

# Test and Analysis of Anti-adhesion Performance of ABPA Series Bidirectional Tensile Nylon Thin Film under High Temperature Environment

Zibiao Wang Xinghao Wang Kunhua Wang Haibo Wang

Shenzhen Career Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

In recent years, the research of material performance in high temperature environment has attracted more and more attention, especially in aviation, automobile and other industries. In this paper, the anti-adhesion properties of ABPA series bidirectional tensile nylon thin film are systematically studied under high temperature environment. The experimental results show that the ABPA nylon film treated by special process has good anti-adhesion performance at high temperature environment, and the performance is significantly improved with the increase of temperature.

## Keywords

high temperature environment; ABPA series; two-way tensile nylon film; anti-adhesion properties

# 高温环境下 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜防粘连性能的测试与分析

王子标 王星豪 王坤华 王海波

深圳科立尔科技有限公司, 中国·广东深圳 518000

## 摘要

近年来, 高温环境下的材料性能研究越来越受到关注, 尤其是在航空、汽车等行业广泛应用。论文通过对高温环境下 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜防粘连性能进行测试与分析, 系统研究了 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温条件下的防粘连性能。实验结果表明, 经过特殊工艺处理的 ABPA 尼龙薄膜在高温环境下具有良好的防粘连性能, 且性能随着温度的升高而得到显著改善。

## 关键词

高温环境; ABPA 系列; 双向拉伸尼龙薄膜; 防粘连性能

## 1 引言

目前, 高温环境下的材料需求在航空、航天、汽车等行业不断增长。尤其是在高温条件下, 材料的防粘连性能显得尤为重要, 因为它能够有效避免设备在高温工况下出现故障或损坏。ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜作为一种具有良好力学性能、耐磨损性及耐高温特性的高分子材料, 在各种行业中具有广泛应用前景。然而, 其在高温环境下的防粘连性能尚未得到充分研究。

论文结合中国深圳科立尔科技有限公司对 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜防粘连母料的研制经验, 旨在系统地研究 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的防粘连性能,

并探讨其微观结构与性能之间的关系, 以期为其在高温条件下的应用提供依据。

## 2 研究背景

### 2.1 高温环境下材料性能的重要性

高温环境下的材料性能研究在过去的几十年中得到了越来越多的关注, 这主要归因于航空、航天、汽车、能源和化工等行业对高性能材料的需求。在高温条件下, 材料的热稳定性、抗氧化性、抗蠕变性和防粘连性等性能至关重要, 它们直接影响着工程结构的寿命、安全性以及可靠性。在高温环境下, 材料需要抵抗高温氧化、热膨胀、热应力和热疲劳等诸多不利因素。这些因素可能导致材料在长时间高温工况下失效, 从而影响设备的正常运行。因此, 针对高温环境下的材料性能进行研究, 尤其是针对高温防粘连性能的研究, 已成为材料科学领域的一个热点问题。这对于提高工程设备的安全性、可靠性和经济性具有重要意义。

【作者简介】王子标 (1971-), 男, 中国广东梅州人, 本科, 工程师, 从事新材料改性研究。

## 2.2 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的研究意义

尼龙 (polyamide, PA) 是一种具有优良力学性能、耐磨损性、耐高温性和化学稳定性的高分子材料。尼龙薄膜是尼龙材料中的一种重要形式, 具有广泛的应用价值, 如用于汽车、航空、包装等领域。然而, 普通尼龙薄膜在高温环境下易发生粘连现象, 从而限制了其在高温条件下的应用。为了解决这一问题, 研究人员对尼龙薄膜进行了改性, 发展出了 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜。ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在原有尼龙薄膜的基础上进行了特殊工艺处理, 提高了其在高温环境下的防粘连性能。

尽管 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在一定程度上解决了高温环境下的粘连问题, 但是其在不同温度下的防粘连性能及其与微观结构之间的关系尚未得到充分研究。因此, 系统地研究 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的防粘连性能具有重要的理论和实际应用价值。

## 3 材料与测试方法

### 3.1 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的制备

论文所采用的 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜是在传统尼龙薄膜基础上经过特殊工艺处理得到的。其制备过程分为以下几个步骤。

①尼龙树脂的选择与预处理。选用合适的尼龙树脂作为原料是制备高品质 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的基础<sup>[1]</sup>。根据不同应用场景的要求, 需选择具有良好力学性能、耐磨损性、耐高温性和化学稳定性的尼龙树脂。然后, 对尼龙树脂进行干燥处理, 以去除其中的水分和杂质, 保证薄膜的质量。

②熔融挤出。将干燥处理后的尼龙树脂放入挤出机中加热熔融, 通过调节挤出机的温度、螺杆转速和模头压力等参数, 实现对熔融尼龙树脂的精确控制。将熔融尼龙树脂通过模头挤出成连续的薄膜状。

③双向拉伸。将挤出的尼龙薄膜进行双向拉伸处理, 即在垂直和水平方向上同时拉伸。在拉伸过程中, 薄膜的厚度逐渐减小, 结构变得更加紧密。双向拉伸处理可以显著提高薄膜的力学性能, 如抗拉强度、抗冲击性和抗磨损性等<sup>[2]</sup>。

④热定型。拉伸后的尼龙薄膜需要进行热定型处理, 即在一定的温度下对薄膜进行加热, 使其分子链之间的结晶度增加, 从而获得更好的尺寸稳定性和力学性能。

⑤表面处理。为了进一步提高 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的防粘连性能, 需要对其表面进行特殊处理。论文采用表面涂覆法, 将一种具有良好防粘连性能的有机硅涂料涂覆在薄膜表面。涂覆过程中, 可以通过调节涂料的浓度、涂覆速度、干燥温度等参数, 实现对薄膜表面防粘连性能的优化。

⑥切割与收卷。经过表面处理的 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜, 根据实际应用需求进行切割和收卷。切割过程中, 需要保证薄膜的平整度和切割精度。收卷时, 应避免薄膜间的空气进入, 以免影响其防粘连性能。

通过以上制备过程, 可得到具有优良防粘连性能的 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜。

### 3.2 高温环境下防粘连性能的测试方法

为了评估 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的防粘连性能, 论文采用了高温环境模拟、粘附力测试、摩擦系数测试、表面形貌观察、表面化学组成分析、热重分析等测试方法。

①高温环境模拟。为了模拟实际的高温环境, 将 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜放置于高温炉中进行加热。通过调节高温炉的温度, 分别对不同温度下的防粘连性能进行测试。

②粘附力测试。使用粘附力测试仪对 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的粘附力进行测量。将薄膜与特定的测试物质接触, 通过拉伸试验得到粘附力数值。粘附力测试结果能够直接反映薄膜的防粘连性能。

③摩擦系数测试。采用摩擦系数测试仪对 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的摩擦系数进行测量。将薄膜与特定的测试物质接触, 通过摩擦试验得到摩擦系数数值。摩擦系数测试结果有助于评估薄膜在高温环境下的耐磨损性能<sup>[3]</sup>。

④表面形貌观察。利用扫描电子显微镜 (SEM) 对 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的表面形貌进行观察。通过观察薄膜表面的形貌变化, 可以了解高温环境对薄膜表面结构的影响, 进而分析其防粘连性能的变化机理<sup>[4]</sup>。

⑤表面化学组成分析。使用 X 射线光电子能谱仪 (XPS) 对 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的表面化学组成进行分析。通过对比不同温度下薄膜表面的化学组成, 可以揭示高温环境对薄膜防粘连性能的影响<sup>[5]</sup>。

⑥热重分析。采用热重分析仪 (TGA) 对 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的热稳定性进行评估。热重分析可以帮助了解薄膜在高温环境下的热降解行为, 从而评估其长期使用的可靠性。

通过以上测试方法, 可以全面评估 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在高温环境下的防粘连性能。同时, 通过对不同温度下的测试数据进行对比分析, 可以揭示高温环境对薄膜防粘连性能的影响, 为进一步优化 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的防粘连性能提供理论依据。

## 4 测试结果与分析

### 4.1 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的防粘连性能

为了评估 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的防粘连性能, 我们对不同温度下的粘附力、摩擦系数、表面形貌和化学组成等方面进行了测试。测试结果表明, ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜具有良好的防粘连性能。在高温环境下, 薄膜的粘附力较低, 表明其与周围物质之间的粘附作用较弱。同时, 薄膜的摩擦系数也较低, 说明其具有较好的耐磨损性能。通过对薄膜表面形貌的观察, 我们发现其表面平整、结构紧密, 有利于防止物质在表面产生粘附。XPS 分析结果显示, 薄

膜表面的有机硅涂层在高温环境下仍能保持较好的稳定性,有助于提高薄膜的防粘连性能。

#### 4.2 温度对防粘连性能的影响

为了研究温度对 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜防粘连性能的影响,我们将薄膜置于不同温度的高温炉中,并对其粘附力、摩擦系数、表面形貌和化学组成进行测试。结果发现,随着温度的升高,薄膜的粘附力和摩擦系数均呈现出先下降后上升的趋势。然而,当温度继续升高时,薄膜的防粘连性能逐渐降低,这可能与高温环境导致的薄膜表面结构变化和热降解有关。

#### 4.3 ABPA 尼龙薄膜的微观结构与防粘连性能之间的关系

为了进一步揭示 ABPA 尼龙薄膜的微观结构与防粘连性能之间的关系,我们对薄膜的表面形貌和化学组成进行了详细分析。SEM 观察结果显示,随着温度的升高,薄膜表面的微观结构发生了一定程度的变化。在低温至适中的高温范围内,薄膜表面形貌较为平整,有助于防止物质粘附。然而,在更高的温度下,薄膜表面出现了一定程度的凹凸和裂纹,这可能是高温导致的热应力和热降解作用。这些表面缺陷可能降低了薄膜的防粘连性能。XPS 分析结果表明,ABPA 尼龙薄膜表面的有机硅涂层在一定温度范围内能够保持较好的稳定性。然而,在更高的温度下,薄膜表面的有机硅涂层可能发生破裂或剥离,从而降低了薄膜的防粘连性能。

综上所述,ABPA 尼龙薄膜在一定温度范围内具有良好的防粘连性能,这主要得益于其表面有机硅涂层的稳定性以及较为平整的微观结构。在更高的温度下,薄膜表面的结构变化和有机硅涂层的破坏可能导致防粘连性能降低。因此,在实际应用中,需要根据具体的使用环境和条件选择合适的 ABPA 尼龙薄膜以及对应的表面处理方法,以保证其在高温环境下的防粘连性能。

### 5 结论与展望

#### 5.1 研究结论

论文针对高温环境下 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的防粘连性能进行了系统性的测试与分析。通过对不同温度下的粘附力、摩擦系数、表面形貌和化学组成等方面进行测试,我们得出了以下结论:① ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜在一定温度范围内具有良好的防粘连性能,这主要得益于其表面有机硅涂层的稳定性以及较为平整的微观结构。②随着温度的升高,薄膜的防粘连性能呈现出先提高后降低的趋势。这表明,在一定温度范围内,高温环境有助于提高薄膜的防粘连性能。然而,在更高的温度下,薄膜表面的结构变化和有机硅涂层的破坏可能导致防粘连性能降低。③论文揭示了温度对薄膜防粘连性能的影响机制以及薄膜的微观结构与防粘连性能之间的关系,为进一步优化 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的制备工艺和表面处理方法提供了理论依据。

#### 5.2 高温环境下尼龙薄膜材料应用的意义

论文对高温环境下 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的防

粘性能的测试与分析具有重要意义。航空航天、汽车等高温应用领域对材料性能有着严格的要求,论文为这些领域提供了一种具有优良防粘连性能的尼龙薄膜材料。同时,论文为进一步优化 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的制备工艺和表面处理方法提供了理论依据,有望推动相关材料技术的发展。另外,论文拓宽了尼龙薄膜在高温环境下的应用领域,为解决实际应用中的问题提供了科学依据。

#### 5.3 未来研究方向

尽管论文取得了一定的成果,但在高温环境下尼龙薄膜防粘连性能的研究仍有许多值得探讨的问题。结合论文成果,未来研究可以从以下几个方面展开:①进一步优化 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的制备工艺。当前研究已经揭示了薄膜微观结构与防粘连性能之间的关系,未来可以基于此对制备工艺进行优化,以提高薄膜在高温环境下的防粘连性能。②研究其他表面处理方法对尼龙薄膜防粘连性能的影响。论文主要关注了有机硅涂层对薄膜防粘连性能的影响,未来可以尝试其他表面处理方法,如氟化处理、硬化处理等,以进一步提高薄膜的防粘连性能。③研究其他环境因素对尼龙薄膜防粘连性能的影响。除了温度,其他环境因素,如湿度、气氛等也可能影响尼龙薄膜的防粘连性能。未来研究可以探讨这些因素对尼龙薄膜防粘连性能的影响,以更全面地评价薄膜在实际应用中的性能。④拓展尼龙薄膜在其他高温应用领域的应用。论文主要关注了航空航天、汽车等领域的应用,未来可以将研究拓展到其他高温应用领域,如能源、化工等,以推动更多领域的技术创新和产业发展。

### 6 结语

论文通过对高温环境下 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的防粘连性能进行系统性的测试与分析,揭示了温度对防粘连性能的影响机制以及薄膜的微观结构与防粘连性能之间的关系。这些成果为进一步优化 ABPA 系列双向拉伸尼龙薄膜的制备工艺和表面处理方法提供了理论依据,有望为航空航天、汽车等高温应用领域提供更为可靠的防粘连材料。未来可以从优化工艺、研究新方法、考虑其他环境因素影响、拓展其他高温应用领域等方面继续进行探讨。这将有助于更好地满足实际应用需求,推动相关领域的技术创新和产业发展。

#### 参考文献

- [1] 何翼云.双向拉伸膜用尼龙树脂的制备与性能研究[D].长沙:湖南大学,2002.
- [2] 董煜.直线易撕裂双向拉伸尼龙6薄膜的制备与性能研究[D].株洲:湖南工业大学,2021.
- [3] 陈慕群.GB/T 20218-2021《双向拉伸聚酰胺(尼龙)薄膜》内容解读[J].塑料包装,2021,31(4):27-30.
- [4] 青源.双向拉伸尼龙6结构与性能的研究[D].成都:四川大学,2006.
- [5] 刘轶.热拉伸对尼龙6薄膜结构与性能的影响[D].株洲:湖南工业大学,2020.