

监测环境温度与电阻测试及分选的 自动测试系统

孙 银 钟

(电子工程系)

摘 要

本文介绍一种用于环境温度自动监测和记录的无控者自动测试系统, 以及一种用于电阻自动测试和分选的单一控制者自动测试系统的设计。

关键词 温度监测, 电阻测量, 自动测试

一、引 言

随着电子学、半导体技术, 自动控制和其它高科技领域的迅速发展, 电子测量的测试项目日益增多, 测试范围愈来愈广。同时, 对测试的速度、精度、可靠性和自动化程度也提出了越来越高的要求。测量装置和测量方法正在不断改进和完善。新一代的测试设备——自动测试系统(ATS)正是适应这一客观形势的最有效的测试装置之一, 特别在需要作大量、快速和高精度的测量中更加体现了它的优越性。近年来, 由于智能仪器和个人计算机的功能日益增强、价格日趋便宜, 以及自动测试通用接口的标准化, 更使自动测试系统得到广泛的应用。

自动测试系统普遍采用 GPIB 总线 (General Purpose Interface Bus), 也称 IEEE488 总线或 IEC-625 总线。不同于一般计算机系统的内部总线, 它是属于外部总线, 即是用于连接各个设备而不是用于连接各个部件或模块的。为了使不同厂家生产的设备能正确无误地通过同一总线交换各种信息, 国际电工委员会 (IEC) 和美国电气和电子工程师学会 (IEEE) 分别规定了它们的信息编码标准和各种电气规范 (除了个别问题外, 这二种标准是完全一致的)。严格地规定了系统中信息的码制, 传递速率, 有效电平和传递方式等参数。只要按照这一标准在有关设备内部增加一个通用接口系统, 就可以方便地用 GPIB 总线连接这些设备而组成自动测试系统, 实现测试过程的计算机控制。

自动测试系统通常由控制仪器 (计算机或专用控制器), 激励仪器 (函数发生器, 程控

本文1989年1月20日收到。

直流电源等), 测量仪器(智能电压表, 计数器等)和记录仪器(打印机, 绘图仪等)通过 GPIB 总线连接而构成。这些仪器就其在自动测试系统中的作用大致可分为以下三种。(1)讲者(talker): 发送数据到其它设备;(2)听者(listener): 接收讲者发来的数据;(3)控者(controller): 管理系统各设备间的数据交换和数据处理。

根据繁简程度可把自动测试系统分为三大类型: 无控者, 单一控者和多控者系统。本文介绍一种可用于对诸如仓库, 室内作物种植场等的环境温度作自动监测和记录的无控者系统和一种可用于生产线上对各种类型的电阻器作快速自动测量和分选单一控者自动测试系统的设计。

二、无控者温度自动监测和记录系统

监测、记录环境温度的无控者ATS的硬件结构十分简单, 仅使用一台带有GPIB接口的智能万用表7151和一台带GPIB接口的数字打印机BY-4783, 配以合适的温度探头以及简单的报警电路而组建起来的, 其系统结构如图1。

7151是带微处理器的智能万用表, 它能作自动选择量程测量并具有长期(连续一星期)定时采样功能, 精度可达6位。它除能够测量交直流电压, 电流和电阻外, 如配以合适的温度探头, 则可以利用其测量电阻的功能来测量环境温度。仪器能通过温度探头将待测温度转换成相应的电阻值读入, 并

在进行必要的线性化之后, 以温度的形式读出。读数的分辨率达0.01度, 而且, 根据用户的需要, 可以选用摄氏度($^{\circ}\text{C}$), 华氏度($^{\circ}\text{F}$)或绝对温度(K)来显示。

7151还具有极强的编程能力。它内部包含一个有八个程序的程序库, 可供测量时调用。利用这些固化的内部程序可实现多种数据处理能力。例如: 它的内部程序MAXMIN可求出一系列测量值中的最大值、最小值和峰-峰值(即最大值和最小值之差)。内部程序LIMITS可把每个输入值和事先定义的两个常数L和H作比较, 并分别在内存中存下输入值大于H, 小于L及在两者之间的次数及总的测量次数。程序%DEV可根据事先定义好的基准值N求输入值的偏差百分比 $y = 100(X - N)/N$, 其中y为程序计算值, 即输入值(测量值)X的偏差百分比, N为用户定义的基准值。

7151的另一个主要特点是它的定时触发功能。它内部的定时时钟可以以1秒的分辨率工作于定时(real)或过时(elapsed)方式, 用以提供测量过程的定时自动采样, 连续定时时间可长达7天之久。无论是工作于定时或过时方式, 其开始测量时刻, 测量周期(即相邻两次测量的时间之隔)结束测量的时刻都可以由用户事先选定。

此外, 7151还具有本控, 遥控和只讲, 只听四种工作模式。作为独立的仪器使用时, 它应处于本控工作模式。当用来组建有控者自动测试系统时, 它应工作于遥控模式。当用它来组建无控者自动测试系统时, 它必须工作于只讲或只听模式。

BY-4783数字打印机也是带有GPIB接口的记录仪器, 但它只具有遥控和只听两种工作

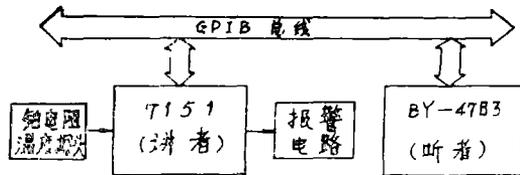


图1 自动监测温度的无控者ATS

模式。

上述用于监测和记录温度的无控者ATS就是利用7151的只讲工作模式和BY-4783的只讲工作模式以及它们的GPIB接口能力组建的。7151每作一次测量就会通过GPIB发送一次测量数据；BY-4783从GPIB上接收到这一数据，并把它打印下来。系统利用7151的定时触发功能，能在一个星期内，以用户预定的时间间隔对某一环境温度作自动连续测量和记录（连续测量次数最多可达 6×10^6 次）。通过选用7151内部程序%DEV，记录的内容可以是相对于某一基准值的偏差百分比，也可以通过选用7151内部程序LIMITS而记录整个测量期间之各读数的峰-峰值。同时，当温度在预定的H和L值之外时，7151的后面板辅助插座上的第8脚将会有一个TTL电平的信号输出。系统利用了这一信号来作为报警电路的输入信号。报警电路依用户的实际需要可以是简单的声或光报警电路，也可以把这一信号作为自动调温系统的输入控制信号。

三、单一控者电阻自动分选测试系统

单控者系统是最常用的ATS，它以系统控者为核心，以通用接口总线为媒介，把某项测试所需要的带GPIB接口的各类设备组织起来构成自动测试系统。控者（控制器）通过测试程序管理整个测试过程，同操作人员进行人机通讯（提供测试过程中的各种信息，要求操作人员给测试程序输入有关数据等），作必要的数据处理，让记录仪器记录测试结果等。

控制器实际上是面向自动测试扩充了其系统硬件和系统软件的计算机。在小型民用ATS中，控制器一般为面向自动测试扩充的个人计算机。下面简要介绍带有NIT-PC GPIB接口卡的IBM PC是如何实现在保持原有的个人计算机功能的前提下又同时成为ATS控制器的。

首先，同ATS的所有其它设备一样，IBM PC必须带有GPIB接口，其接口电路是通过在PC机的扩充槽中插入NIT-PC GPIB接口卡来实现的。该接口卡使PC机具有通用接口系统的十种接口功能。即：控、听、讲、源、受、服务请求、并行点名、遥控/本控、装置触发。^[1/2]从而使IBM PC实现了硬件的面向自动测试的扩充。

其次，还必须对系统软件进行扩充。通常的办法是把IBM PC所支持的一种（或多种）高级语言进行面向测试的扩充。本文仅介绍同NIT-PC GPIB接口卡相配合的，在IBM PC高级BASIC基础上扩充的面向测试的高级BASIC命令。表1列出了主要的扩展命令的格式及功能。把这些命令同原来高级BASIC的其它命令和语句结合起来，就实现了IBM PC机软件的面向测试的扩充，使之能作为自动测试系统的控制器。

使用表1中的命令必须注意下列四点。

(1) 所有扩展命令必须放在专用的字符串变量PARAM\$中，然后再调用接口卡拟持软件包中首行号为10000的子程序，以便对于这些命令作出“解释”。

(2) 所有测试程序的第一条有效语句必须是发送接口卡初始化命令：

PARAM\$ = "INIT/MY.ADDR%/BD.ADDR%/tci方式/" ; COSUB 10000。其中MY、ADDR%已由接口卡上的开关设定为1，BD.ADDR%设定为784，tci设定为P。

(3) IBM PC通过GPIB发送数据给系统的各设备时，应先把数据放在专用字符串变量DATA、STRGIN\$中，然后用“WR.STR”等命令送出；IBM PC从总线上接收其它设备送

来的数据时,该数据也必须事先放在DATA.STRING\$中,然后才可由“RD.STR”等命令读入。

表1 主要的扩展高级BASIC命令

序号	命令格式	功能
1	“ABORT/”	接口清除
2	“ADTR/”	所有设备遥控
3	“ADTL/”	所有设备本控
4	SDR/”	选定设备遥控
5	“ADC/”	所有设备清零
6	“GET/设备地址/”	群执行触发
7	“SDL/设备地址/”	选定设备本控
8	“INI/MY.ADDR%/BD.ADDR%/tci方式/”	接口卡初始化
9	“LLO/”	本地封锁
10	“PAR.POLL/”	并行点名
11	“PPD/设备地址/”	并行点名禁止
12	“PPV/”	并行点名不组态
13	“RBST/”	读总线状态
14	“PAS.CNT/”	传递控制权
15	“SDC/设备地址/”	选定设备清除
16	“SER.POLL/设备地址/”	串行点名
17	“PP.EN/设备地址/(检测位)(检测电平)/”	并行点名可能
18	“TRANSFER/听设备地址/讲设备地址[eos]/EOI或EOS/”	数据传送
19	“RD.ARRY/讲设备地址/分隔符/EOS/”	数组读
20	“RD.STR/讲设备地址/[eos]/EOI或EOS/”	读字符串
21	“RP.TO.FILE/讲地址/[eos]/EOI或EOS/”	读文件
22	“WR.STR/听设备地址/[eos]/EOI或EOS/”	写字符串
23	“WR.FROM.FILE/听设备地址/[eos]/EOI或EOS/”	写文件
24	“RD.STRD.D/讲设备地址/[eos]/EOI或EOS/”	DMA方式读字符串
25	“WR.STRD.D/听设备地址/[eos]/EOI或EOS/”	DMA方式写字符串
26	“RD.TO.FILE.D/讲设备地址/[eos]EOI或DOS/”	DMA方式读文件
27	“WR.FROM.FILE.D/听设备地址/[eos]/EOI或EOS/”	DMA方式写文件
28	“REC.CNT/”	接收端制权

(4)表1中的一些扩充命令中所涉及到的讲地址和听地址都是指设备的基地址,一般可由用户通过位于设备后面板上的地址开关设定在0—30之间,但同一系统之不同设备不能有相同的基地址。本文介绍的系统中,7151的基地址设置为21,BY-4783设置为8。

下面介绍可用于生产线上作自动电阻分选的单一控者自动测试系统,其结构框图如图2所示。

为了给系统编制测试程序,除了了解IBM PC高级BASIC面向测试的扩充之外,还应了解

遥控7151的各种程控命令及7151开机后的自预置状态。表 2 列出了7151的常用程控命令及自预置状态。

表 2 7151的主要程控命令及其自预置状态

命令	自预置状态	可选用状态	功能
MODE	VDC	VDC, VAC, KOHM, IDC, IAC	选样测量功能
TRACK	ON	ON OFE	选样重受测量
TRIG			选样单项测量
NINES	S	3, 4, 5, 6	选样测量时间
RANGE	AUTO	AUTO, 0, 2, 2, 20, 200, 2000, 20000	选样测量量程
SRQ	ERROR	OFF, ERROR, OUTPUT, BOTH	控制服务请求产生
CLOCK	OFF	OFF, REAL, ELAPSE	选样时间控制功能
BEGIN	O		决定定时采样开始时却
PERIOD	I		决定采样时间间隔
END	O		决定何时停止采样
COMPOTE	OFF	ON, OFF	决定输入是否经程序处理
DOMP			输出内存数据
RECALL			检查有效程序内容
RESET			将有效程序值初始化
SELECT			选用程序库中程序

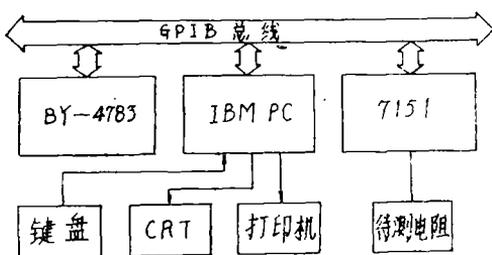


图 2 测试、分选电阻的ATS框图

测试程序框图如图 3 所示。为了配合生产厂家对于生产过程的管理，测试程序除了能根据需要对各种标称值的电阻进行测量，显示其偏差百分比和精度级别，以便当场分选外，并能方便地对某一批号的产品进行统计和评估，并把统计和评估结果通过 IBM PC 打印机或 BY-4783 以硬拷贝的形式记录下来，便于厂方对生产方式、管理手段以及不同车间、不同班组、不同班次的工效进行评估，把对产品的测试和生产管理密切结合

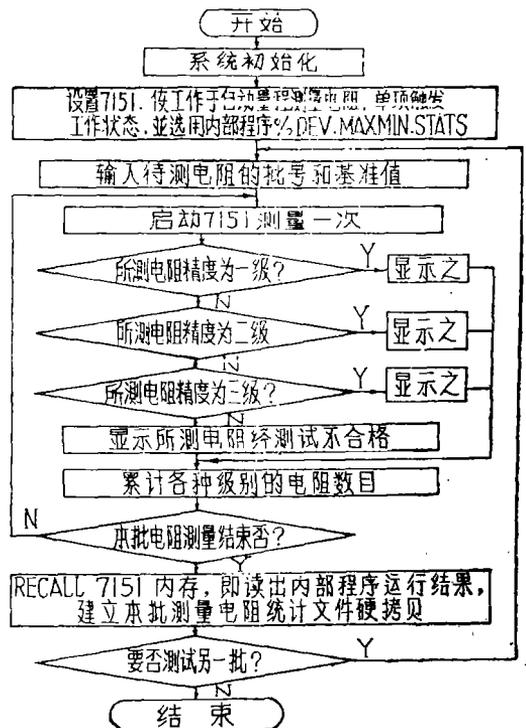


图 3 测试程序流程图

起来。

测试程序清单从略，仅给出IBM PC打印机对某次实际测试的运行记录如下：

```

THE BATCH NUMBER OF THE RESISTORS TO BE TESTED? 3
THE REFERENCE VALUE OF THE TESTING RESISTORS( IN KOHMS )? 5
THE REFERENCE RESISTANCE VALUE AT THIS TIME IS 5 KOHMS
PRESS KEY T FOR ONE TEST, KEY R FOR RECALL, KEY P FOR PAUSE
%DEV= 4.037999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 3.387999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 2.823999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 2.779999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 2.383999 ( SECOND GRADE )
%DEV= .5019998 ( FIRST GRADE )
%DEV= .3019998 ( FIRST GRADE )
%DEV= .5 ( FIRST GRADE )
%DEV= 5.376 ( THIRD GRADE )
%DEV= 11.884 ( IS FAIL )
%DEV= 8.72 ( THIRD GRADE )
%DEV= 5.596 ( THIRD GRADE )
%DEV= 3.272 ( SECOND GRADE )
%DEV= 2.952 ( SECOND GRADE )
%DEV= .436 ( FIRST GRADE )
%DEV= .43 ( FIRST GRADE )
%DEV= 1.015999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 3.699999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 6.059999 ( THIRO GRADE )
%DEV= 6.657999 ( THIRD GRADE )
%DEV= 9.017999 ( THIRD GRADE )
%DEV= 11.25599 ( IS FAIL )
%DEV= 1.007999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 1.011999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 2.242 ( SECOND GRADE )
%DEV= 1.089999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 2.451999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 1.045999 ( SECOND GRADE )
%DEV= 1.006 ( SECOND GRADE )
%DEV= 2.364 ( SECOND GRADE )

```

测量结束后，可通过IBM PC打印机或BY-4783把经过程序处理的测量统计记录简明扼要地打印出来。

IBM PC打印机对该次测量的统计记录如下所示：

```

THE BATCH NUMBER OF TESTED R: 3
THE TOTAL OF TESTED RESISTORS: 30
THE SUM OF FIRST GRADE: 5
THE SUM OF SECOND GRADE: 17
THE SUM THIRD GRADE: 6
THE SUM OF FAIL: 2
N=      +30.00000
MAX=    +5.594200
MIN=    +4.437200
PP=     +1.157000
MEAN=   - .5251998
SD=     +4.706475
VAR=    +22.15090
RMS=    +4.735688
DO YOU WANT TO ANOTHER TEST (Y/M)? N
OK

```

BY-4783对同一次测量的统计记录测如下所示:

BATCH NO.: 3	MHX=	+ 5.594200
NO. OF TESTED R: 30	MIN=	+ 4.437200;
NO. OF FIRST GRHDE: 5	PP=	+ 1.157000;
NO. OF 2-ND GRHDE: 17	MEHN=	- .5251998;
NO. OF THIRD: 6	SD=	+ 4.706475;
NO. OF FAIL: 2	VHR=	+ 22.15090;
N= + 30.00000	RMS=	+ 4.735688;

其中 N 为本次测量的电阻器个数, MAX 和 MIN 分别为最大值和最小值等等。在应用中可根据实际情况选用二台设备之一来记录测试结果。

四、结 束 语

用带通用接口的设备组建自动测试系统的硬件实现极为方便, 软件的开发也较容易, 因为用户可选用自己熟悉的高级扩充语言。而且, 组成系统的各设备集中而成ATS, 分散则为独立的测试设备, 灵活方便, 设备的利用效率很高, 它的应用日趋广泛。

参 考 文 献

- [1] 恽纪昌等, 自动测试运用接口系统, 机械工业出版社, (1985)。
- [2] Stover, A. C., *ATE, Automatic Test Equipment*, McGraw-Hill Book Company, (1984)。

An Automatic Test System for Monitoring Environment Temperature and for Testing and Grading of Resistors

Sun Yinzhong

Abstract

The author presents a design of automatic test system. This is both a non-controller system for monitoring and recording environmental temperature and a single controller system for testing and grading the resistors.

Key words temperature monitoring, resistance measurement, automatic tests