

新编职业教育课程改革规划系列教材

主编 丁宪良 刘 粤 主审 汤振华



DIJI YU JICHU GONGCHENG SHIGONG

建筑工程类

地基 与基础工程施工



中国地质大学出版社

新编职业教育课程改革规范化系列教材(建筑工程类)

地基与基础工程施工

主 编 丁宪良 刘 粤

主 任:陈 飞 李宏魁

副主任:徐祥成 虞焕新

编 委:(按姓氏笔画为序)

丁宪良	方文启	卞正军	王世奇	王立霞	王永康
王晓平	王 辉	仇学海	王 磊	叶翼翔	吕广华
江向东	华 均	刘克良	刘 峰	刘 粤	陈 飞
陈宏远	杨书继	陈锦星	陈 颢	杨远恒	李宏魁
李定怀	张 忠	吴承霞	余 晖	张晓红	徐祥成
唐孝政	袁锦根	梁 志	景巧玲	程琼武	曾繁锋
虞焕新	廖春洪	潘开来			

总策划编辑:杨远恒 梁 志 张晓红

责 任 编 辑:湛福兴

中国地质大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地基与基础工程施工/丁宪良,刘粤主编. —武汉:中国地质大学出版社,2005.6

ISBN 7-5625-1985-4

I. 地…

II. ① 丁… ② 刘…

III. 地基-基础-施工

IV. TU753

地基与基础工程施工

丁宪良 刘粤 主编

责任编辑:谌福兴

责任校对:胡义珍

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路388号)

邮编:430074

电话:(027)87482760

传真:87481537

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787毫米×1092毫米 1/16

字数:492千字 印张:19.5 插页:2

版次:2005年6月第1版

印次:2005年6月第1次印刷

印刷:湖北省石首市第二印刷厂

印数:1—5000册

ISBN 7-5625-1985-4/TU·46

定价:28.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

关于新编职业教育课程改革规划系列教材(建筑工程类)

编写说明

为了贯彻落实《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和教育部、建设部《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》等文件精神,根据《面向 21 世纪教育振兴行动计划》和教育部、建设部制定的《工业与民用建筑专业》教学指导方案的要求,中国地质大学出版社在全国范围内组织 18 所相关的高职、中职学校的骨干教师编写新编职业教育课程改革规划系列教材。

多年以来,我国职业教育工民建专业课程一直沿用的是工程制图(识图)、建筑材料、建筑构造、建筑结构、建筑力学、建筑工程测量、建筑施工技术、建筑工程概预算等模式设置课程。在已有的教学实践中,该模式与建筑工程项目实际不相吻合。例如:学生在尚未接触到地基与基础、主体结构、防水工程的构造、结构及施工的前提下,先学识图、材料等课程,很难读懂建筑施工图、结构施工图,很难理解并掌握建筑材料的性质及正确使用相关知识,教师不得不在建筑构造、建筑结构、地基与基础、建筑施工技术、建筑工程概预算等课程中重新讲述识图与材料等方面的知识,特别是识图。有鉴于此,本系列教材本着按工程项目实际施工顺序向学生讲授分部分项工程,从构造一直到施工、质量验收的各种相关知识的宗旨,按照建筑工程基础、测量放线、地基与基础工程施工、主体结构施工、防水工程施工、钢筋翻样及加工、建筑工程质量验收、建筑工程计量与计价、建筑工程施工组织、建筑工程项目管理的顺序及课程设置的模式编写。淡化原有的教材体系中识图、材料、构造、结构等单独设置为主干课程的理念,而以分部与分项工程的施工及施工顺序为主线,将涉及到的构造、材料、结构施工图的识读、安全技术等相关知识按既方便学生理解和掌握,又尽可能地与施工过程相吻合的衔接顺序融入主线中。

由于本系列教材对原有的职业教材体系作出了全面的、深层次的变动,因此对地基与基础施工、主体结构施工、防水工程施工、建筑工程概预算等主干课程的任课教师提出了更高的要求,不仅要教本课程的知识,还要教学生构造、材料、识图、质量验收等相关知识。

由于本系列教材几乎是一个全新的尝试,因此,第一版不可避免地存在这样或那样的不足和问题,恭请各位专家、老师和读者提出宝贵的意见,我们将在未来的修订中加以改进。

编委会

2005 年 5 月

前 言

本系列教材本着按工程项目实际施工顺序向学生讲授分部分项工程,从构造一直到施工、质检验收的各种相关知识的宗旨,按照建筑工程基础、测量放线、地基与基础工程施工、主体结构施工、防水工程施工、钢筋翻样及加工、建筑工程质量验收、建筑工程计量与计价、建筑工程施工组织、建筑工程项目管理的顺序及课程设置的模式编写。淡化原有的教材体系中识图、材料、构造、结构等单独设置为主干课程的理念,而以分部与分项工程的施工及施工顺序为主线,将涉及到的构造、材料、结构施工图的识读、安全技术等相关知识按既方便学生理解和掌握、又尽可能地与施工过程相吻合的衔接顺序融入主线中。

在本书的编写过程中,我们本着“以全面素质为基础,以能力为本位、以企业需求为基本依据”的原则,力图体现“以就业为导向,适应行业技术发展,体现教学内容的先进性;以学生为主体,体现教学组织的科学性和灵活性”的指导思想。本书突出职业教育培养初、中级技能性人才的特点,基本理论以必需、够用为度,重点要求学生掌握基础施工及地基处理方面的基本知识,注重对学生实际操作能力的培养。我们在书中附有大量插图、施工工艺流程框图、施工验收规范等内容,为教学提供了方便。

本书共分十三章,主编由刘粤、丁宪良担任,教材编写分工情况是广州市建筑工程学校:刘粤(第8、9、13章);吴又发(第8章)、陈耀华(第8章);陈锦星(第13章);河南省建筑工程学校:丁宪良(第12章);魏玉琴(第1、3章);许红(第6章)、吕秀娟(第6章);武汉市建设学校:肖捷(第4、10、11章);湖北省工业建筑学校:吕丽平、储广洲(第2、5章);山东省聊城建设学校:刘福成、柴春远(第7章)。本书由武汉建筑工程学校汤振华高级工程师主审。

编写过程中参阅了较多的文献资料,谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意。

限于时间和作者的水平,书中不足之处在所难免,衷心欢迎广大读者批评指正。

编 者

2005年4月30日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 地基与基础的概念.....	(1)
第二节 地基基础的重要性.....	(1)
第三节 本课程的学习内容、特点及学习方法	(2)
第四节 相关规范.....	(2)
第五节 地基基础施工的发展概况.....	(2)
第二章 常见基础的类型和构造	(4)
第一节 概述.....	(4)
第二节 浅基础的类型和构造.....	(4)
第三节 深基础.....	(9)
思考题	(10)
第三章 基础施工图识读	(11)
第一节 基础平面图	(11)
第二节 基础详图	(12)
思考题	(14)
第四章 土方工程	(15)
第一节 土的工程性质与工程分类	(15)
第二节 土方开挖填筑与土方工程量的计算	(21)
第三节 基坑(槽)降水与排水	(34)
第四节 土方机械化施工	(39)
第五节 基坑(槽)工程质量验收规范	(45)
思考题	(46)
第五章 无筋扩展基础施工	(47)
第一节 概述	(47)
第二节 砖基础施工	(47)
第三节 毛石基础施工	(53)
第四节 毛石混凝土基础施工	(56)
思考题	(58)
第六章 钢筋混凝土基础施工	(59)
第一节 概述	(59)
第二节 钢筋混凝土柱下独立基础	(70)
第三节 钢筋混凝土条形基础的构造及施工	(76)
第四节 钢筋混凝土筏板基础	(80)
第五节 钢筋混凝土箱形基础	(86)

第六节 厚大基础混凝土施工	(90)
思考题	(94)
第七章 桩基础施工	(95)
第一节 概述	(95)
第二节 钢筋混凝土预制桩施工	(97)
第三节 混凝土灌注桩施工	(110)
思考题	(124)
第八章 地基处理技术	(125)
第一节 概述	(125)
第二节 灰土地基	(129)
第三节 砂和砂石地基	(134)
第四节 粉煤灰地基	(139)
第五节 强夯地基	(143)
第六节 振冲地基	(150)
第七节 砂石桩地基	(155)
第八节 土和灰土挤密桩复合地基	(161)
第九节 夯实水泥土桩复合地基	(166)
第十节 水泥粉煤灰碎石桩(CFG 桩)	(169)
第十一节 石灰桩地基	(176)
第十二节 水泥土搅拌桩地基	(181)
第十三节 预压地基	(186)
第十四节 高压喷射注浆地基	(196)
第十五节 注浆加固地基	(201)
第十六节 土工合成材料	(208)
思考题	(215)
第九章 特殊土地基与地基基础抗震	(216)
第一节 概述	(216)
第二节 湿陷性黄土地基	(216)
第三节 膨胀土地基	(219)
第四节 红粘土地基	(224)
第五节 地基基础抗震	(225)
思考题	(228)
第十章 基坑工程	(229)
第一节 基坑支护结构选型	(229)
第二节 基坑支护工程构造要求及施工特点	(233)
第三节 基坑支护结构的质量检验标准	(235)
思考题	(239)
第十一章 挡土墙	(241)
第一节 挡土墙后的土压力	(241)

第二节 挡土墙的类型.....	(242)
第三节 挡土墙的施工方法.....	(244)
思考题.....	(245)
第十二章 冬期与雨季施工	(246)
第一节 概述.....	(246)
第二节 土方工程冬期施工.....	(249)
第三节 砖基础冬期施工.....	(252)
第四节 钢筋混凝土基础冬期施工.....	(255)
第五节 桩基础冬期施工.....	(261)
第六节 越冬工程维护.....	(265)
第七节 雨季施工.....	(266)
思考题.....	(267)
第十三章 道路及桥梁基础施工	(268)
第一节 路基工程构造.....	(268)
第二节 路基工程施工.....	(269)
第三节 桥梁基础概述.....	(277)
第四节 浅基础.....	(277)
第五节 桩基础.....	(285)
第六节 沉井基础.....	(293)
思考题.....	(298)
参考文献	(299)

绪 论

第一节 地基与基础的概念

地基和基础是建筑工程中两个不同而又联系密切的概念。任何建筑物都是建造在一定的地层上的。建筑物的全部荷载都由它下面的土层来承担,承受建筑物荷载的地层称为地基;建筑物向地基传递荷载的下部结构就是基础。如图 1-1 所示。

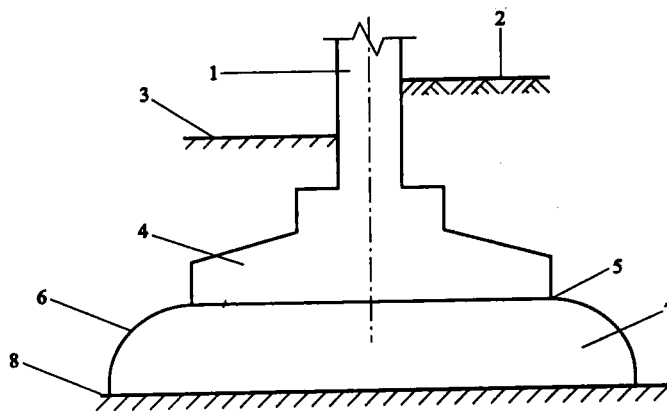


图 1-1 地基基础示意图

1—上部结构;2—室内地面;3—室外地面;4—基础;5—基础底面;6—持力层受力范围;7—持力层;8—下卧层

基础的结构形式很多,设计时应选择既能适应上部结构要求,同时也能适合场地工程地质条件,并在技术和经济上合理可行的基础结构方案。通常把埋置深度较浅,且施工简单基础称为浅基础;反之,若浅层土质不良,须将基础埋置于较深的良好土层上,且需要借助于特殊的施工方法,则称为深基础。当选定合适的基础形式后,若地基不加处理就可以满足设计要求的,称为天然地基;反之,当地基强度不足或压缩性很大而不能满足设计要求时,则需对地基进行处理,经过处理后的地基则称为人工地基。

第二节 地基基础的重要性

基础是建筑物的一个主要组成部分,基础的强度直接关系到建筑物的安全与使用。而地基的承载力、压缩性、稳定性更直接影响到基础以至建筑物的安全、耐久性和正常使用。因此,正确解决地基基础问题是建筑工程中一项十分重要的工作。无论是在勘察、设计还是在施工

中,都应严格执行有关规范中的规定。

基础工程是隐蔽工程,影响因素很多,稍有不慎就有可能给工程留下隐患。大量工程实践表明,整个建筑物工程的成败,在很大程度上取决于基础工程的质量和水平。建筑物事故的发生,很多与基础工程问题有关。此外,基础工程费用与建筑物总造价的比例,视其复杂程度和设计、施工的合理与否,可以变动于百分之几到几十之间,尤其是在地质条件复杂的地区更是如此,其节省建设资金的潜力很大,因此,地基基础工程在整个建筑工程中的重要性是显而易见的。

第三节 本课程的学习内容、特点及学习方法

本课程主要包括基础的类型及构造,基础施工图识读,岩土的基本物理性质及工程分类、鉴别,无筋扩展基础施工,钢筋混凝土基础施工,桩基础施工,地基处理技术,特殊土地基与地基基础抗震,基坑工程,挡土墙,地基及基础的冬期、雨期施工,道路与桥梁基础施工。

地基与基础工程施工是一门综合性、实践性很强的课程,它涉及到工程地质学、土力学、建筑材料、建筑结构、结构识图和施工技术几个学科的基本知识。学习本课程,应掌握工程地质的基本知识,学会阅读、运用工程地质勘查资料及地基基础施工图,掌握一般常用基础形式的施工方法及地基处理方法。另外,对工程地质勘查及验槽工作的现场参观教学也是学习中非常重要的一个环节。

我国地域辽阔,由于自然地理环境的不同,分布着多种多样的土类。某些土类(如湿陷性黄土、软土、膨胀土、红粘土和多年冻土等)还具有不同于一般土类的特殊性质。作为地基,必须针对其特性采取适当的工程措施。大量工程实践证明,地基基础问题的发生和解决带有明显的区域性特征,又由于每一种地基处理技术都有其适用范围和条件,因此,学习过程中,可考虑所在地区的不同、具体要求不同,有重点地选择适合教学需要的内容。必须紧密联系和结合工程实践经验、地方条件,才能使所学课程内容更有意义。

第四节 相关规范

本课程相关的规范、标准及规程有:《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002);《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300-2001)、《混凝土结构工程施工质量验收》(GB 50204-2002)、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202-2002)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2002)、《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-1999)、《基坑土钉支护技术规程》(CECS96:1997)、《建筑工程冬期施工规程》(JGJ 104-1997)、《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025)、《膨胀土地区建筑技术规范》(GB 50112)、《市政道路工程质量检验评定标准》(CJJ 1-1990)、《市政桥梁工程质量检验评定标准》(CJJ 2-1990)。这些标准和规范是我国建国以来,科研成果和工程实践的结晶,是编写本书的主要依据。

第五节 地基基础施工的发展概况

地基与基础既是一项古老的工程技术,又是一门年轻的应用科学。

地基基础工程是土木工程学科的一个重要分支,是人类在长期的生产实践中发展起来的一门应用学科。追本溯源,我们的祖先早在史前的建筑活动中就创造了自己的基础工程工艺。宏伟的宫殿寺院和巍巍耸立的高塔,正是基础牢固,方能经历无数次大风、强震考验而安然无恙,度过千百年而留存至今。历代修建的无数建筑物都出色地体现了我国古代劳动人民在地基基础工程方面的高水平。举世闻名的长城、大运河,蜿蜒万里,如不处理好有关的地基基础问题,哪能穿越各种地质条件的广阔地区,而被誉为亘古奇观;隋朝石工李春所修建赵州石拱桥,不仅因其建筑和结构设计的成就而著称于世,其地基基础的处理也是颇为合理的。但是,古代劳动人民的大量基础工程实践经验,主要体现在能工巧匠的高超技艺上,由于受当时生产力水平的限制,还未能形成系统的科学理论。

近几十年来,由于土木工程建设的需要,特别是电子计算机和计算技术的引入,使地基基础工程无论在设计理论上,还是在施工技术上,都得到了迅速的发展,出现了很多新型的基础形式及施工技术方案。在地基处理方面,如强夯法、沙井预压法、真空预压法、振冲法、旋喷法、深层搅拌法、树根桩法、压力注浆法等都是近几十年来创造和完善的方法。另外,由于深基坑开挖支护工程的需要,出现了很多支护结构形式。

但是,由于基础工程是地下隐蔽工程,再加上工程地质条件又极其复杂且差异巨大,使得这一工程领域变得十分复杂,虽然目前地基基础工程设计理论和施工技术有突飞猛进的发展,但仍有许多问题值得在工程实践中研究和探讨。

第二章

常见基础的类型和构造

第一节 概 述

建筑物向地基传递荷载的下部结构称为基础。基础根据相对埋深、施工方法及施工设备的不同,一般可分为两类:深基础和浅基础。通常把埋置深度小于或相当于基础底面宽度(一般认为小于5m)的基础称为浅基础,它通常采用一般的方法和设备进行施工。当浅层土质不良时,需要利用深处良好岩层或土层,采用特殊的施工方法和机具建造的基础称为深基础。常见的基础还有深浅结合的基础(如桩-筏、桩-箱基础等)。本章主要介绍常见基础的类型和构造。

第二节 浅基础的类型和构造

浅基础根据所用材料的性能可分为无筋扩展基础(刚性基础)和钢筋混凝土基础。根据结构形式可分为扩展基础、联合基础、柱下条形基础、柱下交叉条形基础、筏形基础、箱形基础和壳体基础等。

(一) 扩展基础

扩展基础系指墙下条形基础和柱下独立基础(单独基础)。扩展基础包括无筋扩展基础和钢筋混凝土扩展基础。

1. 无筋扩展基础

无筋扩展基础系指由砖、毛石、混凝土或毛石混凝土、灰土和三合土等刚性材料组成的墙下条形基础或柱下独立基础。无筋扩展基础的形式见图2-1,它的特点是抗压强度高,抗拉、抗剪强度较低。无筋扩展基础也可由两种材料叠合组成,例如,上层用砖砌体,下层用混凝土。无筋扩展基础适用于多层民用建筑和轻形厂房。砖基础具有取材容易,价格便宜,施工简便等特点,但砖砌体的取材严重破坏生态环境,正在被限制使用。

(1) 砖基础

砖基础是采用砖砌体材料砌筑而成的。采用砖基础时,在首层室内地面以下采用水泥砂浆砌筑(即 ± 0.000 标高以下)。

砖基础俗称大放脚。砖基础的砌筑方式有两种(图2-2):一种称为等高式,也叫“两皮一收式”砌法,即每层台阶为两皮砖,高度为120mm,挑出1/4砖长,即60mm;另一种称为不等高式,也叫“二一间隔收”砌法,即台阶面宽度均为1/4砖长,从底层起一层高度为两皮砖,即120mm,其上一层的高度为一皮砖,即60mm,以上各层依次类推,间隔选用相同的高度尺寸。

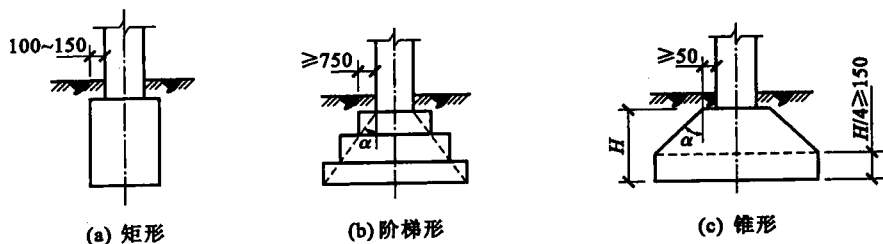


图 2-1 无筋扩展基础形式

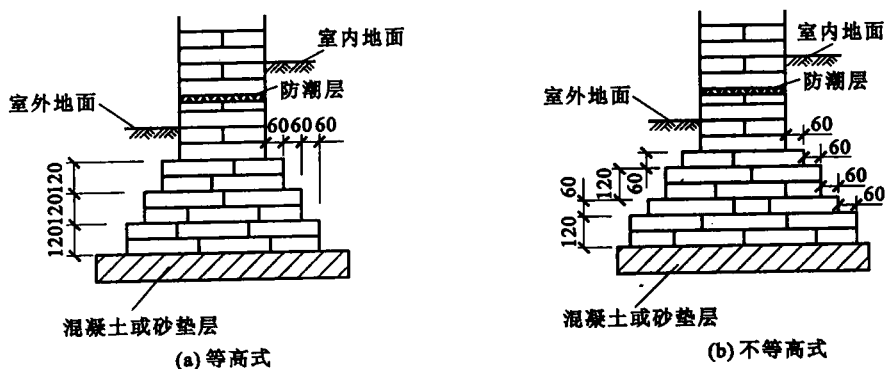


图 2-2 砖基础的砌筑形式

砖基础底面以下一般设垫层，垫层多为素混凝土、灰土或三合土。

(2) 灰土或三合土基础

灰土基础是用一定比例的石灰与土，在最佳含水量情况下，充分拌和，分层铺筑夯实或压实而成的基础。基础形式见图 2-3。石灰宜用新鲜的块灰或生石灰粉。使用前应经过 1~2d 的充分熟化并过筛，其粒径不得大于 5mm。土料宜优先采用基槽中挖出的粉质粘土及塑性指数大于 4 的粉土，使用前应过筛，其粒径不大于 15mm。石灰与土的体积比一般为 2:8 或 3:7，经加水拌和均匀后分层铺筑。

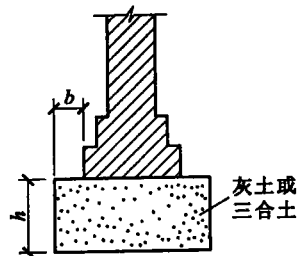


图 2-3 灰土基础、三合土基础

灰土基础施工时，每层虚铺厚度为 200~250mm，夯至 100~150mm 后再铺上一层，称为“一步灰土”，一般可铺 2~3 步，即厚度为 300mm 或 450mm。三合土基础厚度不应小于 300mm。

灰土基础有一定的强度、水稳定性和抗渗性，且施工工艺简单，取材容易，费用较低。在我国华北和西北地区，广泛应用于 5 层及 5 层以下的民用房屋。在我国南方则常用三合土基础。三合土是由石灰、砂和骨料（矿渣、碎砖或碎石）按体积比 1:2:4 或 1:3:6 加水泥混合而成。

(3) 毛石基础

毛石是未经加工凿平的石材。毛石基础应选用未经风化的硬质岩石砌筑而成，其基础形式见图 2-4。毛石基础一般用于山区，且不宜用于地下水位以下，每一台阶宜用 3 排或 3 排以上的毛石。台阶式毛石基础的每阶伸出宽度不宜大于 200mm，每阶高度通常取 400~

600mm,并由两层毛石错缝砌成。

(4) 混凝土基础和毛石混凝土基础

当基础上部的荷载较大或位于地下水位以下时,常采用混凝土基础。混凝土基础的强度大、耐久性和抗冻性好,但造价较砖、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(图 2-5),以节约水泥。掺入的毛石尺寸不宜大于 300mm,使用前须冲洗干净。混凝土基础每阶高度不应小于 200mm,毛石混凝土基础每阶高度不应小于 300mm。

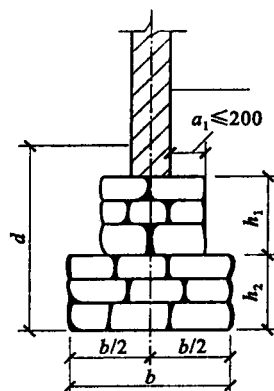


图 2-4 毛石基础

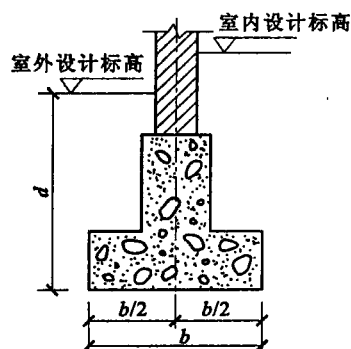


图 2-5 毛石混凝土基础

砖基础、毛石基础下的垫层厚度一般为 100mm,每边伸出基础 50~100mm,垫层混凝土强度等级应为 C15。垫层的作用在于保护坑底土体不被人为扰动和雨水浸泡,同时改善基础的施工条件。

2. 钢筋混凝土扩展基础

钢筋混凝土扩展基础系指墙下钢筋混凝土条形基础和柱下钢筋混凝土独立基础,其抗弯性能和抗剪性能良好,且具有抗冻性和耐久性。这类基础常用于荷载较大或地基土质较软弱的情况。

(1) 墙下钢筋混凝土条形基础

墙下钢筋混凝土条形基础一般情况下可采用无肋的墙基础(图 2-6(a))。当地基软弱时,需要增强基础的整体性,减小不均匀沉降,可采用有肋的墙基础(图 2-6(b))。

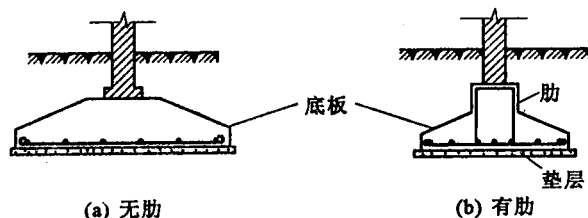


图 2-6 墙下钢筋混凝土条形基础

梯形截面基础的边缘高度,一般不小于 200mm。基础高度小于等于 250mm 时,可做成等厚度板。基础混凝土强度等级不应低于 C20。基础下的垫层厚度一般为 100mm,每边伸出基

基础 50~100mm, 垫层混凝土强度等级应为 C15。底板受力钢筋的最小直径不宜小于 10mm, 间距宜 100~200mm。当有垫层时, 混凝土的保护层厚度不应小于 40mm, 无垫层时不应小于 70mm。墙下钢筋混凝土条形基础纵向分布筋直径不小于 8mm, 间距不大于 300mm。

基础底板在 T 形及十字形交接处, 底板横向受力钢筋仅沿一个主要受力方向通长布置, 另一方向的横向受力钢筋可布置到主要受力方向底板宽度 1/4 处(图 2-7(a))。在拐角处底板横向受力钢筋应沿两个方向布置(图 2-7(b))。

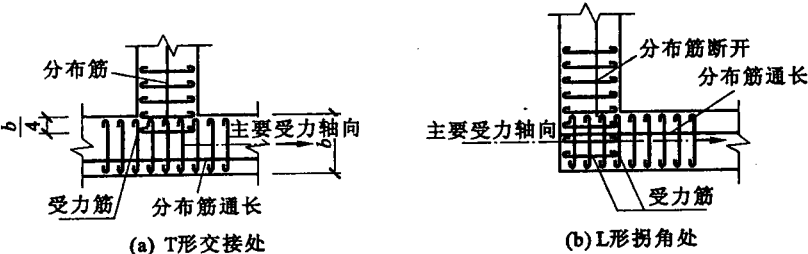


图 2-7 墙下条形基础底板受力配筋布置示意

(2) 柱下钢筋混凝土独立基础

柱下钢筋混凝土独立基础(图 2-8)可做成锥形或阶梯形, 预制柱则采用杯口基础。杯口基础常用于装配式单层工业厂房。柱下钢筋混凝土独立基础的构造, 除应满足墙下钢筋混凝土条形基础的要求外, 还应满足其他一些要求。

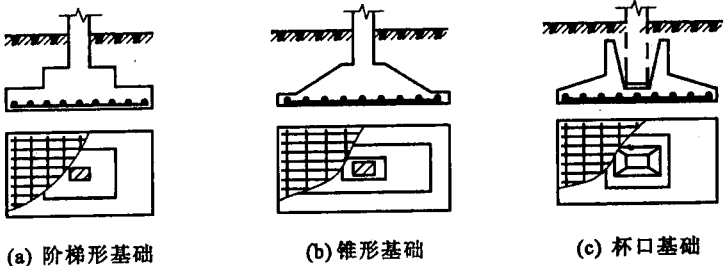


图 2-8 柱下钢筋混凝土独立基础

当采用锥形基础时, 其边缘高度不宜小于 200mm, 顶部每边应沿柱边放出 50mm, 以便柱子支模。

当采用阶梯形基础(图 2-9)时, 每阶高度宜为 300~500mm, 当基础高度介于 600~900mm 之间时, 分二级; 当基础高度大于等于 900mm 时, 则分三级。阶梯尺寸宜用整数, 一般在水平及垂直方向均用 50mm 的倍数。

柱下钢筋混凝土基础底板的受力筋应双向配置, 现浇柱的纵向钢筋可通过插筋锚入基础中, 其连接方法应按现行的《混凝土结构设计规范》规定执行。插筋的下端宜做成直钩放在基础底板钢筋网上。

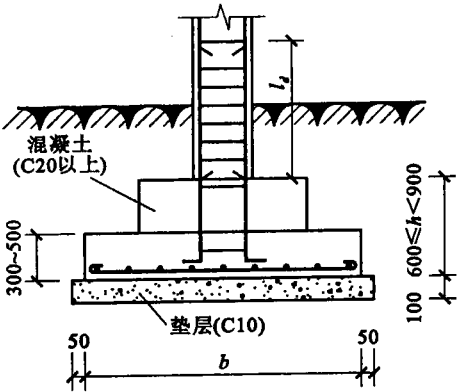


图 2-9 柱下钢筋混凝土独立基础的构造

杯口基础的构造参见《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002)。

(二) 柱下条形基础

当地基较软弱而柱荷载较大,若采用柱下独立基础,可能会产生较大的不均匀沉降时,为增加基础的整体性并方便施工,可将同一排的柱基础连通做成钢筋混凝土条形基础,如图 2-10。

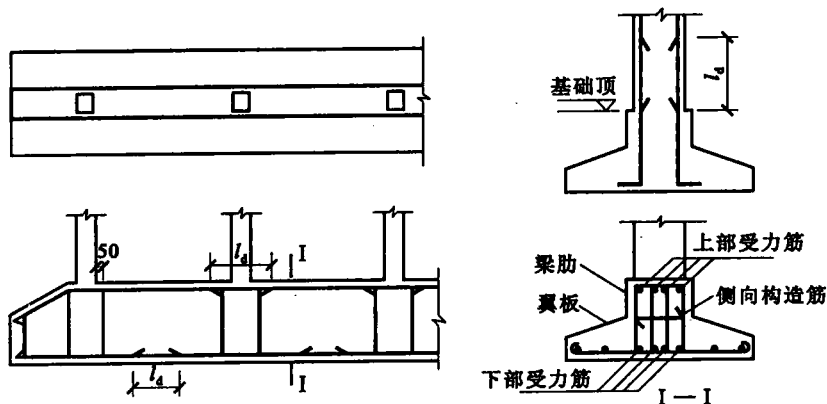


图 2-10 柱下条形基础

(三) 柱下交叉条形基础

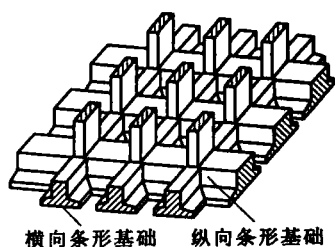


图 2-11 柱下交叉条形基础

对于荷载较大的高层建筑,如果地基软弱且在两个方向分布不均匀,需要在柱网下纵横两方向增加基础的整体刚度来调整不均匀沉降,则可在纵横方向分别设置钢筋混凝土条形基础,形成柱下交叉条形基础,如图 2-11。

(四) 筏形基础

在软土地基上,当荷载很大,而采用柱下交叉条形基础仍不能满足要求时,或者建筑物的柱距较小,或者建筑物在使用上有要求(如设置地下室)时,可以在建筑物的柱、墙下方做成一块满堂的等厚度的钢筋混凝土基础,即筏形(片筏)基础(图 2-12)。筏形基础的底面积大,可减小基底压力,同时也可提高地基承载力,增强基础的整体性,有效调整基础各部分的不均匀沉降,增强建筑物的整体抗震性能。

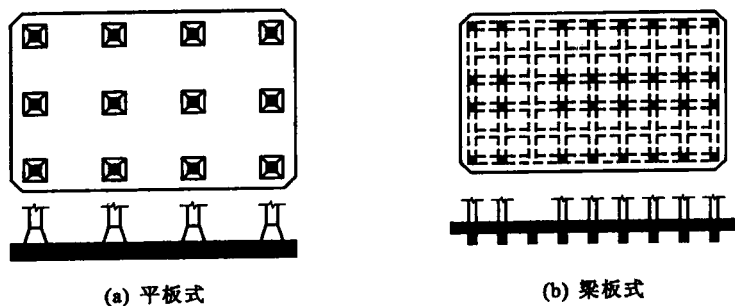


图 2-12 筏形基础

按所支承的上部结构类型分,有用于砌体承重结构的墙下筏形基础和用于框架、剪力墙结构的柱下筏形基础。墙下筏形基础为 200~300mm 的钢筋混凝土平板,埋深较浅。柱下筏形基础分为平板式和梁板式两种类型。平板式筏板基础的厚度不应小于 400mm,一般为 0.5~2.5m,其特点是施工方便、建造快,但混凝土用量大。

(五) 箱形基础

箱形基础是由钢筋混凝土顶板、底板和纵横墙组成的空间结构(图 2-13),适用于软弱地基上的高层、重型或对不均匀沉降有严格要求的建筑物。箱形基础比筏形基础具有更大的抗弯刚度,只能产生大致均匀的沉降或整体倾斜。箱形基础具有整体性好,抗弯刚度大,抗震性能较好的特点,且可改善沉降与不均匀沉降,所以箱形基础又称为补偿性基础。基础中空部分可作为地下室等。但基础的钢筋、水泥用量很大,工期长,造价高,施工技术比较复杂。

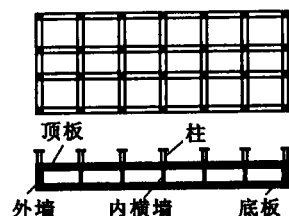


图 2-13 箱形基础

(六) 壳体基础

壳体基础适用于工业与民用建筑的柱基础和筒形构筑物(如烟囷、水塔、料仓、中小型高炉等)基础(图 2-14)。壳体基础可充分发挥混凝土抗压性能好的特性。常见的壳体基础形式有正圆锥壳、M 形组合壳和内球外锥组合壳 3 种,其优点是材料省、造价低,可比一般梁、板式的钢筋混凝土基础少用混凝土 30%~50%,节约钢筋 30% 以上。一般情况下施工时不必支模,土方挖运量也较少。壳体基础混凝土强度等级应不小于 C20(构筑物基础不小于 C30)。

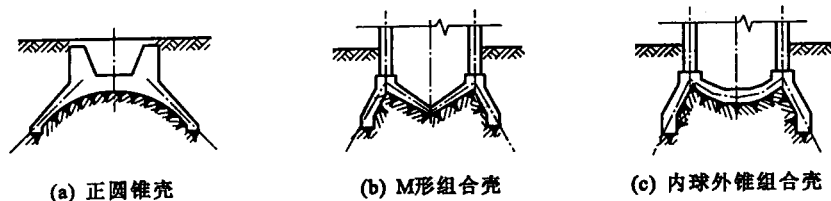


图 2-14 壳体基础的结构形式

第三节 深基础

深基础是利用深处坚实土层或岩层作为持力层的基础,其埋深远大于基础宽度,且需要特殊的施工方法做成。深基础主要有桩基础、沉井、地下连续墙等几种类型,桩基础应用最为广泛。深基础的作用是把所承受的荷载传递到地基的深层,因此,当建筑场地的浅层土质为软弱地基,不能满足建筑物对地基承载力和变形的要求,而又不适宜采取地基处理措施时,就要考虑选用深基础方案。

(一) 桩基础

桩基础是一种承载性能好、适用范围广的深基础,简称桩基(图 2-15),在高层、桥梁、港口及近海结构等工程中得到越来越多的应用。桩基础可分为低承台桩基和高承台桩基两种:低承台桩基的承台底面位于地面以下,而高承台桩基的承台底面则高出地面以上。

在工业与民用建筑中,多使用低承台桩基,且多采用竖直桩,很少采用斜桩,但在桥梁、港