



## 离型膜热处理对压敏胶剥离强度保持率的试验研究

丁怡 殷冠明 何荣 颜培坚

### Experiment Study on Peel Strength Retention Rate of Pressure-sensitive Adhesive by Heat Treatment of Release Film

DING Yi, YIN Guan-ming, HE Rong, YAN Pei-jian

引用本文:

丁怡, 殷冠明, 何荣, 等. 离型膜热处理对压敏胶剥离强度保持率的试验研究[J]. *失效分析与预防*, 2023, 18(4): 240–243. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6214.2023.04.005

DING Yi, YIN Guan-ming, HE Rong, et al. Experiment Study on Peel Strength Retention Rate of Pressure-sensitive Adhesive by Heat Treatment of Release Film[J]. *Failure analysis and prevention*, 2023, 18(4): 240–243. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6214.2023.04.005

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6214.2023.04.005>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 可剥布剥离工艺性评价方法研究

Study on Evaluation Method for Peeling Performance of Strippable Cloth

失效分析与预防. 2019, 14(3): 157–160 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6214.2019.03.004>

#### 7050铝合金单峰时效热处理工艺及性能研究

Study on Peak Ageing Heat Treatment Process and Properties of 7050 Aluminum Alloy

失效分析与预防. 2020, 15(5): 288–291 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6214.2020.05.003>

#### 我国轨道交通齿轮材料及热处理技术的发展现状与趋势

Present Situation and Development of Gear Materials and Their Heat Treatment Technology for Rail Transport in China

失效分析与预防. 2021, 16(5): 339–346 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6214.2021.05.009>

#### 热处理温度对BN界面涂层微观结构和相稳定性的影响

Influence of Heat-treatment Temperature on Microstructure and Properties of BN Interfacial Coatings

失效分析与预防. 2021, 16(2): 113–118 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6214.2021.02.006>

#### 热处理制度对DZ408残余共晶及力学性能的影响试验研究

Effect of Heat Treatment on Residual Eutectic and Mechanical Property of DZ408 Alloy

失效分析与预防. 2018, 13(2): 78–82,123 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6214.2018.02.003>

#### 石墨烯掺杂对镁锂合金微弧氧化膜Cl腐蚀敏感性的研究

Corrosion Sensitivity of Graphene Doped Micro-arc Oxidation Film of Magnesium-lithium Alloy in Cl Solution

失效分析与预防. 2019, 14(2): 106–110 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-6214.2019.02.007>

# 离型膜热处理对压敏胶剥离强度保持率的试验研究

丁怡, 殷冠明, 何荣, 颜培坚

(捷邦精密科技股份有限公司, 广东东莞 523582)

[摘要] 压敏胶的粘接失效会带来很多产品的质量问題。为研究离型膜对胶带失效所产生的影响, 选取5种离型膜及3M丙烯酸压敏胶带作为研究对象, 在50℃、12~48 h的热处理条件下, 考察压敏胶带贴合老化后的剥离强度随离型膜热处理时间延长的变化; 在40~70℃、24 h的热处理条件下, 考察压敏胶带贴合老化后的剥离强度随离型膜热处理温度上升的变化。探讨不同类型的离型膜经不同热处理后对压敏胶带剥离强度保持率改善的效果。结果表明: 对选取的有机硅/纳米离型膜采用50℃、24 h烘烤的热处理方法, 可避免搭配的压敏胶带在湿热老化后的剥离强度急剧下降, 这对压敏胶带的实际应用具有重要的意义。

[关键词] 离型膜; 热处理; 压敏胶; 剥离强度; 保持率

[中图分类号] TQ436.3

[文献标志码] A

doi: 10.3969/j.issn.1673-6214.2023.04.005

[文章编号] 1673-6214(2023)04-0240-04

## Experiment Study on Peel Strength Retention Rate of Pressure-sensitive Adhesive by Heat Treatment of Release Film

DING Yi, YIN Guan-ming, HE Rong, YAN Pei-jian

(J. Pond Precision Technology Co., Ltd., Guangdong Dongguan 523582, China)

**Abstract:** Adhesive failure of pressure-sensitive adhesive (PSA) will cause many quality problems. In order to study the influence of release film on adhesive tape failure, five release films and 3M acrylic PSA tape were selected as the research objects. The release films were heat-treated at 50℃ for 12~48 h and at 40~70℃ for 24 h, respectively, and then the peel strength change of the cooperative PSA tape after aging was investigated with the increase of heat treatment time of the release films. The effect of the release films after different heat treatment on the peel strength retention rate of the PSA tape was discussed. The results indicate that the heat treatment of baking the selected silicone/nano release film at 50℃ for 24 h can avoid the sharp decline in the peel strength of the cooperative PSA tape after damp-heat aging. The results are of great significance for the practical application of PSA tapes.

**Key words:** release film; heat treatment; pressure-sensitive adhesive; peel strength; retention rate

## 0 引言

随着智能手机、平板电脑和可穿戴电子设备的发展, 压敏胶作为不可缺少的粘接辅助材料, 其应用越来越广泛<sup>[1-3]</sup>。在压敏胶模切加工成各种功能部件的过程中, 不可避免地需要离型膜对压敏胶带进行转贴保护和出货<sup>[4]</sup>。目前, 市面上常见的离型膜按涂布离型剂种类可分为有机硅离型膜、氟素离型膜、非硅离型膜等<sup>[5-7]</sup>。由于离型剂无法保证100%交联固化, 在与压敏胶带搭配使用的过程中常常发生离型剂转移或作用。因此, 不同类

型的离型膜及其性能将极大地影响着压敏胶制品最终的粘接性能和老化性能。如使用不当, 将导致压敏胶的粘力急剧下降。而压敏胶粘力下降或失效将导致汽车、电子等终端产品出现剥离、分层和脱落等质量问题, 给企业带来严重的损失<sup>[8-9]</sup>。因此, 寻找一种简单有效的方法降低离型膜带来的影响, 保持压敏胶粘力的持久性显得十分重要。

本研究选择3M的一款丙烯酸压敏胶带作为研究对象, 分别搭配5种不同的离型膜进行加速老化实验。通过研究不同的温度与烘烤时间, 分析离型膜在热处理后对胶带本身剥离强度保持率提升的效果, 并找到最佳的热处理条件。

[收稿日期] 2023年4月8日 [修订日期] 2023年7月26日

[作者简介] 丁怡(1991年-), 女, 工程师, 主要从事胶粘带测试与老化分析等方面的研究。

## 1 实验方法

实验材料为3M丙烯酸单面压敏胶带(用M表示)及5种离型膜(即有机硅离型膜PET C50B、W50S5、A1# 50PET, 氟素离型膜SPA#50-1000, 纳米离型膜RN505T)。实验设备为剥离强度试验机、恒温恒湿试验箱、工业型烘箱。

实验方法如下:

1)将5种离型膜在50℃下分别进行12、24、48 h(50℃)烘烤后,与胶带M贴合并进行高温高湿(60℃、80%RH)老化3 d,撕掉离型膜,再按GB/T 2792—2014进行胶带M的180°剥离强度测试(贴钢板)<sup>[10]</sup>。

2)将5种离型膜分别在40、50、60、70℃下烘烤24 h后,与胶带M搭配老化3 d,测试胶带M的剥离强度。

3)将5种离型膜分别进行50℃、24 h烘烤后,搭配3个批次的胶带M老化3 d,测试胶带M的剥离强度。

除特殊注明外,研究中的剥离强度均指按GB/T 2792—2014取5个试样进行180°剥离强度测试的平均值。老化条件为60℃、80%RH。

## 2 实验结果与讨论

### 2.1 离型膜不同热处理时间对胶带M剥离强度的影响

一般而言,虽然压敏胶带本身在高温高湿加速老化过程中其性能会有一定程度的下降<sup>[11-13]</sup>,但当只改变离型膜热处理条件时,胶带的剥离强度变化还是十分明显的。表1为离型膜处理方式对胶带M剥离强度的影响。其中,A为原始状态的离型膜,B为未经热处理且老化3 d的离型膜。

表1 离型膜处理方式对胶带M剥离强度的影响  
Table 1 Effect of release film treatment on peel strength of tape M

Batch of tape M	Treatment method of release film	Peel strength change of tape M with release film/(N·cm <sup>-1</sup> )				
		PETC50B	W50S5	A1#50PET	SPA#50-1000	RN505T
Batch 01	A	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
	B	2.0	1.4	1.8	3.3	2.5
	50℃, 12 h	3.7	3.0	3.4	4.1	4.2
	50℃, 24 h	3.9	3.6	3.3	3.6	4.6
	50℃, 48 h	3.6	3.2	3.5	4.3	4.2
	40℃, 24 h	2.3	2.4	2.7	3.8	3.0
	60℃, 24 h	3.1	2.6	2.7	3.2	3.3
	70℃, 24 h	2.4	1.3	1.7	2.2	3.2
Batch 02	50℃, 24 h	2.9	2.1	2.1	3.1	3.4
Batch 03	50℃, 24 h	3.3	2.6	3.2	3.5	3.0

图1为胶带M搭配经不同热处理时间的离型膜的剥离强度变化。由图1可知,压敏胶带M未老化前自身的剥离强度 $P_0$ 为4.5 N/cm。与5种未经热处理的离型膜分别贴合老化3 d后,胶带M剥离强度急剧下降。其中,与PETC50B搭配的剥离强度为2.0 N/cm,下降56%;与W50S5搭配的剥离强度为1.4 N/cm,下降69%;与A1#50PET搭配的剥离强度为1.8 N/cm,下降60%;与SPA#50-1000搭配的剥离强度为3.3 N/cm,下降27%;与RN505T搭配的剥离强度为2.5 N/cm,下降44%。当5种离型膜在50℃分别经过12、24、48 h热处

理后再与压敏胶带M贴合老化,胶带M剥离强度的下降均得到一定遏制。随着热处理时间的增加,胶带M的剥离强度逐渐增大,其剥离强度下降率逐渐减小,尤其是在50℃、24 h处理后,与PETC50B、W50S5离型膜搭配的胶带仅下降13%、20%;而与RN505T离型膜搭配的胶带剥离强度反而增加2%。在50℃、48 h处理后,与A1#50PET、SPA#50-1000离型膜搭配的胶带仅下降22%、2%。其他3种离型膜继续增加热处理时间,压敏胶带M的剥离强度已不再上升,反而略有下降,说明继续增加烘烤时间并不会产生积极的

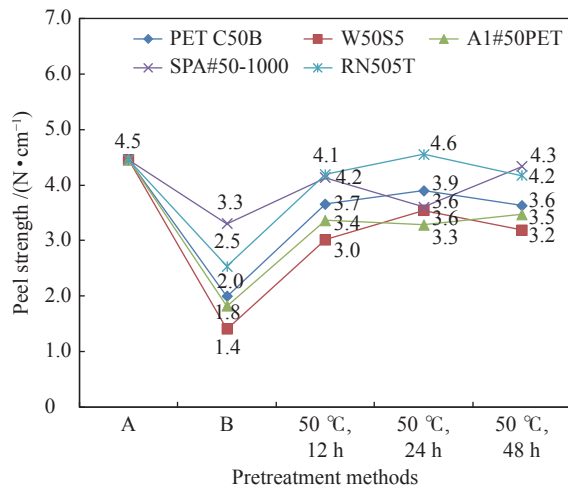


图 1 胶带 M 搭配经不同热处理时间的离型膜的剥离强度

Fig.1 Peel strength change of tape M with release films for different heat-treated time

作用。

## 2.2 离型膜不同热处理温度对胶带 M 剥离强度的影响

不同热处理温度的离型膜对胶带 M 的剥离强度也会产生影响。当离型膜分别在 40、50、60、70 °C 热处理 24 h 后, 胶带 M 与之搭配老化后的剥离强度有明显的变化, 如图 2 所示。对比搭配未经处理离型膜的剥离强度, 随着离型膜热处理温度的升高, 胶带 M 的剥离强度先上升后下降。除氟素离型膜 SPA#50-1000 外, 其余 4 种离型膜在 50 °C、24 h 热处理条件下均使胶带 M 的剥离强度获得最大值, 分别为: PETC50B 对应的剥离强度为 3.9 N/cm, 保持率(相对于  $P_0$ , 下同)为 87%; W50S5 对

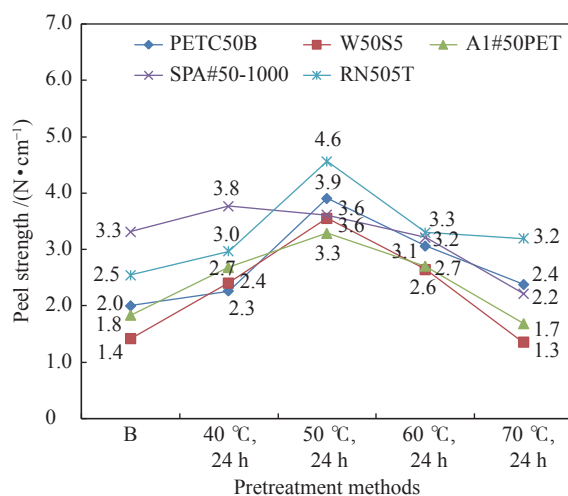


图 2 胶带 M 搭配经不同热处理温度的离型膜的剥离强度

Fig.2 Peel strength change of tape M with release films at different heat-treated temperature

应的剥离强度为 3.6 N/cm, 保持率 80%; A1#50PET 对应的剥离强度为 3.3 N/cm, 保持率 73%; RN505T 对应的剥离强度为 4.6 N/cm, 保持率 102%。当热处理温度大于 50 °C 时, 5 种离型膜对应的胶带剥离强度均出现不同程度的下降。在 70 °C 时, PET C50B 对应的剥离强度为 2.4 N/cm, W50S5 对应的剥离强度为 1.3 N/cm, A1#50PET 对应的剥离强度为 1.7 N/cm, SPA#50-1000 对应的剥离强度为 2.2 N/cm, RN505T 对应的剥离强度为 3.2 N/cm。相对于胶带未老化前自身剥离强度的保持率分别为 53%、29%、38%、49%、71%, 下降幅度较明显。因此, 50 °C 是离型膜热处理较理想的温度。

## 2.3 搭配经热处理离型膜的不同批次胶带 M 的剥离强度

为了进一步验证离型膜热处理方法对不同批次胶带 M 的有效性, 将 5 种离型膜经过 50 °C、24 h 处理后, 分别与 3 个批次的压敏胶 M 进行搭配老化 3 d, 测得的剥离强度如图 3 所示。由图 3 可知, 搭配经热处理后的 5 种离型膜, 不同批次的胶带剥离强度相对于批次 01 的无处理情况(图 3 中蓝色曲线)有不同程度地提升。其中, 批次 01 搭配 5 种离型膜的胶带剥离强度从未处理前的 2.0、1.4、1.8、3.3、2.5 N/cm 分别提升至 3.9、3.6、3.3、3.6、4.6 N/cm, 说明热处理方法确实起到提升剥离强度的效果。且从图 3 还可以看出, 氟素离型膜 SPA#50-1000 对应的剥离强度从批次 01(未处理)~批次 03 变化分别为 3.3、3.6、3.1、3.5 N/cm, 浮动相对较小。

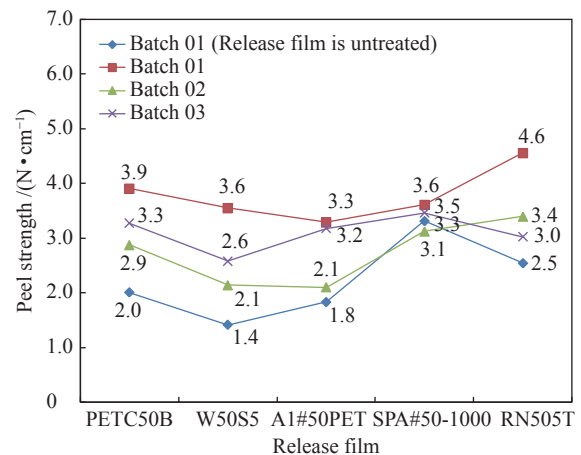


图 3 3 批次胶带 M 搭配经 50 °C、24 h 热处理离型膜老化 3 d 后的剥离强度

Fig.3 Peel strength change of 3 batches of tape M after 3 days of aging with release films which had been heat-treated at 50 °C for 24 h

### 3 分析与讨论

通过对离型膜热处理的实验研究,离型膜在离型剂种类、高温老化及界面因素方面对胶带剥离强度都产生了不同程度的影响。通常,离型膜在出厂时,由于离型剂未能达到100%交联固化,特别是对于一些要求离型力很小的有机硅类离型膜,一般会加大离型剂的涂布量以获得较小的剥离力。因此,使用离型膜与胶带搭配时,在长时间的接触及作用下,一般离型剂会逐渐转移到胶黏剂层,污染胶带表面,导致其剥离强度下降<sup>[6,14]</sup>,这是导致胶带粘性大幅下降的主要原因。

经热处理后,离型膜表面未固化的离型剂得到进一步的固化,即二次热固化,其稳定性也得到提高,这与实验结果十分相符。在50℃、24h热处理后,离型膜达到最佳状态,胶带M剥离强度的下降得到有效控制。而离型膜热处理温度过高将会导致其性能老化,反而不利于胶带剥离强度的保持。另外,离型膜由于离型剂的配方种类不同,与胶带搭配时的匹配性也不一样,因此不同类型离型膜的热处理会产生不同的效果。对于氟素离型膜,氟以氟化物的形式存在于氟素离型膜中,氟离型剂比有机硅类的离型剂更稳定,无硅迁移的问题<sup>[6]</sup>对胶带的粘性影响更小。

综上分析,离型膜经过不同热处理时间、热处理温度,以及应用于不同批次压敏胶,导致压敏胶剥离强度变化的结果表明,各类离型膜尤其是有有机硅/纳米离型膜经热处理后,对压敏胶的剥离强度保持率确实起到明显的改善作用。同时,考虑到氟素离型膜较高的生产成本因素,热处理这种简单有效的处理方法将为离型膜材料种类的选择提供更多的可能性,这在压敏胶带的实际应用中具有十分重要的意义。

### 4 结论

1)相对于未处理前,经热处理后的离型膜搭配的胶带剥离强度得到较大改善,特别是经50℃、24h热处理后,RN505T与胶带M搭配时,胶带老化后的粘性并无下降。而当离型膜烘烤时间

超过24h,个别胶带的粘力反而出现轻微的下降,说明24h是热处理的较佳时间。

2)离型膜随着热处理温度不同,其与胶带搭配的剥离强度也会发生变化。当温度大于50℃时,增加温度会加速离型膜的老化,导致胶带的粘力明显下降。5种离型膜材料热处理的较佳温度为50℃。

3)离型膜热处理方法在不同批次胶带M上的应用说明热处理对不同类型离型膜影响程度不同。其中,氟素离型膜受影响较小,有机硅离型膜和纳米离型膜受影响较大。热处理方法对有机硅/纳米离型膜在压敏胶中的应用起到明显的提升作用,能够简单有效地解决其剥离力急剧下降的问题。

### 参 考 文 献

- [1] 申豪杰,高壮,陈文求,等. 压敏胶在电子产品中的应用研究进展[J]. 粘接,2018,39(6):61-64.
- [2] 刘波,李俊. 新型可移除双面压敏胶在电子产品组装中的应用[J]. 粘接,2015,36(5):69-71.
- [3] JOZUKA K, NAKAYAMA N, SOEDA Y, et al. Pressure sensitive adhesive sheet for portable electronics: US 20170158918A [P] 2020-03-24.
- [4] 邓湘华,杨琳. 激光模切压敏胶粘接失效分析及解决方案[J]. 粘接,2019,40(6):32-35.
- [5] 张朋,王金凤,王瑞. PET离型膜的应用及发展[J]. 信息记录材料, 2015,16(3):40-43.
- [6] 许显成,邹艺,陈仁秀,等. 含氟多季铵盐离型剂的研究[J]. 内江科技,2021,42(2):24.
- [7] 许显成,邹艺,陈仁秀,等. 氟素离型剂的发展与应用[J]. 化工技术与开发,2020,49(1):35-37.
- [8] 贾妮,陈晓锋,吕均益,等. 门头道密封用3M压敏胶粘带脱胶分析[J]. 失效分析与预防,2019,14(2):119-123.
- [9] 蒋丽萍,赵玉宇,段恒范,等. 偏光片用丙烯酸酯压敏胶粘接性能和老化性能研究[J]. 化学与粘合,2012,34(5):40-44.
- [10] 全国胶粘剂标准化技术委员会. 胶粘带剥离强度的试验方法: GB/T 2792—2014 [S]. 北京:中国标准出版社,2014:12.
- [11] 福沢敬司. 压敏胶的老化性能[J]. 粘合剂,1990(3):43-45.
- [12] 王石花,陈又军. 铜版纸水性压敏胶标签老化机理的研究及改善方案[J]. 造纸科学与技术,2012,31(4):31-34.
- [13] 曾宪家,段卫东. 影响压敏胶粘带180°剥离强度因素的研究[J]. 化学与粘合,2002(3):103-105.
- [14] 何敏,张秋禹,李延锋,等. 压敏胶(带)的可剥离性能的研究进展[J]. 中国胶黏剂,2008,17(1):44-49.