

汽车零部件高产能喷涂自动化生产线关键技术 与解决措施

鄢海新

(常州市安佳涂装设备有限公司, 江苏 常州 213126)

摘要: 主要阐述了轮毂高产能喷涂自动化关键技术, 解决了轮毂大规模生产自动喷涂难题、轻小工件定位、输送上下坡掉件、工件与地面保持水平、外观漆膜不均匀等诸多难题, 较大程度提升了轮毂制造业涂装自动化水平, 同时满足客户审美个性化的需求, 为企业成为高标准汽车零部件供应商提供工艺技术保证。

关键词: 轮毂涂装; 自动化喷涂; 关键技术

中图分类号: TQ639

文献标志码: B

文章编号: 1007-9548(2024)12-0048-03

Key Technologies and Solutions for High-capacity Automatic Production Line of Auto Parts Spraying

YAN Hai-xin

(Changzhou Anjia Painting Equipment Co., Ltd., Changzhou 213126, Jiangsu, China)

Abstract: This paper describes the key technologies of high-capacity wheel hub spraying automation, which solves many problems such as automatic spraying problems in large-scale production of wheels, positioning of light and small workpieces, conveying parts falling uphill and downward, keeping the workpiece level with the ground, uneven appearance paint film, etc. In addition to greatly improving the automation level of wheel hub manufacturing industry, and meeting the needs of customers' aesthetic individuality. Provide process technology guarantee for enterprises to become high standard auto parts suppliers.

Key words: wheel hub painting; automatic spraying; key technologies

0 引言

轮毂、刹车片是汽车组成的关键零部件之一, 轮毂的作用是承受车身的全部质量, 提供轮胎安装位置; 刹车片是最关键的安全零件, 在汽车刹车系统中作用更是举足轻重, 都需要涂装后才能装配使用。伴随着我国汽车工业的高速发展, 轮毂、刹车片的涂装生产需求日益增大, 成为一个独立的行业。例如, 轮毂的涂装, 其主要目的是一是防腐提高使用寿命, 二是装饰个性化。轮毂

的个性化表征很重要, 因此对轮毂进行表面涂装处理。目前市场上的轮毂主要是钢质轮毂和合金轮毂, 合金轮毂又以铝合金为主。无论钢质轮毂还是铝合金轮毂, 都要进行最后一项表面喷涂工艺处理过程。

1 轮毂喷涂特征

本文以钢质轮毂涂装线工艺为例, 阐述汽车零部件高节拍自动化喷涂生产线关键技术。钢质轮毂材料采用高强度钢, 达到减轻车辆自重、节约能源、提升运载效率的目的。经过落料、拉延、翻边、冲孔、打字、扩口、滚型、精修加工、合成焊接再打磨等工序成形, 成形后进行前处理和表面喷涂处理。轮毂经过表面喷涂处理, 能够在使用中得到保护, 从而避免污渍、雨水等接触轮毂造成的浸蚀, 达到提升轮毂使用寿命的目的。轮毂喷涂处理包括喷漆后的表面再喷粉处理。

收稿日期: 2023-10-18

作者简介: 鄢海新(1965—), 男, 本科, 正高级工程师, 主要从事汽车、工程机械及零部件自动化生产线的设计, 新产品新技术开发研制、输送设备生产安装与调试等相关工作。E-mail: yhx92106@163.com。

2 轮毂喷涂工艺特点

轮毂自动化涂装线具有产量大、工件尺寸小、种类繁多、定位要求高、旋转喷涂、精度高、质量轻等特点。汽车轮毂的工艺流程,无论钢质轮毂还是铝合金轮毂,都要经过前处理、底粉、烘干、打磨、底漆、色漆、烘干、透明粉、烘干。钢质和铝合金材质前处理工艺不同。

钢质轮毂前处理工艺: 预脱脂→脱脂→水洗 1→水洗 2→酸洗→水洗 3→水洗 4→中和→水洗 5→表调→水洗 6→水洗 7→纯水洗→电泳→UF1→UF2→纯水洗→沥水→水分烘干→冷却。

铝合金轮毂前处理工艺: 热水洗→预脱脂→脱脂→水洗 1→水洗 2→酸洗→纯水洗 1→纯水洗 2→无铬钝化→纯水洗 3→纯水洗 4→新鲜纯水洗→人工吹水→水分烘干→冷却。

前处理完成后的轮毂, 要进行喷漆工艺和喷粉工艺, 是轮毂喷涂的重点核心工作内容。针对轮毂工件圆形的特殊性, 喷漆、喷粉以及后续喷色漆等工作, 喷涂厚度要一致, 才能达到要求的涂层质量, 需要工件喷涂过程中匀速旋转。轮毂前处理一般是采取喷淋通过式工艺, 采用悬挂输送机吊挂的方式进行各道前处理工艺, 吊框式竖向挂件 2~4 个。喷漆、喷粉采用地面闭环式输送机, 工件横排支撑放置 2~4 个, 水平方向运行。

3 自动化工艺关键环节制定

轮毂喷涂线产能大、节拍快, 必须对工艺完成时间核定。

以某钢质轮毂涂装线为例, 设计产能 1 000 件/h, 工件尺寸: $\varphi 500 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$, 工件质量 30 kg, 工件最大面积 1.06 m^2 , 工作制度 8 h/班, 2 班/d, 320 d/a, 生产节拍 3.6 s, 车间厂房尺寸 $L119 \text{ m} \times W40 \text{ m} \times H9.2 \text{ m}$, 二跨。A 线为前处理空中悬挂输送, 垂直吊挂, 4 件/挂, 工艺间距 762 mm, 设计链速 3.2 m/min。B、C 并列两条线为面漆线, 喷漆喷粉采用地面链式输送机, 工件水平支撑, 2 件/挂, 工艺间距 762 mm, 设计链速 3.2 m/min。

1) 前处理选用悬挂链式输送机系统, 轮毂前处理工艺采用喷淋通过式处理工艺, 吊具采用花篮式, 一吊 4 件, 生产节拍是单件 JPH 的 4 倍。轮毂产量 1 000 件/h, 生产节拍 3.6 s, 前处理采用一条生产线, 设两个下线工位。

2) 喷涂线(每条线都具有喷漆+喷粉工位)布置为两条并列生产线, 与前处理线相匹配; 单线产能变成 500 件/h, 生产节拍 7.2 s, 每挂 2 件, 则节拍变成 14.4 s, 左右侧各设置 1 台机器人, 每次抓取两个轮毂, 使得机器人自动转挂 28.8 s 完成得以实现。实际验证机器人完成节拍时间, 批量生产前实测机器人抓取两个轮毂的转挂时间 22 s, 每挂 4 件 44 s 完成。工件节距

0.76 m, 运行速度 3.5 m/min, 运行到位时间 13 s, 自动转挂时间 $44+13=57 \text{ s}$, 能够满足设计指标要求。

4 喷涂工艺平面图(Layout)设计

轮毂喷涂平面图设计是工艺设计的关键。平面工艺图设计涉及专业范围广, 技术含量高, 工厂经验丰富的工艺设计师才能胜任。每个工位每道工序都要细致琢磨、研究透彻, 对每台设备的功能和尺寸都要详细了解; 另外, 对车间物流、生产、维修、检查、安全、节能、环保、堆放以及办公生活、土建公用全面熟悉, 还要对工件涂装工艺、前处理设备、喷漆喷粉设备、烘干设备、输送自动化设备以及当地的环保法规熟悉, 方能做出合理且高水平的工艺布局设计。采用机器人自动喷涂轮毂, 轮毂孔定位方式、固定旋转支具上方、采用普通地面链式输送机。工件自动旋转、定位精度高、喷涂表面质量高。另外自动化喷涂提升了职业安全性, 消除了职业病和人身伤害事故源。

喷涂工艺路线: 上件→擦净→面漆喷漆→流平→喷粉→流平→面漆烘干→冷却→下线。

5 自动转挂特征

采用机器人空地输送自动转挂, 工件连续运行中实现机器人对轮毂抓取和放下。转挂点设在空中输送线和地面输送线两条平行线之间。前处理采用普通链式悬挂输送机, 喷涂采用普通地面链式输送机, 转挂环节为前处理线与地面喷涂线空对地转换工位。由于生产节拍高, 机械手抓取时要能够随行, 一抓两件, 同时抓取。空中抓取工件位置是上下结构, 机械手设计两套四爪(或三爪)结构。动作: 抓取轮毂后提升、缩回、旋转成工件水平状态、放置到地面输送支具上。在放置之前, 在线边先要核定动作, 按着支具的位置尺寸做一套检测器具, 带有开关检测功能。完全符合后, 机械手才能放置到地面输送机运行的支具上。同样, 放置时也必须带随行功能。

6 轮毂喷涂支具特征

每条轮毂生产线都是多种轮毂共线生产, 但是轮毂支撑尺寸不一致, 要尽量设计出一种支具能够支撑和定位多种轮毂, 减少支具更换。本项目提出一种支具, 分体式结构, 由上部支撑和旋转支杆组成。上部能够支撑和定位多种轮毂, 外形塔式阶梯状, 满足不同孔径的轮毂卡紧定位, 同一个安装孔径, 与下部支杆连接。能够满足机器人要求的定位标准。项目中轮毂种类 14 种, 分析归类定位孔有 4 个系列, $\varphi 54\sim 56$, $\varphi 71.5\sim 75$, $\varphi 108\sim 110$, $\varphi 124\sim 140$, 塔式上部支撑按着不同斜度阶梯形状可以满足 4 个系列轮毂的定位支撑, 头部圆锥状起到落件定位导向作用, 轮毂与支具定位支撑见图 1 所示。支撑杆下部装配旋转链轮, 支撑杆装配有轴

承箱提高支具精度和减少旋转阻力。

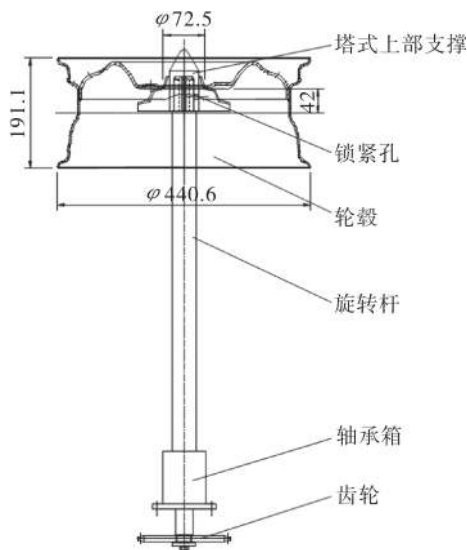


图1 轮毂与支具定位支撑

7 轮毂喷涂定位特征

规划设计喷粉室和喷漆室严格分为两个不同的区域进行,喷粉室和喷漆室不能兼做。连续运行的输送机运行中喷涂轮毂。机器人喷涂定位的保证,运行方向定为X向,则Y向轮毂定位靠支具批量制作时保证左右位置精度,Z向定位是靠批量生产装配时保证工件高度一致。X向定位是靠机器人在线检测工件位置实现,一是检测运动工件来件的起始喷涂位置,二是链条工件进出烘干炉温度变化链条伸长,不同阶段起始点会有不同,通过运行中检测工件位置可以消除链条伸长导致节距变化、位置变化带来的误差。间歇运行的链式输送机,支杆定位采取定点夹紧的方式不可取,尤其链条随烘干温度变化伸长量无法保证定位精度。

8 轮毂喷涂旋转特征

保证轮毂连续运行中匀速旋转,是保证漆膜厚度均匀的必要措施。治具的底部设计有链轮,沿着输送机的运行方向,左右各设置一台旋转站,视旋转速度的快慢,可设置带动力旋转和不带动力旋转,齿轮齿条驱动原理达到工件旋转。旋转站可以同时拨动一个工件或者多个工件同时旋转。本项目达到单侧6个、双侧12个轮毂同时旋转。轮毂输送主线采用的链条节距3英寸即76.2 mm,工位间距762 mm,因此旋转站链条可以选用国家标准套筒链条相匹配(本项目中采用的套筒滚子链节距19.05 mm)。关于输送线选型问题这一点尤其要引起注意,如果主链条节距与旋转链条节距不是相同制式系列,则会出现旋转啮合不平稳卡链吊件的现象发生。

9 运行中轮毂保持水平特征

实际生产过程中,原有的生产线工件经过上下坡,工件倾斜与轨道坡度一致,支具掉件严重,一直困扰着工艺工程师得不到很好的解决。因为轮毂形状的特殊性,转挂设计成夹紧状态,势必要花费更高的成本,用复杂的机械结构实现,而工件下线又必须经过解锁步骤,才能完成机器人自动下线。经过上下坡时若不能保持工件水平状态,经常有支具掉件情况发生,为正常生产带来很大困扰。喷粉后轮毂未经过烘干掉件造成100%废品率,重新打磨清洗上线、再修复要浪费很多财力物力。项目采用一种新型支撑输送机形式,保证轮毂在运行中无论经过上下坡、水平回转都始终保持工件与地面水平状态。

另一方面,轮毂喷涂工艺需要工件始终保持水平状态,由于喷涂用面漆的特性,在悬挂输送机线上对吊挂工件喷涂容易产生表面涂层流挂等缺陷,且悬链吊挂工件的稳定性较差,故选用地面输送机支撑方式喷涂。保持工件始终水平,需要在输送机主线两旁设置辅助轨道,支具三点支撑实现。

10 输送机型式与参数

本项目中输送机选型设计如下。

前处理输送机型式与参数:采用XT3普通悬挂输送机。1)牵引链条型式使用X-348;2)牵引链条节距使用76.6 mm;3)链条许用张力使用9 000 N;4)运行承载轨道使用国标工字钢8#;5)设计承载能力使用125 kg;6)工件节距使用766 mm。

地面喷涂线输送机型式与参数:采用IPP3地面反向宽轨输送机。1)牵引链条型式使用X-348;2)牵引链条节距使用76.6 mm;3)链条许用张力使用9 000 N;4)运行承载轨道使用宽距双槽钢8#;5)设计承载能力使用125 kg;6)工件节距使用766 mm。

输送机型特点,采用X-348型标准模段可拆链条,理论节距76.6 mm,材质45Mn2,许用拉力9 000 N。链条滑架走轮以及地面输送支撑行走的走轮和导轮,其滚轮为整体轴承轮结构,适用于通过高温炉场合,整体轴承轮游隙大阻力小,迷宫式密封保护,适合喷漆喷粉环境应用,并带有外伸式压力型润滑油嘴,该型链条输送机非常适用于高温和恶劣环境下使用。核心部件驱动装置采用履带式直线驱动,由机架、浮动架、专用电机减速机、拨爪式驱动链条组成,具有旋转浮动式机械过载保护,电流过热继电器双重保护。链条张紧装置采用重锤式张紧,链条张紧行程能覆盖一个工艺节距的长度,重锤式张紧自动调节链条伸长与缩短。张紧部分装有检测器,能自动判断链条的松弛、最大行程的到位及链条的断裂。(下转第57页)