

矿山机电运输系统技术创新和运用探究

张国栋

湖南楚湘建设工程集团有限公司平鲁分公司，山西朔州，036800；

摘要：矿山机电运输系统是矿山开采系统的重要构成内容，其技术创新与应用手段的优化可以有效提高矿山的生产效率，保障整体安全性。随着智能化、自动化技术的不断发展，在矿山运输系统中也融合了多种无人化、智能化技术手段。综合矿山机电运输系统的技术创新，了解了智能化以及无人驾驶运输等诸多技术手段，以供参考。

关键词：矿山机电运输系统；技术创新；智能化；自动化

DOI: 10.69979/3041-0673.25.12.083

矿山机电运输系统是矿山开采的重要内容，其运行效率直接应用矿山作业的安全以及生产效率、经济性。但是受到应用环境、技术手段等多种因素的影响，导致传统运输系统存在效率不足、安全隐患等诸多问题。在现代化技术支持下，智能化与自动化技术等新兴技术的不断发展，为矿山机电运输系统的发展提供了全新的思路。基于技术创新的角度分析，了解矿山机电运输系统的发展技术手段，可以有效保障运输安全性，提高运输的综合效率。

1 矿山机电运输系统技术创新

矿山机电运输系统的技术创新和运用是当前矿业领域的重要研究方向，其核心在于通过智能化、自动化技术提升运输效率、安全性以及资源利用率。其主要创新技术手段如下：

1.1 新型驱动方式

传统的异步驱动方式已经无法满足应用需求，在矿山机电运输系统重通过永磁变频驱动、直线电机磁悬浮驱动等多种技术手段进行处理，可以有效提高了驱动运行的效率，也在一定程度上有效降低了能耗等诸多问题。例如，摩擦式驱动装置综合液-机-电的多样化智能张紧方式进行处理，则可以切实提高运输系统的稳定性，增强系统的可靠性。

1.2 智能调速与控制技术

智能调度技术是矿山机电运输系统发展的主要趋势之一，通过云端数据处理以及智能化调度管理模块，则可以实现对运输系统的综合控制，实现监控状态控制、智能化调度以及碰撞预警分析。在多目标智能调度算法的支持下可以优化运输任务，根据实际状况进行产量最大化以及能耗最小化的综合设置。

智能调速控制技术与智能控制技术是一种在矿山运输装配系统中应用广泛的智能化技术手段。通过此种

技术进行处理，可以有效实现智能化管控。例如，在晶闸管调压软启动中应用此种技术手段，联合变频器等设备，则可以在一定程度上有效减少启动电流的冲击，切实延长了设备的应用寿命。

1.3 协同控制技术

通过协同控制技术进行集中管理，在分布式控制技术的支持下可以有效实现多台设备的高效协同管理。例如，在带式输送机的协同控制中，利用大数据等方式进行数据采集，基于数据传输以及智能化分析方式进行动态处理，则可以了解设备的运行参数，综合参数变化进行动态控制，可以有效提高运输效率。

在应用中主要就是基于感知与数据处理技术进行处理，通过环境感知技术进行处理，可以联合激光雷达、毫米波雷达等多种设备进行集中控制，可以在无人驾驶车辆上进行智能控制，为设备的运行提供可靠距离、速度以及方向等基础的信息数据。而基于物联网、大数据等技术手段进行远程化控制，通过云数据平台进行综合控制，则可以有效实现对运输系统的数据采集、智能化传输以及安全交互性管理。

1.4 无人化运输与自动化控制技术

无人化运输技术可以有效满足露天矿以及井下矿作业的需求。通过线控改造技术、基于多目标智能化调度管理技术优化露天矿卡车无人驾驶设备，实现运输系统的智能化发展。通过智能化通风系统、防尘控制、变频调速技术以及自动挖掘等多种技术的集约化控制，则可以实现智能化管理，切实提高了运输效率，保障了矿山作业的安全性。

1.5 绿色矿山技术

矿山机电运输系统正向绿色节能方向发展。例如，永磁电机直接驱动、混合动力驱动和直线电机磁悬浮驱动等新型驱动技术，不仅提高了能源利用效率，还减少

了环境污染。此外，智能通风系统通过自动调节通风参数，降低了瓦斯浓度和粉尘危害。绿色矿山技术的应用可以提高资源利用效率。在运输系统中合理应用可以有效减少能源消耗，降低碳排放。通过智能化与绿色开采技术的融合，在物联网、大数据以及云计算、人工智能等多种技术支持下，则可以优化矿山运输系统，实现远程岗位监控，智能化优化以及精准的资源配置。有效减少了在运输中产生的能耗消耗，降低了废弃物的排放率。切实推动了绿色开发技术的发展。例如，在应用中通过无人驾驶矿车技术与智能机器人技术，切实提高了作业综合效率，在一定程度上有效减少了人为操作产生的风险隐患问题。

2 矿山机电运输系统技术运用探究

通过多种矿山机电运输技术进行处理，构建智能化的矿山机电运输系统，可以有效实现动态化、智能化、数字化管控，其主要应用如下：

2.1 智能化运输系统

智能运输系统是矿山机电运输系统的重要构成，其主要就是通过信息技术、自动化技术以及机器人技术进行集成化管理，可以有效满足矿山作业需求。例如，利用智能运输、导航系统与避障传感器等技术手段，则可以根据实际状况自动规划路径，进行装载以及装卸处理，有效避免人为操作失误，切实提高了运行效率，保障了作业安全性。

而智能调度系统可以根据人工智能算法对运输路径进行优化分析，实现智能化调度处理，根据实际状况对运输任务进行动态调控，切实提高了整天运输效率。例如，在系统应用中可以综合实时数据、历史信息数据进行分析，通过调度系统了解设备状态的变化特征，分析能源消耗等实际问题。

2.2 无人驾驶矿卡运输系统

无人驾驶矿卡运输系统是智能化系统的重要构成内容，在应用中主要就是通过搭载多模感知系统以及线控底盘技术手段，实现智能化控制。此系统可以在粉尘环境中实现300m的障碍物识别，可以连续作业570天。利用传感器以及通信定位等多种技术手段，可以实现智能感知、动态决策、科学规划、智能控制以及算法集成化控制，根据系统的应用需求可以进行自主装载、运输的自动化循环驾驶作业。

同时，通过无轨胶轮车以及异形轨卡轨车等创新性运输模式，切实提高了运输安全性，也有效减少对传统轨道模式的依赖，可以有效满足复杂地形以及井下环境的应用需求。而通过无人运输设备进行处理，也可以实

现自动控制，同时无人运输机器人具有较强的续航能力以及自主充电能力。

另外，多载具运输无人驾驶以及物流管控系统可以利用人工智能以及大数据分析技术进行处理，可以有效实现对矿山运输系统的精准化控制、智能化调度管理，在矿山运输系统中合理应用可以有效缩短生产周期，降低能耗。

2.3 远程监控以及故障预测

矿山机电运输系统是通过传感器以及监控设备进行处理，可以有效实现智能化控制，了解设备的运行状态，分析温度、压力以及振动等基础参数，如果在运行中发现异常问题，系统会自动发出警报对其进行处理，充分保障了设备运行的安全性。而通过大数据分析技术、机器学习算法对其进行处理，则可以有效预测故障问题，实现预防性维护管理。

3 矿山机电运输系统技术发展趋势

今后矿山机电运输系统的发展与技术革新、环境适应性以及产业生态变革紧密联系，随着矿业智能化、绿色化以及高效化的发展，今后其主要发展势必会呈现技术融合、绿色低碳、极端环境、安全化管理的发展趋势，其具体如下：

3.1 技术深度融合

3.1.1 数字孪生与边缘计算协同管理

今后矿山机电运输系统会在高精度数字孪生模型的技术支持下进行动态法，实现对设备、环境和以及流程的全面覆盖化管理，利用边缘计算节点进行动态控制，实现实时性动态仿真、毫秒级别的智能化决策。

基于AI驱动，通过强化学习运输路径优化算法则可以有效满足不同的地质变化特征。了解设备故障等突发状态，实现自主的决策管理。通过多种技术手段联合应用，可以在人工智能、机器学习算法的支持下，对露出数据进行动态调控，优化路径以及调度方案。例如，通过智能化调度管理系统，则可以综合矿井的内外环境特征，进行路径优化，根据数据变化进行任务分配，有效减少了等待时间，切实提高了空驶率，继而提高了运输效率。

而通过多技术融合，则可以基于设备状态、能源的变化、消耗以及环境等实际状况进行参数的动态控制，切实提高了资源的利用效率。例如，在露天矿山作业中，可以通过自动化装载机械、自动化驾驶运输车辆ADT进行联合处理，通过这种方式优化矿山运输管理系统，则可以有效提高矿山的装载以及运输任务，降低了人为作业的安全隐患问题。

而通过远程控制技术进行设备状态的远程监控，可以实现实际调控，有效应对恶劣地形以及恶劣的天气。

通过 6G 以及量子通信技术进行赋能化管理，可以实现矿山海量设备的实时性传输，通过量子加密技术则可以充分保障高效指令制定的安全性，实现矿区的远程化操作作业。通过量子通信技术进行赋能化分析，通过对设备的基础信息分析，可以及时发现潜在问题，通过预警发现，采取有效防范性措施，则可以减少停机时间，进而提高运行效率。

3.2 绿色低碳技术渗透化发展

新能源技术可以有效实现电动化、氢能化、混合动力的并行发展，联合能源回收、微电网等技术手段，可以有效提高再生制动、势能发电技术应用效果，综合矿山风、光、储一体化的发展，构建矿山微电网系统，则可以形成能源自循环管理系统。而在输送带、润滑剂等应用领域中应用聚乳酸基复合材料，可以有效实现智能化降解，有效减少生态污染等问题的出现。绿色化与智能化技术的融合，是今后矿山机电运输系统发展的主要趋势。通过物联网、大数据等多种技术与绿色低碳技术的有效融合，可以实现智能化调度以及远程化协同处理，进而提高资源的利用效率，有效降低能耗。

同时，智能化技术的合理应用，切实推动了矿山绿色化、低碳化发展。例如，内蒙古锡林郭勒盟的露天矿山中，通过智能化技术与绿色化技术的联合应用，减少了柴油消耗 35%，降低了环境污染。

3.3 极端环境适应性技术

通过超深井运输解决方案 4000 米以上深井（如南非 Mponeng 金矿），研发耐高温（>80°C）、抗高压（>100MPa）的提升机钢丝绳材料（如碳纳米管增强钢缆），以及多级变频驱动系统的热管理技术。而对于极低矿山装备进行创新化研究，通过微波加热等技术手段则可以有效预防输送带结冰等问题的出现。

3.4 超大型化与微型化两极发展

千万吨级露天矿的超级装备研究以及微型化发展是今后主要发展的趋势。其中载重 500 吨级无人矿卡设备、40 公里级超长带式输送机，其中带宽为 3m，速度为 8m/s 的运输系统会逐渐成为矿山机电运输系统的主流。

研发深井与狭窄巷道的微型化设备，例如载重<3 吨的无人穿梭车、磁悬浮轨道系统则可以有效满足 2m × 2m 巷道的应用需求，在应用中定位精度为±5cm 左右。另外，仿生爬壁机器人、微型管道输送系统也是研究的

重点。现阶段，我国研发的仿尺蠖机器人，其负载为 50kg，在，矿山机电运输系统中应用可以实现垂直井壁攀爬检测，此种技术有限替代高危人工巡检，保障了矿山作业的安全性。

而研发模块化设计，则可以在 72 小时内可扩展长度 5km，充分满足了快速扩建的露天矿作业需求。因此，今后装备两极化发展是主要的发展趋势，矿山机电运输系统呈现微型化超大型化与微型化并行演进的发展特征。

3.5 安全技术

量子传感与预测性安全系统可以有效结合 AI 预测模型，通过传感器等现代化设备提前预测 48 小时内的岩爆风险，根据实际状况合理防控处理。

而研发抗爆材料与自修复技术，利用陶瓷-金属复合装甲材质作为矿山机电运输系统的应用材料，其抗爆压力>50MPa，可以有效满足井下电机车作业需求，通过自修复橡胶输送带则可以在破损之后的 24 小时实现自动愈合。

另外，通过人机协同安全协议，基于 UWB（超宽带）等技术手段构建电子围栏系统，则可以实现对危险区域的自动化监控，一旦有人员、车辆等进入危险区域时，系统会通过设置自动启动应急照明。

4 结束语

矿山机电运输系统技术创新可以有效推动矿山行业技术创新，也是推动其持续发展的内在驱动力。在智能化、自动化以及无人驾驶等多种技术的支持下，矿山运输系统呈现数智化的发展趋势。今后为了有效推动矿山运输系统的持续发展，必须要重视技术研发，深度融合多种智能化技术手段，合理应用绿色矿山技术，方可有效推动矿山运输系统高效、安全、环保化发展，也为矿山行业的持续化发展奠定了基础。

参考文献

- [1] 王坤, 陈雪. 关于矿山机电运输系统技术创新与应用研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2024, (16): 127-129.
- [2] 刘锋. 矿山运输系统中的自动化技术应用 [J]. 电子技术, 2023, 52(06): 232-233.
- [3] 赵利虎. 煤矿机电运输系统中的自动化技术研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2022, (14): 30-32.

作者简介：张国栋（1986.10-），男，汉族，山西省朔州市平鲁区人，本科，中级，研究方向：煤矿机电运输。