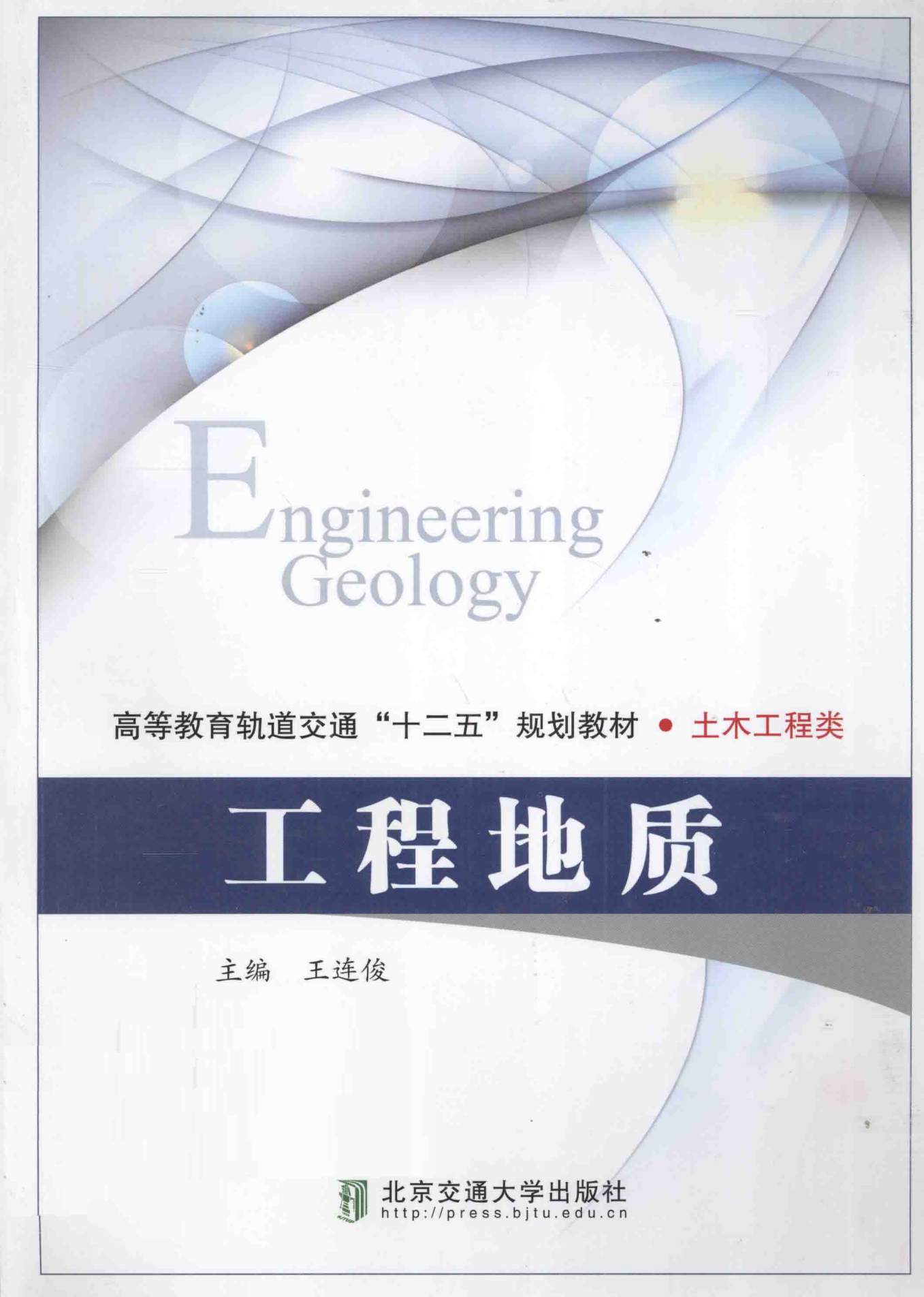




Engineering Geology

高等教育轨道交通“十二五”规划教材 • 土木工程类

工程地质

主编 王连俊



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

高等教育轨道交通“十二五”规划教材·土木工程类

工 程 地 质

王连俊 主编

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是为高等学校土木工程类专业编写的工程地质基础教材,旨在满足拓展教学内容和宽口径培养的需要。编写时吸取了国内外有关工程地质学的最新成果和信息,可为学生提供必要的地质学与工程地质学的基础知识,以及为解决工程地质问题奠定所必需的理论与技术知识。

本书内容共分10章。第1章着重叙述地质学的基本知识和地质调查分析的基本原理,主要包括地质作用、矿物与岩石、地质构造及区域稳定性等内容。第2章至第4章着重叙述土、岩石及岩体的工程性质及地下水的基本特性,主要包括地下水性质、渗流计算及基坑和井的涌水量计算等,土的物质组成、物理性质、水理性质、强度特性和变形计算与分析,岩石与岩体的工程特性、结构面特性及岩体破坏特征分析等内容。第5章至第10章着重阐述工程建设中的主要工程地质问题,包括斜坡稳定、围岩稳定、地基岩体稳定、场地渗透稳定、岩溶和泥石流等内容,突出变形破坏机理分析、力学分析与计算评价等内容。

本书为土木、交通工程类专业教学用书,也可供从事土木、水利、交通、工程地质、水文地质等专业的技术人员使用。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质 / 王连俊主编. — 北京: 北京交通大学出版社, 2012. 12

(高等教育轨道交通“十二五”规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5121 - 1311 - 4

I. ① 工… II. ① 王… III. ① 工程地质 - 高等学校 - 教材 IV. ① P642

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 298416 号

责任编辑: 郭碧云 特邀编辑: 李晓敏

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010 - 51686414

<http://press.bjtu.edu.cn>

地 址: 北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编: 100044

印 刷 者: 北京泽宇印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185 × 260 印张: 17.5 字数: 437 千字

版 次: 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5121 - 1311 - 4/P · 5

印 数: 1 ~ 3 000 册 定价: 38.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010 - 51686043, 51686008; 传真: 010 - 62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

高等教育轨道交通“十二五”规划教材·土木工程类

编 委 会

顾 问：施仲衡

主 任：司银涛

副 主 任：张顶立 陈 庚

委 员：（按姓氏笔画排序）

王连俊 毛 军 白 雁

李清立 杨维国 张鸿儒

陈 岚 朋改非 赵国平

贾 影 夏 禾 黄海明

编委会办公室

主 任：赵晓波

副 主 任：贾慧娟

成 员：（按姓氏笔画排序）

吴嫦娥 郝建英 徐 琤

总 序

我国是一个内陆深广、人口众多的国家。随着改革开放的进一步深化和经济产业结构的调整,大规模的人口流动和货物流通使交通行业承载着越来越大的压力,同时也给交通运输带来了巨大的发展机遇。作为运输行业历史最悠久、规模最大的龙头企业,铁路已成为国民经济的大动脉。铁路运输有成本低、运能高、节省能源、安全性好等优势,是最快捷、最可靠的运输方式,是发展国民经济不可或缺的运输工具。改革开放以来,中国铁路积极适应社会的改革和发展,狠抓制度改革,着力技术创新,抓住了历史发展机遇,铁路改革和发展取得了跨越式的发展。

国家对铁路的发展始终予以高度重视,根据国家《中长期铁路网规划》(2005—2020年):到2020年,中国铁路网规模达到12万千米以上。其中,时速200千米及以上的客运专线将达到1.8万千米。加上既有线提速,中国铁路快速客运网将达到5万千米以上,运输能力满足国民经济和社会发展的需要,主要技术装备达到或接近国际先进水平。铁路是个远程重轨运输工具,但随着城市建设和经济的繁荣,城市人口大幅增加,近年来城市轨道交通也正处于高速发展时期。

城市的繁荣相应带来了交通拥挤、事故频发、大气污染等一系列问题。在一些大城市和一些经济发达的中等城市,仅仅靠路面车辆运输远远不能满足客运交通的需要。城市轨道交通节约空间、耗能低、污染小、便捷可靠,是解决城市交通的最好方式。未来我国城市将形成地铁、轻轨、市域铁路构成的城市轨道交通网络,轨道交通将在我国城市建设中起着举足轻重的作用。

但是,在我国轨道交通进入快速发展的同时,解决各种管理和技术人才匮乏的问题已迫在眉睫。随着高速铁路和城市轨道新线路的不断增加以及新技术的开发与引进,管理和技术人员的队伍需要不断壮大。企业不仅要对新员工进行培训,对原有的职工也要进行知识更新。企业急需培养出一支能符合企业要求、业务精通、综合素质高的队伍。

北京交通大学是一所以运输管理为特色的学校,拥有该学科一流的师资和科研队伍,为我国的铁路运输和高速铁路的建设作出了重大贡献。近年来,学校非常重视轨道交通的研究和发展,建有“轨道交通控制与安全”国家重点实验室、“城市交通复杂系统理论与技术”教育部重点实验室,“基于通信的列车运行控制系统(CBTC)”取得了关键技术研究的突破,并用于亦庄城轨线。为解决轨道交通发展中人才需求问题,北京交通大学组织了学校有关关系的专家和教授编写了这套“高等教育轨道交通‘十二五’规划教材”,以供高等学校学生教学和企业技术与管理人员培训使用。

本套教材分为交通运输、机车车辆、电气牵引和土木工程四个系列,涵盖了交通规划、运营管理、信号与控制、机车与车辆制造、土木工程等领域。每本教材都是由该领域的专家

执笔，教材覆盖面广，内容丰富实用。在教材的组织过程中，我们进行了充分调研，精心策划和大量论证，并听取了教学一线的教师和学科专家们的意见，经过作者们的辛勤耕耘以及编辑人员的辛勤努力，这套丛书得以成功出版。在此，向他们表示衷心的感谢。

希望这套系列教材的出版能为我国轨道交通人才的培养贡献绵薄之力。由于轨道交通是一个快速发展的领域，知识和技术更新很快，教材中难免会有诸多的不足和欠缺，在此诚请各位同仁、专家予以不吝批评指正，同时也方便以后教材修订工作。

编委会
2012 年 11 月

出版说明

为促进高等轨道交通专业交通土建工程类教材体系的建设,满足目前轨道交通类专业人才培养的需要,北京交通大学土木建筑工程学院、远程与继续教育学院和北京交通大学出版社组织以北京交通大学从事轨道交通研究教学的一线教师为主体、联合其他交通院校教师,并在有关单位领导和专家的大力支持下,编写了本套“高等教育轨道交通‘十二五’规划教材·土木工程类”。

本套教材的编写突出实用性。本着“理论部分通俗易懂,实操部分图文并茂”的原则,侧重实际工作岗位操作技能的培养。为方便读者,本系列教材采用“立体化”教学资源建设方式,配套有教学课件、习题库、自学指导书,并将陆续配备教学光盘。本系列教材可供相关专业的全日制或在职学习的本专科学生使用,也可供从事相关工作的工程技术人员参考。

本系列教材得到从事轨道交通研究的众多专家、学者的帮助和具体指导,在此表示深深的敬意和感谢。

本系列教材从2012年1月起陆续推出,首批包括:《材料力学》、《结构力学》、《土木工程材料》、《水力学》、《工程经济学》、《工程地质》、《隧道工程》、《房屋建筑学》、《建设项目管理》、《混凝土结构设计原理》、《钢结构设计原理》、《建筑施工技术》、《施工组织及概预算》、《工程招投标与合同管理》、《建设工程监理》、《铁路选线》、《土力学与路基》、《桥梁工程》、《地基基础》、《结构设计原理》。

希望本套教材的出版对轨道交通的发展、轨道交通专业人才的培养,特别是轨道交通土木工程专业课程的课堂教学有所贡献。

编委会

2012年11月

前 言

本书是为高等学校土木工程类专业网络课程教学编写的工程地质教材。

鉴于我国大规模基础设施建设的不断发展,土木工程与地质环境相互作用和影响日益显著,工程建设中各类工程地质问题也愈加复杂,本教材在编写中吸取了国内外有关工程地质学的最新研究成果和信息,反映了相关学科的新规范和新规定,可为学生提供较为全面的地质学与工程地质学的基础知识,以及为解决工程地质问题奠定所必需的理论与技术知识。

本书在编写时,坚持了内容体系的科学性、系统性和先进性,贯彻理论和实践相结合的原则。作为专业基础课程教材突出了两个特点。一是本书内容系统全面,全书总体上分为第1章的地质学基础、第2章至第4章的岩土工程性质、第5章至第10章的主要工程地质问题三个部分,强化地质学及工程地质学的基础理论论述,突出工程地质问题的深入分析和工程对策。二是本书在内容上实现强基础、重原理、促应用的教学宗旨,阐述工程地质的基本概念、基本原理和研究方法,使学生能够在理论与实践的结合上得到系统完整的训练。

本书在内容和案例的选择上突出了交通工程建设中的工程地质问题分析,体现交通土木类专业工程地质工作的特色,使教学内容更有针对性和实用性。本书是一本适应当前教学改革要求的工程地质课程教材,可满足当前拓展教学内容、宽口径培养和素质教育的需要。

针对远程网络教育和成人教育的特点,教材适合成人学生自学,具有浅显、易懂、实用等特点,采用教材编写、网络课件、自学指导书、课程题库四位一体化建设,实现远程网络学生上课有指导、网络有课件、自学有教材、知识掌握程度考核有题库的自主性学习课程支撑体系。

本书由北京交通大学王连俊主编,北京交通大学刘莹任副主编。绪论、第4章、第5章、第9章由王连俊编写;第1章由邱海峻编写;第2章、第6章由陈祥编写;第3章、第7章由刘莹编写;第8章、第10章由刘世海编写。全书由王连俊统稿。

由于编写时间有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者不吝批评指正。

编者

2012年11月

目 录

绪论·····	1	第5章 斜坡稳定性·····	145
复习参考题·····	5	5.1 斜坡的应力分布特征·····	145
第1章 地质学基础·····	6	5.2 斜坡的变形破坏方式·····	147
1.1 地质作用·····	6	5.3 斜坡变形破坏的影响因素·····	153
1.2 矿物和岩石·····	19	5.4 斜坡稳定性评价·····	156
1.3 地质构造·····	31	5.5 斜坡失稳的防治措施·····	164
1.4 区域稳定性问题·····	49	复习参考题·····	167
复习参考题·····	52	第6章 地下洞室围岩稳定性·····	168
第2章 地下水·····	54	6.1 岩体的天然应力状态·····	168
2.1 地下水的基本概念·····	54	6.2 洞室围岩应力重分布特征·····	170
2.2 地下水的水质·····	64	6.3 洞室围岩的变形破坏方式·····	180
2.3 地下水的运动·····	68	6.4 洞室围岩稳定性评价·····	187
2.4 地下水与工程建设·····	76	6.5 洞室围岩失稳的防治措施·····	193
复习参考题·····	79	复习参考题·····	195
第3章 土的工程性质·····	81	第7章 地基岩体稳定性·····	197
3.1 土的物质组成·····	81	7.1 地基岩体的变形破坏方式·····	198
3.2 土的物理性质·····	89	7.2 地基岩体稳定性评价·····	203
3.3 土的水理性质·····	93	7.3 地基岩体失稳的防治措施·····	212
3.4 土的力学性质·····	95	复习参考题·····	216
3.5 土的工程分类·····	101	第8章 场地渗透稳定性·····	217
3.6 各种土的工程性质·····	105	8.1 渗透变形破坏方式·····	217
复习参考题·····	111	8.2 渗透变形破坏的形成条件·····	219
第4章 岩石及岩体的工程性质·····	112	8.3 渗透变形可能性的判定·····	225
4.1 岩石的工程性质·····	112	8.4 渗透变形破坏的防治措施·····	227
4.2 岩体的工程性质·····	117	复习参考题·····	229
4.3 岩体的工程分类·····	135	第9章 岩溶·····	230
4.4 岩体稳定性评价·····	140	9.1 岩溶地貌及岩溶水的特征·····	230
复习参考题·····	144	9.2 岩溶的形成条件·····	233

9.3 岩溶的发育规律	237	10.4 泥石流的防治措施	262
9.4 岩溶与工程建设	242	复习参考题	263
复习参考题	248	附录 A 模拟试题	264
第 10 章 泥石流	249	A1 模拟试题一	264
10.1 泥石流的形成条件	250	A2 模拟试题二	266
10.2 泥石流特征与形成机制	253	参考文献	268
10.3 泥石流分类	259		

绪 论

【本章内容概要】

论述地质学与工程地质学的学科分类及概念、工程地质学的发展历史、工程地质在工程建设中的作用；介绍了本课程的主要内容及学习方法。

【本章学习重点与难点】

学习重点：掌握地质学与工程地质学的学科分类及概念。

学习难点：工程地质学与其他学科的联系、任务及亟待解决的关键问题。

1. 地质学与工程地质学

地质学（Geology）一词是由瑞士人索修尔（Saussure H. B. de）于1779年提出的，意指“地球的科学”。地质学就是研究地球的科学。

地质学的研究对象是地球，但当前主要是地壳。当然，随着人类进入太空，地质学的研究领域会逐渐扩大到其他天体，甚至整个宇宙。

1) 地质学的学科分类

地质学的服务对象概括起来就是矿产资源的勘探开发和工程建设地质环境的勘察与保护两个方面。地质学的研究内容十分广泛，它主要研究地球的组成、构造及其形成和演化规律。面对如此广泛的内容，势必出现许多独立的分支学科，大致可分为以下几类。

（1）基础学科，包括研究地壳物质组成的结晶学、矿物学、岩石学、地球化学等，研究地壳构造及地表形态的构造地质学、大地构造学、地貌学等，研究地壳演化历史的古生物学、地史学、地层学、第四纪地质学等。

（2）交叉学科，是指地质学与其他学科相结合而产生的学科，如数学地质学、地球物理学、遥感地质学、实验岩石学等。

（3）应用学科，是运用基础学科的理论来研究矿产资源的开发或工农业生产中的地质问题的学科，前者如矿床学、石油地质学、煤田地质学、水文地质学等，后者如工程地质学、环境地质学、农业地质学等。

（4）综合性学科，主要是指运用上述学科进行地区性或全球性地质问题综合研究的学科，如区域地质学、海洋地质学、板块构造学等。

2) 工程地质条件

人类工程活动的地质环境，亦称为工程地质条件，一般认为它应包括地形地貌、岩土类型及其工程性质、地质构造、水文地质、物理地质现象和天然建筑材料等六个要素。

3) 工程地质问题

人类的工程活动与地质环境具有密切的联系，并且是相互影响，相互制约的。人类的工程活动与地质环境相互作用、相互矛盾而引起的，对于工程建设与运营安全产生重大影响的

地质问题称为工程地质问题。

地质环境对工程活动的制约是多方面的。它可以影响工程建筑的造价与施工安全,也可以影响工程建筑的稳定和正常使用。如在开挖高边坡时,若忽视地质条件,可能引起大规模的崩塌或滑坡,不仅增加工程量、延长工期和提高造价,甚至危及施工安全。又如,在岩溶地区修建水库,若不查明岩溶情况并采取适当措施,轻则产生水库大量渗漏,重则造成完全不能蓄水,使水库不能正常使用。

工程活动也会以各种方式影响地质环境。如房屋引起地基土的压密沉降,桥梁可使局部河段冲刷或淤积条件发生变化,路堑开挖会改变斜坡原有应力场,隧道排水能引起地表水枯竭等。又如,在城市过量地抽取地下水,可能会导致大面积的地面沉降。大型水库的修建往往会波及广大地区,在平原可能引起大面积的沼泽化,在黄土地区可能引起大范围的湿陷,在某些地区还可能产生水库诱发地震。

4) 工程地质学

工程地质学是地质学的分支,是研究人类工程活动与地质环境相互作用的一门学科。它将地质科学应用于工程实践,通过工程地质调查及理论性的综合研究,分析工程建设场地的工程地质条件,评价并解决与工程建筑有关的工程地质问题,预测并论证工程区内物理地质现象的发生和发展,提出改善与防治措施,为工程建筑的规划、设计、施工、运营及环境保护提供所需的地质资料和数据。

工程地质学包括工程岩土学、工程地质原理、工程地质勘察、区域工程地质学四个基本部分,它们都已形成不同的分支学科。工程岩土学的任务是研究岩土的工程地质性质,研究这些性质的形成和它们在自然或人类活动影响下的变化。工程地质原理的任务是研究工程活动的主要工程问题,研究这些问题产生的条件、力学机制及其发展演化规律,以便正确评价和有效地防治它们的不良影响。工程地质勘察的任务是探讨进行地质调查和研究的方法,以便有效地查明有关工程活动的工程地质因素,给出正确的工程地质分析评价。由于工程地质条件有明显的区域性分布规律,因而工程地质问题也有区域性分布的特点,研究这些规律和特点的分支学科称为区域工程地质学。

随着人类工程活动规模的扩大和研究的深入,一些新的分支学科正在形成,如环境工程地质学、海洋工程地质学及地震工程地质学等。此外,还有为各类工程服务的工程地质学,如铁路工程地质学、公路工程地质学、水利工程地质学、土木工程地质学等。

工程地质学一般应是在前述基础学科后开设,工程地质学还与许多学科有密切联系,如土力学、岩石力学、水文地质学、基础工程学、施工技术、地下工程、勘察技术、岩土试验技术、地质力学模型试验及地震工程学等。对工程地质专业学生来说,这些课程一般是在工程地质学前开设;但对非工程地质专业学生来说,工程地质学常常是开设的第一门地质课程,有时甚至是唯一的一门地质课程。

2. 工程地质学的发展概况

人类的工程活动已有悠久的历史。早在 5 000 年以前的石器时代,人类已开始在地地下开矿。2 000 年前,埃及人已能应用砖砌沉井穿过砂层。埃及的金字塔,中国的长城、南北运河、新疆坎儿井等都是著名的人类早期的工程活动。

美国于 1831—1833 年开始修建第一条铁路。法国于 1857—1870 年打通穿越阿尔卑斯山的萨尼峰的 11 km 长隧道。英吉利海峡隧道和日本青函隧道的建成使人类隧道开凿达到了

一个新水平。随着人类工程活动的进行,促使人们不断去思考地质问题的实质,工程地质学这门学科得到逐步充实和发展。

1912年瑞士地质学家 A. Heim 的地压理论影响深远;1933年在瑞士工作的法国人 M. Lugeon 出版《大坝与地质》一书,并最早提出测定岩层渗透性的钻孔压水试验;1939年 R. F. Legget 出版《地质学与工程》一书;奥地利人 J. Stini 和 L. Müller 最早认识到岩体结构面的影响,并于1951年创办《地质与土木工程》杂志。在奥地利 Saltzberg 每年10月举办大型欧洲工程地质学术会议;法国人 J. A. Talbore 于1957年出版《岩石力学》专著,阐述了地质学与工程的关系;C. Jaeger 于1972年出版《岩石力学与工程》专著;1983年 R. F. Legget 又出版巨著《土木工程的地质学手册》。

我国学者陶振宇于1976年出版《水工建设中的岩石力学问题》,同年谷德振出版《岩体工程地质力学基础》一书。陈宗基对岩土流变学有深入研究,并创办武汉岩土力学研究所;石根华写的《Theory of Block》(块体理论)推动了岩体稳定的力学分析。

我国的工程地质学在新中国成立后发展迅速。1950年国务院成立了地质工作计划委员会,下设工程地质局,负责重点水利工程和新建铁路工程地质的规划工作。1952年成立地质部,下设水文地质、工程地质局,领导全国的水文地质、工程地质工作。

随着经济建设的不断发展,1952年首先在北京地质学院和长春地质学院开设了水文地质及工程地质专业,随后又相继在各有关高校设立了工程地质专业。水文地质及工程地质的科学研究机构也在各个部门相应地建立,并不断得到发展。

近年来,工程地质学得到很大的发展,突出表现在环境工程地质学科系统的逐渐形成。环境工程地质问题的研究,在国际上得到普遍的重视和快速发展,它的研究目的是保护环境,指导环境的合理开发,重点是研究人类工程建设对自然地质环境的影响及其变化的预测,论证环境保护、治理和评价开发方案的可行性,是工程地质学发展的新方向。海洋工程地质学,也是近年来随着石油及海底矿产开采及港口工程建设而发展起来的。建筑材料工程地质、地下工程和地震工程地质等新的分支学科,得到了迅速的发展。水利水电工程地质、铁路工程地质和矿山工程地质等传统学科,有了新的进展,更趋于完善和成熟。工程地质应用理论方面,如岩土体工程地质特性、工程地质学、动力工程地质学、建筑材料等,研究水平有很大的提高。

在大规模的工农业建设及与各种地质灾害的斗争中,我国的工程地质学逐渐形成成为具有自己特色的学科。为国民经济发展规划和工农业建设重点地区进行的区域工程地质和区域稳定性的研究,多年来进行了大量的、比较系统的工作,提出了我国区域工程地质学独特的学科体系。水利水电、铁路、矿山、地下工程等专门工程地质分支学科已初步形成,并日趋完善和深入。地震工程地质、海洋工程地质、环境工程地质、爆破工程地质和军事工程地质等分支学科,也正在不同程度地形成和发展中。在工程地质学的理论方面,进行了大量卓有成效的探索性研究工作,例如,对岩体工程地质评价的岩体工程地质力学理论;在区域稳定性研究中,以活动构造体系为基础的研究观点和方法,以及以深断裂和板块理论为基础的研究观点和方法;软岩和土体工程地质研究中的微观结构和物理化学观点等各方面,提出了具有中国特色的理论和观点。

人类工程活动的范围和规模,不断地日益扩大和迅速增加,对工程地质学提出许多难度更大的新课题,如大型高坝地基和高边坡的岩体稳定问题、高地应力场地区大跨度地下洞室

和深矿井的围岩稳定问题、高层建筑的软岩（土）地基处理和抗震问题、长大越岭隧道施工中的突水突泥及大变形控制技术问题、交通工程与基础设施建设涉及的多年冻土稳定理论与控制问题、高速铁路与高速公路软土地基的沉降控制技术，以及核电站、核防护所、地下油库、海底隧道、国防工程等特殊设施的地质问题。这些都促使工程地质学要不断地吸收有关学科的新理论和新方法，与工程力学、岩土力学等相关学科密切结合。工程地质已经由“定性分析”向“定量计算”研究方向发展，把地质定性分析和数学力学定量计算有机地结合起来。要加强工程地质学基础理论和边缘课题的研究，广泛应用先进的勘探技术和新的试验设备，加强多学科、多专业、多手段的综合研究，采取有效措施提高勘察质量。在解决各种工程地质问题的实践过程中，不断提高理论水平、丰富实际经验，以加速工程地质学科的更大发展。

3. 工程地质在工程建设中的作用

进行大规模的工程建设，都必须进行工程地质调查与勘探工作，查明工程建筑地区的工程地质条件，对有利的地质因素和不良的地质现象作出正确的分析，针对影响建筑物安全的主要工程地质问题进行论证，预测工程建成后引起的环境工程地质问题，为工程建设的规划、选址、设计、施工与管理等各个阶段，提供可靠的工程地质资料。如果在工程建设中对工程地质工作重视不够，或工作粗糙，留下隐患，则会产生严重的后果。这方面的经验教训是值得我们深思的。

1882—1912 年经历了 32 年挖掘而成的巴拿马运河，由于发生多次山崩和滑坡，又多花费了 5 年的时间，加挖土石方 40% 以上，停航损失就达 10 亿美元。

据不完全统计，100 多年来，世界上仅水坝失事就发生 500 多起，其中相当大的比例是由于地质原因造成的。失事的重力坝中，由地质问题造成的占 45%，洪水漫顶的占 35%，其他水力及人为因素的占 20%。意大利的瓦依昂（Vaiont）拱坝，蓄水后右岸陡坡 1.5 亿 m^3 岩体崩入库中，导致库水漫坝，造成 2 400 多人死亡的严重事故。法国南部瓦尔省莱茵河上的马尔帕塞（Mal Passet）水坝由于连日暴雨使库水位猛涨，左岸拱座滑动破坏，坝体崩溃，洪流下泄，席卷数十公里。下游福瑞捷斯城被冲为废墟，附近铁路、公路、供电和供水线路几乎全部破坏，387 人死亡，100 余人失踪。西班牙的蒙特哈水库，建成后因库水从石灰岩溶洞中漏失，致使 72 m 高的大坝耸立在干枯的河谷上。我国修建的水工建筑物，也有的由于对地质条件缺乏周密的调查，设计方案没有充分的地质依据，就急于破土动工，结果碰到严重的地质问题。例如，浙江黄坛口水电工程，在大坝开挖时才发现左岸坝肩是大滑坡体，坝头无法与坝肩坚硬岩体相接，不得不重新进行补充勘测，改变原设计方案。

我国新中国成立初期修建的宝成铁路，限于 20 世纪 50 年代初期的设计水平，对工程地质条件认识不足，致使线路的某些地段质量不高，给施工和运营带来了困难。宝成铁路上存在的路基冲刷、滑坡和泥石流问题给我们留下了深刻教训。

工程地质勘察是工程设计和施工的基础工作。实践证明，没有高质量的工程地质勘察，就不可能制定与选择最优的设计和施工方案，更谈不上工程的经济与安全。工程技术人员只有具有扎实的工程地质知识，才能充分应用地质资料，正确分析主要工程地质问题，制定合理的规划和最优的设计方案，保证工程经济合理、施工顺利和运营安全。

4. 主要内容

本教材重点阐述地质学基础、岩土工程性质和各类工程地质问题三个方面的内容。

1) 地质学基础

内外动力地质作用是地壳演化的真正动力,也是工程建设场地工程地质问题复杂程度和严重程度的内在原因。充分了解地壳运动、岩浆作用、变质作用、地震作用等内动力地质作用的演化特征,掌握风化、河流与地表流水、重力、海洋、风、沼泽、湖泊等外动力地质作用的特点,认识岩溶、滑坡、崩塌、岩石风化等不良地质现象及作用过程对工程建设的影响是有重要意义的;岩石类型、地质构造是地质环境的物质基础,了解和掌握其形成过程、演化历史及表现特征,对保证工程建筑地基稳定具有决定性的影响;研究地震活动性与区域稳定性等问题是工程选址的决定因素。

2) 岩土工程性质

岩土作为工程建筑的地基和重要的建筑材料,其工程地质性质直接影响地基的稳定性和土石材料质量的好坏。本教材重点阐述土、岩石及岩体的工程性质及地下水的基本特性,主要包括地下水的埋藏条件、成因类型、化学性质、运动规律、渗流计算及基坑和井的涌水量计算等,土的物质组成、物理性质、水理性质、强度特性和变形计算与分析,岩石与岩体的工程特性、结构面特性及岩体破坏特征分析等内容。

3) 各类工程地质问题

斜坡岩体、地下洞室围岩、地基岩体及渗透稳定性问题,岩溶及泥石流问题等,是工程建设中主要的工程地质问题。本教材分章阐述各类工程地质问题产生的原因、影响因素,突出变形破坏机理分析、力学分析与计算评价等内容,并对相应的工程处理对策和措施进行充分阐述和论证。

5. 学习要求和方法

本课程为一门专业技术基础课。通过本课程的学习,使学生获得工程地质方面的基础知识,初步了解分析地基、边坡和周围岩体稳定性及渗漏、岩溶、泥石流等工程地质问题的基本方法,为学生解决工程问题打好工程地质基础。对学生学习本课程提出如下目标要求:

(1) 能辨认基本的地质构造及明显的不良地质现象,阅读一般地质资料,了解岩土主要的工程性质,了解其对工程建筑的影响;

(2) 系统掌握工程地质的基本理论和方法,根据工程地质勘察数据和资料,能进行一般的工程地质问题分析并提出处理措施;

(3) 将所学地质及工程地质学知识与相关课程知识紧密结合,进行实际工程的设计与施工。

为了学好这门课程,应结合课堂教学、网络课件、自学指导书、课程题库四位一体的学习,通过教师指导、各章节复习参考题和题库的自主性考核,使得全面掌握课程的思想体系,尤其重视各章节知识的融会贯通和灵活运用,培养独立分析问题解决问题的能力。

复习参考题

1. 解释地质学、工程地质学、工程地质条件、工程地质问题。
2. 简述工程地质学的基本任务。
3. 简述工程地质学的作用。
4. 简述工程地质学的学科构成。

第1章

地质学基础

【本章内容概要】

内力地质作用（地壳运动、岩浆作用、变质作用、地震作用）的概念、地壳运动机理及其对各种内力地质作用的影响、风化作用的方式和风化作用的影响因素及河流地质作用对工程建设的影响；三大岩类的形成过程；三大岩类的分类方法并能进行类别划分；地层年代的确定方法及地质年代划分；地层单位的符号与顺序、地层的接触关系、地层产状与测量方法、褶皱构造的类型与识别方法、节理的类型与调查统计、断层类型及识别标志；区域稳定性分区评价和活断层研究。

【本章学习重点与难点】

学习重点：内、外动力地质作用，河流地质作用对工程建设的影响；三大岩类的结构、构造及其分类；地质年代；褶皱的类型及野外辨识；节理、断层的性质及野外识别。

学习难点：岩浆岩、沉积岩和变质岩三大岩类的分类；地层的接触关系；地质构造类型及识别标志；地层产状与测量方法、地层界线与地形等高线的组合关系。

1.1 地质作用

由自然动力引起地球和地壳物质组成、内部结构和地壳形态不断变化和发展的过程，称为地质作用。

地球自形成以来，一直处于不断的运动和变化之中。今日的地球，只是它运动和发展过程中的一个阶段。就地壳而言，虽然它只能代表地球演变的一部分，但它的表面形态、内部结构和物质组成也时刻在变化着。“沧海变桑田”已成为古人之见。坚硬的岩石破裂粉碎成为松软泥土，而松软泥土又可不断沉积形成新的岩石。

1.1.1 内力地质作用

由地球内部能源所引起岩石圈物质成分、内部构造、地表形态发生变化的作用称为内力地质作用。包括地壳运动、岩浆作用、变质作用和地震作用。

1. 地壳运动

地壳运动，是指地壳的隆起和坳陷，海、陆轮廓的变化，山脉、海沟的形成，以及褶皱、断裂等各种地质构造的形成和发展，即自然力作用下地壳产生的变形和相互移动。地壳运动按其运动方向可以分为水平运动和升降运动。

（1）水平运动，是指地壳大致沿地球表面切线方向的运动。水平运动表现为岩石圈的水平挤压或引张，以及形成巨大的褶皱山系和地堑、裂谷等。

（2）升降运动，是指地壳运动垂直于地表，即沿地球半径方向的运动。表现为大面积

的上升运动和下降运动,形成大型的隆起和拗陷,产生海退和海侵现象。一般来说,升降运动比水平运动更为缓慢。在同一个地区不同时期内,上升运动和下降运动常交替进行。最明显的例子是意大利那不勒斯湾的塞拉比斯庙废墟。在其残留的3根大理石柱(高12 m)上记录了自公元前105年至1955年的地质遗迹,反映了2 000多年中沧桑变更(火山活动、海陆变迁),见图1-1。

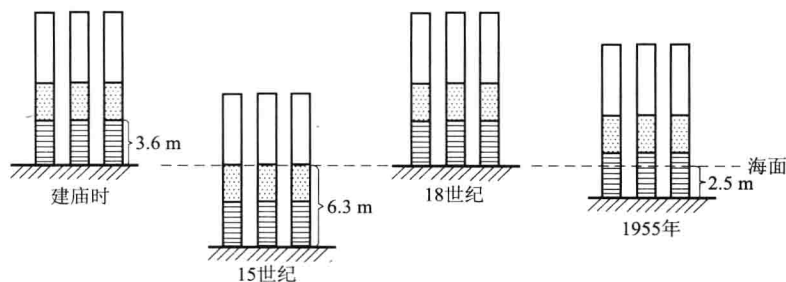


图1-1 三根大理石柱的升降变化示意图

2. 岩浆作用

岩浆是地下形成的、含有大量挥发组分的、高温黏稠的硅酸盐熔融体。

岩浆在地下的某个地方形成后,由于上覆地壳质量的挤压而在沿构造软弱带上升过程中,随着温度、压力的下降,岩浆便会发生一系列物理化学性质的变化并与围岩发生反应,最后冷凝成火成岩。这种岩浆从形成、运动、演化直至冷凝成岩的全过程,称为岩浆作用。

岩浆的成分主要是硅酸盐。若以氧化物的形式来表示,则主要由 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 等组成,其中含量最多的是 SiO_2 。岩浆中还含有挥发组分,其含量一般不超过6%。挥发组分中主要为水蒸气,约占挥发组分总量的75%~90%,其次是 CO_2 、 CO 、 N_2 、 SO_2 、 H_2S 、 HCl 、 HF 、 Cl_2 、 NH_3 等。黏稠性也是岩浆重要特性之一。黏度的大小主要取决于岩浆中 SiO_2 的含量。 SiO_2 含量高,黏度就大,不易流动。所以基性岩浆的黏度较小,而酸性岩浆的黏度较大。

岩浆由地下深处侵入地壳中冷凝成岩的全过程,称为侵入作用。由此形成的岩石称为侵入岩。侵入岩又可根据所处部位距地表的深浅分成深成岩(大于3 km)和浅成岩(小于3 km)。

岩浆喷出地表的全过程称为火山作用或喷出作用。由此凝结而成的岩石称为喷出岩。喷出岩有两种类型:一种是溢出的熔浆在地面直接凝结成的岩石成为喷出岩;另一种是岩浆和其他碎屑物质,被猛烈的火山喷发抛到空中,然后降落到地面形成的岩石称火山碎屑岩。

3. 变质作用

由地球内力引起岩石产生结构、构造及矿物成分改变而形成新岩石的过程称为变质作用,在变质作用下形成的岩石称为变质岩。变质作用的因素主要有温度、压力和化学活动性流体。

根据不同的变质因素,可将变质作用划分为接触变质作用、热液变质作用和动力变质作用三种类型。

(1) 接触变质作用。围岩受岩浆侵入体高温影响产生的变质作用称为接触变质作用。由于接触变质的主要变质因素是高温,所以又称为热力变质作用。接触变质的主要作用是促