

油漆可制造性分析在新车型研发及生产中的作用

谢美华, 胡志毅, 卞奇立
(上汽大众汽车有限公司, 上海 201805)

摘要: 通过油漆可制造性分析对工艺、设备等方面的评估和优化工作进行探讨, 着重讨论了对防腐性能、人机工程、PDM 图、设备改造等方面的影响。

关键词: 可制造性分析; 防腐性能; 人机工程; 设备可行性

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2025)03-0038-03

The Role of Paint Manufacturability Analysis in the Development and Production of New Vehicle Models

XIE Mei-hua, HU Zhi-yi, BIAN Qi-li
(SAIC Volkswagen Co., Ltd., Shanghai 201805, China)

Abstract: This article explores the evaluation and optimization of paint manufacturability analysis in terms of process, equipment, and other aspects, emphasis was placed on discussing the impact on anti-corrosion performance, human-machine engineering, PDM diagrams, equipment modification and other aspects.

Key words: manufacturability analysis; anti corrosion performance; ergonomics; equipment feasibility

0 引言

作为国内领先的汽车制造商, 上汽大众不仅在产品性能上追求卓越, 更在其制造工艺过程中不断开发和引进先进技术, 从无中涂水性漆工艺在多个工厂的相继使用, 到数字化运用在新车型开发过程中的全方面实施, 在保证产品质量的同时, 取得了很好的经济效益和环保效益。油漆可制造性分析作为对产品油漆实施过程中把的第一道关, 借助 CAITA 及产品数据, 可“纸上谈兵”般地对产品的具体设计进行直观和能动的分析, 但如何在错综复杂的外观设计和生产布局下, 因地制宜地选择最有利的实施方案, 降低工时、减少投资和改造费用是一个庞大和复杂的问题。本文旨在讨论油漆可制造性分析在新车型研发及生产中的作用。

1 可制造性分析概念介绍

可制造性分析是指在产品开发阶段, 从规划的角度对车身开发过程中的产品设计数据进行全面分析,

提出可制造性的问题, 与车身开发同步进行, 形成一个闭环系统, 保证产品在批量生产阶段的可制造性和经济性的同时, 有利于降低后期的控制更改, 节省规划的投资费用, 缩短新车型从开发到投产的周期。

油漆可制造性分析重点关注油漆工艺的可实施性、设备和材料的经济性、合理的产品结构、质量稳定可靠的产品设计理念等。

2 可制造性分析对工艺可行性的评估和优化

可制造性分析主要的输入内容为设计部门分发的数据, 包含整个白车身数据、SDM 数据、PVC 数据以及 PDM 等, 结合油漆工艺和设备的实际情况以及批量车型实际生产中存在的问题, 对数据和图纸提出优化建议并推动整改。对油漆工艺可行性的评估和优化工作, 其主要目的是为了在实车生产过程中满足防腐性能、提高人机工程、增强 PDM 可执行性等。

2.1 对防腐性能的检查

电泳膜厚可达性和 PVC 密封的可靠性是防腐性能检查的重点。

电泳膜厚可达性检查主要针对白车身各个空腔钣金间隙、开孔数量等的优化, 最终借助电泳仿真软件,

收稿日期: 2024-01-26

作者简介: 谢美华(1981—), 女, 本科, 助理工程师, 主要从事汽车涂装工艺规划工作。E-mail: xiemeihua@csvw.com。

在设计阶段对新车型整车的电泳膜厚分布提前加以分析和优化,减少实车在生产过程中的调试优化工作,以及避免由于电泳膜厚不合格问题引起钣金更改对项目进度的影响。图1为某车型在设计阶段的电泳仿真结果,可见通过可制造性分析阶段的一系列优化工作,显示整车电泳膜厚合格。

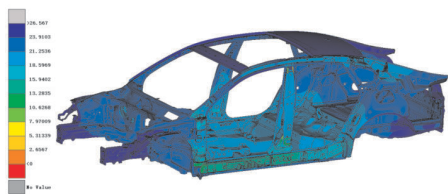


图1 某车型电泳仿真结果

PVC密封可靠性的检查主要针对钣金的离缝大小、钣金切边尺寸、PVC与总装件的干涉检查等,保证PVC的实施空间、外观和密封效果。

2.2 对人机工程相关的检查

对人机工程的检查主要是检查与人工操作相关的必要性和优化可能性。

2.2.1 涉及预处理电泳人工工时的优化

预处理电泳线自动化程度高,一般没有人工工位,但也不意味着这个过程之后不会产生人工工时,例如电泳过后的电泳滴漆问题,后续就需要人工打磨,增加相应的人工工时。电泳滴漆主要是由于电泳水来不及排尽,或是存在于钣金夹层,经过烘房烘烤后呈现的表面质量缺陷。在可制造性分析过程中,主要对前后盖内板排液孔位置、前后盖加强板漏液孔、侧框门锁位置外板与加强板孔径、车门铰链安装孔外板和加强板孔径等进行检查,从而避免由于电泳滴漆问题导致的人工打磨工时。此外,前后盖折边、尖角等位置的电泳滴漆问题往往与车身涂胶情况密切相关,折边涂胶过多会产生PVC密封问题,涂胶过少或者间断会造成电泳滴漆,在实车制造过程中需要车身车间和油漆车间不断地沟通和尝试,寻找最佳的涂胶量实施方案。

2.2.2 涉及PVC线人工工时的优化

PVC线人工位较多,主要涉及的人工工时为粗密封涂刷、细密封注射与涂刷、闷盖和阻尼垫的安装、塑料保护罩的安装与拆除、工装的更换等。可制造性分析主要通过人工注射的PVC相关的钣金优化、人工安装闷盖的安装空间的检查、油漆零件的选用等,进一步降低人工操作的难度,减少操作工时。图2为某车型后盖SBBR区域钣金优化前后的对比,通过减少钣金波浪边的造型大大降低PVC注射的难度和相应的涂刷工时。另外PVC线人工工时的多少也同时取决于钣金是否一体成型、拼缝焊接种类、后盖造型、钣金切边长度

等。闷盖相关的检查内容主要为钣金安装空间和共线车型闷盖种类少量化的检查。合理的钣金翻边和钣金间距,可以确保闷盖妥帖安装,减少闷盖难装和安装后容易跳出现象。同时,相同孔径的孔,尽量选取同一型号的闷盖种类,减少现场料箱料架的同时,减少工人拿取闷盖的走动时间及人工识别闷盖种类的时间。

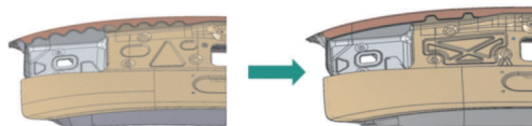


图2 某车型后盖钣金优化对比

2.2.3 涉及注蜡线人工工时的优化

注蜡后的溢蜡问题是油漆车间较为棘手的问题,大则影响总装零件的安装扭矩,小则耗费油漆车间的擦蜡工时和注蜡材料。图3为某车型上纵梁的设计,由于设计原因,导致上纵梁车身焊接过孔被前盖铰链静臂和前翼子板支架遮挡,在注蜡时无法布置注蜡堵头,因该处需要100%注蜡高度且该孔尺寸大,注蜡后严重的溢蜡在所难免,蜡液存在污染客户可见区进而造成严重缺陷抱怨的风险。在多轮钣金更改方案不可行和油漆可实施的其他类似解决方案不可行的条件下,在可制造性分析阶段成功开发新零件在车身车间安装,从而避免了溢蜡情况的发生,节约了擦蜡工时。

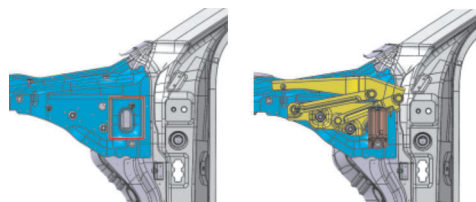


图3 某车型上纵梁设计

2.2.4 涉及黑车顶线人工工时的优化

黑车顶的造型和分色线位置有时对油漆车间来说,有着牵一发而动全身的影响。一些分色线的位置决定着后盖的拆装,亦或者引起包车难易程度的显著区别。在制造性分析阶段,保证黑车顶装车外观效果不变的情况下,在设计前期,根据实际生产线布局以及装车效果,有理有据地与造型部门针对黑车顶的具体分色方案进行探讨,本着黑车顶遮蔽材料最小化、人工工时最小化的目标,通过推动减少喷黑区域,降低分色线定位难度等制定最有利于油漆实施的方案。

2.3 对相关图纸的检查

PDM图是油漆车间主要使用的图纸之一,在前期如果相关布置不合理或者描述不清楚,在实际生产过程中则会引起执行不下去或者与其他部门发生扯皮。

例如,车身某些钣金离缝较大且处于湿区的拼缝,PDM上布置了PVC密封胶,往往实际PVC实施之后外观上会存在间隙,如果PDM没有特殊的标注,车间一般通过堆料来保证此处的外观不受指责。不仅浪费了油漆材料也消耗了不必要的工时。图4是某车型PDM在油漆可制造性分析后的优化的截图,增加了“缝隙位置的过渡区域孔允许保持开放”的描述,进一步增加了实车生产过程中的操作依据。此外,油漆可制造性分析过程中还会对人工PVC后的修饰点、油漆喷涂区域、油漆材料号、PVC布置与数模的一致性进行检查和确认。增加新车型在实际生产过程中的可操作性,同时也避免了后续可能产生的控制更改。

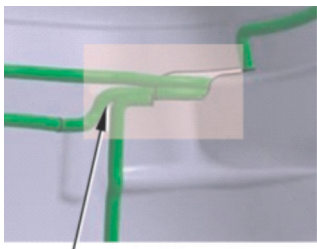


图4 某车型PDM优化

3 可制造性分析对设备可行性的评估和优化

3.1 减少设备的改造和投资

对设备相关的评估和优化主要是本着物尽其用的原则,油漆设备既然投入了就尽可能让其发挥最大的使用效率,减少人工操作的同时尽可能提高质量的可靠性。在可制造性分析中,主要检查的内容为PVC机器人可实施性和注蜡协同。PVC机器人的可实施性主要通过优化钣金切边、造型,使得GAD尽可能多地通过机器人来实施,同时新车型PVC布置与现场机器人节拍问题也是可制造性分析重点关注的问题。注蜡协同主要通过优化注蜡空腔的钣金型面和开孔位置,使得新车型能与批量车型注蜡机构共用,减少注蜡设备的改造或投资费用。

3.2 提前预判设备改造范围,降低风险

当然有时也可能受限于造型或者其他因素,一些可制造性分析阶段提出的建议可能无法实施,尽管如此,在可制造性分析阶段发现的问题对于设备的投资预算和改造范围可以提前做出预判,一定程度上也保证了项目的顺利实施。

4 喷涂可达性分析方法

4.1 离线喷涂仿形编程和轨迹调整

机器人的喷涂仿形是根据车身的表面造型以一定的喷涂距离将机器人运行的各轨迹点串联起来的一个路径。喷涂机器人之所以能对车身进行精准的喷涂,这与机器人喷涂仿形的轨迹密不可分。对于一个成熟的

已经批量投产的油漆车间,已经有量产车型在生产,而现在的车型开发都已经平台化和模块化,可以先在EcoScreen 3D-OnSite中复制造型和车型尺寸相似车型或者同平台车型,这样可以简化新换代车型仿形编程的工作量。具体操作如下:在工作站内复制相似车型喷涂轨迹粘贴至各机器人下,重新命名,并在global文件中添加新车型车身坐标原点信息。因为是全新车型,外形与复制车型还是有较大区别,需要对复制的喷涂轨迹进行离线调整。在加载车身数模后,对每一个轨迹点进行核对调整,包括轨迹点距车身数模距离及轨迹间距,切换刷子号时间点,开关枪点位置设置合理性等。根据经验,调整的重点位置集中在外板R角边沿处、外板腰线处、内板棱线、台阶面、凸台等结构复杂的部位,门把手下沿、翼子板前沿、侧围后沿等位置需单独设置刷子号,另外翼子板与前门分缝、前门与后门分缝部位,建议单独设置轨迹及刷子号,以应对肥边问题。

4.2 离线模拟和在线示教仿形

在离线内外喷仿形和轨迹调整完成以后,需要对所做轨迹进行模拟。模拟过程分为离线模拟和在线示教,在线模拟又可分为空车和带料模拟。杜尔的EcoScreen 3D-OnSite可将喷漆对象(车身或车身配件等)和机器人工具(雾化器或开门开盖工具)的三维立体图加载至图形窗口中进行离线编程及离线模拟。在离线模拟环境中设置链速后,可分析、检查、查看机器人实时的喷涂运动轨迹及喷涂动作,开关枪点、喷涂参数切换时的变化。不同于内腔喷涂模拟,外表面喷涂作业时,可同时操作多个机器人进行模拟以提高效率。同时在模拟过程中,可采用多观察角度,或者通过旋转视角进行查看,检查机器人在运动过程中可能存在的问题。离线模拟环境同在线模拟相比,可提供一些模拟过程中的问题报警信息。例如各机器人在喷涂过程中是否超过机器人运动极限,Stop Conveyor位置距离设置是否合理,同时可有效避免在线模拟过程中存在的机器人碰撞问题。

离线模拟无问题后,就可以开始在线空车模拟,在实际喷涂作业环境中查看各机器人喷涂情况,根据调试过程中的报警信息,例如机器人运动极限、刷子号缺失、刷子号在开枪之前设置、无有效车型信息等。强烈建议,在实车带料模拟前,一定要实车在线示教确认机器人动作与车身无碰撞问题,之后才能进行实车带料喷涂,确认喷涂效果,开展漆膜膜厚的调试工作。

4.3 防碰撞程度设置

通常情况下,一个站由多个机器人共同完成喷涂。因而,在两个机器人喷涂的交接区域,存在机器人相互碰撞的风险。为避免风险,在机器人喷(下转第51页)