

中国矿业大学图书馆藏书



C01726117

中国矿业大学图书馆藏书

隐患资源 开采与 空区处理协同技术

陈庆发 周科平 著

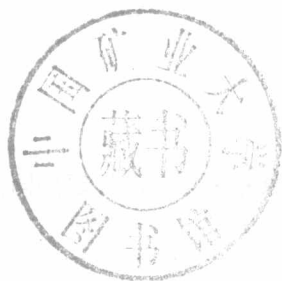


中南大学出版社
www.csupress.com.cn

TD80
C-647

隐患资源开采与 空区处理协同技术

陈庆发 周科平 著



中国矿业大学图书馆藏书



C01726117



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

隐患资源开采与空区处理协同技术/陈庆发,周科平著. —长沙:中南大学出版社,2011.12

ISBN 978-7-5487-0445-4

I. 隐... II. ①陈...②周... III. 矿山开采-采空区-治理
IV. ①TD80-9②TD325

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 252992 号

隐患资源开采与空区处理协同技术

陈庆发 周科平 著

☐责任编辑 刘 辉

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 国防科技大学印刷厂

☐开 本 730×960 1/16 ☐印张 12 ☐字数 204 千字

☐版 次 2011 年 12 月第 1 版 ☐2011 年 12 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0445-4

☐定 价 36.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内 容 提 要

• • • • •

本书针对采空区隐患资源开采的技术难题,从矿山大系统角度出发,以采矿环境再造和连续开采理论为指导,引入协同理念,同时融合了采矿学、岩石力学、结构力学、灾变链式理论、非线性科学等众多学科理论的先进思想,创造性提出了隐患资源开采与空区处理协同的矿业开发新技术模式。采用理论研究、数值模拟、综合分析、实证研究等多种方法,对隐患资源开采与空区处理协同的理论和技術基础及工程应用开展了深入研究,为空区隐患资源的安全高效绿色开采提供了科学指导。

本书可供金属矿与非金属矿地下开采领域的科研与工程技术人员以及该领域高等院校的教师、高年级本科生和研究生参考使用。

序

随着全球矿产资源的争夺进一步升级,占到我国有色金属资源的1/3的采空区隐患资源日益受到世人关注,已成为我国矿业发展的重要接替资源,对于我国矿山的可持续发展和安全发展具有重要的战略意义。作者敏锐地把握了我国矿业发展的时代气息,从矿山工程大系统角度出发,抓住了隐患资源开采过程存在的主要矛盾(资源安全高效开采与空区隐患处理之间的矛盾),积极思考解决矛盾的新角度、新视野、新途径、新方法,提出了“隐患资源开采与采空区处理协同”的矿业开发新技术模式。采用理论研究、数值模拟、综合分析、实证研究等多种方法,对隐患资源开采与空区处理协同的理论和技術基础及工程应用开展了深入研究。本书在以下几个方面取得了可喜的研究成绩:①系统阐述了隐患资源开采与采空区处理协同的本质,确立了采空区协同利用的基本模式,构建了隐患资源开采与采空区处理协同技术体系,为隐患资源开发提供了一种新的思路;②分析了硬岩地下开挖工程系统的协同承载作用,研究了采空区与人工隔墙结构体的协同力学机理,建立了系统的失稳突变模型,探讨了采空区协同利用对工程系统稳定性的作用;③揭示了不同模式下采空区协同处理过程的力学响应规律,探讨了采空区稳定性的尺寸效应及采空区空间几何属性与协同利用模式的相互关系;④研究了采空区群结构致灾效应,探讨了采空区灾害链式效应模型及其演化规律,提出了采空区灾害链式阶段划分模式和孕源断链减灾的诱导崩落工程协同的技术方案;⑤讨论了隐患资源开采与采空区处理工程协同的设计指导思想,对间隔采空场低标号充填体的合理充填高度及盈余空间的协同利用做了有益的探讨,实现了单空区和多空区条件下协同空区治理采矿方法的创新。这些研究成果,改变了人们关于资源开采与空区处理是一对突出矛盾的常规认识,为采空区隐患资源的开发利用开辟了一条新技术思路。

本书在学科交叉领域做了多学科融合研究的尝试与努力,吸收了采矿学、结构力学、协同论、突变理论等诸多学科的学术营养;注重理论研究、综合分析、实证研究等方法的有机结合;研究内容吸纳了国内外相关研究成果,体现了作者理论结合实际的创新努力;研究成果凝结了作者对空区隐患

资源协同开采技术的认真而又深邃的思考。本书内容丰富、逻辑性强、重点突出,具有较高的学术价值和实用性。愿该书的付梓问世,能为协同开采理论与技术领域更多探索与研究提供借鉴和启迪。我期待该书早日出版,并乐意为之作序!



中南大学教授

中国工程院院士

教育部地矿学科教指委主任

2011年9月

前 言

矿业是国民经济的重要基础产业,矿产资源是国民经济和社会发展的重要物资基础,我国95%以上的能源、80%以上的工业原材料和70%以上的农业生产资料都来自于矿产资源。在全球科技日新月异、迅猛发展的今天,随着国民经济的快速发展,我国不仅是世界上重要的矿产资源生产国和出口国,而且已经成为了最主要的矿产和金属消费国之一。

矿产资源的不可再生性与日益增加的需求之间的矛盾愈加显著,为了保证国家有色金属的供应,促进企业的可持续发展,近几年来,我国很多矿山企业一方面投入巨额资金,在地质找矿等方面开展了大量的工作,在一定程度上缓解了资源供求压力;另一方面,随着开采技术的进步和有色金属价格的不断提高,矿山开采品位不断下降,矿山存在大量的残矿资源有待利用,主要包括:①在历史上曾经开采过的矿体周围存在大量的矿体资源,在目前的技术经济条件下,这部分资源已经成为矿山的可利用资源;②矿山在开采中所预留的矿柱、间柱和顶底柱;③矿山开采中由于技术原因所损失的大量矿产资源;④随着地质工作的深入,在采后空区的周围,新发现和探明的矿体资源等;⑤没有按正规开采设计而进行的采富弃贫、采厚弃薄,及乱采滥挖形成的采空区周边残留低品位矿产资源。由上可见,采空区隐患资源是这些残矿资源的主要表现形式。随着全球矿产资源的争夺进一步升级,原本不太引人注意的采空区隐患资源日益受到企业关注。据不完全统计,这部分资源目前已经占到我国有色金属资源的1/3,这对于我国矿山的可持续发展和和谐社会的建设具有重要的意义,将成为我国矿业发展的重要接替资源。

由于矿山的一次开采,在次生应力和动力扰动的共同作用下,采空区隐患资源呈现出矿岩破碎、坚固性和稳定性差、应力集中、地下导水突水通道多等特点,用传统采矿方法开采,存在着开采难度大、安全性差,生产效率低,地质灾害隐患多,损失贫化率高等现象。因此,对于这部分资源的安全高效开采,亟需创立新的采矿理论,开发新的采矿方法。以往人们把资源开采与空区处理看作一对矛盾,分别进行独立设计、施工,对二者之间的相互关系研究相对较少。特别是在复杂多空区条件下,这对矛盾如何解决,似乎

没有更好的方法或思想能够有效地调和这对矛盾。为了促进矿产资源安全高效地开发利用,本书针对这一工程矛盾,积极思考解决矛盾的新角度、新视野、新途径、新方法,从矿山大系统角度出发,以采矿环境再造和连续开采理论为指导,引入协同理念,吸收和融合了采矿学、岩石力学、结构力学、突变理论、空间拓扑学等诸多学科理论和技术,创新提出了“隐患资源开采与采空区处理协同”的矿业开发新技术模式,打破了资源开采与空区处理是一对矛盾的常规认识,为采空区隐患资源的开发利用开辟了一条新思路。

本书采用理论研究、数值模拟、综合分析、实证研究等多种方法相结合的研究路线,对隐患资源开采与采空区处理协同的理论和技術基础及其工程应用开展了大量而又深入的研究。本书第1章绪论部分主要指出了研究对象的重要意义和国内外研究现状。第2章提出了隐患资源开采与采空区处理协同理论体系的架构,提出了协同利用空区处理新方法,探讨了采空区协同利用机制。第3章研究了采空区围岩系统协同作用非线性力学模型,探讨了采空区协同利用模式的几何参数与力学参数的对围岩系统稳定性的调控作用,为采空区环境结构再造提供了基本力学依据。第4章采用数值试验方案,研究了采空区稳定性尺寸效应,分析与比较了采空区不同协同利用处理模式下围岩系统的力学响应规律,提出了采空区极限暴露体积的学术思想。第5章给出了空区群结构的定义,运用岩石破裂过程分析软件 RFPA^{2D},对三类典型空区群结构的灾变路径与链源进行了仿真模拟,探究了采空区群结构致灾效应,并提出了空区群结构孕源断链减灾技术方案。第6章完成了碎裂矿段开采与空区处理协同的实证分析与研究,确定了隐患资源开采与采空区处理协同设计的指导思想和基本原则,创造了协同空区处理的新采矿方法,开发了单空区与多空区条件下碎裂矿段开采与空区处理协同新技术,研究了间隔采空场低标号充填体的合理充填高度及盈余空间的协同利用问题。第7章对研究成果进行了系统的总结,并提出了进一步研究展望。

研究过程中得到了中国工程院院士古德生教授的指导与关心,得到了广西华锡集团股份有限公司苏家红总经理、余阳先副总经理、杨伟忠主任、王子庆主任、吴桂才主任的关心与支持,得到了广西高峰矿业有限责任公司邓金灿副矿长、黄应盟副矿长、张清副矿长、张绍国科长、陈光武科长等领导给予了大力支持与帮助,同时还得到了课题组邓红卫副教授、胡建华副教授,杨念哥博士、高峰博士等的帮助,在此,表示深深的感谢!

本书的主要研究内容是在“十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAB02B04-1-1-2)、中国博士后科学基金(20110491273)、教育部

博士点基金(20090162110036)、广西自然科学基金(2011GXNSFB018011)、广西教育厅科研项目(200911MS01)、新世纪广西高等教育教学改革工程“十一五”立项项目(2009B005)、广西大学科研基金(XBZ100126)等科研项目的联合资助下完成的,在此,谨向有关部门及人士表示衷心的感谢!

承蒙中国工程院院士古德生教授在百忙之中为本书作序,在此表示由衷的感谢!

由于本书部分内容属于开创性研究,且由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正!

作 者
2011 年 9 月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 选题来源与研究意义	(3)
1.3 国内外研究现状	(4)
1.3.1 地下金属矿山采矿技术发展趋势	(4)
1.3.2 采空区处理技术及其发展概况	(8)
1.3.3 空区隐患资源开采技术及发展概况	(13)
1.3.4 采空区利用现状	(16)
1.4 主要研究内容与研究思路	(18)
1.4.1 主要研究内容	(18)
1.4.2 技术路线与研究思路	(19)
第 2 章 隐患资源开采与采空区处理协同理论体系	(20)
2.1 隐患资源开采与采空区处理协同的提出与意义	(20)
2.1.1 隐患资源开采与采空区处理协同的思想来源	(20)
2.1.2 隐患资源开采与采空区处理协同的提出	(25)
2.1.3 隐患资源开采与采空区处理协同提出的意义	(26)
2.1.4 隐患资源开采与采空区处理协同的本质内涵	(26)
2.2 采空区协同利用的基本原则	(27)
2.3 隐患资源开采与采空区处理协同技术体系	(28)
2.4 采空区协同利用基本模式及系统分类	(30)
2.4.1 作为开采空间利用	(30)
2.4.2 作为转换空间利用	(34)
2.4.3 作为卸荷空间利用	(34)
2.5 采空区协同利用机制	(35)
2.6 采空区协同利用与传统空区处理方法之间的辩证关系	(36)

2.7 本章小结	(36)
第3章 采空区围岩系统协同作用非线性力学模型	(37)
3.1 地下矿山工程系统的非线性和突变性	(37)
3.2 岩体地下开挖围岩系统的协同承载作用及其突变模型	(40)
3.2.1 突变理论概述	(40)
3.2.2 尖点突变模型	(42)
3.2.3 围岩系统协同承载作用	(43)
3.2.4 围岩系统突变模型	(46)
3.3 采空区顶板-人工隔墙协同作用的突变模型	(47)
3.3.1 协同作用力学模型及其挠曲线方程	(47)
3.3.2 采空区顶板-人工隔墙系统突变模型	(49)
3.3.3 人工隔墙力学参数和几何参数的调控作用	(50)
3.4 本章小结	(51)
第4章 采空区协同处理过程与围岩力学响应规律	(52)
4.1 采空区协同处理工程特点及数值模拟重点	(52)
4.2 采空区围岩系统力学响应的尺寸效应	(55)
4.2.1 数值试验方案	(55)
4.2.2 模拟软件简介	(55)
4.2.3 岩体力学参数	(56)
4.2.4 单值变化分析	(57)
4.2.5 交互变化分析	(60)
4.3 采空区极限暴露体积思想	(62)
4.4 采空区空间几何属性与协同利用处理模式匹配关系	(62)
4.5 上向分层充填协同处理模式围岩系统力学响应规律	(63)
4.5.1 上向分层充填协同处理模式	(63)
4.5.2 数值模拟方案	(63)
4.5.3 模拟结果	(64)
4.6 人工隔墙协同处理模式围岩系统力学响应规律	(67)
4.6.1 人工隔墙协同处理模式	(67)
4.6.2 数值模拟方案	(67)
4.6.3 模拟结果	(68)

4.7 本章小结	(70)
第5章 复杂空区群结构致灾效应及诱导断链减灾	(72)
5.1 空区围岩系统灾变现象的特点	(72)
5.2 围岩系统灾变过程的复杂空区群结构致灾效应	(73)
5.2.1 岩石破裂过程分析系统	(74)
5.2.2 复杂空区群结构形式	(78)
5.2.3 数值仿真方案	(79)
5.2.4 空区群结构致灾效应	(79)
5.3 采空区灾害链式类型特征	(86)
5.3.1 灾害链理论	(86)
5.3.2 采空区灾害链式效应	(87)
5.3.3 采空区灾害链式类型特征	(88)
5.4 采空区链式效应理论模型	(89)
5.5 协同隐患资源开采的采空区灾害诱导断链减灾技术	(93)
5.5.1 链式形态阶段划分	(93)
5.5.2 协同隐患资源开采的采空区灾害诱导断链减灾技术	(94)
5.6 本章小结	(95)
第6章 碎裂矿段开采与空区处理协同技术	(97)
6.1 广西高峰矿碎裂资源开采的总体形势	(97)
6.2 地质概况与开采技术条件	(99)
6.2.1 地质概况	(99)
6.2.2 开采技术条件	(105)
6.3 碎裂矿段采空区稳定性尺寸效应	(105)
6.3.1 节理分布形式	(105)
6.3.2 离散元模型	(106)
6.3.3 尺寸效应	(109)
6.4 单空区碎裂矿段开采与空区处理协同技术	(114)
6.4.1 单空区碎裂矿段采矿方法创新设计	(114)
6.4.2 单空区碎裂矿段开采与空区处理协同方案	(119)
6.5 多空区碎裂矿段开采与空区处理协同技术	(123)

6.5.1	空区群赋存概况	(123)
6.5.2	多空区碎裂矿段采矿方法创新设计	(125)
6.5.3	分层间回采顺序	(130)
6.5.4	各分层矿体开采与空区处理协同方案	(149)
6.5.5	第4分层斜条柱创新设计及其采空场的协同利用	(155)
6.6	间隔采空场合理充填高度及盈余空间的协同利用	(156)
6.6.1	数值模型	(156)
6.6.2	再造结构随充填高度变化的应力场演化规律	(157)
6.6.3	合理充填高度及盈余空间的协同利用	(160)
6.7	本章小结	(161)
第7章	总结与展望	(162)
7.1	总结	(162)
7.2	主要创新点	(164)
7.3	展望	(165)
参考文献		(167)

第1章 绪论

1.1 引言

矿业是国民经济的重要基础产业,矿产资源是国民经济和社会发展的重要物资基础,我国95%以上的能源、80%以上的工业原材料和70%以上的农业生产资料都来自于矿产资源^[1]。在全球科技日新月异、迅猛发展的今天,随着国民经济的快速发展,我国不仅是世界上重要的矿产资源生产国和出口国,而且已经成为了最主要的矿产和金属消费国之一^[2]。据预测,到2020年我国铁矿石的消费将占到世界的35.71%,而消费比例超过20%的矿产由高到低有煤、锡、锌、铅、氧化铝、铝和铜等。

矿产资源的不可再生性与日益增加的需求之间的矛盾愈加显著。以有色矿山为例,到2020年仅有不足20%的矿山能维持生产^[2],矿山危机问题日益严峻。近几年来,为了保证国家有色金属的供应,促进企业的可持续发展,我国很多矿山企业一方面投入巨额资金,在地质找矿等方面开展了大量的工作,在一定程度上缓解了资源供求压力;另一方面,随着开采技术的进步和有色金属价格的不断提高,矿山开采品位不断下降,矿山存在大量的残矿资源有待利用,主要包括:①在历史上曾经开采过的矿体周围存在大量的矿体资源(过去称为“贫矿”),在目前的技术经济条件下,这部分资源已经成为矿山的可利用资源;②矿山在开采中所预留的矿柱、间柱和顶底柱;③矿山开采中由于技术原因所损失的大量矿产资源;④随着地质工作的深入,在采后空区的周围,新发现和探明的矿体资源等;⑤没有按正规开采设计而进行的采富弃贫、采厚弃薄,及乱采滥挖形成的采空区周边残留低品位矿产资源。归纳可见,采空区隐患资源是这些残矿资源的主要表现形式。

随着全球矿产资源的争夺进一步升级,原本不太引人注意的采空区隐患资源也日益受到企业关注,据不完全统计,这部分资源目前已经占到我国有色金属资源的 $1/3$ ^[2](见图1-1),这对于我国矿山的可持续发展和和谐社会的建设具有重要的意义,将成为我国矿业发展的重要接替资源。然而,由于

矿山的一次开采或民采因素,在次生应力和动力扰动的共同作用下,这部分资源的矿岩稳固性受到了很大的破坏,采空区围岩呈现出矿岩破碎、稳定性和坚固性差、应力集中、地下导水突水通道多等基本特点。在各种致灾因子的共同作用下,采空区围岩结构系统的自身结构在时间和空间上不断发生动态演化,稳定性朝劣化方向发展,一旦条件成熟(达到某一阈值),即可引发大面积顶板崩落和围岩移动、地表塌陷、高速气浪、冲击波等大规模地质灾害事故,给矿山生产带来了严重的安全隐患。

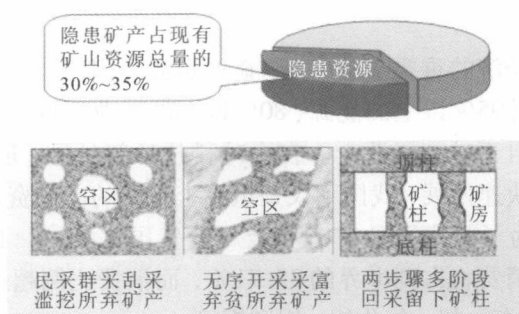


图 1-1 采空区隐患资源表现形式

近几十年来,我国湖南、江西、辽宁、吉林、河北、云南、广东、广西、山东等省的数十个矿山先后相继发生大面积采空区塌陷灾害,造成严重的人员伤害和重大经济损失^[3,4]。

湖南某锡矿山,1965 年发生两次、1971 年发生一次大面积地压活动,采空区体积达 230 万 m^3 ,井下崩落矿岩约 17 万 m^3 ,地表移动约 80 万 m^3 ,新老采场一共冒落了 295 个,损失的矿量高达数十万吨,破坏巷道 4 000 多米。江西盘古山钨矿于 1966 年 6 月、1967 年 9 月发生了两次大面积的地压灾害,在 3~4 h 之内,上千米巷道下沉,386 个空区迅速倒塌,地面塌陷,海拔高 1 100 m 的山脊拦腰折断,裂缝宽达 0.8 m,地面塌陷的面积达 10 万 m^2 ,形成一个从山顶开始到坑下 690 m 中段为止的垂高达 424 m,南北宽 225 m,东西走向长 500 m 的大塌陷漏斗。广西高峰矿 100 号矿体因民采乱采滥挖形成大量采空区,致使保安矿柱破坏严重,1993 年 3 月 19 日发生了体积 84 800 m^3 的大塌陷,由此形成的地表塌陷坑从地表至井下标高 400 m 水平采空区连通一体,形成塌陷漏斗,1997 年被国家列为全国第 3 号特重大事故隐患区。2004 年 5 月 20 日峰城石膏矿区发生一次矿区顶板大面积塌陷事故,据

山东地震局测定, 峰城矿区塌陷释放的能量相当于一次 3.6 级地震, 是迄今为止监测到的山东境内强度最高的矿山塌陷事故, 塌陷造成巨大的冲击波掀掉了井架的顶盖, 强大的气流呼啸着卷起大大小小的石膏块, 撞击着井架, 在很短的时间内使得井口周围已形成了一座矿石山, 矿区塌陷面积 14.47 万 m^2 、总重量超过 230 万 t, 冒落的体积约为 100 万 m^3 。2005 年 11 月 6 日河北省邢台县尚汪庄石膏矿区的康立石膏矿、林旺石膏矿、太行石膏矿发生特别重大坍塌事故, 坍塌区面积约 5.3 万 m^2 , 塌陷区中心下沉约 8 m, 造成 33 人死亡, 4 人失踪, 40 人受伤, 直接经济损失 774 万元。2006 年 8 月 19 日湖南省石门县蒙泉镇天德石膏矿和澧南石膏矿, 因采空区大面积冒顶引发了重大坍塌事故, 塌陷区面积约为 1.8 万 m^2 , 塌陷区中心下沉约 15 m, 造成 9 人死亡。

以往人们把资源开采与空区处理看作一对矛盾, 分别进行独立设计、施工, 对两者之间的相互关系研究相对较少。特别是在复杂多空区条件下, 这对矛盾如何解决, 似乎没有更好的方法或思想能够有效地调和这对矛盾。为了促进矿产资源安全高效地开发利用, 本书针对这一工程矛盾, 首次引入协同理念, 提出了采空区隐患资源开采与采空区处理协同的技术理念, 并将采空区隐患资源开采与采空区处理协同定义为两者在矿山整体回采过程中的合作、协调和同步。经过对矿山开采系统的整体分析, 笔者认为: 在矿山开采过程中, 这一矛盾对立的两个方面并非总是处于矛盾对立的位置, 两者可以具有相互影响、相互制约、相互促进的协同关系, 具有较强的耦合性, 在矿山开采期间存在着较高程度上的协同效应和协同空间。如果采空区能够被纳入整个矿山的开采布局之中, 成为开采工艺流程的一部分, 那么矿山将取得较好的协同效果, 输出较高的协同效应。这种协同技术既实现了隐患资源的安全高效开采, 又处理了空区隐患, 可谓一举两得。两者的协同效应研究将对采矿工程的发展具有重大而又深远的影响, 对矿产资源开发利用过程中的多个环节均具有较强的借鉴与参考意义。

1.2 选题来源与研究意义

本选题瞄准采矿学科科技前沿, 所作的研究工作直接来源于“十一五”国家科技支撑计划课题“高峰矿碎裂矿段安全高效开采综合技术研究”(编号: 2006BAB02B04-1-1-2), 后又陆续受到其他机关项目的支持。在研究过程中, 以采矿环境再造和连续开采理论为指导, 在学科交叉领域作了多

学科融合研究的尝试与努力,吸收了采矿学、岩石力学、结构力学、协同论、突变理论、空间拓扑学等诸多学科的学术营养;注重理论研究、综合分析、实证研究等方法的结合;研究内容充分吸纳了国内外相关研究成果,体现了作者理论结合实际的创新努力,研究成果凝结了作者对隐患资源安全开采与采空区协同处理的认真思考,为隐患资源安全高效回收利用提供了具有工程实际意义的研究成果。

本书首次将协同理念引入采矿工程中,抓住隐患资源开采过程存在的主要矛盾(资源安全高效开采与采空区隐患处理之间的矛盾),从矿山工程大系统角度出发,积极思考解决矛盾的新角度、新视野、新途径、新方法,在吸收和融合前人众多先进思想和理论的基础上,提出了具有战略性意义的“隐患资源开采与采空区处理协同”的矿业开发新技术模式,重点就协同技术基础进行广泛而又深入的研究。

因此,对采矿工程而言,本书研究具有以下几个方面的重要意义:

(1)提出二者协同的理念,打破两者是一对突出矛盾的常规认识,而观念的转变,对于科学技术的进步也同样有着重大与深远的影响;

(2)为采空区隐患资源开发利用开辟一条新思路,探索一种有安全保障的隐患资源开采与采空区处理的综合集成技术;

(3)开展隐患资源开采与采空区处理协同基础研究工作,对于采矿工业的发展具有重要的先导作用。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 地下金属矿山采矿技术发展趋势

世界进入工业经济时代已有 200 多年历史,21 世纪世界是全球化知识经济时代,随着高新技术的快速发展,矿业赢来了高速发展的机遇,矿业设备大型化,智能化,以及计算机和信息技术,全球卫星定位系统,生物溶浸技术等矿业领域的应用,已成为矿业科技发展的源泉与动力。21 世纪的矿业目标是广泛吸收各学科的高新技术,开拓先进的、非传统的采矿技术,创造更高效率、更低成本、最少环境污染和较好安全条件的采矿模式,为人类提供巨大的物质财富,以满足不断增长的世界人口对生活质量的需求,促进社会经济的持续发展^[5]。

面对我国金属矿资源的特点和矿山建设、生产状况,对照我国经济和社