

# 浅谈 B1B2 涂装工艺高外观清漆的应用

王伟, 申 标, 完颜成功, 韩华全, 陶 磊  
(奇瑞汽车股份有限公司, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:** 介绍了涂装车身鲜映性的影响因素, 主要通过提高清漆的流挂极限及流平时间来改善外观质量。

**关键词:** 鲜映性; 长波; 流平时间; 流挂极限

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)01-0047-04

## Application of Excellent Appearance Performance Varnish on B1B2 Painting

WANG Wei, SHEN Biao, WANYAN Cheng-gong, HAN Hua-quan, TAO Lei  
(Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui, China)

**Abstract:** The influence factors of painted body vividness are introduced. The appearance quality was mainly improved by raising the hanging limit and leveling time of varnish.

**Key words:** vividness; long wave; leveling time; hanging limit

### 0 引言

通过高质感材料性能提升、工艺设备能力提升、工艺技术水平提升, 让油漆车身质量从精致质量向魅力质量转变, 建设质量领先、节能环保、柔性高效的智能化涂装; 高外观清漆的应用, 能降低长波数据, 增加车身的鲜映性。

汽车涂装是所有工业涂装中最早进行清洁生产和 VOC 治理的行业, 其中 GB 24409—2020《车辆涂料中有害物质限量》对 VOC 限量及有害物质限量, GB/T 38597—2020《低挥发性有机化合物含量涂料产品技术要求》对 VOC 限量, 《2021—2022 年秋冬季大气污染综合治理攻坚方案》涉及 VOC 治理突出问题排查整治, 《碳排放权交易管理办法(试行)》和《2030 年前碳达峰行动方案》涉及二氧化碳的排放控制。所以涂装的发展趋势要满足环保要求, 清漆的发展方向也是向环保看齐, 油漆产品环保要求见表 1。

### 1 水性 B1B2 工艺介绍

#### 1.1 B1B2 工艺流程

面漆分为色漆喷涂和清漆喷涂两部分, 特点是颜

色全覆盖, 外观性能好, 内腔免喷中涂, 降低设备投资, 进一步降低能耗及二氧化碳排放, 满足各档次车体外观性能要求。

表 1 油漆产品环保要求

分类	类型	GB 24409—2020 限量值/(g·L <sup>-1</sup> )	GBT 38597—2020 限量值/(g·L <sup>-1</sup> )
水性漆	电泳底漆	≤250	≤200
	中涂	≤350	≤300
	底色漆	≤530	≤420
	本色面漆	≤420	≤350
溶剂型漆	中涂	≤530	≤500
	底色漆	≤750	
	实色漆		≤520
	效应颜料漆		≤580
	本色面漆	≤550	≤500
	亚光清漆	≤600	
	单组分清漆	≤550	≤480
双组分清漆	≤500	≤420	

根据装饰性和耐腐蚀性需求, 多种清漆面漆体系可供选择。B1B2 工艺流程为: 电泳打磨后车体→擦净→B1 外喷→B2 内喷→B2 外喷→闪干→清漆内喷→清漆外喷→检查修正→流平→烘干→修饰。

收稿日期: 2023-03-28

作者简介: 王伟(1988—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事汽车涂装工艺开发质量策划等工作。E-mail: wangwei\_0715@126.com。

## 1.2 施工工艺条件

1) 标准温湿度条件: 温度(23±2)℃, 相对湿度(65±5)%。温度过高/湿度过低: 挥发速率过快, 漆膜干燥太快, 外观变差; 温度过低/湿度过高: 挥发速率太慢, 漆膜干燥速度过慢, 容易存在流挂风险。

2) B1 喷涂: 闪干时间 3~8 min。过短: 流挂风险; 过长: B1 太干影响 B2 的润湿流平。

3) 根据 B2 种类(金属漆、实色漆)或根据供应商建议, B2 选择 1 站或 2 站进行喷涂; 闪干时间 2~5 min。

4) 脱水: 通常为 80℃; 烘烤时间 5~8 min, 标准保温时间不低于 5 min; 保证脱水率>85%, 新风空气含水率越低越好, 通常为 10~12 g/kg。

5) 通常配套 2K 清漆 1 站或 2 站涂装, 流平时间 6~10 min; 140℃(或参考清漆烘烤窗口)烘烤时间 25~30 min, 标准保温时间不低于 20 min。

## 1.3 工艺特点

1) 因水性涂料喷涂时水分难以挥发, 其 2 min 涂着固体分为 28%~34%, 因此涂装清漆前需要进行闪干, 闪干后涂着固体分控制在 85%~90%。

2) 闪干炉参数要求: 风速一般>10 m/s, 升温时间约 3 min, 保温时间约 2 min; 强冷温度一般设定为 20℃, 时间约 3 min; 喷清漆前车体温度要求 35℃以下; 热风循环中绝对含水量 6 g/m<sup>3</sup> 以下。

3) 为保证油漆车身的外观质量, 阴极电泳漆膜的粗糙度必须小于 0.3 μm。

4) 烘干阶段升温控制: 110℃是升温阶段第 1 平稳段的合适温度, 通过烘干炉的阶段升温, 延长在烘干炉段的流动时间以提高外观。

5) 面漆烘干段通常分为升温 1 段、保温 1 段、升温 2 段、保温 2 段, 其中升温 1 段参数为 110~130℃, 一般升温时间为 3~5 min, 保温 1 段保温时间为 5~10 min; 升温 2 段参数为 140~160℃, 升温时间 3~5 min, 保温 2 段保温时间 20 min; 其中升温 1 段+保温 1 段+升温 2 段>10 min, 清漆喷涂完成后流平时间 7~10 min 进入面漆烘干室。

## 2 2K 清漆介绍与应用

### 2.1 2K 清漆材料特性

1) 主要成分: 聚酯、丙烯酸、氨基、防流挂树脂。

2) 1/2 站喷涂工艺: 40~50 μm 膜厚。

3) 固化剂: 主要为聚异氰酸酯, 占比 30%。

4) 施工黏度: 约 50 s(涂-4 杯, 23℃)。

5) 闪干条件: 7~10 min。

6) 烘烤条件: 140℃, 20 min(钢板温度)。

7) 清漆具有优异的耐腐蚀功能、耐擦伤性能, 出色的耐候性, 优秀的施工作业性, 具有更好的外观效果,

具体表现在长短波和鲜映性, 施工窗口宽(特别是喷漆室温湿度波动大的情况下)。

### 2.2 2K 清漆同 1K 清漆比较

1) 优势: 外观更好, 耐环境腐蚀更好, 较低的交联温度。

2) 劣势: 有毒性(异氰酸酯), 工艺相对复杂。

3) 相似处: 耐久性, 耐刮擦性, 抗石击。具体参数对比见表 2。

表 2 清漆参数对比

项目	1K 清漆	2K 清漆	高外观 2K 清漆
材料	丙烯酸/氨基树脂	丙烯酸	改进树脂
耐腐蚀	8	6	4.5
外观(R 值)	7~8	8~9	8~9
室内刮伤/%	60	30	48
室外刮伤/%	20	30	40
表层破坏/mN	8	9	13
塑性变形	0.36	0.55	0.41

### 2.3 施工工艺要求

1) 油漆循环系统需用不锈钢材料。

2) 油漆温度控制和 1K 清漆是一样的。

3) 需要 2 套固化剂系统。

4) 固化剂需要氮气密封。

5) 固化剂体积混合比, 清漆: 固化剂 = 100:30(体积比)。

6) 2K 清漆的工艺相对复杂些, 但可控且很久前就已经商业化使用, B1B2 色漆施工参数见表 3, 清漆施工参数见表 4。

### 2.4 反应机理

1K 清漆为缩聚反应(漆膜有收缩), 2K 清漆为加成反应(漆膜无收缩)。

### 2.5 清漆流平理论

1) 漆膜厚度是影响流平的最重要因素。

2) 黏度也是重要的因素之一, 但是要考虑触变性, 避免产生流挂。

3) 2K 清漆在流平上的表现不如 1K 清漆, 因为 2K 清漆中的六亚甲基二异氰酸酯三聚体的颗粒比 1K 清漆中的氨基树脂大。

4) 2K 清漆对底材遮盖性比 1K 清漆更好, 因为 2K 清漆主体树脂反应时无小分子放出, 漆膜收缩率更小。

5) 流动/流平取决于重力影响。

### 2.6 外观定义以及影响要素

1) 橘皮: 橘皮是漆面目视感官上感觉到的品质, 目视漆膜表面上映照出的成像物的扭曲程度, 感受到的

表3 B1B2色漆施工参数

项目	条件	参数	检测方法
稀释	去离子水	0~3%	
黏度(旋转黏度计)	23 °C	140~180 mPa·s	CAP-2000+
黏度(流体杯)	25 °C	45~55 s	DIN4# 杯
固体分	(1.0±0.2) g, 125 °C, 1 h	B1>36%, B2>20%, 2K CC(混合后)>54%	GB/T 1725—2007
密度	(23±1) °C	0.9~1.2 g/mL	GB/T 6750—2007
细度		B1<10 μm	GB/T 1724—1989
pH	(23±1) °C	8.0~9.0	pH 计测量
闪点		>60 °C	DIN EN ISO 3679
浮色	室温贮存	无	目视
B2 金属色漆发气测试	40 °C, 14 d, 50 g 油漆测试发气量	<10 mL	爱卡特发气装置
预烘干条件	预烘脱水率>85%	88%	
贮存稳定性	5~35 °C, ≥6 个月	≥6 个月	

表4 2K 清漆施工参数

项目	施工参数	检测方法
固化剂	各厂家各种牌号 2K 清漆不同	
配套稀释剂	各厂家各种牌号 2K 清漆不同	
清漆与固化剂配比	(2.9~3.0):1(质量比), (3.0~3.2):1(体积比)	
原漆稀释率	1~5	
施工黏度(涂-4 杯, 25 °C)/s	25~33	GB/T 1723
喷涂方式	旋杯喷涂或手工静电喷涂	
施工膜厚/μm	45~55	企业标准/国家标准
流平时间/min	5~10	贴马口板检测膜厚
烘烤条件	140~150 °C/25~30 min(保持状态)	与底漆、清漆配套后烘烤
流挂 & 痂子极限/μm	≥55	梯度膜厚测量方法

橘皮好坏的一种目视感觉。

2) Wave Scan 测量原理:通过激光照射漆膜表面,把反射回来的光分解成各种波长,把每个波长的凹凸成分转化为数值。Wave Scan 数据和目视评价在某种程度上具有一致性。

3)橘皮可以认为是由漆膜表面的凹凸来决定的,因此在考虑影响橘皮因素时,先理解漆膜形成过程中发生橘皮的机理是非常重要的。

4)底材对外观的影响:建议对日常电泳和中涂外观进行监控,建议一周测量 1~2 次,并作出质量监控范围;电泳的外观水平对目前运行的所有集成工艺涂装外观质量都有着重要的影响。

5)烘烤位置对外观的影响:通常水平面的外观要远远好于立面外观,这个跟不同位置材料的流动特性有很大的差异有关系;针对水平面外观要求较高的主机厂,可以通过一些工装将这些部件撑起做到更加水

平。

6)材料的润湿性和涂膜均匀度对外观的影响:材料润湿性的改善需要兼顾流挂、发花吹皱(针对水性漆)、白点(针对水性漆)以及针孔气泡等缺陷;车身膜厚的优化同时也需要兼顾流挂、针孔、气泡、肥边等缺陷;轨迹参数的优化对整体车身目视外观均匀度起着非常重要的作用。

### 3 油漆外观改善建议

1)降低闪干炉初始温度和风速设置,实行多段式升温、升风速;保证充分的闪干时间;保证较低的空气含水量。

2)闪干后强冷车身温度<30 °C。

3)2K 清漆流平升温:保证室温到 9 °C 的升温时间>5 min,同时 110~130 °C 为热流平最佳温度,需充分保证其升温段时间。

4)成熟涂料和设备供应商是高品质外观的必要条

件,外观是底材工艺和材料的综合表达。

5)长波与短波数据标准可以满足大部分质量要求。

6)越来越多的主机厂引入目视外观评测方法,但是需要统一标准,而不是主观判断。

7)特殊工艺(如4C3B)可以达到很高的外观高度,但是工艺成本和控制很难,不适合量产。

8)越来越多的主机厂开始重视工艺参数调整,设备仿形能力以及车型结构对外观的影响。

9)2K 清漆的应用有利于提高目视外观。

#### 4 结语

汽车涂装将快速向水性中涂、水性色漆转变,能源

消耗和环境保护将会促使新型紧凑型工艺的发展,B1B2+2K 清漆工艺是大批量经济型车型涂装发展的趋势,高端车型都在使用水性中涂、水性色漆和 2K 清漆。

#### 参考文献:

- [1] 仓里.涂装工艺[M].北京:化学工业出版社,2009.
- [2] 邢汶平,葛菲,皮沁.汽车涂装水性免中涂工艺的应用探讨[J].现代涂料与涂装,2011(7):41-44.
- [3] 马振宁,张国政,辛杰,等. B1B2 水性漆匹配单组分清漆的研究[J].电镀与涂饰,2019(14):719-723.

(上接第 18 页)

当使用 MTL-STD-1916 标准中规定的计量值抽样计划时,所有产品的实际测量值,应符合客户的要求,并且还需要符合标准中的  $K$  法或  $F$  法的判定准则,如果上述两者无法同时满足时,产品则拒收。

以  $K$  法为例,单边规格的判定规则为: $(X-L)/\sigma \geq K$  产品允收,否则拒收。其中: $X$  为样本平均值, $L$  为规格下限, $\sigma$  为样本标准差, $K$  值通过在 MTL-STD-1916 标准中查表获得。

处于 A 区的产品虽然实际测量值均符合客户的要求,但是由于测量值波动剧烈,存在因 $(X-L)/\sigma < K$ ,产品被客户拒收的风险。单批产品的某一特性的测量值剧烈波动,说明了产品的加工过程稳定性较差,产品质量的一致性不好。此时这种不好的趋势应作为过程改进的输入,找出质量波动的根本原因,进行控制。过程改善可使用的方法有多种,如确定影响质量特性的关键指标,作为关键过程进行控制、采用科学的不良原因分析工具如 PDCA、FMEA 对改善过程进行评估,以及使用工艺性能试验降低某一质量特性波动的概率。持续对改进的过程进行跟踪,直到影响质量特性波动的原因全部被消除。在化学处理过程中,可能导致产品质量特性波动的原因主要有原材料的纯度、处理过程温度、时间、电流/电压的波动、溶液搅拌的影响、未合

理使用工装、加工量与溶液分析周期不匹配导致的溶液浓度波动等。质量控制系统经过改进后,可使产品的质量特性有效的控制到 B 区范围内,此时产品质量特性的一致性得到了保证,质量控制系统稳定运行。

在加工产品质量的一致性较好的基础上,可以通过改变工艺参数、应用新技术等方法提高产品的某一质量特性,努力使加工产品的质量特性处于 C 区的范围内,通过过程的持续改进提供超过客户期望的产品,以适应企业发展的需求。

#### 4 结语

MTL-STD-1916 标准的化学处理产品质量控制方法,强调供应商应强化企业的质量控制系统,采用科学的方法,提升过程控制水平,降低过程的变异量,用以代替产品加工完成后的抽样检验,最终目的是使供应商建立过程改进程序,而不是提升最终检验品质水平。

#### 参考文献:

- [1] 史文香,吕培青.C=0 抽样方案在石英谐振器产品检验中的应用[J].电子设计工程,2014(6):96-98.
- [2] 曾志平. GJB 179A 与零缺陷抽样方案的比较研究[J].质量与可靠性,2016(21):45-48.
- [3] 王存元.测量、工序测量与影响工序质量的主要因素[J].质量春秋,2012(2):41-45.

(上接第 44 页)

通过高倍电镜可以看到明显的差异,车身与外饰件油漆中金属粉含量和粒径大小明显不同,虽然  $L$ 、 $a$ 、 $b$  值非常接近,但是目视效果差异明显。

通过增加外饰件低温油漆里铝粉粒径、含量,目视效果得到改善,外饰件和整车颜色匹配目视良好。

#### 4 结语

整车项目颜色匹配及管理重点集中在 P5~P7 阶段,P5 开始整车的颜色匹配,P7 完成匹配,在做颜色匹配过程中需要我们多看、多做、多分析、多进行总结,在实践中积累经验,才能达到色差匹配分析的目的。