

微机光谱响应测量系统

郑力新 郭享群

(电气技术系)

摘要 本文介绍了一种用微机进行采样与控制的光谱自动测量系统,它测量速度快、精度高、稳定性好、适应性强,对普通的实验室光谱测量是一大技术改进。

关键词 光谱响应,自动测量,微机控制

0 引言

光谱分析是物理、生物、化学等领域中广泛应用的分析方法。随着科学技术的发展,人们迫切需要一种稳定、准确、快速及适应性强的光谱响应测量装置。因此,国际市场上光谱分析仪器生产销售不断增加,仪器性能不断提高,充分实现了自动化和智能化。而国产光谱响应测量装置档次还较低,缺乏先进的数据控制、记录、处理和显示功能。因此加快开发先进光谱测量仪器成为八五计划的一项刻不容缓的任务。针对这种情况,我们自行设计了一种新型微机光谱响应测量系统。

1 光谱响应测量基本原理及系统简介

在目前光学薄膜的光谱响应测量中,采用较多的是直接比较法。对光的测量分为两路,一路是标定基底透射光经光电转换后的信号测量,另一路则是对镀有薄膜的膜片透射光经光电转换后的信号测量。两者之比为薄膜的光谱响应,即

$$S_{\text{膜}}(\lambda) = i_{\text{膜}}(\lambda)/i_{\text{基}}(\lambda). \quad (1)$$

传统测量法原理如图1所示。测量时,切换基片和膜片,通过单色仪选择一系列波长 $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_n$,用微安表测出相应的电流值。然后由式(1)计算 $S_{\text{膜}}(\lambda)$,并制成光谱响应曲线进行分析。这种方法只能得出粗略结果。

本设计微机光谱响应测量系统结构如图2所示。它由微机发出命令,启动电机不停地转

* 本文1992-01-14收到。

动以带动单色仪在规定的波长范围内扫描。与此同时,从另外一路将不同波长的光电信号进行 A/D 采样并存储起来。由于扫描的速度和扫描单色仪扫描范围都事先设定,故每个采样值对应的波长可以计算得出,从而解决了两组数据同步的问题。信号的采样频率、扫描机移动等都是由微机统一进行实时控制,实现了自动化和智能化。

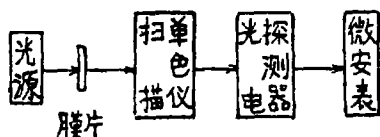


图1 传统光谱响应测量原理图

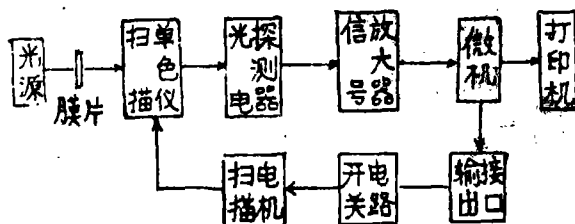


图2 微机光谱响应测量系统

2 硬件的构成与设计

2.1 微机及接口

本系统采用 IBM PC/AT 微机为系统控制、采样、处理核心。它的运行速度快,内存容量大、开发环境好,为系统可靠运行提供了切实保障。A/D 转换及 I/O 接口采用的是 PC1232k 插板模块,总线为 PC62pins,直接插入 PC/AT 扩展槽内可用。该产品采样速度快,分辨率高、线性性好,用 BASIC 语言、汇编和 C 语言均能实施编程。主要的性能指标如下:(1)A/D 转换时间 $\leq 25\mu\text{s}$;(2)分辨率 12 位;(3)量程 $-10\sim+10\text{V}$ 或 $0\sim20\text{V}$ 可选;(4)附 8 位 I/O 并行口。A/D 板的逻辑结构如图 3 所示。启动 A/D 转换地址为 &H61B;读 A/D 低 4 位数据地址为 &H61C;读 A/D 高 8 位数据地址为 &H61D;I/O 输出地址为 &H200H。详细的编程方法见控制程序设计一节。

2.2 光源

本系统选用 XQ-150—500 直流氙灯多电源。它的可见光区近似日光,具有亮度大,光效高,色温为 6000K,以及发光体小等优点,能使测量系统在短波段的信噪比得以提高;同时采用交流稳压电源供电,进一步提高光源的稳定性。

2.3 扫描单色仪及扫描电机

单色仪为 WDG30 型,工作波段范围 $0.38\sim0.76\mu\text{m}$,波长准确度 2\AA ,齿轮每转一周出射单色光波长改变 100\AA 。与其配套使用的扫描电机为低速同步机 2CD4-6 转速 2r/min ,齿轮比 $1:1$,所以单色仪波长自动扫描速度为 200\AA/min 。

2.4 光电探测器及信号放大器

此处用 GDB-423 型光电倍增管为光电探测器来实现光电转换,其输出电流很小(μA 级),为了适应后面的 A/D 转换,必须进行 I/V 转换及信号放大。这部分由自行设计的放大器完成,如图 4 所示。FC54 是高增益低功耗集成运放,它通过 R_w 调零, C_c 进行频率补偿。 R_o 、 R_1 、 C_1

构成一个 T 型滤波网络,用于消去杂散噪音,提高信噪比. 电路 I/V 转换的公式为

$$V_0 = -R_F \cdot I_i$$

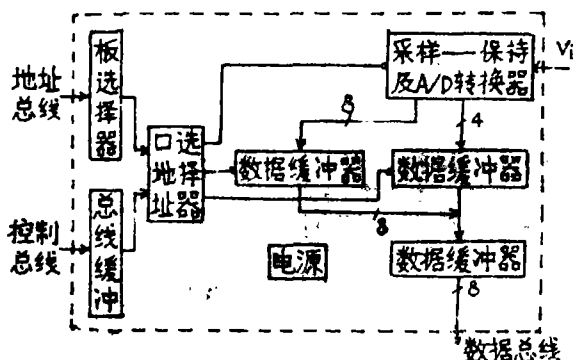


图 3 A/D 板逻辑结构图

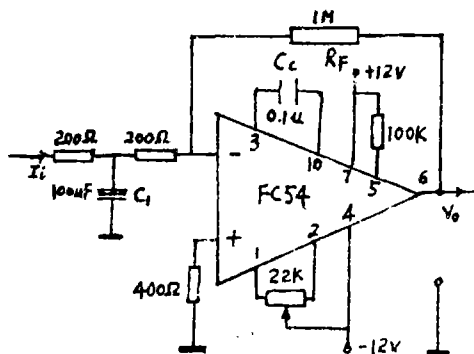


图 4 I/V 转换及信号放大电路

2.5 开关电路

用于控制电机的转停,如图 5 所示. 当 I/O 口端出高电平时,3DK4C 导通, J₁ 触点闭合,220V 市电接入电机,电机便开始转动. 当 I/O 口输出低电平时,3DK4C 截止, J₁ 触点断开,220V 被切除,电机停转.

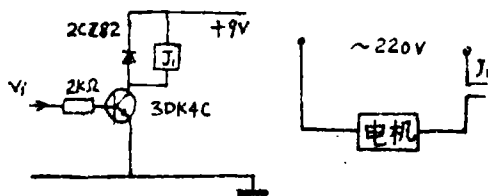


图 5 开关电路图

3 控制程序设计

程序设计采用了 BASIC 语言,它具有很强的图形功能,较好的人机界面,编程容易、调试方便. 缺点是速度慢,但由于主机的运行速度很快,且本系统现有采样频率要求不高,故亦无妨. 源程序功能分下列几个部分.

3.1 联机初始化处理 由人机对话的方式输入单色仪扫描的起始波长 ω_0 ,终止波长 ω_1 及采样时间间隔 $A(S)$,则采样点总数

$$D = (\omega_1 - \omega_0) / 20 \times 6 / A$$

以 D 值确定存贮数组的维数,然后进入菜单选择. 菜单内容含数据采集、数据处理、数据存贮、作图等项,可以任意进入和切换.

3.2 数据采集 数据采集是个循环程序,每循环一次采集一点,故需循环 D 次. 采样的时间间隔用 BASIC 语句 SOUND $f, \Delta T$ 来实现. 语句中 f 为发声频率, ΔT 为发音时间长. ΔT 取 18.2×4 ,能使计算机执行该语句时停留 $A(S)$ 时间,从而起到间隔时间的作用. 采样的数据将暂存于对应的数组之中.

A/D 采样为 12 位,而计算机数据总线为 8 位,故采样读数要分两步进行,做法如下:1#:

OUT &H61B,&H10.启动 A/D 转换; 2#:ADL=INP(&H61C),读入 A/D 低 4 位数; 3#:ADH=INP(&H61D),读入 A/D 高 8 位数.读入完毕,先重新合成 12 位数值 B ,即 $B=ADH \times 16 + ADL/16$,再换算成实测电压值 $V=B \times 20/4096$ (A/D 量程 0—20V).

本程序还设有监视功能,即能在采样过程中将所采集的数据不断地显示在屏幕上以便观察和分析.

3.3 数据贮存 数据在本程序中分两类,一类是原始数据,即直接采样而得的数值;另一类是结果数据,即经过分析处理的数据.存贮的形式也分两种,一种是以数组的形式存于内存之中,另一种是以顺序文件的形式存于磁盘中.不同数据的类型及存贮形式为数据的使用带来了极大的方便.

3.4 数据处理 数据处理主要针对原始数据,具有相对的独立性和灵活性.本程序提供的数据处理方法在下列几种.

1)平均值滤波:关闭光信号源进行空采样,数据仍呈正弦波形式变化,频率为 50Hz,乃是工频干扰所至.为克服之,我们提高了采样密度,把采样数据点按采样顺序 N 点为一段分成 E 段($E=D/N$),以每段的数据平均值为一(称为段点).由于电机扫描速度不快,故可认为该点仍是对应于某个波长值而测,不同的是它消除了高低不平的工频干扰,逼近于真实值.

2)消除暗电流:光学仪器中由于杂散光干扰等因素,存在着暗电流(折成电压 V),它始终叠加在真实的信号 $V_{\text{测}}(\lambda)$ 、 $V_{\text{基}}(\lambda)$ 上.故若用采样数据直接计透射比,则

$$S_{\text{测}}(\lambda) = (V_{\text{测}}(\lambda) + V) / (V_{\text{基}}(\lambda) + V)$$

显然结果有相当的误差.程序中,我们对测得的数据都减去 V 再计算 $S_{\text{测}}(\lambda)$,从而提高了准确性(其中 V 可用预测的方法即关闭信号源进行 N 次采样平均获得).

3)计算光谱响应:经过上述两种处理,将所得数据代入公式

$$S_{\text{测}}(\lambda) = V_{\text{测}}(\lambda) / V_{\text{基}}(\lambda)$$

计算,然后存 $S_{\text{测}}(\lambda)$

于磁盘中. 3.5 光

谱响应曲线绘制 光

谱响应曲线图描绘的

是 $S_{\text{测}}(\lambda)$ 随波长变化

的情况,如图 6 所示

.本绘图程序采用了

坐标压缩放大技术,

具体做法是先求出所

绘数据的最大值

MAX,再以各数据值

除以 MAX 乘纵坐标

总长为纵坐标,以数

据点顺序号除以数据

点总数乘横坐标总长为横坐标进行绘制.其特点是适应性强,数据无论大小都能自动进行自

我调节,图形始终充满整个画面.另外,坐标都标注了刻度,主要测试参数都给予说明.控制

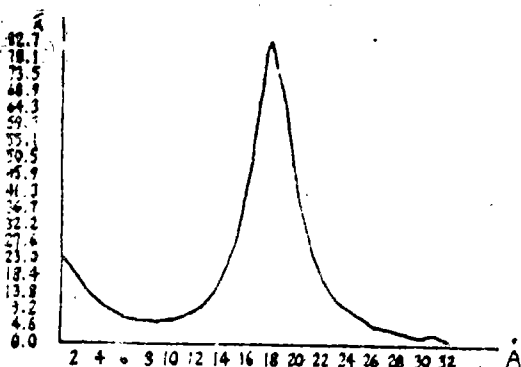


图6 单色滤片光谱响应曲线

程序的流程图如图 7 所示。

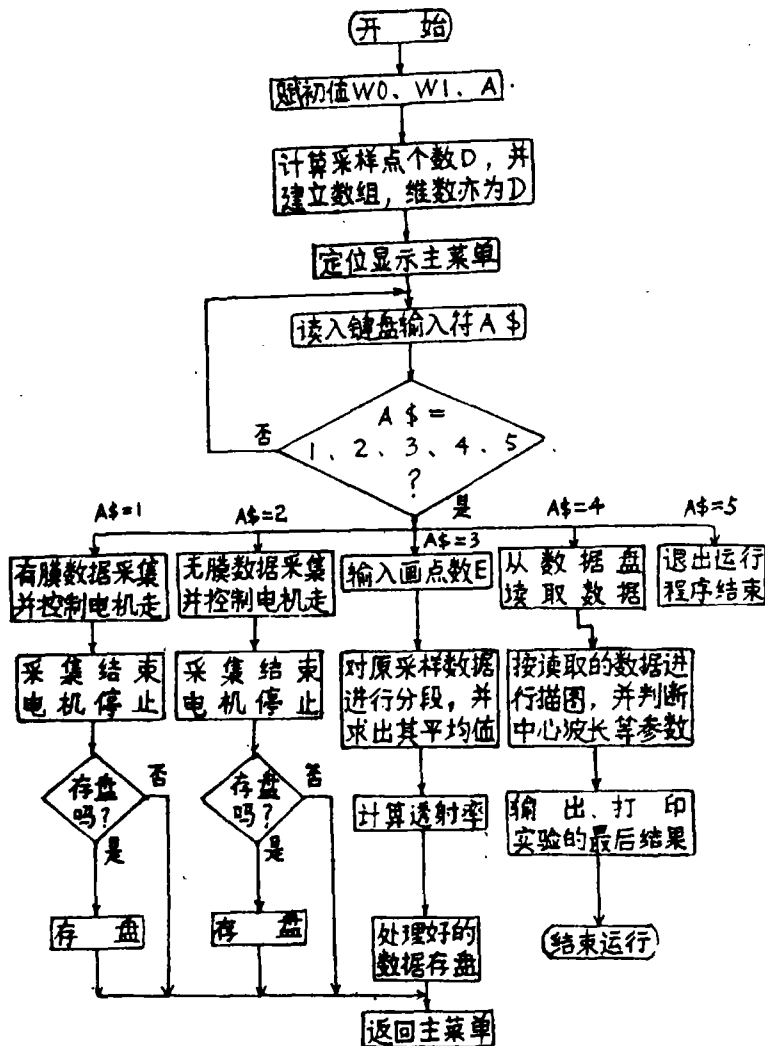


图 7 程序流程图

4 结果与讨论

用本系统对单色滤光片进行了实测。扫描波长范围为 $4002\text{--}5198\text{Å}$, 采样时间间隔取 0.18S , 段点数(亦即绘图点数)取 200 点, 不到 20min 就完成整个测试任务。

与传统测试方法相比, 该系统测量技术性能有大幅度提高。首先, 测量点数大量增加, 可达上千点, 能够细致地反映各波段情况, 绘制的曲线准确细腻; 其次, 由于测量时间短, 系统引入干扰的机率减少, 加上采样高分辨率 A/D 转换器及平均滤波、去暗电流等软硬件措施, 数据的可信度大为增加, 提高了系统测量的稳定性、可靠性和准确性; 再次, 降低了劳动强度, 提

高了工作效率,完成了人工几乎不能完成的工作量。

本系统的设计方法具有普适性。采用的光学仪器及微机是一般光学实验室常备的,因此只需花一、二千元购置 A/D 模板,并按本文提供的方法进行设计、安装、调试,就能实现上述功能,很适合国情,有一定的推广价值和现实意义。

参 考 文 献

- [1] 沈兰荪,数据采集与处理,能源出版社,(1986)。
- [2] 齐丕智等,光敏感元件及应用,科学出版社,(1987)。

A Microcomputer-Controlled Spectral Measurement System for Measuring Spectral Response

Zheng Lixin Guo Hengqun

(Department of Electric Technique)

Abstract for measuring spectral response, the author put forward an automated spectral measurement system in which a microcomputer works for sampling and controlling. The system measures in quick speed, high accuracy, good stability and great adaptability. It is a great improvement in technique of spectral measurement.

Key words spectral response, automated measurement, microcomputer control