

# 汽车涂装用薄膜中涂的试验验证及技术应用探讨

栾珊, 林晓泽

(中国第一汽车集团股份有限公司工程技术部, 长春 130000)

**摘要:** 在节能环保要求驱动下, 涂装材料朝着薄膜、低温方向发展, 本文主要介绍了薄膜中涂的配方优化及性能验证, 并对成本优势及应用问题进行分析。

**关键词:** 薄膜; 中涂; 成本

**中图分类号:** TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2025)01-0030-03

## Experimental Verification and Technical Application Exploration of Thin-film Intermediate Coating in Automobile Coatings

LUAN Shan, LIN Xiao-ze

(Engineering Technology Department of FAW Group Corporation, Changchun 130000, China)

**Abstract:** Driven by the requirements of energy conservation and environmental protection, coating materials are developing towards thin films and low temperatures. This article mainly introduces the formula optimization and performance verification of thin-film intermediate coating, and analyzes the cost advantages and application issues.

**Key words:** thin-film; intermediate coating; cost

### 0 引言

汽车制造业正在朝低碳化、轻量化方向发展, 涂装工艺在制造过程中无论是材料消耗还是能源消耗均占有重要比例。所以, 未来新涂装材料的开发, 会着眼于减少材料消耗、降低烘干温度或免烘干工艺方向, 绿色涂装是未来发展的大趋势。

### 1 汽车涂装材料现状及发展方向

#### 1.1 涂装材料现状

汽车涂装的作用一方面是要有好的装饰性, 另一方面要达到机械性能及防腐的要求。所以在配方设计时, 对施工工艺有一定的膜厚要求及烘烤温度要求。材料在一定的膜厚条件下会表现良好的流平性, 最终展现良好的外观, 达到要求的烘烤条件使交联反应充分, 最终呈现较好的机械性能及耐腐蚀性能。为满足日益严苛的环保要求, 溶剂型工艺已逐渐被替代, 目前行业

内主流的生产工艺均为水性工艺。水性 3C2B 工艺各涂层的膜厚及烘烤温度如表 1 所列。

表 1 水性 3C2B 工艺各涂层的膜厚及烘烤温度

涂层	作用	膜厚要求/ $\mu\text{m}$	温度要求/ $^{\circ}\text{C}$
电泳层	耐腐蚀性主体, 提供光滑的表面	18~22	180
中涂层	提供机械性能, 提供紫外线防护, 保护电泳, 填充缺陷, 提高表面光滑度	30~45	165
色漆层	提供颜色外观, 装饰主体	12~30 (颜色各异)	80 $^{\circ}\text{C}$ 闪干
清漆层	保护色漆层, 提供紫外线防护, 提供高光泽的外观	35~55	140

#### 1.2 涂装材料的发展方向

涂装的工艺性质决定其必然是材料及能源消耗大户, 随着碳排放要求越来越严苛, 势必要求材料要进行更新迭代, 薄膜化、低温化是制造技术的需求。所以低

收稿日期: 2023-12-16

作者简介: 栾珊(1988—), 女, 硕士, 助理工程师, 主要负责涂装相关材料的试验及认可工作。E-mail: luanshan@fawcar.com.cn。

温电泳、低温中涂、薄膜中涂、低温清漆等材料被陆续开发,以实现制造成本的降低。本文主要对薄膜中涂的性能验证及应用进行探讨。

## 2 薄膜中涂材料试验验证

### 2.1 中涂层的作用

中涂层是介于底漆与面漆之间的涂层。中涂的主要功能是白车身在经过电泳后,进一步填充、修正,提高表面平整度,从而提高面漆涂层的鲜映性、丰满度以及光泽。对中涂层的厚度要求较高,足以遮盖电泳的缺陷。同时良好的中涂层,还具有非常好的机械性能,能够吸收一定的冲击能量,对于提高整个涂层的抗石击性能起到积极的作用。中涂层的另一个非常重要的作用就是抗UV腐蚀性,可以提高整个涂层的耐久性,延长汽车涂料的使用寿命。基于以上的功能要求,中涂的膜厚一般定义为30~45 μm,占整个涂层膜厚的40%左右。

### 2.2 薄膜中涂应用问题

中涂膜厚降低,使得湿膜状态下对于电泳层的填充性降低,这必须从配方角度选择润湿性及流平性能更好的材料,同时膜厚降低对于机械性能的缓冲作用下降,对于主体树脂的性能要求更高。另外,中涂膜厚降低,使得涂层对基材、电泳层缺陷遮盖能力下降,对前道工序质量要求提高。

### 2.3 薄膜中涂配方优化

水性中涂配方中含有树脂、溶剂、颜填料、助剂和水。中涂配方中的树脂主要起成膜作用,主要的成膜物质是聚酯树脂或是异氰酸酯改性的聚酯树脂,氨基树脂作为交联剂。为了改善漆膜性能,还加入疏水性丙烯酸树脂,交联后为漆膜提供物理性能,比如弹性、强度等。薄膜中涂为了在低膜厚下保持好的流平性以及外观状态,将配方进行整体调整,树脂采用聚氨酯,相比

聚酯树脂,聚氨酯具有更好的性能且在低膜厚情况下流平更好。填料选用硫酸钡,粒径更小且分布均匀,填充性能增加,更能适应低膜厚下的外观和性能。并且整体配方上降低颜基比,在低膜厚条件下有更好的外观。正常中涂与薄膜中涂的配方对比如表2所列。

表2 正常中涂与薄膜中涂配方对比

项目	正常中涂	薄膜中涂	薄膜性能提升
基体树脂	聚酯树脂	聚氨酯	提升低膜厚下的润湿性及外观,提升抗石击性及附着力
颜填料	碳酸钙	硫酸钡	提升打磨性及基材覆盖能力
颜基比	>1	<1	提升外观、附着力、耐湿性

### 2.4 薄膜中涂性能验证

中涂层的一个重要作用是遮盖电泳层的缺陷。每个涂装生产线电泳颗粒状态不同,如果车身比较洁净,在保证其他机械性能满足要求的前提下,可以将膜厚做得很低。如果生产线电泳颗粒较多,打磨增加工时,影响产线节拍,就要考虑中涂层的遮盖效果,不能将膜厚降得过低。所以,为了适配不同生产线的实际情况,薄膜中涂的开发也要有较宽的膜厚范围。

笔者对不同膜厚条件下的薄膜中涂性能进行验证。梯度设置为20~25 μm及25~30 μm,并与正常膜厚中涂进行对比,结果如表3所列。两种膜厚范围下中涂的性能及全涂层性能均可以满足车身涂层要求。中涂层的杯突试验结果>4 mm,科尼格摆杆硬度>100 s,冲击强度>392 N·cm,10个循环的耐温变性及240 h耐湿热后性能均无大变化,且抗石击性与正常膜厚中涂没有较大区别。涂覆面漆后的全涂层性能也与传统中涂相近。

表3 正常中涂与薄膜中涂性能对比

性能	薄膜中涂(20~25 μm)	薄膜中涂(25~30 μm)	正常中涂(30~40 μm)
外观	漆膜平整光滑	漆膜平整光滑	漆膜平整光滑
划格试验/级	0	0	0
冲击强度/(N·cm)	490	490	490
硬度(科尼格摆杆)/s	106	102	118
杯突/mm	6.7	7.7	7.5
抗石击性/级	1)室温下抗石击2级; 2)零下20℃条件下抗石击2级	1)室温下抗石击2级; 2)零下20℃条件下抗石击2级	1)室温下抗石击2级; 2)零下20℃条件下抗石击2级
耐温变性	10循环;Rtc1级且抗石击性2级	10循环;Rtc1级且抗石击性2级	10循环;Rtc1级且抗石击性2级
耐湿性	240h后:1)起泡等级0(S0),生锈等级Ri0;2)开裂等级0,脱落等级0;3)划格试验0级;4)抗石击性2级	240h后:1)起泡等级0(S0),生锈等级Ri0;2)开裂等级0,脱落等级0;3)划格试验0级;4)抗石击性2级	240h后:1)起泡等级0(S0),生锈等级Ri0;2)开裂等级0,脱落等级0;3)划格试验1级;4)抗石击性2级
与面漆配套性	划格试验0级;抗石击性3级	划格试验0级;抗石击性3级	划格试验0级;抗石击性3级

## 2.5 现场配套性验证

### 2.5.1 与PVC现场工艺配套性确认

目前,为了节约PVC胶烘干的能源,湿碰湿胶被广泛应用,即焊缝密封胶喷涂完成后,直接喷涂中涂层,再进行烘烤。因此验证湿膜状态下的焊缝密封胶与薄膜中涂的配套性非常有必要。薄膜中涂与焊缝密封胶配套性验证如表4所列。

表4 薄膜中涂与焊缝密封胶配套性验证

薄膜中涂工艺	焊缝密封胶湿碰湿配套状态确认
165℃/20~25 μm	无缩孔、气泡
165℃/25~30 μm	无缩孔、气泡

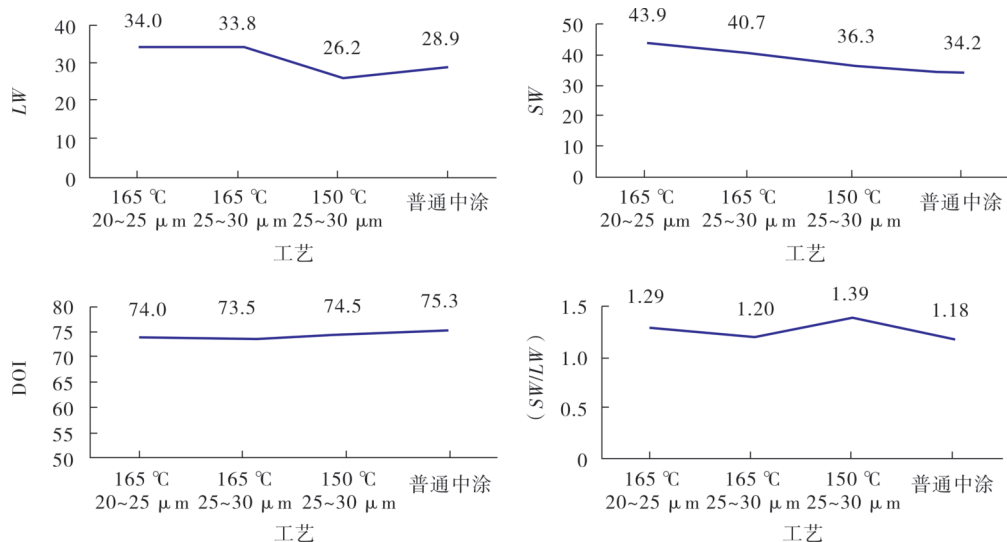


图1 薄膜中涂与普通中涂橘皮状态对比

## 3 薄膜中涂材料的应用

### 3.1 成本优势

绿色涂装的概念促使薄膜中涂的兴起,同时薄膜中涂的应用会带来材料成本的降低。由于目前薄膜中涂应用范围较小,生产成本较正常中涂高10%,但材料消耗量会降低30%左右,总体单车成本呈下降趋势。另外,经过现场适应性调试后,可逐步降低中涂膜厚,成本优势更加明显。同时,中涂膜厚降低,烘烤热能消耗降低,降低天然气等能源成本。

### 3.2 注意事项

近几年水性涂装工艺发展迅速,除了有3C2B工艺,免中涂工艺也在广泛应用。从成本角度考虑免中涂工艺具有更大的优势,但缺少中涂层,漆膜饱满性相对欠缺,但仍可满足绝大多数车企质量要求。对于一些不适用免中涂工艺的产线,或已经建成的3C2B生产线,可考虑使用薄膜中涂,无需进行产线改造,减少改造投资。但如前文所说,薄膜中涂对于车身板材、电泳洁净

经验证,梯度薄膜中涂施工工艺与焊缝密封胶湿碰湿工艺满足外观要求,无缩孔、气泡产生。

### 2.5.2 橘皮状态确认

由于薄膜中涂膜厚变薄,中涂层的橘皮状态对全涂层漆膜外观有影响,需确认不同工艺条件下中涂的橘皮状态及全涂层漆膜外观状态。薄膜中涂与普通中涂橘皮状态对比如图1所示。经验证,薄膜中涂在正常烘烤条件下,长波数值稍差些,但短波较好,整体DOI及短波/长波比值来看,薄膜中涂在各工艺下外观与现场中涂没有明显区别。并结合目视观察,橘皮状态基本一致。可满足现场工艺要求。同时经全涂层喷涂验证,车身外观状态良好,与普通中涂外观接近。

度要求较高,板材越平整,颗粒越少的生产线,薄膜中涂应用效果越好,适配的中涂膜厚越薄,越能降低材料使用量,进一步实现成本优化。

## 4 结语

绿色环保的轻量化涂装材料是未来发展的大趋势,对企业而言,生产成本的降低有助于企业持续发展,而对消费者而言,高品质要求也不会下降。因此低成本高质量的材料是发展需求,这对材料开发人员及工艺生产人员是挑战,同时也是技术不断更新迭代的动力。

### 参考文献:

- [1] 廖梅东,陈管花,蒋敏聪,等.浅谈中涂对汽车涂装外观平滑性的影响[J].现代涂料与涂装,2023(6):69-72.
- [2] 刘超,林宣乐.智能化绿色涂装车间发展方向探讨[J].现代涂料与涂装,2023(6):60-63.
- [3] 李晓波,马云飞,田省伟,等.浅谈3C2B工艺中涂对漆膜外观的影响[J].现代涂料与涂装,2019(7):60-63.