



国家示范性高等职业院校建设计划项目

地基基础施工

DIJI JICHU SHIGONG

牛学超 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国家示范性高等职业院校建设计划项目

地基基础施工

主 编 牛学超
副主编 周浩亮
参 编 岳中文 郭东明 徐俊峰
主 审 陈 辉



机械工业出版社

本书根据国家最新颁布实施的地基基础工程各相关设计规范、施工质量验收规范、规程及行业标准,并结合有关方面的著述而编写,重点突出职业实践能力的培养和职业素养的提高。共分为8章,主要内容包括地基基础概述、岩土的基本性质与工程分类、岩土工程勘察报告识读、地基基础施工准备、基坑工程施工、地基处理、桩基础施工和基础结构施工。

本书可以作为高职高专土建类相关专业教学用书,也可以作为土建类相关专业教学参考书,同时可作为土建类专业勘察、设计和施工技术人员参考书。

为方便教学,本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 注册下载。咨询邮箱: cmp-gaozhi@sina.com。咨询电话: 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

地基基础施工/牛学超主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 8

国家示范性高等职业院校建设计划项目
ISBN 978-7-111-38379-6

I. ①地… II. ①牛… III. ①地基-基础(工程)-工程施工-高等职业教育-教材 IV. ①TU753

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第178318号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:李莉 覃密道 责任编辑:常金锋

版式设计:霍永明 责任校对:李锦莉

封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·16.5印张·407千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38379-6

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是在全国示范性高职院校建设过程中，结合建筑工程重点专业建设，采用行动导向教学法，探索可行的教学项目设计编写而成的。

本书中每章均设计了项目化教学的实训项目，基坑工程施工一章每道工序均设计了实训项目。每个项目设计均注重实用性，大都具体到每个学生的工作任务，教师基本可以按照教材设计的项目而不需要编制更多的教学资料直接进行项目化教学。书后附录部分收录了典型基坑施工案例，大部分实训项目和案例相结合，由浅入深，以达到让学生看懂案例、模仿案例和自行编制施工组织设计的目的。从前到后采用的实训形式依次为案例技术交底、案例施工图抄绘、案例工程量计算、模拟施工措施编制、模拟施工组织设计编制等，其间贯穿试验、实测等项目化教学方式。无论案例选择或施工工艺介绍均采用最为先进的施工技术，且将施工准备和施工预案处理等编进其中。

本书由北京工业职业技术学院牛学超担任主编，北京现代金宇地基基础有限责任公司周浩亮担任副主编。全书共分8章，其中第1、3、5、6、7章由牛学超编写，第4章和附录部分由周浩亮编写，第2章由中国矿业大学（北京）岳中文编写，第8章的8.1~8.4由中国矿业大学（北京）郭东明编写，8.5~8.6由北京市轨道交通建设管理有限公司徐俊峰编写，全书的职业技能训练部分由牛学超设计并编写。北京工业职业技术学院陈辉教授担任本书的主审。

书中施工案例主要由北京现代金宇地基基础有限责任公司提供，中建二局总承包公司刘长松高级工程师提供了部分参考资料。本书编写过程中参考了大量的文献，在此，对在编写过程中提供帮助的技术人员和参考文献的作者致以衷心的感谢！

由于作者的理论水平和实践经验有限，加之编写时间仓促，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正，联系邮箱 545292377@qq.com。

编 者

目 录

前言	
第1章 地基基础概述	1
1.1 地基与基础简介	1
1.2 地基与基础的概念	4
1.3 基础形式的选择	9
1.4 职业技能训练——浅基础施工图抄绘	10
第2章 岩土的基本性质与工程分类	15
2.1 土的成因及组成	15
2.2 土的物理性质指标	19
2.3 土的物理状态指标	22
2.4 土的力学性质	24
2.5 土的工程分类	26
2.6 职业技能训练	28
第3章 岩土工程勘察报告识读	36
3.1 岩土工程勘察方法	36
3.2 载荷试验	39
3.3 地基承载力的基本概念	40
3.4 岩土工程勘察报告及案例	41
3.5 职业技能训练——岩土工程勘察报告的识读	51
第4章 地基基础施工准备	54
4.1 施工前期技术准备	54
4.2 施工现场准备	55
4.3 土方工程量及施工机械选型计算	57
4.4 物资和劳动组织准备	70
4.5 冬雨期施工准备	72
4.6 职业技能训练——场地平整与土方填挖施工机械选型	73
第5章 基坑工程施工	76
5.1 基坑施工方案编制的依据与内容	76
5.2 基坑降排水施工	77
5.3 基坑开挖施工	94
5.4 深基坑支护施工	106
5.5 基坑监测方案编制	120
第6章 地基处理	131
6.1 概述	131
6.2 换填、强夯及预压地基处理	132
6.3 复合地基	142
6.4 CFG桩地基处理	158
6.5 职业技能训练——CFG桩施工组织设计编制	162
第7章 桩基础施工	165
7.1 概述	165
7.2 预制桩基础施工	168
7.3 灌注桩基础施工	178
第8章 基础结构施工	189
8.1 独立基础施工	189
8.2 条形基础施工	194
8.3 筏板基础施工	195
8.4 箱形基础施工	197
8.5 沉井基础	200
8.6 墩基础	203
8.7 职业技能训练——杯口基础施工图绘制及模板组立	205
附录	207
附录A 北京××中学教学楼基坑降水、土方开挖与支护施工组织设计	207
附录B ××小区住宅楼CFG桩复合地基处理施工组织设计	245
附录C 学习任务书格式	257
附录D 职业技能训练评价表	258
参考文献	259

第1章 地基基础概述

教学内容 本章主要学习地基的重要性、地基和基础的概念、地基的种类和基础的类型，以及基础选型的主要原则。

知识目标 叙述地基和基础的概念，分清基础的种类，解释不同基础的适应条件。

能力目标 增强绘图技能；通过绘制基础施工图，理解相关概念，达到对基础深刻认识的目的。

1.1 地基与基础简介

1.1.1 地基基础在土木工程中的重要性

随着科学技术的发展和超高层建筑物和重型构筑物的兴建，地基基础越来越显示出其重要性。地基与基础工程是整个建筑工程的重要组成部分，它的质量优劣直接关系到建筑物的正常使用，稍有不慎就可能给工程留下重大隐患。地基和基础工程属于隐蔽工程，施工难度大、技术含量高、工期长，而且一旦出现事故，补救和处理都相当困难，甚至是不可挽救的。此外，基础工程在整个建筑工程造价中所占比例较大，一般多层可达25%~30%，高层可达30%~40%。

在国内外建筑史上，曾发生过多起因地基基础设计或施工有误而造成的建筑物质量事故，现略举几例。

(1) 地基滑动 1941年建造的加拿大特朗斯康谷仓，由65个圆柱形筒仓组成，高31m，宽23.5m，其下为筏板基础，厚为2m，埋深为3.6m，谷仓自重 $20 \times 10^3 \text{ kN}$ 。建成后第一次装谷 $27 \times 10^3 \text{ kN}$ 后，谷仓明显倾斜，西端陷入土中8.8m，东侧抬高1.5m，仓身整体倾斜 $26^\circ 53'$ ，如图1-1所示。事后经勘察了解到地基以下埋藏有厚约16m的淤泥质软弱土，谷仓初次加载后使基底压力(320kPa)超过了地基极限承载力。这是地基发生整体滑动、建筑物丧失稳定的典型例子。由于该谷仓整体刚度较好，无明显裂缝，事后在筒仓下增设了70多个支承于基岩上的混凝土墩，使用了388只500kN的千斤顶，才把倾斜的筒仓纠正，修复后谷仓的位置比原来降低了4m。

(2) 建筑物倾斜 意大利比萨斜塔(图1-2)是举世闻名的建筑物倾斜的典型实例。该塔自1173年9月8日动工，至1178年建至第4层中部，高度约29m时，因塔身明显倾斜而停工。94年后，即1272

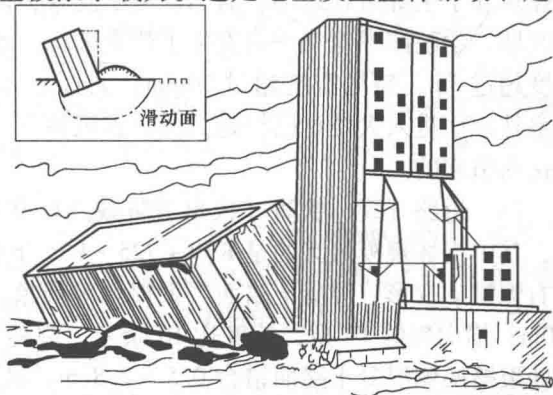


图1-1 加拿大特朗斯康谷仓的地基事故

年复工，经6年时间，建完第7层，高48m，再次停工中断82年，1360年再次复工，直至1370年竣工。全塔共8层，高度为55m。

比萨斜塔全塔总荷重约145MN，基础底面平均压力约50kPa。地基持力层为粉砂，下部为粉土和粘土层。塔身曾向南倾斜，南北两端沉降差为1.80m，塔顶偏离中心线达5.27m，倾斜 5.5° ，成为危险建筑，1990年被封闭。在经历了十多年的应力解除并辅以配重的矫正工程后，工程专家组于2001年6月16日将该塔正式交给比萨市政当局，专家组称比萨斜塔至少可以再良好地保持300年。

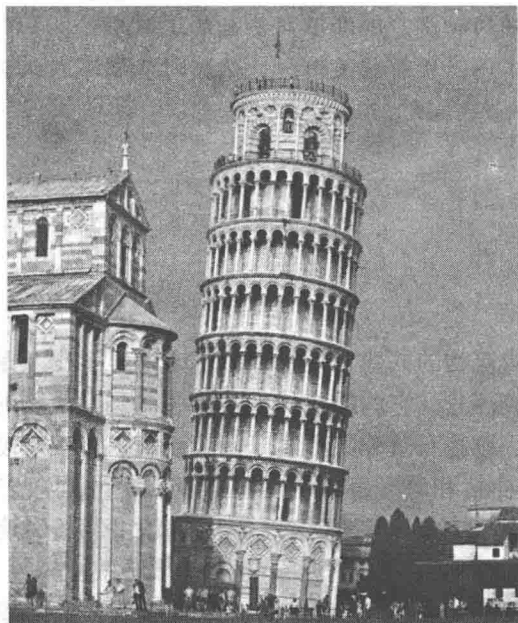


图1-2 意大利比萨斜塔



图1-3 震后河北省唐山矿冶学院书库

(3) 建筑物地基土液化 图1-3所示为河北省唐山矿冶学院书库。该学院位于唐山市区西部，学院图书馆书库为一幢四层大楼，建成后多年来使用情况良好。1976年7月28日凌晨，唐山市发生7.8级强烈地震，市区位于地震震中极震区，地震烈度高达 $10^\circ \sim 11^\circ$ ，市区的建筑几乎全部遭到毁坏。唐山矿冶学院教学楼、学生宿舍楼及学院办公楼均倒塌，呈现一片废墟，学院图书馆书库也发生了严重破坏。地震导致该书库的墙体发生了贯穿性大裂缝，长度超过3m，裂缝宽度超过50mm，大楼整体显著倾斜。地震后，原以为书库为三层楼，从室外地面进入大楼竟已经是二层，震沉整整一层。经分析，书库沉降主要是由于砂土振动液化而引起的。

(4) 道路开裂 钦防（钦州至防城港）高速公路建成通车后路面产生了不同程度的沉降，其中损坏规模最大的是K39+725~935下行线路段。该路段显现出明显的沉降及整体向右侧蠕动变形、混凝土路面严重损坏等现象。其中发生纵向裂缝7条，一般长度为80~120m；横向裂缝10条，长度达10余米。裂缝宽度一般为0.8~4cm，局部宽度达5~7cm，多处裂缝两侧混凝土路面错台0.5~2.8cm，最大沉降量达53.6cm。产生问题的主要原因，是该段高速公路途经的沿海地带地层多为淤泥质软土，淤泥质砂土、粘土和亚粘土等，厚度

达2~11m。地层含水率高,一般为52.5%~80.68%;孔隙比大,一般为0.91~1.9;抗剪强度低,凝聚力低,压缩系数大等。虽然在施工期间采用了清除换填、抛片石挤淤,扦插塑料芯板桩加垫砂层或土工布等多种地基处理措施,有效地控制了路基沉降变形,但由于对此类路基处理经验不足,仍致使建成通车后出现了明显的质量问题,后经进一步处理才得以正常使用。

1.1.2 地基基础学科发展简介

地基基础技术的进步主要取决于人类的生产活动。远古时代人类穴居达五十万年,新石器时代人类在劳动中发明了简易工具,开始使用土、石等材料改善居住条件。所以说,夯土技术的发展是建筑活动的起点,也是土工技术的起点。

砖、石灰的发明促进了建筑业的发展,从此基础工程跨入了新的时代,这个时代延续了2500年左右。现存的古建筑告诉我们,至少有两类基础形式值得称颂,一类是广泛用于民居的砖砌大放脚独立基础和条形基础,属于刚性基础的范畴,至今仍被广泛采用;另一类为砖台、木筏或木筏—木桩基础,用于宫殿、城楼等大、重型建筑,我国著名的天安门、前门箭楼就位于这类基础之上,负荷达 500kN/m^2 ,历经五百余年而完好无损。现代高层建筑钢筋混凝土厚筏、厚筏—桩体系的设计思想基础就源于此。

不仅基础在建筑物中起到重要的作用,地基的作用同样重要。隋朝工匠李春在河北省修建的赵州石拱桥,不仅因其建筑和结构设计而闻名于世,其地基的利用也是非常合理的。他将桥台砌置于密实粗砂层上,1300多年来估计沉降量仅为几厘米。现代通过验算确定桥台的基底压力约为 $500\sim 600\text{kPa}$,这与用现代土力学理论方法给出的该土层的承载力非常接近。

地基基础学科是随着土力学的发展而逐步发展的。土力学是实践先于理论的学科,到目前为止仍属于半经验半理论的学科。

18世纪中叶,随着欧洲工业革命的兴起,大规模的城市建设和水利、铁路的兴建,遇到了许多与土有关的力学问题,积累了许多成功的经验,也总结了不少失败的教训,这促使人们对积累的经验做出理论上的解释,因此土力学的理论才开始逐渐产生和发展。1773年,法国人库仑(Coulomb)根据试验提出了砂土的抗剪强度公式和挡土墙土压力的滑动楔体理论(统称为库仑理论);1857年,英国人朗肯(Rankine)又从另一途径建立了土压力理论,这一土压力理论与库仑土压力理论统称为古典土压力理论,对后来土体强度理论的建立起到了推动作用;1885年,法国人布辛涅斯克(Boussinesq)求得了弹性半无限空间体表面在集中力作用下的应力、应变理论解答;1927年,瑞典人弗伦纽斯(Follenius)为解决铁路塌方问题提出了土坡稳定的分析方法。这些理论和方法至今仍作为土力学的基本理论被广泛应用着。

1925年,奥裔美国土力学专家太沙基(Terzaghi)著名的“Eoubakmeceanik”的出版,被公认为是近代土力学的开始。他在总结实践经验和大量试验的基础上提出了很多独特的见解,其中,著名的土的有效应力原理和固结理论是对土力学学科的突出贡献。至此,土力学才成为一门独立的学科,并在以后的工程实践中不断丰富提高。

20世纪50年代开始,现代科技成就特别是电子技术进入了土力学与地基基础的研究领域,试验技术实现了自动化、现代化,人们对地层的性质有了更深的了解。土力学理论和基

础工程技术出现了令人瞩目的进展。

目前,以土工试验及勘察技术为基础,在力学理论的指导下,实现了在软弱地基上设计并建造高层和重型、大型建筑物的愿望。特殊土地基处理技术和深基坑支护技术,以及高层建筑箱筏基础和桩基础等已经被大量使用到地基基础工程中。我国近年来发展起来的地基处理和地下工程建筑技术有:灌注桩后注浆技术、长螺旋钻孔压灌桩技术、水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)技术、真空预压法加固软土地基技术、土工合成材料应用技术、复合土钉墙支护技术、型钢水泥土复合搅拌桩支护结构技术、工具式组合内支撑技术、逆作法施工技术、爆破挤淤法技术、高边坡防护技术、非开挖埋管技术、大断面矩形地下通道掘进施工技术、复杂盾构法施工技术、智能化气压沉箱施工技术以及双聚能预裂与光面爆破综合技术等。这些技术的应用为我国建筑工程的发展起到了重要的推动作用。

1.1.3 课程学习内容与要求

本课程主要学习地基处理方法和基础施工等内容,包括地基基础的概念、土的物理性质与工程分类、岩土工程勘察报告识读、地基基础施工准备、基坑工程施工、地基处理、桩基础施工和基础结构施工等。学习目标:看懂并准确分析地基工程地质勘察报告,独立完成有代表性的土工试验;对基础的类型与适用条件做出准确的评价;具备基坑降水、开挖和支护的基本计算能力,能选择基坑施工方案,确定基坑施工工艺,编制其施工措施或施工组织设计;根据地基和建筑物的具体情况,初步选定地基处理方案,熟知地基处理的工艺过程,编制地基处理施工组织措施;掌握桩基的基本概念,熟知钢筋混凝土预制桩的施工工艺;掌握灌注桩的施工方法,编写灌注桩施工组织设计,借助仪器对桩基质量予以检测并评价;了解浅基础构造要求和施工注意事项等。

由于本课程的特殊性,较多的学习情境不能在学校完成,工程参观与实训依附于建筑工地,所以要求同学们充分利用每一次现场参观的机会,多思考,勤提问,详记录,认真编写参观日记。在编写施工措施或施工组织设计时,充分利用图书与网络资源,提高编写质量。书后附有具有代表性的实际工程案例,要认真分析,掌握其精髓。每章配有实训课题,供同学们进行职业技能训练。要结合具体训练条件,灵活运用这些实训项目,有效地完成实训任务。

1.2 地基与基础的概念

任何建筑物都要建造在地层上面,承受由基础传来的荷载的地层称为地基;建筑物下部的扩大部分,用于承重的结构称为基础,如图1-4所示。位于基础底面以下的第一个地层称为持力层,其下地层称为下卧层,强度低于持力层的下卧层称为软弱下卧层。从室外设计地面到基础底面的垂直距离称为基础的埋置深度,简称埋深。

地基基础是建筑物的重要组成部分,其质量好坏直接关系到建筑物的安全。由于建筑物

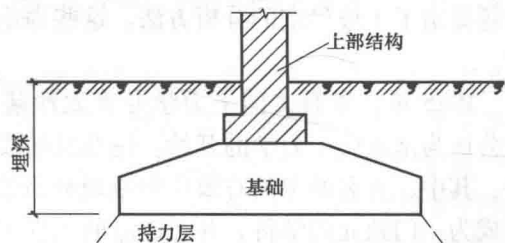


图1-4 地基基础示意图

上部结构材料强度很高，而相对应的下部地基土的强度较低、压缩性较大，因此必须设置一定结构形式和尺寸的基础，来保证建筑物的安全。

1.2.1 地基的类型

地基分为天然地基和人工地基。开挖基坑后直接将基础修筑在未经加固的土层上的地基为天然地基。如果天然地基不能满足强度和变形等要求，需要先进行人工处理后再建造基础的，称为地基处理。经过地基处理后的地基称为人工地基。

地基处理的主要对象是软弱地基和特殊土地基。软弱地基是指主要由淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其他高压缩性土层构成的地基。特殊土地基是指软土、湿陷性黄土、膨胀土、红粘土和冻土等土层构成的地基，它们带有区域性特点。

地基处理的主要目的是采取各种地基处理方法以改善地基条件，包括改善地基土的剪切特性、压缩特性、透水特性、动力特性和特殊土的不良地基的特性等。

地基处理的历史可追溯到古代，我国劳动人民在地基处理方面有着极其宝贵的丰富经验，许多现代的地基处理技术都可在古代找到它的雏形。根据历史记载，早在 2000 年前就已采用了软土中夯入碎石等压密土层的夯实法；灰土和三合土的垫层法，也是我国古代传统的地基处理技术之一；我国古代在沿海地区极其软弱的地基上修建海塘时，采用每年农闲时逐年填筑而成，这就是现代堆载预压法中称为分期填筑的方法，利用前期荷载使地基逐年固结，从而提高土的抗剪强度，以适应下一期荷载的施加，它是我国劳动人民在软土地基上从实践中积累的宝贵经验。

现代采用的地基处理方法的分类较多。如按时间可分为临时处理和永久处理；按处理深度可分为浅层处理和深层处理；按处理土性对象可分为砂性土处理和粘性土处理，饱和土处理和非饱和土处理；也可按照地基处理的作用机理进行分类。

按地基处理的作用机理进行分类的方法可以体现各种地基处理方法的主要特点。其主要方法包括换土垫层法、深层密实法、排水固结法、加筋法、胶结法、热学法等，每种方法又可以进一步分类。如水泥粉煤灰碎石桩法属于深层密实法之一，它是在挤密桩法基础上发展起来的一种地基处理方法。水泥粉煤灰碎石桩法和挤密桩法处理后的地基均属于复合地基。

国外自 1962 年首次使用“复合地基”概念 (Composite-Foundation) 以来，它已成为很多地基处理方法理论分析及公式建立的基础和依据。复合地基是指天然地基在地基处理过程中部分土体得到增强，或被置换，或在天然地基中设置加筋材料，加固区是由基体（天然地基土体或被改良的天然地基土体）和增强体两部分组成的人工地基。在荷载作用下，基体和增强体共同承担荷载的作用。加固区整体上是非均质和各向异性的。按地基中增强体的方向可分为竖向增强体复合地基和水平向增强体复合地基，如图 1-5 所示。根据增强体性质，竖向增强体复合地基又可分为散体材料桩复合地基、柔性桩复合地基和刚性桩复合地基等。

地基处理的基本方法，无非是置换、

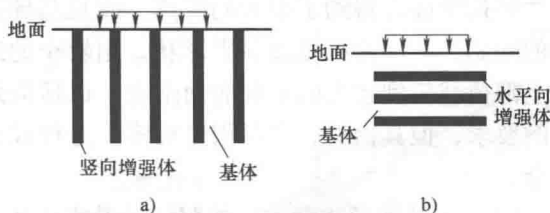


图 1-5 复合地基

a) 水平向增强体复合地基 b) 竖向增强体复合地基

夯实、挤密、排水、胶结、加筋和冷热等处理方法，这些方法也是被实践证明有效的方法。值得注意的是，严格地按照地基处理的作用机理进行分类也是困难的，很多地基处理的方法具有多种处理的效果。如碎石桩具有置换、挤密、排水和加筋的多重作用；石灰桩又挤密又吸水，吸水后又进一步挤密等反复作用；在各种挤密法中，同时都有置换作用。由此可见，每一种处理方法都可能具有多种处理的效果。

选用地基处理的原则是：技术先进、经济合理、安全适用、确保质量。对具体工程来讲，应从地基条件、处理要求、工程费用以及材料、机具来源等各方面进行综合考虑，因地制宜确定合适的地基处理方法。关于地基处理的方法、应用范围、施工工艺等将在第6章详细介绍。

1.2.2 基础的类型

基础有多种类型，通常把相对埋深（基础埋深与基础宽度之比）不大，采用一般方法与设备施工的基础称为浅基础；埋深超过一定深度（一般大于5m），需借助特殊的施工方法才能将建筑物荷载传递到地表以下较深土（岩）层的基础，称为深基础。深基础分为桩基础、沉井基础、墩基础和地下连续墙基础等，在以后的章节里将介绍其构造和施工方法，这里主要介绍浅基础的形式。

(1) 按建筑材料性能分类 按建筑材料的性能，基础可以分为无筋扩展基础和扩展基础。

1) 无筋扩展基础。无筋扩展基础是指由砖、毛石、混凝土或毛石混凝土、灰土三合土等材料组成且不需配筋的基础，也称刚性基础。砖基础、毛石基础和混凝土基础的示意图如图1-6~图1-8所示。无筋扩展基础有墙下条形基础和柱下独立基础两种形式，将墙或柱荷载扩散分布于基础底面，所以抗压性能好，但其抗拉、抗剪性能差，且自身重量也增大了地基的附加应力。

2) 扩展基础。扩展基础是指用钢筋混凝土修建且起到压力扩散作用的基础，主要有墙下钢筋混凝土条形基础和柱下钢筋混凝土独立基础两种形式，如图1-9和图1-10所示。由于基础中配置了钢筋，使得这种基础的抗弯和抗剪能力得到了很大的提高，而且基础不受刚性角的限制，其剖面可做成扁平形状，用较小的基础高度把上部荷载传到较大的基础底面上去，以适应地基承载力的要求，但其钢材、水泥用量较多，造价较高且技术复杂。

(2) 按结构形式分类 按照结构形式，基础可以分为独立基础、条形基础、筏板基础、箱形基础和壳体基础等。

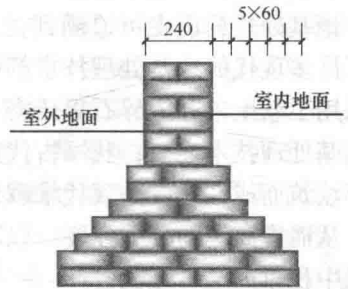


图 1-6 砖基础示意图

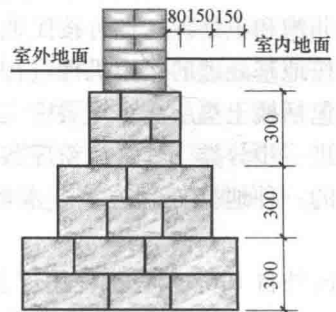


图 1-7 毛石基础示意图

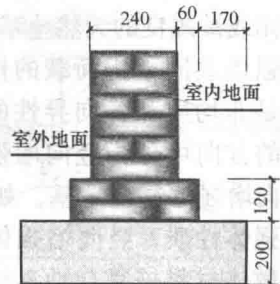


图 1-8 混凝土基础示意图

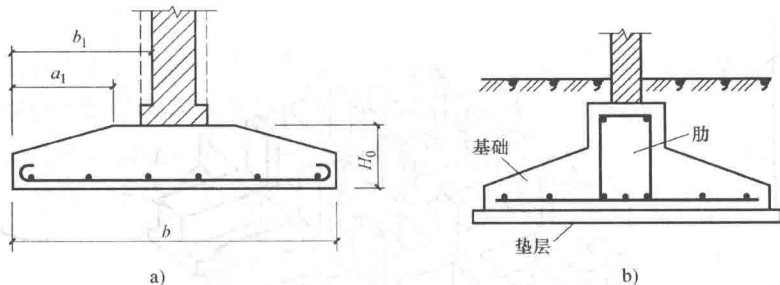


图 1-9 墙下钢筋混凝土条形基础

a) 无肋 b) 有肋

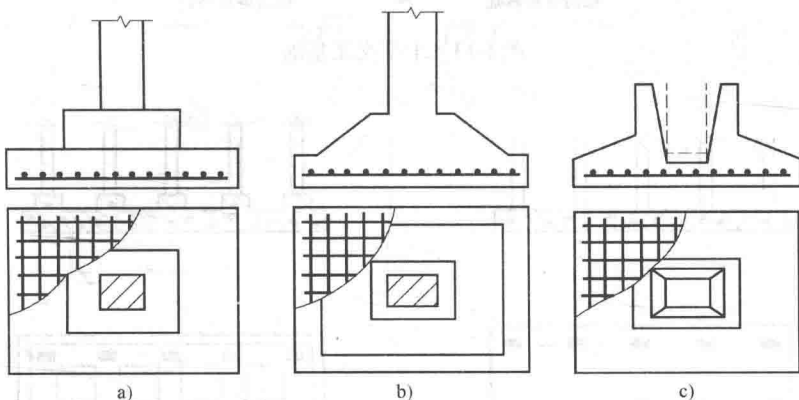


图 1-10 柱下钢筋混凝土独立基础

a) 阶形基础 b) 锥形基础 c) 杯口基础

1) 独立基础。独立基础主要指柱下独立基础。无筋扩展基础中的砖基础、毛石基础、混凝土基础或毛石混凝土基础均可称为独立基础。扩展基础中的阶形基础、锥形基础和杯口基础也可称为独立基础。

2) 条形基础。条形基础是指基础长度远远大于其宽度的一种基础形式，按其结构形式，可分为墙下条形基础、柱下条形基础，如图 1-11 和图 1-12 所示。条形基础将承受的集中荷载较均匀地分布到基础底面上，以减小地基反力，并通过形成的整体刚度来调整可能产生的不均匀沉降。

另外，当上部荷载很大，采用柱下条形基础不能满足地基基础设计要求时，可采用十字交叉基础，如图 1-13 所示。

3) 筏板基础。如果地基特别软弱而荷载又很大，采用十字交叉基础的底面积还是不能满足地基基础设计要求，可将基础做成一个钢筋混凝土连续整板，即筏板基础，这种基础常被称为“满堂红”，如图 1-14 所示。筏板基础可以分为平板式和梁板式，如图 1-14a 和图 1-14b 所示。筏板基础由于基底面积大，可以最大程度地减小基底压力，增大基础的整体刚度，有利于调整地基的不均匀沉降，适应上部结构荷载分

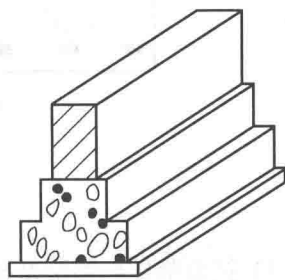


图 1-11 墙下条形基础

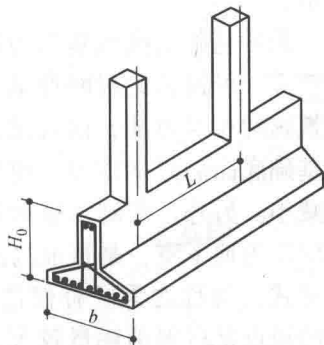


图 1-12 柱下条形基础

布的变化。

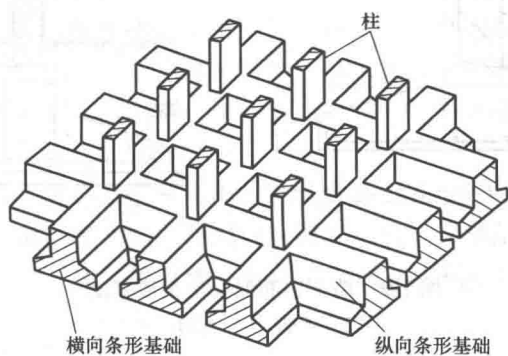


图 1-13 十字交叉基础

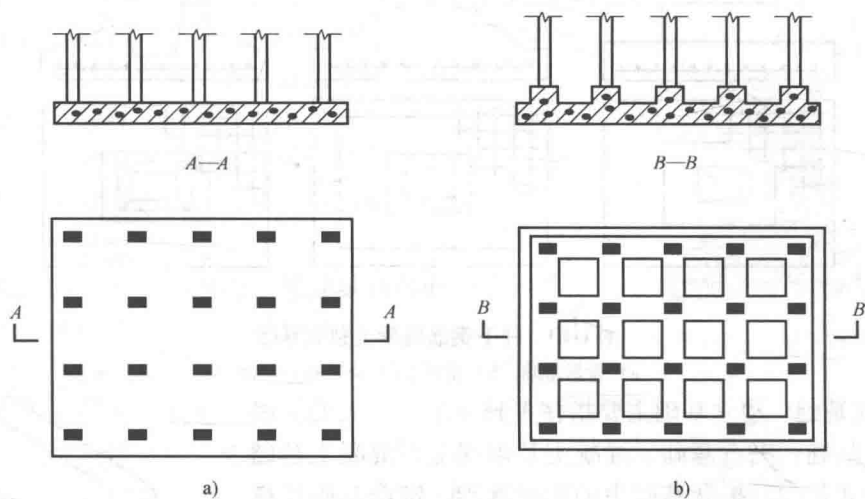


图 1-14 筏板基础

a) 平板式 b) 梁板式

4) 箱形基础。箱形基础由钢筋混凝土底板、顶板和纵横内外隔墙组成，形成一个刚度极大的箱体，故而称为箱形基础，如图 1-15 所示。

箱形基础是筏板基础的进一步发展，其刚度大，可视为绝对刚性基础，可大大减少建筑物的相对弯曲，而且挖去很多土，减少了基础底面的附加压力，使建筑物沉降量大大减小。另外，基础顶板和底板之间的空间可以作为地下室，是目前高层建筑中常采用的形式，可称之为“补偿性基础”。箱形基础的缺点是材料消耗量较大，施工技术要求高，且还会遇到深基坑开挖带来的问题和困

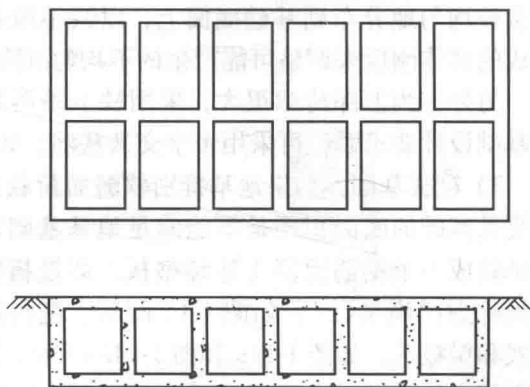


图 1-15 箱形基础

难。

除上述基础形式外,较新的基础形式有壳体基础等,它可以充分发挥混凝土材料的抗压性能。壳体基础也是钢筋混凝土基础,一般情况下施工时不必支模,土方挖运量也较少,具有节省材料和造价低等优点,但其施工技术要求较高,一般适用于工业与民用建筑的柱基和筒形构筑物(如烟囪、水塔、粮仓等)的基础。根据形状不同,主要有正圆锥壳、M形组合壳和内球外锥组合壳三种形式,如图1-16所示。

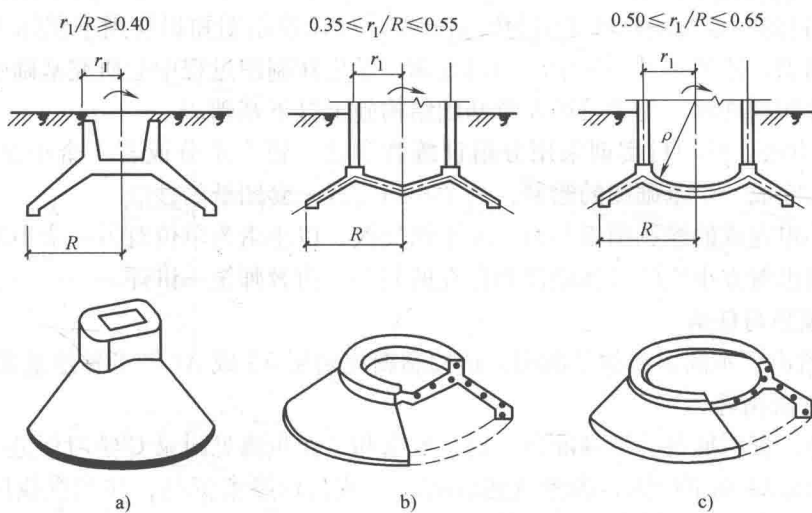


图1-16 壳体基础

a) 正圆锥壳 b) M形组合壳 c) 内球外锥组合壳

1.3 基础形式的选择

由于建筑物的结构类型和使用要求不同,地基的土质条件也不同,在基础设计中需针对具体条件采用相应的形式。

1) 六层或六层以下民用建筑和轻型厂房可选择无筋扩展基础,但三合土基础不适宜超过四层的建筑。

2) 当软土地基的表层具有一定厚度的所谓“硬壳层”时,可以考虑利用该层作为持力层,设计浅埋基础,采用扩展基础。

3) 单柱荷载较大,地基承载力不大,可选用柱下条形基础。另外对不均匀沉降或对振动敏感的地基,为加强结构的整体性,也可选用该形式。

4) 对于有地下室的房屋或大型贮液结构,如水池、油库等,可采用筏板基础。筏板基础不仅可用于框架、框剪、剪力墙结构,也可用于砌体结构,可在六层住宅中使用,也可在50层的高层建筑中使用。我国南方某些城市在多层砌体住宅基础中大量采用筏板基础,并直接做在地表土上,称无埋深筏基。

5) 高层建筑, 重型设备, 需要地下室的各类建筑物, 上部结构荷载大而地基软弱土层厚以及地震烈度高的重要建筑物可采用箱形基础。建筑物地下需要建造停车场、商场等时, 为了充分利用地下空间, 可以采用此类基础。

1.4 职业技能训练——浅基础施工图抄绘

1. 实训目的与组织方法

1) 实训目的。通过基础施工图的绘制训练, 将建筑制图知识应用于实际工程中, 巩固所学的制图知识, 使学生进一步学习制图规则。学生在制图过程中会研究基础的构造, 对其各部分的尺寸深刻理解, 为学习第 8 章基础结构施工打下基础。

2) 组织方法。该项目实训采用分组训练教学法。将全班分成若干小组, 每组 5~6 人。组内每人完成一个基础图的绘制, 一个小组完成一套图纸的抄绘。

将一个小组完成的绘制图纸与另一个小组交换, 以小组为单位对另一个小组完成的图纸进行分析, 列出对方小组的具体错误和存在的问题, 由教师统一讲评。

2. 实训项目与任务

图 1-17 给出了不同类型的基础图, 请按制图规则用 A3 或 A4 图纸抄绘基础图。

3. 实训方法指导

工作任务、资料准备、工具准备、提交成果和工作步骤见附录 C 学习任务书格式。

采用 A3 或 A4 图纸绘图, 参考《建筑制图》或其他参考资料, 注意查找尺寸线、尺寸界线的规格, 图框的要求等。为了方便实训, 减少查阅资料的时间, 下面简单介绍建筑制图基本知识, 供同学们绘图时参考。

(1) 图纸幅面和格式 图纸幅面是指图纸本身的大小规格。图框是图纸上所供绘图的范围的边线。图纸的幅面和图框尺寸应符合表 1-1 的规定, 图纸的幅面格式如图 1-18 所示。制图实训中的标题栏可以按照图 1-19 的格式绘制。

(2) 图线 画在图纸上的线条统称图线。分成: 粗线, 宽度为 b ; 中粗线, 宽度为 $0.7b$; 中线, 宽度为 $0.5b$; 细线, 宽度为 $0.25b$ 。图线的宽度 b , 宜从 1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm、0.25mm、0.18mm、0.13mm 线宽系列中选取。工程建设制图选用的图线见表 1-2。

(3) 尺寸标注

1) 尺寸界线: 用细实线绘制, 与被标注长度垂直, 其一端应离开图样的轮廓线不小于 2mm, 另一端应超出尺寸线 2~3mm。必要时可利用图样轮廓线、中心线及轴线作为尺寸界线。

2) 尺寸线: 用细实线绘制, 并与被标注长度平行, 与尺寸界线垂直相交, 但不宜超出尺寸界线外。图样轮廓线以外的尺寸线, 距图样最外轮廓线之间距离不宜小于 10mm, 平行排列的尺寸线的间距为 7~10mm, 并应保持一致。图样上任何图线都不得用作尺寸线。

3) 尺寸起止符号: 用中粗短斜线绘制, 并画在尺寸线与尺寸界线的相交处。其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45°角, 长度宜为 2~3mm。半径、直径、角度与弧长的尺寸起止符号宜用箭头表示, 箭头尺寸起止符号如图 1-20 所示。

地基基础概述

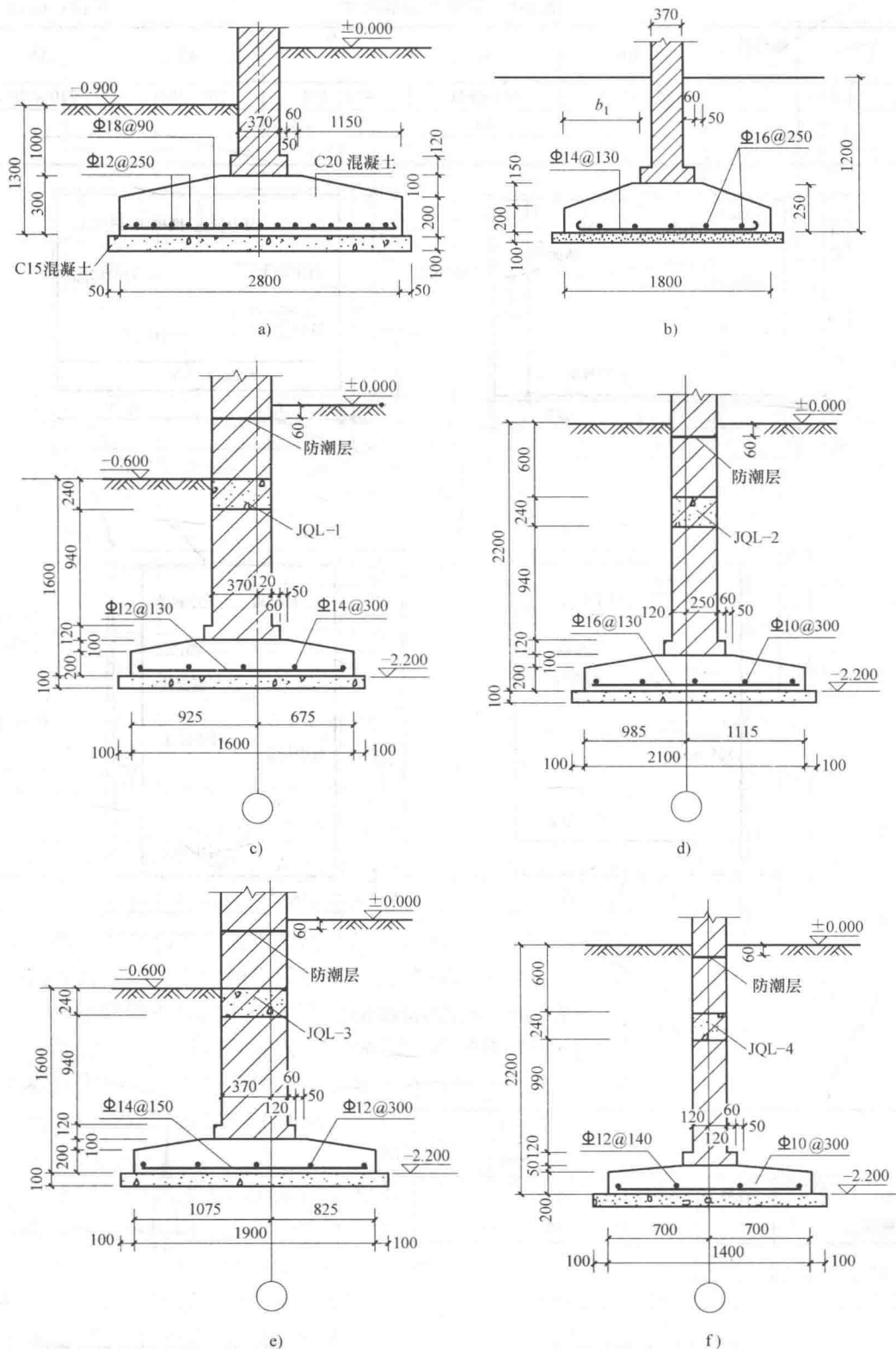
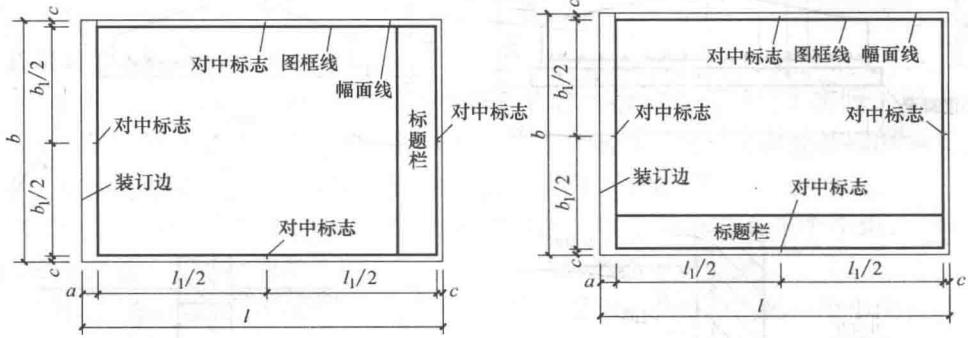


图 1-17 基础部分抄绘用图

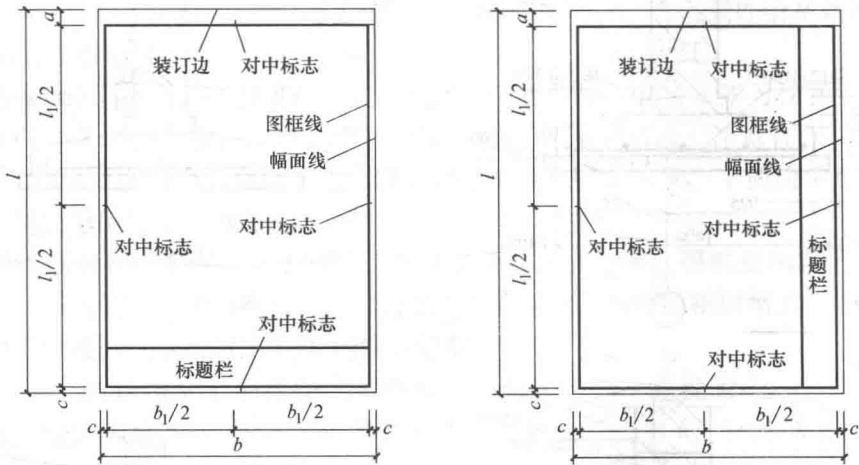
表 1-1 幅面及图框尺寸

(单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $b \times l$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				



a)



b)

图 1-18 图纸的幅面格式

a) 横式幅面 b) 竖式幅面

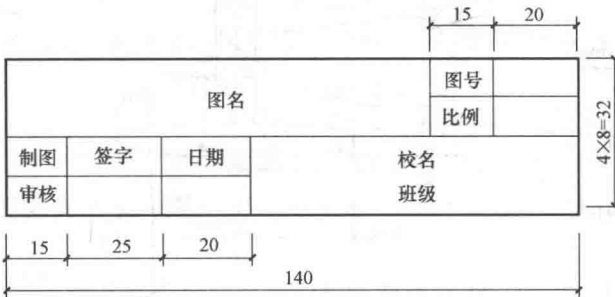


图 1-19 标题栏格式



图 1-20 箭头尺寸起止符号