

# 抗压痕透明漆 NP-17 在铝合金轮毂上的应用研究

刘海峰, 郭博程, 赵伟强, 信海源, 游娜, 曹学锋

(立中车轮集团有限公司, 河北 保定 071000)

**摘要:**为解决铝合金轮毂在生产或运输过程中产生的压痕问题, 对抗压痕透明漆 NP-17 在铝合金车轮上的应用进行了可行性研究, 选取抗压痕透明漆 NP-17 和普通透明漆 RF20-0010/1 作对比, 对喷涂后的铝合金试件进行抗压痕性能和漆膜性能(附着力、硬度、碎石冲击、CASS、中性盐雾、丝状腐蚀、耐水、耐湿、耐洗涤剂)测试, 并对透明层抗压痕机理进行分析, 最后对抗压痕透明漆 NP-17 在铝合金车轮毂上的应用进行评估, 结果表明, 透明漆 NP-17 抗压痕性能优于 RF20-0010/1, 且漆膜性能合格, 可进行推广应用。

**关键词:** 抗压痕; 透明漆; 铝合金轮毂

中图分类号: TQ639 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2020)10-0024-03

## Study on Application of the Anti-indentation Transparent Paint NP-17 in Aluminum Hub

LIU Hai-feng, GUO Bo-cheng, ZHAO Wei-qiang, XIN Hai-yuan, YOU Na, Cao Xue-feng

(Lizhong Wheel Group Co., Ltd., Baoding 071000, Hebei, China)

**Abstract:** In order to solve the indentation problem of aluminum hub in manufacture and transportation processes, a comparison between the anti-indentation transparent paint NP-17 and the ordinary transparent paint RF20-0010/1 has been made to verify the feasibility of the application of the anti-indentation transparent paint NP-17 in aluminum hub. Firstly the anti-indentation property of the sprayed hub and the film properties (adhesion, hardness, chipping resistance, CASS, salt spray test, filiform corrosion, water resistance, moisture resistance, cleaning agents resistance) are investigated. Secondly the anti-indentation mechanism of transparent layer is analyzed. Finally the application of the anti-indentation transparent paint NP-17 in aluminum hub is evaluated. The result suggested that the transparent paint NP-17 with better anti-indentation performance than the ordinary transparent paint RF20-0010/1 and qualified film properties could be applied.

**Key words:** anti-indentation; transparent paint; aluminum hub

## 0 引言

随着汽车制造业的发展, 汽车轮毂的需求量连年增长, 轮毂生产商期望能够缩短生产工艺流程、提高产能。汽车轮毂的涂装一般包含涂底粉、色漆和罩光透明漆, 这些涂层都需要 140~170 °C 烘烤才能固化成膜, 因此轮毂涂装下线后还会有 40~50 °C 的余温<sup>[1-2]</sup>, 轮

毂生产企业为提高生产效率, 通常会在轮毂下线后堆积存放, 以便节省空间, 对于仓库不足的还存在轮毂户外堆放的情况, 夏季黑色轮毂吸收太阳辐射的能量, 很容易达到 50~60 °C, 此外, 对于出口国外的轮毂, 可能要经过较长时间的高温高湿海上运输, 在炎热的夏天集装箱内的温度可达 60 °C 以上, 甚至更高, 受重力和温度双重因素影响, 堆放的轮毂接触面会产生压痕, 影响外观, 尤其是在我国南方的轮毂生产企业, 黑色全涂轮毂夏季压痕问题特别严重。

众所周知, 铝合金轮毂进行涂装无疑要得到漂亮的外观及优良的漆膜性能, 有鉴于此, 研究抗压痕透明

收稿日期: 2020-03-08

作者简介: 刘海峰(1985—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事涂装新工艺新材料的开发、推广及应用工作。E-mail: liuhaifeng@lzwheel.com。

漆在铝合金轮毂上的应用,减少并消除铝合金轮毂压痕缺陷亟待解决。本文在油漆厂家开发的抗压痕透明漆 NP-17 各项性能试验的基础上,通过与普通透明漆 RF20-0010/1 固化成膜后的抗压痕性能及漆膜性能对比,对抗压痕透明漆 NP-17 在铝合金轮毂上的应用进行了一系列可行性研究。

## 1 试验部分

### 1.1 原材料及仪器

底粉 JW-A1701LZ 黑粉,广州擎天;色漆 SP190 LZH 黑漆,广州立邦;抗压痕透明漆 NP-17,广州立邦;普通透明漆 RF20-0010/1 德国亮克威泽。

热风循环干燥箱, DSC 测试仪,盐雾试验箱,水浸试验箱,碎石冲击试验机,恒温恒湿箱。

### 1.2 试件制备

试件 1 和 3:铝轮素材→预处理→喷底粉→固化→喷色漆+抗压痕透明漆 NP-17→固化;

试件 2 和 4:铝轮素材→预处理→喷底粉→固化→喷色漆+普通透明漆 RF20-0010/1→固化;

试件 5:聚四氟乙烯试验板→喷普通透明漆 RF20-0010/1→固化;

试件 6:聚四氟乙烯试验板→喷抗压痕透明漆 NP-17→固化。

### 1.3 性能测试

#### 1.3.1 抗压痕性能测试

参照 MES MN 601-J10 进行抗压痕性能测试,分别测试试件 1、试件 2 在 40 °C、55 °C、70 °C 环境温度下的抗压痕特性,判定标准:≥5 级(无压痕)。

#### 1.3.2 漆膜性能测试

参照 GMW 14829—2012 测试附着力,判定标准:初始附着力最小为 99%或 0 级;参照 GB/T 6739—2006 测试硬度,判定标准:≥HB;参照 GMW 14704—2009 测试耐水性,判定标准:耐水后的附着力≥1 级;参照 GMW 15729—2015 测试耐湿性,判定标准:漆膜表面无起泡及其他外观无变化;参照 GMW 14700—2012 进行碎石冲击测试,判定标准:≥8 级;参照 GMW 14458—2016 进行 CASS 测试,判定标准:划线处双边最大腐蚀宽度不超过 3.0 mm、吹气后不能有其他形式的附着力缩减;参照 GMW 3286—2016 进行盐雾试验测试,判定标准:划线处双边最大腐蚀宽度不超过 1.0 mm、吹气后不能有其他形式的附着力缩减;参照 GMW 14458—2016、GMW 15287—2013 进行丝状腐蚀测试,判定标准:细丝长度不超过 4.0 mm,测试结束时不能从非划线面长出细丝;参照 GMW 14333—2014 测试耐洗涤剂擦拭特性,判定标准:2 级,漆膜表面无膨胀、变色、溶解、失光、起皱、起泡等外观变化。

#### 1.3.3 差热分析仪(DSC)测试透明层的 $T_g$

测试条件:从试件 5 与试件 6 上称取 RF20-0010/1 透明层、NP-17 透明层各 4~8 mg,在  $N_2$  气氛升温,升温速率为 10 °C/min,扫描温度范围为-20~150 °C。

## 2 结果与讨论

### 2.1 两种透明漆抗压痕性能比较

将试件 1 和试件 2 参照 MES MN 601-J10 标准进行抗压痕性能测试,评价结果见表 1。

表 1 透明漆种类对铝合金轮毂抗压痕性能的影响

环境温度/°C	试件 1	试件 2
40	5级(无压痕)	5级(无压痕)
55	5级(无压痕)	3级(明显压痕)
70	5级(无压痕)	3级(明显压痕)

由表 1 可知:喷涂抗压痕透明漆 NP-17 的试件 1 在 40~70 °C 的环境温度下均未出现形变压痕,抗压痕性能稳定;喷涂普通透明漆 RF20-0010/1 的试件 2 在 40 °C 未出现压痕,但随着测试环境温度升高,试件 2 在 55~70 °C 时出现明显的形变压痕。综上, NP-17 透明漆的抗压痕性能优于普通透明漆 RF20-0010/1,可解决全涂轮毂产品夏季压痕问题。

### 2.2 两种透明漆漆膜性能比较

NP-17 透明漆的抗压痕特性使得产品可保持漂亮的外观,但漆膜性能会直接影响到轮毂产品的安全性和使用寿命,因此,综合评估抗压痕透明漆 NP-17 与普通透明漆 RF20-0010/1 漆膜性能差异也同样重要。

对试件 3 和试件 4 进行附着力、硬度、碎石冲击、CASS、中性盐雾、丝状腐蚀、耐水、耐湿、耐洗涤剂测试,试验结果见表 2。

由表 2 可见,喷抗压痕透明漆 NP-17 的试件 3 在初始附着力、硬度、碎石冲击、CASS、盐雾、丝状腐蚀、耐水、耐湿、耐洗涤剂性能方面与喷普通透明漆 RF20-0010/1 试件 4 表现出同等水平,在底粉、色漆与试件 4 相同的条件下,附着力 0 级,证明该透明漆与其他涂层层间结合力良好,硬度 H,碎石冲击 8 级,证明该透明漆膜又硬又韧,具有优良的抗碎石冲击及抗压痕特性;CASS 双边腐蚀宽度 2.0 mm,中性盐雾单边腐蚀宽度 0.5 mm,丝状腐蚀宽度 1.0 mm,证明该透明漆膜具有优异的耐腐蚀性能,耐水、耐湿、耐洗涤剂后涂层外观无变化,附着力等级无变化,证明该透明漆膜抵抗水分子、化学品渗透的能力强,可实现对色漆层、底涂层的保护。

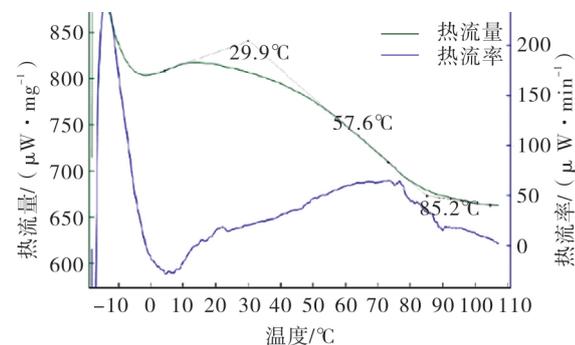
### 2.3 透明层 $T_g$ 对轮毂抗压痕性能的影响

透明层为非结晶聚合物,在不同的环境温度下具有三态、两区<sup>[4-5]</sup>玻璃态、高弹态、黏流态,玻璃化转变

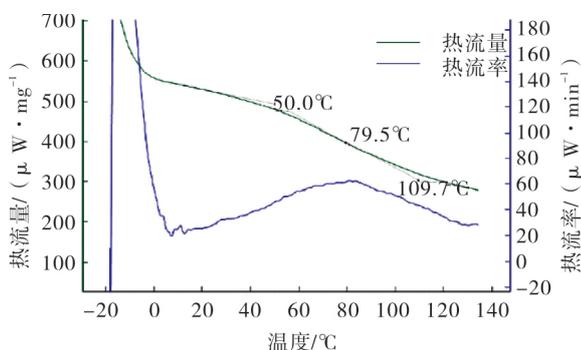
表2 漆膜性能测试结果

测试项目	试件3		试件4		测试方法
	测试结果	判定	测试结果	判定	
附着力	0级	合格	0级	合格	GMW 14829—2012
硬度	H	合格	HB	合格	GB/T 6739—2006
碎石冲击	8级	合格	8级	合格	GMW 14700—2012
CASS试验	腐蚀宽度2.0 mm,吹气后附着力无衰减	合格	腐蚀宽度2.5 mm,吹气后附着力无衰减	合格	GMW 14458—2016
盐雾试验	腐蚀宽度0.5 mm,吹气后附着力无衰减	合格	腐蚀宽度0.5 mm,吹气后附着力无衰减	合格	GMW 3286—2016
丝状腐蚀	腐蚀宽度1.0 mm,非划线部位无细丝长出	合格	腐蚀宽度0.5 mm,非划线部位无细丝长出	合格	GMW 14458—2016 GMW 15287—2013
耐水性	耐水后附着力0级	合格	耐水后附着力0级	合格	GMW 14704—2009
耐湿性	无起泡及其他外观无变化	合格	无起泡及其他外观无变化	合格	GMW 15729—2015
耐洗涤剂	2级,外观无变化	合格	2级,外观无变化	合格	GMW 14333—2014

区、黏流态转变区。当环境温度足够低时,透明层处在玻璃态,高分子链的运动被冻结,宏观上表现为硬而脆,受压形变量极小,随着环境温度升高,透明层处于玻璃化转变区,高分子链开始解冻,宏观上表现为明显的力学松弛行为,受压形变量迅速上升。试件5、试件6固化后的透明层 DSC 曲线如图1所示。



a. 试件5透明层RF20-0010/1



b. 试件6透明层NP-17

图1 试件固化后的 DSC 曲线

由图1可知,试件5透明层 RF20-0010/1 的  $T_g$  是  $57.6\text{ }^\circ\text{C}$ ,当铝合金轮毂运输环境温度在  $50\sim 60\text{ }^\circ\text{C}$  时,透明层 RF20-0010/1 处在玻璃化转变区,受压后极易

产生形变压痕,而试件6透明层 NP-17 的  $T_g$  是  $79.5\text{ }^\circ\text{C}$ ,高于轮毂运输的环境温度  $50\sim 60\text{ }^\circ\text{C}$ ,透明层 NP-17 处在玻璃态,因此无压痕产生。

### 3 结语

1) 抗压痕透明漆 NP-17 在铝合金轮毂上应用漆膜性能可以达到标准,同时发挥其抗压痕性能的优势,可解决轮毂生产、运输过程中产生的压痕,减少压痕轮毂的返修、提高生产效率。

2) DSC 曲线表明 NP-17 固化后的透明层  $T_g$  为  $79.5\text{ }^\circ\text{C}$ ,高于轮毂运输的环境温度,运输过程中透明层处在玻璃态,受压无形变产生,表现出较优的抗压痕性能。

### 参考文献:

- [1] 禹汉文,许奕祥,姚煌,等.快速固化耐压痕水性涂料在镀锌板底材上的应用研究[J].现代涂料与涂装,2014(2):14-15.
- [2] 齐见凯,马永强,张浩.一种抗压痕氨基烤漆及其制备方法:CN105505067A[P].2016-04-20.
- [3] 伍忠岳,黎芳,叶荣森.双组分水性木器涂料抗压痕问题的研究与探讨[J].中国涂料,2009(9):54-57.
- [4] 符若文,李谷,冯开才.高分子物理[M].北京:化学工业出版社,2007:150-152.
- [5] 李允明.高分子物理实验[M].杭州:浙江大学出版社,1996:147-154.

