

# 阻燃聚丙烯的热分解动力学评价

田娜娜, 何清, 靳凤民, 邹少兰

(天津大学化工学院, 天津 300350)

**摘要:** 利用热失重分析研究了两种用于聚丙烯的阻燃剂在氮气气氛中的热失重行为以及阻燃聚丙烯复合材料在不同升温速率下的热降解动力学行为。采用基于微分处理的 Kissinger 法和基于积分处理的 Flynn-Wall-Ozawa 法研究了阻燃材料的热分解动力学参数并探讨了材料的热稳定性, 结果表明阻燃改性聚丙烯的热稳定性显著提高。

**关键词:** 阻燃聚丙烯; 热分解动力学; Kissinger 法; Flynn-Wall-Ozawa 法

## Evaluation of thermal decomposition kinetics of flame retardant polypropylene

Tian Nana<sup>1</sup>, He Qing<sup>1</sup>, Jin Fengmin<sup>1</sup>, Tang Tao<sup>2</sup>

(1.School of Chemical Engineering and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072,

2. Changchun Institute of Applied Chemistry Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

**Abstract:** The thermal weight loss behavior of two flame retardants used for polypropylene in nitrogen atmosphere and the thermal degradation kinetics of flame retardant polypropylene composites at different heating rates were studied using thermal weight loss analysis. The Kissinger method based on differential processing and Flynn Wall Ozawa method based on integral processing were used to study the thermal decomposition kinetics parameters of flame retardant materials and explore their thermal stability. The results showed that the thermal stability of flame retardant modified polypropylene was significantly improved.

**Keywords:** Flame retardant polypropylene; thermal decomposition kinetics; Kissinger method; Flynn-Wall-Ozawa method

## 1 引言

聚丙烯(PP)作为全球产量最大的树脂之一, 具有无毒、耐腐蚀、易加工、成本低等诸多优点, 被广泛用于纺织品、包装、建材、汽车及日用品的很多领域。然而, PP 属于易燃材料, LOI 仅为 18 左右, 非常容易燃烧且发热量大, 产生的熔滴又极易传播火焰, 并产生大量不饱和易燃气体。因此, 改善 PP 的阻燃性能是十分必要的<sup>[1-3]</sup>。目前, 对 PP 的阻燃研究

也是重要的方向之一。通过化学改性 PP 分子链赋予其阻燃性的方法收效不大，主要原因是 PP 链上引入化学改性物质往往会促进 PP 主链的降解。因此，PP 阻燃的方法以添加型阻燃剂为主。

聚合物的阻燃性能不但依赖于其热稳定性，而且还与体系的降解速率、成炭速率及残炭量密切相关。因此，系统地考查聚合物阻燃体系的热降解过程是十分必要的内容，这将有助于研究阻燃剂的加入对聚合物热稳定性与阻燃性能的影响。

本工作利用自合成的一种双螺环笼状磷酸酯(SBCPO)与聚磷酰胺(APP)作为阻燃剂添加到 PP 中，通过热失重分析分别测试了两种阻燃剂之间以及阻燃聚丙烯复合材料的热降解行为，利用 Kissinger 法和 Flynn-Wall-Ozawa 法研究了阻燃 PP 的热分解动力学行为。

## 2 实验部分

### 2.1 实验原料

双螺环笼状磷酸酯(SBCPO)	实验室自制
PP 粉料(等规, $M_w=3\times 10^5$ g/mol)	大庆石化有限公司
聚磷酰胺(APP)	镇江星星阻燃剂有限公司

### 2.2 主要仪器设备

所使用的仪器设备列于表 1。

表 1 仪器设备

仪器名称	型号	生产厂家
真空干燥箱	ZK-22R	上海市实验仪器厂
转矩流变仪	XSS-300	上海科创橡塑机械设备有限公司
平板硫化机	XI B	青岛第三橡胶机械厂
热分析仪	SDT Q600	美国TA公司

### 2.3 样品制备及测试条件

阻燃母粒的制备：首先将所需的样品在 80 °C 下真空干燥 12 h，备用。再将一定比例的 SBCPO、APP 与 PP 粉料在流变仪中混合均匀，三个温控段温度都设为 185 °C，螺杆速度为 60 r/min，混料时间为 10 min，造粒，具体配方列于表 2 中。

表 2 阻燃 PP 的复配组成.

样品	含量 (wt %)		
	PP	APP	SBCPO
PP	100	0	0
PP1	75	12.5	12.5