# PET/PE 复合材料最佳热封工艺参数研究

王东升,郭永健,母军

(北京林业大学, 北京 100083)

摘要:PET/PE复合薄膜广泛应用于食品和药品包装,但在生产过程中存在热封质量不稳定的问题,为了探索PET/PE复合薄膜热封质量的影响因素,采用热封机对复合材料进行热封,并用拉伸实验对热封强度进行测试,比较分析了热封方向、热封温度、热封速度对热封质量的影响作用,总结得出了PET/PE复合薄膜的最佳热封工艺参数。

关键词: PET/PE 复合薄膜; 热封; 工艺参数; 热封温度; 热封时间

中图分类号: TB484.1; TB487 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2012)19-0072-03

# Research on Optimal Heat-seal Processing Parameters of PET/PE Composite Material

WANG Dong-sheng, GUO Yong-jian, MU Jun

(Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** PET/PE composite film is widely used in food and drug packaging, but there is heat sealing quality unstable problem in the production process. Influencing factors of heat sealing quality of PET/PE composite film were studied through heat sealing and tensile test. The influences of heat sealing direction, heat sealing temperature, and heat sealing speed on heat sealing quality were compared and analyzed. The optimal heat-seal processing parameters of PET/PE composite film were summarized.

Key words: PET/PE composite film; heat-seal; processing parameter; temperature; heat-seal time

近年来,软塑材料用热封工艺进行制袋是普遍应用的工艺手段。由于没有准确合理的热封工艺参数,每年所造成的热封材料问题频发,由此带来了很大的经济损失。

Wool(1995)研究了热封时间对热封质量的影响,提出了一个反应非晶态聚合材料熔合及热粘性破裂能量的关于热封时间参数的关系式[1]。日本学者Tetsuya等人集中研究了热封温度对 OPP/CPP 热封的影响,分析了热封温度对热封材料机械特性的影响,以及对材料结晶度和热力机械特性的影响。同时,实验还初步记录了热封机所提供的热量与到达热封材料内表面温度之间存在差异[2-3]。陆佳平等人在大量实验的基础上,分析和对比了各种热封工艺参数对热封效果的影响,认为热封温度、时间、压力工艺参数之间存在着内在的联系和影响,必须综合确定各参数,并初步确定了3种参数的范围:热封初始温度

一般为粘流温度  $15\sim30$  °C以上,有效的热封时间一般在  $1.5\sim0.25$  s 范围,热封压力一般控制在  $1.0\sim3.0$  kg/cm² 范围内<sup>[4]</sup>。 唐建光等人在热封工艺的控制方面,不仅分析了温度、时间、压力参数控制,还提出了热封后的冷却情况、热封次数和热封张力等方面在控制时的注意事项<sup>[5]</sup>。

PET 是乳白色或浅黄色、高度结晶的聚合物,表面平滑有光泽。在较宽的温度范围内具有优良的物理机械性能,长期使用温度可达 120 ℃; PE 塑料(聚乙烯塑料)具有优良的耐低温性能。PET/PE 复合膜是通过干式复合,即用涂胶方式将 2 种材料复合在一起,具有良好的阻隔性、耐油性、耐折开裂性、耐化学品性、耐低温性和卫生性,被广泛应用于食品、药品等多种产品包装。

PET/PE 复合材料在生产过程中,经常出现热封质量不稳定的问题,为了探索热封工艺条件对热封质

收稿日期: 2012-06-08

作者简介: 王东升(1989-),男,浙江宁波人,北京林业大学包装工程专业本科生。

量的影响作用,笔者分别针对不同热封进料速度下,设置不同热封温度进行复合薄膜封合,对其热封质量和热封强度进行测试和评价。

# 1 实验

#### 1.1 材料

PET/PE 复合膜,北京宏坤包装材料制品厂,膜厚度为 77.0  $\mu$ m。

#### 1.2 仪器

热封试验机: FR-900 系列多功能自动薄膜封口机,北京鼎盛利达包装机械有限公司;厚度测定仪: No. 99MAG011M 厚度计;热封强度测定仪: XLW(L)-PC型智能电子拉力机,济南兰光机电技术有限公司。

#### 1.3 方法

### 1.3.1 定方薄膜厚度测法

在据样品纵向端部大约1 m 处,沿横向整个宽度 截取试样,试样宽100 mm,长400 mm。从试样一端 开始,每20 mm 取一个测量点,测量厚度,共取20个 点测量,取平均值。

#### 1.3.2 试样热封方法

对于一个方向的试样,分为15个速度档和135~ 160℃之间均匀分布的温度档进行测试,测试各个速度档下试样满足热封条件的最佳温度,确定最佳的材料热封工艺参数。

#### 1.3.3 试样取样方法

参照 QBT 2358-1998 塑料薄膜包装袋热合强度试验方法中的取样方法,即用取样刀取试验宽度(15±0.1) mm,展开长度(100±1) mm。从每个热封好的塑料薄膜中取多条试样。

#### 1.3.4 热封强度测定方法

选用热封后无缺陷的封和薄膜进行测试。测试 时设定试样夹之间的距离和拉伸速度,保持试样的长 轴线和试验机的轴线在一条直线上。若出现热封层 断裂或塑料本身断裂的情况,停止实验,取出试样,记 录数据。

## 2 结果与讨论

# 2.1 热封工艺参数对热封强度的影响

# 2.1.1 热封速度对热封强度的影响

热封设备共有热封进料速度 15 档,对应的进料

速度为  $7.2\sim12~m/min$ 。不同热封速度对应的最低热封温度见表 1。

#### 表 1 热封速度和对应的最低热封温度

Tab.1 P Heat-seal speed and heat-seal temperature

档位:速度/	温度	速度/	温度	速度/	温度
$(m \cdot min^{-1})$	/℃	(m • min <sup>-1</sup> )	$/^{\circ}$	(m • min <sup>-1</sup> )	$/^{\circ}\mathbb{C}$
1档:7.2	138	6档:8.9	145	11档:10.6	160
2档:7.5	140	7档:9.3	150	12档:11.0	160
3档:7.9	142	8档:9.6	150	13 档:11.3	160
4档:8.2	142	9档:9.9	150	14 档:11.7	160
4档:8.6	142	10 档:10.3	155	15 档:12.0	160

总体来看,热封速度对热封强度有一定的影响。随着热封速度加快,所需的最低热封温度逐渐上升;但热封速度超过 10~m/min,热封速度对最低热封温度的影响很小,可以保持在 160~℃。

#### 2.1.2 热封温度对热封强度的影响

热封温度对热封强度的影响十分明显,是最关键 的因素。当温度低于138℃时,即使热封速度为最小 值时,热封强度也不能达到要求。当热封温度在135 ~155 ℃之间时,随着热封温度的增加,达到要求的 热封速度可以逐渐增大。当热封温度达到 155~160 ℃时,热封速度可以到最大值。结果表明,能够达到 热封强度的最低温度值为 138 ℃,最高温度值为 160 ℃。在此温度范围内,随着热封速度的增加,满足热 封强度的最低温度值呈现上升趋势。但当温度为 160 ℃,热封速度对热封效果的影响并不明显,具体 体现为:在160℃时,热封速度从10.63 m/min 到12 m/min,都达到了热封效果。对于工业生产来说,生 产要求高速度,且从降低成本且节约能源的角度出 发,对于这种 PET/PE 薄膜,160 ℃配合 12 m/min 的速度,在一定压力下进行热封是最佳的生产工艺参 数。从整体来说,138~160 ℃,都有可以满足热封要 求的热封温度。在工业生产中,可根据生产条件灵活 设定。

# 2.1.3 材料热封方向对热封强度的影响

塑料材料热封制袋时,材料的方向对热封质量可能有一定的影响。纵横向在同一速度下的最低热封温度相差不大,都在135~160℃范围内,且随着速度的增加最低热封温度都是逐渐递增。可认为PET/PE复合膜的纵横向热封对热封性能的影响很小。

纵横向之间在同一热封速度下的最低热封温度

之差,在允许的误差之内(不超过5℃),见图1。

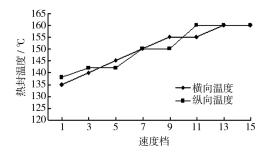


图 1 横纵向热封温度比较

Fig. 1 Comparison between lateral heat-seal temperature and longitudinal heat-seal temperature

#### 2.2 试样破坏形式和热封强度之间的关系

满足条件的试样中,经过拉伸强度的测试,共有3种破坏形式:塑料本身断裂、热封层边缘撕开、热封层撕开。见表2,在纵向的试样中,塑料本身断裂的材

表 2 热封破坏形式

Tab. 2 Damage form of heal seal

————— 所占比例	本身断裂	热封边缘断裂	热封层断裂	
からに例	/ 10/0	/ %	/ 10/0	
纵向热封	81.9	12.5	5.6	
横向热封	78.5	16.7	4.8	

料占了总数的 81.9%,热封层边缘撕开占了总数的 12.5%,热封层撕开占了总数的 5.6%;在横向的试样中,塑料本身断裂的材料占了总数的 78.5%,热封层边缘撕开占了总数的 16.7%,热封层撕开占了总数的 4.8%。

不同方向热封材料的平均拉伸强度见表 3。

#### 表 3 热封材料的拉伸强度

Tab.3 Tensil strength of PET/PE after heat seal

N/(15mm)

平均	未 白 収 列	## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ##	<b>抽料目帐列</b>
拉伸强度	本身断裂	热封边缘断裂	热封层断裂
纵向热封	39.4 $\pm$ 2.6	33.1 $\pm$ 3.7	34.2±0.5
横向热封	42.8 $\pm$ 1.5	$32.1 \pm 3.2$	$32.3 \pm 1.1$

实验结果表明,在3种破坏形式中,无论是横向还是纵向,塑料本身断裂占的比例最高,其次是热封层边缘撕裂,比例最小的是热封层撕开。对应在拉伸强度上,塑料本身断裂对应的拉伸强度>热封层边缘撕裂对应的拉伸强度>热封层撕形对应的拉伸强度。

# 3 总结

- 1) 利用热封仪和热封强度测试仪对 PET/PE 复合材料进行热封性能研究,结果表明在压力一定的情况下,随着热封速度的增加,热封温度逐渐增加,并且当热封温度增加到一定温度后,热封强度趋于稳定。
- 2) 对 PET/PE 复合膜成型方向分别研究,结果表明 PET/PE 成型方向对热封性能影响很小,都是随着热封速度的增加热封温度逐渐增加。
- 3) PET/PE 复合膜在热封压力一定的情况下, PET/PE 复合膜的热封温度在 138~160 ℃之间,并 且随着热封温度的上升(热封时间减少),满足热封强 度要求的最低温度值逐渐上升。
- 4)不同的破坏形式对应不同的拉伸强度,其中塑料本身断裂是主要的破坏形式,对应的拉伸强度也最高。

# 参考文献:

- [1] WOOL R P. Polymer Interfaces: Structure and Strength [M]. New York: Hanser, 1995.
- [2] HASHIMOTO Yasuo, TETSUYA Tsujii, ISHIAKU U S, et al. The Effect of Heat Sealing Temperature on the Properties of OPP or CPP Heat Seal. I. Mechanical Properties[J]. Polymer Engineering and Science, 2006, 46(2):205-214.
- [3] TETSUYA Tsujii, ISHIAKU U S, MACHIKO Mizoguchi, et al. Effect of Heat-sealing Temperature on the Properties of OPPCPP Heat Seals Part II: Crystallinity and Thermo Mechanical Properties [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 99:513—519.
- [4] 陆佳平. 浅谈薄膜热封特性及热封效果[J]. 中国包装工业,1997,31(1):18-19.
- [5] 唐建光. 热封质量分析和制袋工艺条件[J]. 包装世界, 2003(2):47-50.