

煤矿大直径风井反井钻井法施工技术

汪 船

(煤炭科学研究总院 建井研究分院, 北京 100013)

摘要: 为了实现王台铺煤矿 1^号辅助回风立井的安全、快捷、经济施工, 根据该立井的地质结构特点, 采用反井钻井法施工技术, 研究了反井钻井法的施工方法、施工工艺。实践表明, 利用新型反井钻机施工煤矿大直径风井的成功经验值得借鉴。

关键词: 大直径风井; 反井钻井法; 施工技术

中图分类号: TD265 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959(2010)10-0025-03

Construction technology of raise boring method for mine large diameter ventilation shaft

WANG Chuan

(Research Branch of Mine Construction, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China)

Abstract: In order to the safe, fast and economical construction of Wangtaipu Mine 1[#] auxiliary return air shaft according to the geological structure characteristics of this shaft, the paper used the construction technology of raise-boring, stated the construction method and process of raise-boring. The practice shows the successful experience by the new raise-boring construction technology of the large diameter air shaft in coal mine is for reference.

Keywords: large diameter air shaft; raise boring machine; construction technology

目前, 煤矿风井的施工方法主要有冻结法、钻井法、普通凿井法, 但随着反井钻机的发展, 反井钻井法开始应用。采用反井钻井法施工煤矿风井有两个前提条件: 一是

煤田上部覆盖表土层厚度不超过 50m 为宜; 二是下部井口有水平巷道排矸。山西晋城王台铺煤矿 1^号辅助回风立井首次采用 BMC600 型反井钻机施工, 与其他方法相比, 反井

测试数据表明, 泵房两帮在测试期间最大总变形量为 26mm, 顶底板移近量最大为 190mm。由测试结果看, 泵房硐室的表面收敛变形量均较小, 支护效果显著。

表 1 观测数据表

变形量	测面	时间 /d						合计
		15	30	45	60	75	90	
顶、底板移近量 /mm	A	42	31	30	28	20	13	164
	B	47	41	38	28	22	14	190
	C	43	34	28	26	16	11	158
两帮变形量 /mm	A	8	5	6	4	2	1	26
	B	9	6	4	4	1	1	25
	C	6	5	5	3	2	2	23

6.2 加固效果

实施锚注联合加固后巷道围岩的顶板下沉及两帮移近速度、底鼓速度都能较大程度地降低, 硐室变形总量能够得到明显控制。该项技术对于控制软岩硐室的变形具有显著效果。

7 结 语

将注浆锚杆、强力锚杆及柔性锚索组合成群体支护体系, 利用注浆锚杆注浆加固松散、破碎的围岩, 将其胶结成为一个整体, 提高了围岩岩体强度和围岩的自承载能力, 且能形成扩大的组合拱, 降低了应力集中度, 同时提高了支护结构的承载能力和稳定性, 减少了底鼓。因此, 这是一种非常可靠、有效、经济合理的支护技术。

参考文献:

- [1] 何满潮, 景海河, 孙晓明. 软岩工程力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [2] 王中江, 刘旺升. 软岩巷道硐室锚注联合加固试验研究 [J]. 中国煤炭, 2005, 31: 57.
- [3] 钱鸣高, 石平五. 矿山压力与岩层控制 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [4] 宋振琪. 实用矿山压力控制 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1988. (责任编辑 郭继圣)

收稿日期: 2010-06-09

作者简介: 汪 船 (1976-), 男, 安徽桐城人, 工程师, 现从事钻井法凿井科研及反井钻井施工技术。

钻井法更快捷、安全、经济。

1 工程概况

山西省晋城市煤业集团王台铺煤矿 1^号辅助回风立井设计深度为 165.3m 净径 4.7m 该井自然地面标高 820.10m 至标高 805.30m 为表土层和基岩风化带井段, 采用钢筋混凝土支护井壁, 壁厚为 500mm 混凝土强度等级 C30 坚硬基岩井段 150.5m 采用锚杆挂网喷浆支护, 壁厚 150mm 混凝土强度等级 C20

安全出口通道内径: 宽×高=1.5m×2m 壁墙、顶板和底板厚度均为 250mm 全部采用钢筋混凝土构筑, 混凝土强度等级 C30 风硐内径: 宽×高=3.5m×3.5m 壁墙、顶板、底板厚度均为 300mm 全部采用钢筋混凝土构筑, 混凝土强度等级 C30 其中底板采用 C10 混凝土作为垫层, 厚度为 100mm 梯子间 42 层, 层间距 4m 采用钢芯加强的玻璃钢复合材料制品, 其重量轻、耐老化、耐腐蚀、强度高、安装方便。

1^号辅助回风立井地层自上而下为黄色粘土、风化基岩和完整基岩, 风井施工穿过 3^号煤层(厚 6.31m)和 9^号煤层

(厚 1.46m) 整个地质结构较为稳定, 以砂岩、泥岩、石灰岩为主。

2 施工方法

2.1 施工方法选择

根据现场工程条件, 1^号辅助回风立井可采用普通凿井法和反井钻井法施工。除了工期及工程费用方面, 反井钻井法在施工安全方面更占有优势。首先, 不需要在井筒内放炮掘进; 其次, 井筒涌水量大小不影响反井施工, 但影响普通凿井法的施工安全和进度。比较之下, 最后选择反井钻井法施工。

根据 1^号辅助回风立井井筒设计特征, 选择 BMC600 型反井钻机施工。

2.2 BMC600 型反井钻机简介

BMC600 型反井钻机扩孔直径 5.0m 深度 600m 是目前国内最大型号的反井钻机。该钻机应用先进的电液自动控制系统、数字化参数系统、事故预防系统, 其主要技术参数见表 1。

表 1 BMC600 型反井钻机主要技术参数

导孔直径 /mm	扩孔直径 /m	钻井深度 /m	导孔推力 /kN	扩孔拉力 /kN	最大扭矩 / (kN·m)	钻机功率 /kW
350~380	3.5~5.0	600	1300	6000	450	284.7

3 施工工艺

3.1 表土开挖

根据反井钻机施工工艺特点, 结合 1^号辅助回风立井地质条件、设计特征, 对井筒表土段及风化基岩段, 自上而下采用人工开挖, 边掘边砌施工方案。另外, 结合整体施工方案, 考虑反井钻机一次性扩孔成井对已浇筑成型井壁的影响, 原设计井颈段净径由 5.0m 增加至 5.2m 开挖尺寸为 6.2m 为加大工程安全系数, 在井颈段底设钢筋混凝土壁座, 增加井筒混凝土与围岩摩擦力。根据实际地质条件, 井颈段钢筋混凝土支护由原来的 19m 延深至 21.4m

开挖直径达到 6.2m 后, 进行钢筋混凝土衬砌, 衬砌壁厚 500mm 混凝土设计强度等级 C30 双排钢筋布置。在完成对井颈段开挖及衬砌后, 用 C10 素混凝土回填, 为下一步反井钻机施工做准备。

3.2 反井钻机施工

3.2.1 施工准备

1) 场地。反井钻机施工场地要求有足够的面积布置钻机基础、循环池、安装钻机、泵站、操作台、电液控制系统、泥浆泵以及堆放钻杆等。反井钻机扩孔时, 钻机本身对地层产生巨大的推力, 钻机必须具备牢固的基础, 以防

钻机移位。

2) 供电。BMC600 型反井钻机施工用电设备有泥浆泵、主液压泵、循环泵、冷却泵、照明等。这些设备所需要的总负荷和电压等级必须满足要求。施工总功率约为 421.5kW, 其中主泵站功率为 264kW, 电液控制中心功率为 22.5kW, 泥浆泵功率为 125kW, 冷却和照明约为 10kW。电压等级为 380V 电源频率 50Hz

3) 供水。导孔钻进时循环补充水量约 10m³/h 用于循环排渣和冷却反井钻机液压系统; 扩孔钻进时需水量约 5m³/h 用于冷却液压系统和扩孔钻头。

4) 通风。BMC600 型反井钻机导孔钻进期间, 所有人员、设备都在地面, 无需通风设备。扩孔期间出渣时, 需要派人在井下观察, 并及时向调度室和井上反井钻机操作人员通报, 此时井下要有足够的风量清除钻头破碎岩石过程所形成的粉尘和有害气体, 保证井下人员安全。

5) 通信。反井钻机导孔钻进至距透孔点 5m 时, 在钻机操作台和井下透孔点附近相关位置建立通信系统。

6) 照明。在钻机操作台、主机和钻杆附近、泥浆泵附近、主液压泵和电控柜帐篷内共安装 6 支 1kW 的照明灯。

3.2.2 导孔钻进

钻机安装调试完成后, 进行导孔施工。导孔直径选择

Φ 324mm

导孔钻进是反井钻井法施工的关键。首先要保证导孔偏斜率不大于 1.0%，使之在指定区域内透孔；其次，在钻进过程中，尽量避免发生堵孔、塌孔事故。同时，导孔钻进的过程也是对地层进一步勘探的过程，对地层的详细了解有助于导孔和扩孔钻进参数正确选择与调整。

1) 开孔。利用开孔扶正器和开孔钻杆配合低速开孔。严格控制钻进参数，使开孔钻进速度保持在 0.5~1.0m/h 之间。

2) 合理布置钻具。为了保证导孔钻进的精度，一般采取满眼钻进，即是在适当的位置布置稳定钻杆，并且根据钻孔深度和地层条件确定加稳定钻杆的数量。稳定钻杆具体布置如下：1、2、4、7、12、20 共计六根。

3) 钻进参数控制。导孔钻进参数包括钻速、钻压、扭矩、转速等。开孔时采用低钻压、低钻速。随着钻进深度的增加，依据地层条件、循环液的处理情况进行调整。

4) 导孔钻进洗井液循环。BMC600型反井钻机钻进导孔采用一台 TBW-850/5A 型泥浆泵进行正循环洗井方式，将导孔内的岩屑排到孔外，并冷却钻头。由于该矿风井所处地层条件较好，循环液体采用清水。在钻进过程中，要对泥浆泵进行必要的维护，对易损部件例行检查，更换磨损严重的部件，要经常观测泥浆泵的压力，每钻进一根钻杆深度都要检查孔内排出岩屑的数量、块度及岩性情况，做好记录；要及时清理导孔钻进返出的岩渣，待清水中没有岩屑后再接钻杆；钻孔钻到深部后，要增加冲孔时间。

3.2.3 扩孔钻头运输及安装

导孔钻至下水平巷道透孔之前，准备将扩孔钻头运至透孔点。考虑到井下巷道的尺寸和运输的条件，将直径 5.0m 的扩孔钻头分拆后捆绑到平板车上，由五个平板车和一个矿车运至井下透孔点附近，然后进行扩孔钻头拼接。导孔透孔后，拆卸掉导孔钻头，接上扩孔钻头。准备扩孔。

3.2.4 扩孔钻进

王台铺煤矿 1^号辅助回风立井采用一次性全断面扩孔，扩孔直径为 5m。导孔钻透后，接上扩孔钻头，拆除导孔循环系统，停用泥浆泵，适当改造冷却系统，开始扩孔。

在离透孔点顶板附近 5.0m 范围内，约有 14 根锚杆影响正常扩孔，需要采用放炮处理。开始采用锚杆拉力计未拔出，后经与甲方协商，采用放炮处理。在放炮过程中，为保护钻头免受损坏，把枕木与滚刀捆在一起。

开始扩孔时，因顶板凹凸不平，滚刀齿不均匀接触顶板，采用低压钻进，用最低速旋转，慢慢扫孔，保证钻头滚刀不受过大的冲击而破坏，等滚刀全部接触岩石后，可加小钻压进行钻进。同时井下要有人观察，看钻头是否晃

动、憋钻、掉下岩块的块度情况等，将情况及时通知操作人员，待扩孔钻头全部进入岩石后再正常扩孔。扩孔钻进时，根据不同岩层、不同深度调整钻进参数，以取得最佳钻进效率。

距扩孔透孔约剩 5.0m 时，通知井下通风队，负责重新修建、调整相应的通风设施。在井底巷道修建两道风墙，间隔约 10m 保证扩孔透孔后，不发生通风系统紊乱。

3.2.5 钻机拆卸

扩孔完毕后，拆卸钻机。将扩孔钻头悬挂在井口的钢横梁上，然后用吊车将钻头吊起运走。清理现场，开始安装小型井架和稳车，准备锚网喷支护。

3.3 锚网喷支护及其他附属工程施工

反井钻机扩孔后的井筒，为了防止井壁风化、裂隙漏水、围岩坍塌等，需要对井壁进行永久支护。结合井筒周围地层条件、成型后的井壁质量等因素，王台铺煤矿 1^号辅助回风立井采用锚杆挂网喷浆进行支护，喷层厚 150mm 混凝土强度等级 C20。

风井其他辅助工程包括梯子间安装、防爆门施工、风硐和安全出口施工等都按普通法凿井施工进行。井壁上风硐和安全通道的出口在表土段开挖时已经预留。

4 结 语

首次采用 BMC600 型反井钻机施工王台铺煤矿 1^号辅助回风立井，纯钻进综合成井速度达到 270m/月，大大缩短了建井工期，成井偏斜率仅为 0.5%，工程质量好。同时，在安全施工、设备自动化程度、劳动强度和成井成本等方面也都显示出了优越性。实践证明，目前对于表土覆盖层厚度不超过 50m、下部井口有水平巷道排研的大直径待建立井筒，采用反井钻井法是一种值得推广的、新的施工方法，对加快我国煤矿矿井建设具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 逢碑, 程志远, 迟波. 煤矿大口径瓦斯排放井施工的关键技术 [J]. 探矿工程, 2007 (增刊): 119~123
- [2] 刘志强, 王强. 强力反井钻机的研制及应用 [J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(4): 50~54
- [3] 袁红献, 乔国军, 李勇. 煤矿大口径钻孔施工工艺研究与实践 [J]. 中州煤炭, 2006, 143(5): 61~62
- [4] 汪船. 唐安煤矿瓦斯管道抽放竖井施工技术 [J]. 煤炭工程, 2009 (9): 42~44
- [5] 孙建荣, 刘志强, 何昊. 反井钻机钻进竖井深孔偏斜控制技术 [J]. 煤炭工程, 2008 (9): 92~94

(责任编辑 张宝优)