

汽车涂装通用限位器面涂工序内循环工艺实践

胡益舜, 孙宁一, 谢志敏, 李梓垣, 陈波

(广汽乘用车有限公司, 广州 511434)

摘要: 汽车涂装行业的通用限位器设计主要通过摩擦力实现车门在各个位置的定位, 开关门过程中, 摩擦会造成异物掉落形成车门踏板漆渣, 导致品质不良。本文重点介绍了一种通用限位器面涂工序内循环创新工艺解决漆渣不良的应用实践。

关键词: 通用限位器; 车门踏板漆渣; 面涂工序内循环

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2025)03-0070-03

Practice of the Internal Circulation within the Universal Limiter Coating Procedure in Automotive Painting

HU Yi-lin, SUN Ning-yi, XIE Zhi-min, LI Zi-yuan, CHEN Bo

(Guangzhou Automobile Group Motor Co., Ltd., Guangzhou 511434, China)

Abstract: The design of universal limiters in the automotive painting industry primarily achieves the positioning of doors at various positions through friction. During the process of opening and closing doors, friction can cause foreign objects to fall, resulting in paint residues on the door thresholds, leading to quality defects. This article focuses on introducing an innovative internal circulation process within the universal limiter coating procedure to address the issue of paint residue defects.

Key words: universal limiter; door threshold paint residue; internal circulation within the coating procedure

1 通用限位器简介

限位器是一种安装在车门铰链处的工装, 主要实现以下两个功能: 1) 实现车门定位, 满足机器人喷涂及各工序作业需求; 2) 辅助车门防开, 在前处理电泳工序及移行机上配合防开夹具固定车门。

近年来, 汽车市场的竞争格局正在迅速演变, 成本压力骤增, 越来越多的车企通过开发通用夹具, 削减生产制造成本, 比较成熟的应用案例有广汽乘用车开发并应用的通用限位器^[1-2], 如图 1 所示。

该款限位器的限位原理可理解为: 设置限位器导向块和滑块结构, 使限位导杆长度方向起限位作用的滑动摩擦力能够连续施加, 导向杆滑动过程中每个点都能实现阻力和动力受力平衡, 达到连续限

位的目的^[3]。

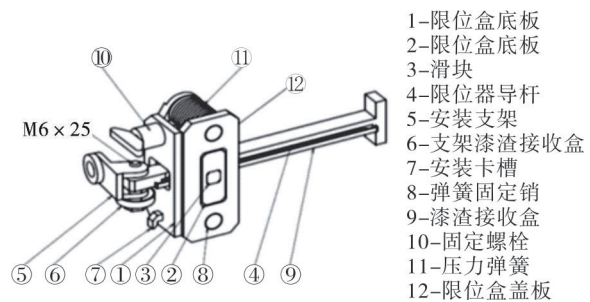


图 1 通用限位器模型

通用限位器设计原理如图 2 所示, 涂装行业夹具安装大部分处于工序起点, 清洗干净的夹具装载车身, 经过前处理电泳后, 在导向杆上形成一层电泳漆膜。进入面涂工序开关门过程时, 滑块与导向杆摩擦, 造成电泳漆膜聚集、脱落, 掉落至车门踏板后形成踏板漆渣, 造成品质不良。

收稿日期: 2024-01-09

作者简介: 胡益舜(1993—), 男, 本科, 工程师, 主要从事涂装制造工艺的优化与改善工作。E-mail: huyi@gacmotor.com。

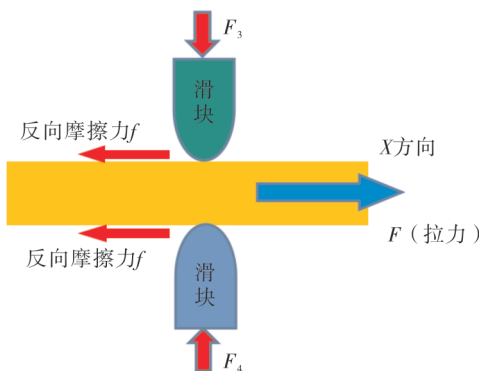


图2 通用限位器设计原理

漆渣是涂装最常见的品质不良类型，一般是指涂膜上混入不同颜色的涂料、金属铝粉聚集，或混入其他异物形成凸起物。轻微的漆渣可在检查线在线处理，处理流程包括打磨、抛光等过程。严重的漆渣需要在返修线进行离线返修，处理流程包括打磨、包封、喷涂、烘干、抛光等过程，会产生大量的工时，影响生产效率。另外，限位器一般通过螺栓/螺母固定安装，在锁扣处，限位器与车身板材紧密接触，导致锁扣处的接触面电泳效果差，同时夹具拆卸时，也会造成电泳漆膜的脱落，影响产品的防锈性能。现场的品质不良如图3所示。

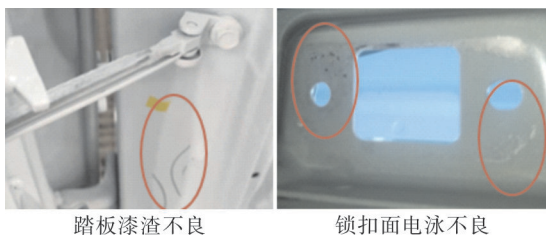


图3 通用限位器品质不良示意

本文主要针对上述品质不良问题，介绍一种通用限位器面涂工序内循环创新工艺，消除踏板漆渣、锁扣电泳不良等品质异常，实现提质降本。

2 限位器面涂内循环工艺方案

2.1 限位器安装工序调整及效果验证

4C3B是一种典型且成熟的涂装工艺，一般包含夹具安装线、前处理电泳线、电泳打磨线、密封胶/UBC线、中涂线、中涂打磨线、面涂线、检查线、返修线、WAX线等工序，主流的工艺设计是在夹具岗安装限位夹具，全工序流通后在WAX线拆下，辅助全工序工艺实现。

在涂装喷涂设备工艺布局中，内板喷涂存在两种设备配置与布局，第一种是喷涂机器人配置单独的开门或开盖机器人辅助开门或开盖，第二种是喷涂机器人上集成开门装置，只单独配置开盖辅助机器人。限位器的核心功能基于第二种工艺，没有开关门机器人的工艺线体下，能在开门时实现定位，满足机器人自动化

喷涂需求。

基于该思路分析，极限情况下限位器可从全工序流转，压缩至只在面涂喷房流转，满足内板机器人自动喷涂的工艺需求。工艺布置上，可在中涂打磨出口处岗位安装限位器，检查线入口处拆卸限位器，即限位夹具面涂工序内循环工艺。

2.2 夹具方案变更后各关联工序方案优化

当前汽车涂装过程中，四门的夹具主要通过限位器和隔离器配合使用，实现工艺需求。广汽乘用车有限公司的涂装车间用的隔离器设计如图4所示^[4]。

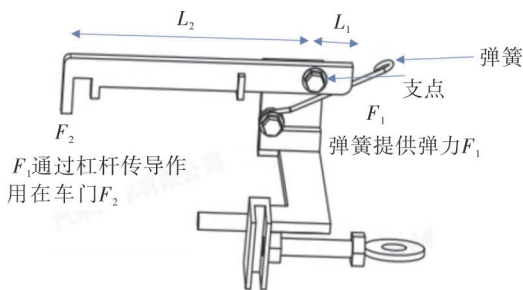


图4 隔离器设计示意

各工序的夹具方案及主要作用如表1所列。

表1 涂装各工序夹具方案说明

工序	夹具方案
PTED	限位夹具/隔离夹具搭配使用，实现PTED大开度下的防开功能需求
车体运载	限位夹具，实现车体运载时四门可靠关闭，满足运载需求
检查打磨	隔离夹具，防止车门关闭时漆面干涉；限位夹具，实现车体运载时四门可靠关闭，满足作业及运载需求
密封胶	限位夹具，实现车门打开时能可靠固定，方便密封胶作业；隔离夹具，车门关闭时防止密封胶碰胶，满足不同开度需求
中涂喷房	限位夹具，实现车体运载时四门可靠关闭；隔离夹具，车门关闭时防止密封胶或外板漆雾触碰

调整夹具工艺后，前处理电泳中涂打磨工序由于未安装限位器，需要对原有的夹具方案进行评估变更，以满足通过性、作业性的要求。分析限位夹具在上述工序内取消后的问题（如表2所列），针对问题点进行需求替代设计。

表2 取消限位器各工序问题点

工序	问题
PTED	可靠性不足，隔离器无法提供足够的防开保障，会导致在PTED工序内出现门开异常
车体运载	限位器取消后，四门没有用来保障防开的夹具，会出现车门甩开风险
密封胶工序	限位器取消后，车门无法保持在打开的状态，无法满足作业
检查打磨	对作业无影响

2.2.1 隔离夹具的优化

隔离夹具设计主要实现两个功能,顶杆实现四门与门框的隔离,F扣实现车体在前处理/电泳过程中四门以大开度通过。

首先对隔离器的弹簧选型进行优化,加大弹簧的线径,从2.0 mm提升至2.5 mm,提升其弹力,实现通过F扣来提供对四门的防开功能,进行通过性验证,发现除了在PTED时会偶发F扣脱落异常,其他区域运转无异常。

对隔离器原理F扣进行原理分析,如图4所示,由弹簧提供弹力,通过杠杆原理,作用在车门上,来起到保持车门固定的功能。因设计上的限制,力臂 $L_2 > L_1$,前处理电泳区域存在洪流冲洗等工艺,对车门等产生强冲击力,增大隔离器弹力无法提供足够的防开力,同时后工序拨开弹簧也会极大增加作业负荷。

对于上述问题,通过对隔离器打孔,使U型杠穿过隔离器的孔洞与车门窗框进行固定,如图5所示,此时的受力由F扣的弹性受力模型变成U型杠的刚性受力模型,消除该区域的门开异常。

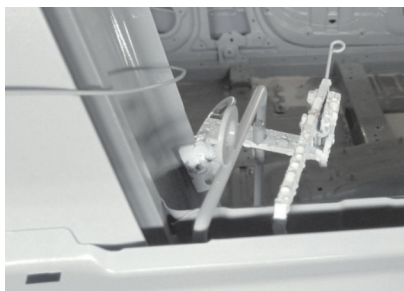


图5 改良后隔离夹具装车

2.2.2 密封胶区域作业问题点对策

限位器取消后,车门无法保持在打开状态,导致密封胶无法对车门内板开展作业,针对上述问题,通过设计简单的定位杠工具,实现对限位器功能的替代,如图6所示。

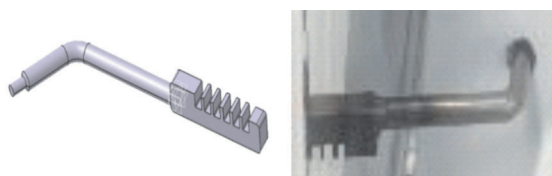


图6 定位杠设计及装车

同时,通过对当前量产车型的尺寸进行统计,确认各车型的开度数据,规划定位杆上的开槽规格,可实现一套工具满足所有车型,最大程度上削减定位杆夹具的数量。

2.3 限位夹具面涂内循环实施效益

2.3.1 产品质量提升

对实施前后的数据进行统计,传统工艺下,在夹具岗安装限位夹具的踏板漆渣发生率为0.25个/台,面涂内循环工艺下,在中涂打磨出口安装限位夹具的踏板漆渣发生率为0.03个/台,不良削减幅度达88%。

锁扣面电泳不良方面,通过调整安装工序,使原先在PTED工序时限位器的安装面紧贴锁扣处板材问题得到消除,可实现良好的电泳条件,解决该部位电泳不良及电泳漆脱落问题,提升该部位的防锈能力。

2.3.2 人员效率提升

对比前后两个方案,各作业工序的工时发生变化,前工序的工时增加,夹具岗安装U型杆增加8 s,电泳打磨拆卸U型杆增加8 s,密封胶拆卸定位杆增加28 s,分散在各人工作业线体,通过提升编成率可进行线体内吸收。踏板漆渣单台不良大幅削减,返修线工时集中削减55 s,实现1人的人员削减,提升人员效率。

2.3.3 职业卫生改善

如图2所示,限位夹具的功能是通过滑块与导向杆的摩擦力实现的,在开关门时滑块与导杆摩擦产生极高的噪音值,导致电泳打磨等线体的开关门岗位成为噪音岗位,影响员工的职业健康。通过内循环,减少了限位夹具的使用工序,大幅削减该噪音来源,实现23个岗位的噪音改善。其中,电泳打磨线噪音由改善前的85.6 dB削减至79.7 dB,密封胶线噪音由改善前的82.1 dB削减至78.2 dB,中涂擦拭线噪音由改善前的87.3 dB削减至82.4 dB,中涂打磨线噪音由改善前的84.7 dB削减至78.7 dB。

3 结语

本文介绍了一种全新的夹具工艺布置方案及实践效果,包括方案说明、主要变化点、问题点及解决方法,给汽车涂装的夹具布置工艺提供一种新思路。通过工艺优化,实现了品质提升、人员效率提升、职业卫生改善。

参考文献:

- [1] 徐鹏,李胜.汽车涂装用通用限位器夹具设计与应用[J].现代涂料与涂装,2017(8):23-26.
- [2] 李明,汪逸,钟明强.一种汽车涂装通用限位器的开发与应用[J].现代涂料与涂装,2023(5):24-27.
- [3] 梁涛,徐鹏,曾祥文.浅谈汽车通用限位器部件老化与解决方案[J].现代涂料与涂装,2021(11):49-51.
- [4] 梁涛,曾祥文,徐鹏.汽车涂装可变开度隔离器的开发与应用[J].现代涂料与涂装,2021(10):39-41.