

城市与建筑学术文库



Mineral Geology  
and Ecological Environment

# 矿产地质与生态环境

李伟新 巫素芳 魏国灵 主编



华中科技大学出版社  
<http://www.hustp.com>

城市与建筑学术文库

# 矿产地质与生态环境

李伟新 巫素芳 魏国灵 主编

华中科技大学出版社  
中国·武汉

## 图书在版编目(CIP)数据

矿产地质与生态环境/李伟新,巫素芳,魏国灵主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2020. 9

(城市与建筑学术文库)

ISBN 978-7-5680-6397-5

I. ①矿… II. ①李… ②巫… ③魏… III. ①矿产地质-关系-生态环境建设-研究-中国 IV. ①P62 ②X321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 143064 号

## 矿产地质与生态环境

李伟新 巫素芳 魏国灵 主编

Kuangchan Dizhi yu Shengtai Huanjing

策划编辑:周永华

责任编辑:周永华

责任校对:周怡露

封面设计:王 娜

责任监印:徐 露

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:广东虎彩云印刷有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:13

字 数:210千字

版 次:2020年9月第1版第1次印刷

定 价:68.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

## 编 委 会

**主 编** 李伟新(广东省矿产应用研究所)  
巫素芳(韶关市农业科技推广中心)  
魏国灵(广东省水文地质大队)

**副主编** 吴惠玲(广东省地质实验测试中心)  
李 骏(山西省第三地质工程勘察院)  
马 超(天津华北地质勘查局地质研究所)  
王劲骥(广东省水文地质大队)  
何 平(广东省地质实验测试中心)

**编 委** 梁冠杰(广东省矿产应用研究所)  
许正繁(广东省矿产应用研究所)  
武明丽(广东省矿产应用研究所)  
徐晓凤(广东省矿产应用研究所)  
黄雯孝(广东省矿产应用研究所)  
罗伟雄(韶关市农业科技推广中心)  
马崇坚(韶关学院)

# 前 言

矿产资源是人类生存的物质基础,是人类共同的财富,而环境是人类生存和发展的基本前提。在矿产资源开发的过程中必须重视环境保护。矿产资源开发利用对环境的影响主要表现在以下方面。

第一,矿产资源开发利用活动对自然环境的影响存在较强的滞后效应,前期的污染对当期的环境有较为明显的影响。环境污染的历史不可忽视,其滞留作用是各地区治理环境污染、改善环境质量的重要阻碍。控制矿产资源开发利用所导致的环境影响,必须以地域空间的环境承载能力、稀释自净能力为依据,治理政策需要具有长期性和针对性,这是实施环境管理的内在要求。

第二,不同种类矿产资源的开发利用活动对环境的影响各不相同。能源矿产开发利用对环境的影响最为突出,金属矿产次之,非金属矿产开发利用对环境的影响相对较小。现阶段,必须重点关注能源矿产的开发利用方式,将环境保护纳入能源矿产的发展规划。当前,以煤炭等为主的能源结构难以从根本上得到转变,要降低能源矿产开发利用的环境影响,关键在于促进煤炭等能源资源开采、转化与终端消费等环节的清洁化,并以促使煤炭清洁化利用为契机,构建现代能源产业体系。

在矿产资源开发利用形成环境影响的过程中,产业结构、技术水平和政府管理等因素都起到了较为明显的作用。合理的产业结构对环境具有正向作用,必须依靠产业结构升级,转变产业发展的资源利用方式与环境干预模式。技术进步在控制环境污染中已经产生积极效果。进一步挖掘技术潜力,加强技术创新,是推进环境治理的重要手段。政府管理在环境保护中起到了积极的引导作用。激励地方政府在开发利用矿产资源的同时重视环境保护,执行更加务实的减排措施,是有效控制矿产资源开发利用对环境造成



影响的战略需要。

在不同区域环境影响因素的比较中可以发现,中国东部地区在矿产资源开发利用中,产业结构、技术水平和政府管理这三种因素所发挥的积极作用均超过中部和西部地区。在推进区域发展的背景下,东、中、西部各地区要把握当地在矿产资源开发利用、生态环境保护、社会经济发展等方面具有的特征和优势,加强区域协作,增进优势互补,因地制宜、因时制宜构建有利于资源节约和环境友好的生产体系,建立起适应生态文明建设的资源环境技术经济创新系统。

近几年,我国陆续开展了许多针对矿山的环境治理项目。通过矿区地质环境保护工作有效地解决人与地之间的矛盾,并且为当地剩余劳动力提供了再就业机会,促进了当地经济的持续发展,绿化水平得到提高,降低了水土流失和地质灾害的发生频率,使矿区的生态环境得到了改善。

基于此背景,笔者编写了本书。全书一共分为七章,内容涉及矿产资源与环境伦理、矿产资源开发与生态环境、矿产地质工作中存在的问题分析、矿产地质工作问题的应对措施、矿产地质工作与生态文明建设、生态文明视角下地质灾害防治工作探究、生态创新视角下矿产资源密集型区域的可持续发展。笔者强调矿产资源开发利用须以环境保护为前提,充分发挥矿产资源优势,保护矿山环境的同时稳定矿山的生产。同时对矿产资源开发利用引发的一系列环境问题进行剖析,并对如何兼顾经济效益、社会效益、生态效益进行重点探讨。

# 目 录

<b>第 1 章 矿产资源与环境伦理</b> .....	(1)
1.1 矿产资源概述 .....	(1)
1.2 我国矿产资源概况 .....	(3)
1.3 矿产资源开采的环境伦理 .....	(10)
<b>第 2 章 矿产资源开发与生态环境</b> .....	(31)
2.1 矿产资源开发的环境理论 .....	(31)
2.2 矿产资源开发的生态环境效应 .....	(36)
2.3 矿产资源开发的生态环境保护 .....	(39)
<b>第 3 章 矿产地质工作中存在的问题分析</b> .....	(43)
3.1 矿山主要地质环境问题分析——以我国中南地区为例 .....	(43)
3.2 矿产资源开发管理存在的问题分析 .....	(57)
<b>第 4 章 矿产地质工作问题的应对措施</b> .....	(87)
4.1 矿山地质环境的保护与恢复治理——以我国中南地区 为例 .....	(87)
4.2 矿产资源开发管理问题的应对措施 .....	(97)
<b>第 5 章 矿产地质工作与生态文明建设</b> .....	(110)
5.1 矿产地质工作与生态文明建设的内涵 .....	(110)
5.2 矿产地质工作与生态文明建设的关系 .....	(122)
5.3 矿产地质工作对生态文明建设的促进作用 .....	(126)
<b>第 6 章 生态文明视角下地质灾害防治工作探究</b> .....	(129)
6.1 地质灾害防治工作的效益评价 .....	(129)
6.2 生态文明视角下地质灾害防治策略 .....	(132)
6.3 生态文明视角下矿产地质工作的优化路径 .....	(135)



<b>第 7 章 生态创新视角下矿产资源密集型区域的可持续发展</b> .....	(151)
7.1 矿产资源密集型区域的相关概念及理论基础 .....	(151)
7.2 矿产资源密集型区域可持续发展框架体系的构建 .....	(162)
7.3 矿产资源密集型区域可持续发展评价体系与预警 .....	(177)
7.4 矿产资源密集型区域可持续发展的路径选择 .....	(193)
<b>参考文献</b> .....	(199)

# 第 1 章 矿产资源与环境伦理

矿产资源是人类生产资料和生活资料的基本来源之一,也是人类社会生产最初始的劳动对象之一。矿产资源的开发利用为人类社会的发展提供了动力。从石器时代到青铜时代,再到铁器时代,从木柴到煤、石油、原子能的利用,人类社会生产力的每一次巨大进步都伴随着矿产资源利用水平的巨大飞跃。

## 1.1 矿产资源概述

### 一、矿产资源及其特点

矿产资源是指天然赋存于地壳内部或地表,由地质作用形成的,呈固态、液态或气态的,具有经济价值或潜在经济价值的富集物。从地质研究角度来说,矿产资源不仅包括已发现的并经勘查工程查明储量的矿床,还包括目前虽然未发现,但经预测(或推断)可能存在的矿物质,即矿产资源不仅包括在当前技术经济条件下可以利用的矿物质,还包括因技术进步和经济发展在可预见的将来能够利用的矿物质。

同其他自然资源相比,矿产资源有其显著特点,具体如下。

(1) 矿产资源具有不可再生性。矿产资源是在几十亿年的漫长历史过程中,经过各种地质作用形成的,一旦被开采利用则难以再生。地壳上优质易采的矿产资源总是愈来愈少。也就是说,在一定的技术经济水平条件下,有经济价值的矿产是有限的。例如,地下水作为矿产资源的一种类型,虽然在某种程度上可以再生,但不是用之不竭的,尤其是深层地下水资源的恢复需要相当长的地质历史时期。

(2) 矿产资源分布具有不均衡性。各地质历史时期的成矿活动差异极



大,加之成矿物质在地壳内的分布本来就不均一,以及成矿地质条件的制约,使得矿产资源分布的不均衡性十分突出。例如,在主要金属矿产中,10余种金属矿产储量的3/4集中在5个国家。有的矿产高度集中在一些国家或地区。如南非有5种矿产的储量占世界总储量的1/2以上;中国的钨、锑储量亦超过世界总量的1/2,中国的稀土资源占世界总储量的90%以上;石油则主要集中在海湾国家。

(3) 矿产资源的概念具有变动性。在自然界,矿产资源以各种形态的地质体(通常称为矿床或矿体)形式存在,只有在技术经济条件合适的情况下,矿床才能被开发利用,否则得不偿失。换句话说,矿床是一个地球科学概念,也是一个技术经济概念。随着技术经济条件的变化,矿床的概念也会发生变化。科学技术总是不断进步的,社会经济也是不断向前发展的,因此,很多原来被认为不是矿床的地质体逐渐成为可供人类开发利用的矿床。矿产资源的这一特点还进一步导致了矿产资源在数量上的不确定性。界定矿床的各类技术经济标准在不断变化,使矿产资源在数量上总是处在动态变化之中。

(4) 矿产资源赋存状态具有复杂性和多样性。矿产资源只有少部分出露在地表,绝大部分隐藏在地下,矿床的形态、产状及与围岩的关系等赋存因素千变万化,不是任何简单的模式可以概括的。寻找、探明矿床需要进行大量的地质调查和矿床勘探工作。开采过程中,也经常因对尚未揭露部分的矿体了解不够而遇到意想不到的情况,探矿采矿工作具有很大的风险性。此外,随着生产的不断发展,采矿速度的加快,近地表的矿产资源日益减少,找矿任务日益艰巨,开采、冶炼的条件日益困难和复杂。

(5) 矿产资源具有多组分共生的特点。矿产资源是由矿物和岩石等组成的,主要以矿床的形式存在于地壳之中。由于不少成矿元素的化学性质存在近似性和地壳构造运动、成矿活动的复杂多期性,自然界单一组分的矿床很少,绝大多数矿床具有多种可利用组分共生和伴生的特点。此外,同一地质体或同一地质建造内,也可能蕴藏着两种或更多的矿体。

我国地壳运动频繁,新老成矿作用多次叠加,矿床的组分复杂多样,共生、伴生矿产多的特点突出。因此,在矿产勘查中,必须注意综合找矿、综合



评价;在开发利用中,必须强调综合开发、综合利用。

## 二、矿产资源的分类

矿产资源通常分为能源矿产、金属矿产和非金属矿产三大类。亚类的划分,金属矿产一般按可提炼的金属及其特性分类,分为黑色金属、有色金属、贵金属及稀有、稀土和分散金属等;非金属矿产分类方法较多,有的按矿物和有用岩石进行分类,有的按矿产的用途进行分类,也有的按以上两种特征联合分类。

为适应建设的需要,我国矿产资源的分类以能源、金属、非金属为基础,并将地下水作为矿产资源单划一类。

## 1.2 我国矿产资源概况

### 一、我国矿产资源的种类及重要矿产资源的分布

#### (一) 我国矿产资源禀赋与种类

矿产能否在一个地区形成、形成多少与质量优劣均与该地区成矿地质条件的好坏直接相关。我国位于亚洲的东部、太平洋的西岸,疆域辽阔,山川交错纵横,盆地、沼泽、湖泊星罗棋布;高山峻岭遍布西部地区,东部地区则以平原、丘陵地形为主,自西向东呈三级阶梯状分布。复杂多样的地质地貌特点和广阔的疆土为我国矿产资源的赋存提供了优越的条件。在我国广袤的土地上,各个断带地层发育齐全;我国大地经历了广泛而又剧烈的岩浆活动,形成了多种岩浆岩;我国处于欧亚板块、太平洋板块、印度洋板块的交界处,并受这几种不同大地构造单元的影响,为形成多样性的矿产创造了良好的地质构造条件。正是受上述因素的共同影响与作用,我国才成为一个矿产资源大国。

我国是世界上为数不多的矿产资源种类齐全、储量丰富、分布集中的国家之一。矿产资源的多样性和丰富性,为我国的工业化、城镇化建设提供良



好的保障。

## (二) 我国重要矿产资源的分布

我国矿产资源分布区域广泛,又相对集中,地理分布不均衡。能源矿产主要分布在北方,如煤主要分布在华北和西北,石油、天然气主要分布在东北、华北和西北。有色金属矿产则主要分布在南方一带,如铜主要分布在西南、西北、华东。铅、锌矿遍布全国。钨、锡、钼、稀土矿主要分布在华南、华北。金银矿分布在全国各地,台湾也有重要产地。磷矿以华南为主产地。

(1) 煤炭。我国煤炭资源的分布格局是北多南少、中西部多东部少。

(2) 石油、天然气。我国石油资源分布不均,主要分布在松辽、渤海湾、塔里木及准噶尔四大盆地,我国近海海域的几个沉积盆地也富含石油。我国天然气资源分布不均,主要分布在四川、鄂尔多斯、塔里木、准噶尔、吐哈、柴达木、松辽、莺歌海、琼东南、东海等地。

(3) 铁、锰、铬和钛矿。我国铁矿主要分布于辽宁、河北、四川、山西、安徽、云南、内蒙古、山东、湖北等省(自治区)。锰矿的地理分布特点是南多北少。大型锰矿集中在广西、云南、湖南、贵州、四川等省(自治区)内,北方仅有辽宁瓦房子锰矿储量较大。铬矿集中在西藏、内蒙古、新疆、甘肃。钛矿资源丰富,主要分布在四川和河北。

(4) 铜矿。我国铜矿资源分布比较分散。铜矿储量较多的省(自治区)分别是江西、西藏、云南、甘肃、安徽、内蒙古、山西、黑龙江、湖北、新疆。

(5) 铝土矿。我国铝土矿主要集中在山西、贵州、河南和广西。铝土矿储量较多的还有河北、山东、重庆、云南等地。

(6) 铅锌矿。我国拥有丰富的铅锌矿资源,其探明的保有储量居世界前列。主要产地有云南、湖南、广东、广西、内蒙古、江西、甘肃、陕西、四川等。

(7) 镍矿。镍矿主要集中在甘肃,新疆、云南、吉林、湖北、四川、陕西、青海等省(自治区)也有分布。

(8) 钴矿。钴矿分布较为广泛,其中储量最多的是甘肃。其他储量较多的省(自治区)依次为山东、云南、河北、青海、山西、新疆、四川、西藏、安徽、湖北和海南。

(9) 钨矿。钨矿分布广泛,湖南储量较大,其他储量较多的省(自治区)



依次为江西、河南、广西、福建、广东、甘肃、云南、黑龙江、内蒙古。其余地区储量很少。

(10) 锡矿。锡矿分布于全国十多个省、自治区,且广西、云南、广东、湖南、内蒙古、江西等地储量较大。

(11) 钼矿。除宁夏和天津之外,全国其他地区均有分布。其中河南、陕西、吉林、山东、河北、江西、辽宁、内蒙古地区储量较大。

(12) 锑矿。矿区遍布于18个省(自治区),主要分布于广西、湖南、云南、贵州、甘肃等地。我国锑矿以大型锑矿床居多,以矿石质量好而著称。

(13) 金矿。我国金矿分布广泛,以山东、河南、陕西、贵州、河北、云南、湖北、吉林等地储量较多。砂金保有储量以四川最多,之后依次为黑龙江、陕西、内蒙古、江西、甘肃等地。伴生金矿主要分布于江西、湖北、甘肃、黑龙江和湖南等地。

(14) 银矿。我国银矿保有储量较多的是江西、云南、广东、内蒙古、广西、湖北、甘肃等地。

(15) 硫矿。我国硫资源有自然硫、硫铁矿和伴生硫三种形式。自然硫主要分布在山东。硫铁矿分布面较广,主要分布在四川、广东、安徽、内蒙古、贵州、云南、山东、河南等地。伴生硫主要分布在江西、吉林、青海、陕西、甘肃、安徽、云南、广东等地。

(16) 磷矿。我国磷矿资源丰富。全国特大型磷矿产地集中于四川、云南、湖南、湖北、贵州等地。

(17) 钾盐矿。我国钾盐矿以现代盐湖钾盐矿为主,青海柴达木盆地及新疆、甘肃等省(自治区)的钾盐矿均属此类型;云南、山东的钾盐矿为古代沉积矿床;四川自贡的钾盐矿为地下卤水钾盐矿,数量极少。

(18) 硼、菱镁矿。硼矿主要分布在辽宁和青海,其次为湖北、西藏、吉林等地。菱镁矿是我国的优势矿种,我国的储量、产量和出口量均居世界第一,主要分布在辽宁、山东、西藏、甘肃、新疆、河北等省(自治区)。

(19) 稀土矿。我国稀土矿储量分布尤为集中(主要是轻稀土),高度集中在内蒙古地区,并在东北、华北、西北、华东、中南、西南六大区均有分布。轻稀土、重稀土储量在地理分布上呈现北轻南重的特点,即轻稀土主要分布



在北方地区,重稀土主要分布在南方地区。

## 二、我国矿产资源的特点

### (一) 总量丰富,矿种齐全,人均不足

中国是世界上为数不多的矿产资源总量丰富、矿种比较齐全、配套程度较高的国家之一。但我国人口基数大,矿产资源人均探明储量占世界平均水平的 58%,部分矿产储量更是严重不足。

### (二) 支柱性矿产品位偏低,贫矿、难选矿多,而富矿偏少

我国部分用量不大的矿产具有较强竞争力,如稀土、钨、锡、钼、菱镁、萤石、重晶石、膨润土、石墨、滑石、芒硝、石膏等矿产,不仅已探明储量可观,人均占有量居于世界前列,而且资源质量高,开发利用条件好,在国际市场具有明显的优势。但是,一些关系到国计民生的、用量大的支柱性矿产,如石油、天然气、铀、铁、锰、铬、铜、铝土、金、银、硫、钾盐等矿产,它们的保有储量在世界上所占的比例较低,并且大矿、富矿很少,中小矿、贫矿比较多,开采难度大、成本高。如国内的铁矿,以贫矿和共生伴生矿居多,平均品位低于世界平均水平,到目前为止尚未发现特大型的富铁矿。相比之下,巴西、澳大利亚和印度等国的铁矿石平均品位远远高于中国。

### (三) 单一矿种矿少、共生伴生矿多

中国共有 80 多种矿产是以共生、伴生的形式赋存的。在有色金属中,80%以上为共生、伴生矿石,矿石结构复杂,选炼难度大。钒、钛、稀土等大部分矿产伴生在其他矿产中,1/3 的铁矿和 1/4 的铜矿是多组分矿。

### (四) 区域分布广泛,相对集中

在我国,能源矿产主要分布在北方,其中 90%的煤炭集中分布在山西、陕西、内蒙古、新疆等地,总体上北富南贫、西多东少。而铁矿主要分布在辽宁、河北和四川等地区,铜矿则主要集中在江西、西藏、云南、甘肃等地。产业布局与能源及其他重要矿产在空间上的不匹配,加大了资源开发利用的难度。



### 三、我国矿产资源综合利用现状

党中央及各级政府机构不断号召资源节约与综合利用,尤其是重要矿产资源。在政策的指引下,我国资源综合利用水平不断增强,资源开发技术、装备水平也有很大的提升。

#### (一) 共生伴生矿产资源综合利用状况

我国共生伴生矿产资源丰富,在探明的矿产储量中,共生伴生矿床比重占75%左右,在已经得到开发利用的139种矿产资源中,有87种矿产资源部分或者全部来源于共生伴生矿,占总数的62.6%左右。伴随政策的引导和技术进步的推进,我国的共生伴生矿产资源利用情况得到改善,但是与部分发达国家相比,综合利用水平还存在较大差距。

#### (二) 低品位、难选矿产资源综合利用状况

我国难选矿多、易选矿少,导致在矿产开发中产生选矿难度大、成本高、效率低等问题。我国铁矿石资源极为丰富,但95%以上都为贫矿,平均品位只有33%,如鄂西高磷铁矿,已查明资源储量超过20亿吨,但铁、磷分离困难。在多年的努力下,我国低品位铁矿石的利用水平已经获得较大的提高。又如,我国铝土矿以一水硬铝石型居多,铝硅比很低,但铝土矿综合利用潜力非常大。同时,我国中低品位铜矿在综合利用方面,取得了范围广泛、利用效果较好的成就,铜矿无论是开采回收率还是选矿回收率都是比较高的。

#### (三) 矿山固体废弃物综合利用状况

我国在开采矿产资源的过程中,由于技术限制和人为浪费,导致遗留在矿产资源废弃物中的有用矿物含量较高。例如,在日本粉煤灰已基本上被全部利用,我国目前粉煤灰利用率仅为21%左右,相比之下我国在这方面仍有很大的提升空间。

### 四、我国矿产资源开发利用技术现状

工业的发展对矿产资源有很强的依赖性,工业发展程度越高,对矿产资源的需求量越大,重要矿产资源开发的效率和质量直接对我国经济的发展



速度产生影响,这就对我国的矿产资源开发技术提出了更高的要求,我们必须寻求高效、安全、低成本的开采方法和技术,推进我国矿产产业朝着标准化、专业化的方向发展。

随着科学技术的日趋进步以及扶持政策的不断完善,我国矿产资源综合开发利用技术、设备都取得了新的进步。矿业工作者在我国矿业发展过程中也积累了大量的经验,由此产生了一大批先进的矿产资源开发利用技术。

为提高资源节约集约利用水平,加快转变矿业发展方式,原国土资源部印发了《关于推广先进适用技术提高矿产资源节约与综合利用水平的通知》(国土资发〔2012〕154号),建立了矿产资源节约与综合利用先进适用技术推广目录制度,连续发布了6批334项先进适用技术,在引导和鼓励矿产企业推广应用先进适用技术、加快技术改造、推进企业转型升级等方面取得了积极成效。

在油气开采中评选出了一批能够代表国内矿产资源综合利用水平的技术,并且正在逐步向全国推介,包括特超稠油藏有效开发动用技术、致密砂岩气藏冻胶阀欠平衡完井技术、砾岩油藏提高采收率技术、特高含水油藏二元复合驱大幅度提高采收率技术、稠油或堵塞油层层内自生热解堵技术、深层低渗低品位储层改造开采技术、特低渗透油藏二氧化碳驱大幅度提高采收率技术、底水油藏化学与机械联合堵水技术、特低渗透油藏数字化集成技术和油页岩综合利用集成技术等。

在煤炭行业践行了绿色开采的新模式。如“以矸换煤”,实现“矸石不升井、矸石山搬下井”,提高了煤炭开采回采率,减少矸石占地和地面塌陷的问题,并大力推广露井联合开采技术、无煤柱开采技术、一次采全高的综合机械化技术等。

在黑色金属矿产资源开发利用方面,我国正在面向全国推广使用磁铁矿精选作业的磁筛等高效利用技术,含稀土复合矿和钒钛磁铁矿综合利用技术,低品位、表外矿、复杂共生伴生黑色金属矿产资源综合利用技术;推进尾矿再选技术;研发低品位硫铁矿选矿富集技术;研发尾矿干堆技术和尾矿高效浓缩工艺及设备。



在有色金属矿产资源利用技术方面,投入资源开展高效开发技术和大型采、选、冶技术装备的研究和开发工作,成功研究开发出一批重大的新工艺、新技术,并应用于矿产开采及加工生产,获得了巨大的经济效益。

为使非金属矿产得到高效的采选以提高综合开发利用水平,在稀土等矿产资源开发利用方面,使用电解工艺开发稀土镁中间合金技术,以利于综合利用稀土尾矿。对于磷矿,磷石膏充填无废高效开采技术、磷矿伴生氟资源综合利用技术等的研发和应用,大大提高了磷矿利用率,提高了资源开发利用效益。

## 五、我国矿产资源开发利用的法律和法规现状

矿产资源开发利用方面的法律体系是我国自然资源法律体系的重要组成部分,涉及我国领土及管辖海域内矿产资源管理、勘查、开发利用、保护等方面的法律规范。1951年,我国颁布了《中华人民共和国矿业暂行条例》,规定了“全国矿藏,均为国有,如无须国营或划作国家保留区时,准许并鼓励私人经营”的原则。然而在那个时候,与矿产资源开发相关的法律制度却是一片空白。随着1986年《中华人民共和国民法通则》和《中华人民共和国矿产资源法》及之后一系列相关法律法规的出台,才初步建立起矿产资源法律体系。20世纪末,我国工业化进入加速发展时期,矿产资源的开发也迎来了空前的大发展。为了合理地开发和利用我国有限的矿产资源,国家颁布了一系列管理条例和法律法规,如《核工业部关于放射性矿产资源监督管理暂行办法》(1987年)、《中外合作开采陆上石油资源缴纳矿区使用费暂行规定》(1990年)、《中华人民共和国矿产资源法实施细则》(1994年)、《中华人民共和国煤炭法》(1996年)、《矿产资源开采登记管理办法》(1998年)、《探矿权采矿权转让管理办法》(1998年)等。

为了让企业自觉、积极贯彻“资源高效利用、节能环保”的理念,国家相关部门结合技术进步发布了《资源综合利用企业所得税优惠目录》,使企业在资源综合利用的税收等方面享受政策的优待。为支持矿产企业提高矿产资源回采率、选矿回收率和综合利用率,2010年,国家发展和改革委员会联合科学技术部等部门共同颁发了《中国资源综合利用技术政策大纲》,国土