

浅谈珠光白色差过程管控

潘成成, 江润宇, 徐鹏程, 史尧, 王浩
(上汽大通汽车有限公司无锡分公司, 江苏 无锡 214107)

摘要: 色差是指在特定的光源下, 油漆车身与油漆件及标准色板之间的颜色差异, 具体表现在油漆车身和保险杠、后视镜、门把手、扰流板存在目视颜色不统一的情况。本文主要研究如何管控白车身制造过程, 从而保证车身珠光白色差合格。

关键词: 色差; 过程管控; 珠光白

中图分类号: TQ639 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-9548(2025)03-0030-04

Brief Discussion on the Process Control of Pearl White Color Difference

PAN Cheng-cheng, JIANG Run-yu, XU Peng-cheng, SHI Yao, WANG Hao
(SAIC MAXUS Automotive Co., Ltd., Wuxi 214107, Jiangsu, China)

Abstract: Color difference refers to the color difference between the painted body parts and the standard color plate under a specific light source, which is specifically manifested in the unified visual color difference of the painted car body, the bumper, the rear-view mirror, the door handle. This paper mainly studies how to control the manufacturing process of the car body in white, so as to ensure the conformity of color difference in pearlescent white car body.

Key words: color difference; process control; pearlescent white

0 引言

随着市场上各种颜色的出现, 汽车色彩设计也正在向着多元化方向发展^[1]。汽车色彩的流行具有一定的时间性、区域性和层次性。汽车的流行色彩有其自身的发展规律, 新鲜感则是汽车流行色彩的原动力。由于涂膜的颜色与标准板有差异, 尤其是刚涂装完的涂膜色相、明度、彩度等都存在不同的偏差^[2]; 在汽车涂装领域, 珠光白作为近些年备受追捧的流行颜色, 凭借独特的视觉效果, 成为众多消费者的心头好。其特殊的生产工艺^[3], 对原料配比、施工环境、操作流程等方面都有着严格要求, 任何一个环节出现偏差, 都可能导致颜色偏差、光泽度不均等问题^[4], 过程控制变得极其重要。

1 喷涂工艺介绍

现场喷涂工艺, 采用的是传统的 3C2B 工艺, 具体

涵盖水性中涂、中涂喷房、水性色漆、闪干烘房、清漆站以及清漆烘房。这一成熟工艺历经时间考验, 在保障漆面质量与稳定性上发挥着重要作用。

在中涂站, 共部署了 9 台机器人负责喷涂车身外表面, 鉴于内表面的特殊使用场景与工艺需求, 采取免中涂漆的处理方式, 有效节省了材料与工序成本。色漆站分为 2 个站, 每个站配备 8 台喷涂机器人, 总计 16 台机器人用于车身外表面的喷涂作业, 而内表面则采用手工喷涂, 以满足复杂内表面对于喷涂细致度的特殊要求。清漆站则有 10 台机器人专注于车身外表面的喷涂, 内表面同样采用手工喷涂。这种机器人与手工喷涂相结合的方式, 既利用了机器人喷涂的高效、均匀性, 又借助人工喷涂的灵活性, 从而全方位确保车身各个部位都能达到理想的涂装效果, 为汽车的外观品质提供坚实保障。

在现场喷涂工艺中, 油漆类型和喷涂工艺各有不同。单涂层溶剂型油漆, 采用中涂+溶剂型单涂层; 传统金属漆是中涂+色漆+清漆, 珠光漆则是中涂+色漆(底色+珠光)+清漆。鉴于现场的特殊作业环境与生产

收稿日期: 2024-02-01

作者简介: 潘成成(1991—), 男, 本科, 工程师, 主要从事汽车涂装及机器人仿型相关工作。E-mail: panchengcheng@saicmotor.com。

需求,溶剂型单涂层主要选用白色。在喷涂时,其工艺顺序较为特殊,色漆站空放,仅在清漆站进行喷涂,以此满足现场特定的涂装要求。

2 珠光白膜厚对色差走势的影响

前期根据做车记录及喷板验证,确定珠光白底色与珠光膜厚影响的颜色走向,为后期优化参数提供理论依据,见表1所列。

表1 色漆膜厚变化影响色差趋势

项目	底色层(增加膜厚)			珠光层(增加膜厚)		
	25°	45°	75°	25°	45°	75°
ΔL (明亮度)	下降	上升	上升	上升	下降	下降
Δa (红绿项)	变化小,基本不变			变化小,基本不变		
Δb (黄蓝项)	上升	变化小,基本不变	变化小,基本不变	上升	上升	上升

表2 膜厚梯度退黄对比

项目	底色3枪+珠光1枪	底色2枪+珠光1枪	底色1枪+珠光1枪	底色3枪+珠光2枪	底色1枪+珠光2枪
底色膜厚/ μm	30	20	12	28	12
珠光膜厚/ μm	8.5	8	7	14	13
清漆膜厚/ μm	34	32	35	34	33
退黄率/%	49.40	41.92	54.83	64.20	73.36
评价	退黄率较高	退黄率较低	退黄率较高	退黄率高	退黄率高

实际做车色漆层膜厚分别为底色12 μm ,珠光5 μm ,对色漆站喷涂参数进行锁定,并实测珠光白车身黄项数据,确定黄项在原有数据上稳定下降0.4~0.5个单位后数据开始稳定不再变化,车身在原有色差监控标准上,整体黄项提高0.4~0.5个单位,确保车身退黄后与车身外饰件色差匹配合格。

3.2 色漆站首台换色存在串色

实际汽车生产过程中,色漆站的颜色切换环节曾暴露出棘手问题。当进行珠光白换色时,首台喷涂机器人起枪点位置会出现串其他颜色的现象。例如,上一台车为蓝色,换色填充珠光白后,仿型第一枪仍出现蓝色,导致严重的目视色差,极大影响产品外观质量。

经排查硬件,排除了喷涂机器人硬件故障因素。随后,将优化方向转向色漆分色站放车逻辑。遇到珠光白车辆时,分色站进行人工干预,在珠光白车辆前放置5~6台白色车(此工艺色漆站空放,清漆站喷涂)。利用白车产生的间隙,现场维修人员手动对色漆站机器人进行两次清洗与珠光白填充,确保油漆填充充分。放车逻辑优化后,串色问题得到有效解决,保障了产品质量。

3.3 二次整返色漆导致色相偏差

珠光白因其特殊工艺,在针对车身灰粒、杂质和漆渣等外观缺陷修补时,修补区域色差显著,无奈只能对

3 珠光白生产过程中产生的问题

在生产调试过程中,影响色差稳定的因素,归纳为以下4个问题:色差退黄、色漆站首台换色存在串色、二次整返色漆导致色相偏差、更新油漆批次。

3.1 色差退黄

退黄原因:1)烘烤过烘烤或者温度过高影响,温度冷却后颜色发生变化;2)水性色漆里面的pH调节剂和清漆里面相关的抗紫外助剂通过涂层结合产生反应,生成某种化学着色团,尤其在白色或者浅色中涂对颜色影响比较大。这种着色团会在紫外线、日光的照射下分解,从而会有退黄的情况产生。针对退黄进行膜厚梯度退黄对比,根据退黄率((初始黄项值-96h后的黄项值)/初始黄项值 $\times 100\%$)找到合适的膜厚比为底色2枪+珠光1枪,具体数据见表2所列。

车辆进行色漆整返,即重新喷涂色漆与清漆。复测整返车辆色差时,发现整车红黄项呈下降趋势,整体下降0.4个单位。

解决方法:方案一是重新设置仿型参数,但车身多次整返时参数难统一,易产生色差;方案二则是整返时重喷白中涂,能有效避免色差,风险小。权衡之下,采用方案二,成功解决整返导致的色差问题。

3.4 更新油漆批次

在批量做车过程中,油漆批次的更新是不可避免的,针对新批次的色差监控也是必不可少的。普通金属漆新批次的监控方法是,新批次到来时会有两块标准板,一块是现场老批次喷的板,一块是新批次制作的板。用老批次板作为0号板录入色差仪,这是建立基准数据的关键步骤。再用0号板数据去测量新批次标准板,从而得到精准的批次板数据。通过计算得出现场目标值,即现场数据与批次板数据之和,以此来判断做车风险,提前识别可能出现的色差问题,确保每一批次车辆油漆颜色的一致性和稳定性,具体见表3所列。

但珠光白属于新的工艺,传统监控方法不适用,需要新的监控批次方法,针对底色漆的监控方式是新批次油漆到现场后使用灌枪进行喷板测试,用来监控白底批次之间的稳定情况,因为底色漆为素色漆,在

保证膜厚一致的情况下,色差差异很小,具体数据见表4所列。

表3 金属黑新批次监控数据

项目	现场数据(91左前)			批次板数据			目标值			评价
	25°	45°	75°	25°	45°	75°	25°	45°	75°	
ΔL (明亮度)	0.86	-0.27	-0.27	-0.25	-0.09	-0.01	0.61	-0.36	-0.28	做车风险较小
Δa (红绿项)	0.23	-0.07	0.13	-0.17	-0.13	0.00	0.06	-0.20	-0.13	
Δb (黄蓝项)	0.02	0.04	0.09	0.17	0.13	0.02	0.19	0.17	0.11	

表4 底色漆批次监控数据

项目	底色批次						
		9566:4467 3:1	9566:4467 3:1	3069	3069	3232632353	3232690350
ΔL (明亮度)	25°	-4.88	-5.08	-4.87	-4.65	-4.15	-3.45
	45°	4.11	3.92	4.16	4.00	4.50	4.03
	75°	5.98	6.56	5.84	5.60	6.04	8.25
Δa (红绿项)	25°	0.39	0.24	0.41	0.20	0.64	0.70
	45°	-0.14	-0.29	-0.13	-0.31	0.09	0.24
	75°	-0.20	-0.36	-0.15	-0.35	0.03	0.11
Δb (黄蓝项)	25°	-0.16	-0.36	-0.95	-0.37	-0.84	-0.47
	45°	-2.39	-2.61	-3.19	-2.52	-3.08	-2.49
	75°	-3.25	-3.41	-3.84	-3.32	-3.79	-3.44
搭配珠光批次		3232325749	3232612953	不涉及	不涉及	不涉及	3232690350
色漆膜厚/ μm		9	9~11	9~11	7~9	8~10	8~9
色差评价		OK	OK	OK	OK	OK	OK
喷板日期		2022.11.27	2023.02.10	2023.2.14	2023.2.15	2023.3.15	2023.7.12

对于珠光漆现场使用,新批次到货后会投入走珠系统(快速换色系统)进行喷涂。单次使用油漆量约75 kg,其中油漆损耗约15 kg。走珠系统能快速实现实车喷涂确认,精准检测油漆批次色差变化。由于该系统油漆更新率可达100%,有效避免了更新率不足带来的不良影响。与此同时,现场还储备了所有调整用色浆,以便在紧急情况下随时取用,确保生产顺利进行。

4 日常监控

现场监控的环节对于保障产品质量起着关键性的作用。当日生产开班半小时内,油漆供应商必须依据当日的生产计划,精准测量珠光白油漆的黏度。这一操作目的是确保黏度始终维持在稳定的状态下,为后续的喷涂工作奠定良好的基础。其中,要求底色漆温黏度需被严格控制在42.3 s(23℃),珠光漆温黏度则应控制在42.5 s(22℃)。通过精确的过程把控,是保证珠光白色漆在涂装过程中能够均匀附着、呈现出一致色泽与质感的关键前提条件。如果黏度出现偏差,可能导致漆面厚度不均、光泽度异常等问题,严重影响车辆的外观质量。

油漆循环系统压力的日常管理也是重要环节。现

场根据生产周度计划,一旦存在3 d内没有珠光白颜色,需要将珠光白的油漆循环系统从压力模式调整至流量模式。这一调整的目的在于降低系统中的油漆搅拌频率。在系统压力模式下,较高的搅拌频率和管路压力可能会对油漆产生不良影响,例如破坏油漆中的颜料树脂结构,进而产生色差问题的出现。通过切换至系统流量模式,可以减少管路高压对油漆的负作用,进一步提高油漆在循环过程中的稳定性,降低色差产生的风险,确保油漆质量的稳定性,为后续生产提供稳定的材料保障。

为了进一步把控色差质量,需要测量所有珠光白的车型。在这个测量过程中,主要是对首台车和末台车辆的色差检测。首台车辆的色差检测,可以发现当天生产过程中可能存在的质量问题,如设备状态是否异常、材料批次差异等;对末台车辆的色差检测,可以有效地监控整个生产过程中,是否因为设备的异常、喷涂工艺参数调整的偏差或者其他因素产生色差的突变。这种首尾相连的色差检测方法,最大程度上防止过程中产生色差,确保所有车辆的外观色差一致性。

另外,为了实现整车与外饰件外观的色差匹配,每

周六涂装车间将本周测量的珠光白车身色差数据邮件发送至外饰件供应商。外饰件作为整车外观的重要组成部分,色差与车身的匹配度直接影响整车的色差视觉效果。外饰件供应商在收到车身色差数据后,以此为参考,对自身的喷涂工艺、颜色配方等进行一定的调整。通过数据共享与协同的方式,能够确保外饰件与车身在颜色上达到高度匹配,最终实现整车色差匹配达到理想的OK状态。

5 中涂匹配性能试验

在生产过程里,当中涂的供应商从甲切换成乙后,与珠光白退黄性能相关的试验完善迫在眉睫。因为不同供应商产品特性有别,对珠光白性能影响未知。具体试验要求除了进行电泳+中涂甲+面漆、电泳+中涂乙+面漆的色差测试配套性,开展色差比对,还需着重关注外放置5 d后的色差变化,以此评估不同中涂对珠光白退黄性能的影响。

5.1 色差比对

检测标准:参考现场色差仪标准数据,喷板数据测量并进行记录,做为原始数据,两者色差差异较小,符合色差要求,具体数据见表5所列。

表5 不同中涂的色差对比

项目	电泳+中涂甲+面漆			电泳+中涂乙+面漆		
	25°	45°	75°	25°	45°	75°
ΔL (明亮度)	-0.56	-0.24	-0.27	-0.44	-0.11	-0.24
Δa (红绿项)	0.13	0.17	0.23	0.31	0.08	0.10
Δb (黄蓝项)	0.22	0.34	0.39	0.32	0.14	0.32

5.2 放置5 d 色差变化数据

记录中涂乙色差数据的退黄情况,整体退黄率<40%,满足色差要求,具体数据见表6所列。

表6 珠光白退黄情况

项目	原始数据			5 d后数据		
	25°	45°	75°	25°	45°	75°
ΔL (明亮度)	-0.44	-0.11	-0.24	-0.14	0.01	-0.14
Δa (红绿项)	0.31	0.08	0.10	0.21	0.18	0.15
Δb (黄蓝项)	0.32	0.14	0.32	0.12	0.01	0.02

6 结语

珠光白油漆以其独特魅力,在汽车市场备受青睐,其优点表现在颜色亮丽夺目,在阳光下珠光闪烁,赋予汽车外观非凡的视觉效果,极大提升了车辆的辨识度与美观度。然而,其制造过程充满挑战。珠光白对底层膜厚要求极高,施工窗口小,易受到环境、温湿度等

多种因素影响而产生波动。这就需要工程师及涂料供应商投入大量精力,对过程质量进行细心的摸索与大胆的验证,生产过程中对工艺实施严格把控。从原材料黏度与批次的精准调配,到施工环境的细致把控,每一个环节都不能出错。尽管过程中充满艰辛,团队需要付出诸多的努力,但看到最终呈现出完美色差的珠光白汽车时,一切的辛苦都化为了收获的喜悦,结果必然是美好的。

色差管控的工艺繁琐,牵一发而动全身,任何微小的工艺参数发生变化,都有可能引起意想不到的结果。此次珠光白色差优化的宝贵经验,使我们找到了将复杂色差问题变得有迹可循的方法。色差数据是真实的,它不会说谎,能够为解决问题提供关键的线索。在优化珠光白色差问题的同时,不断拓展与分析问题的思路,提高了解决问题的效率。充分挖掘质量工具的精髓,学会如何运用质量工具快速定位并解决问题,如利用控制图监控生产过程中的色差变化。色差匹配的提升,不仅让汽车的外观更完美,还会无形中增加了企业产品的品牌价值,助力企业在市场竞争中脱颖而出。

参考文献:

- [1] 陈治良.现代涂装手册[M].北京:化学工业出版社,2010.
- [2] 王锡春.汽车涂装工艺技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [3] 梁臆予.浅谈珠光白色差成因及调整方案[J].现代涂料与涂装,2023,26(11):58-60.
- [4] 曾志辉,刘韶华.珠光白漆颜色开发调试过程探析[J].现代涂料与涂装,2024,27(7):46-48.

欢迎免费阅读
《现代涂料与涂装》电子版



电话:0931-8496343

邮箱:a8496343@foxmail.com

投稿QQ:1056418548