

煤矿采矿过程中现代化采掘工艺与技术应用研究分析

张 伟

宁夏宝丰能源集团股份有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：随着科技飞速发展，传统煤矿采矿工艺在效率、安全性和环保性等方面逐渐暴露出局限性。本文聚焦煤矿采矿过程中的现代化采掘工艺与技术应用展开研究分析。首先阐述现代化采掘工艺与技术在煤矿采矿中的重要性，包括提升生产效率、保障安全生产、减少资源浪费及降低环境污染等方面。接着介绍常见的现代化采掘工艺，如综采、综掘、充填开采和无人采煤工艺。随后详细探讨现代化采掘技术在煤矿采矿中的应用，涵盖自动化控制技术、信息化技术以及通风与安全保障技术等。通过研究旨在为煤矿采矿行业合理应用现代化工艺与技术提供参考，推动行业可持续发展。

关键词：煤矿采矿过程；现代化采掘工艺；技术应用；研究分析

引言：煤炭作为我国重要的基础能源，在国民经济发展中占据关键地位。传统煤矿采矿工艺与技术存在生产效率低、安全风险高、资源浪费严重及环境污染大等诸多问题，难以满足现代煤炭工业发展需求。随着科技的不断进步，现代化采掘工艺与技术应运而生，为煤矿采矿行业带来了新的发展机遇。这些先进工艺与技术的应用，不仅能显著提升煤矿的生产能力和经济效益，还能有效改善工作环境，保障作业人员安全，减少对生态环境的破坏。因此，深入研究煤矿采矿过程中现代化采掘工艺与技术的应用具有重要的现实意义。

1 现代化采掘工艺与技术在煤矿采矿中的重要性

1.1 提升生产效率

现代化采掘工艺与技术凭借先进的设备和智能化的控制系统，极大地提升了煤矿采矿的生产效率。例如，综采工艺实现了采煤、支护和运输的连续作业，减少了各环节间的衔接时间，使煤炭开采速度大幅加快。自动化控制技术能精准调控采煤机的运行参数，根据煤层地质条件自动调整切割速度和深度，提高采煤的精准度和效率。信息化技术可实时监测生产数据，为生产调度提供科学依据，优化生产流程，避免设备闲置和生产延误，从而显著增加煤炭产量，满足市场对煤炭日益增长的需求。

1.2 保障安全生产

作者简介：张伟，男，汉族，出生1988年9月，大学本科，2012年毕业于中国矿业大学采矿工程专业，工程师职称。先后任宁夏宝丰能源集团股份有限公司技术员、工程师、副队长、队长、副总工程师、生产矿长等职，现任红四煤业生产副总经理，主要负责矿井安全生产管理。

在煤矿采矿中，安全生产至关重要。现代化采掘工艺与技术为安全生产提供了坚实保障。无人采煤工艺将作业人员从危险的工作面转移到安全区域，减少了人员与危险环境的直接接触，降低了事故发生的概率。智能通风系统能根据矿井内瓦斯浓度、温度等参数自动调节风量，有效稀释和排出有害气体，防止瓦斯积聚引发爆炸。瓦斯监测与防治技术可实时监测瓦斯浓度，一旦超标立即发出警报并采取相应措施，避免瓦斯事故的发生，切实保障了作业人员的生命安全。

1.3 减少资源浪费

传统采矿工艺往往存在资源回收率低的问题，造成大量煤炭资源浪费。现代化采掘工艺与技术有效解决了这一难题。充填开采工艺在采煤后及时用充填材料填充采空区，不仅支撑了上覆岩层，减少地表塌陷，还能提高煤炭资源的回收率，尤其是对薄煤层和“三下”压煤的开采具有显著优势。精准的采煤设备和技术能够按照煤层的厚度和倾角进行精确切割，减少煤炭在开采过程中的损失，使有限的煤炭资源得到充分利用，提高了资源利用效率，符合可持续发展的要求。

1.4 降低环境污染

煤矿采矿活动会对周边环境造成一定程度的污染，现代化采掘工艺与技术有助于降低这种影响。在粉尘控制方面，先进的喷雾降尘设备和通风系统能有效降低采煤过程中的粉尘浓度，减少粉尘对大气环境的污染和对作业人员健康的危害。在废水处理上，配套的污水处理设施可对矿井水进行处理和回用，减少水资源的浪费和废水排放对水环境的污染。此外，现代化采矿工艺注重生态修复，在开采结束后对矿区进行复垦和绿化，恢复植被，改善生态环境，实现煤炭开采与环境保护的协调

发展^[1]。

2 煤矿采矿中常见的现代化采掘工艺

2.1 综采工艺

综采工艺即综合机械化采煤工艺，是煤矿采矿中应用广泛且高效的现代化采掘工艺。它集采煤、支护和运输等环节的机械化于一体，通过采煤机破煤和装煤，液压支架进行工作面支护，刮板输送机、转载机及胶带输送机等设备完成煤炭运输。其优势显著，采煤机可连续作业，切割速度快，能大幅提高采煤效率；液压支架能及时支护顶板，有效控制顶板下沉，保障作业安全；各设备协同作业，实现采煤过程的连续化和自动化。而且，综采工艺适应性强，可根据不同的煤层地质条件，调整设备参数和作业方式，适用于中厚及厚煤层的开采。不过，该工艺设备投资大，对操作人员的技术水平和设备维护要求较高，需要专业的团队进行管理和操作，以确保设备的正常运行和生产的高效进行。

2.2 综掘工艺

综掘工艺即综合机械化掘进工艺，在煤矿巷道掘进中发挥着重要作用。它主要由掘进机、转载机、运输机以及支护设备等组成。掘进机是核心设备，集切割、装载和行走功能于一体，能够快速破碎岩石或煤炭并将其装载到运输设备上。与传统的钻爆法相比，综掘工艺具有掘进速度快、安全性高、作业环境好等优点。掘进机可连续作业，减少了人工打眼、爆破等工序，大大缩短了巷道掘进周期。同时，综掘工艺减少了粉尘和噪音污染，改善了作业人员的劳动条件。然而，综掘工艺对设备性能和地质条件有一定要求，在硬岩或复杂地质条件下，掘进效率会受到一定影响，需要不断优化设备和技术以适应不同的地质环境。

2.3 充填开采工艺

充填开采工艺是一种兼顾资源开采与环境保护的现代化采掘工艺。在煤炭开采过程中，它利用充填材料（如矸石、粉煤灰、水泥等）对采空区进行及时充填，以支撑上覆岩层，控制地表沉陷。该工艺能有效提高煤炭资源回收率，尤其适用于薄煤层和“三下”（建筑物下、铁路下、水体下）压煤的开采，减少资源浪费。同时，充填开采可降低采空区瓦斯涌出量，减少瓦斯事故隐患，保障安全生产。此外，它还能减少地表塌陷对生态环境和地面建筑物的影响，实现煤炭开采与生态保护的协调发展。

2.4 无人采煤工艺

无人采煤工艺是煤矿采矿技术发展的前沿方向，代表了未来采煤的智能化趋势。它借助先进的自动化控制

技术、信息技术和机器人技术，实现采煤工作面的无人化作业。通过在采煤机、液压支架等设备上安装传感器和控制系统，实现对设备的远程监控和自动操作。操作人员可在地面控制中心对井下设备进行实时调控，根据煤层变化自动调整采煤参数，提高采煤的精准度和效率。无人采煤工艺大大减少了井下作业人员数量，降低了人员安全风险，尤其适用于高瓦斯、水害等危险环境的采煤作业^[2]。

3 现代化采掘技术在煤矿采矿中的应用

3.1 自动化控制技术

3.1.1 采煤机自动化控制

采煤机自动化控制借助传感器、控制器和执行机构，实现对采煤过程的精准调控。传感器可实时采集煤层厚度、硬度、截割阻力等参数，并将数据传输至控制器。控制器依据预设程序和实时数据，自动调整采煤机的牵引速度、滚筒转速和截割深度，确保在不同地质条件下都能高效截割煤炭。同时，具备故障诊断和预警功能，能及时发现设备异常并发出警报，指导维修人员快速处理，减少停机时间，提高采煤机的开机率和生产效率，降低人工操作强度和误差。

3.1.2 液压支架自动化控制

液压支架自动化控制通过电液控制系统实现。该系统可根据采煤机位置和运行方向，自动完成支架的降柱、移架、升柱和推溜等动作，实现与采煤机的协同作业。在采煤机割煤后，支架能迅速跟进支护顶板，保障作业空间安全。还能根据顶板压力变化自动调整支护强度，避免顶板事故发生。此外，自动化控制可实现支架的远程操作和集中监控，减少井下作业人员数量，降低安全风险，提高支护效率和可靠性。

3.1.3 运输系统自动化控制

运输系统自动化控制涵盖刮板输送机、转载机和胶带输送机等设备。利用传感器和自动化装置，可实时监测设备的运行状态、物料流量和速度等参数。根据采煤机产量自动调整运输设备的运行速度，实现物料的均衡运输，避免设备过载或空载运行。同时，具备故障自诊断和保护功能，如断链、打滑、跑偏等故障发生时能自动停机并报警。通过集中控制系统，可实现对整个运输系统的远程监控和调度，提高运输效率，降低运输成本，保障运输系统的安全稳定运行。

3.2 信息化技术

3.2.1 生产数据监测与管理

生产数据监测与管理是信息化技术在工业生产中的关键应用。通过部署各类传感器，实时采集生产过程中的

的温度、压力、速度等关键数据，并借助有线或无线网络传输至中央管理系统。这些数据经过分析处理，能直观呈现生产状态，帮助管理者及时发现潜在问题，如设备异常、工艺偏差等。利用大数据分析技术，可对历史生产数据进行深度挖掘，找出影响生产效率和产品质量的因素，为工艺优化提供依据。同时，建立生产数据模型，实现生产过程的精准预测和智能调度，提高生产计划的合理性和灵活性。此外，生产数据的有效管理还能保障数据的完整性和安全性，为企业的决策提供可靠支持，推动生产管理向精细化、智能化方向发展，提升企业的核心竞争力。

3.2.2 地理信息系统（GIS）应用

地理信息系统（GIS）在多个领域发挥着重要作用。在城市规划方面，GIS能整合地形、地貌、人口分布等多源地理数据，通过可视化展示和分析，辅助规划者合理布局城市功能区，优化交通网络，提高城市空间利用效率。在资源管理中，利用GIS可精确掌握土地、矿产、森林等资源的分布和数量，实现资源的动态监测和科学管理，为资源的合理开发和可持续利用提供决策支持。在环境保护领域，GIS能够监测环境质量变化，分析污染源的扩散范围和影响程度，帮助制定有效的环境治理措施。

3.2.3 远程监控与诊断

远程监控与诊断是信息化技术与工业、医疗等领域深度融合的成果。在工业领域，通过在设备上安装传感器和监控装置，将设备的运行状态、参数等数据实时传输至远程监控中心。技术人员无需亲临现场，就能对设备进行实时监测，及时发现故障隐患，并通过远程操作进行调试和维修，减少停机时间，提高生产效率。在医疗领域，远程监控与诊断技术使患者能够在家中接受医疗监测，医生通过远程设备获取患者的生命体征数据，如心率、血压等，进行实时诊断和指导治疗，尤其适用于慢性病患者的长期管理和急救场景。远程监控与诊断不仅节省了人力和时间成本，还打破了地域限制，提高了服务的可及性和质量，为各行业的发展带来了新的机遇和变革。

3.3 通风与安全保障技术

3.3.1 智能通风系统

智能通风系统通过物联网、大数据与三维建模技术实现矿井通风的动态精准调控。系统采用超声波风速仪实时采集巷道风速、风量及瓦斯浓度，结合矿井三维通

风模型进行实时解算，自动生成通风网络图与风量分配方案。例如，煤炭科学技术研究院研发的KJ980系统可精确识别巷道风阻变化，当某区域风量低于设定值时，系统自动调节主通风机频率或远程控制局部风门开度，确保有效风量率不低于85%。系统集成自动风门与变频风机，支持灾变时期远程解锁风门并启动应急通风模式，配合智能避灾路线规划功能，可将事故响应时间缩短40%。

3.3.2 瓦斯监测与防治技术

瓦斯防治以“先抽后采、监测监控、以风定产”为核心策略，构建“抽-测-控-用”一体化技术体系。地面与井下抽采系统结合，采用穿层钻孔预抽煤层瓦斯，单井日抽采量可达1.2万立方米，使采煤工作面瓦斯浓度降低60%以上。监测环节部署激光甲烷传感器与红外光谱分析仪，实现井下关键区域瓦斯浓度实时监测与超限报警，数据上传至地面监控平台后，系统自动分析瓦斯涌出规律并调整通风参数。防治技术融合瓦斯发电与封堵工艺，低浓度瓦斯通过燃气轮机发电，年处理瓦斯量超5000万立方米，既减少温室气体排放又创造经济效益；采空区采用高分子封堵材料封闭瓦斯泄漏通道，配合注氮防火技术，使自燃发火期延长至180天以上^[3]。

结束语

在煤矿采矿现代化进程中，采掘工艺与技术的创新应用已成为推动行业高质量发展的核心动力。通过智能化综采装备、精准化开采技术及绿色化工艺体系的深度融合，不仅实现了开采效率与资源回收率的显著提升，更构建了本质安全型生产模式。未来，随着5G+工业互联网、数字孪生等前沿技术的持续渗透，煤矿采掘将向全流程智能化、全要素协同化方向加速演进。行业需持续强化技术攻关与装备迭代，深化产学研用协同创新，在保障能源供应安全的同时，坚定不移走生态优先、绿色低碳的可持续发展道路，为全球能源转型贡献中国智慧。

参考文献

- [1]李向波.煤矿采矿作业中采矿工艺与技术解析[J].山西化工,2021,41(05):134-136.
- [2]东小军.煤矿采矿工程中的采煤工艺与技术分析[J].大众标准化,2021,(12):154-156.
- [3]程云飞.煤矿采矿工程中的采矿工艺与技术探讨[J].当代化工研究,2021,(12):133-134.