



21世纪全国本科院校土木建筑类**创新型**应用人才培养规划教材

工程地质

(第2版)

主 编 倪宏革 周建波

提供电子课件

- 采用最新国家及行业颁布的标准和规范
- 反映土木工程建设领域发展的最新成果



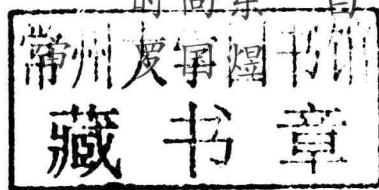
北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

工程地质（第 2 版）

主 编 倪宏革 周建波
副主编 范庆来 袁立群
时向东 白 哲

主



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书系统地介绍了工程地质学的基本原理和勘察、测试技术,包括岩石和土的物质组成及其工程特性与工程地质分类,地质构造及工程地质评价,地下水、河流、海岸带、岩溶、边坡、风化等地质作用的基本规律与灾害防治,以及工程地质勘察、工程地质报告和图件的编制。

本书可作为高等院校土木工程专业的教材,也可作为水利工程、采矿工程等相关本科专业的教材或教学参考书,还可供从事上述各专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程地质/倪宏革,周建波主编. —2版. —北京:北京大学出版社,2013.7

(21世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-22726-8

I. ①工… II. ①倪… ②周… 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(2013)第143152号

书 名: 工程地质(第2版)

著作责任者: 倪宏革 周建波 主编

策划编辑: 卢东 吴迪

责任编辑: 伍大维

标准书号: ISBN 978-7-301-22726-8/TU·0341

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博:@北京大学出版社

电子信箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京世知印务有限公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 15.5印张 357千字

2009年8月第1版

2013年7月第2版 2013年7月第1次印刷(总第5次印刷)

定 价: 30.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

第 2 版前言

教材必须及时反映我国土木工程领域科学技术的最新发展，以及高等工程教育教学改革所取得的阶段性成果。本书自 2009 年第 1 版出版后，在几年的教学实践中，得到广大师生的好评，但我们觉得它仍然存在一些缺点和不足之处。2012 年 12 月，北京大学出版社启动“21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材”第 2 版修订计划，给我们提供了进一步提高教材质量的极好机会。

我们在广泛分析和研究近几年新出版的“工程地质”教材和近几年陆续颁布使用的各种新的国家规范基础上，重新学习、领会土木工程专业指导委员会制定的“高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲”对该门课程的教学基本要求，完成了本次教材的修订。

本次修订主要进行了以下几方面工作。

(1) 将第 1 版教材的第 6 章边坡工程内容并入第 4 章地质灾害之中，避免了部分教学知识点的重合，这样全书由 8 章变为 7 章。

(2) 按照近几年国家和行业最新颁布的标准、规范要求，及时反映当前土木工程建设领域发展的最新成果，尤其是新材料、新技术、新工艺和新设备，使教材内容与之同步。

(3) 增加了第 6 章冻土结构类型的部分内容。

(4) 对第 1 版教材中存在的错误进行了校正。

(5) 对第 1 版教材的教学提示、学习要求等栏目进行了调整，改为教学目标、教学要求、基本概念等栏目；对本章小结的内容也作了进一步概括，便于读者把握每章节的中心内容。

(6) 重新编写与教材配套的电子课件。

在人员和分工方面有所变动：鲁东大学土木工程学院倪宏革教授和荣乌高速蓬莱管理处周建波高工共同完成了本书的修订工作，鲁东大学范庆来副教授、袁立群博士以及烟台大学时向东副教授和河南城建学院白哲博士也参与了部分修订工作。全书最后由倪宏革教授统稿，由南京大学罗国煜教授主审。

限于编者水平，本书的缺点和不足之处在所难免，敬请读者批评指正，不胜感谢。

编 者

2013 年 3 月

第1版前言

工程地质是高等院校土木工程专业本科生的一门重要专业基础课。该课程主要是运用地质学理论与方法研究地质环境,查明地质灾害的规律并提出防治对策,以确保工程建设安全、经济和正常使用,将工程地质原理和岩土工程施工、勘察和设计的相关内容糅合在一起。一本优秀的工程地质教材对于学生切实掌握基础地质及工程地质的基本概念和基本理论、主要分析方法和主要防治措施,有效解决土木工程设计、施工和运营管理中的相关地质问题具有重要的意义。目前国内已有多种工程地质教材,然而随着工程技术的发展,特别是计算机的广泛应用,与之相关的知识不断更新,教学手段不断改革,需要的教材也随之发生变化。经过多年的教学实践和教学改革,教师和学生都需要一本既能满足教学基本要求又有加深拓宽的内容,还能加强工程实践能力培养的教材。本书就是应广大师生的这一迫切需要编写的,力求做到好读易教,使之成为满足一般院校使用的有特色的本科教材。

本书是根据高等学校土木工程专业指导委员会制定的“高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲”对该门课程的教学基本要求编写的教材。全书共分8章,划分成两大部分:以岩土水体、地层及地质运动等内容为基础地质部分和以地质灾害、地下建筑工程、道路及水利工程中边坡地质问题和工程地质勘察等内容为地质工程应用部分。所述内容由浅入深,将各部分知识要点有机地连成一个整体,构成主线分明、重点突出、详略得当、结构合理的教材体系。在编写过程中考虑到工程地质课程和后续的土力学、地基处理等课程相关内容的重复性,全书在相关内容上进行了取舍,保证了教学内容的精练。

本着“易读,好教,注重实践”的教材写作目的,我们在章节设计上做了一些尝试,如在每章开头加设教学提示和学习要求,做到提纲挈领,有助于读者把握各章的重点,理清章节之间的联系,也便于教师抓住授课要点;在讲完一章的内容后,设计了一个本章小结,与本章开头提出的学习要求相呼应,对本章主要内容做了很精练的总结;在每一章都安排了一定数量的思考题,强调本章的重点概念,防止学生对基本概念理解不深,每一章的结尾还安排了与本章内容相关的具有趣味性的知识链接或背景知识,可提高学生的阅读兴趣。

本书按48学时的教学内容编写,工程管理本科专业或土木工程专科以及相关专业函授本专科教学内容可根据需要进行必要的取舍。

参加本书编写的有鲁东大学倪宏革(绪论、第1章、第5章)、范庆来(第7章、第8章)、袁立群(第3章、第4章),烟台大学时向东老师和河南城建学院白哲老师共同完成了第2章和第6章的编写工作。全书最后由倪宏革教授统稿,由南京大学罗国煜教授主审。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,欢迎老师、同学及各界人士批评指正。

编者

2009年6月

北京大学出版社土木建筑系列教材(已出版)

序号	书名	主编	定价	序号	书名	主编	定价
1	建筑设备(第2版)	刘源全 张国军	46.00	50	土木工程施工	石海均 马 哲	40.00
2	土木工程测量(第2版)	陈久强 刘文生	40.00	51	土木工程制图	张会平	34.00
3	土木工程材料(第2版)	柯国军	45.00	52	土木工程制图习题集	张会平	22.00
4	土木工程计算机绘图	袁 果 张渝生	28.00	53	土木工程材料	王春阳 裴 锐	40.00
5	工程地质(第2版)	何培玲 张 婷	26.00	54	结构抗震设计	祝英杰	30.00
6	建设工程监理概论(第2版)	巩天真 张泽平	30.00	55	土木工程专业英语	霍俊芳 姜丽云	35.00
7	工程经济学(第2版)	冯为民 付晓灵	42.00	56	混凝土结构设计原理	邵永健	40.00
8	工程项目管理(第2版)	仲景冰 王红兵	45.00	57	土木工程计量与计价	王翠琴 李春燕	35.00
9	工程造价管理	车春鹂 杜春艳	24.00	58	房地产开发与管理	刘 薇	38.00
10	工程招标投标管理(第2版)	刘昌明	30.00	59	土力学	高向阳	32.00
11	工程合同管理	方 俊 胡向真	23.00	60	建筑表现技法	冯 柯	42.00
12	建筑工程施工组织与管理(第2版)	余群舟 宋会莲	31.00	61	工程招投标与合同管理	吴 芳 冯 宁	39.00
13	建设法规(第2版)	肖 铭 潘安平	32.00	62	工程施工组织	周国恩	28.00
14	建设项目评估	王 华	35.00	63	建筑力学	邹建奇	34.00
15	工程量清单的编制与投标报价	刘富勤 陈德方	25.00	64	土力学学习指导与考题精解	高向阳	26.00
16	土木工程概预算与投标报价(第2版)	刘 薇 叶 良	37.00	65	建筑概论	钱 坤	28.00
17	室内装饰工程预算	陈祖建	30.00	66	岩石力学	高 玮	35.00
18	力学与结构	徐吉恩 唐小弟	42.00	67	交通工程学	李 杰 王 富	39.00
19	理论力学(第2版)	张俊彦 赵荣国	40.00	68	房地产策划	王直民	42.00
20	材料力学	金康宁 谢群丹	27.00	69	中国传统建筑构造	李合群	35.00
21	结构力学简明教程	张系斌	20.00	70	房地产开发	石海均 王 宏	34.00
22	流体力学	刘建军 章宝华	20.00	71	室内设计原理	冯 柯	28.00
23	弹性力学	薛 强	22.00	72	建筑结构优化及应用	朱杰江	30.00
24	工程力学	罗迎社 喻小明	30.00	73	高层与大跨建筑结构施工	王绍君	45.00
25	土力学	肖仁成 俞 晓	18.00	74	工程造价管理	周国恩	42.00
26	基础工程	王协群 章宝华	32.00	75	土建工程制图	张黎骅	29.00
27	有限单元法(第2版)	丁 科 殷水平	30.00	76	土建工程制图习题集	张黎骅	26.00
28	土木工程施工	邓寿昌 李晓日	42.00	77	材料力学	章宝华	36.00
29	房屋建筑学(第2版)	聂洪达 鄢恩田	48.00	78	土力学教程	孟祥波	30.00
30	混凝土结构设计原理	许成祥 何培玲	28.00	79	土力学	曹卫平	34.00
31	混凝土结构设计	彭 刚 蔡江勇	28.00	80	土木工程项目管理	郑文新	41.00
32	钢结构设计原理	石建军 姜 袁	32.00	81	工程力学	王明斌 庞永平	37.00
33	结构抗震设计	马成松 苏 原	25.00	82	建筑工程造价	郑文新	39.00
34	高层建筑施工	张厚先 陈德方	32.00	83	土力学(中英双语)	郎煜华	38.00
35	高层建筑结构设计	张仲先 王海波	23.00	84	土木建筑 CAD 实用教程	王文达	30.00
36	工程事故分析与工程安全(第2版)	谢征勋 罗 章	38.00	85	工程管理概论	郑文新 李献涛	26.00
37	砌体结构(第2版)	何培玲 尹维新	26.00	86	景观设计	陈玲玲	49.00
38	荷载与结构设计方法(第2版)	许成祥 何培玲	30.00	87	色彩景观基础教程	阮正仪	42.00
39	工程结构检测	周 详 刘益虹	20.00	88	工程力学	杨云芳	42.00
40	土木工程课程设计指南	许 明 孟苗超	25.00	89	工程设计软件应用	孙香红	39.00
41	桥梁工程(第2版)	周先雁 王解军	37.00	90	城市轨道交通工程建设风险与保险	吴宏建 刘宽亮	75.00
42	房屋建筑学(上:民用建筑)	钱 坤 王若竹	32.00	91	混凝土结构设计原理	熊丹安	32.00
43	房屋建筑学(下:工业建筑)	钱 坤 吴 歌	26.00	92	城市详细规划原理与设计方法	姜 云	36.00
44	工程管理专业英语	王竹芳	24.00	93	工程经济学	都沁军	42.00
45	建筑结构 CAD 教程	崔钦淑	36.00	94	结构力学	边亚东	42.00
46	建设工程招投标与合同管理实务	崔东红	38.00	95	房地产估价	沈良峰	45.00
47	工程地质(第2版)	倪宏革 周建波	30.00	96	土木工程结构试验	叶成杰	39.00
48	工程经济学	张厚钧	36.00	97	土木工程概论	邓友生	34.00
49	工程财务管理	张学英	38.00	98	工程项目管理	邓铁军 杨亚频	48.00

序号	书名	主编	定价	序号	书名	主编	定价
99	误差理论与测量平差基础	胡圣武 肖本林	37.00	111	水分析化学	宋吉娜	42.00
100	房地产估价理论与实务	李 龙	36.00	112	基础工程	曹 云	43.00
101	混凝土结构设计	熊丹安	37.00	113	建筑结构抗震分析与设计	裴星洙	35.00
102	钢结构设计原理	胡习兵	30.00	114	建筑工程安全管理与技术	高向阳	40.00
103	土木工程材料	赵志曼	39.00	115	土木工程施工与管理	李华锋 徐 芸	65.00
104	工程项目投资控制	曲 娜 陈顺良	32.00	116	土木工程试验	王吉民	34.00
105	建设项目评估	黄明知 高华艳	38.00	117	土质学与土力学	刘红军	36.00
106	结构力学实用教程	常伏德	47.00	118	建筑工程施工组织与概预算	钟吉湘	52.00
107	道路勘测设计	刘文生	43.00	119	房地产测量	魏德宏	28.00
108	大跨桥梁	王解军 周先雁	30.00	120	土力学	贾彩虹	38.00
109	工程爆破	段宝福	42.00	121	交通工程基础	王富	24.00
110	地基处理	刘起霞	45.00				

相关教学资源如电子课件、电子教材、习题答案等可以登录 www.pup6.com 下载或在线阅读。

扑六知识网(www.pup6.com)有海量的相关教学资源和电子教材供阅读及下载(包括北京大学出版社第六事业部的相关资源),同时欢迎您将教学课件、视频、教案、素材、习题、试卷、辅导材料、课改成果、设计作品、论文等教学资源上传到 pup6.com, 与全国高校师生分享您的教学成就与经验, 并可自由设定价格, 知识也能创造财富。具体情况请登录网站查询。

如您需要免费纸质样书用于教学, 欢迎登陆第六事业部门户网(www.pup6.com)填表申请, 并欢迎在线登记选题以到北京大学出版社来出版您的大作, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

扑六知识网将打造成全国最大的教育资源共享平台, 欢迎您的加入——让知识有价值, 让教学无界限, 让学习更轻松。

联系方式: 010-62750667, donglu2004@163.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信咨询。

目 录

第 0 章 绪论	1
0.1 地质学与工程地质学	1
0.2 工程地质学在土木工程建设中的作用	2
0.3 本课程主要内容及学习要求	3
本章小结	4
思考题	4
第 1 章 地壳及其物质组成	5
1.1 地球的总体特征	5
1.1.1 地球的圈层构造	6
1.1.2 地质作用	6
1.2 矿物	7
1.2.1 矿物的形态及主要物理性质	7
1.2.2 主要造岩矿物及其鉴定特征	10
1.3 岩浆岩	11
1.3.1 岩浆岩的形成过程	11
1.3.2 岩浆岩的地质特征	13
1.3.3 岩浆岩分类及常见岩浆岩的鉴定特征	14
1.4 沉积岩	15
1.4.1 沉积岩的形成过程	15
1.4.2 沉积岩的地质特征	17
1.4.3 沉积岩分类及常见沉积岩的鉴定特征	19
1.5 变质岩	21
1.5.1 变质岩的形成过程	21
1.5.2 变质岩的地质特征	23
1.5.3 变质岩分类及常见变质岩的鉴定特征	24
1.6 岩石的工程地质性质	25
1.6.1 岩石工程地质性质的常用指标	25

1.6.2 风化作用	29
1.6.3 岩石的工程分类	33
知识链接	36
本章小结	37
思考题	38
第 2 章 地质构造及地质图	39
2.1 岩层及岩层产状	40
2.1.1 岩层	40
2.1.2 岩层产状	41
2.2 褶皱构造及其类型	43
2.2.1 褶皱构造	43
2.2.2 褶皱构造的类型	45
2.3 断裂构造	46
2.3.1 节理	46
2.3.2 断层	49
2.3.3 活断层	54
2.4 地质构造对工程建筑物稳定性的影响	57
2.4.1 边坡、隧道和桥基设置与地质构造的关系	57
2.4.2 活断层对工程建筑的影响	59
2.5 地质年代	60
2.5.1 绝对年代与相对年代	60
2.5.2 地质年代表	63
2.5.3 地方性岩石地层单位	65
2.5.4 我国地史概况	65
2.6 地质图	66
2.6.1 地质图的种类	66
2.6.2 地质图的阅读步骤	68
2.6.3 地质剖面图的制作	70
2.6.4 地层综合柱状图	71
知识链接	71
本章小结	73

思考题	74
第3章 水的地质作用	75
3.1 地表水的地质作用	76
3.1.1 概述	76
3.1.2 暂时流水的地质作用	76
3.1.3 河流的地质作用	80
3.1.4 海岸带的地质作用	88
3.2 地下水的地质作用	93
3.2.1 地下水的基本知识	93
3.2.2 地下水的基本类型	96
3.2.3 地下水对土木工程的影响	104
知识链接	108
本章小结	109
思考题	109
第4章 常见的地质灾害	111
4.1 滑坡	112
4.1.1 滑坡及其形态特征	112
4.1.2 滑坡的形成条件及影响因素	113
4.1.3 滑坡的分类	115
4.1.4 滑坡的防治	117
4.2 崩塌及岩堆	120
4.2.1 崩塌	120
4.2.2 岩堆	123
4.3 泥石流	125
4.3.1 泥石流及其分布	125
4.3.2 泥石流的形成条件	126
4.3.3 泥石流的分类	128
4.3.4 泥石流地区的线路位置选择和防治措施	129
4.4 边坡变形破坏的基本类型	130
4.4.1 土质路堑边坡的变形破坏类型	130
4.4.2 岩质边坡变形破坏的基本类型	131
4.4.3 影响岩质边坡稳定的因素	135
4.4.4 边坡稳定分析方法	135
4.5 岩溶	142

4.5.1 岩溶及其形态特征	142
4.5.2 岩溶的形成条件及其发育规律	144
4.5.3 岩溶地区工程地质问题及防治措施	146
4.6 地震	147
4.6.1 地震概述	147
4.6.2 地震震级与地震烈度	149
4.6.3 地震对建筑物的影响	151
知识链接	152
本章小结	154
思考题	155

第5章 地下建筑工程地质问题	156
5.1 概述	156
5.1.1 岩体及岩体结构的概念	157
5.1.2 地应力	159
5.2 地下洞室变形及破坏的基本类型	160
5.2.1 围岩应力引起的变形与破坏	160
5.2.2 围岩构造控制的变形与破坏	163
5.2.3 松散围岩的变形与破坏	163
5.3 地下洞室特殊地质问题	164
5.3.1 洞室涌水	164
5.3.2 腐蚀	166
5.3.3 地温	167
5.3.4 瓦斯	168
5.3.5 岩爆	168
5.4 围岩分级及其应用	169
5.4.1 围岩分级	169
5.4.2 围岩稳定性分析方法	174
知识链接	175
本章小结	178
思考题	179

第6章 特殊土的工程性质	180
6.1 黄土及其工程性质	181
6.1.1 黄土的特征及其分布	181

6.1.2 黄土的成因及形成年代	181	7.1.2 工程地质勘察的阶段划分	196
6.1.3 黄土的工程性质及工程地质问题	182	7.2 工程地质测绘和调查	198
6.2 膨胀土及其工程性质	183	7.2.1 工程地质测绘和调查的主要内容	198
6.2.1 膨胀土的特征及其分布	183	7.2.2 工程地质测绘方法	199
6.2.2 膨胀土的工程性质	184	7.3 工程地质勘探	200
6.2.3 膨胀土的工程地质问题及防治措施	185	7.3.1 工程地质钻探	200
6.3 软土及其工程性质	186	7.3.2 井探、槽探	203
6.3.1 软土的特征及其分布和分类	186	7.3.3 地球物理勘探	204
6.3.2 软土的工程性质	187	7.4 工程地质原位测试	207
6.3.3 软土的变形破坏和地基加固措施	188	7.4.1 静力载荷试验	207
6.4 冻土及其工程性质	189	7.4.2 静力触探试验	210
6.4.1 季节冻土及其冻融现象	190	7.4.3 圆锥动力触探试验	212
6.4.2 多年冻土及其工程性质	191	7.4.4 标准贯入试验	213
6.4.3 冻土病害的防治措施	192	7.4.5 十字板剪切试验	215
知识链接	193	7.5 现场检验与监测	216
本章小结	194	7.5.1 地基基础检验和检测	217
思考题	194	7.5.2 不良地质作用和地质灾害的监测	218
第7章 工程地质勘察	195	7.5.3 地下水的监测	218
7.1 工程地质勘察任务和勘察阶段的划分	196	7.6 勘察资料的内业整理	219
7.1.1 工程地质勘察的任务	196	知识链接	227
		本章小结	228
		思考题	228
		附录 工程地质勘察报告的阅读	229
		参考文献	238

第0章 绪论

教学目标

通过本章学习，应达到以下目标。

- (1) 了解地质学与工程地质学的关系。
- (2) 工程地质学在土木工程建设中的作用。

教学要求

知识要点	掌握程度	相关知识
工程地质的主要任务	(1) 工程地质在土木工程建设中的作用 (2) 工程地质课程应掌握的基本能力和要求	与工程地质密切相关的主要学科



基本概念

地质学、工程地质学。

0.1 地质学与工程地质学

地质学是一门研究关于地球的科学。它研究的对象是固体地球的上层，主要有以下几方面内容。

- (1) 研究组成地球的物质。由矿物学、岩石学、地球化学等分支学科承担这方面的研究。
- (2) 研究地壳及地球的构造特征，即研究岩石或岩石组合的空间分布。这方面的分支学科有构造地质学、区域地质学、地球物理学等。
- (3) 研究地球的历史以及栖居在地质时期的生物及其演变。研究这方面问题的有古生物学、地史学、岩相古地理学等。
- (4) 研究地质学的研究方法手段，如同位素地质学、数学地质学及遥感地质学等。
- (5) 研究应用地质学以解决资源探寻、环境地质分析和工程建设及工程防灾问题。主要包括两方面：一是以地质学理论和方法指导人们寻找各种矿产资源，这是矿床学、煤田地质学、石油地质学、铀矿地质学等研究的主要内容；二是运用地质学理论和方法研究地质环境，查明地质灾害的规律和防治对策，以确保工程建设安全、经济和正常运行。

工程地质学是地质学的重要分支学科，是把地质学原理应用于工程实际的一门学问，是研究与工程建设有关的地质问题的学科。发展至今，工程地质学已成为一门独立学科。

就研究对象和内容看，与工程地质学密切相关的主要学科，可用图 0.1 所示的简单关系框图来说明。

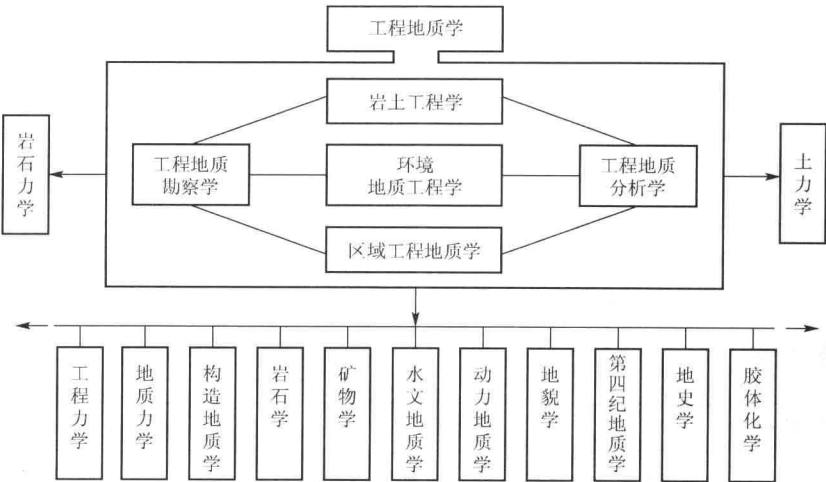


图 0.1 与工程地质学相关学科的简单关系框图

工程地质学的具体任务如下。

- (1) 评价工程地质条件，阐明地上和地下建筑工程建设和运行的有利和不利因素，选定建筑场地和适宜的建筑形式，保证规划、设计、施工、使用、维修顺利进行。
- (2) 从地质条件与工程建筑相互作用的角度出发，论证和预测有关工程地质问题发生的可能性、发生的规模和发展趋势。
- (3) 提出及建议改善、防治或利用有关工程地质条件的措施、加固岩土体和防治地下水的方案。
- (4) 研究岩体、土体分类和分区及区域性特点。
- (5) 研究人类工程活动与地质环境之间的相互作用与影响。

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，而各类工程(交通、矿山、水利水电、工业与民用建筑等)对工程地质条件有不同的要求，主要工程地质问题也不同，由于各地工程地质条件复杂多变，决定了工程地质问题千差万别。而各类工程又主要是一种表层建筑物，会遇到各种各样的自然条件和地质问题，并易受频繁变化的大气物理作用的影响。因此，工程地质无论是在研究对象上还是方法上都有自己的特点。工程地质学的研究对象是复杂的地质体，其研究方法应是地质分析法与力学分析法、工程类比法与实验法等密切结合，即通常所说的定性分析与定量分析相结合的综合研究方法。

0.2 工程地质学在土木工程建设中的作用

各种土木工程，如铁路、公路、桥梁、隧道、房屋、机场、港口、管道及水利等工

程,都是修建在地表或地下的工程建筑。建筑物场地的地质环境和工程地质条件(包括场地及周围的岩体、土体类型和性质,地质构造,地表水和地下水的作用,各种自然地质作用等)与工程的设计、施工和运营密切相关。在进行工程建设时,无论是总体布局阶段还是个体建筑物设计、施工阶段,都应当进行相应的工程地质工作。总体规划、布局阶段应进行区域性工程地质条件和地质环境的评价;场地选择阶段应进行不同建筑场地工程地质条件的对比,选择最佳工程地质条件的方案;在选定场地进行个体工程建筑物设计和施工阶段,应进行工程地质条件的定量分析和评价,提出适合地质条件和与环境相协调的建筑物类型、结构和施工方法等建议,拟定改善和防治不良地质作用 and 环境保护的措施方案等。为了做好上述各阶段的工程地质工作,必须通过地质调查测绘、勘探、试验、理论分析等手段,获得必要的地质资料,结合具体工程的要求进行研究、分析和判断,最终得出相应的结论。鉴于工程地质对工程建设的重要作用,国家规定任何工程建设必须在进行相应的地质工作、提出必要的地质资料的基础上才能进行工程设计和施工工作。

随着我国经济建设的日益发展,工程建设的规模和数量也越来越大。数十千米长的隧道、数百米高的高楼大厦、数百米高的露天采矿场边坡、二滩和三峡水利枢纽工程等所谓“长隧道、深基坑、高边坡”巨型重大工程建设与工程地质的关系更趋密切,对工程地质工作和知识的要求也更高。因此,作为工程建筑的基础工作,工程地质工作的重要作用是在客观存在和被实践证明了的。

0.3 本课程主要内容及学习要求

工程地质学是一门应用科学,它是运用地质学的基本理论和知识,解决工程建设中各种工程地质问题的一个学科。因此,本课程主要内容应包括基础地质和工程地质两大部分。

本书前三章的内容主要是基础地质部分。第1章为岩石和土,包括主要造岩矿物、三大类岩石的工程性质及工程分类、特殊土的工程性质;第2章为地质构造及地质图,包括地壳运动及地质作用的概念、岩层及岩层产状、褶皱构造、断裂构造、地质构造对工程建筑物稳定性的影响、地质年代、地质图;第3章为水的地质作用,包括地表流水的地质作用、地下水的地质作用;岩土、地质构造和水是工程建筑所处地质环境中最基本的三大要素,对于不同地区、不同建筑场地、不同类型的工程建筑,这三大要素的类型、特征及其组合不同,就形成了不同的工程地质条件和问题。因此,基础地质是解决好工程地质问题必不可少的基本理论和知识。

工程地质部分则是本书后四章的主要内容。第4章为常见地质灾害,包括滑坡、崩塌及岩堆、泥石流、边坡变形破坏的基本类型、岩溶、地震;第5章为地下建筑工程地质问题,包括地下洞室变形及破坏的基本类型、地下洞室特殊地质问题、围岩分级及其应用;第6章为特殊土的工程性质,包括黄土及其工程性质、膨胀土及其工程性质、软土及其工程性质、冻土及其工程性质;第7章为工程地质勘察,包括不同工程勘察阶段的勘察要求、工程地质勘察基本类型、工程地质勘察文件编制。

要掌握好工程地质知识,需要认真的科学态度,善于综合应用地质学理论及各种新技术、新方法、新理论(包括实验、计算),相互核对,相互验证,客观地反映各种地质现

象,正确、全面地评价工程地质条件,为工程设计和施工提供可靠的地质依据。工程地质是土木工程专业专业基础课。学习本课程最重要的不是死记硬背某些条文,而是学会具体问题具体分析。将学到的工程地质知识和专业知识与其他课程知识密切联系起来,去解决工程实际中的工程地质问题。

作为一名土木工程专业学生,在学习本课程后,应达到以下基本要求和能力。

(1)能阅读一般的地质资料,根据地质资料在野外能辨认常见的岩石和土,了解其主要的工程性质。

(2)能辨认基本的地质构造类型及较明显、简单的地质灾害现象,并了解这些构造及不良地质对工程建筑的影响。

(3)重点掌握最常见的各种工程地质问题的基本知识,并在土木工程设计、施工和运营中能结合运用上述工程地质知识。

(4)一般地了解取得工程地质资料的工作方法、手段及成果要求。

本章小结

工程地质学是地质学的重要分支学科,是把地质学原理应用于工程实际的一门学问,是研究与工程建设有关的地质问题的学科。

工程地质学的研究对象是复杂的地质体,其研究方法应是地质分析法与力学分析法、工程类比法与实验法等密切结合,即通常所说的定性分析与定量分析相结合的综合研究方法。

各种土木工程,如铁路、公路、桥梁、隧道、房屋、机场、港口、管道及水利等工程,都是修建在地表或地下的工程建筑。在进行工程建设时,无论是总体布局阶段还是个体建筑物设计、施工阶段,都应当进行相应的工程地质工作。

思考题

1. 试说明工程地质学与地质学间的相互关系。
2. 与工程地质学密切相关的主要学科有哪些?
3. 工程地质学的具体任务是什么?
4. 土木工程专业学生在学习本课程后,应达到哪些基本要求?

第1章

地壳及其物质组成

教学目标

- 通过本章学习，应达到以下目标。
- (1) 掌握肉眼鉴定矿物及三大岩类的方法、地质作用的类型及主要造岩矿物的性质。
 - (2) 认识影响岩石工程地质性质的因素。
 - (3) 理解风化作用的概念、类型及其表现形式。

教学要求

知识要点	掌握程度	相关知识
鉴别矿物的主要标志	(1) 理解矿物的形态、颜色、光泽、条痕、硬度、解理、断口的概念 (2) 掌握鉴别岩石中矿物成分、结构和构造特征	常见矿物的特征
三大岩类的识别	(1) 从岩石的成因、产状、矿物成分、结构构造等方面进行识别比较 (2) 岩石的命名	三大类岩石的具体分类
岩石的工程地质性质	熟悉影响岩石工程性能的主要因素	岩石物理性质、水理性质和力学性质三个主要方面的概念
风化作用的分类	掌握物理、化学和生物风化的概念	影响风化作用的因素



基本概念

地质作用、地球的层圈构造、产状、结构构造、风化作用、解理、条痕、结晶程度、层理构造、变质作用、水理性质。

1.1 地球的总体特征

地球的赤道半径(6378.140km)比两极半径(6356.779km)略大，所以地球不是一个完全的正圆球体。地球表面参差起伏，大约有 70.8% 的面积为海洋，29.2% 的面积为陆地。

1.1.1 地球的圈层构造

地球包括外圈层(即大气圈、水圈及生物圈)和内圈层两部分。内圈层也是分层的,由地壳、地幔、地核组成,如图 1.1 所示。地壳的密度为 $2.7 \sim 2.9 \text{ g/cm}^3$, 由地表所见的各种岩石组成。位于大陆的陆壳厚度大,平均约 35 km , 高山区可达 $70 \sim 80 \text{ km}$, 其下层为深变质岩, 表层多为沉积岩, 陆壳形成年代老, 内部构造很复杂; 位于大洋底部的洋壳, 厚度较小, 平均 $7 \sim 8 \text{ km}$, 洋壳由玄武岩组成, 表层有不厚的沉积物。地壳以下至大约 2900 km 深处为地幔。地幔的密度为 $3.32 \sim 4.64 \text{ g/cm}^3$, 由富含 Fe 、 Mg 的硅酸盐物质组成。地幔以下直到地心的部分称为地核。地核的密度为 $11 \sim 16 \text{ g/cm}^3$, 由含 Fe 、 Ni 的物质组成。地核由液态外核和固态内核组成。

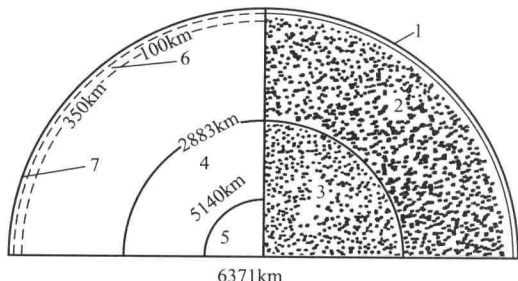


图 1.1 地球内部圈层

1—地壳; 2—地幔; 3—地核; 4—液态外部地核;
5—固态内部地核; 6—软流圈; 7—岩石圈

对地球内部的认识主要来自对地震弹性波的研究。据研究发现, 在地幔顶部约 $50 \sim 250 \text{ km}$ 处存在一个地震波速度减低带, 该带约有 5% 的物质为熔融状态, 易于发生塑性流动, 称为软流圈(图 1.1)。软流圈以上的物质均为固态, 称为岩石圈。岩石圈具有较强的刚性, 分裂成许多块体, 称为板块。板块浮在软流圈上随之运动, 这就是板块运动, 也是构造运动发生的根源。

1.1.2 地质作用

现代地质学研究证实, 地球形成之初, 地表像现在的月球表面, 并不存在水, 也就没有海陆之分。大气成分中也没有二氧化碳和氧气。地球在其形成 46 亿年的历史中逐渐发展和演化成今天的面貌。同时, 今天的地球仍以人们不易觉察的速度和方式在继续变化中。目前人们对地壳的发展演化研究得最为详细, 将塑造地壳面貌的自然作用称为地质作用。

地质作用的动力来源主要有两方面: 一是来自地球内部, 如放射性元素衰变, 以及地球自转和重力作用等; 二是来自地球以外, 如太阳辐射和日月引力, 以及恒星、行星的辐射等。只要引起地质作用的动力存在, 地质作用就不会停止。地质作用实质上是组成地球的物质以及由其传递的能量发生运动的过程。根据动力来源部位, 地质作用常被划分为内力地质作用与外力地质作用两大类。地质作用常常引发灾害, 按地质灾害成因的不同, 工程地质学把地质作用划分为物理地质作用和工程地质作用两种。物理地质作用即自然地质作用包括内力地质作用与外力地质作用; 工程地质作用即人为地质作用。

1. 物理地质作用

1) 内力地质作用

内力地质作用的动力来自地球本身, 并主要发生在地球内部, 按其作用方式可分为以

下四种。

(1) 构造运动：是地壳的机械运动。当发生水平方向运动时，常使岩层受到挤压产生褶皱，或是使岩层拉张而破裂。垂直方向的构造运动使地壳出现上升或下降。青藏高原最近数百万年以来的隆升是垂直运动的表现。

(2) 岩浆作用：是指岩浆沿地壳软弱破裂地带上升造成火山喷发形成岩浆岩或是在地下深处冷凝形成侵入岩的过程。

(3) 变质作用：是指构造运动与岩浆作用过程中，原有的岩石受温度、压力和化学性质活泼的流体作用，在固体状态下发生物质成分和特征的改变，转变成新的岩石，即变质岩的形成过程。

(4) 地震：是接近地球表面岩层中构造运动以弹性波形式突然释放应变能而引起地壳的快速颤动和震动。

2) 外力地质作用

外力地质作用主要由太阳辐射引起，并主要发生在地壳的表层，主要包括以下几种。

(1) 风化作用：暴露于地表的岩石，在温度变化以及水、二氧化碳、氧气及生物等因素的长期作用下，发生化学分解和机械破碎。

(2) 剥蚀作用：河水、海水、湖水、冰川及风等在其运动过程中对地表岩石造成破坏，破坏产物随其运动而搬离原地。例如，海岸、河岸因受海浪和流水的撞击、冲刷而发生后退。斜坡剥蚀作用是指斜坡物质在重力以及其他外力因素作用下产生滑动和崩塌，又称块体运动。

(3) 搬运作用：风化与剥蚀造成的破坏产物被搬运到他处。

(4) 沉积作用：搬运物在适宜场所堆积。

(5) 固结成岩作用：刚堆积的物质是松散多孔的并富含水分，被后来的沉积物覆盖埋藏后，在重压下排出水分，孔隙减小并被胶结，由松散堆积物渐变为坚硬的岩石，也就是沉积岩。

2. 工程地质作用(人为地质作用)

工程地质作用或人为地质作用是指由人类活动引起的地质效应。例如，采矿特别是露天开采移动大量岩体引起地表变形、崩塌、滑坡；人类在开采石油、天然气和地下水时因岩土层疏干排水造成地面沉降；特别是兴建水利工程，造成土地淹没、盐渍化、沼泽化，甚至造成库岸滑坡、水库地震等。

1.2 矿物

自然界中已发现的矿物约有 3000 种，其中能够组成岩石的矿物称为造岩矿物。在岩石中经常出现、明显影响岩石性质、对鉴别岩石种类起重要作用的矿物称为主要造岩矿物，约有 20~30 种。

1.2.1 矿物的形态及主要物理性质

矿物的形态及主要物理性质是肉眼鉴别矿物的重要依据。