

含烷基侧链聚芴基苯并二噁唑聚合物的合成及性能研究*

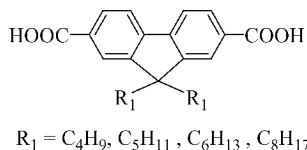
余永重 庄启昕** 刘熙龙 谢 众 吴平平 韩哲文

(华东理工大学材料科学与工程学院 上海市先进聚合物材料重点实验室 超细材料制备与应用教育部重点实验室 上海 200237)

摘 要 通过溶液缩聚的方法合成了一种含烷基侧链聚芴基苯并二噁唑聚合物(PBOF_x),讨论了聚合物的光物理性能、热性能和溶解性能.结果表明,在甲基磺酸(MSA)溶液中,PBOF_x紫外吸收显示出最大吸收峰为 466 nm 左右的蓝光发射,与 PBO 相比,最大紫外吸收峰和最大荧光发射峰均发生了明显红移,这是由于芴单元的引入,提高了聚合物的共轭程度,加强了对电子的束缚能力.此外,比较了 PBOF_x 在 320 nm 处和 430 nm 处激发得到的荧光发射光谱,预测聚合物中存在两种共轭单元,通过测定氧化还原曲线以及讨论 Stokes 位移,验证了这个假设,但是由于两种共轭单元并没有出现明显的分离现象,同时还伴有电子传输杂化,致使 PBOF_x 主要显示出共轭长度大的单元的的吸收和发射.另外由于芴单元中烷基侧链的存在,聚合物(PBOF_x)的热稳定性远低于聚亚苯基苯并二噁唑聚合物(PBO),起始分解温度在 350℃ 左右,溶解性方面,PBOF_x 有了很大的改善,在大多数有机溶剂中能较好溶解.

关键词 聚芴基苯并二噁唑,光物理性能,蓝光发射,红移,共轭单元,溶解性

在众多的聚合物发光材料当中,研究最多的发蓝光材料主要是聚芴及其衍生物^[1-4],其中聚烷基芴(PAF)由于具有较大的禁带宽度,是蓝光聚合物的典型代表.同时,聚烷基芴具有很好的光和热稳定性,所以被认为是具有发展前途的一类聚合物电致发光材料.在聚烷基芴的主链上引入其它的共轭基团形成聚烷基芴的交替共聚物^[5,6],由于所引入基团的结构不同,可实现聚合物电致发光的全色显示,具有重大意义.苯并二噁唑(PBOs)聚合物具有优异的力学性能、环境稳定性^[7-9],这类聚合物的光带能隙随着聚合物中共轭链段的增加而降低,从而使得聚合物的光吸收峰发生红移^[10],所以人们可以通过选择不同的共轭单元进行聚合,在一定的波长范围内调节光致发光的颜色和波长.本文合成了一系列 C-9 位上含不同烷基侧链的 9,9-二烷基基-2,7-二羧基芴(如示意式 1 所示),然后与 4,6-二氨基间苯二酚进行溶液缩聚反应,得到几种烷基芴单元和噁唑环单元组成的聚合物 PBOF_x(如示意式 2 所示),期望利用 PBO 链段和芴单元良好的电子传输性能,制备一种新型含芴基苯并二噁唑类聚合物发光材料.



 Scheme 1 Structure of the 9,9-dialkyl-2,7-dicarboxylfluorene

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

试剂芴(>99.0%),购于 Sigma-Aldrich. 四丁基溴化铵(AR),正溴辛烷(AR),正溴己烷(AR),正溴戊烷(AR),和正溴丁烷(AR)购于上海化学试剂有限公司. 4,6-二氨基间苯二酚按照文献^[11]合成,使用前在氩气保护下进行重结晶提纯.纯化的 4,6-二氨基间苯二酚在真空干燥器中保存.

FT-IR 测试是在 Nicolet Magna-IR 550 型 FTIR 仪上采用 KBr 压片法测试的,聚合物的红外分析时用薄膜直接进行分析.核磁共振(¹H-NMR)是在德国 BRUKER 公司的 DRX500 型核磁仪上进行的, D₂SO₄ 作溶剂, 100 MHz. 采用德国 Sartoriusgmbh 公司 Elementar Vario EL III 型元素分析仪进行 C,N,H 3 种元素的分析.热失重(TGA)在 DuPont 951 型热重分析仪上测定,氮气氛下,升温速率 10K/min. 循环伏安(CV)测定采用 TITRA-

* 2008-12-12 收稿,2009-02-16 修稿;国家自然科学基金(基金号 50703010)资助项目; ** 通讯联系人, E-mail: qxzhuang@ecust.edu.cn

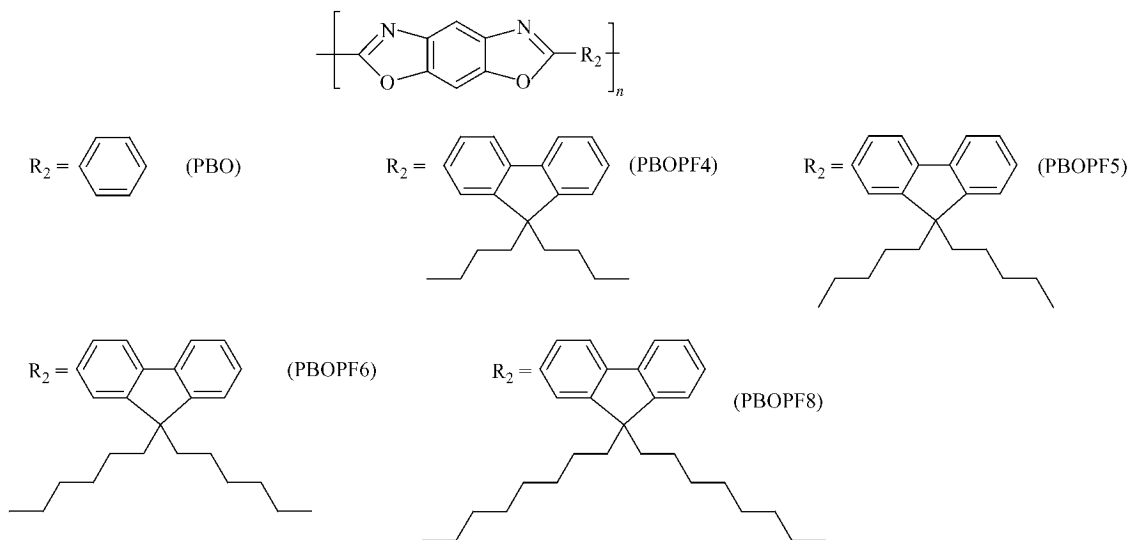
Scheme 2 Structure of the PBOPF_x

PLATE 50MPC CVS 循环伏安法电镀液测试仪, MSA 作为溶剂, 电极为铂, 扫描速率为 20 mV/s. 紫外光谱(UV)采用美国 VARIAN 公司 Cary500 型紫外可见近红外分光光度计测定, 扫描频率为 300 nm/min. 溶液荧光分析在岛津 RF-5301 荧光分光光度计上测定, 扫描频率为 600 nm/min.

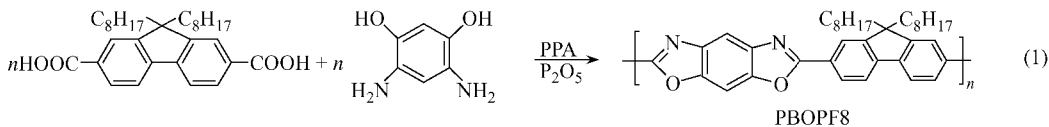
1.2 9,9-二烷基-2,7-二羧基芴的制备

9,9-二烷基基-2,7-二羧基芴参考文献[12, 13]中的方法制备。

1.3 聚(9,9-二辛基芴苯并二噁唑)(PBOPF8)的合成

在聚合釜中加入 15.00 g P_2O_5 含量为 80% 的多聚磷酸(PPA), 5.00 g 无氧化二磷(P_2O_5), 0.50 g

4,6-二氨基间苯二酚磷酸盐和 0.71 g 9,9-二辛基-2,7-二羧基苄. 通氮气保护, 均匀升温至 90℃, 抽真空置换氮气 3 次, 最后通氮气保护, 脱气 0.5 h. 再抽真空脱气 12 h. 逐步升温聚合, 120℃ 下保温 10 h, 140℃ 下保温 8 h, 160℃ 下保温 10 h, 180℃ 下保温 14 h, 聚合完成后, 将聚合液缓慢倒入大量水中沉淀, 并用大量去离子水洗涤过滤. 将聚合物剪成小块, 去离子水抽提 48 h. 最后将样品在 80℃ 下减压干燥至恒重, 得到聚合物聚(9,9-二辛基苄苯并二噁唑)(PBOPF8)(如式(1)). 聚苄基苯并二噁唑聚合物 PBOPF4, PBOPF5, PBOPF6 的合成方法相同.



2 结果与讨论

2.1 9,9-二辛基-2,7-二羧基芴的化学结构表征

图1为9,9-二辛基-2,7-二羧基芴(熔点 201 ~ 203℃, HPLC 含量为 98%)¹H-NMR 谱图. 其谱峰归属分别为 $\delta = 8.12$ (s, 2H, fluorene ring-1), 8.09 (d, 2H, fluorine ring-2), 8.02 (d, 2H, fluorine ring-3), 2.15 ~ 2.2 (m, 4H, H-alkyl-4), 1.04 ~ 1.18 (m, 20H, H-alkyl-5), 0.78 (m, 4H, H-alkyl-7), 0.56 ~ 0.61 (t, 6H, H-alkyl-6) (注: s (singlet) 表示单峰;

d (doublet) 表示双峰;t (triplet) 表示三重峰;m (mutiplet)表示多重峰), 以下为其他几种中间单体的核磁数据.

9,9-二丁基-2,7-二羧基芴(熔点 206 ~ 207℃, HPLC 测含量为 98%)的¹H-NMR 谱峰归属分别为 δ = 8.11 (s, 2H, fluorene ring-1), 8.04 (d, 2H, fluorine ring-2), 8.00 (d, 2H, fluorine ring-3), 2.11 ~ 2.2 (m, 4H, H-alkyl-4), 1.04 ~ 1.18 (m, 8H, H-alkyl-5), 1.02 (t, 6H, H-alkyl-6).

9,9-二戊基-2,7-二羧基芴(熔点 204℃,HPLC

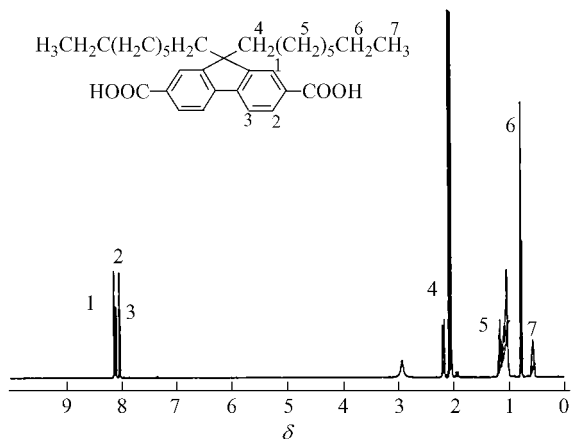


Fig. 1 ^1H -NMR spectrum of 9,9-dioctyl-2,7-dicarboxylfluorene

测含量为 98%) 的 ^1H -NMR 谱图, 其谱峰归属分别为 $\delta = 8.11$ (s, 2H, fluorene ring-1), 8.05 (d, 2H, fluorene ring-2), 8.02 (d, 2H, fluorene ring-3), 2.10 ~ 2.0 (m, 4H, H-alkyl-4), 1.04 ~ 1.18 (m, 12H, H-alkyl-5), 0.96 (t, 6H, H-alkyl-6)。

9,9-二己基-2,7-二羧基芴(熔点 $202 \sim 203^\circ\text{C}$, HPLC 测含量为 98%) 的 ^1H -NMR 谱图。其谱峰归属分别为 $\delta = 8.12$ (s, 2H, fluorene ring-1), 8.09 (d, 2H, fluorene ring-2), 8.02 (d, 2H, fluorene ring-3), 2.15 ~ 2.2 (m, 4H, H-alkyl-4), 1.04 ~ 1.18 (m, 16H, H-alkyl-5), 0.98 (t, 6H, H-alkyl-6)。

图 2 为 9,9-二烷基-2,7-二羧基芴的红外光谱(曲线 a 为 9,9-二丁基-2,7-二羧基芴, 曲线 b 为 9,9-二戊基-2,7-二羧基芴, 曲线 c 为 9,9-二己基-2,7-二羧基芴, 曲线 d 为 9,9-二辛基-2,7-二羧基芴)。从光谱中可以得到, 1683 cm^{-1} 为羧基特征

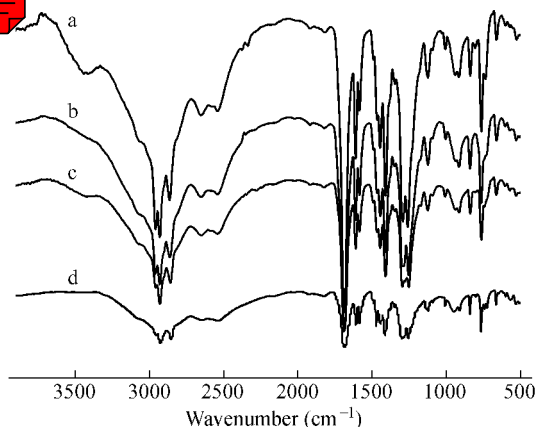


Fig. 2 FTIR spectra of the 9,9-dialkyl-2,7-dicarboxylfluorene

a) 9,9-Dibutyl-2,7-dicarboxylfluorene; b) 9,9-Dipentyl-2,7-dicarboxylfluorene; c) 9,9-Dihexyl-2,7-dicarboxylfluorene; d) 9,9-Dioctyl-2,7-dicarboxylfluorene

峰 $3200 \sim 2800\text{ cm}^{-1}$ 的宽峰为羧酸的羟基特征峰 2861 cm^{-1} 为饱和烃 C—H 收缩振动峰; 1607 , 1584 cm^{-1} 为苯环骨架振动吸收峰; 1468 cm^{-1} 为烷基链的亚甲基弯曲振动峰; 1377 cm^{-1} 为甲基的特征峰; $147, 909, 839\text{ cm}^{-1}$ 为苯环不对称三取代特征峰。

2.2 聚(9,9-二烷基芴并二噁唑)的结构表征

图 3 为聚合物 PBOPF4, PBOPF5, PBOPF6, PBOPF8 的红外光谱图, 从中可以得到, 1609 , $1584, 1565\text{ cm}^{-1}$ 为苯环骨架振动吸收峰, 1462 , 1412 cm^{-1} 为烷基链的亚甲基弯曲振动峰, 1362 cm^{-1} 为甲基特征峰, $1252, 1051\text{ cm}^{-1}$ 为噁环 C—O—C 吸收峰。图 4 和图 5 为 PBOPF4, PBOPF6 的 ^1H -NMR 谱图, 是通过将聚合物溶解在氘代硫酸中测得的, 各峰的归属主要通过峰的积分来确定, 同时参考了 Jenekhe 等对 PBTv 的研究结果^[14]。以下为其他几种聚合物的核磁数据。

PBOPF4 的 ^1H -NMR 谱峰归属分别为 $\delta = 11.6$ (D_2SO_4), 9.2 (s, 1H, oxazoline ring-1), 8.7 (s, 1H, oxazoline ring-2), 6.6 (s, 1H, fluorene ring-3), 6.5 (d, 1H, fluorene ring-4), 6.1 (d, 1H, fluorene ring-5), 1 ~ 3 (m, 18H, H-alkyl-6)。

PBOPF5 的 ^1H -NMR 谱峰归属分别为 $\delta = 11.6$ (D_2SO_4), 9.1 (s, 1H, oxazoline ring-1), 8.9 (s, 1H, oxazoline ring-2), 6.5 (s, 1H, fluorene ring-3), 6.4 (d, 1H, fluorene ring-4), 6.1 (d, 1H, fluorene ring-5), 1 ~ 3 (m, 22H, H-alkyl-6)。

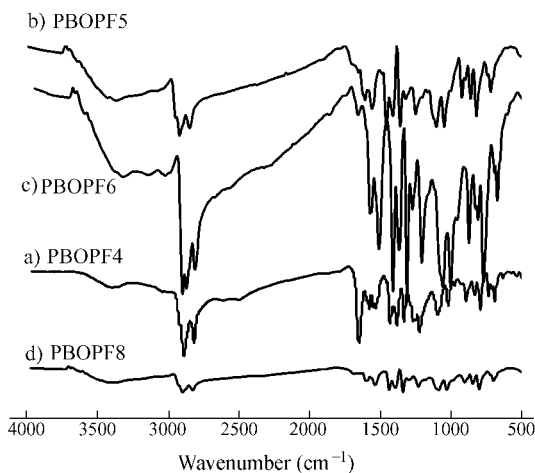


Fig. 3 FTIR spectra of the PBOPF4 (a), PBOPF5 (b), PBOPF6 (c) and PBOPF8 (d)

PBOPF6 的 ^1H -NMR 谱峰归属分别为 $\delta = 11.5$ (D_2SO_4), 9.1 (s, 1H, oxazoline ring-1), 8.9 (s, 1H,

oxazoline ring-2), 6.5 (s, 1H, fluorine ring-3), 6.3 (d, 1H, fluorine ring-4), 6.1 (d, 1H, fluorine ring-5), 1 ~ 3 (m, 26H, H-alkyl-6) .

PBOPF8 的¹H-NMR 谱峰归属分别为 δ = 11.7 (D_2SO_4), 9.1 (s, 1H, oxazoline ring-1), 8.8 (s, 1H, oxazoline ring-2), 6.7 (s, 1H, fluorine ring-3), 6.3 (d, 1H, fluorine ring-4), 6.2 (d, 1H, fluorine ring-5), 1 ~ 3 (m, 34H, H-alkyl-6) .

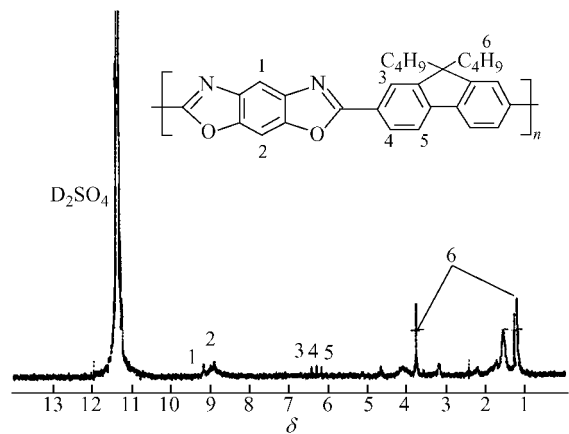


Fig. 4 ¹H-NMR spectrum of PBOPF4

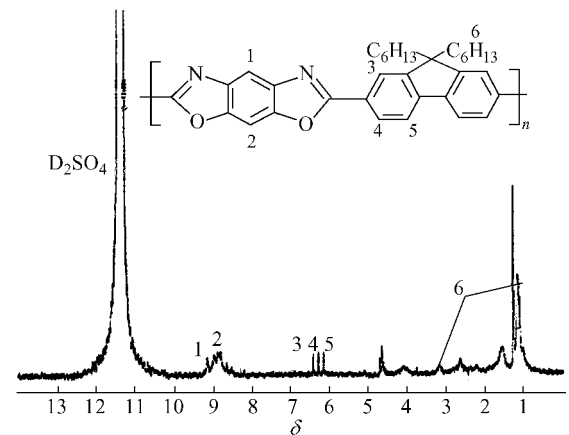


Fig. 5 ¹H-NMR spectrum of PBOPF6

2.3 聚(9,9 二烷基苄基苯并二噁唑)的结构性能研究

2.3.1 聚(9,9 二烷基苄基苯并二噁唑)的特性黏数 表 1 为 PBO, PBOPF4, PBOPF5, PBOPF6 和 PBOPF8 的特性黏数 $[\eta]$, 是在 30℃ 的甲基磺酸 (MSA) 中用乌氏黏度计测定的, 表中并没有显示出特定的规律, 因为反应条件的微小差异对特性黏数影响较大, 特别是反应时间和反应温度的精确控制, 特性黏数只是说明了聚合的程度, 以及所生成聚合物的分子量的大小, 不影响后续讨论.

2.3.2 聚合物的热性能 图 6 为 PBO, PBOPF_x 系列聚合物在 N₂ 气氛的 TGA 曲线, 分析前, 样品经过 100℃ 减压干燥 24 h, 从图中可以看出, PBOPF_x 系列聚合物在 100 ~ 350℃ 区域无分解发生, 350℃ 左右为侧链烷基基起始分解温度, 500℃ 左右为苄单元分解温度, 650℃ 左右为噁唑环开始分解温度. PBO 相比之下, 具有高耐热性, 680℃ 左右才开始分解. PBOPF_x 系列聚合物的热分解曲线较为相似, 都是在 350℃ 左右开始出现分解, 500℃ 左右出现第二个分解台阶, 从图中看出, 随着支链增长, 起始分解温度都逐渐降低, 说明支链的长度明显降低了聚合物的热稳定性.

Table 1 Intrinsic viscosity of PBO, PBOPF4, PBOPF5, PBOPF6, PBOPF8

Polymer	Intrinsic viscosity $[\eta]^*$
PBO	24.5
PBOPF4	4.5
PBOPF5	0.9
PBOPF6	5.6
PBOPF8	7.3

* In methanesulfonic acid at (30 ± 0.2) °C

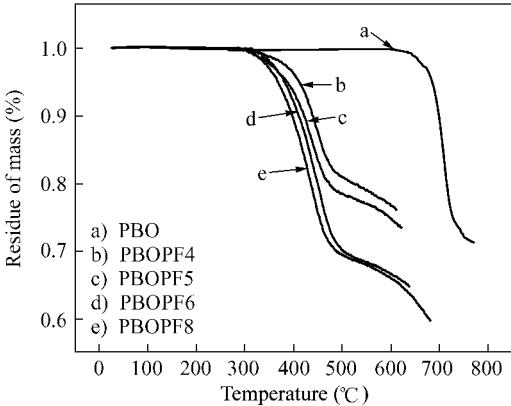


Fig. 6 TGA curves of PBOPF_x

2.4 聚(9,9 二烷基苄基苯并二噁唑)的光物理性能

2.4.1 聚(9,9 二烷基苄基苯并二噁唑)溶液的紫外吸收光谱 图 7 是 PBOP_x 系列聚合物在甲基磺酸溶液中的紫外吸收光谱, 溶液浓度 $c = 0.44 \times 10^{-5}$ g/mL. 如图所示, PBOPF_x 的最大吸收峰相对于 PBO 的最大吸收峰发生了红移, 从 PBO 的 428 nm 红移到 PBOPF5 的 452 nm, PBOPF8 的 453 nm, PBOPF6 的 457 nm, PBOPF4 的 458 nm. PBOPF_x 系列化合物的最大吸收峰及峰形极为相似, 说明聚苄基苯并噁唑类聚合物的吸收主要来

自于具有强电子离域能力的苯并噻唑环和苄单元,烷基侧链的长短在此波长范围内对最大吸收峰没有影响.此外,吸收光谱得到的吸收带边也从 PBO 的 2.76 eV 降低到 PBOPF_x 系列聚合物的 2.61 eV,这是由于聚合物主链中苄单元的引入,增大了聚合物主链的共轭长度,降低了分子链的带隙^[10].

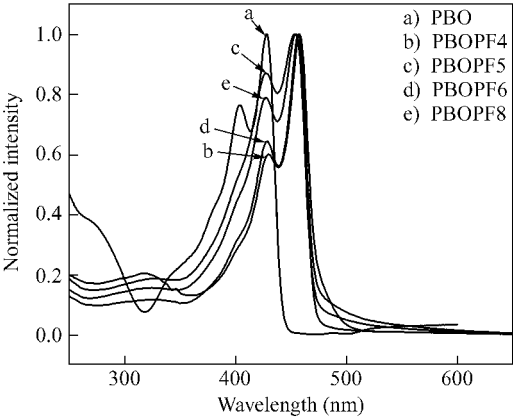


Fig. 7 Normalized UV-Vis spectra of PBOPF_x in MSA solution

2.4.2 聚(9,9-二烷基苄苯并二噻唑)溶液的荧光光谱研究 图 8 是溶液浓度 $c = 0.44 \times 10^{-5}$ g/mL, PBO, PBOPF4, PBOPF5, PBOPF6 和 PBOPF8 在甲基磺酸中的荧光发射光谱,荧光激发波长为 427 nm. 图 9 是 PBOPF4, PBOPF5, PBOPF6 和 PBOPF8 在相同条件下的荧光发射光谱,荧光激发波长为 320 nm. 从图 8 可以看出,在 427 nm 处激发的荧光发射光谱, PBOPF_x 最大发射峰相比 PBO 的最大发射峰发生了明显的红移,最大发射峰从 PBO 的 442 nm 红移到 PBOPF4 的 466 nm, PBOPF5 的 465 nm, PBOPF6 的 468 nm, PBOPF8 的 465 nm.

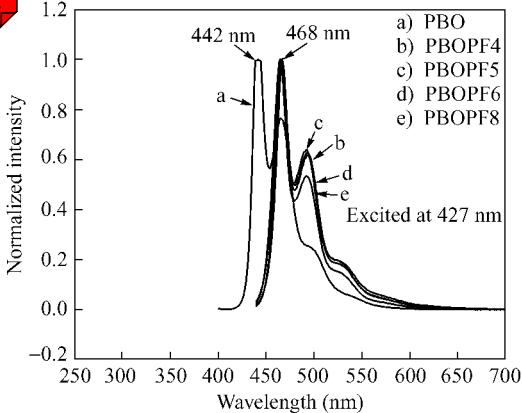


Fig. 8 Emission spectra of PBOPF_x at excitation wavelength 427 nm and PBO at excitation wavelength 400 nm

从图 7 的紫外吸收光谱中,可以观察到 PBOPF_x 在 320 nm 附近出现一个小的宽峰,因此用波长 320 nm 激发得到了发射光谱如图 9,可以观察到与 427 nm 激发得到的发射光谱具有相同的发射谱线,表明孤立的单元在激发时,能量转移到了 PBOPF_x 的有效共轭链段上,所以预测聚合物中存在着少量孤立的苯并二噻唑单元和/或苄单元,为了验证聚合物中确实存在两种共轭单元,我们测定了聚(9,9-二辛基苄苯并二噻唑)(PBOPF8)的氧化还原曲线.循环伏安法是用来测定验证聚合物的电催化氧化性能,以及测定聚合物氧化还原峰.

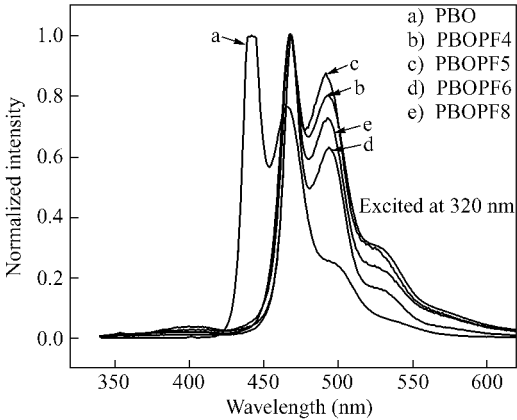


Fig. 9 Emission spectra of PBOPF_x and PBO at excitation wavelength 320 nm

式(2)为聚合物在 MSA 溶液中的质子化过程,式(3)为聚合物的氧化及还原过程,其中(I)为掺杂态,也是氧化态,(II)为还原态,聚合物含有两个氮原子,两个氧原子,所以式(2)和式(3)可以分为几步完成.王佛松^[15]和唐劲松^[16]认为质子携带的正电荷会离域到附近的共轭芳环上,从而导致被掺杂的氧化态(I)可能具有 2 种不同能量的 $N^{\delta+}$, $N^{\delta++}$, $O^{\delta+}$, $O^{\delta++}$, 因此当氧化态(I)还原时,可能是 2 个 $2e^-$ 反应.从图 10 可以看出,当扫描范围为 $-2.9 \sim +2.3$ V 时,分别显示了 1.41 V 和 1.79 V 2 个氧化峰.在阴极,还原峰显示在 -2.28 V.此外,氧化过程和还原过程都存在着 2 个不可逆的峰,这证明了上面所述的观点,即聚合物中存在两种共轭单元——聚合物中的共轭链段、孤立的苯并二噻唑单元或苄单元.

2.4.3 Stokes 位移 表 2 显示了 PBO 和 PBOPF_x 在甲基磺酸溶液中的荧光最大激发和发射峰. Stokes 位移是衡量发射光与激发光能量(频

REFERENCES

- 1 Niu Q L, Xu Y H, Jiang J X, Peng J B, Cao Y. J Lumin, 2007, (126) 531 ~ 535
- 2 Du B, Liu R S, Zhang Y, Yang W, Sun W B, Sun M L, Peng J B, Cao Y. Polymer, 2007, (48) 1245 ~ 1254
- 3 Xia Yangjun(夏养君), Deng Xianyu(邓先宇), Wang Li(王黎), Li Xianzhen(李贤真), Cao Yong(曹镛). Acta Polymerica Sinica(高分子学报), 2006, (5) 697 ~ 702
- 4 Yang Wei(杨伟), Zhang Chi(张赤), Zeng Xinrong(曾幸荣), Jiang Changyun(蒋昌云), Zheng Hongyu(甄红宇), Hou Qiong(侯琼), Yang Renqiang(阳仁强), Cao Yong(曹镛). Acta Polymerica Sinica(高分子学报), 2005, (2) 177 ~ 180
- 5 Ohmori Y, Uchida M, Muro K, Yoshino K. Japanese J Appl Phys, Part 2, 1991, 30 L1941 ~ L1943
- 6 Grtiner J, Wittmann H F, Hamer P J, Friend R H, Huber J, Scheff U, Müllen K, Moratti S C, Holmes A B. Synth Met, 1994, 67(2) 181 ~ 185
- 7 Sahn T, Madler L, Gurlo A, Barsan N, Pratsinis S E, Weimar U. Sensor and Actuators, 2004, 98(1) 148 ~ 153
- 8 Kitagawa T, Ishitobi M, Yabuki K. J Polym Sci, Part B Polym Phys, 2000, 38(12) 1605 ~ 1611
- 9 Wolfe J F, Arnold F E. Macromolecules, 1981, 14(4) 909 ~ 915
- 10 Osaheni J A, Jenekhe S A. Chem Mater, 1992, 4 1282 ~ 1290
- 11 Zenon L, Midland M. US patent, US4766244. 1988-08-03
- 12 Deng Jiyong(邓继勇), Xie Zhiming(谢治民), Yuan Yong(袁涌). Chemistry Reagents(化学试剂), 2007, 29(2) 117 ~ 118
- 13 Jiang Wenfeng(姜文凤), Wang Angang(王安钢), Zan Shuai(曾帅), Wang Huilong(王慧龙). China patent, CN 101070268A. 2007-11-14
- 14 Osaheni J A, Jenekhe S A. Chem Mater, 1992, 4 1282 ~ 129
- 15 Wang Lixiang(王利祥), Wang Fuosong(王佛松). Chinese Journal of Apply Chem(应用化学), 1990, 7(5) 1 ~ 8
- 16 Jing Xiabin(景遐斌), Tang Jingsong(唐劲松). Scientia Sinica, Series B(中国科学, B 辑), 1990, (1) 15 ~ 20
- 17 Bhaunik D, Welsh W J, Jaffe H H, Mark J E. Macromolecules, 1981, 14(4) 951 ~ 953
- 18 Hsiao S H, Dai L R. J Polym Sci, Part A Polym Chem, 1999, 37(13) 2129 ~ 2136
- 19 Yoshio I, Yasumasa M, Hisashi T, Park K H, Kakimoto M, Kurosaki T. J Polym Sci, Part A Polymer Chem, 2002, 40(15) 2656 ~ 2662
- 20 Liou G S, Hsiao S H. Macromol Chem Phys, 2000, 201(1) 42 ~ 48

SYNTHESIS AND PHOTOPHYSICAL PROPERTIES OF CONJUGATED POLY(9,9-DIALKYLFLUORENOLBENZOBISOXAZOLE)S

YU Yongzhong, ZHUANG Qixin, LIU Xilong, XIE Zhong, WU Pingping, HAN Zhewen

(Key Laboratory for Ultrafine Materials of Ministry of Education, School of Materials Science and Engineering,
East China University of Science and Technology, Shanghai 200237)

Abstract A series of new conjugated rigid-rod polymer poly(9,9-alkyl fluoreno[1,2-b]benzobisoxazole)s (PBOPF_x) containing an fluorene and benzobisoxazole structures were synthesized by 4,6-diamino-1,3-benzenediol dihydrochloride (DAR) and 9,9-dialkyl-2,7-dicarboxyl fluorine. The polymer was characterized by the elemental analysis, ¹H-NMR, FTIR, thermogravimetric analysis (TGA) and photoluminescence (PL) spectra. The absorption and photoluminescence spectra of the polymers were also studied. The protonated PBOPF_x in methanesulfonic acid solutions exhibits a blue emission with a peak at 466 nm or so. In contrast with that of PBO, the maximal emissions spectra and absorption spectra of PBOF red-shifted due to the introduction of the fluorene group which enhanced effective conjugation of polymer structure unit. In addition, emission spectrum of PBOPF_x at 320 nm and 430 nm were compared, the Oxidation-reduction curve is observed, and at last that PBOPF_x solution has two conjugated units was verified, but two conjugated units did not show a clear separation, electronic transmission occurred in hybrid, so PBOPF_x mostly showed the absorption and emission of the main conjugated unit. Also as a result of existence of alkyl side chains in fluorene unit, the thermal stability of polymers (PBOPF_x) is lower than polyphenylene Benzodiazepine oxazoline (PBO) polymer, the initial decomposition temperature is about 350 °C, but in the respect of dissolved character, PBOPF_x has a great improvement, can well dissolved in most organic solvents.

Keywords Poly(9,9-dioctyl fluoreno[1,2-b]benzobisoxazole), Photophysics, Blue emission, Red shifted, Conjugate unit, Solubility