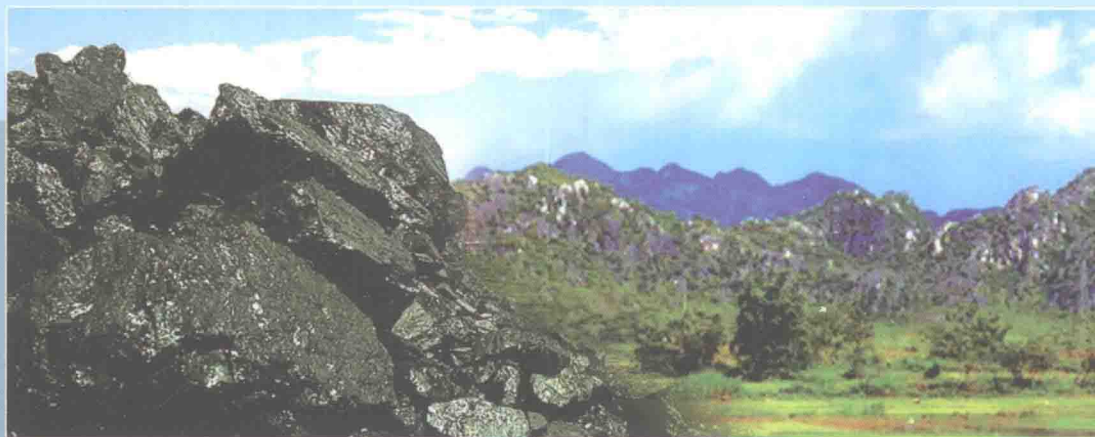


矿山地质环境保护与治理技术方法系列丛书

广西合山煤炭矿山 地质环境风险研究

柴波 李远耀 唐朝晖 编著
周建伟 李鑫 吴建昆



*Study on Coal Mine Geological
Environment Risk in Heshan, Guangxi*



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

矿山地质环境保护与治理技术方法系列丛书

广西合山煤炭矿山地质环境风险研究

Study on Coal Mine Geological Environment Risk in Heshan, Guangxi

柴 波 李远耀 唐朝晖
周建伟 李 鑫 吴建昆 编著



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

广西合山煤炭矿山地质环境风险研究/柴波等编著. —武汉:中国地质大学出版社,2014.12
(矿山地质环境保护与治理技术方法系列丛书)

ISBN 978-7-5625-3094-7

I. ①广…

II. ①柴…

III. ①煤矿-矿山地质-地质环境-研究-广西

IV. ①TD167

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 311145 号

广西合山煤炭矿山地质环境风险研究

柴波等 编著

责任编辑:舒立霞 陈 琪

选题策划:毕克成

责任校对:戴 莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:339 千字 印张:13.25

版次:2014 年 12 月第 1 版

印次:2014 年 12 月第 1 次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司

印数:1—1 000 册

ISBN 978-7-5625-3094-7

定价:128.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

矿产资源开发具有两面性,在促进社会经济发展的同时,也危害着矿区的环境。由于长期以来缺乏对矿山地质环境主动保护的意识,许多矿区的环境日益恶化,严重影响到当地的社会、经济和环境的可持续发展。为了有效地保护矿山地质环境,需要从法制上加以规范,同样,也应探索我国矿产资源开发和环境保护的科学理论和管理体系。

我国矿山地质环境保护起步较晚。2000年,中国地质调查局在国土资源大调查中,有计划地部署了矿山地质环境调查工作,并在2006年完成了对31个省(自治区、直辖市)矿山地质环境的调查与评估。在此基础上,各省区编制了省级矿山地质环境防治规划,为矿山地质环境监管、防治提供了依据。2009年,国土资源部通过了《矿山地质环境保护规定》,明确了矿山地质环境保护的权责和范围。2010年,国家加大对遗留矿山地质环境治理专项经费投入,先后部署了历史遗留老矿山环境治理项目、资源枯竭型城市矿山地质环境治理项目和矿山地质环境治理示范工程项目等一系列专项项目。在此背景下,建立矿山地质环境风险评价和管理体系,对于推行《矿山地质环境保护规定》及保障矿山环境保护和恢复治理的成效具有现实意义。

煤炭资源对我国社会经济发展意义重大,是目前无法替代的能源矿产。以往对煤矿矿山地质环境问题的研究,多集中在山西、内蒙、四川和贵州这些煤炭资源丰富集区,忽视了对南方中小型煤矿的研究。煤层薄、煤质差和气候温暖湿润等是南方中小型煤矿的自然背景,矿山地质环境问题分散和局部地段严重是其分布特征。为此,本书依托国家财政专项“广西壮族自治区合山市资源枯竭城市矿山地质环境治理”项目,系统介绍了广西合山的矿山地质环境问题特点,并从地质环境风险角度对矿山地质环境治理规划和治理方案进行了研究,希望能为我国南方类似贫煤省份中小型煤矿的地质环境保护工作提供借鉴。

本书内容共分为五章。第一章总结了发达国家在矿山开发和地质环境恢复方面的举措,并梳理了煤炭矿山地质环境问题及恢复治理的研究现状,目的是帮助读者了解国内外在煤炭矿山开发和环境保护领域的研究历史与过程。第二章介绍了广西合山煤炭的地质背景,分析了合山煤田的古地理和聚煤模式,并将合山煤层和南方煤系地层进行了比较,总结了我国南方中小型煤田的地层特征。第三章介绍了合山煤矿地质环境现场调查的内容、工作方法,总结了合山煤炭矿山地质环境问题类型、分布和危害,并分析了地质环境问题的成因和影响因素。第四章是关于矿山地质环境风险评价和管理的理论框架。阐述了不同时空尺度的矿山地质环境风险评价的技术方法,并重点介绍了风险评价在合山煤炭矿山的应用。第五章是关于合山煤炭矿山地质环境风险控制的问题,探讨了矿山地质环境规划、治理工程和监测工程在减缓风险中的应用。

本书的第一章由柴波、唐朝晖、李远耀编写;第二章由柴波、李远耀、周建伟、李鑫编写;第三章由柴波、李远耀、唐朝晖、吴建昆编写;第四章由柴波、周建伟、唐朝晖、李鑫编写;第五章由唐朝晖、李远耀、柴波编写。本书由柴波、李远耀统稿,唐朝晖校订。张傲、刘楠、马晓峰、杨月、陈仁全、高海燕、商昌一、胡晨、董欣欣、王汉臣、马丽、刘爽、刘倩、童军等参加了资料收集、现场调研、文字整理、图件清绘等工作。

另外,本书主要内容依托于国土资源部门近年来开展的“矿山地质环境恢复治理”专项项目,也是笔者及其课题组研究人员过去十多年地质环境评价研究在矿山领域的延伸,在研究过程中得到了中国地质调查局一系列地质调查项目的资助,得到了广西国土资源厅地质环境处、合山市人民政府和合山煤矿工作人员的大力支持,许多学者和学科同仁们对本研究提出了宝贵建议。在这里一并表示感谢!

由于矿山地质环境问题多样、成因复杂,而定量评价区域地质环境风险又是一门多学科交叉的前沿问题,所涉及的内容相当广泛,限于笔者的水平和实践经验有限,书中不足之处在所难免,衷心希望广大读者批评指正。

笔 者

2014年10月9日

目 录

第一章 煤炭矿山地质环境研究现状	(1)
第一节 广西合山煤炭矿山地质环境问题研究的意义	(1)
第二节 矿山地质环境保护和恢复治理发展历程	(4)
第三节 发达国家矿山开发和恢复的举措	(6)
一、美国矿山环境恢复:联邦政府和州政府的举措	(6)
二、加拿大西北地区(NWT)的矿山恢复立法和指南	(7)
三、澳大利亚的矿山恢复政策	(15)
四、德国矿山开发和恢复的政策法规	(17)
第四节 煤炭矿山地质环境问题及恢复治理研究现状	(18)
一、土地资源破坏及复垦	(18)
二、煤矿污染来源及治理	(22)
三、煤矸石的利用现状	(23)
四、煤炭燃烧产物的利用现状	(25)
第五节 矿山地质环境风险研究现状	(26)
第二章 广西合山煤系地层特征和开采状况	(28)
第一节 广西合山煤矿地质背景	(29)
一、自然地理环境	(29)
二、社会经济概况	(30)
三、合山市煤田地质背景	(30)
第二节 合山煤田古地理及聚煤模式	(39)
一、合山煤田古地理	(39)
二、聚煤分析	(42)
第三节 合山煤系地层与南方煤系地层的比较	(42)
一、早石炭世测水组煤系地层特征(C_{1c})	(42)
二、中一晚二叠世(P_{1-2})	(45)

三、南方煤层地质特征·····	(47)
第四节 广西合山煤炭资源开采状况·····	(48)
一、煤炭资源开发历史·····	(48)
二、合山煤炭矿山现状·····	(49)
第三章 广西合山煤炭矿山的地质环境问题·····	(51)
第一节 广西合山煤炭矿山地质环境问题调查·····	(51)
一、调查阶段和调查内容·····	(51)
二、调查方法·····	(52)
第二节 广西合山煤炭矿山地质环境问题分布及危害·····	(86)
一、采空塌陷·····	(86)
二、岩溶塌陷·····	(101)
三、地裂缝·····	(102)
四、崩塌、滑坡·····	(104)
五、含水层破坏·····	(104)
六、土地资源的占用和破坏·····	(104)
七、地貌景观破坏·····	(108)
八、基础设施的破坏·····	(109)
第三节 矿山地质环境问题成因及影响因素·····	(110)
一、南方代表省份煤炭矿山地质环境问题现状·····	(110)
二、矿山地质环境问题特点·····	(116)
三、矿山地质环境问题的成因和影响因素·····	(117)
第四章 广西合山煤炭矿山地质环境风险评价·····	(121)
第一节 矿山地质环境风险评价和管理的理论框架·····	(121)
一、矿山的生命周期·····	(121)
二、矿山地质环境问题的类型及成灾效应·····	(123)
三、矿山地质环境风险评价和管理的框架·····	(124)
第二节 不同空间尺度的矿山地质环境风险评价和管理·····	(127)
一、重点成矿区的地质环境风险评价和管理·····	(127)
二、矿业城市的地质环境风险评价和管理·····	(129)
三、单体矿山的地质环境风险评价和管理·····	(129)
第三节 矿山不同阶段的风险评价和管理·····	(130)
一、探矿前的新建矿山·····	(130)

二、建设和开采阶段的矿山	(130)
三、已关闭的矿山	(131)
第四节 广西合山矿山地质环境风险评价	(131)
一、矿山地质环境风险评价流程	(131)
二、矿山地质环境风险评价模型	(134)
三、风险评价结果分析	(142)
第五章 广西合山煤炭矿山地质环境风险控制工程	(147)
第一节 矿山地质环境风险控制工程的组成	(147)
一、矿山地质环境恢复治理规划	(147)
二、矿山地质环境治理工程	(148)
三、矿山地质环境监测	(150)
第二节 广西合山煤炭矿山地质环境治理规划	(150)
第三节 采空区地质灾害治理和土地复垦方案	(152)
一、采空区土地复垦设计内容	(152)
二、广西合山里兰矿老采空区土地复垦设计	(156)
第四节 煤矸石堆治理方案	(165)
一、煤矸石堆治理设计内容	(165)
二、广西合山里兰矿大型煤矸石堆治理方案	(167)
第五节 煤炭矿山生态恢复方案	(171)
一、矿山生态恢复	(171)
二、广西合山溯河矿-里兰矿废弃矿山生态恢复方案	(177)
第六节 矿业遗迹保护及矿山公园建设	(182)
一、矿业遗迹保护方案	(183)
二、广西合山国家矿山公园总体布局	(185)
第七节 矿山地质环境监测	(190)
一、监测工程目标及原则	(190)
二、监测工程主要任务与内容	(190)
三、监测工程部署和技术路线	(191)
四、监测工程实施方案	(191)
主要参考文献	(197)

第一章 煤炭矿山地质环境研究现状

第一节 广西合山煤炭矿山地质环境问题研究的意义

煤炭是重要的能源矿产,在发电、冶金、炼焦、工业锅炉和日常生活中必不可少,已成为社会经济发展的主要动力能源。根据国土资源部《全国矿产资源潜力评价》(2006—2013年)的相关报道,全国2km以浅煤炭资源总量5.9万亿t,其中,已探获煤炭资源储量2.02万亿t,预测资源量3.88万亿t。我国是一个多煤少油的国家,已探明的煤炭储量约占世界煤炭储量的12.6%,可采量位居世界第三,而产量位居世界第一位。煤炭在全国范围内分布极不均匀(表1-1),北方的大兴安岭-太行山、贺兰山之间的内蒙古、山西、陕西、宁夏、甘肃和河南6个省区,是我国煤炭资源集中分布区,煤炭资源量占全国煤炭资源量的50%左右。然而,包括西南、两湖、两广、海南和赣、浙、沪、闽14个省市区的南方地区,区域面积占全国总面积的48%,煤炭地质储量仅占全国的6.5%。南方地区的煤炭资源量又集中于贵州、云南和四川3个省,它们的煤炭资源量占南方煤炭资源量的90%以上。这些煤炭资源大省,多建设大型煤矿,煤炭资源开发和矿区环境恢复已受到广泛关注。然而,其他的贫煤省份,多以中小型煤矿为主,缺乏对它们的关注和环境恢复方案的系统研究。

根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》,矿山地质环境问题是指受采矿活动影响而产生的地质环境破坏的现象,可分为矿山地质灾害、资源损毁和环境污染三大类。煤炭资源开发过程普遍存在对地质环境的破坏,它们主要集中在采煤、选煤和煤炭工业利用过程中,以采空塌陷、地裂缝、土地植被资源破坏、水资源浪费与破坏、水土环境污染最为突出。据《全国矿山地质环境调查成果》的统计(中国地质调查局,2009),截至2005年底,全国矿山引发地面塌陷4500多处、地裂缝3000多处,其中,能源矿山所占的比率分别为76%和88%;所调查的580万 hm^2 ($1\text{hm}^2=0.01\text{km}^2$)矿山中,地面塌(沉)陷面积35万 hm^2 ,压占、破坏的土地面积约145万 hm^2 ,而能源矿山破坏土地面积占了56%;此外,煤矿的酸性水排放和重金属污染也不容忽略。例如:陕西大柳塔煤矿区累积形成采空区面积42.69 km^2 ,地表塌陷影响面积48.23~54.64 km^2 ;采空塌陷和矿井疏干排水破坏了煤层之上含水层,从1986年到2005年的19年间,地表水水域面积由7.96 km^2 减至3.99 km^2 ,泉水干枯、减少的数量占总数的73.33%(徐友宁等,2008)。

矿山地质环境保护与治理恢复是矿产资源开发的必要内容。加拿大、澳大利亚和英国等发达国家十分重视矿山地质环境的保护(Otto,2009;Kempton et al,2010;Voulvoulis et al,2013),已形成了较为完善的矿山关闭制度和技术监督标准,如加拿大在矿山闭坑时,要求解决好环境与安全两方面的问题;澳大利亚采取崇尚自然、以人为本、恢复原始的闭矿理念,实施边开采边关闭的治理工程。与发达国家相比,我国矿山地质环境保护工作起步较晚,在制度、法规、技术和公众意识方面均存在差距。2009年国土资源部通过了《矿山地质环境保护规定》,明确了

矿山地质环境保护的权责和范围,并鼓励开展矿山地质环境保护的科学技术研究。在借鉴国外先进经验的同时,结合我国矿山开发特点,探索适合我国国情的技术标准,对于实现美丽中国的战略目标具有重要意义。

我国国土辽阔、自然地质条件复杂、区域经济不平衡,增加了矿山地质环境保护工作的难度,无法以统一的标准和技术要求开展恢复治理。以往对煤炭矿山地质环境问题和恢复治理的研究,多集中在山西、内蒙、四川和贵州这些煤炭资源富集区,以及区内的一些大型煤矿,如胡振琪(2010)对山西煤矿区土地复垦和生态重建开展了研究;徐友宁等(2008)对陕西大柳塔煤矿矿山地质环境问题进行了系统调查,并提出了生态环境保护的建议。除了这些大型煤矿外,在我国南方的广西、湖南、江西和福建等省份分布有大量的中小型煤矿,同样给当地的环境造成了严重影响。煤层薄、煤质差和气候温暖湿润等是这些矿山的自然背景特点,矿山地质环境问题分散和局部地段严重是其分布特征,缺少此类矿山地质环境问题的研究是其研究现状。为此,本书以国土资源部的矿山地质环境治理专项“广西壮族自治区合山市资源枯竭城市矿山地质环境治理项目”为依托,系统介绍广西合山的矿山地质环境问题特点和恢复治理方案,希望能为我国南方类似贫煤省份中小型煤矿的地质环境保护工作提供借鉴。

表 1-1 全国煤炭资源量统计(据宋洪柱,2013)

单位:亿 t

省市区	累计探获资源量	保有资源量	可利用资源量	尚未利用资源量	1~2km潜在资源量	1km以浅潜在资源量	储量	基础储量
辽宁	104.89	84.56	48.55	36.00	43.25	10.03	/(18.71)	31.18
吉林	29.12	22.21	17.18	5.03	31.43	38.06	1.28	12.40
黑龙江	235.57	218.31	87.94	130.37	59.84	141.91	9.44	74.14
皖北	371.48	352.23	189.17	163.06	394.48	35.64	40.58	88.03
苏北	43.28	33.30	22.91	10.39	36.37	2.22	6.98	11.22
北京	27.25	24	13.73	10.27	47.02	34.72	/(0)	9.40
天津	3.83	3.83	0	3.83	170.38	0.38	/(0)	2.97
河北	374.22	345.65	116.61	229.04	440.07	27.65	18.97	54.26
山东	333.67	227.96	57.10	170.86	109.02	36.82	/(34.26)	57.10
河南	666.81	617.78	114.36	503.42	643.23	67.50	72.64	115.36
皖南	2.59	1.54	1.43	0.11	5.54	10.53	0.20	0.81
苏南	3.15	2.72	0.96	1.76	7.71	7.22	/(0.41)	0.68
浙江	0.49	0.29	0	0.29	0.12	0	/(0)	0
福建	14.51	11.05	9.01	2.04	6.42	19.31	2.50	4.45

续表 1-1

省市区	累计探获资源量	保有资源量	可利用资源量	尚未利用资源量	1~2km潜在资源量	1km以浅潜在资源量	储量	基础储量
江西	24.73	19.70	1.87	17.84	12.79	34.04	/(4.20)	7.00
湖北	11.96	8.22	3.35	4.85	4.69	11.18	0.22	3.27
湖南	40.84	31.98	10.79	21.19	17.72	44.31	16.83	24.60
广东	8.27	4.85	4.00	0.85	4.53	6.61	/(0)	0
广西	24.26	21.27	9.434	11.83	2.56	18.43	2.83	4.90
海南	1.67	1.664	0	1.66	0	1.07	/(0)	0.90
蒙东	3 167.51	3 146.47	220.83	2 925.64	1.55	1 270.56	/(115.54)	192.56
蒙中	5 795.18	5 760.72	320.01	5 440.71	5 077.49	987.19	/(108.11)	180.19
山西	2 875.82	2 688.16	1 401.92	1 286.24	2 878.93	854.26	577.82	1 036.94
陕北	1 814.43	1 794.153	333.52	1 460.92	2 092.99	166.28	/(125.85)	209.75
宁夏	383.89	376.92	143.89	233.03	1 339.36	131.65	18.13	42.12
重庆	43.91	40.043	23.69	16.36	103.20	34.33	/(3.66)	6.09
川东	125.74	109.38	28.66	80.72	158.16	84.99	/(40.71)	67.85
贵州	707.61	683.43	74.17	609.26	1 003.45	877.49	126.58	186.86
滇东	294.88	282.67	47.33	235.34	189.51	246.19	47.54	86.19
陕南	1.22	0.96	1.05	0.17	0	0	/(0.09)	0.15
北疆	2 111.17	2 097.85	642.81	1 455.04	7 188.82	8 669.02	41.10	127.12
甘肃	167.45	158.66	31.84	126.82	1 502.69	154.11	23.57	45.91
青海	70.42	63.40	16.78	46.62	152.52	191.95	9.30	13.39
南疆	200.57	197.47	40.45	157.01	691.02	132.99	11.92	20.91
滇西	6.65	6.08	0.87	5.22	0.68	13.36	2.38	3.84
川西	17.05	13.33	4.16	9.16	6.50	9.56	/(5.48)	9.14
西藏	2.65	2.53	0	2.53	0	9.24	/(0.14)	0.24
全国	20 108.75	19 455.36	4 040.36	15 415.48	24 424.04	14 380.80	1 487.97	2 731.92

第二节 矿山地质环境保护和恢复治理发展历程

最早意识到矿山环境保护和恢复治理重要性的国家是美国与德国。在美国,1918年,印第安纳州的矿主自主地在采空区进行林业复垦;1920年,《矿山租赁法》中明确要求在矿产资源开发过程中保护矿区土地和自然环境。第二次世界大战后,随着露采矿山的迅速发展,矿区土地和生态环境的破坏日趋严重,美国各州相继出台法律规范矿区土地复垦。1939年,西弗吉尼亚州颁布了第一部采矿的法律——《复垦法》。此后,印第安纳州、伊利诺斯州、宾夕法尼亚州、俄亥俄州、肯塔基州陆续运用法律手段管理采矿的土地复垦工作(胡振琪等,2004)。在德国,从20世纪20年代开始在废弃的煤矿土地上植树,在1920年至1945年间,系统地研究了各种树木在采矿废弃地的适应性。随后,提出了在采矿废弃地采取多样性树种和混交的恢复方案,并以法律形式规定矿主必须进行矿山复垦及重建(魏远等,2012)。

20世纪60年代后,以美国和德国为代表的许多工业发达国家加速了制定矿区环境保护法规及恢复治理工程的实践活动,继而,进入了科学恢复的时代,如英国开始研究污染土地的修复和矿山废弃地的复垦(孟伟庆等,2008)。进入70年代,矿区环境恢复治理逐渐发展成为一门牵动着多行业、多部门的系统工程,它以采矿和地质为主体,集环境、农学、林学等多学科为一体(胡振琪等,2005)。1977年,美国国会颁布了第一部全国性的土地复垦法《露天采矿管理与复垦法》(Surface Mining Control and Reclamation Act,1977),法律严格规定露采矿山开采的复垦程序,土地复垦管理工作主要由内政部牵头,矿业局、土地局和环保局协助管理。

20世纪80年代以后,矿区生态环境治理工作呈现蓬勃的发展态势,诸多发达国家对矿山环境治理方面也相继提出了先进的恢复理念,如加拿大要求矿山闭坑时,在环境和安全两方面达到土地使用要求;澳大利亚则以崇尚自然、以人为本、恢复原始的理念,一边开采一边对开采结束的矿山进行恢复(Chai et al,2012)。虽然各矿业国家对矿山环境治理的理念不同,但都强调将矿区土地恢复到采矿前的生产能力,并形成稳定的生态系统。为此,Sengupta(1993)提出了矿山恢复的现代目标,这一目标包括:

- (1)建立稳定的景观地貌,满足审美学要求,并且与周边未开采区的环境相容。
- (2)对关闭矿山土地复垦,形成有效的生产能力和稳定的生态系统。
- (3)重塑矿区土地地形,使之能够满足稳定性和生产要求,但无需完全恢复到采矿前的样子。
- (4)矿区恢复以后的状态能够满足多种土地使用的要求。

矿山恢复的现代目标更看重对生态系统的管理,强调在建立生态系统时,应综合利用矿区土地,而不是简单地减少采矿对土地和生态环境的破坏。在恢复工程实施过程中,还需要广泛地接受社会建议,不断更新矿区物理、化学和生态等背景数据,采取灵活的管理制度和技术实践。为实现矿山恢复的现代目标,需要在政府、企业和研究机构之间建立公共的信息交流渠道,为此,加拿大怀特霍斯市提出了一个由多方利益群体共同协商来规划采矿战略远景的程序,被称为怀特霍斯采矿倡议(Whitehorse Mining Initiative)。该倡议强调由矿业公司、政府、工会、当地居民和周边社区的代表,共同制定矿山开发和恢复规划。通过政策和社区的联动,推动社会、经济和环境的可持续发展(Bowman,Baker,1998)。WMI领导委员会协议在1994年被签署,WMI将矿山恢复分为两部分,第一部分针对目前正在开采和未来新开矿山的恢

复,由7个主要的建议组成(图1-1),第二部分针对已经关闭的废弃矿山,主要由4个建议组成(图1-2)。

问题	建议
筹措资金	通过矿山恢复法律授权的可接收机制,需要向矿山开采者提供可供选择的恢复基金筹措方式
保证金	在项目许可审批时,矿山开采者和审批程序的管理者之间通过协商确定矿山恢复保证金
新开矿山	矿山恢复保证金必须覆盖整个矿山生命周期内所有矿山环境问题的恢复
开采中的矿山	应特别重视没有恢复计划的矿山,保证金应根据开采的阶段和环境现状确定
恢复基金	恢复基金应该像一般的收入一样流向相关公司并且纳税。基金应该在现有的税收政策中被保护
关闭矿山维护	采矿者严格执行了恢复计划,矿山不需要资金和风险保证时,采矿者的恢复责任完成,返还保证金
矿山恢复计划	多个部门的联络委员会应该参与到恢复计划的制订,从而制定经济的、时间有效的矿山恢复程序

图1-1 WMI 新开矿山和开采矿山的恢复建议
(据 Bowman, Baker, 1998)

问题	建议
责任主体	通过吸引矿山恢复后利益相关人的注意,来确定废弃老矿山恢复的责任主体
无主矿山	通过国家财政拨款来恢复责任主体灭失的无主矿山
废弃矿山	政府鼓励对废弃矿山的开发,按照规范的程序对矿山环境进行保护和恢复治理
公众参与	鼓励自愿地投入资金清理无主矿山,同时,增加企业的收益

图1-2 WMI 已关闭矿山的恢复建议
(据 Bowman, Baker, 1998)

我国的矿山环境恢复治理工作起步较晚,1989年颁布了《土地复垦规定》,标志着我国的矿山恢复进入了实质性的实施阶段。然而,矿区土地恢复的比率一直比较低,在20世纪80年代早期为0.7%~1%;20世纪80年代晚期为2%;20世纪90年代早期为6.7%;在1994年为13%(Li, 2006)。除了土地复垦的规定,其他的法规也从不同侧面为矿区土地恢复提供了技术标准和法律依据,如土地管理法、矿产资源法、环境保护法、煤炭法、水资源法、土壤环境保护

法、森林法和草原法等。在1999年修订的土地复垦规定里面,要求对采矿、地面沉降和尾矿堆等矿业活动破坏的土地进行恢复,对未实施恢复的土地,需要提交土地恢复费。就现状而言,我国矿山恢复的起点低、欠账多、地域间发展不平衡,规范化、科学化和法制化不够,与矿业发达国家差距较大。

第三节 发达国家矿山开发和恢复的举措

一、美国矿山环境恢复:联邦政府和州政府的举措

在1976年,露采煤矿占美国煤炭生产的55%,其开采成本低于地下开采,加之,煤矿生产大部分属于联邦政府,因此,联邦政府颁布了《露天采矿管理与复垦法》。该法案规定了矿山开采和土地复垦实施的统一标准,包括采矿许可申请的程序、复垦和采矿计划、复垦保证金、采矿许可的颁发和吊销规定、采矿许可修订的权力等。其目的是通过国家程序减小露采煤矿对社会和环境造成的不利影响。

《露天采矿管理与复垦法》规定了矿山环境恢复治理费用的来源。已关闭矿山的恢复治理基金由内政部负责。正在开采煤矿需要缴纳恢复治理费用,其标准为露采煤矿每吨缴纳35美分,地下煤矿每吨缴纳15美分,或者为生产煤炭价值的10%,缴纳年限最少15年;对于褐煤,缴纳额度为2%或者每吨10美分。所缴纳的恢复治理费用仅用于废弃煤矿的土地复垦。除此之外,各州和内政部分别提供50%的恢复治理费用,用于回填采空区、封堵巷道、复垦土地和矿区基础设施建设(Kite,1978)。

《露天采矿管理与复垦法》规定了露采矿山环境恢复的执行标准。该标准要求将土地恢复到采矿前更高和更好的标准,与之相应的地下水条件也应满足相应的要求。对于美国中西部的干旱和半干旱区,特别强调在采矿和恢复的整个过程中必须保证流域的基本水文功能。对于山顶、陡坡的露采矿,没有严格地要求恢复到采矿前的标高,但要求恢复后能够满足用地的要求。法案还特别强调对基本农田的保证,采矿人必须严格遵守土壤隔离或置换的要求。同时,采矿者在申请采矿许可时,必须提出能够使土地恢复到采矿前产量的方案,并获得批复,否则将无法获取采矿许可(Bowman, Baker, 1998)。

美国联邦政府的法律仅对露采矿山和铀矿山的恢复做出了明确规定,但对于其他类型矿山没有做出明确的规定。为此,各州政府也制定了矿山恢复的相关法案。在矿山恢复时,需要综合考虑联邦政府和州政府的法案。如华盛顿州的公共土地法(Public Lands Act)规定采矿用地申请由自然资源局(Department of Natural Resources)审批,在申请采矿许可时必须提供恢复计划。国家环境政策法(National Environmental Policy Act, NEPA, 1969)和州环境政策法(State Environmental Policy Act, SEPA, 1969)要求提供矿山的环境影响报告书(Environmental Impact Statement, EIS)。在申请采矿许可时,必须满足相应的环境标准法,例如:清洁空气法(Clean Air Act, 1977),联邦水污染预防和控制法(Federal Water Pollution, Prevention and Control Act, 1987)和危险物税法(Hazardous Substance Tax Act, 1987)等。下面是一些矿业发达州对矿山环境保护和恢复治理的规定。

(一) 亚利桑那(Arizona)

在亚利桑那州,矿山土地恢复的相关法规对矿山恢复计划和时间表、土地保护、矿山恢复

保证金和探矿活动等做了特殊要求。针对矿山环境恢复方案,明确了内容概要,包括:

- (1)限制公众进入露采矿坑、地下矿井和其他危险区域的措施。
- (2)侵蚀治理措施和确保矿山岩土体稳定性的措施。
- (3)植被恢复方案,以及植被恢复区的保护和监测。
- (4)生境再造及其与邻近区土地的融合。
- (5)采矿和环境恢复工程从开始到结束的时间表。
- (6)各恢复阶段和恢复方案的花费。

(二)科罗拉多(Colorado)

科罗拉多州矿山土地恢复法(Colorado Mined Land Reclamation Act, CMLRA, 1996)对矿山土地恢复的政策、信息交流和研究以及恢复计划的准备做出了详细说明。该法律规定矿山恢复计划是申请采矿许可的必要文件,同时,要求每年都要对恢复计划进行更新,更新的内容包括矿山的开采范围、上一年度恢复工程的实施情况、预测矿山开采和下一年度的恢复方案。恢复计划包括3部分内容:满足矿山恢复的一般要求、达到土地使用的基本要求和分期实施方案。

恢复计划的一般要求包括10项措施:

- (1)放缓坡度,满足关闭矿山土地使用的地形要求。
- (2)建土坝进行蓄水。
- (3)治理排放的酸性废水,防止含水层受到污染。
- (4)治理矿山垃圾(废弃建筑、矿山废弃物等),以美化环境和防治污染。
- (5)通过本土物种恢复(或重建)自我延续的植被系统。
- (6)储备表土。
- (7)最大限度地减少采矿对地表和地下水系统的影响。
- (8)防止矿区遭受周边滑坡或其他地质灾害的破坏。
- (9)确保采矿区地表稳定性。
- (10)使土地使用计划与当地的发展规划相一致。

在矿山土地恢复法中,对主要的土地类型也提出了特殊的恢复要求,包括:林地、农业用地、园艺用地、居住用地、休闲用地、工业用地和生态用地。各类用地必须满足相关要求,如物种选择、适当的责任保险、坡度和种植条件,以达到最终土地使用目标的最低标准,而矿权所有人需要按照这些要求进行恢复。

二、加拿大西北地区(NWT)的矿山恢复立法和指南

加拿大西北地区早期的采矿立法源自于1872年颁布的公共土地用法(Dominion Lands Act);1910年后,采矿的法规逐渐被完善,涵盖了采矿技术、土地恢复、环境保护和原住民土地索赔等各项内容。在加拿大西北地区,矿山土地恢复计划制定需要遵守土地法(Territorial Lands Act, TLA)和西北地区水法(Northwest Territories Waters Act, NWA)的有关规定(图1-3)。

TLA通过用地许可和土地功能区划对土地使用进行严格控制和管理,法案中规定了采矿和土地所有者的各项权益。同时,规定在缴纳矿山恢复治理的税金后方能获得采矿许可。与法案配套的两个土地使用条例为国有土地使用条例(Territorial Land Use Regulations,

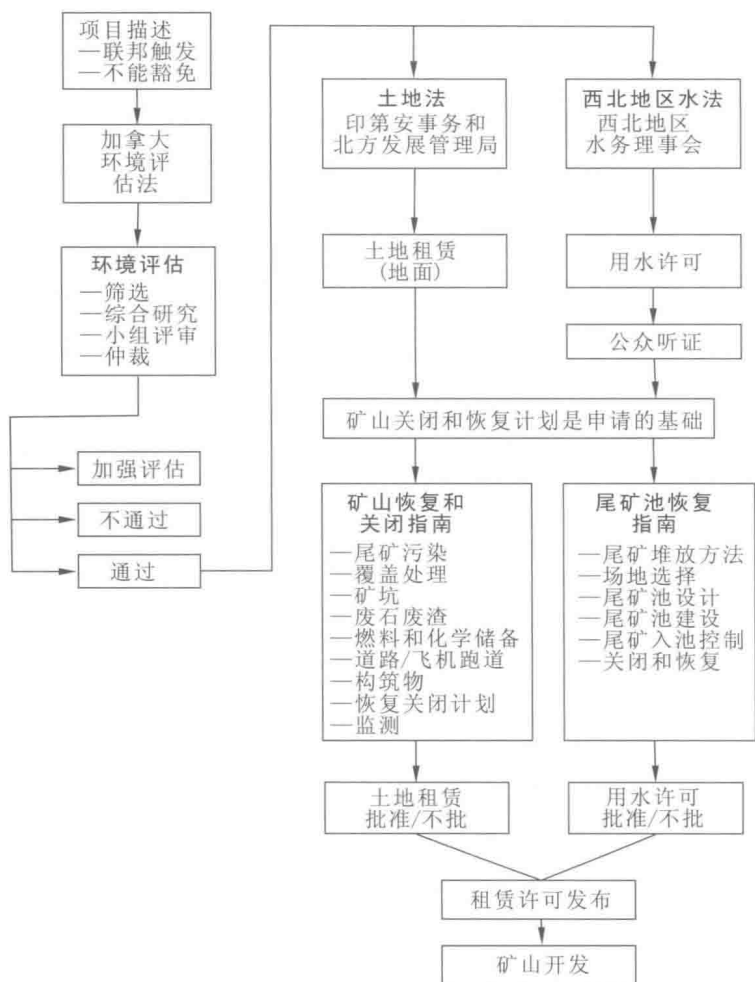


图 1-3 加拿大西北地区采矿许可申请和批准的流程

TLUR) 和国有土地条例(Territorial Lands Regulations, TLR)。

除了法律上对矿山恢复做出了规范外,加拿大还出台了矿山恢复的技术指南。在 1987 年,尾矿池的恢复指南出台,保护水资源不遭受尾矿的污染是指南的核心,通过技术设计减小对水资源的影响是指南的重点。指南提出了场地勘察、尾矿池设计、建设、矿山开采和关闭后尾矿池的安全及环境保护的相关技术标准。同时,规定在采矿前需提交采矿许可、采矿计划、监测计划、突发事件处理计划和关闭计划。其中,关闭计划要集中解决侵蚀和植被恢复问题,确保矿区的物理完整性。1990 年,矿山关闭和恢复规划编制的指南出版,进一步规范了矿山开发的要求,规定了如何防治采矿引起的环境退化和恢复方案,图 1-4 为矿山恢复计划中需要涉及的内容和问题。指南鼓励综合的恢复程序,并通过灵活的批复程序使恢复计划在整个矿山生命中能够随时根据实际情况进行修订(Bowman, Baker, 1998)。

1992 年,加拿大完成了北方矿山水资源的研究报告,该报告提出了“矿山关闭设计”的概念,将关闭设计概括为 7 步:

- (1)描述和评估开采前的矿区环境。

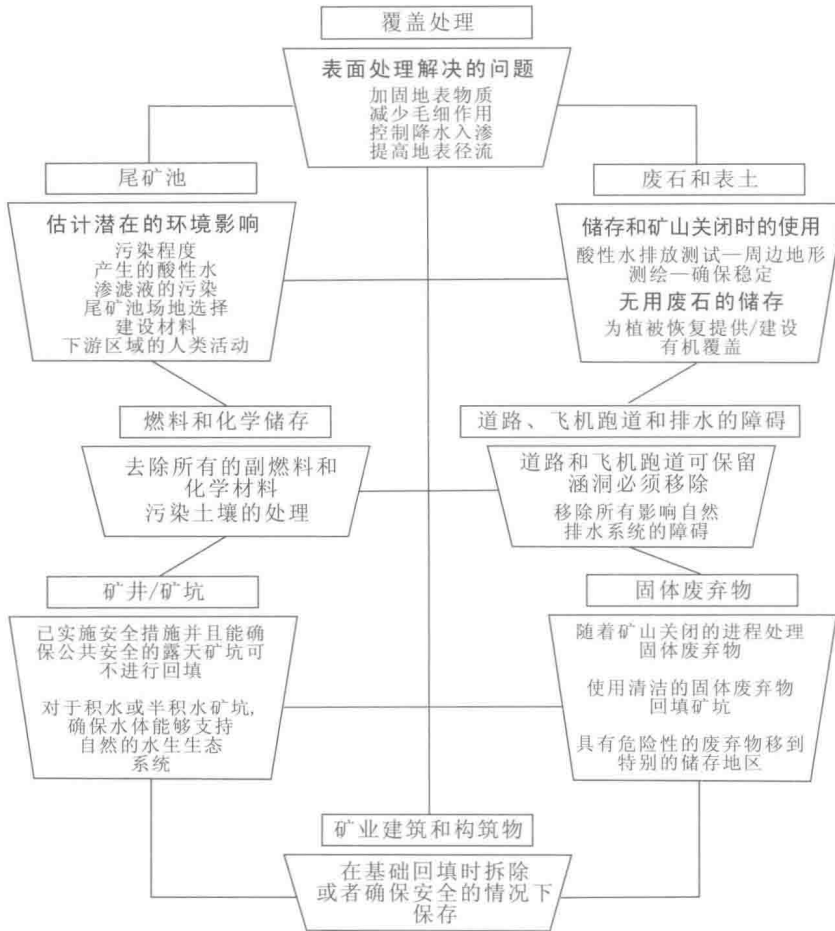


图 1-4 加拿大西北地区矿山恢复计划需涉及的内容和问题

- (2) 确定矿区岩土的物理、化学特征,分析矿山生态系统的功能和结构。
- (3) 调查正在开采和已关闭矿山的恢复方案与措施。
- (4) 在矿山恢复方案和措施的基础上,评估矿山开发对环境的影响性,若无法满足矿山目标,则修改恢复方案,若环境影响性无法被接受,则考虑是否开发矿山。
- (5) 确定监测和后期维护的要求。
- (6) 编制矿山建设和分阶段开发的计划与预算。
- (7) 确定经济上可行的恢复方案。

虽然该报告没有写入加拿大西北地区矿山恢复技术指南和相关政策,但它进一步明确了加拿大北方地区矿山关闭和开发计划之间的流程。

1997年2月,印第安事务和北方发展管理局(Department of Indian Affairs and Northern Development, DIAND)发布了一份加拿大西北地区矿山恢复的咨询文件,该文件广泛地征集了矿山相关利益群体的意见,并最终促使矿山恢复政策的出版。政策草案在协调土地和水资源两个基础政策框架后,提出矿山恢复计划应着力解决矿山开发过程中的水土环境问题。进而,对矿业公司提出了一些新的要求: