

汽车保险杠涂装的高度自动化探讨

周子奇, 朱江, 王明涛
(岚图汽车科技有限公司, 武汉 430081)

摘要: 系统介绍了行业内汽车塑料外饰件涂装生产中使用的最先进自动化工艺技术, 并简要分析了各种方法的特点及利弊关系。

关键词: 保险杠涂装; 智能制造; 立体库; 上挂机器人; 色差自动检测; 自动抓取

中图分类号: TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2024)03-0032-03

Discussion on High Automation of Automobile Bumper Painting

ZHOU Zi-qi, ZHU Jiang, WANG Ming-tao
(Voyah Automobile Technology Co., Ltd., Wuhan 430081, China)

Abstract: The most advanced automation process technology used in the production of automotive plastic exterior parts coating was systematically introduced, the characteristics and advantages or disadvantages of each method were briefly analyzed.

Key words: bumper painting; intelligent manufacturing; stereoscopic library; mounted robot; color difference automatic detection; automatic grasp

0 引言

工程塑料以其质轻、耐腐蚀、易加工成型等特点而被广泛应用于汽车领域, 种类有 ABS、PVC、PS、HIPS、PC、PP、HIPP、PE、尼龙、聚醚以及塑料橡胶复合物等, 塑料件的涂装工艺在汽车制造中被广泛应用。

本文主要针对汽车塑料件喷涂(例如塑料尾门、保险杠、门把手、后视镜)的最新自动化方案进行总结, 方便涂装从业者第一时间了解行业内自动化的案例与信息, 为新的技术开发拓宽思路。

1 上件区域的自动化应用

基于目前高度自动化的塑料喷涂线, 注塑区域的注塑机下料会直接通过 AGV 小车或者运输链将塑料产品安放在立体库内。立体库的进库端和出库端会进行零件的上码与扫码工作, 根据产品类型, 注塑件分批次进入到立体库不同的库位车道存储。在立体库的存

储终端会记录每种产品的实际入库数目, 根据每日的喷涂计划按照先进先出的原则从立体库位移送出产品至喷漆线上件区的转运 AGV 上。

通过 AGV 转运到上件区的前后保产品、下饰板产品、扰流板产品会来到上件区抓手机器人位置, 通过抓手机器人两侧吸盘将产品抓取安放到喷漆线治具台车的指定位置; 产品上件后, 由人员进行静电夹的连接并进行上件信息确立, 该信息与主计划信息、AGV 调货信息一致。

2 擦净区域自动化方案应用

已知保险杠的前处理方式比较多, 具有较高自动化操作的方案有水洗、干冰喷淋、机器人擦拭、除静电空气枪吹扫等, 应对不同的线体及来料, 各有利弊。

2.1 干冰喷淋方式

干冰清洗的原理有 2 个: 1) 针对产品上杂质, 干冰清洗的原理为通过在表面物质释放干冰小颗粒, 发生升华, 在零件上产生微小爆炸后通过压缩空气吹走杂质; 2) 针对表面的油脂类杂质, 会因为干冰的温度极低在产品表面发生固化, 在吹扫的压力下被带走。最终干冰会从固态完全升华为气态, 不会对精细零件的表面

收稿日期: 2023-03-13

作者简介: 周子奇(1991—), 男, 本科, 工程师, 主要从事塑料件喷涂、机器人示教、油漆开发等工作。E-mail: 1017315159@qq.com.cn。

产生影响。

优势:其在喷淋期间可以吹扫到产品的缝隙,能够实现表面较为快速的清洁,不留下残留物,不会造成夹砂,保证了产品的精度要求。

劣势:干冰的存储是一笔不小的开销,其设备尤其是枪头必须耐寒耐压,如果使用一般金属会有冷凝水的风险,使用塑料存在碰撞风险导致设备受损;同时其生产期间会在室内产生涡流,如果抽排风系统不畅通会造成二次污染。

2.2 保险杠喷淋水洗

水洗是目前保险杠比较成熟的工艺,比较标准的为五级水洗:包含一级加热主脱脂药剂水洗,二级预脱脂水洗,三级水洗,四级循环纯水洗,五级新鲜纯水洗。每级水洗设备都由水槽、水泵、管路和喷淋头组成,保险杠的小车、产品均在通过水洗喷淋头时完成冲洗。根据要求,第一二级可以使用脱脂药剂,其为由碱、螯合剂及表面活性剂组成的具有润湿性、浸透性、乳化性及分散性的混合组分材料。脱脂剂中碱组分对油污产生皂化作用,表面活性剂组分对油污有乳化润湿、渗透和卷缩作用。碱性脱脂剂中的有效成分,沿着零件表面与油污界面相渗透,从而取代油污相,使油污卷缩分离并发生皂化与乳化,浮到液面与溶液互不相溶。

随着保险杠成型工艺的控制,脱模剂、洗模剂的优化,目前注塑成型、吹塑成型的产品品质日渐提升,根据现场实际情况,部分工厂减少了脱脂药剂的使用量甚至停用,将五级水洗逐步简化至四级甚至三级完成所有的前处理工作。

水洗过后要进行吹水工作,产品经过水洗之后,其表面的水滴需要清除,吹水工序位于水洗通道末端,风机通过风管将清洁空气打在表面,通常风速要求 ≥ 30 m/s,完成全自动的清理工作。

经过吹水的保险杠将进行 20~30 min、80~95 °C 的烘房烘烤,完成烘干。烘道包含辅助的燃烧器、空气循环系统、热交换装置。其中热交换系统可以与其他同样产生热能效应的设备联动,例如对前处理加热槽、最终成品件烘炉等进行热收集,实现节能减排,进一步降低线体的 VOC 排放。

水洗的优势:稳定性好,可以完成表面比较脏的产品预处理工作;**水洗的劣势:**占用生产线空间,通常需 40~60 min 处理时间,会消耗动能、水能及药剂费用。

2.3 擦拭及静电吹扫前处理

擦拭及静电吹扫前处理越来越普遍地应用于目前的保险杠喷涂现场,一是由于目前保险杠整体清洁度的提升;二是由于目前对于 VOC 排放、能耗等硬性条件的限制。

擦拭主要用高耐磨黏性擦净布蘸取异丙醇(IPA)或者酒精溶剂,对产品整个外观面进行擦拭;有机溶剂会对表面的油污进行溶解去除,同时在下一步工序火焰处理或者底漆喷涂之前完成完全散干。

静电吹扫是利用去离子风枪将塑料表面附着的电荷去除,随着产品表面静电的减少,其对空气中灰尘的吸附也随之降低,维持了产品表面的清洁。目前擦拭工序已经可以通过机器人设定轨迹由擦拭毛刷完成,除静电设备可以通过建立喷淋门完成,实现完全自动化。

擦拭的优势:节省空间、能耗,降低线体的 VOC 排放;**擦拭的劣势:**受素材来料清洁度、环境变化、产品静电荷状态、擦拭方法、材料更换频次、材料本体的清洁度和特性影响较大,稳定性相对水洗、干冰前处理差。

3 不同喷涂自动化流程的探讨

目前国内主流的保险杠线体基本实现了全过程的机器人自动化处理,只是在流程上会存在一些差异,具体涉及的方案有:1)火焰机器人的需求;2)静电检测机器人的需求;3)喷枪的选型(空气枪,静电枪);4)保险杠的布局(立式、卧式、翻转式);5)喷房设定的需求(干式喷房与湿式喷房);6)油漆选型(水性与溶剂型);7)其他的喷涂方式(浸润、转盘喷涂、彩色注塑)。

3.1 火焰机器人的需求

塑料因为极性小、表面张力低,所以浸润性差,对油漆的附着力弱。以高温丙烷或天然气火焰快速接触工件表面,可以使表面氧化产生极性,同时溶胀后加强涂料的润湿性。目前常用的火焰处理有丙烷、甲烷、天然气方案;使用火焰机器人完成处理。火焰处理的另一功能是可以消除塑料表面的毛刺,提高喷涂合格率。

火焰处理会增加产品表面与油漆的润湿及附着作用,对于耐潮要求苛刻的产品尤其重要,所以在部分工厂基于自身的性能要求可以免去火焰处理步骤。同时 PPG 开发了一种自身带有润湿效应的附着力促进剂,金发研发了免火焰处理的塑料粒子均可以很好地改进塑料分子间的极性,在使用这些材料的情况下可以不进行火焰处理就能达成产品性能需求。

3.2 静电检测机器人的需求

静电检测机器人目前在国内日系工厂的应用较为广泛,主要是检测台车的接地情况、零件表面的导电情况及涂后件机器人表面的电荷情况;通过线上设备自动化达成对小车接地、来料电阻等多维度稳定性的检测。没有该设备的工厂进行周期性的小车接地测试、治具尺寸测试、油漆来料电阻测试、周期性来料检测也能够同样达成稳定生产的效果。

3.3 喷枪的选型

目前静电旋杯常用于塑料涂装的溶剂型油漆线体

和水性线体,对比车身,弹夹式枪头的应用明显高于八爪鱼式的枪头,这是由于保险杠的角度更刁钻,需要完成很多夹角外观面的上漆;对于旋杯,我们使用转速、流量、成型空气、枪速来控制喷涂外观状态。

旋杯的转速是对雾化细度影响最大的因素,随着旋杯转速的逐步增加,油漆雾化细度会持续变小,更容易散干。

吐出量为单位时间内输出给每个旋杯的涂料量,又称喷涂流量、出漆量。每支喷枪的最大吐出量与高速旋杯的口径和转速、涂料密度有关,其上限由雾化的细度和静电涂装的效果来决定。

枪速是在喷涂时喷枪相对工件的喷涂速度,枪速直接影响涂装效率、喷涂质量,目前一般控制在 800 mm/s 以下。

成型空气分为内外成型空气,通过成型空气整形环分化调整漆雾的幅度,并将漆雾推向被涂物,防止漆雾飞散,防止漆雾往后返,污染旋杯和导向的电晕电极环。成型空气压力由涂料吐出量、工件表面及喷漆室的主要条件来决定,应根据实际经验进行调整和设定。

空气喷枪是利用压缩空气为源动力,主要参数亦为吐出量、枪速、枪距、雾化气压、喷幅,其中雾化气压越大油漆漆雾越干,喷幅越大产生的扇面幅度越大,油漆喷涂的平面越宽。

静电喷涂与空气喷涂相比,涂料利用率提升 1~2 倍;提高涂装产品质量,更易提升膜厚;改善涂装作业环境,飞溅漆雾少;存在尖端效应,容易棱角流挂,缝隙少漆;对涂料的电性能要求高,需要控制来料电阻。

3.4 保险杠的布局

3.4.1 立式布局

立式布局是最为常见的保险杠存放布局,其优势比较明显:1)存在极大的加挂空间,可以在上线空间上变动,增加更多挂数完成产能的提升;2)生产灵活,通常可以进行双边喷涂与单边喷涂,单边情况下底漆机器人最少 1 台,色漆机器人最少 2 台(若只为素色 1 台亦可),清漆机器人最少 1 台即可达成生产。

劣势:喷房漆雾的控制要求高,对于上面进风道的风速、下行文丘里状态均需要进行周期性的监控与处理;容易受到上挂向下挂滴落油漆和颗粒的影响;双边喷涂期间会受到对面过喷漆雾的影响。

3.4.2 卧式布局

卧式布局在日本合资车企比较常见,其主要优势为:1)过喷漆雾少,喷涂时大部分区域为机器人朝下喷涂,极大规避了漆雾在喷房内的过喷影响;2)不存在上下位布局,有效避免了油漆及颗粒滴落的影响。

劣势:加挂的空间小,产能不充裕时只有提升链速

等办法;机器人需求大,完成底漆站喷涂至少需要 2 台喷涂完成,色漆最少需要 4 台喷涂完成,清漆最少需要 2 台喷涂完成。

3.4.3 翻转式

翻转式适用于喷涂门的内板产品,目前喷涂的 SMC 内板材料均可以使用该种方式规避二次上线;可以在色漆站机器人雾化器上安装开门器,通过在线体旋转或者翻转的方式完成产品正反面高要求的喷涂。

翻转式喷涂的优势主要是针对特异性的产品,如有双边大面积外观要求的产品、双边均要 100% 上漆的内板产品可使用翻转式喷涂规避二次上线。

劣势:工装的清洗要求高,中部会涉及到运动结构;SMC 油漆的雾化效果差,粉末质感强不容易成膜,会污染整体线体的环境。

3.5 喷房的结构(干式喷房与湿式喷房)

3.5.1 湿式喷漆房

湿式喷漆房在水循环中加入化学药剂对下行漆雾进行絮凝,按照分离漆雾过程中水洗的形式,湿式喷漆室主要分为文丘里喷漆室、水旋式喷漆室和水帘柜喷漆室。

3.5.2 干式喷漆房

干式喷漆房因其漆雾分离装置在分离漆雾的过程中不使用水,采用的是干式分离漆雾而得名。干式喷漆房在净化喷漆产生的漆雾时,采用风速带动漆雾,经过地沟格栅,把漆雾送到地下,然后再经过几层过滤,最后通过排风管道排放到室外,完成净化。干式喷房增加了过滤纸辅料成本,节省了用水量,减少了漆渣处理的难度和时间。

3.6 油漆的选型(溶剂型与水性)

水性漆和溶剂型漆涂装均是通过油漆颗粒到达底材表面后,水以及溶剂挥发,留下油漆颗粒交联聚合成膜的过程。

但由于水性漆组分的特性以及水在常温下不容易挥发的特性,溶剂型漆和水性漆在喷涂期间存在明显的工艺流程差异。以同样要求色漆膜厚 15 μm 为例,溶剂型色漆涂装后湿膜固含量一般在 60% 以上,涂装后湿膜膜厚约 25 μm ;水性色漆涂装后湿膜固含量一般在 30% 以内,涂装湿膜膜厚约 50 μm 。

由于水性漆挥发较慢、表面张力较大(润湿性差)、容易产生气泡等特性,导致水性漆膜容易产生上漆润湿不良、咬底、缩孔、气泡针孔等弊病。

同时,水性线体与溶剂型线体在设备选型方面内存在差异,不仅需要使用可用于喷涂水性漆的机器人设备,在完成正常的底漆喷涂、色漆喷涂后还需要进行烘烤成膜,而大多数溶剂型的工厂是(下转第 40 页)