

文章编号 1007-2683(2001)04-0078-03

# 聚乙烯/丙纶复合防水卷材复合工艺

张文龙, 戴亚杰, 刘胜平

(哈尔滨理工大学 材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

**摘要:** 在聚丙烯熔点附近, 针对聚乙烯膜与丙纶无纺布直接热合, 且快速冷却制造复合防水卷材的方法进行了研究, 同时, 探讨了复合温度及压力对聚乙烯/丙纶复合防水卷材性能的影响, 结果表明: 当复合温度为 170℃ 左右, 复合压力为 0.7~0.8MPa, 牵引速度为 2.33~2.35m/min 时, 复合效果最佳。

**关键词:** 聚乙烯; 丙纶无纺布; 防水卷材

**中图分类号:** TB332 TU577 **文献标识码:** A

## A Study on Processing Techniques of the Waterproof Polyethylene/Polypropylene Material

ZHANG Wen-long, DAI Ya-jie, LIU Sheng-ping

(Material Science &amp; Engineering College, Harbin Univ. Sci. Tech., Harbin 150080, China)

**Abstract:** Influence of the processing techniques on properties of waterproof PE/PP materials is studied in this paper. The research results show that the processing conditions have important influence on properties of PE/PP composite materials. When processing temperature is selected to close the melting point of PP, melted polyethylene molecule is interpolated into network of PP nonweave textile. Excellent interfacial adhesion between PE and PP is formed so that the peel strength of the waterproof PE/PP composite materials is improved.

**Key words:** polyethylene; polypropylene; waterprooffe material

### 1 引言

近年来, 随着建筑行业的迅速发展, 防水材料在建筑屋面防水、地下防水、厕所浴间防水防渗、地面防潮、保温隔气、内外墙防水装修等工程中占有越来越重要的地位, 传统的防水材料, 由于存在低温脆裂、高温流淌、抗拉强度低、易老化龟裂、施工污染大和使用寿命短等问题, 已不适应现代建筑防水性能的要求, 取而代之的新型防水材料不断涌现, 新型防水材料主要有三大类: 橡胶改性沥青油毡、高分子防水材料(如: 氯化聚乙烯防水材料, 三元乙丙共混防水卷材等)、防水涂料等, 其中以高分子防水材料发展最快, 该防水材料的优点是坚固、柔软、弹性大、粘接力强、耐候性好、抗渗防水性能好、使用寿命长, 代表着当今

收稿日期: 2001-05-16

作者简介: 张文龙(1963-), 男, 哈尔滨理工大学工学硕士。

防水材料的发展方向,但这种防水材料存在一些缺点,如表面比较光滑,不能与水泥材料直接粘合,当建筑物表面含水率超过90%时不能直接施工或严重影响防水体系的质量,给建筑工程带来隐患,阻碍了高分子防水材料的应用范围,如何解决高分子材料的表面光滑问题,是此种防水材料进一步发展的关键,本文针对上述问题采用聚乙烯与丙纶无纺布复合,制造一种新型的高分子防水卷材——聚乙烯/丙纶复合防水卷材。

## 2 实验部分

新型防水材料结构如图1,该防水卷材是四层为一体的新型防水材料,上下两层为丙纶长丝无纺布,目的是利用丙纶长丝直接嵌入水泥中实现与水泥的直接粘合,同时具有良好的机械性能,如提高卷材的抗拉强度、抗撕裂强度和圆球顶破强度,并能保护芯层不被破坏,表面粗糙,呈立体网状结构,中间一层是防老化层,该层在原料中添加了光稳定剂、抗氧剂等功能助剂,增加了产品抗紫外线能力和抗氧化力,延长卷材使用寿命,另一层为主防水层,是选用聚乙烯优质原料及相关的助剂而成,具有优良的防水性、耐候性和耐腐蚀性,这种新型复合防水卷材既有上述高分子防水卷材的优点,又增加了表面粗糙度,可与水泥材料在其固化过程中直接粘合,从而实现了高分子防水卷材与水泥的直接复合。

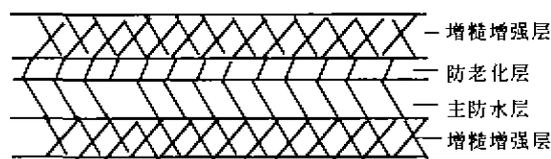


图1 复合防水卷材结构示意图

### 2.1 原材料

丙纶长丝无纺布,采用长丝纺粘接工艺生产,其主要性能<sup>[1]</sup>为表面轧点均匀、牢固、无疆丝、卷端平齐、整捆中无断接头,纵向断裂强度 $>54\text{N}/0.05\text{m}$ ,纵向撕裂强度 $>37\text{N}$ ,纵向断裂伸长率30%~90%;横向断裂强度 $>63\text{N}/0.05\text{m}$ ,横向撕裂强度 $>45\text{N}$ 。聚乙烯膜采用线性低密度聚乙烯(LLDPE)和低密度聚乙烯(LDPE)共混,加入各种助剂,吹制成厚度为0.06mm(厚度平均偏差10%)的防老化聚乙烯膜和厚度为0.18mm的主防水层,聚乙烯膜的其它性能指标符合GB4455-94。

### 2.2 试样制备

聚乙烯膜是大连橡塑机械厂SJ-65×30L吹塑机组生产,聚乙烯/丙纶复合防水卷材在自制热台机组上制备,工艺条件:牵引速度为2.33~2.35m/min;辊压为0.6~0.9MPa;成型温度分别为130℃、140℃、150℃、160℃、170℃、180℃、190℃、200℃,制备聚乙烯/丙纶复合防水卷材试样的工艺流程如图2,聚乙烯/丙纶复合防水卷材试样的主要性能指标见表1<sup>[2]</sup>。

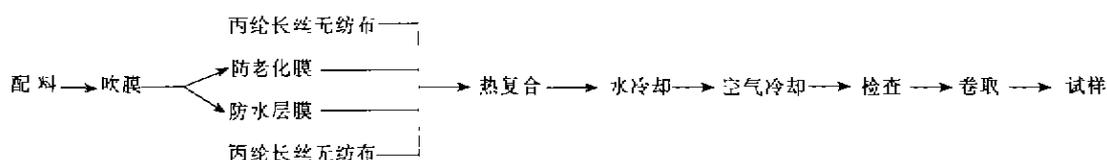


图2 聚乙烯/丙纶复合防水卷材工艺流程

剥离力按ASTM1876测试。

## 3 结果与讨论

### 3.1 复合温度对粘接强度的影响

聚乙烯和聚丙烯为非级性结晶性高分子材料,因此聚乙烯/丙纶是相容性不良的多相体系,即使采用粘接剂也不易形成牢固的界面粘接,实验中采用聚乙烯膜与聚丙烯长丝无纺布直压法

表1 聚乙烯/丙纶复合防水卷材试样的主要性能指标

项 目	规格	规格		
		300 g/m <sup>2</sup>	400 g/m <sup>2</sup>	500 g/m <sup>2</sup>
抗拉强度/MPa	纵/横	≥10/10	≥10/10	≥10/10
伸长率(%)	纵/横	≥90/90	≥90/90	≥90/90
不透水性(90 min)	不透水	0.3 MPa	0.4 MPa	0.5 MPa
低温弯折性(-20℃, 间距1.8 mm)		无裂纹	无裂纹	无裂纹
抗冻性(-40℃, 72 h)		无变化	无变化	无变化
热老化保持率(%, (80±2℃, 168 h))	拉伸强度	≥80	≥80	≥80
	断裂伸长率	≥70	≥70	≥70
抗穿孔性		不透水	不透水	不透水

进行热复合制备了 PE/PP 复合防水卷材, 复合温度与复合防水卷材剥离力之间的关系, 见图 3。

图 3 表明, 随着复合温度的升高, 复合防水卷材剥离力迅速增大, 当复合温度在聚丙烯熔点附近时, 即 175℃ 左右, 剥离力达到最大值, 之后趋于平衡. Lmachi<sup>[3]</sup> 用测定剥离力的方法, 研究了聚乙烯 (PE) 与乙烯-醋酸乙烯酯 (EVA)、尼龙 (Nylon)、聚丙烯等热塑性聚合物之间的粘接强度与粘接温度的关系, 结果表明, 当粘接温度在高熔点附近时, 两种聚合物粘接界面强度达到最大值. 这充分说明, 非极性聚合物/非极性聚合物与非极性聚合物/极性聚合物界面粘接的一致性. 根据扩散理论<sup>[4, 5]</sup>, 不相容聚合物之间的界面内不发生聚合物分子链相互扩散, 因此, 其界面的粘接非常薄弱. 实验中, 选取的聚丙烯长丝无纺布具有疏松立体网络结构, 因此在温度和压力的作用下, 熔融的聚乙烯分子可以直接穿入聚丙烯长丝无纺布的疏松立体网络中, 形成牢固的界面粘接.

在界面粘接过程中, 表面张力也是影响界面粘接的一个重要因素, 图 4<sup>[6]</sup> 为通过熔融和液态法直接测得的聚乙烯和聚丙烯在不同温度下的表面张力.

从图 4 可知, 若要将两种非极性高分子材料丙纶长丝无纺布和聚乙烯膜复合, 必须控制聚丙烯的温度在 20℃ 左右 (此时其表面张力为  $3.01 \times 10^{-2} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ), 聚乙烯温度在 140℃ 左右 (其表面张力为  $2.73 \times 10^{-2} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ), 在这种条件下聚丙烯的表面张力大于聚乙烯的表面张力, 才能使两者形成接触界面, 但在工艺温度控制上难以进行, 且操作复杂, 次品率高. 为此采用较高温下, 借助于机械力的作用使丙纶长丝无纺布与聚乙烯膜部分粘合, 然后采用急冷的方法, 使丙纶无纺布迅速冷却到 20℃ 左右, 从而达到两者复合的目的, 这样简化了工艺及操作, 达到了理想的复合效果.

### 3.2 复合压力对复合效果的影响

对于聚乙烯和丙纶两种非极性高分子材料的复合, 复合压力对复合性能影响比较关键, 复合的效果与它们之间的范德瓦尔斯力作用关系密切, 若两相平衡时分子间的距离较大则复合的粘合强度将很小; 若两相达到分子级的紧密接触则范德瓦尔斯力就可以形成足够的粘合强度, 因此聚乙烯与聚丙烯能否粘好, 主要取决于其紧密接触程度, 即与两相的复合压力密切相关, 如图 5.

在同一温度下随着热合压力的升高, 其复合的剥离力增加, 在压力达到 0.8 MPa 时其剥离力达到最大值, 以后略有下降, 其下降原因可能是因为在高温高压下丙纶无纺布结构产生变化而影响复合剥离强度.

通过上述的实验, 找到了最佳的工艺参数为: 复合温度 170℃ 左右; 复合压力 0.7~0.8 MPa 左右; 牵引速度 2.33~2.35 m/min.

## 4 结论

- 1) 采用较高温直压热合急冷的复合新工艺简化了操作, 使聚乙烯和丙纶无纺布有效复合;
- 2) 通过对复合工艺参数的研究, 找到了最佳复合工艺参数;

(下转第 84 页)

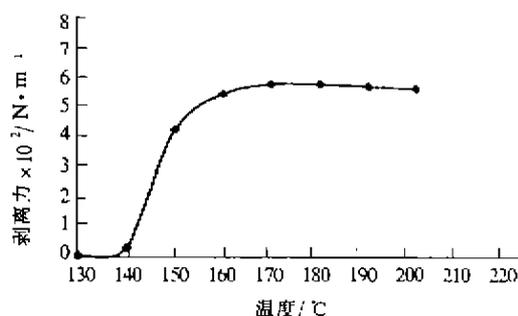


图 3 复合温度与 PE/PP 剥离力的关系

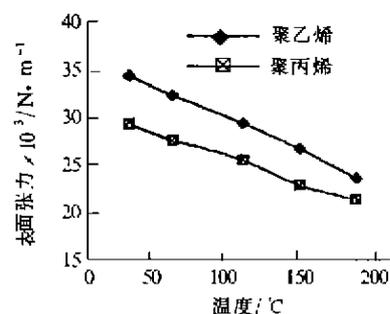


图 4 不同温度下聚乙烯、聚丙烯的表面张力

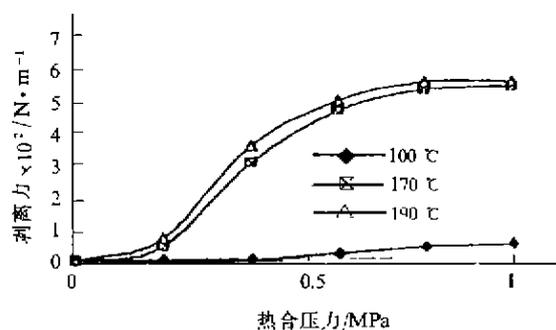


图 5 不同温度下复合压力与 PE/PP 剥离力关系

动力学,给出产物  $I(^2P_{1,2})$  和  $I(^2P_{3,2})$  的速度分布的二维图像,并重构出产物的三维空间分布,给出了  $I(^2P_{1,2})$  和  $I(^2P_{3,2})$  的速度和角度分布及空间各向异性参数,拟合得到  $\beta(I^2)=1.69$ ,  $\beta(I^3)=-0.52$ . 利用对各向异性参数  $\beta$  值和速度分布进行分析,可以肯定  $I(^2P_{1,2})$  碎片的产生存在的两个解离通道,其比例分别为 82.2% 和 17.8%.

#### 参考文献:

- [1] CLARY D C. A Theory for the Photodissociation of Polyatomic Molecules with Application to  $CF_3I$  [J]. *J. Chem. Phys.*, 1986, 84, 4288-4298
- [2] HWANG H J. Photodissociation of  $CF_3I$  at 308 nm [J]. *J. Phys. Chem.*, 1992, 96: 8728-8735.
- [3] PETER Felder. Photodissociation of  $CF_3I$  at 248 nm [J]. *J. Chem. Phys.*, 1991, 155: 435-445
- [4] KIM Y S, KANG W K. State-selective Photofragment Imaging of Iodine Atoms Via Photodissociation of  $CF_3I$  at 277 nm [J]. *J. Chem. Phys.*, 1996, 105, 551-557.
- [5] 戴东旭,陶冲. 离子速度成像方法研究  $CF_3I$  分子光解动力学[J]. *化学物理学报*, 1998, (11): 555-560.
- [6] FURLAN A. Probing Curve Crossing by Wavelength-dependent Recoil Anisotropy: the Photodissociation of  $CF_3I$  at 275-303 nm Studied by Photofragment Translational Spectroscopy [J]. *J. Phys. Chem.*, 1996, 100, 7956-7961.

(审稿:李燕飞教授,殷景华教授,编辑:高长福)

(上接第 80 页)

3) 研制出符合要求的新型高分子复合防水卷材,实现了高分子卷材与水泥直接粘合,满足了建筑行业的需要.

#### 参考文献:

- [1] 抚顺新源化纤有限公司. 丙纶长丝仿粘不织布产品说明书[Z]. 抚顺新源化纤有限公司, 1997.
- [2] 黑龙江省五常塑料有限公司. 聚乙烯/丙纶双层双面复合防水卷材[Z]. 哈尔滨:黑龙江省建委新产品鉴定会材料, 1997.
- [3] LAMCHI M. Peel Method of Plastics Composites [J]. *Polym. Sci., Let. Ed.*, 1986, (24): 536-538.
- [4] VOYUTSSKII S S. Autohesion and Adhesion of High Polymers [M]. New York: Wiley, Can Nostrand Reinhold Company, 1963.
- [5] VASENIN R M. Theory of Diffuseness [1]. *Adhesion Age*, 1965, (8): 15-19.
- [6] [美] WU S 著,潘强余,吴敦汉译. 高聚物的界面与粘合 [M]. 北京:纺织工业出版社, 1987.

(审稿:方兰教授,范勇教授,编辑:张雪冰)