

## 第2章 基础与地下室

02



### 【学习目标】

- 掌握地基、基础、埋置深度的基本概念。
- 掌握基础的分类。
- 掌握基础的构造。
- 掌握地下室防潮及防水构造。



### 【核心概念】

地基、基础、埋置深度、地下室。



### 【引子】

中国在建筑物的基础建造方面有悠久的历史。从陕西半坡村新石器时代的遗址中发掘出的木柱下已有掺陶片的夯土基础；陕县庙底沟的屋柱下也有用扁平的砾石做的基础；洛阳王湾墙基的沟槽内则填红烧土碎块或铺一层平整的大块砾石。到战国时期，已有块石基础。到北宋元丰年间，基础类型已发展到木桩基础、木筏基础及复杂地基上的桥梁基础、堤坝基础，使基础类型日臻完善。

## 2.1 地基与基础概述

### 2.1.1 地基与基础的概念

地基是基础底面以下,受到荷载作用范围内的部分岩、土体。也就是说,地基不是建筑物的组成部分。地基承受建筑物荷载而产生的应力和应变随着土层深度的增加而减小,在达到一定深度后便可忽略不计。直接承受建筑物荷载而需要进行压力计算的土层为持力层,持力层以下的土层为下卧层,如图 2-1 所示。

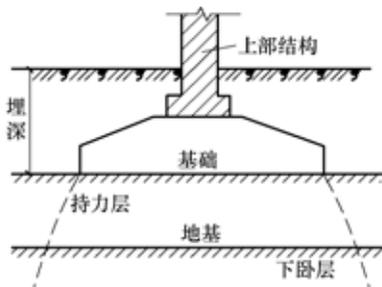


图 2-1 地基与基础的构造

建筑物最下面的部分,与土层直接接触的部分称为基础。也就是说,基础是建筑物的组成部分。它承受建筑物上部结构传下来的全部荷载,并把这些荷载连同自重一起传到地基上。

基础承受建筑物的全部荷载,并将荷载传给下面的地基,因此要求地基具有足够的承载能力。每平方米地基所能承受的最大垂直压力称为地基承载力。在进行结构设计时,必须计算基础下面的地基承载能力,只有基础底面受到的平均压力不超过地基承载力才能确保建筑物安全稳定。以  $f$  表示地基容许承载力,  $N$  代表上部结构传至基础的总荷载,  $G$  代表基础自重和基础上的土重,  $A$  代表基础的底面积,则  $f \geq N+G/A$ 。



#### 知识拓展

区分地基与基础的不同:基础是建筑物的组成部分,而地基是承受建筑物的土层,不是建筑物的组成部分。

### 2.1.2 地基的分类

按土层性质不同,地基可分为天然地基和人工地基。

天然地基是指在天然状态下即可满足承载力要求,不需人工处理,可直接在上面建造房屋的地基,如岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土等,一般均可作为天然地基。

人工地基是指经人工处理的地基。人工地基的常见处理方法有换土垫层法、预压法、强夯法、振冲法、混凝土搅拌法、水泥粉煤灰碎石桩法、砂石桩法、化学加固法等,常用的有压实法、换土垫层法以及打桩法。压实法是指利用人工方法挤压土壤,排走土中的空气,从而提高地基的强度,降低其透水性和压缩性,如重锤夯实法、机械碾压法等。换土垫层法是指将地基中的软弱土全部或部分挖除,换以承载力高的好土,如采用砂石、灰土、工业废渣等强度较高的材料置换软弱土层。打桩法是指将钢筋混凝土桩与桩间土一起组成复合地基,或钢筋混凝土桩穿过软弱土层直接支撑在坚硬的岩层上。



## 知识拓展

### 地基处理方法及应用范围

#### 1. 换土垫层法

(1) 垫层法:其基本原理是挖除浅层软弱土或不良土,分层碾压或夯实土,按回填料的材料可分为砂(或砂石)垫层、碎石垫层、粉煤灰垫层、干渣垫层、土(灰土、二灰)垫层等。干渣分为分级干渣、混合干渣和原状干渣,粉煤灰分为湿排灰和调湿灰。换土垫层法可提高持力层的承载力,减少沉降量;常用机械碾压、平板振动和重锤夯实进行施工。该法常用于基坑面积宽大和开挖土方量较大的回填土方工程,一般适用于处理浅层软弱土层(淤泥质土、松散素填土、杂填土、滨填土以及已完成自重固结的冲填土等)与低洼区域的填筑。一般处理深度为2~3m。其适用于处理浅层非饱和软弱土层、素填土和杂填土等。

(2) 强夯挤淤法:采用边强夯边填碎石边挤淤的方法,在地基中形成碎石墩体。可提高地基承载力和减小变形。其适用于厚度较小的淤泥和淤泥质土地基,需要通过现场试验才能确定其适应性。

#### 2. 振密、挤密法

振密、挤密法的原理是采用一定的手段,通过振动、挤压使地基土体孔隙比减小,强度提高,达到地基处理的目的。软土地基中常用强夯法。

强夯法:利用强大的夯击能,迫使深层土液化和动力固结,使土体密实,用以提高地基土的强度并降低其压缩性。

#### 3. 排水固结法

其基本原理是软土地基在附加荷载的作用下,逐渐排出孔隙水,使孔隙比减小,产生固结变形。在这个过程中,随着土体超静孔隙水压力的逐渐消散,土的有效应力增加,地基抗剪强度相应增加,并使沉降提前完成或提高沉降速率。

排水固结法主要由排水和加压两个系统组成。排水可以利用天然土层本身的透水性,尤其是上海地区多夹砂薄层的特点,也可设置砂井、袋装砂井和塑料排水板之类的竖向排水体。加压主要包括地面堆载法、真空预压法和井点降水法。为加固软弱的黏土,在一定条件下,采用电渗排水井点也是合理而有效的。



(1) 堆载预压法: 在建造建筑物以前, 通过临时堆填土石等方法对地基加载预压, 达到预先完成部分或大部分地基沉降, 并通过地基土固结提高地基承载力, 然后撤除荷载, 再建造建筑物。

临时的预压堆载一般等于建筑物的荷载, 但为了减少由于次固结而产生的沉降, 预压荷载也可大于建筑物荷载, 称为超载预压。为了加速堆载预压地基固结速度, 常可与砂井法或塑料排水带法等同时应用。如黏土层较薄, 透水性较好, 也可单独采用堆载预压法。其一般适用于软黏土地基。

(2) 砂井法(包括袋装砂井、塑料排水带等): 在软黏土地基中, 设置一系列砂井, 在砂井之上铺设砂垫层或砂沟, 人为地增加土层固结排水通道, 缩短排水距离, 从而加速固结, 并加速强度增长。砂井法通常辅以堆载预压, 称为砂井堆载预压法。其适用于透水性低的软弱黏性土, 但对于泥炭土等有机质沉积物不适合用。

(3) 真空预压法: 在黏土层上铺设砂垫层, 然后用薄膜密封砂垫层, 用真空泵对砂垫层及砂井抽气, 使地下水位降低, 同时在大气压力作用下加速地基固结。其适用于能在加固区形成(包括采取措施后形成)稳定负压边界条件的软土地基。

(4) 降低地下水位法: 通过降低地下水位使土体中的孔隙水压力减小, 从而增大有效应力, 促进地基固结。其适用于地下水位接近地面而开挖深度不大的工程, 特别适用于饱和粉、细砂地基。

(5) 电渗排水法: 在土中插入金属电极并通以直流电, 由于直流电场的作用, 土中的水从阳极流向阴极, 然后将水从阴极排除, 而不让水在阳极附近补充, 借助电渗作用可逐渐排除土中水。在工程上常利用它降低黏性土中的含水量或降低地下水位来提高地基承载力或边坡的稳定性。其适用于饱和软黏土地基。

### 2.1.3 地基的设计要求

#### 1. 承载力要求

地基的承载力应足以承受基础传来的压力, 所以建筑物尽量选择承载力较高的地段。

#### 2. 变形要求

地基的沉降量和沉降差需保证在允许的沉降范围内。建筑物的荷载通过基础传给地基, 地基因此产生变形, 出现沉降。若沉降量过大, 会造成整个建筑物下沉过多, 影响建筑物的正常使用; 若沉降不均匀, 沉降差过大, 会引起墙体开裂、倾斜甚至破坏。

#### 3. 稳定性要求

稳定性要求即要求地基有防止产生滑坡、倾斜的能力。

## 2.1.4 基础的设计要求

### 1. 强度、稳定性和均匀沉降要求

基础是建筑物的重要构件，它承受着建筑物上部结构的全部荷载，是建筑物安全的重要保证。因此，基础必须具有足够的强度，才能保证将建筑物的荷载可靠地传给地基；要具有良好的稳定性，以保证建筑物均匀沉降，限制地基变形在允许范围内。

### 2. 耐久性要求

基础是埋在地下的隐蔽工程，在土中受潮而且建成后检查、维修、加固困难，所以在选择基础的材料与构造形式时应该考虑其耐久性，使其与上部结构的使用年限相适应。

### 3. 经济要求

基础工程占工程总造价的 10% ~ 40%，基础的设计要在坚固耐久、技术合理的前提下，尽量选用地方材料以及合理的结构形式，以降低整个工程的造价。

## 2.2 基础的类型与构造

### 2.2.1 基础埋深

#### 1. 基础埋深的概念

室外设计地坪到基础底面的垂直深度为基础埋置深度，简称基础埋深。室外地坪分为自然地坪和设计地坪。自然地坪是指施工地段的原有地坪，设计地坪是指按设计要求工程竣工后室外地段经垫起或开挖后的地坪。

基础按其埋深的不同可分为浅基础和深基础。一般情况下，基础埋深不超过 5m 时称为浅基础，超过 5m 时称为深基础。

单从经济方面看，基础埋深越小，工程造价越低，但如果基础没有足够的土层包围，基础底面的土层受到压力后会把基础四周的土挤出，基础将产生滑移而失去稳定，同时基础埋置过浅，易受到外界的影响而损坏，所以基础的埋置深度一般不应小于 0.5m，如图 2-2 所示。



录音素材/2.2.1 基础的埋置深度 .mp3

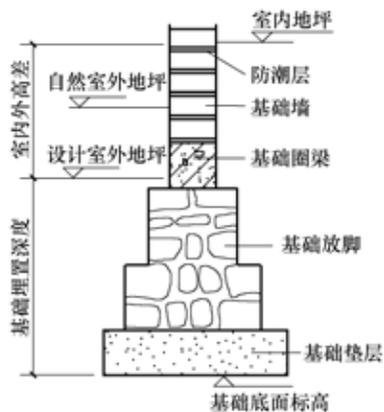


图 2-2 基础埋置深度

## 2. 基础埋深的影响因素

(1) 建筑物的使用性质：应根据建筑物的大小、特点、刚度与地基的特性区别对待，高层建筑筏形和箱形基础的埋置深度应满足地基承载力、变形和稳定性要求。在抗震设防区，除岩石地基外，天然地基上的箱形和筏形基础其埋置深度不宜小于建筑物高度的  $1/15$ ；桩箱或桩筏基础的埋置深度（不计桩长）不宜小于建筑物高度的  $1/18$ 。位于岩石地基上的高层建筑，其基础埋深应满足抗滑稳定性要求。

(2) 地基土质条件：地基土质的好坏直接影响基础的埋深。土质好、承载力高的土层，基础可以浅埋，相反则深埋。如果地基土层均匀，为承载力较好的坚实土层，则应尽量浅埋，但应大于  $0.5\text{m}$ ，如图 2-3 所示；如果地基土层不均匀，既有承载力较好的坚实土层，又有承载力较差的软弱土层，且坚实土层离地面近（距地面小于  $2\text{m}$ ），土方开挖量不大，可挖除软弱土层，将基础埋置在坚实土层上；若坚实土层很深（距地面大于  $5\text{m}$ ），可作地基加固处理；当地基土由坚实土层和软弱土层交替组成，建筑总荷载又较大时，可用桩基础，具体深度应作技术性比较后确定。

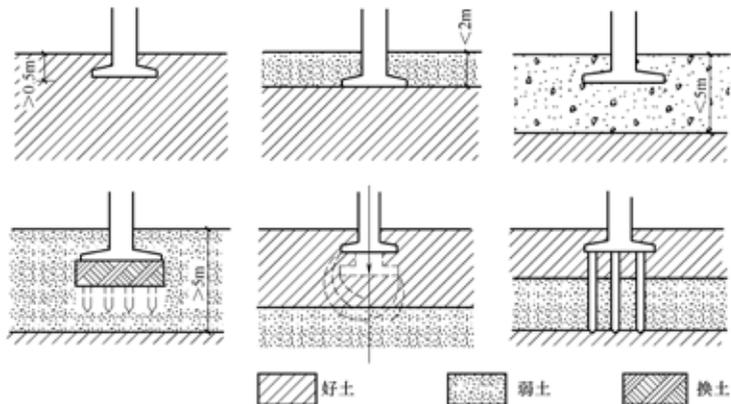


图 2-3 地基土层对基础埋深的影响

(3) 地下水的影响：地基土含水量的大小对承载力影响很大，所以地下水位高低直接影响地基承载力。例如，黏性土遇水后，因含水量增加，体积膨胀，使土的承载力下降。含有侵蚀性物质的地下水，对基础将产生腐蚀。因此，房屋的基础应争取埋置在地下水位以上。

当地下水位较高，基础不能埋置在地下水位以上时，应将基础底面埋置在最低地下水位 200mm 以下，不应使基础底面处于地下水位变化的范围之内。

(4) 土的冻结深度的影响：土的冻结深度主要是由当地的气候决定的。由于各地区的气温不同，冻结深度也不同。严寒地区冻结深度很大，如哈尔滨可达 2 ~ 2.2m，温暖和炎热地区冻结深度则很小，甚至不冻结，如上海仅为 0.12 ~ 0.2m。

地面以下冻结土和非冻结土的分界线称为冰冻线，冰冻线的深度为冰冻深度。土的冻结是由土中水分冻结造成的，水分冻结成冰体积膨胀。当房屋的地基为冻胀性土时，由于冻结体积膨胀产生的冻胀力会将基础向上拱起，解冻后冻胀力消失，房屋又将下沉，冻结和融化是不均匀的。房屋各部分受力不均匀会产生变形和破坏，因此建筑物基础应埋置在冰冻线以下 200mm 处，如图 2-4 所示。

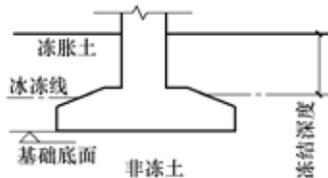


图 2-4 冻结深度对基础埋深的影响

(5) 相邻建筑物基础埋深的影响：在原有建筑物附近建造房屋时，应考虑新建房屋荷载对原有建筑物基础的影响。一般情况下，新建建筑物基础埋深不宜大于相邻原有建筑物基础的埋深。当新建建筑物基础的埋深必须大于原有房屋时，基础间的净距应根据荷载大小和性质等确定，一般为  $L=(1\sim 2)H$ ，如图 2-5 所示。

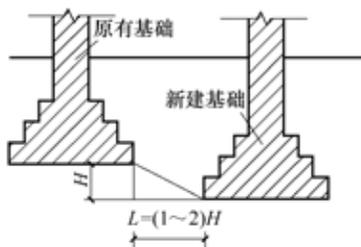


图 2-5 相邻基础埋深的影响



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 地下水位对基础埋深的影响.mp4



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 冰冻深度对基础埋深的影响.mp4

## 2.2.2 基础的类型



按所用材料及受力特点分类砖基础.ppt

建筑物的基础可按不同的方法进行分类。

## 1. 按所用材料及受力特点分类

建筑物的基础按所用材料及受力特点可分为刚性基础(砖基础、毛石基础、灰土及三合土基础、混凝土及毛石混凝土基础)、柔性基础(钢筋混凝土基础)等。

## 1) 刚性基础

刚性基础是指由砖、毛石、素混凝土、灰土等刚性材料制作的基础。这种基础抗压强度高,而抗拉、抗剪强度低。

(1) 砖基础:常砌成台阶形,一般是二皮一收砌筑或二一间隔砌筑,如图2-6所示。

(2) 毛石基础:常砌成阶梯形,每阶伸出的长度不宜大于200mm,毛石基础台阶的高度和基础墙的宽不宜小于400mm,如图2-7所示。



4D微课素材/基础与地下室/基础的类型-砖基础.mp4



4D微课素材/基础与地下室/基础的类型-毛石基础.mp4



4D微课素材/基础与地下室/基础的类型-灰土基础.mp4

(3) 灰土及三合土基础:用于地下水位较低、冻结深度较浅的南方4层以下民用建筑。灰土基础是经过消解的石灰和黏土按一定比例加适量的水拌和夯实而成,其配合比为3:7或2:8。有些地区用三合土代替灰土,是用石灰、砂、骨料(碎砖、碎石或矿渣)拌和而成,其配合比是石灰:砂:骨料=1:2:4或1:3:6,如图2-8所示。

(4) 混凝土及毛石混凝土基础:常用于地下水位以下的基础。其断面可做成矩形、阶梯形和锥形。当基础厚度小于350mm时多做成矩形;大于350mm时多做成阶梯形,每阶300~400mm;当大于3阶时常用锥形。在混凝土中加入毛石称为毛石混凝土,所用毛石尺寸不大于基础宽度的1/3,粒径不超过300mm,加入的石块占基础体积的20%~30%,如图2-9所示。

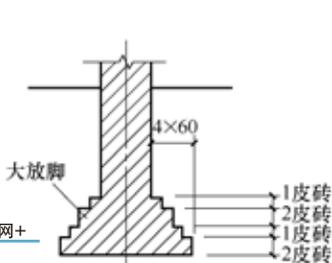


图 2-6 砖基础/mm

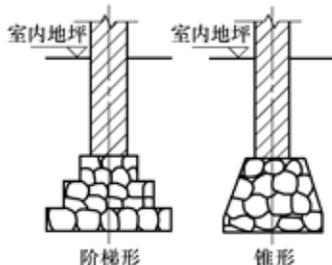


图 2-7 毛石基础

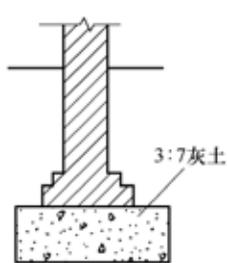


图 2-8 灰土基础

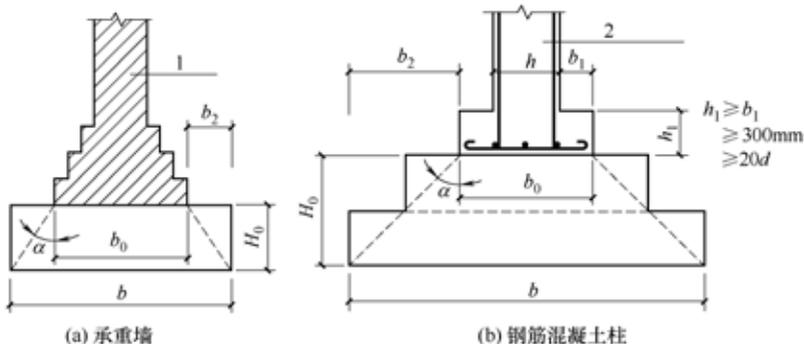


图 2-9 混凝土基础

从受力和传力角度考虑，由于土壤单位面积的承载能力小，只有将基础底面积不断扩大，才能适应地基受力的要求。上部结构（墙或柱）在基础上传递压力是沿一定角度分布的，这个传力角度称为压力分布角或称为刚性角，以  $\alpha$  表示，如图 2-10 所示。由于刚性材料抗压能力强，抗拉能力差，因此压力分布角只能在材料的抗压范围内控制。如果基础底面宽度超过控制范围，则由  $b_0$  增加到  $b$  致使刚性角扩大，这时，基础会因受拉而破坏。所以刚性基础底面宽度的增大要受到刚性角的限制。为设计、施工方便，将刚性角换算成  $\alpha$  的正切值  $b/h$ ，即宽高比。表 2-1 是各种材料基础的宽高比  $b/h$  的允许值，如砖基础的大放脚宽高比小于或等于 1 : 1.5。

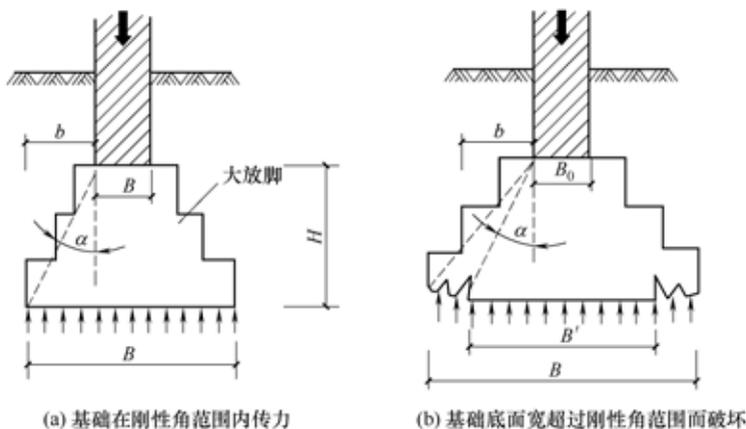


图 2-10 刚性基础的受力、传力特点

表 2-1 无筋扩展基础台阶宽高比的允许值

基础材料	质量要求	台阶宽高比的允许值		
		$P_k \leq 100\text{kPa}$	$100\text{kPa} < P_k \leq 200\text{kPa}$	$200\text{kPa} < P_k \leq 300\text{kPa}$
混凝土基础	C15 混凝土	1 : 1.00	1 : 1.00	1 : 1.25
毛石混凝土基础	C15 混凝土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.50

续表

基础材料	质量要求	台阶宽高比的允许值		
		$P_k \leq 100\text{kPa}$	$100\text{kPa} < P_k \leq 200\text{kPa}$	$200\text{kPa} < P_k \leq 300\text{kPa}$
砖基础	砖不低于 MU10, 砂浆不低于 M5	1 : 1.50	1 : 1.50	1 : 1.50
毛石基础	砂浆不低于 M5	1 : 1.25	1 : 1.50	—
灰土基础	体积比为 3 : 7 或 2 : 8 的灰土, 其最小干密度为: 粉土, $1550\text{kg}/\text{m}^3$ ; 粉质黏土, $1500\text{kg}/\text{m}^3$ ; 黏土, $1450\text{kg}/\text{m}^3$	1 : 1.25	1 : 1.50	—
三合土基础	体积比 1 : 2 : 4 ~ 1 : 3 : 6 (石灰:砂:骨料), 每层约虚铺 220mm, 夯至 150mm	1 : 1.50	1 : 2.00	—

## 2) 柔性基础

当建筑物的荷载较大, 而地基承载能力较小时, 为增加基础底面  $b_0$ , 势必导致基础深度也要加大。这样, 既增加了挖土工作量, 还使材料用量增加。如果在混凝土基础的底部配以钢筋, 利用钢筋来承受拉力, 使基础底部能够承受较大弯矩, 这时, 基础宽度的加大不受刚性角的限制, 故也称钢筋混凝土基础为柔性基础。在同样的条件下, 采用钢筋混凝土, 与混凝土基础相比可节省大量的混凝土材料和挖土工作量。钢筋混凝土基础用于上部荷载大、地下水位较高的大中型工业建筑 and 多层民用建筑。

当建筑物荷载很大或地基承载能力较差时, 如果用无筋混凝土基础, 底面很宽, 受刚性角所限, 材料用量很不经济。如果用钢筋混凝土基础, 由钢筋承受较大的弯矩, 不受刚性角限制, 可以做得宽而薄, 节约材料, 如图 2-11 所示。

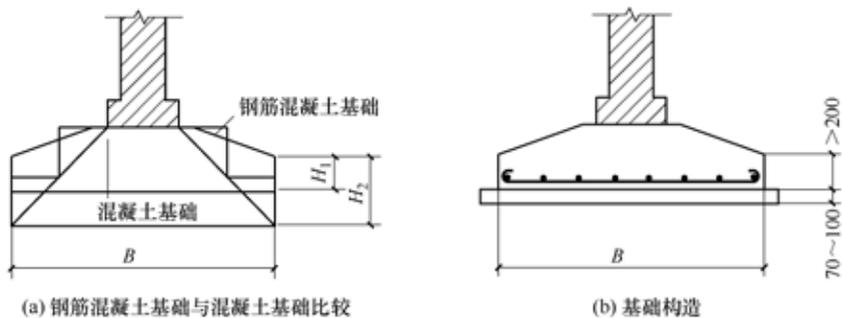


图 2-11 钢筋混凝土基础 /mm



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 独立基础 .mp4

## 2. 按基础构造形式分类

建筑物的基础按基础构造形式可分为独立基础、条形基础、筏形基础、桩基础、岩石锚杆基础。

### 1) 独立基础

当建筑物上部采用框架结构或单层排架结构承重, 且柱距较

大时,基础常采用独立的块状形式,这种基础称为独立基础。独立基础是柱下基础的基本形式,常用的断面形式有阶梯形、锥形、杯形等,其材料常用钢筋混凝土、素混凝土等。当柱为预制时则基础做成杯口形,然后将柱子插入,并嵌固在杯口内,故称为杯口基础,如图 2-12 所示。



按基础构造形式分类条形基础 .ppt



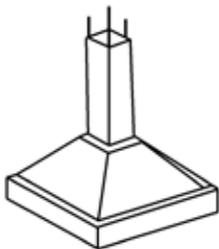
独立基础 .ppt



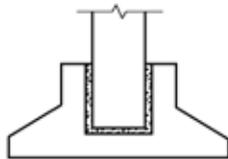
互联网+



(a) 阶梯形



(b) 锥形



(c) 杯形

图 2-12 独立基础

## 2) 条形基础

当建筑物由墙承重时,基础沿墙设置成条形,这样的基础称为条形基础。条形基础呈连续的带状,故也称为带形基础。条形基础一般用于墙下,也可用于柱下,其构造形式如图 2-13 所示。当房屋为骨架承重结构或内骨架承重结构时,在荷载较大且地基为软土时,常采用钢筋混凝土条形基础将各柱下的基础连接在一起,使整个房屋的基础具有良好的整体性。柱下条形基础可以有效地防止不均匀沉降。



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 井格式基础 .mp4



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 条形基础 .mp4



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 筏形基础 .mp4

## 3) 筏形基础

建筑物的基础由整片的钢筋混凝土板组成,板直接作用于地基上称为筏形基础。

当上部结构荷载较大,地基承载力较低,柱下交叉条形基础或墙下条形基础的底面积占建筑物平面面积较大比例时,可采用筏形基础。筏形基础具有减少基底压力,提高地基承载力和调整地基不均匀沉降的能力,按结构形式可分为板式结构和梁板式结构两类。板式结构其基础板厚度较大,构造简单;梁板式结构其基础板厚度较小,但增加了双向梁,构造复杂,如图 2-14 所示。



筏型基础、箱型基础、桩基础 .ppt

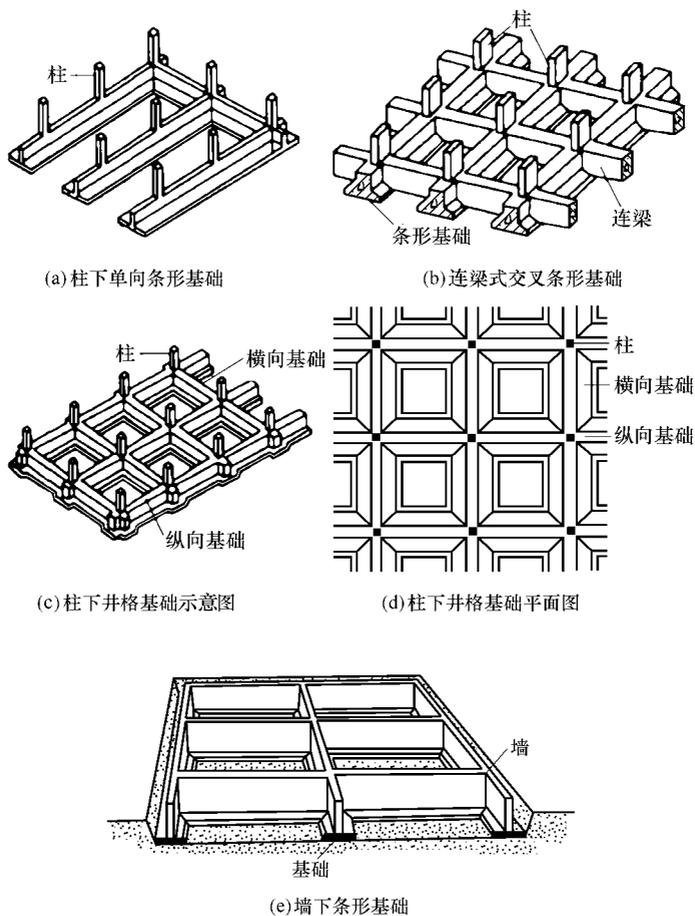


图 2-13 条形基础

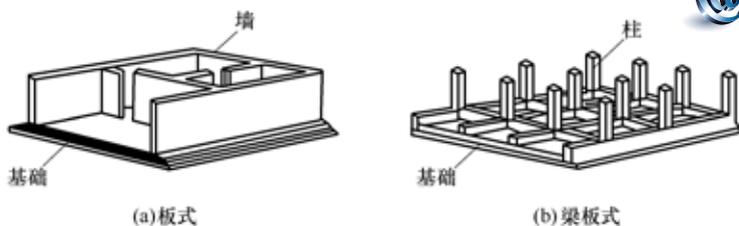


图 2-14 筏形基础

当建筑物为上部荷载很大,对地基不均匀沉降要求严格的高层建筑、重型建筑以及软弱土地基上的多层建筑时,为增加基础刚度,不致因地基的局部变形而影响上部结构,常采用钢筋混凝土浇筑成刚度很大的盒状基础,称为箱形基础,如图 2-15 所示。

#### 4) 桩基础

当建筑物荷载较大,地基的软弱土层厚度在 5m 以上,基础不能埋在软弱土层内或对软弱土层进行人工处理困难或不经济时,就可考虑以下部坚实土层或岩层作为持力



互联网+

层的深基础，最常采用的是桩基础。桩基础一般由设置于土中的桩身和承接上部结构的承台组成，如图 2-16 所示。桩基础的类型很多，按桩的受力方式可分为端承桩和摩擦桩，按桩的施工方法可分为打入桩、压入桩、振入桩及灌注桩等，按所用材料可分为钢筋混凝土桩、钢管桩等。

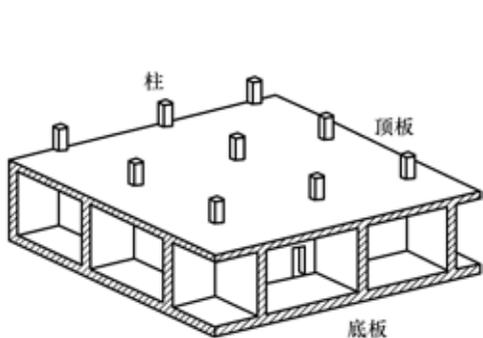


图 2-15 箱形基础



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 箱形基础 .mp4

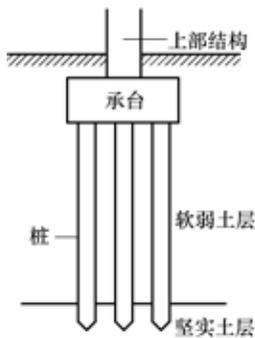


图 2-16 桩基础



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 桩基础 .mp4

### 5) 岩石锚杆基础

岩石锚杆基础适用于直接建在基岩上的柱基，以及承受拉力或水平力较大的建筑物基础。锚杆基础应与基岩连成整体，并应符合下列要求。

(1) 锚杆孔直径宜取锚杆直径的 3 倍，但不应小于一倍锚杆直径加 50mm。

(2) 锚杆插入上部结构的长度应符合钢筋的锚固长度要求。

(3) 锚杆宜采用热轧带肋钢筋，水泥砂浆强度不宜低于 30MPa，细石混凝土强度等级不宜低于 C30。灌浆前，应将锚杆孔清理干净。

## 2.2.3 常用基础的构造

### 1. 混凝土基础

混凝土基础多采用强度等级为 C15 或 C20 混凝土浇筑而成，一般有锥形和阶梯形两种形式，如图 2-17 所示。混凝土基础底面应设置垫层，垫层的作用是找平和保护钢筋，用



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 混凝土基础 .mp4



混凝土基础 .ppt

C15 的混凝土 (素混凝土强度等级不应低于 C15), 厚度为 100mm。

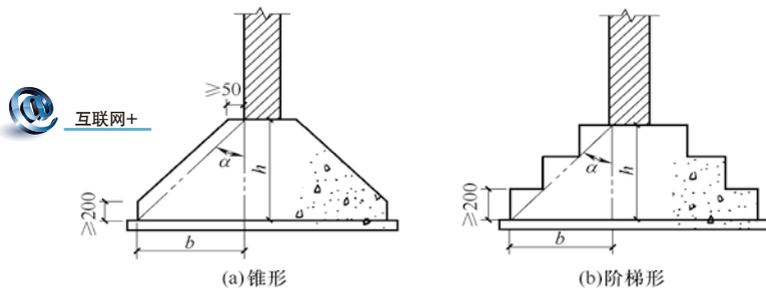


图 2-17 混凝土基础构造 /mm



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 基础的类型 - 钢筋混凝土基础 .mp4

## 2. 钢筋混凝土基础

钢筋混凝土基础的基础底板下均匀浇筑一层素混凝土作为垫层, 目的是保证基础和地基之间有足够的距离, 以免钢筋锈蚀。垫层一般采用 C15 混凝土, 厚度为 100mm, 垫层每边比底板宽 100mm。钢筋混凝土基础由底板及基础墙 (柱) 组成, 底板是基础的主要受力构件, 其厚度和配筋均由计算确定, 受力钢筋最小配筋率不应小于 0.15%, 直径不得小于 10mm, 间距不宜大于 200mm, 也不宜小于 100mm。混凝土的强度等级不宜低于 C20, 基础底板的外形一般有锥形和阶梯形两种。

钢筋混凝土锥形基础底板边缘的厚度一般不小于 200mm, 且两个方向的坡度不宜大于 1:3。钢筋混凝土阶梯形基础每阶高度一般为 300~500mm。当基础高度在 500~900mm 时采用两阶, 超过 900mm 时采用三阶, 如图 2-18 所示。

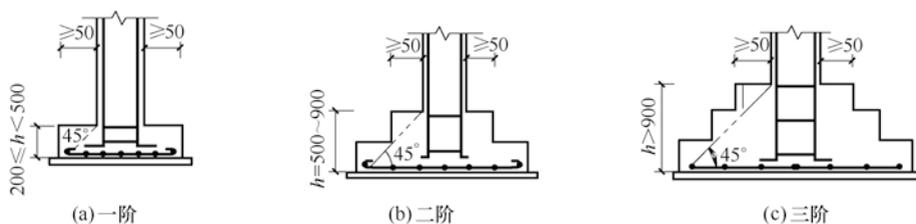


图 2-18 钢筋混凝土基础构造 /mm

## 2.3 地下室

建筑物室外地坪以下的房间叫作地下室, 因其利用地下空间而节约了建设用地。地下室示意图如图 2-19 所示。

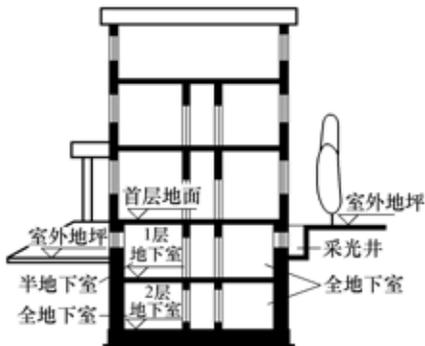


图 2-19 地下室示意图

### 2.3.1 地下室分类

地下室按使用功能分为普通地下室和防空地下室；按顶板标高分为半地下室（埋深为地下室净高的  $1/3 \sim 1/2$ ）和全地下室（埋深为地下室净高的  $1/2$  以上）；按结构材料分为砖混结构地下室和钢筋混凝土结构地下室。

### 2.3.2 地下室的组成

地下室由墙体、顶板、底板、门窗、楼（电）梯五大部分组成。

#### 1. 墙体

地下室的外墙应按挡土墙设计，如用钢筋混凝土或素混凝土墙，应按计算确定，其最小厚度除应满足结构要求外，还应满足抗渗厚度的要求，其最小厚度不低于 250mm，外墙应做防潮或防水处理。如用砖墙（现在较少采用）其厚度不小于 490mm。

#### 2. 顶板

顶板可用预制板、现浇板，或者预制板上作现浇层（装配整体式楼板）。在无采暖的地下室顶板上，即首层地板处应设置保温层，以便首层房间使用舒适。

#### 3. 底板

底板处于最高地下水位以上，并且无压力产生作用的可能时，可按一般地面工程处理；如底板处于最高地下水位以下时，底板不仅承受上部垂直荷载，还承受地下水的浮力荷载，因此应采用钢筋混凝土底板，并双层配筋，底板下垫层上还应设置防水层，以防渗漏。



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 地下室的组成 .mp4

#### 4. 门窗

普通地下室的门窗与地上房间门窗相同,地下室外窗如在室外地坪以下时,应设置采光井和防护篦,以便室内采光、通风和室外行走安全。防空地下室一般不允许设窗,如需开窗,应设置暂时堵严措施。防空地下室的外门应按防空等级要求,设置相应的防护构造。

#### 5. 楼(电)梯

楼(电)梯可与地面上房间结合设置,层高小或用作辅助房间的地下室可设置单跑楼梯,防空要求的地下室至少要设置两部楼梯通向地面的安全出口,并且必须有一个是独立的安全出口;这个安全出口周围不得有较高建筑物,以防空袭倒塌时堵塞出口,影响疏散。

### 2.3.3 地下室的防潮、防水设计原则

(1) 合理确定防水等级:地下室的防水等级应根据工程重要性和使用要求确定,如表 2-2 所示。

表 2-2 不同防水等级的适用范围

防水等级	适用范围
一级	人员长期停留的场所,因有少量湿渍会使物品变质、失效的储物场所及严重影响设备正常运转和危及工程安全运营的部位,极重要的战备工程、地铁车站
二级	人员经常活动的场所,在有少量湿渍的情况下不会使物品变质、失效的储物场所及基本不影响设备正常运转和工程安全运营的部位,重要的战备工程
三级	人员临时活动的场所,一般战备工程
四级	对渗漏水无严格要求的工程



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 地下室防水及防水等级 .mp4



4D 微课素材 / 基础与地下室 / 地下室防潮及防潮做法 .mp4

(2) 合理确定防潮、防水设计方案。

当设计最高地下水位高于地下室底板,或地下室周围土层属弱透水性土存在滞水可能时,应采取防水措施。当地下室周围土层为强透水性的土,设计最高地下水位低于地下室底板且无滞水可能时应采取防潮措施。

当地下水位比较高时,为防止地下水对地下室的直接影响,通常通过排水来降低

地下水位高度。地下排水方案主要有降水法和排水法等。

地下室防水设计方案主要有：隔水法、降排水法和综合法。降排水法可分为外排法和内排法两种。所谓外排法是指当地下水位已高出地下室地面以上时，采取在建筑物的四周设置永久性降排水设施，通常是采用盲沟降排水，即利用带孔套管埋设在建筑物的周围，地下室地坪标高以下。套管周围填充可以滤水的卵石及粗砂等材料，使地下水有组织地流入集水井，再经自流或机械排水排向城市排水管网，使地下水位低于地下室底板以下，变有压水为无压水。内排法是将渗入地下室的水，通过永久性自流排水系统排至低洼处或用机械排除。但后者应充分考虑因动力中断而引起水位回升的影响，在构造上常将地下室地坪架空，或设隔水间层，以保持室内墙面和地坪干燥，然后通过集水沟排至集水井，再用泵排除。为保险起见，有些重要的地下室，既做外部防水又设置内排水设施，以减少或消除地下水的影响。

### 2.3.4 地下室的防潮

当设计最高地下水位低于地下室底板 300 ~ 500mm，且无形成上层滞水可能时，地下水不能浸入地下室内部，地下室底板和外墙可以做防潮处理，地下室防潮只适用于防无压水。

地下室防潮的构造要求是，砌体必须采用水泥砂浆砌筑，灰缝必须饱满；在外墙外侧设垂直防潮层，防潮层做法一般为：20mm 厚 1 : 2.5 水泥砂浆找平、刷冷底子油一道、热沥青两道，防潮层做至室外散水处，然后在防潮层外侧回填低渗透性土壤如黏土、灰土等，并逐层夯实，底宽 500mm 左右。此外，地下室所有墙体必须设两道水平防潮层，一道设在墙体与地下室地坪交接处，另一道设在距室外地面散水上表面 150 ~ 200mm 的墙体中。地下室防潮的做法如图 2-20 所示。



录音素材 / 2.3.4 地下室的防潮和防水 .mp3

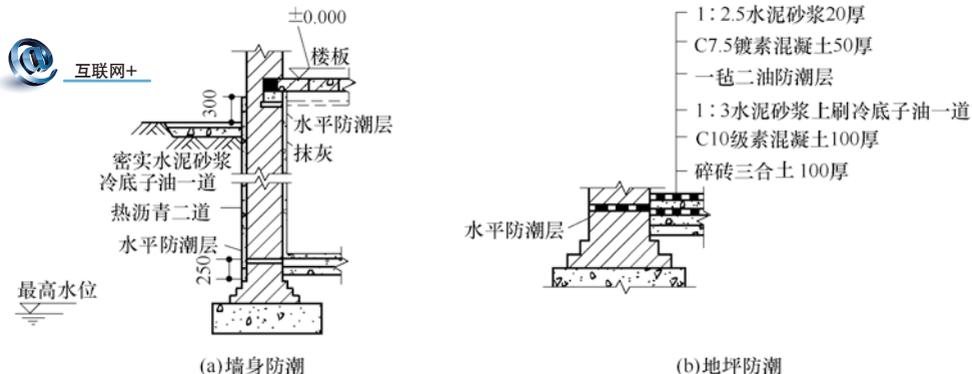


图 2-20 地下室防潮 /mm

### 2.3.5 地下室的防水

当设计最高地下水位高于地下室底板标高且地面水可能下渗时,地下水不仅可以浸入地下室而且外墙和底板还受到侧压力和浮力,这时必须对地下室作防水处理。

目前常见的防水做法有:防水混凝土防水、卷材防水、水泥砂浆防水、涂料防水、塑料防水板防水、金属板防水等。

#### 1) 防水混凝土防水

防水混凝土适用于防水等级为1~4级的地下整体式混凝土结构,不适用于环境温度高于80℃或处于耐侵蚀系数小于0.8的侵蚀性介质中的地下工程。防水混凝土防水处理做法如图2-21所示。防水混凝土的抗渗等级取决于埋置深度。

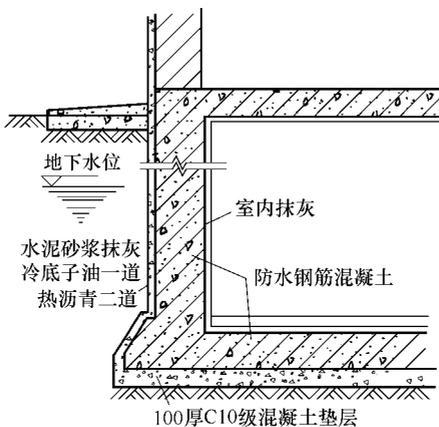


图 2-21 防水混凝土防水处理 /mm

防水混凝土结构底板的混凝土垫层的强度等级不应小于C15,厚度不应小于100mm,在软弱土层中不应小于150mm。防水混凝土结构应符合下列规定:结构厚度不应小于250mm,裂缝宽度不得大于0.2mm并不得贯通,以及钢筋保护层厚度应根据结构的耐久性和工程环境选用,迎水面钢筋保护层厚度不应小于50mm。

#### 2) 卷材防水



卷材防水 ppt

卷材防水层宜用于经常处在地下水环境,且受侵蚀性介质作用或受振动作用的地下工程。卷材防水层应铺设在混凝土结构的迎水面。卷材防水层用于建筑物地下室时,应铺设在结构底板垫层至墙体防水设防高度的结构基面上;用于单建式的地下工程时,应从结构底板垫层铺设至顶板基面,并应在外围形成封闭的防水层。

防水卷材的品种规格和层数,应根据地下工程防水等级、地下水位高低及水压力作用状况、结构构造形式和施工工艺等因素确定。卷材防水层的基面应坚实、平整、清洁,阴阳角处应做圆弧或折角,并应符合所用卷材的施工要求。铺贴卷材严禁在雨天、雪天、五级及以上大风中施工;冷粘法、自粘法施工的环境气温不宜低于5℃,热熔法、

焊接法施工的环境气温不宜低于 $-10^{\circ}\text{C}$ 。施工过程中下雨或下雪时,应做好已铺卷材的防护工作。防水卷材施工前,基面应干净、干燥,并应涂刷基层处理剂;当基面潮湿时,应涂刷湿固化型胶粘剂或潮湿界面隔离剂。

卷材防水的施工方法有两种:外防水和内防水。卷材防水层设在地下工程围护结构外侧(即迎水面)时,称为外防水,这种方法的防水效果较好;卷材粘贴于结构内表面时称为内防水,这种做法的防水效果较差,但施工简单,便于修补,常用于修缮工程。

(1) 外防外贴法:首先在抹好水泥砂浆找平层的混凝土垫层四周砌筑永久性保护墙,其下部干铺一层卷材作为隔离层,上部用石灰砂浆砌筑临时保护墙,然后先铺贴平面,后铺贴立面,平、立面处应交叉搭接。防水层铺贴完经检查合格立即进行保护层施工,再进行主体结构施工。主体结构完工后,拆除临时保护墙,再做外墙面防水层。地下室材料防水处理如图 2-22 所示。卷材防水层直接粘贴在主体外表面,防水层与混凝土结构同步,较少受结构沉降变形影响,施工时不易损坏防水层,也便于检查混凝土结构及卷材防水质量,发现问题易修补。其缺点是防水层要进行几次施工,工序较多,工期较长,需较大的工作面,且土方量大,模板用量多,卷材接头不易保护,易影响防水工程质量。

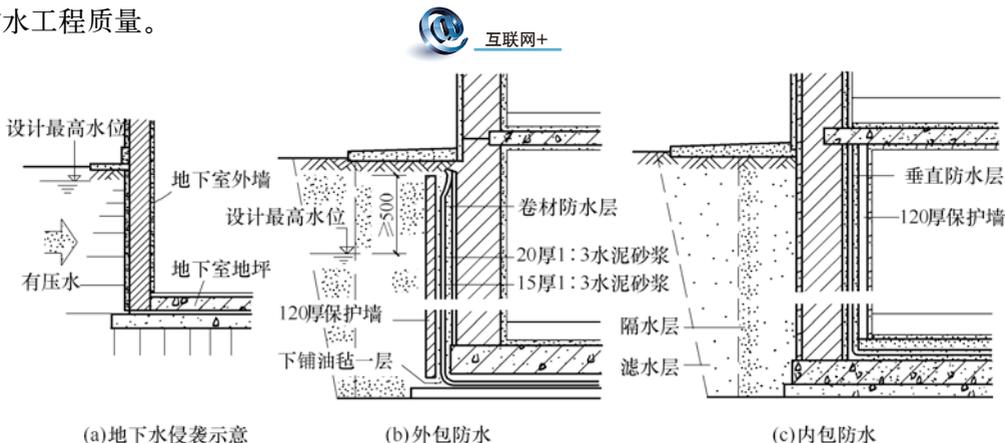


图 2-22 地下室材料防水处理/mm

(2) 外防内贴法:先在需防水结构的垫层上砌筑永久性保护墙,保护墙内表面抹 $1:3$ 水泥砂浆找平层,待其基本干燥后,再将全部立面卷材防水层粘贴在该墙上。永久性保护墙可代替外墙模板,但应采取加固措施。在防水层表面做好保护层后,方可进行防水结构施工。可一次完成防水层施工,工序简单,工期短,可节省施工占地,土方量小,可节省外侧模板,卷材防水层无须临时固定留茬,可连续铺贴;其缺点是立墙防水层难以和立体结构同步,受结构沉降变形影响,防水层易受损。卷材防水层及结构混凝土的抗渗质量不易检查,如发生渗漏,修补卷材防水层将十分困难。

### 3) 水泥砂浆防水

防水砂浆应包括聚合物水泥防水砂浆、掺外加剂或掺合料的防水砂浆,宜采用多层抹压法施工。

水泥砂浆防水层可用于地下工程主体结构的迎水面或背水面,不应用于受持续振动或温度高于 $80^{\circ}\text{C}$ 的地下工程防水。水泥砂浆防水层应在基础垫层、初期支护、围护结构及内衬结构验收合格后施工。水泥砂浆防水层应分层铺抹或喷射,铺抹时应压实、抹平,最后一层表面应提浆压光。聚合物水泥防水砂浆拌和后应在规定时间内用完,施工中不得任意加水。水泥砂浆防水层各层应紧密黏合,每层宜连续施工。

#### 4) 涂料防水

涂料防水层应包括无机防水涂料和有机防水涂料。无机防水涂料可选用掺外加剂、掺合料的水泥基防水涂料、水泥基渗透结晶型防水涂料。有机防水涂料可选用反应型、水乳型、聚合物水泥等涂料。无机防水涂料宜用于结构主体的背水面,有机防水涂料宜用于地下工程主体结构的迎水面。用于背水面的有机防水涂料应具有较高的抗渗性,且与基层有较好的黏结性。

#### 5) 塑料防水板防水

塑料防水板防水层宜用于经常受水压、侵蚀性介质或受振动作用的地下工程防水,宜铺设在复合式衬砌的初期支护和二次衬砌之间,宜在初期支护结构趋于基本稳定后铺设。塑料防水板防水层应由塑料防水板与缓冲层组成。可根据工程地质、水文地质条件和工程防水要求,采用全封闭、半封闭或局部封闭铺设。塑料防水板应牢固地固定在基面上,固定点的间距应根据基面的平整情况确定,拱部宜为 $0.5 \sim 0.8\text{m}$ ,边墙宜为 $1.0 \sim 1.5\text{m}$ ,底部宜为 $1.5 \sim 2.0\text{m}$ 。局部凹凸较大时,应在凹处加密固定点。

#### 6) 金属板防水

金属防水层可用于长期浸水、水压较大的水工及过水隧道,所用的金属板和焊条的规格及材料性能应符合设计要求。金属板的拼接应采用焊接,拼接焊缝应严密。竖向金属板的垂直接缝应相互错开。主体结构内侧设置金属防水层时,金属板应与结构内的钢筋焊牢,也可在金属防水层上焊接一定数量的锚固件。



习题库



### 思考题与习题

#### 一、单选题

- 关于地基承载力下列说法正确的是( )。
  - 地基所能承受的最大垂直压力
  - 每立方米地基所能承受的最大垂直压力
  - 每平方米地基所能承受的最大压力
  - 每平方米地基所能承受的最大垂直压力
- 地基应符合其设计要求,在下列选项中不属于其设计要求的是( )。
  - 经济要求
  - 刚度要求



- (1) 在钢筋混凝土基础上, 对垫层的要求是什么? 垫层的作用是什么?
- (2) 在钢筋混凝土基础上, 受力钢筋应满足什么要求? 对混凝土的强度等级有什么要求?
- (3) 钢筋混凝土基础按外形可分为哪两种?



习题答案