

某锑矿低品位存窿矿石二次回采工艺优化研究

胡奔德¹, 刘志勇¹, 黄存飞², 姚泽春², 李昌元²

(1. 湖南有色产业投资集团有限责任公司; 2. 湖南辰州矿业有限责任公司)

摘要:针对某矿山留矿采场中部分矿石因生产原因未及时进行大量放矿致原矿长久积存采场内,部分矿石氧化结块致使无法顺利进行放矿回收的现象,结合矿山实际情况,根据存窿矿石的不同分类分别对该部分矿石的回收方法进行了阐述,提出了下盘单元格法对密实型氧化胶结矿石进行回收,取得了良好的经济效果。

关键词:留矿采场;存窿矿石;二次回采;下盘单元格法;低品位

中图分类号:TD235

文献标志码:A

文章编号:1001-1277(2024)06-0023-04

doi:10.11792/hj20240605

引言

某锑矿长期受系统制约,以开采富矿为主,导致部分分支矿脉、大量低品位矿石存留在采场内未进行回收。从2013年开始,随着矿山各改扩建工程项目相继投入运行,矿山生产能力得到巨大提升,由于多年来只采富矿的回采方式,导致井下富矿资源过量消耗,原矿品位不断下降。为充分利用存留在采场里的矿石资源,矿区启动了对存窿矿石的开发利用工作。由于长时间堆积导致原矿在采场内胶结,因此采用下向水平分层点柱支撑法进行了回收试验。试验中人工、木材消耗大,采场内矿石运搬工效低,且随回采工作面的下向推进,对点柱支护的稳定性要求较高。鉴于上述试验成本高、工效低、安全支护困难等因素,同时根据生产需要,拟对回收方法进行改进^[1-2],以达到安全高效回收低品位存窿矿石的目的。

1 工程背景

1.1 开采技术条件

矿体赋存在板溪群五强溪组的浅变质火山碎屑岩系中,其顶底板围岩为凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩,夹少量凝灰质板岩,岩石致密坚硬,抗压、抗剪、抗拉强度高,稳固性好,节理裂隙发育程度差,孔隙度小,岩石经过变质作用,普氏硬度系数8级以上。在坑道掘进过程中大多无需进行支护,矿脉顶底板围岩稳定性较好。多年来受制于原生产系统,井下开采以富矿为主,大量低品位矿石留在采场内,经多年氧化留下的矿石被称为存窿矿石^[3-4]。

1.2 存窿矿石分类

从调查的存窿矿石情况来看,存窿矿石赋存条件复杂,根据存窿矿石的胶结程度和开采条件优缺点,

以及矿房中顶柱、底柱、间柱等情况,将存窿矿石进行如下分类^[5-6]。

1)第一类为松散型矿石,这类矿石占比10%。2~3a内采完的采场,以及未进行大量放矿工序的采场原矿。出矿难点主要是采场内大块卡斗、部分原矿结块。矿石的分离性较好,矿石悬拱的力平衡易自行破坏而消失,原矿结块少,直接可利用现有斗口放矿。大量放矿过程中顶板大块垮落卡斗,且采场切割死角部位原矿、残留顶底板矿脉无法回收。

2)第二类为密实型氧化胶结矿石,这类矿石占比30%。采场内留存的原矿受堆积重力作用,经过长时间(5a以上)的氧化胶结,成为密实型氧化胶结矿石。矿块积压时间长、原矿氧化程度高、矿岩胶结度高,悬拱顶板有一定的自稳性,暴露后难以自然垮落。胶结程度高导致回收需要借助一定程度的工具或爆破辅助,成本高,悬拱安全隐患大。

3)第三类为残留矿柱壁及采场存矿,这类矿石占比60%。开采后留下的不规则矿柱、矿壁及通过放斗后形成悬空的部分采场,采场存留残矿、矿壁资源回收强度大、安全性差。

1.3 回采现状

目前,矿区存窿矿石回收方法主要采用斗口直接放矿和下向水平分层点柱支撑法回收,由于存窿矿石积压在采场多年,很多存窿矿石按正常放矿方法无法充分利用,利用率仅40%左右,下向水平分层点柱支撑法回收成本消耗大,工效低。因此,有必要探索研究一种安全、合理回采存窿矿石的方案,以达到贫富兼采、节约资源的目的。

2 存窿矿石回采方案优化

回采方案主要对第二类密实型氧化胶结矿石进

行讨论,未涉及其他类型矿石的回采方法。

2.1 回收技术条件

1) 开采矿块上下沿脉巷道均有一定程度的损坏,开采前需要进行巷道恢复,部分巷道恢复难度大,矿块年久积压,均有一定程度的胶结或板结,部分采场已放空一半或三分之一,形成悬拱,崩落放矿难度大。

2) 矿块木斗口均已腐坏,清理中需要进行斗口封闭或重新进行斗口安装工作,同时采场两端天井部分(或全部)已损坏,部分天井充满原矿,且已板结,疏通难度大,采场回采中通风困难且安全系数低。

3) 采场均位于采动区域,长期受地应力作用,采场内顶底板矿岩较破碎,安全回收难度大。

2.2 回收原则

1) 坚持“先易后难、贫富兼收、厚薄兼收”的原

则,杜绝资源的浪费^[7-9]。

2) 按照公司精细化操作的管理要求,进行精细化采矿。

2.3 下盘单元格法

根据存窿矿石的地质赋存条件、开采条件及目前生产情况,多次现场调研分析,拟采用下盘单元格法对存窿矿石进行回收。

在距原矿脉巷道底板3~5 m处掘进施工底部出矿巷道,在底部出矿巷道间隔6~8 m施工斗口垂直贯穿至存窿矿石底板(暂不破坏存窿矿石结构),沿底板界线施工出矿切巷贯通至另一斗口。出矿切巷必须采取临时支护措施,待出矿切巷形成后,利用出矿切巷空间对存窿矿石采用后退式爆破振落方式回收。下盘单元格法方案示意图见图1。

单位为米

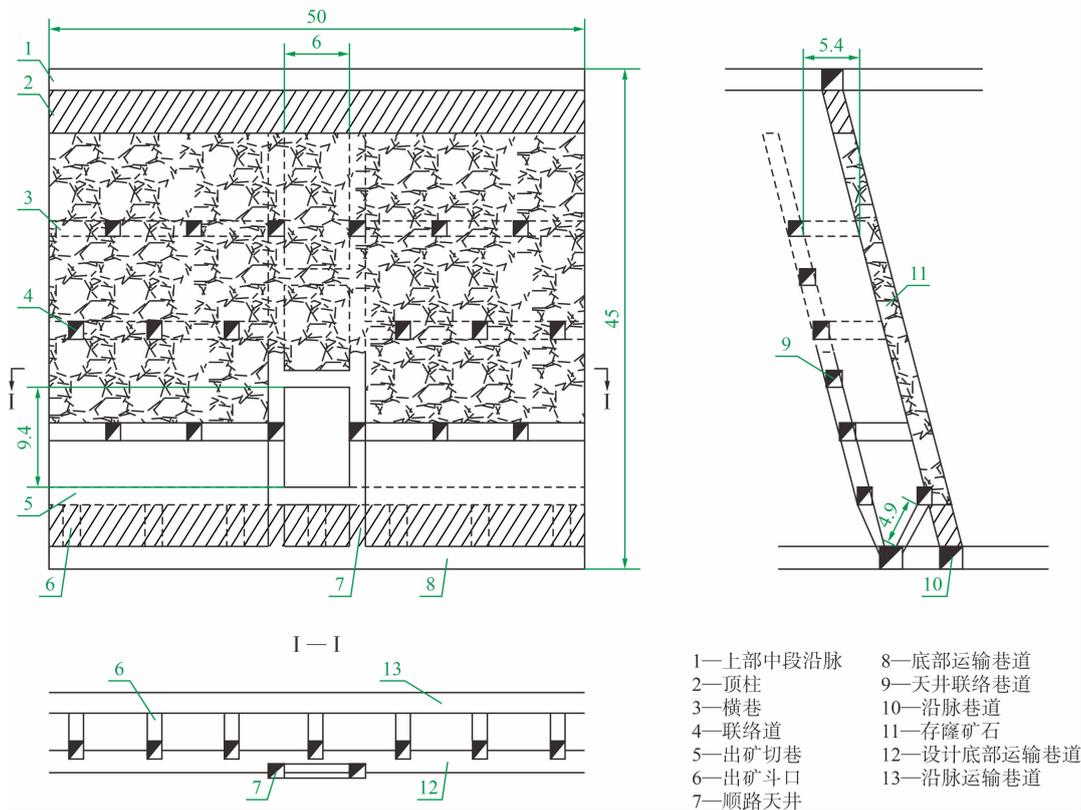


图1 下盘单元格法方案示意图

Fig. 1 Schematic diagram of footwall unit method

2.3.1 矿房结构参数

采场矿房长度为35~50 m,矿房宽度为原采场实际采幅,矿房高度为45 m,顶柱高度为3~4 m,底柱高度4 m,设计中取矿房长度50 m,矿房宽度1.8 m,矿房高度45 m,顶柱高度4 m。存窿矿石松散系数1.7,密度 2.9 g/cm^3 。

2.3.2 采切工程

开采设计中采切工程主要有底部运输巷道、出矿斗口、出矿切巷、顺路天井、横巷、联络道及天井联络

巷道。

顺路天井施工注意两侧顺路天井高程上间隔8~10 m施工天井联络巷道互相贯通,根据横巷施工安排调节天井为行人天井或出渣天井,施工中必须确保两出口畅通。底盘横巷采用小电耙进行施工。具体工程量见表1,工程直接费用概算见表2。

2.3.3 回采工作

出矿斗口及出矿切巷形成后,利用出矿切巷空间对存窿矿石采用后退式爆破振落方式回收,待回收至

表1 工程量情况

Table 1 Excavation workload

序号	项目	工程量/m ³	备注
1	底部运输巷道	200	
2	顺路天井(脉外)	201.6	
3	天井联络道	34.5	垂直高度间隔10 m 施工
4	出矿斗口	78.4	
5	横巷	235	
6	横巷联络道	186.6	联络道数量可根据实际情况施工
7	出矿切巷	96	
合计		1 032.1	

表2 工程直接费用概算

Table 2 Estimation of direct cost for exvavation

序号	项目	工程量/m	金额/元
一	采切工程		
1	顺路盲天井	90	44 055
2	底部运输巷	50	26 500
3	天井联络道	18	
4	出矿切巷	50	
5	出矿斗口	35	
6	横巷	123.6	
7	横巷联络道	97.2	126 285
	小计	462.6	235 501.7
二	斗口材料		
1	斗口	7	1 050
2	斗口材料	10.5 ^{a)}	12 600
	小计		13 650
三	设备		
1	电耙	1 ^{b)}	24 000
	小计		24 000
四	其他		5 463
合计			278 614.7

注:a)单位为m³; b)单位为台。

一定高度后,底部出矿巷道间隔6 m 同时施工一段顺路天井至矿体板结位置,调节利用两天井先后沿东西向施工底盘切巷至矿体边界位置(切巷平行矿体走向下盘施工),在施工形成的底盘切巷上间隔6~8 m 垂直走向施工处理板结用的联络道至采区,利用该联络道进行板结区域矿体处理。而后进行天井另一侧的底盘切巷施工,处理板结矿体。采区处理以天井及区域上下形成的底盘切巷为一回采单元,以单元上采方式逐步回收存窿矿石。

单元回采工作为:顺路天井施工→底盘切巷→联络道→爆破处理板结矿体→斗口放矿(局部与大量放矿),以此单元循环上采至上部顶柱高程。回采自下而上逐侧分单元进行,每单元高度平均为5~8 m。

采场通风采用对角式通风,安装局部风机进行通

风,从一端天井进入新鲜空气,通过工作面后由另一天井抽出污风。

2.3.4 充填工作

主要为采空区充填、间柱及采场顶底柱的回采工作。待矿房内原矿全部回收完毕后,利用上部平巷进行充填。为保证今后底柱的回收,先对采场下部进行厚3 000 mm 的高强度尾砂胶结充填,而后进行尾砂充填至顶柱高度,直至采完矿块顶柱。待矿房充填完毕后再从沿脉巷道采用后退式回收底柱。在两端采场的存窿矿石出矿完毕后,人员从上中段进入,采用上向水平分层充填法回收间柱。

2.3.5 施工注意事项

1)采场内进行二次破碎时严格按照安全规程操作。

2)存窿矿石回收和原生矿回采一样,实行先上下、由远而近的回收顺序,并将存窿矿石的回收纳入采掘技术计划统筹安排。同一走向上的回采顺序为后退式回采。

3)出矿时,应加强手工选别废石,确保矿石质量。同时,定期进行矿石取样化验,以鉴别矿石质量。

4)作业前须做好洒水喷雾工作,穿戴好劳动保护用品。

5)安装漏斗时应检查漏斗结构是否牢固,检查漏斗所在地点顶帮安全情况,确认安全后方可作业。安装漏斗时人一定要站在漏斗的两边,禁止人员在漏斗的对面通过和停留。

6)探矿工作要一步到位,采矿坚持从边远向中心后退式探采,避免进行第三次回采。

7)不安全影响因素主要是老窿年久失修,老采空区的冒顶、片帮和塌陷等;另外,由于多年未开采,通风系统不完善。对应措施主要是加大安全支护投入,加强安全监管,加强通风防尘管理,尽量安排安全经验丰富的作业人员参与施工。

8)班组进场前,应加强通风,同时安全部门、相关管理人员应定期对作业区域进行有毒有害气体的检测。

9)做好存窿矿石回收利用的质量检测工作。在出矿过程中,必须定期进行矿石取样化验,以鉴别矿石质量,对达不到目前工业品位的矿石,不予回收或另作处理。

2.4 回采指标效益分析

存窿矿石采场长50 m、宽1.6 m、高35 m,存窿矿石松散系数为1.7,密度为2.9 g/cm³,矿石品位2%,矿石量4 776 t,铋金属量95.52 t。

1)技术经济指标。采切比96.85 m/kt,矿石贫化率5%,采矿损失率15%,出矿品位1.9%,回收

金属量 81.2 t, 采矿工班效率 35 t/工班。

2) 回采成本。单位采切工程成本 50.2 元/t, 采矿单位成本 87.09 元/t, 单位矿石提升成本 25 元/t, 人工成本 125.63 元/t(含管理人员工资), 其他成本 27.95 元/t, 合计单位成本为 315.87 元/t。

3) 回采效益。锑金属量采矿单位成本为 15 793.5 元/t, 选矿单位金属量成本为 5 110 元/t, 冶炼单位金属量成本为 8 433.8 元/t, 锑含税价 12 万元/t 计算, 则回采后效益为 4 925 811.24 元。即产生效益约为 492.58 万元。

3 结 语

上述对于存窿矿石的回收方法弥补了下向水平分层点柱支撑法的不足, 避免了施工人员在高悬空区下作业, 杜绝了回收过程中大量木材消耗现象, 同时在对存窿矿石回采过程中对底板网脉及分支矿脉提

供了回收探矿条件, 更充分地对矿物资源进行了有利回收。

[参 考 文 献]

- [1] 胡毅夫, 汪业青, 聂峥, 等. 渣滓溪锑矿岩爆防治方法研究[J]. 黄金科学技术, 2016, 24(3): 9-13.
- [2] 胡建军, 解联库. 中国岩金矿床地下采矿技术现状与展望[J]. 黄金, 2014, 35(1): 30-33.
- [3] 卢志文, 李松, 刘大勇. 渣滓溪锑钨共生矿床成矿条件及成矿机理[J]. 黄金, 2015, 36(7): 23-27.
- [4] 李松, 卢志文, 刘大勇. 渣滓溪锑钨矿区矿化富集规律[J]. 黄金, 2014, 35(7): 27-30.
- [5] 乔洪斌. 采用浅孔留矿采矿法的地下矿山四级矿量划分方法[J]. 矿业工程, 2019, 17(4): 23-25.
- [6] 肖振凯. 全无轨机械化残矿回采技术在金山金矿的应用[J]. 黄金, 2013, 34(5): 31-34.
- [7] 高进. 某矿浅眼留矿法贫化与损失管理实践[J]. 采矿技术, 2016, 16(3): 72-73, 82.
- [8] 孙毅民, 郭建伟. 三道湾子金矿采场空区处理及上下盘残矿回采实践[J]. 黄金, 2012, 33(3): 31-35.
- [9] 李振振. 地采残留矿石的回收[J]. 现代矿业, 2012, 27(7): 67-68, 85.

Study on optimization of secondary recovery technology for low-grade stocked ores in an antimony mine

Hu Bende¹, Liu Zhiyong¹, Huang Cunfei², Yao Zechun², Li Changyuan²

(1. Hunan Nonferrous Industry Investment Group Co., Ltd.; 2. Hunan Chenzhou Mining Co., Ltd.)

Abstract: In response to a situation where a number of ores in a mining stope of a certain mine were not promptly released due to production reasons, leading to the long-term accumulation of ores in the stope and the oxidation and agglomeration of some ores, making it difficult to recover the ore smoothly, this study, based on the actual situation of the mine, describes the recovery methods for this part of ores based on the classification of the ores in the storage stopes. The footwall unit grid method, was proposed for the recovery of dense oxidized and cemented ores, which achieved good economic results.

Keywords: shrinkage stopping method; stocked ore; secondary recovery; footwall unit grid method; low grade