

doi: 10.11799/ce201811004

综采工作面跨废弃井筒技术探析与应用

桑宗其^{1,2}

(1. 煤炭工业太原设计研究院, 山西 太原 030001;

2. 山东瑞源钾盐工程技术股份有限公司, 山东 潍坊 262123)

摘 要: 针对后堡矿综采工作面回采中遇 JH 废弃井筒, 在分析井筒、现有巷道及顶底板等开采技术条件基础上, 提出综采工作面跨废弃井筒加固技术方案, 即在井筒与煤层交汇处的底部采用井型木垛、锚网梁+混凝土浇筑加强支护, 顶部采用锚网梁、锚索+弧形钢梁、井型钢梁、工字钢排梁密铺护顶及混凝土浇筑加强支护, 形成主动支护与被动支护相耦合的整体支护方式, 并在顶部充填马丽散的综合技术方案。工程实践证明, 该技术方案即能保证综采工作面高效、安全、平稳跨过井筒, 又能提高资源回收率, 为类似条件矿井跨废弃井筒开采或回收井筒煤柱提供技术支持及施工借鉴。

关键词: 综采工作面; 废弃井筒; 加固技术; 耦合支护; 资源回收率

中图分类号: TD353 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0959(2018)11-0014-04

Analysis and application of the technology for fully mechanized mining face crossing abandoned shaft

SANG Zong-qi^{1,2}

(1. Taiyuan Design Research Institute for Coal Industry, Taiyuan 030001, China;

2. Shandong Ruiyuan Potash Engineering Technology Co., Ltd., Weifang 262123, China)

Abstract: The fully mechanized mining face of the Houbu Mine has to advance through the JH abandoned shaft during coal recovery, based on the analysis of the mining technology conditions such as the shaft, existing roadway, the roof and floor, the technical plan for the reinforcement of the fully mechanized mining face crossing the abandoned shaft is proposed, that is, reinforcement support of well type raft, anchor net beam and concrete pouring at the bottom of the intersection of the shaft and coal seam, and reinforcement support of anchor net beam, anchor cable+curved steel beam, well type steel beam, I-beam steel beam and dense roof and concrete pouring at the top, forming an integral support method that couples the active support and passive support, which also uses Malisan filling at the top. The engineering practice proves that, the technical solution can ensure that the fully mechanized mining face is efficient, safe and stable when it crossed the abandoned shaft, and which can improve the recovery rate, and provide technical support and construction references for mining or recovering the coal pillars of abandoned shafts in similar conditions.

Keywords: fully mechanized mining face; abandoned shaft; reinforcement technology; coupling support; resource recovery rate

矿井兼并重组后井田内废弃的工业场地和井筒所压覆的煤炭资源得到充分释放, 为布置长壁工作面提供可能^[1]。在安全允许条件下回采井筒压覆资源, 不仅避免了因留设井筒保护煤柱而导致的二次小切眼施工及小切眼搬家倒面, 更能激活呆滞资源量减少煤炭资源浪费, 缓解采掘紧张同时可适当延长矿井服务年限, 具有现实意义及经济效益^[2]。以山西蒲县后堡矿为例, 对综采工作面中已关闭、废弃的 JH 井筒进行局部支护加固处理, 为回采工作面跨井筒开

采时井筒加固提供技术支持及施工借鉴。

1 工程概况

1.1 矿井概况

兼并重组整合后, 后堡矿东西长 1.3km, 南北宽 0.9km, 面积 1.925km²。井田内现可采煤层为 9、10 号煤层, 设计可采储量约 500 万 t, 矿井服务年限约为 8a。矿井布置有主斜井、副斜井和回风立井三个井筒, 矿井仅设一

收稿日期: 2018-01-25

作者简介: 桑宗其(1978—), 男, 山西文水人, 工程硕士, 高级工程师, 全国注册监理工程师、注册咨询工程师、注册安全工程师, 主要从事矿井工程设计、工程施工、技术管理工作, E-mail: 811045285@qq.com。

引用格式: 桑宗其. 综采工作面跨废弃井筒技术探析与应用 [J]. 煤炭工程, 2018, 50(11): 14-17.

个单翼采区,即沿井田北部边界布置有采区巷道至矿井西部边界,工作面为走向长壁综合机械化开采。

1.2 工作面及废弃井筒概况

JH废弃井筒位于井田中西部的0905综采工作面(下方重叠布置有1005综采工作面)中部,0905工作面西侧为紧邻西部边界的0907工作面,东部为0903工作面采空区,北

侧为采区巷道,南侧为9号煤层尖灭区。JH立井井筒净直径3.0m,采用荒料石砌碛支护,井筒落底10号煤层底板下5m,在10号煤层中井筒连接旧有巷道(半圆拱形断面,净宽2.6m,净高2.3m,荒料石砌碛支护)与1005运输巷西侧贯通;在9号煤层处向西预留有马头门,通过探巷将0905配巷与马头门贯通。工作面及JH井筒平面布置如图1所示。

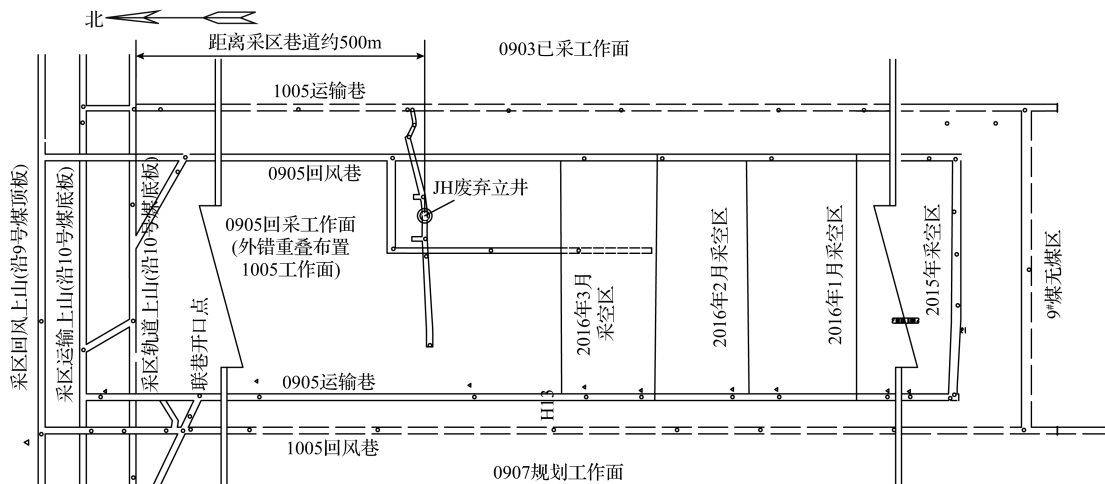


图1 工作面及JH井筒平面布置图

1.3 工作面地质特征

1.3.1 煤层

工作面内现可采煤层为9、10号煤层,其中9号煤层厚度为1.72m,不含夹矸,煤层结构简单,工作面南部因尖灭而不可采,属稳定的大部可采煤层;10号煤层上距9号煤层约13.6m,煤层厚度为2.79m,含2~3层夹矸,煤层结构复杂,属稳定的全区可采煤层。

1.3.2 煤层顶底板

9号煤层直接顶板为灰岩,厚度为5.0m,灰色,致密性脆,抗压强度52.9MPa,抗拉强度1.3MPa,内摩擦角 $37^{\circ}41'$;底板为灰色砂质泥岩,厚度为5.06m,性脆,抗压强度33.6MPa,抗拉强度1.3MPa,内摩擦角 $34^{\circ}24'$ 。

1.3.3 水文地质

矿井不受奥灰水威胁,工作面属富水性弱-中等的岩溶充水矿床,回采过程中淋水约为 $0.5\text{m}^3/\text{h}$,不影响回采。

1.4 其他开采条件

矿井瓦斯绝对涌出量 $0.68\text{m}^3/\text{min}$,相对涌出量 $0.77\text{m}^3/\text{t}$,属低瓦斯矿井;9、10号煤层煤尘均有爆炸危险性;煤的自然倾向性为Ⅱ级。

2 井筒加固技术方案

为确保0905、1005工作面安全、平稳通过井筒,在分析井筒和旧有巷道、地质及开采技术条件、地面无建构筑物等情况下,结合矿井煤层开采特点并降低废弃井筒与回采的相互影响,提出近距离煤层综采工作面跨废弃井筒技术方案^[3]。方案中井筒加固次序为立井井底加固、10号煤

层顶部井筒加固、9号煤层底部井筒及顶部井筒加固等四个阶段,而工作面采用自上而下逐层回采、逐段报废井筒,使井筒始终处于可控的缓慢渐变过程。考虑10号、9号煤层井筒加固方案有一定类似性,且9号煤层井筒施工有一定的特殊性,故本文重点介绍9号煤层井筒加固方案。

2.1 加固9号煤底部井筒

2.1.1 井型木垛

为使综采工作面的采煤机、刮板输送机、液压支架能平稳安全的推过废弃井筒,对9号煤层底部井筒进行充填加固。从已加固的10号煤顶部井筒开始打设井型木垛至9号煤底板下方1.0m处,木料使用2.4m圆木,上下相邻圆木使用钎钉固定。木垛最上方采用圆木密铺,并错位铺设双层 $\Phi 6\text{mm}$ 钢筋网。井型木垛是在9号煤层底与10号煤层顶间形成一个柔性缓冲的可缩层,以减少对10号煤层顶部的压力传递及破坏影响。井型木垛如图2所示。

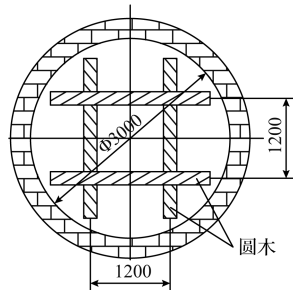


图2 井型木垛柔性支护(mm)

2.1.2 锚网梁+混凝土浇筑

从井型木垛最上方开始沿井筒向上打两排锚杆,间排

距为1.2m×0.8m,锚杆垂直井壁,外露长度依次为0.5m、1.0m、0.5m,与锚杆配套布置有竖向圆钢焊接梯子梁、Φ6mm钢筋制作成的金属网。

从密铺圆木上方的双层Φ6mm钢筋网开始至9号煤层底板齐平段采用C30混凝土浇筑,将锚杆外露部分一并浇筑在内,以满足液压支架所需的底板比压,从而避免因底板松软而导致液压支架初撑力降低,诱发顶板下沉。

9号煤层底部井筒加固如图3所示。

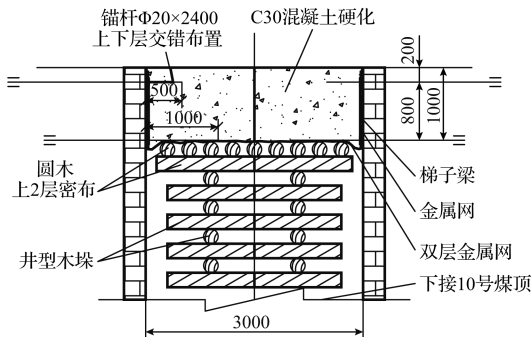


图3 9号煤层底部井筒加固图(mm)

2.2 加固9号煤层顶部井筒

2.2.1 锚网梁支护

从井筒9号煤顶板往上1.0m处开始,沿井筒向上、垂直井壁打螺纹钢锚杆4排,锚杆间排距为1.2×1.0m,外露长度依次为0.5m、1.0m、0.5m,与锚杆配套布置有竖向梯子梁、金属网。4排锚杆往上的井筒段,可根据井筒及围岩稳定情况,合理增设几排锚杆,确保稳定与安全。

2.2.2 锚索+弧形钢梁

提前将11号矿用工字钢制作成半径1.5m的弧形钢梁,弧长2.5m,在两侧距梁端0.5m处预留20mm×40mm锚索长孔(便于井下实际调整);从井筒9号煤顶板往上0.5m处(即上距底部锚杆0.5m)开始斜向上打锚索,锚索采用Φ17.8mm×4300mm钢绞线,一梁两根锚索,一圈排打设三梁六锚索,均匀布置,共打设三排,排距1m,相邻圈排采用错位三花布置形式。锚索+弧形钢梁支护如图4所示。

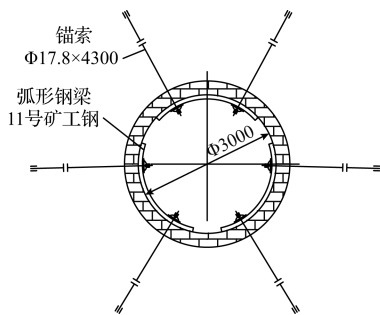


图4 锚索+弧形钢梁支护图(mm)

通过锚网梁支护、锚索+弧形钢梁形成9号煤层顶部井筒的主动支护。主动支护如图5所示。

2.2.3 井型钢梁

距离9号煤顶板往上2.0m处的锚索、锚杆支护区段,

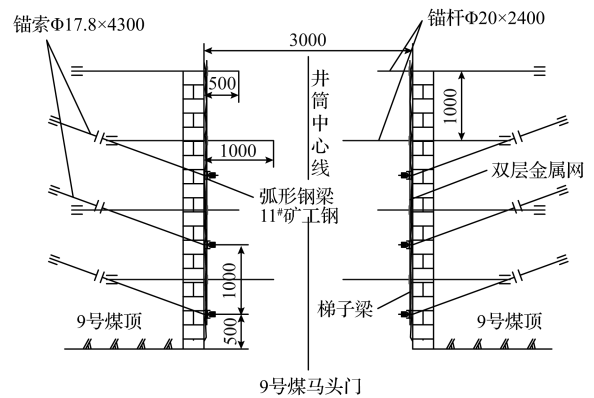


图5 9号煤层顶部井筒主动支护(mm)

采用11号矿工钢+托架支护井筒内壁,上下两层,每层二根,上下十字交叉,形成类似“井”型支护,该支护为被动支护,防止井壁受采动影响而造成井壁提前坍塌。井型钢梁支护如图6所示。

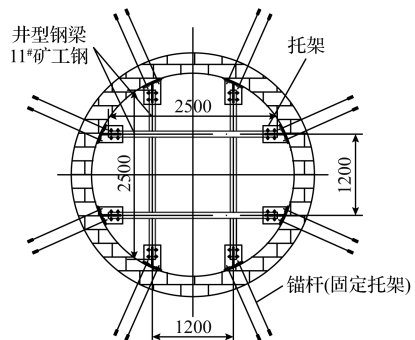


图6 井型钢梁被动支护图(mm)

2.2.4 工字钢排梁密铺护顶

在9号煤顶部井筒两侧1.0m,距底1.80m(根据煤层厚度、ZY4000/10/23型液压支架、护底煤层厚度及工字钢高度等综合考虑确定)的联巷处掏梁窝,采用两根11号矿工钢垂直联巷布置作为井筒面排梁的承托梁,在承托梁上方间距250mm沿工作面推进方向密铺长度5.2m、11号矿工钢排梁,并在排梁上方错位铺设双层Φ6mm钢筋网。工字钢排梁密铺护顶如图7所示。

2.2.5 混凝土浇筑+充填马丽散

在上述工作完成后,在靠近9号煤层探巷一侧,分别布置两根混凝土浇筑套管,以便在井型钢梁和排梁之间充填强度等级为C30的混凝土,这样在9号煤层顶部形成主动支护、被动支护相耦合的支护方式。在浇筑此段混凝土的同时预埋两根马丽散注浆套管,包括料石砌块缝隙在内的井型钢梁上方一定范围内渗透充填马丽散^[4],形成一个局部封闭、可塑性井壁,有效衰减井筒竖向附加力,并沉降补偿井筒在垂直方向的应变量和缓冲上覆岩石跨落到9号煤层顶板的冲击力,同时也达到9号煤层与上部井筒的相互独立并阻隔井筒涌水对工作面的危害,提高了整体安全系数^[5]。

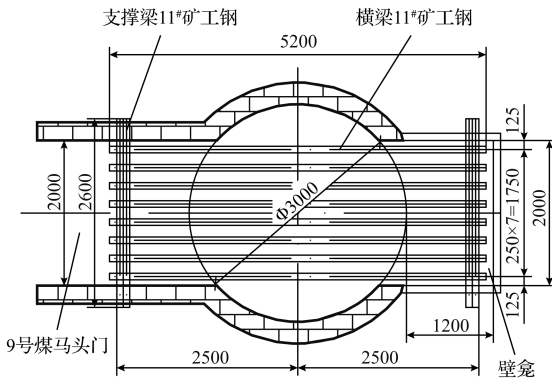


图7 工字钢排梁密铺护顶图(mm)

9号煤层井筒加固方案如图8所示。

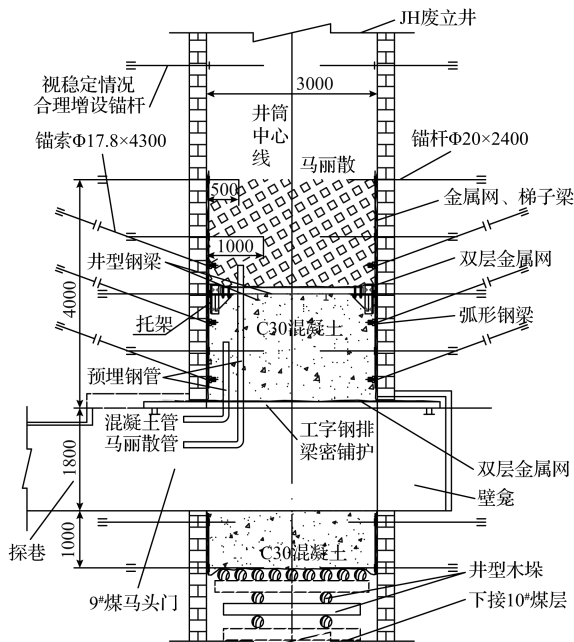


图8 9号煤层井筒加固方案图(mm)

3 主要安全技术措施

3.1 通风及瓦斯管理

10号煤层顶部井筒浇筑前,须在0905探巷或10号煤层联巷中设置两道可调节风量的风门,避免9、10号煤工作面供风不足或风流紊乱;在10号煤层顶部井筒浇筑完成后即可拆除可调节风门,并在10号煤层联巷设置隔离栅栏,同时在9号煤层配巷中设置调节风门,以确保工作面和巷道合理风量;过井筒或空巷时,首先检查瓦斯等有毒、有害气体情况,并设置专职瓦检员对工作面上隅角进行检查。

3.2 防治水措施

对原工业场地西侧受开采影响而产生的沉降裂缝必须及时填土夯实,以防地表积水通过裂缝渗入井下工作面;回采至井筒附近时需提前对井筒内的瓦斯、涌水等进行探测,并及时抽排处理;确保工作面巷道中排水泵及管路

的正常使用,并在附近巷道中备用水泵、水管等排水设施,以便第一时间进行排水^[6]。

3.3 顶板管理

工作面过井底加固段时要随时观察工作面顶、底板压力,加强液压支架质量管理;工作面临近井筒及其附近联巷时要及时挂梁,护帮板也要到位,端面距符合规程规定;工作面过井筒期间要及时拉超前架,要带压擦顶移架。

3.4 地表防治人员坠落措施

工作面回采期间设立专职人员对井筒变形、地面塌陷程度进行观测,并禁止无关人员进入设有醒目标志的沉陷范围;工作面回采完成后,需要根据地面塌陷情况进行回填,并确保井口及其附近安全可靠,防止人员坠落。

4 结论

1) 实践证明,在JH废弃井筒中采用井型木垛、锚网梁、混凝土浇筑等综合方式有效的加固9号煤底部;9号煤顶部采用锚网梁、锚索+弧形钢梁、井型钢梁、工字钢排梁密铺护顶及混凝土浇筑加强支护,形成主动支护与被动支护相耦合的支护方式。顶部充填的马丽散可有效衰减竖向附加力并补偿垂直应变变量,缓冲上覆跨落岩石对顶板的冲击,同时使9号煤层与上部井筒相互独立并阻隔井筒涌水对工作面的危害,保证工作面高效、安全、平稳跨过井筒。

2) 经济效益:回采工作面跨废弃井筒开采,减少二次小开切眼施工及相应搬家倒面次数;工作面跨井筒回采时间仅为4d,时间成本低;仅工作面资源回收率就提高了3.8%;工作面回收井筒煤柱约6200t,扣除人工费、材料费、油脂费及增值税、资源税后主营业务收入可达156万元,再扣除措施巷掘进费、材料费、加固费等后利润约132万元;为在经济发展新常态下煤炭企业平稳运行注入增长点。

3) 社会效益:0905综采工作面跨JH废弃井筒开采的成功,为该矿其他废弃井筒段的开采提供技术支持,也为类似条件矿井跨废弃井筒开采或回收井筒煤柱提供施工借鉴,具有一定的应用和推广价值。

参考文献:

- [1] 缪协兴,钱鸣高.中国煤炭资源绿色开采研究现状与展望[J].采矿与安全工程学报,2009,26(1):1-14.
- [2] 朱永鹏.不同围岩条件下沿空留巷技术研究及应用朱永鹏[D].青岛:山东科技大学,2010.
- [3] 闫洁伦,徐学锋,鲁忠良,等.工作面跨主斜井开采技术研究与应[J].煤矿现代化,2010(2):17-19.
- [4] 杨永强,樊鸿,张盛.马丽散注浆材料在东庞煤矿加固破碎顶板中的应用[J].煤炭工程,2005(9):26-27.
- [5] 庞涛,李现春.深厚冲积层钻井井壁结构设计[J].山东煤炭科技,2015(6):47-48.
- [6] 张爱勇.李嘴改煤矿井筒煤柱回收回填设计与应用[J].煤炭工程,2013,45(4):5-8.

(责任编辑 赵巧芝)