

“十一五”国家重点图书出版规划项目

岩土工程师手册_下

YanTu GongChengShi ShouCe

主 编 钱七虎

副主编 方鸿琪 张在明
龚晓南 曾宪明(常务)



人民交通出版社
China Communications Press

“十一五”国家重点图书出版规划项目

岩土工程师手册

下

YanTu GongChengShi ShouCe

主 编 钱七虎
副主编 方鸿琪 张在明
龚晓南 曾宪明 (常务)



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本手册是我国岩土工程师必备的案头工具书,“十一五”国家规划重点图书。

本手册依据新近发布的国家和行业技术标准、新近发表的经鉴定和审查的科研成果,以及新材料、新方法、新产品和新技术进行编写,同时保留和吸收了国内外可靠的经验和做法。

本手册共十篇,第1篇岩土工程勘察,第2篇浅基础设计计算,第3篇深基础,第4篇地基处理与复合地基,第5篇锚固类结构,第6篇边坡与挡土结构,第7篇深基坑工程,第8篇地下工程,第9篇地质灾害与防治,第10篇地震工程。

本手册可供广大岩土工程师及岩土工程勘察、设计、施工、监理、质检等专业技术人员和大专院校师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

岩土工程师手册/钱七虎主编. —北京:人民交通出版社,2010.2

ISBN 978-7-114-07893-4

I. 岩… II. 曾… III. 岩土工程—技术手册 IV. TU4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第162693号

书 名: 岩土工程师手册

著 者: 钱七虎

责任编辑: 岳明胜

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京密东印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 102.75

字 数: 3224千

版 次: 2010年2月 第1版

印 次: 2010年2月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07893-4

总 定 价: 258.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

本书编委会

主 编:钱七虎
副主编:方鸿琪
张在明
龚晓南
曾宪明(常务副主编)

总参谋部科学技术委员会
建设部综合勘察研究设计院
北京市勘察设计研究院
浙江大学建筑工程学院
总参工程兵科研三所

编委(排序不分先后):

陈新万	北京科技大学土木与环境工程学院	徐干成	空军工程设计研究局
李显忠	中国建筑科学研究院地基所	郑永来	同济大学
刘 军	北京市市政工程研究院	左 魁	总参工程兵科研三所
冯元凯	宁波工程学院	刘惠珊	中冶建筑研究总院有限公司
李 林	总参工程兵科研三所	杨志银	中冶建筑研究总院有限公司 深圳分公司
卢清国	北京工业大学建筑工程学院	刘 辉	长沙理工大学
涂光社	西安建筑科技大学	严 聪	长沙理工大学
衡朝阳	中国建筑科学研究院地基所	彭 川	长沙理工大学
杨鸿贵	陕西建筑科学研究院	邓加亮	长沙理工大学
廖 南	陕西罗克岩土工程公司	李世民	总参工程兵科研三所
刘 鹏	洛阳理工学院	林大路	总参工程兵科研三所
宋红民	总参工程兵科研三所	赵 强	总参工程兵科研三所
高 谦	北京科技大学土木与环境工程学院	赵 健	总参工程兵科研三所
张明聚	北京工业大学建筑工程学院	王昱衡	总参工程兵科研三所
张胜民	总参工程兵科研三所	薛一江	总参工程兵科研三所
贾金青	大连理工大学		

序 言

岩土工程在我国是上世纪下半叶发展起来的一门古老而又新兴的学科,随着改革开放和国民经济建设的不断发展,进入 20 世纪 90 年代以后,我国的岩土工程事业发展十分迅速,岩土工程建设项目不断增多,岩土工程专业队伍不断发展壮大,新技术、新方法、新材料、新工艺、新理论、新规范不断涌现,岩土工程呈现出欣欣向荣的蓬勃发展局面。但是,在工程建设项目不断取得成功的同时,一些工程事故也在频频发生,有的损失还极为惨重。因此,对于岩土工程这一关乎国计民生的重要领域,不断及时地总结其成功的经验和失败的教训,正确指导岩土工程师开展工作是十分迫切和必要的,《岩土工程师手册》正是顺应这一需求而编纂出版的。

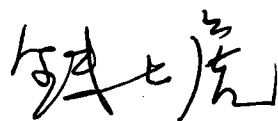
与国内外已出版的相关书籍相比,本书具有以下特点:

(1)该书是建国以来岩土工程领域第一部系统总结该领域科研成果和实践经验的大型专用技术工具书,就岩土工程技术科学学科而言,具有重要的理论意义和工程实践价值。

(2)该书首次提出了锚固类结构、锚固类结构临界锚固长度、耐久性与使用寿命,以及诸界面剪应力相互作用关系等新颖概念和设计计算方法,这些工作反映了我国改革开放以来在岩土工程研究与应用方面所取得的新进展。

(3)该书充分展示了土钉支护法和具有中国特色的复合土钉支护法在岩土边坡、隧道、地基加固支护工程方面的研究与应用成果,上述工法在国内目前相关技术标准不建议、不推荐应用的大量软土、强膨胀土、厚填土、流沙和砾石层介质中,获得了大量成功应用,为我国工程建设做出了重要贡献,将这方面的研究成果和实践经验编入手册,是该书与同类著作相比的一大特色。

本书既充分总结了数十年来特别是最近十余年来我国在岩土工程方面所取得的重要科研成果和宝贵实践经验,又积极反映了诸多国外的成熟技术方法,是一部在岩土工程方面的集现有技术大成之作。该书实用性强,应用范围广泛,技术先进,成熟,可靠,将其公开出版发行将具有十分积极的社会意义。



二〇一〇年元月七日

前 言

为适应我国经济建设的需要,并满足我国岩土工程行业勘察、设计、施工、质检、监理等工作的需求,同时为注册岩土工程师的学习、考试和工作提供一本必要的工具书,特组织编写本手册。

本手册编写主要依据新近发布的国家和行业技术标准、新近发表的经鉴定和审查的科研成果,以及新材料、新方法、新产品和新技术,同时保留和吸收了国内外可靠的经验和做法。

本手册由中国工程院院士钱七虎教授主持,以总参工程兵科研三所为依托和汇稿单位,并邀请国内众多专家学者,组成编写委员会,历经多年,数易其稿,最终编撰而成。

本手册共十篇,第1篇岩土工程勘察,第2篇浅基础设计计算,第3篇深基础,第4篇地基处理与复合地基,第5篇锚固类结构,第6篇边坡与挡土结构,第7篇深基坑工程,第8篇地下工程,第9篇地质灾害与防治,第10篇地震工程。

本手册工作量浩大,涉及专业门类很多,各种公式符号意义在每一章是统一的,至于全书,可能存在习惯写法不统一的地方,请读者在研读时注意。

希望本手册的出版,能对我国岩土工程的发展起到一定的促进作用,但由于编者学识有限,不妥之处在所难免,敬请读者批评指正,以便在本手册修订时予以更正和完善。来信请寄:(471023)河南省洛阳市总参工程兵科研三所曾究明,电话:0379—65986206。

本书编委会
2009年3月

编撰人员及分工

- 第1篇 岩土工程勘察(篇负责人:陈新万)**
- 第1章 岩土工程勘察基础(陈新万)
 - 第2章 各类工程的岩土工程勘察(李显忠)
 - 第3章 特殊性岩土的勘察(李显忠)
 - 第4章 岩土工程评价、现场检验与监测(陈新万)
- 第2篇 浅基础设计计算(篇负责人及编写人:曾宪明)**
- 第3篇 深基础(篇负责人及编写人:冯元凯)**
- 第4篇 地基处理与复合地基(篇负责人:卢清国)**
- 第1章 地基处理方法及设计(李林)
 - 第2章 排水固结法(卢清国)
 - 第3章 换填法(衡朝阳)
 - 第4章 砂石桩法(杨鸿贵)
 - 第5章 土桩和灰土桩法(杨鸿贵)
 - 第6章 振冲法(刘鹏、宋红民)
 - 第7章 强夯法(宋红民、刘鹏)
 - 第8章 灌(注)浆法(廖南)
 - 第9章 高压喷射注浆法(廖南)
 - 第10章 土工聚合物法(刘鹏、宋红民)
 - 第11章 冻结法(卢清国)
- 第5篇 锚固类结构(篇负责人:张明聚)**
- 第1章 预应力锚固结构(高谦)
 - 第2章 预应力锚杆柔性支护法(贾金青)
 - 第3章 土钉支护结构(曾宪明)
 - 第4章 复合土钉支护结构(张明聚)
 - 第5章 加筋土结构(高谦)
- 第6篇 边坡与挡土结构(篇负责人:张胜民)**
- 第1章 边坡稳定分析(张胜民,薛一江)
 - 第2章 支护结构受力计算(张胜民,薛一江)
 - 第3章 支护结构的设计(张胜民,薛一江)
- 第7篇 深基坑工程(篇负责人:贾金青)**
- 第1章 概述(贾金青)
 - 第2章 基坑工程设计基本计算方法(高谦)
 - 第3章 悬臂式支护结构(张明聚)
 - 第4章 锚杆式支护结构(贾金青)
 - 第5章 内撑式支护结构(张明聚)
 - 第6章 预应力锚杆柔性支护结构(张明聚)
 - 第7章 基坑放坡开挖及其他类型的支护(王昱衡)
 - 第8章 地下连续墙技术(王昱衡)
 - 第9章 基坑工程降水与土方开挖(卢清国)
 - 第10章 基坑工程监测(张明聚)
 - 第11章 水泥土重力式支护结构(张明聚)
- 第8篇 地下工程(篇负责人:徐干成)**
- 第1章 浅埋暗挖法(徐干成)
 - 第2章 隧道工程(徐干成)
 - 第3章 盾构法(刘军)
 - 第4章 顶管施工(卢清国)
- 第9篇 地质灾害防治(篇负责人:高谦)**
- 第1章 岩溶与土洞(刘辉,严聪)
 - 第2章 滑坡与崩塌灾害(高谦)
 - 第3章 泥石流(刘辉,彭川)
 - 第4章 采空区灾害及其防治(高谦)
 - 第5章 地面沉降(刘辉,严聪,邓加亮)
 - 第6章 特殊岩土地基
 - 6.1 湿陷性黄土地基(高谦)
 - 6.2 膨胀岩土地基(陈新万)
 - 6.3 红黏土地基
 - 6.4 冻土地基(卢清国)
 - 6.5 软土地基(郑永来)
 - 6.6 盐渍岩土地基(左魁)
- 第10篇 地震工程(篇负责人及编写人:曾宪明)**
- 第1章 概述(沈学敏)
 - 第2章 工程地震基础(冯世平)
 - 第3章 抗震计算理论(冯世平)
 - 第4章 公路工程抗震设计(曾宪明)
 - 第5章 建筑抗震设计(曾宪明)
 - 第6章 水工建筑物抗震设计(曾宪明)

目 录

下 册

第 6 篇 边坡与挡土结构

第 1 章 边坡稳定分析	769
1.1 无支护边坡稳定的作用	769
1.2 影响土质边坡稳定的因素	770
1.3 边坡稳定分析	770
第 2 章 支护结构受力计算	776
2.1 土压力种类	776
2.2 影响土压力的因素	776
2.3 土压力的计算	777
2.4 土压力系数	779
2.5 几种常见土压力的计算方法	780
第 3 章 支护结构的设计	783
3.1 挡土墙结构	783
3.2 深部抗滑桩与锚索工程	784
3.3 表面喷锚支护处理	784

第 7 篇 深基坑工程

第 1 章 概述	787
1.1 基坑工程的发展概况	787
1.2 基坑工程的特点	787
1.3 基坑支护的作用和要求	788
1.4 基坑支护的类型及选择	789
1.5 基坑支护的设计原则和基坑安全等级	796
1.6 基坑支护设计施工要点	798
第 2 章 基坑工程设计基本计算方法	800
2.1 土的力学性质	800
2.2 土压力计算理论与方法	803
2.3 基坑稳定性分析	805
2.4 基坑工程设计基本计算方法	809
2.5 基坑支护结构杆系有限元方法	810
2.6 基坑支护结构的其他分析方法	814
第 3 章 悬臂式支护结构	816
3.1 悬臂式支护结构的类型及应用范围	816

3.2	悬臂式支护结构的计算方法	816
3.3	悬臂式排桩支护结构的施工	818
3.4	工程实例	820
第4章	拉锚式支护结构	823
4.1	拉锚式支护结构的类型及应用范围	823
4.2	锚杆的设计计算	824
4.3	桩锚支护结构的设计计算	828
4.4	墙锚支护结构的设计计算	835
4.5	地面拉锚支护结构的设计计算	835
4.6	拉锚式支护结构的施工	837
4.7	拉锚式支护结构的试验及监测	841
4.8	工程实例	843
第5章	内撑式支护结构	847
5.1	内撑结构形式及布置	847
5.2	单层内撑式支护结构的设计计算	849
5.3	多层内撑支护结构的设计计算	850
5.4	支撑体系设计计算	851
5.5	内支撑支护结构的施工	855
5.6	工程实例	857
第6章	预应力锚杆柔性支护结构	861
6.1	预应力锚杆柔性支护结构的特点及应用范围	861
6.2	预应力锚杆柔性支护的设计计算	863
6.3	预应力锚杆柔性支护法的施工	881
6.4	预应力锚杆现场测试与施工监测	894
6.5	工程实例	900
第7章	基坑放坡开挖及其他类型的支护	908
7.1	放坡设计计算及放坡开挖	908
7.2	冻结法支护结构	914
7.3	沉井支护结构	919
7.4	加筋水泥土墙围护结构	921
7.5	双排悬臂桩	925
第8章	地下连续墙技术	935
8.1	概述	935
8.2	地下连续墙设计计算	938
8.3	地下连续墙构造设计	944
8.4	地下连续墙的施工	950
第9章	基坑工程降水与土方开挖	968
9.1	基坑降水的方法及其选用	968
9.2	基坑降水设计计算	970
9.3	基坑降水对周围环境的影响及防范措施	1006
9.4	基坑土方开挖	1010
9.5	基坑土方开挖阶段的应急措施	1020
9.6	工程实例	1025

第 10 章 基坑工程监测	1037
10.1 基坑监测的内容和要求	1037
10.2 基坑变形观测	1037
10.3 基坑支护结构内力监测	1041
10.4 基坑土压力和水压力的观测	1043
10.5 基坑开挖对临近建筑物影响的观测	1046
10.6 监测反馈和设计修改	1047
10.7 工程实例	1048
第 11 章 水泥土重力式支护结构	1053
11.1 水泥土重力式支护结构的形式及使用范围	1053
11.2 水泥土的配合比和力学性质	1054
11.3 水泥土重力式支护结构的设计计算	1056
11.4 水泥土重力式支护结构的施工	1058
11.5 工程实例	1059
参考文献	1061

第 8 篇 地下工程

第 1 章 浅埋暗挖法	1067
1.1 概述.....	1067
1.2 浅埋暗挖隧道设计原则和特点.....	1068
1.3 隧道浅埋暗挖方法及施工要点.....	1070
1.4 浅埋暗挖施工监测及反馈.....	1073
1.5 工程实例.....	1075
第 2 章 隧道工程	1083
2.1 概述.....	1083
2.2 现代支护结构原理、类型与原则	1087
2.3 隧道锚喷支护工程类比设计.....	1095
2.4 隧道工程复合衬砌结构的设计与计算.....	1104
2.5 隧道工程现场监测与监控设计.....	1114
2.6 隧道工程可靠度设计.....	1123
第 3 章 盾构法	1136
3.1 概述.....	1136
3.2 盾构的构造、分类与选型	1137
3.3 盾构衬砌.....	1146
3.4 盾构法施工.....	1154
3.5 盾构掘进中的辅助施工法.....	1162
3.6 盾构法施工中地表变位的一般规律.....	1163
3.7 盾构推进对邻近既有建(筑)物的影响及其保护措施.....	1165
3.8 当前国内几种主流盾构掘进技术参数对比.....	1168
3.9 隧道盾构法施工新进展.....	1170
3.10 工程实例——北京地铁 5 号线某盾构区间施工	1171

第4章 顶管施工	1176
4.1 顶管施工概述	1176
4.2 工作井和接收井	1178
4.3 顶管常用管材和接口形式	1188
4.4 顶管施工主要设备	1203
4.5 常用顶管顶进方法	1224
4.6 顶进箱涵施工	1244
4.7 长距离顶管施工	1268
4.8 曲线式顶管施工	1278
4.9 顶管施工中的计算方法	1296
4.10 工程实例	1303
参考文献	1310

第9篇 地质灾害与防治

第1章 岩溶与土洞	1315
1.1 岩溶发育的条件与规律	1315
1.2 岩溶勘察(一般勘察内容见第一篇)	1315
1.3 影响岩溶发育的因素	1317
1.4 岩溶地面塌陷防治	1319
1.5 岩溶地基稳定性评价和处理措施	1321
1.6 土洞	1322
第2章 滑坡与崩塌灾害	1325
2.1 滑坡成因及分类	1325
2.2 滑坡的勘察与稳定性评价	1328
2.3 滑坡的监测与预测	1333
2.4 滑坡稳定性分析	1336
2.5 滑坡灾害预防和整治	1340
2.6 崩塌	1348
第3章 泥石流	1359
3.1 概述	1359
3.2 泥石流调查与勘测	1362
3.3 泥石流趋势预测与监测方法	1363
3.4 泥石流灾害及其防治对策	1368
3.5 泥石流防治工程等级和常用防治建筑物类型及设计控制	1369
3.6 工程实例	1372
第4章 采空区灾害及其防治	1374
4.1 采空区分类	1374
4.2 地表沉陷灾害预测	1375
4.3 地表沉陷灾害防治	1382
4.4 采空区处理实例	1385
4.5 冲击地压灾害预测	1389
4.6 地下水害与防治	1392

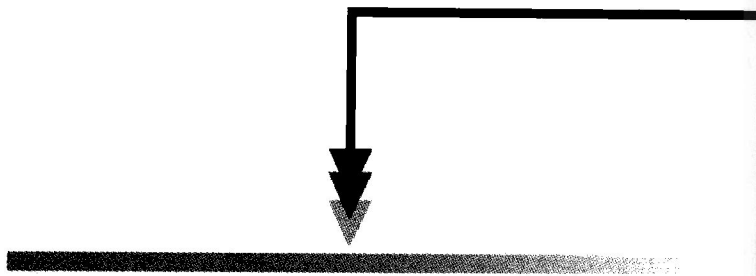
第 5 章 地面沉降	1397
5.1 地面沉降概述	1397
5.2 地面沉降的形成机理	1398
5.3 地面沉降的调查与监测、灾情评估	1399
5.4 工程实例	1403
第 6 章 特殊岩土地基	1406
6.1 湿陷性黄土地基	1406
6.2 膨胀岩土地基	1417
6.3 红黏土地基	1430
6.4 冻土地基	1438
6.5 软土地基	1446
6.6 盐渍岩土地基	1462
参考文献	1478

第 10 篇 地震工程

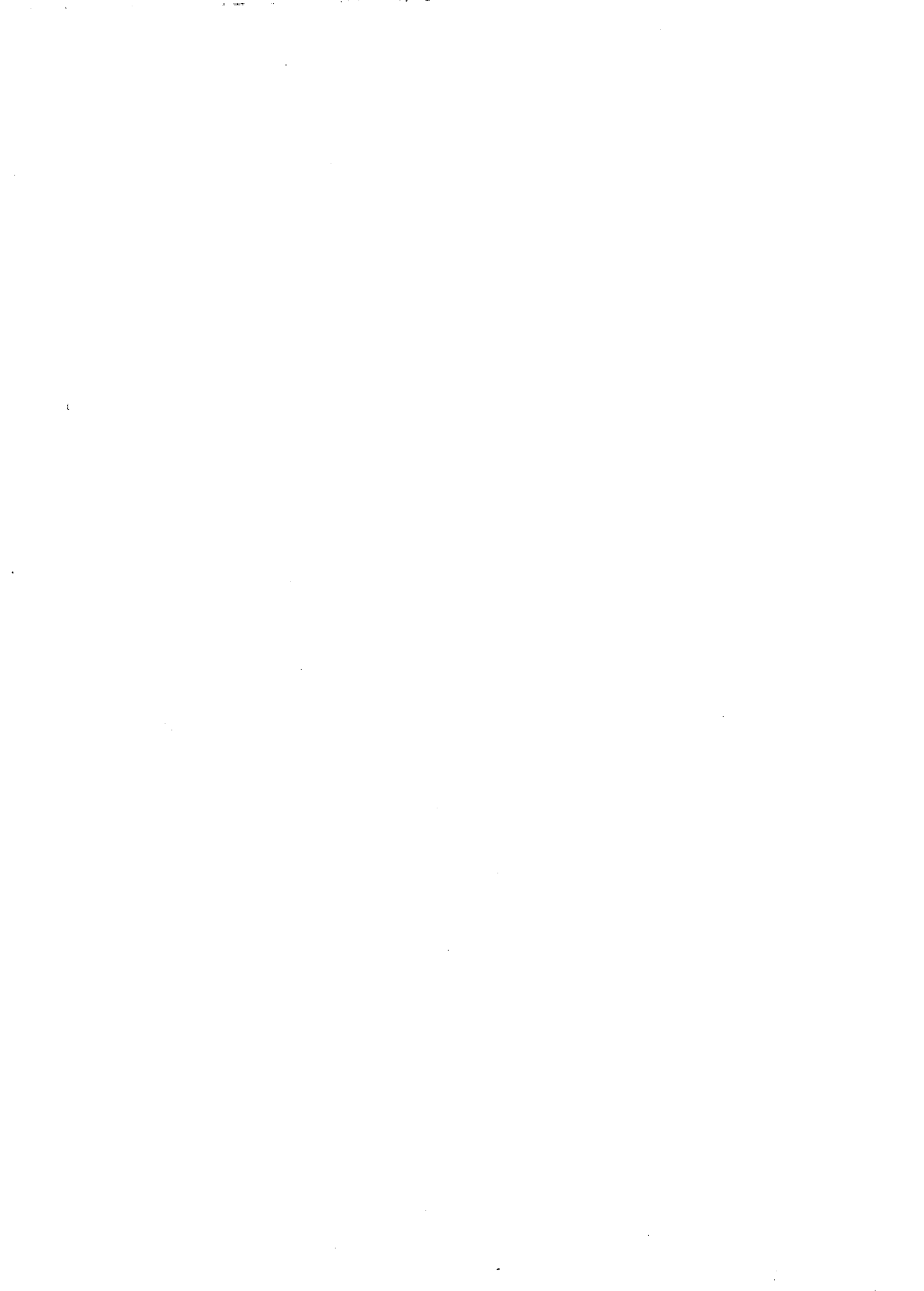
第 1 章 概述	1483
1.1 引言	1483
1.2 结构抗震设计理论	1483
1.3 抗震设防标准	1485
第 2 章 工程地震基础	1486
2.1 地震的形成和宏观现象	1486
2.2 强地震动特性	1487
2.3 地震烈度	1489
2.4 场地条件	1490
2.5 震害宏观调查	1490
2.6 地震区域划分	1492
第 3 章 抗震计算理论	1493
3.1 结构抗震设计原则	1493
3.2 地震作用与反应谱	1493
3.3 设计谱曲线	1495
3.4 弹性地震反应计算方法	1496
3.5 弹塑性地震反应计算方法	1499
3.6 竖向地震动分析	1501
3.7 土与结构相互作用	1502
第 4 章 公路工程抗震设计	1504
4.1 概述	1504
4.2 路线、桥位、隧址和地基	1505
4.3 抗震验算与措施	1507
4.4 桥梁	1510
4.5 隧道	1521
第 5 章 建筑抗震设计	1523
5.1 概述	1523

5.2	抗震设计的基本要求	1523
5.3	场地、地基和基础	1527
5.4	地震作用和结构抗震验算	1533
5.5	多层和高层钢筋混凝土房屋	1541
5.6	多层砌体房屋和底部框架、内框架房屋	1551
5.7	多层和高层钢结构房屋	1560
5.8	单层工业厂房	1569
5.9	单层空旷房屋	1578
5.10	土、木、石结构房屋	1579
5.11	隔震和消能减震设计	1580
5.12	非结构构件	1585
第6章	水工建筑物抗震设计	1589
6.1	概述	1589
6.2	场地和地基	1590
6.3	地震作用和抗震计算	1591
6.4	土石坝	1595
6.5	重力坝	1597
6.6	拱坝	1598
6.7	水闸	1599
6.8	水工地下结构	1601
6.9	进水塔	1602
6.10	水电站压力钢管和地面厂房	1604
参考文献		1605

第6篇 边坡与挡土结构



- 第1章 边坡稳定分析
- 第2章 支护结构受力计算
- 第3章 支护结构的设计



第 1 章 边坡稳定分析

1.1 无支护边坡稳定的作用

对于土质边坡,首先应根据工程要求进行天然边坡或人工边坡的稳定性验算,确定最大坡角并进行稳定安全系数计算,当工程无法满足最大坡角要求且边坡稳定安全系数小于安全值时,可根据现场情况采用相应的支护结构形式,常用的支护结构形式有:(1)重力式挡墙;(2)扶壁式挡墙;(3)悬臂式挡墙;(4)锚拉桩式支护;(5)喷锚支护等。有时几种方法同时采用。当边坡没有支护时应符合表 6.1-1 的规定。

边坡容许坡度值

表 6.1-1

边坡岩土类别	风化程度	容许边坡值			
		坡高在 8m 以内	8~15m	15~30m	30~40m
硬质岩石	微风化	1:0.10~1:0.20	1:0.20~1:0.35	1:0.30~1:0.50	1:0.45~1:0.75
	中等风化	1:0.20~1:0.35	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00
	强风化	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.50
软质岩石	微风化	1:0.35~1:0.50	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00	
	中等风化	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.50	
	强风化	1:0.75~1:1.00	1:1.00~1:1.25		
碎石土	密实状态	坡高在 5m 以内		坡高在 5~10m	
	密实	1:0.35~1:0.50		1:0.50~1:0.75	
	中密	1:0.50~1:0.75		1:0.75~1:1.00	
	稍密	1:0.75~1:1.00		1:1.00~1:1.25	
黏性土及粉土	坚硬	1:0.75~1:1.00		1:1.00~1:1.25	
	硬塑	1:1.00~1:1.25		1:1.25~1:1.50	
黄土	地质时代	坡高在 5m 以内	5~10m		10~15m
	次生黄土 Q ₄	1:0.50~1:0.75	1:0.75~1:1.00		1:1.00~1:1.25
	马兰黄土 Q ₃	1:0.30~1:0.50	1:0.50~1:0.75		1:0.75~1:1.00
	离石黄土 Q ₂	1:0.20~1:0.30	1:0.30~1:0.50		1:0.50~1:0.75
	午城黄土 Q ₁	1:0.10~1:0.20	1:0.20~1:0.30		1:1.30~1:0.50

注:1. 应考虑地区性的水文、气象等条件,结合具体情况使用。

2. 本表不适用于岩层层面或主要节理面有顺坡向滑动可能的边坡。

3. 本表不适用于新近堆积土。

4. 表中碎石土的充填物为坚硬或硬塑状态的黏性土、粉土,对于砂土或充填物为砂土的碎石土,其边坡坡度容许值按自然休止角确定。

1.2 影响土质边坡稳定的因素

影响边坡稳定有多种因素,包括边坡的边界条件、土质条件和外界条件。具体因素分述如下:

1. 边坡坡度

边坡坡度有两种表示方法见图 6.1-1,一种以高度与水平长度之比表示,其比值即为 $\tan\theta$ 值,坡度比值越大,则边坡越陡;另一种以坡角 θ 的大小来表示,坡角 θ 越小边坡越稳定,但不经济。

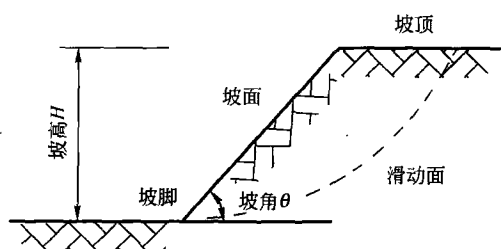


图 6.1-1 边坡示意图

2. 边坡高度

边坡高度 H 指坡角至坡顶之间的铅直距离。在边坡其他条件相同时,坡高越小,边坡越稳定。

3. 土的性质

土的性质越好,边坡越稳定。例如,土的重度 γ 和抗剪强度指标 c, φ 值大的边坡,比 γ, c, φ 小的边坡更安全。

4. 气象条件

若天气晴朗,边坡处于干燥状态,土的强度大,边坡稳定性好。若在雨季,尤其是在连续大暴雨,大量雨水入渗,使土的强度降低,可能导致边坡滑动。

5. 地下水的影响

当边坡中存在与滑动方向一致的渗透力时,对边坡稳定不利。例如,水库水坝下游边坡就可能发生这种情况。

6. 地震影响

当遇到强烈地震时,土的强度降低,且有地震作用或使土体产生孔隙水压力,对边坡稳定性不利。

1.3 边坡稳定分析

1.3.1 圆弧法

1. 基本原理

自然均质边坡失去稳定,滑动面一般呈曲面,如图 6.1-2 所示。

通常滑动面接近圆弧,根据边坡极限平衡稳定进行计算,称为圆弧法。目前最常用的边坡稳定分析都是采用圆弧法。

当边坡沿 AB 圆弧滑动时,如图 6.1-3 所示,可视为土体 ABC 绕圆心 O 转动,取边坡 1m 长度进行分析:

(1)滑动力矩 M_T ,由滑动土体 ABC 的自重沿滑动方向上的分力产生。

(2)抗滑力矩 M_R ,由滑动面 AB 上摩擦力和黏聚力产生。

(3)边坡稳定安全系数 K :

$$K = \frac{\text{抗滑力矩}}{\text{滑动力矩}} = \frac{M_R}{M_T} = 1.1 \sim 1.5$$

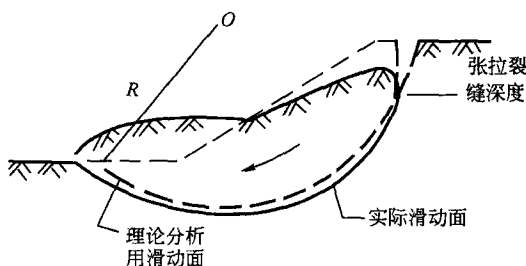


图 6.1-2 均质边坡滑动面