

急倾斜复杂薄矿体高效采矿法技术研究

魏岳春

鄂尔多斯市东胜区能源局能源管理综合行政执法大队

[摘要] 由于人们生活水平的不断提高, 能源消耗也在不断增加, 所以科学合理地开采矿产资源意义重大。为保证采矿的安全及效率, 要研究急倾斜薄矿体的采矿方法, 并不断完善采矿过程的各个细节, 以确保采矿工程的整体质量。

[关键词] 急倾斜; 薄矿体; 采矿技术

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.133

一、急倾斜薄矿体采矿技术简述

急倾斜薄矿体是现代采矿工程所面临的特殊环境之一, 对采矿方法与安全技术实际需求高, 对传统采矿技术及安全控制模式构成了严峻挑战与考验。在当前技术条件下, 只有根据急倾斜薄矿体工程客观实际, 创新矿体开采方法及安全技术实施路径, 才能全面确保急倾斜薄矿体采矿工作的顺利进行。长期以来, 国家相关部门高度重视急倾斜薄矿体采矿方法及安全技术的应用与创新, 在采矿标准规范建设、安全过程控制、采矿技术效益评价等方面制定并实施了一系列重大方针政策, 为高质高效地开展急倾斜薄矿体开采工作提供了基本遵循与方向引导, 在采矿工程实践领域取得了令人瞩目的现实成就, 为新时期矿产生产事业持续健康稳定发展注入了强大动力与活力。同时, 广大矿产企业及科研机构同样在创新急倾斜薄矿体采矿方法及安全技术方面进行了大量卓有成效的研究与探索, 效果突出, 使急倾斜薄矿体开采效益得以进一步凸显。尽管如此, 受主客观等多方面要素的影响, 当前急倾斜薄矿体采矿实践中依旧存在诸多短板与不足, 需保持高度关注, 并深入探讨其采矿方法及安全技术应用的重大意义。

此外, 目前国内在急倾斜薄矿体采矿时, 普遍使用浅孔留矿法、分层向上填充法开采。若遇到矿体不稳定, 采取支撑填充法和分层崩落法采矿。这些采矿方法普遍具有机械效率低、开采条件差、开采成本高的缺点。在科技不断发展的今天, 国外学者研究出很多先进的急倾斜薄矿体采矿方法, 并在实际操作中有了很大进展。

二、采矿方法的改进和试验

1、矿体开采条件。某矿床为中低温热液充填脉状银矿床, 矿区断裂构造相对发育, 规模大小不等, 地质构造活动多, 力学性质复杂。矿区东西向断裂破碎带中有一些银矿化体, 形状各异, 多呈脉状或透镜状产出, 不同断裂带中矿化体的数量和大小差异大。

矿区勘探范围内发现大小矿体27个, 带试验采场的I号矿体在整个矿区储量和规模最大, 赋存标高511~180m之间, 平均厚度4~5m, 平均倾角65°, 属于急倾斜薄矿体; 矿体及上盘围岩不稳定, 矿体围岩多为泥质粉砂岩、中细粒泥质砂岩、绢云母泥岩。近矿围岩处于破碎状态, 节理、层理、裂隙明显发育, 一般为无矿化或弱矿化。围岩蚀变类型为硅化, 岩石相对坚硬, 矿体顶板不稳定, 矿床整体工程地质条

件类型为简单偏中等。

2、采矿方法选择。采矿方法的改变对矿山企业的生产有很大影响, 但当原有方案不适合当前采矿情况, 不能满足生产要求时, 要根据矿床地质条件探索新的采矿方法。

采矿方法的选择是否合理, 开采效果是否能达到预期, 影响因素很多, 还需考虑采矿对周围人员、地表生活设施建设、周围环境的影响, 仅凭某一因素的优劣来确定采矿方法不充分。根据实践经验, 采矿方案的选择基于: ①综合考虑矿山工程地质条件, 采矿方案应适合矿体开采条件, 安全可靠; ②采矿方案设计应提高机械化程度; ③尽量选择成熟可靠的开采技术, 要求回采技术易于实施, 生产环节易于管理; ④可有效利用现有采矿生产系统, 将成本降到最低; ⑤采场结构合理, 要求生产能力与生产规模大; ⑥要求回采损失、贫化等技术经济指标好, 资源可综合利用。

因此, 结合生产能力、采切比、损失率、贫化率和采矿成本技术经济指标, 最终选择分段空场嗣后充填采矿法作为采矿改进方案。

三、分段空场嗣后充填采矿法

该采矿方法沿矿体走向布置矿块, 垂向分段, 采准工程主要在矿体内进行, 自上而下分段分次序呈阶梯状回采, 在矿体底部出矿。

1、矿块布置和构成要素。矿块沿走向布置长50m, 宽矿体水平厚度, 阶段高度约50m, 沿矿体走向, 通过分段凿岩巷道将矿块垂直分为2~4段, 分段凿岩巷道间距15~20m, 在矿块中心设置切割天井; 不留底柱, 采用装岩机(或铲运机)平底放出矿结构, 留6~8m宽间柱, 矿段两侧的探矿天井作为人行通风天井; 采场回采完后, 根据中段回采总体情况, 在保证安全情况下, 对部分间柱回收; 考虑到试验采场上中段相应采场不留底柱, 为减少上部采空区废石混入, 试验采场预留3m顶柱。

采矿工程包括: 分段凿岩平巷、阶段平巷、出矿巷道、运矿平巷、矿石溜井、人行通风运料井、切割天井。在矿块两侧稳定性较好处沿矿体倾向掘进人行通风运料天井, 搭设人行梯和平台; 分段凿岩巷道沿人行通风运料天井间隔5~10m处掘进, 距矿体下盘6m围岩中沿矿体走向布置装矿平巷; 在脉外装矿平巷内, 掘进2.2×2.4m装矿进路到达集矿窄沟, 底部布置拉底巷道, 装载平巷用于连接装矿进路和拉底巷道。

2、回采出矿

①回采顺序。回采自上而下分段进行，从采场中部切割槽开始，分别向采场东西两侧后退回采，即以切割天井为中心，从中部向两翼同时回采1~3个分段。

②凿岩爆破。YGZ-90导轨凿岩机用于凿岩，在顶柱保护下，采用潜孔钻机在分段凿岩巷道中向后逐排钻凿上向平行扇形中深孔，采用V形爆破法，上分段超前下分段1~3个崩矿步距回采，分段爆破，形成正台阶崩落面。采用导爆管雷管和导爆索复式起爆网络，导爆索沿炮孔全长敷设，炮孔堵塞长度大于1.5m。每次爆破2~3排，最多5排。每次崩矿前，应预先安装两排炮眼，以防爆破后炮孔变形或堵塞。回采中要注意监测分析顶板和围岩稳定性，当矿石不稳定或顶板暴露面积过大时，顶板易冒落，危及作业人员安全。

③出矿。用铲运机从矿块底部通过装矿进路装矿，用运矿车运输，通过运矿平巷和溜井联络道，卸至中段溜矿井，溜至160m水平箕斗装矿站，然后从箕斗提升至储矿仓，再通过电机车将其转至地面。回采中每次崩矿后，约50%的矿石被装运出，剩余矿石暂时留在采场，作为挤压松散介质，用于后续爆破。分段留矿和阶段留矿相结合，回采后在采场底部结构回收剩余矿石。

④采场支护。在拉底、凿岩平巷中，采场上盘不稳定区围岩采用锚杆或长锚索注浆加固支护，锚杆为 $\Phi 32\text{mm} \times 3.5\text{mm} \times 2500\text{mm}$ 中空注浆锚杆，排距 $1\text{m} \times 1\text{m}$ ，长锚索采用钢丝绳，直径22mm，长8~12m，锚索孔排距2.8~3.0m，孔距3.0~5.0m，孔径65mm，深8.0~12.0m。平巷及进路用喷射混凝土支护，其强度为C25，厚5~10cm，装矿平巷视情况选用12#螺纹钢加工的钢筋网支护。

⑤采场通风。每次爆破后，先通风排炮烟，新风从人行通风井进入各段平巷，利用采场人行和分段凿岩平巷进风，新风通过分段平巷、采场分段联络道、分段凿岩巷道进入工作面，清洁工作面后，污风从切割井进入回风巷，然后通过采空区排至回风井，再从上中段回风巷排至主回风井，最后排出地表。

⑥采空区充填。矿房及矿柱回采后，用废石和尾矿充填采空区，然后崩落间柱及顶柱。由于矿体顶板裂隙发育，围岩较破碎，稳定性差，易垮塌，后期顶板围岩自然垮落充填采空区。

四、技术经济指标

1、采场生产能力指标。采场生产能力是一个综合概念，反映了各种采矿工序的有序协作，而且采场生产能力也是影响因素最多、涉及工艺最广的指标。

①凿岩效率。在改变采矿方法前，采场凿岩效率低，原因：工人技术不熟练导致辅助作业时间长，有效凿岩时间短；矿山风量不足，风压低，降低了凿岩机推进力与速度。为解决上述问题，在采场工业试验中，对矿井通风系统进行了改造；通过适当增加风压，调整通风网络以保证供风量，

尽量避免使用管路联网，加强管理，凿岩效率显著提高，生产能力成倍提高。

②爆破效率。爆破是回采技术中关键环节，爆破技术实施效果决定了爆破效率。试验初期，为检验爆破工序及参数合理性，在试验采场东段进行了多排孔间小规模微差爆破试验，验证了爆破技术的可靠性，并分析了影响整体爆破效果的多个因素；在后续开采中，不断优化爆破参数，进一步降低爆破大块率，提高爆破质量，从而减少出矿中处理大块的时间，提高爆破效率。

③出矿效率。试验采场用装岩机出矿，每天1~2班作业，强化连续出矿，改进采矿方法后，出矿效率提高近3倍。影响出矿效率因素是设备故障、大块处理能力不足、矿山提升能力限制等。因大块处理对采场出矿效率影响不大，提高出矿效率主要途径是确保提升系统的正常运行，增加矿山提升班次，充分发挥各环节能力。由于提升系统等原因，试验采场出矿效率明显受限，最大出矿能力为152t/台班，平均每班为129.85t/台班。因此，加强采场管理，保证大量出矿期间有足够矿车供应、提高矿山主斜井提升能力，是提高采场生产能力的主要途径。

2、贫化损失控制技术。损失贫化指标管理是矿山企业质量管理的重要内容之一，也是评价采矿方法应用效果的重要指标。

由于试验采场为薄矿体，且矿体顶板围岩相对破碎，回采中不可避免地会造成超采，关键是控制采幅。试验中，为减少矿石损失贫化，从以下方面进行技术控制。

①提高矿块勘探程度，准确圈定矿体界线，按不同矿段赋存条件变化和顶板稳固性情况合理设计凿岩爆破参数。爆破参数的不合理选择将严重影响矿石贫化损失指标，所以试验中加强了对矿体的二次圈定，准确确定了矿体边界。

②对顶板不稳固地段，应采用控制爆破方法，重新选择合适孔网参数，减少炮孔装药量，以减少对顶板采动影响及破坏作用，避免因失稳导致顶板坍塌而引起的矿石二次贫化。

③加强技术管理，提高凿岩爆破技术水平。采矿贫化损失原因之一是由于炮孔偏斜及爆破施工不当引起的超采欠挖，所以严格遵循设计要求的炮孔间距、角度、深度打眼，对不合格炮孔及时修正，以减少超采欠挖现象。

④空场法矿石损失原因是矿柱比例大。试验中，为减少矿石损失，尽可能回收顶柱及间柱，只留采场部分安全矿柱，在一定程度上减少矿石损失。

⑤封闭上中段出矿漏斗，防止上中段空区的废石混入采场。

参考文献

[1] 赖伟. 急倾斜极不稳固薄矿体脉外分段空场采矿法[J]. 矿业研究与开发, 2017, 37(10): 93-95.