

客车车身油漆外观光泽影响因素及提升措施

宋海泉, 朱 广, 郭 瑞, 楚家俊, 黄斐荣

(比亚迪汽车工业有限公司, 广东 深圳 518118)

摘要:为提升客车车身油漆外观,分析在涂装过程中影响客车车身油漆外观光泽的主要因素,并提出提升措施。

关键词:客车车身; 油漆外观; 影响因素; 提升措施

中图分类号:U466

文献标志码:A

文章编号:1006-3331(2024)02-0055-04

Influencing Factors and Improving Measures of Bus Body Paint Appearance Gloss

SONG Haiquan, ZHU Guang, GUO Rui, CHU Jiajun, HUANG Feirong

(BYD Automobile Industry Co., Ltd., Shenzhen 518118, China)

Abstract:To improve the paint appearance of the bus body, this paper analyzes the main factors that affect the appearance gloss of bus body paint during the painting process and proposes improving measures.

Key words:bus body; paint appearance; influencing factor; improving measure

客车车身油漆外观体现在颜色和光泽两个方面。

由于颜色属于设计范畴^[1],所以油漆外观的感官效果主要体现在光泽上,需要高水平的涂装作业来保证。目前,已有金属漆、珠光漆等特殊油漆被广泛用于提升客车车身油漆的光泽感官效果。同时,各种涂装工艺的改善和创新(如2K清漆工艺、中涂厚膜工艺、机器人喷涂工艺等)以及工艺仿形(如喷涂仿形)和过程控制也在不断进行^[2-5],以提升客车车身油漆的外观效果。本文从技术层面较深入地分析客车车身油漆外观光泽的影响因素,并提出控制措施。

1 客车车身油漆外观光泽影响因素

油漆外观光泽主要表现在油漆表面的反光性和镜面感光效果,通常用橘皮、鲜映性、光泽度等指标进行评价^[6]。涂装作业不当会产生严重的油漆外观光泽问题,客车车身油漆外观光泽主要受车身结构、油漆种类、漆膜结构、喷涂工艺和打磨工艺等因素影响。

1.1 车身结构

车身结构主要指车身造型特征,涂装外观光泽首先与车身造型特征线和曲面有关。提高特征棱线的圆滑度可提升油漆外观的鲜映性。不管是人工喷涂还是自动喷涂,客车蒙皮曲面过于明显或突出就会影响上漆率,从而产生油漆外观光泽问题^[7]。客车侧围蒙皮一般采用大平面结构,在人工喷涂和自动喷涂条件下,都易于保证上漆率,虽然不会出现明显的油漆外观光泽问题,但整体感光效果还是会受到影响。客车前后围多采用具有一定造型的曲面结构,存在喷涂死角,不利于油漆上装(易导致面漆露底和虚喷)和流平,常出现橘皮等外观光泽问题。

客车车身油漆套色较多会出现与造型和间隙尺寸有关的油漆外观光泽问题。同时,蒙皮搭接方式对油漆外观光泽也有影响。如果搭接区域的蒙皮包边或结构设计不方便涂胶,面漆“湿碰湿”喷涂就容易出现流挂,影响油漆的光泽效果。此外,如果车身蒙

收稿日期:2023-11-25。

第一作者:宋海泉(1982—),男,助理工程师;主要从事商用车焊装、涂装、总装整车工艺开发的研究工作。E-mail:411438012@163.com。

通讯作者:黄斐荣(1989—),男,博士;助理工程师;主要从事汽车油漆外观质量提升的研究工作。E-mail:hfeirn101006@163.com。

皮棱角和开孔不当,油漆流平不好,也会产生局部外观橘皮问题。例如,车身前围上部和中部开设的总装装配孔以及外板尖角部位,在喷涂面漆时就容易发生流挂而产生油漆外观光泽问题。

1.2 油漆种类

不同类型的油漆会呈现不同的光泽特性。客车常用油漆包括单色漆、金属漆和珠光漆。单色漆颜色较饱满,但光泽度相对较低;金属漆因含有金属粉,能赋予相应金属的光泽,外观更加夺目;珠光漆同时具有金属和珠光光泽,能在阳光下呈现出闪亮效果,外观更为绚丽。油漆类型不同,其分散介质不同,流平特征也不同。油漆表面光滑性与油漆的流平特性直接相关,表面越光滑,其光泽度也越高。

1.3 漆膜结构

相同光照条件下,不同漆膜结构会对光产生不同的光学反映,导致进入人眼中光的数量和强度不同,带来不一样的目视感觉。客车油漆采用多层结构,基材材质和整个漆膜体系都对油漆外观光泽有影响^[8]。油漆涂层数量、结构复杂性和厚度决定了油漆外观的光泽质量,油漆涂层数量越多、结构越复杂,油漆的外观光泽越难控制。

客车油漆涂层数量较多,包括电泳层(或底漆)、腻子层、中涂层、面漆和清漆。其中,腻子层是以局部涂敷方式存在于漆膜中,同时由于客车白车身表面质量较差,各种涂层表面特征轮廓的演化受白车身表面特征影响,这种自下而上的表面轮廓的克隆和消亡导致了客车油漆涂层结构空间分布的复杂性^[9],影响油漆涂层对光的表达和人眼目视效果,从而产生了油漆的外观光泽问题。

此外,漆膜厚度对涂层表面光泽也有影响,当遮盖力达到要求的情况下,一般单色漆和清漆膜厚越厚,越能改善底层表面特征,使油漆外观光泽变好。不过,对于金属漆和珠光漆,由于外观质量还受到金属粉、珠光粉的浓度和排布方式的影响,当膜厚过厚时,由于金属粉、珠光粉的空间分布方式发生较大变化,产生了复杂的光学作用,从而导致油漆外观光泽效果变差。

1.4 喷涂工艺

喷涂技术不同会影响油漆在喷涂表面的均匀分

布,从而影响油漆外观光泽性。客车一般用空气喷枪喷涂,油漆的雾化程度和颗粒大小取决于压缩空气的流量、流速和油漆喷出量。油漆的雾化不好会导致膜厚变化,以及金属粉和珠光粉排布方式的变化,从而出现油漆外观光泽问题。在人工喷涂时,因人的走枪速度、枪与被喷涂面距离和角度的变化,很难保证油漆在喷涂表面均匀分布,导致油漆外观出现严重的橘皮和鲜映性差等光泽问题。

1.5 打磨工艺

因为客车制造自动化水平较低,白车身表面质量差,往往需要靠多道腻子、多序打磨、多次弥补才能将喷涂底层处理到接近理想状态。打磨是客车涂装工艺过程中改善车身表面质量最重要的手段之一。在实际打磨过程中,一般存在两种打磨手法:一是利用磨具外圆表面打磨,主要对如肌癌、台阶棱等高点进行快速切削;二是利用模具整个端面打磨,主要去除连续凸点、凸台等高点缺陷,切削量相对较小。

白车身、底漆、腻子、中涂层的打磨主要是消除各层表面缺陷,为面漆喷涂提供理想的表面;而面漆和清漆的打磨主要是消除和修复漆膜弊病,提升油漆外观光泽质量。如果白车身、底漆、中涂层打磨不好,不良的表面特征(包括粗糙度和波纹度)会传递到面漆,从而产生严重的油漆外观光泽问题^[10]。如果面漆存在漆膜弊病,进行打磨修补后也会留下肉眼不易察觉的簇状花纹和微划痕(被称为“抛光玫瑰”^[11]),其在高光照条件下,在不同角度观察呈现三维立体视觉效果,从而影响油漆整体的感官效果。不论单色漆还是金属漆或珠光漆,修补部位的光泽度均会有不同程度下降^[12],这也是修补部位油漆感官效果不好的主要原因。

2 客车车身油漆外观光泽提升方法

2.1 优化车身结构设计

车身结构设计应特别注意车身造型特征线和曲面部位的设计要与油漆涂装作业匹配,应减少明显的特征棱线或将其改为圆滑弧线过渡。同时,车身结构设计可借鉴乘用车曲面外观设计,减少大平面设计元素,以增加整个车身感光效果。另外,车身结构设计要减少或避免棱角和开孔,确实需要开孔也应避免开

方孔和不规则孔,以减少漆膜弊病并保证油漆整体感光效果。

2.2 合理选配油漆

在选用油漆时要考虑油漆与车身结构的适配性。对于具有大曲面的车身结构,尽量选用添加有表面控制剂和慢干剂的油漆,因为大多数客车工厂并没有恒温恒湿、高洁净度的喷涂车间。针对地域和季节带来的环境温湿度上的差异,还要考虑水性面漆和油性面漆的适用性。水性面漆的固含量一般为 20%~30%,而油性面漆高达 60%~70%,因此水性面漆的平滑性较好,但其喷涂和流平效果受施工环境影响很大,所以水性面漆适合在气候温和的地区使用,同时要求喷涂车间环境较好。此外,相比 1K 清漆,2K 清漆具有更好的填充性,能改善油漆的橘皮长波值和鲜映性 DOI 值^[13],因而能提升油漆的外观光泽。

2.3 优化漆膜结构

为提高客车油漆外观质量,中涂厚膜化涂装工艺逐渐变成一种趋势^[14]。中涂漆厚膜化填充腻子层以缓解其粗糙度对漆面外观质量的不利影响。因为组成腻子层的微粒粒度较大,具有较差的外观表现力,所以腻子层表面漆膜的鲜映性比其他区域低,增加中涂膜厚有利于修复腻子层的表面缺陷,从而提高鲜映性。国内某客车车型一次中涂膜厚可达 50~60 μm ,而且为提高客车外观光泽度,采用两遍喷涂工艺;国外高端客车车型总膜厚达 270 μm ,其主要是增加了中涂膜厚。

对于面漆层,金属漆和珠光漆在满足遮盖力和涂层均匀性的前提下不宜过厚,而单色漆应尽可能厚才能尽显漆面的丰盈与艳丽^[15]。另外,对于清漆层,在成本和力学性能满足要求的前提下,也要尽量厚,这样才能通过其对面漆的修复作用和其本身对外观光泽的贡献提升油漆整体的外观光泽水平。例如,二次罩光清漆工艺就是通过提高清漆厚度来改善面漆表面微观缺陷,从而改善油漆表面特征,有效降低外观橘皮。同时,两遍中涂+两遍清漆的厚膜涂装工艺也可改善漆膜的橘皮和提高漆膜的光亮性和平滑性^[16],从而提高油漆外观光泽。

2.4 优化打磨工艺

客车白车身因为表面感光性差,表面焊渣、毛刺、

杂物等缺陷很难通过目视检出,但经过电泳或底漆喷涂后,表面缺陷就会暴露出来。为了确保进入涂装前的白车身表面无明显缺陷,在对白车身精修打磨后,需设置专门的检查环节:一是在焊装车间收尾工序增加照明灯具,加强对白车身打磨质量的目视检查;二是每道打磨工序后需用手触摸检查。

此外,应用打磨机器人可有效提升底漆和腻子层的打磨质量。打磨机器人可以通过传感器实时监测打磨压力、自身姿势、加速度等多种参数,以提高打磨质量和确保打磨的一致性。同时,随着客车白车身质量的提高,加之机器人打磨技术的应用,中涂免打磨技术将会被广泛应用,从而可通过减少打磨操作来提升油漆外观光泽。

2.5 优化喷涂工艺

不同喷涂工艺对漆膜外观影响很大,通过控制油漆的固含量、喷涂流量、喷枪速度、扇面搭接、喷幅等可有效控制油漆分布的均匀性。喷涂时油漆雾化均匀,油漆流平好,橘皮小,油漆外观将更加光亮。目前国内部分客车厂采用机器人喷涂,但由于面漆颜色的多样化和套色需求,喷涂机器人大都用于喷漆中涂层。随着客车面漆和清漆自动喷涂技术的应用,客车油漆外观光泽将发生质的飞跃。同时,喷涂工艺的稳定性和喷涂过程的细腻程度还需要良好的喷涂环境,即要保持稳定和优良的温湿度和洁净度条件,才能避免油漆外观弊端。因此,客车喷涂设施的升级以及自动化和智能化水平的提高,在保证客车油漆外观光泽方面也很重要。

2.6 新工艺的应用

2.6.1 镀晶工艺

镀晶工艺最显著的特点是在物体表面上形成一层强大纤维网,用来填补车身漆面看不见的细微“毛孔”^[17]。镀晶层具有高亮度,是一层通透清澈的结晶层,极致镜面效果,比普通镀膜厚 2~3 倍,但亮度和光泽却丝毫不减,所以客车高端车型和展会都尝试采用镀晶工艺。对于外观有特殊要求的车型,镀晶工艺也是一个不错的选择。

2.6.2 珠光清漆工艺

珠光清漆是一种不同于普通珠光漆的高级装饰性油漆,其外观色彩斑斓、琳琅满目,但成本高、施工

工序复杂,基本只有高档车型选用。珠光清漆是与幻彩珠光颜料相混合而制成的类似有色罩光用清漆的一类面漆,少量珠光颜料配合实色漆一起使用,成膜色彩鲜艳,装饰性远超常规色漆。相对珠光漆和金属漆,其具有以下优势:①成本较低;②涂层晶莹闪烁、炫彩亮丽、透明感强、装饰性好;③与色漆“湿碰湿”喷涂,双层面施工,操作简单且施工要求低;④可满足颜色鲜艳、高亮度的外观要求。

2.6.3 无遮蔽彩色智能喷涂工艺

对于色彩复杂、图案追求个性化的客车车身,传统的“遮蔽-喷涂-卸遮蔽”彩条套色工艺难以满足高装饰性油漆外观光泽要求。汽车无遮蔽彩色智能精密涂装工艺,以车身为画布快速喷涂出定制化的色彩和图案,可在任意车型、任意部位进行无遮蔽喷涂,其精密喷头可实现直径 0.4~10 mm 的单点或连续线条直接喷涂,涂料利用率接近 100%,且在软件辅助下,可实现不同曲面喷涂轨迹规划。因此,无遮蔽彩色智能喷涂工艺为解决传统彩条套色工艺由于繁琐的施工过程而导致的油漆外观光泽问题提供了方案。

3 结束语

本文围绕提升客车油漆外观质量这一主题,从工艺和技术层面,深入分析和讨论了油漆外观光泽的影响因素,并基于油漆外观提升最新研究成果和涂装技术进展,提出了优化措施,为提升客车车身油漆外观品质提供理论支持和创新方案。

参考文献:

- [1] CHAE Youngjoo. Color appearance shifts depending on surface roughness, illuminants, and physical colors[J]. Scientific Reports, 2022, 12(1): 1371.
- [2] 王明,完颜成功,强俊,等. 油漆外观能力提升创新成果探讨[J]. 现代涂料与涂装, 2023, 26(8): 60-62.
- [3] 俞峰,张志山,吴成,等. 车身油漆外观质量影响因素的研究[J]. 现代涂料与涂装, 2022, 25(1): 21-23.
- [4] 李欣,郭波,易炜. 涂装机器人仿形规划与车身外观工艺调试[J]. 汽车实用技术, 2019(5): 158-161.
- [5] 胡玲,陈向,黄茂韶,等. 客车车身油漆色差原因及控制[J]. 客车技术与研究, 2024, 46(1): 59-62.
- [6] 吴乐芳,王利民,唐翌舛,等. 客车车身表面涂装橘皮表现的改善措施[J]. 客车技术与研究, 2023, 45(1): 50-52.
- [7] 李艳霞,吴吉霞. 浅谈商用车车身结构设计对涂装外观质量的影响[J]. 现代涂料与涂装, 2017, 20(5): 53-55.
- [8] AKAFUAH N, POOZESH S, SALAIMEH A, et al. Evolution of the automotive body coating process - a review[J]. Coatings, 2016, 6(2): 24.
- [9] SALCEDO-HERNÁNDEZ J, GARCÍA-BARRUETABEÑA J, I PASTOR-LÓPEZ I, et al. Predicting enamel layer defects in an automotive paint shop[J]. IEEE Access, 2020(8): 1.
- [10] MEZGHANI S, ZAHOUANI H, PIEZANOWSKI J. Multi-scale characterizations of painted surface appearance by continuous wavelet transform[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2011, 211(2): 205-211.
- [11] SABINA R, B-G R. A measure of perceived quality to secure the polishability of new paint systems[J]. Surface Topography: Metrology and Properties, 2023, 11(2): 024006.
- [12] 胡旭东,张扬明,韩雪芹,等. 客车外观目视化效果提升要素分析与建议[J]. 现代涂料与涂装, 2018, 21(10): 36-38.
- [13] 杨报军,占早华,高文化. 双组分(2K)清漆喷涂机器人升级改造探讨[J]. 电镀与涂饰, 2019, 38(20): 1138-1141.
- [14] 吉学刚,贾连洋,刘建秀. 大巴车涂装技术发展新趋势[J]. 汽车实用技术, 2020, 45(19): 208-210.
- [15] 崔泳,刘士海. 汽车面漆桔皮缺陷的机理分析及其控制[J]. 汽车工艺与材料, 2010(8): 22-25.
- [16] 许淑娟,杨报军,和军强. 油漆外观提升之两遍清漆验证[J]. 汽车实用技术, 2017(23): 122-124.
- [17] 董素芳. 漆面纳米镀晶工艺浅谈[J]. 表面工程与再制造, 2018, 18(1): 25-26.