

# 可弯曲刮板输送机动态轨迹规划与推移装置协同控制研究

景旭辉 冀超 廉博

西安重装蒲白煤矿机械有限公司 陕西 渭南 715517

**摘要:** 本文主要探讨可弯曲刮板输送机轨迹规划与推移装置协同控制问题,采用动态规划策略结合实时数据反馈,通过关键设备参数优化、硬件平台资源整合、算法模块强化、协同响应模型构建及实验平台验证五个阶段,系统性地完善了技术路径。新方案在路径搜索、数据传输、反馈调控各环节均呈现优异表现运行,效率与安全性显著提升,该研究为工业自动化装备的智能升级与复杂工况调控提供了理论支撑与实践参考,具有显著的工程应用价值。

**关键词:** 可弯曲刮板输送机; 动态轨迹规划; 推移装置

## 引言

随着工业自动化需求向精细化、智能化发展,设备需适应复杂多变的非结构化工况。可弯曲刮板输送机因其空间适应性与高负载能力,在矿山、隧道等场景广泛应用。然而,传统控制方案依赖固定参数规划,难以动态响应输送路径形变、负载波动及环境干扰,导致轨迹偏移、能耗激增等问题<sup>[1]</sup>。

## 1 整合设备资源,优化参数配置

### 1.1 梳理关键设备参数

为实现系统高效运行,须明确各设备参数。经过技术调研与现场采样,获得机械结构、传动响应、运动幅度、振动幅度等指标。采集数据覆盖设备运行全过程,记录负载波动、传动速度、温度变化等信号。采用统计分析方法与数据拟合方法,对各参数区间进行划分与甄别,确保后续资源整合与参数配置符合工程要求参数筛选过程。研究人员注重实测数值与理论模型比对,剔除异常数据,保障数据采集真实可靠。由此获得数据基础为后续算法优化、协同响应设计提供精确依据<sup>[2]</sup>。

### 1.2 协同整合硬件平台

硬件平台整合要求各设备互联互通,协同运行。通过统一接口设计,实现电路信号、数据传输与控制指令交换,整合过程中,针对各型号设备参数差异,实施模块改装、信号匹配措施,采用标准信号传输技术,既保证运行速度又提高抗干扰能力,硬件平台搭建后经过多次调试,运行测试表明各设备信息传递迅速、信号响应稳定,此环节搭建基础为后续软件算法、反馈调控提供硬件保障确保整体系统协调作业、数据同步无误。

### 1.3 分析运行数据特性

现场运行期间,各设备产生大量数据。采集过程中安装多路传感器网,实时记录各项指标,数据信息涵盖机械运动、温度波动、能耗变化、振动幅度等,反映设

备运行规律。经由统计分析、频率谱分析与滤波处理,提取数据主要特征<sup>[3]</sup>,划分正常与异常波动区间,数据处理过程中,研究人员注重信息噪声剔除,确保反馈信号纯净,经实验验证,数据反馈能实时反映现场运作情况,为后续算法参数调整、模型修正提供重要支撑。

## 2 强化算法应用,提升规划精度

### 2.1 引入先进规划算法

路径规划环节历来为整套系统难点所在,针对此难题研究中引入先进规划算法,该算法基于启发式搜索理论,并结合实时采样信息寻求全局最优路径。算法设计时考虑现场工况、障碍物分布、设备运动特性等因素,通过多重权衡求解最短、最优路线,经过多次仿真试验,新算法在复杂环境中表现出色,求解时间短、精度高,为确保方案稳定性,算法模块采用模块化设计便于后续升级与维护<sup>[4]</sup>。

### 2.2 优化路径搜索策略

路径搜索过程中优化策略起关键作用通过。设定权重因子、约束条件,精细控制各节点选择,为应对多目标规划问题设计分层搜索机制,将全局规划与局部修正相结合,采用递归搜索、剪枝技术剔除冗余计算步骤,确保求解效率,优化策略使搜索时间大幅缩短,同时路径结果更符合现场要求。各阶段测试数据均显示新策略在计算速度与精确性上均超越传统方法,为整体系统运算速度提升提供技术支撑。

### 2.3 实现实时数据反馈

系统通过内嵌传感器阵列实时监控设备运行状态,其数据反馈为算法动态调整提供持续支持,通过高速数据传输模块实时汇总各项信息,数据反馈机制与路径规划算法紧密联结。一旦现场环境发生变化便迅速传递信号触发重新计算,为提高反馈数据准确性,研究中采用数字滤波、抗干扰处理技术,反馈机制保证设备运动调

控反应迅速,保证现场运行稳定。各项指标检测结果显示,实时反馈使系统响应时间大幅降低,为全环闭环调控提供高效保障。

### 3 分析控制需求,构建协同模型

#### 3.1 收集系统运行数据

在关键节点布设高精度传感器,实时监控机械运动、温度、振动、能耗等参数,通过分层设计将数据采集划分为基础层与细化层,其中基础层负责全局指标监测,细化层聚焦局部关键参数高频采样,从而降低冗余提高效率。系统引入冗余备份机制,各数据源交叉验证剔除异常数据,确保数据真实可靠<sup>[5]</sup>;同时利用分布式采集架构,各节点采用标准接口同步传输数据,通过优化通信链路降低传输延迟,同步提升系统处理速度,硬件平台与采集模块间采用差分信号传输技术,抗干扰性强,抗干扰性强,能够在复杂恶劣环境中稳定工作。该策略通过分层采样与多源融合互补优势,实现对复杂工况中动态变化参数精准捕捉,为后续算法优化和模型校正提供坚实数据基础,构建全流程数据调控可靠桥梁。全系统依靠实时数据同步与集中管理,实现各节点信息互通,为整体控制提供科学依据,支持系统持续优化升级,通过严格校验与数据预处理流程,将原始采集信息整理归纳,形成标准化数据集。实现后续分析与模型构建无缝衔接。

将现场采集数据依照时空属性分组归类,采用自适应数据预处理算法实时过滤异常信息,同时对各采集节点数据进行时序校正,确保时间戳一致,统一采用分布式数据库存储技术,支持大数据量实时写入与查询,确保历史数据与当前数据均能精准调取。数据整合平台具备自动化数据分类、动态存储分配与智能报警功能,在异常波动时及时触发预警响应,保障系统整体稳定性,平台中采用多层安全校验机制。确保数据传输过程中不受干扰,同时利用边缘计算实现局部数据快速处理,降低中央处理压力。经过严格测试各模块协同作业无缝衔接,实现现场数据实时上传与动态监控,支持决策系统,及时调整运行策略。平台采用模块化设计,各功能组件独立运行,互为备份,确保单一节点故障不影响整体数据采集任务执行,信息整合后迅速反馈至中央控制模块,实现现场监控与远程指挥协同作战,提升整体系统应急响应能力。

#### 3.2 分析装置协同需求

装置协同需求分析过程中,采用需求矩阵构建与层次聚类方法,精准识别关键指标,依据现场运行数据与设备性能参数进行任务分解与功能拆分,构建装置协同

需求矩阵,从时效响应、空间对接、动作同步、负载均衡等多维度量化各装置协同作用。通过数据筛选与统计分析,识别各装置在特定工况下存在互补功能与制约因素。依据矩阵结果构建需求分层模型,将整体协同需求划分为核心需求、次要需求与辅助需求三个层次,核心需求侧重实时性、稳定性与安全性,要求各装置在控制信号传输、运动同步及误差校正等环节实现精确协同;次要需求注重设备间信息交互与容错处理,确保局部异常发生时系统能迅速调整;辅助需求则关注环境适应与能耗优化,通过层次分析法提取关键指标权重,形成科学决策依据,量化装置协同策略。此方法经多次试验验证数据准确性高、适用性强,可为复杂工况下装置协同需求提供有效解决方案。

利用多通道传感器采集现场运行动态数据,将各装置行为转化为数值信号,再结合统计方法对信号进行归类、比对与权重分配,构建数据驱动型动态反馈模型。该模型以各装置关键参数为变量,采用多元回归、时间序列预测与神经网络优化算法,预估不同工况下装置响应趋势,对比分析后确定最优协同路径及动作同步方案,模型实现闭环反馈确保每一环节信息传递准确及时,装置状态共享与协同调控同步进行,数据驱动策略有效缩短装置响应时间,降低系统误差率。进一步采用分布式计算与闭环反馈技术实现,装置间信息实时更新与动态优化调节,确保各环节协同效能最大化。此策略理论与实践紧密结合,通过数据分析驱动决策,有效应对复杂现场工况下的多变需求,经多轮实验验证,模型具备良好鲁棒性与自适应调节能力,为大规模工业装置协同应用提供了可靠技术保障,并为工业自动化调控领域提供了全新智能化思路。

#### 3.3 建立动态响应模型

依据现场数据与协同需求分析,构建动态响应模型设计过程中,注重时空耦合与非线性因素考量,力图真实反映设备运动轨迹与信号传递过程。采用数学建模、差分方程与数值仿真方法,模型参数由实测数据校正。模型构建完成后通过多次仿真试验,验证其响应速度与适应性试验结果显示,模型能迅速响应现场变化并准确预测设备运动趋势,为系统调控提供理论支撑。全新动态模型实现各环节信息联动,确保整体控制效果达到预期目标。

### 4 建立实验平台,推动系统改进

#### 4.1 搭建仿真测试环境

依据设备参数与工况要求,选取关键指标构建标准模型,统一硬件接口与信号传输协议,实现多层次仿真

模拟,利用高性能计算平台,将设备运动、负载变化、温度振动等变量纳入整体模拟,形成完整闭环。系统通过软件与硬件协同,精准模拟设备动态行为与故障响应,确保仿真数据与现场实际无缝对接,采用模块化设计构建虚拟实验室平台,实现各子系统独立运行与协同测试,并利用实时数据反馈调整仿真参数,提升整体测试准确性,实验平台搭建过程中重点关注参数匹配、算法验证与故障演练,采用分层仿真与多场景测试相结合方法,有效降低现场实际测试风险。全流程设计中,强调模拟场景的可扩展性与自适应调节能力,确保系统在多变工况下依然保持稳定高效运行。

针对各类生产条件与异常情况,设计多个仿真场景,实现环境变量全覆盖,并采用定量指标评估场景匹配度,确保模拟结果高度还原实际状态。利用大数据分析 with 历史运行记录系统自动优化场景,设定参数消除环境干扰因素,提升仿真精度融入,自适应算法实现仿真参数实时更新,构建闭环反馈体系,确保关键指标在测试过程始终处于最优状态,各子系统间通过标准通信协议实现高速数据交互,确保信息传递迅速准确。针对设备突发故障与临界状态,系统设置预警机制与应急响应方案,提前识别风险并实时调整参数,降低异常发生概率。测试环境架构充分考虑模块可扩展性与兼容性,支持灵活增删功能单元,满足后续技术升级需求。

#### 4.2 实施小型样机试验

首先依据设计方案与参数配置搭建标准样机平台,各模块按功能分区后分别标定调试,重点检测执行精度、响应速度、稳定性及抗干扰能力。试验过程中集中数据采集系统实时记录各传感器输出,监控电机驱动、信号传输与控制算法响应情况,出现异常时即时修正参数,并利用数据回传比对预设模型,验证闭环反馈调节效果。各子系统先行独立检测,再逐步整合联调,确保接口兼容、信息一致。采用逐级验证方法,先确认低级功能后扩展至整体联调,既保障问题及时发现,又便于分层进,从而提高试验效率与准确性,试验数据经过严格统计与多次校核,证明系统在常规工况下运行稳定,关键性能指标均达设计要求。该策略有效缩短试验周期、降低现场风,同时为后续大规模应用提供真实数据

支撑与改进依据,确保技术方案在实际运行中具备较高可靠性与适应性。

试验采用动态监控与分层数据采集方案,对各关键节点进行全程实时监测。通过时序校正和数据融合,精准捕捉系统运行状态,针对不同工况设计多组试验方案,包括常规运行、启动制动、负载波动与突发故障等情形,全面考察系统响应时间、容错能力及恢复效率,每组试验中,系统自动记录各项数据并启动预设算法进行实时修正,确保各模块迅速回归稳定状态,对比分析各场景下数据波动与反馈调节效果,进一步优化算法权重、调整信号传输时延,确保整体系统在复杂环境中依然保持高效运转。闭环反馈策略在控制异常时具有明显优势,各关键指标均控制在合理区间内,技术人员根据数据趋势及时制定改进方案,实现试验结果与理论模型有效衔接。进一步增强系统自主调节能力。

#### 结论

本文构建了可弯曲刮板输送机动态轨迹规划与推移装置协同控制体系,奠定智能制造新基石。未来将聚焦算法深度优化、闭环反馈强化及故障自适应诊断,不断改进硬件平台、扩展仿真测试场景,实现从局部精准控制到整体协调运作,引入人工智能与大数据技术,提升系统自主决策能力,未来系统通过动态优化算法与分布式架构,在高负荷、多源扰动复杂工况中保持高效稳定运行,加速装备智能迭代升级,实现生产全流程自动化转型。

#### 参考文献

- [1] 郎瑞峰,张宁波,王振刚,等. 智能工作面刮板输送机形态三维重构关键技术研究[J]. 煤矿机械,2025,46(2):207-212.
- [2] 何勇华. 综放工作面液压支架直线度调整技术研究与实践[J]. 煤矿机械,2025,46(2):153-157.
- [3] 葛世荣,王俊涛,宋智丽. 刮板输送机技术发展历程(一)[J]. 中国煤炭,2024,50(2):1-12.
- [4] 顾建新. 煤矿刮板输送机链轮精密成形工艺初步设计与数值模拟[J]. 科学技术创新,2024(9):55-58.
- [5] 曹杰伟. 浅析煤矿综合机械化开采技术的应用及其发展方向[J]. 当代矿工,2024(9):28-29.