

2002年全国大学版协优秀畅销书

21世纪

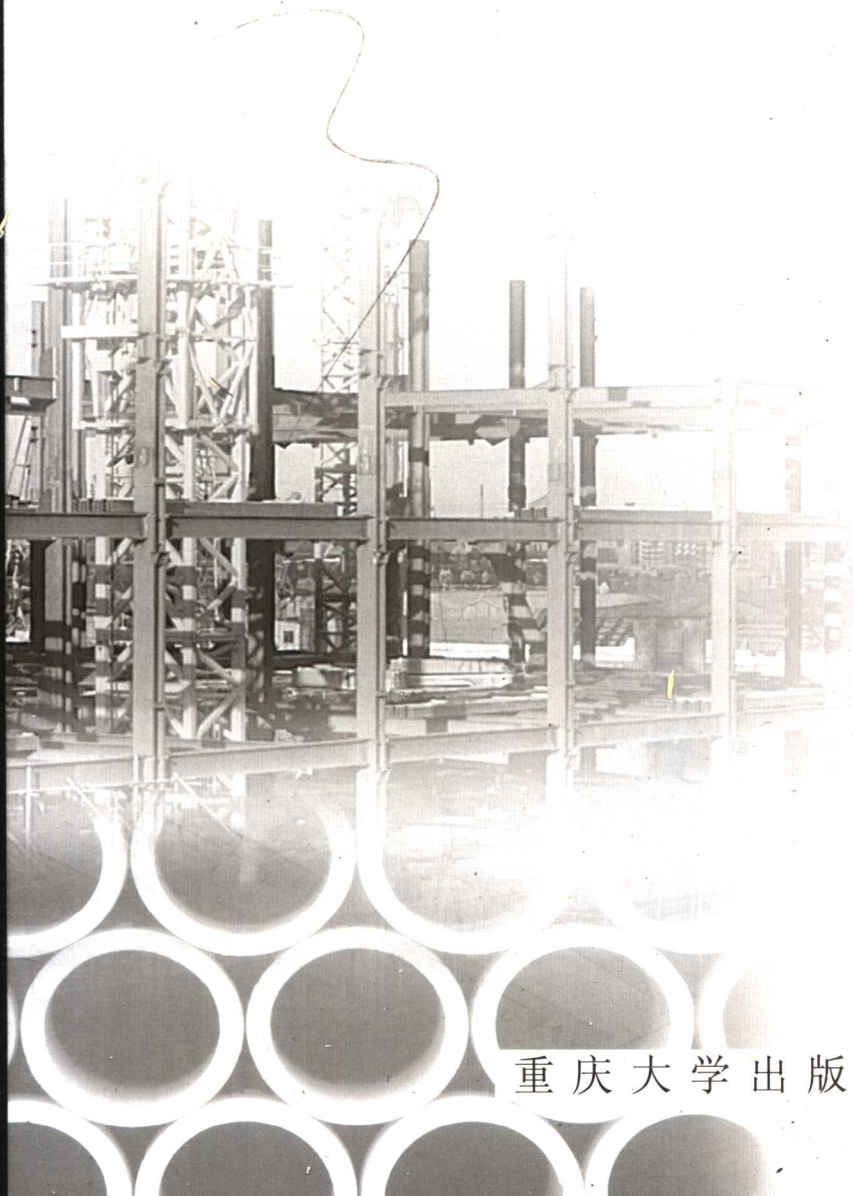
高等学校

本科系列教材

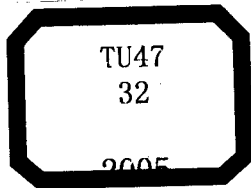
# 基础工程 (第二版)

## Jichu Gongcheng

■ 主 编 王秀丽 ■ 副主编 白 良



重庆大学出版社



# 基 础 工 程

(第二版)

主 编 王秀丽  
副主编 白 良

重庆大学出版社

## 内 容 简 介

本书根据土木工程专业的要求,系统地阐述了常见的地基基础的设计理论和设计方法,并扼要地介绍了国内外不少地基基础新技术和先进经验。全书共9章,内容包括:绪论、浅基础、桩基础和深基础、复合地基、地基处理、挡土墙、基坑工程、特殊土地基、动力机械基础与地基基础抗震设计等。

本书内容简明扼要,逻辑性强,重点突出,图文并茂,便于自学,各章附有思考题和习题,且进行扼要的小结,便于掌握本章主要内容,适合于各类高等院校土木工程专业学生使用,参考学时50至60学时,本书也可作为注册结构工程师专业考试的学习指导书,同时可供工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

基础工程/王秀丽主编. —重庆:重庆大学出版社,2001. 10

土木工程专业本科系列教材

ISBN 7-5624-2378-4

I. 基... II. 王... 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(2001)第068984号

## 基 础 工 程

(第二版)

主 编 王秀丽

副主编 白 良

责任编辑:周 立 版式设计:周 立

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鹤盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:23.75 字数:593千

2001年12月第1版 2005年2月第2版 2006年12月第3次印刷

印数:8 001—10 500

ISBN 7-5624-2378-4 定价:30.00元

---

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

## 教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后E-mail发回

书名:		版次	
书号:			
所需要的教学资料:			
您的姓名:			
您所在的校(院)、系:	校(院)	系	
您所讲授的课程名称:			
学生人数:	_____人	_____年级	学时:
您的联系地址:			
邮政编码:		联系电话	(家)
			(手机)
E-mail:(必填)			
您对本书的建议:	<div style="text-align: right; margin-bottom: 20px;">系主任签字</div> <div style="text-align: right;">盖章</div>		

请寄:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)  
重庆大学出版社市场部

邮编:400030

电话:023-65111124

传真:023-65103686

网址:<http://www.cqup.com.cn>

E-mail:[fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn)

# 第二版 前言

《基础工程》是土木工程专业必修的专业课程之一,而且是与实际工程密切相关的课程。随着科学技术的进步,新的研究成果不断涌现,同时结合国内在地基基础方面的工程实践经验,在此基础上,各相关规范均做了较大的修订,其中包括《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2002)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2002)等,因此,为了使得教材与规范一致,并尽量反映比较新的科研成果,本教材做了相应的修订工作,对部分内容进行了增减。

本次修订工作由王秀丽负责,并做了第1,2,3,4,6,9章的修订,李萍做了第5章的修订,朱彦鹏做了第7章的修订,增加了7.7节,胡燕妮做了第8章的修订,补充了8.7节,陈明、李玉学参加了部分例题的修改工作。

由于作者水平有限,虽进行修改,但仍存在不尽人意之处,恳请读者给予批评指正。

作者  
2004. 10. 30

# 前言

根据土木工程专业本科生的培养目标和培养规格的要求,为适应 21 世纪人才培养的需要,同时结合地基基础系列规范的修订,特编写本教材。

随着科学技术的发展和国内外高层建筑与重型设备的大量兴建,基础工程显得日益重要,如何经济合理地进行地基基础设计是一个复杂而又必须解决的问题。本课程则是土木工程专业学生及工程技术人员必须掌握的一门科学。

基础工程是一门实践性很强的学科,特别是近 20 多年来,随着计算理论和工程实践的深入研究及计算机技术的广泛应用,使得基础工程理论与技术发展越来越快,相应的涉及范围也越来越广,积累了很多宝贵的资料,其中有不少是工程上实用的好方法。作为教材,本书主要介绍成熟的理论与典型的经验,使教材内容做到少而精,同时,考虑到开阔学生视野、掌握本学科发展等要求,结合相关内容扼要介绍实际工程应用现状及发展前景。

为了使本书适应土木工程各专业的要求,在编写过程中注重与《建筑地基基础规范》(GBJ 7-89 及送审稿)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)、《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTJ 024-85)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-91)、《建筑抗震设计规范》(GBJ 11-89 及送审稿)等相一致,对于不同地区、不同方向,授课教师可进行适当取舍。

本书由王秀丽主编,白良副主编,其中第 1 章、第 2 章、第 6 章和第 9 章由王秀丽编写,第 3 章、第 4 章由白良编写,第 5 章由李萍编写,第 7 章的文字部分由扈模中编写,图形由王秀丽、李庆福、梁亚雄绘制,第 8 章由胡燕妮编写。全书由王秀丽、梁亚雄、江小燕、李庆福统稿。

在本书的编写过程中,江小燕、梁亚雄、李庆福等进行了大量的文字处理及插图绘制,邢信慧、李亚娥、方有珍、宋域、周茗如等帮助绘制了部分插图并进行了部分文字处理和其他工作,在此一并感谢。

由于编者水平有限,加之时间较为仓促,书中一定会存在许多不足和疏漏,恳请读者批评指正。

作者  
2001.7.30

## 常用符号与单位

$A$	基础底面面积, $m^2$
$A_p$	桩身的横截面面积, $m^2$
$a$	土的压缩系数, $MP_a^{-1}$
$a_{1-2}$	当土样上的压力从 100kPa 至 200kPa 区间土的压缩系数, $MP_a^{-1}$
$b$	条形基础宽度, 矩形基础短边, m
$C_c$	土的压缩指数
$C_u$	土的不均匀系数
$C_v$	土的固结系数, $cm^2/a$
$c$	土的粘聚力, kPa
$D$	扩底桩底端直径, m
$D_r$	土的相对密实度
$d$	天然地面下基础埋深, m; 桩身直径, mm
$d_s$	土粒相对密度(比重)
$d_{60}$	土的限定粒径, mm
$d_{10}$	土的有效粒径, mm
$E$	土的变形模量, MPa
$E_s$	土的压缩模量, MPa
$e$	土的孔隙比, 偏心距, m
$e_0$	土的初始孔隙比
$f_a$	修正后的地基承载力特征值, kPa
$f_{ak}$	地基承载力特征值, kPa
$G$	基础及其上回填土之总重力, kN
$G_D$	动水力, $kN/m^2$
$H$	土层厚度, m; 土样高度, cm; 挡土墙高度, m
$H_g$	自地面算起的建筑物高度, m
$h$	基础高度, m
$I_L$	土的液性指数
$I_p$	土的塑性指数
$i$	水力坡降
$K$	安全系数; 基床系数, $kN/m$
$K_a$	主动土压力系数
$K_0$	静止土压力系数
$K_p$	被动土压力系数
$k$	土的渗透系数, $cm/s$
$L$	房屋长度或沉降缝分隔的单元长度, m



$l$	基础底面长度, m
$l_p$	桩身长度, m
$M$	作用于基础底面的力矩, $\text{kN} \cdot \text{m}$
$N$	作用于基础顶面的垂直荷载, $\text{kN}$ ; 桩顶轴向荷载, $\text{kN}$
$N_c, N_D, N_q$	承载力系数
$N_{10}$	锤重 10kg 的轻便触探试验锤击数
$N(N_{63.5})$	锤重 63.5kg 的标准贯入试验锤击数
$n$	土的孔隙度, %; 桩的数量
$F$	集中荷载, $\text{kN}$
$P_a$	总主动土压力, $\text{kN}$
$P_0$	总静止土压力, $\text{kN}$
$P_p$	总被动土压力, $\text{kN}$
$p$	基础底面平均压力, $\text{kPa}$
$p_a$	单位面积主动土压力, $\text{kPa}$
$p_{cr}$	地基的临塑荷载, $\text{kPa}$
$p_0$	基础底面平均附加压力, $\text{kPa}$ ; 单位面积静止土压力, $\text{kPa}$
$p_p$	单位面积被动土压力, $\text{kPa}$
$p_s$	静力触探比贯入阻力, $\text{kPa}$
$p_u$	地基极限荷载, $\text{kPa}$
$Q$	基础承受的剪力, $\text{kN}$ ; 单桩所受竖向力设计值, $\text{kN}$
$q_{pa}$	桩端土的承载力特征值, $\text{kPa}$
$q_{sa}$	桩周土摩擦力特征值, $\text{kPa}$
$q_u$	无侧限抗压强度, $\text{kPa}$
$R$	土坡稳定圆弧法圆弧半径, m
$R_a$	单桩竖向承载力特征值, $\text{kN}$
$s$	地基最终沉降量, mm; 土体中某点任意面上的抗剪强度, $\text{kPa}$
$s'$	计算的地基变形值, mm
$s_c$	地基的固结沉降量, mm
$s_d$	地基的瞬时沉降量, mm
$s_r$	土的饱和度
$u$	饱和土中孔隙水压力, $\text{kPa}$ ; 桩周边长度, m
$u_p$	桩身周长, m
$V$	体积, $\text{cm}, \text{m}$
$v$	渗透速度, $\text{cm/s}$
$W$	截面抵抗矩, $\text{m}$ ; 重力, $\text{kN}$
$w$	土的含水量, %
$w_L$	液限, %
$w_p$	塑限, %
$w_s$	缩限, %

$z$	基础底面至地基中某点的距离, m
$z_n$	地基压缩层沉降计算深度, m
$\alpha$	角度; 集中荷载作用下地基附加应力系数
$\alpha_c$	矩形面积均布荷载作用下地基附加应力系数
$\alpha_{1c}$	矩形面积三角形分布竖向荷载作用下地基附加应力系数
$\alpha_s$	条形面积均布荷载作用下地基附加应力系数
$\alpha_{1s}$	条形面积三角形分布竖向荷载作用下地基附加应力系数
$\bar{\alpha}$	地基平均附加应力系数
$\beta$	土的变形模量与压缩模量之比值; 挡土墙填土面倾斜角, ( $^\circ$ ); 边坡坡角, ( $^\circ$ )。
$\gamma$	土的重度, $\text{kN/m}^3$
$\gamma_d$	土的干重度, $\text{kN/m}^3$
$\gamma_0$	基底水平面以上土的加权平均重度, $\text{kN/m}^3$
$\gamma_{\text{sat}}$	土的饱和重度, $\text{kN/m}^3$
$\gamma_w$	水的重度, $\text{kN/m}^3$
$\gamma'$	土的有效重度, 简称浮重度, $\text{kN/m}^3$
$\bar{\gamma}$	基础及其上填土的平均重度, $\text{kN/m}^3$
$\delta$	土对挡土墙墙背的摩擦角, ( $^\circ$ )
$\theta$	地基的附加压力扩散角, ( $^\circ$ )
$\mu$	土的泊桑比, 侧膨胀系数; 土对挡土墙基底的摩擦系数
$\xi$	土的侧压力系数
$\sigma$	土体中某点任意面上的法向应力, kPa
$\sigma_c$	土的自重压力, kPa
$\sigma_{cd}$	基础底面处土的自重压力, kPa
$\sigma_z$	基底下深度 $z$ 处地基附加应力, kPa
$\bar{\sigma}$	饱和土中有效应力, kPa
$\sigma_1$	土体中某点主平面上的最大主应力, kPa
$\sigma_3$	土体中某点主平面上的最小主应力, kPa
$\tau$	土体中某点任意面上的切向应力, kPa
$\tau_f$	土的抗剪强度, kPa
$\varphi$	土的内摩擦角
$\varphi'$	土的有效摩擦角
$\eta_b$	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
$\psi_t$	采暖对冻深的影响系数

# 目 录

第1章 绪论 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 地基基础工程问题的主要类型与典型实例 .....	2
1.3 基础工程课程的内容和学习特点 .....	6
1.4 基础工程的发展概况 .....	6
思考题 .....	7
第2章 天然地基上的浅基础 .....	8
本章提要 .....	8
2.1 概述 .....	8
2.2 浅基础的类型 .....	13
2.3 基础埋置深度的选择 .....	18
2.4 地基承载力计算 .....	24
2.5 地基计算 .....	29
2.6 刚性基础设计 .....	40
2.7 钢筋混凝土扩展基础设计 .....	46
2.8 地基基础与上部结构相互作用的概念 .....	53
2.9 柱下钢筋混凝土条形基础设计 .....	57
2.10 十字交叉条形基础 .....	75
2.11 筏板基础设计 .....	82
2.12 箱形基础设计 .....	91
2.13 浅基础施工要点 .....	108
2.14 减轻地基不均匀沉降的措施 .....	116
本章小结 .....	120
思考题与习题 .....	122
第3章 桩基础和深基础 .....	125
本章提要 .....	125
3.1 概述 .....	125

3.2	桩基础的类型及适用条件 .....	127
3.3	单桩承载力 .....	132
3.4	群桩承载力与沉降 .....	150
3.5	桩基础设计 .....	160
3.6	深基础简介 .....	171
	本章小结 .....	174
	思考题与习题 .....	176
<b>第4章</b>	<b>复合地基</b> .....	<b>178</b>
	本章提要 .....	178
4.1	概述 .....	178
4.2	复合地基形成条件和分类 .....	180
4.3	复合地基承载力 .....	181
4.4	复合地基沉降 .....	191
	思考题与习题 .....	196
<b>第5章</b>	<b>地基处理</b> .....	<b>197</b>
	本章提要 .....	197
5.1	概述 .....	197
5.2	地基处理原理和方法分类 .....	200
5.3	换填法 .....	203
5.4	排水固结法 .....	208
5.5	深层搅拌法 .....	216
5.6	砂石桩法 .....	224
5.7	强夯法 .....	230
5.8	土工合成材料在工程中的应用 .....	235
5.9	既有建筑物的地基加固 .....	242
5.10	既有建筑物的纠倾 .....	248
	本章小结 .....	252
	思考题与习题 .....	253
<b>第6章</b>	<b>挡土墙</b> .....	<b>255</b>
	本章提要 .....	255
6.1	概述 .....	255
6.2	挡土墙设计的基本原理 .....	256
6.3	重力式挡土墙设计 .....	258
6.4	悬臂式挡土墙 .....	266
6.5	扶壁式挡土墙 .....	269
6.6	挡土墙的抗震验算 .....	271
6.7	加筋土挡土墙简介 .....	274
6.8	挡土墙设计实例 .....	278

本章小结 .....	280
思考题与习题 .....	281
<b>第7章 基坑工程</b> .....	<b>282</b>
本章提要 .....	282
7.1 概述 .....	282
7.2 基坑工程特点 .....	283
7.3 围护结构类型及适用范围 .....	283
7.4 悬臂式围护结构设计计算 .....	285
7.5 撑(锚)式围护结构的设计计算 .....	287
7.6 土层锚杆结构设计计算 .....	291
7.7 支护结构稳定性验算 .....	292
7.8 基坑降排水设计 .....	294
7.9 我国《深基坑支护规程》的设计计算方法 .....	295
本章小结 .....	309
思考题与习题 .....	310
<b>第8章 特殊土地基</b> .....	<b>311</b>
本章提要 .....	311
8.1 概述 .....	311
8.2 湿陷性黄土地基 .....	311
8.3 膨胀土地基 .....	319
8.4 红粘土地基 .....	325
8.5 盐渍土地基 .....	328
8.6 多年冻土地基 .....	329
8.7 其他特殊土简介 .....	339
本章小结 .....	342
思考题与习题 .....	343
<b>第9章 动力机器基础与地基基础抗震简介</b> .....	<b>344</b>
本章提要 .....	344
9.1 动力机器基础概述 .....	344
9.2 动力机器基础计算理论简介 .....	345
9.3 振动对地基承载力的影响和地基刚度及 阻尼的取值 .....	348
9.4 防止动力机器基础振动影响的措施 .....	353
9.5 地震区地基基础的特点 .....	355
9.6 地基基础抗震设计 .....	358
本章小结 .....	361
思考题与习题 .....	362
<b>参考文献</b> .....	<b>363</b>

# 第 1 章

## 绪 论

### 1.1 概 述

所有支承在地基上的结构物,包括房屋、桥梁、堤坝等都由上部结构和下部结构组成,承担建筑物荷载的地层称为地基,介于上部结构与地基之间的部分,即建筑物最底下的一部分称为基础。基础的作用是扩散上部结构的荷载,减小应力强度,最终将荷载传给地基(图 1.1)。基础工程与土力学及上部结构密切相关,同时,基础工程中的经验也很重要。基础工程可以定义为共同运用土力学、结构力学以及工程经验解决工程问题的系统科学。

随着高层建筑的发展以及大跨度、大开间结构的应用,基础工程的重要性和技术上的难度进一步增加,基础工程占建筑物工程造价的 20% ~ 30%,工期占总工期的 25% ~ 30%。因此,准确地了解地基情况并做出正确判断,选择合理的基础形式,精确地设计基础,有着重要的技术和经济意义。

地基和基础是建筑物的根基,统称为基础工程。基础工程属于地下隐蔽工程,它的勘察、设计和施工质量,直接关系到建筑物的安全。据统计,世界各国工程事故中,以地基基础为最多,而且,一旦地基基础发生事故,补救非常困难,往往要花费大量的财力,有些几乎无法补救。为了保证建筑物的安全和正常使用,在地基基础设计中,必须满足以下两个技术条件:

①地基的强度条件 要求作用于地基的荷载不超过地基的承载能力,保证地基具有足够的防止整体破坏的安全储备。

②地基的变形条件 要求建筑物的沉降量、沉降差、倾斜和局部倾斜不能大于地基容许的变形值。

在荷载作用下,建筑物的地基、基础和上部结构 3 部分彼此联系、相互制约。设计时应根据地质资料,综合考虑地基—基础—上部结构的相互作用与施工条件,通过经济技术比较,选取安全可靠、经济合理、技术先进和施工简便的地基基础方案。

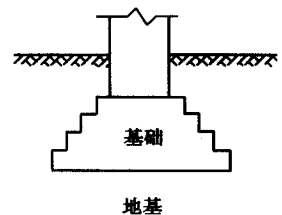


图 1.1 地基与基础示意

### 1.2 地基基础工程问题的主要类型与典型实例

基础工程既是一门古老的工程技术,又是一门年轻的应用学科。本节简要介绍一下地基基础工程常见问题的一些工程实例,从工程事故中感悟到基础工程在土木工程专业中的重要作用。基础工程中的问题主要可分为5类,即:①由于地基基础问题引起的上部结构倾斜、墙体破坏;②基础自身的破坏;③地基承载力不足发生整体滑动破坏或沉降量过大;④边坡丧失稳定性;⑤其他特殊不良地质条件引起的地基失效。

#### 1.2.1 地基基础问题引起的上部结构倾斜、墙体破坏

建筑物的地基由于土质不均匀或是上部结构荷载不均匀,都会造成地基不均匀沉降,整体

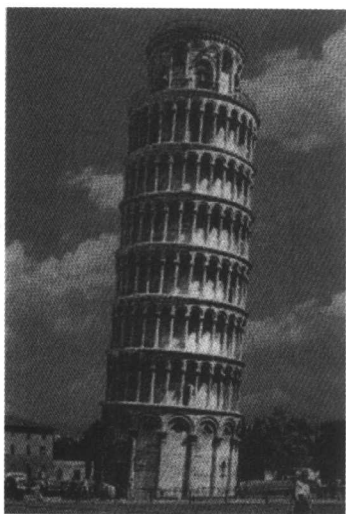


图 1.2 意大利比萨斜塔

导致建筑物发生倾斜。这一类问题在工程中是十分常见的,意大利比萨斜塔(图 1.2)就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,因塔明显倾斜而停工。94 年后,即于 1272 年复工,经 6 年时间,建完第 7 层,高 48m,再次停工中断 82 年。于 1360 年再复工,至 1370 年竣工。全塔共 8 层,高度为 55m。塔身呈圆筒形,1~6 层由优质大理石砌成,顶部 7~8 层采用砖和轻石料。塔身每层都有精美的圆柱与花纹图案,是一座宏伟而精致的艺术品。1590 年伽利略曾在此塔做落体实验,创建了物理学上著名的落体定律。斜塔成为世界上最珍贵的历史文物,吸引了无数世界各地游客。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,下面为粉土和粘土层。目前塔向南倾斜,南北两端沉降差 1.80m,塔顶离中心线已达 5.27m,

倾斜  $5.5^\circ$ ,成为危险建筑。1990 年 1 月 14 日被封闭,现除加固塔身外,正用压重法和取土法进行地基处理。

当建筑物地基产生不均匀沉降超过一定的限度时,建筑物墙体就会开裂。兰州某高校四层行政办公楼,采用砖混结构,基础采用墙下条形基础,地基土为三级自重湿陷性黄土,黄土层厚度约为 25m,湿陷土层厚度约 10m,由于暖气管道漏水,造成地沟断裂,从而导致建筑物墙体开裂(图 1.3),最大裂缝宽度达到 30mm,直接影响建筑物的安全使用,后经地基加固处理后,进行了墙体加固,目前正常使用。

#### 1.2.2 基础破坏开裂

建筑物地基软硬不均匀,必然产生不均匀沉降。当一幢建筑物的地基软硬突变时,软硬地基交界处往往使基础发生开裂。基础开裂的事故比墙体开裂事故更为严重;而且处理更为困难,应当引起工程界的高度重视。某职工住宅采用筏板基础,当主体工程施工至第 5 层时,发

现东起第五开间中部钢筋混凝土筏板基础南北向断裂(图 1.4)。经调查:当地原为一个大水塘,南北长 70m,东西宽 40m~50m。由于住宅楼西半部置于古水塘内,东半部坐落岸上,土质突变,造成钢筋混凝土筏板基础拦腰断裂的严重事故。经有关方面多次研究讨论,最终采用卸荷处理方案,将原 5 层住宅改为 3 层住宅。

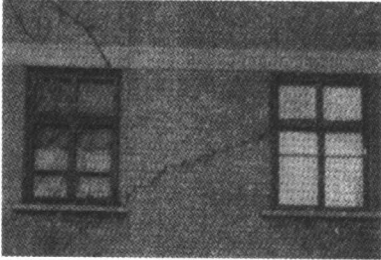


图 1.3 墙体裂缝

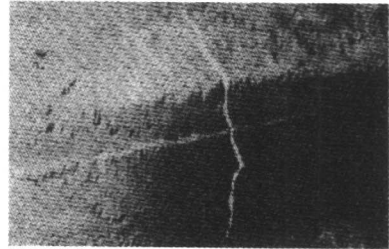


图 1.4 基础断裂

### 1.2.3 建筑物地基滑动

在天然地基上建造各类建筑物后,由建筑物上部结构荷重传到基础底面的接触应力数值,如果超过持力层地基土的抗剪强度,则地基将产生滑动。随着地基滑动的同时,建筑物基础和上部结构也一起滑动而倾倒。由于地基强度破坏引起地基滑动和建筑物倾倒,比起由于地基变形引起的工程事故更为严重。建筑物地基滑动事故往往是灾难性的,难以挽救,必须引起工程师们极度关心与重视。

典型的工程实例是加拿大特朗斯康谷仓(图 1.5),该工程平面为矩形,长 59.44m,宽 23.47m,高 31.00m,容积 36368m<sup>3</sup>,1911 年动工,1913 年秋完工。谷仓自重 20000t,相当于装满谷物后满载总重量的 42.5%。1913 年 9 月装谷物,10 月 17 日当谷仓已装了 31822m<sup>3</sup>谷物时,发现 1 小时内竖向沉降达 30.5cm。结构物向西倾斜,并在 24 小时内谷仓倾倒,倾斜度离垂线达 26°53',谷仓西端下沉 7.32m,东端上抬 1.52m,上部钢筋混凝土筒仓坚如磐石,仅有少量的裂缝。1952 年经勘察试验与计算,谷仓地基实际承载力为(193.8~276.6)kPa,远小于谷仓破坏时发生的压力 329.4kPa,因此,谷仓地基因超载发生强度破坏而滑动。

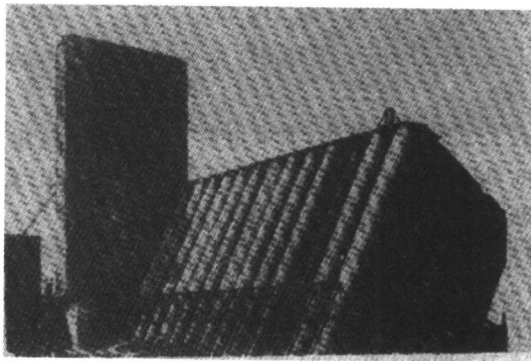


图 1.5 加拿大谷仓地基滑动倾倒

各种建筑物建造在不同的地基上,产生的沉降量不同,对于软土地基则更加明显,过大的沉降量将影响工程正常使用,甚至引发工程事故。上海展览中心馆(图 1.6),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。箱形基础为两层深7.27m。箱基顶面至中央大厅顶部塔尖,总高96.63m。地基为高压缩性淤泥质软土。展览馆于1954年5月开工,当年年底实测地基平均沉降量为60cm。1957年6月,中央大厅四周的沉降量最大达146.55cm,最小为122.8cm,1979年9月展览馆中央大厅累计平均沉降量为160cm。从1957年至1979年共22年的沉降量仅约20cm,不及1954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,而且管道断裂,付出了相当的代价。

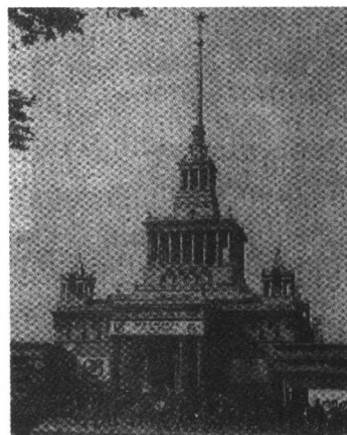


图 1.6 上海展览中心

### 1.2.4 边坡稳定性问题

现代建筑工程中经常遇到土坡稳定问题,例如依山的城市,由于平地已无建筑场地,城市发展,新建工程只好利用山坡地。海港码头为船只停泊需修筑岸墙,横跨江河的桥梁与边岸连接处需做边墩,都要分析岸坡的稳定性。至于铁路公路,穿越山岭,更经常遇到路边山坡稳定问题。

无论在坡顶、坡面、坡脚、河岸、海滨建造任何工程,如果不精细研究土坡稳定问题,处理不当,一旦失事,不仅影响工程进展,往往危及生命安全和工程的成败,应引起重视。

典型的工程事故实例是香港宝城大厦(图1.7)。香港地区人口稠密,市区建筑密集。新建住宅只好建在山坡上。1972年7月,香港发生一次大滑坡,数万立方米残积土从山坡上下滑,巨大的冲击力正好通过一幢高层住宅——宝城大厦,顷刻之间,宝城大厦被冲毁倒塌。因楼间净距太小,宝城大厦倒塌时,砸毁相邻一幢大楼一角约五层住宅。宝城大厦居住着金城银行等银行界人士,因大厦冲毁时为清晨7点钟,人们都还在睡梦中,当场死亡120人。这起重大的伤亡事故引起学术界极大的震惊。



图 1.7 香港宝城大厦废墟