

利用亮光修补清漆修复亚光漆面的工艺研究

刘平, 向微凡, 李明, 杨航标, 谢小龙, 田双全
(广汽传祺汽车有限公司宜昌分公司, 湖北宜昌 443007)

摘要: 本文分析了亚光车漆的修复现状, 通过优化创新亮光修补清漆体系, 研究亚光漆面修补用新配方, 实现亮光清漆向亚光效果的高效转化; 探究亚光漆面在线局部修复工艺, 实现在线局部喷涂工艺即可精准化修复亚光漆面, 解决汽车行业亚光车型在线返修的难题, 实现了汽车行业亚光漆面修复领域的技术突破, 打破亚光车型产能壁垒, 使得亚光车型得以常态化、批量化生产。

关键词: 亚光漆面; 亮光清漆; 修复工艺; 亚光产能

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)12-0042-04

Study on the Process of Repairing Matte Paint Surface by Bright Light Repair Varnish

LIU Ping, XIANG Wei-fan, LI Ming, YANG Hang-biao, XIE Xiao-long, TIAN Shuang-quan
(Yichang Branch, GAC Motor Co., Ltd., Yichang 443007, Hubei, China)

Abstract: This paper analyzes the current situation of matte car paint repair. By optimizing and innovating the bright clear coat system and developing a new formula for matte paint surface repair, it achieves an efficient transformation from bright clear coat to matte effect. It explores the online local repair process for matte paint surfaces, enabling precise repair of matte paint surfaces through online local spraying, solving the problem of online rework for matte models in the automotive industry. This represents a technological breakthrough in the field of matte paint surface repair in the automotive industry, breaking the production capacity barrier for matte models and allowing for the regular and batch production of matte models. This paper analyzes the current situation of matte car paint repair. By optimizing and innovating the bright clear coat system and developing a new formula for matte paint surface repair, it achieves an efficient transformation from bright clear coat to matte effect. It explores the online local repair process for matte paint surfaces, enabling precise repair of matte paint surfaces through online local spraying, solving the problem of online rework for matte models in the automotive industry. This represents a technological breakthrough in the field of matte paint surface repair in the automotive industry, breaking the production capacity barrier for matte models and allowing for the regular and batch production of matte models.

Key words: matte finish; glossy varnish; repair process; matte production

0 引言

亚光漆的视觉效果主要是通过漆膜结构(清漆层)

收稿日期: 2024-05-24

作者简介: 刘平(1990—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事汽车表面涂装工艺及应用的研究工作。E-mail: liuping@yc.gacmotor.com。

来呈现。常见的亚光漆喷涂后 60°光泽度在 30%~40%, 其微观结构呈现凹凸粗糙结构, 给人一种稳重、低沉、含蓄的感觉, 其原理是通过在清漆主剂中加入少量的高比表面积消光粉, 使光线受漫反射及吸收效应形成亚光效果。目前, 市场上亚光车型占比仅为 3%, 主要是亚光漆面涉及复杂的喷涂工艺要求, 对喷涂环境要求严苛, 且亚光漆面具有独特性且难以修复,

导致亚光漆面批量化较难、造价高^[1],因此亚光漆多用于高端车型的定制生产。

目前,亚光漆漆面修复采用部件更换或整体车身重喷的方式加以解决^[2]。漆面修复涉及打磨、抛光、喷漆等步骤,而亚光漆面经打磨、抛光及喷涂后,漆面光泽和色相均发生变化,导致与原漆面产生差异,影响产品外观。为保证产品外观性能,行业内一般会对不合格品进行亚光漆面部件更换,或对整体车身重新喷涂,但这样会占用节拍,造成生产浪费,降低生产效率。本文目的在于克服现有的亚光漆面无法在线修复的难题,探究一种亮光修补清漆的制备方法,以及利用调配的亮光修补清漆对车辆亚光漆面的修复方法,不仅解决了亚光漆面产品难以直接修复的问题,提升了产品合格率,还有效避免了亚光部件制备过程带来的成本浪费,促使亚光车型得以常态化、批量化生产,攻克亚光车型量产和修复难题。

1 亚光漆面的研究现状

本文研究的亚光漆采用紧凑型 B1B2 工艺进行生产,在 2K 清漆中添加高比表面积消光剂,喷涂成膜形成表面具有凹凸不平微结构的漆面。若采用一般漆面的修复工艺,打磨、抛光会破坏微结构使其变得平滑,宏观上表现为漆面亮光状态,导致与原亚光漆光泽、色相等产生外观商品性差异。目前,行业中一般采用部件更换或整体车身重喷的方式解决亚光漆面缺陷问题,如制备亚光漆构件等^[3]。在漆构件上先制备合格的亮光漆表面,再制备亚光清漆层,或将缺陷漆面打磨后对整体车身重新喷涂。采用部件更换或整车重涂的方式,生产效率低,还会造成极大的成本浪费。蒋连峰等提到,亚光漆关键外观属性是光泽度,按照正常修复工艺基本无法完成亚光漆面修复,因此他们探索了不同返修喷涂工具、油漆调配、烘烤条件对亚光漆面返修的影响,但实现汽车亚光漆面返修还需要继续探究专业技能和经验^[4]。本文旨在提供一种亮光修补清漆的配方及利用调配的亮光修补清漆在线返修亚光漆面的工艺方法,弥补亚光漆面难以修复的行业空白,同时为同行推动亚光漆批量化、常态化生产提供经验。

2 亚光漆面在线修复的可行性研究

为研究亮光漆和亚光漆的区别,我们用放大镜观察两者漆膜表面,发现亮光漆表面光滑,表面粗糙度 < 0.1 μm,在光线照射下主要发生反射现象,镜面效应较好,光泽度 > 70%;亚光漆含有二氧化硅等消光剂,成膜后漆面粗糙度在 1~5 μm,表面具有独特的凹凸不平的颗粒状微结构,呈现光线漫反射效应,表现出亚光视觉效果。

通过对比两者漆膜表面微观差异可知,两者呈现

光泽度差异的关键因素在于漆膜表面粗糙度。发现在亮光漆面正常修复过程中,喷涂一定量的清漆,粒子雾化形成漆膜,可达到亚光效果。因为高雾化的清漆粒子达到微米级时,粒子之间存在较高的临界表面张力,不易凝聚。因此,利用这一原理,验证当亮光修补清漆雾化量不超过一定极限量时,粒子间不会相互黏结形成亮光膜,进而烘干固化可得到亚光涂层。

3 探究利用亮光修补清漆修复亚光漆面的工艺

3.1 探究亮光修补清漆的配方适配性

3.1.1 材料

亮光修补清漆主剂型号为 KINO 6200 2K 清漆;清漆固化剂型号为 KINO 6200 2K 清漆固化剂;清漆稀释剂型号为 KINO 6200 2K 清漆稀释剂。

3.1.2 亮光修补清漆的调配

采用正交试验法,9 个容器分别按序标号 1~9,加入一定量的亮光修补清漆主剂、清漆固化剂和清漆稀释剂。1~5 号控制变量为清漆固化剂,亮光修补清漆主剂、清漆固化剂和清漆稀释剂控制体积比例分别为 1:0.2:1、1:0.4:1、1:0.6:1、1:0.8:1、1:1:1;6~9 号控制变量为清漆稀释剂,亮光修补清漆主剂、清漆固化剂和清漆稀释剂控制体积比例分别为 1:0.6:0.5、1:0.6:1.5、1:0.6:2、1:0.6:2.5。将 1~9 适配溶液使用钢尺充分搅拌均匀,得到亮光修补清漆。

3.1.3 调配的亮光修补清漆雾化喷涂效果验证

将上述所配制的 9 种亮光修补清漆进行雾化喷涂,最终喷涂效果如表 1 所列。

表 1 不同比例配制的修补清漆的喷涂效果

编号	主固稀比例	喷涂方式	光泽度(60°)/%	外观
1	1:0.2:1	雾化	31	固化时间久,无颗粒
2	1:0.4:1		35	固化时间较长,无颗粒
3	1:0.6:1		37	固化时间较短,无颗粒
4	1:0.8:1		34	固化时间较短,无颗粒
5	1:1:1		43	固化很快,颗粒较多
6	1:0.6:0.5		29	固化很快,颗粒较多
7	1:0.6:1.5		36	固化时间较长,无颗粒
8	1:0.6:2		42	固化时间久,无颗粒
9	1:0.6:2.5		41	固化时间久,无颗粒

由表 1 可知,对比 1~5 号试验方案,亮光修补清漆配比中随着清漆固化剂成分增加,固化时间减少,但随着清漆固化剂的增加,使得调配液易固化成小颗粒,喷涂过程中造成漆膜不良;对比 3、6~9 号试验方案,亮光修补清漆配比中随着清漆稀释剂成分增加,固化时间增加。因此,选择适用配比下的亮光修补清漆既能实现雾化亚光效果,又能保证漆面外观品质;亮光修补

清漆主剂、清漆固化剂和清漆稀释剂适配比为1:0.6:1和1:0.8:1,本试验方案中选取适配比为1:0.8:1。

3.2 探究亚光漆面修补用驳口水的适配性

利用亮光修补清漆进行雾化亚光的验证喷涂中,修补漆面虽达到预期的亚光效果,但发现修补的亚光面与原漆亚光面有一圈明显的接口色差,采用一般的驳口水喷涂后,接口色差没有明显的改善,因此,还需要对驳口水配方进行优化改善。

3.2.1 材料

亮光修补清漆主剂型号为 KINO 6200 2K 清漆;清漆固化剂型号为 KINO 6200 2K 清漆固化剂;清漆稀释剂型号为 KINO 6200 2K 清漆稀释剂;驳口水型号为 LACS 2K 驳口水。

3.2.2 亚光漆面修补用驳口水的调配

对亚光修补漆面喷涂驳口水失效原因进行分析,发现一般驳口水主要成分是稀释剂,在烘烤固化过程中大部分稀释剂挥发,仅残留一层透明膜过渡修补层与原漆层,而亚光漆面色相偏暗,未起到两层漆膜间的过渡作用导致色差返现。因此,为解决此问题,我们采用在驳口水中添加适配的亮光修补清漆来改善。

选取10个容器分别按序标号1~9,在10个容器中分别加入一定量的LACS 2K接口水和上述适配的亮光修补清漆,1~9号容器中LACS 2K接口水和适配的亮光修补清漆控制体积比例分别为1:1.5、1:1.4、1:1.3、1:1.2、1:1、1:2、1:3、1:4、1:5;将1~9适配溶液使用钢尺充分搅拌均匀,得到亚光漆面修补用驳口水。

3.2.3 调配的亚光漆面修补用驳口水效果验证

将上述所配制的10种亚光漆面修补用驳口水进行验证,最终效果如表2所列。

表2 不同比例配制的亚光漆面修补用驳口水的接口效果

方案	成分配比		接口效果	判定
	驳口水	亮光修补清漆		
1	1	1/5	严重色差	NG
2	1	1/4	严重色差	NG
3	1	1/3	严重色差	NG
4	1	1/2	色差	NG
5	1	1	色差	NG
6	1	2	轻微色差	NG
7	1	3	无色差	OK
8	1	4	轻微色差	NG
9	1	5	严重色差	NG

由表2可知,对比1~9号试验方案中固定LACS 2K驳口水的量,随着亮光修补清漆成分增加,亚光修补漆面与原漆面接口色差呈现逐渐减轻后变严重趋

势,当LACS 2K驳口水和适配的亮光修补清漆适配比为1:3时,喷涂在亚光修补漆面接口处色差消失。

3.3 利用亮光修补清漆修复亚光漆面的工艺探究

要实现利用亮光修补清漆雾化完成亚光漆面的修复,还需探究修复漆膜的工艺性能。利用亮光清漆的雾化效应形成漆膜时,当雾化层较薄时,较薄的漆膜层不能掩盖住色漆层,且雾化粒子间相互距离较远,化学成分低,导致附着力不足;当雾化层较厚时,雾化层粒子间又会相互联结呈亮光膜。为解决漆膜较薄导致遮盖力不足的问题,提出雾化亚光层下增加一层亮光清漆层,解决遮盖力问题,同时此种方法中亮光清漆层和雾化亚光层同属于一种修补清漆,固化过程中相互间可形成丰富的化学键,还可以同步解决附着力的问题。

进行了3种方案验证亮光修补清漆层和雾化亚光层的可行性,方案1采用“湿碰湿工艺”,在喷涂亮光修补清漆层后,立即喷涂雾化亚光层,喷涂配制的驳口水后进行固化烘烤;方案2中采用“表干碰湿工艺”,在喷涂亮光修补清漆层后,利用高温烘枪快速烘烤漆面使其表干,再雾化喷涂亚光层,喷涂配制的驳口水后进行固化烘烤;方案3中采用“全干碰湿工艺”,在喷涂亮光修补清漆层后,进行烘烤完全固化,再喷涂亚光层,喷涂配制的驳口水后再进行固化烘烤。对上述3种方案喷涂过程和漆膜结果进行观察和附着力性能测试,结果如表3所列。

表3 不同比例配制的亚光漆面修补用驳口水的接口效果

方案	喷涂工艺	结果
1	“湿碰湿”工艺	雾化亚光层与亮光清漆层融为一体,整体呈亮光效果
2	表干碰湿工艺	整体呈亚光效果,固化后复合层附着力合格
3	全干碰湿工艺	整体呈亚光效果,固化后存在少量漆膜掉落现象

由表3可知,方案1采用“湿碰湿工艺”,雾化喷涂时雾化亚光层会快速融合进湿润的亮光修补清漆层,修补漆面呈亮光效果;方案2采用“表干碰湿工艺”,使用高温烘枪表干亮光修补清漆层,再雾化喷涂亚光清漆层,表现出良好的亚光效果,再用配制的驳口水消除亚光修补漆面与原亚光漆面的接口色差,使整体漆面外观表现出一致性,修补复合漆膜完全固化后,经百格刀测试附着力性能合格;方案3采用“全干碰湿工艺”时,在全固化的亮光修补清漆表面雾化喷涂亚光清漆层,漆面虽然达到亚光效果,但固化后的修补复合漆膜经百格刀测试少量漆膜掉落,附着力性能不合格。综上所述,采用方案2“表干碰湿工艺”可实现亚光漆面的修复。

对其固化原理研究发现,2K 清漆的固化过程中,异氰酸酯交联反应是其核心化学机制,清漆主剂中多元醇结构(—OH)与固化剂中异氰酸酯基团(—NCO)发生化学反应形成三维网络结构,可赋予坚硬及高强度的漆膜结构。对比方案 2 和方案 3,方案 2 中表干的亮光修补清漆层中含有丰富的活性基团,能更好地与雾化亚光清漆层聚合成键,丰富的化学力更符合附着性能要求;方案 3 中亮光修补清漆层完全固化,游离的活性基团很少,与雾化亚光清漆层仅通过部分氢键结合,附着力较差。

3.4 利用亮光修补清漆进行亚光漆面在线局部修复的工艺总结

进行了亮光修补清漆、驳口水的配方优化探究,以适用于亚光漆面的局部返修,通过雾化喷涂方式解决了亮光修补清漆转换为亚光效应问题,通过增加亮光修补清漆层解决了遮盖力和附着力问题。

综上,我们自主开发出亚光漆面的在线局部修复工艺如下所述。

步骤 1 喷漆前处理:将漆面缺陷使用砂纸完全打磨消除,打磨后使用擦拭布擦净打磨灰,并确认打磨面平整度,保证无阶梯状不平,再使用酒精将打磨面擦拭干净,吹干后得到整洁的待喷面;将附近无需喷涂部位,在棱线处张贴遮蔽纸,防止漆雾污染;

步骤 2 色漆喷涂处理:在整洁待喷漆面上往复多次均匀喷涂修补色漆,直至修补色漆掩盖住打磨痕迹,且喷涂区域保持色泽一致,得到预修补色漆面,然后烘干预修补色漆面,得到整洁的修补色漆漆面;

步骤 3 亮光修补清漆喷涂处理:在修补色漆漆面上进行喷涂配制的亮光修补清漆,往复多次均匀喷涂直至亮光修补清漆掩盖住修补色漆漆面,然后手持高温烘枪,快速均匀烘烤亮光修补清漆漆面约半分钟,得到表干的亮光修补清漆漆面;

步骤 4 修补清漆雾化喷涂处理:将喷枪吐出量调整到最小,扇幅调至最大,在表干的亮光修补清漆漆面上均匀雾化喷涂配制的亮光修补清漆,直至雾化亚光修补清漆层掩盖住亮光修补漆面,且喷涂区域保持亚光色泽一致,达到原亚光漆面色相一致性,得到亚光修补清漆漆面;

步骤 5 亚光修补漆面与原亚光漆面接口处理:在亚光修补漆面与原亚光漆面接口处喷涂上述配制的驳口水,直至亚光修补漆面与原亚光漆面接口处色差消失,拆掉张贴的遮蔽纸,使用酒精擦拭喷涂周边漆雾,得到亚光修补漆面;

步骤 6 亚光修补漆面烘烤处理:使用烤灯正对着亚光修补面中心进行烘烤 15 min,使喷涂面均匀受热

干燥,注意烘烤过程中避免局部温度过高或过烘烤引起漆面不良,修补复合漆膜完全固化,即完成亚光漆面在线局部修复。

4 结语

本文通过修补漆配方创新和工艺革新,实现了汽车行业亚光漆面修复领域的技术突破;通过优化创新亮光修补清漆体系,自主研发亚光漆面修补用新配方,实现亮光清漆向亚光效果的高效转化;首创亚光漆面在线修复工艺,实现亮车型同质化在线局部喷涂工艺即可精准化修复亚光漆面,解决汽车行业亚光车型在线返修的难题,填补行业空白^[5]。本创新工艺兼容亮光型与亚光车型同线生产模式,具备高兼容性和高量产性,使亚光车型在线流动合格率由 40% 提升至 90%,打破亚光车型产能壁垒,使得亚光车型得以常态化、批量化生产。主要结论如下:

1) 亮光修补清漆的调配

调配的亮光修补清漆既实现雾化亚光效果,又保证漆面外观品质,亮光修补清漆主剂、清漆固化剂和清漆稀释剂最佳适配比为 1:0.8:1,配制混合溶液充分搅拌均匀。

2) 接口水的调配

为解决亚光修补漆面与原漆面接口色差,通过一定量的接口水(LACS 2K 接口水),按 3:1 体积比例加入上述所配制的亮光修补清漆,将配制混合溶液充分搅拌均匀。

3) 利用亮光修补清漆修复亚光漆面的工艺探究

按正常漆面修复工艺进行色漆修补,在喷涂修补清漆层时,第一层喷涂形成亮光清漆修补层,完全遮盖修补色漆层,快速表干得到亮光修补清漆层;第二层修补清漆层采用雾化形式,喷涂形成亚光修补层,再经过配制的驳口水处理亚光修补漆面与原亚光漆面接口色差,达成色相一致性,最后完全固化复合修补层即可得到合格的亚光修补漆面。

参考文献:

- [1] 邓俊杰,李明,郭江华,等.关于亚光漆喷涂工艺探究[J].现代涂料与涂装,2022(9):28-31.
- [2] 李淑贞.亚光清漆车身 B1B2 工艺的返喷性研究[J].现代涂料与涂装,2020(6):11-13.
- [3] 郑福斌.一种亚光漆构件及其制备方法:CN116329055A[P].2023-06-27.
- [4] 蒋连峰,赵肖泽.浅析亚光漆面返修质量[J].现代涂料与涂装,2024(5):24-37.
- [5] 刘平.一种修补清漆的制备方法及车辆亚光漆的返修方法:CN117659869A[P].2023-11-06.