

FANUC 涂胶机器人定量涂胶装置在车身车间的应用

周 杭, 秦 勇, 孙正义

(南京汽车集团有限公司, 南京 210061)

摘要: 围绕南京汽车集团有限公司车身生产部正在使用的 FANUC 涂胶机器人上的 SCA 定量涂胶装置, 介绍了定量涂胶装置的主要部件组成: 连接器 multibox6000、定量机泵体、定量机填充阀、自动涂胶枪、行星减速机。不仅着重讲解了 FANUC 涂胶机器人定量涂胶装置各部件是如何交互工作, 而且说明了如何实现定量涂胶的工作原理。并根据南京车身车间多年的使用情况分享由定量涂胶装置导致的常见工艺质量问题及处理经验, 最终延伸到定量涂胶装置保养过程中需要注意的关键点。

关键词: 定量涂胶装置; 结构原理; 故障排查; 保养

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2026)01-0069-04

FANUC Glue Dispensing Robot with Quantitative Glue Application in Body Workshop

ZHOU Hang, QIN Yong, SUN Zheng-yi

(Nanjing Automobile Group Co., Ltd., Nanjing 210061, China)

Abstract: This article focuses on the SCA quantitative coating device used in the FANUC coating robot at nanjing automobile group's body production department. It begins by introducing the main components of the quantitative coating device, including the multibox6000 connector, quantitative pump body, quantitative filling valve, automatic coating gun, and planetary gear reducer. The article not only elaborates on how these components of the FANUC robot's quantitative coating device interact and work together but also explains the principles behind achieving quantitative coating. Additionally, it shares common process quality issues caused by the quantitative coating device and their solutions based on years of usage in Nanjing's body workshop. Finally, it extends to key points to note during the maintenance of the quantitative coating device.

Key words: quantitative gluing device; structural principle; troubleshooting; maintenance

0 引言

随着工业自动化的不断发展, 汽车乘坐的舒适性和减震降噪性能成为人们新的关注热点。在汽车制造中, 有密封防腐减震降噪的需求, 需要对钣金件进行涂胶处理。在整个轿车车身制作过程中, 门盖的表面积较大, 约占整车表面积的 63%。在板材较薄的门盖内板和外板、防撞梁、加强筋之间存在一定缝隙, 汽车行驶

过程中, 由于路面冲击和来自发动机的振动, 易产生噪声。为了解决上述问题并使车辆外观美观, 通常在这些部位使用减震密封胶和折边胶, 以削弱行车过程中的振动、冲击和噪声^[1]。当前汽车制造商的涂胶工艺主要分为两种: 员工手动涂胶、机器人自动涂胶。由于机器人涂胶质量高、表现稳定, 车身车间的涂胶也逐步从人工涂胶向机器人涂胶转变。FANUC 机器人以其优秀的涂胶质量在各大汽车车身车间得到了广泛应用。目前主流的自动涂胶机多数采用伺服驱动的活塞式或柱塞式定量机, 其优点在于精确的推进距离确保每个循环排出相同体积的胶品, 出胶精度可控制在 $\pm 2\%$, 甚至更高, 同时伺服闭环控制系统实时反馈当前状态以实现

收稿日期: 2024-06-17

作者简介: 周杭(1984—), 男, 助理工程师, 主要从事汽车涂装车间现场设备的运行维护及保养工作。E-mail: zhouhang@saicmotor.com。

实时调节的功能,最后通过编码器数据确定丝杠前进距离来计算实际出胶量,最后与设置的涂胶量进行对比,判断此次涂胶的状态是否合格^[10]。定量涂胶装置是涂胶机器人极为重要的部件,涂胶质量的好坏很大程度上取决于定量涂胶装置的性能状态。因此掌握好定量涂胶装置的结构原理,并将其运用到定量涂胶装置故障处理及日常保养维护中是一件非常重要的事。

1 电子定量机的结构和原理

电子定量机主要由连接器 multibox6000、泵体、填充阀、自动涂胶枪、行星减速机组成,工作原理如下。

1.1 连接器 multibox6000

连接器 multibox 是定量涂胶装置内的重要部件,通过连接器,定量涂胶装置与其他组成部分实现信号交互,完成其功能。如图 1 所示,连接器 multibox 的各通道功能按照 1~5 顺序解释如下。1)马达控制:用于伺服电机的动作控制指令输入输出;2)马达电源:用于伺服电机的能源供应;3)连接至控制器 SYS600:接收控制器的控制指令;4)6 通道加热模块:实现对胶盘、胶泵、胶管、胶枪等的模块加热;5)定量机的输入输出:X41 为胶枪开/关,X42 为预留,X43 为填充阀开,X44 为压力传感器,X45 为上边限位位置传感器,X46 为预留,X47 为下边限位位置传感器,X48 为预留。

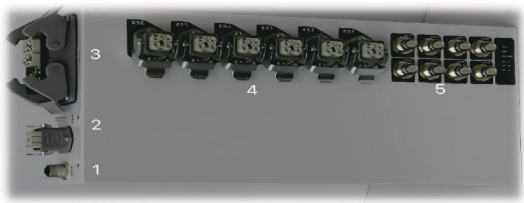


图 1 连接器 multibox 示意

1.2 定量机泵体

定量机泵体是电子定量机的一个重要部分,运用 FIFO 先入先出的原理进行工作。定量机填充时,填充阀打开,胶水供应管路打开,胶枪关闭,丝杠上移,储存胶料。定量机排胶时,填充阀关闭,胶枪开启,丝杠下移,排出胶料。定量机泵体密封圈如图 2 所示,由阶梯型密封圈、导向环、O 型圈、骨架密封四种密封圈共同实现了泵体内胶的超高密封性,从而实现电子定量机工作的精确性。而泵体中存放胶体,我们需要定时进行冲洗,冲洗的目的也不同:在正常生产工作中(连续不停生产情况),冲洗主要是为了保证胶水拥有最佳的流动性;在非正常生产工作中(生产间隔断断续续的情况),冲洗主要是为了防止胶水在定量机泵体内部变质^[9]。

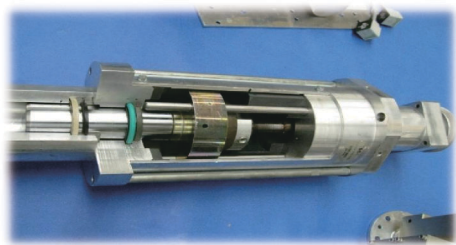


图 2 泵体示意

1.3 定量机填充阀

填充阀是电子定量机内的另一重要部件,是实现胶料对定量机的填充控制的执行元件。其内部由弹簧、顶针、气动活塞、启动密封、O 型圈、金属导向环、阶梯环密封圈套件、进胶口、出胶口组成^[1]。

1.4 自动涂胶枪

自动涂胶枪是电子定量机的最终执行端,它由软化剂储存管、壳体、法兰、喷嘴、加热装置总成、连接材料供应管路、气缸体、连接压缩空气供应管路、气动驱动装置组成^[2]。其中,在工作中需要注意的是,自动涂胶枪的喷嘴与工件的夹角应保持在 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 之间;还需要注意的是,自动涂胶枪的喷嘴与工件的距离,这个距离取决于喷嘴的内径,因为胶条涂在工件上呈圆柱体,所以距离应该与喷嘴的内径保持一致。当距离过近时,胶条会扁平化;当距离过远时,胶条会打弯呈现波浪状^[7]。只有当距离正常时,才能实现工艺要求的圆柱体形状,实际情况如图 3 所示。

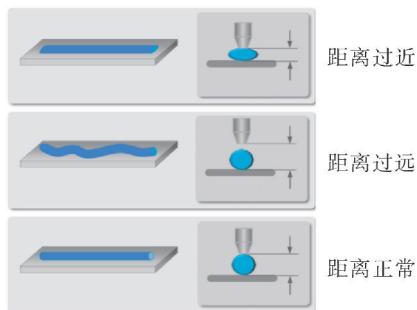


图 3 胶枪与板件的距离

2 定量涂胶装置常见故障及处理

2.1 定量机填充故障

2.1.1 定量机不填充

由定量机的工作原理可知,定量机填充时,SCA 控制器接收到机器人传送的信号后,打开填充阀,通过驱动压缩空气来工作。定量机不填充,可能的故障原因是供胶系统压力不足,可能的故障根源是供胶系统及管路堵塞。另一个可能的故障原因是填充阀没有打开,而

填充阀不打开,可能的故障根源有:1)SCA 控制器是否工作;2)是否有压缩空气供应;3)填充阀是否堵塞;4)填充阀针是否卡住。针对这些故障根源,解决方法依次为:1)检查 SCA 控制器;2)开启压缩空气供应;3)疏通、清洁填充阀;4)更换填充阀顶针。

2.1.2 定量机填充太慢

由前面提到的定量机填充原理可知,定量机填充太慢,在实践中可能的原因是供胶系统压力不足,需要检查供胶系统压缩空气的压力,也可以适当增加供胶系统的压力;也有可能是管路存在泄漏点,需要检查系统内的泄漏点并更换损坏的管路。

2.1.3 定量机已加满,但不进行涂胶

以上两点是定量机故障中最主要且相对容易判断的。对于定量机已经加满但不进行涂胶的情况,相对更难确认问题点。经过原理分析和现场实践,发现可能存在以下情况:1)胶料缸堵塞,应对策略是疏通胶料缸;2)伺服放大器控制故障,应查看伺服放大器的报警代码;3)伺服电机失灵,可能需要更换伺服电机;4)齿形皮带损坏,需要更换齿形皮带;5)滚珠丝杆副失灵,由于螺距损坏,需要更换滚珠丝杆副;6)压力关断,可能是胶枪堵塞或者胶枪上的电磁阀出问题。

2.2 行星减速机故障

在现场生产时,若发现定量涂胶装置附近有异常的噪音和气味、较高的功率消耗、较高的温度或较强的振动,以及减速机上有泄漏等情况,可能需要对行星减速机进行拆解检查。

2.3 自动胶枪故障

首先,如果设备不进行材料涂覆,可能的原因包括集成式喷胶枪 AK7XX 未打开。这可能是由于 SCA 控制装置未运行,此时需要接通控制装置;控制装置中的驱动卡可能失灵,需要更换驱动卡;或者阀挺杆卡住了,需要更换阀挺杆。

其次,如果定量装置或桶泵不供应材料,可能是正在给定量装置加料,此时需要等待直到定量装置加满材料。其他原因可能包括桶泵的气动供应中断,需要恢复气动供应;桶泵的卸压问题,需要确认卸压;截止阀关闭,需要打开截止阀;以及材料桶空了,需要更换新材料桶。

当涂覆的材料量太少或太多时,材料未被充分加热。这可能是由于加热器未运行,需要接通加热器;电热芯失灵,需要更换电热芯;或者温度传感器失灵,需要更换温度传感器。另外,材料供应不足也可能是由于定量装置不密封,需要更换定量装置密封件;材料软管堵塞或不密封,需要冲洗或更换材料软管。

而在涂覆过程中,如果发现有些区域不涂覆材料,

可能是由于材料中有硬化的部分(结块)。这可能导致材料部件、喷嘴或材料软管堵塞,需要疏通这些部件。此外,如果系统中有空气,也需要冲洗系统。

材料拖尾的问题可能是由集成式喷胶枪 AK7XX 未完全关闭引起的。这是由于针阀座上有结块,需要疏通针阀座;针阀座坏了,需要更换喷嘴和外壳;或者阀杆卡住或坏了,需要更换针阀杆。

最后,如果在材料部件上流出材料或在气动驱动装置上漏出空气,可能是由于材料部件或气动驱动装置不密封,这些部件需要更换密封件来解决问题。

3 定量涂胶装置的保养

3.1 定量机更换软化剂

在 SCA 控制器上启动“排空定量装置”的维护流程涉及多个步骤以确保软化剂的更换和系统的清洁。首先,定量机会被加满然后排空以准备更换。接着,需拧下软化剂储存管上端的消音器,并稍微倾斜储存管,将旧软化剂倒入适当的废料容器中按规定处置。随后,松开螺栓连接件并从定量机上取下软化剂储存管。接下来,用新的软化剂彻底清洁螺栓连接件、对面一侧的螺栓以及软化剂通道,确保无残留物。清洁完毕后,重新旋入并拧紧螺栓,并换上一个新的密封圈以保证密封性。然后,用螺纹连接件将新的软化剂储存管重新连接到定量装置上并拧紧。最后,向新的软化剂储存管中添加半管新软化剂,并用消音器封闭储存管,完成整个更换和清洁流程。

3.2 传感器整理清洁紧固

为保障系统的可靠性,集成了多类传感器。1)压力传感器:安装于定量缸底部,实时监测定量缸内胶料的压力,压力异常时可触发报警。2)接近开关:安装于推杆行程的起点和终点,分别作为下限位和上限位开关,用于机械限位和推杆初始位置校准。3)温度控制传感器:在定量缸、进口阀和涂胶阀内部均嵌入加热棒和温度传感器,构成 PID 温度控制回路,确保胶料在整个挤出过程中处于恒定的最佳工作温度,有效降低因温度波动导致的胶料黏度变化。各传感器需要整理干净,清洁后紧固在固定的位置处。

3.3 滚珠丝杆润滑

润滑滚珠丝杆示意如图 4 所示。润滑操作步骤如下:1)松开螺塞;2)用黄油枪通过注油嘴将润滑脂的剂量压入;3)重新拧紧螺塞;4)手动低流量冲洗定量机 2 次以上,使润滑脂均匀地涂覆在丝杆上^⑧。

3.4 定量机定时冲洗

对于先进先出的定量机,每次循环冲洗的量要有点考究:循环冲洗的量要匹配整个定量机的大小,若是 80 mL 定量机,则冲洗总量设为 80 mL;若是 160 mL

定量机,则冲洗总量设为 160 mL,保证尽可能地把胶料缸的胶水排空一次^[9]。

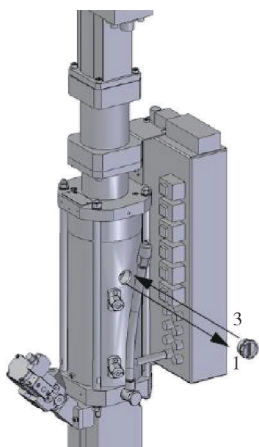


图4 润滑滚珠丝杆示意

比如,对于一个 80 mL 定量机,在做手动冲洗的过程中,2×50 mL 和 1×100 mL 有何区别?从数值上看,两者是一样的,但是 2×50 mL 的意思是每次排胶 50 mL,排完后填充,再排 50 mL,这种情况下,活塞每次都不会运行到胶料缸的最底部,所以底部可能会出现干胶。而 1×100 mL 的运行情况是一次排 100 mL 的胶水,由于 100 mL 远远大于 80 mL,所以一次将胶料缸里的胶水完全排空掉,然后填充满,继续排出剩余的胶料。1×100 mL 的好处在于:一次能将胶料缸里的胶水完全排放干净,最大程度上防止了胶水在胶料缸内硬化的可能性。

4 结语

总的来讲,定量涂胶装置就是一个由多功能盒、泵

体、填充阀、自动胶枪等组成的实现胶料涂胶的重要工艺设备。定量涂胶装置性能的好坏关系着涂胶质量的优劣,直接影响到车辆 NVH、淋雨密封等整车质量。因此保养维护好定量涂胶装置对于涂胶来说起着非常重要的作用,需要保养人员对其硬件结构及内部工作原理等十分熟悉,只有这样才能快速排查出问题所在。

参考文献:

- [1] 韦侯念,张云,杨磊.一种自动多点涂胶的应用[J].装备制造技术,2021(9):203-205.
- [2] 蒙庆根,朱永辉,蓝林镇.车身横梁零件的自动涂胶设备[J].科技创新与应用,2020(35):77-78.
- [3] 姜洁,戴龙泉.机器人技术在轿车车身涂胶工艺中的应用[J].绥化学院学报,2017(2):147-148.
- [4] 潘竹林,付昌勇,张国忠.涂装车间常见人为缺陷的现场质量控制[J].现代涂料与涂装,2007(1):25-26.
- [5] 韩彦,黄少丽,黎海萍,等.浅析汽车涂装车间底部涂胶机器人系统[J].现代涂料与涂装,2020(6):41-42.
- [6] 贺小琼,王小康,周俊.基于 PLC 的自动化定量涂胶系统设计与实现[J].粘接,2023(10):71-72.
- [7] 杨皓坤,王伟,王玉明,等.用于高端汽车板锌层附着力试验的自动涂胶制样方法[J].理化检验-物理分册,2023(3):14-15.
- [8] 孙鹏涛.汽车玻璃涂胶装配的工业机器人实训系统结构设计[J].科学技术创新,2021(10):153-154.
- [9] 史方兵.防误防错技术在涂装车间涂胶质量控制零缺陷中的应用[J].现代涂料与涂装,2024(5):64-65.
- [10] 赵新昶,郭磊.涂胶机的精确定量控制[J].时代汽车,2024(2):167-168. ◆

(上接第 68 页)

7 结语

在车身覆盖件上的密封胶,除了常见的密封性和防腐性能,其外观质量也是客户关注的重要一环。为了提高客户的感官体验,其 PVC 外观质量也是汽车制造厂需要关注的重要内容。而在 PVC 实际应用喷涂过程中,偶尔会出现一些表面波纹的不良效果,这在一定程度上会降低客户的感官体验,产生抱怨。

而表面波纹的产生因素往往比较复杂,因此本文在筛选和排除掉一些无关或低干扰因素为前提,筛选出 5 个关键参数,并通过控制变量的方法和设定合理的参数波动区间,放大影响效果,从而获得不同参数的变化所产生的外观影响趋势。最终获得了这 5 个关键参数的波动趋势和表面波纹的改善关系,从而获得优

化方向。

在基于上述参数与波纹的改善关系后,对指定的问题区域参数进行适配性的修正,以实现精准可靠的外观质量优化。最终在不产生额外节拍、设备维护和工艺喷涂的潜在风险前提下,成功地优化了 PVC 外观质量。

参考文献:

- [1] 何智卿,刘立东,吴忠喜,等. PVC 细密封胶气泡优化方向及预防控制方案探讨[J].涂层与防护,2022,43(10):35-39.
- [2] 刘霖,张举全,夏明星,等.汽车涂装 PVC 密封胶外观优化的研究[J].现代涂料与涂装,2023,26(1):18-20.
- [3] 赵晓峰.汽车 PVC 密封胶胶泡发生原因分析及优化方法[J].现代涂料与涂装,2023,26(10):65-67. ◆