

|| 特大型镍矿充填法开采技术著作丛书 ||

Ni

特大型镍矿安全生产管理与风险控制

杨志强 郭慧高 薛立新 / 著
乔登攀 赵迎州 马凤山



科学出版社

特大型镍矿充填法开采技术著作丛书

特大型镍矿安全生产 管理与风险控制

杨志强 郭慧高 薛立新 乔登攀 赵迎州 马凤山 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》的第七册,主要介绍金川特大型镍矿在采矿生产的安全生产管理与风险控制等方面的研究成果。

大型复杂难采矿床开采的安全生产和风险控制极其重要。本书详细地介绍了金川大型镍矿充填法在安全生产管理与风险控制方面的理论研究与工程实践成果。首先,探讨金川镍矿深部开采的风险分级评价;其次,探索深井开采重大危险源辨识与控制理论和技术;再次,针对金川镍矿生产现状,总结分析重大危险源管控措施;最后,给出金川“五阶段”安全文化管控集成模式的研究成果和生产实践经验。

本书可供采矿、地质、水电和土木工程等领域从事采矿设计、生产实践和科学研究的科研人员及大专院校和科研院所的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

特大型镍矿安全生产管理与风险控制/杨志强等著. —北京:科学出版社, 2013. 10

(特大型镍矿充填法开采技术著作丛书)

ISBN 978-7-03-038879-7

I. ①特… II. ①杨… III. ①超大型矿床-镍矿床-金属矿开采-安全生产-风险管理 IV. ①TD864

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 244614 号

责任编辑:周 炜 / 责任校对:朱光兰

责任印制:张 倩 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 10 月第一次印刷 印张:15 1/4

字数:328 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》编委会

主 编:杨志强

副 主 编:王永前 蔡美峰 姚维信 周爱民 吴爱祥 陈得信

常务副主编:高 谦

编 委:(按姓氏汉语拼音排序)

把多恒	白拴存	包国忠	曹 平	陈永强	陈忠平	陈仲杰
崔继强	邓代强	董 璐	范佩骏	傅 耀	高创州	高建科
高学栋	辜大志	顾金钟	郭慧高	何煦春	吉险峰	江文武
靳学奇	康红普	雷 扬	李 马	李德贤	李国政	李宏业
李向东	李彦龙	李志敏	廖椿庭	刘 剑	刘同有	刘育明
刘增辉	刘洲基	马 龙	马成文	马凤山	孟宪华	莫亚斌
慕青松	穆玉生	乔登攀	乔富贵	侍爱国	束国才	孙亚宁
汪建斌	王 虎	王 朔	王海宁	王红列	王怀勇	王五松
王贤来	王小平	王新民	王永才	王永定	王玉山	王正辉
王正祥	吴满路	武拴军	肖卫国	颀国星	辛西宁	胥耀林
徐国元	许瀛沛	薛立新	薛忠杰	颜立新	杨长祥	杨金维
杨有林	姚中亮	于长春	余伟健	岳 斌	翟淑花	张 忠
张光存	张海军	张建勇	张钦礼	张周平	赵崇武	赵千里
赵兴福	赵迎州	周 桥	邹 龙	左 钰		

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》序一

金川镍矿是一座在世界上都享有盛誉的特大型硫化铜镍矿床。自 1958 年发现以来,金川资源开发和利用一直受到国内外采矿界的高度关注。由于镍钴金属是一种战略资源,对有色工业和国防工程起到举足轻重的作用。因此,加快和扩大金川镍钴矿资源的开发和利用,是金川镍矿设计与生产的战略指导思想。

采矿作业的连续化、自动化和集中化是地下金属矿采矿技术无可争议的发展方向。自 20 世纪 80 年代以来,国际矿业界对实现连续强化开采给予高度关注,把它视为扩大矿山生产、提高经济效益最直接和最有效的重要途径。随着高效的采、装、运设备的出现和大量落矿采矿技术的发展,井下生产正朝着大型化和连续化方向发展。金川特大型镍矿的无间柱大面积连续机械化分层充填采矿技术,正是适应了地下金属矿山开采的发展趋势。该技术的应用使得金川镍矿采矿生产能力逐年提高,目前已建成年产 800 万吨的大型坑采矿山。

金川镍矿所固有的矿体厚大、埋藏深、地压大、矿岩破碎和围岩稳定性差等不利因素,使金川镍矿连续开采面临巨大挑战。在探索适合金川镍矿采矿技术条件的采矿方法和回采工艺的过程中,大胆引进国际上最先进的采矿设备,在国内首次应用下向机械化分层胶结充填采矿技术,成功地实现了深埋、厚大矿体的大面积连续开采,为深部矿体的连续安全高效开采奠定了基础。

金川镍矿大面积连续开采获得成功,受益于与国内外高等院校和科研院所合作开展的技术攻关,也依赖于金川人的大胆创新、勇于实践、辛勤劳动和无私奉献。40 多年的科学研究和生产实践,揭示了金川特大型镍矿高地应力难采矿床的地压规律,探索出采场地压控制技术,逐步形成了特大型金属矿床无间柱大面积连续下向分层充填法开采的理论和

该丛书全面系统地总结了金川镍矿采矿生产的实践经验和攻关成果。该丛书的出版为特大型复杂难采矿床的安全高效开采提供了技术和经验,极大地丰富了特大型金属矿床下向分层胶结充填法的开采理论与实践,是我国采矿科技工作者对世界采矿科学发展做出的重要贡献,也是目前国内外并不多见的一套完整的充填法开采技术丛书。

王恩敬

中国科学院地质与地球物理研究所研究员

中国工程院院士

2012 年 6 月

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》序二

金川镍矿是我国最大的硫化铜镍矿床。矿体埋藏较深、地应力高、矿体厚大、矿岩松软破碎具有蠕变性,很不稳固,且贫矿包裹富矿,给工程设计和采矿生产带来极大困难。

针对金川镍矿复杂的开采技术条件及国家对镍的迫切需求,在二矿区采取“采富保贫”方针。20世纪80年代中期,利用改革开放的有利条件,金川镍矿委托北京有色冶金设计研究总院与瑞典波立登公司和吕律欧大学等单位合作,进行了扩大矿山生产规模的联合设计。在综合引进瑞典矿山7项先进技术的基础上,结合金川的具体条件,在厚大矿体中全面采用了机械化进路式下向充填采矿法,并且在进路式采矿中选用了双机液压凿岩台车和 6m^3 铲运机等大型无轨设备,这在世界上没有先例。这种开发战略为金川镍矿资源的高效开发奠定了坚实基础。

在随后的建设和生产过程中,有当时方毅副总理亲自主持的金川资源综合利用基地建设的指引,金川公司历届领导都非常重视科技攻关工作,长期与国内高校和科研院所合作,开展了一系列完善采矿技术的攻关。先后通过长时期试验,确定了巷道开凿的“先柔后刚”支护系统,并利用喷锚网索相结合的新工艺,使不良岩层中巷道经常垮塌的现象得以控制。开发出棒磨砂高浓度胶结充填技术,改进了频繁施工的充填挡墙技术,提高了充填体强度和充填质量。试验成功的全尾砂膏体充填工艺,进一步降低了充填作业成本。优化了下向充填法通风系统,改善了作业条件。为了有效地控制采场地压,通过采矿系统分析和参数优化,调整了回采顺序,改进了分层道与上下分层进路布置形式,实现了多中段大面积连续开采,并实现了大面积水平矿柱的安全回收。这些科研成果不仅提高了采矿效率和资源回收率,而且还降低了矿石贫化,获得巨大的经济效益和社会效益;同时也极大地提高了企业的竞争力。金川镍矿通过数十年的艰辛努力,将原本属于辅助性的采矿方法发展成为一种适合大规模开采的采矿方法,二矿区年生产能力突破了400万吨;把原本是低效率的采矿方法改造成为高效率的安全的采矿方法,为高应力区矿岩不稳固的金属矿床开采提供了丰富的技术理论和实践经验,对采矿工艺技术的发展做出了可贵的贡献。

该丛书全面论述了金川特大型镍矿在设计和采矿生产中所取得的技术成果和工程经验。内容涉及工程地质、采矿设计、地压控制、充填工艺、矿井通风和安全管理等多专业门类,是目前国内外并不多见的充填法,特别是下向充填法采矿技术丛书。该丛书中的很多成果出自于产、学、研结合创新与矿山在长期生产实践中的宝贵经验总结,凝结了矿山工程技术人员们的聪明智慧,具有非常鲜明的实用性。该丛书的出版不仅方便读者及相关工程技术人员了解金川镍矿充填法开采的理论与实践,也为国内外特大型金属矿床,特别是为高应力区矿岩不稳固矿床的充填法开采设计和规模化生产提供了难得的珍贵技术参考文献。



中国恩菲工程技术有限公司研究员

中国工程院院士

2012年7月

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》序三

近 20 年来,地下采矿装备正朝着大型化、无轨化、液压化和智能化方向发展,它推动着采矿工艺技术逐步走向连续化和智能化。在采掘机械化、自动化基础上发展起来的地下矿连续开采技术,推动着地下金属矿山的作业机械化、工艺连续化、生产集中化和管理的科学化进程,大大促进了矿山生产现代化,并从根本上解决了两步回采留下的大量矿柱所带来的资源损失,它是地下金属矿山采矿工艺技术的一项重大变革,它代表着采矿工艺技术的变革方向,是采矿技术发展的必然。

金川镍矿是我国最大的硫化铜镍矿床,矿床埋藏深、地应力高、矿岩稳定性差。针对这一采矿技术条件,金川镍矿与国内外科研院所和高等院校合作,采用大型无轨设备的下向分层胶结充填采矿方法,开展了一系列采矿技术攻关。通过“强采、强出、强充”的强化开采工艺,使采场围岩暴露时间缩短,有利于采场地压控制和安全,实现了安全高效的多中段无矿柱大面积连续回采。在采矿方法与回采工艺、充填系统与充填工艺、采场地压优化控制及采矿生产管理等关键技术方面,取得了一系列重大成果,揭示了大面积连续开采采场地压规律,探索出有利于控制地压的回采顺序与采矿工艺。在科研实践中,对采矿生产系统、破碎运输系统、提升系统、膏体充填系统,进行了优化与技术改造,扩大了矿山产能,降低了损失与贫化,提高了矿山经济效益,为金川集团公司的高速发展提供了重大技术支撑。

该丛书全面系统地介绍了金川镍矿在采矿技术攻关和生产实践中所获得的研究成果和实践经验,是一套理论性强、实践性鲜明的充填采矿技术丛书。该丛书体现了金川工程技术人员的聪明才智,展现了我国采矿界的研究成果和工程经验,是国内外不可多得的一套完整的特大型矿床充填法开采技术丛书。



中南大学教授
中国工程院院士
2012 年 8 月

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》编者的话

金川镍矿是我国最大的硫化铜镍矿床,已探明矿石储量 5.2 亿吨,含有镍、铜等 23 种有价稀贵金属。矿区经历了多次地质构造运动,断裂构造纵横交错,节理裂隙十分发育。矿区地应力高,矿体埋藏深、规模大、品位高,是目前国内外罕见的高地应力特大型难采金属矿床。不利的采矿技术条件使采矿工程面临严峻挑战。剧烈的采场地压活动,导致巷道掘支困难。大面积开采潜在着采场整体灾变失稳风险,尤其在水平矿柱和垂直矿柱的回采过程中面临极大困难。巷道剧烈变形,竖井开裂和垮冒,使“两柱”开采存在重大安全隐患,采场地压与岩移得不到有效控制,不仅造成两柱富矿永久丢失,而且将破坏上盘保留的贫矿,使其无法开采,造成更大的矿产资源损失。

众所周知,高地应力、深埋、厚大不稳固矿床的安全高效开采,关键在于采场地压控制。金川镍矿的工程技术人员以揭示矿床采矿技术条件为基础,以安全开采为前提,以控制采场地压为策略,以提高资源回收和降低贫化为目标,综合运用了理论分析、室内实验、数值模拟和现场监测等综合技术手段,研究解决了高应力特大型金属矿床安全高效开采中的关键技术。

本丛书揭示了高地应力复杂构造地应力的分布规律,探索出工程围岩特性随时空变化的工程地质分区分级方法,实现了对高应力采场围岩分区研究和定量评价;探索出与采矿条件相适应的大断面六角形双穿脉循环下向分层胶结充填回采工艺,实现了安全高效机械化盘区开采;采用系统分析方法进行了采矿生产系统分析,实现了对采场地压的优化控制;建立了矿区变形监测与灾变预测预报系统;完善了高浓度尾砂浆充填理论,解决了深井高浓度大流量管道输送的技术难题,形成了高地应力特大型金属矿床连续开采的理论体系与支撑技术,成功地实践了 10 万平方米的大面积连续开采。矿山以每年 10% 的产能递增,矿石回采率 $\geq 95\%$,贫化率 $\leq 4.2\%$,建成了我国年产 800 万吨的下向分层胶结充填法矿山,丰富了特大型金属矿床安全高效开采理论与技术。

本丛书是金川镍矿几十年来采矿技术攻关和采矿生产实践的系统总结。内容涉及矿山工程地质、采矿设计、充填工艺、地压控制、巷道支护、矿井通风、生产管理、数字化矿山、产能提升和深井开采 10 个方面。本丛书不仅全面反映了国内外科院所和高等院校在金川镍矿的科研成果,而且更详细地总结了金川矿山工程技术人员采矿实践经验,是一套内容丰富和实践性强的特大型复杂难采矿床下向分层充填法开采技术丛书。

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》编委会

2012 年 9 月于甘肃金昌

前 言

随着国民经济的高速发展,国际镍产品市场的竞争更趋激烈,金川集团股份有限公司面临着更大的竞争压力。为了应对市场国际化、竞争全球化的镍产品生产形势,金川集团股份有限公司在内塑动力、再造新的增长点的基础上,加快了企业发展步伐。金川矿山在企业可持续性发展战略中占有重要地位,其安全生产管理和风险控制一直受到高度重视。

近年来,金川矿山各单位相继在管理体制改革、资金投入、深化专项整治、安全专业队伍建设等方面采取了一系列重大举措,矿山安全生产管理工作也取得了明显成效,千人负伤率、百万吨伤亡率等安全管理量化指标显著下降。但在日常生产中仍然暴露出制度建设相对滞后的问题,现行的安全生产管理制度在配套性、系统性、全面性、实效性和可操作性等方面仍存在不足,尤其没有形成科学的安全生产管理制度和风险控制体系,使得更多的人力和时间消耗在协调和沟通方面,未能在企业内部形成高效的运作程序和科学的工作衔接流程,远不能满足现代企业安全管理的要求。

从现代企业管理和国际化发展战略的角度来看,金川矿山正面临制度缺陷而造成的制度危机,这在一定程度上制约了矿山安全生产和生产机制的有效运行,与集团公司国际化发展战略不相符。制度建设滞后及制度危机并不是金川特有的问题,而是一切企业发展过程中必然出现的问题。任何企业发展都需要发挥规章制度的作用,将高层管理团队从日常性管理活动中解脱出来,专心于企业赢利模式的设计、企业运作能力的提高、企业战略变革能力的培育及企业文化的创新等。

安全生产管理和风险控制能力是企业运营系统中的主要构成因素,是一切企业创业、成长、成熟过程中必不可少的要素。安全生产管理能力系统主要包括企业一把手或者高层管理团队的能力、赢利模式与运作能力、制度规范能力、战略变革能力、创造性企业文化能力等。在企业创业阶段,更多的是依靠一把手或者高层团队的能力,赢利模式是基础;在企业成长阶段,规章制度的作用最为突出,一把手和高管的能力、赢利模式与运作能力是基础。在企业成长阶段仅靠一把手或者管理团队的能力来管理企业,会使人浮于事,效率低下,容易使得企业陷入困境。确定企业的治理制度、治理结构、组织结构、决策制度和风险控制等对企业的发展生死攸关。风险控制作为企业生产经营的基础,同样也需要通过制度规范能力来提高安全管理水平,降低运营成本,提高效率。对于金川矿山各单位,完善现行安全管理配套制度,构筑安全管理制度及形成一套完整的支撑体系已迫在眉睫,是矿山快速发展的客观要求。本书是对金川矿山企业安全生产管理经验和理论体系的总结。

限于作者水平,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

2013年5月于甘肃金昌

目 录

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》序一

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》序二

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》序三

《特大型镍矿充填法开采技术著作丛书》编者的话

前言

第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 金川镍矿资源与矿山简介	2
1.2.1 金川镍矿资源简介	2
1.2.2 金川镍矿开采情况简介	3
1.2.3 金川镍矿工程建设与发展目标	6
1.2.4 金川镍矿开采安全生产状况	6
1.2.5 金川镍矿深井开采面临的安全问题	9
1.3 主要研究内容	10
1.3.1 矿山工程地质和岩石力学研究	10
1.3.2 多中段连续开采地压规律与稳定性安全控制技术研究	10
1.3.3 高应力巷道围岩变形机理与控制技术研究	14
1.3.4 充填法采矿设计与安全回采工艺研究	18
1.3.5 矿井通风系统技术改造与优化研究	19
1.3.6 深井安全开采支撑理论与保障技术研究	20
1.3.7 金川镍矿安全管理模式优化研究	21
第2章 金川镍矿深部开采风险评价	22
2.1 风险评价概述	22
2.1.1 风险评价的产生、发展及现状	22
2.1.2 风险评价基本概念	26
2.1.3 风险评价种类	27
2.1.4 风险评价的目的	29
2.1.5 风险评价的意义	29
2.2 风险评价的依据	31
2.2.1 安全生产法律法规体系	31
2.2.2 标准	31
2.3 风险评价原理	32

2.3.1 相关性原理	32
2.3.2 类推原理	34
2.3.3 惯性原理	34
2.3.4 量变到质变原理	35
2.4 风险评价方法	35
2.4.1 安全检查表法	35
2.4.2 危险指数法	35
2.4.3 预先危险分析法	36
2.4.4 故障假设分析法	37
2.4.5 危险和可操作性研究	37
2.4.6 失效模型和后果分析	37
2.4.7 故障树分析	38
2.4.8 事件树分析	38
2.4.9 作业条件危险性评价法	39
2.5 风险评价程序与分级方法	39
2.5.1 风险评价程序	40
2.5.2 风险分级方法	40
2.6 金川镍矿深部开采风险评价	42
2.6.1 地压灾害	42
2.6.2 爆破危害	46
2.6.3 火灾危害	50
2.6.4 中毒、窒息危害	53
2.6.5 提升运输系统事故危害	54
2.6.6 充填事故危害	57
2.6.7 物体打击	58
2.6.8 机械伤害	58
2.6.9 高处坠落	59
2.6.10 电气事故危害	59
2.6.11 起重伤害	61
2.6.12 职业健康危害	61
2.7 安全风险评价结论	63
第3章 深井开采重大危险源辨识	64
3.1 重大危险源辨识方法	64
3.1.1 矿山重大危险源定义与特性	64
3.1.2 矿山重大危险源评价单元划分	65
3.1.3 危险等级的划分	66
3.1.4 矿山重大危险源危险性与评价单元危险性之间的关系	66

3.1.5 矿山重大危险源不同类型灾害的危险性的关系问题	67
3.2 金川镍矿深井开采重大危险源辨识	68
3.2.1 采场整体失稳	68
3.2.2 水平矿柱开采风险	69
3.2.3 岩移诱发构筑物失稳	69
第4章 金川镍矿开采安全技术与管理措施	70
4.1 采矿安全技术与管理措施研究	70
4.1.1 采矿安全技术	70
4.1.2 安全管理措施	70
4.2 充填安全技术与管理措施	71
4.2.1 充填安全技术	71
4.2.2 充填安全管理措施	72
4.3 提升运输安全技术与管理措施	72
4.3.1 提升运输安全技术	72
4.3.2 安全管理措施	73
4.4 通风安全技术与管理措施	73
4.4.1 通风安全技术	73
4.4.2 通风安全管理措施	75
4.5 供配电安全技术与管理措施	75
4.6 给排水系统安全管理措施	75
4.7 消防系统安全管理措施	76
4.8 职业卫生管理措施	76
第5章 深井开采重大危险源管控措施研究	78
5.1 安全避险“六大系统”主要内容及设计原则	78
5.1.1 安全避险“六大系统”主要内容	78
5.1.2 设计原则	79
5.2 紧急避险系统	81
5.2.1 自救器配备	81
5.2.2 紧急避险设施建设方式及位置	81
5.2.3 避灾硐室设计方案	82
5.2.4 避灾硐室的维护与管理	83
5.3 压风自救系统	83
5.3.1 压风系统布置原则	83
5.3.2 系统布置	84
5.4 供水施救系统	84
5.4.1 系统布置原则	84
5.4.2 系统布置	85

5.5 通信联络系统·····	85
5.5.1 系统布置原则·····	85
5.5.2 系统布置·····	86
5.6 人员定位系统·····	86
5.6.1 系统布置原则·····	86
5.6.2 人员定位功能要求·····	87
5.6.3 无线通信系统功能要求·····	87
5.6.4 方案选择·····	88
5.6.5 主要技术指标·····	88
5.6.6 系统布置·····	90
5.7 监测监控系统·····	91
5.7.1 地压监测系统方案·····	91
5.7.2 采场整体失稳监测·····	91
5.7.3 水平矿柱开采风险监测·····	92
5.7.4 有毒有害气体监测·····	92
5.7.5 通风系统监测·····	93
5.7.6 视频监控·····	93
5.8 监测数据传输及监控调度指挥中心建设·····	93
5.8.1 系统总体构架·····	94
5.8.2 监测数据传输方案·····	94
5.8.3 矿山监控中心(调度室)建设方案·····	95
5.8.4 监测监控软件系统方案·····	95
第6章 金川“五阶段”安全文化管控集成模式研究与实践·····	97
6.1 概述·····	97
6.1.1 研究背景·····	97
6.1.2 基本内涵·····	98
6.1.3 核心价值观·····	99
6.1.4 主要特征·····	100
6.1.5 主导作用·····	101
6.2 理论依据·····	101
6.2.1 事故致因理论·····	101
6.2.2 事故预防原理·····	116
6.3 金川“五阶段”事故预防与控制原理研究·····	127
6.3.1 “三角形”事故控制原理·····	127
6.3.2 “阻尼减幅式”安全管控原理·····	128
6.3.3 “叠加共振”文化效应原理·····	129
6.3.4 “衰控升级”持续改进原理·····	129

6.3.5 “斜坡球体引领式”滚动升级原理	130
6.3.6 “文化环境行为影响式”遵规守矩支撑原理	131
6.3.7 “三段三治”安全发展原理	132
6.3.8 “同阶段、同模式、同结果”三同原理	132
6.3.9 “本质安全”建设支撑原理	133
6.3.10 “长板引领,短板升级”整体推进原理	134
6.4 金川“五阶段”多层次安全文化建设理论体系研究	134
6.4.1 概述	134
6.4.2 安全理念文化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	137
6.4.3 安全制度文化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	150
6.4.4 安全行为文化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	160
6.4.5 安全物质文化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	170
6.5 金川“五阶段”五大专业化安全管控匹配化建设理论体系研究	179
6.5.1 生产组织安全管控匹配化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	180
6.5.2 工艺系统安全管控匹配化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	183
6.5.3 设备设施安全管控匹配化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	187
6.5.4 工程项目安全管控匹配化建设“五阶段”理论模型与实施体系构架	190
6.5.5 本质安全人塑培“五阶段”理论模型与实施体系构架	193
6.6 金川“五阶段”安全文化提升工程建设理论体系研究	198
6.6.1 人机环科学匹配化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	198
6.6.2 金川“五阶段”零伤害理论模型与实施体系构架	202
6.6.3 安全生产标准化“五阶段”建设理论模型与实施体系构架	208
6.6.4 金川“五阶段”关键要害岗位安全管控理论模型与实施体系构架	213
6.7 金川“五阶段”安全文化管控级别与“金川模式”评价研究	216
6.7.1 木桶原理的启示	216
6.7.2 金川“五阶段”安全文化管控级别划分	217
6.7.3 金川“五阶段”安全文化管控集成模式评价准则	217
参考文献	219

第 1 章 绪 论

1.1 概 述

金川集团是以矿业和金属为核心的垂直一体化、相关多元化的大型矿业集团,是国内最大的镍钴铂族金属生产企业,也是我国北方最大的铜生产基地,主要生产镍、铜、钴、铂族贵金属,有色金属压延加工产品,化工产品,有色金属化学品等,被誉为中国的“镍都”。邓小平同志在 1966 年视察金川时,曾赞誉金川为“难得的‘金娃娃’、祖国的‘聚宝盆’”;2009 年 11 月,吴邦国委员长和温家宝总理先后到金川视察指导工作,曾寄予金川集团“实施跨国经营,建设百年金川”的殷切期望,并称赞“金川是中国的骄傲”。

金川集团经过 50 多年的建设与发展,已成为全球同类企业中生产规模大、产品种类全、产品质量优良的集团之一。镍产量居世界第 4 位,钴产量居世界第 2 位,铂族金属产量居国内第 1 位,铜产量居国内第 3 位。

金川集团的愿景目标:推进全球资源开发和综合利用,加快结构调整和布局优化,培育和发展战略性新兴产业,大力发展相关产业,提高资源保障能力,提高国际化经营新格局,推动发展方式转变,最终进入世界 500 强,建设百年金川,实现基业长青。

金川镍矿是一座资源丰富、矿体厚大、埋藏深、矿岩不稳固的难采矿床。复杂的地质条件及传统的安全管理体制和运行机制存在诸多弊端,长期困扰矿山安全生产,甚至成为发展的最大障碍。历年居高不下的伤亡事故,尤其是 1984 年和 2000 年先后发生的“11.21”和“7.9”特大火灾事故,不但给职工家庭带来了灭顶之灾,也给国家和企业造成了重大经济损失,甚至给社会也造成了严重的不良影响。严峻的安全生产形势制约着矿山的发展,威胁着矿工的生命安全。

随着矿山逐步向深部开采,采场地压大、采场作业环境和地下水条件日趋复杂,矿山安全生产面临严峻考验。消除事故保障安全是金川人心中的大事,关系着金川集团的生存与发展。进入 21 世纪以来,金川集团借鉴国内外矿山企业安全生产的先进经验和成功的安全管理体制,结合现行生产经营机制现状,以完善制度、强化管理、狠抓落实为核心,构建矿山安全风险评估模型,开发矿山安全监测预警预报系统,开展矿山安全生产的风险评价和灾害预警,并及时采取有效的安全措施,避免了矿山重大灾害事故,实现了矿山的长期安全生产。2009 年以来,金川集团以美国杜邦为标杆,以深化特色企业安全文化建设为引领,以实现零伤害为目标,以“五阶段”推进为主线,以塑培自律型员工为核心,以安全生产标准化建设为载体,以“人、机、环”科学匹配化建设为基础,研究建立了金川“五阶段”安全文化管控集成模式,矿山安全生产保障能力不断提高,事故总量持续下降。

2010 年,矿山进入千米深井开采,高温、高压的采矿环境必将给采矿安全管理带来更大困难。因此,深部无矿柱大面积连续开采的采场地压控制、风险辨识和预警预测,是确

保深井安全开采的重要保障。可见,金川深井的安全开采和风险管理,不仅需要针对深井开采条件和作业环境,制定与之相适应的规章制度和执法队伍,更需要开展千米深井开采危险源辨识、风险评价和安全控制。因此,本书首先系统分析和总结了国内外矿山安全生产管理研究发展趋势和科学理论与技术;然后,深入分析总结近 10 年来金川集团矿山安全生产实践、经验教训及所形成的具有金川矿山特点的金川矿山大面积连续开采安全管理支撑体系,为深井采矿生产的安全管理奠定坚实基础,促进金川集团快速实现跨国经营和跨越式发展目标。

1.2 金川镍矿资源与矿山简介

1.2.1 金川镍矿资源简介

金川集团位于我国西部,甘肃省金昌市,河西走廊中东部,地处腾格里沙漠的西南边缘、祁连山北麓,属典型的戈壁滩地貌。龙首山下的金昌市区,原为戈壁荒滩,海拔 1500~1600m,地势较为平坦。矿床地处腾格里沙漠西南边缘、龙首山北麓。龙首山呈北西走向,为中山地形,海拔 1600~1800m。气候干燥少雨,春、秋多风沙,为典型的温带大陆性气候。

金川镍矿是世界著名的多金属共生的大型硫化铜镍矿床之一,发现于 1958 年,集中分布在龙首山下长 6.5km、宽 500m 的范围内,已探明矿石储量为 5.2 亿 t,镍金属储量 550 万 t,列世界同类矿床第 3 位,铜金属储量 343 万 t,居中国第 2 位。伴生钴、铜、银、铂族等 17 种元素,现在可回收利用的金属达 14 种。

金川铜镍矿床分为 4 个矿区,从东向西分别为Ⅳ、Ⅱ、Ⅰ、Ⅲ矿区。其中Ⅱ矿区矿体最大,已探明镍金属储量占整个矿床的 74.3%。

金川硫化铜镍矿床属岩浆深部熔离-复式贯入矿床,按其成因可划分为以下 4 类矿体。

1. 岩浆就地熔离矿体

岩浆就地熔离矿体规模大小不一,长数米至百米,厚数米至十多米,矿石含镍为 0.5%~0.7%。岩浆深部熔离-贯入矿体:矿体规模巨大,长数百米至千米,厚数十米至千米,是金川最重要的矿体类型,富矿体含镍 1%~2%,贫矿体含镍 0.3%~0.99%。

2. 晚期贯入矿体

晚期贯入矿体形态不规则,规模大小不一,长数米至近百米,厚数米至几十米,不受岩相控制,受构造控制,矿石含镍 3%~7%。

3. 接触交代型矿体

接触交代型矿体规模不大,主要赋存于超基性岩矿体边部的大理岩和混合岩中,以交代大理岩形成的规模最大,矿石含镍 0.5%~2%。

4. 热液叠加矿体

热液叠加矿体主要叠加于以上各类矿体,一般不形成单独的矿体。

1.2.2 金川镍矿开采情况简介

金川集团下设三个矿山生产单位,分别为龙首矿、二矿区、三矿区。

1. 龙首矿

龙首矿是金川集团的主力矿山之一,也是最早筹建和开发的矿山单位,主要承担金川镍矿Ⅰ矿区、Ⅱ矿区6行以西矿体和Ⅲ矿区的矿石开采任务,产品主要是镍、铜矿石。

龙首矿始建于1962年,1990年Ⅱ矿区1[#]矿体向西延伸部分的Ⅰ2~Ⅰ8行划归龙首矿开采,成为龙首矿东部采区,同年进行开采设计,1995年正式投产;1999年7月,金川集团将Ⅱ6~Ⅰ2行西延矿体划归龙首矿开采,使龙首矿东采区1220m以下开采范围在原设计基础上扩大,设计能力由500t/d增加到800t/d;2009年2月,金川集团对矿山现有资源布局进行调整,将Ⅲ矿区贫矿资源开发利用项目划归龙首矿管理,成为龙首矿西二采区,2012年全矿日生产能力达到7000t。

龙首矿1996年出矿首次突破百万吨大关,2001年出矿130万t,2004年出矿141.5万t,2009年出矿160.37万t,连续14年稳定在百万吨以上。2010年入选矿量突破200万t,2011年井下出矿量突破200万t。龙首矿目前设置13个职能室、6个采矿工区、6个辅助生产工区,截至2011年年底,龙首矿在矿人数达1548人。

龙首矿矿山采用地下开采,开拓系统为竖井和主斜坡道联合开采,提升系统为新1[#]竖井、新2[#]竖井、盲竖井、混合井。新2[#]竖井为副井提升系统,用于提升人员、材料和废石,新2[#]竖井还提升部分矿石,新1[#]竖井为主提升系统,专门用于提升矿石。盲竖井承担东采区矿石、废石、人员和材料的提升。混合井内装有两套提升系统,主提升机为多绳提升机,配用直流电动机,功率1600kW,提升容器为双箕斗,专门用于提升矿石,副提升机也为多绳提升机,配直流电动机,提升容器为上层罐笼带平衡锤,专门用于提升井下废石、人员、材料、设备等。矿山生产设施完整,辅助生产设施及生活设施齐全。

2. 二矿区

二矿区是金川集团的主力矿山,矿石储量占金川矿区总储量的3/4以上,截至2008年年底,二矿区保有可采储量13771.5万t,镍金属量222.9万t,铜金属量169.1万t。该矿于1966年由甘肃省地质六队(原名为甘肃省地质局祁连山地质队)正式勘探,并由井巷公司(原名为八冶井巷公司)开始进行一期基本建设。1969年9月,北京有色冶金设计研究总院编制出日产矿石10000t的初步设计方案。1972年10月,地质六队提交了二矿区地质勘探储量报告。1973年4月,冶金部要求,二矿区要争取时间,优先开采富矿,加快发展步伐。1974年元月,二矿区筹备处由八冶公司移交金川公司,同年2月6日,金川集团二矿区筹备处临时领导小组成立(即为二矿区建矿之日)。1975年6月,北京有色冶金设计研究总院完成了《二矿区矿山开采初步设计(修改)稿》,即F₁₇断层(地下40行线附