

煤矿工程采矿技术与施工安全管理措施优化

张凯旋 王俊

山西襄矿晋平煤业有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i11.8546

[摘要] 煤矿工程作为能源供应的核心领域，其采矿技术的先进性与施工安全管理的有效性直接决定开采效率、资源利用率与作业人员生命安全。通过革新采矿技术和安全管理，能够有效提升对复杂地质条件的适应能力与资源开采效率，构建全流程风险防控体系，为煤矿产业的可持续发展奠定坚实基础。本文主要就煤矿工程采矿技术与施工安全管理措施进行分析。

[关键词] 煤矿工程；采矿技术；施工安全管理

Optimization of Mining Technology and Construction Safety Management Measures for Coal Mine Engineering

Zhang Kaixuan Wang Jun

Shanxi Xiangkuang Jinping Coal Industry Co., Ltd.

[Abstract] As the core field of energy supply, the progressiveness of mining technology and the effectiveness of construction safety management of coal mine engineering directly determine the mining efficiency, resource utilization rate and life safety of operators. By innovating mining technology and safety management, the adaptability to complex geological conditions and resource extraction efficiency can be effectively improved, and a full process risk prevention and control system can be constructed, laying a solid foundation for the sustainable development of the coal mining industry. This article mainly analyzes the mining technology and construction safety management measures of coal mine engineering.

[Key words] coal mining engineering; Mining technology; Construction safety management

引言

随着煤矿开采深度不断增加、地质条件愈发复杂，传统采矿技术已难以满足现代煤矿发展要求，部分开采工艺对复杂煤层的适应性差，易导致资源浪费；机械化装备的协同性不足，影响开采效率；同时，煤矿井下作业环境特殊，存在瓦斯、水害、顶板事故等多重安全风险，若安全管理措施不到位，易引发重大安全事故，造成人员伤亡与财产损失。在“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针指引下，煤矿工程需同步推进采矿技术优化与施工安全管理升级。

1 煤矿工程优化采矿技术与施工安全管理措施的必要性

在我国能源需求不断增长和安全发展理念不断深入的时代背景下，煤矿工程采矿技术和施工安全管理措施须面临更高的要求。随着我国工业化和城镇化进程的不断推进，以煤炭为基础能源的煤矿工程在能源供应体系当中仍然占有举足轻重

的位置，对煤矿工程开采效率和资源回收率提出了较高的要求。传统采矿技术面临复杂地质条件和深部开采困境，渐渐显露出效率低和资源浪费的现象，难以适应煤炭大范围、高强度开采的需要。因此，亟须引进先进的采矿技术，如智能化开采技术及定向钻探技术，以提高开采效率，从而达到有效利用煤炭资源的目的。在施工安全性方面，煤矿开采环境恶劣，瓦斯爆炸、透水、顶板坍塌等诸多安全隐患严重危及矿工的生命安全及煤矿企业的平稳运行。近年来，虽然煤矿安全生产形势基本保持良好的态势，但重特重大事故仍然频繁发生，暴露了安全管理体系不够健全和安全技术手段相对滞后的问题。例如，一些煤矿井下瓦斯监测设备的灵敏度不高，不能对瓦斯浓度异常情况及时、准确的报警；矿压监测和支护技术落后，很难有效应对顶板压力的变化，造成顶板事故频繁发生。因此，加强对施工安全技术的研究开发和运用，建设良好的安全管理体系，成为煤矿工程发展的关键。随着我国对安全生产及环境保

护等方面的重视程度日益提高，在多项法律法规及标准规范的指引下，煤矿工程采矿技术及施工安全性等方面都提出了明确的要求。煤矿企业如果不能达到有关要求，不但会面临较大的法律风险与经济损失，甚至还会影响其社会形象

2 煤矿工程采矿技术的优化方向

2.1 应用定向钻探技术

在煤矿工程采矿作业过程中，定向钻探技术因具备精准导向和高效探测能力，成为解决复杂地质问题的关键方法。该项技术以先进的随钻测量系统和定向钻机为支撑，可根据预设轨迹灵活地对地下岩层进行钻探，打破了传统钻探技术中直线钻进的限制，实现了对煤矿采区地质构造、瓦斯赋存、水文条件等的精细化检测。当面临断层和陷落柱等复杂地质构造时，应用定向钻探技术能够提前发现构造的方向和尺寸，从而为采矿设计工作提供资料支持，以免引发开采事故。在实践中，定向钻探技术可用于瓦斯抽采、水害防治等工作。就瓦斯抽采而言，采用定向钻探技术可以准确穿透煤层裂隙带，扩大瓦斯抽采范围，提高抽采效率，减少井下瓦斯浓度，从根本上降低瓦斯爆炸的概率。在水害防治中，采用定向钻探技术能够精确地检测含水层的位置及水压，从而为矿井排水系统的设计及注浆堵水工程的实施提供可靠依据，有效防止透水事故的发生。此外，定向钻探技术还可以应用于煤矿井下救援通道建设中，当突发事故发生后，采用定向钻探技术可以迅速开辟生命通道，给被困人员赢得宝贵的救援时间。在钻探装备智能化升级的背景下，新型定向钻机集自动纠偏和数据实时传输于一体，进一步提高了钻探精度和作业效率，使定向钻探技术在煤矿工程中的应用场景越来越广泛，成为保障煤矿安全、有效开采的主要技术支持

2.2 采矿装备升级

采矿装备是实现高效开采的物质基础，提升开采效率与作业安全性。在采煤装备方面，升级采煤机性能，研发具备自适应截割功能的智能采煤机。该类采煤机配备多传感器，可实时监测煤层硬度、顶底板位置、截割阻力等参数，通过内置算法自动调整截割速度、截深与滚筒高度，避免采煤机过载或截割到顶底板岩石，减少装备损耗与故障发生率；同时，采煤机与液压支架、刮板输送机实现数据互联，根据采煤机位置自动控制液压支架移架速度与刮板输送机运输速度，提升开采连续性。在支护装备方面，优化液压支架性能，发展智能液压支架系统。智能液压支架配备压力传感器与位移传感器，可实时监测支架工作阻力、初撑力与移架距离，当支架压力超过设定阈值或初撑力不足时，自动报警并调整支架压力，确保支架对顶板的有效支护；同时，支架具备自动移架功能，通过与采煤机

的联动控制，实现“跟机移架”，减少人工操作，缩短移架时间，降低作业人员在顶板下的暴露时间，提升作业安全。

在运输装备方面，升级井下运输系统，推广智能化带式输送机与刮板输送机。带式输送机采用变频调速技术，可根据煤炭产量自动调整运输速度，减少能源消耗；同时配备跑偏监测、打滑监测、撕裂监测等保护装置，当出现异常情况时自动停机，避免设备损坏与煤炭堆积；刮板输送机优化刮板链结构，采用高强度耐磨材料，延长刮板链使用寿命，同时配备断链监测装置，实时监测刮板链张力，防止断链事故发生。此外，井下运输系统与地面调度中心实现数据互联，调度中心可实时监控运输设备运行状态，实现远程调度与故障诊断，提升运输系统可靠性。

2.3 智能化技术融合

智能化技术是煤矿采矿技术升级的重要方向，通过融合物联网、大数据、人工智能、5G等技术，实现煤矿开采的少人化或无人化。在智能感知层面，构建井下全方位感知网络。在采煤工作面、掘进工作面、运输巷道等关键区域部署传感器，实时采集瓦斯浓度、一氧化碳浓度、风速、温度、顶板压力、设备运行参数等数据；采用无人机巡检与机器人巡检相结合的方式，对井下巷道、采空区进行定期巡检，弥补人工巡检的盲区与不足；通过井下5G网络实现数据的实时传输，确保地面调度中心能及时获取井下工况信息，为决策提供数据支持。

建立煤矿开采大数据平台，整合井下感知数据、开采历史数据、地质数据等多维度数据，通过大数据算法进行数据清洗、融合与分析。在开采优化方面，分析煤层开采参数与资源回收率、开采效率的关联关系，优化开采工艺参数；在安全预警方面，通过分析瓦斯浓度变化趋势、顶板压力变化规律，预判瓦斯突出、顶板垮塌等风险；在设备运维方面，分析设备运行参数与故障的关联关系，建立设备故障预测模型，实现设备的预防性维护，减少设备故障停机时间。

地面调度中心根据数据分析结果，通过远程控制系统对井下采煤机、液压支架、运输设备等进行远程操作，如远程控制采煤机截割路径、远程控制液压支架移架、远程调整运输设备速度；对于条件成熟的煤矿，可实现采煤工作面的无人化开采，作业人员在地面调度中心即可完成开采全过程的监控与控制，彻底避免人员在井下危险环境中的作业，极大提升开采安全性。

通过物联网技术实时监测井下设备运行状态，当设备出现故障时，远程运维平台可快速定位故障位置与故障原因，指导井下维护人员进行维修，或通过远程技术手段解决部分故障；同时，运维平台记录设备维修历史与备件消耗情况，实现备件的智能管理，确保备件及时供应，缩短设备维修时间。

3 煤矿工程施工安全管理措施的优化路径

3.1 风险防控体系完善

风险防控是施工安全管理的核心，将安全风险控制在萌芽状态。在风险识别方面，建立常态化风险识别机制。结合煤矿井下作业特点，明确风险识别的范围与内容，涵盖瓦斯、水害、顶板、机电设备等所有可能引发安全事故的风险源。利用智能化感知系统实时监测风险源状态，自动识别异常风险，提升风险识别的及时性与准确性。在风险评估方面，采用科学的评估方法确定风险等级。根据风险发生的可能性与后果严重程度，建立风险评估指标体系，采用定性与定量相结合的方法对识别出的风险进行评估。建立风险评估动态更新机制，当井下地质条件变化、开采工艺调整、设备更新后，及时重新评估风险等级，确保风险评估结果与实际工况相符。同时，建立风险管控台账，记录风险识别、评估、管控的全过程信息，实现风险管控的闭环管理。

3.2 做好作业现场管控

严格执行作业许可制度。对于井下高风险作业，必须办理作业许可证，明确作业范围、作业时间、作业人员、安全措施与监护人员，经安全管理部门审批后方可作业；作业过程中，监护人员需全程在场，监督作业人员严格按照安全措施操作，及时制止违章作业行为；作业完成后，需对作业现场进行清理与检查，确认无安全隐患后方可撤离。同时，规范作业现场安全设施设置，在井下巷道交叉口、作业面入口处设置安全警示标志，在瓦斯积聚区、水害威胁区等危险区域设置物理隔离设施，防止人员误入；确保井下通风系统、排水系统、压风系统、供电系统等安全保障系统正常运行，定期检查系统设备状态与参数，及时处理系统故障。

3.3 瓦斯智能监测预警

在煤矿工程施工安全管理中，瓦斯智能监测预警技术为预防瓦斯事故提供了助力。煤矿井下瓦斯易燃易爆，常规的监测手段反应滞后，数据误差较大，很难适应复杂采动环境下的需求。瓦斯智能监测预警技术是在高精度传感器、物联网和大数据分析技术的支持下，建立全方位、实时化监测网络。在采煤工作面、回风巷和掘进头等井下重点区域密集布设了红外光谱和催化燃烧式瓦斯传感器等具有高精度感知能力的传感器，能够实时检测瓦斯浓度，响应迅速，数据收集频次超过10次/s。采集数据经工业以太网和无线自组网通信技术实时传送给地面监控中心，监控中心利用大数据分析和人工智能算法，深度挖掘和预测瓦斯浓度的变化趋势。例如，利用长短期记忆网络模型将历史瓦斯数据、通风参数和开采进度多维度信息进行融

合，可以提前几小时甚至几天对瓦斯异常涌出的危险性进行预测，准确定位出异常区域。当监测的瓦斯浓度达到临界值附近时，系统马上启动分级预警机制，对管理人员和作业人员进行声光报警、短信推送和井下广播。同时联动井下通风设备，实现风机转速和风量自动调节，提高通风能力和瓦斯浓度。该系统还与应急逃生系统连接，生成可视化瓦斯浓度动态图，直观显示井下瓦斯的分布情况，指引人员迅速疏散到安全区域，从而为管理人员进行科学决策奠定基础，有效降低瓦斯爆炸的可能性，构筑煤矿安全生产防线。

3.4 完善应急预案

制定针对性的应急预案体系。根据煤矿可能发生的安全事故类型，制定专项应急预案，明确应急组织机构、应急响应程序、应急处置措施、应急救援队伍职责；针对井下不同作业区域，制定现场处置方案，细化作业人员在事故发生时的应急行动步骤；应急预案需与地方政府、矿山救援机构的应急预案相衔接，确保应急救援力量能快速联动。同时，建立应急预案动态更新机制，根据煤矿开采条件变化、法律法规更新、应急演练反馈，及时修订应急预案，确保应急预案的科学性与可操作性。

结束语

煤矿工程采矿技术和施工安全管理之间存在密切联系，两者的共同发展对煤矿企业的可持续发展起到重要作用。本文通过对采矿技术不断优化，加强施工安全管理和建设科学、完善的技术及安全管理体系，有效地提高了煤矿开采效率和安全性，降低安全事故的发生概率，推动煤炭行业健康稳定发展。未来，煤矿行业需要进一步引入新技术和新理念，不断深化采矿技术和施工安全管理措施等研究，从而为我国煤矿工程的发展提供技术支持。

参考文献

- [1]宋英锋. 煤矿工程采矿技术与施工安全管理探讨[J].西部探矿工程, 2024, 36(11): 199-202.
- [2]陈晓龙. 煤矿工程采矿技术与施工安全管理分析[J].能源与节能, 2022, (06): 55-56+59.
- [3]靳成青. 关于煤矿工程采矿技术与施工安全管理的研究[J].当代化工研究, 2022, (05): 27-29.
- [4]冯江兵. 浅析煤矿工程采矿技术与施工安全管理中存在的问题[J].矿业装备, 2021, (06): 162-163.
- [5]常健. 煤矿工程采矿技术与施工安全管理探究[J].内蒙古煤炭经济, 2021, (20): 96-98.
- [6]温成亮. 关于煤矿工程采矿技术与施工安全管理的研究[J].当代化工研究, 2021, (20): 16-17.