

环境工程地质学

贾永刚 李相然 韩德亮 单红仙 主编

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

内 容 提 要

环境工程地质学是一门新兴的边缘学科,它是环境科学的组成部分,也是工程地质学的新发展。本书是一部全面系统地研究环境工程地质学这一新兴学科的专门论著。全书包括三篇17章;第一篇为第1~4章,从区域地壳稳定性、区域山体稳定性、区域地面稳定性、区域工程地质环境质量评价四个方面介绍了研究区域环境工程地质的理论与方法;第二篇为第5~13章,分析了水资源开发、矿产资源开发、流域开发、海岸带开发、核废物处置、固体废弃物堆放、滥垦滥伐、过牧、交通工程建设、现代城市建设等大型人类工程活动引起的环境工程地质问题;第三篇为第14~17章,阐述了环境工程地质调查、区划、编图、对策与可持续发展等问题。

本书内容新颖,资料翔实,可读性较强,可作为高等院校地质工程专业、岩土工程专业、环境工程专业的教材或教学参考书;也可供从事环境保护、岩土工程、工程地质、城市建设管理、城市规划等专业的技术人员和管理干部参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程地质学/贾永刚等编著. — 青岛:中国海洋大学出版社,2002.12
ISBN 7-81067-449-8

I. 环... II. 贾... III. 环境-工程-地质学 IV. X141

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第108373号

中国海洋大学出版社出版发行
(青岛市鱼山路5号 邮政编码:266003)

出版人:王曙光

文登市印刷厂印刷

新华书店经销

开本:787mm×1 092mm 1/16 印张:26.5 字数:612千字

2003年9月第1版 2003年9月第1次印刷

印数:1~1 500 定价:39.80元

前 言

人类活动对环境的影响是巨大的,人类活动的强度和广度已经发展到有可能对全球环境和生态系统产生不可忽视的影响和作用的程度。据统计,由于人类开采资源和建筑施工,全球每年移动的土石量高达 $4 \times 10^3 \text{ km}^3$,从地下开采出的矿石和建筑材料每年达 $1.0 \times 10^{11} \text{ t}$,平均每人每年要从地面的土壤、岩石圈中挖出25 t各种物质,其所带来的环境效应同天然外动力引起的剥蚀作用完全一样。人类活动每年搬运的物质总量达10 000 km^3 ,超过了全球水流的搬运强度。1979年,国际工程地质协会(IAEG)在波兰召开首次“人类工程活动对地质环境变化的影响”专题讨论会;1980年,在巴黎第二十六届国际地质大会上,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》(以下简称《宣言》)。宣言倡议,所有从事工程地质和相邻学科的人员,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;要求查明工程地质作用,并在空间、时间上进行定量预测评价;要求开展以了解某些地区地质环境为目的的区域地质调查,编制世界性的分类工程地质图。至此,环境工程地质研究,在经过多次各种类型的与人类活动有关的地质灾害的教训、长期的思想孕育和组织准备后,已开始在全世界普遍展开。《宣言》已成为现代工程地质学向环境地质学进军的时代标志。

环境工程地质学作为一门新兴的边缘学科,既是环境科学的组成部分,也是工程地质科学的两个重要生长点之一(另一个为地质工程,孙广忠,1996),其理论体系尚不够成熟,还存在内涵不明的现象,尤其是环境要素、量化、判断标准以及对策等方面,需努力加以突破,以便环境工程地质走上规范化与实用化的轨道(许兵,1997)。为了丰富和发展这一新兴学科的理论体系与研究内容,我们历经两年的时间,组织编写了这部著作。

本书由三篇共17章内容构成。第一篇包括第1~4章,从区域地壳稳定性、区域山体稳定性、区域地面稳定性、区域工程地质环境质量评价四个方面阐述了区域环境工程地质的理论与方法;第二篇包括第5~13章,分析了水资源开发,矿产资源开发,流域开发,海岸带开发,核废物处置,固体废弃物堆放,滥垦、滥伐、过牧,交通工程建设,现代城市建设等大型人类工程活动引起的环境工程地质问题;第三篇包括第13~14章,论述了环境工程地质调查、区划、编图、对策与可持续发展。

该书的出版是集体劳动的成果,中国海洋大学贾永刚拟定编写大纲并负责全书的编写事宜,烟台大学李相然对全书进行了整理和加工,中国海洋大学韩德亮完成了书稿最终审定和付梓事宜。各章节具体分工如下(未注明作者单位者均为中国海洋大学教师):贾永刚编写了0.1~0.5,0.7,1.2,1.3,1.4,1.6,2.2,2.3,4.1,4.2,4.4,14.1~14.4;韩德亮编写了5.1,5.7,5.8,7.1,11.1~11.4,12.1~12.2;单红仙编写了5.2~5.6,6.1~6.3,6.8;邱汉学编写了10.1,10.3;刘贯群编写了10.4;刘红军编写了6.5~6.7,6.9;郭秀军编写了

1.5;周辉编写了3.3;陈友媛编写了7.2,7.3;许国辉编写了8.1;金春姬编写了8.2;余宗莲编写了8.3,8.4;青岛建筑工程学院国慧编写了17.3,17.4;烟台大学李相然编写了0.6,0.8,1.1,2.1,2.4,2.5,3.1,3.2,3.4~3.6,4.3,6.4,7.4~7.7,8.5~8.8,9.1~9.6,10.2,13.1~13.6,15.1~15.5,16.1~16.6,17.1~17.4;济南铁路局勘测设计院蔺清涛编写了12.3,12.4。

本书的编著出版,自始至终得到青岛海洋大学出版社领导及编辑的大力支持和帮助。编写过程中,长安大学地质工程系胡广韬教授,中国地质大学张咸恭教授,吉林大学谭周地教授等给予许多指导,并提出许多宝贵的建议,在此表示衷心的感谢。在本书中引用了许多书刊的图、表、公式、定义等等,有的在各章节中注有出处,有的在参考文献中列出,在此向有关作者致以谢意。

在编写过程中,尽管我们经过反复推敲,进行了一系列改革,但限于作者水平有限,疏漏、错误之处在所难免,恳请各位专家、同行、读者提出宝贵意见。

编著者

2003年2月

目 录

绪论.....	(1)
0.1 环境与环境污染	(1)
0.2 环境科学	(4)
0.3 环境地质学	(6)
0.4 环境工程地质学的兴起	(8)
0.5 环境工程地质学的研究范畴.....	(11)
0.6 环境工程地质学的学科性质与学科特点.....	(12)
0.7 环境工程地质学的研究内容.....	(15)
0.8 环境工程地质学的研究现状及学科发展趋势.....	(16)

第一篇 区域环境工程地质学

第1章 区域地壳稳定性分析理论与方法	(23)
1.1 区域地壳稳定性研究的基本问题.....	(23)
1.2 区域地壳稳定性的判定.....	(26)
1.3 中国地壳稳定性分区(级)特征.....	(28)
1.4 区域地壳稳定性模糊综合评价.....	(31)
1.5 地震的监测预报与震害控制.....	(37)
1.6 地震动小区划方法与步骤.....	(42)
第2章 区域山体稳定性评价理论与方法	(45)
2.1 我国山地灾害区工程地质环境特征.....	(45)
2.2 区域山体稳定性与地质环境的关系.....	(50)
2.3 区域山体稳定性评价方法与实例.....	(51)
2.4 区域山体稳定性的空间预测方法.....	(55)
2.5 边坡环境变异区的变形监测与预报.....	(63)
2.6 边坡环境变异区地质环境的管理与保护.....	(72)
第3章 区域地面稳定性评价理论与方法	(79)
3.1 地面塌陷的类型与危害.....	(79)
3.2 岩溶塌陷的稳定性分析.....	(80)
3.3 隐伏塌陷区的探测方法.....	(82)
3.4 岩溶地区地质灾害的监测、预报与防治	(91)
3.5 我国湿陷性黄土分布及黄土湿陷的预测与防治.....	(92)

3.6	我国膨胀土分布及胀缩灾害的预测与防治	(100)
第4章	区域工程地质环境质量综合评价理论与方法	(105)
4.1	区域工程地质环境质量评价的概念	(105)
4.2	工程地质环境质量综合评价程序与内容	(107)
4.3	工程地质环境质量评价常用模型	(109)
4.4	工程地质环境质量综合评价的实例分析	(112)

第二篇 大型人类工程活动引起的环境工程地质问题分析

第5章	水资源开发利用中的环境工程地质问题分析	(119)
5.1	水资源与水资源危机	(119)
5.2	地下水开发的环境负效应	(122)
5.3	地面沉降的危害与成因	(127)
5.4	地面沉降的预测	(129)
5.5	地面沉降的监测技术设计	(131)
5.6	地面沉降的防治措施	(134)
5.7	地裂缝灾害典型实例分析	(136)
5.8	水资源保护与可持续利用	(139)
第6章	矿产资源开发引起的环境工程地质问题分析	(142)
6.1	我国矿产资源的特点与开发利用现状	(142)
6.2	矿区环境工程地质问题概述	(144)
6.3	露天开采矿产资源引起的环境工程地质问题	(146)
6.4	地下开采矿产资源引起的环境工程地质问题	(150)
6.5	矿产资源开采诱发的地震问题	(157)
6.6	矿产资源选矿冶炼引起的环境负效应	(160)
6.7	矿产资源开采中典型问题的工程地质分析	(162)
6.8	矿区地质环境的管理与保护	(173)
6.9	矿区土地的复垦与整治	(176)
第7章	流域开发引起的环境工程地质问题分析	(181)
7.1	河流及其利用与开发	(181)
7.2	黄河下游地上河的形成与危害	(183)
7.3	农田灌溉导致的土地退化	(188)
7.4	兴修水利水电工程引起的边岸变形失稳与水库淤积	(195)
7.5	大型水利工程引起的水文地质条件改变和生态环境变异	(197)
7.6	水库诱发地震的类型与特征	(198)
7.7	跨流域开发工程引起的环境工程地质问题	(204)
第8章	海岸带开发引起的环境问题分析	(210)
8.1	海岸侵淤变化及其分析与计算	(210)

8.2	海水养殖导致的环境恶化	(227)
8.3	污水排海工程引起的水质恶化	(232)
8.4	海水富营养化与赤潮	(235)
8.5	海岸带水资源开发引起的环境水文地质问题	(240)
8.6	海岸带开发引起的环境工程地质问题	(242)
8.7	海岸带环境的发育规律	(247)
8.8	海岸带开发的科学管理	(250)
第9章	核废物处置引起的环境问题分析	(251)
9.1	放射性废物的来源与分类	(251)
9.2	核废物对环境的影响与危害	(252)
9.3	核废物的处理与处置	(255)
9.4	核废物处置场地选择	(259)
9.5	核废物管理的几个问题	(262)
9.6	我国核电建设与核废物处置场研究	(263)
第10章	固体废弃物堆放引起的环境问题分析	(266)
10.1	固体废弃物的来源与特征	(266)
10.2	固体废弃物堆放诱发的环境效应及处理策略	(270)
10.3	中国城市垃圾的现状与处置方法	(273)
10.4	城市垃圾的地质处置——卫生填埋	(275)
第11章	滥垦、滥伐、过牧引起的环境工程地质问题分析	(290)
11.1	植被的环境效益分析	(290)
11.2	滥垦、滥伐、过牧的现状	(295)
11.3	滥垦、滥伐、过牧引起的主要环境工程地质问题	(299)
11.4	遏制生态环境恶化的主要对策	(305)
第12章	交通工程建设引起的环境工程地质问题分析	(308)
12.1	我国交通工程发展现状	(308)
12.2	公路工程建设引起的环境工程地质问题	(311)
12.3	铁路工程建设引起的环境工程地质问题	(314)
12.4	交通工程中环境工程地质问题的预防与治理	(317)
第13章	现代城市建设引起的环境工程地质问题分析	(331)
13.1	城市化与城市环境效应	(331)
13.2	现代城市工程建设的基本特点	(336)
13.3	现代城市建设中面临的重大环境工程地质问题	(339)
13.4	不同类型城市的主要地质环境问题	(341)
13.5	现代城市工程地质环境的科学管理	(342)
13.6	现代城市环境工程地质问题的系统防治	(345)

第三篇 环境工程地质区划、编图与对策

第 14 章	环境工程地质调查、评价与区划	(351)
14.1	环境工程地质研究的空间和时间尺度	(351)
14.2	环境工程地质调查	(353)
14.3	环境工程地质评价	(354)
14.4	环境工程地质区划	(356)
第 15 章	环境工程地质图与图系	(359)
15.1	环境地质编图的研究现状	(359)
15.2	环境工程地质图的编制目的与意义	(360)
15.3	环境工程地质图的特点与环境工程地质图系	(361)
15.4	环境工程地质图的编制原则与方法	(363)
15.5	现代科学技术在环境工程地质编图中的应用	(367)
第 16 章	环境工程地质问题对策	(370)
16.1	工程地质环境的科学管理	(370)
16.2	工程地质环境变异监测	(373)
16.3	环境工程地质问题的预测预报	(379)
16.4	环境工程地质问题的系统防治	(382)
16.5	环境工程地质问题的工程整治	(384)
16.6	中国工程地质环境保护	(385)
第 17 章	环境工程地质与可持续发展	(390)
17.1	工程地质环境与人类活动的关系	(390)
17.2	我国主要环境工程地质问题的社会经济影响	(398)
17.3	环境与可持续发展	(400)
17.4	工程地质环境与经济建设可持续发展方略	(404)
参考文献	(406)

绪摇摇论

20世纪缘年代以来,随着人口的增长及生产活动的增强,形成了对环境的巨大冲击和压力,人类要生存、要发展,就要开发利用自然资源,这就要干扰自然过程,当这种干扰超过生态环境自我调节的阈限时,便会损坏对人类至关重要的极为脆弱的生态平衡,引起诸多环境问题,其中由于人类工程—经济活动规模与范围的日益扩大,引起或诱发了具有新的表现特点的问题——环境工程地质问题。对该类问题的研究探讨,就形成了现代工程地质学的新的分支学科——环境工程地质学。环境工程地质学是环境科学的组成部分,因此,在研究环境工程地质学之前,先概略地介绍环境科学的相关概念与基本问题,然后研究环境工程地质学的形成与发展问题。

园摇摇环境与环境污染

环境,作为一个被广泛使用的名词,它的含义是极为丰富的。从哲学角度看,环境是一个相对的概念,它是一个相对于主体而言的客体,总是相对于某项中心事物而言,总是作为某项中心事物的对立面而存在的。它因中心事物的不同而不同,随中心事物的变化而变化。环境科学所研究的环境,是以人类为主体的外部世界,即人类赖以生存和发展的外部条件的综合体。《中华人民共和国环境保护法》明确指出:“本法所称环境指:大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动植物、水生生物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等”,这是把环境中应当保护的要素或对象界定为环境。这里我们指的环境是作用于人类这一客体的所有外界事物,即对人类来说,环境就是人类的生存环境。

园摇摇自然环境分类

人类对自然环境改造的深度和广度,在时间上是随人类社会的发展而发展的,在空间上是随人类活动领域的扩张而扩张的。当然,迄今为止,人类还居住于地球表层,但其活动领域已远远超出地球表层之外,不仅已深入到地壳深处,而且已离开地球开始进入星际空间。至于影响人类生产和生活的因素,更是远远超出了地球表层范围。因此,人类的生存环境,可由近及远,由小到大地分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境,形成一个庞大的多级谱系。

园摇摇聚落环境

聚落是人类聚居的场所,活动的中心。聚落环境也就是人类聚居场所的环境,是人类有计划、有目的地利用和改造自然环境而创造出来的生存环境。

聚落环境与人类工作和生活的关系极为密切。按其功能、性质和规模,聚落环境可分为院落环境、村落环境、城市环境。

随着聚落环境规模不断发展,为人类提供了愈来愈方便、安适的工作和生活环境,但与此同时,也往往因为人的密集、人类活动频繁和活动规模加大,而造成局部的环境污染。

聚落环境的研究,很早就广泛地引起了有关科学工作者的注意和兴趣,近年来由于环境污染的加剧,更成为环境科学研究的重要课题。

环境工程地质环境

我们所居住的地球自内而外呈圈带状构造。地理环境位于地球表层,处于岩石圈、土壤圈、水圈、生物圈、大气圈等相互作用、相互渗透、相互制约、相互转化的交替带上。它下起岩石圈表层,上至大气圈下部的对流层顶,厚约 10~15km,包括全部土壤圈,其范围大致与水圈和生物圈相当。这里是来自地球内部的内能和主要来自太阳辐射的外能的交锋地带。这里有适于人类生活的物理、化学和生物条件,构成人类活动的场所。虽然人类活动已远远超出地理环境的范围,但迄今为止,人类依然只能正常地生活在地理环境之中。

环境工程地质环境

所谓地质环境主要指的是自地表而下的坚硬的岩石圈。地理环境是在地质环境基础上,在宇宙因素的影响下发生发展起来的。地理环境和地质环境,以及星际环境之间,经常不断地进行物质和能量交换。岩石在太阳能作用下的风化过程,使被固结的物质解放出来,参加到地理环境中去,参加到地质循环乃至星际物质大循环中去。

如果说地理环境为人类提供了大量生活资源、可再生资源,那么,地质环境则为我们提供了大量的生产资料——丰富的矿产资源、难以再生的资源,同时提供了人类经济—工程活动的空间场所。地质环境对人类社会的影响,将随着生产力水平的提高而日益显著,地质环境污染对人类生存的威胁也日益严重。

环境工程地质环境

星际环境似乎离我们很遥远,但它的重要性却不容忽视。地球属于太阳系的一个成员,我们生存环境中的能量主要来自太阳辐射。我们居住的地球距太阳不远不近,正好处于“可居住区”之内,转动得不快也不慢,轨道离心率不大不小,致使地理环境中的一切变化既有规律,又不过度剧烈。这些都为生物的生长繁殖创造了必要的条件,成为迄今为止我们知道的惟一有人类居住的星球。星际环境的污染可能导致人类的灭亡。

环境工程地质环境

环境工程地质环境

环境污染是指由于人类的活动作用于人们周围的环境所引起环境质量恶化,以及这种恶化反过来对人类的生产、生活和健康的影响问题。

人类有计划、有目的地利用和改造自然环境,建立起适于自己生存的人类环境。在这一过程中,往往不同程度地污染和破坏了自然环境,被污染和破坏的环境又反作用于人类的生产和生活。

自然环境为人类提供了丰富多彩的物质基础和活动舞台。人类在诞生以后的很长岁月里,只是自然食物的采集者和捕食者,主要是以生活活动、生理代谢过程与环境进行物质和能量交换,主要是利用环境而很少有意识地改造环境。如果说那时也发生“环境污染”的话,那只是由于人口的自然增长和像动物那样的无知而乱采乱捕,滥用自然资源而造成的生活资料的缺乏,以及由此而引起的饥荒。为了解除这一环境威胁,人类就被迫扩

大自己的环境领域 ,学会适应在新的环境中生存的本领。

随后 ,人类学会了培育植物和驯化动物 ,开始了农业和畜牧业 ,人类改造环境的作用也愈来愈明显地显示出来。但与此同时也产生了相应的环境污染 ,如大量砍伐森林 ,破坏草原 ,往往引起严重的水土流失 ,水旱灾害频繁发生和沙漠化 ;又如兴建大规模水利事业可能引起滑坡、地震、土地盐渍化、沼泽化以及血吸虫病的大传播。

随着生产力的发展和近代大工业的出现 ,在生产发展史上出现了一次革命 ,使建立在个人才能、技巧和经验上的小生产逐步为基于科学技术成果之上的大生产所代替。这就增强了人类利用和改造环境的能力 ,大规模地改变了环境组成和结构 ,从而改变了环境中的物质循环系统 ,扩大了人类的活动领域 ,丰富了人类的物质生活条件。现代化生产的进行 ,一方面短时间内获得了如此多的财富 ,使人们陶醉 ;但另一方面 ,对自然的无限制的肆意攫取 ,破坏了应有的相对稳定状态 ,又造成了日益严重的环境污染问题。

近二十年来 ,人类活动对环境作用强度和规模达到一种空前程度 ,如大型水库构筑、矿山开采、海岸带开发利用、近海资源开采、污水排海、水资源开采、地下空间开发利用、耕地开发、核电站建设及核废料处置、交通工程建设等 ,使人类活动广泛地涉及各环境层圈 ,产生或加剧了一系列具有现代特征的环境污染。

~~环境圈层~~现代环境污染的类型与解决途径

与环境分类相对应 ,环境污染可分为聚落环境污染、地理环境污染、地质环境污染、星际环境污染。各种环境污染具体表现为岩石圈污染、土壤圈污染、水圈污染、大气圈污染、生物圈污染和星际空间污染。

岩石圈污染。主要表现为人类工程经济活动诱发的地震、滑坡、泥石流等地质灾害。水库诱震表现为大型水库蓄水导致历史上无震区或弱震区地震活动频度与强度明显加强。此种诱发地震震级虽然不高 ,但其频度大 ,震源浅 ,常对工程构成较强破坏性 ,如我国广东新丰江水库发生 ~~远~~级诱震 ,印度柯伊纳水库发生的 ~~远~~级诱震等。矿山开采、岩溶地区抽水、深井注水、地下核试验等 ,在特定工程地质环境下也能诱发地震。最新统计表明 ,~~远~~滑坡的发生或复活 ,与人类工程—经济活动有关 ,如水库区库水水位的变化常引起大量库岸崩塌、滑坡发生 ,采矿形成的边坡或地下采空常导致岩体失稳。为公路、铁路等交通干线的修建而开挖路堑 ,常会破坏边坡自然休止角而使其失稳 ,致使沿线形成带状地质环境恶化区。

土壤圈污染。主要表现为人类工程活动而引发的地面沉降、地表塌陷、土地沙漠化、沼泽化、盐碱化、河湖海岸侵蚀变化、水下岸坡的失稳破坏 ,废矿、矸石、城市工业和生活垃圾堆放引起的环境恶化等。地面沉降常是由超量抽取地下液体和采矿而引起的 ,如我国的上海、天津、西安 ,国外的圣华金、大坂、伦敦、巴黎、莫斯科等城市 ,由于过量抽取地下水 ,破坏了其动态平衡 ,致使土层非弹性压密 ,造成大面积地面沉降。地面沉降常破坏市政设施 ,加剧洪涝灾害 ,可进一步导致土地盐碱化、沼泽化和湖泊化。土地的盐碱化和沙漠化还常由水库蓄水导致的地下水位上升引起。高强度地表灌溉、植被的砍伐、过度地放牧 ,也常导致水土流失、沙漠化和盐碱化发生。海岸地带常是人口密集区及生态环境脆弱区 ,人类活动常导致沙滩退化、海岸侵蚀、库港淤积。工业废弃物和生活垃圾不仅污染土壤圈环境 ,而且直接或间接影响着水圈、大气圈、生物圈环境。

水圈污染。主要表现为水量的减少、水质的恶化和洪水、干旱灾害的发生。为了满足工业、农业和生活用水,人类大规模开采地下水和拦截地表水,导致地下水位大幅度变化。地下水位下降区,形成大范围降落漏斗,导致地面沉降、地裂缝的发生和加剧。局部地表水位和地下水位的抬升,又将引发崩塌、滑坡、泥石流及土地盐碱化、沙漠化等现象发生。目前全世界水浇地面积已达 1.5 亿公顷^①。随着自然环境恶化,还将进一步增大。自然界水量均衡已受到严重破坏。由于城市区和工矿区工业废物,特别是有毒的和放射性废物排放,农业区广施化肥、农药,使地表水和地下水受到严重污染,造成了水质性缺水。沿海地区海水入侵,近海海域赤潮的频繁发生,都是人类活动对水圈污染的结果。具有讽刺意味的是,近几年越发肆虐的洪水灾害,在很大程度上是我们大规模兴修水利的后果之一。由于一系列大坝的构筑,破坏河床原有动力平衡体系,几乎无不造成河床淤积,进而形成了一系列的地上悬河、地上悬湖。沿河流域植被破坏、水土流失和沙漠化,进一步加剧了悬河、悬湖的产生。持续的黄河断流与干旱,与洪水的肆虐是一对矛盾的对立统一体,两者相辅相成,相伴而生,是人类活动破坏了自然界水圈均衡体系的后果,是水圈污染重要表现形式之一。

大气圈污染。大气圈的污染已远远超出了传统环境工程所研究的空气污染的范畴,而涉及到全球气候变化、海气相互作用、海平面上升、温室效应、臭氧层破坏、厄尔尼诺现象等。

生物圈污染。生物圈污染表现为生物变异和种属灭绝,其结果将影响到水圈、大气圈、土壤圈和岩石圈。

环境工程地质学

环境科学是在环境问题日益严重的情况下产生和发展起来的一门综合性科学。环境科学知识的积累是由来已久的,然而只是到了 20 世纪中期,在发达的资本主义国家出现所谓大气污染时代之后,环境科学才迅速发展起来。最早提出“环境科学”这一名词的是美国学者,当时指的是研究宇宙飞船中的人工环境问题。1972 年国际科学联合会理事会设立了环境问题科学委员会,20 世纪 70 年代出现了以环境科学为书名的综合性专门著作。到 20 世纪 70 年代后期,随着对环境和环境问题的研究和探讨,以及利用和控制技术的发展,环境科学迅速发展起来。

环境工程地质学的研究对象和任务

环境科学是一门研究人类社会发展活动与环境演化规律之间相互作用关系,寻求人类社会与环境协同演化、持续发展途径与方法的科学。环境科学是以“人类原环境”系统为其特定的研究对象,它是研究“人类原环境”系统的发生和发展、调节和控制,以及改造和利用的科学。“人类原环境”系统,即人类与环境所构成的对立统一体,是一个以人类为中心的生态系统。

环境科学的基本任务就是通过系统分析与综合,规划设计出高效的“人类原环境”系统,并随时把它调控到最优化的运行状态。要达到这种目的,首先必须把生产观点与生态观点结合起来考虑,而摒弃传统的单纯生产观点。特别是对大型工程,一定要考虑到它的

自然效果和社会效果,一定要把它当作生态工程或环境工程来看待。传统的工艺学应为生态工艺学或环境工艺学所代替。“人类 环境”系统本质上也就是以人类为中心的生态系统,更恰当地说可以把它叫做社会生态系统。因此,没有一点生态学观点是不可能处理好“人类 环境”的对立统一关系的,是不可能规划设计出协调的“人类 环境”系统的。

环境科学的内容和分科

环境科学是介于社会科学、技术科学与自然科学之间的边缘科学,是一个由多学科到跨学科组成的庞大科学体系,如图 1-1 所示。它的核心是环境学,由内而外形成一系列过渡性学科。

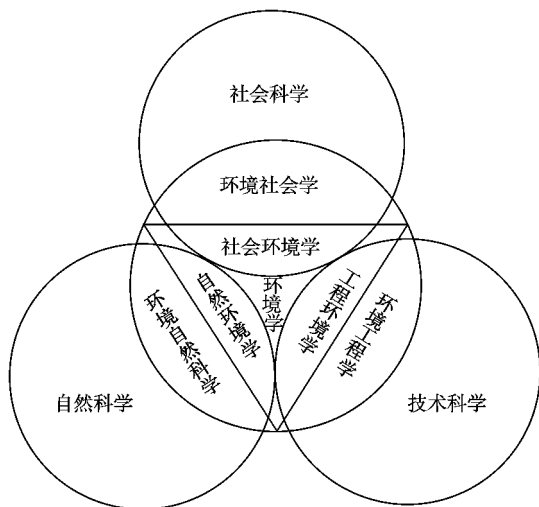


图 1-1 环境科学与相邻学科关系示意图
(据刘培同, 1988)

环境学

环境学是一门综合性很强的新兴学科,依其研究的内容又可分为:

(员) 理论环境学:主要包括环境学方法论,环境质量评价的原理和方法,合理布局的原理和方法,综合利用生产地域综合体的原理和方法,环境区划与环境规划的原理和方法,以及人类生态系统特别是社会生态系统的理论和方法。

(圆) 综合环境学:包括全球环境学、区域环境学、聚落环境学研究等内容。

(猿) 部门环境学:包括向自然科学过渡的自然环境学,如物理环境学、化学环境学、地学环境学、生物环境学等;向社会科学过渡的社会环境学,如经济环境学、政治环境学、文化环境学等;向技术科学过渡的工程环境学。

由相邻学科向环境学过渡的环境科学

像许多新事物是从旧事物中分化出来一样,分门别类的环境科学也是从旧学科中分化出来的。当环境问题日益严重、日益引起人们注意时,首先起来参与研究和解决问题的,还是一些有关的老学科,并进而在老学科中产生一些新的分支学科。如在物理学中产生了环境物理学、在化学中产生了环境化学、在地学中产生了环境地学、在生物学中产生

了环境生物学、在医学中产生了环境医学、在经济学中产生了环境经济学、在法学中产生了环境法学等。实际上这些新分支学科也都是相应学科与环境学之间的过渡性学科。它们与相应的部门环境学之间的关系一样,既不能“非彼即此”截然分开,也不能“亦彼亦此”地混为一体。在今天,它们都正处于发展初期,尚未定型,如果过早地人为地把它们严格区分开来或不加区别地混为一谈,使之丧失各自努力的方向,都是不利于环境科学发展的。

环境工程地质学

环境工程地质学的含义

地质工作为社会服务主要包括两个方面,一是资源保证,二是环境保护。后一任务的提出,使许多地质学家不得不从原来的圈子里走出来,扩大自己的调查研究范围,承担起环境地质工作的繁重任务。

随着环境地质工作的迅速开展,首先在国外产生了一门科学,即环境地质学。当前,对环境地质学还没有一致公认的定义。它是在 20 世纪的 50 年代初开始出现的,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,超前处理人类与其环境之间日益加剧的冲突,力求为人类与其环境之间建立一种比较协调的关系而提供必要的办法。

据美国《地质学名词汇编》第二版中记述:所谓环境地质学就是说,人类居住在自然环境中,并且要利用自然环境,这样就要产生一系列的问题,环境地质学就是要把地质学的原理和知识应用到这些问题中来,其中包括水文地质学、地貌学、工程地质学、矿业地质学的研究工作。据《城市地质学》解释:环境地质学是把地质学原理和知识应用到城市及其周围地区计划和管理方面的一门学科。其中包括从地质学的角度研究制定计划、废物处理、土地利用、资源管理、有效地开采原料资源等内容;我国学者胡海涛认为:“环境地质学是应用地质学基本原理,研究人类工程—经济活动与地质环境之间相互作用,预测天然及人为地质作用的发生、发展规律,从而制定改造、利用和保护地质环境的规划、措施、方案,达到防避或减轻地质灾害,保护及改善地质环境质量目的的一门综合性地质科学。”

环境工程地质工作的发展历史及其研究现状

虽然环境地质学这一术语在 1954 年才正式提出,但是,地质环境对人类生存及社会发展的巨大影响以及开展环境地质工作的必要性却从 19 世纪开始就已逐渐为人们所了解。不过,在 20 世纪 50 年代以前,这方面的工作较零散,不系统。这一阶段的突出特点是,只是初步认识到地质环境和作用以及由此带来的危害。

从 20 世纪 50 年代起,环境地质工作进入第二个发展阶段。随着工业和城市的发展,环境问题变得日益突出,对于防止和减少地质灾害与环境污染,改善土地、矿产和水资源的利用等方面的要求更加迫切。人们终于认识到,社会发展到今天这样一种程度,人类活动的确在改变地质环境。从某种意义上讲,人类活动是一种可与一定的自然地质作用相比拟的重要的地质营力。随着社会的向前发展,由人为地质作用造成的灾害势必会变得

日益严重。因此,当前环境地质学除了要继续研究自然地质因素对人类及其发展的影响之外,还要研究由于人类活动引起的地质作用以及由此造成的灾害和预防办法。这是环境地质工作发展到现阶段的、区别于前一阶段的一个重要特征。

园园园园园自然地质灾害

由自然地质作用引起的灾害,已为人们所熟知,最重要的有如下几种:

地震灾害。由于很难准确预报,发生时间极短,波及范围很大,因而成为一种最可怕的地质灾害。在整个历史上,地震可能使大约 员亿人死亡。园园世纪大约每年死亡 员缘万人。

火山灾害。在过去 缘年里,约有 园万人因火山活动致死。当前,有数百万人住在随时受火山喷发威胁的地区内。美国圣海伦斯火山最近一次喷发造成财产损失达 员亿美元以上(有人估计达 园亿)。

水灾。影响的范围最大,其危害比其他灾害的总和都大。全世界每年因水灾死亡数千人。财产损失达数十亿美元。自 员缘年以来,美国每年死于洪水的人数平均为 员万人,财产损失约 员亿美元。

滑坡灾害。美国在 员园~ 员年期间,由于过量降雨和地震引起的滑坡,总共死亡近 猿万人,在此期间,其他国家死亡人数超过此数 员倍。据估计,美国每年因滑坡损失超过 员亿美元。

海岸灾害。海岸地带往往是人口集中的地区。比如,美国几乎 缘的人口住在沿海各州里,美国 员个最大的城市中有 员个分布在海岸地带。这些地带经常受到飓风、海啸和海岸侵蚀的威胁。员缘~ 员年期间,美国每年死于飓风的人数平均为 员万人,财产损失为 员亿美元,最近 年,两次飓风使美国的财产损失均为 员亿美元。历史上出现过一次飓风死亡数十万人的事件。

园园园园园人为地质灾害

近 园多年来,人类破坏自然环境的速度在惊人地加快。人类在利用自然资源的同时,也在破坏自然资源和环境,制造多种灾难。人类活动引起的地质灾害主要有如下几种。

诱发地震。大型水库蓄水后常使历史上无震区或弱震区地震活动频度和强度明显加强,这种现象称为水库诱发地震。世界上现有水库诱发地震近百个,我国新安江水库、丹江口水库、参窝水库都曾发生过诱震情况,水库诱震震级比较小(一般小于 远级,不过 远级),但其频度大,震源浅。此外,矿山开采、岩溶地区抽水、深井注水也能诱发地震,但其震级一般较小。

地面下沉。由于采矿和抽水等原因可导致地面明显下沉。美国惠明顿油田因开采石油,到 员年中部下沉 怨皂,预计最大下沉 员皂,数百口油井被毁,财产损失 员亿美元以上。墨西哥城因人口增加(员年不到 缘万, 年达 缘万)而不得不过量开采地下水,导致地面下沉 苑皂,伦敦、莫斯科、巴黎等城市面临着同样的危险。

滑坡。据统计,世界上 苑的滑坡与人类工程—经济建设活动有关。修建水坝、采矿、修建铁路和公路是引起人工滑坡的主要原因。

水灾。城市化、滥伐森林、破坏植被、水坝倒塌和采矿是引起洪水的重要原因，美国惠明顿油田因过度开采不仅引起地面下沉，而且引起局部洪水，使地面和许多油井被淹。

土地盐碱化、沙漠化。水库蓄水后，使库区附近地下水位抬升，从而导致土地盐碱度提高，破坏植被生长。加之滥砍滥伐而导致的植被破坏，从而使土地大规模沙漠化。

水质污染。近 100 年来，由于广施化肥和农药，大量排放有毒的和放射性废物，使地表水和地下水受到严重污染，生态系统被破坏。如不采取措施，今后由水质污染带来的危害将比其他危害要大。

环境地质学的根本目的是要力求解决与环境保护及其合理利用相关的所有重大问题，使可能出现的环境破坏减小到最低程度，使在利用自然环境及资源的过程中所出现的有利条件变得最大。由于做了大量工作，现在人类在预报地震、火山活动、洪水泛滥等方面获得了一些成功，在预防地面下沉、滑坡和水污染等方面也取得了初步成效。当前，一些国家非常重视环境地质工作，这在美国、西德、前苏联等国家反映比较明显。特别是美国，从联邦到州一级都制定了环境法律，美国地质调查所及各州地质调查所和许多大学都设立了从事环境地质工作的专门机构；一些大学开设了环境地质学课程，编写了教材，发表了大量论文，培训了许多专业人才。同时，美国还广泛开展了环境地质制图，出版了地震灾害图、火山灾害图、海岸灾害图、废物排放地质图、城市地质图、地下水污染图等图件。在前苏联，环境地质学被看做苏联工程地质学进入第三个发展阶段的标志。据统计，最近至少已有 100 个国家（主要是欧洲和北美，部分属非洲和亚洲）为不同地区编了区域斜坡稳定图或区域滑坡图，至少有 100 个国家编了初步的地震分布图。有关环境地质工作的国际活动大大增加了，创办了国际性的《环境地质学》杂志，在第 10 届国际地质大会上设有“地质灾害组”，就环境地质问题进行了专门讨论，1984 年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》。

环境工程地质学的兴起

早在 1950 年前后，前苏联著名的地球化学家维尔纳特斯基就提出了“灵生圈”的概念。1950 年前后，他写文章重述早期演讲中提出的观点：“在我们的地球上，出现了一种新型的地质现象，这就是人类第一次变成规模巨大的地质营力……在化学方面，人类正有意识地，甚至更多是无意识地剧烈改变着地球表面和生物圈。”1959 年，美国克拉克大学地球研究院的 1959 年诺贝尔奖获得者（1959 年）指出，目前主要问题的焦点集中在以下理论观念上：自然的性质是牢固的还是脆弱的；人类的本性是适应的还是破坏的；相互作用的性质是线性的还是非线性的、连续的还是间断的。进而，人们提出了“地球的可居住性”问题。

环境工程地质学人类工程活动与地质环境的相互作用

地球表面乃至地下数千米范围内与人类的经济、技术活动密切相关。城建、道桥、隧涵、港湾码头、水利电力、矿山、油气田、国防设施等各种类型及其不同规模的工程建设，既受地球环境所制约，又对环境与生态系统产生影响，有时称为双向效应。也即是说人类工程活动和地质环境处于一个动态系统中，人类工程活动既要受到地质环境的制约，同时地

质环境又受到人类工程活动的影响而变异,并且这种次生地质环境将会对人类工程产生反馈制约,其相互作用是动态的演化及逐次扰动和协调的过程,也可说是相互反馈的作用(图 园圆)。

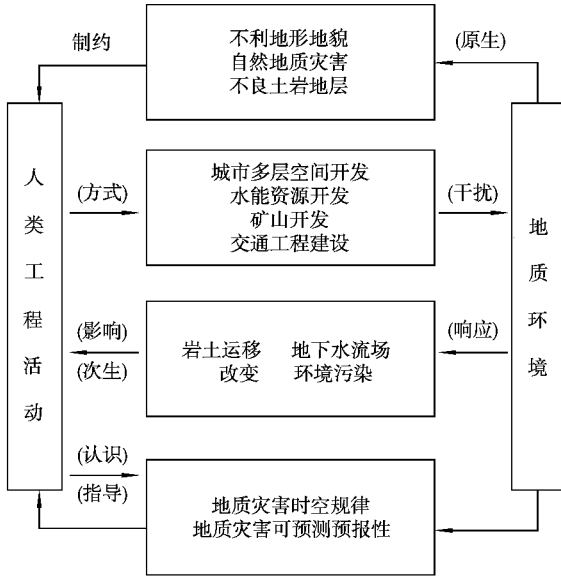


图 园圆 人类工程活动与地质环境的相互作用
(据王思敬, 员九九)

园圆 地质环境对人类工程活动的制约

地质环境是自然环境的一部分,是以岩石圈为主,在与大气圈、生物圈、水圈的相互作用中形成和演化的人类生活、生产和工程设施及受其影响的周围介质。它是一个不断演化的动态系统,包括宏观地质环境(大地环境)、地质灾害、岩土地质、水文地质和次生地质环境,并具物质组成、结构特性、赋存状态和运动特性等内涵。

既然地质环境是自然造物,是在地圈相互作用及演化历史中形成的动态系统,那么在现今社会科技能力下,主要方面是人类工程活动应能适应环境条件,仅在次要的程度上或局部位置上可考虑人类活动环境,使之与工程建设相适应。因此在工程建设的规划、可行性论证、决策和工程设计、兴建过程中都必须慎重考虑环境质量,认真研究和预测长期环境条件和工程的适应性,正确处理对待环境制约。

我国数十年来的工程经验表明,对地质环境的忽视是重大失误的主要原因。在工程规划设计中未充分考虑地质环境对工程兴建方案决策和运行状态的制约,尤其是存在两个方面的不足,即(员)对宏观环境缺乏足够的认识(圆)对次生环境考虑不够。

对于工程建设和工程技术而言,有较高的可靠性,但对大自然则把握性不够。例如,三门峡水库的设计具有防洪和发电的功能目标,但是建成后发现泥沙来源超过设计的预测,水库淤积很快,在采取排沙洞、泄流排洪措施后,不仅发电能力大幅度下降,连防洪也不能达到设计标准。发生这种情况的原因在于水库设计未能从黄河总体的环境和中上游水土流失来考虑,而且对中上游的水土保持过于乐观。这就是对三门峡水库的环境质量