

地下金属矿高效采矿方法的选择与应用

李伟国

山东黄金集团(赤峰柴胡栏子黄金矿业有限公司) 山东济南 250000

摘要: 随着对金属资源需求的不断增长,地下金属矿的高效开采变得愈发重要。本文详细探讨了地下金属矿高效采矿方法的选择依据,分析了多种常见高效采矿方法的特点及应用情况,旨在为地下金属矿开采企业提供科学合理选择采矿方法的参考,以提高开采效率,降低成本,同时保障安全生产。

关键词: 地下金属矿; 高效采矿方法; 选择; 应用

引言

地下金属矿开采是获取金属资源的重要途径。然而,由于地下环境复杂,开采面临诸多挑战,如岩石稳定性差、通风困难、开采成本高等。选择合适的高效采矿方法对于提高金属矿开采效率、降低成本、保障安全具有至关重要的意义。不同的采矿方法适用于不同的地质条件和矿石特性,因此采矿企业必须综合考虑多种因素来确定最优的采矿方案。

1 地下金属矿高效采矿方法选择的依据

1.1 地质条件

1.1.1 矿体赋存状态

矿体的厚度、倾角、走向等赋存状态是选择采矿方法的关键因素。例如,对于极薄矿体(厚度小于0.8米),通常采用削壁充填法或浅孔留矿法。当矿体厚度较薄且倾角较缓(小于 30°)时,房柱法可能更为适用;而对于厚大矿体(厚度大于15米)且倾角较陡(大于 60°),崩落法或阶段矿房法较为合适。

1.1.2 矿石及围岩稳定性

矿石和围岩的稳定性直接关系到采矿过程中的安全性和开采成本。稳定性好的矿石和围岩,可采用空场法进行开采,如全面采矿法、房柱采矿法等,这些方法能够充分利用矿石和围岩自身的承载能力,降低支护成本。对于稳定性较差的情况,则需要采用充填法或崩落法,通过充填体或崩落的岩石来支撑采空区,确保开采安全。例如,在围岩破碎的情况下,上向水平分层充填法能够有效控制地压,保证开采作业的顺利进行。

1.1.3 地质构造

断层、褶皱等地质构造会影响矿体的连续性和完整性,

增加开采难度。在地质构造复杂的区域,应优先选择灵活性较高的采矿方法,如分段空场法或分段崩落法,以便根据实际地质情况及时调整开采方案。

1.2 矿石性质

1.2.1 矿石品位

矿石品位决定了开采的经济效益。对于高品位矿石,为了最大限度地提高资源回收率,减少贫化,可采用充填法等高效采矿方法。而对于低品位矿石,在保证开采效率的前提下,可考虑采用成本较低的崩落法等,通过大规模开采来实现经济效益。

1.2.2 矿石硬度

矿石硬度影响开采设备的选择和开采效率。硬度较大的矿石,需要采用大功率的凿岩、破碎设备,在采矿方法选择上,可考虑深孔崩矿的阶段矿房法等。而对于硬度较小的矿石,浅孔采矿方法可能更为合适,设备投资相对较低,开采灵活性也较高。

1.2.3 矿石的价值及用途

不同价值和用途的矿石对开采要求不同。例如,对于稀有金属矿石,因其价值高,对回收率要求严格,通常采用充填法确保矿石的充分回收;而对于普通建筑用金属矿石,在满足基本质量要求的前提下,更注重开采效率和成本控制,可选用崩落法等大规模开采方法。

1.3 开采技术条件

1.3.1 开采深度

随着开采深度的增加,地压增大,岩石温度升高,通风难度加大。在深部开采时,需要选择能够有效控制地压、适应高温环境和满足通风要求的采矿方法。例如,充填法在深

部开采中具有明显优势,能够通过充填体有效支撑采空区,缓解地压问题。

1.3.2 矿山规模及生产能力

大型矿山通常要求采矿方法具有较高的生产能力和机械化程度,以实现大规模、高效率开采。例如,阶段崩落法、无底柱分段崩落法等适用于大型矿山,能够满足其高强度的开采需求。而小型矿山由于资源量有限,资金和技术相对薄弱,可采用一些灵活性较高、投资较小的采矿方法,如浅孔留矿法、削壁充填法等。

1.3.3 设备及技术水平

矿山现有的设备和技术水平也限制了采矿方法的选择。如果矿山拥有先进的凿岩、出矿、运输设备以及完善的通风、排水系统,那么可以选择机械化程度高、开采效率高的采矿方法,如大直径深孔阶段矿房法。反之,如果设备陈旧、技术落后,则只能选择一些对设备要求较低的传统采矿方法。

1.4 经济因素

1.4.1 开采成本

开采成本包括设备购置、安装、运行成本,以及支护、充填、通风、排水等各项费用。在选择采矿方法时,要综合考虑这些成本因素,选择成本最低的方案。例如,崩落法不需要进行采空区充填,开采成本相对较低;而充填法由于需要大量的充填材料和设备,成本较高。但对于高品位矿石,由于充填法能够提高回收率,从整体经济效益考虑,可能仍然是最优选择。

1.4.2 投资回收期

不同采矿方法的投资规模和回收周期不同。一些高效采矿方法虽然初期投资较大,但生产能力高、资源回收率高,投资回收期较短。矿山企业应根据自身的资金状况和发展规划,选择投资回收期合理的采矿方法。例如,大型现代化矿山在采用先进的采矿方法和设备时,虽然前期投入大,但通过高效生产,能够在较短时间内收回投资并实现盈利。

1.4.3 资源利用率

资源利用率直接关系到矿山的可持续发展和经济效益。选择能够提高资源回收率、降低贫化率的采矿方法,能够增加矿山的资源储量,延长矿山服务年限,从而提高整体经济效益。例如,充填法在提高资源回收率方面具有显著优势,能够有效减少矿石损失,提高资源利用率。

2 常见地下金属矿高效采矿方法及应用

2.1 空场采矿法

2.1.1 全面采矿法

全面采矿法适用于水平或缓倾斜(倾角小于 30°)、厚度较薄(一般小于5米)、矿石和围岩稳定性较好的矿体。其特点是在矿块内将矿体全厚回采,采场以规则的矿柱和采空区交替布置。采场沿矿体走向或垂直走向布置,采用浅孔凿岩爆破,矿石通过电耙或其他设备运出。该方法的优点是采准工作量小,生产效率较高,成本较低;缺点是矿石回采率相对较低,一般在70%–85%之间,采空区需进行合理的处理,以防止地压活动。

在某小型铜矿,矿体呈水平状赋存,厚度3–4米,矿石和围岩稳定性良好。采用全面采矿法进行开采,采场沿矿体走向布置,长度100–150米,宽度为矿体厚度。通过浅孔凿岩爆破,电耙出矿,生产效率较高,开采成本较低,取得了较好的经济效益。

2.1.2 房柱采矿法

房柱采矿法适用于开采水平或缓倾斜、厚度较薄至中厚(一般小于15米)、矿石和围岩稳定性好的矿体。它是将矿块划分为矿房和矿柱,先采矿房,后采矿柱。矿房的开采顺序可以是前进式或后退式,采用浅孔或中深孔凿岩爆破,矿石通过各种运输设备运出。矿柱起到支撑顶板和维护采空区稳定的作用,矿柱的形状和尺寸根据矿体条件和开采要求确定。房柱采矿法的优点是采场结构简单,通风条件好,机械化程度较高,生产能力较大,矿石回采率一般在75%–85%之间;缺点是矿柱损失矿石较多,后期矿柱回采难度较大。

在某大型石膏矿,矿体倾角 10° – 20° ,厚度8–12米,矿石和围岩稳定性良好。采用房柱采矿法,矿房尺寸为长50米、宽10米,矿柱尺寸为5米×5米。采用中深孔凿岩爆破,铲运机出矿,实现了较高的机械化开采水平,生产能力大,经济效益显著。

2.2 充填采矿法

2.2.1 上向水平分层充填法

上向水平分层充填法适用于开采各种倾角、厚度的矿体,尤其适用于矿石价值高、围岩稳定性差的矿体。该方法是将矿块沿垂直方向划分成若干分层,自下而上逐层回采,每采完一层,随即进行充填,以控制地压和为下一分层开采

创造条件。回采作业一般采用浅孔凿岩爆破,矿石通过重力或机械运输至采场溜井。充填材料可以是尾砂、废石、水泥等,通过管道输送至采空区。上向水平分层充填法的优点是矿石回采率高,可达90%–95%以上,贫化率低,能够有效控制地压,保障安全生产;缺点是采准工作量大,充填成本高,生产效率相对较低。

在某金矿,矿体倾角 60° – 80° ,厚度8–15米,矿石价值高,围岩稳定性差。采用上向水平分层充填法进行开采,分层高度为3–4米。回采时采用浅孔凿岩爆破,铲运机出矿,充填采用尾砂胶结充填。通过该方法,实现了高回采率开采,有效控制了地压,保障了矿山的安全生产,经济效益显著。

2.2.2 下向分层充填法

下向分层充填法适用于开采矿石和围岩均不稳定、矿石价值高的矿体。与上向水平分层充填法相反,它是自上而下逐层回采和充填。这种方法能够及时有效地控制地压,确保开采安全。回采作业通常采用浅孔或中深孔凿岩爆破,矿石运输和充填方式与上向水平分层充填法类似。下向分层充填法的优点是矿石回采率高,贫化率低,地压管理效果好;缺点是采准工作量大,充填工艺复杂,成本高,开采速度较慢。

2.3 崩落采矿法

2.3.1 无底柱分段崩落法

无底柱分段崩落法适用于开采厚度较大(一般大于15米)、倾角较陡(大于 60°)、矿石和围岩中等稳定以上的矿体。该方法将矿体在垂直方向上划分成若干分段,每个分段在水平方向上又划分成若干个回采进路。回采工作从分段的一端开始,向另一端推进,采用中深孔凿岩爆破,崩落的矿石在自重作用下通过回采进路运出。采空区依靠崩落的围岩自然充填。无底柱分段崩落法的优点是生产能力大,机械化程度高,开采成本相对较低;缺点是矿石损失贫化较大,

一般矿石回采率在60%–80%之间,贫化率在15%–30%之间。

2.3.2 有底柱分段崩落法

有底柱分段崩落法与无底柱分段崩落法类似,但在分段底部设有专用的出矿结构,如漏斗等。它适用于开采厚度较大、倾角较陡、矿石和围岩稳定性较好的矿体。该方法在采准工程布置上相对复杂,但出矿管理相对容易。其优点是生产能力较大,矿石回采率相对无底柱分段崩落法略高,一般在70%–85%之间;缺点是采准工作量大,有底柱结构会损失一定量的矿石,且底部结构维护工作量较大。

3 结论

地下金属矿高效采矿方法的选择是一个复杂的系统工程,需要综合考虑地质条件、矿石性质、开采技术条件和经济因素等多方面因素。不同的采矿方法具有各自的特点和适用范围,矿山企业应根据自身实际情况,科学合理地选择采矿方法,以实现高效开采、降低成本、保障安全的目标。同时,随着科技的不断进步,新的采矿技术和设备不断涌现,矿山企业应积极引进和应用先进技术,不断优化采矿方法,提高地下金属矿开采的整体水平,促进矿业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 刘强. 地下金属矿开采技术及安全性分析[J]. 山西冶金, 2023,46(01):64–65.
- [2] 李旭光. 地下金属矿开采高效及安全性研究[J]. 世界有色金属, 2021,(13):58–59.
- [3] 杨小聪. 高海拔高寒地区地下金属矿大规模绿色开采技术与应用. 西藏自治区, 西藏华泰龙矿业开发有限公司, 2021–04–17.
- [4] 冯盼学, 解联库, 万串串, 等. 高海拔地下金属矿大规模安全采矿技术及应用[J]. 有色金属(矿山部分), 2017,69(04):5–9.