



高等院校应用创新教材

ENGINEERING
GEOLOGY

工程地质学

张恩祥 冯 震 ◎ 主 编



科学出版社

高等院校应用创新教材

工程地质学

张恩祥 冯 震 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以培养应用型人才为基础,系统全面地介绍了工程地质学的基础知识、基本理论和基本方法。本书主要内容包括:绪论,矿物和岩石,地层、地貌与地质构造,地表水及地下水的地质作用,岩石及特殊土的工程性质,不良地质现象及防治,地震工程地质问题,地下工程地质问题,工程地质勘察,工程地质试验与实习。

本书可作为土木工程、环境工程、水利水电工程及交通工程等专业学生的本科教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质学 / 张恩祥, 冯震主编. —北京: 科学出版社, 2018
(高等院校应用创新教材)

ISBN 978-7-03-051268-0

I. ①工… II. ①张… ②冯… III. ①工程地质—高等学校—教材
IV. ①P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 327088 号

责任编辑: 周艳萍 / 责任校对: 陶丽荣
责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 4 月第一次印刷 印张: 14 3/4

字数: 332 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈京华虎彩〉)

销售部电话 010-62136230 编辑部电话 010-62151061

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

编 委 会

主编 张恩祥 冯 震

编委 余 莉 李满根 李立云

程祖锋 徐 双 徐 颖

前 言

工程地质学是地质工程和土木工程（岩土）专业的主干课程，也是环境工程、水利水电工程及交通工程的重要必修课。

本书是编者们在多年教学、科研积累的基础上，总结自己的教学经验编写而成的。本书针对地质学基础知识较薄弱的学生，以培养应用型人才为基础，系统全面地介绍工程地质学的基础知识、基本理论和基本方法。

工程地质学是有多个分支学科的综合学科，研究内容极为丰富，作为教材或教学参考书，面面俱到是不现实的。考虑到学时限制和土木工程各个专业方向的区别，本书重点介绍与铁路、公路、房建等土木工程专业方向密切相关的工程地质知识。鉴于学生在学习本课程之前地质基础知识较薄弱，在各章节的取舍上，重点介绍基础知识和成熟的研究成果；同时，为了提高学生的学习兴趣，在有限的篇幅内适当地介绍一些工程实例。

本书是按照 48 学时编写的。全书除前言和绪论外共 9 章，张恩祥与冯震担任主编，总体统筹并编写前言、绪论、第 5 章、第 8 章、第 9 章；李满根与徐双编写第 1 章；余莉与徐颖编写第 2 章、第 4 章、第 7 章；李立云与程祖锋编写第 3 章、第 6 章。

编者在编写本书的过程中得到了科学出版社、河北大学建筑工程学院的大力帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2017 年 8 月

目 录

绪论	1
0.1 工程地质学的研究对象、任务与分科	1
0.2 工程地质学的研究方法及其与其他学科的关系	4
0.3 工程地质学的历史与展望	7
0.4 本书内容与学习要求	7
思考与习题	8
第1章 矿物和岩石	9
1.1 主要造岩矿物	11
1.1.1 矿物的物理性质	11
1.1.2 主要造岩矿物及其鉴定特征	14
1.2 岩浆岩	16
1.2.1 岩浆岩的形成	16
1.2.2 岩浆岩的产状	16
1.2.3 岩浆岩的结构	17
1.2.4 岩浆岩的构造	18
1.2.5 岩浆岩的化学成分与矿物成分	19
1.2.6 岩浆岩的分类及主要岩浆岩的特征	19
1.3 沉积岩	22
1.3.1 沉积岩的形成	22
1.3.2 沉积岩的构造	23
1.3.3 沉积岩的结构	25
1.3.4 沉积岩的分类及主要沉积岩的特征	26
1.4 变质岩	27
1.4.1 变质作用因素及类型	27
1.4.2 变质岩的矿物成分、结构和构造	29
1.4.3 变质岩的分类及主要变质岩的特征	30
思考与习题	31

第2章 地层、地貌与地质构造	32
2.1 地壳运动及地质作用	32
2.1.1 地壳运动	32
2.1.2 地质作用	34
2.2 地层	34
2.2.1 绝对年代法	34
2.2.2 相对年代法	35
2.2.3 地质年代表	38
2.3 地貌单元类型与特征	40
2.3.1 地貌的概念	40
2.3.2 地貌单元分类	40
2.3.3 不同地貌地区工程建设时应注意的问题	44
2.4 地质构造	46
2.4.1 岩层及岩层产状	46
2.4.2 褶皱构造	49
2.4.3 断裂构造	52
2.4.4 地质构造对工程建筑物稳定性的影响	60
2.5 地质图	62
2.5.1 地质图的种类	62
2.5.2 地质图的阅读步骤	64
2.5.3 地质剖面图的制作	66
2.5.4 地层综合柱状图	67
思考与习题	69
第3章 地表水及地下水的地质作用	70
3.1 概述	70
3.2 地表水的地质作用	71
3.2.1 暂时性流水的地质作用	72
3.2.2 经常性流水的地质作用	73
3.3 地下水的地质作用	76
3.3.1 地下水概述	76
3.3.2 地下水的基本知识	77
3.3.3 地下水的基本类型及其特征	81
思考与习题	89

第4章 岩石及特殊土的工程性质	90
4.1 岩石的物理性质	90
4.1.1 岩石的重力性质	90
4.1.2 岩石的孔隙性	91
4.2 岩石的水理性质	92
4.3 岩石的力学性质	95
4.3.1 岩石的变形指标	95
4.3.2 岩石的强度指标	95
4.4 风化作用	98
4.4.1 风化作用类型	98
4.4.2 影响岩石风化的因素	99
4.4.3 风化程度的分带	100
4.5 岩石、土的工程分类	101
4.5.1 岩石按坚硬程度的划分	101
4.5.2 岩土施工工程分级	102
4.5.3 土的工程分类	103
4.6 特殊土的工程性质	105
4.6.1 黄土的工程性质	105
4.6.2 膨胀土的工程性质	108
4.6.3 软土的工程性质	110
4.6.4 冻土的工程性质	112
思考与习题	116
第5章 不良地质现象及防治	117
5.1 崩塌	117
5.1.1 崩塌的定义、形成条件和影响因素	117
5.1.2 崩塌的形成机理	119
5.1.3 崩塌的防治	120
5.2 滑坡	122
5.2.1 滑坡形态要素	122
5.2.2 滑坡识别方法	124
5.2.3 滑动面(带)研究	126
5.2.4 滑坡分类	128
5.2.5 滑坡的防治	133
5.3 泥石流	135
5.3.1 概述	135
5.3.2 泥石流的形成条件	136

5.3.3 泥石流的分类	138
5.3.4 泥石流的防治措施	139
5.4 岩溶	140
5.4.1 概述	140
5.4.2 碳酸盐岩的溶蚀机理	141
5.4.3 影响岩溶发育的因素	145
5.5 地面沉降	152
5.5.1 概述	152
5.5.2 地面沉降的诱发因素及地质环境	153
5.5.3 地面沉降的机制分析	156
5.5.4 地面沉降的控制和治理	161
思考与习题	162
第6章 地震工程地质问题	163
6.1 概述	163
6.2 地震及地震波基础	165
6.3 我国地震的分布及地震地质基本特征	167
6.4 地震震级和地震烈度	168
6.5 地震效应	171
6.6 场地工程地质条件对宏观震害的影响	174
6.7 地震区抗震设计原则和建筑物抗震措施	176
思考与习题	178
第7章 地下工程地质问题	179
7.1 地应力与洞室围岩的变形及破坏	179
7.1.1 围岩的变形	180
7.1.2 围岩的破坏	180
7.2 围岩的工程地质分类及其应用	182
7.3 围岩稳定性计算	183
7.4 地下洞室围岩稳定性的分析方法	184
7.5 地下工程基本地质问题	186
7.5.1 地下工程总体位置的选择	186
7.5.2 洞口工程地质条件的选择	187
7.5.3 洞室轴线工程地质条件的选择	188
7.6 保障地下洞室围岩稳定性的处理措施	191
思考与习题	193

第 8 章 工程地质勘察	194
8.1 勘察等级与阶段的划分	195
8.1.1 勘察等级的划分	195
8.1.2 勘察阶段的划分	195
8.2 工程地质测绘	197
8.3 勘探与取样	197
8.4 原位测试	198
8.4.1 平板载荷试验	198
8.4.2 静力触探	198
8.4.3 圆锥试验、标准贯入试验和十字板剪切试验	199
8.5 现场监测	200
8.5.1 一般规定	200
8.5.2 地基基础的检验与监测	200
8.5.3 岩土体性状的监测	202
8.5.4 地下水的监测	203
8.6 勘察资料的整理	204
8.6.1 图件的编制	204
8.6.2 岩土物理力学性质指标的整理	205
8.6.3 勘察报告书的编写	207
8.7 工业与民用建筑的工程地质勘察	207
8.7.1 工业与民用建筑的特征	207
8.7.2 工业与民用建筑的勘察要点	207
8.8 道路与桥梁工程地质勘察	209
思考与习题	210
第 9 章 工程地质试验与实习	211
试验 1 矿物及三大类岩石的室内标本鉴定	211
试验 2 不良地质作用、地质构造认知及地质罗盘的使用	217
试验 3 地貌及地质构造的野外认识实习	217
试验 4 现场勘探试验工作的认识实习	222
主要参考文献	224

绪 论

本章导读

本章主要介绍工程地质学的主要研究内容、研究方法及其实际意义,它与其他学科间的相互关系,工程地质学发展历史、现状和研究前沿,以及工程地质学的学习方法。

本章重点

- (1) 两个重要概念:工程地质条件和工程地质问题概念内涵的理解;
- (2) 有关工程地质学的研究方法的体系的建立。

0.1 工程地质学的研究对象、任务与分科

1. 定义

工程地质学是地质学的分支学科,它是一门研究与工程建设有关的地质问题、为工程建设服务的地质科学,属于应用地质学的范畴。

2. 研究实质

地球上现有的一切工程建筑物都建造于地壳表层一定的地质环境中。地质环境包括地壳表层和深部岩层,它影响建筑物的安全、经济和正常使用;而建筑物的兴建又反作用于地质环境,使自然地质条件发生变化,最终又影响到建筑物本身。二者处于既相互联系,又相互制约的矛盾之中。工程地质学就是研究地质环境与工程建筑物之间的关系,促使二者之间的矛盾得以转化、解决。

3. 研究任务

工程地质学通过工程地质勘察等为工程建设服务。通过勘察和分析研究,阐明建筑地区的工程地质条件,指出并解决存在的工程地质问题,为建筑物的设计、施工及使用提供所需的地质资料。它的主要任务是:①阐明建筑地区的工程地质条件,并指出对建筑物有利的和不利的因素;②论证建筑物所存在地区的工程地质问题,进行定性和定量的评价,得出确切的结论;③选择地质条件优良的建筑场址,并根据场址的地质条件合

理配置各个建筑物；④研究工程建筑物兴建后对地质环境的影响，预测其发展演化趋势，并提出对地质环境合理利用和保护的建议；⑤根据建筑场址的具体地质条件，提出有关建筑物类型、规模、结构和施工方法的合理建议，以及保证建筑物正常使用所应注意的地质要求；⑥为拟定改善和防治不良地质作用的措施方案提供地质依据。

可见，工程地质勘察是工程建设的基础工作。工程地质工程师务必要与工程师和施工工程师密切协作，以完成上述各项任务。

4. 两个重要概念

实践表明：工程地质条件的阐明，是工程地质工作的基础；而工程地质问题的论证和解决，则是工程地质工作的核心。因而，在这里明确工程地质条件和工程地质问题的含义是很有必要的。

工程地质条件（engineering geological condition）指的是与工程建设有关的地质因素的综合。地质因素包括岩土类型及其工程性质、地质结构、地形地貌、水文地质、工程动力地质作用和天然建筑材料等方面，它是一个综合概念。其中的某一因素不能概括为工程地质条件，而只是工程地质条件的某一方面。兴建任何一类建筑物，首要的任务就是要查明和认识建筑场区的工程地质条件。由于不同地域的地质环境不同，因此工程地质条件不同，影响工程建筑物地质因素的主次也不相同。工程地质条件是在自然地质历史发展演化过程中形成的，是客观存在的。

工程地质问题（engineering geological problem）指的是工程地质条件与建筑物之间所存在的矛盾或问题。优良的工程地质条件能适应建筑物的安全、经济和正常使用的要求，其矛盾不会激化到对建筑物造成危害；但是工程地质条件往往有一定的缺陷，从而可能对建筑物产生严重的甚至是灾难性的危害。所以，一定要将矛盾着的两个方面联系起来进行分析。由于工程建筑的类型、结构形式和规模不同，对地质环境的要求不同，因此工程地质问题也是复杂多样的。例如，工业与民用建筑的主要工程地质问题是地基承载力和沉降问题；地下洞室的主要工程地质问题是围岩稳定性问题；露天采矿场的主要工程地质问题是采坑的边坡稳定性问题；水利水电工程中，土石坝最需注意的是坝基渗透变形和渗漏问题，混凝土重力坝是坝基抗滑稳定问题，拱坝是坝肩抗滑稳定问题。因此，工程地质问题的分析、评价，是工程地质工程师的中心任务。

5. 相关工程实例

在国外，由于工程地质问题导致的建筑事故不乏其例。在大坝建设工程中，此类事故更是惨重。例如，1928年美国圣弗朗西斯（St. Francis）重力坝失事是由坝基软弱岩层崩解，遭受冲刷和滑动引起的。1959年法国马尔帕塞（Malpasset）薄拱坝的溃决则是由坝的左翼片麻岩体沿着一个倾斜的软弱结构面滑动所致。1963年10月9日意大利发生的瓦依昂（Vaiont）水库左岸大滑坡（图0-1）更是举世震惊。

瓦依昂双曲拱坝坝高261.6m，是当时世界较高的大坝之一。当水库壅水至225.4m时，左岸山体突然下滑，体积达 $2.7 \times 10^8 \sim 3.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，滑速达28m/s，水库中 $5 \times 10^7 \text{ m}^3$ 的水体被挤出，激起250m高的巨大涌浪，高150m的洪波溢过坝顶冲向下游，约有3000人

丧生。该水库开始蓄水时,就发现左岸山体蠕滑变形,但未引起水工人员的注意,随着水库水位抬高,滑动面上孔隙水压力加大,从而导致整个山体下滑。

在工业与民用建筑中,也有许多典型的地质事故。例如,加拿大特朗斯康(Transcona)谷仓的倾倒(图 0-2),是由于对该区大建筑物地基中深埋软土层的不均匀沉降估计不足。巴西 1958 年初刚建成的一座十一层高层建筑,尚未使用即倾倒平躺在地上,其原因是支承该建筑物的钢筋混凝土桩长度不够,未能深入沼泽土以下的硬土层中,致使地基承载力不足而不均匀沉降过大。



图 0-1 意大利瓦依昂 (Vaiont) 水库

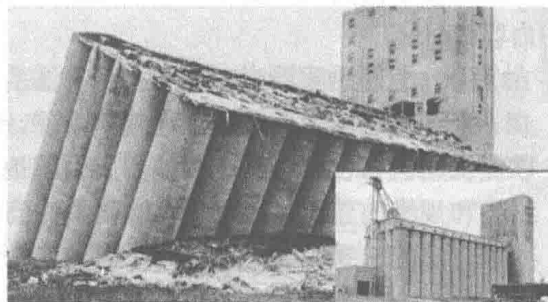


图 0-2 加拿大特朗斯康 (Transcona) 谷仓的倾倒

我国也有一些建筑工程因工程地质问题而造成严重事故。例如,1961 年 3 月湖南资水柘溪水电站的近坝库岸滑坡,发生于震旦系板溪群砂质板岩中。水库蓄水时,受岩体孔隙中水压力作用导致库岸边坡失稳,产生滑坡;滑坡体倾入水库中产生的涌浪溢过坝顶冲向下游,造成了生命财产的严重损失。1980 年 6 月湖北远安盐池河磷矿的岩崩发生于震旦系灯影组厚层灰岩中。由于在灰岩下部较软弱的陡山沱组薄层白云质灰岩和页岩中开拓采掘巷道,引起岩体变形,使上部厚层灰岩中顺坡向陡倾节理被拉开,约 100 万 m^3 的岩体急速崩落,摧毁了矿务局和坑口全部建筑物,死亡 281 人。此外,我国因物理地质作用造成的地质灾害亦造成了严重的生命财产损失。例如,1978 年唐山大地震,1981 年四川大渡河南岸利子依达沟和辽东老帽山地区的泥石流,1983 年甘肃东乡洒勒山大滑坡,1987 年四川巫溪岩崩等。

由此可见,为保证工程的正常施工、运行和生命财产的安全,工程地质学的任务是非常重要的。

6. 研究内容

工程地质学的任务决定了它的研究内容,归纳起来主要有以下几个方面。

(1) 岩土工程性质的研究

地球上任何类型的建筑物均离不开岩土体,无论是分析工程地质条件,或是评价工程地质问题,首先要对岩土的工程性质进行研究,包括研究岩土体的工程地质性质及其形成变化规律、岩土参数的测试技术和方法、岩土体的类型和分布规律,以及对其不良性质进行改善等内容。有关这方面的研究,是由工程地质学的分支学科工程岩土学 (science of engineering rock and soil) 来进行的。

(2) 工程动力地质作用的研究

地壳表层由于受到包括地球的内力和外力在内的各种自然营力的作用,以及人类的工程-经济活动的作用,从而影响建筑物的稳定和正常使用。这种对工程建筑有影响的地质作用,即为工程动力地质作用。习惯上将由自然营力引起的各种地质现象称为物理地质现象,由人类工程-经济活动引起的地质现象称为工程地质现象。研究工程动力地质作用(现象)的形成机制、规模、分布、发展演化的规律,以及所产生的有关工程地质问题,对它们进行定性的和定量的评价,进而有效地对其进行防治、改造,就成为工程地质学的另一分支学科——工程动力地质学(engineering dynamic geology)的研究内容。

(3) 工程地质勘察理论和技术方法的研究

为了查明建筑场区的工程地质条件,论证工程地质问题,正确地做出工程地质评价,以提供建筑物设计、施工和使用所需的地质资料,就需进行工程地质勘察。不同类型、结构和规模的建筑物,对工程地质条件的要求及所产生的工程地质问题各不相同,因而勘察方法的选择、工作的布置原则及工作量的使用也不相同。为了保证建筑物的安全和正常使用,首先必须详细而深入地研究可能产生的工程地质问题,在此基础上安排勘察工作。应制定适用于不同类型工程建筑的各种勘察规范或工作手册,作为勘察工作的指南,以保证工程地质勘察的质量和精度。在当前工程地质勘察中,尤其要研究新颖的勘察理论和新技术方法的应用,使勘察工作更为快速、便捷、有效。有关这方面的研究,是由专门工程地质学(special engineering geology)这一分支学科来进行的。

(4) 区域工程地质的研究

区域工程地质是为工程规划设计提供地质依据的。不同地域由于自然地质条件不同,工程地质条件也不相同。认识并掌握广大地域工程地质条件的形成和分布规律,预测这些条件在人类工程-经济活动影响下的变化规律,并按工程地质条件进行区划,做出工程地质区划图,就是区域工程地质研究的内容。区域工程地质学(regional engineering geology)即为这方面研究的分支学科。

由此,我们可以知道,工程地质学是一门应用性非常强的地质科学。它在工程建设中的地位相当重要,服务对象非常广泛,所研究的内容十分丰富。

0.2 工程地质学的研究方法及其与其他学科的关系

1. 研究方法

工程地质学的研究方法与它的研究内容相适应,主要有自然历史分析法、数学力学分析法、模型模拟试验法和工程地质类比法。

(1) 自然历史分析法

自然历史分析法即为地质学的方法,它是工程地质学最基本的一种研究方法。工程地质学所研究的对象——地质体和各种地质现象,是在自然地质历史过程中形成的,而

且随着所处条件的变化,依然在不断地发展演化着。所以对一个动力地质作用或建筑场地进行工程地质研究时,首先就要做好基础地质工作,查明各项自然地质条件和各种地质现象,以及它们之间的关系,预测其发展演化的趋势及结果。只有这样,才能真正查明研究地区的工程地质条件,并作为进一步研究工程地质问题的基础。例如,对斜坡变形与破坏问题进行研究时,要从研究形态入手,确定斜坡变形与破坏的类型、规模及边界条件,分析斜坡变形、破坏的机制及各项影响、控制因素,以展现其空间分布格局,进而分析其形成、发展演化过程和发育阶段,从空间分布和时间序列上揭示其内在规律;并且还要预测在人类工程-经济活动下的变化情况,为深入进行斜坡稳定性工程地质评价奠定基础。

又如,研究坝基抗滑稳定性问题时,首先必须查明坝基岩体的层岩性特点、地质结构及地下水活动条件,尤其要注意研究软弱泥化夹层的存在和岩体中其他各种破裂结构面的分布及其组合关系,找出可能的滑移面和切割面及它们与工程作用力的关系,研究滑移面的工程地质习性,以作为进一步研究坝基抗滑稳定的基础。

但是,仅有地质学的方法不能完全满足工程地质评价的要求,因为它终究属于定性研究的范畴,并没有数量的概念。所以要深入研究某一工程地质问题时,还必须采用定量研究的方法。数学力学分析法、模型模拟试验法即属于定量研究的范畴。

(2) 数学力学分析法

数学力学分析法是在自然历史分析的基础上开展的。即对某一工程地质问题或工程动力地质现象,在进行自然历史分析之后,根据所确定的边界条件和计算参数,运用理论公式或经验公式进行定量计算。例如,在斜坡稳定性计算中通常采用的刚体极限平衡理论法,就是在假定斜坡岩土体为刚体的前提下,将各种作用力以滑动力和抗滑力的形式集中作用在可能的滑移破坏面上,求出该面上的边坡稳定系数,作为定量评价的依据。为了弄清边界条件和合理地选用各项计算参数,就需要进行工程地质勘探、试验,有时则要耗费巨大的资金和人力。所以除大型或重要的建筑物外,一般建筑物往往采用经验数据类比进行计算。

由于自然地质条件比较复杂,因此在计算时常常需要把条件适当简化,并将空间问题简化为平面问题来处理。一般的情况是,先建立地质模型(物理模型),随后抽象为数学模型,代入各项计算参数进行计算。当前由于现代电子计算技术的发展,各种数学、力学计算模型越来越多地运用于工程地质领域中。基于弹性力学和弹塑性力学理论的有限单元法也日益广泛地应用于斜坡稳定性、坝基抗滑稳定性、地面沉降及水库诱发地震危险性等的分析计算。这种方法在计算空间问题,非均质、非线性的复杂课题时更显示出它的优越性。此外,模糊数学、数量化方法、灰色理论、逻辑信息法等引入,为工程地质评价开辟了新的途径。

(3) 模型模拟试验法

模型模拟试验法在工程地质研究中也常被采用,它可以帮助人们探索自然地质作用的规律,揭示某一工程动力地质作用或工程地质问题产生的力学机制,发生、发展演化的全过程,以便做出正确的工程地质评价。有些自然规律或建筑物与地质环境相互作用

的关系可以用简单的数学表达式来表示,而有些数学表达式则十分复杂难解,甚至因不易发现其作用的规律而无法用数学表达式来表示,在这种情况下,采用模型模拟试验则更为有益。

进行模型模拟试验必须要有理论做指导,除了工程力学、岩体力学、土力学、水力学、地下水动力学等理论指导外,还必须有量纲原理和相似原理做指导。

模型试验与模拟试验的区别在于,试验所依据的基础规律是否与实际作用的基础规律一致。例如,用渗流槽进行坝基渗漏试验,是属于模型试验的方法,因为试验所依据的是达西定律,与实际控制坝基渗漏的基础规律相同。但若用电网络法进行这种试验,则属于模拟试验的方法,因为试验是以电学中的欧姆定律为依据的;欧姆定律与达西定律形式上虽然相似,但本质上并不相同。

在工程地质中,常见的模型试验有地表流水和地下水渗流作用,斜坡稳定、地基稳定、水工建筑物抗滑稳定及地下洞室围岩稳定等工程岩土体稳定性的试验。常用的模拟试验有光测弹性和光测塑性模拟试验,以及模拟地下水渗流的电网络模拟试验等。

(4) 工程地质类比法

工程地质类比法在工程地质研究中也是一种常用的方法,可以用于定性评价,也可用于半定量评价。它是将已建建筑物工程地质问题的评价经验运用到自然地质条件与之大致相同的拟建的同类建筑物中去。很显然,这种方法的基础是相似性,即自然地质条件、建筑物的工作方式、所预测的工程地质问题性质都应大致相同或近似。它往往受研究者的经验所限制。由于自然地质条件等不可能完全相同,类比时又往往把条件加以简化,因此这种方法是较为粗略的,一般适用于小型工程或初步评价。目前在评价斜坡稳定性中常用的标准边坡数据法即属此法。

上述四种研究方法各有特点,应互为补充,综合应用。其中自然历史分析法是最重要和最根本的研究方法,是其他研究方法的基础。

2. 与其他学科的关系

由上述可知,工程地质学所涉及的知识范围是很广泛的,它必须有多个学科的知识作为理论基础。除了与地质学的各分支学科有密切关系外,还与其他许多学科相联系。

地质学的分支学科——动力地质学、矿物学、岩石学、构造地质学、地史学、第四纪地质学、地貌学和水文地质学等,都是工程地质学的地质基础学科。工程地质研究没有上述各学科的知识是无法进行的。在工程地质研究中,各地质学分支学科的理论和方法常为之应用。但是,工程地质学是为工程建设服务的,其研究目的性非常明确而实际,所以在研究的深度和方法上与地质学的其他分支学科有所不同。例如,动力地质作用都是动力地质学和工程地质学研究的对象,但前者主要是定性地研究其形态、分布、产生条件等方面的内容;而后者不但要进行定性的研究,而且还要更深入地研究其形成机制,定量地研究其发生、发展演化的规律,对工程建筑物的影响程度,以及有效的防治措施等。

为定量评价工程地质问题,工程地质学需要数学和力学学科知识作为基础。所以,

高等数学、应用数学、工程力学、弹性力学、土力学和岩体力学等都与工程地质学有着十分密切的关系。工程地质学中的大量计算问题,实际上就是土力学和岩体力学中所研究的课题。因此,在广义的工程地质概念中,甚至将土力学和岩体力学也包含进去。土力学和岩体力学是从力学的观点研究土体和岩体的,它们是属于力学范畴的分支学科。

工程地质学也以其他的基础学科作为自己的基础,如物理学、普通化学、物理化学和胶体化学等。此外,工程地质学还与工程建筑学、环境学、生态学及其他应用技术学科有密切的联系。

0.3 工程地质学的历史与展望

工程地质学作为地质学的分支学科,独立成为一门科学有 80 多年的历史,因而它是一门颇为年轻的科学。

20 世纪 30 年代初,苏联开展了大规模国民经济建设,促使地质学与建筑工程科学相互渗透,工程地质学由此作为一门独立学科萌生了。1932 年在莫斯科地质勘探学院成立了由 Ф.И.萨瓦连斯基领导的工程地质教研室,负责培养工程地质专业人才,并奠定了工程地质学的理论基础。与此同时,在欧美国家中工程地质工作也有所开展,但它是附属于土木建筑工程中的,并未成为独立完整的科学体系,主要从事一般地质构造和地质作用与工程建设关系的研究。有关岩土工程地质性质和力学问题的研究是由土力学和岩体力学来进行的,称为岩土工程 (geotechnical engineering)。工程地质学经过了 80 多年的发展,学科体系逐渐完善,已形成有多个分支学科的综合性学科。总之,工程地质学发展的前景广阔,它在发展的道路上将使自己的体系不断充实和成熟,为人类做出更大的贡献。

0.4 本书内容和学习要求

本课程是土木工程专业的专业基础课,主要研究与工程建设有关的工程地质条件和现象,以及常见工程的地质问题,包括它们的特征、形成机制、发生和发展演化规律、影响因素、可能产生的工程地质问题、分析评价和预测预报方法,以及防治措施等。全书除前言和绪论外共 9 章,第 1~3 章属于基础地质的内容,第 4~9 章属于土木工程地质的内容。

本课程对本科学生有以下要求:

- 1) 掌握工程地质的基本理论和知识,能正确运用工程地质勘察资料进行土木工程的设计和施工。
- 2) 了解不良地质现象的形成条件和机制,根据勘察数据和资料,能有效地进行防治设计。
- 3) 了解土木工程的工程地质问题,能在工程设计、施工、运营中解决实际工程