

# 723 型可见分光光度计的功能开发

王 慧<sup>\*</sup>, 季 钢, 罗海福

(上海交通大学信息检测技术及仪器系, 上海 200030)

摘 要: 简单介绍了 723 型可见分光光度计, 在基本保持仪器原有机械结构的基础上, 增加了温控系统和吸液装置, 并对原仪器主板电路及程序进行了重新设计和编制, 使它成功地应用于胃蛋白酶浓度的测量。

关键词: 分光光度计; 光栅; 光谱; VFC

中图分类号: O655.2      文献标识码: B      文章编号: 1006-3757(2001)01-0017-03

分光光度计是产生和利用单色光照射样品, 并测量单色光通过透明样品前、后的入射光及透射光能量的仪器。在质控、农业、医疗卫生、环境监控、化学分析等部门得到了广泛的应用。我国早在七、八十年代就开发出了第三代分光光度计<sup>[2]</sup>。作者在基本保留上海精密科学仪器公司生产的 723 型可见分光光度计机械结构的基础上, 增加了温控系统和吸液装置, 对原有的仪器电路主板及程序进行重新设计和编制, 使它应用于一些生物制剂浓度的测量。这大大地缩短新产品开发周期和上市时间。本文主要讲述用单片机如何控制 723 型可见分光光度计的

光学系统, 使它能产生指定波长的单色光, 以及所增

## 1 仪器的原理和结构

仪器由光源、自动光门、单色器、样品室、光门、前置放大器、电压频率转换器 VFC、8031、键盘、显示器、打印机等部分组成, 基本与 723 型可见分光光度计相同。其原理框图如图 1 所示。从光源发出复合光, 经单色器后, 产生单色光。单色光穿过样品室的溶液后, 照射到光电管上。光电管把随溶液浓度而变化的光信号转换成与之对应的电信号。电信号放大经 VFC 变成频率脉冲送 8031 的 T0 计数器。从而实现仪器的系统功能。

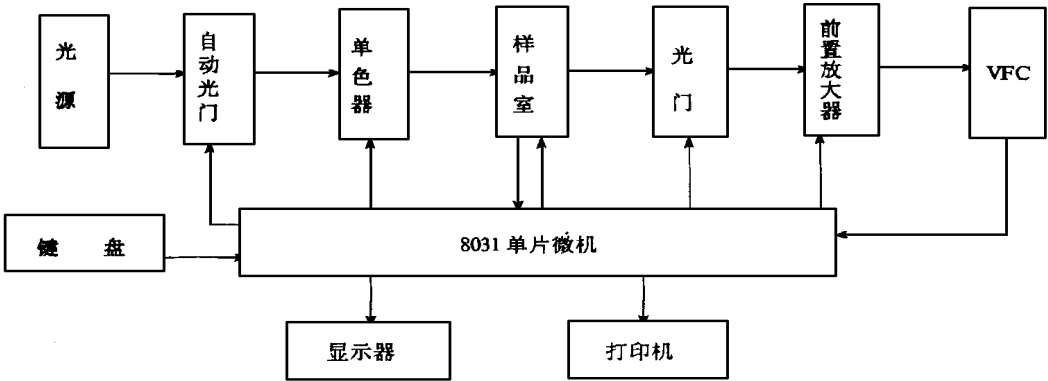


图 1 仪器系统结构  
Fig 1 Structure of instrument

<sup>\*</sup> 通讯联系人。  
收稿日期: 2000-09-20; 收到修改稿日期: 2000-11-06.

## 2 单色器系统及波长定位和驱动

朗伯比耳定律只适用于单色光,单色器是仪器的核心部分.本仪器仍采用原有的723型可见分光光度计的光学系统,它由滤光片组、聚光镜、反射镜、准直镜部件组成,如图2所示,它能产生320 nm到820 nm的单色光.光线经过入射狭缝经反射镜反射到准直镜,形成平行光,平行光射入色散元件光栅,色散后的各种波长的平行光由聚焦镜按其波长顺序成像在焦平面上,不同波长的光线从出射狭缝中射出.控制步进电机转动光栅就能得到不同波长的单色光.

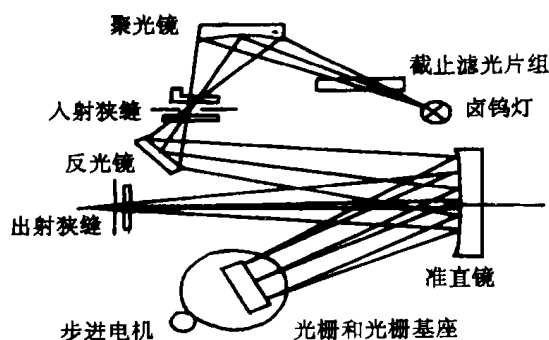


图2 单色器光学系统

Fig. 2 Optical system of monochrome

### 2.1 理论分析

根据光栅衍射理论<sup>[1-3]</sup>,出现干涉极大值时应方程  $m\lambda = d(\sin\alpha + \sin\beta) \dots$ , 这就是衍射光栅方程,  $m$  为光栅光谱的级次数,  $d$  为光栅常数,  $\alpha$  为光束的入射角,  $\beta$  为衍射角. 在723型可见分光光度计的光学系统中,经反射镜镜像变换后,入射狭缝与出射狭缝靠得很近,可以认为入射角与衍射角相等,而且723型可见分光光度计使用的是+1级光,即  $m = 1$ ,所以光栅方程  $m\lambda = d(\sin\alpha + \sin\beta)$  可化为  $\lambda = 2d \sin\beta$ , 723型可见分光光度计的光栅常数是  $d = 1/1200 \text{ mm}$ . 这样,每一个波长  $\lambda$  对应一个衍射角  $\beta$ ,例如当衍射角  $\beta = 11.069^\circ$  时,  $\lambda = 320 \text{ nm}$ . 723型可见分光光度计是通过转动光栅位置而改变衍射角  $\beta$  的. 步进电机的步距角为  $0.18^\circ$ ,仪器速比52,所以步进电机每转动一步,光栅转动  $(0.18/52)^\circ$ . 对公式  $\lambda = 2d \sin\beta$  两边微分得  $\Delta\lambda = 2d \cos\beta \Delta\beta \leq 0.1007 \text{ nm}$ ;而实际上  $\beta \geq 11.069^\circ$ ,  $\Delta\lambda \leq 0.1007 \cos\beta < 0.1 \text{ nm}$ . 因此,可见分光光度计的波长可读

精度是  $0.1 \text{ nm}$ .

### 2.2 控制方法

单色器是以寻找零级光作为波长定位的基点.在复合光的衍射光谱上,各单色光的零级光重叠在一起,零级光的中心部分能量最高,而且比±1级光的能量高好几倍.根据这一点,原则上只要找到能量的最高点即找到了零级光的中心.723型可见分光光度计在设计上方便了零级光的查找,为了精确定位,在单色器内设置了一光电续断器装置,当仪器步进电机带动光栅逆时针转动返回波长起点,齿轮上的遮光片切断光电耦合器电路,光电耦合器(GD53)输出低电平,通过8155 I/O PB7口送8031芯片控制.而零级光的中心就在这个机械卡位的右面附近.接着,步进电机带动光栅右转一步,查询一步,找到能量最高点就找到了零级光的中心.以后这个位置就作为整个波长定位的基准点,此处  $\beta = 0^\circ$ . 例如,要产生  $\lambda = 500 \text{ nm}$  的单色光,那么  $\beta = 17.4576^\circ$ ,相对于零级光的中心,右转步进数是  $n = 17.4576 \times 52/0.18 = 4053$ . 这样就解决了单色器从320 nm到820 nm波长定位和驱动的问题.就可以编程实现产生指定波长的单色光.

## 3 温控系统和吸液装置

由于胃蛋白酶的特殊性,需要保持样品室的温度为  $37.5^\circ\text{C}$  (精度为  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ).温控系统的执行器件采用半导体制冷器,半导体制冷器体积小重量轻,具有致冷和加热两种功能:改变直流电源的极性,同一致冷器可实现加热和致冷两种功能.致冷组件为固体器件,无运动部件,因此失效率低,寿命大于20万小时.与机械制冷系统不一样,工作时不产生噪音.使用闭环温控电路和单片机,可以对样品室的温度控制达到很高的精度.驱动电路如图3所示.温控前置放大电路如图4所示.

当8031芯片的P1.0输出为高,P1.1输出为低时,半导体制冷器正向导通,放热;P1.0输出为低,P1.1输出为高时,半导体制冷器反向导通,制冷;P1.0和P1.1均输出为低时,半导体制冷器不工作.在测温电路中,温度传感器采用铂(Pt)热敏电阻,它具有测温范围宽,线性度好的优点,差分放大器对电桥信号进行放大.在室温为  $20^\circ\text{C}$  时,使样品室达到  $37.5^\circ\text{C}$  (体温),加热时间大约为6 min.吸液装置通过控制直流电机通断以及延时(本仪器为5 s)就可实现,在此不再详述.

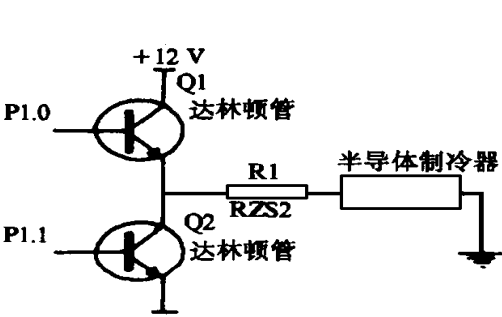


图 3 温度控制驱动电路

Fig. 3 Driver circuits for temperature control

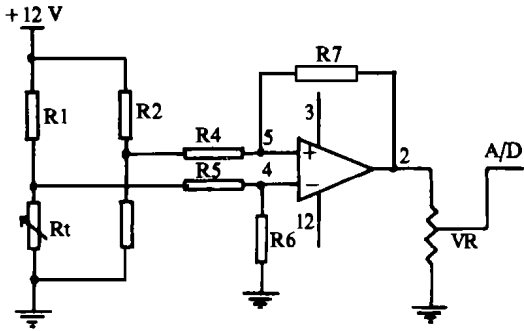


图 4 温控前置放大电路

Fig. 4 Amplifier circuits

4 结束语

本实验室与中国科学院上海分院生物研究所合作,进行了 723 型可见分光光度计的二次开发. 由于胃蛋白酶原的特殊性, 需要保持样品室温度的恒定, 并增加了吸液装置使操作方便. 根据被测胃蛋白酶的浓度, 结合生物研究所的研究成果, 我们编程增加了诊断的功能. 这些工作把原有半自动化的可见分光光度计改制成了全自动化的医疗仪器, 在临

床诊断上发挥了作用.

参考文献:

[1] 陈捷光, 范世福. 光学式分析仪器[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.  
[2] 吴树恩, 钱光蓓. 通用分光光度计的现代设计实现[J]. 光学仪器, 1998, 21(1): 14~ 20.  
[3] 申燕玲. 分光光度计的误差来源分析[J]. 计量与测试技术, 1999, 3 15~ 16.

The Function Developing of Spectrophotometer 723

WANG Hui, JI Gang, LU O Hai-fu

(Department of Information Detection and Instrument  
Shanghai JiaoTong University, Sanghai 200030, China)

**Abstract:** Spectrophotometer 723 was introduced briefly first. In order to apply it into measurement of pepsin thickness, a temperature control system and a pipe equipment were added into the instrument. The board of the instrument was redesigned and the code was reedited also.

**Key words:** spectrophotometer; raster; optical spectrum; VFC

**Classifying number:** 0655. 2