

汽车涂装亚光色批量生产方法研究

李明, 钟明强, 邓俊杰, 郭江华, 张宝林, 汪逸

(广汽乘用车有限公司宜昌分公司, 湖北 宜昌 443007)

摘要: 亚光色光泽度低, 给人典雅、柔和目视效果, 越来越受消费者喜爱, 但亚光漆面无法使用常规亮光色漆面缺陷处理方法, 因此本文对喷涂前准备、喷涂过程中工艺问题、漆渣控制、生产组织进行探究, 梳理控制漆面缺陷方法, 为同行实现汽车涂装亚光色批量生产提供思路。

关键词: 亚光色; 工艺控制; 漆渣控制; 排产限制; 批量生产

中图分类号: TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2024)03-0048-04

Study on the Mass Production Method of Automobile Coating Matte Color

LI Ming, ZHONG Ming-qiang, DENG Jun-jie, GUO Jiang-hua, ZHANG Bao-lin, WANG Yi

(GAC Motor Company Limited Yichang Branch, Yichang 443007, Hubei, China)

Abstract: The matte coating which has a low gloss, becomes more and more popular for automobile coating, with features such as elegance, softness and so on, the flaws of matte coating can't be repaired by means of conventional method for bright coating. Therefore, this paper explores the spraying preparation, spraying process problems, paint slag control and production organization, method of combing and control paint defects, for peers to achieve the mass production of automotive painting matte color to provide ideas.

Key words: matte shades; process control; reduction of paint slag; restriction of production scheduling; mass production

0 引言

随着汽车涂装材料的不断发展与进步, 单光清漆也由最初的单组分逐步转化为双组分清漆。汽车涂装领域单组分清漆多为丙烯酸/氨基体系和酸/环氧/氨基体系, 双组分清漆为聚氨酯体系, 其中 A 剂为丙烯酸树脂, B 剂为异氰酸酯, 在漆膜外观上双组分清漆的优势是耐刮擦性和高饱满度外观商品性。但是汽车外观仍无法满足客户个性化需求, 车身通过打磨、贴膜(聚对苯二甲酸乙二醇酯多层膜)等措施, 使得汽车漆面柔和、富有质感, 实现漆膜消光的目的。为了满足客户个性化需求, 亚光清漆材料在汽车涂装行业的运用更加广泛, 但是亚光漆面由于漆面光泽度低, 漆面缺陷无法

通过常规的打磨、抛光处理进行修复, 必须在喷涂前和喷涂中避免漆面缺陷的产生^[1], 因此亚光色漆面无法通过传统亮光返修方法修复成为批量生产的行业难点课题。

1 汽车涂装清漆发展现状

双组分清漆在汽车涂装领域应用广泛, 其原漆 A 剂主要由树脂、抗紫外线助剂、溶剂和少量添加剂组成, B 剂主要由异氰酸酯、溶剂和催化剂组成, A 剂与 B 剂混合后在一定温度下反应形成单光漆膜, 具有抗紫外线、耐刮擦性能, 起到保护色漆的功能^[2]。

1.1 亚光漆面形成原理

亚光漆面形成主要有两种方法: 降低漆面折射率和提升漆面粗糙度。本文讲述的亚光漆面是通过在清漆中添加适量消光粉, 提升漆面粗糙度形成亚光漆面的效果(漆面光泽=物体反射光通量/标准玻璃反射光通量, 测量角度为 20°、60°和 85°), 亚光漆面效果主要通过 G60°(60°光泽度)评价。亚光清漆由于表面粗糙,

收稿日期: 2023-03-17

作者简介: 李明(1991—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事汽车表面涂装工艺设计、涂装新色开发工作。E-mail: m15071021446@163.com。

光源照射在漆膜上会形成散射，导致人眼目视光泽度低，给人舒适、柔和的质感。

1.2 亚光漆面特点

与传统 2K 亮光清漆相比，亚光漆具有高透明、高消光效率、高硬度和优良遮盖的特点。高消光效率主要通过原漆中加入少量高比表面积的消光粉（如孔隙率 85% 的石蜡粉、二氧化硅等），形成漆膜表面粗糙，其中消光粉折射率与原漆中树脂相近，因此底层色彩颜色仍能体现^[2]。高硬度主要是固体粒子填充使得漆面硬度提升，优良遮蔽主要体现在漆面粗糙使得目视敏感度降低，即使有小颗粒也无法分辨。亚光漆膜 SEM 微观结构见图 1。

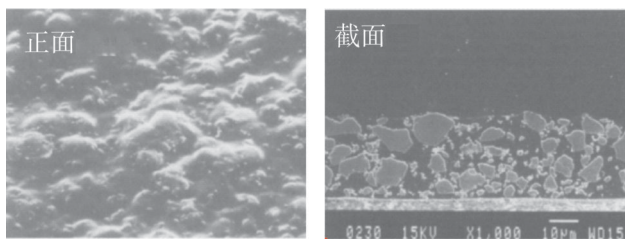


图 1 亚光漆膜 SEM 微观结构(放大 100 倍)

2 生产技术検証

2.1 电泳车身处理方法

由于亚光漆面无法采用打磨、抛光及人工喷涂修复漆面缺陷，因此在车身喷涂加工过程中应避免产生漆面缺陷，提升品质合格率。

亚光漆喷涂前电泳车身处理就应尽量减少造成漆面品质缺陷的物质带入，电泳车身处理流程和方法如下：1)采用 1 000 目及以上的砂纸对缺陷进行湿打磨，打磨方式采用“圈磨”；2)车身电泳完成后进行辅助喷涂的车门限位器安装，减少喷涂开、关门时限位器摩擦产生漆渣；3)整车内、外表面使用酒精擦拭和压缩空气吹尘，除去黏附在车身上的污渍、颗粒等。

2.2 喷涂机器人清洗程序与材料匹配性

由于亚光清漆材料中含有大量消光粉，因此高光清漆的清洗程序无法满足其清洗要求。针对亚光清漆清洗程序进行优化验证测试，在清洗达标的前提下对比各清洗项目耗时，测试结果见表 1。

表 1 亮光与亚光清漆清洗程序耗时对比

清洗项目	管路清洗	旋杯清洗	成型罩清洗
同色清洗(亮光)		10	4
同色清洗(亚光)		12	5
换色清洗(亮光)	10	10	6
换色清洗(亚光)	13.5	12	7.5

由表 1 可知，亚光清漆同色清洗时间比亮光耗时长 3 s，换色清洗时间比亮光耗时长 7 s，因此针对亚光清漆材料需对喷涂机器人清洗程序进行匹配优化，避免出现清洗不干净导致溶剂点或清漆缩孔等品质不良。

2.3 喷涂机器人参数与材料匹配性

本文采用一种模拟现场喷涂验证方法，操作步骤如下：1)使用现场喷涂机器人(FAUNC P250-IB)编辑喷涂轨迹程序，喷涂速度 650 mm/s，喷枪离工件距离 250 mm，喷涂轨迹间距 100 mm(与现场一致)，设定合理喷涂参数使涂料喷涂扇幅直径达到 300 mm；2)在满足工况前提下，同时采用步骤 1)完成清漆喷涂，喷涂完成后静置 5 min，然后放入 140 °C 烤箱烘烤 20 min。在喷涂吐出量、旋杯转速和静电高压一定的前提下，采用上述试验方法，利用两因素三水平正交试验，使用不同的成型空气喷板(斜孔成型空气 SA1、直孔成型空气 SA2)，通过扇幅直径、膜厚均一性评价，得出最优喷涂成型空气。试验结果见表 2。

表 2 喷涂成型空气对亚光清漆喷涂的影响

序号	SA1 /(SL·min ⁻¹)	SA2 /(SL·min ⁻¹)	扇幅直径 /mm	膜厚 /μm
1	400	100	330	9~15
2	450	100	330	10~15
3	500	100	320	10~14
4	400	150	320	9~14
5	450	150	320	10~15
6	500	150	300	11~14
7	400	200	310	10~15
8	450	200	300	11~15
9	500	200	300	12~14

由表 2 可知，当 SA1、SA2 为 500、200 SL/min 时，亚光清漆喷涂扇幅直径和膜厚均一性最优。此外，当成型空气总流量越大时，喷涂形成扇幅直径越小，对漆雾控制效果较好。

2.4 清漆膜厚对光泽度的影响

本文在中涂、色漆层喷涂膜厚一致的前提下，探究清漆喷涂膜厚对亚光漆面光泽度影响。以亚光绿为例(表 3)，在中涂、色漆膜厚不变的情况下，当清漆膜厚越厚，漆膜 60° 光泽度呈现先上升后趋于不变的趋势。因此，通过喷涂参数调整亚光清漆膜厚，改变漆膜光泽度，调整范围有限，当膜厚调整无法满足光泽规格需求时，建议采用材料配方优化。

表 3 清漆膜厚与光泽度的关系

项目	膜厚/ μm			
	35	40	45	50
光泽度(60°)/%	35	37	39	39

3 喷涂过程保证

3.1 亚光清漆材料管理

亚光清漆中有大量消光粉,若涂料长时间在系统中循环未更新,会产生消光粉絮凝现象,导致亚光漆面光泽度上升,失去亚光质感,因此对于亚光清漆管理显得格外重要。

通过现场实践,总结涂料管理措施如下:1)非生产时间亚光清漆系统每 72 h 压力模式循环 2 h;2)产量不大且间断式生产时,涂料循环系统缸体维持低液位;

3)亚光清漆系统超过 15~20 d 未更新,置换 50%~80% 涂料后进行生产,超过 20~30 d 未更新,置换 80%~100% 涂料后进行生产。

3.2 亚光漆喷涂工艺问题控制

由于亚光清漆无法通过喷涂过后进行漆面人工修复,因此只能从喷涂过程中控制漆面缺漆、流挂和起泡等工艺问题发生。喷涂工艺问题控制措施见图 2。

1)环境温度波动管理:涂料黏度、清洗溶剂温度、喷房温湿度、车身温度(包括喷涂前、闪干炉烘烤后)和压缩空气温度采用冬夏季模式进行精细化管控;2)涂料管理:主要有涂料批次切换验证,更新率与停产置换管理标准和涂料施工窗口优化保证稳定性;3)设备过程参数稳定性保证:主要有风平衡、闪干炉脱水率和面涂炉温曲线监测。

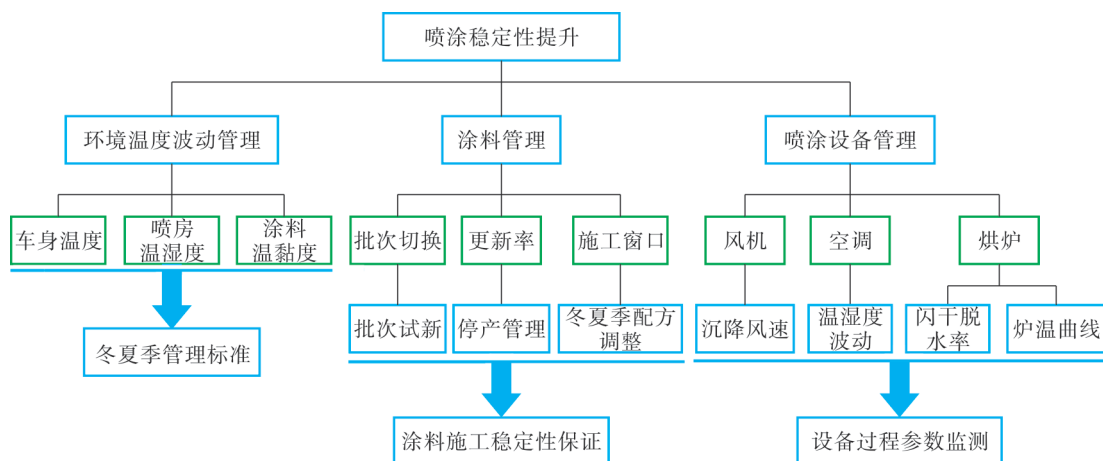


图 2 喷涂稳定性提升系统

3.3 喷涂过程中漆渣、颗粒预防

喷涂过程中产生漆渣、颗粒主要分为两类:机器人作业中本体积漆脱落产生和喷涂、烘烤环境中附着在车身。针对机器人作业过程中漆面漆渣控制措施如下:

1)色漆内板机、尾盖内板喷涂开盖机器人自动擦拭,防止喷涂过程中过喷漆雾在挂钩上聚集后开盖时甩落在车身上形成漆渣;

2)色漆、清漆内板开门机器人开门轨迹优化,防止开门过程中工装上聚集漆泥摩擦脱落在车身,烘烤后形成漆渣;

3)机器人本体 1~3 轴使用防静电薄膜包覆(更换频次 1 周/次),并涂抹凡士林捕捉喷房的漆雾,4~6 轴采用不产生纤维丝材质小袖套包覆(更换频次 2 次/班),防止机器人关节部位积漆,清漆机器人本体 4~6 轴除渣、清洗机密封圈疏通和保养(频次 1 周/次)。

针对环境中产生漆渣、颗粒控制措施如下:

- 1)电泳车身洁净度控制,采用鸵鸟毛擦拭;
- 2)滑橇清洁,面涂滑橇各工序出入口使用尼龙-钢制毛刷进行清洁,减少灰尘带入烘干炉;
- 3)喷房壁板、静压室顶棉支撑网滚尘,除掉油污、漆渣;
- 4)闪干炉、烘干炉滤材更换保洁项目、频次标准化。

4 生产组织管理

4.1 亚光色排产限制

为保证亚光色批量生产在线流动,需对生产组织排产方面进行条件限制。以日产量 400 台为例,在不影响正常流动的前提下,对当日生产中亚光色数量、排产间隔及日产量的关系进行梳理,得出颜色排产方式,见表 4。

由表 4 可知,在日产能 400 台的前提下,单批次排产亚光颜色流动数量不超过 25 台最优,当日亚光色生

产颜色越单一,产能损失越小;当亚光颜色超过2种时,排产数量不超过50台,且亚光色种类越多,产能损失越大,其主要原因是颜色种类多,导致返修部件制作周期长。

表4 亚光色颜色排产对产能的影响

亚光色数量	排产需求	日产量	生产损失比
任意1种	亚光色单批次最高不超过25台;批次间隔大于120台	日产量400台,当日亚光60台	1:1.5
任意2种	亚光色单批次最高不超过20台;批次间隔大于150台	日产量400台,当日亚光50台	1:2.0
任意3种	亚光色单批次最高不超过15台;批次间隔大于150台	日产量400台,当日亚光50台	1:2.5

4.2 亚光色喷涂后流动方式

为了保证亚光色连续正常流动,喷涂完成后采用如下措施:1)前后翼子板部位粘贴白膜,避免漆后外伤;2)不合格车采用换件方式进行拼凑合格车,并提前

(上接第42页)忆功能的控制器中),系统会根据检测到的信号与设定的值进行比较,经过复杂的运算,自动输出控制信号。对于温度的控制,系统输出模拟量信号去驱动执行部件,调节阀门的开启,从而改变介质的流量,保证温度的稳定。对于湿度的控制,中央控制系统根据加湿需要输出多路控制信号去控制每路加湿;控制系统也可以采用蒸气加湿,此时控制系统输出的比例调节信号去驱动电动执行器带动阀门实现调节加湿量的目的,既满足加湿要求,又节约能量,保证喷涂线的温湿度,可以提高喷漆质量。

4.2 控制系统设备

1)温湿度传感器:采用电容湿度敏感元件,提供安装法兰和电缆套,低功耗,线性响应,使用方便,标准信号输出。

2)中央控制单元:可以进行温湿度的显示、设置,可以输入标准信号,输出相应的加热加湿信号。

3)加湿器主机:控制系统发出加湿信号时,加湿器主机启动。

4)多路电磁阀:加湿器主机启动后,用以实现加湿的分级控制。

5)驱动器:带有行程控制盘、手动旋钮及弹簧复位,运行时间120s,行程40mm。

6)外部输入:整个空调系统中的其他报警或显示

加工备件对应换件生产;3)联合整车外观评价部门适当放宽亚光车品质基准。

5 结语

本文主要梳理亚光色批量生产在喷涂前品质管控、喷涂过程中漆面工艺问题、漆渣颗粒控制及生产组织方法的影响因素,得出如下结论:1)喷涂前准备,包括电泳缺陷的处理方法,辅助喷涂工装由电泳前变更为电泳后安装,设备清洗程序、喷涂参数与材料匹配性验证,以及清漆膜厚与光泽度关系;2)喷涂过程保证,包括亚光清漆循环系统管理方法,喷涂工艺问题控制和喷涂漆渣、颗粒控制;3)生产组织管理,包括亚光色排产限制和喷涂后采用换件或返喷流动方式。

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] 赵旭星,林海,冉浩.原厂汽车漆单/双组分清漆耐擦伤性对比研究[J].涂料技术与文摘,2015(1):7-9.
- [3] 郑晓波,张冬华,陈雪芳,等.水性木器涂料中不同类型消光粉的研究[J].中国涂料,2022(7):36-48.

信号都可以在此实现。

7)除菌:定时排水,避免由于时间的积累有细菌孳生,达到除菌的目的。

8)阀门:法兰连接用在供热、通风和空调系统中,作为控制或截止阀允许介质(热水、冷冻水)。

9)报警:对于控制系统中不允许出现或最好不要出现的现象进行声光报警。

5 结语

涂装车间的加湿、降温、除尘原理及应用是一个需要细化、深入的课题,对各工位进行分类、分析,确定各工位需要的温度、湿度、防尘等级之后,去规划它们所需的环境。在这之前,首先要对加湿、降温、除尘的原理有正确的认知,才能去发现行业应用的或者未来应用的升级技术,根据工艺条件,来选择合适的技术和系统。

参考文献:

- [1] 仓里.涂装工艺[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [2] 王能.雾化加湿除尘系统在涂装车间的设计及应用[J].现代涂料与涂装,2019(6):67-70.
- [3] 樊时伟,李治国,李建国,等.喷雾加湿技术在涂装车间的应用实例[J].现代涂料与涂装,2016(1):66-68.
- [4] 李文峰,李德有,任河.涂装现场常用的几种加湿方法[J].汽车工艺与材料,2008(12):19-22.