

内蒙古某煤矿投料井钻成井施工工艺及控制要点

张军旗, 于俊超, 王庆军

(河北建设勘察研究院有限公司, 河北 石家庄 050031)

摘要: 煤矿投料井直径大, 采用分级扩孔; 耐磨管刚度大, 对井眼的垂直度要求高, 同时其质量大, 对起重设备、器具要求高, 施工中容易发生重大的安全或质量事故。本文通过多项工程实践, 以内蒙古某投料井为例, 总结了投料井钻成井施工工艺及控制要点。

关键词: 投料井; 钻成井; 耐磨管; 钻孔垂直度

中图分类号: P634.5; TD823.11 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2017)01-0057-04

Construction Technology and Key Points of Control for Feeding Well Drilling and Completion/ZHANG Jun-qi, YU Jun-chao, WANG Qing-jun (Hebei Research Institute of Construction & Geotechnical Investigation Co. Ltd., Shijiazhuang Hebei 050031, China)

Abstract: Because of the large diameter of mine feeding well, grading reaming is adopted. The wear resistant pipe of feeding well has high stiffness and heavy weight, which has high requirements on borehole verticality, lifting equipments and appliances, serious safety or quality accidents often occur in the construction. Based on a series of engineering practices, with the case of a feeding well in Inner Mongolia, this paper summarizes the drilling completion construction technology of feeding well and the key points of control.

Key words: feeding well; well drilling and completion; well verticality

0 引言

近年来,随着矿井开采的不断进行,可利用储量日趋枯竭,一些建(构)筑物下的压煤问题十分突出,严重制约着矿井的生存与可持续发展。为最大限度的挖掘储量资源,提高煤炭资源回收率,解放“建下”压煤储量,煤矿投料井应运而生^[1,3,5]。本文通过笔者近几年的实践,以内蒙古某投料井为例,介绍投料井钻井、耐磨管安放、固井的施工工艺及控制要点,供大家参考借鉴。

1 工程概况

该工程位于内蒙古桌子山煤田白云乌素矿区南部,设计投料井井深393 m,上部20 m第四系覆盖层段钻井直径1200 mm、以下基岩段钻井直径960 mm,采用钻井法分级扩孔成井。

耐磨管采用Q460和Q345B无缝钢管分层离心铸造内耐磨层,外径626 mm、内径500 mm,壁厚63 mm,单节长度10.3、5 m,孔口对接采用507焊条焊接,拉板加固;安放采用漂浮法下沉。

管后充填采用外管注浆方式、高压泵送纯水泥浆充填。

要求投料耐磨管安放倾斜度 $\leq 1.0\%$,壁后充填保证投料耐磨管不下沉。

2 钻井施工

2.1 地层情况

(1) 0~7.5 m,煤矸石,黑色,块状结构,硬质。

(2) 7.5~20 m,砂卵石,红褐色,结构松散,干,透水不含水。

(3) 20~396.45 m,砂岩、泥岩互层。砂岩,以中粒砂状结构为主,块状构造,主要成分包括长石、石英及少量暗色矿物,钙质胶结;泥岩,泥质结构,块状构造。

2.2 钻进工艺

根据本工程地层情况及要求,使用SPS2600型钻机进行钻井施工,BW1200A型泥浆泵正循环结合WF-3/30型空压机气举反循环排渣、分级扩孔钻进成井。开孔采用 $\varnothing 241$ mm牙轮钻头,钻穿覆盖

收稿日期:2016-06-23; 修回日期:2016-11-14

作者简介:张军旗,男,汉族,1973年生,技术质量副经理,高级工程师,长期从事岩土工程与矿山井巷工程的研究与实践工作,河北省石家庄市建华南大街58号,zjq220102@163.com。

层,进入完整基岩2 m后,采用 $\varnothing 1200$ mm梳齿钻头扩孔,进入完整基岩1 m,检测垂直度符合要求后安放内径为1100 mm的钢护筒并注浆封闭覆盖层。钢护筒壁后水泥浆凝固后分别采用 $\varnothing 241$ 、480、720、960 mm牙轮钻头钻孔、扩孔至设计深度。

2.3 主要成井设备、器具及试验仪器(见表1)

表1 主要成井设备、器具及试验仪器

序号	机械或设备名称	型号规格	单位	数量	主要用途
1	钻机	SPS2600	台	1	钻进
2	泥浆泵	BW1200A	台	1	循环泥浆、注浆
3	空压机	WF-3/30	台	1	反循环排渣
4	钻头	$\varnothing 241$ mm	个	5	钻进
5	扩孔钻头	$\varnothing 480$ 、720、960、1200 mm	个	各2	扩孔钻进
6	导向器	$\varnothing 241$ mm	个	3	保证井眼垂直度
7	导向器	$\varnothing 480$ 、720、960、1200 mm	个	各2	保证井眼垂直度
8	振动筛	ZX-250	台	1	净化泥浆
9	测斜仪	CX-01	台	1	井眼垂直度监测
10	泥浆检测仪器		套	1	泥浆性能检测

2.4 各径级钻进参数(见表2)^[2,4,7]

表2 各径级钻进参数

钻井阶段	井径/mm	井深/m	转速/(r·min ⁻¹)	破岩面积/m ²	牙轮配置数/个	钻压/kN
覆盖层段超前钻进	241	22(进入完整基岩2 m)	43	0.045	3	20
覆盖层段扩孔	1200	21(进入完整基岩1 m)	43	1.054		40
基岩段超前钻孔	241	396.5	156	0.045	3	40
基岩段扩孔	480	395	63	0.135	4	50
基岩段扩孔	720	394.4	43	0.226	5	60
基岩段扩孔	960	393.7	43	0.316	6	80

注:泵量1200 L/min。

2.5 钻进泥浆

钻进中,采用低密度、高粘度、低失水和含砂量小的优质泥浆,并采用振动筛加强泥浆的净化处理,具体性能指标为:粘度20~24 s,密度1.03~1.10 g/cm³,失水量 ≤ 15 mL/30 min,泥皮厚度 < 1.5 mm,含砂率 $\leq 1\%$,胶体率 $\geq 98\%$,pH值7~9。

2.6 保证井眼垂直度措施^[6,8]。

前导孔施工是保证井眼垂直度的关键,开孔时轻压慢转,正常钻进采用钻铤加压,扶正器设3道,分别位于钻头上部1、9、18 m的位置,钻压控制在钻具总重力的40%~60%。

扩孔钻进采用前导扶正器,钻头上部加设配重,

钻压控制在配重重力的80%以内。

注重井眼垂直度监测,前导孔施工,每进尺50 m测斜一次,扩孔钻进每100 m测斜一次。

3 耐磨管安放

3.1 耐磨管安放前的准备工作

(1)安放耐磨管前应测量井眼的垂直度,垂直度检测符合规范及设计要求后,进入下道工序。

(2)垂直度检测完成后,采用圆孔器圆孔,圆孔器外径可比井径小20 mm,扫除孔壁上的突出岩块,圆滑孔壁,提高耐磨管的安放成功率。

(3)圆孔完成后试孔前,进行换浆。泥浆的密度根据耐磨管质量、考虑起重机械的起吊能力,计算出应提供的浮力并考虑安全系数后进行调整。本工程耐磨管总质量353 t,采用220 t(2200 kN)龙门吊进行安放,需要提供的浮力 > 1330 kN,经计算,下管前的泥浆密度应大于 1.18 g/cm³;泥浆的含砂率根据超钻深度、泥浆中的颗粒粗细并考虑泥浆粘度进行控制,以静置24 h无沉淀为宜。耐磨管安放前的泥浆性能指标:粘度18~25 s,密度 ≥ 1.18 g/cm³,含砂率 $< 1\%$,胶体率 $\geq 95\%$ 。

(4)换浆完成后进行试孔,试孔器外径比钻孔直径小20 mm,长度30 m,采用厚度为12 mm的螺旋卷管制作,试孔过程中试孔器无受阻现象。

(5)检查耐磨管质量是否符合设计要求,是否有残缺、断裂及弯曲等情况,丈量每根耐磨管的长度,作好耐磨管编号及长度标识,并计算耐磨管总长,检查是否与设计相符。

(6)在耐磨管底节底口焊接浮板,并进行如下验算:

①根据环状间隙充满水泥浆时浮板所承受的最大压力验算其强度;

②根据极端受力状态验算耐磨管强度;

③验算耐磨管吊具的强度;

④根据注浆时受到的浮力和耐磨管质量,确定是否采用一次完成耐磨管壁后的充填注浆。

(7)检查泥浆排放管路是否通畅,根据耐磨管安放时排出的泥浆量,做好泥浆的排放处理准备工作。

(8)核算孔口平台支撑梁强度、刚度以及梁底地基承载力,调整平台梁水平及中心位置,其导向口中心与孔口中心一致。

(9)将注浆管接长,单节长度与耐磨管匹配,以保证注浆管与耐磨管同时安放。为防止耐磨管安放过程中泥皮堵塞注浆管,底节耐磨管注浆管管口焊接防护挡板。

(10)吊运机具的检查及现场清理。

①在吊放前必须对机械卷扬、钢丝绳、制动部件、滑轮组、大钩、吊具、卡子等进行全面检查,吊运耐磨管路线上有高于1 m的障碍物及无用设备一律清离现场。

②对龙门吊轨道、大梁连接部件进行全面检查,更换破损的轨道枕木,对路基不稳固的部位进行加固,起吊前进行试车。

③选择25 t(250 kN)轮胎式吊车配合耐磨管安放,对吊车大臂进行全面细致的检查,确保安全。

(11)对全体操作人员进行明确分工,各工序紧密衔接,保证耐磨管安放效率。

3.2 耐磨管安放作业

(1)提前将耐磨管置于孔口的安装架上,吊具采用吊车安装,安装标准为:吊具与耐磨管管箍(或支撑板)外壁无缝隙,此时拧紧吊具螺栓,耐磨管安放前,应清除管内残渣。

(2)采用龙门吊作为主吊,汽车吊作为辅吊,确保耐磨管在起吊过程中不产生变形。

(3)底节耐磨管吊至井口,对准钻孔中心后缓慢下放,吊具放置于孔口平台上后,采用水平尺在水平、垂直两个方向检查耐磨管上口水平度;检查注浆管是否按要求布置,是否堵塞;检查耐磨管内尤其接头部位是否漏水,无异常后,吊运下一节。

(4)耐磨管连接位置设置坡口,焊接前采用砂轮机打磨,保证焊接质量。

(5)耐磨管对接前,将坐于孔口平台的耐磨管顶口上均布焊接3个定位块,便于耐磨管对接施工。

(6)为便于调整上下耐磨管的同心度,耐磨管卡箍距管口0.8 m以上。

(7)吊起的耐磨管对接后,首先采用2~4 m靠尺进行四面检查,调整上下耐磨管的同心度,然后采用经纬仪在2个垂直方向检验,确保上节耐磨管中心线在下节耐磨管中心线的延长线上,调好后四面点焊固定,避免单侧焊接应力集中导致耐磨管歪斜。

(8)耐磨管焊接采用多台直流电焊机对称施焊,焊条采用J507,规格为 $\varnothing 4.0$ mm,焊接电流140~180 A,电压60 V,焊条在烘焙温度350℃下保温

1 h后使用。

(9)两节耐磨管接口焊接完成后,连接处焊接拉板,拉板数量应满足设计要求。

(10)焊缝表面及热影响区不得有气孔、裂隙、夹渣、未融合、咬边等缺陷,焊缝应饱满,焊接质量应满足要求。

(11)耐磨管焊接完成待焊接区冷却后再放至孔内。

(12)耐磨管安放过程中,泥浆面不得低于排浆口高度,及时监测孔口返出泥浆的密度,含砂量,作好耐磨管安放记录。

(13)所有耐磨管安放到预定位置后,将耐磨管上口与孔口横梁进行连接固定,防止耐磨管在注浆过程中产生位移。

(14)耐磨管安放实景见图1。



图1 耐磨管安放实景

4 耐磨管壁后注浆充填固井

4.1 注浆管路布置

注浆管采用热轧无缝钢管,内径为48 mm,均匀布置在井管外侧,一根伸入耐磨管底部,其余置于距管底1 m处,为防止耐磨管安放过程中泥皮堵塞注浆管,底节耐磨管注浆管管口应焊接防护挡板。底节耐磨管注浆管布置见图2。

4.2 充填材料

采用水灰比0.75的水泥浆充填,水泥选用32.5 MPa矿渣水泥,注入的水泥浆密度 > 1.60 g/cm³。

4.3 水泥浆搅拌

(1)水泥浆在专用的自动搅拌筒内机械搅拌,搅拌前根据配合比及每桶的搅拌量计算出各种组分



图2 底节耐磨管注浆管布置

的用量,在搅拌桶上做好标识。

(2)为保证搅拌浆液的质量,每桶浆液自材料全部加完后搅拌时间控制在3 min。

(3)搅拌机的搅拌能力满足6~8 h内完成一次充填量要求;搅拌供水能力满足每盘搅拌时间要求;供水水泵及搅拌机配置不少于2台,同时设置备用系统。

(4)搅拌罐水泥管路入口设置防止堵塞装置,搅拌筒出浆管口设置10目筛网,筛除浆液中的粗颗粒及杂质。

(5)每桶搅拌好的浆液经过测量密度,满足要求后排放入储浆池,并作好记录。

(6)搅拌筒前设置储浆池,储浆池的容积大于配置的所有搅拌桶容积之和。

4.4 壁后充填注浆

(1)注浆前设备应调试保养,做好标识,与电源开关一一对应,备用系统运行可靠;人员应明确分工,培训到位。

(2)注浆泵的注浆能力大于搅拌能力,并按不少于2台配置。

(3)在进行首次注浆之前,应将耐磨管内充满水,并利用注浆泵循环环状间隙内的泥浆,待孔口返浆正常,管内水面无变化,判断注浆管路无渗漏现象后,方可进行注浆作业。

(4)注浆泵蓬蓬头采取可靠措施,防止大颗粒进入管路堵塞注浆通道。

(5)注浆连续进行、不宜停歇,各注浆泵与注浆管路之间设置阀门,一台出现故障不影响连续注浆,每次停歇的时间 ≥ 0.5 h,防止注浆管路堵塞。

(6)充填高度可根据管后环状间隙的体积和充填材料的用量采用理论计算,并用测绳测量校正,做好相应记录。

(7)注浆作业时,应注意观察井管内的配重水液面情况,如果发生变化尽快查明原因,并及时处理。

(8)水泥浆液面达到指定高度后,结束注浆,从孔口拆开地面管路,开泵清洗。

5 几点体会

(1)投料井井眼垂直度是保证耐磨管顺利安放的首要条件,必须严格进行控制。

(2)下管前的圆孔、换浆、试孔工作必不可少,必须按要求严格操作,不能流于形式或省略。

(3)投料井耐磨管质量大,对起重设备的要求高,必要时需通过调整泥浆的密度提高浮力,保证耐磨管的安全下放。

(4)投料井耐磨安放及固井控制要点多,每个环节都需要精心设计和组织,从人员、设备到器具材料都需做到100%保障到位、培训到位、控制到位、检查到位,否则极易出现安全和质量事故,产生严重后果。

参考文献:

- [1] 邱文权,彭金灶,陈惠明,等. 矿山投料井施工难点与对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(4):31-33.
- [2] 翁家杰. 井巷特殊施工[M]. 北京:煤炭工业出版社,2000.
- [3] 杨建中,方庆生,李海峰,等. 煤矿垂直投料井施工技术研究[J]. 煤,2014,(6):84-84.
- [4] 王世光,周声振,刘济生,等. 钻探工程[M]. 北京:地质出版社,1987.
- [5] 巨峰,张吉雄,安百富. 充填采煤固体物料垂直投料井施工工艺研究[J]. 采矿与安全工程学报,2012,29(1):38-43.
- [6] 袁存发. 煤矿大口径投料孔施工[J]. 建井技术,2016,37(1):11-13,17.
- [7] 程斌,付彬,郭皆琪,等. 地表充填投料孔扩井施工技术[J]. 现代矿业,2013,29(7):79-82.
- [8] GB 50511—2010,煤矿井巷工程施工规范[S].