

# 环境地质研究

中国水文地质工程地质勘察院



地震出版社

X141  
4101

925570

X141  
4101

# 环境地质研究

地矿部《水文地质工程地质》编辑部 编

地震出版社

1991

## 内 容 提 要

本书汇集了国内目前环境地质研究中的研究成果和学术观点。对环境地质学科的研究范畴、内容、存在问题、研究方向等一系列问题作了深入阐述和讨论，并对具体的环境地质问题如地质-生态关系、水土流失、土地利用控制、环境监测、自然灾害、水库环境地质问题、城市污水处理、地下水开采与环境变化、环境地质图系编制等问题进行论述。

本书可供从事水文地质工程地质、环境科学、水利、建筑等专业的教学、科研、生产工程技术人员参考。

## 环境地质研究

地矿部《水文地质工程地质》编辑部 编

\*

责任编辑：黎青宁 吴霞芬

地质出版社出版

北京民族学院南路9号

黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

\*

开本：787×1092 1/16 印张 9.75 字数 234 千字

1991年1月第一版·1991年1月第一次印刷

印数：0001—2500

ISBN 7-5028-0411-0/X·3 (799)

定价：4.50元

## 前 言

1972年联合国人类环境会议发表“人类环境宣言”以来，环境问题引起了世界各国的普遍重视。

由于科学技术的迅速发展，人类获得了在空前规模上改造自然的能力，这种能力如果明智的体现出来，就会给人类带来开发的利益和提高生活质量的机会。如果使用不当，或过于轻率，就会给人类自身以及人类赖以生存的环境造成无法估量的损害。目前，人口、粮食、能源、资源及环境等热门话题，其实质是反映了人类和环境间的不协调，出现了人类生存和发展的一系列矛盾乃至危机。

地质环境是人类的栖息之地，人类的生存和发展都是寓于地质环境中。随着工业化进程的发展和人口的急剧增长，地质环境遭到不恰当开发和破坏，严重的影响着人类的生活质量的提高，在一些地区还直接威胁着人类的生存。更为严重的是，由于无知或不关心，对地质环境所造成无法挽回的损害，不仅影响现代人，更会给后代留下巨大的后患和恶果。

正是在这样的条件和背景下，地质学自然地跨入了人类与环境的领域，产生了地质学的一门新的分支学科——环境地质学。同时，环境地质学也是当前一门全新学科——环境科学——的组成部分。可见，环境地质学是一门具有广泛综合性的学科。目前，环境地质学还是正在形成和发展中的学科，许多认识还有待逐渐探讨、深化和统一。尽管存在着一些不同的看法，但摆在人们面前极其严峻的现实和挑战，迫使我们必须加快环境地质学的研究和发展，使之对人类赖以生存的地质环境获得新的认识，为我们自己和后代提供一个比较符合人类需要和希望的生活和生存环境。

我国是发展中的国家，又是在世界上的人口大国。当前我国面临的环境问题已经相当严重，在我国特定的地质环境里和目前的国力条件下，粮食、资源、能源等都远远不能满足现在人口的需要，人均满足量都处在世界的后列，更不用说要满足不断膨胀的人口数量的需要。值得重视的是，在发展粮食、资源和能源的过程中，我们对地质环境的破坏，其损失远大于所获得的，更不用说其无法估计的长远影响了。

我国发展中有众多的复杂的问题需要解决，而环境问题则是其中一项重大的基本问题。在自然环境的大系统中，地质环境的研究显得十分薄弱和滞后，这就使决策部门，无法审慎地考虑开发对地质环境产生的影响后果；因为不适当的决策往往会加剧已经恶化了的地质环境或产生新的问题。因此，我们呼吁把地质环境的研究纳入国民经济和科学技术规划和计划中，大力加强和促进地质环境的研究（全国的和地区的），以利更加合理的开发利用和保护以及改善地质环境。

近30年来，地质学的研究提出了许多新的认识，揭示地球的不稳定运动状态，深化了对大气圈、水圈、生物圈及岩石圈之间的相互作用的认识。因此，地质学家在地质环境的合理开发利用和保护改善方面，以及提供更多的建议来供养不断增长的人口方面都理应发挥其学科优势，为人类多作贡献。

基于上述的认识，我们考虑到目前国内尚无专门的环境地质方面的集刊，所以我们花了将近一年的时间，试办了《环境地质研究》以期作点微薄的贡献。

让我们牢记“世界资源保护大纲”里的一句名言：“地球并不只是祖先遗留给我们的，而应属于我们的后代”。

# 目 录

地质环境与环境地质	张宗祜	( 1 )
环境地质学中几个重要问题的探讨	毛同夏	( 5 )
论地质-生态环境的基本特征与研究方向	卢耀如	( 13 )
土地利用控制的等级分区方法	方鸿琪 杨闯中	( 25 )
开发治理黄河要合理利用水土资源及防治水土流失灾害	胡海涛	( 35 )
当代世界科学的前沿领域之一	黄鼎成 陈泮勤	( 39 )
浅论地质环境的监测评价和监督管理	朱耀琪	( 45 )
减轻自然灾害系统工程初议	马宗晋 高庆华	( 52 )
自然环境与自然灾害	王思敬 赵作权	( 62 )
中国地质灾害概述	葛中远 陈永侠 徐联合	( 69 )
城市规划目的的地质制图原理	王明德	( 77 )
不良地质环境之改造	钟立勋	( 86 )
水库的环境地质问题	周兴志	( 90 )
巢湖北岸磷矿区地下水中富营养盐的平衡研究	朱宛华	( 98 )
城市污水快速渗滤研究综述	汪 民 钟佐槩 吴永锋	( 104 )
保定市污水土地处理初步试验研究	李志宪 王丕玉	( 113 )
试论北京市地下水开采和环境变化	袁志梅	( 119 )
环境工程地质图编制及方法	李小林	( 128 )
民勤绿洲自然环境退化的反思	张惠昌 武秀珍	( 136 )
[附录]		
国际减轻自然灾害十年研讨会纪要		( 143 )
第 42 届联合国大会第 169 号决议		( 146 )
“国际减灾十年”活动的来龙去脉		( 147 )
为“国际减灾十年”建议的首批科研项目		( 147 )
1970—2000 年加利福尼亚州由各种地质问题造成的预测损失 (估算)		( 149 )
本世纪的自然灾害节选		( 149 )

## contents

- The geological environment and the environmental geology.....Zhang Zonghu( 4 )
- On some important problems in environmental geology..... Mao Tongxia(12)
- Basic characteristics of geological-ecological environments and their research  
direction ..... Lu Yaoru(24)
- A method of division for different level controls in lan-duse management .....  
..... Fang Hongqi Yang Minzhong(34)
- Suggestions to the development and harness of the Yellow River..... Hu Haitao(38)
- A contemporary scientific Frontier in the world .....  
..... Huang Dingcheng Chen Panqin(44)
- Geological environment monitoring, evaluation and supervisory management ...  
..... Zhu Yaoqi(51)
- The Primary discussion about system engineering for disaster reduction .....  
..... Ma Zongjin Gao Qinghua(61)
- Natural environment and natural disasters ..... Wang Sijing Zhao Zuoquan(68)
- Outline of geologic hazards in China .....  
.....Ge Zhongyuan Chen Yongxia Xu Lianhe(76)
- Principles of geological mapping for the purpose of urban planning .....  
..... Wang Mingde(85)
- Improvement of harmful geologic environment ..... Zhong Lixun(89)
- Environment-geological problems of reservior projects .....Zhou Xing Zhi(97)
- Balance research for eutrophication in the groundwater in posporus mine  
destrict at the North side of Chao Lake .....Zhu Wanhua(103)
- A summary of municipal sewage ultrafiltration .....  
.....Wang Min Zhong Zuoshen Wu Yong Jiang(104)
- Experiment of sewage through land in Baoding..... Li Zhixian Wang Piyu(118)
- On the development of ground water and environment change.....Yuan Zhimei(127)
- Compilation of environmental engineering geological maps and its method .....  
..... Li Xiaolin(135)
- Interspection on degeneration of natural environment in Minqin oasis .....  
..... Zhang Huichang Wu Xiuzhen(142)

# 地质环境与环境地质

张宗祜

(地矿部水文地质工程地质研究所)

## 提 要

本文对地质环境和环境地质的概念、内涵作了全面论述。指出地质环境是与生物圈、水圈、大气圈相互作用最直接的,又是与人类活动关系密切的这部分岩石圈的范围。地质环境是具有一定空间概念的客观实体,其上限是岩石圈的表面,下限则取决于人类的科学技术水平和生产活动能力。环境地质则是研究人类技术活动与地质环境相互作用与影响的科学,它以地质环境为研究对象,其工作方向、内容和方法以地质环境为依据。

人类生产力的发展,使人类对自然条件的改变,产生了巨大的作用。人类的技术-经济活动已改变着地球的面貌,甚至导致地球上出现一些新的地质现象。

人类的活动,干扰自然环境所产生的效果,对人类本身来说,可能是有益的,也可能是不利的。人类的生产活动,常常会产生一些新的,过去未曾存在过的合成物质或废弃物,形成了新的环境因素。这种人类技术-经济活动的效果,不能仅从现在的利弊来评价,而要从长期,甚至几个世纪来看。

人类为了生存和发展,就要从事各种技术-经济活动。这种活动对环境所起的作用是多多种多样的。概括起来,不外乎两种。一种是人类为自身的生存,采取的必要活动。例如兴建工程建筑物;为改善生活条件的工程措施;对某些工程的保护措施;资源的开采以及对威胁人类安全的自然地质作用(如滑坡、冲蚀、泥石流、侵蚀作用等等)的防护措施等,这些技术-经济行为都是为人类社会所必需的,也是人类有目的的活动。这种有目的的活动,对环境可以造成不同规模、不同程度、不同性质的影响。这些影响可能是局部的或区域的,动力的或静力的;发生的部位可能是浅部的,也可能是深部的;可能是化学的作用,也可能是生物的或是机械的;作用的时间可能是短期的,也可能是长期的。另一种则并非人类直接活动的目的,它是由于人类活动引起的自然的本能的作用,是人类活动引起的自然界发生的后效作用。这种作用的发生常常不是人类所希望和必需的,而且常常是对人类本身不利的。例如某一地区由于过量开采地下水,导致该地区水均衡的破坏,从而引起岩土层性质的变化等,则是间接性质的作用。这种作用往往是伴生的或不可避免的,但并非人类活动的直接目的。这种作用往往是可以显示的,也可以是隐蔽的;短期的或是长期的;有时是可逆的,也可能是不可逆的。其发生的部位可能在地表,也可能在地下。总之有不同性质的作用。

人类技术-经济活动所产生的反面效果,即不利于人类本身利益的后果,常常显示为对人类所处的自然环境造成很大的影响。所谓自然环境,是由构成地球这个大系统的岩石圈、生物圈、气圈、水圈四个子系统组成的。人类技术-经济活动对岩石圈与气圈的影响最为突

出。岩石圈表部是生物圈的载体，也是人类活动最直接、最密切的自然环境部分。所以人类的各种技术-经济活动与岩石圈的关系最为密切，对岩石圈的影响也是最大。

人类活动对岩石圈表部的作用程度和规模究竟能有多大？从全球来看，人类长期以来显示出对岩石圈表部的作用，其规模是相当巨大的，常是大范围甚至是区域性的。例如城市建设和发展，是人类在岩石圈表部最集中活动的地区。在这个地区同时出现各种作用。像工程建筑的基础的深度有的可以达到30m或更深。地下交通可达150m深。矿山地区的坑道深度可达2—3km。在城市地区人类活动的作用是在同一范围内，同一时期进行的。既有静力作用，又有动力作用，也有化学作用等等。这些作用都直接影响着，甚至决定岩石圈表部动态的性质。同时城市建设区内，破坏了气圈与岩石圈之间在这一地区的正常交换过程。导致地表蒸发困难，地下含水量发生变化。

交通、管道等线状工程的发展，对岩石圈表部的影响也越来越明显。铁道、公路、输油管道等线状工程，世界上的工程量相当可观的，而且还在不断的增加。线状工程，实际上它影响并改变地表径流的原有状态，改变包气带的厚度，从而改变地下水的运动、成份、入渗补给作用。同时对岩石圈表部产生长期的系统的动力加荷作用。此外，它还给工程经过地区带来环境污染。像苏联，据调查在铁道两侧近0.5km宽度内，由于铁道运输造成的固体颗粒沉淀物可达每年18t/ha。散发到大气中的灰尘量可达每年2000万t。

常见的水电建设工程也是人类活动对岩石圈有强烈影响的。它不仅对岩石圈表部有影响，而且可以影响到深处。如修建高的重的大坝和水库，引起其底部岩层和周围岩层的变形。象苏联布拉斯克电站，大坝长3.7km，高126m。由于坝身重量引起的地基（辉绿石、砂岩）在蓄水前沉陷了8mm。而蓄水70m时，坝基下陷53.6mm，沉陷形成的漏斗，范围达2—3km。横向可达8—10km宽。这种例子很多。同时水库蓄水诱发地震，在世界各地均有实例，如中国、苏联、美国、澳大利亚、瑞士、法国、印度、希腊、意大利、日本、巴基斯坦等。这都是水电建设对岩石圈深部的作用。

开采地下水资源，破坏了天然水文地质条件，矿山开采中大量排水，会引起地面沉降。油田注水可引起地震活动。这些都是发生在岩石圈内，涉及的不是局部而是大范围的作用。

农业的活动，已使地球上陆地面积55%被利用起来了。农业耕作，使土壤遭到水流、风力的侵蚀。据统计，世界上已有1460亿ha土地被侵蚀掉25—30cm厚，相当6000km<sup>3</sup>土体。

很少被人们注意到的是战争对岩石圈的作用，也是很强烈的。例如美国1966年在越南战争中投的炸弹为63.8万t，炸起的土体达到15000万m<sup>3</sup>。在整个越南战争期间，由于爆炸移运的土体约为250亿m<sup>3</sup>。对地形造成了严重的破坏。地下核试验，如在美国爆炸深度达1.5km，能量相当于100万t梯恩梯炸药的爆炸，在爆炸点以外18km处的观测站，记录了可感地震延续了近5秒钟。在深度为2km处的强大的地下核试验，可以导致5—6级地震发生于距爆炸点半径为80km范围内。

从以上的一些例子来看，人类的对岩石圈的影响，是随着科学技术发展的程度，愈来愈强烈了。从现阶段来看，已经不是局部问题，而常常是区域的或全球性的了。这种人为作用对改变岩石圈表部的组成、状态、性质的变化已达到了很大的规模。由此可见，人类活动与岩石圈的表部关系是十分密切的。然而岩石圈的表部又是与气圈、生物圈、水圈相互作用最直接的部分。所以我们把这个与气、生物、水相互作用最直接，又是人类活动关系最密切的这部分岩石圈称之为地质环境。



环境是自然客体与人类客体相互联系的系统。环境这个系统可以分为自然环境与人类环境两大部分。自然环境是由生物、大气、水和岩石四个圈所组成。岩石圈的所有组成部分，即岩石、土壤、地下水、地质过程和现象，都与大气、水、生物等自然环境的成分紧密相互联系着。这一部分组成一个独立的环境系统。这个系统我们称之为“地质环境”。它们之间的关系可用图 1 来表示。所以说地质环境与人类活动有密切关系，又与气圈、生物圈、水圈相互作用的岩石圈部分（表部）。它是一个特殊的自然环境系统。地质环境是有空间概念的。它是岩石圈上部有特殊性质的部分，是个多成分的动力系统，是生命和人类活动的环境。地质环境是多因子系统，其主要因子是岩石、土壤、有机成分、气体、地下水、微生物以及动力作用等。既然地质环境是有空间概念的，那么它的上限和下限的空间位置在哪里呢？地质环境的上限是岩石圈的表面，这里所有的地质环境因子都积极的与大气、地表水体、生物界相互作用。这种相互作用在形成地质环境结构、性质和生态质量中起着基本的作用。地质环境的下限位置，决定于人类社会的科学-技术发展水平，以及进入岩石圈内部的工业活动深度。目前阶段，世界能够进入岩石圈的深度大约为 5km，最深的钻探深度可达到 12km。对于下限位置确定的原则，目前有不同的意见。一种意见认为：下限应位于科学技术发展所需要的位置（深度），不考虑社会的需求。另一种意见认为，下限位置应在人类活动引起的物理场变化开始消失的深度，如应力场、电磁场、温度场等。还有一种意见认为下限位置应在岩石圈上部，被技术原因污染的地带消失处（包括化学物质迁移污染）。最后一种意见认为：下限可以被认为是在岩石圈内人类能够深入到的地方，是理论上的最大深度。总之，地质环境的下限，决定于人类的科学技术水平和生产活动能力。

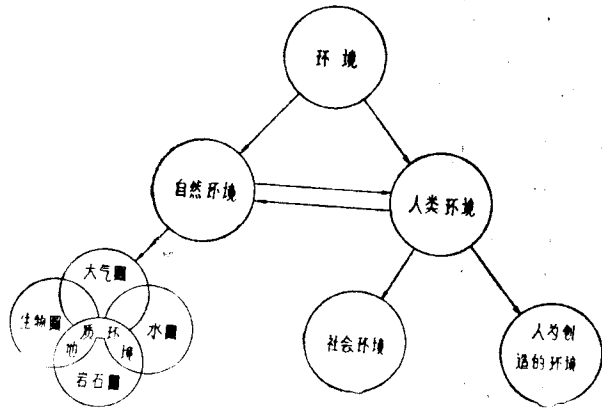


图 1

地质环境就是与人类社会发

展有特殊的、紧密相联系的岩石圈的一部分；这部分积极地与水、气、生物圈相互作用着。

“环境地质”一词，虽然常被人们使用，但其严格的含义（或者说是定义），都很少被人们认真的推敲过。因此，出现了各不相同的含义的用法。环境地质一词，在 60 年代末，70 年代初，则已见于西方国家的文献中。那时工业发达的国家，已感到环境问题的迫切性，一些国外文献中把滑坡、泥石流、地面沉降、城市地质等问题的研究，列为环境地质的内容。1983 年再版的 Michael Allaly 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、腐败物容器的建造、地表侵蚀等的地质评价）。在我国这一词的出现和使用较晚。但也是随着一系列的严重的环境问题，如环境污染，地质灾害等等，对生产、生活的影响，愈来愈突出而提出的。由于人们各自对环境地质的含义理解不一致，从而引导出的工作内容，方法等就不相同了。因此，很需要使之严格化，科学化。重要的是应当指出，地质环境与环境地质，有完全不同的含义和性质，两者不能互相通用，混淆不分。我们认为，恰当的理解环境地质应当是：研究人类技术-经

济活动与地质环境相互作用、影响的学科。地质环境是有空间概念的，而环境地质则无空间概念，它是以地质环境为研究对象的科学。我们对环境地质的含义及其内涵的理解，要从“环境”——“自然环境”——“地质环境”这个不同层次的含义的了解为基础。这样我们就可以有了环境地质的正确理解了。

在地质环境中人类进行的技术-经济活动与地质环境的相互作用是一个复杂的自然-技术系统（谢尔盖耶夫E.M.）。两者之间相互作用的特点，决定于地质环境的特点和工程技术活动类型。地质环境是按自然规律发展的，而人类的工程技术活动则是按技术经济规律进行的，所以环境地质工作就要充分考虑这两者的特点，以及它们相互作用的结果；要考虑自然技术系统的空间范围界限，也就是要考虑人类的工程活动与地质环境相互作用的可能影响的范围，这一点应该在全部环境地质工作过程中加以考虑。因此，环境地质工作应以各种技术经济活动的长远效应，改变或影响地质环境变化的方向，探讨地质环境的潜在的变化趋势、能力、效果等作为重要的工作内容。

### 参 考 文 献

- [1] Сергеев, Е. М., Теоретические Основы Инженерной геологии, Изд Недра, 1985.
- [2] Попов, и. в., Инженерная Геология, Госгесиздат, 1951г.
- [3] Черняев, в. ф., Системы и Управление В Инженерной Геологии из, Инженерная Геология, 5.1988г.
- [4] Michael Allaby, Dictionary of the Environment Secand Edixtion, The Macmillan Press Ltd, 1983.

## The geological environment and the environmental geology

Zhang Zonghu

(Institute of hydrogeology and engineering geology, Chinese  
Academy of Geological Sciences)

### Abstract

The concepts and connotations of the geological environment and the environmental geology is comprehesively discussed in this paper. It points out that geological environment is the scope of lithosphere that interacts with biosphere, hydrosphere and aerospere most directly and has close relation wth human activity. The geological environment is a objective substance in concept of space, of which its upper limit is the surface of lithosphere, and the Lower Limit is depend upon human scientific and technical competence and the ability of production. The environmental geology is a science which studies interaction and relation between human technical activity and geological environment. The objective of research is geological enviroenment, and the working direction, Content and method are based on the geological environment.

# 环境地质学中几个重要问题的探讨

毛 同 夏

(中国地质矿产信息研究院)

## 提 要

环境地质学研究人类活动与地质环境相互作用、相互制约的关系, 解决人类开发利用自然环境遇到的和可能引起的地质问题, 促使社会经济与地质环境保护协调发展。本文重点论述: 一、人为地质作用: 人类活动作为一个新的外动力, 具有剥蚀、搬运、堆积、塑造地形等地质作用; 二、地质环境的反馈作用: 地质环境是一个动态平衡系统, 各组成要素之间存在物质与能量的转换关系, 具有对人类活动的干扰作出不同反应的作用; 三、地质环境的容量与质量: 地质环境的容量可用地质资源量和对人类废弃物的容纳能力来评定。地质环境的质量决定于地球物理因素和地球化学因素; 四、环境地质图的编制: 应考虑动态、自然地质条件与人类活动因素结合、深加工和实用等原则; 五、环境地质区划: 根据地质环境的结构特征和功能性质进行区域划分, 文中提出了区划应当考虑的基本内容和步骤。

## 一、前 言

近 20 年来, 地质学中发展起来了一门新的分支学科——环境地质学。环境地质学应用地质学的理论和方法, 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、相互制约的关系, 解决人类开发利用自然然环境遇到的和可能引发的地质问题, 探索在发展社会经济的过程中, 合理利用和保护地质环境的途径。

环境地质学也是环境科学领域的一个重要部分, 对环境保护有着特殊的作用。但是, 目前在环保工作中, 人们的注意力主要放在大气与水体的污染防治方面, 对地质环境的问题, 尚未引起普遍的重视。实际上, 在近几十年内, 因地质环境方面的问题造成的生命财产的损失, 远比其它方面更为突出。从 30 年代至 70 年代期间, 世界上由大气和水体污染造成的著名的八大公害(比利时的马斯河谷烟雾事件、美国多诺拉烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件、英国伦敦烟雾事件、日本水俣事件、四日事件、米糠油事件和富山事件)使万人死亡。而在同一时期内, 全世界死于地震、滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害的人数, 达数十万之多。因此, 在环境保护方面, 提高对地质环境的合理利用和保护的重要性的认识是十分必要的。

当前, 环境地质学正处在发展的初期阶段, 尽管国外有些学者已发表了《环境地质学》的专著, 但作为一门学科, 还没有形成很完整的科学体系, 有许多问题还有待深入研究和进一步完善。

本文就环境地质学中几个重要问题作初步探讨。

## 二、人为地质作用

传统地质学认为，地质作用是地质动力引起的，两种基本类型的作用——内动力地质作用和外动力地质作用，推动着地壳的运动和发展。内动力地质作用，有构造运动、岩浆活动、地震及变质作用，外动力地质作用，包括风化、剥蚀、搬运、沉积和成岩作用等，由这两种基本地质作用，控制和改变着地球表面的结构和形态。

但是，人类的出现，特别是在人口暴增、社会生产力和科学技术大大发展的情况下，地球表面受到了人类活动的强大冲击，人类活动成了除上述天然的内、外地质动力之外，使地球表面发生变化和发展的不可忽视的又一动力，产生了其规模与速率都可以同天然地质作用相比拟的人为地质作用。正如苏联学者 B.И. 维尔纳茨基在 40 年代已经指出，地球上出现了新的地质现象，即智慧圈。在智慧圈内，人类已经成为强大的地质力量。

人为地质作用是环境地质学的重要研究内容。人类活动的地质作用意义，随着社会经济的发展 and 科技的进步也在不断扩大，在现阶段，主要表现在以下几个方面：

### (一) 人为剥蚀地质作用

现代社会，采矿和工程活动十分活跃。矿山剥离盖层，工程挖掘土石，农业平整土地等等，都在很大程度上破坏地质组成物质，改变地表形态，其所带来的地质效应，同天然外动力引起的剥蚀作用完全一样。在这些人类活动区域内，这种人为剥蚀作用的强度与速率，甚至要比天然剥蚀作用强大得多。大气和水体的污染强化了这些地区的天然剥蚀能力，表现为另一种形式的人为剥蚀作用。

### (二) 人为搬运地质作用

人类在工程-经济活动中，每年要移动许多地质物质，有的是为了某种需要，如填筑工程基础，采掘有用矿产，工程场地开挖等，通过运输工具人工加以搬运；有的是由于某些人类活动，如盲目砍伐森林，开垦草地、坡地，过度放牧等，造成大量水土流失。据有人估计，人类活动每年搬运的物质总量达  $10000\text{km}^3$ ，超过了全球水流的搬运强度。天然水流的搬运作用，一般将风化剥蚀产物从上游带向下游，由高处搬到低处，所搬运物质的大小，随水流携带能力的消耗而变化。人为搬运作用可以把物质从低处运到高处，其物质大小和流向一般随需要和人的意志而变化。

### (三) 人为堆积地质作用

人类活动在地球上形成了许多人工堆积土，特别是在城市地区、滨海地区，这种人工堆积土的分布面积和厚度，可以达到相当大的规模。捷克斯洛伐克的布拉格市中心区，分布有一层厚度达 6m 的人工堆积土。日本东京港地区，大片土地由人工堆积而成，填地范围近  $4000\text{ha}$ ，扩大了陆地面积。

人工堆积层，按其成分、结构和性质可分为三类：

(1) 天然沉积物（如粘土、砂土、砾石等）经过人工搬运重新堆积而成，其成分类似天然沉积层；

(2) 由建筑施工和工业生产产生的废弃物（如建筑碎料、旧建筑物拆毁残渣、工业灰渣，矿

●  $1\text{ha}$  (公顷) =  $10^4\text{m}^2$

渣废石等)构成的堆积层;

(3) 固体生活垃圾堆积层。人工堆积土一般固结程度较差,具有复杂的特性,如固体生活垃圾堆积土,含有许多有机物质,分解后产生甲烷气体,可能构成易爆炸的危险环境。

#### (四) 人为塑造地形作用

经济建设和工程活动使地表形态发生了很大变化,形成了许多人为地貌景观,如农业上平整的土地,修筑的梯田;水利建设中兴建的水库、运河、灌溉渠系;采矿堆积的尾矿、废石堆,挖掘的采矿场陡壁斜坡、矿坑、陷落漏斗;城市区修建的人工湖、假山;工程与道路建设削平高地,填平低地,修筑路堤、路堑;海岸地带修建长堤,人工岛,甚至填平海峡,围海、围湖造地,等等,其规模和速率,常常比天然外动力作用对地形的塑造还要巨大。

#### (五) 人类活动的其它地质作用

人类活动还可以使地壳表层内的地球化学场、应力场、水动力场、热力场等发生改变,产生其它新的地质作用和地质现象。例如,在长期大规模强力开采地下水的地区,由于开采区含水层中水压力的降低,导致含水层和隔水层发生新的压密作用,引起地面沉降,在岩溶发育区发生地面塌陷。水动力条件的变化,可以改变水与岩石(土)之间的天然化学均衡条件,引起岩石化学性质与物理性质的变化和水化学性质的改变。大型水库、深井注水等人类活动,可以促使某些断层活化,引起地震。矿业活动,可以改变某些矿物在地壳内的分布状况,发生矿物的人为迁移和富集作用。

上述人为地质作用,必然破坏地质环境在天然地质作用下的平衡条件,形成新的平衡关系。随着人口的增长,社会生产力的发展和科技的进步,人为地质作用力将越加强大,它们对地质环境的冲击亦将更加强烈。深入研究人为地质作用和地质现象的发生、发展,有助于评价地质环境的变化趋势。

### 三、地质环境的反馈作用

地质环境的反馈作用,即地质环境受人类活动干扰后,对这种干扰作出某种反应的作用。地质环境的反馈作用是环境地质学的重要理论基础。

地质环境是由容易受到人类活动影响,并决定其影响性质的那部分岩石圈组成,它是一个多成分系统。上部以地表为界,下部界限可到达人类活动达到的地壳深度,下部界限的深度随着科技的进步而发展。由于地表水与地下水有着十分密切的水力联系,两者相互转化,因而,地表水可以作为地质环境系统的一个部分。地质环境系统内部包括水环境、土壤环境和岩石环境三个子系统,各子系统之间,存在着物质及能量的转换关系。大气圈和生物圈对地质环境系统有很大影响,是地质环境系统的外部系统。

地球上各种不同地质环境,其发生、发展受地质构造、岩性、水文、地质作用和地形条件控制。每一类地质环境,都是一种具有自身特征和功能的地质空间,它们对人类不同工程-经济活动的内在相容性是不一致的。因此,对人类活动的干扰,表现出不同程度和不同形式的反应。

地质环境的相容性是指对人类外加给地质环境的某种干扰的适应性。例如,低平原内的淤泥质软土层,具有高持水率、低承载力的性质,对于在其上面建筑重荷载工程建筑物的相容性很差。如果要在其上建造这类建筑物,必须付出很高的经济代价,对地基作相应处理,

否则，将会产生严重的后果，给人们的不明智行动以无情的“报复”。

地质环境对人类活动的干扰有两种不同的反应趋势—良性和恶性反应。良性反应表现为，在人类活动作用下，地质环境向着稳定有利的方面发展。如在潜水位高的沼泽地和盐碱地上，人工进行排水，降低地下水位，加上施放有机肥料等措施，盐碱地可以逐渐转变成好地。而在有些地区，人为活动不当，地质环境将出现恶性反应趋势。如在黄土高原地区，脆弱的地质环境受到盲目采伐、开垦坡地、破坏植被，等人类活动的作用，会加剧水土流失，使环境向着不毛之地的方向发展。应当指出，在同一类地质环境系统内，不同的工程-经济活动，可能产生两种相反的反应趋势，这取决于人类活动与该地区各种环境要素之间的作用性质。因此，人类进行的各种活动，必须谨慎从事，避免采取有害的活动，防止发生不良的反应。

地质环境是一个动态平衡系统，其能量的收入与支出保持平衡关系，在天然状态下，依据其物质组成、结构和地球内部与外部能量的作用条件，不断地进行着由平衡到不平衡再到平衡的反复运动过程，维持其相对的稳定性。当人类活动作为地球外部一种新的能量作用于地质环境时，将改变其天然的平衡关系，使地质环境的态势发生变化，产生新的平衡关系。地质环境的反馈，实质上是地质环境在人类作用力影响下，对平衡关系进行调整的一种现象。当人类作用力不大时，通过地质环境内部的调节能力，对外界的冲击进行补偿和缓冲，就可以完成这种调整过程，维持地质环境系统的稳定性，这时，地质环境的反馈表现为人不易觉察的“隐蔽的”形式。当人类作用力增大，超过其自身的调节能力时，地质环境只有通过剧烈的变动，才能建立起新的平衡关系，反馈就以“显露的”形式表现出来。

研究地质环境的反馈作用，是准确预测环境变化的基础，是环境地质学的核心问题。但是，人们至今对地质环境系统各要素之间的相互作用、相互依赖的复杂关系，能量的转换，平衡关系等反馈作用机制，尚未完全认识，有待进一步探讨和研究。

#### 四、地质环境的容量与质量

地质环境的容量与质量是环境地质人员十分关注的一个问题。过去，有一种观点认为，在处理人与自然界的关系到时，可以完全按人的意志行事，这种认识是有害的。实际上，自然界承受人类活动的冲击也是有限度的。地质环境的容量与质量，就是一个特定地质空间的限度。

地质环境的容量，即一个特定地质空间可能承受人类社会-经济-工程发展的最大潜能。人类所有生产和生活的消费物资，都是直接或间接地取自地质环境；人类在生产和生活过程中产生的一切废弃物，又都直接或间接地排放到地质环境。所以，地质环境的容量，可以用特定地质空间可能提供人类利用的地质资源量和对人类排放的有害废弃物的容纳能力来评价。

地质资源，指地质环境系统内可供人类利用的一切物质。随着科学技术的进步，这种资源的概念在不断地发展。在现阶段，至少有下列几个方面：(1)矿物资源；(2)能源资源；(3)建筑材料资源；(4)土地资源；(5)水资源；(6)地质景观资源；(7)地质空间资源；这些地质资源，绝大多数是不可更新资源，使用后不能再生。水资源虽能得到更新，但其年可用量也是有限度的。所以，滥采、滥用地质资源，必将带来严重后果。

地质环境对人类排放的有害废弃物的容纳能力，取决于水体、土壤和岩石对污染物的净化能力（大气和森林的作用不在环境地质学研究的范畴之内）。水体、土壤、岩石对污染物质具有自净功能，通过这种自净功能，地质环境对外来的污染物质进行内部消化，起到自动调节的作用。

应当指出，所有地质资源都不是取之不尽、用之不竭的，地质环境对外来污染物质的自净能力，也不是无限的。当人口和工程-经济活动盲目发展，超过地质环境的允许极限时，必然引起环境的恶化。

地质环境的质量，在一定的程度上，是由地球物理因素和地球化学因素决定的，其好坏对人类的生活和社会经济的发展都会有很大的影响。地质环境质量的好坏，可以由下列几个方面的条件评定。

#### （一）自然地质条件的稳定性

自然地质条件是决定地质环境质量的主要因素，其中最重要的有：（1）地质构造的稳定性（构造活动性、地震强度与重现周期）；（2）地形稳定性（地面坡度、岩性结构）；（3）岩层性质（岩性、风化程度）；（4）地质灾害情况（发生频率、密度）。

#### （二）抗人类活动干扰的能力

地质环境脆弱的地区，抗人类活动干扰的能力很差，工程-经济活动稍有不慎，就可能使环境状况恶化。例如，处于半干旱气候带的华北平原，农田水利活动不当，很容易使土壤盐碱化加剧。

#### （三）原生地球化学背景

地球上的人类都处在一定的地球化学场的作用下。一定数量的钙、镁、钾、钠、碳、氮、氧、磷等元素及某些微量元素，是人体和其它生物体生长发育所必需的。环境中某些元素含量过高、过低，或存在对人体有害的其它元素，均会给人的发育和健康带来危害。所以，环境的地球化学背景值是地质环境质量的一个重要标志。这里还应该提到建筑材料的地球化学问题，当某些产地的建筑材料有高含量的有害元素时，长期居住在用这种材料修建的建筑物内是十分危险的。必须对可作为建材的物质进行地球化学考察。

#### （四）受污染或受破坏的程度

人类对自然界的干扰日益扩大。现在，地球上几乎不存在未受人类活动影响的区域。天然的地质环境越来越少，人为因素对环境的干扰越来越大。必须考虑人为因素对地质环境质量的影响，其中，最主要的是废弃物对环境的污染，工程-经济活动对环境的破坏。

废弃物对地质环境的污染，主要表现在对地表水和地下水的污染及对土壤的污染。因为污染，我国地表水已有 85.9% 的河段不符合饮用水和渔业用水的水质标准，有数十个大城市的地下水水质超标。农药与污灌已使大量土地遭到重金属及其它化合物的污染，影响了土地的生产能力。

工程-经济活动对环境的破坏，可诱发生成人为地质灾害，许多道路沿线的滑坡、泥石流，城市区的地面沉降、地裂缝，矿区和岩溶发育区的地面塌陷，等等，大多是由于人类活动使地质环境质量下降造成的。

对上述地质环境质量的变化问题，需要在环境评价中给以足够的重视。

地质环境的整体质量取决于各组成要素的质量。但在评价地质环境质量的优劣时，不能按各要素的平均状况去决定，而应评定每个要素的质量优劣，找出质量最差的那个（些）要

素, 根据它(们)的状况作出评价。因为, 人类活动常常首先使质量最差的那个(些)因素受到影响, 从而引起环境的变异。

## 五、环境地质图的编制

环境地质图使用范围十分广泛。目前, 国内外虽已编制了许多这类图件, 如, 美国 1:750 万全国环境地质图, 1:12.5 万得克萨斯州海岸地带环境地质图, 苏联 1:150 万俄罗斯联邦非黑土带地区人类活动影响地质环境变化图。近几年来, 我国也编制了长江流域、黄河流域和西北地区的环境地质图件。但, 环境地质图件究竟应该编成什么样的, 它与其它传统的地质图件有何差别, 还需要很好探索。

环境地质图是反映一个地区地质环境基本态势的图件, 是国家和地方进行环境规划和环境保护的重要依据, 环境地质图件的编制要考虑下列基本原则。

### (一) 动态原则

地质环境是一个动态系统, 处在不断的演化过程中, 特别是在人类活动因素的影响下, 有时, 变化十分强烈而迅速。反映这样一个动态系统的环境地质图件, 不仅要表现地质环境的现实状况, 而且, 要反映其发展趋势。从一定的意义上说, 表现未来可能出现的状况, 显得更加重要。所以, 反映地质环境的基本态势, 表明它从过去发展到现在状态和未来可能出现的状态, 是编制环境地质图件的一个重要原则。

### (二) 自然地质条件与人类活动因素结合的原则

地质环境是相对于人类而言的地质空间, 是人类活动作用的重要客体。环境地质编图要充分考虑自然地质条件, 研究组成地质环境的各种主要组分的特征。同时, 必须考虑各种人类活动因素, 研究社会-经济-工程要素及其对地质环境的影响, 把这两方面因素相互作用的关系和结果, 综合反映在图上。当然, 就一个具体地区的编图来说, 对人类活动因素需要作必要的筛选, 将其对本区地质环境有重要影响者表示出来, 并标明其影响的程度; 对于自然地质条件, 也应该有所选择, 不必面面俱到, 否则将使图面非常烦杂, 自然地质因素与社会-经济-工程信息如何有机的结合, 如何综合反映两者相互作用的关系, 还需要在实践中摸索和研究。

### (三) 深加工原则

环境地质图是一套由基础性图件、专门性图件和评价性图件组成的图系, 除一些反映背景条件的图件外, 大部分图件是综合性的, 要求对各种自然因素和人为因素进行高度的分析概括, 进行深加工, 在图面上, 常常只是表示几条简单的界限和不同适宜性的评价结论, 但却是经过反复的分析研究和深入的论证才得出的。图面上表示的内容, 表达编图者对图区范围地质环境的认识 and 进行合理开发利用与保护的意見。环境地质图不是地质环境条件原材料的简单表现, 而应该成为形象反映地质环境整体结构特征与功能性质的概念模型。使环境地质图件真正成为国家与地方规划、管理地质环境的科学工具。

### (四) 实用原则

环境地质科学本身是一门实用性很强的地质学科。要使环境地质工作的成果在社会经济发展中发挥应有的作用, 必须使环境地质图件的编制原则与方法, 突破编制传统地质图件的习惯。在表示方法上, 图面要简单、易读, 避免在一张图上出现过多的层次重叠; 在内容上,



要有很强的针对性，适合环保决策、规划、管理部门的需要，不追求形式，突出本地区的主要环境地质问题；在使用术语方面，需要适当引进社会学、经济学、工程学和环境学等方面的用语及公众容易理解的术语，达到专业性与实用性的统一，提高环境地质图件的实用价值。

## 六、环境地质区划

我国是一个地质灾害多发国家，地震、滑坡、泥石流等自然地质灾害频繁发生，环境地质问题甚多。近来，地面沉降、地面塌陷、水土流失、海水入侵、水土污染等人为地质灾害十分严重。虽然有些自然地质灾害当前人力尚无法控制，但通过工作，可以有效地减少灾害造成的损失，协调人类活动与地质环境之间的关系，预防人为地质灾害的发生。环境地质区划具有这种功能，可以发挥这种作用。

美国加利福尼亚州进行的城市地质总体规划，实质上是为城市开发目的进行的环境地质区划的一种形式。该规划在评价州内 10 种地质问题对城市区的危害的基础上，预测出从 1970 年至 2000 年的 30 年内，地质问题可能造成 550 亿美元的经济损失，通过实施有针对性的措施后，可使损失减少 69%（380 亿美元）。用于降低损失的各种措施的费用，估计只有 60 亿美元，效益与费用之比为 6.2:1。可见，环境地质区划将产生很好的经济效益。

环境地质区划，是根据地质环境的结构特征和功能性质进行区域划分，指出各个区域的有利因素和不利因素，使社会经济活动便于充分利用有利的地质环境条件，避开和限制不利的条件。所划分出的区域，在可能存在的环境地质问题、对不同类型人类活动的相容性、地质环境的容量与质量等方面，存在不同程度的差异。所以，环境地质区划资料，是进行国土合理开发利用，编制区域环境整治规划，不可缺少的基础资料，也是进行环境管理，保护地质环境，不可缺少的科学依据。

正如前面所述，地质环境的演变方向和对人类活动的反应的性质，既取决于自然地质条件，也取决于人类活动因素对地质环境作用的性质，因此，环境地质区划不应当根据地质环境本身的组分与结构和人类技术-经济活动的类型与强度，进行地质环境分区。其内容与步骤可作如下考虑：

(1) 首先，在分析研究自然地质条件的基础上，划分出不同的地质环境单元。每一类地质环境单元，都是一个具有特定地质构造特征、岩性结构、水文动态、地质作用、地形和气候特点的地质空间。

(2) 对单元内现已显露出的和潜在的环境地质问题，作出评价和预测，提出防止和整治这些环境地质问题的基本对策。

(3) 对每一类型单元进行地质环境容量和质量的评价，评定其对不同形式人类活动的承受能力。

(4) 评价研究区内不同形式的人类活动对各类地质环境已经造成或可能造成的影响，说明影响的性质、范围和程度。

(5) 在综合分析上述各方面条件的基础上，指出目前在各地质环境区域，开发利用中存在的有不合理之处（如果有的话），说明科学的利用方向，提出不同地质环境区合理开发利用与保护的建议。