

全国各地区刮板输送装备智能化关键技术要求分析与展望

刘宏飞^{1,3} 李祥千^{2,3} 郑 毅^{2,3} 马恩龙^{1,3} 葛 猛^{2,3}

1. 宁夏天地奔牛实业集团有限公司 宁夏银川 750000

2. 兖矿能源集团股份有限公司 山东邹城 273500

3. 煤矿综采输送设备智能制造技术国家地方联合工程实验室 宁夏石嘴 750000

摘 要: 随着国家对煤矿智能化建设的政策导向和支持, 全国各地区因地制宜, 陆续发布了各地的智能化矿井建设实施指导意见和验收标准, 对采煤装备的智能化配置及评价体系做了详细的要求。刮板输送装备作为矿井原煤运输系统的重要组成部分, 对煤矿安全高效生产具有重要意义。为了能够对刮板输送装备的智能化提供支持, 并为煤矿安全高效生产提供有力支持。本文对刮板输送装备智能化相关技术智能控制系统、健康管理系统、工况感知系统进行概述, 并针对刮板输送装备智能化关键技术对全国各地区智能化矿井建设实施指导意见和验收标准进行梳理和简要分析, 阐述了刮板输送装备关键技术应用现状及展望。通过研究, 对刮板输送装备智能化发展有了明确的认识, 同时也对刮板输送装备智能化发展的关键技术有了一定的认知, 可以为刮板输送装备的智能化提供一定借鉴, 进而对智能矿山建设提供借鉴和参考。

关键词: 刮板输送装备; 工况感知; 智能控制; 健康管理系统; 煤矿智能化建设

一、煤矿智能化建设政策目标及导向

煤矿智能化是煤炭工业高质量发展的核心技术支撑, 将人工智能、工业物联网、云计算、大数据、机器人、智能装备等与现代煤炭开发利用深度融合, 形成全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的智能系统, 实现煤矿开拓、采掘(剥)、运输、通风、洗选、安全保障、经营管理等过程的智能化运行, 对于提升煤矿安全生产水平、保障煤炭稳定供应具有重要意义。

近几年, 国家矿山安监局、国家发改委、应急管理部等部门共同协作, 进一步加大对智能化矿井建设的政策支持力度。2020年2月, 国家发展改革委、国家能源局等八部委联合发布《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》, 提出了3个阶段的不同发展目标。

——到2021年, 建成多种类型、不同模式的智能化示范煤矿, 初步形成煤矿开拓设计、地质保障、生产、安全等主要环节的信息化传输、自动化运行技术体系, 基本实现掘进工作面减人提效、综采工作面内少人或无人操作、井下和露天煤矿固定岗位的无人值守与远程监控。

——到2025年, 大型煤矿和灾害严重煤矿基本实现智能化, 形成煤矿智能化建设技术规范与标准体系, 实现开拓设计、地质保障、采掘(剥)、运输、通风、洗选物流等系

统的智能化决策和自动化协同运行, 井下重点岗位机器人作业, 露天煤矿实现智能连续作业和无人化运输。

——到2035年, 各类煤矿基本实现智能化, 构建多产业链、多系统集成的煤矿智能化系统, 建成智能感知、智能决策、自动执行的煤矿智能化体系。

二、全国各地区刮板输送装备智能化关键技术要求

自《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》出台以来, 全国各地纷纷采取了财政和税收等支持措施, 加速推进煤矿智能化建设。截至目前, 已有25个省份提前完成了煤矿安全专项整治三年行动计划中1000个智能化采掘工作面的目标。山西、陕西、山东、河南、安徽、贵州等各省, 根据各地区矿井实际地质条件, 陆续发布了各地的智能化矿井建设实施指导意见和验收标准, 对采煤装备的智能化配置及评价体系做了详细的要求。

刮板输送装备作为矿井原煤运输系统的重要组成部分, 确保其安全、可靠运行对整个矿井的智能化建设及生产至关重要, 刮板输送装备智能化技术对煤矿安全高效生产具有重要意义。

通过统计, 目前各地区智能化矿井建设对于刮板输送装备智能化技术的要求主要分为3大类, 11项关键技术。现阶段, 各煤机装备厂商刮板输送装备智能化系列产品种类

丰富齐全，完全满足智能化矿井建设实施指导意见和验收标准中关于刮板输送装备相关要求。

监测类：动力部工况监测、煤流负荷监测、断链监测。

控制类：智能变频调速控制、机尾链条自动张紧、自动润滑、集中加油、皮带自移机尾电液控制、转载机迈步自移电液控、智能喷雾。

运维类技术：健康管理子系统。

数学模型，利用多参数计算形成刮板机煤量实时分布轮廓，并能通过自学习功能，感知预判下一时刻煤量分布轮廓，并通过自身工业计算机专用组态软件动态显示。系统智能调速采用神经元调速策略，各运行输入参数形成多条神经元，通过软件自我修正功能，自行确定神经元参数的加权系数，实现刮板输送机最优调速逻辑，通过最少的回转次数，刮板链能够迅速将综采工作面的原煤运送走。部分代替大脑的神经

序号	分类	功能分类	国家单位	安徽	黑龙江	山东	河南	贵州	山西	内蒙古	陕西	国能集团	中煤学会
1	监测类	动力部工况监测	●	●	●	●	●	●			●	●	●
2		煤量监测	●	●		●	●		●	●		●	●
3		断链监测	●			●							●
4	控制类	智能调速控制	●			●			●	●		●	●
5		链条自动张紧	●			●	●	●	●			●	●
6		自动润滑	●									●	
7		集中加油	●								●	●	
8		皮带自移机尾电液控	●	●					●		●		
9		转载自移电液控	●										
10		智能喷雾	●										
11	运维类	健康管理子系统	●	●	●	●	●				●		●

图1 各地区刮板输送装备智能化技术分类汇总表

三、刮板输送装备智能化关键技术概述

刮板输送装备智能化关键技术主要由健康管理子系统、工况感知系统、智能控制系统组成，各系统通过内部通信网络将数据传输到智能控制平台，实现了刮板机的智能启动、链条保护、功率协调、智能调速、低速检修、健康诊断与寿命预估、多向协同作业控制等功能。

1. 工况感知系统

刮板输送装备工况感知系统主要包括动力部监测系统、煤量监测系统及断链监测系统等。

该动力部监测系统利用多传感器信息融合技术，能够实时获取设备状态的矢量信息，能够将刮板输送装备的关键零部件（减速器、电机、链轮轴组）的相关数据进行采集，就地实时显示、存储、故障报警功能，一旦监测值超过正常值的范围，感知系统启动报警提示，对关键部件起到保护作用。

2. 智能控制系统

刮板输送装备智能控制系统主要包括水电闭锁、皮带自移机尾电液控、链条自动张紧控制、转载机迈步自移电液控、智能调速控制、智能喷雾、集中加油、采煤机自动拖缆控制及数字液压马达控制等。智能调速系统，通过煤量分布

元算法控制模型具有自学习、自诊断、自适应的特点，伴随着数据的不断积累，控制系统的准确性将会不断进行提高。

3. 健康管理子系统

本健康管理子系统可以实时感知刮板输送设备运行状态，记录和分析工况数据。通过多信息互检和融合技术，结合经验数据和故障推理算法的数学模型，为用户提供故障处理建议和设备维护保养提示。用户可以根据这些建议更快、更合理地解决现场故障，并提前准备相关备件，实现动态管理关键零部件库存。这个健康管理子系统运用人工智能技术，根据专家提供的知识和经验，模拟专家做决策的过程，解决复杂问题。

四、刮板输送装备智能化关键技术应用现状

2022年煤矿智能化取得重大进展。全国智能化采掘工作面数量增加了42%，智能化煤矿数量增加了57%，产能增加了127%。由于这一推动，煤矿的减人、增安和提效成效越来越明显。仅去年一年，全国煤矿井下作业人员数量减少了6万人，一些大中型矿井的固定岗位实现了无人值守。刮板输送装备的智能化配置在近三年以来逐渐增加，到2022年将有超过60%的刮板输送装备配置智能化产品。

厂商们重点研究刮板输送装备的智能化技术,不断进行应用试验和优化改进,以满足智能化采煤工作面设备的需求。这些技术的应用使刮板输送装备更先进、可靠,并减轻了部分井下劳动者的工作负担,实现了部分岗位的少人或无人值守。

五、刮板输送装备智能化关键技术展望

1. 刮板输送装备位姿感知技术研究

目前刮板输送装备感知技术以装备动力部(减速器、电机)数据获取为主,对传动系统、冷却系统、润滑系统进行温度、压力、振动等进行采集分析,不能够完整地反映出刮板输送装备的实时状态。下一步将结合无线感知技术、物联网技术及视觉感知技术等,对刮板输送装备链条、刮板、链轮轴组、中部槽等绝大部分重要零部件进行全姿态数据获取,细化信息采集的颗粒度,提升数据准确性。未来还将进一步对刮板机直线度实时监测进行研究,检测刮板输送机的走向、倾角、错口量等参数,以及综合采煤机位置、导向、截割轨迹,以及支架的位置、倾角、推移缸位移等信息,实现配套“三机”的自动化协作,使刮板输送装备支架对齐、S弯或调直、采煤机进刀等动作自动化替代了人工干预的必要性。

2. 刮板输送装备精准控制技术研究

刮板输送装备控制技术目前以变频调速、链条张紧控制、自动润滑控制为主,能够满足大多数矿井的智能化控制要求。但对于工况较为恶劣的矿井,需要结合装备实际运行条件,进行控制模型的进一步优化完善分类,增加控制功能,做到精准控制。同时将提升数据传输容量及传输速率作为重点研究对象,结合5G通信技术、物联网技术和数据库技术,提升数据传输容量及传输速率,最终利用各类高速率、低延时的通信技术,为刮板输送装备精准控制技术搭建通信高速桥梁。

3. 刮板输送装备全生命周期技术研究

刮板输送装备全生命周期健康管理技术是通过射频标签、大数据、物联网等技术对刮板输送机的设计、生产、检验、运维及报废等环节进行全生命周期数据记录、存储、分析及挖掘,使刮板输送机智能输送决策更加科学化,服务

效能最大化,从而提升刮板输送装备的可靠性及先进性。目前,绝大多数刮板输送装备只是对装备下井运行后的数据进行采集及诊断分析,对设计、生产、检验环节缺少数字化数据获取及数字化管理手段。

4. 刮板输送装备数字孪生技术研究

未来,利用虚拟现实技术、数字孪生技术,将在地面控制中心重现井下采煤工作面设备运行场景。刮板输送机在井下运行时,操作人员将在虚拟平台中完成一系列作业流程,对刮板输送机进行精准操控,实现井下刮板输送机智能运行无人值守,运行故障提前预判,精准高效处理井下设备故障,为煤炭智能生产提供科学技术保障,实现煤矿井下智能化、无人化开采。

六、结语

本文主要通过对全国各地发布的智能化矿井建设实施指导意见和验收标准中的关于刮板输送装备智能化关键技术进行整理分析,详细介绍了刮板输送装备智能化关键技术及应用现状,并对未来刮板输送装备智能化关键技术展望,对于刮板输送装备智能化关键技术发展提供了参考依据,对煤矿智能化建设具有重要意义。

参考文献

- [1] 刮板输送机智能控制关键技术及现存问题分析.刘庆华;马柯峰.智能矿山杂志,2022年
 - [2] 智能刮板机控制系统的应用研究.刘永刚;杨茗迪.煤矿机械,2016年
 - [3] 基于全寿命周期的刮板链可靠性标准体系分析杨健,刘混举,席庆祥等.煤炭科学技术,2017年
 - [4] 智能化矿山建设关键技术的初步研究及应用简析.林安川;彭立峰;马辰元等.云南冶金,2020年
 - [5] 选择智能化技术要契合地质条件.天玛公司.中国煤炭报,2020年
- 作者:刘宏飞
 项目名称:复杂地质条件的工作面智能开采关键技术研究与应用
 项目类别:山东省重点研发计划(重大科技创新工程)
 项目编号:2020CXGC011501