

# Studying on Spun-Bonded Nonwoven Composite Film by Casting Method and Its Mechanical Properties

Jia-fu Xu<sup>1</sup>; Wei-min Kang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> College of mechanical engineering, Tianjin University, 300072, Tianjin, China

<sup>2</sup> School of Textile, Tianjin Polytechnic University, 300160, Tianjin, China

Email: xujiafu@tju.edu.cn, kweimin@126.com

**Abstract:** The spun-bonded nonwoven composite film were prepared by casting method, the mechanical properties of the composite film were discussed by adjusting the mixed ratio of PP and LDPE resin. The result showed that the tensile strength and bursting strength of spun-bonded nonwoven by compound with membrane were increased obviously, but the tearing strength of them were induced to some extent. And that it is good to the tear strength of samples by increasing the content of PP resin, but the bursting strength will be affected. The tear strength of composite film was much better when the ratio of PP and LDPE resin is near to 1:1.

**Keywords:** Spun-bonded nonwoven, Casting method, Composite film, Mechanical properties

## 流延法纺粘非织造布复合膜及其力学性能研究

徐家福<sup>1</sup>, 康卫民<sup>2</sup>

<sup>1</sup>天津大学机械工程学院力学系, 天津, 中国, 300072

<sup>2</sup>天津工业大学纺织学院, 天津, 中国, 300160

Email: xujiafu@tju.edu.cn, kweimin@126.com

**摘要:** 本文主采用流延法制备纺粘法非织造布复合膜, 并对几种不同混合比 PP、LDPE 树脂制成的复合膜的力学性能进行分析。结果表明: 纺粘法非织造布经覆膜后, 产品的拉伸断裂强度和顶破强度明显提高, 但撕裂强度有所降低; PP 树脂含量越高, 有利于提高产品的剥离强度, 但对其顶破性能不利; PP、LDPE 两组分混合比接近 1:1 时, 复合膜的撕裂强度较佳。

**关键词:** 纺粘非织造布; 流延法; 复合膜; 力学性能

### 1 前言

纺粘法非织造布技术是近年来发展较快、技术含量较高的一种非织造布生产技术, 它是利用化学纤维的纺丝原理, 在聚合物纺丝成形过程中通过骤冷空气对挤出的熔体细丝进行冷却, 使细丝在冷却过程中受到拉伸气流的拉伸作用, 形成连续长丝, 然后在凝网帘上成网, 并铺放在成网帘上, 再经固结装置处理后形成纺粘法非织造布<sup>[1]</sup>。聚丙烯纺粘非织造布由于具有质轻、强度高、耐腐蚀、耐磨性及弹性恢复性好、不起球、价廉等的优点, 得到了广泛的应用。特别通

过覆膜后可赋予其防水防渗和细菌、病毒阻隔性能, 能够广泛应用于土工膜、屋顶防水材料、卫生用防水护垫、医用阻隔细菌非织造材料等等<sup>[2-4]</sup>。现有的非织造布与薄膜复合技术主要有: 热轧粘合法, 热熔胶复合法和流延法。流延覆膜技术具有工艺简单、生产速度较快(约 100 m/min)特点, 是国内企业最多使用的一种方法。本文采用流延技术制备了纺粘非织造布复合膜, 并研究 PP、LDPE 树脂不同混合比对非织造布复合膜的各项力学性能的影响。

### 2 试验部分

#### 2.1 实验原料

**基金项目:** 天津自然科学基金(No.09JCYBC04500)

PP纺粘法非织造布，定量30 g/m<sup>2</sup>，福建晋江兴泰无纺制品有限公司；PP树脂，型号F800E，熔融指数8.0 g/10min，燕山石化有限公司；LDPE树脂，型号1C7A，熔融指数7.0 g/10min，上海金山石化有限公司。

## 2.2 非织造布复合膜的制备

采用熔融流延复合方法在30 g/m<sup>2</sup>的PP纺粘非织造布的一面复合一层厚度约0.065 mm的PP/PE薄膜，即将PP与PE的混合树脂在挤出机内熔融塑化，通过T型机头熔融挤出，熔体与纺粘非织造布经橡胶辊压合，并经过冷却辊冷却定型制得纺粘非织造布复合膜。表1是不同混合比非织造布复合膜样品编号。

**Table 1. The number of spunbonded nonwoven composite film of different mixed ratio**  
**表1 不同混合比纺粘非织造布复合膜样品编号**

样品编号	成分
1#	纺粘基布
2#	纺粘基布+100%PP膜
3#	纺粘基布+80%PP和20%LDPE膜
4#	纺粘基布+50% PP和50%LDPE膜
5#	纺粘基布+25%PP和75%LDPE膜

## 3 结果与讨论

### 3.1 混合比对产品拉伸强度的影响

图1是复合膜产品的断裂强度曲线图。从图1看出，淋膜后的产品断裂强度相对基布（1#）均有所增加，在四种淋膜产品中，纯PP膜复合产品拉伸断裂强度最大，而PP与LDPE共混比50：50时最小。这可能是由于两种高聚物共混时，两种组分之间结晶度互相影响，当组分含量相近时，膜中PE和PP结晶度均下降。

另外，从图1 还可看出，淋膜前的纺粘非织造布在纵横向断裂强度差异不是很大，但淋膜后，其纵横向强度差异明显变大。这是由于熔体由口模挤出是受到单轴拉伸取向即纵向拉伸，而塑料膜没有受到横向牵伸，分子链在纵向方向上取向平行排列，取向方向上原子间主要以化学键相连接，而垂直于取向方向则是范德华力。因此，纺粘非织造布在复膜后，其纵向

### 2.3 样品力学性能测试

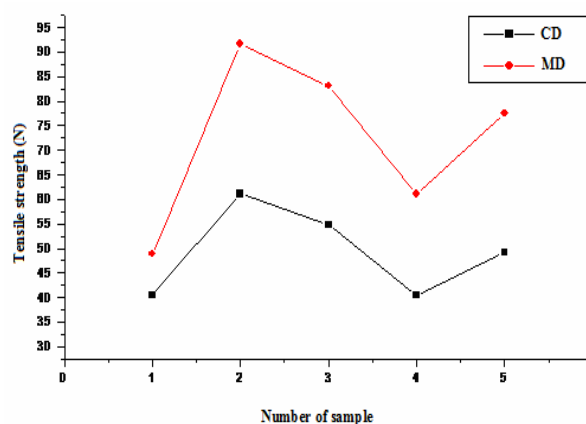
采用 YG065 等速牵引型强力试验机测量产品拉伸强度，试样 300×50 mm，夹距 200 mm，拉伸速度 100 mm/min；

采用 YGB-031T 织物破裂弹子顶破强力机测量产品顶破强力，试样直径 300 mm，顶压速度 60 mm/min；

采用 YG034/BQ3 型剥离强力仪测量产品剥离强力，试样 100 mm×50mm，剥离速度 100 mm/min；

采用 YG033A 落锤式织物撕裂仪测量产品撕裂强力。

强力的增长幅度比横向强力的增长幅度明显大。



**Figure 1. The relationship of tensile strength of composite membrane with mixed ratio**

**图1 复合膜的拉伸断裂强度曲线**

### 3.2 混合比对产品顶破强力的影响

顶破强力是测定非织造布多方面受力情况的。非织造布的顶破强力大小决定于非织造布各个方向的强力和断裂伸长分布。图2是复合膜产品的顶破强力曲线图。从图可知,复膜后产品的顶破强力也均明显的增大。纺粘基布的平均顶破强力在4.6kG,而覆膜后,产品顶破强力几乎是基布顶破强力的两倍。

从图2可知,4#产品的顶破强力最小,主要由于它的断裂强力最小,在淋膜布受到顶压时,其横向方向首先发生破坏,然后迅速崩溃。2#和3#样品相比,虽然2#品抗拉强度要优于3#样品,但由于PP树脂流动性好,致使3#样品中更易形成“纤维嵌膜”和“膜包纤维”的结构,膜体的表层或整体结构微缺陷比3#更多,顶破时在缺陷处出现“应力集中”现象,结构微缺陷被扩展,使得其顶破强力略低于3#。

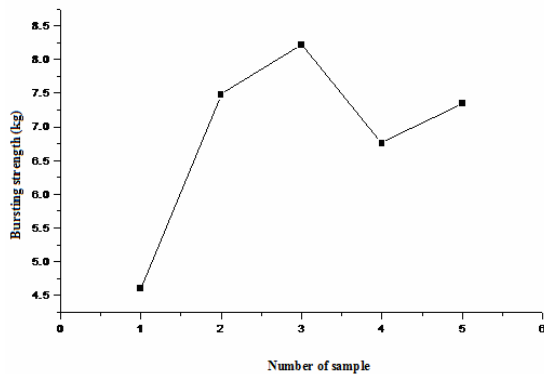


Figure 2. The relationship of bursting strength of composite membrane with mixed ratio  
图2 复合膜的顶破强力曲线

### 3.3 混合比对产品撕裂强力的影响

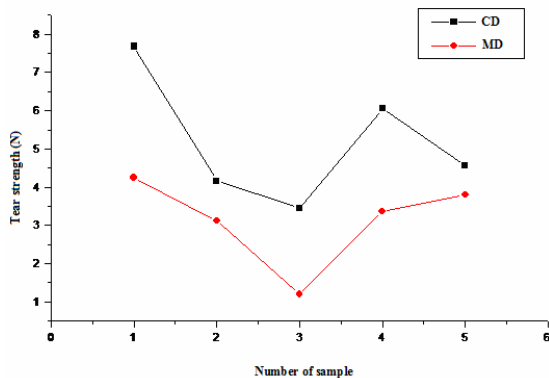


Figure 3. The relationship of tear strength of composite membrane with mixed ratio  
图3 复合膜的撕裂强力曲线

图3是复合膜产品的撕裂强力曲线图。从图可以清晰地看出, 纺粘法非织造布在覆膜后的撕裂强度明显降低。其原因在于:在撕裂过程中,未覆膜的纺粘非织造布中纤维长丝之间会产生相对滑移,形成比较大的撕裂三角区,撕裂强力由三角区的多根纤维共同承担。当覆膜后,产品形成“纤维嵌膜”和“膜包纤维”的结构,由于PP或PE的渗透,纤维长丝之间相互粘结,减少了相互之间的滑移,造成切口处应力传递,从而使覆膜后产品的撕裂强力普遍降低<sup>[6]</sup>。相比之下,4#(50% PP 50% LDPE)产品在抗撕裂方面表现较佳。这可能因为PP和PE两种组分1:1共混时,两者结晶性能都越低,大分子间作用力较小,当受到外力冲击时,大分子间相对更容易滑动,在一定程度上可缓冲外力冲击,降低应力传递速度,故而其撕裂强力要比其它覆膜产品优异。

### 3.4 混合比对产品剥离强力的影响

剥离强力是复合膜产品的一个重要指标,要求布/膜具有良好的抗剥离性。图2是四种复合膜产品的顶破强力曲线图。从图2我们可以看出,PP和LDPE混合树脂中,PP含量越大,复合膜的剥离强力越高。流延覆膜是在热塑性树脂处于熔融粘流态时,与基布通过辊压复合成复合膜产品。复合膜中布和膜之间粘界面间的相互作用有扩散缠结、化学键作用、静电吸引、机械锁结等<sup>[6]</sup>,纺粘非织造布的纤维与流延膜的粘合作用主要是机械锁结<sup>[7]</sup>。本次试验所选用的LDPE,PP的熔融指数分别是7.0 g/10min、8.0 g/10min。由于PP的熔融指数要略大于LDPE,这样将有利于它更好地挤进纺粘非织造布纤维间,使得基布与树脂膜的粘结更为牢固。

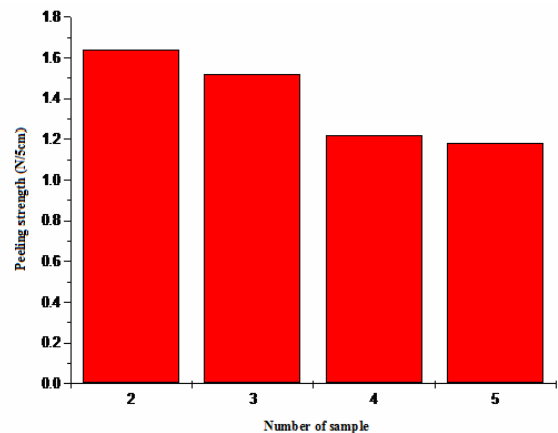


Figure 4. The relationship of peeling strength of composite membrane with mixed ratio  
图4 几种复合膜的剥离强力图

## 4 结论

(1) 纺粘法非织造布覆膜后, 产品的拉伸断裂强力、顶破强力、撕裂强力降低;

(2) PP、LDPE 共混将降低淋膜结晶结构, 共混含量越接近, 体系相容性越差, 产品的拉伸、顶破性能变差, 但一定程度上可改善复合膜的撕裂性能;

(3) 树脂熔融指数对性能产品影响较大, 较高的熔融指数, 复合膜更易出现“纤维嵌膜”和“膜包纤维”的结构, 该结构有利于提高产品的剥离强力, 但对其顶破性能不利。

## References(参考文献)

- [1] Bo Zhao Advanced Technology and Development Direction of Spunbonded Nonwovens[J]. Nonwovens, 2007, 15(2): 5-6. (Ch).  
赵博. 纺粘法非织造布的先进技术与发展方向[J]. 非织造布, 2007, 15(2): 5-6.
- [2] ZuDe Pan. Market and Application of Spunbonded Nonwovens [J]. Nonwovens, 2004, 12(3): 7-8. (Ch).  
潘祖德. 纺粘法非织造布的用途和市场[J]. 非织造布, 2004, 12(3): 7-8.
- [3] Zhayun He. Application and development of Polypropylene nonwovens[J]. Chemical Industry Times, 1998 (5) : 8~12. (Ch)  
何炸云. 聚丙烯非织造的应用和发展.化工时刊, 1998 (5) : 8~12.
- [4] Yu Zhong, Zhongtie Li, Changqing Lin, Shuhong Shang. Discuss about Development Direction of China Nonwovens Industry[J]. Nonwovens, 2009 (2) : 3~6. (Ch).  
钟玉, 李铁忠, 林常青, 尚姝宏. 浅谈我国纺粘法非织造布行业的发展方向. 非织造布, 2009 (2) : 3~6.
- [5] Fang Yang, Weidong YU. Study on the Tearing and Bursting Properties of the Airtight Coated Fabrics. China personal protective equipment, 2007, 2: 13-15. (Ch).  
杨芳, 于伟东. 气密性涂层织物的撕裂和顶破性能探讨[J]. 中国个体防护装备, 2007, 2: 13-15.
- [7] Hulin Yang, Zhijie Ji. Influence on Peeling strength of extruded composite [J]. Guangdong packaging, 2007, 78: 40-41. (Ch)  
杨虎林, 姬志杰. 挤出复合剥离强力的影响因素[J]. 广东包装, 2007, 78: 40-41.
- [8] Zaixing Zhang, Rantong Liu. Research for the Influence Factors of Tensile Properties and Impermeable Performance of Geo-composites made of Geo-nonwoven and Geo-membrane [J]. beijing textile journal, 2004, 25(2): 15-18. (Ch)  
张再兴, 刘让同. 非织造复合土工膜拉伸、抗渗性能的影响因素研究[J]. 纺织导报, 2004, 25(2): 15-18.