

综采工作面过空巷工艺研究

Study on goaf passing

technology of fully mechanized mining face

郭永飞 (晋能控股煤业集团翼城山凹煤业有限公司, 山西 临汾 043500)

Guo Yongfei (Jineng Holding Coal Group Yicheng Mountain Coal Industry Co., LTD. Shanxi linfen 043500)

摘要: 综采工作面回采范围内存在空巷会给煤炭安全高效回采带来较大制约, 为确保采面回采安全一般需要对空巷进行针对性加固。文中就以 61103 综采工作面过空巷为工程背景, 针对采面采高 4.8m、空巷净高 3.8m 问题, 提前对空巷进行挑顶、支护, 并采用高水充填墩柱强化空巷顶板控制; 在采面过空巷前通过让压空压、调斜、强化管理等措施, 避免采面一次揭露空巷并提高过空巷安全性。现场应用后, 采面耗时 1d 即通过空巷, 期间采面或者空巷煤壁、顶板等未出现片帮、冒落等情况, 过空巷期间顶底、巷帮始终保持稳定, 应用取得较好效果。

关键词: 煤炭开采; 空巷; 矿压显现; 围岩控制

Abstract: The existence of goaf in the mining range of fully mechanized mining face will greatly restrict the safe and efficient mining of coal. In order to ensure the safety of mining face, it is generally necessary to strengthen the goaf. In this paper, taking goaf crossing of 61103 fully mechanized mining face as engineering background, aiming at the problem of mining height of 4.8m and clearance height of goaf 3.8m, goaf roof lifting and support were carried out in advance, and high-water filling pier column was adopted to strengthen the control of goaf roof. Before the mining face passes through the goaf, measures such as air pressure, inclination adjustment and strengthening management are adopted to avoid exposing the goaf at one time and improve the safety of the goaf. After the field application, it takes 1d for the mining face to pass through the goaf, during which there are no slings and caving on the mining face or the coal wall and roof of the goaf, etc. During the goaf, the roof, bottom and roof always remain stable, and the application has achieved good results.

Key words: coal mining; Empty lane; Ore pressure appearance; The surrounding rock control

0 前言

在煤炭开采过程中, 受到开采设计变更或遇采空区等情况, 在生产期间会揭露有空巷。采面在回采过空巷前时, 受到煤炭开采动压压力, 空巷围岩稳定性较差, 容易出现垮落、失稳等情况, 在采面过空巷期间存在一定的安全风险, 给煤炭高效回采带来一定制约。为此, 众多的研究学者对综采工作面过空巷技术展开研究, 其中韩陟提出采用高水充填材料对空巷围岩进行支护, 并根据采面现场实际情况对充填技术方案、现场充填工艺等进行设计, 现场应用后采面过空巷期间未出现煤壁片帮、失稳等情况, 为采面安全高效过空巷创造良好条件; 尹俊丁采用数值模拟技术手段对采面过空巷期间围岩变形特征以及应力分布进行分析, 并提出使用新型无机胶凝材料对空巷进行分段充填; 张志军以王庄煤矿 18206 采煤工作面过多条空巷为背景, 提出通过综合使用木垛、锚索等方式对空巷围岩进行加固, 并采用采面调斜、加快推进速的等方式降低采面过空巷期间矿压显现, 保证工作面安全回采; 王成等提出通过充填支柱方式对空巷进行加固, 通过试验确定充填支柱合理的让-承比例应

不超过 1:14, 并对综放工作面过大断面平行空巷的充填支柱方案进行设计。上述研究成果为综采工作面过空巷提供了宝贵经验借鉴, 文中就在前人研究成果基础上, 以 61103 综采工作面过空巷为工程背景, 对采面过空巷技术措施以及现场应用效果等探讨, 以便为矿井其他采面过空巷工作开展提供指导。

1 工程概况

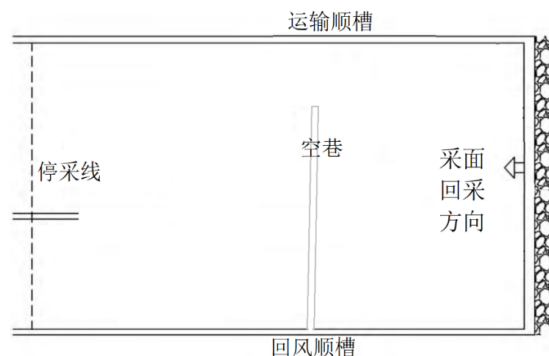


图 1 采面与空巷位置关系

山西某矿 61103 综采工作面主要回采 11# 煤层, 煤厚平均 4.8m, f 值 1~3, 采面设计走向距离 2369m、倾

斜长度 238m, 采用大采高开采工艺, 一次采全高, 开采高度设计为 4.8m。在开采范围内存在有空巷, 具体采面与空巷位置关系见图 1 所示, 采面内空巷存在会给煤炭正常回采带来一定制约。11# 煤层为矿井现阶段主采煤层, 煤层顶底板以粉砂岩、砂质泥岩等为主, 具体岩性赋存情况见表 1 所示。采面开采范围内存在的空巷原断面矩形, 净宽 5.5m、净高 3.8m, 原支护采用锚网索支护工艺。

表 1 煤层顶底板岩性

项目	岩性	厚度 (m)	硬度	抗压强度 (MPa)
老顶	中粒砂岩	1.75	4	16.4~37.0
直接顶	泥岩细砂岩、砂质泥岩	1.77	2	16.1~27.3
伪顶	泥岩	0.42	3	13.8~26.3
直接底	泥岩	1.75	3	14.8~29.3
老底	细粒砂岩	2.21	5.5	31.8~45.7

采面回采使用的主要综采设备有 MG400/920-WD 采煤机、ZY5600/21/46D 液压支架、SGZ800/800 刮板输送机, 采煤机平均每天割 5 刀, 推进速度平均 4.0m/d。为了确保采面安全通过空巷, 采用高水充填墩柱方式对空巷岩层进行支护。

2 综采工作面过空巷技术方案

2.1 空巷超前加固

在 61103 综采工作面回采过空巷前, 为确保采面过空巷安全, 需对空巷进行超前加固, 具体采用的加固措施包括有挑顶、锚网索支护、充填以及木垛支护等。

2.1.1 挑顶

为确保 61103 综采工作面有足够采高可直接通过采面空巷, 在采面过空巷前就需要对空巷顶板进行挑顶处理, 在不改变空巷原有宽度基础上将空巷高度由 3.8m 增加至 4.8m, 确保采面综采设备可顺利通过空巷。

2.1.2 围岩支护

在空巷挑顶完成后, 采用组合锚索、W 钢带等对巷道顶板进行支护, 具体支护断面见图 3 所示。支护采用的锚杆 ($\phi 18\text{mm} \times 2000\text{mm}$) 按照 1200mm 间距、1000mm 排距布置, 钢筋网规格为 $\phi 6.5\text{mm}$ 钢筋编制, 采用的锚索规格有 $\phi 21.8\text{mm} \times 9500\text{mm}$ 、 $\phi 17.8\text{mm} \times 7200\text{mm}$ 两种, 上述两种规格锚索分别按照 2000mm $\times$ 2000mm、3000mm $\times$ 2000mm 间排距布置。

2.1.3 空巷充填

2.1.3.1 充填材料性能分析

在 61103 综采工作面空巷充填选择采用高水材料, 高水材料分为甲、乙两种料以及加甲、加乙两种辅料。具体材料制备时甲料、加甲, 乙料、加乙料分别有各自的搅拌系统混合, 并通过高压软管运输, 在墩柱充填袋内混合。采用的高水充填材料具有下述主要特点: ①两种浆液混合前不会出现沉淀、沁水、凝固问题; ②两种浆液混合完成 5min 内即可失去流动性、15min 内即

可固化; ③浆液在混合完成 2h 后抗压强度即可达到 8~15MPa; ④浆液水灰比调整范围较大, 具体在 0.5:1~2.0:1 水灰比时浆液结石率均为 100%。具体实验室获取到的高水材料水灰比 1.5:1 时的应力、应变变化曲线见图 2 所示。

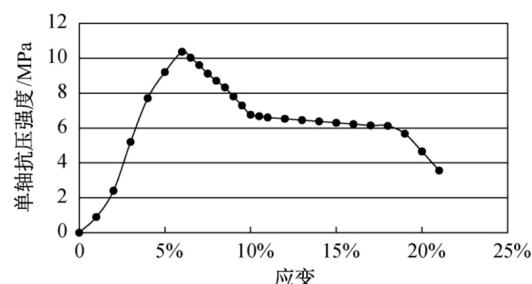


图 2 高水材料应力、应变变化曲线

从图中看出, 高水充填材料在较大压力作用下虽然有一定的应变但是仍有较强的抗压强度。使用高水充填材料对空巷顶板岩层进行控制时, 可允许顶板有一定的下沉, 可确保工作面顺利通过。

2.1.3.2 空巷支护方案

在采面与空巷间距相距 120m 以上, 即在空巷内构筑高水充填墩柱对空巷进行支护。构筑的高水充填墩柱直径为 1.0m 圆柱, 高度与空巷高度一致。支护外壳由柔性充填袋、钢筋网构成, 同时在高水充填材料灌注时可与临时模板配合使用。具体在空巷内布置的高水充填墩柱按照 5.0m $\times$ 2.0m 间排距安排, 并呈五花布置形式, 具体墩柱布置见图 3 所示。

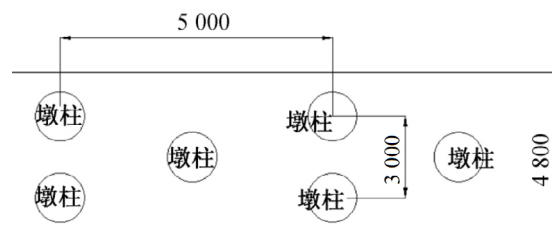


图 3 高水充填墩柱布置示意图

2.1.3.3 现场施工工艺

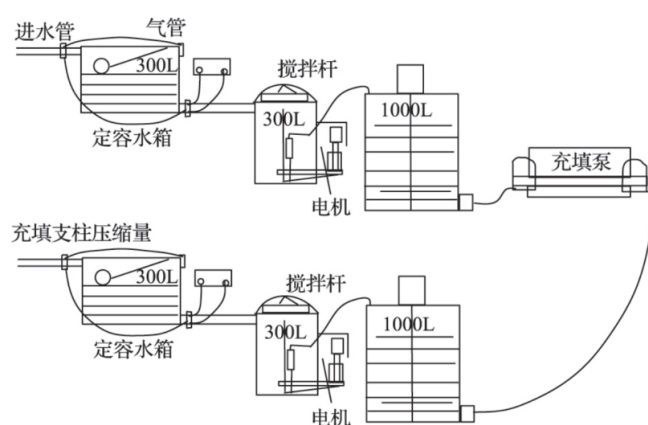


图 4 高水材料充填系统结构图

在进行高水充填墩柱施工前应对空巷进行修整, 确保行人、材料以及通风等通畅, 给作业人员安全施工创造良好条件。整个高水充填墩柱施工由空巷内侧向外侧依

次进行（即有采面回风巷向运输巷方向施工）。在施工前应确定好墩柱施工点位置并布置好充填系统。具体墩柱施工时，可先将充填袋悬挂到巷道顶板上，以便高水充填墩柱与顶板更好的接触。在空巷内施工高水充填墩柱时使用到的设备包括有：双液注浆泵、高（低）速搅拌机、水箱等，具体系统结构见图4所示。高水充填系统泵送能力为 $6.0\text{m}^3/\text{h}$ ，现场布置2套充填灌注系统，每班可完成 72m^3 高水充填材料灌注，每天可灌注 144m^3 。空巷内布置的高水充填墩柱可耗时3d即可完成施工。

3 回采过空巷安全技术措施

3.1 让压控压

为避免61103综采工作面过空巷期间出现顶板大面积来压，进而导致采面或者空巷顶板下沉量明显增加问题，对采面回采期间顶板来压情况进行监测，并准确记录顶板来压范围、来压步距、来压强度等参数，并对采面矿压显现情况进行综合分析。根据采面矿压监测结果，采用让压、等压等技术措施，确保采面揭露空巷期间不出现顶板来压问题。

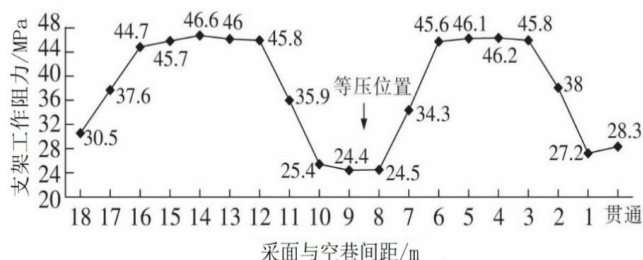


图5 采面距离空巷不同距离时顶板来压监测情况

具体采面在距离空巷不同距离时顶板来压监测情况见图5所示，通过监测发现，采面在正常生产期间周期来压步距平均为 10.4m ，带压推进距离为 5.0m 。在采面与空巷间距在 8m 时开始等压，后推进 2m 后顶板开始来压，待采面与空巷间距为 2m 时来压结束。采面在过空巷期间顶板整体正常状态，通过让压控压措施有效避免了周期来压对采面过空巷影响。

3.2 采面液压支架管理

在采面揭露空巷时，作业人员采用已布置的测点对空巷围岩变形进行监测，严禁人员进入到空巷内。同时在回采过空巷期间应科学制定施工安排，确保采面可连续生产。在过空巷期间各工种应密切配合，液压支架移架应紧跟采煤机，确保间距在 2m 以内；液压支架采用带压移架方式，支架移动到位后初撑力控制在 24MPa 以上，并及时伸出前探梁对顶板以及煤壁等进行支撑。

过空巷前对工作面内综采设备进行一次全面检修，强化支架的维修力度，彻底处理支架的跑、冒、滴、漏、窜和自降现象，保证支架操作灵活，完好率达到 100% 、检查采煤机截齿、齿轨、滑靴、各部件正常完好、检查刮板输送机链条、刮板、连接环、螺栓是否松动、各部件完好、检查转载机破碎机链条、刮板、连接环、螺栓是否松动、各部件完好、乳化液泵站配比达 30MPa 、管路、接头、U型卡、无跑、冒、滴、漏现象发生。

3.3 采面调斜

由于61103综采工作面与揭露的空巷平行，为避免采面揭露空巷时空巷顶板大面切落问题，在采面揭露过空巷期间采用调斜措施，确保采面与空巷存在一定夹角。

根据采面矿压监测结果，发现上端头位置较下端头矿压显现明显，采用上端头超前下端头方式过空巷。受到采面内综采设备性能影响，采面调斜角度不宜过大，在采面与空巷相距 20m 开始对采面进行调斜，采用尾三头一方式割煤（即机尾位置割3刀、机头位置割1刀），确保机尾超前机头 8m 。

采用使用的MG750/1860-WD采煤机截割深度为 800mm ，采面每割一刀预计揭露约 30m 空巷，预计采面割5刀即可通过空巷。在采面回采过空巷期间必须确保刮板输送机、液压支架等平直；待采面回采过空巷后采用头三尾一方式割煤，及时对采面倾斜角度进行调整，确保采面与回采巷道垂直。

4 总结

① 61103综采工作面回采范围内的空巷会给采面生产安全带来较大威胁，期间容易出现冒顶、煤壁片帮或者支架压死等问题，存在较大的安全风险。为此提出采用提前采用空巷挑顶、支护、高水充填材料充填支护等方式对空巷进行加固，并通过采面调斜、让压控压以及强化采面管理等措施确保采面过空巷安全；

② 依据现场实际情况，对空巷超前加固技术方案以及采面回采过空巷具体技术工艺等进行设计，现场应用后，采面过空巷期间未出现顶板变形量大或者煤壁片帮等情况，顶板始终保持稳定，采面割5刀即可顺利通过该空巷。

参考文献：

- [1] 杨小明. 30104综采工作面过空巷施工方案[J]. 煤炭与化工, 2021, 44(04): 25-27.
- [2] 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.
- [3] 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(04): 132-134.
- [4] 韩陟. 高水充填材料在综采工作面过空巷中的应用分析[J]. 机械管理开发, 2021, 36(10): 191-192+216.
- [5] 尹俊丁. 西沟煤业3524工作面过空巷区围岩控制技术研究与应[J]. 煤, 2021, 30(10): 57-59.
- [6] 赵少军. 大采高工作面过空巷高水材料充填技术实践[J]. 江西煤炭科技, 2021(03): 51-52+56.
- [7] 张志军. 综采工作面过空巷的技术探索[J]. 江西煤炭科技, 2021(03): 99-102.
- [8] 王成, 熊祖强, 王春. 超长工作面过大断面平行空巷充填支柱支护技术研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2021, 38(04): 739-748.

作者简介：

郭永飞（1988-），男，汉族，山西岢岚人，本科，助理工程师，主要从事采煤工作。