

自控闪光动力学光谱仪及其在紫膜光化循环研究中的应用*

董宝中 顾向明 生文君

(中国科学院高能物理研究所, 北京 100080)

张思和 石志远 谈曼琪

(中国科学院生物物理研究所, 北京)

关键词 动力学光谱仪, 微机控制, 模块软件, 紫膜

在对紫膜光化循环过程的研究中, 为了了解光化循环过程中间产物的性质, 需要测量其瞬态光吸收的变化。动力学光谱仪就是为此目的设计的。根据脉冲光能动力学测量原理和国内外类似仪器的特点^[1-3], 我们研制成用于测量紫膜光循环中具有毫秒级寿命的中间产物变化的闪光动力学光谱仪。本文对该装置和软件作一简单介绍。

一、仪器装置和工作原理

该仪器的原理是, 用一持续时间很短的强的光脉冲诱发溶液样品的光化反应, 另用一光强稳定的单色

光源照射溶液样品, 同时测量该波长透射光的强度随时间的变化。该变化反映了样品中光化反应中间产物的动力学变化过程。仪器的结构如图 1 所示, 包括光学系统和控制及数据采集系统两部分。

光学系统包括: 测量光源、脉冲光源、样品室和两个光栅单色仪。

控制和数据采集系统包括: 线性放大器、稳压电源、波形存储器、示波器、光电倍增管、分压和滤波器、计算机并行接口和计算机。

本仪器的结构与文献[3]相似, 不再赘述。仅叙述一下改进之处:

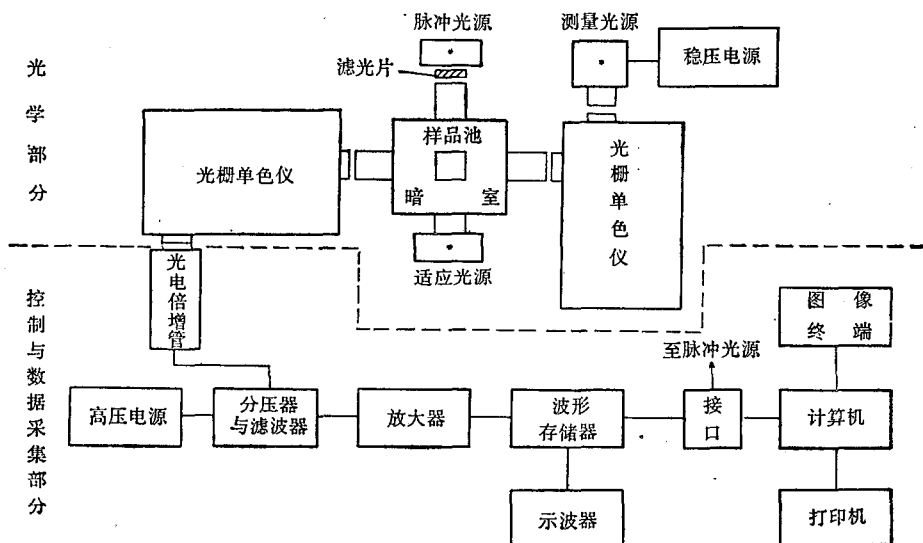


图 1 闪光动力学光谱仪示意图

1. 用光栅单色仪 (WDG 30 型, 北京第二光学仪器厂生产) 将测量光单色化, 而不是用滤光片。单色仪波长由 7600 Å 至 3800 Å 连续可调, 分辨率 $\leq 1 \text{ Å}$ (狭

缝开至 0.05 mm 宽)。这样在实验时, 不但可以减少其

* 国家自然科学基金资助。

它波长的光对测量光的干扰,而且很容易变换光的波长,可以测量在不同光波长下的光吸收随时间的变化。

2. 用作脉冲光源的闪光灯及用作数据测量的波形存储器由计算机通过自制接口直接控制。计算机可控制波形存储器的启动、触发、数据采集和脉冲光源的闪光。当调整好仪器后,可用计算机程序控制,反复多次自动进行动态光谱实验,并将测量数据存入计算机或进行相加处理后存入。在生物动态光谱实验中,由于信号弱,往往需采用多次实验结果相加平均处理的方法以消除噪声的影响。这样不仅可以减少重复的实验操作,而且更重要的是可以提高实验精度。对足够多次的实验数据相加平均后,最小可测的光密度变化可达 0.0015。

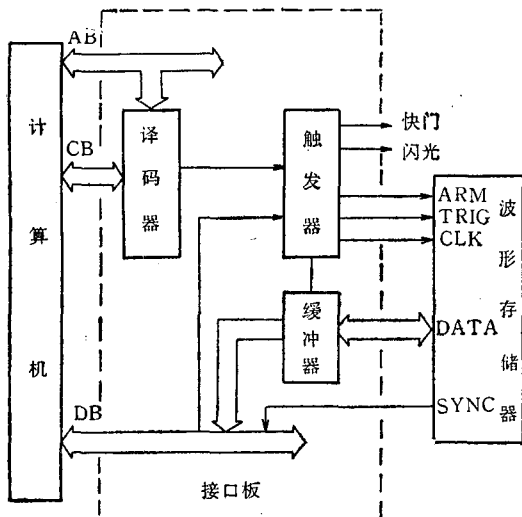


图2 接口板逻辑框图

(上接第75页)

4. 发现和作直方图程序 本程序是计算机处理单通道数据的主程序。对一系列随机电流脉冲信号,判断通道何时开启和何时关闭,并计算出开启时通道电流平均幅度和开启时程、关闭时程。由发现程序完成。通常是设置一条阈限作为开启和关闭的判断条件。Sigworth 是采用背景噪声标准误的六倍作为阈限。我们考虑到单通道信号中有小电导态,有阵发(burst)现象,在一簇开启中,有时通道并不回到基态,而是回到某一亚态等情况,为了能够更灵活、更有针对性的分析以上某一个具体问题,我们在程序中设计了可由操作者自己选择的阈限值,同时还设置了幅限值。图1是由本程序所绘制的直方图。

讨 论

1. 阈限设置对数据处理结果的影响 如上所述,自设阈限具有灵活性和针对性。如由图 1a 结果可区

自动控制用的微机是 Zenith Data System 公司的 Z-100PC。它是一种 IBM-PC 兼容机。配上自制的并行接口板后,实现了对波形存储器和脉冲光源的控制。图2是自制接口板的逻辑框图。计算机的命令通过扩展总线送给译码器 74 LS138,由译码器选择驱动相应的触发器翻转,实现对闪光灯和波形存储器的控制。

二、软件的设计

软件的编写采用模块方式。整个软件由初始化、主控制、数据采集、数据采集平均、数据处理、外设控制、显示及打印曲线等七个模块组成。鉴于 Basic 语言具有简单、易懂,便于人机对话和较强的打印作图功能等优点,因此,除数据处理外的程序均用 Basic 语言编写。数据处理模块的程序采用计算功能强,速度快的 Fortran 语言。故我们的数据处理模块比文献[3]的功能强,速度快。数据处理模块包含有光密度计算;单、多指数曲线拟合;质子泵功能计算等四种不同的数据处理程序。多指数曲线拟合程序,能将中间产物 M_{412} 的快、慢衰减组分分开,从而可以研究快、慢衰减组分与 pH 值的关系。实验结果另有文章介绍^[4]。

参 考 文 献

- 1 Govindjee R et al. *Biophysic J*. 1980; 30: 231
- 2 沈恂等. *生物化学与生物物理学报*, 1981; 13: 165
- 3 王能等. *生物物理学报*, 1986; 2: 32.
- 4 顾向明等. *生物物理学报*, 1989; 5(3): 274

[本文于 1989 年 11 月 10 日收到,
1990 年 1 月 8 日修回]

分出有两个电导态。自己设置阈限和幅限可以挑选出一种电导态进行处理。如对其中小电导态处理结果为:单通道电流 1.8pA;平均开启时间 $\tau = 1.3\text{ms}$,说明它们是一些窄脉冲;平均关闭时间 $\tau = 11.3\text{ms}$,说明出现几率比大电导态几率要小。

2. 只配以 A/D 接口,用通用计算机处理单通道数据是可能的 由此可以肯定这一程序的经济价值,而且可以根据自己所研究的问题来编制程序,这更增添了它的针对性和灵活性。

参 考 文 献

- 1 杨文修,赵明利. *生物化学与生物物理进展*, 1988; 15(3): 186
- 2 Sakmann B, Neher E. *Single-channel recording*. New York and London: Plenum Press, 1984: 191-263, 301-321

[本文于1989年9月23日收到,1990年1月31日修回]