

# 机械化上向水平分层充填采矿法在金矿的应用实践

李海磊 刘正祥 姚树标

(山东黄金矿业(玲珑)有限公司 山东 烟台 265400)

**【摘要】**某金矿为适应缓倾斜破碎中厚矿体的开采条件,对原有的上向水平分层充填法进行了改造,采用了高机械化、高安全,本文对金矿盘区上向横向分层充填开采技术进行了详细的阐述。生产实践证明,该工艺适用于缓倾斜破碎中的厚金矿体的那个,具有较好的技术和经济效益,对同类金矿井具有一定的参考价值。本文围绕着机械化上向横向分层充填开采的方向进行了探讨,并在分析了当前机械化上向横向分层充填开采技术的实际应用情况的基础上,提出了一些有针对性的优化设计措施,以达到提高金属矿山开采效率、安全生产、实现可持续发展的目的。

**【关键词】**机械化上向水平;分层充填采矿法;金矿应用

## 引言

采用机械化上向横向分层充填开采方法,当采场沿纵向排列时,可使采场长度增大,若采用纵向可形成盘区开采单元,则可使采场斜坡更好地将自动装置送入各层,在实际应用中发挥出更大的优势。随着开采深度的增加,矿体越上层越破碎,地压越大,以往采用的水平分层充填采矿方法已不能满足开采的需要。根据矿体本身的地质情况及类似矿井的实际情况,采用盘区机械化上向水平分层充填开采方法进行了一次尝试。

## 一、采矿技术条件

金矿 L27 矿体在矿区的中段偏西,最上层离地面 80~150m。矿体为复合脉带型,脉带长度超过 600 米,从地面到开采区域 600 米,脉带厚度为 50~100m,脉带厚度为 50~100m,呈现上缓下陡、东缓西陡的特点。分支多,展布地脉大体平行,矿脉有尖灭重现;具有尖部、侧部、膨大、收缩等特征。矿脉顶板坚硬,具有较好的工程地质条件。工程地质类型为 3 类 1 型,属硬层状矿床。该矿区的工程地质情况较为简单。

与有底柱浅孔留矿相比,常规上向水平分层充填法的采煤损失显著减少,为了达到金矿井 1200 吨/日的选矿生产能力,采取了多个矿井下、中段开采方式,每天 30 余个生产采场同时进行。由于电耙采矿方法存在着生产效率低下、生产管理困难、安全隐患大、矿柱不能回收等一系列问题。为了解决上述问题,在 2017 年,某金矿进行了矿山工艺优化的专

题研究,采用了无轨道出矿设备,改变了原有的开采方式,采用了机械化上、横向分层充填法,最大限度地提高了采场的生产效率,减少采场数量,降低安全风险,实现无矿柱连续开采。通过两年多的实际工作,使矿井的生产效益得到了改善,并达到了安全管理目标。目前,该法已经在整个矿井中得到了广泛的应用。

矿体的平均厚度为 4.5 米,平均品位为  $3.25 \times 10^{-6}$ ,矿体呈北向倾斜,倾斜角度为 50~70°。矿体以蚀变玄武岩为主,蚀变凝灰岩为主,并有少量的石英脉型。矿体位于积压-断裂带,属于热液充填交代矿体,矿体通常为致密块状,质地较硬,后期构造作用不明显。主要技术指标为:松散率 1.6、普氏硬度系数  $f=8-14$ 、矿石密度 2.85 吨/立方米、岩石密度 2.70 吨/立方米。

## 二、机械化上向水平分层充填采矿法的具体实践应用

### (一) 进路法

1. 单条进路法是指在矿区内沿联络道的两条巷道分别开挖一条巷道,构成了两个工作面。这种开采方法的进井尺寸为 3m×3m,开采高度为 3m。在回采结束后,充填约 3 米高,最外层 40cm,以 1:4 的灰砂比填充 260cm 的尾砂和废石。这种方法特别适合于具有小矿岩厚度的不稳定矿段。此外,由于整个采场的规模和工作面的规模都比较小,所以整体的开采能力并不高。由于风井位于采场两侧,通风条件较差,所以在实际使用时,必须将采场顶板

50-100cm的范围扩大到350cm。

2. 分区进路法,即在采场内按矿井的走向布置一条进路,沿采场两侧向中部采场联络通道的后侧分段回采和充填。采用7655气腿式凿岩机,在开采过程中安装了炸药,然后用铲运机和卡车将矿石运出,采场的顶板采取了错杆式支架,并将其加固到100cmx100cm,这种方法的进路规范和单条进路方法是一样的,在一次回采结束后,马上进行,其填充技术和单条进路法是完全一致的。这种方法对矿体厚度适中的区段具有较好的适应性。

3. 盘区进路法是以圆筒法为基础,在某种程度上加以改进的。该方法也是使用7655型气腿凿岩机进行钻孔,同样采用了错杆式支护,支护网直径150cmx150cm,进水口尺寸350cmx400cm,回采高度300cm,350cm,充填高度300cm,350cm,表面40cm,用灰砂比1:4的胶结物填充。这种方法对矿体厚度大,矿体不稳定的矿段具有较好的应用前景。它的总占地面积在1000-3000平方米之间,它的工作面比单一的掘进、分段进给方法要多,但因为工作面较少,所以总体上来说,产能并不高。为了提高生产率,可以在风场附近设置一条通讯通道,这样既能有效地提高工作效率,又能大大提高工作效率。

#### (二) 点柱法 (bio-based)

本法是:首先使用凿岩车、铲运机、货车运送矿石,并以错杆支护、长错索组合付款,网径为150cmx150cm,长错索支护网径300cmx300cm。整个采场都按照600厘米×600厘米的标准,回采高度300厘米,顶部高度450厘米,表面40厘米,水泥砂浆比例1:4,剩下的260cm用尾砂和废石。这种方法适合于具有较大的矿体厚度,且整体矿岩构造比较稳定,且工作面较大的矿山;整体产量高,整体产量高3。这种方法是采用600×600cm的点柱,因为间隔过大,容易造成顶板与底板的沉降,因此,应将原来的规则点柱排列改为不规则排列,根据采场的实际情况,比如节理;根据裂缝的不同发展水平,选用了相应的点柱规格、网度和布局方式:

#### (三) 分层充填法

这种方法与点柱法类似,但在采场没有点柱,而是采用了200厘米或250厘米的分层,控制顶板

的高度可以选择300厘米、400厘米、350厘米,中间的100厘米和150厘米的空隙用作爆炸补偿,和点柱法的方法如出一辙。这种方法主要用于矿体厚度较小或中度的矿山,其开采面积通常为500-1000平方米,工作面约为2个,整体产能相当可观。

### 三、机械化上向水平分层充填采矿法的具体优化设计

#### (一) 最优金矿开采方式

针对某金矿上向水平分层充填机械化开采方法的不足,提出了一种针对性较强的优化设计方法。将原来的一段开采模式改为二段开采,即在矿区内分成两段,一段500cm,一段800cm,浅层下矿法,先回采500cm的矿柱,然后用江沙胶结充填,然后对800cm矿房进行江沙水力非胶结充填,其中以胶结充填体浇面作为采矿工作底板,厚度控制在60cm以内。其他的凿岩、爆破、出矿等技术仍未改变。

#### (二) 最优充填优化设计

采用数学模型方法,采用机械上向水平分层充填采矿方法,其单轴抗压强度为20MPa。经过一系列的优化,可以看出,在实际金矿开采生产中,它的整体生产能力得到了极大的提升,特别是在原有的开采模式发生了变化,减少了原来的充填周期,同时,利用水力将沙非胶结进行充填,大大缩短了采充的时间。同时,在一定程度上减少了充填费用,减少了采矿损失,减少了贫化指数。

#### (三) 充填料的最佳使用

金矿充填料的选用和配合比与其强度密切相关,也与成本费用有关。所以,对于充填材料和配合比的优化,应从以下两个方面进行:一是开采过程中的最低强度,二是二次填充料的最佳配合强度。影响胶结充填物的主要因素为灰砂比、料浆浓度、灌浆养护龄期等。经过一系列实验和分析,提出了在矿柱中填充料和配比的最佳方案:以超细浆砂为填充集料,425#水泥为胶料,灰砂比例为1:7,浆液质量分数为70%。根据矿房的最佳方案,各层用细江沙作集料,分层浇面以超细江沙充填集料。

#### (四) 机械化上向水平分层充填采矿法

机械化上向水平分层充填开采技术,主要用于矿体顶部稳定,上部和下部盘围岩稳定的一稳定矿体。

### 1. 矿石的构造参数

某矿体为中厚矿体，采场沿矿体的方向分布，矿区长度50-60米，宽度为矿体，中部高40-60米。

### 2. 采准切割项目

(1) 采准。在矿体的走向上，每50-60米为一个采场，即在矿体中部，沿着矿体的方向，每50-60米，在矿体的中部水平开挖穿脉巷，然后在矿体的方向上开挖脉内平巷，将穿脉巷与矿区相连。在垂直方向上每10米的间隔进行分割。在矿井下的盘脉外侧，在分段高处开挖平巷。由斜坡道入各段水平，在上下两段间仅设一条斜坡，斜坡道的布置与布置要根据开发状况而定。由分段平巷掘进工作面的联络通道进入采场，在采场两侧各有1条采场联络道。在矿区中心设置一条矿脉内充填式通风天井，将上、中、下两条矿脉中沿脉平巷连接起来。溜井位于矿体的地下盘脉外侧。采场顶、底柱、间柱均未留下。

(2) 拉底。从脉平巷的中部埋起，利用气腿式凿岩机或钻车拉底至采场边界。如果在回采过程中使用气腿式钻头，那么，下端的拉深为2.5米。在回采过程中，如果使用钻机，那么拉底的高度可达3-3.5米。由于采场未留下顶底、底柱、间柱，因此，在该采场对应的下中段还存在需要开采的矿体时，在拉底后浇注水泥基底，以便于回采，减少开采损失。混凝土假底浇注厚度在0.3-0.5m之间，如果用高水泥含量的胶结填充代替混凝土假底，那么浇注(填充)厚度在1.0-2.0m之间，并设置钢筋和金属网。在完成了最后的拉底工作后，进行了建筑的设计。

### 3. 回采技术

由下层起分层回采，分层充填。采用气腿式凿岩机进行浅孔落矿，其下落深度为2.0-2.5米。在掘进过程中，可以采用上向上的炮眼或水平钻孔的方法，可以根据实际情况灵活地选择不同的落矿方法。某金矿上部盘围岩的稳定性比较差，如果采用挑顶落矿，也可以采取台阶式向上推进，矿体上盘接近顶板围岩部分3.0-5.0m落后一个台阶高度(约2.0-2.5m)，下可矿体下盘部分超前一个台阶高度。在采场矿岩稳定性较好的情况下，无须采取台阶式掘进方法，钻孔直径宜为32-38mm，孔距为1.0-1.2米，排距为0.8-1.0m，孔深为2.0-2.5m。爆破时，

将2英寸的岩石炸药和分段式的导爆管引爆，在井外用电力引燃或起泡器引爆。在矿石掉落时，对顶部的浮石进行了处理，并使用0.75平方米的刮刀进行出矿。铲运车由采场铲出后，经采场联络通道分段，溜井联络通道，将矿石装入溜井。

### 4. 采场充填

一层开采完成，出矿后，即进行充填，在充填之前，先将入采场的联络通道挑起，以保证联络道底板与分层充填水平处于相同的水平，如有需要，应采取充填过滤设备(全尾砂胶结充填时，无须设置过滤设备)，由采场上部的通风天井引入充填管进行充填。以某金矿的尾砂为充填体，以水泥为胶凝材料，以尾砂为填充体。针对回采技术的特点，可采用低水泥含量的胶结物进行充填，再用高水泥含量的胶结物进行充填。浇面填充高度0.5m，浇面胶结充填灰砂比1:4，根据灌浆强度室内试验结果，采用1:8的胶结充填法，灌浆7天强度大于1Pa，达到了回采技术的需要。分层充填高度为2.0-2.5m，如果采用压顶法，采场顶板不采用台阶式，那么充填后的空顶高度应在1.0-1.5m之间。如果采场采用梯级开采法，采场顶板向上推进时，开采后的空顶高度为2.0-2.5米，在靠近上盘的阶梯状矿体位置进行充填，并采取水平泡孔开采。

## 四、结论

综上所述，通过多年的生产实践，该矿区已逐步形成了适应矿区特点的机械化、安全、高效的开采方式和生产技术。它的特点是，从机械化到横向分层充填开采，必须根据矿体的具体厚度和稳定性，并结合矿区的不同情况，选择最适合的开采方式，既能提高开采的效率，又能保证企业的经济利益。

### 参考文献：

- [1] 杨宁,尹贤刚,林卫星,甯瑜琳.脉内上向水平分层充填采矿法[J].矿业研究与开发,2020,40(05):11-14.
- [2] 李永辉,顾生春,王海文.机械化上向水平分层充填采矿法在哈图金矿的应用[J].黄金,2019,40(12):32-35.
- [3] 夏世羽.上向水平分层充填采矿法采场安全回采顺序研究[J].四川冶金,2019,41(05):30-34.
- [4] 于向波,刘允秋,李正灿,李官兵,徐永文,徐景阁,张兴荣.鑫汇金矿上向水平分层充填采矿法开采方案设计[J].现代矿业,2019,35(08):65-66.