

涂装线复产过程中电泳针孔问题排查方法

方宇, 李世军, 刘善亮

(南京科润工业介质股份有限公司, 南京 211100)

摘要: 针对硅烷电泳涂装线复产调试期间车身出现明显的电泳漆膜针孔问题进行研究。通过实验室模拟及随线挂板验证的方式,对板材、前处理槽液、电泳槽液、设备等排查,最终确定漆膜针孔问题在电泳工序产生。通过对电泳工序槽液温度、溶剂含量、施工电压、软起时间等参数调整,漆膜针孔问题得到有效控制,确保了涂装线复工复产的顺利达成。

关键词: 复工复产; 针孔; 硅烷; 电泳

中图分类号:TQ639 文献标志码:B 文章编号:1007-9548(2024)10-0056-03

Troubleshooting Methods for Electrophoretic Pinhole Problems During the Resumption of Coating Line Production

FANG Yu, LI Shi-jun, LIU Shan-liang

(Nanjing Kerun Industrial Medium Co., Ltd., Nanjing 211100, China)

Abstract: This article focuses on the obvious problem of pinholes in the electrophoretic paint film on the vehicle body during the resumption and debugging of the silane electrophoretic coating line. Through laboratory simulation and verification by hanging boards along the line, we investigated the board, pre-treatment tank solution, electrophoresis tank solution, equipment, etc., and ultimately determined that the problem of paint film pinholes occurred in the electrophoresis process. By adjusting parameters such as the bath temperature, solvent content, construction voltage, and soft start time in the electrophoresis process, the problem of paint film pinholes has been effectively controlled, ensuring the smooth resumption of work and production on the painting line.

Key words: resumption of work and production; pinhole; silane; electrophoresis

0 引言

阴极电泳涂装工艺是提高整车防腐性能的主要手段,如果电泳漆膜产生缩孔、针孔、流痕等缺陷,将会增加后道打磨量,影响员工积极性,严重时更会影响车身涂装防腐性能。

某整车客户停产2年后复工复产,需要对前处理重新投槽,电泳按照50%的比例混槽。投槽及混槽完成后,在调试生产阶段,电泳车身出现大量集中的针孔缺陷。分析漆膜出现针孔问题的可能原因,并在现场和

实验室对可能原因完成验证,锁定问题发生的主要工序,制定解决方案,将其运用到实际生产过程中,最终确保了车身质量。

1 硅烷电泳涂装线调试过程

1.1 工艺流程

工艺流程:洪流冲洗→预脱脂→主脱脂→水洗1→水洗2→纯水1→硅烷→水洗3→水洗4→纯水2→电泳→烘干。

1.2 调试现状

现场重新恢复生产后,采用前处理各槽全部更新,电泳槽按照50%比例混槽的方案执行。

1.3 调试步骤

1.3.1 前处理各槽体杀菌处理

1)客户已停产2年,前处理各药剂槽液始终静置

收稿日期:2023-12-12

作者简介:方宇(1986—),男,本科,助理工程师,主要从事金属涂装表面处理材料的研究工作。E-mail:fangyu165394190@qq.com。

于各槽体中,检测已全部生菌。复产后需先杀菌清洗处理,再进行水洗冲洗干净。

2) 杀菌完毕后,对各槽体再次细菌检测,确认杀菌合格后完成槽体清洗工作。

3) 对前处理各槽体喷嘴疏通调整、过滤袋更新,重新完成前处理的投槽。

1.3.2 电泳槽更新置换 50%

电泳槽液在停产 2 年中虽保持循环状态,但电泳槽液中溶剂挥发较多,低于生产要求的溶剂含量工艺下限,槽液已有老化趋势。电泳厂家经过沟通及实验室验证,准备采用更新置换 50% 的方案对电泳槽混槽。

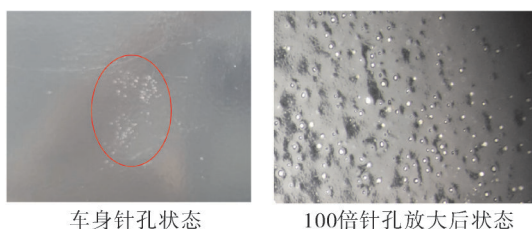
1.4 调试问题

调试初期,车身出现批量性电泳针孔,表现为密集细小针孔,影响打磨线生产节拍。

2 针孔问题排查解决

2.1 针孔缺陷描述

针孔是指在电泳涂装过程中,由于电解气泡或再溶解等产生的在烘干后的漆膜上形成孔径在 1 mm 以下的针状小孔。现场电泳车身针孔状态呈现为黄色露底的密集针状小孔,聚集出现,遍布于车身机盖、四门、顶盖、侧围等部位的外表面,针孔状态照片如图 1 所示。



车身针孔状态

100倍针孔放大后状态

图 1 车身针孔及放大 100 倍后状态

2.2 排查验证过程

针孔通常表现为漆膜烘干后表面出现针尖状的凹坑,中间无异物。造成针孔的原因有很多因素,下面从白车身、前处理段、电泳段、烘房等 4 方面逐一排查,寻找漆膜针孔问题的真正原因。

2.2.1 白车身对针孔的影响

对白车身分别进行 400 目砂纸打磨、600 目砂纸打磨、酒精擦拭处理后随线前处理电泳,具体验证情况见表 1。

表 1 白车身对针孔的影响验证

白车身处理条件	漆膜针孔状态
400 目砂纸打磨	针孔无改善
600 目砂纸打磨	针孔无改善
酒精擦拭	针孔无改善

由表 1 可以看出,通过打磨和擦拭后的车身电泳后针孔状态无改善,仍为密集针孔,说明白车身不是针孔产生的原因。

2.2.2 前处理各工序对针孔的影响

前处理过程主要是车身表面经脱脂除油后水洗漂洗干净,再经过硅烷槽液反应形成有机-无机复合转化膜,增加与电泳漆膜的结合力,增强防腐性能。前处理段如存在油污、过程返锈、参数指标异常、干湿不均,都会造成不同程度的漆膜缺陷异常。现针对脱脂、水洗、硅烷等工序进行试验验证,具体验证情况见表 2。

表 2 前处理对针孔的影响验证

影响因素	验证措施	漆膜针孔状态
脱脂不净	手工酒精擦拭车身	针孔无改善
水洗段过程返锈	提高水洗防锈剂使用量	针孔无改善
硅烷参数异常	线外新配硅烷槽液比对	针孔无改善
车体干湿不均	对泳前车身持续保持加湿	针孔无改善

由表 2 可以看出,前处理段经过验证对泳后车身状态或试板状态无改善,仍为密集针孔,说明前处理段各工序不是针孔产生的原因。

2.2.3 前处理硅烷电泳兼容性

为了验证硅烷与电泳漆的配套性,新配电泳漆,然后使用现场硅烷与新配电泳槽液配套,电泳后漆膜无针孔,也说明硅烷不是产生针孔的原因。考虑到是否可以通过调整现场前处理硅烷参数从而改善漆膜针孔问题,在实验室尝试对硅烷参数(膜重、pH、F⁻含量、Cu²⁺含量、Si⁴⁺含量)的上限、下限探究验证,发现调整硅烷参数无法解决漆膜针孔问题,具体验证情况见表 3。

表 3 优化硅烷参数对针孔的影响验证

硅烷参数	控制范围	验证措施 (不同硅烷条件)	漆膜针孔状态
膜重/(mg·m ²)	20~100	20、50、75、110	针孔均无改善
pH	4.0~5.0	3.8、4.3、4.8、5.2	针孔均无改善
F ⁻ 含量/×10 ⁻⁶	15~80	15、45、60、85、100	针孔均无改善
Cu ²⁺ 含量/×10 ⁻⁶	1.0~3.0	1.0、2.0、3.0、4.0	针孔均无改善
Si ⁴⁺ 含量/×10 ⁻⁶	5.0~20.0	0.5、10、20	针孔均无改善

2.2.4 电泳工序对针孔的影响

对现场电泳槽液施工参数、槽液参数进行摸索试验,发现提升电泳槽液的混槽比例、提升电泳槽液温度、降低一段二段电压、提升电泳槽液溶剂含量等均会对针孔有改善作用,所以针孔问题主要发生在电泳段,需要重点从电泳工序进行调整,具体验证情况见表 4。

表4 电泳工序对针孔的影响验证

影响因素	验证措施 (不同电泳条件)	漆膜针孔状态
电泳槽液老化	置换率由50%提高至60%、75%、90%、100%	置换率提高,针孔有明显改善,新配电泳槽液无针孔
电泳槽液温度	电泳槽液温度由28℃提高至30℃	针孔有明显改善
电泳电压	一、二段电压各降低30V,由210V/330V降为180V/300V	针孔有改善
溶剂含量	逐步补加0.1%的溶剂	溶剂含量提高,针孔有明显改善
软起时间	延长一段软起时间,由15s延长至45s	针孔有改善

2.2.5 烘房对针孔的影响

如果在升温初期,一段温度设置过高或升温过快,可能会加速漆膜里面的气体冲破漆膜表面溢出,从而产生针孔。现场对烘房一段温度进行调整跟踪,具体验证情况见表5。

表5 烘房一段温度对针孔的影响验证

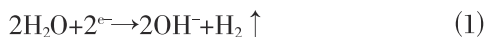
影响因素	验证措施	漆膜针孔状态
一段升温过快	一段升温时间由5min延长至15min	针孔无改善
一段温度过高	一段温度由130℃下调调整至100℃	针孔无改善

由表5可以看出,车身表面针孔状态通过调整烘房的一段温度和时间没有明显改善,仍有密集针孔,说明烘房温度调整不能解决针孔问题。

2.3 针孔问题原因分析及总结

结合以上排查验证结果,电泳漆膜针孔问题主要由电泳工序造成,与白车身、前处理、烘房无关。

从针孔产生的原理分析,阴极电泳漆电泳时,阴极即车体发生以下反应:



(水溶性) (水不溶性沉积)

如果式(1)的水解速度大于式(2)的沉积速度,会使得产生的氢气逐渐增多,存在于漆膜中,如果漆膜的流平性差就会出现针孔缺陷^[1],也就是电泳漆膜在电泳沉积过程中,氢气的产生速率大于排出速率,这些残留在漆膜内部的气体在烘干的过程中,逐渐冲破漆膜的包裹排出,就使得工件基材外露,漆膜又不能很好地流平填充,从而形成黄色露底的密集针孔,也称为“氢气针孔”。

现场通过提高电泳槽液的更新置换率,减缓电泳沉积过程中气体产生速率(降低一段电压、延长一段软起时间),加快电泳沉积过程中气体排放速率(提高电泳温度、增加溶剂、加快电泳槽循环),使得气体产生速率和排放速率形成动态平衡,均对车身密集针孔有改善效果。将以上措施应用于现场车身调试中,车身针孔问题得到明显改善,确保了复工复产的顺利达成。

除上面电泳产生的“氢气针孔”类型外,从电泳针孔产生的机理分类,针孔类型还有“再溶解针孔”和“氧气针孔”。“再溶解针孔”是车身或工件在电泳槽液中或出槽过程中表面湿膜再次溶解产生的针孔。“氧气针孔”是在电泳过程中,因为电场干涉影响,前车或前工件成为下一个车身或工件的阳极,电解产生氧气,来不及逸出中产生针孔^[2]。

3 结语

通过排查解决复工复产过程中的针孔问题,让我们明显感觉到电泳漆的消耗更新是保证电泳漆膜质量的重要因素之一。为了减少浪费,通过调整电泳槽液温度、调整电泳一、二段电压、调整溶剂含量等参数,可以有效改善电泳漆膜针孔问题。同时针孔的产生原因很多,当出现类似的问题时需要综合各方面的可能原因进行有条理的分析验证,确保能够快速发现问题,解决问题。

参考文献:

- [1] 李淑贞,马修亮,华云.浅谈汽车机盖电泳漆膜针孔的解决措施[J].上海涂料,2013(10):40-42.
- [2] 杨学岩,赵亮伟.电泳氧气针孔产生原因及治理[J].现代涂料与涂装,2016(5):40-43. ◆

欢迎订阅 2025 年《现代涂料与涂装》

《现代涂料与涂装》期刊是由中昊北方涂料工业研究设计院有限公司主办的全国性科技期刊,主要报道涂料、颜料及辅助材料的研究、开发、产业化及应用创新情况,侧重报道的国内外涂装行业的最新进展,赋予本刊鲜明的应用特色,搭建涂料与涂装工程师交流的技术平台。

本刊为月刊,每月20日出版,大16开本,彩版印刷,每期定价15.00元,全年12期180.00元,挂号216.00元,快递282.00元。

请根据您的方便选择以下方式订阅:1)通过当地邮局订阅,国内邮发代号54-65;2)直接向编辑部订阅,电话0931-8496343,邮箱1056418548@qq.com。