

# 金华山煤矿大口径瓦斯抽排孔施工技术

熊杰, 来甲, 高卫乾

(陕西韩城天久注浆勘探有限责任公司, 陕西韩城 715400)

**摘要:**为了减少煤矿瓦斯的危害以及对其综合利用, 国家鼓励并大力支持大口径瓦斯抽排孔项目的建设。陕西铜川金华山煤矿一口大口径瓦斯抽排孔, 孔径 850 mm, 终孔深度 401.6 m。从钻进方法、钻具级配、钻进技术参数、冲洗液、圆孔、溜孔、井底护管安装固结、充填循环泥浆、下管、固管、透孔放水等方面详细地介绍了大口径瓦斯抽排孔小径透巷后的特殊施工工艺和相关的技术措施。

**关键词:**大口径瓦斯抽排孔; 钻进; 金华山煤矿

**中图分类号:** P634.5    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1672 - 7428 (2015) 07 - 0027 - 03

**Construction Technology of Large Diameter Gas Discharging Hole in Jinhushan Coal Mine/XIONG Jie, LAI Jia, GAO Wei-qian** (Shaanxi Hancheng Tianjiu Grouting and Prospecting Co., Ltd., Hancheng Shaanxi 715400, China)

**Abstract:** In order to reduce the harm of coal mine gas and realize comprehensive utilization, the large diameter gas hole project is encouraged and supported in China. This paper shows a large diameter gas hole with diameter of 850mm and termination depth of 401.6m and in detail introduces the special construction technologies after small diameter hole drilling through the tunnel and related technical measures in drilling methods, drilling tool grading, drilling technical parameters, flushing fluid, borehole rolling and straightening, protection casing installation and consolidation at hole bottom, circulating mud filling, pipe lowering and fixing and hole construction for drainage.

**Key words:** large diameter gas discharging hole; drilling; Jinhushan coal mine

## 1 工程概况

大口径瓦斯抽排孔能高效地将煤矿井下瓦斯排到地面。2014 年, 我国在陕西省铜川市印台区红土镇金华山煤矿施工了一口设计深度 400 m, 孔径 850 mm, 孔中下入  $\varnothing 630 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$  井壁管固井的瓦斯抽排井。实际孔径为 850 mm, 终孔深度 401.6 m, 透进总回风巷道, 测斜计算总偏距为 9.34 m。

施工设备选用 TSJ - 2600/660 型钻机 1 台(配套 As27 - 90 型钻塔), TBW - 1200/7B 型泥浆泵 1 台, 电动机(185 kW) 1 台, JSN - 1 型泥浆净化机 1 台。

采用三牙轮钻头泥浆循环护壁钻进(透巷)和组焊牙轮钻头两路清水冷却扩孔钻进工艺。钻孔各项指标及护孔下管固井均达到了设计要求。总结分析施工过程得失, 对同类孔的设计施工具有重要的借鉴意义。

## 2 地质条件

金华山煤矿瓦斯抽排井地层结构相对简单, 主

要地层是第四系黄土(Q), 二叠系上统石千峰组( $P_{2-2}$ )、上石盒子组( $P_{2-1}$ )、下统下石盒子组( $P_{1-2}$ )、山西组( $P_{1-1}$ )的砂岩、砂质泥岩及泥岩互层, 上石炭统太原组( $C_{3t}$ )泥岩及煤, 中奥陶统马家沟组( $O_{1+2}$ )灰岩。黄土层段 0 ~ 10.6 m, 砂岩及砂质泥岩段 10.6 ~ 115.96 m, 泥岩段 115.96 ~ 120.46 m, 砂岩、砂质泥岩、泥岩和煤段 120.46 ~ 385 m, 灰岩段 385 ~ 401.6 m。

## 3 钻孔施工工艺

### 3.1 钻进方法

采用一钻三扩工艺。一开  $\varnothing 311 \text{ mm}$  牙轮钻头钻进至深度 401.6 m 透巷终孔, 孔内泥浆全部漏入巷道, 进行了电测井; 二开  $\varnothing 480 \text{ mm}$  组合牙轮钻头扩孔钻进至终孔深度; 三开  $\varnothing 650 \text{ mm}$  组合牙轮钻头扩孔钻进至终孔深度; 四开  $\varnothing 850 \text{ mm}$  组合牙轮钻头扩孔钻进至终孔深度。

### 3.2 钻具级配

一开导孔孔径 311 mm, 采用塔式组合钻具结

构:108 mm × 108 mm 四方立轴 + Ø127 mm 钻杆 + Ø177.8 mm 钻铤 + Ø203.2 mm 钻铤(带3个Ø311 mm扶正器) + Ø311 mm 三牙轮钻头。

二开~四开扩孔采用前导向塔式组合钻具结构:108 mm × 108 mm 四方立轴 + Ø127 mm 钻杆 + Ø177.8 mm 钻铤 + Ø203.4 mm 钻铤 + Ø480、650、850 mm 前导向组合牙轮扩孔钻头。

### 3.3 钻进技术参数

黄土层段钻进时,钻进参数控制如下:压力30~50 kN,转速48~69 r/min,泵量1200 L/min;

岩层地层钻进时,视岩层软硬变化情况,钻进参数控制如下:压力80~200 kN,转速69~100 r/min,泵量250~1200 L/min。

### 3.4 冲洗液

一开钻进中采用Na-CMC处理的优质细分散泥浆,以防止井壁坍塌及缩径。开孔泥浆性能指标为:固相含量4%~8%(体积之比),密度1.05~1.08 g/cm<sup>3</sup>,粘度17~19 s,失水量10 mL/30 min左右,含砂量<4%。随着孔深增加,由于地层自造浆作用,泥浆逐渐变稠,此时采用稀释剂调稀。进入第三系泥岩,固相含量4%~8%,密度1.08~1.1 g/cm<sup>3</sup>,粘度18~22 s,失水量15 mL/30 min。二开至四开扩孔均采用泥浆泵对钻具内外两路供适量(30~50 L/min)清水湿润冲洗岩层、钻头并冷却钻具的冲洗冷却工艺。

### 3.5 圆孔、溜孔

采用自制长9.45 m、Ø800 mm圆孔管圆孔至井底。采用Ø630 mm无缝钢管4根焊接总长度为42 m溜孔管溜孔至井底。

### 3.6 下管、固井施工

设计该井孔内下入Ø630 mm × 12 mm无缝钢管402.1 m,质量约77.1 t。瓦斯抽放管与钻孔的环形间隙需要注入0.5:1水泥浆固井。由于瓦斯孔与井下总回风巷道贯通,孔内岩层风化易造成散落,无泥浆护壁状态下易出现掉块卡管、掉渣埋管而致增加提升阻力等不利于下管作业的安全隐患,再加上井壁管总质量较大,接近于钻塔最大承载力(900 kN),存在下管过程钻塔瞬时超载的风险,且每根钢管提吊部位及焊缝所承受的拉力太大,必须在孔内充满泥浆保护孔壁和提供浮力抵消管重降低其拉力。因此采取下管前井底安装护管并固管密封,然后孔内充满泥浆,进行循环护壁清渣和提供下管浮

力的预处理工艺技术措施。下管采用开孔穿销提吊下管法和采用井底放浆,井壁管外充填灌浆固井工艺。

## 3.7 井底护管结构及安装

### 3.7.1 护管结构(见图1)

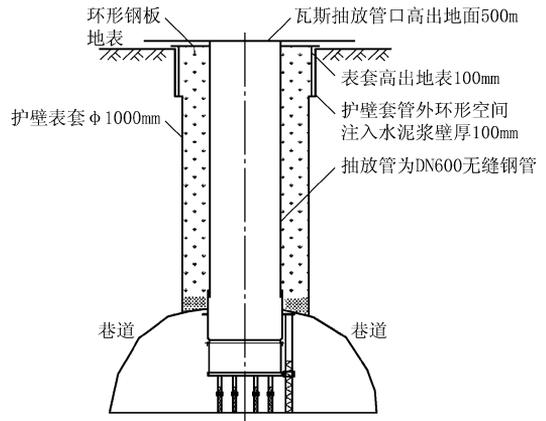


图1 钻孔及井底护管结构

Ø720 mm × 10 mm(2.8 m)螺旋焊管上头扩大成“喇叭”口到Ø820 mm,锥体长度600 mm,靠下部0.2~0.7 m(0.5 m)段用Ø720 mm × 10 mm外贴包焊全径,其上部位设置4根扶正(外径820 mm)肋条,下头缩小与Ø630 mm × 12 mm短节(150 mm)井壁管焊接牢靠。靠下缩焊部位以上焊接带法兰的3 in短管1节(接3 in高压阀门),其以上部位(距上“喇叭”口顶2.4 m处)焊接1500 mm × 1200 mm × Ø742 mm × 20 mm钢圈顶板1块(在焊3 in短管前将其套进Ø740 mm × 20 mm段)。穿过钢圈顶板焊接设置4根固管用注浆管(6分焊管)和2根固井后应急注浆管(6分无缝管,焊接6分逆止阀)。Ø630 mm × 12 mm短节(150 mm)上头与Ø740 mm × 20 mm下缩头插焊接,下头与Ø630 mm高压法兰盘1片焊接。Ø630 mm × 12 mm短节(300 mm)上贴焊防变形肋筋(直筋)4道,其上设固定及提拉管用孔眼4个(Ø30 mm)。Ø630 mm × 12 mm × 2200 mm沉淀管上头焊接Ø630 mm高压法兰盘1片,下头用Ø730 × 30 mm钢板一块焊堵,板下焊接防变形肋筋(直筋或弧片)4道、管身靠上部焊接带法兰的2 in短管1节。

### 3.7.2 护管安装

在圆孔和溜孔结束后进行孔底防护、底板处理和护管安装固定。

(1)孔底防护:在井底回风巷道中安装护管前,

孔底口位置搭设一个防护用井字架、上人梯及提管用两道横梁,立管顶到巷道顶板,在钻孔底口位置设置一个自制的护板,防止在护管安装进孔内前掉块伤人。

(2)底板处理:在孔底正对巷道底板开凿 $1.5\text{ m}\times 1.5\text{ m}\times 0.5\text{ m}$ 底板窝,浇筑C20混凝土,其表面设置一块特制的 $1.2\text{ m}\times 1.2\text{ m}\times 0.2\text{ m}$ 钢垫板。

(3)护管安装:将护管在井字架中竖起( $\text{Ø}630\text{ mm}\times 12\text{ mm}$ 短节 $300\text{ mm}$ 带高压法兰盘端在下, $\text{Ø}820\text{ mm}$ “喇叭”口端朝上),在 $1500\text{ mm}\times 1200\text{ mm}\times \text{Ø}742\text{ mm}\times 10\text{ mm}$ 钢圈上部套两道“喇叭”状止浆胶板和2根注浆管(注浆管上口用胶带封口),并缠适量麻丝以确保注浆时不漏浆(止浆带长 $200\text{ mm}$ )。在 $\text{Ø}820\text{ mm}$ “喇叭”口端套两道朝下“喇叭”口状止浆胶圈并缠适量麻丝以确保注浆时不漏浆(止浆带长 $200\text{ mm}$ ),然后用两个导链(各 $1\sim 3\text{ t}$ )拉到护管上设置的提拉管用孔眼上,将护管拉到孔底口时,将孔底口护板撤去,继续提拉倒链极限位置,换用4根顶杠将护管顶到预定高度(进入孔内 $2.4\text{ m}$ ,并居中,钢圈顶紧顶板),用钢丝绳进行固定后进行注浆固管(一次),到管内出浆后安装下部沉淀管( $2.2\text{ m}$ ),将沉淀管底用4根顶杠支垫牢靠,并与底垫板绑扎固定好后,管内灌水到 $\text{Ø}820\text{ mm}$ “喇叭”口以上位置,检查低压密封情况合格后进行二次压力注浆固管并憋压候凝。接上 $3\text{ in}$ 高压阀门和引水管路将所放水引入巷道排水渠,出水口处加接一个备用阀门( $2.5\text{ MPa}$ )。护管安装及固结完成后,用4根钢丝绳将护管和预先在顶板施工的4根锚杆永久护拉。

### 3.8 循环泥浆、下管

将孔内充满优质泥浆后进行循环是利用泥浆循环在孔壁形成薄薄的一层泥皮以保护孔壁完整性,防止掉块掉渣,同时冲捞井底沉渣,确保安全下管。孔内泥浆用量约 $430\text{ m}^3$ 。井壁管使用 $\text{Ø}630\text{ mm}\times 12\text{ mm}$ 无缝钢管,其最下一根靠上部管内预设置开槽贴片式C20混凝土浮力塞 $2\text{ m}$ 。下管使用开孔穿销提吊下管法,采用手工电弧焊焊接。共安装了 $\text{Ø}630\text{ mm}$ 无缝钢管 $402.1\text{ m}$ (地面以上 $0.5\text{ m}$ ,孔内安装 $401.6\text{ m}$ )。焊接工艺方法是:焊口对接完成采用打底焊一圈,填充焊满平后,进行贴片焊接,每个接口贴片7块,贴片之间焊口进行盖面焊,盖面焊出圆弧凸舌。管内利用注水克服浮力和压强,总注水

量控制在 $64\text{ m}^3$ ,钻塔最大承载力 $120\text{ kN}$ ,管内外最大水位差 $170\text{ m}$ 。下管到位后割掉最后一根提吊管材。

### 3.9 固井、透孔放水

采用孔底放浆,井壁管外灌浆固井工艺。水泥型号为PO42.5 MPa,水灰比 $0.5:1$ ,灌浆量 $210\text{ m}^3$ ,消耗水泥 $260\text{ t}$ 。孔口二次回灌消耗水泥 $3.5\text{ t}$ ,灌浆量 $3\text{ m}^3$ 。

候凝 $3\text{ d}$ 后透开管底浮力塞并透孔到底,在井底阀门处放空管内水,将井底沉淀管拆卸并检查管内插接良好并固管正常。井口用 $\text{Ø}700\text{ mm}\times 10\text{ mm}$ 钢板密封完好。

## 4 施工中出现的問題与对策

### 4.1 护管安装,井底漏失

在井底护管安装固结完毕,孔内加泥浆后期发现井底巷道顶部,靠近孔底护管附近有水滴状渗漏清水,一边墙体裂隙呈线状流出清水,采用添加高粘堵漏剂的凝胶泥浆进行堵漏,经过 $12\text{ h}$ 的渗透,第二天井观察消除了顶板和巷帮渗漏水问题。

### 4.2 地层漏失

孔里灌泥浆至 $36\sim 46\text{ m}$ 段时发现漏失严重:多次灌泥浆虽能抬升水位,但停灌后水位下降很快,监测漏失量为 $1\text{ m}^3/\text{h}$ 。首先采用水冲锯末进行堵漏,目的是通过加水使锯末冲进大裂隙,充填、封堵大空隙,从而降低后续堵漏浆液的大量漏失,接着用泥浆冲入添加一袋水泥的 $0.5\text{ m}^3$ 的铁箱中,进行充分搅拌均匀后,加入适量预拌制好的高粘堵漏剂,搅拌均匀混合堵漏液,人工灌入井内,分4次共交替灌入 $6\text{ m}^3$ 堵漏浆液和 $15\text{ m}^3$ 泥浆,测水位为 $13.7\text{ m}$ ,待停 $1\text{ h}$ 后检测水位无变化,透孔循环证实堵漏成功。

## 5 经验体会

(1)大口径瓦斯钻孔采用一钻三扩钻进方法,解决了钻具压力严重不足和冲洗液上返流速太低的难题,降低了钻孔施工难度,提高了工效。

(2)钻孔小径透巷后直接采用小水量冲洗冷却钻具扩孔工艺,即满足了常规钻进工艺冲洗冷却钻具的技术要求,也能直接将钻进产生的岩粉冲落入井底进行集中清理运走,避免了二次重复破碎,大幅度提高了钻进工效、降低了钻孔成本,同时也可达到安全钻进的目的。(下转第33页)

(8) 垮塌严重井段,应提高钻井液粘度和切力,提高钻井液护壁与携砂能力。

(9) 钻进过程中应注意井口返出情况,起下钻应及时灌浆并密切注意钻井液液面变化,避免漏失或灌浆不及时造成井壁失稳,使井下始终保持一定的液柱压力。

(10) 完井液性能满足工程要求,保证安全快速钻进,缩短油气层浸泡时间。具体实施方案依实钻区块储层特性、所用钻井液体系等确定。

### 3.3 现场应用情况

表7为DPH-17井水平段实钻钻井液性能。从表上可以看出,通过精细控制水平段各项钻井液性能,实现了低密度、低失水、低切力、适当动塑比钻进。DPH-17井水平段长1195.9 m,水平段钻井周期7天,全井钻井周期35.21天,平均机械钻速达到了14.08 m/h,水平段连续钻遇210 m泥岩未发生遇阻现象,表明钾铵基聚合物钻井液能有效抑制泥岩水化,实现水平井安全快速成井。

表7 DPH-17井水平段实钻钻井液性能

井深/ m	$\rho/(g \cdot cm^{-3})$	漏斗粘 度/s	pH 值	PV/ (mPa·s)	YP/ Pa	静切力/Pa 10 s	10 min	滤失量/(mL· (30 min) <sup>-1</sup> )
2777.00	1.02	32	10	6	2.0	1	2	5.0
3059.00	1.05	32	10	6	1.0	1	2	5.0
3247.00	1.05	32	9	11	1.5	1	2	5.0
3387.94	1.05	34	9	11	2.0	1	2	4.8
3536.00	1.06	34	9	11	2.0	1	2	5.0
3752.00	1.07	35	9	15	3.5	2	4	5.0
3845.00	1.07	36	9	15	3.5	2	4	4.8

(上接第29页)

(3) 下管前成功实施了井底护管安装固定,为孔内充满循环用泥浆提供了决定性条件,达到了维护孔壁及对井壁管产生浮力,减少钻塔承载力,从而降低井壁管自重对井壁管提吊部位、焊缝张拉及钻塔的危害,起到了多重效应。

## 6 结语

通过本次瓦斯孔施工,总结出了一套有关大口径瓦斯抽排井工程小径透巷后的安全高效系统的施工技术工艺路线,为今后同类工程钻孔施工提供了可借鉴的方法和经验。

## 4 结论

(1) 石盒子组泥岩段失稳的主要原因是钻井液侵入该层,钻井液抑制性不足,而产生的水化、膨胀、分散、运移。

(2) 改进后的钻井液配方为:4% 怀安土 + 0.4% KPAM + 0.4% KPAN + 1% NH<sub>4</sub> - PAN + 2% SPNH + 0.3% KPAN,该体系性能良好稳定,抑制性高。线性膨胀率低、滚动回收率高,能极大地减小膨胀压,减小井壁失稳风险。

(3) 通过在DPH-17井的应用,表明钾铵基聚合物钻井液体系具有良好的抑制性,可以有效保证水平井快速穿越泥岩地层。

## 参考文献:

- [1] 刘向君,罗平亚.水敏性泥页岩地层与钻井液接触时水化能力的实验研究[J].西南石油学院学报,1996,(3).
- [2] 徐同台.井壁稳定技术研究现状及发展方向[J].钻井液与完井液,1997,13(4).
- [3] 陈丽萍,等.中江地区井壁失稳机理及对策研究[J].天然气工业,2005,25(12).
- [4] 邓虎,孟英峰.泥页岩稳定性的化学与力学耦合研究[J].石油钻探技术,2003,31(1).
- [5] 王旭宏.钾铵基聚磺钻井液体系在大牛地气田水平井中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8):31-33,36.
- [6] 秦献民,赵润琦,路艳.中原老区井壁稳定技术应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39,(2):28-30,34.
- [7] 王旭宏.钾铵基聚磺钻井液体系在大牛地气田水平井中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8):31-33,36.

## 参考文献:

- [1] 中国煤田地质总局.煤田钻探工程(第三分册)[M].北京:煤炭工业出版社,1994.
- [2] 袁志坚.提吊加浮力塞下管法在大口径瓦斯抽排孔的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(1):27-29.
- [3] 萧亚民.探矿工程专业标准体系的建立与展望[J].探矿工程,1999,(S1).
- [4] 张祖培,殷琨,蒋荣庆,等.岩土钻掘工程新技术[M].北京:地质出版社,2003.
- [5] 郭绍什,等.钻探手册[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [6] 屠厚泽.钻探工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1988.
- [7] 李天太.使用钻井水力学理论与应用[M].北京:石油工业出版社,2002.
- [8] 胡辰光.钻探工程技术及标准规范实务全书[M].安徽合肥:安徽文化音像出版社,2003.