

汽车锆化薄膜前处理现场管理探讨

刘海军, 吴 为, 骆宗伟

(东风汽车股份有限公司, 湖北 襄阳 441004)

摘要: 对汽车锆化薄膜前处理工艺应用进行了经验总结, 分析了薄膜型前处理及其配套的阴极电泳涂装的管理要点。

关键词: 锆化薄膜前处理; 阴极电泳涂装; 润湿喷淋

中图分类号: TQ639

文献标志码: B

文章编号: 1007-9548(2024)01-0057-03

Discussion on Field Management of Zirconium Film Pretreatment Process for Vehicle

LIU Hai-jun, WU Wei, LUO Zong-wei

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

Abstract: The experience of the application of zirconium film pretreatment process for vehicle was summarized, and the management points for film pretreatment and its supporting cathodic electro-deposition were clarified.

Key words: zirconium film pretreatment process; cathodic electro-deposition; wetting spray

0 引言

在我国全面推行绿色低碳循环经济体系, 确保实现碳达峰、碳中和目标, 推动我国绿色发展迈上新台阶的背景下, 低碳、低污染型的涂装工艺发展越来越快, 前处理作为汽车涂装工艺的重要工序, 已向无镍、无磷、节能环保的方向发展。在环保型汽车前处理工艺中, 以硅烷和锆化为代表的两种典型薄膜型前处理工艺的应用越来越多, 从汽车零部件到整车, 处理板材从铝合金到镀锌板、冷轧板多种混合板材。在应用过程中, 主机厂也会根据自身的情况, 摸索出一些适应性的现场管理经验。

我公司轻客涂装线前处理工序自 2011 开始便使用汉高品牌 TecTalis 系列锆化薄膜前处理产品, 从汉高第一代 1800 系列, 到第二代 1820 系列, 再到目前使用的最新的 1850 系列; 电泳底漆工序从关西品牌 NT-100 系列, 到现在的高泳透力 HT-8000 系列; 车身板

材从外板全镀锌板到 40% 冷轧板, 经历了复杂的使用条件变化。本文对汽车锆化薄膜前处理工艺应用进行经验总结, 分析薄膜型前处理及其配套的阴极电泳涂装的管理要点, 希望与行业内专家交流探讨。

1 现场条件

轻客涂装线在设计时便按照锆化薄膜前处理工艺进行设计, 主要产品为轻型客车和轻型卡车, 采用自行葫芦步进式输送方式。前处理-电泳底漆线按照 16 工序 14 槽位设计, 主要工艺流程如下: 洪流冲洗→预脱脂→脱脂→水洗 1→水洗 2→纯水洗 3→锆化前处理→纯水洗 4→纯水洗 5→新鲜纯水喷淋→润湿喷淋→电泳底漆→UF1→UF2→纯水洗 6→纯水洗 7。

前处理-电泳底漆线所用主要材料如表 1 所列, 主要槽液参数如表 2 所列。

2 现场管理

锆化前处理工艺较传统三元磷化工艺, 最大区别为锆化前处理形成的转化膜很薄, 厚度仅有纳米级, 一般在 30~200 nm。由于锆化膜非常薄, 对板材的缺陷遮盖性差, 而电泳对前处理的缺陷又存在放大性, 因此, 锆化膜的好坏对底漆质量有直接影响。在锆化前处理中, 电泳底漆对锆化膜的膜厚、板材锈蚀、车身流痕等

收稿日期: 2022-12-11

作者简介: 刘海军(1980—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事轻卡及轻型客车涂装工艺规划及现场工艺管理工作。E-mail: liuhaijun@dfac.com。

敏感性很明显,因此现场管理较磷化工艺更为严苛,例如前处理工序需要更多的喷淋以保证车身的润湿状态,防止车身发干导致干湿不均、出现锈蚀,电泳参数及槽液管理更为严格。

表1 前处理-电泳底漆线主要材料

序号	材料	型号
1	脱脂剂	T51
2	表面活性剂	T51S
3	促进剂	AC131
4	水洗中和剂	中和剂 65
5	成膜剂	TecTalis 1800A
6	成膜剂	TecTalis 1800B
7	添加剂	M-AD 101
8	中和剂	Neutralizer 700
9	中和剂	Deoxidine 2520
10	电泳涂料	HT-8000 色浆
11	电泳涂料	HT-8000 乳液

表2 前处理-电泳底漆线主要槽液参数

工序	检验项目	控制范围
洪流冲洗	游离碱/pt	0.5~5.0
	总碱/pt	<7.0
预脱脂	游离碱/pt	4~10
	碱比	<5
脱脂	游离碱/pt	4~20
	碱比	<3
水洗1	总碱/pt	<10
	促进剂/pt	3~5
	pH	8.0~9.5
水洗2	总碱/pt	<5.0
	促进剂/pt	3~5
水洗3	pH	6.5~8.5
	促进剂/pt	1~5
	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	<800
铅盐处理	T1800A 吸光度	0.8~1.3
	T1800B 吸光度	0.3~0.5
	pH	4.0~4.8
	氟离子/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	20~80
水洗4	促进剂/pt	3~5
	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	<1 000
水洗5	电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	<100

2.1 前处理工序车身保湿管理

2.1.1 脱脂系统保湿

洪流/预脱脂工序保湿采用本工序水喷淋保湿,通

过过滤器后喷淋液返回本槽,喷淋管理设计为快插式方便更换清理;脱脂保湿可以采用本槽水做出入槽喷淋保湿,脱脂至水洗1工序间保湿采用水洗1槽液,保湿回液分别回脱脂槽和水洗1槽。

2.1.2 水洗系统保湿

脱脂后水洗保湿,全浸槽出入槽采用本槽水洗喷淋保湿,过渡段可以采用前工序水洗水保湿,水洗3设置新鲜纯水洗喷淋补水,可以补充保湿消耗,也可以降低薄膜处理前车身沥水的电导率,润湿水回水洗3。

2.1.3 钝化前处理后保湿

钝化前处理出槽后设置喷淋润湿,根据槽位可以设计为出槽段直排,水洗段返回本槽。出槽段喷淋润湿可以有效防止二次钝化反应,钝化槽后的水洗建议采用新鲜纯水喷淋保湿。

2.1.4 保湿系统维护

保湿系统的维护主要是确保润湿系统压力稳定,管路喷嘴不堵塞,主要从以下几个方面管理:1)焊装来件的洁净度,车身的铁粉含量建议控制在 $\leq 2.5 \text{ g/车}$;2)吊具和轱体除漆,按照频次清理预防附带的底漆漆渣堵塞过滤系统和喷淋系统;3)过滤系统压力,按照压差进行更换滤袋,同时预防滤袋破损;4)喷淋系统的维护,系统压力巡检,按照频次清洗更换喷嘴。

2.1.5 设备停工管理

前处理电泳线设备的间断停工也会造成薄膜型前处理的发干锈蚀,车身在脱脂后水洗段以及钝化前处理后水洗段长时间(一般大于10 min)停工就会造成底漆车身锈蚀。车身在钝化槽内停工超过15 min,钝化膜厚度超过120 nm时还可能会造成电泳底漆附着力不良。主要应对措施就是减少输送设备停工,同时设置停线润湿喷淋系统。传统三元磷化涂装线要改造升级薄膜前处理前,一定要对前处理停工进行原因分析并对策改善。

2.2 电泳底漆工序管理

2.2.1 电泳涂装电压

由于钝化膜很薄,为纳米级,皮膜阻抗比磷化低得多,约为磷化膜阻抗的 $1/20^{[1-2]}$,因此在阴极电泳涂装过程中,会导致反应剧烈,极易出现电泳漆膜针孔问题。漆膜针孔主要出现于车身外板位置,板材方面冷轧板更易出现针孔,镀锌板基本上不出现。现场生产实践证明,在同样的电泳涂装电压条件下,电泳电压升压速度越快,底漆出现针孔问题的可能性越大。钝化前处理对于电泳电压变化更为敏感,建议最少按照三段式升压设计,并且留出足够的升压时间。三段电压可以根据车身的膜厚需求和针孔状态调整,我公司轻客涂装线经过多年运行探索得到适宜的电压-时间范围为:

一段电压 50~60 V/5 s, 二段电压 120~150 V/15 s, 三段电压 220~300 V/160 s。

2.2.2 电泳槽液温度

针对钝化前处理, 除电泳涂装电压对底漆针孔影响大之外, 底漆针孔对电泳槽液温度变化也很敏感。一般配套磷化前处理工艺时, 电泳温度设置在(28±2) °C 即可, 而配套钝化前处理温度可以设置更高, 可达到 31 °C, 如此更有利于电泳时气泡的溢出, 减少漆膜表面的针孔问题的出现。同样条件下, 电泳槽液温度提升 1 °C, 有助于电泳膜厚提高 1~2 μm。温度的提升对于电泳工序制冷机组来说可以起到节能作用, 但温度提升的同时会加速电泳槽液老化, 因此在现场管理时, 可以设置生产模式和非生产模式, 生产模式下槽液温度控制在 31 °C, 非生产模式下控制为 29 °C 左右。需要注意的是, 两种模式切换时, 生产前必须提前进行调整, 确保在生产时段电泳槽液温度能够达到 31 °C。

2.2.3 电泳更新

电泳槽液的更新速度对钝化前处理的影响要远大于传统三元磷化。对于传统三元磷化工艺电泳槽液老化时, 主要影响是底漆表面粗糙, 电泳膜厚不足, 同等条件下, 钝化前处理还会表现出底漆针孔缺陷概率加大, 车身局部大面积出现漆膜不连续, 电泳烘干后车身会出现锈蚀问题。配套钝化薄膜前处理时, 电泳槽液更新最少保持 1.5 个更新周期, 建议按照 2 个更新周期进行管理。如果产量不足, 电泳更新周期很低, 不建议采用薄膜型前处理。

2.2.4 电泳涂料配套性

钝化薄膜前处理工艺在车身钢板上形成的转化膜厚度仅为 30~200 nm, 而传统三元磷化膜厚度为 2~3 μm, 两种前处理膜在电泳过程中皮膜阻抗差异巨大。

薄膜型前处理工艺外板由于阻抗更低, 配套常规泳透力电泳漆时, 漆膜沉积速度快, 会很快电泳上膜。而车身内部由于电场屏蔽效应导致电场较弱, 内板、内腔不易上膜。最终导致内外板膜厚差异增大, 同时导致内腔膜厚不足, 降低内板、内腔等部位的防锈性能。

一般来说, 同等电泳参数条件下, 钝化前处理工艺内板电泳漆膜厚度要比磷化工艺低 2~4 μm。解决这个问题一般有 3 种办法: 1) 提高高压段的电泳时间和电压, 电压调整以现场底漆漆膜不出针孔为准; 2) 延长电泳时间, 延长 30~60 s, 该方式适宜于步进式线体, 连续式线体不建议采用; 3) 更换为超高泳透力电泳漆。提高高压段的电压容易产生针孔缺陷, 延长电泳时间会导致节拍下降, 产能降低, 经济性不好。更换超高泳透力电泳漆是必要的措施。所以在改造或者新建线体时, 一定要做好材料的匹配性。

3 结语

薄膜型前处理工艺的发展融合性更快, 钝化和硅烷工艺都向着提供更优的前处理方向更新换代。国内汽车薄膜前处理工艺的应用已走过了十多年历程, 我在公司在钝化前处理工艺应用过程中出现了许多问题, 本文对汽车钝化薄膜前处理工艺应用进行了经验总结, 分析了钝化薄膜型前处理及其配套的阴极电泳涂装的管理要点, 在此抛砖引玉, 希望与汽车涂装专家交流探讨。

参考文献:

- [1] 郑福斌, 苏和, 梁炳华. 钝化前处理工艺的应用研究[J]. 现代涂料与涂装, 2016(4): 15-18.
- [2] 李治国, 杨安庆, 杨书杰, 等. 钝化前处理工艺在汽车涂装中的应用[J]. 现代涂料与涂装, 2017(11): 47-49.

(上接第 56 页)

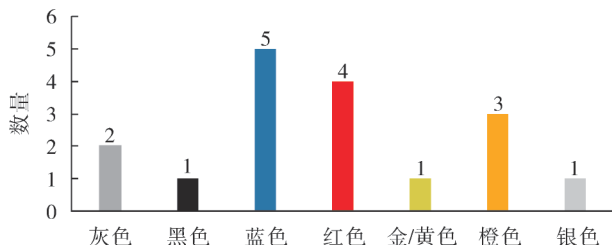


图4 各主机厂计划开发颜色数量

3.2 新材料、新工艺的趋势

材料方面, 随着设计人员对汽车颜色效果要求的不断提高, 常规的铝粉、炭黑、钛白粉、珠光材等颜料已

经很难满足新色的效果需求, 近年来, 彩虹珠光玻璃珠光等新型颜料的开发, 赋予了新色更多的色彩表达效果。

工艺方面, 随着着色清漆、2K 着色清漆技术的开发, 进一步提升了汽车涂膜的饱和度。高端车型上, 亚光清漆通过赋予清漆层低光泽度, 赋予了汽车整体外观高级感。

4 结语

虽然新材料、新工艺的应用进一步丰富了汽车的颜色效果, 给予了消费者更多的车色选择, 但绝大部分新材料、新工艺尚未成熟, 目前新色量产的过程中普遍存在无法修补的情况。因此, 在实际的汽车新色开发过程中, 新色的修补漆开发及修补性确认是从业人员需要重点考虑的部分。