

河北省 矿区生态工程 与 土地复垦研究

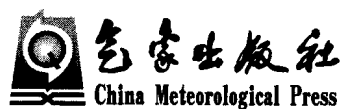
牛魁斌 刘金铜 李志祥 张洪生 主编



气象出版社
China Meteorological Press

河北省矿区生态工程与土地复垦研究

主 编：牛魁斌 刘金铜 李志祥 张洪生
副主编：许保全 李朝阳 刘慧涛 耿建良 刘宏娟



内 容 简 介

本书针对我国及河北省矿区生态环境和土地复垦的现状与问题,将生态工程理论与技术引入矿区生态恢复与土地复垦中,对生态工程、矿区生态工程与矿区土地复垦生态工程的原理、设计与技术体系等进行了探讨。在此基础上对河北省新开采矿区、采矿区和闭坑矿区的生态工程技术筛选与集成,进行了较细致的分析研究,并进一步分析估算了河北省矿区土地复垦生态工程效益及其复垦潜力,总结与集成了矿区土地复垦的几种模式,探讨了土地复垦后用于土地置换的标准和方法。

本书可供高等院校和科研院所相关专业的师生及科研人员作为参考。

图书在版编目(CIP)数据

河北省矿区生态工程与土地复垦研究/牛魁斌等主编. —北京:
气象出版社,2009.3

ISBN 978-7-5029-4671-5

I. 河… II. 牛… III. ①生态环境-矿区环境保护-研究-河北省②矿区-复土造田-研究-河北省 IV. X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 208599 号

Hebei Sheng Kuangqu Shengtai Gongcheng yu Tudi Fuken Yanjiu

河北省矿区生态工程与土地复垦研究

牛魁斌 刘金铜 李志祥 张洪生 主编

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码:100081

总 编 室:010-68407112

发 行 部:010-68409198

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:崔晓军 章澄昌

终 审:纪乃晋

封面设计:博雅思企划

责任技编:刘祥玉

责任校对:赵 媛

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:12.75

字 数:326 千字

印 数:1~1 000

版 次:2009 年 3 月第 1 版

印 次:2009 年 3 月第 1 次印刷

定 价:40.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

河北省科技支撑计划项目(08236708D)

河北省国土资源厅财政预算项目(2008995392)

共同资助

中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-48-03)

《河北省矿区生态工程与土地复垦研究》

编写单位与人员

中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心：

刘金铜 谭莉梅 徐友信 高树红 姚 圆 于淑会

王建江 毛任钊 王 波 刘宏娟 刘慧涛 张洪生

河北省土地整理服务中心：

牛魁斌 李志祥 吕 建 张志谭 刘国珍 郭伟志

张 婷 赵维全 何东娟 智素平

河北省山区经济技术开发办公室：许保全 耿建良

石家庄学院：李朝阳 赵旭阳 白惠芳

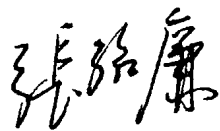
河北省井陉县科技局：高润楼 卢锁柱

河北省井陉县天山绿色食品有限公司：栾费明 许延荣 杨建荣

序

河北省辖区陆域面积有 18.8 万 km^2 , 土地和矿产资源丰富。长期以来, 河北省依靠资源优势, 经济社会取得了长足发展。特别是改革开放以来, 科学技术的日新月异和社会经济发展的快速需求, 极大地促进了河北省矿业经济的发展。目前, 全省工业总产值的一半以上来自于矿业开发和矿产品加工业, 成为名副其实的矿业大省。矿业为全省经济社会的快速发展作出了突出贡献。伴随着资源开发与利用强度的提升, 其活动对土地利用、生态环境影响的积蓄效应和次生地质灾害日益显现。这些问题不解决, 就难以实现“在保护中开发, 在开发中保护”, 难以使矿业经济全面、协调、可持续发展。

按照科学发展观的要求, 广大科技工作者和管理者从各个方面进行了大量研究, 取得了丰富成果, 并用于指导实践, 取得了良好效果。本书的撰写者从矿区生态工程与土地复垦的角度, 总结了土地复垦和矿区生态工程建设的技术方法和经验, 探索性地把生态工程理论与方法引入到矿区生态环境治理与土地复垦工作中, 集成了矿区土地复垦的几种模式, 探讨了土地复垦后可用于土地置换的方法与标准, 不失为一种有益尝试, 对矿区生态建设与土地复垦工作具有重要的参考与指导意义。



河北省国土资源厅厅长

2009 年 2 月 6 日

前 言

河北省地处华北平原东北部,已经查明的矿种有 76 种,含能源矿产 2 种,金属矿产 20 种,非金属矿产 54 种。76 种矿产中保有资源储量(矿石量)360.88 亿 t。其中优势矿产铁矿、钼矿和水泥用石灰岩分别为 72.6 亿,70.3 万和 49.9 亿 t,分别占全国资源储量的 11.95%,6.42%和 6.42%,分别居全国第三、五、六位。河北省是一个经济增长对矿产资源依赖较高的大省,中型规模以上的矿产采选企业和矿产加工企业的工业产值达 1 885 亿元,占全省工业总产值的 55%。矿产资源开发为社会发展作出贡献的同时也导致了严重的生态环境污染和土地破坏,截至 2007 年全国矿业开发占用和损坏的土地面积为 165.8 万 hm^2 ,而矿区土地复垦率仅为 10%,比发达国家低 50%。河北省矿山开采占用土地面积达 5.8 万 hm^2 ,其中采场占地 1.6 万 hm^2 ,塌陷占地 3.4 万 hm^2 ,废渣占地 0.49 万 hm^2 ,煤矸石堆占地 0.068 万 hm^2 ,尾矿库占地 0.214 5 万 hm^2 ,地裂缝占地 0.027 万 hm^2 ,到目前为止河北省矿区土地复垦总数达到 1.3 万 hm^2 ,但仍有巨大的复垦潜力。

本书的主要内容来源于河北省“十一五”科技支撑计划项目“河北省太行山非金属矿资源综合利用关键技术与生态恢复研究”(08236708D)与国土资源厅财政预算项目“河北省矿山环境治理中的土地复垦调查与土地置换标准”(2008995392)两个项目的研究成果,并汇集了国内其他相关研究的资料编著而成。本书的主要特点有:

(1)针对河北省不同类型矿区生产与生态环境的特点,将生态工程理论与技术引入到矿区土地复垦过程中并加以应用,按新开矿区、开采矿区与闭坑矿区三种类型筛选、集成了河北省矿区土地复垦的生态工程技术,制定了不同类型矿区的适用复垦模式,为实现集生态效益、经济效益与工程措施为一体的矿区土地复垦提供理论与技术支撑。

(2)应用地理信息技术、遥感技术、模型模拟、地统计学及野外实地调查等方法 and 手段,研究了采矿驱动下的矿区环境的变化趋势和土地生态系统的演替规律,并运用各种方法和技术分别将石英矿区开采面积对径流的影响、钙镁矿区土地覆盖与景观结构要素动态监测及废弃铁矿区重金属污染空间分布作为案例进行了研究。

(3)首次合理地估算了通过生态工程可能实现的河北省矿区土地复垦为耕地的潜力,为 12 996.74 hm^2 ,其中燕山山区 5 628.38 hm^2 ,太行山区 4 598.98 hm^2 ,共占总潜力的 79%。在此基础上对矿区生态工程土地复垦的效益评价及土地置换的方法进行了探讨。

本书在编写过程中除了汇集了编者的研究成果外,还参阅、引用了许多其他专家学者的同类研究的著作、文章和资料等,在此对所有被引用文献的作者表示衷心的感谢,并希望进行有益的合作与探讨。此外,尽管编著者长期以来从事有关生态工程方面的研究工作,但由于本书参编人员较多,时间较短,不妥或错误之处在所难免,欢迎各方面的专家、学者及读者批评指正,以便不断修改、完善。

编著者

2009 年 2 月

目 录

序

前言

1 矿区生态环境	(1)
1.1 中国矿区生态环境概述	(1)
1.1.1 中国矿产资源与开发现状	(1)
1.1.2 中国矿山开发对生态环境的影响	(6)
1.2 河北省矿区生态环境概述	(10)
1.2.1 河北省矿产资源与开发现状	(10)
1.2.2 河北省矿区开发对生态环境的影响	(14)
1.2.3 河北省矿区生态环境治理的主要问题	(15)
2 矿区土地复垦	(20)
2.1 中国矿区土地复垦现状与问题	(20)
2.1.1 中国矿区土地复垦概况	(20)
2.1.2 矿区土地复垦中存在的主要问题及对策	(21)
2.2 河北省矿区土地复垦现状与问题	(25)
2.2.1 河北省矿区土地复垦沿革	(25)
2.2.2 河北省现阶段矿区土地复垦	(29)
2.2.3 河北省矿区土地复垦典型项目——“绿色矿山”建设	(30)
3 生态工程、矿区生态工程与矿区土地复垦生态工程	(34)
3.1 生态工程	(34)
3.1.1 生态工程产生背景	(34)
3.1.2 生态工程概念与东西方差异	(38)
3.1.3 生态工程基本原理	(39)
3.1.4 生态工程分类与设计	(45)
3.2 矿区生态工程	(52)
3.2.1 矿区生态工程内涵与基本原理	(52)
3.2.2 矿区生态工程技术体系	(58)
3.3 矿区土地复垦生态工程	(61)
3.3.1 土地复垦与矿区土地复垦生态工程内涵	(61)
3.3.2 矿区土地破坏程度评价	(62)
3.3.3 待复垦土地生态适宜性评价	(67)
3.3.4 待复垦土地生态工程技术集成	(75)

4 河北省矿区生态工程技术	(76)
4.1 新开矿区的生态规划设计技术	(76)
4.1.1 新开矿区生态规划概念与目标	(76)
4.1.2 新开矿区生态规划的原则	(77)
4.1.3 矿区规划的一般步骤	(78)
4.1.4 矿区生态规划的内容	(78)
4.1.5 矿区生态规划的方法	(83)
4.2 开采矿区生态工程技术	(84)
4.2.1 绿色生产生态工程技术	(84)
4.2.2 采矿区水土流失保护技术	(87)
4.2.3 污染防治生态工程技术	(91)
4.3 闭坑矿区生态工程技术	(97)
4.3.1 闭坑矿区土地复垦生态技术	(97)
4.3.2 矿区边坡稳固生态工程技术	(103)
4.3.3 矿区植被恢复生态工程技术	(107)
4.4 矿区生态环境监测技术	(109)
4.4.1 生态环境监测概念	(110)
4.4.2 生态环境监测内容	(111)
4.4.3 生态环境监测指标体系	(113)
4.4.4 生态环境监测技术	(115)
4.4.5 典型案例研究——井陉石灰石矿区景观格局动态监测	(118)
4.4.6 典型案例研究——迁安铁矿区重金属污染动态监测	(125)
4.5 矿区生态环境评价技术	(129)
4.5.1 矿区对地质稳定性的影响	(130)
4.5.2 采矿规模与地面沉降	(131)
4.5.3 开采面积与土地占用	(135)
4.5.4 矿区开采与景观破坏	(136)
4.5.5 矿区开采的水文效应影响评价	(136)
4.5.6 典型案例研究——沙河石英岩矿区开采面积对径流影响	(140)
5 河北省矿区生态工程土地复垦潜力与模式	(144)
5.1 矿区土地复垦潜力	(144)
5.1.1 矿区土地复垦潜力的内涵	(144)
5.1.2 矿区土地复垦潜力来源	(144)
5.2 河北省矿区土地复垦潜力	(145)
5.2.1 河北省矿区土地复垦潜力概述	(145)
5.2.2 河北省燕山山区矿区土地复垦潜力	(146)
5.2.3 河北省太行山山区矿区土地复垦潜力	(148)
5.3 河北省矿区生态工程土地复垦模式	(150)
5.3.1 矿山公园模式	(150)

5.3.2	建筑用地模式	(155)
5.3.3	农业用地模式	(157)
5.3.4	林(果)业用地复垦模式	(163)
5.3.5	生态农业综合模式	(164)
5.3.6	基塘模式	(166)
5.3.7	综合利用模式	(166)
6	矿区土地复垦生态工程效益评价及土地置换	(168)
6.1	矿区土地复垦生态工程效益评价	(168)
6.1.1	评价指标的选择	(168)
6.1.2	建立评价指标体系	(169)
6.1.3	确定评价指标权重	(171)
6.1.4	矿区土地复垦生态工程效益评价	(176)
6.2	河北省矿区复垦土地置换	(179)
6.2.1	矿区复垦土地进行置换的可行性	(179)
6.2.2	矿区复垦土地进行置换的标准与方法	(180)
6.2.3	矿区复垦土地置换程序	(180)
	参考文献	(183)

1

矿区生态环境

1.1 中国矿区生态环境概述

1.1.1 中国矿产资源与开发现状

矿产资源法实施细则规定：“矿产资源是指由地质作用形成的，具有利用价值的，呈固态、液态、气态的自然资源。”其内涵为：矿产资源是地球演化过程中经过地质作用形成的，是天然产出于地表或地壳中的原生富集物；产出形式有固态、液态和气态；既包括已经发现的对其数量、质量和空间位置等特征已取得一定认识的矿产，也包括经预测或推断可能存在的矿物质；既包括当前开发并具有经济价值的矿产，也包括将来可能开发并具有经济价值的资源。

矿产资源是工业的“血液”和“粮食”，是经济社会发展的重要物质基础。我国 90% 以上的一次性能源、80% 以上的工业原材料、70% 以上的农业生产资料和 30% 以上的生活用品都来自矿产资源。2007 年，我国有矿山企业 10 万多个，开采矿石量超过 60 亿 t，从业人员 800 万，实现工业总产值 6 700 多亿元。2007 年，全国矿产品进出口贸易总额达 4 942 亿美元，占当年进出口总额的 22.73%。矿产资源的开发利用，有力地支撑了我国经济社会的快速发展。

1.1.1.1 中国矿产资源概况

中国是世界第三大矿业国，在矿产资源方面，中国是世界上矿种种类齐全，资源总量丰富的少数几个国家之一，矿石采掘量仅次于俄罗斯和美国。截至 2007 年初，全国已发现 171 种矿产，查明资源储量的矿产有 159 种，包括没有开采的矿产地共有 18 000 多处，其中大中型矿产地以上的有 7 000 多处，特别是中国的煤、稀土、钨、砂、钼、锑、钛、石膏、芒硝、磷镁矿、萤石、滑石和石墨等矿产资源，在世界上具有明显的优势。中国的矿产资源中，能源矿产 10 种，金属矿产 54 种，非金属矿产 92 种，水气矿产 3 种。如按亚矿种计，有查明资源储量的矿产总数达到 224 种，除铀、钍、地下水、矿泉水及新上表的 1 种（亚）矿产外，其余 219 种（亚）矿产与上年度相比，查明资源储量有所增加的有 108 种，有所减少的 70 种，没有变化的 41 种，分别占 49%、32% 和 19%。

1.1.1.2 中国矿产资源分布

中国矿产资源遍布于各省、市、自治区，但因所处大地构造带和成矿地质条件的不同，各地区矿产资源分布不均，其矿种、储量、质量差异较大，形成了各地域矿产资源的不同特征（中国国土资源经济研究院 2006）。

(1)东部地区。东部地区地处中国主要大江、大河的下游,地形以平原为主,平原与丘陵相间分布,地势平坦,水网发达,濒临海洋,交通条件甚好,且属中国经济发展和对外开放的前沿,工业化、城市化水平高,占有明显的科技和经济优势。该地区采掘工业、原材料工业产品产量在全国占重要地位。其中原煤产量占全国的 23%,原油占 42%,发电量占 49%,钢占 58%,烧碱占 64%,化肥占 42%。

资源相对贫乏是东部地区经济发展的主要劣势,能源探明储量仅占全国的 7.4%,45 种主要矿产工业储量的潜在价值只占全国的 15.5%。从全国主要矿产资源已探明的储量来看,东部地区除石油、铁矿石外,其他矿产资源都比较贫乏。煤炭只占全国总储量的 6.6%,天然气占 30%,铜占 7.7%,铝土矿占 19.7%,磷矿占 11.7%。东部地区矿产资源的地理分布特点是以山东为界,北富南贫。

(2)中部地区。中部地区拥有丰富的能源、金属和非金属矿产资源。45 种主要矿产潜在储量占全国的 44.8%,有 20 多种主要矿产资源的储量占全国的半数或更多。其中煤炭保有储量占全国的 58%,石油剩余可采储量占全国的近 1/2,铝土矿保有储量占全国的 61%,铜矿保有储量占全国的 47%,磷矿保有储量占全国的 40%,稀土矿保有储量占全国的 98%。从矿产资源的地域分布看,煤炭、石油等主要集中在北方省区,有色金属和非金属矿主要集中在南方省份。煤炭主要集中在山西、内蒙古,其储量占全国的 51%;石油集中在黑龙江,储量占全国的 37%;磷矿主要集中在湖北,储量占全国的 21%;铝土矿主要集中在河南,储量占全国的 18%;铜矿主要集中在江西,储量占全国的 22%;稀土矿主要集中在内蒙古的白云鄂博,储量占全国的 96%。

中部地区是中国主要的基础工业(能源、原材料工业)基地,该地区生产的原煤、原油均占全国的半数以上。煤炭工业在中国国民经济中具有举足轻重的地位,以山西为中心的煤炭基地是中国最大的能源基地。由于其地理位置适中、煤炭储量巨大、煤质优良、品种齐全、易于开采,已成为全国最大的煤炭供应基地。黑龙江和内蒙古东部的煤田是东北地区重要的煤炭基地。安徽的两淮煤田是华东地区的重要煤炭基地。大庆油田和中原油田都是中国的大型石油基地。中部地区的铜产量、磷矿石产量都占全国的 40%左右。中部地区重要的原材料工业基地有包头、武汉、马鞍山、太原等钢铁基地,山西铝基地,江西、湖南、安徽铜基地,山西、内蒙古南部、豫西煤化工基地,湖北磷化工基地,吉林石油化工基地等。

(3)西部地区。西部地区矿产资源的远景储量很可观。能源矿产在全国占有重要地位,新疆的煤炭远景储量居全国首位,塔里木盆地、准噶尔盆地、吐(鲁番)哈(密)盆地、柴达木盆地、四川盆地的石油天然气的勘探前景良好。西部地区的有色金属储量丰富,也是中国云母、石棉、石膏、玉石、菱镁矿等非金属矿的主要储藏区。根据目前探明储量,西部地区煤炭的保有储量占全国的 36%,石油占全国的 12%,天然气占全国的 53%,铁矿占全国的 24%。西部地区还有许多富有的金属和非金属矿产,如西藏的铬铁矿,甘肃的镍、铜、锌,贵州的汞,云南的锡、磷、铜、铅、锌,青海的钾、铝、石棉,陕西的钼等。西部地区铬铁矿储量占全国的 73%,铜、铅占 41%,锌占 44%,镍占 88%,汞占 86%,钾盐占 99%,磷矿占 49%,石棉矿占 98%。西部地区主要工业产品中,一些重要的矿产和有色金属产量在全国占有突出地位。镍产量占全国 99%,汞产量占全国 84%,锡产量占全国 72%,磷矿石、铝、天然气的产量接近全国的半数。但是,大部分产品的产量在全国所占的比重较小。

1.1.1.3 中国矿产资源特点

(1)资源总量较大,矿种比较齐全。截至2005年底,我国已发现了171种矿产,查明有资源储量的矿产159种,其中,能源矿产10种,金属矿产54种,非金属矿产92种,水气矿产3种。已发现矿床、矿点20多万处,其中有查明资源储量的矿产地1.8万余处。煤、稀土、钨、锡、钽、钒、锑、菱镁矿、钛、萤石、重晶石、石墨、膨润土、滑石、芒硝、石膏等20多种矿产,无论在数量上或质量上都具有明显的优势,有较强的国际竞争能力。

(2)人均资源量少,部分资源供需失衡。中国人均矿产资源拥有量在世界上处于较低水平。金刚石、铂、铬铁矿、钾盐等矿产资源供需缺口较大。我国人均矿产资源占有量很低,只有世界平均水平的58%,排在世界第53位。45种主要矿产资源人均占有量不到世界平均水平的一半,铁、铜、铝等主要矿产资源储量分别只有世界人均水平的1/6,1/6和1/9。

(3)优劣矿并存,多为低品位、组分复杂的矿石。我国部分优势矿产,虽然也拥有一批世界级超大型矿床,但与国外比较,超大型矿床偏少,特别是工、农业大宗使用的重要矿产,如铁矿、铜矿、铝土矿、石油、天然气、硫铁矿等超大型矿床为数较少,不利于大规模集约化开发。我国矿产资源中贫矿多,难选矿多。例如,我国铁矿储量中,贫铁矿占铁矿总储量的98%,其他如铜矿、铝土矿、锰矿、铅锌矿、磷矿、硫铁矿等也是这种情况。我国磷矿和锰矿中难选矿比重很大。另外,我国有一大批矿产地属多组分综合性矿产,以四川攀西地区的铁、钒、钛(铬),甘肃金川的铜、镍、钴、铂族金属,内蒙古白云鄂博的铁和稀土矿最具代表性。云南个旧和广西大厂的锡矿中的共伴生矿产也很多。由于技术水平的限制,这些多组分综合性矿床,反而在一定程度上给选矿、冶炼造成困难,使许多有益的共伴生组分流失。

(4)地域分布差异明显。由于地质成矿条件不同,我国矿产分布具有明显的地域差异,如煤炭集中于北方的晋、陕、内蒙古三省(区),占全国保有储量的68%,而南方缺煤省(区)却多达10个;铁矿集中于辽、冀、晋、川四省,占全国保有储量的60%,而西北、华南地区却很少;磷矿高度集中于南方的云、贵、川、鄂四省,占全国保有储量的70%,而北方和华东广大地区却十分短缺。矿产集中有利于建设原材料基地,但过分集中于边远地区,开发利用就会受到交通条件的严重制约。由于我国矿产资源分布极不平衡,“北煤南运”、“南磷北送”以及“西矿东流”的局面很难改变。

(5)查明资源储量中控制程度较低的部分所占的比重较大。查明资源储量结构中,经济可利用的资源储量少,控制和推断的资源储量多,探明的资源储量少。我国石油、天然气、铁矿、锰矿、铬铁矿、铜矿、铝土矿、钾盐等重要矿产短缺或探明储量不足,这些重要矿产的消费对国外资源的依赖程度比较大,2006年我国石油消费对进口的依赖程度已经达到47.3%。

(6)成矿条件较好,矿产资源的前景较好。石油、天然气、金、铜等矿产资源的找矿潜力很大;老矿山深部、外围和西部地区及广大海域是重要的矿产资源接替区。虽然经过40多年的矿产地质工作,我国已发现了很多矿产资源,但也并不是所有矿产资源都已找出来了。根据专家多年研究和预测的结果表明,到目前为止,除富铁矿资源总的格局大体已定外,其他矿产还有相当的潜力,如石油、天然气、金矿、铜矿等已探明的储量也都仅为预测资源量的1/4至1/5,而非金属矿产的潜力更大。

1.1.1.4 中国矿产资源现状

1.1.1.4.1 矿产资源供需矛盾突出

新中国成立以来,地质矿产部门发现了大量矿产资源,国家建成了一大批矿业基地,在国

民经济发展中发挥了重要作用,但由于矿产资源的不可再生与分布特点,出现了相当程度的资源紧张。目前,依托矿业发展起来的约 178 个矿业城市(矿业联合会,国家发改委认为有 118 座矿业城市)中,发生采矿灾害塌陷的城市有 30 多座,资源枯竭型城市有 21 座(矿业联合会,国家发改委认为有 40 座)。截止到 2005 年,约有 30 多座城市面临着资源枯竭,现有的 8000 多座矿山中,400 多座资源枯竭,三分之二已进入中老年期,正在进入加速枯竭的进程。

据统计,日前世界已探明能源储量和可开采的年限,分别是石油储量 10 195 亿桶,可供开采 40 余年,高成本油田也只能开采 240 年;煤炭埋藏量 10 316 亿 t,可开采 230 年。我国人均常规能源可采储量远低于世界平均水平,2000 年人均石油剩余可采储量只有 2.6t,人均煤炭剩余可采储量 90t,分别为世界平均值的 11.1%和 55.4%。中国是一个多煤少油的国家,已探明的煤炭储量占世界煤炭储量的 33.8%,可采量位居第二,产量位居世界第一位,出口量仅次于澳大利亚而居于第二位。煤炭埋深 1 000 m 以上保有储量约 10 000 亿 t,其中探明可采储量 1145 亿 t,按目前的生产和消费水平,可以开采使用 100 年以上。而石油可采储量只有 38 亿 t,天然气总资源量为 38 万亿 m³。

据预测,中国未来能源供需的缺口将越来越大,在采用先进技术、推进节能、加速可再生能源开发利用以及依靠市场力量优化资源配置的条件下,2010 年约缺能 8%,到 2040 年将短缺 24%左右,其中石油缺额可能多达 4.4 亿 t 标准煤。石油进口依存度(净进口量与消费量之比)由 1995 年的 6.6%上升为 2000 年的 20%。预计 2010 年将上升为 23%。天然气进口依存度 2000 年为 6%,2010 年为 20%。

另外,从统计数据来看,中国的能源生产和消费总量也在迅速增长,从 1992 年起年能源消费量超过年生产量,并且这种差额呈增加趋势,由 1992 年差额 1 914.0 万 t 标准煤到 2006 年的差额 25 214.0 万 t 标准煤,说明能源供需缺口越来越大,具体见表 1.1。

表 1.1 1978—2006 年中国能源生产与消费总量对比表*

年份	能源总量(万吨标准煤)			能源组成							
	生产	消费	消费与生产之差	原煤(%)		原油(%)		天然气(%)		水、核、风电(%)	
				生产	消费	生产	消费	生产	消费	生产	消费
1978	62 770.0	57 144.0	-5 626.0	70.3	70.7	23.7	22.7	2.9	3.2	3.1	3.4
1980	63 735.0	60 275.0	-3 460.0	69.4	72.2	23.8	20.7	3.0	3.1	3.8	4.0
1985	85 546.0	76 682.0	-8 864.0	72.8	75.8	20.9	17.1	2.0	2.2	4.3	4.9
1990	103 922.0	98 703.0	-5 219.0	74.2	76.2	19.0	16.6	2.0	2.1	4.8	5.1
1991	104 844.0	103 783.0	-1 061.0	74.1	76.1	19.2	17.1	2.0	2.0	4.7	4.8
1992	107 256.0	109 170.0	1 914.0	74.3	75.7	18.9	17.5	2.0	1.9	4.8	4.9
1993	111 059.0	115 993.0	4 934.0	74.0	74.7	18.7	18.2	2.0	1.9	5.3	5.2
1994	118 729.0	122 737.0	4 008.0	74.6	75.0	17.6	17.4	1.9	1.9	5.9	5.7
1995	129 034.0	131 176.0	2 142.0	75.3	74.6	16.6	17.5	1.9	1.8	6.2	6.1
1996	132 616.0	138 948.0	6 332.0	75.2	74.7	17.0	18.0	2.0	1.8	5.8	5.5
1997	132 410.0	137 798.0	5 388.0	74.1	71.7	17.3	20.4	2.1	1.7	6.5	6.2
1998	124 250.0	132 214.0	7 964.0	71.9	69.6	18.5	21.5	2.5	2.2	7.1	6.7
1999	125 935.0	133 831.0	7 896.0	72.6	69.1	18.2	22.6	2.7	2.1	6.6	6.2

续表

年份	能源总量(万吨标准煤)			能源组成							
	生产	消费	消费与生产之差	原煤(%)		原油(%)		天然气(%)		水、核、风电(%)	
				生产	消费	生产	消费	生产	消费	生产	消费
2000	128 978.0	138 553.0	9 575.0	72.0	67.8	18.1	23.2	2.8	2.4	7.2	6.7
2001	137 445.0	143 199.0	5 754.0	71.8	66.7	17.0	22.9	2.9	2.6	8.2	7.9
2002	143 810.0	151 797.0	7 987.0	72.3	66.3	16.6	23.4	3.0	2.6	8.1	7.7
2003	163 842.0	174 990.0	11 148.0	75.1	68.4	14.8	22.2	2.8	2.6	7.3	6.8
2004	187 341.0	203 227.0	15 886.0	76.0	68.0	13.4	22.3	2.9	2.6	7.7	7.1
2005	205 876.0	224 682.0	18 806.0	76.5	69.1	12.6	21.0	3.2	2.8	7.7	7.1
2006	221 056.0	246 270.0	25 214.0	76.7	69.4	11.9	20.4	3.5	3.0	7.9	7.2

* 数据来源:国家统计局网站,中国经济年鉴:年度统计数据

由表 1.1 可以看出,1978—2006 年近 30 年间,按万吨标准煤计算,能源生产总量增加到了 3.52 倍。能源生产总量出现了三次明显变化,1980 和 1985 年是第一次增长高峰,增长率达到 32.4%和 21.5%;1994 和 1995 年达到了第二次增长高峰,年增长率分别达到 6.9%和 8.7%;1997 和 1998 年出现负增长;2001 年开始到 2006 年,能源生产出现第三次增长高峰,年增长率分别达到了 6.6%,4.6%,13.9%,14.3%,9.9%和 7.4%。1978—2006 年近 30 年间,按万吨标准煤计算,能源消费总体上与能源生产同步增长,1991 年之前,能源生产总量大于消费总量,能源还有盈余;1991 年之后能源消费开始大于能源生产总量,供应出现缺口,从 2000 年开始,能源需求出现增长高峰,消费与生产之差也从 2000 年的 9 575 万 t 标准煤增加到 2006 年的 25 214 万 t 标准煤。

1.1.1.4.2 矿山生态环境破坏

人类开展矿业活动对矿山生态环境的影响是多方面的。主要有环境污染、生态资源破坏、地质灾害 3 大类。据《中国地质环境公报(2006 年度)》,我国主要矿山环境问题包括矿区采空塌(空)陷、岩溶塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害问题,矿山废水、废渣、废气等“三废”排放造成矿区环境污染问题,矿区地貌景观破坏、水土流失、土地荒漠化和地下水均衡破坏问题。

(1)环境污染。矿山及其选、冶部门直接排放的废气、粉尘及废渣引起大气污染和酸雨。中国矿业活动产生的废水主要包括矿坑水,选矿、冶炼废水及尾矿池水等。废水大多未经达标处理就随意排放,甚至直接排入地表水体中,使土壤或地表水体受到污染。

(2)生态资源破坏。一方面,采矿活动在使矿山区域性地形发生较大改变,破坏原始地貌的同时,还对区域水资源带来负面影响,使得地下水源枯竭、污染或流量减少;另一方面,矿山活动在占用土地的同时,还对耕地、森林、草地等造成了破坏。据推算,全国矿山开发占用耕地面积占全国耕地面积的 1.04%,占用林地是全国林地面积的 0.79%。

(3)地质灾害。采矿过程不但会破坏矿区的植被,表层土壤,还会改变、破坏原有地质构造的稳定性,从而在一定条件下引发突变性地质灾害(如地震、泥石流、崩塌、滑坡、水土流失等)和缓变性地质灾害(如沙漠化、荒漠化、地面沉降等)。在矿山开采过程中,地下岩石的应力发生改变,以前的岩石应力均衡被破坏,以及矿石废渣的乱堆乱放,易造成边坡的不稳固,在外力

诱发下,极易发生滑坡、崩塌、泥石流灾害。某些矿山由于排水,疏于附近的地表水,浅层地下水长期得不到补充恢复,影响植物生长,破坏了周围生态环境,最终使矿区土地沙化。

1.1.1.4.3 资源综合效率较低

目前在采矿界还存在个别矿山因缺乏监管而造成的采富弃贫等资源浪费和破坏行为以及无证开采、越界开采等。少数中小型矿山尚未摆脱粗放式的采炼方式,能源、原材料消耗高,资源浪费大,综合利用效率较低。据统计,我国矿产能源的原材料消耗比要比国外先进水平高30%~90%,黑色冶金矿产资源综合利用率不到20%,有色金属矿综合利用率也只有30%~35%,而国外的先进水平都是在50%以上,一些有价值的金属没有充分回收;我国的非金属矿企业中,中小企业比例较大,占到90%,技术水平较差,采矿率相当低,最低只有20%~30%,煤炭的综合回收率只有30%,油田的平均采收率也只有32.7%。其中稠油油田产出率只有15%,天然气也只有65%左右。而部分优势矿产又存在着过量开采与出口的现象,如2006年国土资源部下达的钨矿总量控制指标是5.9万t,实际产量达到8.73万t,超过控制指标的47.8%,产量中的大部分被用于出口,历年来出口量都在3万t以上,占世界消费量80%,过量生产、过量出口导致了钨矿储量过快消耗。

1.1.1.4.4 矿产探明储量增长缓慢

目前我国的矿产储量的年增长率比较缓慢,我国的多数金属矿产增长甚微,根本的原因是当前找矿的难度加大、地质勘察资金投入不够,近些年来矿产品供应矛盾似乎有些缓解。目前按照世界矿产资源生产与消费状况,石油、天然气等常规能源矿产,铜、金、银、铅、锌、锡等有色金属和贵金属矿产,以及金刚石等特殊非金属矿产的探明储量静态可供年限较短。世界上大部分已经探明的矿产资源,储量集中在美国、加拿大、澳大利亚和南非等少数国家。我国的矿产资源的储量增长缓慢。

1.1.2 中国矿山开发对生态环境的影响

我国95%以上的一次性能源,80%以上的工业原料,70%以上的农业生产资料都来自矿产资源,矿石采掘量仅次于俄罗斯和美国,为世界第三大矿业国家。矿产资源的开发极大地促进了经济繁荣、社会进步和人类文明,相伴而生的大量矿山环境问题,也给矿山生态系统和区域生态系统带来了负面影响。

矿产开采引起的环境破坏,主要由以下三个过程引起:一是开采活动对土地的直接破坏,如露天开采会直接毁坏地表土层和植被,地下开采会导致地层塌陷,从而引起土地和植被的破坏;二是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;三是矿山废弃物中的酸性、碱性、毒性或重金属成分,通过径流和大气飘尘,会破坏周围的土地、水域和大气,其污染影响面将远远超过废弃物堆置场的地域和空间(王广成 2006)。武强(2005)等依据环境问题性质、矿种类型、开发阶段分别对矿山环境问题进行了分类,如图1.1、图1.2、图1.3所示。

从三种分类方案可以看出,矿产资源开发对环境破坏的种类是相当复杂的,这主要是由于开采方式差异、不同矿种的特征不同、不同开采阶段环境问题的重点不同等因素引起的。一般可以认为,露天开采的矿山扬尘、滑坡、占用土地等问题比较突出;地下开采的矿山地面塌陷、地面沉降、地裂缝、破坏地下水等问题较多;冶金矿山引起的环境质量型破坏以及由此导致的生物型破坏要比非金属矿山更严重。

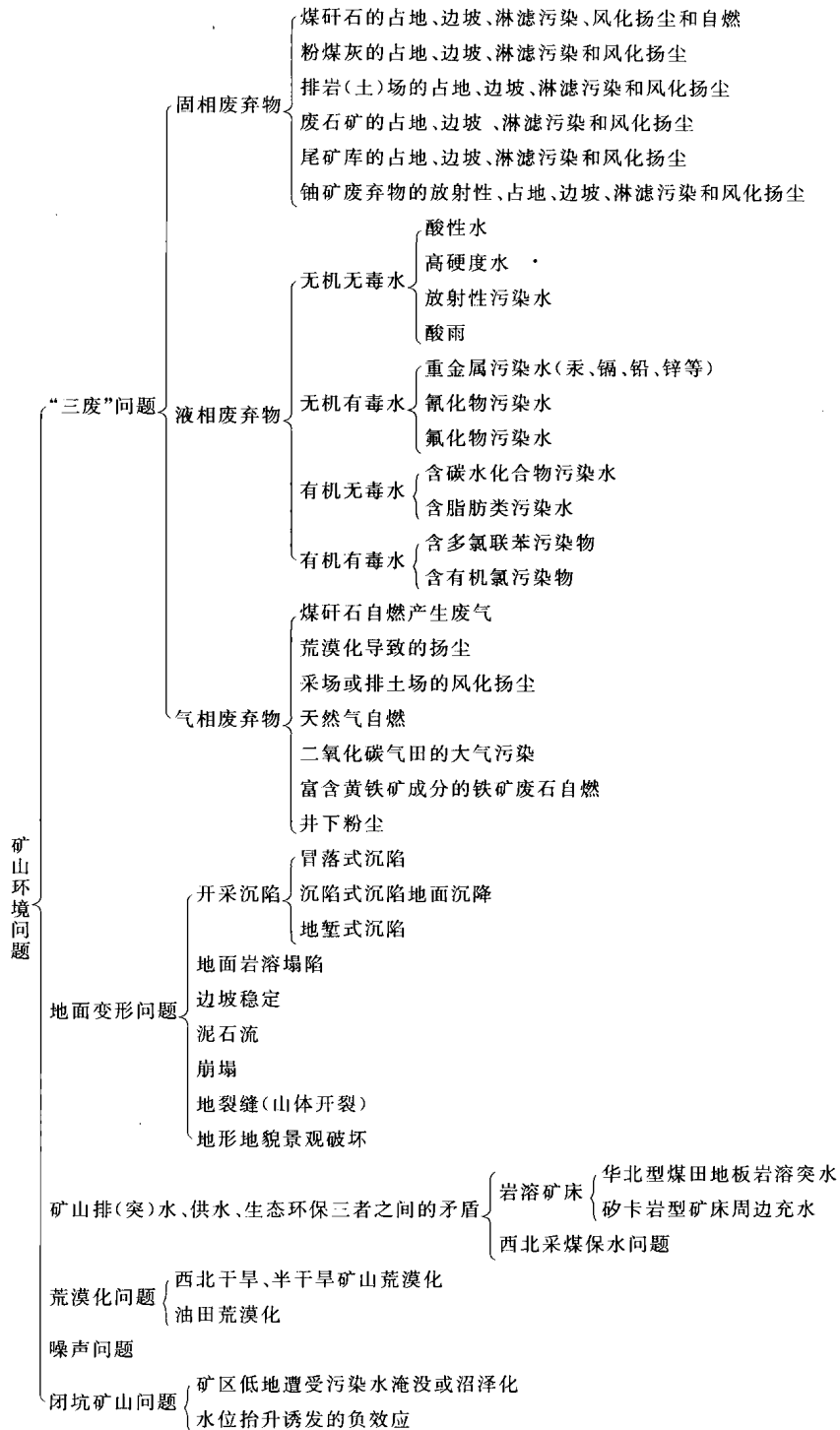


图 1.1 根据性质划分的矿山环境问题类型

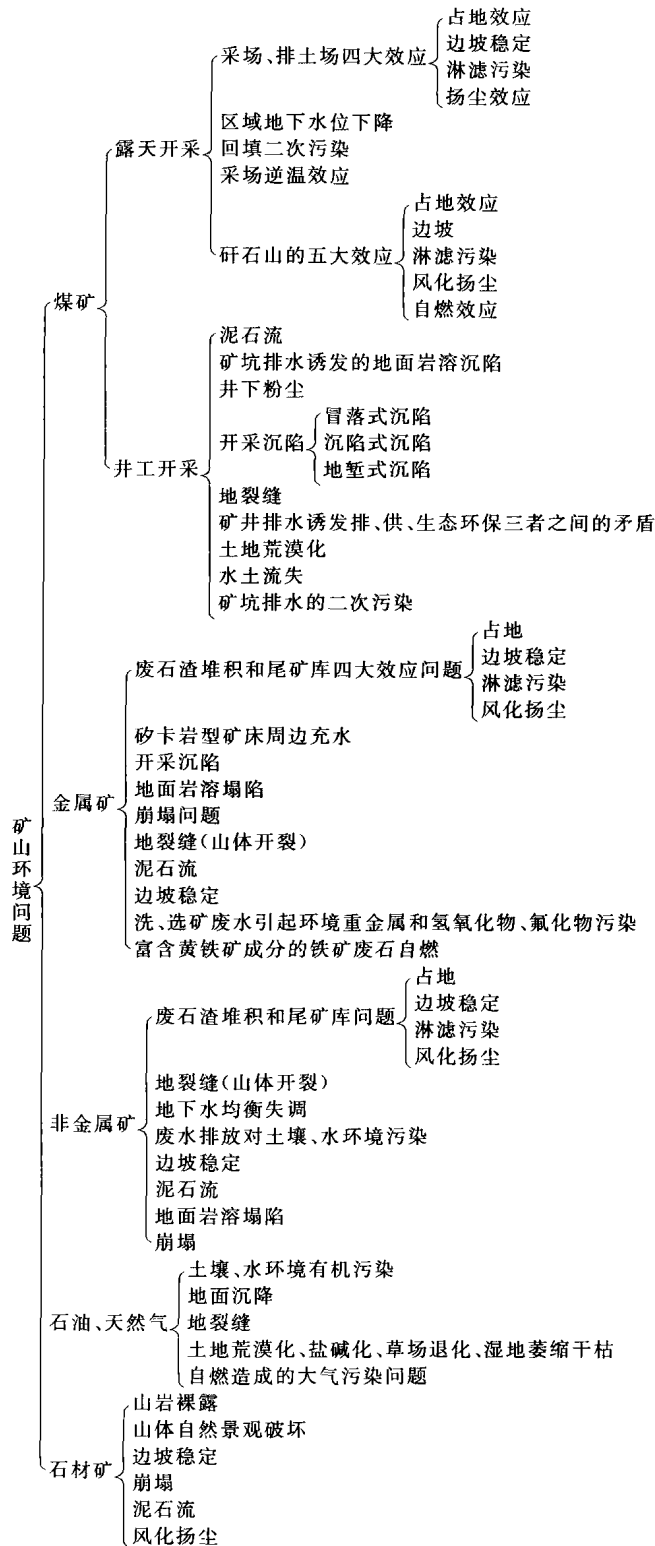


图 1.2 根据矿种划分的矿山环境问题类型