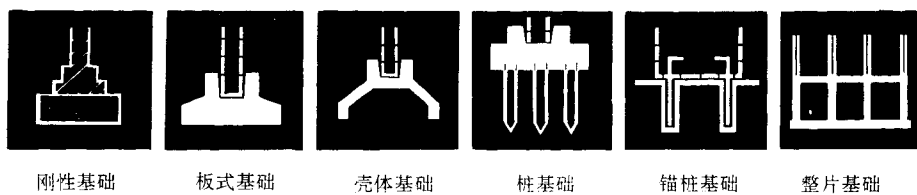


基础类型选择 应考虑地基的地质、水文、冰冻等条件；上部结构特点、材料及施工等因素，选择有足够强度和稳定性的结构，以保证建筑物或构筑物的安全和正常使用。



刚性基础 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 值应符合表 2 要求。

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		
		$P \leq 100$	$100 \leq P \leq 200$	$200 \leq P \leq 300$
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	—

基础砌体所用材料最低强度等级

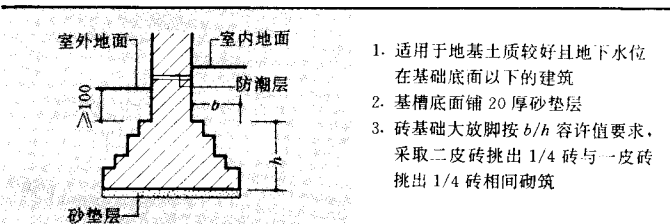
表 1

	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 $\geq 1800 \text{kg/m}^3$ 。

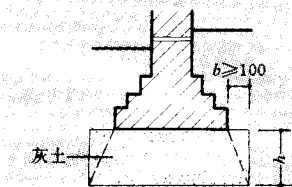
注： P —基础底面的平均压力 (kPa)

简图 说明



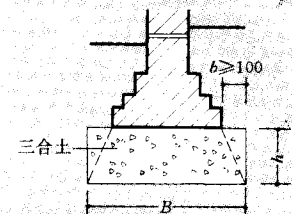
1. 适用于地基土质较好且地下水位在基础底面以下的建筑
2. 基槽底面铺 20 厚砂垫层
3. 砖基础大放脚按 b/h 容许值要求，采取二皮砖挑出 1/4 砖与一皮砖挑出 1/4 砖相间砌筑

1 砖基础



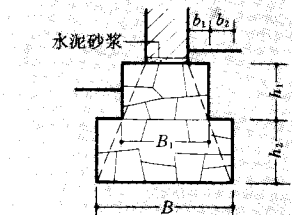
1. 灰土体积比为 3:7 或 2:8，干密度：轻亚粘土 $\geq 1.55 \text{g/cm}^3$ ；亚粘土 $\geq 1.50 \text{g/cm}^3$ ；粘土 $\geq 1.45 \text{g/cm}^3$
2. 灰土每步厚 150，三层及三层以下建筑用 2 步，三层以上用 3 步
3. 灰土基础宜埋置在地下水位以上，且顶面应在冰冻线以下

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， $h \geq 300$
4. B 应 ≥ 600

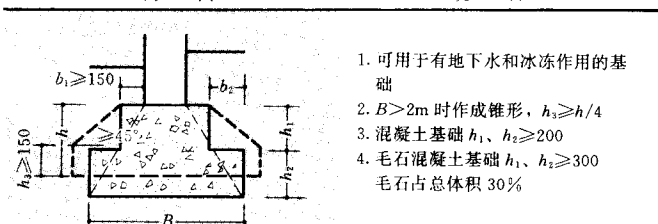
3 三合土基础



1. 有剧烈振动的建筑不宜采用
2. B_1 、 h_1 、 h_2 应 ≥ 400 ， $h_1 \geq 100$ ， $B \leq 700$ 时作矩形断面
3. 毛石高度应 ≥ 150
4. 毛石顶面砌墙前应铺一层水泥砂浆

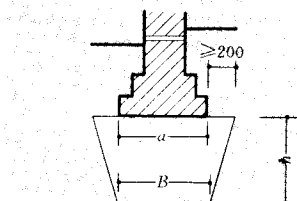
4 毛石基础

简图 说明



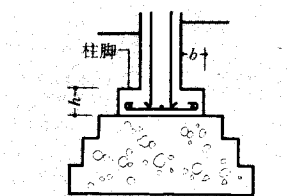
1. 可用于有地下水和冰冻作用的基础
2. $B > 2\text{m}$ 时作锥形， $h_2 \geq h/4$
3. 混凝土基础 h_1 、 $h_2 \geq 200$
4. 毛石混凝土基础 h_1 、 $h_2 \geq 300$ ，毛石占总体积 30%

5 混凝土基础



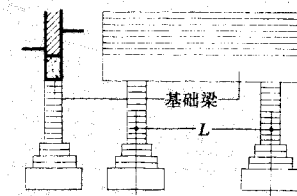
1. 垫层用粗砂、中砂或级配砾石，经机械振动加水分层夯实
2. 不适用于湿陷性黄土、流动性地下水水位较高的地段及有振动建筑
3. 适用于软弱土层较厚且基础埋深及尺寸受限制的基础
4. h 、 a 应经计算并 ≥ 500 ； $B \geq a$

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： $h \geq 300$ ， $h \geq b$ ， $h \geq 20d$ (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

地基基础 [2] 板式基础 · 壳体基础

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_1	杯壁厚度 b	柱插入长度 H_1	
$h < 500$	≥ 150	150~200	$H_1 = (1 \sim 1.2) h$	单肢管柱 $H_1 = 1.5D \geq 500$ D 为管柱外径
$500 \leq h < 800$	≥ 200	≥ 200	$H_1 = h$	
$800 \leq h < 1000$	≥ 200	≥ 360	$H_1 = 0.9h \geq 800$	
$1000 \leq h < 1500$	≥ 250	≥ 350	$H_1 = 0.8h \geq 1000$	
$1500 \leq h < 2000$	≥ 300	≥ 400	$H_1 = 0.84h \geq 1000$	

简 图 说 明

- H 根据计算确定。 $a \geq 150$
 $H \leq 250$ 时可做成等厚断面
 $H > 250$ 时做成变断面
- 墙厚 ≥ 370 时，砖墙下部可不设放脚
- $i \leq 1:3$ 时斜面可不支外模施工

1 墙下条形基础

- H 根据计算确定，并满足基础内柱纵向钢筋锚固长度要求
- 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
- $a \geq H/4$ ，并 ≥ 150

2 锥形独立基础

- 基础外边线应在 45° 压力分布线以外
- H 根据计算确定，并满足基础内柱纵向钢筋锚固长度要求
- $H \leq 350$ 时作一阶， > 900 三阶
 $H = 350 \sim 900$ 二阶

3 阶梯形独立基础

- H 根据计算确定
 $a \geq 150$
- $H \leq 250$ 时，翼缘作等厚断面
 $H > 250$ 时，翼缘作变断面
- 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

- H_1 应满足附表要求并 $\geq 20d$
(d 为柱纵向受力筋直径)
 H_1 应 ≥ 0.05 倍吊装柱长
- 安装时杯口底先浇 50 厚 C20 细石混凝土，待校正后浇满
- $a_1 \geq a$

5 独立柱杯形基础

- H_1 应 $\geq h$
- b 应 $\geq 0.65h$
- 安装时杯口底先浇 50 厚 C20 细石混凝土
- 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

- $b > 200$
- 长颈（短柱）配筋根据轴向力弯矩、水平剪力按计算确定。
- 杯口构造要求，同独立柱杯形基础详见表 1

7 长颈杯形基础

- b_1 应 ≥ 150 并 $\geq 5d$ (d 为地脚螺栓直径)。 $b_2 \geq 100$
- $d \leq 32$ 时， $L = 25d$
 $d > 32$ 时， $L = 30d$
- 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 $\geq C20$ (构筑物基础 $\geq C30$)。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柱基础 $\alpha = 30^\circ \sim 40^\circ$ $r_1/R \geq 0.40$	适用于偏心荷载较小的柱基础 $\alpha = 30^\circ \sim 40^\circ$ $r_1/R \geq 0.40$	适用于筒形构筑物基础 $\alpha = 30^\circ \sim 40^\circ$ $\alpha_1 = 20^\circ \sim 30^\circ$ $0.35 \leq r_1/R \leq 0.55$	适用于筒形构筑物基础 $\alpha = 30^\circ \sim 40^\circ$ $\phi \geq a$ $0.50 \leq r_1/R \leq 0.65$
正圆锥壳	倒圆锥壳	M形组合壳	球锥组合壳

桩基础

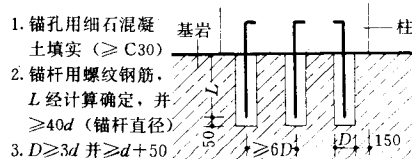
- 一、适用于上部荷载较大或地基上部软弱土层较厚的基础。
- 二、常用的混凝土、钢筋混凝土桩基础按施工方法分为爆扩桩、灌注桩、预制桩。按受力状态分为端承桩、摩擦桩。
- 三、桩基础由桩柱和承台组成。所用混凝土：现浇 $\geq C15$ ，预制 $\geq C20$ 。

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	2.5~3.5 d		
桩身长度 L (m)	2.5~7.0	≥ 2.5	≥ 3.0
桩最小中心距 S	1.5~1.8 D	$\geq 3d$	

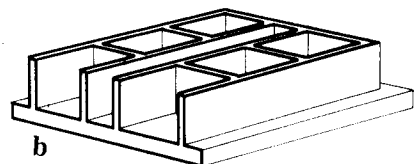
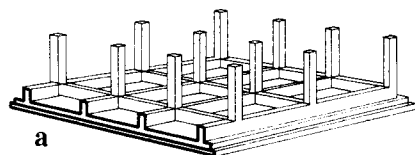
锚桩基础

用于直接建造在基岩上，且为轴心受压和小偏心受压柱基。

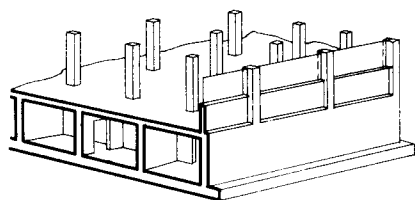


整片基础

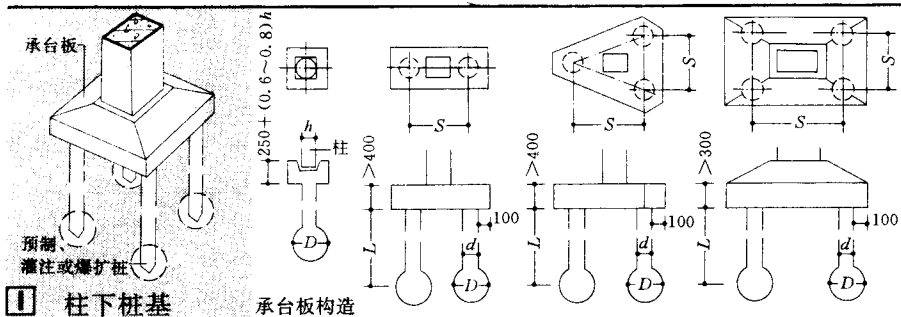
分筏式基础和箱形基础。适用于层数较高、软弱地基、上部荷载大及不宜采用其他基础的建筑。



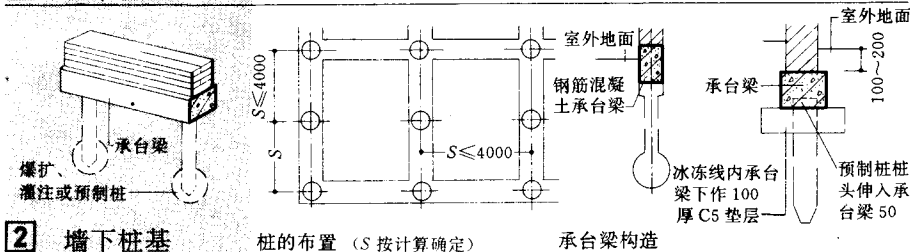
4 筏式基础



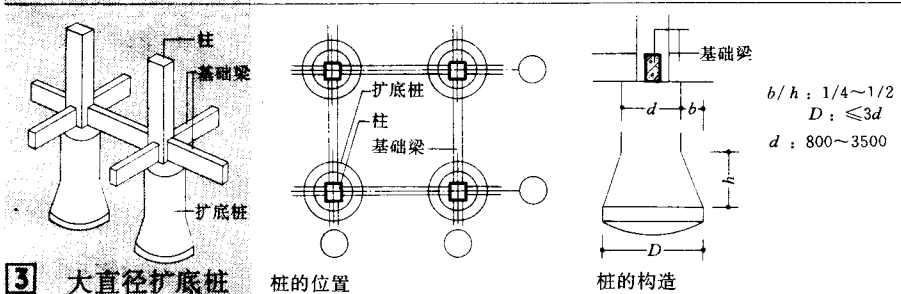
5 箱形基础



1 柱下桩基



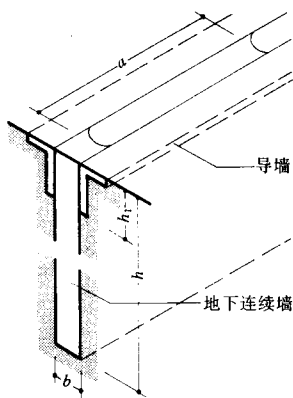
2 墙下桩基



3 大直径扩底桩

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。

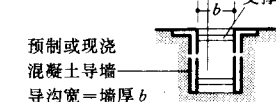


- a: 施工分段长度 3000~8000
- b: 墙厚 600~1200
- h₁: 导墙高 1500~2000
- h: 墙高 按设计要求，可达50~60m或更多

6 壁板式连续墙

施工程序

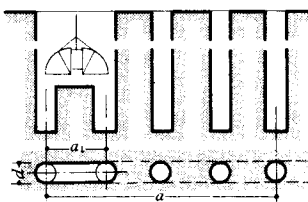
1. 筑导墙、挖导沟



3. 挖墙槽

设导孔或不设导孔视地基情况而定

- a₁: 抓斗开口宽
- a: 施工分段长度
- d: 导孔直径=b



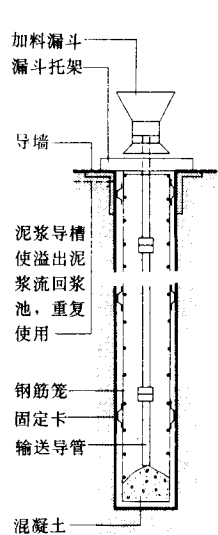
4. 清底整壁

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

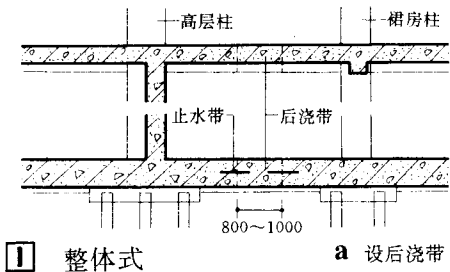
用吊车将钢筋笼吊入槽内，并以钢板卡或垫块固定，钢筋笼应尺寸准确并有足够的强度，必要时可使用型钢加强

6. 浇筑混凝土

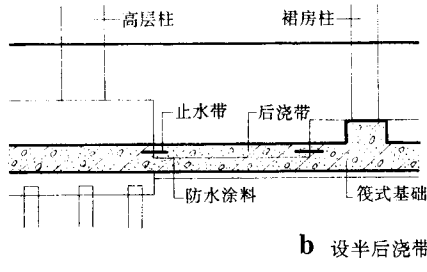


高层建筑与裙房的基础处理

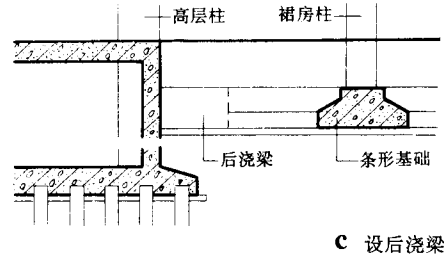
高层建筑与相邻裙房的高度和荷载相差悬殊,应根据荷载、地基条件等因素选择合理的基础形式。高层建筑与裙房基础之间是否留缝,应根据地基条件、地下水位高低及使用要求等确定。目前,有通过混凝土后浇带连为整体和用变形缝使其完全脱开两种做法,无论采用那种方案,都必须严格控制总沉降量和差异沉降量。



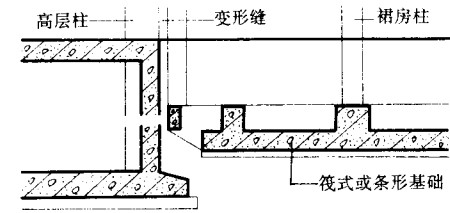
1 整体式



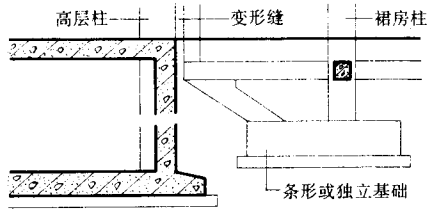
2 设后浇带



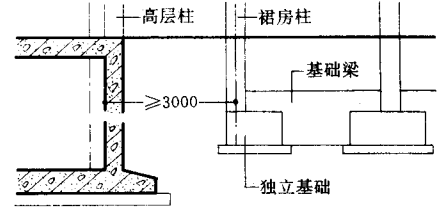
3 设后浇梁



4 设变形缝

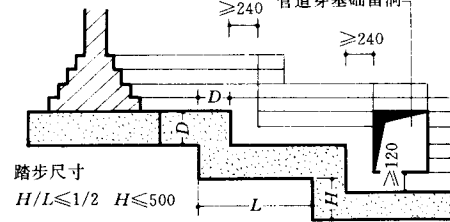


5 构架形式

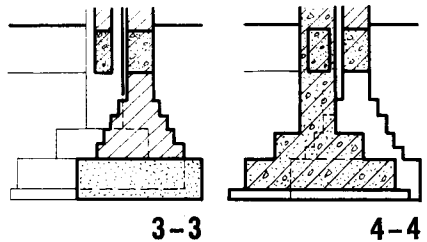
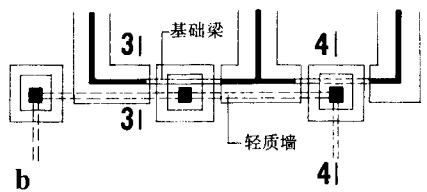
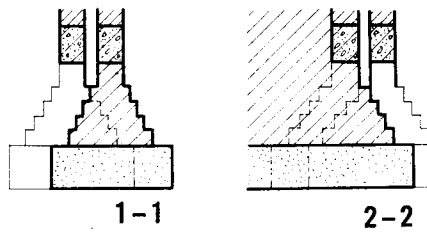
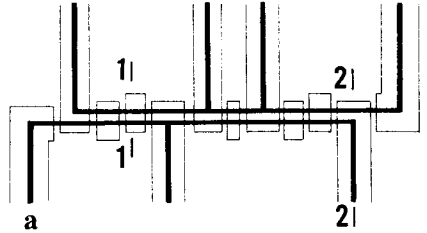


6 分离式

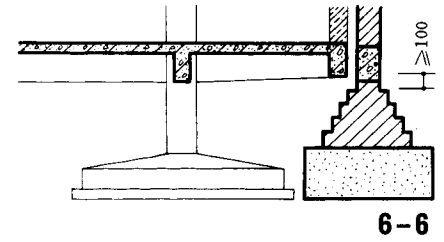
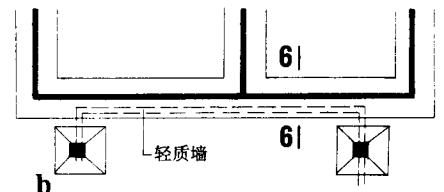
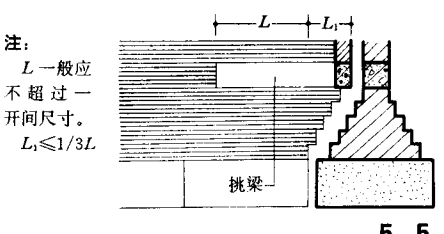
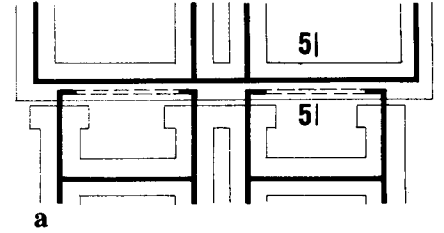
基础特殊构造



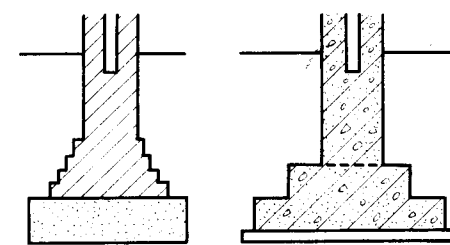
7 刚性踏步形基础与留洞



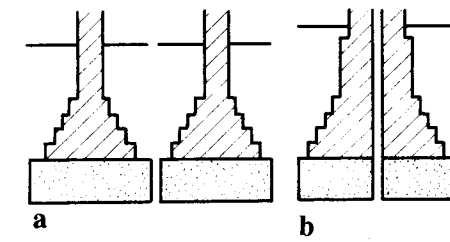
8 交叉式沉降缝



9 悬挑式沉降缝



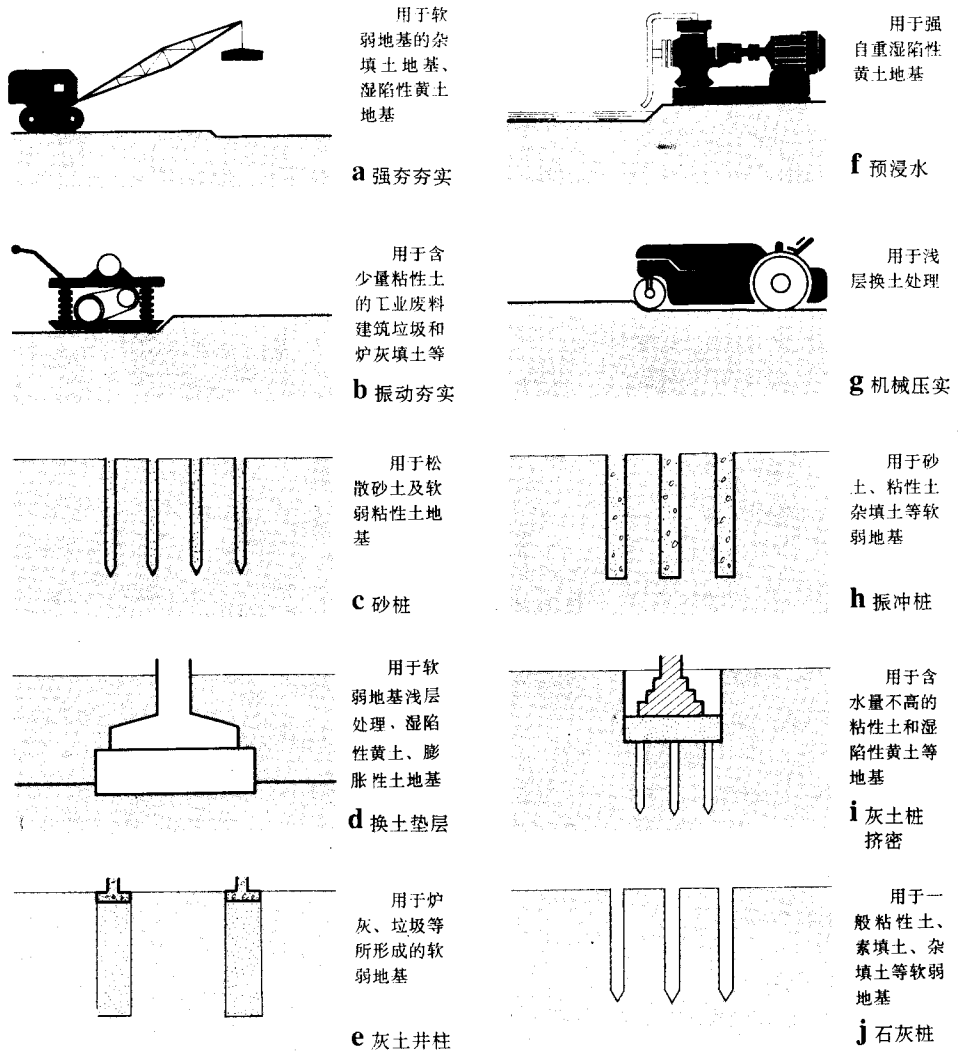
10 温度缝



11 双墙沉降缝

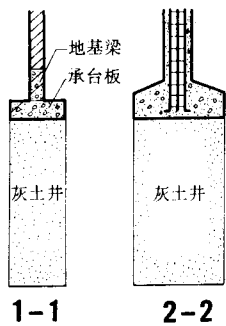
地基处理要点

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,设计时应根据建筑体型、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“氟凝浆液”、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。



I 地基处理类别

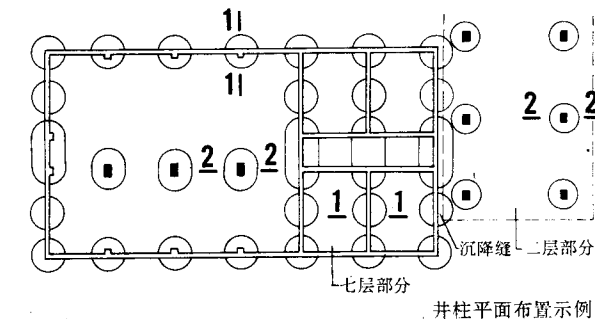
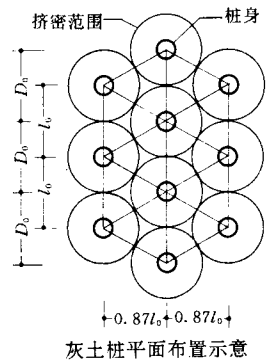
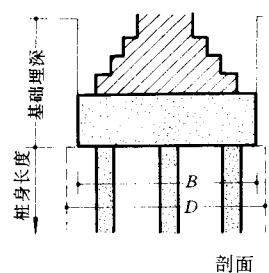
1. 设计前必须掌握场地的水文和地质资料。
2. 井柱应布置于建筑物四角和纵横墙交叉点上。直径 > 1m, 承重墙较长时, 中间可适当增设。
3. 灰土配合比可采用 2:8, 干密度要求达到 1.5g/cm³。
4. 灰土井柱的深度, 一般常用 4~6m, 应支承在原土上。
5. 灰土井柱之底面, 应于地下水位以上。



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。灰土桩的最佳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 , 根据地基土壤性质, 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 $D_0=l_0$ (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 ≥ 30 cm。
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)。



2 灰土井柱 (陕西)

3 灰土桩挤密 (陕西)

冻土地基

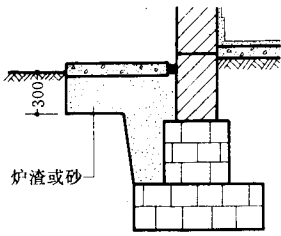
一、在严寒地区，为防止基础冻胀力和冻切力对建筑物的破坏，须选择地势高、地下水位低的场地，上部结构宜选择对冻土变形适应性较好的结构类型，做好场地排水设计。

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

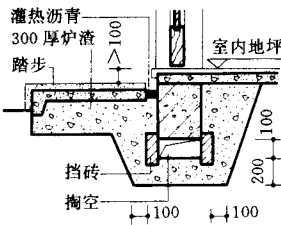
三、下列情况应设变形缝：同一建筑内用不同的基础形式；且采用埋深 > 计算冻深的深基础和 < 计算冻深的浅基础；采暖与非采暖房间。

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。

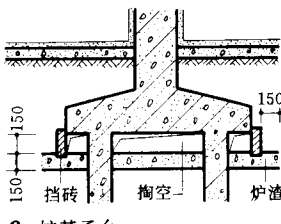
五、采用合理构造如 [1]。



a 条形基础



b 室外踏步



c 桩基承台

[1] 冻土地基

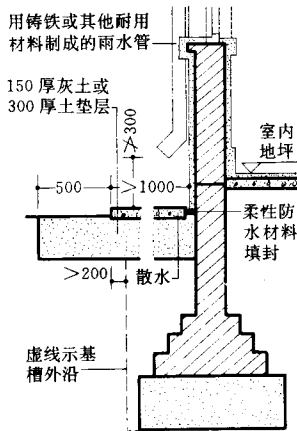
湿陷性黄土地基

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

软弱地基

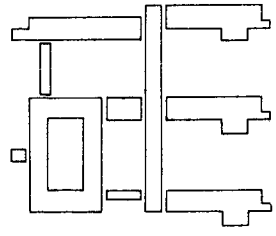
一、建筑体型力求简单。当建筑体型比较复杂时，应根据其平面形状和高度差异及荷载差异，在适当部位用沉降缝将其划分成若干单元，如图 [2] a。

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。

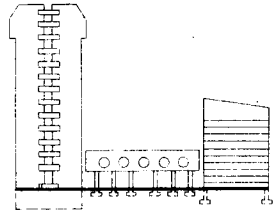
三、建筑物和构筑物的下列部位应设沉降缝：建筑平面的转折部位；高度（或荷载）差异处；过长的砖石承重结构或钢筋混凝土框架结构的适当部位；地基土的压缩性有显著差异处；建筑结构（或基础）类型不同处；分期建造房屋的交界处。缝宽参考数据如下：

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

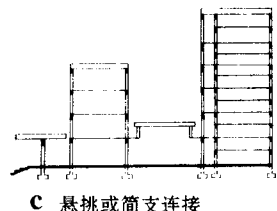
注：①沉降缝两侧层数不同时，缝宽按高者确定；
②上表规定不适用于高层建筑。



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

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。

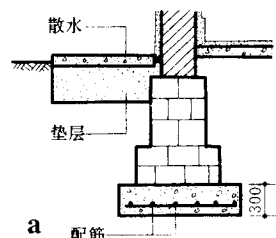
二、基础承载力的计算应取值接近地基容许承载力，以增加上部荷载抵消其一定量的膨胀力。基础应适当深埋，砌置到含水量变化较小的深度内。民用建筑一般宜 > 1.2m，工业建筑柱基宜 > 2m，基础底可加 300 厚混凝土垫层，底部加钢筋。见 [4] a。

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。

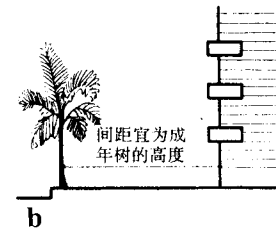
四、砖混建筑物的两端不宜设大开间。横墙基础宜隔段前后贯通。

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

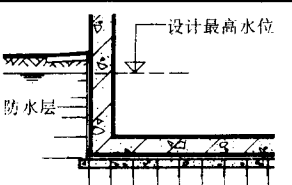
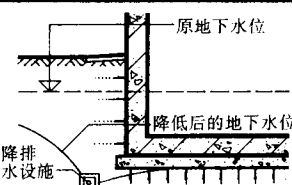
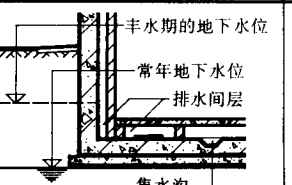
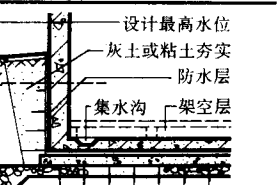
[4] 膨胀土地基

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

- 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。
- 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。
- 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而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。
- 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。
- 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、岩理及缝隙,含水地层及不透水地层的特殊性及其分布情况,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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 抗水压结构重量及其锚固强度应比静水压所造成的压力大10%,以防浮起。
- 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分为四级,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/m ²	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/m ²	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》GBJ 108-87。

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 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ，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侵蚀，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，见[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降。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 $\geq 1.68\text{t}/\text{m}^3$ 。
14. 有地下室建筑均应做标高高于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

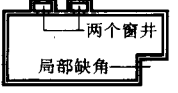
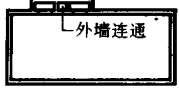
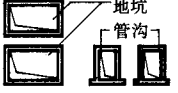

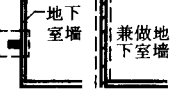
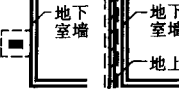
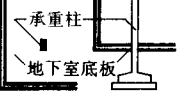
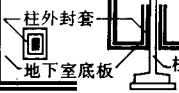
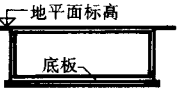
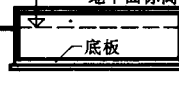
防水工程的设计高度应根据地下水情况和周围土壤情况确定。

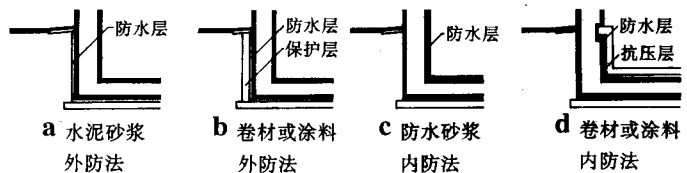
设防高度的确定

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 $> 1\text{m}$ 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 $< 0.001\text{m}$ 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
	有潜水或滞水	防水高度设至地面，[2] d

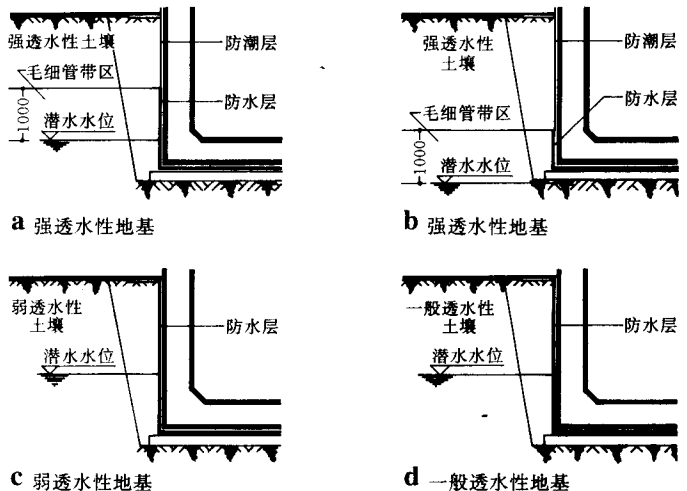
地下室布置原则

表2

设计 要求	不合理的布局	合理的布局
筒	平、剖面外形要求简单、方整，尽量减少凹凸变化 	
井	近而分散的地坑或管沟宜合并 	
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 	
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 	
升	在满足使用要求情况下，尽量提升地下室底板标高 	



[1] 隔水层的防水措施示意



[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进行配制的,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

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	处于侵蚀性时钢筋保护层厚度	≥50mm
	抗压强度		

原材料要求

- 水泥品种
 - 普通防水混凝土使用的水泥,应参照表2规定。
 - 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。
 - 水泥标号不应低于425#。
- 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:
 - 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<15%。
 - 砂宜采用中砂。
- 拌制混凝土所用的水,应采用不含有害物质的洁净水。
- 防水混凝土可掺入外(内)掺剂,详[4]表2。
- 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

- 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。
 - 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。
 - 根据抗渗性、合易性及强度要求确定水灰比,参照表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 |
- 防水混凝土砂率<35%,具体数值可按表5。
 - 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量参照表5选用。

- 根据选用砂率按下式计算砂石混合密度:

$$\gamma_{\text{混}} = \gamma_w P + \gamma_s (1 - P)$$

$\gamma_{\text{混}}$ —砂石混合密度
 P —砂率 γ_s —砂密度
 γ_w —水密度

$$S = Pa$$

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:

$$\text{水泥:砂:石} = C : S : G$$

$$\text{水灰比} = W/C$$

注:石子空隙率 = $(1 - \frac{\text{石子堆积密度}}{\text{石子密度}}) \times 100\%$

- 按下式计算砂石混合用量:

$$a = \gamma_{\text{混}} (1000 - \frac{W}{\gamma_w} - \frac{C}{\gamma_c})$$

a —砂石混合用量(kg/m³)
 W —用水量(kg)
 γ_w —水密度
 C —水泥用量(kg)

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,抗冻耐腐蚀性好	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

普通防水混凝土水灰比

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 = $\frac{H}{h}$

抗渗标号(MPa)	水灰比	
	C20~C30	>C30
S6~S8	0.6	0.53~0.6
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头值,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
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
7	0.1

注:上表宽度系结构计算裂缝最大极限裂缝宽度。

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筑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 ₃	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/m ³ , 一般为 280~300kg/m ³ 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, 不适用于抗压强度>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/m ³ , 一般为 350kg/m ³ 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: <table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1号配方</th> <th>2号配方</th> <th>3号配方</th> </tr> <tr> <th></th> <th>三乙醇胺</th> <th>氯化钠</th> <th>亚硝酸钠</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.05%</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.05%</td> <td>0.5%</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.05%</td> <td>0.5%</td> <td>1%</td> </tr> </tbody> </table> 注:表中数量为水泥重量百分比		1号配方	2号配方	3号配方		三乙醇胺	氯化钠	亚硝酸钠	1	0.05%	—	—	2	0.05%	0.5%	—	3	0.05%	0.5%	1%	>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
	1号配方	2号配方	3号配方																					
	三乙醇胺	氯化钠	亚硝酸钠																					
1	0.05%	—	—																					
2	0.05%	0.5%	—																					
3	0.05%	0.5%	1%																					
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/m ³ 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
多环芳族磺酸钠	NNO	货源少、价格贵 生成气泡大,需高频振荡器排除气泡,以保证混凝土质量	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		
	JN		
	FDN UNF		
糖密	1. 分散作用同木质素磺酸钙 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:

- 引气剂防水混凝土
 - 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。
 - 搅拌过程中,应按规定检验拌合物和易性、含气量,控制在规定的范围内。
 - 宜采用高频振荡器以排除大气泡,保证抗冻性。
 - 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°C 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。
- 减水剂防水混凝土
 - 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。
 - MF 具有减水早强及增强作用,但坍落度损失较快。
- 三乙醇胺防水混凝土
 - 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。
 - 靠近高压电源和大型直流电源不宜用 1 号配方。
- 氯化铁防水混凝土
 - 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。
 - 养护条件:蒸汽养护温度不超过 50°C,自然养护不低于 10°C。

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、掺硫铝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 (N/m ²)	
	快速膨胀型	缓慢膨胀型		3天	38天
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。

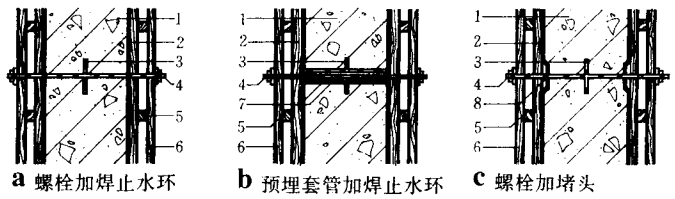
地下室防水 [6] 防水混凝土施工做法

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

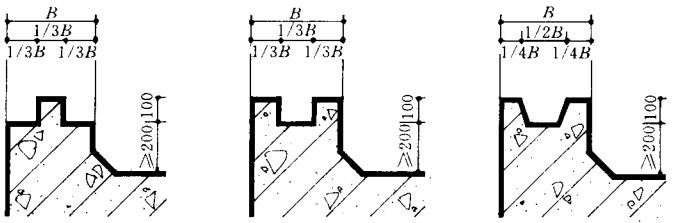
表 1

施工准备	<ol style="list-style-type: none"> 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，并按设计强度等级提高 0.2MPa 2. 做好基坑排水和降低水位，防止地表水流入基坑，并保持地下水在施工底面最低标高以下 300mm
模板	<p>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</p> <p>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</p> <p>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，一般可按图 a、b 处理，螺栓堵头按 c 处理</p>
钢筋	<p>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</p>
搅拌	<p>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%</p> <p>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</p>
浇筑振捣	<p>浇筑前应清除模板内木屑、铅丝、铁钉等物，并以水润湿模板，使钢板表面清洁无浮浆</p> <p>结构内若有密集管群、预埋件或钢筋稠密处，不易使混凝土浇灌密实时，改用相同抗渗标号的细石混凝土进行浇筑</p> <p>混凝土应分层浇筑，每层厚度不宜超过 300~400mm，相邻两层浇筑时间间隔不应超过 2h，夏季尤其应注意</p> <p>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</p>
施工缝	<p>混凝土应连续浇筑，尽量不留或少留施工缝</p> <p>顶板、底板混凝土应连续浇筑，不应留施工缝</p> <p>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墙交接处，一般宜在高出底板上表面 200mm 的墙身上，墙体设有空洞时，施工缝距空洞边缘不宜 < 300mm</p> <p>水平施工缝的接缝形式见图 2</p> <p>拱墙结合的水平施工缝，宜留在起拱缝以下 150~300mm 处，施工缝断面可做成不同型式如图 2。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，其材料灰砂比应与混凝土相同，捣压密实后再继续浇筑混凝土</p>
后浇缝	<p>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] [3]</p> <p>后浇缝混凝土应在其两侧混凝土浇筑完毕，并间隔六星期后再浇筑。</p> <p>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</p>
细部处理	<p>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</p> <p>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</p> <p>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，接槎不准留在转角处</p>



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）

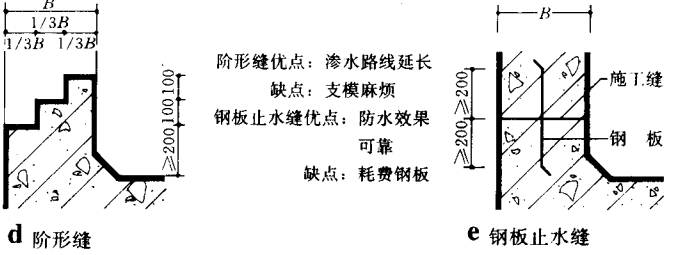
1 模板固定螺栓施工措施



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

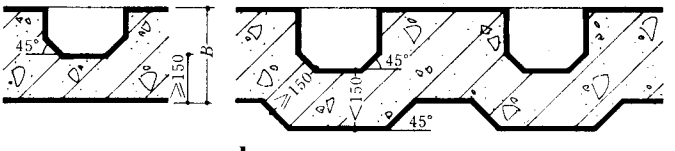
b 凹缝
优点：施工简便，界面结合较好
缺点：清理困难易积杂物
今后不宜推荐

c V形缝
优点：渗水路线延长
缺点：支模麻烦，积水物易清理
今后不宜推荐



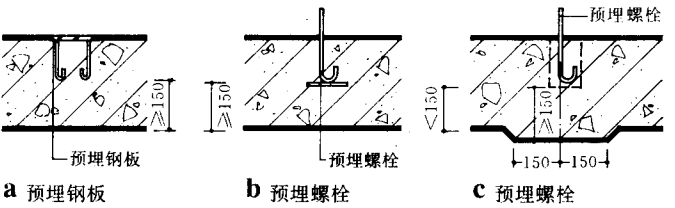
d 阶形缝
阶形缝优点：渗水路线延长
缺点：支模麻烦
钢板止水缝优点：防水效果可靠
缺点：耗费钢板

2 施工缝几种形式



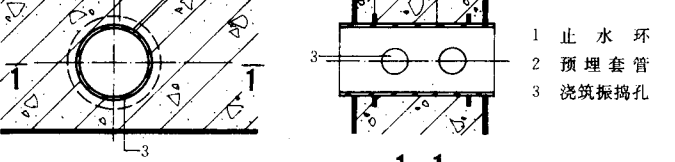
a B-坑槽深度 ≥ 150 时 **b B-坑槽深度 < 150 时**

3 底板坑槽做法



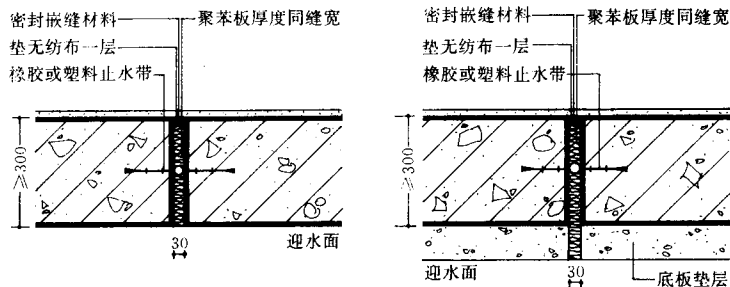
a 预埋钢板 **b 预埋螺栓** **c 预埋螺栓**

4 预埋件做法



1 止水环 **2 预埋套管** **3 浇筑振捣孔**

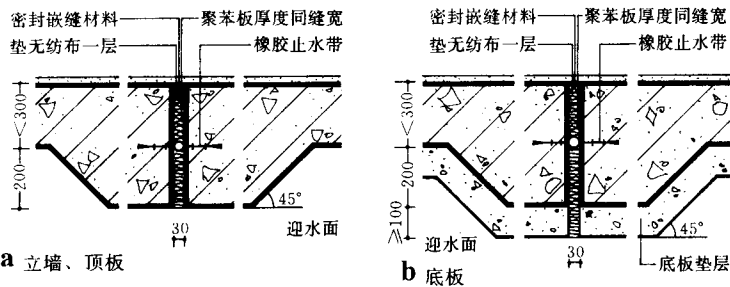
5 浇筑振捣孔做法



a 立墙、顶板

b 底板

1 埋入式橡胶（塑料）止水带变形缝

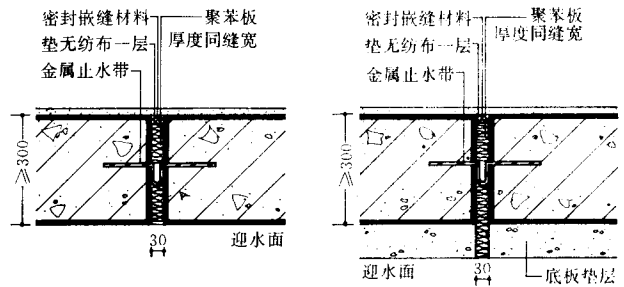


a 立墙、顶板

b 底板

3 结构厚度 < 300 的变形缝

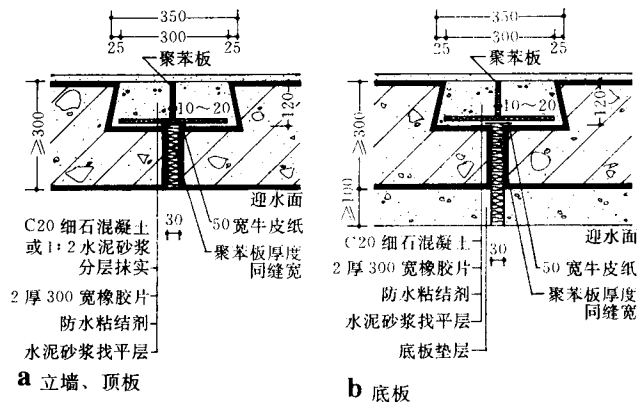
注：止水带按材料分有橡胶止水带、橡胶遇水膨胀止水带、塑料止水带、金属止水带。由设计人根据工程性质需要选定。沉降缝、抗震缝做法同变形缝。



a 立墙、顶板

b 底板

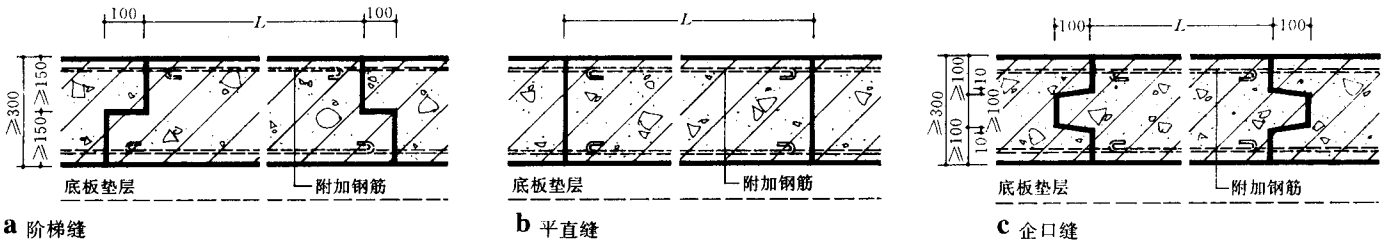
2 埋入式金属止水带变形缝



a 立墙、顶板

b 底板

4 粘贴式变形缝

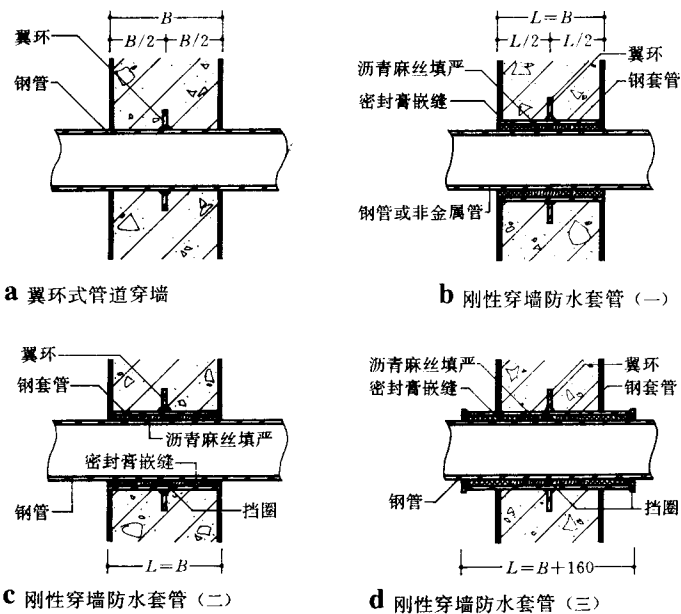


a 阶梯缝

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)

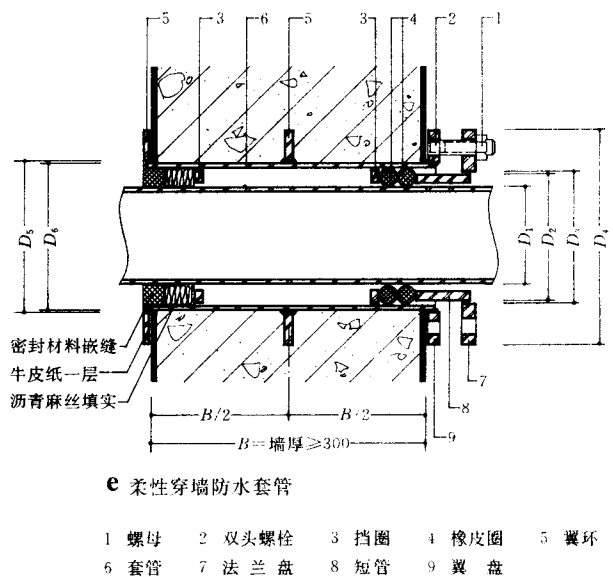


a 翼环式管道穿墙

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 橡胶圈 5 翼环
- 6 套管 7 法兰盘 8 短管 9 翼环

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

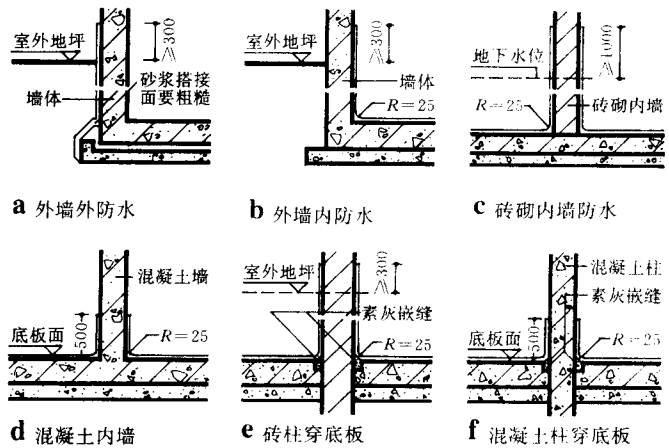
6 穿墙管防水做法 (B 为墙厚, L 为套管长度)

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 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 以及遭受反复冻融的砖砌体工程。

设防高度的确定



多层抹面做法 (无外掺剂)

表 1

灰浆配合比和拌制要求	<p>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 0.4~0.45。 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$^{\circ}\text{C}$ 时不超过 60 分钟 当气温为 20~35$^{\circ}\text{C}$ 时不超过 45 分钟 矿渣硅酸盐水泥：当气温为 5~20$^{\circ}\text{C}$ 时不超过 90 分钟 火山灰 当气温为 20~35$^{\circ}\text{C}$ 时不超过 50 分钟</p>
混凝土墙及顶面的四层或五层防水层基本做法	<p>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 (但不透过)。在砂浆初凝前后，用扫帚顺墙向同一方向扫成横纹，不得往返扫 第三层：2mm 厚素灰层，一般与第二层隔 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</p>
混凝土地面做法	<p>层次方法与混凝土墙及顶面做法相同，唯第一、三两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</p>
施工缝	<p>防水层的施工缝须留斜坡阶梯形茬，茬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$>200\text{mm}$，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</p>
转角留茬示意图	<p>a 防水层施工缝留茬示意图 b 防水层施工缝接茬示意图</p> <p>c 转角留茬示意图</p>

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 $>0.1\text{mm}$ 。
- (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。

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。

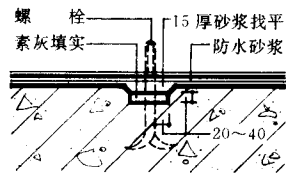
几种常见掺防水剂的防水砂浆

氯化铝	<p>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</p>
金属盐类	<p>系利用制盐厂的废硫酸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)FeCl₂+FeCl₃含量≥400克/升。(3)FeCl₂:FeCl₃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%</p> <p>拌合要求配比必须准确,氯化铁溶液必须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,含砂量≥40%</p>
金属皂类	<p>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</p>
膨胀剂	<p>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合物,即钙矾石,使水泥砂浆产生适度的体积膨胀和一定的自应力,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</p> <p>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。)</p> <p>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℃高温环境,施工温度5~35℃为宜</p>
防水宝1号	<p>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、防腐耐碱、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接力,新旧工程均可使用</p> <p>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,放入特制搅拌机中均匀搅拌稍静置,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</p>
防水宝1号	<p>系固体粉末状无机防水材料,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、终凝时间接近(不超过1小时),干固快,强度高,抗渗性好,粘接力强,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</p> <p>涂刷时要做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</p> <p>不宜在烈日下、负温下以及雨天施工</p>

确保时防水剂	<p>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</p> <p>施工方法有刮压法、涂刷法,配分别为粉料: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℃时不得施工,用于地面时要做保护层</p>
阳离子氯丁胶乳	<p>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,粘接力强,特别在金属管穿过处做防水层,密封性甚好。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℃~35℃之间为宜</p> <p>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搅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</p>
有机硅防水剂	<p>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</p> <p>施工分喷涂砂浆、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</p>
无机铝盐防水剂	<p>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、耐碱、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</p> <p>在使用时必须将砂浆搅拌均匀后再掺入,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</p>
硅粉	<p>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1/3。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隙级配和孔隙率</p> <p>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</p> <p>(掺减水剂增加水泥砂浆的和易性,并提高抗渗性)</p>

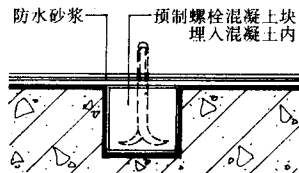
掺不同防水剂的防水砂浆性能比较

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 (20°C)	1.31~1.36	3~5	0.5~0.55	水泥:砂:防水剂:水 =8:3:1:6(体积比)	水泥:水:防水剂 =8:6:1(体积比)	0.77	24.8	
氯化铁	>1.4	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 =1:0.55:0.03~0.05	>1.5	>21.6	
可溶性金属皂类 避水浆	1.04(20°C)	1.5~5	涂刷1:0.7 刮压1:0.5	水泥:砂=1:2(体积比)		4.3	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1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	15	
防水宝2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 =1:2:0.55~0.6	水泥:水:防水剂= 1:0.35~0.45:0.25~0.50	>1.5	34.3~40.5	置阴凉处5~20°C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°C)	20		水泥:砂:水:防水剂 =1:2.5:0.35:0.1~0.15	水泥:水:防水剂 =1:0.15:0.1~0.15	不透水性比不掺防水剂提高率≥25%	比不掺防水剂提高率≥13%	



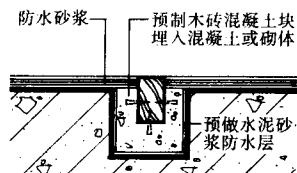
a 预埋螺栓嵌槽

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)。



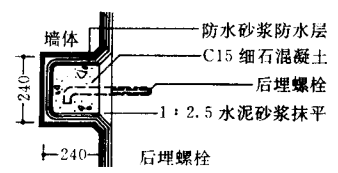
b 预埋螺栓混凝土块

注:
①细石混凝土上标号应≥C20。
②预制块表面抹防水砂浆后刷毛。

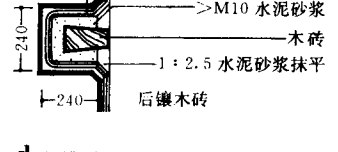


c 预埋木砖混凝土块

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。

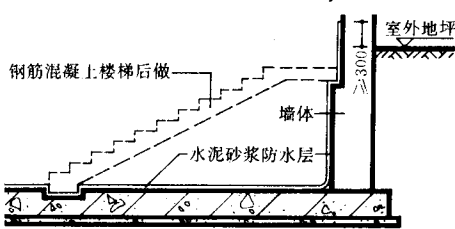


d 留槽后镶法

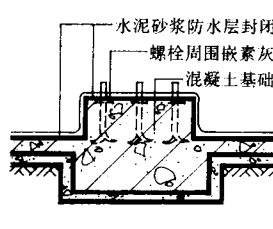


d 留槽后镶法

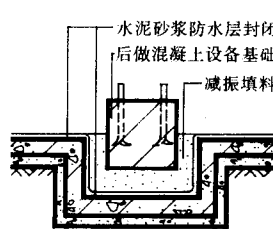
1 内防水层上的螺栓、木砖固定



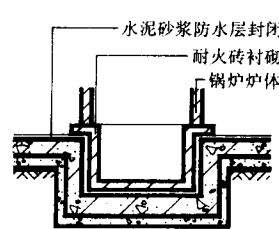
a 楼梯下防水层处理



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涂抹组成,通常需抹一道防水净浆,两道防水砂浆。

防水净浆配制方法:

- 按配合比将水泥、水、防水剂称量准确;
- 先将防水剂放入容器中,缓慢加水并搅拌均匀;
- 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):

- 按配合比将水泥、砂、水、防水剂称量准确。
- 将称量好的防水剂加入定量的拌合用水中搅拌均匀备用。
- 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 $>40^{\circ}\text{C}$ 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/m^2)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 $\times 10^4$ 15		9.80 $\times 10^4$ 30		1.47 $\times 10^5$ 30	
吸水性(%)不大于	1.0	3.0	1.0	3.0	1.5	3.0
耐 热 度	在85 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度受热2h,涂盖层应无滑动和集中性气泡					
拉力(N)在25 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 纵向不小于	245		343		441	
柔度在18 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时	绕 $\phi 20\text{mm}$ 圆棒,无裂纹				绕 $\phi 25\text{mm}$ 圆棒无裂纹	

注：①适用范围：200号油毡适用于简易屋面防水、建筑防潮及包装等，不宜用于地下室防水工程。
②350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/m^2)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 $\times 10^4$ 30		9.80 $\times 10^4$ 45		1.47 $\times 10^5$ 45	
吸水性(%)不大于	1.0	3.0	1.0	3.0	1.5	3.0
耐 热 度	在95 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度受热2h,涂盖层应无滑动和集中性气泡					
拉力(N)在25 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 纵向不小于	342		441		539	
柔度在14 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时	绕 $\phi 20\text{mm}$ 圆棒无裂纹				绕 $\phi 25\text{mm}$ 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	0.01~0.03	3	防有压水
3~6	0.05~0.1	4	防有压水
6~12	0.1~0.2	5	防有压水
>12	0.2~0.5	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 $>0.01\text{MPa}$ 时才有防水能力， $>0.5\text{MPa}$ 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，再涂敷隔离材料所制成的一种以无机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，耐腐蚀性较强，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4

项 目	性 能 指 标
单位面积浸油总重量(g/m^2)不少于	500
玻璃纤维布重量(g/m^2)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 $\times 10^4$ 15
吸水率(%)不大于	0.1
耐 热 度	在85 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度下受热2h,涂盖层无滑动和集中性气泡
拉力(N)在18 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时,纵向不小于	529
柔度在0 $^{\circ}\text{C}$ 时	绕 $\phi 20\text{mm}$ 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 $^{\circ}\text{C}$ ，软化点最低不应低于40 $^{\circ}\text{C}$ 。
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，一般是以保护端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，空鼓只允许平缓变化，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 $^{\circ}\text{C}$ ，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。