

用时间分辨简并四波混频研究液晶相变前的行为

傅盘铭 米 辛 朱化南

(中国科学院物理研究所)

液晶在各向同性相中的简并非简并四波混频效应已被观察到。初步结果认为：液晶的四波混频可能存在两种机制，即来源于分子重新取向的非线性极化及热致位相光栅。这里，我们采用时间分辨简并四波混频通过偏振鉴别将这两种效应区分开来，并且研究液晶在相变前分子取向弛豫时间随温度的变化。同时，通过对激光感生热光栅的研究，测量液晶各向同性相的扩散系数。

我们用两台调 Q YAG 激光器来测量液晶分子重新取向的弛豫时间。它们的输出脉冲的延迟由一电子线路控制。作为泵浦光的倍频输出被一分束片分光，其中第一束光通过旋光片使它的偏振面旋转 90° 。第二台 YAG 的倍频输出作为探测脉冲，其偏振方向与第一束光相同。混频信号的偏振方向与探测光垂直。光电二极管将接收到的混频信号的峰值送至信号平均器。实验数据的采集和处理由微型计算机控制。在实验中，我们观察到，随着探测脉冲相对于泵浦脉冲的延迟时间的增加，混频信号强度以指数衰变，从中可以求得液晶分子取向的弛豫时间。

我们的样品为未提纯的 MBBA。在清亮点(约 42.4°C)附近，测得了的弛豫时间与温度的关系。Landau-de Gennes 理论预测 $\tau = (\nu/a)/(T - T^*)$ 。其中，对 MRBA， $\gamma = \gamma_0 e^{2800/T(\text{K})}$ 。最佳实验拟合参数为 $T^* = 314.4\text{K}$ ； $\nu/a = 8.8 \times 10^{-11} e^{2800/T(\text{K})} \text{sec} \cdot \text{K}$ 。此结果与用激光感生双折射及光散射方法测得的结果基本一致。

如果将第一束光光路中的旋光片去掉，即两束泵浦光的偏振方向相同，则混频信号的偏振方向与探测光相同。在这种情况下，当延迟时间大于几十微秒时，仍然可以看到混频信号。由于分子取向弛豫时间小于一微秒，因此，此时由分子重新取向所产生的混频信号可以忽略。为了证实此时混频信号由热光栅所产生的，我们测量了弛豫时间与一、二两束泵浦光夹角的关系。理论表明：热光栅的衰变速率与泵浦光夹角的关系为 $1/\tau = D(4\pi\theta/\lambda)^2$ 。由于热光栅的衰变是由扩散产生的，因此，当 θ 趋于零时，光栅周期趋于无穷大，弛豫时间亦趋于无穷大。在 $T = 45.1^\circ\text{C}$ 时，我们测得 MBBA 各向同性相的热扩散系数为 $D = 8.6 \times 10^{-4} \text{cm}^2 \text{sec}^{-1}$ 。