

浅谈汽车前处理和阴极电泳线的工艺管理

韩涛, 肖捷辉, 李柳姮, 覃少慧

(上汽通用五菱汽车股份有限公司, 广西柳州 545007)

摘要: 根据汽车前处理和阴极电泳线工艺管理经验, 总结出一种工艺管理方法, 并把这种管理方法形成模式, 降低相关从业人员刚开始管理前处理与阴极电泳线工艺的难度, 为改善前处理与阴极电泳线工艺管理提供一种参考。

关键词: 前处理工艺; 电泳工艺; 汽车; 涂装

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)10-0063-03

Simply Analyse Process Management of Automotive Pretreatment and Cathodic Electro-deposition Lines

HAN Tao, XIAO Jie-hui, LI Liu-heng, QIN Shao-hui

(SGMW Automobile Co., Ltd., Liuzhou 545007, Guangxi, China)

Abstract: According to the experience of automobile pretreatment and cathodic electro-deposition line process management, a method of cathodic electro-deposition line process management is summarized. And this management method is formed into a model to reduce the difficulty of pretreatment and cathodic electro-deposition line process management for related practitioners at the beginning, and to provide a reference for improving the process management of pretreatment and cathodic electro-deposition line.

Key words: pretreatment process; cathodic electro-deposition process; car; painting

0 引言

前处理与阴极电泳是汽车涂装的重要工艺之一, 直接影响汽车板材的防腐性能。前处理与阴极电泳的工艺复杂性导致管理难度很高, 需要管理者拥有扎实的专业知识储备, 在出现问题时能快速、准确地诊断出问题原因。正是由于前处理与阴极电泳管理难度大、专业性强, 才需要总结经验。

传统前处理的核心是表调+磷化, 但是随着科技进步与环保政策的严格, 越来越多的前处理线采用薄膜工艺(钝化与硅烷)。而薄膜工艺与镀锌板材、铝合金板材的管理难度也是近些年来行业内研究的热点问题。本文只讨论基于传统表调+磷化的前处理与阴极电泳工艺。

收稿日期: 2023-07-17

作者简介: 韩涛(1993—), 男, 本科, 工程师, 主要从事车身涂装前处理、电泳工艺过程管理和涂装机器视觉应用开发工作。
E-mail: 1003364314@qq.com。

1 前处理工艺管理

当下主机厂主流前处理工艺一般采用洪流或是热水洗、脱脂、水洗、表调、磷化、水洗、纯水洗等工序。前处理工艺旨在清洗干净车身表面油污及铁削, 并在工件表面产生一层薄薄的转化膜, 为提高阴极电泳的防腐能力打下基础。这些工艺流程之间环环相扣, 一个环节出问题, 必然影响后续电泳膜质量。良好的日常管理, 可以有效避免质量问题的发生。

1.1 脱脂工艺管理

脱脂的原理是通过脱脂药剂中的碱性化合物与机械加工中粘带的油污发生皂化反应, 并由药剂中的分散剂将其分散、乳化、溶解入脱脂工作液中。一般脱脂工艺都会采用浸洗与喷淋相结合的方式, 喷淋利用带压水流的机械力清理油污及铁削。脱脂工艺参数有总碱、游离碱、脱脂温度、脱脂时间、喷淋压力、滤袋清洗更换、设备管理(倒槽、喷嘴疏通、滤网清洗)等。一般来说, 脱脂工作液只要满足参数, 管理难度不大。工作液温度控制在 45~60 °C、pH 9~12、总碱 8.0~13.0 mL, 需

要关注脱脂液不要太脏,防止车体难以清洗干净。白车身在进入前处理时需要清理擦拭,且外车身不可带入过多油污。简单判断白车身在脱脂是否清理干净的方法是在照明良好时肉眼观察车体表面水膜状态,水不聚合成股流下且均匀分散在表面可以认为脱脂清洗良好,也可以用干净的白色丝织物擦拭车体表面无污染物也可视为脱脂清洗良好。

1.2 表调、磷化工艺管理

表调、磷化是前处理工艺中的核心工序,磷化膜的质量好坏直接影响着防腐性能。磷化之前是表调,表调可以修复金属表面因强酸或强碱腐蚀形成的微小凸凹,也可以为磷化膜提供结合点,使磷化膜更加平整牢固。表调的控制点是钛浓度。磷化工艺的工艺参数包括总酸、游离酸、酸比、温度、促进剂、处理时间等。良好的磷化膜呈现灰白色,在电镜下可以看到磷化膜微观结构,良好的磷化膜重在 $1\sim 4\text{ g/m}^2$ 。磷化膜不易过厚,会影响电泳膜粗糙度与附着性能。常规磷化参数见表1,可以作为参考,促进剂浓度对磷化膜生成有重要影响。磷化槽内工作液循环也较为重要,循环不良会产生黄锈等问题,且脱脂液不可随车身带入磷化槽。

表1 表调与磷化参数

参数项	参数范围
游离酸 FA	0.7~1.4 mL
总酸 TA	15~25 mL
促进剂 ACC(表调)	2~4 mL
温度	40~45 °C
喷淋压力	0.05~0.20 MPa
处理时间	90 s
磷化含渣量	$\leq 5.0 \times 10^{-4}$

1.3 前处理设备管理

前处理设备的管理项内容繁杂,既有水洗槽与脱脂槽每周的定期排放清理,也有像磷化槽酸洗这样耗时耗力的工作。前处理的过滤袋清洗更换需要根据过车量控制,过车量大清洗更换的间隔就短。每当过滤器中的滤袋被脏污堵住,过滤器进口压力与出口压力差就会增大,推荐一种判断过滤袋需要清洗更换的条件:一是过滤罐进出口压差 $> 0.1\text{ MPa}$,立即更换;二是过滤罐进出口压差 $\leq 0.1\text{ MPa}$,1次/周。前处理过滤精度采用聚丙烯毛毡 $\leq 100\text{ }\mu\text{m}$ 或单丝尼龙绢布 ≥ 150 目足以够用。前处理的喷淋压力对去除车体污染物有重要作用,需要维持喷淋压力,一般情况下喷淋压力范围在 $0.10\sim 0.12\text{ MPa}$,可以根据现场情况适当调整喷嘴的方向和角度。换热器进液温度与磷化液进液温度的温差

在 $20\sim 40\text{ }^\circ\text{C}$ 说明换热器运作正常, $30\text{ }^\circ\text{C}$ 左右的温差可以保持较好的换热效率。当温差变化需要考虑换热器是否渗漏或者换热板结垢,需要及时清理维护。磷化液的渣含量控在 $(2.0\sim 3.5) \times 10^{-4}$ 较为合适,当渣含量 $> 5.0 \times 10^{-4}$ 时可能会引起车身磷化渣颗粒增多,需要开启除渣机降低渣含量。磷化槽酸洗可以每年进行一次,磷化渣容易堵塞管道与喷嘴,每日巡查时检查磷化槽喷嘴状态。

2 阴极电泳工艺管理

2.1 阴极电泳发展

19世纪初,俄罗斯化学家列斯首次发现胶体粒子在电场作用下产生的泳动现象,推开了电泳的神秘大门。20世纪60年代,英国卜内门公司与里兰公司共同研发了阳极电泳漆与阳极电泳工艺。20世纪70年代,第一代阴极电泳在美国投入使用。经过几十年的发展与完善,引入超滤技术、反渗透膜技术等附属系统,逐渐形成了现在常见的阴极电泳工艺。阴极电泳涂料通常由树脂、颜料、助剂和中和剂等组成,组成阴极电泳漆的聚合物有环氧氨-聚氨酯树脂、环氧氨-聚酯树脂、丙烯酸氨化树脂、丙烯酸改性环氧树脂等,随着对阴极电泳漆高防腐性能和低温交联固化性能的迫切需求,未来阴极电泳漆成分也会发生很大改变。作为汽车前处理与阴极电泳线的从业者,需要对电泳槽液性能、阳极系统、超滤系统及喷淋装置了解透彻。电泳倒槽清理与新投槽的过程作为电泳特殊工况也需要认真对待。

2.2 电泳参数与槽液管理

电泳工艺参数共有13种,分别对应槽液成分与特性、电泳施工条件与特性两大方向。参数包含:NV、颜基比、MEQ、溶剂含量、pH、电导率、槽液温度、电压、电泳时间、库伦效率、最大电流、膜厚与泳透力,所有参数需要定期按标准检测。目前市场有较为可靠的自动化参数检测系统,可以定时自动监控参数变化,并反馈至加料系统。但化验室检测也是必不可少的,人工检测与自动系统检测互相确认,保证工艺参数的稳定性。每个参数之间相互影响,结果的好坏最终反应到电泳漆膜的质量上,表2简单列出主要参数之间相互影响因素,可以依据表2并结合现场实际判断电泳工艺状态做出合理的调整。

总得来说,温度、电压、电泳时间、NV与溶剂含量上升导致膜厚增加,反之膜厚降低。也可以利用变化关系调解膜厚达到质量范围,又不至于膜厚超标导致的材料浪费。电压、温度都有极限值,电压不能超过击穿电压,温度超过 $35\text{ }^\circ\text{C}$ 会加速电泳漆老化。电泳漆也是有保质期的,要会计算电泳漆的消耗量与循环周期,长

时间不使用的电泳漆会产生各种问题。电泳工艺管理需要科学的检测与管理方法,“任何拍拍脑袋就决定”的简单方法是违反客观规律的做法,会造成极大的质量缺陷。各项参数的检测都有成熟可靠的方法,如测量泳透力可以采取四枚盒或者钢管法测量,电泳技术经过许多专家、工程师的不懈努力下日益完善。

表2 电泳参数与膜厚关系

参数		电导率	膜厚	泳透力	漆面粗糙度
槽液参数	NV	+	+	+	+
	颜基比	-	-	+	-
	MEQ	+	-	-	*
电泳参数	溶剂含量	+	+	-	+
	槽液温度	*	+	-	+
	电压	*	+	+	*
	电泳时间	*	+	+	*

注:“+”正相关,“-”负相关,“*”无关。

2.3 电泳设备管理

电泳附属设备包括温控系统、超滤系统、阳极系统、加料系统、槽液循环系统、超滤液喷淋系统、电泳液过滤系统。

其中温控系统是为了控制槽液温度,保证槽液在适合的温度下生产,也是为了防止电泳槽液老化变质。

阳极系统有侧面阳极、顶部阳极和底部阳极,阳极会产生阳极反应造成阳极板的腐蚀,所以阳极的检查更换也是电泳设备管理中的重要一环。按阳极形状可分为板式阳极与管式阳极,整流器多为IGBT、可控硅等。阳极液需要做工艺管控,包括电导率监控、阳极液定期杀菌、阳极液更换等管理。阴极电泳中的电压正是阳极与阴极(车体)之间的电压,因此阳极的数量(面积)与车体的表面积影响着电流的大小,电流过大对整流器不利。日常检测正常生产时每根阳极的电流是否在正常范围内是不进入电泳槽检查阳极性能的一种方法。同时电场强度也是要重视的。阳极的数量、排布方式、距离车体的距离等都是影响电泳质量的因素。

超滤系统是实现电泳后冲洗和电泳浓液回收的重要系统,超滤系统由泵、超滤膜组、超滤液水箱和正反清洗管路等组成,可以实现电泳液零排放提高材料利用率和绿色环保生产的重要功能。超滤膜需要定期清洗和杀菌,可以使用电泳漆厂家提供的溶剂清洗超滤膜。电泳后的0次冲洗、UF1、UF2和UF3超滤液清洗浮漆的过程是减少电泳漆膜表面缺陷的重要工序,因此运作良好的超滤系统会提高足够量的超滤液共后工序使用。停产时超滤膜与阳极液同样需要定期更换纯

水并加杀菌剂循环,此举是为防止电泳槽液被细菌污染导致缩孔等缺陷产生。

电泳需要定期倒槽,所谓“倒槽”就是将电泳槽液转移至备用槽存储。电泳倒槽需要提前根据生产计划制定倒槽方案,在停产时间较为充足,一般需要2~3d,根据情况适当调整时间。电泳主槽排空,检查槽内搅拌喷嘴、阳极等零件是否需要更换,如有损坏可以进入电泳槽内维修更换。

另外在长时间的生产运行中,电泳槽内累积的沉渣可以在倒槽期间清理干净。进入电泳槽时需要做好人身安全防护、能量锁定等必要安全措施。电泳槽的底部、侧面、副槽与电泳槽液循环不良的死角都需要彻底清理,但不要暴力操作破坏电泳槽的绝缘层,同时纯水不断润湿暴漏在空气中的阳极膜管,防止阳极膜干裂。更换零件与清理完成后需要注入纯水,水位高度浸没阳极膜上端即可,开启泵循环冲洗至少12h,然后排净废水重新执行循环冲洗2~3次(按需),最后放入新纯水浸泡电泳槽,同时取槽内水做缩孔试验,试验合格可以排空水,将备用槽的电泳液倒回电泳主槽。在倒槽开始前需要清洗电泳备用槽,取样做缩孔试验,只有缩孔试验合格才可以转入备用槽,转槽期间注意不要错开阀门导致珍贵的电泳液泄露。

3 结语

中国汽车工业的发展取得了举世瞩目的成就,而且还在不断地新建汽车生产线,在如此高的建设速度下,需要大量专业技术人员参与。汽车涂装工艺的基础是前处理与阴极电泳,电泳漆作为基础涂层给金属板提供了防腐保护,也为面漆打下良好基础。由此可见前处理与阴极电泳质量的重要,皮之不存,毛将焉附,如果是作为刚进入前处理与阴极电泳生产领域的技术人员,大多会在众多工艺参数与设备管理之间迷茫,如何管理好前处理与阴极电泳的过程是首要课题。这里没有讨论枯燥无味的化学反应式,直接讨论每个工序中重要经验与实际的内容,旨在用最通俗的语言讲述前处理与阴极电泳工艺管理的细节,还原日常管理的面貌。◆

