



黄河水利出版社

HUANJING

环境工程地质

GONGCHENG DIZHI

刘起霞 李清波 邹剑峰 编著



环境工程地质

刘起霞 李清波 邹剑峰 编著

黄河水利出版社

·郑州·

内 容 提 要

本书阐述了环境工程地质的产生背景,建立了环境工程地质的理论体系;概述了工程地质环境研究的基本内容;详细论述了城镇的工程环境、矿山工程环境、水利工程环境、地下水开采利用中的工程环境问题、交通工程环境、人类活动对地质生态环境的影响评价以及文物地质景观的环境工程地质问题,并讨论了环境工程地质调查、评价、规划和编图的基本理论和原则。

本书为环境类、工程类各专业中专或本科生的教材,也可供从事环境工程、工程地质、岩土工程、环境保护、环境监测等专业的研究人员、技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程地质/刘起霞,李清波,邹剑峰编著. —郑州:
黄河水利出版社,2001.3(2002.6 重印)
ISBN 7-80621-458-5

I. 环… II. ①刘…②李…③邹… III. 环境地质
IV. X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 04985 号

责任编辑:王路平

封面设计:谢 萍

责任校对:张晓霞

责任印制:温红建

出版发行:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮编:450003

发行部电话:(0371)6022620 传真:(0371)6022219

E-mail:yrp@public2.zz.ha.cn

印 刷:黄河水利委员会印刷厂

开 本:787mm×1 092mm 1/16

印 张:15.5

版 次:2001 年 3 月 第 1 版

印 数:2 001—4 000

印 次:2002 年 6 月 郑州第 2 次印刷

字 数:377 千字

定 价:25.00 元

序

自 20 世纪 70 年代起,环境工程问题就引起了广大工程地质专业学者的重视。30 a 来,随着人类活动的广泛性和多样性,环境工程地质问题发展得愈来愈突出。环境工程地质问题的产生,是人类经济活动不断加剧的必然产物。

刘起霞、李清波和邹剑峰等根据十余年对环境工程地质的科研、生产和教学经验,在艰苦实践和悉心钻研的基础上,从环境工程地质条件、环境工程地质问题、治理环境工程地质问题的措施以及环境工程地质监测等方面,广泛吸收了当前有关环境工程地质研究的主要成果,经过吸收消化、实践、总结加工等细致工作,编写出版了《环境工程地质》一书。该书图文并茂,内容丰富,信息量巨大,观点明确,论述简练,多有新意,是近几年我读过的最好的著作,也是我们从事环境工程地质工作者值得庆贺的一件大事。

该书从环境工程地质问题产生的背景出发,建立了环境工程地质理论体系,详尽叙述了工程地质环境研究的主要内容,作为工程地质学的分支学科,环境工程地质是主要研究由于人类工程—经济活动所引起的区域性有害工程地质作用的科学。

环境工程地质的主要研究内容是在查清工程地质条件和自然地质作用的基础上,探索人类工程与地质环境相互作用,从定性分析到定量评价,着重研究各种工程环境系统的演化和发展趋势,提出合理利用、经济的防治措施,为制定人类工程—经济活动发展规划提供科学依据。环境工程地质是工程—经济活动诱发出来的地质生态作用在大、中、小环境中的反映,它不仅影响工程建设的安全,更重要的是影响人类的生存条件,这是一个十分重要的问题,环境工程地质工作的目的就是要通过它的工作,尽量减少人类工程—经济活动引起的地质环境变迁的恶化,把这种风险减小到最低程度。无论是在进行地质工程建设,还是进行地质环境改造,在塑造和谐而优美的人类生存环境的同时,都需要进行地质体改造。而进行地质环境改造时,不仅要考虑地质因素,还要考虑生态的、人文的以及社会发展的综合需要来进行。

当前,人类工程—经济活动对环境的影响,已经引起有关文面的重视,但现在这种重视还处于受法制约束的被动状态,是局部的、暂时的。今后,应当大力宣传保护与人类息息相关的环境的重要性,将人类的认识提高到自觉地爱护环境、保护环境的高度上。首先要认识人类工程—经济活动对地质环境变化可能带来什么样的后果,其中的不良后果是否有办法避免和改造;其次要研究和掌握环境地质作用规律、发生发展趋势预测方法和解决环境工程地质问题的相应对策。

该书详细论述了城镇环境工程地质、矿山环境地质、水利水电环境工程地质、交通环境工程地质、文物地质景观工程地质环境等。运用地质作用规律、工程—经济活动规律、环境学规律、有关方面的自然界作用规律以及人类社会发 展规律和理论,对工程和经济活动的地质环境发展趋势进行预测,并提出环境保护的措施和方案。

本书涉及到工程地质学和环境地质学等诸多方面的理论知识。我相信它的出版发行一定会对环境地质学的发展起到重要的推动作用,对我国工程地质环境的规划、勘察、开

发、研究和利用也将具有参考借鉴价值。当然它也必将成为广大环境工程地质工作者、环境研究者以及大、中专院校师生的良师益友。因而，我十分荣幸地借此机会向读者推荐本书。

水利部黄委会勘测规划设计研究院专家委员会副主任
中国地质大学(武汉)等三所大学的兼职教授
中国水利学会勘测专业委员会常务副主任

馬國序

2000年12月

前 言

《环境工程地质》是根据教育部环境类环境工程专业的教学大纲和教学计划而编写的教材。

环境工程地质是工程地质学的一个分支学科，本书主要阐述了环境工程地质产生的背景，建立了环境工程地质的理论体系，针对传统工程地质的研究内容，明确了环境工程地质研究的基本内容，详细论述了城镇工程地质环境、矿山工程环境、水利水电工程环境、交通工程环境以及文物地质景观的环境工程地质问题，同时从环境工程地质的研究方法、调查评价、编图制图等方面作了详细的论述，并已引入了系统工程、计算机辅助决策等新的研究方法。

在编写过程中，按照国家新颁发的规范、规程和标准，紧密结合工程实例，系统介绍环境工程地质的基本知识和基本理论，力求反映国内外先进的研究成果，编写时做到条理清楚、体系完整、内容精练、图文并茂。

本书由刘起霞、李清波、邹剑峰编著，其中绪论，第一、二、三、四、五、八、十章及附录由刘起霞、邹剑峰编写，第六、七、九章由李清波编写，第十一章由孙雪汾编写。全书由马国彦主审。在编写过程中曾得到李铁汉、刘传正等专家的指导，在此表示衷心感谢。全书由刘起霞统稿，邹剑峰制图。

由于编者水平有限，书中难免不妥之处，敬请批评指正。

编 者

2000年6月于郑州

目 录

序	
前 言	
绪 论	1
第一章 环境工程地质问题	8
第一节 自然环境与自然灾害	8
第二节 地质灾害	8
第三节 环境地质问题	10
第四节 工程与地质环境的可持续协调发展	12
复习思考题	14
第二章 工程地质环境的岩土基础	15
第一节 岩体与土体	15
第二节 工程地质岩组与岩土体结构	16
第三节 地质体的赋存环境	18
复习思考题	20
第三章 环境工程地质系统分析概述	21
第一节 工程地质环境问题的相关性、协调性	21
第二节 地质系统方法	22
复习思考题	29
第四章 城市、乡镇环境工程地质	30
第一节 城镇地质环境与城镇地质作用	31
第二节 城镇环境工程地质研究的目的、任务和内容	32
第三节 城镇环境工程地质问题研究的基本内容	33
第四节 城镇环境工程地质的研究思路	76
第五节 城镇环境工程地质研究的方法步骤与编图	77
复习思考题	80
第五章 矿山环境工程地质	82
第一节 概 述	82
第二节 地下采矿引起的地面沉陷与山体开裂	82
第三节 采矿引起的边坡失稳问题	89
第四节 采矿诱发地震及其他问题	95
第五节 工矿废物污染问题	98
复习思考题	102
第六章 水利环境工程地质	103
第一节 坝址环境工程地质问题	103
第二节 库区环境工程地质问题	125

复习思考题·····	157
第七章 交通环境工程地质 ·····	158
第一节 概 述·····	158
第二节 交通线路主要工程地质问题·····	159
第三节 高速公路的环境工程问题·····	170
第四节 交通线路工程地质问题的研究方法及其防治对策·····	173
复习思考题·····	174
第八章 文物性地质景观的环境工程地质问题 ·····	176
第一节 文物性地质景观的研究动态·····	176
第二节 我国文物地质景观的类型及工程地质环境·····	176
第三节 石质文物的主要环境地质灾害·····	178
第四节 石质文物病害的研究方法·····	181
复习思考题·····	182
第九章 人类活动对地质生态环境影响的评价 ·····	183
第一节 人类发展对生态环境平衡的影响·····	183
第二节 地质生态环境影响评价原则与方法·····	188
第三节 地质生态环境影响评价实例·····	190
第四节 可持续发展农业的问题·····	198
复习思考题·····	202
第十章 工程环境质量监测与环境信息系统 ·····	203
第一节 工程环境质量监测·····	203
第二节 工程地质环境信息系统·····	207
复习思考题·····	208
第十一章 环境工程地质评价与环境工程地质制图 ·····	209
第一节 环境工程地质调查·····	209
第二节 环境工程地质评价·····	210
第三节 环境工程地质区划·····	218
第四节 环境工程地质图系的编制·····	219
复习思考题·····	223
附录一 我国水环境标准目录 ·····	225
附录二 我国国家水环境质量标准 (GB3838—88) ·····	227
附录三 我国生活饮用水水质卫生标准 (GB5749—85) ·····	229
附录四 国家饮用水水源的水质标准 ·····	230
附录五 我国污水排放标准 (GB8978—88) ·····	231
附录六 污水排入城市下水道水质标准 (CJ18—86) ·····	232
附录七 工业污染物排入城市排水系统的限值 ·····	233
附录八 水电部水利工程环境影响评价提纲 ·····	235
附录九 新技术新方法在环境工程地质中的应用 ·····	237
参考文献 ·····	239

绪 论

一、环境工程地质问题的产生

世界性的环境问题，如大气污染、温室效应、水污染、热污染、放射性污染、固体废物、噪声污染、石油污染、资源枯竭、土地减少、水土流失、农药滥用、稀有野生动物植物灭绝等，一直困扰着地球的生态环境。首先，人类是首当其冲的受害者。环境污染仍然在威胁人类的健康与安全，例如空气污染引起呼吸道疾病，放射性污染导致癌症，噪声破坏听力等情况依然存在。长此以往，若干年后的地球，也许人类将无法居住。其次，与人类直接相关的自然环境的破坏还在加重。例如饮用水源污染使人们饮用水质量下降，农药、化肥的滥用造成农产品污染，自然景观的破坏减少人们对美的享受，宁静的乡村扩展为喧嚣的城镇，人们的居住环境变得拥挤，等等。

环境问题，古已有之。西亚的美索不达米亚、我国的黄河流域，都曾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，以致良田美景逐渐沦为贫壤瘠土。

环境保护的任务就是要防止或减轻人类活动对环境的污染和破坏，保护地球环境和生态平衡，改善人类生存环境，促进人类社会健康发展。其内容大致有两个方面：一是保护自然环境，合理利用资源；二是改善人类生存条件，提高环境质量。

世界进入了可持续发展的时代。从 20 世纪 50 年代开始，随着工业经济的快速发展，一系列污染事件发生，形成了第一轮环境问题。80 年代，新一轮经济的快速发展使环境与发展之间的矛盾再次突出。随着人类工程和经济活动的规模和范围日益扩大从而引起了具有代表性的问题——环境工程地质问题，我们必须解决工程活动对地质环境的作用所产生的新问题，这就形成现代工程地质学的新分支——环境工程地质。

国际交流与协作为环境工程地质的创立作了组织准备，对加速环境工程地质问题的研究起了重要推动作用。1970 年，国际地球科学联合会（IUGS）正式成立了“地球科学与人类”专业委员会；1972 年，第二十四届国际地质大会将“城市与环境地质”列为第一专题；1979 年，国际工程地质学会（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》。《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，不仅要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问题；要求查明工程地质条件，并在空间、时间上进行定量的预测评价；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，编制世界性的分类环境工程地质图。环境工程地质问题的研究，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开展。《宣言》已成为现代工程地质学向环境工程地质学进军的时代标志；同时，也肯定了已有的环境工程地质问题。

80年代以后,环境地质尤其是环境工程地质的研究成果愈来愈多,质量也愈来愈高。1980年12月,在印度新德里召开的第四届国际工程地质大会上,关于环境评价与开发的工程地质研究论文达119篇。同年11月,我国在湖北孝感召开了首届环境工程地质问题学术研讨会,这显示着我国的工程地质学领域中的一个新分支学科——环境工程地质开始崛起。1989年11月在西安召开了第二次会议,在这次会议上对环境工程地质的概念、涵义、目的、特点和它的研究地位等问题都进行了比较深入的探讨,对环境工程地质的理论研究有重要的指导意义。1992年12月,我国召开了第四届工程地质大会,区域环境工程地质等方面的论文占了1/3,古建筑与古文物保护的工程地质研究受到了极大重视。1994年9月,在葡萄牙里斯本举行了第七届环境工程地质大会,主要讨论了地质与灾害、工程地质与环境保护等问题。1995年9月,在兰州又召开了第三次全国环境工程地质会议,在会上对环境工程地质的学科特点问题,各方面的专家与学者都发表了很多学术见解,在某些方面取得了共识,同时也存在着不同的学术观点,这些共识和不同的学术观点对工程地质的学科发展将产生深远影响。1999年8月在哈尔滨举行了第四届全国环境工程地质会议,共同探讨了环境工程地质科学的发展,明确了21世纪人口、环境与发展的战略。

二、环境工程地质的基本概念和学科特点

我国的地质词典(1986年)对环境工程地质的定义是:它是工程地质学的一个分支,是研究由于人类工程—经济活动所引起的(或诱发的)区域性和有害的工程地质作用的科学。这些有害的地质作用是诱发地震、滑坡、泥石流等。环境工程地质研究这些作用产生的条件和机制,提出减弱或消除它的工程措施,为制定利用、保护和改造地质环境方案提出依据。刘国昌(1982年)提出:环境地质的中心问题是环境工程地质问题。从广义来说,其中包括第一环境与第二环境。所谓第一环境,即自然环境,它是在区域工程地质条件下发生、发展的,具有显著区域性规律。所谓第二环境,即是人类的工程—经济活动的影响,除与自然工程地质条件有关外,更主要与人类的工程—经济活动有关,故区域性规律不明显。胡海涛(1984年)曾经提出过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基础上,主要研究由于人类工程—经济活动引起的地质环境的变化,以及这种变化所造成的影响;其目的是为了改造、利用和保护地质环境。环境工程地质学以其研究领域的广泛性、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,以及以人类活动为主导的动力因素来区别于传统工程地质学。”我们认为:环境工程地质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。

环境工程地质的产生,是经济活动不断加剧的必然产物。换句话说,在现代科学技术条件下,人类的工程创造给人类带来了极大利益,同时也给人类环境带来极大影响,出现了各种不良的工程地质现象,直接或间接地对人类环境产生反作用。为了解决这个问题,开展了环境工程地质研究。

环境工程地质的主要研究目标,是为了合理地进行工程开发,在满足人类发展需要的同时,保护地质环境,使人类工程活动与地质环境保持良好的协调关系,更有利于人类的生存、生活和生产的发展。

环境工程地质的主要研究内容，是在查明工程地质条件和自然地质作用的基础上，探索人类工程与地质环境相互作用，从定性分析到定量评价，由静态认识到动态观测，着重于研究各种工程环境系统的演化和它的发展趋势，提出合理利用、经济的防治措施，为制定人类工程—经济活动发展规划提供科学依据。因此，它是一门应用型科学，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一门分支学科。

应当说明的是，传统工程地质学与环境工程地质是不能截然分开的。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，进而讨论对人类工程—经济活动的适宜性和适应性，提出环境地质综合评价，为保护和合理利用工程地质环境提供科学依据。

环境工程地质的学科特点归纳如下：

(一) 环境工程地质的广泛性

环境科学所研究的环境问题是以人为主体的外部世界，即人类环境问题。它的广泛性起因于人类工程—经济活动的广泛性。它具有非常广泛的环境概念，如图 0-1 所示。

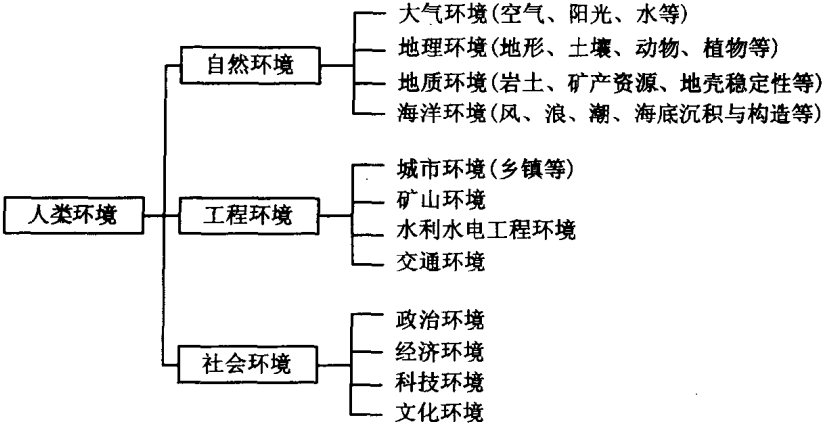


图 0-1 人类环境的类型

由上图可见，人类环境是由自然环境、工程环境和社会环境等三方面构成的。三者之间是相互联系、相互影响、相互作用的。但其中起主导作用的是人类工程活动，由此而产生的环境问题，毫不夸大地说，是环境科学中最主要的环境问题，也是环境工程地质的最主要的研究内容和研究任务。由此可以说明环境工程地质在环境学中占有重要的地位。这种地位将会越来越重要，越来越多的学者关注和从事专门工作。由于人类工程规模越来越大，对环境影响也越来越明显，对解决环境工程问题的迫切感也越来越强。

(二) 环境工程地质的多学科性

工程环境问题涉及面很广，如大型水库建成后，对小气候的改变，涉及到气象学等问题；水库浸没对土壤的改变，涉及到水文地质学和土壤学等问题；矿山开发、交通建设、破坏植被、占用农田、造成水土流失，涉及水文学和生态学问题；城市建设中出现的地裂缝、地表沉陷、滑坡等，涉及到工程地质学等问题。所以，环境工程地质的理论和方法是多元化的、多学科的。但是，其中最主要的理论基础是工程地质学与生态学。认识环境工程地质问题发生和发展过程，必须应用工程地质学的成因理论和工程岩土体稳定性理论。

由于工程活动所造成的植被覆盖率减少、水土流失等危害生态环境的现象，并预测它的发展趋势和进行治理，必须运用生态学的理论和方法，才能得到很好的解决。

（三）环境工程地质问题的复杂性

对环境工程地质问题的研究，必须从研究环境要素开始。环境要素是多序列的，每个序列中又有多种类型。在工程活动中，各种要素之间的相互关系和相互作用又在不断地变化。由此而产生的环境工程地质问题，由局部逐渐向区域扩展，对这种扩展的过程和未来发展趋势进行分析，需要收集大量的信息，并要快速地处理。解决这种复杂的环境演化问题，只能运用现代系统工程的理论与方法，才能获得满意的效果。

（四）环境工程地质成果的社会性

环境工程地质的研究成果，具有广泛的应用价值，这一点是毫无疑问的。但又是一种很难应用的成果，不像数、理、化方面的成果，应用十分方便。谁都需要一个好的环境，谁都知道环境的重要性，但就个人和某一个单位讲，谁都无能为力改变环境的现状。因为环境问题是系统工程问题。由此产生了这样一个问题：环境工程地质的研究成果，除能帮助人们提高环境意识外，如何能得到实施？解决这个问题，必须得到法规的承认和支持。正是由于这个道理，我国政府为保护环境制定许多法规，如环境保护法、森林法、资源法、水法、大气污染防治法、海洋环境保护法等。这是解决环境问题极为重要的手段。因此，环境工程地质研究成果的重要性，具有法律的性质，为制定环境保护法规提供科学依据。

认清以上四个方面的特点，对环境工程地质学科的发展有重要的指导意义。根据这些特点，创造环境工程地质学科的特色，建立有特色的一套学科理论和方法，学科发展才有生命力。

三、环境工程地质研究的主要内容

环境工程地质研究的主要内容一般按以下两个体系来划分。

（1）按自然学科形态划分，理性的环境工程地质研究内容为：

①诱发地震——研究由水库、注液、采矿及核试验等诱发地震现象的规律及预防，进而有助于地震灾害预防。

②人类活动与地表岩土工程边坡——研究因水库蓄水、各类工程开挖及矿山采掘等引起的大范围破坏地表及工程设施的边坡变形、失稳等问题。

③地面沉降——研究由过量抽取地下液态矿体或开采固态矿体而引起的地面沉降、地裂缝及地面陷落等。

④人工堆积物引起的地表环境恶化——如城市生活垃圾与人工填土、废矿矸石堆放及核废物的工程地质处理。

（2）按社会部门形态，环境工程地质可分为：

①城镇环境工程地质——主要研究城镇地区的环境工程地质问题。因为城镇是人类工程—经济活动最集中的地方，故有人认为城镇地质是环境地质研究的中心问题。

②矿山环境工程地质——主要研究采矿（露天和地下开采）所引起的山体崩滑、地面沉陷和废矿矸石堆放引起的滑坡、泥石流等，此外尚涉及矿坑复填与环境美化问题。

③水库环境工程地质——专门研究因水库蓄水而诱发地震、边坡失稳及水土流失等。

④交通线路环境工程地质——专门研究修筑交通路线对工程地质环境的危害。

⑤文物性地质景观地区环境工程地质——研究旅游区自然景观及石质文物遗迹的保护以及自然旅游区内的工程建设合理性。

四、现阶段我国环境工程地质的研究重点

针对现阶段环境工程地质研究现状和我国现代经济建设发展趋势,为了解决建设中所出现的环境工程地质问题,合理利用和保护地质环境,为进一步改善人类生存环境做出贡献,今后的一段时期内,我国环境工程地质研究必须在深度和广度上有一个大的发展,将微观研究和宏观研究推向深化,同时,加强微观研究和宏观研究的结合。

(一) 加强环境工程地质的理论与方法的研究

(1) 在普遍揭示各类工程建设有关工程地质问题的研究中,要观其表征,寻其发生、发展规律,深入分析工程建设与地质环境的依存关系和相互作用机理。因此,要有目的、有组织地开展各类工程建设效应的研究工作。

(2) 努力应用系统论的理论与方法开展环境工程地质研究,逐步组织不同类型地区、不同工程组合类型的建设区开展示范研究。

(3) 加速各类问题的数据库及其信息系统的建设。

(二) 加强区域性环境工程地质研究

(1) 针对国家制定的国土整治规划和经济建设的战略,不失时机地开展重点经济开发区和生态环境脆弱区的治理开发中的区域环境工程地质评价工作,为有关地区经济发展(区域开发)的战略决策,提供基础性的依据。

(2) 工程地质学家已经有能力与社会、经济界协同研究区域资源开发、生产力布局和环境整治问题。

(三) 注重地质灾害的形成规律、趋势预测及减灾对策的研究

这种研究既要注意自然地质作用、人类行为以及它们的联合作用所产生的地质灾害本身,又不能孤立地研究地质灾害,而必须把各种自然灾害间的相互关系摸清,即应当考虑自然灾害的相关性、综合性、地区性以及社会性。

同时,要在地质灾害规律研究的基础上,把注意力放在预测、预报、预警和减灾对策及防治措施的研究上,并付诸实践。

(四) 开展环境工程地质制图研究

要求图件反映所及地区的工程地质环境特性的区域规律,一方面要表征环境工程地质评价所需的实际资料,另一方面要预测规划的建设项目可能引起的工程地质环境变化趋势。显然,这类图件既有服务于不同目的的需要,又必须有各种因素的分析图件和综合图件,所以是一整套系列图件。

同时,要积极积累资料,在区域图件编制的基础上,编制全国性图件,为国家高层次的国民经济发展、地区生产力布局和国土整治规划的战略决策提供基础性资料,努力实现我国资源、环境的合理开发和保护,加速改善人类生存环境的进程。

五、环境工程地质的发展方向

环境工程地质问题规模日大,影响范围越来越广泛,随着世界新的开发计划实施,

“全球将变成一个大工地”，预期对地质环境影响也就更加严重。例如大坝坝高已超过300 m,边坡高度已近1 000 m,隧洞埋深已达2~2.5 km,矿井采深已超过1 200 m,石油采深已超过3 000 m;又如三峡水利枢纽工程,除巨大的坝区工程外,在水库区域内,还将迁建10多个县市城市以及150个集镇,而且大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球环境。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,环境工程问题也将趋于复杂化。总之工程—经济活动与地质环境相互依赖、相互作用、相互影响的关系,越来越明显、越来越深刻。

在世界范围内,举世瞩目的我国三峡工程、非洲中央人工湖、喜马拉雅山水力发电计划、苏联与美国之间的白令海峡大坝以及加拿大中央原野开发等工程(见图0-2),其规模和影响之大,均属空前。这些世界级的巨大工程将会涉及和诱发出更广泛、规模更大、风险也更高的环境工程地质问题,因此环境工程地质理论与应用研究的发展都是刻不容缓的。

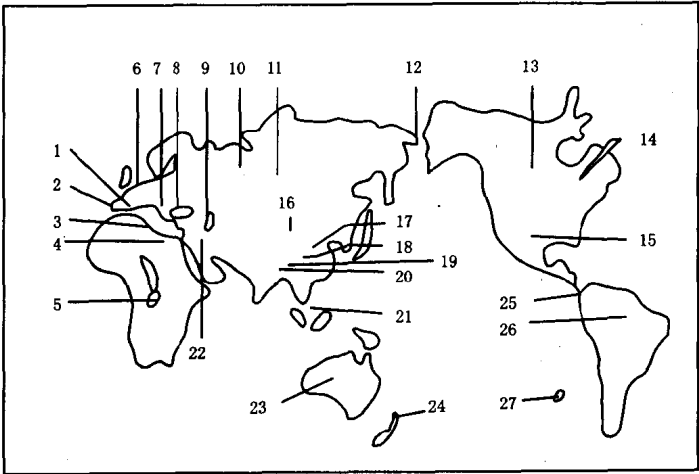


图 0-2 世界主要巨大工程计划示意图

- 1—多米尔运河; 2—横穿地中海海底管道; 3—直布罗陀海峡隧道; 4—卡塔腊盆地开发; 5—非洲中央人工湖;
6—多佛尔海峡隧道; 7—捷克-南斯拉夫铁路隧道; 8—墨西哥海峡大桥; 9—里海水坝; 10—苏联河流逆流计划;
11—西伯利亚运河; 12—白令海峡水坝; 13—加拿大中央原野开发; 14—加拿大运河; 15—布腊索斯河拦河工程;
16—欧亚大陆公路; 17—南北大运河; 18—三峡大坝; 19—中国南水北调西线工程; 20—喜马拉雅山水力发电计划;
21—克拉地峡运河; 22—里海—黑海运河; 23—澳大利亚运河; 24—库克海峡隧道; 25—第二条巴拿马运河;
26—南美水利资源开发; 27—南极冰山拖航

(原载(日)《科学朝日》1986 No.3)

复习思考题

0-1 什么是环境工程地质? 其学科特点是什么?

0-2 环境工程地质与相邻学科之间的关系如何?

0-3 环境工程地质研究的主要内容是什么？

0-4 我国现阶段环境工程地质研究重点是什么？

0-5 如何理解“地球将变成一个大工地”这句话的含义？

第一章 环境工程地质问题

第一节 自然环境与自然灾害

一、自然环境

环境 (Environment) 是指人类周围自然和社会的全部条件和情况, 也包括影响自然界性质的条件和物质。

自然环境 (Element) 是对人类社会而言, 与人类社会的发展有关, 它包含着人类生存所必需的生产和生活资料。也是人类从事各项活动的源泉和基础。自然环境的好坏直接影响到人类社会的发展速度和质量。

自然环境是由岩石圈(包括土圈)、水圈、大气圈和生物圈四个部分组成, 这四个部分相互依赖, 共同存在于地球表面或其上部, 组成一个整体。从时间上讲, 今天的自然环境与过去的自然环境有关, 并且可以影响到未来的自然环境, 这就是自然环境的可预测性。

二、自然灾害

所谓自然灾害 (Nature Disaster) 是指由于自然因素引起人类的生命安全、财产、赖以生存的资源、环境发生损坏和恶化, 导致人类正常生活受到干扰, 社会有时失去稳定等。自然灾害是自然环境系统的一个组成部分, 自然环境有良性和恶性之分。自然灾害属于恶性自然环境系统。

自然环境与自然灾害的关系如表 1-1 所示。

表 1-1 自然环境与自然灾害关系

自然环境	自然灾害系列
岩石圈	地震、火山、滑坡、泥石流、崩塌等
土 圈	沙漠化、土滑坡、地裂缝、水土流失、地面沉降等
水 圈	洪水、暴雨、雪灾、冻灾、海啸、海水入侵等
大气圈	飓风、沙暴、酷热、严寒、干旱等
生物圈	虫灾、火灾、植物退化等

第二节 地质灾害

一、地质灾害概述

我国是一个幅员辽阔、地质和地理条件复杂、气候条件各地区变化较大的国家, 加之工农业、城市、交通、水利的迅速发展, 每年都会发生一些不同类型的自然灾害, 其中地

质灾害在自然灾害中占有很大的比例。

地质灾害 (Geology Calamity) 是大自然支配人类的最显著的因素, 在地球内部动力和岩石圈、大气圈、水圈和生物圈的相互作用和影响下, 生态环境和人类生命、物质财富受到损失的现象和事件。它包含着两种动力地质作用, 一是内动力, 另一种是外动力。外动力除自然动力外还有人为因素所引起的地质动力, 有时它成为岩石圈表面强大的地质动力, 对大气圈、水圈和生物圈带来直接和间接的影响。

二、地质灾害的分类

地质灾害的影响因素和过程是十分复杂的, 其类型划分的格式一般为: 类→亚类→灾害, 见图 1-1。由图可知, 地质灾害类型可分为 3 种, 亚类可分为 12 种, 灾害可分为 34 种。

三、我国地质灾害发育及分布规律

地质灾害是在一定环境条件下形成的, 它受诸多因素的控制, 如地形地貌、地质构造、地层岩性以及人类活动等。我国的地质灾害的分布存在以下几方面的规律:

(一) 地震灾害受到地球板块迁移的影响

我国位于欧亚板块东南部, 东部是太平洋板块, 西部是印度洋板块, 受到世界两大地震带的挟胁, 因此, 在全国有许多地震活跃区, 如台湾、青藏高原、华北平原等。我国地震分布面积广、强度大、频率高。据统计, 我国 30 多个省市中, 20 世纪以来有 21 个发生过Ⅶ级或Ⅶ级以上的地震。全国有 312 万 km^2 土地面积和 136 个城市属于地震区。

地震灾害也会产生次生效应。如长江中上游横断山地区、黄河中上游祁连山地区和华北燕山一带, 其滑坡、崩塌、泥石流发育分布多是沿着活动构造带和地震带。

(二) 地质灾害受纬度和气候条件的控制

中国大陆自南向北气候分布依次为热带、亚热带、温带、亚寒带, 这一气候模式显然与纬度分布有关。所以引起的地质灾害南北方有明显的差异, 南方雨量充沛, 以喀斯特陷落、岩土体变形、山洪、滑坡、水灾为主; 北方气候干旱, 土地沙漠化、盐碱化严重; 到东北大兴安岭地区, 纬度高, 气候寒冷, 以冻融灾害为主。

(三) 地形地貌对地质灾害的影响

我国地势自西向东由高变低, 大体可分为三个阶梯。第Ⅰ级为青藏高原, 海拔 4 000 m 以上, 年平均气温在 $-0.8 \sim 6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。温度变化以冻害、雪崩为主。依次向东为Ⅱ级阶梯, 海拔在 1 000~2 000 m, 秦岭以南长江流域为湿润一半湿润气候。秦岭以北黄河流域为干旱一半干旱气候。但两者均在夏季降雨, 雨量充沛, 故地质灾害常以滑坡、崩塌、泥石流、水土流失为主。在太行山、伏牛山至雪峰山以东地区为Ⅲ级阶梯, 它包括了东北平原, 黄淮海平原、长江中下游平原以及江南广大盆地、丘陵区, 海拔在 500 m 以下, 地势平缓。这些地区人口密集, 城市集中, 工农业发展快, 交通便利, 形成了以人类活动、工程活动为主的地质灾害, 如地面沉降、海水入侵、诱发地震、土地沙漠化、水土流失、江河淤积等。