

Application of Medium and Deep Hole Guide Rock Drill in Thin Orebody

Xiangpeng Wang Keguang Sun

Shandong Gold Mining (Linglong) Co., Ltd., Zhaoyuan, Shandong, 265400, China

Abstract

In order to solve the problems of large dilution, low efficiency and upper mining safety in shallow hole shrinkage mining of thin ore body, the paper optimizes the mining technology of medium-deep hole horizontal pressure ore, and realizes the high efficiency mining of thin ore body. After optimization, a raised shaft is arranged in the middle of the stope as a pedestrian ventilation channel. The raised shaft is used to construct blast holes from top to bottom, and blasting is carried out layer by layer from bottom to top. A haulage roadway is arranged at the lower wall of the ore vein, and an ore extraction pass is arranged every 7m. The ore falls into the bottom of the stope by its own weight, and the scraper is used to extract the ore to realize the recovery of the ore body. This operation method is not limited by the working space, which can reduce the ore dilution and improve efficiency. At the same time, personnel do not need to enter the stope to ensure the safety of operators.

Keywords

ZQS-100B; medium and deep hole; thin orebody

中深孔导轨式凿岩机在薄矿体中的应用

王祥朋 孙可光

山东黄金矿业(玲珑)有限公司, 中国·山东 招远 265400

摘要

论文为解决浅孔留矿法开采薄矿体时存在的贫化大和效率低及上采安全问题,对中深孔水平压矿采矿工艺进行了优化,实现了薄矿体的高效率回采。优化后在采场中间布置一条天井作为人行通风通道,利用天井先自上而下施工炮孔,自下而上逐层爆破,在矿脉下盘布置运输巷道,每隔7m布置一条出矿穿,矿石借自重落入采场底部,铲运机出矿,实现矿体的回采。此作业方法不受作业空间限制,可减少矿石的贫化,提高效率,同时人员无需进入采场,保证作业人员安全。

关键词

ZQS-100B; 中深孔; 薄矿体

1 引言

传统的溜矿法至少需有 1.1m 的人员作业空间,对薄矿脉而言增加了矿石的贫化。为解决浅孔留矿法开采薄矿体时存在的贫化大和效率低及上采安全问题,引进了中深孔水平压矿采矿工艺。

2 采场要素

长: 30m, 宽: 矿体厚度 $\leq 0.6\text{m}$ 时, 采幅为 0.6~0.8m; 矿体厚度大于 0.6m 时, 采幅为矿体实际厚度, 高: 40m, 倾角 70° 左右, 矿岩稳固。

3 采准工程布置

3.1 主要采准工程规格

脉外巷: 2.5m × 2.5m; 出矿穿: 2.2m × 2.4m; 中央天井: 2.7m × 1.5m。

3.2 采准工程施工顺序及要求

- ①脉外巷、出矿穿、中央天井同时施工。
- ②中央天井脉内布置, 采用 YT28 钻机施工, 要求全断面一次成型。随上掘正规木支护, 直至贯通上部中段。
- ③上部中段提升设备及钻机安装完毕, 采准工程完成后形成完整的通风系统^[1]。

4 中央天井工程布置

在作业平台上一层联络穿(如图 1 所示 2# 联络穿处)悬挂罗盘, 且必须在右侧(远离梯子侧)悬挂, 尽量避免铁制品对罗盘精度的影响。

4.1 具体步骤

- ①在 2# 联络穿左右两穿头处按设计方向悬挂好罗盘, 定好方向, 并用钢钉固定, 然后将罗盘与线绳撤除。
- ②钻机在施工第一个钻杆前, 用线绳将 2# 联络穿两穿头处钢钉用线绳连接, 连接处要牢固, 防止临时断开, 并记为连接线绳 s。
- ③在连接线绳 s 的 a、b 两处系上并垂直竖下两条线绳,

【作者简介】王祥朋(1994-), 男, 中国山东招远人, 本科, 工程师, 从事矿山开采与工程设计研究。

并在所垂线绳末端各系一个锥形锤球记为 a'、b'。

④两锥形锤球的尖端 a'、b' 的连线即为钻孔施工中线。

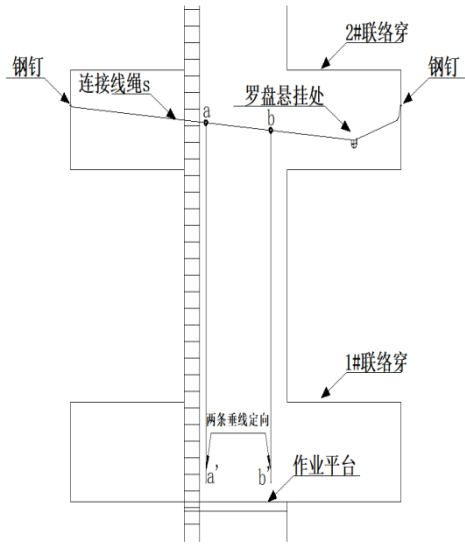


图1 中央天井作业平台

4.2 注意事项

①罗盘定向作业尽量超前钻机作业平台一层联络穿，如图1所示，在2#联络穿悬挂罗盘时，钻机平台应在1#联络穿底板或以下位置。

②在步骤2中，两钢钉连接线绳s后，必须保证该连接线绳不能触碰其他任何物体。

③在步骤3中，铅锤线绳a、b下垂过程中也严禁碰触其他任何物体，尤其注意不要碰天井帮壁，且在悬挂铅锤线绳a、b整个过程中，2#联络穿连接线绳s同样不能触碰其他任何物体。且ab长度不得小于1.5m。

④在确定连接线绳s的过程中，应该充分考虑其相对于天井上下盘的位置关系，保证垂线a'、b'在水平位置上靠近钻机中轴线，建议连接线绳s尽量往上盘位置靠近。

⑤若a'、b'连线与钻机中轴线距离较远，可以通过标定a'、b'平行线的方式来确定第一根钻杆方向^[2]。

5 回采工艺

首先自上而下施工所有炮孔，后期装药放炮阶段，采用自下往上分层回采。

炮孔采用水平布置，深度15m左右，钻头直径50mm，水平炮孔上仰3°（东西高差0.7m），水平炮孔布置采用“之”字型布置（见图2）。每排炮孔间距为0.7m。爆破采用耦合连续装药导爆索+导爆管雷管联合起爆网络，非电导爆管微差起爆系统起爆，利用DBG-3C型远距离击发器引爆。

5.1 绞车、吊罐安装和施工运行

第一，中央天井上掘完成后，需要在天井口安装10T绞车（能够实现在天井作业面远程控制）和10T的导向滑轮。

第二，施工过程中，利用遥控器控制绞车或由专人操作绞车将ZQS-100B钻机下放至凿岩高度，同时将顺路顶部安全盖板关闭。

第三，钻机和吊罐：

①钻机底座整体与吊罐底部焊为一体。在矿体倾角较大时调整吊罐底板，从而达到钻机自然垂直摆放。

②天井上盘面，由上自下固定两根18.5的钢丝绳，与吊罐长轴面形成套接。目的是引导吊罐上下运动。

③天井顶部安装10T绞车，采用18.5钢丝绳作为牵引绳。

④吊罐下盘面三角形布置滑轮，便于吊罐上下运动。

⑤利用上盘面的两根导向稳绳，安装防坠装置，防止牵引绳失效时吊罐坠落。

5.2 凿岩

吊罐下放至施工高度后，将吊罐底部的丝杠顶住顺路上下盘从而固定吊罐。吊罐和钻机两项均固定牢靠后，作业人员开始在吊罐中操作改装的ZQS-100B钻机进行凿岩，凿岩过程中根据现场情况使用钻机扶正器避免钻杆跑偏。

先向采场一侧施工炮孔，采场一侧的炮孔施工完毕后，作业人员在吊罐中将钻机在竖直面旋转180°实现调头向另一侧施工炮孔。炮孔施工完毕后，在炮孔装入1.25寸PVC

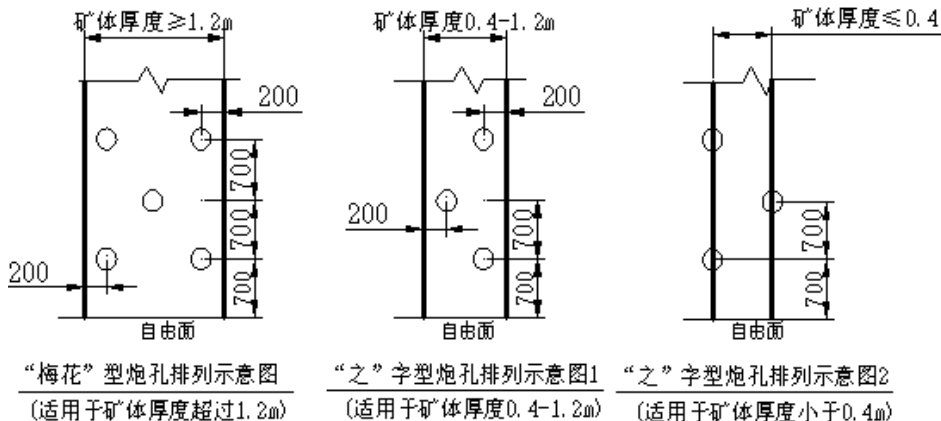


图2 炮孔排列示意图

套管 (PVC 管外径 40mm, 内径 36.8mm), 防止炮孔变形导致无法装药。

炮孔自上而下一次性施工完毕后, 将吊罐提升至顺路顶部, 运至其他区域防止爆破时震动损坏。

5.3 装药爆破

人员和装药机通过绞车下放吊罐至各炮孔高度, 人员在吊罐内对炮孔进行装药。装药采用颗粒状的乳化炸药, 耦合连续装药, 装药长度 14m, 炮泥堵塞长度 1m。每次爆破 2 排。爆破采用耦合连续装药导爆索 + 导爆管雷管联合起爆网络, 非电导爆管微差起爆系统起爆, 利用 DBG-3C 型远距离击发器引爆。应着重控制孔口不装药长度, 不装药长度宜 1.0~1.5m。可以第一排 1.0m、第二排 1.5m 或更大, 以防止挤压破坏上部未装药炮孔的眉线。

5.4 通风、出矿

爆破后保持局扇正常运转, 上下循环风流通风效果较好, 15min 之后经气体检测可以达到作业条件时, 出矿人员在采场底部大量出矿, 出矿时必须与天井内装药放炮人员沟通好, 放炮时必须确保所有人员在放炮警戒线以外。

6 采空区处理

矿房回采及出矿结束, 及时封堵各个出矿穿, 封闭采空区, 采空区由上部中段废石及尾砂充^[3]。

7 生产组织及人员安排

①采准施工时, 中央天井同时施工, 采准和中央天井完成需要 20 天左右。

②采准验收后自上而下施工炮孔, 采取每班打钻完成 4 个眼, 4 小时挪吊笼拆木支护的方式循环作业。按照排距 0.7 米共需要施工 114 个炮孔, 每天施工 8 个眼, 工期 14 天。

以玲珑金矿九曲分矿的采场为例, 中深孔工艺采下矿量为 2436t, 施工炮孔完成后开始自下而上分排装药放炮, 每次放两排孔, 爆破高度 1.4m, 矿石量约为 97t。每天 3 个班放炮, 3 个班次出矿组织, 每班次 80 车, 26 天结束采场回采。

浅孔留矿法: 采下矿量 4176t (含大量贫化), 采矿完成需要 31 天, 后期出矿需要 12 天, 共需要 43 天。人员情况对比与生产能力及技术经济对比表见表 1、表 2。

表 1 人员情况对比

	采矿期间	支护	装药放炮	出矿	采矿工期 (天)	出矿工期 (天)
水平压矿	6	2	3	9	14	12
浅孔留矿	14	2	14	9	31	12

表 2 生产能力及技术经济对比表

	矿量	工程量	共需人次	工期(天)	效率比	炸材消耗 (万)
水平压矿	2436	108	228	26	1.65	1.89
浅孔留矿	4176	148	550	43	1	1.06

8 经济分析

8.1 采矿爆破材料消耗对比

经相关咨询, 爆破效果较好的颗粒炸药 (含 TNT) 9.23 元/kg, 粒状铵油炸药 5.93 元/kg。乳化炸药: 5.33 元/kg (省外)、5.46 元/kg (省内); 导爆索价格: 1.6 元/m; 导爆管: 1~5 段 1.65 元/个, 6~10 段 1.72 元/个。

水平中深孔: 炸药: 孔 (排) 距 0.7m, 炮孔总数为 114 个, 单孔装药量计算公式为:

$$Q=1/4 \times \pi d^2 \times \text{装药密度} \times L \times \text{装药系数}$$

式中, d 炮孔直径为 PVC 管内径 36.8mm; L 孔深为 14 米; 装药密度取 800kg/m³; 装药系数取 0.9。则单孔装药量 Q 为 10.71kg, 整个采场采矿消耗炸药 1221kg。

导爆索: 114 个 × 15m=1710m, 取 1800m;

导爆管: 114 个;

PVC 管: 1710m。

合计成本: 1221kg × 5.93 元/kg+1800m × 1.6 元/m+114 个 × 1.65 元/个+20 个 (起爆管) × 1.72 元/个+1710m (PVC 管) × 5 元/m=18893 元。

8.2 浅孔留矿法

炸药: 每层采矿施工炮孔 37 个, 单层高度 1.6m, 需 25 个分层回采结束, 单孔装药 (乳化炸药) 量 1.8kg, 整个采场采矿消耗炸药 1665kg。

导爆管: 每层消耗 41 个导爆管, 共需 1025 个。

合计成本: 1665kg × 5.33 元/kg+1025 个 × 1.65 元/个=10566 元。

经分析, 水平中深孔爆破材料消耗成本高的原因主要是增加了导爆索和 PVC 管的成本 8327 元。

8.3 降低贫化率方面

水平中深孔可最大限度控制采幅, 例如回采 0.6m 窄矿脉时, 水平中深孔可控制在 0.6~0.8m 采幅, 相较于浅孔留矿最小 1.2m 采幅, 极大程度减小了贫化。

8.4 安全性方面

浅孔留矿法回采, 工人暴露在采场顶板下, 凿岩、爆破、平场等作业安全性低。水平中深孔采矿, 工人不用进入采场, 安全性大大提高。

9 结语

经过采出数据分析, 水平压矿比浅孔留矿效率提高 65%, 共需人次少用 322 人次, 贫化率减小 41.6%, 同时人员无需进入采场, 确保了作业安全。

参考文献

- [1] 张紫阳,李强,王亚军.中深孔采矿法在大型露天及地下矿山生产中的应用[J].采矿技术,2022,22(1):1-2+14.
- [2] 吴佳锡,宋立群.中深孔采矿法在金矿的应用研究[J].世界有色金属,2017(22):67+70.
- [3] 谢俊,耿荣,王宜勇,等.鑫达黄金矿业急倾斜薄矿体中深孔采矿方法的研究与优化[J].现代矿业,2020,36(11):60-62.