

超高泳透力电泳漆混槽应用研究

吴为, 刘海军, 朱华全

(东风汽车股份有限公司, 湖北 襄阳 441004)

摘要: 主要分析了超高泳透力电泳漆切换的可行性, 并对混槽过程进行模拟验证研究, 结果表明混槽风险低, 可以平稳切换。

关键词: 电泳漆; 钝化; 混槽

中图分类号: TQ639

文献标志码: B

文章编号: 1007-9548(2024)08-0025-03

Research on the Application of Ultra High Throwing Power Electrophoretic Paint Bath Mixing

WU Wei, LIU Hai-jun, ZHU Hua-quan

(Dongfeng Automobile Co., Ltd., Xiangyang 441004, Hubei, China)

Abstract: This article mainly analyzing the feasibility of switching between ultra high throwing power electrophoretic paint and conducting simulation and validation research on the bath mixing process. The results showed that the bath mixing had low risk and can switch smoothly.

Key words: electrophoretic paint; zirconium; bath mixing

0 引言

为响应国家节能环保的要求, 我公司轻卡涂装车间于 2021 年将前处理工序由传统三元磷化工艺升级为无磷无镍的环保型钝化薄膜前处理, 有效地消除了磷、镍等元素对水体的污染。由于钝化前处理形成的薄膜厚度仅为 20~50 nm, 薄膜阻抗约为磷化膜阻抗的 $1/20^{[1-2]}$, 这就导致在同样的电泳电压和时间下, 车身外板达到电绝缘的时间延长, 内板内腔上膜时间缩短, 内板和内腔可能存在电泳膜厚不足问题。为保证内板内腔膜厚达标, 现场临时将电泳高压段电压从 260 V 提升到 270 V^[3-4], 有效保证了内板内腔电泳膜厚(电泳膜厚工艺要求: 内板 $\geq 15 \mu\text{m}$, 内腔 $\geq 8 \mu\text{m}$)。此措施虽保证了内板内腔电泳膜厚, 却导致车身外板膜厚过厚(普遍在 25~28 μm , 工艺要求外板电泳膜厚 $\geq 15 \mu\text{m}$), 存在质量过剩问题, 不利于成本控制。

我公司前期配套磷化工艺的电泳漆为湖南关西的

HT-8000 型电泳漆, 为解决上述问题, 决定选用超高泳透力 HT-8000C 型电泳漆与钝化薄膜前处理进行配套, 以达到防止质量过剩和控制成本的目的。切换 HT-8000C 电泳漆需要将 HT-8000C 电泳漆与现有的 HT-8000 电泳槽液进行混槽处理, 本文着重对混槽进行可行性分析, 并对混槽过程进行验证研究。

1 混槽可行性分析

HT-8000C 电泳漆是湖南关西为配套薄膜前处理工艺专门研发的超高泳透力电泳漆。表 1 为 HT8000 与 HT-8000C 电泳涂料主要成分对比, 可以发现除颜料分散树脂存在些微差异外, 其他成分如基体树脂、固化剂、添加剂、颜料等基本一致, 其交联反应原理一致, 且催化反应物一致, 混槽过程中应不会出现排斥现象, 理论上是可行的。

2 试验验证

2.1 新配电泳溶液混槽试验验证

2.1.1 新配电泳溶液混合槽液参数检测

取适量新配并熟化完成的 HT-8000 电泳溶液与新配并熟化完成的 HT-8000C 电泳溶液按 100/0、75/25、50/50、25/75、0/100 的体积比进行混槽试验, 其中

收稿日期: 2023-10-08

作者简介: 吴为(1994—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事汽车涂装工艺设计及其管理工作。E-mail: gf-wuwei@dfac.com。

100/0 和 75/25 两种比例,测试温度沿用现场电泳温度 30.0 ℃(工艺范围(30.0±2.0) ℃);0/100 比例为纯 HT-8000C 溶液,需降低温度至 28.0 ℃(厂家推荐温度范围(28.0±2.0) ℃);50/50 和 25/75 两种比例,采用中间值 29.0 ℃,此试验在湖南关西实验室完成。试验结果见表 2,发现随着混合比例增加,槽液参数逐渐向 HT-8000C 参数靠拢。

2.1.2 新配电泳溶液混合槽液施工性能检测

针对新配电泳溶液混合槽液施工性能进行检测,主要检测电压膜厚、库伦效率、分极、击穿电压、泳透力等参数,试验所使用的板材为经钝化处理的冷轧板。试验结果见表 3,发现随着混合比例的增加,电压膜厚呈现先增加后降低的情况,泳透力、库伦效率和分极均逐渐增大,表明 HT-8000C 电泳漆的湿膜阻抗要高于 HT-8000,能够更好地配套薄膜前处理,使得外板快速

上膜并达到电绝缘状态,保持内板内腔上膜时间,有效控制内外板膜厚差异,防止质量过剩,控制成本。

表 1 电泳涂料主要成分对比

| 成分 | HT-8000 | HT-8000C |
|--------|--------------------|--------------------|
| 基体树脂 | 改性环氧树脂 | 改性环氧树脂 |
| 颜料分散树脂 | 改性环氧树脂 | 季铵盐型/改性环氧树脂 |
| 固化剂 | 分离型全封闭多异氰酸酯 | 分离型全封闭多异氰酸酯 |
| 中和剂 | 有机酸 | 有机酸 |
| 溶剂 | 醇醚类 | 醇醚类 |
| 添加剂 | 表面活性剂、防缩孔剂、低温固化催化剂 | 表面活性剂、防缩孔剂、低温固化催化剂 |
| 颜料 | 钛白粉、炭黑、特种防锈颜料 | 钛白粉、炭黑、特种防锈颜料 |
| 填料 | 水合硅酸铝 | 水合硅酸铝 |

表 2 新配电泳溶液混合参数

| 检测项目 | HT-8000C 推荐范围 | HT-8000 工艺范围 | HT-8000/HT-8000C 混槽比例 | | | | |
|--|------------------|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 100/0 | 75/25 | 50/50 | 25/75 | 0/100 |
| 施工温度/℃ | 28.0±2.0 | 30.0±2.0 | 30.0 | 30.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 |
| 固体分/% | 22.0±2.0 | 21.0±2.0 | 21.07 | 21.28 | 21.37 | 21.53 | 21.82 |
| 灰分/% | 19.0±2.0 | 17.5±2.5 | 18.41 | 18.58 | 18.52 | 18.56 | 18.46 |
| 电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) | 1 850±500 | 1 800±400 | 1 843 | 1 809 | 1 762 | 1 723 | 1 691 |
| pH | 6.1±0.6 | 5.9±0.5 | 5.88 | 5.93 | 5.95 | 6.01 | 6.12 |
| MEQ 值 | 25.0±3.0 | 27.5±2.0 | 26.7 | 25.8 | 25.1 | 24.5 | 22.5 |
| 溶剂含量/% | 0.2~1.0 | 0.6~1.5 | 0.63 | 0.62 | 0.66 | 0.70 | 0.83 |

表 3 新配电泳溶液混合槽液施工性能

| 检测项目 | HT-8000C 推荐范围 | HT-8000 工艺范围 | HT-8000/HT-8000C 混槽比例 | | | | |
|--|------------------|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 100/0 | 75/25 | 50/50 | 25/75 | 0/100 |
| 施工温度/℃ | 28.0±2.0 | 30.0±2.0 | 30.0 | 30.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 |
| 电压膜厚/ μm | 200 V | | 16.0 | 19.0 | 18.5 | 17.0 | 17.0 |
| | 250 V | | 20.0 | 21.0 | 21.0 | 20.0 | 20.0 |
| | 300 V | | 23.0 | 24.0 | 23.0 | 22.0 | 23.0 |
| 库伦效率(250 V)/($\text{mg}\cdot\text{C}^{-1}$) | >25.0 | >25.0 | 27.5 | 27.6 | 28.8 | 32.5 | 33.9 |
| 分极(250 V, 3 min)/($\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^{-2}$) | 1 000±400 | 900±400 | 1 058 | 1 124 | 1 142 | 1 258 | 1 328 |
| 击穿电压/V | >350 | >350 | >350 | >350 | >350 | >350 | >350 |
| 加热减量/% | <10 | <10 | 8.8 | 8.0 | 7.9 | 9.1 | 9.3 |
| 泳透力/% | 9.3 | | 40.8 | 42.2 | 47.9 | 51.4 | 56.3 |

2.1.3 新配电泳溶液混合槽液电泳涂膜性能检测

针对新配电泳溶液混合槽液电泳涂膜性能进行检测,主要检测了附着力、铅笔硬度、光泽、耐冲击、石击、粗糙度等性能参数,试验结果见表 4。发现各混合比例

的各项涂膜性能均合格,无明显异常。

综上,经新配电泳溶液混槽试验验证,随着混合比例增加,泳透力、库伦效率和分极均逐渐增大,涂膜厚度可以得到有效控制,涂膜各项性能合格,混槽存在实

表 4 新配电泳溶液混合槽液电泳涂膜性能

| 检测项目 | HT-8000C 推荐范围 | HT-8000 工艺范围 | HT-8000/HT-8000C 混槽比例 | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | 100/0 | 75/25 | 50/50 | 25/75 | 0/100 |
| 附着力 | 100/100 | 100/100 | 100/100 | 100/100 | 100/100 | 100/100 | 100/100 |
| 铅笔硬度 | >H | >H | 2H | 2H | 2H | 2H | 2H |
| 光泽(60°)/% | >50 | >50 | 81.0 | 83.9 | 83.1 | 84.4 | 86.6 |
| 耐冲击性/cm | >50 | >50 | >50 | >50 | >50 | >50 | >50 |
| 耐石击/级 | | | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| 板材粗糙度 Ra/μm | | | | | 0.60 | | |
| 涂膜粗糙度 Ra/μm | | | 0.137 | 0.142 | 0.126 | 0.142 | 0.120 |
| 耐酸性(0.1 N H ₂ SO ₄ , 24 h) | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 |
| 耐碱性(0.1 N NaOH, 24 h) | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 |
| 耐湿性(240 h) | 无异常 | 无异常 | 很轻微变色, 附着 0 级 | 很轻微变色, 附着 0 级 | 很轻微变色, 附着 0 级 | 很轻微变色, 附着 0 级 | 很轻微变色, 附着 0 级 |
| 耐汽油(92#, 24 h) | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 |
| 耐水性(240 h) | 外观无异常, 附着力≤1 级 | 外观无异常, 附着力≤1 级 | 外观正常, 附着力 1 级 | 外观正常, 附着力 1 级 | 外观正常, 附着力 1 级 | 外观正常, 附着力 1 级 | 外观正常, 附着力 1 级 |
| 耐盐雾性能 板面状况 (1 000 h) | | | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 | 无异常 |
| 单侧蚀痕/mm | ≤2 | ≤2 | 1.95 | 1.92 | 1.98 | 1.88 | 1.92 |

实验室可行性。

2.2 现场试验验证

2.2.1 现场电泳槽液混合后参数检测

为验证现场电泳槽液能否亦能呈现类似新配溶液的效果,取适量现场电泳槽液与新配并熟化后的 HT-8000C 电泳溶液同样按 100/0、75/25、50/50、25/75、0/100 的体积比进行混槽试验,其中 100/0 和 75/25 两种比例,测试温度沿用现场电泳温度 30.0 ℃;0/100 比例为纯 HT-8000C 溶液,需降低温度至 28.0 ℃;50/50 和 25/75 两种比例,采用中间值 29.0 ℃,本试验在我公司实验室完成。

首先,对按比例混合后的槽液参数进行检测,试验结果见表 5。发现随着混合比例的增加,和新配电泳溶液混合类似,槽液各参数逐渐向 HT-8000C 靠拢。

表 5 现场电泳槽液混合后参数

| 检测项目 | HT-8000/HT-8000C 混槽比例 | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 100/0 | 75/25 | 50/50 | 25/75 | 0/100 |
| 检测温度/℃ | 30 | 30 | 29 | 29 | 28 |
| 固体分/% | 20.6 | 21.1 | 21.2 | 21.7 | 22.0 |
| 灰分/% | 17.41 | 16.88 | 17.64 | 16.88 | 17.88 |
| 电导率/(μS·cm ⁻¹) | 1 270 | 1 348 | 1 390 | 1 469 | 1 539 |
| pH | 5.72 | 5.94 | 6.09 | 6.13 | 6.34 |

2.2.2 现场电泳槽液混合后施工性能检测

对现场电泳槽液与新配并熟化后的 HT-8000C 电

泳漆混合槽液进行施工性能检测,结果见表 6。发现随着混合比例增加,电压膜厚出现先增加后降低的趋势,与新配电泳溶液混合试验结论类似,试验所使用的板材为经钝化处理的冷轧板,现场 HT-8000 槽液由于存在一定程度老化情况,导致其电压膜厚较新配电泳溶液电压膜厚低的现象。

表 6 现场电泳槽液混合后施工性能

| 检测项目 | HT-8000/HT-8000C 混槽比例 | | | | |
|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 100/0 | 75/25 | 50/50 | 25/75 | 0/100 |
| 施工温度/℃ | 30.0 | 30.0 | 29.0 | 29.0 | 29.0 |
| 电压膜厚(200 V)/μm | 13~16 | 18~19 | 24~25 | 20~22 | 18~19 |

2.2.3 现场电泳槽液混合后涂膜性能检测

对现场电泳槽液与新配并熟化后的 HT-8000C 电泳漆混合槽液进行涂膜性能检测,结果见表 7。发现现场槽液颗粒较多,随着混合比例增加颗粒减少,粗糙度呈降低趋势,各混槽点的常规涂膜性能均合格。

综上所述,现场电泳槽液混合过程中,槽液参数逐渐趋近于 HT-8000C 电泳漆,各混合比例涂膜性能合格,外观质量有所改善,预测现场车身外板膜厚呈先增加下降趋势,内板和内腔较现有水平有所提高,混槽整体风险低,质量参数稳定,可以平稳进行混槽切换。

(下转第 57 页)