

中国工程院咨询研究项目

我国金属矿山安全与 环境科技发展前瞻研究

古德生 吴超 等编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

中国工程院咨询研究项目

我国金属矿山安全与 环境科技发展前瞻研究

古德生 吴 超 等编著

常州大学图书馆
藏书章

北 京

冶金工业出版社

2011

内 容 提 要

金属矿山安全与环境科技发展前瞻研究对科学规划和部署我国金属矿资源安全、绿色开发具有重要的基础性和战略性意义,对我国金属矿山安全与环境科技发展具有一定的指导作用。本书共 15 章,包括我国金属矿山安全与环境的前瞻研究及其问题、我国金属矿资源开发概况、金属矿山发展现状和安全与环境问题、我国高校采矿与安全环境学科的博士生导师和重点实验室的研究方向调查、国外高校采矿与安全研究生导师和科研院所的研究方向调查、深部金属矿开采中地层能量致灾与控制的前瞻研究、超深矿井高温环境控制的前瞻研究、金属矿山硫化矿石自燃火灾与探测的前瞻研究、金属矿山地下水灾预防的前瞻研究、金属矿山环境工程的前瞻研究、金属矿山尾矿库安全与环境的前瞻研究、物联网与矿山安全的前瞻研究、金属矿山职业卫生的前瞻研究、海洋采矿安全与环境的前瞻研究、金属矿山安全与环境科技发展前瞻研究课题及其评价。

本书可供矿山研究和设计单位的研究设计人员、矿山企业领导和工程技术人员以及国家矿山管理机构的领导干部参考,也可以供高等院校采矿工程专业的教师和研究生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

我国金属矿山安全与环境科技发展前瞻研究/古德生等编著.
—北京:冶金工业出版社,2011.9
中国工程院咨询研究项目
ISBN 978-7-5024-5582-8

I. ① 我… II. ① 古… III. ① 金属矿—矿山安全—研究—中国 ② 金属矿—矿区环境保护—研究—中国 IV. ① TD7
② X322.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 077098 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 马文欢 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5582-8

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011 年 9 月第 1 版,2011 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;14 印张;326 千字;208 页

45.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

《我国金属矿山安全与环境科技发展前瞻研究》

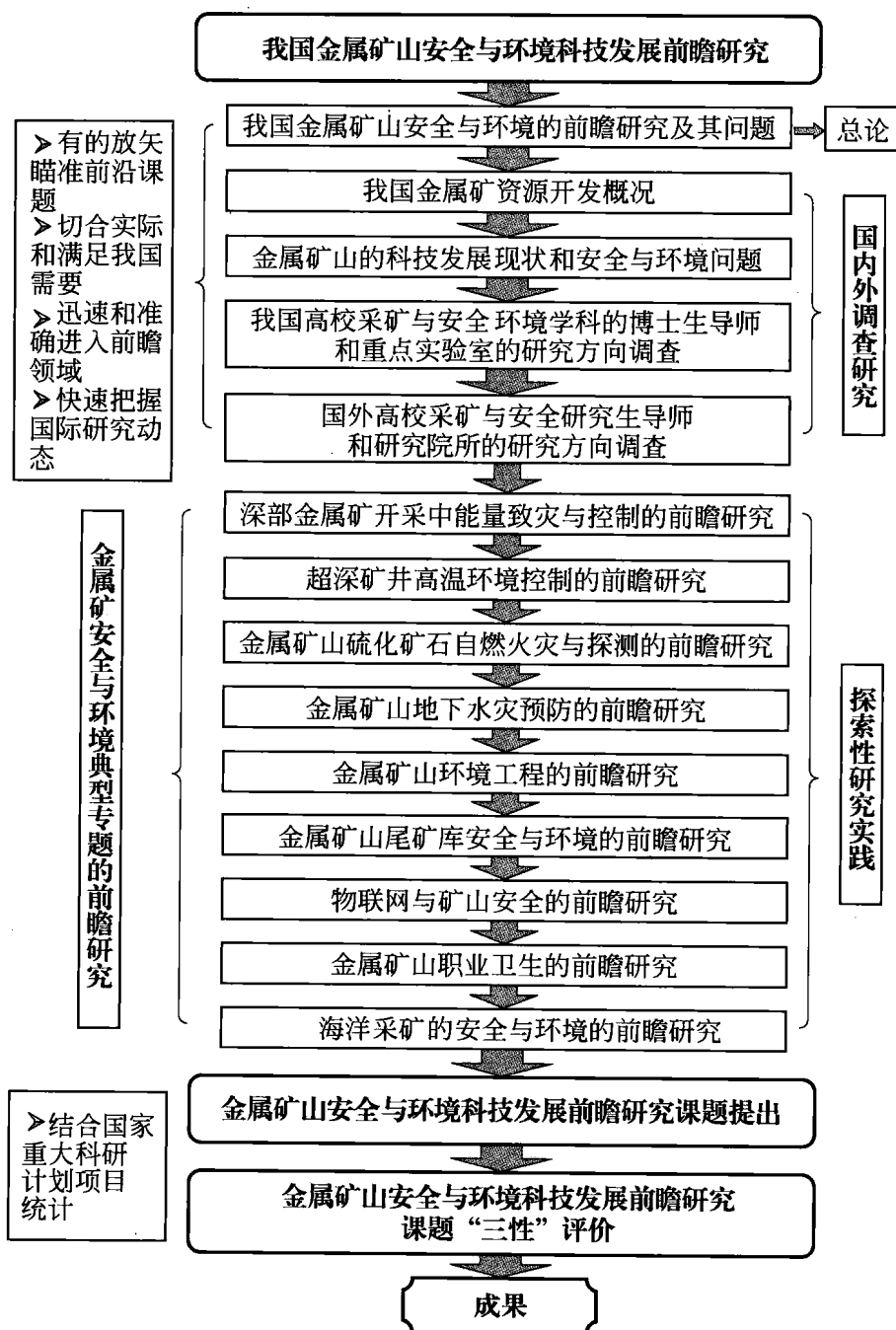
咨询研究项目组

组 长 古德生

副组长 吴 超

成 员 古德生 吴 超 王从陆 黄 锐
胡汉华 陈沅江 周科平 李 明
阳富强 李孜军 刘 辉 廖慧敏
张超兰

本书导读



前言

资源与环境是人类赖以生存、繁衍和发展的基本条件,人类现实生活的衣、食、住、行、日用品、医疗保健等各方面都离不开矿物资源;矿业是人类文明进步、国民经济发展和科学技术革命的基础。鉴于资源开发的重要性以及资源开发带来的环境污染和生态恶化的问题,资源开发已引起世人的普遍关注和重视。保护人类的生存环境,实施可持续发展战略,是当前各国追求的目标。

2004年美国国家职业安全健康研究院经过大量调查研究后,提出了一个未来采矿安全与健康研究课题的一揽子研究规划,该规划通过了由美国科学院国家研究委员会和美国国家医学院专家组的评估和认可。之后,该规划由美国科学院出版社正式出版,用以指导美国未来的采矿安全与健康的科学技术研究工作。从该规划看出,即使是工业非常发达的美国,也很重视采矿安全与健康的科技规划和前瞻研究。实际上,世界各国正致力于寻求一条人口、资源、环境、经济、安全和社会相互协调,既能满足当代人的需求、又不对后代人造成危害的可持续发展的道路,这是21世纪国际社会的唯一选择。

金属和非金属矿产资源开发是国民经济的基础产业。我国约有80%的工业原材料、70%的农业生产资料都取自于矿物资源。在我国,矿产资源开发已成为150多个城市的支柱产业,直接解决数百万人就业,带动就业人数几千万,年产值高达数千亿元。随着矿产资源大规模的持续开发,资源储量逐年减少,我国大型金属露天矿已经所剩无几,地下矿山大批转入深部开采,有的已面临关闭状态;未来10~15年内,我国将有1/3的大中型有色金属矿山的开采深度达到或超过1000m。深部开采和海洋开采是矿业发展的必然趋势,它是世界矿业发展的前沿,对于这一新的特殊环境下的矿床开采,有许许多多新的安全与环境科学技术难题,例如:

(1) 伴随深部开采而来的是原岩温度不断升高,致使开采与掘进工作面的温度逐步升高,热害日益严重。国外在20世纪50~60年代,部分深部开采矿山就已经显现出较为严重的热害问题,现已从局部发展成为普遍现象,我国大部分矿井将进入一、二级热害区,对于这种高温矿井,井下无法作业。在高温环境下作业的工人,体能迅速下降,工作效率低,易出现中暑、热晕现象,还可能诱发神经中枢系统失调等疾病,致使事故频发。

(2) 深部矿岩体开挖后,原岩应力平衡遭到破坏,应力重新分布,巷道或采场周围的岩石发生变形、破坏,甚至出现岩爆等多种动力灾害。由于开采范围和采掘空间状态随生产推进而不断变化,矿岩重复受到工程扰动,岩层发生



变形、移动和破坏,其发生机理难以认识,灾害的发生难以预测,所以,安全条件严重恶化,事故频发。

(3) 金属矿山开采行业是高风险行业,地下矿山由冒顶、爆破、振动、中毒、突水、火灾、矿石自燃等原因引起的重大伤亡事故时有发生。金属矿山不但时有事故发生,开采过程伴随的噪声、粉尘、辐射和光等多种污染,还会导致多种职业病的发生,而且发病率高,发病周期短,致死致残率高,危害人数众多。

(4) 金属矿床开采引起地表破坏、岩石裸露、水土流失、河流淤塞,严重破坏矿区生态环境。金属矿地下开采常常破坏地下水系;在采矿、选矿过程中,大量废水排入河流,造成河流、湖泊严重污染;在开采、装卸、运输的过程中,产生大量粉尘,危害人体健康;矿山排出的大量废石和尾矿,不仅占地面积大,而且往往使矿区成为不毛之地。

(5) 我国的金属矿山开采活动产生大量污染物,包括废气、粉尘、酸性水(矿坑水、选矿及尾矿池水等)和重金属有害元素。大量重金属及有毒、有害元素(如铜、铅、锌、砷、镉、六价铬、汞、氰化物)以及悬浮物等,是矿产资源开发引起环境问题的重要原因,基于其污染的危害性和广泛性,重金属超过一定标准的尾矿等废弃物,已列入国家危险废物名录。

(6) 海洋资源开发,甚至月球资源开发,带来的安全与环境问题更是难以想象,需要有极为超前的科学研究储备。

由上可知,开展金属矿山安全与环境科技发展的前瞻性研究,具有重大的理论和实际意义。其研究成果对实现我国金属矿业安全、高效、绿色、可持续发展,建立具有我国金属矿产资源特点的资源安全开发创新体系,具有重大的现实意义;同时,其研究成果对部署金属资源安全、绿色开采的基础性、战略性、前瞻性和系统性研究与开发,研发、掌握矿业安全与环境的核科学技术和先进设备研发的集成能力,使我国金属资源安全环保开采进入世界前列,具有重大的战略意义。

本书由古德生院士和吴超教授担任主编。各章内容编写人员如下:古德生(第1章),王从陆(第2章、第3章、第11章),阳富强(第4章),吴超(第5章部分、第8章部分、第9章部分、第15章),陈沅江(第6章),胡汉华(第7章),黄锐(第10章、第14章),李明(第13章),周科平(第12章部分),张超兰(第5章部分、第12章部分),刘辉(第8章部分),廖慧敏(第9章部分)。全书由吴超统稿。

本项目的研究和本书的出版得到了中国工程院的资助,在此表示衷心感谢。最后,还要衷心感谢本书所引用的参考资料的所有作者们所付出的辛勤劳动。

编著者

2011年5月

目 录

1 我国金属矿山安全与环境的前瞻研究及其问题	1
1.1 关于金属矿资源开发前瞻研究的思考	1
1.2 我国金属矿产开发的科学技术问题	2
1.3 我国金属矿山安全生产现状与问题	3
1.3.1 金属矿山基本情况	3
1.3.2 金属矿山安全生产状况	4
1.3.3 安全生产形势与挑战	5
1.4 我国金属矿山的环境现状与问题	5
2 我国金属矿资源开发概况	8
2.1 我国金属矿产资源概况	8
2.2 我国金属矿产资源特点	10
2.3 我国金属资源生产和消费	12
2.3.1 金属资源生产	12
2.3.2 金属资源消费	12
2.3.3 供需平衡情况	12
2.4 金属资源开发利用面临的问题	12
2.5 金属矿山行业影响因素分析	14
2.5.1 金属矿山行业发展受宏观经济的影响	14
2.5.2 金属矿山行业受相关法律、政策的影响	14
2.5.3 成本因素	15
2.6 我国金属行业发展中存在的问题	15
2.7 金属矿山安全与环境前瞻性研究的意义	17
3 金属矿山发展现状和安全与环境问题	19
3.1 金属矿山科技发展现状	19
3.1.1 近年我国采矿科技取得的一些典型进展	19
3.1.2 我国采矿技术的发展方向和趋势	19
3.1.3 金属矿山科技发展的一般策略	21
3.1.4 金属矿山科技发展重点领域	21



3.2	金属矿山装备发展现状	23
3.2.1	发展金属矿山采矿装备的意义	23
3.2.2	我国地下金属矿山采矿装备发展现状	23
3.2.3	国外地下金属矿山采矿装备发展现状	24
3.2.4	我国地下金属矿山采矿装备的发展方向	25
3.3	金属矿山突出的安全问题	26
3.4	金属矿山突出的环境和生态问题	27
3.4.1	占用与破坏土地资源	28
3.4.2	水资源损毁	28
3.4.3	矿山次生地质灾害	29
3.4.4	自然景观与生态破坏	29
3.4.5	环境效应叠加	30
4	我国高校采矿与安全环境学科的博士生导师和重点实验室的研究方向调查	31
4.1	国内以非煤采矿研究为主的高校和博士生导师研究方向调查	31
4.1.1	开办采矿工程专业和以非煤采矿研究为主的高校统计	31
4.1.2	以非煤采矿研究为主的高校博士生导师研究方向统计	32
4.1.3	国内高校非煤采矿研究方向的部分博士生导师结构分析	33
4.2	国内以采煤研究为主的高校和博士生导师研究方向调查	34
4.2.1	开办采矿工程专业和以采煤研究为主的高校统计	35
4.2.2	以采煤研究为主的高校博士生导师研究方向统计	35
4.2.3	国内高校采煤研究方向的部分博士生导师结构分析	40
4.3	国内高校采矿与安全重点实验室的研究方向统计	41
4.3.1	以非煤采矿与安全研究为主的高校重点实验室的研究方向统计	41
4.3.2	以采煤与安全研究为主的高校重点实验室的研究方向统计	42
4.4	国内金属矿山采矿与安全科研院所统计	43
5	国外高校采矿与安全研究生导师和研究院所的研究方向调查	45
5.1	国外开设采矿工程专业的高校及其采矿安全与环境研究方向调查	45
5.2	美国“未来采矿安全与健康研究课题的一揽子研究规划”调查	52
6	深部金属矿开采中地层能量致灾与控制的前瞻研究	55
6.1	深部金属矿开采过程中地层能量活动特点及安全问题	55
6.2	深部金属矿开采中能量致灾活动及控制的研究现状	58
6.3	深部金属矿开采中能量致灾与控制的前瞻课题	65
7	超深矿井高温环境控制的前瞻研究	70
7.1	深井高温环境及其控制的意义	70

7.1.1	深井高温研究涉及的范围	70
7.1.2	与矿井超高温治理技术交叉的科学	72
7.1.3	研究超高温矿井环境控制技术的必要性	73
7.2	高温矿井环境控制技术的新成就	73
7.2.1	通风系统优化	73
7.2.2	循环通风	76
7.2.3	控制热源	76
7.2.4	特殊方法降温	77
7.2.5	个体防护	77
7.2.6	地热的利用	79
7.2.7	人工制冷降温	79
7.3	高温矿井环境控制的发展方向	80
7.3.1	国内高温矿井环境控制问题	80
7.3.2	国外高温矿井环境控制问题	80
7.4	未来高温矿井环境控制技术	80
7.4.1	亚深井开采的热害治理	81
7.4.2	深井开采热害治理	85
7.4.3	超深井开采热害治理	87
7.4.4	超高温矿井开采	88
7.5	高温矿井环境控制技术研究课题列表	89
8	金属矿山硫化矿石自燃火灾与探测的前瞻研究	90
8.1	预防硫化矿石自燃的意义	90
8.2	硫化矿石自燃的研究现状	91
8.2.1	自燃机理的研究现状	91
8.2.2	自燃倾向性的研究现状	92
8.2.3	预测预报技术的研究现状	93
8.2.4	研究现状评价	94
8.3	自燃火源探测技术的研究现状	95
8.3.1	主要火源探测方法综述	95
8.3.2	对现有探测方法的评价	97
8.4	硫化矿石自燃火灾预防与控制的研究课题	97
9	金属矿山地下水灾预防的前瞻研究	99
9.1	从井巷布置和开采方法方面预防水灾	99
9.1.1	井巷的合理布置	99
9.1.2	采矿方法的合理选择	100





9.2	井下防排水方法	100
9.2.1	超前探放水	100
9.2.2	留设防水矿(岩)柱	100
9.2.3	构筑水闸门(墙)	101
9.3	注浆堵水方法	101
9.4	矿床疏干方法	102
9.5	矿坑排水方法	102
9.6	矿井水害防治理论与技术研究现状	103
9.6.1	矿井突水预测理论与方法研究	103
9.6.2	矿井水害监控技术研究现状	104
9.6.3	矿井水害防治技术的研究	105
9.6.4	矿井水害防治决策技术研究现状	107
9.7	矿井水害防治技术方法前瞻研究课题	107
10	金属矿山环境工程的前瞻研究	109
10.1	金属矿山环境工程的内涵及意义	109
10.1.1	金属矿山环境工程涉及的范围	109
10.1.2	金属矿山环境工程相关的交叉学科	110
10.1.3	金属矿山环境工程的意义和研究价值	110
10.2	金属矿山环境工程问题分类及进展	111
10.2.1	矿山地质问题	111
10.2.2	生态环境问题	111
10.2.3	景观环境问题	112
10.2.4	矿山环境问题治理进展	112
10.3	金属矿山环境工程研究课题	115
10.3.1	金属矿山粉尘控制研究	115
10.3.2	金属矿山重金属污染控制研究	117
10.3.3	研究课题	122
10.4	金属矿山环境工程展望	122
11	金属矿山尾矿库安全与环境的前瞻研究	123
11.1	尾矿库安全与环境问题	123
11.2	尾矿库安全与环境问题研究的价值	124
11.2.1	尾矿库安全问题研究意义和价值	124
11.2.2	尾矿库生态修复研究意义和价值	124
11.2.3	尾矿库资源化研究意义和价值	125
11.3	尾矿库安全与环境研究成果回顾	126

11.3.1	尾矿库安全方面	126
11.3.2	尾矿库环境及生态修复方面	127
11.3.3	尾矿库资源化方面	128
11.4	尾矿库安全与环保发展态势	129
11.4.1	尾矿库环境污染研究	129
11.4.2	矿区生态恢复与生态重建	129
11.4.3	尾矿库资源化研究	130
11.5	尾矿库的研究课题	131
11.5.1	尾矿库风险分级及监测、预警关键技术研究	131
11.5.2	尾矿坝稳定性分析及加固关键技术研究	131
11.5.3	尾矿库库区重金属污染模式基础研究	132
11.5.4	尾矿库生态修复与复垦技术研究	133
11.5.5	尾矿库生态风险评价方法研究	133
11.5.6	尾矿库资源化关键技术基础研究	134
11.6	展望	135
11.6.1	发展方向	135
11.6.2	保障措施	136
12	物联网与矿山安全的前瞻研究	138
12.1	物联网与智能矿山	138
12.2	基于物联网的矿山安全	139
12.2.1	感知层	140
12.2.2	网络层	140
12.2.3	处理应用层	141
12.2.4	控制层	141
12.3	关键技术	141
12.3.1	物联网	141
12.3.2	射频识别技术	141
12.3.3	GIS 技术	143
12.3.4	计算机技术与云计算	144
12.4	系统功能设计	145
12.4.1	人员的定位与监控、管理	145
12.4.2	移动设备的控制与物流优化	146
12.4.3	采矿过程优化	147
12.4.4	安全监测监控	147
12.4.5	安全预警	148
12.4.6	危险物品的管理与控制	149



12.4.7	安全监督与反馈	150
12.4.8	紧急情况下的通信与救援	150
12.4.9	矿山新型通信技术与通信系统	151
12.5	结语	152
13	金属矿山职业卫生的前瞻研究	153
13.1	职业卫生及其相关学科	153
13.2	金属矿山职业卫生主要研究方向	154
13.3	金属矿山职业卫生分领域研究内容	157
13.3.1	矿山粉尘危害防治技术领域	157
13.3.2	矿山噪声危害防治技术领域	159
13.3.3	矿山电磁辐射危害防治技术领域	160
13.3.4	金属矿山氨及其子体防治技术领域	160
13.3.5	金属矿山有毒有害气体防治技术领域	161
14	海洋采矿的安全与环境的前瞻研究	164
14.1	深海采矿技术综述	164
14.1.1	海洋矿产资源	164
14.1.2	多金属结核	164
14.1.3	近岸海底矿产资源	167
14.2	深海开采技术	167
14.2.1	国外深海采矿技术发展	168
14.2.2	国内深海采矿技术发展	169
14.3	深海采矿系统及其研究重点	170
14.3.1	集矿子系统	171
14.3.2	扬矿子系统	172
14.4	开采深海富钴结壳和热液硫化物的采矿系统设计要求	173
14.5	机械收放系统研究	175
14.6	海洋采矿安全环境研究展望	175
15	金属矿山安全与环境科技发展前瞻研究课题及其评价	176
15.1	金属矿山安全类课题	176
15.1.1	采矿本质安全工艺技术	176
15.1.2	地下开采安全技术	178
15.1.3	露天矿安全保障技术	180
15.1.4	矿山地质灾害防治技术	182
15.1.5	职业危害防治技术与人因研究	182

15.1.6	矿山重大装备器材安全检测技术·····	183
15.1.7	矿山安全检测检验技术与装备·····	184
15.2	金属矿山环保类课题·····	186
15.2.1	矿山地表土污染防治技术·····	186
15.2.2	矿山大气污染防治技术·····	187
15.2.3	矿山水污染防治技术·····	188
15.2.4	矿山固体污染防治技术·····	190
15.2.5	矿山放射性与生物污染防治技术·····	191
15.2.6	矿山环境管理技术·····	191
15.2.7	极地和海洋采矿安全与环保技术·····	192
15.3	金属矿山安全与环境科技发展前瞻研究课题“三性”评价·····	193
参考文献·····		201



1 我国金属矿山安全与环境的前瞻研究及其问题

1.1 关于金属矿资源开发前瞻研究的思考

创新的一般性内涵是:创造性的、突破性的、据理性的思维活动和实践活动。矿产资源开发创新工程不仅指科学技术上的发明创造,也可以是把已发明的科学技术引入企业之中,形成一种新的生产能力。创新包括:采用新的生产方法(工艺创新)、获取新的供给来源(资源开发利用创新)、实行新的组织形式(体制和管理的创新)。矿产资源开发的工程技术创新,涉及创新构思、研究开发、技术管理与组织、工程设计与施工等一系列活动。在创新过程中,这些活动相互联系,有时要循环交叉或并行操作。技术创新过程不仅伴随着技术进步,而且伴随着组织与制度创新和管理创新。

开展资源-经济-环境相协调的资源开发发展战略的前瞻研究,首先要把握国家未来经济社会发展的资源需求,把握世界矿产资源开发创新的发展趋势,并把重点放在关系到国家未来发展战略方向和世界资源有可能发生重大突破的领域。创新工程发展战略前瞻要与我国未来发展的大趋势结合起来,与世界政治、经济、社会、军事变革的大趋势结合起来,与世界资源未来发展的大趋势结合起来;要采用当今世界先进的理论和方法,要把握国情,把握资源发展的规律,要关注世界经济、政治、社会、军事变革对资源开发发展的影响,用历史和前瞻的眼光,站得高,望得远,瞄得准。

在当今世界,人口的增长、发展中国家工业化现代化进程的加快,使全球资源消费总量进一步增加,尽管全球性经济危机导致资源价格出现大幅波动,但资源稀缺的态势不会改变。资源开发的前瞻研究,不仅要研究如何高效清洁利用好矿产资源,如何加快开发利用可再生资源,更要把握世界资源生产与消耗的发展趋势,把握世界资源发展的态势。为了实现资源-经济-环境相协调的矿产资源可持续利用,要解决一系列关键的资源问题,包括可再生资源的开发和酝酿新的技术突破等。为了实现我国经济社会的科学发展,必须建立符合我国发展需要和体现我国资源特色的资源开发创新体系,需要前瞻部署资源的基础性、战略性、前瞻性和系统性研究与开发,把握资源发展和资源结构转型的机遇,掌握资源开发关键科学问题、核心技术与先进设备研发制造和系统集成能力,并进入世界资源产业的前列,以支撑我国经济社会持续发展。

要研究我国主要金属矿产资源的供需变化趋势和对外依存度,提出未来我国主要金属矿产资源开发利用科技发展战略。从我国矿业的技术创新体系结构、科技投入、科技人才、科技成果、创新平台建设、创新环境等方面研究分析我国金属矿业现状,并通过借鉴国内外技术创新体系建设成功经验和相关理论研究成果,提出我国金属矿业技术创新体系建设的总体目标、基本原则、主要任务和具体政策措施。根据科技发展战略所确定的技术发展方向,在全面、深入分析我国金属矿产资源开发利用以及矿业生态环境现状的基础



上,本书明确提出了今后 20 年(甚至更远的时期)我国金属矿业资源领域国家重点支持、鼓励发展的重大技术领域和关键技术,明确需要限制并逐步淘汰的落后工艺,为我国金属矿产资源保障趋势的预测、关键技术因素分析与技术政策的制定、技术创新体系的评价等提供强有力的决策支撑。

1.2 我国金属矿产开发的科学技术问题

我国人口众多,大部分地区自然环境先天脆弱,加上经济快速发展且发展方式粗放,致使我国生态退化十分严重,环境污染不断加剧,环境健康问题日益突出,环境公共事件时有发生。对于生态环境问题,不仅需要利用科学技术和政策制度完善解决目前面临的问题,还要开展前瞻研究和部署,并对未来可能出现问题的解决寻求新的技术和新的途径。要研究环境污染的控制与修复手段,推行清洁生产与循环经济;要研究环境污染与健康效应,研究减少温室气体排放的技术;要大力发展先进的生态环境监测与预警、预报技术,构建先进的生态与环境监测网络平台以及基于系统理论、跨学科研究基础上的数据分析与共享网络,对生态与环境数据进行整合与系统模拟。对于生态环境问题,再也不能等问题发生了才研究解决,否则酿成的损失、治理的成本和难度都将会极大地增加。

由于中国人口、资源、环境以及经济、科技等因素的制约,矿产资源及其工业的发展长期以来不能满足经济迅速增长的需要,在未来 30 年,中国仍将依靠大量消费矿产资源来维持经济的快速增长。

我国现有人口 13 亿多,21 世纪期间将超过 15 亿,矿产资源人均占有量远低于世界平均水平。经过长期大规模的开发,埋藏于浅地层的高品位矿产资源大部分已消耗殆尽,矿产资源开发正朝着千米以下深部资源和低品位矿产资源过渡。尽管近 10 年我国加大了矿产资源的勘探力度,并在青海、新疆、西藏等西部地区以及在全国原有矿山基地的深部和周边陆续发现了一批新的矿体,但总的来说,当前我国的矿产储量还无法满足日益增长的社会需求。例如,目前我国每年不得不大量进口铁矿石、粗铜、氧化铝等矿产品原材料。长期以来,我国许多矿山企业对资源的综合利用效率低下,矿产资源大量浪费。同时,传统的矿产资源开发模式对地球环境造成了极大的破坏,很多环境污染与破坏事件都是来自矿业开发。

由于上述问题,未来迫切需要建立一系列新的矿产资源开发及回用理论与技术,以期找到新的矿产资源,并从根本上变革传统矿产资源开发模式和消除开发过程对环境的破坏。由于矿产资源开发活动的地下结构(或水下地下结构)是在地壳上部的岩体内进行的,这个环境受到构造应力场、地下水、地温等很多条件的交互影响,加之矿岩本身的非均质性、各向异性、不稳定性等,使地下开采过程处在一个环境极端恶劣、情况千变万化、工作条件十分复杂的情况,同时也决定了现代数学、物理、力学等理论远远不能满足描述资源开发实际过程的需要。因此,资源开发领域需要更多的符合自身特征的相关理论、方法和技术。例如,为了找到新的矿产资源和实现传统资源开发模式的变革,必须使传统资源探查与开发及利用理论基础有重大突破。其一,必须找到大埋深复杂隐伏状金属矿床探查的新技术,而其突破点在于研究矿岩介质中多频激电的震电效应和磁场效应,发展基于

电磁波成像准确探矿的新原理。其二,矿产资源开发及利用的细观矛盾在于破碎岩石和防止岩石破碎,因此,资源开发的理论基础在于力学问题,其中不连续各向异性介质非线性动力学又是关键的基础问题,如岩石损伤与断裂动力学、爆破动力学、岩石冲击动力学、散体动力学、地压冲击动力学、渗流动力学、化学溶浸动力学、矿井空气动力学、矿井热力学等均可归结到力学领域。其三,矿产资源开发的宏观矛盾在于矿产资源的不可再生与人类永续需要,因此,实现无灾害开采,保护环境,循环利用,是资源开发可持续发展的客观要求,这就不可避免地涉及低品位资源开发、固体废料的回用、尾砂再利用、矿山水土保持等的重大基础理论研究问题。在实现上述三方面研究的基础上,我国矿业科学将在国际上处于有利地位,将推动我国矿业进入良性循环状态,为国民经济的稳定增长发挥重要作用。矿产资源开发创新要考虑可持续性、环境保护、安全与经济三层彼此相关的重大基础问题。

从资源开发自身的特点和规律出发,立足国情,针对中国矿产资源深、贫、共生等特点,国家要加大资源探查与开发及利用的基础研究投入,突破传统理念和框架,以无灾害可持续开发为目标,以地球物理学和非线性介质动力学及矿物回收化学生物学为突破口,研发深埋金属矿床探矿新理论和新技术,创建一套非传统的资源开发及利用理论体系,建立适合自身特点和发展规律的开发模式,使我国矿业实现可持续发展,进而促进我国国民经济和社会的持续发展,使我国矿业科学与技术处于国际前沿,从而也能刺激、带动相关学科的发展。

海洋资源是地球尚存的一块处女地,作为陆地资源的补充,对人类的生活和经济的持续发展具有十分重要的意义。海洋资源已经引起世界各国的高度重视,并成为当代和未来经济与科技竞争的焦点之一。我国是海洋大国,拥有 1.8 万千米海岸线,近 300 万平方千米蓝色国土,蕴藏着丰富的海洋资源。但是,与欧美日等发达国家相比,我国的海洋产业和海洋科技还有较大的差距。在海洋矿产资源方面,要利用创新的理论和先进的技术提高海洋矿产资源探测与资源评估能力,深化对大陆架及海底成矿的认识,提高对海洋矿产资源的了解,为海洋矿产资源的勘探、开发和利用提供关键科技支撑。

1.3 我国金属矿山安全生产现状与问题

1.3.1 金属矿山基本情况

金属矿业是对经济社会发展具有重大影响的资源性和基础性产业,是为国民经济增长、人民生活改善和社会文明发展提供原材料的支柱产业。改革开放以来,我国金属采矿业产量持续增长,矿产资源市场需求强劲,重要矿产消费持续增长。

目前全国共有金属矿山近万座,大、中、小型矿山分别占金属矿山总数的 0.58%、2.36%、96.9%。我国金属矿山的基本特点有:数量大;小型矿山占金属矿山总数的 96.9%;矿种多,金属矿山涉及 100 多种矿种;分布散,因矿种数量多、成矿构造区别大,全国有 30 个省(区、市)都有金属矿山;基础差,特别是小型矿山因安全投入不足、技术力量不够等因素,安全基础十分薄弱;人员素质低,金属矿山从业人员中农民工占有一半以上的比例。