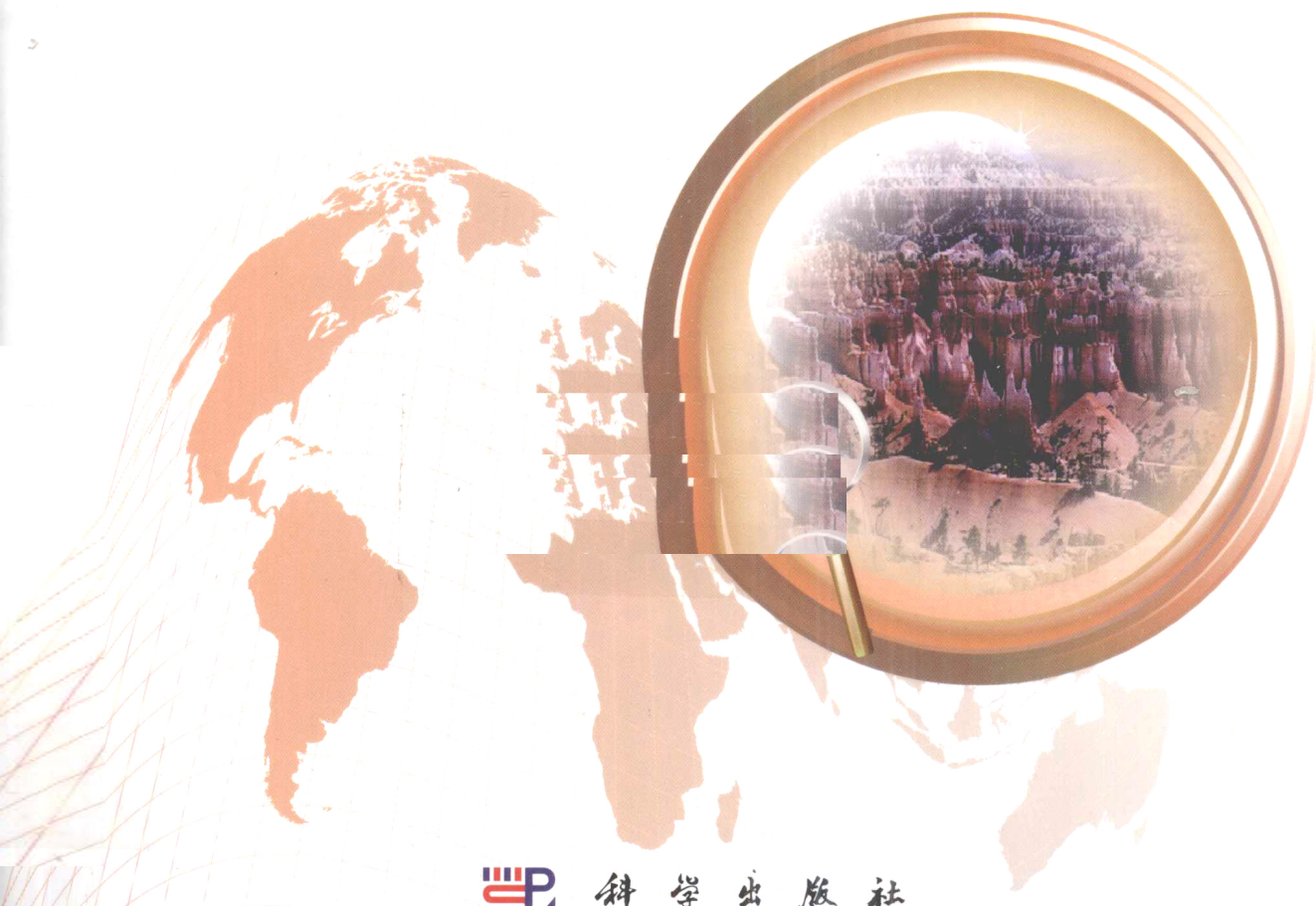




高等教育“十二五”规划教材
环保类专业教材系列

环境地质

吴 烨 主 编



科学出版社

高等教育“十二五”规划教材

环保类专业教材系列

环 境 地 质

吴 烨 主 编
卢予北 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍了环境地质学基本知识,地球环境基础,地质环境与健康,地震、火山和地面变形等地质灾害,各种资源与环境地质;重点介绍了人类工程开发与地质环境关系,城市化与地质环境,地下工程开发与环境地质问题,详细介绍了生产实际工作中运用环境科学原理合理利用地质资源,如地热能开发、矿山开发和地质工程的实例等。本书体系新颖,增加了工程实例内容,基本反映了现代环境地质学的基本理论、方法原理和工程技术。

本书可作为环境工程、环境监测与治理技术、资源与城市管理等环境科学本科专业的教材,也可作为高职高专、成人教育、远程教育相关专业教材以及地质、水文与水资源工程等专业的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

环境地质/吴焯主编. —北京:科学出版社,2011
(高等教育“十二五”规划教材·环保类专业教材系列)
ISBN 978-7-03-030023-2

I. ①环… II. ①吴… III. ①环境地质-高等学校-教材 IV. ①X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 008742 号

责任编辑:张 斌/责任校对:王万红

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 3 月第一次印刷 印张:19

印数:1—3 000 字数:450 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈鑫丰华〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VZ04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

序

地质环境是人类环境中极为重要的组成部分，是整个生态环境的基础。地质环境是自然资源主要的赋存系统，亦是人类最基本的栖息场所和活动空间。

环境地质学是地质学和环境科学相互渗透、交叉的科学，它是地质科学中一门新兴的分支学科，也是环境科学的重要组成部分。环境地质学是一门基础性和应用性均很强的科学，它一方面要研究地质环境的现状、发展、变化和原因，以及人类与地质环境之间的相互作用；另一方面要解决现代环境地质问题，其根本目的在于保护地质环境，为实现人类社会可持续发展服务。

我国国土辽阔广大，地质环境复杂，不同类型地质环境具有典型意义。同时我国拥有 13 亿人口，经济上正处于快速发展的时期，由此带来的一些环境问题尤为严重。这其中包括由经济发展推动的矿产资源过度开发利用所引发的环境问题，以及经济增长和社会发展加快大量基础建设项目，特别是重大基础建设项目实施引发的环境地质问题，由城市化进程加快引发的一系列城市环境地质问题等，这对环境地质工作者而言既是挑战也是机会。与其相应，大学环境地质教育也日益得到重视，各种环境地质学教材应运而生，编写一本科学实用而体现时代特色的教材很有意义。

本书作者力图从地质学原理阐明地质环境问题的本质和产生的原因，侧重阐述了人类工程及开发利用活动与地质环境的相互作用和影响，以及地质灾害对人类生存环境的破坏及防治措施；突出了城市化与地质环境问题、地下工程开发与环境地质问题研究，特别是增加了地质资源合理开发利用的实例，具有一定的特色和实用性，是一本较好的环境地质学教材。

桂林理工大学

钱建平教授

2010 年 8 月

前 言

环境问题是人类生存与可持续发展的重大问题，21 世纪环境污染、资源短缺、生态破坏、环境地质灾害等已成为制约经济社会发展的关键因素，而人类的生存环境究其本质是地质环境，离开了地质环境就无法完整地研究人类赖以生存的周围环境。地质环境是人类环境中极为重要的组成部分，是整个生态环境的基础。

由于全球人口激增和人类经济活动日趋频繁，人类与地质环境间的矛盾日益突出。为了减轻自然灾害给人类带来的灾难，减轻人类自身经济技术活动给人类生存环境带来的破坏，一门研究人类与地质环境相互作用、相互影响的新学科——环境地质学（Environmental Geology）便应运而生。它是一门新兴的应用地质学学科，也是环境科学的重要组成部分。

本书由吴烨担任主编，卢予北担任副主编，具体撰写分工如下：第一章、第五章、第十一章由吴烨编写，第二章由廉有轩、吴烨合作编写，第三章由刘玉瑞编写，第四章由崔丽娜编写，第六章由卢予北、陈莹编写，第七章、第九章由金维平编写，第八章由卢予北、吴烨编写，第十章由黎良财编写。桂林理工大学吴英隆副教授对书稿进行了详细认真地校对和修改，崔丽娜老师为文字整理与排版付出了辛勤的劳动，在此表示真诚的感谢！

环境地质学的理论体系和研究方法还处于不断吸纳和发展之中，因此它面临着自身发展和挑战，需要不断的研究与探索。由于时间和水平所限，书中难免存在一些问题和不足，恳请读者批评指正。

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 环境、地质环境与环境地质学	1
第二节 环境地质学的产生和研究内容	3
第三节 环境地质学的研究方法	6
第四节 环境地质学的发展与展望	8
第二章 环境地质学的基础	11
第一节 地球的基本知识	11
第二节 地球环境的圈层结构	15
第三节 地壳的物质组成	17
第四节 环境地质作用	31
第五节 地质年代	51
第三章 地质灾害	55
第一节 地质灾害的概念及类型与分级	55
第二节 地质灾害的属性特征、发育概况和分布规律	57
第三节 地震灾害	62
第四节 火山灾害	71
第五节 斜坡地质灾害	80
第六节 地面变形地质灾害	96
第七节 河湖与海岸地质灾害	105
第四章 地质环境与人类健康	110
第一节 表生环境地球化学特征	110
第二节 地质环境与人类健康的关系	118
第三节 地方病与预防措施	121
第五章 水资源开发与地质环境	136
第一节 水资源基本概念与特征	136
第二节 水资源现状与中国水资源开发利用	146
第三节 水资源开发对地质环境的影响	151
第四节 案例分析——郑州沿黄区地下水资源可持续开发利用	162
第六章 地下工程与地质环境	169
第一节 地下工程及其特性	169
第二节 地下工程开发对地质环境的影响	175



第三节	地下工程开发引起环境地质问题的解决对策	182
第四节	地下工程开发实例	186
第七章	燃料性能源与地质环境	195
第一节	能源与能源环境问题概述	195
第二节	燃料性能源开发对地质环境的影响	204
第三节	平顶山煤炭矿区环境地质问题及对策	223
第八章	新能源地热开发与地质环境	230
第一节	地热资源基本知识	230
第二节	地热资源的开发利用	235
第三节	地热开发的环境地质问题与对策	238
第九章	城市环境地质	243
第一节	城市化与地质灾害	243
第二节	城市地貌	250
第三节	城市建设与环境地质	259
第四节	案例分析——天津地面沉降及防控	267
第十章	环境地质学的研究前沿与新技术	271
第一节	环境地质学的研究前沿问题	271
第二节	环境地质野外调查	274
第三节	环境地质制图	278
第四节	3S 技术在环境地质学研究中的应用	283
第十一章	环境地质实习	290
实习一	矿物物理性质	290
实习二	认识常见矿物	290
实习三	沉积岩	291
实习四	岩浆岩、变质岩	291
实习五	地质罗盘使用	292
实习六	环境地质野外认识实习	293
主要参考文献		295

第一章 绪 论



学习目标

本章要求熟悉有关环境及环境科学的基本知识，掌握环境地质学的定义、研究内容、研究方法，正确理解环境、地质环境、人类地球环境系统的概念及环境地质学的产生，并了解环境地质学的发展情况。

第一节 环境、地质环境与环境地质学

任何事物的存在都不是孤立的和偶然的，它与周围的事物之间必然存在着相互的联系和影响，这种联系和影响的总和就构成了该事物的环境。与某一中心事物有关的周围事物、条件和情况的全部就是该中心事物的环境。中心事物是主体，周围事物、条件和情况都是客体。地质环境是指地壳表层在自然条件下，依其自然规律保持着动态平衡的系统，即通常所指的地壳表层与大气圈、水圈、生物圈，在长期地质历史中进行着能量迁移和物质交换，并在长期演化过程中逐步建立相对平衡的开放系统。张宗祜先生指出“环境是自然实体与人类实体相互联系的系统”，认为“地质环境是有空间概念的”，“上限是岩石圈的表面与大气、地表水体、生物界相互作用”，“下限是目前阶段人类能够涉及岩石圈的深度，大约为 5km，最深的钻探深度可达 12km”。地质环境是人类环境中极为重要的组成部分，主要指与人的生存发展有着紧密联系的地质背景、地质作用及其发生空间的总和，又称地质环境系统。

与地质环境概念相联系，但经常被混淆的另一个术语是“环境地质”。其实，地质环境与环境地质有完全不同的含义，二者不能互相通用。如前所述，地质环境是一种空间概念，在实际应用时常加前后缀，如某地区地质环境调查，以说明研究对象的地理范围、观察对象的地质学色彩，指对这个特定空间实体和现象的描述、刻画。与之不同的是，环境地质一词常具有思辨的成分，用于学科的定名，如环境地质学，它将地质环境作为研究对象，探讨环境问题发生的地质学本质，或指某些环境问题的地质学机理分析，既包括自然地质作用，也包括人为地质作用的物理、化学本质，如某地区地面沉降的环境地质研究。简言之，地质环境可以理解为研究的对象，环境地质则是对这个对象的分析研究过程。

进入 21 世纪以来，全球气候变化、自然灾害频繁发生、环境污染和生态破坏等环境问题关系到全世界的生存和可持续发展，日益成为制约经济社会发展的关键因素。环



环境科学就是为解决人类面临的环境问题而产生的一门新学科,是在现代社会经济和科学发展过程中逐步形成的一门新兴的综合性科学。它的主要任务是研究在人类活动的影响下,环境质量的变化规律和环境变化对人类生存的影响,以及保护和改善环境质量的理论、技术和方法。环境科学所研究的环境,是以人类或以人类为主体的外部世界的总和,统称人类环境。它包括人类已经认识到的以及还在探索的直接或间接影响人类生存与发展的各种周围事物,其中既包括原生的自然要素,如空气、水体(河流、湖泊、海洋等)、陆地(山地、平原等)、土壤、湿地、森林、草原和野生生物等,也包括经人类改造过的自然界,如城市、村镇、水库、巷口、道路、农田、园林等。原生的环境(也称第一环境)是指人类社会出现之前就已客观存在着的环境,现在一般是指未经人类活动影响,仍保持自然状态的各种自然因素的总和;而受到人类活动因素的冲击、影响而改变的自然环境称次生环境(或第二环境)。人类活动对环境的冲击影响有积极的正面影响和消极的负面影响。正面影响是指人类活动产生积极的作用,使自然环境向有利于人类、生物生存的方向可持续发展;而负面影响则是指人为破坏了原来好的自然环境,出现的不良现象反过来又严重地影响着生物特别是使人类的正常生产、生活中不断出现各种次生的环境灾害效应,这也是环境科学更为重视的。也就是说第一环境不一定是最好的,有时也客观存在一些不良的原生自然环境,如有的地区因地球化学环境异常导致了大骨节病、克山病、氟病、甲状腺肿病等地方病的发生。因此,应客观区分人类对自然环境的冲击影响和改造活动。环境地质学是环境科学的基础学科,其所指的环境与环境科学一致,是指影响人类以及整个地球生命界生存和发展的全部地球环境,它更侧重对自然环境、地质环境的研究。而环境科学的研究侧重防治环境污染和生态破坏的技术和措施,研究受污染环境的修复及自然资源的保护和合理利用,探讨废物资源化技术,改革生产工艺,发展清洁生产系统,寻找清洁能源,对区域环境进行系统规划与科学管理,以获得最优的环境效益、社会效益和经济效益的统一。

环境科学研究涉及的内容广阔,包括自然科学和社会科学的许多重要方面,因而形成了与有关科学之间相互渗透、相互交叉的许多分支学科,如环境地质学、环境生物学、环境化学、环境物理学、环境工程学、环境管理学、环境经济学、环境法学等。它们是环境科学这个整体不可分割的组成部分,而且都处于蓬勃的发展时期。随着环境问题的发展和人类认识的进一步深化,环境科学及其各分支学科将不断地充实与完善。

环境地质学就是地质学与环境科学相互渗透、交叉的科学,它是地质科学中一门新兴的分支学科,也是环境科学的重要组成部分。环境地质学是应用地质科学、环境科学以及其他相关学科的理论与方法,研究地质环境的基本特性、功能和演变规律及其与人类活动之间相互作用、相互制约的关系的一门学科,其研究对象是人类社会与地质环境组成的复杂系统,它的研究包括:①地质背景、地质作用及其过程对人类的意义与影响;②人类活动引起的地质环境变化的地质学问题及社会学问题;③如何协调人与地质环境的关系。环境地质学的任务是在分析地质环境组成要素的特征和变化规律的基础上,研究人类活动与地质环境的相互关系,简称人—地关系,揭示环境地质问题的发生、发展和演化趋势,全面评价地质环境质量,提出地质环境合理开发、利用和保护的对策与方法,为实现人类社会、经济的可持续发展提供科学依据。



第二节 环境地质学的产生和研究内容

一、环境地质学的产生

环境地质学一词是 20 世纪 60 年代初期在国外书刊上出现的,关于它的含义和研究范畴,各国学者持有不同的理解。最初使用这个名词的是 Hckett,他认为“环境地质学是研究和使用地质学达到协调和完善状态的一个新方法”。Flawn 更广泛更明确地概括为“环境地质研究包括自然资源的寻找和开采,废物的处理,构造运动对建筑结构的效应,地球物质成分和细微变化对人体健康的影响,由于人口和工业的高度集中,产生各类环境地质问题,亦都在它的研究范畴之内”。Keller 指出“环境地质学是一门应用地质学,主要研究人与自然环境之间的相互作用的各个方面”。由 Michael Abaly 主编的环境辞典中,将环境地质一词定义为“应用地质数据和原理,解决人类占有或活动造成的问题(如矿物的采取、废弃物的消纳、地表侵蚀等地质评价)”。前苏联地质部制定了《地质生态调查和填图要求》把环境地质学定义为地质生态学,指出“地质生态学是地质学科的分支学科,把地质环境的状态成分和性质作为生态系统的组成部分。指出地质环境与大气圈和水圈的相互作用,可能导致地球表面不断变化,出现生态和社会性的危险过程(灾害);人类大规模经济和技术活动影响着地质环境状态和性质的改变,地质环境对国民经济的目标功能,起着超前的决定作用”。同时有的学者对环境地质一词持相反意见,如 Oakeshott 说“环境地质是一些荒谬的名词”,又说“所有地质学都是环境的”,显然这些意见没有考虑到地质科学的发展。20 世纪 80 年代初期,在第 26 届国际地质大会上,莫斯科大学 Sergeev 教授进一步指出人类工程经济活动是强大的地质营力。国际地科联环境规划地质科学委员会出版《地学在规划和管理人类环境中的重要作用》指出“人们不能制止环境问题的发生,但改善规划和维持人类社会的方式,是环境地质科学的目的”。

国内学者从 20 世纪 70 年代后对环境地质开始有所讨论,胡海涛认为环境地质学主要研究地质作用、地球物质与人类活动之间的相互关系和影响,也可以说主要是研究人类工程—经济活动与地质环境之间的相互作用和影响,从而达到合理利用和保护地质环境之目的。张宗祜认为环境地质应当是研究人类技术活动与地质环境相互作用影响的学科。陈梦熊认为环境地质学综合性很强,属于应用地质学范畴的一门分支学科,以研究人—地关系为主,介于地质科学与环境科学之间的边缘学科或综合性学科。王瑞久认为,环境地质学的研究对象分为两个方面:地球自身变化对人类的影响,包括火山、地震、海啸等方面和地球受人类活动引起的的影响,二者可以概括为一句话,研究人类与地质环境之间相互作用的两个领域。其研究目的是保护人类的健康和安全,保护人类的环境质量,以及促进土地及其资源的合理利用。毛同夏认为环境地质学是环境科学领域的一个重要部分,指出环境地质学是应用地质学的理论与方法,研究地质环境的基本特性、功能和演变规律,研究人类活动与地质环境之间的相互作用、相互制约,解决人类开发利用自然环境遇到和可能引发的地质问题,探索在发展社会经济的活动中,合理利用与保护地质环境的途径。综上所



述,对环境地质学含义有如下几点共同的认识:

(1) 环境地质学是地质科学中一门新兴的应用学科,是环境科学的重要组成部分。

(2) 环境地质学是应用地质论与方法,研究地质环境的基本特征、功能和自身演变规律的学科。

(3) 环境地质学侧重研究人类工程技术经济活动与地质环境相互作用、相互影响、相互制约的关系。

(4) 环境地质学着力为人类合理开发利用地质矿产资源和保护人类生存的地质环境,在可持续发展战略中做出贡献。

因此,环境地质学是地质科学中一门新兴的应用学科,是环境科学与地质学之间的边缘学科,是环境保护与环境科学研究中不可忽视的重要领域。

二、环境地质学的研究内容

环境地质学属应用地质学,研究内容十分广泛,一切与人类有关的地质环境问题都属于环境地质学的研究范畴,但迄今对其所应研究的内容尚无统一认识。概括起来,其主要内容应包括下列几个方面。

(一) 全球变化的研究

全球变化研究是环境地质学研究的基础性研究工作,包括海洋—大气—陆地相互作用与水循环研究,元素迁移的环境地球化学研究,过去事件和作用过程的高分辨率研究,陆地生态系统对全球变化的响应,地表过程及其环境效应,晚更新世以来地质环境演化与未来生存环境变化趋势预测,人类活动对全球变化的影响等问题的研究,已受到国际地学界的普遍重视。

(二) 区域环境地质问题的研究

区域地质环境调查、评价和预测是环境地质学研究最基本的内容之一,也是环境地质工作服务于国土整治和环境保护的基本手段,主要包括区域地质环境背景值调查、地质环境质量现状综合评价、不同比例尺的环境地质填图、各种环境地质问题的调查与研究。在此基础上,对区域地质环境的演化趋势进行预测,为国民经济规划服务。

(三) 开发环境地质问题的研究

开发环境地质问题主要研究人类与资源、地质环境之间的相互作用和相互制约的关系,研究各资源、(矿产资源、水土资源、生物资源、风景资源等)的分布格局及其与地质环境的关系,研究资源的可开采性和可利用性以及资源开发利用对生态系统物质和能量循环的影响,研究资源开发的综合调控机制和优化技术,保证地质环境向良性循环方向发展。

(四) 灾害研究与防治

灾害研究与防治研究在内、外动力地质作用下所产生的各种地质灾害,研究其发生



机制、时空规律与生成关系,开展地质灾害风险评估,建立区域或重点地区地质灾害预测预警系统,制定科学、经济、合理的地质灾害防治规划与措施,制定减灾、防灾、灾后恢复与重建方案等。

(五) 城市环境地质研究

由于城市建设速度快、人口增长迅速,人类活动集中,对城市环境的影响作用较强,常形成特殊的环境地质问题,如“三废”污染、水资源枯竭、地基沉陷、水资源开发引起的地面沉降和海水入侵等。因此,必须研究城市环境污染与破坏的原因、机制和防治措施,建立城市地质环境监测系统,开展城市地质环境质量综合评价和变化趋势预测,编制城市环境地质图系,提出城市环境地质问题的防治与对策,为城市规划和建设提供依据。

(六) 工程建设的环境地质研究

目前,人类大规模工程建设活动对地质环境的影响越来越显著。对人口聚集、经济建设活跃地区的环境影响更为严重。研究人类各种工程活动(建筑工程、采矿工程、水利工程、地下工程)与环境的相互关系,重点研究人类工程活动对地质环境的反作用,以及由此而诱发的各种地质灾害,开展地质环境质量评价、地质灾害风险评价和移民工程地质环境质量损益评价等。

(七) 地质环境与人类健康的研究

探索地质环境对人体健康的影响,特别要研究可能使人类某些疾病的发病率和死亡率增高的地质因素。同时要研究各种污染物质直接或间接影响人体健康或危及人类生命的机制及防治措施。目前环境地球化学研究已不限于地方性疾病,开始涉及人体必需元素或有害元素对生命作用的多方面研究。因此,环境地球化学、环境水文地球化学将在与生命科学的结合中不断丰富和发展。

(八) 生态环境地质研究

生态环境地质研究是国土资源规划与管理的基础,研究的内容具有综合性,包括地质环境的状态性质、生态地质环境对人类生存的制约作用、地质环境变化对生态系统平衡的影响和作用、人类活动对生态系统的影响、地质环境与生态系统之间的关联性规律等。

(九) 科学技术在环境地质学中的应用研究

环境地质学是一门高度综合性的交叉性新兴学科,涉及内容广、研究领域多、地质环境监测数据量大。计算机及网络通信、卫星遥感(RS)、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、虚拟现实(VR)、海量数据存储等高新技术的发展,为地质灾害监测数据的自动化传输、管理、分析和可视化提供了极大的方便。利用这些先进科学技术建立了全球环境观测系统、地震灾害监测网、全球陆地观测系统等监测网络。基于地理信息系统,建立环境地质信息数据库、研究各类环境地质信息处理技术、模拟分析各



种环境地质灾害的演化过程也是环境地质学研究的关键课题之一。

非线性科学理论与方法在研究地震、滑坡、崩塌等环境地质问题的渐变性与突变性以及人类工程活动与灾害过程“自组织临界”特性的关系等方面的应用也越来越受到重视。

研究开发或引入先进的工艺技术处理城市垃圾、治理地下水和土壤污染、开展矿山环境综合整治等，体现了环境地质学的应用学科性质。

第三节 环境地质学的研究方法

环境地质学是地质学与环境科学之间的边缘科学，它的产生、发展是与现代科学技术的发展、社会生产力的提高及其对地质环境的改造密切相关的。研究环境地质学是为了在深入认识地质环境的基础上，有效解决在国民经济和社会发展的过程中出现的环境问题，保护人类生存及可持续发展的环境，同时进行环境的规划与管理。研究的最终目的既要保护环境，使其免受和消除人类活动对它的有害影响；又要保护人类健康、安全与发展，同时发展经济。由于环境地质学是在地质科学、社会科学、环境科学和现代科学技术基础上发展起来的一门新兴的交叉学科，因此，环境地质学的研究方法必须与上述特点相适应。

一、自然历史分析法

自然历史分析法是传统地质学的基本研究方法，它也适用于环境地质研究。环境地质学所研究的对象，即人类—地质环境体系是在自然地质历史过程中形成的，而且随着所处条件的变化，还在不断地发展演化着。通过已有环境地质问题的形成条件、机制和环境地质作用的研究，类比预测未来可能产生的变化和问题，是人类能动调控人类—地质环境体系和保护改善地质环境的前提条件。

二、地球化学法

通过对化学物质在环境中的迁移转化规律的研究以及对矿物组成和结构特征的研究，探索地质环境的变化。如水土流失现象与风化过程相关，而风化速率又同组成岩石的矿物性质和外部水热条件有关，通过对矿物成分和物理化学性质的测定和研究，可以评价风化作用的进程。又如克山病、氟中毒等疾病的地区分布与某些环境地质因素相关，研究这种特定区域地质环境中化学元素的丰度及其在各个生态环境中的运动规律，有利于揭示人体健康与地质环境间的内在联系。

三、系统分析方法

环境地质学的研究对象是具有复杂圈层结构、层次分明的人—地环境系统，涉及自然地球系统和人类社会经济活动等诸多方面因素。在确定各种环境要素之间的关系，综合分析影响地质环境质量的地球动力和人类活动之间的相互作用的基础上，必须应用现代数学原理和计算方法，包括灰色系统分析方法、线性或非线性系统分析方法、耗散结



构论、非线性动力学等理论,系统揭示环境污染、土地荒漠化、地震与火山活动、崩塌与滑坡等环境地质问题的发生过程、机制和规律;重点剖析大气圈、水圈、岩石圈和生物圈的相互作用以及人类活动对全球环境和生态系统的影响,建立表达人—地环境系统相互作用的动态模型,为生态破坏、环境污染和地质灾害等环境地质问题的预防和治理提供有效的优化方案。

四、环境地质制图方法

环境地质问题具有空间性、动态性和综合性。分析、研究环境地质问题,全面、系统地调查收集资料并绘制专题图件是最基本的方法,包括对自然的、社会的环境要素的调查、描述、取样和监测,掌握地质环境的特征,分析环境地质问题的发生机制、分布规律,进行环境地质图件的编制等。

五、模型模拟与预测方法

模型模拟是在环境地质调查、资料收集和分析测试基础上进行的研究方法。模型方法对环境系统的结构、功能和演化特征进行模拟和仿真,主要有结构模型、评价模型、仿真模型和预测模型等。环境地质研究还需从时间、空间和强度上对环境地质问题的演化作出预测,减轻或避免因环境地质问题而引发的灾难和损失。

六、环境地质评价方法

环境地质评价的目的是通过揭示环境地质问题的发生和发展规律,评价其危险性及其对人类造成的破坏损失,分析人类社会在现有经济技术条件下防灾减灾的能力,运用经济学原理评价灾害防治和污染治理的经济投入及其环境效益、经济效益和社会效益。评价方法主要有模糊聚类法、模糊综合判别及系统分析法等。评价内容包括强度评价、危险性评价、破坏损失评价、社会经济易损性评价和防治工程评价等。

七、现代科学技术方法

现代及未来环境地质学研究,更普遍采用的方法和技术手段是观测和探测技术、测试与分析技术、模型与实验技术和资料信息的计算与处理技术。卫星遥感(RS)、全球数字地震台网、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)、甚长基线干涉测量技术(VLBI)、环境同位素技术以及物理、化学、生物的分析测试方法等高新技术和手段为环境地质学从宏观到微观、从定性到定量、从浅部到深部、从地球到宇宙空间的全方位多层次的研究提供了广阔的前景。

目前,人文、社会和经济科学的有关理论与方法也被应用于环境地质研究中,使环境地质研究的思想方法、理论方法和技术手段在实践中不断得以提高和丰富。

总之,环境地质学研究应以系统分析法为主线,以信息方法贯穿始终,通过重点区域实地考察、综合观测、模拟实验、剖析典型地质事件和生态环境事件等途径,直接获取环境变化的大量信息,并利用计算机进行信息加工处理,揭示地球表层系统与人类社会系统的演化规律和控制因素,阐明地表各圈层相互作用的机制,预测地球表层未来变化的趋势。



第四节 环境地质学的发展与展望

近年来,我国地质工作按照“使地质工作更加紧密地与国民经济与社会发展相结合,更加主动地为经济与社会发展服务”的指导思想,经过广大地质科技人员的共同努力,在环境地质调查与地质灾害预警、地质科技创新能力等方面取得了较大的发展。

(1) 开展了新一轮全国地下水资源与环境评价,进一步查明了我国地下水天然补给量与可采资源量。这项成果为国家水资源综合规划、水资源宏观配置、可持续利用与地下水保护提供了科学依据。

(2) 围绕城市快速发展,开展了全国 330 个地级城市以及北京、天津、上海等城市群的环境地质调查与评价,为城市规划与建设、管理提供了科学依据。

(3) 对大江大河流域开展了新一轮环境地质调查。对长江上游斜坡稳定开展了脆弱性评价;对长江中游三峡水库蓄水 135m、175m 岸坡稳定与斜坡变形作了专门调查与监测。积多年调查成果,长江三角洲已经形成地面沉降区域监测网络,为城市快速发展提供了地形变可靠的依据,为城市安全运营提供了预警系统。

(4) 开展了新一轮东南沿海及重要经济区环境地质调查。查明由于过量开采地下水以及城市化快速发展,兴建大量基础设施,使这些高层建筑、深基坑、高架路、地铁工程、穿江隧道对地面沉降的影响加大。

(5) 西南红层地区从风化壳取水,取得了突破性进展。为一家一户、一村一乡供水开辟了一条新的路径。

(6) 西南岩溶地区地下水与环境调查获得突破。以黔、桂、滇为重点,开展了西南八省(市、区)的地下水调查与石漠化综合整治,为遏制石漠化扩张和辖区内 2500 万人口的脱贫致富,提供了科学依据。

(7) 地质灾害防治预警预报和地质灾害调查取得重大成果。完成了全国 700 个突发性、频发性的县市地质灾害调查与防治区划;开展了 50 万分之一省环境地质调查。首创了全国汛期地质灾害气象预报预警,并在三峡库区开展了地质灾害调查和对近百个重大灾害体进行实时监测与预警。

(8) 地面沉降调查与防治成为地质大调查工作的重中之重。1999 年以来,先后实施了长江三角洲、华北平原、汾渭盆地、东南沿海及台湾沿海平原等地区地面沉降现状调查、监测网建设,对我国地面沉降调查、监测与防治起到了积极重要的作用。

(9) 地质环境监测体系得到逐步完善。目前已经形成了由 1 个国家级监测院和 31 个省级地质环境监测总站(院、中心)及 217 个市(地)级地质环境监测分站构成的地质环境监测体系。建立了由 23800 多个监测点组成的地下水监测网络,基本控制了全国主要平原盆地的地下水动态。

此外,全国矿山地质环境调查工作开展以来,初步查明了主要矿山环境地质问题,分析了潜在危害,为合理开发矿产资源,保护矿山环境,实现矿山整治、生态恢复与重建,以及为矿山地质环境监督管理提供科学依据。环境地质学在 21 世纪,特别是我国 2010~2020 年实现现代化的建设中面临着机遇与挑战,将会有更大发展。



一、气候与地质环境，特别是与海岸带地质环境相互关系的研究

我国海岸线长达 18000km，岛屿岸线长 14000km，海岸带及毗邻地带经济发达，交通便捷。城市化的快速发展，使海岸带汇集了全国 70% 以上的大中城市和 55% 的国民经济总产值，是我国经济最发达的地区。同时，这里作为一个地质生态敏感的地区，濒临亚欧大陆板块和太平洋板块交界处，板块活动激烈。特别是全球气候变化、海平面上升，沿海平原面临着自然和人为相叠加的矛盾，进而加剧海水入侵、地下水降落漏斗扩张和地形变（地面沉降、地面塌陷、地裂缝）等地质灾害。东南沿海丘陵山地，每逢汛期遭遇风暴潮袭击，形成滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。

在原有海岸带调查的基础上，加强重点地区的资源与环境地质调查和动态监测，不仅可以预测未来气候变化，掌握海岸带天、地、人开放系统的和谐发展模式，还可充分利用信息技术，建立完善海岸带资源—环境数据库，完善海岸带科学管理，为我国海岸带资源—经济发展—环境可持续发展做出贡献。

二、加快城市化建设与环境地质方面的研究

截至 2009 年，中国城市数量已达 655 个（包括港、澳地区），全国人口中有 45.7% 居住在城市。中国正在经历世界上规模最大、速度最快的城市化进程。城市化建设和发展给城市地质环境带来了巨大的压力和矛盾。处在不同地质地理环境的城市 and 不同开发规模的城市，存在不同的环境地质问题：一是城市化面临的城市供水和饮用水安全问题，这是头等大事；二是城市重大工程及地下空间开发的地基基础稳定性、区域地壳稳定性以及不良地质体的处理与利用，关系到城市化的可持续发展；三是城市垃圾及废弃物的处理，是困扰城市环境、城市安全的又一难题。各级政府已经意识到必须加强城市地质工作，为城市建设服务。

三、合理开发、利用和保护水资源，做到与环境的协调发展

我国是世界上 13 个贫水国家之一，水资源时空分布不平衡给水环境带来先天性矛盾。

新中国成立以来，全国各地已建成大大小小的水库数以万计，大大减缓了洪涝灾害，也大大改善了很多地区的水利灌溉条件。但也因为这些水利工程，改变了区域水均衡条件，加剧了水环境的恶化。以甘肃河西走廊为例，由于盲目兴修水利工程，导致绿洲泉流量从 20 世纪 50 年代的 32 亿 m^3 ，减少到 20 世纪 90 年代的 14 亿 m^3 。石羊河流域由年泉排量的 8 亿 m^3 减少到现今完全消失，原有的泉灌系统几乎全面破坏。下游的民勤地区，由于上游层层拦截，补给来源锐减，地下水位下降，造成大片植被死亡、草场退化、沙漠面积不断扩大。太行山东侧沃野坦荡的华北大平原，从 1958 年开始在河流上游层层建坝拦截，使贯穿大平原的条条大河，常年变成大沙河，完全改变了地表水与地下水天然相互转换的关系。为了满足用水需要，只好求助于地下水。“寅吃卯粮”的被动局面导致大面积地下水位持续下降，地面沉降、地裂缝灾害肆虐华北大平原。2010 年 4 月 2 日新华网报道：2010 年初以来，云南、贵州、四川、广西和重庆西南五



省市持续严重干旱。严重旱情导致 6420 多万人受灾,农作物绝收面积 110 多万 hm^2 ,直接经济损失达 246 亿多元。

我国华北、东北、西北地处半干旱、干旱地区,水资源调查研究和开发利用与环境协调发展,是环境地质研究的重点。

四、地质灾害是环境地质学的研究重点

我国是地质灾害频发的国家,特别是大规模基础设施建设、铁路建设、水利建设以及城市化建设的快速发展,引发地质灾害的损失已超过自然引发的地质灾害。在环境地质学的研究中,要加强地质灾害形成、分布规律和多学科、多层次联合的调查研究,特别要重视汛期降水与斜坡稳定的调查、监测和人类工程技术活动与斜坡稳定的调查研究。对重大工程建设要开展地质灾害详细调查、监测预警和危险性评估,以保证工程的安全运营。

此外,在地质灾害防治方面,群测群防体系建设在我国今后一个相当长的时间内,仍然是一项重要举措。

各大工程建设面临的环境地质问题复杂多样,要结合社会、经济、生态和地质环境等因素开展综合研究,加强与决策、规划等部门和地质工作者之间的交流与沟通,共同创造城市的和谐与健康发展。

此外,还要开展西南碳酸盐岩石山地区地下水资源开发与脱贫致富、石漠化与生态建设研究,矿山开采引起的地质环境变化研究,以及地球化学行为与地方病关系的研究。

五、新技术、新理论、新方法在环境地质学研究中的应用

地理信息系统(GIS)建设与开发,是环境地质学研究的重要技术支撑。地球科学的研究思维从建立完善的地球科学系统转变到面向地球的问题求解,GIS 信息系统已成为现代地球科学包括环境地质学科的强大技术支撑。

综上所述,环境地质学就是研究人类工程活动与自然地质作用的相互关系,持久地为社会、公众和政府的决策服务,提高地质科学在环境保护中的作用和地位,增强公众对环境地质学的认知和认同。环境地质学将为我国经济社会的可持续发展做出新的、更大的贡献。



复习思考题

- (1) 如何理解环境、地质环境和环境地质学?
- (2) 环境地质学的主要研究内容有哪些?
- (3) 环境地质学的研究方法和研究进展有哪些?