

客车机器人喷涂过程中遇到的问题及对策

黄熠¹, 刘骁², 张索超¹, 罗竹青³, 李鑫¹, 邵战峰¹

(1.金龙联合汽车工业(苏州)有限公司, 江苏 苏州 215026; 2.中国重汽集团济南卡车股份有限公司, 济南 250000;

3.中车时代电动汽车股份有限公司, 湖南 株洲 412000)

摘要: 主要介绍了客车生产特点, 喷涂机器人在客车行业应用现状, 使用过程中遇到的问题、原因分析及对策, 以及提高机器人喷涂利用率的方法。

关键词: 客车涂装; 喷涂机器人应用; 问题及对策

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)11-0063-04

Problems Encountered during the Robot Spraying Process of Passenger Cars and Their Countermeasures

HUANG Yi¹, LIU Xiao², ZHANG Suo-chao¹, LUO Zhu-qing³, LI Xin¹, SHAO Zhan-feng¹

(1.Higer Bus Co., Ltd., Suzhou 215026, Jiangsu, China; 2.SINOTRUK Jinan Truck Company, Jinan 250000, China;

3.CRRC Electric Vehicle Co., Ltd., Zhuzhou 412000, Hunan, China)

Abstract: This article introduces the production characteristics of passenger cars, the current application status of spraying robots in the passenger car industry, the problems encountered during the using process and their cause analysis and countermeasures. Also, it gives some methods to improve the utilization rate of robot spraying.

Key words: painting of passenger cars; application of spraying robots; problems and countermeasures

0 引言

我国客车制造业已雄踞世界之巅数年, 客车与乘用车相比, 车型繁多、车身体积大且造型复杂, 生产自动化程度低, 乘用车涂装生产线标配的喷涂机器人刚刚开始应用, 客车涂装目前还是以手工喷涂涂料为主。

1 客车机器人喷涂的优点

机器人喷涂在乘用车工厂应用广泛, 近几年客车行业也步其后尘(见表1), 优点如下:

1) 机器人喷涂涂层均匀稳定, 避免了操作人为涂层质量波动, 对喷漆工的技能依赖降低, 可稳定提升客车表面涂膜质量;

2) 采用高压静电喷涂(20~80 kV, 可调), 静电吸附原理可使油漆利用率理论上较空气喷涂提高近1倍, 手工空气罐枪涂料利用率只有30%~40%, 而喷涂机器人可达60%~75%, 大幅节约涂装材料成本;

3) 采用可调的2万~7万 r/min 旋杯把涂料高速旋出, 涂料雾化颗粒更致密, 涂料成膜时流平好橘皮小, 更易得到光滑的涂层外观;

4) 涂装机器人更智能化, 能像人一样完成复杂动作, 并且具备行走功能。可通过示教功能进行编制、优化车型喷涂程序来控制喷涂运行轨迹;

5) 涂料利用率提高意味着涂料的节省, 亦可实现节能减排并降低治污综合费用;

6) 机器人喷涂施工工艺参数主要有施工黏度、电压、转速、喷涂流量、旋杯移动速度、折距、喷幅大小和成形空气压力等, 通过大量的工艺测试可得到满足工艺要求的涂膜厚度和外观的工艺参数组合;

7) 喷涂机器人喷涂速度更快, 实测在18~19 min

收稿日期: 2023-08-11

作者简介: 黄熠(1971—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事客车涂装生产工艺、设备的研究与管理工作。E-mail: huangyi@higer.com。

表1 国内客车厂家机器人应用现状

| 客车厂家 | 机器人品牌 | 套数 | 使用的涂层 | 使用的涂料 | 备注 |
|---------|-------|----|-----------------------|------------------|--------|
| 河南 A 公司 | 杜尔 | 20 | 中涂 4 套,面漆 10 套,清漆 6 套 | 溶剂型双组分涂料(金属漆单组分) | 2012 年 |
| 河南 A 公司 | 杜尔 | 1 | 中涂 1 套 | 水性涂料 | 2021 年 |
| 山东 B 公司 | ABB | 2 | 中涂 1 套,面漆+清漆 1 套 | 溶剂型双组分涂料 | 2013 年 |
| 山东 B 公司 | ABB | 1 | 中涂 1 套 | 水性涂料 | 2023 年 |
| 江苏 C 公司 | 发那科 | 1 | 中涂 | 溶剂型双组分涂料 | 2015 年 |
| 广东 D 公司 | 安川 | 1 | 中涂 | 溶剂型双组分涂料 | 2015 年 |
| 上海 E 公司 | 发那科 | 2 | 底漆+中涂 1 套,面漆+清漆 1 套 | 溶剂型双组分涂料 | 2017 年 |
| 湖南 F 公司 | ABB | 3 | 中涂 1 套,面漆 1 套,清漆 1 套 | 水性双组分中涂及溶剂型双组分面漆 | 2021 年 |
| 安徽 G 公司 | 发那科 | 1 | 中涂 1 套 | 水性双组分中涂 | 2023 年 |
| 苏州金龙 | 发那科 | 3 | 水性中涂 2 套,面漆+清漆 1 套 | 水性双组分中涂及溶剂型双组分涂料 | 2020 年 |

可完成 12 m 客车车身喷涂,而手工喷涂需耗时 40~60 min,大幅度提高喷涂效率并减少喷漆室的能耗;

8)机器人喷漆室所要求的风速 0.3 m/s,低于手工喷涂所需的 0.4 m/s,并可使用循环风,可降低喷漆室的投资成本及运行费用。

综上所述,喷涂机器人具有效率高、降低工人劳动强度、减少对操作人员技能的依赖性、提升涂料利用率、降低涂装成本、减少 VOC 排放、涂层质量稳定等优点。

2 客车生产的特点

客车与乘用车相比,车型繁多、车身体积大且造型复杂,客车生产特点如下:

1)客车生产以人工操作为主,智能化、自动化设备少,属于劳动密集型企业;

2)为满足客户需求客车企业推出车型速度快、车型多并且产量小;

3)车型多使得客车企业生产模具投入少,加上二氧化碳保护焊接车身蒙皮,导致白皮车身蒙皮平整度差,为提升平整度在车身表面刮涂较多腻子(以 12 m 客车为例需要用 10~40 kg 原子灰腻子,用量多少主要取决于客车白车身平整度),并且需要打磨,喷涂中涂也需打磨,费时费工;

4)图案复杂,必须满足客户的个性化定制需求;

5)客户对配置要求多,点单较多。

这些因素决定了客车生产的组织方式只能是以销定产。

3 客车机器人喷涂与乘用车的差异

喷涂机器人在客车与乘用车厂应用的主要差异点见表 2,客车喷涂机器人应用难点如下所述。

1)喷涂机器人系统清洗:客车用的中涂、实色面漆和清漆多是双组分涂料,所用固化剂是异氰酸酯,遇水汽会固化,而水性清洗溶剂大部分是水,水性漆喷涂机器人固化剂系统的清洗是难点;

2)车身定位:客车车型多且外形大,定位需要满足喷涂机器人的要求,否则会造成涂层外观质量缺陷及旋杯与车身相撞;

3)喷涂工艺参数:如施工高压电压、旋杯转动速度、施工状态下的涂料固体含量、施工状态下的涂料黏度、旋杯喷涂流量、喷涂压力、内成形及外成形压力、喷枪移动速度、折距、喷幅大小等,需要做大量的试喷样板,找出施工参数组合,并根据环境温湿度变化调整;

4)喷涂程序:客车车型多,编写喷涂程序、轨迹对点示教优化喷涂程序工作量大。

表2 喷涂机器人在客车与乘用车厂应用的主要差异点

| 项目 | 乘用车 | 客车 |
|-----------|------------------------------|------------------------------------|
| 生产线所生产车型 | 每条生产线混线生产不超过 5 种 | 每条生产线混线生产几百种 |
| 同一车型变化点 | 少,基本无 | 多,长度、宽度、高度、轴距、门位置、发动机进气口位置等 |
| 车身定位准确性 | 高,全自动化 | 低,基本手工,误差几十 mm |
| 喷漆室温湿度控制 | 恒温恒湿 | 控温(冬季可加热到 15℃,夏季不制冷)湿度不控制 |
| 所喷涂的涂料 | 以单组分水性涂料为主,无固化剂,稀释剂与主剂混合不会固化 | 以双组分涂料为主,需加稀释剂和固化剂,主剂与固化剂双组分混合后会固化 |
| 调整施工黏度便利性 | 方便,可直接在机器人输调漆罐调节,但一般涂料输送管路较长 | 难,需要测量按照比例加入固化剂后的涂料黏度,再调节加有稀释剂的主剂 |
| 喷涂面漆颜色数量 | 每条生产线混线生产不超过 5 种 | 多,每条线一千多种 |
| 相关方应用经验 | 很多,成熟 | 少,客车行业应用不多 |

4 客车机器人喷涂遇到的设备问题及对策

4.1 压缩空气压力低报警

对策:1)喷涂机器人进气管路前端加装储气罐;2)公司空压机房共有6台空压机,四用两备,当压力低机器人报警时设备维修人员及时查找原因,必要时立即开启备用空压机。

4.2 高压过电流报警

集中体现在喷涂2K水性中涂的机器人。

对策:1)根据工艺设备原厂建议,分段上高压可有效避免击穿。降低机器人旋杯开关枪时的电压设置,从原60kV降到30kV,机器人收到工作指示后由home点移动到KCK点准备,这段时间是不喷漆的,没有油漆载体将电极针附近的电荷带走,此阶段使用30kV高压,KCK点向开枪点移动过程中,高压设置到预设的60kV,到达开枪点后开始喷漆;2)鉴于有台机器人距离车间厂房墙壁近,外面下雨时该处空气湿度很大,给MicroPak 2e外面装个透明有机玻璃箱罩,里面放入干燥剂袋并定期更换。

4.3 涂料压力高报警

对策:1)看环境温度,低于工艺要求时输调漆间、输调漆管中管和喷漆室要加温至工艺要求的温度;2)测涂料黏度,调整至工艺要求的黏度范围;3)检查输调漆罐边的出料和回料过滤器处过滤袋,若有堵塞则及时更换过滤袋;4)检查换色阀及前后管路有无涂料颗粒或结晶堵塞,若有则用压缩空气吹净并用清洗溶剂清洗。

4.4 面漆罐换漆清洗不干净

对策:1)机器人清洗溶剂清洗能力不够,换用面漆稀释剂清洗效果仍不理想;2)换用面漆稀释剂+特慢干稀释剂清洗效果还是不理想;3)与机器人清洗溶剂厂家沟通,选用换色专用清洗溶剂;4)按照厂家推荐的清洗流程清洗,依据厂家标准判定合格后加入清漆不变色,可正常使用了。

4.5 机器人轴承空气压力低

对策:增压泵故障,更换。

4.6 罩光机器人出现固化剂从换色阀倒灌至二臂 SMC 电磁阀内

对策:1)固化剂小分子的特性,具有湿气固化特点,行业内同类应用都存在此问题,可通过避免固化剂长时间不流动降低此故障发生频率;2)工艺设备原厂建议将固化剂微型阀升级为隔膜阀。

4.7 水性中涂机器人每喷台车要超级清洗,频次过高

原工艺流程为喷涂完成后执行clean out清洗,每班停产时才做超级清洗。陪产阶段发现固化剂管路有堵塞迹象,原因为第一台车喷涂完成至第二台车流转

进喷房通常超过30min,为避免固化剂堵塞机器人,厂家陪产人员建议客户每台车喷涂完成后进行超级清洗。

对策:1)为降低超级清洗频次,应确保喷涂间隔时间控制在30min内,否则易导致固化剂固化引起设备故障;2)生产线重新调度,3~4台车连续喷涂,确保喷涂间隔时间控制在30min内。

4.8 输调漆管路漏漆

对策:1)检查输调漆管路是否有破损;2)检查输调漆管路与换色阀是否接好。

4.9 固化剂管路凝固结晶

对策:1)检查输调漆管路是否有破损;2)检查输调漆管路与换色阀是否接好;3)检查管路是否混入空气。

4.10 操作人员喷涂程序选择错误,导致机器人与车体发生碰撞

对策:1)认真核对喷涂车型程序与车辆流程卡是否一致;2)禁止非机器人操作员进行机器人喷涂作业;3)加强对机器人操作员进行机器人喷涂作业培训。

4.11 机器人主板电池没电未及时更换,机器人零点丢失

对策:1)根据系统提示及报警及时更换机器人主板电池;2)根据现场使用情况和使用时间,提前更换电池。

5 客车机器人喷涂遇到的涂层问题及对策

5.1 水性中涂流挂

对策:1)检查涂料的黏度,调整至工艺要求的范围;2)检查喷漆室和输调漆间温度,必要时开启空调;3)检查喷漆室的湿度,必要时除湿;4)检查流挂处枪距,确保在工艺要求范围内;5)在确保涂层外观和干漆膜厚度满足质量标准要求的前提下适当减小机器人出漆量;6)在确保涂层外观和干漆膜厚度满足质量标准要求的前提下适当减小稀释剂用量。

5.2 水性中涂针孔

对策:1)检查涂料的黏度,调整至工艺要求的范围;2)检查喷漆室和输调漆间温度,必要时开启空调。

5.3 水性中涂橘皮

对策:1)检查涂料的黏度,调整至工艺要求的范围;2)检查喷漆室和输调漆间温度,必要时开启空调;3)检查喷漆室的湿度,必要时加湿。

5.4 局部漏喷或喷不实

对策:1)提前对缺陷部位预喷;2)喷涂轨迹示教,观察轨迹是否漏或枪距过远,若有则优化轨迹;3)再喷涂时注意这些缺陷部位喷枪是否关闭。

5.5 二次罩光字标边缘及图案线条边清漆流挂

对策:1)图案工位手工喷涂图案和字标时控制膜

厚;2)二次罩光前的打磨时这些部位重点打磨;3)在确保清漆外观和干漆膜厚度满足质量标准要求的前提下适当减小机器人出漆量;4)在确保清漆外观和干漆膜厚度满足质量标准要求的前提下适当减小清漆稀释剂用量;5)针对易流挂部位增加手工预喷。

5.6 二次罩光涂层表面颗粒

对策:1)及时更换过滤袋;2)针对易出现的车型部位手工薄薄预喷1遍清漆。

5.7 涂层表面局部有颗粒

对策:1)机器人喷涂前加强对车身表面的清洁;2)喷漆室清洁,必要时更换顶部过滤棉;3)机器人防护服清洁,必要时更换防护服;4)检查更换输调漆系统的过滤袋。

5.8 一次罩光喷幅接头处涂层发毛

对策:1)喷涂轨迹示教,观察轨迹是否漏或枪距过远,若有则优化轨迹;2)适当增加出漆量;3)调整金属漆稀释剂干燥速度和喷漆手法,提高金属漆涂层表面光滑度。

5.9 机器人喷涂涂层缩孔

对策:1)检查车身底层表面是否受到污染;2)检查输调漆系统涂料是否污染,若有清洗干净;3)检查压缩空气里是否有油水等异物混入,若有排空或清洗干净。

5.10 机器人喷涂涂层不干

主要原因是主剂与固化剂比例失调。对策:1)标定主剂和固化剂的流量,调整至工艺要求范围;2)检查输调漆系统有没有堵塞,若有清洗干净;3)检查换色阀芯有没有堵塞,若有清洗干净;4)与机器人厂家沟通,设置主剂与固化剂比例失调报警装置。

6 提高客车机器人喷涂利用率的方法

由于客车车型多,而机器人工控机里只可存储99个车型喷涂程序,而车型喷涂程序是使用机器人喷涂的基础。

1)尽快完善“喷涂程序库”:对新车型根据生产排产计划及时编制喷涂序;

2)针对车身外形轮廓和尺寸一样的车型经过轨迹示教后用同一个喷涂程序;

3)目前投入的两个品牌的实色面漆均为“上海特白”,请销售引导客户车身底色,特别是白色实色漆的,尽可能都采用上海特白,避免因颜色的轻微差异导致机器人无法应用或应用换色造成浪费;

4)二次罩光的车型订单综合计划部在排产时,优先排产在D线涂装,以提升机器人利用率和喷涂质量稳定性;

5)批量车做完后清洗输调漆罐子和管路,记录所用清洗溶剂的数量,反推喷涂多少台车节约的涂料能

够超过完全清洗一次所花费的溶剂成本,作为使用机器人喷涂面漆批量台数的依据,超过此台数的订单综合计划部在排产时,优先考虑排产在D线涂装,以提升机器人利用率和喷涂质量稳定性;

6)目前走珠快速换色系统应用技术日趋成熟,所谓走珠系统就是把从输调漆泵到机器人手臂处输调漆管路里用特制珠子把涂料顶出回到输调漆罐、清洗后换色,这样清洗涂料浪费少且时间短,目前在乘用车行业应用较多;跟踪客车行业的应用,收集资料并实地调研做可行性分析供公司决策。

7 结语

在生产线操作人员流动日益频繁的今天,喷涂机器人可大大缓解客车生产过程中喷涂技能人员的流动和短缺,降低了对现场喷涂员工的技能依赖性,同时喷涂机器人具有较高的喷涂施工效率、很高的涂料利用率、降低涂装成本、减少VOC排放、涂层质量稳定等优点,在客车行业的应用有着广阔的前景。

参考文献:

- [1] 黄熠,刘学渊,李鑫.喷涂机器人在客车生产中的应用[J].客车技术与研究,2021(5):42-45.
- [2] 黄熠,刘学渊.国内客车行业涂装的现状及未来的发展趋势[J].电镀与涂饰,2019(11下):1230-1235.
- [3] 黄熠,邵战峰.浅析客车水性涂料的应用之路[J].现代涂料与涂装,2016(3):51-54.
- [4] 李鑫,黄熠.浅谈客车机器人喷涂的程序设计及示教调试[J].现代涂料与涂装,2022(6):47-50.

欢迎免费阅读

《现代涂料与涂装》电子版



电话:0931-8496343

邮箱:a8496343@foxmail.com

投稿 QQ:1056418548