



# 矿业废弃地地表空间 生态开发及关键技术

ECOLOGICAL DEVELOPMENT OF  
SURFACE SPACE AND KEY TECHNOLOGIES IN MINING WASTELAND

宋梅 著

非  
外  
借

社会科学文献出版社  
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

# 矿业废弃地地表空间 生态开发及关键技术

ECOLOGICAL DEVELOPMENT OF  
SURFACE SPACE AND KEY TECHNOLOGIES IN MINING WASTELAND

宋梅 著



社会科学文献出版社  
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

## 图书在版编目(CIP)数据

矿业废弃地地表空间生态开发及关键技术 / 宋梅著

—北京: 社会科学文献出版社, 2019. 6

ISBN 978 - 7 - 5201 - 4553 - 4

I. ①矿… II. ①宋… III. ①矿山环境 - 生态环境建设 - 研究 - 中国 IV. ①X322. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 054655 号

---

## 矿业废弃地地表空间生态开发及关键技术

著 者 / 宋 梅

出 版 人 / 谢寿光

责任编辑 / 王晓卿

文稿编辑 / 高欢欢

出 版 / 社会科学文献出版社·当代世界出版分社 (010) 59367004

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: [www.ssap.com.cn](http://www.ssap.com.cn)

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367083

印 装 / 三河市龙林印务有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 19.5 字 数: 319 千字

版 次 / 2019 年 6 月第 1 版 2019 年 6 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5201 - 4553 - 4

定 价 / 98.00 元

---

本书如有印装质量问题, 请与读者服务中心 (010 - 59367028) 联系

 版权所有 翻印必究

# 序 言

2013年，国务院公布《全国资源型城市可持续发展规划（2013～2020）》，全国共有资源型城市262个，地级行政区（包括地级市、地区、自治州、盟等）126个、县级市62个、县（包括自治县、林区等）58个、市辖区（开发区、管理区）16个；依据矿产资源开发程度分类，其中12%处于成长期，54%处于成熟期，25%处于衰落期，9%处于再生期。这意味着中国近80%的资源型地区正在或即将面临资源枯竭及产业结构升级的问题，而矿业废弃地的开发利用将成为实现资源型地区产业升级的关键。

矿业废弃地是指由采矿活动所破坏的、非经治理而无法使用的土地。在矿业开采前，生态系统处于稳定状态，生物与生物之间、生物与环境之间彼此作用，互相依存，生态系统内部能够实现自我组织、自我调整，从而使其生产功能和保护功能处于正常状态。而经历了采矿活动后，生态系统遭到破坏性改变，物种的适应能力和生态系统的调节能力无法维持生态系统的稳定性。采矿活动产生大量的矿业废弃物，引发大气污染、土壤破坏、水体污染等生态环境问题，也严重破坏地表和地下空间，引发地质灾害和环境破坏，形成大面积挖损、塌陷、污染的矿业废弃地。由于历史原因和技术水平限制，目前，中国矿业废弃地面积累计达4000万亩，直接经济损失超过160亿元。

2013年9月，习近平总书记提出“绿水青山就是金山银山”的发展理念，2018年3月，十三届全国人大一次会议将“生态文明”正式写入宪法。矿业废弃地资源的开发是美丽中国建设的重要组成部分，应秉承“生态文明”的发展理念，将矿业废弃地的开发与地区社会经济发展、生态环境建设、人民福祉提升作为一个系统综合考虑，努力建设美丽中国，实现中华民族的永续发展。

在矿业废弃地的开发利用方面，国内外学者的研究多集中于国内外对比分析，以定性研究为主，研究成果对矿业废弃地开发具有宏观指导意义，但结合具体矿区进行定量研究的成果较少。虽然我国部分地区对矿业废弃地资源再利用问题已有部分实践探索，但由于关闭煤矿所处地区经济发展水平、资源禀赋、区位优势各不相同，目前矿业废弃地资源再利用还没有形成可借鉴的成功模式。

该书基于生态文明的发展理念，将矿业废弃地资源开发与相邻城市发展水平相结合，综合分析可利用资源情况，构建废弃煤矿地表空间的开发利用模式，以期为国内矿业废弃地资源开发再利用和生态环境治理提供参考。

本研究得到了中国工程院咨询研究项目（2017 - ZD - 03）的资助，共由五章十四个部分构成。

本书在编写过程中，得到了社会科学文献出版社的大力帮助，在此深表感谢！感谢彭苏萍院士、姜耀东教授等前辈的指导和同事张博副教授、孙旭东副教授的帮助，与他们的交流和探讨给本书写作带来更多的灵感。此外，向常力月博士、郝旭光博士以及硕士研究生历颖超、孙兴恒、吴晋、冯宇楠、张文、刘启源在资料搜集、成稿中的付出表示感谢！

本书可供从事区域经济、能源经济、资源型地区转型发展研究的学者参考，也可作为高校能源经济类课程的教学参考书。

宋 梅

2018年11月8日于北京

# 目 录

---

第一章	资源型地区矿业废弃地现状及其生态开发定位·····	001
一	资源型地区矿业废弃地现状及问题分析·····	001
二	资源型地区矿业废弃地产业转型相关理论及生态开 发定位·····	012
第二章	国内外资源型地区转型案例与生态开发模式分析·····	029
一	生态修复开发模式转型案例·····	029
二	工业旅游生态开发模式转型案例·····	054
三	生态农业旅游开发模式转型案例·····	061
四	接续替代型工业 + 新兴产业开发模式转型案例·····	081
第三章	我国煤炭主采区典型省区矿业废弃地生态开发模式分析·····	111
一	煤炭主采区五大分区概况·····	111
二	研究方法 with 体系构建·····	115
三	典型省区矿业废弃地生态开发模式分析·····	128
第四章	资源型地区矿业废弃地生态开发关键技术·····	187
一	生态修复技术·····	187
二	景观再造技术·····	204
三	产业升级关键技术·····	226

第五章 我国资源型地区废弃矿地产业转型保障措施与政策建议·····	265
一 我国资源型地区废弃矿地产业转型保障措施·····	265
二 我国资源型地区矿业废弃地产业转型政策建议·····	270
附 录·····	272

# 第一章 资源型地区矿业废弃地现状 及其生态开发定位

## 一 资源型地区矿业废弃地现状及问题分析

### (一) 我国资源型地区矿业废弃地现状

#### 1. 我国资源型地区矿业废弃地基本情况

据中国矿业联合会 2010 年数据统计，矿业用地占全国建设用地接近 10%，资源型地区占比超过 30%。2013 年，国务院公布《全国资源型城市可持续发展规划（2013～2020）》，这是我国首次制定关于资源型城市的国家级规划，对资源型城市的界定具有相当的权威性。规划指出全国共有 262 个资源型城市，地级行政区（包括地级市、地区、自治州、盟等）126 个、县级市 62 个、县（包括自治县、林区等）58 个、市辖区（开发区、管理区）16 个；依据矿产资源开发程度分类，其中 12% 处于成长期，54% 处于成熟期，25% 处于衰落期，9% 处于再生期。这意味着近 80% 的资源型地区正在或即将面临资源枯竭及产业结构升级的问题，而矿业废弃地的开发利用将成为实现资源型地区产业升级的关键。<sup>①</sup>

矿业废弃地是指由采矿活动所破坏的非经治理而无法使用的土地。<sup>②</sup> 在矿业开采前，生态系统处于稳定状态，生物与生物之间、生物与环境之间彼

---

① 国务院：《全国资源型城市可持续发展规划（2013～2020）》。

② 宋书巧、周永章：《矿业废弃地及其生态恢复与重建》，《矿产保护与利用》2001 年第 5 期，第 43～49 页。

此作用、互相依存,生态系统内部能够实现自我组织、自我调整,从而使其生产功能和保护功能处于正常状态。而经历了采矿活动后,生态系统遭到破坏性改变,物种的适应能力和生态系统的调节能力无法维持生态系统的稳定性。采矿活动产生大量的矿业废弃物,引发大气污染、土壤破坏、水体污染等生态环境问题,也严重破坏地表和地下空间,引发地质灾害和环境破坏,形成大面积挖损、塌陷、污染的矿业废弃地。由于历史原因和技术水平限制,目前,中国矿业废弃地面积累计达4000万亩,直接经济损失超过160亿元。<sup>①</sup>

## 2. 资源型地区矿业废弃地产生的原因

理想情况下,矿产资源开发会根据资源储量情况按计划开采,当矿产资源枯竭时,矿山按计划关闭会产生大量矿业废弃地。但也有一些矿山出于政策因素、开采技术和社会压力等原因会在矿产资源未枯竭的情况下提前关闭,也会产生矿业废弃地。<sup>②</sup>

### (1) 矿产资源枯竭

矿产资源具有优势递减性和不可再生性。矿山的生命周期分为起步期、成长期、成熟期和衰退期。在第四个阶段中,探明的矿产资源在现有经济技术条件下即将采完,探明新储量的可能性又很小,矿山因矿产资源枯竭采取闭矿措施,从而产生矿业废弃地。

### (2) 政策因素

因政策因素产生的矿业废弃地大致可以分为三个方面:①当矿业经济不景气、市场需求低迷、产能严重过剩时,国家通过去产能政策淘汰落后产能,从而产生大量矿业废弃地;②国家对安全生产日益重视,监管部门出台政策措施对小、散、乱矿山进行整治,部分矿山因达不到安全生产标准被强制关停,从而产生矿业废弃地;③矿业生产过程中会有大量的废水、废气、废渣产生,国家日益严格的环境政策使得一些排放超标的矿山关停,进而形成矿业废弃地。

### (3) 技术因素

矿产资源储量与地球化学、地球物理、钻探技术等因素息息相关,评估

① 李晓丹、杨灏、陈智婷、王晶:《矿业废弃地再生利用综合研究进展》,《施工技术》2018年第10期,第146~152页。

② Laurence D., "Optimisation of the Mine Closure Process," *Journal of Cleaner Production* 3 (2006): 285-298.

不当会使矿山提前关闭，如未预测到的不利的地质条件等。其次，在掘进过程中，当技术不足以克服一些地质难题时，也会关闭矿山，如出现透水、边坡不稳定、有毒气体泄漏等情况时。

#### (4) 其他原因

矿业废弃地的产生除以上提到的原因之外，还包括公众压力、社会舆论等。比如，国外矿山的规划、设计、选址比较重视公众参与，而且公众参与一般是重要的环节之一。如果矿山开采受到了公众的极力反对，也可能导致其提前关闭。另外，矿难带来的舆论压力也会使矿山提前关闭从而产生矿业废弃地。

### 3. 资源型地区矿业废弃地发展问题

资源型地区的基本特征是，经济发展对资源有很强的依赖性，它们往往因资源发现而生，因资源开发而兴，也往往因资源枯竭而衰。近年来，随着资源不断枯竭，加上去产能政策的不断推进，矿业废弃地数量不断增多，资源型地区矿业废弃地经济社会发展问题日益突显。

#### (1) 经济方面

##### 1) 产业结构失衡，以资源型开采为主的第二产业比重独大

资源型地区因资源开采而兴，产业结构严重依赖于资源开采，普遍表现为以资源开采为主的第二产业比重大，第三产业发展相对不足。资源产业在地区经济中占有绝对的主导地位，资源型地区中第二产业增加值一般会达到2/3以上，承载50%以上的就业人口。第二产业内部结构不平衡，资源型产业在第二产业中占比较大。以鞍山市为例，其主导产业是黑色金属采选和冶炼加工业，包括铁矿采选、炼铁、炼钢等，主要产品是生铁、粗钢、钢材、铁矿石等，进而以主导产业为依托产生了鞍钢船板、铁路钢轨、专用和通用设备制造业，电气机械、器材制造业，汽车制造业，船舶、航空航天和其他运输设备制造业等产业，而轻工业相对较弱。<sup>①</sup> 第三产业内部结构问题逐渐显现，表现为餐饮业等传统商业和服务业发展迅速，但金融、物流、旅游等现代服务业发展缓慢。

##### 2) 过度依赖资源，经济发展受限

资源型地区有着丰富的矿产资源，当地企业围绕这些优势资源的开采和利用形成产业群。集群内企业凭借本地区丰裕的资源条件形成竞争优势，在市场上获得

---

<sup>①</sup> 贾培煜：《失速与城市产业结构单一的战略对策研究》，《生态经济》2017年第11期，第88~91、101页。

丰厚的收益，但矿区内的经济主体缺乏创新动力，矿区的经济增长严重依赖于自然资源的开采和利用，形成一条资源依赖型的增长路径。一旦地区资源枯竭或是行业不景气，其经济状况就会更不容乐观。矿区的经济水平和发展潜力普遍低于全国平均水平，也滞后于区域经济增长速度。以煤炭资源丰富的东北三省和山西省为例，煤炭“黄金十年”之后这些资源型地区的经济发展陷入低迷。2016年，黑龙江省GDP增速为6.1%，在全国31个省份（不包括港澳台）中排名倒数第三；吉林省GDP增速为6.9%，全国排名第25；辽宁省为-2.5%，全国排名倒数第一；山西省2015年和2016年GDP增速均为全国倒数第二，2014年全国倒数第一。<sup>①</sup>

### 3) 空间结构分散，飞地特征明显

资源型地区是相对较特殊的一类地区，矿区的发展区域与矿产资源所在地密切相连，这类矿区通常是沿矿而建，哪里有资源，企业就延伸到哪里，城市就建设到哪里。矿区往往按照资源分布形成“大分散小集中”的城市空间布局。地区建设一般缺乏统一规划，无法发挥地区经济集聚效应，阻碍地区发展。受资源开采影响，资源开采与加工企业大多数分散在偏远地区或山区，以资源开发为主的国有企业建成之后，企业同时兴办医院、食堂、学校等社会服务机构，形成了庞大的自我服务体系。随着产业的发展、人口的增加，“因资源而生的城市”逐步建立起来，矿区废弃后，企业负担沉重，“大企业小城市”的飞地特征明显。

## (2) 社会方面

### 1) 就业结构单一，社会稳定存隐患

单一的产业结构导致高度单一的就业结构，矿区居民的就业结构严重依附于主导产业。矿区形成如靠山吃山、等靠要、因循守旧、缺乏创新精神等现象。这些问题在平常时期不会显现，一旦产业出现波动或在资源衰竭时则转变为严重的社会问题。随着资源产业的衰退和矿井关闭数量的不断增加，工人大量下岗、贫困阶层规模加大、社会群体事件频发、社会治安恶化、贫民区域形成等社会问题日益严峻。

### 2) 人才流失问题突出，社会结构固化

以劳动力密集型为特征的资源型产业，其人力资源以技术工人为主体的，

---

<sup>①</sup> 《2016年各省GDP排名》，新浪博客，2017年1月23日，[http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_4efe65c30102xpk4.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_4efe65c30102xpk4.html)，最后访问时间：2018年7月20日。

在高学历、高层次科技人才方面存在较大缺口，再加上经济效益差、文化设施和基础设施建设落后等原因，造成科技人才大量外流。资源型地区社会就业以资源型产业为主，家庭、教育、就业、养老等都与资源开采和加工有着千丝万缕的联系，形成了以资源开采加工为核心的社会结构。固化的社会结构一方面有利于城市建立和稳定以资源为核心的社会关系，另一方面也导致城市经济社会缺乏弹性，一旦产业出现衰退，整个地区的经济发展将会陷入困境。

### 3) 职工再就业与社会保障问题亟待解决

计划经济时期，矿业企业绝大多数是国有企业，企业职工享有国家承担的公费养老、医疗、住房等社会保障。但随着市场经济改革的推进，一些企业将其社会职能剥离，导致原来“企业办社会”的现象不复存在。城市保障体系社会化改革将国企员工的社会保障推向市场，20世纪90年代末的国有企业改革把大量资源企业职工推向了社会。赖以生存的企业不景气，不能再为职工提供足够的保障服务，很多矿区职工看病、养老、住房都存在很大困难。如果职工再就业和社会保障体系建立不完善，职工及其家属最低生活需求得不到满足，便会引发社会危机甚至社会动乱，严重威胁社会和谐、稳定。

### 4. 我国煤矿去产能关闭情况

2015年12月，中央经济工作会议提出了推动供给侧结构性改革的“去产能、去库存、去杠杆、降成本、补短板”五项重点任务，积极稳妥地化解煤炭产能过剩也是其中重要内容。2016年2月，国务院发布《关于煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》指出，在近年淘汰落后产能的基础上，用3~5年时间，再退出产能5亿吨左右、减量重组5亿吨左右。在国家化解过剩产能政策指导下，2016年煤炭2.5亿吨的去产能目标任务和2017年煤炭1.5亿吨的去产能目标任务已提前超额完成。因此，“十三五”期间，无论是自然枯竭煤矿，还是未枯竭但因产能过剩关闭的煤矿，都将大幅增加，由此产生的矿业废弃地也会大幅增加。<sup>①</sup>

#### (1) 我国去产能关闭矿井分布情况

截至2017年底，全国共有24个省（自治区、直辖市）公布了2016~

<sup>①</sup> 宋梅、郝旭光等：《我国煤炭产业供给侧结构性改革效果分析》，《中国煤炭》2018年第5期，第5~8、14页。

2017 年关闭退出煤矿名单，共涉及煤矿 2545 个，退出产能约 4.9 亿吨（参见图 1-1 和图 1-2）。

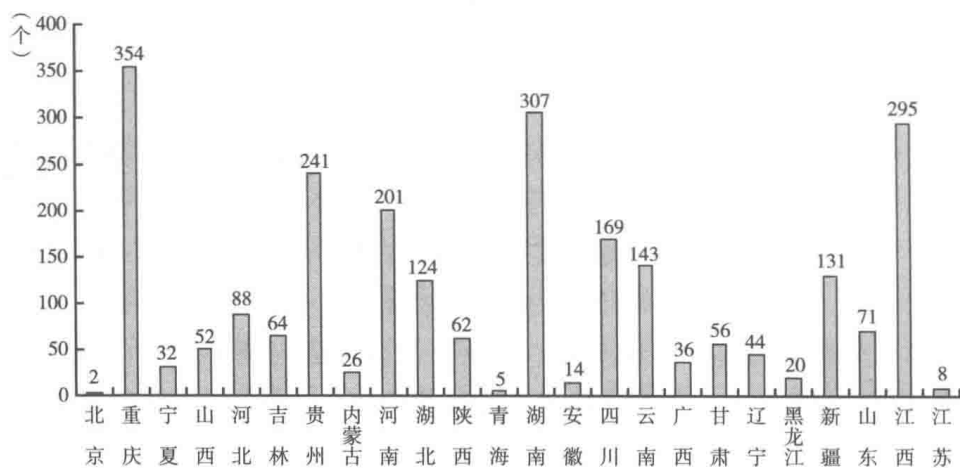


图 1-1 2016~2017 年各省（自治区、直辖市）关闭煤矿个数

资料来源：根据国家发改委及各省发改委网站公开数据整理而得。

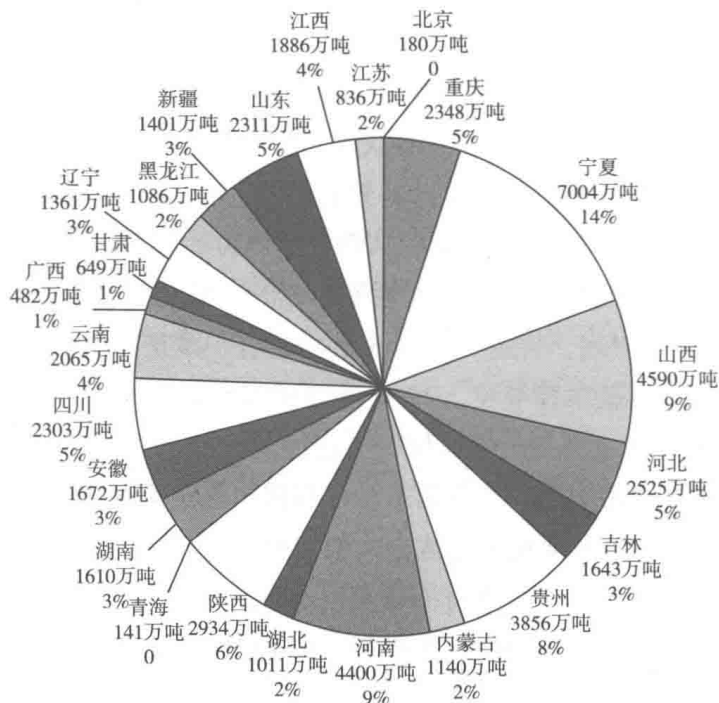


图 1-2 2016~2017 年各省（自治区、直辖市）退出产能占比情况

资料来源：根据国家发改委及各省发改委网站公开数据整理而得。

退出的煤炭产能主要分布于产能较小、地质条件复杂、安全生产条件落后、开采年限较长、煤质较差、人口相对稀少和分散的地区。西部地区去产能占全国去产能总量的 49%，其次依次为中部地区（31%）、东部地区（12%）和东北地区（8%）。

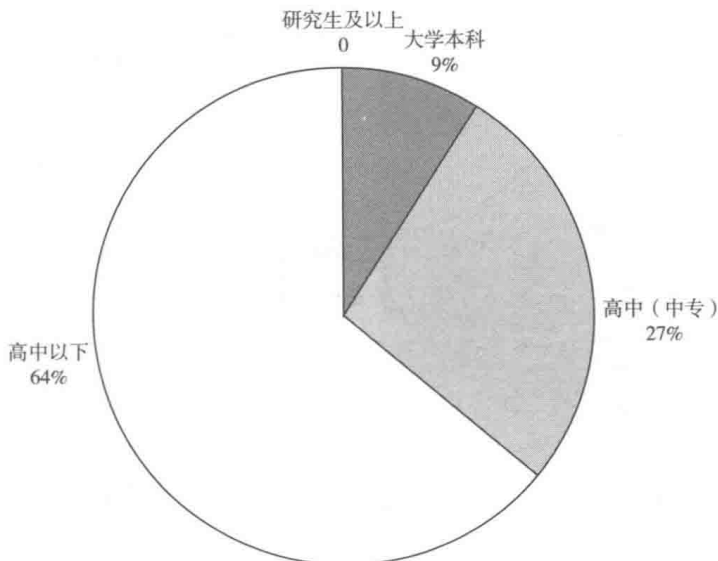
从空间分布上看，退出的煤矿主要分布在西部地区和中部地区，其中湖南、湖北、四川、云南、贵州五个省份共退出煤矿 984 个，退出煤矿数量占全国的 38.67%，退出产能占全国的 22%。

### （2）去产能关闭煤矿的员工情况（见图 1-3）

据不完全统计，2016~2017 年煤炭退出产能涉及员工约 100 万人。以退出的国有老矿区为例，人员学历构成中，高中以下人员占比超过一半；工种结构中，后勤辅助人员占比接近一半；年龄结构中，退休和离退休人员占比为 15%。

### （3）关闭退出煤矿分类情况

2016~2017 年，关闭退出煤矿中，国有煤矿产能占 81%，其余为民营或集体煤矿。国有煤矿中，中型及中型规模以上煤矿产能占比为 36%，30 万吨以下小型规模煤矿产能占比为 45%（见表 1-1）。



(a) 矿区人员学历构成

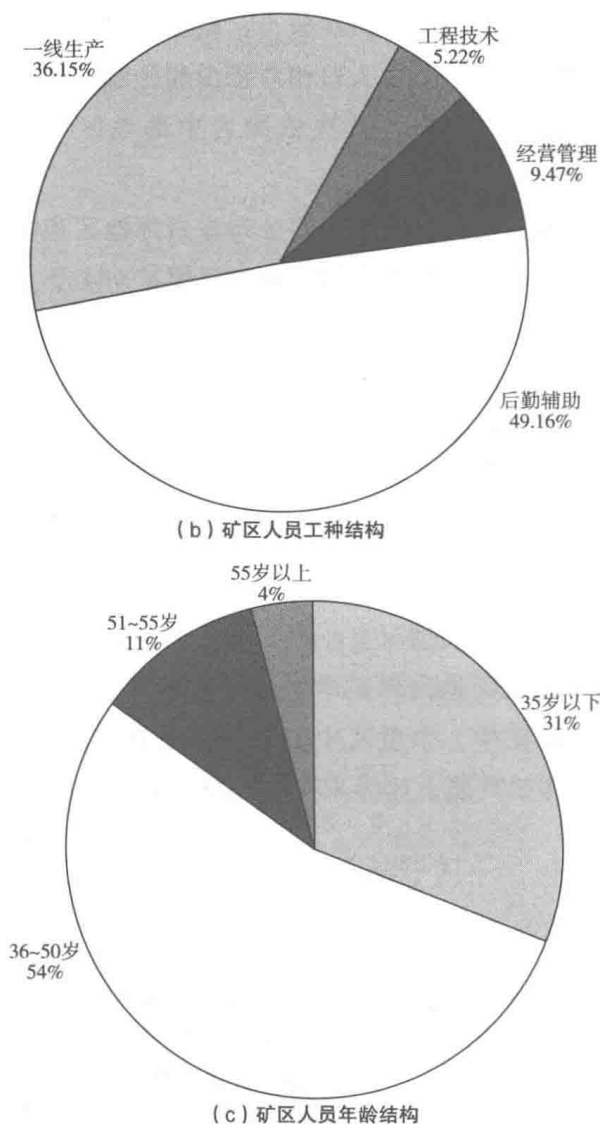


图 1-3 2016~2017 年去产能关闭煤矿员工情况

资料来源：根据各省产能退出煤矿资料整理而得。

表 1-1 2016~2017 年关闭退出煤矿分类情况

单位：%

序号	按照煤矿性质分类	按照规模分类	矿井个数占比	核定产能占比
1	国有煤矿	中型及中型规模以上	13	36
2		小型煤矿	60	45
3	其他类煤矿	—	27	19

资料来源：根据各省关闭退出煤矿统计得出。

## (二) 资源型地区矿业废弃地问题分析

### 1. 未进行生态修复的矿业废弃地

#### (1) 地表景观破坏严重

无论是露天开采还是地下开采，尽管两类采矿方式对土地的破坏途径、程度和方式不同，但都不可避免地造成地表景观的改变（见图 1-4）。两者共同之处在于，排土场、尾矿场均会导致数倍于开采范围的区域生态和自然



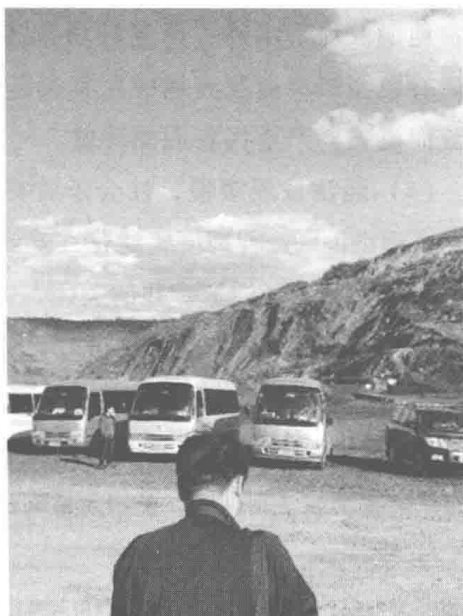
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1-4 采矿活动对地表景观造成破坏的情况

资料来源：笔者拍摄。

景观的破坏；不同之处在于，露天开采以剥离挖损土地为主，明显地改变了采矿场的地表景观，而地下采掘虽无须剥离表土，但对地质结构影响较大，容易引发地表塌陷。

### (2) 大量土地资源被占用

矿产资源开发不可避免地要占用大量的土地。一般地，露天采矿所占用的土地面积相当于采矿场面积的5倍以上。目前，尾矿、煤矸石、粉煤灰和冶炼渣已成为我国排放量最大的工业固体废弃物，约占总量的80%。<sup>①</sup> 据估计，1957~1990年我国因矿山占地而损失的耕地，占到全国总耕地损失的49%。<sup>②</sup> 1993年底，我国尾矿累积堆放直接破坏和占用的土地达17000~23000km<sup>2</sup>，且每年以200~300km<sup>2</sup>的速度增加。<sup>③</sup>

### (3) 环境污染严重

矿业废弃物中含有大量重金属成分，通过径流和大气扩散会污染空气、水和土壤，其影响范围要远远超过矿区的面积。矸石山不仅占用大量的土地，若不采取措施还会因自燃污染大气环境，矸石山淋溶水有时呈较强酸性、碱性或含有毒有害元素，选址不好又不采取防渗措施将会污染周围土壤、地面及地下水体，产生环境危害，目前已成为矿区的主要环境问题之一。有色金属矿业废弃地中含有大量的有毒有害重金属，随地表径流和地下径流而流失，严重污染周围环境。

### (4) 经济发展缓慢，社会矛盾突出

资源型地区产业高度资源化，就业也高度单一化，地区经济严重依赖资源产出。随着资源衰竭、矿井的关闭、大量人口失业，经济走向衰落。2016年，化解产能过剩造成了大量矿企业职工下岗，煤炭系统约130万人，钢铁系统约50万人。此外，资源型地区的居民就业渠道单一，就业结构严重趋同，在资源产业衰退时常常出现集体下岗，社会矛盾集中。由于劳动技能单一、就业能力差，劳动力的社会流动性受到抑制，亟须大量的社会保障措施提供最基本的生存服务。

① 常前发：《谈矿产资源的开发利用与可持续发展》，《中国矿业》2000年第6期，第15~19页。

② 马彦卿：《矿山土地复垦与生态恢复》，《有色金属》1999年第3期，第23~25、29页。

③ 张锦瑞、王伟等：《尾矿库土地复垦的研究现状与方向》，《有色金属（选矿部分）》2000年第3期，第42~45页。