

浅谈涂装套色车生产工艺

彭子华¹, 李智伟², 万晨¹, 开进¹

(1.北汽蓝谷麦格纳汽车有限公司, 江苏 镇江 212300; 2.北京新能源汽车股份有限公司, 北京 100176)

摘要: 基于极狐汽车涂装套色生产运行情况, 通过对各大汽车制造企业套色涂装工艺的调查与分析, 对比不同的涂装套色工艺技术, 讨论了套色涂装工艺生产过程存在的问题和解决方案。

关键词: 汽车涂装; 套色工艺; 涂装问题

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)07-0053-04

Talking about the Production Process of Two Tone in Painting

PENG Zi-hua¹, LI Zhi-wei², WAN Chen¹, KAI Jin¹

(1.BAIC BluePark Magna Automobile Co., Ltd., Zhenjiang 212300, Jiangsu, China;

2.Beijing Electric Vehicle Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: Based on the two tone production and operation situation of ARCFOX automobile in painting, this paper investigates and analyzes the two tone process of major automobile manufacturing enterprises, and the problems and solutions in the two tone production process are discussed by comparing different two tone process technologies.

Key words: automobile painting; two tone process; painting issues

0 引言

我国汽车制造业已有超过 90 年的历史, 经历了从无到有、从小到大、从大到强三个发展阶段。特别是改革开放以来, 通过与国外汽车企业合资合作、引进消化外国先进技术的发展道路, 取得了举世瞩目的成绩。到 2009 年, 中国整体汽车市场销量达到 2 686.4 万辆, 成为世界第一汽车产销大国, 此后连续 14 年蝉联世界第一。

现如今, 汽车日趋普及, 广大汽车消费者对汽车电动化、智能化、个性化等方面提出了更高的期望。为了吸引更多客户, 在车身外观多样性方面, 各大汽车主机厂联合涂料供应商不断地开发出绚丽多彩的汽车涂料, 为满足日益增长的非标和定制化设计需求, 推出多色化的车身, 提供个性化选择, 套色工艺应运而生。

收稿日期: 2023-06-28

作者简介: 彭子华(1987—), 男, 本科, 工程师, 主要从事汽车涂装工艺及设备管理、涂装车间生产运营等相关工作。E-mail: pzih513@163.com。

1 车身套色区域的定义

车身套色区域的定义, 主要的决定因素为车身的造型和结构, 主流套色定义可分为以下几种。

1) 方案 1: 仅车顶套色(传统式样)

传统车型一般采用仅车顶套色的样式, 套色定义比较简单, 一般将车顶喷涂为黑色, 例如锐界, 如图 1a 所示。

2) 方案 2: A/C 柱及侧边梁+车顶套色(主流式样)

当前汽车通常配置黑色全景玻璃天窗, 选择黑色进行套色区域喷涂, 可实现“悬浮式”车身, 使车辆更具科技感与运动感, 例如极狐 αT, 如图 1b 所示。

3) 方案 3: 上下车身套色(主流式样)

以车身腰线或者某特征棱线为分界线, 把车身分为上下部分, 并涂着不同的颜色, 例如红旗 H9, 如图 1c 所示。这种方案也通常应用于出租车喷涂。

4) 方案 4: 其他区域套色(复杂式样)

以某一特征条纹作为分界线, 实现侧围局部或整体与车身主体颜色的差异, 例如奔驰 smart forfour; 或者把车身前盖的一部分与上边梁+车顶喷涂一种颜

色,与车身主体颜色不同,形成差异化,例如高合 HiPhi X,如图 1d 所示。



图 1 车身套色区域

2 涂装套色工艺

2.1 涂装喷涂工艺

随着涂装工艺的发展与进步,政府对环境保护要求日趋严格,以及汽车制造企业持续降低生产成本的需求,汽车涂装工艺发生了以下三个方面的变革,第一是汽车涂料由传统的溶剂型涂料转变成水性涂料;第二是喷涂设备由人工喷枪喷涂发展成机器人静电喷涂;第三喷涂工艺由传统的 3C2B 工艺,发展出 3C1B 以及 B1B2 工艺等。

2.2 套色工艺

所谓套色,是指车身涂着 2 种不同颜色的涂料,凸显出科技感和运动感,使得车身更加新颖靓丽。在不同的喷涂工艺基础条件下,对于套色工艺的选择也有所差异^[1]。套色区域涂料通常选择已正常量产的涂料(包含中涂、色漆和清漆),无需单独开发颜色,套色区域色漆通常选择黑色或白色。主要的套色生产方案有以下 3 种。

2.2.1 方案 1:先喷车体再喷套色区域

该方案是常见的套色工艺,是指车身在完成主色全涂层喷涂、漆膜烘干固化后,对非套色车身区域进行遮蔽,再对套色区域喷涂中涂、色漆和清漆。主要流程见图 2。该方案适用于套色分界线在外观可视区域(套色含 A 柱、上边梁、C 柱等区域)的车型,对套色分界线要求较高,喷涂 A 柱/上边梁/C 柱时,须过喷,对车身其他部位污染严重。采用此方案套色,要求套色的颜色能够遮盖住车身主色,否则将会产生露底、发花等质量缺陷,影响漆膜外观质量。

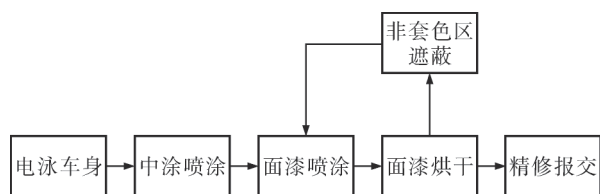


图 2 先喷车体再喷套色区域工艺流程

2.2.2 方案 2:先喷套色区域再喷车体

该套色方案是指先在套色区域喷涂中涂、色漆,并整车喷涂清漆,漆膜烘干固化后,对套色区域进行遮蔽,再对车身进行全涂层喷涂、烘干固化。主要流程见图 3。该方案适用于套色分界线不在外观可视区域(顶盖套色)的车型,只需要喷涂车顶,不需要清晰的套色分界线,可控制过喷,对车身其他部位的污染少。采用此方案套色,要求车身主色能够遮盖住套色的颜色。

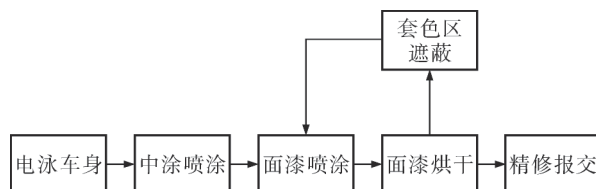


图 3 先喷套色区域再喷车体工艺流程

上述两种套色方案均需要进行喷漆室二次过线。

2.2.3 方案 3:一次喷涂成形

2019 年上汽通用五菱汽车某产品开发的一次喷涂成形套色工艺^[2],主流程为基于 3C2B 涂装生产工艺流程:电泳车身→中涂站喷涂底色漆→中涂站喷涂套色面漆→中涂烘炉烘干→遮蔽→中涂打磨→擦净→喷涂色漆内腔→机器人车身喷涂→去遮蔽→色漆闪干→清漆喷涂→面漆烘炉烘干→精修检查→下线交付。

2019 年,ABB 公司开发了 PixelPaint 零过喷技术。由于无需遮蔽和拆除遮蔽作业,定制化喷涂能够一次性完成,使套色喷涂速度加快了 50%。此技术不使用传统的雾化器进行喷涂,而是使用打印式喷头将油漆直接印到目标区域,从而将上漆率提升到了 100%。DURR 公司也开发了一种全新的无过喷涂技术 Eco Paint Jet,可用于大面积或简单图案喷涂,并确保边界清晰,不会产生油漆过喷。这项新技术已在欧洲应用,实现了在不遮蔽车身的情况下,完成车顶的双色喷涂。这两种新技术方案对汽车套色部分的造型有特定要求,无法满足复杂曲面的套色喷涂要求,通常仅能对车顶平面进行喷涂,且需要配套专用的油漆,只能喷涂素色漆,此技术尚不成熟。

3 种套色方案优缺点对比见表 1。

2.3 套色工艺选择注意事项

在汽车制造企业,涂装车间能源消耗占比在 70% 左右,为了保证套色生产的经济性,涂装生产车间应根据套色产品的产量和比例,注意以下事项:

1)建设专用的套色遮蔽生产线,对于套色量大的车间,应该设置多个操作工位进行流水作业,提高生产效率。

2)涂装车间在导入套色产品时,应根据产量需求

与产能,做好投资平衡,如果套色比例不高,可以选择与当前喷漆室共线,如果产量大,需要建设独立的套色喷涂、烘干生产线。

3)在原有生产线导入套色喷涂工艺,针对一次喷涂成型方案,应重点考虑喷漆室是否有足够的升级改造空间。

4)为了提高喷漆室生产效率,通常采用颜色集中的生产组织原则,套色车与喷漆室共线生产情况下,相当于涂装车间增加“一种”颜色。因此,应该保证颜色编组区有足够的车道和存储区域,提高生产柔性。

2.4 套色生产常用的材料与工具

套色生产常用的材料与工具见表2。

表1 3种套色方案优缺点对比

方案	优点	缺点
1	工艺成熟,质量稳定性高	需要喷漆室二次过线或单独建设套色喷涂、烘干线,极大地影响了喷房的生产效率
2	工艺成熟,质量稳定性高,节约了套色遮蔽辅料成本	需要喷漆室二次过线或单独建设套色喷涂、烘干线,极大地影响了喷房的生产效率;清漆用量高,且车身边缘部位因油漆集聚效应,易产生肥边等缺陷
3	有效地节约喷漆室的生产资源,提高生产效率	仅适用于3C2B喷涂工艺的涂装车间;无过喷技术尚不成熟,需要进一步验证优化

表2 套色生产常用的材料与工具

类别	名称	用途	注意事项
直接材料	油漆	遮蔽区域喷涂	与车身喷涂共用的油漆(包含中涂、色漆和清漆)量产之前应做好完整的配套性试验,特别是不同油漆供应商交叉套色喷涂
辅料	套色膜	遮蔽非套色区域	考虑套色遮蔽膜的洁净度以及耐高温性能
	分色胶带	确保套色分割线平整	与漆面的黏附性以及背胶与漆面的渗透性
	胶带纸	套色膜固定	与漆面的黏附性以及背胶与漆面的渗透性
	定制贴片	用于不规则区域分色	与漆面的黏附性以及背胶与漆面的渗透性
工具	专用工装	保障套色精度,确保套色区域一致性	需要确保工装的精度,确保套色区域的准确度,定期对工装进行校验,考虑工装磨损消耗,进行更换
	美工刀	切割胶带、套色膜	开发适用刀具,便于员工使用并避免划伤漆面
	恒温箱	满足套色胶带施工要求	恒温箱尺寸需满足套色材料存放

2.5 套色生产常见的问题与防治措施

套色车生产过程中,经常发生的缺陷见表3。

其他注意事项:

1)由于分色线位置存在楞线,且容易出现毛边、褶

皱、渗漆、白印等无法彻底解决的质量缺陷,因此造型对套色分色线位置的定义至关重要。为了提高整车的套色外观质量,应将套色分界线位置定义在外饰件遮挡的部位。

表3 套色生产常见问题与防治措施

问题名称	产生原因	解决措施
缺陷标记笔印	套色遮蔽前质量检查,使用不合格的特种铅笔进行缺陷标记,导致笔印渗入漆面	使用合格的特种铅笔或避免在套色喷涂前对漆面缺陷标记
撕膜困难	主要出现在冬季,在车身冷却后,套色胶带黏附在车身上,导致车身遮蔽膜不易拆除	在撕套色遮蔽膜前安装红外烤灯,进行车体预加热
漆雾	遮蔽胶带与车身不完全贴合,喷涂过程中油漆渗入非套色区域	检验套色胶带的黏性是否合格,规范套色材料的存储要求;定期校验套色工装精度;人员套色遮蔽作业时,确保遮蔽胶带尽可能与车身贴合;控制遮蔽完成后待喷涂车辆存储时间(过长时间的存放会使胶带黏附力变差)
异色点(非套色区域)	遮蔽胶带的背胶转移至车身油漆表面,烘烤时渗入清漆涂层	套色遮蔽作业时避免反复粘贴;规范人员手部清洁
渗色	套色辅料与油漆的配套性不良;抛光蜡未擦拭干净,面漆烘烤过程中渗入清漆涂层	套色辅料应进行油漆配套性试验,合格后使用;抛光蜡应该擦拭干净,避免残留在车身上
分色线毛边	分色胶带边缘不整齐,或者胶带与车身之间贴合不紧密	严格控制分色胶带质量,要求胶带边缘平整光滑;人工粘贴分色胶带时,压实胶带,确保胶带与车身贴合紧密;使用遮蔽辅助工装,保证遮蔽位置的一致性及粘贴质量

2)套色线设计时需考虑面漆烘房→套色线→喷漆线的连通,在不影响其他生产线效率的前提下保障套色生产节拍;考虑到待套色遮蔽的车辆从面漆烘房出来时间较短,车身温度较高,面漆烘房强冷段应确保车体有效降温。

3)注意操作人员手部清洁,避免使用含硅的化妆品,穿戴无纤维手套防止套色区域产生缩孔等面漆质量缺陷。

4)套色遮蔽前对车身质量进行检查,如需要大返,优先进行大返,合格后进行套色喷涂。

5)建议套色遮蔽后车辆在24 h内完成喷涂,避免长时间滞留,导致遮蔽材料粘贴不良,造成质量问题。

6)汽车制造企业内部生产车身序列条码,应该为套色定义专门的字段,便于喷漆室机器人喷涂时区别整车喷涂和套色喷涂。面漆烘干后的机运设备也可以借助条码进行车身识别套色车和非套色车,提高生产柔性效率。

7)废弃的套色遮蔽材料为危险废弃物,建议采购

打包机对遮蔽膜进行压缩处理,节约存储空间,降低危废处理成本。

3 结语

为满足产品要求,开发套色工艺需要综合考虑质量、效率、成本、环保等各个方面的因素。当前,在涂装套色工艺规划、工艺过程控制和常见的质量问题,行业内已积累了丰富的经验,传统的套色工艺逐步成熟。随着喷涂设备和汽车涂装油漆材料的改进提升,相信在不久的将来,无遮蔽套色工艺(一次喷涂成形)将逐渐成熟并被各大主机厂采用,套色工艺也将进一步完善并推广普及,为市场打造更加炫彩靓丽的汽车。

参考文献:

- [1] 李鹏.乘用车套色工艺的探讨[J].现代涂料与涂装,2021(12):58-60.
- [2] 陈兆波.一种汽车涂装套色工艺的优化[J].现代涂料与涂装,2022(7):52-54.

(上接第19页)涂装技术”也可实现无遮蔽精确定制化喷涂。

2.3 新工艺方向

2.3.1 模内复膜

模内复膜原是电子产品为提高装饰性开发的技术,金属、塑料等都可以复膜,复膜的外板配合金属框架车身,这样只需要为金属框架喷涂即可,可以极大节约能源,减少VOC气体产生。未来的汽车涂装更可能不需要喷涂,完全可以像贴膜一样装饰车身,预制好的颜色和图案快速装饰车身,这种看似不可实现的技术很可能在未来颠覆汽车制造。

2.3.2 适用于铝合金+碳纤维材料的涂装工艺

铝合金通常被应用在高端车上,随着近年一体压铸的热度而家喻户晓。铝合金的强度、质量、耐腐蚀等特点固然有相当多优点,但是从汽车工程运用角度来看还有一些问题需要解决。碳纤维是一种优良的材料,早年间也是受到追捧,后由于一些问题难于大规模应用到汽车上。瑕不掩瑜,一些新技术是有问题的,但它会慢慢被解决,一旦获得突破,作为一项颠覆性创新技术就会快速地颠覆我们现有认知。铝合金+碳纤维是耐腐蚀的,现有涂装工艺就不适合这种材料的整车阴极电泳,所以针对铝合金+碳纤维车身的涂装工艺必须应用新的模式,而这些新材料的应用也在迫使汽车涂装由整车喷涂向零件喷涂的方向过渡,不同车身零件使用不同的材料就需要对应不同的涂装喷涂工艺。

我们需要时刻关注这些有潜力的技术,做好准备应对。

2.3.3 真空镀膜技术

真空镀膜的机理是在真空的环境中,将涂覆材料利用热源加热形成蒸气,然后蒸气在被涂材料表面冷却反应形成薄膜的技术。相较于传统电镀,真空镀膜的优势是无毒、无污染、材料利用率高,而且形成的薄膜透光、耐磨、耐腐蚀、装饰效果好,正在被越来越多地应用于汽车外饰件的生产中。近年来,真空镀膜的发展取得了很大突破,例如多孔膜、多层堆叠、调控表面性质等技术的出现,极大丰富了真空镀膜的应用范围,在取代传统电镀的趋势上,显现出极强的潜力,使用真空镀膜的车灯、汽车玻璃、后视镜等性能均有极大提高。

3 结语

我国汽车涂装从来都是跟在国外先进工艺后面,国外成熟的先进技术引入国内,一段时间后国外又出现更新的技术。我们长时间跟在别人后面做学生,却忘记了怎样自我思考。可以预见,随着汽车制造材料与工艺的进步,未来汽车涂装工艺也会发生巨大改变,即使未来某一天汽车涂装工艺消失也并不是危言耸听。新冠后时代,汽车市场变化迅速,竞争激烈,新能源汽车给了中国汽车换道超车的机遇,中国的汽车制造技术也遇到更大挑战。颠覆性创新给了我们新的视角观察,新技术的发展让我们明确意识到积极拥抱新技术的重要意义。中国汽车行业要敢于创新,敢于破圈,敢于颠覆。