

车辆驾驶室涂装线智能输送系统升级改造研究

赵 锋 于 伟 殷洪杰 刘传兴 王令胜

中国重汽集团济南卡车股份有限公司 山东 济南 250000

摘 要：车辆驾驶室涂装线输送系统的运行效能直接关联涂装品质与生产节拍的稳定程度。本文围绕现有输送系统在结构布局、运行模式、设备配置层面暴露出的技术短板，梳理智能升级改造的技术路径与实施要点。从输送系统现状问题出发，依托智能驱动、精准定位、调度控制、环境防护四大功能模块的升级设计方案，推进输送作业从固定机械运转向智能化调控的模式转变。结合改造施工流程管控与常态化运维机制的搭建，为车辆驾驶室涂装线输送系统的智能化迭代提供可操作的技术参考。

关键词：车辆驾驶室；涂装线；智能输送；升级改造；系统设计

引言：车辆驾驶室涂装生产对输送系统的运行精度与节拍适配性提出了较高要求。传统输送设备以固定机械传动为运转逻辑，工位定位偏差偏大，运行参数缺乏动态调控能力，难以匹配多工序连续作业的生产节奏。涂装车间粉尘密集、温湿度波动频繁的工况条件，进一步加剧了老旧输送设备的运行衰减。围绕输送系统开展智能化升级改造，重塑驱动控制、定位对位、调度管理等核心功能模块，已成为提升涂装线整体运行品质的现实需要。

1 车辆驾驶室涂装线输送系统现状分析

1.1 涂装线输送系统基本构成

车辆驾驶室涂装线输送系统是涂装生产作业的基础载体，整体结构依托机械传动、承载构件、辅助配套部件组合搭建。系统整体架构适配驾驶室涂装的完整生产流程，能够承接工件在各涂装工序之间的流转作业^[1]。机械传动结构为系统运行提供动力支撑，保障工件移动的基础动力输出。承载构件负责固定与托举车辆驾驶室工件，适配驾驶室规整的外形结构与自重特点。辅助配套部件配合主体结构完成工位对接、位置限定等基础功能，保障输送作业有序开展。各组成部分相互配合，形成适配涂装车间生产工况的连续作业结构，满足驾驶室喷涂、烘干、除尘等多道工序的工件输送需求。

1.2 传统输送系统运行模式

传统输送系统依托固定机械传动逻辑完成工件转运，运行节奏保持固定化运转状态。系统按照预设的行进轨迹完成车辆驾驶室的工位切换，行进速度与停留时长均依托固有程序设定。设备运转依托机械结构的惯性传动完成持续作业，工位切换依靠固定行程标准完成启停动作。整套运行模式遵循标准化机械运转逻辑，针对涂装车间的常规生产任务保持稳定运转状态。作业过

程依托程序化机械运作完成工件输送，整体运行逻辑固化，难以适配生产环节中的动态调整需求。运行流程贴合传统涂装生产的标准化作业节奏，仅可满足统一规格工件的常规转运作业。

1.3 现有输送设备配置情况

现阶段涂装线输送设备以传统机械式输送设备为主体配置，设备类型集中于常规链条输送、轨道输送设备。各类设备均采用传统机械控制方式完成作业运转，硬件结构沿用成熟的工业机械设计标准。设备硬件配置侧重基础转运功能搭建，未搭载智能化感知与调控模块。设备整体配置标准贴合早期涂装生产线建设需求，硬件参数与功能设置仅适配基础工件输送作业。设备排布遵循固定的车间动线规划，设备间距与运行路径保持长期固定状态，硬件配套体系未结合现代化涂装生产需求完成迭代升级。

1.4 常规输送系统存在的短板问题

常规输送系统的固化运行模式难以适配多样化驾驶室涂装生产需求，设备运行调控空间较为有限。机械传动结构的运行精度存在局限，工件工位定位的精准度无法匹配高精度涂装作业标准。设备功能性较为单一，仅可完成基础工件转运作业，无法联动涂装设备完成精细化作业配合。老旧硬件结构的运行适配性不足，面对不同规格的驾驶室工件，转运适配能力存在明显不足。固定化的运行参数无法适配动态生产场景，生产适配性与作业灵活性存在明显短板，难以适配现代化智能涂装生产线的建设与运行标准。

2 智能输送系统升级改造总体设计

2.1 升级改造整体设计思路

车辆驾驶室涂装线智能输送系统升级改造围绕涂装生产实际工况开展整体规划，依托现有生产线基础结构

完成智能化功能迭代。设计工作聚焦传统输送模式的各类缺陷开展针对性优化,推动输送作业从固定机械运转模式向智能化调控模式转变。设计工作贴合涂装车间连续化生产属性,兼顾设备运行稳定性与生产适配性^[2]。改造过程保留原有成熟机械承载结构,对控制模块、传动调控单元、感知单元进行全面更新优化。整体设计侧重提升输送作业的精细化程度,强化输送结构与涂装各工序的匹配度,搭建适配现代化涂装生产的输送作业体系。

2.2 智能输送系统设计原则

智能输送系统设计遵循生产实用性准则,所有设计内容服务于驾驶室涂装流水线的常态化生产作业。系统设计兼顾结构通用性与作业专业性,适配不同规格车辆驾驶室的输送作业需求。设计工作秉持运行稳定性准则,严控硬件搭配与程序逻辑的合理性,降低设备运行故障出现概率。智能化模块的设计遵循适配性准则,贴合涂装车间多粉尘、温湿度波动的特殊生产环境。整体设计兼顾后期拓展性能,预留系统功能升级与设备拓展的空间,适配生产线后续的优化迭代需求。

2.3 智能输送系统整体架构设计

智能输送系统整体架构依托机械输送主体结构、智能感知单元、调控控制单元、交互执行单元组合搭建。机械输送主体结构承接原有工件承载与转运功能,保障驾驶室工件输送的基础稳定性。智能感知单元布置于各关键工位,采集设备运行状态与工件位置信息,为系统调控提供数据支撑。调控控制单元作为架构核心,统筹处理各类运行数据,完成输送节奏与工位定位的自主调节。交互执行单元接收调控指令,落实设备启停、速度调节、工位精准定位等各类作业动作,多单元协同构成完整的智能化输送作业体系。

2.4 涂装工况适配性设计规划

涂装车间复杂工况对输送设备运行精度与稳定性具备较高标准,针对性开展工况适配设计可以提升系统运行质量。结合涂装喷涂、烘干、除尘等不同工序的作业特点,调整输送设备的运行参数区间。针对车间特殊环境条件优化设备密封结构与电气模块防护性能,减少环境因素对设备运行状态的干扰。结合驾驶室涂装生产的动线特点,优化设备运行路径与工位停留布局,让输送作业节奏匹配各工序的作业时长,提升整条涂装生产线的运行衔接度。

3 智能输送系统关键模块升级设计

3.1 智能驱动输送模块优化设计

智能驱动输送模块作为涂装线工件转运的核心单元,承载整套输送设备的动力输出与行进调控职能。传

统驱动结构采用固定功率的机械传动模式,运转状态无法匹配涂装生产不同工序的作业需求,机械传动固有缺陷容易引发工件行进晃动。优化设计围绕动力输出调控能力开展专项升级,重塑驱动单元的传动控制逻辑^[3]。全新驱动结构依托可调式动力输出模式,根据涂装生产各工位作业需求切换运转状态。结构优化工作着重改善传动衔接构造,削弱机械运转过程中产生的卡顿问题。驱动单元与专属输送轨道完成精准匹配设计,稳步提升车辆驾驶室工件全程行进的平稳程度。精细化调整内部传动构件的装配精度,缩减设备运转过程中产生的震动幅度,为驾驶室表面喷涂、烘干等精细作业提供可靠的硬件支撑。

3.2 精准定位对位模块升级设计

精准定位对位模块支撑驾驶室各类涂装工位的稳定停靠,工件对位的精准程度直接决定涂装作业的精细化水准。原有设备依靠机械限位结构完成工位定位,对位误差数值偏大,难以适配现代化涂装生产的精细标准。升级设计摒弃粗放的机械限位定位方式,融入高精度感应传感技术完成工件位置的动态校准。升级后的功能模块可精准捕捉工件行进过程中产生的微小位置偏移,自主完成位置修正作业。模块内部传感组件经过专项筛选与调试,适配涂装车间多粉尘、温湿度波动的生产环境,维持长期稳定的识别与调控能力。优化工件停靠后的锁止固定结构,强化驾驶室工件在作业工位的固定稳定性,满足高精度涂装作业的基础对位标准。

3.3 智能调度控制模块改造设计

智能调度控制模块负责统筹涂装线整体输送设备的运行状态,管控各工位工件的流转节奏与作业衔接效率。传统控制程序采用固化运行逻辑,无法适配生产工况的动态变化,工件流转节奏难以匹配涂装工序作业节奏。改造设计打破传统固化控制模式,重构模块内部的数据处理与指令输出逻辑。全新控制架构可深度适配涂装车间各工序的作业节奏,自主适配不同工位的作业时长与流转需求。模块搭载全新的数据运算处理逻辑,实时接收前端传感组件采集的设备运行与工件位置数据,动态调整输送运行状态。改造工作提升模块的数据运算速率与指令执行精度,提升整套输送系统的自动化管控能力,适配涂装生产线连续化、精细化的生产运行模式。

3.4 环境适配防护模块优化设计

涂装车间复杂特殊的生产环境会持续干扰输送系统电气组件与机械结构的运行状态,环境适配防护模块可有效提升设备运行稳定性与使用寿命。优化设计针对车间粉尘堆积、空气湿度、环境温度波动等各类干扰因

素,重新规划设备外部防护结构的整体布局。重点对电气控制组件、高精度感应元件开展密闭防护升级,阻断外界环境介质侵入设备内部结构。优化后的防护结构融合散热与防尘双重性能,适配设备长时间不间断连续运行的作业模式。针对性的结构改良可弱化环境因素对设备运行精度、传感灵敏度造成的不良影响,维持智能输送各功能模块的稳定运行状态,延长设备持续服役的运行周期。

4 升级改造系统实施与运维管控

4.1 智能输送系统改造实施流程

智能输送系统升级改造依托生产线原有基础结构推进,按照标准化施工步骤落实各环节改造作业。施工前期完成现场作业区域的梳理清理,规整车间设备摆放与作业空间布局,为改造施工提供稳定作业条件^[4]。有序开展老旧输送构件的拆卸作业,按照设备结构层级逐步拆解传统机械传动与控制构件,规避拆卸作业对车间原有涂装设备造成损伤。全新智能模块依照前期设计方案完成就位安装,依次布设驱动构件传感设备与控制组件。各硬件主体安装结束后开展线路布设与结构对接作业,打通各功能模块之间的信号传输与机械联动条件,稳步推进整体改造施工进度。

4.2 改造施工过程工艺管控

改造施工阶段的工艺管控保障智能输送系统安装质量,规范各施工环节的作业标准与操作细节。构件安装作业严格遵循机械装配工艺标准,把控构件对接间隙与安装平整度,维持输送结构整体的规整度。电气类组件布设保持规范施工标准,规整线路走向与固定方式,规避线路错乱引发的运行隐患。施工过程中针对机械焊接结构设备连接点位开展精细化管控,提升结构装配的紧密程度。全程规范施工操作行为,统一各施工工序的作业标准,弱化施工误差对系统后续运行状态带来的消极影响。

4.3 智能系统调试适配管理

智能输送系统全部安装作业结束后进入专项调试阶段,针对性完成设备运行参数与涂装生产工况的适配调整。调试工作覆盖机械传动运行状态,检测设备行进启停及调速性能,优化传动运行的平稳程度。对定位传感组件开展精准度调试,校准感应识别精度,匹配驾驶室涂装工位的对位标准。控制模块调试重点调整数据处理

与指令输出逻辑,优化设备运转节奏与工序衔接状态。结合涂装车间真实生产环境持续微调各项运行参数,让整套智能输送设备适配涂装多工序连续作业的生产模式。

4.4 系统常态化运维管控方式

常态化运维管控维持智能输送系统长期稳定的运行状态,建立适配智能设备属性的运维作业模式。针对机械传动构件制定周期性养护机制,定时清理结构表面堆积杂质,补充传动构件养护介质,保持机械结构运转的流畅程度。对传感元件与电气控制组件开展周期性检测,排查线路连接状态与设备灵敏性能,及时处理运行隐患^[5]。记录设备日常运行状态变化,结合运行状态波动调整运维作业内容,适配设备长期运行的性能变化规律。依托精细化运维模式保障智能输送系统持续维持优良的作业状态,匹配车辆驾驶室涂装线长期生产需求。

结束语

车辆驾驶室涂装线输送系统的智能化升级是一项涵盖硬件改造、软件重构与运维体系搭建的系统性工程。从驱动模块的柔性调控到定位对位的精准校准,从调度控制的动态适配到环境防护的结构优化,各功能模块的协同升级共同支撑起输送作业品质的整体跃升。改造实施阶段的工艺管控与调试适配工作,保障了新旧系统的平稳过渡。常态化运维机制的建立,则为智能输送系统的长期稳定运行提供了制度保障。智能输送系统的改造落地,能够切实匹配涂装生产线连续化、精细化的运行要求。

参考文献

- [1] 栾子坤,郭大勇,孙立刚,等.车辆底盘涂装车间废气处理设计关键点研究[J].农业装备与车辆工程,2025,63(7):71-75.
- [2] 鞠永强.浅析轨道车辆涂装装备环保应对策略[J].现代涂料与涂装,2022,25(7):28-30.
- [3] 宗屿.环保水性涂料在轨道车辆涂装中的使用[J].粘接,2022,49(4):46-49,59.
- [4] 李超华,张煜.适用于轨道车辆涂装作业的框架式升降台的研制[J].现代涂料与涂装,2025,28(5):65-70.
- [5] 崔昆,常新,宋函卿,等.新能源汽车电池托盘涂装生产线设计与工艺规划[J].现代涂料与涂装,2025,28(9):57-60.