

# 吉恩镍业低品位矿石开发利用实践

Practice of development and utilization of low grade ore in Geen nickel industry

刘海军, 吕成对, 冀永峰, 袁庆海, 田宇鹏(吉林吉恩镍业股份有限公司, 吉林 磐石 132311)

**摘要:**本文以吉林吉恩镍业股份有限公司两座矿山低品位矿石开发利用为背景,采用了组织优化、技术改造、寻求政策支持、贫富兼采等多种方式。实践结果表明,结合矿山、矿床实际情况,通过多种方式的有效组合实施,能够极大的提高低品位矿石开发利用水平。

**关键词:**低品位矿石; 开发利用

**Abstract:**This paper takes the development and utilization of low - grade ore in two mines of gene nickel industry as the background, it has adopted many ways, such as organization optimization, technological transformation, seeking policy support, and adopting both the rich and the poor. The practice results show that, combined with the actual situation of mines and deposits, through the effective combination of various ways, the development and utilization level of low-grade ores can be greatly improved.

**Key words:**low grade ores; development and utilization

## 1 前言

吉恩镍业富家矿与大岭矿始建于20世纪60年代。依据当时勘探所提地质报告,富家矿Ni平均品位0.3%~1%的贫矿,占矿山资源储量的40%;大岭矿Ni平均品位0.42%的资源量,占矿山资源储量的32.5%。

2007年,随着镍市场价格的不断攀升,吉恩镍业开始组织对两矿山上下盘及翼部低品位矿石进行回采。截至2019年末,总计回采低品位矿石97.9万t,延长矿山服务年限约5.75年。

## 2 低品位矿石分布矿体特征

### 2.1 富家矿

矿体平剖面呈狭长状,一般中部厚,向两端逐渐变薄至尖灭,具体如图1所示。低品位矿石主要分布在矿体的上下盘及两翼。上下盘低品位矿石,长400m,平均宽度6.15m,平均品位0.4%,垂直投影在130~120m标高内,矿石储量为147.6万t。两翼低品位矿石,主要分布在勘探线(8-6)~10线及(7-9)~11线,平均品位0.46%,矿石储量为45万t。

### 2.2 大岭矿

大岭矿低品位矿石主要分布在主矿体的两翼及断层 $F_1$ 下矿体,水平投影如图2所示。两翼低品位矿体长350m,平均宽度4.15m。南西翼平均品位0.372%,北东翼平均品位0.415%。垂直投影在200~0m标高内,矿石储量为87.15万t。断层 $F_1$ 下矿体平均品位0.438%,矿石储量为240.12万t。

文章编号:

1672-609X(2021)02-0069-05

中图分类号: TD166

文献标志码: A

作者简介: 刘海军(1972-),吉林磐石人,采矿工程师,从事矿山技术管理工作。

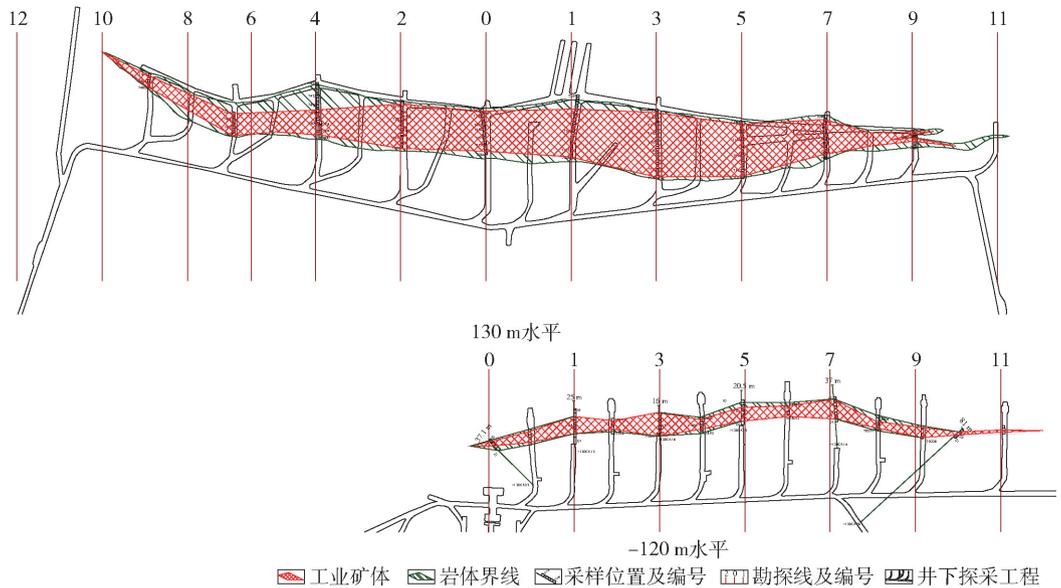


图1 富家矿矿体水平投影图

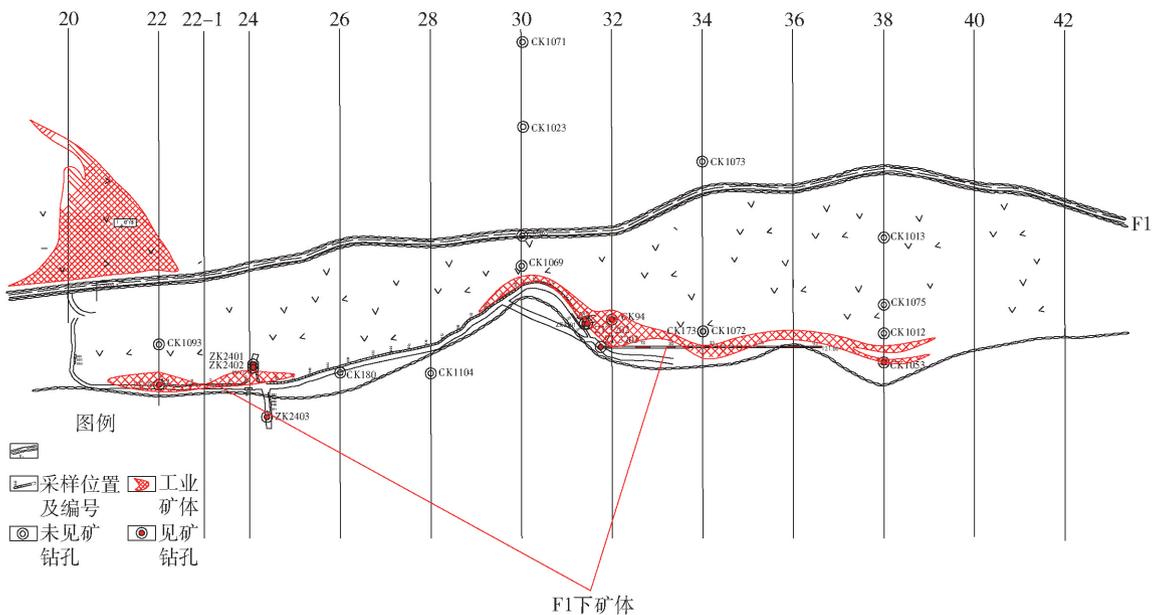


图2 大岭矿矿体水平投影图

### 3 低品位矿石开发利用

#### 3.1 组织优化

##### 1) 以产品定组织

2016年以前,两个矿山共用一个选矿厂,由公司生产部协调配矿。外部协调相比于内部统一管理,指令的执行程度、及时性难以得到有效保障,不能实现最优配矿,导致选矿指标波动较大。高、低品位资源不能得到充分利用,难以实现效益最大化。

2016年,吉恩镍业将两矿、一厂整合为一个生

产单位。组织形式的改变,减少了管理环节,调动了生产单位的积极性。2018年采矿直接成本下降105元/t,年节约管理费用300多万元。

##### 2) 结合生产周期,调整用工方式

随着开采深度的增加,两矿山生产能力都有所下降。自产矿石已不能满足选厂的处理能力。因此,选厂改过去的连续生产为间歇生产,待矿山采出矿石达到一定量后,集中进行加工。针对这一生产特点,公司结合其他生产单位用工需要,把选矿厂的作业人员进行分流,统一协调分配。穿插用工的方

式,大大减少了企业用工成本。

### 3.2 技术改造

#### 1) 出矿方式改造

1989年富家矿转入地下开采,最初是采用耙矿绞车(俗称“电耙子”)出矿的“下向高进路倾斜胶结充填法”。一般是沿矿体走向50~60 m布置一个矿块,矿块中间布置穿脉分层道(一般等于矿体厚度),分层道两侧沿脉布置采矿进路,具体如图3所示。为便于排水和确保充满度,进路和分层道底板均采用8°坡施工。这种出矿方式有以下明显缺点:

(1) 准备工作占作业时间比例大,工作效率低。随着作业面的不断推进,工人要经常“在掌子面”挂滑轮,工人劳动强度大,存在安全隐患。当进行新的进路回采,需要移动回采进路的耙子并固定。

(2) 作业效率受矿体、耙运距离变化影响大。对于边界不规则的矿体,电耙子有出矿死角,必须进行人工清理。随着耙运距离增加,作业效率明显下降。

(3) 二次损失、贫化现象严重。出矿过程中水、矿石难以分离,矿石泥化、“冒斗”现象严重。

(4) 转层需在溜矿井中完成,操作复杂。转层时,在溜矿井下分层底板标高搭建作业台,施工电耙硐室和一部分分层道。待分层道施工一定距离(分层道爆破不会崩坏电耙子)后,将分层道耙子下放至已施工好的电耙硐室固定好。转层期间,整个采场产能急剧下降。

(5) 回采强度低。受进路规格(3 m×3 m)、充填工艺要求、出矿设备能力制约,电耙子出矿采场生产能力较低。

(6) 溜矿井为带行人梯子间的混合井,兼作运料、排水、行人、存矿使用,矿井截面利用率和矿井使用率都受到了限制。

(7) 采准工程的变化。采用脉外斜坡道用于行人、运料、排水,溜矿井专用储存矿石或废石。提升溜矿井的储矿能力的同时,也使得行人出入采场更安全。

2001年改为电动铲运机运矿的“下向高分层机械化胶结充填采矿法”,采场布置方式如图4所示。铲运机的使用,不只是改变了运矿方式,随之改变的是采矿各项设计参数的改变和生产效率的提高。

(8) 分层道沿着矿体下盘边界线布置,避免了设计损失的发生;采用穿脉进路,避免了上盘边界矿

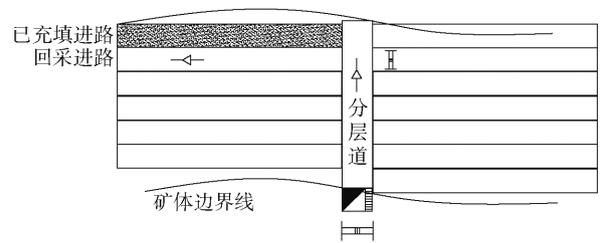


图3 电耙子出矿采场示意图

体的损失。

(9) 铲运机为自行出矿设备,避免了人员挪移设备工作,降低了工人劳动强度的同时,可以节省更多的时间用于采矿作业。

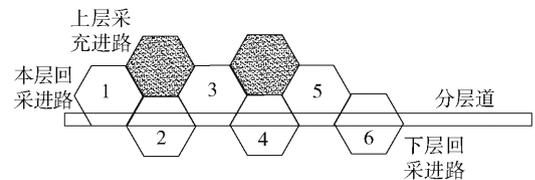


图4 电动铲运机出矿采场示意图

(10) 转层作业可以在采场分层道完成,不会影响采矿作业,实现了连续生产作业,具体如图5所示。回采是由矿体两端向中间退采,当一侧回采至中间时,在溜矿井附近进行转层。转层时,施工转层巷道直至找到下分层溜矿井2前,由本层溜矿井1出矿和废石(分层道为矿石,溜井联络道为废石);找到溜矿井2后,转层巷道下口封闭,转层巷道堆放矿石或废石(视堆存实际情况而定)压平实并覆盖塑料、麻袋片,然后进行充填。

实践证明,铲运机出矿贫化率下降2.03%,年少混入废石3288.6 t,年节省选矿处理费用33.65万元<sup>[1]</sup>。

#### 2) 进路断面优化

由于出矿效率的提升,使得大断面落矿不会受出矿制约而成为可能。进路高度由4 m增大到5 m,进路断面由16 m<sup>2</sup>增大到20 m<sup>2</sup>,分层道高度由2 m

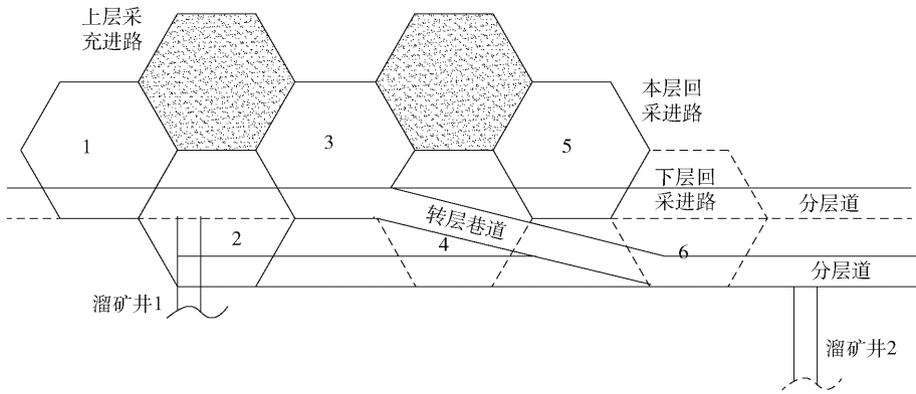


图5 电动铲运机出矿采场转层示意图

增大到 2.5 m。使得单个作业循环生产能力提升 25%。

3) 两翼矿柱崩落开采

两翼低品位矿石,主要分布在勘探线(8-6)~10线及(7-9)~11线,位于露天坑的边帮,平均品位 0.46%。矿体平均水平厚度 10 m,最窄处不到 4 m,具体如图 6 所示。

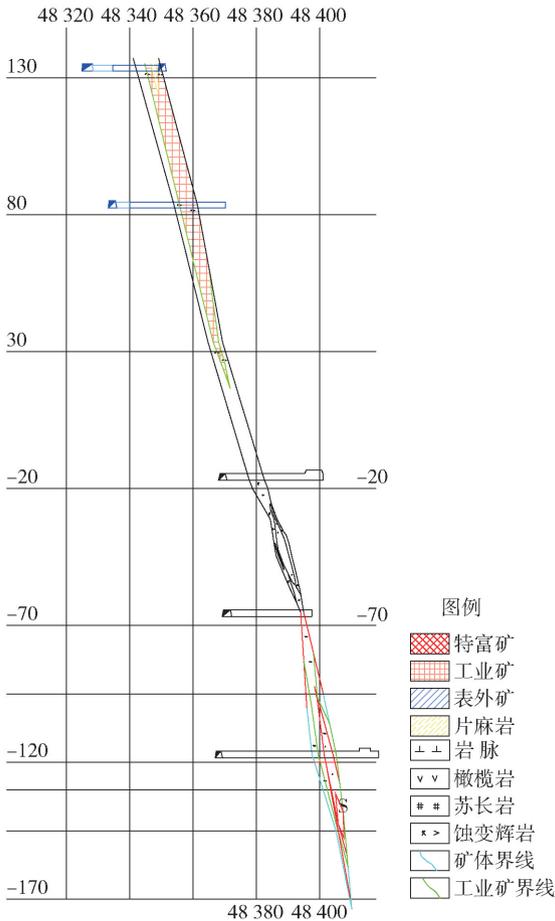


图6 9号勘探线矿体垂直投影图

富家矿两翼矿柱低品位矿石的回采,一直用作主矿体配矿进行少量回采。2007年,受镍价上扬影响,富家矿开始对两翼矿柱进行规模开采。考虑原有的胶结充填采矿成本高、工艺复杂,所以最初设计采用无底柱分段崩落法进行回采,第一段设计高度为 12 m。实际施工中发现,因矿柱为狭长脉状,矿体较窄处不能实现标准的崩落进路布置,难以形成放矿椭球体,放矿时矿石损失较大,崩落时矿石贫化较大;稳固处,易形成悬顶;不稳固处,凿岩炮孔难以成型。因此,我们以无底柱分段崩落法为基础,研究改进为无底柱小分段崩落法回采<sup>[2]</sup>。并针对矿体结构的不同,对设计参数进行了不同的调整。

(1) 矿柱上部,矿体相对稳固,采用高 6 m 的小分段,凿岩采用 YT23 气腿凿岩机,个别深孔套钎钻孔。矿柱下部,矿体相对易于崩落,采用 8~12 m 的高分段,凿岩采用 YGZ90 导轨型凿岩机。

(2) 在难以布置标准崩落法的极窄处,为防止出现悬顶,边孔角采用小角度布置,对回采巷道两帮进行爆破。

(3) 针对翼部矿柱稳固程度变化大,采用不同爆破参数。

(4) 因矿体平均品位较低,为减少二次贫化,采用“无贫化放矿”方式,以具有一定品位的矿石作隔离层。

崩落法在两翼矿柱回采中应用以来,年平均采矿量为 5.1 万 t,延长矿山服务年限 5.75 年。采矿直接成本比充填法降低 78.96 元/t。

4) 采准方案优化

大岭矿受倾角及侧伏角影响,随着回采深度增加。现有溜矿井与矿体距离逐渐增加,使得采准联络道施工量增大,致使采矿分摊成本增高,具体优化方案如图 7 所示。

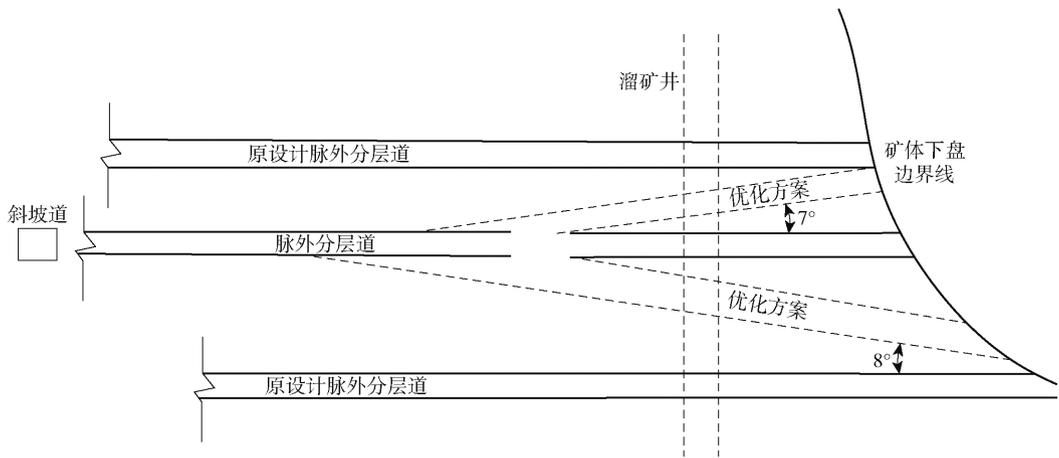


图7 大岭矿采准优化方案示意图

2019年,对采准进行了优化设计。具体方案如下:

(1)根据中段斜坡道、溜矿井的实际标高位置与矿体的空间关系,确定联络道开口位置和距离,确保联络道能够使用三层开采标高。

(2)先施工呈水平方向布置的三层开采公用联络道及与其连通的溜矿井联络道。

(3)施工至联络道变坡点位置时,先施工上山方向的第一分层联络道,上山坡度为 $7^\circ$ ,直到施工至矿体,对第一层矿体进行开采。

(4)当第一层矿体开采结束后,将上山方向的第一分层联络道充填,待充填体养生期结束后,施工呈水平方向布置的第二分层联络道,直到施工至矿体,对第二层矿体进行开采。

(5)当第二层矿体开采结束后,对第二分层联络道充填,待充填体养生期结束后,施工下山方向的第三分层联络道,下山坡度为 $8^\circ$ 直到施工至矿体,对第三层矿体进行开采。

通过以上采准优化方案,可以达到只施工一次联络道开采三层矿体的目的,从而大量减少施工联络道次数和工程量,缩短开采循环周期。

### 3.3 贫富兼采

富家矿-70 m中段各采场原进路端部没有充填体顶板的低品位矿石进行小导洞施工回采,为形成下层回采充填体顶板创造了条件。4线采场从9

分层回采至10分层,回采幅宽增加3 m,9分层可回采2 070 t增至2 954 t。5线采场翼部沿脉进路由35 m增加至51 m,每层多回采矿石200多t。双线采场下盘探矿多回采矿石1 500 t。

大岭矿在进行分层采矿设计时,每个分层都延长翼部采矿进路或外扩翼部采矿进路数量,为下一分层回采翼部低品位矿体时确保顶板安全,使之能够顺利回采进路。

富家矿上下盘采出低品位矿石15 231 t。大岭矿两翼低品位回采量3.7万t。

## 4 结论

吉恩镍业针对低品位矿石的回采,采取了多种行之有效的措施,为企业可持续发展提供了助力。但是受矿体回采条件、市场价格、回采成本、综合利用水平等因素的制约,低品位矿石的利用还处于较低水平。随着低品位矿石占有储量比例的增大,寻求新的低品位矿石开发利用途径是亟待解决的问题,也是确保我们矿山企业可持续发展的有效保障。

### [参考文献]

- [1] 李长权,王安强,穆怀富,等. 机械化胶结充填采矿法在富家矿的应用[J]. 黄金,2009,6(30):25-29.
- [2] 郑贵平,穆怀富,王安强,等. 无底柱小分段崩落采矿法在矿柱回采中的应用[J]. 黄金,2008,8(29):28-31.