

示范性职业技术学院建设项目系列教材



防水工程

魏平 主编

 科学出版社
www.sciencep.com

示范性职业技术学院建设项目系列教材

防水工程

魏 平 主编

陈红英 魏 静 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为示范性职业技术学院建设项目系列教材之一,主要介绍了地下室的防潮与防水和屋顶的防水与防渗等,具体内容包括:地下室与地基基础,地下室防水等级与设防要求,地下室的主体防水,地下室的细部构造防水,地下室渗漏水的修堵,地下室的排水,屋面防水等级与安全,屋顶的类型与构造排水、平屋顶的防潮与防水、坡屋顶的防水等。

本书可作为高职高专土木工程等相关专业的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

防水工程/魏平主编. —北京:科学出版社,2010
(示范性职业技术学院建设项目系列教材)
ISBN 978-7-03-028668-0

I. ①防… II. ①魏… III. ①建筑防水-高等学校:技术学校-教材
IV. ①TU761.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 161341 号

责任编辑:张雪梅/责任校对:王万红
责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2010年9月第一次印刷 印张:27 1/4

印数:1-2000 字数:644 000

定价:42.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换 环伟)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135319-8711(VA03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

前 言

随着我国国民经济的持续快速发展，建设项目已遍布在城乡各地，但如果建筑物出现渗漏，不仅要花费大量的人力、物力进行维修，还会给人们的生产、生活带来诸多不便。建筑防水工程是一项保证建筑物免受水的侵袭的分部工程，在建筑工程中占有十分重要的地位。

建筑防水工程是一项系统工程，不仅涉及房屋的地下室、屋面等诸多部位，还涉及材料、设计、施工、验收和维护管理等多种因素。在防水工程中，材料是基础，设计是前提，施工是关键，质量检验、验收是保证。只有各个环节都严格把关，一丝不苟，才能确保工程质量。

本书是根据教育部“高等职业教育技能型紧缺人才培养培训指导方案”中的专业教育标准、培养方案及主干课程教学基本要求，结合编者长期的教学与工程设计、施工经验，并按照国家现行的相关规范和标准编写而成的。本书以培养建筑类高等技术应用性人才为主线，强调理论、实践综合应用能力的培养。书中较为详尽地介绍了建筑防水的各个关键点及解决问题的具体方法，就地下防水工程、屋面防水工程所采用的刚性防水、柔性防水、接缝密封防水和注浆防水等防水技术的作业条件、适用范围、材料要求、结构设计、施工工艺、注意事项、质量检验与工程验收、日后故障处理方案作了介绍，并注重培养学生刚柔相济、防排结合、辩证地分析和处理工程防水问题的思维方法。本书可作为高职高专土木工程等专业的教材，亦可供工程技术人员参考。

本书在编写过程中参考了多位学者公开出版和发表的著作、文献、工具书以及国家标准、资料，并得到了许多同仁的支持与帮助，河北工程技术高等专科学校崔立长教授为本书编写提出了许多宝贵意见，在此对相关作者和同仁致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一篇 地下室的防潮与防水

第 1 章 地下室与地基基础	3
1.1 地基与建筑物基础	3
1.1.1 基础与地基的关系与区别	3
1.1.2 地基土的分类	3
1.1.3 基础的埋置深度	4
1.1.4 基础的类型	5
1.2 地下室的组成与分类	11
1.2.1 地下室的组成	11
1.2.2 地下室的分类	12
1.3 地下室的防潮	13
思考与练习	14
第 2 章 地下工程防水等级与设防要求	15
2.1 地下工程防水等级	15
2.1.1 地下工程防水概述	15
2.1.2 地下工程渗漏水现象描述用语及符号	15
2.1.3 国家规定的地下工程防水等级	16
2.1.4 不同防水等级地下工程的适用范围	17
2.2 地下工程防水设防要求	17
思考与练习	20
第 3 章 地下室的主体防水	21
3.1 地下室的防水措施	21
3.2 防水混凝土	30
3.2.1 防水混凝土的设计	30
3.2.2 防水混凝土的施工	57
3.2.3 防水混凝土的质量控制与验收	61
3.2.4 工程质量通病及防治措施	66

3.3	地下室防水砂浆防水	67
3.3.1	砂浆材料防水设计	67
3.3.2	砂浆防水层的施工	73
3.3.3	质量控制与检验	80
3.3.4	质量通病及防治	83
3.4	地下室防水卷材防水	86
3.4.1	地下室防水卷材的性能	86
3.4.2	地下室卷材防水层的施工	91
3.4.3	质量检验、控制与验收	101
3.4.4	质量通病及防治措施	104
3.5	地下室工程防水涂料	107
3.5.1	防水涂料性能及主要品种特点	108
3.5.2	地下室工程涂料防水施工	113
3.5.3	验收标准和项目	118
3.5.4	质量通病及防治措施	121
3.6	防水板防水	122
3.6.1	塑料防水板防水	122
3.6.2	金属防水板防水	126
3.6.3	膨润土防水毯和防水板防水	130
	思考与练习	132
第4章	地下室的细部构造防水	134
4.1	施工缝	134
4.2	变形缝	136
4.2.1	变形缝的一般规定	137
4.2.2	变形缝防水材料的种类及性能	138
4.2.3	变形缝防水施工	142
4.2.4	质量标准与成品保护	146
4.3	后浇带	146
4.3.1	后浇带的一般规定	146
4.3.2	后浇带防水设计	146
4.3.3	后浇带的防水施工	148
4.4	穿墙件、埋设件	149
4.4.1	穿墙件防水做法	149
4.4.2	埋设件防水措施	152
4.5	桩头、孔口、坑与池	153

4.5.1	桩头的防水	153
4.5.2	孔口的防水	154
4.5.3	坑、池	155
4.6	细部防水施工基本规定	156
4.7	细部质量控制、检验及验收	157
4.8	质量通病及防治措施	158
	思考与练习	161
第5章	地下室渗漏水的修堵	162
5.1	抹面堵漏法	162
5.1.1	有机材料堵漏	163
5.1.2	无机高效防水粉堵漏	168
5.1.3	孔洞漏水堵漏方法	172
5.1.4	裂缝漏水堵漏方法	173
5.2	灌浆修堵法	175
5.2.1	氰凝灌浆堵漏	175
5.2.2	水泥、水玻璃水泥浆灌浆堵漏	178
5.2.3	丙凝灌浆堵漏	180
5.2.4	环氧糠醛浆堵漏	182
5.2.5	水溶性聚氨酯灌浆堵漏	184
5.2.6	灌注浆修堵规定及质量控制与检验	187
5.3	工程渗漏维修原则与方法	188
5.4	工程质量通病及其防治	189
	思考与练习	191
第6章	地下室的排水	192
6.1	渗排水	192
6.1.1	渗排水层的排水设计	193
6.1.2	渗排水结构的施工	195
6.2	盲沟排水	196
6.2.1	盲沟排水设计	196
6.2.2	盲沟排水施工	198
6.3	内排法排水	201
6.4	排水工程质量控制、检验与验收	201
	思考与练习	203

第二篇 屋顶的防水与防渗

第7章 屋面防水等级与安全	207
7.1 屋面防水等级及设防要求	207
7.2 屋面防水工程安全保障	212
思考与练习	213
第8章 屋顶的类型与构造排水	214
8.1 屋顶的类型、作用及要求	214
8.1.1 屋顶的类型	214
8.1.2 屋顶的作用及要求	215
8.2 屋顶排水	216
8.2.1 屋顶坡度选择	216
8.2.2 屋顶排水方式	218
8.2.3 屋顶排水组织设计	221
思考与练习	223
第9章 平屋顶的防潮与防水	224
9.1 刚性防水屋面	224
9.1.1 刚性防水材料	224
9.1.2 刚性防水屋面的设计	238
9.1.3 刚性防水屋面的施工	256
9.1.4 质量控制、检验及验收	271
9.1.5 刚性防水层质量通病及防治措施	273
9.2 卷材防水屋面	277
9.2.1 卷材防水材料	277
9.2.2 卷材防水屋面的设计	284
9.2.3 屋面卷材防水层施工	307
9.2.4 屋面卷材防水质量通病及防治措施	328
9.3 涂膜防水屋面	339
9.3.1 防水涂料	339
9.3.2 屋面涂膜防水设计	345
9.3.3 屋面涂膜防水施工	360
9.3.4 质量检验、通病及其防治	366
思考与练习	375
第10章 坡屋顶的防水	376
10.1 坡屋顶的承重结构	376

10.2 坡屋顶的瓦屋面防水	379
10.2.1 常用防水瓦材	379
10.2.2 瓦屋面防水设计	389
10.2.3 瓦屋面防水施工	401
10.2.4 瓦屋面质量控制、检验与验收	412
10.2.5 瓦屋面质量通病及防治措施	416
思考与练习	418
附录 防水工程相关规定及标准	419
主要参考文献	424

第一篇 地下室的防潮与防水

地下室的防水可分为两部分：一是结构主体防水；二是细部构造，特别是施工缝、变形缝、诱导缝、后浇带的防水。对于结构主体，目前普遍应用的是防水混凝土自防水结构。当工程的防水等级为一级时，应再增设两道其他防水层；当工程的防水等级为二级时，可视工程所处的水文地质条件、环境条件、工程设计使用年限等不同情况，应再增设一道其他防水层。对于施工缝、后浇带、变形缝，应根据不同防水等级选用不同的防水措施。防水等级越高，采用的措施越多。

第 1 章 地下室与地基基础

教学目标：

本章主要讲述基础的基本知识和地下室的构造，应着重了解基础与地基的关系、地基的分类、基础的埋置深度、基础的类型以及地下室的组成、分类、防潮构造等。其中，基础的类型与地下室的组成及防潮构造是本章重点。

1.1 地基与建筑物基础

1.1.1 基础与地基的关系与区别

具有地下室的建筑物通过地下室与其基础相连，基础是建筑物的主要承重构件，处在建筑物地面以下，属于隐蔽工程。基础质量的好坏关系着整个建筑物的安全。建筑设计中合理地选择基础极为重要。

在建筑工程中，建筑物与土层直接接触的部分称为基础；支承建筑物重量的土层叫地基。基础是建筑物的组成部分，它承受着建筑物的全部荷载，并将其传给地基；而地基则不是建筑物的组成部分，它只是承受建筑物荷载的土壤层。其中，具有一定的地耐力、直接支承基础、具有一定承载能力的土层称为持力层；持力层下的土层称为下卧层。地基土层在荷载作用下产生的变形随着土层深度的增加而减少，到了一定深度则可忽略不计（图 1.1）。

建筑物是供人们应用的，从这个意义上讲，地下室可看作建筑物的地下部分；在做基础时，常常做成箱式基础（即地下室和基础为一体），由此又可认为地下室是基础的一部分。

1.1.2 地基土的分类

地基按土层性质不同，分为天然地基和人工地基两大类。凡天然土层具有足够的承载力，无须经人工改良或加固，可直接在上面建造房屋的称为天然地基。天然地基多呈连续整体状的岩层，或由岩石风化破碎成松散颗粒的土层，一般分为岩石、碎石

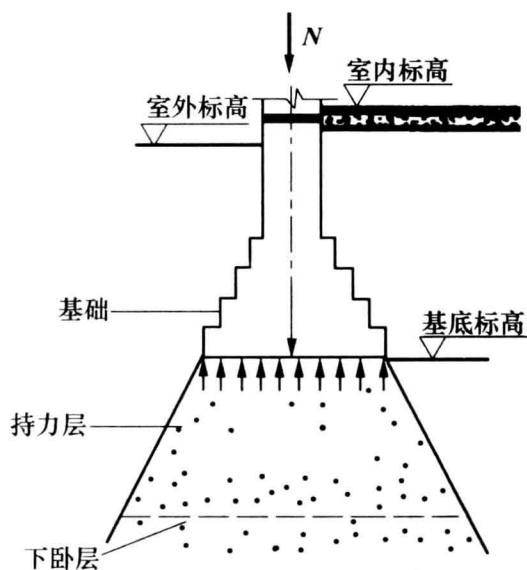


图 1.1 基础与地基

土、砂土、黏性土和人工填土五大类。地基土具有压缩与沉降、抗剪与滑坡等特性。当建筑物上部的荷载较大或地基土层的承载能力较弱，缺乏足够的稳定性，须预先对土壤进行人工加固才能在上面建造房屋的称为人工地基。人工加固地基通常采用压实法、换土法、化学加固法和打桩法。桩基由桩和承接上部结构的承台（板或梁）组成，如图 1.2 所示。桩基一般不止一根，各桩在桩顶通过承台连成一体。

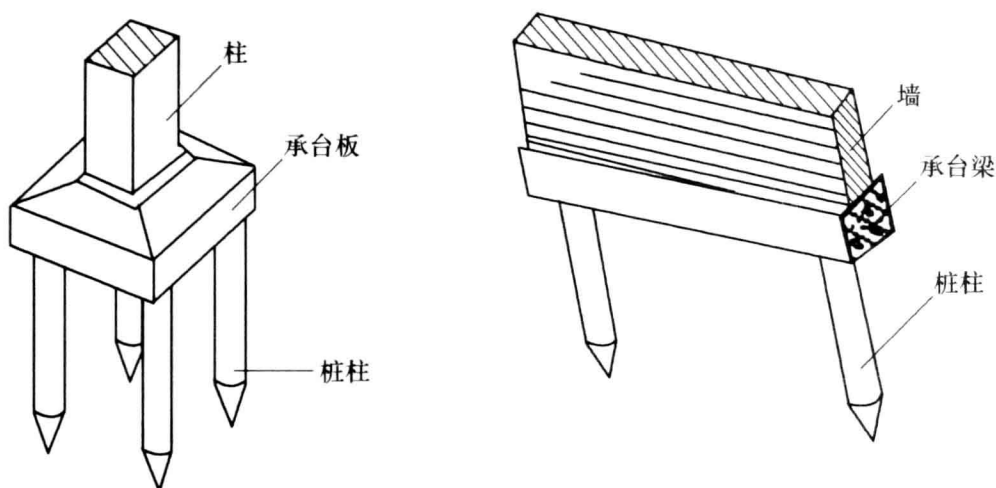


图 1.2 桩基的组成

1.1.3 基础的埋置深度

室外设计地面至基础底面的垂直距离称为基础的埋置深度，简称基础的埋深（图 1.3）。埋深大于或等于 4m 的称为深基础；埋深小于 4m 的称为浅基础；直接做在地表面上的基础称为不埋基础。在保证安全使用的前提下，应优先选用浅基础，可降低工程造价。

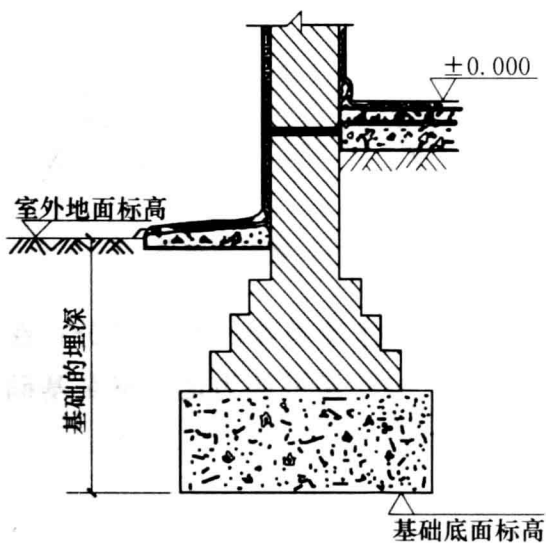


图 1.3 基础的埋深

但当基础埋深过小时，有可能在地基受到压力后，会把基础四周的土挤出，使基础产生滑移而失去稳定性，且易受到自然因素的侵蚀等，使基础破坏，故基础的埋深在一般情况下，不要小于 0.5m。

影响基础埋深的因素很多，主要有以下几点。

(1) 建筑物上部荷载的大小和性质

多层建筑一般根据地下水位及冻土深度等来确定埋深尺寸。一般高层建筑的基础埋置深度为地面以上建筑物总高度的 1/10。

(2) 工程地质条件

基础底面应尽量选在常年未经扰动而且坚实平坦的土层或岩石（俗称“老土层”）

上。因为在接近地表面的土层内，常带有大量植物根、茎的腐殖质或垃圾等，故不宜选为地基。

(3) 水文地质条件

确定地下水的常年水位和最高水位，以便选择基础的埋深。一般宜将基础落在地下常年水位和最高水位之上，这样可不需进行特殊防水处理，节省造价，还可防止或减轻地基土层的冻胀。

(4) 地基土壤冻胀深度

应根据当地的气候条件了解土层的冻结深度，一般将基础的垫层部分做在土层冻结深度以下。粉砂、粉土和黏性土等细粒土具有冻胀现象，冬天土层的冻胀力会把基础及房屋向上拱起；天气转暖，冻土解冻时又会产生陷落，基础下沉，使基础处于不稳定状态。冻融的不均匀使建筑物产生变形，严重时产生开裂等破坏情况，因此建筑物基础应埋置在冰冻层以下并不小于 200mm。

(5) 相邻建筑物基础的影响

新建建筑物的基础埋深不宜深于相邻的原有建筑物的基础；但当新建基础深于原有基础时，基础间的净距应根据荷载的大小和性质等确定，一般为相邻基础底面高差的 1~2 倍，如图 1.4 所示。

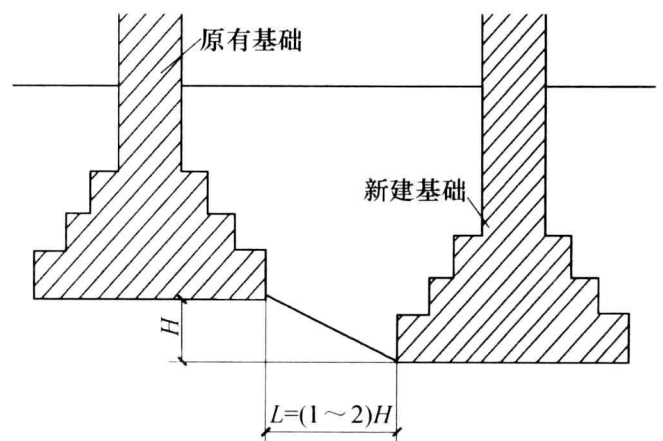


图 1.4 基础埋深与相邻建筑物基础的关系

如不能满足时，应采取加固原有地基或分段施工、设置临时加固支撑、打板桩、设置地下连续墙等措施。以保证原有建筑的安全和正常使用。

1.1.4 基础的类型

基础的类型较多，按所用材料及受力特点分为刚性基础和柔性基础，按构造形式分为条形基础、单独基础、板式基础、井格式基础、箱形基础和桩基础等。

1. 按材料及受力特点分类

(1) 刚性基础

由刚性材料制作的基础称为刚性基础。一般抗压强度高，而抗拉、抗剪强度较低的材料就称为刚性材料，常用的有砖、灰土、混凝土、三合土、毛石等。为满足地基容许承载力的要求，基底宽 B 一般大于上部墙宽。当基础 B 很宽时，挑出部分 b 很长，而基础又没有足够的高 H ，又因基础采用刚性材料，因此就会因受弯曲或剪切而破坏。为了保证基础不被弯矩、剪力破坏，基础必须具有相应的高度。通常，按刚性材料的受力状况，基础在传力时只能在材料的允许范围内控制，这个控制范围的角称为刚性角，用 α 表示（图 1.5）。砖、石基础的刚性角控制在 1 : 1.25 ~ 1 : 1.50 ($26^\circ \sim 33^\circ$)

以内，混凝土基础刚性角控制在 $1:1$ (45°) 以内。刚性基础的分类及其适用范围如图 1.6 所示。为方便设计、施工，将刚性角换算成正切值 b/H ，即宽高比。表 1.1 是各种材料基础的宽高比 b/H 的容许值。如砖基础的大放脚宽高比应小于等于 $1:1.5$ 。大放脚的做法：一般采用每两皮砖挑出 $1/4$ 砖或每两皮砖挑出 $1/4$ 砖与一皮砖挑出 $1/4$ 砖相间砌筑。

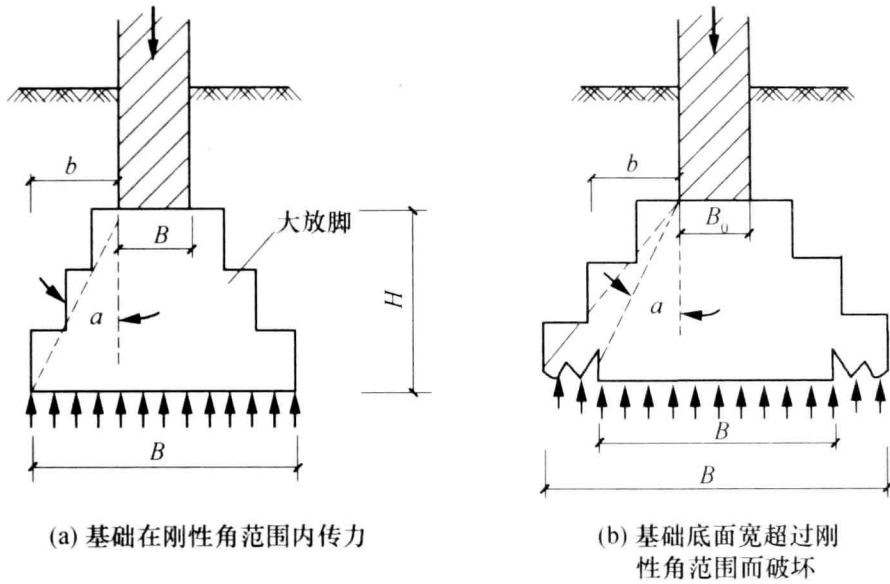


图 1.5 刚性基础的受力和传力特点

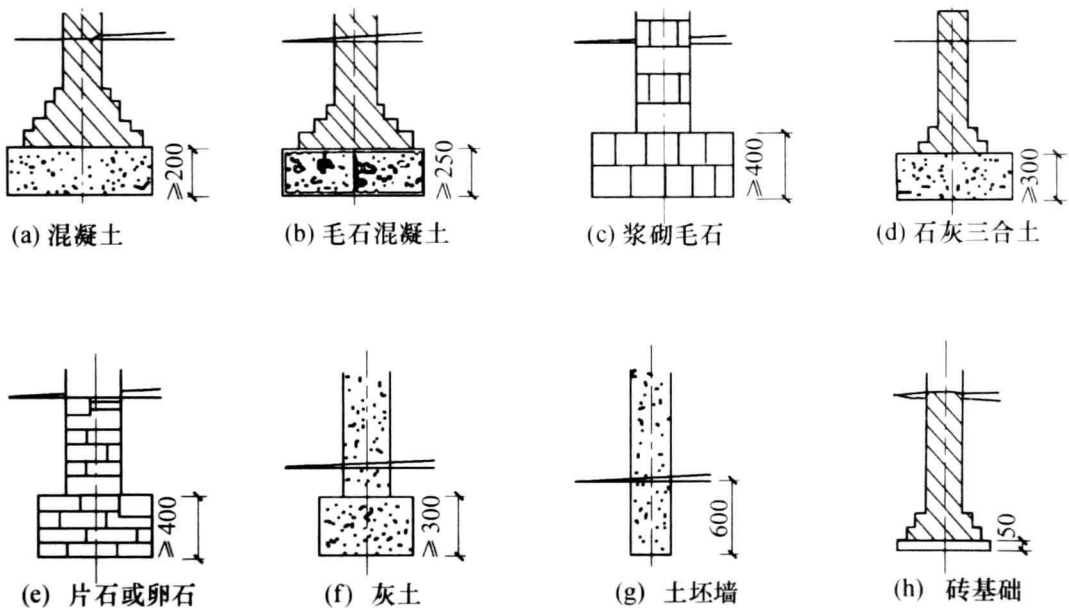


图 1.6 刚性基础的分类及其适用范围

注：(a)、(b) 适用于五层及五层以下民用建筑或单层、多层轻型厂房的承重墙基础，(c)、(d) 适用于四层以下的一般民用建筑及单层轻型厂房的承重墙基础，(e) 适用于地下水位高湿度大的低层建筑，(f) 适用于干燥地区的简易建筑，(g)、(h) 适用于荷载较小的建筑或非承重墙基础。

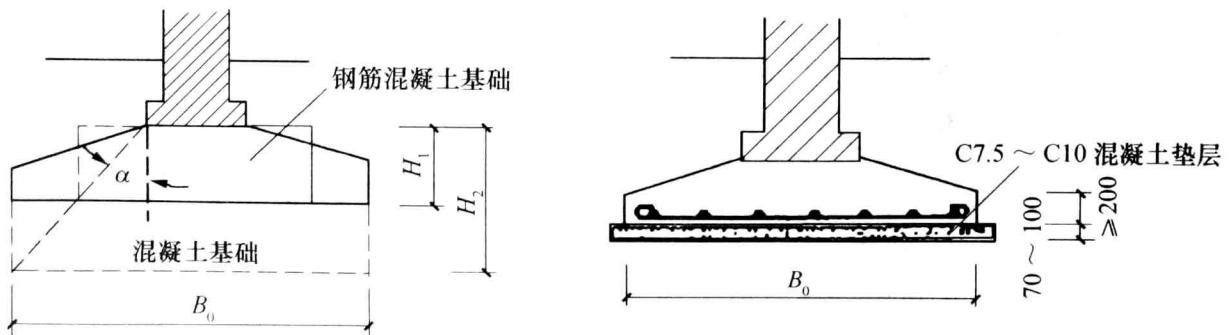
表 1.1 刚性基础台阶宽高比的容许值

基础材料	质量要求		台阶宽高比的允许值/kPa		
			$p \leq 100$	$100 < p \leq 200$	$200 < p \leq 300$
混凝土基础	C10 混凝土		1 : 1.00	1 : 1.00	1 : 1.00
	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	砖不低于 MU7.5	M5 砂浆	1 : 1.50	1 : 1.50	1 : 1.50
		M2.5 砂浆	1 : 1.50	1 : 1.50	
毛石基础	M2.5~5 砂浆		1 : 1.25	1 : 1.50	
	M1 砂浆		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: 粉土为 15kN/m ³ ; 粉质黏土为 15.0kN/m ³ ; 黏土为 14.5kN/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	

注: 表中 p 为承载力设计值。

(2) 非刚性基础

当建筑物的荷载较大而地基承载能力较小时, 基础底面 B 必须加宽。如果仍采用混凝土材料做基础, 势必加大基础的深度, 这样既增加了挖土工作量, 又使材料的用量增加, 对工期和造价都十分不利 [图 1.7 (a)]。如果在混凝土基础的底部配以钢筋, 利用钢筋来承受拉应力 [图 1.7 (b)], 使基础底部能够承受较大的弯矩, 这时基础底面宽度的加大就不受刚性角的限制, 故称钢筋混凝土基础为非刚性基础或柔性基础。钢筋混凝土的抗弯和抗剪性能良好, 可在上部结构荷载较大、地基承载力不高以及存在水平力和力矩的情况下使用。这类基础不受台阶宽高比 b/h 的限制, 适宜在宽基浅埋的场合下采用。在同样情况下, 与混凝土基础比较, 采用钢筋混凝土可节省大量的材料和挖方工作量。



(a) 混凝土基础与钢筋混凝土基础比较

(b) 基础配筋情况

图 1.7 混凝土基础与钢筋混凝土基础

2. 按构造形式分类

基础构造的形式随建筑物上部结构形式、荷载大小及地基土壤性质的变化而不同。一般情况下，上部结构形式直接影响基础的形式。当上部荷载大、地基承载能力有变化时，基础形式也随之变化。基础按构造特点可分为以下几种基本类型。

(1) 条形基础

当建筑物上部结构采用墙承重时，基础沿墙身设置，多做成长条形，这类基础称为条形基础或带形基础（图 1.8）。条形基础是墙承式建筑基础的基本形式。

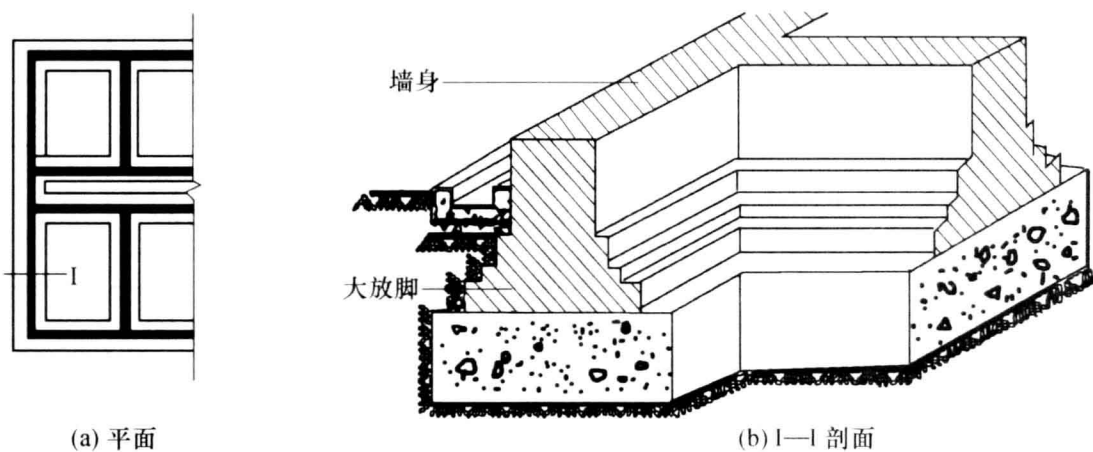


图 1.8 条形基础

(2) 独立式基础

当建筑物上部结构采用框架结构或单层排架结构承重时，基础常采用方形或矩形的独立式基础，这类基础称为独立式基础或柱式基础（图 1.9）。独立式基础是柱下基础的基本形式。

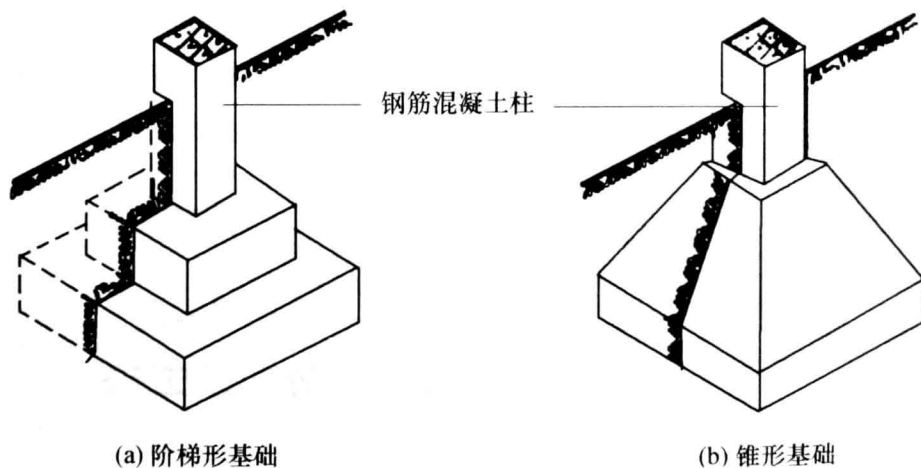


图 1.9 独立式基础

当柱采用预制构件时，则基础做成杯口形，然后将柱子插入并嵌固在杯口内，故