

钻孔充填工艺在大红山铜矿的应用

王兴平

(云南玉溪矿业有限公司, 云南 玉溪市 653100)

摘 要:充填采矿法矿山由于多层矿体的同时开采,或者回采顺序控制不好,造成地压活动频繁,致使部分空区不能得到及时充填而成为重大安全隐患。加之普通法掘进充填井安全管理和天井施工管理难度大,成本高,也会导致不能及时对采空区进行尾砂充填。综合大红山铜矿多年充填经验,寻找出了一种行之有效的新的充填方法——钻孔充填,多次试验应用的充填效果及充填指标表明,该充填工艺可靠、经济实用。

关键词:采空区;钻孔;尾砂充填

大红山铜矿属海底火山喷发沉积变质中厚缓倾斜高温矿床。矿体走向为东西-北西西,走向长约1800 m,倾向南西,倾斜宽约1600 m,倾角 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$,呈层状、似层状产出,矿区共有3个含铁铜矿体(I_3 、 I_2 、 I_1)和4个含铜铁矿体(I_c 、 I_b 、 I_a 、 I_o),自上而下分别为 $I_c \rightarrow I_3 \rightarrow I_b \rightarrow I_2 \rightarrow I_a \rightarrow I_1 \rightarrow I_o$ 。 I_c 顶板至 I_o 底板约135 m。埋藏深度160~750 m,标高821~-29 m,其中 I_3 、 I_2 含铁铜矿体规模大,是主要的开采对象,矿石主要金属矿物为黄铜矿、磁铁矿,主要脉石矿物为碳酸岩(白云石为主)、黑云母,矿石整体较稳固, $f=8 \sim 14$,矿岩爆破性能较差。矿区主要构造有 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_5 4条断层。

1 矿山采矿方法简介

根据矿体赋存及开采技术条件,大红山铜矿的采矿方法为空场法回采嗣后充填法。

一期采用底盘漏斗空场法(占80%),房柱法(占15%)和全面法(占5%),电耙道垂直走向布置为主,沿矿体走向布置为辅。采空区用尾砂和废石充填处理。二期采用无轨设备采矿,有轨设备(电机车)运输,采矿方法为小分段空场法和房柱法。

一期开采范围为550 m以上矿体,采用上行式回采。总体回采顺序为从东向西推进,先采 I_3 、后采 I_2 。大红山铜矿自1997年回采至今,一期535至575中段 I_3 矿已基本回采结束,目前主要进行 I_2 矿体回采,由于 I_2 矿和 I_3 矿间距较近,并且前期未独立建设 I_2 矿充填回风系统,所以后期 I_2 矿体回采难度较大。

二期开采范围为550 m以下矿体,采用下行式

回采。总体回采顺序为从东向西推进,先采 I_3 、后采 I_2 。二期自2003年回采至今,485以上 I_3 矿体已基本回采结束,现主要进行下部 I_2 矿体开采,由于 I_2 矿处于一期 I_3 矿充填体下方,两层矿体间隔层厚13 m左右,在 I_2 矿开采过程中,由于受综合因素影响,隔层垮落现象突出,给开采带来较大安全威胁。

2 采空区充填现状

2008年6月末总空区量为660180 m³(此空区量不包括620、东部720、米底莫以及妖怪塘、索伯里等空区),其中供矿末期空区量为70500 m³,待充空区量为589680 m³,待充空区中实际可充填空区344487 m³,其它系统等制约空区245193 m³。

大红山铜矿建设有两个制备站,一充填制备站于1999年4月建成并投入使用,制备站建设有两组 $\Phi 9$ m立式砂仓,砂仓容积达到6620 m³,充填制备站现可形成3300 m³/d的尾砂充填处理能力,年可提供充填尾砂99万m³,尾砂输送为自流输送。

二制备站于2008年1月23日建成并投入使用,制备站建设有 $\Phi 9$ m立式砂仓两组,容积为4920 m³,现二制备站可形成1500~1600 m³/d的尾砂充填处理能力,尾砂主要依靠加压输送。

3 钻孔充填试验

3.1 钻孔充填盘区概况

选择535中段 I_3 矿体76-I盘区及600中段28-II盘区采空区进行钻孔充填试验。535中段76盘区为中深孔回采盘区,盘区空区顶板暴露面积为1998 m²,采空区平均高为8.8 m,走向长为50.7 m,

倾向宽为 53.2 m, 盘区空区量为 25563 m³; 600 中段 28-II 盘区为浅眼回采盘区, 盘区空区顶板暴露面积为 1268 m², 采空区平均高为 9.5 m, 走向长为 35.6 m, 倾向宽为 38.2 m, 盘区空区量为 7865 m³。

3.2 充填钻孔设计参数及施工

535 中段 I₃ 矿体 76-I 盘区于 2007 年年底结束充填, 盘区设计充填钻孔 4 个, 钻孔间距 5 m, 钻孔孔深在 19~33 m 之间, 倾角 -42°~-82°, 方位 304°~318°, 孔径 $\Phi 91$ mm, 钻机型号 XY-2, 钻孔施工周期共 10 d。钻孔位于空区上部, 尾砂充填周期为 42 d。

600 中段 28-II 盘区共设计两个钻孔。两孔间距 10 m, 两孔布置位于空区最高点, 两孔均进行充填。2 个孔设计方位均为 210°, 设计孔深为 19.5 m 和 20.9 m。倾角 -69°和 -72°, 孔径 $\Phi 91$ mm, 钻机型号 XY-2, 钻孔施工周期共 4d, 充填钻孔最终施工至贯通空区为准, 于 2008 年 7 月开始进行充填。

3.3 尾砂下砂口设计

充填前, 钻孔周边积碴清理干净, 并在周边预埋两根圆钢, 用 $\Phi 168$ 高锰管变为 $\Phi 100$ 的高锰管大小头, 插入钻孔 0.8 m, 然后用混凝土进行浇灌, 先预埋的两根圆钢与下砂口充填管焊接固定, 预防充填过程中摆动。

3.4 充填过程监控

充填尾砂时, 钻孔充填口有工作人员进行观察, 并有详细观察记录, 观察内容主要有: 下砂口段充填管情况, 排气孔排气情况, 尾砂浓度变化情况等。

3.5 尾砂充填参数

砂浆输送工作流速 $V_i = 1.98 \sim 2.36$ m/s; 分级尾砂渗透系数为 7.63×10^{-3} m/h, 分级尾砂主要粒级为 0.057 mm, 采场最终含水率为 10%~12%。尾砂输送管为 $\Phi 168$ mm $\times$ (6+5) mm 衬胶钢管。

76 盘区尾砂充填浓度为 65%~70%, 28 盘区为 62%~68%; 充填尾砂体重为 1.95 t/m³; 76 盘区充填效率为 578 m³/d; 28 盘区充填效率为 250 m³/d (受充填系统限制); 76 盘区充满率为 79% (受充填工程限制), 28 盘区设计充满率为 95% 以上。

4 钻孔充填安全和经济效果分析

试验结果表明, 钻孔充填具有推广应用的前景。

(1) 钻孔充填经济效益分析。按照年充填盘区的 30% 为钻孔充填预计, 全年钻孔充填盘区与天井充填相比较, 每年盘区掘进施工直接费用将节省

306000 元。

(2) 施工钻孔缩短盘区建设周期。施工钻孔简单快捷, 每个盘区 2 个钻孔 4 d 即可施工结束, 如用普通法掘进天井, 将占用 30 d 时间, 进度缓慢, 且施工困难。

(3) 避免施工天井时的安全事故损失。在矿山安全事故中, 天井作业事故量发生占较大比例, 安全管理困难, 工人施工作业条件差, 容易造成高空坠落和炮烟中毒等事故。使用钻孔充填, 则避免了施工天井的安全事故, 且降低了操作工人的劳动强度。

(4) 减少掘进废碴产生量。钻孔施工后, 原掘进废碴不再产生, 缓解了中段运输和提升到地表的生产成本, 实现污染物“零”排放。

(5) 钻孔施工灵活, 保证了空区的及时充填。钻孔施工不受巷道工程及相邻空区限制, 对解决相邻关系复杂, 天井充填系统受限的空区有着积极的意义, 能及时有效对空区进行充填。

(6) 减少天井施工, 一定程度提高充填顶沿及空区的稳定性。天井施工破坏了围岩的整体结构, 盘区大爆破后形成应力重新分布, 在围岩结构力较弱的天井位置易形成应力集中, 造成顶沿出现裂隙或空区发生片帮等现象。

综上所述, 钻孔充填, 无论从经济效益还是从安全效益来考虑, 值得大力推广应用。

5 结 论

(1) 钻孔充填工艺符合绿色、循环、持续的现代矿业发展要求, 对采空区的及时处理和矿山的安全生产管理有重要的意义, 且节约充填成本, 降低矿山生产成本。

(2) 尾砂充填过程的监控需要设置措施工程, 如观察道等, 以便于采空区顶板及变形监测。

(3) 目前采用分级尾砂处理采空区, 充填料源不能满足空区的需要, 因此, 需要进一步探索全尾砂充填等新工艺, 以满足矿山采充平衡需要。

(4) 由于受施工巷道, 施工设备等的限制, 充填钻孔直径较小, 增加了下砂口管理难度, 建议改进施工设备和增加钻机硐室, 钻孔直径增大至 150 mm, 和尾砂输送管内径一致。

(5) 钻孔充填一定程度减少了废石充填量, 建议根据矿山自身情况, 确定钻孔充填和天井充填的合理比例。

(收稿日期: 2008-11-02)