

聚酰胺 PACM12-PA66 共聚物的制备及其性能研究^{*}

彭中樑^{1,2} 易丹青^{1**} 柯毓才² 马永梅^{2**} 魏 毅² 王佛松²

马胜娟³ 刘会群¹ 黄关葆³

(¹ 中南大学材料科学与工程学院 长沙 410012)

(² 中国科学院化学研究所 北京 100190)

(³ 北京服装学院材料科学与工程学院 北京 102200)

摘 要 以 4, 4'-二胺基二环己基甲烷、十二碳二酸、己二酸己二胺盐为反应单体制备了(亚氨基-1,4-亚环己基亚甲基-1,4-亚环己基亚氨基十二碳二酰)-co-(亚氨基亚己基亚氨基己二酰)共聚物材料(PACM12-PA66),并研究了其光学性能和力学性能.光学性能研究表明,当 PACM12 含量高于 40% 时,为可见光(400 ~ 800 nm)透光度良好的高分子材料,其透光度与纯 PA PACM12 材料相当;共聚物材料的折光指数随 PACM12 含量的降低而略微增加.XRD 结果分析表明,随 PACM12 含量的降低共聚物材料的晶粒尺寸变大,这是透光度降低的原因.力学性能研究表明,共聚物材料拉伸强度和冲击强度随 PACM12 含量的降低而增加.当 PACM12 含量为 40% 时,共聚物材料拉伸强度值(64.28 MPa)和冲击强度值(14 kJ/m²)分别比纯 PACM12 材料提高了 16% 和 33%.

关键词 聚酰胺, 透明性, 力学性能, 共聚

透明聚酰胺(PA)是一类具有特定光学性能的功能材料,同时由于其良好的耐溶剂性、高韧性和低吸湿率,被广泛应用于机械、交通和生物医用等领域^[1,2].传统的透明 PA 材料通常由不对称性单体(如芳香族或分子链带有侧基的二胺和二酸)共聚得到^[3,4],为完全非晶态的聚合物,它具有良好的透光性.但是,这种通过降低结晶度甚至使 PA 材料完全不结晶的方式来获得的透明材料,其力学性能也往往下降严重.例如, Pfeifer^[5]以对苯二甲酸和十二碳二酸为单体,共聚得到了非晶态透明尼龙,其可见光透过率超过 95%,但强度低于 50 MPa.近来发现了一类具有微晶结构特征的聚十二碳二酰 4-亚甲基二环己基二胺(PAPACM12)新型透明 PA 材料^[6,7],PACM 结构如图 1 所示.这种材料结晶速率较低,结晶过程中晶粒生长困难,形成的晶粒尺寸也较小,所得到的晶体也不完善.但经过一定热处理能够缓慢结晶^[8],并形成晶粒细小的微晶结构.这种结构的晶粒尺寸小于可见光波长,从而也呈现出很高的透明性.同时,该微晶结构又能赋予该材料较好的

力学强度(大于 50 MPa)和较高的韧性^[9~12].但与 PA66、PA6 这些结晶性聚酰胺等相比,其力学强度仍然偏低.

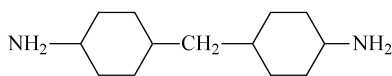


Fig. 1 Chemical structure of PACM12

一些文献报道了通过共聚的方法得到透明共聚酰胺用于制备光学镜片,保鲜膜以及某些医用材料^[13~15],通过共聚将环状基团引入脂肪族聚酰胺分子链中,环状基团的含量将显著影响产物的结晶性能,Osman^[16]认为环状基团的引入会降低聚合物分子链间的氢键作用力,从而抑制聚合物结晶.另外由于环状二胺或二酸往往具有同分异构体,这使得共聚物中存在共结晶现象,Cor Koning 等^[17]在制备半环状共聚酰胺时研究发现由于 DACH 中含有对位和间位两种异构体,使得共聚物 XRD 衍射峰和 DSC 熔融峰变宽.董建廷等^[18]对于纯 PA PACM12 的结晶行为进行了研究,通过等温结晶实验,他们发现等温时间越长聚

* 2013-12-10 收稿,2014-01-21 修稿;国家自然科学基金重点基金(基金号 51073163)资助项目.

** 通讯联系人,E-mail: danqing@csu.edu.cn; maym@iccas.ac.cn

合物能缓慢形成细小晶粒结晶度得到提高,但是并不能形成完善的球晶结构. 由于 PACM 中含有两个环己烷基团,使得它对聚合物结晶行为和性能的影响更为复杂,因此对这种微晶聚合物的研究还不够充分,而 PACM12 与其它聚合物的共聚尚鲜见报道.

PA PACM12 是一种结晶很不完善的聚酰胺,在一定热处理条件下能形成特殊的微晶结构,而 PA66 则属于结晶型聚酰胺,本文提出通过制备 PACM12 和 PA66 共聚物来综合的二者性能,通过改变共聚物中单体组成含量,使得共聚物结晶行为有所差异,从而得到了光学和力学性能均十分优异的功能材料,并且探讨了这种结晶行为对于共聚产物性能的影响.

1 实验部分

1.1 实验原料

4,4'-二氨基二环己基甲烷(北京恒业中远化工有限公司);己二酸己二胺盐溶液,固相含量为 50%(神马集团尼龙 66 盐有限公司);十二碳二酸(神马集团尼龙 66 盐有限公司);苯甲酸(国药集团化学试剂有限公司);己二酸(国药集团化学试剂有限公司等).

1.2 PACM12-PA66 共聚物的制备

将一定量的己二酸己二胺盐水溶液、4,4'-二氨基二环己基甲烷、十二碳二酸以及相关试剂添加到反应釜中,重复抽真空充氮气 4~5 次. 加热反应釜使反应釜温度缓慢升高至 220 ℃,维持釜内压力 1.7 MPa,继续加热反应釜将反应釜温度逐步升至 280 ℃,2 h 内匀速降低反应釜内的压强至常压,并排除反应釜内的气体物质;最后在温度为 280 ℃保温 30 min 后,打开真空泵并将真空度调至 -0.1 MPa,反应一段时间后出水冷却得到固体树脂. 该树脂洗涤后干燥切粒,得到颗粒状样品. 样品经干燥洗涤后于密封袋中存放备用.

1.3 测试

使用 LIV-1601PC 型紫外-可见光谱仪(日本岛津公司)对材料的可见光透过率进行测试,样品大小 10 mm × 10 mm × 2 mm 光滑小片,扫描波长范围 400~1000 nm.

使用 HTC-100 椭圆偏振仪(美国 J. A. Woollam)对材料折光指数进行测试,制备样品通过将不同单体组成的共聚物溶于甲酸中配制 1 wt% 的溶液,然后用旋转甩膜机在硅片基底上制

备 300~500 nm 的薄膜,椭圆偏振仪扫描波长范围 400~1000 nm.

使用 TCJ-22 型悬臂梁拉伸试验机测试(吉林泰合试验机有限公司)按 ISO527 标准测试 PACM12/PA66 共聚物的拉伸性能,样品尺寸 100 mm × 10 mm × 4 mm. 使用 XJ-300A 型冲击试验机(北京路业通达科技有限公司)按 ISO180 标准测试材料的缺口冲击性能,样品尺寸 100 mm × 10 mm × 4 mm, V 型缺口.

使用 D/Max-2500 型 X 射线衍射仪(日本理学公司)实验条件为 CuK α 辐射扫描速度 5 (°)/min. 样品的结晶度参照 Hermance 法^[19]进行计算,即在 $2\theta = 14^\circ \sim 28^\circ$ 间对原衍射曲线在特定角度进行分峰,然后确定无定型峰位置及高度并使其两端峰线与原曲线相切,便得到样品结晶度 x :

$$x = 1 - \frac{a}{A}$$

式中 a 为无定型峰面积, A 为拟合(无定型峰 + 结晶峰)曲线总面积. 样品晶粒尺寸大小 d (统计平均值)根据 Scherrer 公式^[20]计算,即:

$$d = \frac{k\lambda}{\beta \cos 2\theta}$$

其中 k 为 Scherrer 常数(取 0.89), λ 为入射 X 射线波长($\lambda = 0.15406$ nm), β 为衍射峰的半峰宽, 2θ 为衍射峰位置.

使用 Q2000 型差示扫描量热仪(美国 TA 公司)进行热分析,温度范围 0~280 ℃,扫描速率 20 K/min.

2 结果与讨论

2.1 光学性能的表征

聚合得到的 PA PACM12 树脂目测为透明材料,而 PA66 树脂为完全不透明材料. 共聚得到的 PACM12-PA66 树脂,当 PACM12 含量高于 40% 时为透明材料. 各种材料的透明度值进一步通过紫外-可见光透光度试验来加以测定,结果如图 2 和图 3 所示. 由图 2 可以看到,经淬火后同一材料的透光度随着波长的增加而增加. 对于纯 PACM12 材料,透光度值在 400~900 nm 波长范围内超过 80%,而在 500~900 nm 波长范围内超过 90%,这反映了纯 PACM12 材料具有良好的透光性能. 当 PACM12 和 PA66 共聚后,共聚物材料的透光度随 PACM12 含量的降低而降低. 当 PACM12 含量高于 40% 时,共聚物材料的透光度

与纯 PA PACM12 材料相比下降幅度很小,在 400 nm 处其透光度超过 75%,而当波长增加至 600 nm 以上时其透光度几乎与纯 PA PACM12 一样;而当 PACM12 含量降低至 34% 时,共聚物材料的透光度下降显著.图 3 为经过一定热处理(即在 120 ℃ 等温 1440 min)后,材料透明度随波长的变化关系,与淬火后样品相比当 PACM12 含量大于 40% 时,材料的透明性在可见光波长范围内略微有所降低,并且随着 PACM12 含量的增加透光度逐渐增加,但透光度均能维持在 80% 以上.这表明当 PACM12 含量高于 40% 时材料仍能较好保持与纯 PACM12 材料相当的透光度,并且经过适当的热处理不会显著降低材料的透明性,但当 PACM12 含量低于 40% 时共聚物材料透光度将严重受损.

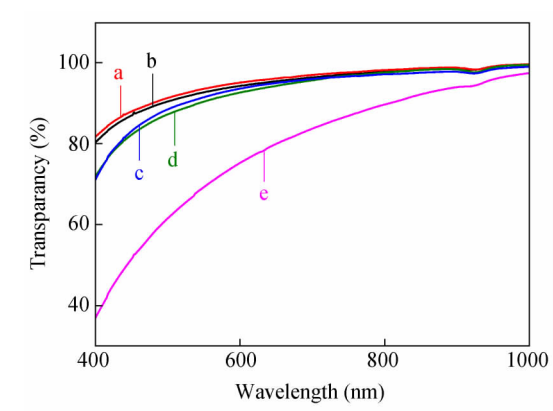


Fig. 2 UV-Vis spectra of quenched PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents: (a) 100%, (b) 75%, (c) 50%, (d) 40% and (e) 34%

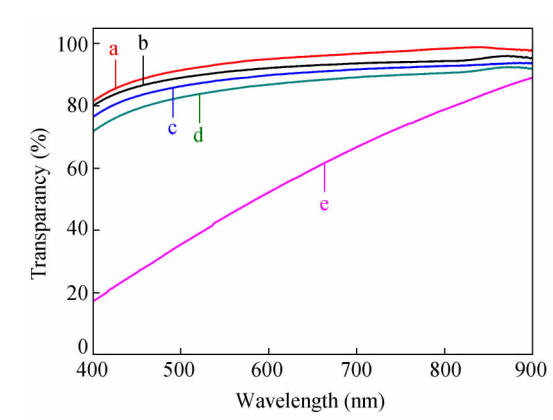


Fig. 3 UV-Vis spectra of treated PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents: (a) 100%, (b) 75%, (c) 50%, (d) 40% and (e) 34%

此外,也对制备的聚合物的折光指数进行了表征.图 4 给出不同 PACM12 含量的聚合物折光

指数随波长的变化关系.可以看到,不同材料的折光指数均随光波长的增加而降低.其平均折光指数均为 1.52,可见材料折光指数随 PACM12 含量的变化趋势并不十分明显,这主要是因为材料的折光指数主要取决于聚合物的聚集态结构,在 PACM12 含量大于 40% 时材料透明性较好,分子结构与结晶行为相似,因此材料对光的散射作用也十分接近.

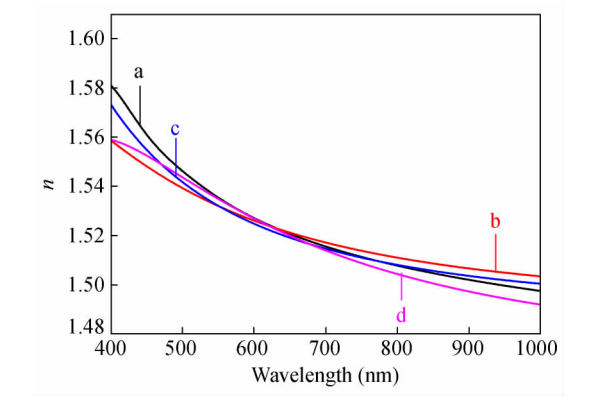


Fig. 4 Refractive index of PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents: (a) 100%, (b) 75%, (c) 50% and (d) 40%

2.2 结晶性能的表征

PACM12-PA66 共聚物材料的透光性能与它的晶粒尺寸大小有关,晶粒尺寸越小透明性越好.当晶粒尺寸小于可见光波长时,材料能表现出好的透明性.

图 5 给出了共聚物材料淬火后经 120 ℃ 等温 1440 min 后 XRD 衍射曲线,表 1 为对应的相关参数.从 XRD 图谱中可以看到纯 PA PACM12 在 19° 出现衍射峰,说明材料具有一定的结晶能力,但峰宽较大说明结晶结构十分不完整,晶粒生长困难因而只能形成尺寸较小的晶粒,另外 PACM12 含量为 50% 和 75% 时具有与纯 PA PACM12 相当的衍射角和晶粒尺寸统计平均值,说明它们结晶行为与纯 PA PACM12 类似,但结晶度降低,这可能是共聚物无规度的增加所致.但当 PACM12 含量为 40% 和 34% 时,衍射峰逐渐变得尖锐,结晶度也逐渐增加,说明材料的结晶逐渐变得完善;且衍射角位置位移至 21° 且在 23° 出现较弱的衍射峰.该结果也就印证了共聚物材料透明度将随 PACM12 含量的变化关系,当 PACM12 含量大于 40% 时,由于分子链上环状基团相对含量较多,分子链运动受到阻碍,导致聚合物结晶困难,晶粒尺寸很小,因而具有优良的透明性.

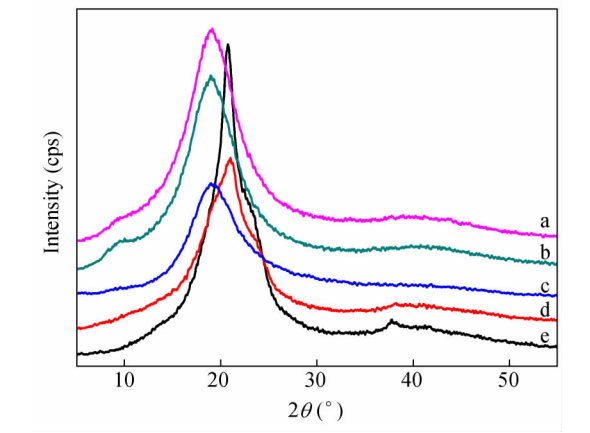


Fig. 5 XRD patterns of treated PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents: (a) 100% , (b) 75% , (c) 50% , (d) 40% and (e) 34%

Table 1 Crystallinity of treated PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents

Cont. of PACM12	100%	75%	50%	40%	34%
Degree of crystallinity	0.26	0.17	0.08	0.16	0.38
Crystal size (nm)	1.63	1.61	—	2.14	6.59
$2\theta(^{\circ})$	19.3	19.3	19.2	21.2	21.1

图 6 所示为各组样品淬火后未经处理得到的 XRD 衍射曲线,表 2 为各组样品结晶度及衍射角位置,从中可以看出,随着 PACM12 含量的变化,各样品均出现十分宽泛的衍射峰,其中 PACM12 含量为 34% 的共聚物仍具有较高的结晶度,这说明共聚物中 PACM12 含量越低越有利于结晶,而 PACM12 含量大于 40% 的共聚物则结晶较为缓慢.与图 5 比较分析可知,各组样品的衍射峰型、衍射强度均发生变化,说明各组样品在相同处理条件下结晶能力存在较大的差距.由此

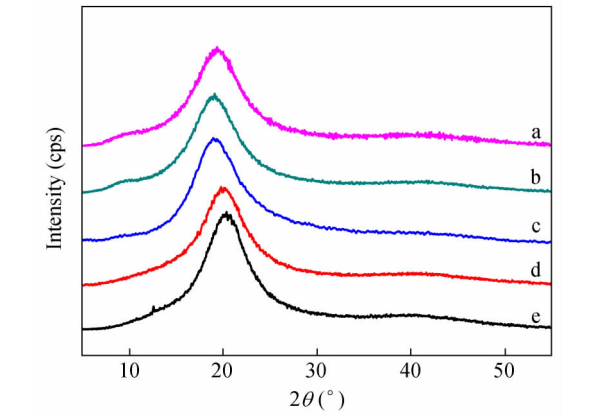


Fig. 6 XRD patterns of quenched PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents: (a) 100% , (b) 75% , (c) 50% , (d) 40% and (e) 34%

可见,通过将 PACM12 与 PA66 共聚一方面共聚结果使得共聚物分子链无规排列导致结晶能力变弱,另一方面当 PA66 含量增加至一定值后,共聚物的晶粒容易生长,晶体结构变得完善.综合以上结果说明共聚材料在 PACM12 含量超过 40% 时淬火得到的基本为无定型聚合物,通过适当的热处理时具有较不完善的微晶结构,因而具有良好的透明性.

Table 2 Crystallinity of quenched PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents

Cont. of PACM12	Degree of crystallinity	Crystal size (nm)	$2\theta(^{\circ})$
100%	0.06	—	19.5
75%	0.03	—	19.5
50%	0.03	—	19.1
40%	0.02	—	20.4
34%	0.16	—	20.5

PACM12-PA66 共聚物材料的结晶性能进一步通过 DSC 进行表征.图 7 给出了 PACM12-PA66 共聚物材料淬火后经 120 °C 等温 1440 min 后得到的升温曲线.由图中可以看出,当 PACM12 含量为 34% ,40% ,75% 和 100% 时共聚物出现明显的熔融峰,但随着 PACM12 含量的增加,熔融峰逐渐变得弥散,熔融热焓先减小后增加;PACM12 含量为 75% 的和 100% 的共聚物在 128 °C 和 165 °C 出现冷结晶峰,结晶热焓和熔融热焓差值说明材料在等温处理时材料发生了微弱结晶,并在进一步升温时能继续结晶,但结晶很不完善.该结果表明随着 PACM12 含量的增加材料结晶程度先减小后增加,而在 PACM12 含量为 40% 以上时形成的晶体不完善,晶粒尺寸较小,这之前 XRD 测试结

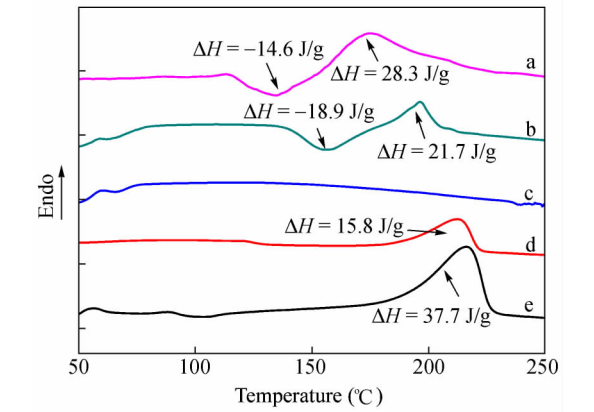


Fig. 7 DSC heating scans of treated PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents: (a) 100% , (b) 75% , (c) 50% , (d) 40% and (e) 34%

果是一致的.

图 8 给出了去除热历史的 PACM12-PA66 共聚物的升温 DSC 曲线. 即将共聚物样品在 DSC 中于 280 ℃ 熔融 10 min 后从 280 ℃ 淬火至 0 ℃, 然后以 20 K/min 速率升温至 280 ℃ 得到的热流曲线. 从图中同样可以看出, PACM12 含量为 34% 的共聚物出现明显的冷结晶峰. 对于 PACM12 含量高于 34% 的共聚物材料, 则没有出现冷结晶和熔融转变行为.

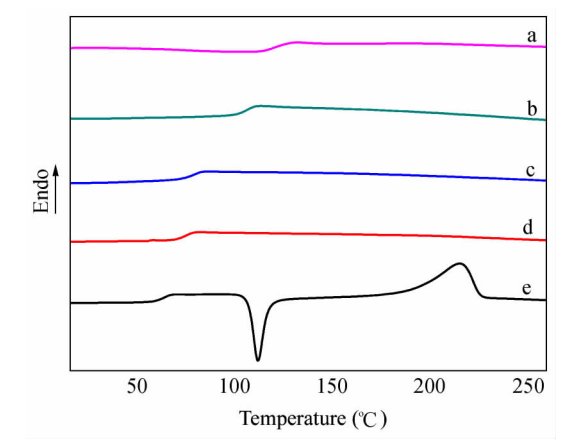


Fig. 8 DSC heating scans of quenched PACM12-PA66 copolymer materials with different PACM12 contents: (a) 100%, (b) 75%, (c) 50%, (d) 40% and (e) 34%

与 XRD 比较分析可知当 PACM12 含量大于 75% 时, 经 120 ℃ 等温 1440 min 后材料可以缓慢结晶, 但由于聚合物分子链中环状基团相对含量较多, 结晶过程受到抑制只能形成尺寸微小的晶粒, 这种晶体结构是十分不完善的; 当 PACM12 含量为 50% 时, 材料几乎不结晶; 而当 PACM12 含量降低至 40% 后又能形成不完善的微晶结构; 而 PACM 含量 34% 的材料, 其结晶过程逐渐完善, 小晶粒可以进一步生长. 综合以上说明共聚材料在 PACM12 含量大于 34% 时结晶极其缓慢, 晶粒生长困难, 但长时间等温处理能缓慢形成不完善的微晶结构, 但正是由于这种不完善的微晶结构赋予了材料极好的透明性. 此外, 共聚物材料只出现一个玻璃化转变温度 (T_g), 这说明得到的共聚物为均相无规聚合物, 从而没有发生微相分离. T_g 值随着共聚物中 PACM12 含量的增加而逐渐增加.

2.3 力学性能的表征

图 9 给出了 PACM12-PA66 共聚物材料拉伸强度与断裂伸长率随 PACM12 含量的变化关系. 可以看出, 共聚物材料拉伸强度与断裂伸长率均随 PACM12 含量的降低而增加. 纯 PACM12 材料

的拉伸强度为 56 MPa, 而纯 PA66 材料则高于 75 MPa^[20]. 当 PACM12 含量降低至 40% 和 34% 时, 共聚物材料的拉伸强度分别达到 65 MPa 和 72 MPa, 这与纯 PACM12 材料相比有明显提高. 图 10 给出了共聚物材料的冲击强度和弹性模量随 PACM12 含量的变化关系图, 可以看到, 随着 PACM12 含量的降低共聚物材料的冲击强度显著增加, 弹性模量则是随着 PACM12 含量的降低先减小后增加. 其中, 当 PACM12 的含量达到 40% 时, 材料的冲击强度为 14 kJ/m², 比纯 PACM12 材料提高了 40%. 材料的力学性能随 PACM12 含量的变化规律与材料的结晶行为有关, 纯 PA PACM12 结晶结构虽然不完善只能形成微小晶粒, 但结晶度依然较高因而相对于其他完全无定型透明尼龙仍具有较好的力学性能, 随着 PA66 的引入在初始时 (PACM12 含量大于 50%), 共聚并没有显著改变材料的结晶方式反而使得共聚物结晶度下降因而导致力学强度降低, 冲击韧性增加. 但是继续降低 PACM12 的含量, 导致共聚物结晶变得逐渐完善, 能够得到较为完整的晶体结构, 且具有较高的结晶度这使得材料的力学强度明显变高, 但冲击韧性开始下降.

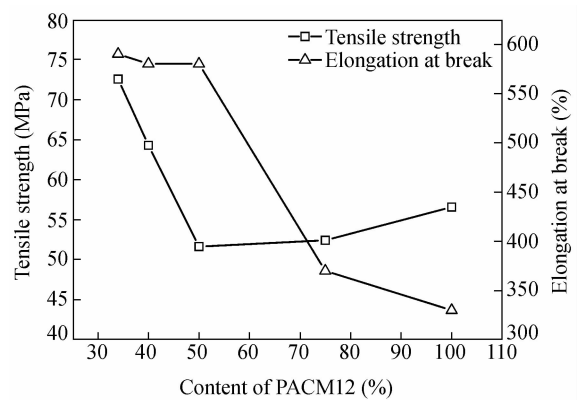


Fig. 9 Variation of tensile strength and elongation at break of PACM12-PA66 copolymer materials with PACM12 content

结合光学性能结果可以看到, 当控制共聚物材料中 PACM12 含量 40% 时, 可以得到与纯 PACM12 材料相比透明性能基本得到保持, 同时力学性能提升显著的共聚物透明材料.

3 结论

当 PACM12 含量高于 40% 时, PACM12-PA66 共聚物材料透光度与纯 PACM12 材料大致接近; 当 PACM12 含量低于 40% 时, 共聚物材料透光度

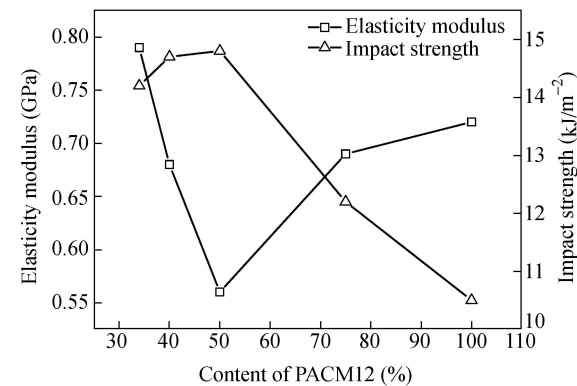


Fig. 10 Variation of elasticity modulus and impact strength of PACM12-PA66 copolymer materials with PACM12 content

下降显著. 晶体结构分析表明, PACM12 含量为 40%、75% 和 100% 的共聚物在 120 ℃ 等温 1440 min 后能形成不完善的微晶结构, 因而具有较好的透明性, 而在 PACM12 含量达到 34% 时共聚物结晶度, 晶粒尺寸显著增加, 结晶结构十分完善, 这是导致透光度逐渐降低的原因.

力学性能研究表明, 随着共聚物中 PACM12 含量的增加材料力学强度先下降后增加, 冲击强度则先增加后下降, 这与结晶度的变化规律是一致的. 此外, 与纯 PACM12 相比, PACM12 含量为 40% 时 PACM12-PA66 共聚物材料的拉伸强度和冲击强度均得到提高, 同时透明性较好, 即可以通过控制共聚单体含量得到力学性能较优异的共聚材料.

REFERENCES

1 Dirk H, Roland W. China Glasses Science-Technology Magazine, 2007, 7: 109 ~ 111

2 Li P H, Wang C Y. Express Polym Lett, 2009, 3: 703 ~ 712

3 Merrill R G, Lofquist R A, US patent, C08g, 4398012. 1983-08-09

4 Paschke E E, Wheaton. US patent, C08g, 5264544. 1993-11-23

5 Pfeifer J, Therwil, Swizerlan. US patent, C08g, 4297480. 1981-03-10

6 Carl H V, Munchen. Kunststoffe, 1997, 87: 1118 ~ 1120

7 Teloken B. Kunststoffe, 2002, 92: 24 ~ 25

8 López-Rubio A, Gavara R, Lagarón J M. J Appl Polym, 2006, 102: 1516 ~ 1523

9 Merkle G. Kunststoffe, 2002, 92: 1118 ~ 1120

10 Buhler F S, Rytka C, Tobisch W A, Bass S. US patent, C08g, 0163634. 2009-07-25

11 Blondel P, Montanari T. US patent, C08g, 0306308. 2009-12-10

12 Vanhaecht B, Rimez B, Willem R, Vanhaecht B, Rimez B, Willem R, Biesemans M, Konin E. J Appl Polym, 2002, 40: 1962 ~ 1971

13 Sang Hyun Park, Jae Wook Lee, Dong Hack Suh. Polymer Bulletin, 1999, 43: 311 ~ 318

14 Ahmad A L, Ooi B S, Choudhury J P. J Membrane Sci, 2003, 158: 101 ~ 108

15 Song Y, Liu F, Sun B. J Appl Polym, 2005, 95: 1251 ~ 1261

16 Osman M A. Macromolecules, 1986, 19: 1824 ~ 1827

17 Koning C, Vanhaecht B, Willem R, Biesemans M, Coderis B, Rimez B. Macromol Symp, 2003, 199: 431 ~ 442

18 Dong Jianting(董建廷), Hu Yimin(胡益民), Fan Zhongyong(范仲勇). Journal of Fudan University(复旦大学学报), 2009, 48: 534 ~ 544

19 Hermans P H, Weidinger A. Makromol Chem, 1961, 44: 24 ~ 36

20 Peng Zhihan(彭治汉), Shi Zupei(施祖培). Polyamide(Handbook of Plastics Industry). Beijing(北京): Chemical Industry Press(化工出版社), 2001. 495 ~ 535

Preparation and Properties of (Imino-1,4-cyclohexylenemethylene-1,4-cyclohexyleneimino dodecanedicarboxyl) -co-(iminohexyleneiminohexanedicarboxyl) Copolymers

Zhong-liang Peng^{1,2}, Dan-qing Yi^{1*}, Yu-cai Ke², Yong-mei Ma^{2*}, Yi Wei²,

Fo-song Wang², Sheng-juan Ma³, Hui-qun Liu¹, Guan-bao Huang³

(¹ College of Material Science and Engineering, Central South University, Changsha 410012)

(² Institute of Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

(³ College of Material Science and Engineering, Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 102200)

Abstract (Imino-1, 4-cyclohexylenemethylene-1, 4-cyclohexyleneiminododecanedicarboxyl) -co-(iminohexylimioheanedicarboxyl) copolymers (PACM12-PA66) were prepared by using 4, 4'-diaminodicyclohexyl methane, dodecanedioic acid and hexanedicarboxylhexanediamino salt as the comonomers. A series of PACM12-PA66 copolymers with various PACM12 contents were prepared, and their optical and mechanical properties were studied. The results show that, when the PACM12 content was higher than 40%, the copolymer materials were transparent within the wavelength of visible light (400 ~ 800 nm). The high transparency of the transparent materials didn't decrease after heat treatment. The refractive index of the copolymers was not relative to the PACM12 content, verifying that the copolymer with PACM12 content higher than 40% had similar crystal structure, so that there was not obvious difference of refractive index among the materials. The WXR D results showed that the crystal size of copolymer materials became larger, and the crystal became more perfect as the PACM12 content decreased, while the degree of crystallinity first decreased and then increased. All of the results tested by DSC and WXR D described that the transparent copolymers with PACM12 content at 40%, 75% and 100% owned a special crystal behavior, the quenched materials were almost amorphous then turned to microcrystal structure after being heat treated; while the copolymer with 34% PACM12 was easily crystallized, as a result the material lost its transparency and became opaque. Both tensile strength and impact strength of the copolymer materials are gradually improved with increasing PACM12 content. For copolymer materials with 40% PACM12 content, the tensile strength (64.28 MPa) increases by 40% and the impact strength (14 kJ/m²) increases by 33% than those of PACM12.

Keywords Polyamide, Transparency, Mechanical property, Copolymerization

* Corresponding authors; Dan-qing Yi, E-mail: danqing@csu.edu.cn

Yong-mei Ma, E-mail: maym@iccas.ac.cn