

# 汽车天幕玻璃全自动安装工艺的研究

何雪金

江铃汽车股份有限公司

DOI:10.12238/acair.v2i3.8604

**[摘要]** 本文以J公司某SUV平台车型生产线为研究对象,通过对该公司某新车型在投产时天幕玻璃全自动涂胶装配设备开发为背景,阐述了汽车制造总装车间天幕玻璃安装工艺实现全流程自动化的技术难点。本文基于目前该产线已有的类似全自动设备,前后挡涂胶安装设备存在的问题及该天幕玻璃自动站的开发为研究对象,主要解决自动涂胶后胶型检测不合格例如胶型尺寸不满足要求,玻璃防错及玻璃自动安装无法安装到位等问题。运用视觉胶型检测、视觉引导、工业机器人自动涂胶安装等前沿技术,实现60JPH生产节拍的天幕玻璃涂胶安装全自动化,为汽车制造业迈向高端制造提供借鉴与参考。

**[关键词]** 汽车天幕玻璃; 视觉引导; 自动安装

**中图分类号:** F407.471 **文献标识码:** A

## Study on the auto assembly process of automobile sunroof glass

Xuejin He

JIANGLING MOTORS CO.LTD

**[Abstract]** Taking the production line of an SUV platform model of J Company as the research object, this paper expounds the technical difficulties of the automatic process automation of the sunroof glass installation process in the final assembly workshop of automobile manufacturing through the development of automatic coating assembly equipment for a new model of J company. Based on the existing fully automatic equipment on the production line, the problems with the front and rear windshield glue installation equipment. Focus on solving the problems of unqualified glue type detection after automatic glue application, such as glue type size not meeting requirements, glass error prevention, and inability to install glass automatically in place. The use of visual glue type detection, visual guidance, industrial robot automatic glue installation and other cutting-edge technologies to achieve 60JPH production rhythm of the sunroof glass glue installation fully automated, for the automotive industry to move towards advance manufacturing to provide reference and reference.

**[Key words]** sunroof glass; visual guidance; auto assembly

### 引言

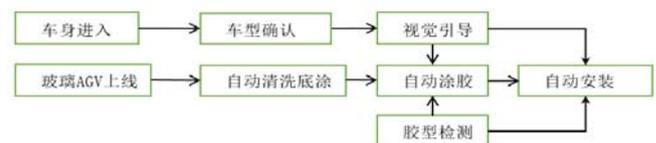
公司在某生产基地建设时在总装车间预留了天幕玻璃的安装工位,该区域位于内饰线首工位与车身上线升降机之间。一款带有天幕玻璃的新车型将进入该生产线生产,现计划启用该天幕的全自动涂胶安装工位,新增一套全自动流程设备。

天幕或前后挡风玻璃的安装在当前汽车制造业的两种基本情况:一、自动化低,玻璃在对中台上被对中后由机器人在玻璃上涂胶,员工手动或借用辅助机械臂装配到车身上;二、全自动化涂胶安装,机器人抓取玻璃到涂胶塔或涂胶枪上涂胶,同步借助视觉定位系统自动安装。相比人工安装的方式,全自动化涂胶安装的设备智能化程度更高,装配质量可控,过程更为稳健,本文主要介绍第二种天幕全自动安装方式。

### 1 天幕玻璃全流程自动化

#### 1.1 新质生产力,实现全自动化

天幕全流程自动站基本工艺流程如下:



2-1-1天幕安装流程图

(1) AGV拖着产品架将天幕玻璃投送至涂胶设备上料区,取料机械手根据生产序列将玻璃按车型取出并放置在天幕分装工位; (2) 翻转机构将天幕天窗翻转后自动输送至天幕对中机构; (3) 玻璃被对中后,识别玻璃对应车辆型号,调取相应的程序,由

机器人进行自动清洁、底涂; (4) 天幕自动底涂后输送至翻转机构工位, 被翻转至涂胶对中台上对中, 安装机器人取出天幕, 移动到涂胶塔涂胶, 同时进行3D胶型检测; 在1-3步进行的同时, 车身在总装输送滑板上被输送到安装工位并锁紧定位, 同时视觉机器人对车身进行测量, 引导机器人将天窗安装至车身上。

### 1.2 天幕上料及底涂自动化

#### 1.2.1 AGV自动上料

AGV拖着产品架将天幕玻璃送上料区, 自动取料机构根据生产车型的队列自动选择对应天幕抓取。上料区域有产品架对中装置, 确保天幕在同一位置。上料区域需设置玻璃在位、AGV小车在位感应信号和交互信号, 以便自动感知何时可自动抓取玻璃, 上料区域与MES进行数据交互, 获取车型信息(VIN等)至设备PLC, 自动解析对比天幕图号等信息, 实现自动上料及防错。

#### 1.2.2 天幕输送线及自动底涂

天幕玻璃从上件工位到涂胶机器人抓取的对中台, 主输送采用耐磨同步带输送。工位设置感应开关确保线体自动运转时, 每次只运转一个工位, 实现自动逐步输送。自动底涂需续保天幕涂胶面朝上, 根据来料情况需翻转机构来保证, 翻转机构通过变频减速电机带动转臂旋转, 转臂上有天幕吸附吸盘和传感器, 变频减速电机可正、反向旋转, 翻转角度为 $180^\circ$ , 翻转夹具上的吸盘有独立的真空发生器, 具有压缩空气无级调压、调速功能。

底涂前将天幕对中, 满足机器人对天幕清洁及底涂时基本定位需求, 确保清洁及底涂质量OK。完成底涂后输送到涂胶机器人抓取对中台, 满足机器人自动涂胶玻璃的定位需求。对中台有X、Y方向尺寸测量功能, 能够测量区分所有车型天幕尺寸, 测量结果传送给控制系统判定天幕是否匹配当前车型。

自动清洁与底涂系统, 机器人携带清洁头、底涂头对天幕玻璃自动清洁与底涂, 该系统包含压缩空气清洁、干燥装置等, 清洁剂及底涂剂存储桶剩余量可控且可视, 满足液位监控及用完前提示人员补液, 空气干燥剂确保压缩空气不会干扰底涂的完整性和质量。清洁剂及底涂剂的供应和循环系统须防止沉淀物在原料存储罐及输送软管内堆积, 底涂管路有自动清洗功能, 使用隔膜泵或计量泵等方式送到各涂覆头, 确保物料压力保持恒定且可调, 清洁及底涂速度大于 $500\text{mm/s}$ , 满足生产节拍需求。

#### 1.3 自动涂胶站

自动涂胶站由涂胶机器人、胶型检测系统及供胶系统和涂胶塔组成。

##### 1.3.1 涂胶安装机器人

涂胶机器人是用来抓取天幕或前后挡风玻璃后移动到涂胶塔的胶嘴边配合玻璃涂胶并在涂胶完成后根据视觉引导的定位结果自动将天幕或前后挡风玻璃自动安装到车身上, 一般涂胶机器人包括控制系统、示教器、管线包等; 常用机器人品牌有ABB、KUKA、FANUC。

一般涂胶安装机器人需要满足七自由度, 交流伺服电机系统驱动, 有效臂展半径及负载需结合现场布置及工件重量选型,

重复定位精度高于 $\pm 0.06\text{mm}$ 。控制方式: 点位运动控制, 轨迹运动控制。机器人涂胶轨迹的重复性误差 $\leq \pm 0.2\text{mm}$ 。机器人具有涂胶专用的速度输出量。涂胶枪在涂胶直线段的移动速度可达 $400\text{mm/s}$ 。为便于天幕涂胶, 涂胶枪应自动配合适当旋转。机器人交流伺服电机系统驱动, 涂胶精度 $\leq \pm 1\text{mm}$ , 涂胶速度可调整, 适应不同工作的节拍要求。

机器人上天幕的抓取夹具选用合适型号吸盘吸附玻璃, 尼龙限位块对抓取的玻璃进行限位和定位, 并且使用传感器检测玻璃是否被正常抓取。配有断气安全保护装置, 当主供气源意外断气时, 助力机械手臂不会出现坠落及夹具松开的情况。

##### 1.3.2 胶型检测系统

胶型检测系统是对玻璃胶的一个关键检验过程, 替代了人工检查, 过程更可靠稳健, 一般胶型检测的视觉系统安装在涂胶机器人的涂胶枪边上, 在涂胶过程中同步对玻璃胶条的3D外观尺寸进行动态检测, 主要检测玻璃胶的轨迹, 宽度, 高度, 截面积, 是否有断胶或异物等, 一般玻璃胶的尺寸为宽度 $9\pm 1\text{mm}$ , 高度 $13\pm 1\text{mm}$ , 通过视觉实时拍照处理计算宽度及高度如在合格范围内则继续涂胶, 如出现较大偏差如宽度仅有 $7\text{mm}$ , 胶型检测则报警并终止当前工序。一般胶型检测采用不可见激光, 可有效避免现场环境光的干扰, 用不同频率的双激光线进行无死角的胶条形状检测, 可解决胶条和背景颜色一样无法识别的问题。

##### 1.3.3 涂胶塔及供胶系统

玻璃涂胶一般有两种模式, 玻璃不动, 胶枪安装在机器人上由机器人按设定的轨迹移动进行涂胶, 另一种是本项目采用的涂胶塔结构, 即胶枪不动, 由机器人抓取玻璃后行移动涂胶。

涂胶塔的主要作用是用于安装胶枪, 并配合设备自动排胶、清胶。一般情况下涂胶塔采用钢结构搭建, 坚固稳定, 需能满足涂胶时不与玻璃干涉。因玻璃胶会自动硬化, 所以需设定自动排胶、胶嘴清胶的程序并自动执行。一般情况下设备自动运转模式下, 每隔15分钟未涂胶或排胶时, 涂胶塔自动将胶枪浸入油杯密封, 防止胶硬化。

一般供胶系统由胶泵、柱塞式定量机、供胶管路、供胶加热系统、旋转胶枪、枪嘴、电控系统、流量控制系统、清胶装置(纸带清胶机构)胶桶小车以及其它配套设施等组成, 目前主流采用双泵供胶系统, 降低设备无法工作的可能性。

(1) 供胶泵, 一般采用压缩比为 $57:1$ 以上的高粘度大流量的气压柱塞泵, 缸体带加热功能。双泵系统配两个供胶桶, 当一个桶空时(设备应自动检知), 自动或手动切换到另一个供胶泵。采用电加热方式的泵体, 使材料在整个输送过程中都得到良好的加温控制, 使胶粘度降低, 便于输送。防止涂胶塔涂胶过程中出现硬块等。(2) 定流量泵, 一般为采用伺服定量缸(柱塞泵), 可设定不同的输出量, 不能有脉动。带加热功能, 最大工作压力满足涂胶前建立静压, 保证涂胶始端胶型满足要求; 定流量泵的速度由机器人的模拟量输出基板控制给定, 可通过机器人示教编程实现对出胶速度的灵活控制。定量机容量根据整车需求来确定, 一般按单台满足单次填充满足整块天幕涂胶, 流量精度达到

±1%, 其供胶量需高出最大用量的20%, 其输出量须保证涂胶枪在涂胶直线段的移动速度可达400mm/s。

因需采用恒温确保玻璃的流动性, 玻璃胶输送用的配管、软管, 耐高压加热胶管为多层复合结构, 由耐磨供料层、加热层、保温层、保护层及传感器组成。设置加热装置, 可对粘接剂实现加热、保温。胶管配温度探头, 温度可达70℃且可调。配备供胶系统加热温控系统加热器可按加热控制装置的控制, 设定胶泵、胶管内胶15°-70° 的温度, 并通过显示器显示温度。泵系统采用恒温控制, 使涂胶枪口的出胶温度不会超出20° 至35° 的范围, 控温精度±2℃, 以保证设备冬天的正常运行。

#### 1.4 视觉引导及自动安装

视觉引导系统安装在可移动测量的机器人上, 该机器人被称为视觉机器人, 视觉引导系统主要作用是对车身尺寸进行测量定位, 利用激光检测仪、视觉处理软件等对图像处理, 对生产线上的车身的车框轮廓分别进行精确3D定位, 引导装配机器人对天幕玻璃进行精准的自动安装, 视觉系统测量及数据处理是否稳健关系到自动安装的结果好坏, 所以视觉引导是自动安装的一个关键环节。

一般情况下, 车身车框的准确3D定位是通过扫描车身钣金特征线来完成, 通过处理扫描钣金结构的特征线来进行图像计算处理上面的矫正矢量, 从而定位车框的精确3D方位(X, Y, Z, RX, RY, RZ)。再传递相关精准定位结果给到安装机器人, 最终玻璃安装的精度为约±0.5mm。

当前主流设备供应商采用激光仪对车顶/风挡框的准确3D定位, 激光适用于各种颜色, 不受外界光干扰。开发的图像处理软件具有在碰撞后, 简单快速的全自动标定及校准功能, 这样就能够高效的实现引导装配。

#### 1.5 安全与防错系统

设备运行区域与人行区域通过围栏隔离, 围栏处配有防撞设施, 且配备检修用安全门、门锁及安全栓, 如安全栓拔出, 安全门无法打开, 安全门配挂锁装置。异常处理工位等所有人机交互区域需配安全光栅。

防错系统功能包含上料、底涂、自动抓取、自动涂胶安装, 安全防错: 防止设备误动作, 造成人、设备、车身间的不安全风险。车型识别防错: 防止在各种异常情况下, 将天幕或者车身识

别错误。装配过程质量防错: 如胶型检测胶型不合格, 进行声光报警, 胶型不合格则不安装; 视觉引导, 视觉机器人检测车身顶盖尺寸偏差大, 视觉报警且不继续自动安装, 人工干预放行, 人工在后面工位人工安装。

## 2 结论

当代的中国已全面进入信息化时代, 汽车行业已成为国家经济发展的重要支柱产业之一, 汽车行业的新质生产力开发刻不容缓, 汽车天幕及前后挡等零件的全自动安装已成为行业的趋势, 且自动化程度越来越高, 设备装配质量越来越好。从智能化及装配质量稳健性角度, 全自动设备比传统人工安装设备具备较大优势, 自动取料到自动涂胶安装, 自动过程检测检验并记录结果, 实现过程装配检验全自动化, 且节省大量人工成本。

## 3 展望

基于目前现有在汽车总装天幕玻璃装配的应用情况, 存在以下可以优化的地方:

(1) 工厂在规划建设的时候需要充分考虑智能化、电气化或自动化装配的需求, 生产布局需要充分考虑相关设备的布置需求。(2) 车身尺寸控制的好坏是全自动安装的一个重要因素, 玻璃胶与车身油漆若能够达成免底涂的匹配开发, 将大大降低设备及场地占用的投入。(3) 玻璃胶底涂涂料有效期相对较短, 对假期停产后恢复生产的自动化设备使用有一定影响, 希望能够开发出有效期较长的长效底涂。(4) 汽车行业已发展成为中国新质生产力, 需继续加大总装车间相关自动化设备的投入, 确保优质稳健的生产工艺同时带动相关辅助产业蓬勃发展。

### [参考文献]

- [1]李伯可.风挡玻璃自动涂胶及装配工艺技术应用[D].现代制造技术与装备,2023-03-25.
- [2]林颀.机器人视觉系统在总装车间自动安装中的应用[D].中国科技信息,2021-11-10.
- [3]汪振中.机器人在汽车挡风玻璃自动涂胶系统的应用[D].电子技术与软件工程,2019-01-15.

### 作者简介:

何雪金(1989--),男,汉族,湖南省永州市人,总装工艺及设备开发工程师,工程师,机电一体化。