

特大型矿井通风系统优化与 技术改造

王永前 赵千里 高创州 / 著
李 马 李彦龙 刘 剑



特大型镍矿充填法开采技术著作丛书

特大型矿井通风系统优化 与技术改造

王永前 赵千里 高创州 李 马 李彦龙 刘 剑 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》的第六册,主要介绍金川大型镍矿床充填法开采矿井通风系统、技术改造与仿真优化等方面理论研究和现场实践的技术成果。尤其对金川镍矿二矿区一期、二期和改扩建工程的通风系统随采矿工艺变化而演化情况、二矿区二期工程采用中瑞联合设计的多级机站并串联抽压混合式的微正压通风方法、二期工程通风系统优化改造、14 行主回风井垮塌后采取的应急措施和系统恢复后的整体优化、深部开采通风系统建设、通风仿真技术和矿用空气幕风流调节技术进行了详细介绍,为类似矿井通风系统设计和技术改造提供参考。

本书可供采矿和地质等领域从事地质勘探、采矿设计和生产实践的科研人员以及从事采矿教学和研究的的大专院校与科研院所的教师与研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

特大型矿井通风系统优化与技术改造/王永前等著. —北京:科学出版社,2014.3

(特大型镍矿充填法开采技术著作丛书)

ISBN 978-7-03-040225-7

I. ①特… II. ①王… III. ①超大型矿床-镍矿床-矿山通风-技术改造
IV. ①TD864

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 048936 号

责任编辑:谷 宾 周 炜 / 责任校对:钟 洋

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>

骏杰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 3 月第一次印刷 印张:17 3/4

字数:354 000

定价:105.00 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享有盛誉的特大型硫化铜镍矿床。自 1958 年被发现以来,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

技术。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。

王恩敦

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”的支护系统,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。优化了下向充填法的通风系统,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的技术丛书。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宝贵经验总结,凝结了矿山工程技术人员聪明智慧,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、生产集中化和科学化的进程,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 and 安全管理,实现了安全高效的多中段无间柱大面积连续回采。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;大面积开采潜藏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,实现了对高地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研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

金川镍矿是我国最大的有色金属矿床,也是世界上不多见的特大型铜镍矿床之一。矿床以埋藏深、地应力高、矿体厚大、围岩破碎与不稳固等不利的采矿技术条件著称于国内外采矿界,由此给矿床开采通风系统设计和管理带来诸多技术难题。

针对复杂的采矿技术条件,自矿山开发建设以来,金川镍矿围绕通风系统设计优化开展了大量的技术攻关,并实施了一系列技术改造。随着矿床开采方案、回采工艺的不断完善和矿井通风技术的进步,矿井通风系统也不断发展与演变。通过不断优化通风系统设计和技术改造,矿井通风能力已能够满足金川矿床开采的通风安全需要。

矿井通风设计优化与技术改造是一项复杂的系统工作,通风系统的可靠和稳定运行关乎矿山的安全生产。矿井通风系统设计优化,不仅要适应矿床采矿技术条件,建立整个矿床开采期间的通风解决方案,而且还要与矿山生产能力相匹配,并为后期产能提升、通风系统技术改造留有必要的调整空间。对于埋藏深、地应力高和矿岩不稳固的厚大金川矿床开采,通风系统随着采矿工艺变化,也历经多次演变,最终形成与当前采矿方法相适应的通风系统。

二矿区通风系统经历了一期、二期和改扩建工程建设。二期工程采用中瑞联合设计的多级机站并串联抽压混合式的微正压通风方法。先进的通风系统设计,奠定了金川矿井通风系统设计优化和技术改造的基础;改扩建工程中 14 行专用回风井的设计,解决了多年来困扰二矿区井下回风困难的技术难题,也为二矿区深部开采通风创造了条件。14 行专用回风井突然垮塌是一个沉痛的教训,一度对二矿区通风造成致命破坏,但垮塌后通风应急调整无疑为通风系统管理积累了经验。通风仿真系统和空气幕风流调节技术的研究与应用,是二矿区近年来通风系统方面取得的重要研究成果。通风仿真系统为通风系统设计优化与技术改造提供了重要的决策依据,而空气幕风流调节技术则解决了大断面大压差巷道的风流调节难题,从而在龙首矿、二矿区和三矿区得到推广应用。

龙首矿通风系统虽然也经历了多次技术改造,但通风能力不足、回风阻力大等问题一直制约着通风系统的稳定与可靠运行,37 行专用回风井的设计使这一问题有望得到根本解决。

本书将对金川建矿 30 年来矿床开采通风系统设计优化与技术改造进行全面分析和系统总结,详细介绍金川镍矿通风系统设计优化理论、技术改造和工程经验,可为类似矿床的通风系统设计提供借鉴,也为从事矿山通风设计和研究的人员提供参考。

在撰写本书过程中参考和引用了金川镍矿的研究报告和学术论文,在书中不再一一标注,在此对有关研究单位和作者表示衷心感谢。

限于作者的知识水平,书中难免有不当之处,请读者不吝指正。

著 者

2012 年 10 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 金川矿山简介	1
1.1.1 龙首矿	2
1.1.2 二矿区	3
1.1.3 三矿区	4
1.2 矿山通风系统概述	4
1.2.1 龙首矿通风系统	4
1.2.2 二矿区通风系统	7
1.2.3 三矿区通风系统	8
1.3 本章小结	9
第 2 章 龙首矿通风系统优化与技术改造	10
2.1 矿山深部开采通风系统	10
2.1.1 矿井通风现状及存在问题	10
2.1.2 深部开采的通风防尘	10
2.1.3 矿井通风负压及扇风机选择	11
2.1.4 矿井防尘	12
2.2 东采区扩能技术改造工程通风系统	12
2.2.1 通风系统现状	13
2.2.2 通风方式和通风系统选择	14
2.2.3 矿井总风量确定	14
2.2.4 矿井通风阻力计算	16
2.2.5 局部通风和防尘	18
2.2.6 通风设施	18
2.3 西部贫矿开采通风系统	19
2.3.1 通风系统现状	19
2.3.2 通风方式和通风系统选择	20
2.3.3 矿井总风量确定	23

2.3.4 矿井通风阻力计算	26
2.3.5 局部通风和防尘	30
2.3.6 通风设施	30
2.4 III 矿区贫矿开采通风系统	31
2.4.1 通风方式和通风系统选择	31
2.4.2 风量计算	31
2.4.3 矿井通风阻力计算	32
2.4.4 局部通风	33
2.4.5 主扇风机	34
2.4.6 通风构筑物及管理	35
2.5 本章小结	35
第3章 三矿区通风系统优化与技术改造	36
3.1 F_{17} 以东富矿开采通风系统	36
3.1.1 F_{17} 以东富矿开采通风方式和通风系统选择	36
3.1.2 F_{17} 以东富矿开采通风网络与通风构筑物	36
3.1.3 2# 矿体 F_{17} 以东富矿通风风量和负压计算	37
3.1.4 F_{17} 以东富矿通风坑内通风设施	39
3.2 F_{17} 以东富矿深部开拓与扩能改造通风系统	40
3.2.1 通风方式和通风系统选择	40
3.2.2 矿井风量计算与校验	40
3.2.3 矿井通风阻力计算	42
3.2.4 局部通风	43
3.2.5 通风构筑物及通风管理	43
3.2.6 坑内通风设施	43
3.3 东部贫矿开采工程	44
3.3.1 通风方式和通风系统的选择	45
3.3.2 矿井风量计算	46
3.3.3 通风网路、风量分配及调节	49
3.3.4 通风阻力计算	49
3.3.5 局部通风及通风设施	55
3.3.6 通风机的选择	55
3.4 本章小结	56
第4章 二矿区一期工程通风系统运行与技术改造	57
4.1 一期工程分区通风系统的试验	57
4.2 一期工程多级机站通风系统的试验	58
4.3 本章小结	60

第 5 章 二矿区二期工程通风系统运行与技术改造	61
5.1 二期工程多风机并串联微正压通风系统技术改造	61
5.2 盘区通风系统试验与推广应用	62
5.2.1 管道式通风系统试验	62
5.2.2 盘区通风系统完善与推广应用	62
5.3 GAF15-8-1 型风机试运行与技术改造	65
5.3.1 GAF15-8-1 型风机选型	65
5.3.2 主通风机的调节方法	66
5.3.3 二期工程通风系统检测与控制	69
5.4 二期工程分区通风系统	72
5.4.1 采区通风系统技术改造	72
5.4.2 运输水平通风系统技术改造	75
5.4.3 主斜坡道和皮带道通风系统技术改造	79
5.5 本章小结	85
第 6 章 二矿区改扩建工程通风系统技术改造	86
6.1 二矿区 14 行回风井与井下通风系统技术改造	86
6.1.1 二矿区 14 行专用回风井替代西主井回风系统	86
6.1.2 中段通风系统的完善	87
6.1.3 运输水平回风系统技术改造	87
6.2 复杂网络通风系统的应用	88
6.3 本章小结	89
第 7 章 二矿区 850m 中段工程通风系统	90
7.1 矿井通风系统现状	90
7.2 通风方式和通风系统选择	90
7.2.1 回采分段通风	90
7.2.2 运输水平通风	91
7.2.3 破碎系统通风	91
7.3 矿井通风工作制度	91
7.4 矿井风量和阻力计算	91
7.5 局部通风及通风构筑物	93
7.6 矿井通风设施	94
7.7 本章小结	96
第 8 章 二矿区主回风井垮塌后应急通风系统	97
8.1 二矿区 14 行回风井垮塌后应急通风系统技术改造	97
8.1.1 多级机站通风系统技术改造	98
8.1.2 主运输水平通风系统技术改造	103
8.1.3 采矿盘区通风系统技术改造	108

8.2	应急通风系统优化	111
8.3	本章小结	114
第9章	矿井通风仿真系统应用研究	115
9.1	矿井通风仿真技术发展概况	115
9.2	通风仿真 MVSS 系统简介	116
9.2.1	通风网络风流分配数学模型及算法	120
9.2.2	通风决策支持系统优化调节数学模型	130
9.2.3	最大通风能力数学模型	134
9.2.4	通风仿真系统的可视化	137
9.3	矿井通风仿真技术与应用	150
9.3.1	矿井通风系统普查	150
9.3.2	智能决策系统构建	180
9.3.3	二矿区井下风机站性能测试	193
9.3.4	二矿区 14 行风井重新投运后通风系统模拟	202
9.4	本章小结	208
第10章	二矿区通风系统优化	209
10.1	二矿区 14 行回风井投入运行后通风系统改造	209
10.1.1	恢复 14 行回风井为主通风系统	209
10.1.2	采区通风系统技术改造	211
10.1.3	运输水平通风系统技术改造	211
10.2	矿井通风系统的简化与优化	212
10.2.1	采区通风系统优化	212
10.2.2	运输水平通风系统优化	213
10.2.3	主斜坡道和皮带道通风系统优化	214
10.2.4	通风仿真在与系统优化中的应用	215
10.3	二矿区 14 行风机站投入运行后各风机站性能测试	218
10.3.1	井下风机站性能测试	218
10.3.2	二矿区 14 行风机性能测定	222
10.4	本章小结	230
第11章	二矿区通风系统风流调节技术	231
11.1	矿用空气幕技术应用研究	231
11.1.1	矿用空气幕结构和工作原理	232
11.1.2	矿用空气幕安装布置形式及取风方式	233
11.1.3	多机并联空气幕代替风门隔断风流技术	235
11.1.4	矿用空气幕引射风流技术	246
11.2	有风墙辅扇风机运行	252
11.3	本章小结	255

第 12 章 二矿区通风系统井下风机站集中控制	256
12.1 井下风机站集中控制技术	256
12.1.1 集中控制功能	256
12.1.2 启动方式	257
12.2 井下风机站集中控制网络建立	257
12.3 井下风机站集中控制系统效果	258
12.4 本章小结	259
参考文献	260

第 1 章 绪 论

1.1 金川矿山简介

金川硫化铜镍矿(简称金川镍矿)位于甘肃河西走廊中部、龙首山北麓、巴丹吉林沙漠南缘的金昌市。永昌—河西堡—雅布赖公路穿过矿区,在永昌县城与 312 国道相接。矿区距兰新铁路金昌站 20km,有专用支线铁路与兰新铁路接轨。

金川镍矿由甘肃省煤田地质勘探公司一四五地质队于 1958 年在甘肃省永昌县宁远堡白家嘴子地区的地质普查中发现。1959 年 1 月由甘肃省地质局祁连山地质队(后更名为甘肃省地质六队)开始勘探,至 1973 年勘探完毕。

金川镍矿矿区东西长 6.5km,宽不足 1km。矿床被成矿后期的地质活动切割成四个相对独立的含矿超基性岩段以及与该含基性岩有成因关系的各类矿体的分布地区。按勘探先后顺序,四个含矿超基性岩段分布被划分为 I、II、III、IV 四个矿区,矿区位置如图 1.1 所示。

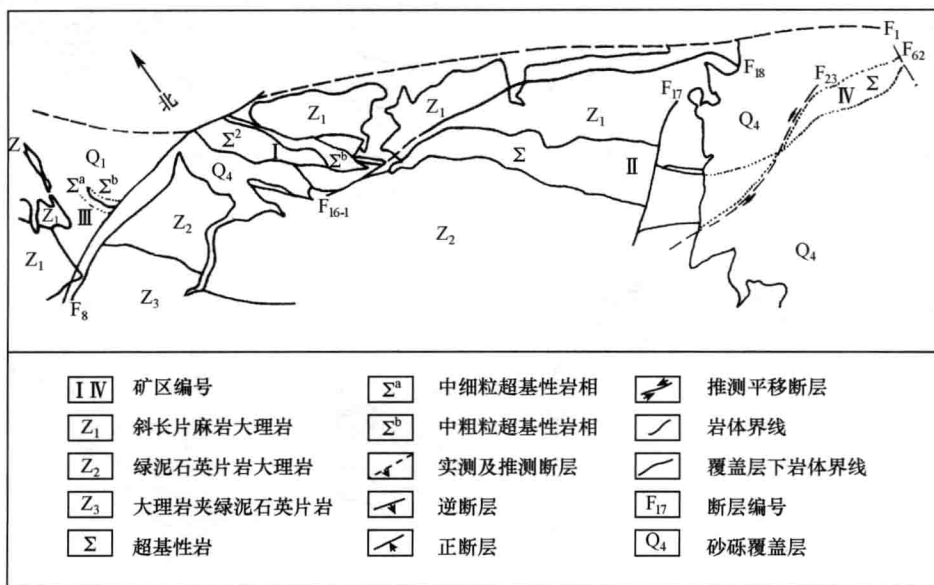


图 1.1 金川镍矿地质略图

金川镍矿是我国目前最大的硫化铜镍矿床,也是世界上特大型的硫化铜镍矿床之一。由于矿区地处甘肃河西走廊,是大地构造单元的结合部,构造运动剧烈,地质构造复杂,矿区水平构造应力较高,节理裂隙极为发育,矿岩体破碎,整体稳定性极差。

目前,金川镍矿四个矿区共探明矿石储量达 51910.8 万 t,含镍 549.4 万 t,铜 343.1

万 t。此外,矿石中还伴生有钴、铂、钯、金、银、钨、铋、钼、锡、锑、硫、铬、铁、镓、锗、铜等多种元素,其中可回收利用的就有 14 种。镍和铂族金属储量分别占全国储量的 70% 和 80% 左右。铜、钴金属储量仅次于江西德兴铜矿和四川攀枝花矿区,居全国第二位。

位于金川镍矿中部的 I 矿区(龙首矿)和 II 矿区是富矿体,是金川集团股份有限公司(简称金川公司)目前正在开发生产的矿山。其中,II 矿区是金川公司的主力矿山,承担着全公司 75% 以上的矿石生产任务。矿床西部的 III 矿区属于贫矿床,目前正处于开发利用阶段,2012 年投产。位于矿床东部的 IV 矿区还处于详勘阶段。

II 矿区岩体长 3000 余 m,除东端 300 余 m 岩体隐伏于第四纪之下,其余均出露地表。岩体两端窄、中间宽。由于受 F_{17} 断层切割,最宽处达 527m。矿体总体走向大致为北 50° 西,倾向南西,倾角为 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。岩体有分支,规模巨大的海绵陨铁状富矿体主要在下分支,形成 1# 和 2# 两个主要矿体,如图 1.2 和图 1.3 所示。其中,1# 矿体主要为块状特富矿,是 II 矿区规模最大的矿体,镍金属储量占全矿区的 75% 以上,是二矿区目前正在开采的最大规模的生产矿区,如图 1.4 所示。

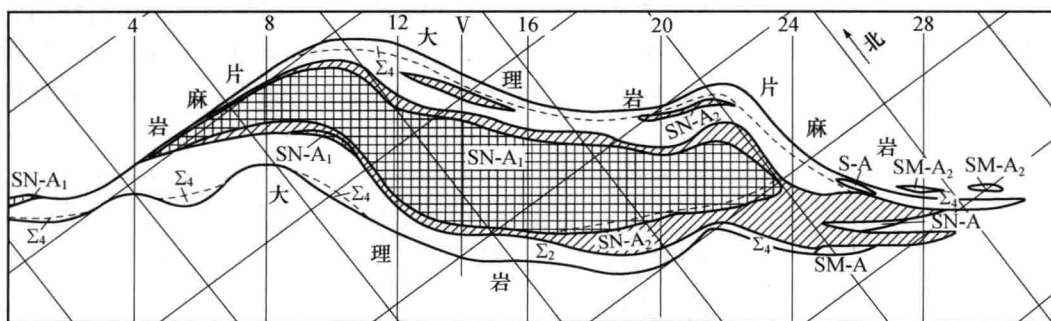


图 1.2 金川镍矿 II 矿区 1# 矿体 1150m 水平面示意图

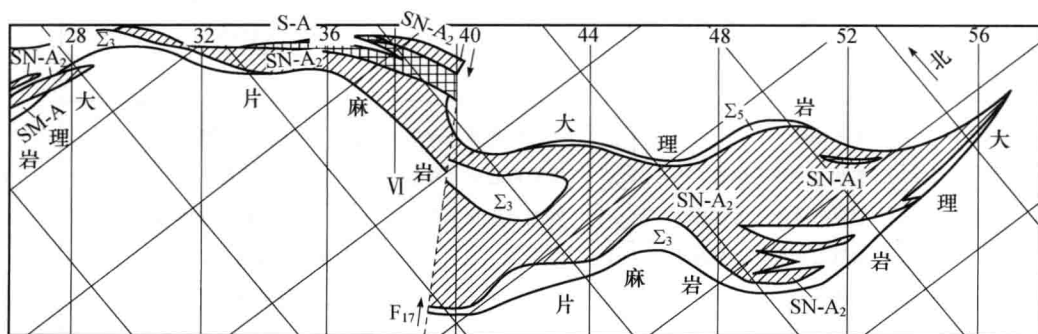


图 1.3 金川镍矿 II 矿区 2# 矿体 1250m 水平面示意图

1.1.1 龙首矿

龙首矿是金川公司目前几座大型矿山之一,也是金川公司最早开采的矿山。始建于 1959 年,主要承担金川镍矿龙首矿矿区、II 矿区 6 行以西矿体和 III 矿区部分的开采任务。

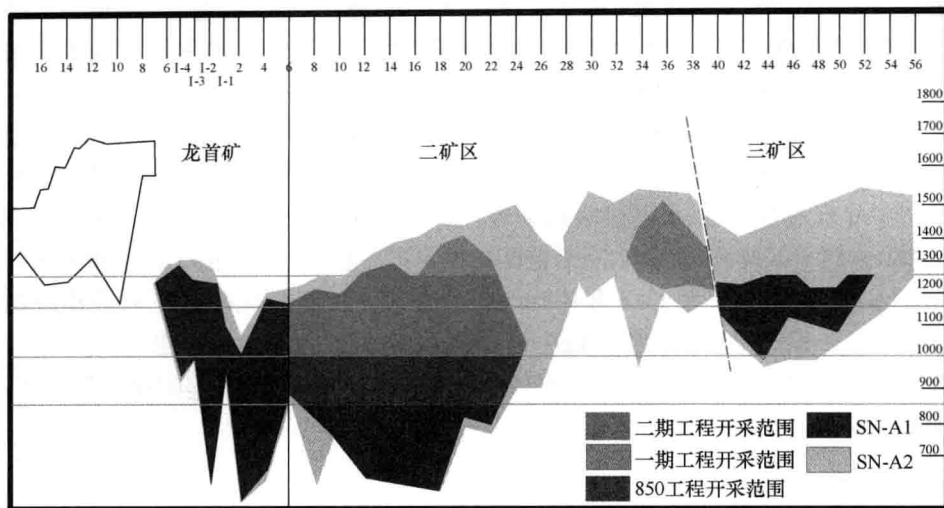


图 1.4 金川镍矿Ⅱ矿区 1# 矿体开采范围示意图

经过 40 余年的不断改造扩建,龙首矿已从建矿初期的小露天开采发展到目前的地下机械化开采,矿山规模从一个年产 33 万 t 的小型矿山发展成为年产百万吨矿石的地下开采大型有色金属矿山。目前其开采范围划分为东、中、西三个采区。东采区开采二矿区 1# 矿体西延部分,范围在二矿区 6 行至龙首矿矿区 8 行的 1280~850m 水平,中采区开采龙首矿矿区 8~18 行勘探线之间的矿体,西采区开采龙首矿矿区原露天矿下部 19~32 行勘探线之间的矿体,西一采区范围在 19~32 行 1220m 水平以上的上盘贫矿,2010 年出矿量达到 160 万 t。

1.1.2 二矿区

二矿区是金川公司的主力矿山,主要承担Ⅱ矿区 6 行以东、 F_{17} 断层以西矿体的开采任务,开采范围约为 2.9761km^2 。二矿区建设经历了一期、二期、改扩建工程和 850m 深部开拓工程。自 2008 年井下出矿突破 400 万 t 后,2009 年实现井下出矿 430 万 t,已经成为有色金属行业最大的下向胶结充填采矿法矿山。

二矿区一期工程于 1966 年开工建设,1982 年试生产,1983 年正式投产。1987 年井下出矿突破百万吨大关。之后矿山年产量逐年以 10% 的速度增长,至 1996 年出矿量突破 200 万 t。一期工程开采范围为东部 2# 矿体 F_{17} 断层以西 1250m 中段、1300m 中段矿体;西部 1# 矿体 1250m 中段等。一期工程采用竖井、平硐开拓,1966 年以来共建成 7 条竖井,即东主井、东副井、西副井、西主井、36 行措施井、16 行充填井、2 行进风井。一期工程采用的采矿方法为电耙子上向水平分层胶结充填采矿法、电耙子下向高进路胶结充填采矿法和机械化盘区下向水平分层胶结充填采矿法三种。一期工程回采工作于 1998 年年底基本结束,剩余部分为挖潜改造边角矿体的回采。

二矿区二期工程于 1986 年 8 月全面开工,1995 年完成矿建工程,1996 年全面投产。设计年生产能力为 264 万 t,2002 年实现全面达产达标。二期重点工程主要有西主井、主