

高职高专规划教材

邵英秀 主编 康会宾 副主编

建筑结构与识图

JIANZHU JIEGOU
YU SHITU

免费提供电子教案



化学工业出版社

高职高专规划教材

邵英秀 主编 康会宾 副主编

建筑结构与识图

JIANZHU JIEGOU

YU SHITU



化学工业出版社

·北京·

本书主要内容包括基础工程、钢筋混凝土楼盖、框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙、砌体结构、钢结构的基础知识和建筑抗震构造措施,以及混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(05G101)部分内容。

本书为高职高专工程造价、建筑企业管理、工程监理、房地产经营与估价、物业管理等专业教材;也可供土建类施工、管理、制造等方面的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构与识图/邵英秀主编. —北京:化学工业出版社, 2010.3

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-07228-3

I. 建… II. 邵… III. ①建筑结构-高等学校:技术学院-教材②建筑结构-建筑制图-识图法-高等学校:技术学院-教材 IV. ①TU3②TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 004624 号

责任编辑:李仙华 王文峡

装帧设计:张 辉

责任校对:吴 静

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张9¼ 插页2 字数219千字 2012年4月北京第1版第3次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00元

版权所有 违者必究

前 言

建筑结构与识图是一门综合性很强的专业课，它涉及混凝土结构、砌体结构、钢结构、抗震及工程图识读的基础知识。本教材针对工程造价、建筑工程管理、房地产经营与估价、物业管理等专业高职教育培养目标，本着任务引领、实践导向的课程设计思想，着重介绍建筑结构的基本知识和结构构造措施，引入混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图（05G101）内容，从工程应用的角度提高学生对建筑结构的理解，通过识图训练培养学生解决施工中结构问题的能力。

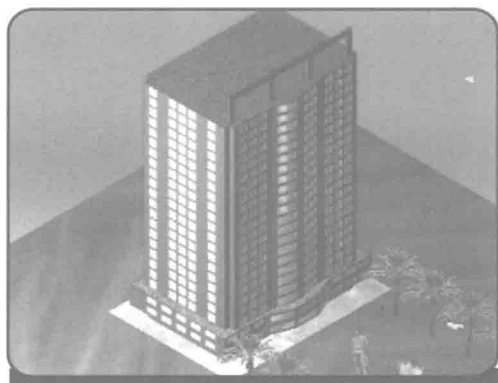
本教材以现行的有关规范与标准为主要依据，注重理论概念的准确性和工程实践的系统性，尽量反映新技术的应用。各章均有学习要点、识图训练、能力训练题，以便于学生自学。本书提供有电子教案，可发信到 cipedu@163.com 邮箱免费获取。

参加本教材编写的有石家庄职业技术学院邵英秀（编写第一、六、七章），石家庄职业技术学院康会宾（编写第二章），商丘职业技术学院陈明军（编写第三章），江西工业工程职业技术学院周婷（编写第四章的第一、二节），河南工程学院胡愈（编写第四章的第三节和第五章）。

本书由石家庄职业技术学院邵英秀任主编、康会宾任副主编，承蒙新疆建筑职业技术学院陈淑娟教授主审，编写过程中参考了一些公开出版和发表的文献，谨此表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编者



高职高专土建类专业教材编审委员会

主任委员 陈安生 毛桂平

副主任委员 汪 绯 蒋红焰 陈东佐 李 达 金 文

委 员 (按姓名汉语拼音排序)

蔡红新	常保光	陈安生	陈东佐	窦嘉纲
冯 斌	冯秀军	龚小兰	顾期斌	何慧荣
洪军明	胡建琴	黄利涛	黄敏敏	蒋红焰
金 文	李春燕	李 达	李棕京	李 伟
李小敏	李自林	刘昌云	刘冬梅	刘国华
刘玉清	刘志红	毛桂平	孟胜国	潘炳玉
邵英秀	石云志	史 华	宋小壮	汤玉文
唐 新	汪 绯	汪 葵	汪 洋	王 波
王崇革	王 刚	王庆春	王锁荣	吴继锋
夏占国	肖凯成	谢延友	徐广舒	徐秀香
杨国立	杨建华	余 斌	曾学礼	张苏俊
张宪江	张小平	张宜松	张轶群	赵建军
赵 磊	赵中极	郑惠虹	郑建华	钟汉华

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑结构的基础知识	1
一、建筑结构的分类	1
二、建筑结构的类型	3
第二节 建筑工程施工图	5
一、建筑工程施工图涵盖的基本内容	5
二、结构施工图的特点	5
第二章 基础工程	7
第一节 墙下条形基础	7
一、无筋扩展条形基础	7
二、钢筋混凝土条形基础	10
第二节 柱下基础	10
第三节 识图训练	14
能力训练题	19
第三章 混凝土楼盖屋盖结构	20
第一节 混凝土梁、板构件基础知识	20
第二节 现浇钢筋混凝土肋形楼(屋)盖	25
一、钢筋混凝土肋形楼盖的基础知识	25
二、单向板肋形楼盖结构布置与构造要求	27
三、双向板肋形楼盖	33
第三节 装配式楼盖	34
一、装配式楼盖的构件类型	34
二、装配式楼盖的连接构造	36
第四节 楼梯和雨篷	37
一、楼梯	37
二、雨篷	39
第五节 识图训练	40
能力训练题	42
第四章 混凝土框架结构	43
第一节 框架结构的基础知识	43
一、框架结构的组成特点及类型	43
二、结构布置	44
第二节 混凝土框架结构构造	49
一、框架结构抗震设计原则	49

二、框架梁	50
三、框架柱	52
四、框架节点	55
第三节 识图训练	56
一、柱的平法施工图表示方法	56
二、梁的平法施工图表示方法	58
能力训练题	65
第五章 剪力墙结构	66
第一节 剪力墙结构的基础知识	66
一、基本概念	66
二、剪力墙结构中包含的构件	67
三、结构布置	67
第二节 剪力墙结构构造要求	67
一、剪力墙结构构造要求	67
二、框架-剪力墙结构构造要求	68
第三节 识图训练	69
能力训练题	74
第六章 砌体结构	77
第一节 砌体结构的基础知识	77
一、块体和砂浆	77
二、砌体的种类	78
三、砌体的抗压强度	80
第二节 砌体房屋的构造要求	81
一、砌体房屋的结构布置及静力计算方案	81
二、砌体房屋设计的基本原理	83
三、砌体房屋的构造要求	84
四、过梁、挑梁、墙梁、圈梁	88
第三节 砌体结构抗震构造知识	89
一、砌体房屋的震害分析	90
二、抗震设计的一般规定	90
三、砌体房屋抗震构造措施	92
第四节 识图训练	98
能力训练题	98
第七章 建筑钢结构	99
第一节 钢结构基础知识	99
一、钢结构用钢的牌号	99
二、建筑钢材的规格	100
三、钢结构的制作	101
四、钢结构施工图	102
第二节 钢结构的连接	104

一、焊缝连接.....	105
二、螺栓连接.....	114
第三节 钢结构构件.....	117
一、钢结构梁.....	117
二、钢结构柱.....	120
第四节 钢屋盖.....	123
第五节 钢结构识图训练.....	129
一、钢屋架施工图.....	129
二、门式刚架.....	130
三、钢框架结构梁柱连接节点.....	130
能力训练题.....	136
参考文献.....	137

第一章 绪 论



学习要点

- 了解建筑结构的基本要求、分类，以及结构施工图所表述的内容

任何建筑物都是由承重骨架、围护构件及必要的设备三大部分组成的。其中，承重骨架部分即为建筑物的结构。不论建筑设计采用哪些灵活的方法、新颖的造型，都必须满足结构的基本要求。首先是平衡，保证结构或结构的任何一部分不发生运动，有力作用就要有约束来阻止构件运动；其次是承载能力，整个结构或结构的某一部分在预计的荷载作用下，必须具有足够的承载力，即安全可靠；再者应满足正常使用的要求，不能产生过大的变形、过宽的裂缝、局部损坏、使用时引起震动等；最后还应满足经济美观的效果。

第一节 建筑结构的基础知识

一、建筑结构的分类

建筑结构通常按两种不同的情况分类。

1. 按材料分类

依据建筑物所用材料不同可分为四种结构形式。

(1) 混凝土结构 由钢筋和混凝土两种材料有机结合构成建筑的承重体系。

钢筋和混凝土之所以能够共同工作是因为：混凝土硬化后与钢筋能够牢固地结合在一起，混凝土中的水泥遇水后会大量地释放水化热，产生一种胶凝体，从而使钢筋与混凝土紧紧地粘接在一起，即化学粘接力；钢筋的表面常有刻痕或锈坑，受力后会产生机械咬合力；两种材料之间还有摩擦力；其次两种材料的温度线膨胀系数非常接近，钢筋： $\rho=1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$ ，混凝土： $\rho=1.0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}$ ，所以当温度变化时，两者之间不会产生明显的相对变形；还有混凝土通常具有碱性性质（特种混凝土除外），耐腐蚀性较好，通常环境下不会发生腐蚀反应，将钢筋用混凝土包住，形成混凝土保护层，可防止钢筋锈蚀，保证结构的耐久性，还可以提高钢材的耐火能力。混凝土结构的优点如下：

- 1) 整体性好。结硬后的混凝土结构或构件将是一个完整的整体，不易破坏，有利于抗震抗爆。
- 2) 可模性好。可以浇筑成任意形状。
- 3) 耐久性好。混凝土包裹住钢筋，从而使得钢筋不被腐蚀，延长构件的使用寿命。
- 4) 耐火性好。混凝土既不燃烧又是热的不良导体。
- 5) 取材方便。经济实惠。砂、石材料可就地取材，材尽其用。

混凝土结构是目前应用最广泛的结构形式之一，工业与民用建筑工程的多高层建筑、水

利水电工程的桥梁大坝、港口工程船闸以及地下工程、海洋工程、原子能反应工程以及国防工程中广泛应用混凝土结构。其缺点是自重较大,施工时粉尘、噪声污染大,施工周期长,与钢结构相比,其支模、浇筑、养护、拆模施工时间较长。

(2) 砌体结构 由块体和砂浆组成的承重结构称为砌体结构,块体包括:黏土砖、石材、砌块,砂浆有水泥砂浆、混合砂浆、非水泥砂浆等,是砖砌体、砌块砌体和石砌体结构的统称。其特点是:抗腐蚀性和耐久性较好,成本低,便于就地取材,但是结构自重较大,施工速度慢,使用黏土砖还会破坏大量耕地,对环境保护不利,我国已于2003年取消实心黏土砖。多用于多层民用建筑、单层小型工业厂房。

(3) 钢结构 以钢材为主制作的主要承重结构称为钢结构建筑。其特点如下:

1) 强度高,重量轻。钢材的抗拉、抗压强度都很高,所以用钢材制作的构件截面小,自重较小,较小的截面面积可以承担较大的外荷载,如24m跨度的屋架,采用钢结构时仅为预应力混凝土屋架重量的 $1/4 \sim 1/3$ 。但是,由于构件截面小,通常杆件细长,易发生失稳破坏,即在未达到材料强度之前整个构件丧失平衡状态而发生的破坏,因此钢结构的失稳破坏是钢结构设计施工中一个极其重要的方面。

2) 材质均匀,各向同性,工作可靠性高。钢材的抗拉压强度相同,最接近于理想的各向同性匀质体。显然,钢筋混凝土、砌体、木材等都不具备这种特性,混凝土抗压强度远大于其抗拉强度,木材的顺纹抗压强度远大于其横纹抗压强度。

3) 塑性、韧性好。由于钢材在破坏之前,往往要经过一个很大的塑性变形阶段,在这个变形过程中,材料本身可吸收和消耗大量的能量,因此通常不会因为偶然或局部超载而突然脆断,对于动荷载的适应性较强,因而钢结构的抗震性能较好。国内外大量统计资料表明:钢结构建筑在地震中所受到的损害最小。

4) 可焊性好,密封性好。可用作贮水池、油、气罐、管道等。

5) 制造工艺简单,工业化程度高,加工精细,现场焊接或螺栓连接施工快捷,施工时无粉尘、噪声、废气污染,拆除后还可再利用。因而钢结构被称为“绿色”结构。

6) 耐热不耐火。钢材在常温到 150°C 时性能变化不大,超过 150°C 就会发生本质的变化, 500°C 时,强度、塑性、韧性会急剧下降, 600°C 时就会熔化为液态。通常为了使钢结构建筑物具有一定的防火能力,采用防火涂料做成隔热层,根据建筑物的防火等级要求,保护结构在 $1.0 \sim 1.5\text{h}$ 之内可不受损失,主体结构不发生倒塌。

7) 易锈蚀。在潮湿环境或有侵蚀性介质存在的环境下,钢材特别容易锈蚀,影响结构的耐久性,需要经常维护。通常的防腐措施是涂防锈漆、镀金属层等。针对钢材的锈蚀问题目前新的研究成果是耐候钢,任何环境下其抗锈蚀性能都很好,但是造价极高,还没有在建筑工程中推广使用。

钢结构的应用范围主要在“三大”建筑工程中,即跨度大、高度大、荷载大的建筑结构。一些重工业厂房如电厂跨度大、荷载大,用其他结构就会很浪费;高层和超高层建筑,采用钢结构自重轻、抗震性能好,施工方便;塔桅结构如电视发射塔、转播塔,高度大,承受的风荷载大,采用钢结构,构件小巧,可有效减少风荷载的作用,另外安装、运输都很方便;可拆卸结构如商品展览厅、活动舞台、临时用房等,钢结构由于韧性较好,使用螺栓连接拆卸方便,不易损毁;容器和管道,密封性好,可承担一定的压力;轻钢结构,采用冷弯薄壁型钢或小角钢制作的轻型钢结构,布置灵活,经济适用。

(4) 木结构 以木材为主要承重的结构,目前已很少采用,只是在山区、林区、农村少

量使用。其特点是自重轻、易加工,但是易燃、易腐蚀、易虫蛀。本书主要介绍前三种结构。

2. 按受力和构造特点分类

(1) 混合结构 楼屋盖采用钢筋混凝土结构构件,而竖向承重构件采用砌体。如多层砖混住宅。

(2) 排架结构 主要承重体系是由屋面的横梁和梁下的柱子组成,柱下端与基础固接。典型实例如单层工业厂房。

(3) 框架结构 由纵横两个方向的梁和柱组成主要的承重体系,梁与柱之间、柱与基础之间为刚性连接,形成整体刚架。典型实例如教学楼、高层住宅等。

(4) 剪力墙结构 纵横两个方向布置的成片钢筋混凝土墙体承重,楼屋盖与墙体整体连接,形成剪力墙结构。典型实例如高层住宅、宾馆等。

(5) 框架-剪力墙结构 将框架与剪力墙通过组合形成框架-剪力墙结构。柱与剪力墙数量、位置等的不同还可形成框-筒体结构、筒中筒结构等。

二、建筑结构的基础知识

建筑物构造了一个与外界隔离的、具有规定使用功能的空间,除了需要遮风挡雨,抵御自然界的各种作用外,还要能够承担在使用过程中的各种作用,其首要功能就是要确保使用者的生命、财产安全,其次在安全的前提下应尽可能经济合理。保证建筑的安全可靠和经济合理就是设计方法问题。

建筑结构的可靠最早是靠建筑者的经验来满足的,后来则通过试验来控制材料和截面,以保证结构安全,随着力学和数学的发展,设计逐渐实现了对安全程度的定量描述。我国《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)采用了以概率理论为基础的极限状态设计法。其主导思想是考虑材料的强度、构件的截面、作用在构件上的荷载变异情况以及材料本身的塑性性能,控制建筑结构的失效概率。

1. 结构的基本要求

结构的功能要求:我国《结构设计统一标准》对结构的要求首先是安全性,建筑结构在正常施工和正常使用时,应能承受可能出现的各种荷载、外加变形、约束变形的作用,偶然事件(地震、撞击、爆炸等)发生时及发生后能保持必需的整体稳定性,可以出现某些局部性的严重破坏,但不能发生连续性倒塌;其次是适用性,建筑结构在正常使用时应有良好的工作性能,满足预定的使用要求,如具有适当的刚度,以免变形过大或在振动时出现共振等;第三是耐久性,建筑结构在正常维护下,能完好地使用到规定的年限,材料的性能可随时间而变化,但仍然能够满足预定功能的要求。如钢筋不会因混凝土保护层碳化或裂缝过宽而发生锈蚀,混凝土不发生严重风化、老化、腐蚀而影响结构的使用寿命。

以上三个方面的功能概括起来就是结构的可靠性。即建筑结构在规定的时间内,规定的条件下,完成预定功能的能力,结构可靠性采用的设计基准期是50年。

2. 结构的极限状态

区分建筑结构可靠与否的界限,以结构各种功能的极限状态为标准,某一功能的极限状态是这样一种特定状态:超过了这种状态之后,结构就不再具有完成这项功能的能力了,即失效了。我国《建筑结构可靠度统一规范》根据超过不同的极限状态所带来的后果严重程度

不同,把建筑结构的极限状态分为两大类,承载能力极限状态和正常使用极限状态。

(1) 承载能力极限状态,是指结构或构件达到了最大承载力或产生了不适宜于继续承载的巨大变形,从而丧失了完成结构安全功能的一种状态。

当结构或构件超过了下列状态之一,即认为超过了承载能力极限状态。

- 1) 整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡(如倾覆、滑移、漂浮等)。
- 2) 结构构件或连接材料的强度被超过而破坏(包括在重复荷载下的疲劳破坏)或因为过度的塑性变形而不适于继续承载。
- 3) 结构转变为机动体系。
- 4) 结构或构件丧失稳定性(如压屈失稳)。
- 5) 地基丧失承载力而失稳破坏。

(2) 正常使用极限状态,是指使结构或构件失去适用性和耐久性功能的状况。当构件或结构出现下列情形之一时,即认为达到了正常使用极限状态。

- 1) 影响正常使用或外观的变形,如挠度过大,使构件表面抹灰剥落。
- 2) 影响正常使用或耐久性能的局部损坏(包括裂缝)。
- 3) 影响正常使用的其他特定状态。
- 4) 影响正常使用的振动。

在进行结构设计时,首先应按承载能力极限状态进行计算,然后按正常使用极限状态进行验算。

3. 结构上的作用、作用效应和结构抗力

(1) 作用的定义及其分类 作用是指施加于结构上的集中或分布荷载,以及引起结构变形的各种因素。可分为两大类:直接作用和间接作用。还可按下列方式分为三大类:

1) 永久荷载(恒荷载)。在结构使用期间,其值的大小和位置不随时间而变化或其变化值与平均值相比可以忽略不计的荷载,如自重、土压力、预应力等。

2) 可变荷载(活荷载)。在结构使用期间,其值随时间变化,且变化值与平均值相比不可忽略,如楼面活荷载、吊车荷载、风雪荷载等。

3) 偶然荷载。在结构使用期间不一定出现,一旦出现其值很大且持续的时间很短,如爆炸力,冲击力等。

按结构的反应特点,作用还可以分为静荷载、动荷载(使结构产生的加速度不可忽略,如吊车梁)。

(2) 作用效应 施加在结构上的各种作用将在约束处产生反力,同时使结构产生内力和变形,甚至出现裂缝,结构或构件由于各种原因引起的内力和变形就称为作用效应,用 S 表示。

(3) 结构抗力 是指结构或构件承受作用效应的能力,如构件的承载力,刚度等,用 R 表示。

$S=R$ 时,结构可靠,结构的可靠概率用 P_s 来表示; $R<S$ 结构不可靠,通常说结构失效,不满足结构功能的要求,这种情况的概率称为结构的失效概率,用 P_f 表示。 $P_f+P_s=1$,给定一个失效概率值即有一个对应的可靠概率,定性的分析转化为定量分析。研究发现随机变量 R 符合正态分布规律, S 也基本符合正态分布规律,因此就可利用概率理论定量来分析结构的可靠度。

第二节 建筑结构设计施工图

一、建筑结构设计施工图涵盖的基本内容

建筑物的结构设计是在建筑设计的基础上,选择合适的结构形式并进行结构计算,在经济条件允许的前提下保证建筑物的安全、适用、耐久,即最大限度地让建筑设计的美好意图通过合理的结构形式得以实现。因此结构施工图就是表示建筑物各承重构件(梁、板、柱、墙、基础等)的布置、形状、大小、材料、构造及其相互关系的图样。主要表示房屋结构系统的结构类型、结构布置、构件种类及数量、构件的内部构造和外部形状尺寸以及构件间的连接构造等,简称为“结施”。

结构施工图通常包括下列内容:结构设计说明;基础平面图和基础详图;楼层结构平面图;屋面结构平面图;结构构件详图(梁、板、柱、楼梯、雨篷等)。

其中结构设计说明一般为结构施工图图号首页,用文字表述下列内容:

- (1) 工程概况。主要包括工程的建设地点、抗震设防烈度、结构抗震等级、荷载的选用、结构形式等。
- (2) 工程地质情况。主要包括地基承载力特征值、地下水位、基础坐落的持力层土质情况及注意事项和相关要求。
- (3) 选用的国家规范及标准图集说明。
- (4) 基础施工说明。主要包括地基处理措施和质量要求,施工时钎探、坑穴、孔洞等事项的设计要求,验槽要求,垫层、基础等所用材料的要求。
- (5) 墙体施工说明。
- (6) 其他说明。主要包括所选材料、特殊施工工艺等。

二、结构施工图的特点

建筑工程施工图主要包括建筑施工图、结构施工图、建筑设备施工图等,工业建筑中还有工艺设备图。其中,结构施工图是针对房屋建筑中的承重构件进行结构设计后画出的图样。

结构施工图用以表示房屋结构系统的结构类型、构件布置、构件种类、数量、构件的内部构造和外部形状、大小以及构件间的连接构造。

1. 结构平面布置图

主要表示构件的布置和定位,采用正投影法绘制,如楼层结构平面图是假想揭掉楼面板构造层后的水平剖面图,可见的楼面板轮廓线用细实线表示,剖切到的墙体轮廓用中实线表示,楼板下的不可见墙体轮廓线用虚线表示,剖切到的柱子涂黑表示。钢筋视为可见物用粗实线表示,梁视为可见物画出轮廓线(细实线)表示,也可用单线(粗点划线)表示。

结构平面图常用的比例是1:100、1:150、1:200或1:50。由于比例较小,构件的详细外形或材料图例难以表示,可不画出,另用详图表示,如楼梯常在平面布置图中用细实线将对角线画出,并注明“楼梯间”,另外画出详细施工图。

2. 详图

结构平面布置图中的未表示清楚的构件连接、细部做法等用大比例的图形来表示其具体

的形状、大小、材料、构造及标高,形成节点详图或构件详图,如挑檐、雨篷、楼梯、基础大样等。详图中结构标高的标注可加括号来表示不同高度的具体做法。详图是平面布置图的索引,二者密切相关缺一不可。

3. 与其他施工图纸的关系

结构施工图必须与建筑施工图、建筑设备施工图（给排水、供热通风、建筑电气及工业建筑的机器设备图）密切配合，正确处理好构件、孔、洞、沟、槽等的关系，以免出现错、漏、碰、缺。

《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(05G101) 简称平法标准，作为国家标准图集，1996 年经原建设部批准在全国推广使用。该图集是把结构构件的尺寸、配筋等内容直接表示在构件平面布置图中，然后与标准构造详图配合构成完整的结构施工图。本书将在后面的章节中加以介绍。

第二章 基础工程



学习要点

- 读懂建筑工程施工图中基础平面布置图、基础详图等表示方法及主要内容

对于所有的建筑物，结构所承受的荷载，最终都要通过各自的承重体系传至基础，再由基础传至地基。地基可分为天然地基和人工地基两类，天然地基是指不需处理直接利用的地基；人工地基是指经过人工处理而达到设计要求的地基。

基础按埋置深度分浅基础和深基础两大类。能用普通基坑开挖和敞坑排水方法修建的，且不考虑基侧与土的摩阻力产生作用的基础称为浅基础，如砖墙下部的条形基础，独立柱下部独立基础等，荷载通过基础底面扩散分布到浅层地基上。需要用特殊装备及方法将基础置于深层地基中且考虑基侧与土的摩阻力影响的基础称为深基础，如桩基、沉井、地下连续墙等，把上部荷载集中传递到较深的土层上。

按基础本身的变形能力可以分为刚性基础和柔性基础。不发生或是略微发生弯曲变形、剪切变形，断面较大的基础称为刚性基础，如砖、石基础；变形不可忽略的基础称为柔性基础，一般采用钢筋混凝土制作，钢筋与混凝土通过合理的配置，钢筋能够抵抗一定的变形。如柱下独立基础、墙下钢筋混凝土条形基础。

一般多层建筑物采用天然地基上的浅基础，高层建筑物采用天然地基或人工地基上的深基础，或采用复合地基基础。

基础的埋置深度应首先考虑建筑物的用途，一般要求基础落在地基承载力较高、较稳定的土层中，有地下室时基础的埋深还取决于地下室的做法和高度；其次考虑工程地质和水文地质条件，宜埋置在地下水位以上，山区还要满足稳定和抗滑移的要求；在满足地基稳定和变形要求的前提下，尽量浅埋，但埋深不宜小于 0.5m。

第一节 墙下条形基础

砌体结构通过墙体传递荷载，在其底部的压应力通常远大于地基承载力，这就有必要在墙下设置水平截面向下扩大的基础，使得荷载扩散分布于基础底面，以满足地基承载力和变形的要求，形成墙下条形基础。墙下条形基础包括无筋扩展条形基础和钢筋混凝土条形基础。

一、无筋扩展条形基础

无筋扩展条形基础是指由砖石、灰土、混凝土、三合土等材料组成的墙下条形基础。由于其组成材料抗压性能较好而抗拉、抗剪性能相对较差，这类基础又称为刚性基础，以砖基础、灰土基础、毛石混凝土基础较多见。为保证发生在基础内的拉应力和剪应力不超过相应

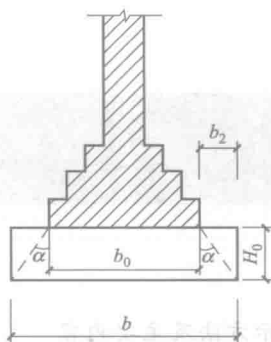


图 2-1 刚性条形基础构造示意图

的材料强度设计值，基础尺寸需满足一定的构造要求，如图 2-1 所示。

$$H_0 \geq \frac{b-b_0}{2 \tan \alpha} \tag{2-1}$$

式中 b ——基础底面宽度，m；
 b_0 ——基础顶面的墙体宽度，m；
 H_0 ——基础高度，m；
 $\tan \alpha$ ——基础台阶宽高比 b_2/H_0 ，其允许值可按表 2-1 选用；
 b_2 ——基础台阶宽度，m。

1. 砖基础

砖砌体具有一定的抗压强度，能就地取材、价格便宜、施工简便。适用于干燥和较温暖的地区，抗冻性不够理想，在寒冷而又潮湿的地区，耐久性较差；适用于 6 层及以下的民用建筑和墙承重厂房。对基础所用的砖和砂浆的强度等级，按《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001) 规定选用，见表 2-2。

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		
		$p_k \leq 100$	$100 < p_k \leq 200$	$200 < p_k \leq 300$
混凝土基础	C15 混凝土	1 : 1.00	1 : 1.00	1 : 1.25
砖基础	砖 MU10 以上, 砂浆 M5 以上	1 : 1.50	1 : 1.50	1 : 1.50

注：1. p_k 为荷载效应标准组合时基础底面处的平均压力 (kPa)；

2. 当基础由不同材料叠合组成时，应对接触部分作抗压验算；

3. 基础底面处的平均压力超过 300kPa 时，尚应进行抗剪验算。

表 2-2 基础用砖、砂浆等级要求

地基土的潮湿程度	烧结普通砖、蒸压灰砂砖		水泥砂浆
	严寒地区	一般地区	
稍潮湿的	MU10	MU10	M5
很潮湿的	MU15	MU10	M7.5
含水饱和的	MU20	MU15	M10

注：1. 在冻胀地区，地面以下或防潮层以下的砌体，不宜采用多孔砖，如采用时，其孔洞应用水泥砂浆灌实；当采用混凝土砌块砌体时，其孔洞应采用强度等级不低于 Cb20 的混凝土灌实。

2. 对安全等级为一级或设计使用年限大于 50 年的房屋，表中材料强度等级应至少提高一级。

为了保证砖基础的砌筑质量，砖基础底面以下设垫层。垫层材料可选用灰土、三合土或素混凝土。垫层每边伸出基础底面 50mm，厚度不宜小于 100mm。砖基础一般做成台阶式，俗称“大放脚”，其砌筑方式有两种，一是“两皮一收”砌法，即每层为两皮砖，高度为 120mm，挑出 1/4 砖长即 60mm；另一种是“二、一间隔收”砌法，每层台阶面宽均为 60mm，底层起一层高度 120mm，上一层高度 60mm，以上各层高度依此类推，见图 2-2。

2. 毛石基础

毛石是指未经加工凿平的石材。毛石基础是选用未经风化的硬质岩石砌筑而成。由于毛石之间间隙较大，如果砂浆粘接的性能较差，则不能用于层数较多的建筑物，且不宜用于地下水位以下。为了保证锁结作用，每一阶梯宜用 3 排或 3 排以上的毛石，阶梯形每一阶伸出宽度不宜大于 200mm。见图 2-3。

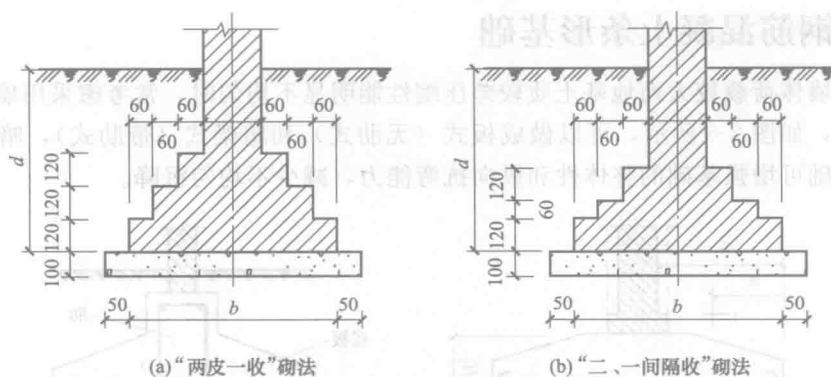


图 2-2 砖基础剖面图

3. 混凝土和毛石混凝土基础

混凝土基础的强度、耐久性、抗冻性都较好。当荷载较大或位于地下水位以下时常采用混凝土基础。混凝土基础水泥用量较大。造价较砖、石基础高。如基础体积较大，为了节约混凝土用量，可掺入少于基础体积 30% 的毛石做成毛石混凝土基础。见图 2-4。

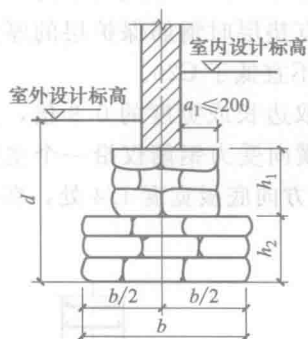


图 2-3 毛石基础剖面图

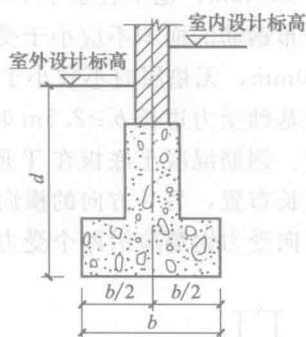


图 2-4 毛石混凝土基础剖面图

4. 灰土基础

灰土是用石灰和黏性土料配制而成的。石灰以块状生石灰为宜，经加水化开（熟化）1~2 天后，过 5~10mm 筛即可使用。土料应以有机质含量低的粉土和黏性土为宜，使用前也应过 10~20mm 的筛。石灰和土料的体积比为 3:7 或 2:8，加适量水拌匀，然后铺入基槽内 220~250mm 夯至 150mm 为一步，一般可铺 2~3 步。灰土基础宜在比较干燥的土层中使用，施工时注意基坑保持干燥，防止灰土早期浸水。灰土早期强度虽不高，其本身具有一定的抗冻性，用作普通民用房屋基础完全能满足要求。在我国的华北和西北地区，灰土基础广泛用于 5 层和 5 层以下民用房屋。见图 2-5。

5. 三合土基础

在我国南方常用三合土作为基础材料，其体积比一般为 1:2:4 或 1:3:6（石灰：砂子：骨料），每层虚铺 220mm，夯至 150mm。三合土的强度与骨料（碎石、碎砖或矿渣等）有关，矿渣最好；因有水硬性，碎砖次之；碎石及河卵石因不易夯实，质量较差。三合土基础一般多用于 4 层和 4 层以下的民用建筑中。见图 2-5。

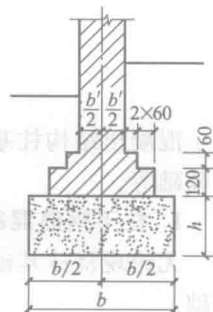


图 2-5 灰土、三合土基础剖面图