

智能化技术在采矿工程中的应用实践探索

高伟

准格尔旗神陶煤炭运销有限责任公司营沙壕煤矿, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 采矿工程具有地质复杂、作业高危、流程漫长等特征, 传统开采存在安全风险高、效率低等痛点, 智能化技术是破解行业瓶颈的关键。当前智能化应用存在技术适配不足、复合型人才短缺、体制标准不完善、投入产出失衡等问题。为此, 需通过构建专用智能化技术体系、打造复合型人才队伍、健全体制标准、优化成本管控、完善风险防控等策略, 推动采矿工程智能化高质量、规范化发展, 实现高效、安全、绿色开采。

关键词: 智能化技术; 采矿工程; 应用实践; 策略分析

Application and Practice of Intelligent Technology in Mining Engineering

Gao Wei

Zhungeer Banner Shentao Coal Transportation and Marketing Co., Ltd., Yingsha Hao Coal Mine, China Inner Mongolia Ordos 017000

Abstract: Mining engineering is characterized by complex geological conditions, high-risk operations, and lengthy processes. Traditional mining methods face challenges such as high safety risks and low efficiency, making intelligent technologies crucial for overcoming industry bottlenecks. Current intelligent applications, however, encounter issues including inadequate technical compatibility, a shortage of interdisciplinary talent, incomplete institutional standards, and imbalanced input-output ratios. To address these challenges, strategies such as establishing specialized intelligent technology systems, cultivating interdisciplinary talent teams, improving institutional standards, optimizing cost control, and enhancing risk prevention are essential. These measures will drive the intelligent, high-quality, and standardized development of mining engineering, ultimately achieving efficient, safe, and sustainable mining practices.

Keywords: Intelligent technology; Mining engineering; Application practice; Strategy analysis

0 引言

矿产资源的用量增多加上安全生产的标准变高, 原来的采矿方式无法适应行业发展的需要。采矿工程作业环境非常恶劣, 并且地质条件相当复杂。传统开采方式会使人员安全保障变得困难, 也会让资源回收率出现下降, 能效表现不足, 同时信息传递也会发生滞后。这些因素制约着行业达到高质量发展。智能制造的发展趋势为采矿工程转型带来了新机遇, 智能化技术可以解决技术、人才、管理、成本等方面的难题, 实现智能化技术与采矿工程的结合是当前行业发展的主要任务。

1 采矿工程核心特征与技术需求

采矿工程指的是对地下和露天矿床进行开采的工程。该工程具有地质条件复杂、作业环境高危、工艺流程长、设备协同要求高的特点, 并且安全和生态方面的约束非常严格。传统开采面临着人员作业风险比较高、信息感知存在滞后、装备自动化水平比较低、资源回收率和能效有不足等问题。其技术需求主要集中于: 提高复杂地质条件下

的自适应开采能力, 加强井下灾害的动态监测和预警工作, 在采掘、运输、支护等环节逐步实现少人化或无人化作业, 推动生产数据在全域范围内互联进行智能决策, 同时兼顾高效开采、安全生产和绿色低碳^[1]。

2 智能化技术在采矿工程中的应用现状与问题

2.1 技术层面: 适配性不足与集成度低

采矿工程中使用的智能化技术大多是从其他行业移植过来的, 没有针对采矿工程复杂的地质条件进行专门优化, 使得应用效果没有达到预期。采矿作业区域的地质构造通常比较复杂, 围岩稳定性有较大差异, 粉尘浓度比较高, 电磁干扰也较强。现有的智能化监测设备容易出现数据采集失真和信号中断等情况, 很难准确捕捉井下瓦斯、水害、顶板变形等重要隐患信息^[2]。智能化系统之间存在着技术壁垒, 采掘智能化系统、运输自动化系统、安全监测系统等各各自独立运行, 数据标准未能统一与其他接口也不兼容, 无法达到生产数据的全域共享和协同联动。部分矿井引入了智能装备, 但没有和现有生产流程深度结合, 形成“重

装备、轻应用”的局面，智能化技术的主要作用很难发挥，没有解决传统开采中的效率瓶颈和安全隐患。

2.2 人才层面：专业复合型人才短缺

人才需要掌握采矿工程核心理论，熟悉矿山生产工艺流程，同时也要具备计算机技术、大数据分析、自动化控制等相关知识，但当前行业内此类人才供给仍然严重不足。传统采矿从业人员在现场操作和常规管理上比较熟练，但在操作和维护智能化装备及智能控制系统方面存在能力不足，不适应智能化矿山的生产运营需求。高校和职业院校的人才培养模式表现出滞后性，采矿工程专业课程安排仍然将传统采矿技术作为主要内容，智能化相关课程所占比例不高，而且实践教学环节和矿山智能化实际应用之间存在脱节，使得毕业生难以快速胜任岗位需求。采矿工程行业现有从业人员的智能化技术培训模式还不完善，培训内容缺少实用性和针对性，无法支持从业人员技能快速提高，人才短缺已成为阻碍采矿工程智能化发展的主要原因^[1]。

2.3 管理层面：体制机制与标准不完善

采矿工程在进行智能化转型工作时，应当拥有完善的体制制度和一致的行业规范作为支撑，但当前的体制制度与规范建设仍然表现出不足。在体制和机制方面，多数矿山企业仍然使用传统管理方式，没有形成适应智能化生产的组织形式和管理方法，各部门之间配合不默契，造成技术应用中存在决策效率不高、执行不彻底等现象。部分企业缺少有效的激励方式，员工参与智能化转型的积极性较低，公司难以进行智能化技术的普及和应用。就行业标准而言，采矿工程智能化领域现下仍未形成统一的技术标准、数据标准及安全标准。各企业及设备间的技术参数存在不一致的状况，这使智能化装备的兼容性表现较差，数据也无法实现互通。

2.4 成本层面：投入产出比例失衡

智能化技术融入采矿工程应用需要巨大的前期投入，内容包括智能装备购置、系统建立、技术更新和人员培训等很多方面，投入成本一直较高，但短期产出效益并不明显，使很多矿山企业遭遇投入产出比例失衡的困难。大型矿山企业能够承担前期的高额投入，智能化技术所提高的效率和提供的安全保障等效益需要经过长期积累才会显现，在短期内无法实现成本回收。中小型矿山企业受限于资金实力，难以承担智能化转型的巨大投入，而在投入之后，由于技术适配性不足和人才短缺等问题的存在，无法发挥智能化技术的效能，导致投入产出失衡问题加重。智能化装备后期维护费用很高。由于部分核心技术和零部件依赖

进口，维护费用昂贵、周期较长。这会干扰生产连续性，增加企业运营成本，促使部分企业对智能化转型持观望态度，限制智能化技术在采矿工程中的广泛应用。

3 智能化技术在采矿工程中的应用实践策略

3.1 技术适配策略：构建采矿专用智能化技术体系

采矿工程地质复杂且作业环境恶劣，结合矿山生产实际，形成采矿专用智能化技术模式，以解决技术适配性不足和集成度低的问题。按照按需研发和精准适配的原则，科研院所和装备企业共同进行专项技术攻关工作。该工作针对井下复杂地质探测、高危环节无人作业、多系统协同控制等主要需求，研发了适用于不同矿床类型和地质条件的专用智能化装备与技术。这些措施可以增强设备在粉尘、电磁干扰、围岩变形等复杂环境下的稳定性，并提高数据采集精度。推动各个智能化系统的集成和融合，统一数据标准、接口规范，建立矿山全域数据中台，实现采掘、运输、支护、安全监测等环节的数据互通和协同联动，打破技术壁垒。对采矿各环节技术适配要点进行梳理，明确不同场景下智能化技术的应用标准和实施方式，见表 1，技术应用和生产流程进行深度融合，智能化技术发挥重要效能，采矿生产朝着精准化和高效化方向进行转变。

表1 采矿环节技术适配

采矿环节	核心适配需求	专用智能化技术方向
地质探测	复杂地质精准识别、 隐患提前预判	智能地质雷达、无人机 航测、大数据地质分析
采掘作业	无人操作、围岩适 配、效率提升	智能综采工作面、无人 掘进机、自适应支护系 统
安全监测	数据精准采集、实时 预警、抗干扰	智能瓦斯监测、顶板动 态监测、无线传感网络
运输环节	连续作业、路径优 化、智能调度	无人矿卡、智能皮带运 输、全域调度系统

3.2 人才培养策略：打造复合型专业队伍

针对采矿工程智能化发展的需求，通过建立高校培养、企业培育和行业引导三位一体的复合型人才培养模式解决人才短缺的问题。高校和职业院校有必要改进采矿工程专业的人才培养方案，通过调整课程设置，增加计算机技术、大数据分析、自动化控制、智能装备操作等相关课程所占的比例，将矿山智能化实践内容融入教学全过程之中，并建立校企合作的实训基地，以此提高学生的实践操作能力和岗位适配能力，从而向行业输送具有扎实专业基础的复合型后备人才。企业对现有从业人员分层次分类型进行培训，培训重点放在智能装备操作、系统维护、数据

解读等重要技能上。矿山企业邀请行业专家和技术骨干进行实操教学，专家和技术骨干举办专题讲座。该方式会提高从业人员的智能化技术应用水平。

3.3 管理优化策略：健全体制机制与标准规范

为满足智能化生产的需求，促使管理模式进行革新，并优化体制、机制和行业准则，从而为采矿工程智能化发展提供制度支持。矿山企业需要改变传统管理模式，形成适合智能化生产的组织结构，确定各部门、各岗位的职责划分，促进部门之间的配合，改进决策过程，提高智能化技术应用在决策方面的效率和执行力度。完善激励和考核方式，把智能化技术应用成果及技能提高状况列入员工考核制度，以充分调动员工参与智能化转型的积极性和主动性。在行业上，行业主管部门负责牵头，联合科研院校和骨干企业，加快制定采矿工程智能化领域的统一标准，主要包括技术标准、数据标准、安全标准和操作标准等内容，见表2，以此规范智能化装备研发、系统搭建和应用实施等各个环节，解决不同企业和不同设备之间的兼容性问题，实现数据互通共享。

表2 核心规范

标准类型	核心规范内容	实施目的
技术标准	智能装备技术参数、系统集成要求、适配技术规范	确保智能化技术与采矿场景精准适配、系统稳定运行
数据标准	数据采集范围、格式规范、传输协议、存储要求	实现各系统数据互通共享，支撑智能决策
安全标准	智能系统安全防护要求、隐患排查标准、应急处置规范	防范智能化应用过程中的安全风险，保障生产安全
操作标准	智能装备操作流程、系统维护规范、人员岗位要求	规范操作行为，提升智能化技术应用效率

3.4 成本控制策略：提升智能化应用投入产出效益

基于矿山企业实际状况，对智能化投入结构进行调整，加强成本管控，解决投入产出比例失衡的问题，以促进智能化技术的持续应用。矿山企业需要考虑自身规模、资源条件、生产需求，制定有区别的智能化转型方案，防止盲目投入，优先选取投入少、见效快、适配性好的智能化技术和装备，着重关注采掘、安全监测等重要环节进行技术改造，逐步推动全流程实现智能化升级。企业和科研机构能够利用联合研发和集中采购来扩大合作，通过这种方式可以将智能装备采购和技术研发成本降低。同时，减少对进口核心技术和零部件的依赖，使国产化水平得到提高，从而减轻后续维护负担。对智能化投入产出评估模式进行建立，对智能化技术应用后效率提高、安全保障、成

本节约等效益进行持续性监测和分析。通过及时对应用方案进行优化和调整，以此提高投入产出效益。考虑到中小型矿山企业资金短缺的问题，主动寻求政策扶持和金融支持，建立多种融资渠道，减轻资金压力，同时促进中小型矿山企业联合发展，实现智能化技术和装备的共享使用，降低单个企业的投入成本，推动智能化技术在不同规模矿山企业中广泛应用。

3.5 风险防控策略：规避智能化应用潜在风险

预防为主和防治结合原则的坚持、整体风险防控模式的形成，可以防止智能化技术在采矿工程应用中出现的风险，使智能化转型有序进行。我们应当强化技术风险管控工作。在应用智能化技术及装备之前，进行详尽的可行性分析及试点试验，排查技术适配程度、系统可靠程度等方面的问题，预先制定解决办法。在运用智能系统和装备时，相关人员需要对其进行监测和维护，从而及时找到并解决故障，避免技术失效给生产安全和效率带来影响。加强安全风险控制，健全智能系统安全防护模式，采取数据加密和网络安全管理措施，预防数据泄露和网络攻击风险，同时要规范智能装备操作流程，对从业人员进行安全培训，避免操作失误造成安全隐患。管理风险防控需要做好工作，应当建立智能化应用风险预警模式，及时识别体制机制不完善、标准不一所引发的管理风险，优化管理流程，完善应对措施。

4 结语

采矿工程进行智能化转型是解决行业困难、实现高质量发展的必然选择，也是行业进行转型升级的主要方向。虽然智能化应用目前遇到不少困难，但借助专门的技术优化、人才建设、管理改进、费用管理及风险预防措施，可以打破发展的限制。未来，应继续推动技术创新、健全人才制度和标准，促进智能技术和采矿生产整个流程的结合，支持采矿行业在高效、安全、绿色和智能的方向上稳步前进。

参考文献：

[1] 王千敏. 煤矿采矿工程中智能化开采技术的应用与发展[J]. 内蒙古煤炭经济, 2025,(15):121-123.
 [2] 刘昊. 采矿工程中智能化技术创新应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2025,(15): 154-156.
 [3] 田丁. 采矿工程中的智能化技术应用与发展研究[J]. 科技资讯, 2025,23 (12): 43-45.

作者简介：高伟（1986.04-），男，汉族，内蒙古鄂尔多斯市，本科，毕业于武汉理工大学，工程师，研究方向：主要从事采矿工程方面研究。