

抗温度变化激光染料溶液的获得

刘 杨 满

(华中理工大学激光所)

本文讨论了激光染料溶液粘度及热光特性对激光输出稳定性和线宽的影响。首次提出获得抗温度变化的激光染料溶液配制方法及实验结果。在 $18\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,其粘度保持恒定。

A temperature variation resistant laser dye solution

Liu Yangman

(Huazhong University of Science and Technology)

Abstract

The viscosity and thermooptic characteristics of the laser dye solution which effect lasers output stability and linewidth are discussed. The paper proposes firstly the preparation method and experimental result of the temperature variation resistant laser dye solution. Its viscosity remains constant within a temperature variation of $18\sim 40^{\circ}\text{C}$.

前 言

喷流式可调谐连续染料激光器具有输出功率高、相干性好、线宽窄以及从紫外到红外光谱范围内连续可调谐等优点,使得它成为研究非线性光学、光谱学、光化学及同位素分离的有力工具之一。

这种激光器的输出线宽可以达到 1 MHz 的数量级。为了获得如此窄的线宽,必须保证光学系统的稳定度在 10^{-6} 数量级,泵浦光源波动小于 $\pm 20\text{mW}$,染料溶液温度变化小于 $1/100^{\circ}\text{C}$ [1]。也就是说,光学系统和泵浦光源的稳定度给定以后,温度是决定激光输出线宽的唯一重要因素。在要求稳定度极高,线宽窄的场合,必须对激光染料溶液采取恒温措施。这样就会增加设备的复杂性,并给操作带来许多不方便。因此,作者试图寻找一种其粘度对温度变化不敏感的激光染料溶液,以满足高稳定度、窄线宽运转的需要。

一般激光染料溶液的温度-粘度 (η -T) 特性

喷射式连续染料激光器要求液膜具有高的流速，以达到机械消三重态的目的。通常，这个速度在 $7 \sim 15 \text{ m/s}$ 之间，最佳流速取决于溶液的粘度。粘度越高，由于各种原因在液膜上引起的表面波衰减越快，液膜的光学质量越好，激光输出越稳定，线宽越窄。二乙醇，甘油等具有较高的粘度，但是它们的热光特性差；水具有良好的热光特性，但是其粘度低，不能产生光学质量好的液膜。为了提高水的粘度，在水中加入增粘剂 Polyvinylalkol [PVA] 和 Polyvinylpyrrolidon [PVP][2]。但是水在室温下易蒸发，水蒸发后留下的PVP和PVA残渣堵塞喷嘴、回水管和循环泵内的过滤器。因此喷嘴每天必须清洗一次，回水管和过滤器要几天清洗一次。二乙醇和水的 η -T关系曲线如图1所示。

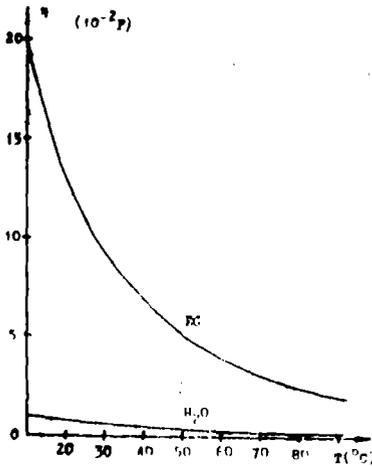


图1 二乙醇和水的 η -T关系曲线

由图1可见，当温度变化时，溶液的粘度迅速变化，溶液的流速随温度的减小而增加，使激光输出和线宽也跟着变化。图2表示Rh6G(若丹明6G)溶解在二乙醇中，在泵浦功率光保持恒定条件下，其输出功率与流速的关系。

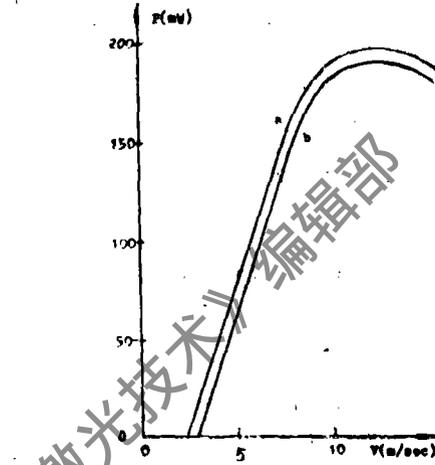


图2 激光输出与流速的关系。1.1g Rh6G溶解在1300mL二乙醇[EG]中：a.加入2.5mL消三重态化学药剂 H_2C_6 即缩写为COT，泵浦功率2W；b.同一溶液不含COT，泵浦功率3W

在激光染料溶液中，人们常常用化学药品Ammonyx-LO作敏化剂，以防止激光染料在溶液中二聚。事实上，Ammonyx-LO也是一种好的激光染料溶剂。T.F. Johnston等人第一次将Rh6G溶解在Ammonyx-LO : EG = 3 : 1的混合溶液中[3]，再加入少量的COT作为化学消三重态剂，激光转换效率高达30%，溶液寿命超过1000W·h。

在实验中我们发现Ammonyx-LO在一定温度范围内其 η -T曲线呈正向特性，如图3所示。而绝大多数激光染料溶液的 η -T曲线呈负向特性，如图1所示。

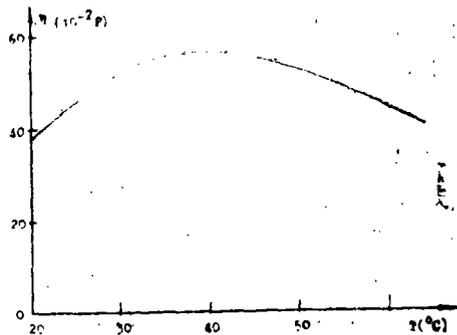


图3 Ammonyx-LO的 η -T特性

我们还发现，纯净的Ammonyx-LO在常

温下粘度约为二乙醇的5~10倍。但当掺入少量的二乙醇或水以后，其粘度迅速下降，并且其粘度随温度变化显得平缓。由于水具有良好的热光特性，使我们想起用这些溶液按一定比例混合，以获得一种抗温度变化同时又具有较好热光特性的激光染料溶液。

实验结果

在实验中，我们测量了多种混合比，其中较有代表性的两种混合比是：(1) Ammonyx LO : EG : H₂O = 18 : 1 : 1；(2) Ammonyx-LO : EG : H₂O = 18 : 1 : 2。这两种混合溶液在20℃时的粘度分别为15cp.和10cp.。当温度从18~40℃变化时，其粘度保持不变，如图4所示。

通常，粘度在10cP.以上就足以保证液膜的光学质量。使用浓度为 0.9×10^{-4} M/L的Rh6G溶解在 Ammonyx-LO : EG : H₂O = 18 : 1 : 1溶液中，在泵浦功率为3 W时，输出600mW，其效率为17%，与在同一实验条件下，用二乙醇作溶剂取得的结果一致。

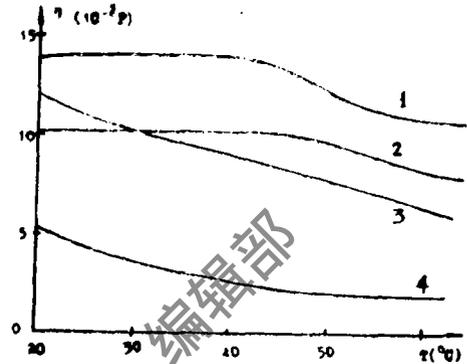


图4 Ammonyx-LO : EG : H₂O为18 : 1 : 1(曲线1)、18 : 1 : 2(曲线2)、18 : 2 : 1(曲线3)和18 : 5 : 6(曲线4)混合液的η-T曲线

参考文献

- [1] Appl. Phys., 1973, Vol. 4, P. 343~348.
- [2] Opt. Commun., 1976, Vol. 19, P. 197~200.
- [3] Appl. Opt., 1982, Vol. 21, P. 2307~2316.

作者简介：刘扬满，男，1942年出生。讲师。曾从事铜离子激光器、千瓦级横流CO₂激光器、TEA CO₂激光打标机研究。1986~1987年在联邦德国Darmstadt工业大学进修，从事可调谐环形染料激光器研究。本文是国外期间的工作。

收稿日期，1987年12月12日。