



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新世纪土木工程系列教材

# 基础工程

(第2版)

赵明华 主编 徐学燕 副主编

13  
02



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新世纪土木工程系列教材

# 基础工程

JICHU GONGCHENG

(第2版)

赵明华 主编 徐学燕 副主编



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容简介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是新世纪土木工程系列教材之一,在第1版的基础上修订而成。

本书内容既重视基础理论和知识的阐述,也注意反映我国目前的工程实践,介绍基础工程学科的新进展、新技术和新工艺,并与我国现行的有关规范或规程等保持一致,力求将知识的传授与能力的培养相结合。

本书除绪论外共9章,包括地基基础的设计原则,刚性基础与扩展基础,柱下条形基础、筏形和箱形基础,桩基础,沉井基础及其他深基础,基坑工程,特殊土地基,地基处理,抗震地基基础等。各章后附有相应的思考题与习题。

本书可作为高等学校土木工程专业本科教材,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。

## 图书在版编目(CIP)数据

基础工程/赵明华主编. —2版. —北京:高等教育出版社,2010.1

ISBN 978-7-04-028334-1

I. 基… II. 赵… III. 地基-基础(工程)-高等学校-教材 IV. TU47

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第224409号

策划编辑 赵湘慧 责任编辑 赵湘慧 封面设计 王 隼 责任绘图 黄建英  
版式设计 张 岚 责任校对 美国萍 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 煤炭工业出版社印刷厂

购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2003年1月第1版  
2010年1月第2版  
印 次 2010年1月第1次印刷  
定 价 25.40元

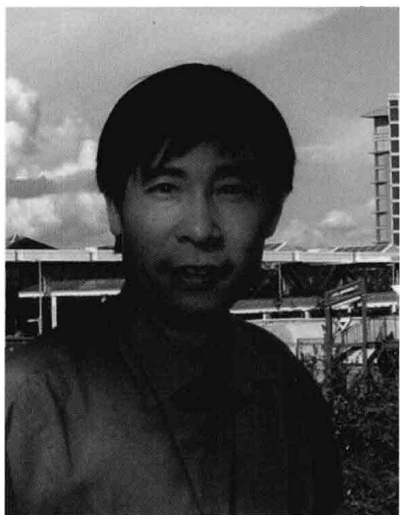
开 本 787×1092 1/16  
字 数 19.75  
印 数 470 000

如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

侵权必究

978-7-04-028334-1





**赵明华** 博士，教授，博士生导师，湖南大学土木工程学院党委书记兼副院长、岩土工程研究所所长，享受国务院特殊津贴，湖南省教学名师。中国岩石力学与工程学会理事、中国土木工程学会土力学及岩土工程分会理事、中国建筑学会地基基础分会理事、湖南省公路学会副理事长、湖南省岩石力学与工程学会副理事长、全国地基处理委员会委员、《公路工程》杂志编委会副主任、《岩土工程学报》和《岩土力学》编委、教育部高等教育出版社土建类系列教材编委会委员。在国内外学术刊物上发表论文300余篇；出版专著和教材10余部：《土力学地基与基础》(1993)、《桥梁桩基计算与检测》(2000)、《土力学与基础工程》(2000、2003、2008)、《土力学地基与基础疑难释义》(1998、2003)、《基础工程》(2003)、《桥梁地基与基础》(2004、2009)、《简明英汉-汉英岩土工程词汇手册》(2009)等；参加《公路桥梁地基与基础设计规范》等多部规程规范的编制；获发明和实用新型专利6项；获“国家科技进步二等奖”(2006)，“教育部科技进步一等奖”(2008)，“湖南省科技进步一等奖”(2004、2005)及其他省部级科技进步奖10余项、“湖南省教学成果一等奖”(1997)等。所主持的“基础工程”课程为国家级精品课程(2008)。

10-10-10

10-10-10

# 教育部高等教育出版社土建类系列教材

## 编辑委员会委员名单

**主任委员：**沈蒲生(湖南大学)

**副主任委员：**(按姓氏笔画排序)

叶志明(上海大学)

白国良(西安建筑科技大学)

吴胜兴(河海大学)

邹超英(哈尔滨工业大学)

周绪红(兰州大学)

强士中(西南交通大学)

**委员：**(按姓氏笔画排序)

卫 军 (中南大学)

王 湛 (华南理工大学)

朱彦鹏 (兰州理工大学)

江见鲸 (清华大学)

李远富 (西南交通大学)

张印阁 (东北林业大学)

尚守平 (湖南大学)

赵明华 (湖南大学)

黄政宇 (湖南大学)

梁兴文 (西安建筑科技大学)

霍 达 (北京工业大学)

王 健 (北京建筑工程学院)

王清湘 (大连理工大学)

刘 明 (沈阳建筑大学)

杨和礼 (武汉大学)

沙爱民 (长安大学)

张家良 (辽宁工业大学)

周 云 (广州大学)

高 波 (西南交通大学)

黄醒春 (上海交通大学)

廖红建 (西安交通大学)

## 出版者的话

新世纪土木工程系列教材是我社组织编写出版的“大土木”范畴的专业系列教材。1998年教育部颁布了新修订的《普通高等学校本科专业目录和专业介绍》，新专业目录中土建类土木工程专业覆盖了原来建筑工程和交通土建工程等8个专业。1999年各高校已按新的专业目录招生。开设土木工程专业的各院校把近年来在教育思想与教学观念、教学内容与课程体系、教学方法与教学手段等方面取得的改革成果固化到教学计划和人才培养过程中，设计了从教学思想到教学模式等一系列教学改革方案。大家在教学实践中体会到：专业、课程教学改革必然引起相应的教材改革。我社从1999年开始进行土木工程专业系列教材的策划工作，并于2000年成立了“教育部高等教育出版社土建类系列教材编委会”。

我们编辑出版土木工程系列教材的指导思想是：

1. 紧密结合人才培养模式改革，根据拓宽专业基础、提高综合素质、增强创新能力的要求，调整学生的知识结构。

2. 从各院校调整土建类各专业教学计划出发，加强基础课程到专业课程的有机沟通，用系统的观点和方法建立新的课程体系结构，包括对课程的整合与集成，组织和建设专业核心课程，成套成系列地推出土木工程系列教材。

3. 各门课程教材要具有与本部门学科发展相适应的学科水平，以科技进步和社会发展的最新成果充实、更新教材内容，贯彻理论联系实际的原则。

4. 要正确处理继承、借鉴和创新的关系，不能简单地以传统和现代划线，决定取舍，而应根据教学要求进行取舍。继承、借鉴历史和国外的经验，注意研究结合我国的现实情况，择善而从，消化创新。

5. 随着高新技术、特别是数字化和网络化技术的发展，在土木工程系列教材建设中，要充分考虑文字教材与音像、电子、网络教材的综合发展，发挥综合媒体在教学中的优势，提高教学效率。在开发研制教学软件的同时，要注意使文字教材与先进的软件接轨，明确不同形式教材之间的关系是相辅相成、相互补充的。

6. 坚持质量第一。图书是特殊的商品，教材是特殊的图书。教材质量的优劣直接影响教学质量和教学秩序，最终影响学校人才培养的质量。教材不仅具有传播知识、服务教育、积累文化的功能，也是沟通作者、编辑、读者的桥梁，一定程度上还代表着国家学术文化或学校教学、科研水平。因此，遴选作者、审订教材、贯彻国家标准和规范等方面需严格把关。

为了实现本套教材的指导思想，我们组建了由有丰富的教学经验、有较高的学术水平和学术声望的教师组成的编委会，由编委会研究提出土木工程系列教材的选题及其基础内容与编审原则，并推荐作者。

我们出版本系列教材，旨在为新世纪的土木工程专业学生提供一套经过整合优化的比较系统的专业系列教材，以期为我国的土木工程专业教材建设贡献自己的一份力量。

本系列教材第1版出版之后,在教学实践基础上,将组织修订出版第2版、第3版,希望在不断修订过程中更新内容、消除疏漏,更加适应教学需要。

本系列教材的编写大纲和初稿、修订稿都经过了编委会的审阅,以求教材质量更臻完善。如有疏漏之处,请读者批评指正!

高等教育出版社  
建筑与力学分社  
2006年3月

## 第2版前言

本教材第1版于2003年1月出版,距今已经6年,受到了广大读者的欢迎。本书于2006年被列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材,这是对我们莫大的鞭策与鼓励。为了更好地反映基础工程学科的发展,适当吸取国内外比较成熟的基础工程新理论、新工艺、新技术,同时为了提高教材的适用性,第2版在以下方面进行了修订:

(1) 根据新颁布的 JGJ 94—2008《建筑桩基技术规范》和 JTG D63—2007《公路桥涵地基与基础设计规范》等相关章节内容进行了修改。

(2) 为了明确学习重点,各章均增加了本章学习目标与小结。

(3) 为各章节添加了相应的三级英文标题。

(4) 对选修章节用“\*”标注。

参加本教材第2版修订的编者有:湖南大学赵明华(绪论、第7章)、陈昌富(第6章)、邹新军(第5章),哈尔滨工业大学徐学燕(第1章)、齐加连(第2章)、邱明国(第3章),西南交通大学于志强(第4章)、吴兴序(第9章)、富海鹰(第8章)。全书由赵明华统稿,由赵明华任主编、徐学燕任副主编。

限于作者水平,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2009年9月



# 第 1 版前言

基础工程是关于建(构)筑物在设计 and 施工中有地地基和基础问题的学科,是土木工程专业的主干课程。该课程是先导课程及相关课程为工程地质与水文地质、材料力学、结构力学、弹性力学、土力学等。

随着科学技术的发展,国内外高层建筑、大型桥梁等工程大量兴建,基础工程的理论和技术日新月异,特别是各项新的国家标准的颁布,使基础工程的设计和施工都有了新的准绳。为了更好地适应我国土木工程专业培养方案的需要,本书根据高等学校土木工程专业的教学要求,以原建筑工程和交通土建工程专业的基础工程课程内容为主,兼顾其他,并适当吸取国内外比较成熟的基础工程新理论、新工艺、新技术,结合我国新规范编写,适用于土木工程专业基础工程课程。

本书由湖南大学赵明华主编,哈尔滨工业大学徐学燕副主编,湖南大学陈昌富,西南交通大学于志强、吴兴序、富海鹰,哈尔滨工业大学齐加连、邱明国等参加编写,东南大学张克恭先生主审。绪论、第 5,7 章由赵明华编写,第 1 章由徐学燕编写,第 2 章及第 3 章的 3.1~3.4 节由齐加连编写,第 3 章的 3.5 节由邱明国编写,第 4 章由于志强编写,第 6 章由陈昌富编写,第 8 章由富海鹰编写,第 9 章由吴兴序编写。

基础工程在本科教学中有 40~60 学时,书中第 9 章供选讲。各学校可根据学时多少进行取舍。

本书主审张克恭先生认真、细致地审阅和修改了全书,并提出了许多极为有益的建议,高等出版社的编辑同志也为本书的出版付出了艰辛的劳动,在此致以诚挚的谢意。

限于编者水平,不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2002. 11. 16

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

**反盗版举报电话：**(010) 58581897/58581896/58581879

**反盗版举报传真：**(010) 82086060

**E - mail：**dd@hep.com.cn

**通信地址：**北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

**邮 编：**100120

**购书请拨打电话：**(010)58581118

# 目 录

<p>绪论 ..... 1 Introduction</p> <p><b>第 1 章 地基基础的设计原则</b> ..... 5 <b>Chapter 1 Design Principles of Subgrade and Foundation</b></p> <p>1-1 概述 ..... 5 Introduction</p> <p>1-2 地基基础设计原则 ..... 8 Design Principles of Subgrade and Foundation</p> <p>1-3 地基类型 ..... 14 Types of Subgrade</p> <p>1-4 基础类型 ..... 19 Types of Foundation</p> <p>1-5 地基、基础与上部结构共同工作 ..... 23 Interaction Between Subgrade, Foundation and Superstructure</p> <p>1-6 小结 ..... 27 Summary</p> <p>思考题与习题 ..... 28 Questions and Exercises</p> <p><b>第 2 章 刚性基础与扩展基础</b> ..... 29 <b>Chapter 2 Rigid and Spread Foundation</b></p> <p>2-1 概述 ..... 29 Introduction</p> <p>2-2 基础埋置深度的选择 ..... 32 Selection of Foundation Embedment</p> <p>2-3 地基承载力 ..... 36 Bearing Capacity of Subgrade</p>	<p>2-4 刚性基础与扩展基础的设计计算 ..... 41 Design of Rigid and Spread Foundation</p> <p>2-5 小结 ..... 51 Summary</p> <p>思考题与习题 ..... 52 Questions and Exercises</p> <p><b>第 3 章 柱下条形基础、筏形和箱形基础</b> ..... 53 <b>Chapter 3 Strip Foundation, Box and Raft Foundation</b></p> <p>3-1 概述 ..... 53 Introduction</p> <p>3-2 弹性地基上梁的分析 ..... 54 Analysis of Beams on Elastic Foundation</p> <p>3-3 柱下条形基础 ..... 60 Strip Foundation</p> <p>3-4 筏形基础 ..... 76 Raft Foundation</p> <p>3-5 箱形基础 ..... 85 Box Foundation</p> <p>3-6 小结 ..... 91 Summary</p> <p>思考题与习题 ..... 92 Questions and Exercises</p> <p><b>第 4 章 桩基础</b> ..... 94 <b>Chapter 4 Pile Foundation</b></p> <p>4-1 概述 ..... 94 Introduction</p>
--	--

4-2 竖向荷载下单桩的工作性能 .....	102	Questions and Exercises	
Behavior of Single Pile under Vertical Load			
4-3 单桩竖向承载力的确定 .....	109	<b>第 6 章 基坑工程</b> .....	189
Determination of the Vertical Bearing Capacity of Single Pile		<b>Chapter 6 Foundation Excavation Engineering</b>	
4-4 桩的水平承载力确定 .....	122	6-1 概述 .....	189
Determination of the Horizontal Bearing Capacity of Pile		Introduction	
4-5 群桩基础计算 .....	131	6-2 排桩、地下连续墙支护结构 ...	194
Calculation of Pile Group		Retaining Structures with Diaphragm Walls or Piles in Row	
4-6 桩基础设计 .....	141	6-3 水泥土桩墙支护结构 .....	202
Design of Pile Foundation		Retaining Structure with Soil-cement Pile Wall	
4-7 小结 .....	153	6-4 土钉支护结构 .....	206
Summary		Soil-Nailed Retaining Structure	
思考题与习题 .....	154	6-5 基坑稳定性分析 .....	209
Questions and Exercises		Stability Analysis of Foundation Excavation	
<b>第 5 章 沉井基础及其他深基础</b> .....	155	6-6 地下水控制 .....	213
<b>Chapter 5 Open Caisson and other Types of Deep Foundation</b>		Underground Water Control	
5-1 概述 .....	155	6-7 小结 .....	217
Introduction		Summary	
5-2 沉井的施工 .....	160	思考题与习题 .....	218
Construction of Open Caisson		Questions and Exercises	
5-3 沉井的设计与计算 .....	165	<b>第 7 章 特殊土地基</b> .....	219
Design and Calculation of Open Caisson		<b>Chapter 7 Special Soil Foundation</b>	
5-4 沉井基础算例 .....	177	7-1 概述 .....	219
A Design Example of Round-Ended Open Caisson		Introduction	
5-5 其他深基础简介 .....	184	7-2 软土地基 .....	220
Introduction of other Deep Foundation		Soft Soil Foundation	
5-6 小结 .....	186	7-3 湿陷性黄土地基 .....	223
Summary		Collapsible Loess Foundation	
思考题与习题 .....	187	7-4 膨胀土地基 .....	229
Questions and Exercises		Expansive Soil Foundation	
		7-5 山区地基及红粘土地基 .....	236
		Mountainous and Red Clay Foundation	
		7-6 冻土地基及盐渍土地基 .....	241
		Frozen Earth and Salty Soil Foundation	

7-7 小结 .....	245	Underpinning Technique	
Summary		8-10 小结 .....	275
思考题与习题 .....	246	Summary	
Questions and Exercises		思考题与习题 .....	276
<b>第 8 章 地基处理 .....</b>	<b>247</b>	Questions and Exercises	
<b>Chapter 8 Ground Treatment</b>		<b>第 9 章 抗震地基基础 .....</b>	<b>277</b>
8-1 概述 .....	247	<b>Chapter 9 Seismic Design of Subgrade and</b>	
Introduction		<b>Foundation</b>	
8-2 复合地基理论 .....	249	9-1 概述 .....	277
Compound Foundation Theory		Introduction	
8-3 换填垫层法 .....	255	9-2 地基基础的震害现象 .....	279
Replacement Method		Earthquake Disasters of Subgrade	
8-4 排水固结法 .....	258	and Foundation	
Consolidation Method		9-3 地基基础抗震设计 .....	281
8-5 重锤夯实法和强夯法 .....	261	Seismic Design of Subgrade and	
Heavy Tamping and Dynamic		Foundation	
Consolidation Methods		9-4 液化判别与抗震措施 .....	290
8-6 桩土复合地基法 .....	263	Liquefaction Distinguish and Anti-	
Pile-Soil Compound Foundation		Liquefaction Measures of Subsoil	
8-7 灌浆法和化学加固法 .....	267	9-5 小结 .....	296
Grouting and Chemical Stabilization		Summary	
Methods		思考题与习题 .....	296
8-8 土工合成材料加筋法 .....	271	Questions and Exercises	
Soil Reinforcement with Geosynthetics		<b>参考文献 .....</b>	<b>298</b>
8-9 托换技术 .....	272		

# 绪论

## Introduction

### 1. 地基及基础的概念

任何建筑物都建造在一定的地层(土层或岩层)上,通常把直接承受建筑物荷载影响的地层称为地基。未加处理就可满足设计要求的地基称为天然地基;软弱、承载力不能满足设计要求,需对其进行加固处理的(例如采用换土垫层、深层密实、排水固结、化学加固、加筋土技术等方法进行处理)地基,则称为人工地基。

基础是将建筑物承受的各种荷载传递到地基上的实体结构。房屋建筑及附属构筑物通常由上部结构及基础两大部分组成,基础是指室内地面标高( $\pm 0.00$ )以下的结构。带有地下室的房屋,地下室和基础统称为地下结构或下部结构。公(铁)路桥梁通常由上部结构、墩台和基础三大部分组成,墩台及基础统称为下部结构(图1)。公路涵洞、挡土墙等人工构造物,通常由洞身或墙身及其基础两部分组成。基础应埋入地下一定深度,进入较好的地层。根据基础的埋置深度不同可分为浅基础和深基础。若基础埋置深度不大(一般浅于5 m),只需经过挖槽、排水等普通施工程序就可建造起来的称为浅基础;反之,若浅层土质不良,须将基础埋置于较深的良好土层,并需借助特殊施工方法建造的称为深基础(如桩基础、沉井基础等)。

基础工程是研究基础或包含基础的地下结构设计及施工的一门科学,亦称为基础工程学。基础工程既是结构工程中的一部分,又是独立的地基基础工程。基础设计与施工也就是地基基础设计与施工。其设计必须满足三个基本条件:① 作用于地基上的荷载效应(基底压应力)不得超过地基容许承载力或地基承载力特征值,保证建筑物不因地基承载力不足造成整体破坏或影响正常使用,具有足够防止整体破坏的安全储备;② 基础沉降不得超过地基变形容许值,保证建筑物不因地基变形而损坏或影响其正常使用;③ 挡土墙、边坡以及地基基础保证具有足够防止失稳破坏的安全储备。荷载作用下,地基、基础和上部结构三部分彼此联系、相互制约。设计时应根据地质勘察资料,综合考虑地基-基础-上部结构的相互作用、变形协调与施工条件,进行经济技术比较,选取安全可靠、经济合理、技术先进、环境保护和施工简便的地基基础方案。

基础工程勘察、设计和施工质量的好坏将直接影响建筑物的安危、经济和正常使用。基础工程施工常在地下或水下进行,往往需挡土挡水,施工难度大,在一般高层建筑中,其造价约占总造价的25%,工期占25%~30%。若需采用深基础或人工地基,其造价和工期所占比例更大。此外,基础工程为隐蔽工程,一旦失事,损失巨大,补救十分困难,因此在土木工程中具有十分重要

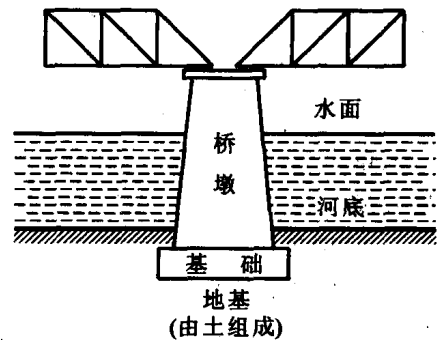


图1 地基及基础示意图



的作用。

随着大型、重型、高层建筑和大跨度桥梁等的日益增多,在基础工程设计与施工方面积累了不少成功的经验和工程典范,然而也有不少失败的教训。例如 1913 年建造的加拿大特朗斯康谷仓(图 2),由 65 个圆柱形筒仓组成,高 31 m,宽 23.5 m,采用了筏板基础,因事先不了解基底下有厚达 16 m 的软粘土层,建成后贮存谷物时,基底压力(320 kPa)超出地基极限承载力。使谷仓西侧突然陷入土中 8.8 m,东侧抬高 1.5 m,仓身整体倾斜  $26^{\circ}53'$ ,地基发生整体滑动、丧失稳定性。因谷仓整体性很强,筒仓完好无损。事后在筒仓下增设 70 多个支承于基岩上的混凝土墩,用了 388 个 50 t 的千斤顶才将其逐步纠正,但标高比原来降低了 4 m。

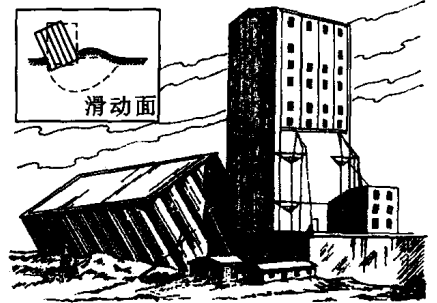


图 2 加拿大特朗斯康谷仓的地基破坏情况

世界著名的意大利比萨斜塔,1173 年动工,高约 55 m,因地基压缩层不均、排水缓慢,北侧下沉 1 m 多,南侧下沉近 3 m。1932 年曾灌注 1 000 t 水泥也未奏效,每年仍下沉约 1 mm。再如我国 1954 年兴建的上海工业展览馆中央大厅,因基底下约有 14 m 厚的淤泥质软粘土,尽管采用了深 7.27 m 的箱形基础,建成后仅当年就下沉 0.6 m,目前大厅平均沉降达 1.6 m。

大量事故充分表明,必须慎重对待基础工程。只有深入地了解地基情况,掌握勘察资料,经过精心设计与施工,才能保证基础工程经济合理,安全可靠。

## 2. 基础工程学科发展概况

基础工程学是一门古老的工程技术和年青的应用科学。远在古代人类就创造了自己的地基基础工艺。如我国都江堰水利工程、举世闻名的万里长城、隋朝南北大运河、黄河大堤、赵州石拱桥以及许许多多遍及全国各地的宏伟壮丽的宫殿寺院、巍然挺立的高塔等,都因地基牢固,虽经历了无数次强震强风仍安然无恙。又如秦代修筑驰道时采用的“隐以金椎”(《汉书》)路基压实方法;至今常用的石灰桩,灰土、瓦渣垫层和水撼砂垫层等古有的传统地基处理方法。再如北宋初著名木工喻皓建造开封开宝寺木塔时(公元 989 年),因当地多西北风而将建于饱和土上的塔身向西北倾斜,以借长期风力作用而渐趋复正,克服建筑物地基不均匀沉降。我国木桩基础更是源远流长。如在钱塘江南岸发现的河姆渡文化遗址中,7 000 年前打入沼泽地的木桩世所罕见;《水经注》记载的今山西汾水上三十墩柱木柱梁桥(公元前 532 年),以及秦代的渭桥(《三辅黄图》)等也都为木桩基础;再如郑州隋朝超化寺打入淤泥的塔基木桩(《法苑珠林》)、杭州湾五代大海塘工程木桩等都是我国古代桩基技术应用的典范。只是由于当时的生产力发展水平所限而未能提炼成系统的科学理论。

作为本学科理论基础的土力学始于 18 世纪兴起工业革命的欧洲。大规模的城市建设和水利、铁路的兴建面临着许多与土相关的问题,促进了土力学理论的产生和发展。1773 年,法国库仑(Coulomb)根据试验提出了著名的砂土抗剪强度公式,创立了计算挡土墙土压力的滑楔理论。1869 年,英国兰金(Rankine)从另一途径提出了挡土墙的土压力理论,有力地促进了土体强度理论的发展。此外,1885 年,法国布森涅斯克(Boussinesq)提出的弹性半空间表面作用竖向集中力的应力和变形的理论解答;1922 年,瑞典费兰纽斯(Fellenius)提出的土坡稳定分析法等等,这些古典的理论和方法,至今仍不失其理论和实用价值。

通过许多学者的不懈努力和经验积累,1925年,美国太沙基(Terzaghi)在归纳发展已有成就的基础上,出版了第一本土力学专著,较系统完整地论述了土力学与基础工程的基本理论和方法,促进了该学科的高速发展。1936年国际土力学与基础工程学会成立,并举行了第一次国际学术会议,从此土力学与基础工程作为一门独立的现代科学而取得不断进展。许多国家和地区也都定期地开展各类学术活动,交流和总结本学科新的研究成果和实践经验,出版各类土力学与基础工程刊物,有力地推动了本学科的发展。

新中国成立后,大规模的社会主义经济事业的飞跃发展,促进了我国基础工程学科的迅速发展。我国在各种桥梁、水利及建筑工程中成功地处理了许多大型和复杂的基础工程,取得了辉煌的成就。例如,利用电化学加固处理的中国历史博物馆地基,解决了施工期短、质量要求高的困难;长江上建成的十余座长江大桥(在武汉、南京等地)及其他巨大工程中,采用管柱基础、气筒浮运沉井、组合式沉井、各种结构类型的单壁、双壁钢围堰及大直径扩底墩等一系列深基础和深水基础,成功地解决了水深流急、地质复杂的基础工程问题;上海钢铁总厂以及全国许许多多高层建筑的建成,都为土力学与基础工程的理论和实践积累了丰富的经验;而三峡工程和小浪底工程的基础处理,将我国基础工程的设计、施工、检测提高到一个新的水平。自1962年以来,我国先后召开了十届全国土力学与基础工程会议,并建立了许多地基基础研究机构、施工队伍和土工试验室,培养了大批地基基础专业人才。不少学者对基础工程的理论和实践作出了重大贡献,受到了国际岩土界的重视。

近年来,我国在工程地质勘察、室内及现场土工试验、地基处理、新设备、新材料、新工艺的研究和应用方面,取得了很大的进展。各种地基处理新技术在土建、水利、桥隧、道路、港口、海洋等有关工程中得到了广泛应用,取得了较好的经济技术效果。随着电子技术及各种数值计算方法对各学科的逐步渗透,土力学与基础工程的各个领域都发生了深刻的变化,许多复杂的工程问题得到了相应的解决,试验技术也日益提高。在大量理论研究与实践经验积累的基础上,有关基础工程的各种设计与施工规范或规程等也相继问世并日臻完善。为我国基础工程设计与施工做到技术先进、经济合理、安全适用、保护环境、确保质量提供了充分的理论与实践依据。我们相信,随着我国社会主义建设事业的向前发展,对基础工程要求的日益提高,我国土力学与基础工程学科也必将得到新的更大的发展。

### 3. 本课程的特点和学习要求

本课程是土木工程专业的一门主干课程。内容与工程地质学、土力学、结构设计和施工等几个学科领域相关联,综合性、理论性和实践性很强,因此必须很好地掌握上述先修课程的基本内容和基本原理,为本课程的学习打好基础。

我国地域辽阔,由于自然地理环境的不同,分布着各种各样的土类。某些土类作为地基(如湿陷性黄土、软土、膨胀土、红粘土、冻土以及山区地基等)具有其特殊性质而必须针对其特性采取相应的工程措施。因此,地基基础问题具有明显的区域性特征。此外,天然地层的性质和分布也因地而异,且在较小范围内可能变化很大。故基础工程的设计,除需要丰富的理论知识外,还需要有较多的工程实践知识,并通过勘探和测试取得可靠的有关土层的分布及其物理力学性质指标的资料。因此,学习时应注意理论联系实际,通过各个教学环节,紧密结合工程实践,提高理论认识和增强处理地基基础问题的能力。

基础工程的设计和施工必须遵循法定的规范、规程。但不同行业有不同的专门规范,且各行

业间不尽平衡,各部委(住宅和城乡建设部、交通运输部、铁道部等部门)标准也尚未完全统一,故本课程所涉及的规范、规程比较多。因此,在课堂讲授和理论学习阶段应以学科知识体系为主,弄清基础工程设计和施工中的主要内容和基本方法;在课程设计中,可根据不同专业方向,使用、熟悉各自的行业规范,进行具体工程的设计实践训练。

本课程与材料力学、结构力学、弹性理论、建筑材料、建筑结构及工程地质学等学科有着密切的关系,本书在涉及这些学科的有关内容时仅引述其结论,要求理解其意义及应用条件,而不把注意力放在公式的推导上。此外,基础工程几乎找不到完全相同的实例,在处理基础工程问题时,必须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,在学习时必须注意理论联系实际,才能提高分析问题和解决问题的能力。