电泳车身B柱欠烘烤问题解析

刘宗会

北京汽车研究总院有限公司　北京　101100

摘要：阴极电泳漆属于热固化型涂料，烘干是涂膜形成的重要工序，烘干温度和烘干时间对电泳涂膜的固化十分重要，如果低于规定温度和烘干时间，则不能固化，严重影响漆膜性能。

关键词：电泳漆膜；局部；欠烘烤

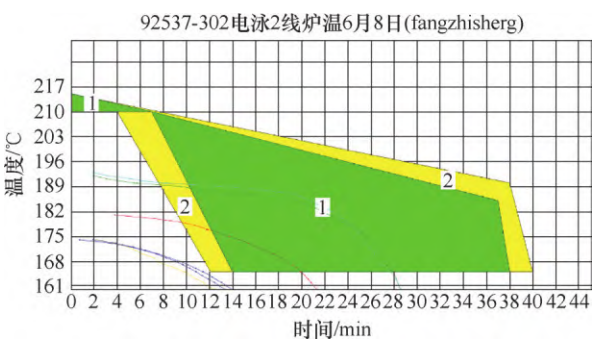
DOI:10.16173/j.cnki.ame.2024.07.014

阴极电泳涂料属于热固化性涂料，必须在规定的温度下才能固化，其烘干过程包括有机溶剂（含水分）挥发、涂膜热融化、高温热固化三个阶段。只有达到工艺规定的烘干温度及烘干时间才能使涂膜的性能达到最佳状态。如果电泳涂膜未烘干透，则严重影响涂膜的性能，如涂膜的物理性能：附着力、硬度及冲击等；化学性能：耐试剂、耐湿热及耐腐蚀性能等。如果烘干温度偏低，烘干时间不足，则固化不足，涂膜的附着力、力学性能差、耐蚀性也差；如果烘干温度过高或烘干时间过长，则产生过烘干，涂膜变脆，严重时涂膜脱落，影响下层涂膜的附着力等。

问题描述

问题发生在新车型投产调制爬坡阶段，新车型在做炉温检测时发现车身B柱内腔部位炉温曲线不达标，如图1所示（图1中区域1烘烤正常，区域2烘烤不足）。

a）车身B柱内腔部位



b）炉温曲线

图1　炉温检测问题

电泳欠烘烤影响分析

为确认电泳漆膜是否受影响，分别对炉温监测点不合格区域进行了如下佐证试验。

1.丙酮擦拭

用丙酮擦拭烘烤不足部位（抽取5台车），检查擦拭后情况如图2所示，试验结果见表1。

图2　丙酮擦拭烘烤不足部位

表1　擦拭试验结果

序号	制板条件	结果
1	160℃/ 10 min	漆膜被擦掉，露底
2	160℃/ 12 min	漆膜被轻微擦掉，不露底
3	165℃/ 12 min	擦拭轻微掉色
4	车身B柱下端	擦拭不掉色

2.附着力和硬度检测

选取三个部位：新车型烘烤不足部位、新车型烘烤正常部位和量产车型B柱相同部位，进行附着力和硬度检测，检测结果见表2。

表2　检测结果

序号	制板条件	附着力	硬度
1	新车型烘烤不足部位	OK	OK
2	新车型烘烤正常部位	OK	OK
3	量产车型B柱相同部位	OK	OK

3.中性盐雾试验检测

如图3所示，选取以下部位进行中性盐雾试验检测：新车型烘烤不足部位（车身右B柱）、新车型烘烤正常部位（轮毂包挂板3块DC05）、新车型欠烘烤部位（3块做1000h盐雾试验/B柱内腔挂板）以及新车型欠烘烤部位（2块打磨漏铁后喷修补中涂做盐雾试验1000h/B柱内腔挂板）。检测结果见表3，试验分析见表4。

图3　中性盐雾试验检测

表3　中性盐雾试验检测结果

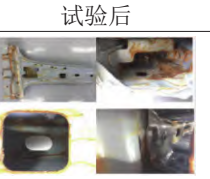
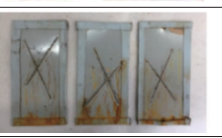
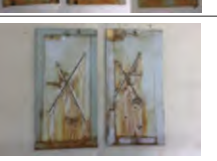
试验前	试验后
	
	
	

表4　试验结果分析

式样	制样条件	膜厚/μm	非划线区域外观腐蚀状况	划痕处单侧锈蚀扩展宽度/mm	结果
电泳片件	B柱（车身切割）	25.2（23.7～28.4）	内腔锈蚀比较严重	未划线，不评价	不合格
电泳试板	右轮毂包处挂板（DCO5）	13.6（13.0～14.0）	12个泡点	1.1	不合格
		14.6（14.3～15.1）	8个泡点	0.6	不合格
		14.8（14.2～15.4）	1个泡点	0.7	不合格
	B柱内腔右后中挂板	11.0（10.4～11.5）	39个泡点	1.1	不合格
	B柱内腔左后挂板	9.3（8.7～9.8）	28个泡点	0.6	不合格
	B柱内腔左前挂板	10.2（9.7～10.7）	24个泡点	0.7	不合格
	B柱内腔右后上挂板，打磨露铁后喷修补中涂	24.7（22.8～26.3）	9个泡点	0.9	不合格
	B柱内腔右后上挂板，打磨露铁后喷修补中涂	22.0（16.5～24.4）	11个泡点	1.5	不合格

从本试验可以得出以下结论：

1）B柱直接放在中性盐雾箱中采取连续喷雾测试，160h内腔多处出现锈点，1000h内腔锈蚀较严重，由于目前对白车身内腔只有膜厚要求，无腐蚀要求，另外与整车暴露环境差别比较大，此次试验不做结果判定。

2）所有随车电泳的试板单侧腐蚀宽度都合格，但都有不同程度的气泡。其中，B柱内腔挂板试片比右轮处挂板试片气泡严重。喷修补中涂后，气泡点减少。结果评价不合格。

综上，炉温不达标需要进行整改，才能保证整车质量。

整改措施

电泳涂装的漆膜是必须要高温烘烤才能干透的，所以电泳漆膜是否可以成形，烘烤是一道很重要的工序。电泳漆只有经过烘干后才能获得性能最佳的涂膜。在烘烤工序中，最重要的两个参数就是烘烤温度和烘烤时间。增加烘烤时间涉及生产节拍，量产生产线一般采取其他措施整改。

而烘干室内温度不均匀导致电泳漆膜表面局部温度偏低，是产生电泳漆膜局部烘烤不良问题的主要原因。影响电泳漆膜温度均匀性的因素有很多，如车身结构、烘干室温度、烘干室送回风口的位置及形式、烘干室的几何形状以及烘干室内循环风的各种扰动等。在涂装生产中，由于烘干室的几何形状已经确定，同时烘干室内的热气流扰动不易探测，因此主要分析车身结构、烘干室送风温度、烘干室送风和回风的位置对电泳漆局部烘烤不良产生的影响。

1.车身结构

因车身结构涉及方面较多，只能增大车门开启角度，但目前车门开启角度已至最大，因此暂不整改。

2.烘干室温度

电泳车身烘烤温度工艺要求为165℃下保持15min。经检查，电泳烘干室预升温段、加热段、保温段这三段的设置温度分别为90℃、170℃、180℃。经过设备耐高温能力确认以及同时注意过烘烤情况发生，最终决定对预烘烤段、加热段、保温段的烘烤温度设置暂不进行调整，因此需要采取其他措施。

3.烘干室送回风口的位置及形式

该生产线电泳烘干室采用强对流热风循环的烘烤

方式，风管为侧送下回风的对流传递，如图4所示。此种对流循环方式的优点是烘干室内不易起灰，有利于车身的清洁，但是由于回风口离车底很近，使烘干室底部喷流出来的热风很快被回风口抽走而无法顺利循环至车体下部，导致车体下部位置升温慢、保温时间短，达不到规定的烘烤温度和时间的要求，从而造成局部烘烤不良。

图4　电泳烘干室

同一段烘房内部的循环热风量是固定的，需要调整烘房内部B柱下部车身体质位置循环热风风量分布，来改善B柱内侧烘烤不良的问题。经过烘炉烘烤仿真分析，最终确定方案为：将进出风口的方孔改为圆孔，并增加送排风风量。

结语

电泳烘干是一种常见的表面处理方法，但在实际生产中常常会遇到烘干性不好等问题。温度的控制是电泳烘干中最关键的因素之一，需要严格控制烘干温度，以避免出现烘干性不好的情况。除此之外，还需注意其他一些问题，以保证涂层的质量和美观度。

参考文献：

[1] 高海军，华云，潘雷亮. 电泳漆膜局部烘烤不良的影响因素及解决措施 [J]. 汽车工艺与材料，2010（5）：16-18.

（上接第44页）

变，内孔圆度变差，内花键锥度和周累变大。而平放能使零件径向冷却均匀，周累和锥度变形较小[3]。然而该零件的结构特殊，齿轮大而轮辐薄，且内孔上下结构不一致，平放时的变形程度更加严重。因此结合该零件内孔有凸台，并非对称结构，做平装并增加补偿套的方式，对比用补偿芯轴串装吊立的方式来验证能否减少内花键变形。验证结果如图6所示，热处理平装和串装的一挡内花键*M*值存在明显差异，且串装的均值和标准差好于平装。

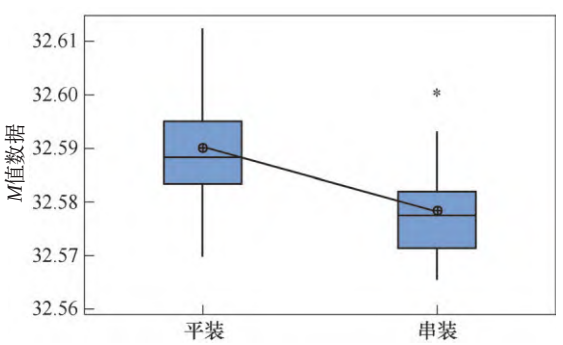


图6　平装/串装花键*M*值

结语

通过上述多个影响内花键变形因子的验证，针对该一挡齿轮实施以下措施：

1）签订材料标准，收窄淬透性带宽。

2）拉花键工艺固化，采用反向拉内花键。

3）焊接后增加去应力回火处理。

4）降低淬火有搅拌速度。

5）采用补偿芯轴串装方式装炉热处理。

上述措施实施后，一挡内花键热处理后*M*值合格，且锥度由0.08缩小为0.04，效果显著。

参考文献：

[1] 崔鼎，车永平. 带内花键零件的畸变控制方法[J]. 金属热处理，2022（3）：252-256.

[2] 杨更青. 探究提高零件内花键M值稳定性的方法[J]. 机械管理开发，2019（4）：55-57.

[3] 陈国民. 对齿轮热处理畸变控制技术的评述[J]. 金属热处理，2012（2）：1-13.