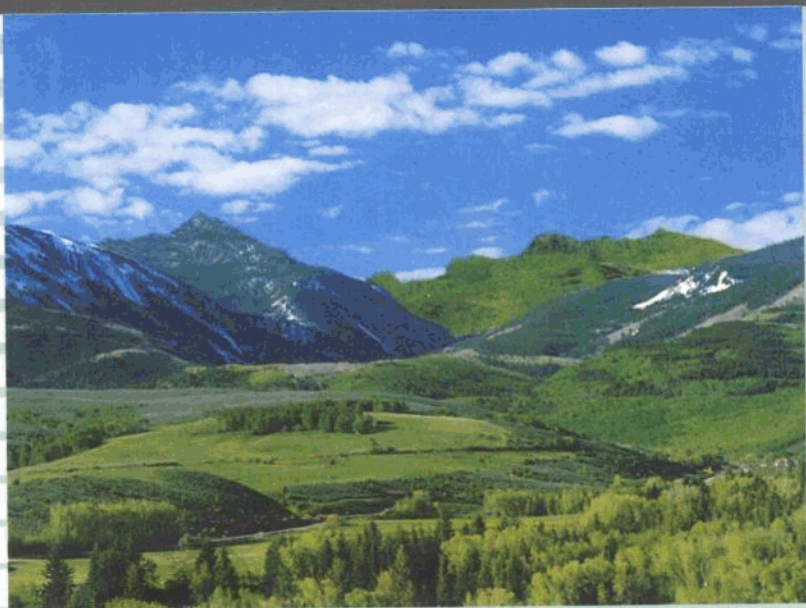


胡明安 等著

鄂东南大型矿业基地 资源开发的环境影响评价指标及 生态重建示范工程调研



中国地质大学出版社

目 录

第一章 前言	(1)
第二章 研究工作部署及实施方案	(5)
§ 2.1 总体部署及工作路线	(5)
§ 2.2 工作阶段划分及目标任务	(5)
2.2.1 工作阶段划分	(5)
2.2.2 2002 年度目标任务	(6)
2.2.3 主要工作内容、技术路线及工作量	(6)
第三章 我国矿山环境影响及评价研究现状	(10)
§ 3.1 我国矿山生态环境与保护现状	(10)
3.1.1 矿山生态环境现状	(10)
3.1.2 矿山环境问题的防治及保护现状	(14)
3.1.3 矿山生态环境保护的主要组织措施及经济手段	(17)
§ 3.2 我国矿山环境评价和治理中存在的主要问题	(17)
3.2.1 存在的主要问题	(17)
3.2.2 正确的评价观念	(19)
§ 3.3 我国矿山环境影响评价指标体系研究的现状	(20)
3.3.1 评价指标体系建立的目的和意义	(21)
3.3.2 几种有代表性的评价指标体系	(21)
3.3.3 矿山环境影响评价指标体系研究中存在的问题	(26)
第四章 鄂东南大型矿业基地矿产资源及其开发利用	(27)
§ 4.1 地理位置	(27)
§ 4.2 鄂东南矿产资源状况	(28)
§ 4.3 鄂州程潮铁矿资源开发利用概况	(30)
4.3.1 矿产资源	(30)
4.3.2 矿区地质	(33)
4.3.3 矿区开采	(36)

4.3.4 矿区选矿·····	(37)
4.3.5 矿石储运·····	(38)
§ 4.4 大冶铁山铁铜矿资源开发利用概况 ·····	(38)
4.4.1 矿产资源·····	(39)
4.4.2 矿区地质·····	(39)
4.4.3 矿产资源开采·····	(41)
4.4.4 矿区选矿·····	(43)
第五章 鄂东南大型矿业基地矿山地质环境基线及现状 ·····	(44)
§ 5.1 矿山地质环境质量研究 ·····	(44)
5.1.1 矿山地质环境质量研究方法·····	(44)
5.1.2 鄂东南环境背景值·····	(48)
5.1.3 地质环境质量参数·····	(50)
§ 5.2 铁矿区地质环境现状 ·····	(54)
5.2.1 环境污染·····	(55)
5.2.2 矿山生态环境问题·····	(72)
5.2.3 环境污染引发地方病和职业病·····	(74)
5.2.4 矿山环境治理·····	(75)
§ 5.3 铁铜矿区地质环境现状 ·····	(77)
5.3.1 环境污染现状评价·····	(77)
5.3.2 生态环境现状评价·····	(83)
5.3.3 人体健康现状·····	(85)
5.3.4 矿山环境的恢复·····	(86)
第六章 鄂东南大型矿业基地资源开发的环境影响因素及影响机理 ·····	(88)
§ 6.1 环境影响因素的分类 ·····	(88)
§ 6.2 环境影响因素及其影响机理 ·····	(90)
6.2.1 固体废弃物·····	(90)
6.2.2 被污染的土壤·····	(101)
6.2.3 液体污染源·····	(105)
6.2.4 气体污染源·····	(109)
6.2.5 噪声污染源·····	(112)
6.2.6 地质灾害影响源·····	(116)

第七章 矿山环境影响评价的理论基础	(118)
§7.1 矿产、环境与经济	(118)
7.1.1 矿产资源与经济发展	(118)
7.1.2 矿产资源与环境影响	(120)
7.1.3 矿产、环境与发展经济的关系	(123)
§7.2 矿产-环境-经济系统(MEES)的理论基础	(123)
7.2.1 可持续发展理论	(123)
7.2.2 系统理论	(126)
§7.3 矿产-环境-经济系统(MEES)的建立	(129)
7.3.1 MEES 结构及内部要素组成	(129)
7.3.2 MEES 的特性	(130)
7.3.3 MEES 的功能	(131)
7.3.4 MEES 研究的主要内容	(131)
第八章 矿山环境影响评价指标体系	(133)
§8.1 评价指标体系建立的思路 and 原则	(133)
8.1.1 评价指标体系建立的思路	(133)
8.1.2 评价指标体系建立的原则	(133)
§8.2 鄂东南矿山环境影响评价指标体系的设计	(134)
§8.3 鄂东南矿山环境影响评价指标体系的构建	(137)
8.3.1 矿产资源开发指标	(137)
8.3.2 自然生态环境指标	(148)
8.3.3 经济社会环境指标	(162)
§8.4 层次分析法指标权重的确定	(169)
第九章 国内矿山生态重建示范工程调研	(172)
§9.1 国内矿山环境生态重建现状	(172)
9.1.1 矿山发展对生态环境的影响	(172)
9.1.2 我国矿山生态重建——土地复垦现状	(172)
§9.2 矿区生态系统有关理论	(174)
9.2.1 问题的提出	(174)
9.2.2 矿区生态复垦理论	(175)
§9.3 生态重建应用实例分析	(177)

9.3.1 包官营铁矿生态重建示范工程	(177)
9.3.2 江西永平铜矿生态重建示范工程	(182)
第十章 国外矿山生态重建示范工程调研	(188)
§ 10.1 生态恢复和重建的提出及理论基础	(188)
10.1.1 生态恢复学的产生	(188)
10.1.2 生态恢复和重建的概念	(189)
10.1.3 生态恢复重建的实现途径——生态恢复工程技术	(190)
§ 10.2 国外矿山环境生态重建实践的状况	(192)
§ 10.3 国外典型矿山环境生态重建工程	(194)
10.3.1 美国卡罗莱纳州 Knnecott Ridgeway 露天金矿的恢复和重建	(194)
10.3.2 法国 La Martinie 露天煤矿的复垦	(196)
10.3.3 澳大利亚芒特莱尔铜矿环境的恢复	(199)
10.3.4 德国铀矿山的退役和生态环境恢复	(201)
§ 10.4 国外矿山环境生态重建经验	(204)
第十一章 结束语	(207)
§ 11.1 主要研究进展	(208)
§ 11.2 下步工作建议	(209)
§ 11.3 存在的问题	(214)
主要参考文献	(215)

第一章 前言

中国地大物博,人口众多,矿产资源极其丰富,大、中、小型矿山几乎遍布全国所有省、市、自治区。由于矿产资源的开发、利用,许多矿区已发展成为中、小型城市。据地矿、冶金、有色金属、煤炭、核工业、黄金、石油、建材、化工等矿业生产管理部门的不完全统计,我国现有国有矿山企业 7 600 多个,集体所有制矿山 7 800 多个,个体采矿点 12 万多个(盛业华等, 2001)。我国已形成了 300 多座以矿业作依托的工业城市,从事矿业生产的职工有 800 多万人。1996 年,我国矿区采掘量总计超过 50 亿吨。目前,我国 70% 以上的工业原料取自矿产资源, 95% 以上的能源来自矿物能源。矿业已成为我国国民经济的重要基础产业,我国的矿业开发规模已居世界第三位,成为世界矿业大国。

资源、环境、人口与发展是当今世界关系人类生存和发展的四大基本问题,我国是这四个方面矛盾最为突出的少数国家之一。矿产资源是极其宝贵的自然财富,是人类赖以生存和发展的物质基础。简而言之,整个人类的发展史从某种程度来说就是人类开发利用天然岩矿材料的历史。新世纪对矿产资源的需求将有增无减,国家的安全与社会的可持续发展要求矿产资源有充分保证。在知识经济时代,矿产资源开发仍将具有重要意义。然而,矿产资源的开发具有双面性,一方面为国民经济的发展提供了不可缺少的矿产资源,支撑了区域经济的发展,产生了巨大的经济效益;另一方面也带来了生存环境恶化和生态失衡的负面影响,并给经济和社会的发展带来了不可持续的因素。因此,矿产资源开发、经济社会发展和自然生态环境三者之间存在着复杂的相互影响、彼此依存的密切关系。

矿产资源的开发,实际上消耗的是两种资源:即矿产资源和环境资源。长期以来,为满足国民经济发展的需要,我们国家进行了大规模的地质、勘探、采矿和冶炼活动。受认识的局限和技术水平的限制,矿业开发活动对环境造成了很大的危害,甚至已经危及到了社会的可持续发展。这些危害具体表现在:①对自然地地貌形态的改变;②引起相应的环境地质灾害;③对周边环境的污染危害(固、液、气、声和放射性等污染);④矿区周边生态环境的失衡。这种由于矿业自身发展的不可持续常常会引起地方经济发展的不可持续。因此,如何尽快、动态地对特定区域尤其是已有大型矿业基地的环境影响状况进行评价,提出其有效的生态重建方案对实现该矿业基地的持续发展是一个迫切需要解决的重大课题。

基于矿产、经济和环境之间复杂的相互关联关系,以系统论思想把三者纳入一个统一的整体中,构建一个有机的矿产-环境-经济系统(MEES: Minerals-Environment-Economy System),通过对 MEES 内部结构的分析和外部功能的表征,实现对区域矿产资源的开发现状、社会效益、矿业经济活动对生态环境影响及其存在的主要环境地质问题的系统分析。从可操作的角度来说,开展矿业基地地质环境影响评价指标体系的研究,制订科学有效的评价指标体系,进行矿山地质环境评价;并广泛调研国内外矿山生态重建工程的现状及技术方法,掌握矿山生态恢复与整治工作的动态,对实现矿业基地发展的可持续性具有重要的现实意义。

鄂东南大型矿业基地矿产资源丰富,矿床成因类型复杂,以铁、铜为主,其次有铅、锌,

共生或伴生有钨、铅、钼、锌、金、银、钴、镍、镓、锗、硒、碲、铀、硫、石膏等。该区已发现 6 种矿床成因类型及大小矿床近 50 余个。鄂东南地区矿产采冶历史悠久,从春秋战国时期就大规模采冶铜矿,是中国著名的大型铁铜矿业基地。该区人口稠密,工农业发达,是华中重要的矿业开发基地和农业生产基地。由于矿山开发利用而发展建立起来的黄石市,市区人口 51 万,为华中地区新兴的工业城市和长江中游的重要港口。该区交通便利,长江位于该区北侧,武大铁路从区内穿过,京广和京九两条大动脉从该区东西通过,是华中地区重要的经济发展区,也是一个重要的工业区和农业区。长时期大规模的地质、勘探、采矿、冶炼活动,也同样给该区带来了生存环境恶化和生态平衡失调的负面影响。因此,对该大型矿业基地矿产资源的开发现状、社会经济效益、矿业经济活动对生态环境影响及其存在的主要环境地质问题进行初步调查分析,开展矿山地质环境影响评价指标的研究,制定评价指标体系,进行矿山地质环境评价和矿山环境保护研究就显得格外重要和必要。

根据中国的国情和矿山环境的状况,我国政府制定了一系列有关矿山环境研究的措施以及相关的法律法规。国土资源部在 2001 年 3 月 29 日的“国土资发[2001]97 号文件”关于《国土资源部科学技术发展“十五”计划纲要》中指出:“实现矿产资源的可持续利用,建立矿山地质环境治理与土地复垦示范工程,提高我国矿山地质环境保护水平”,“开展资源-环境-经济效益综合评价方法体系示范研究”。中国地质调查局在 2001 年 3 月的《中国地调局“十五”规划草案》中也指出“要进行矿产资源富集区和矿业基地的地质-生态环境评价及无害化利用的示范研究,以探索资源开发与环境保护相互协调的发展模式”。

“大型矿业基地资源开发的环境影响评价指标及生态重建示范工程调研”即是在此背景下由中国地质调查局管理和下达的地质调查综合研究项目“典型矿山地质环境评估”的一个子项目,项目实施单位和项目负责单位为中国地质环境监测院,子项目编码为 200212300015。项目的总体目标任务是:通过对我国大型矿业基地资源开发现状、矿业经济活动对生态环境影响及其存在的主要环境地质问题的初步调查与分析,开展矿山地质环境影响评价指标的研究,制定我国地质环境调查与评估的评价指标体系;开展国内外矿山生态重建工程的现状及技术方法的调研,掌握矿山生态恢复与整治工作的动态;为我国矿山地质环境调查与评估工作以及矿山生态环境的整治提供相应技术支撑。

科研组认真学习了项目的上级主管单位中国地质调查局和中国地质环境监测院的文件指示精神,经过讨论、研究,查阅大量国内外资料,编写了项目设计书。并于 2002 年 8 月 29 日由科研组负责人胡明安教授在北京中国地质环境监测院科技报告厅,向项目设计审查组专家作了详尽的答辩、汇报。项目设计书最终质量评分为 90.8 分,为优秀。科研组又经过反复讨论,根据审查组技术专家和经济监审专家的审查意见,对项目设计又作了认真、细致的修改。

科研组对所选定的大型矿业基地鄂东南地区的地质、地理、农业、环境、矿产、采矿、建材、人文、水文、气候、历史进行了广泛的调研,走访了湖北省地勘、冶金系统,化工环保系统,以及中国地质大学曾在该区作过地质、地化、环境研究方面的专家、工作人员,收集了大量的基础资料,为鄂东南大型矿业基地典型矿山野外实地调研作准备。

2003 年 1 月 7 日至 1 月 29 日,科研组分成两个野外小组,分赴鄂东南大型矿业区内的大冶铁山铁铜矿区和鄂州程潮铁矿区。其中,在大冶铁山工作的有刘伟、张晓军、赵百胜、赵颖弘;在程潮矿区工作的有胡明安、徐伯骏、季翱、郑先伟和苗俊华。在 3 周多的野外工作时间里,两个野外小组详细地质环境调查面积达 264km^2 (程潮 97km^2 , 铁山 167km^2), 普

查面积 774km²，工作面积共计 1 038km²。进行环境地质路线调查 18 条，总长约 68km。包括铁山矿区 10 条，在其中 7 条路线采样 219 件；程潮矿区 8 条，在其中 4 条路线采样 189 件。两矿区共采取 408 件标本，拍摄照片 437 张。回校后经过筛选，选择送样测试分析 263 件：土壤 65 件、水 57 件、水系沉积物 60 件、植物 61 件、基岩岩石 20 件（另外收集前人基岩岩石化学成分分析 87 件）。

另外，科研组成员于 2002 年 9 月 3 日至 9 月 30 日在鄂东南地区大冶铁山铁铜矿区、程潮铁矿区以及铜绿山、金山店、巷子口、灵乡等采矿区带领本科生野外地质实习时，就已经依据项目申请书上的有关内容，收集了部分资料，作了矿山环境地质的有关调研，为项目的实施作了前期的科研工作积累。

在充分掌握第一手资料并收集前人有关资料和测试数据的基础上，经过综合、整理、归纳、分析，根据鄂东南大型矿业基地典型矿山资源开发的现状、矿业经济活动对生态环境的影响及其存在的主要环境地质问题进行了调研，开展了鄂东南大型矿业基地矿山地质环境影响评价指标体系研究，制定了适用于该区矿山地质环境调查与评估的评价指标体系。

科研组还系统收集、整理了大量中、外文资料，了解国内外不同地理区域的矿产资源开发的环境影响现状，初步开展国内外矿山生态重建恢复工程与现状及其技术方向的调研，掌握矿山生态恢复与整理工作动态。

科研组分工合作，几经讨论，几易其稿，最后按期完成并向项目的上级主管单位提交了《鄂东南大型矿业基地资源开发的环境影响评价指标及生态重建示范工程调研》这篇科研报告。

本项目的圆满完成，首先得益于项目的上级主管部门中国地质环境监测院和中国地质调查局有关领导的支持。国土资源部环境司（原）司长、中国地质环境监测院（原）院长李烈荣教授在项目的设立、构思、设计和任务的实施，以及每阶段的科研工作汇报诸个环节以其渊博的知识、新颖的思路、独到的见解，都给予了具体指导和热情帮助。

在项目的实施过程中也倾注了中国地质环境监测院总工程师李文鹏教授的关心和帮助，为了项目的顺利实施，李文鹏教授对于其付诸实施、经费的安排及报告的编写提出了及时、有益的建议和周到的安排，给予我们毫无保留的支持与指导。

国土资源部环境司、老科协、咨询中心及中国地质环境监测院等单位与岑嘉法教授、李烈荣教授、王瑞云教授、哈承祐教授、赵运昌教授、孙培善教授、段永侯教授、刘建伟教授、田廷山教授、张进德教授、林良俊工程师以及李文鹏教授、吴玲高工组成的专家组，对项目设计书进行了认真细致审查，他们以其渊博的环境科学的知识、丰富的科学实践经验、最新的科学理论，对项目设计及具体实施提供了及时、有益的指导。

鄂东南地区鄂州程潮铁矿山及大冶铁山铁铜矿山有关负责同志从各自不同的工作岗位，以不同的角度，在各个方面，对本项目的野外调查提供了积极的支持。本科研组成员多次到矿区工作，自始至终都是在程潮铁矿和铁山铁铜矿提供良好的工作条件和生活环境中，在彼此真诚相处、相互支持、相互学习的友谊气氛中圆满完成的。

本项目的完成，还得益于中国地质大学（武汉）副校长姚书振教授、副校长王焰新教授对科研组的支持和指导。科研组从组建到项目的实施，都得到了两位校领导的关怀和爱护，当我们就矿产资源、资源经济及环境科学方面的问题向这两位教授请教时，我们总是能够得到他们的悉心指点。中国地质大学（武汉）工程学院院长唐辉明教授、校科技处副处长周爱国教授在项目的立论及实施过程中提供了环境科学研究方向的有益指导。

中国地质大学马振东教授、鲍征宇教授及蒋敬业教授，他们长期从事环境地球化学的教学与科研，并在鄂东南地区指导本科生和研究生进行环境科学的研究，积累了丰富的经验。当我们就项目研究中的疑难问题向他们请教时，我们总能得到他们的宝贵帮助。

宜昌地质矿产研究所所长李金发教授级高工，副所长姚华舟教授级高工及所办主任张旺驰教授级高工，对于项目的野外实施，室内研究及标本测试提供了无私的帮助和指导性意见。

笔者借此机会，向中国地质环境监测院领导及同行们，向宜昌地质矿产研究所的领导及同事们，向程潮铁矿，向大冶铁铜矿，向中国地质大学及上述有关单位的有关领导及科技界同行深表诚挚的谢意！

第二章 研究工作部署及实施方案

§ 2.1 总体部署及工作路线

尽管在国外工业发达国家已有多年矿山环境治理的历史和经验,但在我国进行矿山环境的全面治理、评价还仅仅是开始。这是一项涉及多学科、多领域、多层次的系统工程。尤其是我国地域辽阔,疆土面积广大,地理景观类型多样,地质条件复杂,矿床种类齐全,气候变化明显,矿山环境问题积恶甚多,矿山地质环境问题就显得更为突出,更为特殊。

对于这项系统工程的总体部署是:在为期三年的研究时间里,根据可持续发展原则,以系统论为理论基础,以 3S 等高新技术为技术支撑,以野外实地调查、示范工程调研等有效方法为方法学基础,通过矿产经济学、环境地质学、环境地球化学、矿床地球化学、元素表生地球化学、土地资源学、数学地质、水文地质学及工程地质学、第四纪地质学等多学科综合研究,进行矿产-环境-经济(MEE)联合评价,综合分析 MEES 内部各要素之间的相互行为、关系、特征,研究、制定适用于我国各种不同类型矿业基地资源开发的环境影响评价指标体系。总体研究工作共分三年完成:

第一年度(即 2002 年度),采用“点上解剖,面上综合,由点到面,点面结合”的研究路线,首先对鄂东南大型矿业基地中的铁山、程潮两个典型矿山开采区进行重点解剖,进而对整个鄂东南大型矿业基地进行全面研究,了解该矿业基地地质环境的现状及因矿业活动而引起的生态平衡破坏和环境恶化的状况,建立其科学、可操作的矿山地质环境影响评价指标体系;并且,通过对国内外相关生态示范工程及其技术方法的调研,掌握矿山生态工程恢复整治工作的动态,为该区生态恢复工程提供技术支撑。

在接下来的第二年度和第三年度(即 2003 年度~2004 年度)的时间里,将依据第一年度的研究经验和工作成果,对我国不同地理区域、不同气候条件、不同地质背景及不同矿床类型的矿山进行重点调查、典型研究、对比分析。在综合研究的基础上,最终建立适用于我国不同类型景观条件下矿产资源调查工作的各种不同类型地质-环境评价指标体系,为我国矿山环境地质调查与评估工作以及矿山生态环境的整治提供相应的技术支撑。

§ 2.2 工作阶段划分及目标任务

2.2.1 工作阶段划分

2002 年度的研究工作共分为 5 个阶段:

第一阶段:接受任务,收集资料,编写项目设计书;送审项目设计书并通过项目设计答辩;作好鄂东南大型矿业基地典型矿山野外实地调研的准备。

第二阶段：实施鄂东南大型矿业基地典型矿山的野外实地调研。

第三阶段：根据鄂东南大型矿业基地典型矿山资源的开发现状、矿业经济活动对生态环境的影响及其存在的主要环境地质问题的初步调研，开展矿山地质环境影响评价指标体系研究，并制定适用于鄂东南大型矿业基地矿山地质环境调查与评估的评价指标体系。

第四阶段：系统收集、整理有关资料，开展国内外矿山生态重建恢复工程的现状及其技术方法的调查研究，掌握矿山生态恢复与整治工作的动态。

第五阶段：正式完成并提交、送审《鄂东南大型矿业基地资源开发的环境影响评价指标及国内外矿山生态重建示范工程调研》的调研报告。

上述工作的完成，为项目总体研究工作在其后的第二和第三年度里的继续进行，为全面系统调查我国不同地理区域、不同气候条件、不同地质背景及不同矿床类型矿山矿产资源开发的环境影响现状，并制定适合我国不同类型矿业基地资源开发利用的环境影响评价指标体系提供研究范例和实施经验。

2.2.2 2002 年度目标任务

(1) 完成鄂东南大型矿业基地大冶铁山和鄂州程潮两个典型矿山的地质环境和生态环境的调查、研究。

(2) 研制适用于鄂东南大型矿业基地资源开发的环境影响评价指标体系。

(3) 进行国内外矿山生态重建示范工程调查研究，掌握矿山生态恢复与整治工作的动态，提供矿产资源可持续发展所需要的环境信息。

(4) 完成《鄂东南大型矿业基地资源开发的环境影响评价指标及国内外矿山生态重建示范工程调研》的调研报告。

2.2.3 主要工作内容、技术路线及工作量

1. 2002 年度主要工作内容

为完成总体目标任务，2002 年度将参考图 2.1 所示的工作模式图进行分步实施，具体工作内容主要有：

(1) 鄂东南大型矿业基地大冶铁山铁铜矿床及鄂州程潮铁矿床等两个典型矿山的野外实地调查研究，了解矿产资源开发利用的环境影响现状。

(2) 研究、制定鄂东南大型矿业基地矿山环境评价的指标体系：通过对矿产-经济-环境（MEE）系统的基本概念、研究对象、内部构成、结构、功能、层次特征及其内部各因素的互动机制的深入探讨，构建 MEES 支撑理论。在此基础上，针对鄂东南大型矿业基地矿山的特点和现状，研究并制定鄂东南大型矿业基地资源开发的环境调查与评估的评价指标体系。

(3) 生态重建示范工程调研：进行环境现状调查与评估，包括社会经济环境现状调查、现状污染源调查、环境质量现状调查与监测，充分调研国内、国外大型矿业基地资源开发的相关生态工程重建的现状与成功实例，了解、熟悉国内外矿山生态环境重建整治工作的技术方法及动态。

(4) 编写《鄂东南大型矿业基地资源开发的环境影响评价指标及生态重建示范工程调研》的调研报告。

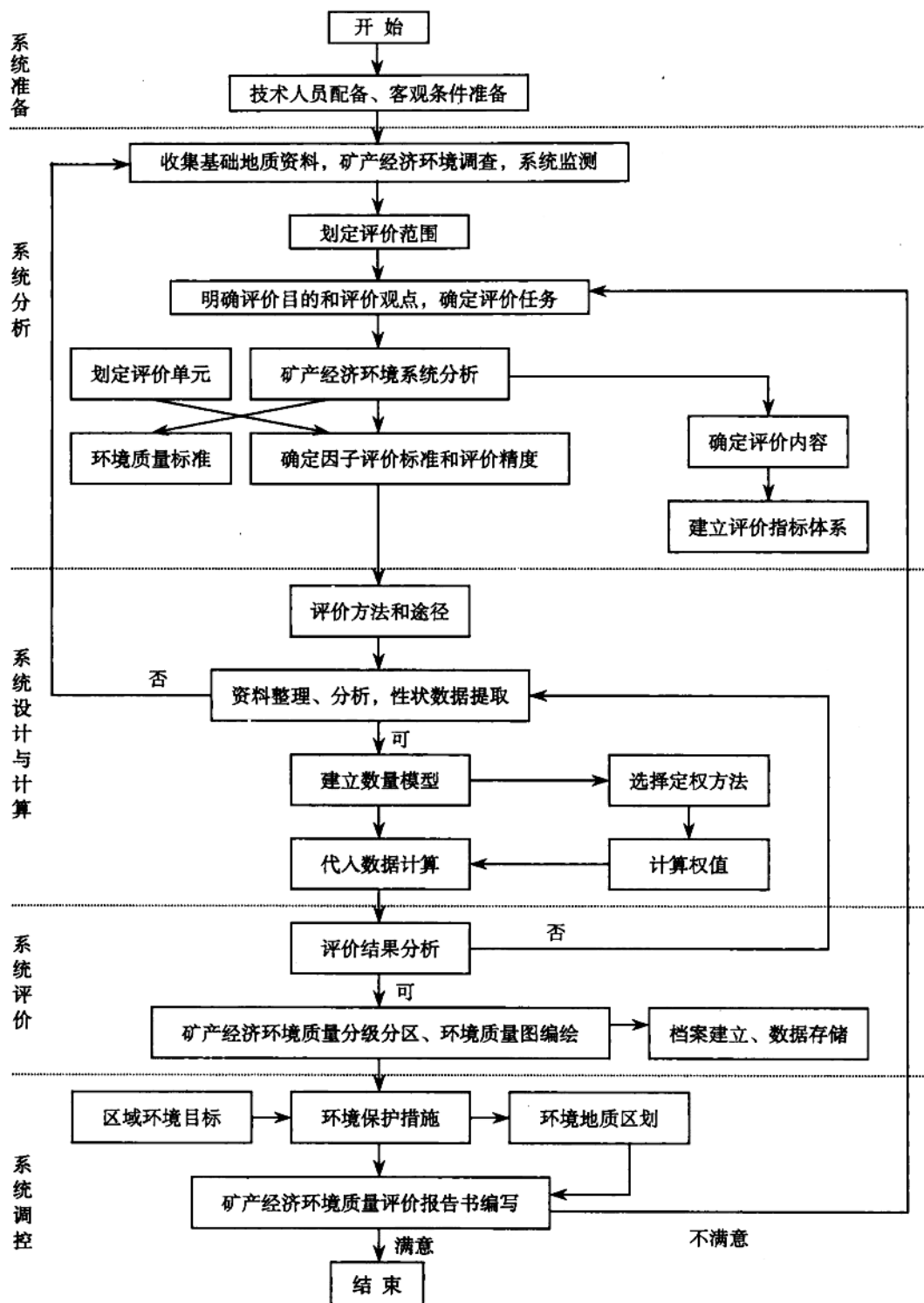


图 2.1 大型矿业基地资源开发的环境影响评价指标体系工作模式图

2. 技术路线

为完成上述总体目标任务，技术路线的总体设计是：

(1) 区域环境背景研究

鄂东南大型矿业基地的区域环境背景值调查，调查在工作地区附近未被开拓的、未被扰动的，亦即在未受污染或基本未受人为活动污染的情况下，岩石、土壤、水体、动物、植物等的天然化学组成。在一个未受污染的地区，初步查明岩石、矿石中化学元素的天然含量水平与分布特点，以便与矿业开发产生的矿山环境进行对比，研究自然界环境的基本化学性质及组成。

(2) 矿业基地环境现状调查与评价

选择基地内具有代表性的铁山和程潮两个典型矿山为调查对象，到矿山进行实地野外调查研究。根据资源开发活动的特点和矿业区的环境情况，结合国家以及当地的环境法律、法规、规章及标准等，分析和识别开发活动可能对矿业区环境产生影响的因素，并在此基础上选择评价因子。

(3) 确定环境影响源

矿产资源的开发活动环境影响源分析主要是查清环境影响因素（源）、影响强度、影响源的分布、影响源形式和控制措施，对区内各种采矿活动造成的污染源、污染物质进行调查研究；对污染物质在自然环境中的转移、循环和积累规律进行研究；研究环境污染物质的处理和防治措施。

矿产资源开发活动环境影响源的类型主要有：大气环境影响源、水环境影响源、噪声影响源、固体废物影响源、生态影响源和社会经济环境影响源。

矿产资源开发活动影响源分析方法主要有：类比法、经验公式法和排放系数法等。

(4) 分析环境影响机理

在矿产资源开发活动影响评价工作中，要进行环境影响机理分析，亦即要研究矿产资源开采造成的自然景观的破坏、水土流失、占压土地、泥石流、坍塌、崩落、滑坡等地质灾害的现状及其形成机制；要研究岩石、矿石在地表风化条件下的氧化行为以及其中所含元素的表生风化性状；要研究和分析岩石、矿石、土壤、水系及各种生物中各元素的来源、含量以及各元素的存在形式，尤其是对那些与环境影响关系较大的某些特殊元素，如 Pb、Hg、Cu、Cd、Sb、As、S 等更要详细研究。

(5) 确立矿山环境评价理论基础

以可持续发展理论、系统论为理论基础，研究矿产资源、环境、经济的特点、发展形式、发展规律，探讨这三者之间的内在联系、相互依存关系及其影响效果，确立矿山环境评价的理论基础，构建 MEES 理论。

(6) 构建环境影响评价指标体系

以系统论为理论基础，通过对区域 MEES 的分析，探讨其 3 个子系统之间的关系，并从系统运行的特征出发，提取其中具有标识意义的、基本可以表征系统内在本质及其运行特征的信息，根据所提取的信息来构建区域 MEES 的评价指标体系。

本指标体系以及各个单项的指标应该具备以下特点：

——内部逻辑清晰、结构合理，单项指标与系统的关系明确，对系统具有明显的标识作用；

——层次性强，具有严密的等级体系；

——具有对系统在时间上和空间上进行把握的能力；

——可操作性强，每个指标应由一定数量的环境监控项目变量要素构成，并提供指标评价的具体计算方法。

这样，我们可以依据各个指标的表现和变化，既可以分析、比较、判别和评价区域 MEES 运行的状况、进程和发展趋势，又可以预测其未来演化、模拟其对策方案预选和监测预警。它可以作为决策者、实施者和社会公众认识和把握区域 MEES 运行状况的有效手段。

(7) 国内外矿山生态环境的现状调研

调查国内、外在不同地理景观、不同气候环境、不同地质条件下的不同类型中的典型矿业基地资源开发利用的环境影响情况、矿山生态重建工程的现状及技术方法，掌握国内外矿山生态恢复与整治工作的进展与动态。

3. 工作量

(1) 鄂东南大型矿业基地资源开发环境影响评价指标体系的研制；

(2) 国内、外矿山生态重建工程的现状及技术方法的调研；

(3) 鄂东南大型矿业基地大冶铁山及鄂州程潮两个典型矿山资源开发环境影响现状和生态重建工程调查。

野外调查具体实物工作量：

——鄂东南大型矿业基地大冶铁山铁铜矿床地球化学剖面，长 10km；

——鄂东南大型矿业基地鄂州程潮铁矿床地球化学剖面，长 10km；

——鄂东南大型矿业基地附近未发生矿产开发地区地球化学剖面，长 10km；

——在上述三条地球化学剖面上总计采集样品：化探土壤样品 60 件，10 元素分析；水系沉积物样品 60 件，10 元素分析；基岩岩石样品 60 件，10 元素分析；植物样品 60 件，10 元素分析；水样 60 件，30 个参数分析；元素赋存状态 20 件，4 元素分析。

第三章 我国矿山环境影响及评价研究现状

§ 3.1 我国矿山生态环境与保护现状

建国 50 多年来,我国的矿业发展很快。截至 2001 年底,国有矿山已达 10 838 个,乡镇集体矿山 154 643 个,个体采矿点 96 376 个,独立核算矿业产值为 4 691.31 亿元,占工业总产值的 6.86%,矿产开发总规模居世界第三位,已成为世界上的矿业大国之一。随着矿业的发展,已新建成 300 多座矿业城市。但是矿产资源的开发,特别是不合理地开发、利用,已对矿山及其周围环境造成污染并诱发多种地质灾害,破坏了生态环境。越来越突出的环境问题不仅威胁到人民生命安全,而且严重地制约了国民经济的发展。特别是占矿山总数 59.06% 的乡镇集体矿山,环保工作差距较大;更为严重的是占矿山总数 36.80% 的个体采矿点的环保工作几乎是空白。

3.1.1 矿山生态环境现状

我国的矿产资源开发活动主要指矿石采掘、选矿及冶炼三部分。由矿产资源开发活动而产生的生态环境问题种类很多(表 3.1)。例如:开采活动对土地的直接破坏,如露天开采直接破坏地表土层和植被;矿山开采过程中的废弃物(如尾矿,矸石等)需要大面积的堆置场地,从而导致对土地的过量占用和对堆置场原有生态系统的破坏;矿石、废渣等固体废物中含酸性、碱性、毒性、放射性或重金属成分,通过地表水体径流、大气飘尘,污染周围的土地、水域和大气,其影响面将远远超过废弃物堆置场的地域和空间,污染影响要花费大量人力、物力、财力经过很长时间才能恢复,而且很难恢复到原有的水平。甚至直接排入地表水体中,使土壤或地表水体受到污染;此外,由于排出的废水入渗,也会使地下水受到污染。

表 3.1 矿业活动与主要环境问题综合表

环境要素	矿业活动对矿山环境的作用形式	产生的主要环境问题
大气环境	废气排放 粉尘排放 废渣排放	大气污染 酸雨
地面环境	地下采空 地面及边坡开挖 地下水位降低 废水排放 废渣、尾矿排放	采空区地面沉降(塌陷) 山体开裂、崩塌 滑坡、泥石流 水土流失、土地沙化 岩溶塌陷 侵占土地 土壤污染 矿震、尾矿库溃坝
水环境	地下水位降低 废水排放 废渣、尾矿排放	水均衡遭受破坏 海水入侵 水质污染

具体说来,矿产资源的开采与利用对环境与生态的影响可以概括为以下几个方面:

1. 对土地资源的破坏

- 破坏地面:侵占土地和耕地,毁坏矿区树木、河流、山脉;
- 破坏景观:尤其是露天采掘将地表挖得坑洼不平,地理景观被破坏;
- 占压土地:开采出来的矿石与废石在地面堆积,占压土地;
- 地质灾害:露天及井下开采,造成垮塌、地面沉降;
- 泥石流:废石堆积地表,雨季形成泥石流。

采矿,无论地下或露天开采,都要剥离地表土壤和覆盖岩层,开掘大量井巷,因而破坏大面积土地,产生大量废石,这就会严重破坏原有地面景观和土地资源。这样的地面如不加以复原,是难以利用的。在西方经济发达的国家中,露天开采量占总开采量的 65%以上(高伟生等,1992),美国的金属矿山有 84%是露天开采的,加拿大的铁矿也有 96%是露天开采的。但是,这些西方经济发达的国家注意到了矿山环境的治理与保护,美国早在 20 世纪的 70 年代就将矿山环境评价与治理机制引入矿产资源的开发利用,因而在矿山环境治理方面取得了举世瞩目的成绩。

在露天开采的情况下,所剥离的废石特别多,每采一吨矿石几乎要同时剥离 5~10 吨废石,因此还要占用大量土地堆放废石。我国 1985 年共采矿石 14.7 亿吨(地下+露采),而废矿渣与废石的排弃量在 10 亿吨以上,所压占的相当大的土地面积没有复垦。另外,这些废石会覆盖森林、草地,填塞水体,破坏生态平衡。我国每年非煤矿山排放的废石约 7 亿吨,尾矿 2 亿多吨(韦冠俊,1990)。废石和尾矿如堆存不当还会发生滑坡、泥石流等地质灾害,造成严重后果。如 1972 年美国弗吉尼亚的布法罗溪煤矿的尾矿坝失事,坝基坍塌,泥石流冲垮 39 座桥梁和一段公路,造成 106 人死亡,4 000 人失去住房。英国一座 244m 高的煤矸石堆滑坡,冲进附近一座城镇,造成 800 余人死亡的惨案。近 20 余年来,我国先后发生过多处大规模的废石场滑坡、泥石流以及尾矿坝坍塌等恶性事故,导致人员伤亡,被迫停工停产、破坏公路、毁坏农田等恶果。

另外,地下坑道的开掘及地表剥离采矿,会使岩石应力平衡被破坏,在一定条件下会引起地表塌陷和边坡不稳定,或使地表水和地下水联通,使地表水体破坏,并酿成淹没矿井的水灾事故。

我国的土地总面积约 9.6 亿公顷(郑敏等,2001),耕地面积只占全部土地面积的 1/10,平均每人只有耕地 2.1 公顷,不足世界平均数量的 1/3。随着工矿业的发展,土地破坏越来越严重,我国可耕地资源越来越少。其中:

(1) 矿山开采占用、破坏大量土地:全国因采矿累计占压土地约 586 万公顷(张应红,2001),破坏土地 157 万公顷(郑敏等,2001),且每年以 4 万公顷的速度递增。而矿区土地复垦率仅为 10%,比发达国家低 50 多个百分点。矿山废弃地迅猛增加,大量耕地被侵占,破坏耕地面积 26.3 万公顷。仅国有煤矿的矸石一项,现有煤矸石山 1 500 余座,历年堆积量达 30 亿吨,占地 5 000 多公顷。全国煤矸石堆存占压土地 24 万亩,各类尾矿累计约 25 亿吨,并以每年 3 亿吨的速度递增,占用大量土地,还对土地、水、大气、动植物等造成了严重污染与危害。

(2) 露天开采三场占用土地(采矿场、排土场、尾矿场):因露天开采每年破坏土地约 0.7~1 万公顷,露天开采矿场占地面积约占矿山破坏土地面积的 27%左右。尤其是在有色金

属、黑色金属和建材矿产的开采利用中，露天开采占压土地是最主要的破坏形式。郑州的小关煤矿，矿山开采境内 80% 的面积是耕地，矿山占地使相当于 4 500 个农业人口无地可种。露天开采不仅侵占大面积良田，而且对开采区生态环境的人为改变是极为严重的。它在很大程度上破坏了原来稳定的土壤和植被，导致严重的水土流失。西部地区一些露天开采形成的排土场与尾矿场甚至成了沙尘暴的主要沙源地。

(3) 矿区塌陷：矿区塌陷是破坏矿区土地的一个重要形式。塌陷占地面积占矿山开发占地面积的很大一部分，约达 39%。塌陷主要由地下开采造成。我国的矿山开采中，以地下采矿为主，大约占矿业企业的 70% 以上。从地理分布来看，几乎遍及南北方各省，但尤以湘、粤、鄂、桂、赣居多。我国因采矿业造成的地面塌陷灾害面积达 500 ~ 600 万亩，其中损坏耕地 130 万亩，倒塌损坏房屋 $3.8 \times 10^7 \text{ m}^2$ 。塌陷灾害造成耕地绝产和半绝产，损失巨大。塌陷区的土地赔偿、村镇搬迁等费用，成为制约矿山生产的沉重负担。采矿塌陷不仅破坏了土地，影响了农业的发展，也破坏了地表水和地下水系，形成了大面积的低洼区和沼泽地，对公路、铁路、桥梁、堤坝及城市基础设施也构成威胁。

(4) 污染土壤：造成土地质量下降，可用耕地减少。由于矿产开采和利用中产生的大量粉尘和有毒物质，沉积于地表或通过各种途径进入土壤中，破坏土壤的结构和性质。这种破坏是对土地资源的间接破坏。矿业废弃物是持久而且严重的污染源，如一些含硫矿物矿石堆的酸性排水及重金属污染可持续 500 年之久，其尾矿的污染时间也会持续百年以上。

2. 对森林、草地和水资源的破坏

全国因采矿而破坏的森林面积已达 106 万公顷。矿山开发占有林地面积最多的四个省区依次为黑龙江、四川、山西和江西。我国现有森林面积约 1.34 亿公顷，森林覆盖率约 13.9%，在全球 200 多个国家中，人均占有森林面积居 136 位。

全国矿山开发占有草地面积 26.3 万公顷。草地退化日趋严重，与采矿活动有很大关系，退化率由 20 世纪 70 年代的 16% 上升到目前的 37%。

由于矿井疏干排水，破坏了矿区水系均衡系统，导致区域性地下水位下降，一些地方地下水位下降十几米、几十米，形成大面积疏干漏斗，造成水资源短缺。

3. 对地表景观、地质遗迹的破坏及潜在威胁

对地表景观的破坏，主要表现为开发活动对自然景观、地貌、地形地质遗迹、土地及地表植物的破坏；废弃物、粉尘等对地表景观、地质遗迹的污染和侵蚀。有些矿区位于名胜古迹之下，如湖北阳新铜绿山 2 000 多年前的古采矿遗址，山西大同、太原地区的煤矿，地下的开采塌陷直接、间接威胁着地面的名胜古迹。

4. “三废”的污染

矿山生产伴有大量“三废”，矿山固体废弃物占全国工业固体废弃物的 85%。更值得注意的是，我国的采煤业居世界之首，国有重点煤矿堆积山累计 1 500 余座，仅矸石就有 30 亿吨，其中有 300 余座在自行燃烧，经过治理后仍有 145 座在自然。这些正在自然的煤矿山排放大量煤尘、 SO_2 、 CO 、 H_2S 等有害有毒气体和热辐射，污染大气，产生酸雨，损害农作物生长，污染地下水源，危害矿区及人身健康。我国的矿山每年排出的废石大约 10 亿吨，尾矿约为 2 亿吨，并且废石及尾矿每年的堆积数量以 10% 的速度递增。大量的矿山废物堆存严重污染土地、空气、地表水和地下水，或造成滑坡和泥石流。显然，矿山固体废弃物的环境污染问题