

大口径注氮孔施工工艺

吕利强

(中国煤炭地质总局第三水文地质队,河北邯郸 056001)

摘要:瓦斯是煤炭安全生产的重大隐患之一,向煤层气中压注阻燃性强的氮气或液态氮来压挤瓦斯,再从钻孔抽采,能有效降低煤层中的瓦斯含量,提高煤炭生产的安全性。而注氮孔是连接地面和巷道并向煤层中压注氮气的通道,要求口径大,垂直度高,保护巷道不被破坏等等,这些都是钻探施工的难点。结合成功范例,论述了大口径注氮孔的施工工艺。

关键词:大口径注氮孔;瓦斯抽采;钻孔

中图分类号:P634;TD713 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)06-0036-03

Construction Technology of Large Diameter Nitrogen Injection Hole/LV Li-qiang (Third Hydro-geological Team, China National Administration of Coal Geology, Handan Hebei 056001, China)

Abstract: Gas content can be effectively decreased by pressure injecting nitrogen with high fire retardancy nitrogen or liquid nitrogen to extruding and exhausting gas, and improve coal production security. As passage between the surface and the tunnel, nitrogen injection hole should be with large diameter, good verticality and channel protection property. The paper discussed the construction technology of large diameter nitrogen injecting hole with successful case.

Key words: large diameter nitrogen injecting hole; gas exhausting; borehole

1 大口径注氮孔的目的

安全是煤炭生产的永恒主题,而瓦斯又是煤矿安全的最大威胁。过去,煤矿都是在开采时靠通风来排放、稀释井下空气中的瓦斯。而近期,煤矿先抽后采:开采前,先在地面布置、施工钻孔(煤层气井),抽排瓦斯。为了增强抽排效果,在煤田的一定位置,施工大口径注氮孔,往煤层中高压输注氮气或液态氮,用氮气来充斥煤体裂隙等空间,迫使瓦斯顺裂隙向气压(密度)小的方向移动,最后从煤层气孔用抽采机抽出地面,经过加工成为清洁、环保的新型能源服务社会。氮气的注入(与单纯用抽采机抽采相比)很大程度上提高了瓦斯的抽排效率和效果,降低了煤层中的瓦斯和其他易燃易爆有毒有害物质的含量,既变害为宝,又极大地提高了煤炭生产的安全性。

2 确定孔位和选择设备

2.1 孔位的布置及钻孔特点

我们施工的巷道注氮孔拟从地面钻进到风井联络巷顶板下 2 m,钻孔与巷道侧帮的水平距离控制在 5 m 左右,以减少另外增设通风设施的费用(煤矿巷道的有效通风半径为 5 m,距离通风巷道超过 5

m 即为盲巷,瓦斯等有毒有害物质不能被驱散至安全浓度以下,严禁人员进入作业),注氮孔的布置如图 1 所示。如果钻孔距离通风联络巷过近,钻探施工产生的震动等作业容易震裂或压垮巷道,引起泥浆漏失造成施工困难甚至卡钻事故。这样布置钻孔,在不须另外增加通风设施的前提下,既保证了注氮钻孔在通风的安全区域,又最大限度地保护巷道免受或少受施工影响。根据相关文献,并实测井下通风联络巷内的情况,综合分析各种数据算出靶点,然后用全站仪把靶点垂直反映到地面,确定孔位。由于煤系地层较松散,施工前要事先对钻孔左右 10 m 范围内的巷道顶部和侧部全部进行水泥喷浆、架蓬与支护,甚至进行锚杆加固。

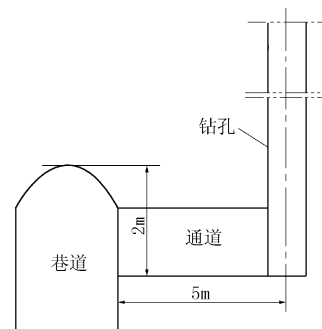


图 1 钻孔布置示意图

收稿日期:2010-01-19

作者简介:吕利强(1976-),男(汉族),河北武安人,中国煤炭地质总局第三水文地质队项目经理、工程师,钻探工程专业,从事水文、煤炭、石油、地热和煤层气等的钻探生产及其管理工作,河北省邯郸市邯山区北张庄,lvliqiang2000@163.com。

本注氮孔设计孔深470 m,下入 $\varnothing 530$ mm套管,全孔用优质水泥封固。孔内要安装管线、设备等,要求口径大;为使钻孔准确命中靶点,保证数百米大直径工作套管能够顺利下入,对钻孔垂直度的要求也极高,要求偏斜率控制在5‰之内。成孔工序是否合理是钻孔施工能否成功的关键。如果一径成孔,不仅需要超大回转扭矩的钻机和高强度的钻具,而且钻孔偏斜率很难控制,不能命中靶点,甚至成为废孔。根据测算,采用G或S钢级 $\varnothing 127$ mm石油钻杆,分级扩孔成孔,钻具强度基本能够达到要求。即采用先施工小径导向孔,然后分级扩孔的成孔工序,采取轻压吊打防斜措施,单点甚至随钻测斜,螺杆钻具定向纠斜,确保钻孔偏斜率控制在要求之内。

2.2 设备的选择

综合工程要求,我们优化了设备配套如下:

TSJ-2000E型钻机1套;TBW1200/7B型泥浆泵1套;Y315S-4(110 KW)型电机(配钻机)、Y2-335M-6(185 KW)型电机(配泥浆泵)各1套;JJ50/24A人字型钻塔1部;赛维有线随钻侧斜仪1套; $\varnothing 203$ mm钻铤65 m, $\varnothing 178$ mm钻铤40 m, $\varnothing 159$ mm钻铤40 m; $\varnothing 127$ mm钻杆500 m。

3 钻探施工

先用 $\varnothing 311$ mm牙轮钻头钻导向孔探路找靶,然后用 $\varnothing 450$ mm和 $\varnothing 650$ mm钻头两次扩孔成孔,下入 $\varnothing 530$ mm \times 10 mm工作套管,全孔用水泥进行封闭。

3.1 表层开挖

该区地表松散层很薄,人工开挖1.70 m到基岩,下置了 $\varnothing 800$ mm表层套管2 m。下管时套管中心线必须与设计孔中心线重合,护筒下口做成喇叭状,底脚和周围用优质水泥封固,严防碎石等杂物跌落孔内,为下部施工创造条件。

3.2 保直防斜

实践证明,孔斜的变化很大程度上取决于小径导向孔,而与后期扩孔钻进关系不大,扩孔钻进轨迹与导向孔轨迹基本重合。采用满眼钻具吊打防斜,钻具组合为: $\varnothing 311$ mm镶齿牙轮钻头+ $\varnothing 310$ mm扶正器+ $\varnothing 203$ mm钻铤1根+ $\varnothing 310$ mm扶正器+ $\varnothing 203$ mm钻铤2根+ $\varnothing 310$ mm扶正器+ $\varnothing 203$ mm钻铤1根+ $\varnothing 178$ mm钻铤4根+ $\varnothing 159$ mm钻铤4根+ $\varnothing 127$ mm钻杆。钻压为130~150 kN,转速为50~70 r/min,泵量为800~1050 L/min。3个扶正器和 $\varnothing 203$ mm钻铤刚性较强,在直孔内防斜效果好。钻进中必须调好泥浆,确保安全,否则发生事故

很难处理。

一旦偏斜,满眼钻具只能顺着老眼跑,很难纠直。因此,每钻进30 m需测斜一次,若顶角变化超过设计,就及时更换为钟摆钻具纠斜,钻具组合为: $\varnothing 311$ mm镶齿牙轮钻头+ $\varnothing 203$ mm钻铤3根+ $\varnothing 310$ mm扶正器+ $\varnothing 203$ mm钻铤1根+ $\varnothing 178$ mm钻铤4根+ $\varnothing 159$ mm钻铤4根+ $\varnothing 127$ mm钻杆。钻压为80~100 kN,转速为50~70 r/min,泵量为800~1050 L/min。此钻具组合,扶正器(切点)以下的钻具未被孔壁支撑,其自重给钻头一个垂直向下的力(在斜孔中产生一横向分力)把钻头推向孔壁,实现减斜钻进。

若孔斜和方位变化较大,钟摆钻具难以把钻孔纠正到设计轴线上时则须换用螺杆钻具定向钻进来纠斜。钻具组合为: $\varnothing 311$ mm镶齿牙轮钻头+ $\varnothing 220$ mm直螺杆+0.5°弯接头+ $\varnothing 203$ mm无磁钻铤1根+ $\varnothing 178$ mm钻铤4根+ $\varnothing 127$ mm钻杆。钻压为40~60 kN,转速为600 r/min(螺杆),泵量为500~800 L/min。弯接头要选用0.5°以下的,以防降斜过快,孔身出现“狗腿弯”而难以下管;无磁钻铤要9 m以上才能保证测斜仪不受地磁等干扰而准确测量孔身数据;钻铤不易过长,因为过长的钻铤重力太大,易形成较大的钟摆力与降斜力抵消。螺杆钻进辅以有线随钻测量系统,可以随时监测孔身轨迹,及时调整钻进参数,确保纠斜顺利。

3.3 两级扩孔

$\varnothing 311$ mm钻孔作为导向孔钻到目的位后换用 $\varnothing 450$ mm组合钻头进行扩孔($\varnothing 450$ mm组合钻头,如图2)。钻具组合为: $\varnothing 450$ mm组合牙轮钻头+ $\varnothing 203$ mm钻铤5根+ $\varnothing 178$ mm钻铤4根+ $\varnothing 159$ mm钻铤4根+ $\varnothing 127$ mm钻杆。钻压为160~180 kN,转速为45~60 r/min,泵量为1100~1200 L/min。

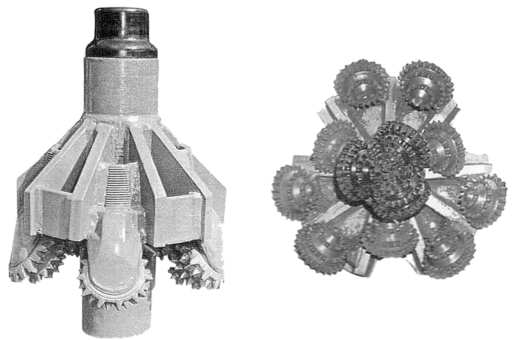


图2 $\varnothing 450$ mm组合牙轮钻头

成品钻头昂贵,为节约成本,我们自制组合钻头: $\varnothing 311$ mm牙轮做为导向轮连接在中心轴下部,

主体盘要用35 mm以厚钢板,行星轮由 $\varnothing 311$ mm三牙轮钻头分体而成,用5个轮均匀分布且与主体盘垂直;导向轮与行星轮的距离要保持在500 mm左右,太短起不到导向作用,太长则别劲太大;各部位焊接要用J506焊条,并辅以补贴块等加强焊,确保焊接牢靠;扩孔时,转速不可过快,泵量要大,操作要稳,谨防掉轮等事故的发生。

为防止震裂巷道泥浆漏失卡钻,首次扩孔到小径钻孔上5~10 m时,换用 $\varnothing 650$ mm的组合牙轮钻头(图3), $\varnothing 450$ mm组合牙轮钻头作导向,进行二级扩孔。钻具组合为: $\varnothing 650$ mm组合牙轮钻头+ $\varnothing 203$ mm钻铤7根+ $\varnothing 178$ mm钻铤4根+ $\varnothing 159$ mm钻铤4根+ $\varnothing 127$ mm钻杆。钻压为180~200 kN,转速为45~60 r/min,泵量为1100~1200 L/min。每级扩孔20~30 m要用小钻头进行一次下部排粉工作,以防止小孔眼堵塞造成岩屑重复研磨,钻孔偏斜。

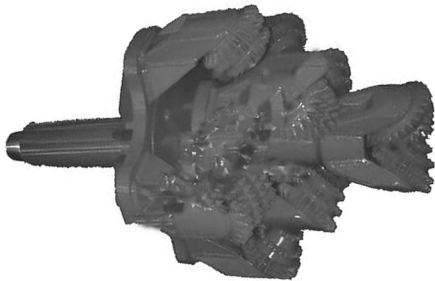


图3 $\varnothing 650$ mm组合牙轮钻头

4 下管

套管采用 $\varnothing 530$ mm \times 10 mm无缝地质专用钢管。下管前先用25 m长的扩孔管划眼至少2遍,然后彻底调换泥浆,确保孔壁圆滑稳定,并用30 m长的 $\varnothing 530$ mm带箍套管试下。

4.1 防腐除锈

为确保焊接和固井质量,延长管材寿命和注氮孔的服务年限,在套管下孔前对其外表先进行除锈,然后进行防腐处理,涂刷环氧富锌底漆1~2遍,漆膜厚度 ≤ 200 μm ,附着力用划格法测试大于85%。

4.2 割孔穿杠钢丝绳提吊

套管质量超过了70 t,远超设备提升能力,采取了如下措施:每根套管在距上口0.5 m处对称切割2个 $\varnothing 120$ mm的圆孔,穿 $\varnothing 114$ mm钻杆短节用双股1 in($\varnothing 25.4$ mm)钢丝绳提吊,同时,在套管下部安装止水器,除注浆封孔用外,还可以产生巨大的浮力上托套管。为防止管外液柱压力把套管挤扁挤坏,在设备提升能力许可的情况下,应往管内注入适量清水或泥浆,以减小套管内外的压力差。

4.3 接箍加强焊接

为了增加焊接强度,套管两端加工 45° 外坡角;接箍选用 $\varnothing 560$ mm \times 14 mm无缝钢管,每个接箍长200 mm,在接箍圆周上均匀对开4个10 cm \times 5 cm的长方形焊窗,加大焊接强度。下管前先在每根套管的上端焊一个接箍,坐到井口后,把另一根套管插入接箍内,对正,再焊。每条焊缝都要跑2遍,并敲打,清理焊渣,由专人检测确认匀、严、实,无夹渣、无砂眼、无气孔后再提吊、抽杠、补焊杠眼,杠眼补焊同样要求匀、严、实。

5 固井及成井

套管下完后,用钻杆在套管内对接止水器,循环替浆后由专业固井队固井作业,使用R425优质水泥,浆液密度为1.85 kg/L,水泥浆从管外返至地表,固井结束。

固井结束后凝固72 h,采用注水观测法,管内水位升降变化稳定在0.02 m,达到规范和设计要求,固井质量良好。然后钻开止水器,用深井泵或提桶把套管内的浆液清除干净。矿方从通风巷道内相应位置人工开挖与套管对接,即可安装设备启用。

6 设备和技术改进

由于注氮孔的直径很大,如果能配置井架底座,增大井口空间,设计移动轨道和钻头盒,或者把转盘和变速箱底座加工成螺栓连接将更方便操作;施工中钻机变速箱内的伞形齿轮、转盘连接齿轮经常出现齿折齿断现象,若换用具有更大回转能力的钻机,将大大缩短修理时间;另外,组合钻头的结构和焊接工艺有待改进;套管底部200 m以内每15 m应安装一组弹性扶正器,以确保套管居中环空水泥环均匀,提高固井质量;若采用 $\varnothing 216$ mm的小径作导向孔,分多级扩孔且每级扩孔量保持在60 mm以内,能进一步提高工程质量。

参考文献:

- [1] 王毅,李乔乔,贾明群.螺旋钻进技术在杉木树煤矿强突出煤层中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(10).
- [2] 杜晓瑞,王桂文,王德良,等.钻井工具手册[M].北京:石油出版社,2000.
- [3] 王玉春,季学庭,王永全.水文水井钻探[M].北京:新华出版社,2005.
- [4] 孙友宏,张祖培,刘宝昌.水井钻井和成井新技术[M].北京:地质出版社,2004.
- [5] 张祖培,殷琨,蒋荣庆,等.岩土钻掘工程新技术[M].北京:煤炭工业出版社,2003.