

喷漆双链在涂装车间的应用及预警维护研究

许健, 赵剑, 戈北京, 孟祥智, 路震寰, 祁文昌

(中国汽车工业工程有限公司, 天津 300113)

摘要: 主要介绍了喷漆双链的组成及应用, 通过对喷漆双链重点部位跟踪观察(机器视觉)以及相关动力单元的重要参数状态研判, 及时给出显示喷漆双链的运行状态和故障预警, 保证了设备运行的稳定性及安全性, 是数字化工厂MES系统的重要组成部分。

关键词: 数字化工厂; 喷漆双链; 机器视觉; 参数; 故障预警

中图分类号:TQ639 文献标志码:B 文章编号:1007-9548(2024)01-0019-04

Study on Early Warning Maintenance of Spray Chain Conveyor in Painting Workshop and Its Application

XU Jian, ZHAO Jian, GE Bei-jing, MENG Xiang-zhi, LU Zhen-huan, QI Wen-chang

(China Automotive Industry Engineering Co., Ltd., Tianjin 300113, China)

Abstract: The composition and application of spray chain conveyor were introduced. Through the observation of key parts of spray chain conveyor (machine vision) and judgment of the important parameter status of the relevant power unit, the operation status and fault warning of pray chain conveyor in time were showed, which ensured the stability and safety of the equipment operation. The spray chain conveyor is the important part of the MES system of the digital factory.

Key words: digital factory; spray chain conveyor; machine vision; parameter; fault warning

0 引言

工业制造数字化、网络化、智能化已是世界范围内新一轮科技革命的核心技术, 国家以创新和技术为驱动的“互联网+”“中国制造2025”“一带一路”等策略也都指明了大力推动数字化转型的发展方向, 汽车巨头也纷纷向数字化方向发展, 投入巨资进行相关建设和提前布局, 汽车工厂数字化转型已经成为行业共识。数字化工厂主要涉及三大环节: 1) 产品设计——三维建模是基础; 2) 生产规划——工艺仿真是关键; 3) 生产执行——数据采集实时性。作为汽车工厂涂装车间的设计研究和建设者, 建设数字化的涂装车间一直是我们的追求目标, 数字化涂装可以最大限度地提高油漆车间的效率和可用性。

收稿日期: 2022-12-02

作者简介: 许健(1989—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事机械设计研究工作。E-mail: xj807664017@163.com。

涂装输送系统的预警维护研究也是建设数字化工厂的重要部分, 本文通过对涂装车间常用的一种输送方式——喷漆双链输送机的应用及预警维护研究, 为建设数字化的涂装车间做出一些努力。

1 喷涂双链的组成及应用

在汽车涂装车间, 机运的输送设备种类很多, 比如摆杆链输送系统、底涂输送系统、RODIP、翻转机、烘干双链、喷漆双链、积放带、工艺带、链式移行机等, 喷漆双链是其中重要的一种, 主要用于喷漆室输送任务, 与喷涂机器人配合完成汽车的喷涂作业。

1.1 喷漆双链的组成

驱动段: 减速电机驱动链条运行, 由于防爆要求, 减速电机安装在喷漆室外面;

中间段: 为全线的输送机轨道提供支撑, 链条在轨道槽中运行。轨道外侧的护板能对链条和轨道进行防护, 防止漆雾对链条和轨道的污染^[1];

张紧段: 采用蜗卷弹簧或者碟簧张紧, 保持链条张

紧;

链条:牵引工件或者面漆橇体前进。

1.2 喷漆双链的应用

涂装车间喷漆双链主要由清漆喷漆双链与色漆喷漆双链两部分组成,完成汽车工件的清漆喷漆与色漆喷涂的输送任务。喷漆双链在喷漆室体内的应用形式可分为以下两种。

1.2.1 通长双链

喷漆室体内从入口到出口完全由单条喷漆双链输送,连续运行,有些机器人在汽车工件喷涂位置,对输送左右偏差精度要求比较高,需要在喷漆双链的侧面安装导向轮调整精度,如图1所示。

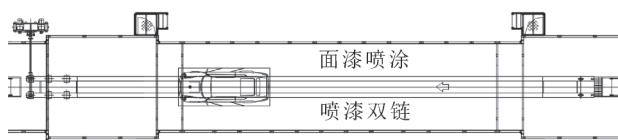


图1 通长双链

1.2.2 双链与链床的组合

喷漆室体内一部分采用喷漆双链输送一部分采用链床输送,在喷涂位置,工件停止在链床上,并采用气缸定位器精确定位,保证输送偏差满足机器人要求,如图2所示。

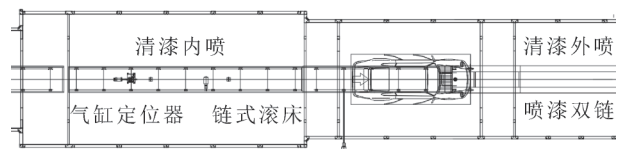


图2 双链与链床的组合

2 喷漆双链出入口预警维护

喷漆双链入口交接是入口滚床与喷漆双链相互配合,以设定的节距低速输入工件,入口节距的稳定至关重要,节距变大,输送节拍降低,影响生产效率,节距变小,导致机器人喷涂时间不够,影响车身质量或者会发生机器人与工件碰撞。

喷漆双链是高频低速运行,速度稳定,入口滚床交接时是低频低速运行,速度的稍微变化都会导致节距的不稳定,车间的滚床有两种控制模式:VF控制与矢量控制,VF控制是高频时速度比较稳定,矢量控制是低频时速度比较稳定,喷漆双链入口滚床一般采用矢量控制,并实时将电压、电流、速度、频率等运动参数传输到计算中心对比分析与预警。在喷漆双链入口会按照一定组合布置接近开关,测量工件间距,及时反馈信

号到计算中心,根据相关算法判断工件节距是否正确与预警。

在喷漆双链出口,也布置相应开关组合,保证工件及时脱离喷漆双链,一旦出现其他情况,会及时反馈到控制柜,并给出相应的处理建议。

3 喷漆双链的预警维护

3.1 驱动装置的预警维护

驱动电机的功率、转矩及驱动装置的刚度对于链条的稳定运行非常重要,应根据输送机的载荷和速度合理选择电机功率和转矩,并且采取措施保证驱动装置基础、底座和支架有足够的刚度,避免电机启停及载荷变化时驱动装置产生变形。

从图3可以看到,驱动电机采取一用一备,在出现问题的情况下,可以快速切换电机,不影响工件的连续生产。另外,在驱动电机的一侧设置有过载保护开关;当电机过载时,会触发过载保护开关并报警。应根据输送机的载荷和链条润滑情况,准确计算调整过载弹簧的压缩量,在保证输送机能够满负荷工作的条件下,尽可能减小弹簧压缩量,以保证过载装置的灵敏度。

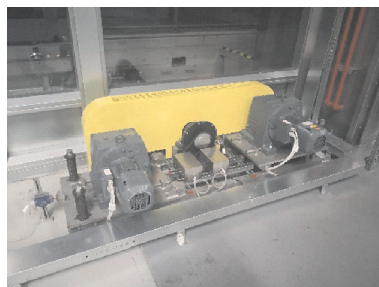


图3 驱动电机装置

从机器人或者喷漆双链发生故障到工件完全停止,由于机器人或者驱动单元信号的延迟,工件会有小距离移动,这可能导致机器人与工件发生碰撞,驱动电机一般有普通制动与快速制动两种方式,喷漆双链一般采用快速制动,缩小工件移动距离,预防碰撞发生。

通过设备专用的数据采集装置,把驱动单元实时的电压、电流、功率、扭矩等参数传输到计算中心,并根据相关算法对驱动单元状态作对比分析^[2],判断链速是否异常、链条是否卡阻、驱动是否过载等进而预警,如图4所示。另外,驱动单元状态也会通过编码器反馈到机器人数据系统,判断喷漆双链的速度是否发生变化,是否过载,便于控制系统及机器人作出判断与预警。

3.2 张紧装置的预警维护

喷漆双链的张紧采用蜗卷弹簧或者碟簧,当链条伸长/收缩时或滑橇上有/无载荷时,蜗卷弹簧或者碟

形弹簧保持链条张紧，张紧装置允许链条有一定范围的伸长与收缩，链条的松紧与链条的稳定运行、磨损及使用寿命关系很大，应根据链条的长度、质量和润滑情况，准确计算链条正常运行所需张力及张紧弹簧的压缩量。当链条出现爬行时，调节张紧弹簧的压缩量也是消除爬行的一项重要措施。

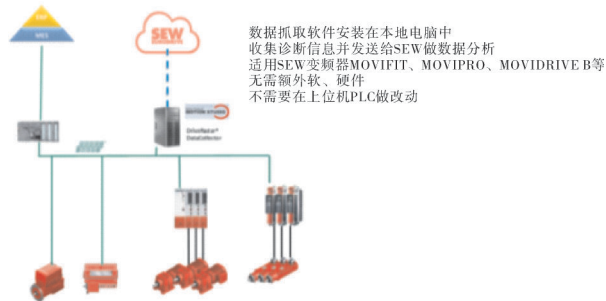


图4 数据采集装置

数据采集软件安装在本地电脑中
收集诊断信息并发送给SEW做数据分析
适用SEW变频器MOVIFIT、MOVIPRO、MOVIDRIVE B等
无需额外软、硬件
不需要在上位机PLC做改动

张紧链盒的左右设置有检测开关，对喷漆双链链条产生的卡阻、断链和过度磨损状态进行报警，如图5所示。链条磨损后会伸长，感应板会向右侧的开关靠近，要定期检查感应板到右侧开关的位置，并及时予以调整。

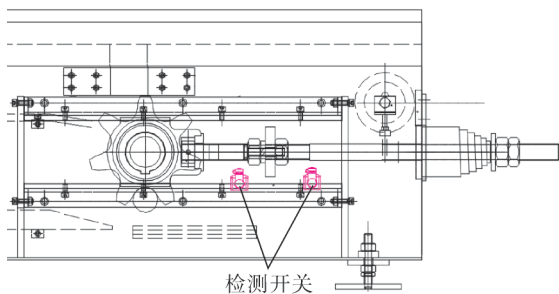


图5 张紧装置

张紧装置上可以配备位移传感器，并将相关数据上传到控制系统，实时检测张紧轮的位置和链条的运行状况并进行维护性预警。

3.3 润滑装置的预警维护

喷漆送链的润滑主要是对于喷漆双链链板连接处的润滑，通常采用按照节拍和链速对链板节点进行滴油润滑，如图6所示，滴油润滑的频次通常根据现场实际运行情况进行调整。

链条润滑装置的工作良好同样非常重要，需要进行实时监控与预警，链条的表面润滑状态分析也非常重要，过润滑和润滑不足都会导致不必要的链条运行故障和磨损，可以采用增加机器视觉观察，及时反馈链条润滑状态，根据相关算法动态调整润滑频次。

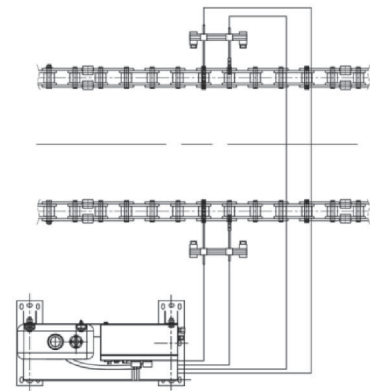


图6 双链润滑装置

3.4 链条的预警维护

喷漆双链的链条爬行是涂装车间一种重要的情况，喷漆双链链条运行的不稳定，会影响喷漆的效果^[1]，剧烈爬行时，可能会导致机器人臂与工件的碰撞，链条爬行通常由以下几个方面引起。

链条的多边形效应：链传动虽然是啮合传动，但由于链的齿形与链轮的齿形不是共轨齿形，故无法保证链条的瞬时速度恒定，如图7所示。

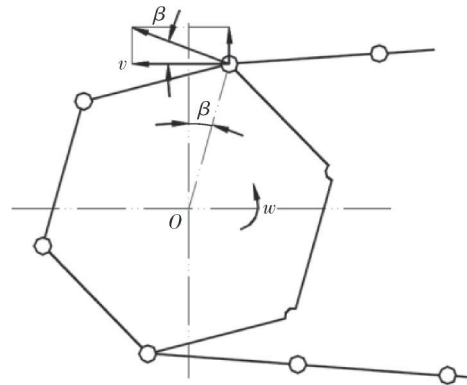


图7 链传动运动分析

链条水平运动瞬时速度 v 等于链轮圆周速度的水平分量，则 $v = dw \cos \beta / 2$ ，其中 β 为圆周速度与水平线速度的夹角， β 的变化范围在 $\pm \pi / z$ 之间， z 为链轮齿数。

链条的多边形效应对链条传动的速率影响很大，齿数越大，链条速率变化范围越小，因此，可以通过增加链轮齿数减小影响。

润滑不当：润滑不足会造成链条阻力增大或者不均，润滑过量会导致沾着打滑及链条爬行。要保证合适的润滑，另外也要选择合适的润滑油。如果出现由于过量润滑导致链条爬行，可以在链条轨道上喷撒除油粉，及时清除多余的润滑油。

安装精度：喷漆双链要保证轨道的直线度及标高等安装精度，轨道拼缝处要过渡平滑，避免因安装精度

而导致链条运行的额外阻力。

漆雾对链条的污染:长时间运行后,漆雾会附着在链条表面甚至进入链条内部,增加链条运行阻力、功率消耗,降低运行稳定性。要定期清理链条上附着的漆雾,如高压水冲洗。

链条磨损:磨损会导致链条伸长,不能有效张紧,进而导致链条返回段被卡阻在驱动链轮处。要定期检查张紧装置上检测开关的位置,当图5中右侧检测开关不能继续向右移动时,要及时更换链条或拆除几个链节以缩短链条长度。

链条上橇体支撑块的磨损会造成橇体导电不良及橇体在喷漆双链和两端的滚床之间过渡障碍。要定期检查支撑块的磨损状况并及时更换。

多边形效应、润滑不良、安装精度及过度张紧等原因导致的链条爬行,可以提前采取相关措施预防规避。链条的爬行一般采用目视来发现,可以考虑增加机器视觉、链速检测和振动检测,实时收集链条或者工件的运行数据,通过相关算法,判断链条的运行状态,对故障进行预警,从而避免链条爬行、磨损以及污染造成的负面影响。

3.5 其他的预警维护

喷房属于漆雾含量比较高的环境,虽然喷漆双链设计有防漆雾护罩,但长时间运行,在喷漆双链骨架、

格栅、链条等表面会产生漆雾聚集凝结,工件在喷漆双链输送时可能发生卡阻或者打滑,与机器人发生碰撞或者影响输送节拍,因此,需要定时清洗喷漆双链骨架、格栅、链条等表面的油漆,以防造成不良影响。

4 结语

输送系统的运维良好是涂装车间正常运行的关键所在,作为涂装车间特殊环境中重要的设备喷漆双链,其稳定性关系到汽车喷漆的效果,对其在喷房中的应用及预警维护研究,通过对运行状态监控与分析,提前预警,使其加强维护,避免真实故障的发生,提高生产效率及质量。同时,对喷漆双链的预警维护研究也是建设数字化工厂的重要部分,后期也要不断加强相关研究,推动涂装车间其他输送系统的预警维护模块的研究和建设,为早日建成实用、高效、柔性的涂装数字化车间做出有益的贡献。

参考文献:

- [1] 崔贺飞,赵磊,赵贵双,等.浅谈涂装车间喷漆双链爬行问题的解决[J].现代涂料与涂装,2017(8):66-68.
- [2] 孟祥智,许健,张树璇.摆杆链输送系统预警维护研究[J].中国机械,2022(9):104-106.
- [3] 吴俊,王新峰,黄峰,等.链式输送机在汽车涂装车间的应用以及速度波动分析[J].商品与质量,2016(27):170. ◆

(上接第13页)辅助指出调试改善的方向,项目后期验收阶段,可作为项目节拍成果验收的主要工具。

监控工位分解步骤的状态,不仅能够分析瓶颈工位产生原因,还可以实现对现场设备的状态监控,实现预测性维护的目的。经过大量设备运行时间数据的收集,可以分析得出各个分步设备的运行时间标准值,当设备实际运行时间与标准值产生偏差时,可以作为现场设备运行故障的参考。设备运行的偏差时间可以在相应的PLC中进行警告及报警程序编写,起到现场预测性维护预警的作用。

5 结语

涂装车间运行效率是汽车企业的关注重点,瓶颈的分析和解决是提升涂装车间运行效率的高效方法。本文提出以自动生产线中的电气自动控制系统,实现对涂装车间生产线运行节拍时间和其他相关参数的测量。相比以往的测量方案,自控系统的测量方案具有测量数值精确,实时反馈等特点,并可以借由数据库和展示工具实现定制化的数据分析。节拍分解时间在瓶颈深度分析中的应用,支持复杂工位查找效率问题根本原因,为提出高效问题解决方案做好基础。对设备数据

的自动化监控,根据大量数据建立现场设备运行时间的参考标准,与实时运行时间做出对比,实现对设备的运行时间状态监控,为进一步推进涂装设备预测性维护和工厂智能制造提供支持。

参考文献:

- [1] 刘俊艳,辛圣瑶.资源约束下的生产计划智能排产系统研究[J].机械设计,2022(10):60-69.
- [2] 周琪森,林杰,白翱.考虑班组负荷均衡的智能制造车间工序级作业任务排程模型研究[J].制造业自动化,2018(3):101-105.
- [3] 徐学军.以瓶颈资源为基础的生产与库存控制系统的构建[J].制造业自动化,2001(1):21-24.
- [4] 李鹏,邱顺流,宋豫川,等.基于瓶颈工序的多资源多目标机械加工车间调度研究[J].现代制造工程,2013(1):1-6.
- [5] 翟颖妮,孙树栋,杨宏安,等.大规模作业车间多瓶颈调度算法[J].计算机集成制造系统,2011(7):1486-1494.
- [6] Lawrence Stephen R, Buss Arnold H.. Economic analysis of production bottlenecks[J].Mathematical Problems in Engineering,1995(4):341. ◆