



高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国水利行业“十三五”规划教材（普通高等教育）

水利工程地质（第5版）

主编 天津大学 朱济祥 崔冠英

外借



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国水利行业“十三五”规划教材（普通高等教育）

水利工程地质（第5版）

主编 天津大学 朱济祥 崔冠英



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本教材是高等学校水利学科专业规范核心课程教材，是根据最新的水利水电工程专业的课程设计和教学要求以及水利水电行业的新进展编写的。全书共分8章，分别系统地讲述了岩石及其工程地质性质、地质构造及区域构造稳定性、水流的地质作用与库坝区渗漏的工程地质条件分析、岩体的工程地质特性、坝基岩体稳定性的工程地质分析、岩质边坡稳定性的工程地质分析、地下洞室围岩稳定性的工程地质分析、水利水电工程地质勘察。

全书内容丰富，图文并茂，体系独特，科学实用。
本教材适用于高等学校水利水电工程等专业，亦可供相关科技人员参考。

图书在版编目（C I P）数据

水利工程地质 / 朱济祥，崔冠英主编. -- 5版. --
北京：中国水利水电出版社，2017.7
高等学校水利学科专业规范核心课程教材. 水利水电工程 普通高等教育“十一五”国家级规划教材 全国水利行业“十三五”规划教材. 普通高等教育
ISBN 978-7-5170-5539-6

I. ①水… II. ①朱… ②崔… III. ①水利工程—工程地质—高等学校—教材 IV. ①P642

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第139608号

书 名	高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程普通高等教育“十一五”国家级规划教材 全国水利行业“十三五”规划教材（普通高等教育） 水利工程地质（第5版）
作 者	SHUILI GONGCHENG DIZHI 主编 天津大学 朱济祥 崔冠英
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 16.75印张 404千字 3插页
版 次	1979年4月第1版第1次印刷 2017年7月第5版 2017年7月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	38.00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

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

编 审 委 员 会

主 任 姜弘道 (河海大学)

副主任 王国仪 (中国水利水电出版社) 谈广鸣 (武汉大学)

李玉柱 (清华大学) 吴胜兴 (河海大学)

委 员

周孝德 (西安理工大学)

刘 超 (扬州大学)

任立良 (河海大学)

杨金忠 (武汉大学)

梅亚东 (武汉大学)

姜 峰 (大连理工大学)

王元战 (天津大学)

张展羽 (河海大学)

陈建康 (四川大学)

孙明权 (华北水利水电学院)

陈 楚 (水利部人才资源开发中心)

秘 书 周立新 (河海大学)

李建林 (三峡大学)

朝伦巴根 (内蒙古农业大学)

余锡平 (清华大学)

袁 鹏 (四川大学)

胡 明 (河海大学)

郑金海 (河海大学)

康海贵 (大连理工大学)

黄介生 (武汉大学)

冯 平 (天津大学)

侍克斌 (新疆农业大学)

孙春亮 (中国水利水电出版社)

丛书总策划 王国仪

水利水电工程专业教材编审分委员会

主 任 余锡平（清华大学）

副主任 胡 明（河海大学）

姜 峰（大连理工大学）

委 员

张社荣（天津大学）

胡志根（武汉大学）

李守义（西安理工大学）

陈建康（四川大学）

孙明权（华北水利水电学院）

田 斌（三峡大学）

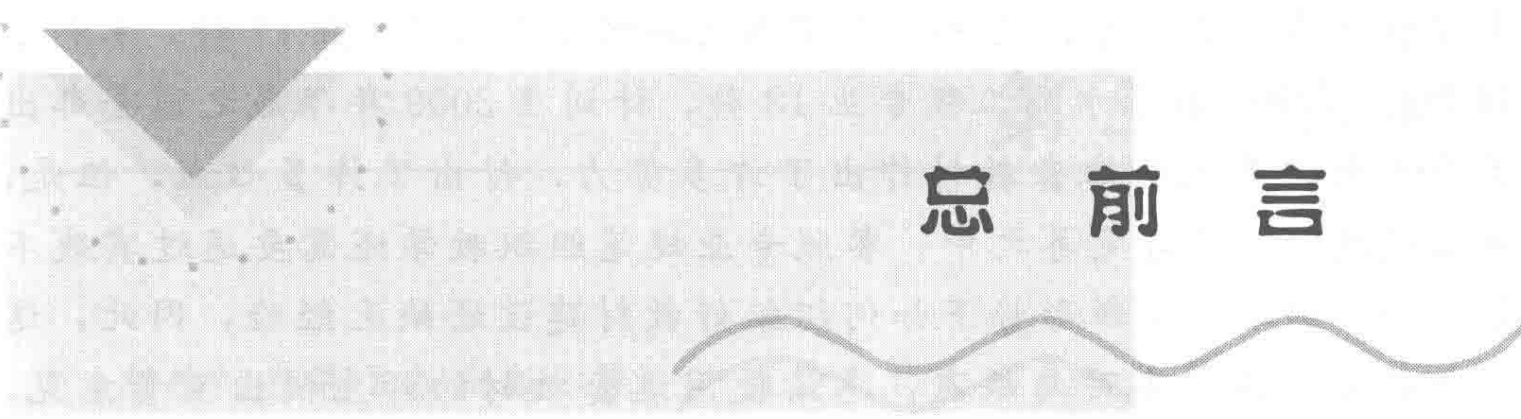
李宗坤（郑州大学）

唐新军（新疆农业大学）

周建中（华中科技大学）

燕柳斌（广西大学）

罗启北（贵州大学）



总 前 言

随着我国水利事业与高等教育事业的快速发展以及教育教学改革的不断深入,水利高等教育也得到很大的发展与提高。与1999年相比,水利学科专业的办学点增加了将近一倍,每年的招生人数增加了将近两倍。通过专业目录调整与面向新世纪的教育教学改革,在水利学科专业的适应面有很大拓宽的同时,水利学科专业的建设也面临着新形势与新任务。

在教育部高教司的领导与组织下,从2003年到2005年,各学科教学指导委员会开展了本学科专业发展战略研究与制定专业规范的工作。在水利部人教司的支持下,水利学科教学指导委员会也组织课题组于2005年年底完成了相关的研究工作,制定了水文与水资源工程,水利水电工程,港口、航道与海岸工程以及农业水利工程四个专业规范。这些专业规范较好地总结与体现了近些年来水利学科专业教育教学改革的成果,并能较好地适用不同地区、不同类型高校举办水利学科专业的共性需求与个性特色。为了便于各水利学科专业点参照专业规范组织教学,经水利学科教学指导委员会与中国水利水电出版社共同策划,决定组织编写出版“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

核心课程是指该课程所包括的专业教育知识单元和知识点,是本专业的每个学生都必须学习、掌握的,或在一组课程中必须选择几门课程学习、掌握的,因而,核心课程教材质量对于保证水利学科各专业的教学质量具有重要的意义。为此,我们不仅提出了坚持“质量第一”的原则,还通过专业教学组讨论、提出,专家咨询组审议、遴选,相关院、系认定等步骤,对核心课程教材选题及其主编、主审和教材编写大纲进行了严格把关。为了把本套教材组织好、编著好、出版好、使用好,我们还成立了高等学校水利学科专业规范核心课程教材编审委员会以及各专业教材编审分委员会,对教材编纂

与使用的全过程进行组织、把关和监督。充分依靠各学科专家发挥咨询、评审、决策等作用。

本套教材第一批共规划 52 种，其中水文与水资源工程专业 17 种，水利水电工程专业 17 种，农业水利工程专业 18 种，计划在 2009 年年底之前全部出齐。尽管已有许多人为本套教材作出了许多努力，付出了许多心血，但是，由于专业规范还在修订完善之中，参照专业规范组织教学还需要通过实践不断总结提高，加之，在新形势下如何组织好教材建设还缺乏经验，因此，这套教材一定会有各种不足与缺点，恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见。本套教材还将出版配套的立体化教材，以利于教、便于学，更希望师生们对此提出建议。

高等学校水利学科教学指导委员会

中国水利水电出版社

2008 年 4 月

第5版前言

本教材自第1版出版以来,一直受到广大师生和各界读者的欢迎与好评;第2版于1987年获全国高校水利水电类专业优秀教材一等奖;第3版于2002年获全国普通高校优秀教材二等奖;第4版是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是高等学校水利学科专业规范核心课程教材,且于2013年获第一届全国高等学校水利类专业优秀教材奖。这些成绩的取得,不仅是各版次的编审人员和出版社共同努力的结果,也与相关高校的任课教师及广大读者的关心和支持密不可分。

自第4版出版以来,水利水电科技事业又取得了迅猛发展,一些大型水利水电工程相继竣工或开工,许多有关工程勘察、设计和施工的规范、规程都进行了新一轮的修订,同时也为了充分反映注册土木工程师(水利水电工程)考试大纲对工程地质的要求等,从而进行了本次修订。本次修订的主旨是:密切结合专业的要求和特点,突出区域构造稳定性、岩体稳定和库坝区渗漏问题等重点内容;夯实地质学基础知识;尽可能地吸收新的先进理论和科技成果;进一步字斟句酌,使文句更加精练、通顺,图表更加优化、美观。例如,根据最新的资料修改了常见岩石的主要物理力学性质指标、岩体风化带划分、中国地震烈度表、环境水对混凝土的腐蚀性、水库岩溶渗漏的分析与评价、岩体初始地应力分级、岩体的结构特征、工程岩体分级、坝基岩体承载力、崩塌的形成机理、地下洞室围岩分类、水利水电工程地质勘察阶段的任务和内容、工程地质勘探目的、钻探基本程序等;增加了水工建筑物对工程地质条件的基本要求、天然建筑材料勘察等内容;精简了坝下游河床冲刷问题等内容,等等。

参加本次修订的人员是:天津大学崔冠英和朱济祥(绪论、第2、第5、第6章)、朱济祥(第1、第3、第4、第7、第8章)。朱济祥担任主编。

本教材1979年出版的第1版由天津大学崔冠英、潘品蒸,成都工学院刘耀东、陈历鸿,武汉水利电力学院阎春德,河北水利水电学院王雨良合编。由潘品蒸、崔冠英主编,由大连工学院彭阜南、金春山主审。

1985年出版的第2版由天津大学潘品蒸、崔冠英，华北水利水电学院王雨良、成都科技大学陈历鸿，武汉水利电力大学孙万禾合编。由崔冠英、潘品蒸担任主编，由华东水利学院陆兆溱及大连工学院金春山负责审查。

2000年出版的第3版由天津大学崔冠英、朱济祥，四川大学陈历鸿，武汉水利电力大学孙万禾合编。由崔冠英担任主编，由大连理工大学金春山和河海大学陆兆溱担任主审。

2008年出版的第4版由天津大学崔冠英、朱济祥、薛玺成合编。由崔冠英和朱济祥担任主编，由河海大学陆兆溱和大连理工大学金春山担任主审。

本次修订工作吸收了相关院校一些老师的宝贵建议。天津大学和中国水利水电出版社为本书的出版提供了大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

限于编者水平，错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2015年12月

目 录

总前言

第 5 版前言

绪论	1
0.1 工程地质学及其研究目的和主要内容	1
0.2 工程地质学的任务和在工程建设中的意义	2
0.3 水利水电工程地质的成就与发展	4
0.4 本课程的特点和学习要求	5
复习思考题	5
第 1 章 岩石及其工程地质性质	6
1.1 造岩矿物	7
1.2 岩浆岩	15
1.3 沉积岩	21
1.4 变质岩	28
1.5 岩石的物理力学性质指标及风化岩石	32
复习思考题	42
第 2 章 地质构造及区域构造稳定性	43
2.1 地史概要	44
2.2 褶皱构造	48
2.3 构造节理	52
2.4 断层构造	58
2.5 地质图	63
2.6 活断层的工程地质研究	71
2.7 地震危险性的工程地质研究	78
2.8 区域构造稳定性的评价方法	89
复习思考题	92
第 3 章 水流的地质作用与库坝区渗漏的工程地质条件分析	93
3.1 河流的地质作用与河谷地貌	93

3.2 地下水的特征 104

3.3 岩溶及岩溶水 113

3.4 水库与坝区渗漏的工程地质条件分析 122

复习思考题 136

第4章 岩体的工程地质特性..... 137

4.1 岩体的结构特征 137

4.2 岩体的主要力学特性 144

4.3 岩体的天然应力状态 149

4.4 岩体的工程分类 153

复习思考题 156

第5章 坝基岩体稳定性的工程地质分析..... 158

5.1 水工建筑物对工程地质条件的基本要求简介 158

5.2 坝基岩体的压缩变形与承载力 160

5.3 坝基（肩）岩体的抗滑稳定分析 162

5.4 坝基岩体抗滑稳定计算参数的选定 170

5.5 降低坝基岩体抗滑稳定性的作用 175

5.6 坝基处理 179

复习思考题 185

第6章 岩质边坡稳定性的工程地质分析..... 186

6.1 边坡岩体应力分布的特征 187

6.2 边坡岩体变形破坏的类型与特征 191

6.3 影响边坡稳定性的因素 201

6.4 岩质边坡稳定性的评价方法 205

6.5 不稳定边坡的防治措施 213

复习思考题 216

第7章 地下洞室围岩稳定性的工程地质分析..... 218

7.1 地下工程位置选择的工程地质评价 218

7.2 围岩稳定的工程地质分析 222

7.3 山岩压力与弹性抗力 226

7.4 围岩工程地质分类 230

7.5 提高围岩稳定性的措施 232

复习思考题 235

第8章 水利水电工程地质勘察..... 236

8.1 工程地质测绘 236

8.2 工程地质勘探 239

8.3 工程地质试验及长期观测	242
8.4 天然建筑材料勘察	245
8.5 工程地质勘察成果报告	246
复习思考题	251
参考文献	252

附图1 桑河水库区综合地质图	
附图2 桑河水库桑河镇坝址区工程地质图	
附图3 桑河水库桑河镇坝址坝轴线工程地质横剖面图	
附图4 桑河水库桑河镇坝址河床工程地质纵剖面图	

绪 论

0.1 工程地质学及其研究目的和主要内容

工程地质学是调查、研究、解决与各种建筑工程活动有关的地质问题的学科。它是地质学的一个分支。工程地质学的研究目的是为了查明各类工程建筑场区的地质条件；分析、预测在工程建筑物作用下，地质条件可能出现的变化；对工程建筑地区的各种地质问题进行综合评价，并提出解决不良地质问题的措施，以便保证对工程建筑物进行正确合理的规划、设计、施工和运营。水利工程地质则主要是研究水利水电工程建设中的工程地质问题。

所谓工程地质问题，即与工程活动有关的地质问题，包括以下两个方面。

(1) 自然环境地质因素对工程活动的制约和影响而产生的问题。这种环境地质因素通常称为工程地质条件，它们是自然历史发展演变的产物，主要有：地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件、物理地质现象（滑坡、崩塌、泥石流、风化、侵蚀、岩溶、地震等）及天然建筑材料等方面。

(2) 由于工程活动引起环境地质条件的变化，从而形成不利于工程建设的、新的地质作用，通常称为工程地质作用。主要有：建筑物荷载引起地基岩土体的沉陷变形和剪切滑动；人工开挖造成边坡或地下洞室岩土体的变形和失稳破坏；水库诱发地震、渗漏、坍岸和浸没；砂土振动液化；管涌、流土等。

这些工程地质问题都关系到建筑物的安全稳定和经济效益，所以都是工程地质学的主要研究内容。除此以外，工程地质勘察理论和技术方法等，也都是工程地质学的主要研究内容。

随着工程地质学研究的深入和发展，目前已形成了一些独立的分支学科，主要有以下几种。

(1) 工程岩土学。它专门研究土和岩石的工程地质性质及其形成和变化规律，并探讨改善不良岩土体性质的途径。它是工程地质学的基础部分。

(2) 工程动力地质学。或称工程地质分析学，主要研究各种工程地质问题产生的环境地质条件、力学机制和发展演化规律，并提出合理的防治措施。

(3) 工程地质勘察。也称专门工程地质学，主要内容是研究查明建筑地区的工程地质条件的手段和方法，论证可能发生的工程地质问题，并作出合理的分析与评价，以便提供设计和施工所需的地质资料。

(4) 区域工程地质学。主要研究区域性工程地质条件的形成、演化特征和规律，评价其对工程的影响，并进行工程地质分区，编制工程地质区划图等。

(5) 环境工程地质学。主要研究人类工程经济活动与地质环境之间的相互作用和相互

影响。既注意地质环境的优劣对建筑物安全、经济的影响；又注意工程建设作用于地质环境，引起地质环境的变化。其目的在于合理地开发、利用地质环境和治理保护地质环境。传统的工程地质学是以工程为主体，而环境工程地质学则是以环境为主体，它是工程地质学的一个新的分支。

与工程地质学关系密切的学科主要有以下这些。

1) 矿物学、岩石学、构造地质学、地史学、地貌学及第四纪地质学、水文地质学等一系列基础地质学科的知识，以及材料力学、测量学等，它们都是进行工程地质工作和研究工程地质问题所必须具备的基础知识。

2) 岩石力学、土力学是专门研究岩石和土的力学性质、计算理论和试验方法的学科，它们是对工程地质条件进行定量评价所不可缺少的基础理论知识。

3) 岩土工程是土木工程中涉及岩石和土的利用、处理或改良的综合性的科学技术。岩土工程的理论基础主要是工程地质学、岩石力学和土力学；研究内容涉及岩土体作为工程的承载体、作为工程荷载、作为工程材料、作为传导介质或环境介质等诸多方面；包括岩土工程的勘察、设计、施工、检测和监测等。岩土工程属于土木工程的一个分支。

4) 地质工程是由地质学科和工程学科大跨度交叉与综合所形成的新的独立学科，强调地质条件对工程安全的控制性作用，注重以工程措施对地质环境的改造和加固技术的应用，谋求工程建设投资与地质环境协调的最佳效益。

0.2 工程地质学的任务和在工程建设中的意义

水利水电工程建设是人类利用自然、改造自然为经济建设服务的活动，为此，必须首先了解自然。环境地质条件是与水利水电工程关系最密切、最重要的自然条件。任何工程都必须首先详细查明建筑地区的工程地质条件和可能出现的工程地质作用，然后结合其特征才能做出正确的规划、设计和施工，才能保证工程的安全可靠和经济合理。许多事例说明：凡是重视工程地质工作，事先了解和掌握了环境地质条件的规律性，则修建的工程将会是成功的；反之，忽视工程地质工作，则必然要出现这样或那样的问题，甚至导致整个工程发生灾难性的毁坏。例如，近代震惊世界的两起最大的水利工程事故，都是因地质问题造成的。一是法国马耳帕赛（Malpasst）坝，当时是世界上最高的薄拱坝之一，高 66.5 m，底宽最大处 6.9m，1954 年建成。1959 年 12 月 2 日因左岸坝肩岩体向下滑移，导致拱圈开裂，突然崩溃。洪水冲毁下游村镇，死亡 300 多人。另一是意大利的瓦依昂（Vaiont）水库，坝高 265m，当时是世界上最高的双曲拱坝。1963 年 10 月 9 日坝前左岸山体突然发生特大滑坡，约 2.4 亿 m^3 的岩体迅速滑入峡谷水库中，将库水涌高 200 多米，漫过坝顶，泻向下游，使朗格伦镇夷为平地，共死亡约 3000 人，水电站工作人员也全部遇难。此外，美国的圣·弗兰西斯（St. Francis）拱形重力坝，由于坝基砾岩为黏土质胶结并含有石膏夹层，被渗透水流浸湿、软化、溶解，导致坝体沉陷、开裂、滑移崩溃，伤亡 400 多人。再有，历时 32 年（1882—1914 年）凿成的巴拿马运河，耗资 4 亿多美元，建成后第二年在分水岭地段发生了大规模岩崩，堵塞了运河。处理此事故又用去了五年的时间，加挖了 5400 万 m^3 土石方，相当于此段开挖总量的 40% 以上。运河仅停航 5

年,损失就达 10 亿美元。

类似上述的事例,在世界上是很多的。据国际大坝失事和事故委员会的统计,由坝基工程地质缺陷而引起的大坝失事占到了失事总数的 36%。

在我国大中型水利水电工程建设中,十分重视工程地质勘察工作,所以尚未发生过因地质问题而引起的重大的溃坝事故。但也有多起因忽视地质工作或限于某种原因未查明不良地质条件而造成各种隐患和事故的情况,个别小型水库因忽视地质工作也有垮坝事故发生。例如,四川陈食水库,因坝基岩体受到渗透水流的潜蚀冲刷,形成空洞,造成 15.9m 高的砌石连拱坝坍塌毁坏。浙江黄坛口水电站在大坝施工开挖后,才发现左岸坝肩是个大滑坡体,岩石松碎,坝头不能与坚硬完整的岩石相接,不得不停工进行补充勘探,修改设计,才保证了大坝的安全。安徽佛子岭水库,其挡水建筑物为一混凝土连拱坝,坝高 75.9m,长 510m,1954 年建成,是治理淮河水患的第一座大型工程。由于清基不彻底,坝基下有缓倾角软弱岩层,断层节理发育及风化严重(全、强风化)的岩石未被清除,致使坝基发生不均匀沉陷变形,坝体出现多条裂缝。后虽经两次大规模的加固补强处理,但 1996 年仍被定为“病坝”,仍需彻底处理。安徽梅山水库是治淮工程中的第二座大型水利工程,与佛子岭工程相似,也是由于对右岸坝肩风化严重的花岗岩清除得不彻底,防渗工作做得不严格,从而发生渗漏,右坝肩岩体发生轻微滑动,导致连拱坝拱座发生位移,拱圈发生裂缝。广东新丰江水电站因发生 6.1 级水库诱发地震,致使大坝发生裂缝。此外,尚有江西上犹江、四川狮子滩及长江葛洲坝水电站坝基泥化夹层问题,湖南柘溪水电站及云南漫湾水电站坝址区滑坡问题等,都延误了工期,造成了较大的经济损失。

失败的教训虽然使我们遭受了重大的损失,但也取得了宝贵的经验,提高了对工程地质工作重要性的认识,同时也促进了工程地质学的发展。

忽视工程地质工作可能造成重大损失甚至灾难。而重视工程地质工作,则可能将不利的、复杂的地质条件妥善处理或避开,从而保证建筑物的安全稳定,甚至可巧妙地使其转化为有利因素以节约投资。例如,云南丘北六郎洞水电站,湖南辰溪县内湾水库等均成功地拦截了地下暗河,利用溶洞建成水库并发电;三峡库区长江左岸新滩镇 1985 年发生大滑坡,全镇房屋均被推入江中,但事前进行了长期的监测工作,且预报较准,全镇 1371 人无一伤亡。四川雅砻江二滩水电站,拱坝坝高 245m,曾对坝基岩体进行了详细勘察和深入研究,提出了最优的建基面方案,与初步设计相比基坑开挖深度减少 7.56m,从而节约投资 6000 多万元,并缩短工期 11 个月。长江三峡工程也有类似情况,由于利用了一部分弱风化岩体作为坝基,结果建基面平均提高约 2m 多,减少石方开挖 50 万 m^3 ,节省混凝土约 43 万 m^3 。

综上所述,工程地质学在水利水电工程建设中的主要任务如下。

1) 选择工程地质条件最优良的建筑场址。在规划设计阶段,对于大型工程的选址、选线,工程地质条件是一个重要因素,工程地质条件良好的地址,有利于节省投资,缩短工期,并保证安全施工和运营。

2) 查明建筑地区的工程地质条件和可能发生的工程地质问题。工程建筑场址的选定不完全决定于地质条件,而首先考虑的是整体经济建设的发展和需要。即便是根据地质条件选择的地址,也不会是完美无缺的,总会有这样那样的工程地质问题。不良的工程地质

条件并不可怕,怕的是没有查明或认识不足,不够重视。只要查明并给以足够的重视,绝大多数工程地质问题都是可以通过工程措施得到妥善解决的。

3) 根据选定地址的工程地质条件,提出枢纽布置、建筑物结构类型、施工方法及运营使用中应注意的事项。

0.3 水利水电工程地质的成就与发展

工程地质学是在人类社会生产的发展和需要的推动下产生的,特别是一些大型工程的成败经验和教训是促使其诞生和发展的主要动力。在人类历史上许多古代宏伟的建筑都包含着深刻的工程地质知识,如公元前 250 年在四川岷江上修建的都江堰工程、公元前 200 多年在广西兴安县修建的灵渠,还有万里长城、京杭大运河以及埃及的金字塔,等等。但直到 20 世纪 20—30 年代,工程地质学才作为一门应用性的分支学科出现。1929 年美籍奥地利学者 K. 太沙基 (Terzaghi), 1939 年苏联学者萨瓦连斯基 (Ф. П. Саваренский) 分别发表了工程地质专著,奠定了工程地质学的发展基础,在世界上产生了深远的影响。

第二次世界大战后,各国工程建设事业迅速发展,水电工程规模日益扩大,20 世纪 50 年代末、60 年代初,马尔帕塞坝的毁坏和瓦伊昂水库大滑坡等地质问题引起的重大事故,使人们进一步认识到工程地质的重要性,并促使人们对工程地质的理论、预测和处理手段等的探索研究。到 20 世纪 60—80 年代出现了国际范围内工程地质科学的蓬勃发展。1962 年在第 24 届国际地质大会上建立了国际工程地质与环境协会 (IAEG),对促进工程地质科学技术的研究和交流起了重要作用。我国 1956 年在中国科学院地质研究所组建了工程地质室,在地质部组建了水文地质工程地质研究所;1979 年在地质学会中成立了工程地质专业委员会。

我国地域辽阔,水能资源十分丰富,理论蕴藏总量达 6.76 亿 kW (不含台湾省),可技术开发的约 3.78 亿 kW,居世界首位。1949 年新中国成立后,大量修建水利水电工程,兴利除害。改革开放以来发展更快,截至 2014 年年底我国水电装机容量和发电量分别历史性突破 3 亿 kW 和 1 万亿 kW·h。著名的三峡工程装机容量为 1820 万 kW,是世界上最大的水电站。在兴建这些水电工程和其他大型工程建筑中,工程地质知识和技术都起了重要作用,并取得了许多经验和科研成果,主要有:软弱夹层及破碎岩体的研究;活断层与地震危险性的分析评价;坝基与高陡边坡的岩体稳定分析与治理;大跨度地下厂房和深埋长隧道的围岩稳定与施工方法;岩溶地区水库渗漏的勘测与防治以及河床深覆盖层地段建坝问题,等等。在理论和实践方面都有重大的突破和成就。

工程地质的最新进展还表现在其研究内容的充实与提高,并形成了若干新的研究方向和领域。例如,工程地质力学以地质结构对工程地质条件和特征的控制作用为理论基础,指导对工程岩土体稳定性评价;应用非线性理论研究工程地质问题的非线性规律;系统工程学、信息工程学等则以新的思维方法为工程地质学的发展开拓了新的研究领域。

工程地质的发展在总体上经历了工程地质特性和条件评价;工程地质问题分析;工程地质力学分析,然后达到环境工程地质和地质工程阶段,即追求地质、环境与工程的协调是今后工程地质学继续发展的主攻方向。

0.4 本课程的特点和学习要求

综上所述可以看出,作为一名水利水电、港口航道等工程建筑的工程师,在工作中必须具备一定的工程地质知识,既要能阅读和利用工程地质勘察成果资料,又要能认识、分析和处理有关的地质问题,只有这样才能做出正确的设计和施工方案。正如我国已故著名水利水电工程专家、中国科学院和工程院原资深院士潘家铮生前所说:“不懂设计的地质师不可能成为一位优秀的工程地质师,正如不懂工程地质的设计师不可能成为一位优秀的设计师一样。”这是从大量生产实践经验和工程事故中总结出来的重要认识。如果缺少必要的工程地质知识,则必然会对某些工程的地质问题有疏漏,甚至做出错误的设计或施工方案。

由于水利水电工程和港口航道与海岸工程等专业的本科生没有学过地质学的技术基础课(如矿物学、岩石学、构造地质学等),所以本课程需要结合必要的地质基础知识讲授。掌握一些必要的地质学的基本理论、原理和知识,是学好工程地质的重要保证。

本课程是一门实践性很强的课程,所以除课堂教学外,室内试验和野外教学实习也是本课程的重要教学环节。尤其是野外教学实习,在本课程中占有特殊重要的地位,与其说是野外教学实习,不如称其为“现场教学”更为恰当。因为它不只是印证、巩固、加深课堂教学内容的问题,而且还有相当多的内容是课堂无法讲授或学生在课堂上无法掌握的知识和内容,而这些知识又是必须由教师在野外现场讲解、引导,学生亲身观察、分析和实际操作才能学到手的。野外教学实习是培养学生独立观察、思考、分析和实际操作能力的一个重要环节。如果缺少和削弱了这个重要的实践性教学环节,那么,水利工程地质教学是不完整的。所以在教与学的过程中,以及在制订教学计划、教学大纲时,对野外教学实习均应给予足够的重视。

复习思考题

- 0.1 什么是工程地质学?其研究目的和主要内容是什么?
- 0.2 为什么要学习工程地质学?
- 0.3 工程地质学在水利水电工程建设中的主要任务是什么?
- 0.4 怎样学好工程地质?