

# 高喷灌浆防渗加固技术在 菏泽茅庄煤矿主斜井的应用

张作礼

(山东亨达煤业有限公司, 山东 宁阳 271400)

**摘要:**透水事故是煤矿安全生产的主要隐患之一,不仅造成生命威胁,也会带来巨大的经济损失。菏泽茅庄煤矿主斜井穿越含水量十分丰富的流砂地层,亟待进行喷浆防渗加固。该文介绍了菏泽茅庄煤矿主斜井的高喷灌浆防渗加固的工程概况、旋喷桩施工设计、施工方法,以期对相关研究、生产工作提供一定的施工思路。

**关键词:**煤矿;主斜井;高喷灌浆;防渗;加固;茅庄煤矿

**中图分类号:**TU74

**文献标识码:**B

## 0 引言

我国是世界上煤炭产量最多的国家之一,作为工业化及人类生存主要的能源基础,煤炭资源在国民经济中占据着重要的地位。然而近年来,虽然我国政府一直在强调和重视煤炭企业的安全生产问题,并逐年加大对矿井安全设施的投资,但是仍然无法避免的出现各类安全事故,而使得煤矿安全问题越来越受到广大矿山科技工作者的关注<sup>[1-4]</sup>。透水事故是煤矿安全生产的主要隐患之一,在煤矿生产等一些过程中,经常会遇到松软地层、构造断面、破碎带等的影响而遭受地下水透水事故的威胁,尤其是地下开采煤矿的主井若发生透水事故,不仅造成生命威胁,也会带来巨大的经济损失<sup>[5-10]</sup>。注浆技术采用了灌浆、防渗、堵水、加固等技术,成为治理地下水害和加固软弱地层的首选技术。在矿山开采,水利水电,冶金等许多行业得到广泛应用,特别在煤矿安全生产的建设中,其广泛性更为明显。

该文在施工的角度,对菏泽茅庄煤矿主斜井的高喷灌浆防渗加固工作的应用予以说明,以期能为相关研究、生产工作提供一定的施工思路。

## 1 工程概况

菏泽茅庄煤矿隶属于山东亨达煤业有限公司,地处泰安市宁阳县堽城镇茅庄工业园区。该矿技术改造后新建主斜井,位于工业场地内西南角。为避开现有的采空区,主斜井以 $12^\circ$ 倾角落至 $-70\text{ m}$ 水平,通过煤仓与现有胶带巷连接,实现煤流运输连续化;该主斜井净宽 $3.2\text{ m}$ ,净高 $3.2\text{ m}$ ,直墙半圆拱断面,净断面 $9.1\text{ m}^2$ ,倾角 $12^\circ$ ,斜长 $667\text{ m}$ ,装备 $800\text{ mm}$ 带式输送机,担负矿井的主提升任务,兼做进风井和安全出口,以满足全矿井技改后的煤炭提升要求。由于主斜井穿越含水量十分丰富的流砂地层(表1),需对 $(0+27.0)\text{ m}\sim(0+111.0)\text{ m}$ 段进行高喷灌浆防渗与加固。

## 2 旋喷桩施工设计和施工方法

### 2.1 旋喷桩施工设计及工作量

该工程主斜井明挖段 $0\sim 27.0\text{ m}$ ,旋喷段 $27.0\sim 111.0\text{ m}$ 。旋喷段周边为止水帷幕旋喷桩,桩径 $1\ 000\text{ mm}$ ,孔距 $800\text{ mm}$ ,孔深 $18.6\text{ m}$ ,旋喷桩底进入风化层 $2\text{ m}$ 。在 $27\sim 56.6\text{ m}$ 段桩顶距地面 $4.0\text{ m}$ ,喷射段长 $14.6\text{ m}$ ;在 $56.6\sim 111.0\text{ m}$ 段,桩顶距

表1 旋喷桩施工主要涉及地层

层次	岩石名称	底深(m)	层厚(m)	岩性描述
1	回填土	1.5	1.5	黑灰色,含较多煤,煤矸石,砖头
2	粉质粘土	3.0	1.5	褐黄色,湿,土质较均匀。含少量粉砂
3	砂质粘土	7.3	4.3	土黄色,湿,可塑,土质较均匀。含少量铁锰质结核。含少量粉砂及细沙。标贯 $N=14$ ,杆长=7.5m
4	中砂	7.7	0.4	土黄色,饱和,松散,砂质不均匀,分选性差,含少量风化石及粘土。透水性中等
5	粉质粘土	10.6	2.9	棕黄色,湿,硬塑,土质较均匀。含少量铁锰质结核。含少量粉砂。标贯 $N=17$ ,杆长=11.5m
6	粉砂	11.2	0.6	浅黄色,饱和,松散。砂质不均匀,含少量粘土。下部含少量细沙。透水性中等
7	粉质粘土	14.7	3.5	棕黄色,湿,硬塑,土质较均匀。偶见铁锰质结核。含少量粉砂。标贯 $N=21$ ,杆长=15m
8	粗砂	16.6	1.9	土黄色,饱和,松散。砂质不均匀,分选性差。含少量化石,下部含少量砾石。透水性较强。标贯 $N=48$ ,杆长=18.5m
9	粉砂岩	21.5	4.9	灰色,褐黄色,厚层状,结构不清楚。质地较均匀。局部可见植物碎屑化石。岩石风氧化严重

地面5.0 m,桩长13.6 m。在86.0~111.0 m段,斜井顶部为一层松散的粗砂层,为了保证此段斜井的安全顺利施工,此段进行旋喷桩加固,在止水帷幕内布置8排旋喷桩,排距82.2 mm,孔距80 mm。加固旋喷桩底部进入风化层1.0 m,桩长5.0 m,桩径1000 mm。旋喷桩平面示意图及总平面布置图1、图2所示。

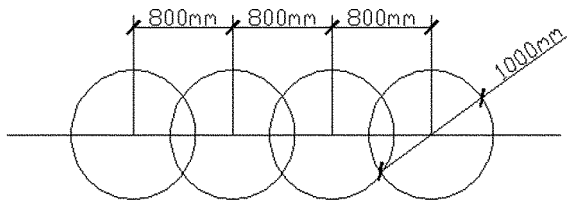


图1 旋喷桩平面示意图

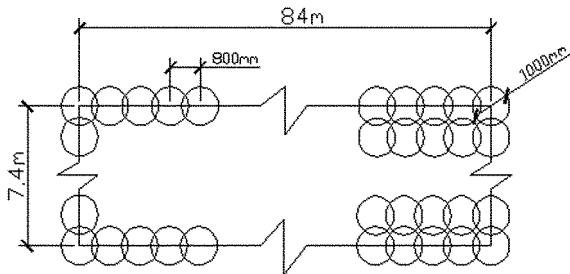


图2 旋喷桩总平面示意图

该工程设计施工工程量为:①防渗旋喷桩孔数约232根,钻孔工程量约为4315.2 m,高压旋喷桩工程量约为3448.1 m。(82孔 $\times$ 14.6 m/孔+150孔 $\times$ 13.6 m/孔+210.9 m=3448.1 m,210.9 m为复喷工程量)。②旋喷桩水平加固体约248孔,钻孔约4364.8 m,旋喷桩加固工程量约1240.0 m。③降水检查孔4个井,钻孔工程量约70.4 m(17.6 m/个 $\times$ 4个=70.4 m)。

## 2.2 施工方法和工艺

### 2.2.1 施工方法

采用新二管法高压喷射灌浆进行施工,新二管法高压喷射灌浆是以大于30 MPa的高压水泥浆射流通过 $\Phi 1.8$  m的喷嘴喷出,水泥浆射流四周以压缩空气加以保护,随着喷管的旋转与提升,高压水泥浆射流冲切破坏土体,同时浆射流的能量较大,将水泥浆与土体掺搅形成桩体;压缩气也起到升扬置换的作用,使切割的部分土体从孔口冒出,水泥浆与砂土混合固结后,形成所需要加固体。新二管法的主要优点在于它比老二管法压力大、流量大、能量大、桩径也较大,相对于三管法它直接用水泥浆切削地层,消除了高压水对水泥浆的稀释,节约了水泥从而也保证了成桩质量,减少了废浆的排放。新二管法施工比三管法及老二管法有着无可比拟的优越性,新二管法在长江三峡、长江堤防、全国多处大中型水库,各处船坞、码头等工程中成功运用,均取得良好的效果。

### 2.2.2 施工工艺

高压喷射灌浆施工各个环节密切合作,才能达到质量要求,施工时高喷孔分两序进行,先进行I序孔施工,再进行II序孔施工。施工过程主要包括以下几个方面:

(1)定孔位、复核:严格按照设计放样定孔位,其误差不大于2 cm,并用木桩固定。在高喷灌浆轴线拐弯处应设固定桩,同时在施工轴线5~10 m范围设控制桩。孔位定完后及时复核,避免有误。

(2)钻孔:成孔直径130 mm,钻孔深度以设计标高控制。钻机开钻前必须先进行钻机找平,钻进时发现钻机倾斜,则停机找平后再开钻。钻进过程

中,遇到异常情况及时查明原因,采取相应措施,对地层变化、颗粒大小、硬度等要详细记录,钻孔结束后,由技术人员进行质量检查,合格后方可移位进行下一个孔的钻进。

(3)下喷射管:检查各项工艺参数符合设计要求后将喷射管下至设计深度,进行高喷灌浆施工。

(4)制浆:水泥浆液在喷射作业前1 h内,按设计配比进行浆液搅制,使用普通搅浆机搅制时间不少于180 s,浆液比重控制在1.45~1.55之间,在制浆过程中应随时测量浆液比重。纯水泥浆搅拌存放时间不超过2.5 h浆液温度应保持在5~40℃。每孔高喷灌浆结束后要统计该孔的材料用量。

(5)喷射提升:当喷射管下至设计深度,开始送入符合要求的浆、气,待注入浆液冒出孔口时,按设计的提升方式及速度自下而上提升,直至提升到设计的终喷高程停喷。

(6)回灌:喷射结束后,随即在喷射孔内进行静压充填灌浆,直到浆面不再下沉为止,保证高喷防渗墙固结后墙体质量和墙顶标高,回灌浆液一般采用邻孔高喷冒浆静压充填。

### 3 结语

(1)在主斜井穿越粗砂层(流砂层)段进行高压旋喷灌浆防渗透与加固,大大减少了粗砂层的渗水量,通过对流砂的加固固结大大减少了流砂的流动,为主斜井在流砂地层的施工创造了十分有利的条件,保证了主斜井在流砂地层的快速、安全施工。

(2)新二管法高压喷射灌浆通过高压水泥浆液和环绕在其周围的高压气冲切破坏土体,形成桩体,

其桩径、长度和形状是可控的,解决了其他灌浆(如压密灌浆、超前小导管灌浆等)在软土地层中不可控的问题,高压喷射灌浆是人们在软土地层中构筑防渗体和加固体的一种十分先进的工艺。

(3)高压喷射灌浆旋喷桩在该工程中承担防渗、加固两种作用,高压喷射灌浆施工具有经济合理、施工速度快的特点。该工艺的成功实施为类似工程的施工提供了经验。

### 参考文献:

- [1] 隋旺华,李永涛,李贯田,王国庆.煤矸立井微孔隙岩体注浆防渗及机理分析[J].岩土工程学报,2000,(2):214-217.
- [2] 孙学军,周晓芹,吴铭新.高压喷射灌浆技术在煤矿井——强透水砂层防渗围封的应用[J].内蒙古水利,2000,(1):54-56.
- [3] 罗金满.煤岩体防渗堵水加固浆液试验及应用研究[D].西安科技大学,2009.
- [4] 姬宗皓,韩梅,孙高众.煤炭充填开采技术在济宁煤矿的应用[J].山东国土资源,2012,28(4):39-40,44.
- [5] 王喜波,马海滨,谭禹波.高喷灌浆技术在矿坑周边防渗墙工程中的应用[J].东北水利水电,2011,(1):29-30.
- [6] 杨帅,刘俊杰,李秀玲,魏浩.煤矿用高分子灌浆材料[J].煤矿开采,2010,(5):4-7.
- [7] 孙俊.高性能水泥浆的研制及其在芦岭煤矿巷道加固工程中的应用[D].河南理工大学,2012.
- [8] 李士明,马贵生,李少雄,麻斌.漳河水库李家洲煤矿段库岸渗漏分析及处理技术[J].资源环境与工程,2012,(5):454-457.
- [9] 孙强,贾纪旺,魏宗红,姜星.山东济宁何岗煤矿下组煤水文地质条件研究[J].山东国土资源,2012,28(8):26-32.
- [10] 尹继良.矿井表外孤立块段过断层探查技术与应用——沂源煤田鲁村煤矿过F(10)断层探查技术[J].山东国土资源,2010,26(10):31-34.

## Application of High Pressure Jet Grouting Impervious Reinforcement Technology in Main Shaft of Maozhuang Coal Mine

ZHANG Zuoli

(Shandong Hengda Coal Limited Corporation, Shandong Ningyang 271400, China)

**Abstract:** Water inrush accident is one of the major hazards in safety production of coal mines. It will not only cause life threaten, but also will bring huge economic loss. Main shaft of Maozhuang coal mine will pass through flowing sand stratum with rich water resource, and gunite impervious reinforcement should be carried out. In this paper, general construction situation, design and construction method of high pressure jet grouting impervious reinforcement in main shaft in Maozhuang coal mine have been introduced. It will provide some references for relative study and production work.

**Key words:** Coal mine; main shaft; high pressure jet grouting impervious; seepage; reinforcement; Maozhuang coal mine