

文章编号:1009-6248(2005)02-0108-05

矿山环境地质与地质环境

徐友宁

(西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘要:介绍了矿山环境地质与矿山地质环境及其关系,论述了矿山环境地质问题分类及其特点,以及矿山环境地质学沿革及发展现状,最后提出了需要加强矿山环境地质研究的主要方面。

关键词:矿山环境地质; 矿山地质环境; 矿山环境地质问题; 研究内容

中图分类号: X24 **文献标识码:** A

1 矿山地质环境与地质环境

矿山地质环境(mine geological environment)是指曾经开采、正在开采或准备开采的矿山及其邻近地区的岩石圈表层与大气圈、水圈、生物圈组分之间不断进行物质交换和能量流动的一个相对独立的环境系统。这个系统是以岩石圈为依托,矿产资源开发为主导,不断改变着地球表面岩石圈自然环境平衡的地质环境^[1]。

矿山环境地质(mine environmental geology)主要运用环境地质学的有关理论、方法,研究矿产资源开发过程中,自然地质作用和人为地质作用与地质环境之间的相互影响与制约关系,以及由此产生、引发和加剧的矿山环境地质问题,旨在合理开发利用矿产资源的同时,采取积极措施,保护、减轻和减少矿业活动对地质环境负面影响,促进矿业可持续发展为目的的一门新的学科^[1]。可见矿山环境地质学一方面研究矿山地质环境性质、变异对矿业生产和人居环境的影响,另一方面,研究矿产资源开发活动对地质环境的影响。

从上述定义及其内涵来看,矿山环境地质研究

的主要对象是人类赖以生存与发展的局部地质环境,即矿业活动场所及周边的地质环境。而矿山地质环境随矿业活动时间、强度而变化,是一个复杂的、动态的变化系统。良好的地质环境有利于矿业的正常生产,脆弱的或恶化的地质环境必将影响和制约矿山正常生产。矿山环境地质(学)研究的内容包括两个方面:

(1)研究矿山原生地质环境质量和容量,预测评价原生地质环境对矿山建设、开采和人居生态环境的负面影响,从而为矿山建设选址布局、尽可能避开具有明显的地质灾害隐患点,保证矿业正常持续生产。

(2)研究矿产资源开发活动过程中及闭坑后对地质环境的负面影响,研究矿山环境地质问题形成条件、诱发因素、形成机制,开展矿山地质环境质量或环境地质问题评价,预测矿区环境地质问题危害程度,控制、预防矿山环境地质问题发生与发展,保护矿区地质环境,减轻矿业环境地质问题危害程度,促进矿业开发与环境保护协调发展的途径方法。

矿山地质环境与矿山环境地质是两个派生的称

收稿日期:2005-10-10; 修回日期:2005-11-23

基金项目:中国地质调查局项目《西北地区不同类型矿产开发环境地质研究,编号20011230003》、《典型矿山地质环境调查方法研究,编号20031230030》及《大型矿山地质环境调查与监测技术要求,编号20032019003》

作者简介:徐友宁(1963-),男,高级工程师,在读地球环境科学博士,主要从事矿山地质环境调查与研究,发表相关论文16篇。E-mail:ksdzjh@sohu.com

谓，相应来自于“地质环境”与“环境地质”两个术语。目前有关矿山环境地质与地质环境两个术语在使用过程中，混用的现象较为常见，甚至同一篇文章中时而用“矿山环境地质调查与评价”，时而用“矿山地质环境调查与评价”，诸如此类还有“矿山地质环境问题”与“矿山环境地质问题”，等等，笔者认为欠妥。原生地质环境是自然地质作用形成发展的结果，人类活动亦称人为地质作用对原生地质环境作用并且与原生地质环境发生相互作用，导致原生地质环境发生变化，变化后的地质环境称之为次生地质环境，对应的人类矿业开发区的地质环境称之为矿山地质作用（剥蚀、搬运作用、弃土堆渣的堆积作用、塑造人工地貌、改表地应力平衡、污染改表地球化学场等），矿业活动产生的环境问题称之为矿山环境地质问题。

矿山地质环境调查与评价的范围是矿业活动及其影响区，其主要对象是矿业活动过程中产生的矿山环境地质问题。依据其评价着眼点的不同，可有矿山环境地质问题评价和矿山地质环境（质量）评价。前者是在划分矿山环境地质问题种类指标等级的基础上，直接以“问题”的多少、严重程度作为评价对象，其矿山环境地质问题评价结果分为“极严重”、“严重”、“中度”和“轻度”四级。鉴于“问题”是一贬义词，也可用“质量”这一中性词来表达矿山地质环境质量，借助于矿山环境地质问题种类指标等级来表征矿山地质环境质量的好坏优劣，采用的是“无问题则优的原则”^[2]，即矿山环境

地质问题愈多、愈严重，则矿山地质环境质量则差，其评价等级分为“极差”、“差”、“较差”和“较好”四级。无论其评价结果等级用何种方式表述，问题“极严重”、“严重”，质量“极差”或“差”者，只要采取相应防治措施则有向“较轻”或“较好”方面转化；反之，可能有向坏的趋势转化。可见，在此意义上，矿山环境地质问题调查评价与矿山地质环境质量调查评价具有等同的意义，是恰当的表述术语。

2 矿山环境地质问题及其特点

2.1 矿山主要环境地质问题

矿产资源开发引发、产生和加剧的矿山环境地质问题众多，其类型、表现形式、严重程度等，与开发的矿产资源种类（石油天然气、煤矿、金属矿产、石材类、水泥灰岩类、卤水盐矿类等）、开发方式（露天、井工开采）、区域地质环境条件（山地形、黄土高原型、戈壁沙漠型、平原盆地型）、开采规模等因素密切相关^[3]。分类问题在任何学科发展进程中都是前沿课题，它标志着一定时间内学科发展的水平，分类的原则不同，研究的侧重点不同，就有不同的分类方案和分类系统，科学性是前提，实用性是灵魂。本文以矿业活动导致的结果作为分类依据，依据公益性、基础性矿山地质环境调查与保护的目出发，将其分为生态破坏、地质灾害和环境污染 3 大类型及众多的表现形式（表 1）^[4]。

表 1 矿山环境地质问题类型划分

Tab. 1 The class of mine environmental geologic problems

类型划分	主要表现形式
生态破坏	土地与植被压占与破坏、疏干排水破坏地下水均衡系统、地表水水量减少、地质遗迹破坏、地形地貌改观、人文风景景观破坏等
地质灾害	崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、水土流失、土地沙化、尾矿库溃坝等
环境污染	地表水污染、地下水污染、土壤污染等

(1) 生态破坏：废石、贫矿、尾矿、冶炼废渣长期堆放压占土地、林地草地资源；采矿疏干排水导致地下水水位下降，河流断流，矿区水资源破坏；国道、铁路两侧可视范围内及城市周边、旅游风景区内露天采矿，造成风景景观和地质遗迹破坏等。

(2) 地质灾害：矿业活动强烈地改变了矿区的应力平衡系统，使得矿区成为地质应力变化最集中的区域，因而引发各种次生地质灾害，如，崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝等。

(3) 环境污染：矿山废渣、废水和废气是造成

矿区环境污染的主要污染源。煤矿、各种金属、非金属矿酸性排水，“三废”中有毒、有害物质（铜、铅、锌、砷、镉、六价铬、汞、氰化物）以及COD、BOD₅、悬浮物、石油类、苯类、多环芳烃等未经达标处理就任意排放，甚至直接排入河流、湖泊中，使土壤、地表水、地下水、农作物受到污染，进而导致人体食物链污染而危害人体健康。

2.2 矿山环境地质问题特点

矿山环境地质问题是在矿业活动中直接产生、引发或加剧的环境问题，是矿业活动对地质环境的影响超过了矿山地质环境容量而出现的对矿业正常生产和人居环境构成威胁的地质现象，是矿区自然地质作用和人类矿业活动地质作用的共同结果。但矿山环境地质问题与一般的环境地质问题最突出区别在于采矿活动是环境地质问题产生的主导作用和激发因素，其范围主要限于采矿及其加工区。主要特点：

(1) 矿山环境地质问题的类型、严重程度随开发的矿产资源种类、地域、开采方式的不同而异。如矿山地面塌陷、地裂缝主要发生在地下煤矿开采区，东部平原区塌陷区易形成积水区，破坏农田或造成地表建筑物破坏；而在陕北毛乌素沙地则造成浅层地下水含水层破坏，植被枯死、土地沙化则成为最主要的环境问题；在黄土沟壑边部或低山丘陵区诱发山体开裂，链生崩塌、滑坡地质灾害。

(2) 矿山环境地质问题主要是矿业活动诱发、生产和加剧的，具有多次重复性。如，陕西潼关金矿区采矿弃渣随意堆放在高陡山坡、峪道中，1994年、1996年发生两次特大泥石流地质灾害，目前泥石流隐患依然严重。

(3) 矿山环境地质问题影响范围往往超越其采矿及其加工区，其环境污染往往随水流而影响流经的流域。

(4) 矿山环境地质问题类型多样，表现形式多样，既包括了崩塌、滑坡、泥石流等其他人类经济活动共有的地质灾害外，还包括了矿山特有的地质灾害，如，采矿塌陷、尾矿库溃坝等；同时包括了矿山水、土、大气环境污染。具有危害严重，影响持久，以至于矿山闭坑后相当长的时期内存在影响。

(5) 无论原生地质环境还是矿山开采过程中变化的地质环境对矿山正常生产的制约关系明显。

(6) 矿山地质环境质量好坏受国家法律政策影

响明显，即有很高的可调控性。矿产资源开发不可避免会对地质环境造成负面影响，只要有法可依、依法监管到位，矿业活动对地质环境的影响程度会大大降低，这已为国内外众多事实证明。矿山地质环境恶化源于不合理的矿业开发活动和没有采取必要的治理措施，其另一解决的途径是依靠矿业经济发展来改善矿区生态地质环境。

3 矿山环境地质研究与发展

3.1 矿山环境地质研究沿革

在科学技术的飞速发展的今天，人类大规模、高强度的矿产资源开发活动已成为矿区最活跃、最显著的地质作用，是矿区地质环境加剧变化的“催化剂”，愈来愈强烈地影响、改变着矿区地质环境，这种变化一旦超出了矿区地质环境容量，就会引发许多突发性地质灾害，产生累积性的重金属环境污染等，从而破坏人一地和谐关系，危及人类的生存与发展。为了实现人类社会经济的全面、协调、可持续发展的科学发展的今天，迫切要求在合理开发利用矿产资源的同时，保护好矿山地质环境，促进矿业健康发展，这就催生了一门专门以研究矿山地质环境为主要内容的一门新的交叉学科——矿山环境地质学。

当代科学一个突出的特点是学科之间的相互渗透、交叉、融合^[5]，现代科学的发展趋势是依据其研究、对象和内容不同，向高度分化或高度综合两个方面前进，加之矿产资源开发引发的环境问题的危害性日渐严重，专门研究矿业开发与矿山环境保护的学科成为必然^[6]。1980年第26届国际地质大会上提出的环境地质问题宣言，标志着环境地质学兴起。20多年来环境地质学得到了迅速发展，由于其研究领域广泛，专业化趋强，从而也正向许多分支学科发展。王思敬（1995年）认为初具轮廓或正在发展中的分支学科，主要有环境水文地质学、环境地球化学、灾害地质学、城市环境地质学、矿山环境地质学等，以上分支学科，虽然研究内容部分交叉，但都能自成体系，具有较高度度的独立性^[7]。刘传正在其《环境工程地质学导论》（1995年）提出了矿区环境（工程）地质^[8]。张永波在《水工环研究的现状与趋势》（2001）一书中提出矿山环境地质是介于矿山地质学与环境学之间的边缘学科，主要研究在矿山开采过程中，自然地质作用、人为地质作用

与地质环境之间的相互影响与作用,以及由此产生的环境污染与破坏问题,从而达到合理开发利用矿产资源和保护地质环境的目的^[9]。刘起霞在《环境工程地质》一书中指出,矿山环境工程地质学就是研究矿山地质作用导致的有害或灾害地质现象的形成机制、规律和内容,对其发展趋势、危害程度进行预测研究,提出对策,以达到科学合理地利用和保护矿山地质环境的目的^[10]。刘广润院士在环境地质学与其它学科的关系图中(2003),指出了矿山环境地质学是一门独立的学科^[11]。由此可见,无论矿山环境地质(学),还是矿山环境工程地质学,是一门新兴的边缘学科,研究对象和内容是矿区人为地质作用或称矿山地质作用对矿山地质环境的影响,目的在于在合理开发利用矿产资源的同时,保护矿山地质环境。

3.2 矿山环境地质学发展现状

日益加剧的矿山环境地质问题,愈来愈受到社会的关注和政府的高度重视。自2000年开始,国土资源部中国地质调查局组织并相继开展了典型矿区地质环境调查与评估,如,《晋陕蒙能源基地(陕北地区)矿山环境地质调查》(中煤水文局,2000~2002年)、《山西省典型矿区地质环境调查》(山西地调院,2000~2002)、《江西省典型矿区地质环境调查》(2000~2002);《西北地区不同类型矿产开发环境地质研究》(西安地质矿产研究所,2001~2002年)和正在实施的《全国矿山地质环境调查与评估》(中国地质环境监测院,2002~现在)、《重点矿区地质环境问题专题调查》(西安地质矿产研究所等,2004~2006),以及全国31个省市的矿山地质环境调查与评估工作。与此同时,国土资源部地质环境司相继编写了《矿山地质环境调查技术要求》(讨论稿)(2002)、《矿山地质环境影响评价技术要求》(讨论稿)(2002)、《矿山地质环境调查技术要求实施细则》以及全国矿山地质环境数据库建设(中国地质环境监测院,2002),以及由西安地质矿产研究所完成的《典型矿山地质环境调查方法研究》和《大型矿山地质环境调查与监测技术要求》工作。

2003年11月,国土资源部地质环境司、中国地质调查局、西安地质矿产研究所等单位发起举办的《首届全国矿山环境保护研讨会》,出版了我国首部以矿山环境地质为主题专辑《西北地质(2003年增刊)》^[12]。据不完全统计,自1994年以来,国内各种

刊物上发表有关矿山环境方面的论文不少于200余篇,涉及到了矿山环境地质理论、方法、分类、调查、评价、图件编制、信息系统建设、矿山地质环境管理、法规建设、恢复与重建等多方面研究内容。随着矿山地质环境调查研究项目逐步推进和全面展开,随着新建、扩建矿山项目建设实施矿山地质环境影响评价制度实施,调查研究成果的不断积累,正在逐步丰富和推动矿山环境地质学的理论建设和学科发展。

4 亟待加强研究的主要内容

矿山环境地质(学)是环境地质学中的一门新的分支应用学科,至今尚未形成较为完整的理论体系和系统的调查、评价及研究方法。其研究方法涉及到地质学、采矿学、水文学、环境学、农业地质、环境地球化学、环境科学、地质灾害学等多学科理论方法,具有边缘性和学科间交叉性特征。故应充分借鉴各学科理论方法,不断完善学科的理论体系和研究方法,以便科学地推进矿山地质环境保护工作。目前亟待加强以下几个方面的工作。

(1) 矿山环境地质问题类型、主要影响因素、诱发机制和模型研究。

(2) 矿山地质环境质量或矿山环境地质问题评价指标体系研究。矿山地质环境评价调查的结果,必然要对矿山地质环境质量优劣或矿山环境地质问题严重程度给出评定等级,是矿山地质环境调查的主要成果,是图件编制的基础,是政府实施矿山地质环境监管、矿山地质环境防治规划的主要依据,因而矿山地质环境评价在矿山环境地质研究中具有重要的地位。矿山地质环境评价按时间划分为回顾性、现状评价和预测评价;按问题多少分为单问题评价和多问题综合评价。影响矿山地质环境评价结果最重要、最关键的因素是制定科学、合理、实用的评价指标体系。依据目的不同,评价指标有绝对数量指标和相对比率指标之分。

(3) 矿山环境地质问题预测方法。矿山地质环境是一个动态变化系统,研究保护矿山地质环境就必须研究掌握其发展变化规律,才能够做出科学的预测,才能够为矿山的正常生产,减少矿山环境地质问题导致的人员经济损失。开展矿山环境地质问题形成机理研究,建立其模型,有助于提高矿山地

质环境动态变化的预测。

(4) 矿山环境地质编图理论与方法研究, 重点是环境地质图系的内容, 图层结构、图式图例及嵌表形式等, 以及计算机自动成图等。

(5) 矿山地质环境信息系统建设。建立查询方面、可视化等功能完善矿山地质环境信息平台是实现信息资源共享, 矿山地质环境动态监管的功能。

(6) 矿山地质环境保护与矿业可持续发展研究。矿业活动是人类的经济活动, 矿山环境质量好坏受国家法律、产业政策影响较大, 因而在加大矿山地质环境保护的理论技术研究同时, 加强法律、法规政策研究, 依法行政保证矿山地质环境步入法制化轨道。当前最为重要的是尽快建立“矿山地质环境影响评价制度”、“矿山地质环境恢复保证金制度”等。

矿产资源开发既不能让代内人承受采矿者破坏地质环境带来的环境问题, 也不能让后代人承受当代人环境破坏的恶果, 矿产资源开发与地质环境保护是矿业可持续发展的另一关键问题。因此, 在矿山地质环境调查基础上, 通过定量评价, 编制矿山地质环境防治区划, 对于实施矿业可持续发展具有重要作用。

(7) 矿山土地复垦技术是矿山地质环境保护的主要内容之一。

参考文献:

- [1] 国土资源部地质环境司编. 地质环境管理手册 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2002. 37-38.
- [2] 中国地质调查局编. 水文、工程、环境地质调查勘查 (第二分册) [R]. 2004.
- [3] 徐友宁, 武征, 赵志长. 西北地区不同类型矿产开发环境地质问题及其类型 [J]. 西北地质, 2001, 34 (2): 28-33.
- [4] 徐友宁, 何芳, 陈社斌, 等. 矿山环境地质问题特点及类型划分 [J]. 西北地质, 2003, 36 (增刊).
- [5] 刘锡清. 环境地质学概论 [J]. 海洋地质动态, 2005, 21 (5): 1-9.
- [6] 黄润秋. 环境地质现状、问题及对策 [J]. 成都理工学院学报, 1997, 24 (增刊).
- [7] 王思敬, 周平根. 环境地质学的现状及发展方向展望 [J]. 工程地质学报, 1995, 3 (4): 12-18.
- [8] 刘传正著. 环境工程地质导论 [M]. 北京: 地质出版社, 1995.
- [9] 张永波, 等. 水工环研究的现状及趋势进展 [M]. 北京: 地质出版社, 2001.
- [10] 刘起霞, 李清波, 邹剑锋. 环境工程地质 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001.
- [11] 刘广润. 关于环境地质学的一些基本问题探讨 [J]. 工程地质学报, 2003, 11 (4): 340-343.
- [12] 全国矿山环境保护学术研讨会论文集 [J]. 西北地质, 2003, 36 (增刊): 19-25.

Mine environmental geology and mine geological environment

XU You-ning

(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China)

Abstract: The paper gives their definitions on mine environmental geology and mine geological environment, points out that mine environmental geology is a new applied branch discipline about the environmental geology. At the same time, the author narrates the current research and achievement on this discipline at present. On the basic of disserting its research objects, the features and types of mine environmental geological problems, the author broaches the subject of researching main aspects and contents concerned it.

Key words: mine environmental geology; mine geological environment; mine environmental geological problems; research object