

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。

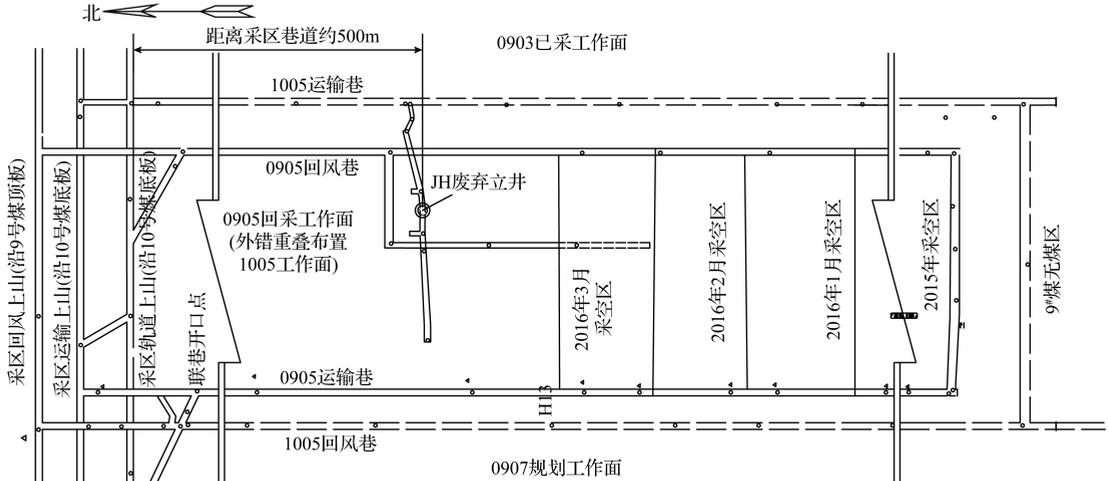


图1 工作面及JH井筒平面布置图

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,上下相邻圆木使用钗钉固定。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。

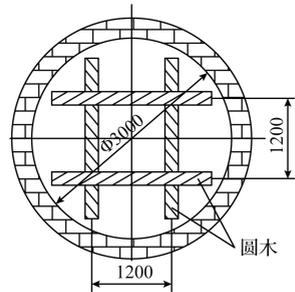


图2 井型木垛柔性支护(mm)

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。

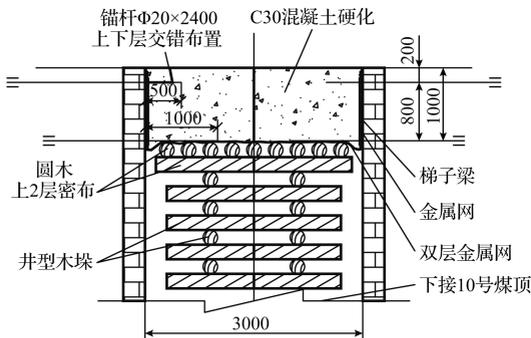


图3 9号煤层底部井筒加固图(mm)

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。

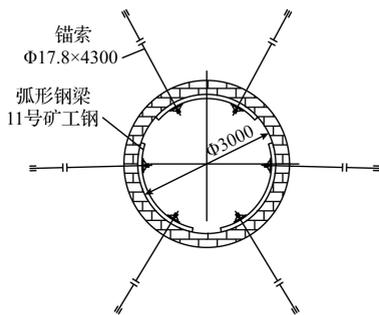


图4 锚索+弧形钢梁支护图(mm)

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，

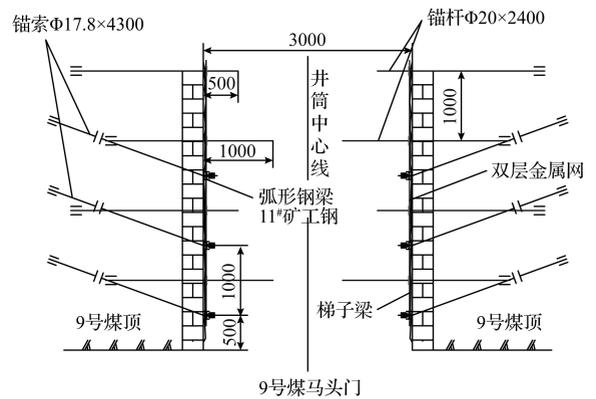


图5 9号煤层顶部井筒主动支护(mm)

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。

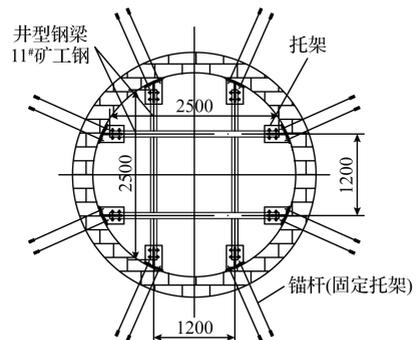


图6 井型钢梁被动支护图(mm)

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]。

