

# 边坡注浆堵水工程在凹陷露天灰岩矿山的应用

张景龙

中检集团公信安全科技有限公司

**[摘要]**为减少采坑正常涌水量,从涌水点上部生产平台实施灌浆堵漏工程,形成注浆帷幕,堵塞明显的漏水通道,提高漏水通道周围岩体抗渗性,为矿山后期安全生产提供保障。

**[关键词]**凹陷矿山;边坡加固;注浆堵水;帷幕

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.775

## 一、工程由来

某企业水泥用灰岩矿位于山东省烟台市,矿区地形属低缓丘陵区,平均海拔标高+75m,最低侵蚀基准面标高+38m。

矿区批准开采标高+79.2m至-25m,凹陷开采。2019年开采至+10m标高时,矿坑外围地下水经灰岩岩溶裂隙汇集入坑,坑内正常涌水量高达5万m<sup>3</sup>/d。开采期间24h不间断抽排,给企业带来较大经济负担和安全生产隐患,也对矿坑周边地下水环境影响极大,因此企业计划进行注浆堵水。

2019年7月8日,矿区东南部边坡底部的+12m平台在爆破后,形成一处明显出水点,流量约6000m<sup>3</sup>/d,20h后,矿坑东部距坑边缘约200m的自来水源井水位(稳定水位标高约+35m)急剧下降,可判定矿坑周边岩层中存在明显岩溶漏水通道,并相互补给。由于爆破形成新的出水点,矿坑涌水量明显增加,已经导致无法开展采矿作业,企业必须立即采取堵水工程,消除水害威胁。

## 二、矿区水文地质条件

矿区地处胶北隆起南坡水文地质亚区(III3)莱阳盆地孔隙、裂隙水文地质小区(III3-2)的补给区~迳流区水文地质单元。

### 1. 地下水补给、径流和排泄条件

对区域内的各种类型的地下水,大气降水是首要的补给来源,松散岩类孔隙水和碳酸岩类岩溶裂隙水,受基岩风化裂隙水的侧向补给和地表河水的深入补给。在矿区总体地下水自北向南径流,最终汇入白洋河。

### 2. 断裂带水文地质

区域内断裂发育,控制了灰岩的岩溶裂隙发育程度,断裂带附近尤其是东西向继承性长期活动断裂及多条断裂交汇部位,岩溶裂隙发育,形成地下水富水带,地下水经断裂带与地表水沟通。

### 3. 破碎带水文地质

矿体两侧与岩脉接触带,部分地段岩石破碎,岩溶裂隙发育,形成南北方向的导水、富水带。矿体西侧发育一条构造角砾岩带,内部溶蚀作用明显。

矿区内碳酸岩类岩溶裂隙水受构造带的连通,当矿坑下切揭露地下水时,周边的水体在最低处排出,形成矿坑岩溶渗漏水。矿坑越深,水量越大。

### 4. 岩溶发育及分布特征

区域内各类钻孔共计27孔,其中20孔遇溶洞。+20~0m标高出现溶洞6段;-20~0m标高出现溶洞5段;-40~-20m标高出现溶洞11段;-40m以下2段。现已揭露的溶洞均为小溶洞,且为充填型溶洞,不影响爆破安全和边坡稳定性。

## 三、注浆施工情况

该矿的赋矿层位为香芥组二段,其厚度大于500m,在该岩性段内没有相对较强的隔水层,所以堵水采用悬挂式堵水帷幕,施工时还考虑了将帷幕底部嵌入相对完整的岩层,以有效延长裂隙水渗流路径,以达到降低矿坑涌水量的目的。

### (一) 前期准备

1. 物探测试:在矿坑北侧+40m平台采用磁悬浮检波器对岩溶渗漏通道进行勘察定位,找到渗漏点,确定渗漏范围,找出大致路线。

2. 先导孔验证:在+40m平台自漏水点水平位置向两侧延伸,每24m布置一孔,共布置6个。通过分段注水试验,确定注浆孔底施工至-40m标高。

3. 放样定点:在+40m平台沿路内侧布置单排帷幕灌浆

孔,孔间距5.0m,并作出标记。

### (二) 注浆孔施工及注浆工艺

采用HY-200型地质钻进行钻孔施工,开孔孔径110~130mm,终孔孔径≥91mm,孔深80m。

对较完整岩体,采用自下而上,孔内阻塞,孔内循环灌浆方法,灌注黏土水泥稳定浆液;对于钻孔灌浆过程中遇溶洞、破碎带、溶蚀裂隙等特殊情况时,采用可控黏土水泥膏浆、黏土水泥砂浆等进行充填、高压挤密灌注。

对于较大溶洞并有较大流速的动水时,可采用惰性材料先进行填筑,再灌注可控黏土水泥膏浆进行高压挤密灌浆。

单孔施工工艺流程:钻孔定位→固定机具→灌浆孔钻进→预埋孔口管→钻孔→注浆管安装→距孔底不大于50cm→孔内阻塞→自上而上分段灌浆→终孔段灌浆结束→全孔灌浆封孔→单孔资料整理。

### (三) 注浆材料

1. 水泥:P.C32.5硅酸盐水泥,细度要求通过80μm方孔筛,且其筛余量不大于5%。

2. 黏土:矿区剥离的黏土。粘粒(粒径小于0.005mm)含量≥15%;含砂量(0.05~0.25mm)≤5%;有机物含量≤3%。

3. 水:经沉淀后的矿坑涌水。

4. 石粉:粒径5~10mm,石灰岩石粉。

5. 外加剂:为提高黏土水泥浆材的性能,需要湖南宏禹工程集团有限公司研制的HY-1型外加剂,可以实现浆材基本不发生析水,浆材的凝固时间可控,浆液在动水条件下不散、不易被冲释等要求。早强剂,加速浆材凝固,缩短凝固时间。

浆液制备采用全自动制浆站及专用复合黏土制浆机与膏浆制浆机制备

### (四) 灌浆结束标准及封孔

1. 可控膏浆挤密灌浆,主要充填大孔隙和岩溶通道为主,结束控制标准如下:该灌浆间隔提升段达到设计灌浆压力时,灌入率小于10L/min时,再换用黏土水泥稳定浆液灌注,直至达到结束标准。

2. 稳定浆液帷幕灌浆时:当某段灌浆达到灌浆压力,且灌入率小于1L/min时,连续灌注30min,可结束本段灌浆。止浆时使用SW型拉力式止浆器。

3. 当长期达不到结束标准时停止施工,另行处理。

4. 封孔:全孔灌浆结束后用水灰比0.5:1的浓浆进行封孔,压入浆液析水凝固后,余孔再用黏土水泥膏浆充填。

## 四、工程效果

通过钻孔把水泥注入岩层中去,在扩散过程中,随着压力的减小,阻力的增大,速度的减慢和时间的延长,逐步聚结、析水、凝固结石,将裂隙和溶隙堵塞,阻止了地下水的流动。孔孔相连、段段相接就造成了大帷幕堵水工程。

经治理后,矿坑现阶段正常涌水量已控制在约2万m<sup>3</sup>/d,涌水量较治理前减少约3.6万m<sup>3</sup>/d,堵水效果明显。

### 结束语

矿坑经注浆堵水后,涌水量大大减少,有效降低了矿坑今后开采过程中的水害威胁,说明本次帷幕注浆治水工程取得成功,大大提高了矿山防治水安全生产管理水平。

### 参考文献

[1]姜立新.露天矿边坡注浆帷幕止水效应数值模拟[J].湖南工业大学学报,2019(7).