

普通高校土木工程专业系列精品规划教材
PUTONGGAOXIAOTUMUGONGCHENGZHUANYEXILIEJINGPINGUIHUAJIAOCAI



工程地质学

GONGCHENG DIZHIXUE
GONGCHENG DIZHIXUE

◎ 李伍平 郑明新 赵小平 主编



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

工 程 地 质 学

主 编 李伍平 郑明新 赵小平
副主编 赵秀绍 胡永强 郑先昌



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

工程地质学/李伍平,郑明新,赵小平主编.

—长沙:中南大学出版社,2016.1

ISBN 978-7-5487-2134-5

I.工... II.①李...②郑...③赵... III.工程地质 IV.P642

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第001938号

工程地质学

李伍平 郑明新 赵小平 主编

☐责任编辑 刘颖维

☐责任印制 易建国

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市宏发印刷有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 20 ☐字数 504千字

☐版 次 2016年1月第1版 ☐印次 2016年1月第1次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-2134-5

☐定 价 46.00元

图书出现印装问题,请与经销商调换

普通高校土木工程专业系列精品规划教材

编审委员会

主 任 余志武

常务副主任 雷晓燕

副主任(按姓氏笔画排序)

王卫东	王有凯	龙志林	刘哲锋	祁 皓	杨 斌
吴国雄	陈振富	陈 淮	胡习兵	祝明桥	徐长节
崔 杰	彭立敏				

委 员(按姓氏笔画排序)

刁心宏	于向东	马飞虎	王 英	王星华	王晓光
王 薇	方 焘	甘元初	白明洲	朱 勇	乔建东
刘小明	刘 坚	刘根强	刘 靖	宇德明	孙 晓
孙翠羽	杨伟军	杨仲轩	杨建军	杨春霞	李长春
李东平	李伍平	肖 潇	张 健	张维锦	张鹏飞
张燕茹	陈友兰	陈长坤	陈汉利	陈锐林	罗小勇
周小林	周书葵	周凌宇	周智辉	周德泉	郑明新
赵小平	赵国宇	胡文韬	胡晓波	耿大新	徐林荣
郭文华	黄海林	蒋丽忠	傅 纯	戴公连	

总 序

土木工程是促进我国国民经济发展的支柱产业。近30年来,我国公路、铁路、城市轨道交通等基础设施以及城市建筑进入了高速发展阶段,以高速、重载和超高层为特征的建设工程的安全性、经济性和耐久性等高标准要求对传统的土木工程设计、施工技术提出了严峻挑战。面对新挑战,国内外土木工程行业的设计、施工、养护技术人员和科研工作者在工程实践和科学研究工作中,不断提出创新理念,积极开展基础理论和技术创新,研发了大量的新技术、新材料和新设备,形成了成套设计、施工和养护的新规范和技术手册,并在工程实践中大范围应用。

土木工程行业的发展日新月异,对现代土木工程专业人才培养提出了迫切需求。教材建设和教学内容是人才培养的重要环节。为面向普通高校本科生全面、系统和深入阐述公路、铁路、城市轨道交通以及建筑结构等土木工程领域的基础理论和工程技术成果,由中南大学出版社、中南大学土木工程学院组织国内土木工程领域一批专家学者组成“普通高校土木工程专业系列精品规划教材”编审委员会,共同编写这套系列教材。通过多次研讨,确定了这套土木工程专业系列教材的编写原则:

1. 系统性

本系列教材以《土木工程指导性专业规范》为指导,教材内容满足城乡建筑、公路、铁路以及城市轨道交通等领域的建筑工程、桥梁工程、道路工程、铁道工程、隧道与地下工程和土木工程管理等方向的需求。

2. 先进性

本系列教材与21世纪土木工程专业人才培养模式的研究成果密切结合,既突出土木工程专业理论知识的传承,又尽可能全面反映土木工程领域的新理论、新技术和新方法,注重各领域内容的充实与更新。

3. 实用性

本系列教材针对“90”后学生的知识与素质特点,以应用型人才培养为目标,注重理论知识与案例分析相结合,传统教学方式与基于现代信息技术的教学手段相结合,重点培养学生的工程实践能力,提高学生的创新素质。这套教材可作为普通高校土木工程专业本科生的课程教材,还可作为其他层次学历教育和短期培训的教材和广大土木工程技术人员的专业参考书。

4. 严谨性

本系列教材的编写出版要求严格按照国家相关规范和标准执行,认真把好编写人员遴选关、教材大纲评审关、教材内容主审关和教材编辑出版关,尽最大努力提高教材编写质量,力求出精品教材。

根据本套系列教材的编写原则,我们邀请了一批长期从事土木工程专业教学的一线教师负责本系列教材的编写工作。但是,由于我们的水平和经验所限,这套教材的编写可能有不尽如人意的地方,敬请读者朋友们不吝赐教。编委会将根据读者意见、土木工程发展趋势和教学手段的提升,对教材进行认真修订,以期保持这套教材的时代性和实用性。

最后,衷心感谢全套教材的参编同仁,因为他们的辛勤劳动,编撰工作才能顺利完成。真诚感谢中南大学学校领导、中南大学出版社领导的大力支持和编辑们的辛勤工作,本套教材才能够如期与读者见面。



2014年7月

前 言

本书依据土木工程专业人才的培养目标和培养方案要求、高等学校土木工程专业指导委员会编制的教学大纲和高等学校土木工程本科指导性专业规范,本着“打破传统的教材出版模式,精益求精,面向实践、面向未来、面向世界的教育理念,培养符合社会主义现代化建设需要,面向国家未来建设,适应未来科技发展,具有国际视野的土木工程专业高素质人才”的教材编写指导思想编写的。全书共分8章:主要介绍工程地质学的任务及其在土木工程中的作用;矿物的物理性质及常见主要造岩矿物,岩石组成物质、结构构造及其主要岩石类型;地质年代、褶皱和断裂构造、新构造运动和活断层、地质图的阅读和分析;岩石及特殊土的工程性质、风化作用;地表水和地下水的地质作用,以及地下水对工程建设的影响;岩体工程性质及其稳定性;滑坡、崩塌、泥石流、岩溶和土洞、地震等常见的不良地质作用;工程地质勘察及其方法,室内及原位测试等。鉴于工程地质问题的定量分析会在岩石力学、土力学等有关课程中介绍,为了避免重复,本书仅对一些定量分析内容作简略介绍。为便于读者复习,各章均附有重点与难点,思考与练习。另外,还附有工程地质学室内实验课指导书和专业词汇中英文对照。

本书由广州大学李伍平教授、华东交通大学郑明新教授和赵小平副教授任主编,华东交通大学赵秀绍副教授、广州大学胡永强讲师、郑先昌教授为副主编共同编写。全书由李伍平统稿。编写人员分工如下:第1章、第2章和第3章由李伍平编写;第4章和附录由胡永强、郑先昌和李伍平编写;第5章由赵小平、赵秀绍编写;第6章、第7章由郑明新、赵小平编写;第8章由赵秀绍编写。华东交通大学艾瑶副教授和广州大学袁杰博士参与了本书的部分内容的编写,并提出了宝贵意见。

编者虽力图想把这本书编好,但因水平及编写时间有限,书中不足和疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正!

编者向中南大学出版社以及在本书编写过程中提供过支持和帮助的所有专家和同行表示感谢。

编 者

2015年9月

目 录

第1章 绪 言	(1)
1.1 工程地质学的任务及其研究内容	(1)
1.2 工程地质学的发展历史、现状与展望	(4)
1.3 工程地质学与其他学科的关系	(7)
1.4 本课程的学习要求	(8)
重点与难点	(9)
思考与练习	(9)
第2章 矿物与岩石	(10)
2.1 地壳和地壳运动	(10)
2.2 主要造岩矿物	(12)
2.3 岩石类型及其特征	(22)
重点与难点	(48)
思考与练习	(49)
第3章 地层、地质年代与地质构造	(50)
3.1 地层	(50)
3.2 地质年代	(52)
3.3 岩层产状及其测定	(70)
3.4 褶皱构造	(71)
3.5 断裂构造	(78)
3.6 新构造运动与活断层	(90)
3.7 地质图的阅读与分析	(95)
重点与难点	(102)
思考与练习	(103)
第4章 岩石及特殊土的工程性质	(104)
4.1 岩石的工程性质	(104)
4.2 特殊土的工程性质	(132)
重点与难点	(138)
思考与练习	(138)

第5章 水的地质作用	(139)
5.1 地表流水的地质作用	(140)
5.2 地下水的地质作用	(153)
重点与难点	(182)
思考与练习	(182)
第6章 岩体的工程性质及岩体的稳定性	(183)
6.1 岩体与岩体结构	(183)
6.2 岩体的工程性质	(193)
6.3 岩体稳定性评价	(203)
6.4 工程部门应用的某些经验数据	(207)
重点与难点	(211)
思考与练习	(211)
第7章 不良地质作用	(212)
7.1 滑坡	(212)
7.2 崩塌及岩堆	(226)
7.3 泥石流	(233)
7.4 岩溶和土洞	(237)
7.5 地震	(244)
重点与难点	(254)
思考与练习	(255)
第8章 工程地质勘察	(256)
8.1 工程地质勘察	(256)
8.2 工程地质勘察阶段的划分	(259)
8.3 工程地质勘察方法	(260)
重点与难点	(282)
思考与练习	(282)
附 录	(283)
附录1 工程地质学室内实验课指导书	(283)
附录2 专业词汇中英文对照	(295)
参考文献	(305)

第1章

绪言

1.1 工程地质学的任务及其研究内容

1.1.1 工程地质学的含义

工程地质学是研究与人类工程建设等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在于查明建设地区或建筑场地的工程地质条件，分析、预测和评价建设地区或建筑场地可能存在和发生的工程地质问题及其对建筑物和地质环境的影响和危害，提出防治不良地质现象的措施，为保证工程建设的合理规划以及建筑物的正确设计、顺利施工和正常使用，提供可靠的地质科学依据。

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的地质条件，会以一定的作用影响建筑物的安全和正常使用；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，最终影响到建筑物本身。二者处于相互联系、相互制约的矛盾之中。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转化与解决，就成了工程地质学的研究对象。

1.1.2 工程地质学的任务

1. 工程地质学的主要任务

工程地质学是为工程建设服务的。它是通过工程地质勘察手段来实现的。通过勘察和分析研究，阐明建设地区或建筑场地的工程地质条件，指出和解决业已存在的工程地质问题，为建筑物的设计、施工和使用提供所需的地质资料。它的主要任务有：

- ①阐明建筑场地的工程地质条件，并指出其对建筑物有利的和不利的因素。
- ②论证建筑场地存在的工程地质问题，进行定性和定量评价，给出确切的结论。
- ③选择地质条件优良的建筑场地，并根据场地的地质条件合理配置各个建筑物。
- ④根据建筑场地的具体地质条件，提出有关建筑物类型、规模、结构和施工方法的合理化建议，以及保证建筑物正常使用所应注意的地质要求。
- ⑤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。
- ⑥为拟订改善和防治不良地质作用的措施方案提供地质依据。

2. 工程地质学的核心任务

显然,阐明工程地质条件是工程地质工作的基础,而论证和解决工程地质问题则是工程地质工作的核心。因而,明确工程地质条件和工程地质问题的含义很有必要。

(1) 工程地质条件

工程地质条件是与工程建筑有关的地质因素的综合。一般包括以下六方面的因素。

1) 岩土的类型及其工程性质

最基本的工程地质因素包括岩层的成因、时代、岩性、产状、成岩作用特点、变质程度、风化特征、软弱夹层和接触带,以及物理力学性质等。

2) 地质构造

地质构造是工程地质工作研究的基本对象,包括褶皱、断层、节理构造的分布和特征。地质构造,特别是规模大的活动性断层,对地震等灾害具有控制作用,因而对建筑物的安全稳定、沉降变形等具有重要意义。

3) 水文地质条件

水文地质条件是重要的工程地质因素,包括地下水的成因、埋藏、分布、动态和水质等。地下水既是降低岩土体稳定性的重要因素,又能在某些情况下对建筑物的某些部位(如基础)发生侵蚀作用,影响建筑物的安全。

4) 动力地质作用

动力地质作用与建筑场地的地形、气候、岩性、构造、地下水和地表流水作用密切相关,主要包括内动力地质作用和外动力地质作用,对评价建筑物的稳定性和预测工程地质条件的变化具有重要意义。

5) 地形、地貌条件

地形反映了地表的高低起伏状况、山坡陡缓程度、沟谷宽窄及其形态特征等。地貌则说明地形形成的原因、过程和时代。平原区、丘陵区 and 山岳地区的地形起伏、土层厚薄和基岩出露情况、地下水埋藏特征和地表地质作用现象都具有不同的特征,这些因素都直接影响到建筑场地的选择。

6) 天然建筑材料

工程中常用的天然建筑材料包括黏性土料、砂土、砂卵砾石料、碎石、块石石料等。在大型土木及水利工程中,天然建筑材料的量、质及开采运输条件等,直接关系到建筑场地选择、工程造价、工期长短等。因此,它也是工程地质条件评价的重要内容,有时甚至可以成为选择工程建筑物类型的决定性因素。

(2) 工程地质问题

工程地质问题指已有的工程地质条件在工程建筑和运行期间产生的一些新的变化和发展,构成威胁影响工程建筑的安全。由于工程地质条件复杂多变,不同类型的工程对工程地质条件的要求又不尽相同,所以工程地质问题是多种多样的。就土木工程而言,主要的工程地质问题可归纳为以下四点。

1) 地基稳定性问题

它是工业与民用建筑工程、公共设施工程(如公路、铁路等)常遇到的主要工程地质问题,包括地基强度和变形两个方面。此外,岩溶、土洞等不良地质作用都会影响地基稳定。

2) 斜坡稳定性问题

自然界的天然斜坡是经受长期地质作用达到相对协调平衡的产物,人类工程活动,尤其是道路工程需开挖和填筑人工边坡,斜坡稳定对防止地质灾害发生及保证地基稳定十分重要。斜坡地层岩性、地质构造特征是影响其稳定性的物质基础,内外动力作用(如火山、地震、风化、地表水和地下水等)对斜坡软弱岩层结构面作用往往会破坏斜坡的稳定性;其次,地形、地貌和气候条件也是影响其稳定的重要因素。

3) 洞室围岩稳定性问题

地下洞室或地铁隧道被包围于岩土体介质(围岩)中,在洞室开挖和建设过程中破坏了地下岩体的原始平衡条件,便会出现一系列不稳定现象,常遇到的有围岩塌方、地下水涌水等。因此,为了防止工程失误和事故,保证洞室围岩稳定,需要研究地质体在地质历史中的受力状况和变形过程,做好山体稳定性评价,研究岩体结构特性,预测岩体变形破坏规律,进行岩体稳定性评价以及研究建筑物和岩体结构的相互作用。

4) 区域稳定性问题

地震、震陷和液化以及活断层对工程稳定性会造成很大的影响,1976年唐山大地震后土木工程界加强了对地震自然灾害的注意。对于大型核电站工程、水利水电工程、地下工程以及建筑群密布或高层至超高层建筑密集区,在工程建设规划和场地选址时区域稳定性评价应该是首先需要论证的问题。

1.1.3 工程地质学的研究内容

工程地质学的主要任务,决定了其研究内容。归纳起来工程地质学的研究内容有四个方面。

1. 岩土工程性质的研究

确定岩土组分、结构(微观结构)、物理、化学与力学性质(特别是强度及应变)及其对建筑工程稳定性的影响,进行岩土工程地质分类,提出改良岩土的建筑性能的方法。有关这方面的研究,由工程地质学的分支学科工程岩土学来进行。

2. 工程动力地质作用的研究

分析和预测在自然条件和工程建筑活动中可能发生的各种地质作用和工程地质问题(例如:地震、滑坡、泥石流,以及诱发地震、地基沉陷、人工边坡和地下洞室围岩的变形;因破坏、开采地下水引起的大面积地面沉降;地下采矿引起的地表塌陷)及其发生的条件、过程、规模和机制,评价它们对工程建设和地质环境造成的危害程度,研究防治不良地质作用的有效措施,成为工程地质学的分支学科工程动力地质学的研究内容。

3. 工程地质勘察理论和技术方法的研究

为了查明建筑场地的工程地质条件,论证工程地质问题,正确地提出工程地质评价,提供建筑物设计、施工和使用所需要的地质资料,就必须进行工程地质勘察。由于不同类型、结构和规模的建筑物,对工程地质条件的要求以及所产生的工程地质问题各不相同,因而选择的勘察方法和布置原则,以及投入的工作量也不尽相同。为了保证各类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,制定适用于不同类型工程建筑的各种勘察规范或工程手册,作为勘察工作的指南,确保工程地质勘察的质量和精度。有关这方面的研究,由专门工程地质学这一分支学科来进行。

4. 区域工程地质研究

研究区域工程地质条件的特征和规律,预测其在自然条件下和工程建设活动中的变化,和可能发生的地质作用,评价区域稳定性和工程建设的适宜性,进行工程地质分区和编图。

工程地质学是一门应用性非常强的地质科学,在工程建设中占有非常重要的地位。随着大规模工程建设的发展,它的服务对象越来越广,研究领域和内容也日益扩大。除以上的已有的分支学科外,一些新的分支学科正在逐渐形成和发展,如采矿工程地质学、海港和海洋工程地质学、城市工程地质学、道路工程地质学、水利水电工程地质学、工程地震学、环境工程地质学和军事工程地质学等。

1.2 工程地质学的发展历史、现状与展望

1.2.1 工程地质学的发展历史与现状

工程地质学产生于地质学的发展和人类工程活动经验的积累中。17 世纪之前,许多国家成功地建成了享有盛名的建筑物,但人们在建筑实践中对地质环境的考虑,完全依赖于建筑者个人的感性认识。17 世纪以后,由于产业革命和建设事业的发展,出现并逐渐积累了关于地质环境对建筑物影响的文献资料。尽管 18 世纪地质研究工作已经存在,但到 19 世纪末和 20 世纪早期,工程地质科学及其实践还没有被当作一个公认的学科。1880 年, W. T. 彭宁出版了首部题名为《工程地质》的书。20 世纪早期,美国地质学家,查尔斯·伯基被认为是美国第一个工程地质学家,他曾参与纽约市多个供水项目和后来的胡佛大坝等其他工程项目的工作。第一次世界大战结束后,整个世界进入了大规模建设时期。1914 年,美国地质学家 H. 里斯和 T. L. 沃森出版了美国首部《工程地质学》教材。1929 年, K. A. 雷德利克等在柏林也出版了《工程地质学》教材。1937 年,苏联的 Ф. П. 萨瓦连斯基教授也出版了《工程地质学》教材。

1928 年 3 月 2 日美国加利福尼亚的圣·弗兰西斯水坝坍塌,死亡 426 人,工程项目的安全性得到了世界范围的广泛关注。随后的几年中,频繁发生的工程事故也促进了工程地质学家致力于对大型工程项目安全性的研究。

1951 年,美国地质学会的工程地质执行委员会最早提出了“工程地质学家”或“专业工程地质学家”的定义。20 世纪 50 年代以来,在世界工程建设发展中,工程地质学逐渐吸收了土力学、岩石力学和计算数学中的理论方法,更加完善和发展了本身的内容和体系。随着全球经济的发展,各类工程建设的规模越来越大,对地质体的干扰也更加严重。如 1963 年意大利维昂特水坝滑坡引起的泥石流事件就与地质问题密切相关。因此,国际工程地质界认识到有必要成立一个国际学术性组织,共同商讨重大的工程地质问题,进行学术交流,探讨发展趋势。1968 年,在布拉格召开的第 23 届国际地质大会上成立了国际地质学会工程地质分会(后改名为国际工程地质协会),首次提出了环境地质学与环境工程地质学问题。此后,国际工程地质协会每四年召开一次国际工程地质大会,定期进行专题学术讨论。20 世纪 70 年代末至 80 年代初,代表当时国际工程地质水平的专著相继出版。1976 年, Q. 扎鲁巴和 V. 门斯出版了《工程地质学》;同年, P. B. 艾德威和 I. W. 法默出版了《工程地质学原理》;1980 年和 1983 年, F. G. 比尔先后出版了《工程地质学与土力学》和《工程地质学》。1980 年,在法国巴

黎第26届国际地质大会上,地质学家们一致通过了《国际工程地质协会关于解决环境问题的宣言》,标志着现代工程地质学向环境地质学发展。1997年,在希腊雅典召开的一次专题讨论会议上,国际工程地质协会正式改名为国际工程地质与环境协会。

到21世纪初,世界工程地质学已有70多年的发展历史,工程地质研究已经由欧美国家向发展中国家扩展并稳定发展。由于发展中国家各类工程建设以前所未有的规模和速度向前发展,将会遇到各种不同复杂程度的地质环境问题和工程地质问题,给工程地质学家提出了许多研究课题。工程地质学除了吸收了土力学、岩石力学和计算数学中的理论和方法,不断创新和改进工程地质勘查技术手段外,更加完善和发展了自身的研究内容和学科体系。今后还将与工程科学、环境科学以及地球科学的其他分支学科更加紧密相连,与各相关学科更好地交叉和结合,促进基本理论、分析方法和研究手段等各方面不断更新和前进,进而使工程地质学的内涵不断变化、外延扩展。同时,工程地质学必将融入现代数理化、计算机科学、空间科学及材料科学等更多的新鲜知识。

我国工程地质学的发展始于20世纪50年代。经过地质工作者60多年的努力,我国工程地质学取得了举世瞩目的成就,已接近国际水平。我国工程地质学的发展大体经历了以下三个发展阶段。

1. 奠基时期

20世纪50年代到70年代中期,是我国工程地质学的形成和初步发展阶段。20世纪50年代,我国工程地质学主要是引进苏联的理论、方法和技术,为我国工程地质学的发展奠定了基础。

2. 独立发展时期

20世纪50年代末,我国学者谷德振和刘国昌倡导研究“区域地壳稳定性”,指出区域地壳稳定性是岩石圈内正在进行的地质、地球物理作用对地壳表层及工程建筑安全的影响,即地壳现代活动对工程安全的影响程度。从20世纪60年代到70年代中期,随着我国大型基础项目的建设(如刘家峡、龙羊峡等水利枢纽,成昆、兰新等铁路干线,南京、九江长江大桥等的工程地质勘察),积累了丰富的资料和实际经验,促进我国工程地质学进入了独立发展的阶段,逐步形成和建立了中国特色的工程地质学的学科体系。特别是区域工程地质学和各种专门性工程地质学发展较快,创立了中国特色的工程地质力学及其地质结构控制论等基础理论。如20世纪60年代初,工程地质学家和地质力学家谷德振院士建立了岩体结构的概念,在岩体稳定性问题中提出了结构控制论,1972年创立了“岩体工程地质力学”;1965年,工程地质与水文地质学家刘国昌教授创立了“区域工程地质学”。这些研究成果对我国工程地质勘察,尤其在指导重大工程场址的选择上具有重要意义,如1979—1983年的雅砻江二滩水电站和1979年我国第一座核电站——大亚湾核电站的成功选址。但是,与世界工程地质学相比,中国工程地质学在理论、方法和技术等方面还有很大的差距。

3. 顺利发展时期

我国对环境工程地质的正式研究始于20世纪60年代的新丰江水库诱发地震和上海的地面沉降。20世纪70年代后期到80年代初期,是我国工程地质学开始顺利发展的阶段。在这个阶段,由于加强了国际交流与合作,不断引进西方发达国家的理论、方法和技术,并逐渐形成和完善了我国工程地质勘察的理论体系,重视了防治工程地质灾害,适应了现代环境科学的迅速发展,使工程地质学的发展进入了“防灾工程地质学”阶段。尤其是20世纪70年代

以后,对天津、北京等地的地面沉降和西安、大同等地的地裂缝的研究,使我国城市地质灾害防治逐渐得到重视,有关研究主要是由工程地质界承担的。1979年11月成立了中国地质学会工程地质委员会。1989年1月召开的全国地质灾害防治工作会议期间,成立了主要由工程地质学家参加的全国地质灾害研究会,次年又创办了《中国地质灾害及防治学报》,对地质灾害的研究起了促进作用。20世纪90年代还编制了中国地质灾害类型图,1993年出版了段永侯等编著的《中国地质灾害》。此外,成都理工大学是国家工程地质重点学科和国家重点实验室的唯一单位,1981年,张倬元等编著的《工程地质分析原理》(工程地质专业用)至今已出版了三版。众多的研究成果及具体防治工程的成功,确立了我国在这一领域的国际地位。

同时,我国工程地质勘察工作也进入了一个新的历史阶段,逐渐形成了较为完整的工程地质勘察体制,制定了新的勘察规范,与国际接轨,勘察质量大大提高。如在土木工程中引进欧美国家的岩土工程技术体制,一些重大工程采取国际招标方式,引进国外先进的勘察技术和资金。逐渐形成和完善了我国工程地质勘察的理论体系,即“以工程地质条件的研究为基础,以工程地质问题的分析为核心,以工程地质勘查技术方法为手段,以工程地质评价决策为目的”。这一理论体系在张咸恭等著《中国工程地质学》(2000)中得到了充分体现,这是一部代表当前中国工程地质学科发展水平又具有中国特色的重要著作。我国的工程地质勘察事业在上述勘查理论体系的指引下取得了巨大成就。此外,在勘察基础上,相继形成了“水利水电工程地质”“铁路工程地质”“矿山工程地质”和“城市及房屋建筑工程地质”等专门工程地质系列。

4. 快速发展时期

1979年在苏州召开的第一次全国工程地质大会上,环境工程地质问题引起了普遍关注。1982年在孝感召开的第一次全国环境工程地质学术讨论会,标志着我国环境工程地质学诞生。此后,我国地矿部系统和其他有关部门、研究机构,设置了环境工程地质队组,开展了环境工程地质课题。地质院校也开始培养环境工程地质硕士生,开设了“环境工程地质”课程。从20世纪80年代中期开始,中国工程地质学进入了现代工程地质学快速发展的阶段,相继召开了多次全国性的环境工程地质学术研讨会,涉及的内容丰富多彩,有些研究成果在国际上处于先进地位。同时,随着世界科学技术的飞速发展,地球科学向着国际化和统一化方向迅速发展,我国通过国际交流和技术引进与创新,加强基础理论、方法和技术的研究,用先进的理论、方法和技术武装自己,逐步实现学科现代化,并促进了中国环境工程地质理论体系的形成和发展。20世纪90年代到21世纪初,我国特殊土体工程地质特性研究取得了丰硕成果。对特殊土(如淤泥土、黄土类土、膨胀土、盐渍土、红黏土、多年冻土等)微结构特征和分类、物质成分、工程特性及指标、建筑稳定性评价以及地基处理措施等都进行了深入的研究。1995年,刘传正出版了我国第一部系统的环境工程地质学论著——《环境工程地质学导论》,该书全面论述了环境工程地质的理论体系、基本研究内容与方法,展示了环境工程地质的前景。近年来,工程地质开始关注寒旱区环境工程地质问题、资源开发的地质环境效应、重大工程的工程地质问题和资源枯竭型城市工程地质问题等,进一步开展工程地质新理论和新技术的研究。

1.2.2 我国工程地质学的展望

21世纪上半叶,根据国家发展战略,我国现代化建设步伐不断加速,综合国力得到空前

提高。为保证可持续发展和维持国民经济常态化发展,国家需要稳定的能源和矿产资源供应。随着国家一路一带战略的实施、亚洲投资银行的成立、经济自贸区建设和城市化建设,我国和亚洲其他国家将会在核电站、高铁、港口、道桥、隧道或水下隧道等大型基础设施建设等方面投入巨额资金。为了保证国家这一发展战略的实施,需要重视环境保护和加强对地质灾害的预防与治理。我国工程地质学应在环境工程地质和地质灾害防治等方面的理论与复杂地质体建模理论技术方面有所突破。

(1) 未来工程地质学的主要任务

今后30年,工程地质学的主要任务将会侧重于以下七个方面:

- ①深埋长大隧道地质灾害评价及预测。
- ②地下开挖的地面地质效应研究。
- ③区域开发及重大工程建设的环境地质效应评价。
- ④城市或重大工程建设区的环境地质信息系统及防灾减灾决策支持系统。
- ⑤沿海地区海面上升对地质环境的影响研究。
- ⑥城市垃圾卫生填埋场的选址及其垃圾处置的环境地质效应分析。
- ⑦核电站选址及核废料处置的环境地质效应研究。

(2) 工程地质学新理论与新技术研究

依据以上主要任务,今后工程地质学将重点发展以下五个方面的理论与技术:

①复杂地质体的建模理论与技术研究。如开挖卸荷条件下节理岩体的力学响应及其地质-力学模型、深埋条件下岩溶介质的地质-水动力学模型和强震条件下水-岩力学作用模型等。

②崩滑地质灾害发生机理及其非线性评价预测理论,建立灾害性地质过程的全息预报系统理论。

③新一代地质灾害评价与防治理论-地质灾害全过程动态模拟与过程控制。全过程动态模拟的主攻关键问题是复杂地质结构体的三维描述、崩滑地质灾害全过程的数学-力学描述及结构关系和全过程模拟的数学力学算法等。

④高精度工程地质解释系统。包括三维地质数据库管理系统、二维和三维地质资料分析处理及成图、图形分析处理系统、高精度层析成像技术和高精度定量分析预测技术。

⑤区域地质灾害及其地质环境评价与预测的3S技术。这方面的研究在国内外地学研究领域尚属起步阶段。其中,3S技术的核心是地理信息系统(GIS)。在环境工程地质领域,GIS技术应用于空间环境、灾害、工程地质信息系统及数字制图,建立地质环境质量综合评价与管理系统以及建立地质灾害动态监测、评价与空间预测系统。

显然,通过以上任务的实施,相关理论和技术将得到迅速发展,工程地质研究将开辟一个全新的更加广阔的研究领域,工程地质学理论也将会与有关的学科理论相联系、交叉,形成新的独立学科。

1.3 工程地质学与其他学科的关系

工程地质学所涉及的知识范围很广。它包含了地质学各分支学科(如地质学原理、矿物学、岩石学、构造地质学、地质历史学、第四纪地质学、地貌学和水文地质学等)的理论基础,

同时也吸收了其他学科的知识作为自己的理论基础。工程地质学的研究对象是岩土体,有关岩土体中的大量计算问题及其有关定量评价,都需要数学和力学学科的知识作为它的基础。因此,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。此外,工程地质学还吸收了物理学、化学、物理化学和胶体化学,以及工程建筑学、环境学和生态学等学科知识。近20年来,随着电子计算机的广泛使用和各种相关分析软件投入市场,工程地质学的研究内容更加深入。

工程地质学是土木工程专业的一门专业基础课程,与土木工程专业的岩土工程有着密切联系,二者既互相联系又互相区别。工程地质学是地质学的一个分支,研究与工程建设有关的地质问题,其本质是一门应用性很强的科学。各种工程的规划、设计、施工和运行都要做工程地质研究,使工程与地质相互协调。这样既能保证工程的安全可靠、经济合理、正常运行,又能保证地质环境不因工程建设而恶化。从事工程地质工作的是地质专家(地质师),侧重于地质现象、地质成因和演化、地质规律、地质与工程相互作用的研究。岩土工程是土木工程的分支,其理论基础主要是工程地质学、土力学和岩石力学,是解决各类工程中关于岩石的工程技术问题的科学,即岩石和土的利用、处理或改良,其本质是一种工程技术。其研究内容是岩土体作为工程的承载体,研究其工程荷载、工程材料、传导介质或环境介质等方面,也包括岩土工程的勘察、设计、施工、检测和监测等。从事岩土工程的是工程师,他们关心的是如何根据工程目标和地质条件,建造满足使用要求和安全要求的工程岩土,解决工程建设中的岩土技术问题。

虽然工程地质与岩土工程分属不同的学科,但二者关系非常密切。工程地质是岩土工程的基础,岩土工程是工程地质的延伸。工程地质学的产生源于土木工程的需要,而岩土工程则是以传统的力学理论为基础发展起来的。但单纯的力学计算不能解决实际问题,因此,从一开始岩土工程就和工程地质结下了不解之缘。与工程地质比较,结构工程面临的是混凝土、钢材等人工制造的材料,材质相对均匀,材料和结构都是工程师自己选定或设计的,是可控的。计算条件十分明确,因而建立在材料力学和结构力学基础上的计算是可信的。而岩土材料,无论性能或结构都是自然形成的,都是经过了漫长的地质历史时期、多种复杂地质作用下的产物,对其组成、结构和性能,工程师不能任意选用和控制,只能通过勘察查明,而实际上又不可能完全查明,需要依据地质规律推测或预测。尤其在地质构造复杂的山区,有经验的工程地质学家,通过地面调查就可大致判断地质构造的轮廓,利用物探、钻探和槽井探等,就可以由浅而深地获得工程地质模型。显然,在地质条件复杂的地区,岩土工程师离开了工程地质专家将寸步难行。岩土工程师也不敢相信单纯的计算结果,原因就在于工程地质条件的不确定性和岩土参数的不确定性,不同程度地存在计算条件下的模糊性和信息的不完全性。虽然土力学、岩石力学和计算技术都取得了长足进步,并在岩土工程设计中发挥了重要作用,但由于计算假定、计算模式、计算方法和计算参数等与工程实际有相当大的差别,因而需要进行综合判断。

1.4 本课程的学习要求

我国地域辽阔,自然地理和地质条件复杂。在工程建设中常遇到各种各样的自然条件和地质问题。如宝成铁路、成昆铁路、渝怀铁路、宜万铁路、青藏铁路及近10年修建的高速铁