

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2025.02.018

共聚酰胺66/MACM12的制备及性能

逯维健¹, 王春花¹, 王文志¹, 易勇¹, 廖名熹², 李建林¹

(1. 湖南工业大学包装与材料工程学院, 湖南株洲 412007; 2. 湖南工业大学生命科学与化学学院, 湖南株洲 412007)

摘要: 聚酰胺66(PA66)分子链上含有大量的极性酰胺基团,且分子链柔性较低,致使其韧性较低,且吸水率较高。为了改善这些缺点,选用大体积的脂环族二胺3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二环己基甲烷(MACM)和长碳链的十二烷二酸为共聚单体,先成盐得到MACM12盐,再与PA66盐共聚,制备得到了一系列不同MACM12链段含量的共聚酰胺66(Co-PA66)/MACM12树脂(简称Co-PA66树脂)。核磁共振氢谱和红外光谱测试结果表明脂环结构已被成功地引入到Co-PA66分子链中;热性能分析测试结果表明随着MACM12链段质量分数的增加,Co-PA66树脂的熔融温度和结晶温度向低温方向偏移,且脂环结构的引入会提升Co-PA66树脂的热稳定性;紫外-可见光测试结果表明,脂环结构的引入会大幅提高Co-PA66树脂的透光率;力学性能和吸水性能测试结果表明随着MACM12链段质量分数的增加,Co-PA66树脂的拉伸强度略微降低,断裂伸长率和缺口冲击强度显著升高,表现出高韧性,另一方面,随着脂环结构的引入,Co-PA66分子链中酰胺基团的密度明显下降,从而使Co-PA66树脂表现出低吸水率的特性。

关键词: 共聚酰胺;低吸水;高韧性;高透光率

中图分类号: TQ323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2025)02-0134-07

Preparation and performance of copolyamide 66/MACM12

LU Weijian¹, WANG Chunhua¹, WANG Wenzhi¹, YI Yong¹, LIAO Mingxi², LI Jianlin¹

(1. School of Packaging and Materials Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China;

2. School of Life Sciences and Chemistry, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

Abstract: Polyamide 66(PA66) molecular chain contains a large number of polar amide groups, and its molecular chain flexibility is lower, resulting in lower toughness and higher water absorption. In order to improve these shortcomings, the large volume of alicyclic diamine 3,3'-dimethyl-4,4'-diaminodicyclohexylmethane (MACM) and long carbon chain dodecanedioic acid were selected as comonomers. First, MACM reacted with dodecanedioic acid to form MACM12 salt, and then copolymerized with PA66 salt to prepare a series of copolyamide 66(Co-PA66)/MACM12(abbreviated as Co-PA66 resin) resins with different ratios. The results of nuclear magnetic resonance hydrogen spectrum and infrared spectrum tests show that the ring structure has been successfully introduced into the molecular chain of Co-PA66 resin. The results of thermal performance analysis show that the melting temperature and crystallization temperature of Co-PA66 resin shift to the low temperature direction with the increase of MACM12 chain segment content, and the introduction of alicyclic structure can enhance the thermal stability of Co-PA66 resin. The results of ultraviolet-visible light test show that the introduction of alicyclic structure can greatly improve the light transmittance of Co-PA66 resin. The test results of mechanical properties and water absorption show that with the increase of MACM12 chain segment content, the tensile strength of Co-PA66 resin decrease slightly, and the elongation at break and notch impact strength increase significantly, showing high toughness. On the other hand, with the introduction of alicyclic structure, the density of amide groups in Co-PA66 molecular chain decrease significantly, which make Co-PA66 resin show low water absorption.

Keywords: copolyimide; low water absorption; high toughness; high light transmittance

通信作者: 王春花, 博士, 讲师, 硕士生导师, 主要从事聚酰胺材料的高性能化研究工作

收稿日期: 2024-11-28

引用格式: 逯维健, 王春花, 王文志, 等. 共聚酰胺66/MACM12的制备及性能[J]. 工程塑料应用, 2025, 53(2): 134-140.

LU Weijian, WANG Chunhua, WANG Wenzhi, et al. Preparation and performance of copolyamide 66/MACM12[J]. Engineering Plastics Application, 2025, 53(2): 134-140.

聚酰胺(PA,又称尼龙)作为五大工程塑料之一,具有优异的综合性能^[1],如力学性能、加工性能、耐化学腐蚀性、自润滑性等^[2],应用领域十分广泛。在PA产品中,PA6和PA66的产量及用量约占PA总量的90%^[3],均属于脂肪族聚酰胺。PA66比PA6具有更高的力学性能^[4]。然而,PA66分子链上存在大量的极性酰胺基团,且分子链排布较为规整,致使它具有较高的吸水率和较低的韧性^[5],限制了PA66在一些领域的应用。

为改善PA树脂的吸水率和韧性,一般选择对其进行改性^[6]。目前,改性方法主要分为两类,一类是通过与无机填料^[7]、其他树脂^[8-10]或助剂^[11-12]进行熔融共混的物理改性,另一类是通过熔融共聚引入新的结构单元、聚合物链段或官能团^[13-14]的化学改性。通过添加无机填料或其他低吸水树脂的共混改性方法存在降低PA树脂的综合性能的问题^[15]。笔者选用大体积的脂环族二胺3,3'-二甲基-4,4'-二氨基二环己基甲烷(MACM)与长碳链十二烷二酸(AH)作为共聚单体,先成盐得到MACM12盐,再与PA66盐进行熔融缩聚,制备了一系列不同配比的共聚PA66(Co-PA66)/MACM12树脂(以下简称Co-PA66树脂),研究了MACM12链段的含量对树脂性能的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PA66盐:工业级,巴斯夫(中国)有限公司;

AH:工业级,山东瀚霖生物技术有限公司;

MACM:工业级,深圳旭华生物科技有限公司;

乙醇:工业级,湖南湘易康有限公司。

1.2 仪器及设备

高温高压聚合反应釜:FCF,威海煌恺化工机械

有限公司;

傅里叶变换红外光谱(FTIR)仪:BRUKER TENSOR 27,德国Bruker公司;

核磁共振(NMR)分析仪:BRUKER AVANCE III HD 600,德国Bruker公司;

差示扫描量热(DSC)仪:Q20,美国TA公司;

热重(TG)分析仪:TG209F1 Libra,德国Netzsch公司;

万能试验机:ETM 502 B-EX,深圳万测试验设备有限公司;

冲击试验机:GT-7045-MD,高铁科技股份有限公司;

X射线衍射(XRD)仪:SmartLab SE,日本Rigaku公司;

紫外-可见光分光光度计:UV-2600,日本京都岛津公司;

注塑机:MA1200,宁波海天塑机集团有限公司。

1.3 试样制备

Co-PA66/MACM12树脂的合成路线分为两步,如图1所示。第一步,将一定质量的AH加入烧瓶中,再加入相同质量乙醇溶液,将体系温度维持在60~80℃,并缓慢搅拌,溶液呈现为乳白色。然后,缓慢加入与AH等物质的量比的MACM,溶液逐渐变澄清,将溶液pH值控制在7.2~7.5,冷却、静置至固体析出。将析出的固体过滤,洗涤,然后移至真空干燥烘箱80℃,继续干燥10h,干燥完成后得到MACM12盐。第二步,将MACM12盐和PA66盐按表1所列配比投入高温高压反应釜内,加入500g去离子水,闭合反应釜。先向釜内充入N₂,再抽真空,重复三次除净釜内空气。继续充入N₂,使釜内压力达到0.1MPa,设定温度240~270℃(根据配比进行

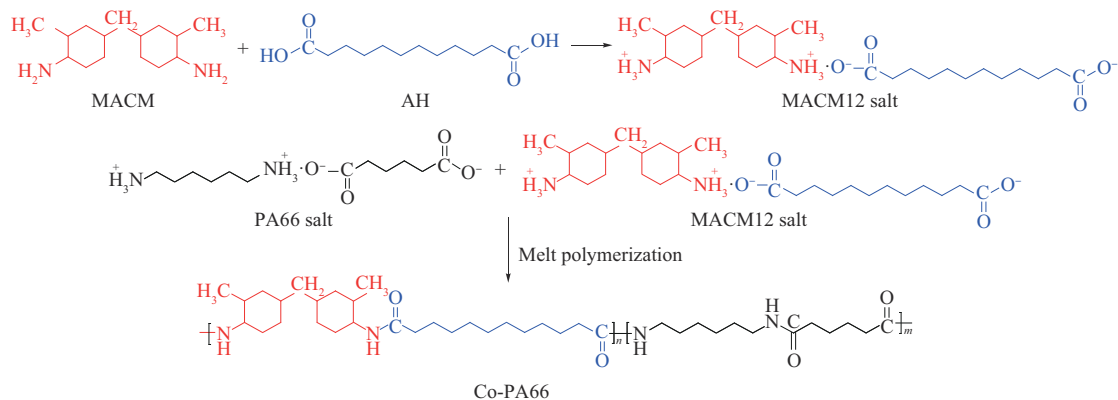


图1 Co-PA66树脂的合成路线

Fig. 1 Synthetic route of Co-PA66 resin

调节),开始加热。待釜内盐融化,开启搅拌,转速5 r/min。当釜内温度升至240~270 °C时,缓慢打开反应釜排气阀以排除釜内水蒸气和其他气体,排气至釜内压力0 MPa后,打开真空泵抽真空,在-0.05 MPa下反应1 h。反应结束时,向釜内通入氮气,打开底阀出料,切粒、干燥,得到了一系列Co-PA66树脂,按MACM12链段在Co-PA66/MACM12树脂中的质量分数(10%,20%,30%,40%),分别命名为Co-10,Co-20,Co-30,Co-40。

表1 Co-PA66树脂的合成配方

Tab. 1 Synthetic formulation of Co-PA66 resin

Sample	PA66	MACM12	H ₂ O
PA66	4 000	0	500
Co-10	3 600	400	500
Co-20	3 200	800	500
Co-30	2 800	1 200	500
Co-40	2 400	1 600	500

1.4 测试与表征

FTIR表征:将样品在80 °C干燥箱中干燥2 h,使用FTIR仪进行结构表征,参考标准为GB/T 6040-2019。

核磁共振氢谱(¹H-NMR)表征:将样品充分干燥后,采用NMR仪,选择氘代三氟乙酸(CF₃CO₂D)为溶剂进行表征。

TG测试:称取样品5~8 mg,在N₂氛围中,以10 °C/min速率将样品升温至800 °C。

DSC测试:以10 °C/min的速率升温至300 °C,保温5 min消除热历史,然后以10 °C/min降至25 °C,再以相同速率升温至300 °C,所有测试在N₂氛围下进行,气体流速为50 L/min。

相对结晶度(X_c)用公式(1)进行计算。

$$X_c = \frac{\Delta H_m}{\Delta H_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中, X_c 为样品的相对结晶度; ΔH_m 为样品的熔融焓; ΔH_0 为全结晶PA66的理论熔融焓,其值为194.69 J/g^[16]。

XRD测试:用注塑后的样条进行测试,样品放于载物台,Cu-K α 发射源,Ni滤波片,以2°/min的速率在 $2\theta=5\sim50^\circ$ 范围内进行扫描。

透光率测试:参考GB/T 2410-2008,使用平板硫化机压制1 mm厚度样片,利用紫外-可见分光光度计在可见光范围内(380~780 nm),进行透光率测试。

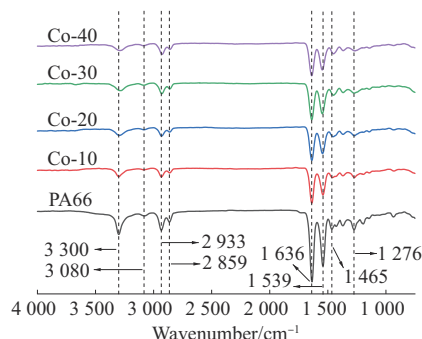
力学性能测试:拉伸性能参考GB/T 1040-2018制备拉伸性能样条,在室温下测试,拉伸速率为20 mm/min。参考GB/T 1843-2008制备缺口冲击强度样条,室温下使用冲击试验机进行样品缺口冲击强度测试,摆锤能量为2.750 J。

吸水性测试:将注塑后样条在真空干燥箱中烘干,干燥温度100 °C;分别记录样条干燥时的质量、在水中浸泡24 h的质量和在水中浸泡48 h的质量,并计算其吸水率。

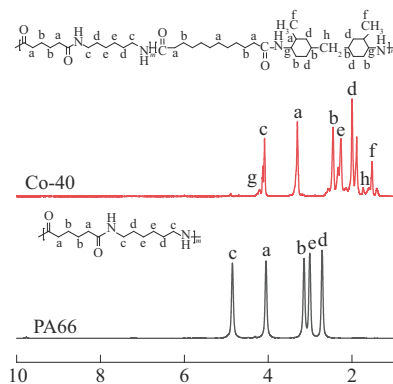
2 结果与讨论

2.1 结构分析

采用FTIR仪对PA66和Co-PA66树脂进行结构表征,结果如图2a所示。3 300 cm⁻¹处吸收峰对应N—H键伸缩振动峰;3 080 cm⁻¹处吸收峰为N—H弯曲振动的倍频峰;2 933 cm⁻¹和2 859 cm⁻¹处为亚甲基不对称和对称伸缩振动吸收峰;1 636 cm⁻¹处吸收峰对应C=O伸缩振动峰,属于酰胺I谱带;1 539 cm⁻¹处出现C—H弯曲振动和C—N伸缩振动的组合吸收峰,也称作酰胺II谱带;1 465 cm⁻¹处为一CH₂的弯曲振动吸收峰;1 276 cm⁻¹处为C—N伸缩振动和C—H弯曲振动的组合吸收峰,属于酰胺III



(a) FTIR

(b) ¹H-NMR图2 PA66和Co-PA66的FTIR和¹H-NMR谱图Fig. 2 FTIR and ¹H-NMR spectra of PA66 and Co-PA66

谱带。酰胺I,II和III谱带的存在证实了所有样品具有典型的PA结构^[17]。

为进一步确认树脂化学结构,进行了¹H-NMR分析。以Co-40在CF₃CO₂D中的¹H-NMR谱为代表,如图2b所示。环己基环上的甲基(f)和两个环己基环之间亚甲基(h)的特征质子峰的出现证实了MACM12链段已通过共聚方法成功地引入到PA66分子链中。与PA66比较,发现Co-PA66树脂由于脂环结构的影响,其质子峰向低化学位移区域移动。

2.2 热性能与结晶行为

首先通过TG仪分析了PA66和Co-PA66树脂的热稳定性,如图3所示。由图3可知,Co-PA66树脂的热失重曲线与纯PA66基本相同,仅有一段失重台阶。

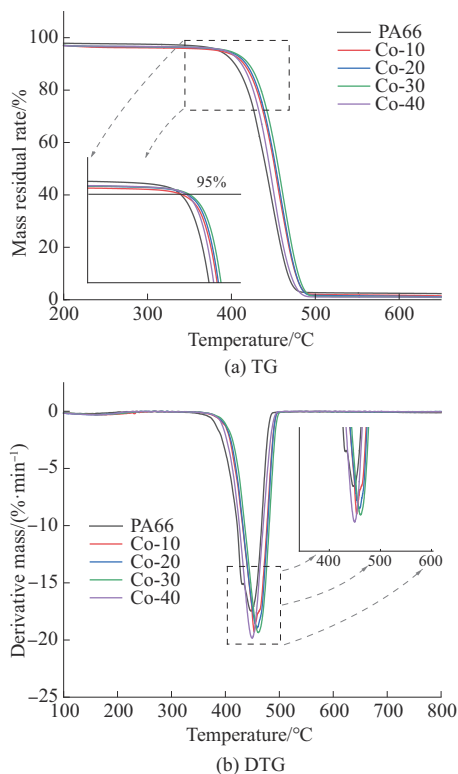


图3 PA66和Co-PA66的TG曲线和DTG曲线

Fig. 3 TG and DTG curves of PA66 and Co-PA66

表2为PA66和Co-PA66的DSC和TG数据。由表2可知,PA66在385.6℃以下具有良好的热稳定性,不发生分解。当温度超过385.6℃时,PA66开始发生轻微分解,在446.7℃时分解速率达到最大值($T_{\max}$)。当温度升至473.9℃时,PA66完全分解。表2列出了Co-PA66在质量损失为5%时的温度($T_{5\%}$),发现在PA66大分子链中引入MACM12链段后,Co-PA66的 $T_{5\%}$ 略有提高,说明脂环结构的引入

会提升树脂的热稳定性。

表2 PA66和Co-PA66的DSC和TG数据

Tab. 2 DSC data and TG data of PA66 and Co-PA66

Samples	$T_{5\%}/^{\circ}\text{C}$	$T_{\max}/^{\circ}\text{C}$	$T_c/^{\circ}\text{C}$	$T_m/^{\circ}\text{C}$	$X_c/\%$
PA66	385.6	446.7	214.4	264.2	38.1
Co-10	385.5	453.4	213.3	254.8	28.6
Co-20	393.2	457.5	205.9	248.1	20.3
Co-30	396.3	461.3	183.0	237.0	16.0
Co-40	393.1	450.1	—	—	—

Notes: $T_{5\%}$ is temperature at which sample loses 5% of its mass; $T_{\max}$ is temperature at which sample has maximum weight loss rate; T_c is crystallization temperature; T_m is melting temperature; X_c is crystallinity.

采用DSC仪对PA66和Co-PA66树脂进行结晶和熔融行为研究,如图4所示。由图4可知,PA66的熔融温度(T_m)为264.2℃,其结晶温度(T_c)为214.4℃。随着MACM12链段的引入,Co-PA66的熔融峰和结晶峰向低温方向偏移。且随着MACM12链段含量的增加,Co-PA66的相对结晶度(X_c)呈下降趋势,这是由于较大空间位阻的MACM12链段的引入阻碍了Co-PA66链段的有序排列,降低了分子链间氢键作用,从而降低了Co-PA66的结晶能力^[18]。当MACM12链段的质量分数达到40%时,Co-40呈现无定形状态。

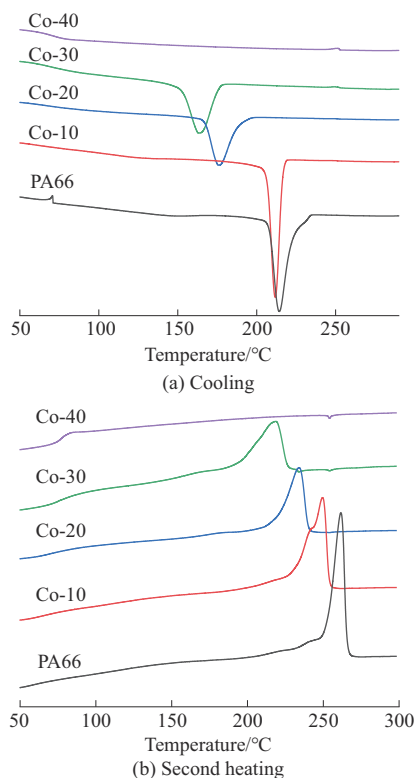


图4 PA66和Co-PA66的DSC降温 and 二次升温曲线

Fig. 4 DSC cooling and second heating curves of PA66 and Co-PA66

利用XRD仪对Co-PA66树脂的晶体结构进行分析,如图5所示。由图5可知,纯PA66树脂在 20.3° 和 23° 处有两个特征衍射峰,分别代表(100), (010/110)晶面,属于 α 晶型。随着MACM12盐质量分数的增加,纯PA66树脂的双峰转变为更宽的单峰,且逐渐向低的 2θ 区域偏移,这表明脂环结构的引入破坏了分子链的有序排列导致晶格结构不太规则,PA66中的 α 晶型转变为 γ 晶型。Co-30, Co-40的特征衍射峰都呈现出无定形的包状峰,与DSC结果有差异。这是由于XRD测试是骤冷的注塑样条在室温下进行的,而DSC测试是在匀速缓慢降温($10^\circ\text{C}/\text{min}$)条件下进行。骤冷下高的降温速率会抑制共聚物的结晶,致使Co-30在XRD测试中呈现出无定形态。

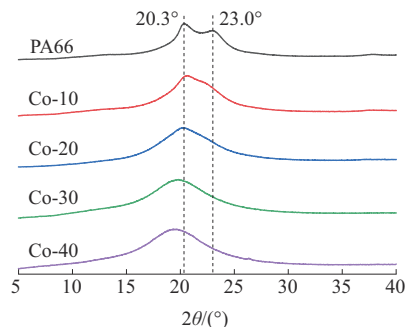


图5 PA66和Co-PA66的XRD谱图

Fig. 5 XRD spectra of PA66 and Co-PA66

2.3 光学性能

图6为Co-PA66树脂在可见光范围(380~780 nm)的紫外-可见光曲线。由图6可以观察到Co-PA66在可见光范围内的最大透光率为80.7%。随着MACM12链段的引入,材料的透光率呈现增加的趋势。晶体尺寸小于可见光波长是可见光能够在结晶聚合物中持续传播的必要条件^[19]。上述对Co-

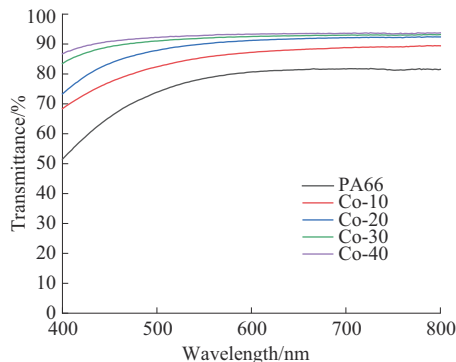


图6 PA66和Co-PA66的紫外-可见光曲线

Fig. 6 UV-visible curves of PA66 and Co-PA66

PA66树脂的结晶性能研究结果表明,MACM12链段的引入会降低分子链的排列的有序性进而降低共聚物的结晶能力,且MACM12链段含量越高,结晶能力下降越显著,晶体尺寸越小,甚至为无定形态。Co-PA66树脂结晶度的降低导致透光率升高。当MACM12链段的质量分数达到40%时,Co-PA66的透光率随着波长的增加而呈现出平稳的趋势,表明Co-40在可见光波长范围内都拥有优异的光学性能,最大透过率可达93.3%,宏观上表现为透明。

2.4 力学性能和吸水性能

图7为PA66和Co-PA66的力学性能曲线。由图7可知,纯PA66的分子链中含有大量的酰胺基团,且分子链排布较为规整,具有很强的氢键作用力,从而使其具有较高的拉伸强度。随着脂环结构的引入,破坏了分子链间氢键作用力,Co-PA66树脂的拉伸强度整体呈下降趋势,材料的强度降低。同时,脂环结构拥有较大的空间位阻,随着其含量的增加,Co-PA66树脂的非晶区增加,在拉伸的过程中非晶区发生取向,所以Co-PA66树脂随着MACM12链段含量的增加,断裂伸长率大幅度提升。此外,脂环结构和长碳链二元酸的引入,增加了分子链的柔性,Co-PA66的缺口冲击强度呈现增加趋势,证明材料的韧性提高。

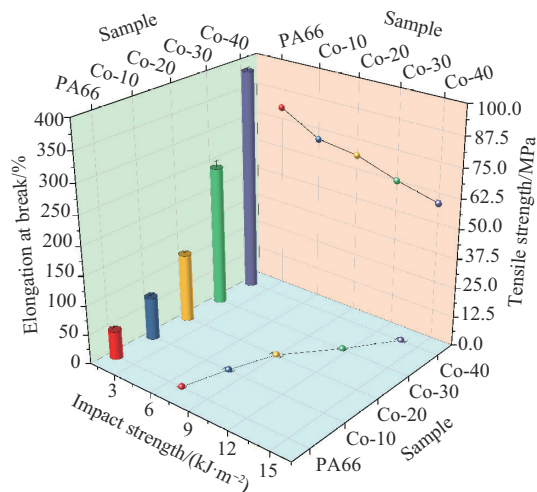


图7 PA66和Co-PA66的力学性能曲线

Fig. 7 Mechanical property curves of PA66 and Co-PA66

对Co-PA66的吸水性能进行分析,如图8所示。Co-PA66含有大量的亲水酰胺基团,导致其有很高的吸水率。随着MACM12链段质量分数的增加,脂环结构的引入降低了分子链中酰胺基团的密度,Co-PA66的吸水率显著降低。

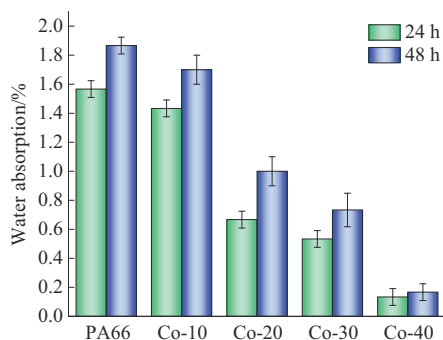


图8 PA66和Co-PA66的吸水率

Fig. 8 Water absorption of PA66 and Co-PA66

3 结论

(1) FTIR 和 $^1\text{H-NMR}$ 测试结果证明脂环结构已成功引入 Co-PA66 大分子链中。

(2) TG, DSC 和 XRD 测试结果表明,随着 MACM12 链段质量分数的增加,Co-PA66 树脂的熔融温度和结晶温度降低,结晶度下降,Co-40 呈现无定形态,且脂环结构的引入会提升树脂的热稳定性。

(3) 紫外-可见光测试结果表明,随着脂环结构含量的增加,树脂的透光率得到大幅度提升。

(4) 随着 Co-PA66 分子链中脂环结构含量的增加,树脂的刚性降低,韧性大幅度提高,吸水率显著降低。这是由于脂环结构的引入在破坏了分子链排列规整性的同时,也降低了分子链上酰胺键的密度,在宏观上表现为韧性提高、吸水率降低。

参考文献

- [1] 张英伟,杨威,易勇,等.对苯二甲酸间苯二甲胺盐共聚改性 PA6 的制备及性能[J].工程塑料应用,2023,51(6):1-5.
ZHANG Yingwei, YANG Wei, YI Yong, et al. Preparation and performance of modified polyamide 6 copolymerized with m-xylylenediamine salt of terephthalic acid[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(6):1-5.
- [2] 梁尚锋,韩天元,刘震,等.尼龙改性新进展[J].当代化工研究,2023(5):14-16.
LIANG Shangfeng, HAN Tianyuan, LIU Zhen, et al. Research progress on nylon modification[J]. Modern Chemical Research 2023(5):14-16.
- [3] 王佳敏,史迎杰,白云,等.不同分子结构聚酰胺热分解机理研究[J].分析测试学报,2024,43(9):1 338-1 347.
WANG Jiamin, SHI Yingjie, BAI Yun, et al. Thermal decomposition mechanism of different polyamide with different molecular structures[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2024, 43(9):1 338-1 347.
- [4] 毛辰静,姜欣,吕以撒,等. DOPO 对 PA66/GF 阻燃及力学性能的影响[J].河南城建学院报,2024,33(5):109-115.

- MAO Chenjing, JIANG Xin, LYU Yisa, et al. Effects of DOPO on flame retardancy and mechanical properties of PA66/GF composite [J]. Journal of Henan University of Urban Constructio, 2024, 33(5): 109-115.
- [5] 刘诗,李陵洲,狄春峰,等.半芳香共聚尼龙改性 PA66 的结晶行为与性能[J].工程塑料应用,2023,51(12):13-20.
LIU Shi, LI Lingzhou, DI Chunfeng, et al. Crystallization and properties of semi-aromatic copolymer nylon/PA66[J]. Engineering Plastics Application, 2023, 51(12):13-20.
- [6] 李佳馨,钱晓明,朵永超,等. PA66 的改性及应用进展[J].塑料,2024,53(3):124-130.
LI Jiaxin, QIAN Xiaoming, DUO Yongchao, et al. Modification and application progress of PA66[J]. Plastics, 2024, 53(3):124-130.
- [7] 张娇.功能化碳纳米管、石墨烯增强聚酰胺 66 纤维[D].天津:天津工业大学,2023.
ZHANG Jiao. Functional carbon nanotubes, graphene-reinforced polyamide 66 fibers[D]. Tianjin:Tiangong University, 2023.
- [8] 许宁,徐兴亮,马勤清,等. PA6 与 PTT 共混制备低吸水率尼龙复合材料[J].盐科学与化工,2021,50(2):17-20.
XU Ning, XU Xingliang, MA Qinqing, et al. Preparation of low water absorption nylon composites by melt-blending PA6 and PTT [J]. Journal of Salt Science and Chemical Industry, 2021, 50(2): 17-20.
- [9] 于云安,武红元,严雯莉.尼龙增强材料及 PA6/ABS 尺寸稳定性和吸水性的改善[J].塑料工业,2023,51(2):36-41, 78.
YU Yunan, WU Hongyuan, YAN Wenli. The dimensional stability and water absorption improvement of nylon enhancement materials and PA6/ABS[J]. China Plastics Industry, 2023, 51(2):36-41, 78.
- [10] 颜锦彬,唐舫成,李煦田,等.马来酸酐接枝热塑性弹性体的制备及其对 PA6 力学性能的影响[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(10):144-147.
YAN Jinbin, TANG Fangcheng, LI Xutian, et al. Preparation of maleic anhydride grafted thermoplastic elastomers and the effect on the mechanical properties of PA6[J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2024, 44(10):144-147.
- [11] 丁学良,周雷.低吸水率 PA66 材料的制备[J].山东化工,2021,50(7):6-9.
DING Xueliang, ZHOU Lei. Development of PA66 materials with low water absorption[J]. Shandong Chemical Industry, 2021, 50(7):6-9.
- [12] 周雷.低吸水率 PA6 材料的制备[J].工程塑料应用,2019,47(9):41-45.
ZHOU Lei. Development of PA6 materials with low water absorption[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(9):41-45.
- [13] 张英伟,葛冬冬,李声耀,等.低吸水共聚聚酰胺树脂的制备及性能表征[J].塑料工业,2021,49(8):162-166.
ZHANG Yingwei, GE Dongdong, LI Shengyao, et al. Preparation and characterization of low water absorbent copolyamide resin[J]. China Plastics Industry, 2021, 49(8):162-166.

- [14] 张子健,于春晓,姜锋,等.长碳链聚酰胺改性聚酰胺6的进展[J].塑料,2023,52(1):146–150,179.
- ZHANG Zijian, YU Chunxiao, JIANG Feng, et al. Research development of long carbon chain polyamide modified polyamide 6[J]. Plastics, 2023, 52(1):146–150, 179.
- [15] 胡纲.尼龙弹性体增韧尼龙6性能研究[J].工程塑料应用,2022,50(2):144–149.
- HU Gang. Study on properties of nylon6 toughed by TPPE[J]. Engineering Plastics Application, 2022, 50(2):144–149.
- [16] 王秀秀. EPDM-g-MAH 改性尼龙66的制备及其性能研究[D]. 沈阳:辽宁大学,2019.
- WANG Xiuxiu. Preparation and properties of EPDM-g-MAH modified nylon 66[D]. Shenyang:Liaoning University, 2019.
- [17] 焦贵宁.透明共聚酰胺 DMDC10/11 的合成与表征[D].太原:中北大学,2015.
- JIAO Guining. Synthesis and characterization of transparent copolyamides DMDC10/11[D]. Taiyuan: North University of China, 2015.
- [18] 娄益波,王书媚,刘亚丽,等. PA6/1,3-BAC-6 透明共聚尼龙的制备及性能[J].塑料工业,2022,50(12):16–20.
- LOU Yibo, WANG Shumei, LIU Yali, et al. Preparation and properties of PA6/1, 3-BAC-6 transparent copolymer nylon[J]. China Plastics Industry, 2022, 50(12):16–20.
- [19] 王晨曦.含不对称脂肪环结构的透明聚酰胺的合成及构效关系研究[D].广州:华南理工大学,2022.
- WANG Chenxi. Synthesis and structure-properties relationship of transparent polyamide containing asymmetric aliphatic ring structure[D]. Guangzhou:South China University of Technology, 2022.

第六届CHINAPLAS x CPRJ塑料回收再生与循环经济论坛暨展示会——2025年4月强势回归鹏城

为顺应塑料回收再生与循环经济的趋势及满足行业的需求,由CHINAPLAS 2025国际橡塑展与“雅式橡塑网(Ad-saleCPRJ.com)”主办的“第六届CHINAPLAS x CPRJ塑料回收再生与循环经济论坛暨展示会”(以下简称“塑料回收再生论坛”),将于2025年4月14日强势回归鹏城深圳。



回归深圳,共绘橡塑产业绿色未来

凭借其在“粤港澳之顶、大湾区之心”的核心位置、坚实的产业根基以及开放的国际视角,深圳正加速推进蓝色经济战略,强化生态保护与绿色发展理念。

作为橡塑业界发布前瞻市场趋势、突破性技术及创新方案的优秀平台,CHINAPLAS 2025国际橡塑展重磅同期活动之一,2025年塑料回收再生论坛将通过主论坛、3大平行主题分论坛、热话沙龙、跨价值链衍生可持续新品展示、塑料再生创新方案展示、媒体直播采访、报告与成果发布等丰富形式,全方位探讨塑料经济与回收再造,聚焦节能减排、重复使用与再灌装、数字护照、生态设计、可追溯、智能化等多项热门话题。

预计届时来自中国、美国、欧洲、东南亚等多个国家和地区超过60位演讲嘉宾,将分享有关包装、汽车、纺织、3C家电、休闲时尚、食品饮料、大健康、零售与外卖等跨行业的塑料回收市场及技术洞察,预计参会人数将达1000+。

全方位探讨塑料经济与回收再造

2025年塑料回收再生论坛上午场的全体大会精彩纷呈,从主办方致辞拉开序幕,到趋势洞察环节深入剖析行业挑战与机遇,品牌先锋分享ESG与塑料循环经济的实践经验,再到再生科技和回收通路建设的分享,每一个环节都紧扣主题,引人入胜。特别是关于化学回收的商业化应用、欧盟新规PPWR的解读、中国塑料环境泄露的全链条治理,以及东南亚地区EPR与废塑料管理的案例分享,为参会者提供了宝贵的行业洞察。

值得一提的是,论坛还专门设立了互动环节和小组讨论,旨在搭建一个行业人脉沟通的桥梁,促进与会者的深入交流,进一步激发行业创新与合作的可能。最后,上午场大会的特别环节还将发布《中国再生塑料行业发展报告2024年度》等阶段性报告,更是为行业未来发展指明了方向。

下午三场平行分论坛则围绕AI助力塑料回收再升级、可持续引领设计新美学、纺织休闲时尚的绿色变革等热门话题。旨在深入探讨科技与设计如何携手推动塑料回收与再利用领域的革新。

多场同期活动精彩纷呈

大会全天将举办一系列的同期活动,包括小组讨论、热话沙龙、跨价值链衍生可持续新品展示、塑料再生创新方案展示、媒体直播采访等丰富形式。

去年,塑料回收再生论坛举办了数场热话沙龙和对话,回收再生界的行业领袖、专家学者及政策制定者齐聚一堂,就塑料循环经济的现状、挑战与未来趋势展开深入讨论。今年论坛还将继续延续这一传统,组织多场小组讨论与热话沙龙,旨在进一步推动塑料回收再生行业的发展。

2025年塑料回收再生论坛主办方特地举办了跨价值链衍生可持续新品展示,及塑料再生创新方案展示,届时将吸引众多消费品牌方、环保制品企业、全球领先技术塑料回收供应商等,共同展示一系列塑料再生创新成果和解决方案。