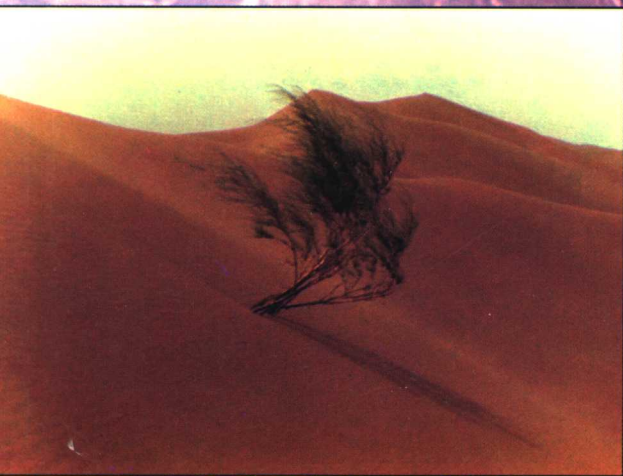


重 点 学 科 建 设 丛 书

● 地 矿 工 程 系 列 ●



环境 地质学

戴塔根 刘悟辉 马国秋 编

中南大学出版社

●重点学科建设丛书●
·地矿工程系列·

环 境 地 质 学

戴塔根 刘悟辉 马国秋 编

中南大学出版社

环境地质学

戴塔根 刘悟辉 马国秋 编

-
- 责任编辑 刘石年
 出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482
电子邮件:csucbs @ public. cs. hn. cn
 经 销 湖南省新华书店
 印 装 中南大学印刷厂

-
- 开 本 787 × 1092 1/16 印张 18 字数 443 千字
 版 次 2000 年 8 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 次印刷
 书 号 ISBN 7-81061-340-5/P · 010
 定 价 30.00 元
-

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

随着国民经济建设的发展,人类在地球表面活动的空间日益扩大,这种活动产生的影响超越了自然界的“自动调节能力”,从而导致人类发展与自然环境不相协调的状况,表现为人类活动诱发的灾害日趋强烈:土地沙漠化、滑坡、崩塌、酸雨、洪涝灾害等。这种不协调已部分地阻碍了人类的可持续发展,很可能在将来影响人类的生存。因此,如何解决这些问题已成为人类面临的迫切任务。“环境地质学”就是人们在这种探索之中提出来的地质学与环境科学的交叉学科,专门研究地质环境与人类活动的互相作用和相互影响,各类地质灾害的预测和防治,人类工程的环境地质问题及其综合治理,地质环境与健康和疾病的关系及环境地质质量评价,环境地质区划及编图等。尽管该学科还很年轻,但是其发展十分迅速,在国际上,20世纪80年代末环境地质学已在西方初步形成了一门较系统的学科,国际地质学界也越来越关注环境地质研究,设立了一些重大环境地质方面的研究计划,如“全球变化研究”(IGBP)、“国际减灾十年计划”(IDNDR)和“21世纪议程”等。“环境地质学”专题讨论成为26届以来各届国际地质大会的主要议题。在国内,我国政府颁发了相关地质灾害方面的政策法规。环境地质学在国民经济建设中,已得到了广泛应用。例如,我国初步制定的有关国土资源调查方案中,有很大的份量就是环境地质调查,近几年里,先后有山西、江苏、四川和湖南等省市也开展生态地球化学调查研究,取得了一批重要成果。到目前为止,国内已有各种版本的《环境地质学》教材出版,每年有大量的学术论文发表。可以预见,“环境地质学”一定会与其他学科一样显示出更加强大的生命力。

1992年,我校地质专业的老师们在进行教学体系与教学内容改革时,提出要为大学生开设“环境地质学”课程,于是,我们草草地编写了一本《环境地质学》讲义,供学生使用。1997年,结合教育部的教改项目的成果,着手对该讲义进行修改补充,形成了现在出版的这本教材。该书供我校地质工程专业的本科生作教材用,亦可供相关人员参考。本书编者在编写过程中没有严格的分工,原来的讲义是戴塔根编写的,在此讲义之上的充实、修改等工作是刘悟辉和马国秋同志完成的,邹海洋博士描绘了部分图件。

由于编者从事的环境地质科学研究工作不多,缺少实践经验,因此书中绝大部分材料是引用前人的工作成果。在这里,我们要向被引用了成果的同行们致以诚挚的谢意。

编 者

1999年11月于长沙

2004年5月重印修订

目 录

绪论	(1)
0.1 环境地质学的兴起及其在我国的发展现状	(1)
0.2 环境地质学概述	(5)

第一篇 典型地质环境与地质灾害

第1章 活断层	(20)
1.1 基本概念及研究意义	(20)
1.2 活断层的特性	(21)
1.3 活断层的调查	(25)
1.4 活断层的判别	(28)
第2章 地震	(30)
2.1 地震及其灾害	(30)
2.2 我国地震地质的基本特征	(33)
2.3 地震效应	(35)
2.4 地震的预测和防治	(38)
第3章 崩塌和滑坡	(42)
3.1 崩塌和滑坡灾害	(42)
3.2 滑坡的形态要素与滑波分类	(43)
3.3 影响滑坡的因素	(45)
3.4 滑坡的调查研究	(48)
3.5 滑坡的防治	(52)
第4章 泥石流	(58)
4.1 泥石流灾害特征	(58)
4.2 泥石流的形成条件	(61)
4.3 泥石流的分类	(63)
4.4 泥石流的调查研究	(64)
4.5 泥石流的判别	(65)
4.6 泥石流灾害的防治	(66)
第5章 海岸环境地质	(69)
5.1 概述	(69)
5.2 海岸侵蚀作用	(70)
5.3 海平面变化	(78)
5.4 海啸	(86)

5.5	风暴潮	(89)
5.6	其他海洋灾害	(92)

第二篇 人类工程的环境地质问题

第6章	矿产资源开发利用的环境地质问题	(97)
6.1	矿山地质环境及环境地质问题	(97)
6.2	矿山地下型环境地质问题	(99)
6.3	矿山地表型环境地质问题	(102)
6.4	矿山地上型环境地质问题	(110)
6.5	矿山环境地质问题的治理	(115)
第7章	地下水资源及其开发利用的环境地质问题	(120)
7.1	地下水资源	(120)
7.2	地下水的赋存地质环境	(129)
7.3	地下水资源开发利用的环境地质问题	(135)
7.4	地面沉降	(139)
7.5	地下水污染	(146)
第8章	废弃物处置的环境地质问题	(161)
8.1	概述	(161)
8.2	城市固体废弃物处置的环境地质问题	(163)
8.3	放射性废弃物处置的环境地质问题	(169)
第9章	水利工程建设的环地质问题	(183)
9.1	水库工程的环境地质问题	(183)
9.2	跨区调水工程的环境地质问题	(195)
第10章	交通线路建设的环境地质问题	(199)
10.1	概述	(199)
10.2	影响交通线路建设的地质环境条件	(200)
10.3	交通线路建设的环境地质问题	(201)
10.4	交通线路建设环境地质问题的预测和防治	(205)
第11章	城镇建设的环境地质问题	(207)
11.1	城市环境地质学的发展	(207)
11.2	城市地质环境与城市地质作用	(208)
11.3	城市环境地质学研究的基本内容	(212)
11.4	城市地质环境的研究方法	(231)

第三篇 医学地质学暨环境地质评价与编图

第12章	医学地质	(237)
12.1	概述	(237)

12.2	环境生命元素与健康.....	(238)
12.3	地质环境与健康.....	(245)
12.4	地质环境与疾病.....	(248)
第 13 章	环境地质评价与编图	(269)
13.1	环境地质质量评价.....	(269)
13.2	环境地质区划.....	(271)
13.3	环境地质图的编制与组成.....	(273)
参考文献	(278)

绪 论

0.1 环境地质学的兴起及其在我国的发展现状

1. 环境地质学的兴起

毫无疑问,人类活动对自然地质环境的影响,自从地球上有了人类以来就开始了。人类在长期的进化过程中,不断地改造自然环境,从自然界获取生存资源,然后将经过改造和使用的物质(包括各种废弃物)还给自然界,与大自然形成了某种程度的动态平衡。人们通过自己的双手和聪明才智不断地改造自然,为人类创造了丰富的物质文明和精神文明,在人-自然协调的动态平衡中,促进了人类的发展和社会的进步。

然而,近百年来,特别是20世纪50年代以来,随着社会生产力和科学技术的突飞猛进,世界人口数量急剧增长,城市数量和规模迅速发展;随着矿产资源的开采和工程建设的进行,人类改造自然界的能力大大增强,人类活动已构成了一种不可忽视的地质营力。人类大规模的经济技术活动导致环境的反作用日益强烈,给人类带来了许多人为灾害,特别是近30年更为强烈。人们已经认识到环境污染已给人类的生存和发展造成了巨大的威胁。

20世纪60~70年代,环境问题已引起各国特别是西方发达国家的严重关注,人们认识到惟有通过科学技术才可减轻地质灾害程度,阻止和改变人为地质灾害的发生,并在保护环境方面做出一定的成绩。从70年代开始,环境工作普遍受到重视,政府中的环境机构,以及科学研究选题中的环境科研,出版物中的环境著述和评价,大学中的环保专业,社会性和专业性的环境学术活动等,如雨后春笋,环境科学得到迅速发展。1970年英国成立了世界第一个环境部,同年,美国成立了环境保护局,1971年加拿大也成立了环境部,日本成立了环境厅。70年代初,国外的一些大学相继设置了环境科学专业,以环境地质为例,美国得克萨斯大学、密苏里大学都创办了环境地质系,德国还建立了环境地质学院。

与此同时,环境问题也引起了国际社会的普遍重视。国际地科联理事会于1968年专门设置了环境问题科学委员会。联合国于1972年召开了世界首次人类环境会议,会议提出了“只有一个地球”的口号,并通过和发表了《斯德哥尔摩人类环境宣言》,标志着人类环境意识有了重大变化,大大促进了环境地质调查研究工作的开展和环境科学的形成。

据已掌握的资料,“环境地质”这一术语于1962年由J.E.Hackett首次提出,环境地质工作于同年列入美国伊利诺斯地质调查所的研究规划中;1964年4月,J.E.Hackett在美国印第安纳大学举行的题为“Water Geology and the Future”的学术讨论会上,将此术语第一次写入会议论文中,并于1967年发表。虽然J.E.Hackett当时提出的“环境地质学”术语的涵义十分模糊,但很快被广泛接受,并出现了专门性文献。不久以后,这方面的课题吸引了各有关学科专家们的注意,并从不同的角度发表了他们的基本认识。

在西方国家,80年代环境地质学已初步成为一门比较系统的学科,其中较有影响的环境地质学家有:E.A.Keller,D.R.Coates,L.W.Lundgren,R.W.Taak,C.W.Montgomery。他们都

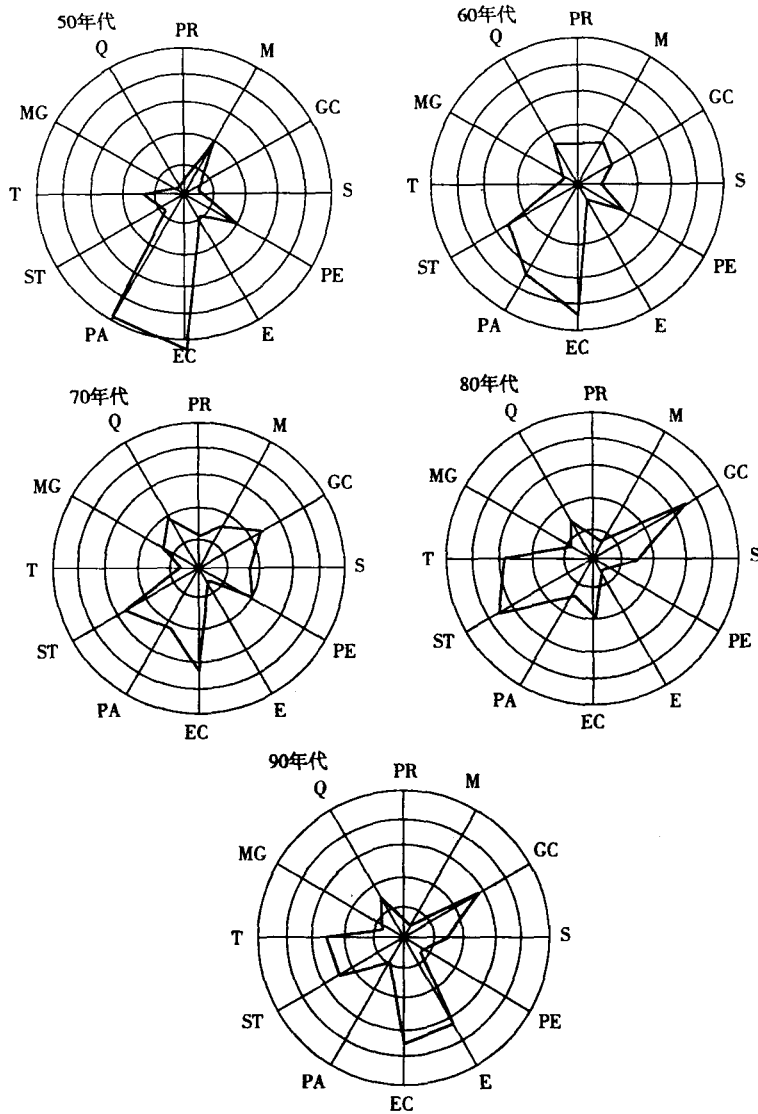


图 0-1 地质科学学科结构变化图

(据肖庆辉, 1994)

说明: 50年代, 古生物学和经济地质占绝对优势; 60年代, 地层学迅速发展; 70年代, 地球化学、地层学和岩石学发展突出, 第四纪地质、海洋地层学也迅速发展; 80年代, 地球化学和地层学占绝对优势; 90年代, 地球化学和地层学继续发展, 环境地质学崛起。

注释: PA——古生物学; ST——地层学; T——构造地质学(含构造物理学); MG——海洋地质学; Q——第四纪地质; PR——前寒武地质; M——矿物学; GC——地球化学; S——沉积学; PE——岩石学; E——环境地质学; EC——经济地质

曾编著过《环境地质学》教材, 促进了环境地质学的理论体系的形成和环境地质学的发展。特别是 E. A. Keller 1979 年编著的《环境地质学》, 至 1988 年已经五次修改出版, 建立了比较系统

的理论与方法。

近 20 年来,各个自然学科都主动积极地向环境科学靠拢、渗透,赋予了环境科学新的内容,例如医学和地质学的结合,产生了一门边缘学科——医学地质,开展了地方病、癌症的预防研究,使环境地质学得到了极大发展。在建立新一轮知识体系的重大转折点的新形势下,世界地质科学前沿研究的重心正在转移,地质科学的学科结构正在发生重大变化,地质科学已由纵向深入朝横向交叉和相互渗透的方向发展,进入跨学科大联合、大交叉、大综合、大协调发展的新时代(图 0-1)。

同期,国际地质学界也越来越关注环境地质工作,除积极参与全球变化研究(IGBP)、国际减灾十年(IDNDR)和 21 世纪议程等重大国际计划外,《环境地质》专题讨论成为自 1980 年第二十六届国际地质大会以来历届讨论的重要议题,并发表了大量环境地质文献。统计表明,环境地质是 80 年代以来地质科学中论文数量增长速度最快的学科和领域,已呈现出与经济地质并驾齐驱的局面。在某些发达国家及某些发展中国家,环境地质论文数量已超过甚至远远超过经济地质的论文数量。

世界上大多数国家都开展了不同目的的环境地质调查研究工作,如 20 世纪 70 年代末期美国编制了 1:750 万比例尺的《美国环境工程地质图》,前苏联编制了以区域工程地质预测为主要目的的《环境地质图系》。为了保持可持续发展,发达国家的地质工作和地质科学研究的重心正从勘探和开发资源转移到全球规模和区域范围的环境和社会问题上。从全球来讲,90 年代已呈现出环境地质与经济地质并重的局面。在发达国家,合理利用和保护地质环境的意义甚至已经超过矿产资源的寻找和开发。例如,美国地调所 1990 年预算总投资为 723.137 百万美元,其中水资源研究为 295.128 百万美元,占总投资的 40.8%,地质与矿产资源调查和填图为 247.739 百万美元,占总投资的 33.4%。另外,从地质人员的组成也可以看出,环境地质研究工作已成为当前地质科学的主要内容之一,据欧洲地学联合会 1990 年前后的调查表明,环境地质人员占地质工作人员总数的 37.6%,大大超过了以往一直占主导地位的经济地质(固体和石油地质)人员的比例(22.7%),美国的情况也是如此。

为了 21 世纪的社会繁荣、可持续发展和人类的健康,联合国于 1992 年 6 月 3 日到 6 月 14 日,在巴西的里约热内卢召开了环境与发展大会,包括中国在内的 183 个国家的代表团、102 位国家元首与会,共同签署了《里约热内卢环境与发展宣言》、《21 世纪议程》等文件。从此,保护、改善环境质量,使人口发展、资源开发、环境保护三者和谐协调,成为举世瞩目的共同行动。

2. 我国环境地质学发展现状

我国古代劳动人民在与自然环境作斗争的过程中,逐渐提高了对地质环境的认识,积累了许多经验,萌生了合理开发利用资源和保护环境的思想并作过许多实际的工作。例如,早在公元前 7 世纪,我国就有了关于滑坡灾害的文字记录;还有中国古代的大禹治水;为发展水运,开凿南北大运河和灵渠;李冰父子兴修水利开凿都江堰。二千多年前,在医书《素问·异法方宜论》中就曾指出:自然地理环境和居民社会生活习惯的差异,相应地对人体的健康有不同的影响;引浊放淤、排沟筑岸、建造台田和种植耐盐碱作物等一系列治理盐碱的方法以及开采矿产,冶炼铁、铜、盐技术,等等,都是合理开发利用地质资源和保护改善地质环境的典型范例,这一切实际上也是环境地质学的初期实践活动。

随着国内环境地质问题的大量涌现,大、中型工程建设对地质工作在地质环境开发和保护方面提出了更高的要求,加上国际上环境保护交流工作的加强,为我国环境地质学的发展提供

了客观机遇和条件。1973年国务院设立了临时性的环境保护领导机构和办事处,1979年建立了全国性的环境科学协会,并正式颁布《中华人民共和国环境保护法》,成立国家环境保护局。先后成立了环境地质或与此相关的学术机构,并在我国举办了一系列国际、国内(全国和地区级)学术会议。例如,1987年3月,中国地质学会正式成立环境地质专业委员会,并召开了全国第一届环境地质学术交流会议,会上对区域环境地质、城市环境地质、地震地质灾害、环境水文地质和环境地质制图以及新技术、新方法在环境地质调查研究中的运用等进行了交流和讨论。1989年成立了中国地质灾害研究会,同时召开了地质灾害防治工作会议,制定了《全国地质灾害防治工作规划纲要》(1990~2000年)。在一些高校建立了地质灾害研究中心或环境地质研究中心。每隔1~2年,全国各类环境地质研究机构和单位要召开一次学术讨论会,着重对环境地质问题的形成机制、演变规律和危害以及综合防治等进行广泛的交流和讨论。这些学术机构的成立和学术讨论会议的召开,对我国环境地质调查研究工作的开展和环境地质学的发展起到了总结提高和不断向前推进的巨大作用。

从20世纪50年代起,我国的水文地质和工程地质工作者就开始进行许多环境地质学问题的研究,例如对水土流失的整治、地质灾害的研究和防治、地下水资源的合理开发利用和地方病防治等进行研究,并获得了国际一流水平的研究成果。在70年代初,在全国范围内相继建立了地震观测台、网,首次成功预报了1975年海城7.3级地震,该次地震毁坏海城90%的建筑物,但未造成任何人员伤亡。这一成果被世界各国誉为成功预报地震的典范。从80年代中期开始,专门性或与环境地质有关的调查研究工作得到了广泛的开展,取得了大量成果。按调查研究区域的大小、调查研究性质、服务对象与任务的差异,调查研究工作大致包括以下几方面的内容:区域性环境地质图系编制和论证、城市环境地质调查研究、重大或专项工程环境地质调查研究和地方病调查研究和地方病调查研究等。

区域性环境地质图系编制和环境地质论证,主要是为国民经济宏观规划布局所开展的一项区域性、综合性环境地质调查研究,如针对长江、黄河、珠江等大江大河的区域环境与水系污染状况而编制的长江流域环境地质图系、黄河流域环境地质图系等;针对经济开发区建设编制的京津唐经济区环境区划研究、东北经济区环境地质图系和环境地质论证、常州市环境规划研究等。

城市环境地质调查研究主要是对我国各大、中城市和一些地质灾害比较严重的城市开展环境地质调查研究工作,编制城市环境地质图系(图集),进行环境地质质量评价,并建立环境地质监测系统,如对北京西郊进行的环境质量评价研究,对北京、沈阳、天津等地进行的污染物在环境中迁移转化规律的研究,对上海市地面沉降的研究,对重庆市山地灾害的研究等。

重大或专项工程的环境地质调查研究主要指水利水电工程、交通工程、矿山开采工程、核电站工程等基本建设工程的前期勘察和后期监测与验证的环境地质调查研究,如对长江三峡巨型水利枢纽工程进行的环境工程地质的勘察和论证,对宝成铁路沿线地质灾害的全面治理与复线工程的规划设计进行的环境工程地质研究。

地方病的调查研究主要是查明地方病分布规律、致病原因及防治改良措施。目前提出和采取的主要措施是:寻找新水源或改造饮用水、食盐加碘或增加其它所缺物质、改良炉灶与居住环境等,例如对全国各省进行的环境背景值的调查研究,对地球化学环境与地方病关系进行的调查研究等。

虽然我国是世界上开展环境地质学研究和实践最早的国家之一,并且许多环境地质工作

者花费了大量的心血,进行了大量的环境地质调查研究工作,但就总体上讲,研究水平仍落后于西方先进国家。突出表现在:对环境地质学定义、研究内容、研究方法、研究对象、研究目的等一系列基本问题还没有很好解决,更没有达到实用阶段;长期以“地质找矿为中心”,对在国民经济建设中合理开发利用与保护地质环境的作用以及环境地质科学在协调人、资源、环境之间矛盾的功能缺乏认识或缺少具体可行的方法,致使对环境地质调查研究重视不够;由于理论体系尚未形成,无法接受大型工程项目的系统的环境地质调查研究工作,得不到社会公众的信任和政府有关部门的重视;至今在高等院校还未设立环境地质专业和相应的必修课程。西方发达国家如美国等在各大学的近期教学中,都已把环境地质学、城市地质学、废物处置学、工程地质学、土地利用学等作为基础专业课,并认为这些课程对地球科学和环境领域的学生改变就业机会是必不可少的,对非地质专业学生学习地质科学基础知识也有助于提高全民族的地质科学意识。我们相信在最近的第二次环境浪潮的影响下,通过科技工作者的共同努力和政府的大力支持,我国的环境地质也将相应地得到较大的发展,在今后不长的时间里,定将赶上和超过世界先进国家的水平。

0.2 环境地质学概述

1. 环境地质学的定义

任何科学的产生和发展,都是随着社会生产发展阶段的不同及相应社会生产发展的需要,在原有学科领域内产生新的带头学科或新的研究内容,经过分异或综合,逐渐形成并积累完善,呈阶梯状不断向前和向上发展、因此,任何一门学科的研究任务都不是一成不变的,随着时代的发展,科学技术水平的提高,以及社会新的需求的提出,学科的研究任务、内容与方向也将跟随发生变化,同时其含义也是不断发展变化的。

环境地质学这个术语从1962年由J.E.Hackett正式提出以来,至今没有统一的定义。几十年来,国内外的专家学者从不同的角度表述了他们各自的基本认识。

P.H.Moser立足于学科结构的多样性和广泛性,在1969年指出:“环境地质学是运用地质学、水文地质学、工程地质学、地球物理学及其有关学科的原理,研究人类周围环境,更有效地利用天然资源的一门学科。它的研究不仅对科学家有益,而且对所有关心该地区发展的人们有益。”

1970年,P.T.Flawn从强调土地利用的角度指出:“环境地质学是研究土地为人类所应用的全范围,包括城市、农村和后天开发的原始地区,包括自然资源的位置及开发、废物处理、块体运动及构造运动两者对建筑物的影响,以及岩土物质成分的细微变化对人类健康的影响……环境地质学关键的一句话,就是应用。”

由于城市的发展,W.J.Wayne根据环境地质在区域上的巨大作用,于1968年提出:“在城市中心及靠近城市的地区,人类环境地质已变得更为重要。城市地质学已和环境地质学成为同义词了。”

E.A.Keller则提出了关于环境地质的七个方面的基本概念,即地球系统的封闭性、地球资源的有限性、人类活动的均一广泛性及其效应、显见的地质灾害过程、土地规划的经济合理性、土地利用的长期效应,以及环境问题的彼此相关性。

随着环境地质调查研究工作的开展和国际科学技术的交流,从20世纪80年代开始,环境

地质学在我国也进入到对其理论和方法进行深入研究和讨论的阶段,国内知名学者,如刘培桐、刘东生、刘国昌、胡海涛、戴广秀、张宗桔、陈梦熊、李廷栋、刘广润、孙广忠、段永侯、毛同夏、李毓瑞等等,都对环境地质学提出了一些发人深省的看法。

1980年,刘东生和万国江等提出:“环境地质学是研究人类活动和地质环境相互作用的学科,是地质学的一个分支,也是环境地学的组成部分……研究内容包括自然和人为引起的环境地质问题,前者如火山爆发、地震、山崩、泥石流和地方病等;后者如化学污染、大型工程和资源开发以及城市化等引起的环境地质问题。”

胡海涛和钟立勋于1983年指出:“环境地质学是应用地质学的基本原理,研究人类工程-经济活动与地质环境之间的相互作用,预测天然及人为地质作用的发生、发展规律,从而制订改造、利用和保护地质环境的规划、措施、方案,达到防止或减轻地质灾害、保护及改善地质环境质量的目的的一门综合性地质学科。”

1986年,陈梦熊认为:“环境地质学主要是研究人类或人类社会与其所处地质环境之间,相互影响与相互作用的关系。”同时,他将环境地质学分为狭义的环境地质学与广义的环境地质学,前者是指局限于研究人类与地质环境中某一方面的环境问题,如医学地质学、城市环境地质学;后者的研究范围广泛,它不仅研究人类生活与地质环境的关系,而且研究人类生产活动与地质环境相互影响、相互作用的关系,并通过它们之间的内在联系与基本规律的研究,达到合理利用、改造地质环境的目的,预防由于地质作用造成的各类灾害,为人类社会造福。

李廷栋在1987年提出:“环境地质学应当是一门综合性的地质学科,它的基本任务是应用地质学的基本原理和技术方法,研究岩石圈,特别是地球表面地质环境变迁的原因和规律,研究地质环境与人类活动的相互作用和影响,进行环境质量评价,预测环境变化趋势,提出防止或减轻地质灾害,保护和合理利用环境的方案和措施。”

张宗桔于1987年提出:“环境地质学应当是研究人类技术经济活动与地质环境相互影响的学科。”“环境地质工作应以多种技术经济活动的长远效应,改变或影响地质环境变化方向,探讨地质环境的潜在的变化趋势、能力、效果等作为主要工作内容。”

李烈荣、段永侯和哈承佑等1989年提出:“环境地质学成为当今一门新兴的地质学科,它主要研究地质作用,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的目的。”

从以上的论述中,我们认为目前较为实用的环境地质学的定义应该是:研究人-地质环境系统之间的反馈机制及其环境地质问题的发展、演化和分布规律,从而全面评价环境地质质量,探明地质环境合理开发利用与保护的对策,防止和减轻地质灾害对人类的影响,实现人类与地质环境之间和谐发展的一门综合性学科。

环境,是指人类周围的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。环境不是许多孤立的事物或现象的集合体,而是一个巨大的、有内在联系的相互制约的系统。环境有自然环境和社会环境之分,特别是随着社会生产的发展,在环境中社会因素的比重不断增大,社会环境因素对自然环境产生的作用不断增强,后者的变化日渐明显。

人类既是环境的主体,同时又是环境的组成部分,是环境中运动的主要动力。要使环境要素更好地为人类服务,就必须充分发挥人类的主观能动作用,推动各环境要素的和谐发展,保持“良性循环”。因此,从环境科学的角度看,“环境”的概念已远远超出了事物周围空间和客观

存在的含义,已注入了人类自身这一实体和人与环境之间的相互关系的含义。从“环境地质”一词中,我们可以看出,“环境”起修饰、限制“地质”的作用,即所指的“地质”是具环境性质和特点的“地质”,是按“环境”要求去考察认识、研究和利用的“地质”。环境地质学就是从研究环境地质入手,研究人类—地质环境系统的综合性学科。

2. 环境地质学的研究对象

地矿部“当代地质科学前沿及我国对策研究”课题组在其研究报告中明确指出,当代地质科学处于一个建立以服务于人类社会生存和发展为基本任务的新一轮地质科学体系的重大转折关口。有些科学家大胆预言“下个世纪将是地学世纪”、“地学将征服 21 世纪”。从中可以看出环境地质学的强大生命力、重要的社会功能与地位,环境地质应是地质工作者为社会服务的一个极为重要的领域。然而,由于环境地质学还停留在“学术探讨阶段”,还没有进入“实用好用阶段”,因此,要使环境地质学得到科学界和政府部门的重视,还有许多基础性研究工作要解决和完善。

在此,首先要明确强调境地质学的研究对象是人—地质环境系统。地质环境是自然环境中影响人类生存与发展最重要的一个组成部分,地质环境系统通过人类各种活动与社会、经济系统发生紧密联系,并相互制约和相互影响。只有充分了解地质环境的质量和容量、地质环境的机能和转化机制,及其与人类活动的相互作用的规律,才能在一个正确而适度的范围内对灾害和环境问题作出时间—空间—强度的预测和合理开发利用,同时又能保护和协调地质环境,使之处于一个和谐的动态平衡体中。

至今为止,虽然各国学者对地质环境的定义认识尚不一致,但是有许多专家学者在不同的学科体系中,从不同角度对地质环境的组成成分、结构、变化特征及人类对地质环境的可用性问题进行了深入研究,阐述了各自的理解和认识,在此就不一一论述。

“环境”的固有概念是指周围的一切,它总是相对于中心事物而言的。环境地质学中的地质环境是相对于人类这一中心事物而言的,“地质环境”一词中,“地质”起修饰和限制的作用,即所指的环境是具有地质性质和特点的环境。对此,我们认为,地质环境这一术语比较确切的含义应该是:地质环境是自然环境的一个部分,它是人类生存发展的基本地质空间,即与水圈、大气圈、生物圈相互作用的岩石圈表层(如图 0-2)。从地质环境的定义中,可以看出地质环境的固有特征:空间性、稳定性、可变性和系统性。在研究地质环境时,必须充分认识和注意到地质环境的这些特性。

地质环境的空间性是指地质环境是有空间范围的,其公认的上限是地表或岩石圈的表面,至于其下限,决定于人类社会的科学技术发展水平和生产活动能力。从资源开发角度衡量,主要指地壳表层,目前的深钻大约为 5km,最深可达 12km;但从地质体的物理、化学特征以及它们对人类和其它生物的适宜性来衡量,深度则要大得多,特别是区域地壳的稳定程度是决定地质环境对人类适宜性的重要因素,而区域地壳稳定性不仅与地壳的组成和结构有关,而且也与地幔组成物质和流动特征有关。因此,我们认为,不必严格地具体划定地质环境的下限,视研究目的而定。

地质环境的稳定性是指任何环境都是由各种环境要素构成的,就地质历史过程来说,这些环境要素是变化的,但若就人类某个暂短历史时限而言,这些要素又是相对稳定的。地质环境的可变性则是指地质环境本身的各种地质营力和人类各种活动的作用导致地质环境变化的性质。至于地质环境的系统性则是指环境系统内各种环境因素及其相互作用的总和,地质环境

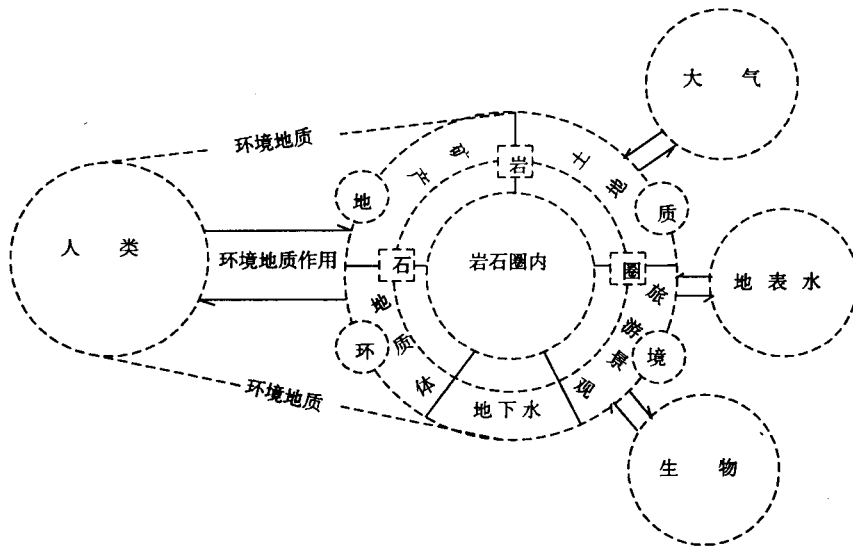


图 0-2 地质环境与环境地质结构示意图

(引自欧正东, 1997)

也是一个环境系统,在此系统内,各种环境因素的相互作用,以及物质和能量的交换是一个不可分割的整体。

人-地质环境系统间是相互影响、相互制约的。现代人类的经济技术活动对地质环境的影响是巨大的,相当于一种强大的地质营力。同样,地质环境对人类各种活动的干扰也会作出某种反应,我们称之为地质环境的反馈作用(或称地质环境的环境功能),地质环境的反馈作用是环境地质学的重要理论基础。地质环境的反馈,实质上是地质环境在人类经济技术活动影响下,对人-地质环境系统动态平衡关系进行调整的一种现象。当人类活动作用力不大时,通过地质环境内部的调节完成这种调整过程,维持地质环境系统的稳定性,此时,地质环境的反馈表现为人不易觉察的“隐蔽的”形式;一旦人类活动作用力增大到超过地质环境自身的调节能力时,地质环境只有通过剧烈的变动,才能建立起新的动态平衡,反馈就以“显露的”形式表现出来。地质环境的反馈作用有其不同的影响后果,一种是使环境质量恶化的影响,是一种不良的功能;另一种是使环境质量得以保护和改善的影响,是一种良性功能。对于不良的功能,应尽量地控制它们,使其影响减小到最低限度,至于良性功能,希望人们多发现和开发。

地质环境的反馈作用的研究,是对环境地质问题准确预测和综合防治的基础,是环境地质学的核心问题。然而,由于地质环境具有极强的区域分布规律性以及地质环境系统各要素之间的相互制约、相互影响的复杂性,反馈作用机制仍有待进一步探讨和研究。

地质环境的容量与质量,简言之就是一个特定地质空间的限度。地质环境的容量,是指一个特定的地质环境,在一定的环境目标下,可能承受人类活动的影响与改变的最大潜能,即阈值或临界值,是反映人类对地质环境具体要求而形成的一种概念。地质环境的容量常常用特定地质环境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。这里所指的地质资源是指地质环境系统内可供人类利用的一切物质,其范畴是随着科学技术的进步而不断变化的,现阶段常包括以下几方面:矿产、能源、土地、建筑材料、地质景观、水和

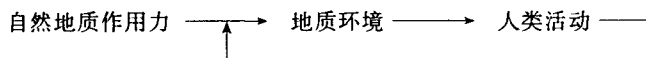
地质空间等资源。显然,地质环境容量具有相对性、可变性,其量值(阈值或临界值)并不是一成不变的。其大小取决于地质环境本身所固有的客观地质条件,又受到人类社会生产力及技术的发展水平的影响。

地质环境的质量,在某种程度上是由地球物理因素和地球化学因素决定的,其质量的好坏,常受以下几方面的影响:自然地质条件的稳定性、抗人类活动干扰的能力、原生地球化学背景和次生污染或破坏的程度。地质环境的整体质量与各组成要素的质量有关,但要注意的是,评价地质环境质量时,不能按各要素的平均状况来决定,而是取决于质量最差的那个要素。

3. 环境地质问题及其分类

“环境地质问题”系指由于人类技术经济活动或自然因素所产生的地质灾害,或者说是由于环境地质作用所产生的地质事故。环境地质问题,不仅包括危害人类的地质问题,也包括造福人类的地质问题。

按照环境地质学的观点,由于人类活动的参与,从而使得地质环境的演变带有主观能动性,而不是完全的客观运动过程。现代人类拥有巨大的机械力和爆破力,其作用结果完全可以与自然地质作用力相比。因此,人类经济技术活动是巨大的地质营力,在地质环境的演变过程中,地质环境与人类活动之间呈现出非线性关系和反馈机制:



环境地质问题具有多样性和复杂性,不同的环境问题由不同的因素和诱因所引起,同时也会产生各式各样的危害和后果,不可能以某一问题的解决来促成其它问题的解决,也不可能以解决某一些问题的理论、方法来解决其它环境地质问题。

因此,通常将环境地质问题分为:①由自然地质作用引起的原生环境地质问题,它是人类历史上最早出现的环境问题,如火山喷发、地震、海啸、泥石流、滑坡、海岸侵蚀等地质灾害,对这类环境地质问题,目前人类还无法控制和准确预测。②由人类经济技术活动引起的次生环境地质问题,主要包括由化学污染引起的环境地质问题,如地下水污染、“三废”引起的环境污染;大型工程和资源开发利用引起的环境地质问题,如滑坡、崩塌、矿产资源短缺、地面沉降、土地沙漠化、洪水等;城市化引起的环境地质问题,如地面沉降、城市地质灾害、城市市政工程建设造成的有关的地质问题等。由于人类与地质环境之间各要素的相互联系,在上述两种地质灾害中,有些灾害有其双重性,既有自然地质因素,也有人类活动原因,如崩塌、地下水污染、洪水、土地沙漠化、地面沉降、矿藏资源短缺和地方病等。

纯粹的自然地质作用引起的地质灾害越来越少,事实上,任何地质灾害的发生,都有或多或少的人类经济技术活动因素在内,只不过在其中是起主要作用,还是起次要作用或诱导作用的问题。因此,在实际研究工作中,常常将环境地质问题按人类活动类型,分为人为诱发型环境地质问题和特殊需求型环境地质问题两大类,然后根据环境地质现象进行再划分,如将前者分为城市环境地质、海岸环境地质、矿山环境地质、水利工程环境地质、交通工程环境地质、医学地质和国土环境地质;将后者分为军事环境地质、旅游环境地质和废物处置环境地质。对不同门类的环境地质问题进行不同的模式研究,确定定性、半定量和定量评价指标,将大大有利于问题的解决。具体分类见图 0-3。

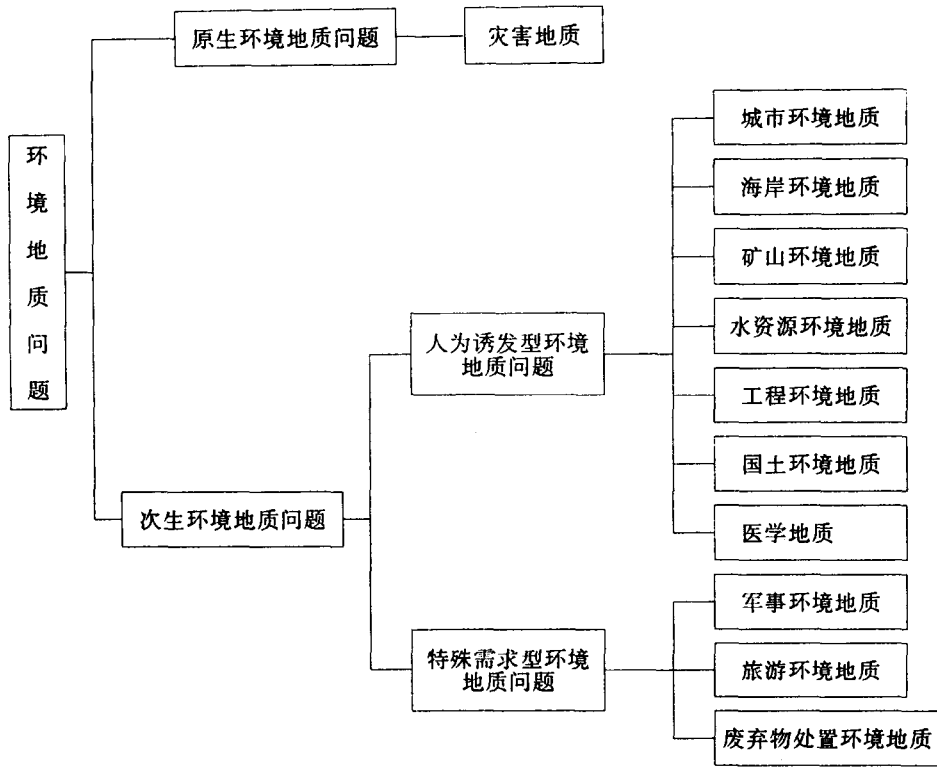


图 0-3 环境地质问题分类示意图

4. 环境地质学的研究内容

由于环境地质问题的复杂多样,同时表现出大量的特殊矛盾,导致环境地质学的研究内容十分广泛,所涉及的学科也繁多,如地球科学中的构造地质学、水文地质学、工程地质学、地球化学、矿床学、第四纪地质学和地貌学、岩石学、矿物学等,社会科学和环境科学中的环境化学、经济学、环境法规等。其中,水文地质学和工程地质学是环境地质学的支柱。根据学科的特点和环境地质问题的不同,将环境地质学分支为环境地质理论学、灾害地质学、城市环境地质学、海岸环境地质学、矿山环境地质学、军事环境地质学、旅游环境地质学、废弃物处置环境地质学和环境地质法规学等 13 个方面的学科,各分支学科都有各自的特点,但又相互渗透、相互依存、相互促进与发展,共同构成环境地质科学中相互独立而又不可分割的环境地质科学体系。

(1)环境地质理论学 环境地质学的发展关键必须准确把握环境地质的本质特征,而环境地质本质特征的把握,必须从科学思维方式的变革与突破上来解决。长期以来对环境地质学的基础理论研究重视不够,就拿环境地质学的定义来说,至今没有一个统一和规范的、并得到大家一致认可的定义,都是各家自己的认识或看法,况且大都没有突破各自专业的范畴,从而造成环境地质调查研究工作的模糊性和泛滥性。使得环境地质学的研究对象、研究目的、研究原则、研究范围、研究方法和研究特点等一系列基本问题得不到满意的解决。因此,必须加强环境地质学基础理论的研究,运用地质科学、环境科学、社会科学和自然科学技术的理论和方法,建立起能解决人口、资源和环境三者间和谐发展的环境地质学的基础理论体系,为环境地质学的发展提供基础理论和规划性意见,并起指导作用。

环境地质理论学的主要内容包括:环境地质学的本质特征、研究对象、研究方向、研究范