

# 浅析煤矿立井井筒的快速施工

党西龙 陈冬冬

陕西煤业化工建设(集团)有限公司矿建二公司 陕西 西安 710000

**摘要:** 文章围绕煤矿立井井筒快速施工,剖析地质、工艺、设备及管理等影响因素,提出针对性技术与管理优化措施。地质上通过精准探测与预处理改善施工条件,工艺方面优化钻井、掘进、支护技术提升效率,设备选型强调性能与协同,施工组织管理从队伍建设、计划调度、质量安全多维度优化。研究表明,多措施协同应用可显著缩短施工周期、降低成本、提升安全质量,为煤矿立井井筒高效建设提供理论与实践参考。

**关键词:** 煤矿立井井筒;快速施工;施工技术;组织管理

## 引言

煤矿立井井筒作为矿井开拓的关键工程,其施工进度直接影响煤炭资源开发进程与企业效益。随着开采深度增加,复杂地质条件、技术瓶颈及管理难题对立井井筒快速施工提出更高挑战。当前,如何突破施工效率制约因素,实现安全高效建设成为行业焦点。本文系统研究影响立井井筒快速施工的关键因素,探索创新技术与管理方法,旨在为提升煤矿建设水平、保障能源稳定供应提供解决方案。

## 1 煤矿立井井筒的快速施工的意义

煤矿立井井筒快速施工在煤矿建设进程中占据着举足轻重的地位,对煤矿企业的整体运营与发展具有深远影响。从经济效益层面来看,快速施工能够显著缩短煤矿的建设周期。煤矿建设周期的缩短意味着企业能够更早地投入生产运营,提前实现煤炭的产出与销售,从而加快资金回笼速度。在市场竞争日益激烈的当下,煤炭价格波动频繁,快速投产能使企业及时抓住市场有利时机,获取更高的经济收益。较短的施工周期可减少设备和人员的闲置时间,降低设备租赁、维护以及人工成本等各项开支,有效提升企业的利润空间。在技术发展方面,快速施工推动了煤矿施工技术的不断创新与进步。为了实现快速施工,企业需要不断探索和应用先进的施工工艺、设备以及管理方法。这促使相关科研人员加大研发投入,攻克技术难题,推动煤矿施工行业整体技术水平的提升。如新型掘进设备、高效支护技术等快速施工的需求下得以研发和应用,为煤矿建设带来了新的突破。从安全与稳定角度而言,快速施工有助于减少施工过程中的不确定因素。长时间的施工容易受到地质条件变化、自然灾害等不可预见因素的影响,增加施工风险。快速施工能在一定程度上降低这些风险,保障施工人员的生命安全和工程的质量稳定,为煤矿的长期安全

运营奠定坚实基础。

## 2 影响煤矿立井井筒快速施工的因素

### 2.1 地质因素

地质条件作为煤矿立井井筒施工的基础约束,通过复杂地质构造与岩体特性对施工进度产生显著影响。断层、褶曲等构造改变岩体完整性,致使岩石破碎程度加剧,在井筒掘进时易引发坍塌风险,迫使施工方采用加密支护、超前注浆等额外措施,延长循环作业时间。岩溶发育区域可能出现突水突泥现象,需投入大量资源进行治水与加固处理,严重干扰正常施工节奏。岩石力学特性对煤矿立井井筒施工效率与安全影响显著。高硬度岩体凭借其高强度与低可钻性,增加破岩难度,致使常规凿岩设备钻孔效率骤降,传统爆破工艺难以实现有效破碎,掘进进尺受限。而在高地应力环境下,围岩承受巨大压力,极易发生塑性变形、片帮等现象,严重时引发岩爆灾害。这对施工人员安全构成威胁,还需反复调整支护强度与施工工艺参数,造成工期显著延误<sup>[1]</sup>。

### 2.2 施工工艺因素

(1) 施工工艺的适配性与先进性对井筒施工效率起着决定性作用。在钻井工艺领域,由于传统钻机未配备自动定位及深度控制系统,导致钻孔精度难以契合设计标准,频繁出现的误差迫使施工人员反复修正,明显延长施工周期。(2) 在掘进工艺层面,炮孔参数与炸药性能适配性至关重要。当二者匹配失衡时,岩石破碎效果将大打折扣:部分区域过度粉碎形成细渣,部分区域则产生大块矸石。这种破碎不均现象不仅显著提升排矸难度,延长清渣耗时,还会因大块岩石需二次处理而中断施工流程。不合理的参数组合导致岩石未能充分破碎,限制单次掘进进尺量,严重制约立井井筒施工效率。(3) 支护工艺与掘进作业若无法实现高效协同,暴露的围岩将因时间因素发生变形破坏,导致施工中断以进行

支护补强。立模浇筑砌壁等传统支护工艺，因涵盖复杂的模板安装、混凝土浇筑及养护流程，常成为施工进度的制约因素，难以满足煤矿立井井筒快速施工的要求。

### 2.3 设备因素

施工设备的性能与协同性对井筒施工效率形成直接制约。提升设备若提升能力不足或运行稳定性差，会导致矸石提升滞后，造成工作面矸石堆积，阻碍后续掘进作业；材料下放不及时则使施工人员处于等待状态，降低工时利用率。凿岩设备性能对煤矿立井井筒施工效率影响明显。一方面，低钻孔效率与高故障率会延长爆破准备时间，打乱施工循环节奏，使原本紧凑的施工程序出现迟滞。另一方面，设备配套不合理会引发系统性效率损失。抓岩机抓取能力与提升设备容量不匹配，导致矸石堆积影响作业；运输设备与支护设备作业时间冲突，造成各工序衔接断层，最终削弱整体施工效能，制约立井井筒快速施工目标的实现。

### 2.4 施工组织与管理因素

(1) 施工组织管理效能对煤矿立井井筒快速施工起决定性作用。人员层面，施工人员技术水平参差不齐与团队协作机制缺失，易引发操作偏差及工序衔接断点，直接削弱施工连贯性；(2) 从工序统筹维度来看，工作面资源配置失衡与设备运行调度失当问题尤为突出。施工过程中，常出现设备资源与人力投入不匹配的情况，部分机械因缺乏协调而长时间空转，与此同时作业面却处于闲置状态。这种矛盾现象造成人力、物力的双重损耗，还拉低了施工效率，成为制约煤矿立井井筒快速施工的关键瓶颈。(3) 计划管理方面，若施工方案未将地质条件波动、设备突发故障等不确定性纳入考量，且缺乏动态响应机制，遭遇异常工况时难以快速调整施工策略，极易陷入被动局面，形成工期滞后风险。安全管理体系漏洞及隐患排查不彻底，会诱发安全事故，造成人员设备损失，还需中断施工进行事故处置与系统整改，对整体施工进度产生强烈冲击<sup>[2]</sup>。

## 3 煤矿立井井筒快速施工的技术措施

### 3.1 地质探测与预处理

精准的地质信息获取是快速施工的先决条件。利用三维地震勘探技术，可构建井筒区域高精度的地下地质结构模型，清晰呈现断层、褶曲等构造分布形态；瞬变电磁法能有效探测含水构造与富水区，为治水方案提供依据。基于探测结果，针对不良地质体实施靶向预处理。在煤矿立井井筒施工中，地质条件是影响施工进度的关键因素。对于破碎岩层，高压劈裂注浆技术是行之有效的处理手段。通过注入水泥-水玻璃双液浆，能够精

准填充裂隙，将松散岩体胶结为整体，提升岩石的抗剪强度与稳定性。而在岩溶发育区，则需采用帷幕注浆工艺，该工艺可在井筒周围形成连续的止水屏障，有效阻隔地下水与泥砂涌入，大幅降低突水突泥风险。这些预处理措施从根源上改善了施工地质条件，避免因突发地质问题导致频繁停工与复杂处理，大幅缩短施工周期。

### 3.2 优化施工工艺

(1) 煤矿立井井筒施工效率提升依托钻井工艺的设备性能强化与介质改良。大型全断面竖井掘进机配备高扭矩动力系统及精确导向装置，可提升破岩效率，相较于传统设备实现30%以上的钻进速率增益。新型油基钻井液凭借优异润滑性能与岩屑携带能力，有效减缓钻具磨损，降低卡钻风险，保障连续钻进作业。(2) 掘进工艺优化聚焦参数精细化与技术复合应用。依据岩石力学特性，借助数值模拟技术精准设计炮孔布局与爆破参数，采用毫秒微差爆破技术实现岩石定向破碎与光面成型，提升单循环进尺量。通过激光破岩与传统爆破技术的协同运用，预先软化坚硬岩层，有效降低爆破作业难度，增强破岩效能。(3) 支护工艺革新注重材料性能升级与作业流程协同。高强度螺纹钢锚杆结合树脂锚固剂可快速形成主动支护力；湿喷混凝土技术通过添加速凝剂及纤维增强材料，提升混凝土早期强度，确保喷射厚度均匀性与支护可靠性。自动化支护台车集成钻孔、锚杆安装、混凝土喷射等功能模块，实现支护与掘进同步作业，缩短井筒围岩暴露时长，提升施工安全性与整体效率<sup>[3]</sup>。

### 3.3 设备选型与配套

提升设备选型以高效运输为目标。变频调速提升机通过智能控制系统，根据载荷自动调节提升速度，最大提升速度可达16m/s，且具备高精度定位功能，减少卸载误差。配套的底卸式吊桶与自动装载系统，可实现矸石快速装载与卸载，提升循环时间缩短20%以上。凿岩设备选用智能型多臂凿岩台车，其搭载的自动导航系统可按设计参数自动完成钻孔定位、角度调整与深度控制，钻孔效率比传统设备提高50%。硬质合金复合钻头配合高压潜孔锤，可有效破碎各类岩石，延长钻具使用寿命。设备配套通过智能化控制系统实现协同作业。各施工设备通过工业以太网连接，中央控制系统实时监控设备运行状态，依据施工进度自动调度设备。当凿岩台车完成钻孔作业后，系统自动启动提升机下放爆破材料，爆破完成后，抓岩机与提升机联动进行矸石运输，实现各工序无缝衔接，提升整体施工效率。

## 4 施工组织与管理优化

### 4.1 专业队伍建设与培训

(1) 构建多工种协同的复合施工团队需依托科学选拔机制, 确保凿岩爆破、支护作业及设备操作等岗位人员兼具深厚专业知识与充足实践经验。(2) 面对施工技术与设备的持续迭代, 构建完备的培训体系迫在眉睫。聚焦智能凿岩台车操控、新型支护技术应用等前沿领域, 采用“理论+模拟+实训”三位一体的培训模式: 先通过理论课程解析技术原理, 再借助虚拟仿真平台开展模拟操作, 最后在真实施工场景中进行现场实训。通过系统化培训, 全面提升施工人员对先进技术装备的操作熟练度与应用创新能力, 确保新技术、新设备在工程实践中高效落地。(3) 安全管理应贯穿施工全过程, 针对立井施工中高坠、爆破事故、设备异常等风险, 通过案例研讨与应急演练强化人员风险防范意识和应急响应能力。构建技能评估与激励制度, 定期开展理论与实操考核, 将考评结果与薪酬待遇、职业发展相挂钩, 从而打造专业素养高、安全意识强的施工队伍, 为立井井筒快速施工筑牢人力支撑。

#### 4.2 施工计划与调度

科学的施工计划与精准调度是保障立井井筒施工高效推进的关键。基于工程特性与地质条件, 运用网络计划技术, 将施工过程分解为凿岩、爆破、出矸、支护等多个子工序, 明确各工序逻辑关系与时间参数, 确定关键线路, 制定详细的阶段性施工计划。借助BIM(建筑信息模型)与项目管理软件, 搭建信息化管理平台, 实现施工进度实时可视化监控。通过传感器与物联网技术构建智能监测网络, 实时采集设备运行状态、人员作业进度等关键数据, 与预设的施工计划进度进行动态比对分析。系统内置智能算法, 如果检测到实际进度与计划出现偏差, 将立即触发自动预警机制, 并根据偏差程度和项目特点, 快速生成针对性优化方案。当某道工序延迟时, 系统可自动建议调整工序顺序、增加设备投入或优化资源分配, 实现施工计划的动态智能调整。

#### 4.3 质量管理与安全管理

(1) 在原材料管控层面, 需建立系统化的供应商评估机制与严格的进场检验制度, 对钢材、水泥、锚杆等

关键材料开展全面性能测试与质量核验; 在施工过程中, 综合运用无损检测、激光扫描等先进技术, 对井筒垂直度、井壁厚度及混凝土强度等关键参数实施动态监测与数据采集, 确保施工质量与设计标准高度契合。建立完备的质量追溯体系, 对施工各环节进行详细记录存档, 实现质量问题的精准溯源与高效处置。(2) 健全安全管理体系是保障施工安全的必要条件。需完善安全管理制度架构, 清晰界定各岗位安全职责, 制定涵盖高空作业、爆破作业、设备操作等全流程的标准化安全操作规程。部署智能监测系统, 对井下瓦斯浓度、顶板压力及提升设备运行状态等关键指标进行全天候实时监测与预警, 构建安全风险防控屏障。(3) 通过建立隐患排查长效机制, 定期开展专项安全检查与整治行动, 对排查出的安全隐患实施台账化管理, 明确整改责任主体与完成时限, 确保隐患及时消除。质量与安全管理体系的协同优化, 能为立井井筒快速施工筑牢安全可靠的作业基础<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

煤矿立井井筒快速施工是复杂系统工程, 需综合考量多方面因素。通过先进地质探测与预处理、优化施工工艺、合理设备选型配套及科学组织管理, 可有效克服施工难题, 提升施工效率与质量。展望未来, 煤矿立井井筒施工需聚焦新技术、新设备研发应用, 持续深化施工组织管理创新。通过技术迭代与管理优化, 驱动施工技术革新, 契合煤炭行业高质量发展新要求。

#### 参考文献

- [1] 张昊. 煤矿立井井筒光面爆破参数优化与应用分析——以核桃峪东翼回风立井为例[J]. 价值工程, 2025, 44(11): 92-94.
- [2] 郁志利, 孙忠远, 张伟. 冻结立井井筒快速施工技术在钱营孜煤矿的应用[J]. 能源技术与管理, 2024, 49(1): 134-137.
- [3] 杨兴虎. 浅谈煤矿大直径立井井筒快速施工工艺[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(1): 0106-0109.
- [4] 林翰. 煤矿项目立井井筒装备安装施工分析[J]. 矿业装备, 2024(7): 25-27.