

# 液态保护膜易剥离性改善研究

张金星<sup>1</sup>, 占梦<sup>2</sup>

(1.东风本田汽车有限公司,武汉 430056;2.湖北中澳复合制品有限公司,湖北 洪湖 433207)

**摘要:** 随着车企竞争加剧,商品车的库存周期延长,导致市场上出现液态保护膜难剥离抱怨。针对这个问题,从材料自身改良、现场施工调整和撕膜方法优化3个方面进行调查,分析了剥离助剂、液态膜膜厚、边缘肥边、膜内气泡和滚刷纹路等因素影响,并对撕膜温度、撕膜方法及少许的残留膜擦拭等给出建议。

**关键词:** 液态保护膜; 剥离助剂; 膜厚与肥边; 膜内气泡; 滚刷纹路; 撕膜方法

中图分类号:TQ639 文献标志码:B 文章编号:1007-9548(2024)12-0065-03

## Study on the Improvement of Easy Peeling of Liquid Protective Film

ZHANG Jin-xing<sup>1</sup>, ZHAN Meng<sup>2</sup>

(1.Dongfeng Honda Automobile Co., Ltd., Wuhan 430056, China;

2.Hubei Zhong'ao Composite Products Co., Ltd., Honghu 433207, Hubei, China)

**Abstract:** With the deepening of domestic auto market competition, the inventory cycle of automobile is extended, and liquid protective film covered on car-body is complained about difficult peeling as a new problem. To address this issue, the article carries on research from three aspects: materials adjustment, site operation and the method optimization for peeling film, then analyzes their contributing factors systematically, such as easy peeling agent, film thickness, fat edges, bubbles mixed in liquid protective film, rolling brush grain and so on. Finally, the article also gives some suggestions for peeling film, including optimum temperature, implementation details and the selection of chemical solvent which is used to wipe the residual film.

**Key words:** liquid protective film; easy peeling agent; film thickness and fat edges; bubbles; rolling brush grain; the method of peeling film

### 0 引言

汽车生产完毕到销售至顾客手中有一定的时间周期,存储期间为保护油漆表面不被污染,一些车企会使用保护膜进行防护。它一般分为固态保护膜和液态保护膜,前者是直接将塑料膜粘贴到车身上,施工简单但成本较高,而后者需要将液态材料先涂覆到车身上,经简单烘烤脱水成膜,操作复杂一些,但成本仅为固态膜的1/3左右<sup>[1]</sup>。

鉴于成本优势,我们一直使用液态保护膜,涂覆区域有引擎盖、车顶和尾门水平面。液态保护膜多为丙烯酸乳液类水性涂料,添加有剥离助剂、增黏剂、分散剂、消泡剂等,以去离子水为溶剂进行均匀分散<sup>[2-4]</sup>。当涂覆到车身后,乳化粒子会相互接近并接触凝聚,最后形成有弹性的连续涂膜。为保证液态膜性能,通常设计70℃左右低温烘烤,然而在量产过程中发现常温下放置也能够缓慢自干,给各种撕膜重涂提供了极大便利。

正常情况下,液态膜可以很容易地整张剥离,使用效果与固态膜并无明显差异。但是,随着新势力造车崛起,车企间的竞争日趋激烈,商品车的库存周期延长,液态膜难以去除被市场陆续反馈。为此,针对性地展开

收稿日期:2023-10-17

作者简介:张金星(1986—),男,硕士,工程师,主要从事汽车涂装车间工艺、材料管理等工作。E-mail:jinxingzhang1986@126.com。

液态膜易剥离性研究,致力于实现成本控制与客户感受双赢。

## 1 液态膜材料改良

液态保护膜老化周期短,3个月内剥离效果最佳。超过6个月后,材料的拉伸强度、延伸率均会明显下降,在未能带动周围的液态膜剥离前即出现自身破裂,宏观表现为撕膜不连续。除材料自身老化外,液态膜与漆膜的附着强度也会随时间而升高,这种变化不可避免地受分子链段长期蠕变影响,同时也与液态膜材料中含有的剥离助剂相关<sup>[9]</sup>。

不同于漆膜的致密结构,液态膜中有较多的孔隙,主要阻挡灰尘、铁粉、鸟粪等引起的污染,但小分子物质可以穿透。如当雨水浸泡后,水分会渗透进液态膜内和液态膜与漆膜的界面,其颜色从透明变成乳白色,对应膜中的一部分剥离助剂也会随之稀释流失。待阳光曝晒后,水分挥发液态膜重新变成透明颜色,过程中剥离助剂可能会随之出现一定的损失。在雨水稀释和高温曝晒的反复作用下,剥离助剂阻隔液态膜与漆膜附着的能力被削弱,使得黏附越来越牢固。此外,这两种因素受季节影响,在夏季最为严重,到秋冬季有所缓解,这也是市场投诉在夏季多发的重要原因。

液态膜本质属于临时防护材料,对长期耐候要求不高,因此可以微调抗UV助剂、光稳定剂等改善抗老化性,延长使用寿命。而对于易剥离性,既要确保成膜具有良好的内聚力,同时又要降低其与漆膜的附着力,这也是液态保护膜的技术核心。基体树脂改性方面,控制手段有增加疏水链段、大分子包覆技术阻隔乳化粒子极性基团等,但实施难度大、周期长。另一方面,剥离助剂对液态膜易剥离性影响较大,是降低附着力的常用方法。现行液态膜使用的是硅系剥离助剂,可以联合厂家测试高性能助剂或外添加其他助剂共用,如高级脂肪酸酯、脂肪酸盐、表面活性剂等,同时检讨剥离助剂在材料中的添加量,在配方允许范围内进行比例的优化。

## 2 液态膜施工性调整

### 2.1 膜厚影响

液态膜厚度直接决定其拉伸强度,增加膜厚对于改善剥离性最为有效。现场使用机器人自动化涂膜,所以需要增加淋膜量,并微调滚筒与车身的距离,但这些调整不可避免地会增加滴挂或局部漏涂风险,因此在幅度控制上需少量、多次优化,具体如图1所示。同时,淋膜轨迹应尽量垂直于车身方向,特别是引擎盖有一定的倾斜角度,倘若淋膜量不足可考虑走“S”形路线增加行程,并注意避让边缘部位。此外,液态膜有可能滴落到天窗和前后风挡,这些部位需涂玻璃胶、装风挡玻

璃,一旦滴挂流出有漏水或玻璃黏附失效风险,所以在工位设计上需设置复检。



图1 自动化涂膜

### 2.2 边缘肥边影响

最初调试,会将边缘的液态膜压平整,从而与大面均一化,目视美观度好。然而调研发现,液态膜干燥后呈透明颜色,膜厚差异所带来的目视效果差异不大,而且市场反馈边缘膜厚较薄反而让撕膜起始点变困难。因此,调整在边缘部位涂成肥边,让撕膜起始点更容易受力掀开,侧重实用性,具体如图2所示。在具体实施上,控制机器人把液态膜轻轻推到边缘形成肥边,避免滚筒直接碾压。此外,边缘肥边的湿膜膜厚建议在200~250 μm范围,过厚会让脱水效果变差,未烤干从而呈现白浊现象,在后工序操作时可能会碰伤液态膜。



图2 边缘肥边

### 2.3 气泡影响

液态膜黏度在1 500~2 000 mPa·s,远高于水性涂料,使得其气泡消散速度慢。混入液态膜中的气泡,待成膜后形成一个一个的空腔,撕膜时变为受力薄弱点,劣化了剥离效果。经过现场大量测试,得出4个有效措施:1)减缓气动泵补料速度,杜绝料桶吸空后空打,减少气泡带入量;2)循环罐的补料管和回料管都延伸至液态膜以下,避免从高位滴落到膜表面,将空气一并压入到膜内部;3)循环罐搅拌器作用是让表层液态膜缓慢流动避免成膜,转速不宜过高,无需明显旋涡,一般设定每15~20 r/min即可;4)回流控制也会影响液态膜气泡,这是由于机器人淋膜或手工站取膜时过快导致

材料在管路里有轻微断层混入空气，再回流到循环罐中。适当减少回流阀开度，降低回流速度，让液态膜始终快速填满管路，现场测试将机器人站回流阀开启50%，手工站回流阀开启80%，循环罐内的明显气泡可基本消除。

#### 2.4 滚刷纹路影响

车身漆膜是高速雾化喷涂实现，表面为平整状态，而液态膜是滚筒滚涂施工，由于需要黏附液态膜，滚筒表面需要有一定毛高，从而会出现“人”字形纹路，如图3所示。棱线(峰)上膜厚高，对应拉伸强度高，棱线附近的谷位膜厚低，容易在撕膜时断裂。均匀、细腻的“人”字形纹路最为理想，当纹路粗犷会使网状结构不足，形成的整体性下降，而纹路过于平直，无法交织成网，撕膜时会沿着平直纹路断开。现场对比测试多种高密度滚筒，以一种涤纶材质毛高11mm的滚筒效果最佳，并推广至其他工厂使用。



图3 液态膜“人”字形纹路

### 3 液态膜撕膜方法优化

液态膜拉伸强度与延展性受温度影响显著，温度较高时涂膜容易被拉伸，但强度会下降从而容易撕断，温度较低时液态膜延展性差，脆而易断。经测试，18~30℃为液态膜最佳剥离温度，在夏季可冲水给车身降温，在冬季可提前将车身放入室内或浇温水升温。

剥离时，从边缘较厚位置开始，以120°~160°方向缓慢向大面推进。边角撕开后，可借助洗车机，但喷射距离应大于30cm，压力小于10MPa，防止损坏车身

漆膜。对于少许残留的液态膜，建议使用酒精或异丙醇擦拭，且以异丙醇效果更佳。浸湿无纺布，轻轻擦拭，面积较大或附着顽固时可以将无纺布浸湿后覆盖3~10s后再擦拭，采取多次浸湿反复擦拭原则。最后，液态膜剥离完成后，倘若边缘界线明显，可以使用抛光蜡进行简单处理。

#### 4 结语

1)长时间存储后，液态保护膜的自身拉伸强度和延伸率会下降，但其与漆膜的附着强度反而会增加，从而导致难剥离的问题出现。

2)提升液态膜整体膜厚对改善易剥离性最为有效，同时将边缘涂覆成肥边有利于撕膜起始点受力掀开，且膜干燥后呈透明颜色，确认肥边的目视效果差异不大。

3)液态膜中混入的气泡消散速度慢，成膜后形成一个“空腔”薄弱点，控制补料速度、搅拌速度和回流阀开度等能够基本消除气泡。

4)液态膜纹路是非平整的，合理选型高密度滚筒，可以获取均匀、细腻的“人”字型纹路，倘若纹路过于粗犷或平直，均会劣化液态膜的剥离效果。

5)18~30℃是最佳的撕膜温度，剥离时应从边缘较厚位置开始，以120°~160°方向缓慢向大面推进。对于残留的液态膜，可以使用酒精或异丙醇擦拭祛除，并以异丙醇效果更佳。

#### 参考文献：

- [1] 袁杨.不同温度条件下表面保护膜与清漆相容性研究[J].现代涂料与涂装,2017(6):13-15.
- [2] 陈拯,陈良印.替代汽车面漆防护蜡的可剥离水性保护膜应用研究[J].涂料技术与文摘,2013(4):37-39.
- [3] 胡晓,吴明江,夏萍,等.水性聚氨酯液体车身保护膜研制[J].化学推进剂与高分子材料,2018(2):47-49.
- [4] 刘宏宇,张松.可剥离防护涂料的研究进展[J].化工新型材料,2010(4):33-35.
- [5] 束树军.水性丙烯酸树脂在可剥离涂料应用中的制备及研究[J].涂料工业,2020(2):80-87.

(上接第43页)产使用的优势也得到发挥。同时,使用液体表调减少磷化渣产量18%,并且随着车身铝板占比的提升,这一数字也会随之增加。锌系液体表调作为新型表调技术,还有更多优化空间值得继续探索。

#### 参考文献：

- [1] 张伟,李明.磷化表调技术在汽车涂装预处理中的应用与研究[J].汽车工艺与材料,2021(6):34-38.

- [2] 王刚,刘晓丽.磷酸锌系表调对电泳漆车身质量及生产成本的影响[J].表面技术,2020(7):301-307.
- [3] 赵丽丽,陈明.磷化膜质量对汽车涂装性能的影响研究[J].材料保护,2019(10):78-81.
- [4] 刘海涛,徐伟.生产成本优化在汽车涂装预处理中的实践与应用[J].涂料工业,2018(5):66-70.
- [5] 陈涛,黄建.表面调整技术在汽车涂装预处理中的选择与优化[J].电镀与涂饰,2017(11):587-591.