

应用研究·黑色矿山·

某铁矿斜坡道下山掘进突水治理研究

Study on water inrush control of downhill driving in an iron mine

曹玉涛, 谷林林(河北钢铁集团滦县常峪铁矿有限公司, 河北 滦州 063700)

摘要:斜坡道向下掘进过程中发生突水时,要先在保证人员安全的情况下,将水位稳定在合适位置,减少降水深度;然后充分研究地质条件,分析充水因素,采取合理的注浆治水方案,最大程度上降低治水费用,减小对工期的影响。

关键词:斜坡道施工;突水;注浆

Abstract: When water inrush occurs in the process of downward excavation of ramp, it is necessary to ensure the safety of personnel, stabilize the water level at a suitable position, reduce precipitation depth; then the geological conditions are fully studied, analysis of water filling factors, taking reasonable grouting water control scheme, minimize the cost of water control, reduce the impact on the construction period.

Key words: ramp construction; water inrush; grouting

1 前言

为了避免采动影响,斜坡道设计位置多位于矿体外或矿区边界位置,但由于缺少钻孔资料参考,无法对工程前方地质条件进行准确预测,若在探水施工中未能揭露含水构造,容易发生突水事故。在建井初期,斜坡道承担着开拓工程的运输任务,是施工关键线路,针对突发涌水情况采取合理的处理方案可以快速治水,减小对工期的影响。

2 工程介绍

某铁矿采区斜坡道位于矿区东南侧,工程全长1 085m,下坡掘进,平均掘进断面面积为 17.53m^2 ,坡度为14.13%。主巷施工至486m处时,突发涌水,平均涌水量 $300\text{m}^3/\text{h}$,峰值涌水量达到 $468\text{m}^3/\text{h}$ 。施工方立即撤离了人员和设备,并在距离硐口向下90m处临时安装一台 $250\text{m}^3/\text{h}$ 的潜水泵,使水位得到控制,稳定在距离硐口73m处,巷道内积水量达 $8\ 100\text{m}^3$ 。

3 充水因素分析

工作面出水位置标高-132.8m,围岩属于单塔子群白庙子组黑云变粒岩和混合岩,根据矿区地质资料,该层上部为长城系大洪峪组石英砂岩,属于不整合接触,不整合面倾角与巷道基本一致,附近无控制的断层。在巷道施工至现工作面后方30m处时,揭露石英砂岩层,初步判断为不整合面基底不平,存在突水安全隐患。施工方立即在该位置进行了45m的超前探水作业,共施工5个探水孔,涌水量均小于 $3\text{m}^3/\text{h}$,并进行了注浆封堵。在掘进施工至出水点位置时,穿孔爆破作业正常,通风45min后转入排险、出渣工序,此时巷道顶板位置有水涌出,水质浑浊,并在2h内涌水量逐渐增大至 $200\text{m}^3/\text{h}$ 。据上述

文章编号:

1672-609X(2021)01-0020-03

中图分类号: TD743

文献标志码: A

作者简介: 曹玉涛(1986-),男,河北唐山人,地质工程师,从事地质、采矿技术研究工作。

情况推测,工作面位置遇到构造裂隙,并且向上延伸距离较长,导通了基岩风化裂隙带或第四系地下水,地质构造预测如图 1 所示。

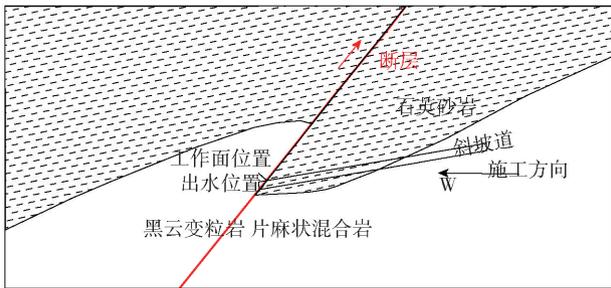


图 1 斜坡道前方地质构造预测

因断裂构造发生时期较久,裂隙大部分已被钙质、泥质充填,在受到爆破扰动的情况下,充填物松动破坏,导致巷道突水,揭露巷道裂隙如图 2 所示。

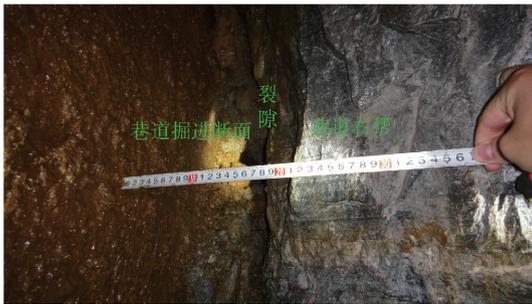


图 2 巷道揭露裂隙

为了尽快分析确定水源性质,对附近 200m 内的钻孔进了分析,该区域内第三系隔水层完整,平均厚度大于 30m,并且钻孔都进行了封孔处理,第四系水进入地下可能性不大。同时,对地表揭露的大红峪组石英砂岩层进行了地质调查,风化层内岩石水平和垂向裂隙发育,与钻孔资料描述有偏差,具备充水和导水条件。最终判断涌水主要来自基岩风化裂隙水,并且水量充沛,不适合强排疏干,需要先降水至工作面处,再进行注浆治水。

4 降水方案

排水管路选用 HDPE 高密度聚乙烯管,内径 150mm,每根长度 6m,两端带法兰,可用螺栓快速连接。初期安装两条排水管路,分别布置在巷道两侧底端,水泵排水能力 200m³/h,扬程 100m,涌水直接排放到泄水井。在排水过程中,随着水位的不断下降,水泵要沿着水位下降的方向移动,排水能力下降,涌水量增加,需要增设水泵和管路^[1]。

为方便水泵的移动,增加排水效率,矿方设计出简易浮船装载水泵,具体如图 3 所示。用角钢焊接制作框架,框架内放置 1~6# 六个油桶,前后两端捆绑 7~10# 四个油桶。浮船左右两侧放置水泵,使排水管路可以

巷道两边布置,便于上下车辆和施工管理,且浮船人工向前推送的过程中,两条管路又起到把握方向作用。水泵的两个框架底部与水平成夹角 α , 夹角 α 与斜坡道的平均坡度吻合,既保证了水泵出水口方向与排水管路走向一致,减少阻力损失,同时又能保证水泵进水口长期处于水面以下。当排水到 477m 时,浮船搁浅,出水点露出,涌水量约为 350m³/h,降水任务完成。为了方便止水墙施工,浮船拆除前要另安装两台水泵置于工作面附近,用橡胶软管连接,并焊制托架,用锚杆加定滑轮悬挂,方便以后拆卸^[2]。

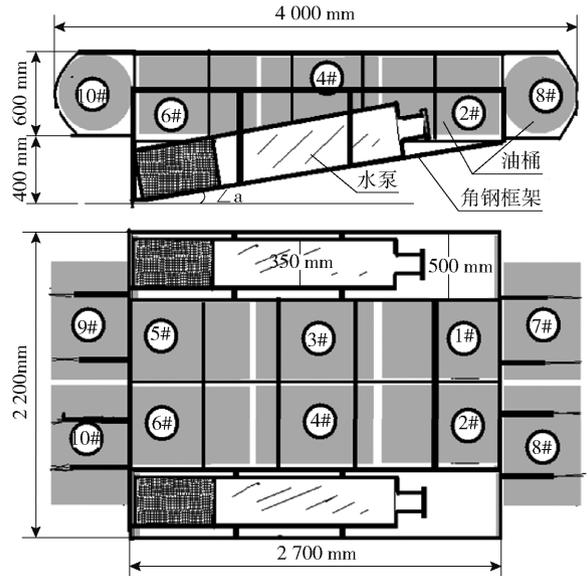


图 3 降水用浮船设计

5 构筑止水墙

根据现场观察,距离工作面 10m 范围内岩石结构比较完整,没有明显裂隙,选择此段地层构筑止水墙较好。根据施工经验及现场情况进行承压止水墙计算,选用抗剪理论计算止水墙

$$B = (P \cdot S \cdot \lambda) / ([\tau] \cdot L)$$

式中: B ——混凝土止水墙厚度, m;

λ ——过载系数取 1.2;

S ——迎水面净断面面积,取 17.53m²;

L ——迎水面硐室净周边长,14.89m;

P ——注浆终压,取 4.5MPa;

$[\tau]$ ——混凝土抗剪强度,取 3MPa。

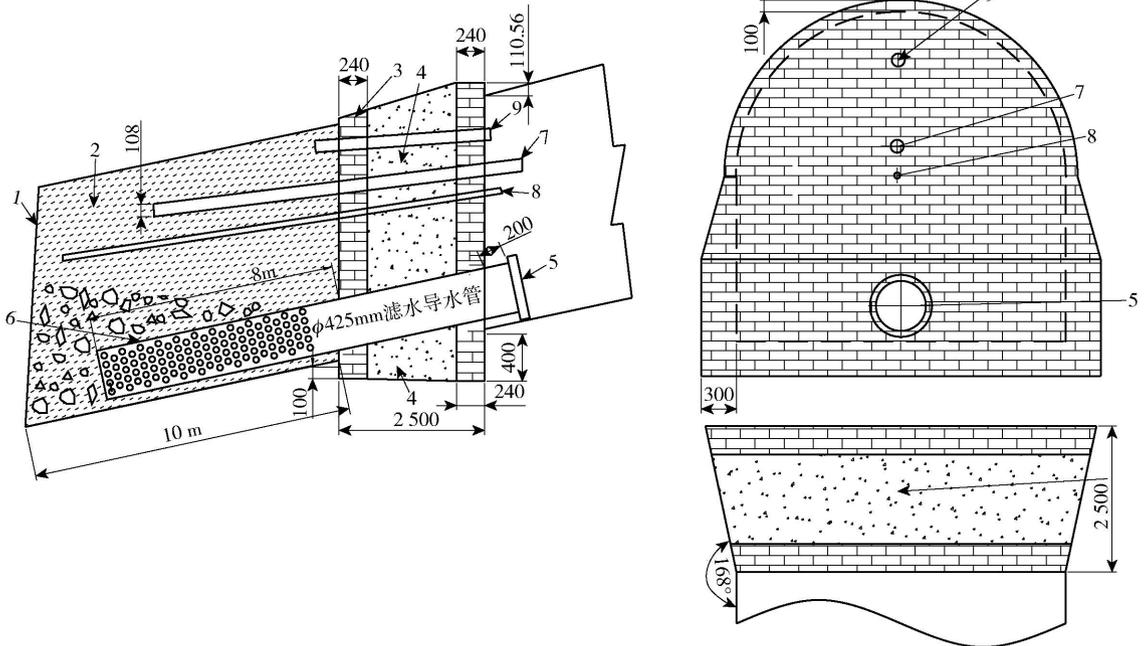
据计算 $B = 2.1\text{m}$,本次止水墙厚设计为 2.5m,止水墙前后采用 24 厚建筑砖砌墙中间浇筑 C30 混凝土。

根据止水墙的设计位置和厚度,在巷道周边用风镐施工止浆墙构筑基槽。止浆墙段巷道底部基础槽帮迎水面方向扩帮分别 0.5m,向后以 10° 的角度逐渐变小。挡浆墙宽度 0.24m,采用黏土砖水泥砂浆砌筑,巷道周

边开挖宽度 0.55m 深度 0.2m 的基槽。止水墙内埋设 $\phi 425\text{mm}$ 上端带法兰的盘虑导水管。止水墙内部填碎石至导水管上部 0.1m, 起到透水过滤作用。

止浆墙内部埋设注浆管 3 根, 其中 1 根主注浆管放置在充填空间最前端出水口位置, 并顶进出水口, 另 1 根辅助注浆管布置在充填空间中间段, 最后

1 根为排气口, 布置在充填空间最高点利于排气。管路均为无缝钢管制成, 焊缝要耐 5MPa 的高压, 按设计依次对其进行安装和加固, 止水墙构筑如图 4 所示。此外, 止浆墙施工结束前, 要将浮船上拆除的水泵安装在在墙外, 待养护完毕后拆除内侧水泵, 打开滤水管阀门, 在墙外排水。



1—掘进工作面;2—注入水泥浆;3—砖墙;4—混凝土;5—滤水管带法兰盘;6—碎石滤水层;7— $\phi 108\text{mm}$ 注浆管;8— $\phi 50\text{mm}$ 注浆管插入出水口;9— $\phi 108\text{mm}$ 排气管

图 4 止浆墙各断面结构图

6 充填注浆方案

在止浆墙施工接顶前, 需要向工作面投掷沙袋, 尽量充满, 可减小空区体积, 节省注浆量和注浆时间。空区注浆利用 7#管, 压力控制在 1.5~2MPa, 稍大于静水压, 采用 P. O42.5 普通硅酸盐水泥, 水灰比为 1:2。当排气管口流出浓浆后, 标志空区填满, 关闭排气管, 结束空区灌浆。

根据地质条件推测, 揭露的出水点为构造裂隙, 导水性强, 注浆主要以堵水, 保障巷道安全通过为目的。若采用普通法注浆, 因断层破碎带结构复杂, 浆液难以扩散到理想状态, 不能形成有效的堵水帷幕, 会导致注浆工期长, 费用增加。本次注浆采用预处理法注浆, 即在注浆之前, 先向 8#孔内压注稀释的水玻璃溶液(浓度 20~25Be), 以提高浆液的可注性, 然后注水冲洗注浆管, 最后注入水灰比为 1:1 的水泥浆。注浆压力应克服涌水压力和地层阻力, 根据以往经验, 注浆压力应为 $P = 2 \sim 4\text{MPa} + P_0$ (静水压力), 此处静水压力为 1.0MPa, 注浆终压应大于 3MPa。重复三次上述步骤后, 注浆压力逐渐

上升, 此时改为注单液浆, 直至注浆压力达到 4.5MPa, 并且稳定时间超过 1h, 注浆结束。

为检验注浆效果, 注浆结束后要继续施工注浆检查孔, 长度超出出水点位置 10m, 沿止水墙四周均匀布置, 不少于 6 根, 钻孔角度向外偏 3° 。检查孔施工时要对孔口管进行加固处理, 并根据出水情况采取单、双液浆进行封堵, 注浆终压不小于 4.5MPa。

7 结论

充分考虑下山掘进的工程特点和充水条件, 提出了一套浮船降水 + 多功能止浆墙 + 预处理注浆的治水方案, 可有效降低治水费用, 缩短治水工期, 做到了科学治理、快速治理, 对下山掘进巷道突水治理具有参考意义。

[参考文献]

- [1] 冯耀平. 巷道下坡掘进水治理策略[J]. 山东煤炭科技, 2016(6): 150-151, 156.
- [2] 郭国鹏, 张晓敏, 杨培, 等. 高角度断层破碎带突水治理应用技术[J]. 煤炭技术, 2018, 37(6): 218-220.