

矿山环境工程地质学



武汉地质学院北京研究生部 编印
山西省地质矿产局矿管处

矿山环境工程地质

张杰坤

武汉地质学院北京研究生部

地矿部山西地矿局矿管处

矿山环境工程地质的评审意见

本书把地质因素与生态系统结合起来，作为环境的组成要素研究矿山工程地质问题，这在我国尚属首次，为促进新学科——矿山环境工程地质学的形成迈开了可喜的第一步。这是本书的精髓。

本书汇集了大量的资料，经过精选，共53万字，图150幅，图文并茂。书中除全面论述了正宗矿山环境工程地质的内容外，还包括了部分工程地质和水文地质的基础内容，以及大气和噪音污染等内容，为初学者和矿山综合评价提供了方便。

本书可供矿山地质工作者、工程地质水文地质工作者，矿山环境保护干部和矿山管理干部等学习使用。本书的出版对贯彻“矿产资源法”，评价矿山环境和保护矿山环境将起很大作用。

武汉地质学院北京研究生部五系

徐绍利

1986年9月8日

目 录

前 言	1
第一章 概 论	2
一、环境、环境保护与环境科学	3
二、我国的环境现状及其对策	5
三、矿山环境工程地质的概念	7
第二章 岩、土体的工程水文地质性质	12
第一节 土体的工程、水文地质性质	12
一、概论	12
二、松软土的粒度组成	15
三、土的物理性质	21
四、土的水理性质	29
五、松软土的力学性质	38
第二节 几种特殊类型土的工程、水文地质性质	39
一、淤泥软土	39
二、冻土	39
三、膨胀土	44
四、黄土	46
五、红土	50
第三节 岩体(石)的工程、水文地质性质	51
一、岩石的物理、水理性质	51
二、岩石的力学性质	57
三、岩体特征	66
第三章 地下开采中的环境工程地质问题	70
第一节 概 述	70
第二节 井巷围岩稳定性评价	70
一、井巷围岩失稳现象	70
二、井巷围岩常出现的结构体形式分析	71
三、井巷围岩稳定性分析	82
第三节 井巷围岩膨胀变形问题	98
一、概述	98
二、形成机制	98
第四节 矿区地表塌陷	100
一、塌陷的形态特征	101
二、塌陷体的出露特征和分布规律	103

三、塌陷的形成机制·····	106
四、塌陷的防治措施·····	110
第五节 矿床热害问题·····	111
一、概述·····	111
二、地壳浅部的地温分带性·····	111
三、矿床地温类型的划分·····	113
四、形成地温异常的因素·····	114
五、地温测量及其应用·····	116
第六节 岩爆及其危害性·····	119
一、岩爆的概念及其危害·····	119
二、岩爆的产生机制·····	120
第七节 矿井瓦斯·····	122
一、概述·····	122
二、瓦斯的地质研究内容·····	122
三、防治瓦斯突出的措施·····	124
第四章 露天开采中的环境工程地质问题·····	125
第一节 大、中型露天矿边坡稳定性问题·····	125
一、概述·····	125
二、露天采矿场的组成要素·····	126
三、影响边坡稳定的因素·····	127
四、不连续面的性质·····	128
五、地下水的作用·····	137
六、不连续面的抗剪强度·····	141
七、不同勘察阶段的技术要求·····	156
八、地质资料的蒐集与整理·····	159
九、边坡稳定性研究的程序·····	164
十、边坡破坏的形式及其评价·····	166
第二节 小型露天矿边坡稳定问题·····	180
一、工程地质比拟法·····	180
二、小型露天矿边坡的稳定性评价·····	182
第三节 露天矿边坡不稳定的防治措施·····	190
一、机械加固·····	190
二、排水·····	193
三、改变滑带土性质的办法·····	195
第四节 边坡稳定性的监测工作·····	195
一、监测的分级·····	195
二、监测的手段·····	198
第五节 露天开采矿区的环境规划·····	198

一、露天开采对生态系统的破坏与危害	198
二、环境因素的调查	199
三、废石堆积区的改造	200
四、其它影响环境因素的控制	201
第五章 矿山开采中其它环境工程地质问题	203
第一节 砂土液化	203
一、概述	203
二、液化引起破坏的宏观现象及其危害	204
三、砂土液化的形成机制	204
四、影响液化的因素	207
五、边坡、结构物下水平地层的液化	212
六、砂土液化的预测	213
七、砂土液化的防治措施	215
第二节 酸性矿坑水的形成及其防治措施	216
一、酸性矿坑水的形成	217
二、酸性矿坑水的防治措施	217
第三节 矿床疏干及其影响	219
一、概述	219
二、矿井涌水条件	220
三、矿井涌水量预测方法综述	229
四、矿坑水的调控	231
五、露天矿的疏干	234
第四节 矿山固体废弃物的资源化与管理	237
一、废弃物——明天的资源	237
二、再资源化途径	240
三、再资源化的环境与经济效益	243
四、矿山固体废弃物的优化管理	244
第五节 废石堆的燃烧问题	246
一、废石堆燃烧形成的条件	246
二、废石堆燃烧的防治措施	247
第六节 矿山区域稳定性	248
一、活断层与区域稳定	248
二、地震与区域稳定	253
第六章 矿山环境保护	261
第一节 矿山的主要污染源及其危害	261
一、矿山固体废弃物的污染与危害	261
二、气体废弃物的污染与危害	263
三、液体废弃物的污染与危害	263

四、噪声污染与危害	264
五、矿石有害组份、热废液污染与危害	265
第二节 矿山环境标准及其控制	266
一、环境标准的概念	266
二、污染物排放的控制	267
第三节 矿山的环境质量标准	267
一、矿山环境中重金属及放射性评价标准	269
二、矿山环境大气评价标准	270
三、矿山废液评价标准	271
四、噪声评价标准	276
第四节 矿山的环境质量评价	278
一、环境质量评价的意义及其进展	279
二、矿山环境质量评价的方法	280
三、环境质量评价程序	284
四、环境质量评价成果	284
第五节 环境的预测和监测	292
一、环境预测	292
二、环境监测	293
第六节 改善矿山环境的措施	294
一、环境保护的指导思想	294
二、改善环境的技术措施	295
附录一 国际单位制换算表	300
附录二 等角度赤平投影作图法	309
参考文献	312

前 言

现代科学按基础学科概可划分成：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学、文艺理论以及行为科学等九大部分。它们相互联系、相互渗透，尤其在应用方面，其交叉现象就更为普遍，并且结合成一个整体。

随着经济建设的迅速发展，必然给现代社会提出一系列高度综合的课题，需要自然科学各学科乃至社会科学共同来解答。亦即，交叉科学的出现，是历史发展的必然结果，是社会需要的产物。目前，生产实践中出现的问题，靠单一学科已难以满足现代社会经济的要求。现代化的战略目标的实现，有待于一系列交叉科学的全面发展。

环境地质学是由环境科学与地质科学相结合产生的。矿山环境工程地质是环境地质学的一个重要分支，它需要解答与矿山开发有关的一系列环境问题、环境地质问题。

目前，我国矿山开发管理、矿山环境保护和矿山工程地质还处于比较落后的地位。生产实践要求从事上述专业的科技人员，必须具备丰富的知识结构，在勘察、设计、施工乃至露采、井巷开采等方面，既要根据工作需要以一项技能为主，又要有全面的知识，以做到适应性较大、考虑问题较周到的境况。只有这样，才能较好地处理工程问题、环境问题，俾能对矿山现代化建设作出应有的贡献。

矿山环境工程地质即是矿山环境地质学。本书之所以称“矿山环境工程地质”主要基于下述考虑：其一，目前，环境地质学尚未问世，作为它的分支脱颖而出，未免有悖于正常情理；其二，鉴于当前我国矿山工程地质十分薄弱，书中部分章节工程地质份量作了适当加重，显然与矿山环境地质体系上有一些不吻之处；其三，第三、四、五章中阐述的环境问题中，有部分问题过去在一般水文地质、工程地质文献中也有论述，虽然本书在编写中，无论在深度、广度上以及与环境结合方面都进行了一定的改动和处理，但一个新学科的出现，必将有其自己的基本理论、研究内容和方法。这还有待于进一步去摸索和探讨。

鉴于上述情况，本书侧重于应用，因而摒弃一些实用意义不大或尚不成熟的理论。虽限于篇幅不能对矿山开拓中遇到的所有问题都作详尽地论述，但仍保持了它本身的系统性和完整性。

根据理论联系实际和洋为中用的原则，本书还尽可能吸收了国外某些研究成果，并广泛收集和反映了我国矿山建设中的实际资料。

在本书的编写过程中，曾参阅了大量的各专业专著和各种翻译成果；历次不同专业学术会议论文；20余种各类型的期刊杂志；国家及部门颁发的有关规程、规范、手册以及不少矿山的实际资料。这些材料的一部分已列入主要参考文献之中，但限于篇幅和教材编写特点，致有一部分资料未能刊出；同时，也不可能在引用处一一注明，在此深表歉意，并向上述各类资料、文献的作者致以衷心的感谢。

编写此书时，曾得到王大纯教授热情地鼓励与支持；张咸恭教授和地质矿产部矿管局的局总和各处的处总详细的研究了教材编写大纲；徐绍利教授抱病审阅了全书；北京地矿局矿管处易湛冲工程师、湖北地矿局矿管委办公室郭华炎主任热情地提供了资料；书中的大部

分插图由桂林冶金地质学院水文地质工程地质系何思伟、新疆建设兵团设计院地勘大队的王金生同志帮助清绘的。特别是山西地矿局的领导和矿管处李凤德处长为组织本书的编写和出版付出了辛勤的劳动。在此，编者对上述诸同志表示衷心的感谢。

“矿山环境工程地质”是一本综合性既强，涉及面又广，且属新的边缘学科。由于编写时间短促，加之编者水平所限，书中的缺点、错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九八六年九月

第一章 概 论

一、环境、环境保护与环境科学

环境包括自然环境和社会环境。但是，本书所涉及的环境系指一定社会条件下的环境，研究纯粹的自然环境对社会经济建设不具备重大意义，研究纯粹的社会环境又解决不了实践提出来的复杂课题。另外，环境有大小不同的概念：大到一个国家、一个地区、一个水域；小到一个城镇、一个工厂、一个矿山。

按照一般的理解，自然环境是由地球表层的大气圈、岩石圈、水圈和生物圈所组成的相互渗透、相互制约和相互作用的庞大、独特、复杂的物质体系。包括自然界的光、热、大气、水、土石等非生物成分以及植物、动物和微生物成分。地球表层是地球内部的内能和来自太阳外能的交锋地带，有常温、常压的物理条件，也有适当的化学条件和繁茂的生物条件。所以，自然环境即地球表层是当今人类赖以生存和活动的基地和场所，是人类生存的核心区。

所谓“环境”总是相对于某一中心事物而言。对我们来说，中心事物是人，我们所说的环境即指人类生存的环境，从而阐明了人和环境之间存在着的一种相互关系。人类对于自然的利用深度和广度没有止境，在时间上随着人类社会的发展而发展，在空间上随着人类活动领域的扩张而扩张。可想而知，随着我国现代化建设的逐步实现，我们所涉及的环境将远远超过地球表层的范围，而向更为广阔的空间延拓。

在人和环境的关系上，就整体而言，人类对自己所处的环境不能自由选择，但在局部范围，环境不但可以选择，而且可以改造。

我们看待环境，既应当从生产角度来看，又应当从生活的角度来看。目前存在着一种倾向，即只从生产方面看环境，忽视了从生活方面看环境。无疑，这种倾向片面性很大。即使从生产角度看环境，也还有这样一种倾向，即只把它看作是劳动的对象，忽视它作为劳动条件的作用，显然，这也是片面的。研究环境科学，就是要引导人们克服这两种片面的倾向。

人类孜孜不倦地劳动，本来是期望创造日益美好的生活。可是，如果不洞悉自然界的奥秘，违反了自然规律，就会在创造财富的同时，又带来了各种各样的灾害。我们说人定胜天，征服自然，是必须建立在充分认识和掌握客观规律的基础上的。人们认识了客观规律，才能自觉地运用它们以造福于人类。

马克思主义者从来认为“环境决定论”是错误的。但是，不等于说可以忽视环境对社会发展的作用。我们只是承认环境对社会发展有很重要的作用，而不承认它有决定的作用。另一方面，社会改变环境，既可以朝好的方面改变，又可以朝坏的方面改变。例如，我国西北陕甘的许多地区，古代一定不象今天那么多的荒山秃岭和水土流失，要不然，那些地方怎么会成了我们民族的发祥地呢？今天，我们研究环境科学，进行环境保护，目的就是为了创造一个对人类社会发展的良好的环境。

既然人类环境包括自然环境和人文社会环境，因而环境问题也包括这两个方面的问题。

社会环境方面的主要问题是人类生产活动对人类环境所造成的人工污染；自然环境方面的主要问题是人类活动对自然环境和自然资源的破坏。当然，二者不能截然分开，因为对大气、水体和土石（包括土壤）的污染，实质上也是对自然环境和自然资源的破坏。由此可见，污染和破坏等环境问题，主要是由人类的生活和生产活动迅速发展所引起的，反过来又对生活和生产发生重大影响。所以，环境问题是人类社会现代化进程中必然出现而又必须妥善解决的问题。

环境科学是一门崭新的科学。它是六十年代科学技术向深度和广度发展的一个重要标志，也是人类社会发展到当代的必然产物。

环境科学主要研究对象是人类活动和环境之间的相互关系，特别是当代工农业生产迅猛发展过程中出现的环境污染和破坏对自然系统和人类社会所产生的影响，以及为消除这些影响所采取的对策，从而寻求为人类创造更适宜更美好环境的途径。

早在五十年代，一些工业发达国家相继出现重大污染事件后，许多科学工作者，包括生物学家、化学家、医学家、地学家、物理学家、工程师以及社会科学家等联合进行调查，协同研究防治对策。他们开始是以原学科的理论和方法为基础，研究环境问题。这促使自然科学的许多学科把人类活动产生的影响作为一个重要的研究内容。各学科间的合作促进学科间的互相渗透，逐步形成一门跨学科的综合性强、新兴学科。环境是一个极其复杂的有机整体，而人类的活动，例如人口增长、资源能源的开发、经济发展等都会直接或间接对环境产生影响。因此，在研究和解决环境问题时必须作出全面的整体的考虑，实行跨部门、跨学科的合作。环境科学就是在这样复杂的体系中以生态学、地球化学和经济学的理论作为主要依据，充分运用包括自然科学、工程技术和社会科学各有关学科的知识，对人类活动引起的环境变化进行系统的综合研究。

由于环境科学与其它学科的有机结合与渗透，从而产生了环境社会科学、环境地学、环境化学、环境生物学、环境医学、环境物理学、环境工程学等许多边缘交错的新学科。显然，它既造就了自身的科学体系，又丰富了各兄弟学科领域。

既然环境科学探索全球范围内人类和环境之间相互作用及其发展规律，研究人类的生产和消费同自然生态之间的协调关系，那么人类的生产和消费就应该使物质及其能量向环境输入和输出之间保持动态平衡。这种平衡包括排入环境的废弃物不超过环境的自净能力，避免造成污染；从环境中攫取资源要做到合理开发利用，避免生态失调和资源枯竭，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之间的相互作用所引起的。因自然生态平衡遭到破坏，例如植被破坏、水土流失、土壤退化、沙漠化、气候异常等往往导致自然灾害，使人类生存和发展受到威胁。因此，促进生态良性循环是环境科学研究的重要课题。环境污染同样也是环境科学研究的重要内容，研究污染物在生态系统中迁移、转化和归宿的行为和机理以及对生物和人体健康所产生的各种效应，认识其危害，进而研究防治环境污染和破坏的各种工程技术措施，研究运用立法手段、行政手段、经济手段以及教育手段等各种社会管理措施。

工业发达国家防治污染曾经历几个阶段：五十年代主要是治理污染源；六十年代转向区域性污染综合治理；七十年代强调区域规划，合理布局，探索生态区划和资源管理，以防为主。许多国家开始实行环境影响评价制度。实践证明：解决环境问题要综合运用多种工程措

施和管理手段，从区域环境的整体上利用系统分析和系统工程的方法寻求最优方案，这是综合治理的方向。

环境科学随着人类在保护环境方面所取得的进展，开始形成自己的理论和方法。例如，关于当今生态平衡失调问题，如果单纯从生态系统的自然演变过程进行研究并不能充分说明其演变规律。只有把生态系统和人类社会经济系统作为一个整体来研究，才能彻底揭示生态平衡问题的本质，阐明其发展规律，人类就可以运用这些规律有目的地控制生态系统的演变过程，使之越来越有利于人类生存和发展。通过多年来的研究，出现了生态系统与社会经济系统相互关系的理论，有的生态学家称之为“社会——经济——自然复合生态系统”。与此同时，环境科学也形成了一些自己的研究方法。例如，在环境质量评价方面，把环境的历史状况同现状研究结合起来，把微观研究同宏观研究结合起来，把静态研究同动态研究结合起来，并引进数学统计理论，建立数学模式和评价程序，形成一套基本上能够全面地准确地揭示环境质量及其变化规律的研究方法。这说明环境科学这一新兴学科正日益成熟。

二、我国的环境现状及其对策

环境同人口、资源、能源等问题一样，是当今世界各国人民共同关心的重大的社会经济问题，也是我国科学技术领域里的重大研究课题。

我国人口众多，加之环境保护工作起步较晚，测试和监测技术较落后，因而与先进工业国家相比，尚有明显差距。我国现在存在的环境问题，一般地说，城市和工矿区环境污染问题比较突出，农村则更多地存在着自然生态被破坏的问题（近年来，由于乡镇企业的蓬勃发展，污染问题也在不断加剧）。为解决这些问题，实现环境战略目标，毫无疑问应该充分发挥环境科学技术的先行作用，依靠科学技术的进步。但是，目前我国环境科学的水平同需要解决的问题相比，差距还很大，特别是应用技术和环境管理的研究更为薄弱。因此，环境科学的研究任务将是十分繁重而艰巨的。如区域环境保护、城乡环境保护、矿山环境保护、工矿污染防治、新建大中型工程的环境影响、能源环境技术对策、水资源保护、农业环境保护、自然生态保护等，都存在着一系列当前急待解决和今后可能出现的重大环境课题，需要我们认真加以对待。

当前，不论发达国家还是发展中国家都面临着两大环境问题，即：生产、生活的污水排放污染问题；对自然资源（土壤、水资源、矿产、动植物……）不合理开发酿成的环境破坏问题。它们都对生态平衡产生不良影响。这两类环境问题互相影响形成复合效应对人类健康和经济发展都造成很大危害。我国这两类问题不仅兼而有之，而且表现还较严重。它们在不同地区、不同单位呈现出不同程度的危害。

振兴中华要靠加快“四个现代化”的步伐，加快“两个文明”的建设，而环境保护正是“四化”和“两个文明”的重要组成部分。不能想象，一个文明的社会主义大会容污水横流、废气熏天、噪声震耳、荒山满目、草木凋零。污染环境和破坏环境，既损害精神文明，也损害物质文明，振兴中华也就成为一句空话。

党的十一届三中全会以来，生产迅猛发展，如果我们不在发展生产的同时，狠抓“三废”治理，不要说生产翻两番，污染也翻两番，就算污染翻一番也不得了，出路何在，唯一的出路是治理。西德的人口与面积和广东省差不多，他们1981年的生产总值比广东的生产总

值高出近30倍，但是，他们的环境质量远较我们为好。鲁尔工业区每平方公里月降尘量只有6~9吨，显见，没有狠下功夫治理是不可能如此高度发达的经济和良好环境的。

我国的环境保护工作必须适应特定的国情才能顺利开展。我国当前的现状是：经济落后，财力有限，污染严重。目前用于环境的投资很低，它仅占工业总产值的0.5%左右。而国外发达国家一般为1.5~2%。显然，一方面投资比例小，另一方面过去欠账多，如不采用相应的对策，很难得到予想效益。因此，我国决不能就环境论环境，而要从经济合理发展来解决。即把环境问题解决在经济建设、社会建设的过程之中。具体讲，中国式的环保道路应该是：“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境，造福人民”。“工业和农业、城市和乡村、生产和生活、经济发展和环境保护，同时并进，协调发展”。也即，经济建设、城乡建设、环境建设同步前进（三同步）的方针。“三废”治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产，否则，不准建设”。“谁污染谁治理”再加上“自力更生、艰苦奋斗”的精神和“加强管理，以管促治”的措施，坚决避免先污染后治理的资本主义老路，以期取得经济效益、环境效益、社会效益既统一又增长的理想成果。

我国要实行经济、社会、环境协调同步的方针，就必须使发展不超过资源、环境的承载能力，用资源、环境制约不合理的经济、社会发展，扭转过去那种只注意经济增长，忽视资源浪费，环境污染和破坏的做法。

要正确执行协调同步的方针，就必须在开发建设中，从经济效益和生态效益相统一的原则出发，对经济、社会与资源环境全面规划，合理布局，综合平衡，以求得包括环境效益在内的最大的社会、经济效益，不能从单项或某个部分的效益为最佳指标，不追求有损总体利益的单项经济效益。在经济、社会建设的同时，要有相适应的环境建设，使发展对环境带来的不良影响不超过人和生物可以接受的极限和资源永续利用的范围，而不要造成对环境影响不可恢复的后果。同时，在合理开发利用资源时，使自然资源的增长利用与消耗按比例发展。

要获得最佳的经济效益、环境效益、社会效益，还必须推行有利于环境保护的经济技术政策。鼓励综合利用、实现化害为利、变废为宝是我国环保事业中一项重要的经济技术政策。它是促进“人与环境”在物质交换过程中向良性循环发展，避免恶性循环的一个有效途径；是使物质资源达到最高限度的利用，而使污染物减少到最低限度排放的积极措施。为此，国家规定：凡利用废弃物作原料进行综合利用的企业，可免费获得原料；同时对产品税收也采取优惠政策。这就给废弃物资源化在物质上、经济上提供了极为有利的条件。

实行技术改造，控制工矿业污染是一条重要经济政策。1981年，《国务院关于在国民经济调整时期加强环境保护工作的决定》中规定：“在以节能为中心的技术改造中，要把消除污染、改善环境作为重要目标。改革工艺、更新设备，同时要解决污染问题”。我国的污染源主要来自工矿企业。工矿污染是产生在生产过程中，消除污染也必须在生产过程中进行。经验证明：控制污染的积极措施是技术改造。其主要途径是：改革工艺、更新设备、减少排污量；开展综合利用，实现“废弃物资源化”等。

国家为防止工矿企业的污染还制定了“超标准排放污染物收费（制度和实行）谁污染谁治理”的政策。这些制度和政策规定企、事业单位对污染环境及其造成的损失应负责任，它

必将扭转过去企业及其主管部门不重视环境保护，不积极治理污染的被动局面。

党中央把环境问题定为我国的一项基本国策，并提出到本世纪末，我国的环境保护的奋斗目标是：力争全国环境污染基本得到解决，自然生态基本恢复良性循环，城乡生产、生活环境清洁、优美、安静，全国环境状况基本上能够同国民经济的发展和人民物质文化水平的提高相适应。这是依据十二大提出的“两个倍增”的目标确定的，也是确定中国式环保道路的基础。

虽然我国的环境保护工作是适应特定的国情开展的。但是，根据自己的国情搞环保，决不是闭关自守，盲目排外，而是正视现实，实事求是，量力而行。对于国外的成功经验，积极吸取，而不是生搬硬套；别人的失败教训，注意避免，而不是重走弯路。实践证明，十多年来我国的环境工作所以有明显的中国特色，其道理正在于此。

我国是一个发展中的社会主义国家，百业待兴而财力有限。我国长期积累了大量的环境问题，解决这些问题不仅需要现代科学技术，而且要付出巨大的财力和物力。因此，我们要长期不懈的努力，在从事环境保护工作中应该强调一切从中国的实际情况出发，把研究成果尽快转化为解决实际问题的能力，以求得环境效益、社会效益和经济效益的统一。与此同时，还要密切注意世界新技术革命的动向，科学技术突飞猛进的发展必将给社会生产力带来新的飞跃，也必将推动环境保护技术的发展。

三、矿山环境工程地质的概念

随着科学技术的进步，当今世界正在形成五个学科群。它们是物理科学、生理科学、心理科学、数理科学和事理科学。地质科学和环境科学则分属于物理科学和生理科学范畴。

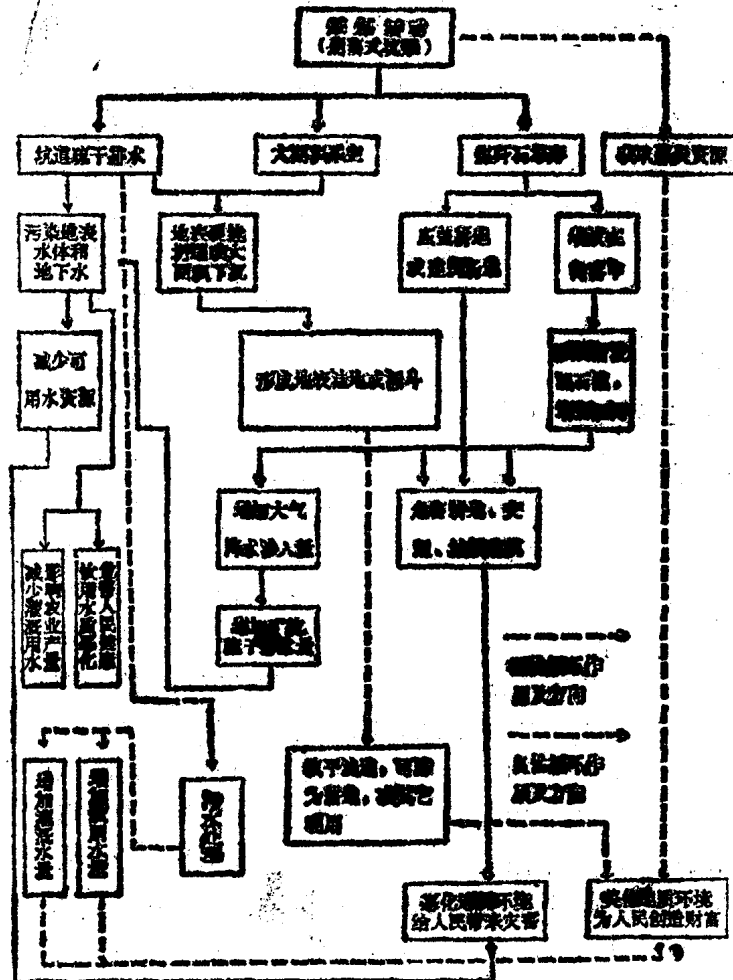
“环境地质学”是六十年代初期出现的。对于它的涵义和研究内容，不同学者从不同角度则提出不同的见解。Peter T. Flawn指出：“环境地质研究城市、乡村和未开发地区人类利用土地的全貌——它包括自然资源的寻找和开采，废弃物的处理，块体运动和构造运动对上层结构的效应，地球物质成分的细微变化对人体健康的影响。它同陆地一样，涉及到海洋和大气圈——由于地球上人口和工业的高度集中，产生巨大热柱和烟柱的效应，也属于它的研究范畴，都可以应用环境地质这个标准词”。1981年Edward A. Keller认为：“环境地质学是一门应用地质学，主要研究人为与自然环境之间相互作用的各个方面”。八十年代初期，在26届国际地质大会上，与会学者——特别是工程地质学者对“环境地质”产生了浓厚的兴趣，进行了热烈讨论。他们列举了人类工程经济活动的大量数据和事实来说明当今时代人是强大的地质力量，并认为人类的工程经济活动促使自然地质作用改变和新的灵生作用的发展。在这次大会上，一致通过了《国际工程地质协会关于解决环境问题的宣言》。

可以认为，随着世界人口的增加和现代科学技术的发展，人类活动已成为巨大的地质营力，这种营力越来越广泛和深刻地参与着岩石圈、水圈、地质环境的改造。尤其自然界作为一个整体，各圈、层之间既互相联系又互相影响和制约。地质环境的改变必将引起大气圈、水圈和生物圈的变化，这种变化又反馈到人类的生活环境和生产环境里，如处置不当，将引起恶性循环，这是人们所不期望的。

地质环境分为原生地质环境（自然地质环境）和次生地质环境（灵生地质环境）二类。两者之间既有区别又存在着密切的联系。前者往往受一定的气候、地形和地质条件的影响，

其在不同的地质环境内有其一定的分布和变化规律；后者除受自然地质作用的影响外，更重要的是受人类工程活动的影响，它的发生与发展以一定的自然地质条件为基础，通过人类工程活动使其加强、触发或抑制。环境地质作用即是人类活动与地质环境之间相互作用的产物。它作用的后果不是表现出良性循环，就是呈现为恶性循环（表1-1）。要使恶性循环转化为良性循环、就需要采取合理的处理措施。

采煤活动引起的环境地质作用循环系统 [65] 表1-1



关于环境地质学的范畴，不同学者，均有各自的理解。一种认为它局限于人类与地质环境中某一方面的环境问题。例如，研究地质环境与人体健康的关系，称之为医学环境地质学；研究人类活动与城市地质环境的关系的，称之为城市环境地质学；研究矿山开拓与地质环境关系的，称矿山环境地质学；研究军事活动与地质环境关系的称为军事环境地质学等等。另一种认为，应该与原有的地质学科相联系，它包括：环境地貌学、环境地球化学、环境资源地质学、环境水文地质学、环境工程地质学、灾境环境地质学等等。

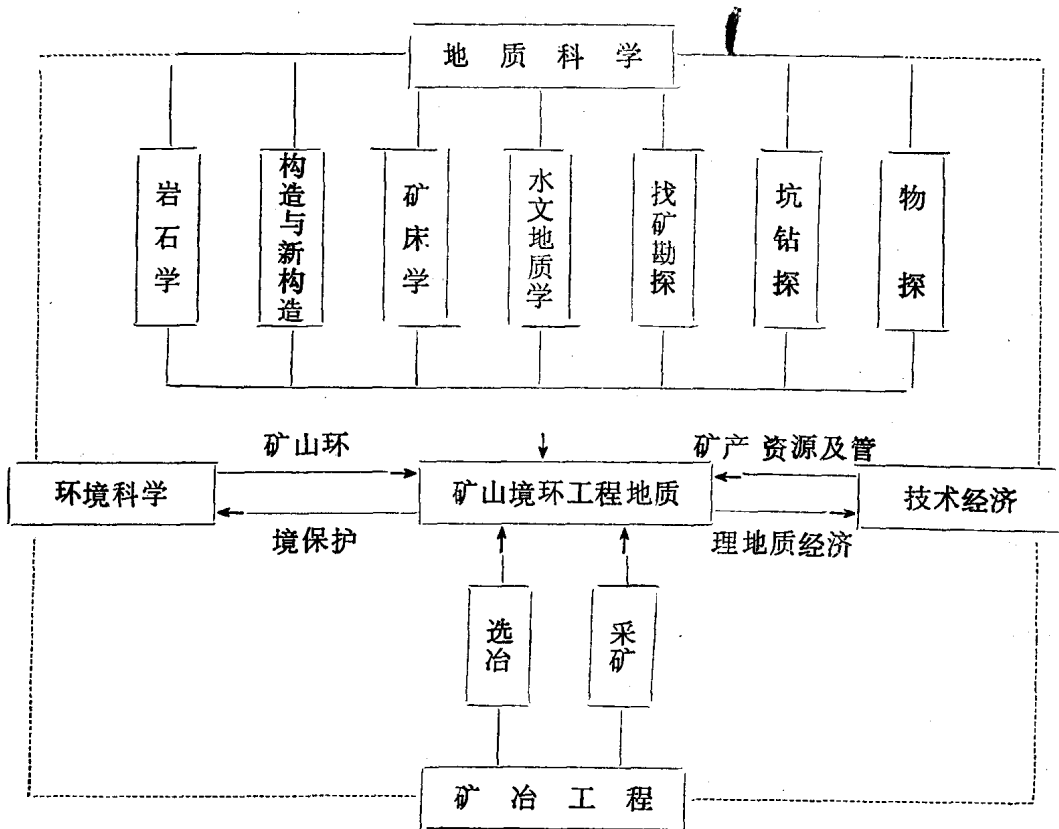
不管从何种角度去概括，但都一致认为：环境地质学不仅研究人类生活与地质环境的关系，而且更需要研究人类生产活动与地质环境相互影响、相互作用的关系，并通过研究它们

的内在联系与变化规律，达到合理利用、改造地质环境的目的，防止由于地质作用造成的各类灾害，为人类社会造福。由此可见，地质环境不仅与人类生活密切相关，而且与工程建设和工农业生产存在着千丝万缕的关系。因此可以说，一切与人类有关的地质环境问题，都属于环境地质学的研究范畴。

矿山环境工程地质是环境地质学的一个重要分支，是一门介于地质科学、环境科学与矿冶工程科学间的边缘学科。主要研究在矿山开拓过程中，由于自然地质作用，人为作用与地质环境之间的相互影响与作用，并由此产生的环境污染与破坏问题，从而达到合理采掘利用矿产资源和保护地质环境的目的。

矿山环境工程地质直接与采矿生产相联系，具有鲜明的实践性特点，它是检验地质、工程地质、环境保理论的主要手段，因此，它又是一门综合性很强的科学。所以，矿山管理工程和工程地质人员不仅要具备相当的地质、工程地质理论知识，掌握一定的工程地质工作技术方法，同时还必须具备一定的矿山测量、矿山采掘及采剥、选矿、冶炼生产、矿业经济与环境科学的某些基本知识。

矿山环境工程地质与地质科学、环境科学、矿冶工程科学间的关系如图1-1所示。



由矿山开拓引起的环境地质问题是多种多样的。这些问题的产生与矿床类型、埋藏深度、采矿方法、地下水赋存状态、岩土物理力学性质、区域地质环境、老矿山的采掘历史以及矿区及其外围地震地质条件等有关。另外，与矿山的管理和科学技术水平也不无关系。

例如，我国南方的岩溶矿床与华北的大部煤矿床，由于矿坑排水导致地面坍塌、沉降与

开裂问题，坍塌区又给矿床充水提供了有利条件，使矿坑污染源反复排入矿区污染环境；另外，如岩溶矿区排水不当，还可引起“岩溶泥石流”问题，1980年9月23日湖南煤炭坝矿竹山塘矿井就曾发生过一次罕见的岩溶泥石流现象，浆状固体达500立方米，堵塞坑道，使12人丧生。类似问题在江西城门山铜矿探洞中也曾发生。

露天开采远较井巷开采优越，这是人所共知的，为此，国内外露采比例正日趋增大。但是，露采中的高边坡破坏给环境问题带来极大威胁，国外不少矿山和我国大冶、迁安、抚顺等矿区的高边坡破坏时有发生，常造成相当的生命财产损失。另外，由露采占用的山林、耕地数倍于地下采矿，它大大破坏矿区的生态平衡，是矿区环境地质中一项十分棘手的问题。

我国采矿历史悠久，不少矿山采掘深度日益加深，有的矿山已近千米。深采中所遇“热害”问题频繁出现，有的矿坑温度高达50余度，严重影响采掘工作进行，这在我国煤矿床、铜矿床以及黄铁矿床中都曾遇到过。同时，因深采而导致的诱发地震也在某些矿床中出现，这都是不容忽视的环境地质问题。

我国煤矿矿井100%属于瓦斯矿井，其中，高量瓦斯矿井占40.2%，例如，东北的北票煤矿、西南的华莹山煤矿，都是瓦斯爆炸多发矿区，给矿区生产、安全造成巨大灾害，因此，煤矿床的瓦斯运移、富集、预防等也是一个极为重要的环境地质问题。

我国石油资源十分丰富，因此在开采液体矿床时亦不可避免地会产生地面沉降、诱发地震以及采矿中排出的废气、废液物污染环境等环境地质问题。

另外，尚有废弃物资源化、废弃物燃烧等一系列环境地质问题。值得指出的是，近年来在鄂西山区，因采矿后山体采空放顶，在暴雨触发下产生急剧滑崩型的环境地质问题，是一种必须认真对待和解决的问题。例如，1980年6月3日湖北省宜昌盐池河磷矿山即因此故导致大型山崩，滑崩体总量达100余万立方米。掩埋了矿务局全部房屋和矿山机械设备，损失极其严重。

我们根据矿床类型、采矿方法的不同及其环境影响等因素提出如下分类（表1—2）

还应指出，在表1—2中，虽然分出了22个环境地质问题，并不一定概括全面，这是因为，矿山的环境地质问题既多又复杂，有些问题目前尚未被揭示出来；已揭示出的问题影响程度也颇不一样。为此，本书仅对当前矿山中急需研究的主要的、带有普遍性的问题进行论述，对一些次要问题（如诱发地震，据统计资料，尚未超过3.5级，多为小震，对井巷和矿区尚不致造成损失。）和液体矿床开采中所遇之环境地质问题限于篇幅，书中就不一一赘述了。

综上所述，不难看出，矿山环境工程地质发展前景十分广阔。研究领域的不断扩大，技术方法和手段的不断更新与革新，工作效率与精确性不断提高，管理体制与方法也必将变化。显见，与矿山地质现代化的同时，矿山环境工程地质亦将更加强化。