

Exploration of influencing factors of rapid excavation technology in coal mines

Qiumao Zhang

Handan Niuerzhuang Mining Co., Ltd., Handan, Hebei, 056200, China

Abstract

Since the transformation and upgrading of the coal industry, coal mine production technology has steadily advanced and achieved a certain degree of mechanization and automation. But with the increasing demand for energy and the difficulty of mining, it is imperative to improve the rapid excavation technology and mining efficiency of coal mines. Various factors are intertwined and jointly constrain the implementation of rapid excavation technology. Based on this, we will briefly explore the influencing factors of rapid excavation technology in coal mines, including geological conditions such as coal seam occurrence, geological structure, equipment performance, excavation, transportation equipment status, management level and production organization, safety control, etc. We will provide a detailed analysis in order to facilitate the improvement of rapid excavation technology level and achieve efficient and safe mining for coal mining enterprises.

Keywords

coal mine; Rapid excavation; influence factor

煤矿快速掘进技术影响因素探究

张秋卯

邯郸市牛儿庄采矿有限公司, 中国·河北 邯郸 056200

摘要

自煤炭行业转型升级以来, 煤矿生产技术稳步推进, 已实现一定程度机械化与自动化。但随着能源需求攀升及开采难度增大, 提升煤矿快速掘进技术、提高开采效率已势在必行。各因素相互交织, 共同制约着快速掘进技术的实施, 基于此, 将简要探讨煤矿快速掘进技术的影响因素, 地质条件如煤层赋存、地质构造等、设备性能掘进、运输等设备状态、管理水平和生产组织、安全管控等予以详细分析, 以期煤矿企业提升快速掘进技术水平、实现高效安全开采予以便利。

关键词

煤矿; 快速掘进; 影响因素

1 引言

在煤炭行业不断发展与能源需求持续增长下, 煤矿快速掘进技术成为提升煤炭产量、保障能源供应的主要因素。快速掘进可缩短矿井建设周期, 还可提高煤炭开采效率, 对煤矿企业的经济效益有直接影响。但在实际应用中, 深入探究影响煤矿快速掘进技术的各类因素, 从地质、设备、管理、人员等多个维度展开分析, 为推动煤矿快速掘进技术的发展提供支持^[1]。

2 煤矿快速掘进技术分类

煤矿快速掘进技术多样, 其中, 综合机械化掘进技术以悬臂式掘进机为核心, 搭配转载机、运输机等形成连续作业线, 掘进效率较高, 但受限于设备性能与地质条件适应性,

在复杂岩层中掘进速度会受影响。掘锚一体化技术将掘进与支护工序有机结合, 实现掘锚平行作业, 提升成巷速度, 适用于煤巷掘进, 但设备操作复杂度较高。而全断面掘进机技术可一次截割出设计断面, 掘进速度快、成巷质量好, 但设备庞大、造价高昂, 对巷道断面尺寸及地质条件要求严苛, 多用于大型矿井特定区域掘进。

3 地质条件对煤矿快速掘进技术的影响

3.1 煤层赋存状态

邯郸市牛儿庄采矿中, 该矿部分区域煤层厚度仅0.8m-1.2m, 掘进断面小, 常规3m米宽掘进机作业时, 有效截割宽度1m左右, 单班掘进进尺由3m降至1.8m。煤层夹矸厚度达0.3m-0.5m时, 掘进机截割耗时增加20min, 刀具磨损加快, 更换频率从50m/1次升至30m/1次。煤层倾角15°-20°度区域, 物料下滑速度加快, 运输设备故障率提高, 影响掘进连续性。顶板岩石硬度达60MPa-80MPa时,

【作者简介】张秋卯(1975-), 男, 中国河北深州人, 本科, 工程师, 从事采矿工程研究。

支护作业耗时增加 30min，单班掘进循环次数下降。

3.2 围岩性质

部分矿区顶板砂岩抗压强度达 90MPa-110MPa，掘进时截割难度大，掘进机截割头转速从 45 转 /min 降至 35 转 /min，单班掘进进尺由 2.8m 减少到 2m。底板泥岩遇水软化，其软化系数仅 0.3-0.4，掘进后 2h 内，巷道底鼓量达 50mm-80mm，需频繁进行底板清理与加固，每次处理耗时 40min，影响掘进节奏。围岩节理裂隙发育段，每 10m 巷道出现 3-5 处裂隙密集区，支护锚杆数量从每排 6 根增加到 8 根，支护作业时间延长 25min，影响掘进速度^[2]。

3.3 地质构造

矿区内存在多处断层，落差 1m-3m 断层，每遇到一处，掘进机需调整掘进方向 2-3 次，单次调整耗时 30min，导致单班掘进进尺从 2.5m 降至 1.5m。褶曲构造，轴部岩层破碎

带宽 2m-4m，掘进时顶板冒落频繁，每前进 5m 需进行一次临时支护加固，每次加固耗时 45min。直径 5m-8m 陷落柱，掘进时需额外进行注浆加固，注浆量达 8m³-12m³，注浆作业耗时 3h-4h，拖慢掘进速度。

3.4 水文地质条件

矿区部分区域涌水量较大，正常掘进时涌水 15m³/h-20m³/h，需安排 2 台排水泵持续作业，每台排水泵功率 30KW，额外耗电增加掘进成本。当遇到含水层，涌水量激增至 35m³/h-45m³/h，需增设 1 台备用泵，排水时间延长，影响掘进连续性。地下水软化围岩，使顶板岩石抗压强度从 80MPa 降至 60MPa，支护难度加大，每 8m 巷道需增加 2 根锚索加强支护，支护作业耗时增加 20min，制约快速掘进。地质条件对煤矿快速掘进技术的影响如表 1 所示：

表 1 地质条件对煤矿快速掘进技术的影响

影响因素	具体内容	对快速掘进技术的影响
煤层赋存状态	煤层厚度、倾角、稳定性等	煤层厚度不均或倾角过大，掘进设备难以稳定作业 煤层稳定性差，易出现片帮、冒顶，增加支护难度
围岩性质	围岩硬度、完整性、节理发育程度等	围岩硬度大，掘进设备磨损快，截割效率低 围岩破碎、节理发育，顶板易垮落，需频繁支护
地质构造	断层、褶曲、陷落柱等	遇到断层、褶曲等，掘进方向需调整，增加掘进长度 陷落柱可能使设备陷入，导致停工处理
水文地质条件	地下水水位、涌水量等	地下水丰富时，巷道易积水，需排水作业 高水位还可能引发透水事故，威胁安全

4 设备因素对煤矿快速掘进技术的影响

4.1 掘进设备性能

矿区部分掘进机截割功率为 160KW，面对硬度达 60MPa 煤岩时，截割速度从 0.3m/min 降至 0.18m/min，单班掘进进尺从 2.6m 减少到 1.6m。而功率提升至 220kW 的掘进机，在相同煤岩条件下，截割速度可维持在 0.25m/min，单班进尺可达 2.2m。旧型号掘进机平均每工作 150h 出现一次故障，每次维修耗时 3h，新型号掘进机工作 300h 才出现一次故障，维修耗时缩短至 1.5h，有效保障掘进作业连续性。

4.2 运输设备配套

矿区矿掘进工作面原采用带宽 800mm 胶带输送机，运输能力为 300t/h，当掘进机单班产出 350t 煤岩时，胶带输送机常因超负荷运转出现打滑现象，每次处理打滑耗时 25min，导致单班有效掘进时间减少 40min，掘进进尺从 2.8m 降至 2.2m。更换 1000mm 宽带、运输能力 500t/h 胶带输送机，运输顺畅，保障掘进作业连续性。配套刮板输送机槽宽 764mm，运输速度 0.86m/s，若与掘进机出矸速度不匹配，每 3h 会出现一次物料堆积，清理需 20min。将刮板输送机槽宽增至 900mm、运输速度提至 1.2m/s 后，物料堆积情况明显减少，每 6h 需简单清理一次，每次 5min，有效提升掘进效率^[3]。

4.3 支护设备效率

矿区使用传统单体液压支柱支护，每根支柱安装需 3 名工作人员协同操作，耗时 8min，在巷道断面 4m × 3m 情况下，完成单排支护，共 12 根支柱需 96min，拖慢掘进节奏。引入液压锚杆钻机，其钻孔速度达 0.15m/min，相比旧式风动钻机 0.08m/min 速度大幅提升。使用新钻机时，单根锚杆钻孔与安装总耗时 6min，完成一排 6 根锚杆支护仅需 36min。新型锚索张拉机具张拉力达 300KN，张拉一根锚索需 7min，而旧机具张拉力 200KN，张拉一根锚索要 12min。得益于支护设备效率提升，掘进工作面支护时间从每班 180min 缩短至 120min，单班掘进进尺从 2.2m 增加到 3m，提高快速掘进水平^[4]。

4.4 通风排水设备

通风方面，该矿掘进工作面原配备轴流式通风机，风量 300m³/min，当掘进深度达 500m 时，瓦斯浓度上升较快，每 2h 瓦斯浓度接近 0.8m³/m³ 的安全临界值，需停机通风 30min 稀释瓦斯，影响掘进进度。更换为风量 450m³/min 新型通风机后，瓦斯浓度上升速度减缓，每 4h 才接近临界值，停机通风时间减少至 15min。排水上，旧式潜水泵排水量 20m³/h，当出现涌水 30m³/h 情况时，巷道积水深度每 1h 增加 0.3m，积水超 0.5m 需停机排水，每次耗时 40min。采用排水量 40m³/h 的新潜水泵，积水深度增加 0.05m/h，可长时

间连续作业，保障掘进工作面的正常推进，单班掘进进尺从2m提升至2.8m。设备因素对煤矿快速掘进技术的影响如表2所示：

表2 设备因素对煤矿快速掘进技术的影响

设备因素	具体内容	对快速掘进技术的影响
掘进设备性能	设备功率、截割能力	功率不足、截割能力弱，掘进速度慢 可靠性差，故障频发，维修耗时多
运输设备配套	运输能力、匹配度等	运输能力不足，物料堆积，阻碍掘进 作业与掘进设备不匹配，衔接不畅
支护设备效率	支护速度、支护强度等	支护速度慢，延长掘进循环时间 支护强度不够，需反复加固
通风排水设备	风量、排水量、稳定性等	风量不足，瓦斯积聚，需停机通风 排水量小，巷道积水

5 管理因素对煤矿快速掘进技术的影响

5.1 生产组织管理

该矿以往生产计划安排不够合理，各工序衔接松散，掘进、支护、运输等环节常出现停工现象。掘进完成后，支护队伍没能及时跟进，导致掘进面暴露时间过长，存在安全隐患，且浪费掘进设备使用时间。优化生产组织，采用并行作业模式，掘进与支护班组交叉作业，在掘进机进行小范围调整或短暂停机时，支护人员提前进行准备工作，缩短工序转换时间。加强现场调度指挥，安排专人实时监控各环节进度，一旦出现设备故障或人员调配问题，可快速协调解决，避免问题扩大化。建立快速响应机制，对于掘进过程中遇到的突发地质状况，如小型断层、裂隙带等，可快速组织技术人员制定应对方案，调整掘进参数和支护方式，减少对掘进速度的影响^[9]。

5.2 安全管理

以往安全管理存在漏洞，安全检查流于形式，掘进作业中隐患排查不彻底，如巷道顶板存在细微裂隙，未被及时发现处理，随着掘进推进，裂隙将扩大引发顶板冒落。一旦出现这种情况，需停工抢险，耗费大量人力物力，使掘进进度停滞数天。强化安全管理，建立严格安全巡查制度，安全员2h对掘进工作面进行全面检查，还应加强员工安全培训，模拟事故场景演练，使其熟悉应急处理流程，提升安全意识和操作技能。使工作人员主动识别并上报安全隐患，遇到突发状况可迅速采取正确应对方法。安全管理提升，为快速掘进创造稳定环境，减少因安全事故导致停工时间，使掘进设备能持续高效运转，掘进班组可按计划推进工作，使快速掘进技术得以更顺畅实施。

5.3 技术管理

面对断层、褶曲等复杂地质条件，仍采用常规掘进参

数，导致掘进过程中频繁遇到顶板破碎、卡钻等问题，需频繁停机处理，影响掘进速度。再者，技术交底工作不到位，部分工作人员对掘进工艺及设备操作要点掌握不熟练，易出现误操作，损坏设备，耽误生产。加强技术管理，组织专业技术人员深入现场勘查，根据不同地质情况制定个性化掘进方案，明确掘进速度、支护方式等参数。强化技术交底环节，建立技术难题攻关小组，针对掘进中遇到的突发技术问题，如设备突发故障、异常地质构造等，迅速组织研讨，提出解决方案。

5.4 成本管理

在掘进设备采购上，未充分考虑性价比及适用性，盲目追求高端设备，忽略设备与实际掘进需求匹配度。部分设备功能冗余，操作复杂，增加培训成本，还因操作不熟练导致设备故障频发，增加维修成本，影响掘进效率。在耗材使用方面，掘进刀具、支护材料等浪费现象严重，如刀具磨损后未及时回收再利用，支护材料随意堆放、丢失。成本预算不合理，对掘进过程中出现的突发情况预留资金不足，遇到地质条件变化等突发状况时，因资金紧张无法及时调整掘进方案或更换设备，导致掘进进度受阻。优化成本管理，根据实际需求采购设备，加强耗材管控，建立回收利用制度，合理编制成本预算。

6 结论

煤矿快速掘进技术受多方面因素综合影响，其中地质条件为基础，复杂地质构造、不良围岩等会增加掘进难度与风险，制约速度。设备因素中，掘进、运输、支护、通风排水等设备性能、效率及配套情况，将影响掘进进程。管理因素方面科学生产组织、严格安全管理成本及技术管理，为快速掘进提供保障。操作技能与安全意识关乎掘进效率与安全，综合考虑各因素，优化协调，提升煤矿快速掘进技术水平，实现高效安全开采。

参考文献

- [1] 高飞.煤矿快速掘进技术中锚杆支护影响因素及方案设计[J].当代化工研究, 2022, (10):113-115.
- [2] 王强.煤矿快速掘进技术影响因素分析[J].内蒙古煤炭经济, 2021, (16):43-44.
- [3] 杨祯龙.煤矿快速掘进技术影响因素探究[J].能源与节能, 2021, (05):136-137.
- [4] 张森波.探究煤矿快速掘进技术影响因素[J].矿业装备, 2021, (02):84-85.
- [5] 王德振.探究煤矿快速掘进技术影响因素[J].当代化工研究, 2020, (15):80-81.