

# 汽车涂装水性单涂层技术与传统技术的差异

苟军强, 高文化, 申 标, 王 明  
(奇瑞汽车股份有限公司, 安徽 芜湖 241000)

**摘要:** 主要介绍了商用车公司流行采用的水性单涂层技术及其工艺流程, 并结合现传统的 3C2B、B1B2 工艺在 VOC 排放量、涂料外观、工艺投资等方面的差异进行简单的阐述。

**关键词:** 水性单涂层; 3C2B; B1B2

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2025)02-0047-03

## The Differences between Water-based Single Coating Technology and Traditional Technology of Automobile Painting

GOU Jun-qiang, GAO Wen-hua, SHEN Biao, WANG Ming  
(Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu 241000, Anhui, China)

**Abstract:** This article mainly discusses the water-based single coating technology and its process flow commonly used in commercial vehicle companies, and briefly elaborates on the differences in VOC emissions, paint appearance, process investment, and other aspects of the traditional 3C2B and B1B2 processes.

**Key words:** monocoat single-coat; 3C2B; B1B2

### 0 引言

随着我国对环保越来越重视, 环保成为各地方企业建设考量的重要指标之一, 汽车行业清洁生产对 VOC 排放限值等均做出强制性要求, 同时鉴于市场竞争激烈, 降本增效工作也是各企业研讨与控制的重头戏。20 世纪 60 年代以来, 世界范围内的环境污染与生态破坏日益严重, 环境问题和环境保护逐渐为国际社会所关注, 中国政府在经济社会“十一五”发展规划中提出要实现主要污染物排放总量减少 10% 的目标, 并将这一约束性指标层层分解、落实到各级政府各相关行业。其中汽车行业清洁生产要求以及地方相关大气 VOC 排放限值的出台, 对企业排放均做出强制性要求, 部分地方已对新建产线 VOC 排放浓度要求  $\leq 20 \text{ mg/Nm}^3$ 。作为汽车行业的涂装车间, 如何减少 VOC 排放量, 也成为涂装行业内研究的重要课题之一。涂装

VOC 主要来自应用的材料, 且涂料也在不断地升级迭代, 工艺流程在不断地简化。涂装面漆工艺流程从溶剂型的 3C2B 工艺升级到水性的 3C2B 工艺, 再到现在行业内广泛应用的水性 B1B2 工艺、水性单涂层技术。本文主要介绍水性单涂层技术的工艺流程、应用案例及与传统的工艺在 VOC 排放上的差异。

### 1 水性单涂层技术介绍

汽车行业应用的水性单涂层技术是指水性面漆单一涂层的涂装工艺, 主要在传统的工艺基础上取消了清漆喷涂、色漆闪干、清漆流平等相关工序。该工艺主要是前处理+电泳+水性色漆, 在现有的环境条件下实现部分颜色产品性能要求, 例如涂料遮盖力、人工老化、涂膜外观等能力要求。

由于水性单涂层技术施工工艺的特性, 对现场施工的环境温湿度要求相对较高, 现就施工基本信息整理归纳如下(事例为某品牌水性白色单涂层面漆)。

#### 1.1 涂料性能

此款涂料基本性能参数: pH 8.4~8.8, 原漆包装黏度 80~110 s, 涂料密度 1.1~1.3 g/mL, 原漆固体分 45%~50%。

收稿日期: 2024-04-07

作者简介: 苟军强(1982—), 男, 本科, 工程师, 主要负责四大整车工艺工程建设相关管理工作。E-mail: wanyanchengong@163.com。

### 1.2 施工参数

结合常规产线及产品施工性要求, 常规施工参数管控数据如下:

- 1) 现场涂料工艺施工黏度 40~60 s, 通常采用 DIN-4 杯进行监控;
- 2) 稀释剂采用经 RO 膜过滤分解后的去离子水代替溶剂, 从而降低 VOC 排放;
- 3) 现场施工温湿度控制, 喷漆室温度 20~26 °C, 相对湿度 60%~70%, 可达到最佳的喷涂效果;
- 4) 施工膜厚控制, 通常通过一次或两次喷涂达到 37~45 μm 厚的单涂层色漆, 两次喷涂之间闪干 90 s 为宜; 喷涂完成后色漆闪干 10~15 min, 务必确保必要的闪干时间以降低烘烤时产生针孔、抽缩等涂膜弊病, 常规状态下需做涂料预烘烤工艺, 单涂层水性漆烘烤条件是梯度升温 20~80 °C, 烘烤时间 8~10 min, 最终成膜烘烤条件 130~140 °C、20~30 min。

### 1.3 贮存条件和保质期

水性漆的贮存温度一般控制在 10~35 °C 之间, 正常保质期可存放 6 个月, 同时结合主机厂生产地域差异, 建议贮存间在建设时考虑增加温控系统, 以更好地保障产品的施工稳定性。

产品参数施工及管控区间也可根据不同产品性能的特殊要求作适当的调整控制。

## 2 工艺流程分析

汽车水性单涂层技术在欧洲应用相对较多且较早, 最早在 2005 年就已经开始应用, 该技术有两种工艺流程, 一种是带中涂的工艺路线(欧洲主流), 另一种是不带中涂的工艺流程(意大利部分工厂采用)。

带中涂的工艺流程: 热水洗→预脱脂→脱脂→水洗→表调→磷化→水洗→电泳→UF→水洗→电泳烘干→电泳打磨→涂胶→涂胶烘干→擦净→中涂→中涂烘干→打磨擦净→水性单涂层实色漆喷涂→流平→烘干→检查修饰。

不带中涂的工艺流程: 热水洗→预脱脂→脱脂→水洗→表调→磷化→水洗→电泳→UF→水洗→电泳烘干→电泳打磨→涂胶→涂胶烘干→擦净→水性单涂层实色漆喷涂→流平→烘干→检查修饰。

水性单涂层技术与传统 3C2B、3C1B、B1B2 技术在工艺流程上的主要差异在于清漆及其相关工序, 具体如下所述。

3C2B 工艺流程: 热水洗→预脱脂→脱脂→水洗→表调→磷化→水洗→电泳→UF→水洗→电泳烘干→电泳打磨→涂焊缝胶→涂胶烘干→擦净→喷中涂漆→中涂烘干→中涂打磨→喷水性色漆→色漆预烘干→喷清漆→面漆烘干→检查修饰。

3C1B 工艺流程: 热水洗→预脱脂→脱脂→水洗→表调→磷化→水洗→电泳→UF→水洗→电泳烘干→涂焊缝胶→胶烘干→电泳打磨→擦净→喷水性中涂→中涂预烘干→喷水性色漆→色漆预烘干→喷清漆→面漆烘干→检查修饰。

B1B2 工艺流程: 热水洗→预脱脂→脱脂→水洗→表调→磷化→水洗→电泳→UF→水洗→电泳烘干→涂焊缝胶→胶烘干→电泳打磨→擦净→喷涂 B1 色漆→喷涂 B2 色漆→色漆预烘干→喷清漆→面漆烘干→检查修饰。

基于以上流程可以看出, 水性单涂层技术的工艺流程更短, 即投资产线占地面积相对更少, 设备硬件投资费用相对更低, VOC 排放量更少, 在未来的生产过程工艺管理方面, 相对管理难度降低很多, 面漆线的整体运营成本随之减少。

## 3 水性单涂层技术应用案例

目前, 水性单涂层技术在欧洲市场如奥斯卡、柏林、慕尼黑、意大利等区域的商用车产品上应用较为广泛, 国内也在逐步推广应用, 据悉, 江淮汽车遂宁工厂已应用水性单涂层技术, 反响较好。经过市场调研, 拥有此技术的涂料生产厂商有 PPG、BASF、立邦、金立泰等, 均在国内主机厂做实施验证及应用推广工作。国内外水性单涂层技术应用案例见表 1。

表 1 水性单涂层技术应用案例

客户	工厂	客户	工厂
斯坦尼亚	奥斯卡	曼格	慕尼黑
奔驰	沃思	曼格-死太尔	奥地利
奔驰	杜塞尔多夫	菲亚特	意大利
奔驰	柏林	江淮	遂宁

## 4 水性单涂层的技术特点

### 4.1 VOC 排放对比

通过对涂装所用材料中含有的 VOC 进行计算(未考虑清洗溶剂的回收利用及 VOC 后处理), 统计不同工艺 VOC 排放量对比, 见表 2。

表 2 不同工艺 VOC 排放量对比

工艺类别	溶剂型 3C2B	水性 3C2B	水性 B1B2	水性单涂层技术
VOC/(g·m <sup>-2</sup> )	52	39	36	17

由表 2 可知, 水性单涂层工艺 VOC 排放量降低 50% 以上, 达到 17 g/m<sup>2</sup> (因区域差异部分地区排放要求达小于 50 g/m<sup>2</sup> 或 30 g/m<sup>2</sup> 等), 水性单涂层技术 VOC 排放量无需 RTO 后处理即可满足当前国内最严

格的 VOC 排放量限值需求。

### 4.2 WOM 人工老化加速试验结果对比

WOM 人工老化加速试验光泽(60°)结果对比见表 3。

表 3 WOM 人工老化加速试验光泽(60°)结果对比 %

工艺类别	人工老化加速时间/h					
	0	500	1 000	1 500	2 000	3 000
溶剂型单涂层	93	88	87	78	65	60
水性 3C2B	100	99	98	97	97	97
水性单涂层	93	90	89	89	84	81

由表 3 可知,水性单涂层产品老化性能优于溶剂型 3C2B 产品,但差于 3C2B 水性产品外观。

### 4.3 外观对比

水性单涂层产品与溶剂型单涂层产品外观对比见表 4。

表 4 外观对比

工艺类别	LW		SW		DOI		光泽(60°)/%	
	水平面	垂直面	水平面	垂直面	水平面	垂直面	水平面	垂直面
	溶剂型单涂层	7	8	18	18	88	87	93
水性单涂层	7	8	19	19	89	88	92	92
水性 3C2B	3	7	14	15	94	93	99	99

由表 4 可知,水性单涂层产品与溶剂型单涂层产品外观水平基本一致,但略差于 3C2B 水性产品外观。

### 4.4 工艺成本对比

与水性 3C2B、水性 B1B2 工艺相比,水性单涂层的工艺更简单,减少了清漆及其相关工序,节约人工成本费,减少设备投资费用(如喷涂设备、RTO 设备)及

能源消耗费用,从而能够显著降低一次建厂投资及后续的单车制造成本费用,工艺投资费用大概降低约 8%左右,单车能耗费用降低 30 元,单车材料降本约 113 元。同时,在未来工厂运营中,材料成本、设备保养等优势也会进一步扩大。两种工艺涉及到的设备投入差异对比见表 5。

表 5 设备投入差异对比

项目	水性 B1B2	水性 3C2B	水性单涂层
清漆段	需要	需要	不需要
色漆预脱脂水段	需要	需要	烘房需要提前升温
喷房温、湿度控制	严格	需要	严格
VOC 处理(RTO)	需要	需要	不需要

## 5 结语

水性单涂层技术由于外观较水性 3C2B 技术外观差,暂时还未受到生产乘用车主机厂的青睐,但由于其使涂装工艺生产大幅度简化,降低了能源消耗,设备投资成本低,生产成本低,节奏快,效益高,已成为商用车节能减排的重要措施。此技术在国外应用案例较多,在国内应用案例较少,希望国内有更多的主机厂引入和应用,为国家环境贡献出一份力量,让天更蓝、水更清,造福子孙后代。

### 参考文献:

- [1] 孙自松,张燕,王秀锦,等.Monocoat 单涂层水性漆工艺介绍[J].汽车实用技术,2019(11):214-216
- [2] 邢汶平,葛菲.汽车水性单涂层实色漆涂装工艺技术探讨[J].汽车工业,2015(7):45
- [3] 邢汶平,吴吉霞,葛菲,等.商用车水性单涂层工艺实色漆涂装案例分享[J].涂装工业,2017(1):78-82. ◆

## 讣告

涂料行业资深专家,中海油常州涂料化工研究院原总工程师,《现代涂料与涂装》期刊高级顾问钱伯容先生,因病医治无效,于 2025 年 1 月 28 日 6 时不幸逝世,享年 82 岁。

钱伯容先生,1966 年毕业于清华大学高分子专业,长期致力于涂料的研发、生产和科技管理工作,坚守初心,矢志不渝,毕生为涂料行业无私奉献,鞠躬尽瘁。

他的离世,是中国涂料行业的巨大损失。让我们永远铭记钱伯容先生的谆谆教诲,在推动中国涂料行业高质量发展的道路上砥砺前行。

斯人已逝,音容宛在,风范长存!

谨此讣告,共寄哀思!

《现代涂料与涂装》编辑部

2025 年 1 月 28 日