

# 汽车总装工艺装配防错及稳健性研究

何雪金

江铃汽车股份有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i4.8330

**[摘要]** 汽车行业新技术、电气化、智能化越来越成熟,更新换代也越来越快。总装装配稳健性及防错的研究,对整车投产时间缩短所带来的装配问题提供部分解决方案,同时使在产品设计阶段发现更多问题成为可能。本文以J公司某总装车间防错为例,介绍了汽车零件总装工艺装配稳健性及防错方法,讲述从产品零件设计阶段到总装装配阶段的防错方案,为确保车型稳健的开发投产提供了可行的条件之一。

**[关键词]** 总装工艺; 稳健性; 防错

中图分类号: S220.6 文献标识码: A

Study on error proof and robustness of Automobile final assembly process

Xuejin He

JIANGLING MOTORS CO.,LTD

**[Abstract]** New technologies, electrification and intelligent technology of vehicles become more and more mature, the replacement of vehicles become faster and faster. The research on the robustness of final assembly and error prevention methods can solve partial assembly problems caused by the shortened of the development timing, and make it possible to find more problems in the early design stage. This paper use J company final assembly as example, introduces the assembly robustness and error prevention methods, and describes the error prevention from the product design stage to the final assembly stage, which provides one of the feasible conditions for ensuring the stable development of vehicles.

**[Key words]** assembly process; robustness; error proof

## 引言

总装作为汽车生产的最后一道工艺,其装配过程控制的好坏直接影响到汽车的产品质量、性能和顾客接受度。因此,严格控制装配过程中的特殊特性要求显得尤为重要,而防错策略的实施是确保装配准确性的关键。

汽车零件数量繁多、装配关系复杂、装配位置及搭配多样,总装工艺目前仍然是手工作业为主设备为辅的生产装配方式,对于总装工艺来说,降低零件种类的复杂度、防止员工装配时使用错误的零件、标准件或用错工具或工装就显得尤为重要。总装装配防错及装配稳健性的工艺设计,确保汽车零部件能够在总装车间顺利准确的按照产品设计的意图装配到汽车上。

## 1 汽车总装零件防错的重要性

**提高产品质量:** 通过防错,可以减少错装、漏装等质量问题,从而提升整车的可靠性和耐久性。

**降低生产成本:** 减少错装导致的返工、维修和报废等成本,提高生产效率。

**增强客户满意度:** 优质的产品能够提升客户体验,进而增强品牌信誉和市场竞争力。

## 2 汽车总装零件防错的方法

生产装配防错,从防止发生、防止流出两个方面来考虑相应措施;针对防止发生、防止流出手段选择用操作者人工保证、工具工装保证、设备保证三种方案中的一个进行防错,根据装配零件的重要度,防错方案的优先级为设备保证>工具工装保证>操作者人工保证。

本文将从零件设计阶段、生产装配阶段及装配后质量检查三个方面来分别阐述总装零件装配防错方法,本文重点说明的部分是防错方案在生产装配及质量检查两个环节。

2.1设计阶段防错。产品零件设计阶段,通过平台化和模块化设计原则,同类零件差异件最少化设计,同平台甚至跨平台车型之间相同零件相互借用,减少零部件差异,提高零部件的通用性和互换性,简化装配过程,降低错装风险。

零部件设计上有物理防错,装配过程中不可能产生错装现象,如在线束插接端子设计上采用唯一性结构,员工无法将错误的零件错装到其他车型上。从设计端,解决员工将零件错装的问题。

2.2工艺规划装配防错。在产品设计阶段,制造工艺前期同步介入,要求产品按标准的制造工艺规范设计,产品尽可能满足

制造的规范要求,如零件设计上做好防错方案、推标准化通用化设计、标准件推平台化借用,相关安装扭矩及角度等要求统一,设计上零部件安装位置不会出现错装、线束卡接唯一性等,减少因配置或造型差异化带来的零件漏装或错装等问题。

2.3 生产装配过程防错方法。传统的防错手段,主要以培训员工及对比零件差异可视化防错;类似零件错工位装配;零件投料按序投料,如物料KIT车、内排序、外排序;稳健的防错方案—设备防错,例如:扫码(图号对比)、DPS亮灯捡料系统、EP系统(拧紧数量、扭矩值、拧紧顺序监控)及OTA零件远程图号对比等。

2.4 装配后的质量检查。装配区域相邻工位、下道工序人工互检,设立班组最后工位质量检验并做好记录,采用AI视觉自动检验。

### 3 浅析总装生产装配常见防错方法

生产过程的防错,防止零件错装事件发生的常见方法列举:

3.1 物流投料环节。生产物流过程常见的投料方式有KIT、单点KIT、物料整框整架直投线边、外排序、内排序。在投料过程中,常常会结合DPS亮灯系统进行拣料防错,DPS(Digital Picking System)即电子标签拣料系统。该系统在拣料区的所有货架上,为每一件货物安装一个电子标签与生产管理系统如MES系统进行数据交互,可从MES系统中获取生产订单队列信息,并根据生产队列信息自动生成并发出需求零件指令并使货架上的电子标签亮灯(闪亮),员工根据电子标签所显示的数量及时、准确、轻松地完成以件或箱为单位的物料拣料作业。

对于某生产线的KIT或某个工位的单点KIT物料,借助DPS亮灯系统的方式员工按照生产队列,直接根据亮灯的指示拿取物料投放到KIT小车上,KIT小车与生产的车辆一一匹配对应,在装配时只需在KIT小车上取料即可,从源头上消除了员工用错物料的问题,这里有一个需要注意的风险点,亮灯位里面的物料不能被放错,增加一个物料投放前扫码绑定到灯位,可防止零件被投错的问题。

内排序或外排序,例如单个零件在总装内部需要做部分主线上装配前的工作或为了提高效率部分零件,经常被其他几个零件组装在一起后,以一个总成的形式送到主线去与车辆匹配安装,这里因为车型的不同或配置差异经常出现多达十几种不同的组合,此时也可以采用DPS亮灯系统进行。

例如副仪表板面板预装,需要将仪表开关、警示开关、飞梭、无线充电模块等附件预装到副仪表板上,再由总成件与整车装配,因出口国内车型、同平台不同配置等原因,预装完后的种类有近二十种,经常出现错装混装问题,后面在借助DPS完美解决该防错问题,基本思路如下:结合副仪表板面板产品架的基本结构为8\*4的结构,一排放置32个可预装后的副仪表板面板,DPS亮灯系统从MES系统获取生产队列,每次8台车物料亮灯,员工一次预装8个总成件,同配置车型优先一起组合,对应预装后的产品架前方配有非标与产品架放置位置一一匹配的亮灯,员工根据亮灯情况将预装好的总成件放置到对应的位置,每次装配好32个总成件后,再将该产品架周转到生产线,生产线按此产品架上物料

从上往下从左到右一次安装,循环往复,达成生产防错问题。



4-1-1副仪表板面板预装DPS显示屏



4-1-2副仪表板面板总成排序图

3.2 员工装配过程防错。操作者人工保证、工装/工具保证、设备保证三个类型中的一类进行评价,评价优先级为设备保证>工装/工具保证>操作者人工保证。

3.2.1 人工保证。操作人员培训与管理,定期对操作人员进行技能培训,提升其对岗位作业的熟悉程度和操作准确性。做可视化培训材料,悬挂在该零件装配工位,除了传统的纸质可视化,也可在某些生产系统中投放电子版零件差异图片,或直接在显示屏上投放,或根据生产队列直接自动投放需安装零件及其差异。制定严格的操作规范,并监督执行,以减少人为因素导致的装配错误。

3.2.2 工具工装保证。对于某些预装零件,在工装设计上充分考虑零件种类差异化,设计工装考虑不同零件无法放置到同一工装上,例如前悬下摆臂与球销座的预装,球销座左右均可装配到下摆臂上,零件本身除了L或R等标记外,预装工装设计上需要做到球销座左无法在工装上匹配上右前下摆臂,如无法实现稳健的工装防错,则需推产品将球销座左右通用。

3.2.3 设备保证。对于某些法规或重要度较高的零件,目前采用扫码防错,基本逻辑为用扫码枪将零件上具有唯一性的条码或二维码扫码到EP系统,并在该系统中对扫取的条码信息进行处理,获取零件图号与生产队列车型中的图号进行对比,比对结果一致后再装配。人工扫码或自动扫码,例如前后挡风玻璃自动涂胶安装站,除了前后挡风玻璃DPS系统外,在设备对中台上增加了一个自动扫码器,读取玻璃上的二维码信息,进行图号对比,图号一致后再进行后续动作,否则设备报警,提醒员工物料错误。



图4-2-1前挡自动扫码



图4-2-2 EP系统紧固件防错

防止漏装零件,通过EP设备可以做到与生产线输送运行信号互锁,如果某些需要绑定的零件没被绑定,生产线控制系统未收到该信号,生产线直接停线并报警提醒员工完成该工序。对于某些选装的零件,例如为改善整车NVH的damper装配,在某车高配车型才需安装,采取EP系统匹配到具体需求车型可有效防错。

EP设备可以有效的装配过程中紧固件常出现漏螺栓,螺母,螺纹损坏等问题,没有获得应有的夹紧力,工件被损坏,螺栓或螺母在拧紧过程中出现滑丝、螺栓变形等问题。借助电动拧紧工具或带信号传输功能的电池工具,可以做到对拧紧数量、扭矩及角度等监控。在EP系统中维护好各车型每个工位装配安装零件的数量,每个零件装配紧固件的数量及对应扭矩信息,对于漏装零件或拧紧数量不足的车辆,设备报警并在工位末端停线,提示员工继续完成完整工序。

工具与EP系统数据传输的通讯有一定的要求,例如Atlas、Bosch Rexroth或其他带传感器的高精电动拧紧枪或拧紧轴,可监测每个拧紧零件的数量和每个拧紧点的具体扭矩值及拧紧曲线是否正常,并将结果传输到EP系统进行结果判断,可以防止某些拧紧点标准件螺纹有焊渣或其他缺陷导致的质量问题,如扭矩过扭,角度未达到设定要求等。对于某些低成本电动工具,如带蓝牙功能,可以监测拧紧点数量,但无法监测到具体的扭矩值。

OTA零件远程图号对比,空中下载技术(Over-the-Air Technology, OTA)是通过移动通信的空中接口实现对移动终端设备及SIM卡数据进行远程管理的技术。在汽车防错中的应用主要体现在通过设备(例如EOL下线检测的VCATS设备)在生产系统中获取到车型电器模块的软件图号,并以生产系统图号为准,远程读取车辆电器模块图号并将两个图号一一对比,防止出现零

件错装或供应商来料零件版本号不对的情况。

#### 4 装配后质量检验

AI(Artificial Intelligence人工智能)技术已经在各行各业充分发展并得到广泛的应用, AI视觉检测是一种利用人工智能技术进行图像和视频分析的方法。并在汽车行业的质量检验中也发挥了重要作用。

汽车个性化需求带来的零件种类越来越多,而且相似性越来越高,依靠人眼难以识别微小差别,检验效率低下,且不稳定易发生漏检错检,导致返修或售后问题。AI视觉智能在线检测,可覆盖内外饰、底盘、发动机、前后悬分装等作业区域,通过工业相机高速采集产品的图像信息,利用深度学习算法模型对图像进行实时分析和处理,快速识别产品外观细微特征,智能判断缺陷异常,迅速反馈至生产控制设备和质量系统,实现高效率高精度的智能在线检测。

#### 5 结论与展望

5.1结论。当前已进入数据爆炸的信息化时代,智能化,信息化的高速发展普及也充分应用在汽车总装装配线生产中,以此为总装生产线的信息化、智能化奠定坚实基础。

汽车总装零件防错是确保汽车生产质量的重要环节。通过在设计阶段、制造过程中、操作人员培训与管理以及智能化电气化设备及系统等多个方面实施综合防错策略,有效地减少装配过程中的错误和疏漏,提高整车的质量和客户满意度。这些策略的应用不仅体现了汽车制造业对质量的严谨追求,也为行业的持续发展提供了有力保障。

5.2展望。基于目前现有在汽车总装装配防错的应用案例,还存在着如下可以优化的地方:

(1)产品在设计阶段考虑市场需求带来的造型及配置差异的同时,需提前了解制造装配防错的困难,某些零件种类的增加其实对车辆的销量无作用,但对车辆的投产及后期稳健的生产带来了问题。(2)制造在车型项目开发的前期需充分做好前期可行性分析,需结合该车型生产线的实际情况,提前规划好相关零件的防错方案,不能等到项目到试装阶段再谈防错。(3)多数工厂装配防错还是以培训员工可视化防错为主,稳健的防错为工具工装及设备防错,尽管费用较高也需尽量采用此类防错方案。(4)借助人工智能产品的兴盛,继续开发研究更多稳健的防错方案。

#### 【参考文献】

[1]徐蒙,朱益.防错技术在汽车总装制造过程的研究[D].汽车工艺师 2022-09-10.

[2]付攀峰.安灯系统在整车工厂总装车间的应用[J].时代汽车,2021.

[3]陈传强.整车工厂总装车间防错体系研究[J].中国设备工程,2020.

[4]李敏.浅谈汽车总装工艺技术[J].时代汽车,2019,(15):111.

#### 【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。