

巷道掘进过空巷围岩支护技术研究

李 唯 (霍州煤电集团河津薛虎沟煤业有限责任公司, 山西 河津 043300)

摘 要: 3308 运输巷掘进期间会揭露空巷, 在穿越空巷时顶板岩层稳定性较差、容易出现冒落问题。为此, 针对现场实际条件对过巷道过空巷掘进技术以及围岩控制技术等详细参数, 并进行工程应用。现场应用后, 空巷顶板岩性变形量控制在 15mm 以内, 取得较为显著的应用成果。研究成果可为其他矿井掘进巷道过空巷围岩控制工作开展提供经验借鉴。

关键词: 巷道掘进; 空巷; 顶板冒落; 注浆锚索; 架棚支护

Abstract: The empty roadway will be exposed during the tunneling of the 3308 transport roadway. When crossing the empty roadway, the roof rock layer has poor stability and is prone to caving problems. For this reason, according to the actual conditions of the site, detailed parameters of the tunnel driving technology and surrounding rock control technology are carried out and applied in engineering. After the field application, the lithological deformation of the empty roadway roof is controlled within 15mm, and more significant application results have been achieved. The research results can provide experience and reference for the development of surrounding rock control work in other mine tunnels.

Keywords: roadway excavation; empty roadway; roof falling; grouting anchor cable; shed support

空巷主要是由于矿井设计变更导致, 一般情况下空巷内各类有毒有害气体浓度较高, 同时加之巷道缺少必要的维护, 围岩变形量较大。巷道掘进遇空巷时, 如何确保过空巷期间围岩稳定是需要解决的现实问题。为此, 众多的科研学者提出施工高水速凝材料充填、木垛支护、架棚支护等方式对空巷围岩进行加固, 从而为巷道掘进过空巷安全提供有利支撑。巷道支护方式选择以及支护参数设计应用现场实际条件为基础确定, 为此文中以 3308 运输巷过空巷为工程背景, 对巷道掘进过空巷期间施工技术、围岩支护参数等进行设计, 现场取得较好应用成果。

1 工程概况

山西某矿 3308 综采工作面位于 3 采区中部, 采面东、西侧分别为 3306 采空区、圈定的 3310 工作面, 南侧、北侧分别为采区边界以及采区集中运输巷。采面回采的 3# 煤层厚度平均 3.7m, 埋深 380m, 采面设计推进长度 690m、切眼斜长 220m, 采用综合机械化采煤工艺。3308 运输巷设计断面为矩形, 巷宽 $\times$ 巷高 = 4.5m $\times$ 3.7m, 沿 3# 煤层底板掘进, 现 3308 运输巷已掘进 420m。根据已有地质资料、钻探资料显示, 巷道掘进至 450m 位置时会揭露一条空巷(矩形断面, 巷 3308 运输巷、2.5m), 空巷与 3308 运输巷间按照 80° 角斜交, 该空巷沿着 3# 煤层顶板掘进, 巷内使用木垛支护, 局部位置存在顶板冒落问题, 冒落高度介于 0.5m~1.2m。如何确保 3308 运输巷安全通过空巷成为制约采面布置的一个现实问题。为此, 文中对巷道过空巷掘进技术以及围岩支护技术进行分析, 并进行工程应用, 现场取得较为显著的应用成果。

2 巷道掘进过空巷技术

① 3308 运输巷原采用综掘方式掘进, 为避免综掘机揭露空巷时导致空巷顶板垮落问题, 提出采用爆破方

式掘进过空巷。巷道掘进至与空巷相距 10m 位置, 即掘进长度为 440m 时强化围岩支护, 巷道迎头位置顶板、巷帮等施工、支护单位, 具体顶板采用两组组合锚索强化支护, 组合锚索按照 2.0m $\times$ 3.0m 间排距施工;

② 巷道掘进至与空巷相距 10.0m 位置时, 即掘进长度为 440m, 将综掘改为炮掘。在掘进断面布置 4 排松动爆破钻孔, 每排钻孔有 5 个炮眼, 炮眼深度均为 1.0m、单个炮眼装药量为 0.3kg, 单次掘进进尺控制在 0.5~1.0m;

③ 当巷道掘进长为 445m 时, 即与空巷间距为 5.0m, 每班均应通过超前钻孔探测与空巷间距, 并将掘进进尺控制在 0.5m 以内。在掘进期间在迎头顶板位置施工一排超前锚杆用以强化巷道顶板岩层变形控制;

④ 巷道掘进至 447m 时, 在 3308 运输巷内布置相应的通风设备, 确保与空巷贯通期间掘进迎头瓦斯在安全范围内。由于空巷沿着 3# 煤层顶板掘进, 高度为 2.5m, 为确保巷道掘进安全, 采用人工方式从巷道中部与空巷贯通。同时贯通时及时回撤下风口人员, 并将通风风筒延伸至空巷内, 降低掘进迎头有毒有害气体浓度, 待确认安全后工作人员方可进入到现场进行施工;

⑤ 3308 运输巷与空巷贯通后, 在贯通口位置施工挡风墙, 降低巷道通风漏风量。施工的墙体高度、宽度分别为 3.7m、0.8m。

3 过空巷围岩支护技术

为确保 3308 运输巷安全掘进通过空巷、确保围岩稳定, 提出使用“注浆锚杆+W 型钢带+梯形钢棚+U29 钢棚”对围岩进行控制。

3.1 注浆锚索施工

采用 CXK6 窥视仪对空巷顶板岩层进行窥视, 发现顶板上方 1.8m 以内围岩较为破碎, 基本失去承载能力; 在顶板上方 1.8~3.3m 范围内顶板岩层裂隙发育, 局部位

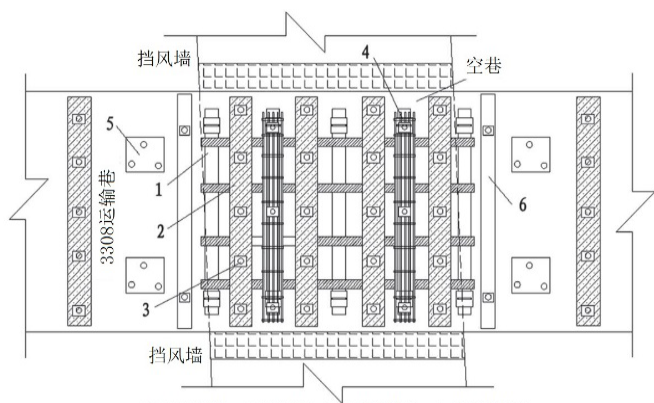
置存在岩层破碎情况；在顶板上方 3.3m 以上范围内岩层赋存较为稳定。为了提高巷道顶板上覆岩层稳定，提高空巷顶板上方 0~3.3m 岩层稳定，降低支护给围岩稳定性带来的不利影响，采用注浆锚杆控制围岩变形。

采用的注浆锚杆规格为 $\phi 30\text{mm} \times 3500\text{mm}$ ，中空孔径为 14mm。注浆采用型号 2ZBQ50/4 注浆泵，注浆压力在 4MPa 以内，流量在 50L/min 以内。在贯通的空巷顶板上按照间距 1.0m 施工 5 排注浆孔，钻孔均垂直顶板施工，单根注浆锚杆采用 2 支锚固剂锚固。注浆材料选择聚氨酯，单孔注浆量控制在 15kg 左右，注浆压力设定为 1.2MPa。注浆完成后在锚杆外露位置布置 W 钢带（长、宽分别为 4200mm、320mm），使用螺母固定。

3.2 梯形钢棚施工

为确保空巷顶板岩层稳定，充分发挥锚索对顶板支护作用，提出在空巷顶板上施工梯形钢棚进行支护。梯形钢棚结构包括有高强恒阻锚索、梯形梁、让压弹簧等构成。使用的高强恒阻锚索规格为 $\phi 21.8\text{mm} \times 6000\text{mm}$ ，每架梯形梁布置 3 根锚索；梯形量由 10 根圆钢焊接而成，长、宽分别为 4.0m、0.6m；让压弹簧最大允许变形量为 300mm，屈服压力 455MPa。

在孔巷顶板上在两根 W 钢带间按照 2.0m 间距施工 2 排梯形钢棚，具体施工布置见图 1 所示。梯形钢棚按照下述工艺施工：锚索施工→梯形梁及附属装置安装→预紧力施加。在恒阻锚索上预先施加 370kN 预紧力。



1-U29 钢棚；2-W 钢带；3- 注浆锚杆；4- 梯形钢棚

图 1 空巷围岩支护设计图

3.3 U29 钢棚施工

在空巷完成注浆锚杆、梯形钢棚施工后，使用 U29 型钢架设钢棚进一步强化围岩变形控制能力。现场施工的 U29 钢棚由顶梁、棚腿等构成。顶梁为工字钢，长 $\times$ 宽 = 4200mm $\times$ 11mm；棚腿为长度 3.7m 的 U29 钢，在棚腿与顶底板接触位置分别焊接长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $\times$ 厚 = 300mm $\times$ 300mm $\times$ 300mm $\times$ 8mm 钢板。

在 3308 运输巷与空巷交汇位置布置第一架，钢棚安设时首先安装棚腿，并通过 4 跟规格为 $\phi 18\text{mm} \times 1200\text{mm}$ 地锚与底板牢固固定。布置的架棚间距为 1.0m，在

过空巷期间工布置 5 排。架设架棚后在棚顶铺设长度 5000mm、宽度 320mm 工字钢。

4 总结

① 3308 运输巷掘进期间揭露有空巷，受到年久失修以及巷道未支护等因素影响，空巷围岩破碎，顶板稳定性较差，从而给运输巷过空巷安全带来一定威胁。为此，在运输巷掘进揭露空巷时采用炮掘方式代替综掘方式掘进，掘进进尺控制在 0.5m 以内，从而减少巷道掘进给空巷围岩稳定带来不利影响；

② 采用 CXK6 窥视仪发现空巷顶板上覆 3.2m 以内岩层不稳定，提出综合使用注浆锚杆 + W 型钢带 + 梯形钢棚 + U29 钢棚方式对控制空巷围岩变形。依据现场实际情况，对支护参数进行详细设计。现场应用后，巷道掘进过空巷期间未支护体系保持稳定，未出现顶板冒落问题，同时顶板下沉量控制在 15mm 以内，取得较为显著围岩控制效果。

参考文献：

- [1] 侯晓东. 浅埋深过空巷群工作面支架额定工作阻力确定 [J]. 煤, 2021, 30(04): 55-57.
- [2] 卫伟. 掘进巷道过空巷支护技术应用分析 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(02): 77-78+81+84.
- [3] 董里锋. 综放工作面过空巷注浆加固技术应用 [J]. 江西煤炭科技, 2021(01): 37-40.
- [4] 李钰哲. 高水充填技术在工作面过空巷中的应用 [J]. 煤, 2021, 30(01): 17-18+33+54.
- [5] 张勇峰. 工作面过冒落空巷综合治理技术研究 [J]. 山东煤炭科技, 2020, 38(12): 40-42.
- [6] 张国恩, 解振华, 史洪恺. 过空巷群支护技术与矿压显现规律特征分析 [J]. 煤矿安全, 2020, 51(11): 248-252.
- [7] 庞晋中. 复采区复杂顶板条件下工作面顶板控制措施研究 [J]. 中国矿山工程, 2019, 48(04): 62-64.
- [8] 乔磊. 屯兰矿 18403 采面过空巷技术应用探索 [J]. 江西煤炭科技, 2020, 18(04): 138-140.
- [9] 巨二亮. 矿井巷道掘进支护技术研究及应用 [J]. 神华科技, 2018, v.16; No.95(05): 43-45.
- [10] 王超, 张晓波. 采矿工程巷道掘进和支护技术的应用 [J]. 地矿测绘 (2630-4732), 2019, 02(006): 129-130.
- [11] 康建东, 谢文兵, 颜炳杰. 近距离煤层跨采巷道围岩支护技术研究 [J]. 矿业安全与环保, 2006(06): 47-48.
- [12] 郭永泽. 近距离煤层巷道围岩稳定性分析与支护技术研究 [J]. 山西煤炭, 2018, v.38; No.222(04): 12-14+23.
- [13] 韩伟, 闫培显, 侯斌. 深部强开采扰动下围岩控制技术 [J]. 煤炭技术, 2018, 37(06): 88-91.
- [14] 曹明, 荆升国, 谢文兵, 等. 深部高应力软岩巷道注浆加固围岩控制技术 [J]. 能源技术与管理, 2012(09).

作者简介：

李唯 (1989-)，男，山西浮山县人，2010 年 7 月毕业于山西职业技术学院，数控技术应用专业，专科，现为助理工程师。