



职业技术教育建设类专业系列教材

Di ji yu Jichu

# 地基与基础

(第2版)

主 编 朱永祥

武汉理工大学出版社

职业技术教育建设类专业系列教材

# 地基与基础

(第 2 版)

主 编 朱永祥

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

## 内 容 简 介

本书是职业技术学院建筑工程专业系列教材之一,是参照新规范《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)编写而成的。全书共 11 章,主要包括:土的物理性质及工程分类;土中应力计算;地基的变形;土的抗剪强度与地基承载力;天然地基上浅基础设计;边坡稳定及挡土墙;箱形基础;桩基础;地基处理;特殊土地基;土工试验。每章后附有复习题。

本书内容简明,实用性强,适用于各种职业技术学院土建类专业的课程教学,也适用于在职职工的岗位培训,还可供建筑结构设计、施工技术人员自学参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

地基与基础(第 2 版)/朱永祥主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2004. 5

职业技术教育建设类专业系列教材

ISBN 7-5629-1195-9

I. 地…

II. 朱…

III. 地基-基础(工程)-专业学校-教材

IV. TU47

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070

<http://www.techbook.com.cn>

E-mail:yangxuezh@mail.whut.edu.cn

印 刷 者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

经 销 者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:13.5

字 数:345 千字

版 次:2004 年 5 月第 2 版

印 次:2004 年 5 月第 1 次印刷

印 数:3000 册

定 价:19.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换

本社购书热线电话:(027)87394412 87383695 87384729

版权所有,盗版必究。

# 职业技术教育建设类专业系列教材

## 出版说明

武汉理工大学出版社(原武汉工业大学出版社)于1997年组织编写的工业与民用建筑专业系列教材在全国使用7年来,得到了广大职业技术学院师生的热情关怀与厚爱,较好地实现了为职业技术学院的教学与课程体系改革服务,为培养具有较强的实际操作技能的应用型人才服务的目标,较系统地体现了教材的系统性、科学性、实用性及先进性的特点。

近年来,随着职业技术教育的快速发展,建设类专业、学科培养方案规定的培养目标、毕业生的业务范围和基本规格等发生了较大的变化;同时,与建设类专业教材内容密切相关的各种规范、标准和规定也已陆续颁布与实行。为此,编委会经过认真研讨,决定全面修订、出版“职业技术教育建设类专业系列教材”。

在全套教材第2版的修订过程中,在教材内容的编写上坚持“以应用为目的,以必需、够用为度”,主要涉及建设类专业的基本知识和应用技能,并尽量体现近几年国内外建筑技术、工艺、材料的新发展与新成果;教材中凡涉及国家建筑规范及其他部门规范、标准的,一律采用新规范、新标准和新规定;教材中的专业术语、符号和计量单位采用《建筑设计通用符号、计量单位和基本术语》国家标准,并应符合《中华人民共和国法定计量单位使用方法》及有关国家标准的规定。

这套教材主要用于高等职业院校及中等职业学校工业与民用建筑专业、建筑施工专业和相关专业的相关课程教学与实践性教学,也可供职工岗位技术培训等参考选用。我们再次诚挚地希望广大读者在使用这套教材的过程中提出批评和建议,以便今后不断地修改和完善。

职业技术教育建设类专业系列教材编委会

2004年元月

# 职业技术教育建设类专业系列教材

## 编委会名单

主任:雷绍锋

副主任:范文昭 杨学忠

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁卿  | 丁天庭 | 毛小玲 | 王文仲 | 冯美宇 | 叶胜川 | 华均  | 朱永祥 | 刘平  |
| 刘自强 | 刘志强 | 危道军 | 陈英  | 吴泽  | 吴运华 | 吴明军 | 吴振旺 | 杨庚  |
| 杨太生 | 陆天生 | 肖伦斌 | 余胜光 | 杜喜成 | 周相玉 | 范德均 | 胡兴福 | 郭晓霞 |
| 赵爱民 | 高远  | 高文安 | 徐家铮 | 梁春光 | 焦卫  | 鲁维  | 葛建平 | 喻建华 |

秘书长:黄春

总责任编辑:张淑芳

## 第2版前言

本书系职业技术教育建设类专业系列教材之一,是根据原工业与民用建筑专业系列教材《地基与基础》修订而成的。所编内容以“理论够用为度,重在实践能力、动手能力的培养”,面向施工生产第一线的技能型应用人才,可作为各种层次职业学校土建类专业的教材,也可作为在职职工的岗位培训教材,还可供建筑结构设计、施工技术人员参考。

本学科具有较强的理论性和实践性,涉及的范围很广,发展速度较快,地区性又强。因此,在编写时注重理论联系实际,力求简明扼要,重点突出,结合工程实例,做了深入浅出的说明,同时编入较多的新技术和新方法,并适当地吸收了国内外科技新成就。

本书共11章,内容包括土的物理性质及工程分类、土中应力计算、地基变形、土的抗剪强度和地基承载力、天然地基上浅基础设计、边坡稳定及挡土墙、箱形基础、桩基础、地基处理、特殊土地基、土工试验。

作为第2版,全书采用了国家最新颁布的规范、规程和技术标准。为了便于读者掌握本书所叙述的基本理论和基本技能,每章在编写过程中增加了“本章提要”、“本章小结”,并附有适量的典型例题、实例、复习题。

本书第2版是在第1版的基础上进行修订的。绪论、第1章、第5章由安徽省滁州职业技术学院朱永祥编写;第2章、第3章、第4章由陈燕编写;第6章、第7章、第11章由梁成燕编写;第8章、第9章、第10章由王先恕编写;张国富参加了部分插图绘制工作。本书由朱永祥担任主编并对全书进行统稿。滁州市建委王芝亭教授级高级工程师担任主审,在此致以深切的谢意。

本书在编写和修订过程中,参考了《土力学与地基基础》、《地基与基础工程》、《桩基础的设计方法与施工技术》、《建筑工程质量事故处理分析》等书籍和杂志,在此表示衷心的感谢!并对本书付出辛勤劳动的编辑同志表示深切谢意!

由于我们水平有限,加之时间仓促,书中缺点和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2004年1月

## 主要符号

$A$ ——基础底面面积；  
 $a$ ——压缩系数；  
 $b$ ——基础底面宽度(最小边长),或力矩作用方向的基础底面边长；  
 $c$ ——粘聚力；  
 $d$ ——基础埋置深度,桩身直径；  
 $E_a$ ——主动土压力；  
 $E_s$ ——土的压缩模量；  
 $e$ ——孔隙比；  
 $F$ ——基础顶面竖向力；  
 $f_a$ ——修正后的地基承载力特征值；  
 $f_{ak}$ ——地基承载力特征值；  
 $f_{rk}$ ——岩石饱和单轴抗压强度标准值；  
 $G$ ——恒荷载；  
 $H_0$ ——基础高度；  
 $H_f$ ——自基础底面算起的建筑物高度；  
 $H_g$ ——自室外地面算起的建筑物高度；  
 $L$ ——房屋长度或沉降缝分隔的单元长度；  
 $l$ ——基础底面长度；  
 $M$ ——作用于基础底面的力矩或截面的弯矩；  
 $p$ ——基础底面处平均压力；  
 $p_0$ ——基础底面处平均附加压力；  
 $Q_k$ ——相应于荷载效应标准组合时,桩基中单桩所受竖向力；  
 $q_{pa}$ ——桩端土的承载力特征值；  
 $q_{sa}$ ——桩周土的摩擦力特征值；  
 $R_a$ ——单桩竖向承载力特征值；  
 $S$ ——沉降量；  
 $u$ ——周边长度；  
 $w$ ——土的含水量；  
 $w_L$ ——液限；  
 $w_P$ ——塑限；  
 $z_0$ ——标准冻深；  
 $z_n$ ——地基沉降计算深度；  
 $\bar{\alpha}$ ——平均附加应力系数；  
 $\beta$ ——边坡对水平面的坡角；  
 $\gamma$ ——土的重力密度,简称土的重度；

$\delta$ ——填土与挡土墙墙背的摩擦角；  
 $\delta_r$ ——填土与稳定岩石坡面间的摩擦角；  
 $\theta$ ——地基的压力扩散角；  
 $\mu$ ——土与挡土墙基底间的摩擦系数；  
 $\nu$ ——泊松比；  
 $\varphi$ ——内摩擦角；  
 $\eta_b$ ——基础宽度的承载力修正系数；  
 $\eta_d$ ——基础埋深的承载力修正系数；  
 $\psi_s$ ——沉降计算经验系数。

# 目 录

|                                                      |      |
|------------------------------------------------------|------|
| 0 绪论 .....                                           | (1)  |
| 1 土的物理性质及工程分类 .....                                  | (3)  |
| 1.1 土的成因 .....                                       | (3)  |
| 1.2 土的组成 .....                                       | (3)  |
| 1.2.1 土的矿物颗粒 .....                                   | (4)  |
| 1.2.2 土中水 .....                                      | (5)  |
| 1.2.3 土中气体 .....                                     | (6)  |
| 1.2.4 土的结构 .....                                     | (6)  |
| 1.3 土的物理性质指标 .....                                   | (6)  |
| 1.3.1 土的质量密度和重力密度 .....                              | (7)  |
| 1.3.2 土的含水量 $w$ .....                                | (7)  |
| 1.3.3 土粒相对密度 $d_s$ .....                             | (7)  |
| 1.3.4 土的干密度 $\rho_d$ 和干重度 $\gamma_d$ .....           | (8)  |
| 1.3.5 土的饱和密度 $\rho_{sat}$ 和饱和重度 $\gamma_{sat}$ ..... | (8)  |
| 1.3.6 土的有效重度 $\gamma'$ .....                         | (8)  |
| 1.3.7 土的孔隙比 $e$ .....                                | (8)  |
| 1.3.8 孔隙率 $n$ .....                                  | (9)  |
| 1.3.9 饱和度 $S_r$ .....                                | (9)  |
| 1.4 无粘性土的密实度 .....                                   | (10) |
| 1.5 粘性土的物理特征 .....                                   | (11) |
| 1.5.1 粘性土的塑限和液限 .....                                | (11) |
| 1.5.2 塑性指数 .....                                     | (12) |
| 1.5.3 液性指数 .....                                     | (12) |
| 1.6 地基土的工程分类 .....                                   | (13) |
| 1.6.1 岩石 .....                                       | (13) |
| 1.6.2 碎石土 .....                                      | (13) |
| 1.6.3 砂土 .....                                       | (14) |
| 1.6.4 粉土 .....                                       | (14) |
| 1.6.5 粘性土 .....                                      | (14) |
| 1.6.6 人工填土 .....                                     | (14) |
| 复习题 .....                                            | (16) |
| 2 土中应力计算 .....                                       | (17) |
| 2.1 土中自重应力 .....                                     | (17) |
| 2.1.1 自重应力计算公式 .....                                 | (17) |
| 2.1.2 地下水对自重应力的影响 .....                              | (18) |



|       |                      |      |
|-------|----------------------|------|
| 2.1.3 | 不透水层的影响              | (18) |
| 2.2   | 基底压力                 | (19) |
| 2.2.1 | 基底压力的分布              | (19) |
| 2.2.2 | 基底压力的简化计算            | (20) |
| 2.2.3 | 基底附加压力               | (22) |
| 2.3   | 土中附加应力               | (22) |
| 2.3.1 | 竖向集中力作用下土中附加应力       | (23) |
| 2.3.2 | 均布矩形荷载作用下的附加应力       | (25) |
| 2.3.3 | 条形均布荷载作用下土中附加应力计算    | (27) |
| 2.3.4 | 三角形分布条形荷载作用下土中附加应力计算 | (29) |
|       | 复习题                  | (30) |
| 3     | 地基的变形                | (32) |
| 3.1   | 土的室内压缩试验             | (32) |
| 3.1.1 | 土的固结与固结度             | (32) |
| 3.1.2 | 土的压缩性指标              | (33) |
| 3.2   | 地基变形的计算              | (35) |
| 3.2.1 | 分层总和法                | (35) |
| 3.2.2 | 《建筑地基基础设计规范》法        | (35) |
| 3.2.3 | 地基变形允许值              | (38) |
| 3.3   | 饱和软土地基的沉降与时间关系       | (40) |
| 3.3.1 | 饱和土固结理论基本概念          | (41) |
| 3.3.2 | 单向固结微分方程的建立          | (41) |
| 3.3.3 | 单向固结微分方程的解           | (42) |
| 3.4   | 建筑物的沉降观测             | (44) |
| 3.4.1 | 建筑物沉降观测的意义           | (44) |
| 3.4.2 | 沉降观测方法与步骤            | (45) |
|       | 复习题                  | (46) |
| 4     | 土的抗剪强度和地基承载力         | (47) |
| 4.1   | 土的抗剪强度               | (47) |
| 4.1.1 | 土的抗剪强度的基本概念          | (47) |
| 4.1.2 | 库仑定律                 | (47) |
| 4.2   | 土的极限平衡理论             | (52) |
| 4.2.1 | 土的应力状态               | (52) |
| 4.2.2 | 土的极限平衡条件             | (53) |
| 4.3   | 地基的临塑荷载与临界荷载         | (55) |
| 4.3.1 | 地基的变形                | (55) |
| 4.3.2 | 临塑荷载与临界荷载            | (56) |
| 4.4   | 地基的极限承载力             | (59) |
| 4.4.1 | 地基的破坏模式              | (59) |
| 4.4.2 | 地基极限承载力公式            | (60) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 4.4.3 安全系数的选择           | (63)  |
| 4.5 地基承载力的确定方法          | (64)  |
| 4.5.1 按理论公式计算确定地基承载力特征值 | (65)  |
| 4.5.2 按现场载荷试验确定地基承载力    | (66)  |
| 4.5.3 其他方法确定地基承载力       | (67)  |
| 4.5.4 地基承载力的修正          | (67)  |
| 4.6 地基勘察                | (68)  |
| 4.6.1 地基勘察的目的、任务及内容     | (68)  |
| 4.6.2 地基勘察的方法           | (69)  |
| 4.6.3 地基勘察报告            | (72)  |
| 复习题                     | (75)  |
| <b>5 天然地基上浅基础设计</b>     | (77)  |
| 5.1 概述                  | (77)  |
| 5.2 浅基础类型               | (77)  |
| 5.2.1 按基础材料分类           | (77)  |
| 5.2.2 按构造分类             | (80)  |
| 5.2.3 按受力性能分类           | (82)  |
| 5.3 基础埋置深度的选择           | (82)  |
| 5.3.1 建筑场地的土质及地下水的影响    | (82)  |
| 5.3.2 建筑物用途及基础构造的影响     | (83)  |
| 5.3.3 基础上荷载大小及性质的影响     | (83)  |
| 5.3.4 相邻建筑物基础埋深的影响      | (83)  |
| 5.3.5 地基土冻胀和融陷的影响       | (83)  |
| 5.4 地基与基础的设计原则          | (85)  |
| 5.4.1 建筑物的安全等级          | (85)  |
| 5.4.2 对地基与基础设计的要求       | (85)  |
| 5.4.3 荷载取值              | (86)  |
| 5.5 基础底面积的确定            | (87)  |
| 5.5.1 按持力层地基承载力计算       | (87)  |
| 5.5.2 地基软弱下卧层承载力的验算     | (90)  |
| 5.6 刚性基础设计              | (92)  |
| 5.7 墙下钢筋混凝土条形基础设计       | (94)  |
| 5.7.1 构造要求              | (94)  |
| 5.7.2 轴心荷载作用            | (94)  |
| 5.7.3 偏心荷载作用            | (96)  |
| 5.8 柱下钢筋混凝土单独基础设计       | (97)  |
| 5.8.1 轴心荷载作用            | (97)  |
| 5.8.2 偏心荷载作用            | (100) |
| 5.8.3 构造要求              | (101) |
| 5.9 柱下钢筋混凝土条形基础设计       | (105) |

|        |                          |       |
|--------|--------------------------|-------|
| 5.9.1  | 构造要求 .....               | (105) |
| 5.9.2  | 内力的简化计算 .....            | (105) |
| 5.10   | 筏板基础的简化计算 .....          | (108) |
| 5.10.1 | 简化计算 .....               | (108) |
| 5.10.2 | 构造要求 .....               | (109) |
| 5.11   | 减少不均匀沉降的措施和基础施工的验槽 ..... | (109) |
| 5.11.1 | 建筑措施 .....               | (110) |
| 5.11.2 | 结构措施 .....               | (112) |
| 5.11.3 | 基础施工的验槽 .....            | (114) |
|        | 复习题 .....                | (115) |
| 6      | 边坡稳定及挡土墙 .....           | (117) |
| 6.1    | 土压力类型 .....              | (117) |
| 6.1.1  | 概述 .....                 | (117) |
| 6.1.2  | 静止土压力 .....              | (117) |
| 6.1.3  | 主动土压力 .....              | (118) |
| 6.1.4  | 被动土压力 .....              | (118) |
| 6.2    | 静止土压力的计算 .....           | (118) |
| 6.3    | 朗肯土压力理论 .....            | (119) |
| 6.3.1  | 基本原理 .....               | (119) |
| 6.3.2  | 主动土压力计算 .....            | (120) |
| 6.3.3  | 被动土压力计算 .....            | (122) |
| 6.4    | 库仑土压力理论 .....            | (123) |
| 6.4.1  | 主动土压力计算 .....            | (123) |
| 6.4.2  | 被动土压力计算 .....            | (127) |
| 6.5    | 《规范》法计算土压力 .....         | (127) |
| 6.6    | 土压力计算举例 .....            | (129) |
| 6.7    | 特殊情况下的土压力计算方法 .....      | (130) |
| 6.7.1  | 填土面作用均布荷载时土压力的计算 .....   | (130) |
| 6.7.2  | 成层填土 .....               | (131) |
| 6.7.3  | 墙后填土中有地下水位时的土压力 .....    | (131) |
| 6.7.4  | 特殊情况下土压力计算举例 .....       | (132) |
| 6.8    | 挡土墙设计 .....              | (133) |
| 6.8.1  | 挡土墙类型 .....              | (133) |
| 6.8.2  | 重力式挡土墙设计 .....           | (135) |
| 6.9    | 边坡稳定性分析 .....            | (136) |
| 6.9.1  | 影响土坡稳定的因素 .....          | (136) |
| 6.9.2  | 边坡开挖的条件 .....            | (137) |
| 6.9.3  | 边坡稳定性分析 .....            | (137) |
| 6.9.4  | 滑坡的防治 .....              | (139) |
|        | 复习题 .....                | (140) |

|       |                     |       |
|-------|---------------------|-------|
| 7     | 箱形基础 .....          | (142) |
| 7.1   | 概述 .....            | (142) |
| 7.2   | 箱形基础的构造要求 .....     | (143) |
| 7.3   | 箱形基础计算 .....        | (144) |
| 7.3.1 | 箱形基础强度验算 .....      | (144) |
| 7.3.2 | 地基变形计算 .....        | (145) |
|       | 复习题 .....           | (146) |
| 8     | 桩基础 .....           | (147) |
| 8.1   | 桩基础的分类 .....        | (147) |
| 8.1.1 | 按荷载的传递方式分类 .....    | (147) |
| 8.1.2 | 按桩的施工方法分类 .....     | (148) |
| 8.2   | 单桩竖向承载力的确定 .....    | (149) |
| 8.2.1 | 桩的荷载试验 .....        | (150) |
| 8.2.2 | 按经验公式确定 .....       | (151) |
| 8.2.3 | 按桩身材料强度确定 .....     | (151) |
| 8.3   | 群桩 .....            | (151) |
| 8.3.1 | 群桩的承载力 .....        | (151) |
| 8.3.2 | 桩的布置 .....          | (152) |
| 8.3.3 | 群桩中单桩桩顶竖向力的确定 ..... | (153) |
| 8.4   | 承台 .....            | (154) |
| 8.4.1 | 承台的构造要求 .....       | (154) |
| 8.4.2 | 多桩承台的计算 .....       | (155) |
| 8.5   | 桩侧负摩擦力和桩的抗拔力 .....  | (160) |
| 8.5.1 | 桩侧负摩擦力 .....        | (160) |
| 8.5.2 | 桩的抗拔力 .....         | (160) |
| 8.6   | 水平荷载作用下桩基的设计 .....  | (160) |
| 8.6.1 | 由水平荷载试验确定 .....     | (161) |
| 8.6.2 | 按 $m$ 法计算确定 .....   | (161) |
| 8.7   | 其他深基础简介 .....       | (163) |
| 8.7.1 | 沉井基础 .....          | (163) |
| 8.7.2 | 沉箱基础 .....          | (164) |
| 8.7.3 | 地下连续墙 .....         | (164) |
|       | 复习题 .....           | (165) |
| 9     | 地基处理 .....          | (166) |
| 9.1   | 换土垫层法 .....         | (166) |
| 9.1.1 | 垫层设计 .....          | (166) |
| 9.1.2 | 机械碾压法 .....         | (168) |
| 9.1.3 | 重锤夯实法 .....         | (168) |
| 9.1.4 | 平板振动法 .....         | (168) |
| 9.2   | 深层密实法 .....         | (169) |

|           |                    |       |
|-----------|--------------------|-------|
| 9.2.1     | 强夯法 .....          | (169) |
| 9.2.2     | 挤密法 .....          | (169) |
| 9.3       | 化学固结法 .....        | (171) |
| 9.3.1     | 高压喷射注浆法 .....      | (171) |
| 9.3.2     | 深层搅拌法 .....        | (172) |
| 9.4       | 托换法 .....          | (172) |
| 9.4.1     | 桩式托换 .....         | (172) |
| 9.4.2     | 灌浆托换法 .....        | (173) |
| 9.4.3     | 基础加固法 .....        | (174) |
|           | 复习题 .....          | (175) |
| <b>10</b> | <b>特殊土地基</b> ..... | (176) |
| 10.1      | 湿陷性黄土地基 .....      | (176) |
| 10.1.1    | 湿陷性黄土的特征和分布 .....  | (177) |
| 10.1.2    | 黄土湿陷性评定 .....      | (177) |
| 10.1.3    | 黄土湿陷性判别 .....      | (177) |
| 10.1.4    | 建筑场地湿陷类型的划分 .....  | (178) |
| 10.1.5    | 黄土地基的沉陷等级 .....    | (178) |
| 10.1.6    | 湿陷性黄土的处理措施 .....   | (179) |
| 10.2      | 膨胀土地基 .....        | (179) |
| 10.2.1    | 膨胀土的特征 .....       | (179) |
| 10.2.2    | 膨胀土的胀缩性指标 .....    | (179) |
| 10.2.3    | 膨胀土地基处理 .....      | (183) |
|           | 复习题 .....          | (183) |
| <b>11</b> | <b>土工试验</b> .....  | (184) |
| 11.1      | 密度试验 .....         | (184) |
| 11.1.1    | 试验目的 .....         | (184) |
| 11.1.2    | 试验方法 .....         | (184) |
| 11.1.3    | 环刀法 .....          | (184) |
| 11.2      | 含水量试验 .....        | (186) |
| 11.2.1    | 试验目的 .....         | (186) |
| 11.2.2    | 试验方法 .....         | (186) |
| 11.2.3    | 试验仪器设备 .....       | (186) |
| 11.2.4    | 试验步骤 .....         | (186) |
| 11.2.5    | 试样的含水量 .....       | (186) |
| 11.3      | 土粒相对密度试验 .....     | (187) |
| 11.3.1    | 试验目的 .....         | (187) |
| 11.3.2    | 试验方法 .....         | (187) |
| 11.3.3    | 试验仪器设备 .....       | (187) |
| 11.3.4    | 试验步骤 .....         | (187) |
| 11.3.5    | 土粒的相对密度计算 .....    | (188) |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 11.4 粘性土的液限、塑限试验 ..... | (188) |
| 11.4.1 液限试验.....       | (188) |
| 11.4.2 塑限试验.....       | (189) |
| 11.5 压缩试验.....         | (191) |
| 11.5.1 试验目的.....       | (191) |
| 11.5.2 试验仪器设备.....     | (191) |
| 11.5.3 试验步骤.....       | (191) |
| 11.5.4 计算及绘图.....      | (192) |
| 11.6 直接剪切试验.....       | (194) |
| 11.6.1 试验目的.....       | (194) |
| 11.6.2 试验仪器设备.....     | (194) |
| 11.6.3 操作步骤.....       | (194) |
| 11.6.4 计算与绘图.....      | (195) |
| 复习题.....               | (196) |

# 0 结 论

## 本章提要

本章内容包括地基与基础的概念;地基与基础设计的基本要求;地基与基础在建筑工程中的重要性;本课程的特点、任务及学习方法。重点介绍地基与基础设计中强度与变形的两个基本要求及在建筑工程中的重要性。

### 1. 地基与基础的概念

任何建筑物都要建造在土层上面。建筑物的下部通常要加以扩大,以减小单位面积结构上的应力,并埋入地下一定深度,使之坐落在较好的土层上。建筑物下部的扩大部分承重结构称为基础;承受由基础传来荷载的土层称为地基;位于基础底面下第一层土称为持力层,在其以下土层称为下卧层,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叫做基础的埋置深度(图 0.1)。

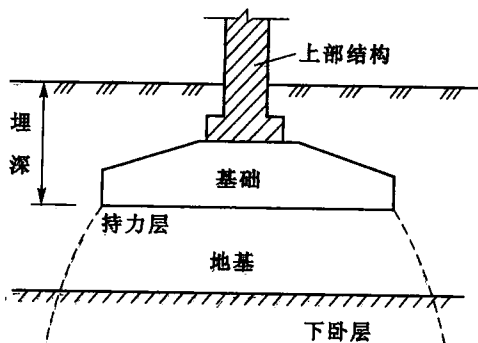


图 0.1 地基基础示意图

### 2. 地基与基础设计的基本要求

为了保证建筑物的安全,地基应满足下列两个基本要求:

- (1) 地基应具有足够的强度,在荷载作用下,不因地基失稳而破坏,这是地基稳定问题。
- (2) 地基不能产生过大的变形而影响建筑物的安全与正常使用,同时基础结构本身应有足够的强度、刚度和耐久性,在地基反力作用下不会发生强度破坏,并具有改善沉降与不均匀沉降的能力,这是地基变形问题。良好的地基一般具有较高的强度与较低的压缩性,容易满足上述要求。软弱地基的工程性质较差,对这种地基必须进行人工处理,才能满足强度与变形的要求。经过人工处理而达到设计要求的地基称为人工地基;不需要处理而直接利用的地基称天然地基。建筑物一般宜建造在良好的天然地基上,以减少地基处理的费用。但为节约用地,也要充分利用工程性质较差而经过处理的地基。

### 3. 地基与基础在建筑工程中的重要性

地基与基础是整个建筑工程中的一个重要组成部分,它的质量好坏关系到建筑物的安全、经济和正常使用,轻则上部结构开裂、倾斜,重则建筑物倒塌,危及人们生命与财产安全。实践证明,建筑物的事故很多与地基基础有关。例如,著名的意大利比萨斜塔的倾斜面就是由于地基不均匀沉降而造成的。该塔高度约 55m,始建于 1173 年,当建至 24m 高时,发现塔身倾斜而被迫停工,至 1273 年续建完工。该塔由于建造在不均匀的高压缩性地基上,致使北侧下沉

1m 有余,南侧下沉近 3m,沉降差达 1.8m,倾角达  $5.8^{\circ}$  之多。现在这个塔还以每年 1mm 的沉降速率下沉。又如,加拿大特朗斯康谷仓,由于设计时不了解地基埋藏有厚达 16m 的软粘土层,建成后谷仓的荷载超过了地基的承载能力,造成地基丧失稳定性,使谷仓西侧陷入土中 8.8m,东侧抬高 1.5m,仓身倾斜  $27^{\circ}$ 。我国上海工业展览馆建于 1954 年,总质量达 10000t,地基为厚 14m 的淤泥质软粘土。建成后,当年基础下沉 0.6m,目前大厅平均沉降量达 1.6m。

一般多层建筑中,基础工程造价占总造价的 20%~25%,对高层建筑或需地基处理时,则所需费用更大。另外,地基基础属于隐蔽工程,一旦出现事故,不易处理。因此,基础工程实属百年大计,必须慎重对待。只有深入了解地基情况,掌握勘察资料,经过精心设计与施工,才能使基础工程做到既经济合理又能保证质量。

#### 4. 本课程的特点、任务及学习方法

地基与基础是一门知识面广而综合性强的课程,它涉及到土力学、工程地质学、建筑结构与施工技术等几个学科领域。学习本课程应具有建筑结构与施工技术课的专业知识。

通过本课程的学习,应掌握地基土的物理性质与土力学的基本知识,掌握地基基础工程的基本概念;能阅读与正确理解地质勘察报告;了解地基处理的各种方法;能进行一般房屋的地基基础设计;学会基本的土工试验操作技能。

每一项地基与基础的工程设计,几乎找不到完全相同的实例,故需要运用本课程的基本原理,深入调查研究,针对不同情况进行具体分析。因此,在学习本课程时要注意理论联系实际,提高分析问题和解决问题的能力。

#### 本章小结

(1) 建筑物下部的扩大部分承重结构称为基础;承受由基础传来荷载的地层称为地基;位于基础底面下第一层土称为持力层,在其以下土层统称为下卧层,强度低于持力层的下卧层称为软弱下卧层。

(2) 地基应满足两个基本要求:① 强度;② 变形。

(3) 实践证明,建筑物的事故很多与地基基础有关,地基基础的质量好坏关系到建筑物的安全、经济和正常使用。

(4) 地基与基础是理论性和实践性很强的一门新学科,它涉及到土力学、工程地质学、建筑结构和施工技术等方面的内容,知识面广而综合性强。在学习本课程时要注意理论联系实际,提高分析问题和解决问题的能力。

#### 复 习 题

- 0.1 建筑物的地基与基础概念是什么?有何区别?
- 0.2 在地基基础设计中,对地基有哪些要求?
- 0.3 如何理解地基与基础在建筑物中的重要性?
- 0.4 本课程有哪些特点?如何理论联系实际?



# 1 土的物理性质及工程分类

## 本章提要

本章内容包括土的成因、组成,土的物理性质指标,无粘性土的密度,粘性土的物理特征,以及地基土的工程分类。重点介绍土的物理性质及地基工程分类。这些内容是进行土力学计算、地基基础设计和地基处理等必备的知识。

## 1.1 土的成因

地表岩石在大气中经过漫长的历史年代,受到风、霜、雨、雪的侵蚀和生物活动的破坏作用,即风化作用,使其崩解破碎而形成大小不同的松散堆积物,在建筑工程中称为土。风化后残留在原地的土称为残积土,它主要分布在岩石暴露地面受到强烈风化的山区和丘陵地带。由于残积土未经分选作用,所以无层理,厚度很不均匀,因此,在残积土地基上进行工程建设时,应注意其不均匀性,防止建筑物的不均匀沉降,如风化后的土受到各种自然力(例如,重力、雨雪水流、山洪急流、河流、风力和冰川等)的作用,搬运到大陆低洼地区或海底沉积下来。在漫长的地质年代里,沉积的土层逐渐加厚,它在自重的作用下逐渐压密,这样形成的土称为沉积土。陆地上大部分平原地区的土都属于沉积土。由于沉积土在沉积过程中地质环境不同,生成年代不一样,所以它的物理力学性质有很大差异。如:洪水沉积的洪积土,有一定的分选作用,距山区较近地段,其颗粒较粗,远离山区颗粒较细,由于每次洪水搬运能力不同,所以形成了土层粗细颗粒交错的地质剖面。通常,粗颗粒的土层压缩性较低,承载力较高;而细颗粒的土层则压缩性高,承载力较低。在沉积土地基上进行工程建设时,应尽量选择粗颗粒土层作为基础的持力层。

土的沉积年代不同,其工程性质将有很大变化,所以,了解土的沉积年代的知识,对正确判断土的工程性质是有实际意义的。土的沉积年代通常采用地质学中的相对地质年代来划分。所谓相对地质年代,是指根据主要地壳运动和古生物演化顺序,将地壳历史划分的时间段落。最大的时间单位称为代,每个代分为若干纪,纪分为若干世。

大多数的土是在第四纪地质年代沉积形成的,这一地质历史时期是距今较近的时间段落(大约 100 万年)。在第四纪中包括四个世,即早更新世(用符号  $Q_1$  表示)、中更新世( $Q_2$ )、晚更新世( $Q_3$ )和全新世( $Q_4$ )。由于沉积年份不同、地质作用不同以及岩石成分不同,使各种沉积土的性质相差很大。

## 1.2 土的组成

土是一种松散物质,这种松散物质主要是矿物颗粒,在矿物颗粒之间有许多孔隙,通常孔隙之间有液体(一般是水),也有气体(一般是空气)。所以,土一般由矿物颗粒(固相)、水(液