欢 迎 您 光 临 一 拍 网

PDF 图书超市

http://pdfbook.1paivip.com

寻找最佳的图书数字化解决方案

提供最优质的数字图书信息服务

地基基础 1
防电磁 11

地下室防水 2
防雷 12

墙体 3
防爆 13

楼地面 4

屋面 5

楼梯、电梯 6

室外工程 7

装配式建筑 8

防腐蚀 9

防辐射 10

楼梯栏杆［6］…… 99
楼梯扶手、踏步［7］…… 100
楼梯栏板·楼梯照明［8］…… 101
金属梯［9］…… 102
金属螺旋梯［10］…… 103
金属爬梯［11］…… 104
运输滑道［12］…… 105
电梯机房、底坑·电梯厅门门套［13］…… 106
电梯井道［14］…… 107
电梯机房、井道、底坑示例［15］…… 108
乘客、住宅电梯参数［16］…… 109
客货、医用电梯参数［17］…… 110
载货、杂物电梯参数［18］…… 111
液压驱动电梯［19］…… 112
自动扶梯［20］…… 113
异形自动扶梯［22］…… 115
自动人行道［23］…… 116

7 室外工程 ［1～23］

道路·道牙［1］…… 117
广场·院路·绿地护栏［2］…… 118
涵洞［3］…… 119
排水明沟·散水［5］…… 121
台阶·坡道·花池·花台［6］…… 122
围墙［7］…… 123
围墙·围墙压顶、伸缩缝、基础［8］…… 124
围墙大门门墩、门柱［9］…… 125
围墙大门［10］…… 126
推拉式围墙大门［11］…… 127
平开围墙大门门轴［12］…… 128
平开围墙大门零件·自动大门［13］…… 129
自行车棚［14］…… 130
售货棚［15］…… 131
宣传窗·环境标志［16］…… 132
宣传窗构造与照明［17］…… 133
旗杆［18］…… 134
室外照明灯具［20］…… 136
喷水池［22］…… 138
花架·椅·桌·坐凳［23］…… 139

8 装配式建筑 ［1～21］

概说·大板建筑［1］…… 110
外墙板类型［2］…… 141
大板建筑内墙板、隔墙、楼板、檐口［3］…… 142
大板建筑墙板连接［4］…… 143
半装配建筑墙板连接［5］…… 144
外墙板接缝处理［6］…… 145
框架墙板［8］…… 147
框架墙板·框架节点［9］…… 148
框架墙板横条板体系连接［10］…… 149
框架墙板示例［11］…… 150
工业建筑框架墙板［13］…… 152
工业建筑承重墙板［17］…… 156
盒子建筑［18］…… 157
盒子建筑实例［19］…… 158
升板建筑［20］…… 159
升板建筑实例［21］…… 160

9 防腐蚀 ［1～32］

基本概念·材料的耐腐蚀性能［1］…… 161
耐腐蚀材料［2］…… 162
基础［6］…… 166
设备基础［7］…… 167
楼地面［9］…… 169
踢脚板［12］…… 172
挡水［13］…… 173
室外挡水·变形缝［14］…… 174
钢柱柱脚·楼面洞口［15］…… 175
楼面洞口［16］…… 176
地漏［17］…… 177
排水沟［19］…… 179
排水沟盖板·钢梯与楼地面连接［20］…… 180
贮槽［21］…… 181
污水处理池［25］…… 185
排气筒［27］…… 187
造粒塔［29］…… 189
腐蚀后的检查与修复［30］…… 190
厂房建筑及构件的防护［32］…… 192

10 防辐射 ［1～6］

设计要点［1］…… 193
防护材料互换·观察窗［2］…… 194
防护门［3］…… 195
防护门·通风口［6］…… 198

11 防电磁 ［1～17］

基本概念·门窗口屏蔽做法［1］…… 199
屏蔽室［2］…… 200
中短波屏蔽室［3］…… 201
微波屏蔽室·风口及管道处理［4］…… 202
木屏蔽门·单扇屏蔽门［5］…… 203
双扇屏蔽门［6］…… 204
带小门的单扇屏蔽门［8］…… 206
防止向外干扰非保温屏蔽室［11］…… 209
防止向外干扰保温屏蔽室［13］…… 211
成品屏蔽门［14］…… 212
复合板拼装屏蔽室［15］…… 213
复合板焊接拼装屏蔽室［16］…… 214
焊接拼装屏蔽室做法［17］…… 215

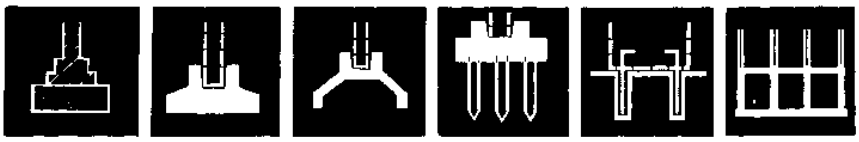
12 防雷 ［1～3］

烟囱、水塔、油罐避雷针（带）［1］…… 216
避雷针（带）、引下线、接地构造［2］…… 217
古建筑、特种建筑防雷［3］…… 218

13 防爆 ［1～6］

防爆墙·不发火花地面［1］…… 219
防爆观察窗·装甲传递窗［2］…… 220
单层防爆装甲门［3］…… 221
双层防爆装甲门［4］…… 222
防爆装甲门电气联锁装置·防爆门［5］…… 223
轻质泄压屋盖、外墙·泄压窗［6］…… 224

基础类型选择 应考虑地基的地质、水文、冰冻等条件；上部结构特点、材料及施工等因素，选择有足够强度和稳定性的结构，以保证建筑物或构筑物的安全和正常使用。



刚性基础　板式基础　壳体基础　桩基础　锚杆基础　整片基础

刚性基础 采用砖、灰土、三合土、毛石、毛石混凝土、混凝土等抗拉强度不高的材料。适用于五层和五层以下(三合土基础不宜超过四层)的一般民用建筑和墙承重的轻型厂房。一般不配筋。其 b/h 宜应符合表 2 要求。

基础砌体所用材料最低强度等级　表 1

	砖、砌块		石　料	混合砂浆	水泥砂浆
	严寒地区	一般地区			
稍潮湿的	MU10	MU7.5	MU20	MU2.5	MU2.5
很潮湿的	MU15	MU10	MU20	MU50	MU5
含水饱和的	MU20	MU15	MU30	—	MU5

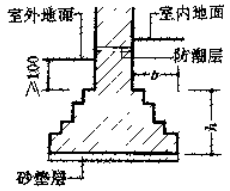
注：石料密度应≥18kN/m³。

刚性基础台阶宽高比（b/h）的容许值　表 2

名　称	材　料	台阶宽高比容许值 b/h		
		$P\leq100$	$100<P\leq200$	$200<P\leq300$
混凝土基础	C10 混凝土	1:1.00	1:1.00	1:1.25
	C7.5 混凝土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
毛石混凝土基础	C7.5～C10 混凝土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
砖基础	MU7.5 砖 M5 砂浆	1:1.50	1:1.50	1:1.50
	MU7.5 砖 M2.5 砂浆	1:1.50	1:1.50	—
毛石基础	M2.5～M5 砂浆	1:1.25	1:1.50	
	M1 砂浆	1:1.50	—	
灰土基础	3:7 灰土	1:1.25	1:1.50	—
	2:8 灰土	1:1.25	1:1.50	—
三合土基础	1:2:4 或 1:3:6 三合土	1:1.50	1:2.00	—

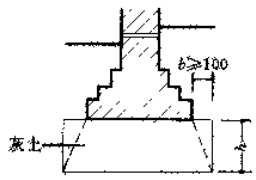
注：P 基础底面的平均压力（kPa）

简　图	说　明



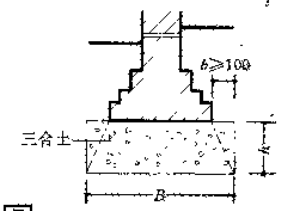
1. 适用于地基土质较好且地下水位在基础底面以下的建筑
2. 基槽底面铺 20 厚砂垫层
3. 砖基础大放脚按 b/h 容许值要求，采取二皮砖挑出 1/4 砖与一皮砖挑出 1/4 砖相间砌筑

1 砖基础



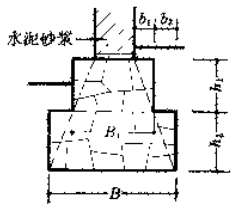
1. 灰土体积比为 3:7 或 2:8，干密度：轻粘土≥1.55g/cm³；亚粘土≥1.50g/cm³；粘土≥1.45g/cm³
2. 灰土每步厚 150，三层及三层以下建筑用 2 步，三层以上用 3 步
3. 从上基础宜埋置在地下水位以上，且顶面应在冰冻线以下

2 灰土基础



1. 适用于四层及四层以下建筑，基础应埋置在地下水位以上
2. 石灰：砂：骨料（体积比）一般采用 1:2:4 或 1:3:6
3. 三合土每层厚 150，$h\leq300$
4. B 宜≤600

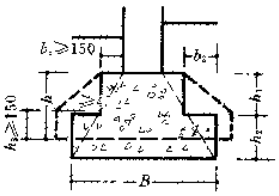
3 三合土基础



1. 有剧烈振动的建筑不宜采用
2. B_1、h_1、h_2 应≥400，b 宜≤100，$B\leq700$ 时作矩形断面
3. 毛石高度应≥150
4. 毛石顶面砌墙前应先铺一层水泥砂浆

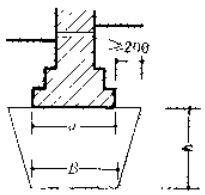
4 毛石基础

简　图	说　明



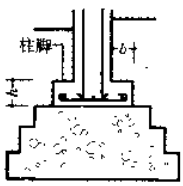
1. 可用于有地下水和冰冻作用的基础
2. $B>2$m 时作成锥形，$h_1\geq h/4$
3. 混凝土基础 h_1、$h_2\geq200$
4. 毛石混凝土基础 h_1、$h_2\geq300$ 毛石占总体积 30%

5 混凝土基础



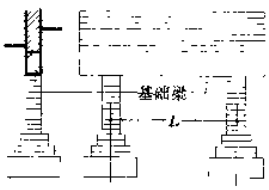
1. 垫层用粗砂、中砂或级配砾石，经机械振动加水分层夯实
2. 不适用于湿陷性黄土、流动性地下水位较高的地段及有振动建筑
3. 适用于软弱土层较厚且基础埋深及尺寸受限制的基础
4. h、a 应经计算并≥500；$B\geq a$

6 砂垫层砖基础



1. 基础采用混凝土或毛石混凝土
2. 钢筋混凝土柱脚尺寸要求：$h\geq300$，$h\geq b$，$h\geq20d$（d—柱纵向受力筋直径）
3. 基础其他要求与混凝土、毛石混凝土基础相同

7 刚性无筋柱基础



1. 适用于良好土质的地基
2. 基础梁一般采用钢筋混凝土，跨度及荷载较小时可采用砖拱
3. 柱基础中距 L 一般应≥3000
4. 柱基础尺寸应符合相应要求

8 墙下墩式基础

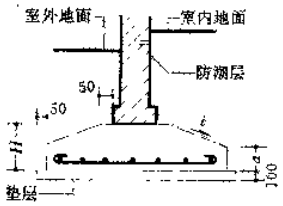
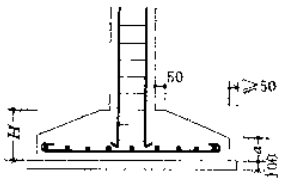
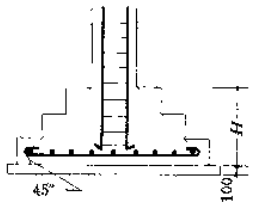
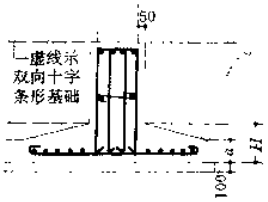
板式基础

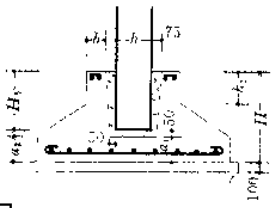
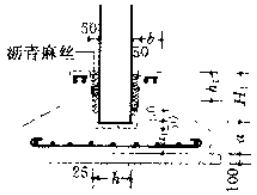
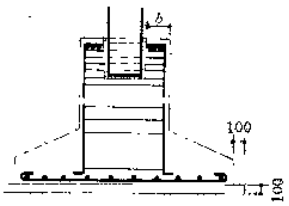
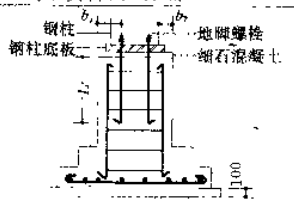
板式钢筋混凝土基础采用C15或C20混凝土及Ⅰ、Ⅱ级钢筋。垫层用C7.5～C10混凝土或三合土、灰土。一般适用于基础上部荷载较小，地基容许承载力较大的独立基础和条形基础。

基础尺寸及配筋形式按计算确定。基础荷载的偏心距不大时，独立基础的底面常为方形，偏心距大时则为矩形。杯形基础尺寸应符合表1要求。

杯形基础尺寸 表1

柱断面长边 h	杯形基础尺寸			备注
	杯底厚度 a	杯壁厚度 b	杯插入长度 H_1	
$h<500$	≥150	150～200	$H_1=(1\sim1.5)h$	单肢管柱 $H_1=1.5D\geq500$ D为管柱外径
$500\leq h<800$	≥200	≥200	$H_1=h$	
$800\leq h<1000$	≥200	≥300	$H_1=0.9h\geq800$	
$1000\leq h<1500$	≥250	≥350	$H_1=0.8h\geq1000$	
$1500\leq h<2000$	≥300	≥400	$H_1=0.8h\geq1000$	

简图	说明
	1. H根据计算确定，$a\geq150$ $H\leq250$时可做成等厚断面 $H>250$时做成变断面 2. 墙厚≤370时，砖墙下部可不做放脚 3. $r\leq1:3$时斜面可不支外模施工
1 墙下条形基础	
	1. H根据计算确定，并满足基础内杆纵向钢筋锚固长度要求 2. 中心受压时作方形平面，偏心受压时作长边与偏心方向一致的矩形 3. $a\geq H/4$，并≥150
2 锥形独立基础	
	1. 基础外边线应在45°压力分布线以外 2. H根据计算确定，并满足基础内杆纵向钢筋锚固长度要求 3. $H\leq350$时作一阶，>900三阶 $H=350\sim900$二阶
3 阶梯形独立基础	
	1. H根据计算确定 $a\geq150$ 2. $H\leq250$时，翼缘作等厚断面 $H>250$时，翼缘作变断面 3. 当地基土质软弱且上部荷载较大时也可作成双向十字条形基础
4 柱下条形基础	

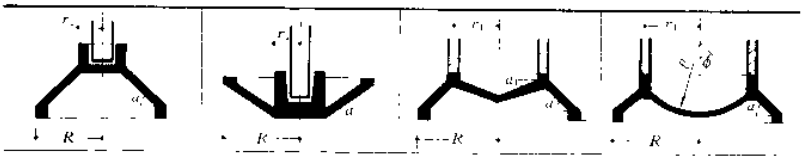
简图	说明
	1. H应满足附表要求并≥20d (d为杯纵向受力筋直径) H_1应≥0.05倍节装杯长 2. 安装时杯口底先浇50厚C20细石混凝土，待校正后浇满 3. $a\geq a_1$
5 独立柱杯形基础	
	1. H应≥h H_1应≥0.05h 2. 安装时杯口底先浇50厚C20细石混凝土 4. 柱插入杯口后浇50高C20细石混凝土，上部填沥青麻丝
6 铰接杯形基础	
	1. $b_1\geq200$ 2. 长颈（短柱）配筋根据轴向力弯矩、水平剪力按计算确定。 3. 杯口构造要求，同独立杜杯形基础详见表1
7 长颈杯形基础	
	1. b_1应≥150并≥$2d$ (d为地脚螺栓直径)，$b_2\geq100$ 2. $d\leq32$时，$L=25d$ $d>32$时，$L=30d$ 3. 基础顶面应先用50厚C20细石混凝土找平
8 钢柱基础	

壳体基础

一、适用于工业及民用建筑的柱基础和筒形构筑物基础。

二、轴心受压及小偏心受压时采用圆形平面，大偏心受压时采用椭圆形平面。

三、混凝土应≥C20（构筑物基础≥C30）。非预应力配筋壳体采用Ⅰ、Ⅱ级钢筋。壳体厚度应≥80；杯底厚度应≥200。

			
适用于偏心荷载较小的杯基础 $\alpha=30°\sim40°$ $r_1/R\geq0.40°$	适用于偏心荷载较小的杯基础 $\alpha=30°\sim40°$ $r_1/R\geq0.40°$	适用于筒形构筑物基础 $\alpha=35°\sim40°$ $\alpha=20°\sim30°$ $r_1\leq35\sim0.5R$ $r_1\leq50\sim0.65R$	适用于筒形构筑物基础 $\alpha=30°\sim40°$ $\phi\geq\alpha$ $r_1\leq50\sim0.65R$
正圆锥壳	倒圆锥壳	椭圆组合壳	球锥组合壳

桩基础

一、适用于上部荷载较大或地基上部软弱土层较厚的基础。

二、常用的混凝土、钢筋混凝土桩基础按施工方法分为爆扩桩、灌注桩、预制桩。按受力状态分为端承桩、摩擦桩。

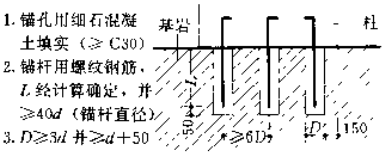
三、桩基础由桩柱和承台组成。所用混凝土：现浇≥C15，预制≥C20。

桩的基本尺寸

桩的种类	爆扩桩	灌注桩	预制桩
桩直径或边长	一般≥200		
扩大端直径 D	2.5～3.5d		
桩身长度 L (m)	2.5～7.0	≥2.5	≥3.0
桩最小中心距 S	1.5～1.8D	≥3d	

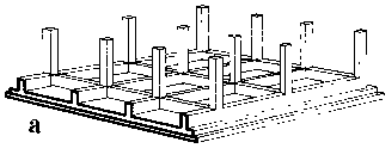
锚桩基础

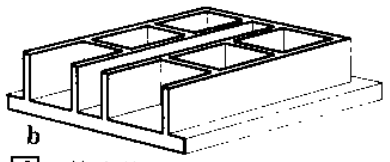
用于直接建造在基岩上，且为轴心受压和小偏心受压柱基。



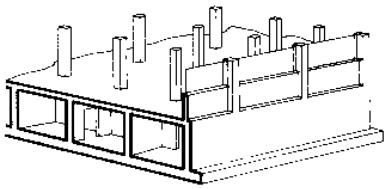
整片基础

分筏式基础和箱形基础。适用于层数较高、软弱地基、上部荷载大及不宜采用其他基础的建筑。

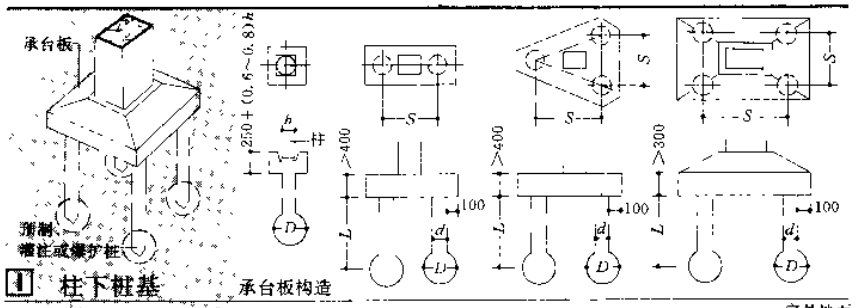




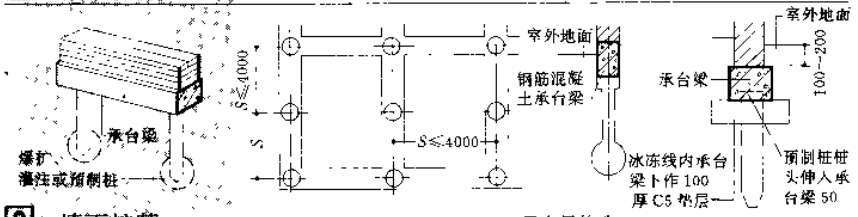
4 筏式基础



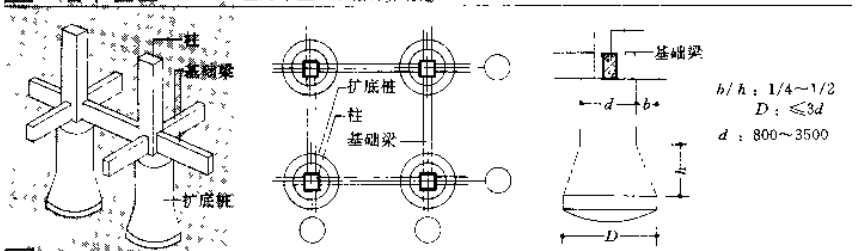
5 箱形基础



1 柱下桩基　承台板构造



2 墙下桩基　桩的布置（S 按计算确定）　承台梁构造



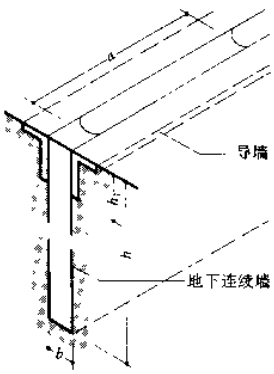
3 大直径扩底桩　桩的位置　桩的构造

地下连续墙

一、当基础埋置较深、地下水位较高，或邻近原有建筑物施工时，地下连续墙可作为新建建筑物的承重墙、基础，亦可起防渗墙及挡土墙作用。

二、具有墙体刚度大、施工噪音及振动小、防渗性好，对周边地基无扰动等优点。

三、按成墙方式可分为壁板式（见6）、桩排式（预制桩、灌注桩或钢管桩密排成墙）等。

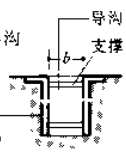


a：施工分段长度　3000～8000
b：墙　厚　600～1200
h_1：导墙高　1500～2000
h：墙　高　按设计要求，可达50～60m或更多

6 壁板式连续墙

施工程序

1. 筑导墙、挖导沟

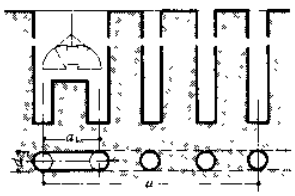


2. 泥浆制备及注入

膨润土泥浆或聚合物泥浆、盐水泥浆视地基情况而定。于开挖墙槽前注入导沟

3. 挖墙槽

设导孔或不设导孔视地基情况而定



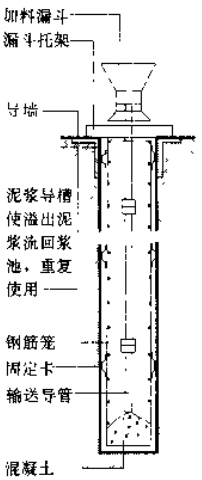
4. 清底整壁

采用吸泥泵排泥法或泥浆置换法排除槽底沉渣，并整修槽壁，使之符合设计要求

5. 下钢筋笼

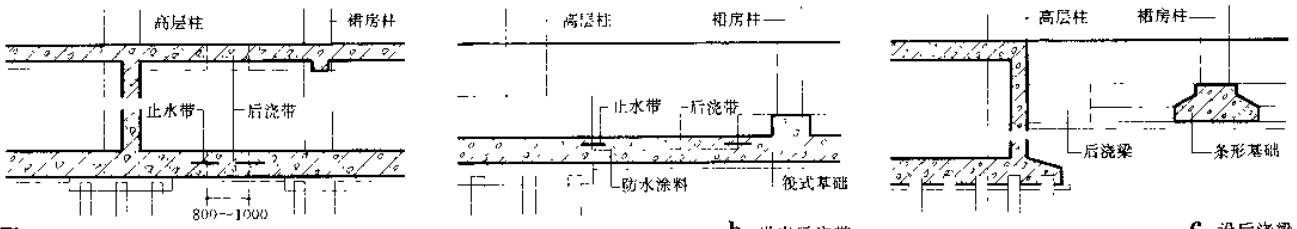
用吊车将钢筋笼吊入槽内，并以钢板卡或垫块固定，钢筋笼应尺寸准确并有足够的强度，必要时可使用型钢加强

6. 浇筑混凝土



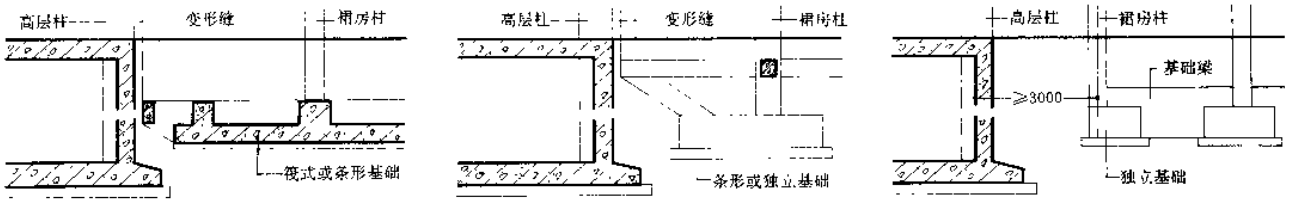
高层建筑与裙房的基础处理

高层建筑与相邻裙房的高度和荷载相差悬殊，应根据荷载、地基条件等因素选择合理的基础形式。高层建筑与裙房基础之间是否留缝，应根据地基条件、地下水位高低及使用要求等确定。目前，有通过混凝土后浇带连为整体和用变形缝使其完全脱开两种做法，无论采用那种方案，都必须严格控制总沉降量和差异沉降量。



1 整体式

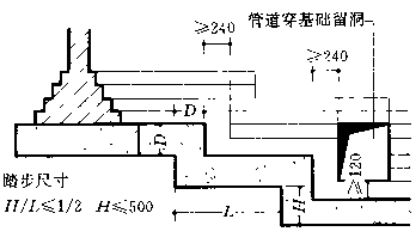
a 设后浇带　b 设半后浇带　c 设后浇梁



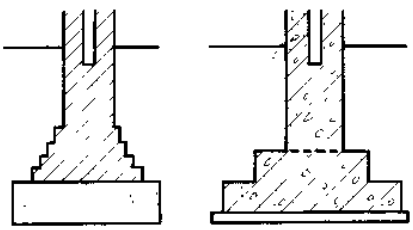
2 设变形缝

a 挑梁形式　b 构架形式　c 分离式

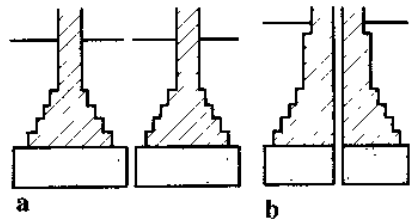
基础特殊构造



3 刚性踏步形基础与留洞

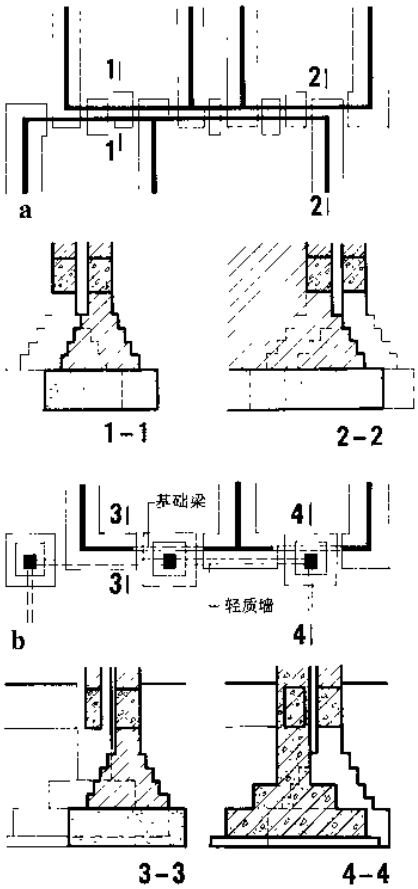


4 温度缝

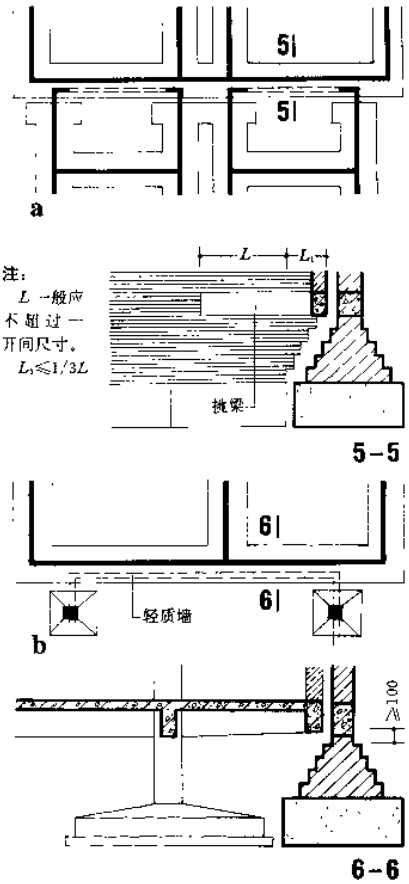


a　b

5 双墙沉降缝



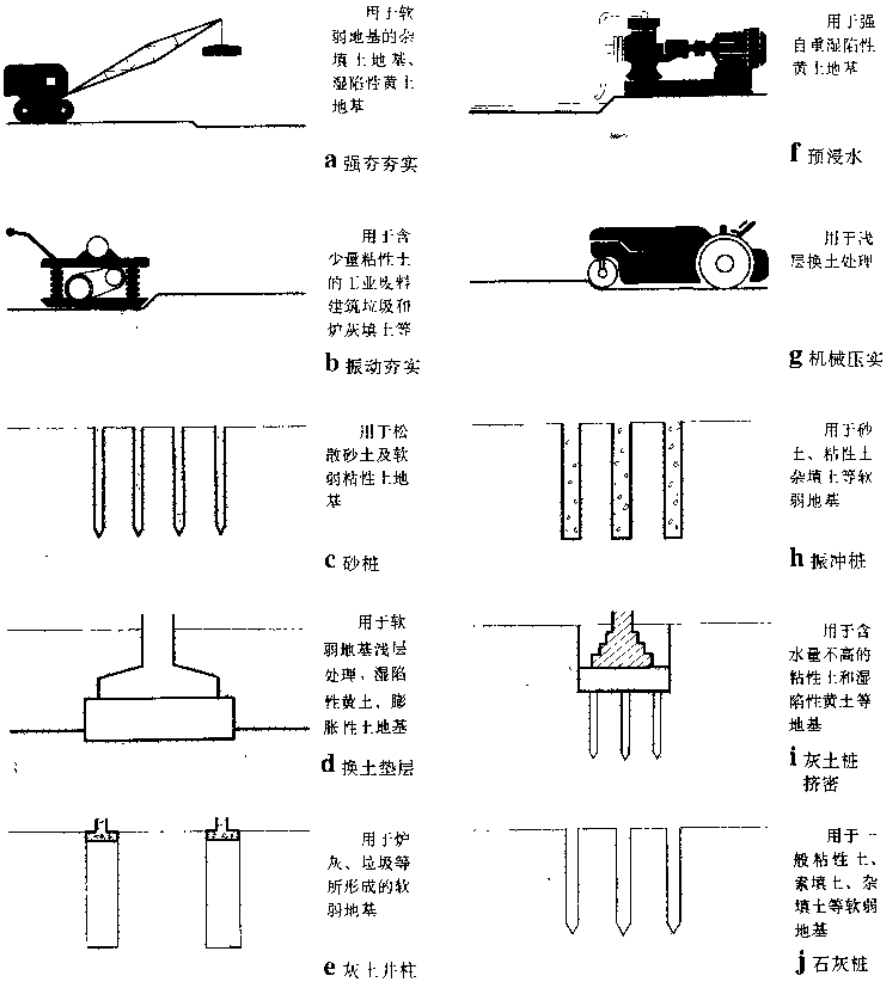
6 交叉式沉降缝



7 悬挑式沉降缝

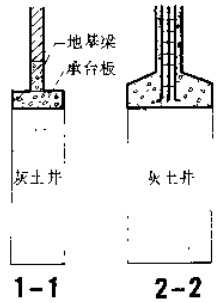
地基处理要点

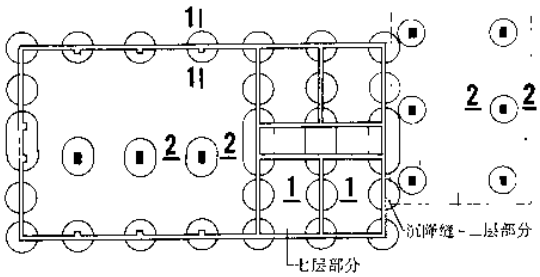
设计地基时，应尽量利用天然地基的承载能力，采用天然地基方案。当上部结构刚度和选用最佳基础方案仍不能满足要求时，可采用人工地基方案。对于软弱地基(压缩层主要由淤泥、淤泥质土、填冲土、杂填土或其它高压缩性土层构成的地基)、湿陷性黄土地基、膨胀性土地基和冻土地基，设计时应对建筑体型、房屋等级、抗震设防烈度、结构类型和地质条件等进行综合分析。若地基容许承载力和变形、稳定性不能满足设计要求时，可选用合理方法进行地基处理，以满足设计要求。在选用地基处理方案时，应当结合经济条件、技术条件、机具设备和材料来源等情况合理选用。常用的方法见图a～j所示。此外处理湿陷性黄土地基，还可用硅化加固、热加固；处理软弱地基还可用喷洒“氰凝浆液”、深层搅拌注浆法；处理深层淤泥、淤泥质土形成的软弱地基可采用堆载预压；处理膨胀性土地基，可在膨胀性土中掺加石灰等。



1 地基处理类别

1. 设计前必须掌握场地的水文和地质资料。
2. 井柱应布置于建筑物四角和纵横墙交叉点上。直径>1m，承重墙较长时，中间可适当增设。
3. 灰土配合比可采用2：8，干密度要求达到1.5g/cm³。
4. 灰土井柱的深度，一般常用4～6m，应支承在原土上。
5. 灰土井柱之底面，应于地下水位以上。





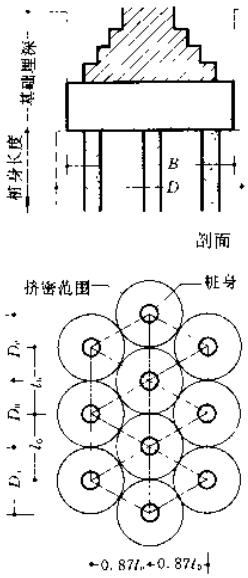
井柱平面布置示例

2 灰土井柱（陕西）

1. 灰土桩的平面布置，一般宜布置在基础下，且不得少于二排。灰土桩的最优排列方式为等边三角形，也可根据地基土的性质和基础类型，采用梅花点式或其他方式布置。
2. 灰土桩桩心距l_0，根据地方土壤性质，其有效挤密范围可参考下表数值：

灰土桩直径 d (cm)	有效挤密范围=桩心距 $D=l_0$ (cm)	承载力 R (kPa)
28～30	70～80	根据DBJ24-2-85确定
38～40	100～110	
57～60	140～150	

3. 灰土桩加密地基的宽度：宽度D必须>基础宽度B，一般应大于基础宽度的1/10，且≥30cm。
4. 灰土桩的深度，应根据地质情况配合试验确定。
5. 灰土桩的配合比和密实度：
一般选用3：7或2：8灰土(体积比)，密实度可按干密度确定。粘土灰土：1.40～1.45g/cm³；亚粘土灰土：1.45～1.50g/cm³；亚砂土灰土：1.50～1.55g/cm³。
6. 灰土桩加密地基的容许承载力，应视地基情况，桩径大小、桩身长度、桩心间距等配合试验确定。素土挤密桩最高为200kPa（20t/m²），灰土挤密桩最高为250kPa（25t/m²）。



灰土桩平面布置示意

3 灰土桩挤密（陕西）

冻土地基

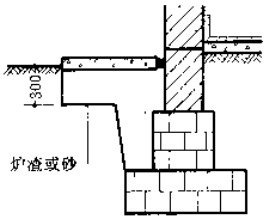
一、在严寒地区，为防止基土冻胀力和冻切力对建筑物的破坏，须选择地势高、地下水位低的场地，上部结构宜选择对冻土变形适应性较好的结构类型，做好场地排水设计。

二、合理选择基础的埋置深度，采用对克服冻切力较有利的基础形式（如有大放脚的带形基础、阶梯式柱基础、爆扩桩、筏式基础等。）

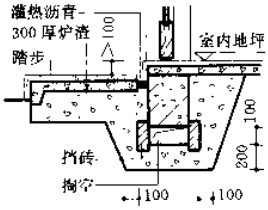
三、下列情况应设变形缝：同一建筑内用不同的基础形式；且采用埋深>计算冻深的深基础和<计算冻深的浅基础；采暖与非采暖房间。

四、埋入地下的基础表面应平整光滑，基础与冻土接触的四周填炉渣、砂等松散材料和炼油废渣等憎水材料。

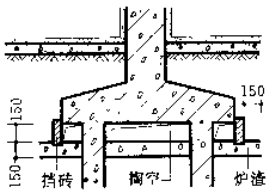
五、采用合理构造如[1]。



a 条形基础



b 室外踏步



c 桩基承台

[1] 冻土地基

软弱地基

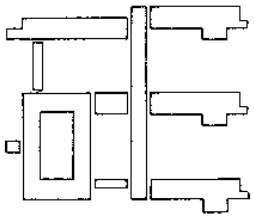
一、建筑体型方求简单。当建筑体型比较复杂时，应根据其平面形状和高度差异及荷载差异，在适当部位用沉降缝将其划分成若干个单元，如图[2] a。

二、当高度差异（或荷载差异）较大时，可将两者隔开一定距离或用自由沉降的连接体连接如[2] b。或采用简支、悬挑结构如[2] c。

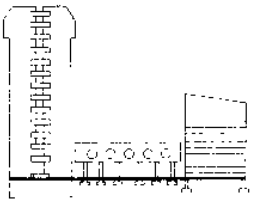
三、建筑物和构筑物的下列部位应设沉降缝：建筑平面的转折部位；高度（或荷载）差异处；过长的砖石承重结构或钢筋混凝土框架结构的适当部位；地基土的压缩性有显著差异处；建筑结构（或基础）类型不同处；分期建造房屋的交界处。缝宽参考数据如下：

房屋层数	沉降缝宽度 (cm)
二～三	5～8
四～五	8～12
五层以上	>12

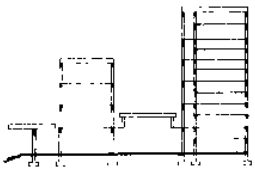
注：①沉降缝两侧层数不同时，缝宽按高者确定；②上表规定不适用于高层建筑。



a 沉降缝划分单元



b 自由沉降连接



c 悬挑或简支连接

[2] 软弱地基

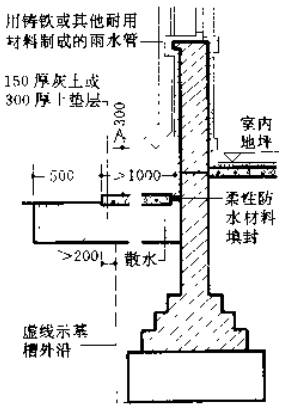
湿陷性黄土地基

一、建筑物应具有排水通畅的地形条件，并应与室外管道之间保持规范规定的距离。

二、当屋面排水采用有组织的外排水时，雨水管宜采用铸铁或其他耐用材料，末端应加弯头。

三、建筑物四周须做散水，其横向坡度不得小于0.05，外缘应略高于平整后的场地。当屋面为无组织排水时，檐高8m以下，散水宽为1.5m；檐高在8m以上，每增高4m，散水增宽0.25m，但最宽不宜大于2.5m。当屋面为有组织的外排水时，非自重湿陷性黄土场地不得小于1m，在自重湿陷性黄土场地，应为1.5m，散水横向6～10m设伸缩缝一道，但不得设于雨水管处，伸缩缝及散水与建筑物外墙连接处应用柔性防水材料填封。沿散水外缘不得设排水沟。

四、经常受水浸湿或可能积水的室内地面，应做成不漏水的光滑面层，并以0.01的坡度坡向集水点，再用管道排至室外。



[3] 湿陷性黄土地基

膨胀土地基

一、建筑物应尽量选择地形平坦地段，避免挖填方改变土层条件和引起湿度的过大变化。

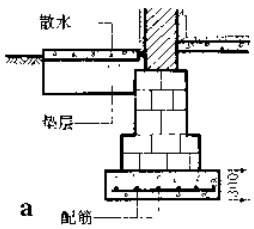
二、基础承载力的计算应取值接近地基容许承载力，以增加上部荷载抵消其一定量的膨胀力。基础应适当深埋，砌置到含水量变化较小的深度内。民用建筑一般宜>1.2m，工业建筑柱基宜>2m，基础底可加300厚混凝土垫层，底部加钢筋。见[4] a。

三、组织好场地排水，使场地积水不流向建筑物或构筑物，以免雨水浸泡或渗透。散水宽度宜>1.5m，高耸建、构筑物的散水应超出基础外缘0.5～1m。散水外缘可设明沟，但应防止断裂。

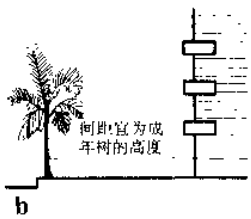
四、砖混建筑物的两端不宜设大开间。横墙基础宜隔段前后贯通。

五、建筑物周围绿化或种树，应保持适当距离见[4] b。

六、建筑物地面，一段宜做块料面层，采用砂、块石等做垫层。经常受水浸湿或可能积水的地面及排水沟，应采用不漏水的材料。



a



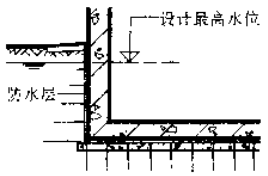
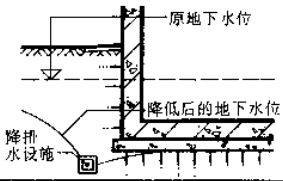
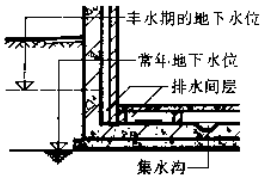
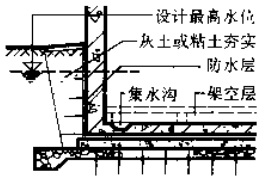
b

[4] 膨胀土地基

地下室的围护结构由于受到各种水的侵蚀，应采取有效的防水措施，以保证地下室防水效果。为此应做好地下室防水设计。地下室防水设计必须全面考虑各种自然因素及使用要求，选择合宜的结构型式，合理确定防水等级、材料条件、制定正确的防水设计方案。

防水设计方案的选择有：隔水法、降排水法、综合法。隔水法利用各种材料的不透水性以隔绝地下室外围水及毛细管水的渗透，起到隔水作用；降排水法是用人工降低地下水位消除地下水对地下室影响；综合法是同一工程中采用多种措施，以达到防水要求。

各种防水措施的选用要求　　表1

	隔水法	外排法	内排法	综合防水法
示意图				
说明	地下室外围作防水层或地下室外墙作整体式混凝土自防水结构（可多道防线）	地下水位较高时，设置永久性排水措施，使水位降低至底板以下，减少或消除地下水影响	将渗入地下室的水通过永久性自流排水系统排至集水坑再排至室外管道。并考虑动力中断引起水位回升	采用多种措施以提高防水可靠性，但应分清主次，以降排为主、隔水为辅；或以隔水为主，降排为辅
适用范围	设计最高水位高于地下室底板，或设计最高水位低于底板	地下水位高于地下室底板，且不宜采用隔水层和地形、地质、经济、功能上有条件采用时	当水位高、水量大，难以采用外排法，或常年水位虽低于底板，但丰水期高于底板<500时	当地下室的防水要求较高时，必须确保防水的可靠性，并在有效高度允许情况下

一般规定

1. 地下室防水设计，应根据使用要求合理确定防水等级，防水措施可靠，选材适当，施工简便，经济合理。

2. 城市的地下室，宜根据城市总体规划及排水体系进行合理布局并确定工程标高。

3. 地下室防水设计，应考虑各种类型水作用下最不利情况，使地下室防水措施有足够保证。除考虑潜水和承压水等作用外，尚应考虑地表水、上层滞水和由于地下水面产生的毛细管水的影响，以及由于人为因素引起附近水文地质的改变影响，也应充分估计，后者往往在防水设计中被忽视而导致地下室渗漏，在确定工程标高（设计地下水位标高）时，应予充分全面考虑。

4. 地下室防水设计，宜首先采用防水混凝土自防水结构，并根据对防水要求重要程度，可设附加防水层，或防、排兼施方案，及其它防水方案。

5. 在设计前，应搜集下列资料：

(1) 在防水设计时，在确定工程标高前，应了解勘察资料最高地下水位标高及出现年代，近几年实际水位标高和随季节变化情况。

(2) 地下水类型、补给来源、水质、流量、流向、渗透系数、压力。

(3) 工程地质构造、岩石走向、倾角、节理及缝隙，含水地层及不透水地层的特殊性及分布情况、溶洞、陷穴以及填土区和松软土情况。

(4) 历年气温变化情况、降雨量、蒸发量及地层冻结深度、区域地形、地貌、天然水流、水库、水沟、废弃坑井以及地表水、洪水及给排水系统资料。

(5) 工程所在区域的地震、地热及含瓦斯等有害物质资料

(6) 施工技术水平和材料条件

6. 变形缝、施工缝、出入口、窗井、埋件等是防水薄弱部位，应适当加强特殊处理，并应设防止倒灌措施。

7. 寒冷地区冻结深度线以上的地下室，为防止冻胀挤裂，应采取相应防寒有效措施。一般应修筑高地、截水沟，同时平整场地，设置明沟或暗沟，必要时还可采用深层排水等措施。

8. 布置在山地斜坡上的地下室，应采用山坡截水沟防止地表水渗入，截水沟的截面应保证能通过最大的计算雨量。

9. 地下室的外形应力求简单平整，避免平面凹凸或平面变化过多，以方便施工。

10. 应尽量避免管道穿越地下室外墙，如必须穿越地下室外墙时，应尽可能提高至最高地下水位以上为宜，以减少地下水影响。

11. 抗水压结构重量及其锚固强度应比静水压力所造成的压力大10%，以防浮起。

12. 地下室防水设计钢筋混凝土结构，应选用握裹力较大的钢筋、并配筋均匀，以增加其抗裂性，保证防水效果。

地下工程的防水等级，按围护结构允许渗漏水量划为四级，各级应符合表2规定。

地下工程防水等级　　表2

	标准	适宜工程项目
一级	不允许渗水，围护结构无湿渍	医院、餐厅、旅馆、影剧院、商场、冷库、粮库、档案库、金库、通信工程、计算机房、电站控制室、配电间及防水要求较高的生产车间 指挥工程、武器弹药库、防水要求较高的人员掩蔽部、铁路旅客站台、行李房、地下铁道车站、城市人行地道
二级	不允许漏水，围护结构有少量、偶见的湿渍	一般生产车间、空调机房、发电机房、燃料库、一般人员掩蔽工程 电气化铁路隧道、寒冷地区铁路隧道、铁路运行期间隧道、城市公路隧道、水泵房
三级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥砂，每昼夜漏水量<0.5L/m²	电缆隧道 水下隧道、非电气化铁路隧道、一般公路隧道
四级	有漏水点，不得有线流和漏泥砂，每昼夜漏水量<2L/m²	取水隧道、污水排放隧道、人防疏散干道、涵洞

注：1. 地下工程的防水等级，可按工程或组成单元划分。

2. 防潮要求较高的工程，除应达到一级防水等级外，还应采取相应的防潮措施。

3. 上表适宜工程项目栏内，仅列举一般性工程。上表未列工程项目可参照相似工程防水要求确定防水等级。

4. 防水工程等级摘自中华人民共和国国家标准《地下工程防水技术规范》GBJ108—87。

地下室防水[2]隔水法

地下室防水一般采用隔水法。隔水法是利用材料本身的不透水性，以隔绝各种地下水、地表水对地下室围护结构的浸透，如毛细管水、上层滞水以及各种有压水和无压水，以起到对地下室的隔水、防潮作用。

以材料分，有柔性和刚性防水材料两种。柔性防水材料具有一定弹性及柔软性，能适应一定程度的微量变形，如沥青系防水卷材，高聚物改性沥青防水卷材，合成高分子卷材以及涂膜防水材料，如焦油聚氨酯涂料，硅橡胶等。刚性防水材料是指以水泥、砂、石为原料或掺入少量外加剂、高分子聚合物等材料，配制而成的具有一定抗渗能力的水泥砂浆或混凝土防水材料。

以结构型式分，混凝土防水称为本体防水，卷材涂膜防水统称为辅助防水。总之，隔水法是地下室防水常用的、最有效的措施。

隔水法设计要点

1. 根据地下室使用要求和重要性，应定级准确，选材得当，措施可靠。
2. 选择隔水法措施，除考虑最高地下水位与地下室底板高低的关系外，尚应考虑所处工程地址有无自流排水条件，属饱和土层或非饱和土层等，采取适宜防水措施。
3. 受振动及环境温度≤100℃，以及耐腐蚀系数≥0.8时，不宜采用防水混凝土结构。
4. 结构刚度较差及地下水含酸盐浸蚀，一般宜采用卷材或涂膜防水。
5. 在施工过程中，由于回填土夯实及各种机械力振动对防水层的影响，应及时做好保护层。保护层材料根据具体情况选定，如砖墙保护墙或聚苯板和其它材料，目的在于施工中起到保护作用。
6. 防水砂浆及卷材或涂膜防水层，一般应设在静水压作用一面（迎水面），见[1]a、b。当防水层必须设在同静水压作用相反表面时，则抵抗水的结构应具备必要的强度，[1]c、d。
7. 处于寒冷地区冻土层中的工程，当采用防水结构时，其冻融次数≤100次。
8. 地下室的设计，应有利于保证防水质量，具体措施见表2。
9. 应避免将地下室建在地质差异较大的土层上，以免增设沉降缝造成施工困难，并提高工程造价。
10. 结构设计必须配合防水工程特点，适当注意构件简单，结构物刚度好，以及控制裂缝开展和不均匀沉陷。验算沉降时应考虑荷载组合和相邻基础影响。
11. 室内应适当设置集水沟和集水井，使少量渗漏水流入集水井后排出。
12. 在空间允许条件下，为了避免因雨季渗漏而致使地面积水影响使用，地下室底板可设置架空层，以保持地下室在微量渗漏情况下尚能保证使用。
13. 为避免形成滞水，应及时回填土，将素土或灰土逐层夯实，如采用素土回填干容重≥1.68t/m³。
14. 有地下室建筑均应做标号高于C10混凝土散水，宽度>800，与墙相交处用嵌缝材料嵌实。
15. 对内流量较大的污水井、阀门井、检查井及管道接口等，均应采取措施防止渗漏。厂区四周的场地平整应随工程结束时及时完成，同时做好地面水排除工作。

设防高度

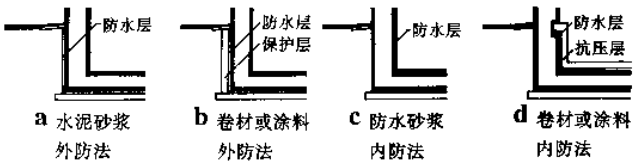
防水工程的设计高度应根据地下水情况和周围土壤情况确定。

设防高度的确定　　表1

土壤性质	地下水情况	设防高度
强透水性地基，渗透系数每昼夜>1m及有裂隙的坚硬岩石层	潜水水位较高，建筑物在潜水水位以下	设至毛细管带区，即取潜水水位以上1m，[2]a
	潜水水位较低，建筑物基础在潜水水位以上	毛细管带区以上放置防潮层，[2]b
弱透水性地基，渗透系数每昼夜<0.001m的粘土、重粘土及密实的块状坚硬岩石	有潜水或滞水	防水高度设至地面，[2]c
一般透水性地基，渗透系数每昼夜1～0.001m，如粘土、亚砂土及裂隙小的坚硬岩石	有潜水或滞水	防水高度设至地面，[2]d

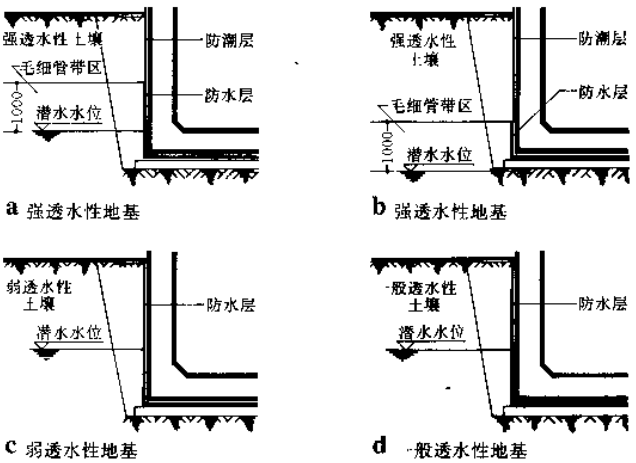
地下室布置原则　　表2

设计要求		不合理的布局	合理的布局
简	平、剖面外形要求简单、方整，尽量减少凹凸变化	两个窗井 局部缺角	外墙连通
并	近而分散的地坑或管沟宜合并	地坑 管沟	地坑外墙连通 管沟墙合并
避	附建在建筑物内的独立地下室，宜避开上部建筑的墙、柱基础	地下室墙 兼做地下室墙	地下室墙 地下室墙 地上墙
离	地上建筑物的承重柱必须穿过地下室底板时，宜采取加套措施予以隔离	承重柱 地下室底板	柱外封套 地下室底板 柱
升	在满足使用要求情况下，尽量提升地下室底板标高	地平面标高 底板	地平面标高 底板



a 水泥砂浆外防法　b 卷材或涂料外防法　c 防水砂浆内防法　d 卷材或涂料内防法

[1] 隔水层的防水措施示意



a 强透水性地基　b 强透水性地基　c 弱透水性地基　d 一般透水性地基

[2] 设防高度的确定

普通防水混凝土是一种不掺外加剂的自防水混凝土，它是在普通混凝土基础上发展起来的。两者不同点在于普通混凝土是根据强度要求进行配制的，而普通防水混凝土是根据工程抗渗要求配制的。其中石子骨架相对减弱，适当增加砂率和水泥用量，水泥砂浆除满足填充粘结作用外，还能在粗骨料周围形成一定数量的、质量好的包裹层，将粗骨料充分隔离开，以提高混凝土的密实性和抗渗性

普通防水混凝土设计一般规定 表1

类别		规定	类别	规定
抗渗能力		≥0.6MPa	衬砌厚度	≥200mm
环境温度		≤100℃	裂缝宽度	≤0.2mm
耐侵蚀系数		≥0.8	钢筋保护层迎水面厚度	≥35mm
垫层	厚度	≥100mm	处于侵蚀性时钢筋保护层厚度	≥50mm
	抗压强度	10MPa		

原材料要求

1. 水泥品种

(1) 普通防水混凝土使用的水泥，应参照表2规定。

(2) 不得使用过期或受潮结块水泥，并不得将不同品种或标号的水泥混合使用。

(3) 水泥标号不应低于425#。

2. 混凝土所采用砂石，应符合现行《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》(JGJ53—79)的规定外，尚应符合下列要求：

(1) 石子最大粒径不宜≥40mm，含泥土不得呈块状或包裹石子表面，吸水率≤1.5%。

(2) 砂宜采用中砂

3. 拌制混凝土所用的水，应采用不含有害物质的洁净水。

4. 防水混凝土可掺入外（内）掺剂，详[4]表2。

5. 防水混凝土可掺入一定数量的磨细粉煤灰或磨细砂、石英粉等，粉煤灰掺量≤20%，磨细砂、石英粉的掺量不宜≥5%，粉细料应全部通过0.15mm筛孔。

配合比设计依据

1. 首先满足抗渗要求，同时考虑抗压强度及满足施工条件及特殊要求

2. 根据工程要求，由混凝土抗渗性、耐久性确定水泥品种，由混凝土强度确定水泥标号，水泥标号≤425#，用量≤320kg/m³，当掺入活性细料时，水泥用量≤280kg/m³。

3. 根据抗渗性、合易性及强度要求确定水灰比，参照表4。

4. 根据结构条件和施工方法综合考虑普通防水混凝土坍落度。选择如下：

结构种类	厚度250mm	厚度<250mm	厚度大的少筋结构	大体积立墙
坍落度 mm	20～30	30～50	≤30	沿高度逐减坍落度

5. 防水混凝土砂率≥35%，具体数值可按表5。

6. 灰砂比以1∶2～1∶2.5为宜。

配合比的计算

普通防水混凝土按绝对体积法计算，步骤如下：

根据工程要求的抗渗指标、强度及结构条件和施工条件选定坍落度，确定水灰比，用水量，并计算出水泥用量。水灰比参照表4选用，砂率可根据石子空隙率和砂的细度模都参照表5选用。

1. 根据选用砂率按下式计算砂石混合密度：

$\gamma_{砂石}=\gamma_{砂}P+\gamma_{石}(1-P)$

$\gamma_{砂石}$ 砂石混合密度

P—砂率　$\gamma_{砂}$ 砂密度

$\gamma_{石}$ 石密度

2. 按下式计算砂石混合用量：

$a=\gamma_{砂石}(1000-\frac{W}{\gamma_{水}}-\frac{C}{\gamma_{水泥}})$

a—砂石混合用量（kg/m³）

W—用水量（kg）

γ—水密度

C—水泥用量（kg）

$\gamma_{水泥}$—水泥密度

3. 按下式计算砂和石重量：$S=Pa$

S—砂重量（kg）　P—砂率

$G=a-S$

G—石子重量（kg）

计算出每立方米混凝土材料用量，可以列出初步配合比：

水泥∶砂∶石=$C:S:G$

水灰比=W/C

注：石子空隙率=$(1-\frac{石子堆积密度}{石子密度})\times100\%$

普通防水混凝土水泥品种选择 表2

水泥品种	普通硅酸盐水泥	火山灰硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥
优点	早期及后期强度均较高，在低温下强度增长比其它水泥快，泌水性小，抗冻耐腐性好	耐水性强，水化热低，抗硫酸盐侵蚀性较好	水化热低，抗硫酸盐侵蚀性优于普通硅酸盐水泥
缺点	抗硫酸盐侵蚀能力较差，耐水性低于火山灰硅酸盐水泥	早期强度低，在低温环境中强度增长较慢，干缩变形大，抗冻耐磨性差	泌水性和干缩变形大，抗冻耐磨性均较差
适用范围	一般地下和水中结构及受冻融作用及干湿交替的防水工程，应优先采用本品种水泥，含硫酸盐地下水侵蚀时，不宜采用	适用于有硫酸盐侵蚀介质的地下防水工程，受反复冻融及干湿交替作用的防水工程不宜采用	必须采取提高水泥研磨细度或掺外加剂的办法减少或消除泌水现象后，方可用于一般地下防水工程

防水混凝土抗渗等级 表3

最大水头H与壁厚(h)比值(H/h)	设计抗渗等级(MPa)
<10	0.6
10～15	0.8
15～25	1.2
25～35	1.6
>35	2.0

注：水力梯度=$\frac{H}{h}$

普通防水混凝土水灰比 表4

抗渗标号(MPa)	水灰比	
	C20～C30	>C30
S6～S8	0.6	0.55～0.6
S8～S12	0.5～0.6	0.5～0.55
>S12	0.5～0.55	0.45～0.5

注：混凝土抗渗标号是表示试块在渗透仪上做抗渗试验时，试块未发现渗水现象的最大水压值，例如S8，即表示试块能在0.8MPa的水压力下，不出现渗水现象。

普通防水混凝土砂率选择(%) 表5

石子空隙率(%)		30	35	40	45	50
砂子细度模量	0.25	33	33	33	33	35
	0.30	35	35	35	35	36
	0.35	35	35	35	36	37
	0.40	35	35	36	37	38
	0.45	35	36	37	38	39
	0.50	36	37	38	39	40

注：本表按石子粒径为5～30mm计算，若采用5～20mm，砂率可增加2%。

结构最小厚度 表6

结构类别		最小厚度
钢筋混凝土立墙	结构单排配筋	>200
	结构双排配筋	>250
钢筋混凝土底板或无筋混凝土底板结构		>150

结构允许开展宽度 表7

最大水头(H)与壁厚(h)比值(H/h)	宽度(mm)
<20	0.2
20～30	0.15
>30	0.1

注：上表宽度系结构计算裂缝最大极裂缝宽度

配制普通防水混凝土的技术要求

水灰比0.5～0.6，坍落度30～50mm，如掺外加剂或采用泵送混凝土时不受此限水泥用量≥320kg/m³，含砂率≥35%，对于厚度较小、钢筋稠密、埋设件较多等不易浇捣施工的工程可提高到40%。

地下室防水[4]外加剂防水混凝土

外加剂防水混凝土是指在混凝土中掺入微量有机或无机的外加剂来改善其内部组织结构，使其有较好的合易性，提高其密实性和抗渗性。

外加剂主要是利用吸附、分散、引气、催化等方式，或与水泥的某种成分发生反应等物理、化学作用，使混凝土得到改性。按所掺外加剂种类不同可分为减水剂防水混凝土、引气剂防水混凝土、三乙醇胺防水混凝土和氯化铁防水混凝土等。应根据外加剂性能并结合工程特性、施工工艺及使用要求选用合宜的外加剂防水混凝土，以满足工程防水需要。

不同减水剂适宜掺量　　表1

种　类	适宜掺量（占水泥重量%）	备　注
木钙、糖密	0.2～0.3	掺量<0.3%（水泥重量），否则将会使防水混凝土强度降低及过分缓凝
NNO、MF	0.5～1	在此范围内只稍微增加防水混凝土造价，而且对混凝土其它性能无大影响
JN	0.5	外加0.5%三乙醇胺复合使用，抗渗性好
UNF	0.5	

外掺剂的性能、配比、适用范围　　表2

	防水机理	配制要求	抗渗等级	适用范围
引气剂	具有憎水作用的表面活性物质。它可显著降低拌合的表面张力，通过搅拌在混凝土拌合物中产生大量微小均匀密闭和稳定的气泡，使毛细管变得细小、曲折、分散，减少渗水通路，并增加粘滞性，改善和易性，减少沉降泌水和分层离析，并达到同样合易性。当掺入引气剂后用水量可减少，提高了混凝土密实性和抗渗性	1. 最佳含气量为3%～6%，相应松香酸钠约0.01%～0.03%，松香热聚物掺量约为0.1% 2. 水泥用量>250kg/m³，一般为280～300kg/m³ 3. 常用水灰比<0.65，一般以0.5～0.6为宜。砂率为28%～35% 4. 砂石级配坍落度与普通混凝土相同	>2.2 MPa	适于北方寒冷地区抗渗性要求较高的工程，不适于抗压强度>20MPa或耐磨性要求较高的工程
减水剂	混凝土掺入减水剂后，由减水作用可降低拌合物的用水量、减少混凝土中游离水，从而相应减少水分蒸发后留下的毛细孔体积，提高混凝土的密实性。同时由于减水分散作用，使水泥成为单颗粒状均匀分布，加之引入少量封闭性小气泡，改善了混凝土中孔结构分布状况，使毛细孔均匀分散和细小，提高了混凝土抗渗性	减水剂混凝土配合比设计一般采用绝对体积法，考虑原则如下： 1. 水泥用量>300kg/m³，一般为350kg/m³左右 2. 砂率<35～40%左右 3. 水灰比一般控制在0.5～0.6范围 4. 根据减水剂性能确定掺量，见表1	>2.2 MPa	一般工程均可使用，防水混凝土可根据施工工艺及施工季节调节使用，详表1
三乙醇胺	在混凝土中掺入微量三乙醇胺具有催化作用，使早期生成水化产物。这些水化产物在形成过程中能夺取混凝土中的游离水变成水化产物的结晶水，而结晶水是不蒸发的，因而也就减少了游离水蒸发留下的毛细孔，提高了混凝土的密实性及抗渗性。当三乙醇胺和氯化钠、亚硝酸钠等无机盐复合使用时，还能促进氯化钠、亚硝酸钠等无机盐与水泥的反应，所生成的硫铝酸盐等综合物产生微膨胀，能堵塞混凝土内部孔隙和切断毛细管通路，增大混凝土密实性	该类防水混凝土配制可遵循普通防水混凝土原则。配制如下： 1号配方：三乙醇胺 0.05% 2号配方：三乙醇胺 0.05%，氯化钠 0.5% 3号配方：三乙醇胺 0.05%，氯化钠 0.5%，亚硝酸钠 1% 注：表中数量为水泥重量百分比	>3.8 MPa	1号配方适用于常温和夏季施工。 2、3号配方适用于冬季施工
氯化铁	氯化铁防水剂的主要成分是氯化铁、氯化亚铁和硫酸铝，它与水泥水化过程中析出的氢氧化钙反应，生成氢氧化铁和氢氧化铝等不溶于水的胶体。这些胶体填充于混凝土空隙间，堵塞水的通路，新生的氯化钙对水泥熟料矿物的激化作用，易溶性物转化为难溶性物，以及降低析水性等作用而增强混凝土的密实性，提高其抗渗性	指标要求： 1. 液体比重在1.4以上 2. $FeCl_2+FeCl_3$含量≥400g/L 3. $FeCl_2$：$FeCl_3$为1：1～1：3 4. pH值1～2 5. 硫酸铝占氯化铁含量为5% 6. 掺量为水泥重量3%为宜 7. 水灰比<0.55 8. 水泥用量>310kg/m³ 9. 坍落度30～50mm	>3.8 MPa	宜用于水中结构或无筋及少筋大厚度混凝土工程、砂浆修补工程，但接触直流电源及预应力混凝土工程禁止使用

用于混凝土中几种减水剂　　表3

种　类		优　点	缺　点	适用范围
木质素磺酸钙		1. 有增塑及引气作用，抗渗性显著 2. 有缓凝作用，推迟水化热 3. 减水10～15%，增强10～20%，价格低廉，货源充足	1. 分散作用不及NNO、MF、JN高效减水剂 2. 温度低时强度发展缓慢，须与早强剂复合使用	一般防水工程，更适用大坝大型设备基础，大体积混凝土及夏季施工
多环芳香族磺酸钠	NNO	1. 均为高效减水剂，减水12～20% 2. 显著改善和易性，提高抗渗性 3. MF、JN有引气作用，抗冻性抗渗性优于NNO 4. JN减水剂在同类减水剂中价格低40%左右	货源少、价格贵	防水混凝土工程均可使用，用于冬季气温较低时，对混凝土施工更为合适
	MF		生成气泡大，需高频震捣器排除气泡，以保证混凝土质量	
	JN FDN UNF			
糖　密		1. 分散作用均同木质磺酸钙 2. 掺量少，经济效果显著 3. 有缓凝作用	由于可从中提取酒精、丙酮等副产品，因而货源日趋减少	宜就地取材配制混凝土

施工注意事项

除遵循普通混凝土施工原则外，尚应根据外加剂不同应注意下列各项：

1. 引气剂防水混凝土

(1) 引气剂防水混凝土宜采用机械搅拌。首先将砂、石、水泥倒入混凝土搅拌机中，引气剂应先加入混凝土拌合水中搅拌均匀后，再加入搅拌机内。引气剂不得直接加入搅拌机，以免气泡集中影响质量。

(2) 搅拌过程中，应按规定检验拌合物和易性、含气量，控制在规定范围内。

(3) 宜采用高频振捣器以排除大气泡，保证抗冻性。

(4) 养护温湿度条件对引气剂防水混凝土抗渗性有很大影响，在5℃下养护几乎完全失去抗渗能力，冬季施工要特别注意温度影响。养护温度越高，对抗渗性越有利

2. 减水剂防水混凝土

(1) 木质素磺酸钙减水剂在普通水泥、矿渣水泥、火山灰水泥以及矾土水泥中均可使用，但有缓凝作用，使用应严格控制掺量，并注意气温影响。

(2) MF具有减水早强及增强作用，但坍落度损失较快。

3. 三乙醇胺防水混凝土

(1) 三乙醇胺对不同品种水泥作用不同，若调换水泥品种应试验确定掺量。

(2) 靠近高压电源和大型直流电源不宜用1号配方。

4. 氯化铁防水混凝土

(1) 施工缝要用10～15mm厚防水砂浆胶结，配合比为水泥：砂：氯化铁1：0.5：0.3，水灰比为0.55。

(2) 养护条件：蒸汽养护温度不超过50℃，自然养护不低于10℃。

概说

膨胀混凝土是用膨胀水泥或水泥中掺入适量膨胀剂代替普通水泥，加水硬化过程中可产生膨胀能。补偿收缩是膨胀混凝土的主要性能。由于体积微膨胀，可弥补混凝土冷干收缩形成的孔隙，提高混凝土的密实性而起到防水作用。

防水机理

膨胀剂防水混凝土在硬化初期由于水化作用，生成结晶体，体积增大而产生膨胀。不同种类的膨胀水泥或膨胀剂，所产生的膨胀不同。以常用的硫铝酸钙为例，它的固体体积可增大1.22～1.75倍，这样可填充水泥石中的孔隙，并堵塞、切断连通的毛细管道，达到防水抗渗的目的。

补偿收缩混凝土（砂浆）的性能应满足表3的要求。

填充用膨胀混凝土（砂浆）的性能应满足表4的要求。

膨胀剂常用掺量 表1

膨胀混凝土（砂浆）种类	膨胀剂名称	掺量（水泥重量%）
补偿收缩混凝土（砂浆）	U型膨胀剂（UEA）	8～15
	明矾石膨胀剂	13～17
	硫铝酸钙膨胀剂	8～10
	氧化钙膨胀剂	3～5
	氧化钙——硫铝酸钙复合膨胀剂	3～5
填充用膨胀混凝土（砂浆）	U型膨胀剂（UEA）	12～14
	明矾石膨胀剂	10～13
	硫铝酸钙膨胀剂	8～10
	氧化钙膨胀剂	3～5
	氧化钙——硫铝酸钙复合膨胀剂	8～10
	铁屑膨胀剂	30～35
自应力混凝土	硫铝酸钙复合膨胀剂	15～25
	氧化钙——硫铝酸钙复合膨胀剂	15～25

关于膨胀剂使用的一般规定

一、混凝土工程中，可采用下列膨胀剂：

1. 硫铝酸钙类：如明矾石膨胀剂、CS膨胀剂等（包括U型膨胀剂）。
2. 氧化钙类：如石灰膨胀剂。
3. 氧化钙—硫铝酸钙类：复合膨胀剂。
4. 氧化镁类：如氧化镁膨胀剂。
5. 金属类：如铁屑膨胀剂。

二、膨胀剂的使用目的和适用范围，应符合表2的规定。

三、掺硫酸钙类膨胀剂配制的膨胀混凝土（砂浆）不得用于长期处于环境温度>80℃的工程。

四、掺铁屑膨胀剂的填充用膨胀砂浆，不得用于有杂散电流的工程和有铝镁材料部位。

膨胀剂使用目的和适用范围 表2

膨胀剂种类	膨胀混凝土（砂浆）	
	使用目的	适用范围
硫铝酸钙类	减少混凝土（砂浆）干缩裂缝，提高抗渗性和抗裂性	屋面防水、地下防水、贮罐防水，基础后浇缝，混凝土构件补强，防水堵漏预填骨料混凝土，预应力钢筋混凝土等。 用于高温下使用的自应力钢筋混凝土压力管
氧化钙类		
氧化钙—硫铝酸钙类		
氧化镁类		

补偿收缩混凝土性能 表3

项目	纵向限制膨胀率（10^{-4}）	纵向限制干缩率（10^{-4}）	抗压强度（N/m^2）
龄期	14天	6个月	28天
性能指标	>1.5	<4.5	>20

填充用膨胀混凝土（砂浆）性能 表4

项目	竖向自由膨胀率（%）		干缩后的剩余竖向自由膨胀率	抗压强度	
	快速膨胀型	缓慢膨胀型	%	（N/m^2）	
龄期	24小时	14天	6个月	3天	38天
性能指标	0.1～0.5	0.1～0.2	>0.05	>14	>30

补偿收缩混凝土的使用要求

一、材料要求：

1. 所有水泥应符合设计要求以及国家标准或部颁标准规定。

选用水泥品种必须符合膨胀剂产品说明（或设计）指定的水泥品种，如明矾石膨胀剂不适用硅酸盐水泥（纯熟料水泥）；硫铝酸钙类膨胀剂、氧化钙类膨胀剂，不适用矿渣水泥；U型膨胀剂适用525#普通硅酸盐水泥，425#普通或矿渣水泥、火山灰水泥要经试验后方可使用。

2. 骨料、石子应符合《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》，砂应符合《普通混凝土用砂标准及检验方法》，海砂不宜使用。
3. 水、饮用水、洁净的天然水均可使用。
4. 膨胀剂，所用外加剂应具有出厂合格证及产品技术资料，并符合相应标准的要求。一般情况下不宜加缓凝剂，如特殊情况应试验确定。

二、配制要求见表5。

膨胀混凝土（砂浆）水泥用量 表5

膨胀混凝土砂浆种类	最小水泥用量（kg/m^3）	最大水泥用量（kg/m^3）
补偿收缩混凝土	300	—
补偿收缩砂浆	—	900
填充用膨胀混凝土	300	700
填充用膨胀砂浆	—	900
自应力混凝土	500	—
自应力砂浆	—	900

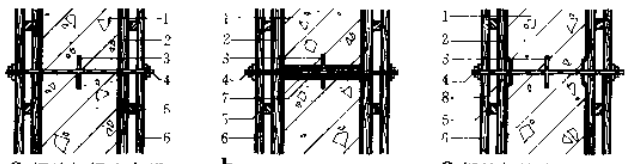
注：本表摘自中华人民共和国《混凝土外加剂应用技术规范》GBJ119—88。

地下室防水[6]防水混凝土施工做法

防水混凝土质量好坏，不仅取决于混凝土的材质本身及其配比，更重要的取决于施工质量。在施工过程中的搅拌、运输、浇注、振捣、养护、细部构造等工序对防水混凝土的防水效果有极大影响。在上述环节应采取严密措施，保证质量，以免造成混凝土渗漏等后患。

施工注意事项 表1

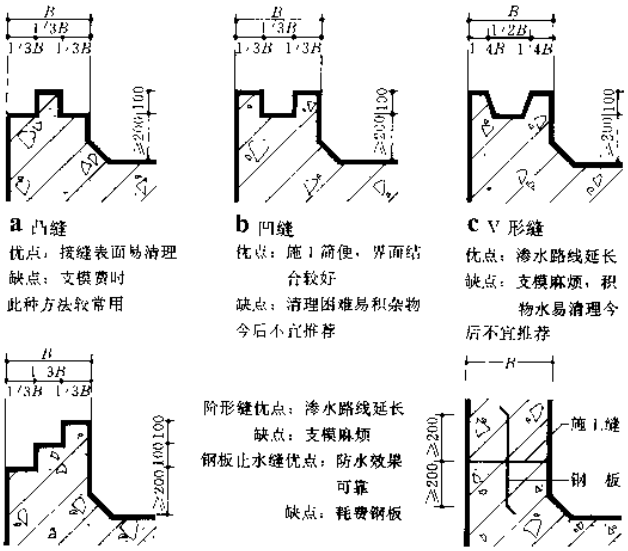
施工准备	1. 进行防水混凝土试配工作，实验室可根据设计抗渗标号进行试验，并应按设计要求提高0.1MPa 2. 做好基坑排水和降低水位，防止地表水流入基坑，并保持地下水位在施工底面最低标高以下500mm
模板	模板应平整，且拼接严密不漏浆，应有足够刚度、强度，吸水性小，光滑面的防水混凝土其模板内面应刨光 模板构造应牢固稳定，可承受混凝土拌合物的侧压力和施工荷载 模板固定不得采用螺栓拉杆或铁丝对穿，以免在混凝土构筑物上造成引水通路，如固定模板用的螺栓必须穿过防水混凝土，应采取止水措施，一般可按1.a、b处理，螺栓堵头按c处理
钢筋	钢筋不得用铁丝或铁钉固定在模板上，必须采用同配比的细石混凝土或砂浆块作垫块，并确保钢筋保护层厚度≥300mm，绝不允许出现负误差，如结构内部设置的钢筋确需铁丝绑扎时，均不得接触模板
搅拌	防水混凝土配料必须准确称量，不得用体积法称量，称量允许误差：水泥、水、外加剂为±1%，砂石为±2% 防水混凝土应采用机械搅拌，搅拌时间比普通混凝土略长，一般≥2min，若掺入引气型外加剂，则搅拌时间为2min～3min，适宜的搅拌时间，可通过现场实测选定，为保证混凝土有良好的匀质性，不宜用人工搅拌
浇筑振捣	浇筑前应清除模板内木屑、铅丝、铁钉等物，并以水润湿模板，使钢模表面清洁无浮浆 结构内若有密集管群、预埋件或钢筋稠密处，不易使混凝土浇捣密实时，改用相同抗渗标号的细石混凝土进行浇筑 混凝土应分层浇筑，每层厚度不宜超过300～400mm，相邻两层浇筑时间端不应超过2h，夏季尤其应注意 防水混凝土应采用机械振捣密实，振捣时间10～30s，以混凝土开始泛浆和不冒气泡为准，并应避免漏振、欠振和超振
施工缝	混凝土应连续浇筑，尽量不留或少留施工缝 顶板、底板混凝土应连续浇筑，不应留施工缝 墙体一般只允许留设水平施工缝，其位置不应留在剪力与弯矩最大处或底板与侧壁交接处，一般宜在高出底板上表面200mm的墙身上，墙体设有孔洞时，施工缝距孔洞表缘不宜≤300mm 水平施工缝的接缝形式见图2 拱墙结合的水平施工缝，宜留在起拱线以下150～300mm处，施工缝断面可做成不同型式如图3，为了使接缝严密，浇筑前对缝表面应进行凿毛处理，清除浮粒，并用水冲洗保持湿润，铺上一层厚度为20～25mm厚水泥砂浆，其材料及配比应与混凝土相同，捣压密实后再继续浇筑混凝土
后浇缝	后浇缝是一种混凝土刚性结合缝，适用于不允许设置柔性变形缝（如大型设备基础）的工程及后期变形趋于稳定的结构。后浇缝型式如[6]图5 后浇缝混凝土应在其两侧混凝土浇筑完毕，并间隔六个星期后再浇筑。 后浇缝混凝土应优先选用补偿收缩混凝土浇筑，其强度应与两侧混凝土相同，后浇缝施工温度，应低于两侧混凝土施工温度，其湿润养护时间不少于四个星期
细部处理	防水混凝土结构预埋件必须保证位置准确及防水混凝土厚≥150mm，施工时应注意将铁件及止水钢板周围振捣密实，如图4 在有密集管群穿过处，浇筑混凝土有困难时，应采用同抗渗标号细石混凝土浇筑，预埋大管径的套管应在底部开设浇筑振捣孔如图5 预埋止水带应准确埋设并固定，空心圆环应与变形缝中心线重合，转角处的转弯半径为200mm圆弧形，接茬不准留在转角处



a 螺栓加焊止水环　b 预埋套管加焊止水环　c 螺栓加堵头

1 防水结构　2 模板　3 止水环　4 螺栓　5 小龙骨　6 大龙骨　7 预埋套管（拆模后将螺栓拔出，套管内用膨胀水泥砂浆封堵）　8 堵头（拆模后将螺栓沿平凹坑底割去，再用膨胀水泥砂浆封堵）

1 模板固定螺栓施工措施



a 凸缝
优点：接缝表面易清理
缺点：支模费时
此种方法较常用

b 凹缝
优点：施工简便，界面结合较好
缺点：清理困难易积杂物
今后不宜推荐

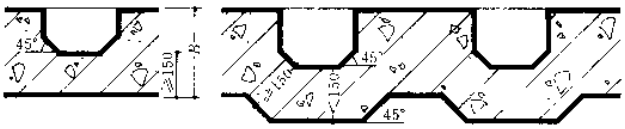
c V形缝
优点：渗水路线延长
缺点：支模麻烦，积物水易清理今后不宜推荐

d 阶形缝

阶形缝优点：渗水路线延长
缺点：支模麻烦
钢板止水缝优点：防水效果可靠
缺点：耗费钢板

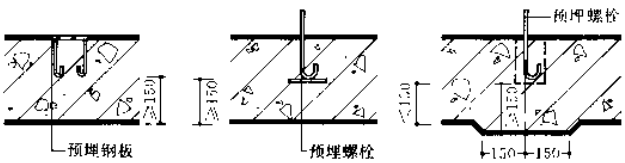
e 钢板止水缝

2 施工缝几种形式



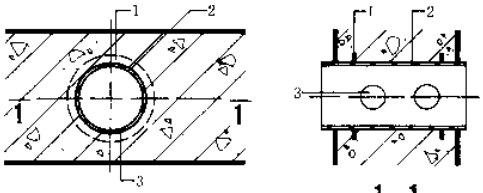
a B-坑槽深度≥150时　b B坑槽深度<150时

3 底板坑槽做法



a 预埋钢板　b 预埋螺栓　c 预埋螺栓

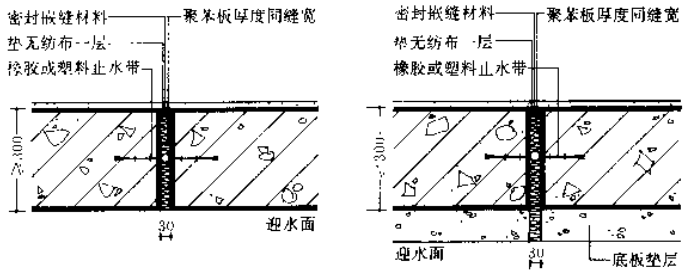
4 预埋件做法



1 止水环
2 预埋套管
3 浇筑振捣孔

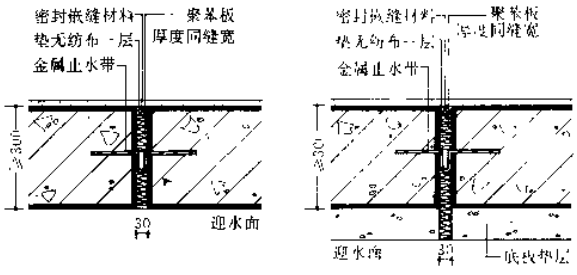
1-1

5 浇筑振捣孔做法



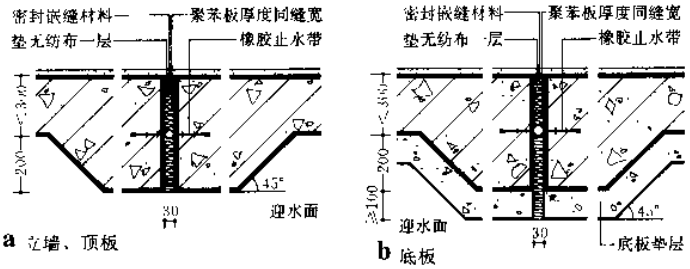
a 立墙、顶板　　b 底板

1 埋入式橡胶（塑料）止水带变形缝



a 立墙、顶板　　b 底板

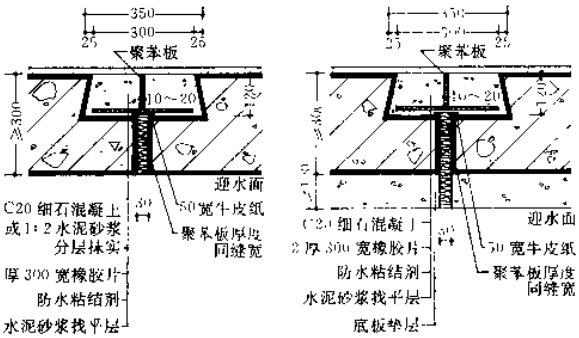
2 埋入式金属止水带变形缝



a 立墙、顶板　　b 底板

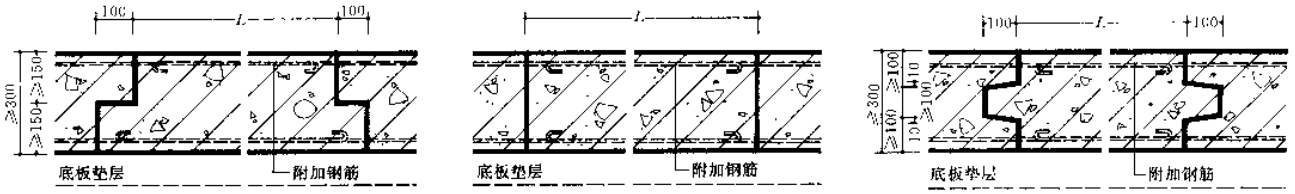
3 结构厚度<300 的变形缝

注：止水带按材料分有橡胶止水带、橡胶遇水膨胀止水带、塑料止水带、金属止水带。由设计人根据工程性质需要选定。沉降缝、抗震缝做法同变形缝。



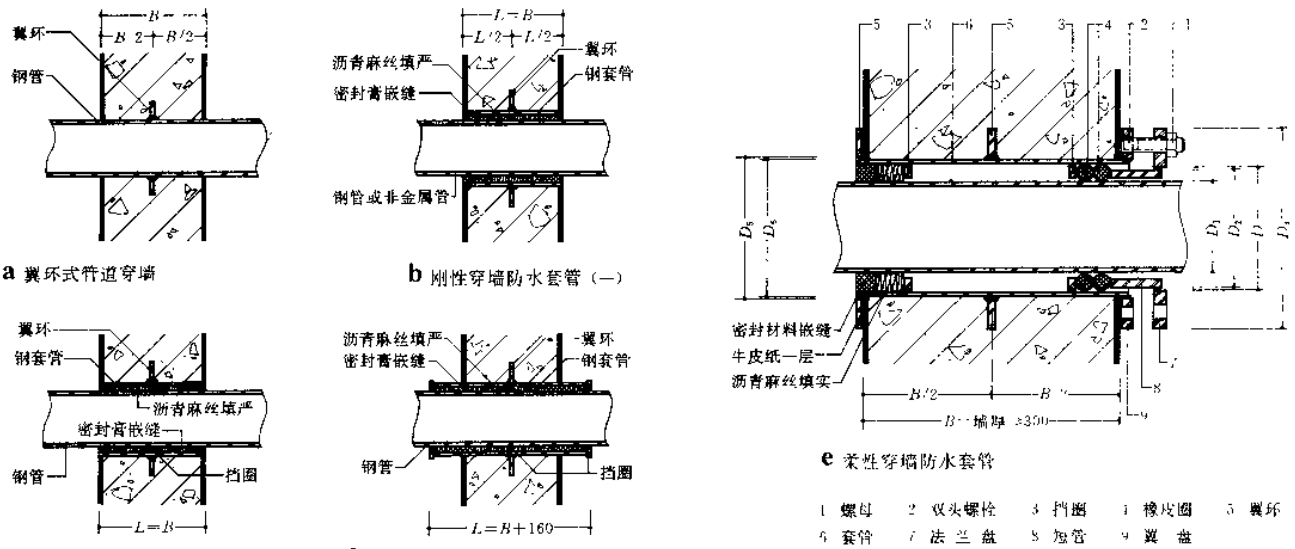
a 立墙、顶板　　b 底板

4 粘贴式变形缝



a 阶梯缝　　b 平直缝　　c 企口缝

5 后浇缝的几种形式（后浇缝宽度≥1000 或遵照设计要求而定）



a 翼环式竹道穿墙　　b 刚性穿墙防水套管（一）

c 刚性穿墙防水套管（二）　　d 刚性穿墙防水套管（三）

e 柔性穿墙防水套管

1 螺母　2 双头螺栓　3 挡圈　4 橡皮圈　5 翼环
6 套管　7 法兰盘　8 短管　9 翼盘

D_1 钢管外径　D_2 短管外径　D_3 法兰盘内径
D_4 法兰盘外径　D_5 套管外径　D_6 翼环内径

6 穿墙管防水做法（B 为墙厚，L 为套管长度）

地下室防水[8]水泥砂浆防水

水泥砂浆防水属刚性防水，分为刚性多层抹面防水层和掺外加剂的水泥砂浆防水层两种。掺外加剂水泥砂浆防水层有掺无机盐防水剂的水泥砂浆防水层与聚合物水泥砂浆防水层两种。

水泥砂浆与其它几种防水材料相比有施工操作简便，造价适宜，容易修补等特点。但其韧性差，较脆，极限拉伸强度较低，易随基层开裂。为满足防水工程日益提高的要求，近年来利用高分子聚合物材料制成聚合物改性砂浆，以提高材料的抗拉强度和韧性。

水泥砂浆防水适用于埋置深度不大，防水要求不高，面积较小，地下水位低的小型工程，以及不易产生有害裂缝的地上及地下工程。除聚合物砂浆外，其它均不适用于耐腐蚀系数≥0.8，环境温度≥100°C 以及遭受反复冻融的砖砌体工程。

设计要点

1. 基本要求：

(1) 防水层本身必须形成一个封闭的整体。

(2) 防水层与主体结构层之间必须结合牢固。

2. 对主体结构和结构基层的要求：

(1) 地下工程的结构，要保证有一定的刚度，使防水层与主体结构基层粘结牢固，形成整体，防止因结构层的变形或开裂而导致防水层的开裂。结构设计的裂缝开展宽度不应>0.1mm。

(2) 基层必须坚硬平整，表面需粗糙、清洁并充分湿润无积水。

(3) 基层应具有足够强度，混凝土应不低于C10，砖石结构砌筑砂浆不应低于M5。

(4) 与刚性防水层直接接触的结构层不宜采用预制装配式结构，如必须采用时，应考虑采用刚柔结合的作法，即单块预制构件表面仍可采用水泥砂浆刚性防水处理，但在构件接缝处必须改用嵌缝油膏等柔性作法处理，以防在构件变形时接缝处产生渗漏水。

(5) 结构外轮廓在满足生产工艺和使用要求的情况下，应力求简单，尽量减少不便施工的结构形状，为防水层的施工操作创造有利条件。

3. 防水层的设防位置：有外防水和内防水两种做法。防水层一般宜做在主体结构的迎水面，以外防水为宜。根据情况当做外防水困难，不具备条件时可考虑采用内防水。

外防水优点：a. 地下水不致经常渗入主体结构层内，延长了其耐久性。

b. 对室内埋件无影响。

缺点：a. 挖基槽土方量大，防水层需在主体结构完成后立即进行。

b. 浇水养护要求严格，后期维修较困难。

内防水优点：a. 挖基槽土方量较外防水少，防水层可待后期工程沉降稳定后施工，可减少因结构变形而导致防水层开裂。

b. 养护时受气候影响较少，后期维修较方便。

缺点：a. 内墙多时防水层施工面积大，对室内埋件处理较复杂。

b. 主体结构经常受地下水浸泡和腐蚀，影响其耐久性和使用寿命。

4. 变形缝的设置：

地下工程的变形缝应随主体结构设计，保证刚性防水砂浆的整体性。变形缝是地下工程防水的薄弱环节，它的设置适应了建筑物伸缩及不均匀沉降的需要，但破坏了防水层的封闭整体性。故在结构布置方案中应考虑将由于结构需要所设的变形缝（沉降、伸缩、抗震缝）统一合并考虑，以尽量减少缝的数量。单独设置的地下工程，如温差变化幅度不大，可按实际情况通过计算以尽量不设变形缝为宜。

5. 材料要求：

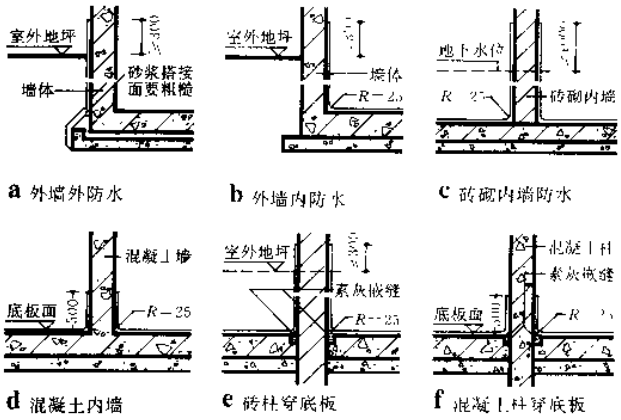
水泥砂浆的主要材料为水泥、砂子和水。

(1) 水泥应采用具有较好抗渗能力和能发挥外掺剂效能的水泥，其标号不低于325#，严禁采用过期或受潮结块的水泥。并不能将不同品种或标号的水泥混合使用。

(2) 砂子宜采用中粗砂，平均粒径>0.5，最大粒径<3，水应采用能饮用的洁净水。

(3) 外掺剂应选用具有促凝、早强、密实、微膨胀和后期强度稳定的品种。

设防高度的确定



a 外墙外防水　b 外墙内防水　c 砖砌内墙防水

d 混凝土内墙　e 砖柱穿底板　f 混凝土柱穿底板

多层抹面做法（无外掺剂）　表1

灰浆配合比和拌制要求	素灰：水和水泥拌成，稠度较小的水泥浆，水灰比为0.37～0.40 水泥浆：水和水泥拌成，稠度比素灰大，水灰比为0.55～0.6 水泥砂浆：重量比为1∶2（个别处为1∶1～2），水灰比为0.1～0.45 施工过程中要按砂浆或素灰的使用要求，严格掌握原材料的配比，灰浆以机械搅拌为好，并须在初凝前一次用完 素灰、水泥浆、水泥砂浆由拌制到使用的时间，根据气温一般为： 普通硅酸盐水泥：当气温为5～20°C时不超过60分钟；当气温为20～35°C时不超过45分钟 矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥：当气温为5～20°C时不超过40分钟；当气温为20～35°C时不超过30分钟
混凝土墙及顶面的四层或五层防水层基本做法	第一层：2mm厚素灰层，先抹1mm厚素灰，往返用力刮抹5～6遍后，再抹1mm厚素灰找平，随用笔刷沾水顺序单向轻轻涂刷一遍 第二层：在第一层初凝时做4～5mm厚水泥砂浆，轻轻抹压使砂浆薄薄地渗入素灰层内（但不可透过）。在砂浆初凝前后，用扫帚顺序向同一方向扫成横纹，不得往返扫 第三层：2mm厚素灰层，一般与第一层隔12小时浇水湿润后进行，做法与第一层同，如有游离氢氧化钙白色薄膜，必须洗刷干净 第四层：4～5mm厚水泥砂浆，做法同第二层，但不扫纹而改用铁抹子抹压5～6遍，最后压光，即为"四层做法"，四层做法适用于背水面防水，若防水层设在迎水面时，须在第四层抹压两遍后，用毛刷均匀刷水泥浆一道，再抹压光，即为"五层做法"。如防水层外需另做饰面时，应在最后面层压3～4遍后，用湿毛刷扫毛，以利面层粘接
混凝土地面做法	层次方法与混凝土墙及顶面做法相同。唯第一、二均层素灰的做法改为将素灰倒在地面上，有地板刷往返用力涂刷均匀，使素灰填实混凝土表面的空隙
施工缝	防水层的施工缝须留斜坡阶梯形茬，接茬要依层次顺序操作，层层搭接紧密。留茬的位置一般留在地面为宜，当地面有积水时，也可留在墙面上，但均须离开阴阳角处≥200mm，以利搭接。防水层接茬时，不允许水泥砂浆层相互搭接，应先在阶梯形茬处均匀涂刷水泥浆或抹素灰一层，以保证接茬处不透水 a 防水层施工缝留茬示意图　b 防水层施工缝接茬示意图 c 转角留茬示意图

在普通水泥砂浆中掺入一定量的防水剂以提高抗渗性能，称为有外掺剂水泥砂浆防水。添加外掺剂后，水泥砂浆结构得到改善，水泥砂浆防水层的密实性和抗渗性提高。外掺剂大致分为氯化物金属盐类防水剂、金属皂类防水剂等。

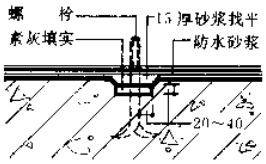
外掺剂能促使砂浆凝固和硬化，使可溶性物质固化并生成憎水性物质，不影响砂浆的稳定性和持久性。它还能在凝固过程中把砂浆表面的毛细管封闭，减少砂浆中的孔隙，减少干燥收缩，抑制裂缝，不会降低砂浆强度、有粘附性。如掺入膨胀剂的砂浆，膨胀力在内部作用，钙矾石结晶不断填充孔隙，堵塞水的通路，提高了防水砂浆的致密性。

几种常见掺防水剂的防水砂浆

氯化物金属盐类	氯化钙氯化铝	又称防水浆，系用氯化钙、氯化铝和水配制而成的淡黄色液体。它具有促凝、早强、耐压、防水、抗渗、抗冻等性能。水：氯化钙：氯化铝（含水）=11：10：1；当氯化钙含量在90%以上时，配合比可改为水：氯化钙：氯化铝=13：8：1。用水将防水浆稀释后再加水泥、砂子调匀，然后涂刷防水浆两度，再刷防水净浆一遍，每度刷后至少隔一天。也可按水泥重量3～7%掺入拌和水内，拌制防水砂浆抹灰层
	氯化铁防水剂	系利用制盐厂的废硫铁矿渣与工业盐酸为主要原料制成的深棕色液状物。应采用自制或专门厂家生产的氯化铁防水剂，不得采用市售化学纯制品。将氯化铁防水剂掺入水泥砂浆内，能增加其密实性，减少干缩，堵塞构件毛细孔，显著提高抗渗性并能提高强度。氯化铁防水剂对水泥还有一定的促凝作用，能显著降低其泌水性，改善和易性，提高抗冻性。防水剂应符合如下指标要求：(1) 液体比重>1.4以上。 (2) $FeCl_2+FeCl_3$ 含量≥400克/升。 (3) $FeCl_2$：$FeCl_3$ 为1：1～1：1.3。 (4) pH值为1～2。 (5) 硫酸铝含量占氯化铁含量为5% 拌合要求配比必须准确，氯化铁溶液务必先掺入水中搅拌均匀后使用，不得直接掺入水泥或灰砂中，并应在初凝前（1小时内）用完。防水砂浆总厚25mm，分四次抹，两次抹的时间间隔一天以上，抹前先刷纯水泥浆，水泥用量≥300kg/m²，含砂浆≥40%
金属皂类	防水剂	包括可溶性金属皂类防水剂和不溶性金属皂类防水剂两类。最常见的可溶性金属皂类防水剂为避水浆，主要由碳酸钠、氢氧化钾等碱金属化合物掺入氨水、硬脂酸和水按比例混合加热，皂化配制而成。此种防水剂掺入水泥后，能生成不溶性物质，起填充微小孔隙和堵塞毛细管通路作用，并形成憎水性壁膜，能显著提高砂浆的密实性和不透水性
膨胀剂	（明矾石及U型膨胀剂）	将明矾石或U型膨胀剂掺入水泥砂浆后生成大量膨胀性结晶水化物，即钙矾石，使水泥砂浆产生适度的体积膨胀和一定量的自应力，补偿了水泥砂浆的收缩，产生的钙矾石结晶不断填充孔隙，使水泥砂浆非常致密 明矾石膨胀剂掺入325#以上普通硅酸盐水泥和矿渣水泥适应性最理想，砂浆强度≥M10，内掺量10%（膨胀剂掺量代替水泥用量。） U型膨胀剂掺入325#以上普通硅酸盐水泥或矿渣水泥中使用为最佳。内掺量8～10%。此类膨胀剂不宜用于长期温度高于80°C高湿环境，施工温度5～35°C为宜
防水宝	防水宝Ⅰ号	固体粉末状无机多功能刚性防水材料，系由防水宝母料、石英粉、硅酸盐水泥按一定比例混合均匀形成的防水材料。无毒、无味、耐腐耐碱、抗低温耐低温、不燃、经久耐用，加水调和即可使用。由于防水宝母料为白色粉末，可根据需要配制成不同颜色，背水面及迎水面均可使用。与砖石、混凝土结构有很强的粘结力，新旧工程均可使用 施工方法分刮压和涂刷两种，配比为防水宝与细砂或石英粉及425#以上硅酸盐水泥按1～1.5：1.5～2：7～8的比例混合，放入特制搅拌器中均匀搅拌稍静置，即成施工用料，防水施工后需保持24小时湿润养护，地面需做保护层
	防水宝Ⅱ号	系固体粉状无机防水材料，无毒、无味，加水调和即可使用。具有耐燃耐化学腐蚀等功能，用在主体结构的迎水面或背水面均可。初、终凝结时间接近（不超过1小时），干固快，强度高，抗渗性好，粘结力强。最大特点是能在大面积渗漏的施工面上施工，达到很快止水的效果，适用于一切新旧混凝土和砖石结构的建筑物的防水堵漏。该材料为母料与混合料配制的成品，不得与其它材料混合使用，并应严格按厂家产品说明操作 涂刮时要做2～3道，第一道用料需较稠，一般加水26～30%，最后一道用料可较稀，在上一道涂层手摸不留手印不粘时即可做下一道，并要充分潮湿养护，保证24小时湿润 不宜在烈日下、负温下以及雨天施工
确保时防水剂		系引进美国的粉状无机防水剂，配以国产白水泥、石英砂等制成的无机高效多功能刚性防水材料。不易老化、不燃、无毒无异味、防腐透气，能与混凝土、砖石结构结合成整体。迎、背水面均可使用，也可做为堵漏材料。可根据需要配成各种颜色，但颜料用量不能超过涂料重量的5%，不宜用于工程发生变形、位移部位的防水处理 施工方法有刮压法、涂刷法，配比分别为粉料：水=1：0.3～0.8和1：0.75～1。最少涂覆二层，并充分湿润养护。调配好材料2小时内必须全部用完。≤0°C时不得施工，用于地面时要做保护层
聚合物防水剂	阳离子氯丁胶乳	属橡胶系聚合物，掺量为水泥含量10%～20%（以固体含量计）。使用时需加入稳定剂、消泡剂及有关助剂。掺入了它的水泥称弹性水泥。其特点是和易性、保水性好，适合于潮湿的基层面上施工，粘结力强，特别在金属管穿过处做防水层，密封性其好。对形状复杂的基层适应性强，防水层与基层连为一体，成为富有弹性的网状结构，力学强度高，抗渗能力强，耐冻融，耐酸碱，干燥收缩小。施工温度以5°C～35°C之间为宜 用法：先将阳离子氯丁胶乳装入桶内，然后加入复合助剂及一定量的水，混合搅拌均匀，再将水泥和砂按比例拌均匀后加入混合乳液，搅拌均匀即可使用。必须在灰槽或铁板上进行，以免胶乳失水，成膜过快而失去稳定性。注意养护，大面积施工时必须进行适当分格，间距一般为20～30m
	有机硅防水剂	它是一种小分子水溶性混合物，易被弱酸分解。在空气中的二氧化碳和水作用下，能生成甲基硅氧烷，进一步缩聚成网状甲基硅树脂防水膜，是一种憎水物质，渗入基层内可堵塞水泥砂浆内部的毛细孔，增强密实性，提高抗渗性，耐高、低温性能较好。有机硅防水砂浆主要原料：水泥为425#普通硅酸盐水泥；砂为中砂，粒径为1～2mm；水为一般饮用水；有机硅防水剂比重以1.24～1.25为宜，pH值为12 施工分喷涂硅水、抹结合层、抹防水砂浆、养护等工序。基底过于潮湿或雨天均不得施工，由于有机硅防水剂耐高、低温性能较好，可在冬季施工。如防水剂出现冻结，经融解后仍可使用，其效果不受影响
	无机铝盐防水剂	它是一种以无机铝盐为主体的多种无机盐类混合组成的淡黄色油状液体，将其掺入水泥砂浆中，与水泥产生化学反应生成的胶体物质和晶体，能填充水泥砂浆的毛细孔隙，提高水泥砂浆的密实性和防水抗渗能力。此防水剂有防水、抗渗、增压、早强、耐热、抗老化、抗冻、速凝和抗拉等优良性能，施工简便安全，无污染 在使用时必须将砂浆搅拌好再掺入，继续搅拌均匀后方可使用。如将其直接掺入水泥拌合，可代替堵漏剂。材料要求：普通硅酸盐水泥或矿渣水泥，水泥标号按设计要求，本防水剂能使标号提高。禁止各种水泥混合使用，砂采用中粗砂，粒径3.5～5mm，含泥量控制在3%以下，必要时应淘洗。水采用洁净天然水或自来水。防水剂掺量一般在20%左右，抹好的末道防水层自然养护24小时
硅粉		硅粉是冶炼金属硅或硅铁合金时，从冶炼炉排出的粉尘，其主要成份为二氧化硅，是一种颗粒极细，活性很高的火山灰质材料，在普通水泥砂浆中以10%硅粉代替水泥后，砂浆抗渗能力明显增加，硅粉砂浆的渗透高度只是不掺硅粉砂浆的⅙。其主要原因是由于硅粉具有优良的火山灰活性，与水泥矿物水化释放出的 $Ca(OH)_2$ 起反应，生成主要成份为水化硅酸钙的凝胶体，堵塞孔隙，使大孔变小，毛细孔变得不连续，故而改变了水泥砂浆孔级配和孔隙率 当水灰比不变，在掺入10%硅粉的水泥砂浆中，掺入减水剂0.3～0.7%较适宜 （掺减水剂增加水泥砂浆的和易性，并提高抗渗性）

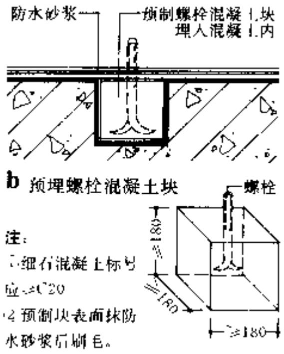
掺不同防水剂的防水砂浆性能比较

防水剂种类	比重	防水剂掺量(%)	水灰比	防水砂浆配比	水泥浆配比	抗渗强度(MPa)	抗压强度(MPa)	备注
氯化钙、氯化铝	1.31~1.36 (20℃)	3~5	0.5~0.55	水泥：砂：防水剂：水=8：5：1：6(体积比)	水泥：水：防水剂=8：6：1(体积比)	0.77	24.8	
氯化铁	2.4	3~5	0.5~0.55	水泥：砂：防水剂=1：2~2.5：0.03~0.05	水泥：水：防水剂=1：0.5：0.03~0.05	≥1.0	≥21.6	
可溶性金属皂类避水浆	1.04(20℃)	1.5~5	涂刷1：0.7 刮抹1：0.5	水泥：砂=1：2(体积比)		1.3	182	
明矾石膨胀剂或U型膨胀剂	2.6~2.8	10~15		水泥：砂：膨胀剂：水=1：2：0.10~0.15：0.5	水泥：水：膨胀剂=1：0.65：0.1			
防水宝Ⅰ号		14~20		水泥：砂：防水宝=7~8：1.5~2：1~1.5		砂浆≥1.5 涂层≥0.4	≥5	
防水宝Ⅱ号		为生产厂家配制的成品				砂浆≥2.0 涂层≥0.4	≥13	初凝和终凝间隔时间不超过1小时
确保时防水剂		为生产厂家配制的成品	0.25~0.5			砂浆≥1.5 净浆≥0.5	砂浆22 净浆25	
阳离子氯丁胶乳防水砂浆	~1.085	25~50		水泥：砂：胶乳混合液=1：2：0.35~0.6	水泥：水：防水剂=1：0.35~0.4：0.25~0.50	≥1.5	31.3~40.5	置阴凉处5~20℃室温条件下保存期半年
有机硅防水剂	1.24~1.25			水泥：砂：硅水=1：2~2.5：0.5	水泥：硅水=1：0.6		≥10	
无机铝盐防水剂	1.31~1.36 (20℃)	20		水泥：砂：水：防水剂=1：2.5：0.35：0.1~0.15	水泥：水：防水剂=1：0.35：0.1~0.15	不透水性比不掺防水剂提高率≥25%	比不掺防水剂提高率≥13%	



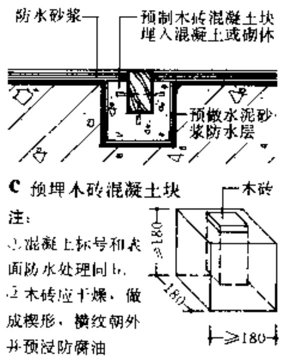
a 预埋螺栓嵌槽

注：
1 预埋螺栓周围剔槽，深度和螺栓外宽度相等，一般为20~40。
2 槽应冲刷干净，然后嵌素灰（水灰比为0.2，手握成团，落地粉碎）。



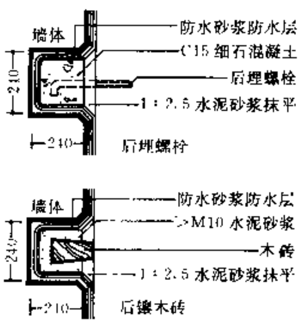
b 预埋螺栓混凝土块

注：
1 细石混凝土标号应≥C20
2 预制块表面抹防水砂浆后刷毛。



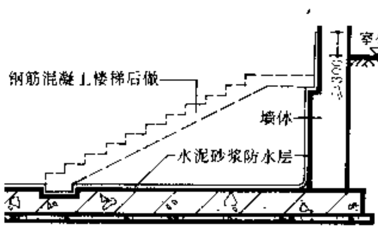
c 预埋木砖混凝土块

注：
1 混凝土标号和表面防水处理同b。
2 木砖应干燥，做成楔形，横纹朝外并预浸防腐油

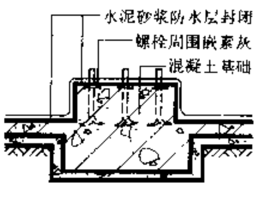


d 留槽后镶法

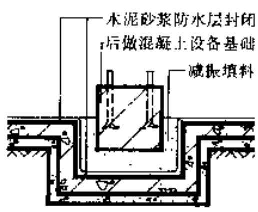
1 内防水层上的螺栓、木砖固定



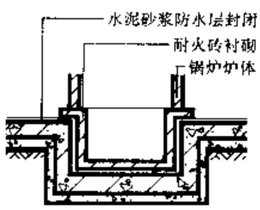
a 楼梯下防水层处理



b 一般设备基础



c 隔振设备基础



d 耐高温结构的防水作法

2 其他处理

掺外加剂水泥砂浆层是由防水净浆和防水砂浆分层交叉铺抹组成，通常需抹一道防水净浆，两道防水砂浆。

防水净浆配制方法：

1. 按配合比将水泥、水、防水剂称量准确；
2. 先将防水剂放入容器中，缓慢加水并搅拌均匀；
3. 再加入水泥，搅拌均匀即成

防水砂浆配制方法（无论机械或人工拌制，均按以下顺序配制）：

1. 按配合比将水泥、砂、水、防水剂称量准确。
2. 将称量好的防水剂加入定量的拌合用水中搅拌均匀备用。
3. 将称量过的水泥和砂干拌均匀，再加入溶有防水剂的拌合水，搅拌1~2分钟即成。

基层处理：包括清理、浇水、刷洗、补平等工序，使基层表面保持清洁、潮湿、平整、坚实、粗糙。基层处理后必须浇水湿润，以保证防水层与基层结合牢固。

要注意养护，特别是早期养护，最好不用蒸汽养护，如使用则应控制升温速度。

防水卷材系建筑物地下室隔水法防水中所用的主要材料之一，它具有一定强度和延伸率、韧性及不透水性较好，能适应结构微量变形和抗一般地下水化学侵蚀，因之在防水工程中被广泛采用。

我国卷材可分为三大系列，即：

一、石油沥青防水卷材，如纸胎石油沥青油毡、玻璃布油毡等。

二、高聚物改性沥青油毡，如SBS改性沥青柔毡、塑性沥青聚酯油毡、化纤胎改性沥青油毡等。

三、合成高分子卷材，如三元乙丙橡胶防水卷材、氯化聚乙烯　橡胶共混防水卷材、氯化聚乙烯防水卷材、TPO防水卷材等。

工程上可根据防水等级、所在部位、耐久年限，以及工程所处地质水文等条件，选择合宜的防水卷材。

石油沥青系防水卷材

石油沥青纸胎卷材，一般不宜用于重要的地下室建筑，并不宜用在表面温度>40℃及地下水含矿物油或有机溶液处，如必须采用时，应采取保护措施。

地下防水工程选用纸胎油毡应≥350号，纸胎油毡应符合表1标准。

不同标号纸胎石油沥青油毡合格品标准　表1

项目	200号		350号		500号	
	粉毡	片毡	粉毡	片毡	粉毡	片毡
单位面积浸油总重量(g/m²)不少于	600		1000		1400	
不透水性压力(Pa)不小于 保持时间(min)不少于	4.90×10^4 15		9.80×10^4 30		1.47×10^5 30	
吸水性(%)不大于	1.0	3.0	1.0	3.0	1.5	3.0
耐热度	在85±2℃温度受热2h，涂盖层应无滑动和集中性气泡					
拉力(N)在25±2℃纵向不小于	245		343		441	
柔度在18±2℃时	绕φ20mm圆棒，无裂纹				绕φ25mm圆棒无裂纹	

注：1.适用范围：200号油毡适用简易屋面防水、建筑防潮及包装等，不宜用于地下室防水工程。

2.350号和500号粉面油毡适用于多叠层防水层各层，片状油毡适用于单层防水，非重要性工程及简易地下室防水

不同标号纸胎石油沥青油毡优等品标准　表2

项目	200号		350号		500号	
	粉毡	片毡	粉毡	片毡	粉毡	片毡
单位面积浸油总重量(g/m²)不少于	800		1100		1500	
不透水性压力(Pa)不小于 保持时间(min)不少于	4.90×10^4 30		9.80×10^4 45		1.47×10^5 45	
吸水性(%)不大于	1.0	3.0	1.0	3.0	1.5	3.0
耐热度	在85±2℃温度受热2h，涂盖层应无滑动和集中气泡					
拉力(N)在25±2℃纵向不小于	343		441		539	
柔度在18±2℃时	绕φ20mm圆棒无裂纹				绕φ25mm圆棒无裂纹	

石油沥青油毡层数的确定　表3

最大计算水头(m)	卷材所受经常压力(MPa)	卷材层数	说明
0	—	1～2	防无压水
<3	0.07～0.03	3	防有压水
3～6	0.07～0.1	4	防有压水
6～12	0.1～0.2	5	防有压水
>12	0.2～0.3	6	防有压水

注：

1.最大计算水头指设计最高水位高于地下室底板下皮标高的高度。

2.卷材防水层只能承受垂直均匀压力。

3.卷材承受压力≥0.03MPa时才有防水能力，≥0.3MPa应采取结构措施加强抗压能力

玻璃布胎沥青油毡

玻璃布胎沥青油毡，系用石油沥青涂盖材料浸涂玻璃纤维织布的两面，再撒隔离材料所制成的一种以无孔纤维为胎体的沥青防水材料

特点：玻璃布油毡拉伸强度高于500号纸胎石油沥青油毡，柔韧性较好，耐腐性较强，耐久性也比纸胎油毡提高一倍以上

玻璃布胎沥青油毡性能　表1

项目	性能指标
单位面积浸涂总重量(g/m²)不少于	700
玻璃纤维布重量(g/m²)不少于	103
抗剥离性(剥离面积)不大于	2/3
不透水性、压力(Pa)不小于 保持时间(min)不少于	2.94×10 15
吸水率(%)不大于	0.1
耐热度	在85±2℃温度下受热2h，涂盖层无滑动和集中性气泡
拉力(N)在18±2℃时，纵向不小于	529
柔度在0℃时	绕φ20mm圆棒无裂纹

注：适用范围：地下工程防水、防腐层、屋面防水以及金属管道（热力管道除外）防腐保护。

石油沥青卷材的选择

地下室使用卷材要求强度高、延伸率大、具有良好的韧性和不透水性、膨胀率小，而且具有良好的耐腐蚀性，应尽量采用沥青石棉纸油毡、沥青玻璃布油毡、无胎油毡等。

胶结材料的选择

1. 铺贴石油沥青油毡应用石油沥青胶结材料，不得使用焦油沥青材料。

2. 沥青胶结材料软化点应比基层及防水层周围介质的可能最高温度高出20～25℃，软化点最低不应低于40℃。

3. 为了使胶结材料与基层粘结牢固，应在基层满铺冷底子油，以保证卷材层不脱落。

卷材防水层的适用条件

1. 卷材防水层一般由多层卷材铺贴而成，要求铺贴卷材的基层面平整而干燥。

2. 卷材防水层经常承受的压力应不超过0.5MPa，当有剪力存在或压力超过上述数值时，应采取结构措施。

3. 沥青卷材能耐酸、耐碱、耐盐的侵蚀，而不耐油脂及溶解沥青的溶剂的侵蚀，为此油脂和溶剂不得接触沥青卷材防水层

4. 卷材防水层在经常保持不小于0.01MPa压力下，才能发挥防水效能，因此，防水层外应设置附加荷载，一般是以保护墙分段断开起附加荷载作用。

卷材防水层的施工条件

1. 为保证正常施工，施工期间必须采取有效措施使基坑内地下水位降低到垫层以下，不少于300mm处。

2. 铺贴卷材的基层应坚实、平整，不得有突出尖角、凹坑或表面起砂现象，当用2m长直尺检验时，空隙不应超过5mm，坡度只允许平缓变化，每米长不准超过一处，基层的相邻表面构成的转角处，应做成圆弧形或钝角。

3. 铺贴卷材时气温不应低于5℃，冬季施工应有保温措施，雨天施工应有防雨设备。

石油沥青卷材防水层的施工

地下室防水一般把防水层设置在建筑结构外侧，称为外防水；卷材防水层设在结构内侧，称为内防水。一般正常情况均做外防水，因外防水的防水层在迎水面，受压力的作用紧压在结构上，防水效果良好。而内防水的卷材防水层在背水面，受压力的作用容易脱开。

外防水有两种施工方法：即“外防外贴法”和“外防内贴法”。卷材铺贴完成后应及时做好防水层保护结构。

防水围护结构目的在于施工中保证防水层不被破坏，一般采用120厚墙或聚苯板做衬墙，砌完衬墙后应及时采用2：8灰土及素土分层夯实。

防水工程施工完毕后，应及时做好场地排水

卷材铺贴

1. 铺贴顺序

2. 相邻卷材搭接宽度≥100mm，上下层卷材应接缝应相互错开（各层宽度≥1/3幅宽）。平墙面上铺贴的卷材如需接长时，应用错茬形接缝相连接，上层卷材条比下层卷材长100mm，图1。

3. 转角部位的加强：平面交角处包括阳角、阴角及三面角，是防水层的薄弱环节，应加强处理，转角部位找平层应做圆弧形。在立面与底面的转角处，卷材接缝应留在底面上，距墙根≥600mm，卷材的铺贴方法详图3。

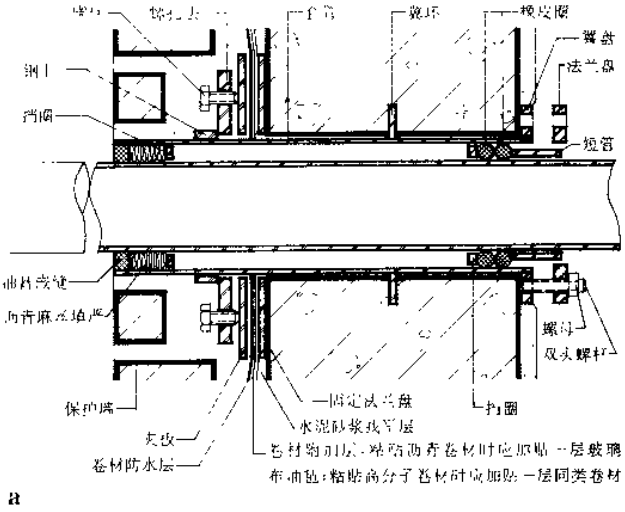
特殊部位的防水处理

1. 管道埋设件与卷材防水层连接处见图4。

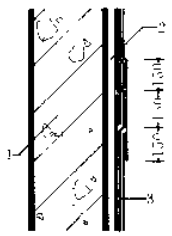
为避免因结构沉降造成管道折断，应在管道穿过结构部位埋设套管，套管上附有法兰盘，套管应于浇筑时按设计位置准确埋牢，卷材防水层应紧贴在法兰盘上，粘贴宽度至少为100mm，并用夹板将卷材夹紧。粘贴前应将法兰盘及夹板上不牢和氧锈清除干净，刷上沥青，夹紧卷材的夹板下面，应用软金属片、石棉垫或、无胎油毡或沥青玻璃纤维油毡衬垫，如图4a、b。

2. 变形缝

变形缝处应增设沥青玻璃布油毡或其它无胎油毡做附加层，在结构厚度中央埋设止水带，止水带中心圆环应正对变形缝中间，变形缝用浸过沥青的木丝板填塞，并用油膏嵌缝，详见13。

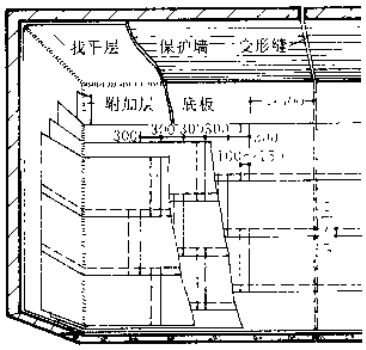


a

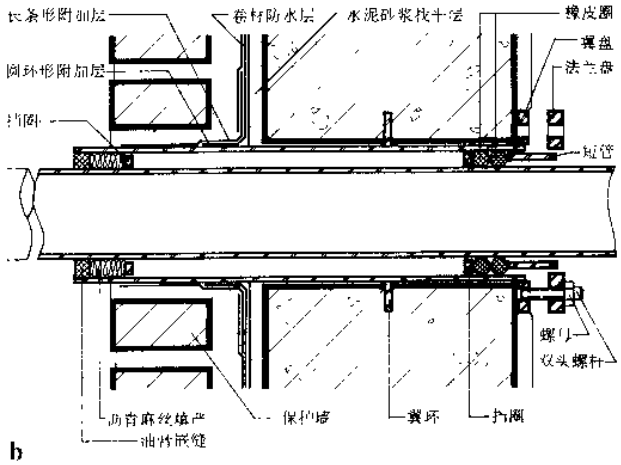


1 立体结构
2 找 平 层
3 卷材防水层

1 立墙错茬接缝

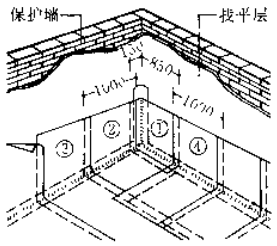


2 卷材铺贴法（俯视）

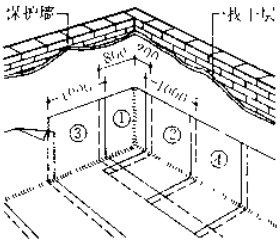


b

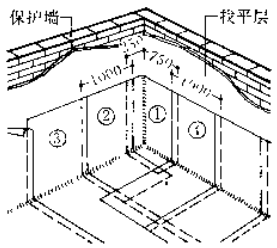
4 柔性穿墙防水套管做法



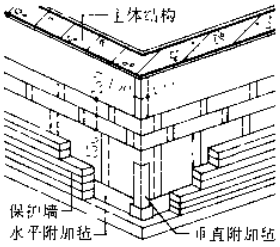
a 第一层卷材



b 第二层卷材

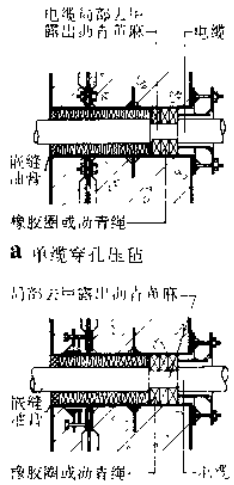


c 第三层卷材



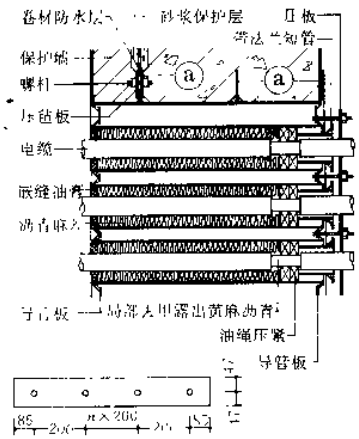
d 铺好卷材后的墙外角

3 三面交角卷材铺法



a 单缆穿孔压毡

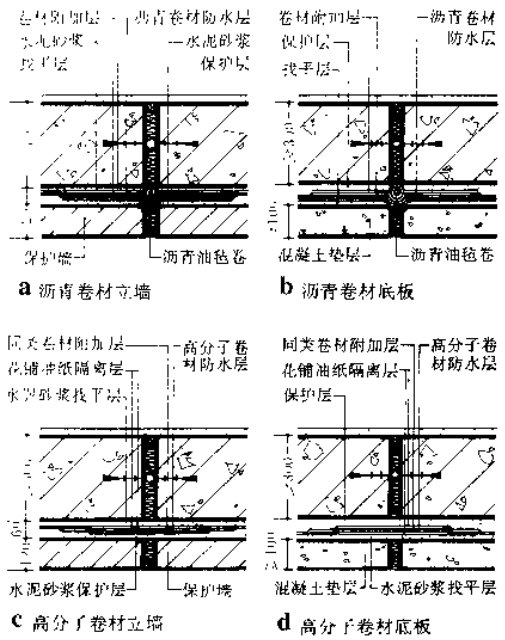
b 单缆不穿孔压毡



c 多缆穿孔压毡实例

注：导管板、压板等均用3厚钢板制作

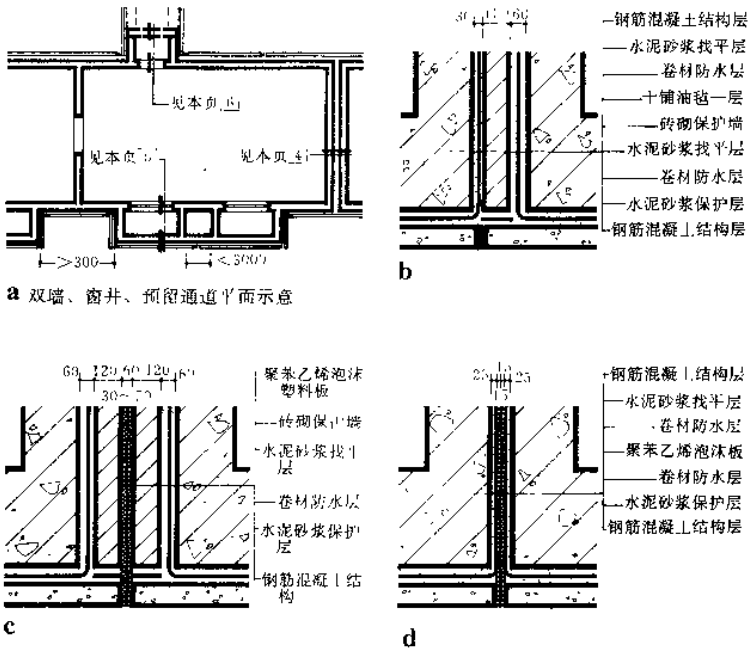
5 电缆穿墙管



a 沥青卷材立墙　b 沥青卷材底板

c 高分子卷材立墙　d 高分子卷材底板

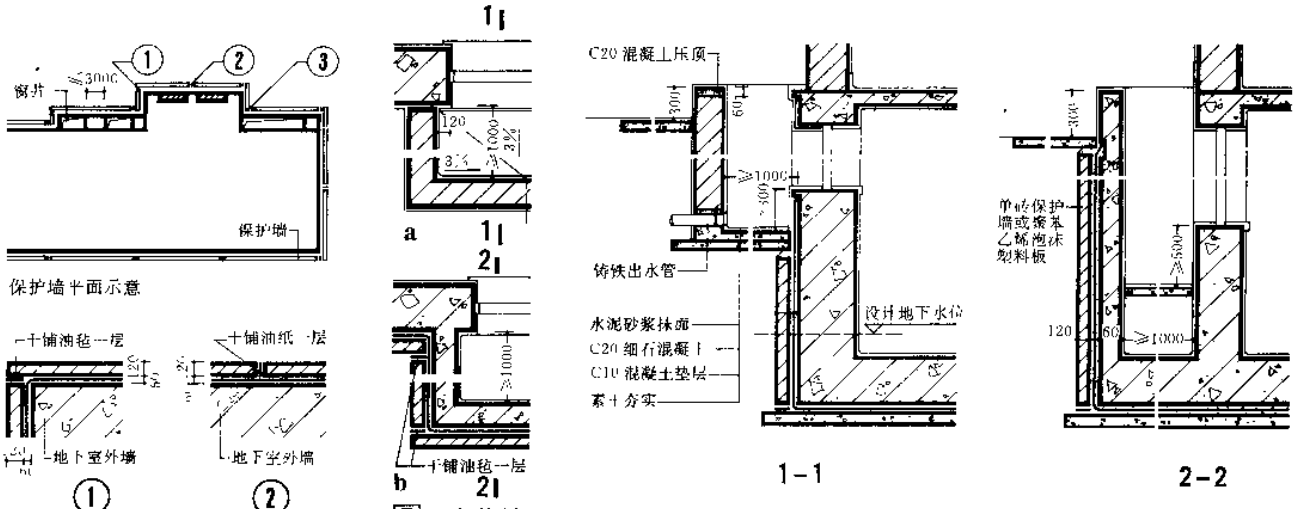
1 变形缝处卷材搭接



a 双墙、窗井、预留通道平面示意　b

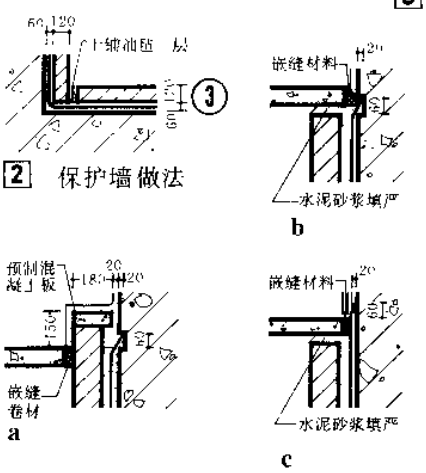
c　d

4 双墙处做法



a　b

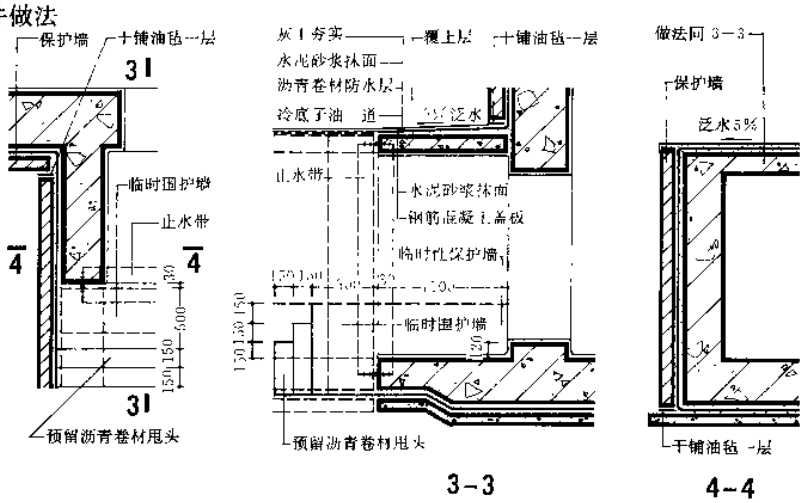
5 窗井做法



a　b　c

2 保护墙做法

3 卷材封口处做法



6 预留通道处做法

高聚物改性沥青油毡技术性能

表1

项目 \ 卷材名称	SBS改性沥青柔性油毡			APP改性沥青卷材	化纤胎改性沥青油毡	废胶粉改性沥青耐低温油毡	聚酯胎弹性体油毡	塑性沥青聚酯油毡	备注
拉伸断裂强度(MPa)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	(N/2.5cm)纵向200 横向≥180	≥[illegible]		(N/5cm)纵向≥900	(N/5cm)纵向≥900	
	3.00	3.07	4.41						
直角撕裂强度(MPa)		Ⅱ	Ⅲ		≥30				
	1.70	21.7	29.5						
断裂伸长率(%)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	≥30	≥15		20	8	
	46.0	51.6	41.0						
耐热度(×℃、45°角、2h)	涂盖层不流淌、无集中性气泡			≥90℃	(85±2℃)涂盖层无滑动刚集中性气泡	(85～90±2℃)涂盖层无滑动和集中性气泡	(100℃、2h)涂盖层无滑动和起泡现象	(120℃、2h)涂盖层无滑动和起泡现象	
低温柔度	20℃绕φ20mm圆棒无裂纹			−10℃不裂	10℃绕φ20mm圆棒无裂纹	[illegible]℃～[illegible]℃绕φ25mm圆棒无裂纹	−20℃绕φ15mm圆棒无裂纹	−10℃绕φ25mm圆棒无裂纹	
不透水性	9.8×10^5Pa、30min不透水			3×10^5Pa、90min不透水	1.96×10^5Pa、30min不透水	1.47×10^5Pa、30min不透水	2.94×10^5Pa、30min不透水	4.9×10^5Pa、30min不透水	
紫外光老化(1000W)	50±2℃、200h、不龟裂								
吸水率(%)					<2.0	<1.0		<1g/100cm²	
单位面积总重量(kg/m²)					≥3.0	≥10			

高分子卷材性能及适宜粘结材料

表2

性能指标 \ 卷材名称		三元乙丙橡胶防水卷材	氯化聚乙烯·橡胶共混卷材	氯化聚乙烯防水卷材	TPO防水卷材	LYX−603防水卷材	氯磺化聚乙烯防水卷材
拉伸强度(MPa)		7.36	7.36	纵向≥9.8 横向≥4.9	≥4	≥9.8	≥9.81
断裂伸长率(%)		450	450	纵向≥100 横向≥300	≥300	夹层纤维≥10% 胶层≥40%	≥100
300%定伸强度(MPa)		2.94	2.94		—	—	—
撕裂强度(kN/m)		24.53	24.5	纵向≥39 横向≥20	≥2MPa	—	≥34.3
脆性温度		−45℃	−40℃	−25	−30℃	−24	
不透水性(Pa×h)		$2.94\times10\times10$	$2.94\times10^5\times10$	$2.94\times10^5\times10$	$3.0\times10^5\times10$	$2.94\times10^5\times2$	$2.94\times10^5\times2$
臭氧老化		42±2℃、伸长100%、1000±100PPhm、168h、静态无裂纹	40±2℃、1000PPhm、168h预拉伸40%不龟裂	40℃、1000PPhm、168h预拉伸20%无裂纹	40℃、1000PPhm、168h无龟裂	40℃、1000PPhm、168h无裂纹	
热空气老化后保持率(100℃、80℃×168h)	拉伸强度	≥80	80～100		≥90		
	断裂伸长率	≥70	≥80		≥70		
	撕裂强度	≥50	≥75				
低温柔度				30℃无裂纹	−30℃仍有韧性		−25℃绕φ20圆棒无裂缝
耐酸、盐性(浓度10%)							168d无变化
适宜粘结材料	基层处理剂	聚氨酯底胶	聚氨酯底胶	404氯丁胶粘剂			氯丁胶沥青胶液
	基层粘结剂	404氯丁胶粘剂	BX−12胶粘剂	404氯丁胶粘剂		LYX−603−3	氯丁胶沥青胶液
	卷材接缝粘接剂	丁基粘结剂	BX−12乙组份	404氯丁胶粘剂		LYX−603−2	XY−409胶
	收头密封材料	CSPE嵌缝膏	氯磺化聚乙烯嵌缝膏	氯磺化聚乙烯嵌缝膏	聚氨酯密封膏		氯磺化聚乙烯嵌缝膏
	局部增强处理		氯磺化聚乙烯嵌缝膏	氯磺化聚乙烯嵌缝膏	聚氨酯密封膏		

涂膜防水法泛指在施工现场（混凝土墙体及砖砌体的找平层表面）以刷涂、刮涂、滚涂等方法，将液态涂料在适宜温度下涂刷于地下室主体结构外侧或内侧的一种防水做法。涂料固化后形成一层无缝薄膜，能防止地下有压水及无压水的侵入。

防水涂料按其液态类型可分为水乳型、溶剂型及反应型。由于涂膜防水材料施工固化前是一种无定型的粘稠状液态物质，对于任何形状复杂、管道纵横交叉部位都易于施工，特别在阴阳角、管道根部以及端部收头处便于封闭严密，形成一个无缝整体防水层。施工工艺简单，对环境污染较小。防水层有一定弹性和延伸能力，对基层伸缩或开裂等有一定的适应性，优于刚性防水材料。它对基层的平整度要求严格，涂膜厚度要均匀。

常用防水涂料的特点及性能

类型	涂料名称	成品组份	允许施工最低温度	涂敷方法	涂料特点	涂料性能简介	涂料总耗量 kg/m²	备注
水乳型	氯丁橡胶防水涂料	单组份	5℃	刷、喷	适应基层的变形能力强，有优异的防水性、抗裂性、渗透性及成膜性，可在潮湿基层上施工，无毒、无味、无污染、不燃，可配制成各种颜色，便于修补。但使用时不得任意加水	以水为分散介质，失水固化后形成网状结构。在干燥过程中，乳液颗粒渐渐彼此接触集聚，不断进行交联反应，最终形成均匀、致密的橡胶状连续膜	1	高档
	M1500水泥密封防水剂		5℃	刷、喷	适用于一切混凝土和砖砌体建筑，对墙体可渗透，达到密封和永久性防水目的，并可获得防冰冻破裂效果，还能增加水泥强度。施工方便，无毒、不燃，产品贮存方便	含有催化剂和载体复合水基溶液，可渗透到混凝土墙体内部并和碱起化学反应，在水泥内部产生乳胶体，起到永久性的防水作用	0.3	高档
	阳离子氯丁胶沥青防水涂料	单组份		刷	对基层含水率没有特殊要求，在潮湿环境中固化成膜块，粘结力强，并有防腐性能，耐老化、无毒、无味、不燃，抗裂性较强，适应温差为80℃～45℃	以氯丁胶、沥青为基料，加助剂制成。离子把基层的水排挤到面上而蒸发，氯丁胶沥青粒子互相位移由流态变为固态，形成整体防水膜	2.5	中档
反应型	焦油聚氨酯涂膜防水胶	双组份	0℃	刷	借化学反应成膜，几乎不含溶剂，体积收缩小，具有橡胶弹性，延伸性好、抗拉、抗撕裂强度较高，粘结力优异，对基层裂缝有较强的适应性但有一定的可燃性和毒性	借组份间（甲组份含有端异氰酸基的聚氨酯预聚物，乙组份有多羟基固化剂及适量煤焦油、增韧剂、防霉剂等）发生化学反应而直接由液态变为固态，几乎不产生收缩	2	中档偏高
溶剂型	氯丁橡胶沥青防水涂料	单组份	0℃	刷	延伸性好，抗基层变形能力较强，耐候性优良，成膜较快。涂膜较致密完整，耐腐蚀性较好，但施工时苯类溶剂挥发，对环境有污染，并可能燃爆	系氯丁橡胶和石油沥青溶化于甲基（或二甲苯）而形成的一种混合胶体溶液，基主要成膜物质是氯丁橡胶和石油沥青		
	JG—1防水冷胶料		0℃	刷	弹塑性好，憎水性强，粘结力大，老化缓慢，高温不流淌，低温不脆裂，耐酸，耐碱，干燥速度快。加衬玻璃丝布做防水层，适用面广，新、旧工程均可使用	系用石油沥青，橡胶粉、防老剂、稀释剂经物化反应制成。在20℃，湿度65%时，表干2小时，实干10小时，成膜在高温70℃不流淌，低温—30℃弯绕10mm圆棒无裂痕		
	膨润土板		不受温度影响	板材搭接敷设	自动修补缝隙，间接地增加了混凝土结构的耐用性，不老化，施工操作不受温度和环境影响，简便迅速。不含毒质及有害化学成份，不会造成任何污染或毒害。用于地下室外防水	系数百万年前的火山喷出物，具有惊人的膨胀特性。遇水后最大膨胀可达原干燥体积的12倍以上。膨润土吸水后逐渐形成一层不透水胶泥，阻止水份渗透，可做永久性防水		

防水涂料类型特性简介

1. 水乳型涂料：通过水份蒸发，固体微粒接近、接触变形等过程而结膜，干燥较慢，一次成膜的致密性较溶剂型涂料低。可在潮湿的基面上施工，无毒、不燃、不污染环境。一般不宜在5℃以下施工。

2. 溶剂型涂料：通过溶剂挥发，高分子物质分子链接触、搭接等过程而结膜。干燥快、结膜较薄而致密。涂料贮存稳定性较好，但易燃、易爆、有毒。由于溶剂挥发，施工时对环境有一定的污染，须有良好的通风条件

3. 反应型涂料：通过液态的高分子预聚物与相应物质发生化学反应而结膜。以双组份或单组份构成涂料，不含溶剂，可一次结成较厚的、致密的涂膜，无收缩，双组份涂料需现场配料准确，搅拌均匀，方能确保质量。

防水设计应遵循下列要求

1. 涂料防水层宜设在迎水面或砖砌保护墙之间；如设在背水面必须做抗压层。见a、b。

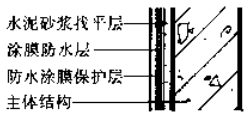
2. 应选用防水、抗菌、无毒或低毒、刺激性小的涂料。如使用有刺激性气味及有毒性涂料，不宜在封闭的或通风不良的地下室内进行施工，以免造成中毒。

3. 在潮湿基面上应选用湿固性涂料、含有吸水能力组份的涂料或水性涂料。对抗震结构应选用延伸性好的涂料，对处于侵蚀性介质中的结构应选用耐侵蚀涂料。

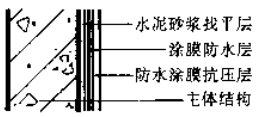
4. 使用油溶性或非湿固性等涂料时，基层应保持干燥。

5. 为增强防水效果，涂料可与玻璃丝布、玻璃毡片等纤维材料复合使用。

6. 对已建防水（含防潮层）建筑可做在背水面，做为修漏措施。



a 迎水面设涂膜防水层



b 背水面涂膜防水设抗压层

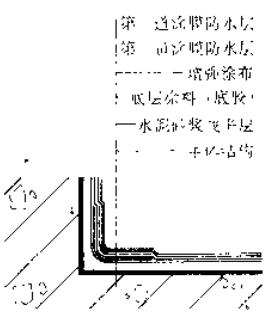
地下室防水[16]涂膜防水施工做法

涂膜防水层一般由底涂层、多层涂料防水层及保护层组成。底涂层的做法要求是做与涂料相适应的基层涂层，以使涂膜与基层粘结良好。多层涂料防水层一般分二～三层进行涂敷，使防水涂料形成多层封闭的整体涂膜。为保证涂料防水层在工序进行中或涂膜完成后不受破坏，应采取相应的临时或永久性保护措施，如水泥砂浆保护层、120厚砖墙保护层、聚苯板保护层等。

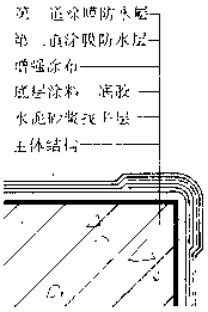
几种常用的防水涂料施工方法

施工方法 / 涂料名称	基层处理	防水层施工	注意事项
硅橡胶防水涂料	基层应平整，要求无尖锐棱角，基层面上的灰尘、油污、碎屑等杂物应清除干净，凹凸处、空鼓处应先铲除再与有孔洞处一起采用水泥砂浆填补找平，并要达到一定强度。阴阳角做成圆角，基层潮湿亦可	1. 涂料使用前要搅拌均匀，涂刷的方向和行程长短应一致，要依次上、下、左、右均匀涂刷，不得漏刷。涂料一般涂刷四道，第一、四道用1号材料，第二、三道用2号材料 2. 先在处理好的基层上均匀地涂刷1号材料，待其渗入基层并固化干燥后再涂刷第二、三道涂料，每道涂料均在前一道涂料干燥后再施工。施工温度宜在5℃以上。	1. 由于渗透性防水涂料具有憎水性，因此抹砂浆保护层时，其稠度应小于般砂浆，并注意压实、抹光，以保证砂浆与防水材料粘结良好，并应避免砂浆中混入小石子及尖锐的颗粒，以免损伤涂层 2. 使用涂料时不得任意加水
M1500密封防水剂	基层首先清理干净，有破损处需补好，若表面过于油污或涂上了表面涂剂、橡胶或丙稀酸基油漆及其它不能渗透材料，则应先去掉这些涂层，以便密封剂可以渗入。阴阳角处做成圆角	1. 在基层表面先喷上足够的水，30分钟后再用低压喷射器（如农药用喷雾器）喷射整个表面一次（于第一次喷后将干前喷第二次），水面积可用刷子 2. 使用密封剂后3小时或将干前用水润湿表面（水不用太多，以免降低防水能力），24小时后可看见有白色杂质在水泥表面出现，用水每天清洗一次，至不再有白色杂质出现为止	1. 潮湿的表面按照标准步骤进行，使用前必须先撒干流动水 2. 混凝土模板拆除后，即可用密封剂遍涂整个表面保养 3. 喷涂后的二至三天内不能遇雨，以免降低防水效果
阳离子氯丁胶沥青防水涂料	基层面要平整干净，无凹凸尖锐棱角、无浮砂杂物与积水，先做聚加层一布四胶，阴阳角处应做成圆弧形	先在基层满刷一层涂料，表干后即可边刷边铺玻璃纤维布，再涂刷第遍，同时用棕刷或胶滚把玻璃纤维布压碾平整，排除气泡，使涂料渗透出玻璃纤维布纹。干后再涂第三遍，随涂随铺玻璃纤维布。第三层玻璃纤维布实干后涂第四遍，表干后再涂至完成三布九涂。实干根据气候需12～24小时	1. 涂刷时涂层厚度1mm至1.2mm为宜 2. 玻璃布相搭接50cm为宜，铺贴后如有气泡可用剪刀割破，放气后将玻璃布铺平，用涂料修补 3. 使用时切忌与有机溶剂混合
焦油聚氨酯涂膜防水胶	基层面必须平整、干固、泥土浮尘、水泥砂浆及油污等必须清除干净、低陷、破损处必须修平，基层面必须干燥，含水量控制在<8%以内，阴阳角处做圆角	1. 穿墙管处要填嵌有良好防水性能、高粘结力、延伸率的自粘性橡胶密封带，基层的阴阳角均做半径10～30cm的圆弧，用玻璃纤维布等增强布粘贴，并适当加厚涂膜厚度 2. 配料时将A液一份倒入B液二份中连续搅拌3～5分钟，混合液以黑亮为准，配好的料应在20分钟内用完，施工温度>5℃ 3. 做大面积涂刷自下而上进行，当厚度为2mm时，第一道0.7kg/m²，第二道1kg/m²，第三道0.6kg/m²。待第一道干后再刷第二道，方向与前道涂层垂直，并做1:3水泥砂浆保护层，厚度为地面15～20mm，墙面10～15mm	1. 涂膜如有起鼓现象，应将起鼓部位切开，排出潮气，使之干燥，再涂抹粘结性好的基层涂料，在修补时也应分层分抹到需要厚度 2. 盛夏季节尽量避免在烈日下施工 3. 配料时主剂和固化剂的偏差以<±1.5%为宜
氯丁橡胶沥青防水涂料	基层要求平整、密实、干燥，含水率低于9%，不得有起砂疏松剥落和凹凸不平现象，阴阳角处应做成圆弧角，除去杂物浮灰等物	1. 用较稀的涂料用力涂刷一遍底涂层，以增加涂层与基层的粘结力 2. 待底涂层干燥后（约一昼夜）即可边刷涂料边粘玻璃纤维布，贴后即用排刷刷平，使玻璃纤维布被涂料充分浸透。待此涂层干燥后，可另刷一遍涂料，铺贴第二层玻璃纤维布，在其上再刷涂料，如此依次进行。玻璃纤维布相互搭接长度应>100mm。上下两层玻璃纤维布接缝应上下错开。如发现有气泡应将玻璃纤维布剪破，排除气泡后用涂料再粘好 3. 如防水层由单纯涂膜组成，则按间隔时间要求刷几遍涂料即可	1. 涂料系以甲苯（或二甲苯）作溶剂，故应密封，防止挥发，防爆 2. 施工现场要注意通风，以防施工人员吸入过量溶剂挥发物而中毒
JG－1防水冷胶料	基层必须干燥、密实、无油、平整、不得有松散、蜂窝、麻面及剥落，基层的突出部分和阴阳角处做八字坡或圆弧状，并铺贴布二油附加层	1. 可在符合施工要求的基层上先涂刷冷底子油（JG－1冷胶料加3倍汽油稀释即可），也可不刷冷底子油直接施工 2. 将冷胶料适量倒在基面上，用毛刷或刮板涂匀，宽度略大于布幅，厚度为0.5～0.5mm，不得有漏刷之处。再将布的一端贴平，用力向前推滚，随刷冷胶料随铺玻璃纤维布，用刮板刮走布下残留的气泡。布幅两边必须压平压实。如此依次进行，并避免两层玻璃纤维布搭接重合，第二层必须待第一层干后方可施工	1. 防水层表面的防水膜厚度应保证1.5～2.0mm，不得有玻璃纤维布外露 2. 玻璃纤维布的搭接≥50mm 3. 负温使用时，冷胶料的温度应保持在0℃以上
膨润土板	铺设底板膨润土板前，应将基底压平。如基面潮湿，应选用防水型板。钢筋混凝土基面如有蜂窝孔洞时应先用膨润土止水膏填平。砖墙面应抹15mm厚水泥砂浆找平层或勾平缝。基层要求干整干净，无浮砂土。如基面有超过6mm高的突出尖角均应铲平。阴阳角做八字坡	1. 底板铺设膨润土板，板间搭接50mm，搭缝错开，用锚钉或胶带纸固定防止浇灌混凝土时产生位移 2. 立墙铺设膨润土板应自下而上，用锚钉固定，侧壁上方封口处应用膨润土止水条封严 3. 顶板铺设膨润土板时应先铺一层4mm厚的膨润土止水粉，再铺设膨润土板 4. 立墙与底板拐角处应加设膨润土止水棒，墙面拐角处应沿膨润土板的弯折线顺瓦楞方向弯折紧包拐角	板与板边沿搭接≥50mm，回填土密实度≥90%。如铺设膨润土板后不能及时回填土，应对板采取措施，防止遇雨永化，影响防水功能。如回填土中有石块杂物时，应对膨润土板采取保护措施。膨润土板要妥善存放，勿让与潮湿物接触，杜绝被浸泡永化

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
加热伸缩率(%)	伸长 [illegible]
抗伸时的老化	[illegible]
低温柔性(℃)	[illegible]
不透水性	[illegible]
固体含量(%)	[illegible]
适用时间(min)	[illegible]
涂膜表干时间(h)	[illegible]
涂膜实干时间(h)	[illegible]

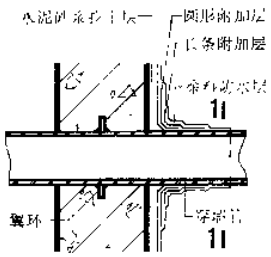


a 涂膜防水阴角做法

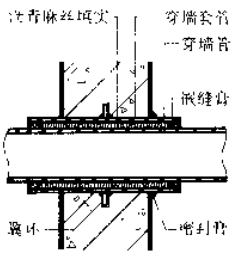


b 涂膜防水阳角做法

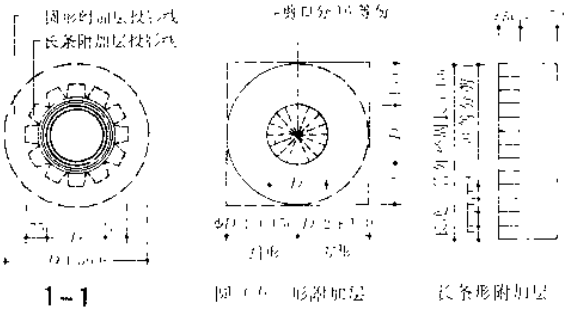
1 涂膜防水阴阳角做法



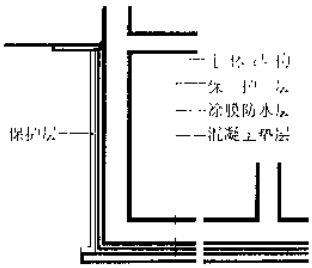
a 穿墙管附加防水层做法



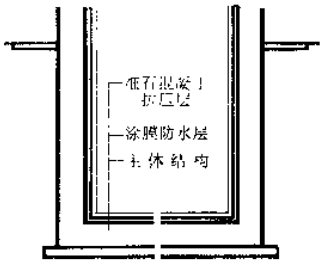
b 穿墙套管防水做法



2 穿墙管防水做法

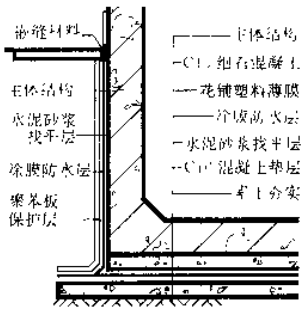


a 外防水涂层做法

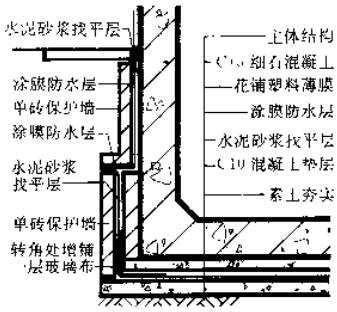


b 内防水涂层做法

3 地下室内、外防水涂层

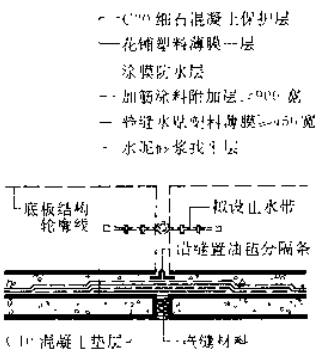


a 聚苯板保护层做法

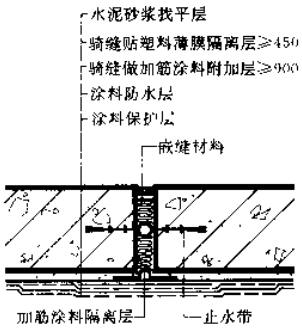


b 砖砌保护墙做法

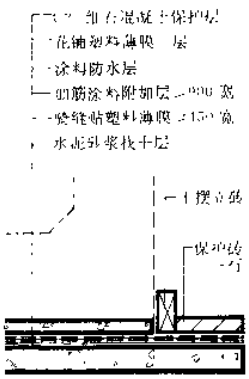
4 涂膜防水层保护层做法



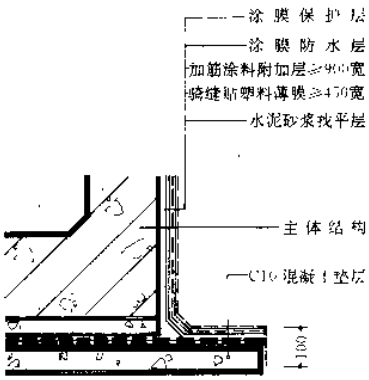
a 底板变形缝局部做法



b 墙、顶板变形缝局部做法



c 底板与外墙交接处做法（一）



d 底板与外墙交接处做法（二）

5 变形缝、底板与外墙交接处做法

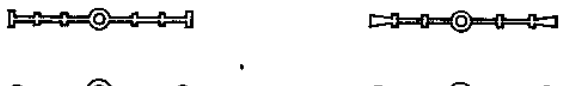
嵌缝密封材料具有弹性和粘附性，能起到水密、气密作用，能长期经受拉伸，收缩或振动。

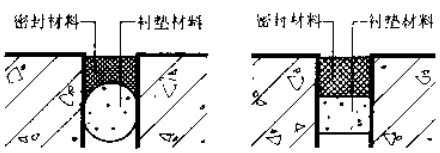
此类材料分为不定型和定型两大类。不定型者分单、双组份，成膏糊状，如腻子、塑性密封膏、弹性或弹塑性嵌缝密封材料；定型者是根据密封工程的要求制成带、条、垫等形状的密封材料。

几种常用的嵌缝密封材料　　表1

类型	材料名称	材料特点	材料性能	注意事项
不定型产品	氯磺化聚乙烯密封膏	弹性好，能适应一般基层的变形需要，耐低温性好，耐候性优异，使用寿命较长，粘结强度高，耐水，耐酸碱性好	系以耐候性优异的氯磺化聚乙烯橡胶为主体材料，加入适量的助剂等制成的膏状体。断裂延伸率≥100%，抗拉强度≥0.6MPa，粘结强度≥0.6MPa	需处理的缝隙应干燥，无尘土杂物和油污，底部用聚乙烯泡沫条填充，调整到设计所需的深度，对粘结表面涂刷专用的基层处理剂，干燥后嵌缝，用醋酸丁甲苯的腻子刮平
	聚氨酯弹性密封膏	分单组份、双组份两种，延伸率大、弹性及粘结性好、耐低温、耐水、耐油、耐酸碱、抗疲劳，使用寿命长	焦油聚氨酯的拉伸强度0.13～0.5MPa，延伸率850%～1050%，强度变化率－6%～－20%，永久变形28～31%	常温下一次拌合不宜超过3～10kg，每千克可嵌2×1.5cm缝2.5m，应避免在高温天气及潮湿基层上施工。产品存置阴凉干燥处。本品甲组份含一定毒性
	聚硫密封膏	双组份，具有良好的耐油、耐湿热、耐候、耐水等特性，使用温度范围－40～90℃，抗撕裂性强，粘结性良好	扯断强度≥1MPa，低温柔性－55℃不断，延伸率≥15%	注意宽、深比的适宜，以免影响材料的受力，贮存时避免接触皮肤
	遇水膨胀橡胶腻子	以水止水，具有一定弹性和极大的可塑性，遇水膨胀后塑性进一步加大，堵塞混凝土孔隙和裂缝。最适用于现浇混凝土施工缝，可嵌入混凝土构件任意形状的接缝内	静水体积膨胀率可根据用户的需要在300%～500%范围（可调）。耐酸、耐碱、耐乙化。高温120℃不流淌，低温－20℃不脆裂	储存在室内，保存时不与水接触
定型产品	橡胶止水带	具有良好的弹性、耐磨、耐老化、抗撕裂、适应变形能力强，防水性能好。止水带中间的孔径及厚度根据地下水水压确定	硬度60～65（邵氏），抗拉强度18～20MPa，伸长率450%，老化系数0.85	产品运输时应平放，避免重压。当止水带的温度超过50℃或止水带受强烈的氧化作用或受油类等有机溶剂侵蚀时，均不能采用
	遇水膨胀止水橡胶	具有一般橡胶制品的弹性、延伸性和回弹性，遇水后能膨胀，膨胀率在100%～400%之内，并不受水质的影响，耐水性、耐老化性优良。当结构变形量超过弹性防水材料的弹性复原率时，在材料膨胀率范围内仍然能起止水作用	硬度45～65（邵氏），扯断强度4～6MPa，扯断伸长率450%左右，永久变形10%～25%，静水膨胀率300%～200%	设计时应考虑制品的遇水膨胀率。运输和贮存时不与水接触，贮存在室内
	塑料止水带	成本低廉、耐久性好，物理力学性能满足使用要求	抗拉强度≥12MPa，延伸强度≥4.5MPa，相对伸长率≥500%	外观应为灰色或黑色，塑化均匀，不得有焦烧料或未塑化的生料，不得有气孔

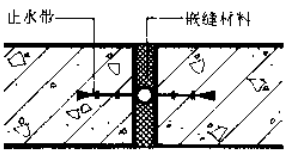
嵌缝密封材料施工程序和要求　　表2

不定型产品	1. 施工前准备工作： 粘结性实验：用实际粘结体或饰面试件做粘结体，在其表面贴玻璃纸带，再涂底涂料，然后挑上条状密封膏，待固化后将密封条揭起，当拉伸直至破坏时，粘结面留有破坏的密封膏，则可认为底涂料的粘结性合格。 要正确选用衬垫材料、隔离条、防污条等辅助材料，衬垫材料用于控制密封膏嵌入深度，确保两面粘结，（混凝土接缝封垫材料可用聚乙烯闭孔泡沫体等）隔离条的作用是控制接缝深度，保持两面粘结，与缝底及四周底涂料不粘结。防污条保持粘结体两边不被密封膏污染，自粘带要恰当，避免除去时粘有粘结面。 2. 施工方法： 宜在常温气候下进行施工。一般施工温度最高不超过50℃，最低不低于5℃，最高湿度≤85%，基层表面含水量不超过14%。如有蜂窝、麻面、裂缝、缺棱、掉角等，用聚合物砂浆修补。如表面析碱，用1～3%盐酸清洗中和后用水洗净，干燥后再用溶剂清洗。 衬垫材料在涂刷基层涂料前嵌填在接缝底部，控制嵌填密封材料的深度以及预防密封材料与缝的底部粘结而形成三面粘，造成应力集中，破坏密封膏。填塞时，圆形的衬垫材料其尺寸应稍大于接缝宽度1～2mm，如用方形衬垫材料应与接缝宽度相同或略小于接缝宽度1～2mm，如果接缝较浅可用扁平的隔离条，如图1。 防污条可采用牛皮纸、玻璃胶带等，一般在涂刷底涂料前粘贴，并在密封材料刮平后立即揭去。 底涂料有单组份、双组份两种，双组份要按有效使用时间确定使用量，单组份底涂料要摇匀后使用，涂刷要均匀。不同种类的底涂料干燥所需时间不同，一般为20～60min，寒冷季节干燥时间要长些，干燥后要立即嵌入密封材料。 密封材料分单组份与双组份两种。单组份密封材料可直接使用；双组份密封材料应根据生产厂家对甲、乙组份所规定的比例进行拌合，配合比和称料要准确，每次拌合量最多为2～3kg。检查搅拌是否均匀，可用腻子刀将密封膏刮薄，如无不同颜色的斑点、条纹，则为合格。嵌缝密封材料可使用挤出枪填嵌或腻子刀人工嵌填施工。嵌填要饱满，尽量防止气泡及孔洞的形成。 3. 养护： 已经嵌填完毕的密封膏，一般养护2～3天，施工现场需要清扫时，必须待密封膏表面干燥后进行，以防碰损或污染。 4. 质量要求及检查方法： 目测应填充饱满，无气孔，表面干燥迅速。嵌填14天后用手指压接缝周边，接缝粘结牢固。
定型产品	1. 使用止水带需要接长或需成环接头时，一般常用冷接或热接方法。接头形式又分对接、搭接和复合接。 冷接用铲刀将粘结面打毛，用粘结剂涂刷，表干后拼压数小时。 热接是用铲刀将粘结断面打毛，将接应放入刻制的模具中，接头处放入同类材料的混合料，然后将模具紧固，并加热至100～170℃，1小时左右即可。 2. 常用止水带的形状： 

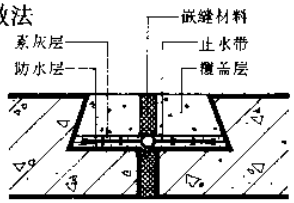


注：如接缝尺寸超过30mm或底部呈圆形截面时，分两次嵌填。

1　圆、方形衬垫密封材料做法



2　预埋式止水带变形缝



3　后埋式止水带变形缝

降排水法一般根据所采取的排水设施及部位不同而分为室外降排水和室内排水（见表1）。

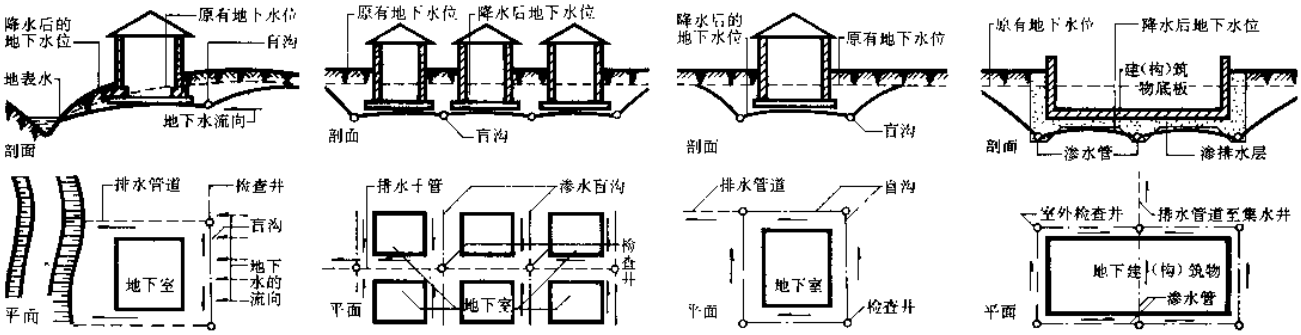
室外降排水乃通过永久性降排水设施将地下室或构筑物以外的地下水位标高降到建（构）筑物底板以下，从而消除或缓解地下潜水对建（构）筑物的危害，用以积极改善地下建（构）筑物的防水措施效果。在有条件情况下水平式外排法应优先借助地形选用自流方案。室外降排法特别适用于大面积受热的地下工程、工程群及靠山、靠河的地下建（构）筑物。

内排法设施主要作为以防为主地下室防水的辅助措施。当隔水层失效时既能维持使用功能又利于修复。

降排水法的一般分类　　表1

降排分类	设施名称	设施简介及适用范围
室外降排法	盲沟	将线型反滤层埋置于受地下水影响处，引导地下水流向集水井或低洼处　降排水性能可靠、平面布置灵活。分散集中兼可应用
	渗排水层	以片状反滤层满堂铺设于地下室底板下，借助坡度或渗水管引导地下水流向集水井或低洼处，结构完整，降水性强
	垂直井排	利用木笼或井点降排水。主要为施工降水服务，本资料从略
室内排水法	集水井	应设在地面最低处，用以集中地面积水。是地下室的必要设施
	地面明沟	有组织的明沟设施可随时将积水引向集水井；适用于低标准地下室
	封闭墙排水沟	沿外围明沟内侧设封闭隔墙，使明沟内的积水不散渗于室内，又能提高墙内表面温度，适用于使用面积大、标准较高的地下室
	架空地板排水	在地下室底板反梁上架设地板，板下空间可用作蓄水或积水，底板上设应找坡，反梁应留过水孔以便通往集水井见[21]
	防水套	适用于地下构筑物因地下水量大、地质差又难用外排法解决时

外排法



从排水区域上方拦截地下水，并将水排入排水管，借自流或水泵提升排走

1　头部式盲沟排水

由平行布置的渗水盲沟，将地下水引至排水干管，借自流或水泵提升排走

2　系列式盲沟排水

在排水区四周设渗水盲沟，将水引至排水管，借自流或水泵排走

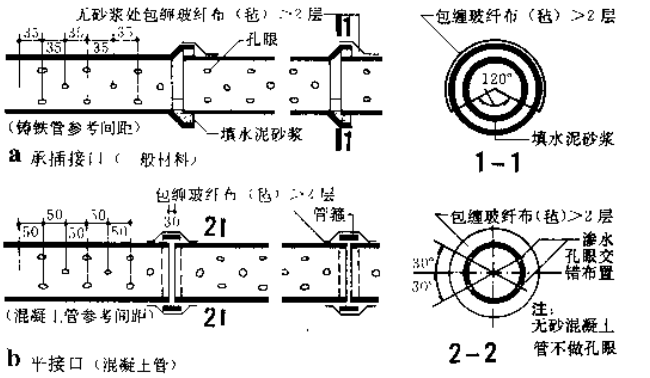
3　环式盲沟排水

在建（构）筑物底部和周围设渗排水层和渗水管，使地下水经下水道集中排走

4　渗排水层排水

外排法设施技术要求　　表2

应搜集的资料	1. 区域地形图、地面排水竖向设计、地下室建筑、结构平、剖面和基础图 2. 区域水文地质和工程地质报告，水文地质应包括地下水抽水试验的Q－S基本图形、地下水的最高、最低水位、地下水的补给来源、流向、水力坡度和水质分析资料、含水层的厚度、渗透系数和影响半径值等以及因大气降水而形成的地下水量；工程地质应包括岩层的柱状图和岩层的种类、土壤颗粒组成分析资料 3. 区域排水系统的构筑物和管道的大小、位置、排水能力和性质、最高和平均水位
反滤层	1. 反滤层（滤水层、渗水层总称）是降排水设施的重要环节。设置反滤层为的是使地下水流畅通，同时土壤中细颗粒不致流失。其颗粒分级和排列层次应便于施工 2. 滤料选择可就地取材但要求本身质地坚硬、不风化、不水解，泥和<0.1的颗粒含量<3%。当地下水有侵蚀性时禁止使用石灰岩类材料 3. 反滤层一般做2～3层，每层厚100～200，要求层次分明，一次施工完成，铺填时宜采用平板振捣器捣实（对有较大承重的部位，须以压缩模量控制），切不可采用碾压、夯打等法以免被粉碎的细颗粒堵塞孔隙，影响通水效果 4. 滤料颗粒要求均匀，其不均匀系数（d_{60}/d_{10}）宜控制在5～10范围内
反滤层设计	基本上应根据土壤颗粒组成分析资料用反滤层关系曲线图表选定，见[20]表1　如无条件时可参考下列经验选用 反滤层的层次：建筑物地区地层为砂性土时：第一层（贴天然土）用0.1～2.0粒径砂子组成；第二层用1.0～7.0粒径小卵石组成 反滤层的层次：建筑物地区地层为粘性土时：第一层（贴天然土）用2.0～5.0粒径砂子组成；第二层用5.0～10.0粒径小卵石组成
渗排水管	1. 管径　一般宜用>φ150，管内充满度按设计水量<0.5D 2. 流速　管中最大和最小流速根据设管状况、土壤情况等条件决定，见表3 3. 坡度　根据管径大小决定，见表4 4. 管材选择　根据排水形式、管道以上的荷载（包括动荷载）和地下水有无侵蚀性等因素决定。一般室外在埋设深度不大时可采用陶土、石棉水泥、无砂混凝土、普通混凝土和钢筋混凝土等管材，重型设备下及埋设深度>5m时宜用上水铸铁管 5. 管壁是否打孔、孔径和孔数的确定应根据地下水渗入时需用面积、管口接法、管材种类综合考虑。孔径和净距应结合管材强度可能，一般呈梅花形布置，孔径选定范围还应参考贴管壁反滤层的不均匀系数及孔形加以控制，见[3]



5　渗水管孔眼布置、间距及接口做法

渗排水管流速　　表3

设置部位	使用条件	流速（m/s）		
		最大	最小	最佳
盲沟	粘土	1.0	0.15～0.2	0.5～0.7
	砂土	1.0	0.3～0.35	0.5～0.7
渗排水层	一般	0.3～1.0（带孔时可适当加大）		
接头部位填充	带孔	0.1～1.5		
	无孔	按一般下水道要求设计		

渗排水管坡度（%）　　表4

管径 d	一般	最小
150～200	0.003～0.005	0.002
200～300	0.003	0.0015
>φ300	0.001～0.002	0.0005

管壁孔径　　表5

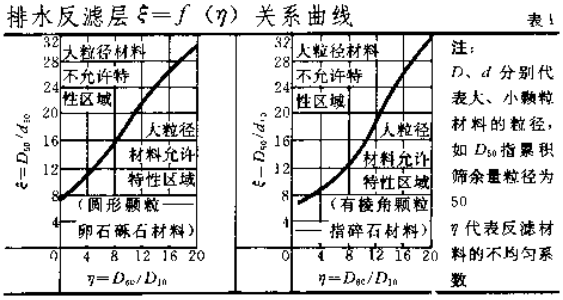
孔形	滤料不均匀系数（d_{60}/d_{10}）	
	<2	>2
圆形	$2.5\sim3d_{50}$	$3\sim4d_{50}$
条状	$1.25\sim1.5d_{50}$	$1.5\sim2d_{50}$

室外降排水设施的工作机理

室外降排水设施，一般是以合理的两层以上各自粒径范围的颗粒料组成。较常采用的敷设形式有线状和满堂两种。在降排水设施中贴天然土者为滤水层，它的粒径较细，能使天然土中细颗粒物不被带走，而地下水却能不断通过，经过粒径稍大的渗水层和埋设其中的渗水管，使天然土中较清的地下水流走，从而降低地下水位。

各层粒料粒径范围的确定即称为“反滤层设计”。

排水反滤层 $\xi=f(\eta)$ 关系曲线　　表1

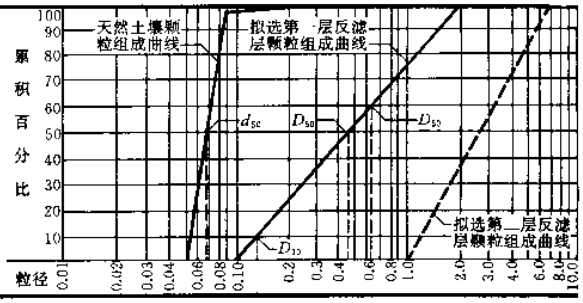


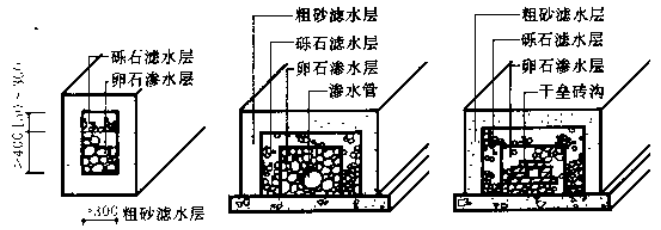
注：
D、d 分别代表大、小颗粒材料的粒径，如 D_{50} 指累积筛余量粒径为50
η 代表反滤材料的不均匀系数

反滤层设计步骤　　表2

1. 根据建筑物及其附近的地质情况，以最不利的土壤为代表来进行比较选择统一的滤料。首先将此种土壤颗粒组成分析资料，绘制土壤颗粒组成曲线
2. 进行比较选择适合于该土壤的，颗粒稍大的拟设反滤层的粒径范围
3. 根据拟设的反滤层颗粒组成范围与天然土壤的颗粒组成曲线，按关系曲线公式（见表1）求 ξ 和 η 值，并根据滤料种类（卵石或碎石），代入相应的 $\xi=f(\eta)$ 曲线图，凡相交于曲线以下区域者为合格，否则应另行拟设反滤层颗粒范围
4. 按上述方法选定第一、第三层反滤层材料粒径

例：1. 根据地质报告将天然土壤颗粒组成分析资料绘制天然土壤颗粒组成曲线图，如右图左侧曲线
2. 拟设第一层反滤材料的粒径范围选0.1～2.0如右图右侧曲线
3. 根据反滤层关系曲线公式：
$\xi=D_{50}/d_{50}=0.44/0.068=6.47$
$\eta=D_{60}/d_{10}=0.62/0.13=4.77$
4. 将上值分别代入 $\xi=f(\eta)$ 关系曲线图内见表1，两种大粒径材料均在允许特性区域故拟设成立

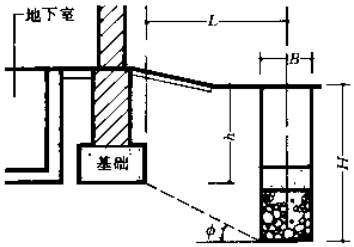




a 无管型（适用于临时性）　b 埋渗水管型　c 干垒砖沟型

注：b、c 垫层均采用<C10 混凝土。

1 盲沟构造类型



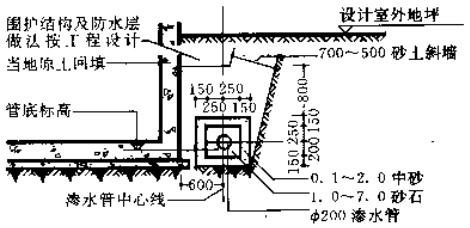
计算公式：

$$L=\frac{B}{2}+\frac{H-h}{tg\phi}$$

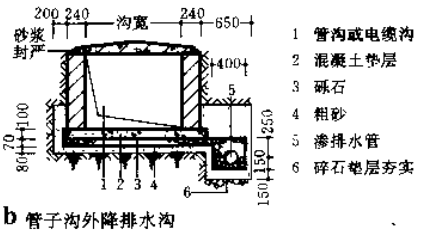
式中：

L——盲沟中心与基础间最小距离；
B——盲沟的总宽度；
H——盲沟底距室外地坪；
h——基础底距室外地坪；
ϕ——土壤内摩擦角。

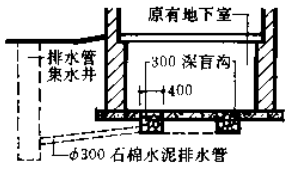
2 盲沟与基础的最小距离



a 贴地下室外围附加降排水沟

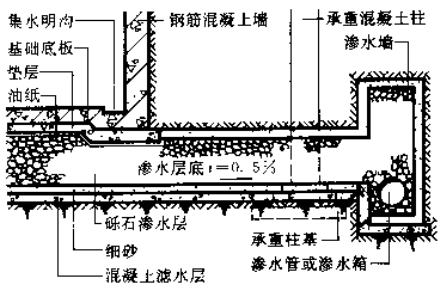


b 管子沟外降排水沟

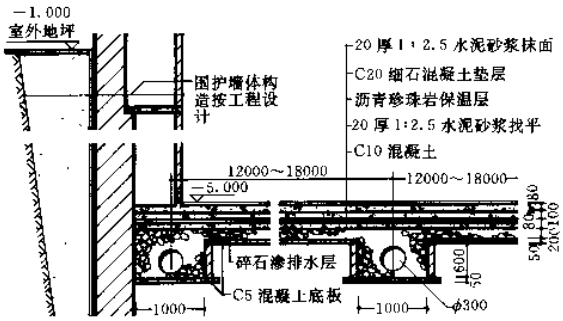


c 旧地下室治漏后加降排水沟

3 盲沟降排水应用实例



a 某冶金厂均热炉地下降排水设施



b 某冷库地下 0°C 库降排水设施

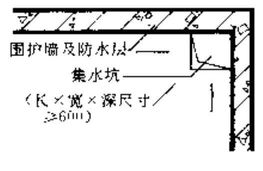
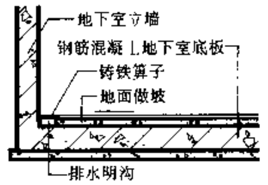
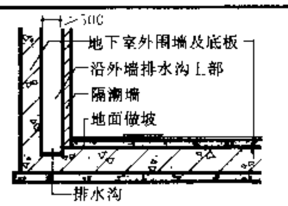
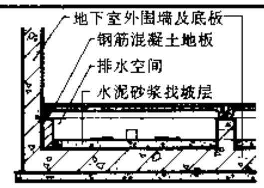
注：
①地坪做法中的保温层上、下各铺沥青油毡隔气层；C10 混凝土浇注前当先在渗排水层干铺油纸（或水泥纸袋）以防止水泥浆流失。
②渗排水层内设渗排水管，纵横双向间距如图注。渗排水管连通并留出泛水引向集水池。
③如地下水水质符合标准，可供生产时作冷却等使用。

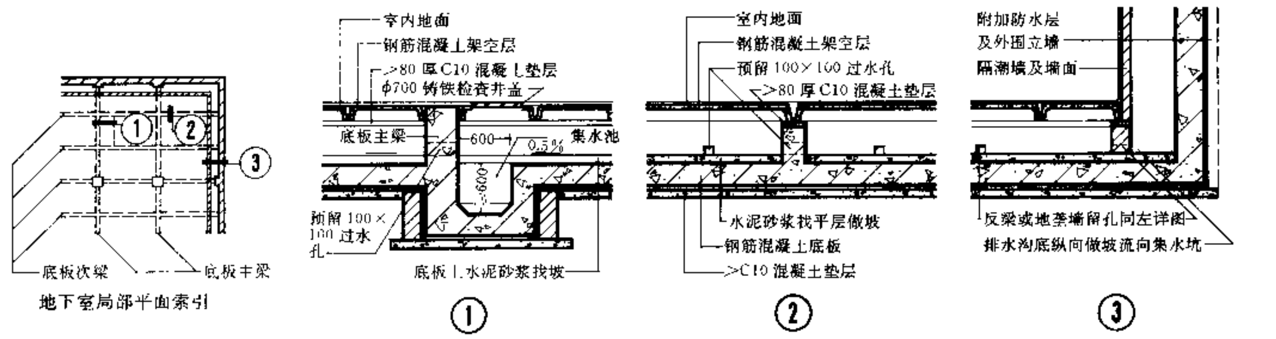
4 渗排水层应用实例

室内附设不同的排水设施是每个地下室用来保证最低使用功能所必需的辅助措施。设计时应根据具体条件恰当地酌选1～2种设施备用，在地下室隔水层一旦失效时不致因地面积水而影响正常使用，并为检修及堵漏创造良好条件。总之地下室室内排水设施对改善室内环境有利，是地下室设计不应缺少的内容之一。

地下室室内常用排水设施做法简介

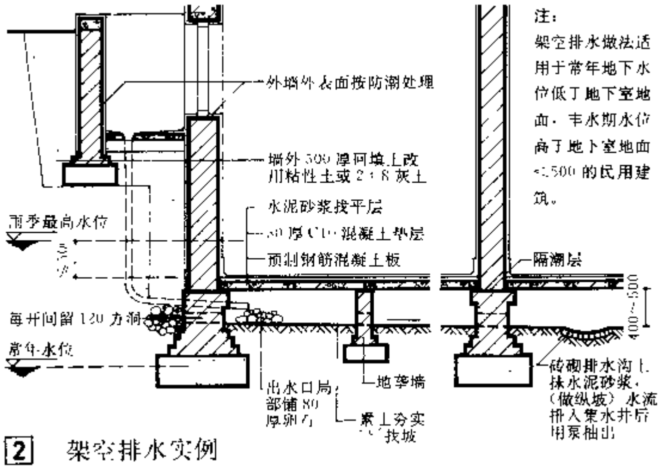
表1

		集水坑	地面排水明沟	封隔墙排水沟	架空地板排水
示意图		 平面	 剖面	 剖面	 剖面
主要构造要求		1. 集水坑的位置宜设在地下室较适中处，以便于汇集整个地下室的地面积水 2. 集水坑附近地坪标高应为全地下室地面最低处，使地面积水顺利汇集再用泵抽出 3. 邻集水坑上方预留孔洞使排水管通过 4. 集水坑上应设相应配套的铸铁箅子	1. 排水明沟应与水专业协商布置，使去集水坑的纵向距离最短以减薄垫层厚度 2. 结合明沟宽度选用相应的定型铸铁箅子 3. 排水明沟的下游尽端必须设置相应尺寸的集水坑或集水池	1. 沿地下室外侧立墙地面以混凝土地坪垫层留出排水沟 2. 在沟的内侧以耐水材料封隔潮墙。墙面装修做法及隔墙材料由设计人确定 3. 排水沟下游尽端必须设置集水坑（池）以容纳汇集的积水	1. 利用地下室底板反梁（或砖石砌龙骨墙）上皮架设钢筋混凝土板为地下室地面板可结合具体工程采用不同地面面层做法 2. 底板上皮以水泥砂浆找坡，使积水尽快流向预留的集水坑（池）。反梁应预留过水孔 3. 架空板在与集水坑对应处预留检查孔
优缺点	优点	1. 投资省　2. 施工简单　3. 效果好	1. 施工简便 2. 室内出现积水时可不影响交通	1. 地下室有渗漏时能及时排除并抽净 2. 能改善室内环境，保持室内整齐干燥	1. 利用架空层空间容纳积水 2. 能改善室内环境，保持整齐干燥
	缺点	地下室内有积水时不能保持地面干燥	明沟积水易散湿室内，增加了室内湿度	1. 占用了一定的室内有效使用面积 2. 一次性投资较高	一次性投资较高



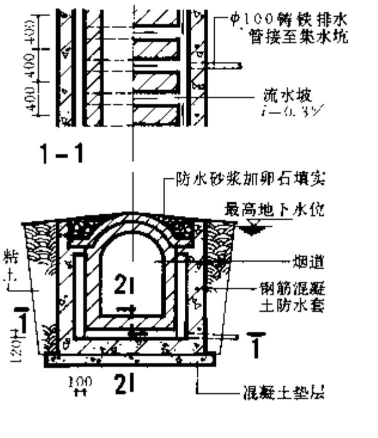
[1] 封隔墙及架空地板实例

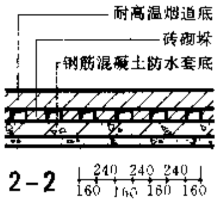
注：①详图重点表示内排水设施方面的基本要求。②隔水法当优先采用防水混凝土结构自防水。③是否采用附加防水层等其他做法，可根据具体工程条件进行设计。



注：
架空排水做法适用于常年地下水位低于地下室地面，丰水期水位高于地下室地面≤500的民用建筑。

[2] 架空排水实例





[3] 防水套内排水法实例

注：
① 防水套内排水法仅用在热构筑物，处在地下水量特大或工程地质特差但又无条件做渗水层外排法的情况下。
② 外套应优先采用防水混凝土，使渗入的水量减少，相应的可以选用小型水泵，以节约经常费用。

墙体分类

一、按其在建筑物中的位置和作用区分：

1. 外墙：建筑物外围的墙体。遮挡风雨和阻隔外界气温及噪声等对室内的影响。
2. 内墙：建筑物内部的墙体。墙下设基础。
3. 隔墙：分隔室内空间、减少相互干扰。

二、按其受力状态区分：

1. 承重墙：承受楼面、屋面等上部结构传来的荷载及自重的墙体。
2. 承自重墙：只承担自重的墙体。
3. 非承重墙：不承重的墙体，例如填充墙、幕墙等。

三、按材料和构造方式分：

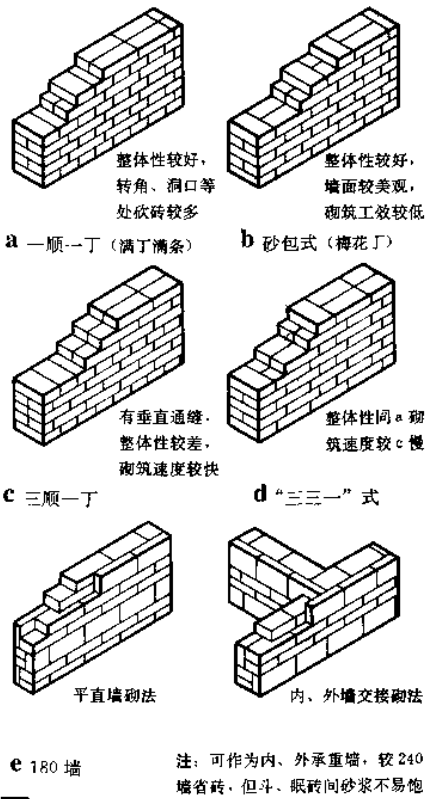
1. 砖墙：实砌墙，空斗墙，复合墙。
2. 地方材料墙体：石墙，土墙，统砂墙，竹笆墙，拉合墙等。
3. 预制砌块墙。
4. 幕墙：悬挂墙，玻璃幕墙。
5. 轻质隔墙、隔断。
6. 现浇混凝土、钢筋混凝土墙。
7. 大型墙板（参见装配建筑）。

砖墙

名称	普通粘土砖	承重粘土空心砖	非承重粘土空心砖	炉渣砖	炉渣空心砖	蒸养灰砂砖	粉煤灰砖	水泥砂空心大砖
简图								
主要规格	240×115×53 220×105×43 （土青砖）	190×190×90 240×115×90 240×180×115	300×300×100 300×300×150 400×300×80	长度 300、240 宽度 180、115 厚度 92、53	400×195×180 400×115×180 400×90×180	240×115×53 240×180×53 400×115×53	240×115×53	390×190×190 190×190×190
等级	MU7.5～20	MU7.5～20	MU3.5～5	MU7.5～15	MU2.5	MU7.5～20	MU7.5～20	MU7.5～15
容重	16.00～18.00	11.00～14.00	11.00～14.50	15.00～17.00	12.00	17.00～18.50	13.28～19.18	12.00
禁用部位			承重部位		承重部位	有流水冲刷的部位	长期受热高于200℃，受冷热交替作用或有酸性侵蚀的部位	

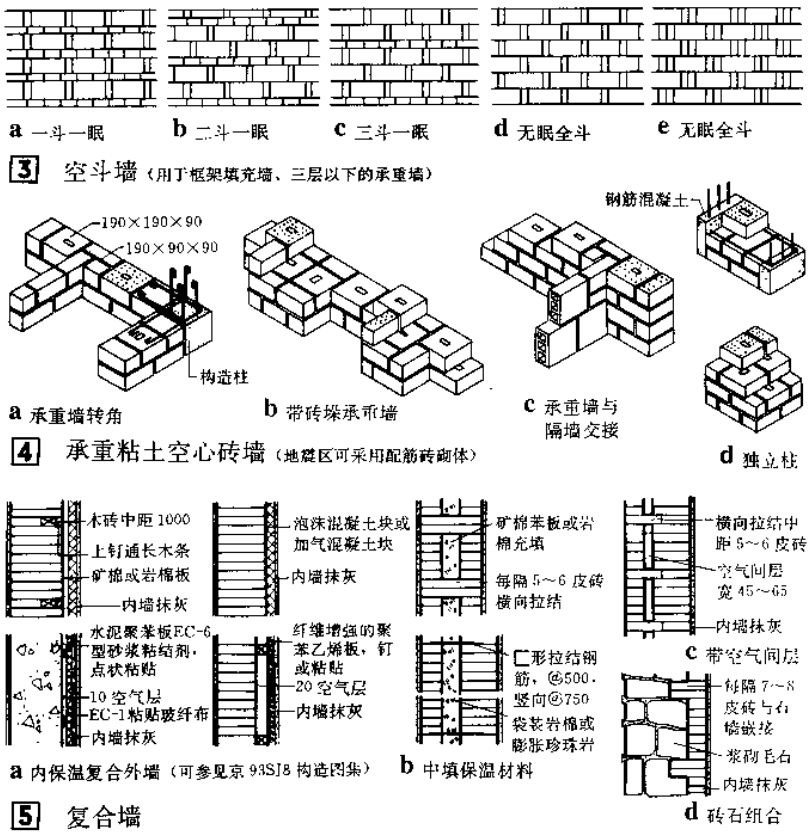
注：强度等级 MU 单位 MPa，容重单位 kN/m³。

1 常用砌墙砖类型



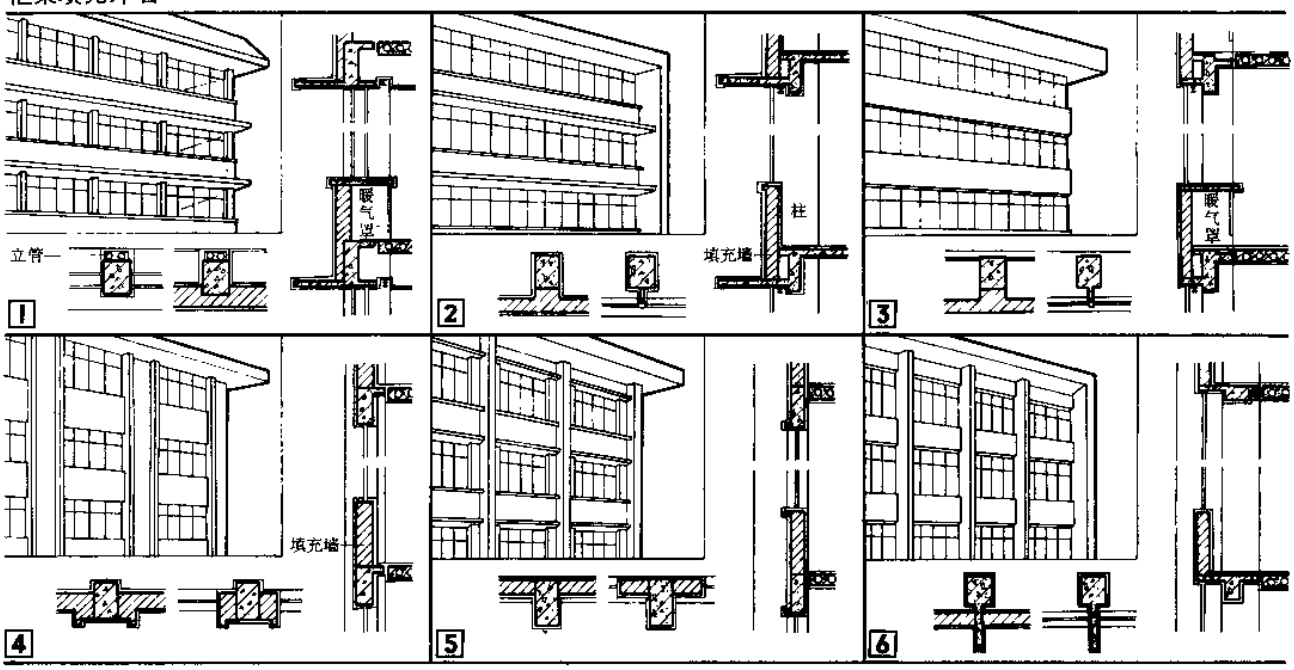
注：可作为内、外承重墙，较240墙省砖，但斗、眠砖间砂浆不易饱满，砌筑速度也较慢。

2 实砌墙

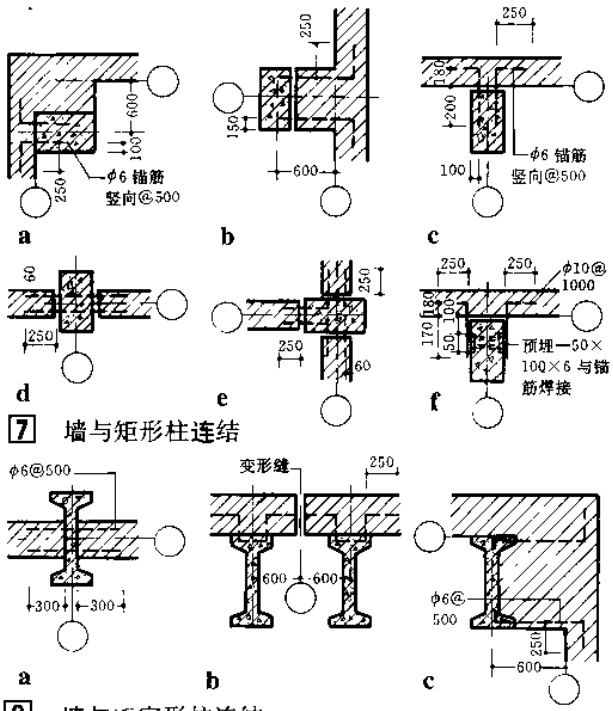


5 复合墙

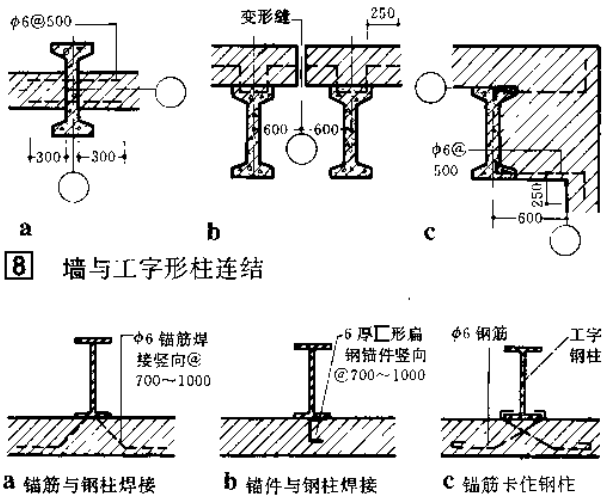
框架填充外墙



单层厂房围护墙与构件连结

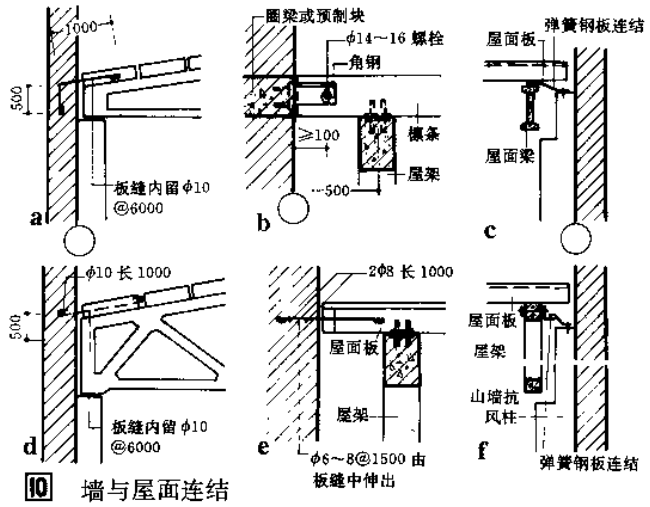


7 墙与矩形柱连结

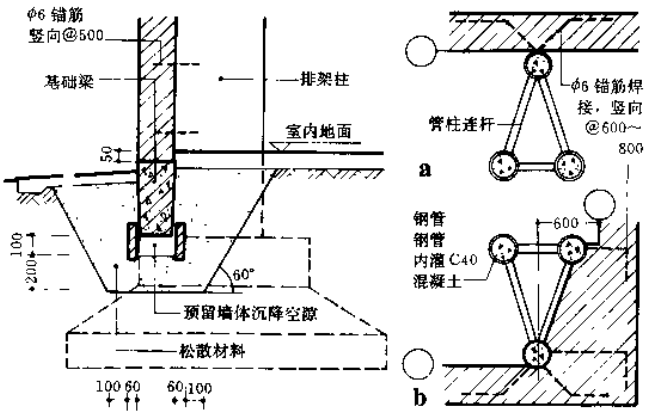


8 墙与工字形柱连结

9 墙与钢柱连结



10 墙与屋面连结



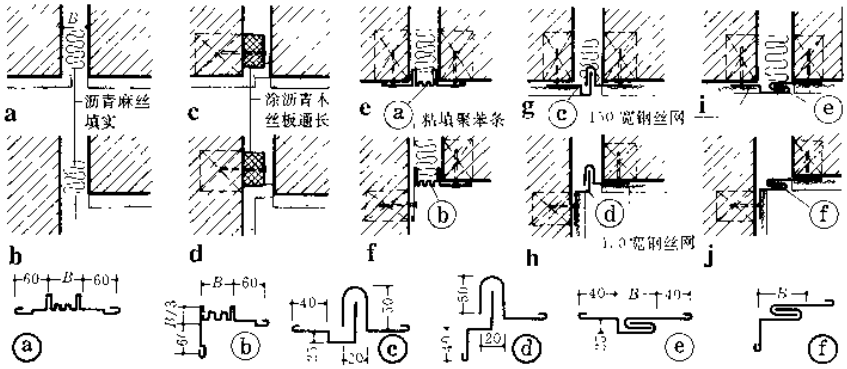
11 墙与基础梁连结

12 墙与钢管混凝土柱连结

变形缝 墙身变形缝包括伸缩缝、沉降缝、抗震缝。一般情况下，沉降缝与伸缩缝合并；抗震缝的设置亦应结合伸缩缝、沉降缝的要求统一考虑。设置变形缝的条件及位置应符合有关规范规定。变形缝宽度 B 根据表1决定。

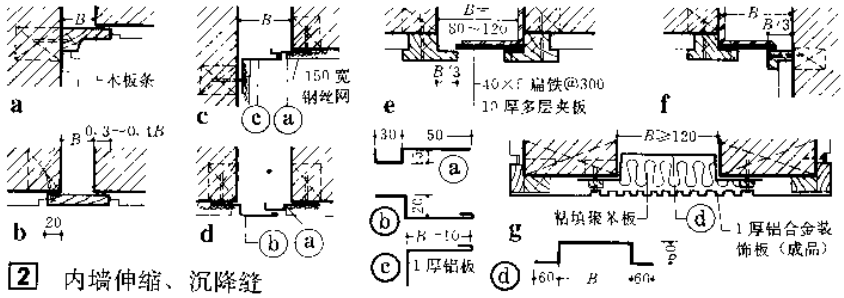
变形缝宽度 B 表1

伸缩缝	一般工业与民用建筑砖墙承重梁板结构		20～30
	一般民用建筑框架结构		20～30
	按内容及设备易发生火灾者 1/1200 伸缩缝间距		
沉降缝	一般地基	$H<5$m	30
		$H=5$～10m	50
		$H=10$～15m	70
	软弱地基	2～3 层	50～80
		4～5 层	80～120
		5 层以上	≥120
	湿陷性黄土地基		≥50
抗震缝	混合结构多层房屋		50～90
	单层钢筋混凝土及砖柱厂房、空旷砖房		50～70
	多层框架	$H\leqslant15$m 时	70
		$H>15$m 时，在 $B=70$ 基础上：	
		设计烈度 7 度每增 4m 增	20
		设计烈度 8 度每增 3m 增	20
		设计烈度 9 度每增 2m 增	20

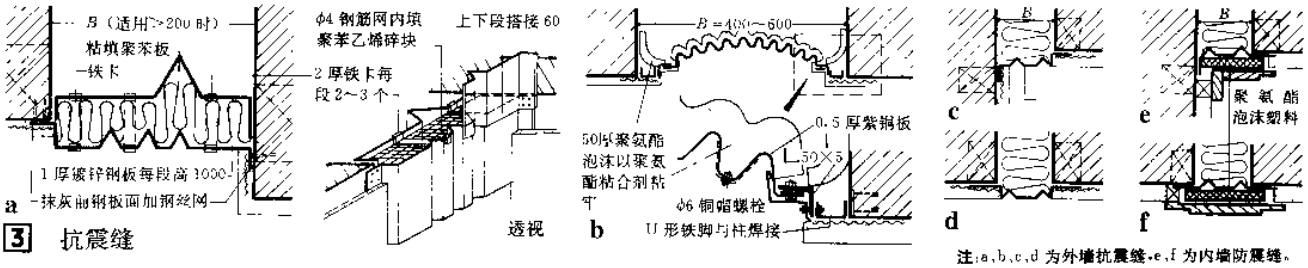


注：1 e、f 不适用于沉降缝；2 a、b、c、d 不适用于缝宽 $B\geqslant50$ 的情况。3 金属盖缝片可采用 26 号或 24 号镀锌铁皮或 1 厚铝板。当外墙不做抹灰时，金属片外不加钉钢丝网，金属片边缘应卷边如图中虚线所示。

1 外墙伸缩、沉降缝



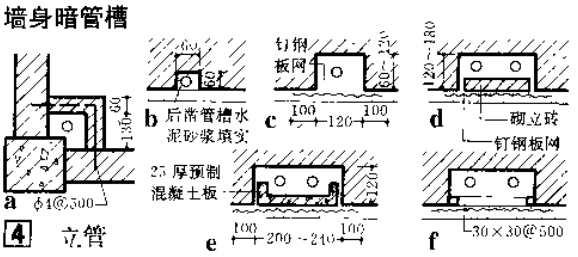
2 内墙伸缩、沉降缝



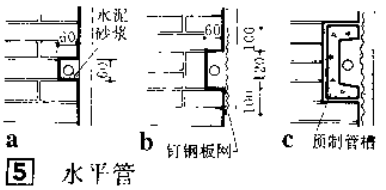
3 抗震缝

注：a、b、c、d 为外墙抗震缝，e、f 为内墙防震缝。

墙身暗管槽

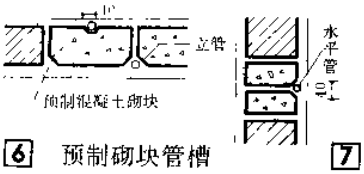


4 立管

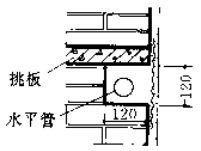


注：①后满管槽应注意不影响墙身的整体性。②管槽内有保温要求时可在管槽内填沥青矿渣棉等保温材料。

5 水平管

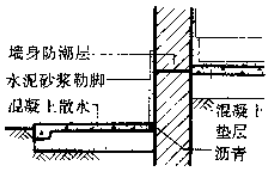


6 预制砌块管槽

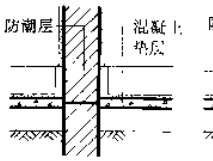


7 预制挑板管槽

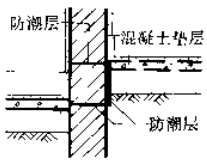
墙身防潮层



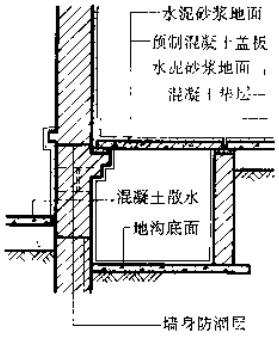
8 外墙防潮层



9 内墙防潮层



10 内墙防潮层



11 有地沟处外墙防潮层

注：①墙身防潮层一般高出室外地面 100 以上，并低于室内地面一皮砖，应在地面混凝土垫层高度内。垫层若为松散或易潮材料时，防潮层位置与室内地面平。室铺木地板墙身防潮层位置见楼地面部分。

②沿倾斜或台阶状室内地面的墙身，不同标高的防潮层应以垂直防潮层连接成台阶式防潮层。

③墙身防潮层做法选用：

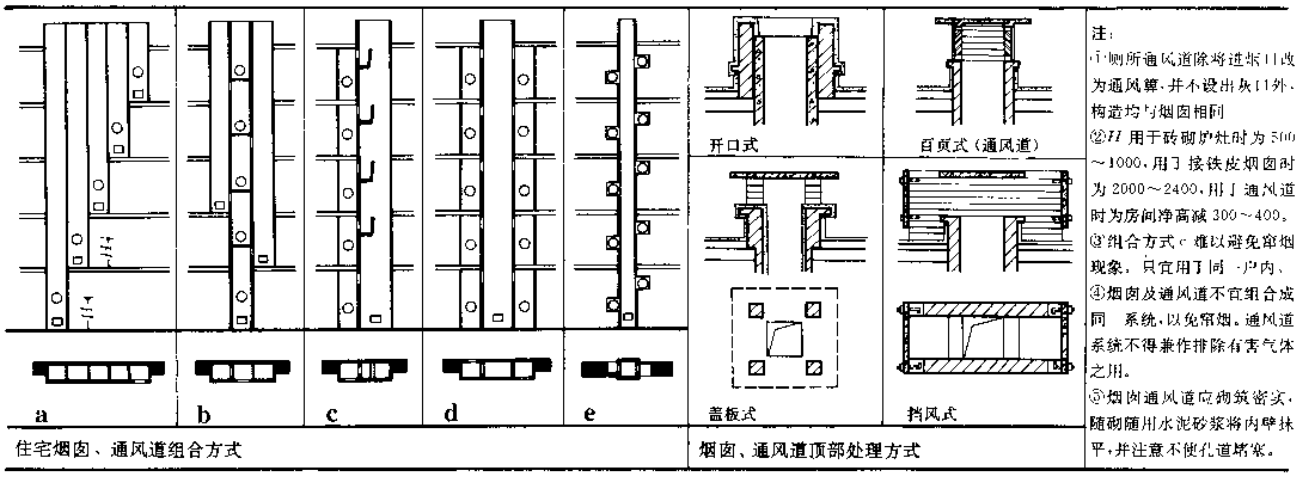
a. 1：2 水泥砂浆加入适量的（约 3～5%）防水剂，厚度 20（防潮层内配有钢筋时为 30）。

b. 干铺油毡一层，搭接长度≥100，沥青粘接。

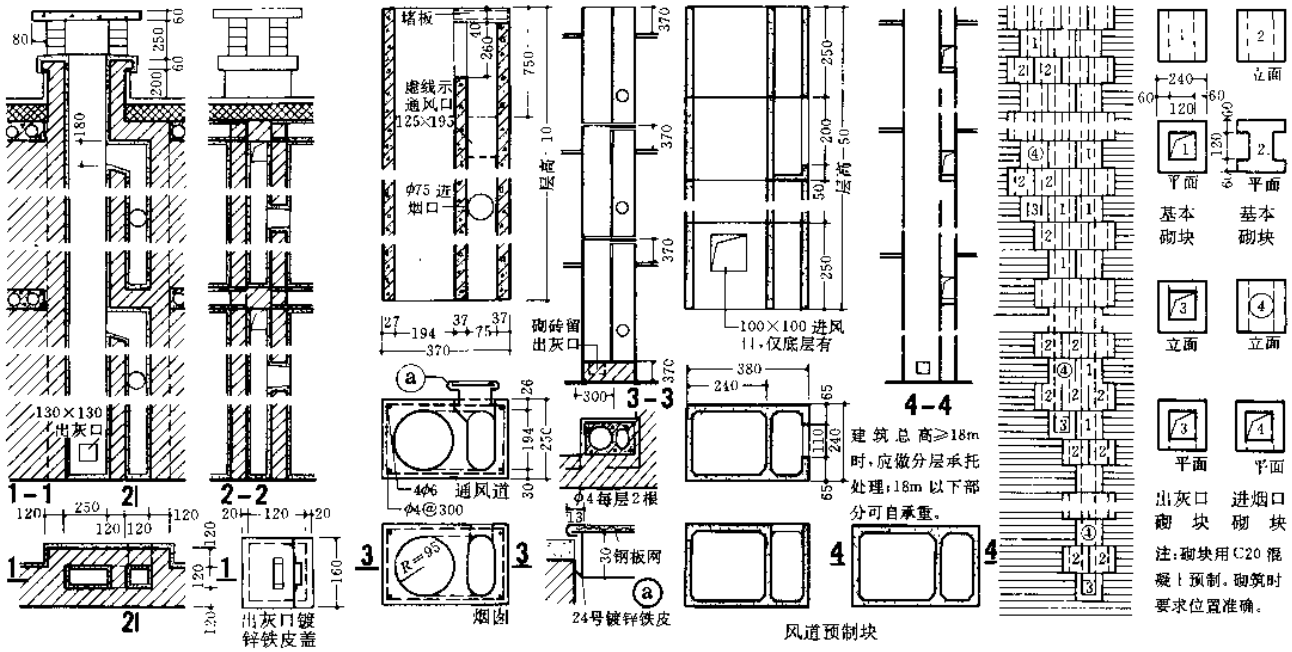
c. 一毡二油，热沥青粘贴，搭接长度≥100。

（b、c 不宜用于有强烈振动的厂房和防震建筑）

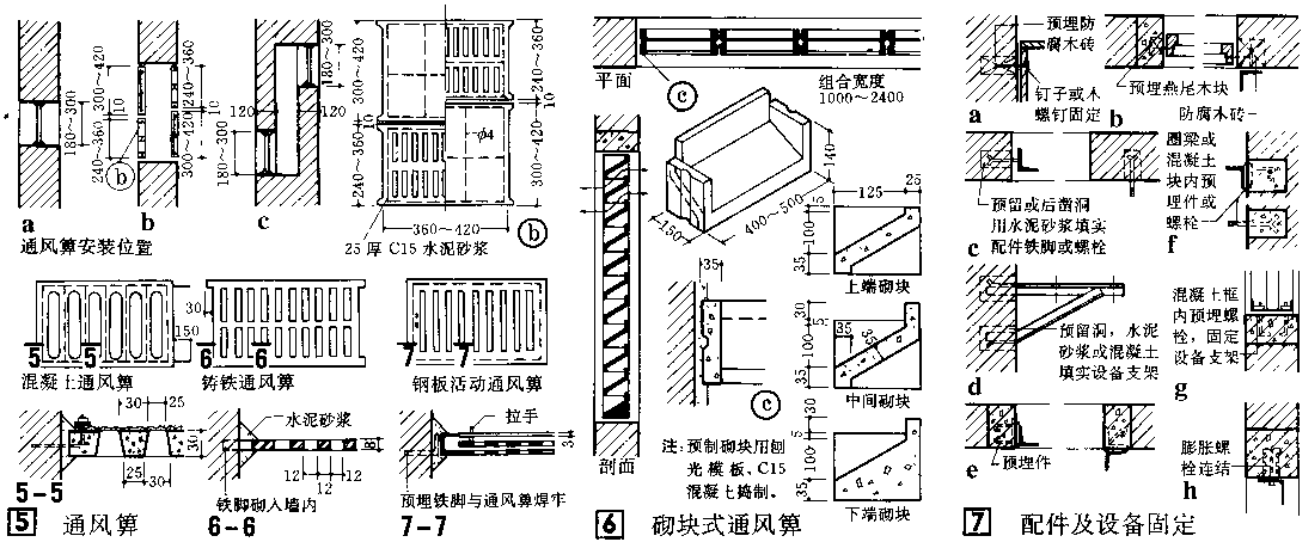
④室内地面以下墙身在防潮层位置如为钢筋混凝土圈梁、基础梁时，可不设墙身防潮层。



注：
①侧所通风道除将进风口改为通风箅，并不设出灰口外，构造均与烟囱相同
②H 用于砖砌炉灶时为 500～1000，用于接铁皮烟囱时为 2000～2400，用于通风道时为房间净高减 300～400。
③组合方式 c 难以避免窜烟现象，只宜用于同一户内。
④烟囱及通风道不宜组合成同一系统，以免窜烟。通风道系统不得兼作排除有害气体之用。
⑤烟囱通风道应砌筑密实，随砌随用水泥砂浆将内壁抹平，并注意不使孔道堵塞。

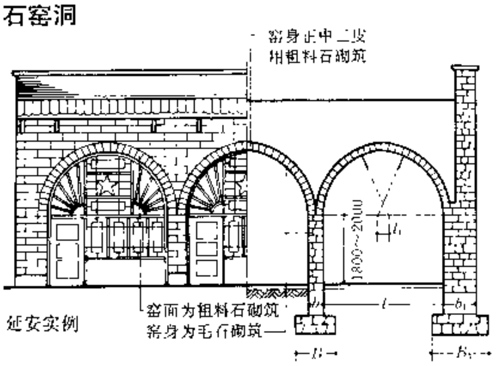


1 砖烟囱　2 混凝土烟囱、通风道　3 水泥砂浆风道　4 预制砌块烟囱



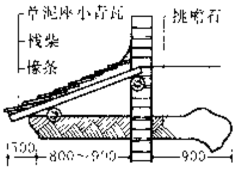
5 通风箅　6 砌块式通风箅　7 配件及设备固定

石窑洞

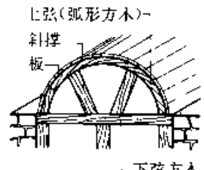


石窑洞尺寸表

l	3300~4000
l_1	[illegible]
b	700~900
b_1	[illegible]~1100
B	1100~1500
B_1	1600~2000

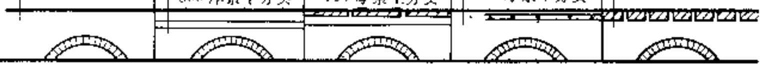


挑檐做法

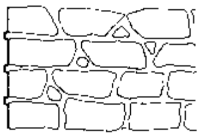


窑顶支模

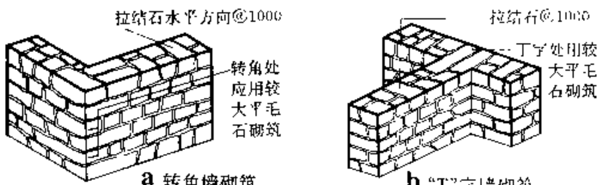
窑顶处理				
素土分层夯实（厚度≥1m）	200 厚素土碾压十格 300 厚灰土 500 厚素土夯实	500×500×50 石板，沥青麻丝嵌缝 300 厚红胶土 700 厚素土夯实	20 厚水泥砂浆按开间分格 60 厚 C15 混凝土 400 厚素土夯实	平铺砖石灰砂子扫缝 1000 厚素土夯实



毛石墙

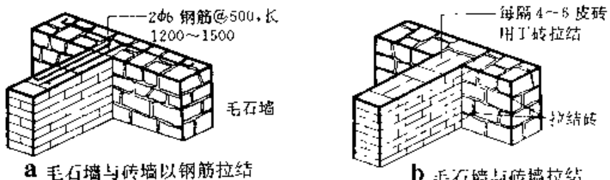


毛石墙由石灰岩、砂岩、成层岩等形状不规则，但大致有两个平行面的石块铺浆法砌筑而成。施工要求分层卧砌，上下错缝、内外搭砌，必要时应设拉结石。窗间墙宽≥1000。转角墙最小宽度≥600，墙垛凸出墙面应≥150。檩条、搁栅可直接放在墙上，支承长度为2/3墙厚。大梁和屋架支座应设垫块。烟囱设在石灰石墙内，应用砖砌衬壁，所有孔洞应预留。



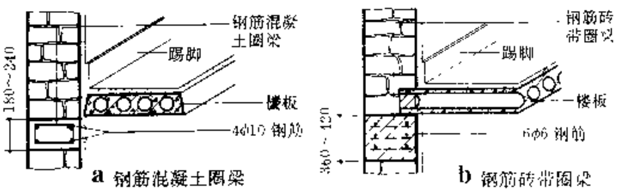
a 转角墙砌筑　b "T"字墙砌筑

1 承重墙的砌筑



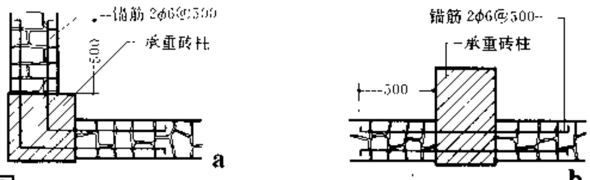
a 毛石墙与砖墙以钢筋拉结　b 毛石墙与砖墙拉结

2 承重墙体拉结

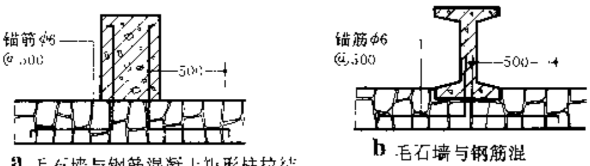


a 钢筋混凝土圈梁　b 钢筋砖带圈梁

3 圈梁

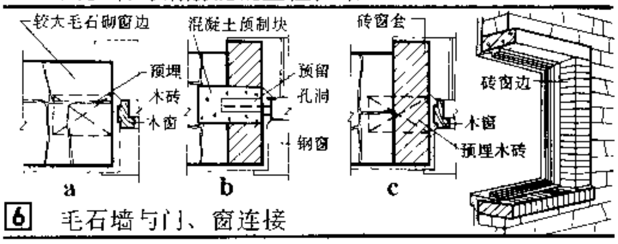


4 围护墙与砖柱拉结

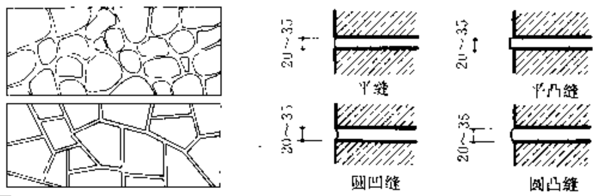


a 毛石墙与钢筋混凝土矩形柱拉结　b 毛石墙与钢筋混凝土工字柱拉结

5 围护墙与钢筋混凝土柱拉结

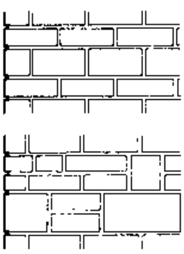


6 毛石墙与门、窗连接



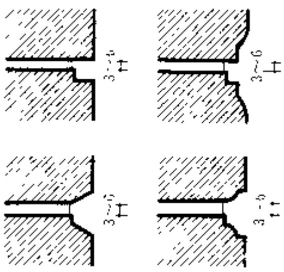
7 毛石墙勾缝

料石墙

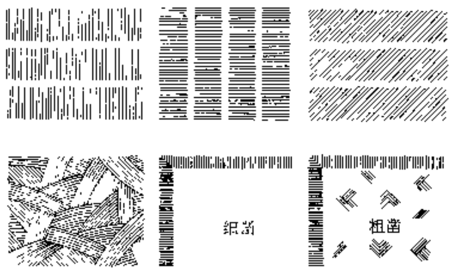


料石按加工程度不同可分：细料石、半细料石、粗料石和毛料石。其厚度≥200，长度为厚度1.5~3倍。为加强墙体的整体性可设钢筋混凝土圈梁。条石可用做勒脚、出檐、压檐、压顶、台阶、门窗过梁、窗台板等。当其用作窗台板时，两端应伸入墙身≥100。

料石用铺浆法砌筑，砌筑时应互相搭砌。



8 料石墙砌缝



9 料石墙表面纹样

砌块一般为天然石料或以水泥、硅酸盐、煤矸石、无熟料水泥以及煤灰、石灰、石膏等胶结料，与砂石、煤渣、天然轻骨料等骨料，经原料处理、加压或冲击、振动成型，再以干或湿热养护而制成的砌墙块材。由于不须进窑焙烧，故单块体积较砖大。其规格介于砖和大型墙板之间。施工时可采用简单机具吊装和砌筑，生产简单；砌筑效率较高；且整体刚度和抗震性能较好。

设计时应综合解决材料、规格、排列、构造和施工等问题。

砌块分类

表1

按材料分类	按品种分类	按重量分类		
		类型	砌块重量(N)	施工机具
混凝土砌块	微孔砌块	小型	<250	人工搬运、砌筑
	空心砌块			
轻骨料混凝土砌块	轻质砌块	中型	250～3500	少先吊、台灵架、扒杆
硅酸盐砌块	密实砌块			
烧结粘土砖砌块		大型	>3500	红旗塔吊、履带吊
加气混凝土砌块				

几种砌块

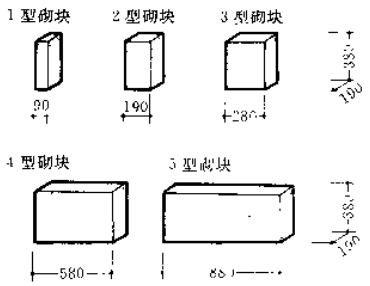
表2

分类								
	1 条石砌块	2 连砂石砌块	3 小型混凝土空心砌块	4 中型混凝土空心砌块	5 煤矸石空心砌块	6 蒸压加气混凝土砌块	7 粉煤灰硅酸盐砌块	8 石膏砌块
材料	人工开采、加工天然花岗石	以水泥、石灰为胶结料、天然连砂石（含砂40%左右）为骨料	C－15细石混凝土配合比经计算与实验确定	C－20细石混凝土配合比经计算与实验确定	以煤矸石无熟料水泥作胶结料、自然煤矸石为骨料	以水泥-矿渣-砂或水泥-石灰-砂或水泥-石灰-粉煤灰为基本原料，以铝粉为发气剂	以粉煤灰、石膏、石灰和炉渣等骨料为主要原料	以熟石膏为主要原料
强度	约MU100～400	MU2.5～10	MU3.5～10	MU5～10	MU7.5～20	MU3.0～5	MU10～15	MU5
规格	180×280×180 180×280×380 180×280×580 180×280×780 180×280×980	175×185×91 175×185×181 175×185×280 175×185×380	190×190×90 190×190×190 190×190×290 190×190×390	180×845×590 180×845×780 180×845×990 180×845×1880	200×880×485 200×880×570 200×880×770 200×880×970 200×880×1170	厚：100、150、200、250 高：200、250、300 长：600 各种规格可订制	200×380×380 200×380×480 200×380×580 200×380×880 200×380×1180	厚：60～100 高：500 长：666
最大块重量	1230N	510N	180N	2950N	3010N	188N	1590N	300N
适用情况	适用于三层以下的民用建筑物和单层厂房	五层以下住宅	《国家抗震设计规范》GBJ11－80规定砌体房屋总高度和层数限值如下： 限值＼烈度：6、7、8、9 3 层数：七、六、五、不宜采用 3 总高(m)：21、18、15 4 层数：六、五、三 4 总高(m)：18、15、9 外墙应抹灰、以免缝隙渗水		地震烈度为7度及7度以下的地区，多层房屋的总高度应≤16m 须做外饰面，但要注意防裂、防冻、防空鼓、防脱落	MU－3砌块建筑总高≤10m，MU－5砌块建筑高度≤16m 不得用于基础、长期浸水、高温高湿和化学浸蚀等环境 外墙抹灰宜用水刷石或1：4水泥砂浆，要注意防冻、防空鼓脱落	地震烈度7度地区多层房屋总高限值为15m（五层）、6度区为18m（六层） 不宜用于具有酸性侵蚀介质及经常处于高温影响下的建筑物。外墙饰面宜用水刷石等	非承重的隔墙。不得用于浴厕等用水房间及炉灶部位

中型硅酸盐砌块规格及组砌示意

规格设计：应综合考虑建筑模数、生产工艺、吊装砌筑能力、墙体强度、稳定性、热工性能等因素。力求对不同类型建筑有较好的适应性并尽量减少规格；砌体规格应与门窗、楼板及构配件等尺度相协调；块体尺寸便于纵横互换砌筑，适当调整砌缝宽度或少量嵌入其他材料有利于减少规格。

排列设计：要求整齐有规律性，尽量减少通缝，砌筑牢固，多用大规格的块体，使其中一、二种大规格的主块占砌块总数的70%以上。



砌块规格

用料及配合比：粉煤灰 5300～5800N/m³
石灰 1500～1600N/m³
磷石膏 350N/m³
煤渣 9600N/m³

注：

①在工程使用中各类砌块占砌块总体积：

1型 5%　2型 8%

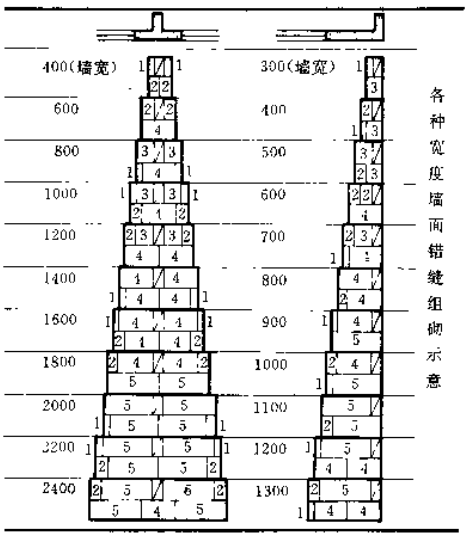
3型 7%　4型 15%

5型 65%

②1～3型横竖可砌，灰缝横砌时厚10

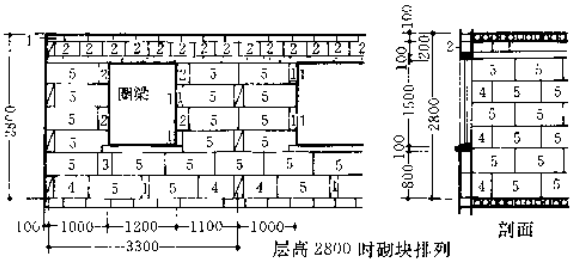
③砌块排列考虑与现行构配件相适应。

④本图根据中国建筑西南设计院资料整理。

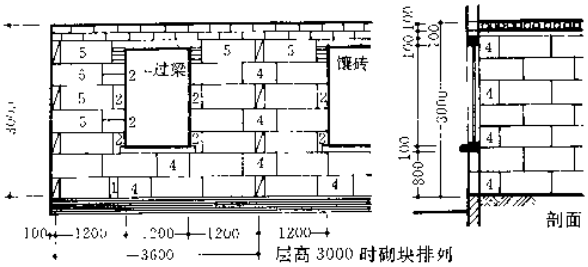


各种宽度墙面错缝组砌示意

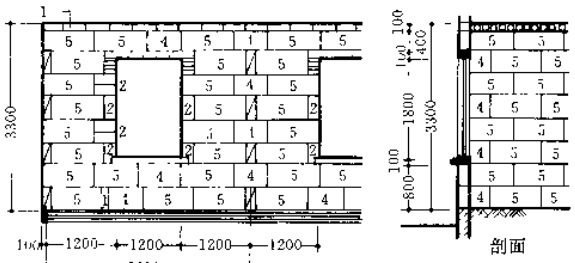
中型硅酸盐砌块砌体排列实例（四川）



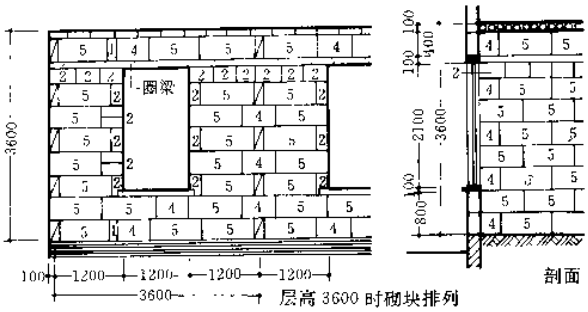
层高 2800 时砌块排列



层高 3000 时砌块排列



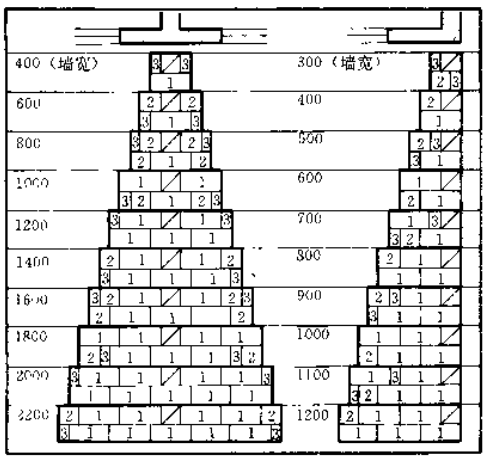
层高 3300 时砌块排列



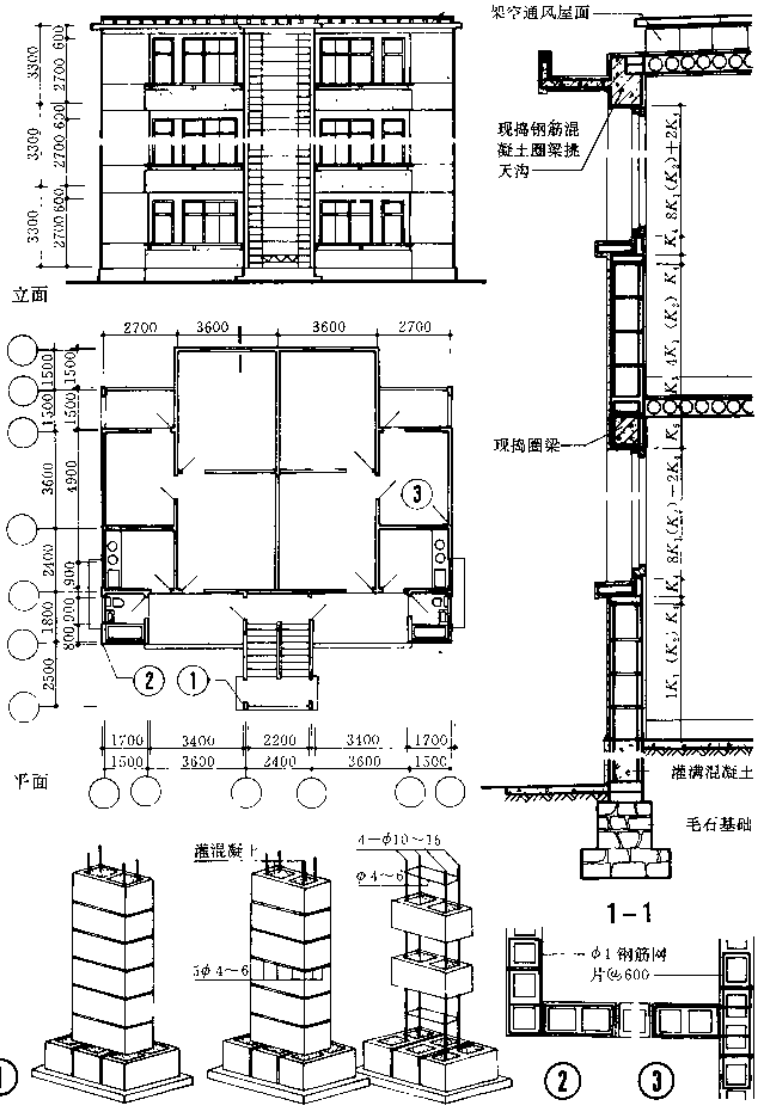
层高 3600 时砌块排列

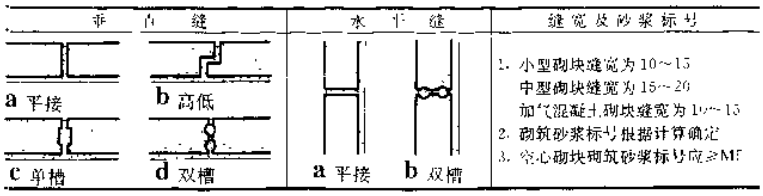
小型混凝土空心砌块实例（湘西）

编号	外形尺寸（长×宽×高）	块形示意	空洞率（%）	单块重（N）	生产比例
K_1	390×190×190		49.05	172.2	按块计 54～59%
K_2	190×190×190		46.72	93.4	18～21%
K_3	190×90×190		30.40	61.3	6～8%
K_4	190×90×60		0	24.6	15～19%
K_5	390×190×190		—	127.2	—

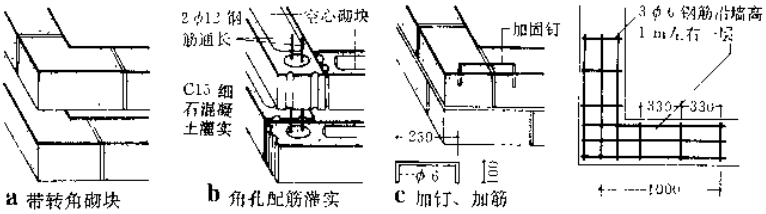


各种宽度墙面砌块的错缝排列

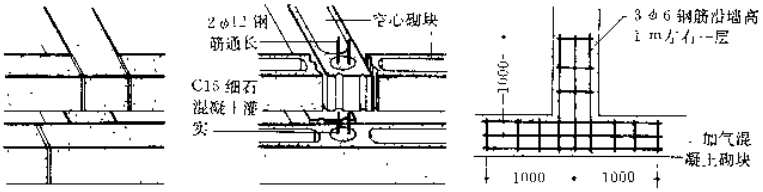




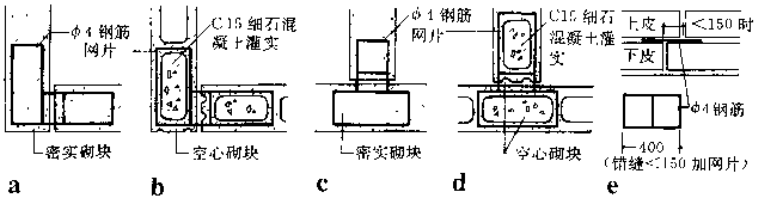
1 砌筑缝



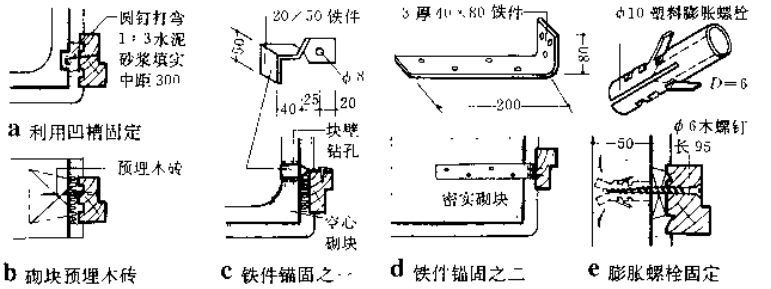
2 转角搭砌



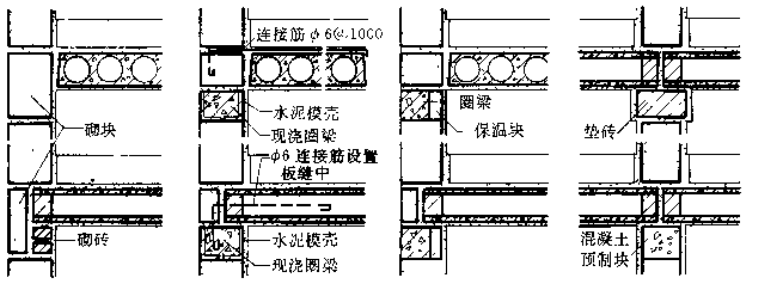
3 内外墙搭砌



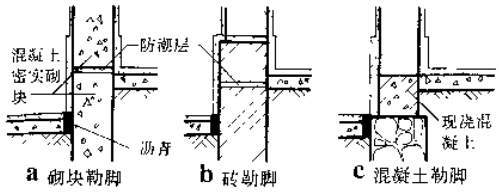
4 通缝处理



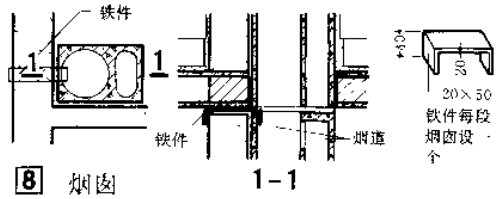
5 门窗固定



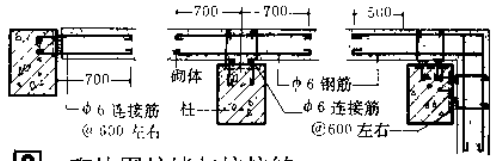
6 楼板连结



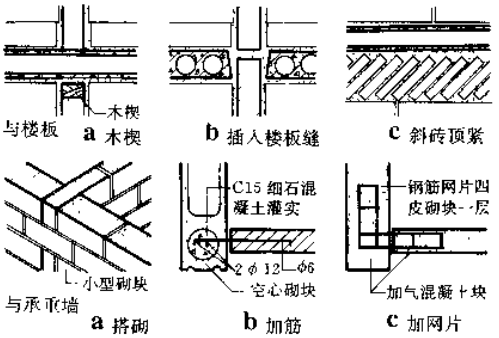
7 勒脚



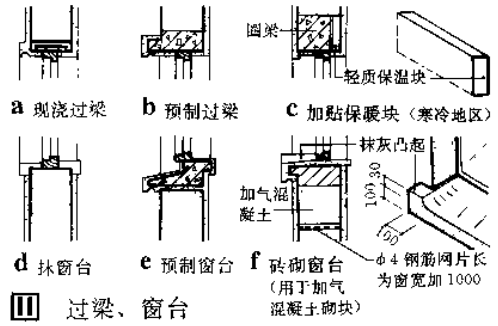
8 烟囱



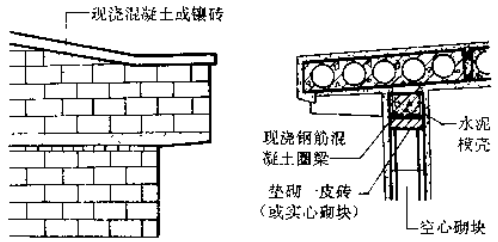
9 砌块围护墙与柱拉结



10 隔墙连结



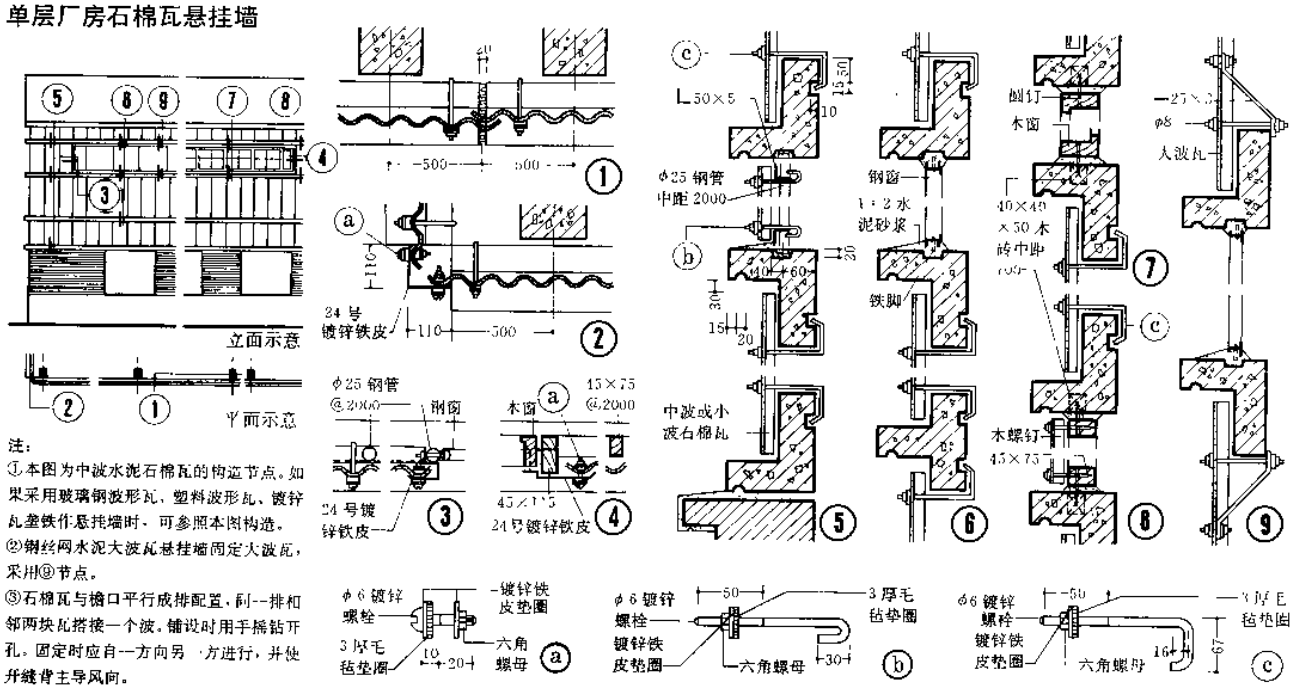
11 过梁、窗台



山墙局部的砌块排列　　檐口构造

12 山墙、檐口

单层厂房石棉瓦悬挂墙



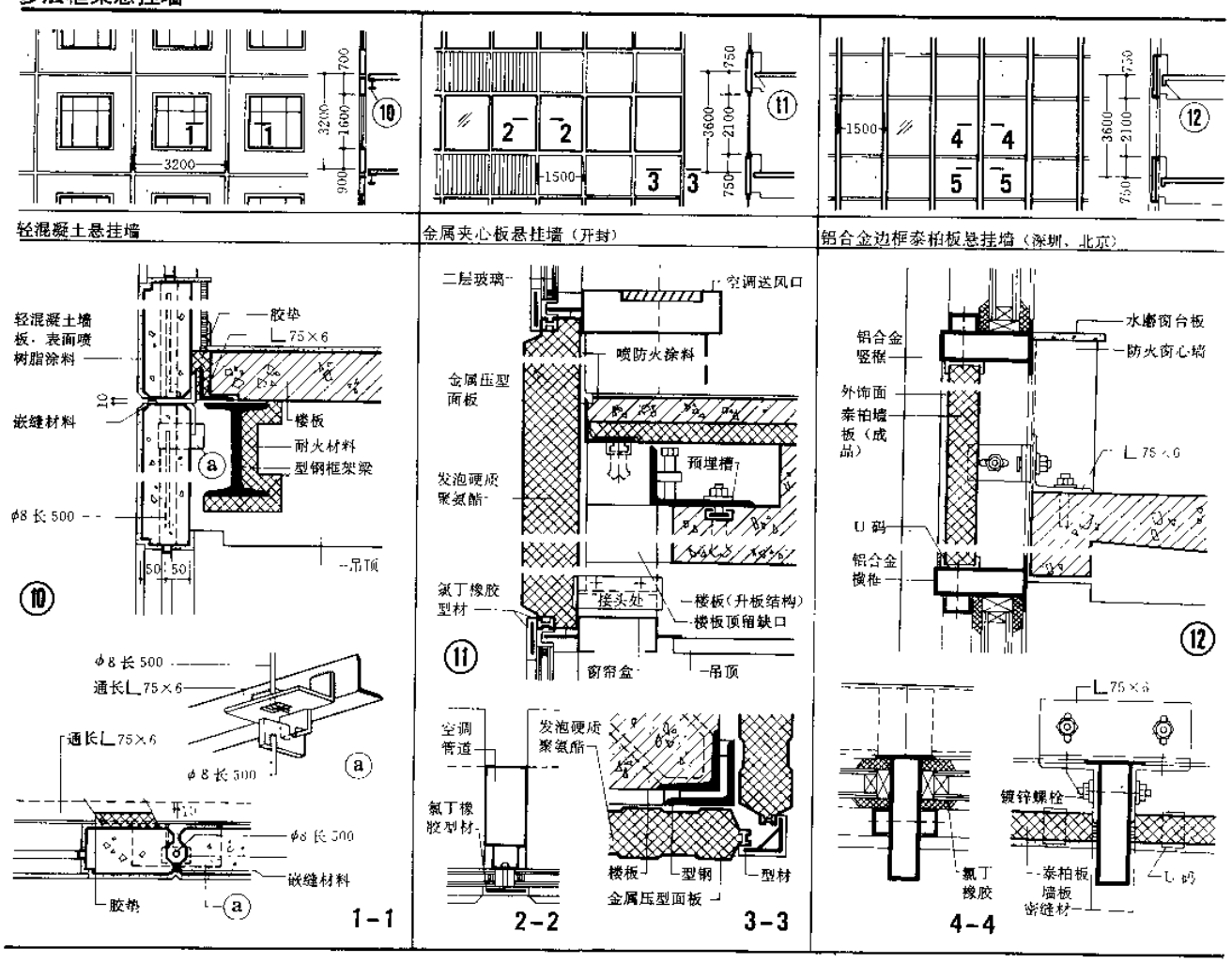
注：

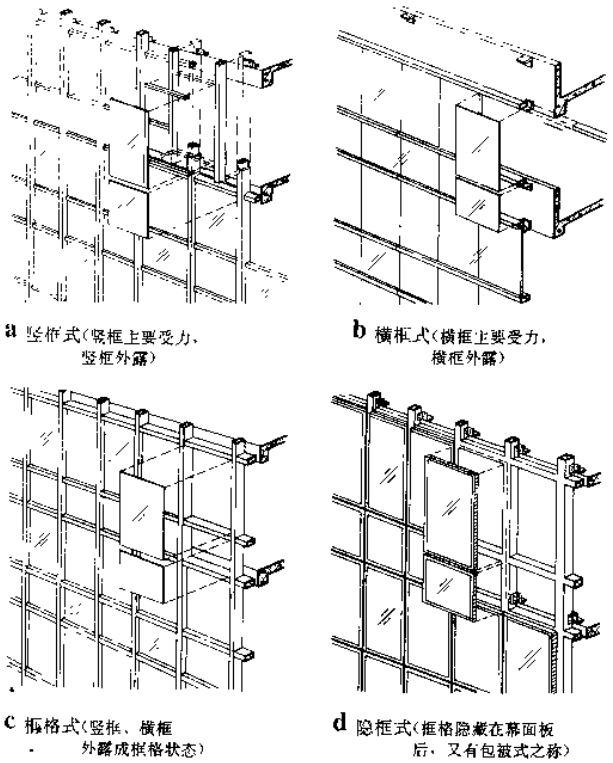
①本图为中波水泥石棉瓦的构造节点。如果采用玻璃钢波形瓦、塑料波形瓦、镀锌瓦垄铁作悬挂墙时，可参照本图构造。

②钢丝网水泥大波瓦悬挂墙固定大波瓦，采用③节点。

③石棉瓦与檐口平行成排配置，同一排相邻两块瓦搭接一个波。铺设时用手摇钻开孔。固定时应自一方向另一方进行，并使开缝背主导风向。

多层框架悬挂墙





a 竖框式(竖框主要受力，竖框外露)

b 横框式(横框主要受力，横框外露)

c 框格式(竖框、横框外露成框格状态)

d 隐框式(框格隐藏在幕面板后，又有包被式之称)

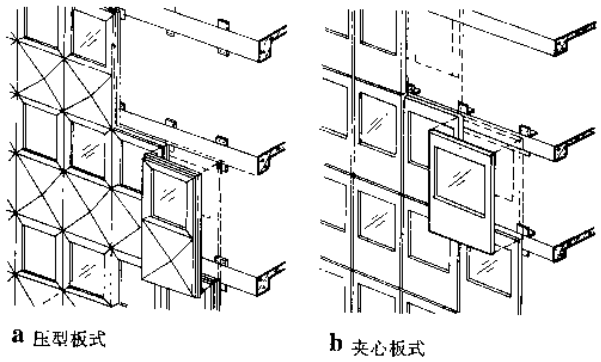
1 框格式幕墙

幕墙 悬挂于主体结构上的轻质外围护墙。

幕墙类型：按幕面材料分有玻璃、金属、轻质混凝土幕墙等；按构造分有框格式和墙板式幕墙；按施工和安装方法又可分为元件式和单元式幕墙。(其中非玻璃幕墙见[9]，玻璃幕墙见[10]～[19])。

框格式幕墙由框格骨架和嵌板组成，按其外观又有竖框式、横框式、框格式和隐框式之分。

墙板式幕墙即为单一板材构成墙板悬挂在主体结构上，它又可分为压型板式和夹心板式两种。

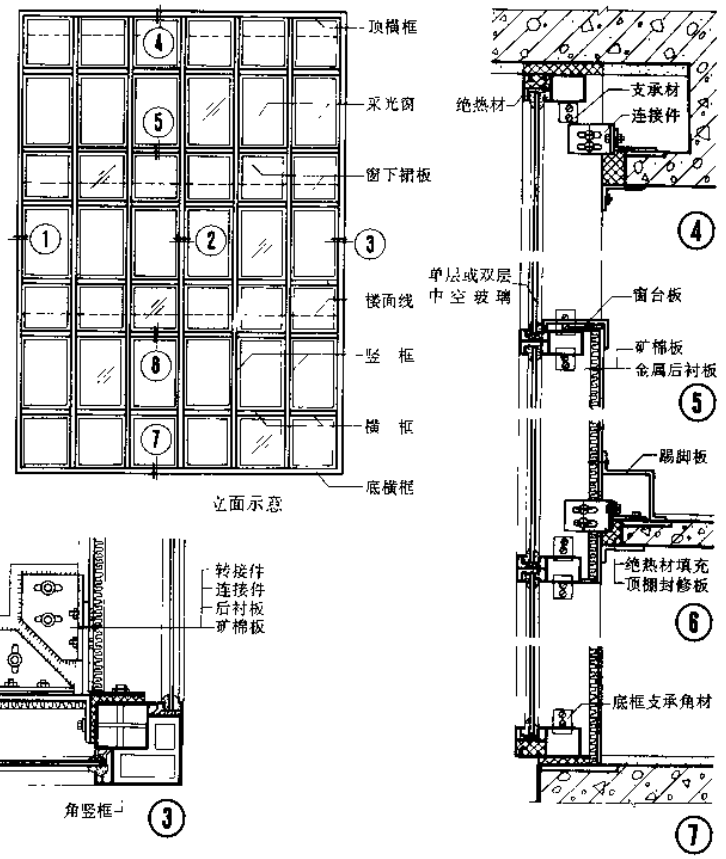


a 压型板式

b 夹心板式

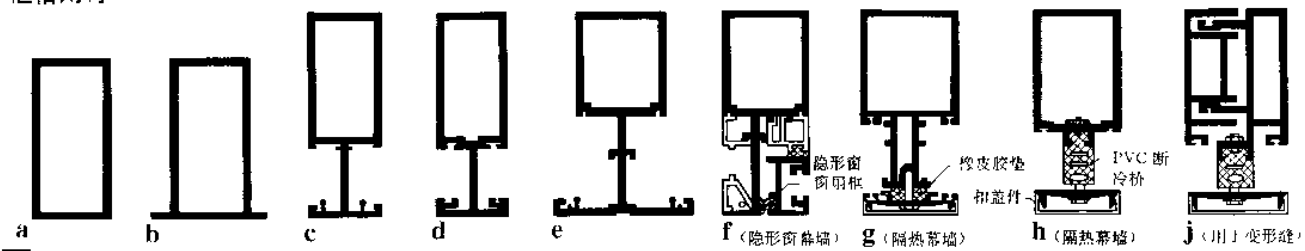
2 墙板式幕墙

玻璃幕墙的组成 一般由金属框格、玻璃、连接固定件、装修件、密缝材五个部分组成。金属框格有竖框、横框之分，起骨架和传递荷载作用。玻璃有单层、双层、双层中空和多层中空玻璃，起采光、通风、隔热、保温等围护作用。连固件有预埋件、转接件、连接件、支承用材等，在幕墙与主体结构之间以及幕墙元件与元件之间起连接固定作用。装修件包括后衬板(墙)、扣盖件以及窗台、楼地面、踢脚、顶棚等构部件，起密闭、装修、防护等作用。密缝材有密封膏、密封带、压缩密封件等等，起密闭、防水、防火、保温、绝热等作用。此外，还有窗台板、压顶板、泛水、防结凝、变形缝等专用件。

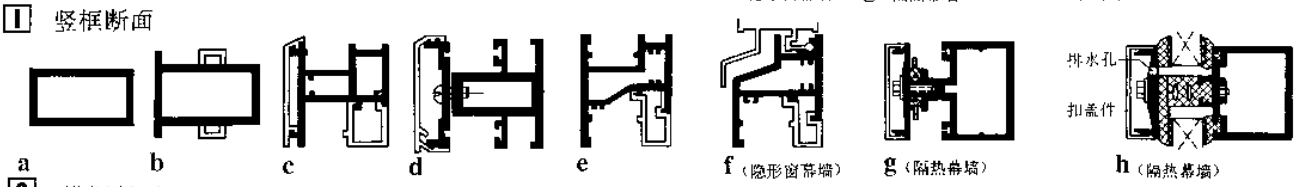


3 玻璃幕墙构造组成

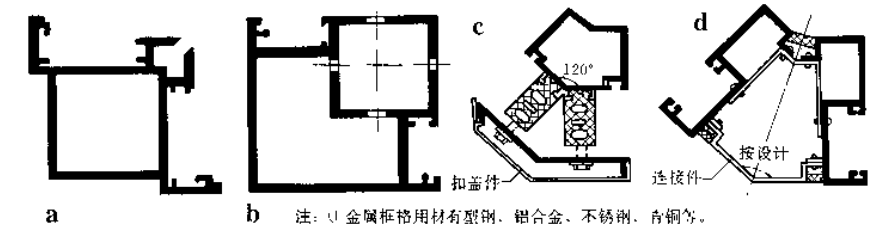
框格用材



1 竖框断面

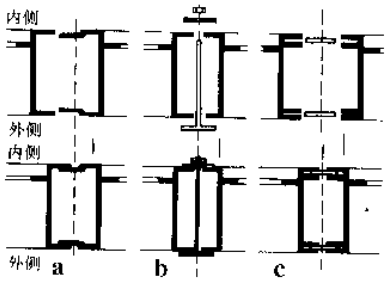


2 横框断面



3 转角竖框断面

注：①金属框格用材有型钢、铝合金、不锈钢、青铜等。
②金属框格按装饰需要在生产中可处理成金色、银色、茶色、古铜色等，或本色框格外加扣盖件装饰表面，扣盖件颜色同前。



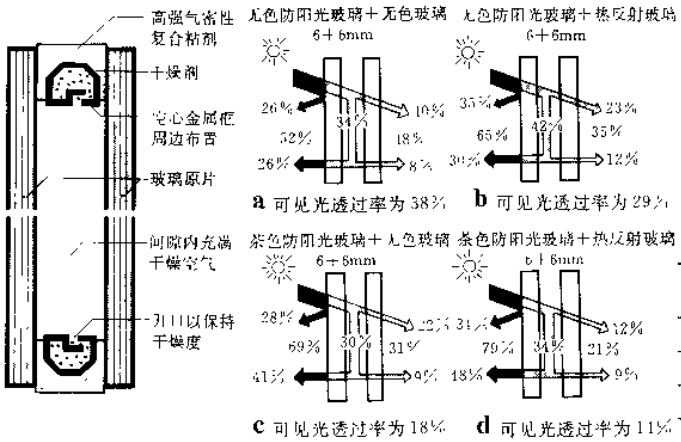
4 组合框断面

玻　璃

注：①中空玻璃即为双层或多层玻璃原片，与边框经胶接、焊接、熔结而制成中间带空隙的玻璃，具备有优良的保温、隔热、隔声、防结露性能。
②玻璃原片按颜色分有：无色、茶、蓝，灰、紫色、金、银色等；按光学热工性能分有无色、彩色，吸热、热反射玻璃（镜面玻璃）和光化学玻璃；按强度和安全需要还可处理成夹丝玻璃、夹层、钢化玻璃。
③中空玻璃尺寸规格：最小180×350，最大可达15～18m²；常用厚度有3、4、5、6、8、10、12；间隙宽度为6、9、12、24。
④中空玻璃性能详见表1及6。如双层热反射中空玻璃，绝热性能优于240砖墙。
⑤中空玻璃原片厚度和最大使用规格选择可参考表2及6，或由结构计算确定。

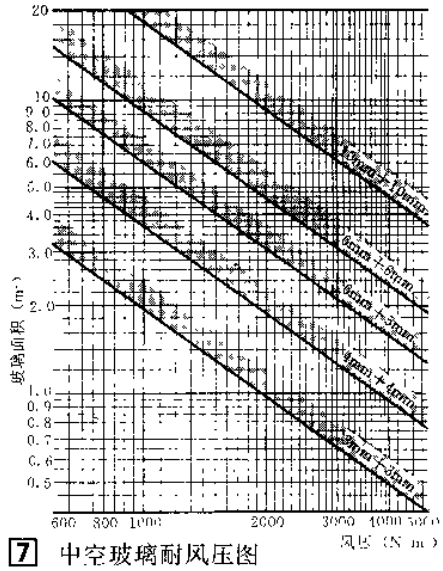
中空玻璃性能比较　表1

名　称	厚　度	热传导系数U (W/m²℃)	降低噪声 (dB)	
单层玻璃	6	5.9	30	
普通双层玻璃	6+12+6	3.4	39～44	
双层玻璃和涂层	6+12+6	1.9	—	
热反射中空玻璃	6+12+6	1.8		
混凝土墙	150	3.3	48	
砖　墙	240	2.8	50	



5 中空玻璃结构

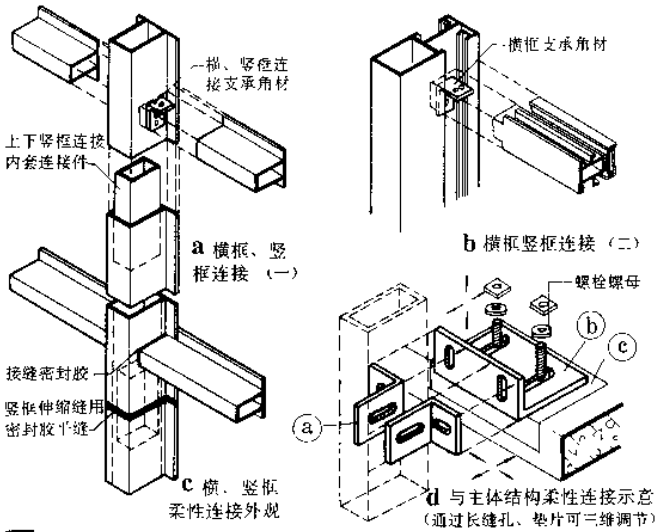
6 常用中空玻璃光学性能指标

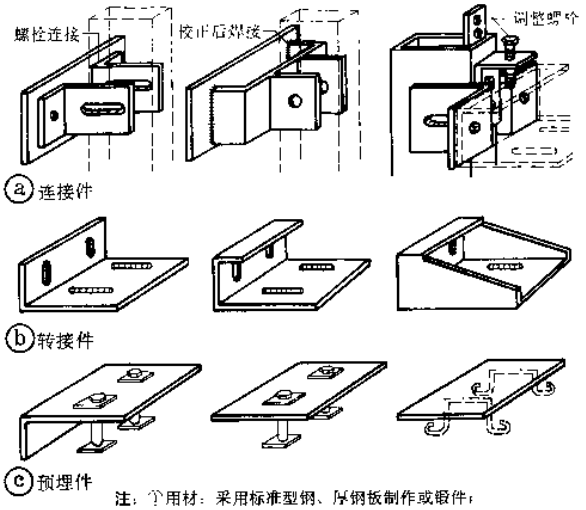


7 中空玻璃耐风压图

单层玻璃四边固定时耐风压最大面积参考值（cm×cm）表2

玻璃厚度 (mm)	风压 (N/m²) 1000	2000	风压 (N/m²) 1000	2000
3	81×81	57×57	62×62	43×43
5	123×123	87×87	95×95	68×68
6	143×143	101×101	111×111	78×78
7	160×160	113×113	124×124	88×88
8	182×182	128×128	141×141	100×100





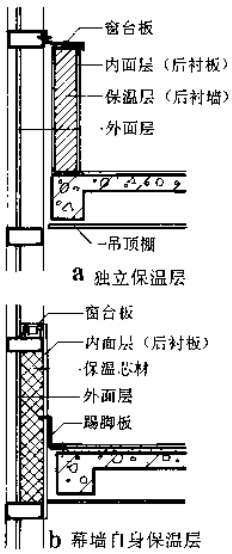
注：①用材：采用标准型钢、厚钢板制作或锻件；
②表面防护：连接固定件一定要作防锈蚀和防电流腐蚀处理；
③强度：连接固定件应进行强度复核换算。

1 连接固定件与柔性连接

装饰材料 表1

形式	特征	厚度	用材说明
	平板	3～6	用于外面层，有平板玻璃夹丝、钢化玻璃，塑料、金属板等。用于内面层有石膏板、铝板、镀锌钢板
	平板后加附框	2～6 1～2	铝板表面阳极氧化或搪瓷，钢板表面镀锌、搪瓷或刷涂层
	铸造板	3～10	装饰性铸造嵌板，表面阳极氧化或搪瓷
	连锁式断面（搭接式）	2～3 0.8～1.5	铝材：挤出型断面表面阳极氧化或搪瓷。 不锈钢冷轧板面涂防锈漆
	槽形波形	0.8～3 0.8～1.2 1～2	铝材：表面阳极氧化或搪瓷不锈钢冷轧板面涂防锈漆。 玻璃纤维或加强聚脂板

2 装饰材料——后衬板（墙）保温材料

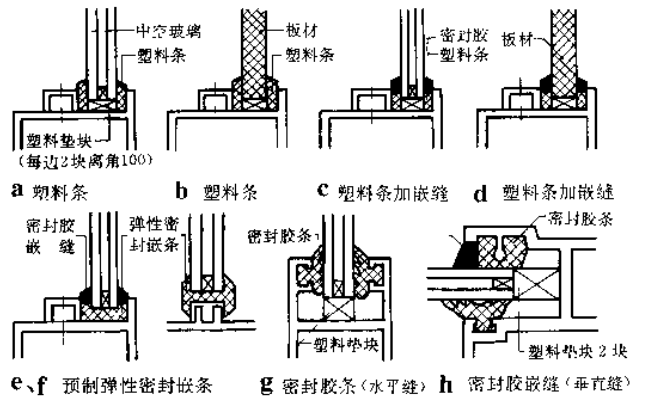


3 幕墙保温层示意

几种常用保温墙、保温芯材性能 表2

名称	传热系数 (cal/m²·h·℃)	容重 (kg/m³)	耐火性	说明
100厚混凝土墙	3.00		不燃	
120～240厚砖墙	1.12～1.79		不燃	
纸蜂窝刚性芯板	2.18～2.62	12.2～34.2		
铝芯材	2.18～2.67	9.76～19.5	不燃	
泡沫塑料	0.58～1.21	7.8～11.2		
泡沫玻璃	1.84	43.9	不燃	
纤维保温板，岩棉、玻璃棉板，矿棉板	0.97～1.94	7.32	不燃	

注：装饰材还有扣盖件、密闭装修件等。



4 密缝材料

密缝材料 表3

名称	类型	特征	材料	应用部位
密封胶（膏）	普通	变形±5%	干油性、沥青、聚丁烯等	门窗嵌缝
	中级	变形±5%～12%	丁基橡胶、氯丁橡胶、丁苯橡胶、丙烯酸类、氯磺化聚乙烯等	装配玻璃及中等尺寸密缝
	高级	变形±25%以上	聚硫橡胶、聚氨酯和硅酮胶	中空玻璃及高层建筑密缝
密封带	非回弹型	带厚3.2宽25以上（成卷供货）	以聚丁烯等为基材制成	用于二次密封装配玻璃、中空玻璃等
	半回弹型		以丁基橡胶或聚乙异丁烯为基材，以固化丁基橡胶为基材	用于幕墙和预制构件，也可用于中空玻璃
	回弹型			
压缩密封件		由高弹性材料制成（用于门窗及外墙板密缝）	三元乙丙橡胶、PVC泡沫塑料、氯丁橡胶、丁基橡胶、硅酮橡胶等	

注：其他还有止水带、打底料、背衬材料、隔离带、膨胀防火密封件等。

一、满足强度和刚度要求

玻璃幕墙承受自重和风载。风载是幕墙的主要荷载，高层建筑设计不仅要计算正风力，而且也要考虑负风力（吸力）的影响。幕墙主要受力构件最大容许挠度时的允许荷载应小于强度指标值（N/m^2）。

二、满足温度变形和结构构件变形要求

内外温差和温度变化会对幕墙框架和玻璃产生胀缩变形和温度应力，房屋由于温差、沉降、风力、地震力等因素会引起结构变形和位移。因此，幕墙与房屋结构之间应采取“柔性连接”；幕墙元件与元件之间应采用“柔性接缝”。既要考虑传递荷载、适应变形；又要防止接缝处的渗漏，消除由于变形摩擦产生的噪声；还要求施工尺寸精确，便于校正和调节。此外，当幕墙面积、长度过大时，应设置温度缝或随结构设置沉降缝。

三、满足围护功能要求

幕墙应具有较好的水密性、气密性和防结凝水，具有一定的保温、隔热和隔声能力。选择优质的密缝材料和构造，如采用氯丁橡胶、硅酮结构胶、密封胶等密封及空腔结构，在横框适当位置留出排水孔排除结凝水等；采用优质保温、隔热材料如吸热玻璃、热反射玻璃、双层及多层中空玻璃等等。

四、防止“热桥”产生

金属和玻璃都是低热阻材料，内外温差大时，幕墙设计应注意在金属框格间设绝热材料隔热，以减少能耗。

五、防火

幕墙必须符合防火规范要求。特别是高层建筑，一定要设防火的窗间墙或后衬墙（板）。幕墙和与楼板、内墙的间隙之间必须设防火构造加以隔断。幕墙材料应具有足够的耐火性能。

六、美观、经济、耐久、易维修、便于擦洗

立面分格大小、方向以及玻璃、框格颜色等均要满足适用、经济、美观的要求；合理选择材料和构造形式，充分考虑使用的灵活性和最大限度地减少能耗。同时还要考虑安全、耐久，易于安装，便于清洗、修理和更换。

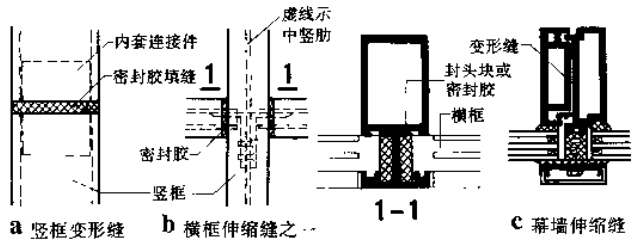
七、满足有关性能指标（见表1）。

八、国产玻璃幕墙常用系列参见表2。

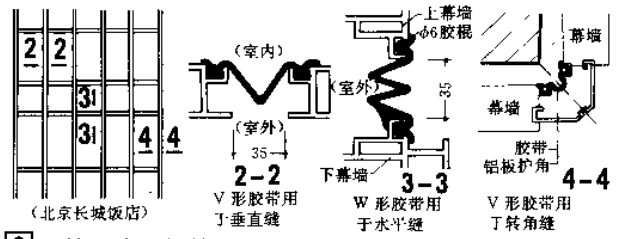
玻璃幕墙主要性能指标意义　　表1

指　标	单　位	说　　明
强　度	kPa/m^2	指外窗关闭状态下主要受力构件最大允许挠度时幕墙的允许风压值
刚　度	mm	主要受力构件在风载作用下最大允许挠度值（$f_{max} \leqslant L/180$）
水密性	kPa/m^2	幕墙在风雨同时作用下，阻止雨水渗透的最大压力值。（开启窗0.1～0.5，固定窗0.5～2.5）
气密性	$m^3/m \cdot h$	幕墙阻止空气渗透的能力，即单位时间内透过单位缝隙长度的空气渗透量。（开启窗0.5～0.6，固定部分0.01～0.5）
保温性	W/m^2K	单位温差作用下，单位时间内通过幕墙单位面积的传热量（0.7～3.3）
隔声性	dB	噪声穿透损耗（应满足20～40dB）
防　火	分	耐火极限时间详防火设计规范规定

注：幕墙的水密、气密、保温、隔声性能及分级指标详见国家玻璃幕墙工程技术规范。



1　元件式玻璃幕墙柔性接缝



2　单元式柔性接缝

当温度波动变化时，幕墙构件长度变化值为下式：

$\Delta L = L \cdot \alpha' \cdot \Delta T$

ΔL ——长度变化值；

L —— 构件长度；

α' —— 材料线膨胀系数见右表；

ΔT ——温度波动幅度

常用建材线膨胀系数　　表3

材　料	线膨胀系数 α'（cm/cm℃）
铝　合　金	$23 \sim 23.5 \times 10^{-6}$
青　　铜	18×10^{-6}
钢或不锈钢	12×10^{-6}
钢筋混凝土	10×10^{-6}
平板玻璃	9.5×10^{-6}
砖　　石	5×10^{-6}

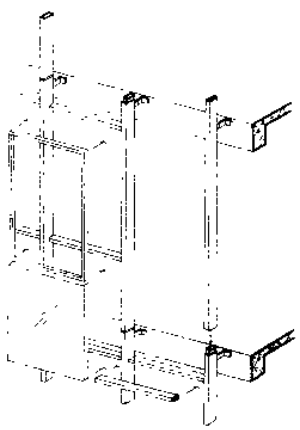
3　膨胀与收缩

国产玻璃幕墙常用系列　　表2

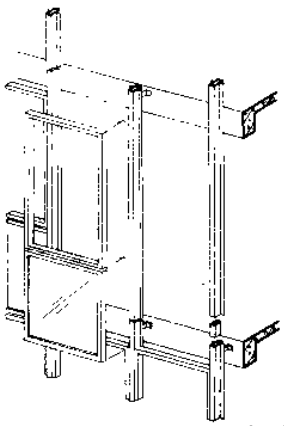
名　　称	竖框断面尺寸（$h \times b$）	特　　点	适用范围
简易通用型幕墙	框格断面尺寸同铝合金门窗	简易、经济、框格通用性强	幕墙高度不大的部位
100系列铝合金玻璃幕墙	100×50	结构构造简单，安装方便，连接支座可采用固定连接	楼层高≤3m，框格宽≤1.2m，使用强度≤2000N/m²，总高50m以下的建筑
120系列铝合金玻璃幕墙	120×50	同100系列	同100系列
140系列铝合金玻璃幕墙	140×50	制作容易，安装维修方便	楼层高≤3.6m，框格宽≤1.2m，使用强度≤2400N/m²，总高80m以下的建筑
150系列铝合金玻璃幕墙	150×50	结构精巧，功能完善，维修方便	楼层高≤3.9m，框格宽≤1.5m，使用强度≤3600N/m²，总高120m以下的建筑
210系列铝合金玻璃幕墙	210×50	属于重型、标准较高的全隔热玻璃幕墙，功能全，但结构构造复杂，造价高。所有外露型材与室内部分用橡胶垫分隔，形成严密的断冷桥	楼层高≤3.2m，框格宽≤1.5m，使用强度≤2500N/m²，总高100m以下建筑的大分格结构的玻璃幕墙

注：①120～210系列幕墙玻璃可设单层或中空玻璃。高层建筑时应进行强度、刚度设计。

②根据设计需要，幕墙上可开设各种窗（如上悬、中悬、内倒、平开、推拉窗）或通风换气窗。但开窗总面积不宜大于25%。

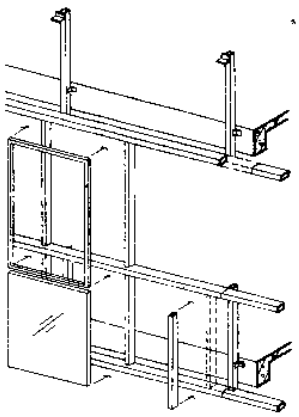


a 玻璃固定在横竖框格上

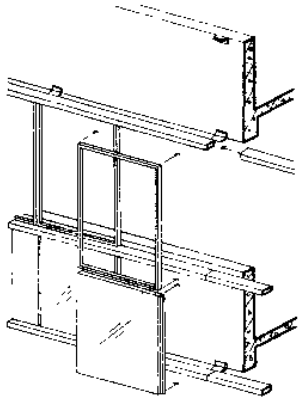


b 玻璃固定在窗框上，窗框固定在竖框上

1 竖框式安装

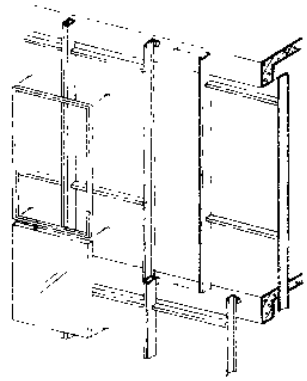


a 横框锚固在楼板连接杆件上

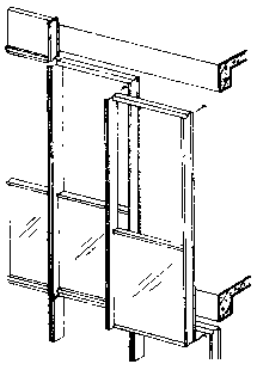


b 横框固定在窗台墙上

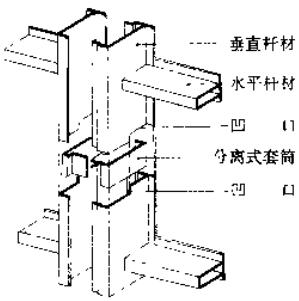
2 横框式安装



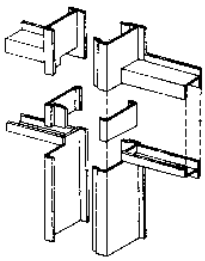
a H形框组合安装示意



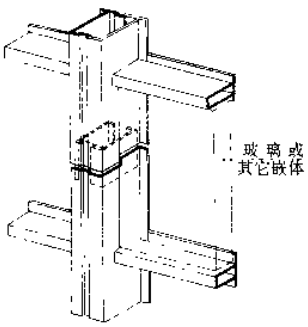
a 闭合框组合安装示意



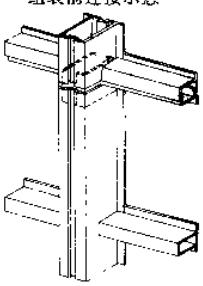
b 组装前连接示意



b 组装前连接示意



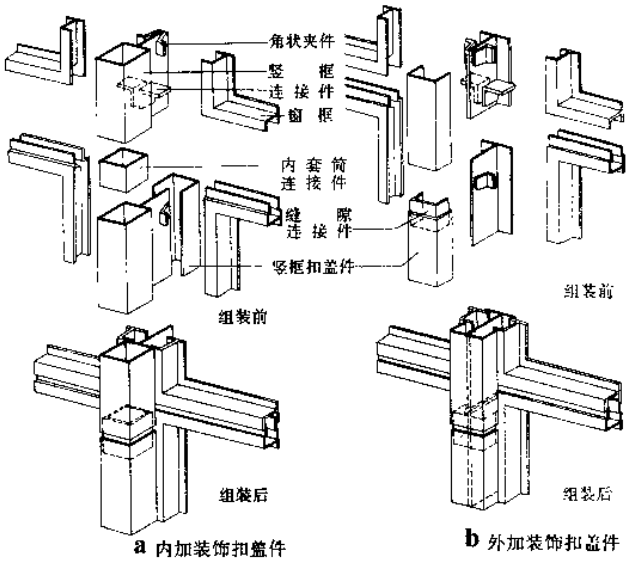
c 组装后连接



c 组装后连接

3 H形预制框组合安装

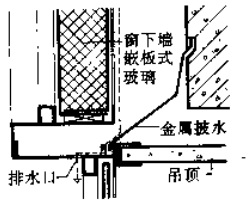
4 闭合框组合安装



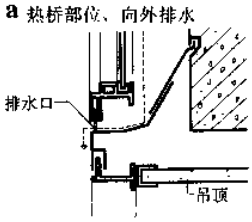
a 内加装饰扣盖件

b 外加装饰扣盖件

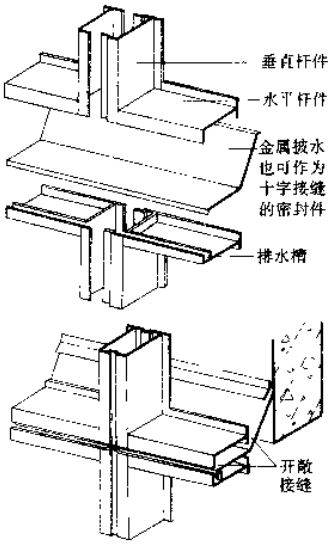
5 竖框与窗框连接



a 热桥部位，向外排水

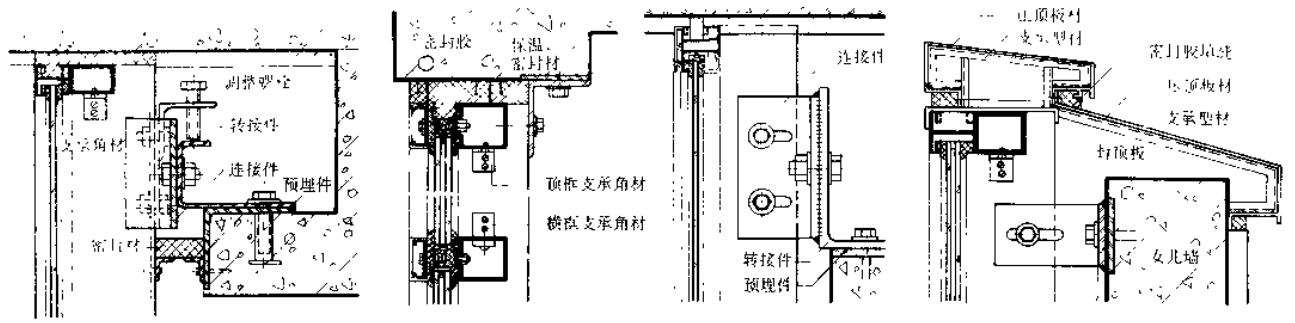


b 披水板和排水口（向外排水）



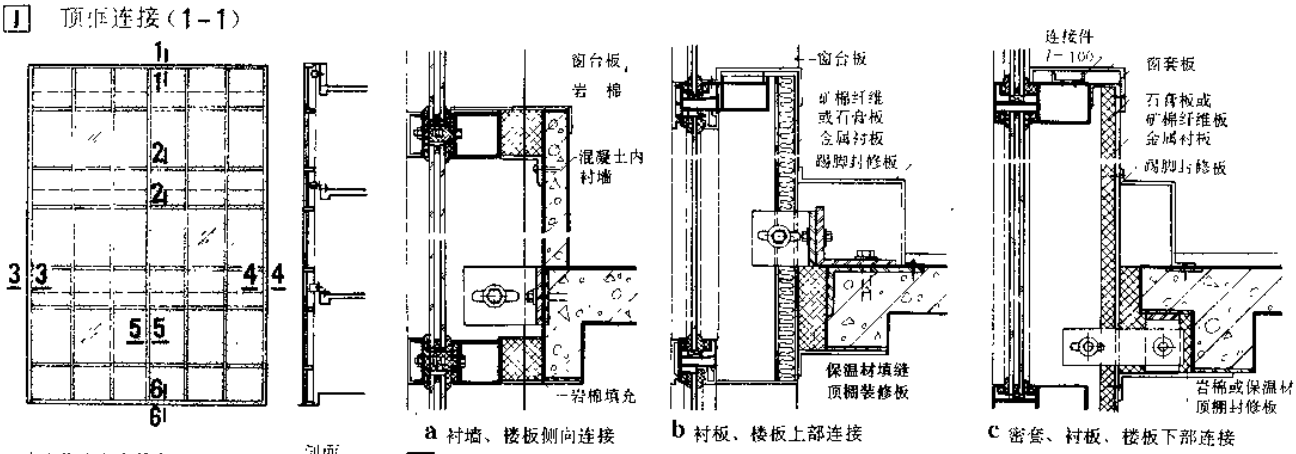
c 闭合框交角处披水与排水示意

6 披水与排水安装示意



a 深檐口双向铰接　b 浅檐口双向铰接　c 深檐口单向铰接　d 带压顶单向铰接

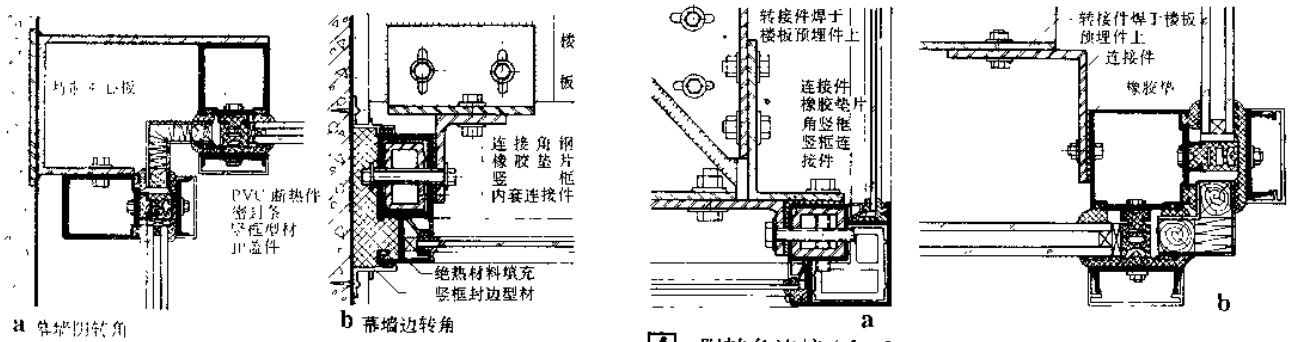
1 顶框连接(1-1)



玻璃幕墙立面示意　剖面

a 衬墙、楼板侧向连接　b 衬板、楼板上部连接　c 窗套、衬板、楼板下部连接

2 窗台、楼板连接节点(2-2)

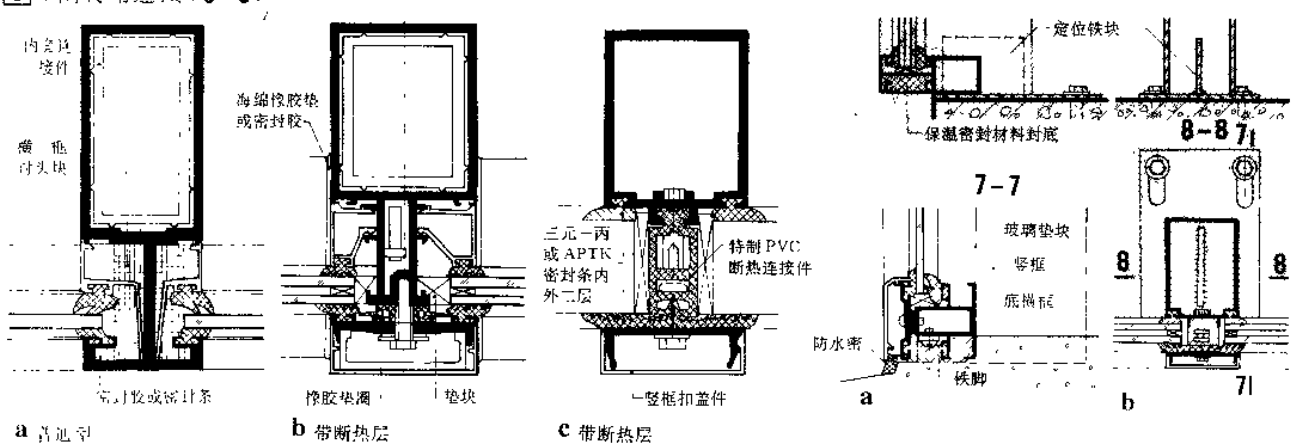


a 幕墙阴转角　b 幕墙边转角

3 阴转角连接(3-3)

a　b

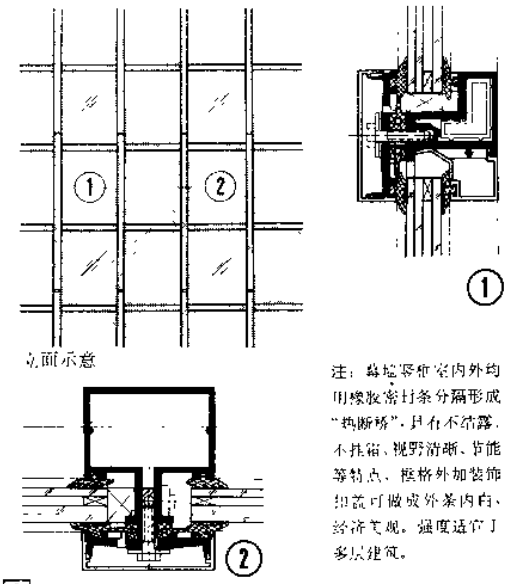
4 阳转角连接(4-4)



a 普通型　b 带断热层　c 带断热层

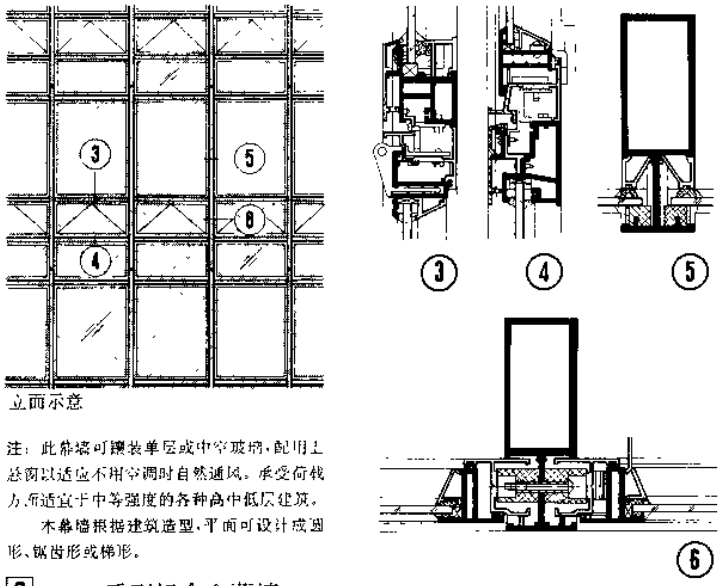
5 竖梃截面(5-5)

6 底框连接(6-6)



注：幕墙骨框室内外均用橡胶密封条分隔形成"热断桥"，具有不结露、不挂霜、视野清晰、节能等特点，框格外加装饰扣盖可做成外条内白、经济美观。强度适宜于多层建筑。

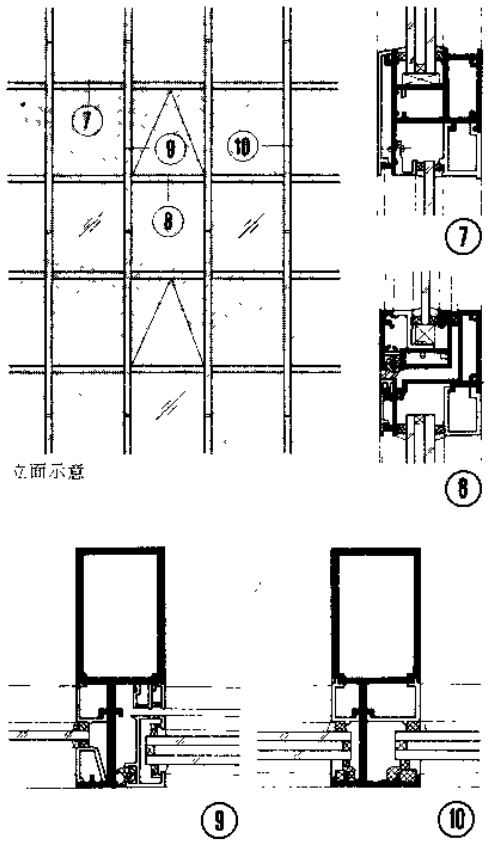
1 120 系列隔热铝合金幕墙（MQ120）



注：此幕墙可镶装单层或中空玻璃，配用上悬窗以适应不用空调时自然通风。承受荷载力，所适宜于中等强度的各种高中低层建筑。

本幕墙根据建筑造型，平面可设计成圆形、锯齿形或梯形。

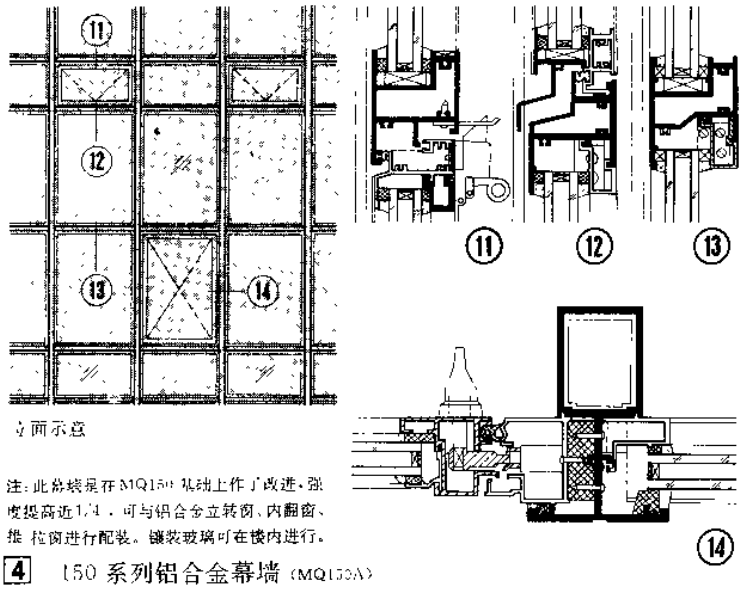
2 150 系列铝合金幕墙（MQ150）



注：幕墙的开启扇在关闭情况下外观整齐划一，难以分辨何处是窗口，故称隐形窗幕墙。克服了其他幕墙由于开启扇的型材结构的外露粗大而影响幕墙的美观。

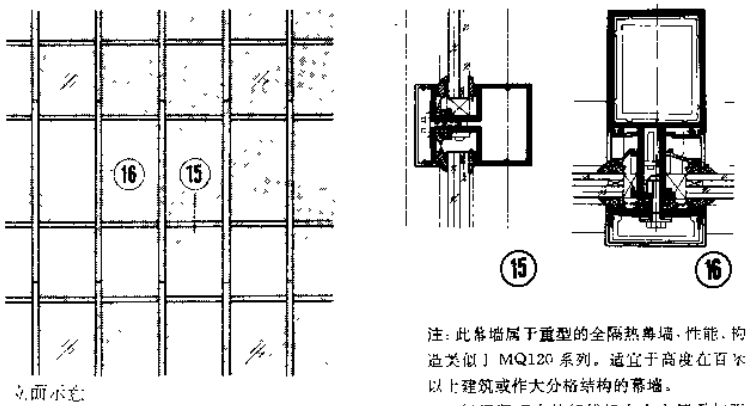
此系列幕墙性能与MQ150相近，可适宜于中等强度的高层、多层各类建筑。

3 150(B)系列隐形窗铝合金幕墙（MQ150B）



注：此幕墙是在MQ150基础上作了改进，强度提高近1/4，可与铝合金立转窗、内翻窗、推拉窗进行配装。镶装玻璃可在楼内进行。

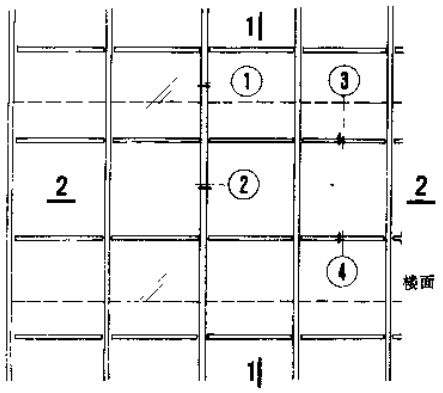
4 150 系列铝合金幕墙（MQ150A）



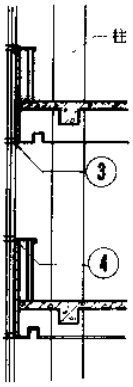
注：此幕墙属于重型的全隔热幕墙，性能、构造类似MQ120系列。适宜于高度在百米以上建筑或作大分格结构的幕墙。

⑮图竖框中的细线铝合金方管系加强抗风作用的内套框。

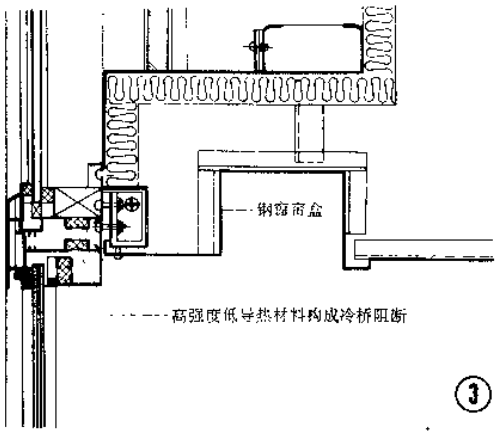
5 210系列隔热铝合金幕墙（MQ 210）



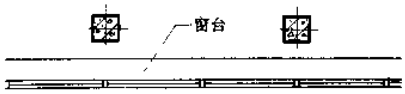
立面示意



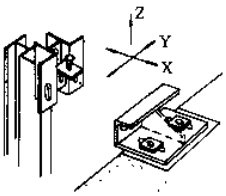
1-1



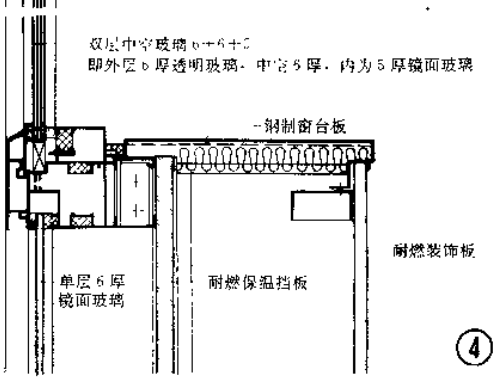
③



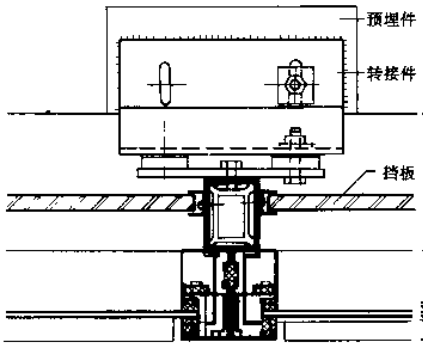
2-2



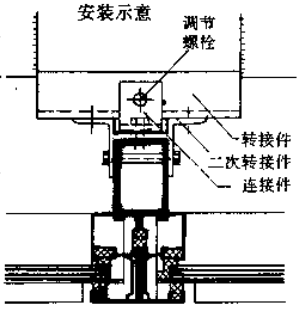
安装示意



④

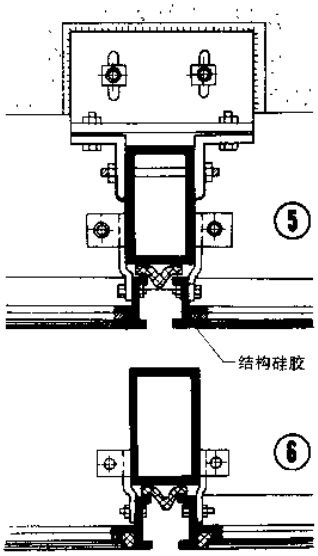


①



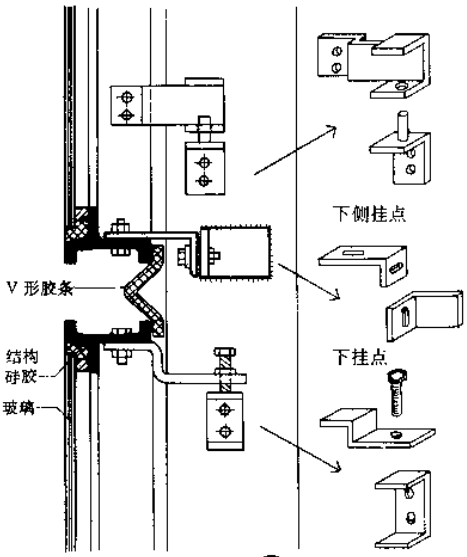
②

1 北京发展大厦玻璃幕墙

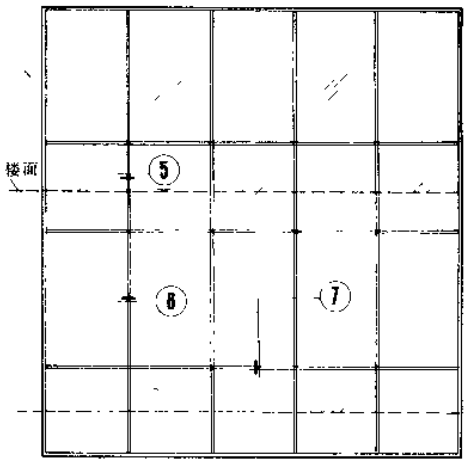


⑤

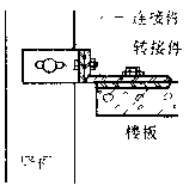
⑥



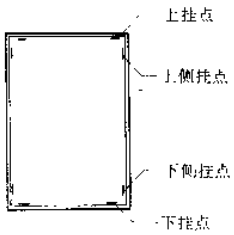
⑦



立面示意

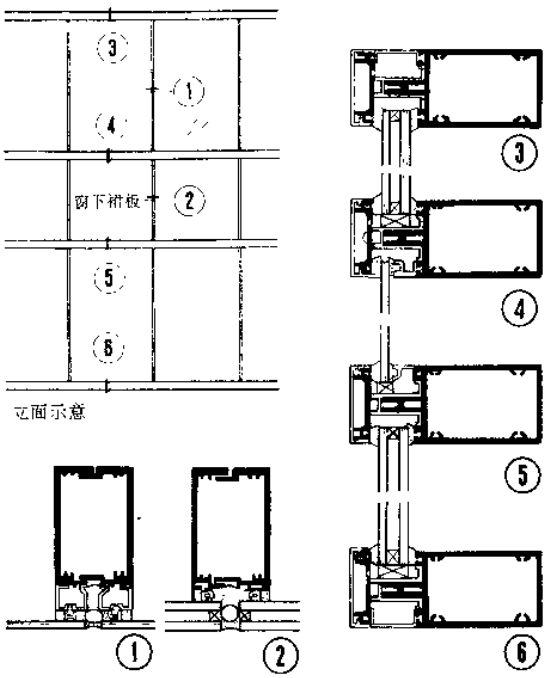


竖框与楼板连接

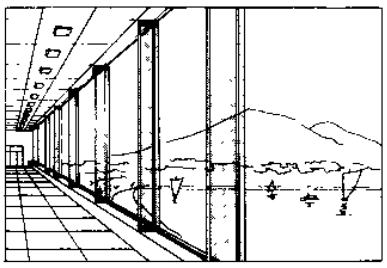


单元件悬挂点位置示意

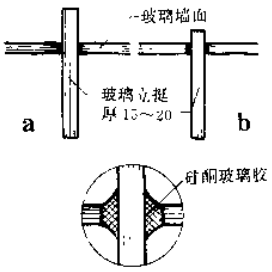
2 深圳国际发展中心(隐框幕墙)

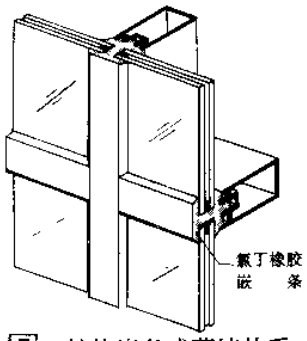


1 横向划分玻璃幕墙(美国)



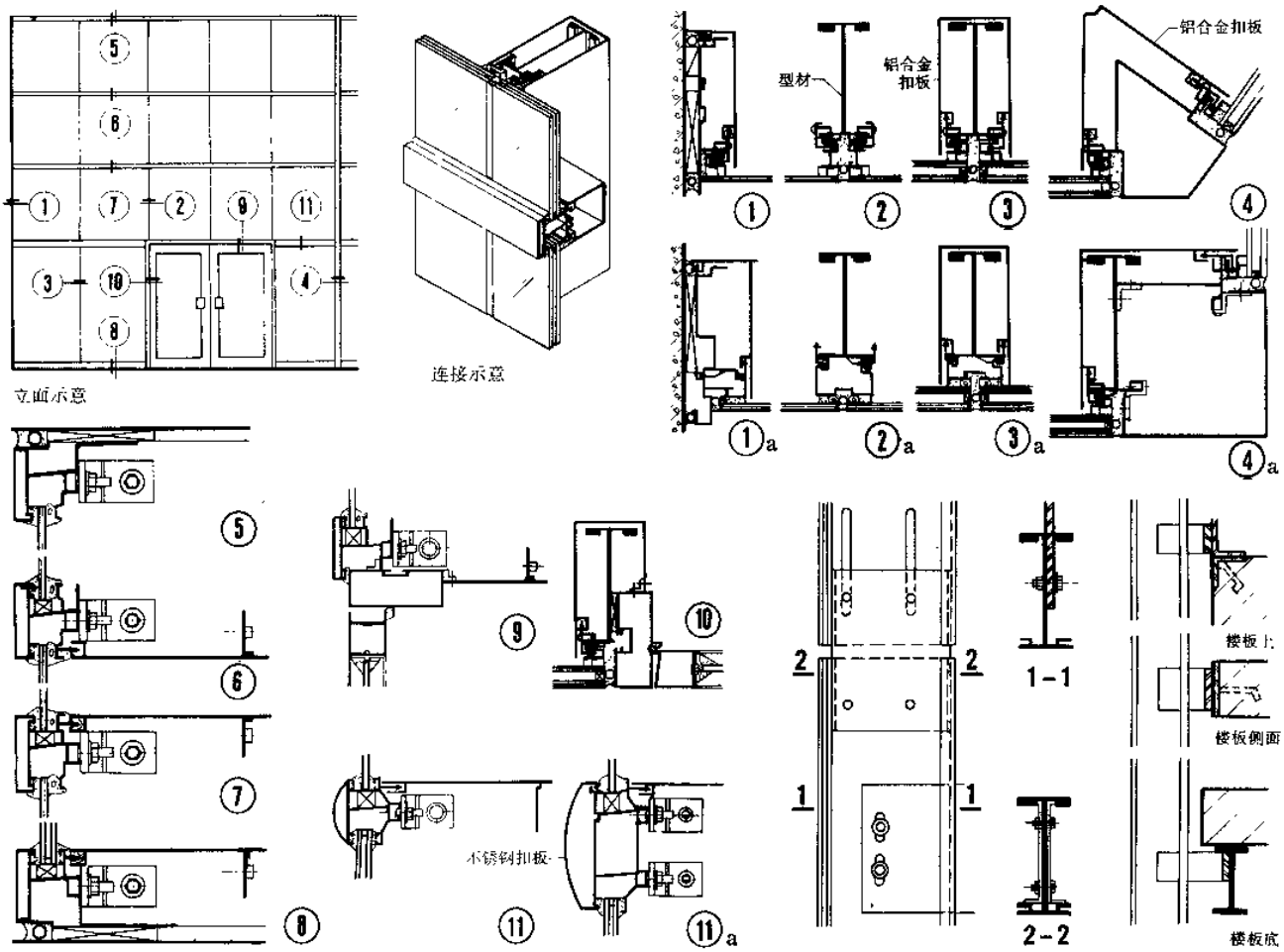
2 全景玻璃幕墙(美国)





3 结构嵌条式幕墙体系(美国)

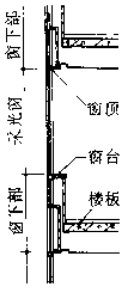
该幕墙体系特点是玻璃通过预制氯丁橡胶嵌条与幕墙框格连结，密闭性好，能切断冷桥，防止铝合金框表面出现凝结水，更换玻璃方便。此外，嵌条还能承受来自玻璃的荷载并把它传递给幕墙框格。因此又称之为“结构嵌条”，它能嵌镶厚25厚玻璃。

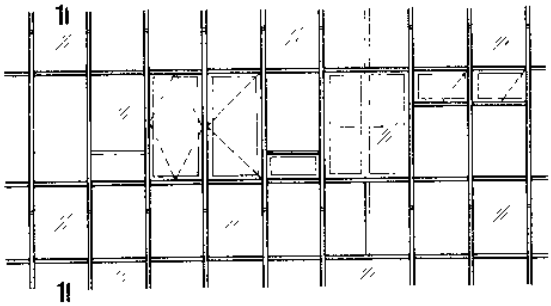


4 横向划分玻璃幕墙(型材受力、装饰材压顶、美国)

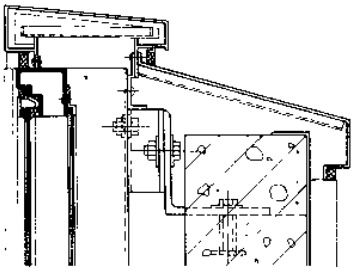
说明

本图所示实例为日本31m以下建筑幕墙的常规做法。

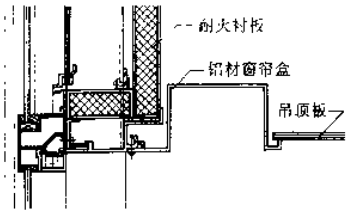




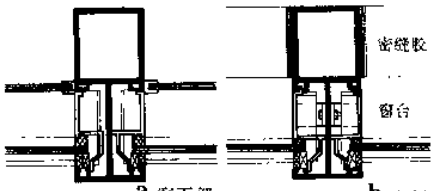
立面示意



6 压顶

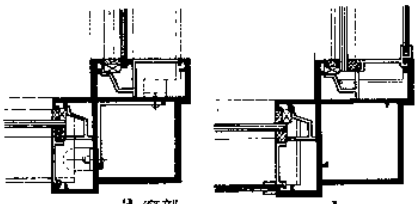


7 窗顶



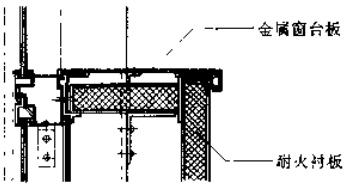
a 窗下部　b 窗部

1 竖框

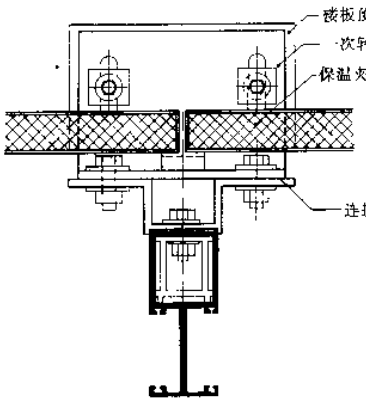


a 窗部　b 窗下部

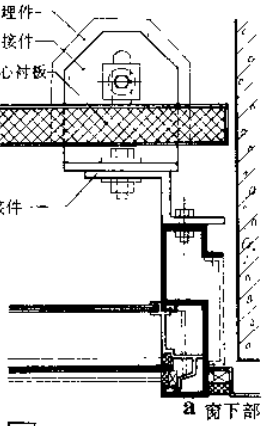
2 转角竖框



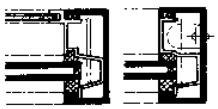
8 窗台



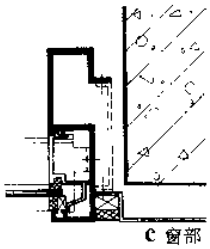
3 中竖框连接



a 窗下部

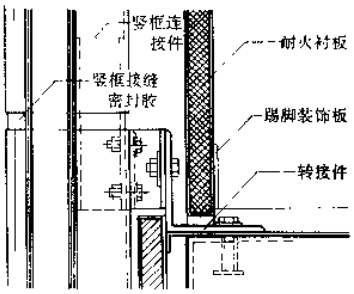


b 中空玻璃时

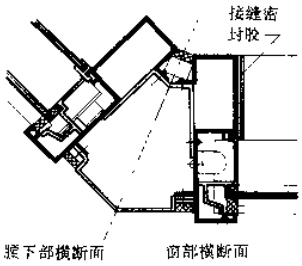


c 窗部

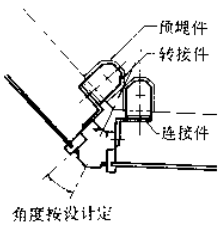
4 边竖框连接

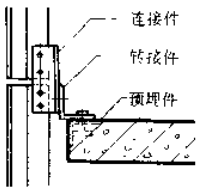


9 楼板

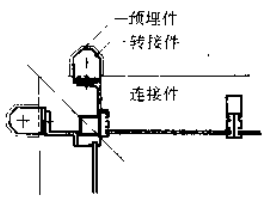


a 阳角竖框

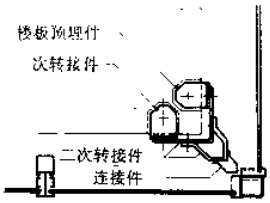


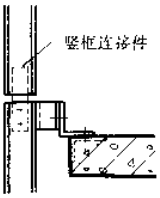


b 阳角竖框预埋件



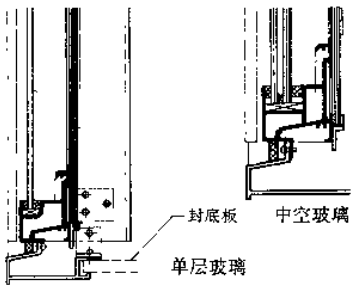
c 凹角框连接





d 直角框连接

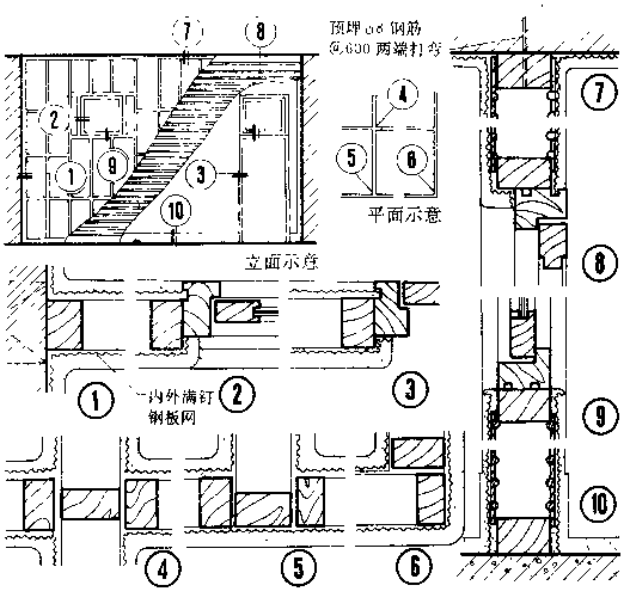
5 转角竖框连接



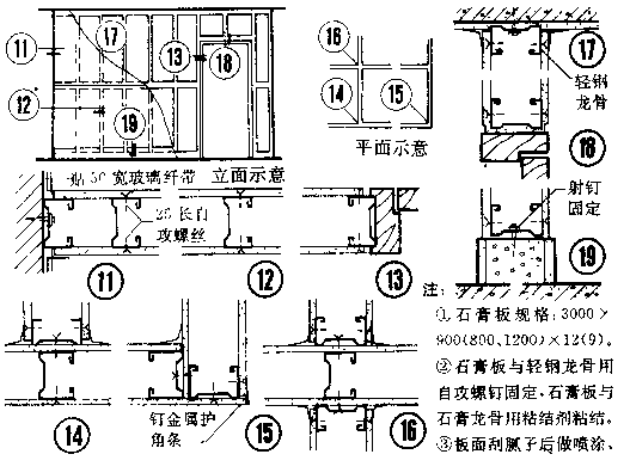
10 幕墙底横框

性能指标

性能 \ 种类	固定窗	悬窗	平开窗
耐风压	200～240kgf/m²		200kgf/m²
水密性	100kgf/m²	50kgf/m²	35kgf/m²
气密性	2m³/h·m²		8m³/h·m²
耐火性	耐火60分（厚35），耐火30分钟（厚20）		
耐震性	面内变形1/300		

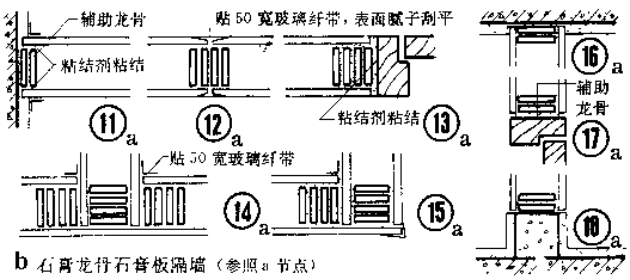


1 板条钢板网抹灰隔墙



注：
①石膏板规格：3000×900(800、1200)×12(9)。
②石膏板与轻钢龙骨用自攻螺钉固定，石膏板与石膏龙骨用粘结剂粘结。
③板面刮腻子后做喷涂、刷浆或贴塑料壁纸。
④踢脚可采用木板或塑料板，固定方法同②。

a 轻钢龙骨石膏板隔墙

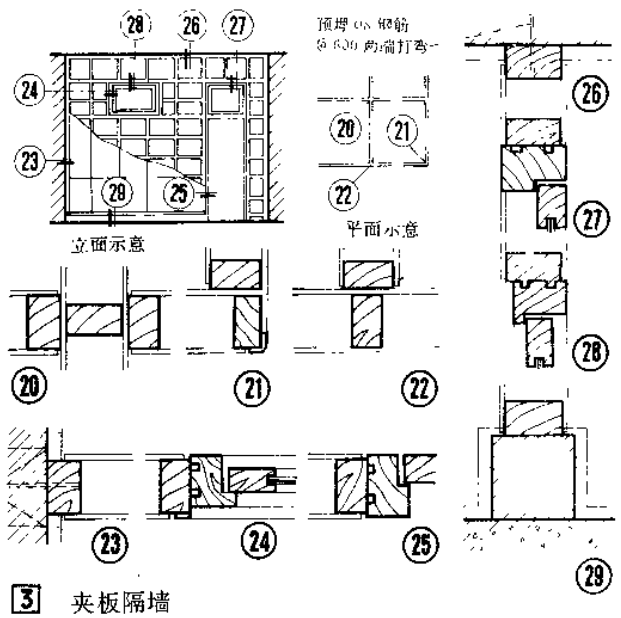


b 石膏龙骨石膏板隔墙（参照a节点）

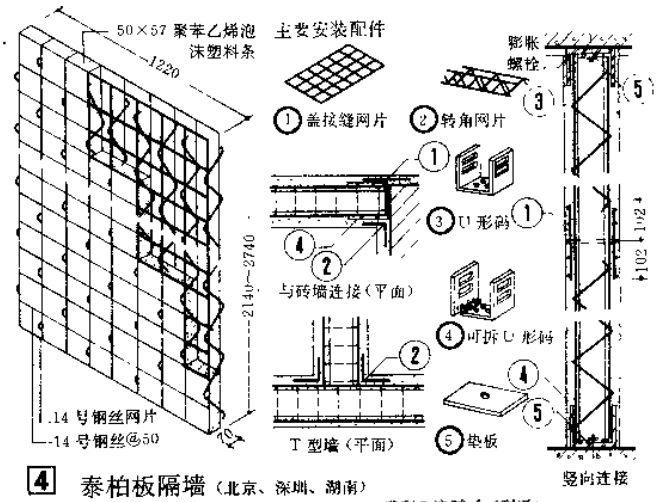
骨架尺寸（适用于高度≤4m 的隔墙）

隔墙类型		板条钢板网抹灰	夹板	石膏板
骨架尺寸	竖龙骨	400～450	1/2板宽 100～600	100（450、600）
	横龙骨	1200	1/4板长 400～500	1500
	横、竖龙骨	木 50×70～100，石膏 50×50、75、100		
	上、下槛	25×50		

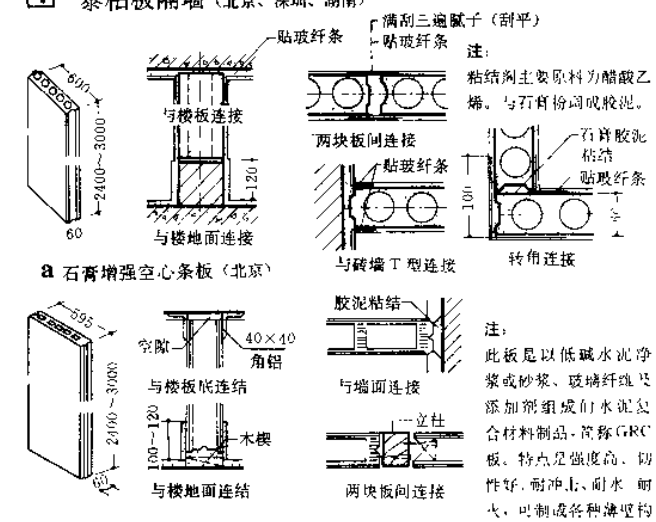
2 石膏板隔墙



3 夹板隔墙



4 泰柏板隔墙（北京、深圳、湖南）



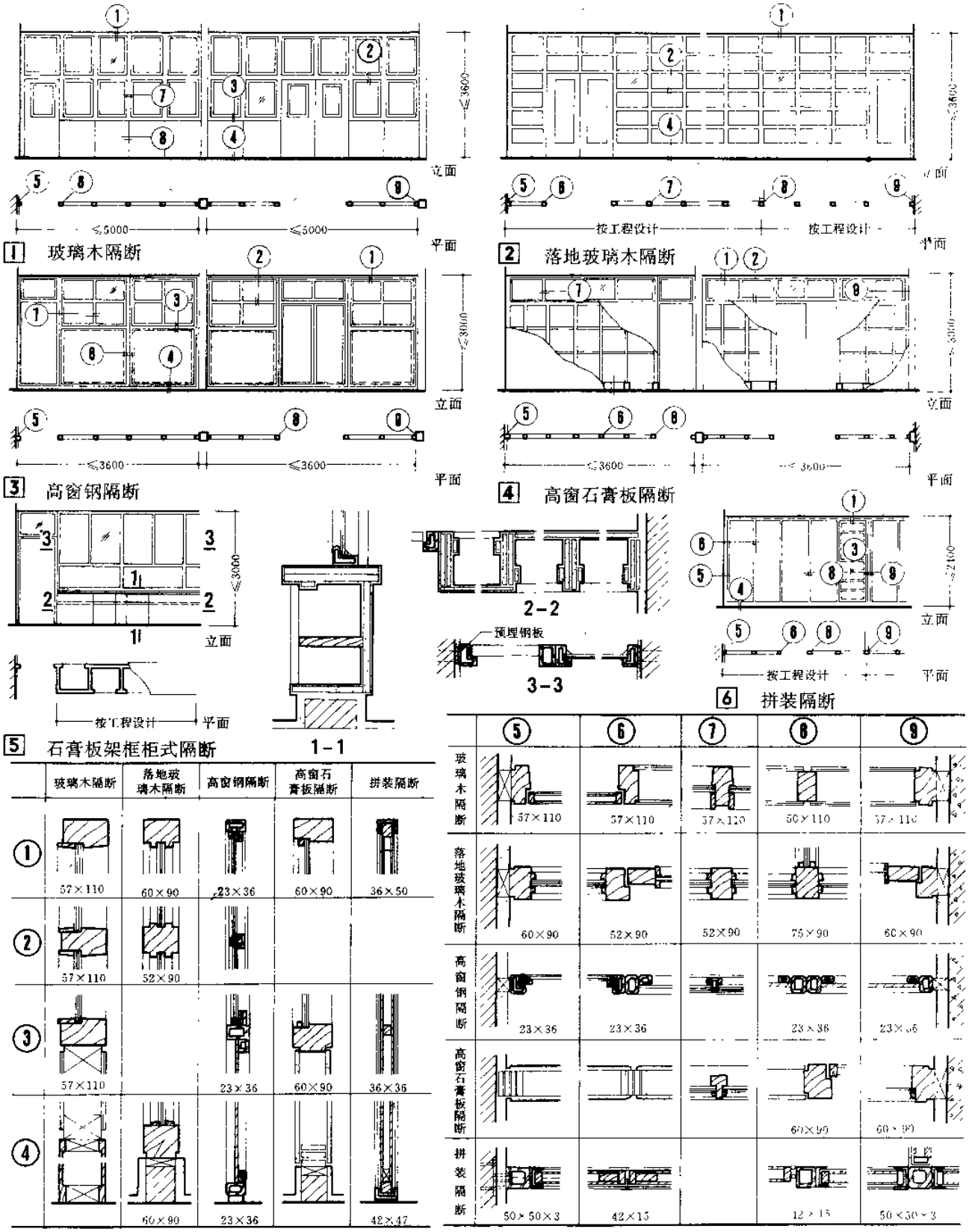
a 石膏增强空心条板（北京）

b 水泥玻纤空心条板（天津、湖南）

注：
粘结剂主要原料为醋酸乙烯，与石膏粉调成胶泥。

注：
此板是以低碱水泥净浆或砂浆、玻璃纤维及添加剂组成的水泥复合材料制品，简称GRC板。特点是强度高、防性好、耐冲击、耐水、耐火，可制成各种薄壁构件。湖南以膨胀珍珠岩混凝土取代砂浆，改称为GCP板。

5 条板隔墙



1 玻璃木隔断

2 落地玻璃木隔断

3 高窗钢隔断

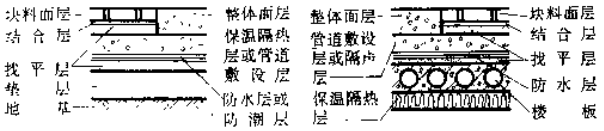
4 高窗石膏板隔断

5 石膏板架框柜式隔断

6 拼装隔断

7 主要构造示例

地面的基本构造层为面层、垫层和地基；楼面的基本构造层为面层和楼板。根据使用和构造要求可增设相应的构造层（结合层、找平层、防水层、保温隔热层等）。



面　　层：直接承受各种物理和化学作用的表面层。分整体和块料两类。
结 合 层：面层与下层的连结层，分胶凝材料和松散材料两类。
找 平 层：在垫层、楼板或轻质松散材料上起找平或找坡作用的构造层。
防 水 层：防止楼地面上液体透过面层的构造层。
防 潮 层：防止地基潮气透过地面的构造层，应与墙身防潮层相连接。
保温隔热层：改变楼地面热工性能的构造层。设在地面垫层上、楼板上或吊顶内。
隔 声 层：隔绝楼面撞击声的构造层
管道敷设层：敷设设备暗管线的构造层（无防水层的地面也可敷设在垫层内）。
垫　　层：承受并传布楼地面荷载至地基或楼板的构造层，分刚性、柔性两类。
基　　层：楼板或地基（当上层不够密实时须做加强处理）。

适用范围

1. 经常承受剧烈磨损的地面宜采用C20混凝土、铁屑水泥或块石及条石面层。
2. 经常受坚硬物体冲击的地面宜采用混凝土垫层兼面层或细石混凝土面层。有强烈冲击的地面宜采用混凝土板、块石或素土面层。
3. 承受剧烈振动作用或大面积贮放重型材料的地面，宜选用粒料、灰土类柔性地面。同时有平整和清洁要求时，宜采用有砂浆结合层的预制混凝土板面层。
4. 有高温影响的地面宜采用素土或矿渣面层。同时有较高平整和清洁要求或同时有强烈磨损的地面宜采用金属面层。
5. 经常有大量水作用或冲洗的块料面层地面，结合层宜采用胶凝类材料。经常有大量水作用或冲洗的楼面等用装配式楼板时应加强楼面整体性，必要时设防水层。
6. 地面防潮要求较高者宜设卷材或涂料防水层。
7. 有食品或药物接触的地面，面层应避免采用含氟硅酸钠的材料和有毒的塑料或涂料。
8. 与火接触或使用温度>60℃的地面，不宜用聚氯乙烯塑料板或过氯乙烯涂料面层。
9. 经常有机油作用的地面不宜采用沥青类材料做面层及嵌缝。楼面应有防油渗措施。
10. 火灾危险性属甲、乙类的厂房地面，如有坚硬物体冲击或摩擦并有可能产生火花引起爆炸，应采用不发火花地面。
11. 有较高清洁要求的地面宜采用光洁水泥面层、水磨石面层或块材面层。
12. 有一定弹性和清洁要求的地面可采用橡胶板、塑料或菱苦土地面。但有较大冲击、经常受潮或有热源影响时不宜使用菱苦土地面。
13. 使用汞的地面宜采用密实材料无缝地面，有防腐蚀要求的地面见防腐蚀章节。

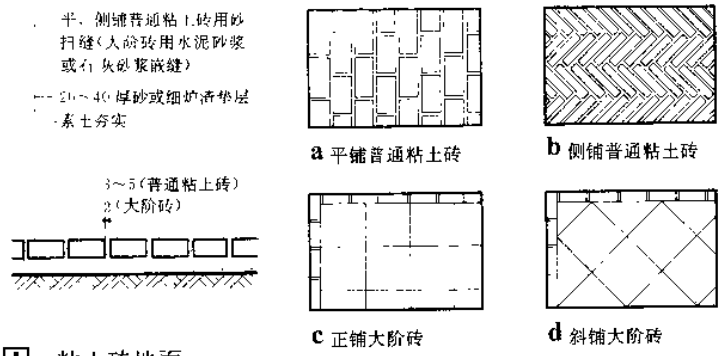
常用楼地面做法（楼面的面层、结合层做法与地面相同）

类型	序号	楼地面名称	面层特征：感热度	燃烧性	起尘性	耐磨性	消声度	光滑度	耐水性	透水性	耐油性	发火性	耐撞击	楼地面做法：面层材料	面层厚度	结合层材料	结合层厚度	垫层材料	垫层厚度
简易	1	素土或灰土	●	○	●	●	○	○	●	●	○	○	○	素土夯实3∶7灰土也可掺加碎石或碎砖	100～150				
	2	矿渣或碎石	△	○	●	△	△	○	○	●	○	●	○	矿渣（或碎石）碎屑填缝	≥60				
	3	石灰炉渣	●	○	●	△	△	○	△	●	○	○	○	1∶3石灰炉渣提浆抹光	60～100				
	4	石灰三合土	●	○	●	△	△	○	△	●	○	○	○	1∶2∶4或1∶3∶6石灰∶砂∶碎砖提浆	100～150				
	5	粘土砖	●	○	●	△	●	○	●	●	○	○		抹光见[2]					
水泥	6	水泥砂浆	●	○	△	△	●	○	○	△	○	●		1∶2～1∶3水泥砂浆	15～20			C10混凝土	≥60
	7	防滑水泥地面	●	○	△	△	●	○	○	△	○	●			15～20				
	8	光洁水泥	●	○	○	△	●	△	○	△	○	●		见[2]	15～20				
	9	铁屑水泥	●	○	△	○	●	○	○	△	○	●		C40铁屑水泥	15～20	1∶3水泥砂浆	20	C10混凝土	≥60
混凝土	10	混凝土	●	○	△	○	●	○	○	△	○	●		C15～C20混凝土兼面层或C20细石混凝土	≥60、33～40				≥60
	11	混凝土板	●	○	△	○	●	○	○	△	○	●		C200预制混凝土板	40～60	砂或细炉渣	20～40	3∶7灰土	≥150
水磨石	12	普通水磨石	●	○	○	○	●	△	○	△	○	●		1∶1.5～2.5水泥石渣磨光	10～15	1∶3水泥砂浆	15	C10混凝土	≥60
	13	美术水磨石	●	○	○	○	●	△	○	△	○	●		见[2]					
	14	水磨石板	●	○	○	○	●	△	○	△	○	●		预制水磨石板1∶1水泥砂浆填缝	25	1∶3水泥砂浆	15	C10混凝土	≥60
块料	15	水泥花砖	●	○	○	△	●	△	○	△	○	●		水泥花砖1∶1水泥砂浆填缝	20	1∶3水泥砂浆	10～15	C10混凝土	≥60
	16	缸砖	●	○	○	○	●	△	○	△	○	●		缸砖1∶1水泥砂浆填缝	10～15	1∶3水泥砂浆	10～15	C10混凝土	≥60
	17	陶瓷地砖	●	○	○	○	●	△	○	△	○	●		见[3]					
	18	大理石	●	○	○	△	●	●	△	△	○	●		见[3]					
	19	磨光花岗岩	●	○	○	○	●	●	○	△	○	●		见[3]					
	20	块石条石	●	○	○	○	●	○	○	△	○	●		见[3]					
木材	21	铺设木地面	○	●	○	△	△	○	●	●	●	○		见[5]					
	22	粘贴木地面	○	●	○	△	△	○	●	●	●	○		见[5]					
	23	弹簧木地板	○	●	○	△	△	○	●	●	●	○		见[6]					
	24	活动木地板	○	●	○	△	△	○	●	●	●	○							
	25	木砖	○	●	○	△	△	○	●	●	●	○		木砖、沥青玛瑞脂填缝	40～80	沥青玛瑞脂	5	C15混凝土提浆找平	≥60
沥青	26	沥青砂浆	●	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	沥青砂浆	20～30	冷底子油一道		C10混凝土	≥60
	27	沥青混凝土	●	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	沥青细石混凝土（分两次铺设）	30～50	冷底子油一道		C10混凝土或碎石	≥60
其它	28	橡胶	△	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○			XY401胶粘剂		C10混凝土	≥60
	29	塑料	△	△	○	△	○	○	○	○	●	○		见[4]					
	30	地毯	○	●	●	△	○	○	●	●	●	○	○	见[4]					
	31	菱苦土	○	△	○	△	○	△	●	●	○	○		见[2]					
	32	金属	●	○	○	○	○	○	○	○	○	●		见[4]					
	33	不发火花地面	●	○	△	○	●	○	○	△	○	○		见[3]					
	34	耐油混凝土	●	○	△	○	●	○	○	○	○	●		见[3]					
	35	防水防潮												见[3]					

图例	感热度	燃烧性	起尘性	耐磨性	消声度	光滑度	耐水性	透水性	耐油性	发火性	耐撞击
○	暖	不燃	小	强	无噪声	不滑	耐水	不透水	耐油	不发火花	耐撞击
△	半暖	难燃	一般	中	稍有噪声	有水时滑	稍耐水	稍透水	稍耐油		
●	冷	燃烧	大	弱	有噪声	光滑	不耐水	透水	不耐油	发火花	

注：
①表中所列垫层厚度为最小厚度，适宜厚度应根据地面荷载按规范计算确定。
②表中所列地面的垫层下均应为密实地基。
③耐油性系指耐矿物油及石油制品。

楼地面[2]粘土砖、水泥、水磨石、菱苦土楼地面



a 平铺普通粘土砖　b 侧铺普通粘土砖

c 正铺大阶砖　d 斜铺大阶砖

1 粘土砖地面

以30厚干硬性的富水泥砂浆作面层，用16#或24#砂轮磨光机磨光。配合比为525#水泥：中砂或粗砂=1:1.5或1:2，水灰比0.45。

a 磨光水泥面层

厚度=30，配合比为525#水泥：粒径3～5石屑=1：1.2或1：1.5，水灰比≤0.1。

b 水泥石屑面层

厚度=30，配合比为525#水泥：中砂或粗砂=1：2，水灰比≤0.35，以手握成团轻压即散为宜。

c 干硬性水泥砂浆面层

在充分干燥且清洁的一般水泥地面上，涂抹氟硅酸或氟硅酸盐水溶液三次，每次间隔至少24小时，其浓度先后为3%～6%、7%。

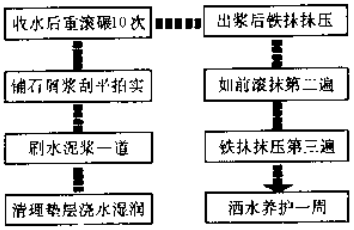
d 氟化水泥面层

特点：干燥快、附着力强、光滑、有一定的强度和耐磨性，无刺激性气味，但受热易软化，触火易易焦化，会出现痕迹。

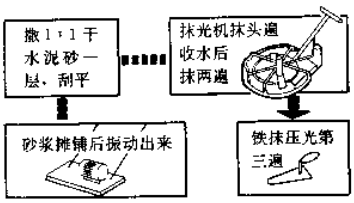
100m² 地面的涂料用量 (kg)

底漆	氟子	面漆
10～12	25～33	50～66

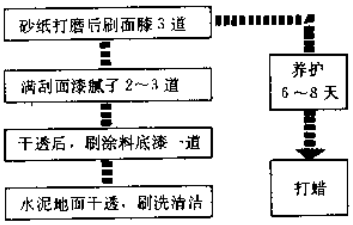
e 过氯乙烯涂料面层



水泥石屑面层施工程序

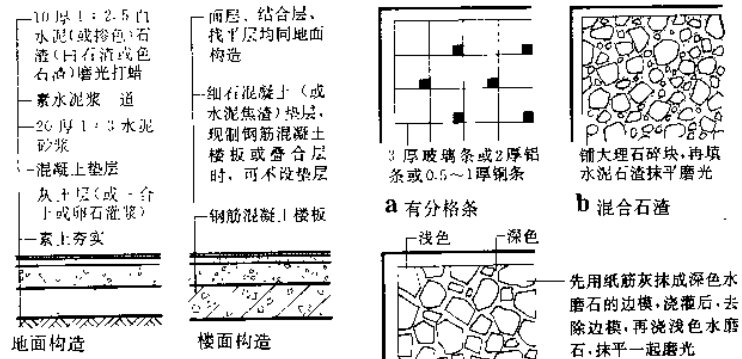


干硬性水泥砂浆面层施工程序



过氯乙烯涂料面层施工程序

2 光洁水泥楼地面（提高水泥面层的耐磨性和光洁度，代替水磨石）



地面构造　楼面构造

a 有分格条　b 混合石渣

c 无分格条

3 现制美术水磨石楼地面

适用范围

适用于有清洁、弹性或防爆要求的地段。磨损不多的地段，用不掺砂的软性菱苦土。磨损较多的地段，宜用掺砂的硬性菱苦土。不适用于经常有水或各种液体存留及地面温度经常处在35℃以上的地段。

用料

菱苦土——氯化镁含量≥80%，比重为3.1～3.4。

锯　末——最好用松木或枫木锯末，粒径≤1.5(面层用)，≤5(底层用)含水率≤20%。

氯化镁——应用工业氯化镁或从盐卤提炼的液态氯化镁或用菱苦土溶解于稀盐酸的氯化镁溶液。

砂石粒径≤5。

材料配合比

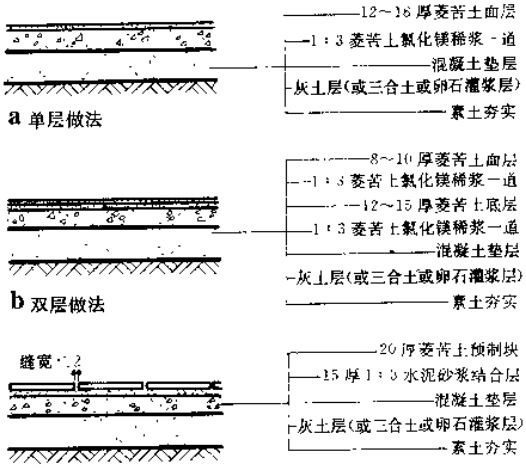
面层特征		富有弹性	较硬	较为坚硬	较为耐磨	坚硬耐磨	底层
适用地段		民用建筑	过道	门厅过道	车间	车间	
配合比(重量比)	菱苦土	1	1	1	1	1	1
	锯　末	0.53	0.40	0.37	0.26	0.16	1.06
	砂	0	0	0.99	0.82	0.49	0
	滑石粉	0.57	0.48	0.57	0.60	0.38	0
	矿物颜料	适量	适量	适量	适量	适量	0
氯化镁溶液比重		1.18	1.20	1.18	1.20	1.24	1.14

施工程序

面层——菱苦土用孔径0.3的筛子过筛后，加入锯末、滑石粉与矿物颜料干拌均匀，然后加入适当浓度的氯化镁溶液，调制成胶泥。根据需要掺入砂或石屑，铺抹压光。养护4天，硬化稳定后，磨光机磨光打蜡。

底层——菱苦土底层的做法与顺序同面层，只是不掺加滑石粉与矿物颜料。铺抹压光3天后方可作面层。

地面构造



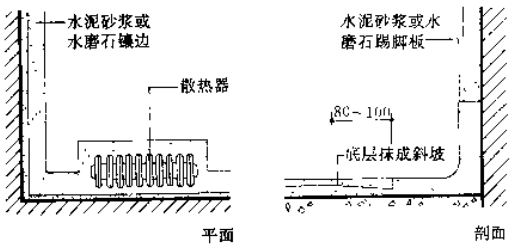
a 单层做法

b 双层做法

c 预制块做法

楼面构造

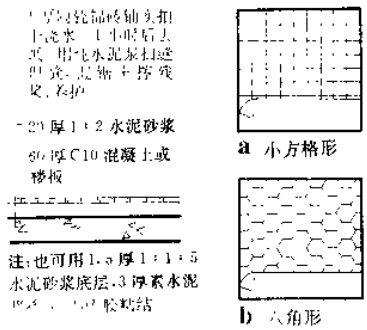
面层、结合层均同地面构造。水泥焦渣或细石混凝土垫层用于预制钢筋混凝土楼板，现制钢筋混凝土楼板或叠合层时不设。



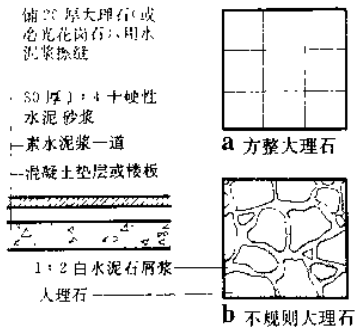
a 沿墙处理　b 边缘收头处理

4 菱苦土楼地面

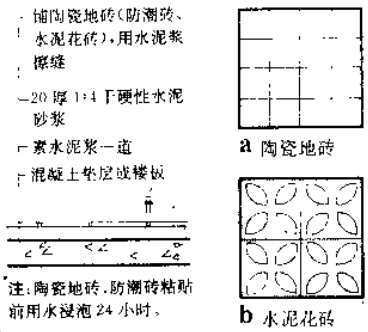
块料楼地面



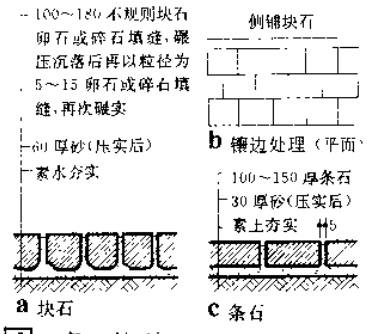
1 陶瓷锦砖



3 大理石、磨光花岗石

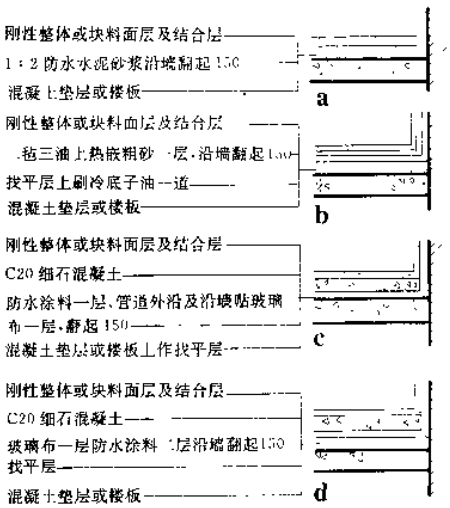


2 陶瓷地砖、防潮砖、水泥花砖



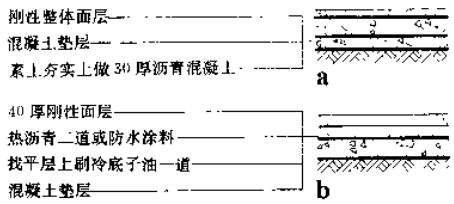
4 条、块石(用于室外)

防水楼地面



注:c、d项中常用防水涂料为聚酯脂、851、水必克、沥青橡胶等。

防潮地面



耐油楼地面

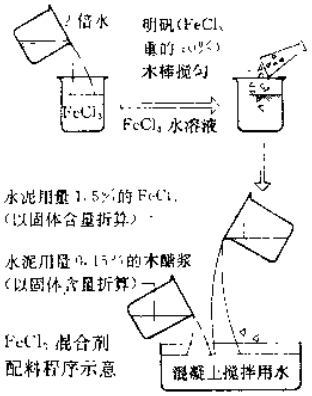
制作和用途:在较密实的普通混凝土中,掺入三氯化铁混合剂,以提高混凝土的抗渗性,用作长期接触矿物油制品的楼地面

材料要求:水泥—用泌水性小的硅酸盐水泥;集料—粒径≤40碎石,≤5的中砂

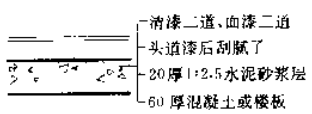
三氯化铁混合剂。

施工注意事项:

1. 不得在铁容器内配制三氯化铁混合剂。
2. 混凝土须用搅拌机搅拌,水灰比≤0.55。



5 耐油混凝土



6 聚乙烯醇缩丁醛漆

不发火花楼地面

面层做法:分不发火花屑料类(不发火花混凝土、砂浆、水磨石、沥青砂浆、沥青混凝土,其厚度一般为30);木质类(所用钉子不得外露);橡皮类;菱苦土类;塑料类。

材料要求:水泥—225#、325#、425#、525#普通硅酸盐水泥,粗细骨料—以硫酸钙为主要成分,具有不发火性能的大理石、白云石料或焙烧勾称的粘土砖块。由于纯净度不同,须经试验确证不发火花后,破碎分级成级配材料。不得混有其他石渣或杂质,并经吸铁石检查。石渣粒径≤20;石砂粒径为0.15~5;粉料为与骨料相同的石料粉末;填充料为6~7级石棉纤维、石棉粉或木粉。

试验方法:试验工具为φ150转速600~1100转/分的电动砂轮机。先在暗室检查砂轮,用小块的工具钢、石英岩或含石英岩的混凝土试件,加1~2kN压力和旋转的砂轮摩擦,如发生清晰的火花,则确定该砂轮为合格。骨料的试验如下:从50个中选出10个不同颜色、形状、硬度、结晶体的试件,每件重50~250g准确度达1g。在暗室内,将每个试件的任意部分用加压和旋转的砂轮摩擦,至少须磨掉20g。如未发生任何微小的火花,即确定该材料为合格。粉料先省重试验其原料,再将粉料用水泥或沥青制成块做试验,其方法同粗骨料试验。沥青混凝土或砂浆试块进行试验时,如砂轮粘上了沥青,应刮净后再试验。

注:1. 不发火花地面不能防止因物体坠落而引起的冲击爆炸。

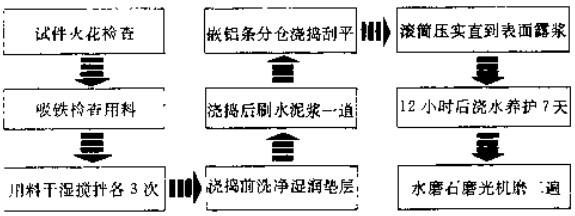
2. 不发火花地面面层的施工须待各种设备管线铺设完毕及设备基础浇捣完毕或预留后方可进行。

不发火花混凝土及砂浆配合比(重量比)

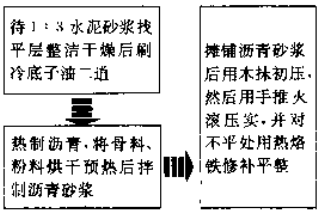
材料名称	不发火花细石混凝土						不发火花水泥砂浆					
	C13			C18			MC8			MC18		
	水泥标号			水泥标号			水泥标号			水泥标号		
	225	325	425	325	425	525	225	325	425	225	325	425
水泥	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
砂	2.6	3.1	3.7	1.9	2.3	2.9	4.3	5.0	5.6	2.5	3.1	3.6
细石	4.6	5.5	6.5	3.4	4.0	3.9						
水	0.65	0.82	0.92	0.53	0.62	0.71	0.49	0.55	0.55	0.42	3.6	0.51

材料名称	不发火花沥青砂浆		不发火沥青混凝土
	高稠度	低稠度	
3号石油沥青	8~10	13~15	7~11
不发火花粉料	18~30	11~17	12~20
不发火花石砂	60~72	70~75	30~40
不发火花碎石			40~50

不发火花混凝土地面施工程序



不发火花沥青砂浆地面施工程序

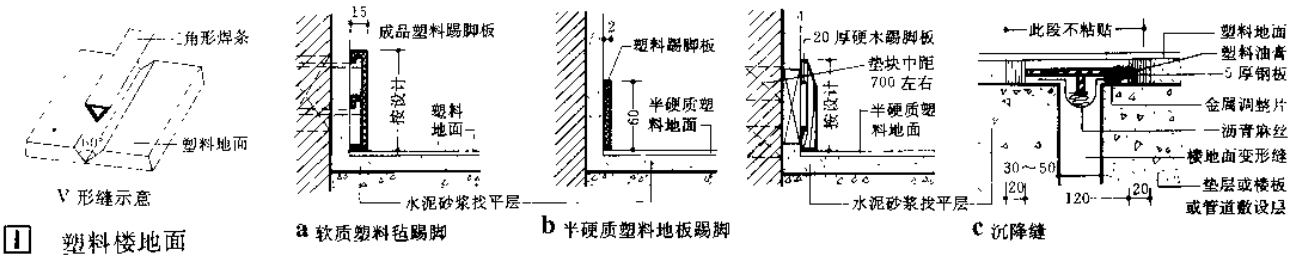


楼地面[4]塑料、金属楼地面

塑料地面具有耐磨、自熄、绝缘性好、吸水性小、耐化学侵蚀等特点；有一定弹性，行走舒适，可制作各色图案；宜用于洁净要求较高的生产用房或公共活动厅室。尚存在一些缺点，如老化、变形、静电吸尘，必须经常打腊。因石棉绒有致癌性，不宜用作塑料地面的填充料。

类型	主要材料	施工要点	
软质聚氯乙烯塑料毡粘贴地面	由聚氯乙烯树脂、增塑剂、稳定剂、填充料及颜料等制成的热塑料性塑料制品 规格：厚1～6（常用3厚） 宽800～1240　长12000～20000 粘合剂：专用地面粘合剂	1. 清理基层及找平，按设计要求弹线 2. 满刮基层处理剂一遍（由地毡厂供应） 3. 塑料毡背面、基层表面满涂粘合剂 4. 粘贴塑料毡地板，板缝切割成V型缝	5. 三角形塑料焊条用电热焊枪焊缝 6. 用砂袋均匀加压24小时或用辊压平整，赶除气泡 7. 毡表面擦上光腊
塑料地板革（可干铺）		1. 清理基层及找平，按房间尺寸和设计要求排料编号（由中心向四周并排）	2. 将整幅地板革平铺于地面上，四周与墙面间留出伸缩余地
半硬质塑料地板	由聚氯乙烯共聚树脂、填充料、增塑剂、稳定剂、颜料等制成。 规格：厚1～2 粘合剂：专用地面粘合剂	1. 清理基层及找平，按房间尺寸和设计要求排料编号（由中心向四周并排） 2. 塑料毡背面、基层表面满涂粘合剂，待不粘手时才进行粘贴。胶迹可用松节油擦	净 3. 十养护24小时（不需加压）
现浇无缝环氧沥青塑料地板	环氧沥青塑料砂浆配合比： 环氧　沥青漆：二乙烯二胺：填充料（石英粉、石英砂） 100：　33　：400～500	1. 清理基层及找平 2. 刷底子油（环氧沥青胶液） 3. 3厚环氧沥青塑料砂浆压光	4. 刮无色环氧树脂腻子三道，打磨 5. 刮有色环氧树脂腻子一道，打磨 6. 刷有色面漆二道，打腊

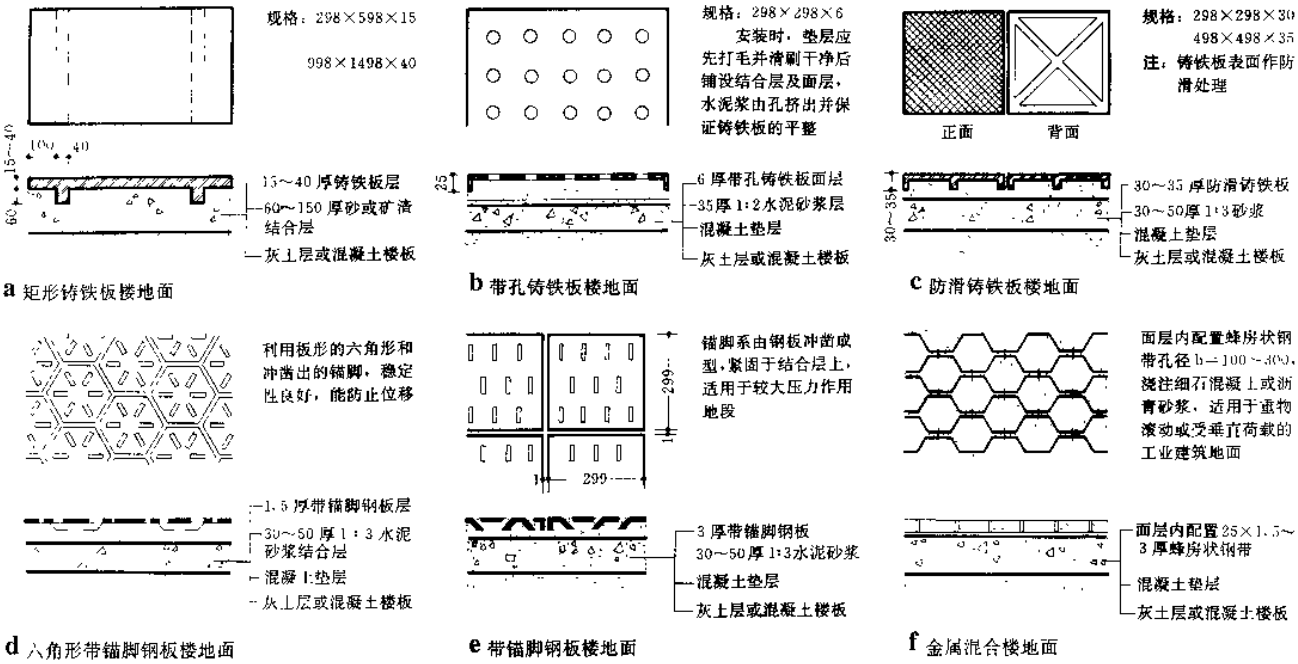
注：地面粘合剂由生产厂家配套供应。



a 软质塑料毡踢脚　b 半硬质塑料地板踢脚　c 沉降缝

1 塑料楼地面

金属地面用于有强磨损、高温影响，同时又有较高平整和清洁要求的楼地面。当其它面层材料不能满足上述使用要求时，可局部采用不同做法的金属楼地面。



a 矩形铸铁板楼地面　b 带孔铸铁板楼地面　c 防滑铸铁板楼地面

d 六角形带锚脚钢板楼地面　e 带锚脚钢板楼地面　f 金属混合楼地面

2 金属楼地面

地毯按原料可分为羊毛与化学纤维两种。化学纤维有丙烯酸、聚丙烯腈、聚丙烯、聚酰胺纤维（尼龙）、烯烃烃烯等品种。按编织方法可分切绒、圈绒、提花切绒三种。按加工制做方法又可分为编织、针刺簇绒、熔融胶合等。产品大多为卷材与块材（近年来生产有地砖式）。选用时要根据不同的使用条件和造价、对地毯的重量、毛长、色彩、编织法，抗静电、抗污染、防燃、耐磨擦及弹性等性能进行选择。

品　名	防泥砂	防污染	抗磨损	抗虫蛀	弹　性	抗静电	著色性	定型表现
尼龙四代	良　好	良　好	优　越	优　越	优　越	优　越	优　越	优　越
纯羊毛	良　好	一　般	一　般	较　差	良　好	较　差	良　好	良　好

注：纯毛地毯目前主要制做一般高级艺术品或用于民用建筑中的高档房间。

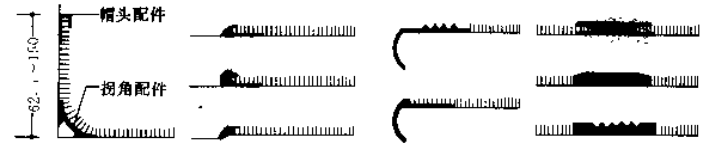
1 尼龙地毯与羊毛地毯质量比较

品　　名	宽　　度（mm）	长　　度（mm）	厚　　度（mm）
纯羊毛地毯	≤3700	≤3700	
化纤地毯	1800～4500	5000～25000	3～22
地砖式	500、600	500、600	3～22

2 地毯规格

1. 密度指数测定：测定纤维高度、重量、股数、纱支数，从而得出密度指数。
2. 垫面材料试验：测示其剥离性、防腐蚀、霉烂性、抗拉强度和外形稳定性。
3. 纤维束粘固度试验：将纤维束从垫面中拔出之力度。
4. 染色牢度试验：按国际法测定测试法及标准进行。
5. 耐磨损性能试验：对纤维进行移动和滚动摩擦，以纤维完全磨损为准。
6. 可燃性试验：采用直接点火燃烧或辐射板法试验，观察其火势蔓延程度及烟雾毒气。

3 地毯质量鉴定

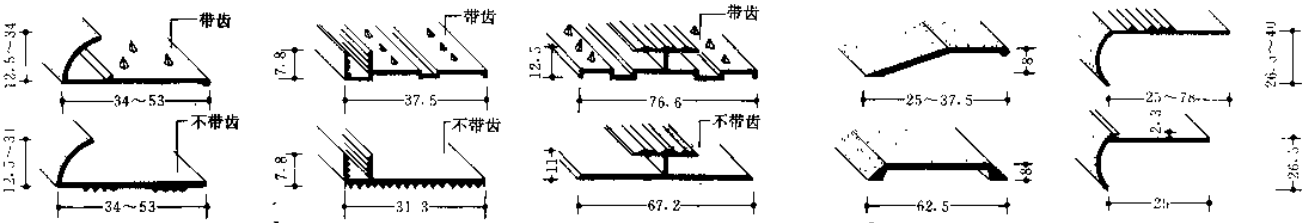


a 地面墙面接头处　b 地面材料转接处　c 楼梯防滑条　d 门槛交接处

名　称	断面形状	适用场所
高簇绒		居室、客房
低簇绒		公共场所
粗毛高簇绒		公共场所
粗毛低簇绒		居室或公共场所
一般圈绒		公共场所
高低圈绒		公共场所
圈绒、簇绒组合式		居室或公共场所
切　绒		居室、客房

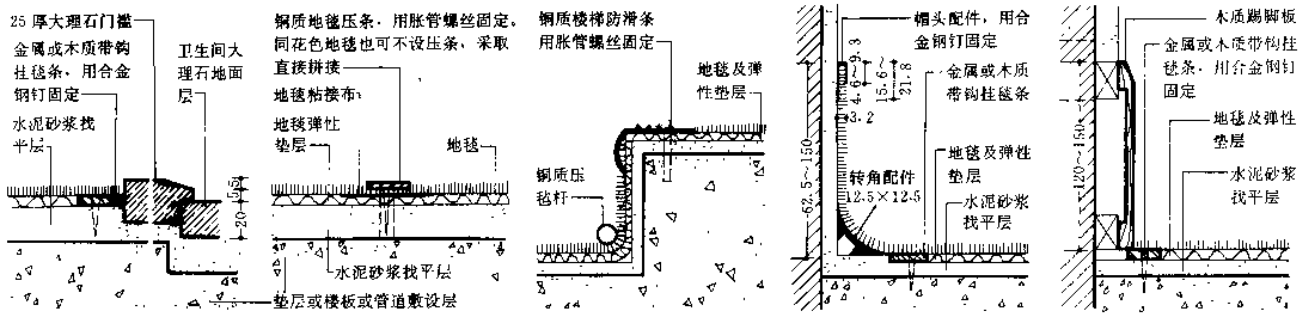
5 地毯断面及适用场所

4 地毯安装示意



a 挂毯条　b 端头挂毯条　c 接缝挂毯条　d 门槛压条　e 楼梯防滑条

6 地毯配件



a 卫生间门槛与地毯　b 不同地毯连接　c 楼梯防滑条　d 地面墙面接头　e 踢脚板

7 地毯安装

楼地面[6]木楼地面

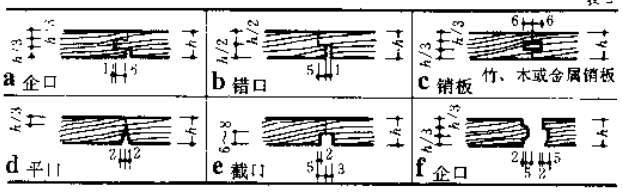
木楼地面面层分为普通木楼地面、硬木条楼地面、拼花木楼地面等。构造方式有实铺、空铺、粘贴、用弹簧等。根据需要可做成单层或双层。

常用木楼地面板材规格、层数及选用树种　　表1

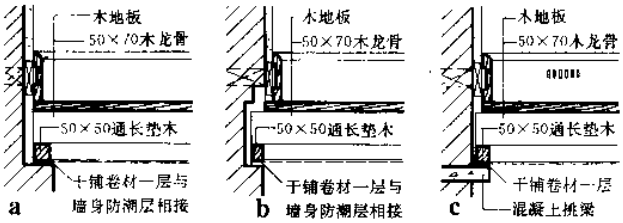
地面名称	规格 长	规格 宽	规格 厚	层数	选用树种
普通木地面	≥800	75 100 125 150	18～23	单层	红松 杉木 铁杉 柳子松 华山桦 柏木 四川红松
硬木条地面	≥800	50	18～23	单层 双层	柞木 色木 榆木 水曲柳 核桃木 桦木 槐木 楸木 黄菠萝 青岗栎
拼花木地面	250 300	30 37.5 42 50	18～23	单层* 双层	楠栎 麻栎 红桧 胡桃木 花榈木 柳安 橡木 柚木

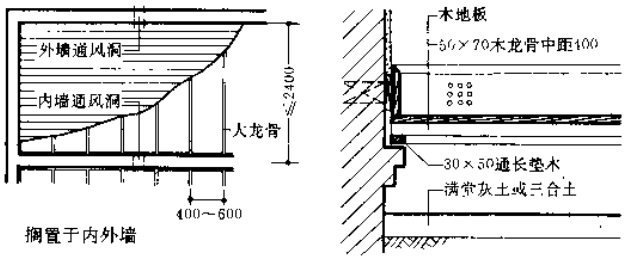
* 单层拼花木地面只用于粘贴式。

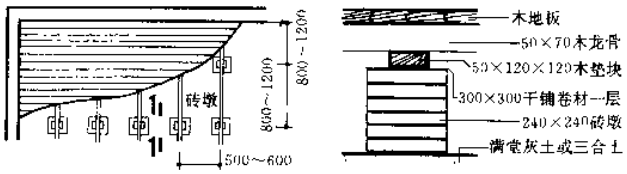
拼缝类型　　表2

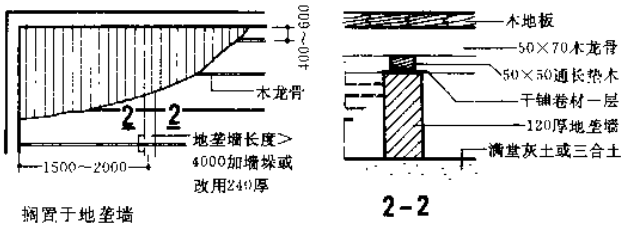


注：a型拼缝形式为最常用，e、f型拼缝形式仅用于粘贴式楼、地面

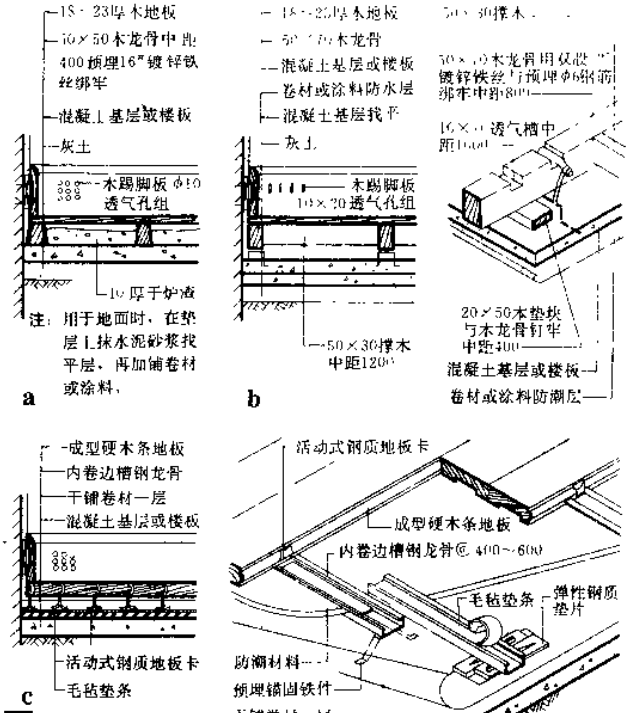




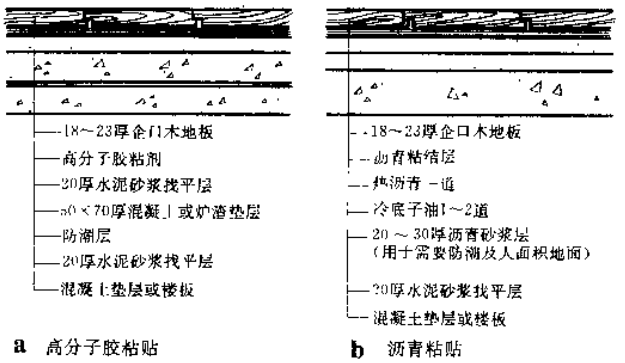




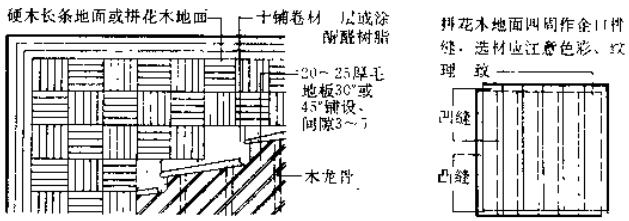
1 空铺式



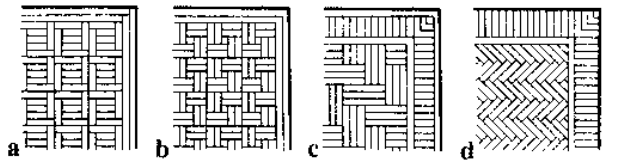
2 实铺式



3 粘贴式



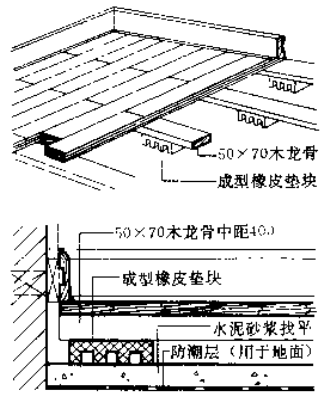
4 双层拼花木楼地面



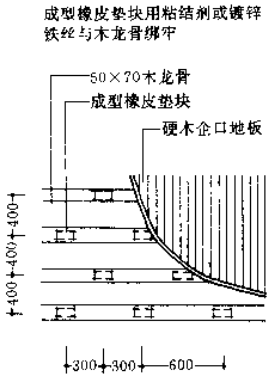
5 木楼地面拼花图案示例

弹簧木楼地面

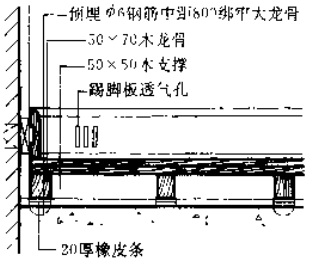
弹簧木楼地面适用于室内体育用房、排练厅、舞台、交谊舞厅等对弹性有特殊要求的楼地面。构造可分橡皮、木弓、钢弓、弹簧等做法，以橡皮为常用。



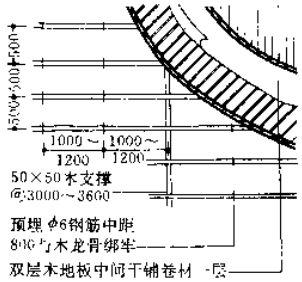
1 橡皮

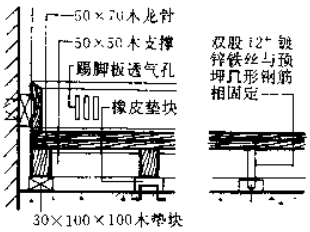


a 成型橡皮垫块

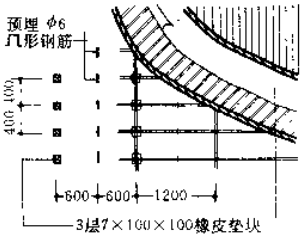


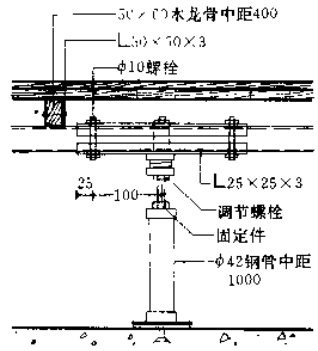
b 橡皮条（用粘结剂与木龙骨固定）

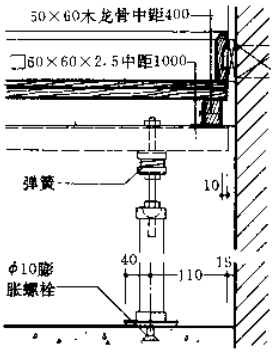




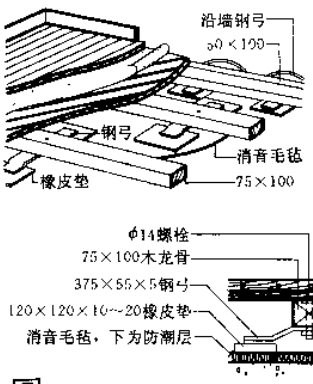
c 橡皮垫块（3～5层）

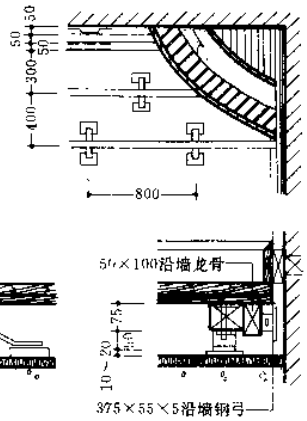






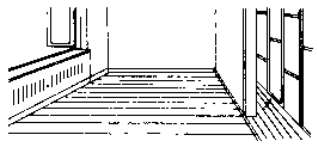
2 弹簧





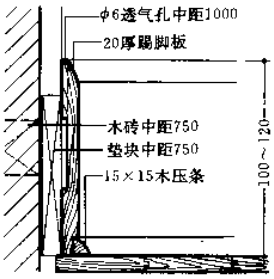
3 钢弓

细部处理

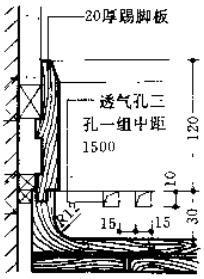


木楼地板在房间宜顺光线铺设，走道则沿行走方向铺设。南方潮湿地区，沿墙四周应考虑预留伸缩缝隙。

4 木楼地板铺设

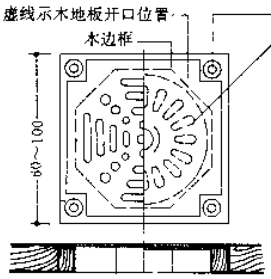


a 一般做法



b 高级做法

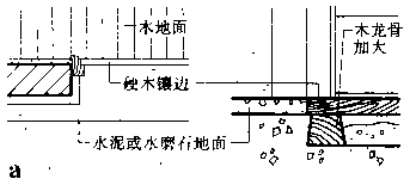
5 踢脚板



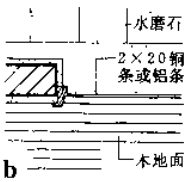
注：铝或铜质通风篦，一般位于房间四角或沿墙木地板上或踢脚板上。

a 固定式　b 开闭式

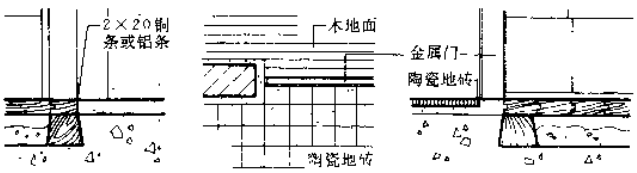
6 室内楼地板通风箅



a



b



7 楼地面交接

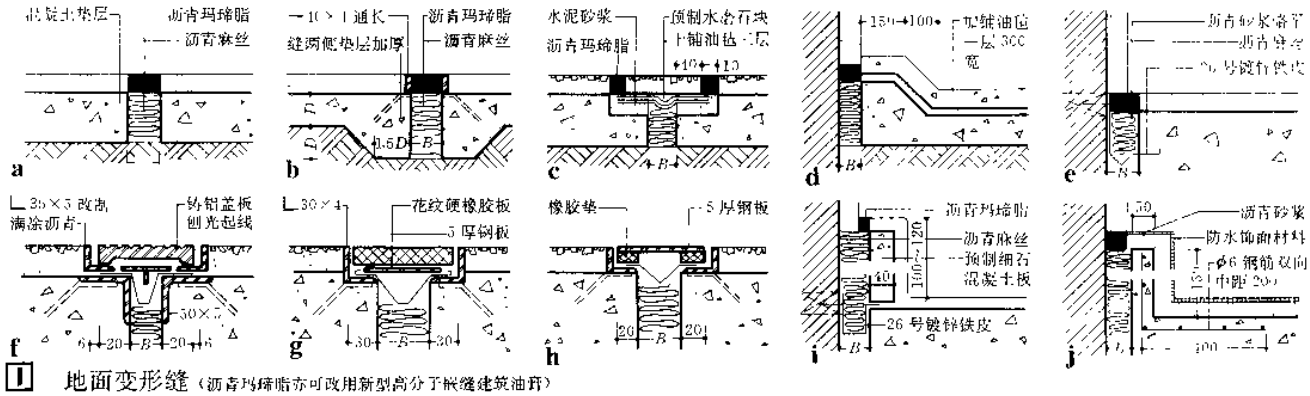
注：楼地面交接应用坚固材料作边缘构件，如硬木、铜条、铝条等，以避免产生起翘或参差不齐现象，交接分界线宜在门扇下面。

一、楼地面变形缝(沉降缝、伸缩缝、抗震缝)一般结合建筑物变形缝设置。设有分仓缝的大面积混凝土垫层地面可不另设地面伸缩缝。

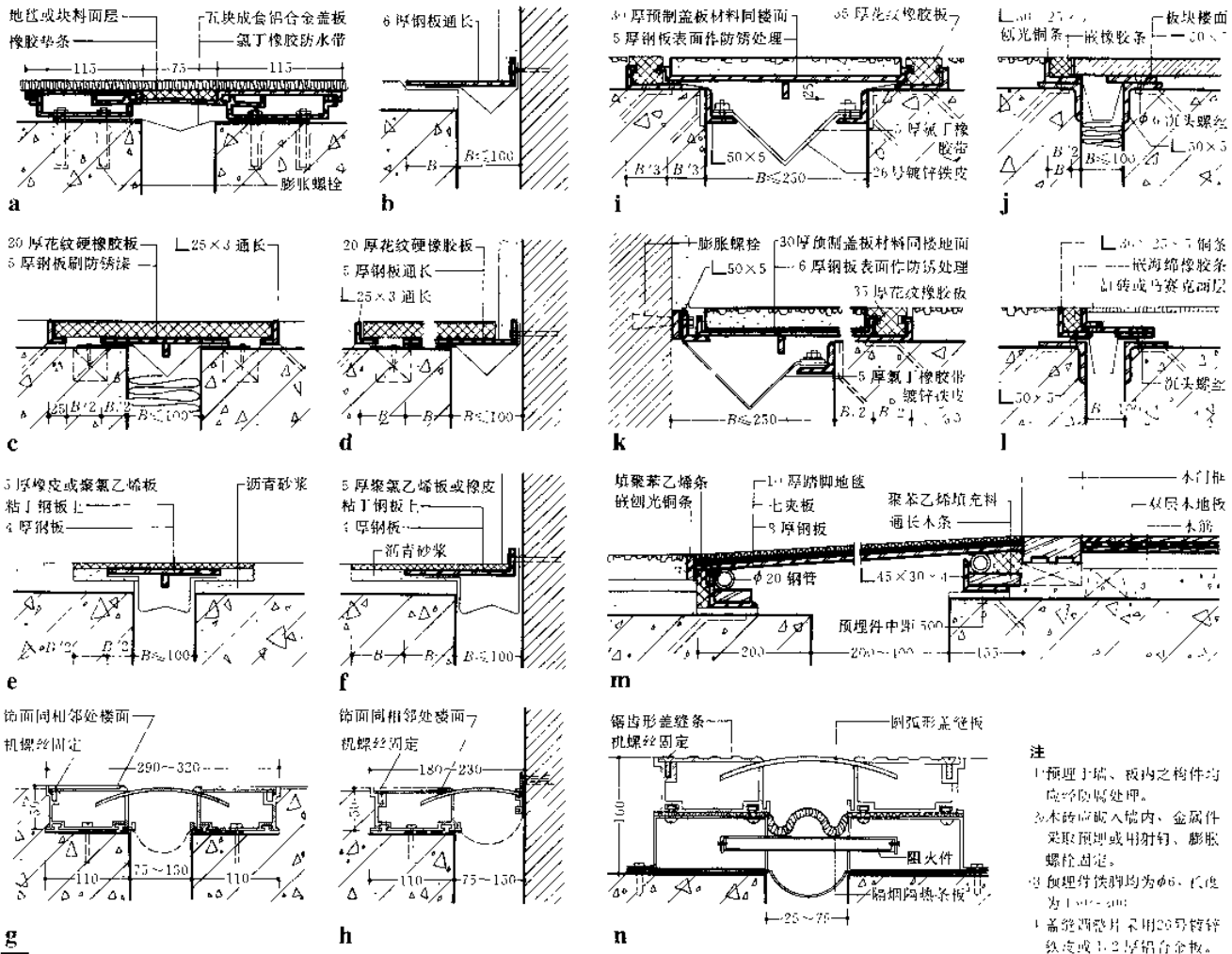
二、地面与振动较大的设备(如锻锤、有曲柄连杆的机器或破碎机等)基础之间以及地面上局部地段的堆放荷载与相邻地段的堆放荷载相差悬殊时应设变形缝。

三、地面变形缝不得穿过设备的底面。

四、变形缝应贯通楼地面各层，面层的变形缝宽度≥10，混凝土垫层≥20（楼板的变形缝宽度按结构设计确定）。对沥青类材料的整体面层和铺在砂、沥青玛瑞脂结合层上的板、块材面层，可只在混凝土垫层（或楼板）中设置变形缝。变形缝宽度 B 参见墙体有关页次。



1 地面变形缝（沥青玛瑞脂亦可改用新型高分子嵌缝建筑油膏）



注

1 预埋于墙、板内之构件均应予防锈处理。

2 木砖应嵌入墙内、金属件采取预埋或用射钉、膨胀螺栓固定。

3 预埋件铁脚均为φ6，长度为150～200。

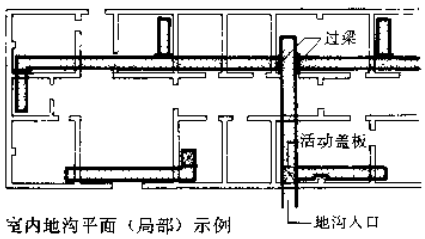
4 盖缝调整片采用26号镀锌铁皮或1.2厚铝合金板。

5 a～n 节点亦适用于地面。

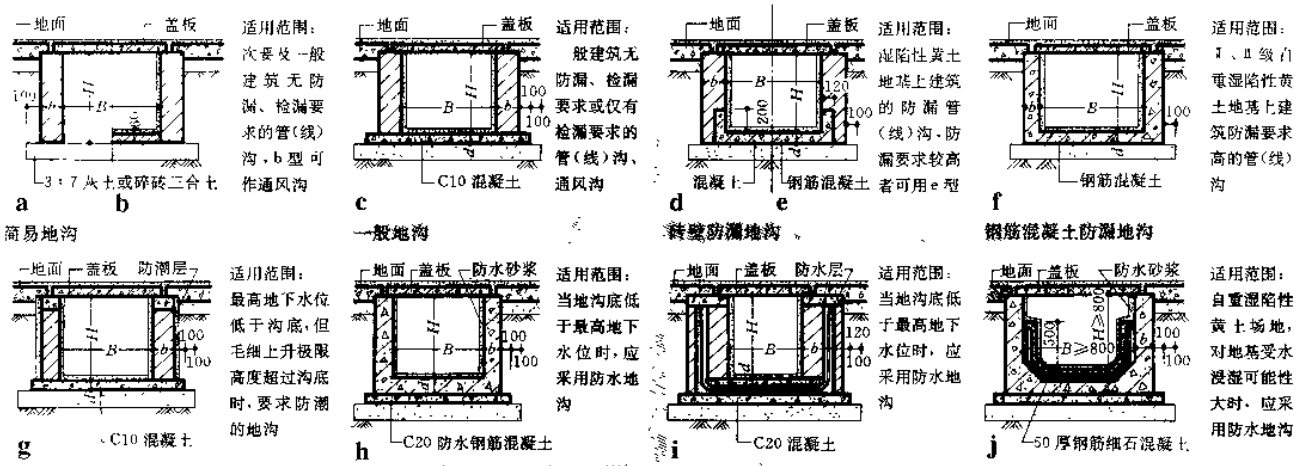
2 楼面变形缝

一、室内地沟包括敷设各种水、电、气管线的管（线）沟和通风沟。地沟设计应满足敷设、维护、检修管线或通风的要求，如管道可能渗漏或沟内凝结水较多，还应考虑排水、检漏、防漏（地基为湿陷性黄土时）等措施。

二、管（线）沟的断面尺寸根据敷设、检修管线的需要确定。地沟分为通行、半通行、不通行三种，其具体尺寸和适用范围以及地沟顶部隔热、地沟防腐蚀等参见资料集有关分册的有关章节。

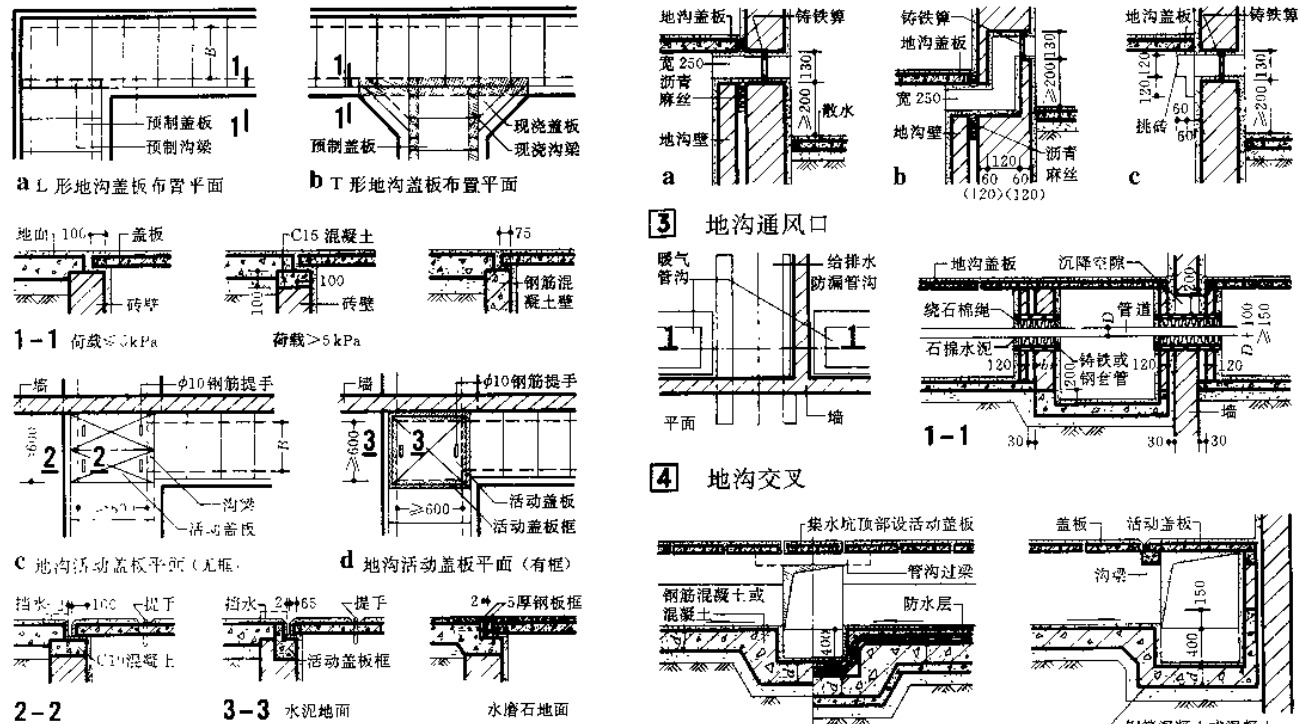


室内地沟平面（局部）示例



注：①沟内壁抹1:2.5水泥砂浆或防水水泥砂浆。②沟底基层为素土夯实。③防潮、防水地沟构造宜和地下室的防潮、防水构造相同，参见资料集有关分册的有关章节。④沟壁厚(b)、底板厚(d)根据地沟类型、荷载等级及沟宽(B)和沟深(H)确定。钢筋混凝土地沟一般壁厚可为200mm，特殊情况按需要定，其配筋由设计计算确定。

1 地沟类型



注：1.盖板、沟梁、活动盖板和框用钢筋混凝土预制。特殊盖板、沟梁可现浇。
2.盖板顶与周围地面同时施工。面层需防潮时，盖板上抹水泥砂浆封严。
3.活动盖板应设在人流较少的角落，并避免设在地面要求高或经常冲洗处。

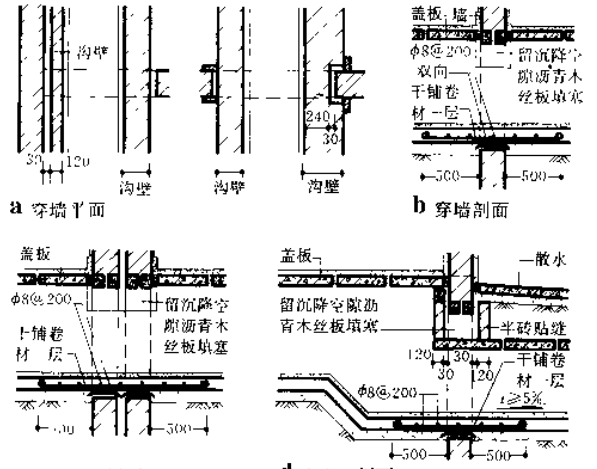
2 地沟盖板、活动盖板

3 地沟通风口

4 地沟交叉

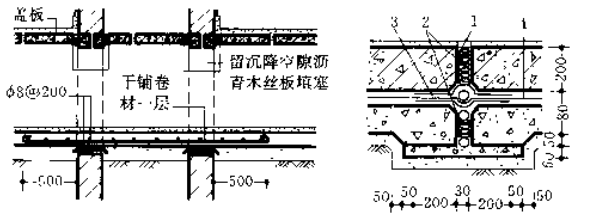
注：集水坑应设置在管沟沿线的分段检漏处，用料做法同所选管沟。一般地沟和防漏地沟的沟底应作排水坡度≥5%，坡向集水坑或室外检漏井。集水坑处应设活动盖板。

5 地沟集水坑



a 穿墙平面　b 穿墙剖面

c 穿变形缝剖面　d 出入口剖面

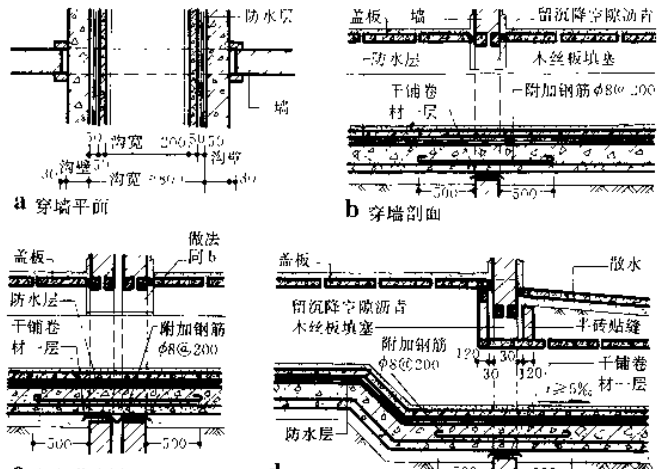


e 穿沉降缝剖面　f 底板变形缝

注：室内管沟一般不设变形缝，但考虑到地基复杂情况、荷载差别悬殊及温度伸缩等情况，供需设变形缝时参考。

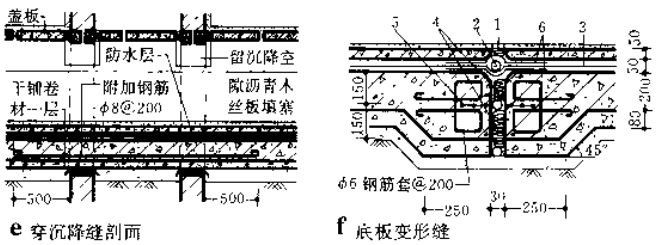
1 嵌缝建筑油膏
2 浸沥青麻丝填塞
3 附加卷材一层
4 防水层

1 一般地沟、防漏地沟穿墙



a 穿墙平面　b 穿墙剖面

c 穿变形缝剖面　d 出入口剖面

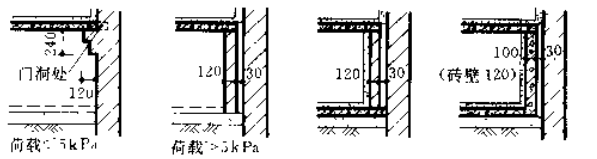


e 穿沉降缝剖面　f 底板变形缝

注：沉降空隙一般为60，Ⅰ、Ⅱ级湿陷性黄土地基沉降空隙为200，Ⅲ级湿陷性黄土地基沉降空隙为300

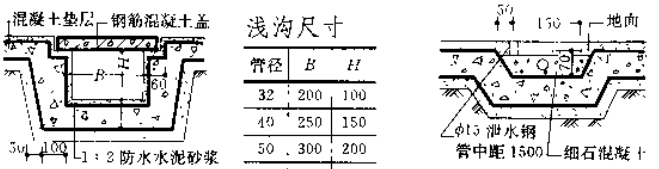
1 嵌缝建筑油膏
2 d35浸沥青麻丝
3 防水层
4 浸沥青麻丝填塞
5 橡胶或塑料止水带
6 附加卷材一层

2 防水地沟穿墙



a 简易地沟　b 简易地沟　c 一般地沟　d 防漏地沟

3 靠墙地沟壁

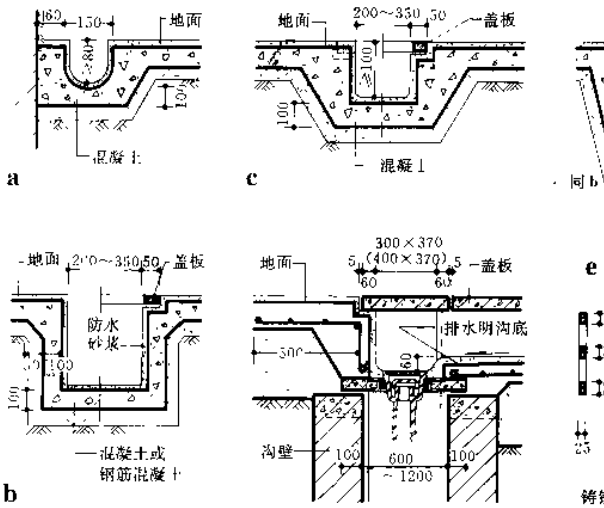


浅沟尺寸

管径	B	H
32	200	100
40	250	150
50	300	200
70	350	250

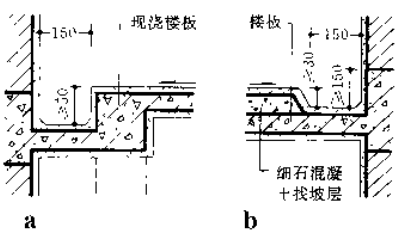
a 浅沟（单管）　b 埋地敷设（适用于管径≤25）

4 室内给水管浅沟及埋地敷设



a　b　c　d 明沟接地漏　e 明沟接地漏　f 箅子盖板

5 地面排水明沟



a　b

6 楼面排水明沟

注：①地面排水明沟混凝土壁、底用料同地面混凝土垫层；砖沟壁用MU7.5砖、M5砂浆砌筑。

②排水明沟一般采用整体面层，如1:2水泥砂浆（内加5%防水剂）、水磨石等；也可采用防水的块料面层，其构造和块料面层的楼、地面相同。

③排水明沟沟底纵坡≥0.5%，地面明沟由基层找坡。

④排水明沟防腐蚀构造参见资料集有关分册的有关章节。

一、屋顶由承重结构及屋面组成。屋顶类型的选择应综合考虑承重结构、围护结构、施工、经济以及建筑外形等因素。

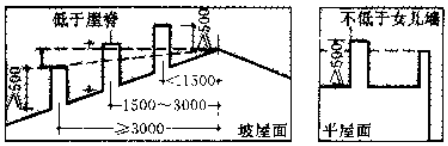
二、屋面类型选择应注意其适用范围。室内明露木基层屋面不宜用于表面温度>50℃的建筑；刚性防水屋面不宜用于气温变化剧烈及有振动的建筑；砖拱屋面不宜用于有剧烈振动及不均匀沉陷的建筑；槽瓦、F形板屋面不宜用于有密闭要求的建筑；波形瓦屋面不宜用于形状复杂的建筑。

三、设封闭吊顶的屋面应设通风洞组织自然通风。吊顶内敷设管线时应设检修走道。吊顶应设≥600×600的上人孔。吊顶内山墙上应设≥600×900的过人孔。

四、檐口离地≥8m的屋面应设屋面上人孔或上屋面检修梯。高低屋面高差≥2m时应设检修梯。屋面上人孔应靠近屋脊处，避免近檐口设置。

五、金属薄板面层等光滑屋面应有检修安全设施，如设置屋面检修走道及防护栏杆。

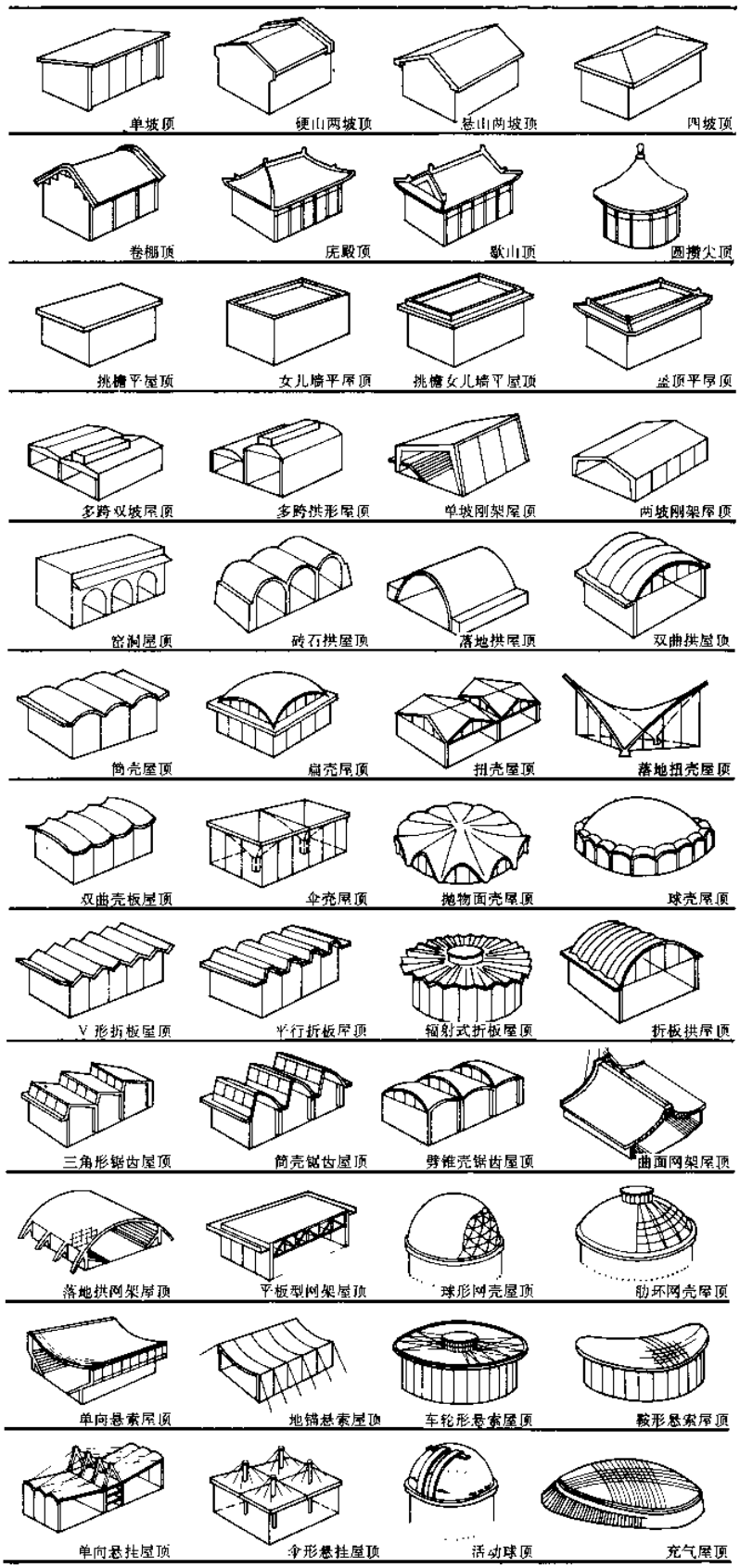
六、烟囱、通风道出屋面高度如下图：

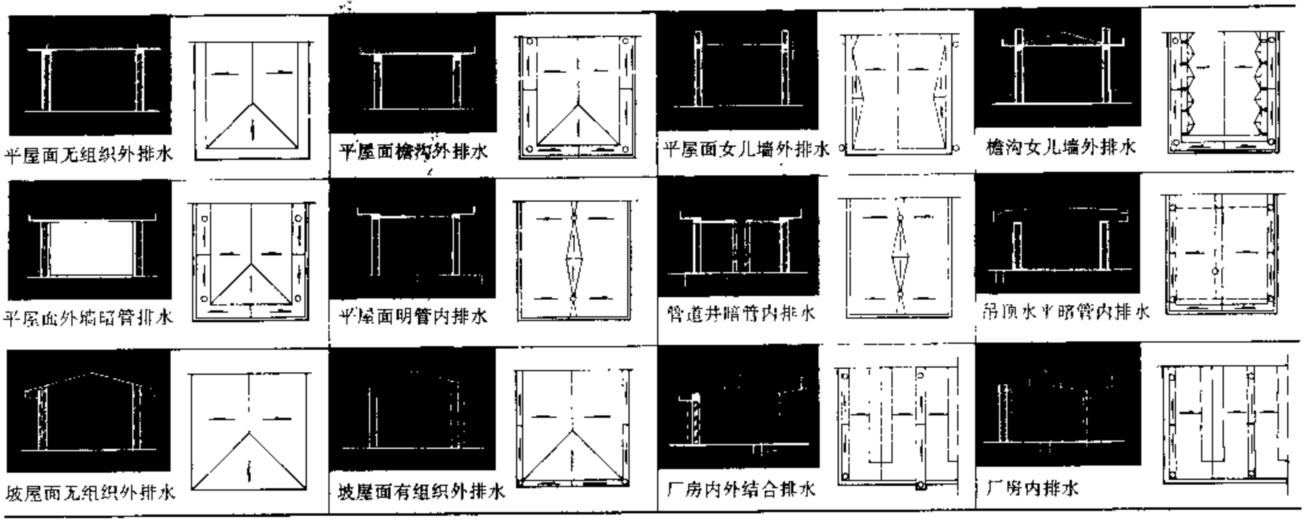


屋面类型及适宜坡度

屋面类别	屋面名称	适宜坡度（%）
坡屋面	粘土瓦屋面	≥40
	小青瓦屋面	≥30
	平瓦屋面	20～50
	卷材坡屋面	
	波形瓦屋面	10～50
	构件自防水屋面	≥25
平屋面	卷材除膜平屋面	2～3
	刚性防水屋面	2～3
	建筑拌水粉屋面	
	架空板隔热屋面	≤5
	种植屋面	≤3
	蓄水屋面	≤0.5
拱屋面	砖拱屋面	
	双曲砖拱屋面	
	拱壳砖屋面	
其他屋面	折板屋面	
	薄壳屋面	
	网架结构金属薄板屋面	≥4
	悬索结构金属薄板屋面	≥4
	网架结构卷材屋面	≥3
	金属压型板屋面	5～17
	金属夹心板屋面	5～17
	玻璃屋顶	
	天文馆屋面	
	天文台观测室活动屋面	

屋顶类型





1 屋面排水方式

排水方式选择：

1. 建筑物排水方式选择应综合考虑结构形式、气候条件、使用特点等因素，并优先考虑选用外排水方式。
2. 下列任一情况应采用有组织排水：

地　区	檐口离地（m）	天窗跨度（m）	相　邻　屋　面
年降雨量≤900	8～10	9～12	高差≥4m 的高处檐口
年降雨量>900	5～8	6～9	高差≥3m 的高处檐口

3. 积灰多的屋面应采用无组织排水。如采用有组织排水应有防堵措施。
4. 多跨厂房尽可能采用天沟外排水。天沟较长时采用两端外排水中间内排水。
5. 严寒地区为防止雨水管冰冻堵塞，宜采用内排水。
6. 湿陷性黄土地区应尽量采用外排水。

排水组织：

1. 屋面适当划分排水坡、排水沟组织排水区，力求排水通畅简捷，雨水口负荷均匀。
2. 屋面排水区一般按每个雨水口排除 150～200m² 屋面（水平投影）雨水划分。
3. 进深超过 12m 的平屋面不宜采用单坡排水。
4. 高低跨屋面的高处屋面雨水口集水面积≤100m² 时，高处屋面雨水管可直接排在低处屋面上，出水口处设防护板（平屋面用细石混凝土，瓦屋面用镀锌铁皮泛水）。≥100m² 时，高处屋面雨水管应直接与低处屋面雨水管或雨水排除系统连接。

檐沟、天沟：

1. 钢筋混凝土檐沟、天沟净宽应≥200。分水线处最小深度应≥80。沟内最小纵坡：卷材面层≥1%；自防水≥3‰；砂浆或块料面层≥5‰。
2. 檐沟、天沟在变形缝、防火墙处应断开。沟内纵坡如坡向变形缝、防火墙时应在两侧分别设雨水口，不得在防火墙上开流水孔。
3. 靠近檐沟、天沟 200～500 范围内屋面坡度应加大到 15%。
4. 瓦屋面镀锌铁皮檐沟常用规格见表 1。沟长超过 100m 应设檐沟变形缝。

雨水管、雨水口：

1. 雨水管最大间距：单层厂房 30m；挑檐平屋面 24m；女儿墙平屋面及内排水暗管排水平屋面 18m；瓦屋面 15m。雨水管直径：工业建筑 100～200；民用建筑 75～100；面积≤25m² 的阳台可用 [illegible]，常用直径为 100。
2. 单层厂房及集水面积较大的内排水民用建筑常用 87 型铸铁雨水口。挑檐、女儿墙平屋面雨水口见[13]及[14]。镀锌铁皮雨水管见表 1。石棉水泥雨水管采用 φ75～100。

2 屋面排水设计

镀锌铁皮雨水管、檐沟规格　　表 1

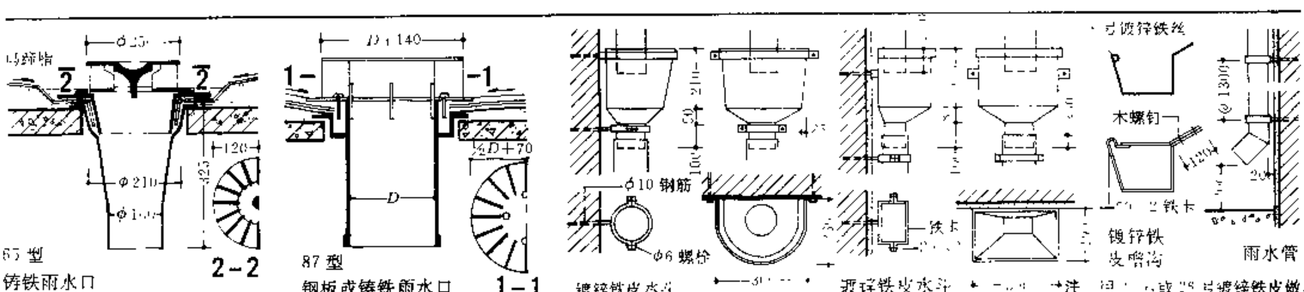
雨水管				檐沟		
断　面	断面尺寸	展开宽度	净面积	断　面	展开宽度	适用跨度
□	80×60	300	48.0cm²	φ120	225	双坡<6m
	93×67	333	62.5			
	99×73	360	72.2	100	400	双坡 6～15m
	128×90	450	[illegible]			
○	φ[illegible]	[illegible]	33.2	120	450	双坡>15m
	φ[illegible]	305	70.8			

注：按 900×1800；1000×2000 的 24 号镀锌铁皮剪裁。

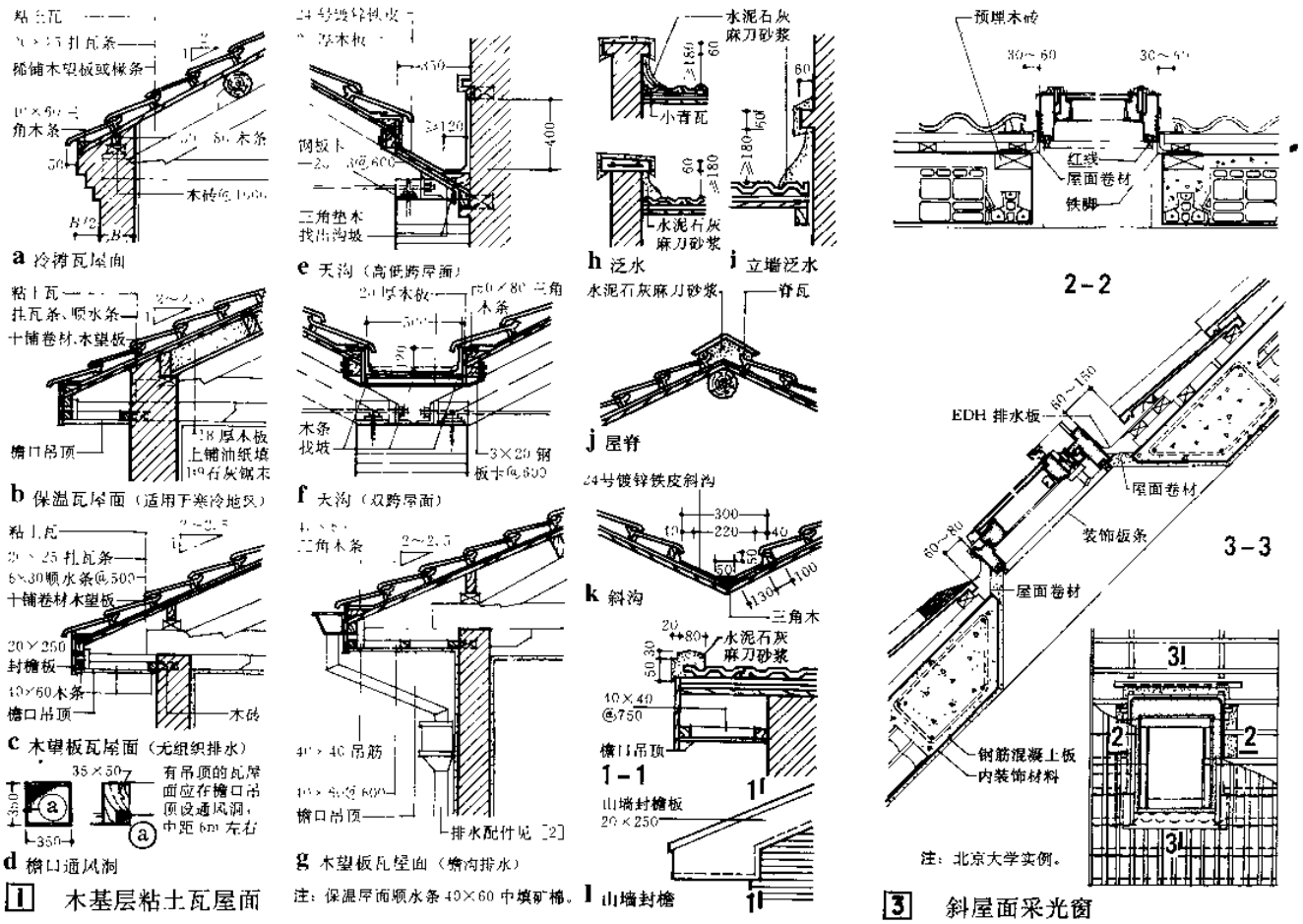
87 型雨水口最大汇水面积　　表 2

降雨厚度 mm/h	单口系统 一个雨水口最大汇水面积（m²） 雨水口直径（mm） 75	100	150	200	多口系统 一个雨水口最大汇水面积（m²） 雨水口直径（mm） 75	100	150	200
50	684	1116	2268	[illegible]	[illegible]	920	1865	2822
60	[illegible]	[illegible]	1890	[illegible]	474	774	1554	2352
70	489	707	1620	2547	406	663	1331	2016
80	428	695	1418	2318	356	[illegible]	1166	1764
90	380	620	1260	2060	316	516	1036	1568
100	342	550	1134	854	284	464	932	1411
110	311	[illegible]	1031	[illegible]	259	422	847	1285
120	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1176
140	244	[illegible]	[illegible]	1331	203	[illegible]	666	1008
160	214	[illegible]	[illegible]	1159	[illegible]	[illegible]	583	882
180	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	258	[illegible]	784
200	[illegible]	[illegible]	[illegible]	927	[illegible]	[illegible]	466	706

注：① 小时降雨厚度按 [illegible] 计算。h——小时降雨厚度，q_5——降雨 5 分钟的暴雨强度 [illegible] 高出屋面的侧墙按其面积的一半折成汇水面积。
② 87 型雨水口系选自国家标准图 [illegible] 表列数值摘自"给水排水设计手册"第 [illegible] 册"室内给水排水分册"第 [illegible] 页（中国建筑工业出版社，1986）

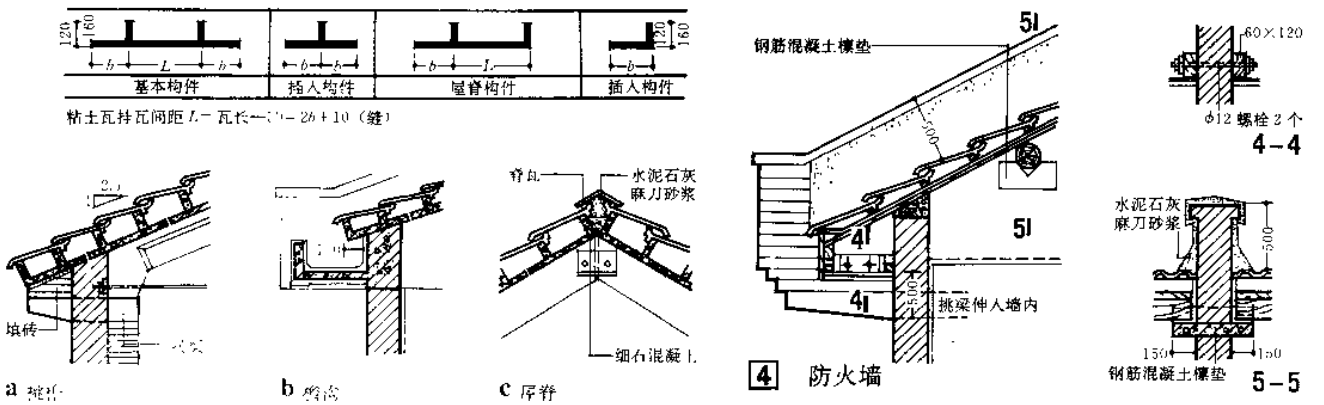


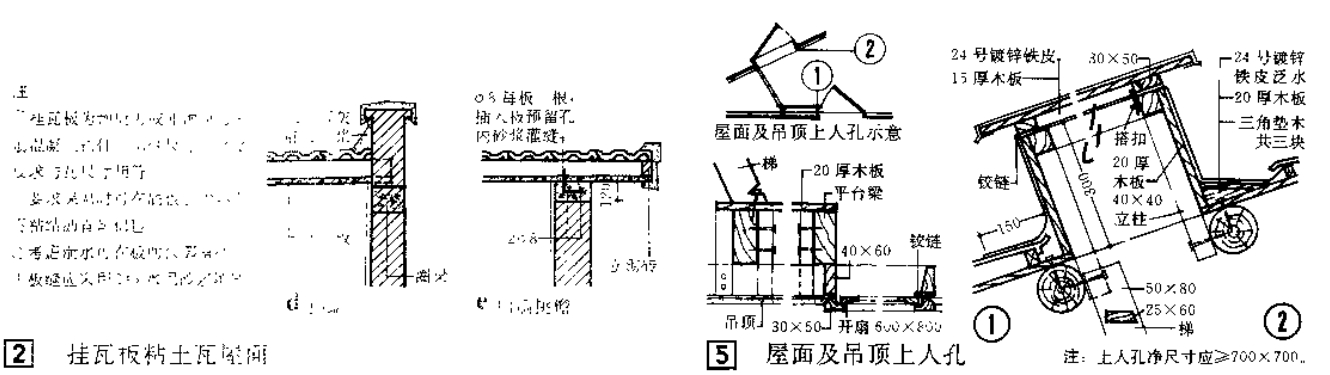
3 屋面排水配件



1 木基层粘土瓦屋面

3 斜屋面采光窗

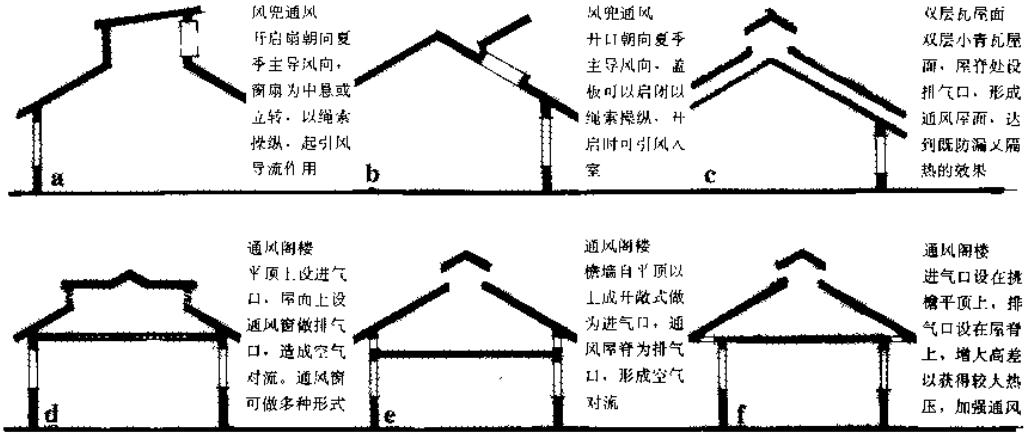




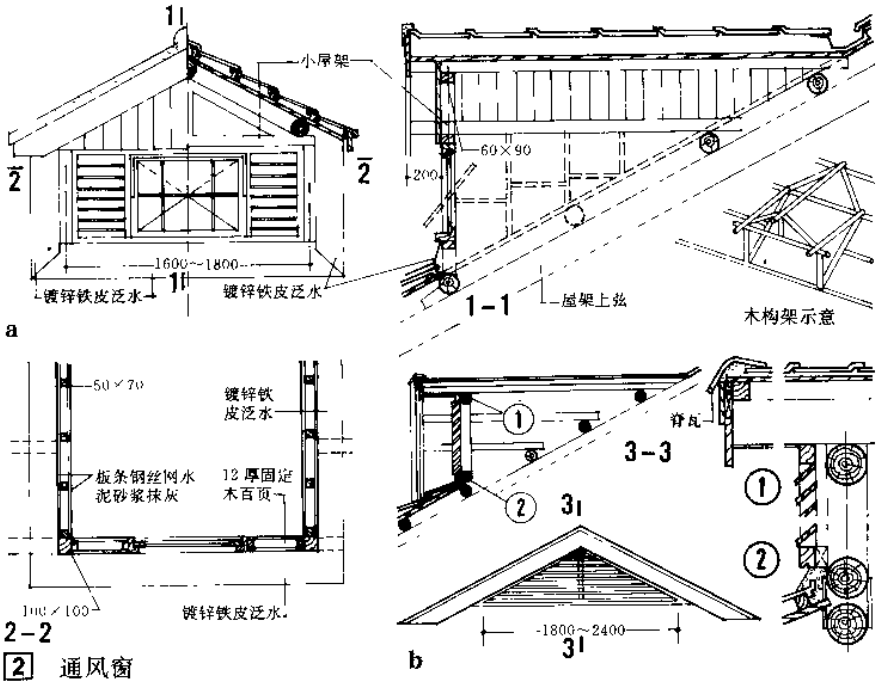
屋顶通风

炎热地区，在坡屋顶中设进气口和排气口，利用屋顶内外的热压差和迎、背风面的压力差，加强空气的对流作用，组织自然通风，使室内外空气进行交换，减少由屋顶传入室内的辐射热，改善室内气候条件。

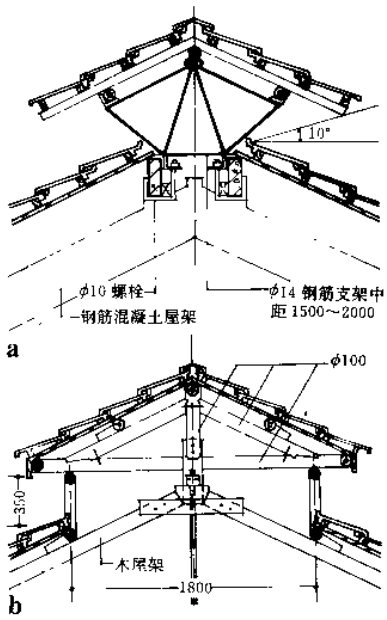
屋顶通风的另一作用是保护屋顶材料。



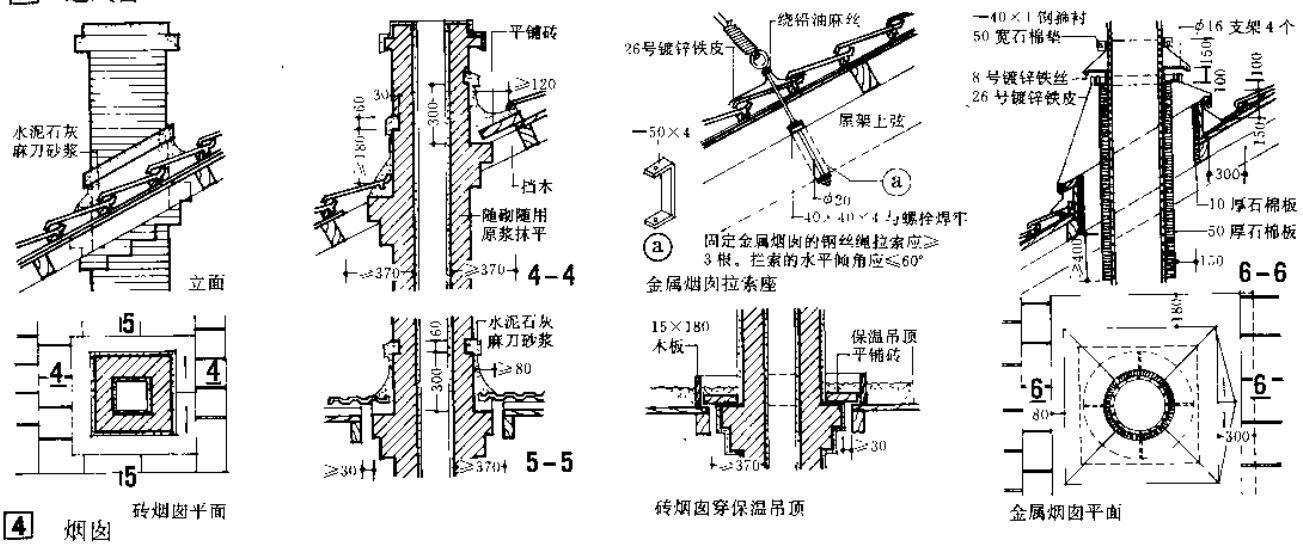
1 屋顶通风的几种形式



2 通风窗



3 通风屋脊

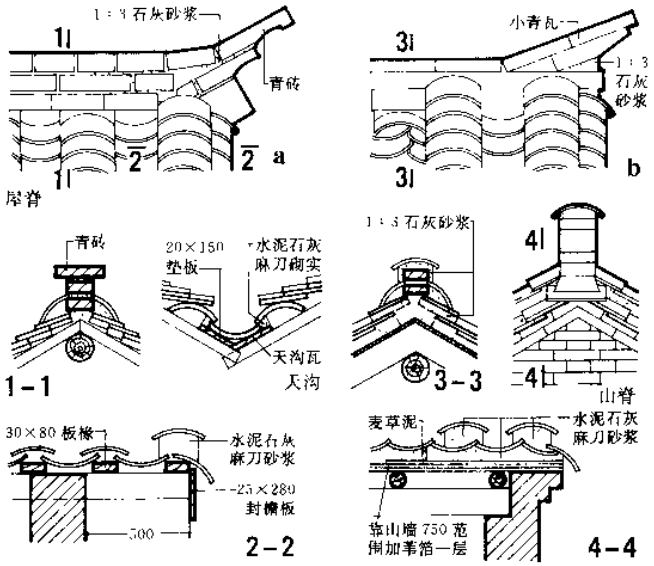


4 烟囱

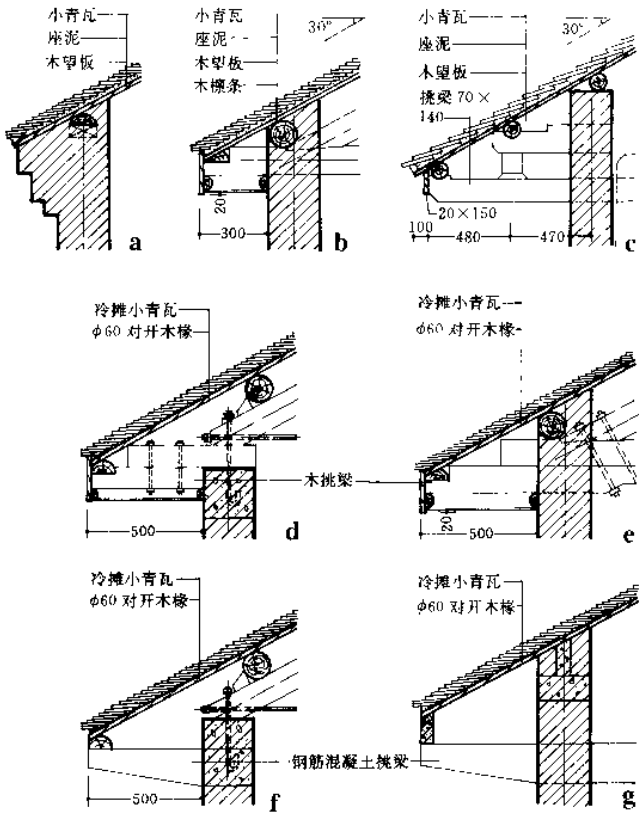
小青瓦屋面

望板或椽子上苫箔 灰泥 阳瓦	望板或椽子上苫箔 灰泥 阴阳瓦	灰泥 筒瓦 板椽
单层瓦 适用于少雨地区	阴阳瓦 适用于多雨地区	筒板瓦 适用于多雨地区
灰泥 阴阳瓦 望砖 灰泥	冷摊附阳瓦 板椽	灰泥
阴阳瓦 适用于多雨地区	冷摊瓦 适用于炎热地区	通风屋面 适用于炎热地区

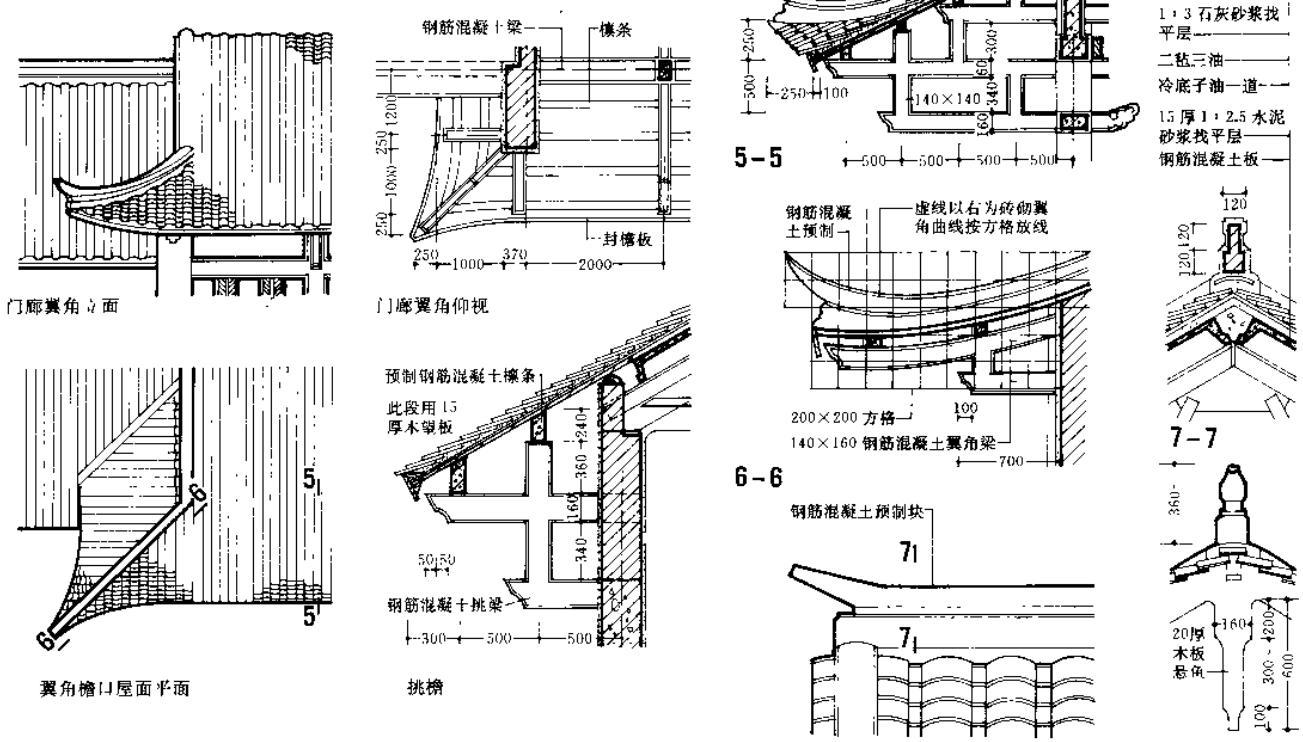
注：小青瓦搭接长度：少雨地区为搭六露四，多雨地区为搭七露三。



1 普通小青瓦屋面



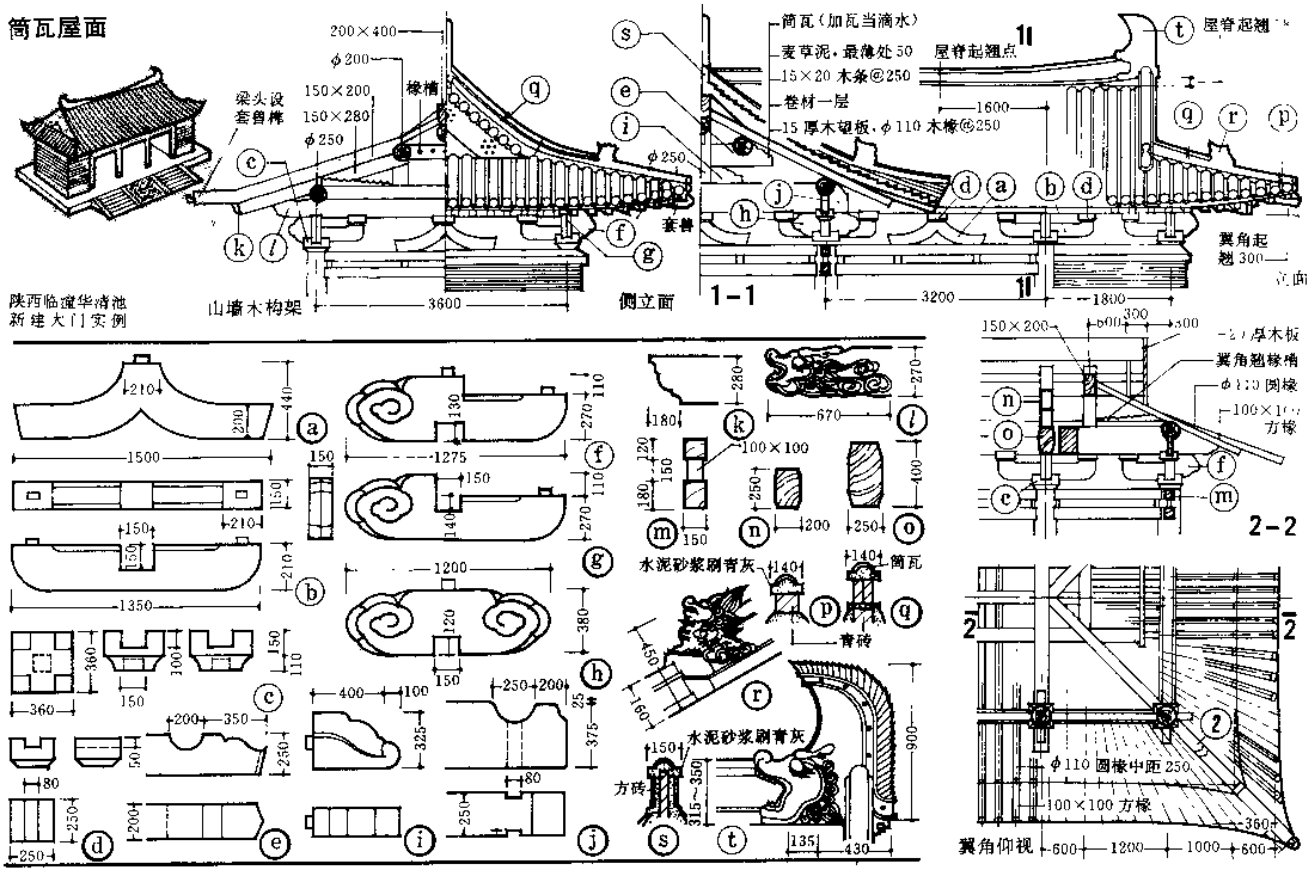
2 小青瓦檐头



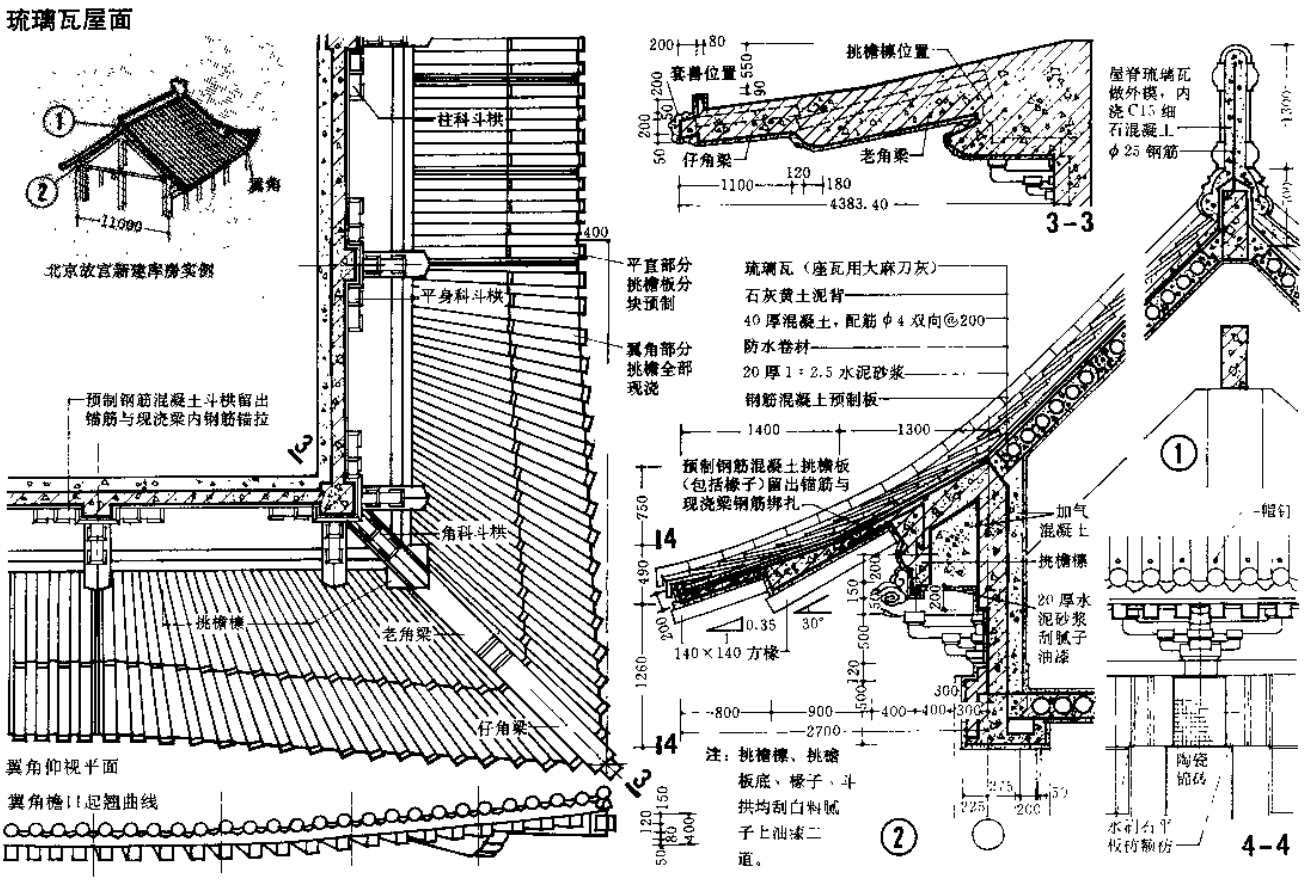
3 钢筋混凝土板基层小青瓦屋面实例

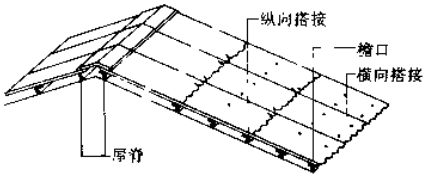
屋面[6]筒瓦、琉璃瓦屋面

筒瓦屋面



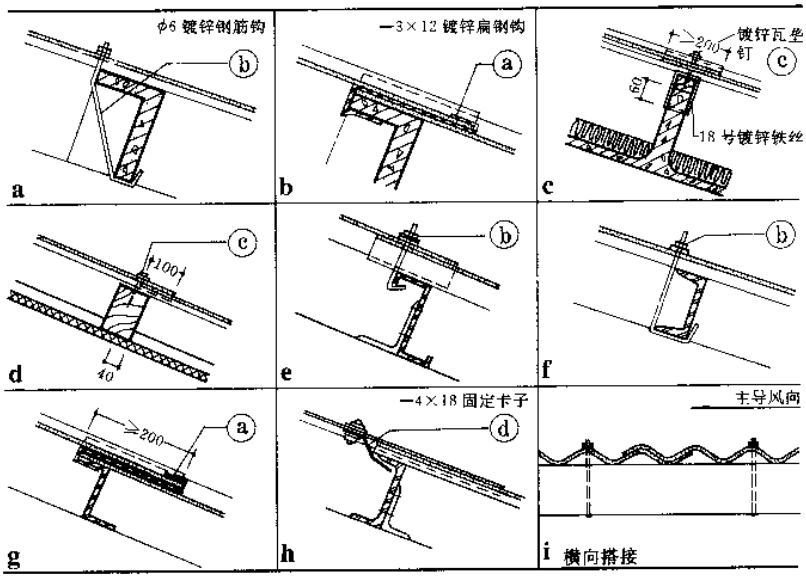
琉璃瓦屋面



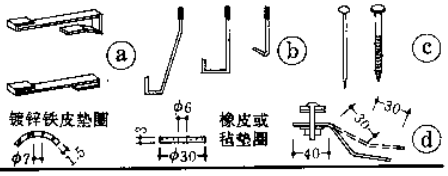


波形瓦类型、规格　　表1

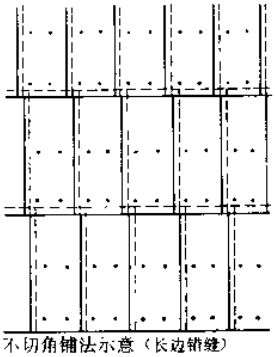
类　型	规　格		
	长×宽×厚	弧高	弧数
石棉水泥大波瓦	2800×994×8	50	6
石棉水泥中波瓦	2400×745×6.5 1800×745×6 1200×745×6	33 33 33	7.5 7.5 7.5
石棉水泥小波瓦	2134×720×5 1820×720×5 1820×720×6 1820×720×8	14～17 14～17 14～17 14～17	11.5 11.5 11.5 11.5
玻璃钢波形瓦	1800×700×1.5～2(江苏) 1900×700～800×1.2(北京) 1800×730×1.4 1300×730×1.1 (江苏)	14 10、20	
镀锌瓦垄铁	长1800，宽660～690 厚0.63～0.88	12.7 14.3	



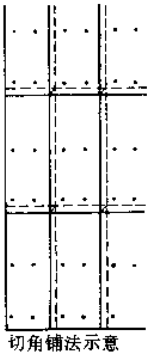
注：
①各种波形瓦均可采用上述方法固定。每瓦固定点4～6个。当采用扁钢钩固定时，檐口处及靠近屋脊处须用钢筋钩固定。
②扁钢钩（卡）、钢筋钩的形状，尺寸根据檩条的形状、尺寸和瓦的类型决定。螺栓及瓦垄钉均须加镀锌铁皮垫圈及橡皮或毡垫圈。



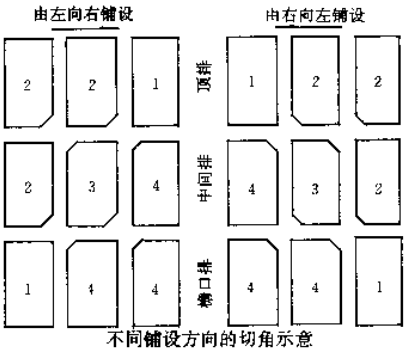
1　石棉瓦与檩条的固定



不切角铺法示意（长边错缝）



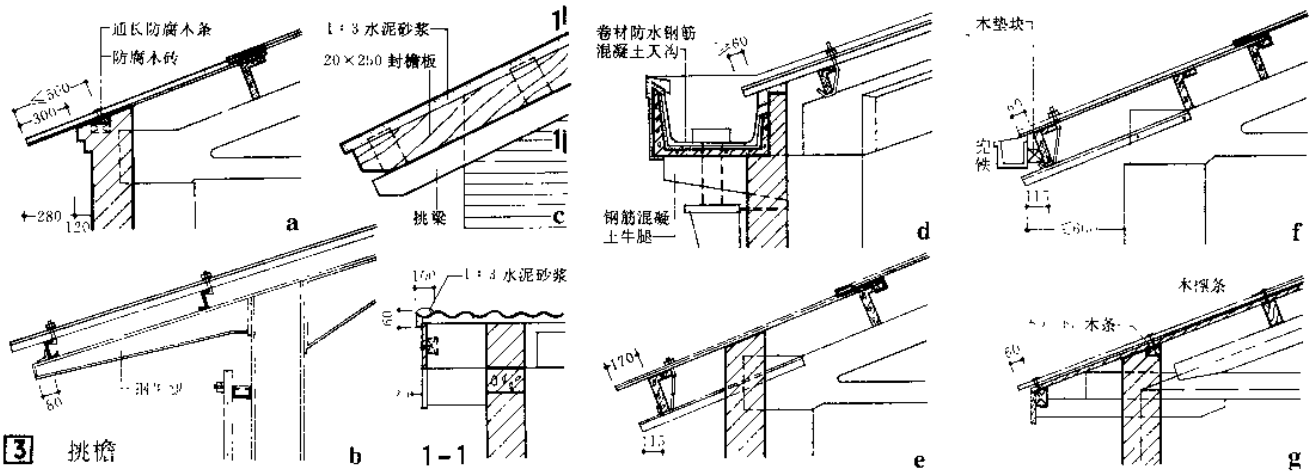
切角铺法示意



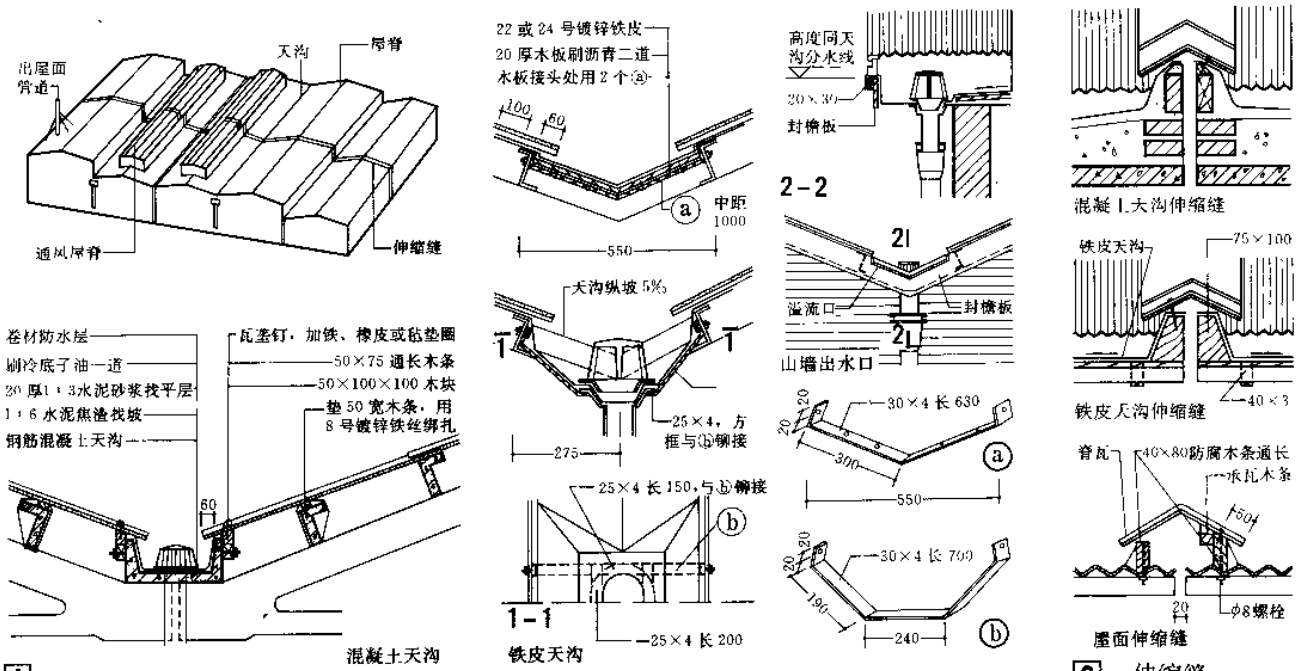
不同铺设方向的切角示意

注：①大面积石棉瓦屋面宜采用不切角长边错缝铺盖法铺设。大、中波瓦错开一波，小波瓦错开二波。其他类型波形瓦铺法与石棉瓦同。
②波形瓦屋面坡度一般≥1/3。
③波形瓦屋面檩条间距根据瓦的长度确定，一般情况下每瓦3个支承点。
波形瓦与檩条的固定应考虑温度变化而引起的变形，钉孔直径比瓦钉（或螺栓）大2～3，钉孔应在波峰上，不允许在波谷上。
④石棉瓦竖向搭接压头应≥100。横向搭接应顺主导风向。大、中波瓦横向搭接应不少于一波。小波瓦应不少于一波。
⑤有组织排水屋面水落管间距≤18m。
⑥镀锌瓦垄铁屋面表面应涂防锈漆以防锈蚀。

2　石棉瓦铺设方法

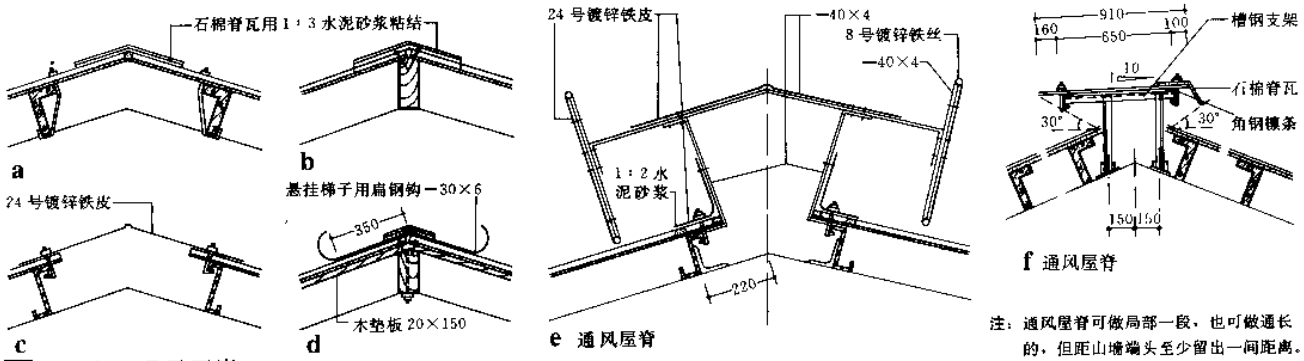


3　挑檐



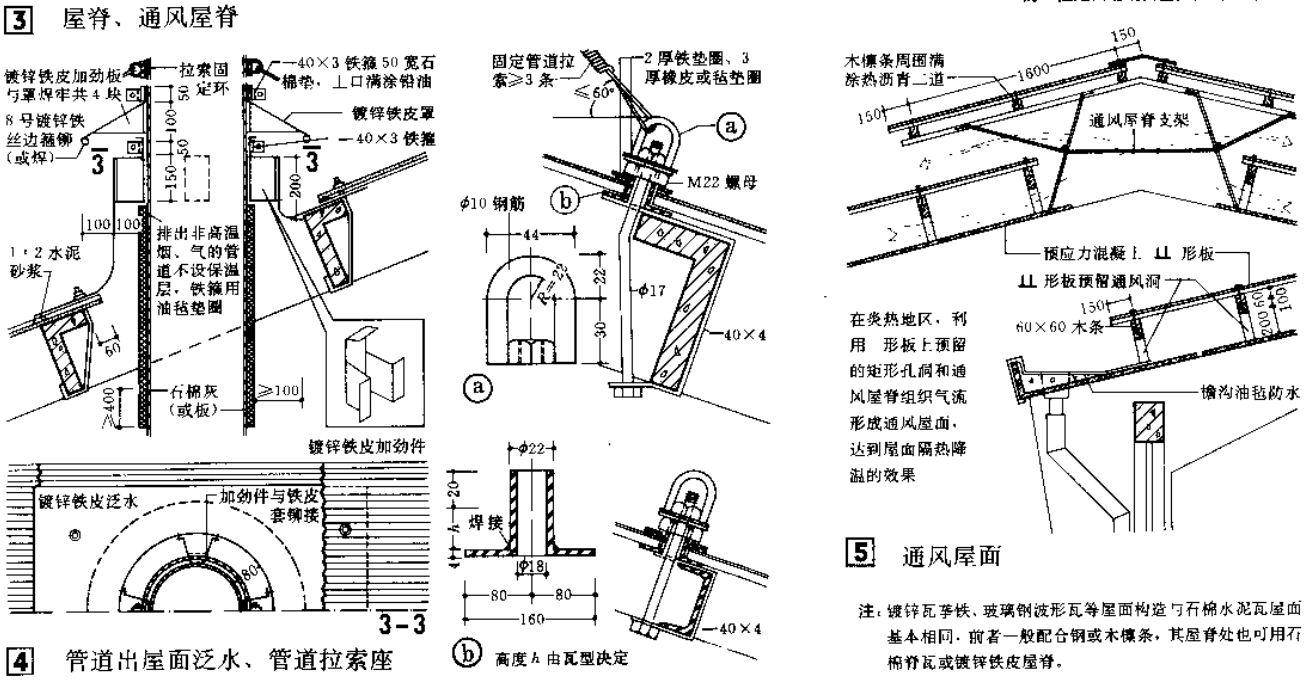
1 天沟

2 伸缩缝



注：通风屋脊可做局部一段，也可做通长的，但距山墙端头至少留出一间距离。

3 屋脊、通风屋脊



4 管道出屋面泛水、管道拉索座

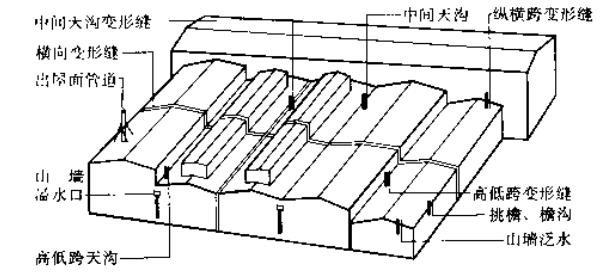
5 通风屋面

注：镀锌瓦等铁、玻璃钢波形瓦等屋面构造与石棉水泥瓦屋面基本相同，前者一般配合钢或木檩条，其屋脊处也可用石棉脊瓦或镀锌铁皮屋脊。

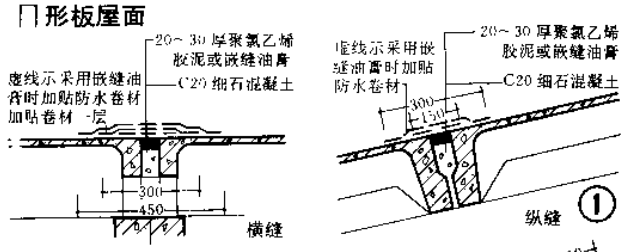
一、Π形板、F形板屋面均为构件自防水屋面。自防水要求构件密实并涂防水涂料，Π形板板缝防水为嵌缝材料嵌缝，F形板板缝防水为纵缝构件搭接，横缝盖脊瓦。

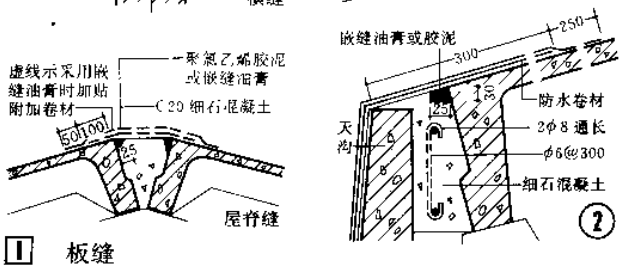
二、防水涂料及嵌缝材料施工方法见［17］。

三、卷材防水天沟、出屋面管道泛水、山墙溢水口等构造与卷材坡屋面相同，见［16］。

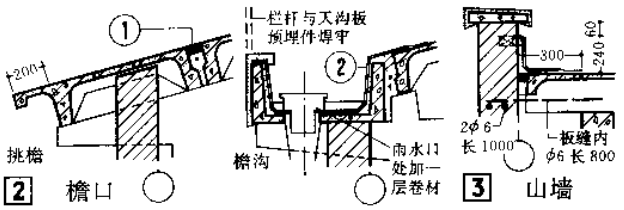


Π形板屋面

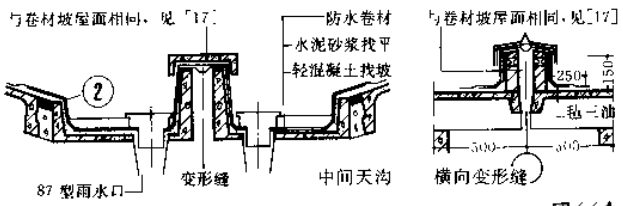


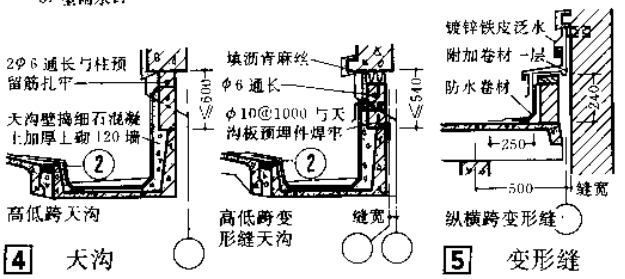


1 板缝



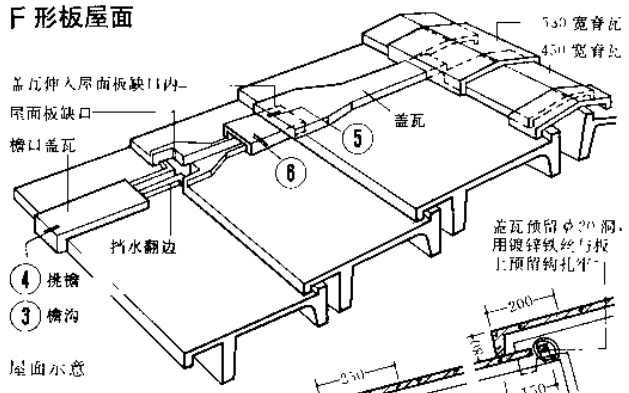
2 檐口　3 山墙

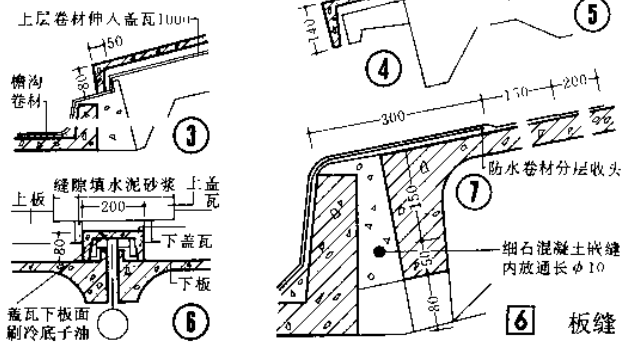




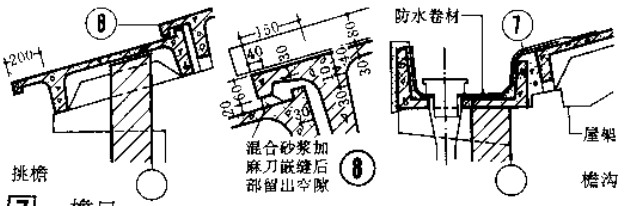
4 天沟　5 变形缝

F形板屋面

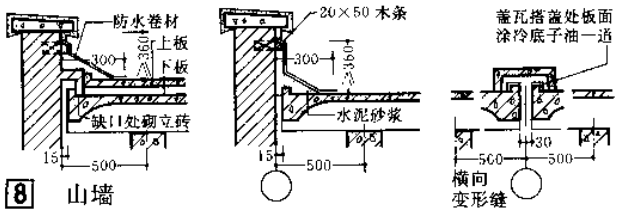




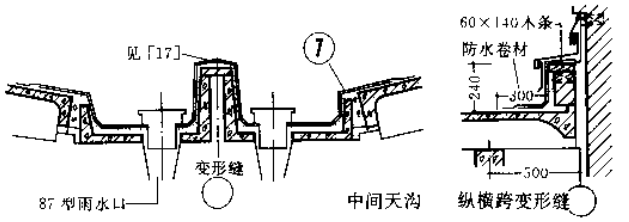
6 板缝

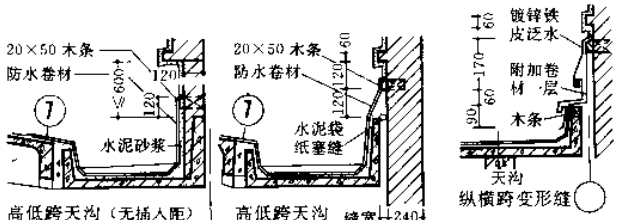


7 檐口

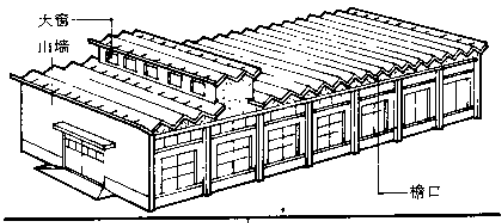


8 山墙

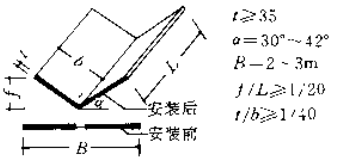


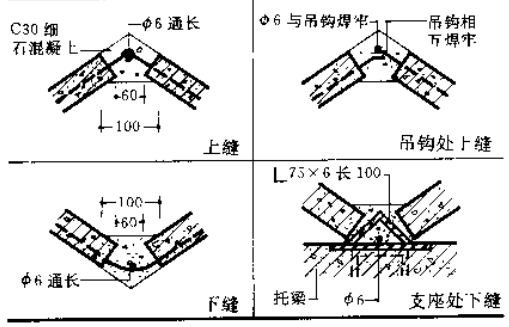


9 天沟　10 变形缝

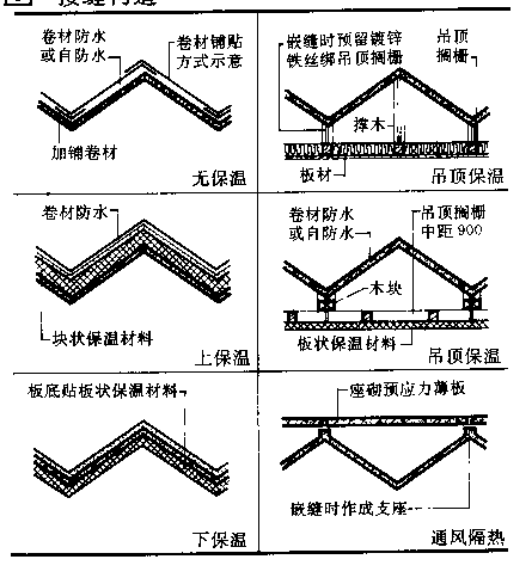


折叠式预应力V形折板是采用多层重叠生产预应力平板现场安装灌缝而成。适用于跨度≤18m 吊车≤10t，无振动无腐蚀影响的建筑。

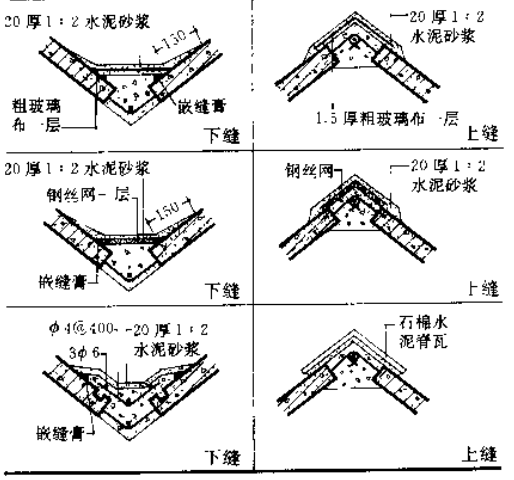




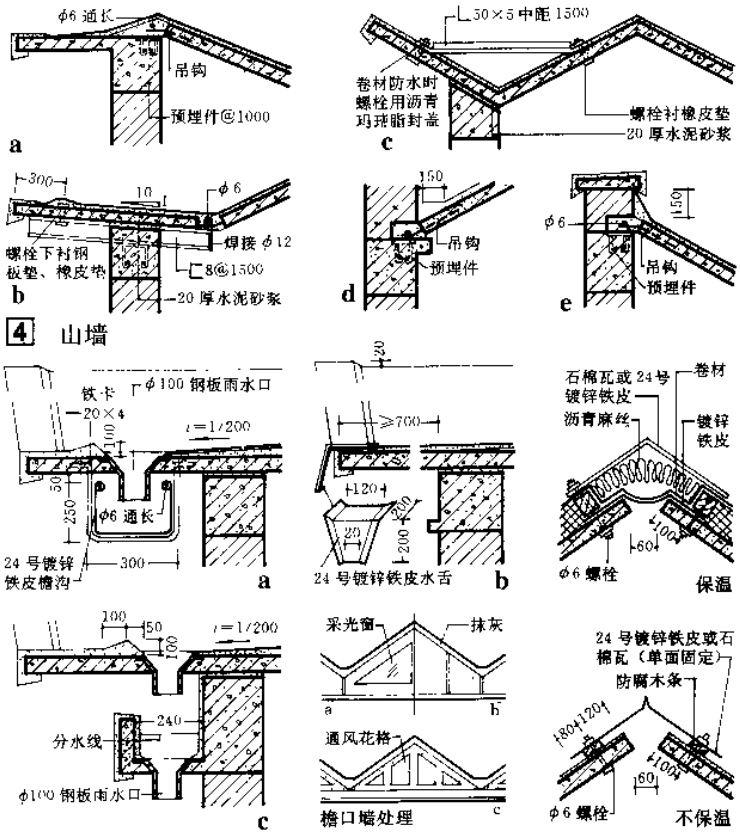
1 接缝构造



2 屋面保温防水构造类型



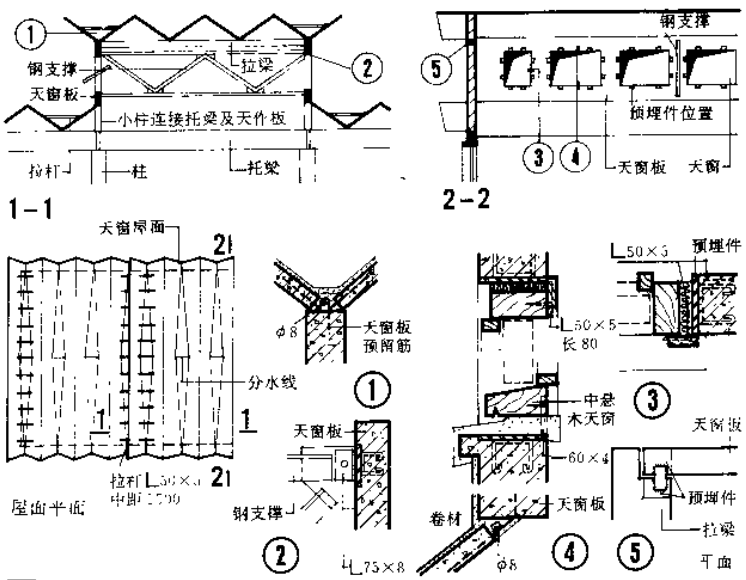
3 自防水屋面接缝 [illegible]



4 山墙

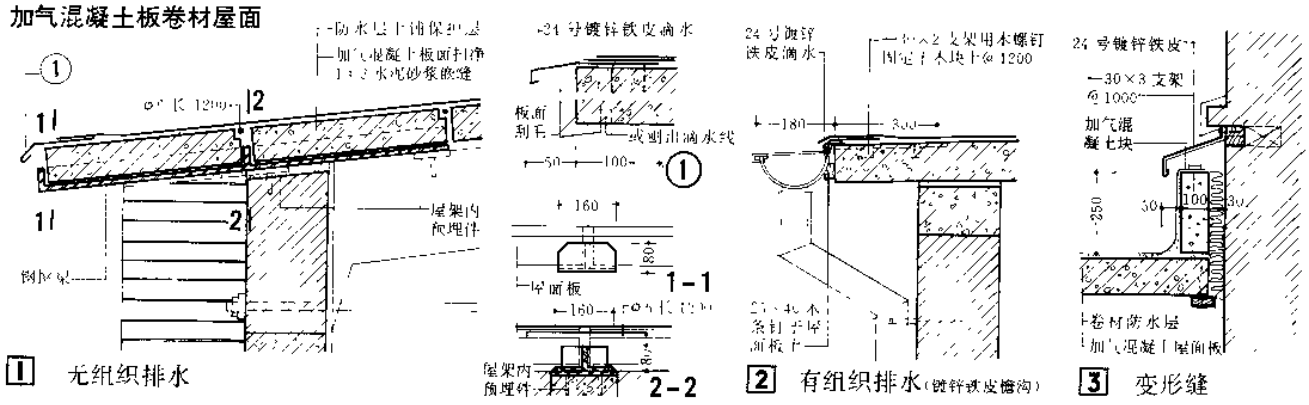
5 檐口

6 变形缝

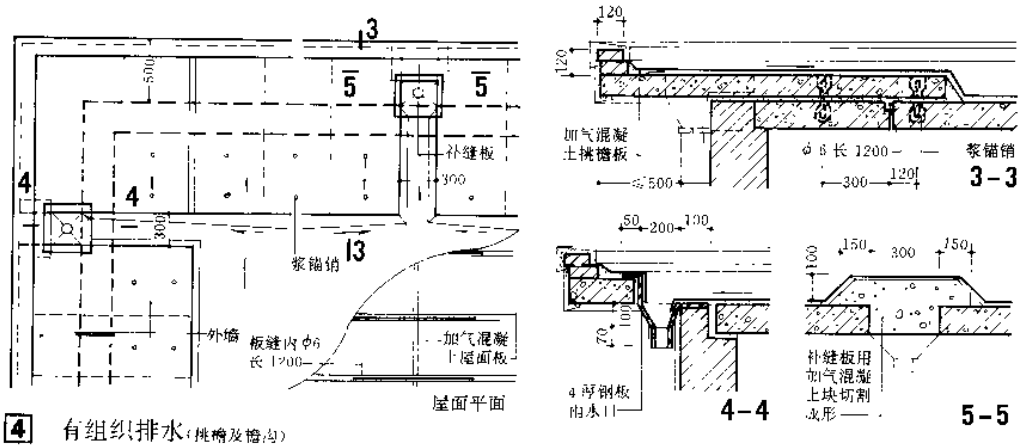


7 天窗

加气混凝土板卷材屋面

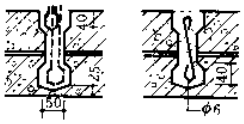


1 无组织排水　　2 有组织排水(镀锌铁皮檐沟)　　3 变形缝



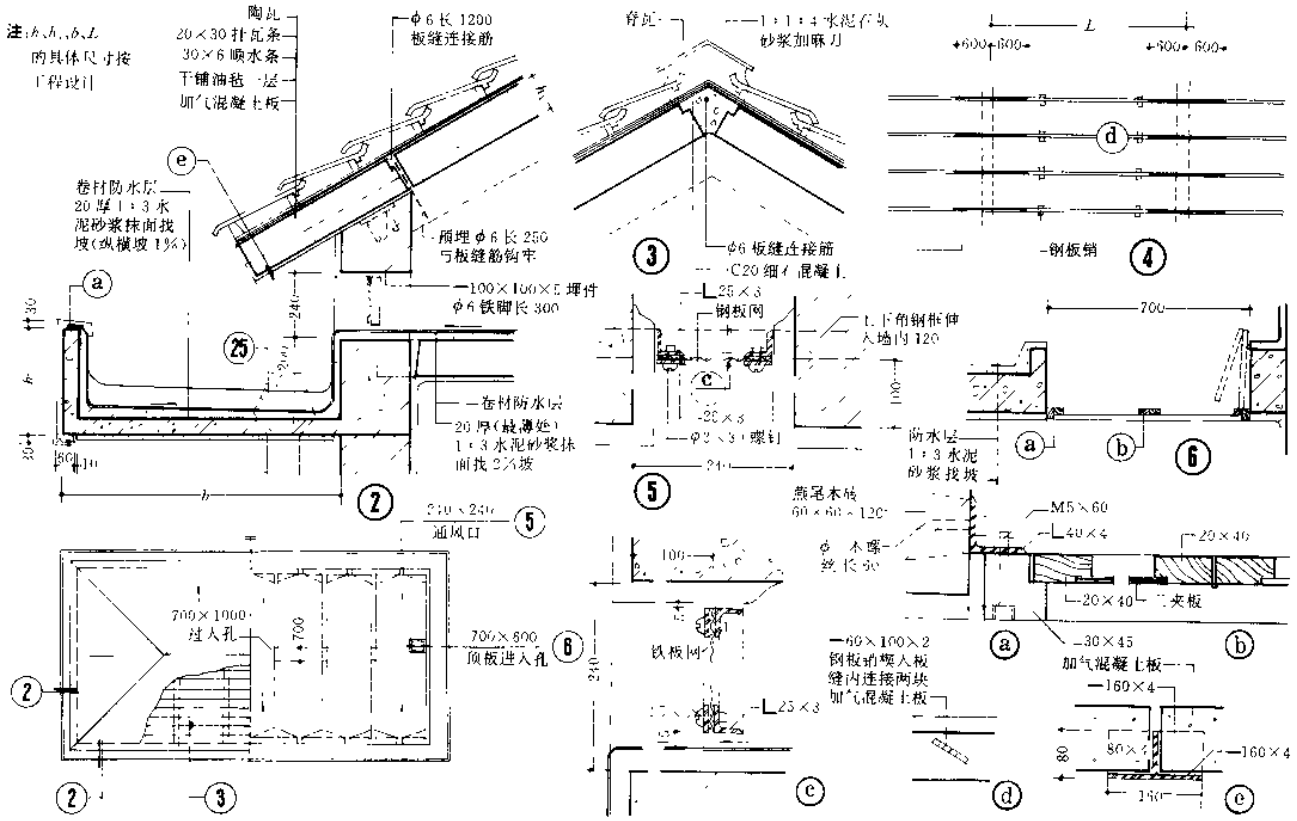
浆锚销施工说明

1. 挑檐板浆锚销每块板不少于两个，挑檐板与屋面板垂直布置时应锚在两块屋面板上。
2. 浆锚销孔用扩孔钻头现钻，销孔中部直径为50，上下端用电钻绕孔边转动扩孔。
3. 灌浆前孔内应吹净并湿润孔壁，用1∶0.5∶0.37(325号水泥∶砂∶水)砂浆随灌随捣实
4. 插入φ6钢筋销，轻敲锚入。



4 有组织排水(挑檐及檐沟)

加气混凝土板瓦屋面



屋面防水等级和设防要求　　表1

项目	屋面防水等级			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
建筑物类别	特别重要的民用建筑和对防水有特殊要求的工业建筑	重要的工业与民用建筑、高层建筑	一般的工业与民用建筑	非永久性的建筑
防水层耐用年限	25年	15年	10年	5年
防水层选用材料	宜选用合成高分子防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水涂料、细石防水混凝土等材料	宜选用高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、合成高分子防水涂料、高聚物改性沥青防水涂料、细石防水混凝土、平瓦等材料	应选用二毡四油沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材、高聚物改性沥青防水涂料、合成高分子防水涂料、沥青基防水涂料、刚性防水层、平瓦、油毡瓦等材料	可选用二毡三油沥青防水卷材、高聚物改性沥青防水涂料、沥青基防水涂料、波形瓦等材料
设防要求	三道或三道以上防水设防，其中应有一道合成高分子防水卷材，且只能有一道厚度不小于2mm的合成高分子防水涂膜	二道防水设防，其中应有一道卷材，也可采用压型钢板进行一道设防	一道防水设防，或两种防水材料复合使用	一道防水设防

平屋面组成和技术要求

保护层：为延长防水层使用耐久年限，应在防水层上设置保护层，保护层材料可采用浅色涂料、反射膜、砂石粒料、蛭石云母粉、纤维纺织毯、水泥砂浆、块材等。涂膜防水层采用刚性保护层时，应在涂膜防水层与保护层之间设置隔离层。

隔离层：在刚性防水层、刚性保护层下面，或两道防水层之间，需设置隔离层，以减少它们与结构层或防水层之间相互变形的影响，防止渗漏。隔离层材料一般有低等级砂浆、纸筋灰、塑料薄膜、无纺布、粉砂和石灰浆等。

隔热层：在炎热地区为减少太阳辐射热传入室内，需设置隔热层。隔热方法有架空板隔热、蓄水隔热、种植隔热、隔热块材隔热等。蓄水隔热不宜用于Ⅰ、Ⅱ级防水设防等级的屋面。

防水层：防水层为防水屋面基本构造层，应根据表1建筑类别的屋面防水等级和要求设防。

找平层：找平层是防水层的基层或保温层的覆盖层，找平层的厚度和技术要求应符合表2规定。

保温层：保温层宜选择具有憎水性能、导热系数小和质轻的保温材料，保温层的厚度通过计算确定。

隔气层：在需防止因室内湿气渗入保温层而结露，影响保温效果的屋面，应在结构层与保温层之间增设隔气层。在屋面与墙面相接处，隔气层应连续设置高出保温层150以上。

找平层厚度和技术要求　　表2

找平层类别	基层种类	厚度(mm)	技术要求
水泥砂浆	整体混凝土	15～20	1:2.5～1:3（水泥:砂）体积比，水泥标号不低于325号
	整体或板块材料保温层	20～25	
	装配式混凝土板、松散材料保温层	20～30	
细石混凝土	松散材料保温层	30～35	混凝土强度等级C15
沥青砂浆	整体混凝土	15～20	质量比为1:8（沥青:砂）
	装配式混凝土板、整体或板块材料保温层	20～25	

屋面防水材料厚度要求　　表3

防水等级	防水层选用材料	厚度(mm)	防水等级	防水层选用材料	厚度(mm)
Ⅰ	合成高分子防水卷材 高聚物改性沥青防水卷材 合成高分子防水涂膜	≥1.5 ≥3.0 ≥2.0	Ⅱ	合成高分子防水卷材 高聚物改性沥青防水卷材 合成高分子防水涂膜 高聚物改性沥青防水涂膜	≥1.2 ≥3.0 ≥2.0 ≥3.0
Ⅱ（单独使用）	合成高分子防水卷材 高聚物改性沥青防水卷材 合成高分子防水涂膜 高聚物改性沥青防水涂膜 沥青基防水涂膜	≥1.2 ≥4.0 ≥2.0 ≥3.0 ≥8.0	Ⅱ（复合使用）	合成高分子防水卷材 高聚物改性沥青防水卷材 合成高分子防水涂膜 高聚物改性沥青防水涂膜 沥青基防水涂膜	≥1.0 ≥1.5 ≥1.0 ≥1.5 ≥4.0
Ⅳ	沥青基防水涂膜 高聚物改性沥青防水涂膜	≥4.0 ≥3.0	注：防水材料复合使用时，耐老化、耐穿刺的防水材料应放在最上面		

平屋面常用构造型式举例　　表4

构造名称	构造简图	构造名称	构造简图
Ⅱ非性保防温水单屋道面柔	保护层 卷材或涂膜防水层 找平层 结构层	Ⅱ防保水温上单人道屋柔面性	刚性或块体保护层 隔离层 卷材或涂膜防水层 找平层 结构层
Ⅱ防保水温屋刚面性	≥40厚细石混凝土刚性防水层 配双向φ4～φ6@200钢筋网 隔离层 结构层	Ⅱ保防温水护屋水面粉	30厚细石混凝土或块体保护层 隔离层 建筑拌水粉防水层 找平层 结构层
架空隔热屋面	架空板 支座 卷材或涂膜防水层 找平层 结构层	非保温蓄水种植屋面	蓄水≥200，覆土200 30厚细石混凝土保护层 隔离层 防水层 找平层 结构层
倒置式屋面	保护层 憎水性保温层 柔性或拌水粉防水层 找平层 结构层	复合防水屋面	保护层 两种不同防水材料复合防水层 找平层 结构层
保温单道柔性防水屋面	保护层 卷材或涂膜或拌水粉防水层 找平层 保温层 隔气层 找平层 结构层	保温多道防水屋面	保护层或刚性防水层 柔性或拌水粉防水层 找平层 保温层 柔性或拌水粉防水层 找平层 保温层 隔气层 找平层 结构层

注：采用刚性或有粘结层的块体保护层及拌水粉层时，应在其下增设隔离层。

防水卷材分类

沥青基防水卷材　俗称沥青油毡（包括非高聚物改性沥青），由沥青、胎体、填充料经浸渍或辊压制成，属低档材料。因其低温柔性差、温度稳定性差、易老化，渐被其它高性能材料取代。

高聚物改性沥青防水卷材　按改性材料种类又可分为SBS、APP、PVC、再生橡胶和废胶粉等几种改性沥青卷材，与沥青基防水卷材比较，具有高温不流淌、低温不脆裂、拉伸强度高、延伸率较大的优点。

合成高分子防水卷材　以合成橡胶、合成树脂或两者共混体为基料，加入适量化学助剂和填充料经塑炼混炼、压延或挤出成型，具有拉伸强度高、断裂伸长率大、耐老化及可冷施工等优越性能。我国目前开发的合成高分子卷材主要有橡胶系、树脂系、橡塑共混型等三大系列，属新型高档防水材料。

注：上述三类防水卷材的物理性能应分别符合表1、表2、表3要求。

沥青防水卷材的物理性能　表1

项目		性能要求	
		350号	500号
纵向拉力（25±2℃时）		≥340N	≥440N
耐热度（85±2℃，2h）		不流淌，无集中性气泡	
柔性（18±2℃）		绕φ20mm圆棒无裂纹	绕φ25mm圆棒无裂纹
不透水性	压力	≥0.10MPa	≥0.15MPa
	保持时间	≥30min	≥30min

高聚物改性沥青防水卷材的物理性能　表2

项目		性能要求			
		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类
拉伸性能	拉力	≥400N	≥400N	≥50N	≥200N
	延伸率	≥30%	≥5%	≥200%	≥3%
耐热度（85±2℃，2h）		不流淌，无集中性气泡			
柔性（−5℃～−25℃）		绕规定直径圆棒无裂纹			
不透水性	压力	≥0.2MPa			
	保持时间	≥30min			

注：①Ⅰ类指聚酯毡胎体，Ⅱ类指麻布胎体，Ⅲ类指聚乙烯膜胎体，Ⅳ类指玻纤毡胎体。
②表中柔性的温度范围系表示不同档次产品的低温性能。

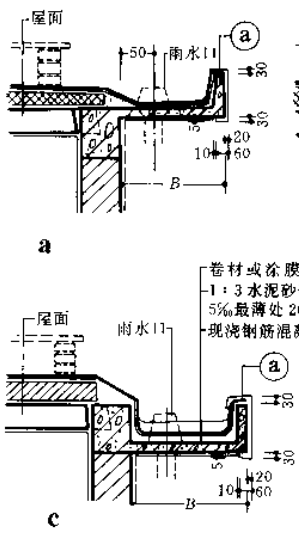
合成高分子防水卷材的物理性能　表3

项目		性能要求		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
拉伸强度		≥7MPa	≥2MPa	≥9MPa
断裂伸长率		≥450%	≥100%	≥10%
低温弯折性		−40℃	−20℃	−20℃
		无裂纹		
不透水性	压力	≥0.3MPa	≥0.2MPa	≥0.3MPa
	保持时间	≥30min		
热老化保持率（80±2℃，168h）	拉伸强度	≥80%		
	断裂伸长率	≥70%		

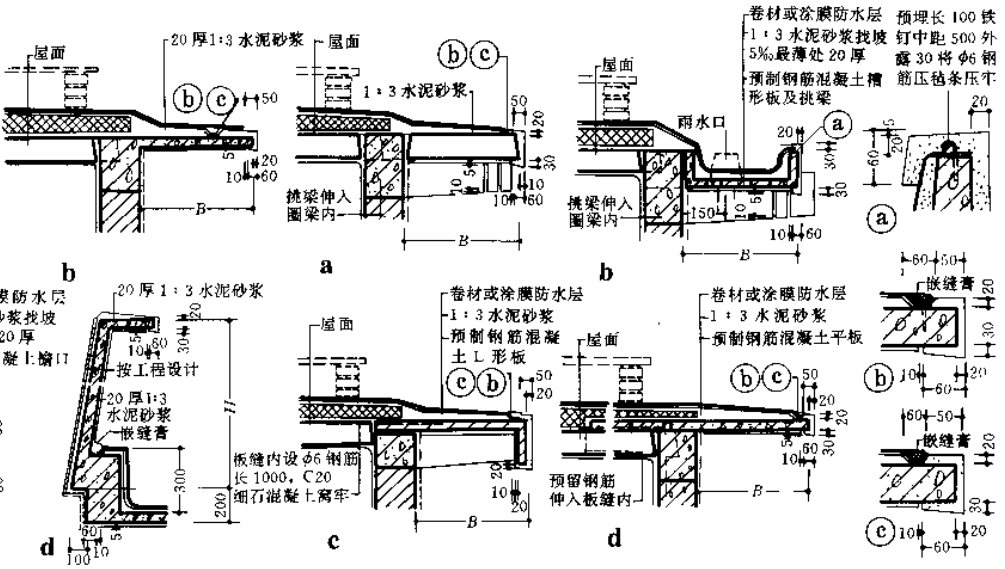
注：Ⅰ类指弹性体卷材；Ⅱ类指塑性体卷材；Ⅲ类指加合成纤维的卷材。

防水卷材屋面设计要点

1. 卷材防水屋面适用于防水等级为Ⅰ～Ⅳ级的屋面防水。屋面防水等级为Ⅰ级或Ⅱ级的多道防水设防时，可采用多道卷材、涂膜、刚性防水复合使用。
2. 屋面防水卷材应根据当地最高最低气温、屋面坡度和使用条件，选择耐热度和柔性相适应的卷材；根据地基变形程度、结构形式，当地年、日温差和震动等因素，选择拉伸性能相适应的卷材；根据卷材暴露程度，选择耐紫外线、热老化保持率相适应的卷材。
3. 找平层宜设分格缝，缝宽宜为2，并嵌填密封材料，分格缝兼作排气屋面的排气道时，可适当加宽，并与保温层相连通。
4. 排气屋面的排气道应纵横连贯，每36m²设一个排气孔与大气相通。
5. 天沟、檐沟纵向坡度不应小于1%；沟底水落差不得超过200。
6. 高低跨屋面的高跨屋面为无组织排水时，低跨屋面受水冲刷部位应加铺一层整幅卷材，再铺设300～500宽的板材加强保护；当有组织排水时，水落管下应加设钢筋混凝土水簸箕。
7. 跨度大于18m的屋面应采用结构找坡。找坡层应做分格缝。无保温层的屋面，板端缝应采用空铺附加层或卷材直接空铺处理，空铺宽度宜为200～300。
8. 上人屋面采用块体或细石混凝土面层时，应在面层与防水层之间设隔离层。
9. 屋面防水层上敷置设施时，设施下部防水层应做附加增强层。需经常维护的设施周围和屋面出入口至设施之间的人行道部位应设刚性保护层。
10. 卷材屋面应有保护层，如卷材本身无保护层时，可采用与卷材材性相容、粘结力强和耐风化的浅色涂料、铝箔等作保护层。也可采用水泥砂浆、细石混凝土或块材做保护层。

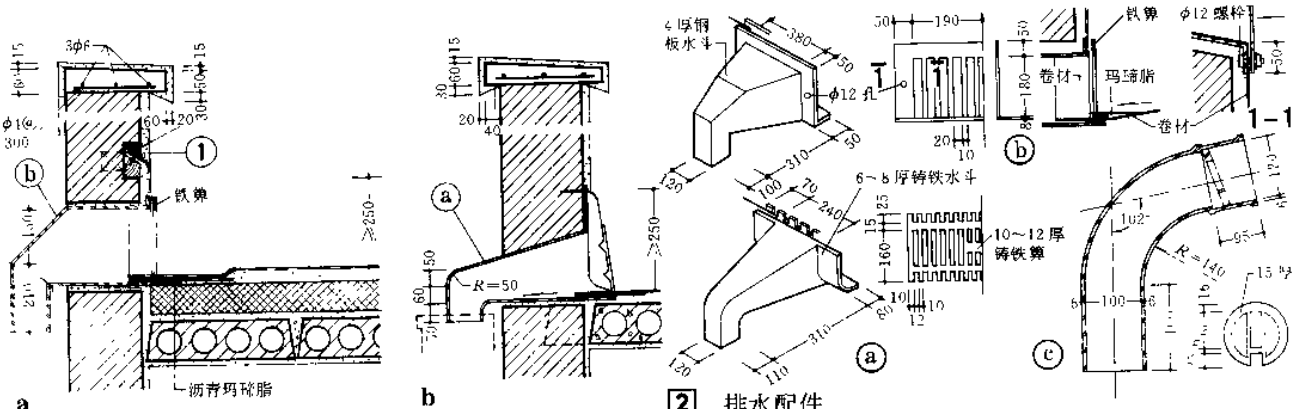


1　现浇挑檐

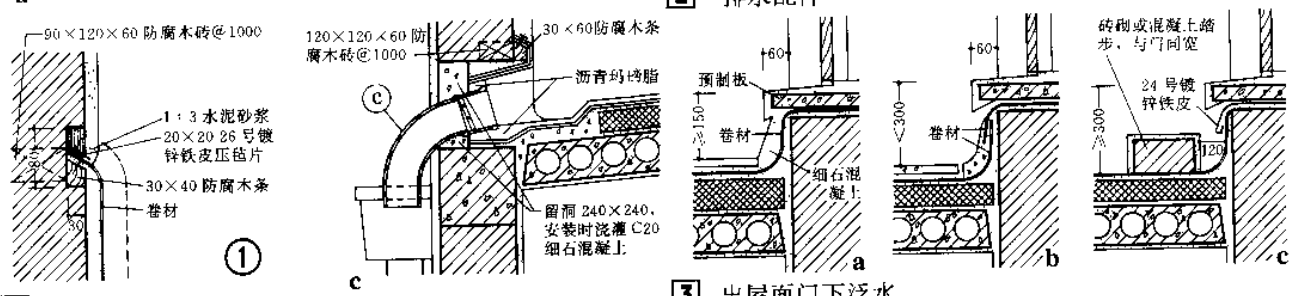


2　预制挑檐

注　C用于高分子材料防水屋面

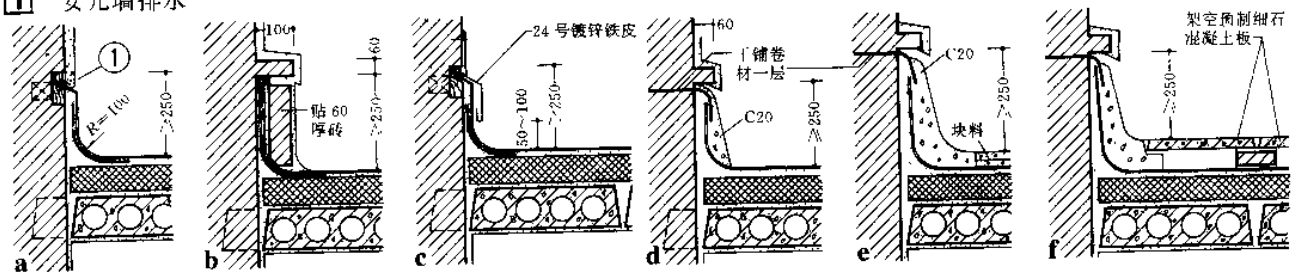


2 排水配件

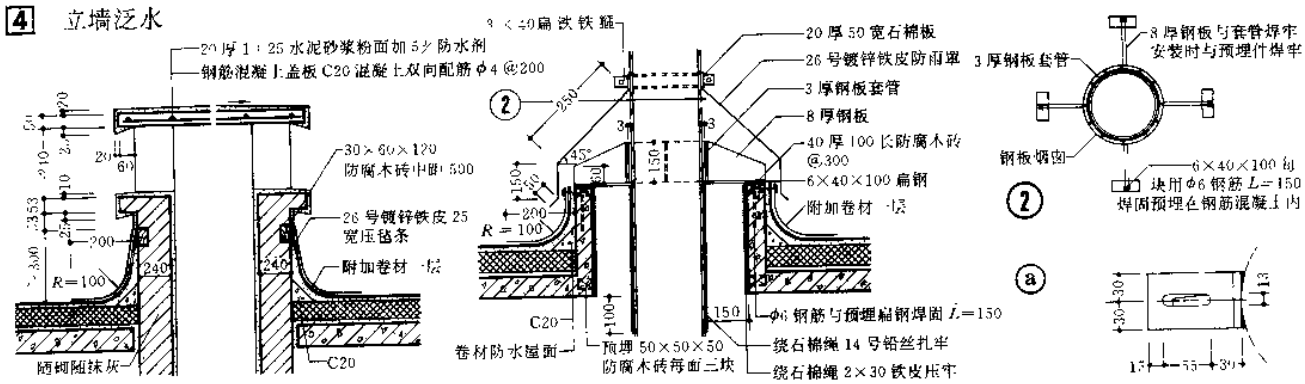


1 女儿墙排水

3 出屋面门下泛水

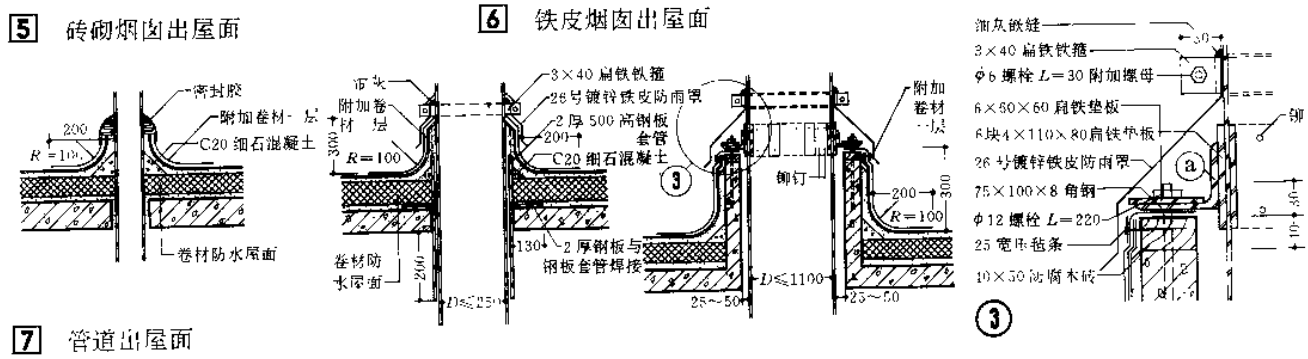


4 立墙泛水



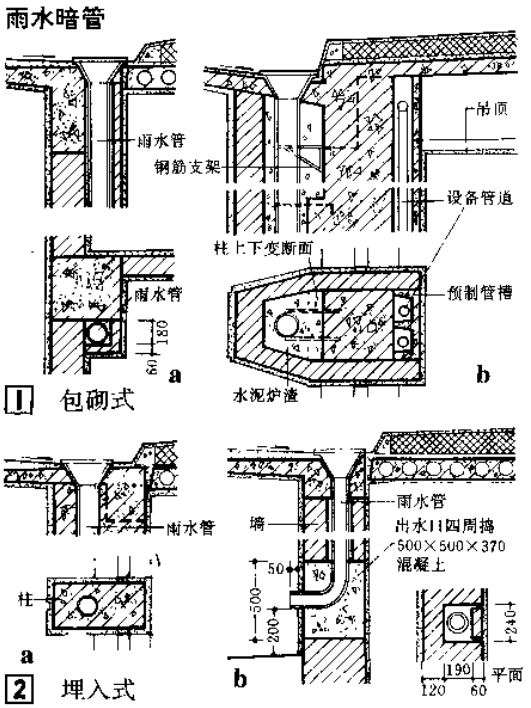
5 砖砌烟囱出屋面

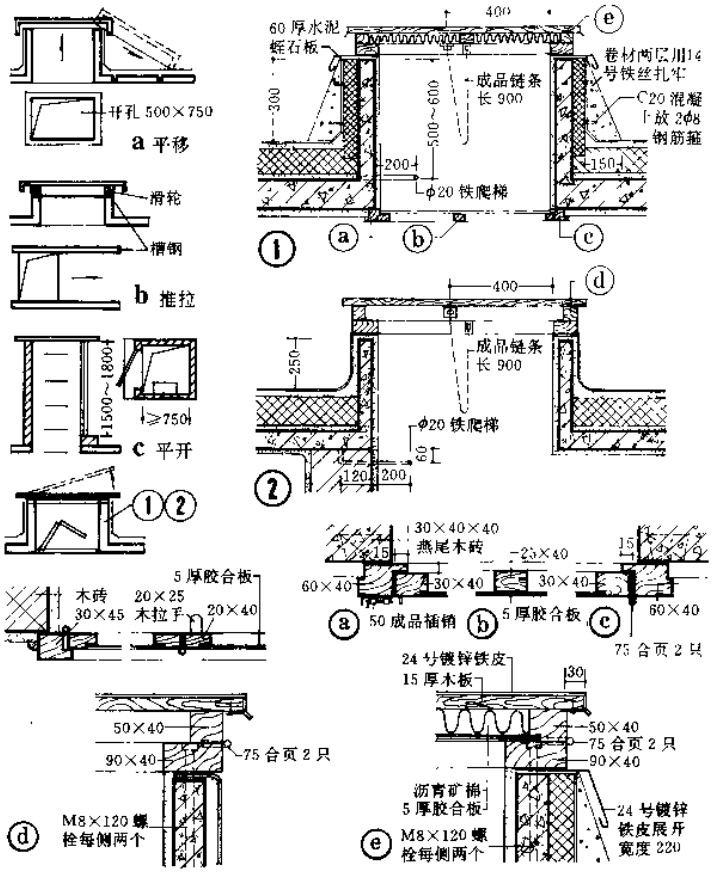
6 铁皮烟囱出屋面



7 管道出屋面

雨水暗管





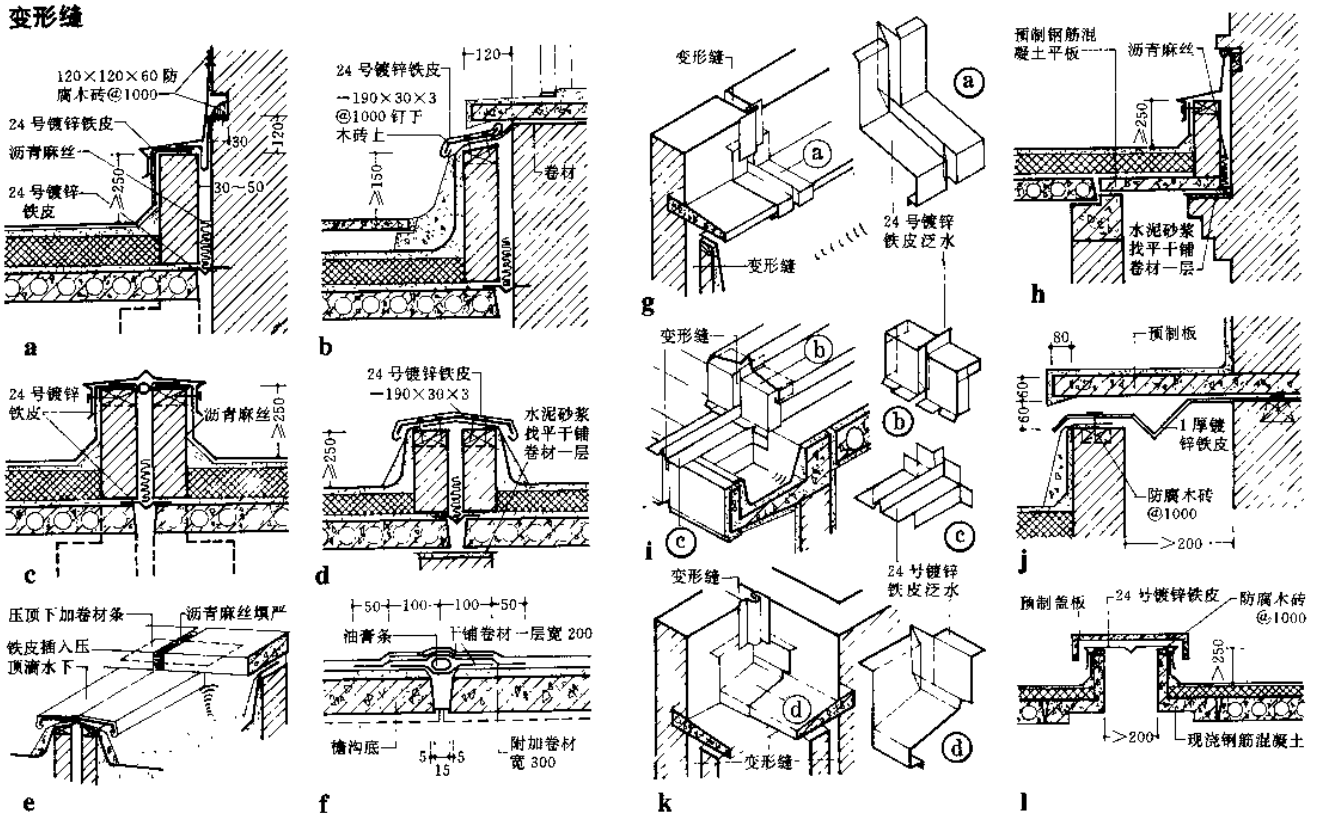
注：

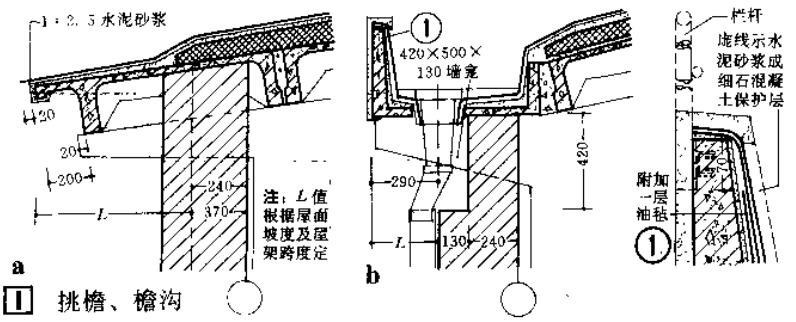
①雨水暗管可埋入墙、柱或与墙、柱结合包砌排向室外；也可经管道竖井或经吊顶引入管道竖井排向下水系统。有条件时宜设置掏堵口。

②雨水暗管采用 $D=100\sim150$ 铸铁管或钢管，内外应满涂沥青防腐蚀。

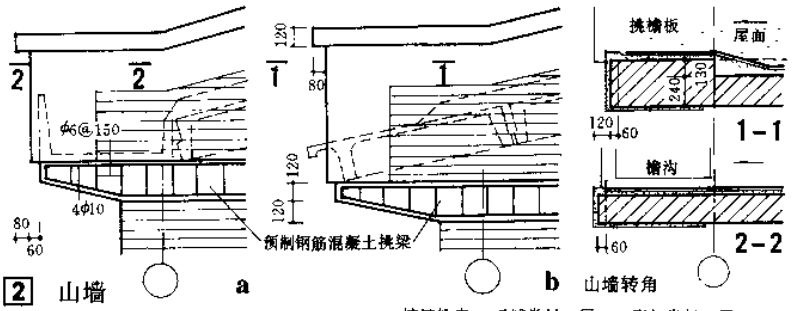
③埋墙或包砌的暗管应先安装，然后砌墙。管道周围以细石混凝土或水泥砂浆填实，完工前须经闭水试验。

变形缝



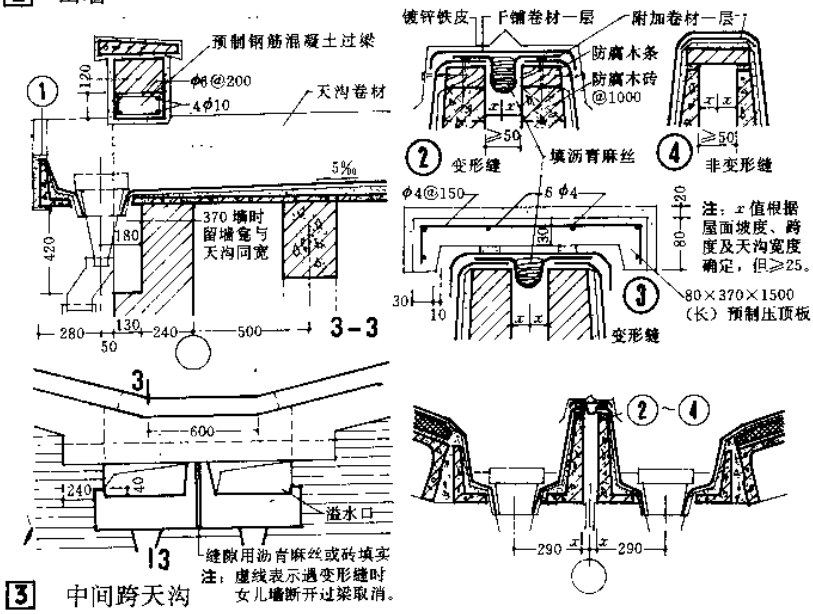


1 挑檐、檐沟

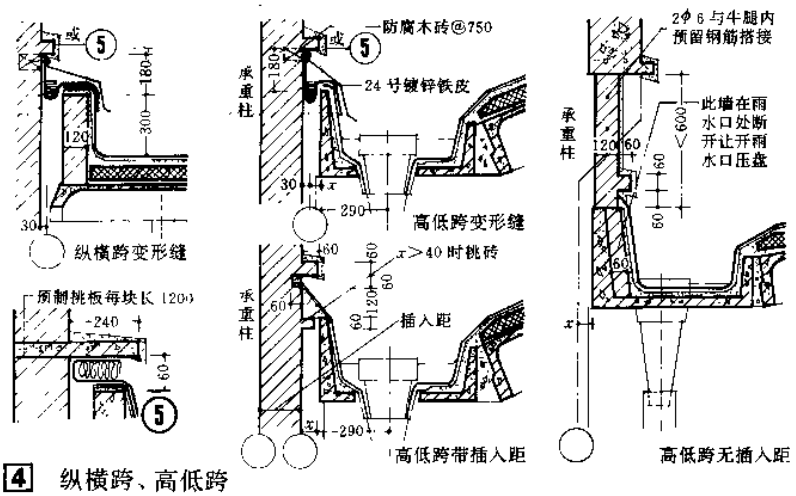


2 山墙

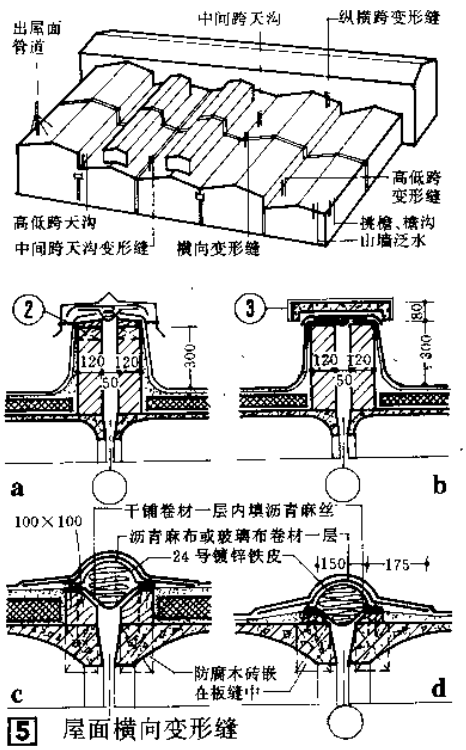
山墙转角



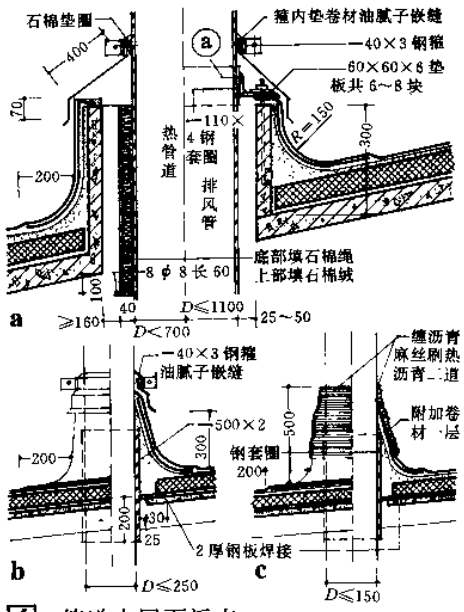
3 中间跨天沟



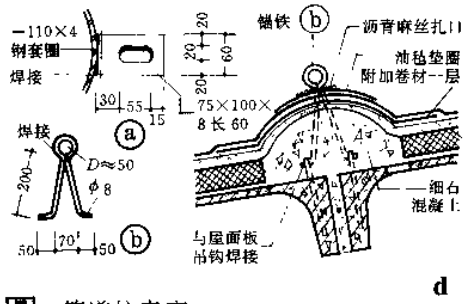
4 纵横跨、高低跨



5 屋面横向变形缝



6 管道出屋面泛水



7 管道拉索座

涂膜防水屋面

沥青基防水涂料 以沥青为基料配制而成的水乳型或溶剂型的防水涂料，其常用的分散剂为石棉和膨润土。这种涂料在耐水性、耐候性、稳定性和耐久性方面，优于一般乳化沥青，沥青基防水涂料质量应符合表1的要求。

高聚物改性沥青防水涂料 以石油沥青为基料，用合成高分子聚合物对其改性，加入适量助剂配制而成的水乳型或溶剂型防水涂料。与沥青基涂料相比，其柔韧性、抗裂性、强度、耐高温性能和使用寿命等方面都有很大改善。高聚物改性沥青防水涂料的质量应符合表2要求。

合成高分子防水涂料 以合成橡胶或合成树脂为原料，加入适量的活性剂、改性剂、增塑剂、防霉剂及填充料等制成的单组分或双组分防水涂料，具有高弹性、防水性好、耐久性好、耐高低温的优良性能。其中更以聚氨脂防水涂料性能最好。合成高分子防水涂料的质量应符合表3要求。

涂膜防水屋面设计要点

1. 涂膜防水屋面主要适用于防水等级为Ⅲ级、Ⅳ级的屋面，也可用作Ⅰ级、Ⅱ级屋面多道防水设防中的一道防水。
2. 对易开裂、渗水的部位，应留凹槽嵌填密封材料，并增设一层或一层以上带有胎体增强材料的附加层。水落管周围与屋面交接处，应作密封处理，并加铺两层有胎体增强材料的附加层，涂膜深入水落口的深度不得小于50。
3. 涂料品种选择的要求与防水卷材的选择要求相同。
4. 当屋面坡度大于25%时，不宜采用沥青基防水涂料及成膜时间过长的涂料。
5. 隔气层的设置原则与防水卷材屋面隔气层设置原则相同，采用沥青基防水涂料时，其耐热度比室内或室外的最高温度应高出20℃～25℃。
6. 作为防水层基层的找平层，应设分格缝，缝宽宜为20，并嵌填密封材料。分格缝应留在板端缝处，其纵横间距不宜大于6m，沿找平层分格缝应增设带胎体增强材料的空铺附加层，其宽度宜为200～300。
7. 涂膜防水屋面应设置保护层。保护层的材料可采用细砂、云母、蛭石、浅色涂料、水泥砂浆或块材等。采用水泥砂浆或块材时，应在涂膜与保护层之间设置隔离层。水泥砂浆保护层厚度不宜小于20。
8. 胎体增强材料一般采用玻璃纤维布，它的选用应与涂料性质相匹配。对于酸性涂料应使用低碱玻纤产品；对于碱性涂料则应使用无碱玻纤产品，以免在强碱涂料作用下，胎体增强材料因腐蚀而失效。
9. 涂膜防水层的收头应用密封材料封严。

屋面接缝密封防水

接缝密封防水是与卷材防水、涂膜防水、刚性防水配套使用的屋面防水工程，以满足防水屋面的水密、气密要求。密封防水的基层应牢固、平整、密实、干净、干燥。

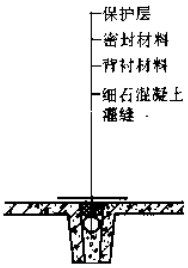
密封材料按外观形态可分为以下两类：

定型密封材料 如密封带、密封圈、止水带等；

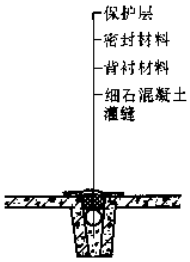
不定型密封材料 如密封膏、嵌缝油膏等。为屋面防水工程主要应用的密封材料，按其材质又可分为改性沥青密封材料及合成高分子密封材料两大类，其质量要求应分别符合表4、表5规定。

接缝密封防水设计要点

1. 屋面密封防水的接缝宽度不应大于40，且不应小于10；接缝深度可取接缝宽度的0.5～0.7倍。
2. 密封材料品种的选择应根据当地历年最高、最低气温、屋面构造特点和使用条件等，选用耐热度和柔性相适应的材料；根据屋面接缝位移的大小和特征，选择延伸性和拉伸-压缩循环性能相适应的材料。
3. 密封防水处理连接部位的基层应涂刷与密封材料材性相近似、相容的基层处理剂。
4. 接缝处的密封材料底部宜设置背衬材料。背衬材料应选择与密封材料不粘结或粘结力弱的材料，如泡沫棒。
5. 接缝部位外露的密封材料上宜设置保护层，其宽度不小于100。



平 嵌



凸 嵌

Ⅰ 板缝密封防水处理

沥青基防水涂料质量要求 表1

项目		质量要求
固体含量		≥50%
耐热度（80℃，5h）		无流淌、起泡和滑动
柔性（10±1℃）		4mm厚，绕φ20mm圆棒，无裂纹、断裂
不透水性	压力	≥0.1MPa
	保持时间	≥30min不渗透
延伸（20±2℃拉伸）		≥4.0mm

高聚物改性沥青防水涂料质量要求 表2

项目		质量要求
固体含量		≥43%
耐热度（80℃，5h）		无流淌、起泡和滑动
柔性（－10℃）		3mm厚，绕φ20mm圆棒，无裂纹、断裂
不透水性	压力	≥0.1MPa
	保持时间	≥30min不渗透
延伸（20±2℃拉伸）		≥4.5mm

合成高分子防水涂料质量要求 表3

项目		质量要求	
		Ⅰ	Ⅱ
固体含量		≥94%	≥65%
拉伸强度		≥1.65MPa	≥0.5MPa
断裂延伸率		≥300%	≥400%
柔性		－30℃弯折无裂纹	－20℃弯折无裂纹
不透水性	压力	≥0.3MPa	≥0.3MPa
	保持时间	≥30min不渗透	≥30min不渗透

注：Ⅰ类为反应固化型，Ⅱ类为挥发固化型。

改性沥青密封材料质量要求 表4

项目		质量要求	
		Ⅰ类	Ⅱ类
粘结延伸率	（不浸水）		≥250%
	（浸水24h）	—	≥200%
粘结性（25±1℃拉伸）		≥15mm	—
耐热度（80℃，5h）		下垂值≤4mm	
柔性		－10℃无裂纹	－20℃无裂纹
回弹率			≥80%
施工度（25±1℃，5s）		沉入量≥22mm	—

注：Ⅰ类指改性石油沥青密封材料，Ⅱ类指改性煤焦油沥青密封材料。

合成高分子密封材料质量要求 表5

项目		质量要求	
		Ⅰ类	Ⅱ类
粘结性	粘结强度	≥0.1MPa	≥0.02MPa
	延伸率	≥200%	≥250%
柔性		－30℃无裂纹	－20℃无裂纹
拉伸－压缩循环性能	拉伸－压缩率	≥±20%	≥±10%
	2000次后破坏面积	≤25%	

注：Ⅰ类指弹性体密封材料，Ⅱ类指弹塑性体密封材料。

屋面[18]建筑拒水粉防水屋面

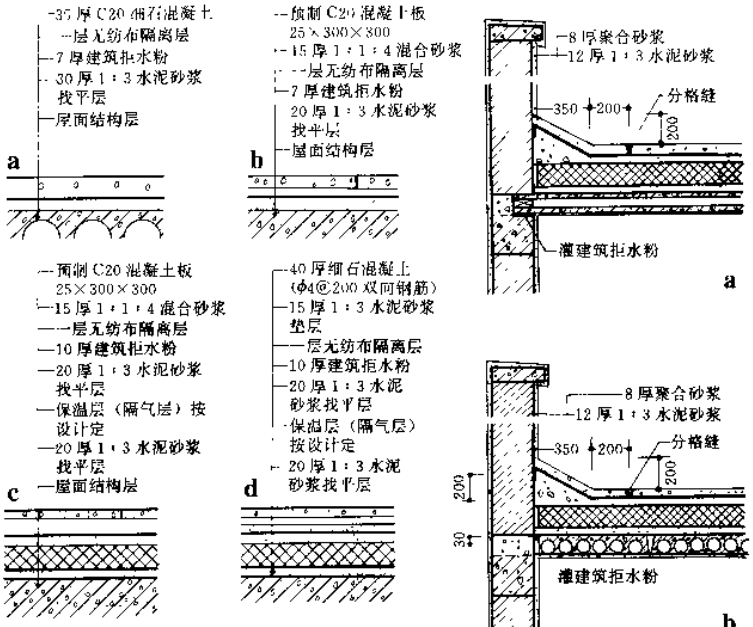
建筑拒水粉为脂肪酸钙与氢氧化钙组成的复合型的憎水松散性防水材料，是我国首创、并已成功地应用。建筑拒水粉的理化性能、防水机理及其应用，与传统的刚性防水和柔性防水有根本区别。

设计要点

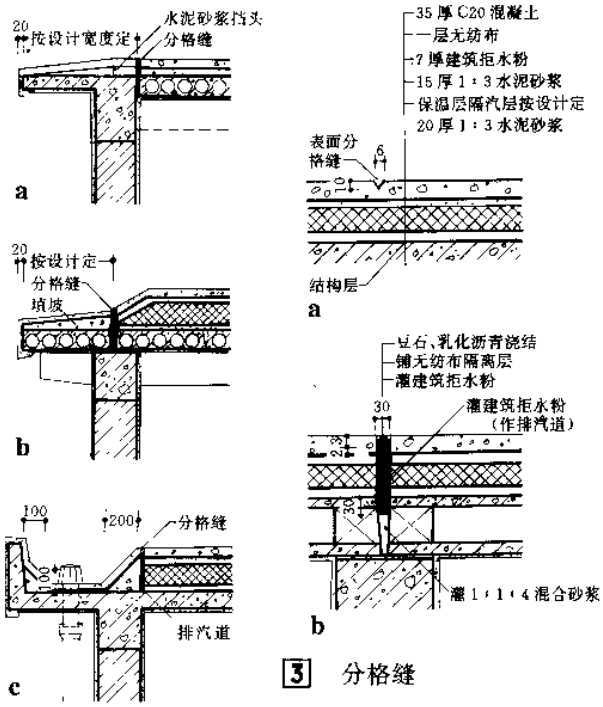
1. 适用于坡度≤10%的钢筋混凝土屋面防水工程。
2. 采用预制屋面板时，在其支承端处，及与非承重外墙的相邻边外留凹槽、灌入建筑拒水粉作为第二道防水线。
3. 防水层厚度一般屋面为7，特殊屋面为10，上覆盖无纺布或包装纸作为隔离层。
4. 隔离层上一般作C20细石混凝土保护层，或者座浆铺砌块材保护层。
5. 整浇式保护层应在屋面板支承端及屋脊、檐口等处设置分格缝，分格面积≤36m²，保护层上部宜做表面分格缝，间距≤1m。

建筑拒水粉技术指标　　表1

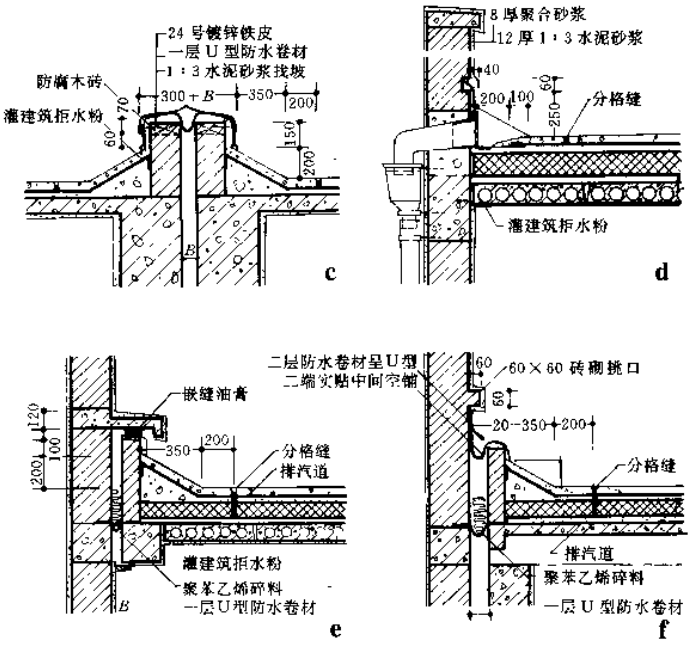
项　目	指　标
细　度	0.2mm 方孔筛，筛余量≤20%
含水率	≤3%
含钙量(以CaO计)	≥60%
脂肪酸钙包裹体的覆盖量	≥80%
不透水性	粉层厚3mm，1500mm 水 ，24h 不透水



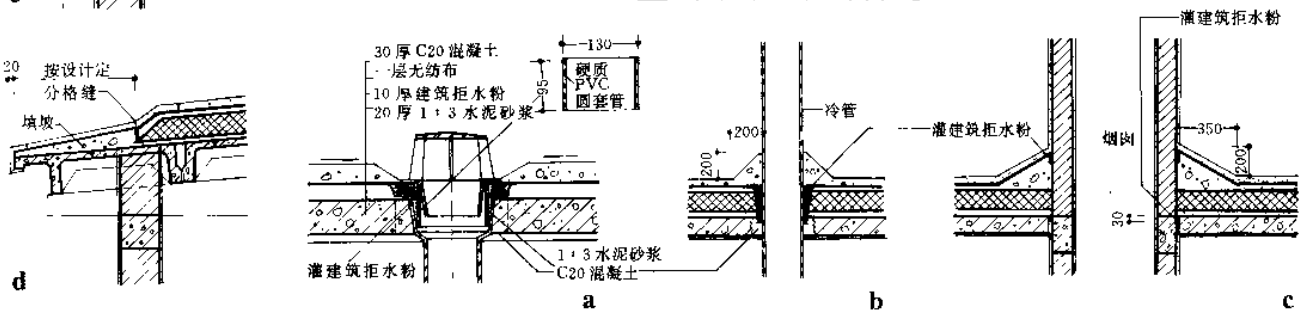
1　屋面做法



3　分格缝



4　女儿墙泛水、变形缝



2　檐头

5　管道出屋面泛水

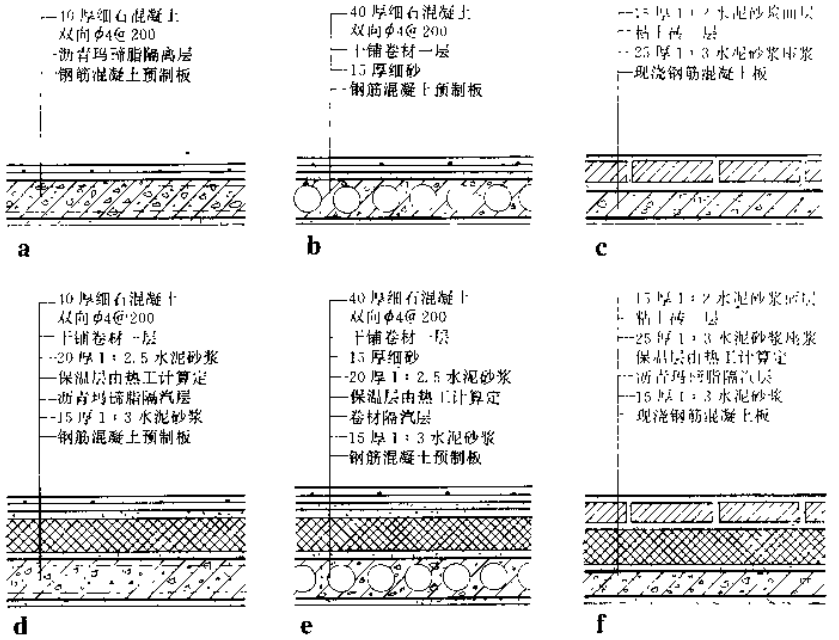
刚性防水屋面

刚性防水层是指普通细石混凝土防水层、补偿收缩混凝土防水层、块体刚性防水层。它是通过控制混凝土的水灰比、最小水泥用量、含砂率、从砂比与配筋、以及使用外加剂（减水剂、防水剂与膨胀剂）来保证混凝土的密实度，提高抗渗性与抗裂度，从而达到防水的目的。

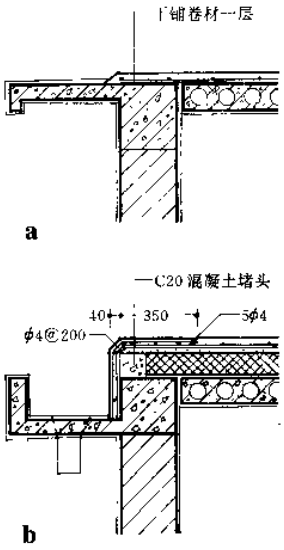
刚性防水屋面具有所用材料易得、价格便宜、耐久性好、维修方便、便于施工等特点。它主要适用于防水等级为Ⅲ级的屋面防水，也可用作Ⅰ、Ⅱ级屋面多道防水设防中的一道防水层，不适用于设有松散材料保温层的屋面以及受较大振动或冲击的屋面。

设计要点

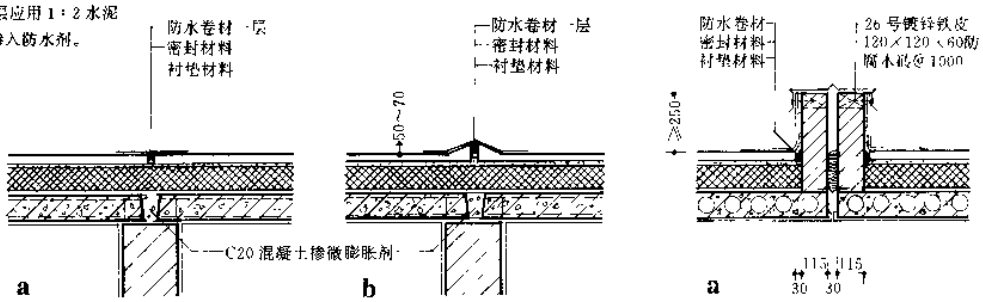
1. 刚性防水屋面的坡度宜为2%～3%，并应采用结构找坡。
2. 细石混凝土防水层的厚度不应小于40，并应配置直径为$\phi4$～$\phi6$、间距为100～200的双向钢筋网片。钢筋网片在分格缝处应断开，其保护层厚度不应小于10。
3. 防水层内配置的钢筋宜采用冷拔低碳钢丝。
4. 细石混凝土强度不应低于C20，水泥标号不宜低于425号，并不得使用火山灰质水泥。
5. 细石混凝土防水层与基层间宜设置隔离层，隔离层可采用低强度等级砂浆、干铺卷材等材料。
6. 防水层的分格缝应设在屋面板的支承端、屋面转折处、防水层与突出屋面结构的交接处，并应与板缝对齐，其纵横间距不宜大于6m，缝中应嵌填密封材料。
7. 块体刚性防水层应用1：3水泥砂浆铺砌；块体之间的缝宽应为12～15；座浆厚度不应小于25；面层应用1：2水泥砂浆，其厚度不应小于12。水泥砂浆中应掺入防水剂。



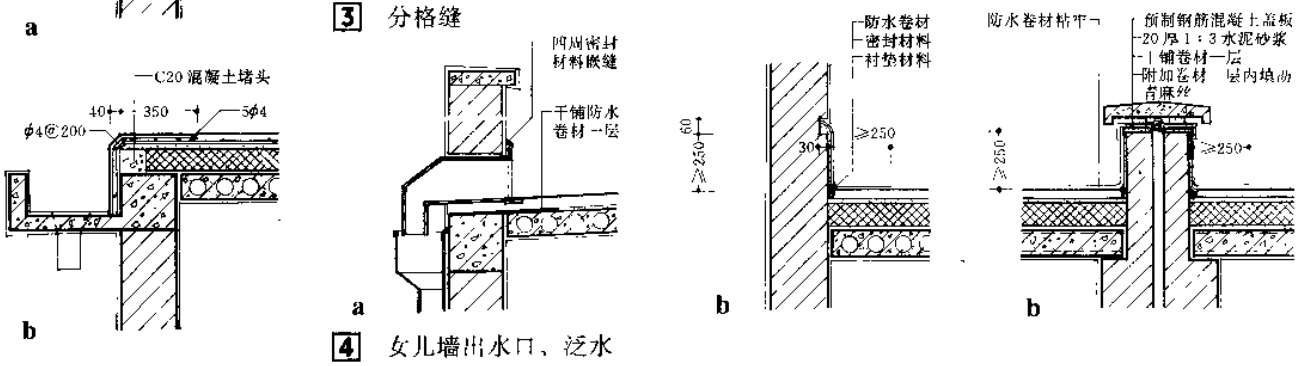
1 屋面构造



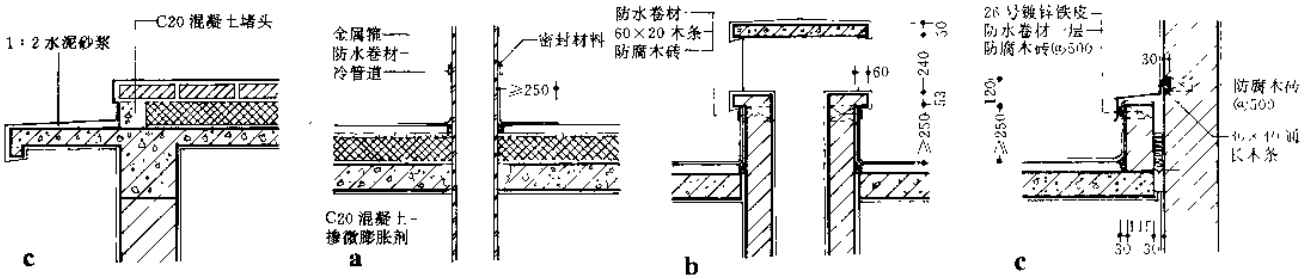
2 檐头



3 分格缝

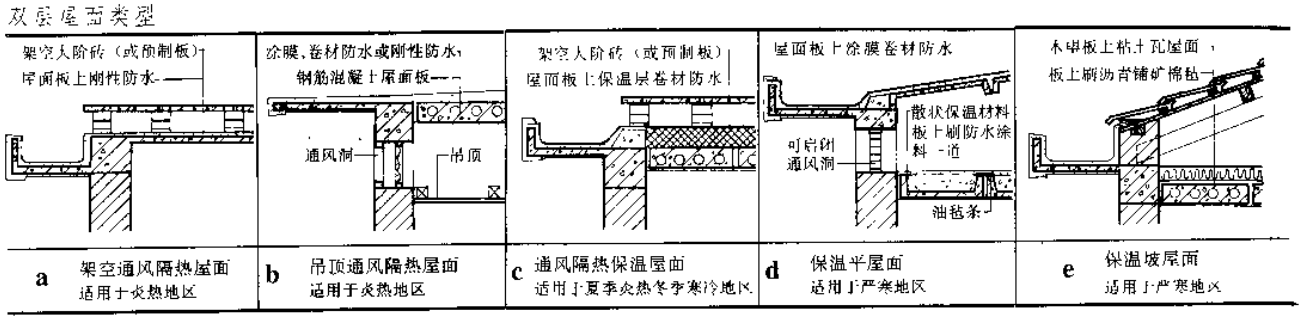


4 女儿墙出水口、泛水



5 管道屋面泛水　　6 变形缝

双层屋面类型



a 架空通风隔热屋面 适用于炎热地区

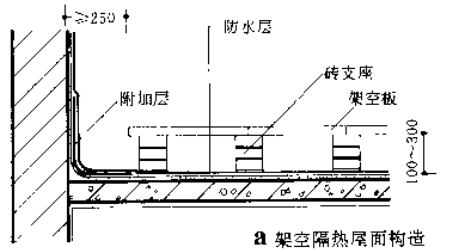
b 吊顶通风隔热屋面 适用于炎热地区

c 通风隔热保温屋面 适用于夏季炎热冬季寒冷地区

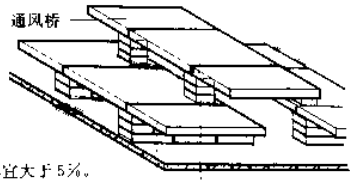
d 保温平屋面 适用于严寒地区

e 保温坡屋面 适用于严寒地区

隔热屋面



a 架空隔热屋面构造

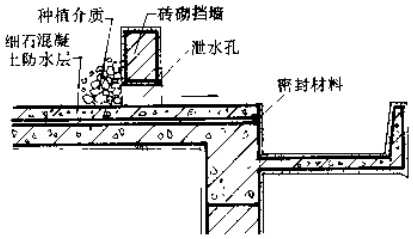


注：
①屋面坡度不宜大于5%。
②当屋面宽度大于10m时，应设通风桥。

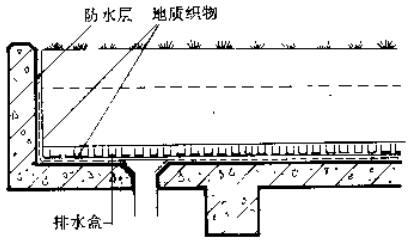
b 通风桥

1 架空隔热屋面

一、种植屋面隔热性能好且兼具冬季保温性能，有利于增加防水层的耐久性，也利于美化环境。
二、种植屋面应设人行道、四周应设围护墙及泄水孔、排水管。屋面为柔性防水层时，上部应设刚性保护层。
三、种植屋面的种植介质主要为有土种植（包括炉渣与土的混合）和无土种植（蛭石、珍珠岩、锯末等）。

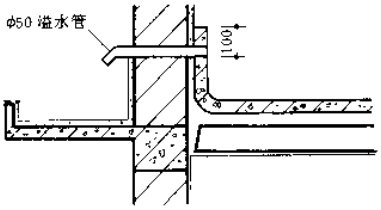


a 种植屋面构造

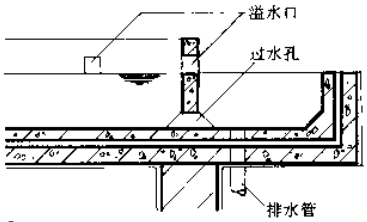


b 澳大利亚种植屋面实例

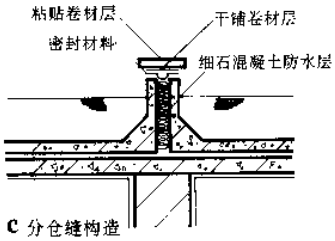
3 种植屋面



a 溢水管构造



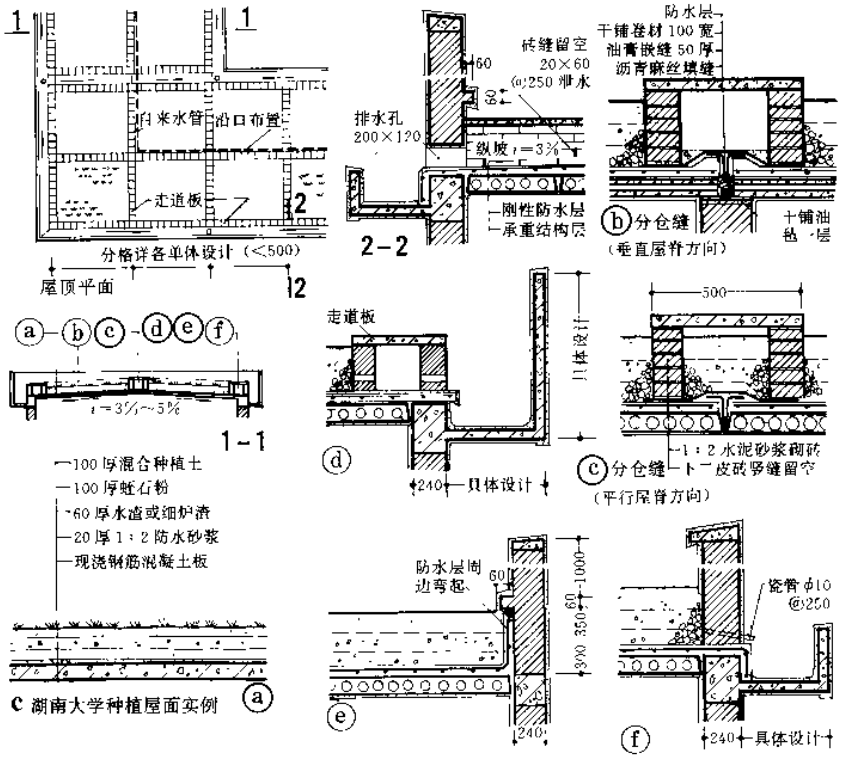
b 排水、过水孔构造



c 分仓缝构造

注：
①蓄水屋面不宜在寒冷地区、地震区和震动较大的建筑物上使用。
②蓄水屋面的坡度不宜大于0.5%。
③蓄水屋面应划分为边长不大于10m的蓄水区，长度超过40m的蓄水屋面，应做横向伸缩缝一道。
④蓄水屋面的蓄水深度宜为150～200。
⑤蓄水屋面溢水口的下部应距分仓墙顶面100，过水孔设在分仓墙底部，排水管应与水落管连通。
⑥蓄水屋面应设置人行通道，如带过水孔的凸形预制板。

2 蓄水屋面

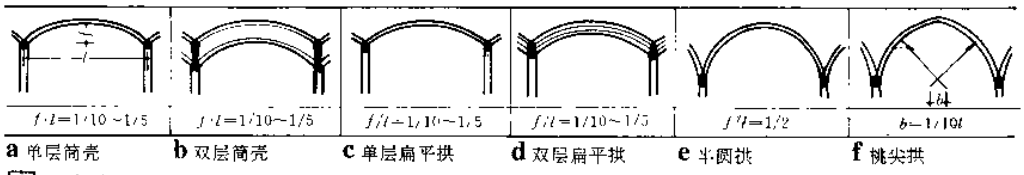


一、砖拱与砖筒壳适用于一般民用建筑与小跨度厂房。

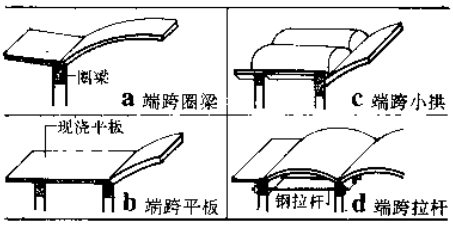
二、砖拱、砖筒壳不宜用于地震烈度>8度的地区、有强烈振动的或容易产生不均匀沉陷的建筑。

三、砖拱设计应重视处理边跨抗推结构。

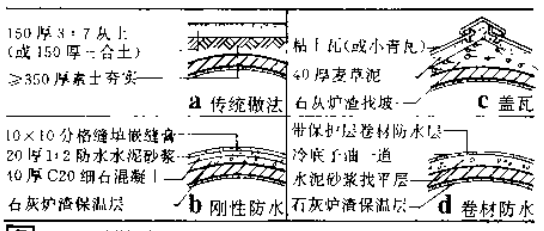
四、砖拱、砖筒壳不宜在冰冻季节施工。



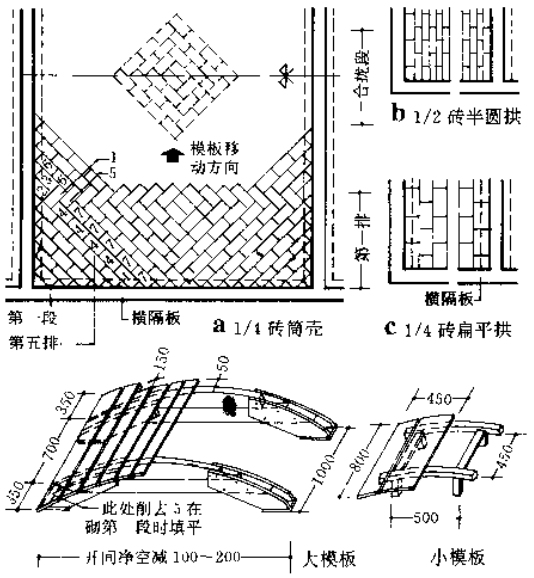
1 砖拱、砖筒壳类型



2 边跨抗推



3 屋面做法



单层筒壳施工

1. 砖标号要求≥MU7.5棱角整齐。

2. 在四周圈梁达到70%强度后方可砌筑筒壳。施工中应有措施解决推力问题。

3. 筒壳用大模板施工，用木楔调整比横隔板高5。自由端比靠横隔板又高5，砌筑时一角同时砌筑，先砌角部五排砖，然后按1~7顺序砌筑。

4. 第一段与第一段支模法相同，比已砌砖壳高5，模板削去处正好与已砌壳底下平。

单层拱与双层扁平拱施工：

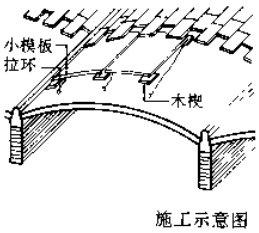
1. 单层扁平拱支模与筒壳相同，砌筑时从一端推向另一端。

2. 双层扁平拱是砌完下层拱后，将小模板直接放在下层拱板上，砌完一段后，用小棍敲掉拱内木楔，取出模板，用拉环拉出木楔。然后支模砌筑第二段。

双层筒壳施工

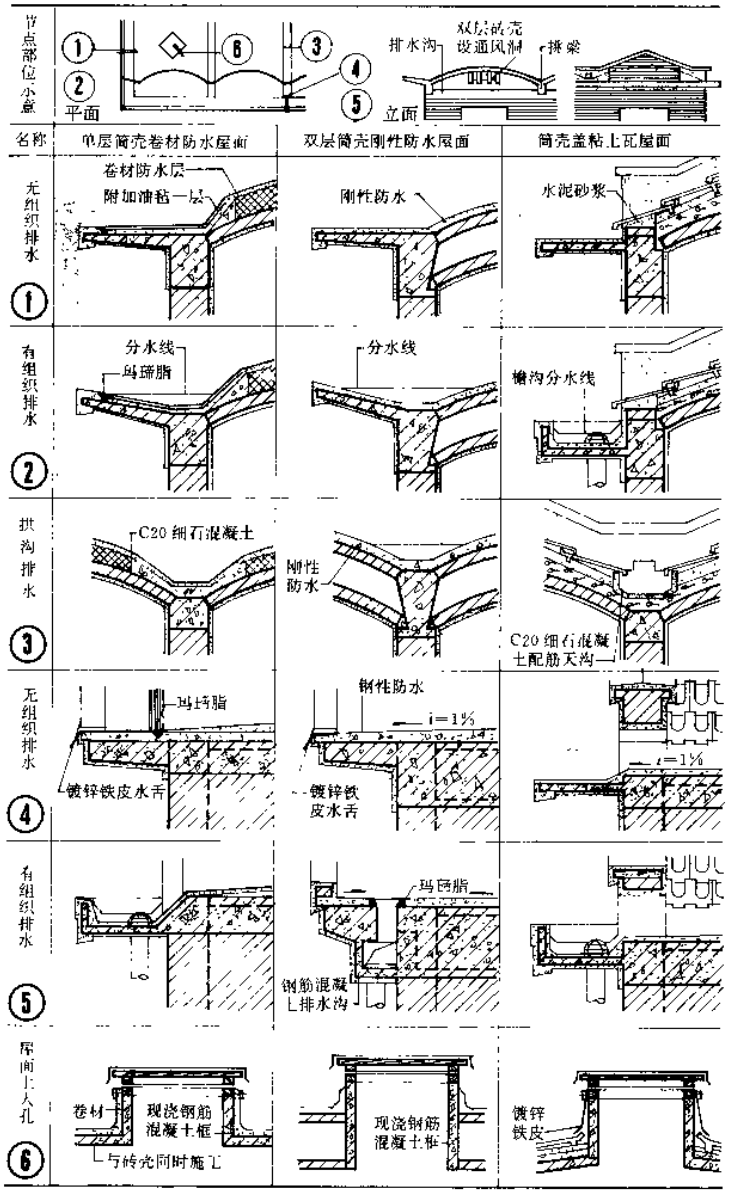
1. 先砌好下层壳板。

2. 上层砌法同单层筒壳，只是在合拢位置先将大模板取出，将小模板直接支于下层壳板上，高度用木楔调整随砌随脱模（由于曲面关系砖被嵌挤牢固）。最后合拢前取出小模板，用70~80宽小板用砖顶上。砌筑后留240小方洞，取出小板，次日用砖将口封上。也可用砖或炉渣垫上，当时砌完（将砖或炉渣留在壳内）。



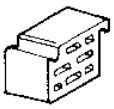
施工示意图

4 砖筒壳、砖平拱施工



5 砖筒壳屋面构造

屋面[22]拱壳空心砖屋面



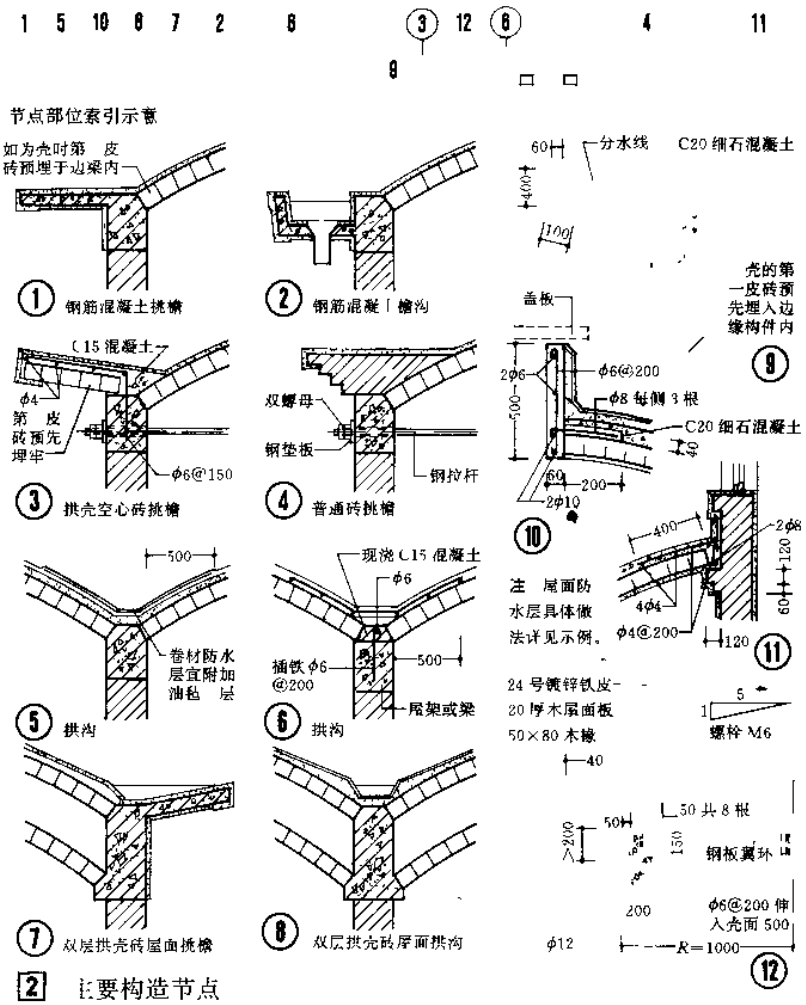
一、无模施工的拱壳砖屋盖，是借助于砖本身"钩"与"槽"的紧密接合，起着临时的悬挂作用，利用砖坯在砌筑过程产生的环向张力和拱向力使其自身支承、施工方便，节省三材。

二、拱壳砖屋面适用于平面规则的小跨度民用建筑和吊车起重量<5t、跨度<18m的工业厂房。易产生不均匀沉陷、地震烈度较高的地区，或有强烈振动的工业厂房，不宜采用。

三、拱壳砖屋面应注意解决保温、隔热问题，并加强室内通风。

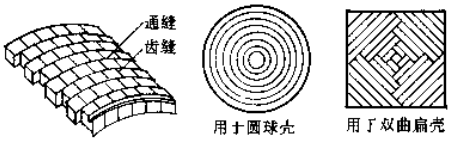
屋盖形式	多跨连续拱	拉杆简拱	落地拱	双曲扁壳	圆球壳
跨度 l	3～7m	6～12m	～10m	10～16m	10～16m
矢高 f	1/4～1/6l	1/5～1/7l	1/2～1/3l	1/6～1/8l	1/6～1/8l
适用范围	宿舍、住宅、办公室、小型仓库	无大振动的厂房、仓库、站场、浴室、食堂、商场	仓库、干燥室、饲养室	无大振动的厂房、仓库、站场、浴室、食堂、商场	散装物仓库、粮仓、水池、油池的顶盖等
附注	应处理水平推力	应处理水平推力，l>12m时设吊杆	拱脚处空间较低，窗洞较少、通风差	陕西建成24m正方形、矩形底的车间	陕西已建成22m的地下油库顶盖

1 常见形式和适用范围



2 主要构造节点

施工操作要点



a 条砌法　b 圆砌法　c 方砌法

一、砖的排砌方法　多跨连续拱和拉杆拱一般采用条砌法。圆球壳采用圆砌法。方形平面的双曲扁壳一般采用方砌法，也可以采用圆砌法。矩形平面的双曲扁壳施工困难，一般不宜采用

二、砖应保持湿润，含水饱和率70%～80%，以不滴浆为度。

三、砂浆应有良好稠度、和易性要好。砂须过筛水洗，剔除粗粒。砂浆标号应>M7.5～M10，跨度<6m的简拱、圆球拱和双曲扁壳的顶部，小直径范围内可用M5砂浆。

四、灰浆应饱满，灰缝宜<5～8。除局部修正曲面误差需要外，沟槽处不应座浆。

五、砌筑采用挤浆法　由拱脚处逐渐向上收拢，砌完数皮后用M10砂浆紧密灌实。砌砖时应从侧面敲紧，不能从上向下敲击，且须在每皮砖完全合拢后，方能挂砌第二皮。合缝应紧密（可用碎片填入），且不应聚集于一处。

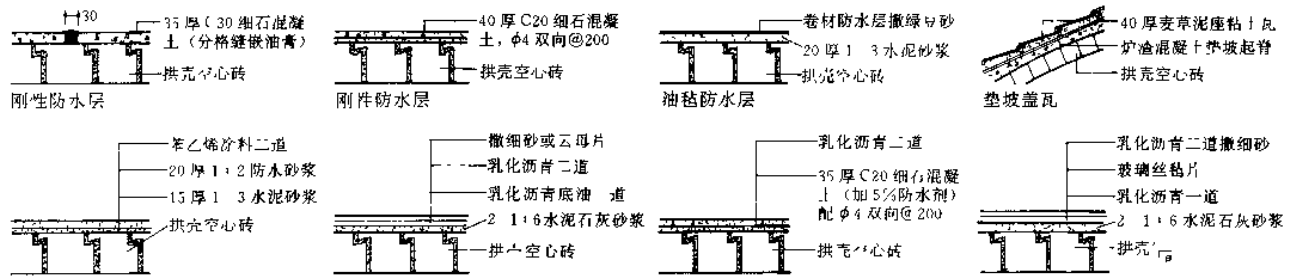
六、砌体未达到强度时，不得在壳面上行走或放置重物。

七、拱脚或壳的边缘构件，其轴线位置、平直度、曲面尺寸以及埋入边梁内的第一皮砖的倾角和曲线，必须符合设计要求，且必须在其强度达到70%时，方能砌筑拱或壳体。

八、连续拱各跨必须同时施工，相邻二跨的进度不能相差1m。如不能满足时，应采取可靠的加固措施。

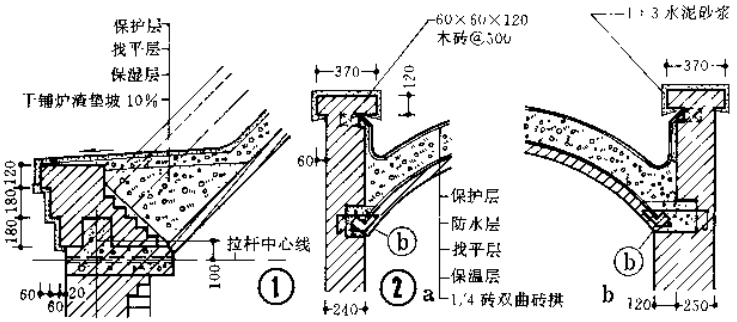
九、保温及防水层必须按设计要求控制施工荷载，铺设保温和防水层应自拱脚向上对称进行。

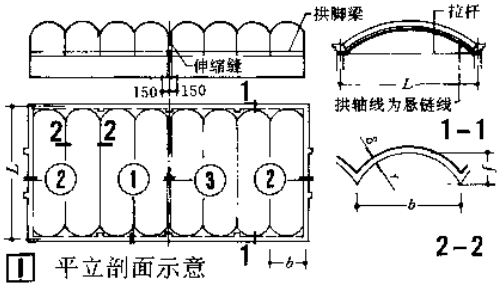
几种防水层做法示例



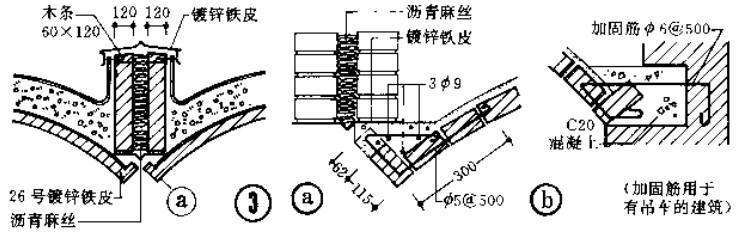
双曲砖拱屋面

双曲砖拱屋盖是利用≥MU10机制粘土砖砌筑的承重屋盖结构。适用于相对湿度≤60%、无腐蚀性介质、无天窗、无振动设备、跨度为9～24m、吊车起重量不超过5t的简易厂房和仓库。地震烈度较高的地区以及产生较大沉陷或耐力较小的地基上不宜采用。

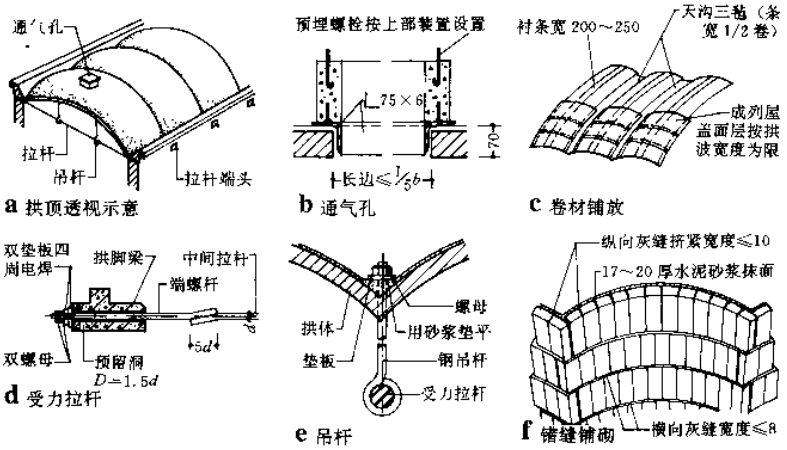




1 平立剖面示意



2 屋面构造



3 拱顶配件

注：①双曲砖拱采用外形规则、无裂纹缺损的MU10机制砖，砂为中砂，水泥为325号以上的硅酸盐水泥。钢材采用3号钢或16锰钢。

②砌砖及抹面均用≥M10水泥砂浆，为早期脱模和便于操作，最好用1:2～1:3水泥砂浆砌筑。拱脚梁采用C20混凝土。

③双曲砖拱均应设置钢筋混凝土拱脚梁，并与横向钢筋混凝土圈梁交圈成为整体。

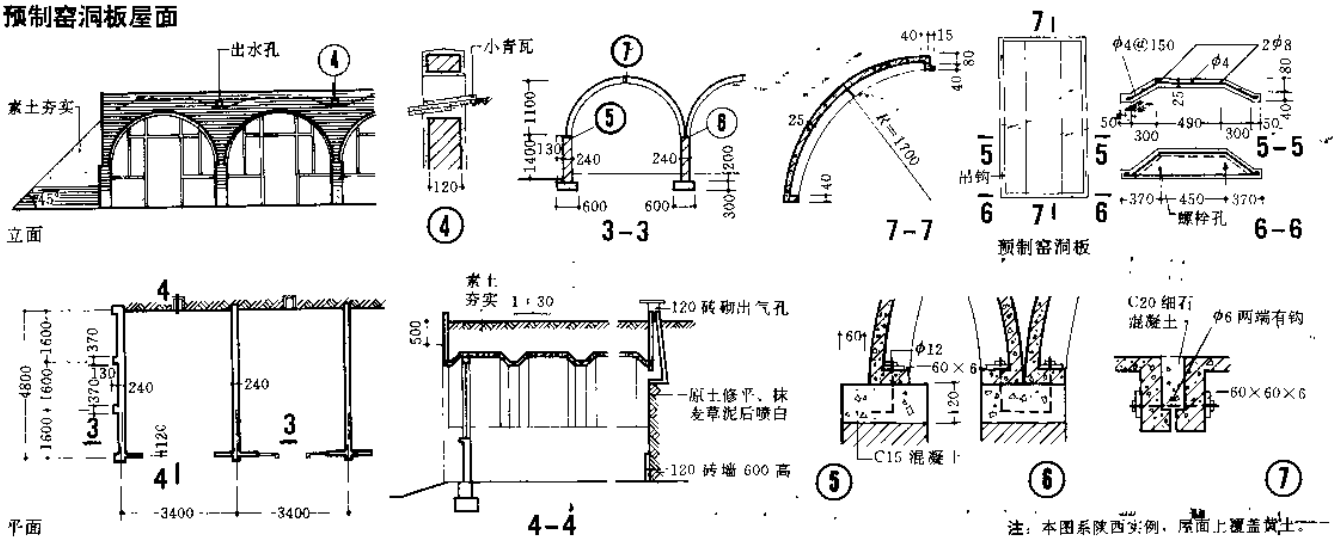
④跨度9.12m（拱波宽度1.5m）的双曲砖拱，每两个拱波设一根拉杆。跨度15.18m（拱波宽度2.0m）和21.24m（拱波宽度2.5m）的双曲砖拱，每一个拱波设一根拉杆。当跨度<18m时，应于跨中设一根吊杆，跨度≥18m时，于1/3跨处共设2根吊杆。

⑤双曲砖拱承重外墙的里侧，每隔两个波宽（3～5m）设一个扶墙垛支承拱脚梁的内悬部分，以增加拱脚梁在施工过程中的稳定性。如设置通气孔时，可每隔三个拱波设置一个。

⑥拱体砌筑须在拱脚梁强度达到70%后进行，冬季或气温<4℃时不能施工。拱顶合拢七天以后，方可铺设保温和防水层，并应沿拱跨对称进行，以减少拱体因不对称荷载而产生的弯矩。

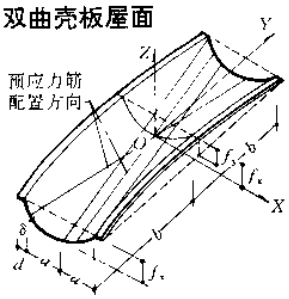
⑦本图选自东北CG401《双曲砖拱屋盖》。

预制窑洞板屋面



注：本图系陕西实例，屋面上覆盖黄土。

双曲壳板屋面

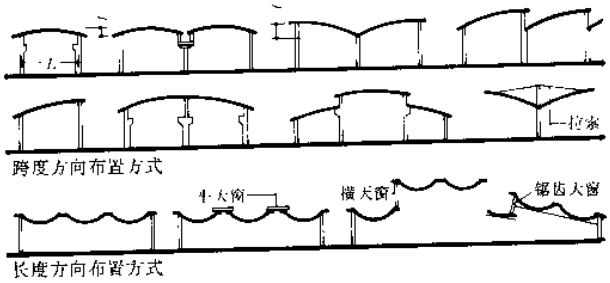


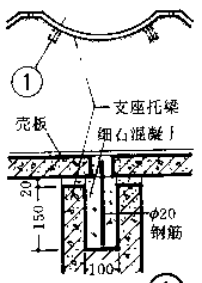
双曲壳板几何尺寸

预应力双曲壳板常用基本尺寸 表1

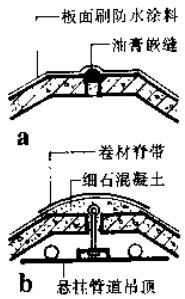
基本尺寸	跨度 L(m)						
	6	9	12	15	18	21	24
$2a$(m)	1.74		2.74(1.74)		2.74		
$2b$(m)	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5
f_x(cm)	25	30	45(40)	50(44)	60	65	70
f_y(cm)	12	14	22(18)	26(20)	30	33	36
δ(cm)	3.0	3.5	4.0	5.0	5.5	6.0	
d(cm)	10～12						

注：常用板宽为2m、3m。括号内尺寸用于2m宽。

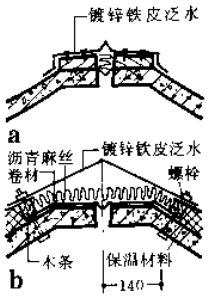




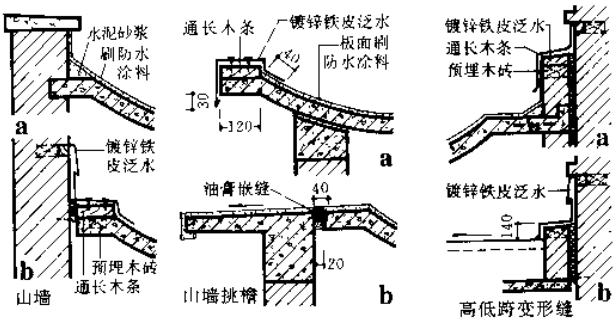
壳板支座构造 ①



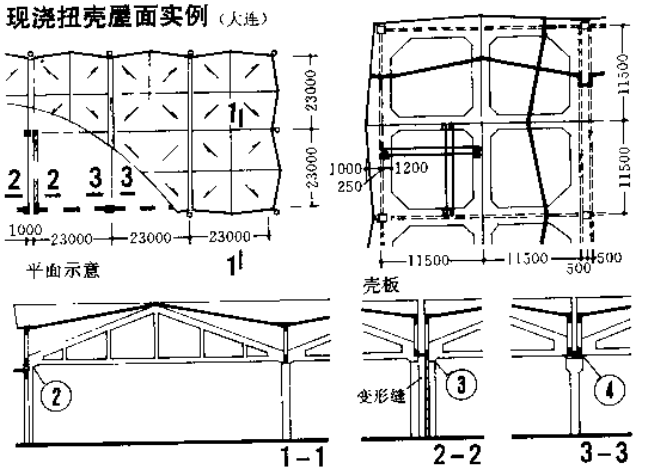
纵缝



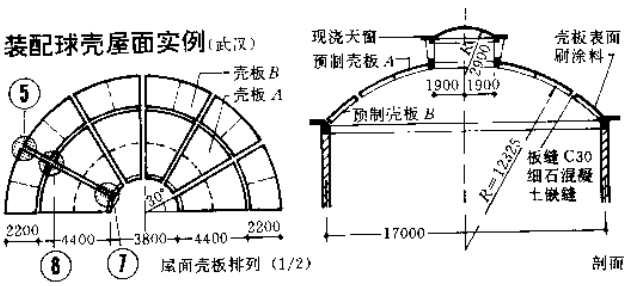
变形缝

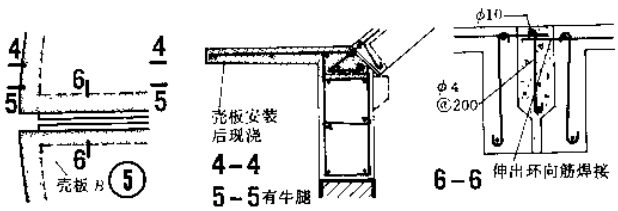


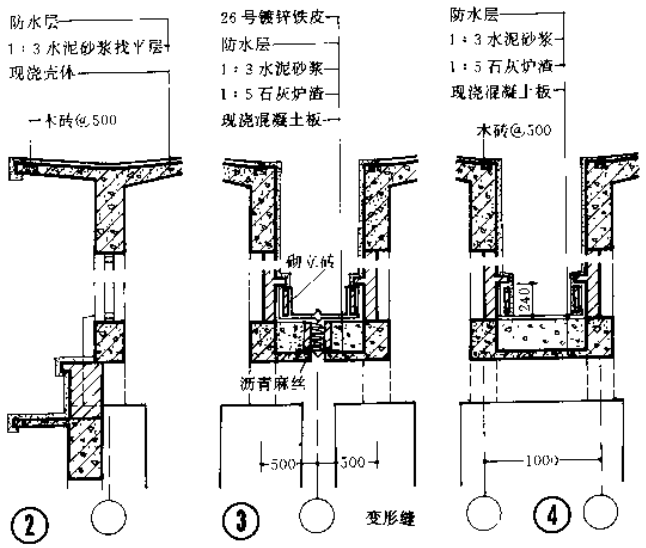
现浇扭壳屋面实例（大连）

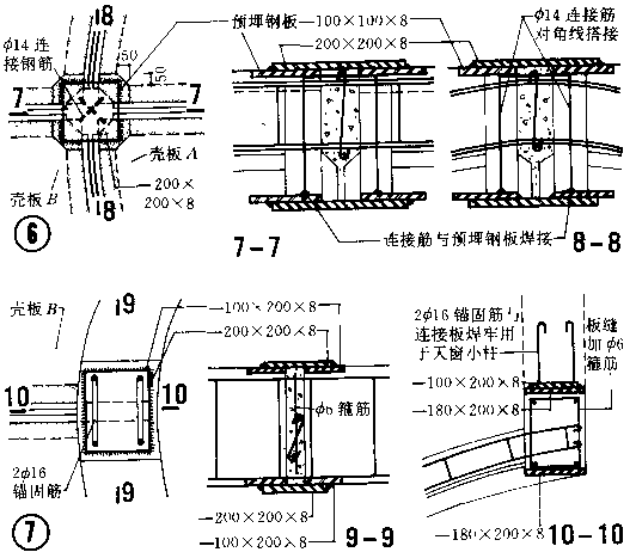


装配球壳屋面实例（武汉）

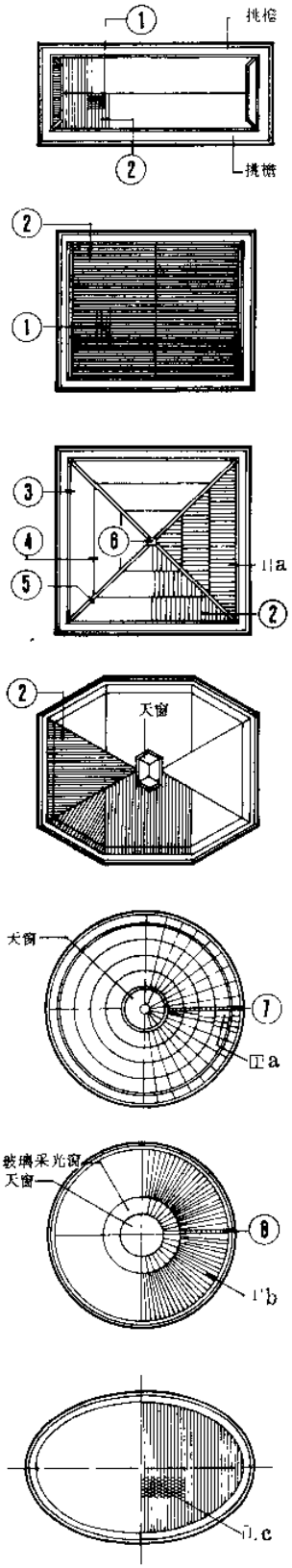








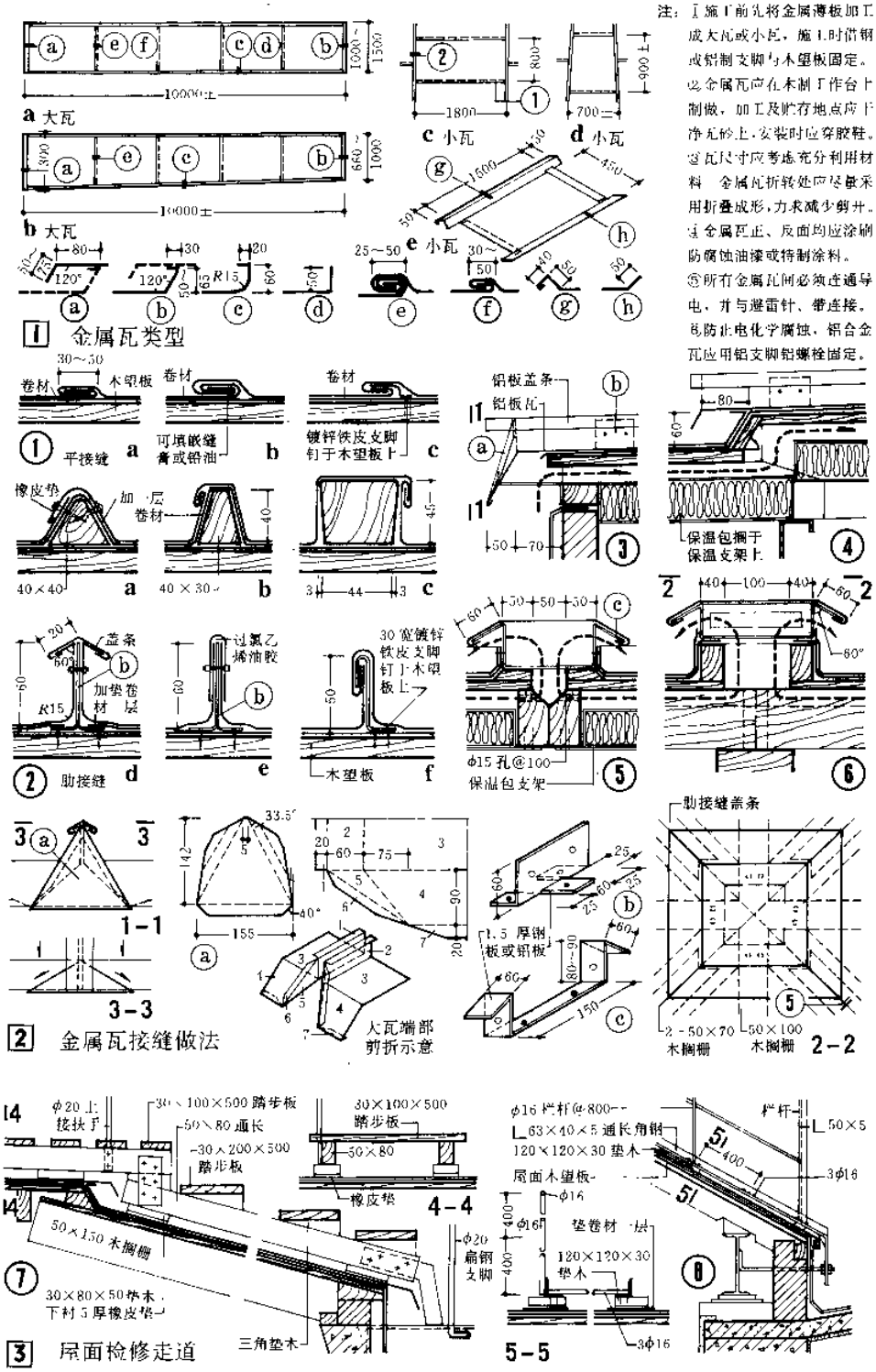
金属瓦屋面划分示意

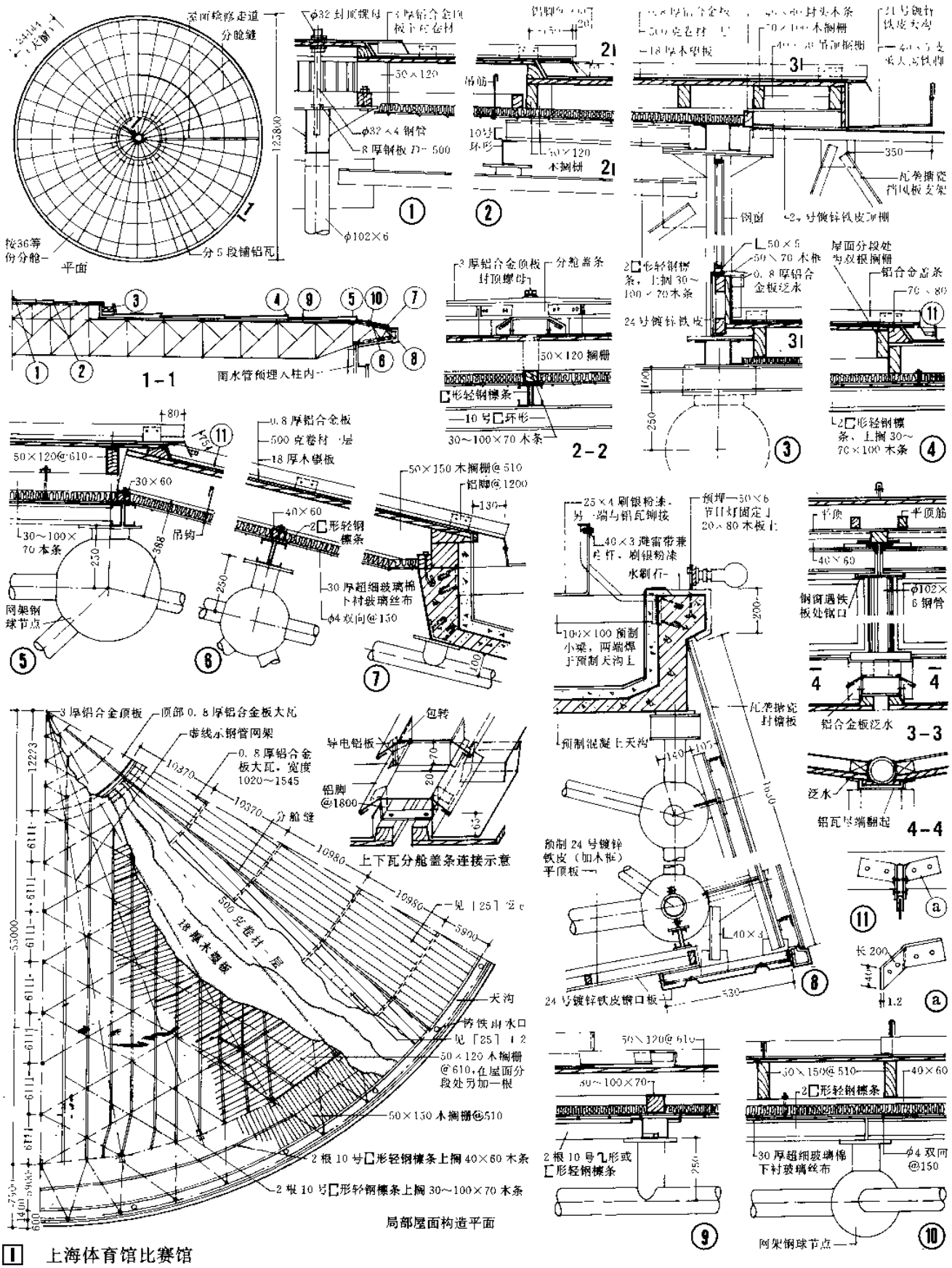


屋面构造层次

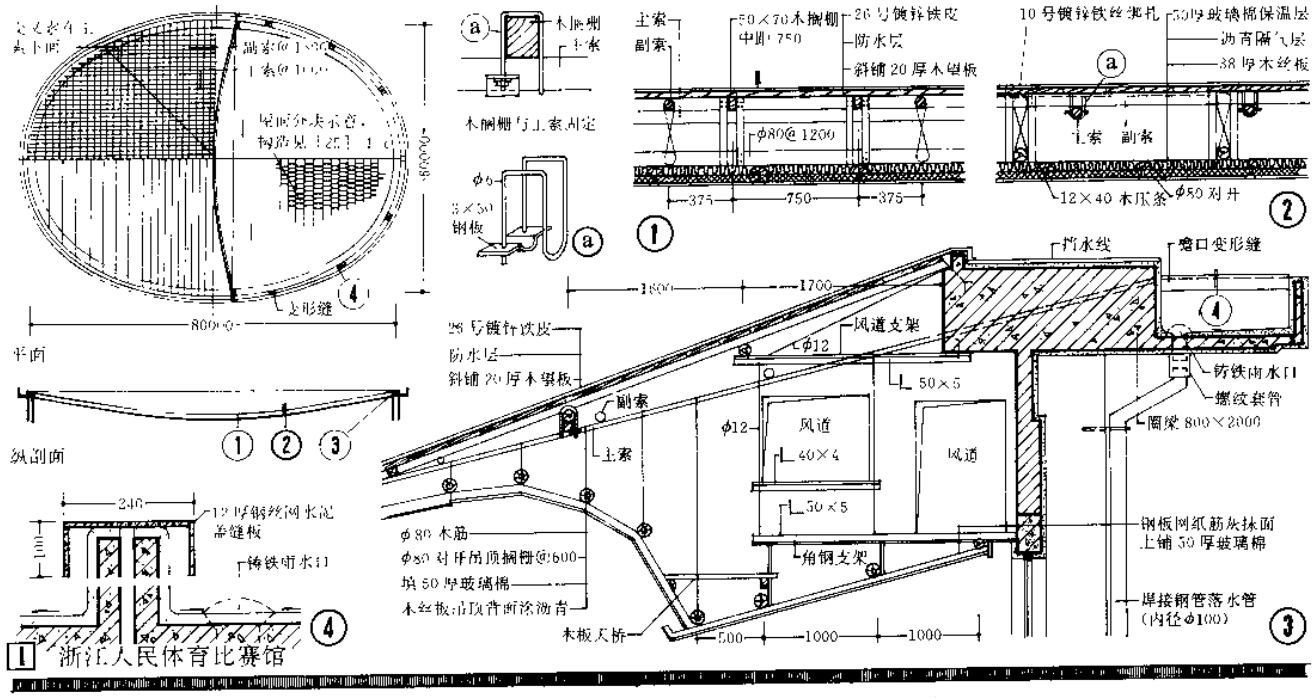
首都体育馆	上海体育馆	杭州候机楼	浙江人民体育馆	上海马戏场	江苏体育馆
0.6 厚铝合金瓦(里、外面刷锌黄防水漆一道、外面另刷调和漆一道)一毡三油(底油花洒)18 厚木望板	0.8 厚铝合金瓦(双面刷特制防腐蚀涂料) 一铺油毡一层 18 厚木望板	24 号镀锌铁皮瓦(刷大桥漆) 干铺油毡一层 20 厚木望板	26 号镀锌铁皮瓦(锌黄底漆、调和漆面) 干铺油毡一层 20 厚木望板	24 号镀锌铁皮瓦(锌黄底漆、调和漆面) 一铺油毡一层 20 厚木望板	24 号镀锌铁皮瓦(磷化底漆、锌黄环氧底漆、醇酸漆漆面) 二毡二油(底油花洒) 20 厚木望板

注：①施工前先将金属薄板加工成大瓦或小瓦，施工时借钢或铝制支脚与木望板固定。②金属瓦应在本制厂作台上制做，加工及贮存地点应干净无砂土，安装时应穿胶鞋。③瓦尺寸应考虑充分利用材料。金属瓦折转处应尽量采用折叠成形，力求减少剪开。④金属瓦正、反面均应涂刷防腐蚀油漆或特制涂料。⑤所有金属瓦间必须连通导电，并与避雷针、带连接。⑥防止电化学腐蚀，铝合金瓦应用铝支脚铝螺栓固定。

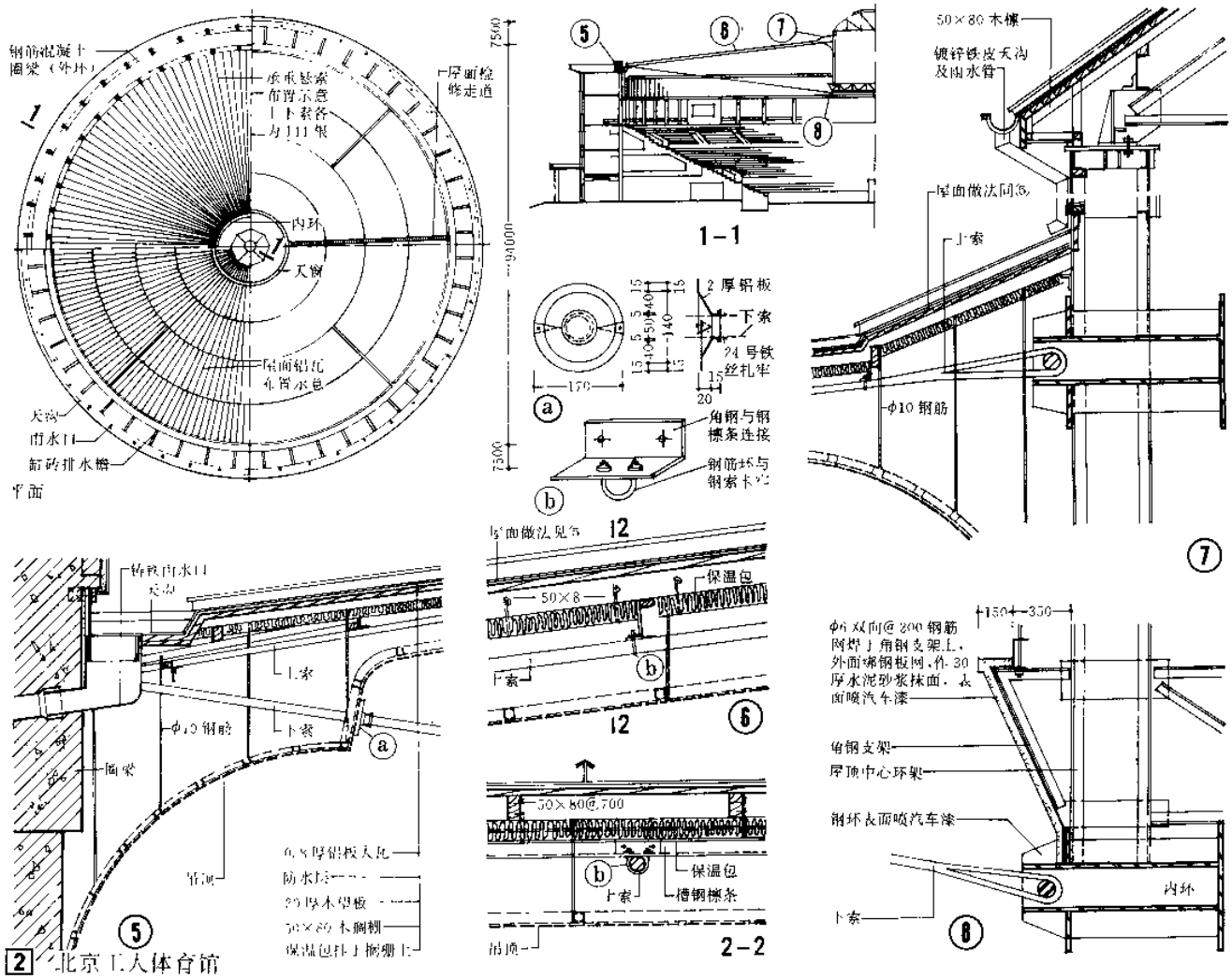



平面
分5段铺铝瓦
1-1
雨水管预埋入柱内
2-2
3-3
4-4
上下瓦分舱盖条连接示意
局部屋面构造平面
天沟
铸铁雨水口
50×120木搁栅@610，在屋面分段处另加一根
50×150木搁栅@510
2根10号[形轻钢檩条上搁40×60木条
2根10号[形轻钢檩条上搁30～100×70木条
24号镀锌铁皮檐口板
预制24号镀锌铁皮（加木框）平顶板
铝合金板泛水
铝瓦尽端翻起
网架钢球节点

1 上海体育馆比赛馆

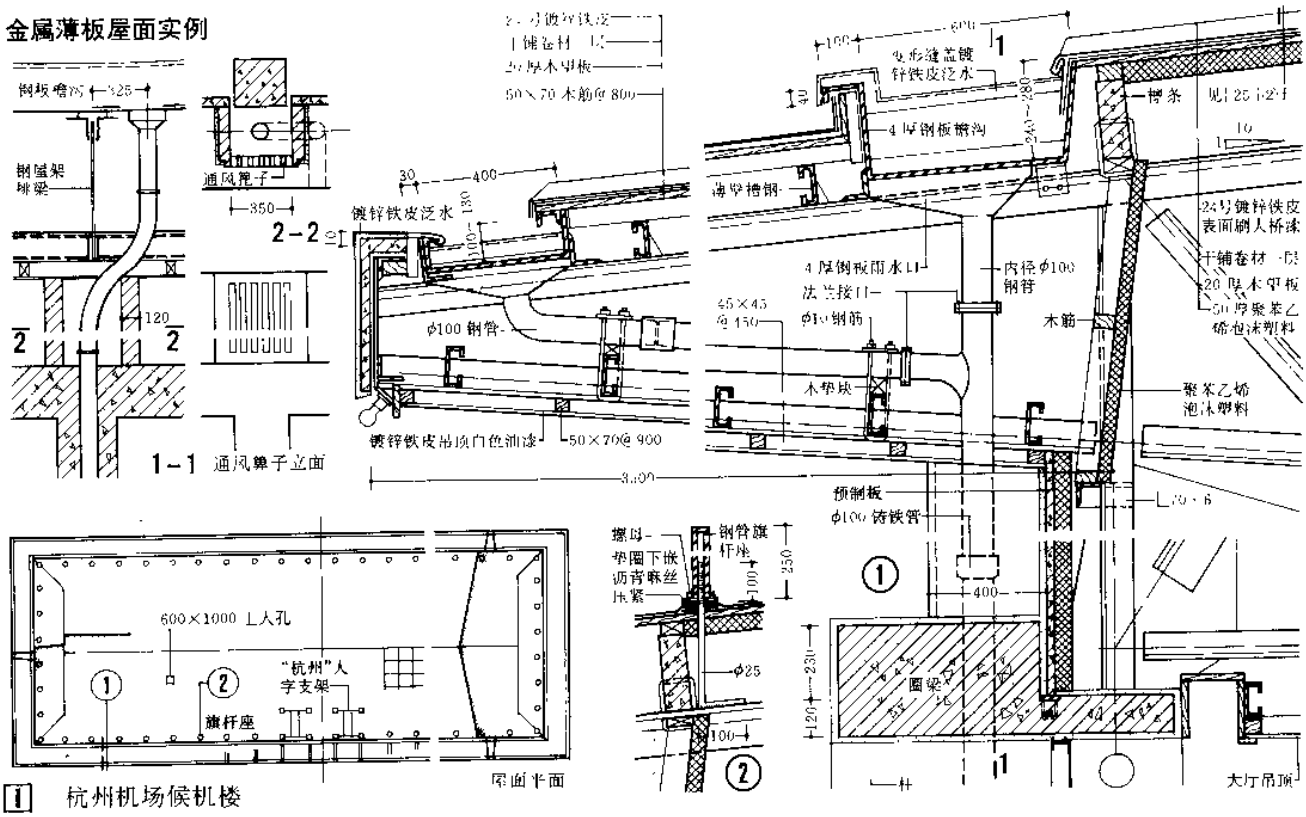


1 浙江人民体育比赛馆



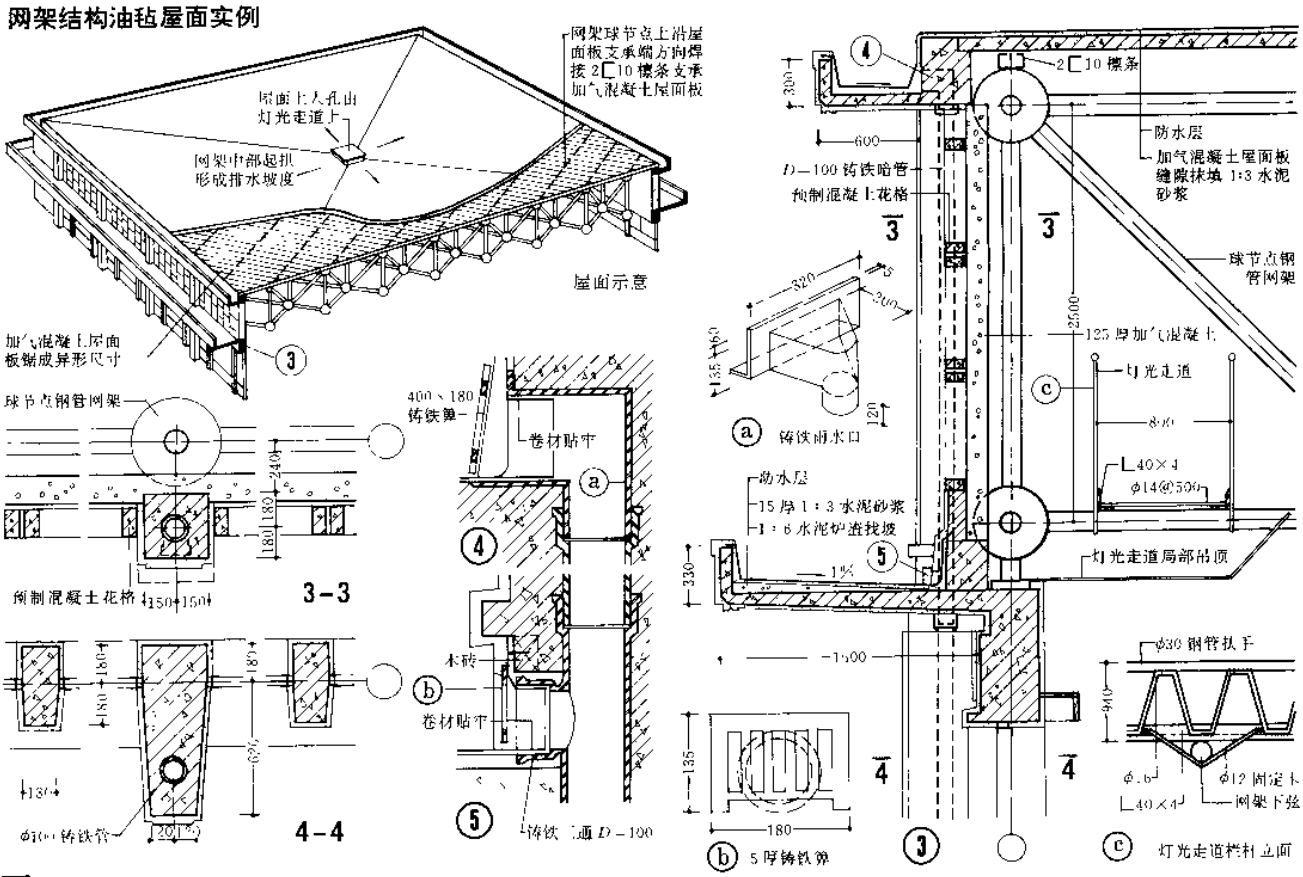
2 北京工人体育馆

金属薄板屋面实例



1 杭州机场候机楼

网架结构油毡屋面实例



2 北京国际俱乐部网球馆

压型金属板屋面是采用镀锌钢板、彩色涂层钢板、铝合金板等板材，通过辊轧、冷弯成型，适用于工业与民用建筑轻型屋盖的防水屋面。压型金属板断面形状有波形、V形、梯形等形状，最常用为V形。压型板的厚度及檩条间距由具体工程设计人选定。压型板的加工长度根据屋面跨度及运输吊装条件由设计人定。

设计要点

一、金属材料：

1. 通常用于屋面的压型金属板的厚度不宜小于0.8，以满足局部刚度和耐久性要求。屋脊板、泛水板、堵头板及挡水板等配件，采用与屋面板相同材料。钢支架一般3号钢。

2. 压型板的选用应适应环境介质要求的耐久性。铝合金压型板仅适用于弱侵蚀环境，在中等侵蚀性使用条件下应采用涂料防腐。铝合金压型板与钢支承件的接触面上，还应涂沥青漆绝缘。

二、连接件及密封材料：

1. 固定螺栓、连接螺栓、钩头螺栓等须满足单面施工要求，采用可靠产品。

2. 密封垫圈用优质氯丁橡胶制品；密封膏用丙烯酸、硅酮或其它优质密封膏；泡沫堵头用聚氨酯泡沫制品，并须经防水处理。

三、建筑构造：

1. 压型钢板屋面坡度从3%到100%均可，既有利于排水又可节约材料的坡度是5%～15%。压型板屋面的汇水长度可达50m。

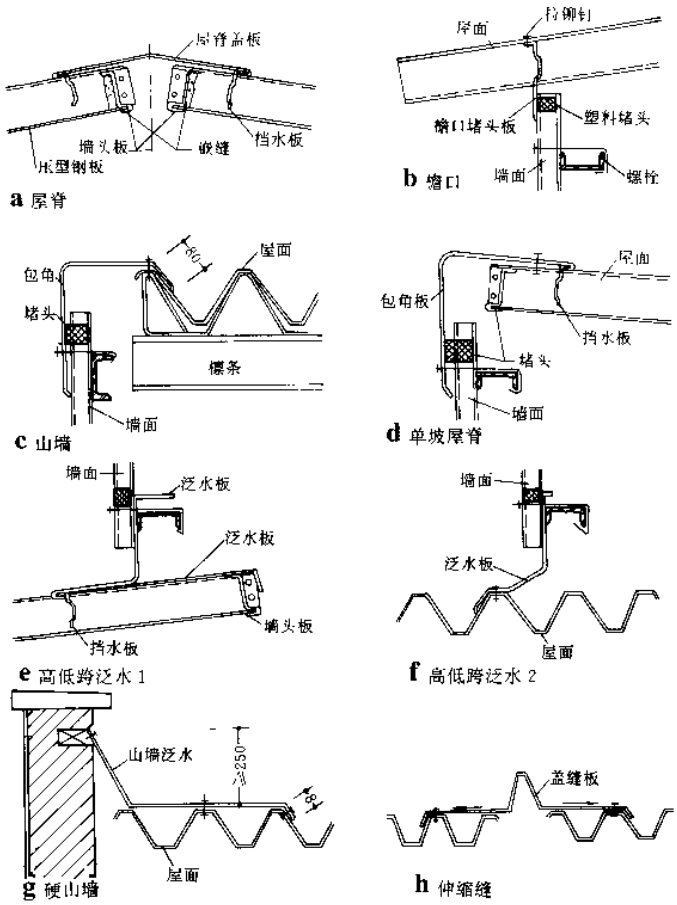
2. 压型板之间的横向连接可采用搭接、咬边、卡扣，但两块板均应伸至支承构件上；纵向连接有多种方式，最常用方式为本页图3所示。

3. 压型板的铺设应避免纵横重叠四块板的搭接，不能避免时切去第二及第三块板的重叠角。

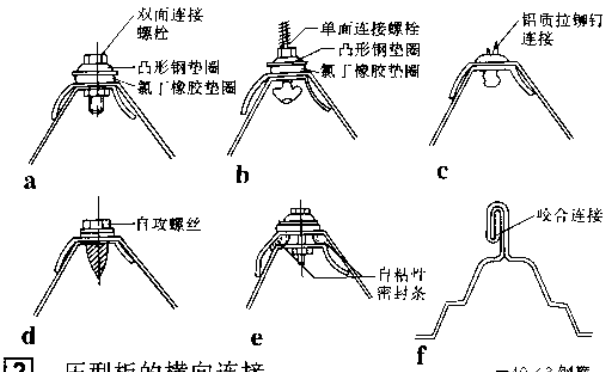
4. 屋脊板、包角板及泛水板的搭接长度≥60，用拉铆钉连接，中距≤50，拉铆钉头不可在波峰上。板与板的搭接部位及外露钉头均应嵌填密封材料。

5. 压型板与檩条的连接通过固定支架或固定长螺栓来实现，固定支架下部焊在檩条上。波高小于150时，可只用固定长螺栓直接焊在檩条上，无需再用支架。

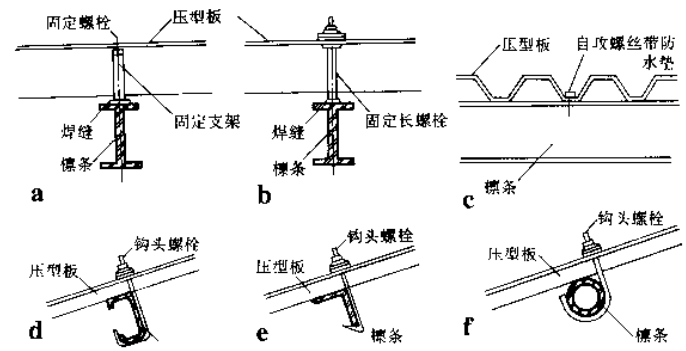
6. 檐口悬挑不宜太大，一般取波高的5～7倍为宜，当使用要求挑檐更大时，应从结构上增设檐端的支承点。



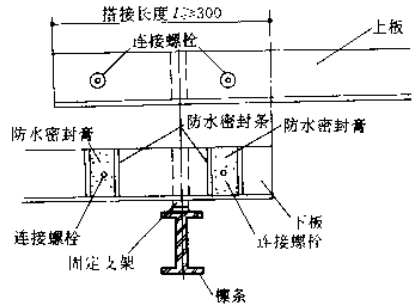
1 屋面构造



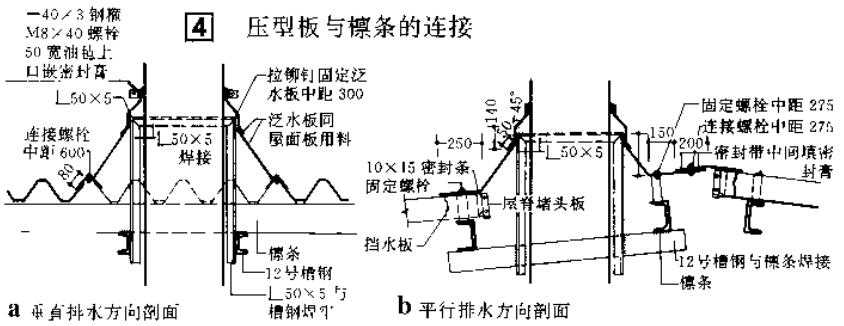
2 压型板的横向连接



4 压型板与檩条的连接



3 压型板的纵向连接



5 压型板金属管道出屋面

金属夹心板是由彩色涂层钢板做表层，自熄性聚苯乙烯泡沫塑料或硬质聚氨酯泡沫做芯材，通过加压加热固化制成的夹心板，具有防寒、保温、体轻、防水、装饰、承力等多种功能，是一种高效结构材料，主要适用于公共建筑、工业厂房的屋面，并可按设计意图做成各种形状的屋面。

设计要点

一、屋面坡度1/6～1/20，在腐蚀环境中屋面坡度应≥1/12。

二、在运输、吊装许可条件下，应采用较长尺寸的夹心板，以减少接缝，防止渗漏和提高保温性能，但一般不宜大于9m，以免上、下表面钢板由于温差造成不等值膨胀而曲翘变形，影响使用和外观。

三、板缝处理

1. 顺坡连接缝及屋脊缝以构造防水为主，材料防水为辅；横坡连接缝采用顺水搭接，防水材料密封，上下两块板均应搭在檩条支座上。屋面坡度≤1/10时，上下板的搭接长度为300；屋面坡度>1/10时，上下板的搭接长度为200。

2. 夹心板与檩条的连接都必须穿透屋面进行连接。顺坡连接缝和屋脊连接缝应采用凹件隐蔽连接法，以防阻雨水及大气的侵蚀。

3. 夹心板与配件及夹心板与夹心板之间，全部采用铝拉铆钉连接，铆钉在插入铆孔之前应于涂密封胶，拉铆后的钉头用密封胶封死。密封胶应选用聚硫、硅酮等优质密封材料。

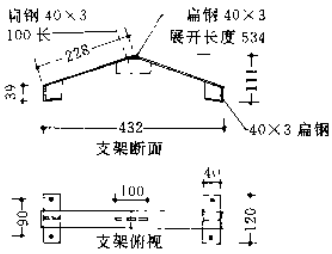
四、檩条布置

1. 一般情况下，应使每块板至少有三个支承檩条，以保证屋面板不发生挠曲。

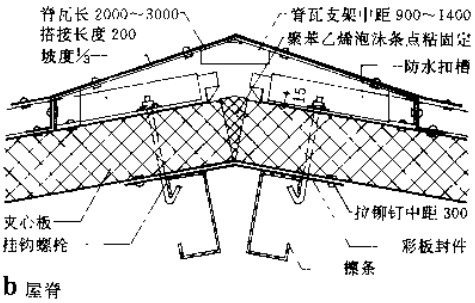
2. 在斜交屋脊线处，必须设置斜向檩条，保证夹心板的斜端头有支承。

3. 在夹心板的长向板端搭接处，檩条的上翼缘宽度应不小于100，否则应设双檩条，或者加焊一通长角钢。

五、封边包角材料应采用与夹心板表层相同的涂层钢板。

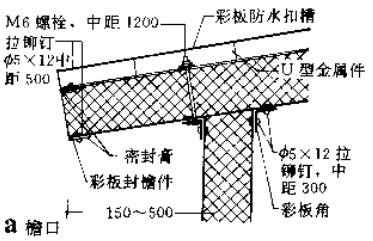


a 脊瓦支架

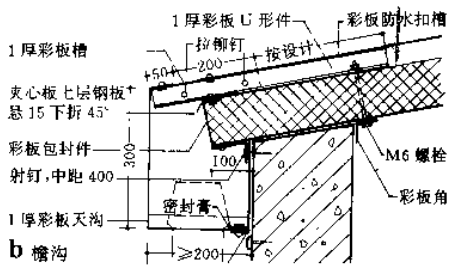


b 屋脊

1 屋脊连接

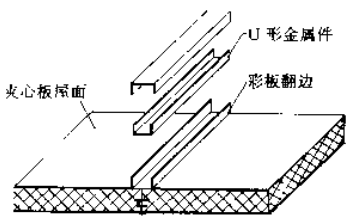


a 檐口

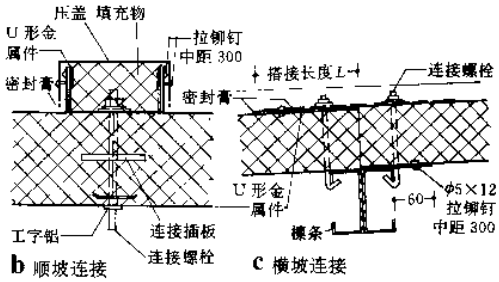


b 檐沟

2 檐口

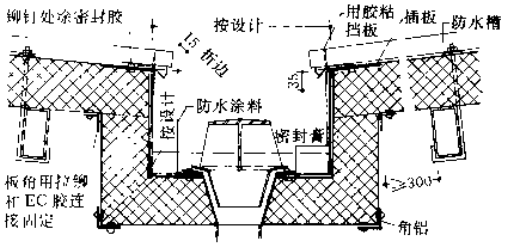


a 屋面板连接示意

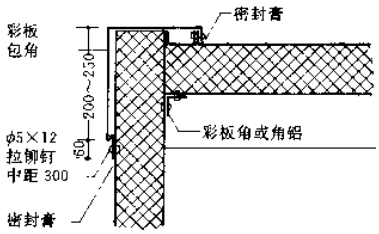


b 顺坡连接　c 横坡连接

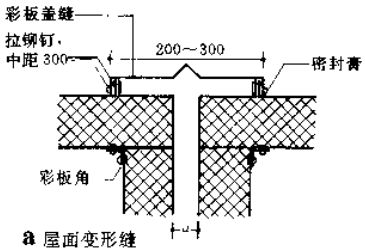
3 屋面连接



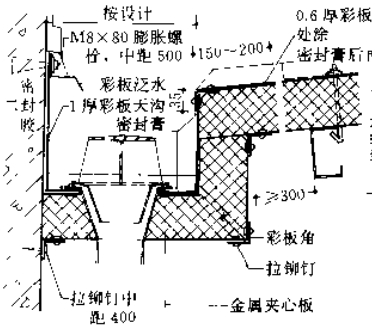
a 内天沟



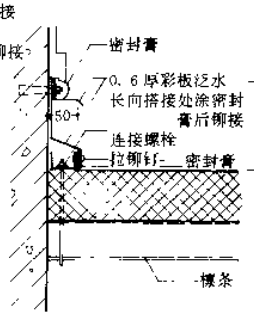
4 山墙包角



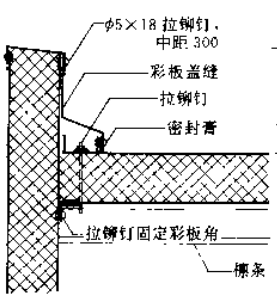
a 屋面变形缝



b 带天沟的女儿墙

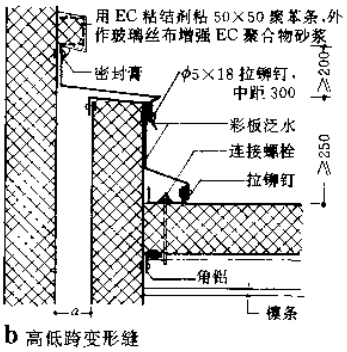


a



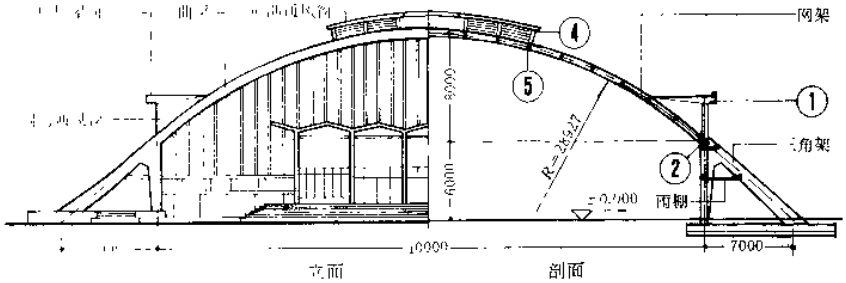
b

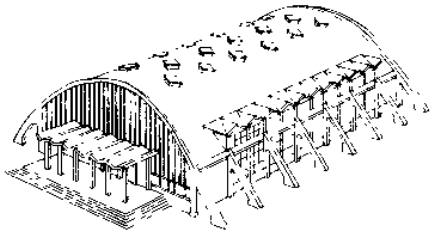
6 女儿墙泛水

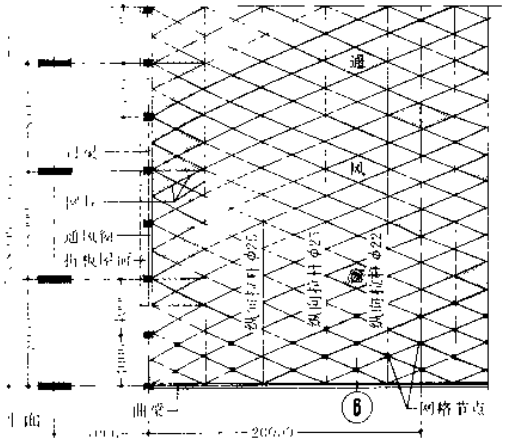


b 高低跨变形缝

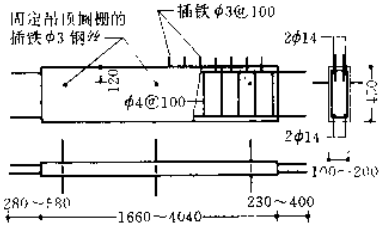
7 变形缝



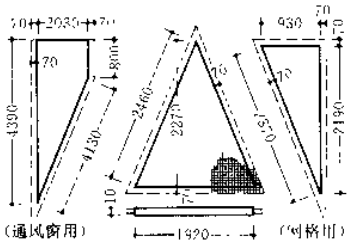




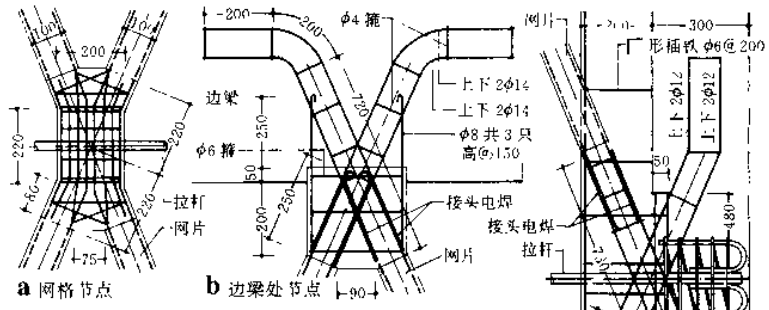
1 网架平面布置及立面、剖面示意



2 预制钢筋混凝土网片

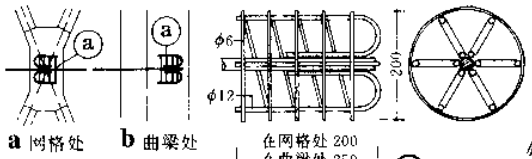


3 三角形钢丝网水泥屋面板

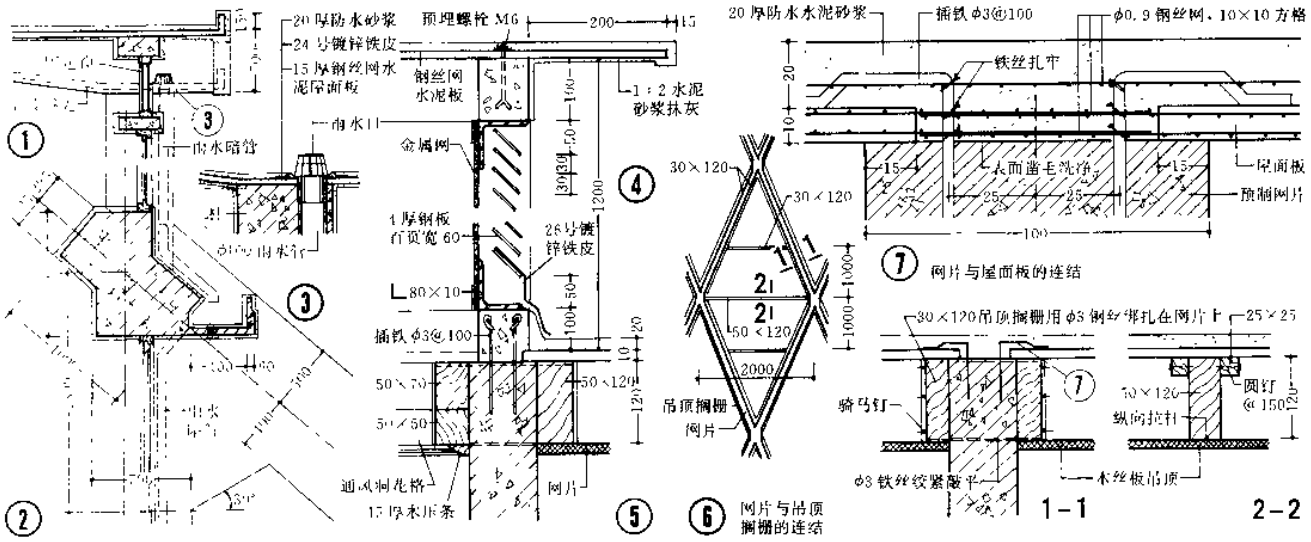


a 网格节点　b 边梁处节点　c 曲梁处节点

4 网片的节点连结构造



5 纵向拉杆锚固



注

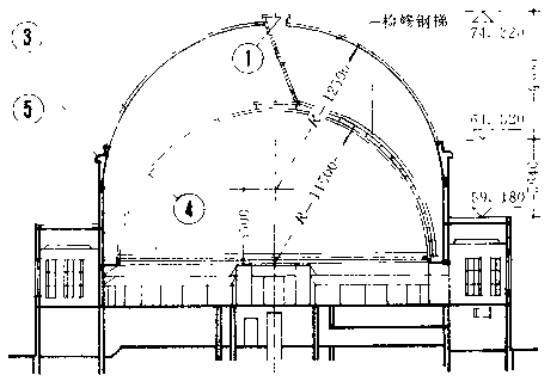
1. 本例为上海市高大学校内兼礼堂建筑实例。餐厅屋面为装配式现浇钢筋混凝土网架（网格简拱）。菱形网格尺寸为2m×5m（对角线尺寸）。

2. 网片采用C20混凝土预制，网片标准截面尺寸为100×450，长约[illegible]。每片重量约260kg。网格结点的钢筋为绑扎，C40混凝土现浇接头。网格与四周边梁、曲梁的连结钢筋，采用电焊接头。

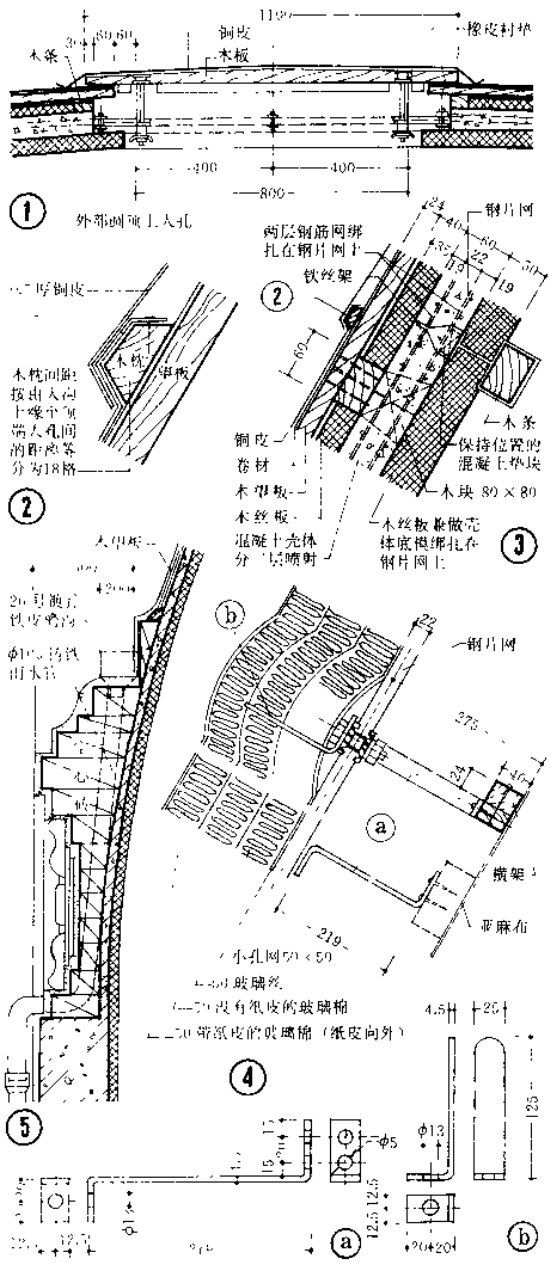
3. 网格间空隙处，三角形钢丝网水泥屋面板覆盖，三角形钢丝网水泥板[illegible]。钢丝采用φ6冷拔至φ0.9，编成10×10方格网，上下各[illegible]。净保护层厚度各为1，用1:1水泥砂浆（水泥标号[illegible]，水灰比为0.4，审量比）扶平拍紧，上表面划毛。

4. 屋面防水层做法：三角形屋面板上满铺钢丝网（其规格与屋面板正面的网相同）一层，上抹20厚防水水泥砂浆。

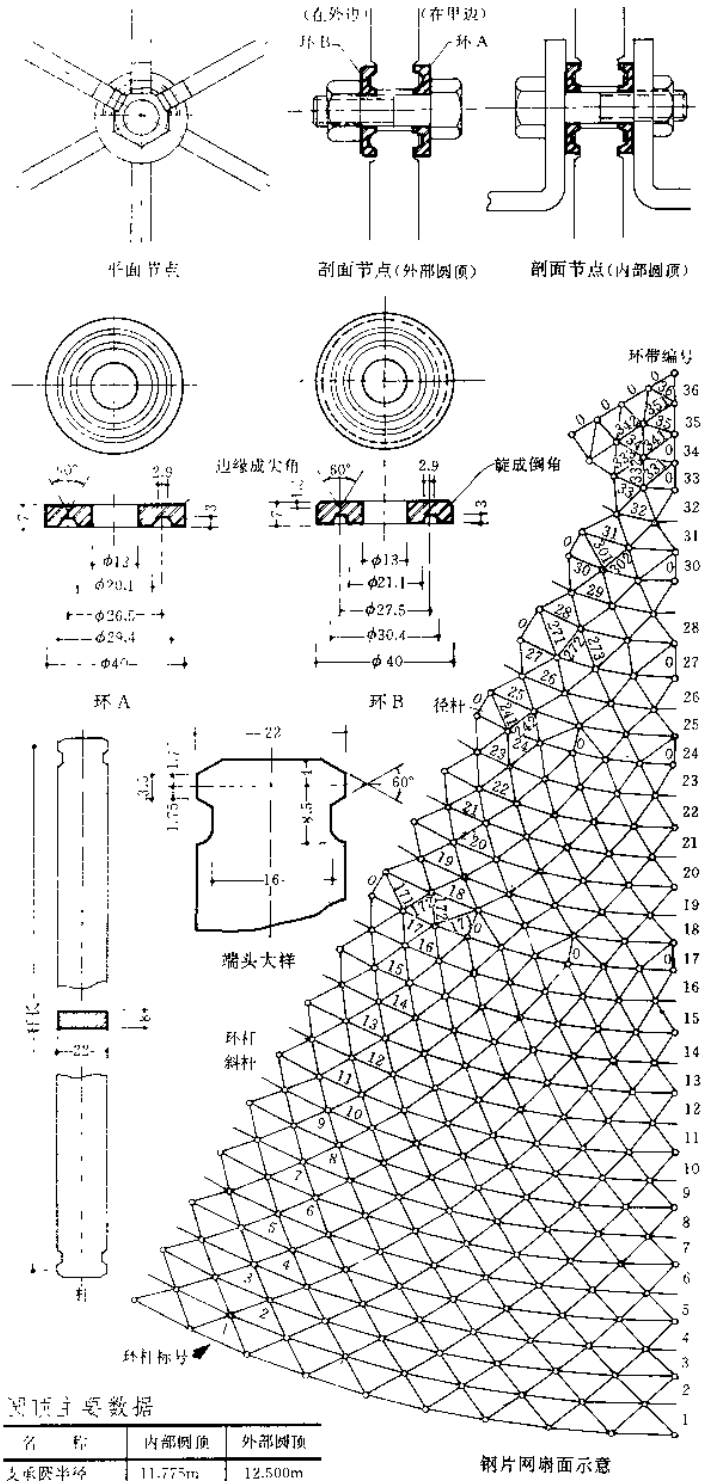
5. 网架纵向走行[illegible]，纵向拉杆用以平衡网片轴向力在结点处形成[illegible]，每800有一个锚头，以使网片拼装时可逐段拆卸。



1 剖面示意



2 构造节点



3 半圆球形薄壳中的钢片网及其结构构造

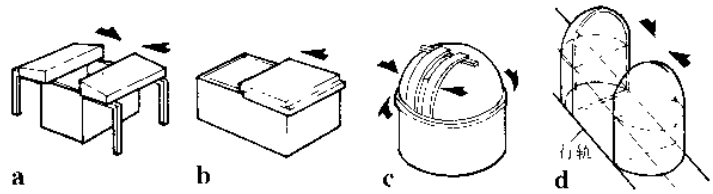
屋顶主要数据

名　称	内部圆顶	外部圆顶
支承跨半径	11.775m	12.500m
半圆心角	89°26′4″	89°26′4″
球半径	11.775m	12.500m
拱高	11.6525m	12.37781m
平面面积	435.583m²	490.870m²
表面面积	871.17m²	981.75m²
最低一圈圆周长	73.985m	78.540m
环带数	35	35

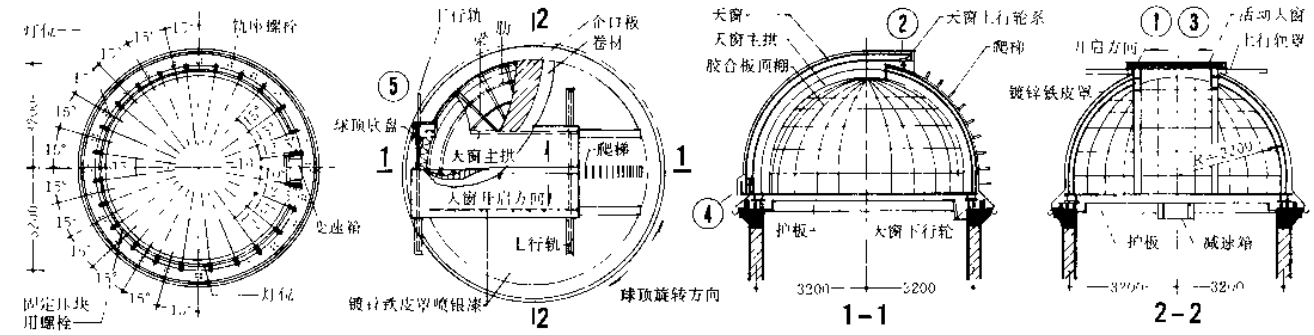
钢片网扇面示意

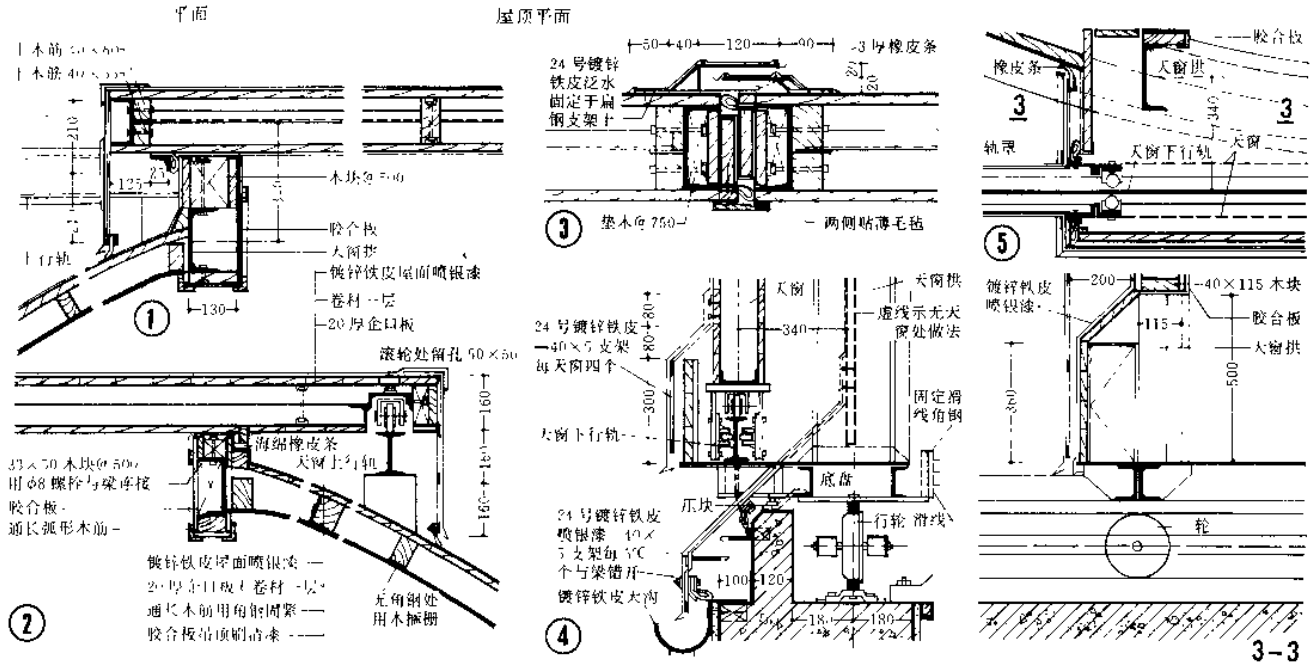
注：①钢片网的扇面是根据调整好的方位角绘制。②圆顶由环杆、径杆和斜杆组成。杆的几何形状相同，共53种、7992枚，其中标准环带的斜杆（未标号）杆长均相等，为4752枚。③非标准环带的斜杆在其所在的环带号后缀以第二位数，如171，172。直径方向的杆（0杆）均相等。所有环杆由低圈向上依次标号。

天文观测室屋面设计，应注意保温、隔热、结构轻便，且应方可开启的活动屋面。天体力学方面的观察室，常采用水平开启的坡顶、平顶。天体物理学和太阳观察室常采用带活动天窗的活动球顶。活动屋顶的传动可用手动、机械传动或两者并用。机械传动有齿条式、链条式、丝杠式、绳索式和天车式等。

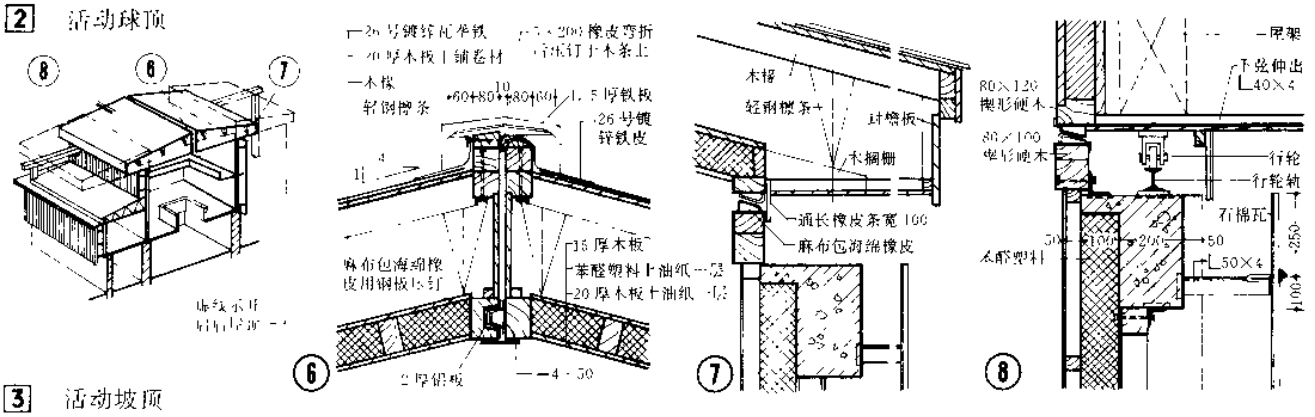


1 类型





2 活动球顶



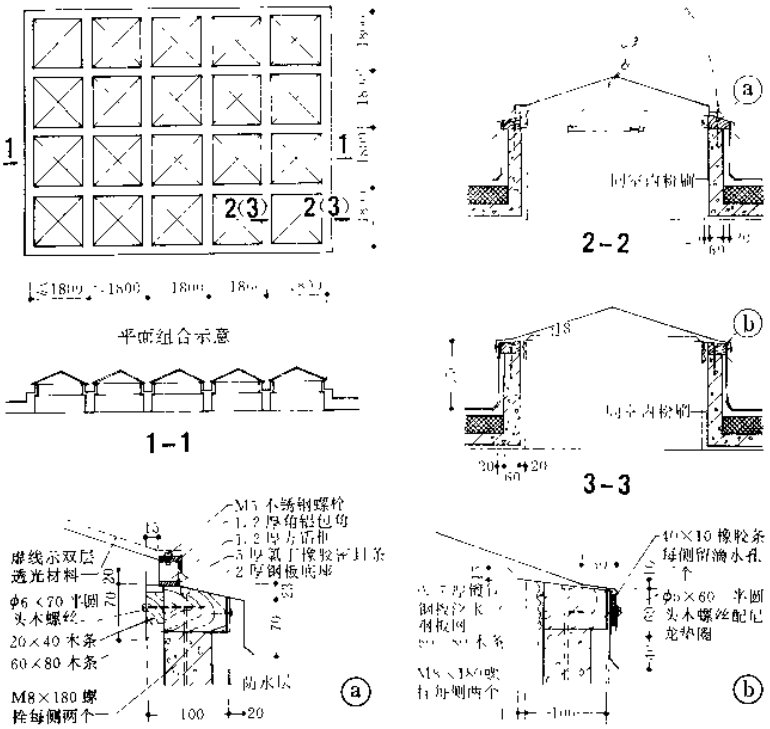
3 活动坡顶

一、玻璃屋顶亦称为采光屋面，其构造分为二大类，一种是用有机玻璃经热压加工制成各种穹形、拱形、多角锥形的采光罩体并以与之配套的各种防水围框和紧固件、开启体组合成双层（或单层）采光件，它既可单独使用，也可按设计要求组合成大小不等、形式多样的采光屋面，其特点是设计灵活、受外力损坏后裂而不碎，并具有良好的密封、防水、保温、隔热等性能，自重轻，安装维修方便。另一种是以各种金属型材或钢筋混凝土梁架为骨架、嵌装各种玻璃或有机玻璃并用密封胶密封防水。

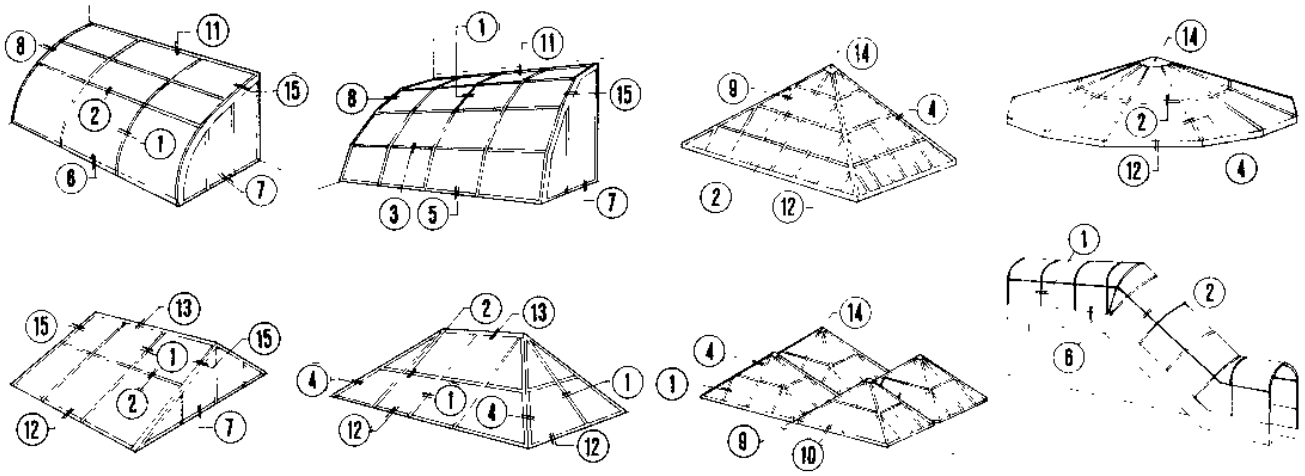
二、玻璃屋顶的构造设计首先必须满足各种动、静荷载作用下的安全性，同时还应解决诸如保温隔热、温度变形、气密性、防水渗漏、结露滴水等问题。

三、以金属型材为骨架的玻璃屋顶，其构件变形控制最大挠度为1/200，为防止凝结水滴落屋顶坡度不宜小于18°。

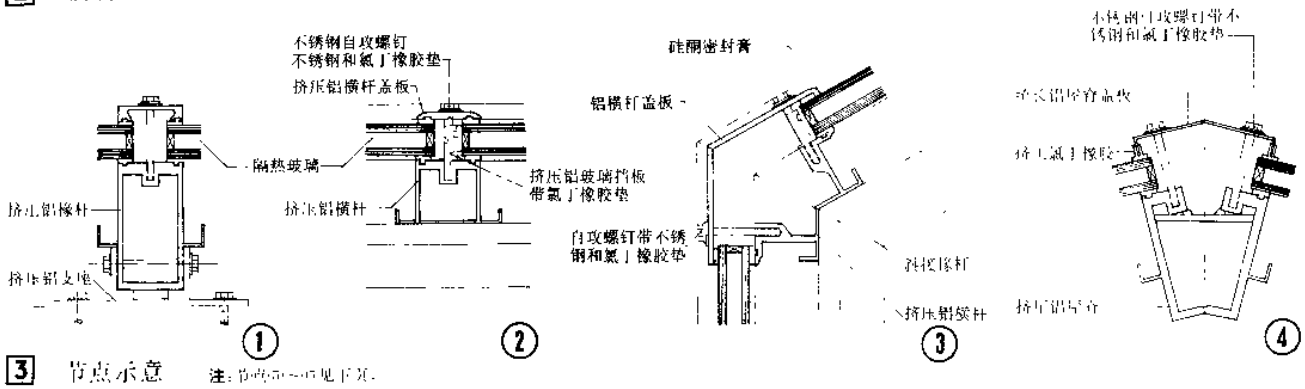
四、为提高采光屋面安全性，玻璃应采用夹层安全玻璃，钢化玻璃，外层为钢化玻璃内层为夹层安全玻璃的中空玻璃，聚丙烯或聚碳酸脂的有机玻璃，同时骨架与玻璃之间应设置氯丁橡胶的衬垫，骨架低处应设置泄水孔以排出冷凝水，各接缝处应以密封膏密封，铝合金骨架用硅酮密封膏，型钢骨架可用氯磺化聚乙烯或丙烯酸密封膏。



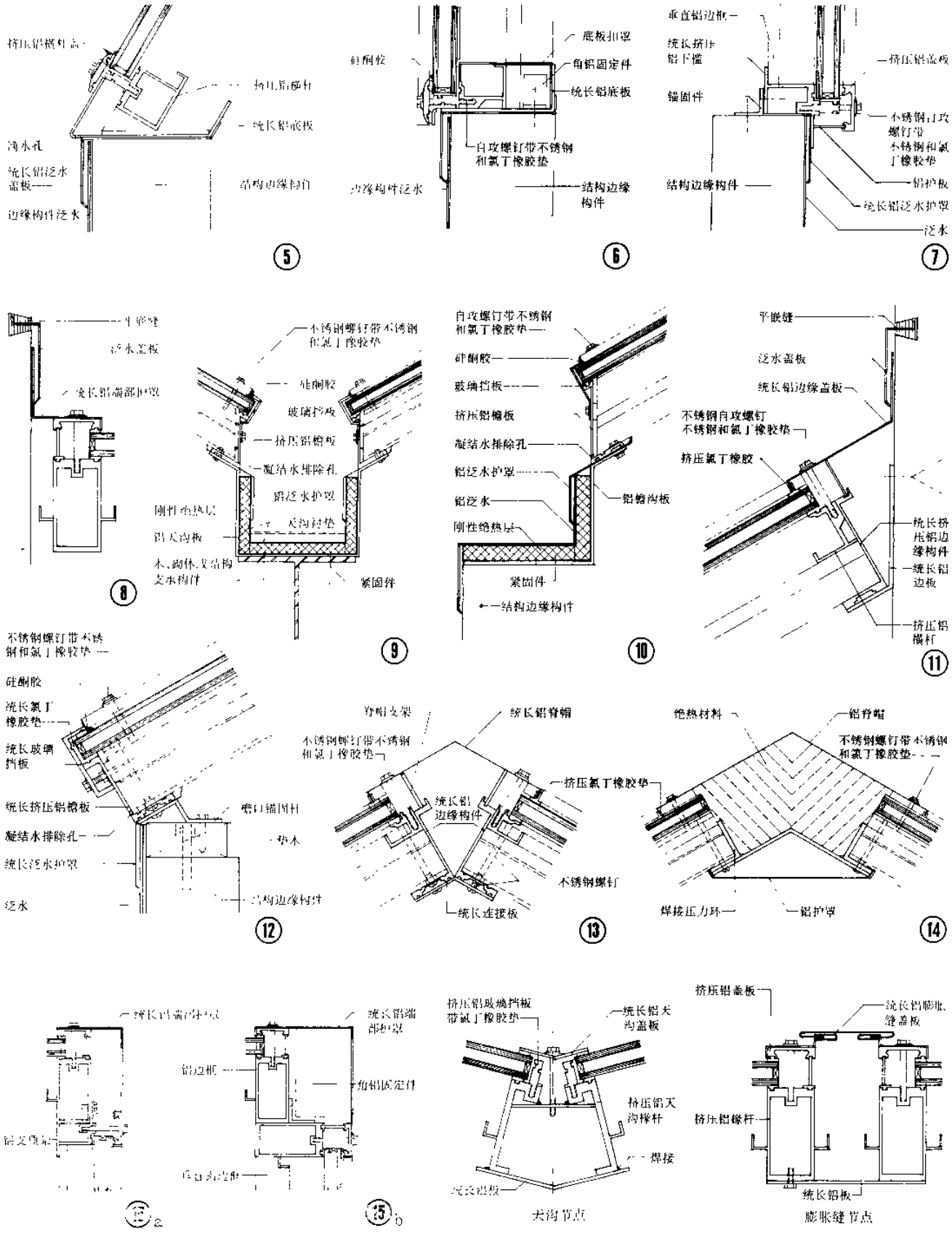
1 采光罩构造示意



2 玻璃屋顶形式示意



3 节点示意 注：节点示意见下页。


挤压铝横杆盖
挤压铝横杆
统长铝底板
滴水孔
统长铝泛水盖板
结构边缘构件
边缘构件泛水
5
底板扣罩
硅酮胶
角铝固定件
统长铝底板
自攻螺钉带不锈钢和氯丁橡胶垫
边缘构件泛水
结构边缘构件
6
垂直铝边框
统长挤压铝下槛
挤压铝盖板
锚固件
不锈钢自攻螺钉带不锈钢和氯丁橡胶垫
铝护板
结构边缘构件
统长铝泛水护罩
泛水
7
平嵌缝
泛水盖板
统长铝端部护罩
8
不锈钢螺钉带不锈钢和氯丁橡胶垫
硅酮胶
玻璃挡板
挤压铝檐板
凝结水排除孔
铝泛水护罩
刚性绝热层
铝天沟板
天沟衬垫
木、砌体或结构支承构件
紧固件
9
自攻螺钉带不锈钢和氯丁橡胶垫
硅酮胶
玻璃挡板
挤压铝檐板
凝结水排除孔
铝泛水护罩
铝泛水
刚性绝热层
铝檐沟板
紧固件
结构边缘构件
10
平嵌缝
泛水盖板
统长铝边缘盖板
不锈钢自攻螺钉不锈钢和氯丁橡胶垫
挤压氯丁橡胶
统长挤压铝边缘构件
统长铝边板
挤压铝横杆
11
不锈钢螺钉带不锈钢和氯丁橡胶垫
硅酮胶
统长氯丁橡胶垫
统长玻璃挡板
统长挤压铝檐板
凝结水排除孔
统长泛水护罩
泛水
垫木
结构边缘构件
12
脊帽支架
统长铝脊帽
不锈钢螺钉带不锈钢和氯丁橡胶垫
挤压氯丁橡胶垫
统长铝边缘构件
不锈钢螺钉
统长连接板
13
绝热材料
铝脊帽
不锈钢螺钉带不锈钢和氯丁橡胶垫
焊接压力环
铝护罩
14
统长铝端部护罩
铝边框
角铝固定件
15 a
统长铝端部护罩
铝边框
角铝固定件
15 b
挤压铝玻璃挡板带氯丁橡胶垫
统长铝天沟盖板
挤压铝天沟橡杆
焊接
统长铝板
天沟节点
挤压铝盖板
统长铝膨胀缝盖板
挤压铝橡杆
统长铝板
膨胀缝节点

3 节点示意

一、楼梯设计应合理选择平面形式、结构形式及细部处理方案，以满足功能要求，取得良好的空间效果。

二、楼梯按主体结构所用材料分类，可分为：钢筋混凝土楼梯、钢楼梯、木楼梯、组合材料楼梯。

三、选定踏步饰面材料，应根据建筑标准、使用要求、装修效果、施工条件等，综合考虑合理选择。

四、踏步饰面材料应耐磨、防滑、耐冲击、便于清洁、踏感舒适。其质感、色彩应符合装修的需要。

五、踏步口及休息板边缘，应加设硬质防滑条或护角以耐磨擦，减少磨损。

六、室外楼梯踏板面及楼梯平台，应考虑雨水的排除（坡度1～3%为宜）。寒冷地区室外楼梯不宜设置金属防滑条，宜采用有一定摩擦阻力的面层，以利冰雪天气防滑，亦可采取适当的防冻措施。

七、楼梯栏杆应能承受规范规定的水平荷载，栏杆形式应能保证通行安全，其高度应满足有关规范要求。（见本书第一集楼梯[5]）

八、栏杆构造设计需根据选用的材料强度、受力条件、安装方式等因素决定，以保证结构可靠，安全美观。

九、楼梯扶手应沿梯段及休息板的全长连续设置，扶手断面形式应便于手握。

十、扶手断面尺寸，圆形以直径40～75mm为宜。其他形状断面顶端宽度应小于90mm。靠墙扶手与墙面之间净距应大于40mm。

常用楼梯踏步饰面材料特性

表1

类别	饰面材料名称	材料特性							备注
		起尘性	耐水性	耐磨性	耐冲击	光滑度	消声度	清洁度	
整体面层	水泥砂浆	◎	○	◎	◎		◎	◎	
	混凝土	●	○	○	○	○	◎	●	
	水磨石	○	○	○	○	◎	○	○	由于硬度较低，踏步边缘易磨损而日趋圆滑
板（块）材面层	水磨石板	○	○	○	○	◎	○	○	
	陶瓷锦砖	○	○	○	◎	○	○	●	踏步边缘宜特殊处理，以防零星脱落
	红缸砖	○	○	◎	◎	○	○	◎	
	彩釉砖	○				◎		○	
	劈开砖	◎	○	○	○	○	◎	◎	
	大理石	○	○	◎	◎	●	○	○	由于硬度较低，踏步边缘易磨损而日趋圆滑
	花岗岩	◎	○	○	○	○	◎	◎	表面可做剁斧、刨光、烧毛等处理
	磨光花岗岩	○	○	○	○	●	○		
铺贴面层	橡胶板	○	○	●	●	○		○	不适用于人流通过量较大的楼梯和室外楼梯
	塑料毡	○	○	●	●	○	○	○	
	地毯	○	●	●	●	○	○	○	不适用于室外楼梯
其它面层	木板	○	●	●	●	○	◎	◎	用于人流通过量较小的楼梯和室内楼梯
	金属	○	○	○	○	●	●	○	常用于工业建筑或辅助楼梯

注：

1.踏步饰面材料与楼层结合的做法，与楼地面做法基本相同，可参考本书楼地面章。

2.块材饰面材料常铺贴于其他材料表面，组成复合材料面层。为使踏感舒适也可在块材面层下增设约3～4mm厚的弹性塑胶垫层。

3.金属踏步板为防滑常采用花纹钢板制做。

4.楼梯踏步侧面应采取防止污染的措施，并注意装修效果的完整性。

5.有特殊防护要求的踏步，其饰面选材可参考同类楼地面做法，合理选用。

图例	○	◎	●
起尘性	小	一般	大
耐水性	耐水	稍耐水	不耐水
耐磨性	强	中	弱
耐冲击性	强	中	弱
光滑度	不滑	较滑	光滑
消声度	无噪声	稍有噪声	有噪声
清洁度	易清洁	较易清洁	不易清洁

栏杆、栏板及扶手的固定方式及要求

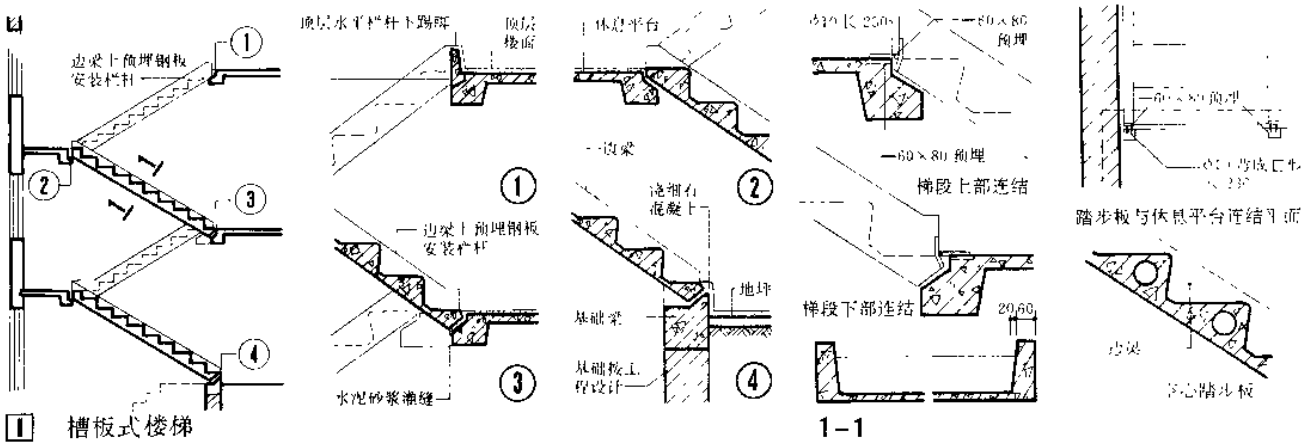
表2

基层材料	固定方式	构造要求
钢筋混凝土	1.预埋螺栓	其位置及角度均须准确无误
	2.预埋铁件或钢筋，焊接固定	焊接固定后再做面层或填补孔洞
	3.预埋套管或预留孔，用插榫或螺栓固定	套管或孔洞均需留出调整误差的余量
	4.预留孔洞，用快凝水泥、环氧树脂或其他具有强度的固结填充料灌注	孔洞需留出调整误差余量及足够的深度，孔洞距离边缘应大于50mm，距离不足时孔洞周围宜有箍筋
	5.后钻孔用膨胀螺栓固定	每个固定点可用二个以上的膨胀螺栓固定在结构层上，孔洞间距尽量拉开
厚的石材	6.钻孔后用环氧树脂、快凝水泥或其他具有强度的固结填充料灌注	孔洞须有足够的深度，距离边缘应大于75mm，孔洞间距应尽量拉开
	7.钻孔后用螺栓或膨胀螺栓固定	同5、6项要求

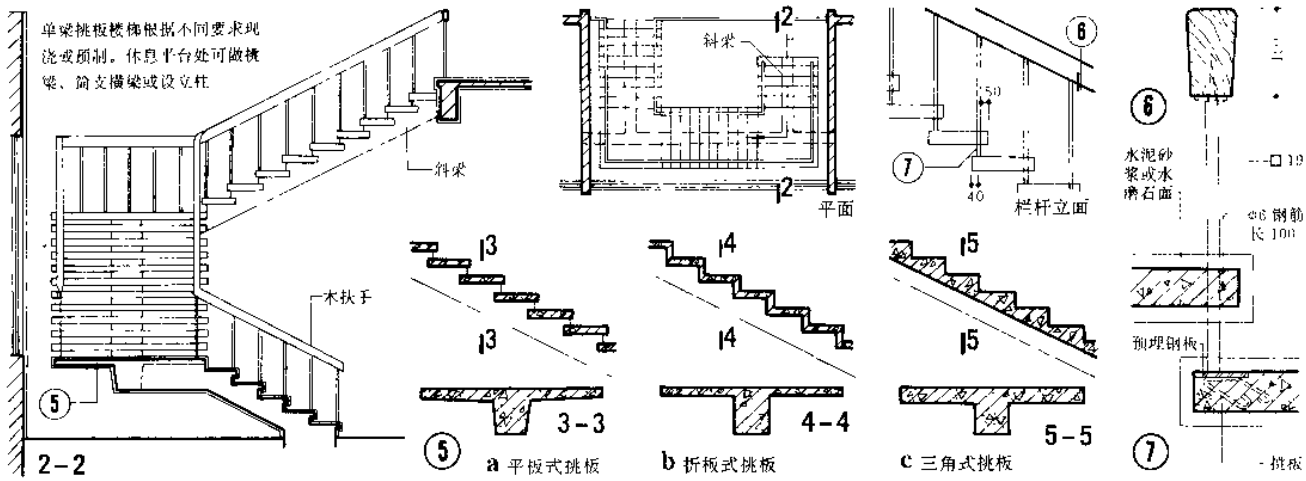
续表2

基层材料	固定方式	构造要求
木结构	8.用木螺钉或螺栓固定	为使各固定点间距均匀，应有足够的木龙骨件为支撑点
实心砖墙	9.钻孔后用螺栓或膨胀螺栓固定	每个固定点只宜打一个孔洞，且不宜靠近边缘，否则会出现裂缝使锚固失败
	10.钻孔后打入木楔或留孔灌注混凝土，用木螺钉或螺栓固定	
空心砖墙	11.钻孔后用螺栓或伞形螺栓固定	每个固定点只宜打一个孔洞
加气混凝土墙	12.钻孔后粘接两木，木螺钉固定或留孔灌注混凝土，螺栓或膨胀螺栓固定	每个固定点只宜打一个孔洞
轻型墙体	13.用螺钉或螺栓与受力龙骨或加强龙骨固定	每个固定点可用二个以上螺钉或螺栓，间距要拉开
	14.预埋铁件或钢筋，焊接固定	焊接固定后再做面层

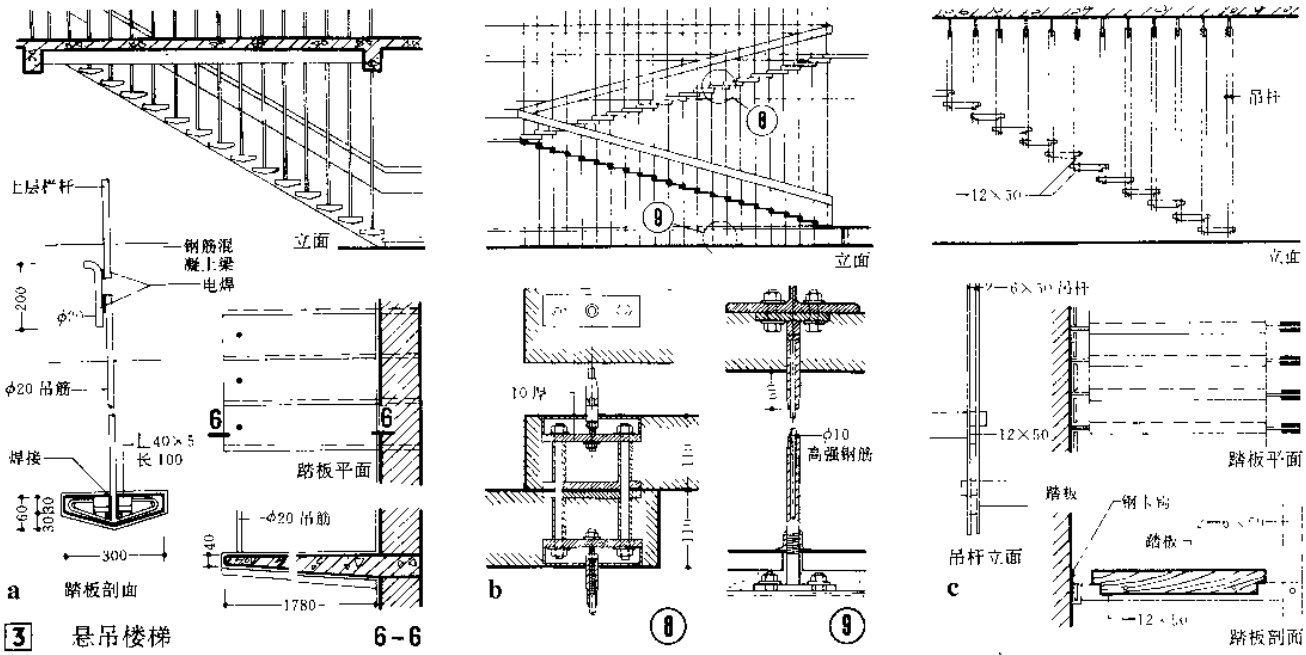
注：不带金属框的玻璃栏板固定方式不属表列范围。



1 槽板式楼梯



2 单梁挑板楼梯



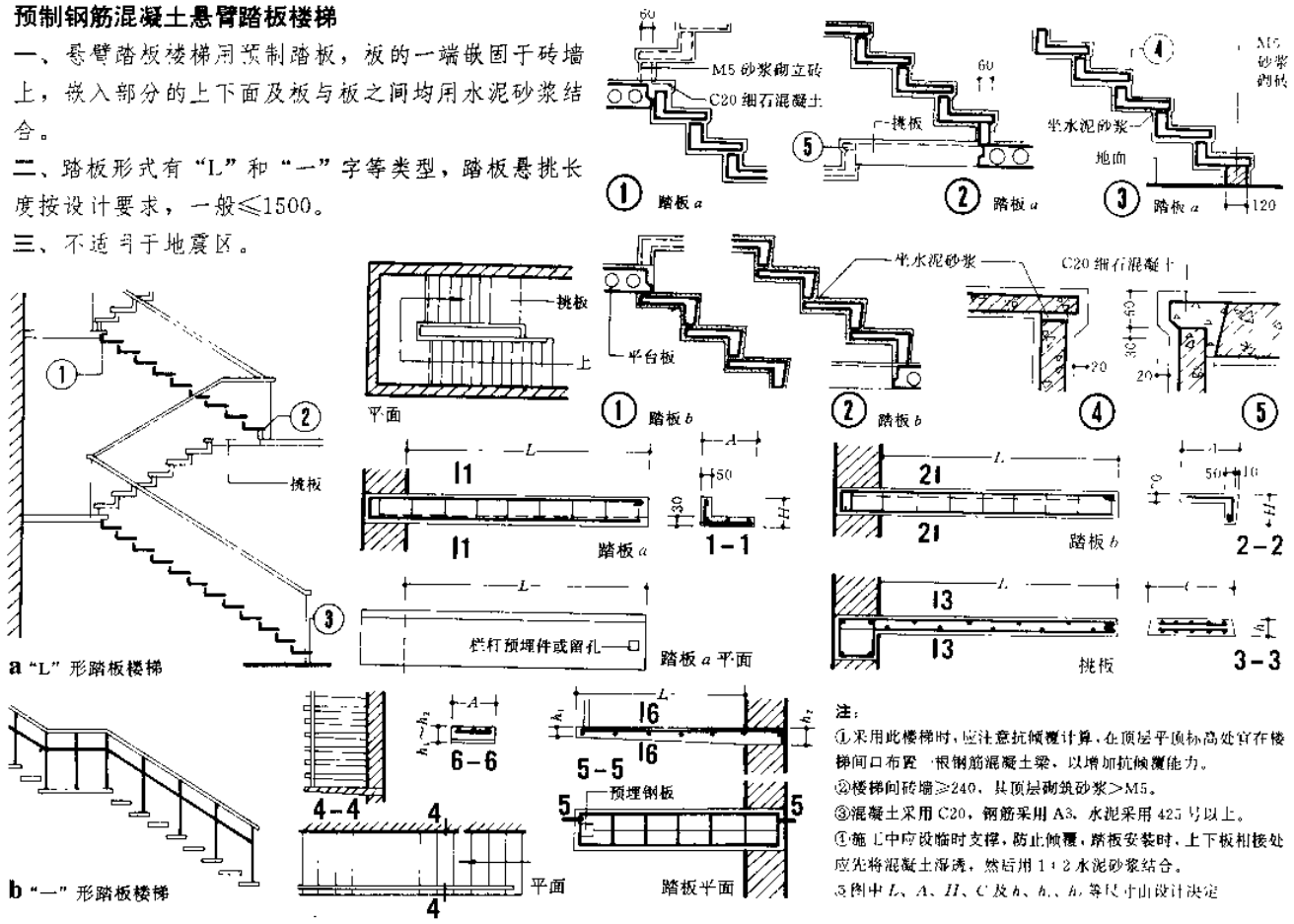
3 悬吊楼梯

预制钢筋混凝土悬臂踏板楼梯

一、悬臂踏板楼梯用预制踏板，板的一端嵌固于砖墙上，嵌入部分的上下面及板与板之间均用水泥砂浆结合。

二、踏板形式有“L”和“一”字等类型，踏板悬挑长度按设计要求，一般≤1500。

三、不适用于地震区。



注：

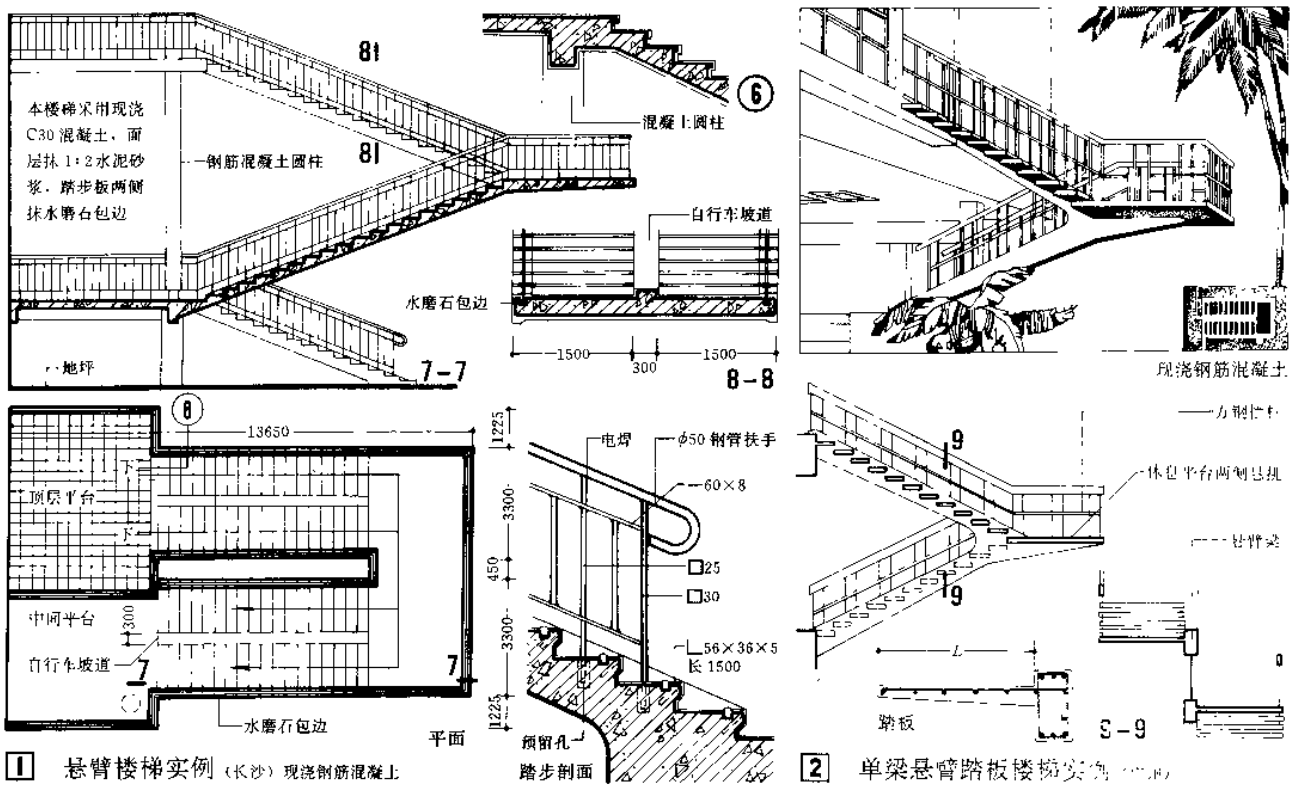
①采用此楼梯时，应注意抗倾覆计算，在顶层平顶标高处宜在楼梯间口布置一根钢筋混凝土梁，以增加抗倾覆能力。

②楼梯间砖墙≥240，其顶层砌筑砂浆>M5。

③混凝土采用C20，钢筋采用A3，水泥采用425号以上。

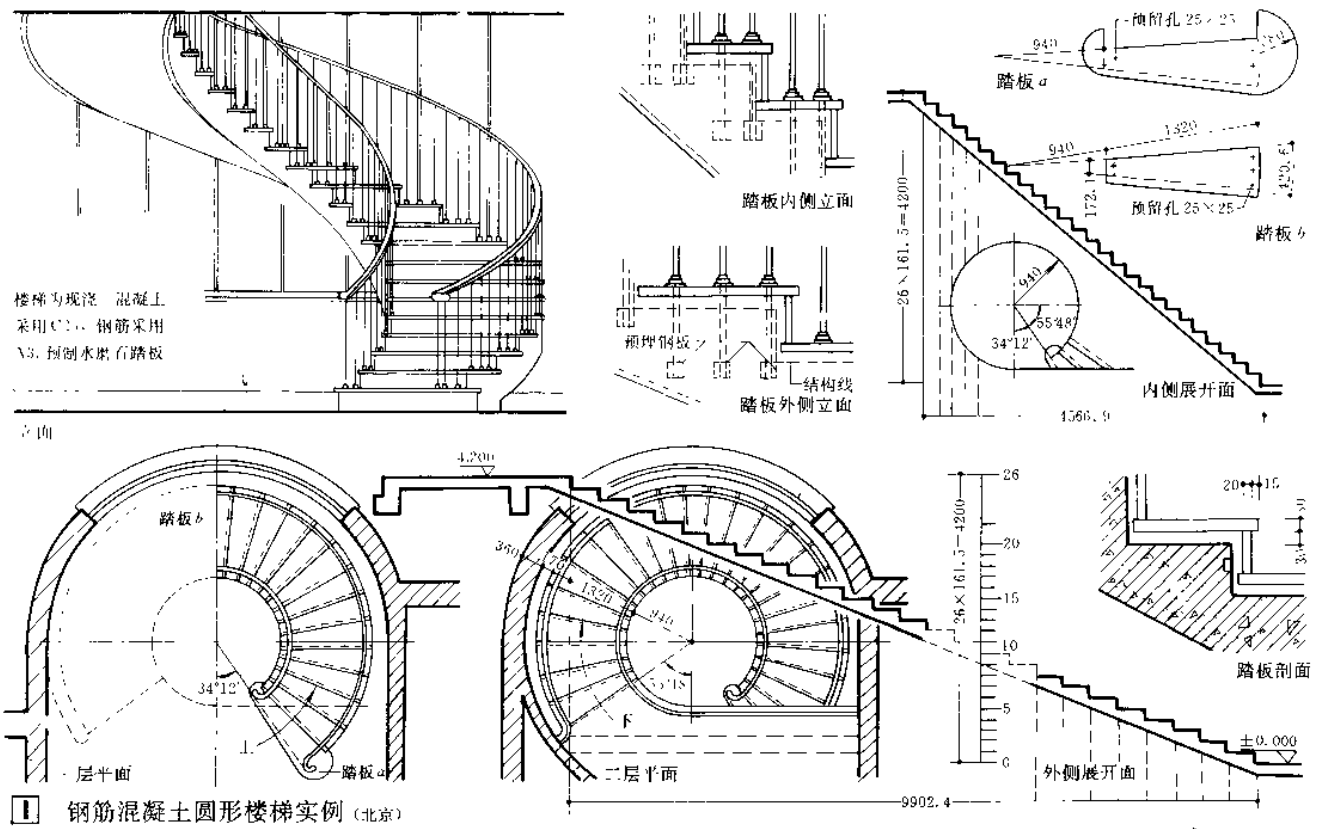
④施工中应设临时支撑，防止倾覆，踏板安装时，上下板相接处应先将混凝土湿透，然后用1:2水泥砂浆结合。

⑤图中L、A、H、C及h_1、h_2、h_3等尺寸由设计决定

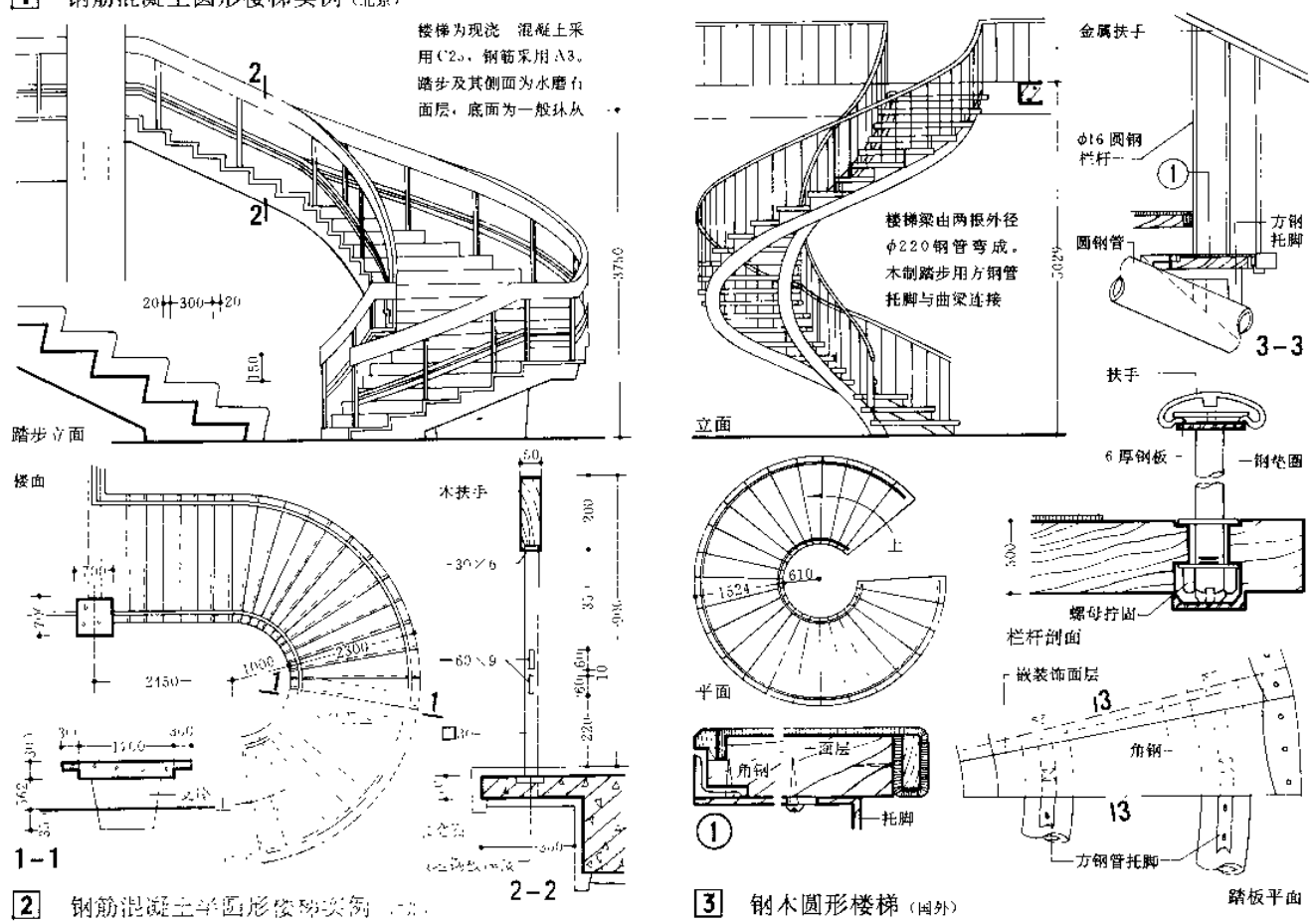


1 悬臂楼梯实例（长沙）现浇钢筋混凝土

2 单梁悬臂踏板楼梯实例（一）

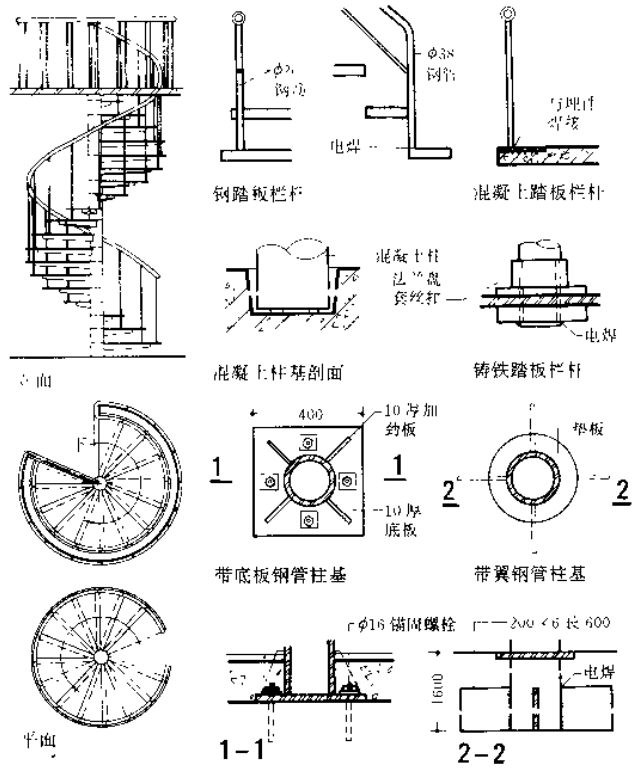


1 钢筋混凝土圆形楼梯实例（北京）



2 钢筋混凝土半圆形楼梯实例（北京）

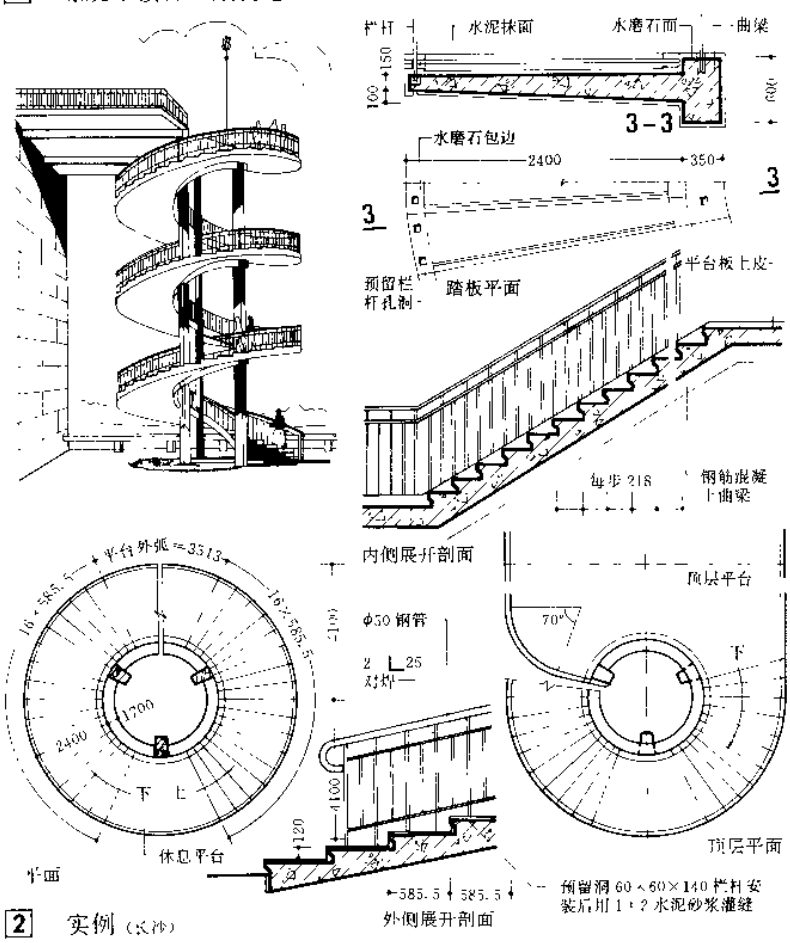
3 钢木圆形楼梯（国外）



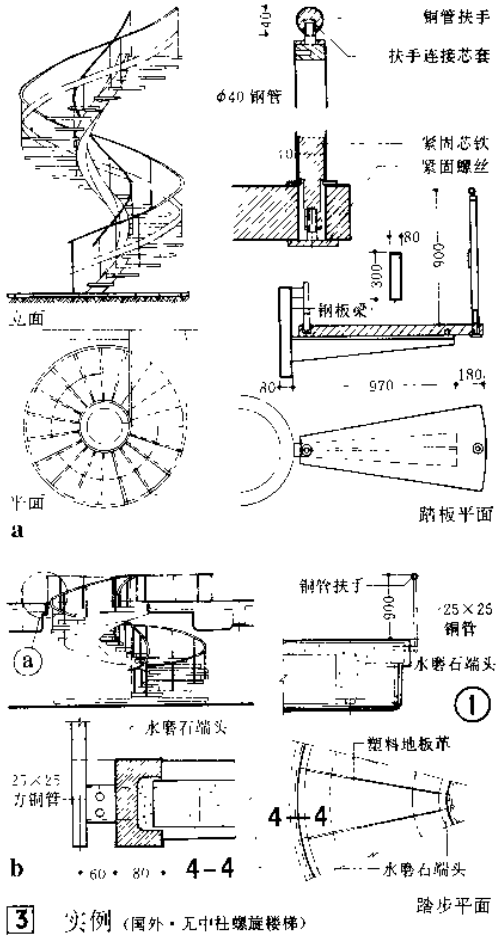
	踏板常表	说明
钢踏板		踏板为3厚网纹钢板焊在每节套管上，套装于中央钢管上，套管与相焊固
铸铁踏板		踏板与套管一起铸成，每段套管用四个φ8螺栓与中央钢管拧固
混凝土踏板		踏板为带环梁预制混凝土板，每段套在中央钢筋混凝土立柱上，砂浆灌缝
钢筋架踏板		踏板用两个三角支架，上焊φ10钢筋，踏板安装于中央钢管的预留孔中

注：楼梯与墙板或平台的连接及楼梯半径、踏板尺寸、中间立柱等均由设计定。

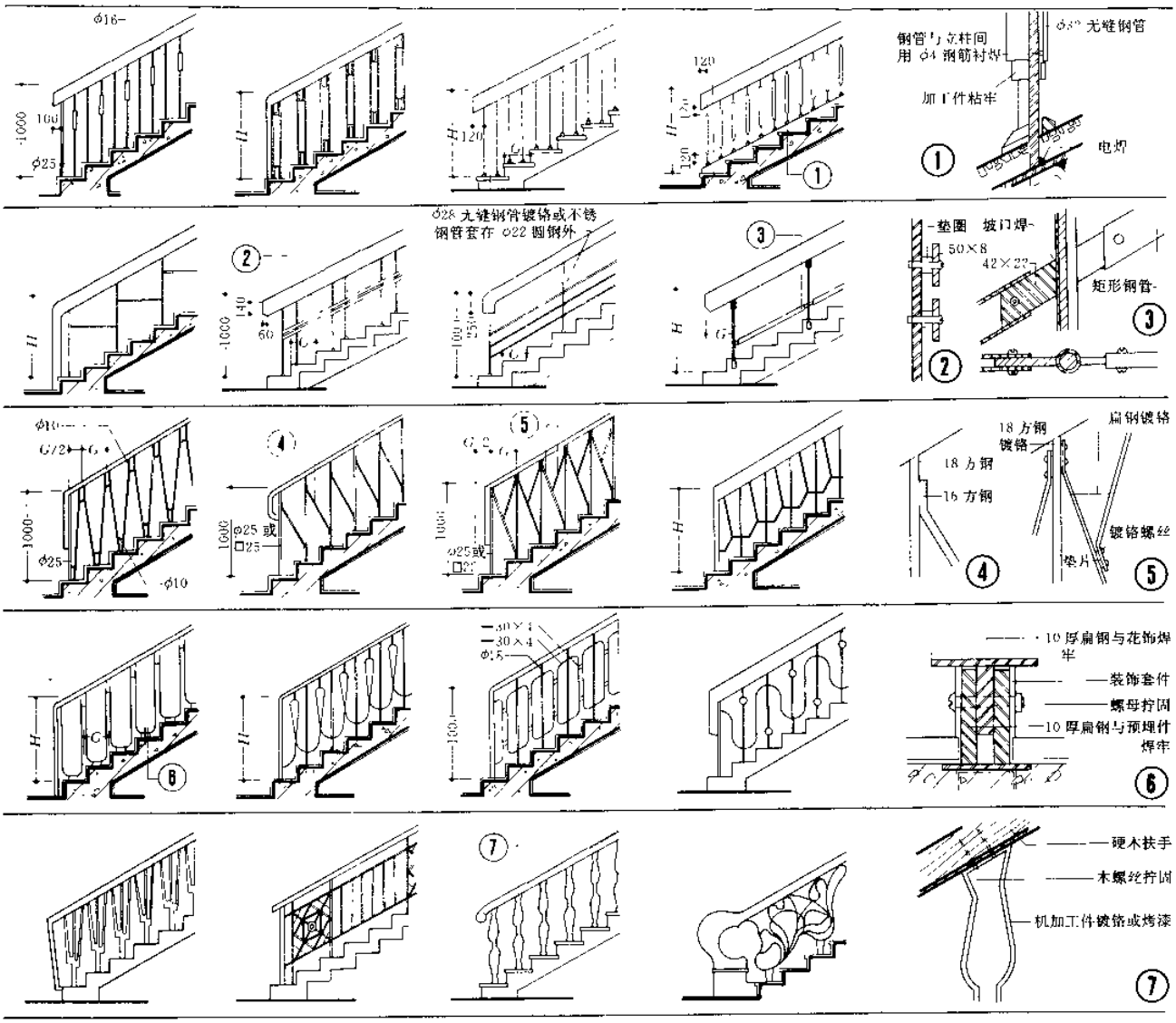
1 螺旋形楼梯一般构造



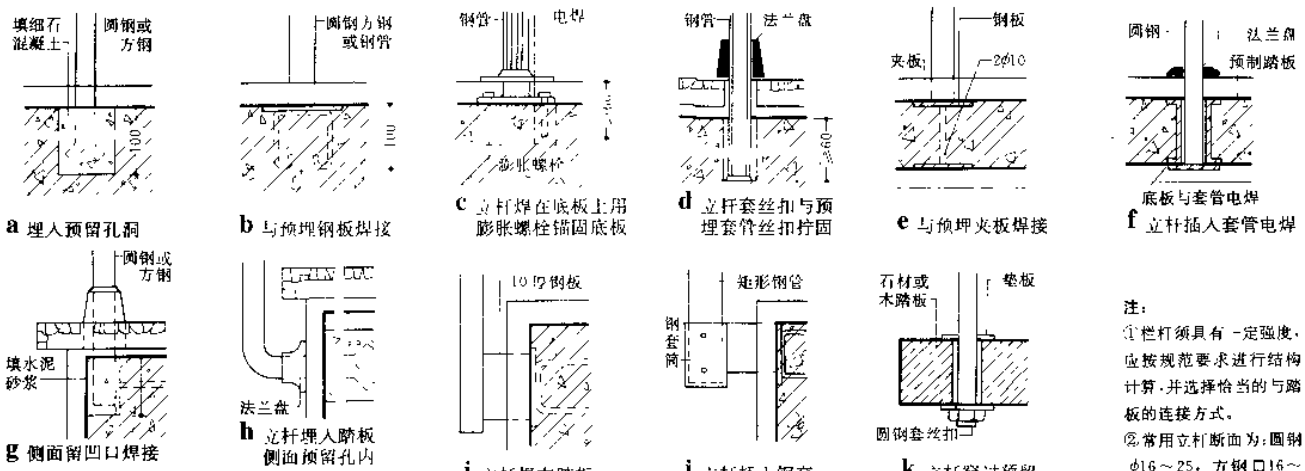
2 实例（长沙）



3 实例（国外·无中柱螺旋楼梯）



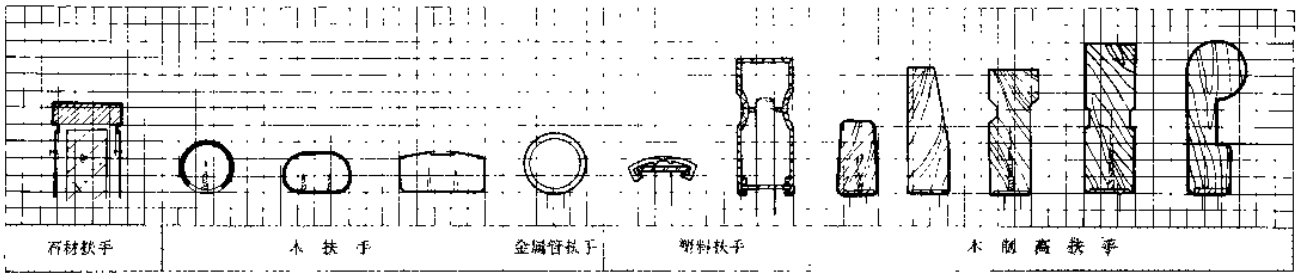
1 栏杆形式



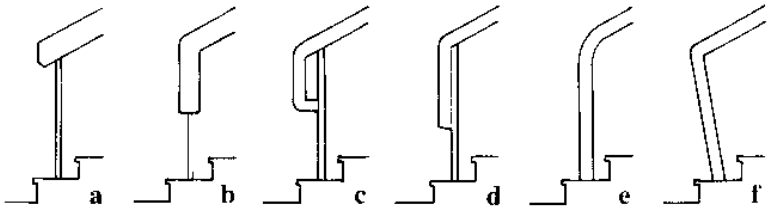
a 埋入预留孔洞
b 与预埋钢板焊接
c 立杆焊在底板上用膨胀螺栓锚固底板
d 立杆套丝扣与预埋套管丝扣拧固
e 与预埋夹板焊接
f 立杆插入套管电焊
g 侧面留凹口焊接
h 立杆埋入踏板侧面预留孔内
i 立杆焊在踏板侧面钢板上
j 立杆插入钢套筒内螺丝拧固
k 立杆穿过预留孔螺母拧固

注：
①栏杆须具有一定强度，应按规范要求进行结构计算，并选择恰当的与踏板的连接方式。
②常用立杆断面为：圆钢 ϕ16～25，方钢 □16～25，钢管 ϕ20～50。

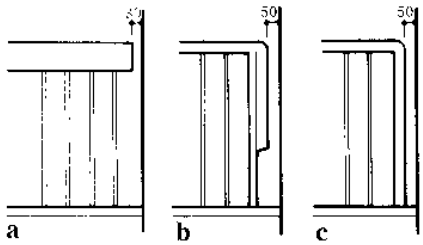
2 栏杆与踏板的连接



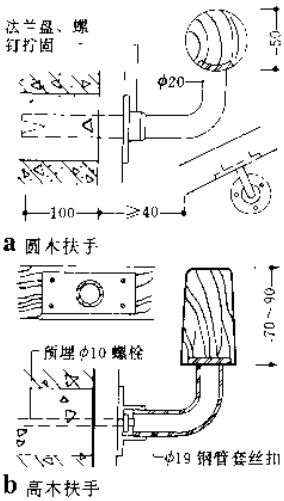
1 常用楼梯扶手断面形式



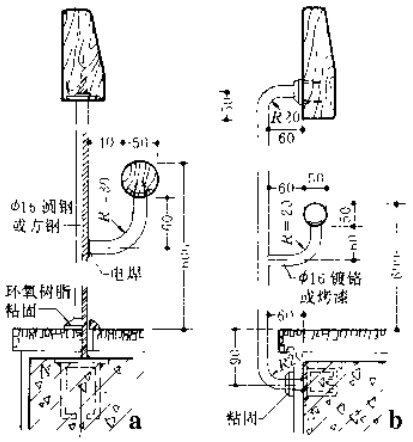
2 扶手始端形式示例



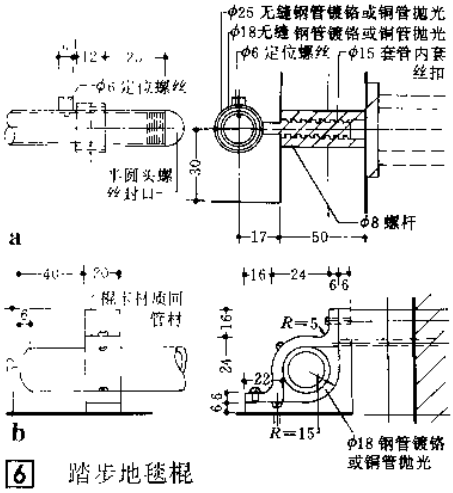
3 扶手末端处理



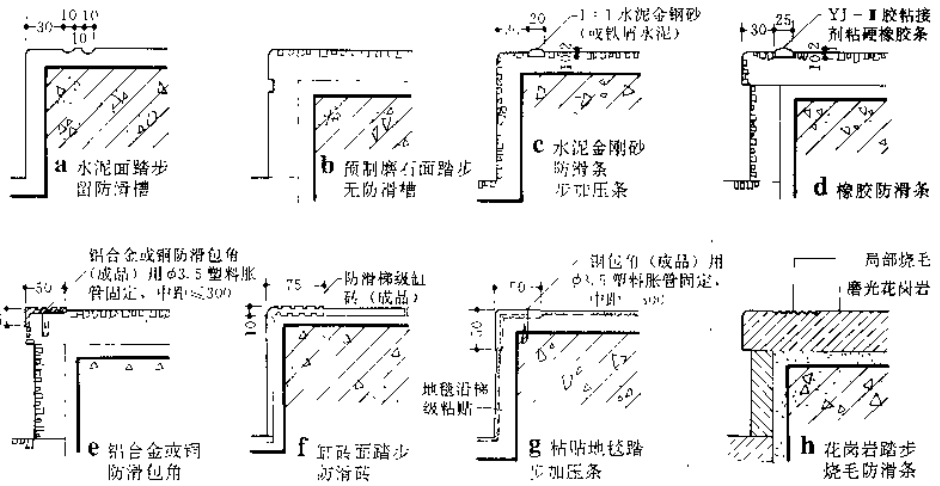
4 靠墙扶手



5 幼儿扶手栏杆



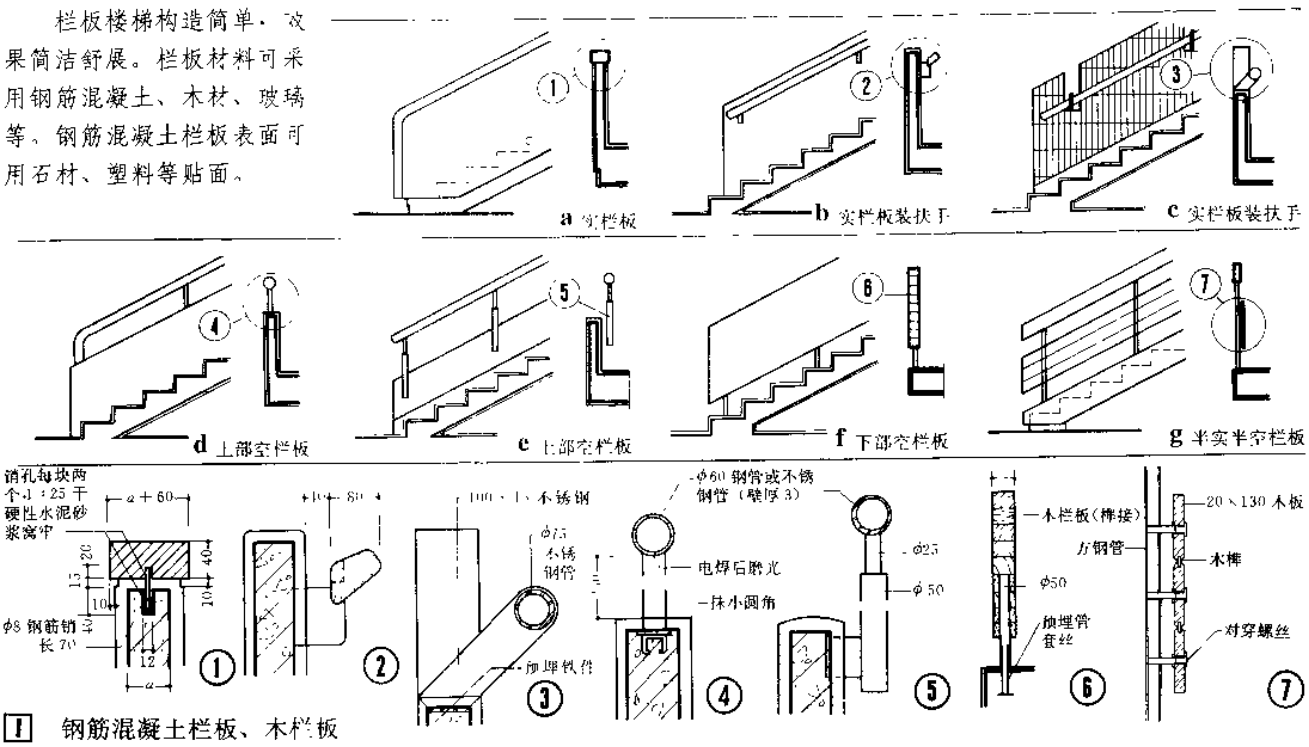
6 踏步地毯棍



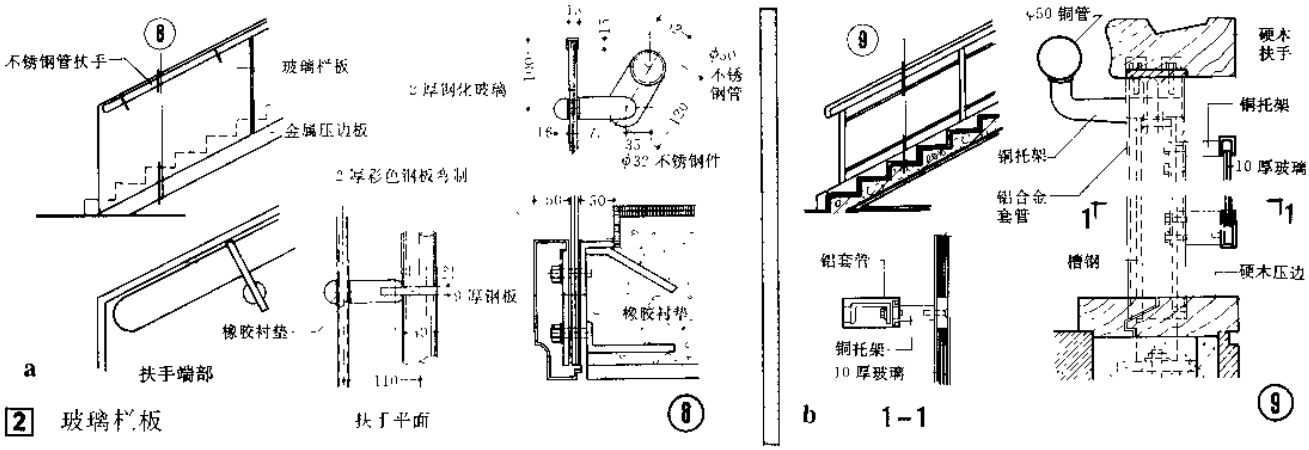
注：橡胶防滑条及缸砖防滑砖安装时，应使用效果较强的粘接剂，以防脱落。

7 踏步防滑

栏板楼梯构造简单，效果简洁舒展。栏板材料可采用钢筋混凝土、木材、玻璃等。钢筋混凝土栏板表面可用石材、塑料等贴面。

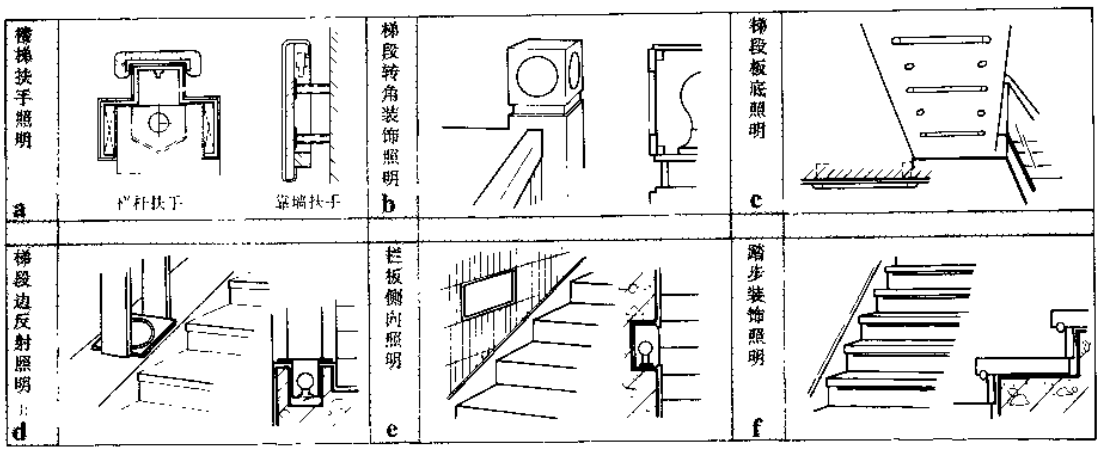


1 钢筋混凝土栏板、木栏板

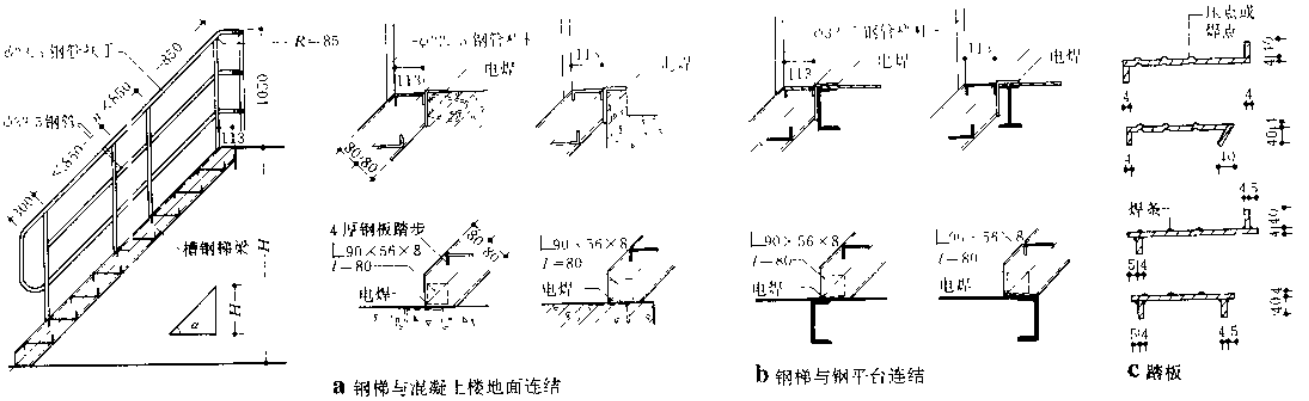


2 玻璃栏板

楼梯照明方式变化，可以增强楼梯的艺术效果。可按使用条件和环境设计需要，选择恰当的照明部位和照明方式。

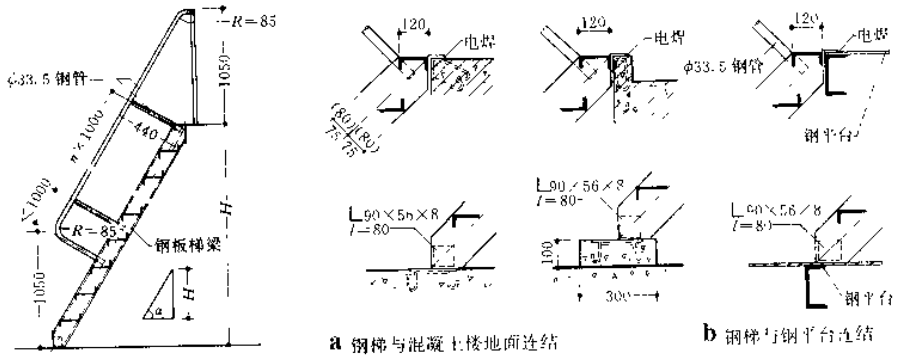


3 楼梯照明



a 钢梯与混凝土楼地面连结　　b 钢梯与钢平台连结　　c 踏板

1 槽钢梯梁、钢踏板

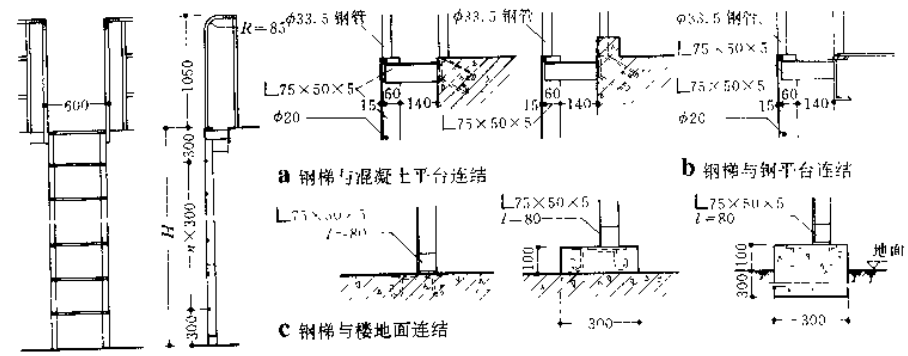


a 钢梯与混凝土楼地面连结　　b 钢梯与钢平台连结

2 钢板梯梁、钢踏板

常用钢梯梯梁、踏步用料规格　表1

钢梯坡度		梯宽(mm)	梯梁材料	踏步材料	梯段板限高度(m)
角度	高跨比				
45°	1:1	900	16a	4厚花纹钢板	5.00
45°	1:1	700	16a		5.00
51°	1:0.8	900	16a		5.04
51	1:0.8	700	16a		5.04
59°	1:0.6	700	16a		5.06
73°	1:0.3	600	12		4.94
45°	1:1	900	170×8		4.50
45	1:1	700	170×8		4.50
51°	1:0.8	900	160×8		5.04
51	1:0.8	700	160×8		5.04
59°	1:0.6	700	150×8		5.06
73°	1:0.3	600	120×8		4.94
30°	1:0	500	75×50×5	φ20圆钢	4.50



a 钢梯与混凝土平台连结　　b 钢梯与钢平台连结　　c 钢梯与楼地面连结

注：

1)钢梯钢材一般采用1级钢，钢梯与楼地面用焊接或螺栓连结。

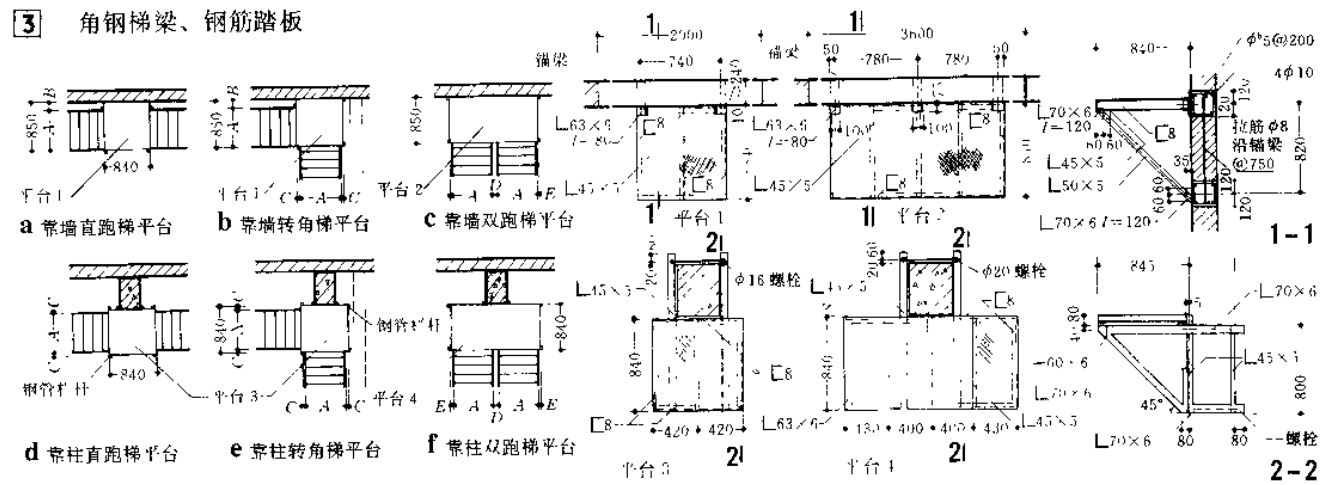
2)钢梯坡度可根据实际需要确定。

3)因穿右墙上的休息平台，在平台面以上的墙壁高度应保持≥2m（开门洞时除外）。

4)平台板用料做法应与踏板一致，尽量采用花纹钢板，用普通钢板时应做防滑处理。

5)各部焊接要牢固，螺栓必须拧紧。

3 角钢梯梁、钢筋踏板



a 靠墙直跑梯平台　b 靠墙转角梯平台　c 靠墙双跑梯平台　d 靠柱直跑梯平台　e 靠柱转角梯平台　f 靠柱双跑梯平台

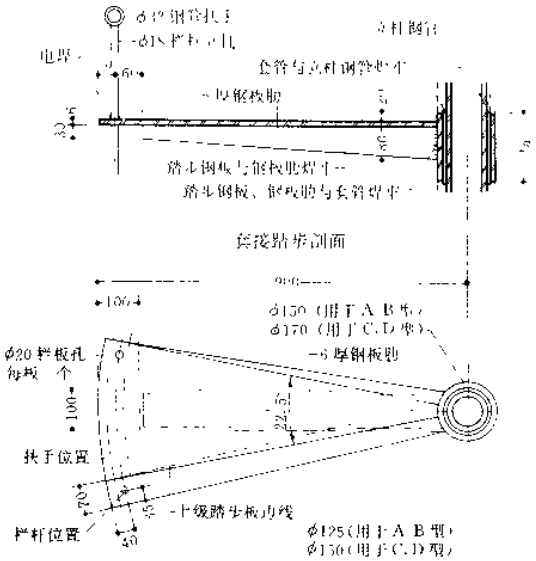
1-1　2-2

4 钢梯休息平台（平台板宜采用花纹钢板）

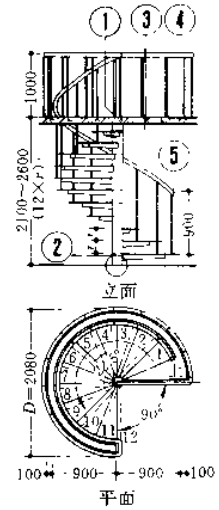
金属螺旋梯适用于一般工业与民用建筑内的楼梯、次要的管道间。在工厂可采用接或套接预制的形式，现场构造做法。一般按每周[illegible]的踏步布置，常见的有3/4周、1周、5/4周和3/2周四种类型，在不同层高情况下的踏步高度尺寸如表1。

不同层高的螺旋梯踏步的高度尺寸 表1

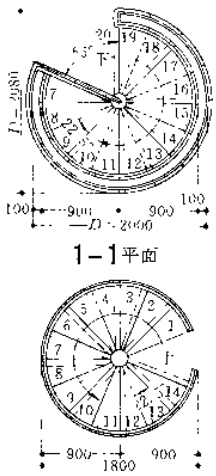
A型（3/4周）		B型（1周）		C型（5/4周）		D型（3/2周）	
层高	踏步高度	层高	踏步高度	层高	踏步高度	层高	踏步高度
2100	175	2700	169	3400	170	4200	175
2200	183	2800	175	3500	175	4300	179
2300	192	2900	181	3600	180	4400	183
2400	200	3000	188	3700	185	4500	188
2500	208	3100	194	3800	190	4600	192
2600	217	3200	200	3900	195	4700	196
		3300	206	4000	200	4800	200
		3400	213	4100	205		



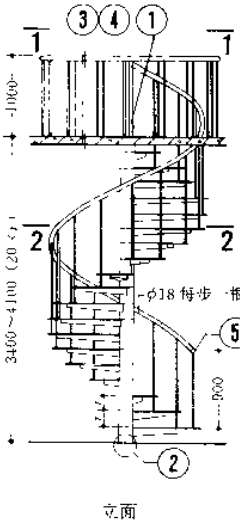
5 踏步做法　套接踏步平面

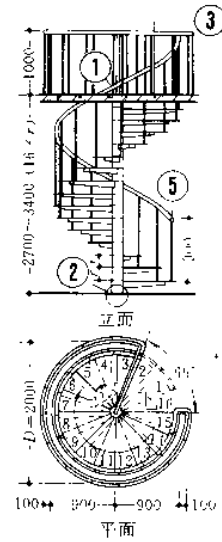


1 A型螺旋梯

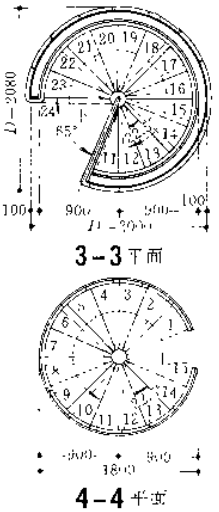


3 C型螺旋梯

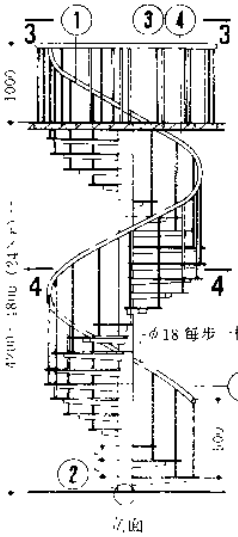


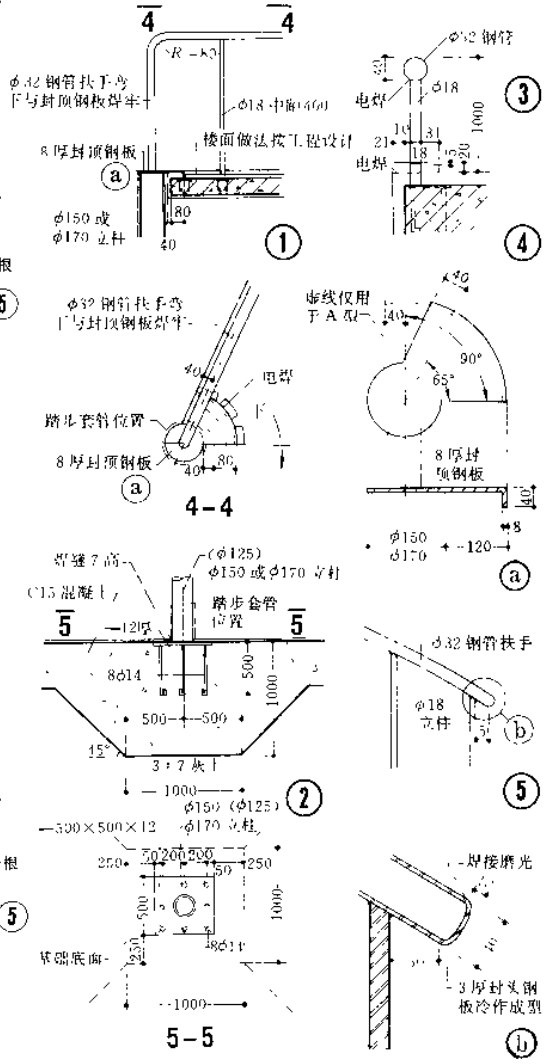


2 B型螺旋梯

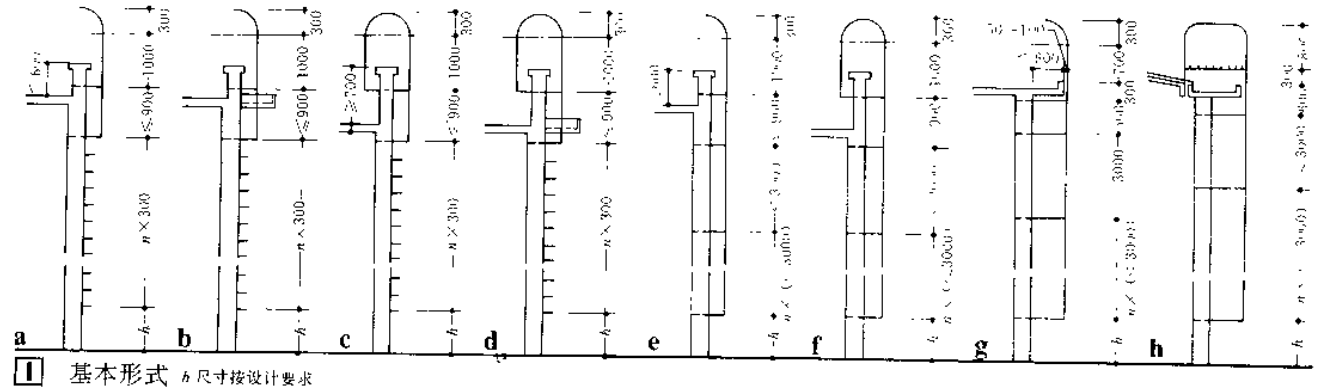


4 D型螺旋梯

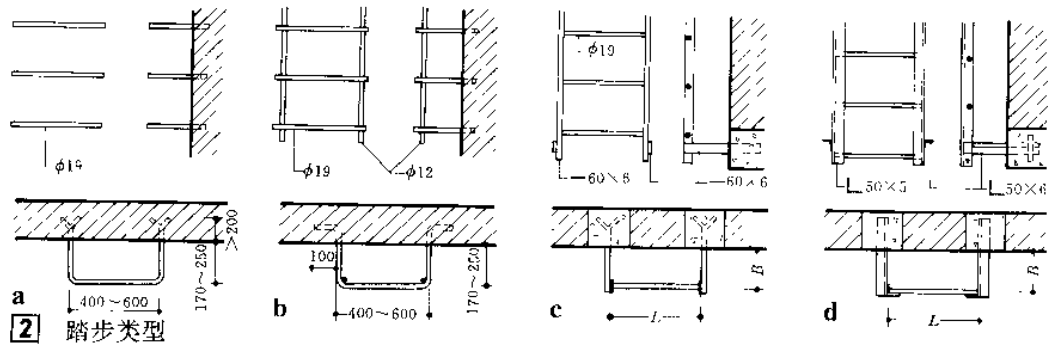




6 节点构造



1 基本形式 h尺寸按设计要求



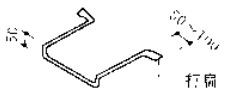
2 踏步类型

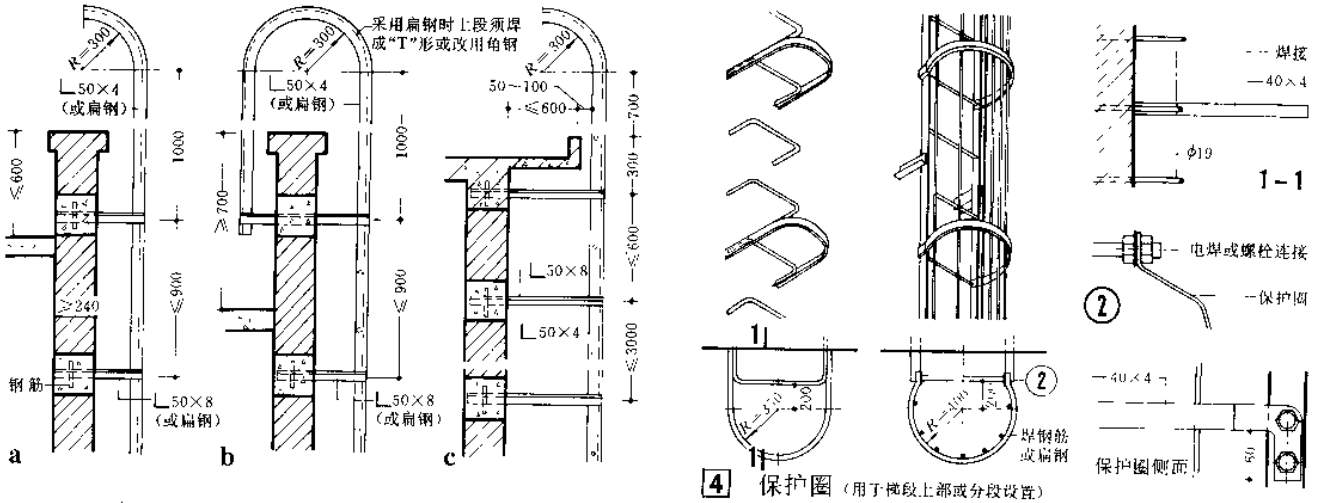
注：1.在自接埋入钢筋踏步洞部分砖墙用≥M5的砂浆砌筑。

2.角钢（或扁钢）支撑埋入墙内处预留≥240×240孔洞浇灌细石混凝土。

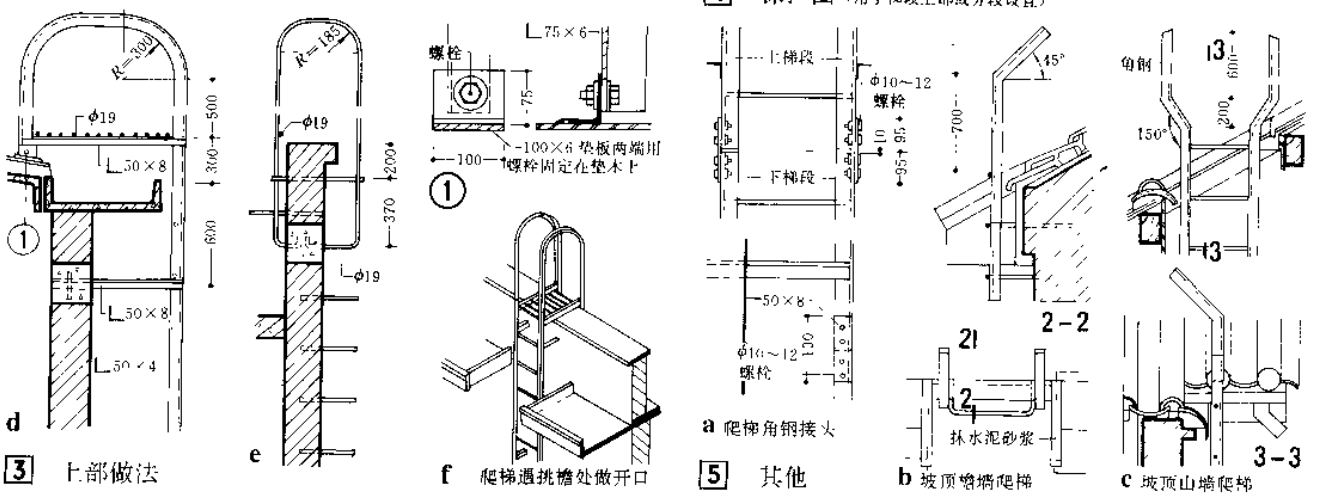
3.L、B尺寸根据设计要求决定。

4.踏步形式为防止踏脚滑空可弯制成下图式样：





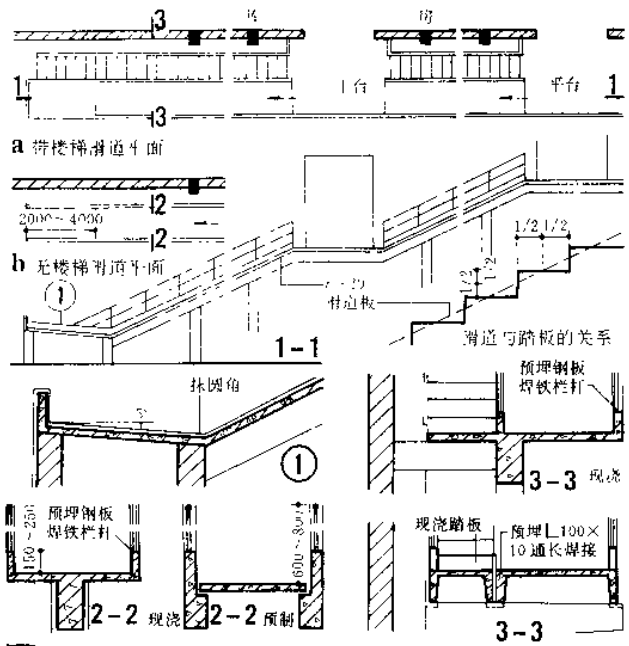
4 保护圈（用于梯段上部或分段设置）



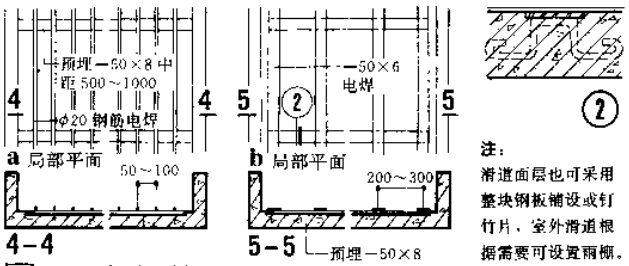
3 上部做法

f 爬梯遇挑檐处做开口

5 其他

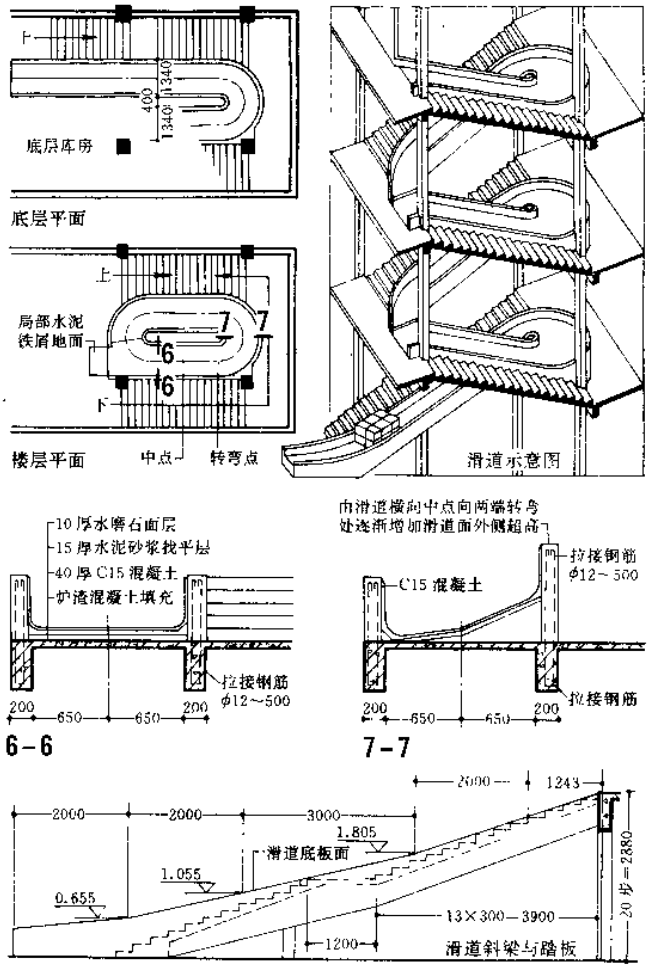


1 滑道构造形式

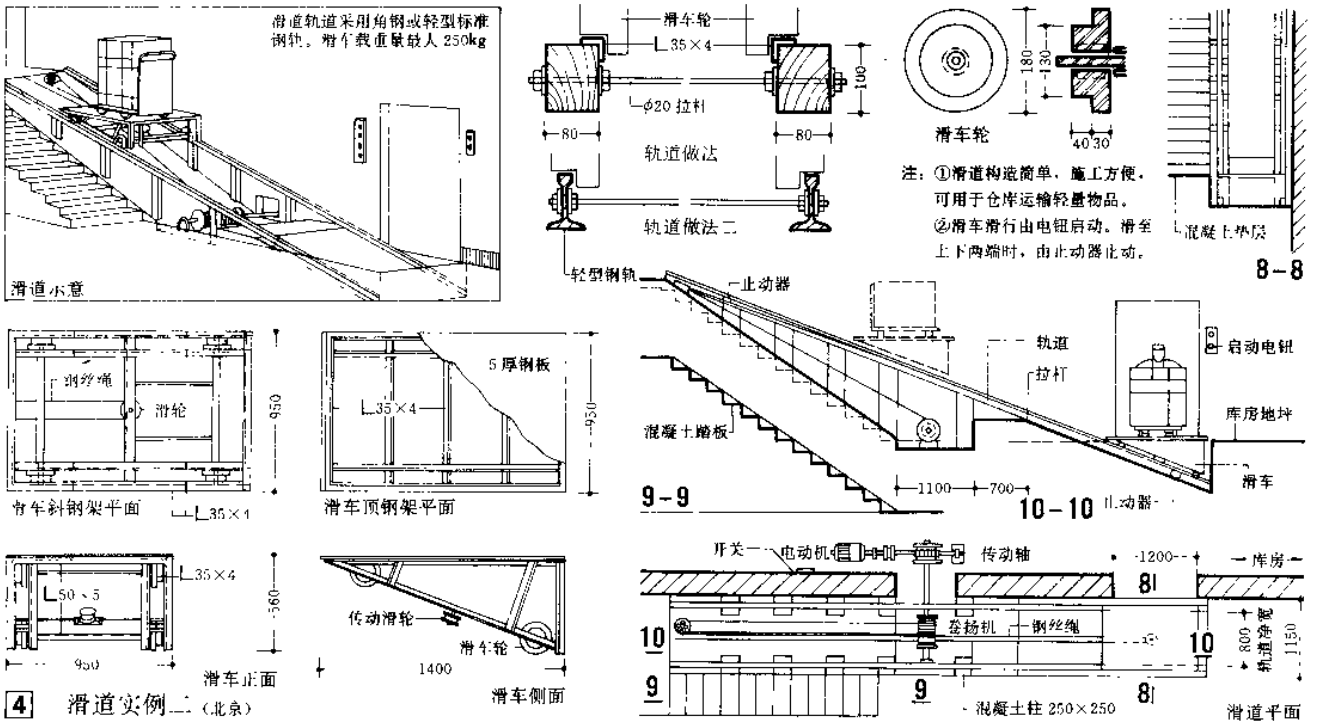


注：
滑道面层也可采用整块钢板铺设或钉竹片，室外滑道根据需要可设置雨棚。

2 滑道面层做法



3 滑道实例一（上海）

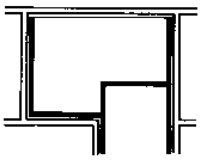
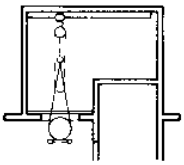
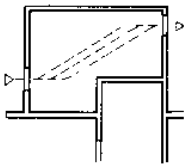
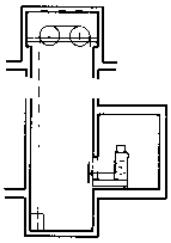


4 滑道实例二（北京）

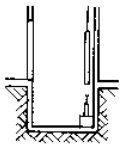
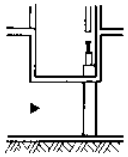
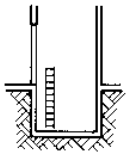
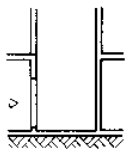
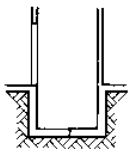
常用垂直输送电梯类型较多，有乘客、住宅、载货、医用、观光、消防电梯和小型杂物电梯及液压电梯。由于生产厂家众多，产品系列各异，致使规格、型号繁多，与国家标准GB7025—86《电梯主要参数及轿箱、井道、机房的型式与尺寸》的规定，不完全一致，大同小异，各有特点。

除上述电梯外还有斜向输送的扶梯，水平输送的自动人行便道，当另有特殊要求。

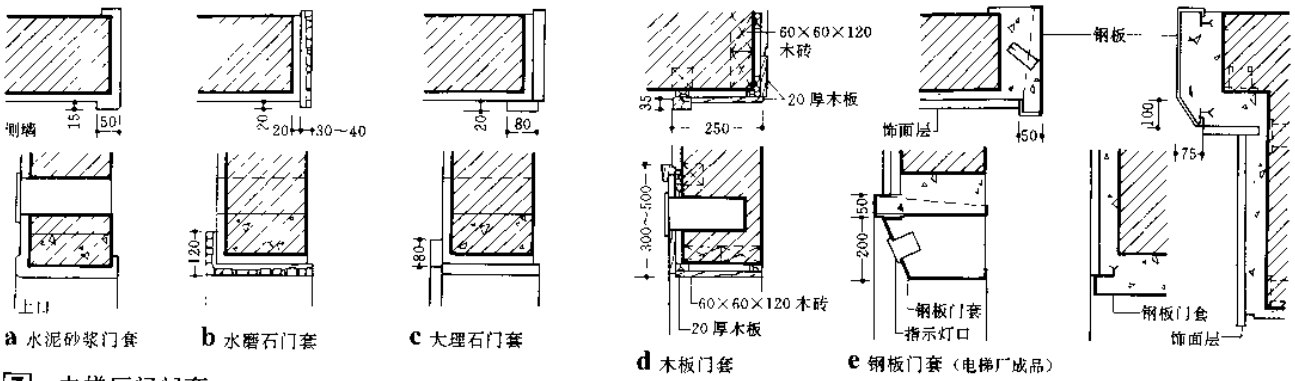
本节主要为电梯井道、门口、底坑、机房（含下机房）等主要土建做法、关键节点和有关基本参数，供参考。具体设计时，详细规格、参数和安装要求应以有关厂家产品样本为准。

	建筑标准要求高的机房，应对机房和井道进行必要的隔声处理，以减少电梯噪声对邻近房间的影响 一般建筑标准时，仅对机座或地板做隔声处理
	机房屋顶下皮应设置起吊钢梁或吊钩，以便起吊电引机和运送重物。在机房地板适当位置设一个起吊孔，尺寸见样本要求，平时钢板盖封保证人员安全行走
	机房温度应保持在+5℃～+40℃，机房须保持良好通风便于散热 严寒地区机房应有保温防寒措施，风砂严重地区应有避风防尘措施
	当机房出屋面受限制时，可将机房放在底层或中间层，称为下机房，其土建要求同上机房 下机房的受力状态与上机房相反，机座不是受压而是受拉，要能抗倾覆 下机房电梯不常用，属非标准，须与生产厂家落实后方可采用

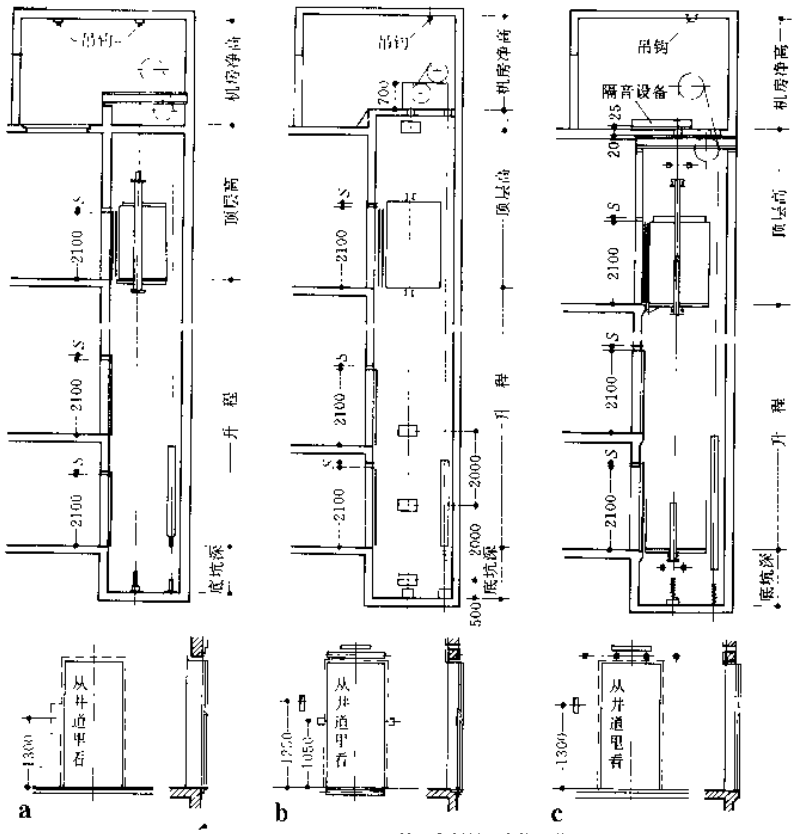
1 机房设计要求

	当底坑以上无停站时（≥11m）应设紧急出口，要有足够高度、人能屈身通过，并应没有障碍物 在对重下方的井道底坑应座落在地面上
	假如底坑不落地，其下部的空间人能通过时，则在地面和底坑之间，根据负荷在对重下方设置立柱。否则对重必须采用安全钳
	当底坑深度达2.5m时，设计应对每部电梯提供与底坑高度相适应的安全梯 此安全梯位置应不影响电梯轿厢及对重的运行
	当底坑深度超过2.5m时，设计应对每部电梯提供能上锁的入口代替安全梯 该入口应设外开门，此门要严密、防火
	当底坑周围土壤潮湿或处于地下水位以下时，必须有防水措施，但防水做法不能影响底坑的最小尺寸，并为安装导轨、缓冲器提供条件

2 底坑设计要求

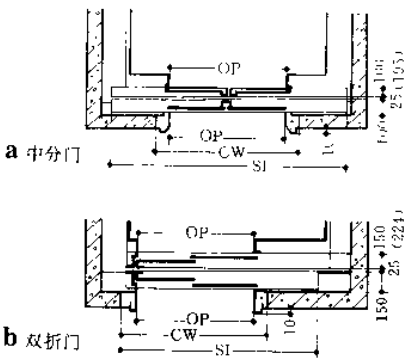


3 电梯厅门门套（指示灯位置由电梯厂提供）



注：预留门口高的 S 值 90～120 详见厂家样本。

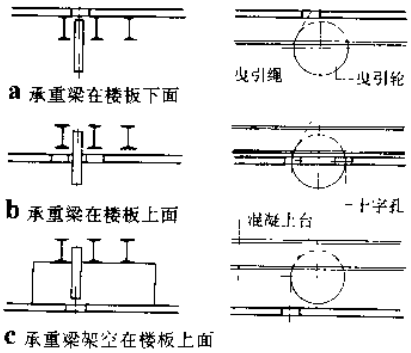
1 井道剖面及预留门口形式



2 开门方式与门口尺寸（见表1）

井道门口尺寸 表1

开门形式	厅门宽度 OP	井道预留门口宽度 CW		门滑道长 SI
		直角门套	坡角门套	
中分门	700	800	850	1550
	800	900	950	1750
	900	1000	1050	1950
	1000	1100	1150	2150
	1100	1200	1250	2350
	1200	1300	1350	2550
双折门	800	900	950	1410
	900	1000	1050	1560
	1000	1100	1150	1710
	1100	1200	1250	1860
	1200	1300	1350	2010



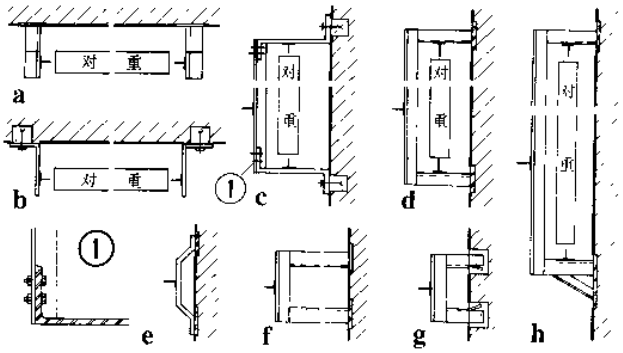
机房地面承重梁的不同安装形式适用范围：

a：机房整齐，为客梯般常用形式，承重梁埋入楼板20。

b：安装比较方便，当井道顶层高度受到限制时则采用此种形式。承重梁距地面20。

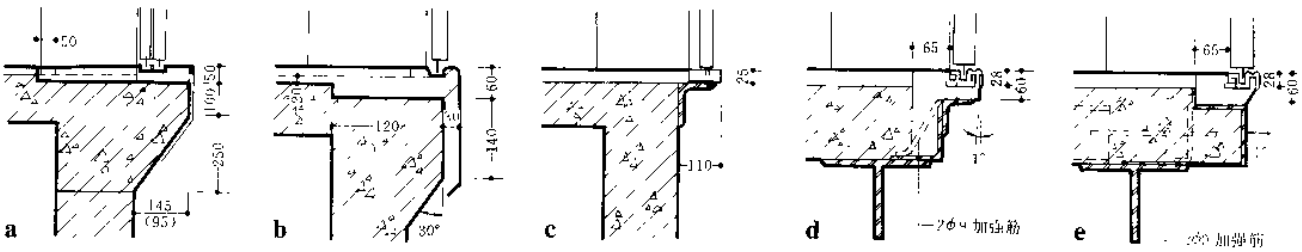
c：承重梁用两个混凝土台架起，主要用于货梯和对重在侧面的其他电梯。

3 机房地面承重梁的安装形式



注：h 货梯载重超 1000kg 时加斜撑。

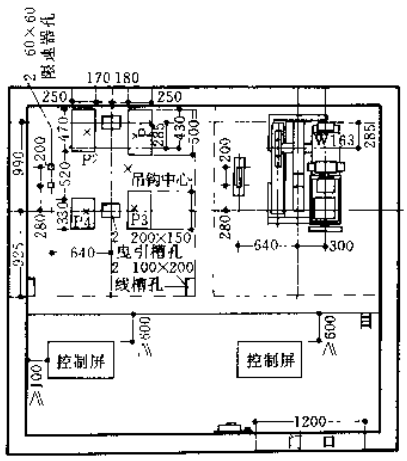
4 导轨撑架固定形式

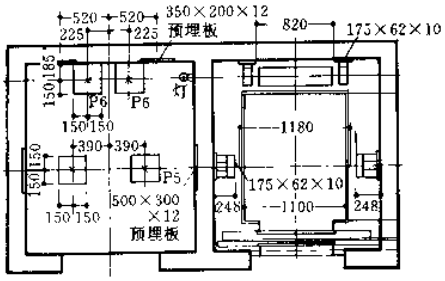


5 厅门牛腿、地坎做法形式

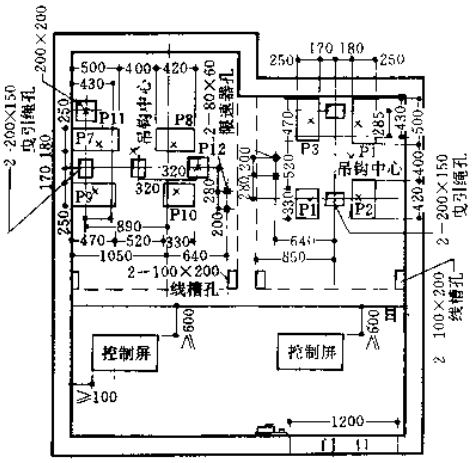
注：1括号内数字为中分推拉门尺寸 2门滑槽为电梯厂成品。

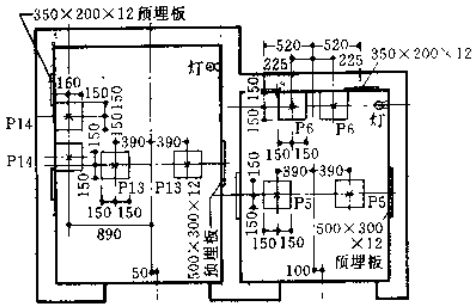
电梯底坑、井道、机房等的土建要求，如井道尺寸、吊钩位置、吊钩直径、各种预留孔洞位置尺寸、机座和缓冲支座位置尺寸、其荷载要求及其他要求等应得到满足，这样才能为电梯的顺利安装和稳定运行提供可靠基础。不同厂家各种型号电梯的土建要求不尽相同，现仅以中国迅达电梯公司的资料做为示例，供参考。



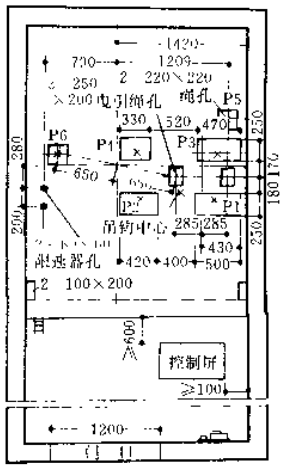


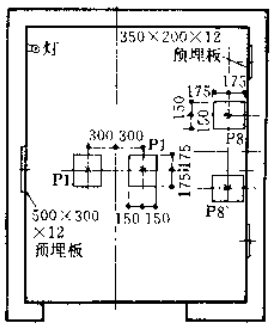
a 乘客电梯



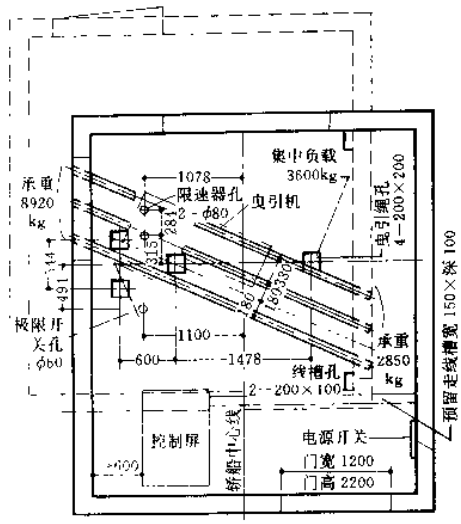


b 住宅电梯

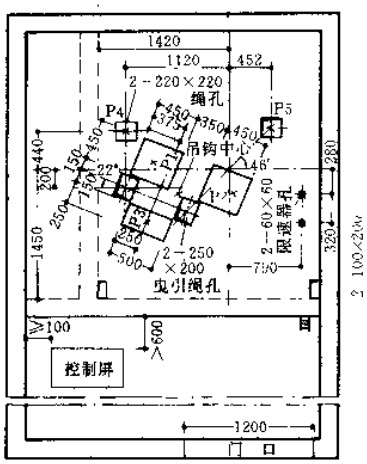




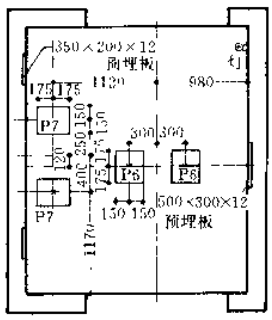
c 医用电梯



d 载货电梯

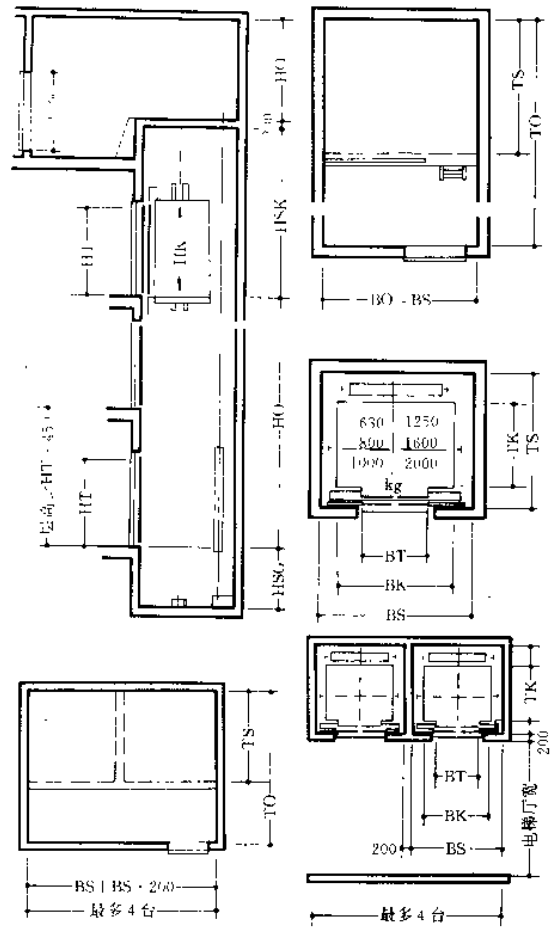


e 客货电梯



注：a、b、c图中上为机房平面图，下为井道底坑平面图。e图中左为机房平面图，右为井道底坑平面图。d图是机房平面图。

Ⅰ 几种电梯底坑、井道、机房平面土建要求示例

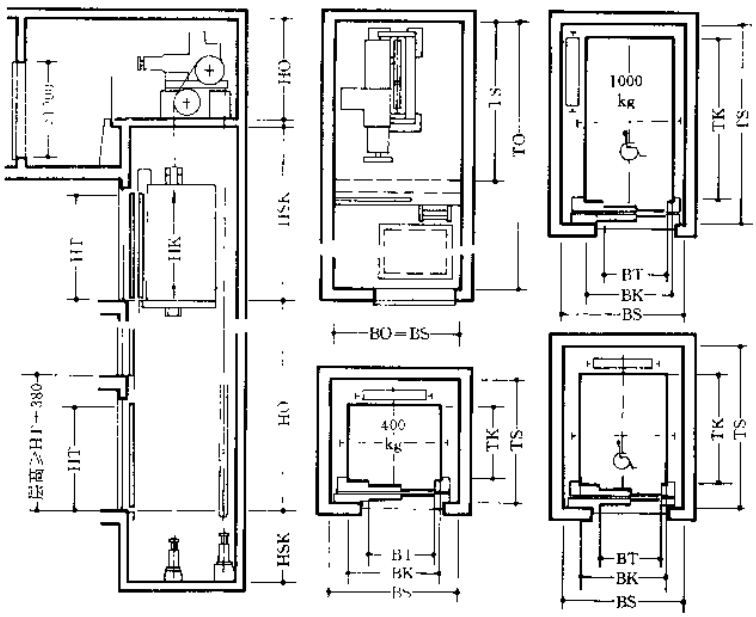


1 乘客电梯（见表1）

乘客电梯基本参数 表1

载重量	速度	轿厢			门		井道				机房		
kg	m/s	BK	TK	HK	BT	HT	BS	TS	HSG	HSK	BO	TO	HO
630（9人）	1.0	1140	1400	2300	800	2100	1800	2100	1300	3900	3800	3800	2000
	1.6									4000		4700	
	2.0									4100			
	2.5									4300			
800（11人）	1.0	1350	1400	2300	800	2100	1900	2300	1300	3900	4000	4000	2000
	1.6									4200		4900	
	2.0								1400	4100			
	2.5								1700	4300			
1000（14人）	1.0	1600	1400	2300	1100	2100	2400	2300	1300	3900	5000	4000	2100
	1.6									4500		4900	
	2.0								1400	4100			
	2.5								1700	4300			
1250（17人）	1.6	1950	1400	2300	1100	2100	2600	2300	1300	4400	5400	4900	2000
	2.0								1400	4500			
	2.5								1700	4600			2100
1600（22人）	1.6	1950	1750	2300	1100	2100	2600	2600	1300	4600	5400	5200	2000
	2.0								1400	4800			
	2.5								1700	4700			2100
2000（28人）	1.6	2300	1750	2300	1300	2100	2900	2600	1400	4600	6000	5200	2100
	2.0								1500	4800			

注：根据中国迅达电梯厂资料整理。

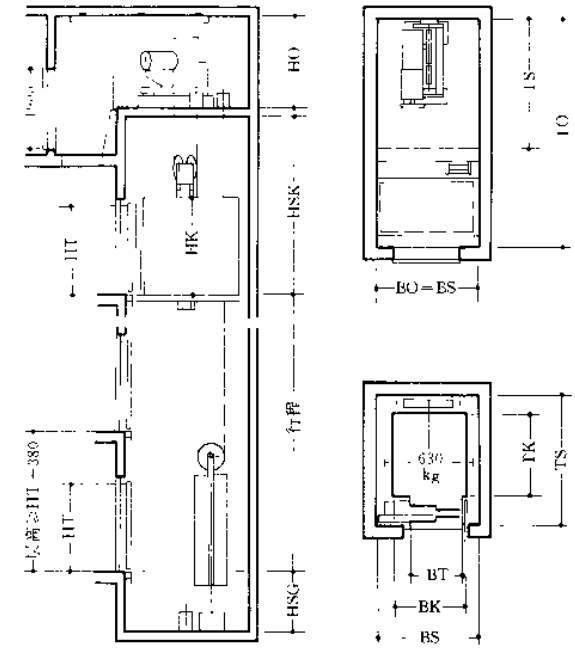


2 住宅电梯（见表2）

住宅电梯基本参数 表2

载重量	kg	400	630	1000	400	630	1000
乘员	人	5	9	14	5	9	14
速度	m/s	1.0			1.6		
轿厢	BK	1100			1100		
	TK	950	1400	2100	950	1400	2100
	HK	2200			2200		
门	BT	800	800	900	800	800	900
	HT	2000			2000		
井道	BS	1600	1600	1800	1600	1600	1800
	TS	1600	2100	2600	1600	2100	2600
	HSG	1400			1400		
	HSK	3800	3800	4700	3900	3900	4800
机房	BO	1600	1600	1800	1600	1600	1800
	TO	3200	3700	4200	3900	4100	4600
	HO	2240			2240	2240	2400

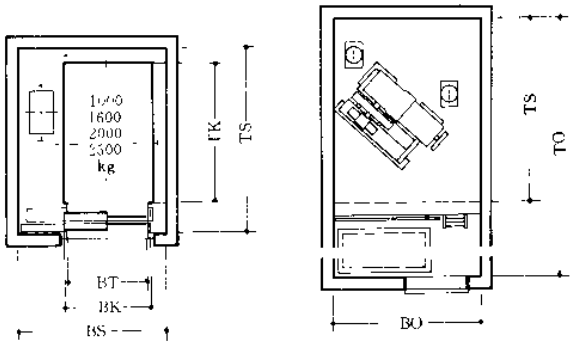
注：根据中国迅达电梯厂资料整理。



客货电梯基本参数 表1

载重量	速度	轿厢			门		井道				机房		
kg	m/s	BK	TK	HK	BT	HT	BS	TS	HSG	HSK	BO	TO	HO
630	1.0	1100	1400	2200	800	2000	1600	2100	1400	3800	1600	3700	2240
1000	1.0	1100	2100	2200	900	2000	1800	2600	1400	4700	1800	4800	2240
1600	1.0	1400	2400	2300	1300	2100	2400	3000	1400	4700	2400	5200	
2000	1.0	1500	2700	2300	1300	2100	2400	3300	1400	4700	2400	5500	2400
2500	1.0	1800	2700	2300	1300 1400[a]	2100	2700	3300	1600	4700	3500	5500	

注：①客货电梯通常载货为主并兼载客，轿厢装修不讲究，实用、耐冲击。
②客货电梯一般为楼宇内部服务梯，多为内部工作人员乘用兼做后勤载货用。
③设置客货电梯，在平面布置时应使其电梯厅宽度适当加大，保证在装卸物品时不影响或少影响内部工作人员的交通顺畅。如装卸物品需在电梯厅短暂存放时更应考虑。
④代号a为中分双折门。（根据中国迅达电梯厂资料整理。）

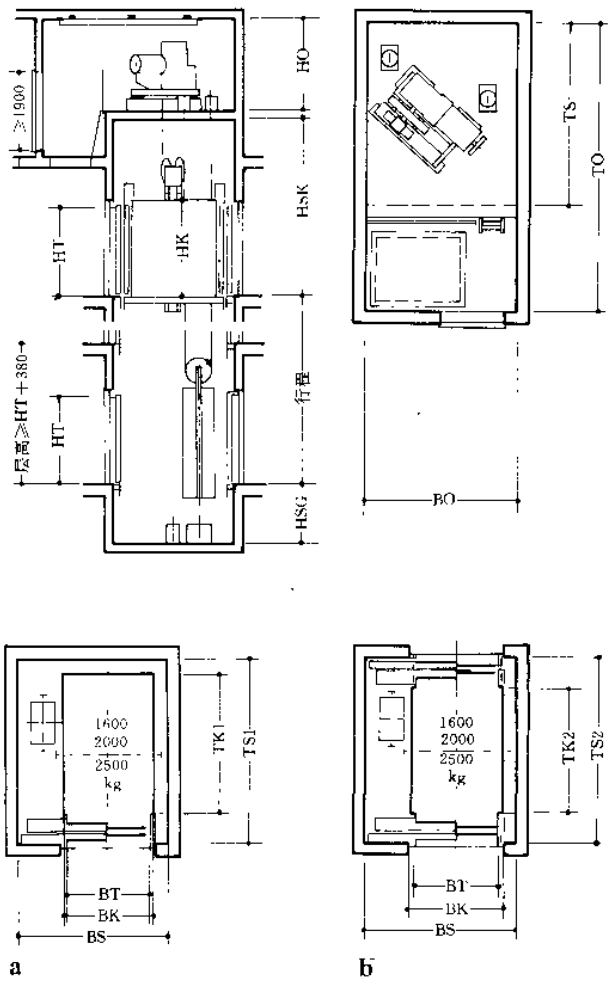


1 客货电梯（见表1）

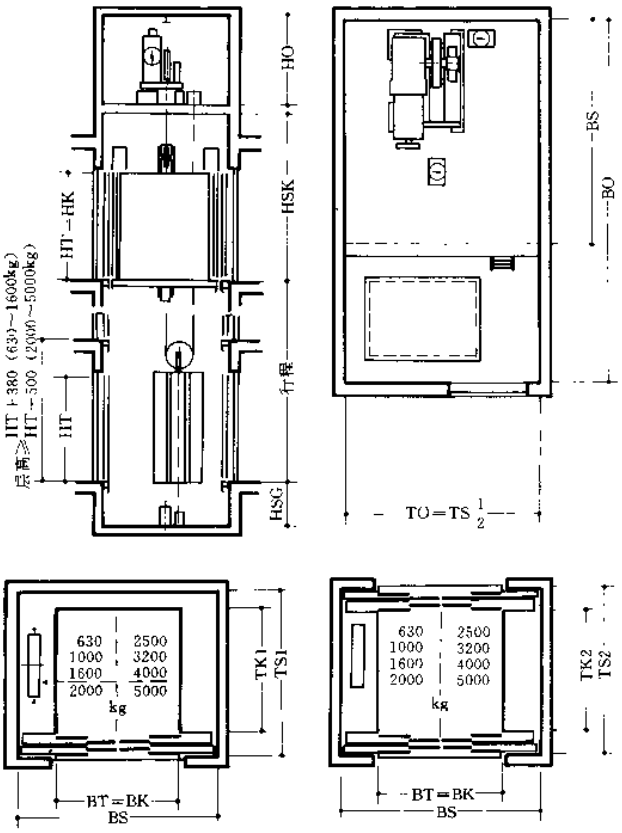
医用电梯基本参数 表2

载重量	kg	1600			2000			2500	
速度	m/s	0.4	0.63	1.0	0.4	0.63	1.0	0.63	1.0
轿厢	BK	1400			1500			1800	
	TK1	2400			2700			2700	
	TK2	2300			2600			2600	
	HK	2300			2300			2300	
门	BT	1300			1300			1300 1400[a]	
	HT	2100			2100			2100	
井道	BS	2400			2400			2700	
	TS	3300			3300			3300	
	HSG	1400			1400			1500	1600
	HSK	4200			4200			4200	4300
机房	BO	2400			2400			2700	3500
	TO	4700		5200	5000		5500	5000	5500
	HO	2000	2210	2200	2200			2200	2400

注：①根据中国迅达电梯厂资料整理。②代号a为中分双折门。



2 医用电梯（见表2）



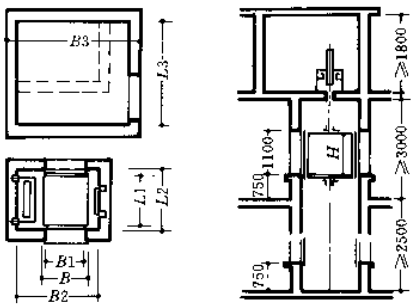
1 载货电梯（见表1）

载货电梯基本参数 表1

载重量	速度	轿厢				门		井道					机房		
kg	m/s	BK	TK1	TK2	BK	BT	HT	BS	TS1	TS2	HSG	HSK	BO	TO	HO
630	0.4											3700			
	0.63	1100	1400	1350	2100	1100	2100	2100	1900	1900	1400	3800	3900	1900	2240
	1.0														
1000	0.4											3700			
	0.63	1300	1750	1750	2100	1300	2100	2400	2300	2300	1400	3800	4200	2300	2240
	1.0														
1600	0.4											3700			
	0.63	1600	2250	2250	2100	1600	2100	2700	2800	2800	1400	3800	4700	2800	2240
	1.0												4800		
2000	0.4											3700			
	0.63	1600	2700	2700	2100	1600	2100	2700	3200	3400	1400	3800	4700	3400	2240
	1.0												4800		
2500	0.4											4200			
	0.63	2200	2200	2200	2500	2200	2500	3600	2900	2900	1400	4300	5800	2900	2400
	1.0										1600				
3200	0.4											4200			2000
	0.63	2200	2700	2700	2500	2200	2500	3600	3400	3400	1400	4300	5800	3400	2200
	1.0										1600				2400
4000	0.4											4200			
	0.63	2200	3200	3200	2500	2200	2500	3600	3900	3900	1400	4300	5800	3900	2200
	1.0										1600				2400
5000	0.4											4200			
	0.63	2400	3600	3600	2500	2400	2500	3900	4300	4300	1400	4300	6100	4300	2200
	1.0										1600				2400

杂物电梯基本参数 表2

载重量	速度	轿厢			门	井道		机房	
kg	m/s	B	L1	H	B1	B2	L2	B3	L3
100	0.4	750	750	1000	750	1200	900	2000	2000
200	0.4	1000	1000	1000	950	1450	1150	2000	2000



2 杂物电梯（见表2）

注：

①杂物电梯由于先砌筑好的井道狭窄，在电梯设备安装时较紧张。

②AK型杂物电梯的特点是：产品包括一套自承重钢架井道，井道包装在电梯安装后再砌筑或装配。

③AK型杂物电梯当地平式时要作井道底坑其深度见表3。

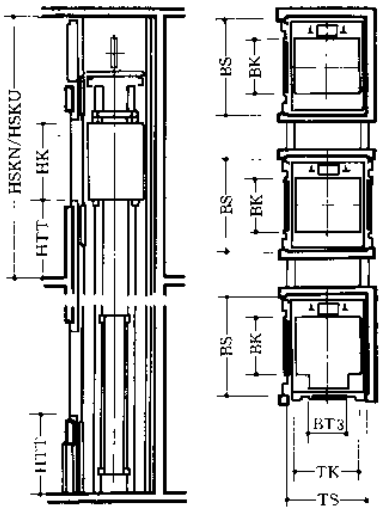
④按中国迅达电梯厂资料整理。

AK型杂物电梯基本参数 表3

载重	速度	轿厢			门	井道				
kg	m/s	BK	TK	HK	BT3	BS	TS	HSG	HSKN	HSKU
地平式直分门										
100	0.4	800	1000	1200	800	1120	1180	700	2450	2730
		1000	800		600	1320	980			
250	0.4	800	1000		800	1120	1180			
		1000	800		600	1320	980			
100	0.3	800	1000		800	1120	1180			
		1000	800		600	1320	980			
250	0.2	800	1000		800	1120	1180			
		1000	800		600	1320	980			
外敞旋转门										
100	0.4	800	1000	1200	750	1120	1100	400	2450	
		1000	800		550	1320	900			
250	0.4	800	1000		750	1120	1100			
		1000	800		550	1320	900			
100	0.3	800	1000		750	1120	1100	500		
		1000	800		550	1320	900			
250	0.2	800	1000		750	1120	1100			
		1000	800		550	1320	900			

AK型杂物电梯（有二作度）基本参数 表4

载重	速度	轿厢			门	井道				
kg	m/s	BK	TK	HK	BT3	BS	TS	HSG	HSKN	HSKU
50	0.5	400	400	600	250	720	580	680	HTT+HK−1080	HTT−1 1/2 HK−930
		500	500	800	350	820	680	500		
		600	600		450	920	780			
100	0.63	500	500		350	820	680			
		600	600		450	920	780			
		700	700		550	1020	880			
		800	800		650	1120	980			
			1000	1200	850		1180	700		
		1000	800		650	1320	980			
250	0.4	800	1000		850	1120	1180			
		1000	800		650	1320	980			
100	0.4	500	500	800	350	820	680	500	HTT+HK+1200	
		600	600		450	920	780			
		700	700		550	1020	880			
		800	800		650	1120	980			
			1000	1200	850		1180	700		
		1000	800		650	1320	980			
250	0.2	800	1000		850	1120	1180			
		1000	800		650	1320	980			

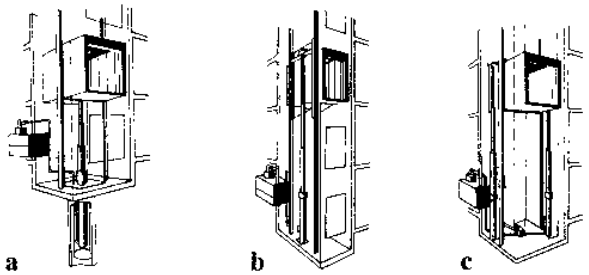


3 AK型杂物电梯（见表3、表4）

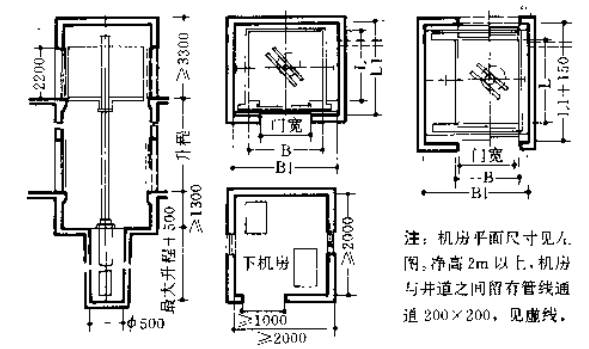
该系列电梯是由底部液压油缸驱动升降，无需顶层观房。轿厢负荷等荷载均通过液压油缸作用于井道底坑。可简化上部结构降低土建造价。其特点是速度不高、运行平稳、下机房空间较小、易于布置、最大升程有限。按油缸设置不同分为二种型式：

1. 中心直顶式：轿厢中心与下方油缸中心重合，直顶升降，油缸设在底坑中的坑井里（见1 a）。

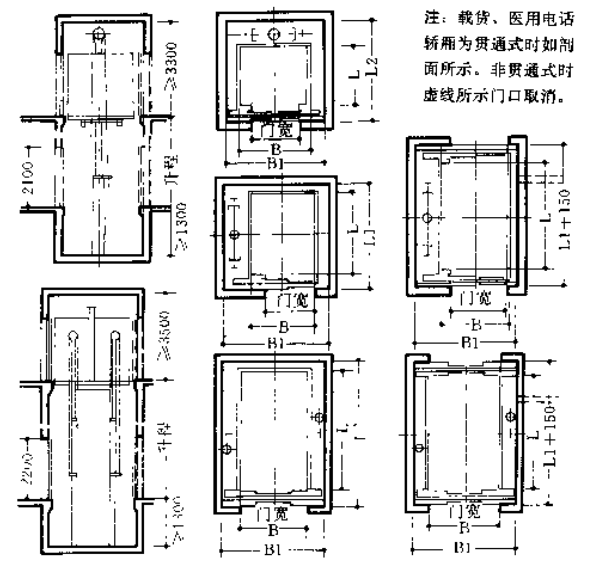
2. 侧置式：分一侧单缸和二侧双缸（见1 b、c）。



1 液压驱动电梯结构示意



2 直顶式液压电梯（见表1）



3 单缸、双缸侧置式液压电梯（见表2、3）

直顶式液压电梯基本参数 表1

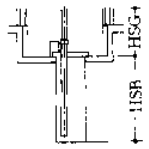
电梯类型	载重量 kg	速度 m/s	升程 m	轿厢 B	轿厢 L	井道 B1	井道 L1	门宽	顶层	底坑
乘客	630	0.25～0.5	16	1100	1400	1300	2000	800	≥3300	1500
	800			1350		2000				
	1000			1600		2400		1000		
	1250			1950		2600		1100		
	1600				1750		2400			
载货	630	0.5	16	1100	1400	2100	1900	1100	≥3300	1300
	1000			1300	1750	2450	2250	1100		
	1600			1500	2250	2700	2800	1500		
	2000	0.25	16		2700		3300			
	2500			2200	2200	3700	2700	2200		
	3200				2700		3200			
	4000				3200		3700			
	5000			2400	3600	3900	4100	2400		

单缸侧置式液压电梯基本参数 表2

电梯类型	载重量 kg	速度 m/s	升程 m	轿厢 B	轿厢 L	井道 B1	井道 L1	井道 B2	井道 L2	门宽	顶层	底坑
乘客	630	0.25～1.00	40	1100	1400	2000	2000	1900	2235	800	≥3300	1300
	800			1350		2200						
	1000			1600		2450		2200		1000		
	1250			1950		2800		2450	2300	1100		1500
	1600				1750		2350		2650			
住宅	400	0.25～0.75	30	850	950	1800	1700			800	≥3300	1300
	630			1350	1400		2100					
	1000				2100		2800					
医用	1600	0.25～0.5	40	1400	2400	2400	3000			1300	≥3300	1300
	2000			1500	2700		3300					
载货	630	0.25～0.5	40	1100	1400	2100	1900			1100	≥3300	1300
	1000			1300	1750	2150	2250					
	1600			1500	2250	2700	2800			1500		1500
	2000			1500	2700	2700	3200					

双缸侧置式液压电梯基本参数 表3

电梯类型	载重量 kg	速度 m/s	升程 m	轿厢 B	轿厢 L	井道 B1	井道 L1	门宽	顶层	底坑
载货	2000	0.25～0.5	20	1500	2700	2700	3200	1500	≥3500	1300
	2500			2200	2200	3700	2700	2200		
	3200	0.25			2700		3200			
	4000				3200		3700			
	5000			2400	3600	3900	4100	2400		
汽车	2000	0.25	20	2700	6000	4500	6500	2700	≥4000	1500
	3200				7000		7500			



4 坑井示例

注：①采用单级油缸时，油缸坑井深度大体等于升程高度。
②采用双级伸缩式套筒油缸时，油缸坑井深度大体等于1/2升程高度。
③采用三级伸缩式套筒油缸时，油缸坑井深度大体等于1/3升程高度。
④下机房位置距井道20m以内任何地方均可设置。
⑤根据中国迅达电梯厂及苏州市科达电梯厂提供资料综合整理。

自动扶梯是一种在一定方向上能大量、连续输送流动客流的装置。它具有结构紧凑、重量轻、耗电省、安装维修方便等优点，多用于人流较大的公共场所，并可用于室外。本节内容以室内自动扶梯为主。

要选择好自动扶梯型号，应注意以下选型参数和构配件要求：

一、驱动方式：链条式（端部链条驱动），当驱动负荷大时需要单设机房。
齿条式（中间齿条驱动），层高每增加4m需再增设一级驱动。

二、层高：室内扶梯（SWE）最低3.0m，一般5～7m，最高达11m左右。
室外扶梯(EWE)最低3.5～8m，一般25m以下，最高达65m左右。

三、扶梯角度：27.3°（配合楼梯用）、30°（优先采用）、35°（布置紧凑时用）

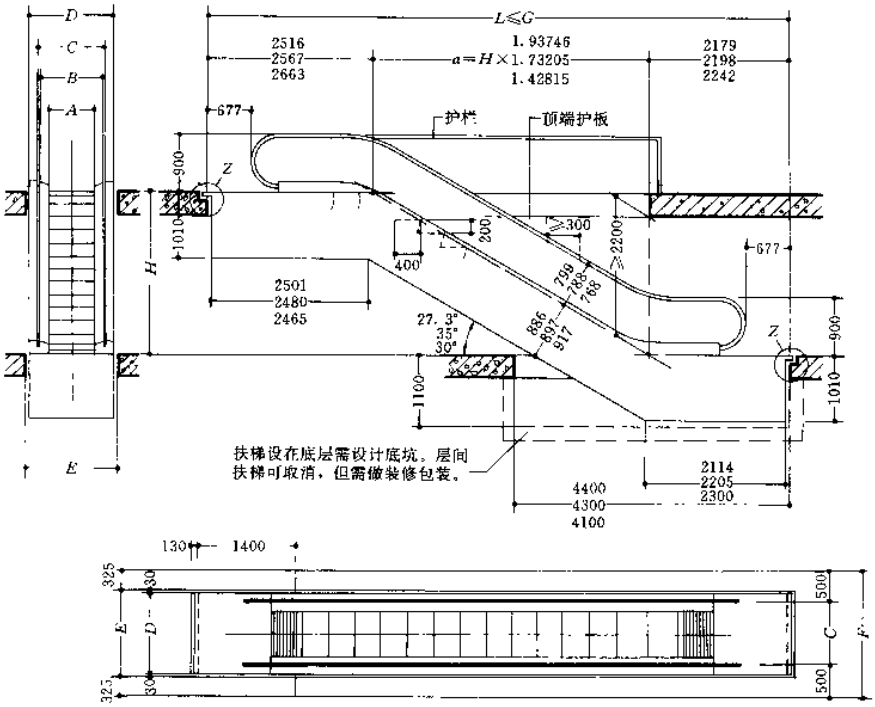
四、扶梯宽度：600mm（单人）、800mm（单人携物）、1000mm、1200mm（双人）。
载客能力：1000人/h（0.45m/s时）、6000人/h（0.45m/s时）、8000人/h、10000人/h。

五、驱动速度：0.45～0.65m/s（一般0.45或0.5m/s），可正向、逆向运行。

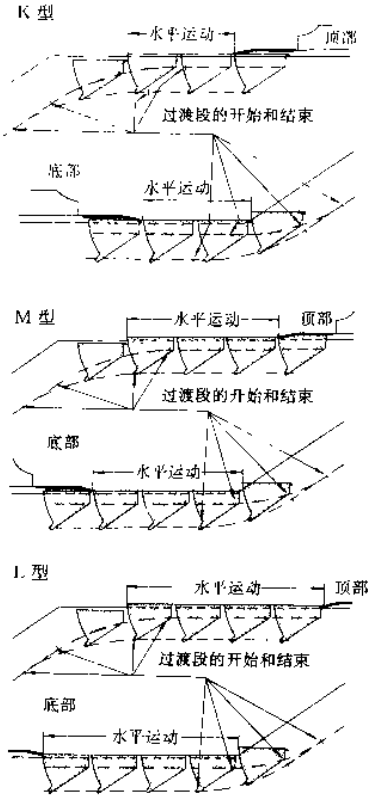
六、水平运输段：K型（二踏步宽，$V=0.45$m/s）；M型（三踏步宽，$V=0.5$m/s）；L型（四踏步宽，$V>0.5$m/s）。

七、构配件要求：

1. 扶手：特制连续耐磨胶带，有黑、绿、蓝、红等几种颜色。
2. 栏板：一般为透明10mm厚安全玻璃（或淡灰色、青铜色），不设嵌条胶结粘牢。还有非透明的多为有支撑的层压板喷涂漆或不锈钢板（抛光、亚光、发纹）。
3. 桁架侧面、底面外包层：多为钢板防锈油漆面或不锈钢板。
4. 护栏：多为不锈钢管、铜管或透明玻璃护栏（装修要求由业主定）。
5. 顶端护板：为防止运行中在夹角处伤害乘梯人的身体而设，颜色要醒目。
6. 中间支承：中间要设支承点，按厂家对支承点的土建要求配置。



1 扶梯平面、立面及剖面示意（参数见表1、2）



2 水平运输段

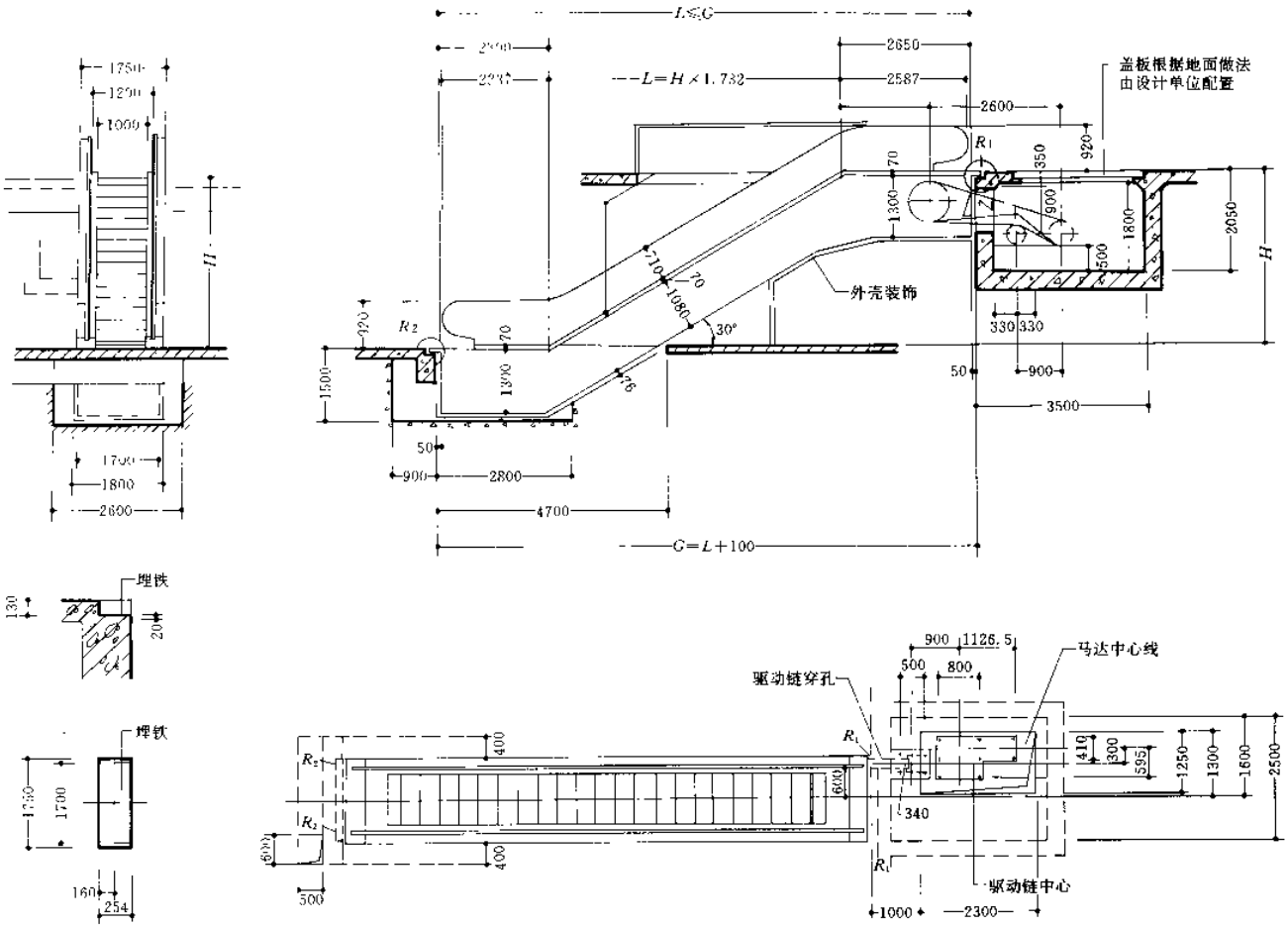
扶梯型号及构造尺寸表 表1

	27.3° 30° 35°		
	SWE60	SWE80	SWE100
A	600	800	1000
B	830	1030	1230
C	910	1110	1310
D	1200	1400	1600
E	1260	1460	1660
F	1910	2110	2310

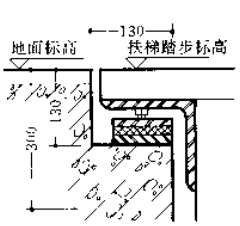
设中间支承的限值（G） 表2

	27.3°	30°	35°
SWE60	19000	18900	18500
SWE80	17300	17200	16900
SWE100	16100	16000	15700

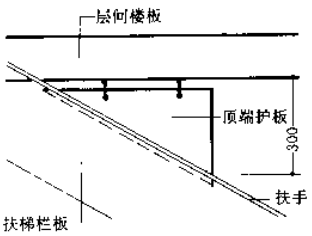
注：①图中所列成组的三个数字，上为27.3°时，中为30°时，下为35°时的相应尺寸。
②当层高在6m以上时，注意如$L\geqslant G$时，需加中间支承，此时土建工程和装饰工程应做相应处理。
③本资料系以中国迅达电梯厂样本为例，如选用其他厂扶梯以其厂样本为准。



1 单设机房的扶梯平面、立面及剖面示例（参见表1）



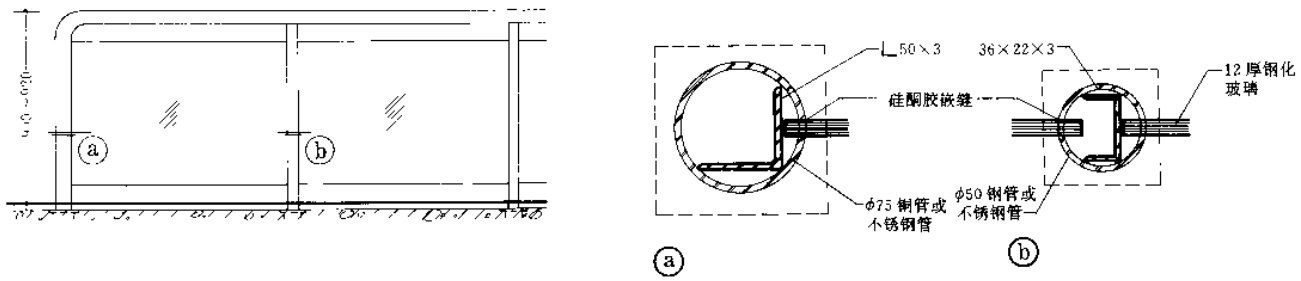
2 扶梯桁架支座



3 顶端护板

表1

型号	提升高度	支承力		电机功率
	H (mm)	R_1 (kN)	R_2 (kN)	kW
$XF_2-1000\cdot5$ 8000人/小时	6000	48	43	15
	6500	49.5	44.5	
	7000	51	46	
	7500	52.5	47.5	18.5
	8000	54	49	
	8400	55.2	50.2	

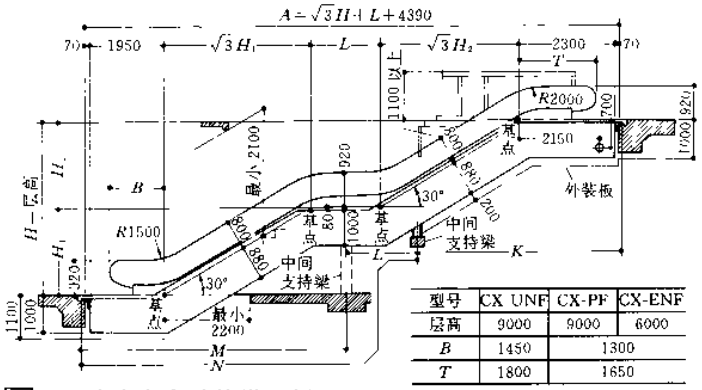


4 扶梯护栏示例

双跑直上自动扶梯，在扶梯中部增设休息平台，为乘客升降增加安全感和舒适性。扶梯本身线条曲折优美，造型舒展，用于较大共享空间内，流动感强，能取得空间所欲的效果。

右图说明：

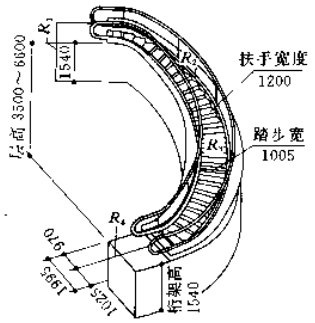
1. 当两端支点净距离 A 的尺寸大于 12m 时，以及水平段扶梯 L 的尺寸大于 10m 时，因有特殊构造要求，要与厂家协商。
2. 当选用设计该扶梯尺度大小时，尽量控制 K、L、M、N 的尺寸都不要超过 12m。
3. 厂家还可承担外侧装饰、二角部位装饰等装饰施工。
4. 如上机底面与外侧装饰板之间无需照明时，其间距尺寸可由 1000 缩小为 700。
5. 欲缩小下部平台尺寸时，要与厂家事前联系协商。
6. 当层高超过 9000 时，请与厂家事前协商。
7. 若欲缩小上部尺寸，要与厂家事前协商确认。



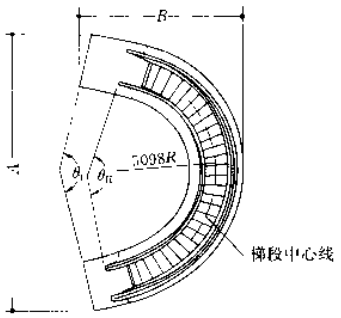
型号	CX-UNF	CX-PF	CX-ENF
层高	9000	9000	6000
B	1450	1300	
T	1800	1650	

1 双跑直上自动扶梯示例

弧形自动扶梯，梯段平面呈圆弧状，乘客随梯螺旋升降，扶梯新颖别致，曲线优美，内部构造特殊。它虽占地较多造价昂贵，但在特定环境采用时能取得较好空间效果。该扶梯输送方向由下往上看分左卷和右卷二种，可对称布置。



2 弧形自动扶梯轴测图

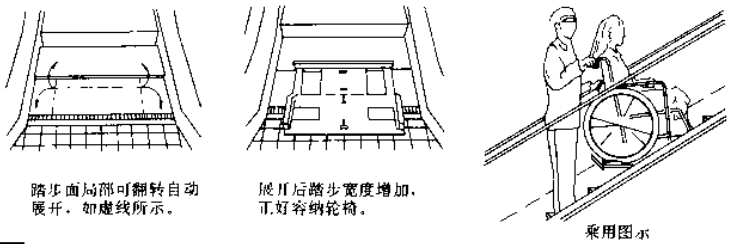


3 弧形自动扶梯平面（参见表 1）

弧形自动扶梯性能　表 1

扶手宽度	1200
踏步宽度	1005
输送能力	6300 人/h
输送速度	0.42m/s
倾斜角度	30°
适用层高	3500～6600

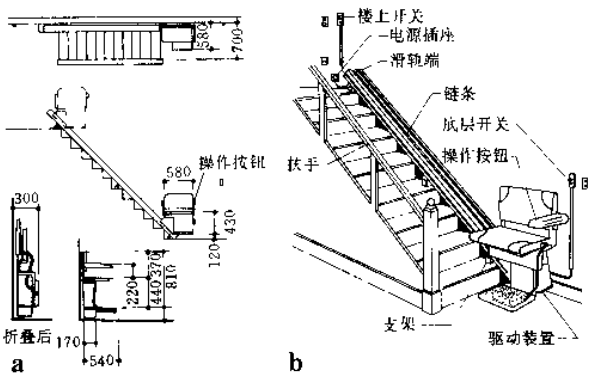
注①输送速度是踏步外缘的速度值。
②层高 H 在 3800 以下，每 200 一档递升。
③尺寸单位均为 mm。
④1～4 根据日立电梯株式会社，5、6 是按日本中央电梯工业株式会社资料整理。



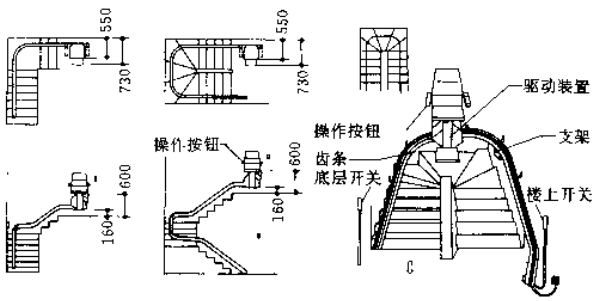
4 为残疾人服务的自动扶梯

弧形自动扶梯参数　表 2

层高 H	A	B	桁架弧度 θ_T	扶手弧度 θ_H	总荷载 kg
3500	12920	5810	118.7	102.9	27500
4200	13170	6440	133.8	118.1	29500
5000	13170	7150	151.1	135.3	32500
6000	12750	8010	172.7	156.9	35500
6600	12430	8560	185.6	169.9	37000



5 斜行机（S 型，一跑直行）



a 有中间休息平台　**b** 无中间休息平台　**c** 透视图

6 斜行机（G 型，二跑 90°、180°）

自动人行道是一种可水平连续输送乘客的装置，安全、可靠，运输效率高，最适合大型交通建筑使用。一般是水平式，特殊需要时最大倾斜角为12°，通常设置在室内，可单台、双台、多台并联或交叉布置，也可用于室外。本节内容以室内自动人行道为主。

要选择好自动人行道型号，应注意以下选型参数和构配件要求：

一、结构型式：不带桁架 RSH—B80/B100/B140（见表1）

带桁架 RSH—T 80/T100/T140（见表1）

二、倾斜角度：水平式为0°～4°；倾斜式为10°～12°。

三、踏步宽度：分800、1000、1400三种宽度。

四、输送速度：分0.5m/s、0.65m/s、0.75m/s三种速度。单速可逆转。

五、输送能力：根据踏步宽度和输送速度不同而异（见表2）。

六、构配件要求：

1. 扶手、栏板、护栏基本与自动扶梯相同。

2. 地沟排水：在室内时按有无集水可能而设置；用于室外无论全露天或在雨篷下，其地沟均需全长设置下水排放系统。

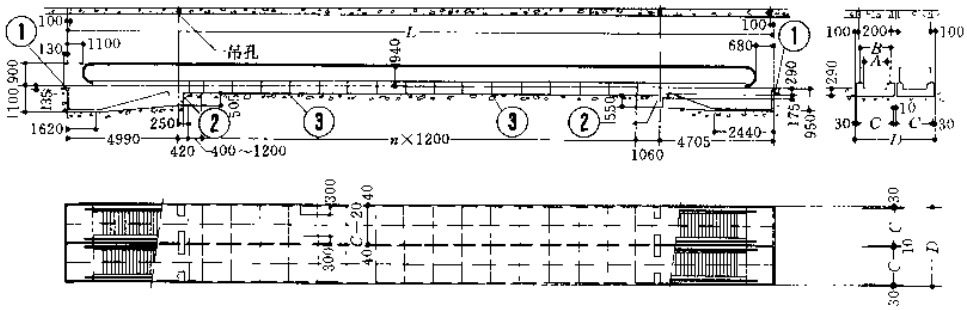
自动人行道型号及宽度尺寸　表1

	RSH B/T 80	RSH B/T 100	RSH B/T 140
A	800	1000	1400
B	1110	1310	1710
C	1400	1600	2000
D 单台	1470	1650	2060
D 双台	2870	3270	4070

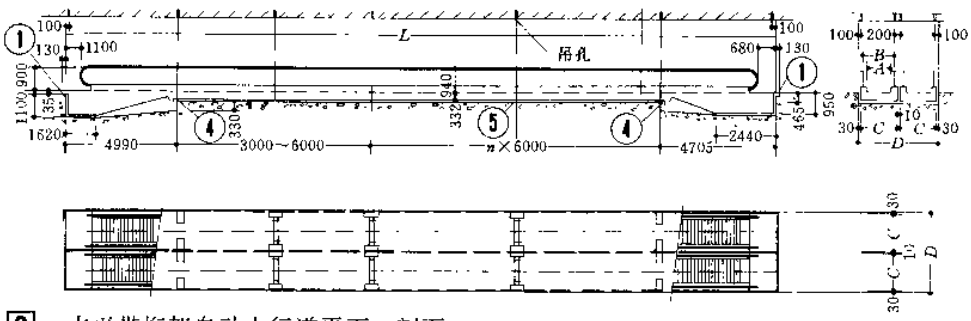
自动人行道输送能力　表2

输送能力 人/h ＼ 速度 m/s	踏步宽度		
	800	1000	1400
0.5	6700	9000	12600
0.65	8800	11700	16380
0.75	10150	13500	18900

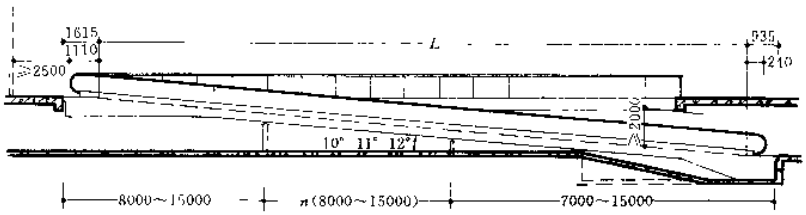
注：以上二表参数系根据中国迅达电梯厂资料整理。



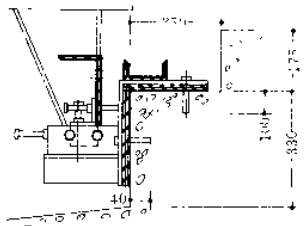
1 水平不带桁架自动人行道平面、剖面 (RSH—B)



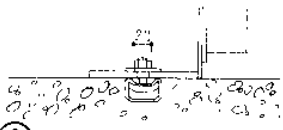
2 水平带桁架自动人行道平面、剖面 (RSH—T)



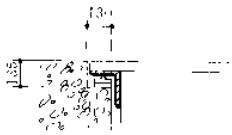
3 倾斜式自动人行道剖面 (RSS)



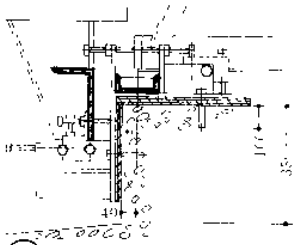
2 Y节点



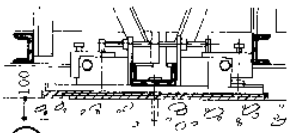
3 Z节点



1 X节点



4 Y_1节点



5 Z_1节点

道路类型的选择是由多方面因素确定的，选择车行道路面类型应考虑：

一、一般工区可采用碎（砾）石、沥青贯入式、沥青表面处理和混凝土路面。要求清洁少尘的厂区，可采用沥青贯入式、沥青表面处理路面。通向废料场的道路可用中级或低级路面。油库、有腐蚀性介质车间、锻房及铸工车间附近的道路应分别考虑防油、防酸及耐高温。

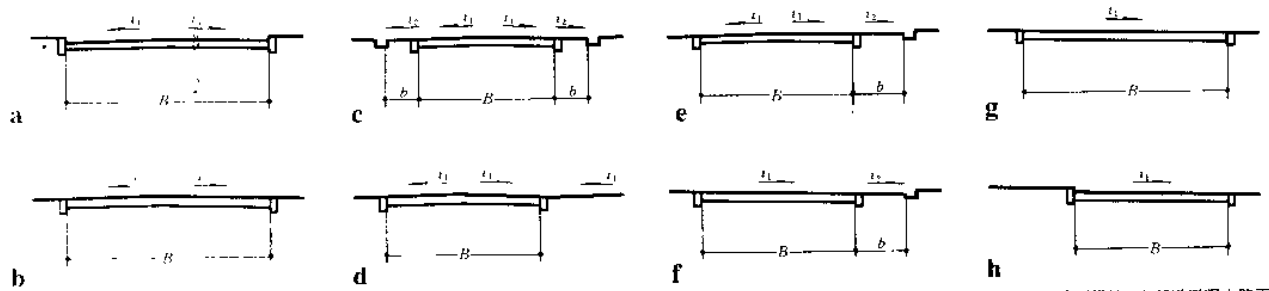
二、通行电瓶车的路面要求平坦、能耐磨，宜采用混凝土或沥青混凝土路面，专为通行消防车的路面可用中级或低级路面。

三、在尚未埋设地下管线或经常需要翻修的地段，宜采用混凝土预制块铺砌路面。在潮湿地区一般不宜采用沥青表面处理路面。地下水位高的地段应采用透水性良好的材料做基层。

常用车行道路面结构形式　　表1

路面类型	1. 高级路面			3. 中级路面	
	现浇混凝土	预制混凝土方砖	沥青混凝土	级配碎石	泥结碎石
结构型式	120～220 厚 C30 混凝土 ≥200 厚级配砂石（或灰土）	495×495×100 预制 C25 混凝土方砖 25 厚 M5 混合砂浆 ≥200 厚级配砂石（或灰土）	50 厚沥青混凝土 160～200 厚碎石层 150～200 厚中砂垫层（或灰土）	80 厚级配碎石（粒径≥40） 200～250 厚天然级配砂石层	80 厚泥结碎石（粒径≥40） 100 厚碎石基层 150 厚中砂垫层
路面类型	2. 次高级路面			4. 低级路面	
	沥青贯入式	沥青表面处理	块石	三合土	改善土
结构型式	40×60 厚沥青贯入式面层 160～200 厚碎石层 150 厚中砂垫层	15～25 厚沥青表面处理 160～200 厚碎石层 150 厚中砂垫层	150～300 厚块石 ≥200 厚级配砂石	100～120 厚石灰水泥焦渣层 100～150 厚块石	150 厚水泥粘土或石灰粘土（水泥含量 10%；石灰含量 12%）

注：以上各种路面均需做在碾压密实的路基上。



1　常用道路横断面简图

注：B=道路宽度　b=路肩宽度　路面纵坡及转弯半径按具体设计。i_1=路面横坡：车行道混凝土路面为2%，沥青路面为2～3%，泥结碎石及三合土路面为3%，人行道路面为2～3%。i_2=路肩横坡为i_1+1%。

常用路面的主要性能　　表2

路面类型	起尘性	消声性	耐火性	交通量（辆/昼夜）
混凝土	小	少量噪声	不燃烧	≈5000
沥青混凝土	极小	噪声小	难燃烧	≈5000
沥青贯入式	小	少量噪声	难燃烧	1500～5000
干整齐石块	大	有噪声	不燃烧	1500～5000
沥青表面处理	小	有噪声	难燃烧	1500～5000
泥结碎石	大	有噪声	不燃烧	200～1500
级配碎石	大	有噪声	不燃烧	200～1500
三合土	大	有噪声	不燃烧	≈200
改善土	大	有噪声	不燃烧	≈200

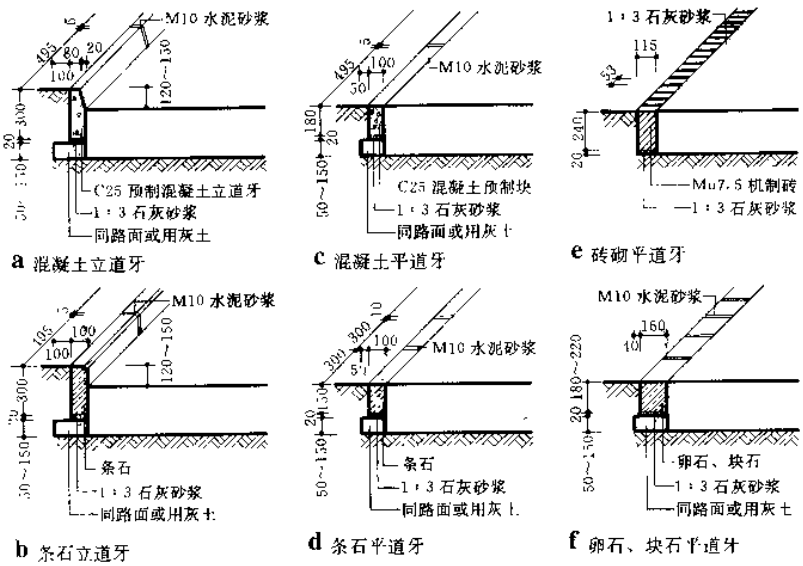
注：1 根据经常车流选择路面面层宜用厚度：

小型车　120 厚混凝土路面

大　车　180 厚混凝土路面

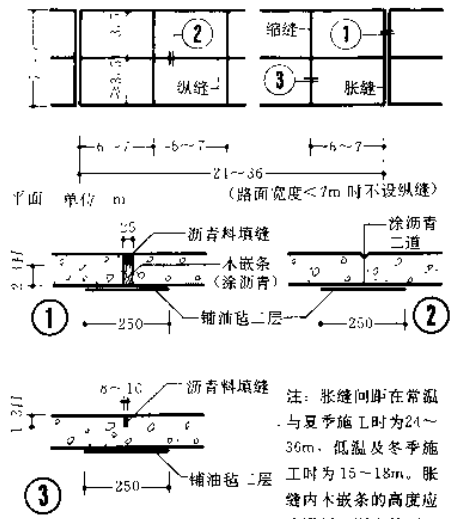
大客车　220 厚混凝土路面

2 对用路面排水时，应按排水要求进行设计，并标明排水方向。



2　常用道牙

注：道牙用来保护路面结构的边缘，防止车辆对路面边缘的冲击破坏，平道牙常用于野外型道路，立道牙常用于城市型道路。



注：胀缝间距在常温与夏季施工时为24～36m，低温及冬季施工时为15～18m。胀缝内木嵌条的高度应为混凝土厚度的2/3，缩缝深度应为混凝土厚度的1/3。

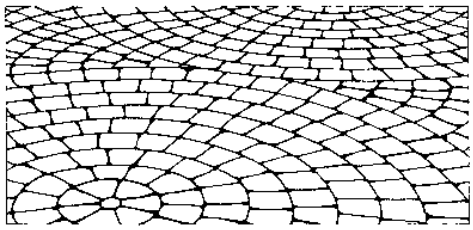
1 混凝土路面伸缩缝

常用人行道路面结构形式 表1

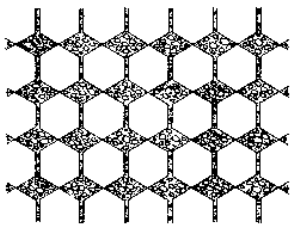
类型	一个土	沥青表面处理	卵石（瓦片）拼花	侧铺机砖
结构型式	120厚石灰粘土焦渣层 重量比：石灰7% 粘土40% 焦渣53%	15厚沥青表面处理 200厚级配砂石或 150厚3:7灰土	板瓦或筒瓦拼花 50厚1:2:4细石混凝土 或砌卵石面层 25厚1:3白灰砂浆 150厚3:7灰土	粗砂扫缝 115厚机制粘土砖 30厚M5水泥砂浆 150厚3:7灰土
类型	预制混凝土方砖	水泥方格砖	铺地砖	拼碎大理石
结构型式	495×495×100预制 C25混凝土方砖 25厚M5混合砂浆 200厚级配砂石或 150厚3:7灰土	粗砂填塞缝隙 250×250×50水泥 方格砖 25厚粗砂垫层 150厚3:7灰土	M5水泥砂浆灌缝，表面平整 18厚铺地砖（广场砖） 30厚C15混凝土 150厚3:7灰土	20厚1:3干硬性水泥砂浆稀铺20厚碎大理石块 表面平整灌缝密实 30厚C15混凝土 150厚3:7灰土

注：以上各种路面路基均要求素土夯实。

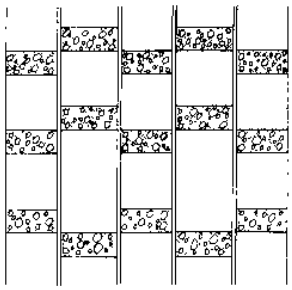
室外广场、庭院路面可用各类块材铺成多种不同形式，块间预留20～50间隙，用水泥砂浆或粗砂填缝。花园路面宜采用装饰要求较高的路面。填缝材料可在水泥内掺色处理。通行或停放车辆的路面及场地，应按车行路面设计。



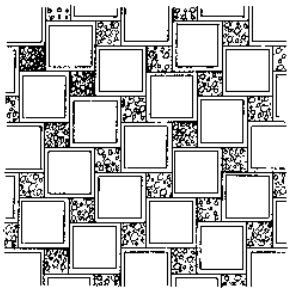
a 仿石广场砖铺砌圆形或扇形图案



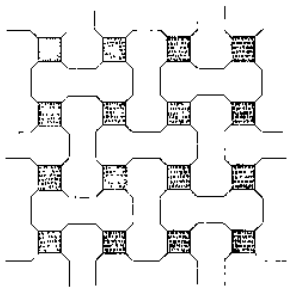
b 铺地砖嵌砌卵石面层



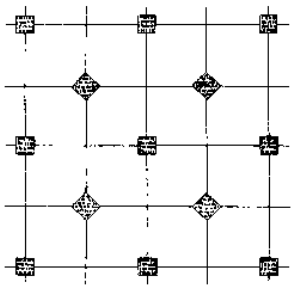
c 混凝土嵌砌卵石面层



d 混凝土嵌砌卵石面层

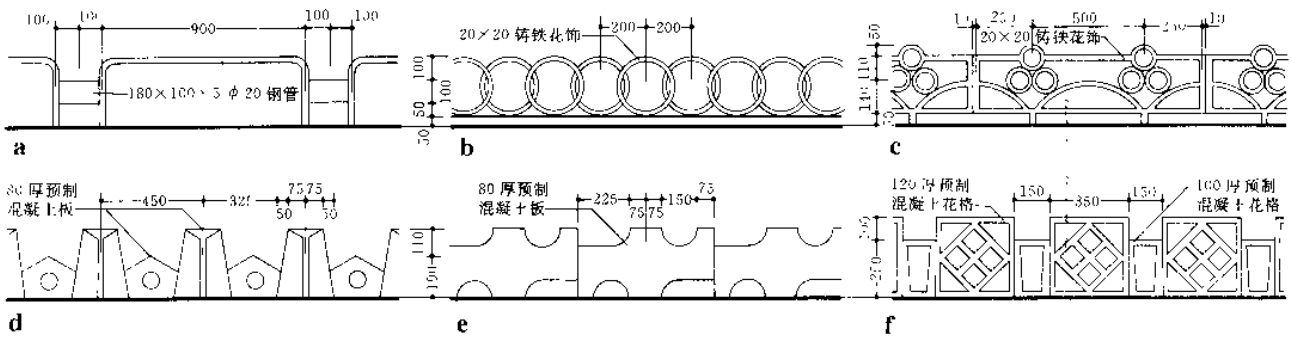


e 混凝土（或铺地砖）嵌草皮



f 混凝土嵌草皮

2 室外广场、庭院路面



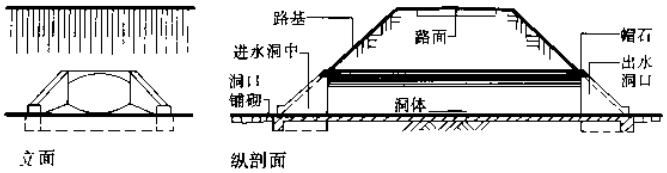
3 绿地护栏

涵洞常用形式有：管形、箱形和拱形。

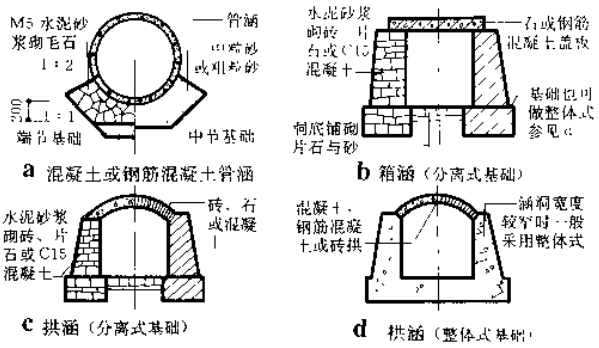
管形涵洞用混凝土或钢筋混凝土制作。箱形涵洞常用砖石、混凝土做洞壁，用钢筋混凝土或石做盖板。拱形涵洞常用砖、石或混凝土做拱。根据泄水量要求，涵洞可做成单孔、双孔、三孔或多孔。涵洞所受土压力不均匀，故要求基础的土质坚固，以防产生不均匀沉陷。

无压单孔涵洞泄水能力　　表1

涵洞形式	涵洞孔径	最大允许坡度(%)	临界坡度(%)	泄水流量(m^3/s)
管涵	$D=500$	20	0.7	0.257
	$D=1000$	5.6	0.6	1.52
箱涵	$L_0=500$　$h=500$	15.9	1.07	0.25
	$L_0=1000$　$h=1000$	4.1	0.89	1.68
半圆拱涵	$L_0=500$　$H=500$	12.6	1.4	0.44
	$L_0=1000$　$H=500$	5.3	1.0	1.43

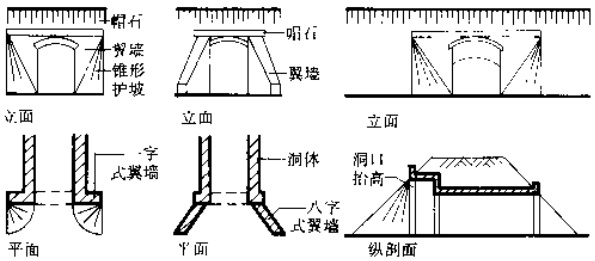


1　涵洞示意



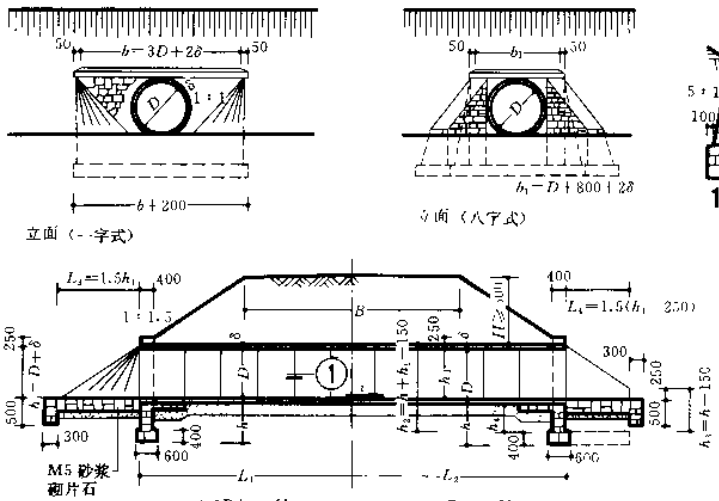
a 混凝土或钢筋混凝土管涵　b 箱涵（分离式基础）　c 拱涵（分离式基础）　d 拱涵（整体式基础）

2　断面形式

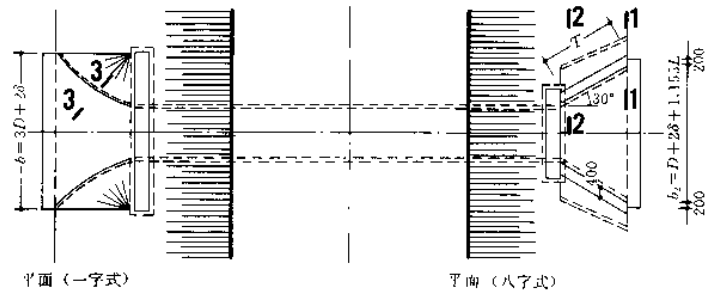


a 一字式　b 八字式　c 抬高式（进水洞口）

3　进、出水洞口形式　注：抬高式进水洞口可增加涵洞泄水能力。



$L_1=\frac{0.5B+1.5H}{1+1.5i}$　　$L_2=\frac{0.5B+1.5H}{1-1.5i}$

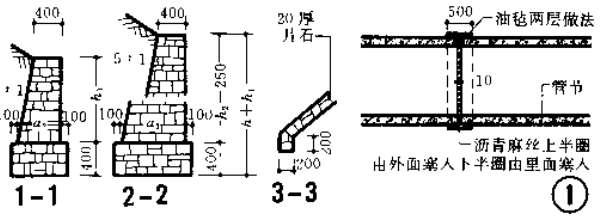


a 一字式洞口

b 八字式洞口

注：一字式洞口用于各种孔径管涵，为保证端墙稳定及改善排水效果须做锥形护坡。$L=L_1+L_2$

4　钢筋混凝土圆管涵



注：①洞口尺寸均按路基边坡为1:1.5计算。洞口铺砌厚度：流速<3.5m/s为250，流速≥3.5m/s为400。涵洞底部坡度宜<5%。

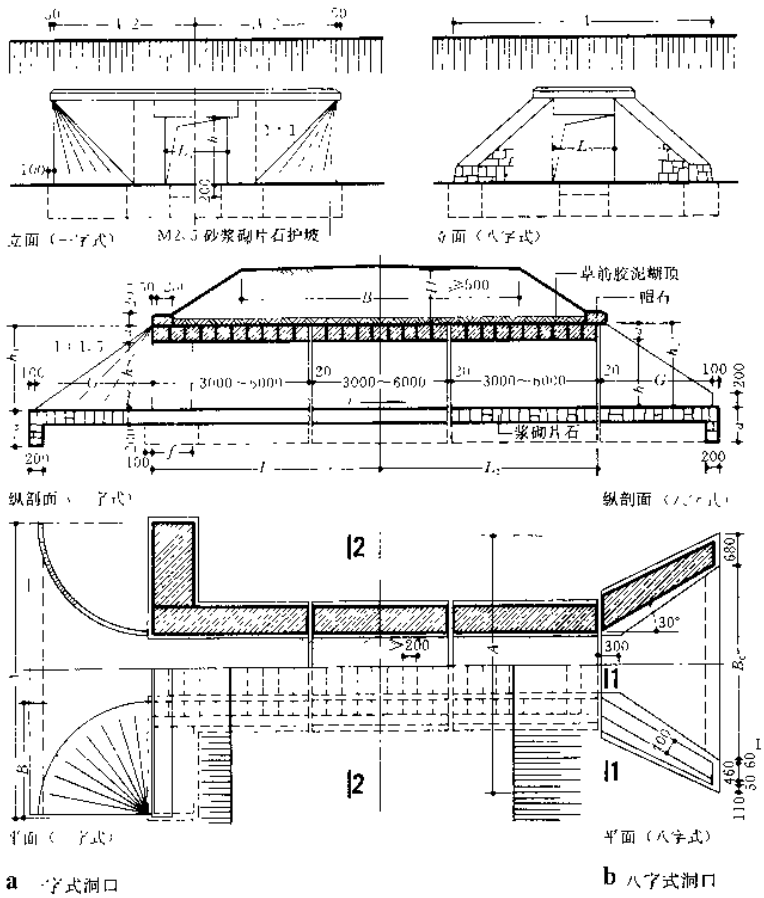
②洞墙、洞口、隔水墙铺砌均用M5砂浆砌片石，锥形护坡用M25砂浆砌片石，M5砂浆勾缝，片石强度≥0.3kN/cm²。

③管节长度为500、1000两种，500长用1调整管节长度的辅助管节。管节砂垫层厚度：地基为砂砾石、砂土时≥0，亚粘土、粘土时为150，粉砂、轻亚粘土时为300。

④地基允许承压力≥2N/cm²。

钢筋混凝土圆管涵尺寸　　表2

管径 D	500			750			1000			
管壁厚度 δ	60			80			100			
基础入土深度 h	750	1000	1250	1000	1250	1500	1000	1250	1500	1750
一字式洞口 h_1	760	560	560	830	830	830	1100	1100	1100	1100
h_2	1160	1410	1660	1680	1930	2180	1950	2200	2450	2700
h_3	840	840	840	1250	1250	1250	1650	1650	1650	1650
b	1620	1620	1620	2410	2410	2410	3200	3200	3200	3200
八字式洞口 h_1	管径为500时不宜做八字式洞口			830	830	830	1100	1100	1100	1100
h_2				1680	1930	2180	1950	2200	2450	2700
h_3				850	1100	1350	850	1100	1350	1600
h_4				600	850	1100	600	850	1100	1350
b_1				1710	1710	1710	2000	2000	2000	2000
b_2				1910	1910	1910	2680	2680	2680	2680
L_4				870	870	870	1280	1280	1280	1280
T				1000	1000	1000	1480	1480	1480	1480
a_1				690	740	790	790	840	890	940
a_2				570	620	670	570	620	670	720



a 一字式洞口　　b 八字式洞口

1 石盖板箱涵

箱涵洞口尺寸　　表1

孔径 L_0	一字式 h	h_1	A	B_1	G	f	八字式 h	h_1	A	B	G	f
500	500	690	1880	690	1040	400	500	690	2600	1240	740	610
	800	990	2180	990	1480	400	800	990	3120	1760	1190	720
1000	1000	1320	3640	1320	1980	500	1000	1320	4180	2820	1680	810
	1200	1520	4040	1520	2280	650	1200	1520	4520	3160	1980	870
	1500	1820	4640	1820	2730	750	1500	1820	5040	3680	2430	950

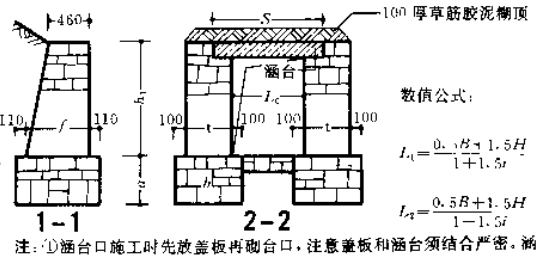
箱涵洞身尺寸　　表2

孔径 L_0	进水口高度 h	盖板长度 S	支承宽度 C	M5砂浆 涵台厚度 t	M5砂浆 基础宽度 b	基础深度 c
500	500	900	200	400	600	600
	800	900	200	400	600	600
1000	1000	1400	200	400	600	600
	1200	1400	200	450	650	600
	1500	1400	200	550	750	600

注：①洞身每隔3.0～6.0m设沉降缝一道，缝宽10～20，缝内填塞粘土胶泥，表面用砂浆抹平。

②石盖板厚度一般为190～320，每块宽度>200，石料强度≥0.6 kN/cm²，在缺少石料地区可用钢筋混凝土板代替。

③地基允许承压力≥2N/cm²。



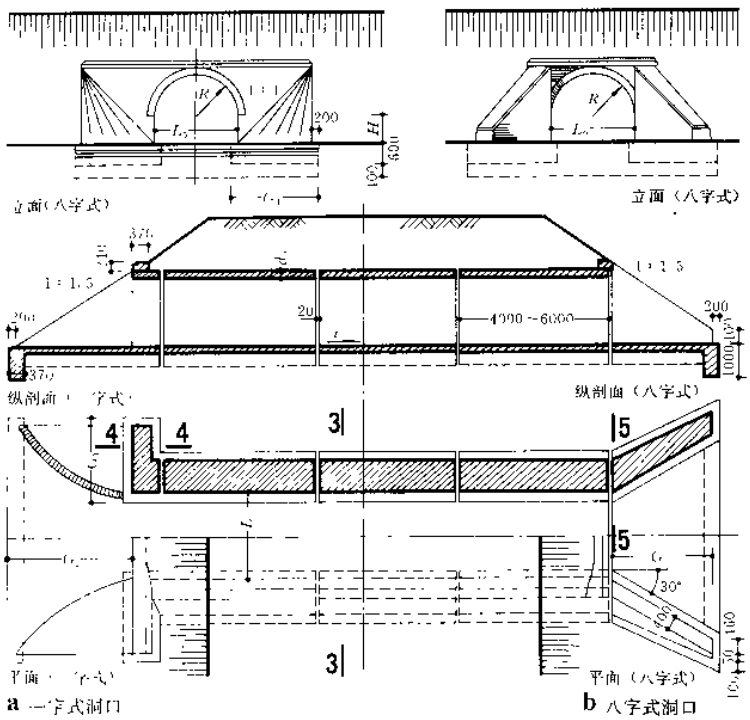
数值公式：

$$L_1=\frac{0.5B+1.5H}{1+1.5i}$$

$$L_2=\frac{0.5B+1.5H}{1-1.5i}$$

注：①涵台口施工时先放盖板再砌台口，注意盖板和涵台须结合严密。涵台和翼墙，基础及底槽，采用强度≥0.25kN/cm²的片石。

②涵洞底部坡度i宜≤5%，以防冲刷底板。



a 一字式洞口　　b 八字式洞口

2 砖拱涵

砖拱涵尺寸（$R/L_0=1/2$）　　表3

L_0	H	d_c	a_1	a_2	C	一字式 G_1	一字式 G_2	一字式 C_1	八字式 G	八字式 C_1
500	500	115	400	530	200	1270	1500	720	790	690
750	500	180	150	580	200	1460	1780	760	980	740
	750			640	200	1710	2160	830	1470	810
1000	500	180	500	630	200	1580	1970	800	1170	780
	800			700	200	1880	2420	870	1520	860
1500	800	240	600	800	300	2290	2890	950	2090	940
	1200			900	300	2690	3490	1050	2690	1040
2000	1000	240	700	950	300	2740	3560	1060	2760	1060
	1500			1080	300	3240	4310	1190	3510	1190

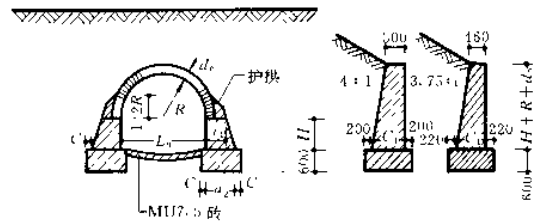
注：①砖拱涵用砖应≥MU7.5，砂浆标号为M5，用M5水泥砂浆勾缝。

②洞口与洞体应分开砌筑，缝的做法见箱涵附注。

③拱圈与护拱应用同标号砖咬接砌筑，以增强拱脚强度。

④地基允许承压力≥2N/cm²。

⑤锥形护坡铺砌厚度为240，洞底与洞口铺砌厚度为115。



排水明沟

区内排水明沟为排除建筑区内雨水用。常用断面有三角形、矩形及梯形等。三角形沟排水量小、用于土壤渗透性好和岩石路堑地段；矩形沟占地少，用于场地狭小、管线密集地段；梯形沟排水量大，宜用于建筑密度小及地下管线少的地段。

注：①区内排水明沟的构造断面除右表列举的各种形式外，还可做成无铺砌排水明沟，其坡度应根据土质决定。

②片石铺明沟在一般地区均可采用，但不宜用于湿陷性黄土区和冻害严重的翻浆地段。铺砌用片石的强度应≥20kN/cm²。

③砖砌排水明沟不宜用于采暖地区地下水位较高处，全年最冷月平均气温低于-15℃地区，以及负温时经常有水流地区。

④浆砌片石及砖砌排水明沟应设伸缩缝，缝宽30，缝的间距一般为30～40m，用沥青麻丝填缝。

⑤湿陷性黄土地区排水明沟应采取有效的防渗铺砌措施。

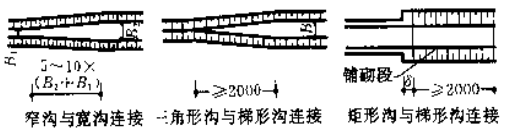
⑥在水流速度小、淹没时间短、气候温和潮湿并适合于草皮生长的地方，排水明沟可用草皮铺面。

⑦三角形、梯形明沟其水深≤2.5m时，边坡坡度为1：1。

⑧沟底纵坡≥5%。

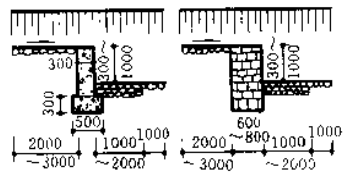
常用排水明沟形式

沟型	三角形沟	矩形沟	梯形沟	
构造剖面	≥200厚片石 100厚碎石垫层 45° 干砌片石沟	侧砌砖沟底 250 400 370 1250 砖砌沟 3：7灰土	120厚侧砌砖 100厚碎石垫层 45° 400 砖砌沟	≥200厚片石 45° 400 单层浆砌片石沟
	≥200厚片石（或卵石） 浆砌片石沟（一）	片石 碎石垫层 400 400 400 1500 浆砌片石沟	≥200厚片石 100厚碎石垫层 400 单层干砌片石沟	上层≥200厚片石 下层≥150厚片石 400 双层浆砌片石沟（一）
	≥100厚片石（或卵石） 100厚碎石垫层 浆砌片石沟（二）	C20混凝土 3：7灰土垫层 150 400 150 混凝土沟	上层≥200厚片石 下层≥150厚片石 100厚碎石垫层 400 双层干砌片石沟	上层≥200厚片石 下层≥150厚片石 100厚碎石垫层 400 双层浆砌片石沟（二）



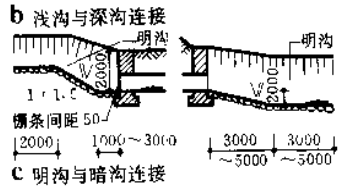
a 不同沟的连接

高差<300土沟流量小做斜坡、流量大跌水上下游用片石加固，其范围计算确定。



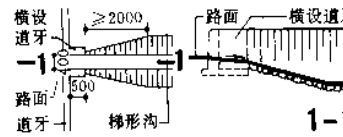
高差在300～1000间连接处用混凝土或浆砌片石做跌水，流量小跌水前后2～3m内用片石铺面，流量大铺面范围计算确定。

b 浅沟与深沟连接



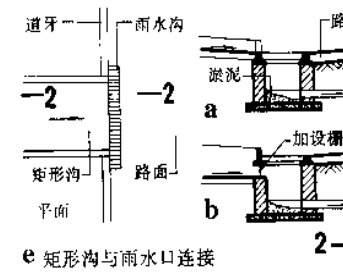
明沟在上游，暗沟前设栅条并做挡土墙，明沟做跌水，明沟在下游，暗沟出口处做挡土墙并做铺面。

c 明沟与暗沟连接



城市型道路路面水排除采取将道牙断开，并设置横向道牙与明沟相接，将水引入明沟。

d 路面与梯形沟连接

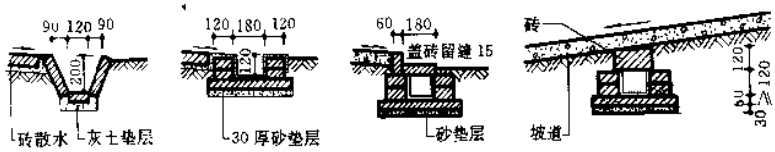


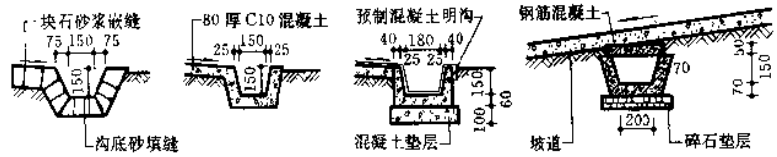
沟浅时将道牙断开，使沟内水流入雨水口。

沟深时沟内水经出道牙下的孔口流入雨水口。

e 矩形沟与雨水口连接

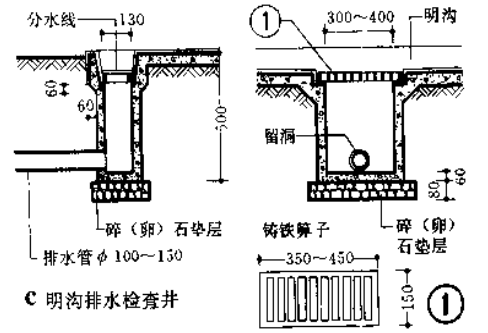
1 区内排水明沟的几种连接形式



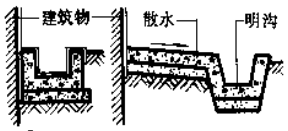


a 明沟剖面（沟底纵向坡度≥1%）

b 明沟通过坡道或台阶



c 明沟排水检查井



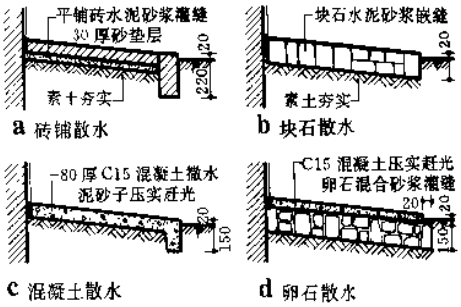
d 明沟与建筑物的关系

注：①建筑物周围排水明沟主要为排除建筑物屋面雨水用，排水明沟一般沿建筑物外墙或散水外缘设置。明沟排水的检查井用混凝土或砖砌筑。

②明沟排水检查井内留洞尺寸较排水管外径大50，安装管子后再用1：2水泥砂浆填实。

2 建筑物周围排水明沟

散水



a 砖铺散水　b 块石散水

c 混凝土散水　d 卵石散水

3 散水做法示例

注：①散水宽度应比屋面挑檐宽出200，向外坡度5%。

②混凝土散水每6～12m设伸缩缝，但不应位于雨水管出口处。伸缩缝及与外墙的接缝应用沥青灌缝。

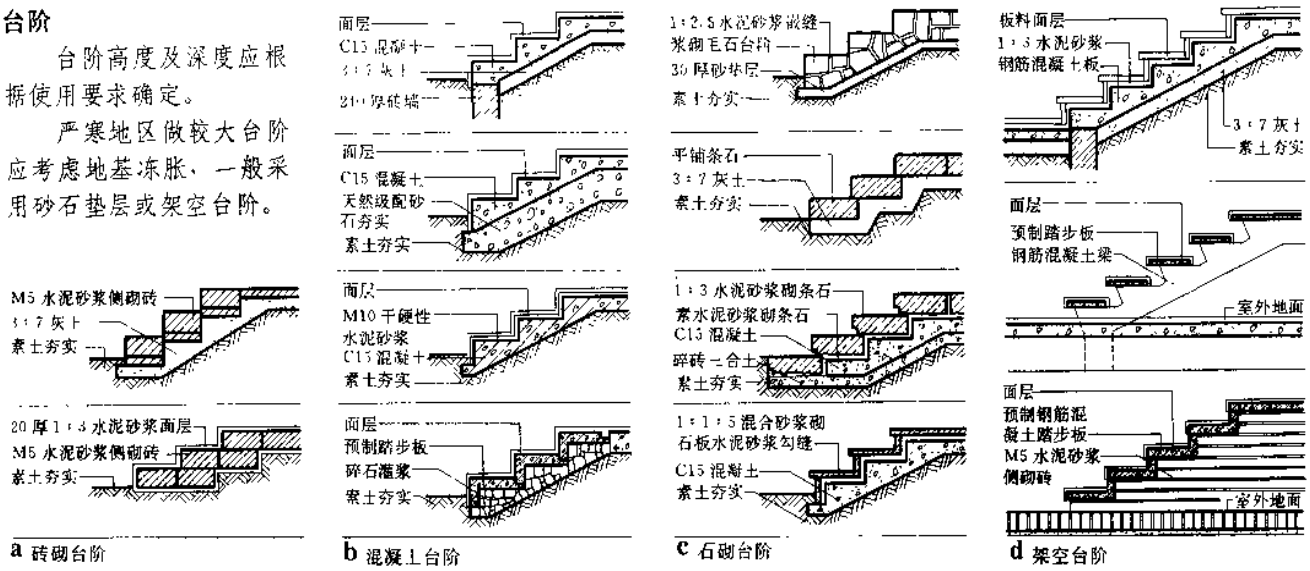
③湿陷性黄土地区散水应以不透水材料做成，散水外缘不应设明沟。散水宽≥1000，其外缘应超出建筑基础200。散水下做150厚灰土垫层或300厚土垫层，垫层宽度超出散水外缘500。

④严寒地区做300厚砂垫层。

台阶

台阶高度及深度应根据使用要求确定。

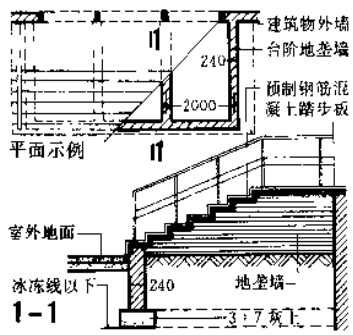
严寒地区做较大台阶应考虑地基冻胀，一般采用砂石垫层或架空台阶。



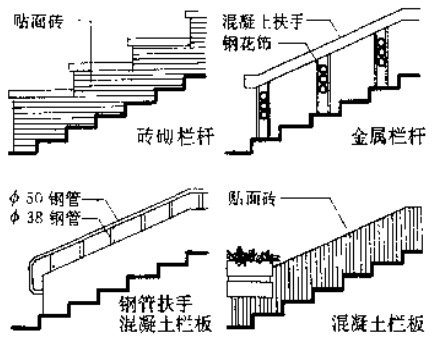
a 砖砌台阶　b 混凝土台阶　c 石砌台阶　d 架空台阶

1 台阶构造形式

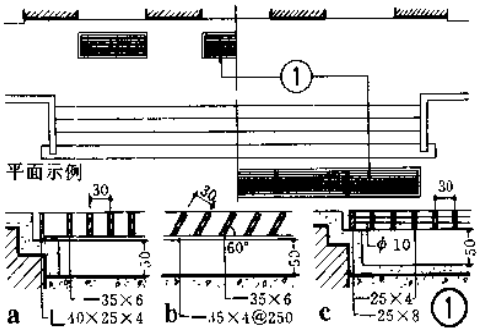
注：面层做法可选用现制水泥砂浆、水磨石、斧剁石和预制块石、条石、铺地砖等。



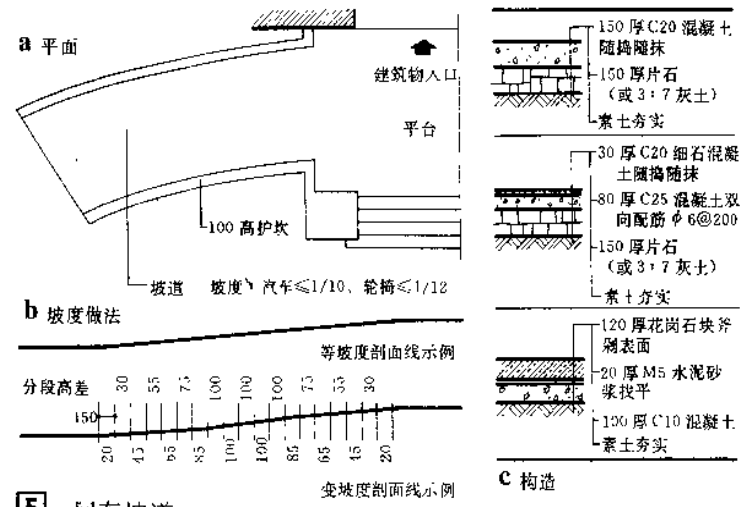
2 有地垄墙的台阶



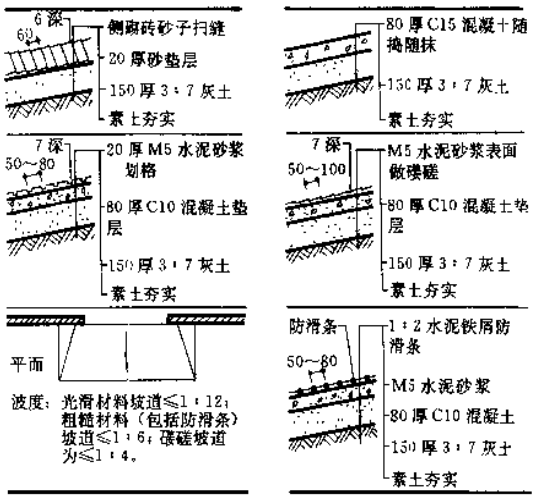
3 台阶栏杆示例



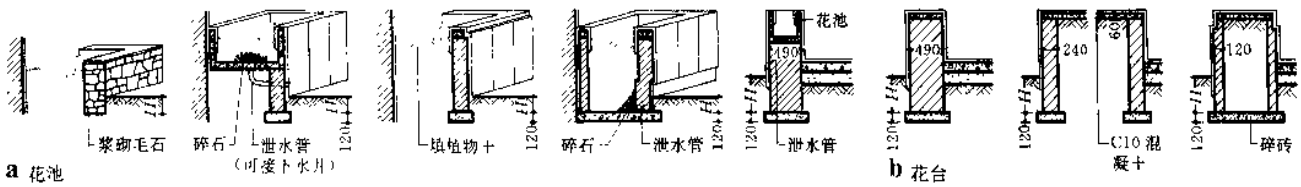
4 刮泥箅



5 回车坡道



6 坡道



a 花池　b 花台

7 花池及花台

注：①花池基础深度 H，按设计确定。②花池紧靠建筑物外墙时，可做防水砂浆或贴油毡。③花台挡土墙厚度按高度确定。

设计要点

一、围墙形式应根据功能要求合理设计，选用材料宜因地制宜。

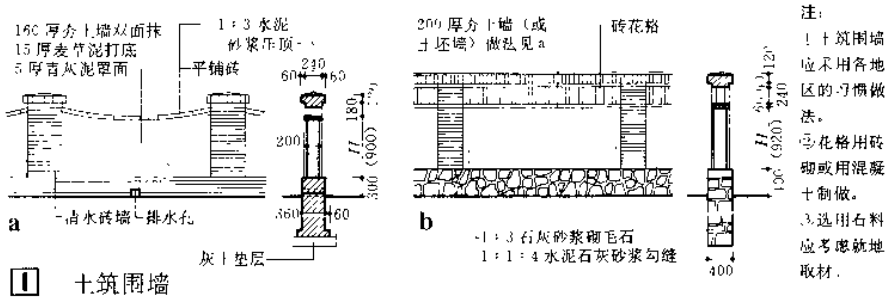
二、围墙住宅常采用2400～3600，工业高度一般为1800～2200，分隔用的围墙可为1200～1500。

三、围墙基础底面应在冰冻线以下，当基础深度过深时，宜采用拱形或基础梁结构。

四、围墙排水孔的设置尺寸和间距视降雨量及地形特点确定，排水孔尺寸一般应≥120×120。

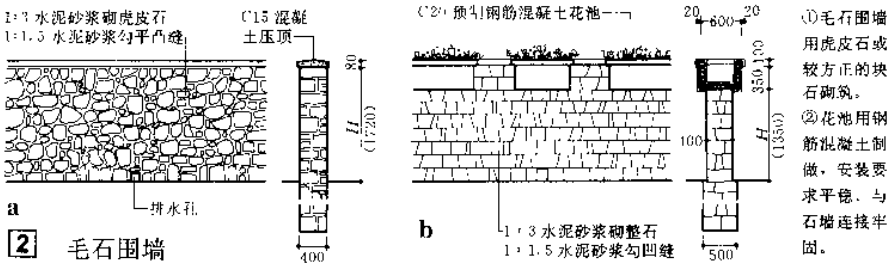
注：1.图中所注H可选用括号内尺寸，也可自设计确定。

2.墙体防潮层做法，一般采用20厚1:2水泥砂浆，内掺5%防水粉。



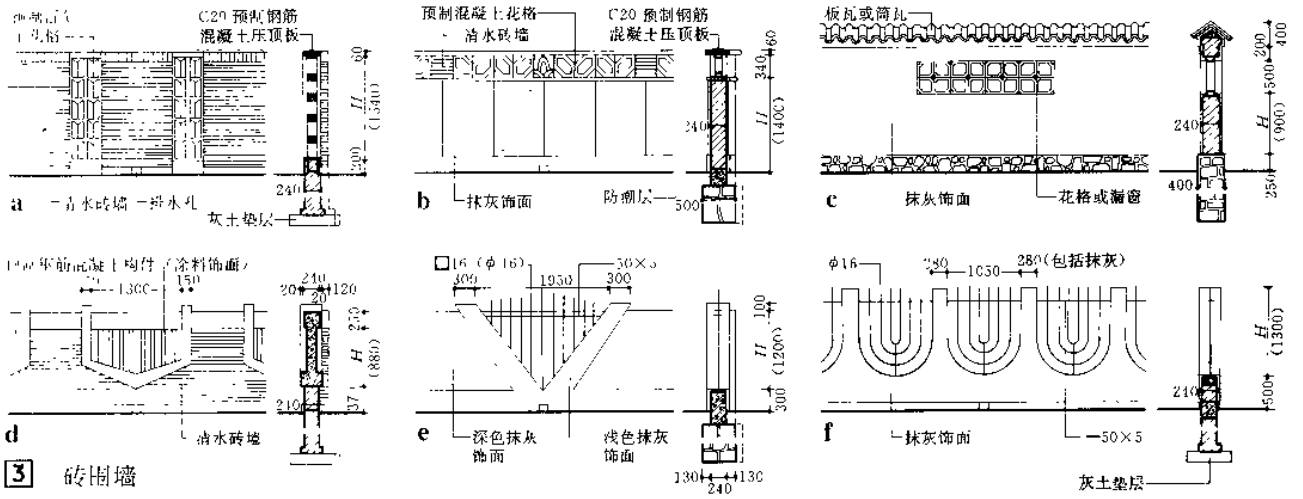
注：
1.土筑围墙应采用各地区的习惯做法。
2.花格用砖砌或用混凝土制做。
3.选用石料应考虑就地取材。

1 土筑围墙

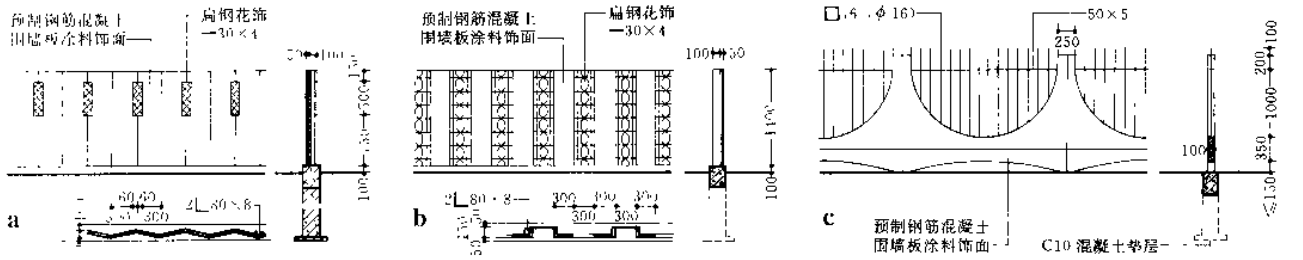


注：
①毛石围墙用虎皮石或较方正的块石砌筑。
②花池用钢筋混凝土制做，安装要求平稳，与石墙连接牢固。

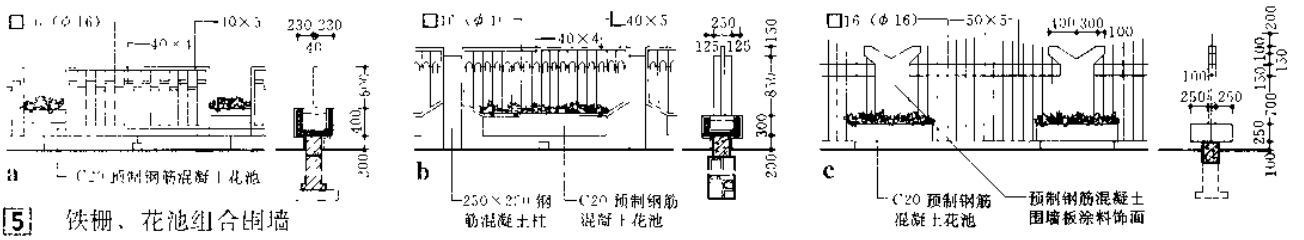
2 毛石围墙



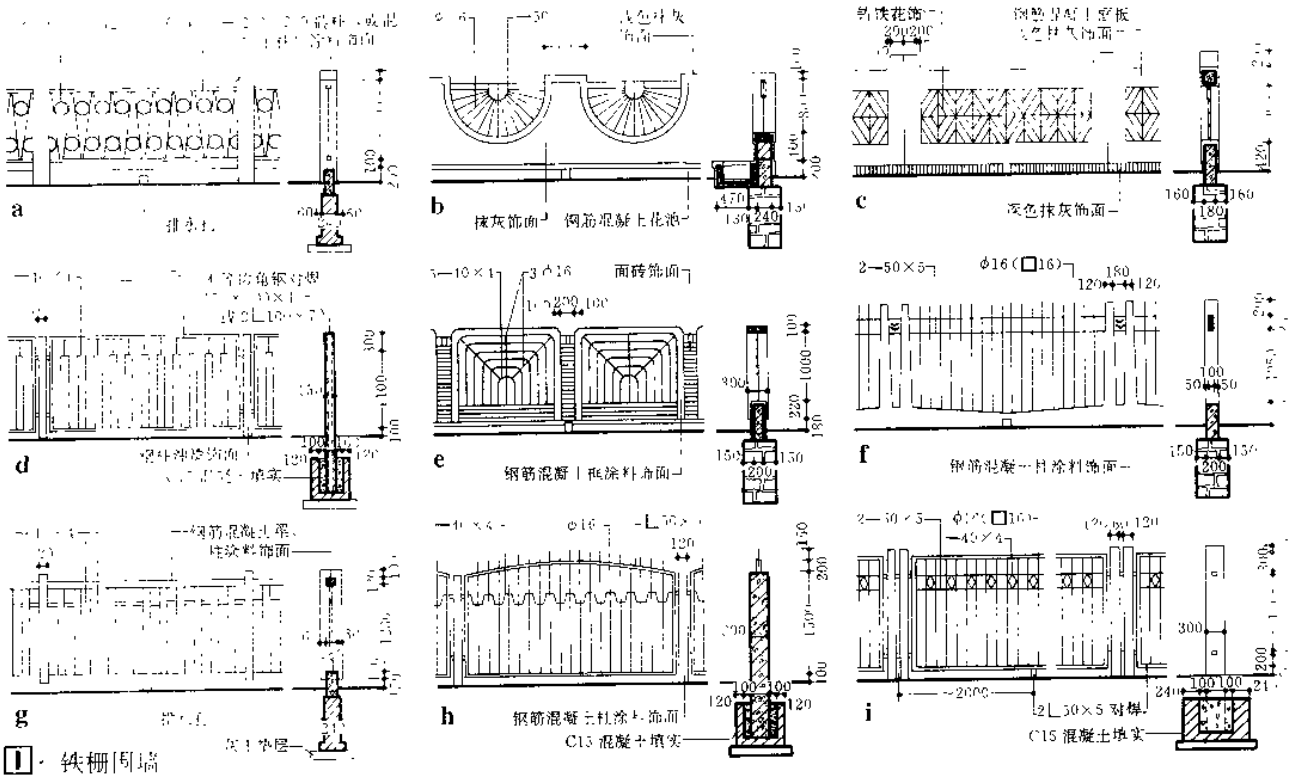
3 砖围墙



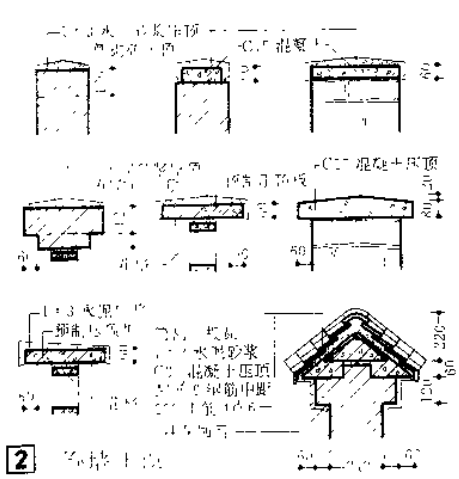
4 预制钢筋混凝土板转墙



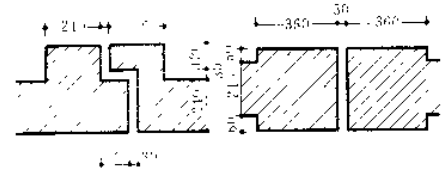
5 铁栅、花池组合围墙



1 铁栅围墙



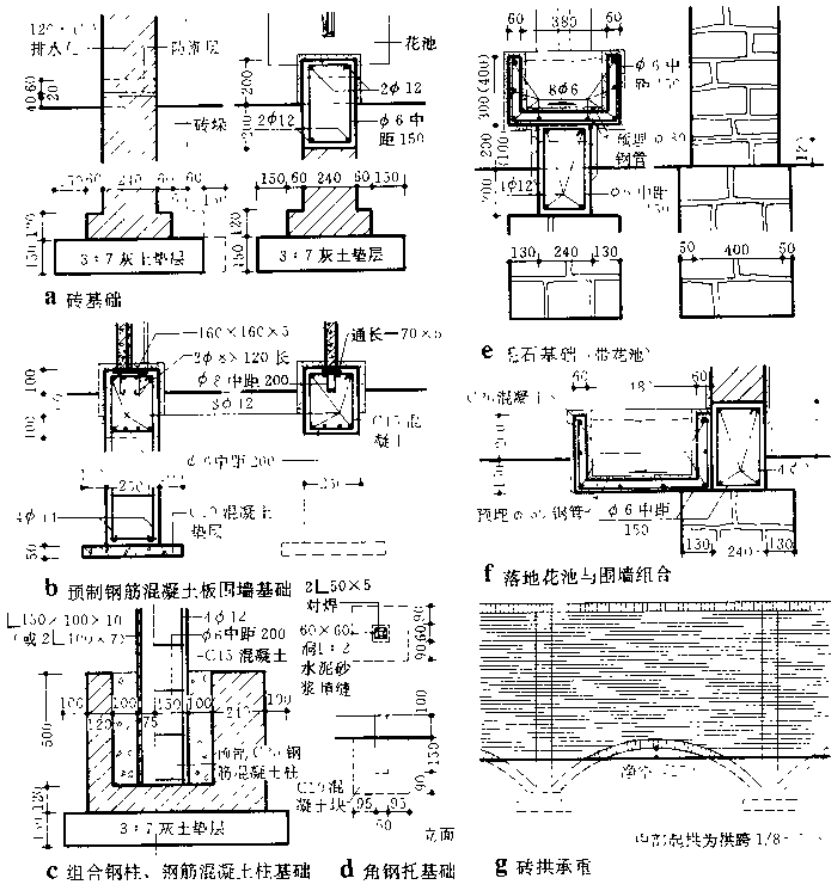
2 [illegible]



围墙伸缩缝	
围墙类	[illegible]
砖砌围墙	[illegible]
石砌围墙	[illegible]

注：围墙过长时可参照右表的间距数，在砖垛处设伸缩缝，遇反弯地质时伸缩缝兼沉降缝，其间距及分缝位置和地基条件确定，一般缝宽为 [illegible]

3 围墙伸缩缝



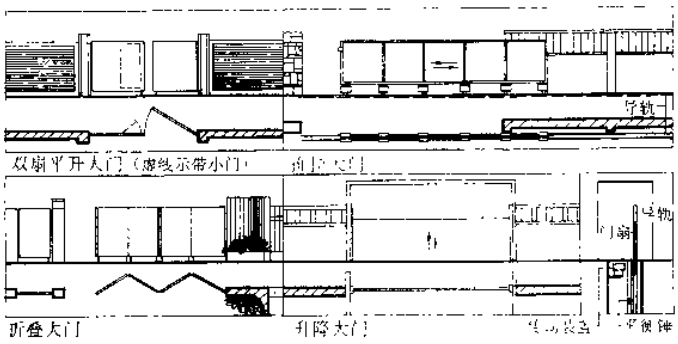
4 围墙基础

围墙大门的门数和宽度需要根据警卫、传达室统一布局，并要综合考虑车辆、人流及建筑物的规模等因素，一般可选择开启形式、数量、宽度及高度。大型公共建筑围墙大门一般可放宽度，以满足人流、车辆及总平面布置等方面的要求。

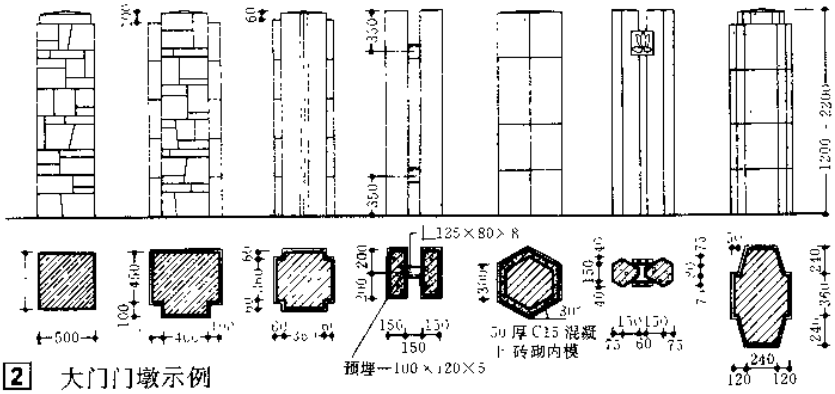
围墙火车大门要符合铁道部门关于标准轨距铁路限界的各项规定。

围墙大门门墩和门柱一般选用砖墩、石墩、钢筋混凝土墩（柱）及钢柱等形式。

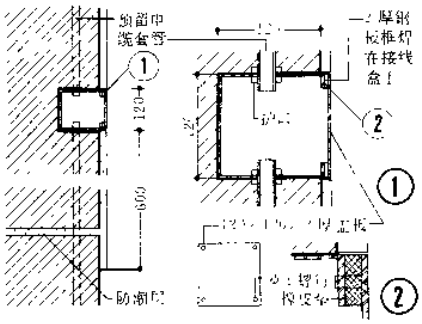
围墙大门需要人值守时可局部或全部做雨篷。



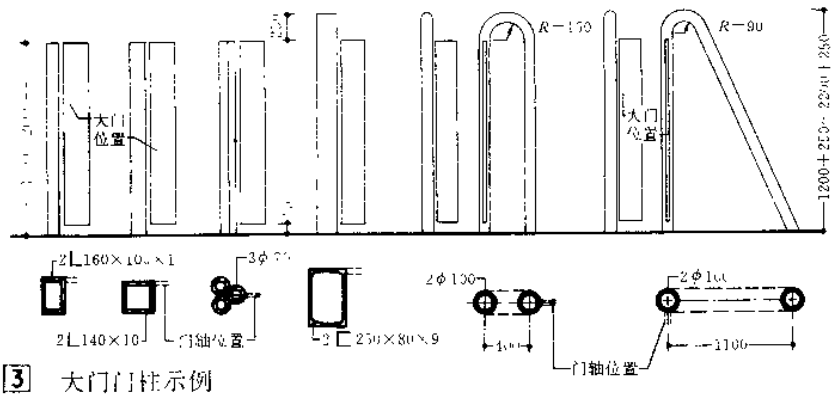
1 围墙大门开启方式



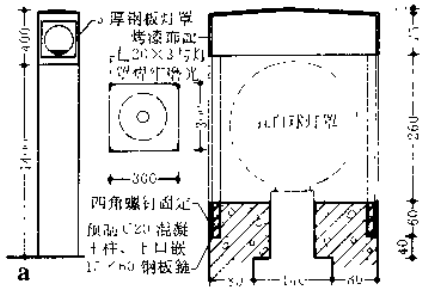
2 大门门墩示例

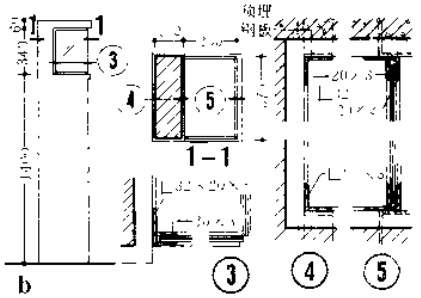


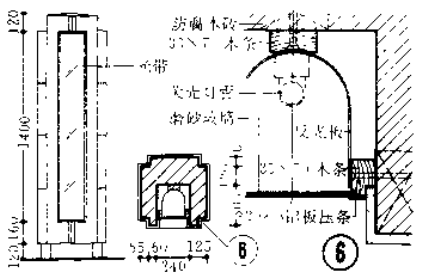
5 门墩接线盒构造



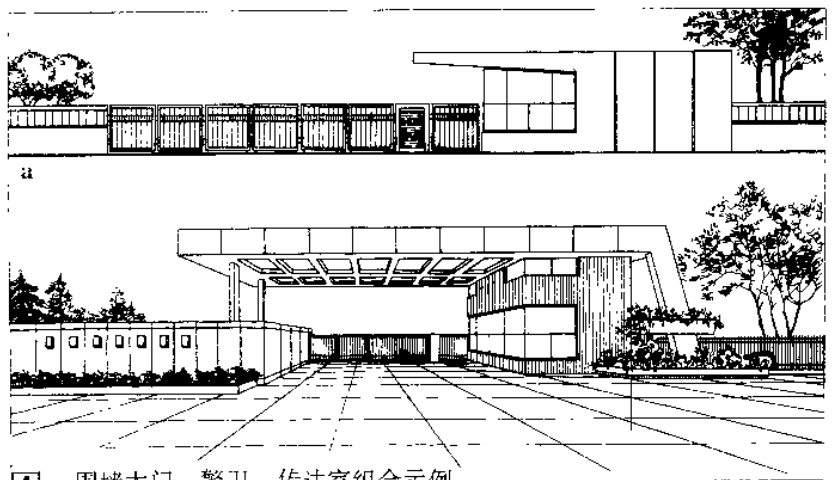
3 大门门柱示例



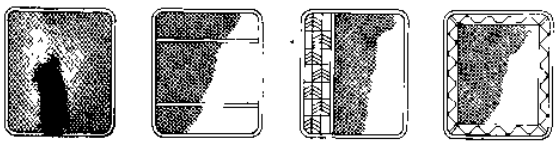




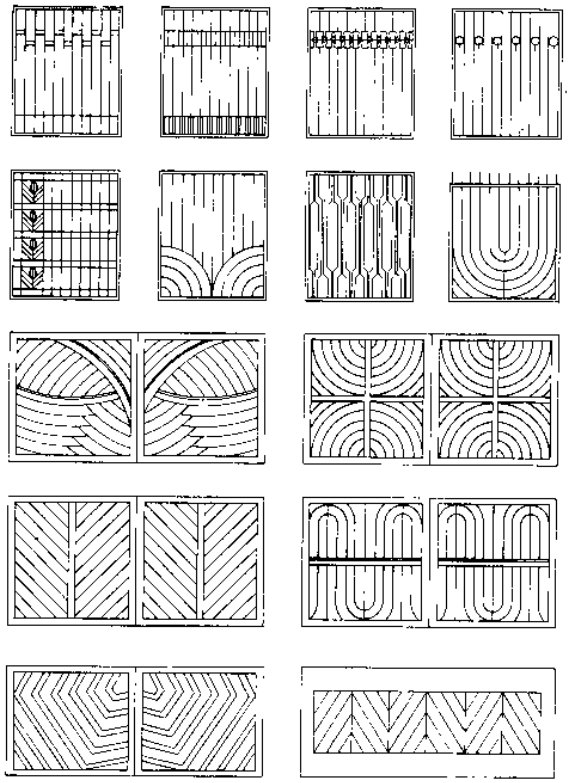
6 门墩（柱）灯具构造



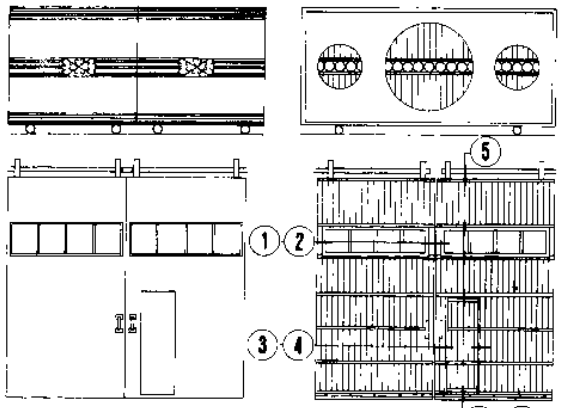
4 围墙大门、警卫、传达室组合示例



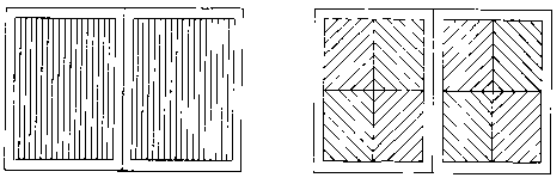
1 镀锌钢丝网大门形式



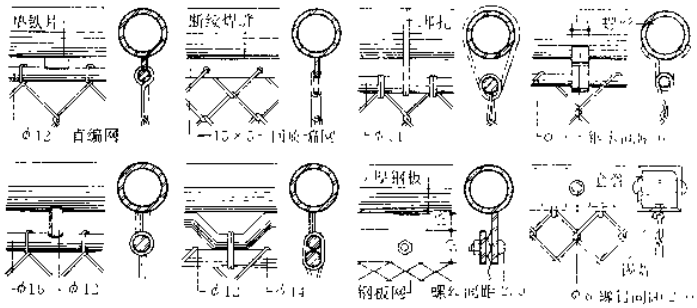
2 金属栅栏大门形式（金属栅栏间距 一般为 50～100）



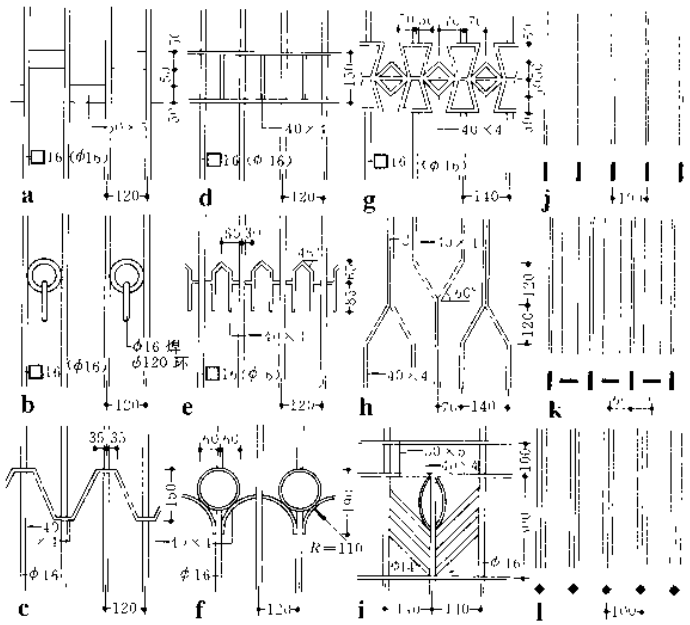
3 推拉钢板大门、推拉钢木大门形式



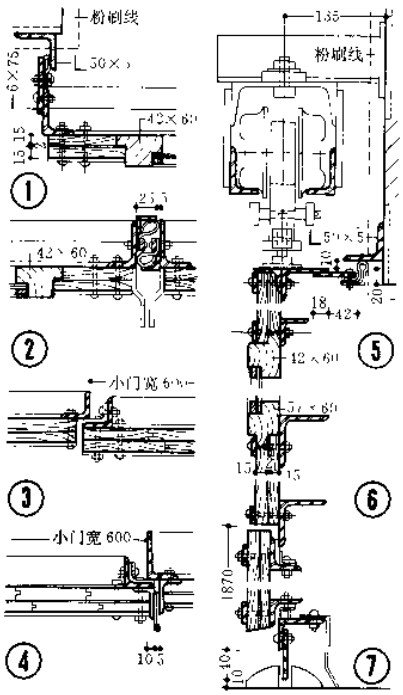
4 木大门形式



5 镀锌钢丝网大门构造（用14号钢丝编网，网孔40～50）



6 金属栅栏大门花饰示例



金属大门用料参考

镀锌钢丝网大门	边挺	钢管	门扇宽	管径
			1200	2.5
			1400～1800	3～4
			2000	4
		角钢	2∟40×4	
	镀锌钢丝		10号（φ3、φ4）	
金属栅栏大门	边挺	角钢	∟50×5	
			2∟45×25×4	
		方钢管	□25	
			参考镀锌钢丝大门	
	栅栏	圆钢	φ16、φ18	
		扁钢	—40×4、—50×5	
		方钢	□16	
	花饰	圆钢	φ14、φ16	
		扁钢	—40×4、—50×5	
钢板大门	边挺		∟50×5	
	肋		∟40×4、—40×4	
	钢板		1.5、2.0厚	

注：① 大门开闭、插销、锁扣、地滑轮等参见1、2、3，所有零件应根据需要合理选择。

② 钢板大门钢板与骨架间可采用电焊、铆钉或螺丝固定。

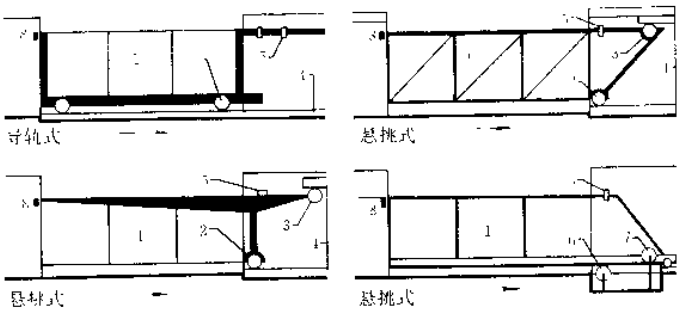
③ 本大门所用木材含水率：木拼板为10～15%，其他为25～18%。

④ 上表所列规格均为最小用料可根据需要适当调整。

推拉式围墙大门适用于开口较大的入口，门扇宽度可达十几米甚至二十米以上。为了大门开启，沿推拉方向必须留有储存门扇的足够位置。

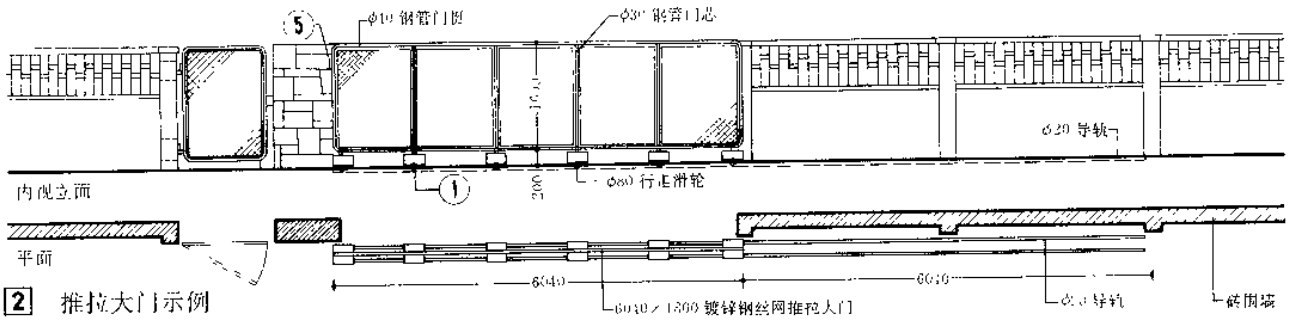
推拉式围墙大门按受力状态可分为导轨式及悬挑式两种。导轨式门扇受力状态较好，但开口处地面上须设置导轨，不利行车。悬挑式门扇的受力状态较差，但开口处地面上不设导轨，行车较方便。门的开启方式有手动及电动两种。如采用电动装置，应考虑适宜的启闭速度及必要的安全措施。

门扇宜用网式或格栅式，以减少风力影响。

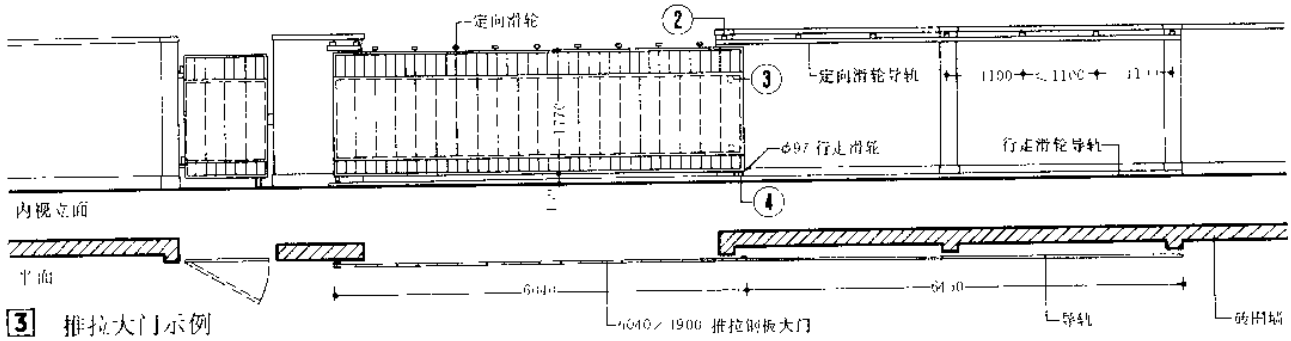


1 门扇　2 行走滑轮　3 定向滑轮　4 导轨
5 定向轮　6 承重轮　7 护轮　8 碰头

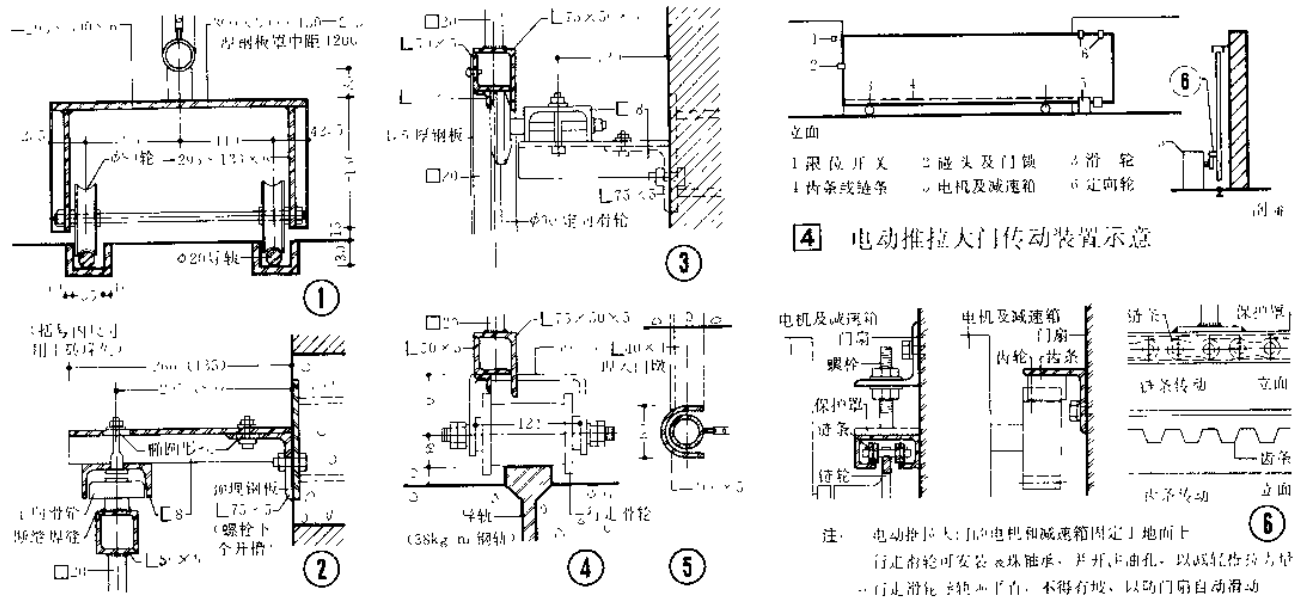
1 推拉大门形式



2 推拉大门示例



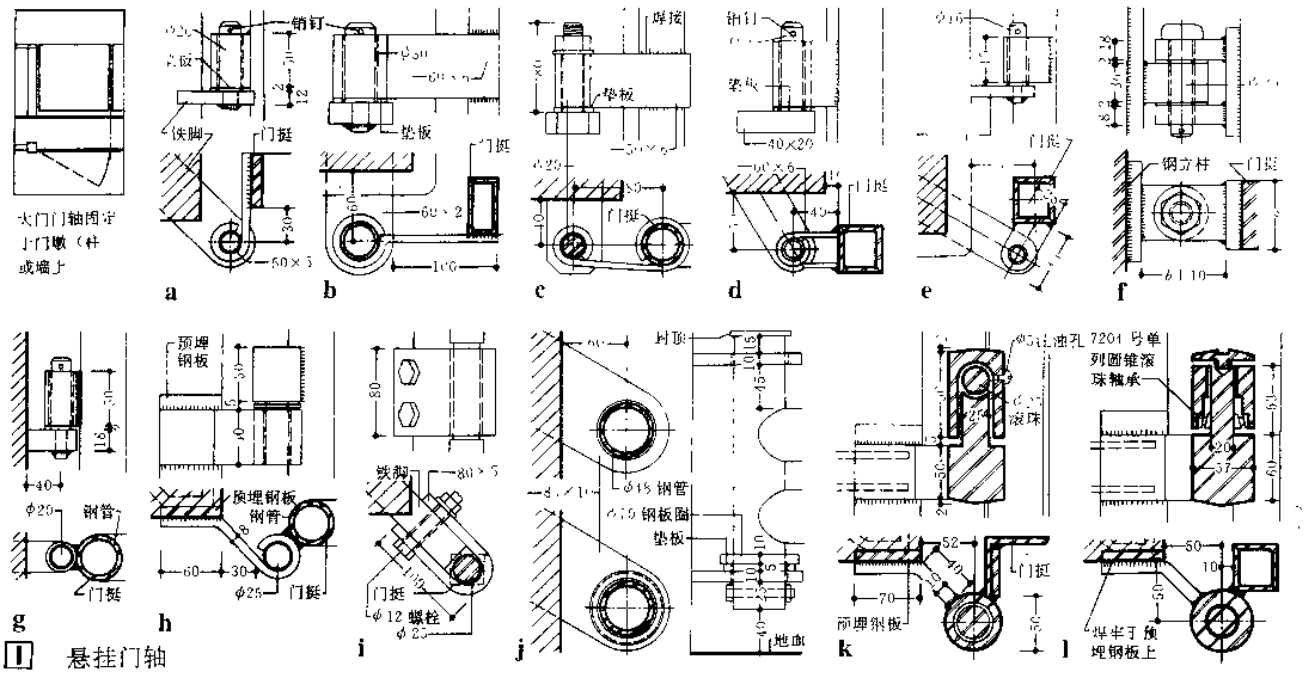
3 推拉大门示例



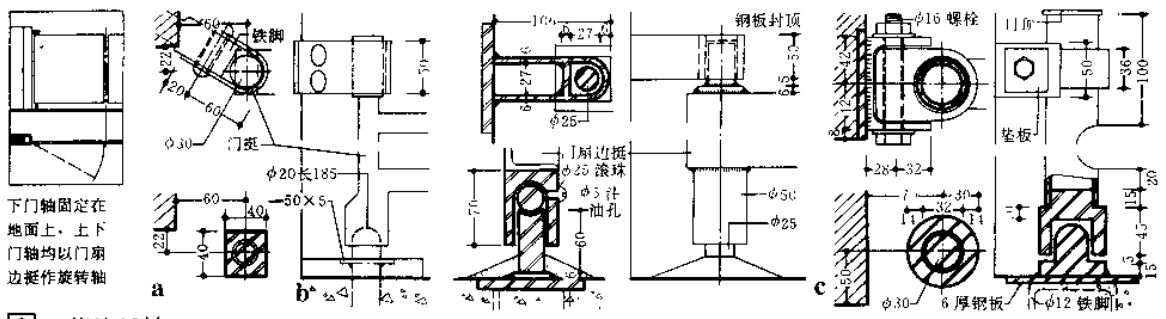
1 跟位开关　2 碰头及门锁　3 滑轮
4 齿条或链条　5 电机及减速箱　6 定向轮

4 电动推拉大门传动装置示意

注：电动推拉大门的电机和减速箱固定于地面上。行走滑轮可安装滚珠轴承，并开上油孔，以减轻摩擦力。行走滑轮轨道平直，不得有坡，以助门扇自动滑动。

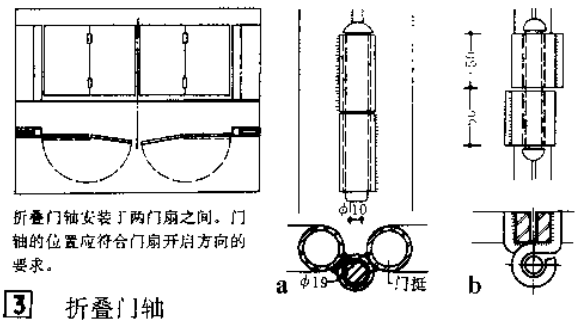


1 悬挂门轴

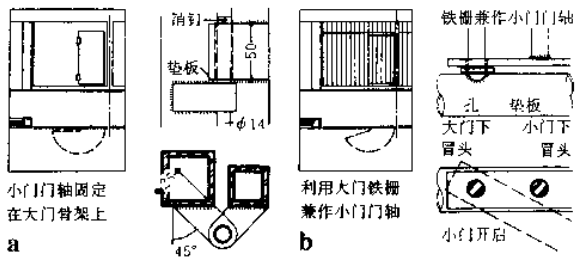


注：
1部分门轴构造可根据大门门扇边挺断面作适当改变。如构造图中边挺为钢管，局部修改后可用角钢边作。
2门轴构造尺寸应按大门重量确定。

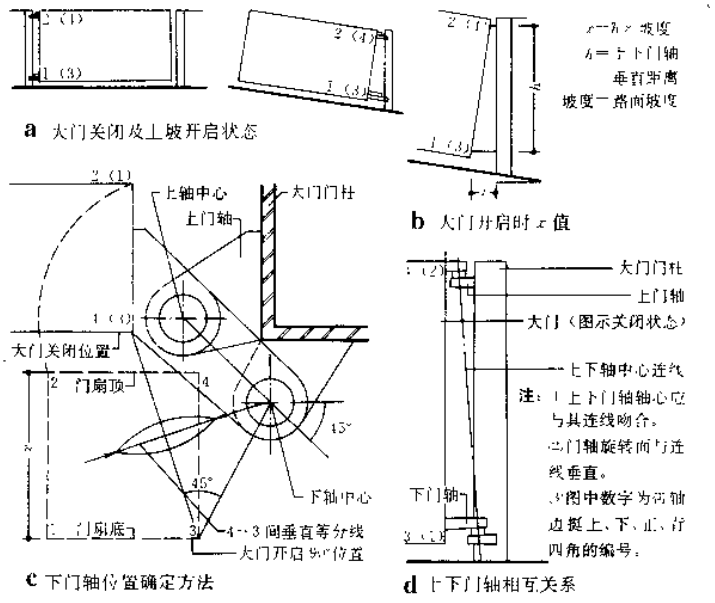
2 落地门轴



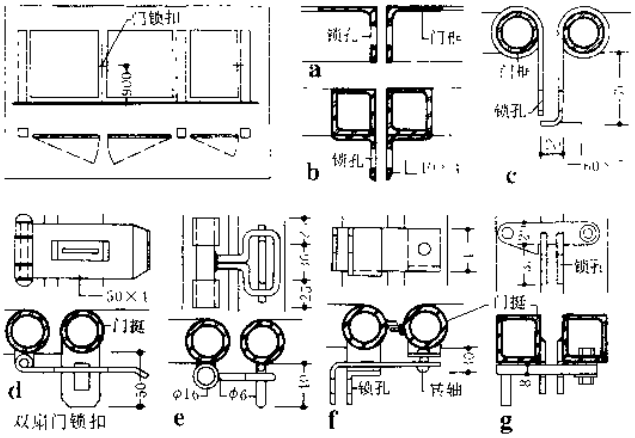
3 折叠门轴



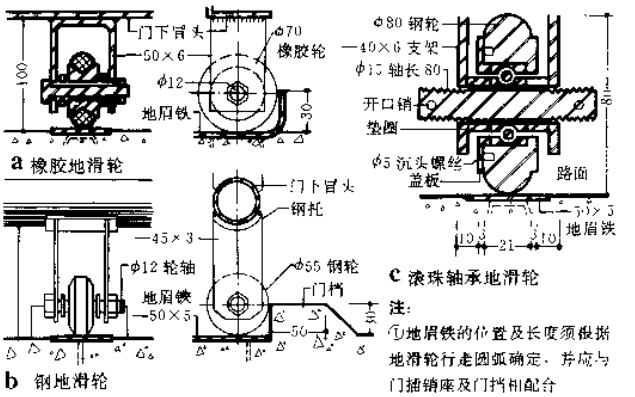
4 大门带小门的门轴



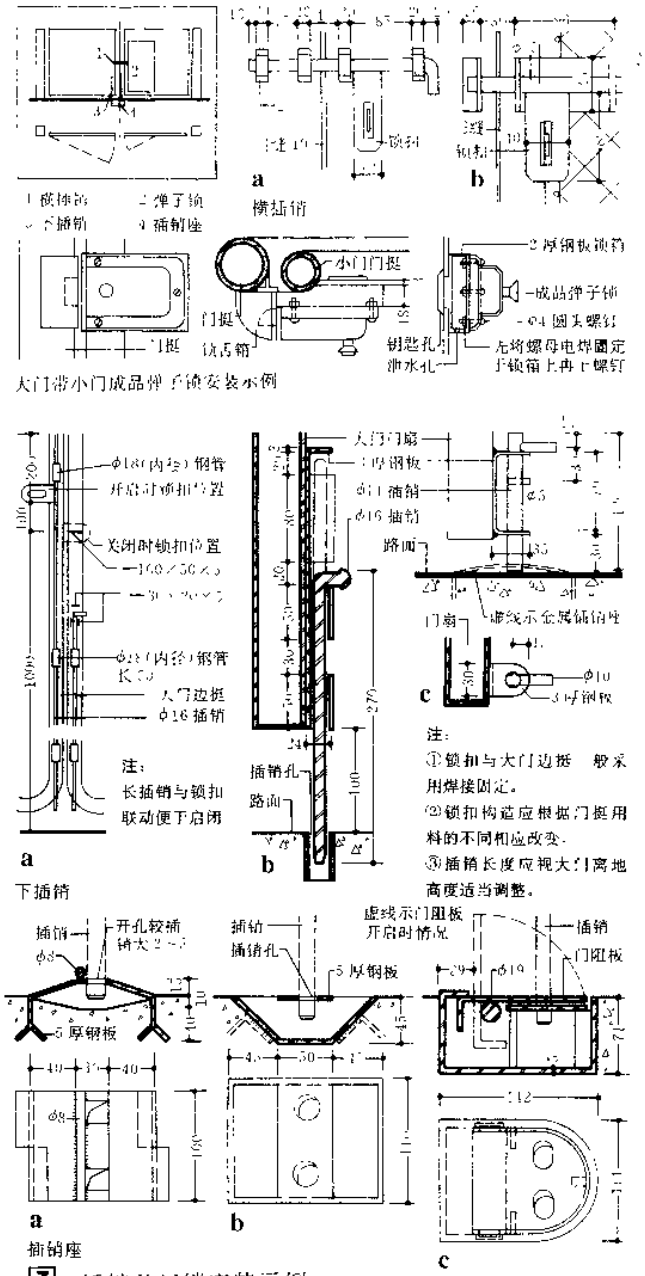
5 大坡度路面上坡开门示例



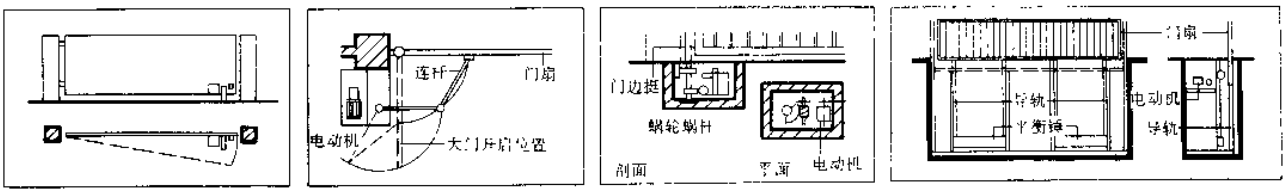
1 锁扣



2 地滑轮



3 插销及门锁安装示例



a 地滑轮传动

将电动机、传动机构和地滑轮组成传动装置安装在大门开启一侧的下部，地滑轮转动带动大门启闭。

b 连杆传动

传动装置安装在大门门墩边，通过传动连杆启闭大门。传动装置用机械或液压传动系统，门扇开启90°为宜。

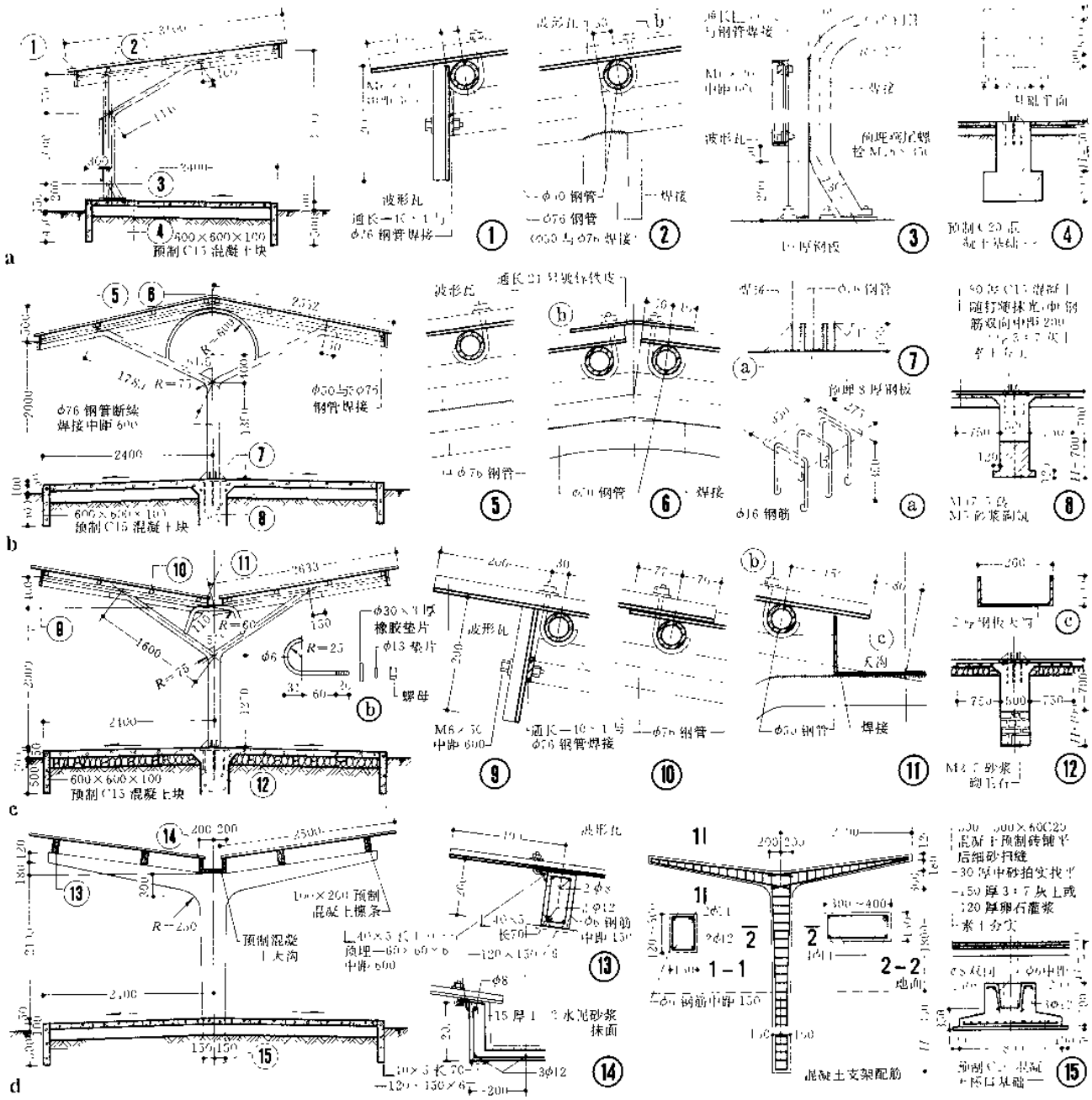
c 蜗轮蜗杆传动

传动装置设在门边挺下部地坑内，通过蜗轮、蜗杆或液压传动系统旋转门挺而启闭大门。地坑应考虑防水措施。

d 升降式

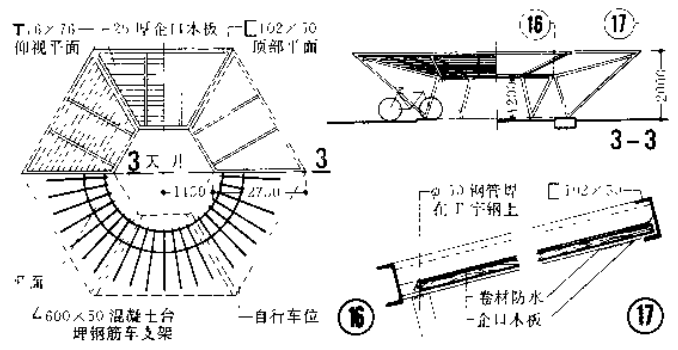
传动装置全部设在地下室。大门沿两侧导轨垂直升降，开启时大门全部降入地下室内，并设有平衡锤以减轻传动荷载。升降式大门上部应有雨篷或将其设在过街楼下防雨水浸入。

4 几种自动大门传动装置示意

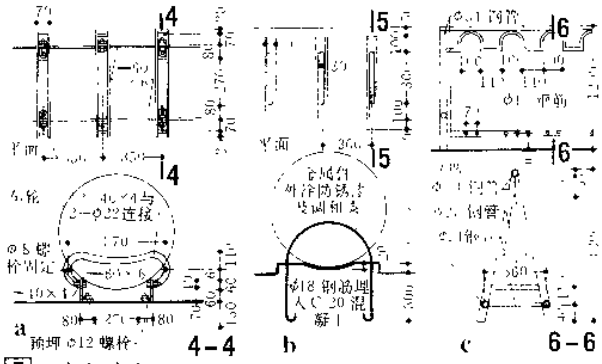


1 自行车棚示例

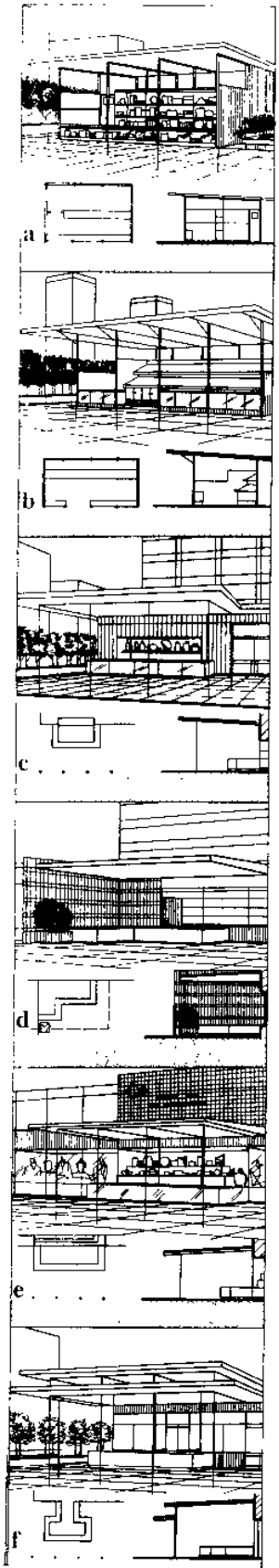
注：1.基础埋深H按设计确定。 2.地面下如设防冻胀层，改为加铺120厚中砂



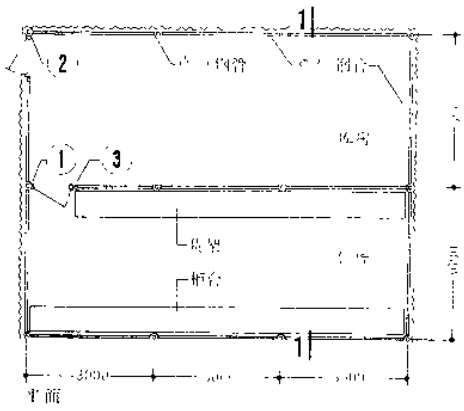
2 自行车棚国外选例



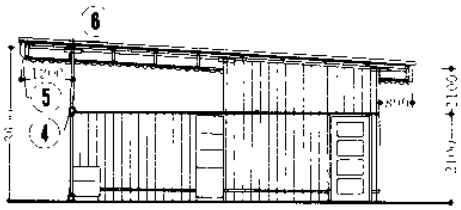
3 自行车架



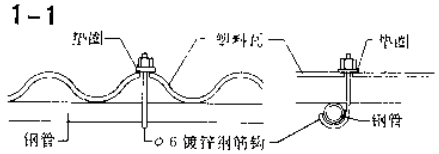
1 售货棚示例



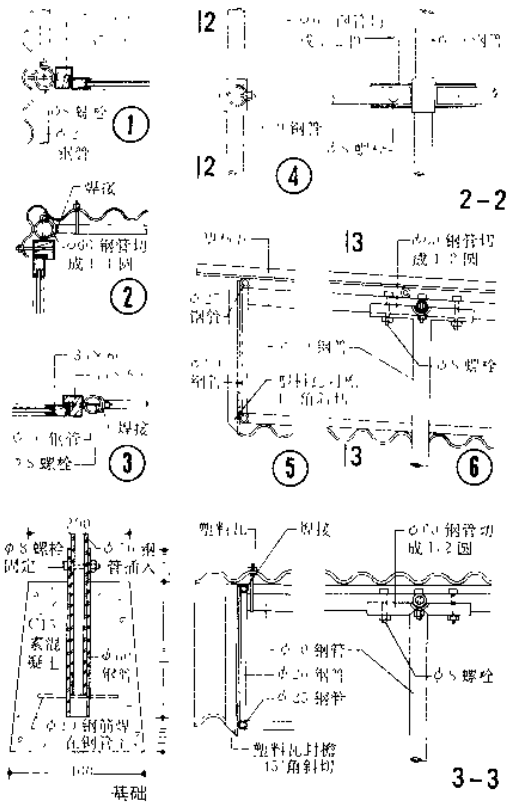
平面



1-1



2 装配式独立售货棚　塑料瓦固定方式

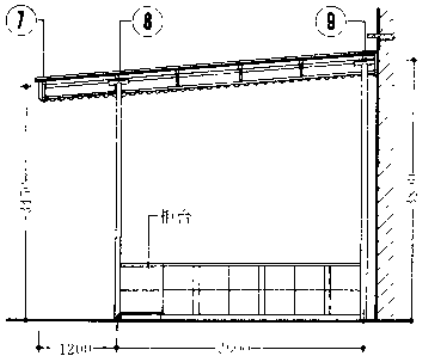


2-2

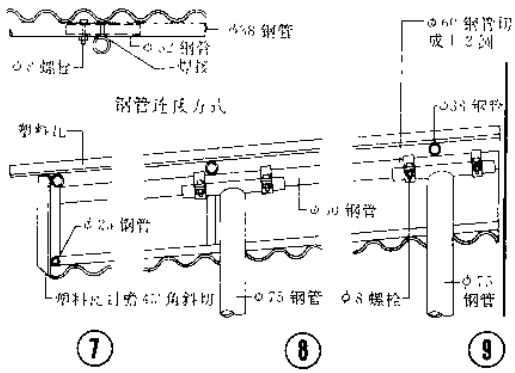
3-3

基础

注：独立式售货棚为临时性建筑时，采用螺栓接头，便于拆卸

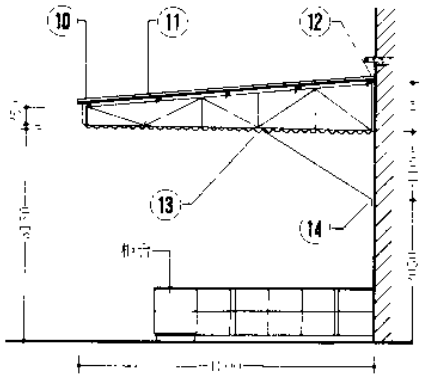


3 毗连建筑售货棚

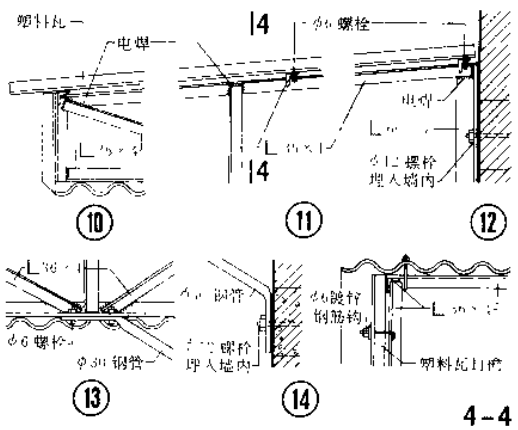


钢管连接方式

注：毗连建筑售货棚及悬挑式售货棚应与其毗连的建筑开间一致。



4 悬挑式售货棚



4-4

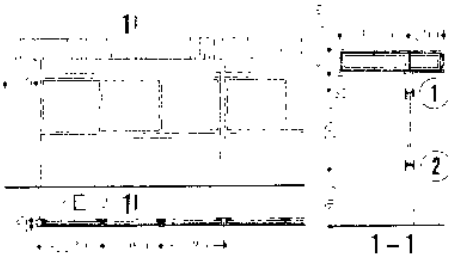
宣传窗

宣传窗[illegible]

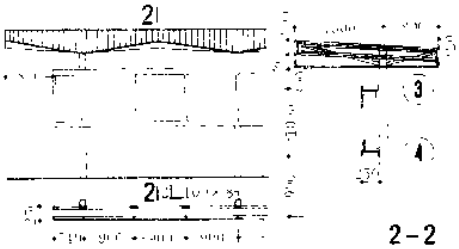
宣传窗应考虑[illegible]

环境标志

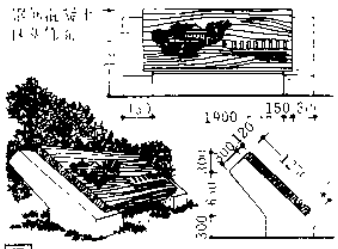
[illegible]



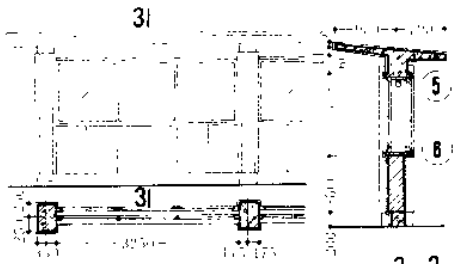
1 铝合金装饰板宣传窗



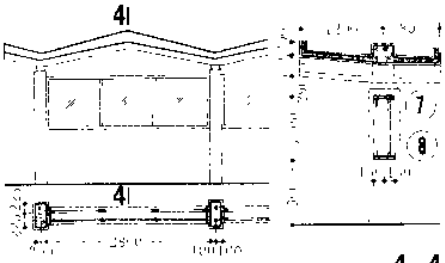
2 铝合金装饰板宣传窗



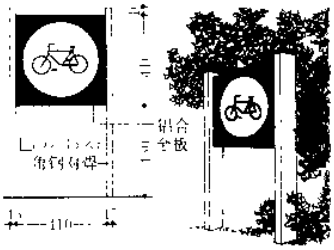
7 旅游点介绍牌



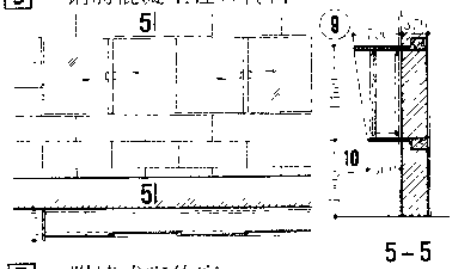
3 钢筋混凝土柱宣传窗



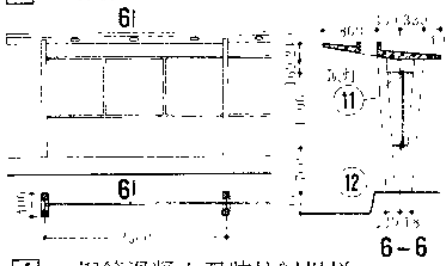
4 钢筋混凝土柱宣传窗



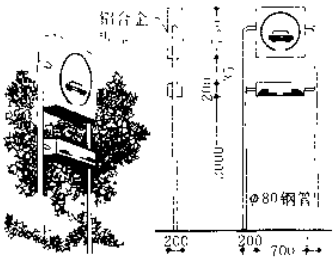
8 自行车存放标志



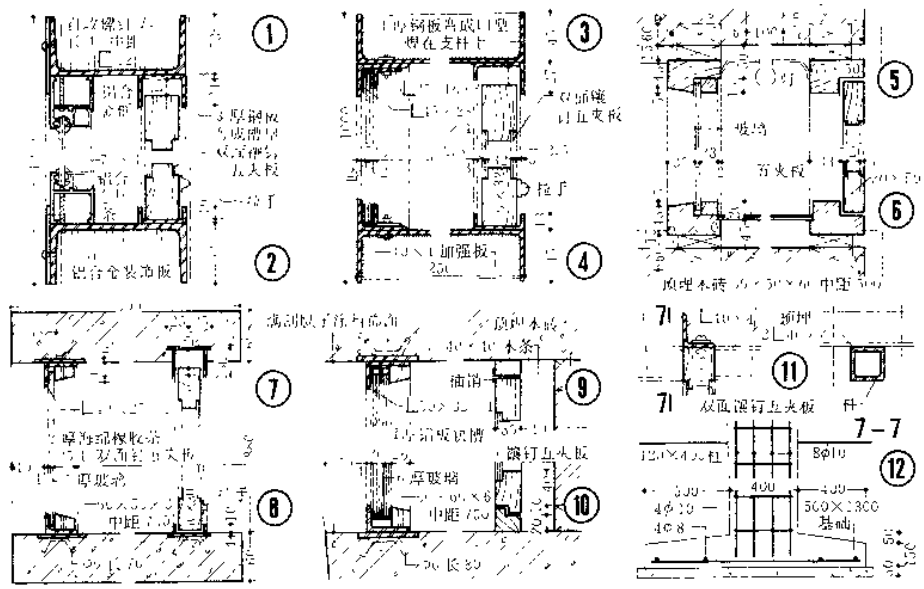
5 附墙式宣传窗

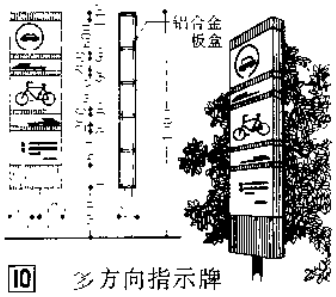


6 钢筋混凝土双肢柱阅报栏

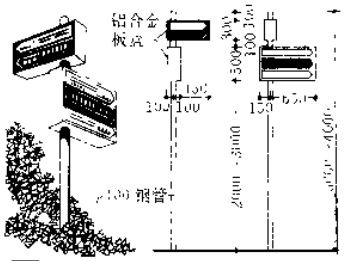


9 小汽车停车场标志

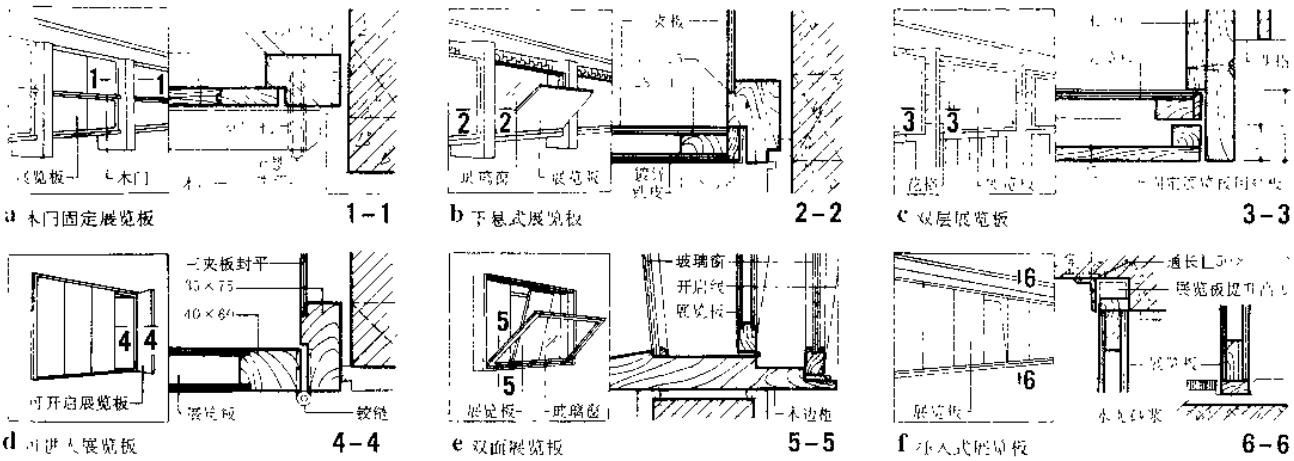




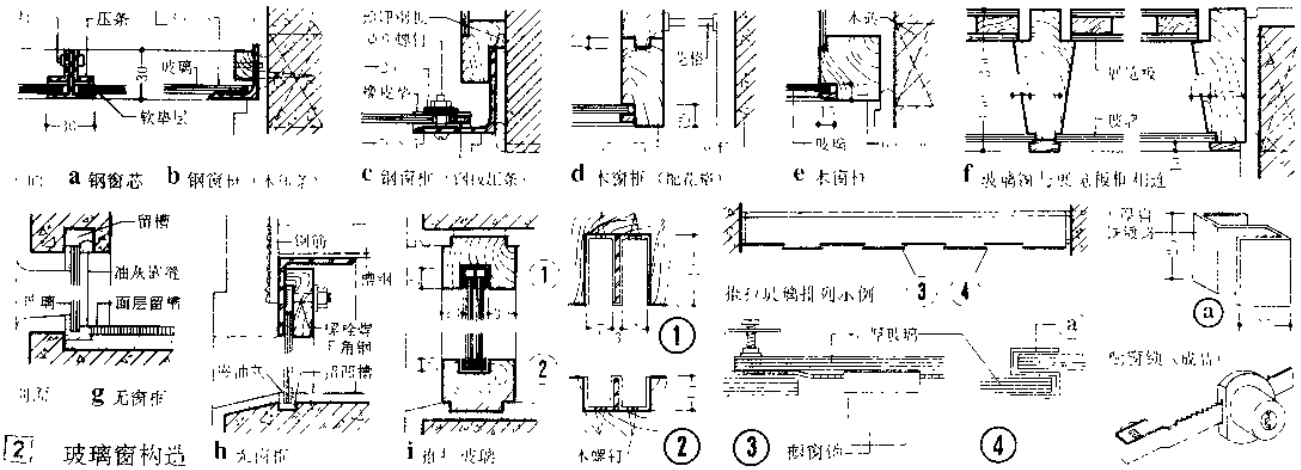
10 多方向指示牌



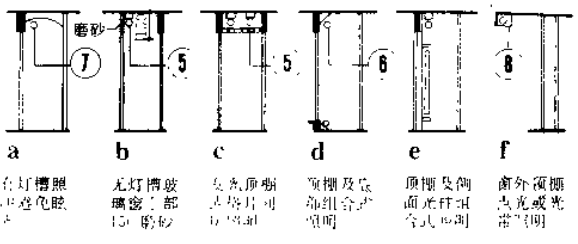
11 单杆导向标志



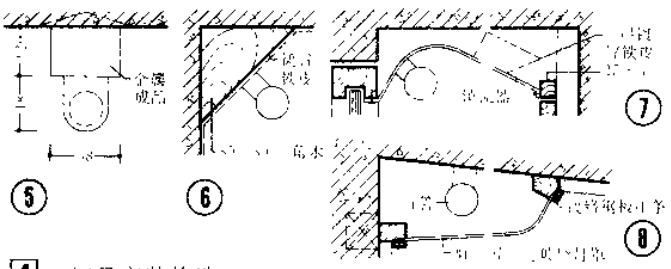
1 展览板构造



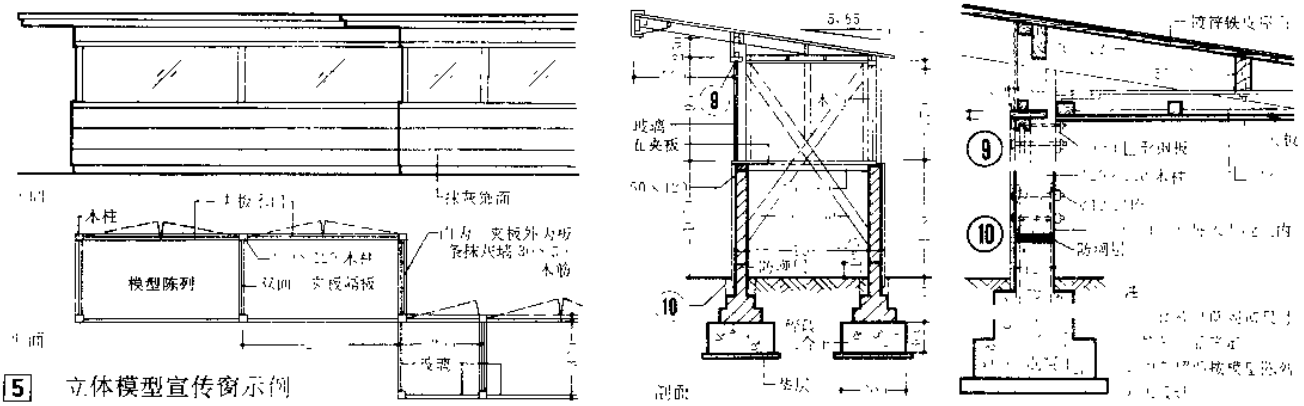
2 玻璃窗构造



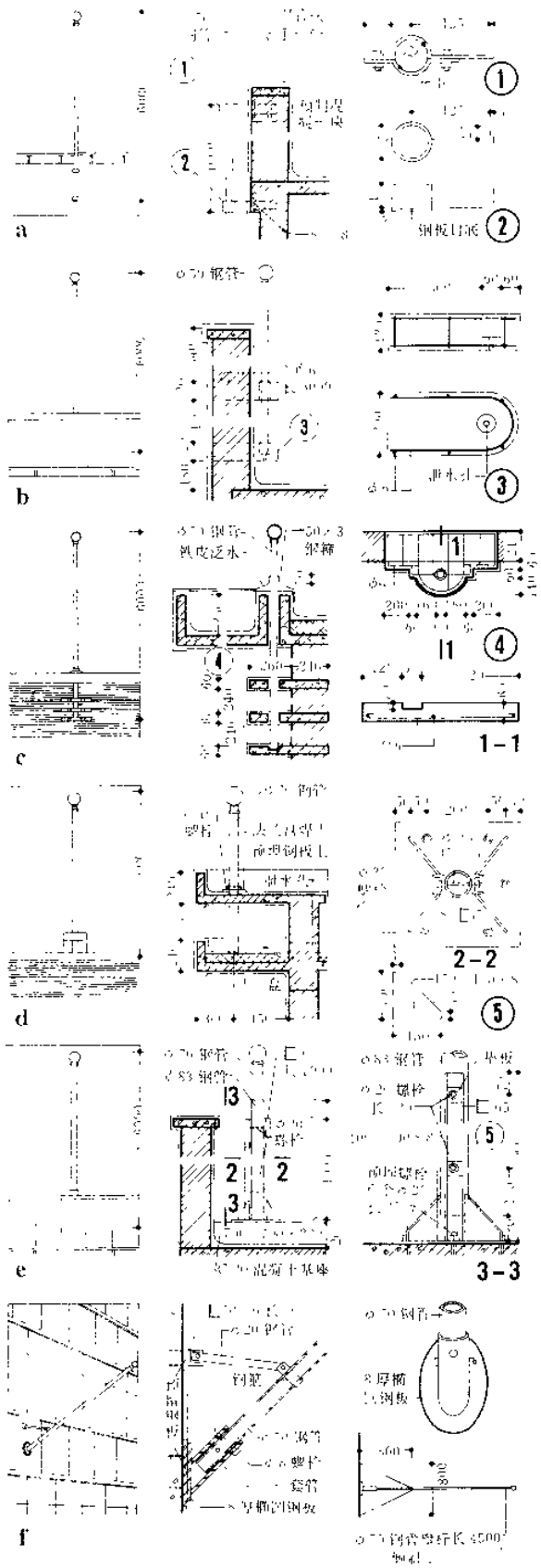
3 宣传窗照明形式



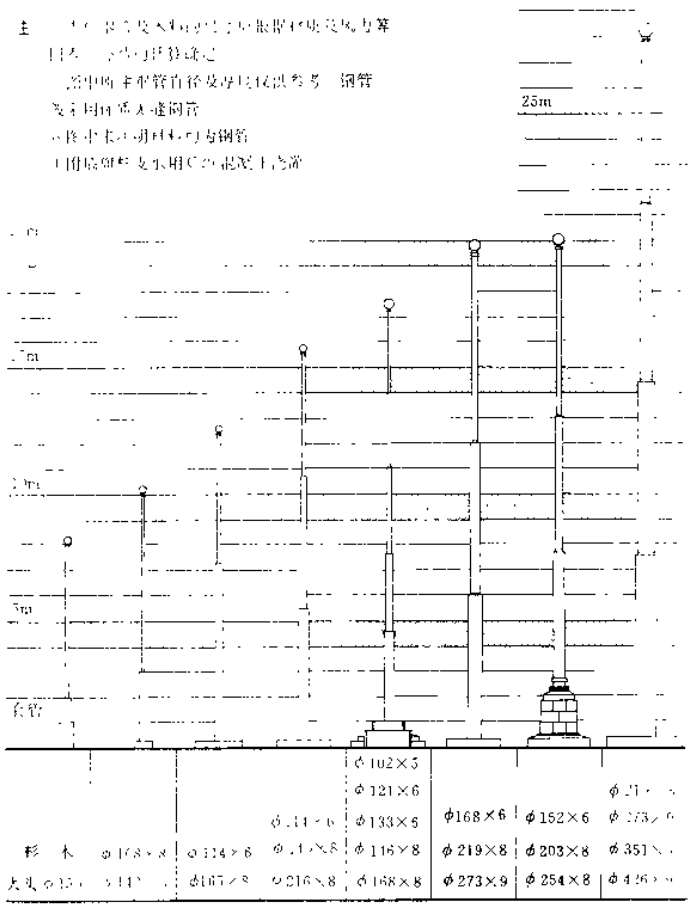
4 灯具安装构造



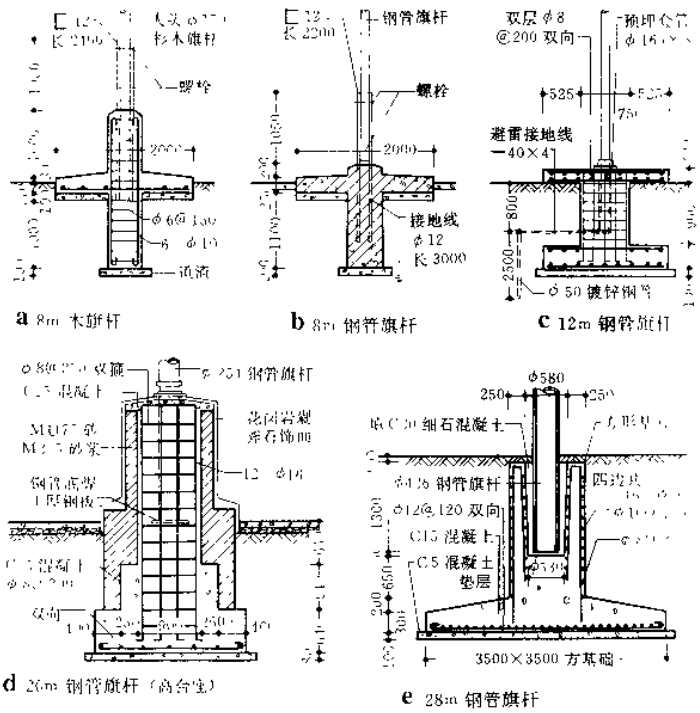
5 立体模型宣传窗示例



1 附在建筑物上的旗杆



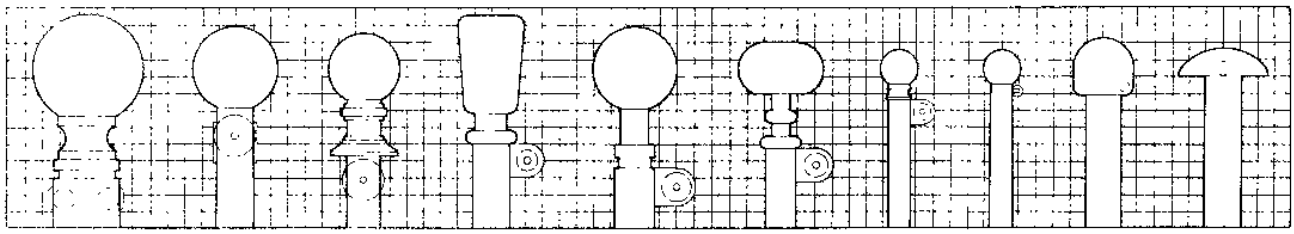
2 独立式旗杆



a 8m 木旗杆　b 8m 钢管旗杆　c 12m 钢管旗杆

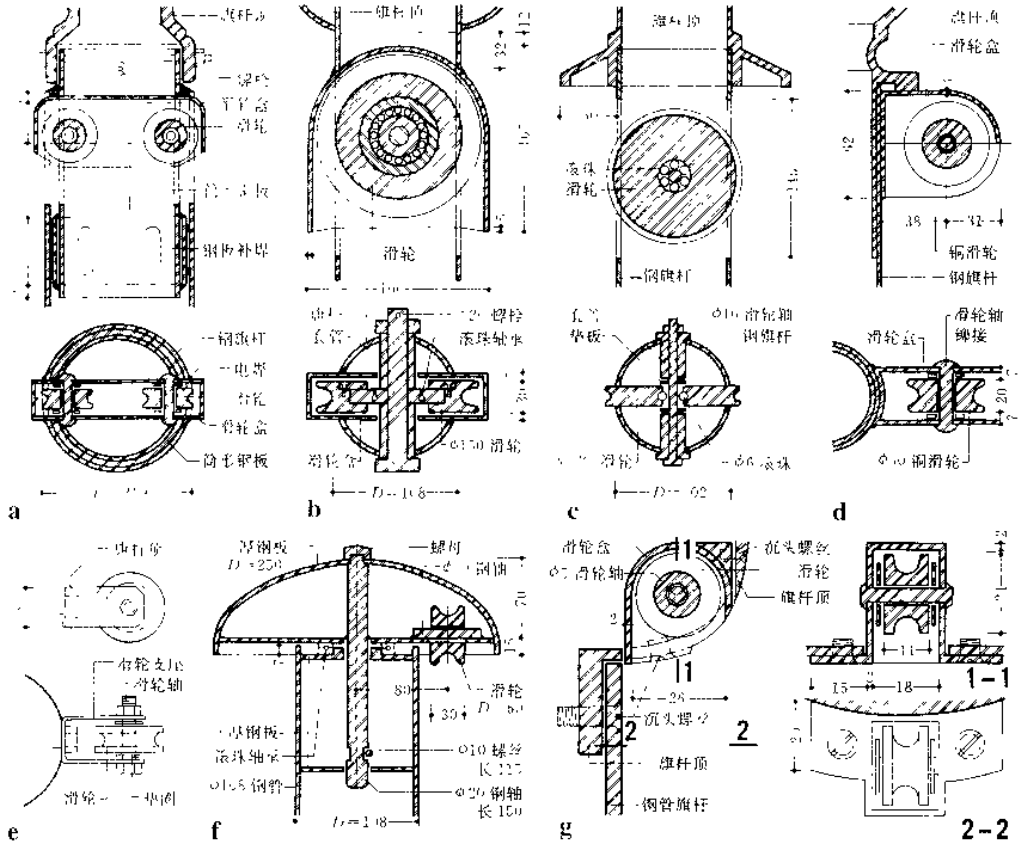
d 26m 钢管旗杆（高台生）　e 28m 钢管旗杆

3 独立式旗杆基础示例



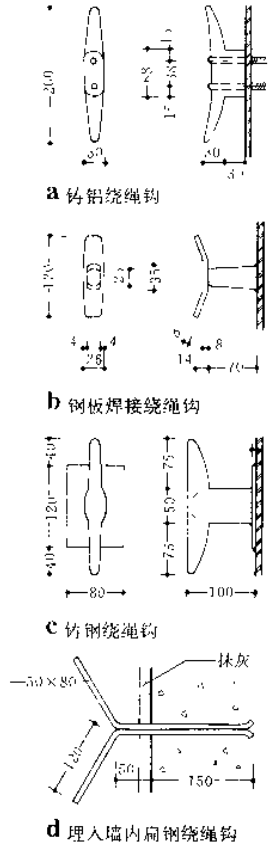
a 滑轮设在钢管内　b 滑轮设在旗杆钢管外　c 滑轮设在旗杆顶内

1 旗杆顶及滑轮形式示例



a　b　c　d　e　f　g

2 滑轮



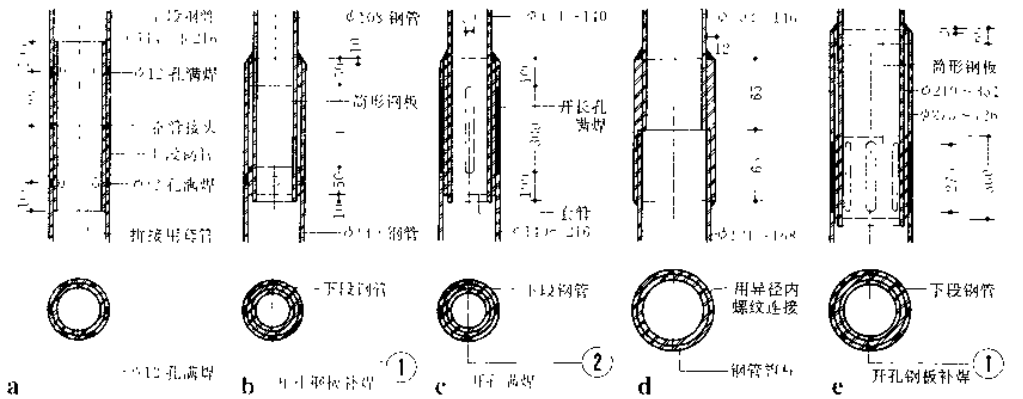
a 铸铝绕绳钩

b 钢板焊接绕绳钩

c 铸钢绕绳钩

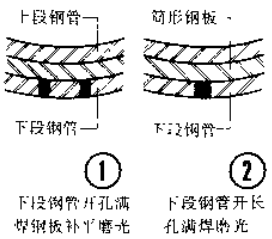
d 埋入墙内扁钢绕绳钩

3 旗杆绕绳钩



a　b　c　d　e

4 钢管连接



注：1 滑轮及滑轮轴应采用耐磨不易锈蚀的金属制造，一般用铜质滑轮。

2 滑轮轴用双螺母或单螺母加开口销，以防脱落。

3 与旗绳相摩擦的部位皆要洗刷打光。

4 绕绳钩用铜或铸铝制作。

室外照明常用光源

白炽灯：利用钨丝通过电流而被加热发光的照明光源，具有结构简单、成本低、使用方便等特点。

荧光灯：一种预热式阴极低气压水银放电灯，比白炽灯寿命长、光效高、用电省、光色好。

高压荧光水银灯：在玻璃壳内表面涂荧光粉的高压水银灯，比高压水银灯改善了光色，降低了表面亮度。

自镇流高压水银荧光灯：利用水银放电管、白炽体及荧光材料三种发光原素同时发光的一种复合光源，除具有寿命长、光效高、用电省等优点外又改进了光色，同时不需要镇流器，使用方便。

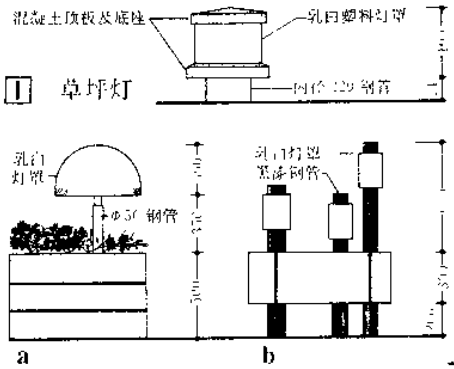
高压钠灯：利用钠蒸气在高温高压下发光的照明光源，发光效率很高，用电省、穿透云雾能力强。比低压钠灯的光色又有所改进。

金属卤化物灯：把金属卤化物引入高压水银电弧中的新型气体放电灯，发光效率及显色都得到较大的改善，已被广泛应用。

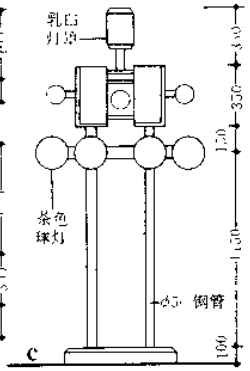
管形氙灯：内充高纯度氙气的弧光放电灯，功率可由几十瓦到十万瓦以上，能发出数十万流明以上的巨大光强，可见光能量接近日光，被誉为"人造小太阳"。

各种灯具光源特性比较

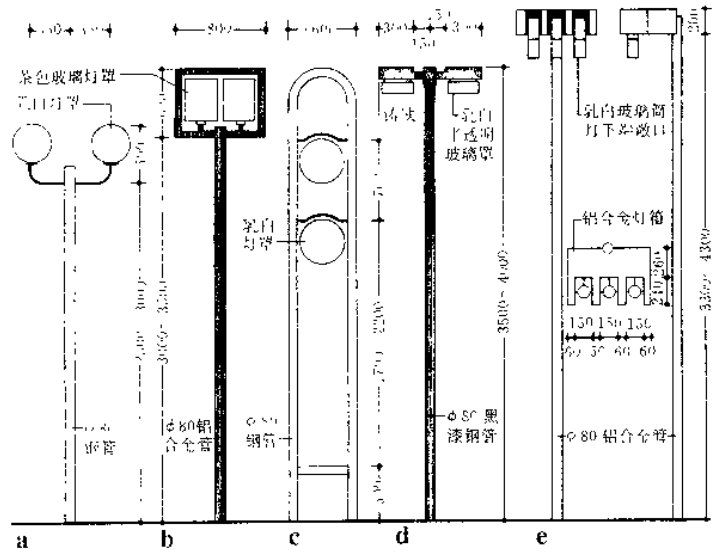
光源灯型	光效	寿命	配光能力	启动	显色	眩光	造价	维护	推荐功率（W）	适用范围
白炽灯	很低	短	可任意	迅速	好	较强	很低	方便	100，200	交通量极少的街道、公园、林荫道、庭院
荧光灯	高	较长	较	与气温有关	好	弱	高	不方便	40，100	装饰性街道（中温气候）、立体交叉公路桥洞
高压荧光水银灯	高	很长	较	时间长	差	较	较	方便	125，250，400	一般街道、广场
自镇流高压水银荧光灯	较	较长	较	迅速	较	较	低	方便	250，160	照明不允许间断的街道、广场
高压钠灯	很高	很长	可任意	时间长	差	弱	低	方便	400	一般街道、广场、高速公路
金属卤化物灯	很高	很长	可任意	时间长	好	较	较	方便	400，1000	大型停车场、高速公路
管形氙灯	高	短	困难	迅速	好	强	高	方便		特大型广场、停车场、室外体育场



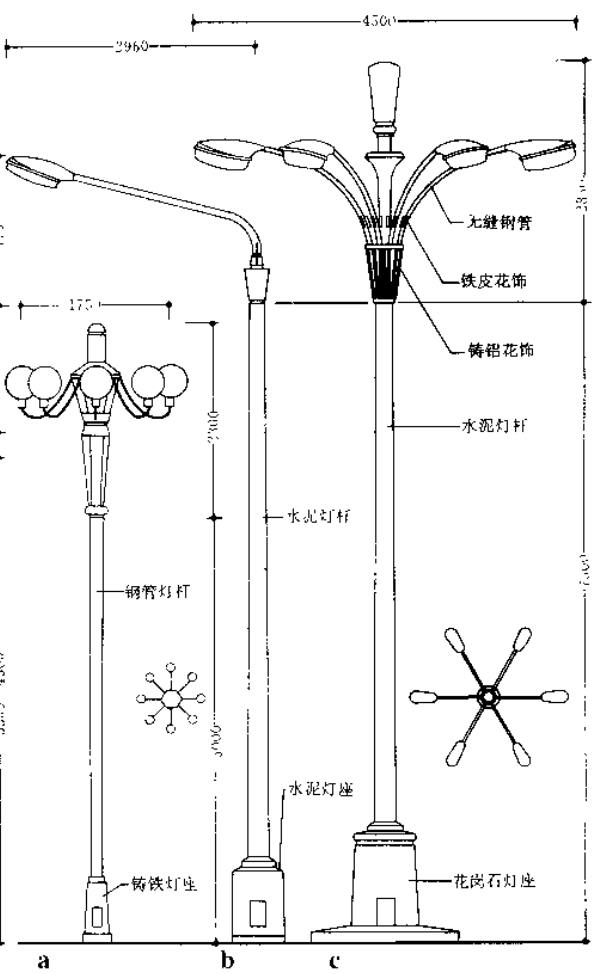
1 草坪灯



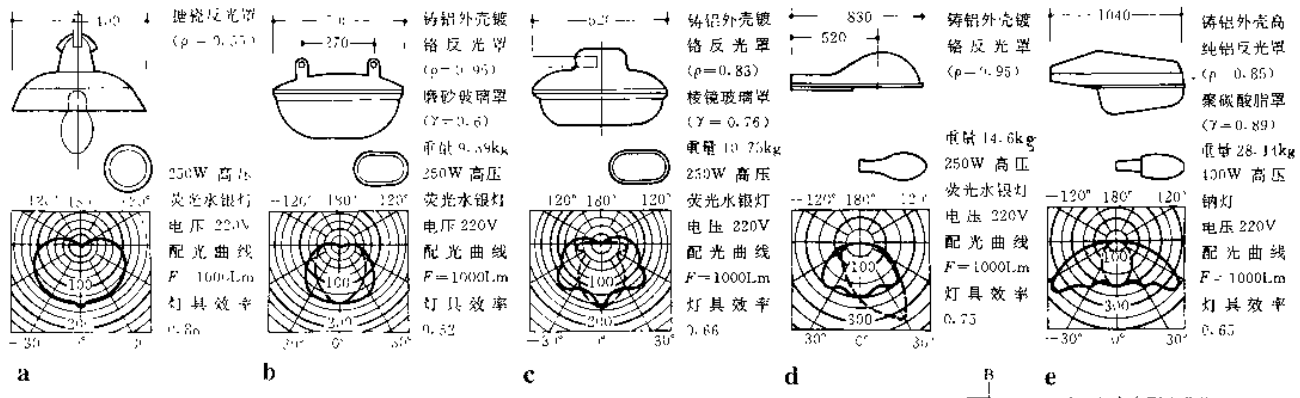
2 座灯



3 庭院灯

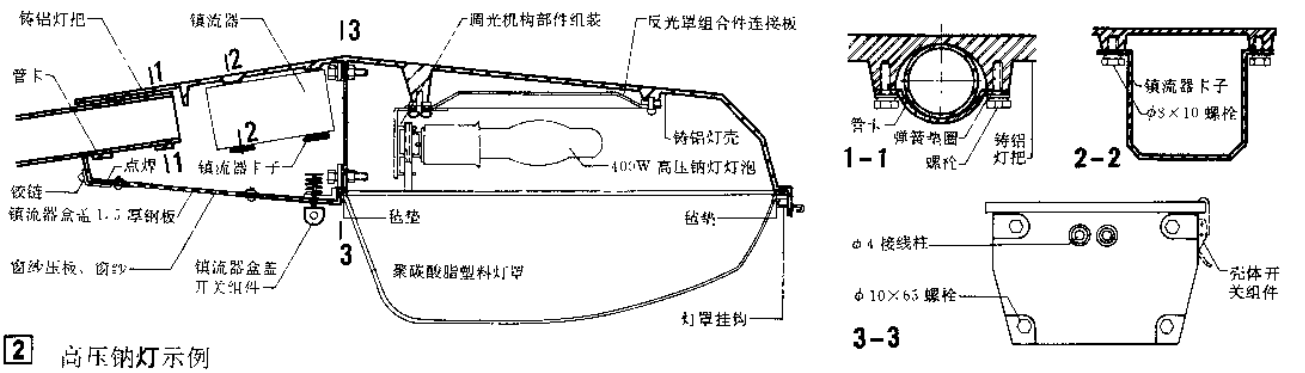


4 街道、广场灯

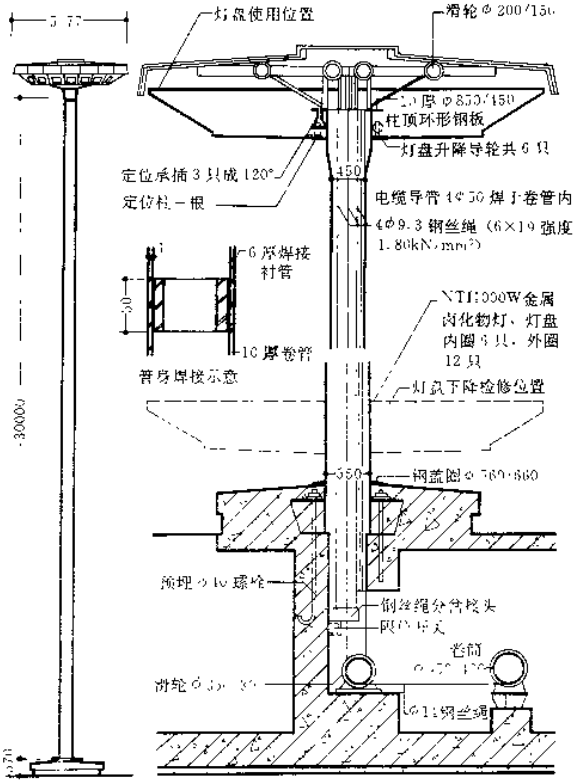


1 几种常用的照明灯具特性

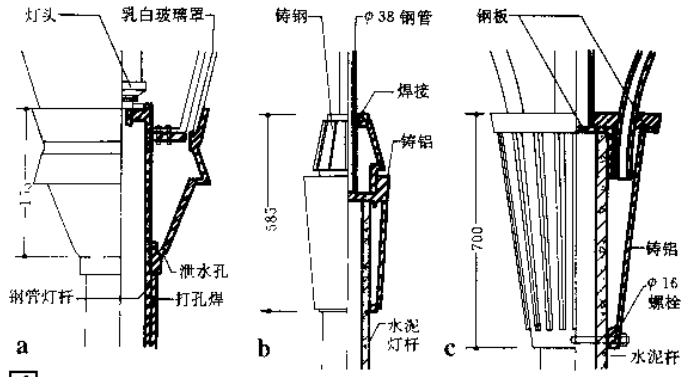
ρ—反射系数　γ=透射系数



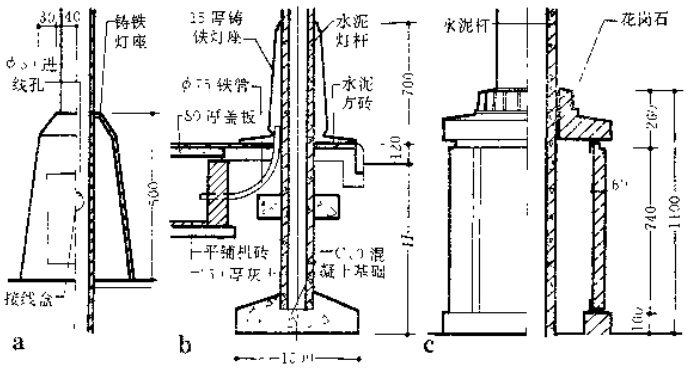
2 高压钠灯示例



3 广场照明灯具示例(灯盘用平卷绳升降检修)



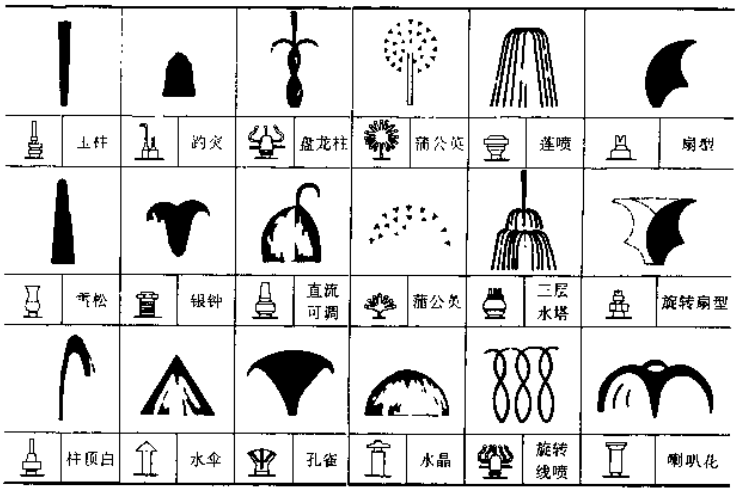
4 灯杆与灯具的连接



5 灯座

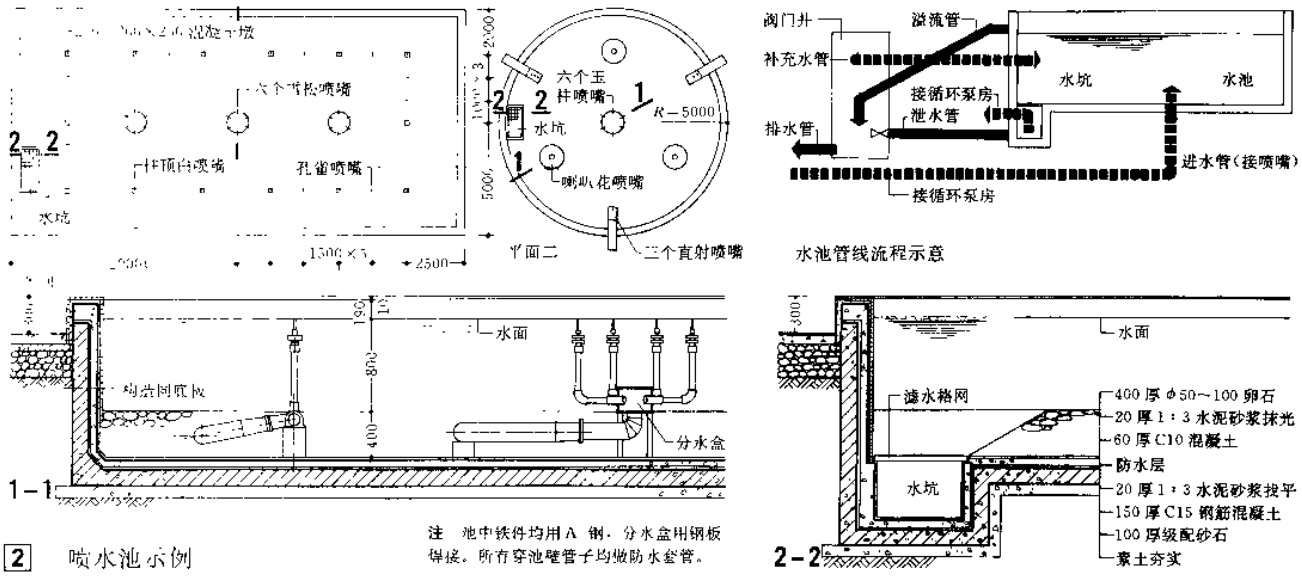
[illegible]公园、广场、庭院及公共建筑室内可以调节[illegible]、改善和美化环境的设施。喷水形式应根据使用要求、水池面积及所处位置等因素决定。小型喷水池可仅布置一股喷管，大型喷水池可将几股喷管综合或分散布置形成不同的水束或射流。音乐喷泉是进一步将喷射水束的形式与乐曲相结合，使其随着乐声起伏而不断变化，达到声形协调一致的完美体现。

喷水池的供水可由城市供水网直接供给或经泵房加压循环供水。泵房应靠近水池，管道阀门可设在泵房内，也可设在阀门井内。水池的排水应通过滤水格网以免杂物堵塞水管。水池应设溢水管和泄水管。采用循环给水，为保证有一定的水面设与供水网连接的补充水管。



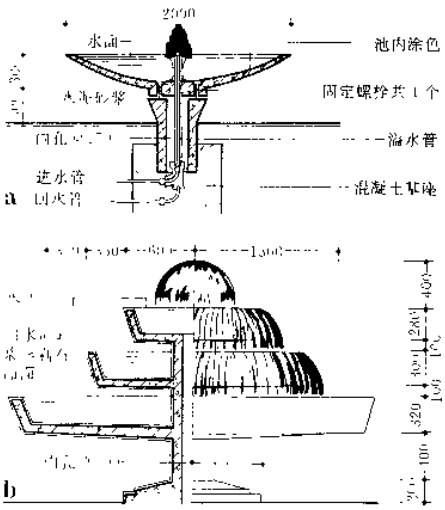
1 喷水池水嘴及水束形式

注：选用时应核查产品性能及技术数据。

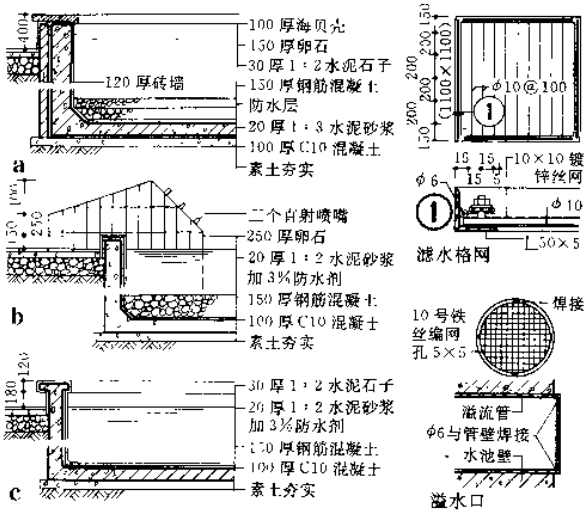


2 喷水池示例

注 池中铁件均用A钢，分水盒用钢板焊接。所有穿池壁管子均做防水套管。

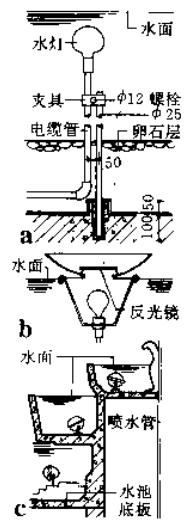


3 小型喷水池示例

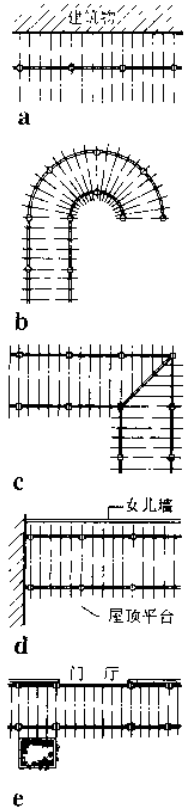


4 喷水池构造

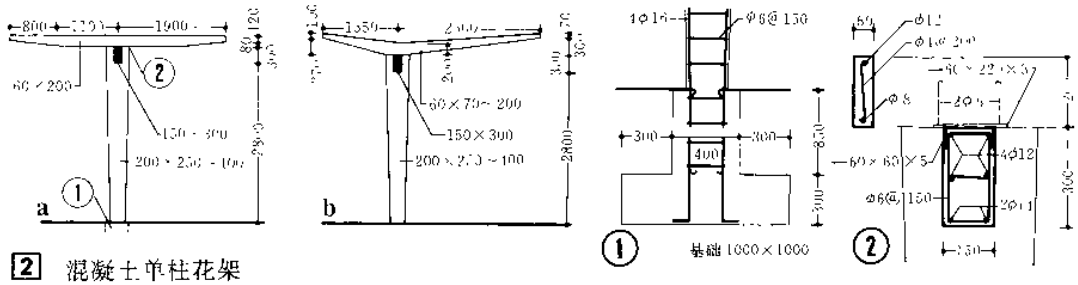
注：水中铁件均应镀锌。



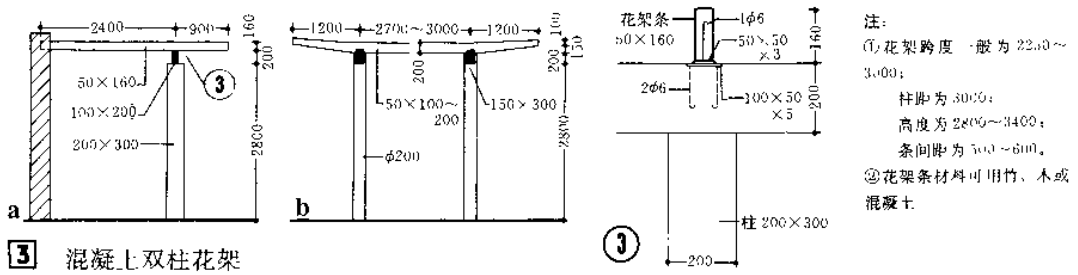
5 水下灯具



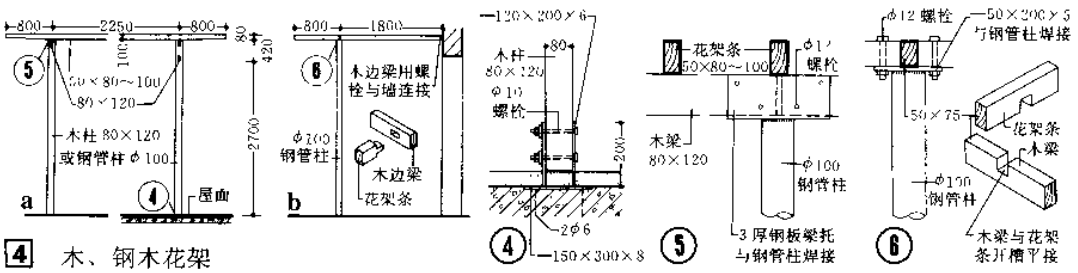
1 花架平面



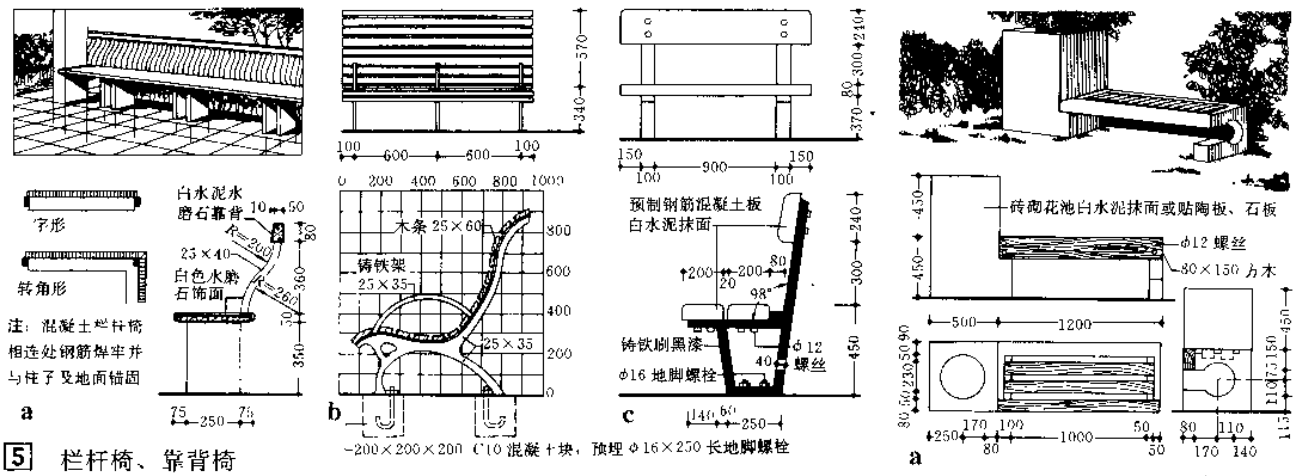
2 混凝土单柱花架



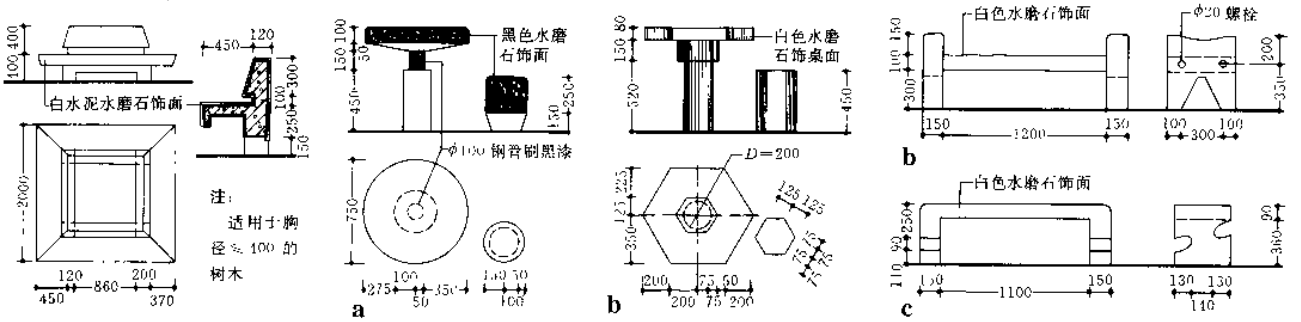
3 混凝土双柱花架



4 木、钢木花架



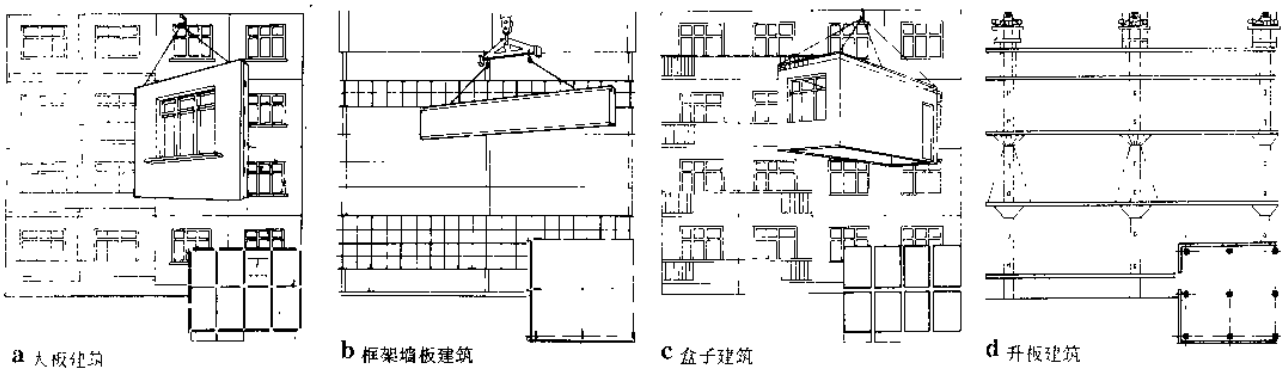
5 栏杆椅、靠背椅



6 围树椅　7 预制钢筋混凝土桌、座凳　8 预制钢筋混凝土双人座凳

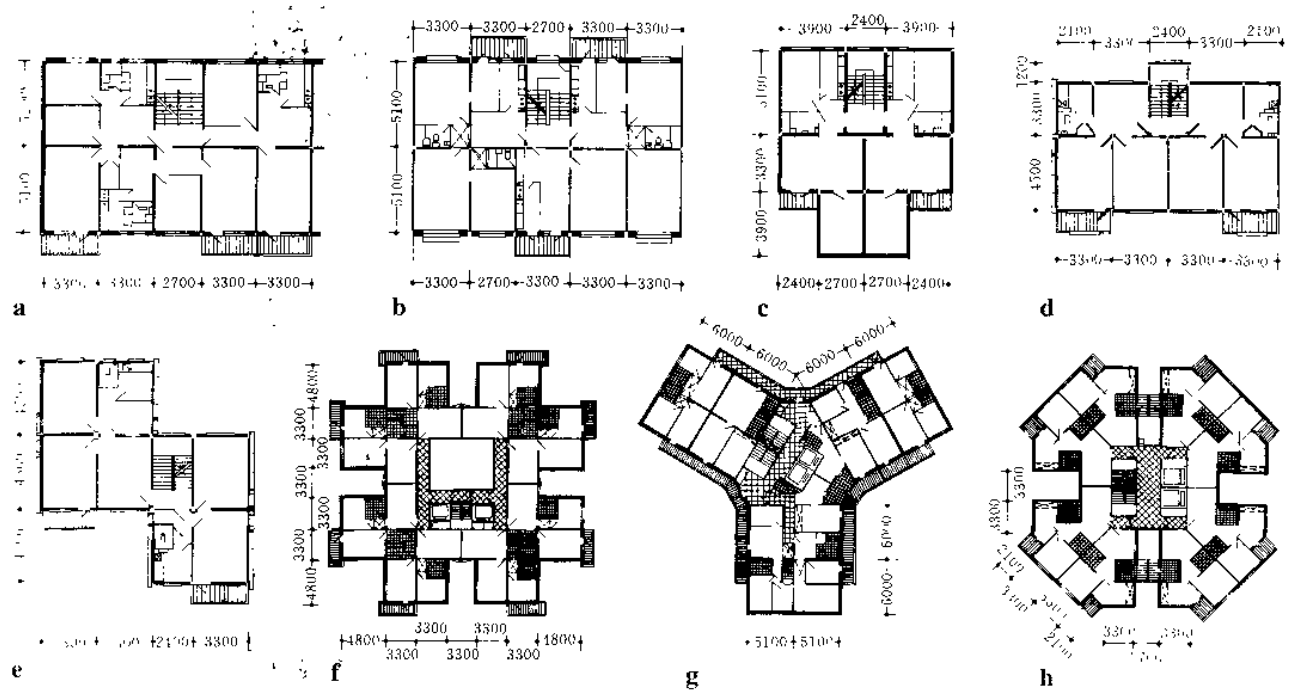
概说

装配建筑包括大板建筑（有全装配及半装配大板建筑）、框架墙板建筑、盒子建筑及升板建筑等类型。装配建筑设计必须满足使用、保温、隔热、防水、防火、隔声、坚固、经济及美观等要求。在满足以上要求的前提下，尽量减少开间、进深尺寸种类，尽可能统一洞口、管道、预埋件位置，以减少预制构件的种类。注意加强结构的整体性。根据机具吊装能力及构件制作、运输、堆放等条件，确定构件的尺寸及重量，尽量减少现场湿作业。



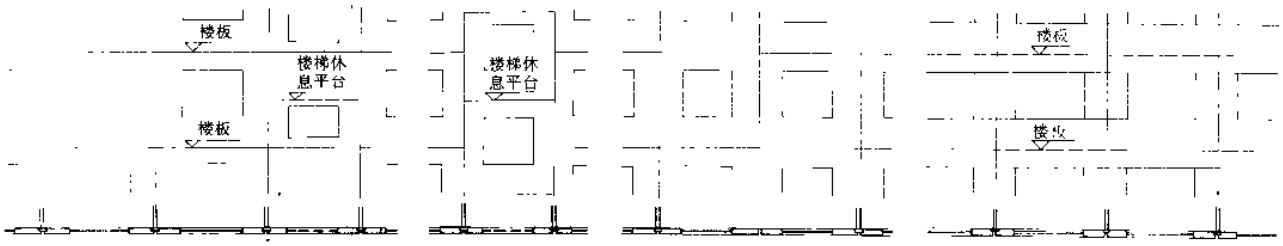
a 大板建筑　b 框架墙板建筑　c 盒子建筑　d 升板建筑

1 装配建筑类型



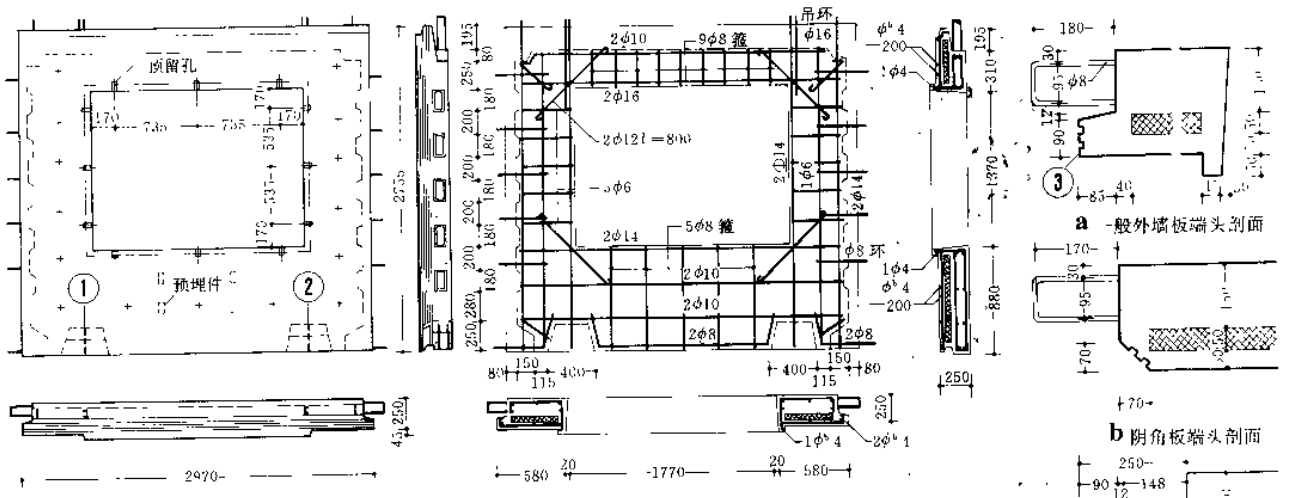
a　b　c　d　e　f　g　h

2 大板建筑平面示例

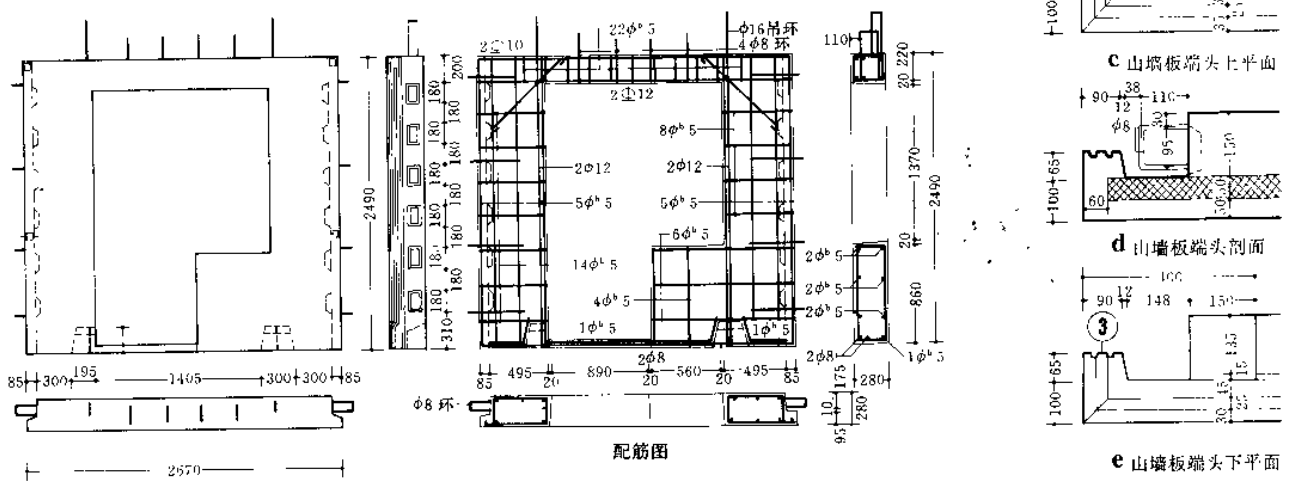


a 按层高每开间一块划分（适用于小开间建筑，采用最多）　b 按层高每几间一块划分（适用于大开间建筑或山墙）　c 按开间横向划分（适用于大开间或立面要求墙线条的建筑）

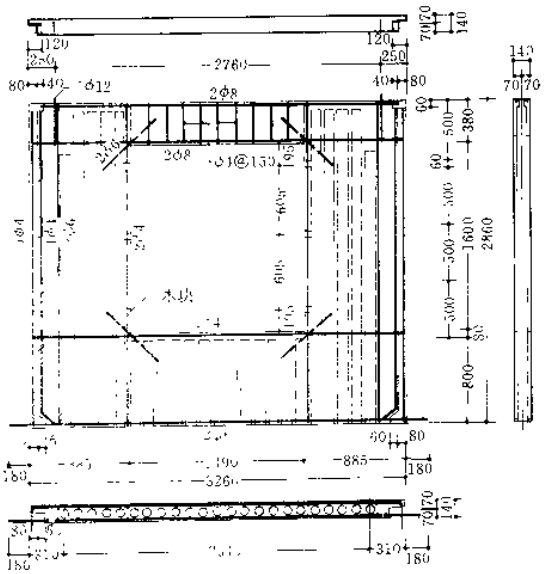
3 大板建筑外墙板划分



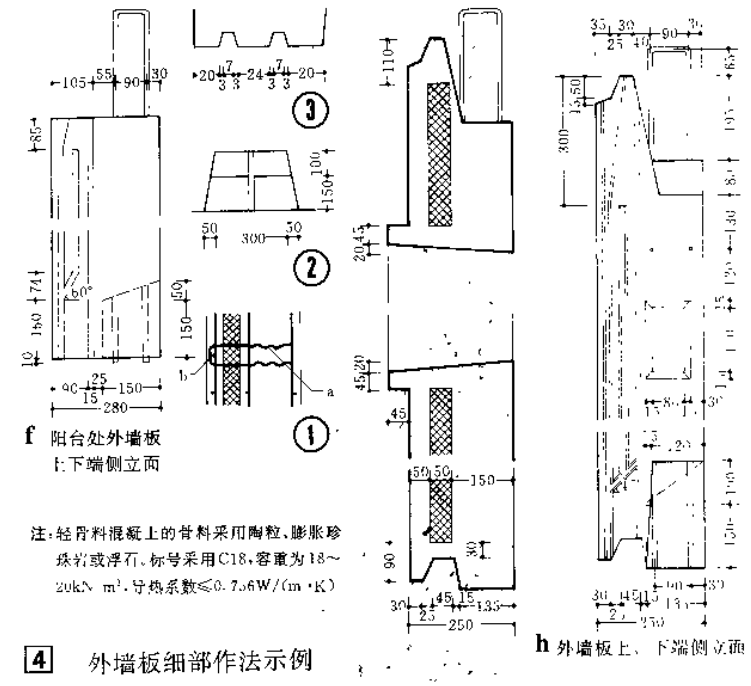
1 钢筋混凝土复合外墙板示例



2 轻骨料混凝土外墙板示例

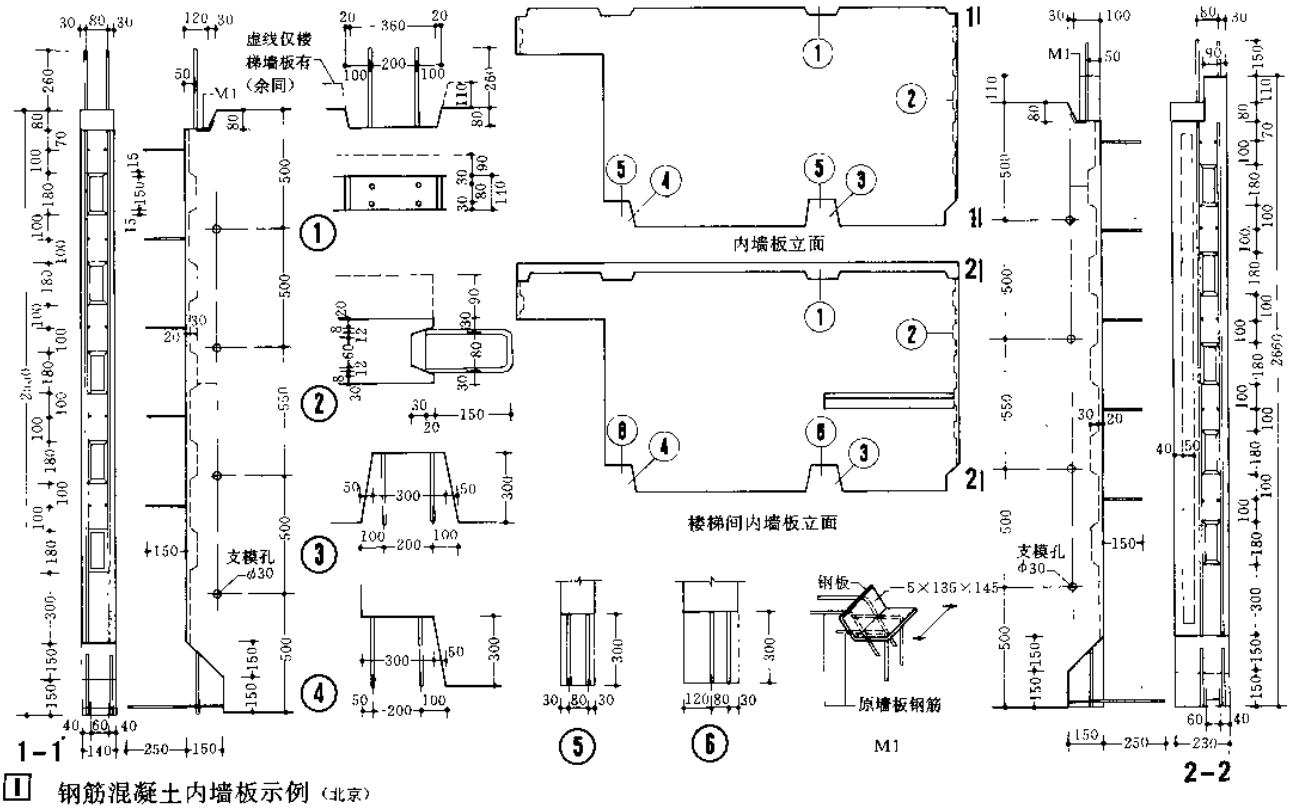


3 钢筋混凝土空心外墙板示例

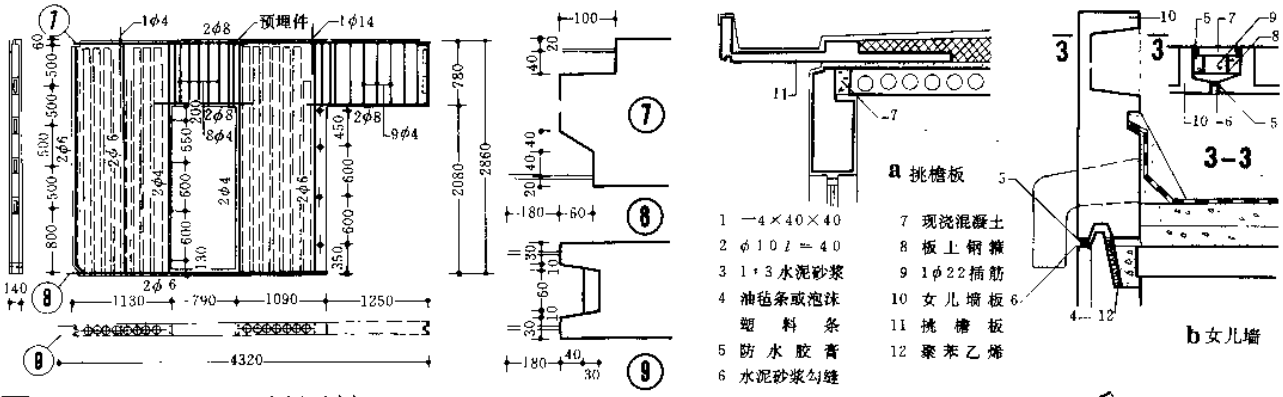


注：轻骨料混凝土的骨料采用陶粒、膨胀珍珠岩或浮石，标号采用C18，容重为18～20kN/m³，导热系数≤0.756W/(m·K)

4 外墙板细部作法示例

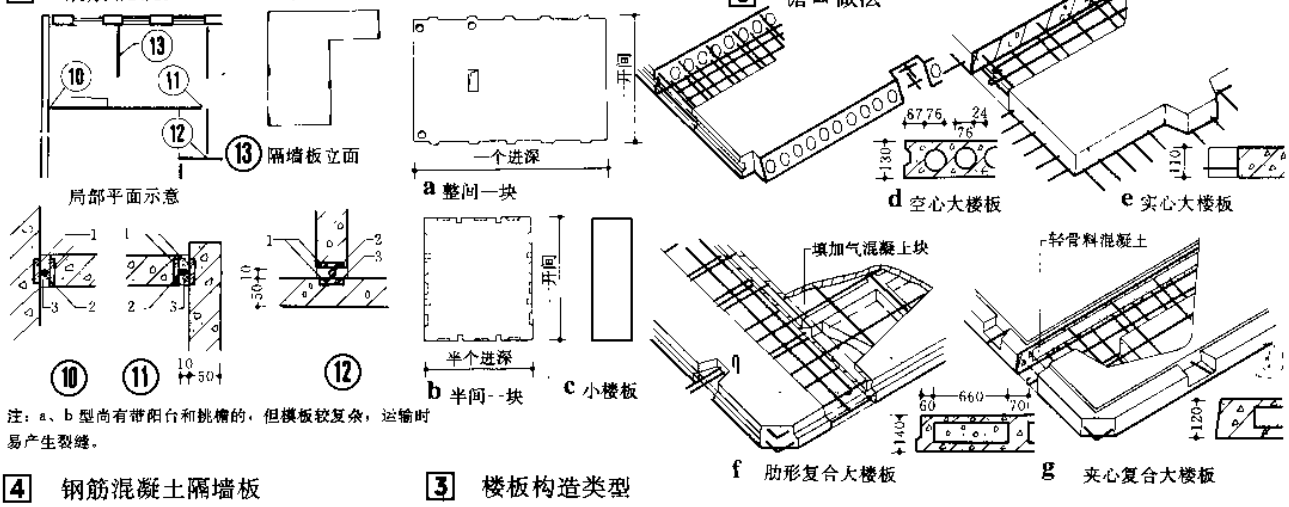


1 钢筋混凝土内墙板示例（北京）



2 钢筋混凝土空心内墙板示例（武汉）

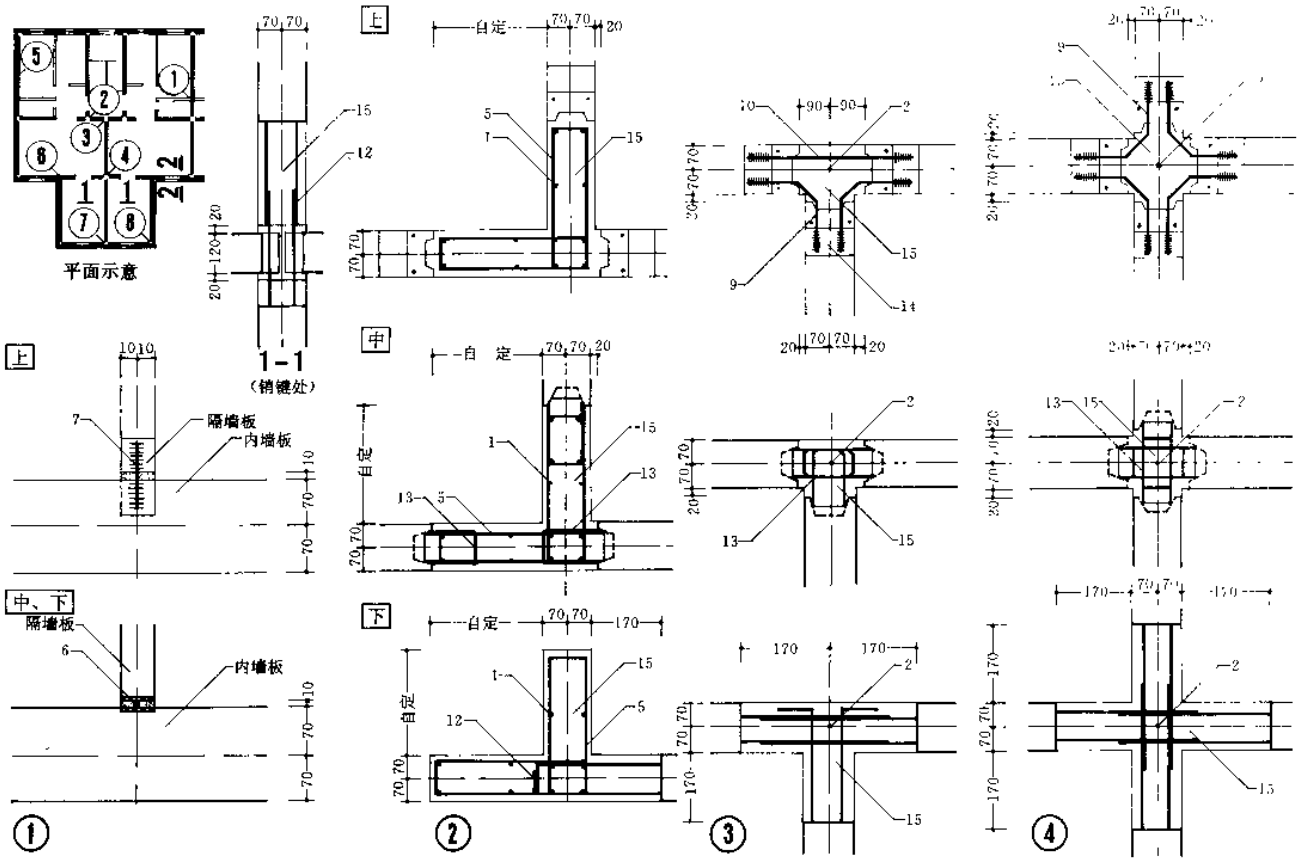
5 檐口做法



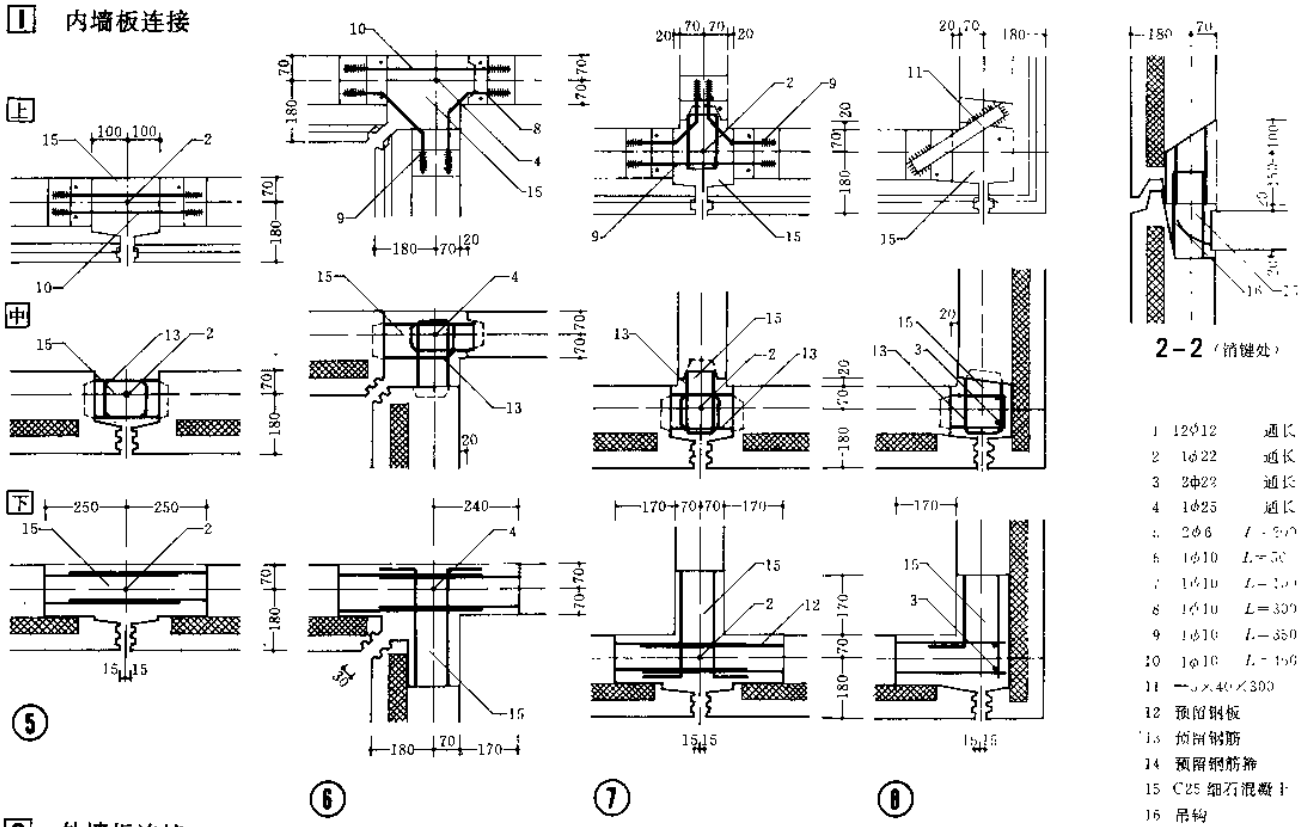
注：a、b型尚有带阳台和挑檐的，但模板较复杂，运输时易产生裂缝。

4 钢筋混凝土隔墙板

3 楼板构造类型

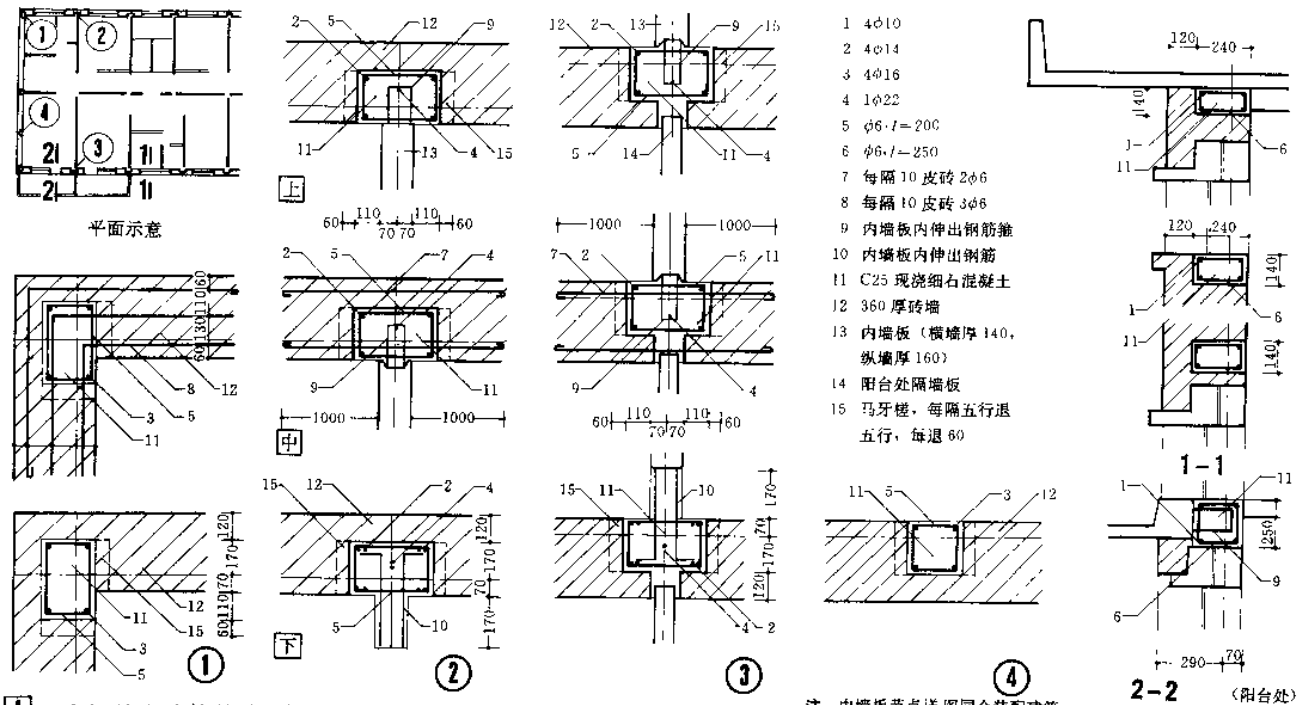


1 内墙板连接



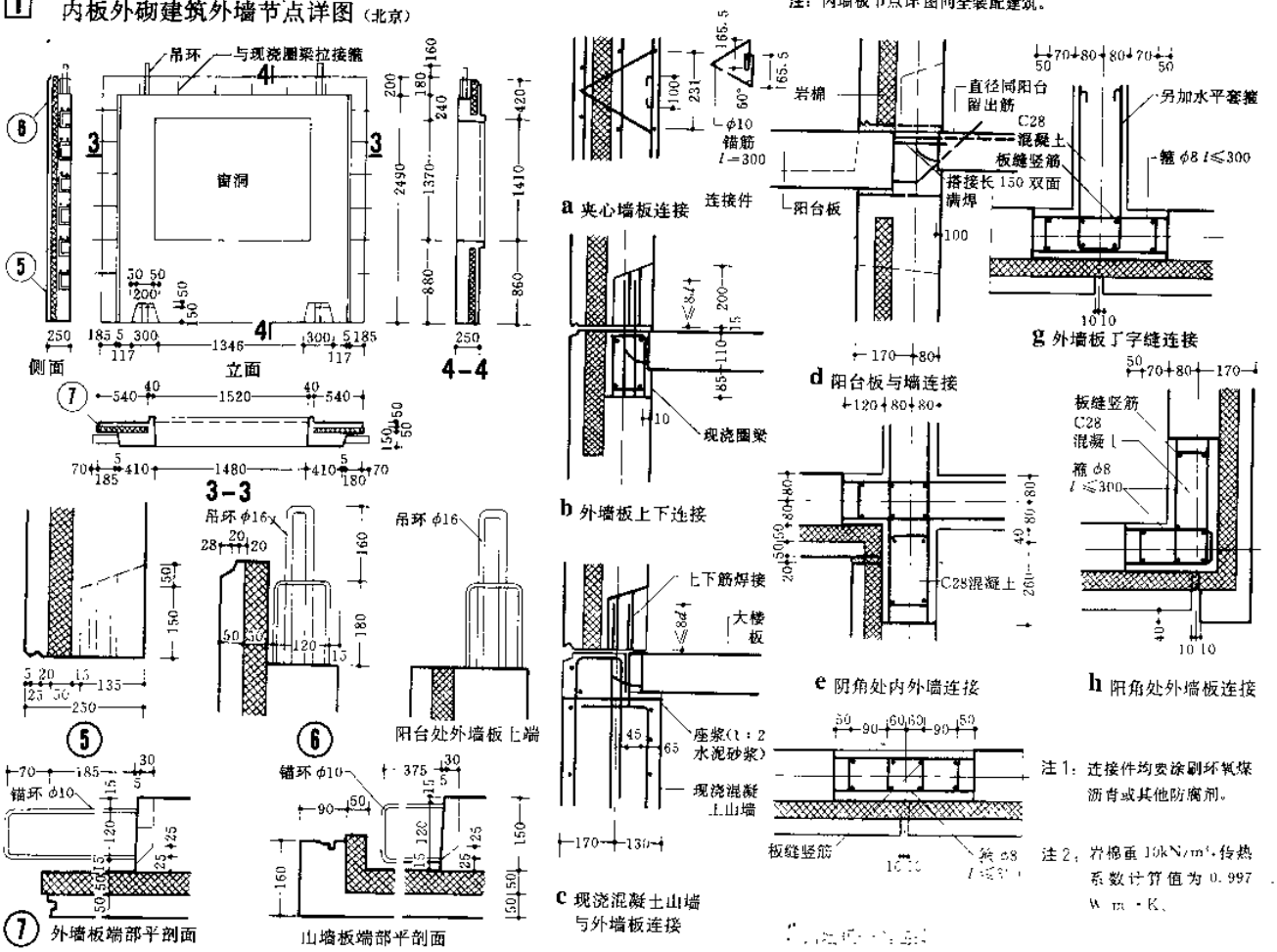
1 12Φ12 通长
2 1Φ22 通长
3 2Φ22 通长
4 1Φ25 通长
5 2Φ6 L=[illegible]
6 1Φ10 L=[illegible]
7 1Φ10 L=[illegible]
8 1Φ10 L=300
9 1Φ10 L=350
10 1Φ10 L=[illegible]
11 —[illegible]×40×300
12 预留钢板
13 预留钢筋
14 预留钢筋棒
15 C25 细石混凝土
16 吊钩

2 外墙板连接



注：内墙板节点详图同全装配建筑。

1 内板外砌建筑外墙节点详图（北京）



2 内浇外挂建筑外墙节点详图　岩棉复合外墙板

一般说明

大板建筑外墙板接缝是材料干缩、温度变形和施工误差的集中点，板缝处理应根据当地年温差、风雨大小、湿度状况，采取措施达到防水、保温、耐久、经济、美观、便于制作和施工等要求，处理不当将严重影响建筑物的质量和使用。

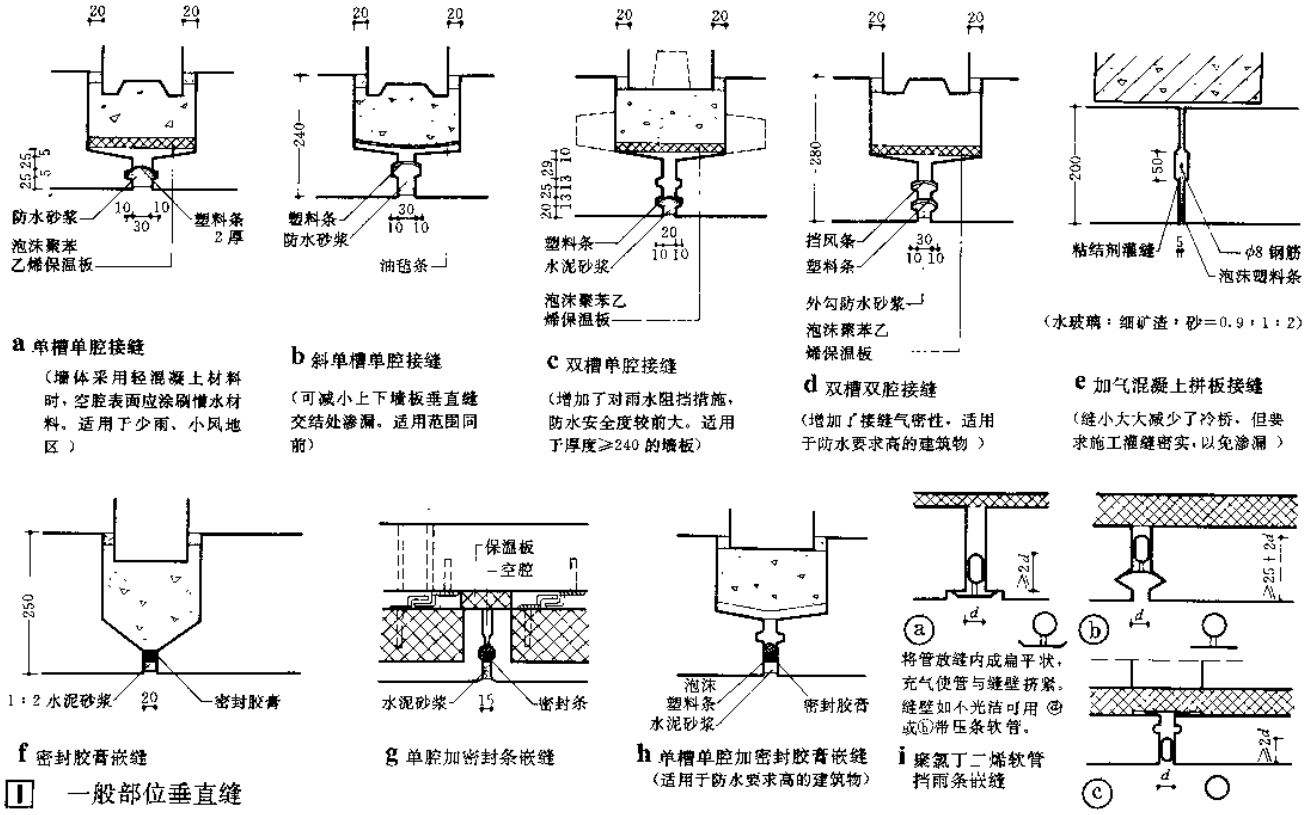
一、板缝防水处理方法：

1. 构造防水：在墙板侧面设置滴水或挡水台、凹槽切断毛细水通路，利用水的重力作用排除雨水，达到防水效果。这种方法较经济、耐久，但模板较复杂。在制作和施工中须防止墙板边角缺损，凡损坏部分必须妥善修补。当制作和施工条件不具备时，不宜采用。

2. 材料防水：利用密封材料嵌入板缝，阻止雨水侵入，达到防水效果。密封材料必须具有粘结力强、耐久、不流淌及可塑性大的性能。这种方法模板制作简单，但造价较高，施工操作要求严格，发生渗漏不易检查。常用的材料有聚氯乙烯胶泥、聚氨脂嵌缝，改性沥青胶膏及氯丁橡胶、聚硫橡胶密封条。

防水要求高的可采用构造防水及材料防水相结合的处理方法。

二、板逢保温处理：寒冷地区为了避免板缝处内墙面产生结露现象，影响使用，应加强保温措施。处理方法可在接缝处加一定厚度的高效轻质保温材料，如泡沫聚苯乙烯板、岩棉板、泡沫聚氨脂、泡沫聚氯乙烯条等。



a 单槽单腔接缝
（墙体采用轻混凝土材料时，空腔表面应涂刷憎水材料。适用于少雨、小风地区）

b 斜单槽单腔接缝
（可减小上下墙板垂直缝交结处渗漏。适用范围同前）

c 双槽单腔接缝
（增加了对雨水阻挡措施，防水安全度较前大。适用于厚度≥240 的墙板）

d 双槽双腔接缝
（增加了接缝气密性，适用于防水要求高的建筑物）

e 加气混凝土拼板接缝
（缝小大大减少了冷桥，但要求施工灌缝密实，以免渗漏）

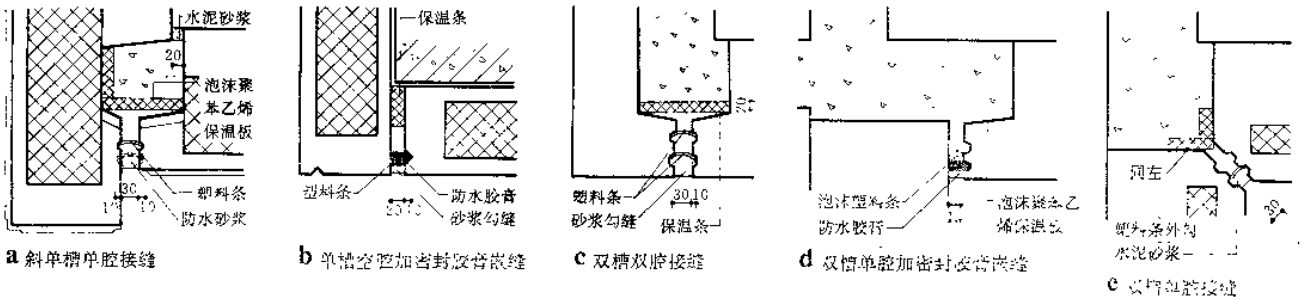
f 密封胶膏嵌缝

g 单腔加密封条嵌缝

h 单槽单腔加密封胶膏嵌缝
（适用于防水要求高的建筑物）

i 聚氯丁二烯软管挡雨条嵌缝

1 一般部位垂直缝



a 斜单槽单腔接缝

b 单槽空腔加密封胶膏嵌缝

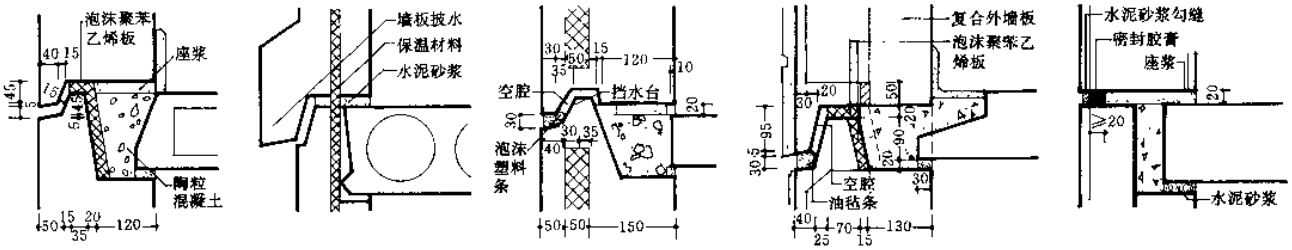
c 双槽双腔接缝

d 双槽单腔加密封胶膏嵌缝

e 双槽双腔接缝

2 转角处垂直缝

装配式建筑[7]外墙板接缝处理



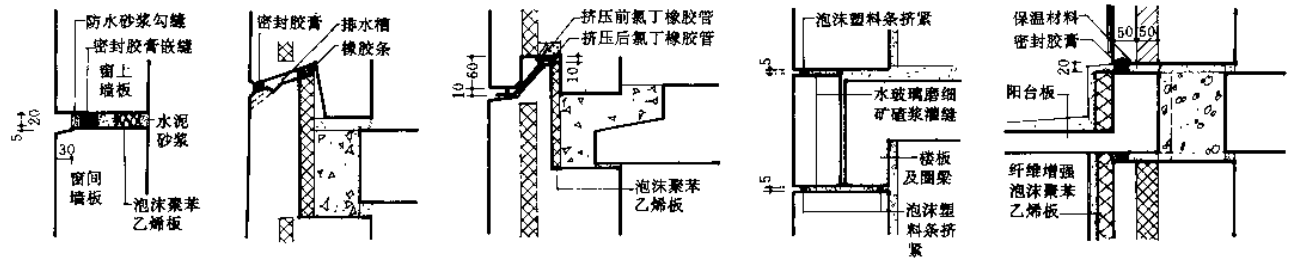
a 敞开式高低缝防水安全度较大，施工简便，但墙板下凸出部分披水在运输、堆放过程处理不当易损坏

b 根据立面要求做成突出墙面的披水。防水良好。但不利于制作、堆放及吊装精确

c 封闭式高低缝，气密性较好，但墙板下部仍有热桥。施工时必须防止空腔堵塞，挡水台缺损

d 较：保温、防水好，便于堆放（板下设局部支座，见虚线）

e 密封胶膏须粘结在两侧墙上，才能发挥它的防水作用。外勾水泥砂浆起保护作用，延长胶膏的耐久性



f 适用于保温厂房的薄墙挂板

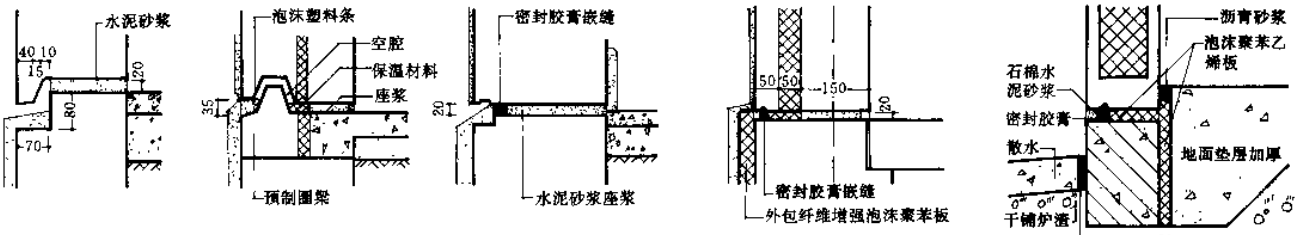
g 排水槽可排除侵入空腔内的雨水及凝结水。橡胶条设置可提高板缝的密闭性

h 板缝前部空心挡雨条沿水平方向设压力平衡孔，可减小墙板挡水台高度。后部橡胶管起密封作用，有利于防水。采用密封条板缝须具备高度的精确性

i 适用于加气混凝土墙板。灌浆要求密实，以免漏水

要求阳台板与墙板的上下接缝及侧面的垂直缝、水平缝全部用密封胶膏嵌缝

1 一般部位水平缝



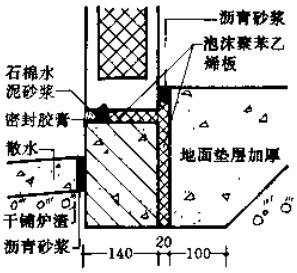
a 防水良好，施工简便，不保温

b 防水及保温较好，但圈梁形式施工较复杂

c 勒脚抹灰留出上部墙板滴水，其防水性能更佳，但不保温

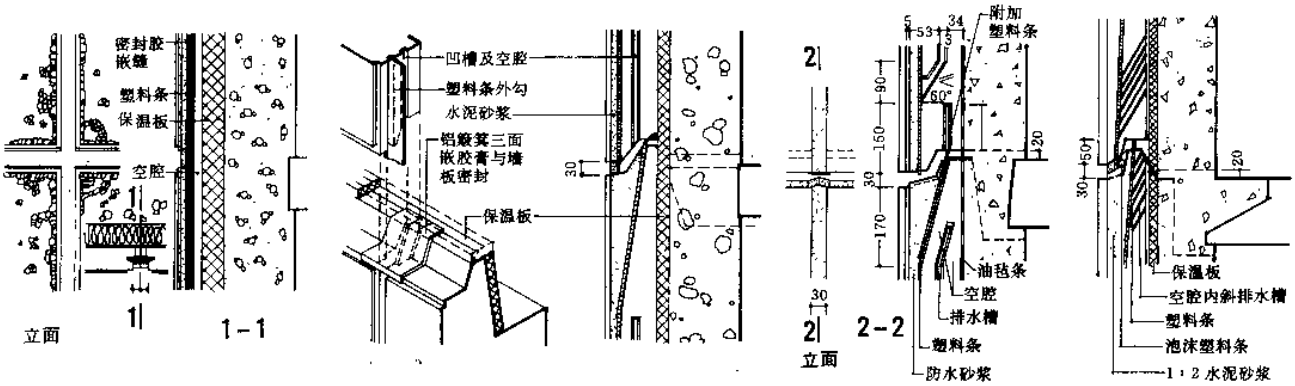
d 保温及防水较好，地梁形式简单，勒脚坚固性较差

2 阳台处水平缝



e 防水及保温较好，适用于工业厂房

3 勒脚部位水平缝



a 必须将十字缝处的密封胶膏与水平缝及垂直缝的密封胶膏粘接密实

墙板制作、安装要求精确，便于铝簸箕就位。注意安装上层墙板时，防止铝簸箕位移

c 塑料条上端向内倾斜至排水槽后部及挡水台上部，方能防止上部雨水侵入下墙板空腔内

d 将排水槽两端向内外倾斜，并附加一层塑料条可提高十字缝的防水性能

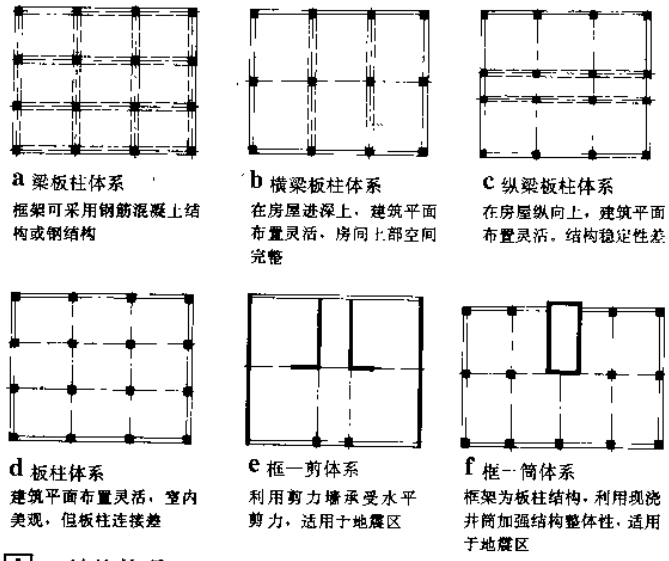
e 在墙板两侧上、中、下部位分别设数条斜向排水槽，便于侵入空腔内的雨水及时排除。斜槽间距50，槽深10

4 十字缝

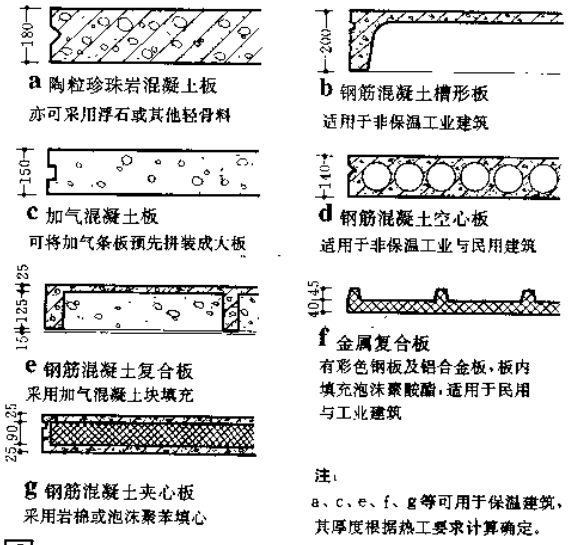
墙板是悬挂或支承在承重框架上的非承重外墙。为了减轻结构荷载，墙板必须重轻。墙板除了满足保温、隔热、防水、防火、隔声、耐腐蚀、坚固、耐久等一般外墙的基本要求外，尚须解决由于轻而薄带来的特殊问题，如变形、振动噪声及接缝处理等。

墙板的类型有单一材料和复合材料两种。单一材料墙板是用一种材料来满足热工、防火、隔声、耐风压及刚度等要求，表面另做防水、耐腐蚀的饰面层。这种墙板比较坚固、制作简单，但重量大(1～4kN/m²)。复合材料墙板是用多种高效轻质材料分别满足防水、防火、热工、隔声等要求，优点是轻(0.5～1kN/m²，但制作较复杂，温度变形大、造价高。

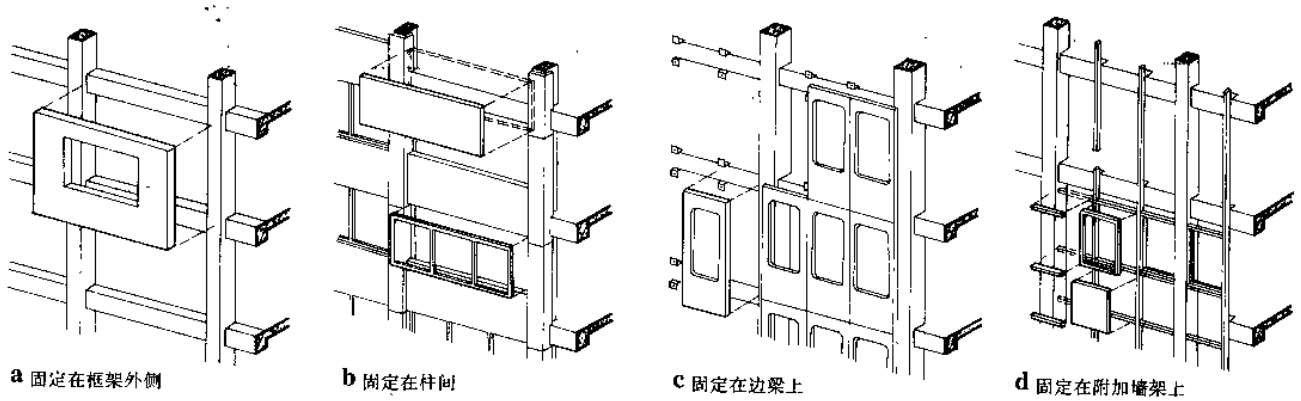
墙板可直接固定在承重结构上，或固定在附加的墙架上。后者安装精确，建筑立面形式丰富多样，但用钢量大。墙板设计必须考虑制作和安装的要求，最好能在室内安装，便于维修或更换。



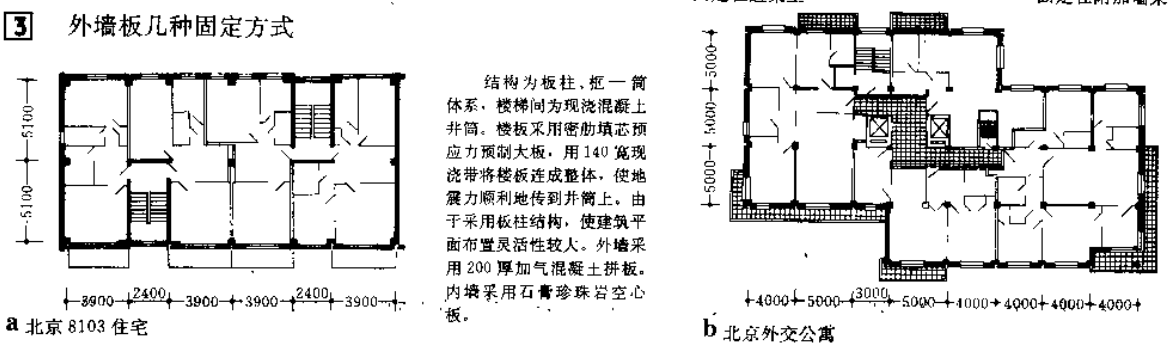
1 结构体系



2 墙板类型



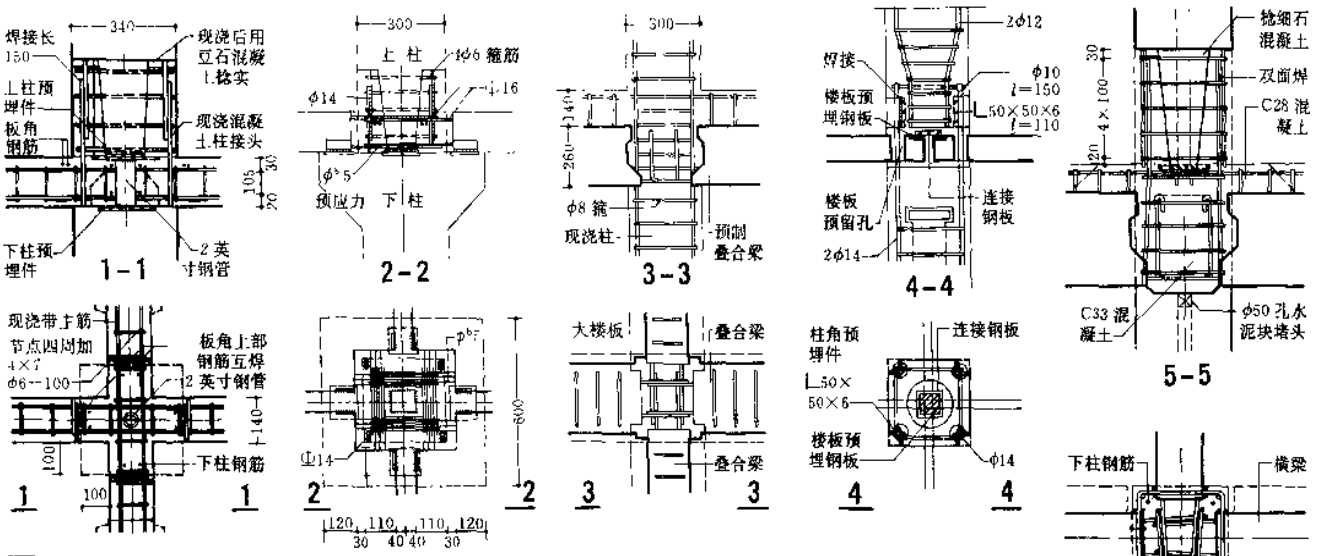
3 外墙板几种固定方式



结构为板柱、框—筒体系，楼梯间为现浇混凝土井筒。楼板采用密肋填芯预应力预制大板，用140宽现浇带将楼板连成整体，使地震力顺利地传到井筒上。由于采用板柱结构，使建筑平面布置灵活性较大。外墙采用200厚加气混凝土拼板。内墙采用石膏珍珠岩空心板。

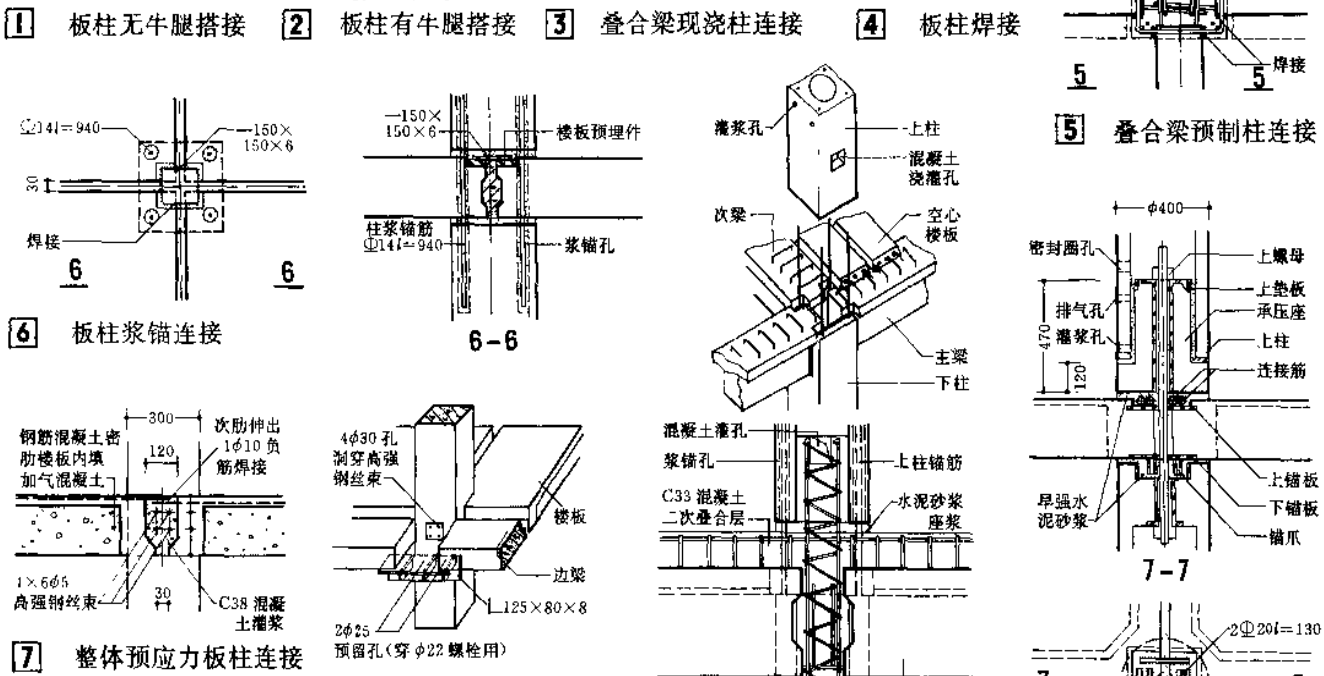
采用装配整体式钢筋混凝土梁板柱框架结构，利用现浇钢筋混凝土井筒及四片钢筋混凝土剪力墙为主要抗震构件。外墙采用预制大板。

4 一实例



1 板柱无牛腿搭接　2 板柱有牛腿搭接　3 叠合梁现浇柱连接　4 板柱焊接

5 叠合梁预制柱连接



7 整体预应力板柱连接

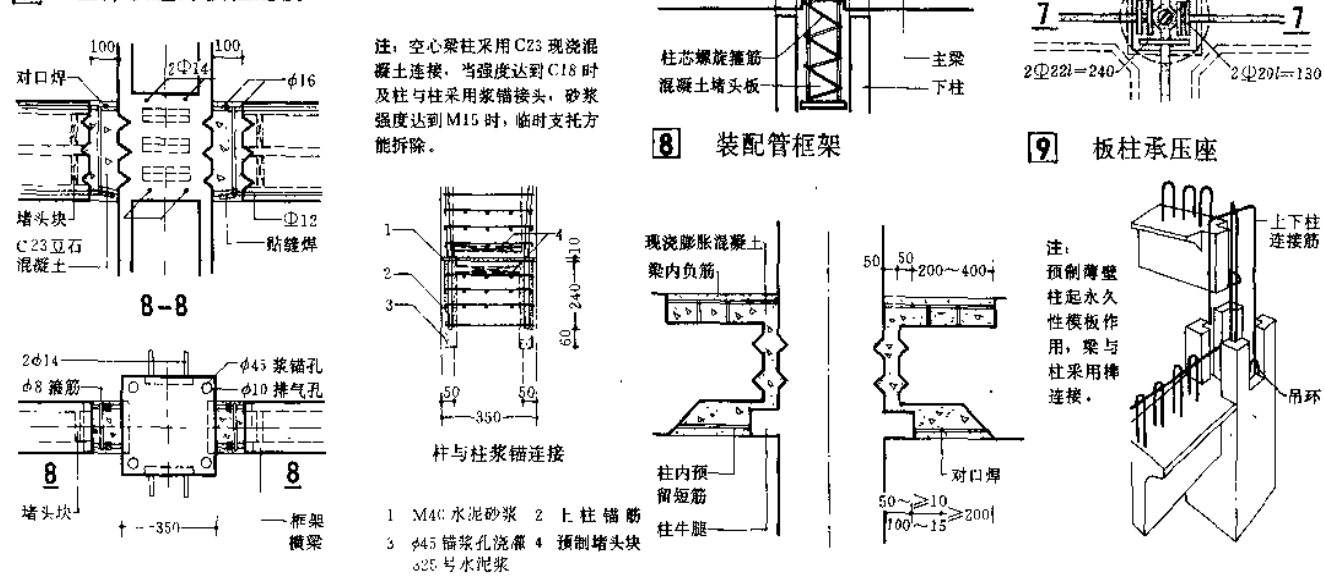
注：空心梁柱采用C23现浇混凝土连接，当强度达到C18时及柱与柱采用浆锚接头，砂浆强度达到M15时，临时支托方能拆除。

杆与柱浆锚连接

1 M40水泥砂浆　2 上柱锚筋　3 φ45锚浆孔浇灌　4 预制堵头块　325号水泥浆

8 装配管框架

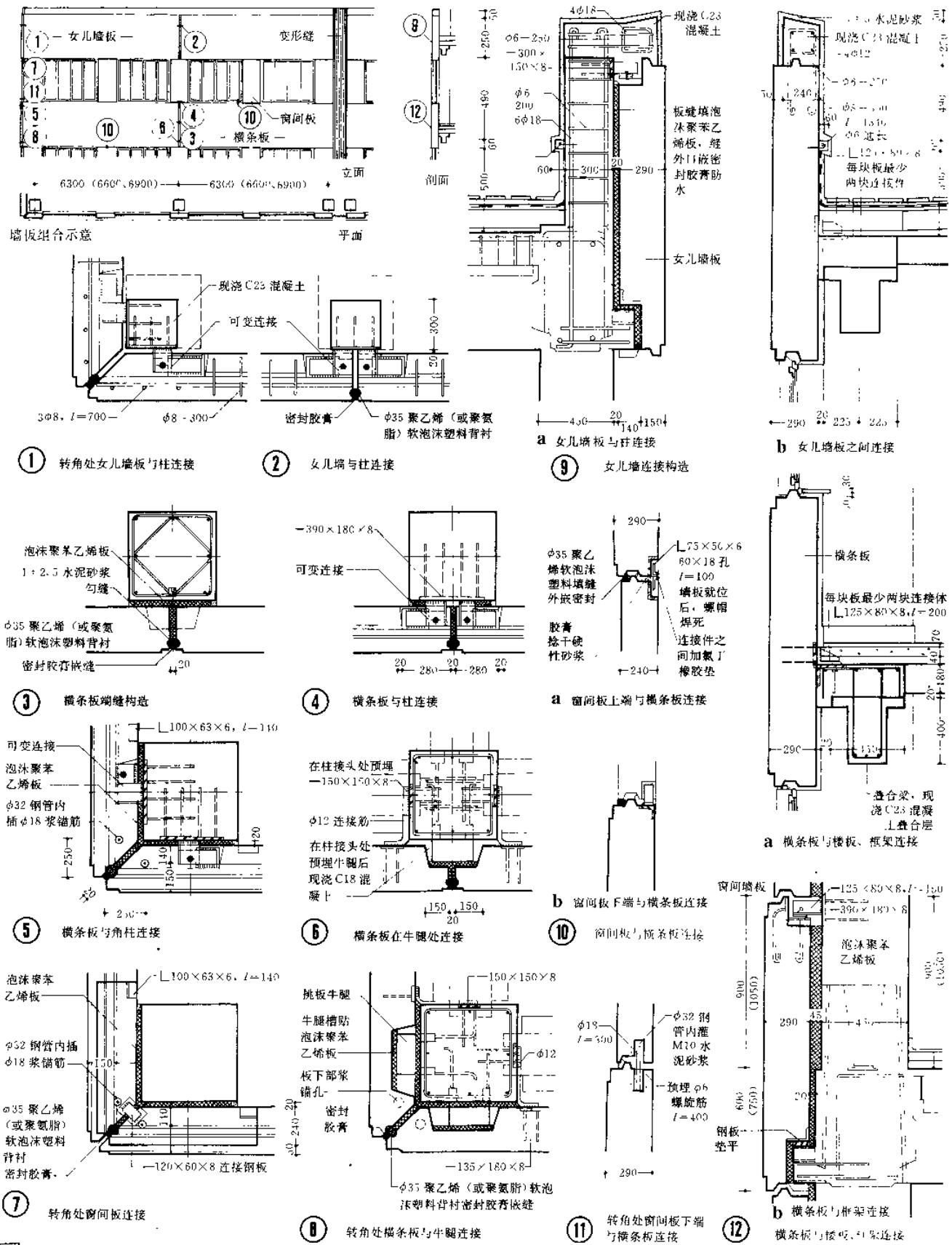
9 板柱承压座



10 梁板柱现浇矢槽连接

11 梁板柱暗牛腿连接

12 快速装配结构连接(意大利)



① 转角处女儿墙板与柱连接

② 女儿墙与柱连接

a 女儿墙板与柱连接

⑨ 女儿墙连接构造

b 女儿墙板之间连接

③ 横条板端缝构造

④ 横条板与柱连接

a 窗间板上端与横条板连接

a 横条板与楼板、框架连接

⑤ 横条板与角柱连接

⑥ 横条板在牛腿处连接

b 窗间板下端与横条板连接

⑩ 窗间板与横条板连接

⑦ 转角处窗间板连接

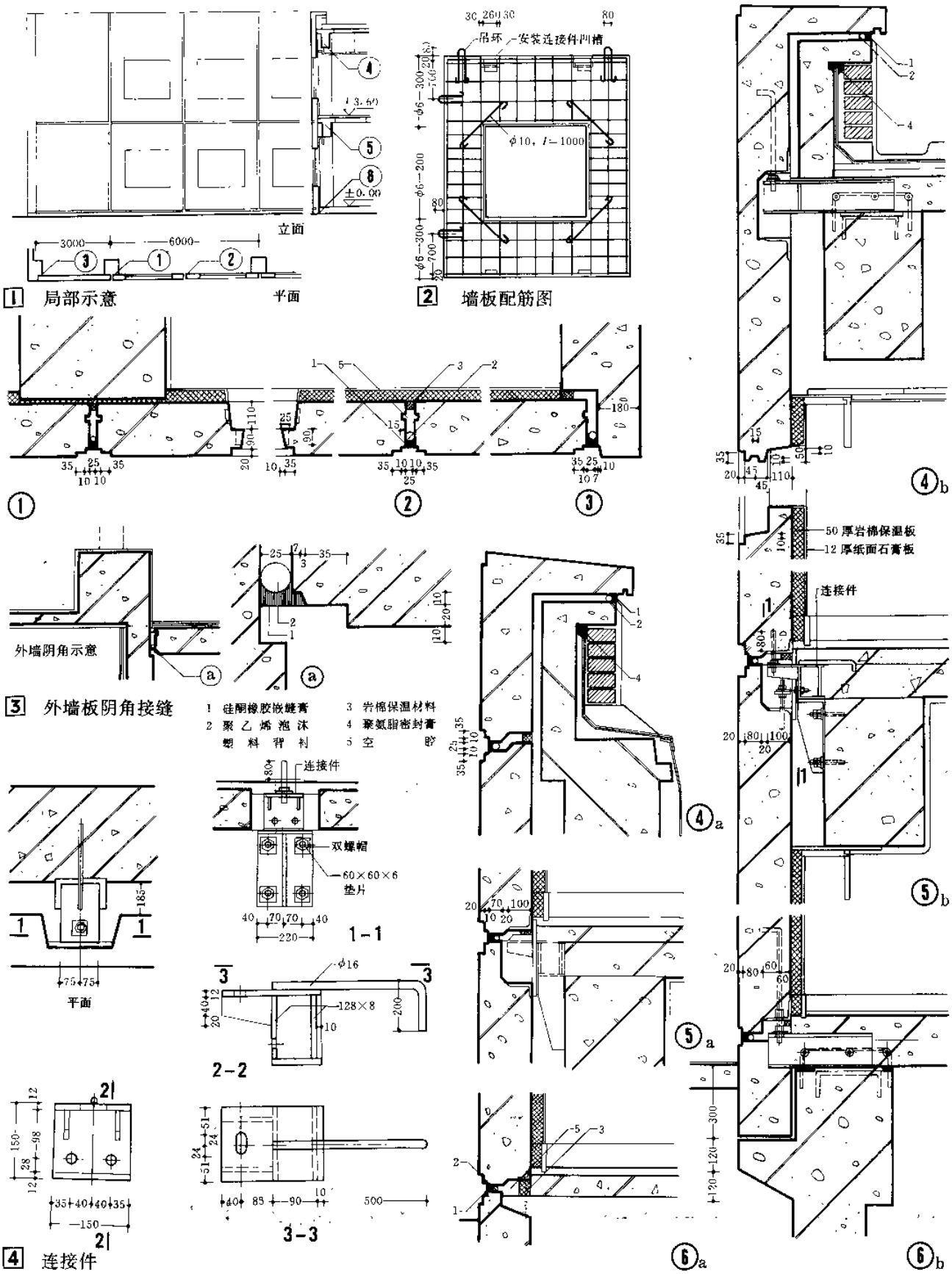
⑧ 转角处横条板与牛腿连接

⑪ 转角处窗间板下端与横条板连接

b 横条板与框架连接

⑫ 横条板与楼板、框架连接

Ⅰ 横条板体系连接构造

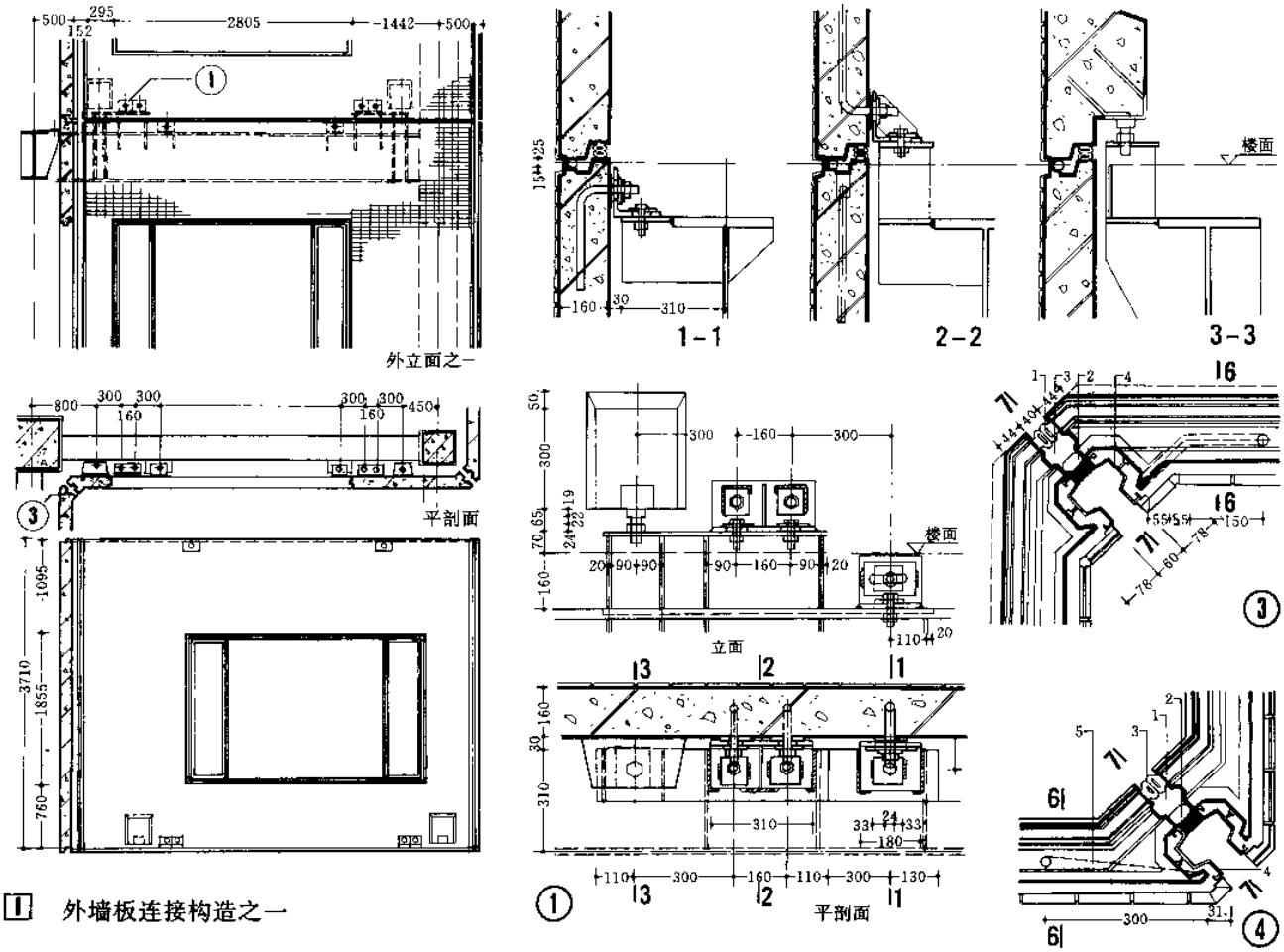


1 局部示意

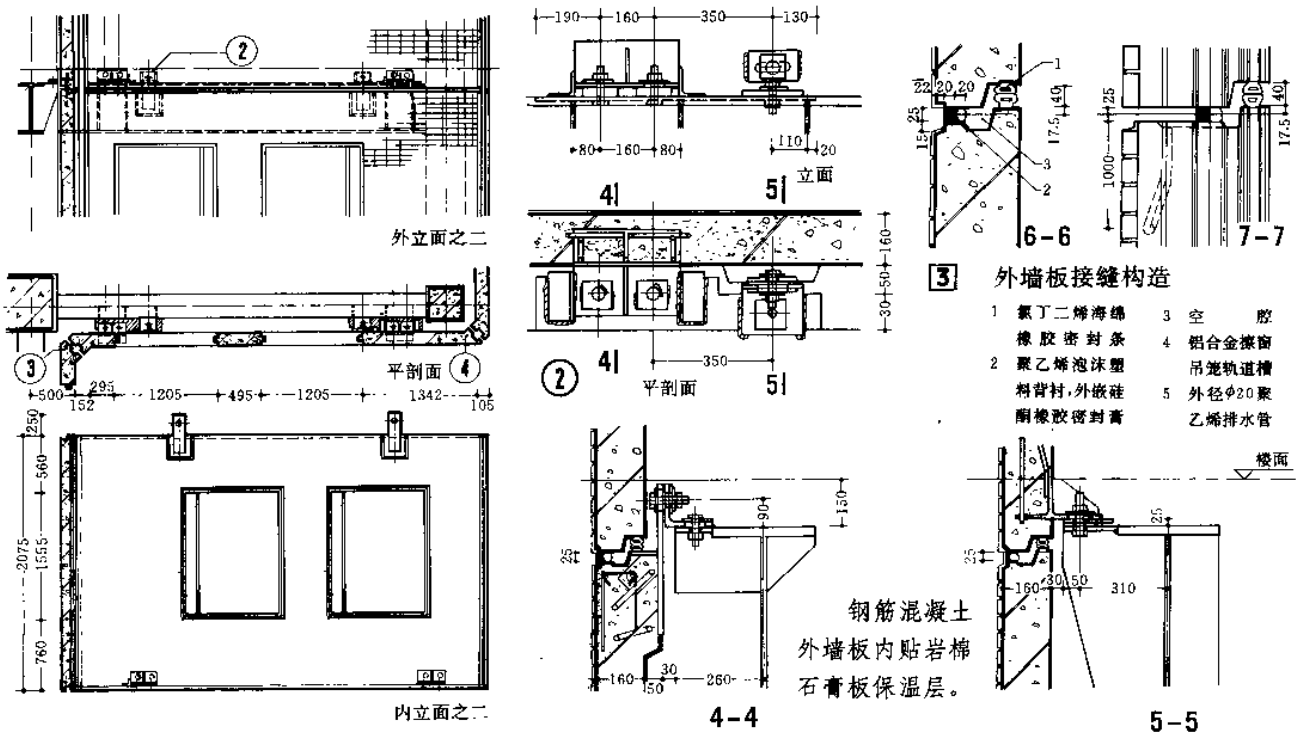
2 墙板配筋图

3 外墙板阴角接缝

4 连接件



1 外墙板连接构造之一

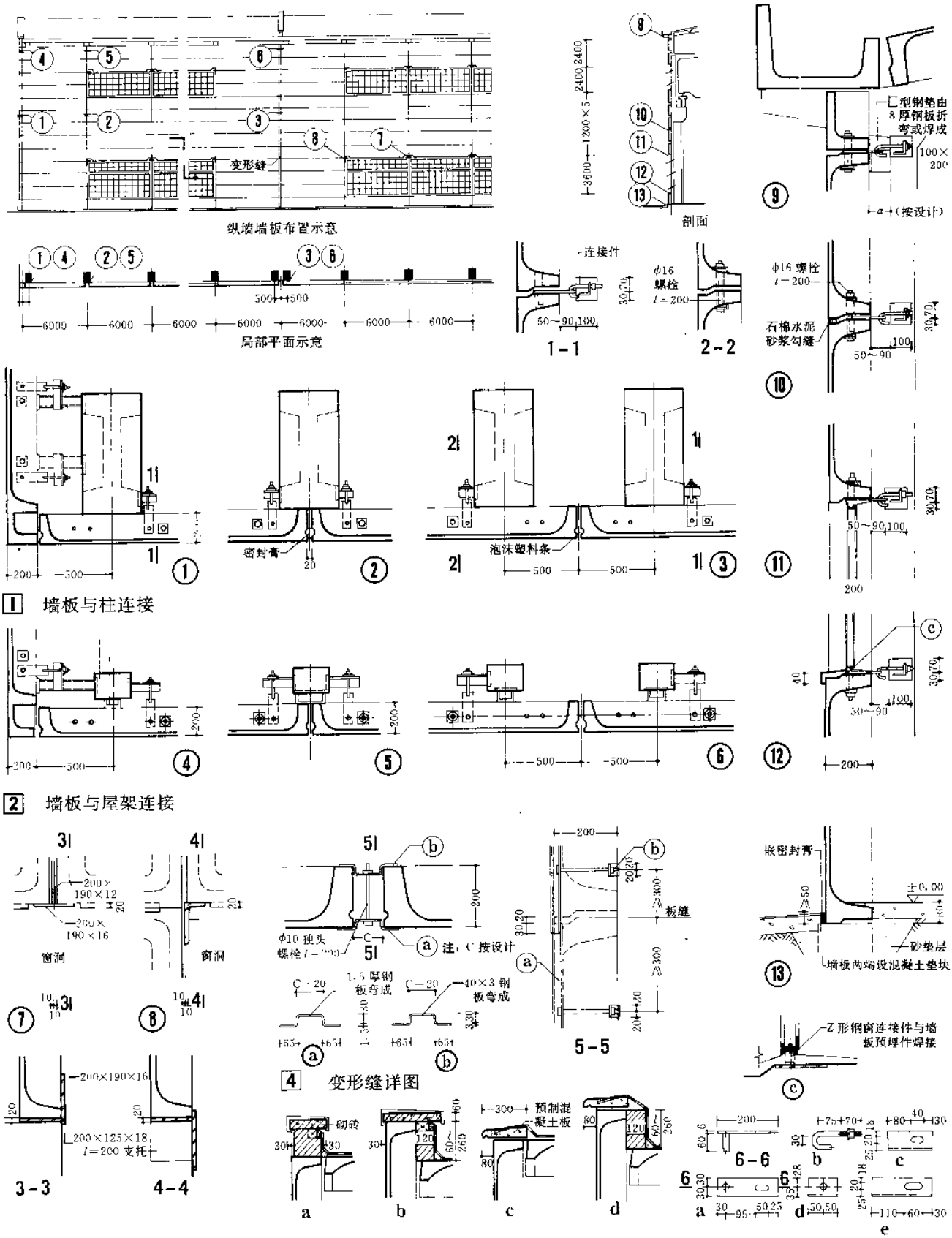


3 外墙板接缝构造

1 氯丁二烯海绵橡胶密封条
2 聚乙烯泡沫塑料背衬，外嵌硅酮橡胶密封膏
3 空胶
4 铝合金擦窗吊篮轨道槽
5 外径φ20聚乙烯排水管

钢筋混凝土外墙板内贴岩棉石膏板保温层。

2 外墙板连接构造之二



1 墙板与柱连接

2 墙板与屋架连接

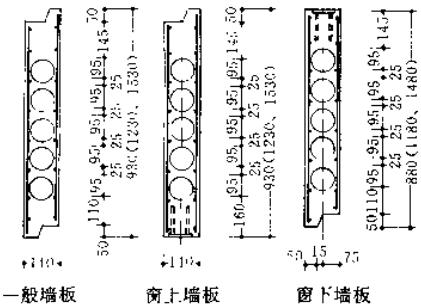
3 墙板支托做法

4 变形缝详图

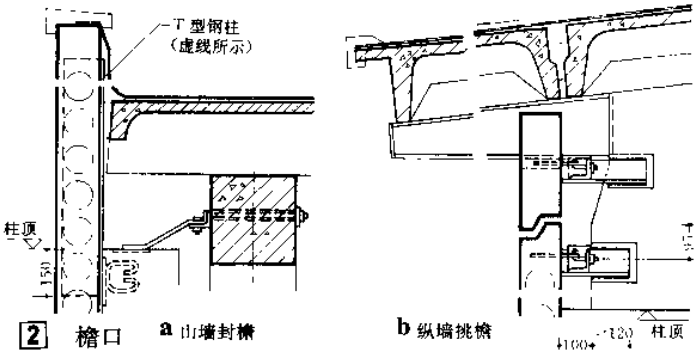
5 山墙顶部做法

6 连接件详图

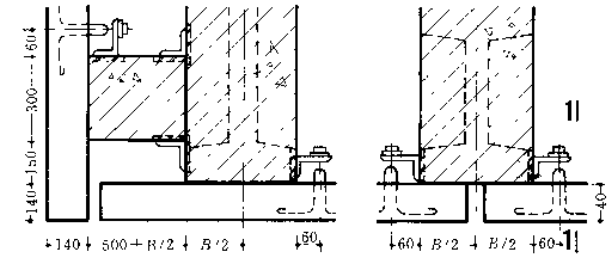
适用于保温、隔热要求不高的多层及单层厂房，墙板长度有4.5、6、6.3、7.5 m等。

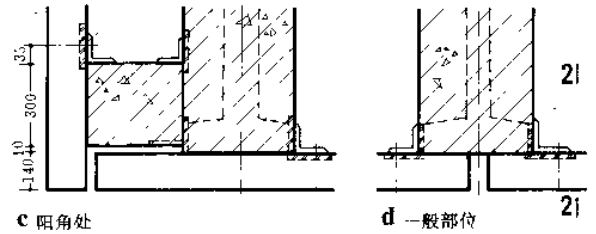


1 钢筋混凝土圆孔墙板类型

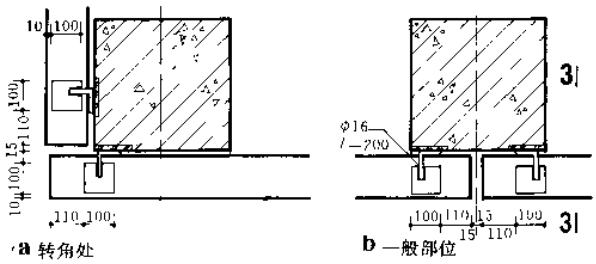


2 檐口

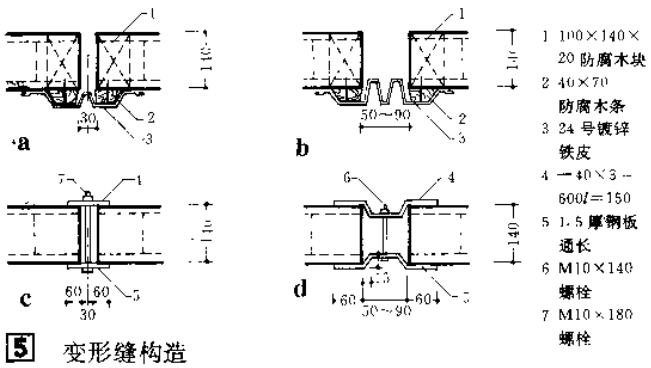




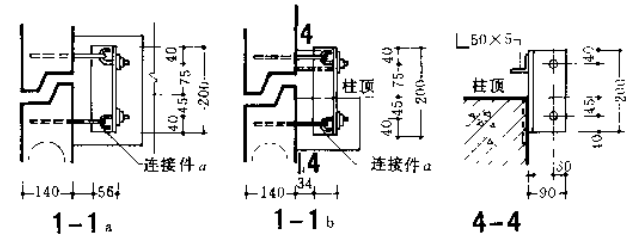
3 墙板与柱柔性连接

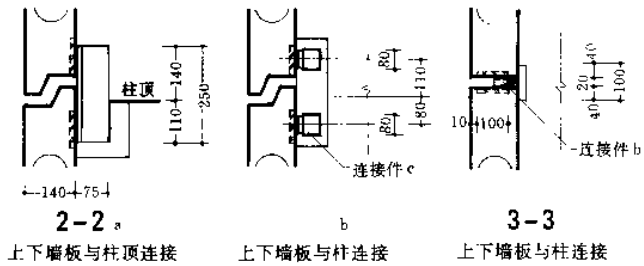


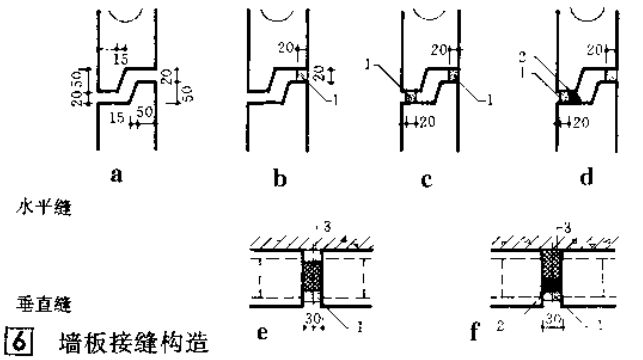
4 多层工业厂房墙板与柱连接



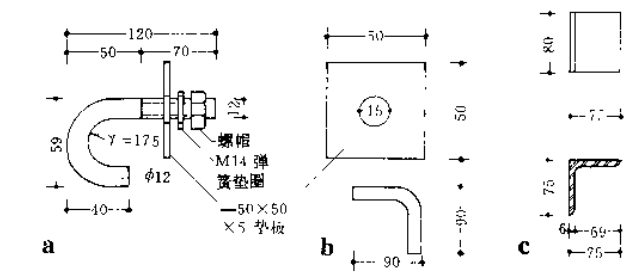
5 变形缝构造



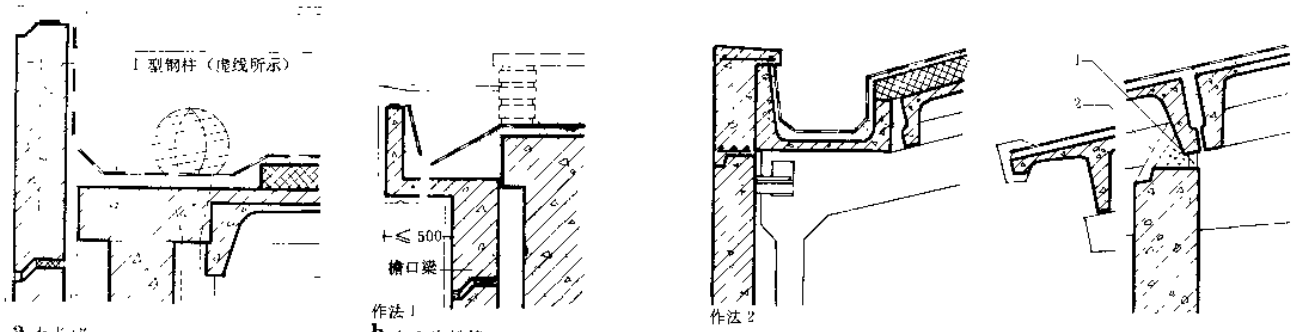




6 墙板接缝构造

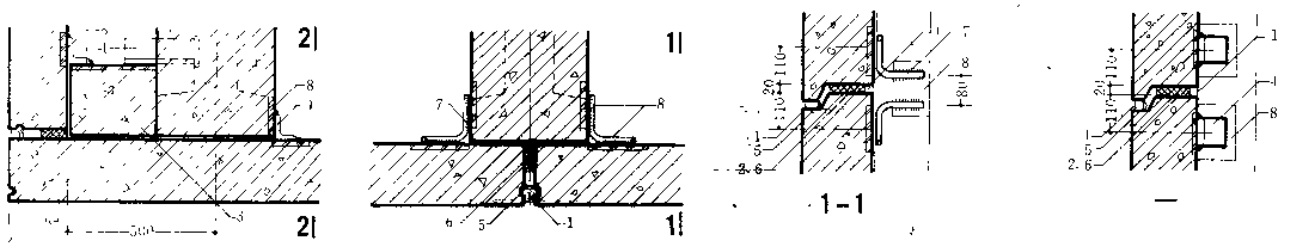


7 墙板连接件



a 女儿墙　b 有天沟挑檐　c 无天沟挑檐

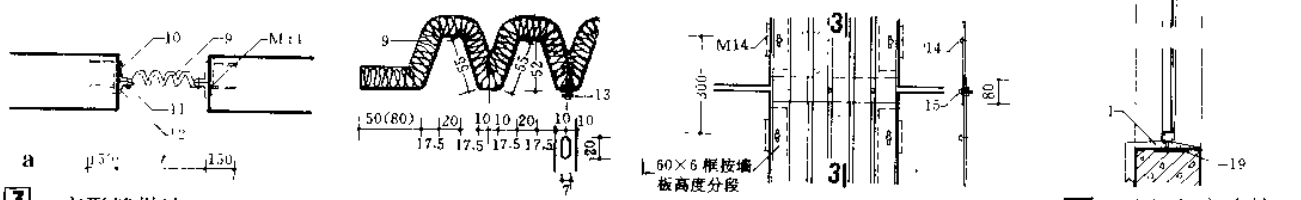
1 檐口做法



a 转角处　b 一般部位

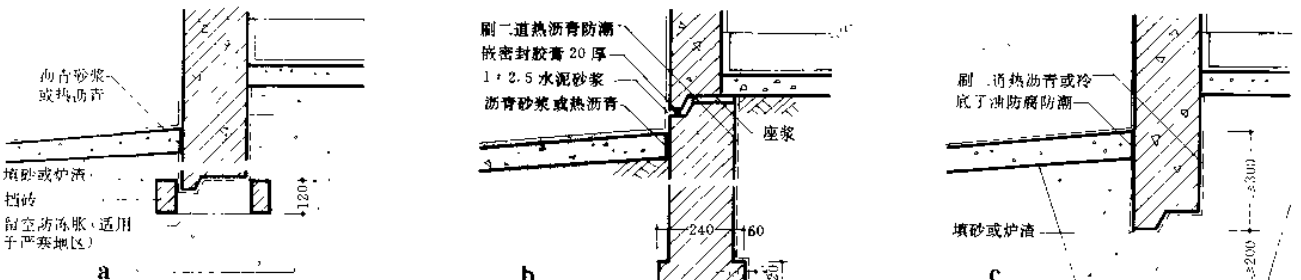
注：墙板长度有4.5、4.8、6m等。
墙板厚度有16、18、24、28cm。

2 墙板与柱连接



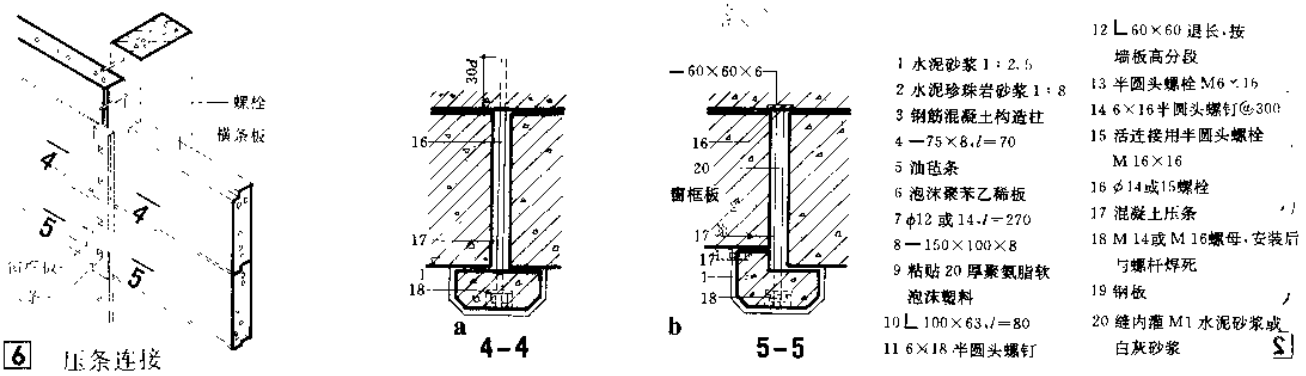
a

3 变形缝做法　4 墙板与窗连接



a　b　c

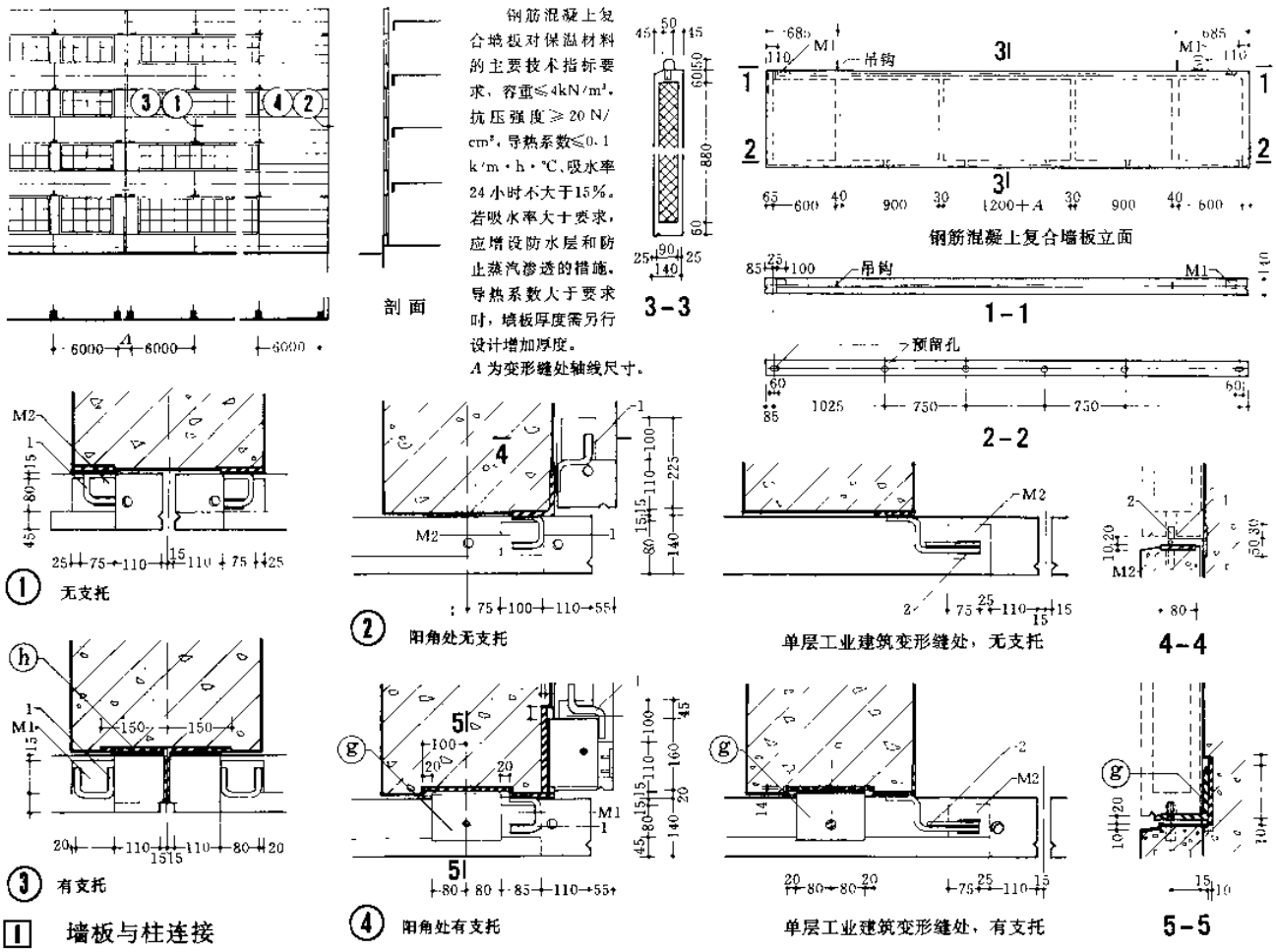
5 勒脚做法



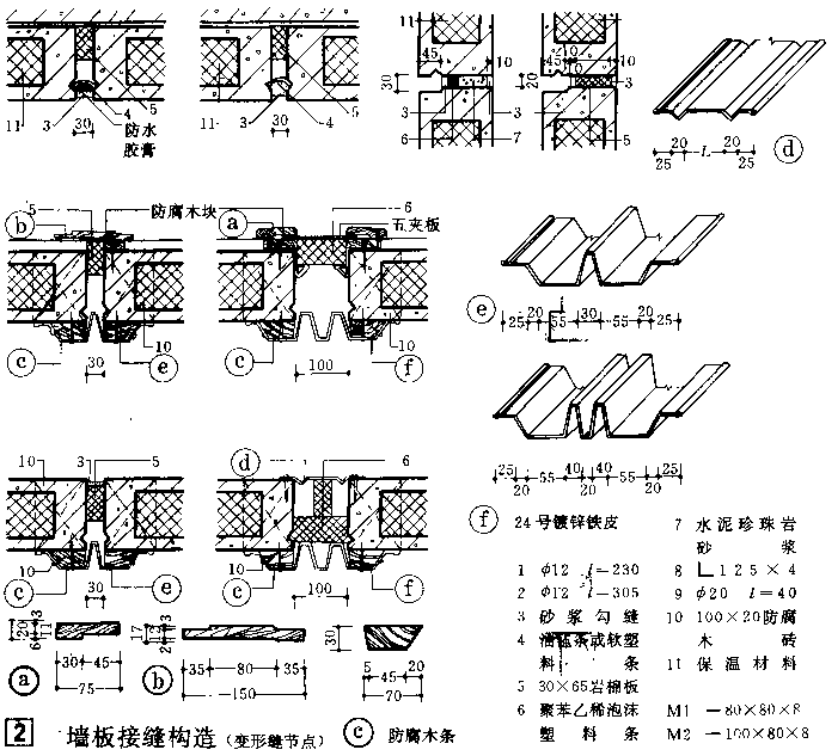
a　b

6 压条连接

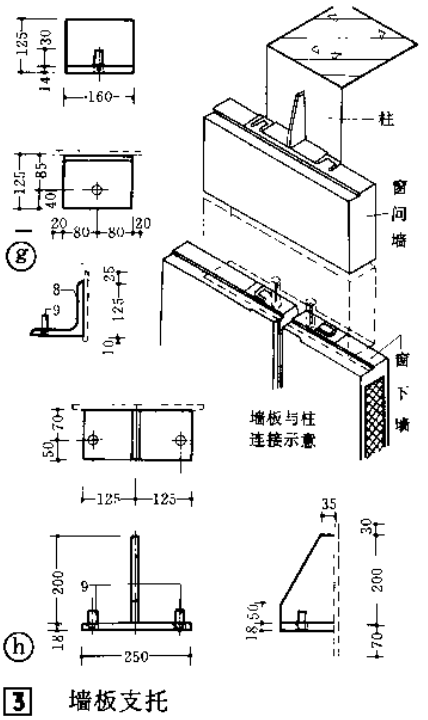
1 水泥砂浆 1：2.5
2 水泥珍珠岩砂浆 1：8
3 钢筋混凝土构造柱
4 —75×8，l=70
5 油毡条
6 泡沫聚苯乙稀板
7 φ12 或 14，l=270
8 —150×100×8
9 粘贴 20 厚聚氨脂软泡沫塑料
10 L 100×63，l=80
11 6×18 半圆头螺钉
12 L 60×60 退长，按墙板高分段
13 半圆头螺栓 M6×16
14 6×16 半圆头螺钉@300
15 活连接用半圆头螺栓 M 16×16
16 φ14或15螺栓
17 混凝土压条
18 M 14或M 16螺母，安装后与螺杆焊死
19 钢板
20 缝内灌 M1 水泥砂浆或白灰砂浆



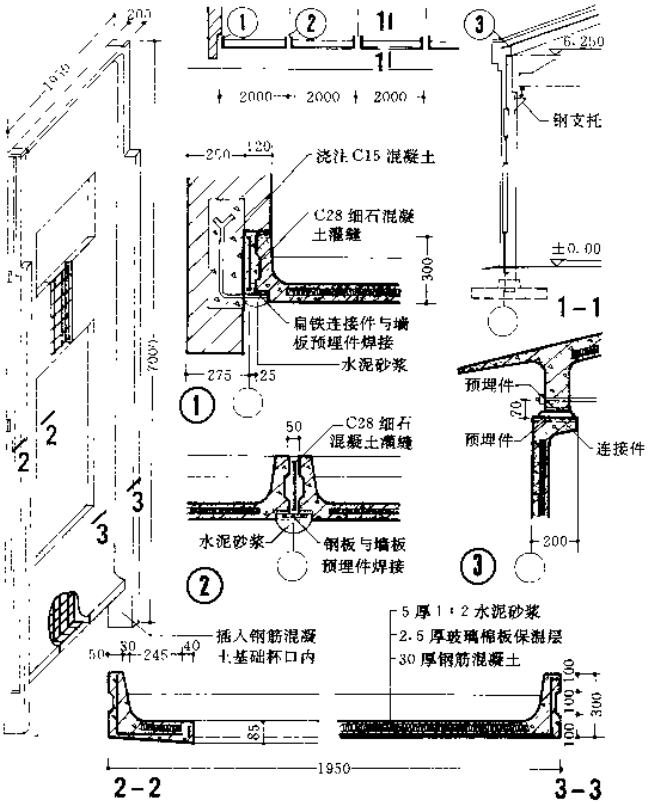
1 墙板与柱连接



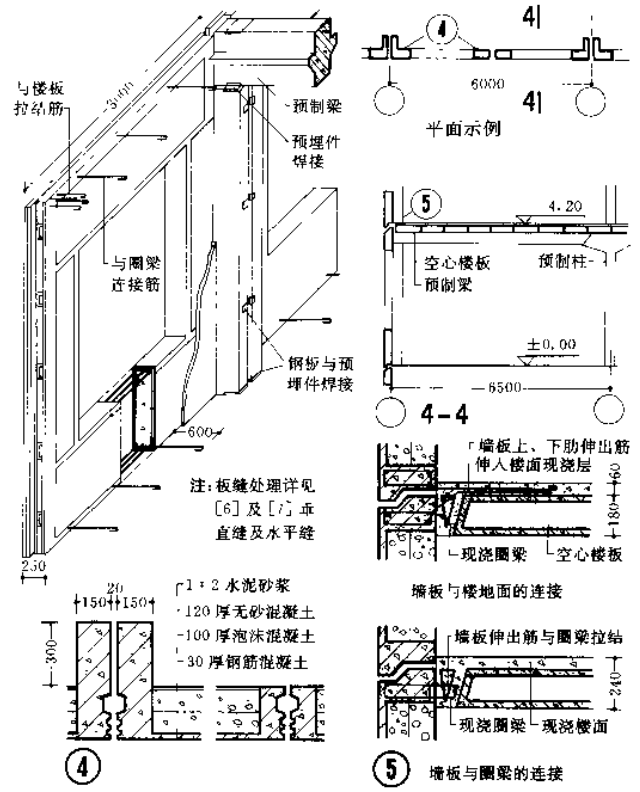
2 墙板接缝构造（变形缝节点）



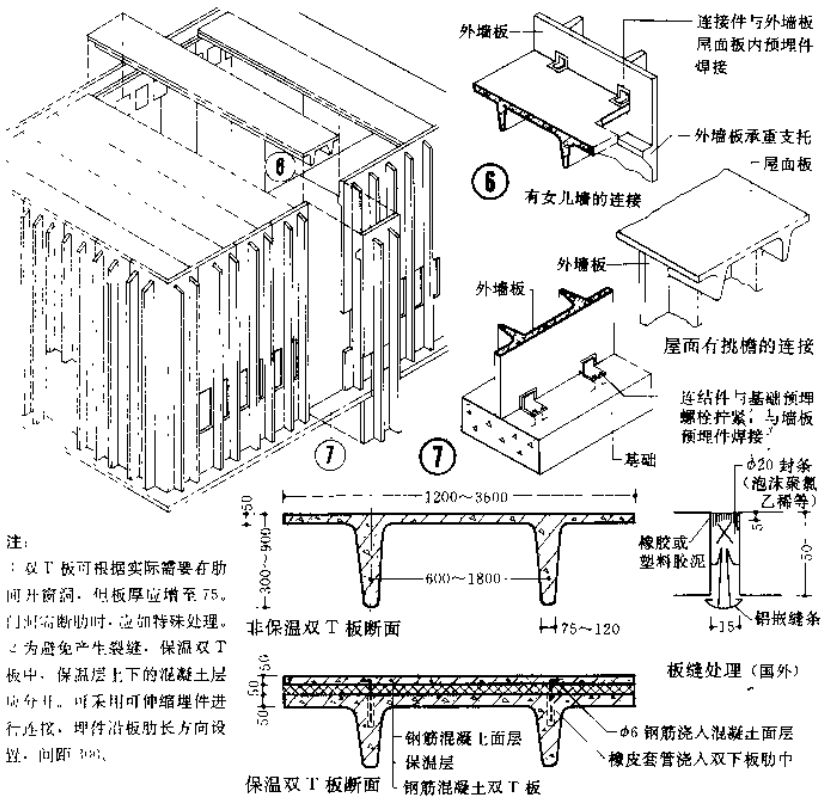
3 墙板支托



1 单层小跨度厂房承重墙板

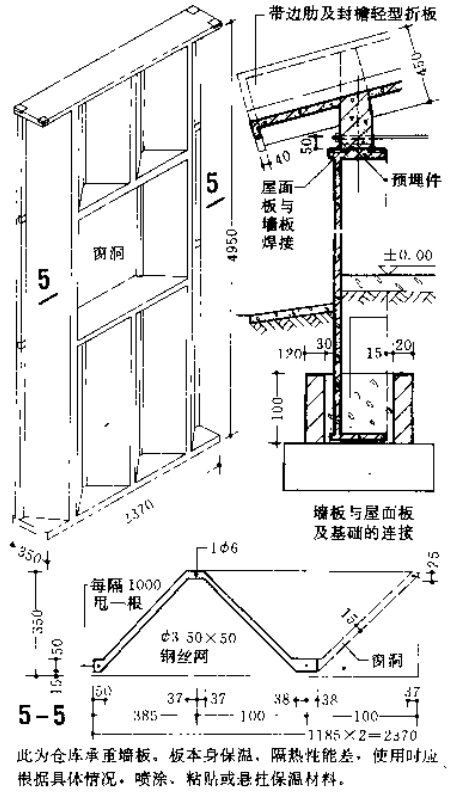


2 多层厂房墙、柱合一保温墙板



注:
1.双T板可根据实际需要在肋间开窗洞,但板厚应增至75,门洞需断肋时,应加特殊处理。
2.为避免产生裂缝,保温双T板中,保温层上下的混凝土层应分开,可采用可伸缩埋件进行连接,埋件沿板肋长方向设置,间距300。

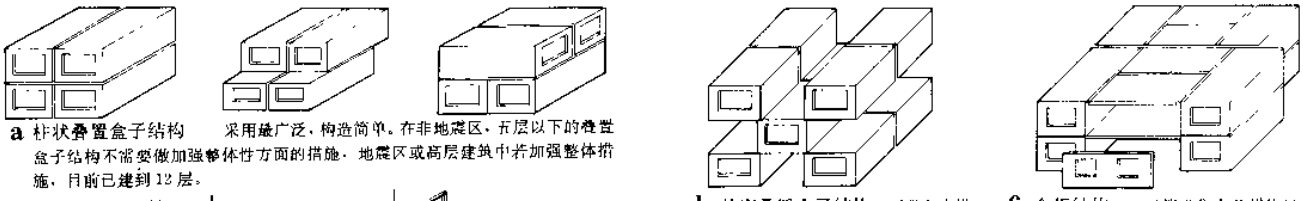
3 外墙、屋面多用板——双T板



此为仓库承重墙板,板本身保温,隔热性能差,使用时应根据具体情况,喷涂、粘贴或悬挂保温材料。

4 外墙、屋面多用板——轻型折板

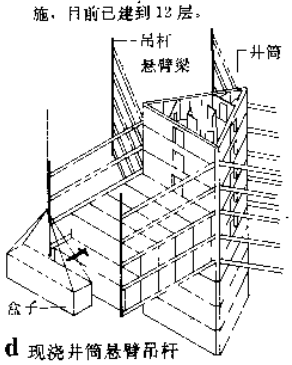
盒子建筑由预制盒子结构组成，是目前装配化程度较高的一种建筑形式，其装配程度可达85%以上。现场工作只需平整场地、建造基础及施工吊装等，因此生产效率大大提高，用工量较一般建筑节约1/3以上。盒子结构属于薄壁空间结构体系，用材少，自重轻，与一般建筑相比，自重可减轻55%。盒子结构可采用各种材料，如钢材、钢筋混凝土、木材和塑料等。其中，钢盒子不仅用于低层、多层、而且可用于高层建筑。钢筋混凝土盒子多用于4～8层的建筑。由于盒子结构尺寸大、重量大，需要配备载重量大的运输、吊装设备。



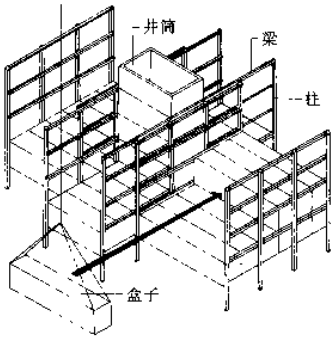
a 柱状叠置盒子结构　采用最广泛，构造简单。在非地震区，五层以下的叠置盒子结构不需要做加强整体性方面的措施，地震区或高层建筑中若加强整体措施，目前已建到12层。

b 品字叠置盒子结构　可避免内横墙重复，盒子之间可结合大板布置。

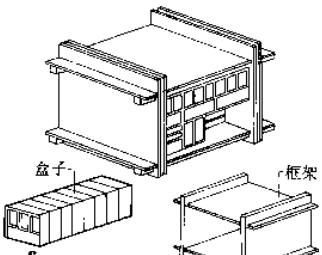
c 盒板结构　对管道集中及装修最费工的部分采用盒子构件，需要大开间及灵活布置部分采用大板结构



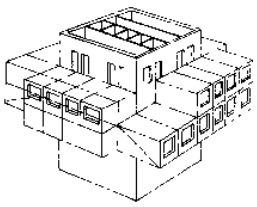
d 现浇井筒悬臂吊杆式框架镶嵌盒子结构



e 现浇井筒装卸式框架镶嵌盒子结构



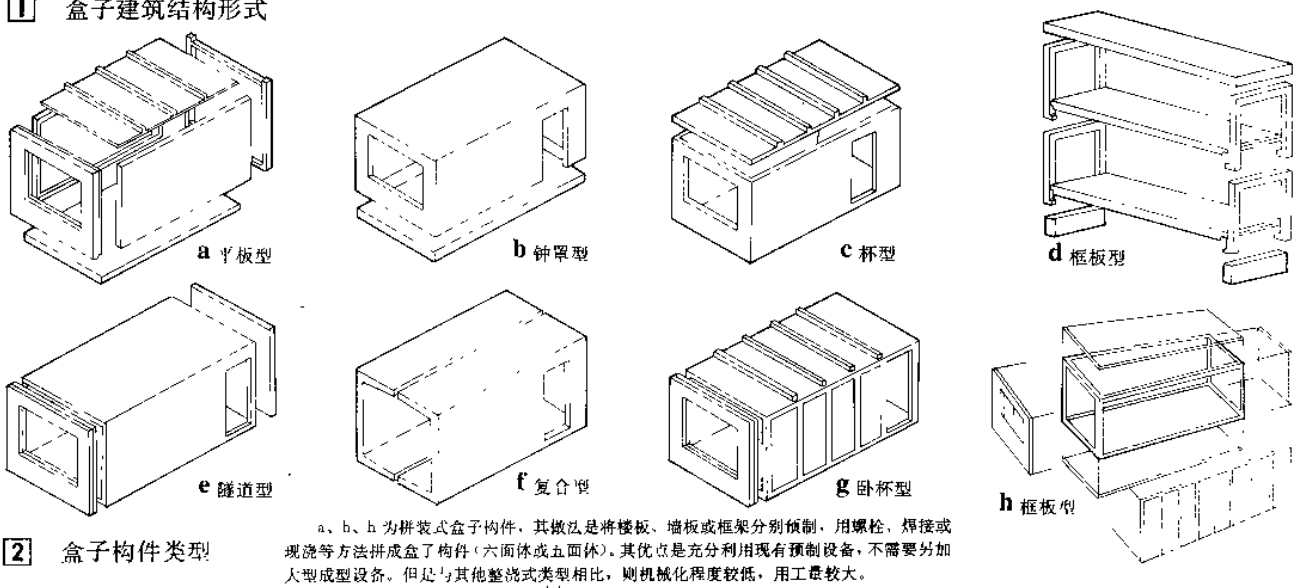
f 格子形框架镶嵌盒子结构



g 现浇井筒悬挂盒子结构

注：a～c 为承重盒子结构
d～g 为非承重盒子结构

1 盒子建筑结构形式

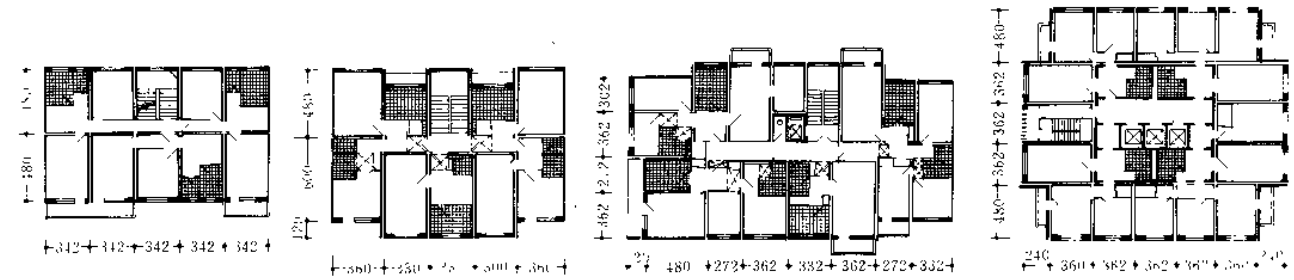


a 平板型　**b** 钟罩型　**c** 杯型　**d** 框板型

e 隧道型　**f** 复合型　**g** 卧杯型　**h** 框板型

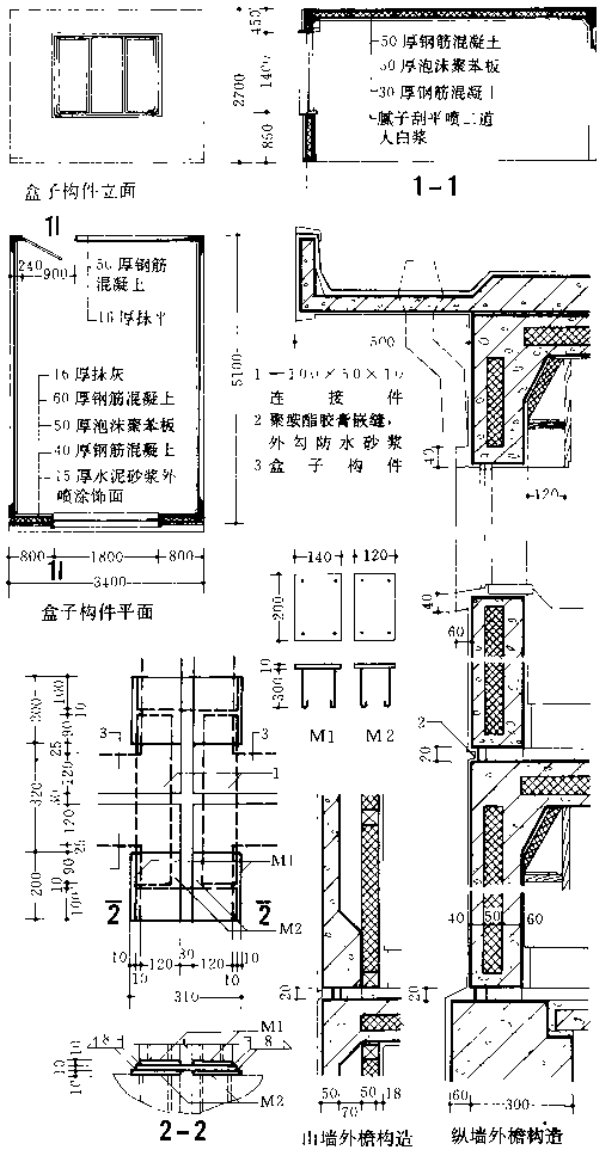
2 盒子构件类型

a、b、h 为拼装式盒子构件，其做法是将楼板、墙板或框架分别预制，用螺栓、焊接或现浇等方法拼成盒子构件（六面体或五面体）。其优点是充分利用现有预制设备，不需要另加大型成型设备。但是与其他整浇式类型相比，则机械化程度较低，用工量较大。

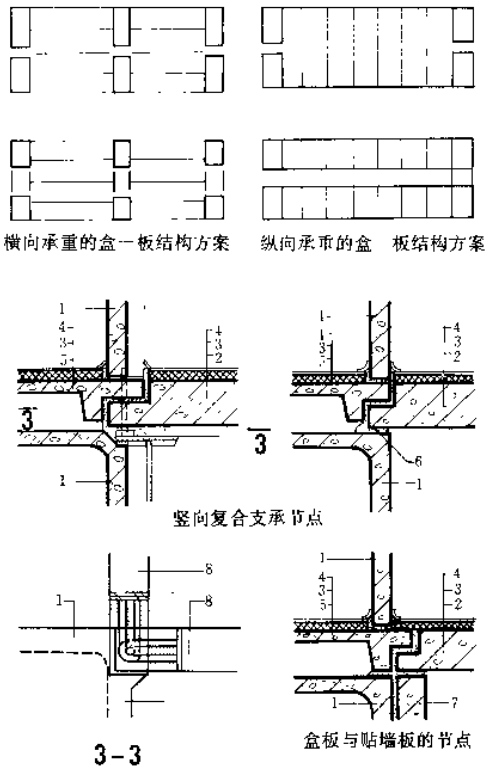


a 北京六层盒子结构住宅平面　**b** 前苏联五层以下盒子结构住宅平面　**c** 前苏联九层盒子结构住宅平面　**d** 前苏联现浇井筒悬挂盒子结构高层住宅平面

3 盒子建筑平面布置实例



1 北京铁路局机车车辆厂盒子结构住宅楼构造

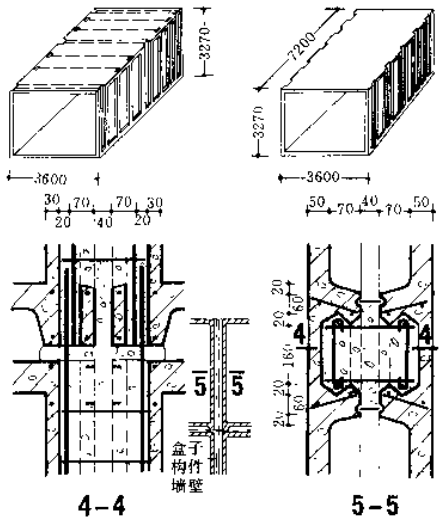


房屋中设备安装最复杂、装修最费工的部分采用盒子结构，需要大井间及灵活布置的部分采用大板结构。住宅中卫生间、厨房、楼梯间宜采用盒子。9-179型盒板体系采用钟罩型盒子构件，盒子构件支承大板的那面墙厚度为19厘米，用这种体系可建5—10层楼房屋。

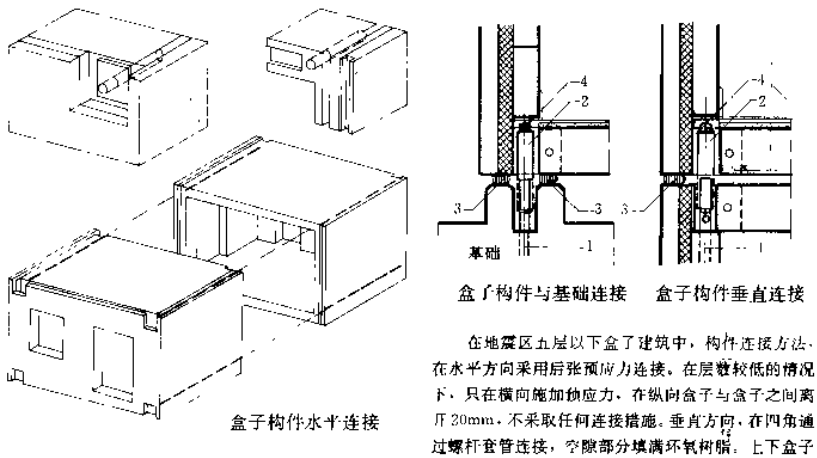
1 盒子构件墙壁
2 陶粒混凝土板
3 地面垫层
4 漆布地面
5 盒子构件的混凝土楼板
6 水泥砂浆
7 贴墙承重板
8 房屋横向或纵向承重墙板

2 前苏联9—179型盒一板体系住宅楼盒板构件连接

在地震区或高层建筑中，克拉斯诺达尔体系，采用一种不用焊接的对接连接方法。它在盒子构件的垂直墙肋上开若干条贯穿盒子构件全高的键槽，键槽相对形成若干现浇钢筋混凝土柱。建造16层以上的楼房时，在柱中心要加一根劲性钢筋。



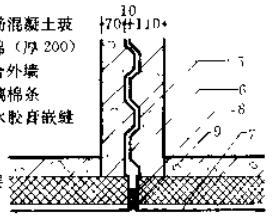
4 前苏联克拉斯诺达尔体系盒子构件连接



在地震区五层以下盒子建筑中，构件连接方法，在水平方向采用后张预应力连接。在层数较低的情况下，只在横向施加预应力，在纵向盒子与盒子之间离开20mm，不采取任何连接措施。垂直方向，在四角通过螺杆套管连接，空隙部分填满环氧树脂。上下盒子接缝处填氯丁橡胶以传递荷载。

3 意大利盒子结构构件连接

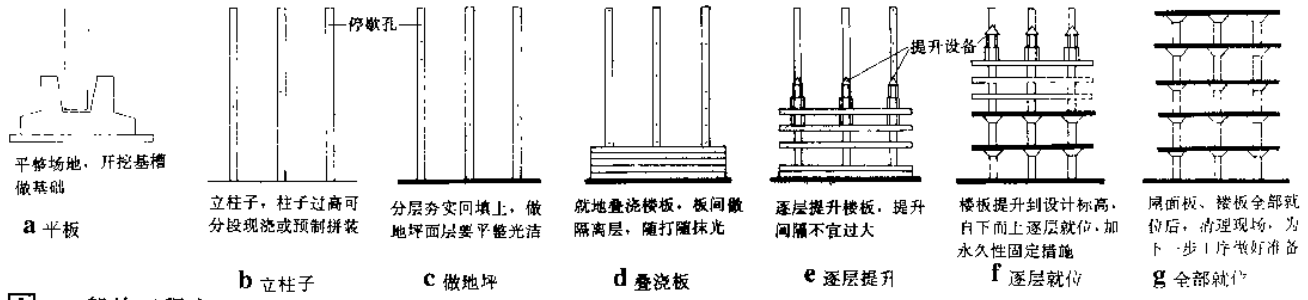
1 螺杆
2 螺杆套管
3 氯丁橡胶
4 环氧树脂
5 空气层
6 盒子内壁
7 钢筋混凝土玻璃棉（厚200）复合外墙
8 玻璃棉条
9 防水胶膏嵌缝



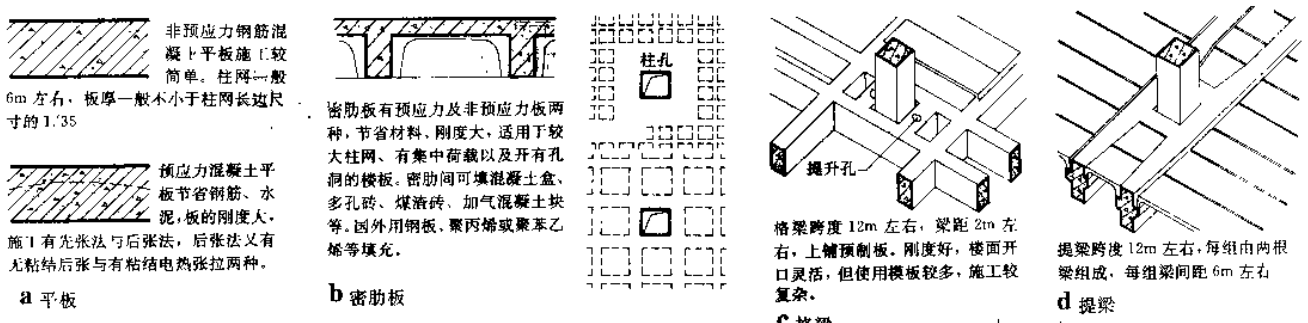
在非地震区，五层以下不需要加任何整体性连接。整个房屋靠构件自重及摩擦力保持稳定平衡。

5 芬兰洛夏体系盒子结构构件连接

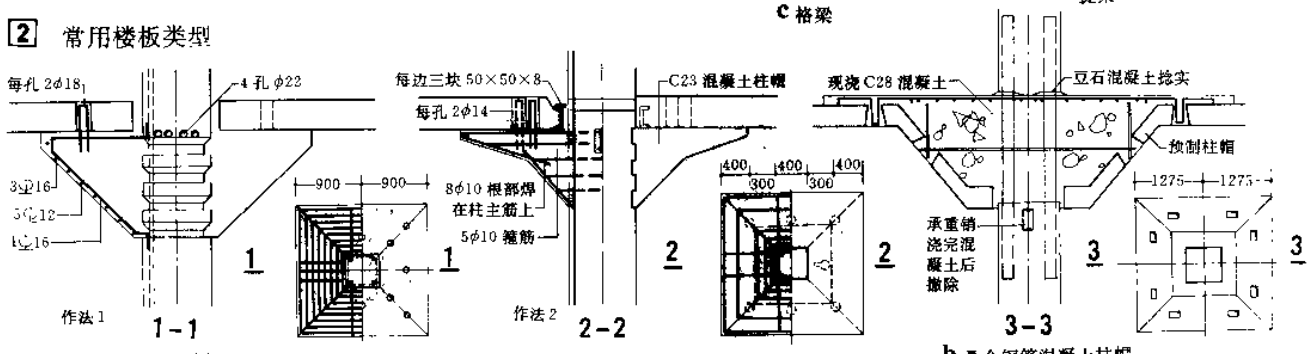
升板建筑具有节约模板、简化工序、提高工效、减少高空作业、施工设备简单、施工受季节影响小以及柱网布置灵活等优点。升板施工所需要的施工场地比较小，特别适用于城市狭小地方施工和山区施工。目前国内常用于内隔墙少、楼板荷载大的工业或民用建筑，如多层仓库、车间、商场和车库等。设计时应根据具体情况确定施工方法和节点构造。提升环是设置在楼板洞口的一个既能抗剪又能抗弯的构件，不仅直接决定结构的安全而且影响这种施工方法的经济性，必须精心设计、精心施工。建筑物外墙可根据具体情况和施工条件采用砌筑墙、现浇混凝土墙或预制挂板等。

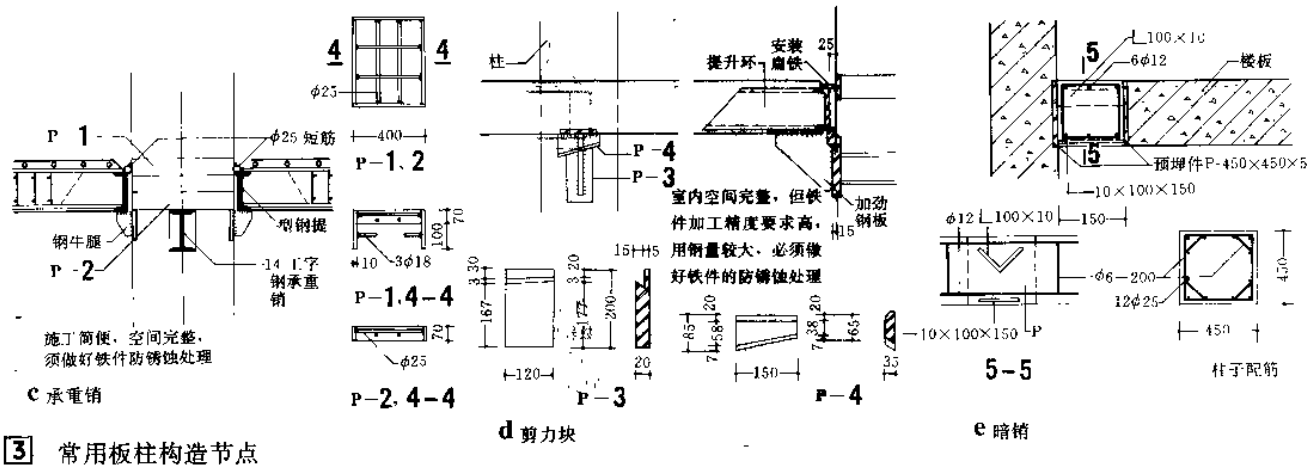


1 一般施工程序

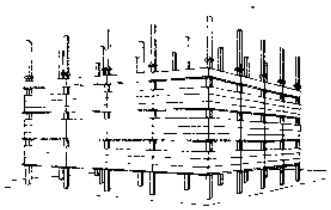


2 常用楼板类型



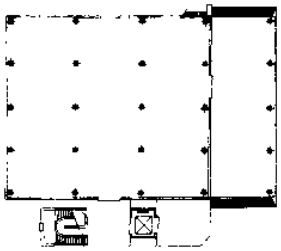


3 常用板柱构造节点

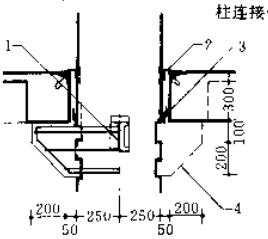


注：
采用在地面组装墙板、随楼板整层提升的方法。

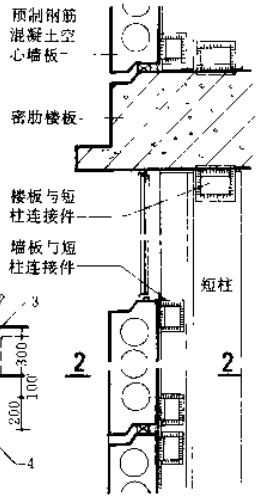
1 承重销
2 连接件
3 钢 楔
4 后浇钢筋混凝土柱帽



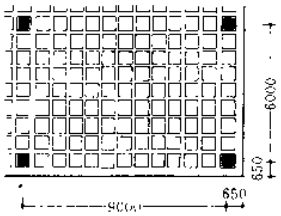
底层平面



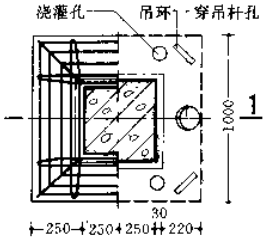
1-1



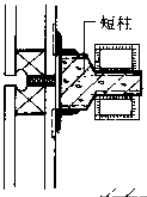
墙板组装节点



密肋楼板结构布置

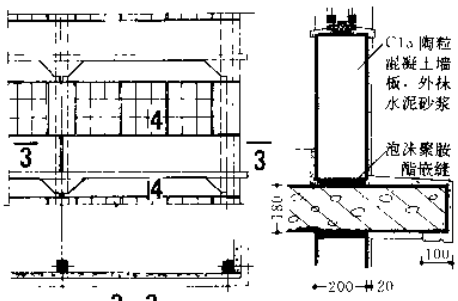


板柱节点

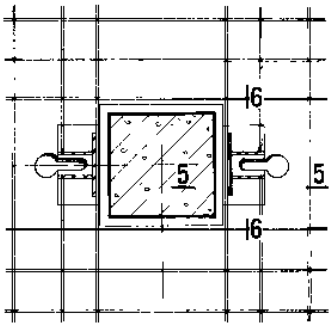


2-2

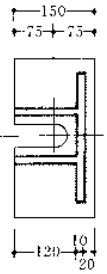
1 上海市玩具仓库



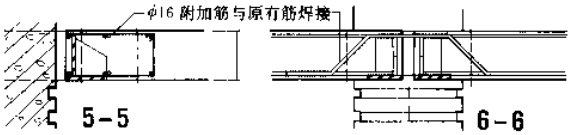
3-3　4-4



无型钢提升环柱上板带配筋平面

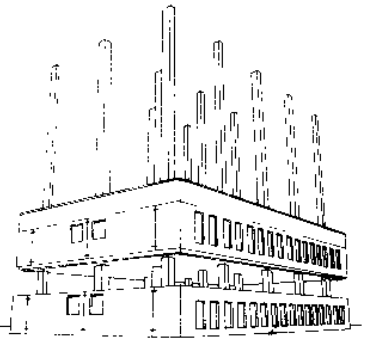


提升孔加劲铁件详图

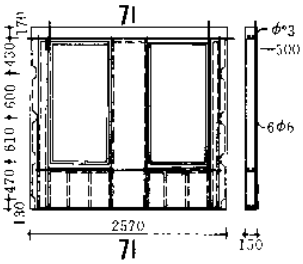


5-5　6-6

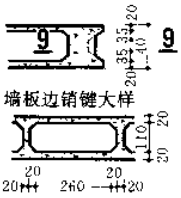
2 沈阳铁路局沈阳材料总厂



集层升板起升示意

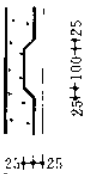


墙板配筋

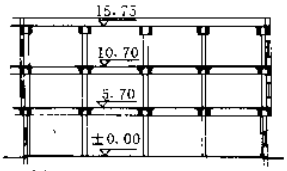


墙板边销键大样

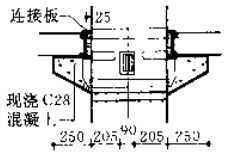
墙板通用孔型



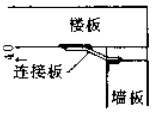
9-9



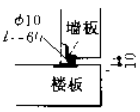
剖面



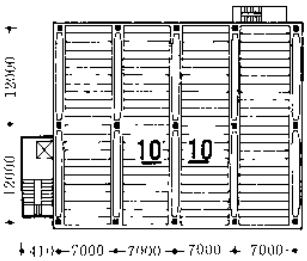
8-8



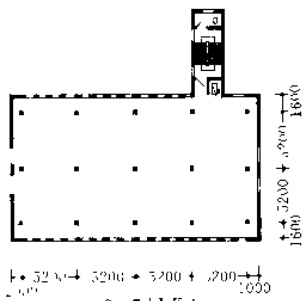
墙板顶与楼板连接



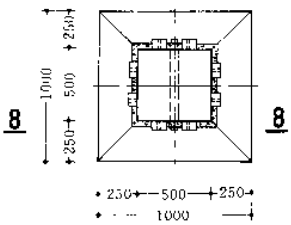
墙板底与楼板连接



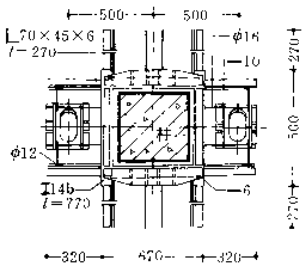
二层平面



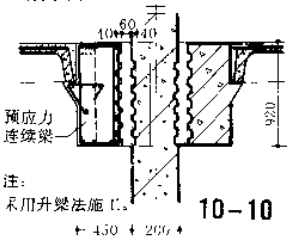
2～7层平面



板柱节点



提升环在楼板上定位



10-10

3 广西科技图书馆

4 上海钟表机修厂

在工业生产过程中，建筑结构的某些部位经常受到化学介质的作用而逐渐破坏，各种介质对材料所产生的破坏作用，通常称为腐蚀。建筑防腐蚀设计的任务是选择经济适用的材料，采用合理的防护构造，防止由于腐蚀性介质的作用而影响建筑物、构筑物的使用和耐久性。

防腐蚀工程的设计程序

- 了解腐蚀性介质情况
  - 介质名称及性质
  - 介质浓度：一般采用重量百分比
  - 介质温度：一般均可视为常温
  - 作用情况：分长时间作用、经常作用和偶尔作用等情况
- 了解使用中物理作用情况
  - 压力
  - 冲击
  - 摩擦
  - 温度及是否有急冷急热
  - 水冲洗情况
- 基础及上部结构的选择和防护
  - 基础和基础梁的防护
  - 上部结构的防护
  - 贮槽等特殊构筑物结构形式的选择
  - 设备基础的设计
- 面层及胶结材料的选择
  - 常用块材面层的选择
  - 块材性能选择比较
  - 块材胶结材料选择
  - 常用整体面层的选择
  - 池、槽内衬表面的防护
  - 污水处理池的防护要点
  - 技术经济分析
- 选择结合层
  - 有隔离层时，结合层应选用耐腐蚀的材料
  - 无隔离层时，结合层可选用耐腐蚀材料，也可选用水泥砂浆
- 选择隔离层
  - 隔离层设置的要求
  - 隔离层种类的选择
- 确定找平层
  - 使用树脂类隔离层时，找平层采用1：2水泥砂浆
  - 使用橡胶类、沥青类隔离层或无隔离层时，采用1：3水泥砂浆
- 基层或基础处理
  - 地面垫层可配构造钢筋
  - 预制楼板上应设整浇层
  - 设备基础要求
  - 贮槽及污水处理池的要求
- 其他部位的防护
  - 结构构件的表面防护
  - 门窗的选择要求
  - 墙面和墙裙的防护
  - 钢基层的除锈要求

材料的耐腐蚀性能　　表1

介质名称	花岗石石英石	耐酸砖	硬聚氯乙烯	氯丁胶乳水泥砂浆	聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆	沥青类材料	水玻璃类材料	聚氯乙烯胶泥	氯磺化聚乙烯胶泥
硫酸	耐	耐	≤70%耐	不耐	≤2%尚耐	≤50%耐	耐	≤40%耐	≤40%耐
盐酸	耐	耐	耐	≤2%尚耐	≤5%尚耐	≤20%耐	耐	≤20%耐	≤20%耐
硝酸	耐	耐	≤50%耐	≤2%尚耐	≤5%尚耐	≤10%耐	耐	≤15%耐	≤15%耐
醋酸	耐	耐	≤60%耐	≤2%尚耐	≤5%尚耐	≤40%耐	耐	—	—
铬酸	耐	耐	≤50%耐	≤2%尚耐	≤5%尚耐	≤5%尚耐	耐	—	—
氢氟酸	不耐	不耐	≤40%耐	≤2%尚耐	≤5%尚耐	≤5%耐	不耐	—	≤15%耐
氢氧化钠	≤30%耐	耐	耐	≤20%耐	≤20%尚耐	≤25%耐	不耐	尚耐	≤20%耐
碳酸钠	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	耐	不耐	—	—
氨水	耐	耐	耐	耐	耐	尚耐	不耐	—	—
尿素	耐	耐	耐	耐	耐	耐	不耐	—	—
氯化铵	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	耐	尚耐	—	—
硝酸铵	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	耐	尚耐	—	—
硫酸铵	耐	耐	耐	尚耐	尚耐	耐	尚耐	—	—
丙酮	耐	耐	不耐	耐	尚耐	不耐	有渗透作用	—	—
乙醇	耐	耐	耐	耐	耐	不耐		—	—
汽油	耐	耐	耐	耐	耐	不耐		—	—
苯	耐	耐	不耐	耐	耐	不耐		—	—
5%硫酸和5%氢氧化钠交替作用	耐	耐	耐	不耐	不耐	耐	尚耐	尚耐	耐

材料的耐腐蚀性能　　续表1

介质名称	环氧类材料	环氧煤焦油(1:1)类材料	酚醛类材料	不饱和聚酯类材料					呋喃类材料	
				双酚A型	邻苯型	间苯型	二甲苯型	乙烯基酯型	YJ型	F-82型
硫酸	≤60%耐	≤60%耐	≤70%耐	≤70%耐	≤50%耐	≤60%耐	≤70%耐	≤60%耐	≤60%耐	≤70%耐
盐酸	≤31%耐	≤31%耐	耐	耐	≤20%耐	耐	耐	耐	≤20%耐	≤31%耐
硝酸	≤10%尚耐	≤10%耐	10%尚耐	≤30%耐	≤5%耐	≤10%耐	≤30%耐	≤30%耐	≤10%耐	≤5%耐
醋酸	≤10%耐	≤10%耐	耐	≤40%耐	≤30%耐	≤40%耐	≤40%耐	≤40%耐	≤20%耐	≤20%尚耐
铬酸	≤10%尚耐	≤10%耐	≤20%耐	≤20%耐	≤5%尚耐	≤10%耐	≤20%耐	≤20%耐	≤5%耐	≤5%耐
氢氟酸	≤5%尚耐	≤5%尚耐	≤40%耐	≤40%耐	≤20%耐	≤30%耐	≤30%尚耐	≤30%耐	≤20%耐	≤30%尚耐
氢氧化钠	耐	耐	不耐	尚耐	不耐	尚耐	耐	尚耐	尚耐	尚耐
碳酸钠	耐	耐	尚耐	≤20%耐	不耐	尚耐	耐	耐	耐	耐
氨水	耐	尚耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	尚耐	尚耐	尚耐
尿素	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐
氯化铵	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐
硝酸铵	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐
硫酸铵	耐	耐	尚耐	尚耐	尚耐	尚耐	耐	耐	耐	耐
丙酮	尚耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐	不耐
乙醇	耐	尚耐	尚耐	尚耐	不耐	尚耐	尚耐	尚耐	尚耐	尚耐
汽油	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐
苯	耐	不耐	耐	尚耐	不耐	尚耐	不耐	耐	耐	耐
5%硫酸和5%氢氧化钠交替作用	耐	耐	不耐	尚耐	不耐	尚耐	耐	耐	耐	尚耐

注：①表中、、系指介质的质量浓度百分比；介质为常温；
②软聚氯乙烯的耐腐蚀性能略低于硬聚氯乙烯的性能；
③表中水玻璃类材料对氯化铵、硝酸铵、硫酸铵的"尚耐"，系指密实的钠水玻璃类材料和钾水玻璃类材料；
④双酚A型、乙烯基酯型不饱和聚酯类材料和呋喃类材料，对稀氢氧化钠介质为尚耐，但对浓氢氧化钠介质为耐；
⑤介质为氢氟酸时，材料的配合比和其他介质有所不同，粉料和细骨料均采用重晶石粉或萤晶石砂。

各种石材的组成及物化性能

表1

种　类	花岗石	石英岩	玄武岩	辉绿岩	安山岩	文　石	石灰岩	白云岩
组　成	由长石、石英及少量云母等组成的火成岩	石英颗粒被二氧化硅胶结而成的变质岩	由长石和少量辉石组成的火成岩	由长石和少量辉石组成的火成岩	由长石及少量石英、云母等组成的火成岩	由二氧化硅等矿物组成	次生沉积岩	次生沉积岩
主要成分	二氧化硅 60～70%	二氧化硅 90%以上	二氧化硅 47～49%	二氧化硅 50%左右	二氧化硅 61～65%	二氧化硅 60%以上	氧化钙 50～60%	氧化钙：约30% 氧化镁：约20%
颜　色	灰色、蓝灰色或浅红色	白色、淡黄色或浅红色	深灰色或黑绿色	深灰色或黑绿色	灰色或深灰色	灰白色或肉红色	灰色、白色、黄褐色或黑褐色	白色或灰色
特　性	强度高，硬度大，但热稳定性差	强度高，硬度大，难以加工	强度高，耐磨好，脆性大，加工难	强度高，耐磨好，脆性大，加工难	硬度较小，热稳定性好，易于加工	构造层理呈片状，质软易加工	硬度较小，热稳定性好	硬度较普通石灰岩大 热稳定性差
比　重	2.6～2.8	2.5～2.8	2.9～3.0	2.9～3.0	2.7	2.8～2.9	2.0～2.6	2.2～2.7
抗压强度(MPa)	110～250	150～400	250～500	180～250	—	50～100	22～140	80
耐酸性	耐	耐	耐	耐	耐	耐	不耐	不耐

石材加工的质量要求

表2

加工分类	技术要求
锯　光	表面有细浅的条痕，凹凸面高差不大于2mm，但常有锯条的铁锈痕迹
剁斧光	面如斩假石，要求斧痕均匀、整齐、精细，斧痕的疏密度间距在100mm内有10条左右
细豆光	面如水磨石，要求加工面细密、均匀、平直，凿点间距在6mm左右，表面平整度在30mm直尺下，高低差不大于5mm
粗豆光	加工要求边、角、面基本平直，表凿点间距在12～15mm左右，凹凸高低相差不超过15mm
豆　光	加工精度介于细豆光和粗豆光之间

耐酸陶瓷、铸石制品的性能指标

表3

制品名称	耐酸砖	缸砖	耐酸陶板	耐酸陶管	玄武岩铸石	辉绿岩铸石
比重	2.2～2.6	—	2.2～2.3	—	2.95	2.8～3.0
耐磨率(g/cm²)	≤0.15	—	≤0.16	—	0.27	0.1～0.29
吸水率(%)	≤2	8～9	5～8	3～10	—	≈0
耐酸率(%)	≥98	97	≥97	90～99	—	—
抗拉强度(MPa)	—	—	—	—	—	—
抗压强度(MPa)	200	50	80～120	—	600	330～800
抗弯强度(MPa)	15	—	40～60	—	46.6	45～75
冲击韧性(g·cm/cm²)	—	—	1.0～1.5	—	73	82.4
导热系数(W/m·K)	1.10～1.45	—	0.9～1.05	—	—	0.58～0.99
线膨胀系数(10⁻⁶/℃)	5.3～6.4	—	4.5～6.0	—	6.86	1
抗水压(MPa)	—	—	—	—	2～15	—
热稳定性	350℃冷至12℃≥2次	—	200℃冷至12℃≥2次	—	180℃急冷至常温3次	200℃徐冷至14℃

耐酸砖的规格

表4

制品名称及形状	砖号	尺寸(mm) a	b	c	c_1
标准型耐酸瓷砖	C－1	230	113	65	—
	C－2	230	113	40	—
	C－3	200	98	50	—
侧面楔型耐酸瓷砖	C－4	230	113	65	55
	C－5	230	113	65	45
	C－6	230	113	55	45
端面楔型耐酸瓷砖	C－10	230	113	65	55
	C－11	230	113	65	45
	C－12	230	113	55	45
板型耐酸瓷砖	C－16	200	98	20	—
	C－17	150	150	30	—
	C－18	150	75	30	—
	C－19	150	150	20	—
	C－20	150	75	20	—
	C－21	100	100	20	—
	C－22	100	50	20	—
	C－23	100	100	10	—
	C－24	100	50	10	—

耐酸砖、缸砖、耐酸陶板、铸石板的质量要求

表5

项　目		耐酸率(%)	吸水率(%)
耐酸砖	一类	≥99.80	≤0.5
	二类	≥99.80	≤2.0
	三类	≥99.70	≤4.0
缸　砖		≥94.00	≤7.0
耐酸陶板		≥97.00	≤7.0
铸石板		≥99.00	—

注：①缸砖和耐酸陶板的生产厂家已经很少，设计选用时应先落实好厂家；
②铸石板由于表面太光滑，不宜用于楼面或地面，可用于贮槽及尿素造粒塔的刮料层等处。

常用粉料性能比较

表6

粉　料	辉绿岩粉	石英粉	瓷粉	石墨粉	重晶石粉	石灰石粉
吸水性	低	较高	较高	低	低	低
收缩性	小	大	一般	小	小	一般
耐酸性	好	好	好	好	好	不耐
耐碱性	耐	不耐	不耐	耐	耐	耐
耐氢氟酸	不耐	不耐	不耐	耐	耐	不耐
耐磨性	好	一般	一般	较差		一般
耐热性	高	一般	一般	高	一般	一般
导热性	一般	一般	一般	好	—	一般
价　格	较贵	便宜	较贵	贵	贵	便宜

粉料的质量要求

表7

耐腐蚀材料		沥青类材料	水玻璃类材料	树脂类材料	备注
粉料	耐酸率(%)	≥98	≥95	≥95	①粗骨料的最大粒径，不大于结构尺寸的1/4 ②当树脂类材料采用酸性固化剂时，粉料和细骨料的耐酸率应不小于98% ③配制沥青砂浆和沥青混凝土时，其粉料和细骨料混合物的颗粒级配见3:表7
	含水率(%)	—	≤1	≤0.5	
	细度 0.15mm 0.09mm	筛孔筛余≤5% 10～30%			
	亲水系数	≤1.1	—	—	
	体积安定性		—	合格	
细骨料	耐酸率(%)	≥95	≥95	≥95	
	含水率(%)	—	≤1	≤1	
	含泥量(%)	≤1	≤1	—	
	颗粒级配筛孔 5.0mm 1.25 (累计筛余) 0.315 0.16	0～10 35～65 80～95 90～100	0～10 20～55 70～95 95～100	粒径≤2mm	
粗骨料	耐酸率(%)	≥95	≥95	—	
	含水率(%)	≤1	≤0.5		
	吸水率(%)	—	≤1.5	—	
	含泥量(%)	≤1	不含		
	浸酸安定性	合格	合格	—	
	颗粒级配(累计筛余) 最大粒径 D	— —	0～5 30～60	—	
	1/2D5mm	—	90～100		

常用材料的物理力学性能

表1

材料名称	氯丁胶乳水泥砂浆	聚丙烯酸乳液水泥砂浆	沥青类材料	钠水玻璃	钾水玻璃密实的钠水玻璃
抗压强度(MPa)不小于	20	30	砂浆、混凝土在50℃时1.0	混凝土20 砂浆15	
抗拉强度(MPa)不小于	3.0	4.5	——	胶泥2.5	
粘结强度(MPa)不小于	与水泥砂浆1.2 与钢铁2.0	与水泥砂浆1.3 与钢铁1.5	胶泥与耐酸砖0.5	胶泥与耐酸砖1.0	
抗渗性(MPa)不小于	1.5	1.5	——	混凝土1.0	混凝土1.2
吸水率(%)不大于	4.0	5.5	砂浆1.5	胶泥15	胶泥10
使用温度(℃)不大于	60	60	50	300	

注：①水玻璃胶泥的吸水率系采用煤油吸收法测定；
②表中使用温度系指无腐蚀条件下的温度；
③水玻璃类材料采用耐火骨料时，其使用温度可以提高；
④水玻璃砂浆除表中要求外，其抗渗性不小于1.2MPa，浸酸安定性均应合格。

氯丁胶乳水泥砂浆的配合比(质量比)

表2

材料名称	水泥	砂子	胶乳	稳定剂	消泡剂	水
配合比	100	150～200	35～50	0.6～0.8	适量	适量

注：胶乳浓度按40%计，当采用其他浓度的胶乳时，可按比例换算。

丙烯酸酯乳液水泥砂浆及水泥浆的配合比(质量比)

表3

材料名称	水泥	砂子	丙烯酸酯乳液	水
乳液水泥砂浆	100	100～200	25～38	0～10
乳液水泥浆	100		25～38	--

注：①水泥应采用标号不低于525#的普通硅酸盐水泥；
②砂子可采用石英砂或河砂，其含水率不应大于1%；
③表中丙烯酸酯乳液的固体含量按40%计，在乳液中应含有消泡剂、稳定剂，凡不符合以上条件时，应按实际情况调整。

各种石油沥青的质量要求

表4

材料名称	道路石油沥青		建筑石油沥青			普通石油沥青		
标号	60号甲	60号乙	30号甲	30号乙	10号	75号	65号	55号
针入度(25℃,100g,1/10mm)	51～80	41～80	21～40	21～40	5～20	75	65	55
延度(25℃,cm)	≥70	≥40	≥3	≥3	≥1	≥2	≥1.5	≥1
软化点(环球法,℃)	45～50	≥45	≥70	≥60	≥95	≥60	≥80	≥100

钠水玻璃的质量要求

表5

项目	指标
外观	无色、略带色的透明或半透明黏稠液体
密度(20℃,g/m³)	1.44～1.47
氧化钠(%)	≥10.2
二氧化硅(%)	≥25.7
模数(M)	2.6～2.8

氟硅酸钠的质量要求

表6

项目	指标
纯度(%)	≥95
含水率(%)	≤0.5
细度(0.15mm孔筛)	全部通过

注：当受潮结块时，应在不高于100℃的温度下烘干并研细过筛后，方可使用。

粉料和细骨料混合物的颗粒级配

表7

种类	混合物累计筛余(%)								
	25	15	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16	0.08
沥青砂浆	--	--	0	20～38	33～57	45～71	55～80	63～86	70～90
细粒式沥青混凝土		0	22～37	37～60	47～70	55～78	65～88	70～88	75～90
中粒式沥青混凝土	0	10～20	30～50	43～67	52～75	60～82	68～78	72～92	77～92

钾水玻璃类材料的配合比(质量比)

表8

材料名称	胶泥	砂浆	备注
钾水玻璃	100	100	1. 钾水玻璃的模数为2.8～2.9 密度为1.40～1.45kg/cm³
胶泥粉	260～300		2. 胶泥粉和砂浆料中已含有钾水玻璃的固化剂
砂浆料		450～500	

沥青胶泥的配合比和耐热性能

表9

沥青软化点(℃)	配合比(质量比)			胶泥耐热性能(℃)		用途
	沥青	石英粉	6级石棉	软化点	耐热稳定性	
≥75 ≥90 ≥110	100	30	5	≥75 ≥95 ≥110	40 50 60	隔离层用
≥75 ≥90 ≥110	100	80	5	≥95 ≥110 ≥115	40 50 60	灌缝用
≥75 ≥90 ≥110	100	100	5 10 5	≥95 ≥120 ≥120	40 60 70	铺砌平面块材用
≥65 ≥75 ≥90 ≥110	100	150	5 5 10 5	≥105 ≥110 ≥125 ≥135	40 50 60 70	铺砌立面块材用
≥65 ≥75 ≥90 ≥110	100	200	5 5 10 5	≥120 ≥145 ≥145 ≥145	40 50 60 70	灌缝法施工时，铺砌平面结合层用

密实的钠水玻璃类材料的配合比(质量比)

表10

材料名称	胶泥	砂浆	混凝土	配制方法
钠水玻璃	100	100	100	在强烈搅拌下 先将过筛好的催化剂盐酸苯胺加入按配合比称量好的糠醇单体中 边加边搅拌 直至盐酸苯胺完全溶解 即成糠醇液 配液时应防止暴聚 并不得有结块现象 搅拌时间视施工温度而定 当温度20～30℃时 宜为15～20分钟 温度在20℃以下时 可适当延长至40分钟 最后 在不断搅拌中 缓缓将糠醇液加入按配合比称量的水玻璃中 直至搅拌均匀 改性水玻璃溶液的贮存期不应超过三个月
氟硅酸钠	15～18	15～17	15～16	
铸石粉	250～270	200～220	180～200	
细骨料	—	250～270	240～250	
粗骨料	—	—	320～330	
糠醇单体	3～5	3～5	3～5	

沥青砂浆和沥青混凝土的配合比(质量比)

表11

种类	用途	沥青	粉料和骨料混合物
沥青砂浆	涂抹立面	100	25
	振捣铺筑	100	11～14
沥青混凝土	细粒式	100	8～10
	粗粒式	100	7～9

糠醇单体和盐酸苯胺质量要求

表12

指标	糠醇单体	盐酸苯胺
外观	淡黄色或微棕色液体有苦辣气味	白色而有光泽晶体，在日光和空气下变黑绿色
比重	1.28～1.30	1.22
纯度	≥95%	≥98%
细度	--	全部通过0.25mm孔的筛

水玻璃胶泥的质量要求

表13

初凝时间	>30min
终凝时间	<8h
抗拉强度	>2.5MPa
与耐酸砖粘结强度	≥1.0MPa
煤油吸收率	≤16%

冷底子油的配合比(质量比)

表14

组别	遍数	建筑石油沥青	溶剂汽油	煤油
1	第一遍	30	70	--
	第二遍	50	50	--
2	第一遍	30	35	35
	第二遍	50	25	25
3	第一遍	30	—	70
	第二遍	50	·	50

注：表中组号越靠前的干燥速度越快。

常用材料物理力学性能表

表1

项目		环氧类材料	环氧煤焦油(1:1)类材料	酚醛类材料	不饱和聚酯类材料 双酚A型	邻苯型	间苯型	二甲苯型	乙烯基酯型	呋喃类材料 YJ型	F-82型
抗压强度(MPa)不小于	胶泥	80	20	70	70	80	80	80	80	70	70
	砂浆	70	20	—	70	70	70	70	70	60	60
抗拉强度(MPa)不小于	胶泥	9	5	6	9	9	9	9	9	6	6
	砂浆	7	4		7	7	7	7	7	6	6
	玻璃钢	100	60	60	100	90	90	100	100	80	--
胶泥粘结强度(MPa)不小于	与耐酸砖	3	3	1	2.5	1.5	1.5	3	2.5	1.5	1.5
	与花岗石	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	1.5	1.5
	与水泥砂浆	2.0	1.5	—	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	与钢铁	1	2	--	2	2	2	2	2	—	--
收缩率(%)不大于	胶泥	0.2	0.2	0.5	0.9	0.9	0.9	0.4	0.8	0.4	0.4
	砂浆	0.1	—	—	0.7	0.7	0.7	0.3	0.6	0.3	0.3
使用温度(℃)不大于		80	60	120	100	60	100	--		140	140

注：①当采用石英粉、石英砂时，树脂玻璃钢的密度为：1.6～1.8g/cm³；树脂胶泥的密度为：1.8～2.0g/cm³；
树脂砂浆的密度为：2.2～2.4g/cm³；各种树脂胶泥、玻璃钢的吸水率不大于0.2%；树脂砂浆的吸水率不大于0.5%；
②表中使用温度是指无腐蚀条件下的温度；
③乙烯基酯型不饱和聚酯类材料的使用温度与品种有关，一般为80～120℃；
④二甲苯型不饱和聚酯类材料的使用温度与品种有关，一般为65～85℃。

不饱和聚酯树脂的质量要求

表2

项目	指标 双酚A型	二甲苯型	邻苯型	间苯型	乙烯基酯型
酸值(氢氧化钾mg/g)	12～23	<40	17～27		-
粘度(25℃,Pa,S)	0.25～0.85	0.25～0.55	0.25～0.75	—	
固体含量(%)	50～65	64～72	60～70	—	—
胶化时间(25℃,min)	8～30	60	10～30	—	—

注：不饱和聚酯树脂的贮存期20℃时不应超过6个月；30℃时不应超过3个月。

建筑防腐蚀工程常用树脂的固化剂及特性

表3

树脂名称	固化剂名称		固化剂用量(%)	特征和特性
环氧树脂	乙二胺		6～8	无色透明液体，有刺激性气味，有毒性，可调配成胺类的丙酮溶液，以减少挥发和毒性
	二乙烯三胺		8～11	
	间苯二胺		9～11	灰色或棕褐色晶体，受潮后成灰黑色固体
	聚酰胺		20	棕红色或棕色黏稠液体
	T-31环氧固化剂		12～30	棕色液体，无毒，可在温度较低和基层比较潮湿的情况下使用
	JA-1环氧固化剂		10～25	棕色液体，无毒，低温活性好，在-15℃以上或在水、油、碱或盐溶液中均能使环氧完全固化
酚醛树脂	苯磺酰氯		6～10	黄色油状液体，有刺激性
	石油磺酸		12～16	浅棕色油状液体
	对甲苯磺酰氯		8～10	灰白色或淡黄色结晶物，有臭味，固化较慢
	硫酸乙脂(硫酸：乙醇=1：2)		8～10	无色液体，固化较快，但制成品性能较脆
	复合固化剂	硫酸：乙醇=1：2	2～4	使用固化较快和固化较慢的固化剂，使固化所需的酸度适中
		对甲苯磺酰氯	6～8	
不饱和聚酯树脂	引发剂*	过氧化环己酮二丁脂糊	2～4	促进剂使用环烷酸钴苯乙烯液，用量0.5～4
		过氧化甲乙酮	1～2	促进剂使用环烷酸钴苯乙烯液，用量0.5～4
		过氧化苯甲酰二丁脂糊	2～4	促进剂使用二甲基苯胺苯乙烯液，用量0.5～4
呋喃树脂	YJ呋喃树脂的固化剂		—	固化剂已掺入YJ呋喃专用的粉料中
	B型固化剂		15～18	棕褐色液体，是F-82呋喃树脂的固化剂

* 注：严禁引发剂与促进剂直接混合，以防爆炸。

E型环氧树脂的质量要求

表4

项目	E-44	E-42
外观	淡黄色至棕黄色粘稠透明液体	
环氧值(当量/100g)	0.41～0.47	0.38～0.45
软化点(℃)	12～20	21～27

煤焦油的质量要求

表5

项目	指标 一级	二级
外观	黑色粘稠液体	黑色粘稠液体
密度(g/cm³)	≤1.12～1.20	1.12～1.22
游离碳(%)	≤6	≤10.0
含酚量(%)	0.8	--
灰分(%)	≤0.15	≤0.15
含水率(%)	≤4	≤4
粘度(E80)	≤5.0	≤5.0

酚醛树脂的质量要求

表6

项目	指标
外观	棕红色粘稠液体
游离酚含量(%)	<10
游离醛含量(%)	<2
含水率(%)	<12
粘度(落球黏度计,25℃,S)	45～65

注：
①酚醛树脂常温下的贮存期不应超过1个月；
②当采用冷藏法或加入10%的苯甲醇时，贮存期不宜超过3个月。

玻璃钢使用的增强材料的质量要求

表7

项目	指标		
名称	非石蜡乳液型玻璃布	玻璃纤维毡	无纺缝纫布
外观	无捻粗纱方格平纹布	—	—
密度	4×4～8×8纱根数/cm²	—	8×8纱根数/cm²
厚度	0.2～0.4mm	0.2～0.4mm	—

呋喃树脂的质量要求

表8

项目	指标 糠醇(酮)树脂	YJ呋喃液	F-82呋喃树脂
外观	深褐色或棕黑色粘稠液体		
密度(g/m³)	—	1.18	—
固体含量(%)	70	—	42
灰分(%)	<3	—	—
含水率(%)	<1	—	—
pH值	7	—	—
粘度(涂-4粘度计,25℃,S)	600～1300	20～30	30～80
贮存期(20℃,月)	12	12	12

不饱和聚酯的引发剂及促进剂的配套表

表9

树脂型号	引发剂名称	促进剂名称
双酚A型不饱和聚酯	50%过氧化环己酮二丁脂糊或过氧化甲乙酮(用量1～2%)	环烷酸钴苯乙烯液
邻苯型不饱和聚酯		
间苯型不饱和聚酯		
乙烯基酯型不饱和聚酯		
二甲苯型不饱和聚酯	过氧化甲酰二丁脂糊	二甲基苯胺苯乙烯液

常用的稀释剂性能

表1

项目	乙醇	丙酮	甲苯	甲苯	苯乙烯
外观	无色液体	无色液体	无色液体	无色液体	无色液体
比重	0.79	0.79～0.80	0.86～0.88	0.84～0.88	0.90～0.91
闪点(℃)	10～14	－20	3～7	17	38
沸点(℃)	78.4	55.5～57	109～112	135～145	146
挥发性(分/5mg·25℃)	32	5	36	81	—
气味	无臭	芳香性刺激	臭	臭	臭
毒性	无	有	有	有	有
允许浓度(mg/m³)	1500	400	100	100	40
爆炸极限(%)	3.5～18	2.9～13.0	1.2～7.0	1.0～6.0	—

环氧类材料的配合比(质量比)

表2

材料名称			环氧树脂	煤焦油	二甲苯或丙酮	T—31(乙二胺)	耐酸粉料	石英砂
玻璃钢胶料	打底料	水泥砂浆或混凝土 第一道	100 50	50	80～100 20～25	12～30(6～8) 6～15(3～4)	0～30	
		水泥砂浆或混凝土 第二道	100 50	50	60～80 15～20	12～30(6～8) 6～15(3～4)	— 0～20	
		钢材	100 50	50	40～60 10～15	12～30(6～8) 6～15(3～4)	— —	
	腻子料		100 50	50	10～20 10～15	12～30(6～8) 6～15(3～4)	150～200 200～250	
	衬布料或面层胶料		100 50	50	40～60 10～15	12～30(6～8) 6～15(3～4)	- 200～250	
稀胶泥	稀胶泥		100		10～30	12～30(6～8)	50～100	
	罩面料		100		10～20	12～30(6～8)	—	
胶泥	砌筑或勾缝用		100 50	50	0～10 0～10	12～30(6～8) 6～15(3～4)	150～250 150～200	
	灌缝用		100 50	50	0～10 0～10	12～30(6～8) 6～15(3～4)	100～150 100～150	
砂浆	打底料		100 50	50	0～10 0～10	12～30(6～8) 6～15(3～4)	100～150 100～150	
	砂浆料		100 50	50	10～20 0～10	12～30(6～8) 6～15(3～4)	150～250 150～250	300～400 300～400

不饱和聚酯类材料的配合比(质量比)

表3

材料名称			树脂	引发剂	促进剂	苯乙烯	矿物颜料	苯乙烯石蜡液(100∶5)	粉料 石英粉	粉料 重晶石粉	细骨料 石英砂	细骨料 重晶石砂
玻璃钢	打底料	水泥砂浆或混凝土 第一道	100	2～4	0.5～4	30～50				—	—	—
		水泥砂浆或混凝土 第二道				15～20	—	—	—	—	—	—
		钢材				5～15	—	—		-	—	—
	腻子料					0～10	—	—	250～350	450～500	—	—
	衬布料					—	—	—	—	—	—	—
	罩面稀胶泥					0～10	0～2	—	100～200	200～300	—	—
	封面料						0～2	3～5				
稀胶泥	打底料	水泥砂浆或混凝土 第一道	100	2～4	0.5～4	30～50	—	—	—	—	—	—
		水泥砂浆或混凝土 第二道				15～20	—	—	—	—	—	—
		钢材				5～15		-	-	—	—	—
	稀胶泥					0～10	—	—	150～200	200～300	—	—
	封面料						0～2	3～5				
砂浆	打底料	水泥砂浆或混凝土 第一道	100	2～4	0.5～4	30～50	—	—	—	—	—	—
		水泥砂浆或混凝土 第二道				15～20				—	-	—
		钢材				5～15	—	—	—	-	—	—
	砂浆					0～10	-	—	150～200	350～450	400～500	600～700
	罩面稀胶泥					0～10	0～2	—	150～250	200～300	—	—
	封面料					—	0～2	3～5	—	—		
胶泥	砌筑或勾缝		100	2～4	0.5～4	—	—	—	200～300	450～500		—
	灌缝用					0～10	—	-	150～200	—	—	—

注：①各种型号的不饱和聚酯的引发剂及促进剂的配套见[4]；
②当腐蚀介质为氢氟酸时，不能用石英粉和石英砂，可用重晶石粉和重晶石砂代替。

酚醛类材料的配合比(质量比)

表4

材料名称		酚醛树脂	稀释剂	苯磺酸氯	耐酸粉料
玻璃钢胶料	打底料	同环氧玻璃钢打底料			
	腻子料	100	0～15	8～10	120～180
	衬布料与面层料	100	0～15	8～10	0～15
胶泥	砌筑或勾缝	100	0～15	8～10	150～200

YJ 呋喃类材料的配合比(质量比)

表5

材料名称		树脂液	玻璃钢粉	胶泥粉	石英砂
玻璃钢	打底料	同环氧打底料			
	接浆料	100	40～50		
		100		250	
	衬布胶料	100	40～50		
	面层胶料	100	40～50		
胶泥	灌缝用	100		250～300	
	砌筑用	100		350～400	
砂浆		100		250	250～300

F-82 呋喃类材料的配合比(质量比)

表6

材料名称		F-82 树脂	B 型固化剂	耐酸粉料	石英砂
玻璃钢	打底料	同环氧打底料			
	接浆料	100	12～18	30～50	
	面层胶料	100	12～18	50～100	
胶泥	灌缝用	100	12～18	100～150	
	砌筑用	100	12～18	200～250	
砂浆		100	12～18	150～200	240～500

注：①耐酸粉料可采用石英粉、瓷粉、816 粉等。
②不得单独使用石英粉。

聚氯乙烯胶泥和冷胶料的配合比

表7

材料名称	胶泥	冷胶料
煤焦油	100	100
聚氯乙烯粉	10～15	12
邻苯二甲酸二丁脂	8～15	8
硬脂酸钙	0.2～0.1	1
粉料	10～30	-
糠醛		10
甲苯	—	13

注：煤焦油须经脱水处理。

软聚氯乙烯板的粘结剂配合比(质量比)

表8

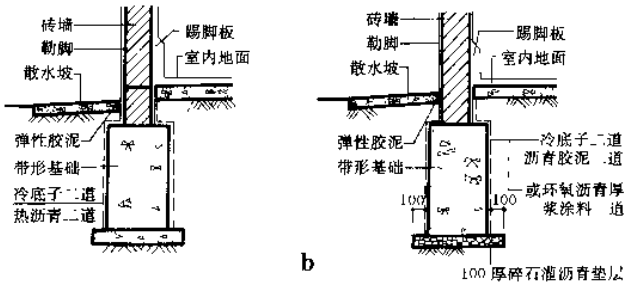
氯丁胶胶粘剂		氯丁酚醛粘结剂	
氯丁橡胶	100	氯丁橡胶	100
氧化镁	8	氧化锌	10
碳酸钙	120～140	氧化镁	10 取 113 份
防老剂 D	2	叔丁酚	
醋酸乙脂	36	甲醛树脂	5
氧化锌	10		
苯	36	叔丁酚甲醛树脂	100 份
汽油	72	醋酸乙脂	272 份
丙酮	36	汽油	136 份

地基与基础腐蚀概述 表1

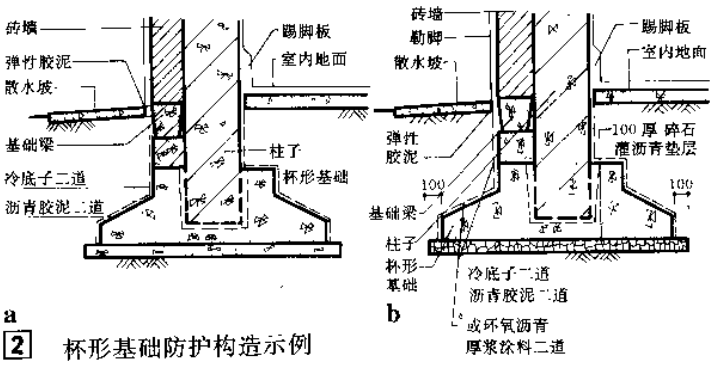
腐蚀因素	包括原有地下水或土壤(如盐渍土)的侵蚀性；生产中侵蚀性液体沿地面渗入地下的污染；工业污水管或检查井中酸性污水的渗漏；杂散电流漏入地下引起对金属的电化学腐蚀等
地基与基础腐蚀破坏概述	酸性介质渗入土壤造成地下水及土壤的酸化，对基础产生腐蚀。在亚粘土中与土壤内的金属盐类作用生成新的结晶物，如硫酸铁、硫酸铝、硫酸镁、硫酸钙、硫酸钠等，使土体膨胀产生内力，破坏原有土体结构。当遇有地下水流作用时，又使部分结晶物溶解冲失，造成土壤孔隙率增加，导致地基下沉量加大，承载能力降低

基础防护设计要点 表2

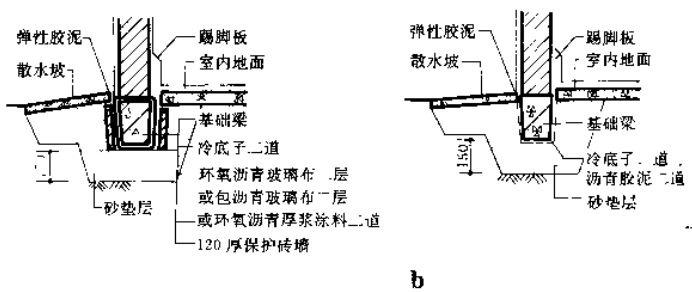
做好地面的防护、隔离和排水设施，使侵蚀性介质及时排除，防止渗入地下。防护设计中应按建筑物、构筑物的重要性，基础表面适当防护	污染区	浸蚀性液体渗入地下，酸性介质在土壤中扩散由上向下逐渐减轻，一般严重污染区深度为1m左右。基础埋深，除应考虑冰结深度外，尚应埋置在严重污染区以下	酸性介质作用下用条石或毛石砌筑的基础，不应采用石灰及石灰三合土垫层	保护层 钢筋混凝土基础当处于严重污染区内时，其钢筋保护层宜适当加大；处于杂散电流影响时，应采取屏蔽绝缘措施，防止钢筋的电化学腐蚀	酸性介质的管道穿越基础应考虑基础沉陷的影响，预留δ宜>预计沉陷值。酸性介质的管道距离基础边 胶应>1000	普通砖基础在酸性介质作用下，砌体的耐蚀性、稳定性明显下降，不宜做为重要建筑物的基础。当用做一般建筑物基础时，宜提高砖和砂浆标号，并适当加大截面



1 带形基础防护构造示例



2 杯形基础防护构造示例



3 基础梁防护构造示例

基础材料的选择

1. 受液相腐蚀建筑物的基础材料，应采用毛石混凝土、素混凝土或钢筋混凝土；钢筋混凝土的强度等级不应低于C20，毛石混凝土和素混凝土的强度等级不应低于C15。
2. 地面上仅有少量碱性介质作用时，才可采用石灰石砌体。
3. 普通粘土砖砌体的耐腐蚀性能不高，整体性差，表面不平整，并易于聚积腐蚀性液体，防护比较困难，不宜作厂房基础。
4. 灰土和三合土系气硬性材料，硬化时间长且强度不高，整体性和稳定性差。尤其在酸性介质作用下极易破坏，因此不得作为基础垫层。

基础埋置深度的要求

1. 当地面上有较多的硫酸、氢氧化钠、硫酸钠等液体作用时，基础的埋置深度不宜小于1.5m。
2. 基础附近有腐蚀性液体的储槽或地坑时，基础底面宜低于储槽或地坑的底面。

基础、基础梁的表面防护 表3

腐蚀性等级	构件名称	防 护 要 求
强、中	基础	底部设耐腐蚀(碎石灌沥青)垫层 表面涂冷底子二道 沥青胶泥二道 或涂环氧沥青厚浆涂料二道
	基础梁	表面包裹环氧沥青玻璃布两层；或包沥青玻璃布一层 或涂环氧沥青厚浆涂料两道
弱		基础不加防护 基础梁表面涂冷底子和沥青胶泥两道

注：①耐腐蚀垫层可采用碎石灌沥青或沥青混凝土，厚度不小于100mm；
②有条件时，腐蚀等级为强的基础周围宜回填黏土层并夯实；
③埋入土中的墙、柱表面应按本表的要求防护。

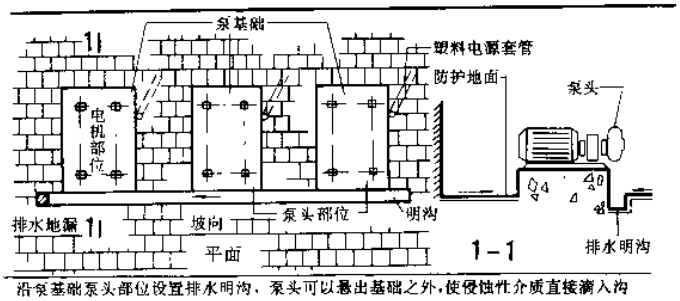
桩基础的制作及防护要求 表4

制作要求	1. 宜采用钢筋混凝土实心桩 2. 混凝土的强度等级不小于C25；保护层厚度不小于50mm 3. 混凝土的水灰比 强腐蚀性等级时应≤0.4 中 弱腐蚀性等级时应≤0.45
防护要求	1. 在pH值<4.5的腐蚀条件下 桩宜采用表面涂层(环氧沥青类 聚氨酯类 聚合物水泥浆等)防护 2. 在硫酸根离子腐蚀条件下 桩宜采用抗硫酸盐水泥或铝酸三钙含量不大于5%的普通硅酸盐水泥制作 否则应采用表面防护 3. 在氯离子腐蚀条件下 混凝土中宜采用钢筋阻锈剂进行防护

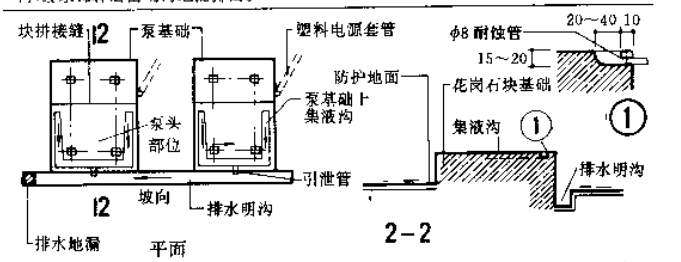
注：①桩承台表面防护应按基础防护要求采用；
②有表面防护层的桩，其承载力宜通过试桩确定。

设备基础设计要点　　表1

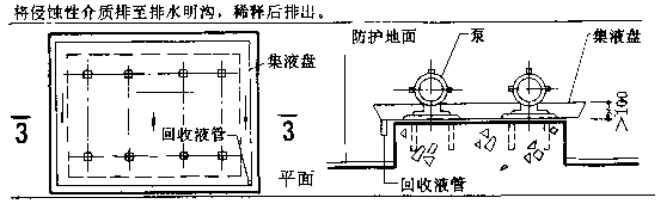
考虑设备的滴漏程度及部位	泵头易漏处　阀门易漏处	设备基础的防护，应根据设备的滴漏部位和程度来设计。如：泵类在运转或检修时滴漏，而储罐只在出口处易滴漏外，其他部位则不滴漏。
考虑设备滴漏处的冲洗后的腐蚀		滴漏后的腐蚀性液体经常需冲洗稀释，冲洗时易产生飞溅，另外稀释后的稀酸对水玻璃类材料的渗透性增强。
了解设备的检修方式和频繁程度	拆下来检修	设计设备基础的防护应了解设备的检修方式和频繁程度，就地检修并检修频繁的设备对基础保护层损坏率大，要考虑防护面层的机械性能。
对有腐蚀并有振动设备的防护	离心机	对于象泵或三足离心机等有振动并有腐蚀设备基础的防护，面层采用块材容易脱落，以采用整体面层覆面较好
大型立式贮罐宜采用条形基础	储罐　≥1000　≥700	条形基础的设计应根据贮罐的底部焊缝来确定基础条墩，以利于检漏或检修，条墩的净距不宜小于700mm，罐底与地面的净高不宜小于1000mm。
采用悬出泵头或用集液盘保护基础	泵头　集液盘	泵头可以悬出基础，使介质直接滴入泵边的排水沟内；或设备下可设承接盘，用管道引至沟内排除，基础可以降低防护标准。
在某些条件下采用素混凝土基础好	素混凝土　钢筋混凝土	活性元素如：氟、氯、溴等介质，容易腐蚀钢筋促使混凝土开裂，在这种情况下，采用素混凝土的设备基础比采用钢筋混凝土设备基础有利。



沿泵基础泵头部位设置排水明沟，泵头可以悬出基础之外，使侵蚀性介质直接滴入沟内，经水稀释后由明沟地漏排出。

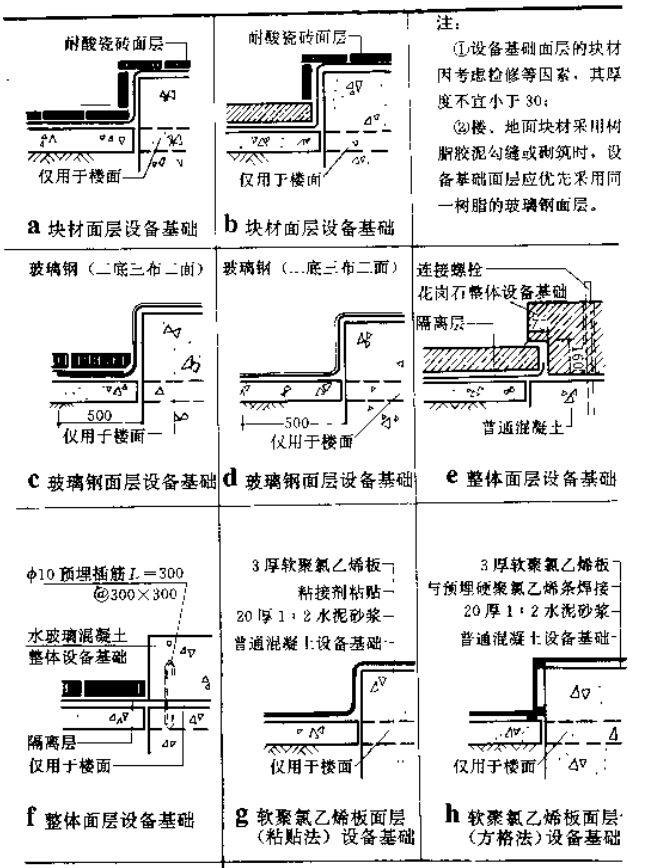


花岗石泵基础（可以两块拼接）泵头部位可以在基础面层上凿出集液沟槽，用引泄管将侵蚀性介质排至排水明沟，稀释后排出。



泵设备可以将几个泵基础连成整体，并于泵座处设置耐腐蚀材料的集液盘，将滴漏的侵蚀性介质回收，避免扩散后加剧腐蚀。

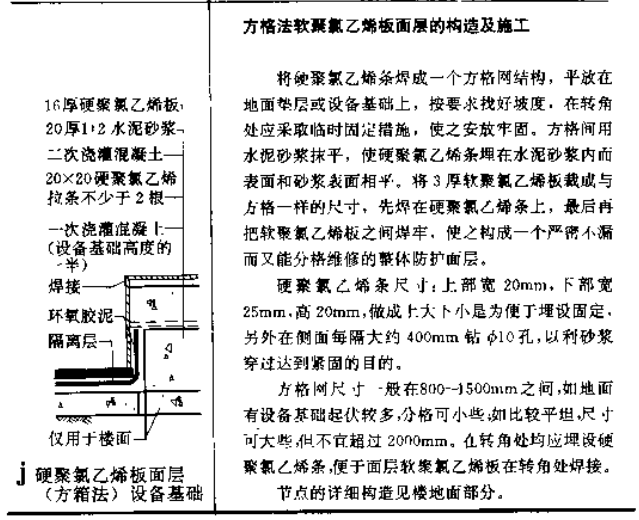
1　泵类设备基础防护设计



注：

①设备基础面层的块材因考虑检修等因素，其厚度不宜小于30；

②楼、地面块材采用树脂胶泥勾缝或砌筑时，设备基础面层应优先采用同一树脂的玻璃钢面层。



方格法软聚氯乙烯板面层的构造及施工

将硬聚氯乙烯条焊成一个方格网结构，平放在地面垫层或设备基础上，按要求找好坡度，在转角处应采取临时固定措施，使之安放牢固。方格间用水泥砂浆抹平，使硬聚氯乙烯条埋在水泥砂浆内而表面和砂浆表面相平。将3厚软聚氯乙烯板裁成与方格一样的尺寸，先焊在硬聚氯乙烯条上，最后再把软聚氯乙烯板之间焊牢，使之构成一个严密不漏而又能分格维修的整体防护面层。

硬聚氯乙烯条尺寸：上部宽20mm，下部宽25mm，高20mm，做成上大下小是为便于埋设固定，另外在侧面每隔大约400mm钻φ10孔，以利砂浆穿过达到紧固的目的。

方格网尺寸一般在800～1500mm之间，如地面有设备基础起伏较多，分格可小些，如比较平坦，尺寸可大些，但不宜超过2000mm。在转角处均应埋设硬聚氯乙烯条，便于面层软聚氯乙烯板在转角处焊接。

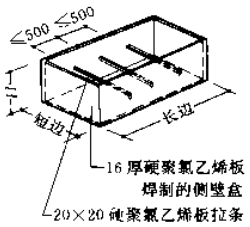
节点的详细构造见楼地面部分。

方箱法软聚氯乙烯板面层设备基础的施工程序

1. 根据设备基础的尺寸，用硬聚氯乙烯板制作侧壁盒（见示意图）。

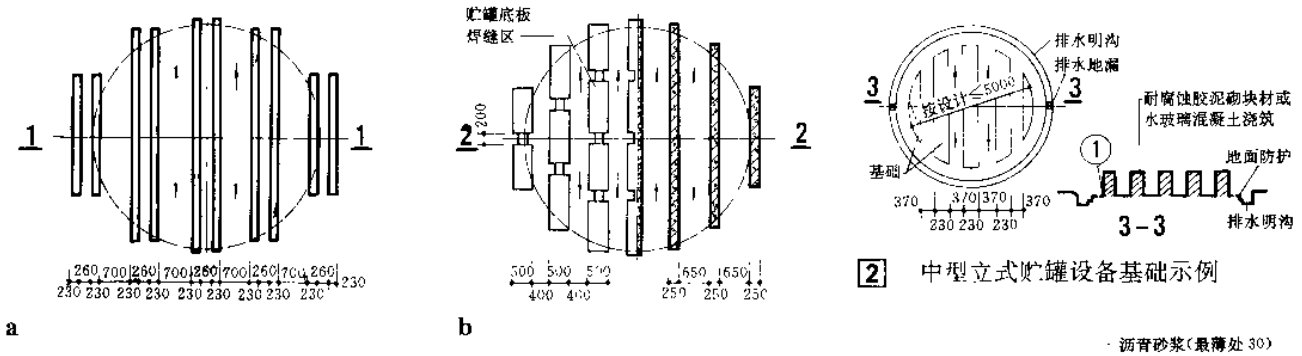
2. 先进行一次混凝土浇筑（留好地脚螺栓），浇筑高度为设备基础高出地面尺寸（H）的一半。拆模后可进行地面面层的施工。

3. 把硬聚氯乙烯侧壁盒扣在一次浇筑的混凝土上，缝内填环氧胶泥；胶泥固化后浇灌二次混凝土，上抹1:2水泥砂浆找平，然后安放硬聚氯乙烯板顶盖板，周边焊接。设备应留在最后安装。

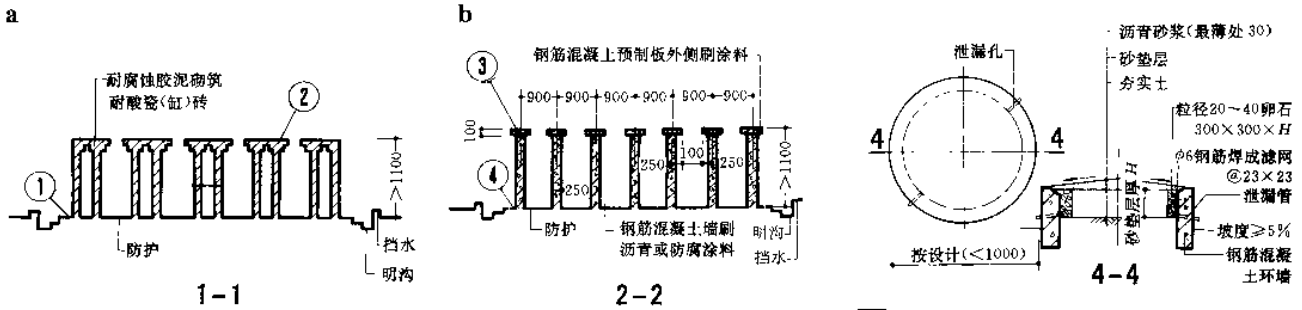


k 壁盒示意

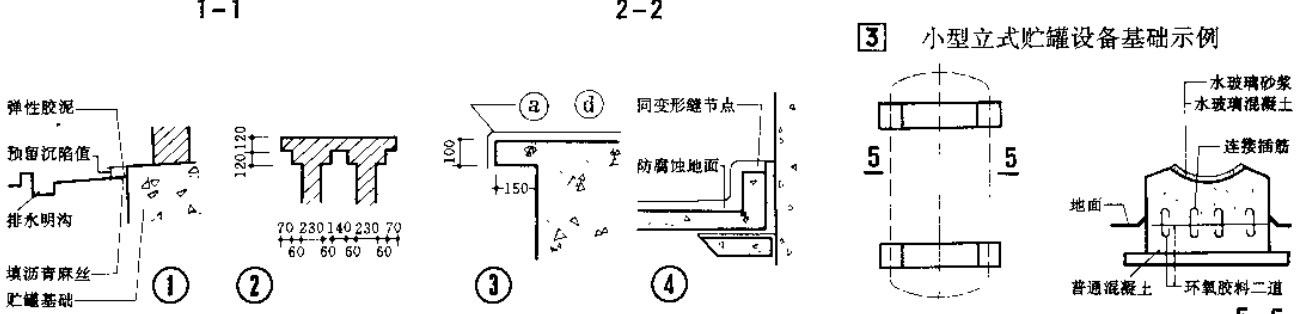
2　小型设备基础构造示例



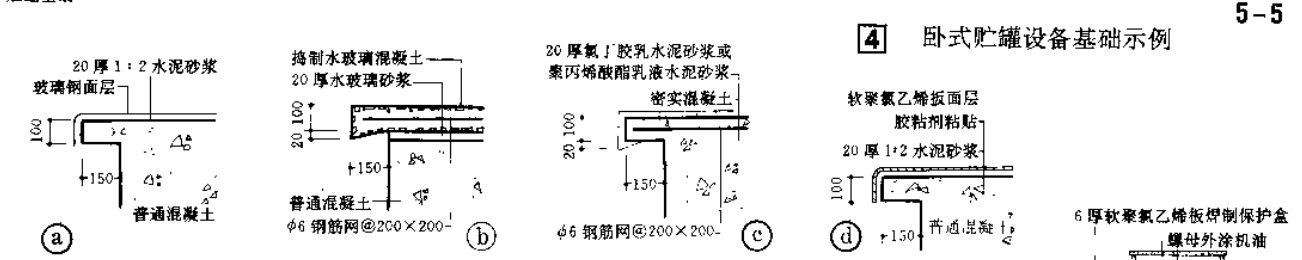
2 中型立式贮罐设备基础示例



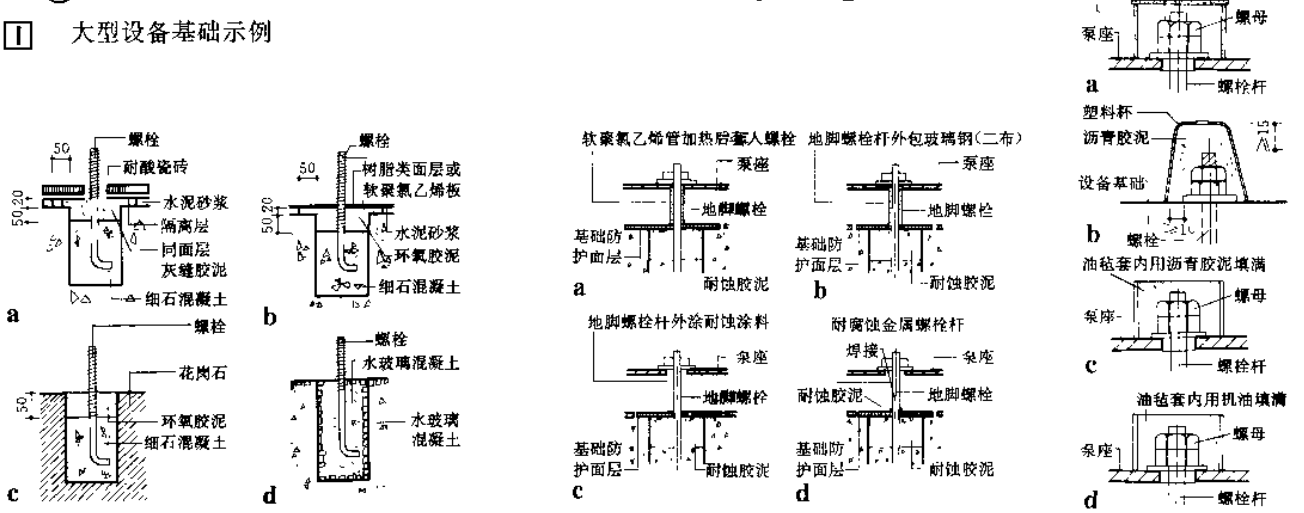
3 小型立式贮罐设备基础示例



4 卧式贮罐设备基础示例



1 大型设备基础示例



5 设备基础地脚螺栓的固定

6 泵基础螺栓杆的防护

7 螺栓螺母的防护

楼地面的防护作用及要求

表1

防护作用	防止腐蚀性介质对楼地面的腐蚀； 对楼板和基础等下层结构起保护作用
防腐设计要求	1. 应根据腐蚀介质的性质(类别、浓度、温度等)及其作用情况(确定腐蚀性等级)；生产操作情况；检修、安装时的荷载；耐腐蚀材料的性能、供应及施工能力等条件，经济合理地进行选择 2. 一般在滴漏腐蚀介质的部位，可采用设置挡水、排水沟等措施，尽量缩小腐蚀扩散范围，采用局部小面积设防；并应少设楼地面接缝 3. 应设置坡向地漏或排水沟的坡度：地面坡度不宜小于2%(宜采用基土找坡)；楼面坡度不宜小于1%(宜采用结构找坡) 4. 应在科学实验和总结实践经验的基础上，积极慎重地采用和推广新技术、新材料

楼面、地面面层厚度表

表2

名称	厚度(mm)	名称	厚度(mm)
耐酸石材(地面)	30～100	树脂砂浆	4～7
耐酸石材(楼面)	20～60	树脂稀胶泥	1～3
耐酸砖(板型)	20～30	软聚氯乙烯板	3
耐酸砖(缸砖)	40～65	聚合物水泥砂浆	15～20
耐酸陶板	20～30	密实混凝土	≥40
水玻璃混凝土	≥60	水磨石	30
沥青砂浆	30～40	玻璃鳞片涂料	1～2

各种耐腐蚀材料的选用比较

表3

钠水玻璃或钾水玻璃类材料	耐浓酸、强氧化性酸及酸性盐，不耐碱、氢氟酸和氟硅酸，抗渗性较差，宜采用密实钠水玻璃类材料。原材料来源广，钠水玻璃价格比较便宜，钾水玻璃材料性能较好但价格也较贵。施工及养护要求严格
沥青类材料	耐稀酸和碱，不耐溶剂油类。使用温度一般在50℃以下，不超过60℃ 低温下容易脆裂，重荷下容易变形，易老化。不宜用于室外。材料来源广，价格低
环氧煤焦油(1：1)类及环氧类材料	耐中等浓度的酸、碱及任意浓度的铵盐，耐硝酸性能较差。粘结强度高，抗渗性好，但环氧类材料价格高。环氧煤焦油类材料，价格较便宜，但施工较复杂。常用作玻璃钢、块材的勾缝或砌筑材料
呋喃类材料	耐中等浓度的酸、碱和盐类，尤其适合酸碱交替作用。对氢氧化钠、氨水的耐腐蚀性较差，耐温性较好，不耐丙酮。粘结强度较高，施工方便，价格较高
不饱和聚酯类材料	耐中等浓度的酸、碱和盐类，因为树脂牌号较多，对于酸碱交替作用、氢氧化钠、氨水的耐腐蚀性不一，不耐丙酮。粘结强度较高，施工复杂，价格较高
酚醛胶泥	耐盐酸、硫酸和醋酸性能好，耐铵盐及中等浓度的氢氟酸；不耐碱；耐硝酸和强氧化性酸性能较差，抗渗性好；但作为勾缝材料粘结性稍差

注：①呋喃类材料常用的有糠醇糠醛型和糠酮糠醛型两种，糠醇糠醛型耐硝酸、醋酸及氢氧化钠性能比糠酮糠醛型略好；而糠酮糠醛型耐硫酸、盐酸性能略高于糠醇糠醛型。两者的使用温度都可达140℃；

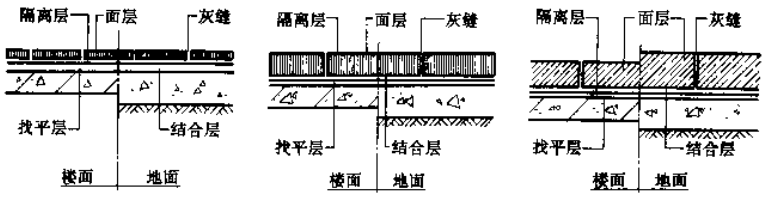
②不饱和聚酯树脂有多个品种，防腐蚀工程常用的有：双酚A型、邻苯型、间苯型、二甲苯型、乙烯基酯型等。其物理力学性能和防腐蚀性能上的差别，应查阅有关表格。

楼面、地面组成层次及各层次的作用与要求

表4

层次	类别	作用	要求
面层	块材面层	直接承受介质的腐蚀和摩擦、冲击等机械作用	有良好的耐腐蚀性和一定的热稳定性和抗渗、抗压、抗冲击、耐磨等机械性能。另外要求吸水率小，表面平整，宜于排水，块材与灰缝、面层与基层应有较好的粘结强度
	整体面层		
结合层	耐腐蚀材料	起粘接面层和下面层次的作用	有良好的抗压强度、粘结强度、密实性和耐腐蚀性
	水泥砂浆		面层及灰缝材料好或腐蚀轻微时，才采用1：2或1：3水泥砂浆
隔离层	粘贴式	阻止渗透下去的腐蚀介质破坏垫层或结构层及修复时容易处理	有较好的耐腐蚀性和抗渗性，一般不采用沥青纸胎油毡
	涂覆式		有耐腐蚀性并成膜覆盖下部结构，腐蚀轻微或形状复杂时采用
找平层	水泥砂浆	一般供粘贴隔离层用	树脂材料的隔离层用1：2水泥砂浆，其他隔离层用1：3水泥砂浆
垫层	混凝土	承受楼、地面自重和楼、地面传来的荷载	强度等级不宜低于C15，厚度不宜小于120mm。面积较大的地面、室外地面、树脂类或玻璃鳞片类整体地面、地基可能产生不均匀变形时，垫层内宜配置φ4～6中距200×200的钢筋网 凡土壤可能冻结时室外地面应设置厚度不小于300mm的防冻层
	钢筋混凝土楼板		钢筋混凝土楼板应有足够的强度和刚度，楼面坡度大时宜用楼板找坡，预制楼板上必须设置配筋的混凝土整浇层，厚度不应小于40mm，强度等级不小于C20，整浇层可兼作找坡层
基土层	老土或回填土	承受上部所有重量和荷载	尽量避免回填土，如必须回填时，须控制最佳含水率分层夯实，夯实后的干密度不宜小于1.5 t/m²，并尽量用回填土找坡

注：①隔离层以上材料，应采用耐腐蚀材料；
②垫层不得采用炉渣或石灰三合土等材料；
③树脂砂浆、树脂稀胶泥、玻璃鳞片涂料、软聚氯乙烯板地面的垫层，当地下水位较高时，应设置防水层。



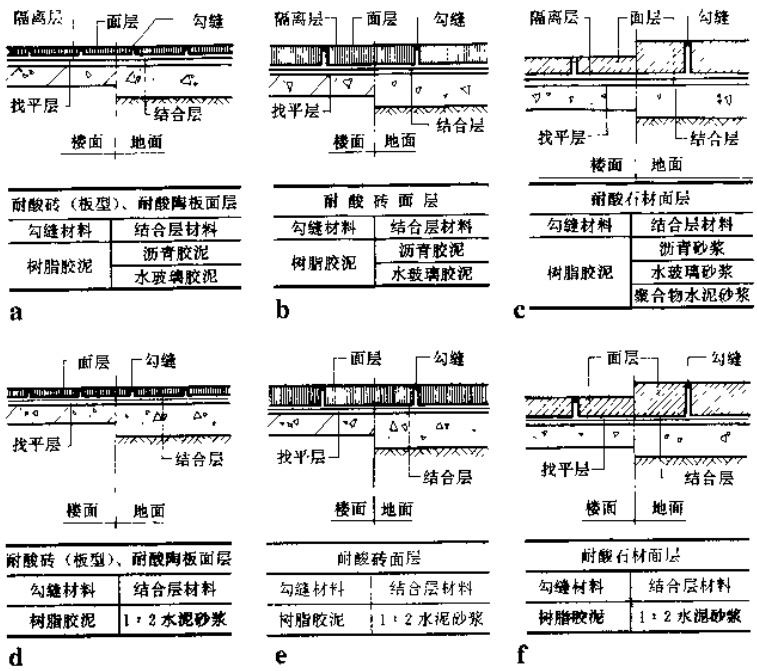
a	b	c
耐酸瓷砖或耐酸陶板面层	耐酸瓷砖面层	花岗石面层
结合层和灰缝	结合层和灰缝	结合层：沥青砂浆、水玻璃砂浆、水玻璃砂浆 灰缝：沥青胶泥灌缝、水玻璃胶泥挤缝、树脂胶泥填缝或灌缝
沥青胶泥挤缝或灌缝 水玻璃胶泥挤缝 树脂胶泥挤缝	沥青胶泥挤缝或灌缝 水玻璃胶泥挤缝 树脂胶泥挤缝	

Ⅰ 块材楼、地面（胶泥砌筑、有隔离层）构造

块材面层用结合层材料的要求

表5

块材面层	灰缝材料	结合层材料
块材面层	树脂、水玻璃等刚性胶泥	不应采用沥青胶泥、砂浆等柔性材料
	沥青、水玻璃胶泥或聚合物水泥砂浆	与灰缝材料一致
耐酸石材	沥青胶泥、水玻璃胶泥	相应的沥青砂浆或水玻璃砂浆
	树脂胶泥（酸性介质作用时）	水玻璃砂浆
	树脂胶泥（酸碱交替作用时）	聚合物水泥砂浆
	树脂胶泥（偶尔有介质作用时）	也可采用水泥砂浆



常用的树脂胶泥有四类共10种列于后。设计时，应根据耐腐蚀性能，物理力学性能和价格等条件，合理选用。

1. 环氧胶泥
2. 环氧煤焦油(1∶1)胶泥
3. 糠酮糠醛型呋喃胶泥
4. 糠醇糠酮型呋喃胶泥
5. 双酚A型不饱和聚脂胶泥
6. 邻苯型不饱和聚脂胶泥
7. 二甲苯型不饱和聚脂胶泥
8. 间苯型不饱和聚脂胶泥
9. 乙烯基酯型不饱和聚脂胶泥
10. 酚醛胶泥

Ⅰ 常用块材楼、地面胶泥勾缝构造示例

块材面层的性能比较

表1

面层种类	耐腐蚀性	抗压强度	热稳定性	吸水率	耐冲击性	耐磨性	价格	备注
耐酸砖（板型）	好	高	一般	小	较差	好	较贵	
耐酸砖（砖型）	好	高	一般	小	好	好	贵	自重较大
耐酸陶板	较好	一般	好	较大	较差	一般	一般	生产单位少
铸石板	好	高	较差	小	差	很好	贵	性脆色黑面滑
耐酸石材	好	高	较差	小	好	好	贵	自重大

注：铸石板面层不用于楼地面，仅用于储槽。

各种胶泥粘结块材的结合层厚度和灰缝宽度（单位：mm）

表2

块材种类	沥青胶泥				水玻璃类材料				树脂类材料			
	结合层厚度		灰缝宽度		结合层厚度		灰缝宽度		铺砌		勾缝或灌缝	
	挤灌缝法法	刮浆铺灌法法	挤浇刮缝灌铺法法法	灌缝法	水玻璃泥	水玻璃砂浆	水玻璃泥	水玻璃砂浆	结合层厚度	灰缝宽度	缝宽	缝深
标形耐酸砖	3～5	5～7	3～5	6～8	5～7	6～8	3～5	4～6	4～6	2～4	6～8	15～20
板形耐酸砖耐酸陶板	3～5	5～7	2～3	5～7	5～7	6～8	2～3	4～6	4～6	2～3	6～8	10～12
铸石板	3～5	5～7	3～5	6～8	5～7	6～8	3～5	4～6	4～6	3～5	6～8	10～12
花岗石	沥青砂浆			8～15		10～15		8～12	4～12	4～12	8～15	20～30

注：当花岗石及其它条石块材的结合层采用沥青砂浆时，其厚度应为10～15mm，沥青用量可达25%。

块材面层的施工方法

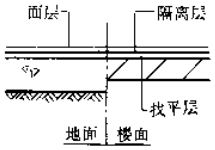
表3

胶结材料	施工方法	操作方法简介
沥青胶泥	挤缝法	随浇热沥青胶泥随铺砌块材，沥青胶泥的厚度，应按结合层要求增厚2～3mm；灰缝应挤严灌满，表面平整
	灌缝法	结合层热沥青胶泥应浇铺刮平，块材按要求靠齐摆放并应粘结牢固，不得浮铺；然后用热沥青胶泥灌缝。灌缝前，灰缝处宜预热
	刮浆铺砌法（用于立面）	先将热沥青胶泥刮在预热好的块材的三个面上，趁热挤实压平，砌筑中应随刮随铺
	分段浇灌法（用于立面）	先用刮浆铺砌法粘贴块材1～2块，然后留出结合层厚度浮铺约1m长度的块材，（背面不刮胶泥）再分段浇灌沥青胶泥
水玻璃胶砂泥浆	揉挤法（用于铺砌耐酸砖、板）	先将基层与块材背面分别涂上水玻璃胶泥，再将块材摆上并轻轻揉挤放平，使胶泥从板缝中挤出，刮去多余胶泥。
	座浆填缝法（用于铺砌石材）	先将基层与石材背面分别涂上水玻璃砂浆，然后将石材按要求就位，再用水玻璃胶泥或砂浆把缝填实
树脂胶泥	揉挤法（用于铺砌耐酸砖、耐酸板）	将树脂胶泥按结合层厚度的一半铺在已打底的基层上，随即将刮有树脂胶泥的块材用力揉挤铺上并找平，使胶泥从板缝中挤出，最后刮去多余的胶泥。
	座浆勾缝法	在基层上先铺上水玻璃胶泥（砂浆）或树脂胶泥（砂浆），然后铺砌块材，灰缝按要求用木条隔开，待铺砌胶泥（砂浆）固化后，再用树脂胶泥勾缝

常用隔离层的性能及设置要求

表4

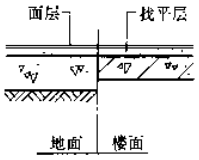
类别	隔离层材料	粘贴材料	表面处理	比较
橡胶类	三元乙丙卷材卷材一层	各自相应的胶粘剂	刷胶粘剂二遍并稀撒粒径1.2～1.5的耐酸砂粒	耐腐蚀性能好，有良好的抗渗性能和低温柔性，价格较贵，推荐采用
	氯丁胶沥青卷材一层			
	聚氨酯涂层	2～3遍	最后一遍涂层压入粒径1.2～2.5的耐酸砂粒	粘结强度高、耐腐蚀性能好。由于涂层薄宜用于腐蚀弱处
	硅橡胶涂层	2～3遍		
沥青类	沥青再生胶油毡一层	胶粘剂或沥青胶泥	胶粘剂或热沥青胶泥压入粒径2.5～5.0的耐酸砂粒	耐腐蚀性能较好，有良好的抗渗性及柔性。使用比较普遍，价格较低
	沥青玻璃布油毡二层	沥青胶泥		
树脂类	聚氯乙烯卷材一层	各自相应的胶粘剂	刷胶粘剂二遍并稀撒粒径1.2～1.5的耐酸砂粒	耐腐蚀性能好，有良好的抗渗性和低温柔性。价格较贵
	聚丙烯卷材一层			
	各种树脂玻璃钢二底二布	树脂胶料	水玻璃胶泥上刷二遍面料并稀撒粒径1.2～2.5的耐酸砂粒	粘结强度、耐腐蚀性能及抗渗性好，价格较贵，宜用于立面及转角处



树脂砂浆面层(有隔离层)

4～7 厚树脂砂浆面层	玻璃钢隔离层(二底二布)
环氧砂浆	环氧玻璃钢
糠醇糠醛型呋喃砂浆	糠醇糠醛型呋喃玻璃钢
双酚 A 型不饱和聚酯砂浆	双酚 A 型不饱和聚酯玻璃钢
邻苯型不饱和聚酯砂浆	邻苯型不饱和聚酯玻璃钢
间苯型不饱和聚酯砂浆	间苯型不饱和聚酯玻璃钢
二甲苯型不饱和聚酯砂浆	二甲苯型不饱和聚酯玻璃钢
乙烯基酯型不饱和聚酯砂浆	乙烯基酯型不饱和聚酯玻璃钢

a



树脂砂浆面层(无隔离层)

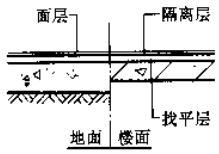
4～7 厚树脂砂浆面层
环氧砂浆
糠醇糠醛型呋喃砂浆
糠醇糠醛型呋喃砂浆
双酚 A 型不饱和聚酯砂浆
邻苯型不饱和聚酯砂浆
间苯型不饱和聚酯砂浆
二甲苯型不饱和聚酯砂浆
乙烯基酯型不饱和聚酯砂浆

b

整体面层性能比较　　表 1

面层种类	耐腐蚀性	抗压强度	热稳定性	吸水率	耐冲击性	耐磨性	价格	备　注
树脂稀胶泥	较好	较高	较好	小	较差	差	较贵	厚度薄易开裂
树脂砂浆	较好	较高	较好	小	较好	较好	一般	面积大易开裂
水玻璃混凝土	耐酸	高	好	较大	好	好	便宜	抗渗性较差
密实混凝土	耐盐	高	好	一般	好	好	便宜	需加密实剂
水磨石	稀碱	高	好	较小	好	好	便宜	用于轻微腐蚀
聚合物水泥砂浆	尚好	高	好	小	好	好	一般	耐碱性盐好
玻璃鳞片涂料	较好	高	较好	小	较好	较好	一般	用于轻微腐蚀
软聚氯乙烯板	好	差	较差	小	差	较好	一般	易老化
沥青砂浆	一般	遇热变软		一般	差	较差	便宜	不宜用于室外

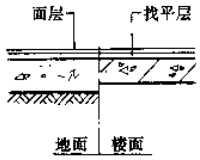
注：①聚合物水泥砂浆包括氯丁胶乳和聚丙烯酸酯乳液水泥砂浆两种；
②玻璃鳞片涂料包括环氧树脂和不饱和聚酯树脂玻璃鳞片涂料。



树脂稀胶泥面层（有隔离层）

1～3 厚树脂稀胶泥面层	树脂玻璃钢隔离层（二底二布）
环氧稀胶泥	环氧玻璃钢
双酚 A 型不饱和聚酯稀胶泥	双酚 A 型不饱和聚酯玻璃钢
邻苯型不饱和聚酯稀胶泥	邻苯型不饱和聚酯玻璃钢
间苯型不饱和聚酯稀胶泥	间苯型不饱和聚酯玻璃钢
二甲苯型不饱和聚酯稀胶泥	二甲苯型不饱和聚酯玻璃钢
乙烯基酯型不饱和聚酯稀胶泥	乙烯基酯型不饱和聚酯玻璃钢

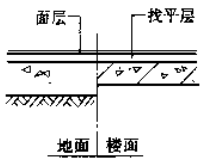
c



树脂稀胶泥面层（无隔离层）

1～3 厚树脂稀胶泥面层
环氧稀胶泥
双酚 A 型不饱和聚酯稀胶泥
邻苯型不饱和聚酯稀胶泥
间苯型不饱和聚酯稀胶泥
二甲苯型不饱和聚酯稀胶泥
乙烯基酯型不饱和聚酯稀胶泥

d



树脂玻璃钢面层（无隔离层）

树脂玻璃钢面层（二底二布二面）
环氧玻璃钢
糠醇糠醛型呋喃玻璃钢
双酚 A 型不饱和聚酯玻璃钢
邻苯型不饱和聚酯玻璃钢
间苯型不饱和聚酯玻璃钢
二甲苯型不饱和聚酯玻璃钢
乙烯基酯型不饱和聚酯玻璃钢

e

楼地面隔离层设置规定

1. 有腐蚀性液体作用且经常冲洗的楼面，或有强、中腐蚀性液体作用的地面必须设置隔离层。

2. 大量强腐蚀性易溶盐作用的地面当介质可能吸湿潮解产生溶液时，宜设置隔离层。

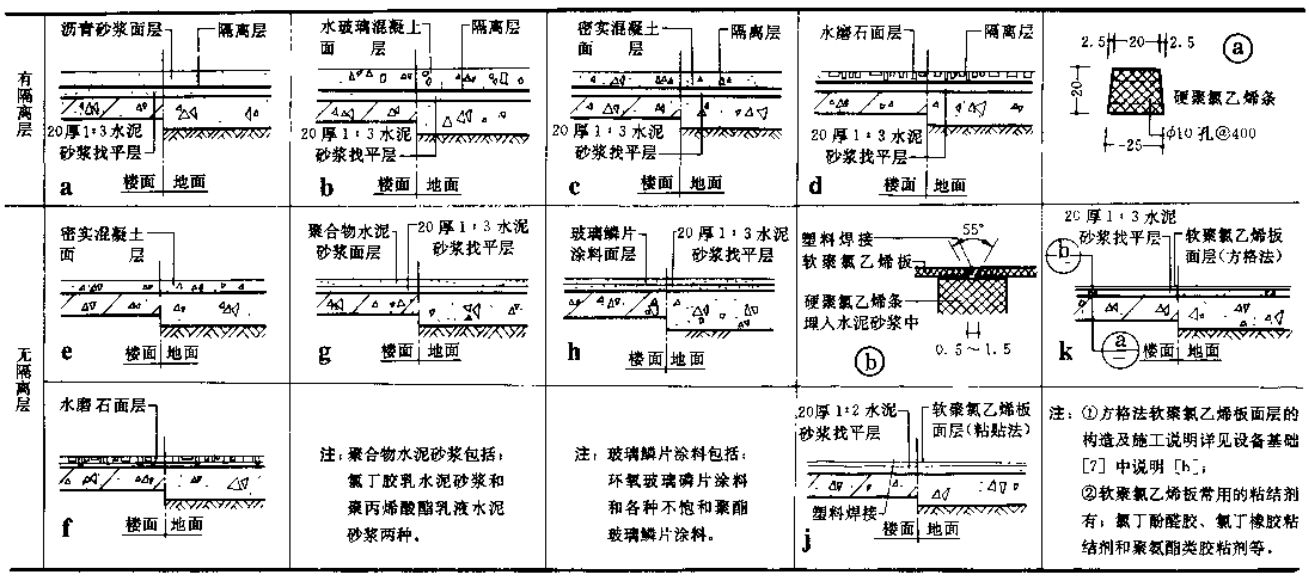
3. 用水玻璃类材料作面层或块材的结合层时，应设置隔离层。

4. 用软聚氯乙烯板作面层时，不应设隔离层。

5. 沥青砂浆或沥青胶泥砌筑的块材宜采用沥青类隔离层。

6. 树脂砂浆、树脂稀胶泥、玻璃鳞片涂料等整体面层，以及树脂胶泥砌筑总厚度小于 30mm 的块材面层，应采用树脂玻璃隔离层，玻璃布采用 2～3 层。

1　常用树脂类整体面层构造示例



2　其它常用整体面层构造示例

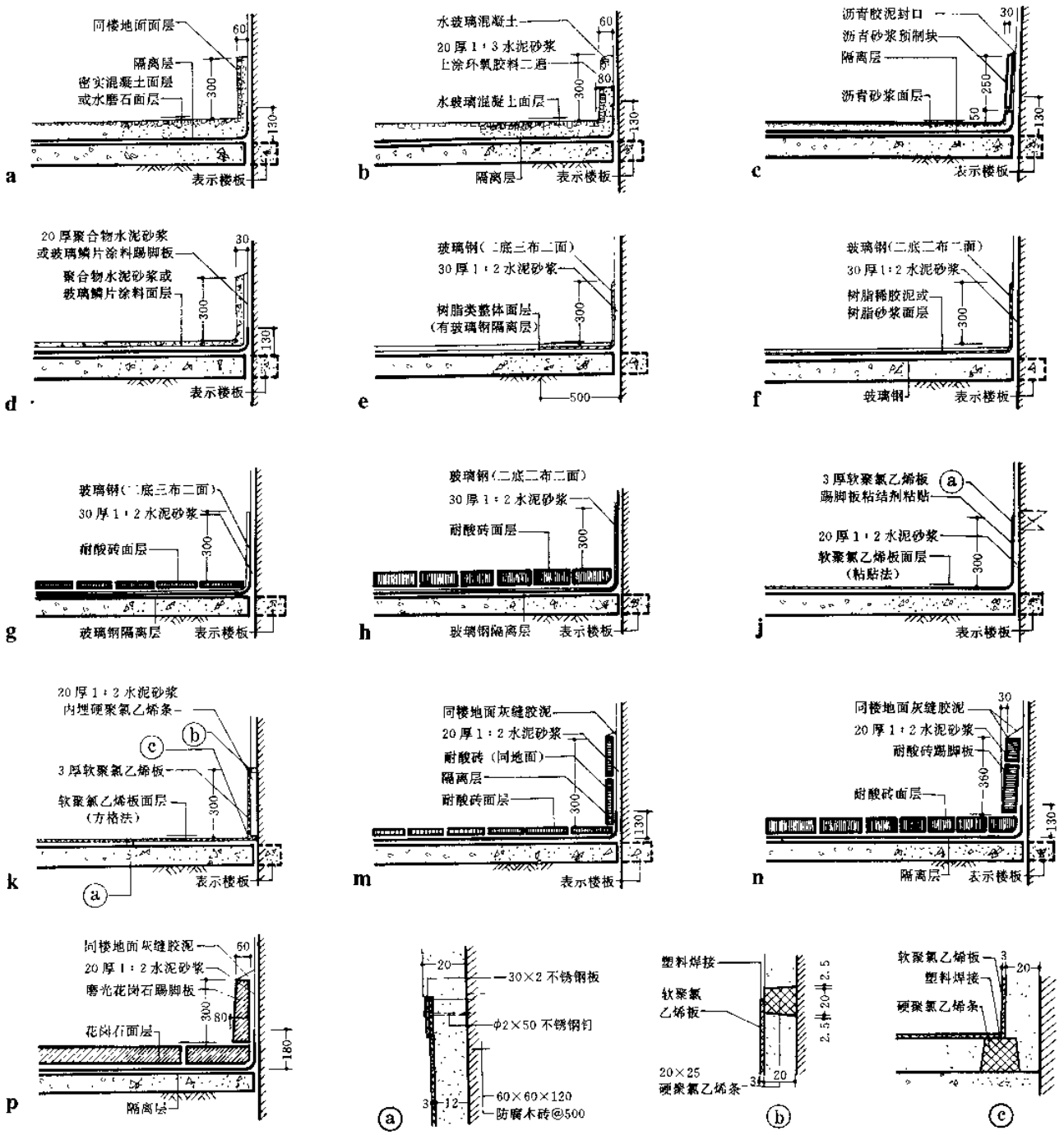
踢脚板的构造要求

一、踢脚板的高度一般为300mm。

二、踢脚板所与块料的厚度可比楼地面减薄或相同，其灰缝浆泥、结合层材料及玻璃钢树脂种类，应与地面相同。

三、当楼地面有隔离层时，转角处隔离层应上翻，上翻高度宜高出面层50～100mm。

四、条件允许时应优先采用玻璃钢踢脚板。



1 踢脚板构造

挡水设计的构造要求

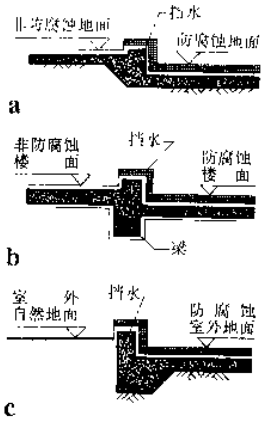
一、有液体作用的楼面、地面面层的交接处，应设置挡水，挡水的高度应不小于100mm，一般取150mm。

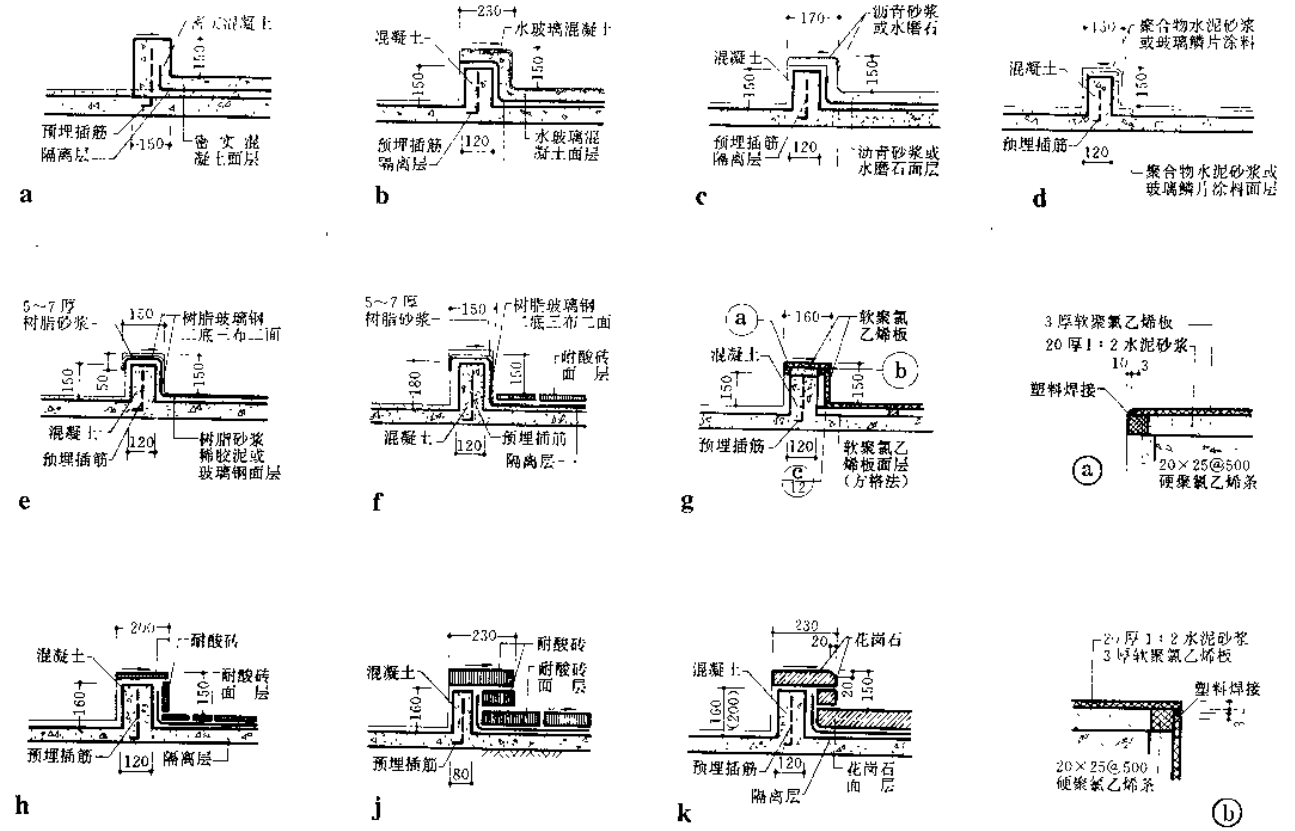
二、挡水的面层、灰缝胶泥、结合层材料及玻璃钢挡水的树脂品种均应与防腐蚀楼地面相同。

三、挡水的凸沿，一般应和地面垫层或楼面整浇层一起施工，否则应采用不低于C20的混凝土制作，并应预埋插筋，插筋的规格为$\phi 6L=700@500$。

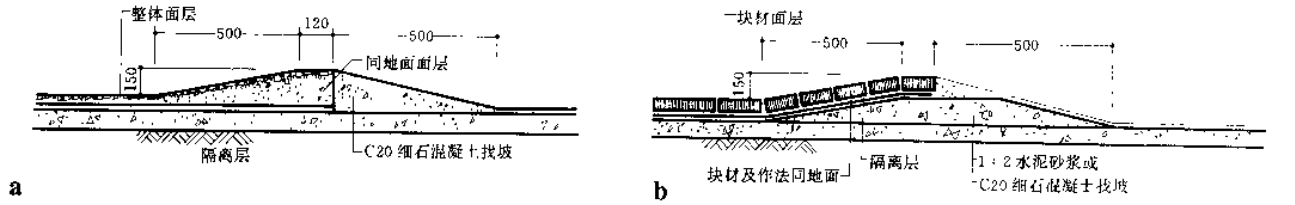
四、工程设计中常要求防腐蚀楼、地面低于非防腐蚀楼、地面，目的是为了防止腐蚀性液体外溢。室外地面则应注意防止非防腐蚀部分的雨水流入防腐蚀部分地面，增加排污负荷。

五、当设计要求防腐蚀楼、地面标高低于非防腐蚀楼、地面标高时，楼地面位置及挡水可按右图a、b及c的形式改变，防腐蚀构造基本不变。





1 室内挡水的构造示例



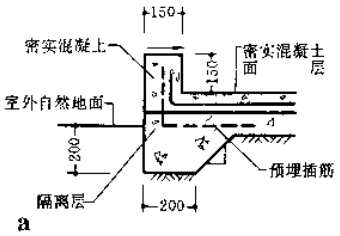
2 车辆行走用坡道式挡水的构造示例

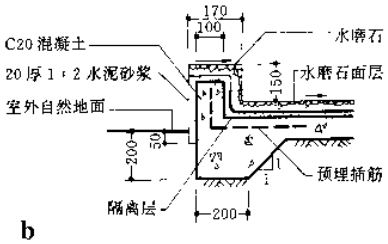
室外挡水

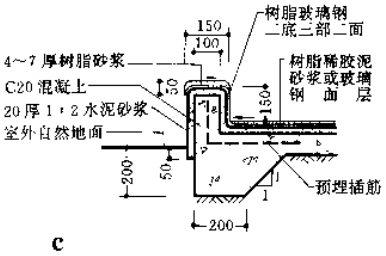
一、寒冷或严寒地区的室外地面，应根据土壤性质和含水率的大小等情况，采取相应的防冻胀措施。

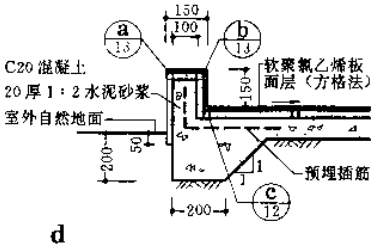
二、沥青砂浆、树脂稀胶泥、树脂砂浆和软聚氯乙烯板(粘贴法)不宜用于室外。

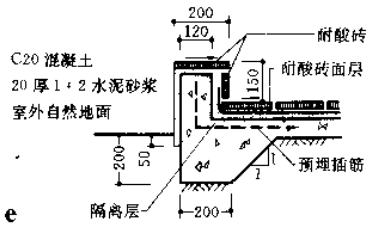
三、方格法软聚氯乙烯板面层，有实践经验可以用于长江流域以南地区的室外地面，粘贴法则不能用于室外。

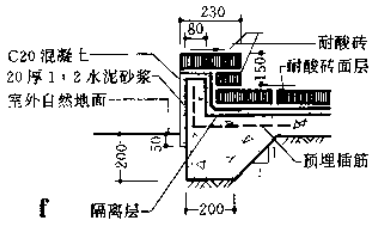


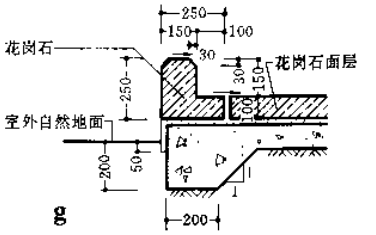












1 室外挡水的构造示例

变形缝构造要求

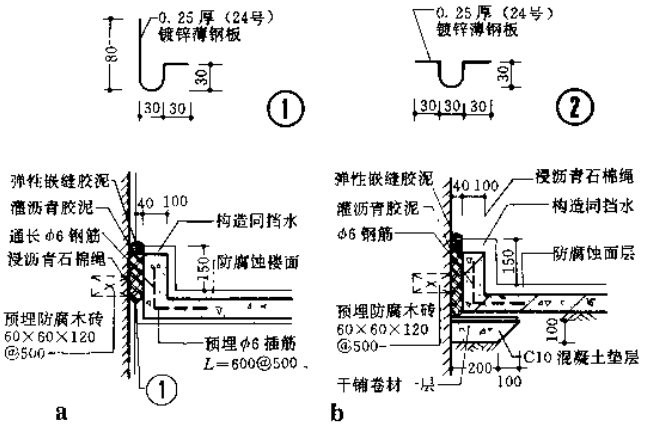
一、变形缝适用于楼面或地面的沉降缝、温度缝及抗震缝。

二、变形缝分为：墙、柱边的变形缝和带挡水的凸缝以及平缝等三类构造，缝宽一般采用40mm，用于抗震缝时，缝宽按工程设计。

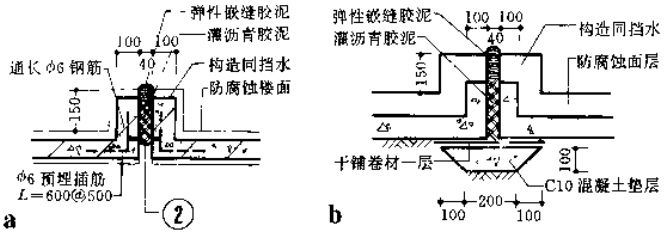
三、设计时，应尽量采取其他防腐蚀构造措施，力争不设变形缝，如必须设置时，应尽量采用凸缝，平缝构造仅用于行走车辆但又腐蚀不严重的部位。

四、弹性嵌缝胶泥一般采用聚氯乙烯胶泥，耐腐蚀要求高或寒冷地区，可采用氯磺化聚氯乙烯胶泥。

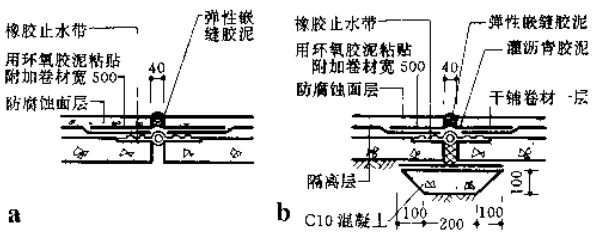
五、止水带粘贴前，须将其面上凸出部分削去，使之成为平面；混凝土垫层上的粘贴面，先用钢丝刷刷去不牢固之表面附杂物，再涂环氧胶泥粘贴止水带。



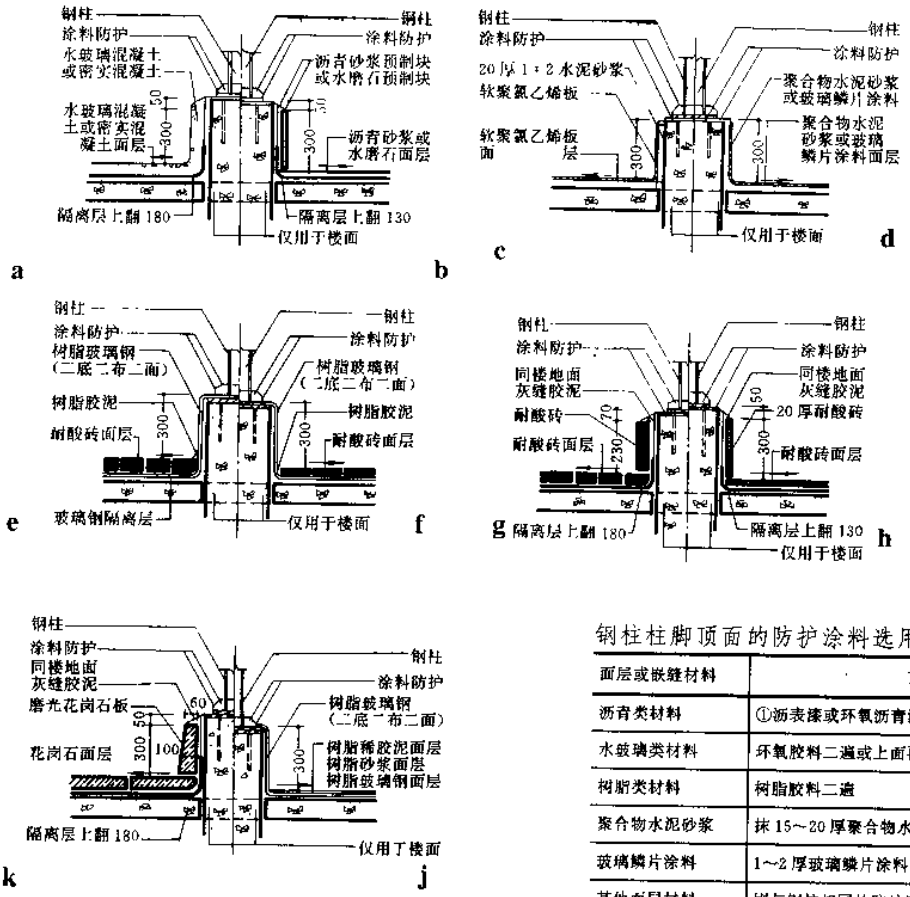
2 墙柱边变形缝构造示例



3 凸沿式变形缝构造示例



4 平缝式变形缝构造示例



1 钢柱柱脚构造示例

钢柱柱脚的构造要求

一、支撑在防腐蚀地面上的钢柱及支架等，应设置防腐蚀支座，称为钢柱柱脚。

二、钢柱柱脚的防护高度一般为300mm。

三、柱脚处的面层、嵌缝胶泥、结合层等构造及所用玻璃钢的树脂种类一般均应与地面面层相同。

四、地面有隔离层时，在柱脚阴角处应上翻。

五、钢柱柱脚顶面的防护，可参照钢柱柱脚顶面防护材料选用表选用。

钢柱柱脚顶面的防护涂料选用表　　表1

面层或嵌缝材料	顶面防护涂料
沥青类材料	①沥表漆或环氧沥青漆二遍　②冷底子油二遍热沥青二遍
水玻璃类材料	环氧胶料二遍或上面再抹15～20厚的水玻璃砂浆
树脂类材料	树脂胶料二遍
聚合物水泥砂浆	抹15～20厚聚合物水泥砂浆
玻璃鳞片涂料	1～2厚玻璃鳞片涂料
其他面层材料	刷与钢柱相同的防护涂料

楼面洞口构造要求

一、楼面洞口指安装洞，设备管道穿过楼板的洞口，以及平台边缘的翻边。

二、洞口构造的分类：

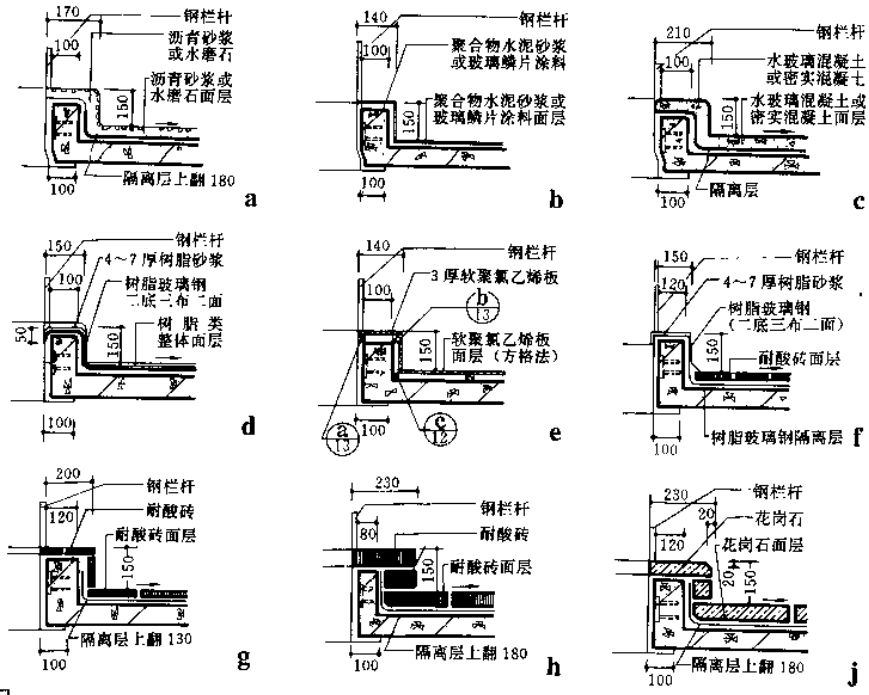
（一）洞口边长或直径>300时，采用楼板设翻边。

（二）洞口边长或直径≤300时，洞口处应埋设套管，套管常用硬聚氯乙烯、树脂玻璃钢套管或刷防腐蚀涂料的钢套管。

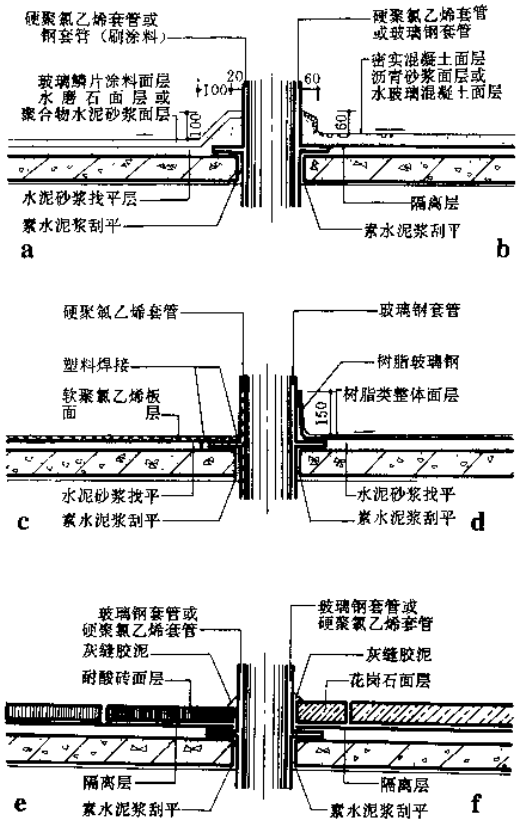
（三）楼板处设设备支座的洞口。

（四）楼板设绝缘的洞口。

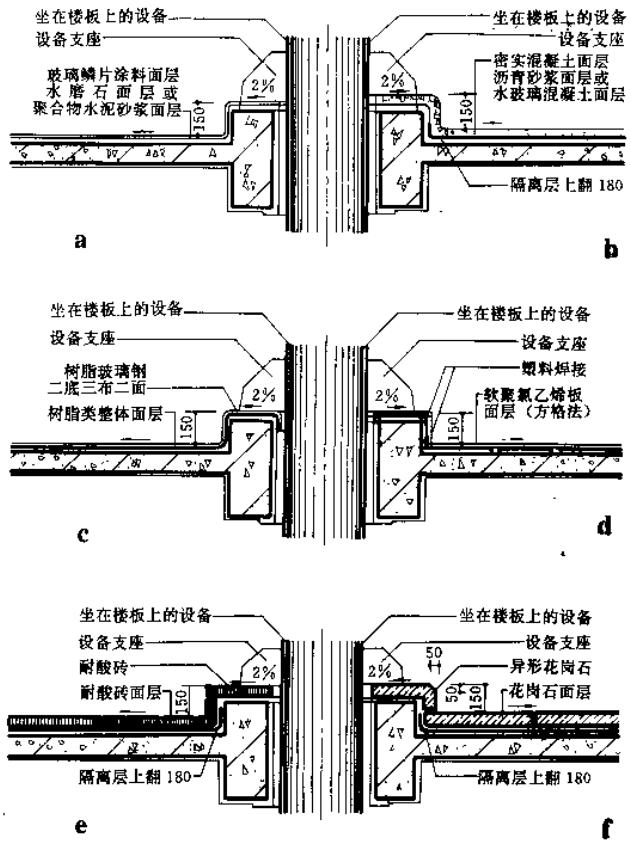
三、洞口翻边内壁应用水泥砂浆抹面，并宜刷涂料进行防护。涂料品种及涂刷遍数可按“洞口内壁防腐蚀涂料选用表”选用（[16]表1）。



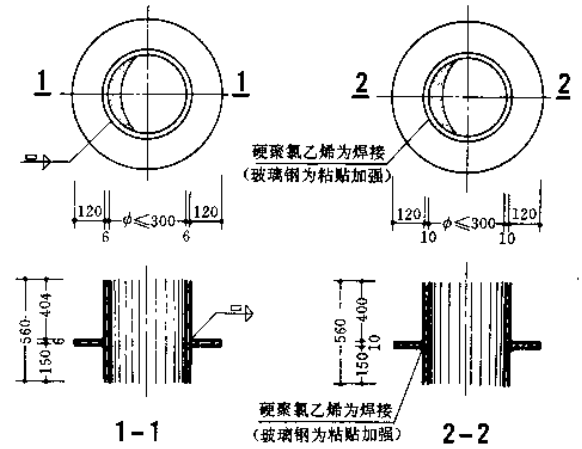
2 楼板设翻边的洞口构造示例



1 楼板上设套管的洞口构造示例



2 楼板设支承洞口的构造示例

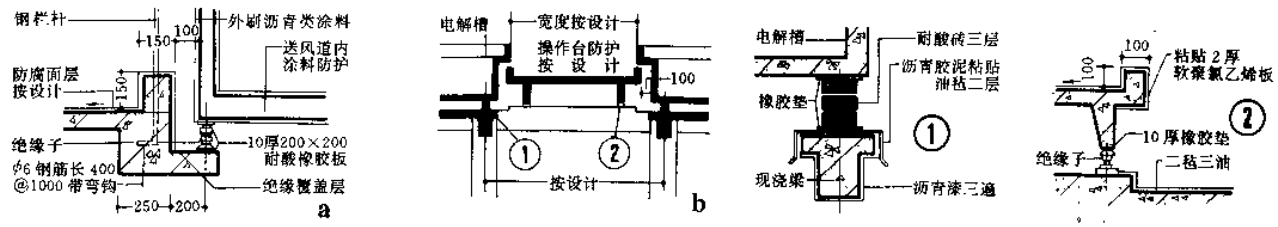


3 钢套管

4 硬聚氯乙烯或玻璃钢套管

洞口内壁涂料选用参考表 表.1

面层或块材嵌缝材料	顶面防护涂料
沥青类材料	①沥青漆或环氧沥青漆二遍②冷底子油二遍热沥青二遍
水玻璃类材料	氯化橡胶涂料一底二面、氯磺化聚乙烯涂料二底三面、
树脂类材料	聚氨酯漆一底二面、树脂胶料一底二面、过氯乙烯漆五遍，
软聚氯乙烯板	也可用环氧漆、氯醋漆、酚醛漆、酯胶漆、醇酸漆等
聚合物水泥砂浆	抹 15～20 厚聚合物水泥砂浆
玻璃鳞片涂料	1～2 厚玻璃鳞片涂料
密实混凝土	不防护或涂环氧漆、聚氨酯漆、氯磺化聚乙烯涂料等



5 楼板设绝缘构造示例

地漏的构造要求

一、地漏应设置在能迅速排除腐蚀性液体的位置，间距不宜大于12m，地漏中心与墙、柱、梁边缘的距离不宜小于400mm。

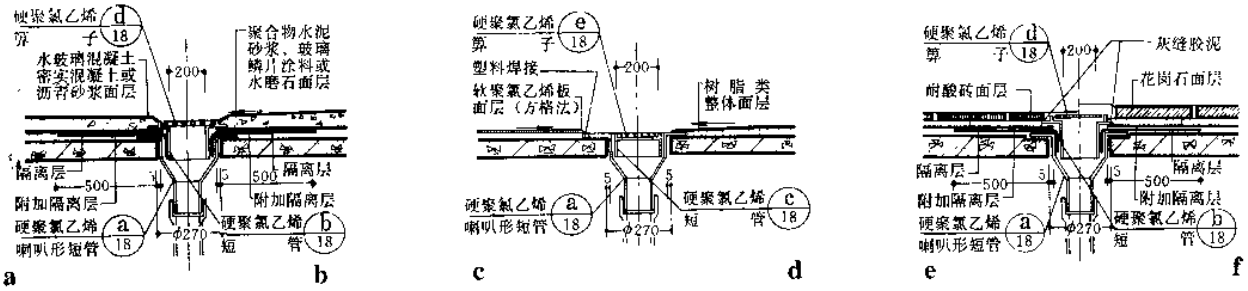
二、地漏上口直径不宜小于200mm。

三、地漏周围一般应附加一层宽度500mm的隔离层。当采用软聚氯乙烯板面层时，不用附加隔离层。

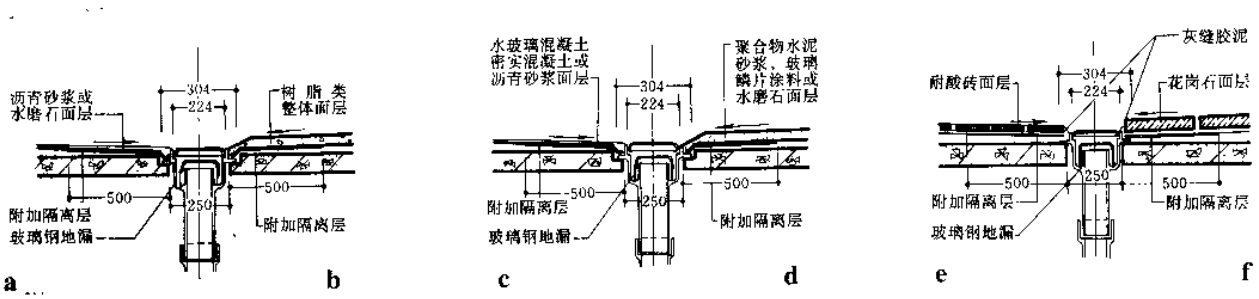
四、根据腐蚀介质的性质和使用条件，地漏的材质常选用玻璃钢、陶瓷或硬聚氯乙烯制作。此外也可采用不锈钢、铝合金、镀锌铸铁或铸铁浸沥青等制品。

五、当生产污水中含有苯、甲苯、丙酮等有机溶剂或污水温度≥50℃时，不得采用硬聚氯乙烯地漏制品。

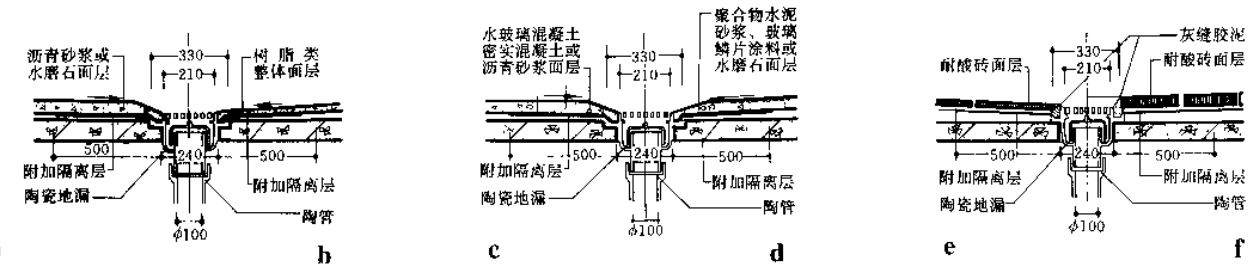
六、玻璃钢地漏一般采用环氧、不饱和聚酯或YJ呋喃树脂玻璃钢制作，选用时宜注明。



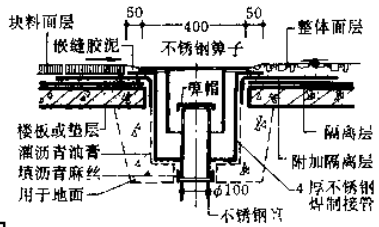
1 硬聚氯乙烯地漏构造示例



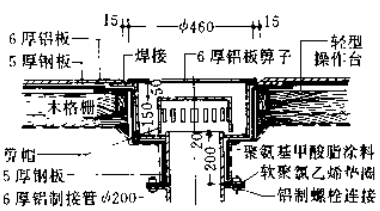
2 玻璃钢地漏构造示例



3 陶瓷地漏构造示例



4 不锈钢地漏构造



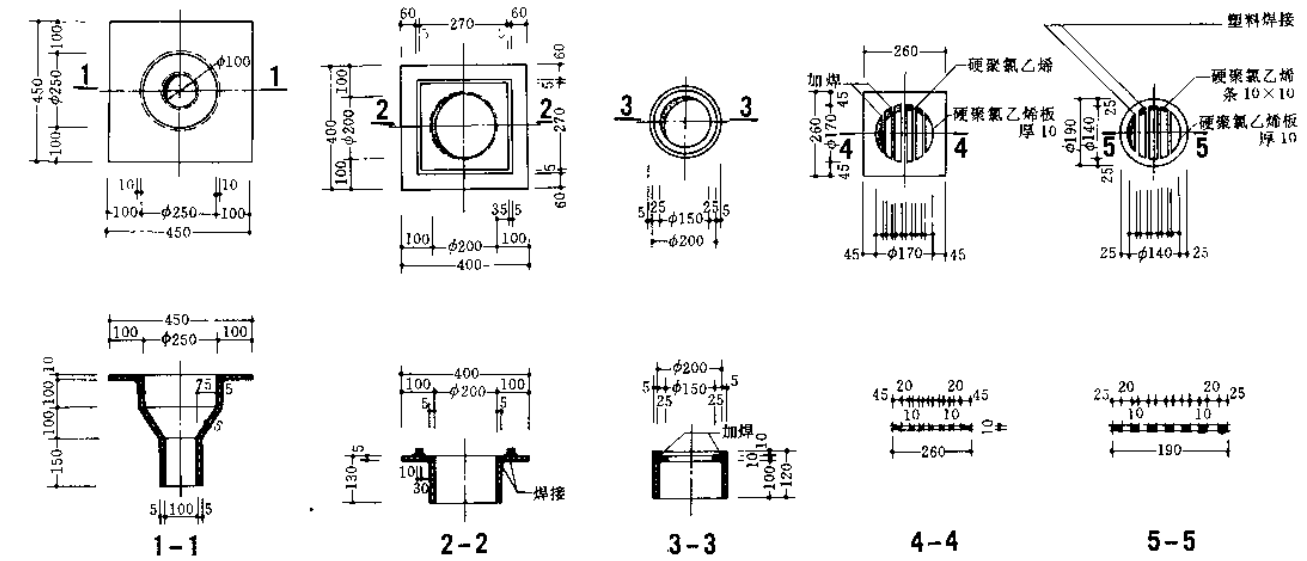
5 铝合金地漏构造

注：

①铸铁地漏用于腐蚀不强的部位，其构造同一般排水地漏；

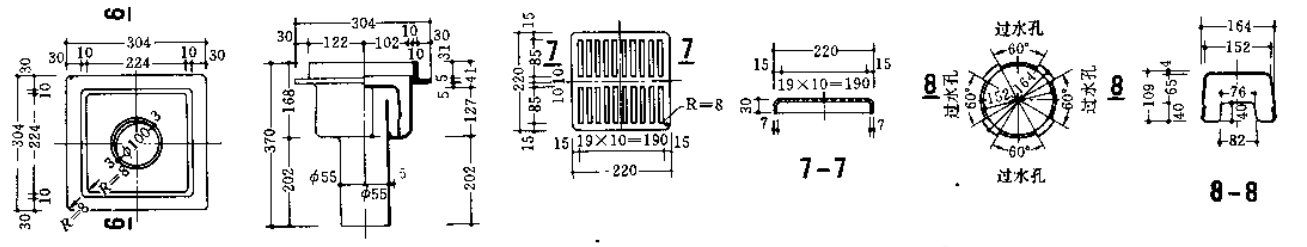
②硬聚氯乙烯地漏一般用硬聚氯乙烯板焊接而成，焊条采用硬聚氯乙烯焊条，用热风焊接；

③铝合金地漏常用于有尿素或醋酸等介质腐蚀的部位。



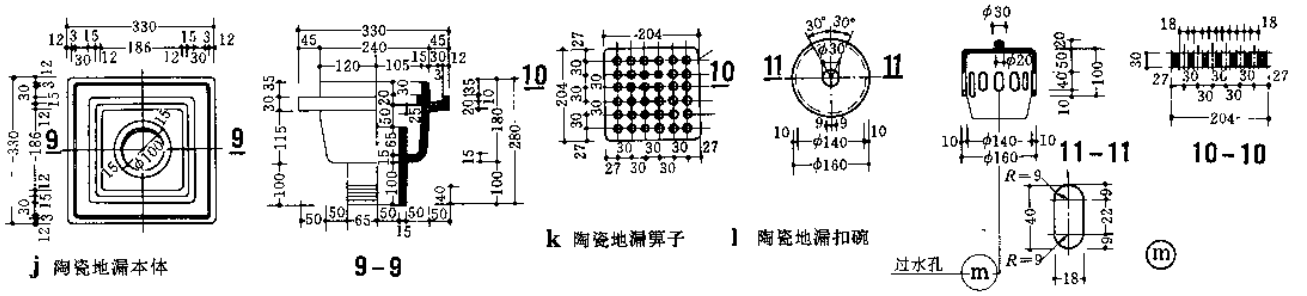
a 硬聚氯乙烯地漏本体　b 硬聚氯乙烯短管　c 硬聚氯乙烯短管　d 硬聚氯乙烯箅子　e 硬聚氯乙烯箅子

1 硬聚氯乙烯地漏



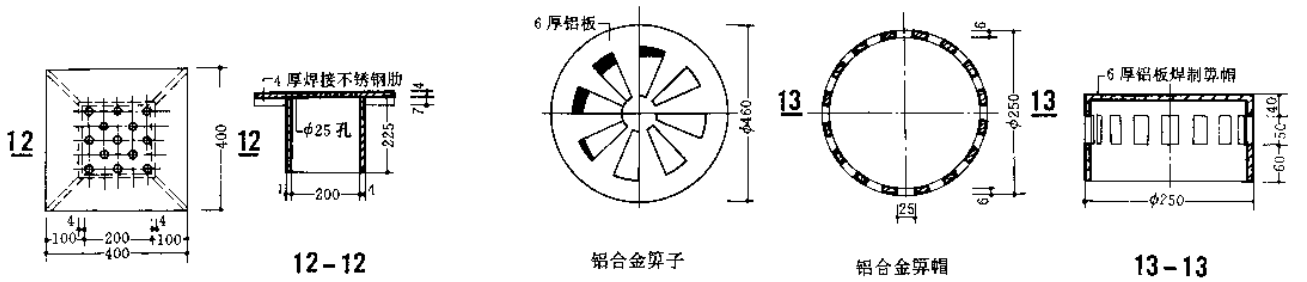
f 玻璃钢地漏本体　g 玻璃钢地漏箅子　h 玻璃钢地漏扣碗

2 玻璃钢地漏



j 陶瓷地漏本体　k 陶瓷地漏箅子　l 陶瓷地漏扣碗

3 陶瓷地漏



4 不锈钢地漏　5 铝地漏

排水沟的构造要求

一、排水沟宜采用明沟，当沟宽≥300mm 时，应设箅子板或盖板。

二、排水地沟不得利用建筑物的墙、柱、基础等兼作其底板和侧壁。排水沟内壁与墙、柱、基础边的距离宜≥300mm。

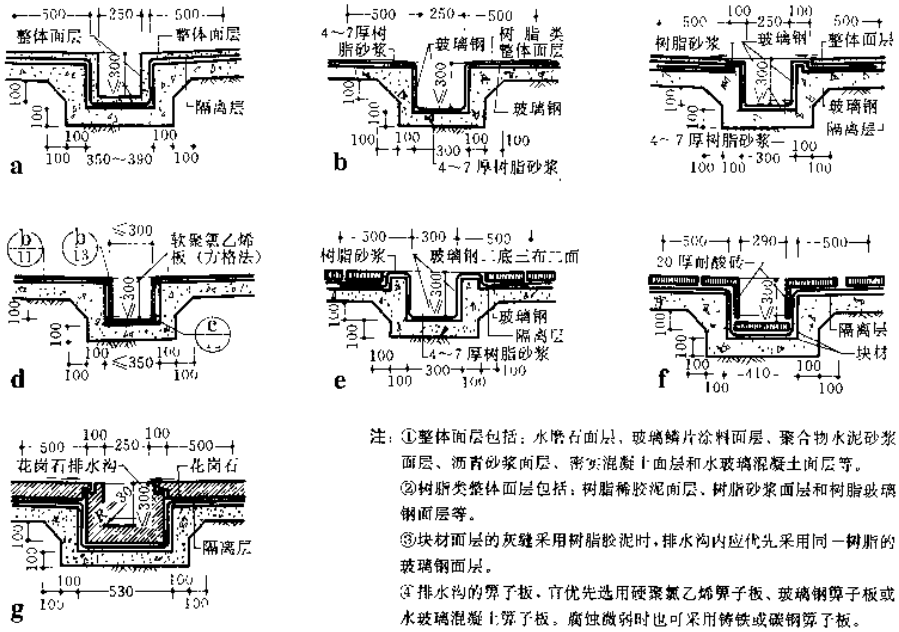
三、排水明沟应尽量沿滴漏腐蚀性液体的部位布置，并不宜穿越管沟或通风地沟。

四、排水沟不宜设变形缝，当必须设置时，变形缝处构造应严密，防止渗漏。

五、排水沟底应设坡向地漏或集水坑的坡度，排水坡度宜为0.5%～1.0%。

六、排水沟的面层材料和构造，除应考虑防腐蚀要求外，还应考虑沟内的清理要求。块材面层的排水沟，灰缝应采用耐冲刷、抗渗性好的材料，不宜采用沥青胶泥和水玻璃胶泥。

七、排水沟应设置隔离层，并与地面隔离层连成整体；当地面无隔离层时，排水沟的隔离层伸入地面面层下的宽度不应小于500mm。



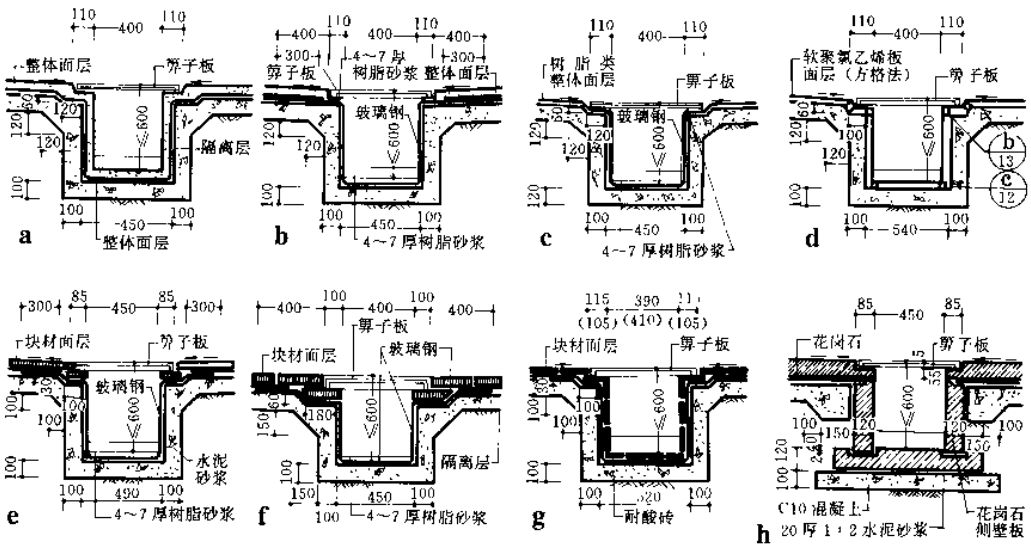
注：①整体面层包括：水磨石面层、玻璃鳞片涂料面层、聚合物水泥砂浆面层、沥青砂浆面层、密实混凝土面层和水玻璃混凝土面层等。

②树脂类整体面层包括：树脂稀胶泥面层、树脂砂浆面层和树脂玻璃钢面层等。

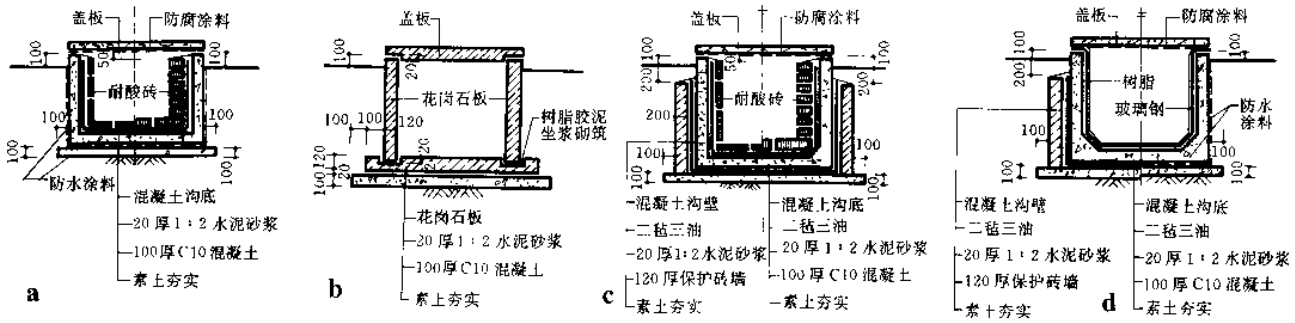
③块材面层的灰缝采用树脂胶泥时，排水沟内应优先采用同一树脂的玻璃钢面层。

④排水沟的箅子板，宜优先选用硬聚氯乙烯箅子板、玻璃钢箅子板或水玻璃混凝土箅子板。腐蚀微弱时也可采用铸铁或碳钢箅子板。

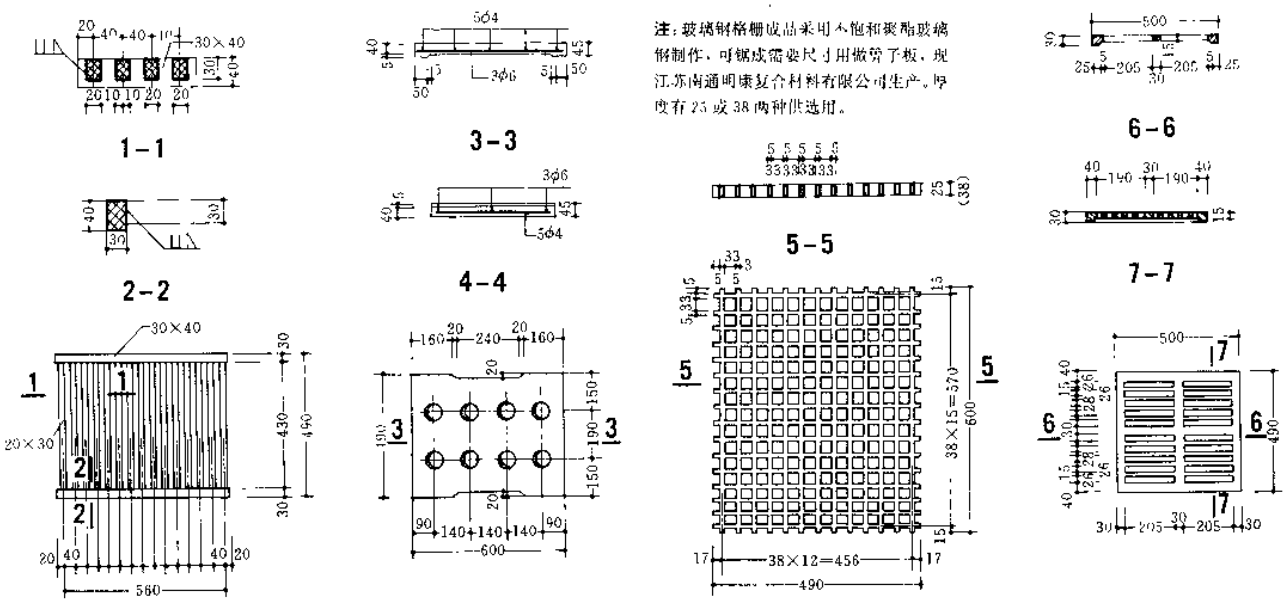
1 不设箅子板的排水明沟构造示例



2 设箅子板的排水明沟构造示例



3 排水暗沟的构造示例



a 硬聚氯乙烯箅子板　b 水玻璃混凝土箅子板　c 玻璃钢箅子板　d 铸铁箅子板

1 箅子板构造示例

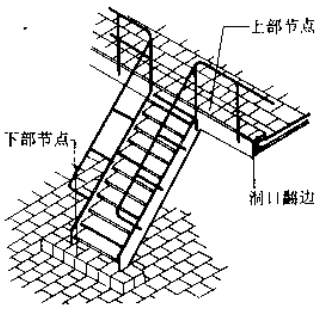
钢梯与楼地面连接构造要求

一、钢梯与楼地面连接构造分上部节点和下部节点。

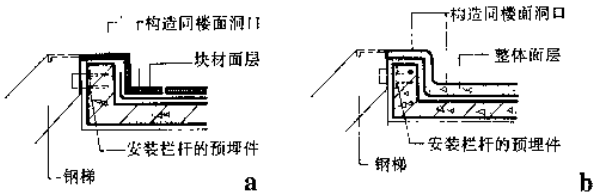
二、钢梯与楼地面连接应先安装钢梯，后施工防腐蚀楼地面及其有关节点。

三、上部节点的洞口翻边与楼面洞口的构造相同，在洞口翻边上安装钢梯。

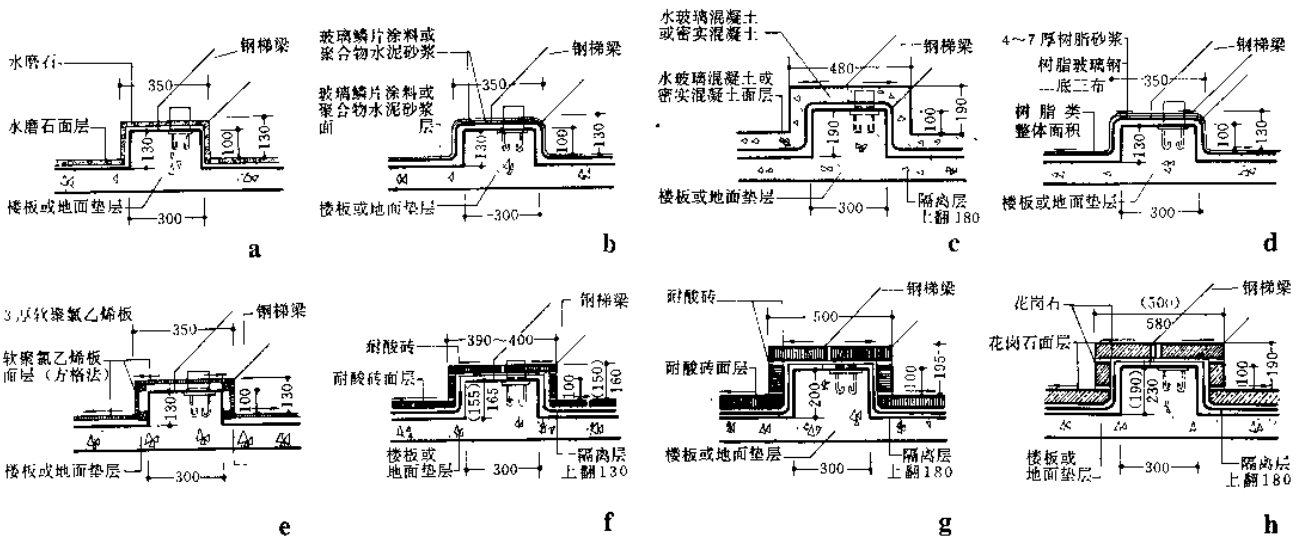
四、下部节点台阶的宽度和高度应考虑块材的厚度和高度。台阶的宽度不宜小于300mm，高度不宜大于200mm。



2 钢梯与楼地面连接示意图



3 钢梯上部构造节点示例



4 钢梯下部节点构造示例

衬里槽、池壳体设计要点

一、槽体应采用钢筋混凝土，不应采用素混凝土或砖砌体；池体宜采用钢筋混凝土。

二、槽体不应设置伸缩缝；池体不宜设置伸缩缝，必须设置时构造应严密。

三、槽体宜采用架空式；地上贮槽宜采用条形或环形基础；地下贮槽宜设套槽。

四 容积大于 $100m^3$ 的矩形贮槽宜分格。

五、槽、池所用混凝土的强度等级不应低于C25，设计抗渗等级不宜低于0.6MPa，最大裂缝宽度允许值为0.2mm，混凝土的水泥用量不小于 $300kg/m^3$；水灰比不应大于0.55；混凝土中宜掺入减水剂，以提高密实性。槽、池侧壁和底板厚度不宜小于150mm，内表面应平整，不应采用水泥砂浆找平层。

六、受力钢筋直径不宜小于8mm，钢筋保护层厚度不应小于35mm。

七、侧壁和底板上不宜设预埋件，管道、设备可采用吊架固定。

八、槽、池地上部分的混凝土外表面和套槽的内表面应根据腐蚀性介质的作用条件进行防护。

九、槽、池地下部分与土壤接触的外表面应设防水层或防潮层。

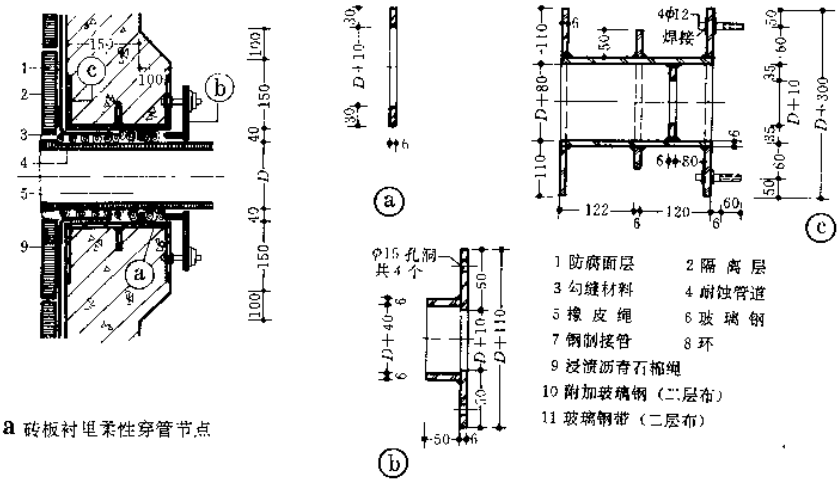
十、管道出入口宜设置在槽、池的顶部，当确需在侧壁设置时，必须预埋耐腐蚀套管，套管与管道间的缝隙应采用耐腐蚀材料填封。

十一、贮槽的栏杆和池内的爬梯、支架等，宜采用机械成型的玻璃钢型材制作。

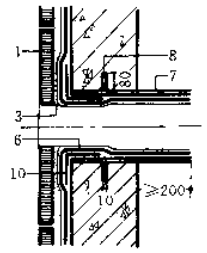
十二、当衬里施工过程中可能产生有害气体时，顶盖宜采用装配式或设置不少于两个人孔。

池的形式及分类 表1

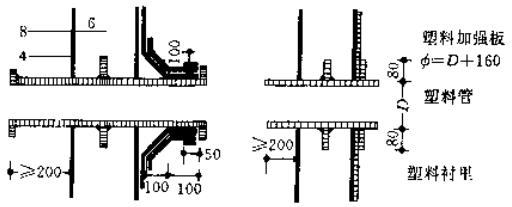
形　式	圆形、矩形、用家形等；地上式、半地下式、地下式
类　别	衬里式、整体式、砌筑式
承重壳体	钢筋混凝土、水玻璃混凝土、花岗石砌筑
内衬材料	耐酸砖、花岗石、水玻璃混凝土、玻璃钢、硬聚氯乙烯板、玻璃鳞片涂料、聚合物水泥砂浆、厚浆形防腐涂料和其他防腐涂料等
一般用途	常温、常压下贮存或处理腐蚀性液体，如：酸液贮槽、中和池、废酸池、电解槽、氨水罐及污水处理池等



a 砖板衬里柔性穿管节点



b 砖板衬里刚性穿管节点



c 玻璃钢衬里刚性穿管　　d 聚氯乙烯衬里刚性穿管

注：①柔性穿管适用于有不均匀沉降或有震动的槽、池。
②刚性穿管适用于沉降均匀不受震动的小型槽、池。

I 槽、池与管道连接

槽、池内衬的设计要求

1. 面层：

钢筋混凝土槽、池内表面防护宜按[22]表1选用并应符合下列要求：

衬里块材的厚度不应小于20mm，宜采用耐酸砖、花岗石等。

水玻璃混凝土衬里厚度不应小于80mm。

采用涂料或玻璃钢防护的槽、池在冲刷和磨损的部位宜增设块材或树脂砂浆层。

2. 结合层：

块材砌筑材料宜采用水玻璃类或树脂类材料，不得采用水泥砂浆或沥青类材料。勾缝材料宜采用树脂胶泥。

3. 隔离层：

块材和水玻璃混凝土衬里应设隔离层，其材料应选用玻璃钢（布二至三层），当面层厚度大于60mm时，可采用卷材类材料，但不得采用纸胎的沥青卷材。

4. 找平层：由于水泥砂浆找平层易脱壳，所以在槽、池内不应设找平层，槽、池体的混凝土采用刨光模板，隔离层直接粘贴于槽、池壁上。

5. 污水池衬里在伸缩缝部位的构造应考虑变形要求。当防护层为涂料时，伸缩缝处宜采用耐腐蚀的弹性材料嵌缝。

6. 当槽、池内介质为弱腐蚀并采用厚浆型防腐蚀涂料防护时，槽、池体的混凝土内宜掺入外加剂，降低水灰比，提高密实性；如掺加钢筋阻锈剂RI 103（水泥用量的2～5%）或防腐蚀混凝土添加剂SRA-2型（水泥用量的2%），还能提高混凝土的耐腐蚀性能。

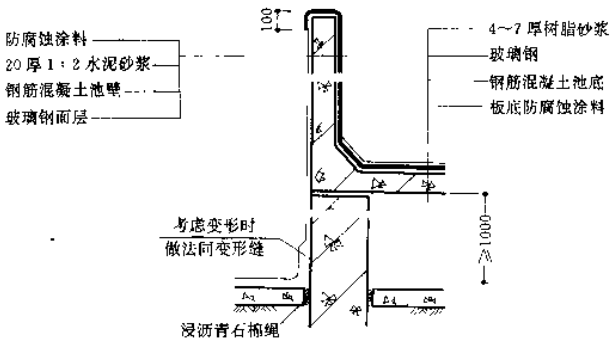
7. 当地下水位低于槽、池底面时，壁外应涂冷底子油1～2道、热沥青2道；当地下水位高于槽、池底面时，壁外宜采用卷材防水层，但防水卷材不推荐采用纸胎沥青油毡。

钢筋混凝土槽、池内衬表面防护表

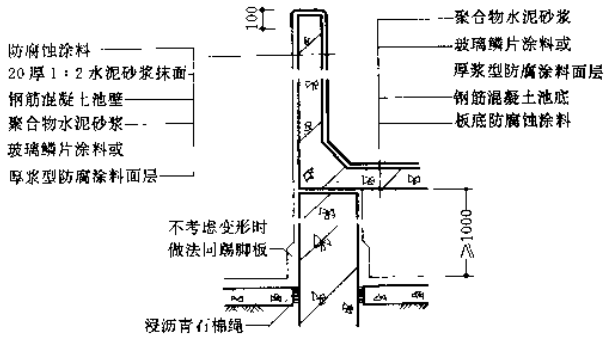
表 1

腐蚀性等级	侧壁和池底		钢筋混凝土顶盖的底面	说明
	贮槽	污水处理池		
强	1. 块材 2. 玻璃钢(贴布不少于 5 层)加玻璃鳞片涂料(厚度≥5mm) 3. 玻璃钢(布、毡混用不少于 5 层) 4. 水玻璃混凝土 5. 硬聚氯乙烯板(厚度≥5mm)	1. 块材 2. 玻璃钢(布不少于 3 层)加玻璃鳞片涂料(厚度≥5mm) 3. 玻璃钢(布、毡混用不少于 3 层) 4. 硬聚氯乙烯板(厚度≥5mm) 5. 玻璃鳞片涂料(厚度≥5mm)	1. 玻璃钢(布不少于 3 层或布、毡混用不少于 2 层) 2. 玻璃鳞片涂料(厚度≥0.5mm)	1. 采用块材衬里时，如贮存液体腐蚀性强时，也可采用双层板材，错缝砌筑。 2. 衬里的块材采用树脂胶泥粘贴时，一般也采用胶泥直接砌筑，不采用勾缝法施工。 3. 砌筑块材采用的水玻璃胶泥宜采用抗渗性较好的钾水玻璃配制。 4. 衬里的水玻璃混凝土宜采用掺入外加剂的密实的钠水玻璃混凝土或采用抗渗性较好的钾水玻璃混凝土。
中	1. 玻璃钢(布不少于 3 层)加玻璃鳞片涂料(厚度≥5mm) 2. 玻璃钢(布、毡混用不少于 3 层)	1. 玻璃钢(布不少于 3 层或布、毡混用不少于 2 层) 2. 玻璃鳞片涂料(厚度≥1mm)	1. 玻璃钢(布 3 层以上) 2. 玻璃鳞片涂料(厚度≥0.2mm) 3. 厚浆型防腐涂料(厚度≥0.3mm)	
弱	1. 玻璃鳞片涂料(厚度≥2mm) 2. 厚浆型防腐涂料(厚度≥0.5mm) 3. 聚合物水泥砂浆(厚度 10mm)	1. 厚浆型防腐涂料(厚度≥0.5mm) 2. 厚浆型防腐涂料(厚度≥0.3mm) 3. 聚合物水泥砂浆(厚度 5～10mm)		

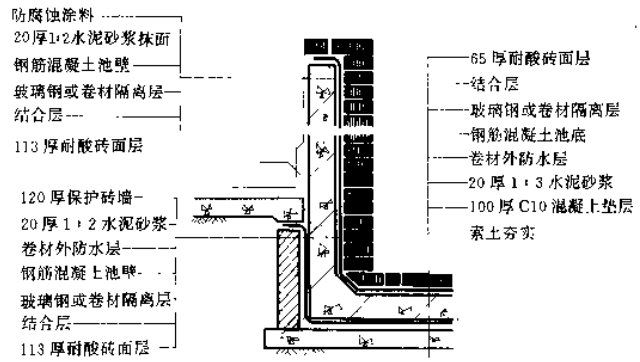
注：玻璃钢中玻璃布和玻璃纤维毡混合使用时，底层和中间层玻璃布和短切毡宜交替使用。



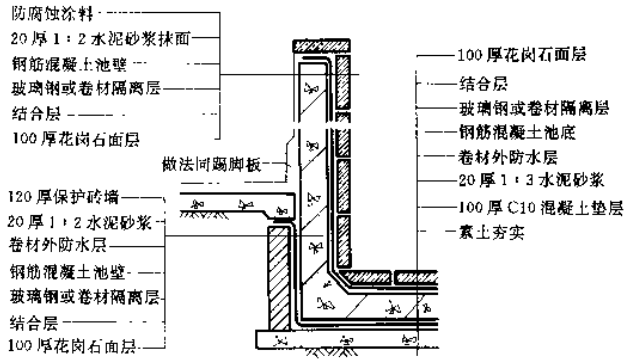
a 玻璃钢衬里地上式槽、池



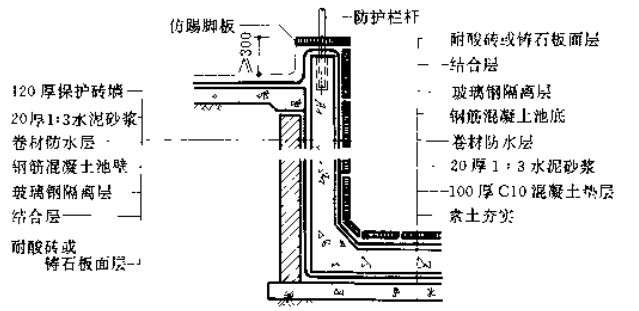
b 整体面层衬里地上式槽、池



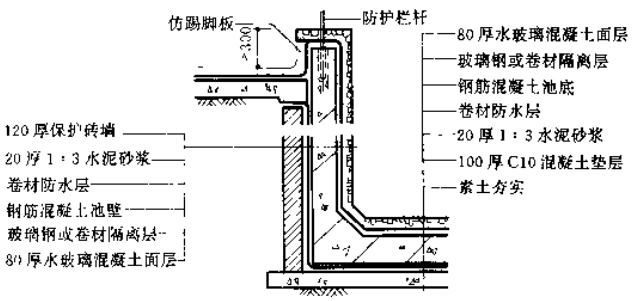
c 耐酸砖衬里半地下式槽、池



d 花岗石衬里半地下式槽、池



e 耐酸砖或铸石板衬里地下式槽、池



f 水玻璃衬里地下式槽、池

1 常用槽、池构造示例

水玻璃混凝土槽、池的构造要求

一、衬里的或独立的水玻璃混凝土槽、池都应采用掺有外加剂的密实的钠水玻璃或钾水玻璃混凝土制作，以提高抗渗性。

二、水玻璃混凝土槽、池的长度不宜大于12m。

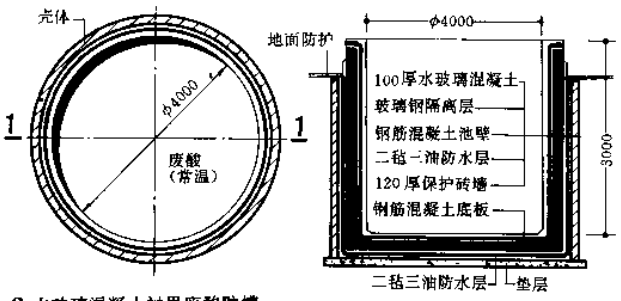
三、如采用配钢筋的水玻璃混凝土，钢筋应刷环氧漆等耐腐蚀涂料防护。混凝土保护层厚度≥25mm；构件计算的最大裂缝宽度允许值为0.1mm。

四、有温度变化或容积较大的水玻璃混凝土槽、池，在转角、孔洞及应力集中处，宜设抗裂钢筋网。

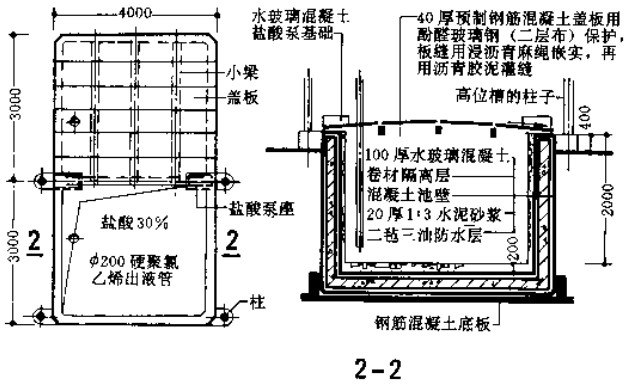
五、水玻璃混凝土应连续浇捣，不留施工缝。

六、水玻璃混凝土应经酸化处理后才可投入使用。

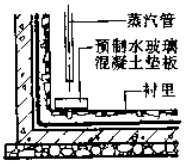
七、水玻璃混凝土不得与普通水泥砂浆、混凝土呈碱性反应的基层直接接触，应加卷材或刷环氧涂料进行隔离。



a 水玻璃混凝土衬里废酸贮槽



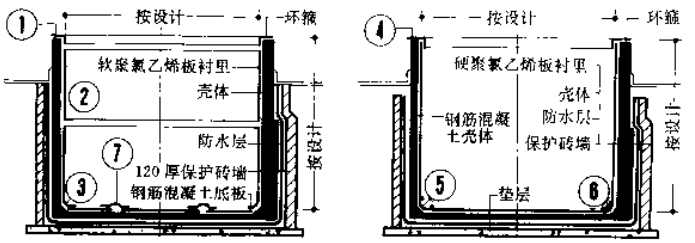
b 水玻璃混凝土衬里盐酸贮槽



c 酸洗槽蒸汽管口保护

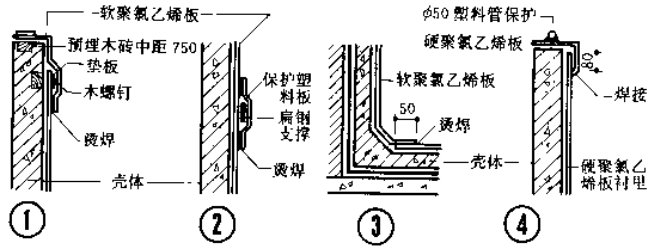
注：水玻璃混凝土标号为C13～C18，内配钢筋及预埋铁件均应除锈，涂环氧漆、过氯乙烯漆等耐腐蚀涂料保护。

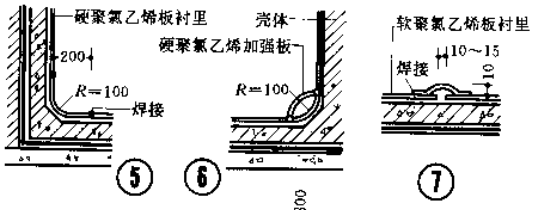
1 水玻璃混凝土衬里贮槽实例



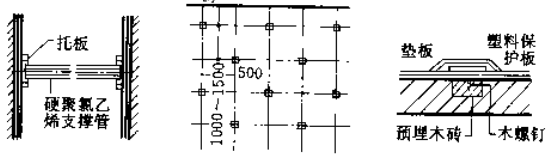
a 软聚氯乙烯板衬里构造

b 硬聚氯乙烯板衬里构造





注：大型软聚氯乙烯池槽的底部衬里，在温差较大时，应考虑设置伸缩缝。

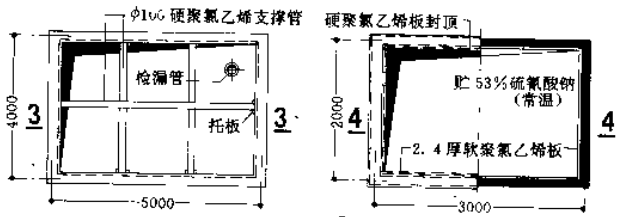


空铺大型硬聚氯乙烯板衬里应考虑膨胀收缩，设置伸缩缝及加强支撑

空铺大型硬聚氯乙烯板衬里池槽螺钉固定法立面示意

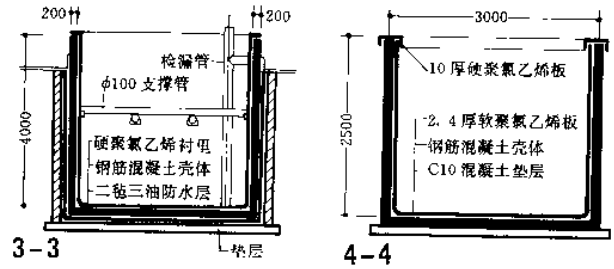
空铺大型硬聚氯乙烯板衬里螺钉固定前宜经热处理，以消除内应力

注：聚氯乙烯板衬里池槽耐腐蚀性、整体性好，加工方便。但线膨胀系数较大，应考虑收缩膨胀的影响。因其耐热性较差，故不宜曝晒，适用于常温介质的小型池槽。不耐丙酮、苯等有机溶剂，聚氯乙烯板焊缝可以采用高频共鸣电火花检查器检漏。

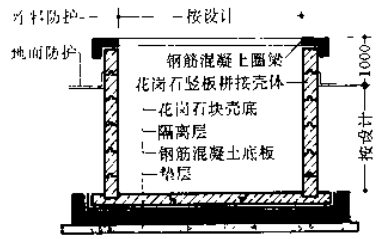


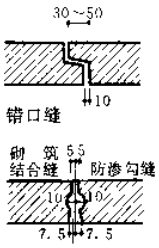
c 硬聚氯乙烯衬里贮槽实例

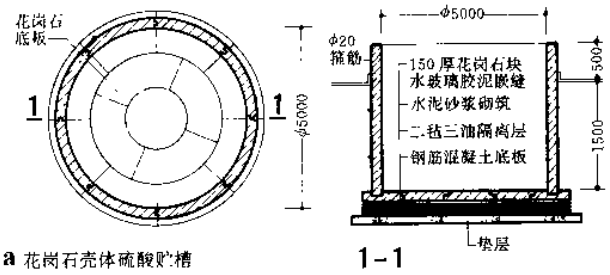
d 软聚氯乙烯板衬里贮槽实例



2 聚氯乙烯贮槽构造示例

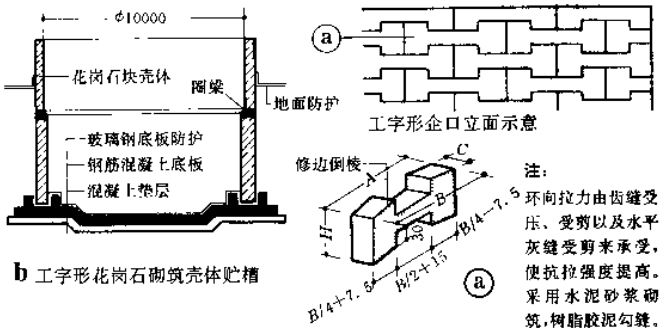






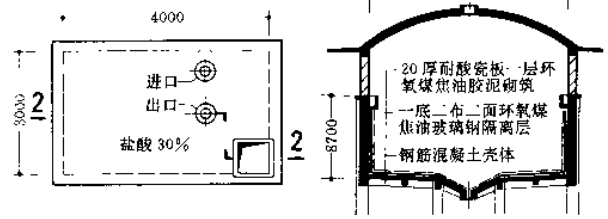
a 花岗石壳体硫酸贮槽　　1-1

1 砌筑式花岗石贮槽构造示例

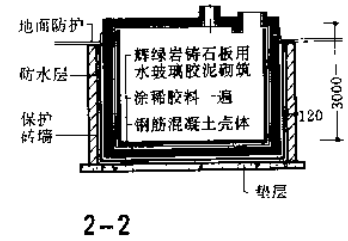


b 工字形花岗石砌筑壳体贮槽

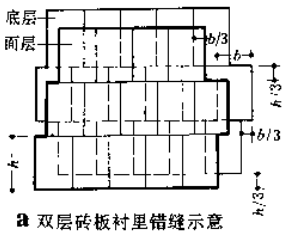
2 砌筑式花岗石贮槽实例



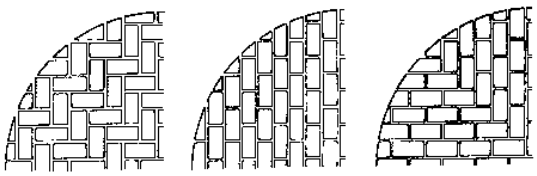
a 铸石板衬里盐酸贮槽　　b 耐酸砖衬里贮槽



3 耐酸砖衬里槽池实例



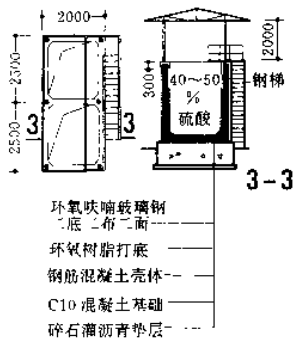
a 双层砖板衬里错缝示意



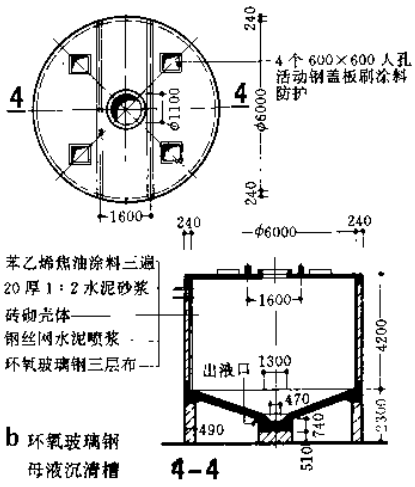
砖缝短，使用效果较好，施工方便　　施工方便，但砖缝错缝少，易渗漏　　铺贴铸石板衬里，较常用，施工复杂

b 圆形槽池砖板排列比较

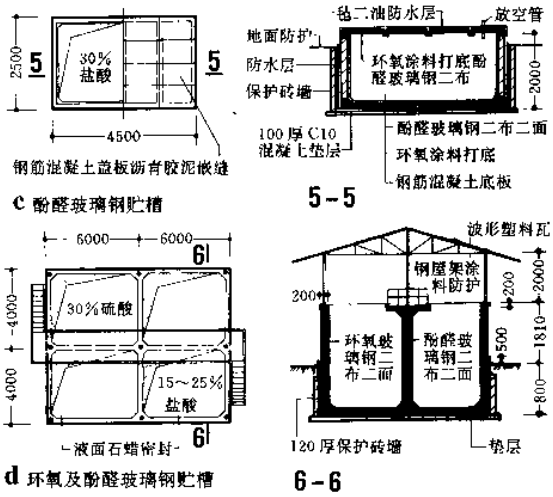
4 耐酸砖衬里的排列



a 环氧呋喃玻璃钢贮槽



b 环氧玻璃钢母液沉清槽



5 玻璃钢衬里槽池实例

污水处理的分类及特点

化学污水处理：污染除油，酸碱中和后再进行生化处理，中和前各工序中腐蚀强，应加强防护。

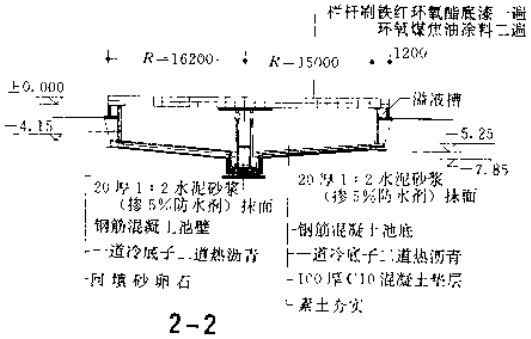
生活污水处理：曝气池中气、液接触的部分腐蚀较严重，污泥消化池中由于沼化过程温度比较高，腐蚀性较强，且不易维修，应加强防护。

医院污水处理：一般采用氯气消毒后，才能排入城市污水系统。

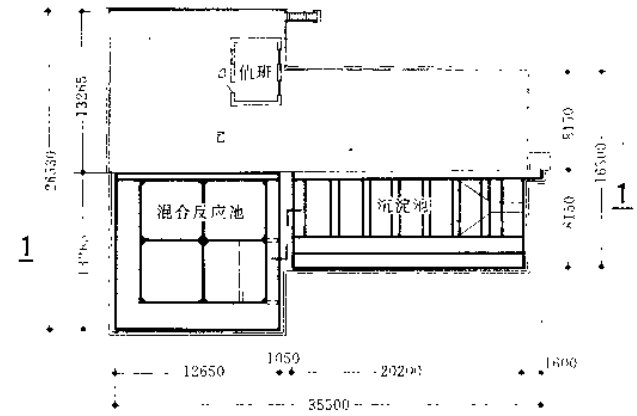
污水处理池的防护要点

表1

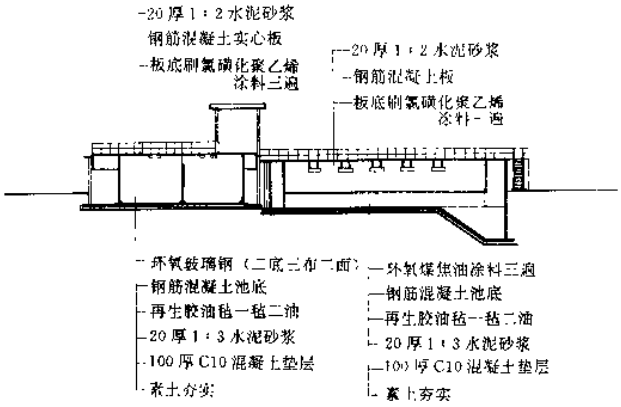
建、构筑物名称			防腐蚀构造处理
化学污水处理	中和站	酸性污水泵房 除油池 均和池 混合反应池	①腐蚀严重时，池子内衬宜采用树脂胶泥勾缝的花岗石面层，水玻璃胶泥结合层，玻璃钢隔离层，地下池外部应采用卷材防水层 ②腐蚀较好时，内衬一般采用耐酸又耐碱的树脂玻璃钢，如：环氧、环氧煤焦油、YJ呋喃或F-82呋喃树脂玻璃钢
		石灰或电石渣聚母 污水沉淀池 污泥浓缩池	①混凝土：≥C20，抗渗等级≥0.6MPa，水泥宜采用矿渣硅酸盐水泥或火山灰水泥，水泥标号≥525号，水泥用量≥300～350kg/m³，水灰比：≤0.55～0.60 ②混凝土保护层：板≥15，梁≥25，池壁≥30，池底≥35 ③污泥沉淀池及浓缩池表面应再涂环氧、氯化橡胶或聚氨酯等厚浆型涂料 ④池壁外侧应刷冷底子二遍，热沥青二遍
生化处理	生化处理场	混凝沉淀池 鼓风曝气池 二次沉淀池 焦炭过滤池 污泥浓缩池 污泥脱水池	①混凝土：水泥宜采用火山灰或矿渣水泥； 水泥标号≥425号； 水泥用量：300～350 kg/m³； 强度等级≥C20；抗渗等级≥0.6 MPa；水灰比：0.50。 ②池体保护层厚度：池壁 30 池底 35 顶板 20 人孔盖板 15 ③内壁抹20厚1：2水泥砂浆，表面宜再涂环氧、氯化橡胶或聚氨酯等厚浆型涂料 ④垫层上及池壁外侧应刷冷底子二遍，热沥青二遍 ⑤外露金属构件应刷铁红环氧酯底漆一遍，环氧、氯化橡胶或聚氨酯等厚浆型涂料二遍
生活污水处理		污水提升泵房 曝气沉砂池 初次沉淀池 污泥加热池 污泥消化池 污泥浓缩池 污泥脱水池 氯水接触池	

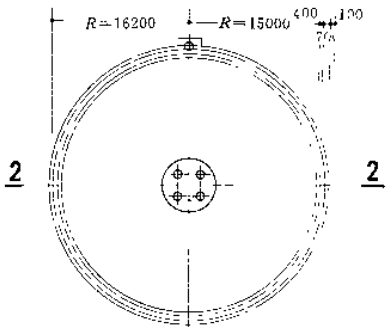


Ⅰ 污水处理池构造举例



a 化学污水处理 中和站的混合反应沉淀池



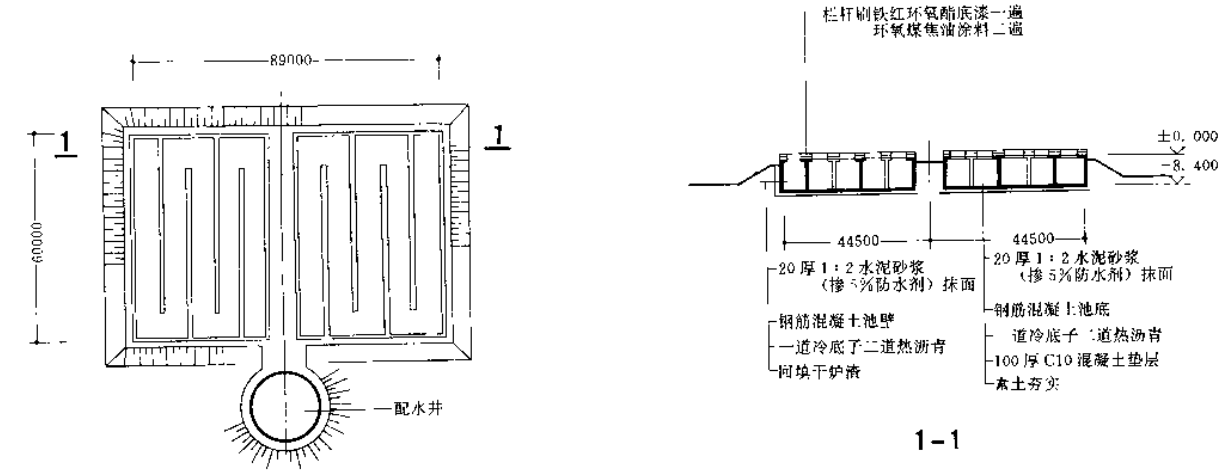


b 生活污水处理 初次沉淀池

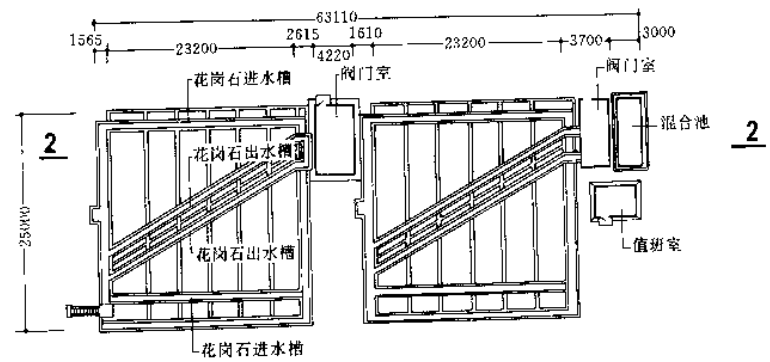
注：

①池体的混凝土的保护层厚度，按"混凝土结构设计规范"(GBJ10-89)执行。

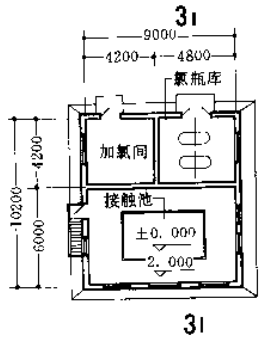
②污水处理池的池体混凝土内宜掺入外加剂，降低水灰比，提高密实性；如掺加钢筋阻锈剂RI-103(水泥用量的2～5%)或防腐蚀混凝土添加剂SRA-3型(水泥用量的2%)，还能提高混凝土的密实性和耐腐蚀性能。



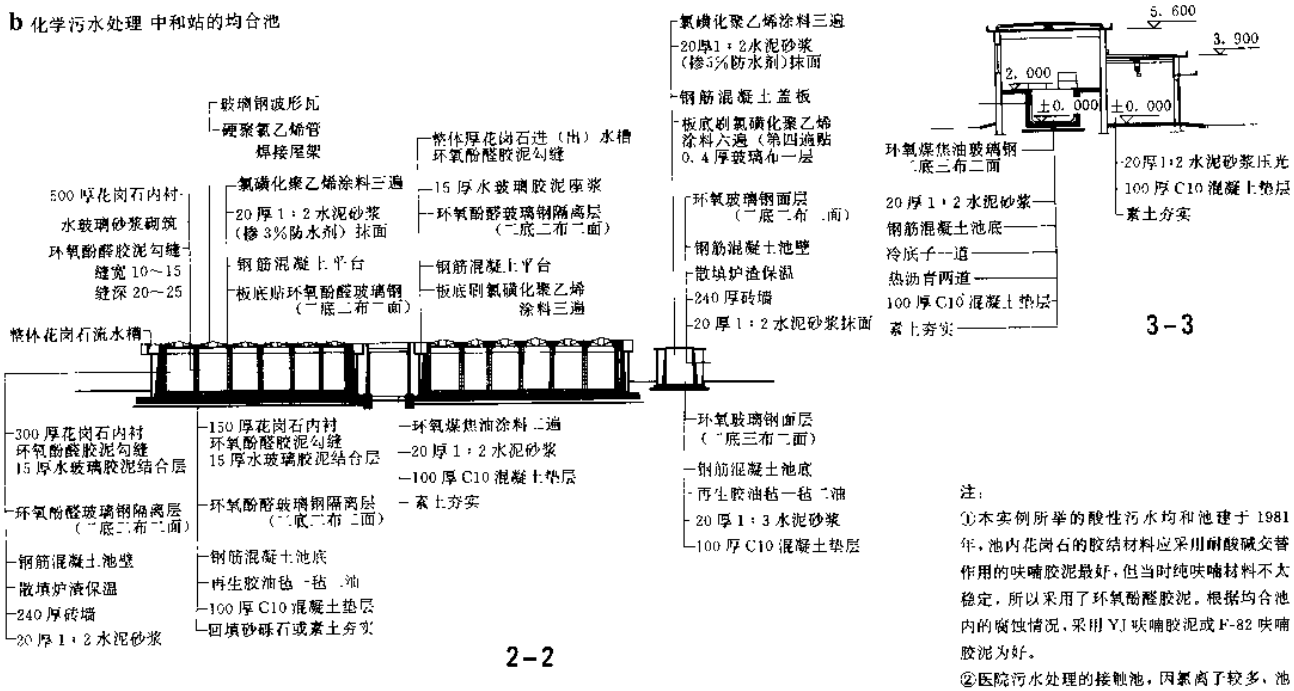
a 生活污水处理 曝气池



b 化学污水处理 中和站的均合池



c 医院污水处理 接触池



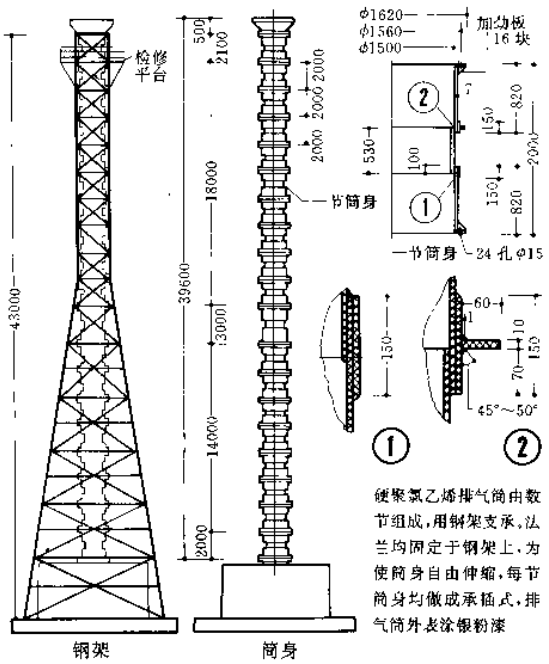
注：

①本实例所举的酸性污水均和池建于1981年，池内花岗石的胶结材料应采用耐酸碱交替作用的呋喃胶泥最好，但当时纯呋喃材料不太稳定，所以采用了环氧酚醛胶泥。根据均合池内的腐蚀情况，采用YJ呋喃胶泥或F-82呋喃胶泥为好。

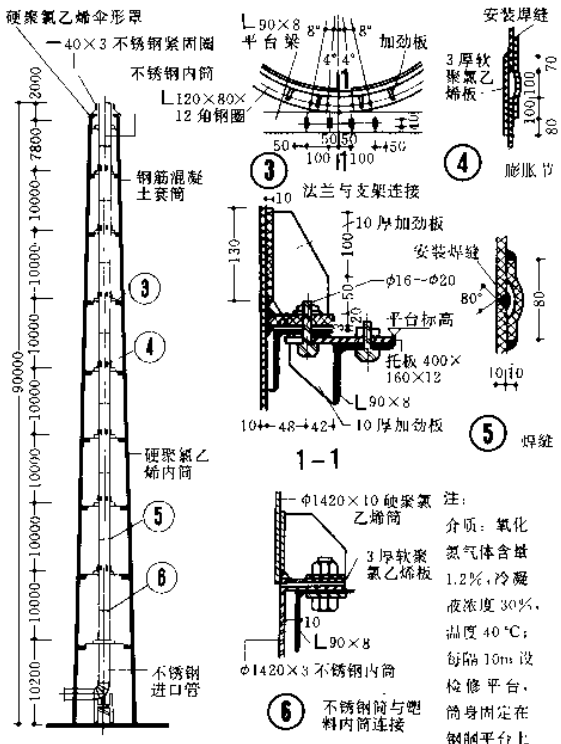
②医院污水处理的接触池，因氯离子较多，池体混凝土宜掺加钢筋阻锈剂RI-103或防腐蚀混凝土添加剂SRA-2。

1 污水处理池构造举例

排气筒排放的有害气体通常是一些酸性气体或酸雾等侵蚀性介质。选择排气筒筒体材料时，应根据介质浓度、温度、湿度等条件进行设计。排气筒的高度应按卫生标准规定的有害介质在大气中扩散后允许浓度的要求决定。



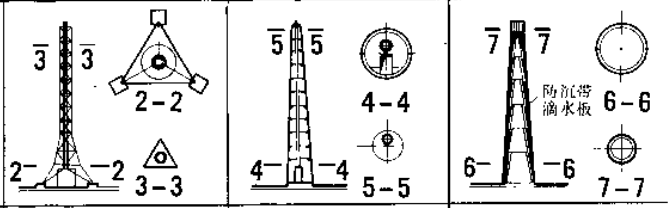
1 塔架式排气筒实例



注：介质：氧化氮气体含量1.2%，冷凝液浓度30%，温度40 °C；每隔10m设检修平台，筒身固定在钢制平台上，筒径φ1400。

2 套筒式排气筒实例

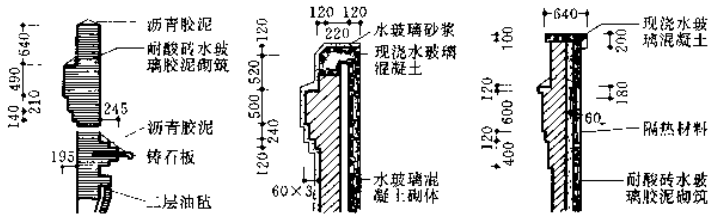
排气筒的形式 表1

形式	塔架式	套筒式	内衬式
筒图			
说明	塔架可采用钢筋混凝土预制装配结构，也可采用钢结构。每层设平台支承内筒，外形轻巧但须经常涂刷涂料防护塔架	外套筒可采用钢筋混凝土或砖砌。外筒对内筒起支承及保护作用。筒内设平台，平台上留有安装孔、梯孔以便于检修	外筒身可采用钢筋混凝土或砖砌。并分层设置牛腿支承内衬，内衬可采用耐酸砖、水玻璃混凝土砌体或铺贴玻璃钢

注：除上述三种形式外尚可选用花岗石块砌筑单筒式，或利用山坡地形敷设陶瓷管道排气。

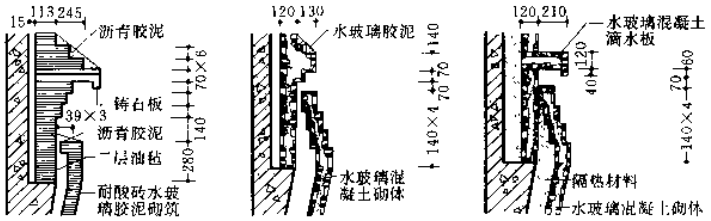
内筒筒体及内衬材料选用比较 表2

聚氯乙烯板	玻璃钢	水玻璃混凝土	耐酸瓷砖	花岗石块
耐蚀性能好	耐蚀性能好	耐蚀性能好	耐蚀性能好	耐蚀性能好
筒体轻、施工快	筒体轻、维修方便	自重大、施工复杂	自重大、灰缝多	就地取材
使用温度65 °C以下	使用温度85 °C以下	使用温度300 °C	使用温度达300 °C	使用温度常温
适用于固定在塔架或塔身支架上	适用于套筒式内筒或内衬式筒身	适用于内衬式筒身或预制筒身砌体	适用于内衬式筒身	可直接砌筑成独立单筒式筒身



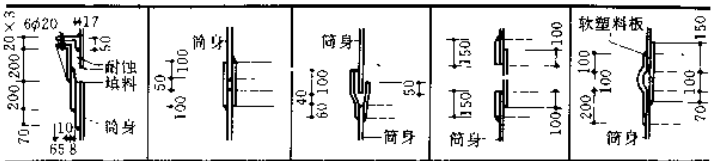
a 适用于60 °C以下　b 适用于100 °C以下　c 适用于300 °C以下

3 内衬式筒首构造



a 适用于60 °C以下　b 适用于100 °C以下　c 适用于300 °C以下

4 内衬式防沉带滴水板构造

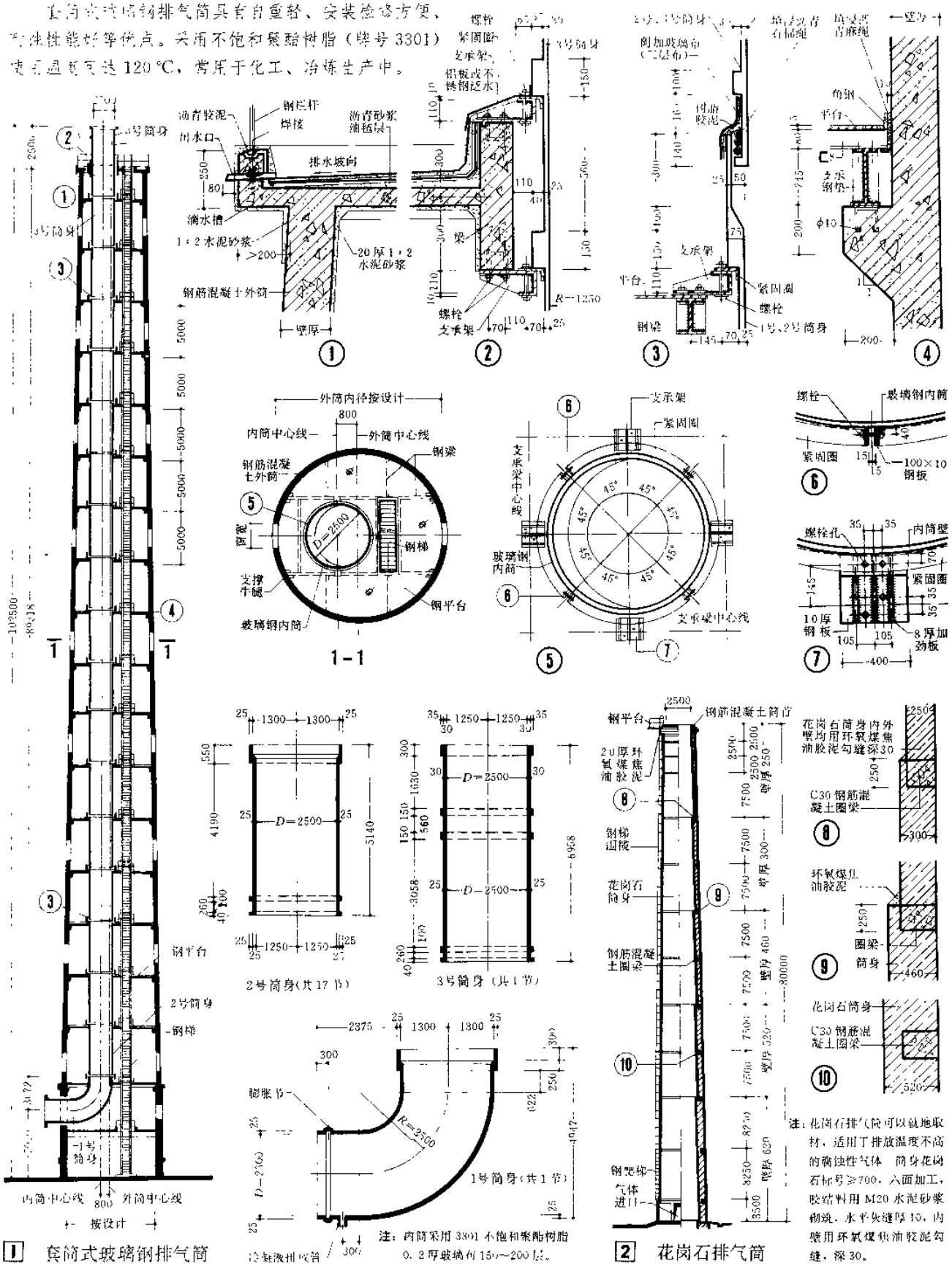


填料函式	承插式	承插式	承插式	软聚氯乙烯板
密封性能好，气体及腐蚀性冷凝液不易外泄。法兰口的焊缝较多	冷凝液不外流，但气密性差。外形轮廓平直，施工简单但精密度要求高	能利用冷凝液作水封防止气体外泄。外形轮廓平直，承插口弯曲成形难	能防止冷凝液外流，气密性较差。外形轮廓不够平直。施工精密度要求高	封闭性好，但易老化。筒内焊缝在下，冷凝液易从内壁下淌积聚

5 硬聚氯乙烯内筒膨胀节构造

注：①排气筒设计应考虑材料温度变化后的变形，设置膨胀节、气体进口和出口处应加强防腐措施。
②排气筒的底层应根据要求设防护地面，并做排水坡度导入下水系统。
③筒体材料除须有可靠的强度和密实性外，还必须具备足够的耐热性和耐老化性。
④钢制安全梯、休息平台与钢筋混凝土构件固定用的预埋螺栓要加强防护，必要时可用不锈钢。
⑤避雷针可选用耐蚀材料或包裹玻璃钢、搪铅等措施。筒身内衬在低于露点温度处应加强防护。

套筒式玻璃钢排气筒具有自重轻、安装检修方便、耐腐蚀性能好等优点。采用不饱和聚酯树脂（牌号3301）使工况温度可达120℃，常用于化工、冶炼生产中。



注：内筒采用3301不饱和聚酯树脂0.2厚玻璃布150~200层。

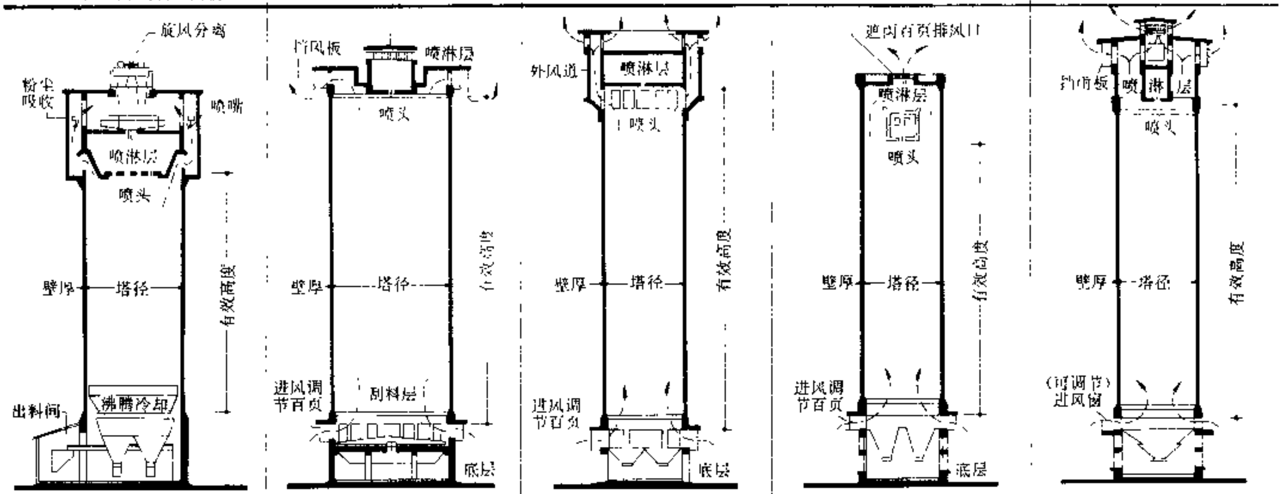
注：花岗石排气筒可以就地取材，适用于排放温度不高的腐蚀性气体。筒身花岗石标号≥700，六面加工，胶结料用M20水泥砂浆砌筑，水平灰缝厚10，内壁用环氧煤焦油胶泥勾缝，深30。

1 套筒式玻璃钢排气筒

2 花岗石排气筒

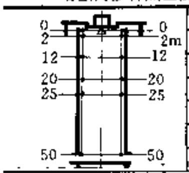
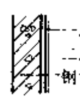
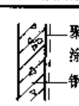
化肥工业氮加工部分可以造粒塔生产颗粒化肥(如尿素、硝铵等)。造粒塔系将温度较高的熔融状物料通过塔顶多孔喷头下洒，利用塔底部进入的冷风在塔内上升与物料逆流接触，使物料冷却成结晶颗粒状肥料。

常用圆形造粒塔特征比较 表1



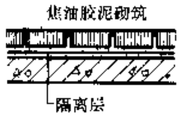
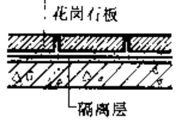
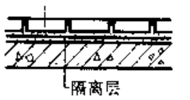
机械通风带有粉尘回收	自然通风带刮料机	自然通风、外风道	自然通风、内风道	自然通风、内风道
钢筋混凝土塔体顶部多层，施工复杂，生产上采取了粉尘回收，大气腐蚀减轻，塔外壁腐蚀影响改善。内壁防腐量大，形状复杂	钢筋混凝土塔体，施工简单，带挡风板外排风道适用于大塔径。刮料层因刮料机运转，面层应耐磨耐腐。底层为皮带出料间	钢筋混凝土塔体，外风道，施工较复杂，喷淋层通风采光均改善，适用于塔径小多喷头生产。塔底为捕集漏斗	钢筋混凝土塔体，体形简单，施工方便。排风口面积较小，喷淋层处于腐蚀气体包围，防腐复杂，塔顶雨水排除简便	钢筋混凝土塔体，体形简单，施工方便。排风不受影响效果较好。塔顶排除雨水方便。喷淋层为长条形

塔壁防腐构造 表2

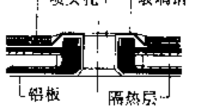
塔壁内壁各点温度参考(°C)	耐酸砖衬里	玻璃钢贴面	耐蚀涂料防护	铝板及玻璃钢防护	混凝土内掺密实剂
	耐酸砖水玻璃胶泥砌筑；钢筋混凝土壁	 环氧玻璃钢二底二布二面；钢筋混凝土壁	 聚氨基甲酸酯涂料配套六遍；钢筋混凝土壁	玻璃钢(附加贴布)；2厚铝板；钢筋混凝土壁	钢筋混凝土壁(混凝土内掺1%密实剂)
喷头区温度—0点处内壁温度+5°C	衬砌块材施工繁杂，自重大，整体性差，不适于碱性盐，造价高	整体性好，耐水性好，自重轻耐久性较涂料防护高，造价较高	聚氨酯涂料耐尿素及硝铵腐蚀，但须经常维护，造价低	塔上部温度较高，物料粘着处为铝板，下部为玻璃钢贴面，搭接处附加贴布	采用密实剂提高混凝土的密实性、抗渗性和强度，但施工操作要求严格

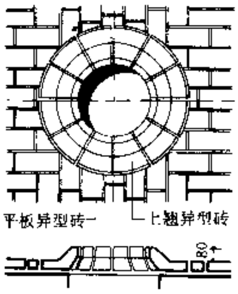
点	$t_外$34°C	$t_外$29°C
0	77	70
2	75	66
12	66	59
20	60	55
25	56	44
50	34	29

刮料层防腐构造(旋转刮刀摩擦、温度60°C) 表3

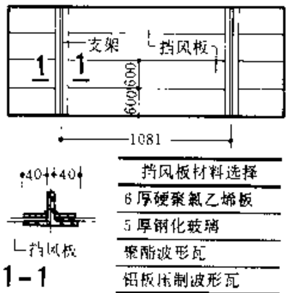
耐酸瓷砖竖砌	花岗石板平砌	铸石板平砌
 耐酸瓷砖环氧煤焦油胶泥砌筑；隔离层	 400×600×100花岗石板；隔离层	 65厚铸石板；隔离层
耐酸瓷砖质地优良。竖砌，以环氧煤焦油胶泥砌筑，环氧胶泥勾缝，玻璃钢隔离层	花岗石板以环氧煤焦油胶泥砌筑，环氧胶泥勾缝，玻璃钢隔离层	铸石板以环氧煤焦油胶泥砌筑，环氧胶泥勾缝、玻璃钢隔离层

喷淋层防腐构造(喷头拆装检修的撞击，喷头清洗尿液腐蚀，温度100°C) 表4

耐酸瓷板面层	水磨石面层	耐酸瓷板面层
 30厚耐酸瓷板；喷头孔；玻璃钢；铝板；隔热层	30厚耐酸瓷板；喷头孔；玻璃钢；铝板；隔热层	30厚水磨石面层；喷头孔；玻璃钢；玻璃钢；隔热层
面层为耐酸瓷板以环氧胶泥砌筑，玻璃钢隔离层，底部铝板防护(咬口氩弧焊)	面层为水磨石玻璃条分格，玻璃钢隔离层，底部铝板防护(咬口氩弧焊)	面层为耐酸瓷板以环氧胶泥砌筑，玻璃钢隔离层，喷头孔及底部均为玻璃钢防护

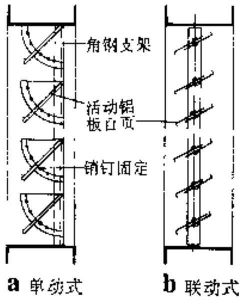


[1] 刮料机轴孔构造



挡风板材料选择
6厚硬聚氯乙烯板
5厚钢化玻璃
聚酯波形瓦
铝板压制波形瓦

[2] 挡风板构造



[3] 进风调节百页窗

注：

1 造粒塔的平面形状除圆形塔外，还有方形塔、多边形塔。方塔一般采用钢结构支架，波形铝板围护，施工方便、安装快，自重轻，但塔平面利用不够充分，钢材消耗较多，不常采用。

2 造粒塔的腐蚀介质主要为尿液或硝铵母液，并含有少量氨和水蒸汽，有较强的渗透性。尿素颗粒或粉尘极易潮解和溶解。对于钢筋混凝土或砖等多孔材料由于渗透和再结晶造成腐蚀破坏，对钢材形成电化学腐蚀。

3 造粒塔在生产中，顶部及底部产生温差。应考虑塔壁径向、纵向温度应力，避免产生裂缝，造成腐蚀性介质渗入混凝土内而破坏钢筋混凝土塔壁。

9

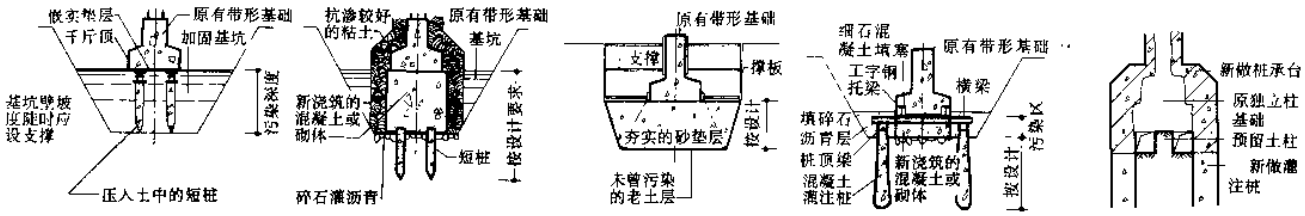
正确地将受腐蚀的建、构筑物进行鉴别和修复，对保证安全生产，延长建、构筑物的使用寿命都有重要的意义。

基础的腐蚀表现与检查　　表1

基础腐蚀的表现	基础腐蚀的检查
当建筑物不是因为上部结构本身造成的变形和裂缝时，就应当检查基础的腐蚀情况	①在建构、筑物变形和裂缝的区域内进行开挖，以判明基础的腐蚀程度和范围 ②对基础周围的土壤和地下水进行分析，作为修复基础和采取表面防护措施的依据

地基土腐蚀的表现与检查　　表2

地基土腐蚀后的表现			地基土腐蚀后的检查
建、构筑物不是因为构件本身的原因而产生的变形或裂缝	下沉	地基不均匀沉降所产生的变形、裂缝是相同的	分析土的物理、力学指标，看地基土的腐蚀程度 对土进行化学分析，看地基土腐蚀的原因和结果
	膨胀	①出现局部地面隆起 ②柱子升高，吊车梁起坡，屋面排水反向。 ③墙体开裂、倾斜 ④梁柱断裂	

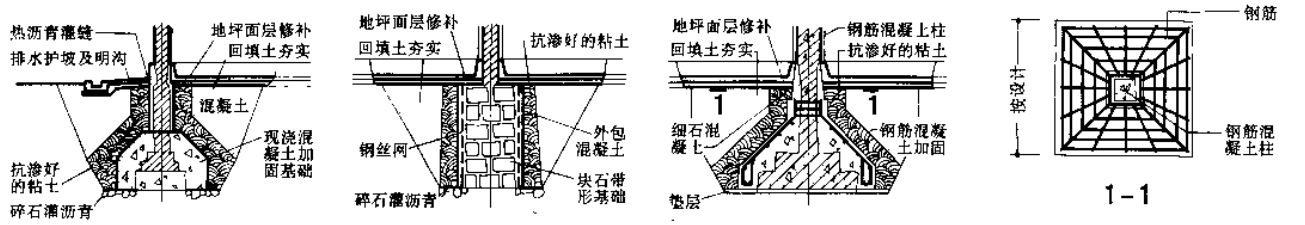


a 带形基础地基局部压桩加固　　b 局部换土填砂　　c 灌注桩加固　　d 灌注桩加固后清除腐蚀土

1 地基土被腐蚀后加固修复

基础腐蚀程度分类及修复方案　　表3

腐蚀类别	基础腐蚀的表现：砖石砌体基础	基础腐蚀的表现：混凝土基础 钢筋混凝土基础	腐蚀后基础的处理和修复：表面及中和处理	腐蚀后基础的处理和修复：修复方案	备注
轻微腐蚀	①块材未受腐蚀 ②灰缝砂浆在局部稍有粉化疏松现象但腐蚀深度不大。 ③砌体强度损失在5%以内，对砌体的强度和稳定基本没有影响	混凝土表面只有轻微的粉化现象，中性化深度很小	①表面处理： 彻底清除腐蚀产物 ②中和处理： 酸类物质用碱性物质（如碱液、石灰水等）中和。中和后产生的盐类，必须用水清洗干净 碱性物质一般只用水冲洗即可 盐类物质：溶解度大的可反复用水冲洗，有些盐类需用化学中和或加热分解的方法来处理 如：含硝酸铵的旧基础可刷25%的氯化钾，反应生成的盐类不易吸湿和潮解，因此不易产生膨胀现象。 处理硝酸铵的另一种办法是采用高温火烤，使硝酸铵在高温下分解	用水泥砂浆勾缝或抹面修复，再按其腐蚀条件设置表面防护层	①地基承载力不足时，一般可按常规方法进行加固，但应考虑到腐蚀环境下对加固方法的影响。 ②当地基因腐蚀膨胀而造成上部结构变形时，可采用下列方法处理： a. 托柱换土：将上部结构架空，并将基础下被腐蚀部分的土壤挖除，回填混凝土或其他不易产生膨胀的物质。 b. 采用抗拔桩基础：在原基础旁边打桩，桩应深入到未被腐蚀的土层中，并用承台将桩和原基础连接，利用桩深入土中的抗拔力和原来基础的荷载，来平衡地基土的膨胀上升力。 c. 将原来天然地基上的基础改为桩基础，并将原基础下的腐蚀土挖除，以消除地基膨胀的影响。
一般腐蚀	①块材表面有轻微的腐蚀和剥落。 ②灰缝砂浆的腐蚀比较严重。 ③砌体强度损失≥5%但≤10%。 ④砌体没有产生裂缝和变形，但砌体耐久性受到影响	混凝土表面已产生一定深度的腐蚀，但混凝土截面损失≤20%		在清理好的基层上，用水泥砂浆或混凝土将腐蚀部分修复，使其恢复到原来断面或适当加大 腐蚀的钢筋也应补足，然后按要求作好表面防护措施	
严重腐蚀	①块材严重腐蚀或剥落，其截面和强度损失较大。 ②灰缝砂浆严重腐蚀。 ③砌体强度损失≥20%。 ④砌体产生对裂缝和稳定性有害的变形和裂缝	①混凝土的截面损失已≥20%。 ②钢筋断面损失≥10%。 ③产生了对基础安全有严重影响的变形或裂缝		对砖石砌体基础，可采取托墙（柱）换基的方法，将损失严重的砌体拆除后重建，可采用补加钢筋混凝土围套的方法修补。 对于混凝土或钢筋混凝土基础，一般采用围套的方法予以补强	



a 砖墙基础加固　　b 块石基础加固　　c 钢筋混凝土柱基加固

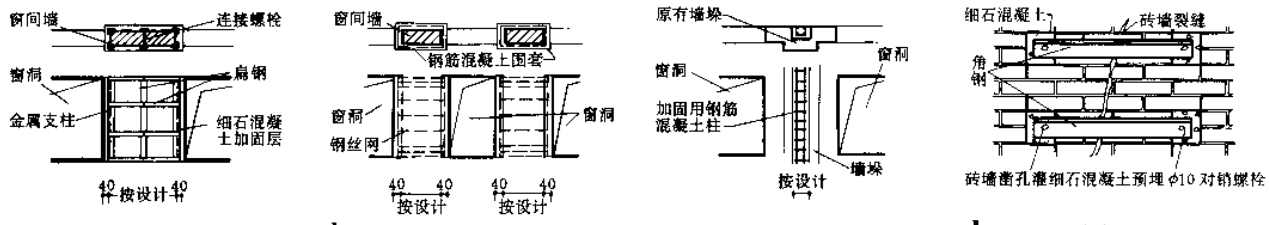
注：加固后的基础外表面应采取适宜的防腐蚀措施。

2 基础被腐蚀后加固修复

砖砌体的腐蚀分类及修复方案 表2

腐蚀分类	腐蚀现象	修复方案
轻微腐蚀	局部灰缝有粉化、露砂现象	先将腐蚀的灰缝、砂浆清理干净，用高标号砂浆重新勾缝
一般腐蚀	砖墙在局部区域（如：窗口、洞口、檐口、墙脚等部位）有严重粉化和剥落，其深度≤30mm	凿除已腐蚀部分，深度不大时，可采用高标号砂浆抹面。深度较大时，可采用局部拆换修复，然后按环境条件要求进行表面防护
严重腐蚀	大面积遭受腐蚀，局部严重剥落，其深度≥30mm 或裂缝，砖和砂浆的强度有明显的降低	必须拆换或加固，加固的方法可采用高压喷浆或用钢筋混凝土围套加强，砌体表面应采用贴面或涂料防护

注：外露金属构件均以细石混凝土包裹或包玻璃钢防护。



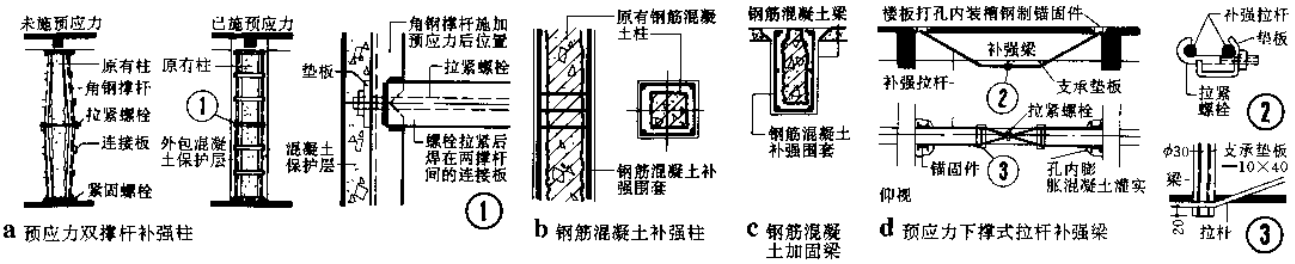
a 窗间墙金属支架加固　b 窗间墙钢筋混凝土围套加固　c 墙垛钢筋混凝土柱加固　d 砖墙裂缝角钢加固

1 砌体被腐蚀后的加固修复示例

钢筋混凝土结构的腐蚀分类及修复方案 表3

腐蚀分类	构件表面形态和裂缝：锈蚀裂缝的板	构件表面形态和裂缝：锈蚀裂缝的梁、柱	修复方案	备注
轻微腐蚀	钢筋表面有部分浮锈，有小面积斑点	$A\leqslant20\%$ 或 $B\leqslant80\%$	将腐蚀损伤部位修复，并按结构所在的环境要求，做好表面防护	①当构件为受力锈蚀裂缝时，应测量裂缝的宽度和钢筋锈蚀形态，并按钢筋锈蚀等级进行分类 ②当构件为锈蚀裂缝时，按板、梁、柱分类进行统计 梁、柱：按裂缝的宽度、长度和钢筋锈蚀面积来设计 板：按板底钢筋锈蚀面积统计 ③表中：$A=\frac{\text{梁底裂缝和露筋的长度}}{\text{梁底两根梗的长度}}$ $B=\frac{\text{梁底混凝土剥落面积}}{\text{梁底面积}}$
一般腐蚀	钢筋表面普遍有浮锈，断面局部有缺欠	$20\%\leqslant A\leqslant50\%$ 或 $80\%\leqslant B\leqslant20\%$	对结构损坏部分可采用喷浆封面或围套的方法予以补强，然后对结构表面进行认真的封闭，对容易遭受腐蚀的部位（如：受拉区、节点、预埋件等）进行认真的防护处理	
严重腐蚀	断面上有严重缺损，缺损面积≥10%，混凝土保护层普遍开裂和脱落	$A\geqslant50\%$ 或 $B\geqslant20\%$	对一些难以修复的构件必须拆除更换，对腐蚀不太严重的构件可采取加固措施，结构表面的防护标准应适当提高，一些重要而又容易遭受腐蚀的构件，可采用玻璃钢或其他材料覆面、包裹	

注：外露金属构件均以细石混凝土外包并涂耐腐蚀涂料。



a 预应力双撑杆补强柱　b 钢筋混凝土补强柱　c 钢筋混凝土加固梁　d 预应力下撑式拉杆补强梁

2 钢筋混凝土梁、柱被腐蚀后的加固修复示例

钢结构的腐蚀分类及修复方案 表3

腐蚀分类	腐蚀现象：钢结构构件	腐蚀现象：联结件	修复方案	注
轻微腐蚀	油漆表面起粉、起皱严重，边角处连续锈蚀，平面上有点蚀	$0\leqslant a\leqslant5\%$	恢复表面防护涂层，涂层种类和厚度应根据腐蚀环境的要求确定	①钢结构的联结件，应根据腐蚀螺栓组占调查螺栓组数的百分比 a 进行评定 $a=\frac{\text{腐蚀螺栓组数}}{\text{调查螺栓组数}}$ ②每个螺栓的断面损失≥10%即成为腐蚀螺栓，腐蚀螺栓数量多于总数的10%时，称该组螺栓为腐蚀螺栓组
一般腐蚀	油漆严重脱落，残留油漆没有光泽，钢材已锈蚀，钢材厚度平均减少10%以上	$5\%\leqslant a\leqslant10\%$	局部的构件和联结件可能要进行更换和加固，但大部分构件要认真进行表面防护，以加强表面的保护性能	
严重腐蚀	受腐蚀构件的钢材平均厚度减少10%以上	$a\geqslant10\%$	①可采取加固方法，当采用加固方法在经济上或技术上不尽合理时，可更换为较为耐蚀的结构 ②对于难以更换或腐蚀不十分严重的构件，可采用玻璃钢或塑料包裹，对于次要构件可把涂层适当加厚	

腐蚀环境下结构尚可继续使用的年限的推算

1. 混凝土中性化深度的测定：选择具有代表性的部位，凿去装饰层和混凝土保护层，直至钢筋表面，在凿开的面上喷涂1%的酚酞溶液，用尺测量混凝土表面到变色界限的距离，此距离（cm）即为中性化深度。
2. 近似按下式推算结构尚可使用年限（t）：

$$t=\frac{t_0}{X^2}\cdot D^2-t_0=t_0\left(\frac{D^2}{X^2}-1\right)\text{（年）}$$

注：①t=检查时混凝土龄期（年）
②D=钢筋保护层厚度（cm）
③X=检查时混凝土已中性化深度（cm）

防腐蚀[32]厂房建筑及构件的防护

概述

厂房的屋面、墙面、门窗、天棚等部位的腐蚀主要是由腐蚀性气、雾或粉尘的扩散所引起的，在有大量腐蚀性气、雾或粉尘从室外装置散发或从厂房内通过门窗洞口向外散发的情况下，厂房和临近建筑物的外墙面及屋面都应注意防护。

屋面的防护

1. 屋面防护构造的一般要求：

(1) 屋面形式应简单，宜用有组织外排水。生产过程中散发腐蚀性粉尘较多的建筑物，不宜设女儿墙。

(2) 排除腐蚀性气体、气溶胶及粉尘的排放口周围的屋面应加强防护。上述介质的通风管道穿出屋面的高度宜大于 3.0m。

(3) 受液态或易溶盐介质作用的屋面，应按防腐蚀楼面设计，并应设置防腐蚀的排水设施。

2. 屋面材料和构件的选用：

(1) 在氯、氯化氢、氟化氢等气体；碱性粉尘、铜、汞、锡、镍、铅等金属及其化合物的粉尘；石墨、煤、焦炭等的粉尘作用的屋面，不应采用铝合金板。

(2) 生产中散发腐蚀性粉尘的建筑（如：硫酸钠干燥和包装、镁电解、脱铜电解、纯碱煅烧等），不应采用薄钢板、镀锌钢板、刚性防水屋面或水泥、混凝土自防水的板、瓦等屋面。

(3) 耐腐蚀轻型屋面应根据腐蚀介质的性质及其他条件，可选用塑料瓦、玻璃钢瓦、铝合金板、压型钢板及石棉瓦等。

(4) 有组织排水的雨水管、雨水斗等，宜选用硬聚氯乙烯、玻璃钢等材料制作。腐蚀性介质为碱性时，雨水管和水斗可采用铸铁（浸渍沥青）制作。

(5) 屋面配件宜用混凝土、玻璃钢、工程塑料等材料，不宜采用薄钢板或镀锌薄钢板。

墙面及墙裙的防护

表 3

防护部位	腐蚀介质或等级	基本要求	防护要求
内外墙面	强腐蚀	围护结构设计应防止结露，可能结露部位应加强防护	水泥砂浆抹面后涂涂料，涂层厚度≥100 微米，或聚丙烯酸酯乳液水泥浆二遍
	中等腐蚀		水泥砂浆抹面
	弱腐蚀		水泥砂浆勾平缝或水泥砂浆抹面
墙裙	酸性介质	有腐蚀性液体或固体作用或有水冲洗应设墙裙	耐酸砖（10～15 厚），玻璃鳞片涂料（1～2 厚），玻璃钢、软聚氯乙烯板等
	碱性或中性		水泥砂浆、聚合物水泥砂浆、防腐蚀厚浆涂料

注：①墙面抹灰不宜采用水泥石灰砂浆，宜采用水泥砂浆。

②墙裙高度小于 1000mm。

③涂料选用见表 1。

防腐蚀涂料性能选用表

表 1

推荐部位	涂料名称	耐酸	耐碱	耐盐	耐水	耐候	与基层附着力 金属	与基层附着力 水泥	备注
室内外	氯化橡胶涂料	●	●	●	●	●	●	●	①表中： ●—推荐使用； ⊙—可使用； ○—不宜使用。 ②表中所列各类涂料，均应选用耐腐蚀型号。 ③锌、铝基层表面应采用锌黄类底漆，不得采用红丹或铁红类底漆。 ④防腐蚀涂层要求较厚时，宜采用厚浆型涂料。 ⑤当防腐蚀涂层对耐磨抗渗性能要求较高时，可采用玻璃鳞片涂料
	氯磺化聚乙烯涂料	●	●	●	●	●	⊙	⊙	
	聚氯乙烯含氯涂料	●	●	●	●	●	⊙	●	
	过氯乙烯涂料	●	●	●	●	●	⊙	⊙	
	氯乙烯醋酸乙烯共聚涂料	●	●	●	●	●	⊙	⊙	
	醇酸树脂耐酸漆	⊙	○	●	⊙	●	●	⊙	
室内	环氧树脂类涂料	●	●	●	⊙	⊙	●	●	
	聚苯乙烯树脂类涂料	●	●	●	⊙	⊙	⊙	●	
	聚氨酯类涂料（聚醚型）	●	●	●	⊙	⊙	●	⊙	
室内地下	环氧沥青类涂料	●	●	●	●	⊙	●	●	
	聚氨酯类涂料	●	⊙	●	●	⊙	●	●	
	聚氨酯沥青类涂料	●	●	●	●	⊙	●	●	
	沥青漆	●	●	●	●	⊙	●	●	

门窗的选择要求

表 4

腐蚀类别	选择要求
强腐蚀	宜采用塑钢窗，不宜采用推拉门、金属卷帘门、悬挂折叠门。宜采用平开门
中弱腐蚀	宜采用耐候钢窗或木窗，也可采用普通实腹钢窗。

注：①在氯、氯化氢、氟化氢等气体或氢氧化钠粉尘作用下，不得采用铝合金门窗。

②散发碱粉尘或易溶盐粉尘较多时，宜采用钢窗，不应采用木窗。

③塑钢窗的五金配件应选用不锈钢、工程塑料等耐腐蚀材料。

泥凝土构件的表面防护

表 2

腐蚀类别	重要构件	一般构件及建筑配件
强腐蚀	涂料厚度≥150 微米	涂料厚度≥120 微米 聚丙烯酸酯乳液水泥浆二遍
中等腐蚀	涂料厚度≥120 微米或 聚丙烯酸酯乳液水泥浆二遍	涂料厚度≥100 微米或 聚丙烯酸酯乳液水泥浆二遍

注：①掺有钢筋阻锈剂的一般混凝土构件，在中等腐蚀条件下，可不做表面防护。

②在弱腐蚀条件下，一般混凝土构件也可不做表面防护。

③有腐蚀性液体（包括吸湿潮解的固体）可能作用的孔洞周围的梁、板的底面和侧面，可采用玻璃钢或涂料防护。

钢结构的表面防护

表 5

腐蚀类别	重要构件	一般构件及建筑配件
强腐蚀	最小厚度 200 微米	最小厚度 150 微米
中等腐蚀	最小厚度 150 微米	
弱腐蚀	最小厚度 120 微米	

注：①钢结构在涂装前必须对基层进行除锈，除锈等级见表 6。

②特殊重要且维修困难的钢结构，必要时可采用喷镀金属加涂料复合层或玻璃鳞片涂料等防护措施。

③室外构件及维修困难部位的构件，涂层应增加 20～60 微米。

钢基层除锈要求

表 6

涂料品种	除锈等级	涂料品种	除锈等级
沥青漆	St2 或 Sa2	氯化橡胶漆	St3 或 Sa2
醇酸树脂漆		环氧沥青漆	
其他树脂类漆	Sa2 或 St3	各类富锌底漆	Sa2 1/2
乙烯磷化底漆	Sa2	喷涂金属基层	

注：①除锈标准摘自国家标准 GB8923－88。

②不易维修构件的除锈等级不应低于 Sa2 1/2。

一、放射性物质的射线种类不同以及与人体接触方式不同，产生的危害程度也不同。决定人体接受的照射总量有三个因素：照射时间、照射源强度与距离。必须针对具体情况采取不同防护措施，以减轻危害。通常X射线当源强（管电压）>50kV时，必须采取防护措施，而γ射线、中子、加速粒子则任何情况均需有防护措施。设计原则规定见表1、2。

二、围护结构设计要点：

1. 入口：一般X射线当源强（管电压）>400kV时门口应设迂回通道（迷路），γ射线、中子、加速粒子场所均需设迂回通道。1、2。

2. 墙：厚度按计算确定。砌块墙应保证砂浆密实，并不得留有后塞孔洞。现浇混凝土墙必须保证振捣密实、均匀，容重满足设计要求，特别要防止骨料"沉底"现象。大体积混凝土宜加温度筋，以防止收缩开裂。采用铅板、含铅或硼塑料板时搭接宽度应>10，固定板的钉应加铅板覆盖。如3。

3. 防护门：厚度按计算确定。门与墙搭接宽度应≥100，双扇门中间不得留通缝。4。

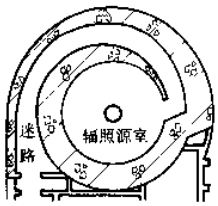
4. 观察窗、传递窗：根据工艺操作需要确定。窗台高度按使用要求、射线源装置高度、朝向及室外驻留人员具体情况定。

5. 通风：室内均应设强制式通风装置，换气次数按GB8703—83"辐射防护规定"，通风设施应采取防射线泄漏措施（中子、加速器室应特别注意）。

6. 管道：应避免穿过防护墙或板。必须穿过时应采取折线穿过方式，并应考虑防止射线从薄弱处泄出。5。

7. 电气：室内母线设置高度应距地3m以上，设备高压部分应予以接地。接地装置必须离开地下管道。射线源室应设报警装置，并与门连锁装置接合。

如一次迂回不能满足要求，可增设第二次迂回如虚线所示



1 迂回通道示例　2 通道

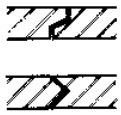
a 板中固定　b 板边叠接　c 含铅或硼塑料板拼接

3 铅板构造

个人剂量限制表　表1

类别 / 单位 / 照射对象	年有效剂量当量		最大允许照射剂量
	mSv	rem	mSv/周
工作人员	50	5	1
邻近人员	5	0.5	0.1
公众成员	1	0.1	0.02

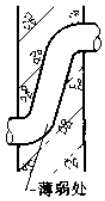
注：每周按40小时计。



4 防护门

最高允许剂量表　表2

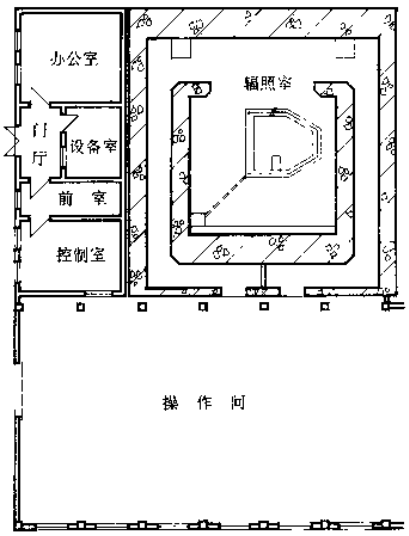
工作制度 h/d	mSv/h	mSv/s	μSv/s
4	4.16×10^{-2}	1.16×10^{-5}	1.16×10^{-2}
5	3.3×10^{-2}	0.92×10^{-5}	9.2×10^{-3}
6	2.77×10^{-2}	0.77×10^{-5}	7.7×10^{-3}
8	2.08×10^{-2}	0.58×10^{-5}	5.8×10^{-3}



5 管道

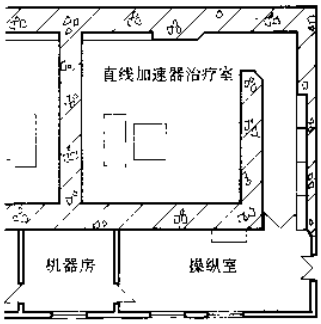
常用防护材料　表3

墙	砌块墙：砖、混凝土块、石蜡块、铅块 现浇墙：混凝土［钢筋、含钡（重晶石）、铁矿石、铸铁块等］ 板　材：铅板、含铅、含硼塑料板
门	铁板、木板加覆铅板、含铅、含硼塑料板、铸铁、钢筋混凝土、钢板中充硼水或石蜡或混凝土
窗	观察窗：含铅玻璃、普通玻璃充溴化锌溶液 传递窗：铅板、含铅、含硼塑料板、木板加覆铅板

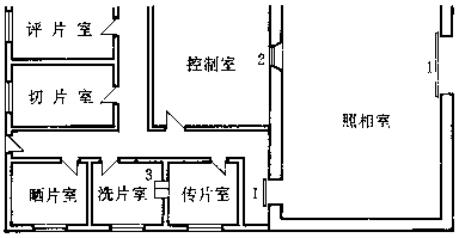


6 钴60辐照室平面示例

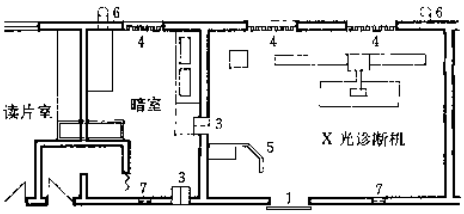
1 防护门　2 观察窗
3 传片箱　4 遮光窗
5 铅防护屏　6 通风口
7 遮光进风口



7 加速器治疗室平面示例



8 X光探伤室平面示例



9 X光治疗室平面示例

X射线不同管电压时的常用材料的铅当量：

铁板的铅当量 表1

管电压(kV)	铁板厚度mm(密度=7.86)									
80	1	3	6.5	13	20					
100	1	2.5	6	12.5	19.5	30				
120	1	3.5	8	17.5	27	37				
150	1.5	5	12	27	42.5	57				
180	2	5.5	13	29	45	60				
200	2	5.5	13	29	45	60				
270	3	6	12	25	37	50				
300			12	20	28	35	48	60	75	
400			11	18	23	28	38	45	55	75
等于铅厚	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10	15

砖的铅当量 表2

管电压(kV)	砖厚度mm(密度=1.6)									
80	78	137								
100	66	120	210							
120	66	120	215							
150	72	132	240	360	460	575	680			
180	72	132	240	360	485	600	725			
200		130	240	340	430	570	686			
300		100	150	200	240	280	320	390	460	
400		90	130	160	180	215	240	290	340	450
等于铅厚	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	15

混凝土的铅当量 表3

管电压(kV)	混凝土厚度mm(密度=2.3)									
80	55	100	180							
100	50	85	150	210						
120	50	90	160	220						
160	60	100	200	275	350	420	490			
180	60	100	200	290	375	460	550			
200	60	100	200	280	365	445	530			
270	50	90	160	215	265	310	350	420		
300		56	89	117	140	200	240	362		
400		47	70	94	112	136	140	173	210	280
等于铅厚	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	15

含钡混凝土的铅当量 (重晶石混凝土) 表4

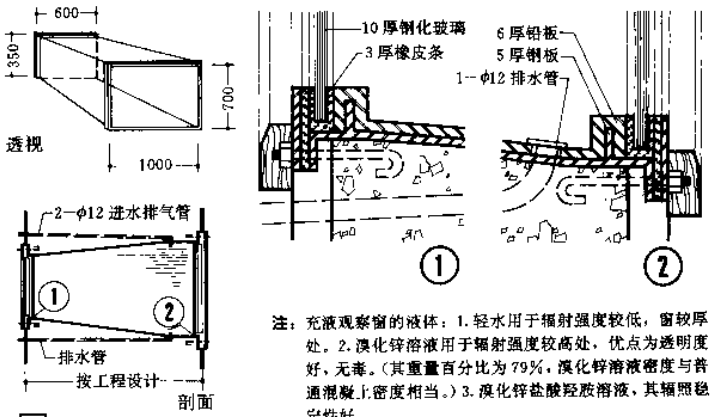
管电压(kV)	含钡混凝土厚度mm(密度=3.2)									
60	11	22								
80	6	13	26	40						
100	5	8.5	17	25						
120	5.5	9.5	19	31						
160	7	16	36	60	86	112				
180	8.5	19	43	70	94	118	144			
200	9.5	20.5	46	72	96	122	146			
270	12	24	46	65	84	101	120	156		
300		22	42	60	75	90	105	135	165	
400		18	36	50	60	75	85	110	130	185
等于铅厚	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	15

注：含钡混凝土配比：
水泥：重晶石碎石：重晶石砂子：水=1：4.54：3.4：0.5

钴^{60}γ射线减弱至允许范围所需屏蔽厚(铅、铁、混凝土) 表5

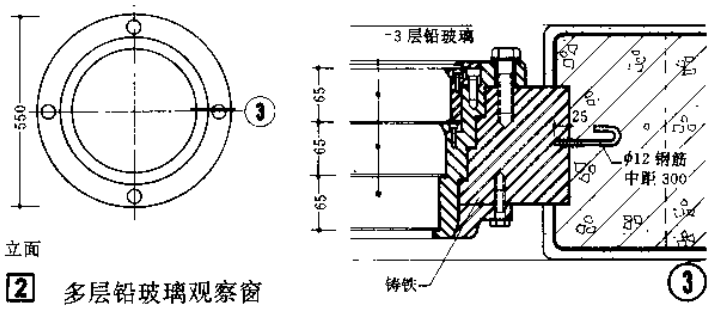
距离	R=500			R=1000			R=2000			R=5000		
剂量＼材料	铅	铁	混凝土	铅	铁	混凝土	铅	铁	混凝土	铅	铁	混凝土
5×10^{-2}	4.2	8.5	29.9	1.6	3.6	13.2						
10^{-1}	5.5	10.7	37.4	3.0	6.2	22.2						
2.5×10^{-1}	7.1	13.5	46.6	4.6	9.2	32.3	2.0	4.5	16.4			
5.0×10^{-1}	8.3	15.5		5.9	11.4	39.6	3.4	7.0	24.7			
1	9.5	17.5		7.1	13.5	46.6	4.6	9.2	32.3	1.1	2.7	10.0
2.5	11.0	20.0		8.6	16.2	55.6	6.3	12.1	41.9	3.6	6.2	22.2
5	12.1	22.0		9.8	18.1	62.4	7.5	14.1	48.8	4.2	8.5	29.9
10	13.3	23.9		11.0	20.0	68.7	8.7	16.2	55.6	5.5	10.7	37.4
25	14.8	26.4		12.5	22.6	77.1	10.2	18.7	64.4	7.1	13.5	46.6
50	15.9	28.2		13.7	24.5	83.5	11.3	20.7	70.8	8.3	15.5	53.4
1×10^2	17.0	30.1		14.8	26.4	89.8	12.5	22.6	77.1	9.5	17.5	60.2
2.5×10^2	18.5	32.5		16.2	28.8	97.7	14.0	25.0	85.5	11.0	20.0	68.7
5×10^2	19.7	34.3		17.4	30.7		15.1	27.0	91.7	12.1	22.0	75.0
1×10^3	20.8	36.2		18.5	32.5		16.2	28.8	98.0	13.3	23.9	81.4
2.5×10^3	22.2	38.5		20.0	34.9		17.8	31.1	106.2	14.8	26.4	89.8
5×10^3	23.4	40.4		21.1	36.7		18.9	33.1	112.2	15.9	28.2	96.0
1×10^4	24.5	42.2		22.2	38.5		20.0	34.9	118.3	17.0	30.1	102.1
2.5×10^4	25.9	44.5		23.7	40.9		21.5	37.3	126.2	18.5	32.5	110.2
5×10^4	27.1	46.3		24.8	42.7		22.6	39.1	132.3	19.7	34.3	116.4
1×10^5	28.2	48.1		26.0	44.5		23.7	40.9	138.1	20.8	36.2	122.4

注：R为屏蔽墙(门)至放射源距离；剂量单位为mSv；材料厚度单位为mm。

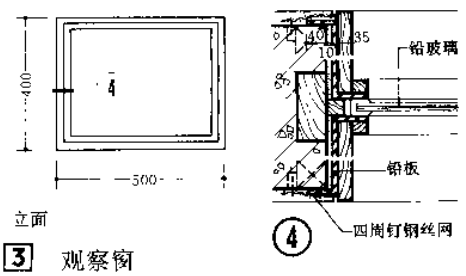


1 充液观察窗

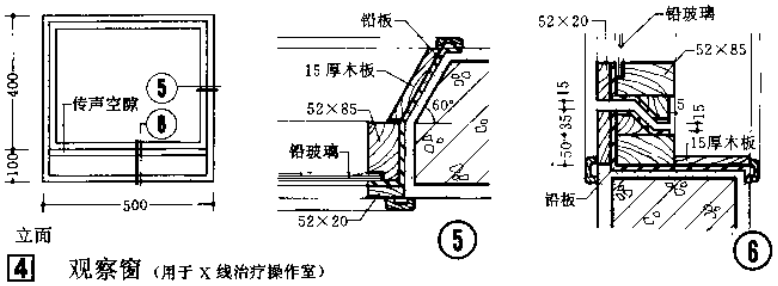
注：充液观察窗的液体：1.轻水用于辐射强度较低，窗较厚处。2.溴化锌溶液用于辐射强度较高处，优点为透明度好，无毒。(其重量百分比为79%，溴化锌溶液密度与普通混凝土密度相当。)3.溴化锌盐酸羟胺溶液，其辐照稳定性好。



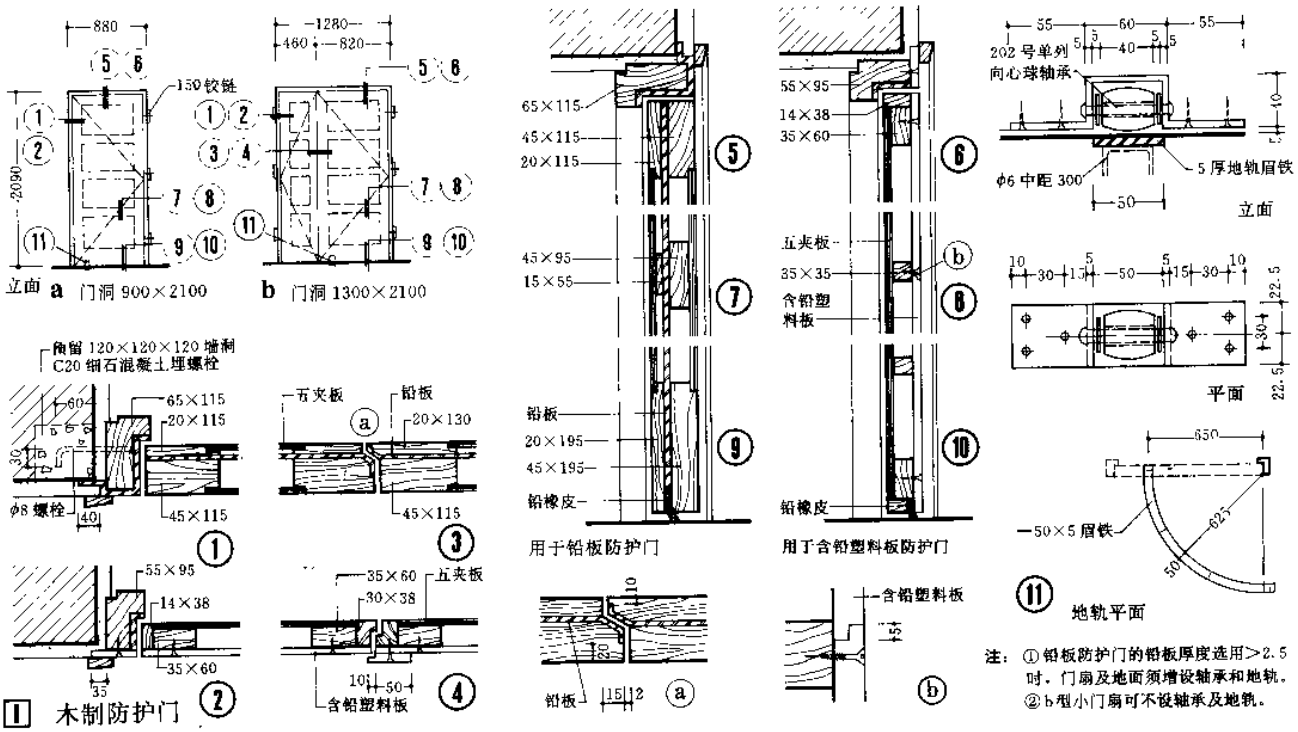
2 多层铅玻璃观察窗



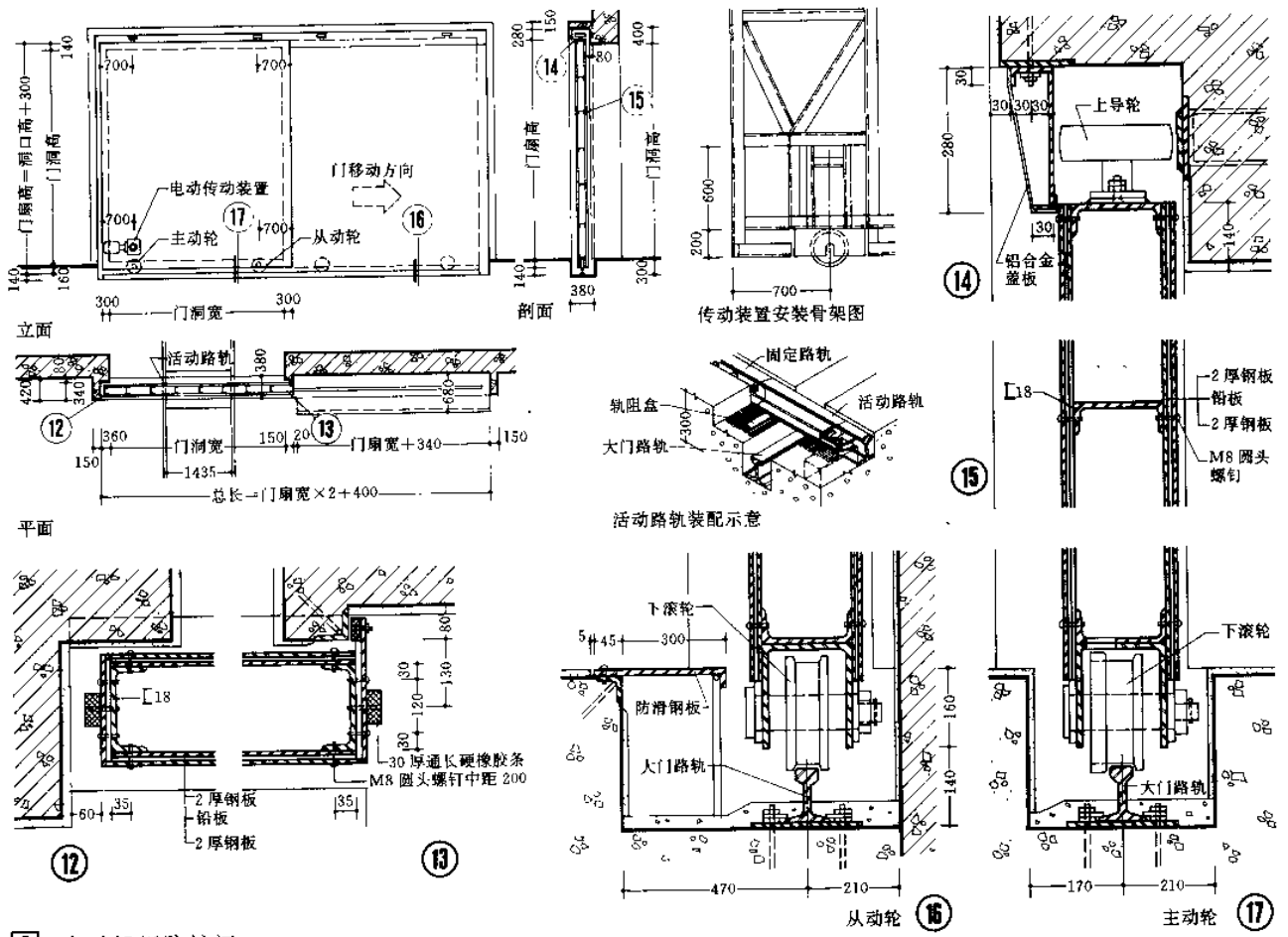
3 观察窗



4 观察窗(用于X线治疗操作室)

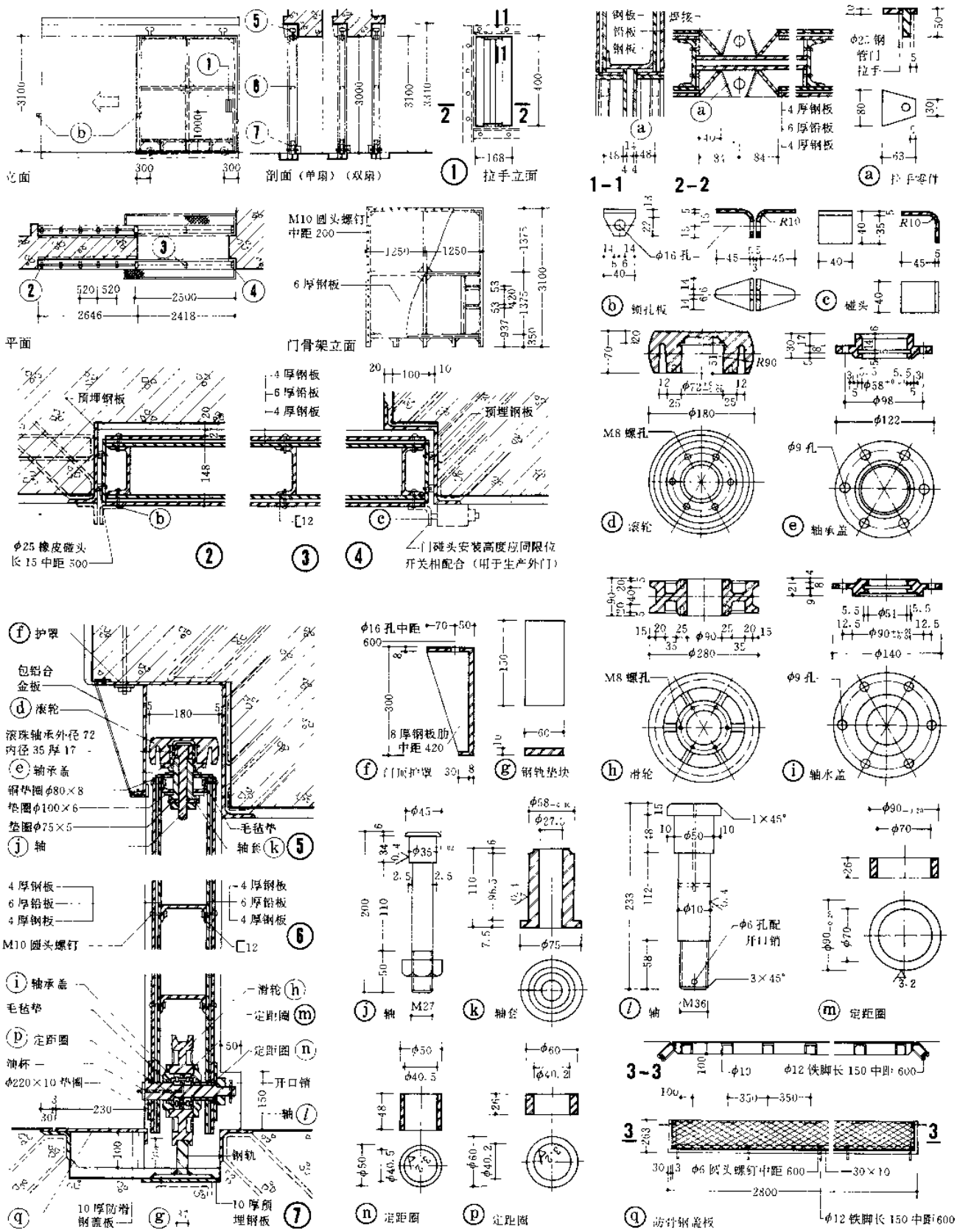


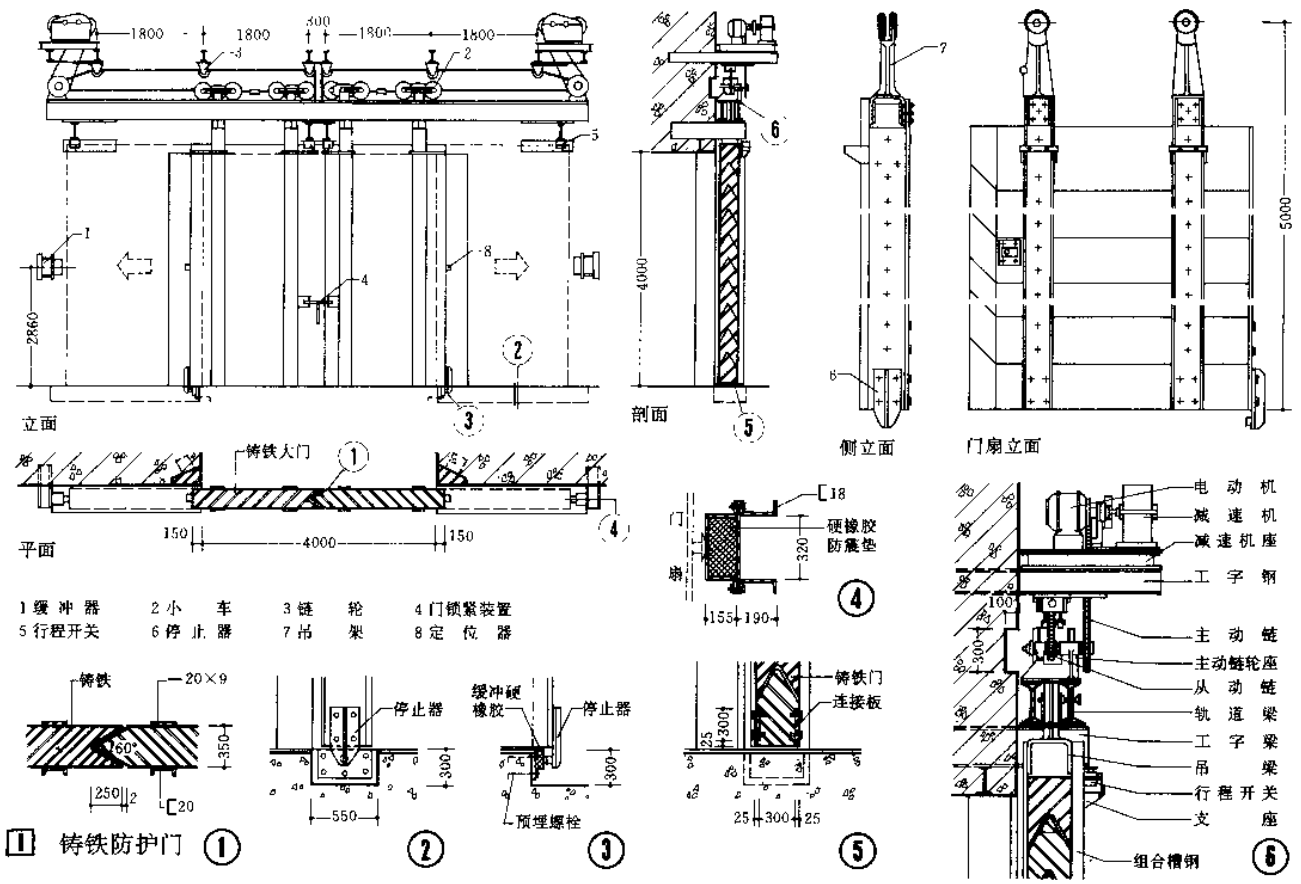
1 木制防护门



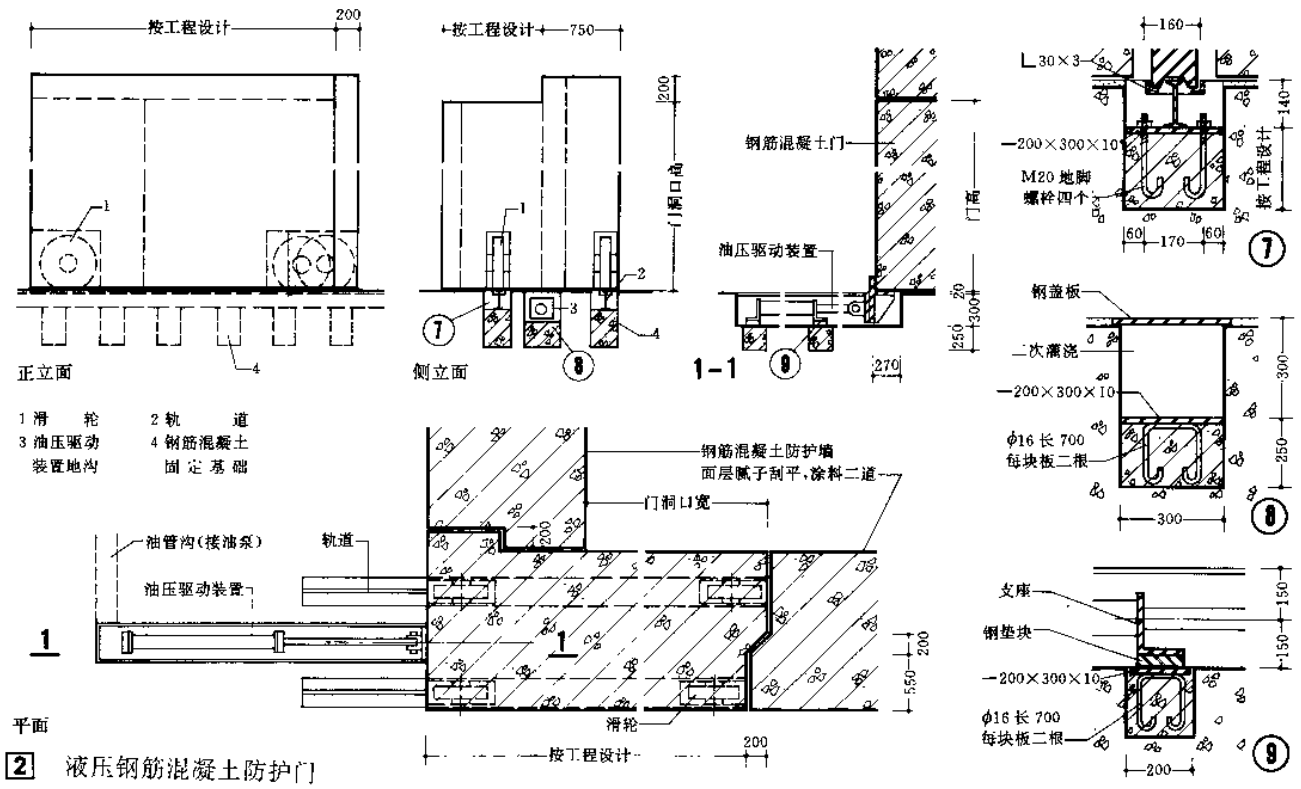
2 电动铅板防护门（下部电机驱动） 注：铅板厚度按计算。

手动铅板防护门（下部滑轮驱动）

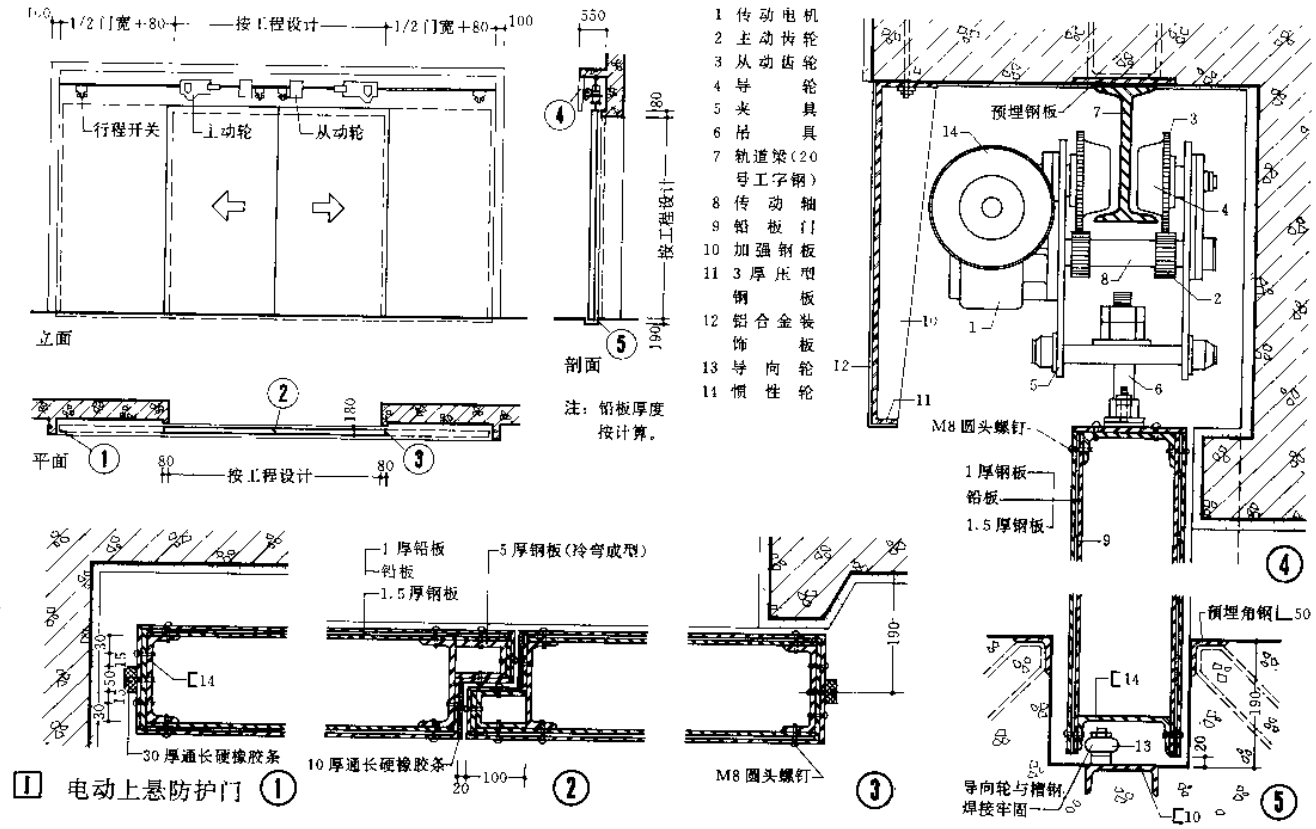




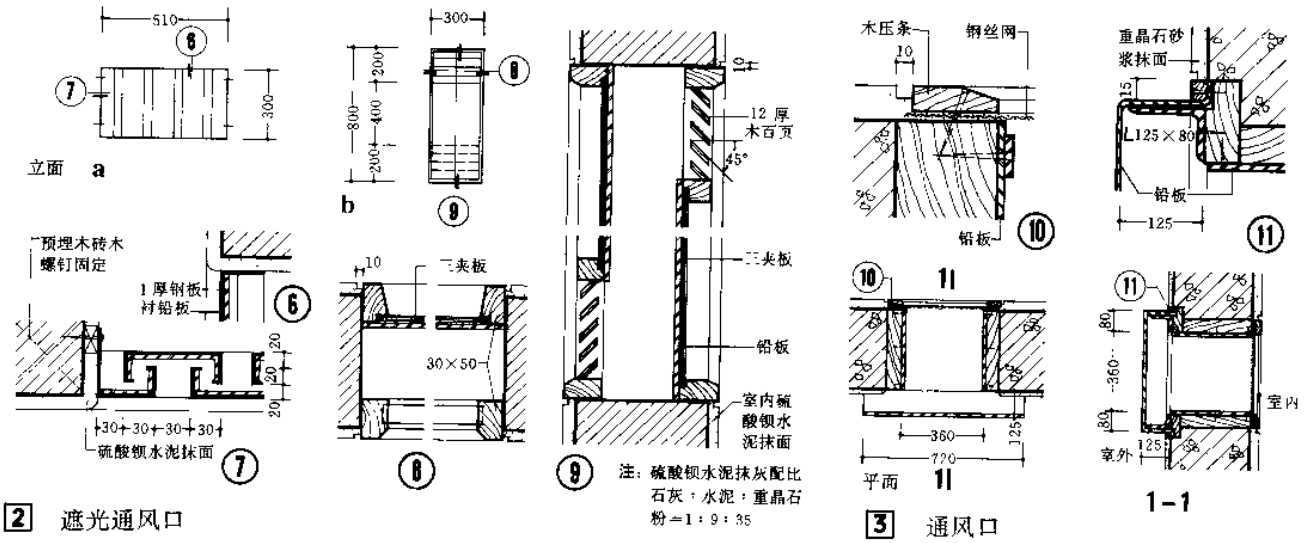
1 铸铁防护门



2 液压钢筋混凝土防护门

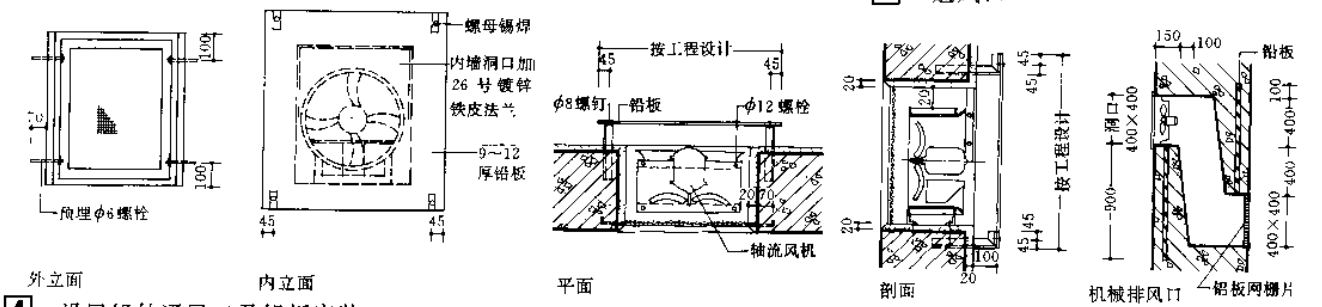


1 电动上悬防护门



2 遮光通风口

3 通风口



4 设风机的通风口及铅板安装

一、基本概念

屏蔽主要是抑制外来的或向外的电磁波干扰或电场和磁场干扰的措施。屏蔽室即为隔绝（或减弱）室内或室外电磁场和电磁波干扰的房间，使通讯一电子设备、系统和子系统在特定的工作环境中正常工作。屏蔽室是电磁兼容（EMC）技术和电磁干扰（EMI）控制技术的综合应用。屏蔽方式一般可有以下几种：

1. 静电屏蔽：主要抑制干扰源产生的电荷和静电荷电场，静电屏蔽是把屏蔽空间用导电金属几何封闭，遮挡电力线通过，不要求无缝连结，对金属外壳进行电连接，且必须接地。

2. 磁屏蔽：用以抑制磁场的影响，采用高导磁率的铁磁物质封包屏蔽室和磁设备。建筑上常用的铁磁材料为镀锌铁皮。对磁场的有效屏蔽较困难，根据低频磁场辐射不远的原理，使磁干扰源远离试验区域是一种简便和有效的措施。

3. 电磁屏蔽：利用电磁波穿过金属屏蔽层的反射损耗和二次反射损耗将干扰场削弱，屏蔽层应是电磁封闭的。任何孔洞、缝隙和进出管道、电源线、信号线都需采取相应措施。一般采用一点接地。

4. 电磁波吸收室、半暗室、或无回波场地：为了抑制屏蔽室电磁波乱反射，发射场地的反射干扰，采用尖楔形吸波材料构成无回波电磁波暗室或半暗室，或采用定向反射造成区域性无回波场地。

二、屏蔽室设计时考虑的主要因素

1. 频率范围：屏蔽室因所屏蔽的波段范围不同要采用不同的屏蔽方式，进行不同的选材和构造，配置不同的设备，施工方法也不相同。

当频率<10kC 时往往可采用静电屏蔽和磁屏蔽作法。频率>10kC 时则必须采用电磁屏蔽和吸收暗室作法。

2. 屏蔽效能：空间任一点未加屏蔽时电磁场场强或功率大小与屏蔽后电磁场强或功率大小的比值函数称为屏蔽效能 R。（R 在 0 至 120 分贝之间。）

$$R=20\log\frac{H_1}{H_0}=20\log\frac{E_1}{E_0}=20\log\frac{V_1}{V_0}$$

或 $R=10\log\frac{P_1}{P_0}$

其中：屏蔽后磁场强度为 H，电场强度为 E_1，电压强度为 V_1，功率为 P_1。H_0、E_0、P_0 均为未屏蔽的强度。

3. 屏蔽室的使用要求：按使用要求确定屏蔽室体积和作法，配置暖通、空调，上、下水，电源，照明，信号等措施，尽量减少影响屏蔽效能的因素。考察当地电磁环境，进行符合使用要求的电磁兼容（EMC）设计。

三、门窗口屏蔽作法

1. 指形弹簧作法：使用铍铜或磷铜弹性片形成电接触。为增加屏蔽效果采用二层或三层指簧多重屏蔽。

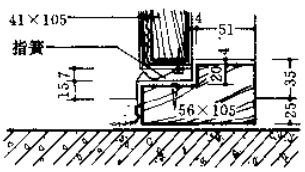
2. 插刀作法：使用插刀插入指形弹簧沟槽内。一个插刀插入槽内形成二层指簧屏蔽、一层网式接触和双边磁性封闭，因此对磁场，低频、平面波，射频微波段均有很好的屏蔽效果。用插刀式屏蔽门屏蔽效果最好。

3. 多叠金属箔气压密封：以气压使多叠金属箔压紧接触面，特别适合不频繁开闭的高大门体。有较大的安装余量和接触的自调整能力。

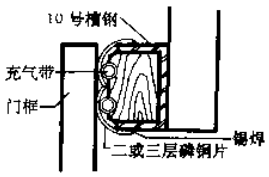
4. 射频橡带密封。

四、屏蔽用成品状况

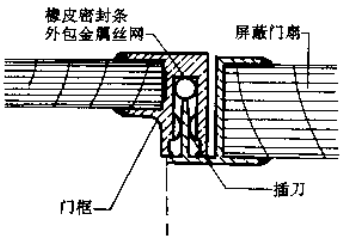
由于屏蔽工程具有专业性和严格性，有专门厂家提供各类专用成品和专用屏蔽室等。按不同的技术经济指标选购有关整体屏蔽室或专用部件及屏蔽门、波导窗、电源滤波器等。为了保证质量，最好使用专业厂商制品和专业施工单位。



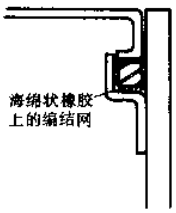
1 门口指簧（梳形片）屏蔽作法



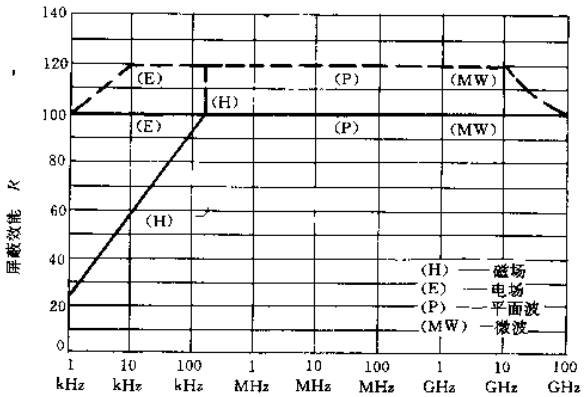
2 门口气封屏蔽作法



3 插刀屏蔽作法



4 橡胶金属网屏蔽作法



5 成品屏蔽室的屏蔽效能图（实线为标准屏蔽室，虚线为高标准屏蔽室）

无线电波段划分参考

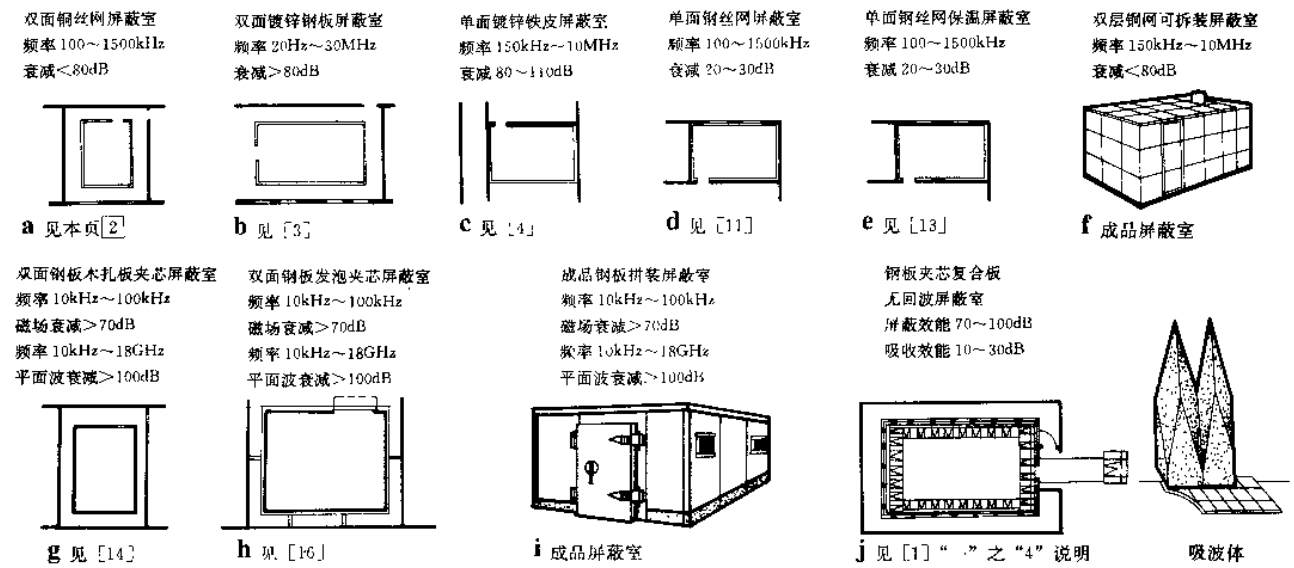
表1

名称	长波	中波	短波	超短波（微波）			
				米波	分米波	厘米波	毫米波
波长	20000～3000m	3000～200m	200～10m	10～1m	1m～10cm	10～1cm	1～0.1cm
频率	15～100kHz	100～1500kHz	1.5～30MHz	30～300MHz	300～3000MHz	3000～30000MHz	30000～300000MHz
用途	越洋通讯导航、医用仪器脑电、电生理等	船用通讯广播、高频工业炉	电报、电话、广播业务	广播、电视、传真、导航、业余微波中继	电视、雷达、导航、广波中继移动电台、通讯、卫星通讯及无线电天文等其他特殊应用		
屏蔽层材料	镀锌铁皮或铜丝网	紫铜丝网 镀锌铁皮		镀锌铁皮			

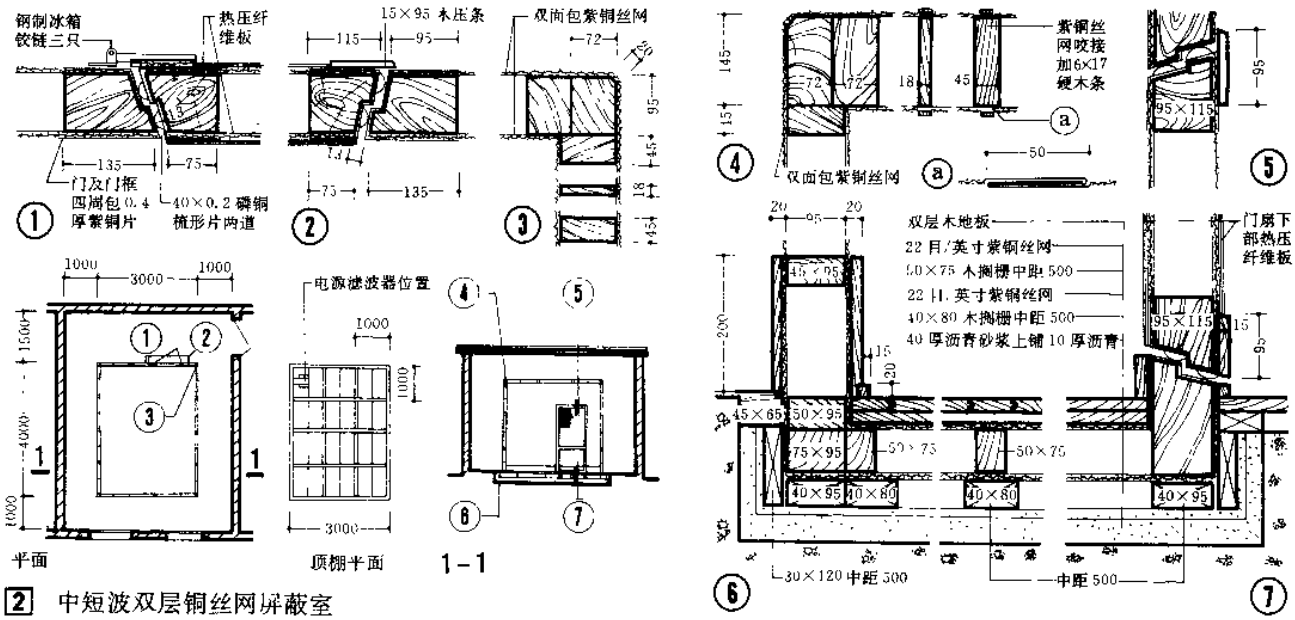
按场的性质频段划分参考

表2

名称	静电、磁场	磁场	电场	平面波	微波		
频率	0Hz	1kHz～200kHz	1kHz～50MHz	50MHz～1GHz(1000MHz)	1GHz～10GHz	10GHz～18GHz	18GHz～100GHz



1 几种屏蔽室示意



2 中短波双层铜丝网屏蔽室

设计施工要点

一、钢板：用1厚1800×900镀锌薄钢板或涂塑料钢板。

二、梳形片：应采用富有弹性的梳形磷铜片（表面镀银）或梳形不锈钢片。

三、焊条：采用铅锡合金（铅40%，锡60%）。

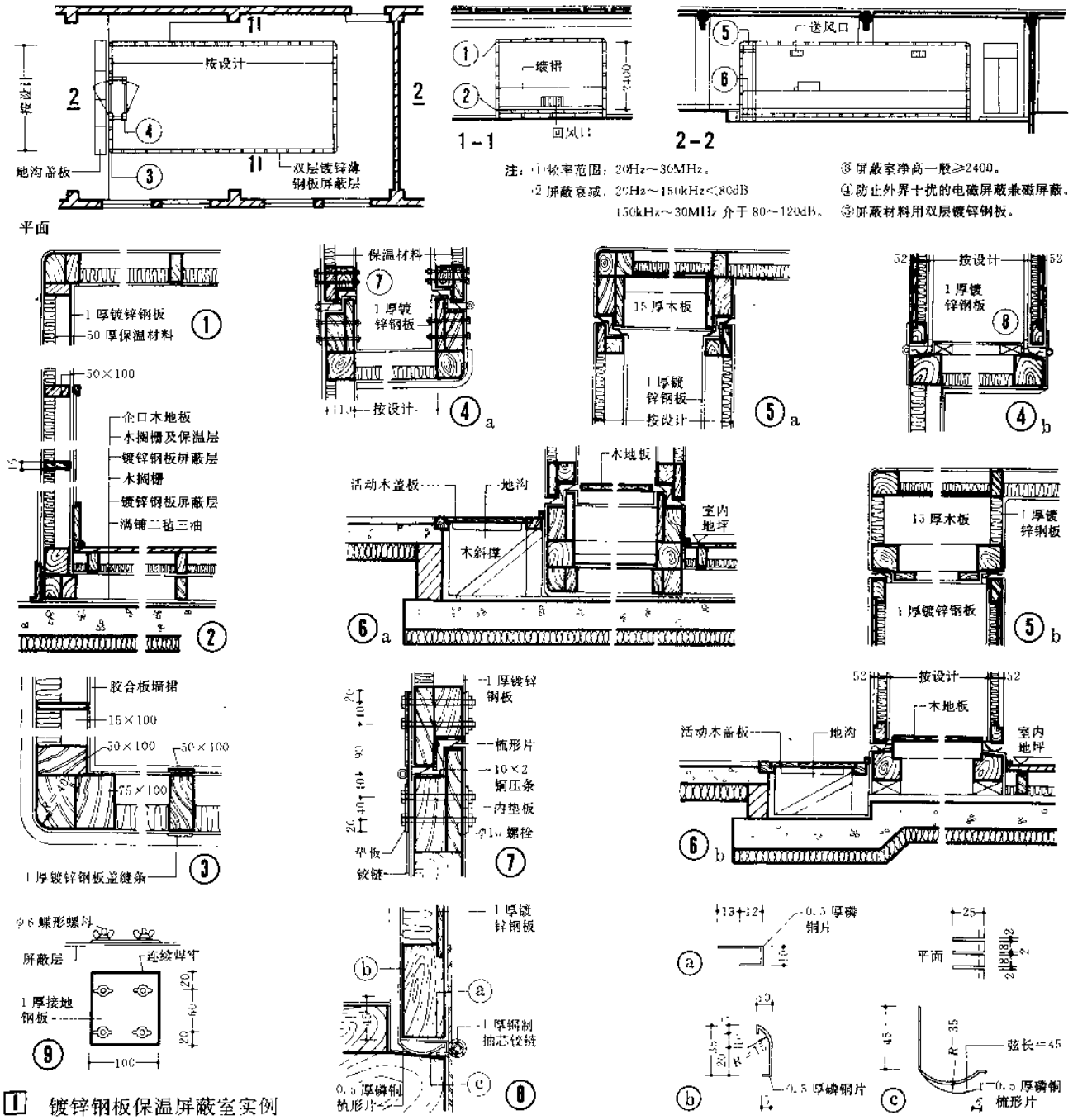
四、木料：门框、门扇采用硬木，其他可用经过防腐处理的一级松木或杉木。

五、墙裙：五层胶合板用88号胶粘在镀锌钢板屏蔽层上。

六、保温材料：软木块用热沥青胶结，或其他保温材料。

七、蜂窝形管束：用薄钢板制成φ25长150钢管，并拼装正方形管束。面积按风口大小决定。管内外均应浸锡，装在屏蔽壳体上，四周与屏蔽层锡焊，另一端用法兰与管相连接，波导管与通风管的法兰相接处另加绝缘措施。

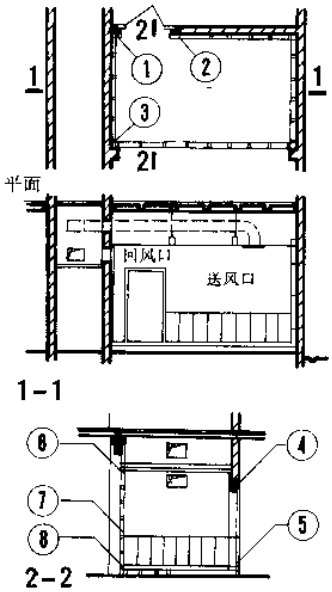
八、施工要求：屏蔽层与地面应有良好绝缘处理。施工须保持清洁，不得有施工废料如铁钉、钢筋等留在屏蔽之间。基层找平均应平整。屏蔽层焊接完毕后应进行超声波探伤检查焊接的可靠性。内外屏蔽层施工完毕后，应再进行屏蔽层效能测试。

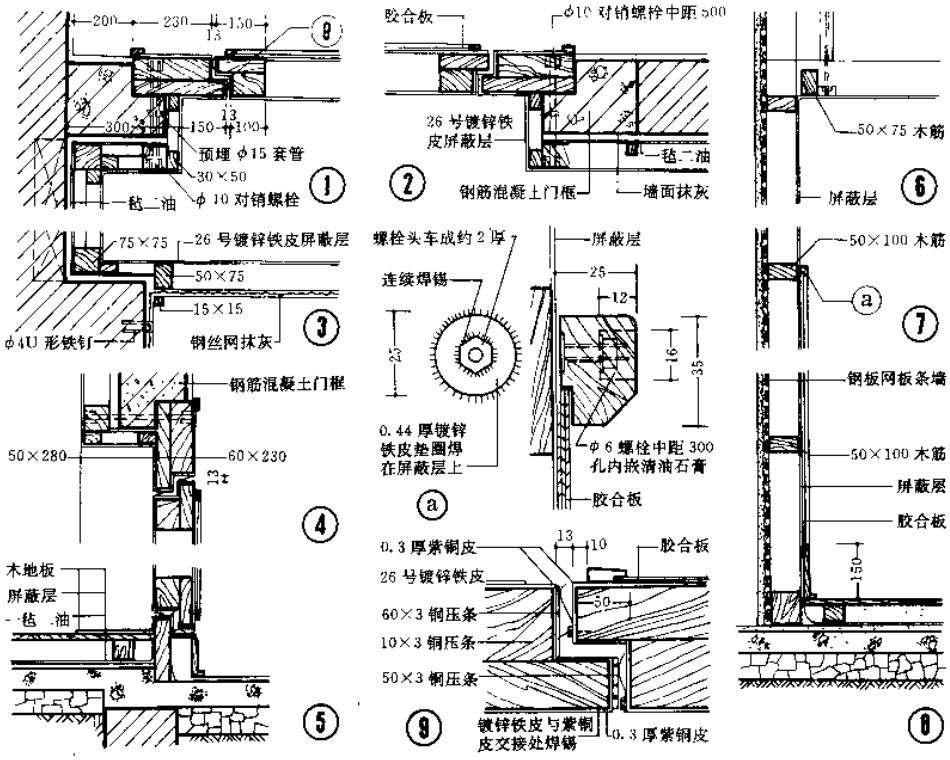


1 镀锌钢板保温屏蔽室实例

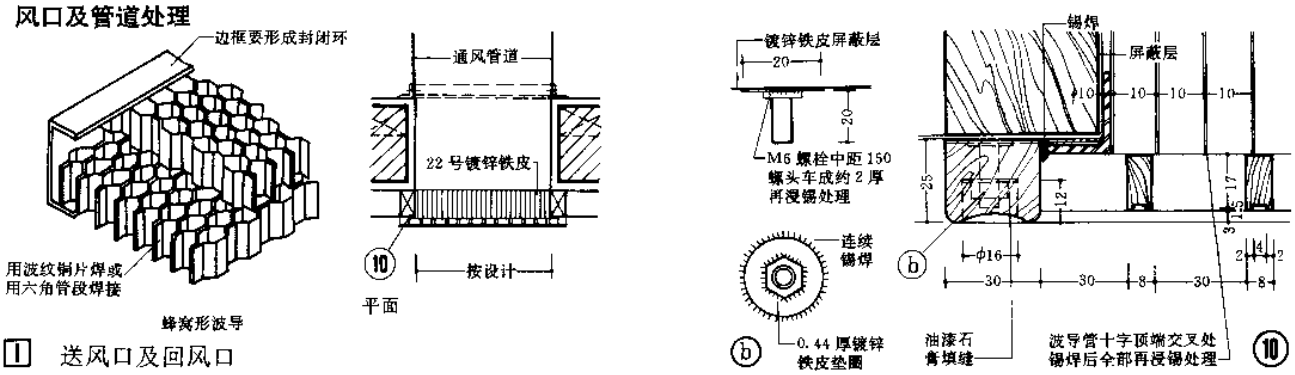
微波屏蔽室

频率范围：150kHz～10⁴MHz
屏蔽衰减：80～110dB
材　　料：26 号镀锌铁皮屏蔽层

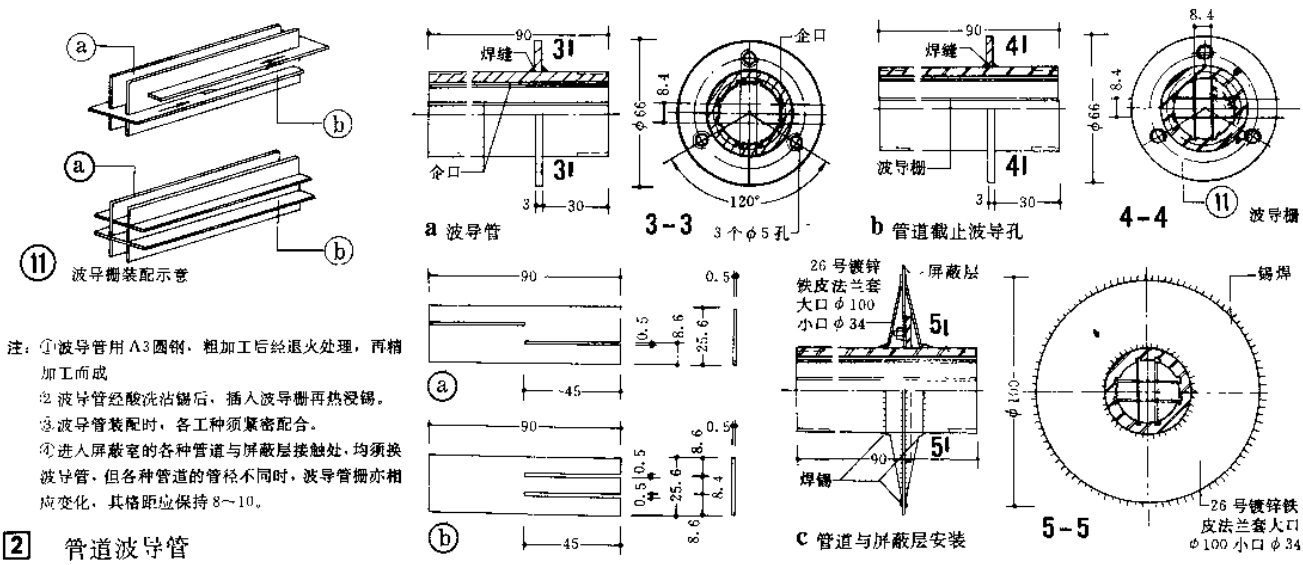




风口及管道处理



1　送风口及回风口



注：①波导管用 A3 圆钢，粗加工后经退火处理，再精加工而成
②波导管经酸洗沾锡后，插入波导栅再热浸锡。
③波导管装配时，各工种须紧密配合。
④进入屏蔽室的各种管道与屏蔽层接触处，均须换波导管，但各种管道的管径不同时，波导管栅亦相应变化，其格距应保持 8～10。

2　管道波导管

木屏蔽门

一、频率范围：150kHz～10^4MHz，衰减>60dB。

二、屏蔽门的构造与制作要求严格，门缝隙是电波泄漏的薄弱环节。预埋在钢筋混凝土柱和梁中的套管及螺栓铁件等位置应保证准确，不能偏移，严格加以控制。

三、门框与门扇应同时施工，便于控制相对位置。屏蔽门的门框门梃冒头等均采用硬木，其他可用一级杉、松；木料均须经过干燥处理、含水率<15%。门框与门扇的接触面应严格要求平整，无弯曲和木节，并须刨光。

四、门扇四周包0.3厚紫铜皮，外钉三道富有弹性的镀银磷青铜梳形片。梳形片应排列均匀，使与门框有良好的接触。

五、门框包0.3厚紫铜皮，外用63×3或50×3铜压条压紧(用31长沉头铜质木螺钉固定在门框上，中距200)。

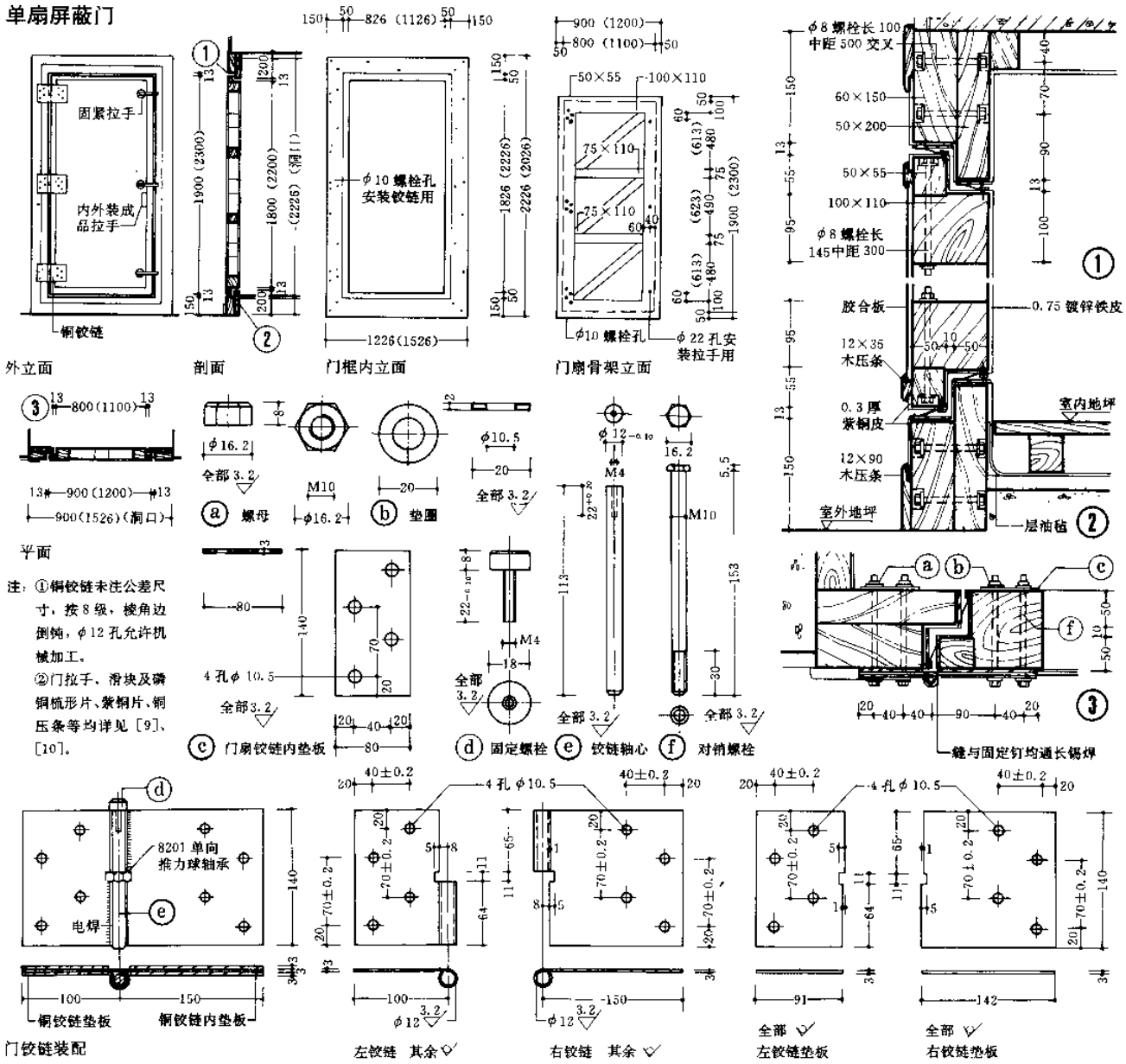
六、包覆门框与门扇四周的紫铜皮与0.75厚镀锌铁皮搭接处以及镀锌铁皮与镀锌铁皮搭接处应统长连续锡焊，以保证搭接严密，否则将降低屏蔽效能。

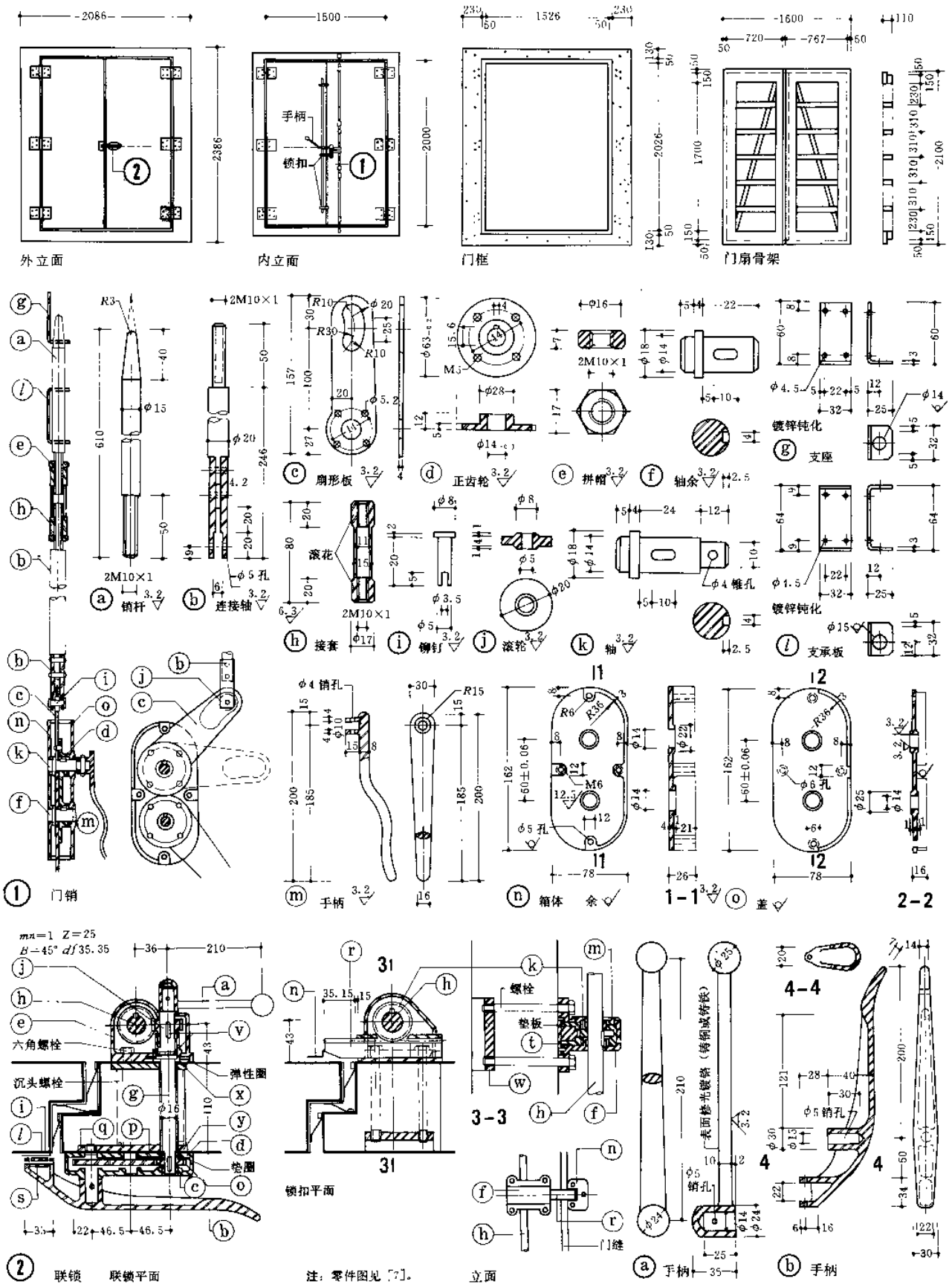
七、门上铜制铰链、拉手及滑块等五金的加工与安装应严格要求准确，以免发生差错。门扇木料固定用的螺栓和木螺钉不得和镀锌铁皮接触，以免接地。螺栓与镀锌铁皮间距≥10，铁钉与镀锌铁皮间距≥5。

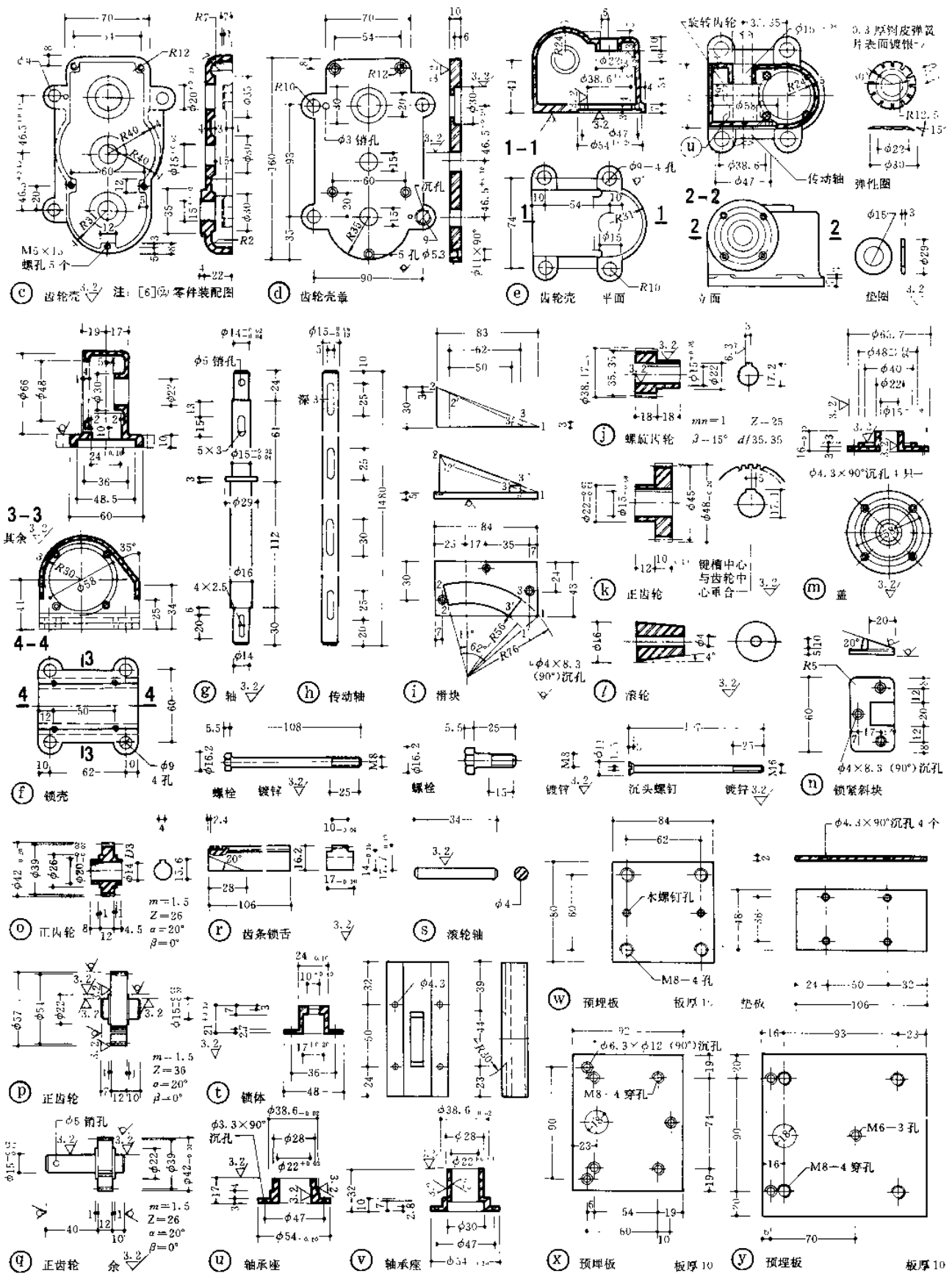
八、门框门扇上的紫铜皮与梳形片不应上油漆，无涂覆的铜加工件均须经过酸洗处理。

九、插刀屏蔽门或梳簧门均有成品供应，应尽量采。

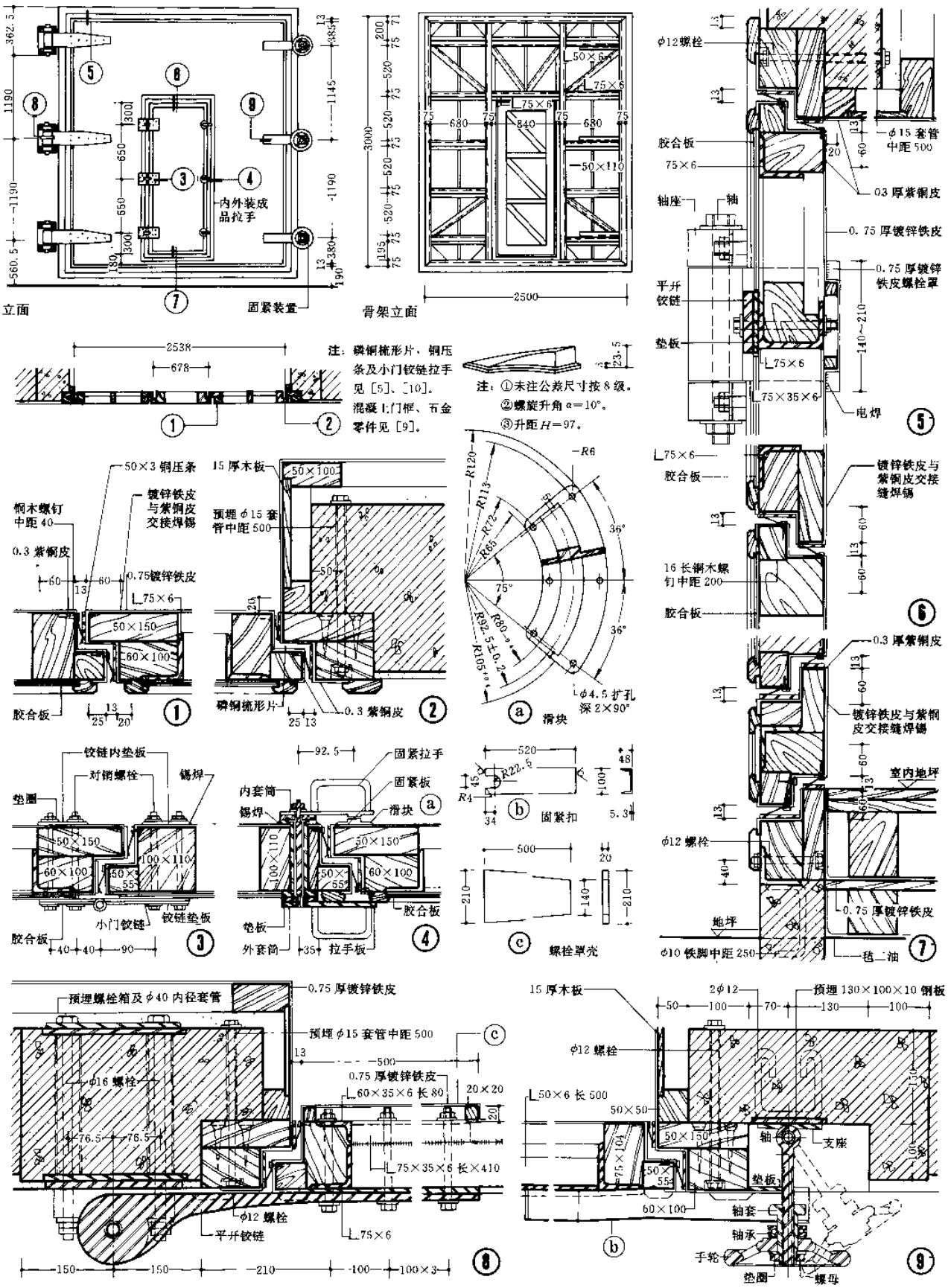
单扇屏蔽门

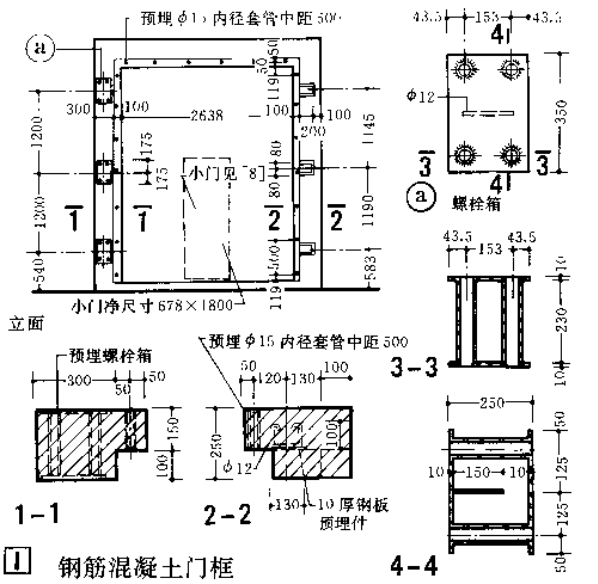



外立面
内立面
手柄
锁扣
门框
门扇骨架
销杆
连接轴
扇形板
正齿轮
拼帽
轴余
支座
镀锌钝化
接套
滚花
柳钉
滚轮
轴
支承板
门销
手柄
箱体
盖
螺栓
垫板
锁扣平面
门缝
联锁
联锁平面
六角螺栓
沉头螺栓
弹性圈
垫圈
表面修光镀铬（铸钢或铸铁）
销孔
注：零件图见[7]。
立面

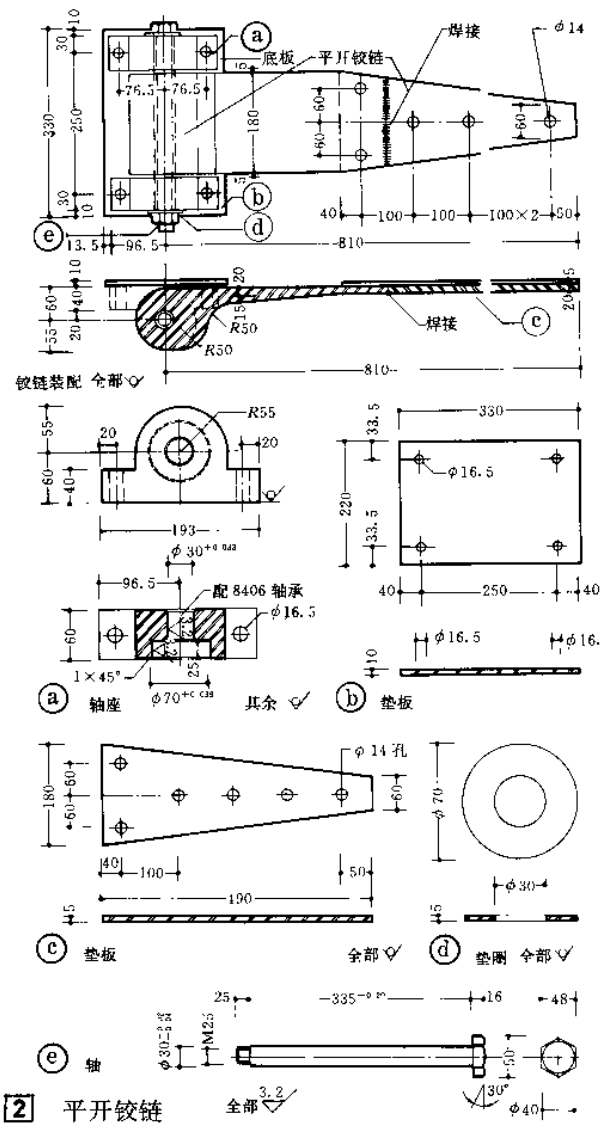

c 齿轮壳 注：[6]⑭零件装配图
d 齿轮壳盖
e 齿轮壳 平面
立面
u 传动轴
弹性圈
垫圈
1-1
2-2
3-3
4-4
其余
M5×15 螺孔5个
沉孔
5孔 φ5.3
φ3 销孔
φ9—4孔
3.3厚钢皮弹簧片表面镀银
j 螺旋齿轮
mn=1 Z=25
β=15° d/35.35
k 正齿轮
键槽中心与齿轮中心重合
m 盖
φ4.3×90°沉孔4个
f 锁壳
φ9 4孔
g 轴
h 传动轴
i 滑块
φ4×8.3 (90°)沉孔
l 滚轮
n 锁紧斜块
φ4×8.3 (90°)沉孔
螺栓
镀锌
沉头螺钉
o 正齿轮
m=1.5
Z=26
α=20°
β=0°
r 齿条锁舌
s 滚轮轴
p 正齿轮
m=1.5
Z=36
α=20°
β=0°
t 锁体
w 预埋板
木螺钉孔
M8—4孔
板厚10
垫板
q 正齿轮
m=1.5
Z=26
α=20°
β=0°
余
u 轴承座
φ3.3×90°沉孔
v 轴承座
x 预埋板
板厚10
φ6.3×φ12 (90°)沉孔
M8—4穿孔
y 预埋板
板厚10
M6—3孔
M8—4穿孔

防电磁[8]带小门的单扇屏蔽门

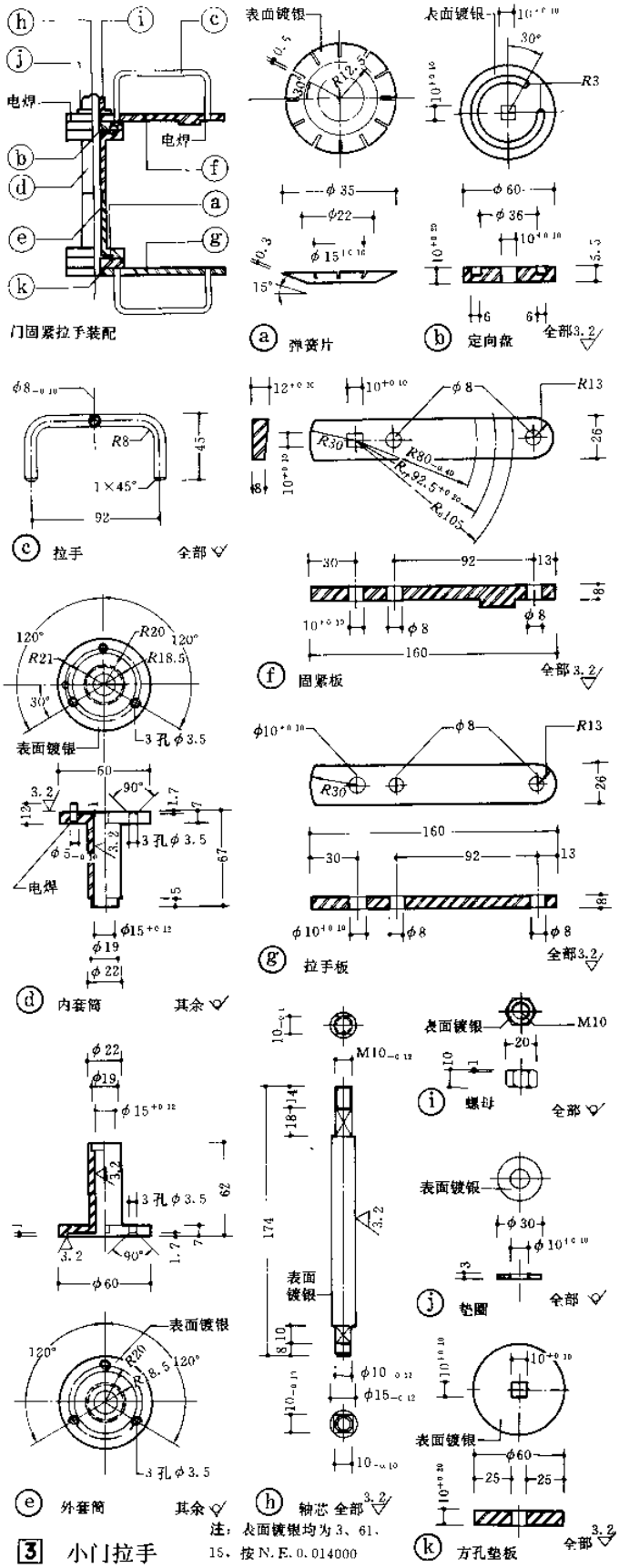




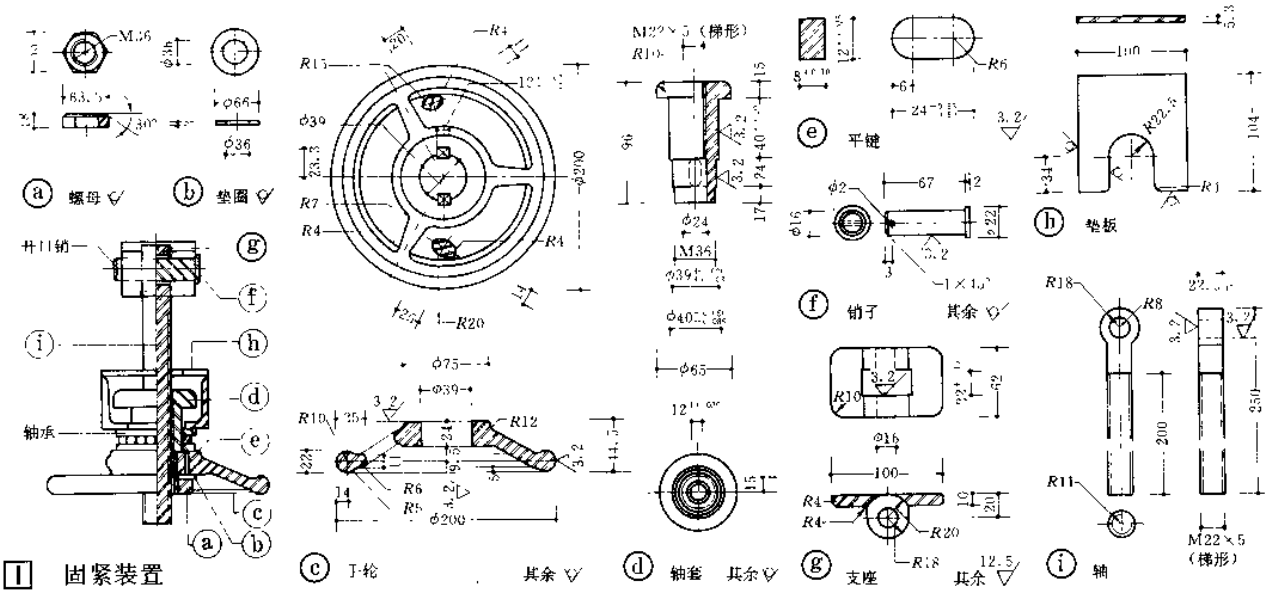
1 钢筋混凝土门框



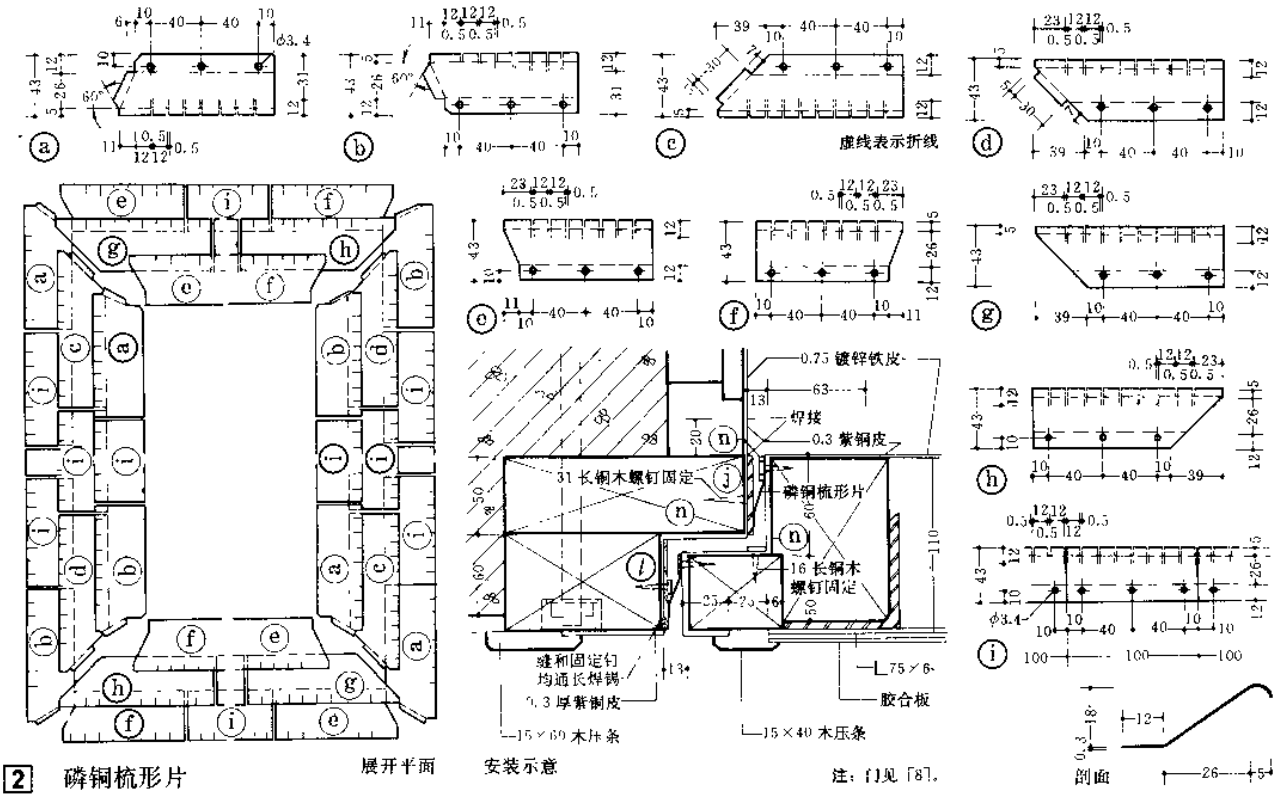
2 平开铰链



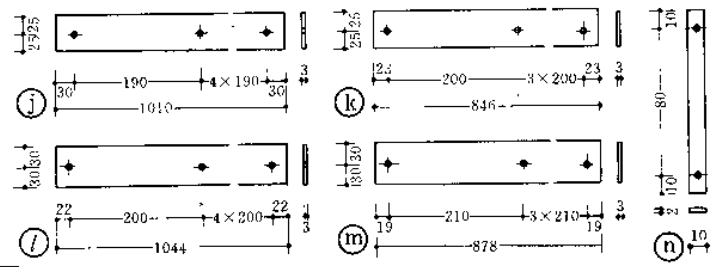
3 小门拉手



1 固紧装置

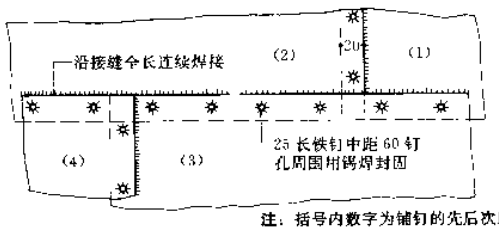


2 磷铜梳形片



3 铜压条

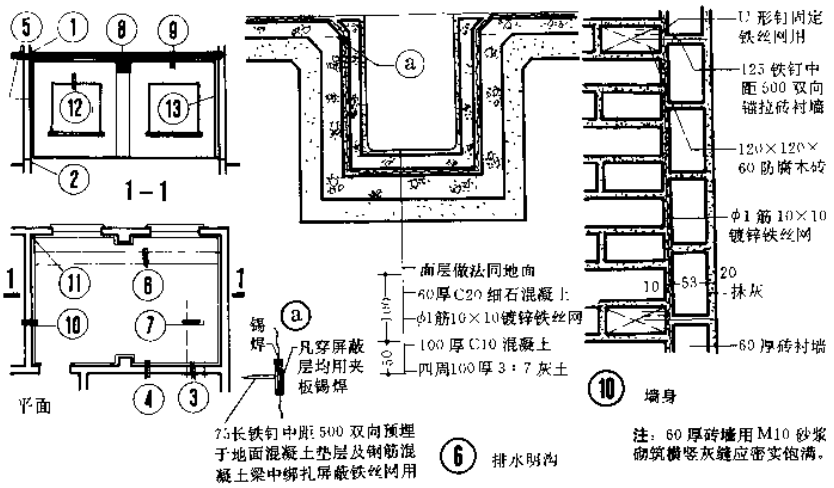
注：k、m 用于门框上下口。

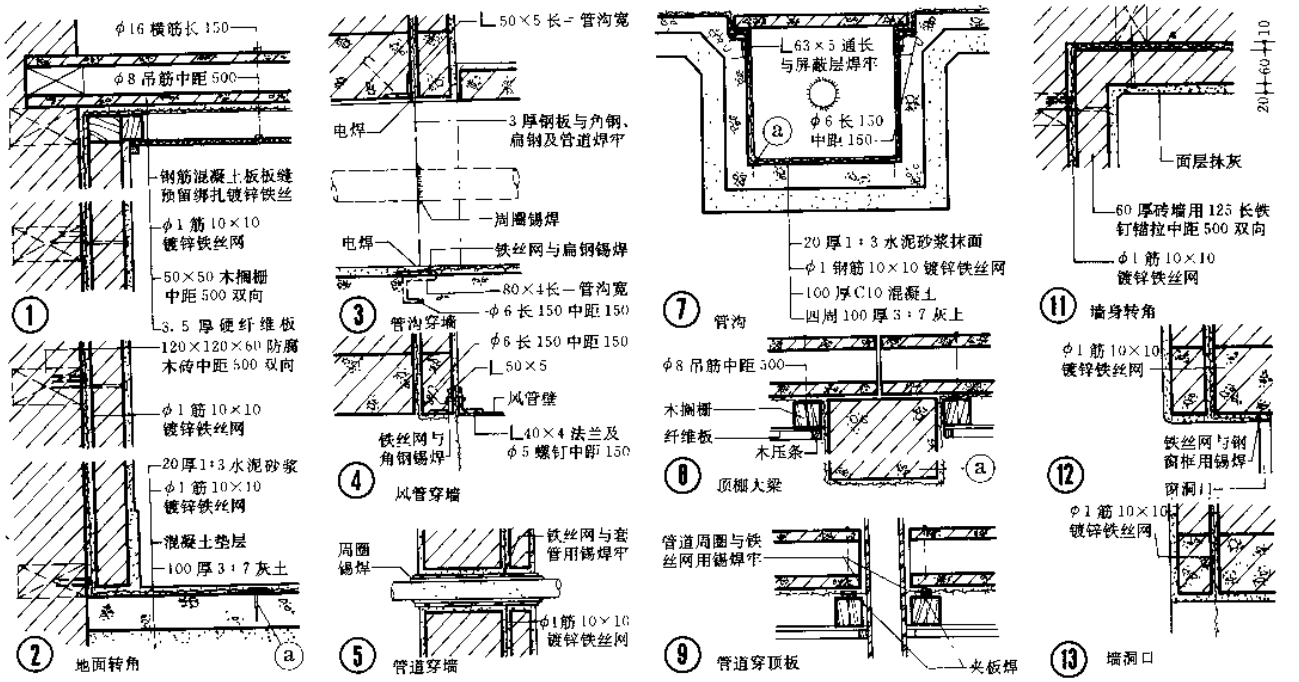


注：括号内数字为铆钉的先后次序。

4 镀锌钢板剪裁、折叠拼缝示意

为防止工业设备如高频炉、高频焊机等对外干扰，对有上述设备的房间须采取屏蔽措施，即应设在屏蔽室内。进入室内的电力电源必须通过电源滤波器。室内工作人员处于电磁场的近场区，主要应防止磁场、电场对人身伤害。高频炉加热线圈四周应当设具有磁场和静电屏蔽性能的几何封包的壳体和挡板。高频炉外壳及挡板应接地。屏蔽室主要解决远场范围电磁辐射干扰。根据电磁兼容性要求确定适当作法。一般在频率低、辐射能量小且兼容要求不高的情况下，可采用镀锌铁丝网或钢板网构成屏蔽室。





屏蔽室各部做法说明

1. 沿室内顶棚、墙面、地面、门、窗连续满铺镀锌铁丝网构成封闭的六面屏蔽整体。

2. 屏蔽材料用φ1铁丝编织的10×10方孔镀锌铁丝网或钢板网，在施工前应进行检查，如有浮锈、油垢等均须清除干净。铁丝网应整体刷锡。

3. 屏蔽铁丝网的搭接长度为50，随铺随用锡焊牢（在靠电气接触点间隔应<100），焊条用含锡量>50%的铅锡合金。焊接完毕经检查合格后，须涂防锈漆一道。

4. 施工时不得将建筑材料遗留在屏蔽夹层内，尤其是铁磁性类材料。施工程序方面可以分：先底、里，后外面。还必须与有关工种密切配合。

5. 地面

（1）在施工地面及地沟混凝土垫层时，应预埋绑扎屏蔽铁丝网用的75长铁钉，中距500双向。绑扎处应再用铁丝网覆盖且焊接良好。

（2）地面及地沟混凝土垫层下部及四周应做100厚3:7灰土，用以加强防潮，保护屏蔽铁丝网不受腐蚀。

（3）如室内有设备基础，应该在基础面及四周围做屏蔽铁丝网，焊成整体，并做防潮层及保护层。

6. 顶棚

（1）在预制钢筋混凝土板板缝内用φ8钢筋吊平顶搁栅中距500，绑扎屏蔽层铁丝网用16号镀锌铁丝中距500双向。绑扎处应再用铁丝网覆盖且焊接良好，穿过屏蔽处应用夹板夹固且焊接良好。

（2）现浇钢筋混凝土顶板内预埋16号镀锌铁丝中距500双向。

7. 墙身

（1）在砌承重墙时应按图上所示预埋60×120×120防腐木砖，中距500双向，内墙面原浆刮平。屏蔽铁丝网用U形钉钉固于木砖上，再覆盖铁丝网封焊良好，然后用M10水泥砂浆砌筑砖衬墙，横竖灰缝砂浆必须密实饱满。用125长铁钉钉于防腐砖上，中距500双向，做衬墙锚拉，锚接金属穿过屏蔽层处应用夹板封焊，衬墙门窗洞口处应附加钢筋混凝土过梁。

（2）穿墙金属管道在穿墙处应加套管，套管长为其直径的4～5倍，套管靠室内端与金属管道周圈焊牢，套管与墙身屏蔽铁丝网周圈用锡焊牢。

8. 门窗

（1）门框、门扇采用一级松木，含水率<15%。胶合板采用三等板，施工应按图纸及说明书要求在现场制作，以保证门框、门扇尺寸准确。当门关闭时能使磷铜梳形片与门框镀铬扁钢压条接触良好。

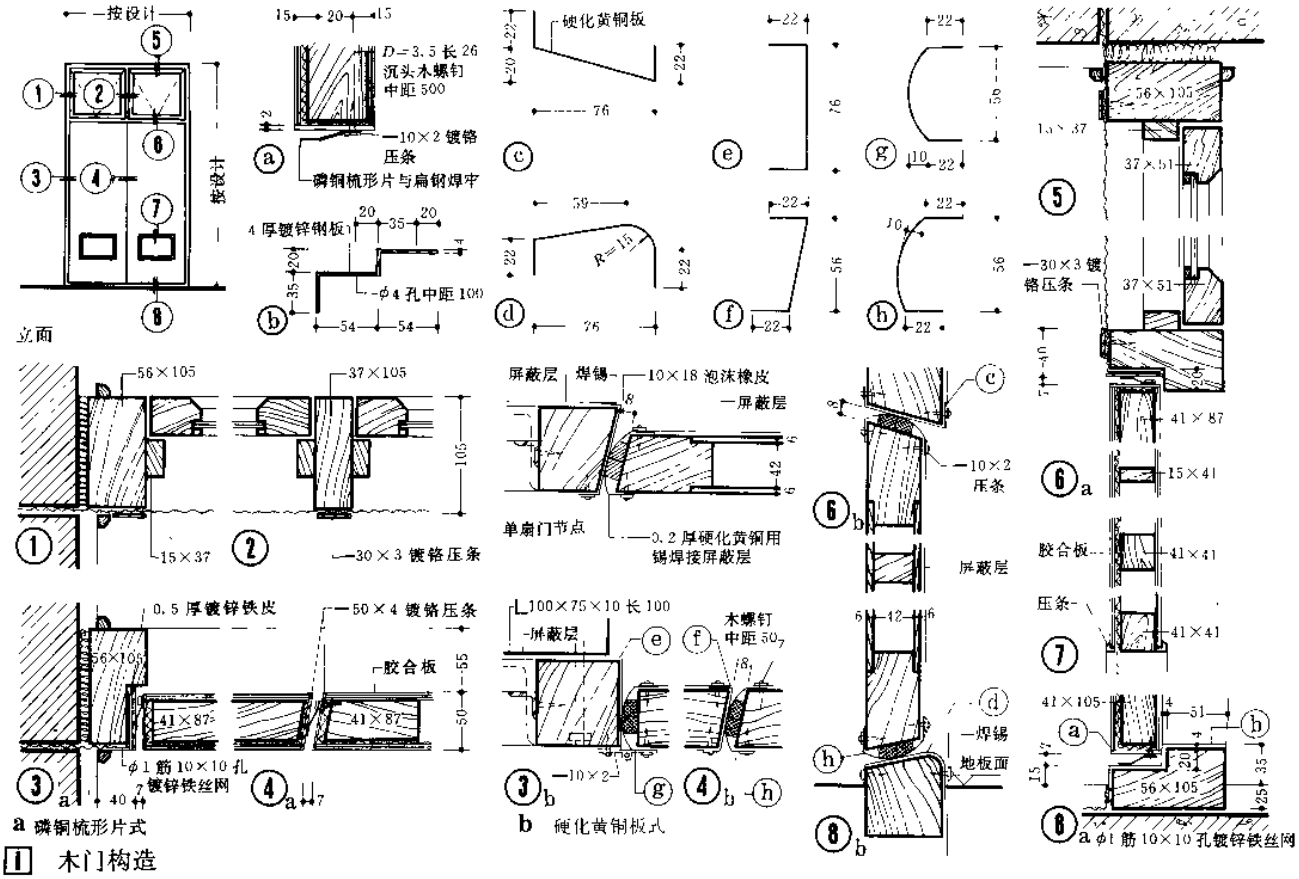
（2）门框四周包边的扁钢压条表面应镀铬，以保证良好的电气接触。交接处用锡焊牢，不得有间断。所有露面钉头、孔缝全部用锡焊满，表面磨平。

（3）门扇四周梳形片应用冲床冲出，表面应平直，边缘应无毛刺。

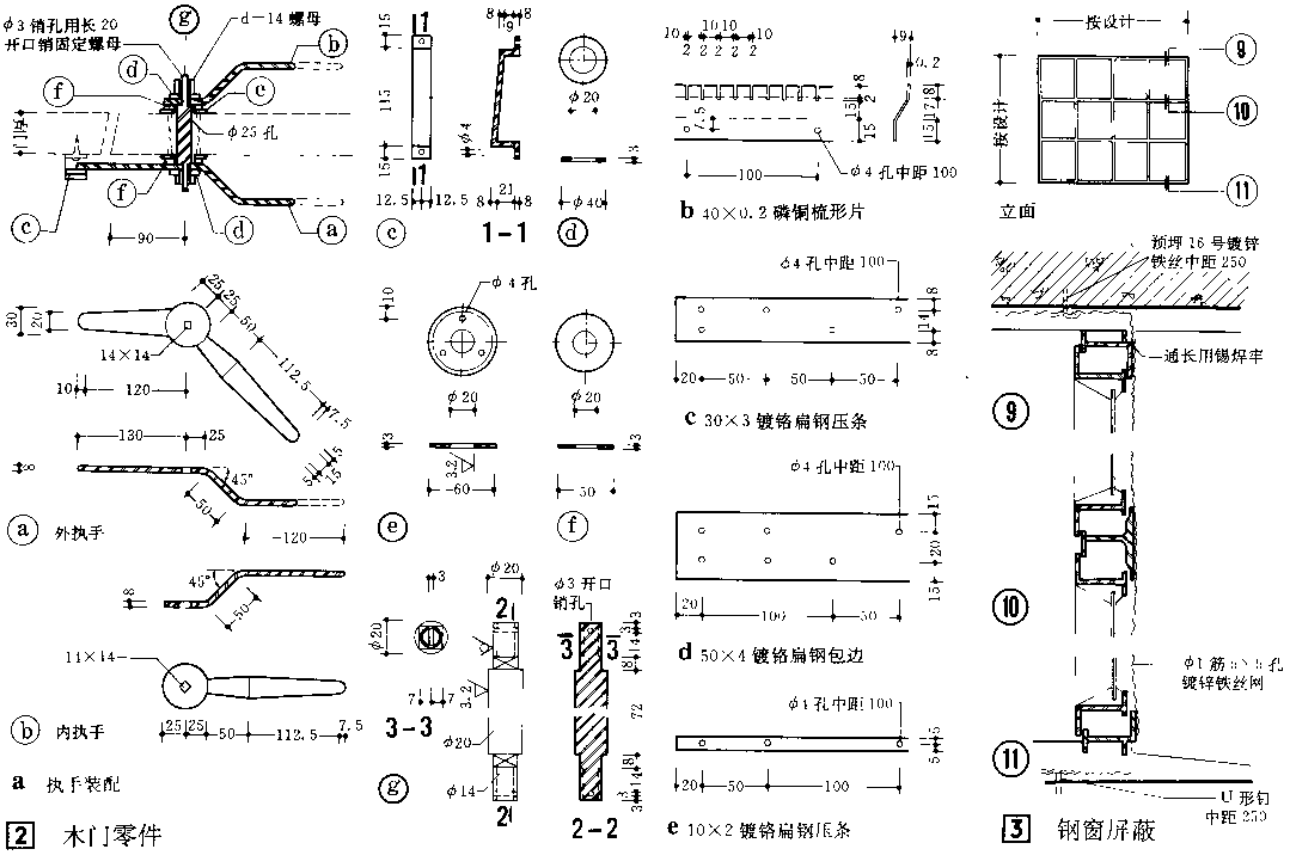
（4）梳形片用镀铬扁钢压条及木螺钉钉固于门扇上，然后梳形片与门扇包边扁钢用木钉固定并焊锡。

（5）窗选用32钢窗料，一层玻璃及一层φ1筋5×5镀锌铁丝网作屏蔽层。纱窗与窗框及窗框与四周墙面屏蔽铁丝网通长用锡焊牢。

（6）屏蔽效能80dB左右。

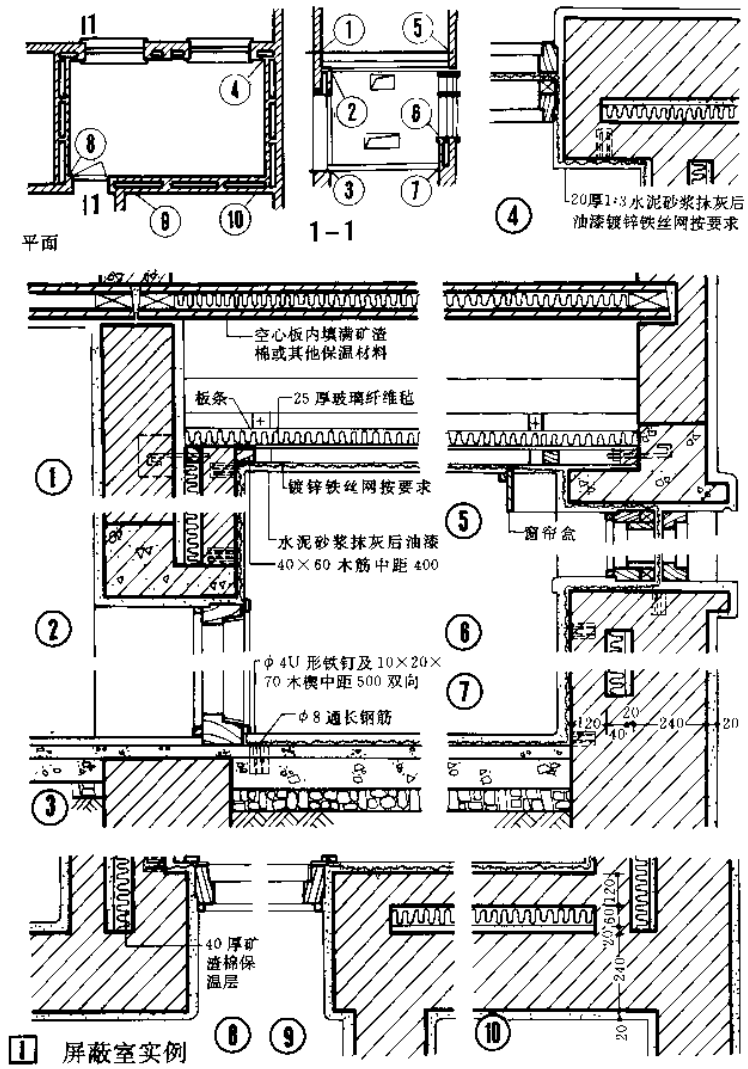


1 木门构造

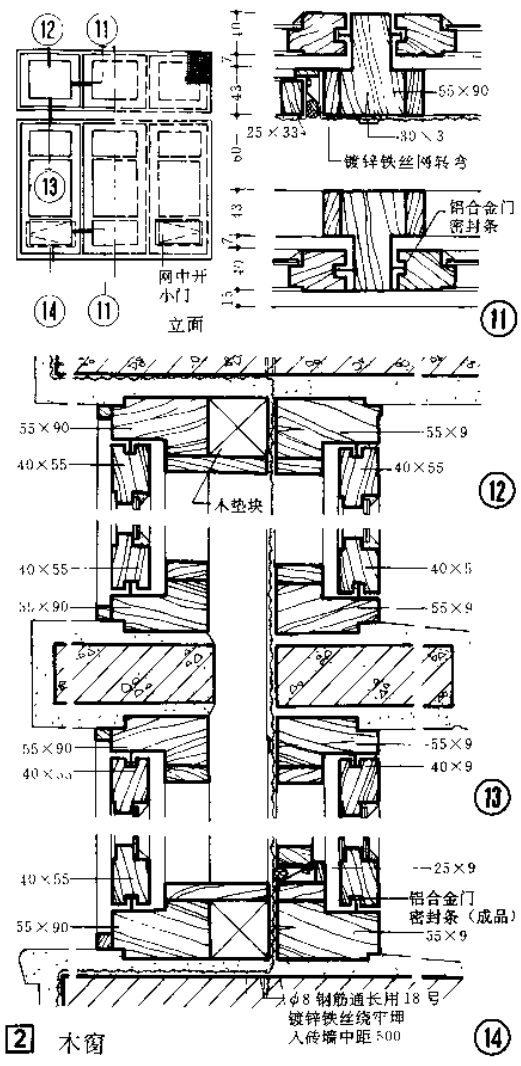


2 木门零件

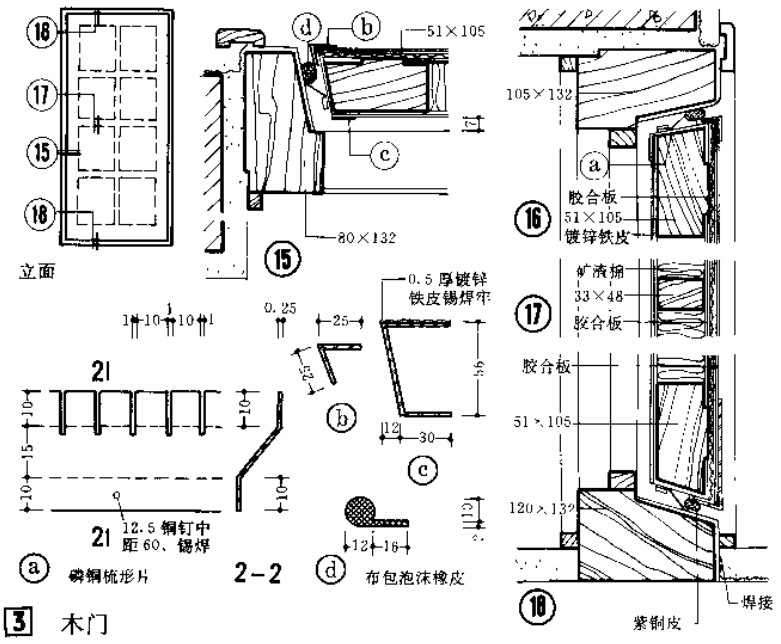
3 钢窗屏蔽



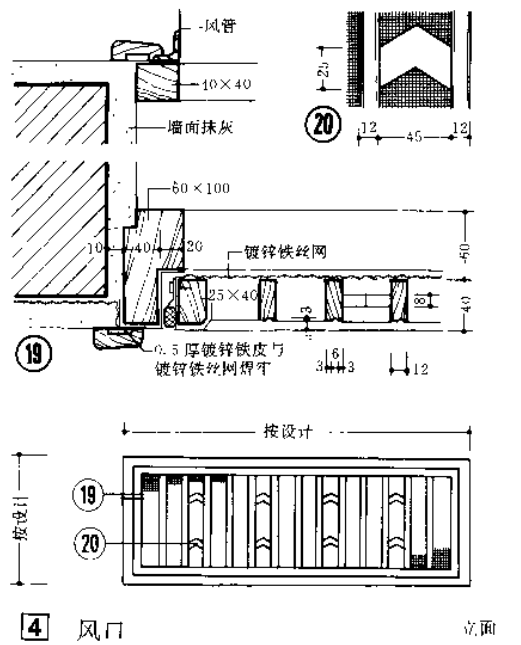
1 屏蔽室实例



2 木窗



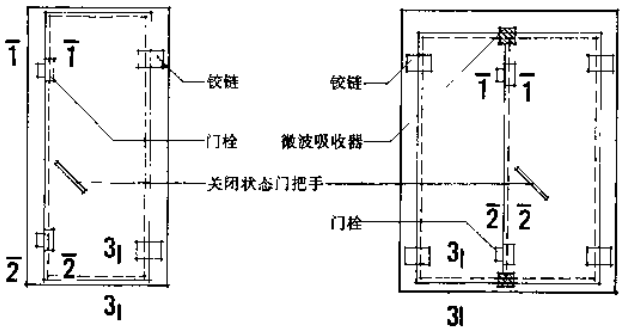
3 木门



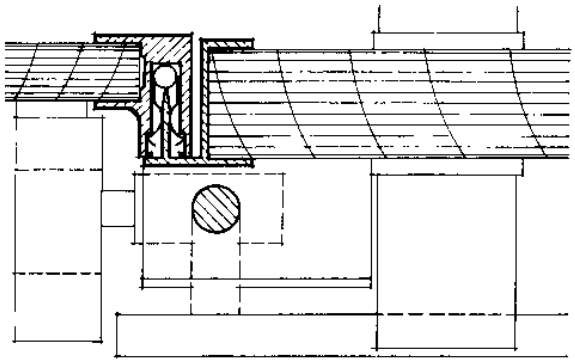
4 风门

防电磁[14]成品屏蔽门

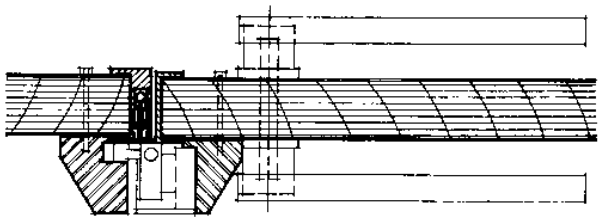
成品单、双扇屏蔽门的门缝采用插刀技术可以达到很好的屏蔽要求。但大型双扇门采用插刀作法难以形成完整的插刀闭环屏蔽带，在门框和双扇门交会点必会形成一个屏蔽断点，所以在断点处增加微波吸收器（见双扇门立面图中所示），该点是屏蔽的薄弱环节。这也就是大型屏蔽门采用挂栓式平板气封屏蔽门的重要原因。



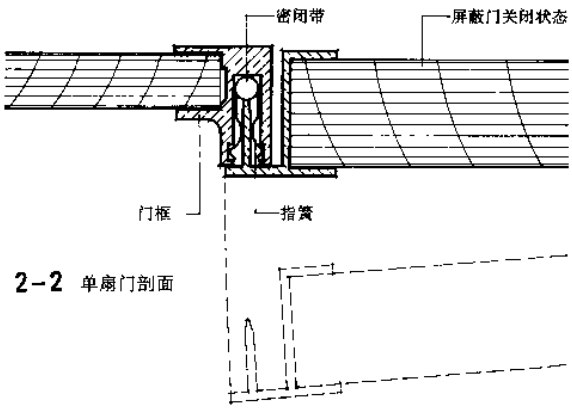
a 单扇门立面　　b 双扇门立面



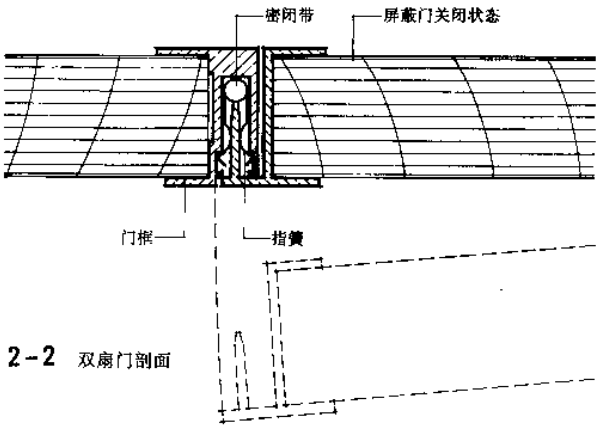
1-1 单扇门剖面



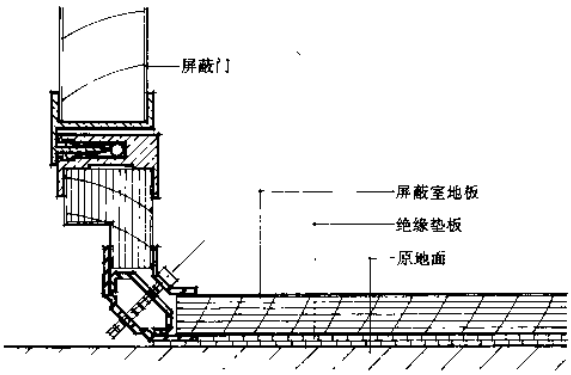
1-1 双扇门剖面



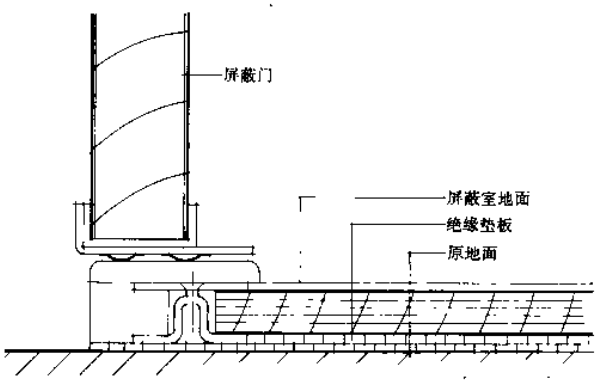
2-2 单扇门剖面



2-2 双扇门剖面

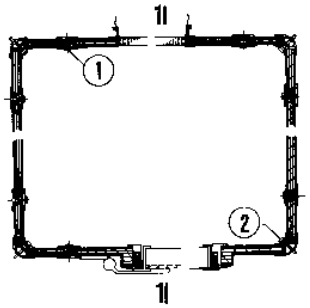


3-3① 单、双扇门剖面　插刀屏蔽作法

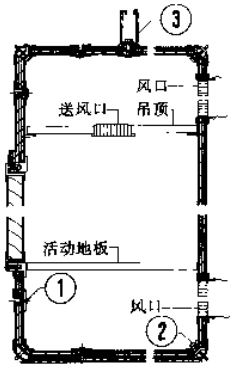


3-3② 单、双扇门剖面梳簧屏蔽作法

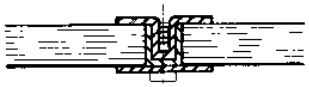
双层钢板木扎板夹芯复合板，是用胶合板或胶合碎木板两面覆盖铁皮制成。铁皮面层均匀刷锡。拼装时采用夹板条，再用螺栓固定。



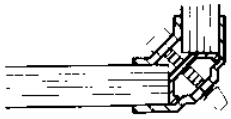
平面



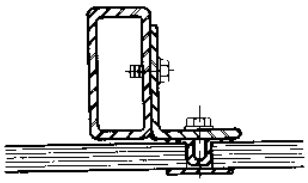
1-1 剖面



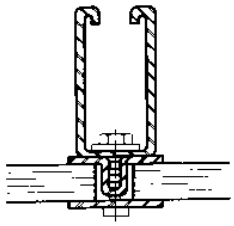
① 板拼装作法



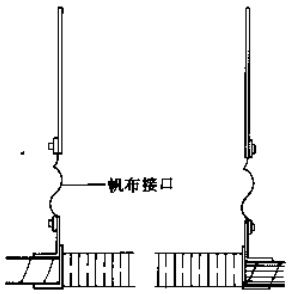
② 角拼装作法



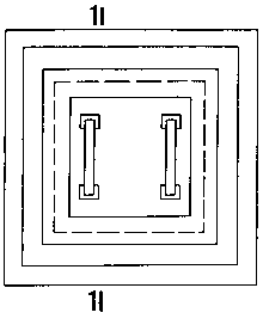
③a 壁柱作法



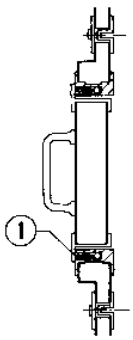
③b 顶板吊梁和壁柱作法



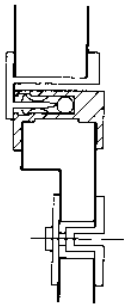
a 风口作法



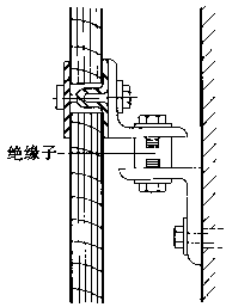
b 递物窗立面



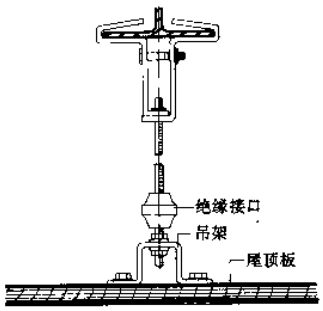
c 1-1 剖面



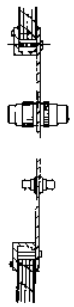
①



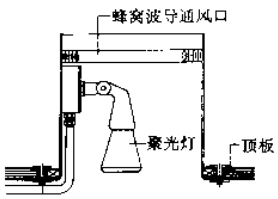
d 墙支撑作法



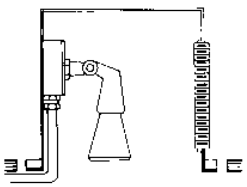
e 吊件节点



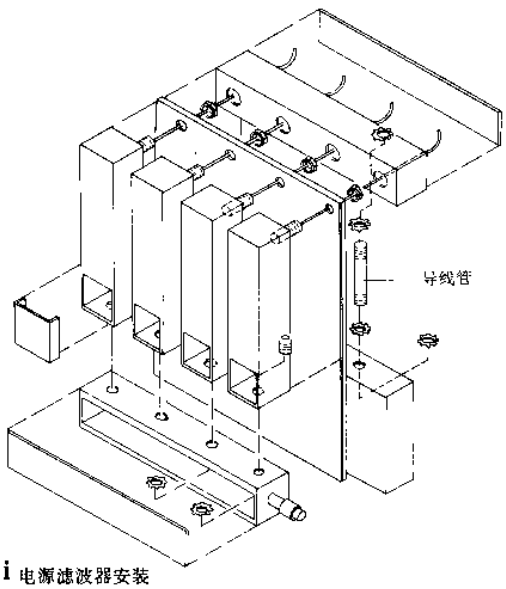
f 接线板作法



g 通风采光口 1



h 通风采光口 2

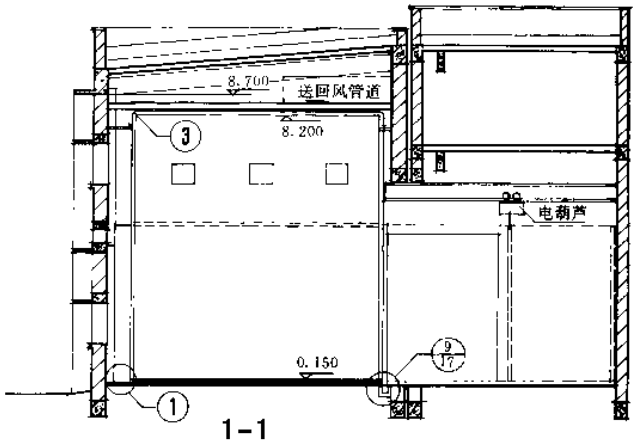


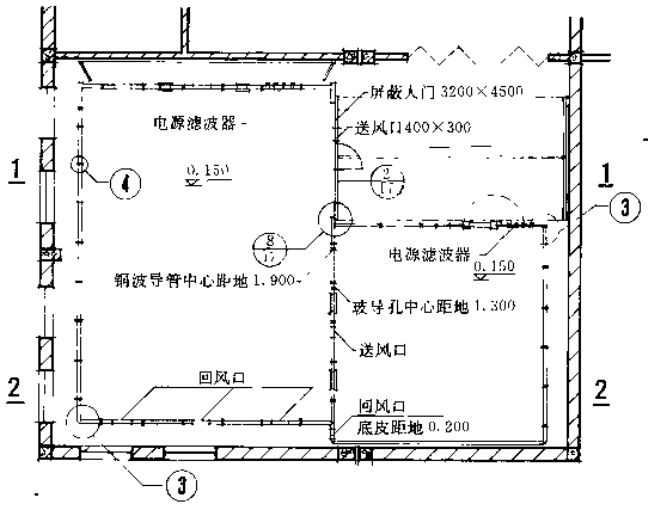
i 电源滤波器安装

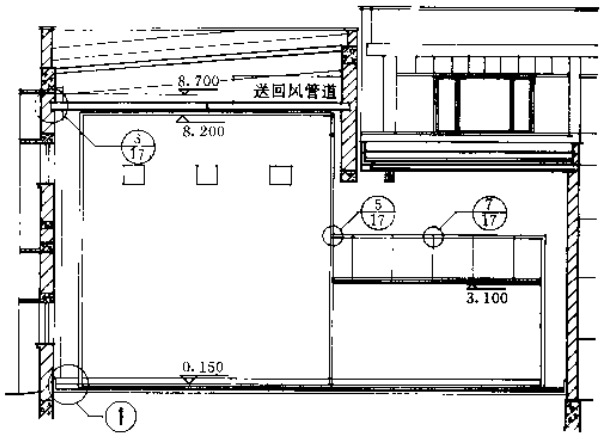
防电磁[16]复合板焊接拼装屏蔽室

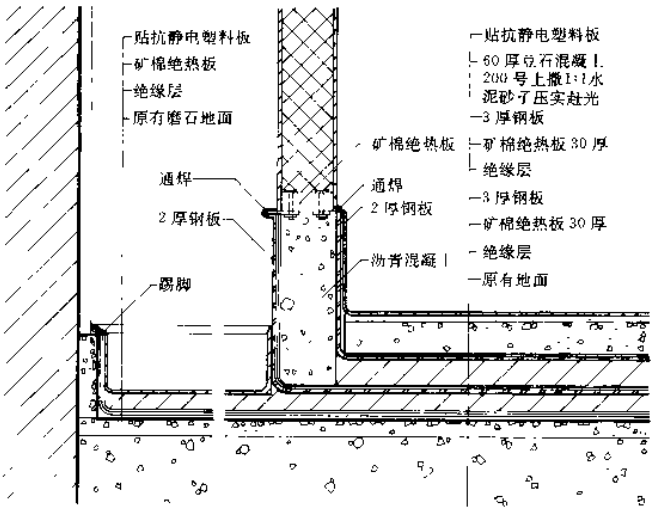
双层钢板发泡夹心复合板，集屏蔽功能、双层间绝缘功能、结构骨架功能及保温功能于一体，可以简化构造，适于建造较高大屏蔽室。

本页为复合板焊接拼装屏蔽室实例。

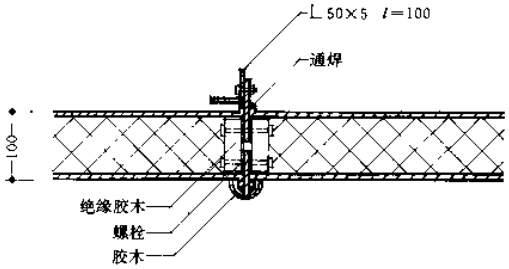




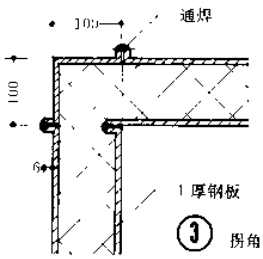




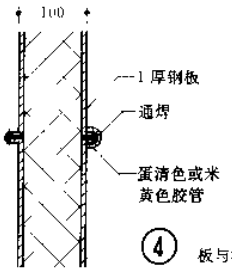
① 墙地做法



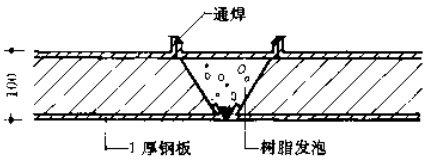
② 绝缘吊板



③ 拐角拼装节点



④ 板与板拼装做法 1

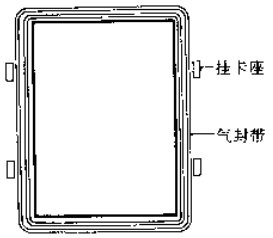


⑤ 板与板拼装做法 2

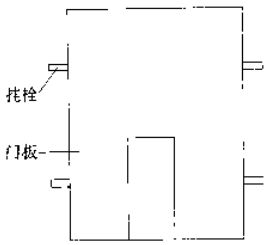
气封大门做法说明

大门门缝采用气压密封，胶带内自动充气，并保持固定气压(5～7N)，使气封带铜箔与门板良好接触。

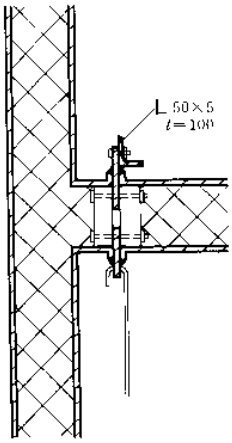
大门板用电动葫芦悬吊移动，移至门口将门板降落，使门挂栓卡在挂卡座内，门板以重力沿斜面滑动，使门紧压气封带。气封带充气后实现门的屏蔽。



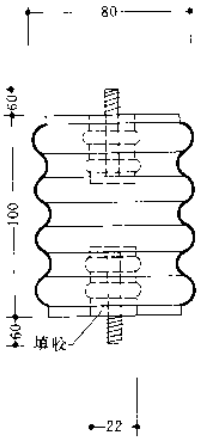
① 门口立面图



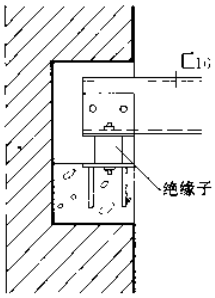
② 门板图



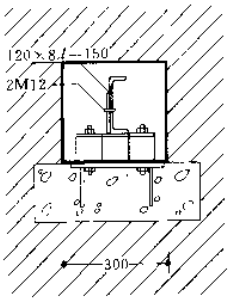
⑤ 墙与顶板拼装



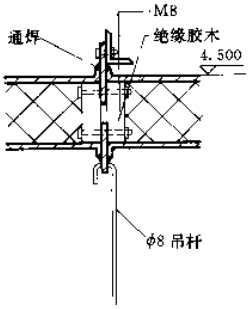
⑥ 绝缘子



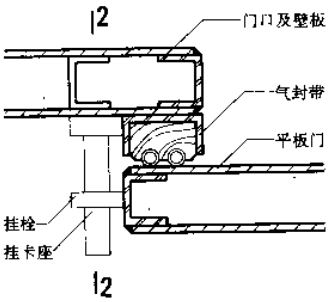
③ 顶板钢梁支撑



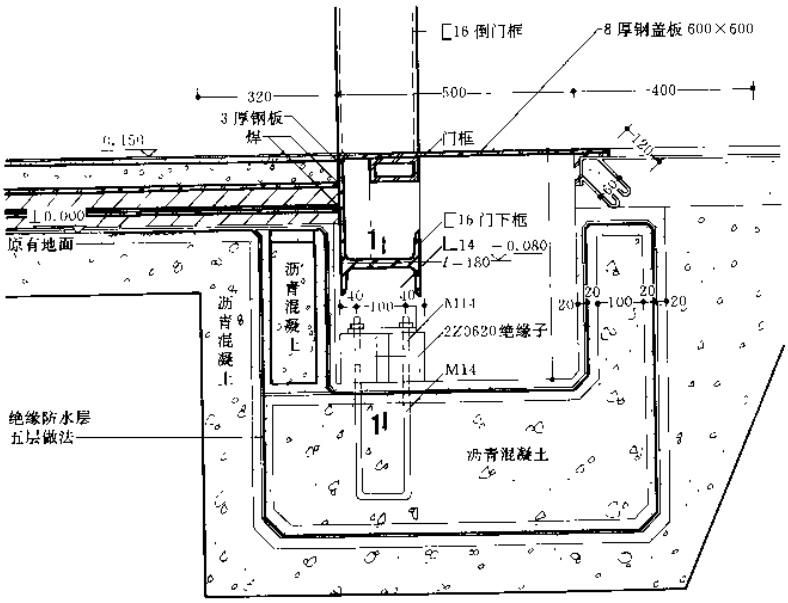
④ 顶板钢梁支撑



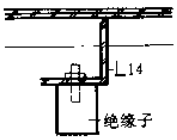
⑦ 顶板拼装



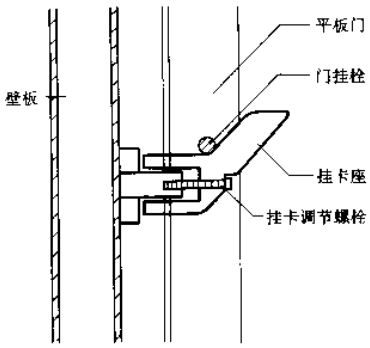
⑧ 门口平面节点



⑨ 屏蔽大门地沟详图



1-1



2-2

为避免建筑物受雷击而造成巨大危害，必要时应采取雷电保护措施。防雷设计可参考第2集·电[7]～[8]。

防止直击雷措施：

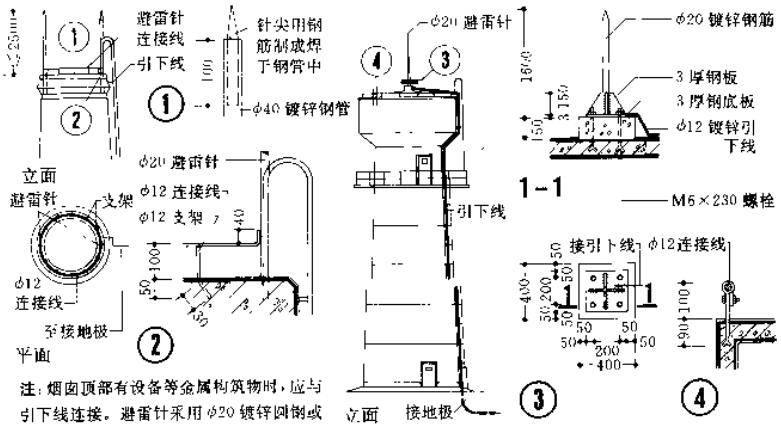
一、接闪装置可采用避雷针、避雷网或在建筑物最易遭受雷击处（屋脊、屋角、屋檐等）装设避雷带进行重点保护，其接地装置宜围绕建筑物敷设。各类防雷建筑物的冲击接地电阻值要求如下：第一、二类$R\leqslant10\Omega$；第三类$R\leqslant30\Omega$；但当第一类防雷建筑物处于雷电活动强烈地区时，其接地电阻值应为$R\leqslant5\Omega$，必要时，可采用接地网均衡电位措施，网格尺寸应≤10m×10m。

二、当利用金属屋面作接闪器时，其金属板间的搭接长度不应少于100mm；金属板下无易燃物时，其厚度不应少于0.5mm；金属板下有易燃物时，其厚度不应小于：铁板为4mm，铜板为5mm，铝板为7mm。

三、建筑物宜利用钢筋混凝土屋面板、梁、柱和基础的钢筋作为接闪器、引下线和接地装置（但国家级重点文物保护的建筑物和易爆炸场所除外）。构件内钢筋的接点应绑扎或焊接，用作和外部连接的钢筋、预留连接板处宜焊接，各构件间须连接成电气通路。

四、当建筑物基础的水泥采用以硅酸盐为基料的水泥（如矿渣水泥、波特兰水泥）和周围土壤的含水量不低于4%以及基础的外表面无防腐层或有沥青质的防腐层时，钢筋混凝土基础内的钢筋可作为接地装置。

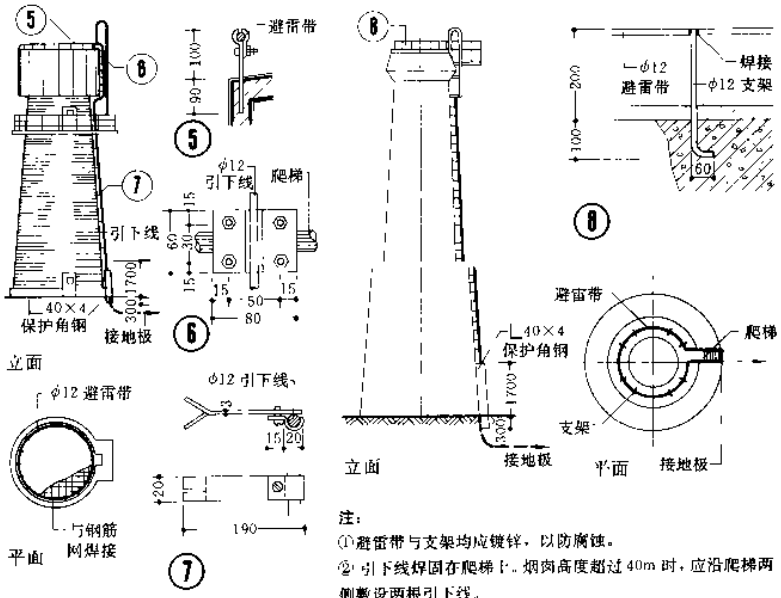
五、在装设防雷装置的建筑物内，当无法隔离时，应采取等电位连接作为防止发生生命危险的重要措施。



注：烟囱顶部有设备等金属构筑物时，应与引下线连接。避雷针采用φ20镀锌圆钢或φ40镀锌钢管，与引下线须焊接牢固。

1 烟囱避雷针

2 水塔避雷针



3 水塔避雷带

注：

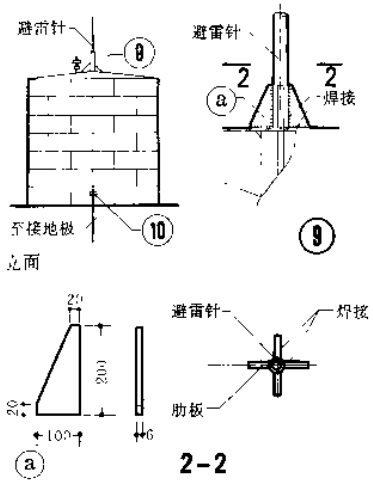
①避雷带与支架均应镀锌，以防腐蚀。

②引下线焊固在爬梯上。烟囱高度超过40m时，应沿爬梯两侧敷设两根引下线。

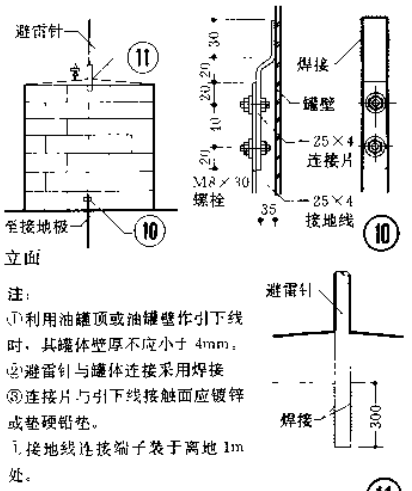
③钢筋混凝土烟囱的钢筋宜在其顶部和底部与引下线相连，连接主筋不少于两根。

④在不易受机械损坏的地方，可不加保护角钢。

4 烟囱避雷带



5 油罐顶部避雷针



注：

①利用油罐顶或油罐壁作引下线时，其罐体壁厚不应小于4mm。

②避雷针与罐体连接采用焊接

③连接片与引下线接触面应镀锌或垫硬铅垫。

④接地线连接端子装于离地1m处。

6 油罐壁上避雷针

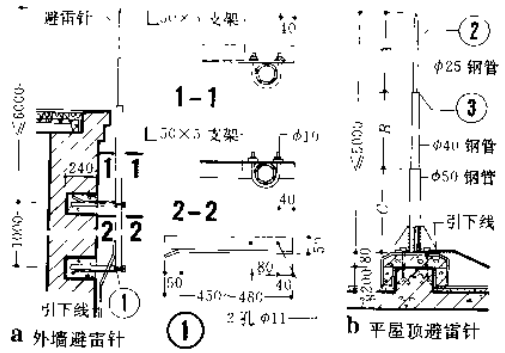
烟囱避雷针根数 表1

烟囱尺寸		避雷针根数
内径(m)	高度(m)	
1.0	15～30	1
1.0	31～50	2
1.5	15～45	2
1.5	46～80	3
2.0	15～30	2
2.0	31～100	3
2.5	15～30	2
2.5	31～100	3
3.0	15～100	3

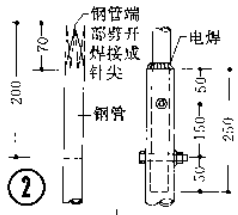
避雷针常用材料 表2

针的有效高度(m)	材料
<1	≥φ12 圆钢
1～2	≥φ16 圆钢
2～3	≥φ19 圆钢
<1	≥φ20 钢管
1～2	≥φ25 钢管
烟囱顶部的针	≥φ20 圆钢
烟囱顶部的针	≥φ40 钢管

注：避雷针、避雷带、连接线与支架均应镀锌。

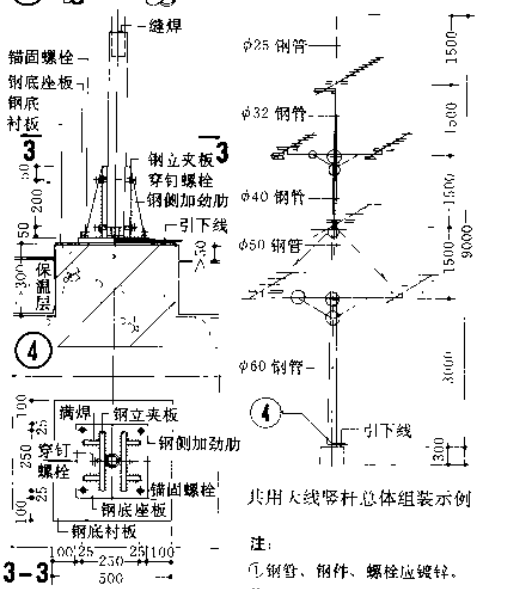


a 外墙避雷针　b 平屋顶避雷针



避雷针各节尺寸　表1

针全高		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
各节尺寸	A	1000	2000	1500	1000	1500
	B	—	—	1500	1500	1500
	C	—	—	—	1500	2000

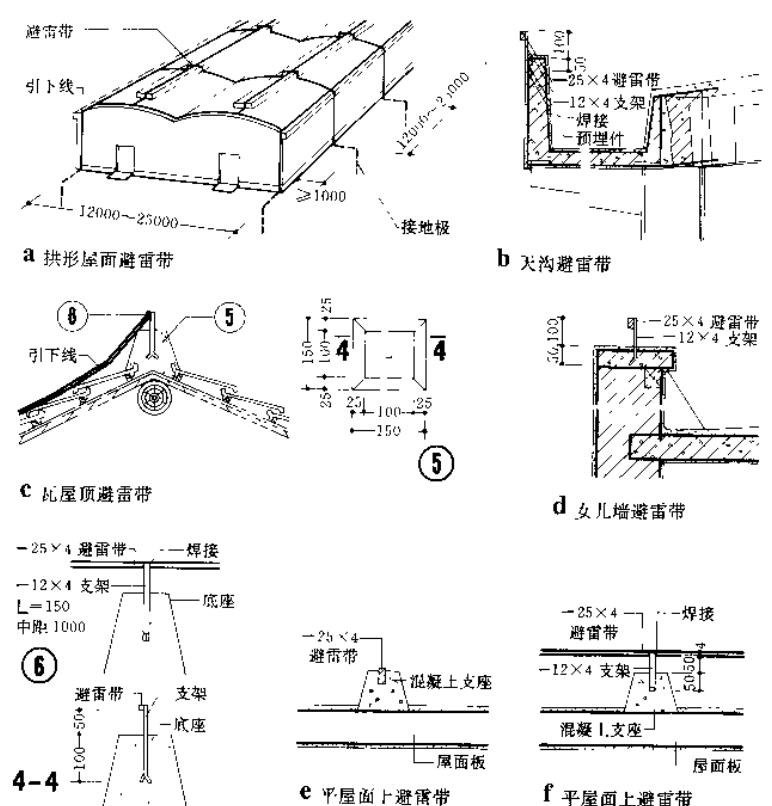


共用天线塔杆总体组装示例

c 共用天线作避雷针

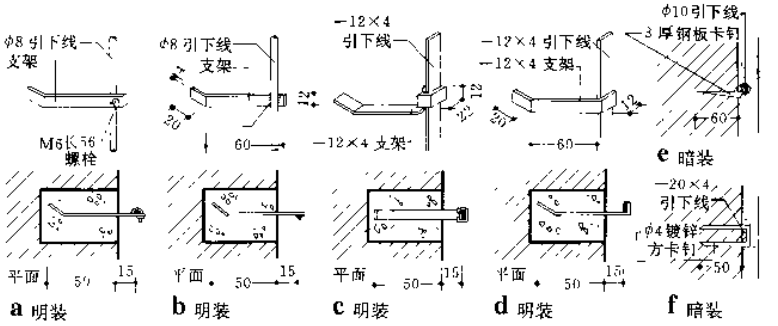
注：
①钢管、钢件、螺栓应镀锌。
②也可利用屋顶钢管旗杆作避雷针。

1 避雷针



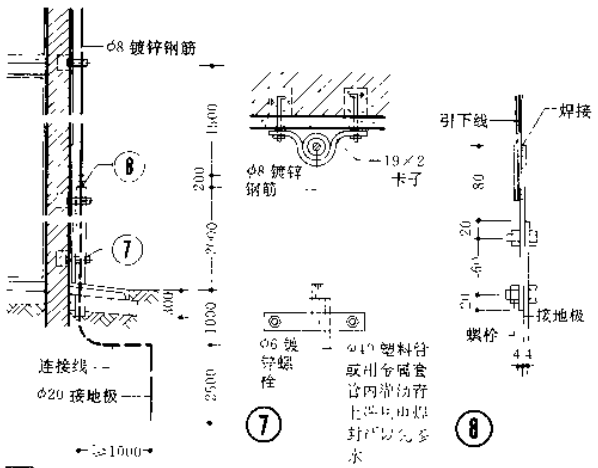
a 拱形屋面避雷带　b 天沟避雷带　c 瓦屋顶避雷带　d 女儿墙避雷带　e 平屋面上避雷带　f 平屋面上避雷带

2 避雷带

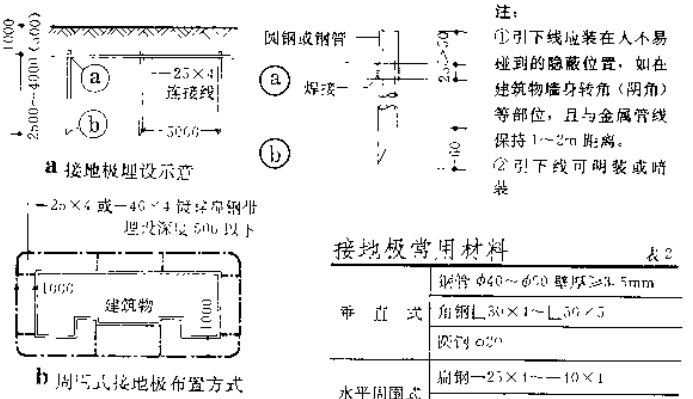


a 明装　b 明装　c 明装　d 明装　e 暗装　f 暗装

3 引下线固定安装



4 引下线埋设示意



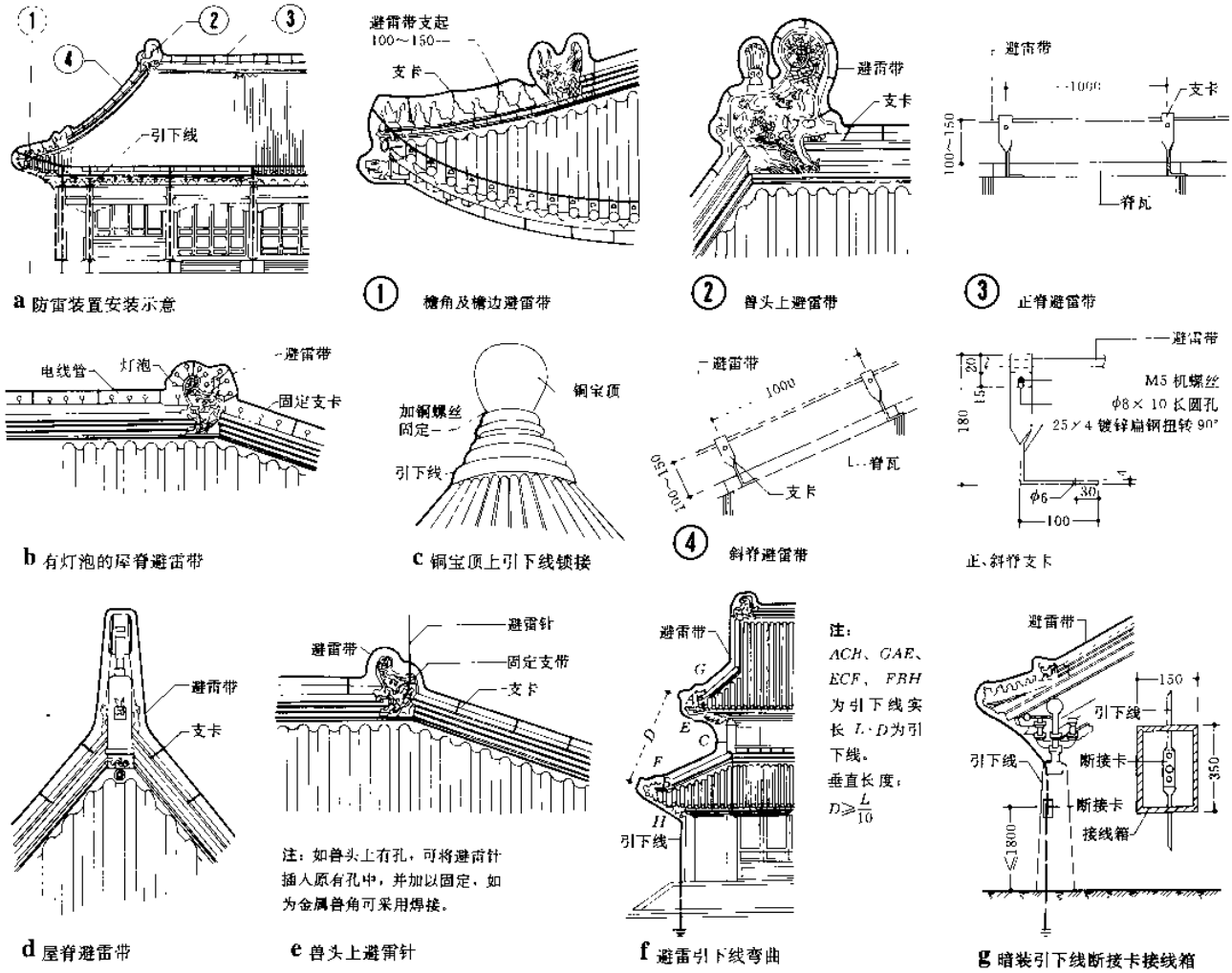
a 接地极埋设示意　b 周围式接地极布置方式

注：
①引下线应装在人不易碰到的隐蔽位置，如在建筑物墙身转角（阴角）等部位，且与金属管线保持1～2m距离。
②引下线可明装或暗装

接地极常用材料　表2

垂直式	钢管	φ40～φ50 壁厚≥3.5mm
	角钢	∟30×4～∟50×5
	圆钢	φ20
水平周围式	扁钢	—25×4～—40×4
	圆钢	φ10

5 接地



a 防雷装置安装示意

① 檐角及檐边避雷带

② 兽头上避雷带

③ 正脊避雷带

b 有灯泡的屋脊避雷带

c 铜宝顶上引下线锁接

④ 斜脊避雷带

正、斜脊支卡

d 屋脊避雷带

e 兽头上避雷针

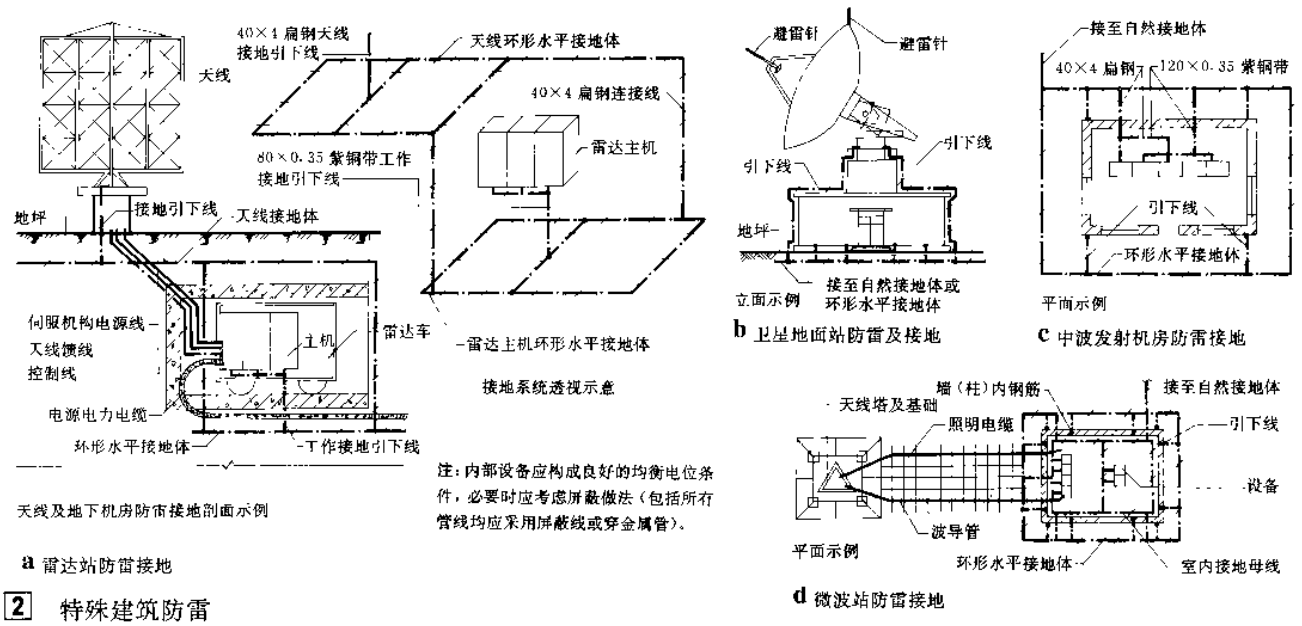
注：如兽头上有孔，可将避雷针插入原有孔中，并加以固定，如为金属兽角可采用焊接。

f 避雷引下线弯曲

注：ACH、GAE、ECF、FBH为引下线实长 L；D为引下线。垂直长度：$D \geq \frac{L}{10}$

g 暗装引下线断接卡接线箱

1 古建筑防雷



天线及地下机房防雷接地剖面示例

a 雷达站防雷接地

接地系统透视示意

注：内部设备应构成良好的均衡电位条件，必要时应考虑屏蔽做法（包括所有管线均应采用屏蔽线或穿金属管）。

b 卫星地面站防雷及接地

c 中波发射机房防雷接地

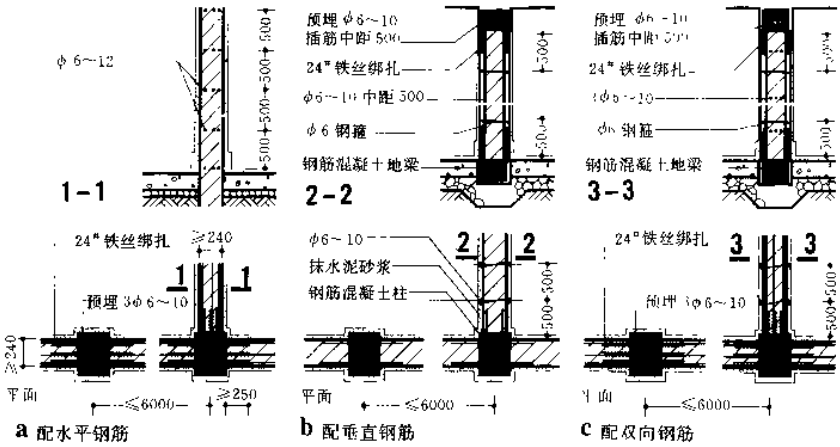
d 微波站防雷接地

2 特殊建筑防雷

一、有爆炸危险的厂房和仓库，在发生爆炸时，往往引起火灾，因而建筑防爆墙的材料，除应具有较高的强度外，还应具有不燃烧的性能，如粘土砖、混凝土、钢筋混凝土、钢板及型钢、钢绳防爆幕、砂袋等都是建造防爆墙的合适材料。

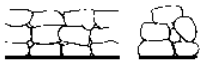
二、防爆墙不宜穿管留洞，当必须穿越管道或设备时，需采取密封措施；如需设观察窗时，应采用钢窗、夹层玻璃；开设门洞时，应设置双门斗，并采用带有密封措施和自动关闭装置的防火门。

三、防爆墙不可用作承重墙。



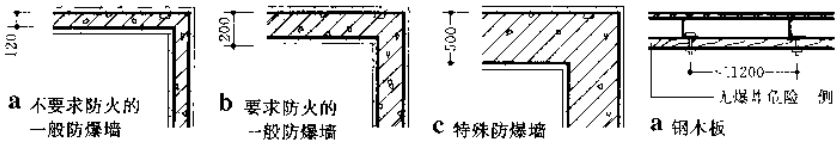
a 配水平钢筋　b 配垂直钢筋　c 配双向钢筋

3 配筋砖墙



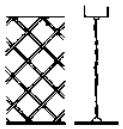
1 临时墙

通常采用麻袋满装干砂，封口后堆置成墙，它适用于临时性试验生产，是一种简单而又经济的做法。



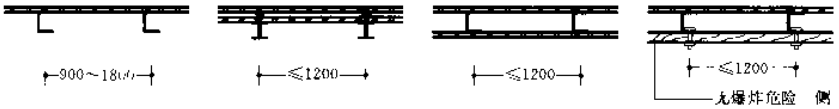
a 不要求防火的一般防爆墙　b 要求防火的一般防爆墙　c 特殊防爆墙　a 钢木板

4 钢筋混凝土墙



2 防爆幕

采用直径12～25钢丝绳编织成的网席垂幕，一般由顶部悬挂起来，可以自由移动，在减弱爆炸碎片和吸收冲击波方面很有效。防爆幕还可以采用棕绳、尼龙绳、高压聚乙烯绳来编织，但必须经防火处理。



a 单层钢板　b 双层钢板　c 双层钢板中间填干砂　b 钢木板中间填干砂

5 钢板墙　6 钢木板墙

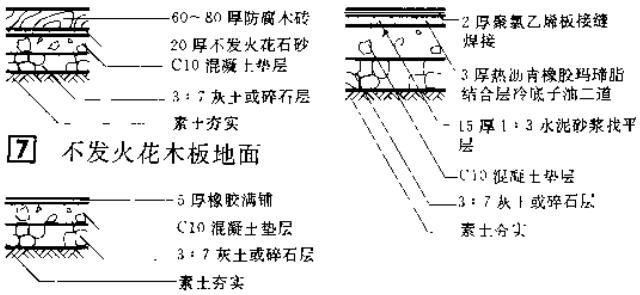
不发火花地面

一、有跑、冒可燃蒸气、粉尘及比重大于0.8可燃气的车间，应采用不发火花地面。

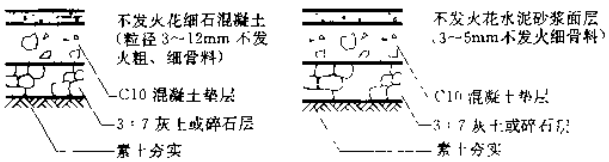
二、不发火花地面面层材料可采用沥青、木材、塑料、橡胶、石灰石、大理石等。

三、当采用不发火花沥青、塑料、橡胶等地面时，应采取防止产生静电放火花的措施。

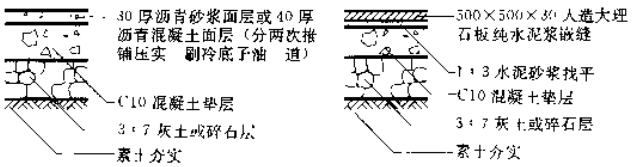
四、如果要求地面光滑清洁，面层可采用嵌铝条分格的水磨石，即为不发火花水磨石。



7 不发火花木板地面　8 不发火花橡胶地面　9 不发火花塑料地面



10 不发火花混凝土地面　11 不发火花水泥砂浆地面



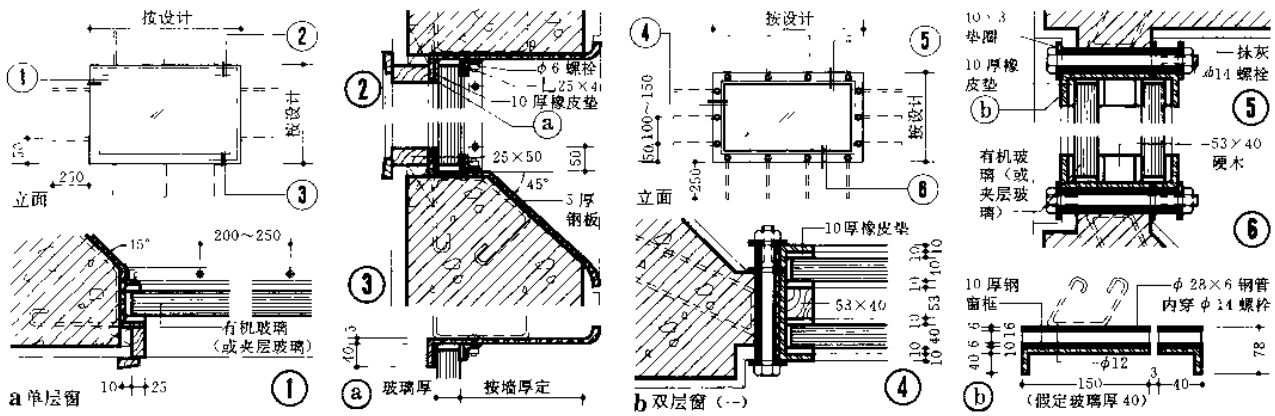
12 不发火花沥青砂浆地面　13 不发火花石板地面

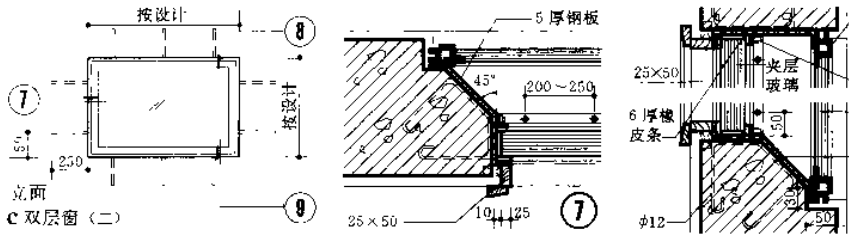
不发火花细石混凝土和水泥砂浆地面材料配比(体积比)表1

水泥标号	不发火花细石混凝土								不发火花水泥砂浆					
	C13(原150)				C18(原200)				C8(原100)			C18(原200)		
	水泥	砂	细石	水	水泥	砂	细石	水	水泥	砂	水	水泥	砂	水
225	1	2.6	4.6	0.65					1	4.3	0.49	1	2.5	0.42
325	1	3.1	5.5	0.82	1	1.9	3.4	0.53	1	5.0	0.55	1	3.1	0.46
425	1	3.7	6.5	0.92	1	2.3	4.0	0.62	1	5.6	0.55	1	3.6	0.51

不发火花沥青砂浆和沥青混凝土地面材料配比(重量比)　表2

名　称	不发火花沥青砂浆 %		不发火花沥青混凝土 %
	高稠度	低稠度	
3号石油沥青	8～10	13～15	7～11
不发火花粉料	18～30	11～17	12～20
不发火花石砂	60～72	70～75	30～40
不发火花碎石			40～50





注：

①防爆窗除应具有防爆门的抗爆强度和防火性能外，还要能观察车间内工艺生产情况。

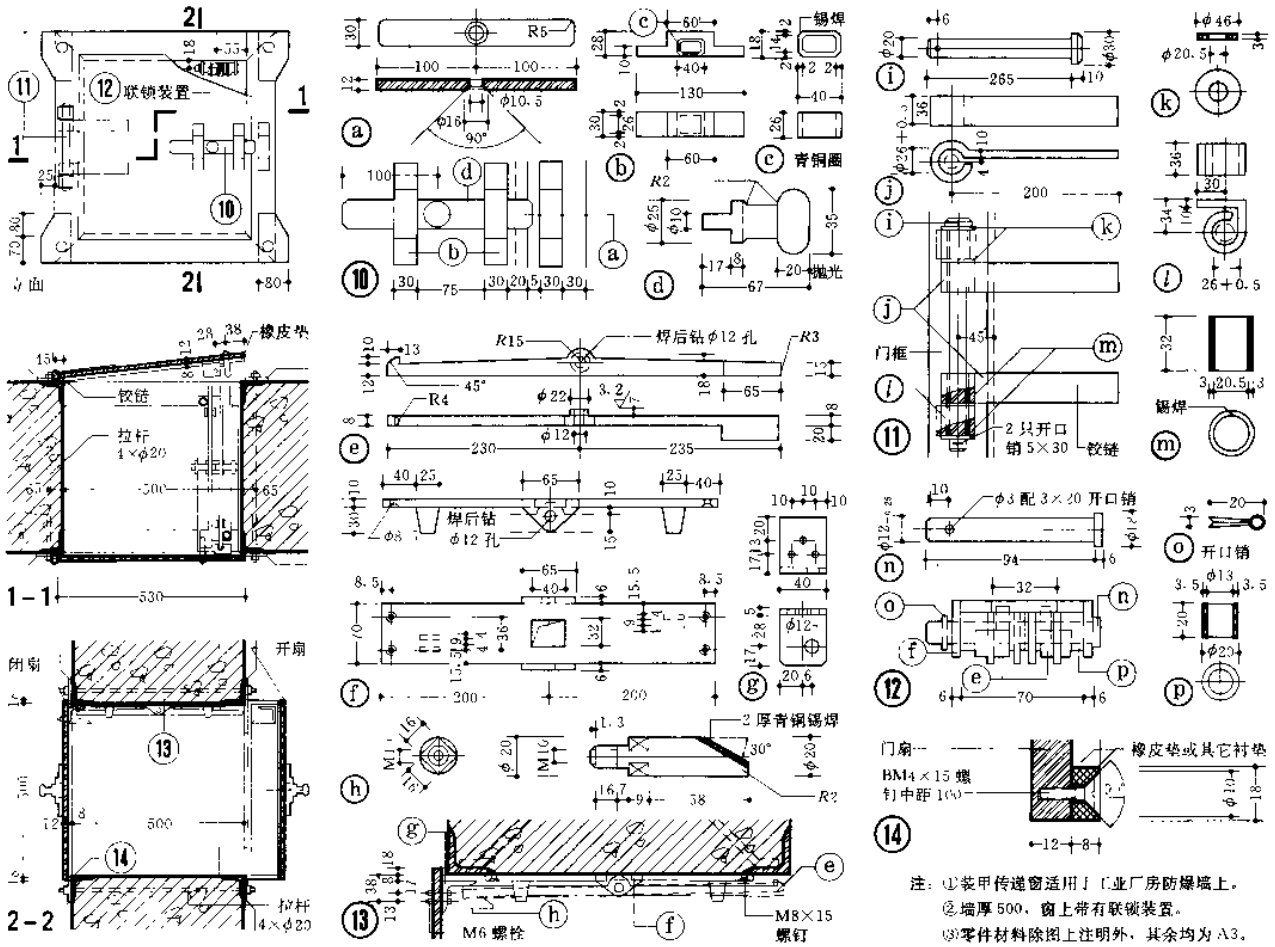
②防爆窗应采用机械强度大，破碎后不会形成锋利碎片的特殊玻璃，例如夹层玻璃、钢化玻璃或有机玻璃等。

③a、b、c 观察窗适用于工业厂房防爆墙。

④构件接合缝采用连续焊接，防止扭曲。

⑤防爆窗一般为固定式，采用角钢制作。

1 防爆观察窗



注：①装甲传递窗适用于工业厂房防爆墙上。

②墙厚 500，窗上带有联锁装置。

③零件材料除图上注明外，其余均为 A3。

加工精度除图上注明外，其余均为 12.5。

2 装甲传递窗

一、防爆装甲门适用于工业厂房防爆小室，门的类型按爆炸所产生的冲击波压强分单层钢板和双层钢板两种。双层钢板内填充干砂或混凝土，如用其他材料或不需填充时，应按爆炸的穿透能力计算确定。

二、防爆装甲门在发生爆炸时应坚固不遭受破坏，保证生产人员的安全，为此应满足以下要求：

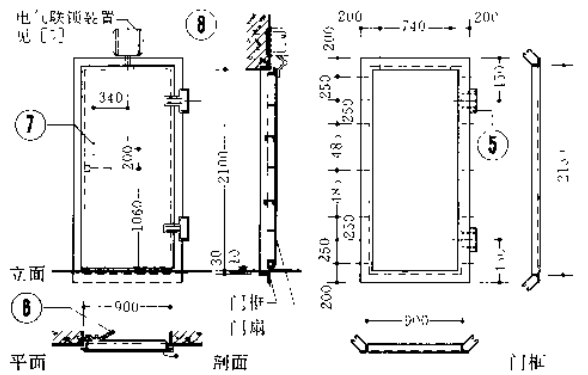
1. 抗爆强度应不小于耐爆墙的设计计算强度。
2. 防火能力应不小于防火墙的耐火极限。
3. 门开关应轻便灵活，宜用滚珠有色金属铰链。

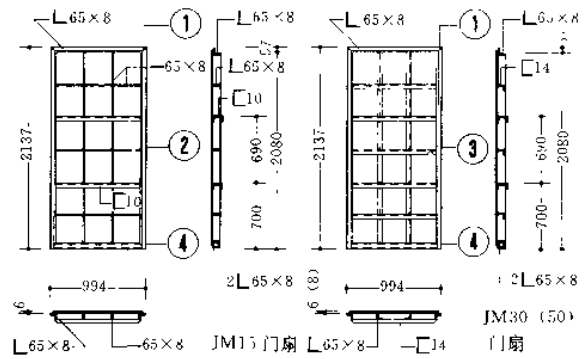
三、焊缝要求采用 T_{42} 焊条。

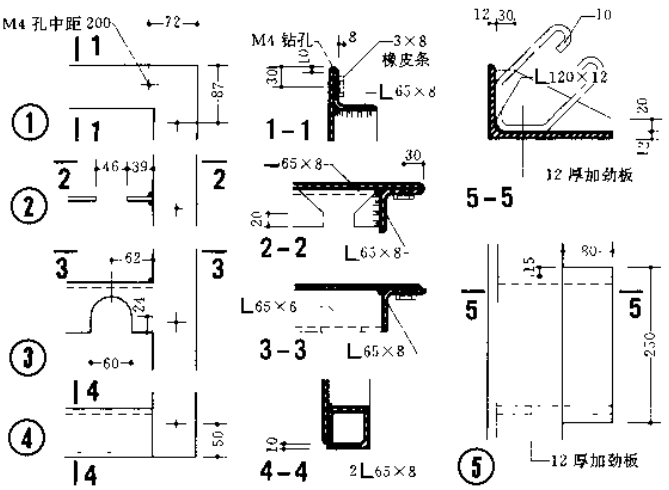
四、防爆装甲门是否采用电气联锁装置，应按工程要求确定。如设电气联锁装置，门闩安装须在门完全装配好后进行，门扇关紧时为接通电路，门扇与门框需接地。

装甲门型号表　　表1

不能防止爆炸碎片穿透的钢板门			能防止爆炸碎片穿透的双层钢板门		
防爆门型号	承受等效静载	重量（kg）	防爆门型号	承受等效静载	重量（kg）
JM15	150kN/m²	3900	JM90	900kN/m²	4980
JM30	300kN/m²	4200	JM140	1400kN/m²	5900
JM50	500kN/m²	4550	JM180	1800kN/m²	6300
			JM250	2500kN/m²	6950







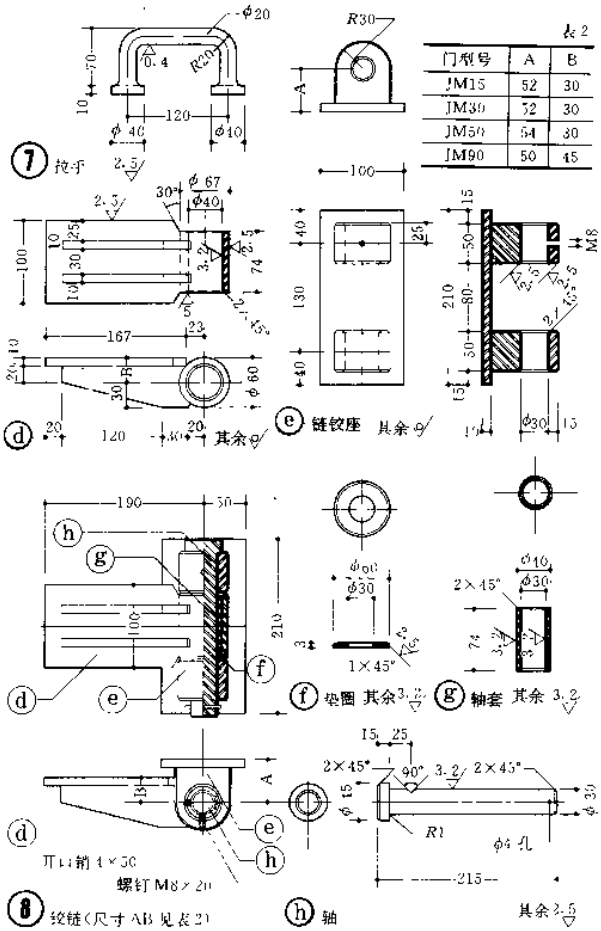
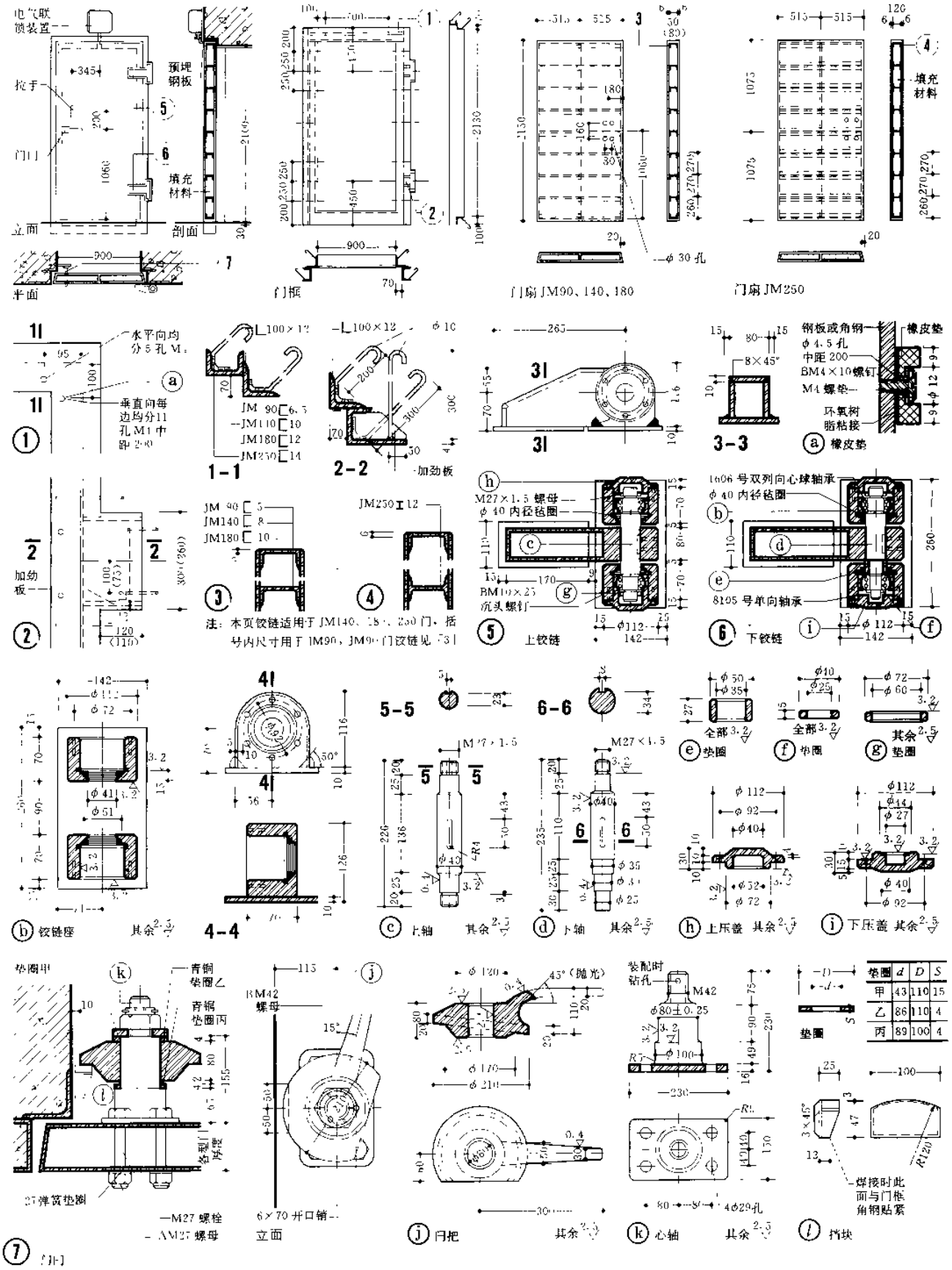
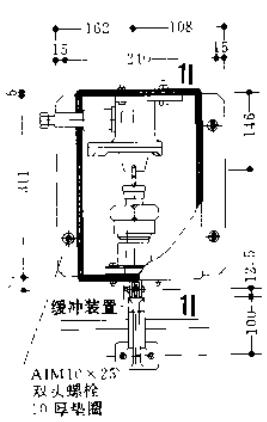


表2

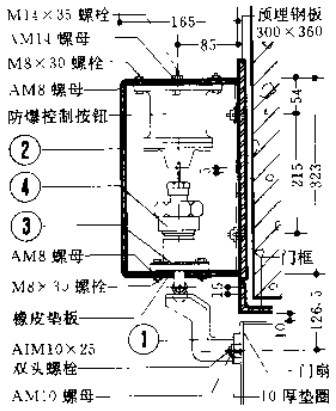
门型号	A	B
JM15	52	30
JM30	52	30
JM50	54	30
JM90	50	45


电气联锁装置
预埋钢板
拉手
门扣
填充材料
立面
剖面
平面
门框
门扇JM90、140、180
门扇JM250
水平向均分5孔M1
垂直向每边均分11孔M1中距200
JM 90 6.5
JM140 10
JM180 12
JM250 14
加劲板
JM 90 5
JM140 8
JM180 10
JM250 12
注：本页铰链适用于JM140、180、250门，括号内尺寸用于JM90，JM90门铰链见73
钢板或角钢
橡皮垫
中距200
BM4×10螺钉
M4螺垫
环氧树脂粘接
1606号双列向心球轴承
8105号单向轴承
沉头螺钉
铰链座
上轴
下轴
上压盖
下压盖
垫圈甲
青铜垫圈乙
青铜垫圈丙
弹簧垫圈
M27螺栓
M27螺母
立面
装配时钻孔
焊接时此面与门框角钢贴紧
挡块
垫圈 d D S
甲 43 110 15
乙 86 110 4
丙 89 100 4

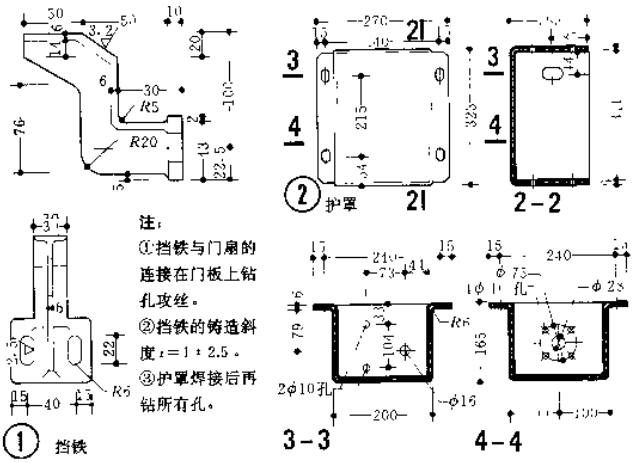
⑦ 门扇



联锁装置

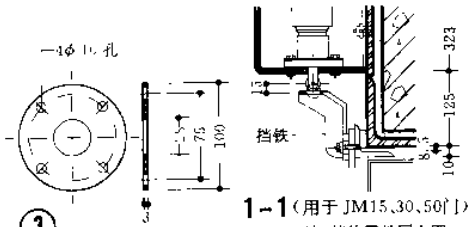


1-1（用于JM90、140、180、250门）



注：

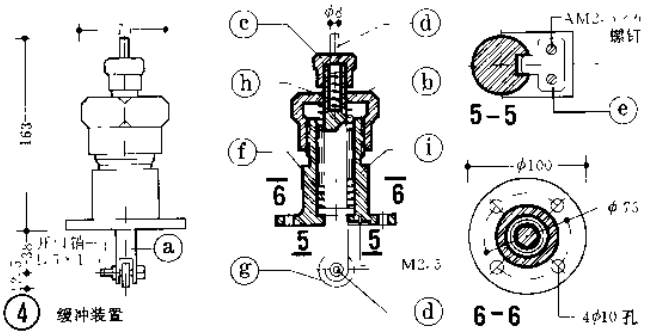
1. 本装置用于有防爆要求场所的门上，作切断、接通电源或发出讯号用。
2. 电气联锁装置安装部位见[4]防爆门立面。



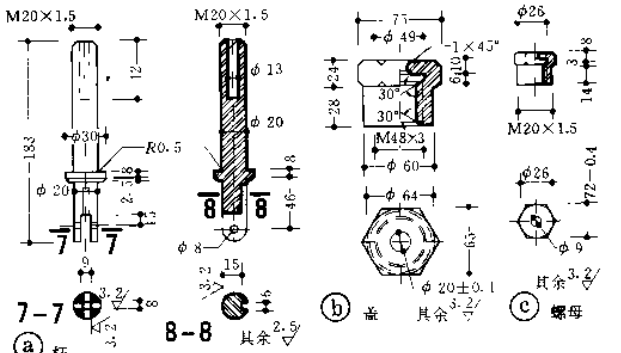
③ 垫圈

1-1（用于JM15、30、50门）

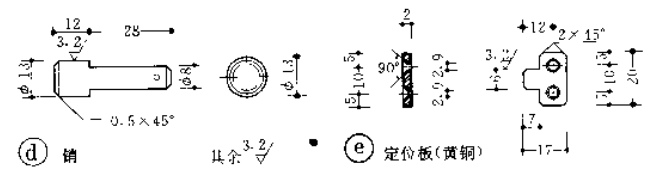
注：其他零件同上图。



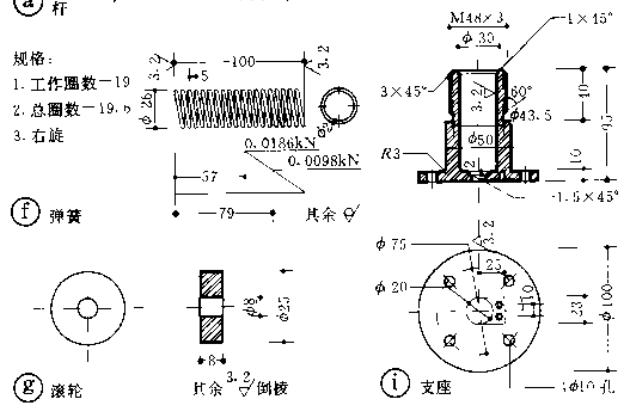
④ 缓冲装置



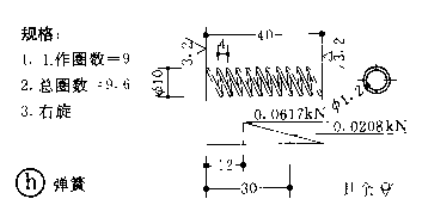
ⓐ 杆　ⓑ 盖　ⓒ 螺母



ⓓ 销　ⓔ 定位板（黄铜）



ⓕ 弹簧　ⓖ 滚轮　ⓘ 支座

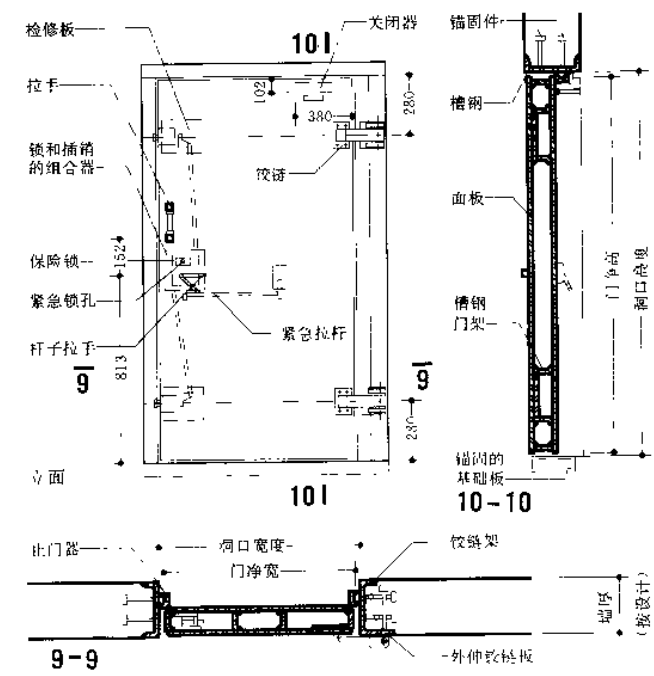


ⓗ 弹簧

弹簧加工技术要求：

1. 预先热处理退火 T=700~810℃
2. 最后热处理淬火 T=830℃ 回火=480℃
3. 硬度 RC=42~47 展开长度=1637

1 电气联锁装置

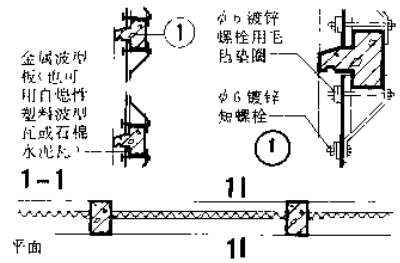


2 防爆门（国外资料）

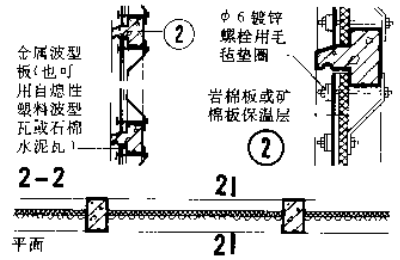
泄压措施

轻质外墙、轻质屋盖及易于泄压的窗均可作为泄压措施，但宜优先采用轻质屋盖泄压，轻质屋盖、轻质外墙的自重一般不应大于1.176kN/m²。

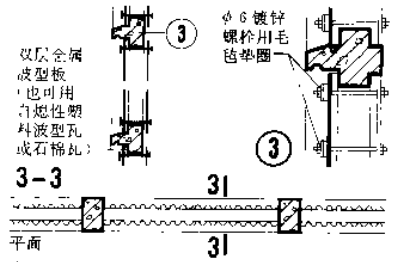
在寒冷地区，围护墙体厚度>370mm的砖墙、轻质屋盖的自重也应控制在1.176kN/m²以内。



a 金属波型板泄压外墙

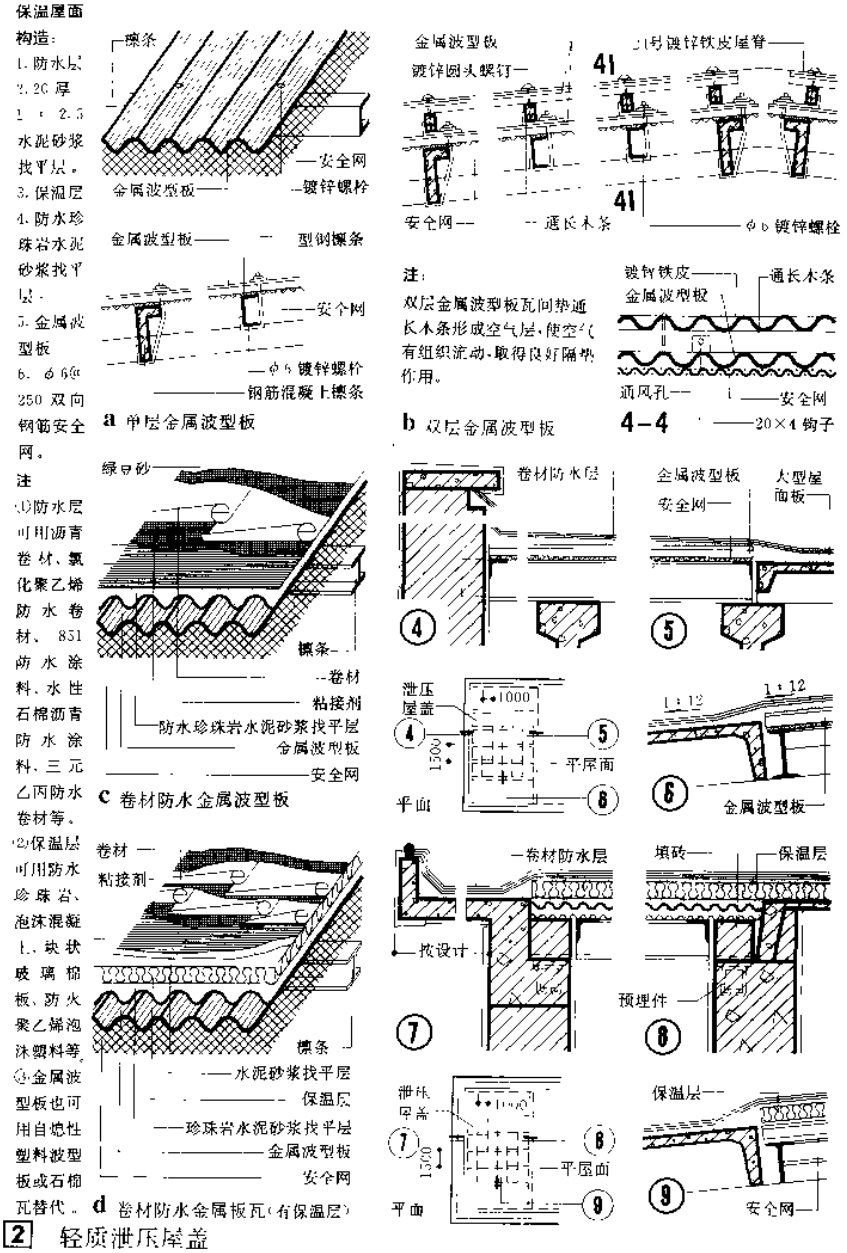


b 带保温材料的金属波型板泄压外墙

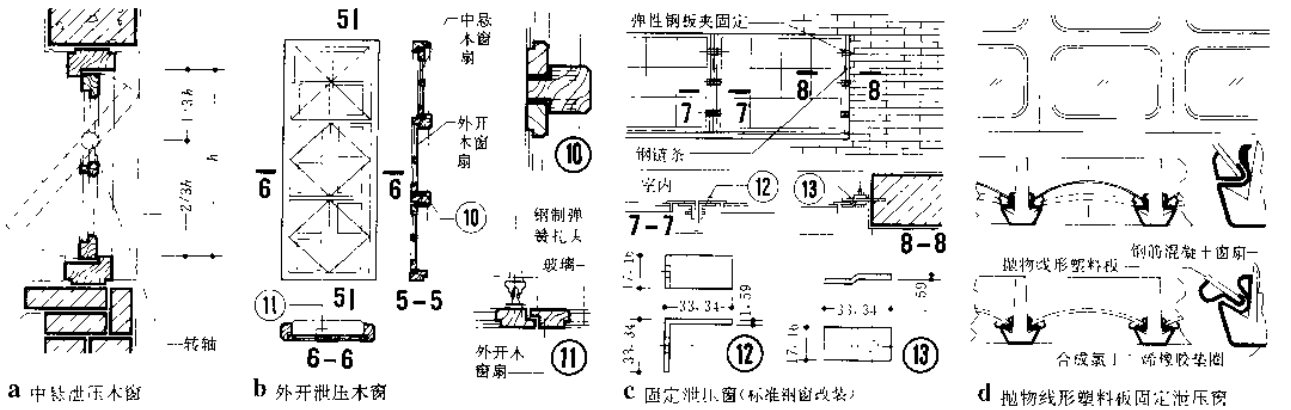


c 双层金属波型板瓦泄压外墙

1 轻质泄压外墙



2 轻质泄压屋盖



3 泄压窗