



高等学校**土建类**专业“十三五”规划教材

土力学与 地基基础

李章政 主编

李光范 黄小兰 副主编

第2版

TULIXUE YU
DIJI JICHU



 化学工业出版社



高等学校土建类专业“十三五”规划教材

土力学与地基基础

第2版

李章政 主编

李光范 黄小兰 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书为高等学校土建类专业“十三五”规划教材，内容包括：绪论、工程地质概述、土的物理性质和工程分类、地基应力计算、地基沉降计算、土的抗剪强度和地基承载力、土压力和土坡稳定性、岩土工程勘察、浅基础设计、桩基础设计、软弱地基处理、区域性地基。比较系统地介绍了土力学的基本概念、基本原理，基础工程设计原理和方法，考虑了知识体系的系统性和实用性。书中选配了很多工程实际图片，以增强初学者的感性认识；各章还安排了大量的思考题、选择题和计算题，以巩固所学知识、掌握账务实际设计技能。

本书可作为高等学校土木工程专业建筑工程方向或工民建方向、工程管理专业、工程造价专业等的教学用书，也可供广大工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

土力学与地基基础/李章政主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2019. 4

高等学校土建类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-33740-5

I. ①土… II. ①李… III. ①土力学-高等学校-教材
②地基-基础(工程)-高等学校-教材 IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 010117 号

责任编辑: 陶艳玲

装帧设计: 史利平

责任校对: 杜杏然

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司

装 订: 北京国马印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 20 $\frac{1}{2}$ 字数 510 千字 2019 年 7 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

前言

PREFACE

《土力学与地基基础》涵盖工程地质、土壤力学、岩土工程勘察和基础工程等方面的内容，主体可分为土力学和基础工程两部分。土力学属于力学原理和方法知识领域，它以地基土为研究对象，讨论应力和变形及强度、稳定等方面的问题，理论性较强；基础工程属于结构基本原理和方法知识领域，涉及地基基础设计，地基处理等方面的理论和技术，具有明确的专业性、实践性。有一些学校作为两门课程分别开设，也有一些学校作为一门课程讲授，本教材都具有适用性，可作为高等学校土木工程专业建筑工程方向或工民建方向、工程管理专业、工程造价专业等的教学用书。本书也可供广大工程技术人员参考。

《土力学与地基基础》第2版是在第1版的基础上修订而成的。其主要工作体现在以下三个方面：一是按照现行国家标准、规范对书中的公式、提法进行校对，以减少差错；由于2015年版混凝土结构设计规范对HPB300级热轧光圆钢筋和HRB335级热轧带肋钢筋的直径选用做出了限制，不应超过14mm，因此对浅基础底板和桩基础承台的配筋算例，重新进行了解算。二是对一些章节进行了重写，以统一全书的风格，并删去了某些公式繁杂的理论推导，降低难度，使其更加符合初学者的需求。三是在保证基本内容和基本要求不变的前提下，对篇幅进行了适度压缩，以应对目前各高校课时普遍偏少的现实。修订时主要参考了《高等学校土木工程本科指导性专业规范》所提出的知识单元和知识点，现行《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)的有关条文。全书内容共12章，包括：绪论、工程地质概述、土的物理性质和工程分类、地基应力计算、地基沉降计算、土的抗剪强度和地基承载力、土压力和土坡稳定性、岩土工程勘察、浅基础设计、桩基础设计、软弱地基处理、区域性地基。比较系统地介绍了土力学的基本概念、基本原理，基础工程设计原理和方法，考虑了知识体系的系统性和实用性。书中选配了很多工程实际图片，以增强初学者的感性认识；各章还安排了大量的思考题、选择题和计算题，以巩固所学知识、掌握实际设计技能。完成全书教学任务，需要48~60学时。

本书第2版由四川大学李章政完成修订。书中如有不妥之处，敬请读者提出指正。

编者

2018年12月

第1版前言

PREFACE

土力学与地基基础由土力学和基础工程两部分组成,前者属于基础理论,后者专业性极强。一些学校作为两门课程分别开设,另一些学校作为一门课程讲授,本教材都具有适用性,可作为高等学校土木工程专业建筑工程方向、工程管理专业、工程造价专业等的教学用书。本书也可供广大工程技术人员参考。

根据审定的教学大纲,全书内容包括绪论、工程地质概述、土的物理性质和工程分类、地基应力计算、地基沉降计算、土的抗剪强度和地基承载力、土压力和土坡稳定分析、岩土工程勘察、浅基础设计、深基础设计、软弱地基处理、区域性地基,一共12章。比较系统地介绍了土力学的基本概念、基本原理,基础工程设计原理和方法,考虑了知识体系的系统性和实用性。书中选配了很多工程实际图片,以增强初学者的感性认识;各章还安排了大量的思考题、选择题和计算题,以巩固所学知识、掌握实际设计技能。

全书由李章政主编。编写分工如下:武汉工业学院黄小兰编写第6、7章,海南大学李光范编写第4、5、10、11章,四川大学李章政编写第1、2、3、8、9、12章。

土力学既是经典学科,又在不断发展之中,基础工程也随着科学技术的进步而前进,但编者的学识和眼界都十分有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年10月

目录

CONTENTS

第1章 绪论 1

- 1.1 ▶ 土和土力学 1
- 1.2 ▶ 地基与基础 2
- 1.3 ▶ 地基基础失效案例 4
- 1.4 ▶ 本学科的发展简况 7
- 思考题 10
- 选择题 11

第2章 工程地质概述 12

- 2.1 ▶ 地质作用与地质构造 12
- 2.2 ▶ 岩石的成因类型 17
- 2.3 ▶ 土的成因类型 22
- 2.4 ▶ 不良地质条件 24
- 2.5 ▶ 地下水与土的渗透性 26
- 思考题 30
- 选择题 31
- 计算题 31

第3章 土的物理性质和工程分类 32

- 3.1 ▶ 土的三相组成 32
- 3.2 ▶ 土的结构和构造 36
- 3.3 ▶ 土的三相比例指标 37
- 3.4 ▶ 土的物理状态指标 42
- 3.5 ▶ 岩土的工程分类 47
- 思考题 50
- 选择题 50
- 计算题 51

第4章 地基应力计算 52

4.1▶ 土的自重应力	52
4.2▶ 基底附加压力	55
4.3▶ 地基附加应力	59
4.4▶ 有效应力原理	71
思考题	72
选择题	73
计算题	74

第5章 地基沉降计算 76

5.1▶ 土的压缩性	76
5.2▶ 地基的最终沉降量	82
5.3▶ 地基沉降与时间的关系	91
思考题	101
选择题	101
计算题	102

第6章 土的抗剪强度和地基承载力 104

6.1▶ 土的抗剪强度	104
6.2▶ 土的极限平衡理论	112
6.3▶ 地基的临塑荷载和临界荷载	118
6.4▶ 地基的极限荷载	123
思考题	127
选择题	128
计算题	129

第7章 土压力和土坡稳定性 131

7.1▶ 挡土墙上的土压力	131
7.2▶ 静止土压力	133
7.3▶ 朗肯土压力理论	134
7.4▶ 库仑土压力理论	142
7.5▶ 重力式挡土墙设计	146
7.6▶ 土坡稳定分析介绍	154
思考题	158

选择题	158
计算题	159

第 8 章 岩土工程勘察 161

8.1 ▶ 岩土工程勘察的基本要求	161
8.2 ▶ 岩土工程勘察方法	166
8.3 ▶ 岩土野外鉴别与描述	175
8.4 ▶ 岩土工程勘察报告	177
思考题	179
选择题	179

第 9 章 浅基础设计 181

9.1 ▶ 浅基础的类型	181
9.2 ▶ 基础埋置深度	186
9.3 ▶ 地基承载力特征值	189
9.4 ▶ 地基计算	193
9.5 ▶ 无筋扩展基础设计	200
9.6 ▶ 扩展基础设计	203
9.7 ▶ 减轻地基不均匀沉降危害的措施	215
思考题	218
选择题	218
计算题	219

第 10 章 桩基础设计 222

10.1 ▶ 桩基础分类和质量检测	222
10.2 ▶ 单桩轴向荷载的传递	227
10.3 ▶ 单桩竖向承载力特征值	231
10.4 ▶ 群桩竖向承载力和变形	236
10.5 ▶ 桩基础设计	242
思考题	259
选择题	259
计算题	260

第 11 章 软弱地基处理 261

11.1 ▶ 地基处理概述	261
---------------	-----

11.2 ▶ 换土垫层法	264
11.3 ▶ 碾压和夯实法	268
11.4 ▶ 深层挤密法	272
11.5 ▶ 排水固结法	276
11.6 ▶ 胶结加固法	281
思考题	283
选择题	284
计算题	284

第 12 章 区域性地基 285

12.1 ▶ 山区地基	285
12.2 ▶ 膨胀土地基	290
12.3 ▶ 湿陷性黄土地基	297
12.4 ▶ 红黏土地基	304
12.5 ▶ 地震液化地基	309
思考题	314
选择题	314
计算题	315

习题参考答案 316

参考文献 319

第1章

绪论

Chapter 01



内容提要

本章内容包括土和土力学、地基与基础的概念，地基基础失效案例，学科发展简介等几个方面。

基本要求

通过本章的学习，能了解土和土力学的概念，明白地基与基础的区别与联系，了解地基基础失效的教训，对地基基础的重要性有所认识，熟悉学科发展简史。

1.1 土和土力学

1.1.1 土的概念

地球表面上的岩石经风化、剥蚀、搬运、沉积，形成的固体矿物、水和气体的集合体，工程上称之为土。也就是说土是岩石主要依靠物理风化和化学风化，并通过暴雨、洪水等作用进行剥蚀、搬运（图 1-1），在流速缓慢的地方沉积下来而形成的混合物，有的土是岩石风化后未经剥蚀、搬运而留在原地的，还有一些土是通过风力搬运飘落地表沉积而成的。土中的固体矿物颗粒，形成骨架。颗粒之间的空间，形成孔隙。孔隙是相互连通的，其中充满水和气体。因此，土是由固体颗粒、水和气体所组成的三相（三种物态）物质，三者的成分及比例均对土的性质产生影响。



图 1-1 剥蚀、搬运

土与其他建筑材料相比，具有强度低、变形大、透水性大等特性。

土的强度指抗剪强度，由摩擦力或摩擦力和黏聚力组成。土的强度值为千帕（kPa）数量级，而建筑材料中的钢材、混凝土、砖石、木材等的强度值则是兆帕（MPa）数量级，相差很悬殊，所以土的强度比其他建筑材料的强度低得多。因为土颗粒之间联结很弱或无联

结,在荷载作用下土颗粒很容易发生相对位移,土中水和气体从孔隙排出而使孔隙体积减小,所以土的变形较大。几种材料的弹性模量分别为,HRB400级热轧带肋钢筋 200×10^3 MPa, C30混凝土 30×10^3 MPa,普通土 <20 MPa。由此可知,压应力与材料厚度相同时,土的压缩量比C30混凝土大千倍,比钢材大万倍。并且,土的变形并不是在加荷瞬间就完成的,而是要经历一定时间才能完成(排水固结),除了弹性变形外,还有部分不可恢复的塑性变形存在。

土颗粒之间具有无数连通的孔隙,水可以通过孔隙流动。砂、石的孔隙大,透水性很大;黏性土的孔隙小,透水性较小。无论如何,与混凝土等材料相比,土的透水性大。

土可以作为建筑材料直接利用,比如修筑土石坝、路基,砂土和碎石土中的砂、碎石作为混凝土的集料。在广大农村地区,还有一些村民居住在干打垒房屋内或土坯房内。这种房屋,以土坯或夯筑的土墙作为房屋结构的承重墙[图1-2(a)]。21世纪以来,不少地方都在积极改造土坯房,以改善居住环境。也有利用片石作为屋面材料之一[图1-2(b)],这在贵州的山区民居中较常见。土也是建筑材料中砖、瓦的直接材料,从秦砖汉瓦算起,已有二千多年的历史。土的另一个作用,就是作为建筑物或构筑物的地基,承受其上的所有荷载。



(a) 土墙房屋

(b) 片石屋面

图 1-2 岩土在建筑上的直接应用

1.1.2 土力学

土力学就是利用力学原理,研究土的应力、应变、强度、稳定和渗透性等特性及其随时间变化的规律的学科,它是以土为研究对象的力学,是力学的一个分支,更是地基基础设计的理论基础。

虽然土体有别于一般建筑材料,力学性能差异较大,不能完全照搬材料力学(或工程力学)、弹性力学的结果,但是,研究方法和手段却是相似的。一是理论探寻,土力学的研究在于寻找其力学行为的一般规律,这是理论工作者的追求;二是试验测定,通过试验可以验证理论公式的正确与否,还可以测定一些力学参数,监测建筑物的沉降与倾斜;三是计算机仿真分析,将土体离散为有限单元,进行各种数值计算,弥补理论求解中的不足,为建立理论提供帮助,为工程决策、设计提供依据。

1.2 地基与基础

1.2.1 建筑地基

支承基础的土体或岩体,称为地基。任何建筑物或构筑物都是建造在地层上的,地基是

地层的一部分。基础上的压力通过一定深度和宽度的土体（或岩体）来传承，这部分土体（或岩体）就是地基。直接和基础底面接触的土层，称为基础的持力层，简称持力层。土层、地基和基础之间的关系，如图 1-3 所示。

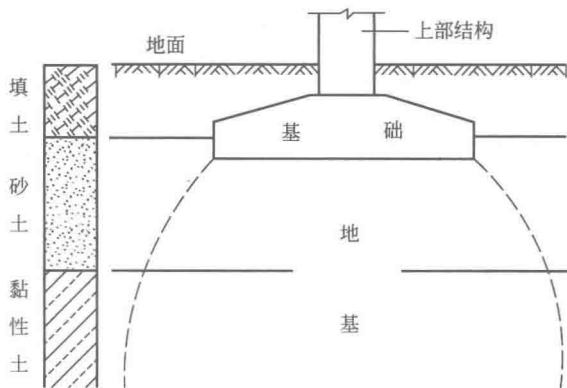


图 1-3 土层、地基和基础之间的关系

地基包括岩石地基和土层地基两类。凡是未经人工处理就能满足设计要求的地基，称为天然地基；如地基软弱，则需要经过人工加固处理，才能满足设计要求，这样的地基称为人工地基。很明显，人工地基的施工成本高于天然地基。为了保证建筑物的安全，地基需要满足以下两个基本条件。

① 稳定且具有一定的承载能力。在建筑物使用期间，地基不应发生开裂、滑移和塌陷等有害地质现象。并要求作用于地基上的荷载不超过地基的承载能力，防止发生剪切破坏。

② 变形不超过允许值。地基变形导致建筑物产生的沉降、沉降差、倾斜和局部倾斜等量值不超过允许值，从而保证建筑物不因地基变形而发生开裂、损坏或者影响正常使用。

1.2.2 建筑基础

将房屋上部结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分，称为基础。基础是建筑结构的最下面部分，通常位于地面以下，所以又称为下部结构。基础的作用是承上启下，即承担上部荷载，并将上部荷载和自身重量（重力）传递给地基。基础底面直接和地基接触，单位面积上的接触压力（地基和基础之间的作用与反作用），称为基底压力。因为地基的承载能力较低，所以基础底面尺寸要加以扩大，以减小基底压力，满足地基承载力和变形要求。同时，基础自身还应满足安全性、适用性和耐久性方面的功能要求。

基础底面到地面的距离，称为基础的埋置深度。根据埋置深度的不同，可将基础分为浅基础和深基础两类。通常把埋置深度 $d \leq 5\text{m}$ 或 $d \leq$ 基底宽度 b 的基础，称为浅基础，如柱下单独基础 [图 1-4 (a)]、墙下条形基础、筏形基础、箱形基础等；而对于浅层土质不良，需要利用深处良好地层的承载能力，采用专门施工方法和机具建造的基础，称为深基础，如桩基础 [图 1-4 (b)]、沉井基础、沉箱基础和地下连续墙等。

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，还要注意建筑场地土层的具体条件。基础和地基相互关联，不能忽视地基情况孤立考虑基础的设计和施工。虽然建筑物的地基、基础和上部结构的功能不同，研究方法各异，但在荷载作用下，它们是彼此联系、相互制约的一个整体。设计、施工一定要有整体思想、全局观念，全面地加以考虑，才能收到理想的效果。



(a) 浅基础: 柱下单独基础

(b) 深基础: 桩基础

图 1-4 典型的基础型式

1.2.3 地基基础的重要性

万丈高楼从地起,地基与基础是整个建筑工程中的一个重要组成部分,是房屋的根基之所在。地基基础的重要性体现在以下两个方面。

① 占用相当的造价和工期。基础工程位于地下或水下,施工难度较大,造价、工期和劳动力消耗量在整个工程中所占的比重也较大。有统计资料表明,我国多层建筑基础造价超过总造价的 25%,工期占总工期的 25%~30%。如果是人工地基或深基础,造价比重更大。高层和超高层建筑,还要增加基坑开挖和支护费用。

② 属于隐蔽工程。基坑回填后,基础埋于地下,属于隐蔽工程,这里是施工管理或监理的重点工作之一,通常被确定为质量控制点。一旦发生地基事故,因在建筑物下方,整改不易或后果严重。所以,地基、基础的勘察、设计和施工质量,直接关系到建筑物的安危。统计资料表明,在工程事故中,以地基基础事故为最多。

设计时必须坚持因地制宜、就地取材、保护环境和节约资源的原则;根据岩土工程勘察资料,综合考虑结构类型、材料情况与施工条件等因素,区分不同设计等级,精心设计。

根据地形复杂程度、建筑物规模和功能特征以及由于地基问题可能造成建筑物破坏或影响正常使用的程度,《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)将地基基础设计分为甲级、乙级和丙级三个设计等级;《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)将桩基设计也分为甲、乙、丙三个等级。

各类建筑物的地基计算均应满足承载力计算的要求;设计等级为甲级、乙级的建筑物还应按地基变形条件设计,以防止因地基过度变形而致上部结构的破坏和裂缝。在满足承载力计算的前提下,应按控制地基变形的正常使用极限状态设计。设计等级为丙级的建筑物,一部分需要考虑地基变形,另一部分可不考虑地基变形。

1.3 地基基础失效案例

经过长期的实践,人类在地基基础设计与施工方面均取得了不少成功的经验,使大量的高楼大厦如雨后春笋般出现在人们眼前,在解决城市人口激增、用地面积受限的矛盾方面,做出了重要贡献。但是,在工程实践中也出现了一些地基基础失效的教训,不容忘记。

1.3.1 地基失效案例

地基失效表现为沉降过大或不均匀沉降过大、地基剪切破坏，其经典案例就是比萨斜塔、虎丘塔和特朗斯康谷仓。

1.3.1.1 比萨斜塔

比萨斜塔，位于意大利西部古城比萨市，是比萨大教堂的钟楼，共8层，总高55m，如图1-5所示。

该塔于1173年破土动工，修建到4层24m高时出现倾斜。限于当时的技术水平，因不知原因而于1178年停工。一百年后的1272年重新开工，倾斜问题仍然不能解决，1278年又停工；1360年再次复工，直到1370年全塔竣工。该塔楼以斜闻名，伽利略曾在此做过自由落体的科学试验，现已成为意大利的重要旅游景点。

全塔总重大约14500t，塔北侧沉降超过1m，南侧下沉近3m，倾斜严重时塔顶偏离垂直中心线5m多。这是典型的地基不均匀沉降导致的倾斜。1932年曾经做过一次纠偏处理，当时在塔基灌注了1000t水泥，但未能奏效。21世纪初，经过科学家和工程技术人员的不懈努力，该塔的倾斜程度明显减小，加固取得成功。

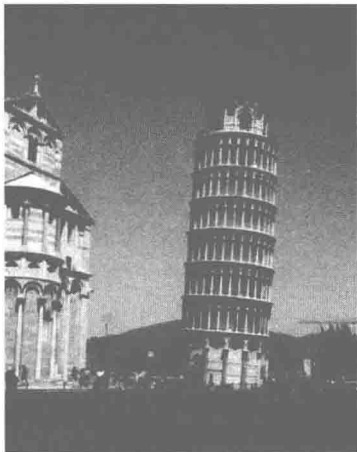


图 1-5 比萨斜塔

1.3.1.2 虎丘塔

虎丘塔位于苏州西北虎丘公园山顶，原名云岩寺塔，如图1-6所示。此塔落成于961年（宋太祖建隆二年），共7层，塔高47.5m，塔底直径13.66m。虎丘塔平面呈八角形，由外廊、回廊和塔心组成，砖砌体结构。1961年国务院将其列为重点文物保护单位。1980年测定塔身向东北方向倾斜，倾角 $2^{\circ}47'2''$ ，塔顶偏离中垂线2.31m。并

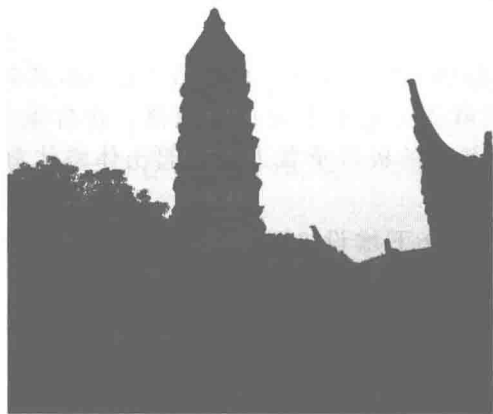


图 1-6 虎丘塔

且还发现,塔身东北面有若干垂直裂缝,西南面出现水平裂缝。

经过岩土工程勘察,发现虎丘山由硬质凝灰岩和晶屑流纹岩构成,山顶岩面倾斜,西南高,东北低。塔的地基为1~2m厚的大块石人工地基,厚薄不均匀,人工地基下面的土层厚度也不均匀。土层厚度不均匀,压缩量自然不相等,也就会发生不均匀沉降,从而导致塔的倾斜。此外,南方多暴雨,雨水渗入地基块石层,冲走块石之间的细粒土,形成很多空洞,导致大量雨水下渗至地基土层,加剧了地基的不均匀沉降,这也是塔身倾斜的一个原因。

对虎丘塔斜塔进行过地基加固处理,其做法是先在塔四周建造一圈桩排式地下连续墙,目的是避免塔基土流失和侧向变形,然后进行钻孔注浆和树根桩加固塔基,但效果并不理想。

1.3.1.3 特朗斯康谷仓

加拿大特朗斯康谷仓,呈矩形平面,长度为59.44m,宽度为23.47m;谷仓高度为31.00m,总容积36368m³。每排13个圆形筒仓,共布置5排,总计65个筒仓构成一个整体。基础为钢筋混凝土筏形基础,其中筏板厚度为61cm,埋深3.66m。

工程于1911年开工,1913年秋竣工。当年9月起,往谷仓中装稻谷,仔细装载,均匀分布。10月,当装入稻谷31822m³时,发现谷仓下沉,一小时内达到30.5cm,没有引起重视和采取有效措施,任其发展。24h内西端下沉7.32m,东端上抬1.52m,整个谷仓倾斜26°53',如图1-7所示。事后经过检查,钢筋混凝土筒仓除个别部位出现裂纹外,其余部分完好无损。

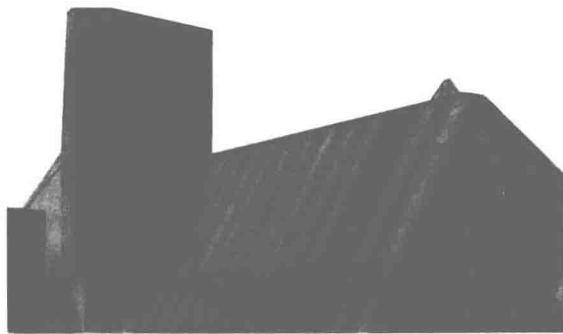


图 1-7 特朗斯康谷仓

该工程未做岩土工程勘察,根据邻近工程基槽开挖试验结果进行设计。谁知基础下有厚达16m的软土层,承载能力远低于设计采用值。在自重和稻谷重量共同作用下,基底实际压力远远大于地基土的极限承载力,引起土体整体剪切滑移破坏,致使结构下陷、倾斜。

纠偏复位措施,是在筒仓下增设70个支承于基岩上的混凝土墩,采用388个500kN量级的千斤顶,逐渐将倾斜的基础顶起来,使其水平,谷仓扶正。经过处理后,谷仓于1916年恢复正常使用,但标高比原来降低了4m。

1.3.2 基础失效案例

基础失效通常是基础自身承载力不足(设计、施工原因或外荷载过大),基础可发

生冲切破坏、剪切破坏和弯曲破坏等，轻者使房屋倾斜不能使用，重者会引起建筑物倒塌。

1.3.2.1 德阳某商住楼

1995年12月5日，四川省德阳市旌阳区内一幢在建的商住楼发生倒塌，造成17人死亡。如图1-8所示为正在清理中的事故现场。

该楼房为八层现浇钢筋混凝土框架结构，灌注桩基础，基础承台厚500mm。事故原因在于，一侧框架柱将承台压穿（冲切破坏），直接刺入土层中达数米深，致使楼房瞬间倾倒，装修工人来不及逃生。



图 1-8 楼房倒塌现场



图 1-9 莲花河畔景苑

这是典型的基础事故。承台设计的承载力严重不足，在没有楼面活荷载的情况下，承台厚度都还不足以抵抗冲切破坏。

1.3.2.2 莲花河畔景苑

2009年6月27日，上海市闵行区莲花南路“莲花河畔景苑”小区一幢13层楼顷刻倒覆，如图1-9所示。该楼房处于装修阶段，事故造成一名安徽籍民工死亡。

莲花河畔景苑小区共有十余幢楼房，倒塌的是7号楼，13层。事故调查组给出的倒楼原因是：紧贴7号楼的北侧在短期内堆土过高，最高处达10m左右；与此同时，紧邻大楼的南侧地下车库基坑正在开挖，开挖深度4.6m，大楼两侧的压力差使土体产生水平位移，过大的水平力超过了桩基的抗侧能力，预制桩断裂导致房屋倾倒。

经过检测和复核，勘察、设计符合要求，PHC管桩（高强度混凝土预应力管桩）质量符合规范要求。

1.4 本学科的发展简况

土力学与地基基础这门学科，其发展经历了漫长的历史过程，是人类在长期的生产实践中知识和经验的不断积累，逐步发展起来的一门学科。它既是一门古老的工程技术，又是一门新兴的应用学科。

1.4.1 古代经验积累

早在几千年以前,人类就懂得利用土进行建筑,如西安半坡村遗址^①,就有土台和石础存在,这是古代的地基基础。陕西考古工作者近年对西安附近的阿房宫遗址进行了考古发掘,发现了大型的夯土台基。夯土台基是人工夯筑的高于周围地面的土台,房屋修建在该夯土台基上,一方面显示建筑物的高大、雄伟,另一方面有利于及时排除雨水。夯土台基作为建筑物的地基,属于人工地基。古代宫殿和庙宇建筑大多采用夯土台基这种人工地基,如北京故宫的太和殿、乾清宫等都是坐落于高大的台基之上的。如图1-10所示为四川平武县报恩寺大殿,它同样坐落于高台上。

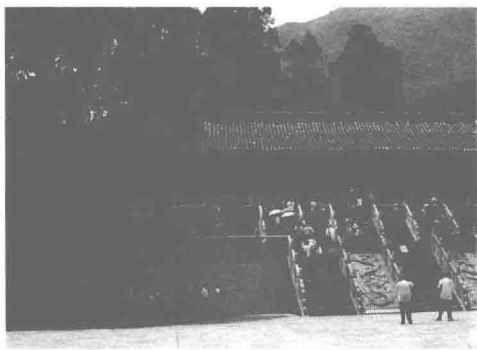


图 1-10 四川平武县报恩寺台基

古代建筑以木结构为主,不能像今天的钢筋混凝土结构那样,将承重柱埋于地面以下。木柱若埋于土中或与土直接接触,会因为潮气作用而致腐朽,影响耐久性。因此,在地基和木柱之间通常都要设置露出地面的石础(或石礮、础石、礮墩)。《鲁班经》^②曰:“……使过步梁、眉梁、眉枋,或使斗礮者,皆在地盘上停当。”“石礮切须安得正,地盘先要镇中心。”石础或石礮,又称垫基石或垫脚石,它是柱的基础,如图1-11

所示。石础承受屋柱压力,并将压力传给地基。凡木架结构房屋,可谓柱柱皆有础,缺一不可。石础的另一作用是使柱脚与地坪隔离,起到防腐作用,提高结构的耐久性。

石础用作一般木结构的基础,现代仍然采用。对于大型的宫殿或寺庙建筑,每柱传递的力相当大,需要扩大基础的底面积,减小基底压力。为此,古人发明了须弥座,代替石础。须弥座,又称金刚座,一般用砖或石砌成(实际上形成砖石砌体),上有凹凸线脚和纹饰,具有一定的艺术性,如图1-12所示。金刚座作为古代的建筑基础,类似于现代的无筋扩展基础;它还可以作为佛像的底座(基础),在寺庙中都能见到。佛像底座(基础)也可以做成莲花状,通常称为“莲花座”。更大规模的建筑采用几个须弥座相叠形成的基础,如北京故宫三大殿,山东曲阜孔庙大成殿。

公元前二世纪修建的万里长城(秦长城)、明代修建的明长城,隋唐时期修建的京杭大运河、赵州桥,黄河大堤,西安城墙,古埃及金字塔,古罗马桥梁等著名工程,也都有坚固的地基与基础,经历地震、强风考验,留存至今。四川自贡等地的先民采用泥浆护壁钻探法打盐井,西北地区在黄土中修建窑洞,以及在建筑中采用料石垫基、木桩、石灰桩、灰土地基等做法,证明古代劳动人民在长期的实践中,积累了有关土力学与地基基础方面的宝贵知识和经验,取得了相当高的土木工程成就。为后来的总结提高,上升为科学理论奠定了

① 半坡村遗址是我国新石器时代仰韶文化的重要遗址,位于陕西省西安市东郊半坡村。1954年开始发掘,1958年在遗址上建立了半坡博物馆,是全国重点文物保护单位之一。

② 《鲁班经》是中国古代的一本民间建筑技术专著。1949年以前还有石印本,在民间流传甚广。鲁班其人,乃春秋时期鲁国人,公输氏,名般。般与班同音,故称鲁班。他是我国古代的建筑工匠,曾创造攻城的云梯,发明木作工具,是建筑工匠的“祖师”。中国建筑行业的最高奖,名为“鲁班金像奖”,也是对历史的一种传承。