

# 含吡啶红玻璃的光谱特性及荧光寿命

李 磊 席淑珍

(中国科学院长春光学精密机械研究所应用光学国家重点实验室, 长春 130022)

**摘要** 测定了含吡啶红的玻璃复合材料的光谱及荧光寿命, 分析了发光特性与玻璃结构间的关系。研究表明, 有机碳氢化合物能够稳定地存在于玻璃之中是由于采用了玻璃的低温熔化工艺和玻璃结构中 P-F 键的存在。

**关键词:** 吡啶红; 光谱特性; 荧光寿命

## 1 引言

在光场作用下显示光物理响应特性的多环芳香碳氢化合物或染料化合物称为激光染料。将这类有机化合物溶入塑料聚合物、有机溶剂或水溶液中, 其光物理响应特性将得到充分的显示。例如: 光敏塑料。但是以塑料聚合物作为光敏碳氢化合物的基质材料, 其化学稳定性差, 实用性受到了很大的限制(溶剂就更不行了)。特别是对氧和其它成分的可渗透性, 使材料的光物理响应特性受到影响和破坏。用无机玻璃作为基质材料, 研究这些有机光敏化合物的光物理响应特性, 是由 M. Kasha 首先提出的<sup>[1]</sup>。Wayne R. 等曾用硼酸玻璃作为基质玻璃掺入有机染料荧光素, 得到了高非线性的玻璃<sup>[2]</sup>, 但这种玻璃的化学稳定性很差, 仍然没有实用价值。直到 Paul A. Tick 提出了铅-锡-磷-氧-氟玻璃后<sup>[3]</sup>才得到了与有机化合物相容性很好的, 稳定的基质玻璃。有机/无机玻璃复合材料兼备有机和无机材料的优点: 即有机物的高非线性和光物理响应特性及无机玻璃的好的光学性质, 机械性和可加工性。因此, 无机玻璃可作为一种改善有机物化学稳定性和实用性的基质材料。我们已经研究制备了含有机碳氢化合物吡啶红的玻璃复合材料<sup>[4]</sup>。本文将研究含吡啶红玻璃复合材料的光谱特性及荧光寿命。

## 2 含吡啶红玻璃的吸收光谱

有机碳氢化合物吡啶红 ( $C_{15}H_{15}ON_2Cl$ ) 为棕色粉末, 水溶液和醇溶液为带黄绿色荧光的

红色溶液。在光场作用下显示光物理响应特性。以低温(低于 600℃)磷酸盐玻璃为基质玻璃,掺入一定量的吡啶红后,可得到带有荧光的桔红色新型玻璃复合材料。该类材料的制备过程已在另文中做了报导<sup>[4]</sup>。图 1 和图 2 分别表示基玻璃和掺吡啶红的复合玻璃的吸收光谱。从图 1 可以看出,基质玻璃没有明显的吸收峰,玻璃稍带有蚌壳状的荧光。掺吡啶红玻璃的吸收光谱谱形比较简单,吸收峰位于 545nm 附近。曲线 1 为高浓度掺杂的吸收光谱,曲线 2 为低浓度掺杂的吸收光谱。随掺杂浓度增加光谱吸收强度增加,同时低浓度时的 500nm 弱吸收峰在高浓度时消失。因此,从吸收光谱可以看出有机染料吡啶红已经溶入了无机玻璃之中。

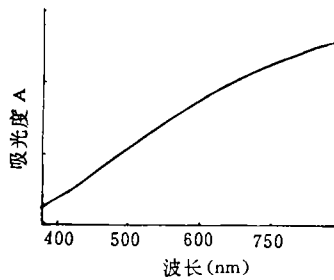


图 1 基质玻璃的吸收光谱

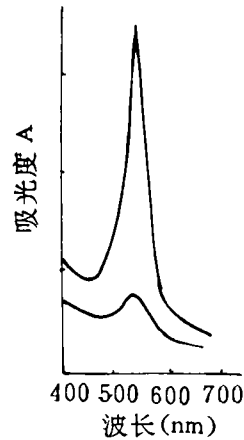


图 2 含吡啶红玻璃的吸收光谱

### 3 含吡啶红玻璃的发光光谱及荧光寿命

为了进一步证明有机染料吡啶红确实溶到了基质玻璃之中,我们测定了基质玻璃(图 3)和含吡啶红玻璃的发光光谱(图 4)。图 3(a)为基质玻璃的激发光谱,激发波长为 340nm,而 3(b)为基玻璃的发射光谱,其发射波长为 411nm。图 4(a)为含吡啶红玻璃的激发光谱,激发波长为 488nm,图 4(b)为发射光谱,发射波长为 575nm。

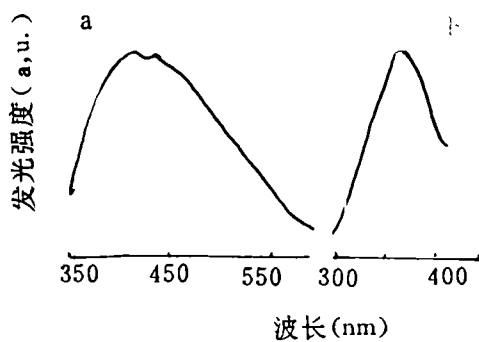


图 3 基质玻璃的发光光谱

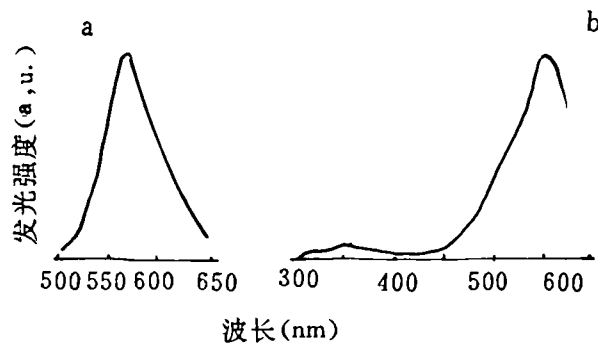


图 4 含吡啶红玻璃的发光光谱

采用美国 Continuum 公司 YAG 激光器 (8ns, 532nm 波长), 单色仪及美国 EG&G 公司 4400 型信号采集和处理系统, 测试了含吡啶红玻璃的荧光寿命, 如图 5 所示。经数字拟合得到了 21nsec 的荧光寿命。含吡啶红玻璃的发光特性证明了, 有机染料吡啶红已经溶入了基质玻璃之中, 而且其光物理响应特性得到了充分的体现。

### 4 讨 论

图 6 和图 7 分别表明基质玻璃和含吡啶红玻璃的红外光谱。测试仪器为 BIO-RADFTS-7 型傅立叶红外光谱仪, 仪器分辨率为 4。根据无机化合物红外光谱谱图<sup>[5]</sup>, 740cm<sup>-1</sup>和 920cm<sup>-1</sup>附近的吸收峰为焦磷酸盐结构 (Sn<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Pb<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 的特征吸收峰, 而 850cm<sup>-1</sup>的吸收峰则是由很有特色的 P-F 键引起的, 它与 AlF<sub>3</sub> 的红外吸收光谱中的 850cm<sup>-1</sup>吸收峰很相似<sup>[6]</sup>。

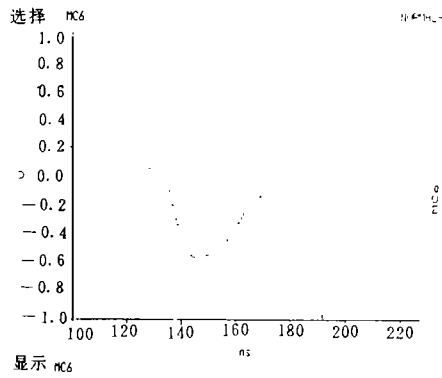


图 5 含吡啶红玻璃的荧光寿命

图 6 和图 7 分别表明基质玻璃和含吡啶红玻璃的红外光谱。测试仪器为 BIO-RADFTS-7 型傅立叶红外光谱仪, 仪器分辨率为 4。根据无机化合物红外光谱谱图<sup>[5]</sup>, 740cm<sup>-1</sup>和 920cm<sup>-1</sup>附近的吸收峰为焦磷酸盐结构 (Sn<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Pb<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 的特征吸收峰, 而 850cm<sup>-1</sup>的吸收峰则是由很有特色的 P-F 键引起的, 它与 AlF<sub>3</sub> 的红外吸收光谱中的 850cm<sup>-1</sup>吸收峰很相似<sup>[6]</sup>。

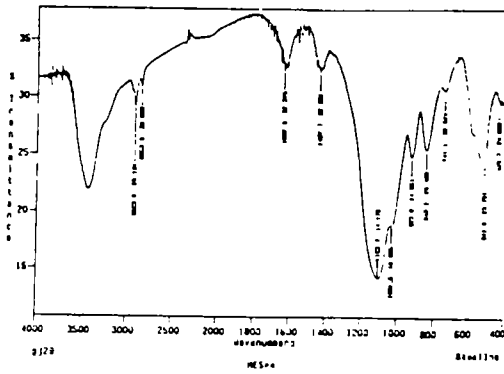


图 6 基质玻璃的红外光谱

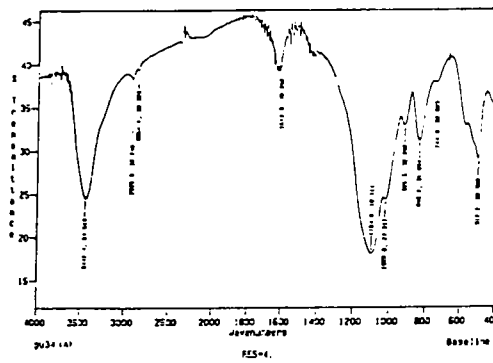


图 7 含吡啶红玻璃的红外光谱

将图 6、图 7 对比, 可以看出 740cm<sup>-1</sup>, 850cm<sup>-1</sup>, 920cm<sup>-1</sup>几个波长附近的吸收峰发生了明显的变化。即由于有机染料吡啶红掺杂到基质玻璃中, 使代表 P-F 键 850cm<sup>-1</sup>特征吸收峰强度增加, 而焦磷酸盐的 740cm<sup>-1</sup>, 920cm<sup>-1</sup>吸收峰强度降低最为明显。这说明有机染料吡啶红之所以能够稳定地存在于所研究的玻璃之中, 除了低的熔化温度确保有机物不分解不挥发外, 从玻璃结构化学的角度来看, 是由于玻璃中存在极性小的 P-F 键, 使玻璃结构具有一定的分子特性, 为碳、氢原子的端接提供了必要的条件。这是 850cm<sup>-1</sup>吸收峰吸收强度增加的直接原因。而焦磷酸盐的特征吸收峰 740cm<sup>-1</sup>, 920cm<sup>-1</sup>强度降低, 说明由于有机染料吡啶红的引入进一步破坏了 P-O-P 键, 与 P-F 键的增加有相同的效果。

## 5 结 论

含吡啶红玻璃复合材料发光特性的研究表明，有机染料能够溶入本研究的低温磷酸盐玻璃之中的必要条件是：无机玻璃要具备低的熔化温度，确保掺杂的有机物不分解、不挥发；玻璃结构中存在 P—F 键，增加了极性小的结构单元，引入的碳、氢原子才有可能稳定存在。有机染料的光物理响应特性，在所研究的玻璃中得到了充分的体现。该无机玻璃是有机染料良好的基质材料。

••感谢长春物理所靳春明、赵家龙同志对样品发光光谱的测试

### 参 考 文 献

- [1] Kasha M. et al., J. Opt. Soc. Am., 1984, 38 (12): 1068—73
- [2] Wayne R. et al., SPIE, 1987, 842: 2—7
- [3] Paul A. Tick et al., J. Opt. soc. Am., 1987, B4 (6): 1030—34
- [4] 席淑珍, 李磊, 光子学报, 1994, 23 (2)
- [5] Richard A., IR spectra of inorganic compounds. 1971: 169—185
- [6] Motoya Anma, J. Non-crystal solid, 1971, 135: 79—85

## Spectra Characteristics and Fluorescence lifetime of Glasses Containing Acridine Red

Li Lei, Xi Shuzhen

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun130022)

### Abstract

The spectra and the fluorescence lifetime of glass containing acridine red were measured. Dependence between Luminescence characteristics and glass structure were analyzed. The studies show that organic hydrocarbome compounds can exist in inorganic glass due to low temperature melting technology and P—F bond in glass structure.

**Key Words:** Acridine red , Spectra Characteristics , fluorescence Lifetime