

紫外线试验数据采集与控制系统研究[‡]

万长建¹⁾ 郑有飞²⁾ 曾繁荣²⁾

(1) 南京气象学院气象台; 2) 南京气象学院应用气象系, 南京 210044)

摘 要 采用 8031、8279、8255、ADC0809、2764、6264 等芯片及温敏电阻、紫外辐射和总辐射探头等传感器组成一实用的紫外线试验计算机数据采集与控制系统。该系统可定时采集温度、紫外辐射、总辐射等气象要素, 定时打开与关闭辅助紫外灯, 并通过打印机输出观测结果。

关键词 数据采集, 控制, 紫外辐射, 总辐射

分类号 TP274. 2, TH765. 2

紫外线试验在我院已开展了几年, 在试验过程中, 需要采集紫外辐射(UV) 通量、总辐射(SR) 通量、温度等气象要素数据, 还需对不同处理的紫外光源的开启时段进行实时控制。在以前的试验中, 大多采用人工方法进行观测与控制, 既浪费人力, 又易造成误差。为此, 作者研制了紫外线试验计算机数据采集与控制系统, 用于 1998 年的试验中。本文就该系统的原理、结构及观测与控制的效果作一介绍。

1 设计原理

1.1 硬件设计

系统主要由五部分组成(图 1): 中央处理器(8031), 程序存储器(2864) 和数据存储器(6264), 扩展 I/O(8255) 及键盘和显示控制(8279), 数据采集部分(ADC0809) 和温度、紫外辐射、总辐射传感器, 可控硅及紫外灯。另有 74LS373 锁存器, 74LS02 或非门, 74LS74 触发器, 74LS04 非门, CD4514 四~十六译码器, LM358 运算放大器以及电阻、电容若干。

1.1.1 传感器

1.1.1.1 温度传感器

温度传感器采用热敏电阻(日本产: 温阻特性为 $3.0 \text{ k}\Omega/^{\circ}\text{C} \sim 30.0 \text{ k}\Omega/^{\circ}\text{C}$, 误差 $\leq 0.1^{\circ}\text{C}$, 功率 $< 0.05 \text{ mW}$)。由于热敏电阻的阻值 R_t 与温度 T 之间是非线性关系, 通过实验测定和统计处理得温度与 R_t 阻值的关系为

$$T = 10824 / (110 + R_t) - 17 \quad (1)$$

T 的单位是 $^{\circ}\text{C}$, R_t 的单位是 $\text{k}\Omega$ 。系统中传感器与一个电阻 R 串联接到电源(图 1)。根据电学原理, 传感器上的电压 V_{R_t} 为

[‡] 中国气象局青年气象科学基金资助项目

收稿日期: 1998-07-03; 改回日期: 1998-11-05

第一作者简介: 万长建, 男, 1958 年 11 月生, 大学, 工程师

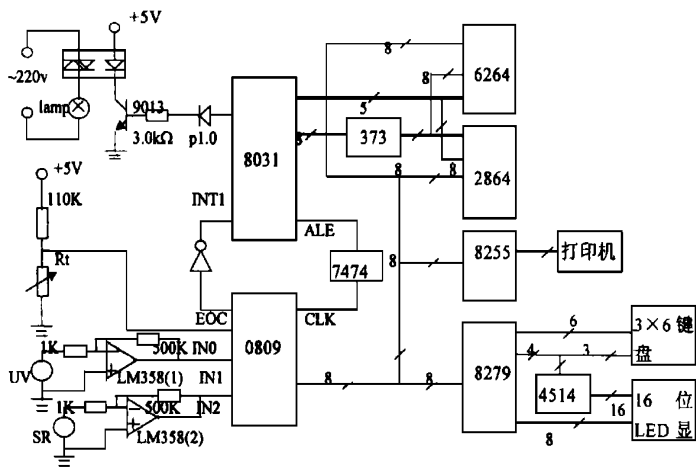


图 1 硬件电路框图

Fig. 1 A schematic diagram for hardware circuits

$$V_{R_1} = V_{in} = \frac{R_1}{R + R_1} \times 5(V) = \frac{5}{255} \times V_{out} \tag{2}$$

(2) 式中 V_{in} 为 AD 转换的输入电压(模拟量), V_{out} 为 AD 转换的输出电压(数字量)。通过实验, R 的取值使 V_{in} 在 1~4 V 为宜, 本系统取 $R=110\text{ k}\Omega$ 。由于传感器的电阻值随温度变化而变化, 就实现了把温度变化转变成电压变化。由(1)和(2)得

$$T = T(R_1) = T(V_{out}) \tag{3}$$

系统的数据处理程序即可根据(3)式计算出变化温度值。

1. 1. 1. 2 紫外传感器

系统采用美国 EPPLEY 实验仪器公司生产的 UV~A、B(波长为 290~385 nm)紫外传感器, 该传感器在自然光条件下输出电压为 0~10 mV, 转换系数为 $K_1=0.352\text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{mV}^{-1}$ 。为使传感器与 ADC0809 相匹配, 须将传感器输出电压通过运算放大器放大 500 倍。运放的输出电压为 0~5 V, 以便被 ADC0809 进行数模转换。紫外辐射通量 P_{UV} = 转换结果(二进制数) $\times 0.019\ 6 \times 0.352 \div 500$ = 转换结果 $\times 1.38 \times 10^{-2}$ (mW)。

1. 1. 1. 3 天空辐射传感器

系统采用国产 DFY2 天空辐射表, 其波长范围为 0.3~2.4 μm 。输出电流为 0~10 mA, 输出电压为 0~10 mV。转换系数为 $K_2=11.42\text{ mW}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{mV}^{-1}$ 。通过运放将电压放大 500 倍, 使其满足 ADC0809 对模拟输入信号电压的要求。辐射通量 P_{SR} = 转换结果(二进制数) $\times 0.019\ 6 \times 11.42 \div 500$ = 转换结果 $\times 4.48 \times 10^{-1}$ (mW)。

1. 1. 2 模数转换

模数转换采用 ADC0809, 其采样精度为 8 位。当转换器输入信号太弱时, 要进行前置放大, 使信号在 0~5 V 之间。在本系统中, 温度采样可直接输入, 紫外辐射、总辐射须经运放放大。ADC0809 对温度、紫外辐射、总辐射进行采样, 连续采样 3 次, 以中间值作为本次采样结果。系统采用查询方式读取转换结果。当 ADC0809 转换结束后, EOC 输出高电平, 经反向器与 P3.3 相连, CPU 查出 P3.3 为低电平时, 即读取转换结果。

1. 1. 3 辅助紫外灯控制

通过键盘输入 4 条指令, 定时控制 3 组紫外灯的开启与关闭。开启时, P1.0(P1.1、P1.2)

置高电平, 通过发光二极管和电阻接三极管的基极, 使三极管导通来驱动可控硅导通, 即打开电源, 紫外灯点亮。当 P1.0(P1.1、P1.2) 为低电平时, 关闭紫外灯。

1.1.4 键盘与显示部分

键盘和显示部分采用 8279 键盘和显示专用芯片控制, 内部带有 16 个显示 RAM 和 8 个字节先进先出存储器。系统用 8279 控制 18 个键盘和 16 位数码显示管。

1.1.4.1 键盘

系统设有 18 个键, 采用了 SL0, SL1, SL2 作为列线输出, RL0, RL1, RL2, RL3, RL4, RL5 作为行线输入^[1]。

键盘处理程序: 采用键盘中断, 8279 的 IRQ 引脚经过非门与 8031 的 P3.4 相连接。当键盘有键按下时, IRQ 变高, P3.4 变低, 程序响应中断, 找到中断入口地址 000BH, 转入中断服务程序执行中断服务, 确定按键的功能号, 并把功能号存放在 22H 中。主程序在执行过程中检查 22H 单元的值, 根据 22H 的值执行相应的子程序。

1.1.4.2 显示屏幕

8279 带有 16 个显示 RAM, 在编码方式下显示 16 位, 1~4 位显示时间, 5、9、13 位绿色数码管显示通道号, 6~8 位显示温度, 10~12 位显示紫外辐射通量, 14~16 位显示总辐射通量。8279 采用动态显示, SL0~SL3 轮流输出, 可作为数码管的位选信号。显示有左入口和右入口两种方式, 具体由命令/状态决定。

1.1.5 打印部分

1.1.5.1 8255 与打印机的联接

系统只采用 B 口作为输出, 与打印机的 8 根数据线相连; 高半 C 口作为输入, 选用 PC7 与打印机的 BUSY 线相连; 低半 C 口为输出, 选用 PC0 与打印机的 ST 相连, 低电平有效。打印机采用 36 引脚, 从其中选出 10 个引脚, 分别与 8255 的 PC0, PC7, B 口相连。

1.1.5.2 打印原理

送到打印机中的字符必须用 ASCII 码表示^[2], 利用 8255B 口输出数据, 然后把 PC0 置 0, 再把 PC0 置 1, 这样就产生了一个由低电平到高电平的跳变, 把 8255 的数据送到打印机中的锁存器。当打印机不忙时, 打印机对数据进行打印; 当打印机忙时, 由打印机的第 11 脚输出高电平, 这时输入的数据无效, 需重新输入。采用 8255 的 PC7 来查询打印机状态, 当 PC7 为低电平时, 可送数据到打印机进行打印; 当 PC7 为高电平时, 不送数据, 重新对 PC7 进行查询, 直到 PC7 为低电平。要打印的字符必须以 ASCII 码的形式送到 8255 的 B 口, 因此需要进行字符到 ASCII 码的转换。可以把 128 个 ASCII 码建表, 然后查表输出。本系统输出的字符比较简单, 只由 0~9 组成, 因此程序较简单。把数据送到寄存器 A 中, 加上 # 30H, 即 0~9+ # 30H= 打印字符的 ASCII 码。

1.2 软件设计

采取模块化设计软件, 由主程序(图 2)、6 个不同功能的子程序、两个中断服务程序及两个无条件调用的观测子程序和控制子程序构成。6 个不同功能的子程序由键盘控制调用, 两个中断程序一个为定时器 1 中断服务子程序, 另一个为外中断 1 服务子程序。开机后, 屏幕显示“HELLO”; 表示初始化已完成。输入当前标准时间后, 接着就进入并循环运行主程序。

1.2.1 定时中断

定时器采用定时器 1, 在工作方式 1, 为 16 位计数^[3]。定时时间为 0.1 s, 置 T1 的初值为 TH1= # 3CH、TL1= # 0BCH。定时中断是为系统内部时钟而设置的, 因为系统运行时

须要准确的时钟。如定时 6 min 存储一次数据及存储单元的地址是根据时间和要素号来计算确定的。

1. 2. 2 外部中断

这一部分主要用来处理键盘, 采用外中断 I^[3]。由 8279 的 IRQ 脚经非门与 8031 的 INT1 脚相连。当有键被按下时, IRQ 变高, 产生中断, 中断服务程序用于判断按键的功能, 并将功能号送入 8031 片内内存 22H 单元, 以便主程序根据 22H 单元的值来调用相应的子程序。

1. 2. 3 内存分配

系统用 6264 作为外部 RAM, 0000H ~ 07FFH 为温度存放区, 0800H ~ 0FFFH 为紫外辐射通量存放区, 1000H ~ 17FFH 为总辐射通量存放区, 1800H ~ 1FFFH 为系统扩展内存备用区, 每个要素占 2 K 字节。每个数据占两字节内存, 每 6 min 取一次样, 24 h 取 240 个样, 占 480 字节。2 K 字节可存放 4 d 的数据。

数据指针 DPTR= (日×24+ 小时×10+ 分钟÷6) ×2+ 通道偏移量# 0000H(# 0800H、# 1000H)。DPTR 的确定, 便可保证数据被送往正确的存储区。

2 主要功能

- (1) 自动开启和关闭辅助紫外线灯。
- (2) 对现场温度、紫外辐射通量、总辐射通量等进行定时观测取样并通过打印机或数码管将观测结果打印或显示出来。
- (3) 通过键盘输入、修改和查询控制程序。
- (4) 实时显示现场温度、紫外辐射和总辐射通量等气象要素。

3 系统检验

系统于 1998 年被用于“紫外辐射增加对作物生长发育影响”课题实验, 从 1997 年冬到今秋进行了多次人工(仪表)观测与仪器观测, 部分结果见表 1。

从表 1 可以看出, 人工仪表测得温度与仪器测得温度的绝对误差≤0.4 °C, 在升温阶段仪器测温度低于人工仪表测温度, 而在降温阶段仪器测温度又高于人工仪表表测温度。这一现象是由于温敏电阻的滞后特性造成的。考虑到误差的绝对值不是太大, 未对温敏电阻的滞后特性作软件修正。紫外辐射与总辐射的人工测值与仪器测值基本接近, 各时段最大的相对误差分别为 5.0% 和 4.3%。从冬天、春天、夏天到秋天的多次观测表明, 仪器误差均在试验的允许范围之内。因此, 用紫外线试验数据采集与控制系统来观测温度、紫外辐射和总辐射所取得的数据资料是可信的, 完全可用于紫外辐射的试验与观测中, 也可用于其他的试验与观测。

4 结 语

系统连续地观测取样, 并从屏幕实时显示出来, 每隔 6 min 将当时取样送内存存储。这样

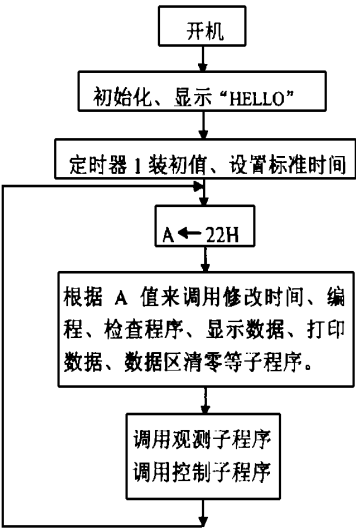


图 2 主程序流程图
Fig. 2 Programming flowchart

表 1 仪器与人工(仪表)观测结果对比(1998 年 5 月 26 日 06~20 时)

Table 1 Comparison between the measurements obtained with the system and that with independent instrumentation

观测项目	观 测 时 间															
	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
$T_{\lambda}/^{\circ}\text{C}$	17.1	18.1	19.0	20.4	22.0	23.7	25.0	25.7	26.5	27.3	26.4	25.2	24.0	22.8	21.5	
$T_{\text{仪}}/^{\circ}\text{C}$	17.0	17.9	18.8	20.1	21.7	23.4	24.6	25.3	26.2	27.1	26.4	25.3	24.2	23.0	21.8	
$\Delta T_{\text{人- 仪}}/^{\circ}\text{C}$	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.0	- 0.1	- 0.2	- 0.2	- 0.3	
$P_{\text{UV}\lambda}/\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2}$	0.23	0.42	0.83	1.32	1.92	2.27	2.29	2.24	1.95	1.52	1.14	0.64	0.40			
$P_{\text{UV仪}}/\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2}$	0.22	0.44	0.86	1.27	1.93	2.25	2.26	2.19	1.96	1.54	1.11	0.62	0.38			
相对误差(%)	4.3	4.8	3.6	3.8	0.5	0.9	1.3	2.2	0.5	1.3	2.6	3.1	5.0			
$P_{\text{SR}\lambda}/\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2}$	10.5	32.9	47.5	62.5	79.7	86.7	91.0	90.8	85.9	72.7	58.5	39.6	24.7			
$P_{\text{SR仪}}/\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2}$	10.8	33.4	47.9	61.2	78.4	87.3	92.1	92.0	84.3	71.3	56.8	37.9	23.8			
相对误差(%)	2.9	1.5	0.8	2.1	1.6	0.7	1.2	1.3	1.9	1.9	2.9	4.3	3.6			

每个气象要素每天可有 240 个数据, 完全符合紫外辐射增加对农作物生长发育影响试验研究对取样密度的要求。而测量精度也有保证。定时控制的辅助紫外光源稳定、可靠、准确, 并能准确无误地向人指示紫外灯的亮与否。

参 考 文 献

1 陈显祯, 任全积, 汪恩伯. 单片微机开发调试与实验技术. 重庆: 四川大学出版社, 1992. 310~316
2 高海生, 杨文焕. 单片机应用技术大全. 成都: 西南交通大学出版社, 1996. 194~196
3 孙育才著. MCS-51 系列单片微计算机极其应用. 南京: 东南大学出版社, 1990. 60~70

A DATA SAMPLING AND CONTROLLING
SYSTEM FOR ULTRA VIOLET EXPERIMENT

Wan Changjian Zheng Youfei Zeng Fanrong
(Department of Applied Meteorology, NIM, Nanjing 210044)

Abstract The paper describes a computer-based data sampling and controlling system for UV experiments. The system is composed of chips such as 8031, 8279, 8255, ADC0809, 2764, and 6264, a thermosensitive electric resistor, and sensors for UV and global radiation. This system works automatically to observe temperature, UV radiation, and global radiation, to turn on/off the supplementary UV lamps, and to print out results of measurements.

Keywords data sampling and controlling system, UV radiation, global radiation