



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程地质及水文地质

(第三版)

华北水利水电学院 陈南祥 主编

Higher Education



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工程地质及水文地质

(第三版)

华北水利水电学院 陈南祥 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书共三篇十六章，主要内容有：地球的基本知识，矿物、岩石，地质构造，自然（物理）地质作用，地下水概论，地下水运动的基本规律与动态特征，不同含水介质中的地下水，地下水资源评价与管理，岩体结构的工程地质研究，坝的工程地质研究，边坡的工程地质研究，渠道的工程地质研究，地下洞室的工程地质研究，水库的工程地质问题研究，环境地质问题，工程地质及水文地质勘察。

为了帮助学生掌握各章主要内容，每章后都有复习思考题，供课外复习参考。本书最后还编写了“工程地质及水文地质常见名词”（汉—英对照），作为附录，供学生参考使用。

本书可作为水利水电和农业工程行业的农业水利工程、水利水电工程、水文与水资源工程、港口航道及海岸工程等专业的教材，也可供高等院校及中等专科学校相关专业人员以及工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

工程地质及水文地质 / 陈南祥主编. —3 版. —北京：中国水利水电出版社，2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978 - 7 - 5084 - 4712 - 4

I. 工… II. 陈… III. ①工程地质—高等学校—教材
②水文地质—高等学校—教材 IV. P64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 078624 号

书 名	普通高等教育“十一五”国家级规划教材 工程地质及水文地质（第三版）
作 者	华北水利水电学院 陈南祥 主编
出版 发行	中国水利水电出版社（北京市三里河路 6 号 100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话：（010）63202266（总机）、68331835（营销中心） 北京科水图书销售中心（零售） 电话：（010）88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 19.25 印张 456 千字
版 次	1985 年 10 月第 1 版 1997 年 5 月第 2 版 2007 年 7 月第 3 版 2007 年 7 月第 13 次印刷
印 数	56661—59660 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

第三版前言

本教材是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是根据水利水电工程类有关专业教学大纲和基本教学要求进行编写和修订的。

清华大学戚筱俊教授主编的《工程地质及水文地质》（第二版）自1997年由中国水利水电出版社出版以来，深受广大师生和各界读者的欢迎和好评，多次印刷，迄今已使用9年了。近年来，随着国民经济的快速发展，出现了许多新的工程地质问题及环境地质问题，为全面反映工程地质和水文地质领域10多年来所取得的新技术、新方法、新经验，使本教材能更好地适应专业人才培养的需要，根据戚筱俊教授的建议，这次我们对原教材内容作了更新和修订。

本书由华北水利水电学院陈南祥教授主编，清华大学戚筱俊教授主审。参加编写的有华北水利水电学院陈南祥（绪论、第一章、第五章、第七章）；华北水利水电学院李日运（第二章、第十章、第十一章、第十六章）；华北水利水电学院孟凡玲（第三章、第九章、第十二章、第十三章、第十四章）；华北水利水电学院李志萍（第四章、第六章、第八章、第十五章）。全书由陈南祥统稿。

为了帮助学生掌握各章主要内容，每章后都有复习思考题，供课外复习参考。本书最后还编写了“工程地质及水文地质常见名词”（汉—英对照），作为附录，供学生参考使用。

本教材在编写、修订和出版过程中，得到了有关高校任课教师和出版单位的热情帮助和大力支持，提出了许多宝贵的意见和建议，特别是戚筱俊教授对本次编写修订作者的信任和支持，并诚恳认真地提出了许多深刻的见解和宝贵的修改意见。他们的帮助对提高本书的质量有很大的裨益。对此，我们一并谨向他们表示衷心的感谢。

鉴于编者水平有限，书中难免存在缺点错误，恳请读者不吝指正，并盼

函寄郑州市华北水利水电学院资源与环境学院陈南祥收（邮编：450011）
或发电子邮件（Email: chennanxiang@ncwu.edu.cn）。谢谢！

编 者

2007 年 5 月

第一版前言

本书是根据高等学校水利水电类专业教材编审委员会 1982 年 5 月新修订的“农田水利工程专业”教学计划中的“工程地质及水文地质”课程教学大纲所规定的学时和内容编写的。

本书适用于农田水利工程专业，也可供水利水电类其他专业师生及工程技术人员参考。

参加本书编写工作的有清华大学戚筱俊（第八、九、十、十一章）、华北水利水电学院霍崇仁（第四、五、六、七章）、华东水利学院李立武（第一、二、三、十二章）。全书由戚筱俊主编，并由武汉水利电力学院黄乃安负责主审，合肥工业大学史如平参加了审查工作。此外，清华大学龚有满、马素玉、林贵昌协助主编作了稿件整理、描图、清绘等工作。

本书在编审过程中，曾广泛征求过有关兄弟院校的意见，许多单位的教师提出了很好的建议，经过地质类编审小组扩大会议讨论教材编写提纲，并通过初审和复审，多次修改后定稿出版。在此谨向有关同志表示诚挚谢意。

为便于学生课外复习和自学，每章后适当列入了复习思考题，并按课题顺序精选了一部分常见地质名词（汉—英对照）词汇，作为本书附录，供学习外语参考。此外，还编写了《工程地质及水文地质实习、作业指导书》，作为辅助教材，供课堂实习、实验及野外地质实习使用。

鉴于编者水平有限、时间仓促，教材中不当之处，诚希读者指正。

编 者

1984 年 9 月

第二版前言

本书是根据高等学校水利水电类专业教材编审委员会 1982 年 5 月修订的“工程地质及水文地质”课程教学大纲所规定的学时和内容编写的。1989 年 7 月水利部教育司及教学委员会，讨论并拟定了《1990~1995 年高等学校水利电力类各专业教材选题和编审出版规划》。本书根据会议精神，通过地质组扩大会议讨论，决定改编和补充本教材，以适应 2000 年前后的教学需要。

本书可作为农水、水工、施工、水资源等专业的必修课教材，也可供水利水电类及地质院校的工程地质及水文地质系（或专业）的师生及技术人员参考。

本书由清华大学戚筱俊教授主编，武汉水利电力大学黄乃安教授主审。参加编写的有河海大学李立武（第一、二、三、四章）；华北水利水电学院霍崇仁（第五、六、七、八章）；长春水利电力高等专科学校金国宝（第十、十一、十五章）；清华大学戚筱俊（第九、十二、十三、十四章）。全书由戚筱俊统稿。

本书在编审过程中，曾广泛征求过有关兄弟院校的意见，许多单位（例如天津大学、河海大学、武汉水利电力大学、华北水利水电学院、大连理工大学、成都科技大学、河北农业大学、陕西机械学院、南昌大学、新疆八一农学院、内蒙古农牧学院、青海大学、云南工学院、郑州工学院、太原工业大学、葛洲坝水电工程学院等）的任课教师，都提出了很好的意见和建议，经过编审小组多次讨论，确定编写提纲，又经过初审和复审，多次修改后定稿出版。在此谨向上述有关老师致以诚挚的谢意。

为便于学生课外复习和自学，每章后均附有复习思考题，并按课程顺序，精选了一部分常用的地质名词（汉—英对照）词汇，作为本书附录供备用参考。此外，还增编了《实习、作业及野外地质教学实习指导书》作为辅助教材。

鉴于编者水平有限，时间仓促，教材不当之处，诚希读者批评、指正。

编 者

1996 年 4 月

目 录

第三版前言

第一版前言

第二版前言

绪论..... 1

第一篇 地质学基础

第一章 地球的基本知识..... 7

第一节 地球的一般特征 8

第二节 地球的构造 9

第三节 地壳及地质作用..... 11

第四节 地质历史及地层时代 12

复习思考题 16

第二章 岩石 17

第一节 造岩矿物 17

第二节 火成岩 21

第三节 沉积岩 24

第四节 变质岩 29

第五节 岩石的工程地质及水文地质评述..... 32

复习思考题 34

第三章 地质构造 35

第一节 地壳运动 35

第二节 水平构造和倾斜构造 37

第三节 褶皱构造 38

第四节 断裂构造 41

第五节 活断层 46

复习思考题 48

第四章 自然地质作用 50

第一节 风化作用 50

第二节 河流地质作用 54

第三节 岩溶（喀斯特） 58

第四节 泥石流 62

第五节 地震 65

复习思考题 70

第二篇 水文地质学

第五章 地下水概论 71

第一节 自然界中的水 71

第二节 地下水分类 78

第三节 地下水的循环 84

第四节 地下水的物理性质和化学性质 86

复习思考题 91

第六章 地下水运动与动态 92

第一节 重力水运动 92

第二节 地下水动态 99

第三节 地下水均衡 102

复习思考题 104

第七章 不同含水介质中的地下水 105

第一节 孔隙水 105

第二节 裂隙水 110

第三节 岩溶水 115

第四节 泉 116

复习思考题 117

第八章 地下水资源评价 119

第一节 概述 119

第二节 地下水资源量计算 121

第三节 地下水水质评价 126

复习思考题 135

第三篇 工程地质学

第九章 岩体结构的工程地质研究 137

第一节 岩体的结构特征 137

第二节	岩体的主要力学特性	141
第三节	地应力的工程地质研究	145
第四节	岩体的工程地质分类	148
复习思考题		152
第十章	坝的工程地质研究	153
第一节	水工建筑物的工程地质条件和工程地质问题	153
第二节	坝区的渗漏	156
第三节	坝基的渗透变形	162
第四节	坝基的抗滑稳定	164
第五节	坝基的沉降与承载力	170
第六节	坝基处理	174
复习思考题		177
第十一章	边坡的工程地质研究	178
第一节	我国边坡工程的研究现状	178
第二节	边坡变形与破坏的类型	181
第三节	影响边坡稳定性的因素	190
第四节	边坡稳定性的评价方法	194
第五节	防治边坡变形与破坏的措施	201
复习思考题		204
第十二章	渠道的工程地质研究	205
第一节	渠道选线的工程地质条件	205
第二节	渠道的渗漏问题	207
第三节	渠道边坡的稳定问题	209
第四节	渠道的冻胀问题及处理措施	212
复习思考题		214
第十三章	地下洞室的工程地质研究	215
第一节	地下洞室围岩应力的重分布及变形破坏特征	215
第二节	地下洞室位置选择的工程地质评价	219
第三节	地下洞室围岩稳定性的工程地质分析	222
第四节	隧洞施工的工程地质问题及提高围岩稳定性的措施	231
复习思考题		235
第十四章	水库的工程地质研究	237
第一节	水库渗漏	237
第二节	库岸稳定	242
第三节	水库浸没	246
第四节	水库淤积	248

第五节 水库诱发地震	250
复习思考题	253
第十五章 环境地质问题	254
第一节 地面沉降	254
第二节 地面塌陷	257
第三节 地裂缝	259
第四节 地下水污染	261
第五节 海水入侵	262
第六节 固体废弃物	264
第七节 污染土地基	266
第八节 环境地质图	266
复习思考题	267
第十六章 工程地质及水文地质勘察	268
第一节 地质勘察工作的目的及任务	268
第二节 勘察的基本手段和方法	271
第三节 天然建筑材料的勘察	280
复习思考题	283
附录 水利工程地质及水文地质常见名词（汉—英对照）	284
参考文献	293

绪 论

一、工程地质及水文地质在水利水电工程建设中的作用和任务

工程地质及水文地质是从地质学发展起来的 two 门新兴学科, 工程地质学主要是研究与工程建设有关的地质问题的学科; 水文地质学主要是研究地下水的学科。这两门学科都是以地质学为基础, 而且相互关联, 相互渗透, 并各具特色。下面分别简要介绍它们在水利水电工程建设方面的作用和任务。

水利水电工程是国民经济建设中的重要组成部分, 它有着广泛而综合的经济、社会和环境效益。例如城市和工农业供水、灌溉排水、防洪、发电、航运、林业、渔业、畜牧业、旅游业及改善生态环境等。

工程地质在修建水工建筑物当中的作用和任务有如下几方面。

(1) 勘察建筑地区的工程地质条件, 为选点、规划、设计及施工提供工程地质资料, 作为工程建设和运行管理的依据。

(2) 根据工程地质条件论证、评价并选定最优的建筑地点或线路方案。

(3) 预测在工程修建时及建成后的工程管理运行中, 可能发生的工程地质问题, 提出防治不良的工程地质条件的措施。

生产实践证明, 工程地质在工程建设中的作用, 已不仅仅是完成为建筑物的修建提供必要的地质资料, 而且贯穿在整个工程建设的规划、设计、施工及管理运行的全部过程之中。工程地质工作质量的好坏, 直接或间接地关系着工程建筑的安全可靠性, 技术可能性及经济合理性。历史经验表明: 工程建筑, 特别是水工建筑, 不怕工程地质条件复杂, 也不怕工程地质问题繁多, 怕的是对工程地质的勘察研究不重视和不充分, 结果会给工程建筑带来严重后果。国际大坝委员会曾在 1973 年对世界 110 个国家和地区 (未包括我国在内) 已建的大坝 (坝高在 15m 以上者), 约 12900 余座进行了调查。从统计资料看, 发生过失事事故的有 589 座, 其中大多数与不良的地质条件密切相关。例如 1959 年 12 月 2 日法国的马尔帕塞 (Malpasset) 拱坝的崩溃, 曾轰动了国际水利界。该坝高 66.5m, 是当时世界上最高的薄拱坝之一, 由于左岸坝肩岩体软弱, 蓄水后发生向下位移达 210cm, 致使整个坝体全部崩溃, 水库拦蓄的 3000 万 m^3 水, 顿时下泄形成洪水, 以 8.33m/s 的速度倾泻, 造成下游 400 余人死亡, 损失达 6800 万美元。又如印度的纳纳克萨加 (Nanak-sagar) 坝, 为一高 15.9m 的土坝, 1967 年 9 月 7 日, 由于坝基发生管涌, 使坝体决口冲毁, 造成 32 个村庄的人民流离失所, 损失惨重。这些实例说明, 不仅高坝大库会造成严重事故, 即使是中小型水利工程, 也会由于地质问题处理不当, 而带来生命财产的巨大损失。因此, 工程地质工作, 对于水库、大坝的安全可靠性起着重要作用。

在我国水利水电工程建设中, 党和政府对地质工作非常重视, 因此, 直接由于地质问



题而产生的垮坝事故极为罕见。然而由于对工程地质条件研究不够,或对工程地质问题处理不当,而造成的水库或坝基漏水,水库淤积及边岸滑塌、隧洞塌方等工程事故还是屡见不鲜。例如北京的十三陵水库,坝基和库区存在着深厚的渗透性较强的古河道冲积层,建坝初期未作垂直防渗处理,致使水库多年不能正常蓄水,20世纪60年代作了坝基防渗墙处理,坝基不漏了,但水库区古河道仍在渗漏,渗漏问题仍未解决,直到1991年为了兴建抽水蓄能电站,在库区又作了一道防渗墙,才彻底解决了渗漏问题。又如黄河三门峡水库的库区,处于黄土分布区,黄土浸水后极易崩解、湿陷,造成严重的水库塌岸和淤积问题。20世纪50年代初期我国缺少经验,该工程系委托国外设计,1957年动工,1960年9月建成蓄水。由于设计对黄土地区可能产生的工程地质问题估计错误,水库蓄水后黄土边岸形成大面积的塌岸,再加上黄河水含沙量本来就高,因此水库蓄水后不到两年,至1962年3月,就淤积了泥沙14.9亿t。库区尾部潼关一带河床淤积高到5m以上,形成库尾三角洲。此外,淤积还沿河向上游延伸,导致支流渭河河床也因淤积抬高,河水外溢,两岸大片土地被淹没和浸没。地下水位上升,使不少房屋倒塌,土地盐碱化和遭沼泽化达2万hm²,威胁关中平原,直至西安市。因此,不得不对三门峡水库进行改建,增加了两个泄水洞,在混凝土重力坝坝身打开了8个导流用的底孔闸门,排泄泥沙,水库也改低水头运行,发电装机容量120万kW改为25万kW,经济损失巨大。还有一些水利水电工程,由于实行边勘测、边设计、边施工的“三边政策”,急于求成,对建筑地区的工程地质条件尚未查清,就急于开工(上马),后来在设计及施工中,发现了严重的工程地质问题,又被迫停工(下马),甚至还有多次上马又下马,下马又上马,最后还是下马的工程。由此而造成的经济损失也是相当可观的,这些经验教训应该认真总结和引以为戒。

水文地质工作的主要任务是调查研究以下几方面。

(1) 地下水的形成、埋藏、分布、运动以及循环转化的规律。

(2) 地下水的物理、化学性质、成分,以及水质的变化规律。

(3) 解决合理的开发、利用、管理地下水资源,以及有效地消除地下水的危害等实际问题。

水文地质工作,不仅要配合上述工程地质工作,提供有关水文地质条件方面的资料,而且在农田灌溉、抗旱、防涝、治碱,以及环境保护工作等方面,起着先决和主导作用。

据有关部门估算,我国的水资源总量为28100亿m³,其中地下水资源为7800亿m³(约占1/4强)。但水资源分布是极不均匀的,例如干旱少雨的北方地区,土地资源十分丰富,而水资源十分贫乏。水土资源的组合也极不均衡,尤以海河、辽河、淮河流域最为突出。这三个流域的耕地面积占全国耕地总数的33.2%,而水资源却只占全国水资源总数的7.4%,每亩耕地平均占有水资源量,只有全国平均数的14%~33%,因而缺水十分严重,所以有的地区仍然是“十年九旱,靠天吃饭”。又如我国南方地区,虽然降水量和地表径流比较丰沛,但分布也极不均匀,特别是云、桂、黔等省(自治区),石灰岩广泛分布,岩溶(喀斯特)十分发育。“一场大雨千算涝,天晴三日万里焦”;“修塘不蓄水,筑坝不拦洪”,大量的地表水漏至地下,因而地表水缺水现象也很严重。农田灌溉是“旬日不雨,既成旱象”,“米如珍珠水如油”。这些民间谚语都说明,在我国无论是北方地区,还是南方地区,水利工程建设不仅需要开发地表水,而且需要开采、利用地下水资源。这



就需要进行大量的水文地质工作。

上述是地下水资源在量上的空间分布状态,就储存空间而言,地下水与地表水存在着较大差异。地下水埋藏在地面以下的多空介质中,因此按照含水多空介质的类型,可分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和碳酸岩类岩溶水三大类。其中裂隙水最多,约占全部地下水的48%,孔隙水和岩溶水分别占27%和25%。由于沉积环境和地质条件的差异,各地不同类型的地下水所占比例变化较大,例如孔隙水资源量主要分布在北方,占全国孔隙水天然资源量的65%;而南方岩溶水天然资源量约占全国岩溶水天然资源量的80%。

1949年后,我国对淮河、黄河、海河、黑龙江、辽河、珠江及长江等江河,进行了综合治理和流域性的开发,兴建了一大批大、中、小型水利工程。据不完全统计(中华人民共和国成立50年),全国兴建和修整河堤25万km;兴建水库库容在1亿m³以上的水库9万座;万亩灌区5343处,灌溉面积4800万hm²,初步控制了洪水灾害,并发展了灌溉、水电、航运、水产、旅游等事业。此外,在开采地下水方面,为寻找地下水资源,开展了全国性的水文地质普查工作,并用汇泉、打井、截潜流等多种形式开采地下水资源,例如农用机井已达270万眼,井灌面积达130万hm²。这些成绩在我国历史上是空前的,对我国经济建设和社会发展起到了巨大作用。然而,必须看到,已有的成绩还远远满足不了全面建设小康社会需要和国家经济社会发展的远景规划。为了根本改善我国水资源的供需矛盾,任重而道远。水利工程技术人员和工程、水文地质的勘察人员,仍在长江、黄河的中上游,在大渡河、澜沧江、乌江、红水河、珠江、海南的万泉河,以及长江的主要支流(湘、资、沅、澧水)等水资源比较丰富的地区,为进一步发展我国的水利水电建设,继续做着贡献。此外,我国正在加快步伐,大力开发西南水电资源而实现“西电东送”战略,逐步实施“南水北调”工程实现“四横三纵”的水资源配置格局等宏伟规划。为实现这些宏伟的规划和工程,需要以工程及水文地质勘查、研究为先导和开路先锋,工程地质及水文地质将面临着许多更加繁重和更加困难的课程和任务。同时也为我国水利水电事业以及工程、水文地质科学的进一步发展,展现了无限广阔的前景。

二、本课程的主要内容及教学要求

本课程是水利水电工程类有关专业的一门技术基础课,本课程的基本教学要求是通过三个教学环节:讲课、实习实验课及作业和地质教学实习,掌握工程地质及水文地质的基本知识;学会分析水工建筑物的工程地质条件和方法;能阅读和分析水工建筑物中常用的地质图件和资料,为今后学习农水及水工等专业课打下基础。

本教材主要是为讲课及课外复习服务,实习、实验、作业及地质教学实习内容,详见《工程地质及水文地质实习、作业指导书》。本教材各章主要内容如下。

第一章 地球的基本知识,主要介绍地球的一般特征,地球的分层构造及主要物质组成,内外力地质作用,地质历史及中国地质年代的划分表,为学习本课程打下地质学基础。

第二章 岩石,是地壳的基本物质,通过造岩矿物的引入和肉眼鉴定,认识判别火成岩、沉积岩及变质岩等三大类岩石,一般了解各类岩石的主要工程地质及水文地质性质。

第三章 地质构造,主要介绍地壳运动的类型,各种典型的地质构造(水平、倾斜、褶皱、不整合等)的形状、产状、类型,以及它们的识别方法和在地图上的表示方法。



第四章 自然(物理)地质作用, 主要介绍与水利水电密切相关的几种自然地质作用, 例如风化、河流地质、岩溶(喀斯特)、滑坡及崩塌、泥石流及地震等, 说明它们的成因、类型、发育规律、影响因素、对工程建设的关系, 以及防治措施等。

第五章 地下水概论, 主要阐述地下水的形成和类型, 岩石的水理性质, 含水层及隔水层, 地下水的循环, 地下水的物理性质及化学成分。

第六章 地下水运动与动态, 介绍线性及非线性的渗透定律, 地下水完整井稳定流运动方程及其应用, 地下水动态的概念, 地下水均衡概念及潜水均衡方程和应用。

第七章 不同含水介质中的地下水, 结合我国区域地质特点, 介绍不同地貌单元中地下水埋藏条件及分布规律, 包括: 山区、河谷区, 山前平原区、滨河地区, 以及黄土、喀斯特等地区中地下水储存情况和主要特征。

第八章 地下水资源评价, 主要介绍地下水资源的基本组成(补给量、消耗量、储存量)的概念, 以及它们的估算方法, 应用潜水均衡理论进行地下水资源评价。此外, 还简要介绍了地下水水质评价的原则和规程(灌溉、饮用水, 及对混凝土的侵蚀性方面)。

第九章 岩体结构的工程地质研究, 主要介绍岩体的结构特征, 包括岩体中结构面和结构体的形状、规模、性质及其组合关系, 软弱结构面的类型及特征, 岩体的主要力学特性, 地应力的工程地质研究, 以及岩体的工程地质分类。

第十章 坝的工程地质研究, 首先介绍水工建筑物的工程地质条件和工程地质问题, 主要包括: 地形地貌、岩土类型及工程地质性质、地质结构、水文地质条件、自然(物理)地质现象、地质物理环境、天然建筑材料等七个基本条件。主要介绍坝的设计和施工中经常出现的各种地质问题, 包括: 坝基(肩)的渗透及渗透变形问题, 抗滑稳定问题, 坝基沉降问题及坝下游的冲刷问题等。

第十一章 边坡的工程地质研究, 首先介绍我国边坡工程的研究现状, 主要介绍边坡变形与破坏的类型, 影响边坡稳定的各种因素(包括岩土性质, 岩体结构、岩石风化, 地形地貌、地震, 地应力、地下水活动, 以及人为活动等多种因素), 介绍边坡稳定分析方法及防治不稳定边坡的基本措施。

第十二章 渠道的工程地质研究, 渠道包括渠系建筑物在水利水电工程中的应用和作用, 隧道选线应注意的工程地质问题, 渠道设计、施工及运行应用中经常出现的地质问题(渗透及边坡失稳问题)以及处理的基本方法。

第十三章 地下洞室的工程地质研究, 主要介绍地下洞室围岩应力的重分布及变形破坏特征, 地下洞室选择应注意的工程地质条件, 地下洞室设计中经常遇到的工程地质问题(围岩地应力、岩体抗力、外水压力问题), 地下洞室施工中应注意的工程地质问题(围岩变形, 破坏, 岩爆, 涌水, 毒气, 高温等), 以及 TBM 法和盾构法施工经验介绍。

第十四章 水库工程地质研究, 主要阐述: 水库的渗漏、浸没、边坡再造、淤积问题, 水库诱发地震及地下水库等问题。

第十五章 环境地质问题, 主要阐述当今环境问题的重要性和水利水电工程建设中应注意的环境地质问题, 主要介绍地面沉降、地面塌陷、地裂缝、地下水污染、海水入侵、固体废物、污染土地基等问题, 以及环境地质图的研究现状。

第十六章 坝的工程地质研究, 主要介绍: 地质勘察工作的目的及任务, 勘察的基本



手段和方法的划分和勘察程序，工程地质绘测、勘探、试验及长期观测工作的基本内容，以及天然建筑材料的勘察。

以上教学内容可概括为三个组成部分：

- 1) 地质学基础部分（第一、二、三、四章）；
- 2) 水文地质部分（第五、六、七、八章）；
- 3) 工程地质部分（第九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六章）。

这三个部分是相互关联和逐步联系专业实际的，在教学过程中应理论联系实际，结合实际工程，由浅入深，循序渐进。本课程是一门实践性比较强的技术基础课，除课堂教学外，还要进行地质实习实验，此外，在暑期还要进行野外地质实习，以扩大地质实际知识，增强工程地质及水文地质勘察概念。

