

# 基于 8D 法的汽车涂装四门灰粒问题研究

周金波

(上汽大通汽车有限公司无锡分公司, 江苏 无锡 214107)

**摘要:** 以汽车涂装为背景, 研究了汽车四门涂装过程中出现的灰粒问题, 并针对问题原因提出了相应改善方案。首先, 结合帕累托图确定了 K 车型四门涂装漆片问题(属于灰粒问题的一种)是影响该车型下线车高频问题的主要因素; 其次, 概述了 8D 法的问题分析步骤与过程, 并结合漆片问题描述了 8D 法的启用标准; 然后, 通过鱼刺图法及其末端因素分析, 确定了 K 车型现有四门工装的结构缺陷是引发漆片问题的要因; 最后, 基于 8D 法的问题研究与实施, 通过 K 车型四门工装优化降低了灰粒问题频次, 减少了因灰粒问题而造成的返工成本, 有效解决了长期困扰的涂装质量问题。

**关键词:** 汽车涂装; 8D 法; 灰粒问题; 工装优化

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)04-0063-05

## Research on the Ash Particle Problem of Four Doors of Automobile Painting Based on 8D Method

ZHOU Jin-bo

(Wuxi Branch, SAIC MAXUS Automobile Co., Ltd., Wuxi 214107, Jiangsu, China)

**Abstract:** Based on the background of automobile painting, the problem of ash particles in the four-door painting process of automobiles is studied, and corresponding improvement plans were proposed to address the causes of the problem. First of all, combined with the Pareto diagram, the paint chip problem of four doors of K-model painting (which belongs to a kind of ash particle problem) is determined to be the main factor affecting the high-frequency problem of the off-line car of this model. Secondly, the problem analysis steps and process of the 8D-method are outlined, and the enabling standard of the 8D-method was described in combination with the paint chip problem. Thirdly, through the fishbone diagram method and its terminal factor analysis, the structural defect of the existing four-door tooling of the K-model is determined to be the main cause of the paint chip problem. Finally, based on the research and implementation of the 8D method, the frequency of ash particle problems was reduced through the optimization of the four-door tooling of the K-model, the rework cost caused by the ash particle problem was reduced, and the long-term problem of painting quality was effectively solved.

**Key words:** automobile painting; 8D-method; ash particle problem; fixture optimization

### 0 引言

随着市场对于汽车“颜值”要求的不断提高, 光彩夺目、鲜艳亮丽的车身漆面成为了各大整车厂重点关注的区域之一, 因此, 如何确保车身涂装质量并解决过

程中所产生的缺陷问题显得尤为重要。一般而言, 汽车涂装过程中所存在的质量问题主要有流挂、漆薄、漆点、针孔、缩孔、灰粒、色差等<sup>[1-7]</sup>, 其中, 大部分质量问题可以通过在线返修解决, 但仍有小部分问题需要下线至点补区进行局部修复或返回主线重新整喷。

目前, 针对涂装车间 K 车型质量问题下线情况进行分析, 结果显示: 影响该车型一次性报交合格率的主要问题是车身表面灰粒。涂装灰粒种类一般可分

收稿日期: 2023-03-21

作者简介: 周金波(1995—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事涂装工装夹具设计与管理工作。E-mail: zhoujinbo1995@163.com。

为:1)大气中的尘土;2)金属屑;3)焊渣(珠);4)车身焊缝胶水;5)残留的PVC密封胶;6)阻尼垫灰粒;7)漆渣<sup>[8]</sup>;8)电泳、中涂打磨灰粒;9)纤维<sup>[9]</sup>;10)工装、滑撬灰粒。

8D法作为一种典型的问题解决方法,是通过团队运作为导向,以事实依据为基础,通过8个步骤来客观定义并确定问题,而且可以从根本上解决问题,以预防类似问题的重复发生<sup>[10]</sup>。田大志等<sup>[11]</sup>通过合理运用8D工作法,有效降低了柴油机曲轴油封故障率;黄川等<sup>[12]</sup>基于8D法分析并提高了啤酒生产线的包装精度,减少因包装精度低造成的损失;王峰<sup>[13]</sup>应用8D问题求解法联合关联图法,提高了超声设备图像显示稳定性的有效性。

因此,本文采用8D分析法作为技术解决思路,针对涂装过程中K车型车身表面灰粒问题进行系统性分析与研究,以期通过关键举措的实施降低灰粒问题频次,进一步提高产品涂装质量的可靠性。

### 1 问题描述

2021年10至11月,涂装车间K车型出现的下线车问题累计420次(K车型产量10000台),占比为4.2%,可见问题发生的频次较高,因此,针对K车型下线车问题,进行了以下分析:首先,借助帕累托图可以发现,当前对K车型一次性涂装报交合格率影响较大的因素是车身表面灰粒,占下线问题车辆的50%;然后,对灰粒问题进一步统计可知,K车型四门区域所出现的灰粒问题频次占比较大,占全部问题的42.3%;最后,对四门区域灰粒进一步统计可得,漆片发生频次占四门区域灰粒问题的72.5%,其中,漆片是指随车工装上所产生的灰粒,一般来源于开关门时随车工装碰撞及工装表面掉落产生的灰粒。因此,如何降低四门区域漆片频次是提高K车型一次性涂装报交合格率的关键。

## 2 8D分析法概述

### 2.1 方法简介

8D(Eight Disciplines)是一种解决问题的标准方法,最早由福特公司创建并实施<sup>[14]</sup>,其问题分析步骤及过程如图1所示。它由8个步骤和1个准备步骤组成,这些步骤可以客观地确定和定义问题,并从根本上解决问题,防止相似问题的再次发生。此方法以团队运作为导向,以事实为基础,避免个人主观因素的介入,使问题的解决更具有条理性和合理性,求得创造性及永久性解决方案。该方法主要由问题责任方主导使用,目的在于更好地为客户服务。

### 2.2 启用标准

8D法的启用需要满足6个标准,如表1所列。根

据前文中的问题描述,可以确定K车型四门漆片问题已满足8D法的启用标准,应立即采取紧急反应行动来控制问题的发生,并进入8D分析过程。

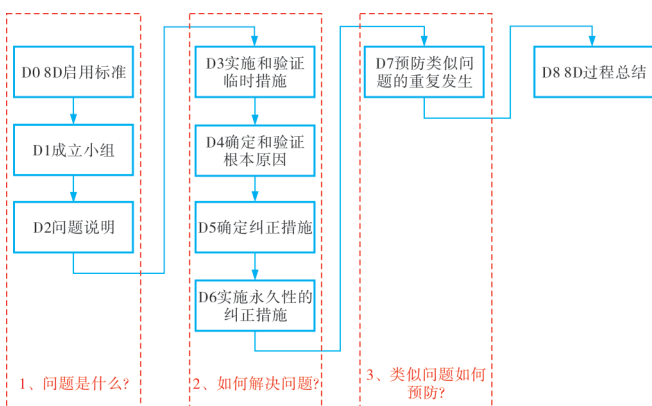


图1 8D问题分析步骤及过程

表1 8D法的启用标准

序号	8D法启用标准	现有问题描述
1	问题是已经被定义的	问题已定义为四门漆片问题
2	客户是已经被识别的	涂装车间报交班组(客户)识别问题
3	该问题存在改进的空间	存在问题降频甚至根治的空间
4	起因未知	漆片问题起因未知
5	管理层致力于从根本原因的层面去解决问题并采取预防措施防止再次发生	管理层致力于根治漆片问题
6	问题很复杂,单凭一个人的能力很难完成	漆片问题涉及因素多,需要建立团队来解决问题

## 3 汽车涂装四门漆片问题的8D分析

### 3.1 D1 成立小组

根据8D团队组建要求,以K车型四门漆片问题为导向,成立质量改进小组,涵盖了涂装车间质量工程师、工艺工程师、工装工程师、生产班组长等9人。小组活动时间为2021年11月至2022年4月,同时以多种形式推进小组工作,如头脑风暴会议、现场质量改进例会、阶段性总结会议等。通过跨部门协作对四门漆片问题进行系统性地研究与验证。

### 3.2 D2 问题说明

通过5W2H分析法描述K车型四门漆片问题,见表2所列。K车型四门区域漆片问题所呈现出的缺陷状态见图2,对于有色车而言,这类缺陷发生后大部分需要下线至点补返修,严重影响K车型的一次性报交合格率。

表2 5W2H分析

问题	说明
Who(谁)	涂装车间报交班组
What(什么)	K车型四门区域出现漆片问题
When(何时)	K车型投产以来
Where(何地)	面漆喷房
Why(为什么)	影响一次性涂装报交合格率
How(怎么样)	1)工装表面飘落;2)喷房环境中飘落; 3)人员手套上飘落;4)滑橇上飘落
How much(程度)	K车型均存在四门漆片风险,频次为4.71%



图2 K车型四门区域漆片问题

### 3.3 D3 实施和验证临时措施

针对K车型四门漆片问题,小组通过以下临时措施进行实施与控制,见表3。通过多项临时措施的执

行,四门区域漆片频次从4.71%降至3.7%。虽然实现了一定程度上的降频,但是临时方案未完全消除对客户的影响。

表3 问题潜在失效模式与相应临时措施

序号	潜在失效模式	临时措施
1	工装表面飘落	涂装车间入口安排隔离K车型积漆工装,工装清洗量由每日50个提升至100个
2	喷房环境中飘落	利用停产时间对喷房内部区域进行保洁
3	人员手套上飘落	利用休息时间清理手套上的漆片
4	滑橇上飘落	面漆滑橇清洗量由2个/d提升至5个/d

### 3.4 D4 确定和验证根本原因

运用鱼刺图法确定产生K车型四门漆片问题的根本原因,首先,基于4M1E(人、机、料、法、环)5个方面将可能影响四门漆片问题的因素罗列出来,如图3所示;其次,根据末端因素分析与现场验证来区分要因与非要因,见表4;然后,通过展开分析得到四门工装结构问题(工装安装位置与工装锁紧问题)是产生四门漆片的根本原因;最后,针对确认的根本原因,制定相应对策进行优化。根本原因:1)K车型四门内侧喷涂时喷枪气流易将安装在四门上的工装表面漆片吹落在车门外表面上;2)现四门工装采用翻转挡杆锁紧结构,其翻转中心位于踏步上侧,操作时易使转轴缝隙中漆片掉落污染踏步。整改对策:1)参照文献[14]中四门工装优化K车型四门工装锁紧方式;2)参照文献[14]中四门工装优化K车型四门工装安装位置;3)结合文献[14]中四门工装的不足进行优化设计;4)利用K车型四门工装改制契机,将其前后门工装通用化。

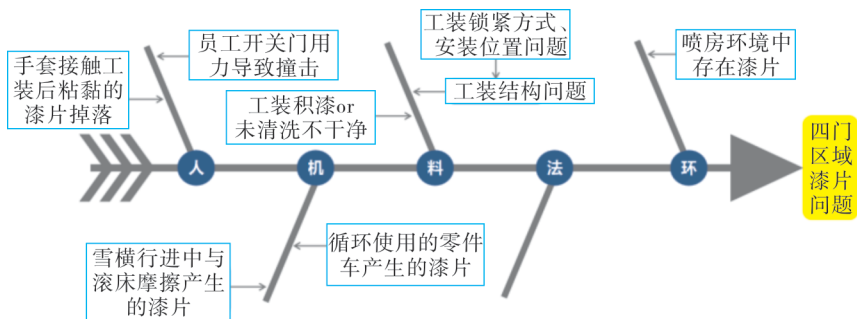


图3 鱼刺图

### 3.5 D5 确定纠正措施

#### 3.5.1 工装安装位置优化

当前,K车型所使用的四门工装固定在车门上(见图4),在车门内侧喷涂时工装表面漆片易掉落在车门外表面,因此,安装位置首先排除车门区域,同时参考

一种用于汽车涂装的工装夹具<sup>[14]</sup>后,将安装位置选为门框区域并使用类似弹簧夹的方式将工装固定在B/C柱上。如图5所示,a、b分别对应K车型前、后门门框内侧孔位分布,根据各孔位与门框的距离(见表5)以及人员操作的便利性,选择孔3与孔6作为安装定位

表 4 末端因素分析

可能因素	末端因素	确认内容	确认方法	确认结果	是否要因
人	员工开关门用力导致撞击	测试开关门撞击对漆片频次的影响	不同开关门操作对比(左侧关门时不扶门操作、右侧关门时扶门操作),进行 50 台产品车测试	扶门操作可以降低漆片频次(5%→3%),但无法避免漆片问题	非要因
	手套接触工装后粘漆片	模拟开关门时手套上所粘的漆片对漆片频次的影响	利用气枪模拟吹扫湿膜状态下手套上的漆片	手套湿膜状态下所粘的漆片不易掉落	非要因
机	循环使用的零件车产生的漆片	测试循环使用的零件车对前后车辆漆片频次的影响	现场排查 20 批零件车中前后产品车的漆片频次	零件车未明显对前后产品车的漆片频次造成影响	非要因
	滑橇行进中与滚床摩擦产生的漆片	测试滑橇行进中产生的漆片对四门漆片频次的影响	滚床及滑橇保洁前后的漆片频次差异,进行 100 台产品车测试	滚床及滑橇保洁前后漆片频次未出现明显变化	非要因
料	工装积漆 or 未清洗干净	测试不同积漆状态下工装使用对漆片频次的影响	不同积漆状态工装上线对比(左侧使用循环喷漆 15 次的工装、右侧使用循环喷漆 5 次的工装),进行了 50 台产品车测试	工装清洗可以有效降低漆片频次(4.71%→2.98%),但无法避免漆片问题	非要因
	工装锁紧方式、安装位置问题	测试不同工装结构形式对四门漆片频次的影响	使用循环喷漆次数一致的不同结构工装过线测试(分别安装在同一台产品车的左右侧),进行 100 台产品车测试	现有工装漆片频次为 3.10%,而新工装为 0,故工装结构形式是发生漆片问题的主要原因	要因
环	喷房环境中存在漆片	测试喷房环境中存在的漆片对漆片频次的影响	对比喷房保洁前后的产品车漆片频次差异,进行 100 台产品车测试	喷房保洁前后漆片频次未出现明显变化	非要因

孔,则工装一侧与安装定位孔 3、6 连接,另一侧与 B/C 柱门框连接,从而实现工装前后门的安装通用。

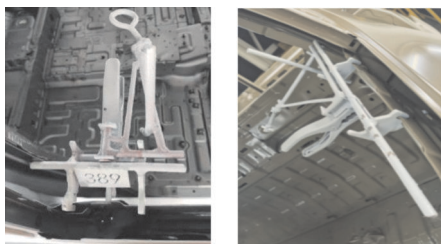


图 4 现有 K 车型四门工装

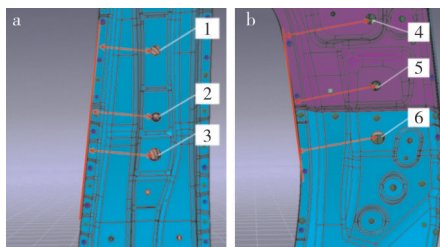


图 5 K 车型前、后门门框内侧孔位

表 5 门框内侧孔与门框间距

序号	孔边缘至门框的垂直距离/mm
1	90
2	102
3	110
4	126
5	120
6	115

### 3.5.2 工装锁紧方式优化

现有四门工装所使用的限位方式是通过翻转挡杆将车门与门框相对固定,显然这种限位方式不适用于上节中的弹簧夹形式,因此,选用了锁定杆作为外限位、限位杆作为内限位的结构形式<sup>[4]</sup>,其中,内限位与车门窗框一侧相接触,保证车门与 B/C 柱之间保持 10 mm 左右的间隙;外限位与车门窗框另一侧相连接,通过弹簧的张紧力确保车门临时固定的稳定性,如图 6 所示。因此,解决了原有翻转挡杆在开关门操作时产生漆片掉落污染踏步的问题。

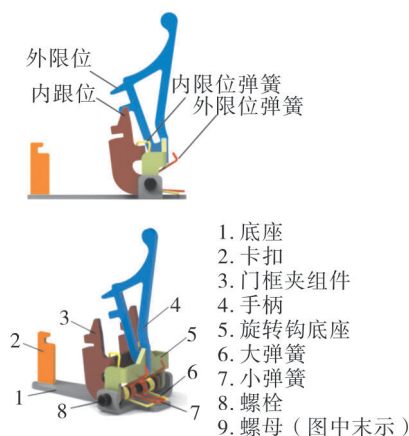


图 6 新四门工装模型

### 3.5.3 工装分解式设计

四门工装在实际使用过程中容易出现弹簧失效问题<sup>[4]</sup>,但由于两个弹簧固定的中心轴是直接焊接在底座框架上的,这对于后期工装维修造成较大困难。因

此,新四门工装在设计时调整为可分解式结构,通过将原来两个弹簧中心轴合并成一个,同时将原中心轴焊接方式改成螺栓连接,从而实现两个弹簧的可拆卸。

如图7所示,分解式四门工装中的各个零部件都是由螺栓8/螺母9装配而成,并在大弹簧6与小弹簧7的扭力作用下实现此工装固定在白车身且临时固定车门的效果。其中,底座1、门框夹组件3、旋转钩底座5、大弹簧6与小弹簧7的转动中心都是螺栓8,只需取下螺栓8即可将此工装分解成各个零部件。一旦此工装中的某个零部件发生损坏,只需将工装分解后更换相应的零部件即可完成维修,这样不仅实现了工装的分解式维修与零配件的互换,而且大大降低了工装的维护工时、成本与难度。

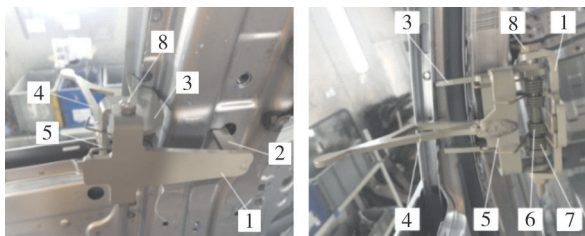


图7 分解式四门工装

### 3.6 D6 实施永久性的纠正措施

纠正措施实施后,针对K车型一次性报交合格率进行验证,以确保措施的长期有效性。为了检验新四门工装的稳定性,按照产品车的要求进行了小批量工艺验证,在K车型上采取“1+10+50+100+……+n”台次的阶梯式实车测试,总计循环测试5000台,结果显示,车门内外表面及踏步处的漆片问题得到有效优化,由4.71%降为0.48%,漆片问题导致的下线返修车频次降低了89.8%。

### 3.7 D7 预防再发生

为防止同样问题的再次发生,通过改善方案中系统与流程的固化将改善结果持续下去。首先,将新四门工装标准化设计图纸存档,保证四门工装批量制作的一致性;其次,制定四门工装相关作业指导书,并确保新员工上岗前接受作业标准培训与技能培训;最后,制定四门工装相关PM(预防性维护),确保工装问题损失为零的目标。

### 3.8 D8 改善结果

基于8D法的项目分析与实施,找到了K车型四门漆片问题的根本原因,并从相应的解决措施中找到了更有效的对策。最终,通过关键举措的实施、固化和提前预防,K车型四门区域漆片问题得到了有效控制。质量方面,将K车型四门漆片问题频次从4.71%降至

0.48%,累计降频达89.8%;成本方面,四门工装使用寿命有效提升,由原来的循环19.21次提升到可循环88.68次,其中每年可节省单人维修工时 $M \times 44.82$  s,降低工装报废率0.15%。

至此,基于8D法分析K车型涂装四门漆片问题的所有环节全部结束。

## 4 结语

本文基于8D分析法深入研究了K车型涂装过程中四门表面的漆片问题,找到根本原因并制定相对应的措施,大大提高了产品涂装质量的可靠性。通过实施效果可知,K车型涂装四门漆片问题已经基本解决,不仅提高了K车型的一次性涂装报交合格率,而且减少了漆片问题的返工成本。此外,文中8D分析法的案例实施可为其他类似问题的解决提供有效参考。

## 参考文献:

- [1] 董廷轩,刘超.汽车外观常见缺陷原因分析及优化方法[J].现代涂料与涂装,2022(2):51-53.
- [2] 李鹏.浅谈汽车涂装中“流挂”的原因及解决措施[J].现代涂料与涂装,2009(11):44-46.
- [3] 周峰,李文鹏,许能才,等.浅谈涂装漆点问题及解决办法[J].现代涂料与涂装,2022(5):47-48.
- [4] 康志新,胡正涛,宗言峰.汽车水性涂料针孔问题解决探讨[J].现代涂料与涂装,2013(11):69-70.
- [5] 王志刚,谢志敏.汽车面漆缩孔问题的解决及预防[J].现代涂料与涂装,2020(8):58-60.
- [6] 宋萍萍.浅谈涂装车间灰粒控制防治[J].现代涂料与涂装,2015(5):70-71.
- [7] 李艳霞.整车涂装色差分析与控制[J].现代涂料与涂装,2019(8):32-34.
- [8] 冯双霞,张亚军,王惠,等.水性漆涂装过程中漆渣缺陷的分析与改进[J].现代涂料与涂装,2021(1):57-58.
- [9] 贾学富,冯双霞,贾帅锋.涂装车间纤维缺陷的分析和控制[J].上海涂料,2022(2):55-59.
- [10] 聂龙武,李琴.基于8D法的汽车起重机渗漏研究与分析[J].起重运输机械,2014(1):54-57.
- [11] 田大志,邱扬文.运用8D工作法降低柴油机曲轴油封故障率[J].柴油机设计与制造,2013(3):48-52.
- [12] 黄川,李东波,刘延友.基于8D法的啤酒生产线包装精度的研究与分析[J].包装工程,2014(21):139-144.
- [13] 王崢.8D问题求解法联合关联图法在提升超声设备图像显示稳定性中的应用[J].医疗卫生装备,2021(3):81-84.
- [14] 周少华,王存款,龚华伟.用于汽车涂装的工装夹具:CN110000063B[P].2020-11-17.