

# 微机控制的 CARS 实验装置及三氯甲烷的 CARS 谱<sup>1)</sup>

王立新 邢星 黄南堂 徐积仁

(中国科学院物理研究所)

## 摘 要

用 APPLE II 微机实现了包括激光触发, 波长调谐, 相位匹配角计算和调整, 探测波长自动跟踪以及数据采集和处理等过程的 CARS (相干反斯托克斯拉曼散射) 实验自动化。给出了三氯甲烷的 CARS 谱, 证明了装置的可靠性。

CARS 技术作为高时间、空间分辨率的光谱技术在燃烧诊断、化学反应动力学诊断以及污染检测等方面获得了日益广泛的应用<sup>[1]</sup>。但由于其光路调整复杂, 需考虑样品的相位匹配条件, 而且其信号波长和相位匹配角随探测光波长而改变, 因此要获得大波长范围的 CARS 谱, 就要求实现信号探测器 (如单色仪) 响应波长和匹配角与探测光波长按一定的数学关系同步调谐, 因而给实验带来许多困难。另外, CARS 信号强度与泵浦光强度的平方成正比, 因此为消除由激光强度涨落带来的影响, 需要将信号强度除以泵浦光强度的平方, 这也给实验数据处理造成困难。为解决这些问题, 建立了一套由 APPLE II 微机控制的实验装置, 实现了激光触发, 波长调谐, 相位匹配角计算和调整, 信号探测频率跟踪以及数据采集和处理的自动化, 并获得了三氯甲烷的 CARS 谱。

## 一、系统的硬件设置

本实验装置框图如图 1 所示。实验的控制中心为一台 APPLE II 微型计算机。其数字化输入输出采用通用接口适配器 6522 作为接口。计算机输出脉冲触发一台由联邦德国进口的 MSC 103 型准分子激光器。为防止脉冲激光器的强电磁干扰和获得足够的触发功率, 在接口和激光器之间设置了光电隔离装置和功率放大器。激光器采用氯化氙作为工作介质, 输出激光波长为 308nm。单脉冲能量从 50mJ 至

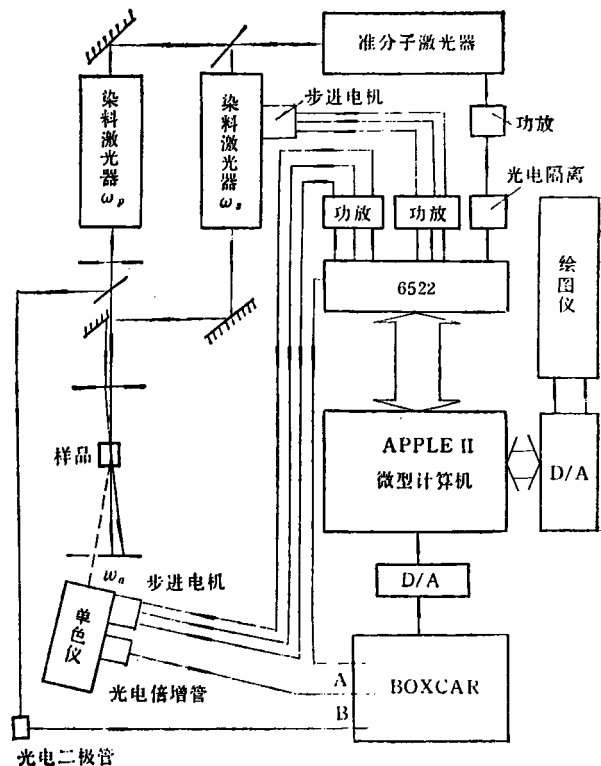


图 1 系统的硬件设置

150mJ 可调, 脉宽约为 20ns。用该激光同时泵浦两台具有放大级的染料激光器, 分别作为泵浦光和探测光。实验中, 控制泵浦光和探测光的单脉冲能量分别为 1mJ 和 0.5mJ。激光线宽约为 0.05 Å。泵浦光波长固定于 5740 Å, 探测光的波长则在计算机控制下扫描。在计算机接

1) 本工作得到国家自然科学基金委员会及中国石油化工总公司发展部的资助。

口和步进电机之间设置功率放大器。泵浦光和探测光按计算机计算好的相位匹配角射入样品，出射光经光阑和光栅滤除泵浦光和探测光成分后进入单色仪。单色仪上安装由计算机控制的光栅扫描系统，可随探测光同步扫描。计算机在触发激光器的同时触发 BOXCAR 积分器进行采样。由 BOXCAR 多次平均后的信号送入 A/D 转换器转换为数字量后进入计算机存储和处理，最后在显示屏上显示，打印机打印或经 D/A 转换后由绘图仪绘出。

## 二、系统的软件设置

系统进行实验的程序框图如图 2 所示。采用 BASIC 语言调用汇编子程序，使人机对话方便，又保证了操作速度。

相位匹配所要求的泵浦光和探测光的夹角

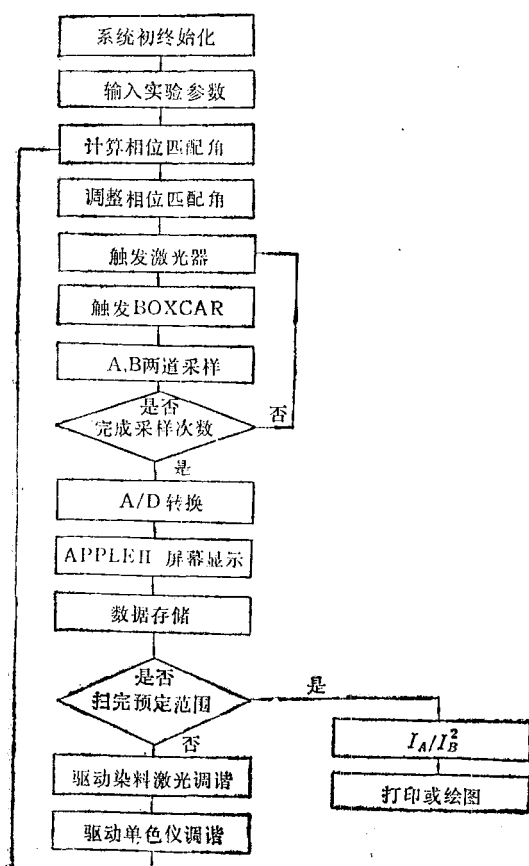


图 2 系统程序框图

根据  $2k_p - k_s - k_i = 0$  的要求计算。计算时需用到的样品对泵浦光、探测光和信号光的折射率通过样品的色散关系而求得。信号光探测频率由  $\omega_s = 2\omega_p - \omega_i$  求得，其中  $\omega_p$  为泵浦光角频率， $\omega_s$  为探测光角频率。

## 三、三氯甲烷的 CARS 谱

为验证系统的性能，我们测量了三氯甲烷  $671\text{cm}^{-1}$  拉曼模的 CARS 信号，如图 3 所示。所有实验参数包括 BOXCAR 门延迟、门宽、平均点数、脉冲重复率等均由键盘输入，实验过程完全自动化。这说明系统工作是方便、可靠的。

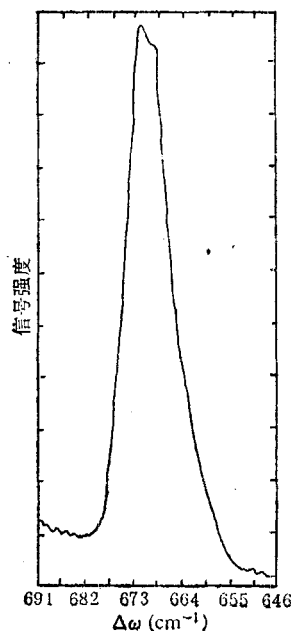


图 3 三氯甲烷的 CARS 谱

最后顺便指出，本系统不但适用于 CARS 实验，而且只需对软件稍加改动，还适用于使用脉冲激光器进行的任何光谱实验。

致谢：作者对张志三先生的关心和帮助表示感谢。本组研究生王汉林和云南大学戴祖诚同志参加了部分工作，一并致谢。

[1] B. Dick and A. Gierulski, *Appl. Phys. B*, **40** (1986), 1-7.