

添加型聚丙烯大分子表面改性剂 PP-g-PEG 的制备及其应用*

陈汉佳^{1,3} 祝亚非² 张 艺¹ 许家瑞^{1**}

(¹中山大学化学与化学工程学院 聚合物复合材料与功能材料教育部重点实验室 广州 510275)

(²中山大学测试中心 广州 510275) (³汕头大学理学院 汕头 515063)

摘 要 以马来酸酐为桥联剂,通过其与单端羟基聚乙二醇的反应,合成了大分子表面改性剂聚丙烯-聚乙二醇接枝共聚物,探索了反应条件对接枝反应的影响,用 IR、NMR、TGA、DSC 对接枝物的结构及性能进行研究,并通过共混研究了接枝物对聚丙烯的表面改性效果.结果表明,提高马来酸酐接枝聚丙烯或聚乙二醇的分子量,会阻碍接枝反应的进行,接枝率明显下降.接枝聚乙二醇降低了接枝物的结晶能力.聚丙烯-聚乙二醇接枝共聚物的热稳定性随着聚乙二醇的含量增加及侧链聚乙二醇长度的增加略有下降.聚丙烯-聚乙二醇接枝共聚物组分在共混物中具有明显的向外择优迁移特性,可以作为聚丙烯的添加型表面改性剂使用.

关键词 表面改性, 聚丙烯, 接枝共聚物, 全反射红外光谱

聚烯烃是典型的非极性结晶高分子材料,其表面张力较低,难以被极性液体浸润,因而制品表面对油墨、着色剂、涂料、胶粘剂等的附着力很差,往往必须对其表面进行预处理,才能进行二次加工^[1,2].聚烯烃的表面改性可以在制品的表面上引入极性基团,以提高材料的表面自由能,消除制品的表面弱界面层,使聚合物的染色性、粘结性等得到改善,扩大其使用范围.同时,表面功能基团的引入,赋予聚合物以全新的性能,有利于实现材料的功能化和高性能化,提高制品的附加值^[3].

采用大分子表面改性剂与聚合物共混的方式目前仍是最简便实用的表面改性办法.具有择优向制品表面扩散迁移并形成表面富集的大分子表面改性剂可以在很低的加入量下起到明显的表面改性效果,又不影响其本体性能.同时,与低分子量的表面活性剂相比,当制品表面受到冲刷、摩擦等作用时,这种添加剂较难脱离,具有一定的长效性^[4].然而,共混表面改性毕竟牵涉到改性剂的迁移,大分子改性剂的分子结构必须合适,才能实现改性效果与长效性的平衡.因此,对添加型大分子表面改性剂的结构、迁移特性及成型条件对表面富集的影响进行研究,具有广泛的意义.然而,有关聚丙烯(PP)大分子表面改性剂的结构及其改性效果的系统研究报道尚不多见^[5].

本文以 PP 为原料,以马来酸酐(MAn)为桥联

剂,通过其与单端羟基聚乙二醇(PEG-OH)的反应,合成了一类大分子表面改性剂聚丙烯-聚乙二醇接枝共聚物(PP-g-PEG),利用 IR、NMR、TGA、DSC 对接枝物结构进行表征.并通过共混的方法,对该改性剂的表面改性效果进行了初步的研究,为进一步深入探讨大分子表面改性剂的结构及其改性效果的关系和聚丙烯表面改性的规律提供科学依据.

1 实验部分

1.1 药品

马来酸酐接枝聚丙烯(MPP),马来酸酐含量 3.5%,自制,采用溶液接枝法合成.单端羟基聚乙二醇(PEG-OH),AR, $M_n = 750$,北京百灵威化学有限公司.双端羟基聚乙二醇(HO-PEG-OH),AR, $M_n = 1000, 2000, 6000$,广州化学试剂厂.聚丙烯,工业品, H030SG, MI = 3.5,印度 Reliance 公司.对甲苯磺酸(pTs),AR,广州化学试剂厂.丁酮,AR,广州化学试剂厂.二甲苯,AR,广州化学试剂厂.异丙醇,AR,上海凌峰化学试剂有限公司.

1.2 PP-g-PEG 的合成

将一定比例的 MPP 与 PEG-OH 或 HO-PEG-OH 溶解于二甲苯溶剂中,加入少量对甲苯磺酸,通氮气保护,加热,在 142 ~ 144℃ 回流反应,反应过程中二甲苯通过除水后流回反应瓶中,反应一

* 2006-01-16 收稿,2006-03-08 修稿.国家自然科学基金(基金号 50273048)和教育部博士点专项科研基金(基金号 20010558002)以及中山大学校长基金资助项目; ** 通讯联系人, E-mail: xjr@mail.sysu.edu.cn

定时间后,冷却至 100℃,倒入 3 倍体积的乙醇中沉淀.粗产品用乙醇抽提 24 h,干燥备用.

1.3 MPP 酸酐含量的测定

准确称取约 0.20 g 接枝样品,置于 200 mL 锥形瓶,加入约 75 mL 二甲苯,加热回流 30 min,冷却后加入过量的 0.07 mol/L KOH-乙醇标准溶液 10 mL,乙醇 12.5 mL,蒸馏水 2.5 mL,加热回流 2 h.趁热以酚酞为指示剂,用 0.03 mol/L HCl-异丙醇标准液滴定过量的碱.

1.4 表征

IR 测定仪器为美国 Nicolet 210 型,扫描速率为 32 次,样品经真空烘干,溴化钾压片法制样.采用美国 Varian FT-NMR (INOVA-500) 进行 ^1H -NMR 测定,以四甲基硅烷 TMS 作为内标,氘代邻二氯苯为溶剂,测定温度为 60℃;TG 测定采用 QDISHIMADU 公司的 TGA-50 型测试仪,氮气气氛和空气气氛,升温速率为 20 K/min;DSC 由 TA 仪器公司的 DSC2910 测定仪测定,氮气气氛,升温速率为 10 K/min,样品重约 5 mg.

1.5 共混物及其薄膜制备

采用溶液共混方法,用二甲苯将 PP 和 PP-g-PEG 溶解共混,真空抽除溶剂.

共混物放入钢制模具中加热到 160 ~ 210℃,然后在平板油压机上压制成膜,压力控制在 2 ~ 5 MPa,保压 6 min,在 80℃左右开模,薄膜厚度 80 ~ 100 μm .

1.6 ATR-FTIR 光谱检测分析

ATR 光谱用水平 ATR 附件测试,反射晶体为 Zn-Se 晶体,薄膜用夹具固定在晶体表面,测定入射角为 45°.

2 结果与讨论

2.1 PP-g-PEG 的合成

以 MPP 为接枝母体接枝 PEG,二甲苯为溶剂,按不同比例、不同的 PEG-OH 分子量进行一系列反应,通过纵向和横向对比各系列的接枝率.为了提高接枝率,反应过程中产生的水通过分子筛去除.反应过程如图 1 所示.

根据文献 [6],由于 PEG-OH 中存在少量的 HO-PEG-OH,聚乙烯/马来酸酐交替共聚物接枝聚乙二醇单甲醚易产生凝胶现象.另外,聚乙二醇单甲醚乙烯氧单元存在一定的链转移常数,链转移过程的自由基反应也可产生凝胶.本文采用马来酸酐接枝的 PP,由于马来酸酐含量远少于聚乙

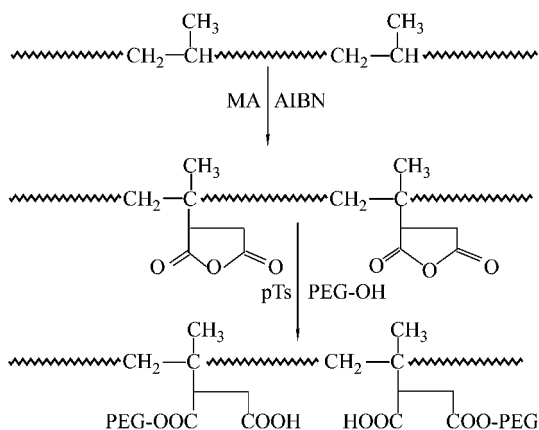


Fig. 1 Grafting of MPP with PEG-OH by esterification

烯/马来酸酐交替共聚物,并通过投入过量的 PEG-OH 及稀溶液反应等手段,使马来酸酐接枝共聚物各接枝点间有一定间隔,不易产生交联.实验表明,MPP 和 PEG-OH 的一次酯化反应过程中溶液透明,不浑浊,无交联现象.对于 MPP 与 HO-PEG-OH 的酯化反应,除了采取上述措施外,MPP 的马来酸酐和 HO-PEG-OH 的羟基摩尔比达到 1 : 4 以上时可有效防止交联聚合物的生成,合成可溶的接枝聚合物.

采用不同的反应条件或不同分子量的原料进行反应,可获得具有不同接枝密度和主、侧链长度的接枝物,有利于进一步研究改性剂分子链结构对 PP 改性效果的影响.表 1 为反应条件对 MPP 与 PEG-OH 反应接枝率的影响.根据表 1,在所用实验条件下,当 PEG-OH 的羟基与 MPP 的马来酸酐当量比小于 3 时,接枝率随原料配比增加而增加.进一步增加 PEG-OH 用量,PEG-OH 过量,接枝率保持不变.与低分子的酯化反应相比,虽然采用了催化剂等条件加速反应的进行,但由于高分子链的位阻效应及反应基团的浓度较低,因此需要更长的反应时间.实验发现,反应进行了 12 ~ 18 h,接枝率达到最高值,此后继续增加反应时间,接枝率反而下降,这可能是由于强酸催化剂对甲苯磺酸在高温条件下引起 PEG 的断链反应所致.实验结果还表明 PEG-OH 分子量对接枝反应有影响,PEG-OH 分子量为 750、1000、6000 的接枝反应产物接枝率分别为 34.9%、16.8% 和 21.4%.从结构上分析,增加 PEG-OH 的分子量,接枝产物的分子侧链加长,若以摩尔分数来表征产物接枝率,上述 3 种分子量的 PEG-OH 产物的接枝率分别为 0.04653%、0.0168%、0.003567%,表明分子

量较大的 PEG-OH 阻碍了酯化反应的进行,产物接枝密度下降,得到侧链长而疏的接枝共聚物.此外,PP 分子量也影响接枝反应,增加 PP 的分子量,接枝率明显下降.除 PP 分子量增大阻碍酯化反应的因素外,较高分子量 PP 对反应基团的包裹及与 PEG 强烈的极性差异也可能是引起接枝率明显下降的原因^[7].

Table 1 The reaction conditions and the graft ratios of MPP

Functional group ratio of MPP	PEG	t (h)	Molecule weight of PEG-OH	Molecule weight of MPP	Graft ratio of PEG (%)
1	4	6	750	5000	5.23
1	4	9	750	5000	11.29
1	4	12	750	5000	34.9
1	4	18	750	5000	35.8
1	4	24	750	5000	25.1
1	1	24	750	5000	10.6
1	2	24	750	5000	17.1
1	3	24	750	5000	25.2
1	6	24	750	5000	25.4
1	4	12	750	9000	9.73
1	4	12	750	15000	5.34
1	4	12	1000	5000	16.8
1	4	12	6000	5000	21.4

2.2 PP-g-PEG 的 IR 表征

在较低反应温度条件下,由于空间位阻的关系,MA_n 以单环形式接于 PP 链;若升高反应温度,MA 活性增强,其自身均聚的倾向增加,当反应温度高于 130℃ 时,MA_n 主要以多聚酸酐的形式接枝于 PP^[8].聚马来酸酐在 1235 cm⁻¹ 和 926 cm⁻¹ 有特征吸收带,并且在 1790 cm⁻¹ 附近会出现两个重叠的吸收峰^[9],因此根据接枝产物的红外吸收可以判别马来酸酐在 PP 上的接枝方式.为了获得较高的接枝率和明确的接枝物结构,本文于 130℃ 进行 MA_n 的 PP 接枝反应,产物的红外光谱如图 2 所示. MPP 的红外谱图在 1857 cm⁻¹、1792 cm⁻¹ 处存在酸酐特征吸收峰,表明已在接枝产物中引入了马来酸酐基团,红外谱图中在 1235 cm⁻¹ 和 926 cm⁻¹ 处没有出现聚马来酸酐的特征吸收峰,同时在 1790 cm⁻¹ 处也没有出现分裂的双峰,因此可以判定在所用的反应条件下,接枝到 PP 主链上的 MA_n 不是以聚马来酸酐的形式而是以单环的形式存在的.另外,如果 MA_n 是以不饱和单环形式接枝到 PP 主链的话,则应该在 697 cm⁻¹、1596 cm⁻¹ 和 1060 cm⁻¹ 处出现分别对应于 MA_n 的 C=C 面外摇摆振动峰、C—C 和 C=O 的共轭伸缩峰以及五元酸酐的特征峰.但所得产物的红外

谱图中没有发现这些特征峰,因此,可以判定接枝到 PP 主链上的 MA_n 主要是饱和单环形式的马来酸酐.原料和接枝产物在 1720 cm⁻¹ 处的吸收峰可能是由于 PP 制备过程中因少量氧化反应所引入的羰基. PP-g-PEG 在 1735 cm⁻¹ 和 1102 cm⁻¹ 处还出现多缩乙二醇酯强吸收峰,其中 1735 cm⁻¹ 处是酯峰,1102 cm⁻¹ 处是醚峰,说明聚乙二醇确实接枝于 PP 分子链上.此外,PP-g-PEG 在 1792 cm⁻¹ 处有一定程度的 MA_n 吸收,表明仍有部分 MPP 的酸酐未反应完全,可能是被 PP 链包裹所致.

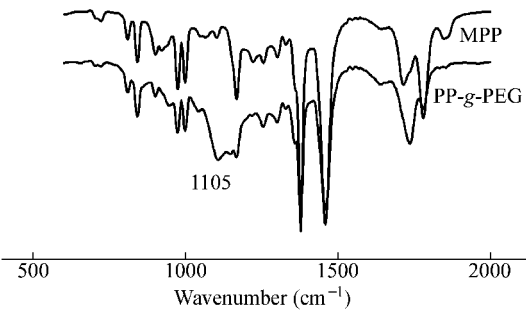


Fig. 2 FTIR spectra of MPP and PP-g-PEG

2.3 PP-g-PEG 的 ¹H-NMR 表征

图 3 为 PEG 含量为 25.1% 的 PP-g-PEG 的 ¹H-NMR 图.其中化学位移为 0.88、1.25、1.57 的吸收峰分别为 PP 链段的甲基、亚甲基和次甲基的特征峰.与纯 PP 相比,谱图在 δ = 3.65 处出现了聚乙二醇链节单元—CH₂CH₂O—的亚甲基二重吸收峰,表明聚乙二醇已接枝于 PP 链上,形成了接枝共聚物,并可依其与 PP 特征峰面积积分计算聚乙二醇的含量及接枝共聚物的序列结构,计算结果列于表 2.表 2 的数据表明,利用不同分子量或不同反应条件可以获得不同结构的接枝共聚物.当采用分子量为 750、1000 和 6000 的 PEG-OH 进行反应时,仅当接枝率分别达到 12.5%、16.0% 和 53.4% 时,平均每一 PP 分子链上才有一条 PEG 侧链,若接枝率小于上述临界值,实际上所获得的产物是 PP 与 PP-g-PEG 的混合物(即有部分 PP 链

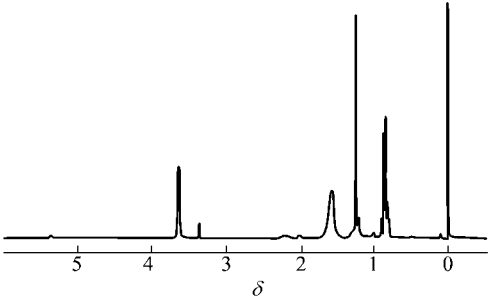


Fig. 3 ¹H-NMR of PP-g-PEG (PEG content 25.1 wt%)

未发生接枝反应). 如, 对于接枝率为 25.1% 的 PP-*g*-PEG 接枝共聚物, 依据红外分析结果, 反应中间体 MPP 的马来酸酐以单挂环形式接枝于 PP

主链上, 因此可根据¹H-NMR 计算出其分子结构为平均每 53.3 个丙烯结构单元含有一条长度由 17 个[CH₂CH₂O]组成的 PEG 侧链.

Table 2 Structural parameters calculated for PP-*g*-PEG

Sample	PEG content(wt%)	<i>M_n</i> of PP	<i>M_n</i> of PEG	PP unit per side chain	PEG unit of side chain	Side chain of each PP molecule
PP- <i>g</i> -PEG1	7.1	5000	750	233.7	17.0	0.509
PP- <i>g</i> -PEG2	25.1	5000	750	53.3	17.0	2.233
PP- <i>g</i> -PEG3	35.8	5000	750	32.0	17.0	3.719
PP- <i>g</i> -PEG4	16.8	5000	1000	117.9	22.7	1.009
PP- <i>g</i> -PEG5	21.4	5000	6000	524.7	136.4	0.2268
PP- <i>g</i> -PEG6	9.73	9000	750	165.7	17.0	1.293
PP- <i>g</i> -PEG7	5.34	15000	750	316.5	17.0	1.1284

2.4 PP-*g*-PEG 的 TG 表征

图 4、图 5 分别为原料 MPP 与 PP-*g*-PEG 在氮气及空气氛下的热失重曲线. 可能是马来酸酐的接枝反应消除了 PP 分子链上的弱点, 在氮气气氛下, 经过马来酸酐接枝的 MPP 初始分解温度有所提高, 但 50 wt% 的失重温度保持不变; 进一步与 PEG-OH 接枝后, 由于 PEG 链段的热稳定性较差, 产物的初始分解温度及 50 wt% 失重温度下降. 不同结构 PP-*g*-PEG 的初始热分解温度均达到 280℃ 以上, 明显高于 PP 的加工成型温度, 因而就热稳定性而言, 所合成的 PP-*g*-PEG 比常用的小分子表面改性剂更适应于作为 PP 的改性添加剂使用. 另一方面, 无论在哪种气氛下, 与原料 MPP 和 PP 相比, PP-*g*-PEG 的 50 wt% 失重温度下降, 这可能与接枝链段 PEG 的热稳定性较差有关. 在氮气气氛下, PP-*g*-PEG 的热稳定性随着 PEG 的含量增加及侧链 PEG 的长度增加略有下降.

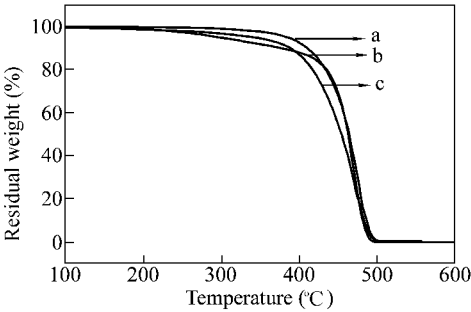


Fig. 4 TGA thermograms of MPP and PP-*g*-PEG in N₂. Curves (a), (b) and (c) are MPP, PP and PP-*g*-PEG respectively.

2.5 PP-*g*-PEG 的 DSC 表征

图 6 为 MPP 与 3 种不同 PEG 含量的 PP-*g*-PEG 的 DSC 曲线. 由图可见, MPP 接枝 PEG 后, 其

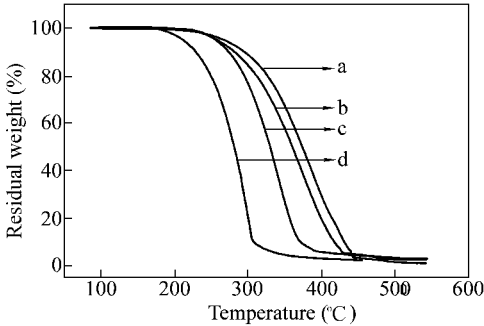


Fig. 5 TGA thermograms of MPP and PP-*g*-PEG in air. Curves (a) and (b) are PP-*g*-PEG with PEG contents of 35.8% and 7.1%, respectively; curve (c) is MPP; curve (d) is PEG1000.

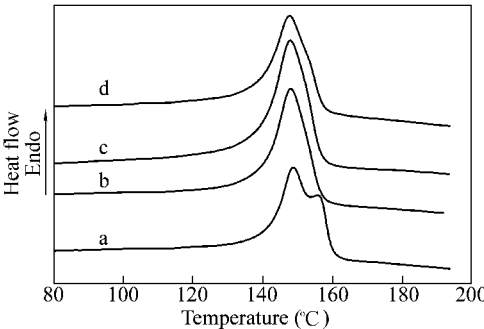


Fig. 6 DSC melting thermograms of MPP and PP-*g*-PEG. Curve (a) is MPP, curves (b), (c) and (d) are PP-*g*-PEG with PEG contents of 7.1%, 25.1% and 35.8%, respectively.

结晶熔融峰由双峰变为单峰, 其中 MPP 的高温熔融峰对应于结晶结构较为完善的 β 晶相^[10], PP-*g*-PEG β 晶相熔融峰的消失, 表明接枝侧链 PEG 的引入阻碍 PP 形成较为完整的结晶结构, 接枝共聚物的结晶度也由 MPP 的 64% 下降至约 40%. 但接枝率为 35.8% 的 PP-*g*-PEG 的结晶度反而升高

(见表 3),表明 PEG 链段在某种程度上起结晶成核作用,诱导 PP 链段结晶^[11]. 另一方面,提高主链 PP 或侧链 PEG 的分子量,接枝物的结晶温度均提高,与 MPP 相比,不同 PEG 含量的 PP-g-PEG 的结晶温度提高近 10℃,说明接枝反应提高了 PP 的结晶活化能,只有在较高的温度下,PP 链段才具有足够的能量进行排列,间接证实接枝侧链 PEG 可能对 PP 链段结晶的阻碍作用. 由此可以预

期,作为 PP 的添加型表面改性剂,所合成的接枝共聚物具有与本体树脂 PP 相似的结晶特性,但结晶能力下降,因此在熔融加工条件下,改性剂可以相对容易地向表面迁移,实现表面富集. 冷却结晶后,改性剂又可以与本体树脂共结晶,牢固地附着于制品表面,有利于保持改性效果的长效性和持久性.

Table 3 DSC cooling temperature and crystallinity of PP-g-PEG

Sample	PEG content (wt%)	M_n of PP	M_n of PEG	ΔH_m (J/g)	Crystallinity [*] (%)	T_m (℃)	T_c (℃)
MPP	—	5000	—	133.8	64.0	148.9	106.5
PP-g-PEG8	7.1	5000	750	124.3	59.5	148.0	105.3
PP-g-PEG9	25.1	5000	750	123.4	59.0	147.9	106.5
PP-g-PEG10	35.8	5000	750	144.2	69.0	147.4	105.3
PP-g-PEG11	9.7	9000	750	89.89	43.0	147.3	111.1
PP-g-PEG12	5.3	15000	750	95.49	45.7	148.9	114.3
PP-g-PEG13	6.7	5000	2000	81.7	39.1	150.4	110.33
PP-g-PEG14	21.4	5000	6000	97.17	46.5	150.36	113.78

^{*} Crystallinity of the PP phase compared to 209.08 J/g^[12]

2.6 PP-g-PEG 对 PP 的表面改性研究

改性剂 PP-g-PEG 的 1103 cm⁻¹ 代表改性剂, 选用 PP 及改性剂 1103 cm⁻¹ 复合峰代表共混体系. 以两者峰面积比 R 表征改性剂在体系中的含量,分别配制不同改性剂含量的共混物薄膜进行 IR 及全反射红外光谱(ATR-FTIR)实验,其中 IR 的测定结果代表改性剂的本体浓度,而 ATR-FTIR 的测定结果则代表改性剂在薄膜表层的浓度^[13]. 根据 ATR-FTIR 的测定原理,所测定的表层深度约为 2 μm^[14]. 以 R 对改性剂含量作图,如图 7. 由图

可见,当改性剂含量较低时,改性剂在薄膜的表面浓度远远高于其在本体中的浓度,表明改性剂具有很好的表面富集效果. 随着改性剂含量的提高,本体与材料表面的 R 趋于相同,改性剂的选择性下降.

综上所述,以马来酸酐为桥联剂,通过其与末端羟基的聚乙二醇的接枝反应,合成了一类大分子表面改性剂 PP-g-PEG. 研究结果表明,当 MPP 的酸酐与 PEG-OH 的羟基比例为 1:3,反应时间为 12 h 时,可以获得最高接枝率. 提高 MPP 或 PEG-OH 的分子量,阻碍了接枝反应的进行,接枝率明显下降. 在氮气气氛下,PEG 的接枝反应降低了其 50% 的失重温度. PP-g-PEG 的热稳定性随着 PEG 的含量增加及侧链 PEG 的长度增加略有下降. 接枝侧链 PEG 的引入阻碍 PP 链段形成较为完整 β 晶相,提高了结晶温度. ATR-FTIR 的测试结果证实 PP-g-PEG 具有明显的向制品表面扩散迁移的特性,有望用作 PP 的高效添加型大分子表面改性剂.

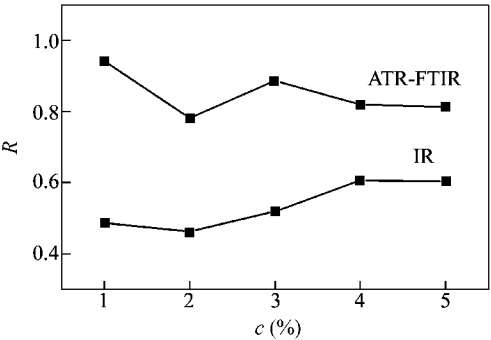


Fig. 7 Surface modification of PP with PP-g-PEG

REFERENCES

1 Cherry B W. Polymer Surface. New York :Cambridge University Press,1981. 272 ~ 280
2 Chan E D Chi-Ming. Polymer Surface Modification and Characterization. New York :Hanser Publishers,1995. 165 ~ 182
3 Chen Xudong(陈旭东), Xu Jiaru(许家瑞). Journal of Functional Polymers(功能高分子学报), 1998, (4) :550 ~ 554
4 Berghreiter D E, Srinivas B. Macromolecules, 1992, 25 :636 ~ 643

5 Berghreiter D E,Walchuk B,Holtzman B,Gray H N.Macromolecules,1998,31 3417 ~ 3423

6 Qi Li (齐力),Ma Zhanyu (马战宇),Lin Yunqing (林云青),Wang Fosong (王佛松).Polymeric Materials Science & Engineering (高分子材料科学与工程),1998,14 (4) 31 ~ 33

7 Pan Caiyuan (潘才元).Polymer Chemistry (高分子化学).Hefei (合肥) Publishing Company of University of Science and Technology of China (中国科学技术大学出版社),1997. 299

8 Gaylord N G,Mishra M K.Journal of Polymer Science,Polymer Lett Ed,1983,21 23 ~ 27

9 De Roover B,Sclavons M,Carlier V,Devaux J,Legras R,Morntaz A.Journal of Polymer Science,Part A Polymer Chemistry,1995,33 (5) 829 ~ 842

10 Wang Wenfei (王雯霏),Shangguan Yonggang (上官勇刚),Peng Mao (彭懋).Polymeric Materials Science & Engineering (高分子材料科学与工程),2005,21 (2) 24 ~ 27,32

11 Hallden A,Wesslen B.Journal of Apply Polymer Science,1996,60 2495 ~ 2501

12 Vleeshouwers S.Polymer,1997,38 3213 ~ 3221

13 Qian Hao (钱浩),Zhu Yafei (祝亚非),Xu Jiaru (许家瑞).Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析),2003,23 (4) 708 ~ 713

14 Harrick N J.Intrenal Reflectance Spectroscopy.New York Wiley-Interscience,1967. 23 ~ 41

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF A MACROMOLECULAR
SURFACE MODIFIER FOR POLYPROPYLENE

CHEN Hanjia^{1,3}, ZHU Yafei², ZHANG Yi¹, XU Jiarui¹

⁽¹⁾ School of Chemistry and Chemical Engineering Key Laboratory for Polymeric Composite and Functionality Materials of Education, Materials Science Institute, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275)

⁽²⁾ Instrument and Testing Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275)

⁽³⁾ School of Science, Shantou University, Shantou 515063)

Abstract A novel macromolecular surface modifier,a polypropylene-grafted-poly(ethylene glycol) copolymer,was synthesized by coupling of polypropylene containing maleic anhydride with monohydroxyl-terminated poly(ethylene glycol).The effects of reaction conditions on the graft reactions were studied.The copolymers were characterized by IR,¹H-NMR,TG and DSC.The results indicated that the graft reactions were hindered by increasing the molecular weight of PP or PEG.The graft copolymer had a lower crystallization capacity as compared with pure PP.The thermal stability of PP-*g*-PEG decreased with increasing the content of PEG or the molecular weight of PEG.The copolymers were used to blend with polypropylene to modify the surface hydrophilicity of the products.The results of ATR-FTIR showed that PP-*g*-PEG could diffuse preferably onto the surface of the blends and be suitable as an effectual macromolecular surface modifier for PP.

Key words Surface modification, Polypropylene, Graft copolymers, ATR-FTIR