

# PVA 胶带的制备及力学性能研究

王鑫婷, 曹国荣, 李东立, 杨美琪  
(北京印刷学院, 北京 102600)

**摘要:**目的 用水溶 PVA 薄膜代替不可降解 BOPP 薄膜作为胶带基材。方法 试验分别测试 PVA 和 BOPP 薄膜(未涂布)的拉伸强度和断裂伸长率,涂布水性压敏胶的 PVA 和 BOPP 薄膜以及涂布热熔胶的 PVA 薄膜的拉伸强度、断裂伸长率、初粘性和 180°剥离强度。结果 BOPP 薄膜的拉伸强度为 34.32 N/cm,略高于 PVA 薄膜,但是 BOPP 薄膜的断裂伸长率低于 PVA 薄膜;BOPP 胶带、PVA 热熔胶带、PVA 水性胶带的拉伸强度分别为 48.38, 63.68, 32.94 N/cm, BOPP 胶带的断裂伸长率同时低于 PVA 热熔胶带和 PVA 水性胶带;BOPP 胶带的初粘性略高于 PVA 水性胶带;BOPP 胶带、PVA 热熔胶带、PVA 水性胶带的 180°剥离强度分别为 1.58, 6.48, 2.63 N/cm。结论 与 BOPP 胶带相比,PVA 胶带的拉伸强度、断裂伸长率、初粘性和 180°剥离强度均可满足封箱胶带对力学性能的要求。

**关键词:** PVA; 粘合剂; 胶带; 制备; 力学性能

中图分类号: TB484.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2018)05-0013-03

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.05.003

## Preparation and Mechanical Property of PVA Tape

WANG Xin-ting, CAO Guo-rong, LI Dong-li, YANG Mei-qi  
(Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China)

**ABSTRACT:** The work aims to substitute the non-degradable BOPP film with water-soluble PVA film as a tape substrate. Tensile strength and elongation at break of PVA film and BOPP film were respectively tested. Tensile strength, elongation at break, initial stickiness and 180° peel strength of PVA and BOPP films applied with water-based pressure sensitive adhesive and of PVA film applied with hot-melt adhesive were tested. The tensile strength of BOPP film was 34.32 N/cm, slightly higher than that of PVA film, but the elongation at break of BOPP film was lower than that of PVA film. The tensile strengths of BOPP tape, PVA hot-melt tape and PVA water-based tape were 48.38, 63.68 and 32.94 N/cm, respectively. The elongation at break of BOPP tape was lower than that of PVA hot-melt and water-based tapes. The initial stickiness of BOPP tape was slightly higher than that of PVA water-based tape. The 180° peel strength of BOPP tape, PVA hot-melt tape and PVA water-based tape were 1.58, 6.48 and 2.63 N/cm, respectively. Compared with BOPP tape, the tensile strength, elongation at break, initial stickiness and 180° peel strength of PVA tape can meet the requirement for mechanical properties of packaging tape.

**KEY WORDS:** PVA; adhesive; tape; preparation; mechanical property

近年来,随着电子商务的快速发展,快递行业的业务量与日俱增<sup>[1]</sup>,网购在给人们带来便利的同时,快递包装垃圾,尤其是封箱胶带的处理逐渐成为人们亟待解决的问题。据国家邮政总局提供的官方数据显

示,2014 年胶带的使用量为  $1.145 \times 10^{10}$  m,2015 年胶带的使用量高达  $1.695 \times 10^{10}$  m。现有的封箱胶带大都是不可降解的 BOPP 胶带,导致缠绕胶带的纸箱回收成本高,失去商用价值,不但造成了资源的大量浪费,

收稿日期: 2017-11-23

基金项目: 包装工程专业教学团队(建设)(22150116006/017); 京津冀高校协同培养印刷与包装专业创新创业人才的研究(22150116007/055)

作者简介: 王鑫婷(1991—),女,北京印刷学院硕士生,主攻绿色包装材料。

通信作者: 曹国荣(1963—),女,北京印刷学院教授,主要研究方向为环保包装材料与技术。

而且对环境造成了严重污染<sup>[2-5]</sup>。市场上关于 BOPP 胶带的可降解又环保的替代产品还不多见<sup>[6]</sup>，因此研究 BOPP 胶带的替代产品是当务之急。

PVA 薄膜具有较高的拉伸强度、良好的透明度和水溶性<sup>[7-9]</sup>，因此，使用 PVA 薄膜代替 BOPP 薄膜用作胶带的基材不但有利于纸箱的回收，而且因 PVA 水溶液具有一定的粘性，还可以增强纸纤维强度。文中以 PVA 薄膜为基材制备胶带，并对其性能进行检测。

## 1 试验

### 1.1 材料和仪器

主要材料：BOPP 薄膜，河北凯达新型包装材料有限公司；PVA 薄膜，张家口洁源环保塑胶有限公司；水性压敏胶、热熔压敏胶，中山富洲胶粘制品有限公司。主要仪器：CZY-G 型初粘性测试仪，济南兰光机电技术有限公司；5565A 型高低温环境电子拉力试验机，英斯特朗（上海）试验设备贸易有限公司。

### 1.2 性能测试方法

1) 初粘性测试。使用 CZY-G 初粘性测试仪测试胶带的初粘性，钢球滚过胶粘带的粘性面时，根据规定长度的粘性面能粘住的最大钢球号来评价其初粘性大小。依据 GB/T 4852—2002 的试验方法，取长 250 mm，宽 80 mm 的试样，每种试样的数量不少于 4 个，采用斜面滚球法进行测试，取正式测试时 3 个试样滚球试验结果的钢球号的中位数（球号）作为测试结果<sup>[10]</sup>。

2) 拉伸强度（断裂伸长率）测试。依据 GB/T 7753—1987 的试验方法，试样宽度为 25 mm，每种试样的数量不少于 5 个，试样的拉伸速度为 300 mm/min，夹具的夹持距离为 100 mm，取所有试样拉伸强度的平均值<sup>[11]</sup>。

3) 剥离强度测试。依据 GB/T 2792—2014 的试验方法，采用胶粘带与不锈钢 180°剥离强度的测试方法，试样宽 24 mm、长 300 mm，每种试样至少取 3 个，胶粘带的一端对叠为长约 12 mm 的折叠层，另一端贴在钢板上，用压辊来回滚压 2 次，折叠层的一端从钢板上剥离 25 mm，把钢板的一端放在拉力试验机的夹具里，胶粘带的自由端放在另一个夹具里，剥离速度为 (5+0.2) mm/s。负载夹具运转后，忽略第 1 个 25 mm 胶粘带机械剥离时获得的值，以下一个 50 mm 胶粘带获得的平均力值作为剥离力，转换为剥离强度<sup>[12]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 拉伸强度和断裂伸长率的分析

BOPP 薄膜和 PVA 薄膜的力学性能见表 1，可知 PVA 薄膜与 BOPP 薄膜的拉伸强度大致相同，但是

PVA 薄膜的断裂伸长率高于 BOPP 薄膜。这是因为纯 PVA 薄膜的分子结构上含有大量的羟基，容易形成氢键，结晶度高，PVA 分子链移动性较差，PVA 薄膜存在断裂伸长率不高、质脆等缺点。当在纯 PVA 薄膜中加入增塑剂等助剂后，破坏了 PVA 薄膜分子内和分子间的氢键，使结晶度降低，提高了分子链的移动性，使得 PVA 薄膜的柔韧性增强，断裂伸长率提高，拉伸强度降低<sup>[13]</sup>。

表 1 不同薄膜和胶带的力学性能  
Tab.1 Mechanical property of different films and tapes

种类	拉伸强度/(N·cm <sup>-1</sup> )	断裂伸长率/%
BOPP薄膜	34.32	51.62
PVA薄膜	32.22	177.6
BOPP胶带	48.38	31.98
PVA热熔胶带	63.68	41.4
PVA水性胶带	32.94	161.4

虽然 PVA 薄膜较 BOPP 薄膜的拉伸强度略有下降，但仍可以满足胶带对基材的要求，依据 GB/T 22378—2008 中通用型双向拉伸聚丙烯膜压敏胶粘带要求封箱胶带的拉伸强度大于或等于 20 N/cm 即可<sup>[14]</sup>，可知作为基材的 PVA 薄膜和 BOPP 薄膜都可达到。依据 GB/T 22378—2008 要求封箱胶带的断裂伸长率要达到 100%~180%之间，这就为 PVA 薄膜代替 BOPP 薄膜作为胶带的基材提供了可能。

不同胶带的力学性能见表 1，可知 PVA 水性胶带的拉伸强度低于 BOPP 胶带，PVA 热熔胶带的拉伸强度高于 BOPP 胶带。由表 1 可知，PVA 胶带的拉伸强度均高于基材，断裂伸长率均低于基材，这是由于压敏胶的粘结作用使交联的分子排列紧密，分子间自由体积小，分子链的相互滑移比较困难，分子链柔顺性较差。在外力作用下，分子链可调整的空间较小，交联的分子难以松弛，因此胶带的拉伸强度大，断裂伸长率降低。同一基材下，PVA 水性胶带的拉伸强度低于 PVA 热熔胶带，这是由 PVA 本身的特性决定的。当在 PVA 薄膜表面涂布水性压敏胶时，薄膜表面出现溶胀现象，会影响胶带的性能；当在 PVA 薄膜表面涂布热熔压敏胶时，薄膜表面平整，涂布效果好，而且热熔压敏胶由于粘结作用使得 PVA 分子排列更加紧凑，可自由移动的空间更小，因此 PVA 热熔胶带较 PVA 水性胶带的拉伸强度高。

由表 1 可知，BOPP 胶带、PVA 热熔胶带、PVA 水性胶带的拉伸强度分别为 48.38, 63.68, 32.94 N/cm，其断裂伸长率分别为 31.98%, 41.4%, 161.4%，依据 GB/T 22378—2008 中要求封箱胶带的拉伸强度大于等于 20 N/cm，断裂伸长率大于等于 100%~180%，综上所述，PVA 水性胶带可符合拉伸性能的要求。

## 2.2 初粘性的分析

BOPP 胶带的初粘性和 PVA 水性胶带的初粘性相差不大, 分别对应的钢球号为 8#, 7.5#, 因此 PVA 水性胶带符合实际生产中胶带对初粘性的要求。与 BOPP 薄膜上胶工序相比, 由于 PVA 分子链中含有大量的羟基, PVA 薄膜表面张力高, 所以在 PVA 薄膜表面涂布压敏胶时, 不需要经过电晕处理工序就可以完成薄膜表面上胶。

## 2.3 180°剥离强度的分析

绝大多数的压敏胶粘合制品都是用于塑料、玻璃、金属、纸质品等硬或厚的被粘物, 因此 180°剥离强度成为衡量压敏胶粘带最重要的性能之一<sup>[15-16]</sup>。由测试结果可知, BOPP 胶带、PVA 热熔胶带、PVA 水性胶带的 180°剥离强度分别为 1.58, 6.48, 2.63 N/cm。同一种水性压敏胶分别涂布在 BOPP 薄膜和 PVA 薄膜, PVA 水性胶带的剥离强度高于 BOPP 胶带, 这是因为 PVA 薄膜的临界润湿张力高于 BOPP 薄膜, 水性压敏胶更易在 PVA 薄膜表面铺展; 同一 PVA 薄膜分别涂布热熔压敏胶和水性压敏胶, PVA 热熔胶带的 180°剥离强度高于 PVA 水性胶带, 这与 PVA 的分子结构有关, PVA 的分子链中含有大量的羟基, PVA 薄膜与水接触后会出现溶胀现象, 影响胶带的性能。

依据 GB/T 22378—2008 中的要求, 封箱胶带的 180°剥离强度需大于等于 2 N/cm, PVA 热熔胶带、PVA 水性胶带的 180°剥离强度分别为 6.48, 2.63 N/cm, 满足胶带基材对 180°剥离强度的要求。

## 3 结语

研究了用 PVA 薄膜代替 BOPP 薄膜作为胶带基材的可行性。试验分别制备了 PVA 热熔胶带和 PVA 水性胶带, 并对其性能进行了检测。结果表明, PVA 胶带的拉伸强度和 180°剥离强度符合国家标准对胶带性能的要求; 由于 PVA 分子链中含有大量的羟基, 随着时间的延长, 室温下放置的 PVA 胶带表面会发生褶皱、变黄、变脆等现象, 胶带的断裂伸长率和 180°剥离强度略有降低, 但是其胶粘性能仍能满足胶带的使用要求。综上所述, 用 PVA 薄膜作为基材制备的胶带在力学性能方面可满足要求。

### 参考文献:

- [1] 易东. 快递包装离绿色环保有多远[J]. 造纸装备及材料, 2017(1): 30—31.  
YI Dong. How Far Does Express Packaging from the Green[J]. Papermaking Equipment and Materials, 2017(1): 30—31.
- [2] 樊一婧. 200 亿件快递垃圾去哪儿了[N]. 北京日报, 2016-03-29(7).  
FAN Yi-jing. Where Do 20 Billion Pieces of Express Garbage Go[N]. Beijing Daily, 2016-03-29(7).
- [3] 张文森, 陈曼, 耿文龙, 等. 基于可持续发展理念的快递包装物回收与再利用研究[J]. 电子商务, 2017(4): 36—37.  
ZHANG Wen-miao, CHEN Man, GENG Wen-long, et al. Research on Recycling and Reuse of Express Packaging Based on Sustainable Development[J]. E-Commerce, 2017(4): 36—37.
- [4] 常川. 警惕快递包装垃圾污染[N]. 西藏日报(汉), 2016-07-28(5).  
CHANG Chuan. Vigilance Express Packaging Garbage Pollution[N]. Tibet Daily (Chinese), 2016-07-28(5).
- [5] 王菡娟. 快递包装能带来多少污染[N]. 人民政协报, 2015-11-12(6).  
WANG Han-juan. Can Express Packaging Bring Much Pollution[N]. People's Political Consultative Conference, 2015-11-12(6).
- [6] 王璇. 快递包装资源循环利用的对策研究[J]. 电子商务, 2017(1): 1—2.  
WANG Xuan. Study on Countermeasure of Recycling of Express Packaging Resource[J]. E-Commerce, 2017(1): 1—2.
- [7] WESTEDT U, WITTMAR M, HELLWIG M, et al. Paclitaxel Releasing Films Consisting of Poly (Vinyl Alcohol)-Graft-Poly (Lactide-co-glycolide) and Their Potential as Biodegradable Stent Coatings[J]. Journal of Controlled Release, 2006, 111(2): 235—246.
- [8] 何维. 完全醇解型 PVA 包装薄膜的耐水性研究[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2015.  
HE Wei. Study on Water Resistance of Complete Alcoholysis Polyvinyl Alcohol Packaging Films[D]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2015.
- [9] 王振中, 郝喜海, 邓文亮. PVA 在缓释材料中的研究及应用[J]. 包装工程, 2008, 29(9): 24—27.  
WANG Zhen-zhong, HAO Xi-hai, DENG Wen-liang. Research and Application of PVA in Slow-release Material[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(9): 24—27.
- [10] GB/T 4852—2002, 压敏胶粘带初粘性试验方法(滚球法)[S].  
GB/T 4852—2002, Test Method for Tack of Pressure Sensitive Adhesive Tapes by Rolling Ball[S].
- [11] GB/T 7753—1987, 压敏胶粘带拉伸性能试验方法[S].  
GB/T 7753—1987, Test Method for Tensile Properties of Pressure Sensitive Adhesive Tapes[S].
- [12] GB/T 2792—2014, 胶粘带剥离强度的试验方法[S].  
GB/T 2792—2014, Measurement of Peel Adhesion Properties for Adhesive Tapes[S].
- [13] 华幼倾, 金日光. 高分子物理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.  
HUA You-qing, JIN Ri-guang. Polymer Physics[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2013.
- [14] GB/T 22378—2008, 通用型双向拉伸聚丙烯膜压敏胶黏带[S].  
GB/T 22378—2008, Pressure Sensitive Adhesives Tapes of BOPP for General Purpose[S].
- [15] LIU G C, YE S, WANG J M, et al. Effects of Nanoclay Type on the Physical and Antimicrobial Properties of PVOH-based Nanocomposite Films[J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 57(2): 562—568.
- [16] 顾留辉, 陆佳平. BOPP 压敏胶粘带剥离试验技术研究[J]. 包装工程, 2008, 29(4): 31—33.  
GU Liu-hui, LU Jia-ping. Study of Peel off Test Technology for BOPP PSA[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 31—33.