

阴极电泳漆混槽控制方法

张恩铭

(东风柳州汽车有限公司, 广西 柳州 545000)

摘要: 对不同电泳漆混槽比例进行梯度性能验证, 确认混槽可行性与混槽最高比例, 通过确定槽液浓缩后固体分、混槽周期和投加槽产能, 确定混槽方案以及混槽期间的过程控制事项, 保证混槽过程中输出合格的电泳产品。

关键词: 电泳漆; 混槽比例; 泳透力; 电泳电压

中图分类号: TQ639 **文献标志码:** B **文章编号:** 1007-9548(2024)03-0022-03

Control Methods for Cathodic Electrophoretic Paint Mixing Tank

ZHANG En-ming

(Dongfeng Liuzhou Automobile Co., Ltd, Liuzhou 545000, Guangxi, China)

Abstract: By verifying the gradient performance of different electrophoresis paint mixing tanks proportion, to confirm the feasibility of mixing tank and the maximum proportion of mixing tank, determine the mixing tank scheme and process control matters during mixing tank by determining the solids after tank liquid concentration, mixing tank cycle and adding tank capacity, and ensure the output of qualified electrophoretic products during the mixing tank process.

Key words: electrophoretic paint; mixing tank proportion; throwing power; electrophoresis voltage

0 引言

自 1971 年美国 PPG 公司开发了第一代阴极电泳涂料以来, 经过 50 多年的发展, 阴极电泳产品已经发展到第七代以上^[1]。阴极电泳涂料主要溶剂是水, 其 VOC 含量低, 对于环境的污染小, 符合国家对于环保的要求。阴极电泳为电沉积成膜, 属于浸涂工艺, 电泳漆的涂布范围能够覆盖工件的外表面和绝大部分的内表面, 电泳漆膜具有优良的防锈能力, 因此能够保证工件整体具有良好防锈效果。此外, 电泳漆膜的外观优良, 机械性能好, 具有优异的附着力、抗弯曲性和抗冲击性^[2]。阴极电泳的涂料利用率高, 配合超滤系统, 涂料的利用率能够达到 95% 以上。阴极电泳工艺广泛应用于金属制品及汽车行业中, 目前主机厂基本都应用阴极电泳涂料。

随着各厂家涂装生产线的关停、搬迁或产品升级,

停用的电泳生产线的电泳槽液一般都具备高额的经济价值, 应尽可能地回收利用, 电泳漆的保质期一般在 3 个月左右, 因此必须在一定周期内完成旧电泳槽的槽液回收利用。混槽是指将旧电泳槽液混合投加至新电泳槽, 通过在新的生产线消耗, 以达成电泳漆回收利用的目的。新旧电泳槽液可能为同一产品, 也可能为不同产品, 因此在混槽前应进行充分的电泳漆膜性能试验, 验证混槽后的产品是否合格。在混槽过程中, 也需要进行过程和产品的监控, 以确保输出合格电泳产品。

1 混槽前准备

1.1 混槽性能试验

为方便描述, 将待投加的电泳槽液称为新槽液, 即将停用的电泳槽液称为旧槽液。无论新旧槽液的产品是否为同一电泳产品, 都应当进行梯度电泳槽液混合比例的性能试验, 来验证混槽后的槽液性能和电泳漆膜性能是否能满足技术要求。由于不同品牌的电泳漆可能产品技术路线不同, 混合可能会引起不可预估的问题, 因此不建议不同品牌的电泳槽液实施混槽。

以我公司的 A 生产基地和 B 生产基地电泳槽液

收稿日期: 2023-06-01

作者简介: 张恩铭(1983—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事汽车涂装工艺研究工作。E-mail: 645763747@qq.com。

混槽为例,A生产基地采用的是湖南湘江关西的电泳槽液产品 A,B生产基地采用的是湖南湘江关西的电泳槽液产品 B。在 A 生产基地计划关停实施节点提前

半年时间进行 A、B 电泳槽液采样,制作试验样板,实施电泳混槽比例梯度试验,混槽比例按照固体分比例计算,试验结果见表 1。

表 1 混槽试验结果

项目	槽液 A 混入槽液 B						
	A 100%	A 40% B 60%	A 30% B 70%	A 20% B 80%	A 10% B 90%	B 100%	
电压膜厚/ μm	200 V	18	18	15	14	15	13
	250 V	23	21	19	20	18	16
	300 V	26	24	21	21	21	19
250 V 库伦效率/ $(\text{mg}\cdot\text{C}^{-1})$	30.1	29.3	29.7	29.0	26.4	25.8	
涂膜分级/ $(\text{k}\Omega\cdot\text{cm}^2)$	854	864	983	1 021	1 050	1 032	
四枚盒泳透力/(G/A)/%	36.9	39.0	41.4	45.5	47.5	49.7	
击穿电压/V	>300	>300	>300	>300	>300	>300	
重溶性/%	0	0	0	0	0	0	
耐盐雾试验(1 000 h)/mm	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
附着力(划格法)/级	0	0	0	0	0	0	
杯凸/mm	≥ 7.5	≥ 7.5	≥ 7.5	≥ 7.5	≥ 7.5	≥ 7.5	
铅笔硬度	$\geq \text{H}$	$\geq \text{H}$	$\geq \text{H}$	$\geq \text{H}$	$\geq \text{H}$	$\geq \text{H}$	

电泳槽液 A 为低泳透力产品,电泳槽液 B 为高泳透力产品,从四枚盒泳透力数据可以看出,两个产品的泳透力有较大差异,随着槽液 A 比例的提升,混合槽液的泳透力是逐步下降的,槽液 A 混合比例达 30%,泳透力下降 8.3%,降幅达 16.7%。混槽后泳透力降低应控制在 $\leq 10\%$ 为宜,因此混槽的比例确定控制在槽液 A 混槽比例 $\leq 20\%$ 。

1.2 混槽计划的制定

混槽比例确认后,应根据电泳槽液的保质期,制定混槽计划,具体按以下步骤实施进行。

1) 计算待转移槽液的固体质量:测定待转移槽液的固体质量分数和质量,则:本次转移槽液量为 300 t,槽液固体质量分数为 22%,则需转移槽液的固体分质量为 66 t。

2) 确定每日投加量:首先确认待投加电泳槽的固体分单日耗量,单日耗量可通过一段时期的加料量和产量计算得出,计算的时间周期越长数据会越准确,由下式进行计算:单台电泳固体分耗量($\text{kg}/\text{台}$)=(色浆质量 \times 色浆固体质量分数+乳液质量 \times 乳液固体质量分数) \div 产量,单日固体分耗量(kg)=单台电泳固体分耗量($\text{kg}/\text{台}$) \times 日产量(台)。

以上公式为近似计算,如生产线产品类型较多且表面积相差较大,可以通过计算单位表面积(如每平方米)耗量做精确计算,一般而言,电泳混槽计划本身具

有产量不确定性,可不做精确的计算,在实施混槽过程中可根据产量和车型排布进行动态调整。

1.3 计算混槽时间

一般而言,为了满足电泳槽液的更新率,在保质期允许范围内,混槽时新、旧槽液应按照一定比例混合加料。如待投加的电泳槽的单日固体分耗量较高,旧槽液的混合比例可适当降低,但应控制在 60 d 内完成旧槽液的消耗。本次混槽工作按照新/旧槽液比例 1:2 投加,则混槽时间的计算公式为:混槽时间(d)=转移槽液固体分质量 \div (单日固体分耗量 $\times 2/3$)。

以本次混槽为例,待投加电泳槽单日电泳固体分耗量为 7.2 $\text{kg}/\text{台}$,产能预估为 400 台/d,根据以上公示,计算得混槽时间为 35 d。

计算每天槽液转移量=转移固体分总质量 \div (混槽时间(d) \times 槽液固体分),以本次混槽为例,每天转移槽液量为 7.38 t。

2 混槽过程实施与控制

2.1 超滤液的排放

混槽过程中有两个环节可能需要进行排超滤液的工作。

第一个环节是浓缩转移槽液,为了减少转移的槽液量,可以提升槽液固体分以减少转移的槽液质量。可以通过排走超滤液的方式进行槽液的浓缩。对于旧槽液,应进行超滤液排量计算用于达成目标固体分值,计

计算公式为:排放超滤液量=槽液原质量-槽液固体分质量÷槽液目标固体分质量分数。以本次混槽为例,目标槽液固体分为 28%,则需要排走的超滤液质量为:排走超滤液量=300-66÷28%=64 t,即可少转移 64 t 槽液。

第二个环节是混槽时加料,如投加旧槽液后存在液位过高的问题,则需要排走部分新槽的电泳超滤液降低液位,排走的超滤液质量等于或大于(根据液位情况)尚未投加的物料质量即可,以实际情况为准。

2.2 混槽期间的过程控制

槽液参数监控应联系混槽的情况实施合理安排,应做到以下几点。

1)槽液化验取样应在混槽加料完成后测量。

2)槽液溶剂由于排走超滤液会有相应损失,应该在生产过程中加以补充,除正常投加溶剂外,应补充排走超滤量×最近一次溶剂质量分数;同时溶剂含量应增加测量频次,如由 1 次/月增加到 2 次/月。

3)监控电泳膜厚变化情况:电泳膜厚测量按照日常测量频次执行即可,膜厚测量点应覆盖车身外表面、车门、侧围、地板、顶部等部位,各个部位的膜厚均应大于电泳膜厚的工艺要求,随着混槽比例的上升,电泳槽液泳透力下降,则需要根据膜厚情况提升电泳电压值,利用电泳膜厚趋势图可以更好地监控膜厚变化的情况,做到及时调整。

4)监控混槽比例:需要通过每日混槽加料情况计算混槽比例,监控混槽比例不超过预定值($\leq 20\%$)。混槽比例的指的是加入旧槽液固体分与整个槽液固体分的比值。

混槽比例应从第 1 次加料开始逐次计算:假设混槽比例为 P ,每次加料投加旧槽液固体分质量为 a ,每次总加料固体分质量为 b ,槽液体积为 V ,槽液固体分为 S ,混槽比例应按照以下计算方法逐次计算: $P_1=a_1\div(V\times S_1)$, $P_2=(a_1+a_2-b_2\times P_1)\div(V_2\times S_2)$ 。

由于必须考虑生产消耗的固体分中也包含旧槽液固体分,因此设定每两次加料之间过线槽液损失量近似等于后一次加料量: $P_3=(a_1+a_2+a_3-b_2\times P_1-b_3\times P_2)\div(V_3\times S_3)$ 。

以此类推: $P_n=(\sum_1^n a_n-\sum_2^n b_n\times P_{n-1})\div(V_n\times S_n)$ 。

混槽比例的准确计算是监控混槽过程的重要数据,随着混槽比例的上升,槽液的性能会发生变化,结合其他漆膜参数的变化情况及时调整每日旧槽液和新料的投加比例。

5)监控电泳漆膜粗糙度:应监控电泳漆膜粗糙度,电泳粗糙度以电泳涂料供应商提供的标准为依据,电泳漆膜一般监控 Ra 值,槽液 B 粗糙度按照 $Ra(2.5)\leq 0.32\ \mu\text{m}$ 标准监控。监控频次应加密执行,以本次混槽

过程为例,混槽期间粗糙度测量频次由 2 次/月调整 1 次/周。值得注意的是,粗糙度的上升代表着整个电泳槽液的性能发生变化,在短期内调整的难度较大,需随着混槽结束,新槽液更新率提升后,才能逐步降低。

6)电泳外观质量监控:日常的电泳外观质量应结合混槽过程的进行实施监控反馈,如电泳流痕、颗粒数量的变化,在混槽接近后期时,沉淀物逐步增多,可以根据现场情况,增加装桶前的过滤措施,去除颗粒物。

3 结语

根据上文所提供的电泳槽液混槽前准备和混槽过程控制方法,可以对整个混槽过程和产品各项参数实施监控,保证电泳产品质量合格,如出现明显的质量劣化,应及时分析原因或立即停止混槽工作,调整电泳产品质量合格后再判定是否恢复混槽或终止。利用本文的阴极电泳混槽控制方法,可有效保障整个过程处于严格监控当中,通过回用旧槽液降低成本,避免造成成本浪费。

参考文献:

- [1] 畅舒,史敏悦,稽俊浩.ED7 阴极电泳漆在车身电泳槽的混用[J].涂层与防护,2020(7):24-28.
- [2] 刘益阳.阴极电泳涂装中漆膜常见的问题及解决措施[J].现代涂装与涂装,2022(1):453-48.

(上接第 21 页)换色一次,最终达到了稳定的平均每 8 台车换色一次。

按平均每天生产 522 台车、一年 200 个生产日、平均每次换色消耗 1.2 L 油漆和溶剂材料计算,显性收益:每天能减少换色 65 次,全年节约原材料:1.2 L/次×65 次/d×200 d=15 600 L(约 15.6 t)。隐性收益:降低了机器人硬件磨损,延长了设备使用寿命;减少了由于频繁换色导致的漆膜质量问题,节约返修成本;减少了危废的排放及处理。

3 结语

对于多车型、多颜色混线生产的车间,在进行生产管理时需要考虑的因素也是多维度、持续优化的。本文研究的换色频次优化只是其中很小的一个分支,但收益却是多方面的,不但能够直观地节约材料成本,同时也间接延长了设备使用寿命,提升了漆膜质量,最终在环保方面也产生了一定的收益。本文同时也为车间质量管理提供了一个新的思路,输送缓存的控制看似和漆膜质量相关性不大,但通过对输送缓存区控制的优化,也能够一定程度上改善漆膜质量,这也可以成为多元化解决问题的又一个典型案例。