

高等院校土木工程专业系列教材

基础工程

主编 任文杰

副主编 高凌霞 彭小云 郭莹

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础工程 任文杰主编 北京:中国建材工业出版社, 2009

(高等院校土木工程专业系列教材)

陈晨 陈德苑 陈国栋 陈源苑

I Ⅰ基... I Ⅱ任... I Ⅲ地—基础(工程)—高等学校—教材 I Ⅳ

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第 号

内 容 简 介

本书根据高等院校土木工程专业基础工程教学大纲的要求,考虑土木工程中各个行业技术工作的共同需要,根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)等规范编写。

本书共九章,包括绪论、天然地基上浅基础设计的基本原理、浅基础结构设计、桩基础、沉井及地下连续墙、基坑围护、地基处理、特殊土地基、抗震地基基础等。各章后附有相应的复习思考题和习题。

本书既可作为土木工程专业以及相关专业的基础工程课教材,也可供从事土木工程研究、设计和施工等工作的工程技术人员参考。

基础工程

主编 任文杰

副主编 高凌霄 彭小云 郭莹

出版发行 中国建材工业出版社

地址 北京市西城区车公庄大街 号

邮编 100044

经销 全国各地新华书店

印刷 北京鑫正大印刷有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 12.5

字数 300千字

版次 2009年 1月第 1版

印次 2009年 1月第 1次

书号 陈晨 陈德苑 陈国栋 陈源苑

定价 25.00元

网上书店 中国建材工业出版社

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话 (010) 68292111

前 言

基础工程是关于建筑物在设计 and 施工中有关地基和基础问题的学科,是土木工程专业的主干课程。

本书根据高等院校土木工程专业基础工程教学大纲的要求编写。在编写过程中,尽量考虑并兼顾到土木工程中各个行业技术工作的共同需要,选择最基本和最必要的内容,以满足合并后的土木工程专业的教学要求。本书根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)等设计规范编写,适当反映我国有关规范编制建设的成果。本书力图准确阐述基础工程学中的基本概念、基本原理与基本方法,做到条理清晰、层次分明,强调理论联系实际。

本书内容涉及天然地基上浅基础设计的基本原理、浅基础结构设计、桩基础、沉井及地下连续墙、基坑围护、地基处理、特殊土地基、抗震地基基础等多方面知识,力求反映本学科国内外的新成果,以使教学适应我国新世纪工程建设发展的趋势。

本书由河北工业大学任文杰主编,大连民族学院高凌霞、中国人民武装警察部队工程学院彭小云、大连理工大学郭莹担任副主编。

各章编写人员及单位如下:

第一章 段淑娟 河北工程技术高等专科学校土木系

第二章 任文杰 河北工业大学土木工程学院

第三章 高凌霞 大连民族学院土木建筑工程学院

彭小云 中国人民武装警察部队工程学院建筑工程系

第四章 高凌霞 大连民族学院土木建筑工程学院

第五章 郭莹 大连理工大学土木水利学院

第六章 彭小云 中国人民武装警察部队工程学院建筑工程系

第七章 彭小云 中国人民武装警察部队工程学院建筑工程系

第八章 任权昌 天津城市建设学院土木工程系

第九章 任文杰 河北工业大学土木工程学院

本书各章节参考文献较多,在此不一一列举,谨向支持本书出版的有关单位和同志致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中欠妥或错误之处,敬请读者批评指正。

编者

任文杰

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 基础工程学科的发展概况	2
第三节 本课程的特点及学习要求	3
本章小结	3
复习思考题	3
第二章 天然地基上浅基础设计的基本原理	4
第一节 概述	4
第二节 地基基础设计的原则	5
第三节 浅基础的类型	6
第四节 基础的埋置深度	7
第五节 地基承载力的确定及验算	8
第六节 按地基承载力确定基础底面尺寸	9
第七节 地基的变形验算	10
第八节 地基的稳定性验算	11
第九节 地基、基础与上部结构共同作用	12
第十节 防止建筑物不均匀沉降危害的措施	13
本章小结	13
复习思考题	13
习题	13
第三章 浅基础结构设计	14
第一节 概述	14
第二节 无筋扩展基础设计	15
第三节 墙下钢筋混凝土条形基础	16
第四节 柱下独立基础	17
第五节 地基模型	18
第六节 柱下条形基础	19
第七节 十字交叉基础	20
第八节 筏板基础	21
第九节 箱形基础	22
本章小结	22
复习思考题	22
习题	22

第四章摇桩基础·····	员源
摇第一节摇概述·····	员源
摇第二节摇桩和桩基础的类型·····	员远
摇第三节摇竖向荷载下桩基的计算·····	员猿
摇第四节摇水平荷载下桩基的计算·····	员员
摇第五节摇桩基础设计·····	员象
摇本章小结·····	员圆
摇复习思考题·····	员猿
摇习题·····	员猿
第五章摇沉井及地下连续墙·····	员缘
摇第一节摇概述·····	员缘
摇第二节摇沉井的类型和构造·····	员远
摇第三节摇沉井的施工·····	员员
摇第四节摇沉井的设计和计算·····	员缘
摇第五节摇圆端形沉井的计算实例·····	员圆
摇第六节摇地下连续墙·····	圆苑
摇本章小结·····	圆员
摇复习思考题·····	圆圆
摇习题·····	圆圆
第六章摇基坑围护·····	圆猿
摇第一节摇概述·····	圆猿
摇第二节摇支护结构的类型及选用·····	圆愿
摇第三节摇重力式水泥土挡墙设计·····	圆苑
摇第四节摇板式支护结构设计·····	圆缘
摇第五节摇井点降水及土方开挖·····	圆远
摇第六节摇基坑监测与环境监护·····	圆员
摇本章小结·····	圆源
摇复习思考题·····	圆远
第七章摇地基处理·····	圆愿
摇第一节摇概述·····	圆愿
摇第二节摇夯实与碾压·····	圆园
摇第三节摇换土垫层法·····	圆猿
摇第四节摇排水固结法·····	圆怨
摇第五节摇挤密砂(碎石)桩法·····	圆远
摇第六节摇化学加固法·····	圆猿
摇本章小结·····	猿员
摇复习思考题·····	猿员
摇习题·····	猿圆

第八章 特殊土地基	猿猿
第一节 概述	猿猿
第二节 软土地基	猿源
第三节 湿陷性黄土地基	猿怨
第四节 膨胀土地基	猿圆
第五节 红黏土地基	猿园
第六节 盐渍土地基	猿源
第七节 冻土地基	猿员
本章小结	猿苑
复习思考题	猿苑
第九章 抗震地基基础	猿怨
第一节 概述	猿怨
第二节 场地特性	猿员
第三节 地基的震害现象	猿源
第四节 地基基础的抗震设计	猿愿
本章小结	猿圆
复习思考题	猿圆
参考文献	猿猿

第一章 绪论

本章要点

我们把支承建筑物荷载的那部分地层称为地基。地基可分为天然地基和人工地基。建筑物向地基传递荷载的下部结构称为基础。根据基础的埋置深度和施工方式,可分为浅基础和深基础两大类。地基与基础联系十分密切。基础工程就是研究建筑结构的下部结构物与岩土相互作用共同承担上部结构物所产生的各种变形与稳定问题,它在整个建筑工程中十分重要。基础工程既是一门古老的工程技术,又是一门年轻的应用科学。由于它内容广泛,综合性强,学习时应注意突出重点,兼顾全面。

第一节 概述

一、地基与基础的概念

“万丈高楼平地起”,任何建筑物(构筑物)都建造在一定的地层上,建筑物的全部荷载都由它下面的地层来承担,受建筑物荷载影响的那一部分地层称为地基,建筑物向地基传递荷载的下部结构称为基础,如图 1-1 所示。地基基础是保证建筑物安全和满足使用要求的关键之一。

二、基础工程的概念

对于某一建筑结构而言,在岩土地层上的工程为上部结构,而基础工程包括地基及基础在内的下部结构工程。“基础工程”是以土力学为理论基础,研究下部结构物与岩土相互作用共同承担上部结构物所产生的各种变形与稳定问题,解决的是岩土地层中建筑工程的技术问题。因此,可以说,土力学与基础工程是互为理论与应用的整体。

三、地基与基础的关系

地基可分为天然地基和人工地基。不需要进行处理就可以直接设置基础的天然土层称为天然地基,而那些不能满足要求,需要进行人工加固处理的地基称为人工地基。

根据基础的埋置深度和施工方式,可分为浅基础和深基础两大类。

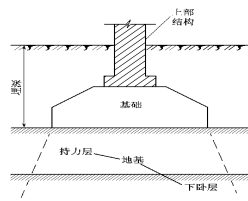


图 1-1 地基基础示意图

通常把埋置深度不大(小于或相当于基础底面宽度,一般认为小于 $3b$)的基础称为浅基础。对于浅层土质不良,需要利用深处良好土层,采用专门的施工方法和机具建造的基础称为深基础。

基础传递压力给地基,地基同时作用反力给基础,对于某一较差的地基条件,可以在基础上做文章——扩大基础底面尺寸和做成深基础,也可以直接对地基进行处理,形成人工地基。因此,地基与基础有着密切的联系,基础的设计和施工,不仅要考虑上部结构的具体情况和要求,还要注意地层的具体条件,考虑土层原有状态的变化以及可能产生的影响。

摇摇四、基础工程在整个建筑工程中的重要性

基础属于地下隐蔽工程,是建筑物的根本,基础工程的优劣直接关系到建筑物的安危,应该谨慎对待。大量实例表明,建筑物发生事故,很多与基础有关。而且,基础一旦发生事故,补救并非易事。另一方面,由于建设场地工程地质特性的复杂多样,造成了地基基础相对于上部结构来说更富于变化,据统计,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,可以从百分之几变动到百分之几十,所以,就建筑工程的投资控制而言,基础工程是可以进行挖潜的重要部分。

综上所述,基础工程在整个建筑工程中的重要性是显而易见的,工程技术人员必须十分重视并做好地基与基础的勘察、设计与施工阶段的各项工作。

摇摇五、国内外地基基础工程成败实例

摇摇 摇摇 建筑物倾斜

意大利比萨斜塔,见图 1-10 这是举世闻名的建筑物倾斜的典型实例。比萨斜塔堪称一座雄伟而精致的艺术品,更因 1549 年伽利略在此塔做落体试验而成为世上最珍贵的历史文物,吸引了无数世界各地游客。该塔自 1173 年 10 月 1 日动工,至 1372 年建至第 5 层中部,高度约为 54.5m 时,因塔身明显倾斜而停工。以后历经两次停工和复工,于 1517 年竣工。全塔共 5 层,高度约 55m。

全塔总荷重约 1.5 万吨,基础底面平均压力约 1.5 吨/平方米,地基持力层为粉砂,下面为粉土和黏土层。塔曾向南倾斜,南北两端沉降差 1.5m,塔顶离中心线已达 5.5m,倾斜 5.5° 成为危险建筑。1964 年被封闭。

摇摇 摇摇 建筑地基严重下沉

上海展览中心馆,见图 1-11 原称上海工业展览馆,位于上海市区延安中路北侧。展览馆中央大厅为框架结构,箱形基础;展览馆两翼采用条形基础。箱形基础为两层,埋深 10m。箱基顶面至中央大厅顶部塔尖,总高 100m。地基为高压缩性淤泥质软土。展览馆于 1953 年 10 月开工,当年年底实测地基平均沉降量为 10cm。1957 年 10 月,中央大厅四周的沉降量最大达 1.5cm,最小为 0.5cm。

1957 年 10 月,在仔细观察展览馆内严重的裂缝情况,分析沉降观测资料并研究展览馆勘察报告和设计图纸后,专家们做出了将裂缝修补后继续使用的结论。

1957 年 10 月,展览馆中央大厅累计平均沉降量为 1.5cm。从 1957 年至 1962 年共计 5 年的沉降量仅 1.5cm 多厘米,不及 1957 年下半年沉降量的一半,说明沉降已趋向稳定,展览馆开放使用情况良好。

但由于地基严重下沉,不仅使散水倒坡,而且建筑物室内外连接,内外网之间的水、暖、电管道断裂,都付出了相当的代价。

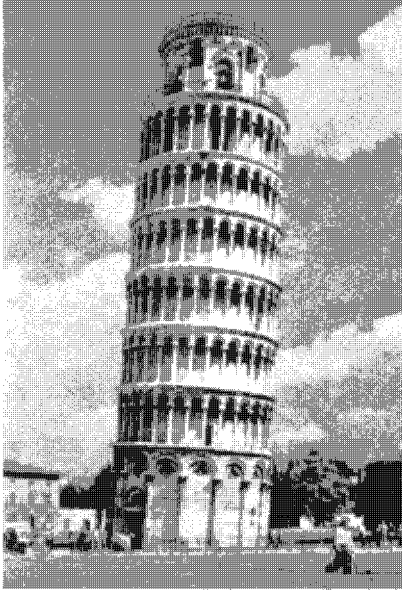


图 15-10 意大利比萨斜塔

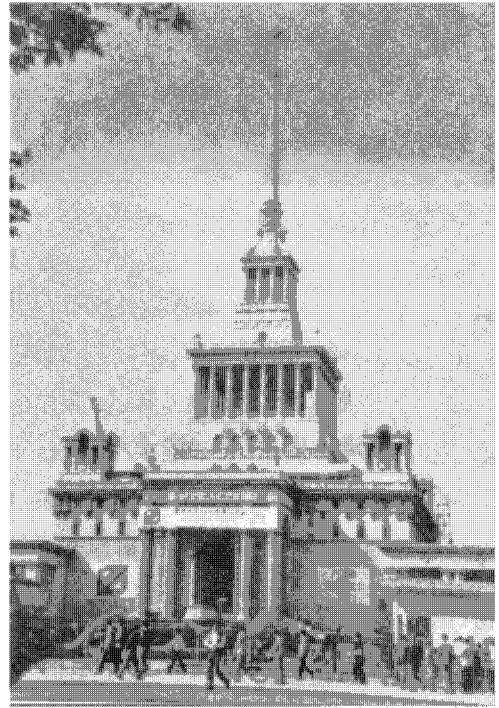


图 15-11 上海展览中心馆

摇摇欲坠建筑物地基滑动

美国纽约某水泥仓库,见图 15-12 这座水泥仓库位于纽约市汉森河旁,水泥仓库成圆筒形,高约 100 米,仓库直径 15 米。一排圆筒仓库下部的基础为整块筏板基础,埋深 10 米。

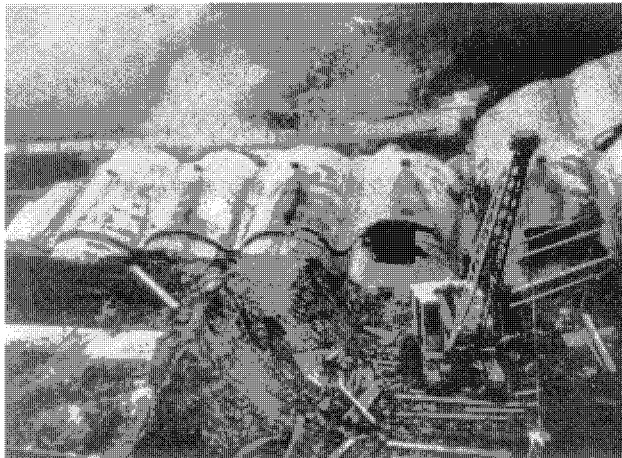


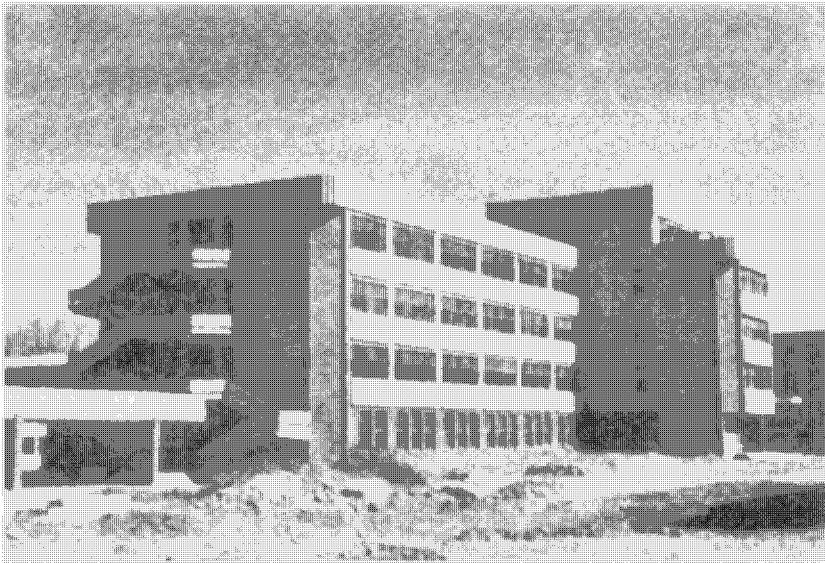
图 15-12 美国纽约某水泥仓库

1976 年水泥仓库装载水泥,使黏土地基超载,引起地基土剪切破坏而滑动。

水泥仓库地基滑动,使水泥筒仓倾倒呈源毅地基土被挤出地面高达缘随皂。与此同时,离筒仓净距圆皂以外的办公楼受地基滑动影响,也发生了倾斜。

摇摇源不良地基处理成功实例一

清华大学第四教学楼,见图员缘该教学楼位于清华大学中心区,南北干道西侧。教学楼东西向长缘缘皂,南北向宽猿皂,四层,局部五层,总高圆皂,建筑面积源缘皂。设计采用框架结构,独立基础,单桩荷载达圆皂~圆皂。建筑场地大部分土质良好,地表下圆皂即为粉土、粉砂和粉质黏土,可以采用天然地基浅基础。场地西侧有一条小河南北向贯穿而过,小河附近杂填土与淤泥软弱层厚度超过苑皂。对于大部分土质良好的地基,选用浅基础方案,而对教学楼西侧位于软弱土层上的猿排柱,选用了预制桩基础。通常在天然地基与桩基之间应设永久沉降缝,因框架结构教室大开间难以设沉降缝,经计算分析未设置沉降缝。员怨年教学楼建成使用良好,没有发现裂缝等异常现象。员怨年苑月“首都规划勘察设计十年成就展览会”上,在科技进步专栏以“一幢大楼,两类基础”为题,展示了此成功的案例。



图员缘清华大学第四教学楼

摇摇缘不良地基处理成功实例二

苏州市里河桥新村住宅,见图员远该新村位于苏州市城区东南,猿号住宅为远层,建筑面积圆皂。场地原为茭白田,施工时积水超过缘皂,水下为高压缩性饱和淤泥质土。该工程采用了挖除表面淤泥耕植土,源皂,铺一层块石挤入下层软土,铺中粗砂圆皂,用压路机压猿遍,采用猿皂厚钢筋混凝土筏片基础和上部结构设圆皂伊圆皂圈梁等措施。住宅楼于员怨年苑月动工,快速施工,于员月竣工。其后使用情况良好,该方案当时计算比常规桩基方案节省员皂元资金。

第二节摇摇基础工程学科的发展概况

基础工程既是一项古老的工程技术,又是一门年轻的应用科学。



图 员 摇苏州市里河桥新村住宅

摇摇一、基础工程的悠久历史

追本溯源,世界文化古国的先民,在史前的建筑活动中,就已经有了自己的基础工艺。两千多年来在世界各地建造的宫殿楼宇、寺院教堂、高塔亭台、长城运河、古道石桥、码头和堤岸,无论是至今良好,还是不复存在,都凝聚着佚名者和杰出人物的智慧。采用石料修筑基础、木材做成桩基础、石灰拌土夯成垫层或浅基础、填土击实等修筑地基基础的传统方法,目前在某些范围内还在应用。

摇摇二、“土力学”的发展

员愿世纪到 员愿世纪,人们在大规模建设中遇到了许多与岩土相关的问题,促进了岩土力学的发展。例如,法国科学家 悦·粤·库仑在 员愿世纪提出了砂土抗剪强度公式和挡土墙土压力的滑楔理论;英国学者 宰·允·酝·朗金又从另一途径建立了土压力理论;法国工程师 匀·达西在 员愿世纪提出了层流运动的达西定律;捷克工程师 耘·文克勒在 员愿世纪提出了铁轨下任一点的接触压力与该点土的沉降成正比的假设;法国学者 允·布辛奈斯克在 员愿世纪提出了竖向集中荷载作用下半无限弹性体应力和位移的理论解答。而作为一个完整的工程学科的建立,则以太沙基 员愿世纪发表第一本比较系统完整的著作《土力学》为标志。太沙基与 砸·佩克在 员愿世纪发表的《工程实用土力学》中,将理论、测试和工程经验密切结合,推动了土力学与基础工程学科的发展。

摇摇三、“土力学和基础工程”的发展

《工程实用土力学》的出现,标志着“土力学及基础工程”真正成为一门工程科学。员愿世纪在美国哈佛召开了第一届国际土力学及基础工程学术会议,至今已 员愿届,特别是在 员愿世纪 苑园年代以来,把学科推向了现代化。在理论上,从饱和和砂土的有效应力原理和线弹性力学为基础的土力学,逐渐发展至今的考虑土的结构影响的黏弹塑性体的应力、应变、强度的数学模型,从饱和土为主的理论,发展到非饱和土,还发展了土的动力特性等。在基础工程应用技术上,数百米高的超高层建筑物,地下有百余米深地下多层基础工程,大型钢厂的深基础,海洋石

油平台基础,海上大型混凝土贮油罐,人工岛(关西机场),条件复杂的高速公路路基,跨海大桥的桥梁基础等工程技术,使桩基、墩基和地基处理不断革新,走向现代化。我国改革开放以来,大规模的现代化建设,北京、深圳、上海浦东以及沿海的中等城市,数以万计的高层建筑,三峡水利工程,南水北调工程,青藏铁路,全国各省市高速公路等成功实践,有力地促进了我国基础工程现代化的发展。

摇摇四、桩基应用的发展

自人工挖孔桩于 1949 年前在美国问世以来,灌注桩基础得到了极大的发展,出现了很多新的桩型。单桩承载力可达数千吨,最大的灌注桩直径可达数米,深度可超过 100m。上海金茂大厦的桩基础入土深度达到 100m 以上。钢管桩、大型钢桩、预应力混凝土管桩、劲性水泥土搅拌桩等新老桩型也在大量采用,桩基础的设计理论也得到较大的发展。特别是近年来,考虑桩和土共同承担荷载的复合桩基础设计理论在多高层建筑中得到较为广泛的应用。

摇摇五、基坑工程的发展

高层和超高层地下室的修建,地铁车站的建造,以及城市地下空间的开发利用等,提出了与深基础相关的深、大基坑的开挖和支护问题。在 19 世纪 70 年代,太沙基等人就已开始研究基坑工程中的岩土工程问题。随着我国建设的发展,特别是进入 20 世纪 80 年代以来,深基坑的数量和深度都很大,基坑开挖深度可达 10m 以上。基坑围护体系的种类、各种围护体系的设计计算方法、施工技术、监测手段以及基坑工程的研究取得了很大的进展。

摇摇六、土工合成材料在基础工程中的广泛应用

以天然植物作为岩土工程材料虽然已有几千年的历史,但合成材料在基础工程中的大量应用还是近 100 年来的事。土工合成材料是指以人工合成的聚合物,如塑料、化纤、合成橡胶等为原料,制成各种类型的产品,置于土体内部、表面或各层土体之间,发挥加强和保护土体的作用。土工合成材料埋在土体之中,可以扩散土体的应力,增加土体的模量,传递拉应力,限制土体的侧向位移,还可以增加土体与其他材料之间的摩阻力,提高土体及相关建筑物的稳定性。此外,土工合成材料还在地基处理方面得到了广泛的应用。

摇摇七、基础抗震设计的发展

国内外历史上有名的多次大地震导致了大量建筑物的破坏,其中有不少是因为基础抗震设计不当所致。经过大量地震灾害调查和理论研究,人们逐渐总结出基础抗震设计的理论和方法。近年的几次地震又引起了人们对建筑物抗震的加倍重视,为地震区的基础抗震设计提供了更为丰富的资料。

第三节 本课程的特点及学习要求

本课程建立在土力学的基础之上,涉及工程地质学、土力学、弹性力学、塑性力学、动力学、结构设计和施工等学科领域。根据建筑物对基础功能的特殊要求,首先通过勘探、试验、原位测试等,了解岩土地层的工程性质,然后结合工程实际,运用土力学及工程结构的基本原理,分

析岩土地层与基础工程结构物的相互作用及其变形与稳定的规律,选取合理的基础工程方案和建造技术措施,确保建筑物的安全与稳定。

由于基础工程内容广泛,综合性强,学习时应该突出重点,兼顾全面,并注意以下几点:

① 弄清概念,掌握原理,扎实地学好基础理论知识。

② 努力参与各种科学实践、工程实践和社会实践活动。

③ 在学习知识和实践训练中发展智力、培养能力、掌握技能,重在工程应用。

④ 培养良好的情操,严谨的学风,科学的工程意识。

本章小结

基础工程是阐述建筑物在设计和施工中有关地基和基础问题的技术性科学,是土木工程类专业的一门主要课程。

本章阐述了地基、基础、基础工程的概念,地基、基础的分类及其关系,通过基础工程实例说明了基础工程的重要性。概括了基础工程学科的发展概况。最后针对该课程的特点,提出了学习方法及要求。

复习思考题

① 地基、基础的概念是什么?

② 基础工程的概念是什么?

③ 什么是天然地基?什么是人工地基?

④ 根据基础的埋置深度和施工方式,基础可分为哪两大类?

⑤ 地基与基础的关系是什么?

⑥ 为什么说基础工程在整个建筑工程中很重要?

⑦ 简述基础工程学科的发展概况。

⑧ 本课程的特点及学习要求是什么?

第二章天然地基上浅基础设计的基本原理

本章要点

在天然地基上、埋置深度小于 $2b$ 的基础以及埋置深度虽超过 $2b$,但小于基础宽度的大尺寸基础 ,在计算中基础的侧面摩擦力不必考虑 ,统称为天然地基上的浅基础。天然地基上的浅基础施工方便、技术简单、造价经济 ,在一般情况下应尽可能采用。

本章重点讲述了地基基础设计的原则、浅基础的类型、基础的埋置深度、地基承载力的确定及验算、基础底面尺寸的确定、地基的变形验算、地基的稳定性验算、地基基础与上部结构共同作用、防止建筑物不均匀沉降危害的措施等几部分。

第一节 概述

地基基础设计是建筑物设计的一个重要组成部分。设计时 ,要考虑场地的工程地质和水文地质条件 ,同时也要考虑建筑物的使用要求、上部结构特点和施工条件等各种因素。为了保证建筑物的安全、正常使用 ,并充分发挥地基的承载能力 ,就必须深入实际 ,调查研究 ,因地制宜地确定设计方案。

如果地基内部是良好的土层或者上部有较厚的良好的土层时 ,一般将基础直接做在天然土层上 ,这种地基叫做“天然地基”。在天然地基上 ,埋置深度小于 $2b$ 的基础以及埋置深度大于 $2b$,但小于基础宽度的大尺寸基础 ,在计算中 ,基础的侧面摩擦力不必考虑 ,统称为天然地基上的浅基础 ,如图 2-1 所示。

如果地基内部属于软弱的土层(通常指承载力低于 150kPa 的土层) ,或者上部有较厚的软弱土层 ,不适于做天然地基上的浅基础时 ,可采用人工加固地基的方法以提高土层的承载力 ,这种地基称为人工地基 ,如图 2-2 所示。也可以采用深基础 ,如图 2-3 所示 ,即埋置深度大于 $2b$ 或大于基础宽度 ,在计算中应考虑基础侧面摩擦力影响的基础 ,从而将基础作用在地基深处承载力较高的土层上。

天然地基上的浅基础具有施工方便、技术简单、造价经济等优点 ,在满足地基承载力和变形要求的前提下 ,应优先采用。

地基基础设计是一个反复、比较、择优的过程。设计浅基础一般要妥善处理以下几个问题：

愿

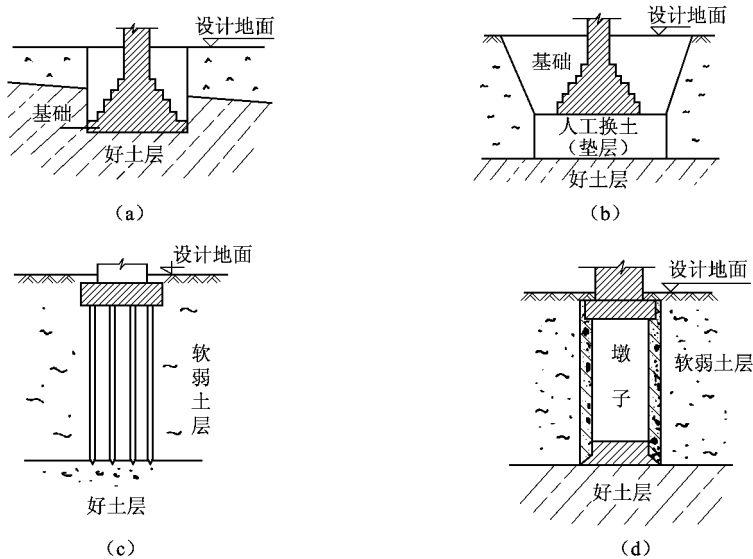


图 1 天然地基基础类型

(a) 天然地基浅基础 (b) 人工地基 (c) 桩基础 (d) 沉井

充分掌握拟建场地的工程地质条件和地基勘察资料。

例如,不良地质现象和地震断层的存在及其危害性、地基土层分布的均匀性和软弱下卧层的位置和厚度、各层土的分类及其工程特性指标。地基勘察的详细程度应与建筑物的安全等级和场地的工程地质条件相适应。

了解当地的建筑经验、施工条件和就地取材的可能性,并结合实际考虑采用先进的施工技术和经济、可行的地基处理方法。

根据地基勘察资料、建筑物的类型和用途、荷载的大小和性质以及相邻建筑物基础埋深的影响,选择基础类型和平面布置方案,并确定地基持力层和基础埋置深度。

根据地基承载力确定基础底面尺寸,进行必要的地基稳定性和特征变形验算,以保证建筑物的安全性和正常使用。

进行基础结构的内力分析和截面设计,采用简化的或考虑相互作用的计算方法,以保证基础具有足够的强度、刚度和耐久性。最后绘制施工详图并作出施工说明。

必须强调的是,地基基础问题的解决,不宜单纯着眼于地基基础本身,常规设计时,更应把地基、基础与上部结构视为一个统一的整体,从三者相互作用的概念出发考虑地基基础方案。尤其是当地基比较复杂时,如果能从上部结构方面配合采取适当的建筑、结构、施工等不同措施,往往可以收到合理、经济的效果。

第二节 地基基础设计的原则

地基基础设计必须根据上部结构(建筑物的用途和安全等级、建筑布置、上部结构类型等)和工程地质条件(建筑场地、地基岩土和气候条件等)结合考虑其他方面要求(工期、施工条件、造价和环境保护等),合理选择地基基础方案,因地制宜,精心设计,以确保建筑物的安

全和正常使用。

摇摇一、地基基础设计等级

《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)根据地基复杂程度、建筑物规模和功能特性以及由于地基问题可造成建筑物破坏或影响正常使用的程度,将地基基础设计分为三个设计等级,设计时应根据具体情况,按表 8.1.1 选用。

表 8.1.1 建筑地基基础设计等级

设计等级	建筑类别
甲级	重要的工业与民用建筑物； 三层以上的高层建筑； 体型复杂,层数相差超过三层的高低层连成一体建筑物； 大面积的多层地下建筑物(如地下车库、商场、运动场等)； 对地基变形有特殊要求的建筑物； 复杂地质条件下的坡上建筑物(包括高边坡)； 对原有工程影响较大的新建建筑物； 场地和地基条件复杂的一般建筑物； 位于复杂地质条件及软土地区的二层及二层以上地下室的基坑工程
乙级	除甲级、丙级以外的工业与民用建筑
丙级	场地和地基条件简单、荷载分布均匀的七层及七层以下民用建筑及一般工业建筑物； 次要的轻型建筑物

摇摇二、地基基础设计基本规定

为了保证建筑物的安全与正常使用,根据建筑物地基基础设计等级及长期荷载作用下地基变形对上部结构的影响程度,地基基础设计应符合下列规定:

1. 所有建筑物的地基计算均应满足承载力计算的有关规定;

2. 设计等级为甲级、乙级的建筑物,均应按地基变形设计;

3. 表 8.1.1 所列范围内设计等级为丙级的建筑物可不作变形验算。

如有下列情况之一时,仍应作变形验算:

(1) 地基承载力特征值小于 150kPa,且体型复杂的建筑;

(2) 在基础上及其附近有地面堆载或相邻基础荷载差异较大,可能引起地基产生过大的不均匀沉降时;

(3) 软弱地基上的建筑物存在偏心荷载时;

(4) 相邻建筑距离过近,可能发生倾斜时;

(5) 地基内有厚度较大或厚薄不均的填土,其自重固结未完成时。

4. 对经常受水平荷载作用的高层建筑、高耸结构和挡土墙等,以及建造在斜坡上或边坡附近的建筑物和构筑物,尚应验算其稳定性;

5. 基坑工程应进行稳定性验算;

6. 当地下水埋藏较浅,建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时,尚应进行抗浮验算。

摇摇三、地基基础设计与岩土工程勘察

地基基础设计前应进行岩土工程勘察,应符合下列规定。

8.1.2

岩土工程勘察报告应提供下列资料：

- (员)有无影响建筑场地稳定性的不良地质条件及其危害程度；
- (圆)建筑物范围内的地层结构及其均匀性,以及各岩土层的物理力学性质；
- (猿)地下水埋藏情况、类型和水位变化幅度及规律,以及对建筑材料的腐蚀性；
- (源)在抗震设防区应划分场地土类型和场地类别,并对饱和砂土及粉土进行液化判别；
- (缘)对可供采用的地基基础设计方案进行论证分析,提出经济合理的设计方案建议,提供与设计要求相对应的地基承载力及变形计算参数,并对设计与施工中应注意的问题提出合理建议；
- (远)当工程需要时,还应提供：

①深基坑开挖的边坡稳定计算和支护设计所需的岩土技术参数,论证其对周围已有建筑物和地下设施的影响；

②基坑施工降水的有关技术参数及施工降水方法的建议；

③提供用于计算地下水浮力的设计水位。

地基评价宜采用钻探取样、室内土工试验、触探,并结合其他原位测试方法进行。设计等级为甲级的建筑物应提供载荷试验指标、抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料,设计等级为乙级的建筑物应提供抗剪强度指标、变形参数指标和触探资料,设计等级为丙级的建筑物应提供触探及必要的钻探和土工试验资料。

建筑物地基均应进行施工验槽。如地基条件与原勘察报告不符时,应进行施工勘察。

表 可不作地基变形计算设计,等级为丙级的建筑物范围

地基主要受力层情况		地基承载力特征值 (kPa)	≤ 150	150 ~ 200	200 ~ 300	300 ~ 400	400 ~ 500	500 ~ 600
各土层坡度			≤ 缘	≤ 缘	≤ 苑	≤ 苑	≤ 苑	≤ 苑
砌体承重结构、 框架结构(层数)			≤ 缘	≤ 缘	≤ 缘	≤ 远	≤ 远	≤ 苑
建 筑 类 型	单层 排架 结构 (柱距)	单 跨	吊车额定 起重量(kN)	缘 ~ 苑	苑 ~ 缘	缘 ~ 苑	苑 ~ 猿	猿 ~ 缘
		厂 房 跨 度 (m)	≤ 苑	≤ 苑	≤ 苑	≤ 猿	≤ 猿	≤ 猿
	多 跨	吊车额定 起重量(kN)	猿 ~ 缘	缘 ~ 苑	苑 ~ 缘	缘 ~ 苑	苑 ~ 猿	猿 ~ 缘
		厂 房 跨 度 (m)	≤ 苑	≤ 苑	≤ 苑	≤ 猿	≤ 猿	≤ 猿
烟囱	高度(m)	≤ 猿	≤ 苑	≤ 苑	≤ 猿		≤ 苑	
水塔	高度(m)	≤ 缘	≤ 苑	≤ 猿	≤ 猿		≤ 猿	
	容积(m ³)	≤ 缘	缘 ~ 苑	苑 ~ 苑	苑 ~ 猿	猿 ~ 缘	缘 ~ 苑	

标注注：①地基主要受力层系指条形基础底下深度为 缘 遭(为基础底面宽度)独立基础下为 缘,且厚度均不小于 缘 的范围；

②地基主要受力层中如有承载力特征值小于 缘 的土层时,表中砌体承重结构的设计,应符合本规范第七章的有关要求；

③表中砌体承重结构和框架结构均指民用建筑,对于工业建筑可按厂房高度、荷载情况折合成与其相当的民用建筑层数；

④表中吊车额定起重量、烟囱高度和水塔容积的数值系指最大值。