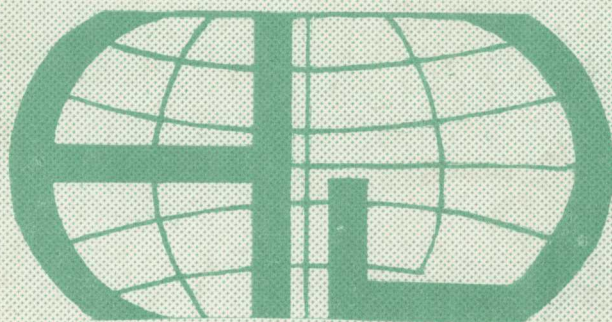


环境工程地质

谢德荣 编著



陕西人民教育出版社

环境工程地质

—— 地质工程地质 ——



地质工程地质

环 境 工 程 地 质

谢德荣 编著

陕西人民教育出版社

(陕)新登字 004 号

内 容 提 要

本书介绍了环境工程地质学的形成和发展;系统提出了环境工程地质学的概念、研究对象和方法以及主要的环境工程地质问题;讨论了部门环境工程地质学的研究内容和方法;指出由人类工程——经济活动引起的工程地质问题,是现代工程地质学的组成部分和新的分支学科。本书观点明确,内容较全面系统,文字朴实,通俗易懂,可供有关专业,特别是工程地质、岩土工程、工程建筑等专业的大中专学校师生和技术人员使用,也可供规划决策人员参考。

环境工程地质

谢德荣 编著

*

陕西人民教育出版社出版发行

(西安长安路南段 376 号)

湖北省蒲圻市第一印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 9.4 字数 240 千字

1995 年 6 月第 1 版 1995 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—2000

ISBN7-5419-3912-9/G·3377

定 价:9.80 元

前 言

《环境工程地质》是为大中专院校工程地质、岩土（地质）工程、建筑设计与施工以及其它相关专业的师生和勘测、规划、设计、生产及科研人员编著的一本参考书。全书共四篇十五章。第一篇为导论，概要介绍了环境工程地质学的形成与发展；讨论了环境工程地质的基本概念和研究范畴。第二篇为工程地质环境研究概论，介绍了系统与环境的一般概念；提出了工程地质的研究基础、工程地质环境系统的分类及其研究中的若干问题；提出了地质系统方法的基本原则和分析步骤；介绍了我国工程地质环境研究的现代思潮；讨论了工程地质环境质量与容量问题。第三篇为环境工程地质问题及其研究方法，介绍了水库、采矿、注液和核试验等诱发地震的基本特征及其研究现状、诱震机制等；讨论与总结了人类工程经济活动引起的岩土体重力变形与破坏及其对策；讨论了地面沉降的概念、地质环境模式、诱发因素、地面沉降机制以及预测和控制；讨论了地裂缝的成因类型、产状形态、发育特征及成灾机制等；还讨论了人工堆积物形成的主要问题及处理方法，特别讨论了高效核废物的工程地质处理途径。第四篇为环境工程地质图系及部门环境工程地质学，介绍了环境工程地质图系的特点、划分方法、绘图理论、原则、方法和步骤；讨论了城市、水库、矿山和交通线路等部门环境工程地质问题；提出了部门环境工程地质问题的研究设想。

本书出版前以讲义的形式印行过多次，为满足广大读者的要求，经过修改、补充定型为较系统的理论性专著。在本书的编写和出版过程中，得到了许多同行和同事的支持和帮助。长江水利水电学校高级讲师穆宏强、长委第六勘测处地质队队长易名龙对全书作了细致全面的审阅，提出了很多宝贵意见；《长江水利教育》副主编李名信对书稿作了编辑加工，使本书增色不少；长江水利水电学校高级讲师陈再平、黄俊柏和基础部主任马晓明以及金良智等同志给予了很大帮助。书中引用了大量文献资料，限于篇幅未能一一列出，在此，一并表示衷心感谢。

限于编著者水平，不当之处在所难免，敬请同行和读者提出宝贵意见。

编著者

1995年3月

目 录

绪 言	(1)
第一篇 导论	(6)
第一章 环境工程地质学的形成与发展	(6)
第一节 环境工程地质学的形成	(6)
第二节 环境工程地质学的发展	(7)
第二章 环境工程地质问题与环境工程地质学	(9)
第一节 环境工程地质问题	(9)
第二节 环境工程地质的基本概念及研究范畴	(10)
第三节 环境工程地质问题的特点与环境工程地质学的研究特色	(13)
第二篇 工程地质环境研究概论	(15)
第三章 工程地质环境研究基础	(15)
第一节 系统与环境的一般概念	(15)
第二节 工程地质环境特征	(16)
第三节 物质基础	(17)
第四节 工程地质岩组与岩体结构	(18)
第五节 工程地质环境系统的分类与特点	(23)
第六节 岩土体特性的地学起因	(24)
第四章 工程地质环境研究中的几个基本问题	(26)
第一节 从工程系统的角度考察	(26)
第二节 工程地质问题的相关性	(27)
第三节 工程地质环境研究中的新构造学问题	(29)
第四节 关于活断裂的几点说明	(32)
第五章 工程地质环境研究的方法论	(35)
第一节 地质系统方法概述	(35)
第二节 地质系统方法分述	(37)
第三节 地质系统方法评价	(40)
第六章 国内现代工程地质环境研究的主要思潮	(42)
第一节 区域稳定工程地质	(43)
第二节 岩体工程地质力学	(47)
第三节 “安全岛”思想	(48)
第四节 工程地质环境的质量与容量问题	(49)
第三篇 环境工程地质问题及其研究方法分论	(53)
第七章 诱发地震活动研究	(54)
第一节 水库诱发地震	(54)
第二节 注液诱发地震	(70)

第三节	采矿诱发地震——矿震	(73)
第四节	核试验诱发地震及某些特例	(76)
第五节	关于地震的预报和控制问题	(77)
第八章	人类工程——经济活动与岩土体重力变形破坏	(79)
第一节	库岸稳定问题	(79)
第二节	采矿与山体稳定问题	(88)
第三节	修筑交通线与岩土体的重力变形破坏	(91)
第四节	地面塌陷	(93)
第九章	地面沉降与地裂缝	(99)
第一节	地面沉降及其环境危害	(99)
第三节	地面沉降的地质环境模式与诱发因素	(101)
第三节	地面沉降的机制与控制	(103)
第四节	地裂缝问题	(109)
第十章	人工堆积物问题	(114)
第一节	废矿矸石和尾矿堆积物	(114)
第二节	城市垃圾存放问题	(116)
第三节	高效核废物的工程地质处理	(117)

第四篇 环境工程地质图系及部门环境工程地质学..... (120)

第十一章	编图理论及图系	(120)
第一节	编图理论概述	(120)
第二节	环境工程地质图系及其特点	(121)
第十二章	城市环境工程地质及编图	(123)
第一节	城市地质环境与城市地质作用	(123)
第二节	城市环境工程地质问题	(124)
第三节	城市环境工程地质学的研究目的、任务和内容	(124)
第四节	研究思路	(125)
第五节	城市环境工程地质研究的方法步骤与编图	(126)
第十三章	水库环境工程地质及编图	(130)
第一节	水库环境工程地质	(130)
第二节	水库环境工程地质问题研究的初步设想	(131)
第十四章	矿山环境工程地质及编图	(135)
第一节	矿山环境工程地质学的概念	(135)
第二节	矿山环境工程地质研究与编图内容	(135)
第十五章	交通线路环境工程地质及编图	(140)
第一节	地质环境要素	(140)
第二节	交通线路的主要环境工程地质问题	(141)
第三节	交通线路环境工程地质问题研究	(142)
附录:	新技术新方法在环境工程地质中的应用	(144)

绪 言

一、环境科学的基本概念

要了解环境工程地质，首先必须了解环境科学的一般知识。

环境科学是现代社会经济和科学发展过程中形成的一门综合性科学。就世界范围而言，其形成只是近三四十年的事情。

(一) 环境与环境问题

环境问题，是当今全球共同关心的重大社会问题，也是科学技术领域里的重大研究课题。

环境，是相对于中心事物而言的。与某一中心事物有关的周围事物，就是这个事物的环境。环境科学研究的环境，一般认为是以人类为主体的外部世界，围绕着人群的空间，即人类赖以生存和发展的物质条件的综合体，包括自然环境和社会环境。自然环境是可以直接或间接影响人类生活和发展的一切自然形成的物质及其能量的总体。社会环境是人类在自然环境的基础上通过长期有意识的社会劳动所创造的人工环境，是人类物质文明和精神文明发展的标志，并随着人类社会的发展不断丰富和演化。环境是一个非常复杂的体系，具有多层次性和多结构性，因此，可以作各种不同的划分。一般是按照环境的主体、环境的范围、环境的要素和人类对环境的利用或环境的功能进行分类。如按照环境主体来分，可划分为以人类作为主体的人类生存环境，以生物体作为主体的生态环境；按照环境要素的属性可分成自然环境和人文环境两大类。在自然环境中，按其主要的环境组成要素，可再分为大气环境、水环境、土壤环境、生物环境和地质环境等；在人文环境中，常依人类对环境的利用或环境的功能，可再分为聚落环境、生产环境、交通环境、文化环境等。环境科学将环境作为一个整体进行综合研究。

地球表面，可划分为大气圈、水圈、岩石土壤圈和生物圈。四大圈层在以太阳能为主的作用下，进行着物质循环和能量流动。使得自然界呈现出万物竞新、生生不息的景象。人类则是地球环境演变到一定阶段的产物。她一出现便通过生产和消费活动，从自然界获得生存资源，然后又将经过改造和使用过的自然物、各种废弃物还给自然界，从而参与自然界的物质循环和能量流动过程，不断改变着地球环境。

人类与环境的关系极为密切，首先表现在人体的物质组成与环境的物质组成具有很高的统一性，即人类不仅是环境发展到一定阶段的产物，而且其物质组成也是和环境的物质组成保持着平衡关系，这种平衡一旦破坏就将对人体的健康造成危害。例如，所谓环境污染或公害问题，主要是环境中的物质组成，出现了同人类的生存条件不相适应而引出的问题。

人类对环境的利用和改造已取得巨大成就，使人类从处于适应环境的地位，逐渐在环境中居于主导地位。但是，人类在改造环境过程中，地球环境仍以固有的规律运动着，并不断地反作用于人类。当环境与人类之间处于动态平衡之中，二者的关系是协调的，如果越出平衡，环境质量就要下降，产生环境问题。

环境问题，古已有之。西亚的美索不达米亚、中国的黄河流域，曾都是人类文明的发祥地。后来由于大规模毁林垦荒，又不注意培育林木，结果造成严重的水土流失，以致良田美地逐渐沦为贫瘠瘠土。产业革命以后，社会生产力迅速发展，机器广泛使用，为人类创造出

了大量财富，然而工业生产排出的废弃物却造成了环境污染。正如恩格斯指出的，人类对自然界的“每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的结果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎预料的影响，常常把第一个结果取消了”。在世界人口数量不多，生产规模不大的时候，人类活动对环境的影响并不大，即使发生环境问题也是局部性的。20世纪50年代以来，社会生产和科学技术突飞猛进，人口激增，人类征服自然界的能力大大增强，环境的反作用便日益强烈地显露出来了，以致成为全球性问题。环境科学就是为解决人类面临的严重环境问题，为创造更适宜、更美好的环境而逐渐发展起来的。它的兴起和发展，标志着人类对环境的认识、利用和改造进入了一个新的阶段。

（二）环境科学的研究领域和主要任务

环境科学的研究领域，在60年代以前侧重于自然科学和工程技术方面，之后逐渐扩大到社会学、经济学、法学等社会科学方面。对环境问题的系统研究，要运用地学、生物学、化学、物理学、医学、工程学、数学以及社会学、经济学、法学等多学科知识。所以，环境科学是一门综合性很强的科学。在宏观上研究人类同环境之间的相互作用、相互促进、相互制约的对立统一关系，揭示社会经济发展和环境保护、协调发展的基本规律；在微观上研究环境中的物质，尤其是人类活动排放的污染的分子、原子等微小粒子在有机体内的迁移、转化和蓄积过程及其运动规律，探索它们对生命的影响及其作用机理等。

环境科学的主要任务是：

第一，探索全球范围内环境演化规律。

环境总是不断演化并随时随地发生变异的。在人类改造自然的过程中，为使环境向有利于人类的方向发展，避免向不利于人类的方向发展，就必须了解环境变化的过程和规律，包括环境的基本特征、环境结构的形式和演化机制等。

第二，揭示人类活动同自然生态之间的关系。

环境为人类提供生存条件，其中包括提供发展经济的物质资源。人类通过生产和消费活动，不断影响环境的质量。人类生产和消费系统中物质和能量的迁移、转化过程是异常复杂的，必须使物质和能量的输入和输出之间保持相对平衡。这个平衡主要包括：排入环境的废弃物不能超过环境自净能力，以免造成环境污染，损坏环境质量；从环境获取可更新的资源不能超过其再生增殖能力，以保障永续利用；从环境中获取不可更新资源要做到合理开发和综合利用。因此，社会经济发展规划中必须列入环境保护内容，有关社会经济发展的决策必须考虑生态学的要求，以求得人类和环境的协调发展。

第三，探索环境变化对人类生存的影响。

环境的变化是由物理的、化学的、生物的和社会的因素以及它们的相互作用所引起的。因此，必须研究污染在环境中的物理、化学变化过程，在生态系统中迁移、转化的机制，以及进入人体后发生的各种作用。同时，还要研究环境退化同物质循环间的关系，为保护人类生存环境制定各项环境标准、控制污染物的排放量提供依据。

第四，研究区域环境污染综合防治的技术措施和管理措施。

工业发达国家防治污染经历了以下几个阶段：50年代以治理污染源为主；60年代转向区域性污染的综合治理；70年代侧重预防，强调区域规划和合理布局。引起环境问题的因素很多，实践证明需综合运用多种工程技术措施和管理手段，从区域环境整体出发，调节并控制人类和系统之间的相互关系，利用系统分析和系统工程的方法，寻求解决环境问题的最优方

案。

(三) 环境科学的分支学科

当前,环境科学主要是运用自然科学和社会科学的有关学科的理论、技术和方法来研究环境问题,从而形成了与有关学科相互渗透、交叉的多分支学科。属于自然科学方面的有环境地质学、环境生物学、环境化学、环境医学、环境物理学、环境工程学;属于社会科学方面的有环境管理学、环境经济学、环境法学等。

其中环境地质学,是以人——地系统为对象,研究它的发生和发展、组成和结构、调节和控制、改造和利用。其主要研究内容有:地理环境和地质环境等的组成、结构、性质和演化,环境质量调查、评价和预测,以及环境质量变化对人类的影响等。

环境地质学的学科体系尚未完全定型,目前较为成熟的分支学科有环境地质学、环境地球化学、环境海洋学、环境土壤学、污染气象学等。下面将重点讨论一下环境地质学,并明确其与环境工程地质学的关系。

二、环境地质学

环境地质学是环境地学的组成部分,也是地质学的一个分支学科,主要研究人类活动和地质环境的相互关系。

20世纪50年代以来,由于工业污染成为严重的环境问题,影响到人类健康和生态平衡,促使一批地质学家投入了环境问题的研究。一些国家还纷纷建立了环境地质研究机构,并出版书刊。我国也于1972年开始探讨环境地质学的研究范畴、理论和方法,并由中国科学院组建了环境地质研究机构。从学科发展看,到70年代中期,环境地质学已发展成为一门比较完整、独立的新学科。

(一) 研究内容

环境地质学的研究内容,包括以下两个方面:

(1) 由地质因素引起的环境问题

在人类历史上最早出现的环境问题,如火山爆发、地震、山崩、泥石流等灾害都是地质因素引起的。对这类环境问题,人类还无法控制和准确预测。预测和防治地质因素所造成的环境影响,是环境地质学的研究内容之一。

生态系统中的物质循环和能量流动与地质环境密切相关。地壳表面的化学元素常常分布不均,因此,地质体系中化学元素的丰度与赋存状态必然影响到动、植物和人类的生存和发展。一个地区的某种元素严重不足或过剩,就可能引起地方病。如缺碘或多碘可引起居民患地方性甲状腺肿,高氟地区引起地方性氟中毒。研究地质环境与健康的关系,也是环境地质学的内容之一。

(2) 由人类活动引起的环境地质问题

人类赖以生存的地质环境是经过长期演化而形成的,在这一环境中,地质体系的各部分之间、地质体系与生态系统之间已形成一种动态平衡关系。当现代人类活动已变成干预和改变自然体系的强大营力时,便使上述平衡关系不断受到破坏,并且可能带来长期的潜在危害。研究人类活动引起的环境地质问题,是环境地质学的一个重要任务。这方面的内容,主要有以下几个:

① 化学污染引起的环境地质问题

现代工农业生产,将大量有害化学元素散布到地质环境之中,逐渐改变了地球表面的化

学组成,使生态平衡的物质基础遭到破坏。其后果,一方面直接危害人类的生存与健康,如出现公害病;另一方面还可能引起自然环境不可逆转的变化。大气中二氧化碳浓度的增高,臭氧层被破坏等。污染物在地质环境中的迁移、转化、积累和净化过程是十分复杂的,研究这一过程是环境地质学的基本任务之一。

②大型工程和资源开发引起的环境地质问题

大型工程建设和资源开发活动,使地貌不断发生变化。大型矿山开采,大型水利工程建设等引起矿坑的出现,废石堆积如山,山头被削平,冲沟被填满,水系被改变,海岸被侵蚀等,留下了一些难以处置的环境地质问题。如露天矿开采后的生态恢复问题,大坝、水库建成后的综合性生态影响问题等。预防工程建设对环境的不良影响,也是环境地质学的基本任务。

③城市化引起的环境地质问题

城市化过程中引起的环境地质问题主要有:水资源(特别是地下水)的勘探、开发、利用和保护问题,防治地下水硬度升高问题,地质环境的容量问题,地面沉降的防治问题,同城市工程建设有关的地质问题等。研究这些问题为新城市规划和旧城市改造提供依据。

(二)研究方法

环境地质学的主要研究方法有:

(1)地球化学和矿物学方法

即通过对化学物质在地质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,探求地质环境的变化。

(2)系统分析方法

在环境地质学的研究中,为了确定各环境要素之间的关系,综合分析影响环境质量的地球内力、地表外力和人类活动三者营力之间的相互作用,统一宏观研究与微观研究的结果,都需应用现代数学原理和计算方法,特别是系统分析方法。

(3)地质制图方法

环境地质问题具有空间性、动态性和综合性。分析和表示环境地质问题,在图上作业是一种有效的方法。环境地质图,不仅要能表示出某一时刻的环境状态,而且要表示出随时间流逝所发生的系统变化。为此,除了要应用一般制图语言外,还要有数字和数学符号。这些数字和数学符号同一定的环境数学模式相关联可使图件和计算机联用,形成动态环境地质图。

三、环境工程地质学

环境工程地质学,可以看作是环境地质学的一个分支学科,也可看作是工程地质学的分支学科,是现代工程地质学与环境科学发展结合的必然产物。

任何人类的工程经济活动,都在一定的地质环境中进行,这种活动与其地质环境之间,必然存在一定的相互制约与相互作用。一方面表现为地质环境对人类工程经济活动的制约和影响;另一方面又表现为人类工程或经济活动会引起或诱发地质环境的不利演化,导致影响人类工程经济活动的正常进行。

地质环境对人类工程经济活动的制约和作用普遍存在的,对此进行研究,便形成了传统工程地质学,也是今天工程地质学或称现代工程地质学的主要任务。

人类工程经济活动引起或诱发的地质环境的不利演化,随着生产力的发展日趋严重,引起了人们广泛的关注。特别是当前,工程经济活动规模不断扩大,涉及地域范围愈加广泛,其

对地质环境的作用，在规模与强度上已不逊于自然地质作用，并且由此引出具有新的表现特点的环境工程地质问题。对此进行研究，逐渐形成了环境工程地质学。也就是说，今天的工程地质学家，不仅要对自己参与勘测、设计与施工工程的经济合理与安全可靠负责，而且要对保护地质环境承担责任，对人类的工程经济活动与地质环境协调承担责任，即要义不容辞地担负起解决人类生存发展和子孙后代长远未来的人地关系协调的任务。

由于环境工程地质学处于创立阶段，因此尚无一个统一、成熟的定义。我们认为：环境工程地质学是研究解决与人类工程经济活动有关的合理开发、利用、改造和保护工程地质环境的一门学科。其主要任务是在查明区域工程地质条件和自然地质作用的基础上，着重研究人类工程经济活动对地质环境的作用与影响，提出合理、经济的防治措施，以确保工程经济活动的正常进行，为合理利用、改造和保护工程地质环境提供依据。因此，它是一门应用科学，是工程地质学与环境科学之间的边缘学科，也是现代工程地质学的分支学科。

应当说明的是，传统工程地质学与环境工程地质学是不能截然分开的。环境工程地质也是研究工程的地质环境条件，以及它对人类工程经济活动的制约和作用。但是，这是当作基础工作进行的，且侧重于研究地质环境的组成、各部分的相互关系、现状以及发展变化趋势，进而探讨对人类工程经济活动的适宜性与适应性，提出环境地质综合评价，为保护和合理利用地质环境提供科学依据。

第一篇 导 论

第一章 环境工程地质学的形成与发展

第一节 环境工程地质学的形成

地质环境是人类生存和发展的物质基础。随着人类社会现代文明和科学技术的高度发展,特别是人类工程经济活动的加强,出现了地质环境恶化,地质灾害日益突出的问题。这就要求人类社会应重新审定自己的发展方向,在运用先进科学知识和技能时,克服过分考虑眼前利益而忽视长远利益和环境效益的消极方面。

60年代,当出现诱发地震等一系列特殊地质问题时,曾使地质界困惑无措。在美国,当D·卡德尔宣布米德湖水库可能产生地震时,举国震惊。同时,也迫使人们积极考虑对策。

1969年,美国制订环境对策条例时,就规定凡可能影响环境质量的工程活动,都需论证其对环境的影响;70年代以来,美、苏、印、欧和日本以及我国都相继在诱发地震水库区、滑坡、岩溶区、大城市以及矿区开展了环境工程地质方面的研究。这些研究,为环境工程地质学的产生作了客观的准备。

国际交流与协作对加速环境工程地质问题的研究起了重要的推动作用,为环境工程地质学的创立作了组织准备。

1970年,国际地球科学联合会正式成立了“地球科学与人类”专业委员会,1972年,第24届国际地质大会将“城市与环境地质”列为第一号专题,1979年,国际工程地质协会首次召开了“人类工程活动对地质环境变化的影响”专题讨论会,1980年在第26届国际地质大会上,国际工程地质协会一致通过了《国际工程地质协会关于参与解决环境问题的宣言》。宣言倡议,所有从事工程地质及相邻学科的人员,在设计和修建任何工程时,不仅必须注意工程设施的可能性及经济效益,而且必须考虑保护和合理利用环境的问题,要求对工程地质作用作出评价,并在空间和时间上进行定量预测,要求开展以了解某些地区地质环境为目的区域地质调查,编制世界性的分类工程地质图。此后,《宣言》便成为世界工程地质学发展的基本指导思想。

《宣言》是现代工程地质学向环境地质学进军的时代标志,工程地质学家不仅要解决好工程本身的经济合理和安全可靠,而且要服务于环境保护和合理利用,这一思想给工程地质学带来了新的动力,形成了新的潮流。

80年代以来,环境工程地质的研究成果愈来愈多,质量也越来越高。

1980年12月,在印度新德里举行的第4届国际工程地质大会上,列出了“环境评价的工程地质研究”,并对各类自然地域的工程环境问题作了综述。1984年,在第27届国际地质大会上,宣读了全球资源和环境问题的十大报告,阐明了人类文明、科学技术和工农业的发展所带来或遇到的地质环境问题。1986年在阿根廷的布宜诺斯·艾利斯举行了第5届国际工程

地质大会,环境工程地质被列为重要议题。1989年在华盛顿举行的第28届国际地质大会,地质灾害问题成了工程地质学领域各专题讨论的热点。1990年,在阿姆斯特丹举行了第6届国际工程地质大会,环境分析与评价问题在各专题论文中得到普遍反映,受到了工程地质学各领域的重视,出现了一系列环境工程地质图和评价系统。1992年在京都举行的第29届国际地质大会上,人类生存与发展的环境问题成为热点,深入到各有关地质学科中。

在国内,1981年在湖北孝感举行了第1届全国环境工程地质会议。对工程地质工作各个领域中所面临的环境问题进行了探讨,1987年在北京由王思敬教授主持召开了“国际山区环境地质讨论会”,研讨了在多山地区工程活动中所遇到的灾害和环境问题,探讨了工程活动对地质环境的影响以及有关预测及评价的理论和方法问题。1988年,第3届全国工程地质大会,对环境问题和灾害问题进行了专题讨论,对环境评价与灾害预测的研究进一步深入。1989年,第2届全国环境工程地质讨论会,对环境工程地质学的研究内容、方向、任务作了深入的讨论,并介绍了环境工程地质评价、预测和制图的新方法。这次大会标志我国环境工程地质研究已经蓬勃开展起来。1990年,南京“地质灾害及其防治学术讨论会”提出,地质灾害的防治要建立在环境工程地质研究基础之上。1992年第4届全国工程地质大会将区域工程地质、环境工程地质列为第1号专题,所收论文占全会论文三分之一,居大会六个专题之首。当前,中国工程地质学界已经开始了环境工程地质的理论著述和有目的的科学研究工作。

总之,80年代以来,是环境工程地质问题大暴露的时代,也是环境工程地质研究大发展和环境工程地质学创立的时代。

第二节 环境工程地质学的发展

20多年来,特别是1980年《国际工程地质协会关于参与解决环境问题的宣言》发表以来,工程地质学家研究环境问题不断向纵深发展,形成了热潮。在中国,工程地质学界已确认:工程地质学家不仅要对本工程负责,而且要对环境负责,应参与和担当起解决人类赖以生存和发展的地质环境问题,即参与和担当起解决人地关系协调的任务。为此,中国工程地质学界,开始了有关理论著述和有目标的科学研究工作,而且在下列问题的环境观点上有所提高。

- (1) 工程发展与地质环境的依存和相互作用;
- (2) 环境与灾害的相关与联系;
- (3) 动力地质学理论向环境、灾害概念发展;
- (4) 区域工程地质学理论向环境、灾害概念延伸;
- (5) 城市地质学与环境、灾害研究的结合等。

尽管如此,环境工程地质学,毕竟还处于创立阶段,还十分年轻,在理论上、方法上、应用的系统研究上还很薄弱,急待深化和提高。

我们期待,通过工程地质学界的实践和认识,环境工程地质问题将得到系统综合和理论概括,形成较成熟的环境工程地质理论体系。我们也注意到,今后的工程经济活动规模仍会愈来愈大,影响范围会更加广泛,如大坝高度已向300m逼近,边坡高度已近1000m,隧洞埋深已达2~2.5km,矿山井工采深已超过1200m,石油采深已超过3000m;又如三峡水利枢纽工程,除巨大的坝区工程外,在水库区内,还将迁建10多个市座城市和150多个集镇,且多

分布在物理地质现象发育，地势陡峻的库岸附近。平脊填沟，架桥开路，工程浩大，同时还要在山区重建和改造交通网络，垦殖移民，将在较短时期内强烈改变地质环境。另外，由于社会发展、经济建设整体的需要，国防的需要，已经和将要在更复杂的地质环境条件下进行建设活动，环境工程地质问题也会趋于复杂化。总之工程经济活动与地质环境的相互依赖、相互作用、相互影响的关系，越来越明显，越来越深刻。同时，我们还欣喜地看到，今天正在对如三峡水库这样浩大而系统的工程进行着环境地质研究，明天，这些研究成果将在工程的运行中得到检验，从而使环境工程地质理论体系随实践的发展而不断趋于完善。

第二章 环境工程地质问题与环境工程地质学

第一节 环境工程地质问题

不论是在地表还是地下,任何人类工程经济活动都会在一定程度上引起地表地质环境的某种变化,当这种变化达到一定规模和程度之后,便会破坏人地动态平衡关系,从而诱发出一系列的环境工程地质问题。

实际上,人类活动对自然地质环境的影响从人类一产生就开始了,但大规模环境地质问题的出现,人类活动对地质环境的作用强度与规模,达到可与一定的自然地质作用相比拟的程度,则大约始于本世纪60年代。而科学界从理性上清醒地考虑人类活动对地质环境的影响,还只是近20年的事。

由于人类活动目前限于地表,因此,环境工程地质问题发育的深度,小于传统工程地质问题的深度,由此决定了环境工程地质学研究具有自己的某些特点。

一、环境工程地质问题的概念

人类工程经济活动对地质环境的影响,按对人地关系是否协调,可分为正面影响和负面影响。所谓正面影响,指作用的结果是改善地质环境,使之更适应人类生存和发展的需要,一般来说,这是工程活动的主要方面;负面影响,则是危害地质环境的,严重时,可以破坏自然界在地质世纪形成的平衡。负面影响形成环境工程地质问题,是本学科重点研究的内容。

自然动力地质作用,也能严重破坏地质环境,但这主要是由普通环境地质、灾害地质或传统工程地质学研究的问题,属于地质环境对人类工程经济活动制约方面的问题。当然,环境工程地质问题与此密切相关,且在问题刚出现时,甚至难以区分,因此,环境工程地质学也要研究这类问题,但多数情况下,是将其作为必要的基础内容进行研究的,本身并不是环境工程地质问题。

因此,环境工程地质问题,是指由人类工程经济活动所引起或诱发的,而且大规模、广泛危害工程地质环境的地质问题。

二、环境工程地质问题的主要内容

由于环境工程地质问题的概念尚不严密,因此,能否构成环境工程地质问题,具有相当程度的随意性。现在研究较多的,主要有以下几个方面:

(1) 城市开采地下水引起的地面沉降。

我国许多城市,特别是沿海河口、三角洲地区的城市,例如上海、天津以及西安等,由于超量抽汲地下水,破坏了地下水的动态平衡,致使土层产生了非弹性压缩,造成了不可恢复的地面沉降。

(2) 修建水库诱发地震。

目前,全球发现的水库诱发地震已近120例,其中,印度柯伊纳水库地震(M_s

6.5),使约200人丧生,1500多人受伤,出现地面裂缝,大坝多处震裂,破坏了大范围的环境,使成千上万人无家可归。

我国已发现有18座水库发生过诱发地震,其中1960年7月新丰江水库诱发地震(M_s 6.1),造成经济损失1亿多元。

(3) 矿业开采、工程开挖诱发的斜坡失稳。

据有关山体重力变形破坏统计表明,70%的滑坡发生、复活,直接与工程开挖有关。例如1980年6月,湖北盐池河磷矿采空山崩,死伤近300人,造成巨大经济损失;三峡水库区长江两岸现存危岩体,大部分与崖下采煤活动有关;宝成、天宝、成昆、鹰厦等铁路沿线年年发生滑坡,其重要原因之一,与修筑铁路时开挖坡脚有关,或后期路旁采石造成。

(4) 水库库岸失稳。

库岸,尤其是河谷型水库地段,因蓄水而失稳,屡见不鲜。

(5) 废矿、碎石、城市垃圾堆放引起的环境恶化。

以上几个方面,在国内国外都进行了较为深入的研究。此外,其它一些工程经济活动,如工业民用建筑群兴建,山区交通线施工所诱发的斜坡失稳,矿区交通线路抽排地下水引起的地面塌陷,大面积的垦殖所形成或加剧的水土流失及沙漠化等,也日益受到重视。

第二节 环境工程地质的基本概念及研究范畴

环境工程地质学尚处于创建阶段,从基本概念到理论体系均不成熟。但在对其进行研究的热潮中,国内外学者已从不同角度,表述了他们的基本认识,促使我们对此进行考察,以求理出一个学科的概念和研究范畴。

一、基本概念의 讨论

(一) 环境工程地质

环境工程地质是一门学科,即环境工程地质学。它与工程地质环境是回然不同的概念,不能混淆。工程地质环境是指客观实体,是岩石圈表部与大气圈、水圈和生物圈相互作用、相互影响,与人类活动最为密切相关的环境。

关于环境工程地质学,我国地质词典的定义是:它是工程地质学的一个分支,是研究由于人类工程活动所引起的区域性和有害的工程地质作用的学科。这些有害的工程地质作用是指诱发地震、滑坡、泥石流等;环境工程地质学研究这些产生作用的条件和机制;提出减弱或消除它的方法和措施,为制定利用、保护和改造地质环境等方案提供依据。

胡海涛先生曾经给出一个比较全面的论述:环境工程地质学是在区域工程地质学研究的基础上,主要研究由人类工程——经济活动引起的地质环境变化,以及由此所造成的影响;其目的是为了改造、利用和保护地质环境。并认为环境工程地质学以研究领域的广泛性,研究内容和方法的综合性、环境评价的预测性和改造、利用地质环境的能动性以及以人类活动为其主导的动力因素来区别于传统工程地质学。

刘传正认为,环境工程地质学是现代工程地质学的一个分支,是研究由人类工程——经济活动引起的(或诱发的)工程地质问题的学科,这类问题已严重到足以危害人民生命财产和工程安全乃至破坏较大区域工程地质环境的程度。其研究特征具有全面性、综合性、系统