

电子产品环境试验自学习专家控制系统

文方 姜孝华 陈进军

(贵州工业大学电气工程系, 贵阳: 550003)

摘要 介绍对电子产品进行温度、湿度环境试验的自学习专家智能控制系统。系统以8098单片微机组成的控制装置为核心, 采用自学习专家控制算法, 按照国家测试标准, 实现各种测试环境的智能控制。

关键词 电子产品; 环境; 测试; 自学习; 控制

中国图书资料分类号 TP273.22; TP273.3; TN 06

根据国家标准, 各种电子产品、机电产品在出厂销售前必须通过一系列指定参数的高温、低温、恒定湿热、交变湿热等环境适应性测试, 借以考察产品在相应条件下的适应能力和可靠性。为此, 我们以8098单片微机为核心, 开发了电子产品环境试验控制装置。该装置应用计算机控制技术、智能控制技术, 按照国标 GB 2423及国际电工委员会 IEC 68号规定进行各种高低温、湿热、交变等环境控制试验, 达到试验所规定的温、湿度控制范围及允许误差。

1 系统特点及组成

1.1 系统特点

系统采用分级控制方案, 以通用计算机为上位管理机, 以8098单片机为核心开发的控制装置(以下简称控制机)为下位执行机, 二者以串行异步传输方式进行信息通信。在进行试验时, 可根据测试内容及监控需要, 采用上、下位机联机通讯方式或控制机单独进行固定曲线测试方式完成试验环境控制。

采用计算机联机测试, 只需将计算机的串行通讯口与控制机相连, 在计算机中文菜单提示下输入测试内容、设定温度、测试时间与测试循环周期等参数, 启动控制机即可按设定要求完成试验。控制机一旦启动, 就根据上级计算机输入的参数独立进行控制操作。这时计算机可根据需要或继续进行试验监控, 或关闭脱机让控制机独立工作。

控制机上设有5个试验内容选择开关, 使用控制机独立进行固定曲线测试时, 可用开关选择分别完成国家对电子产品环境试验要求的五种温度、湿度测试曲线的试验控制。控制机上具有独立的温度、湿度LED实时显示。无论是用控制机单独进行测试控制还是在计算机监控下完成测试工作, 控制机均每隔半小时将试验数据进行一次存储, 待试验结束后, 可将计算机与控制机相连, 将试验数据调入计算机进行整理、分析并打印, 作为被测产品性能评价的依据。

1.2 系统硬件构成

系统由控制机, 可控硅调压装置, 三相电阻加热炉, 制冷机, 水泵给水装置, 高、低温试验

* 1997-09-05收稿, 1997-10-14改回

箱, 湿热试验箱, 计算机等部分构成。控制系统基本构成框图如图1所示。

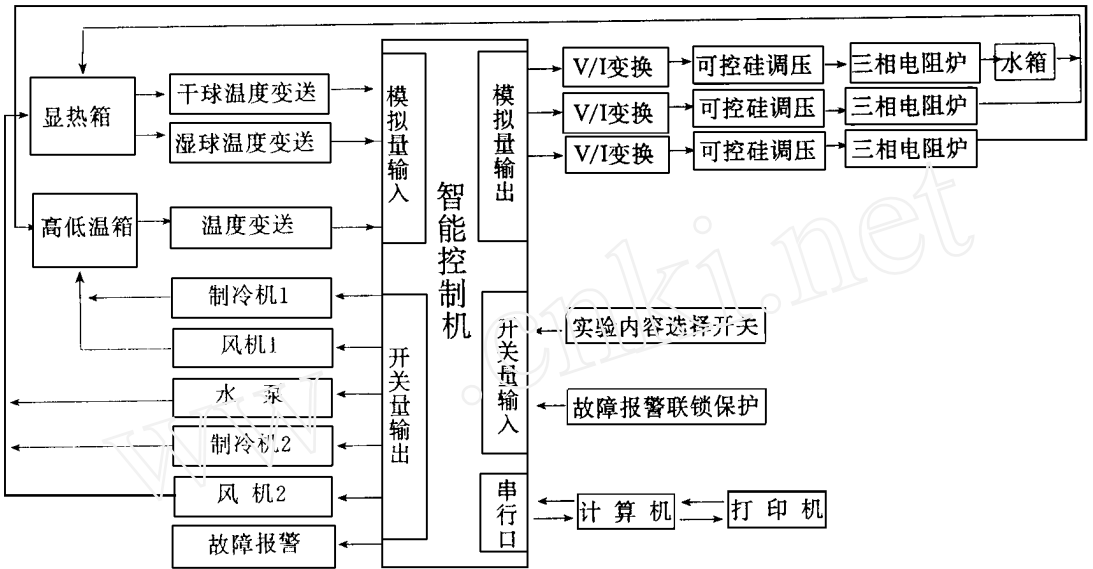


图1 控制系统框图

以8098单片机组成的控制机是整个控制系统的核心, 它由8098单片微处理芯片, 存储器芯片 EPROM 2764和62256, 两片 I/O 接口芯片8255, 锁存芯片74L S373, 译码电路芯片74L S139, 以及RS232串行接口电路,A /D、D /A 转换电路组成。控制机基本组成框图如图2所示。

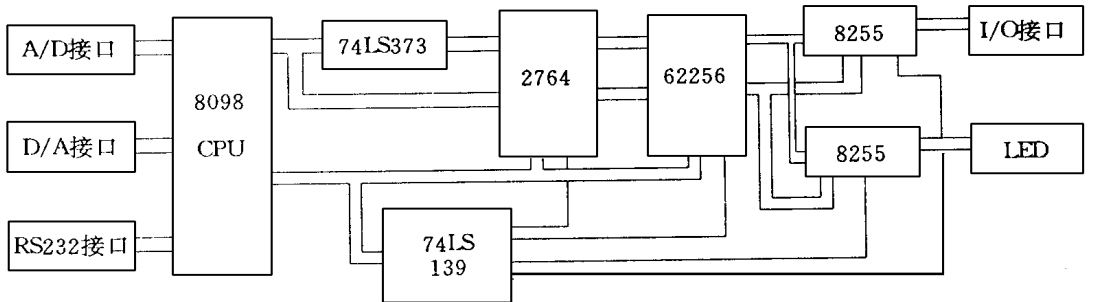


图2 控制机组成框图

其中A /D 转换由8098单片机内部实现, 而A /D 接口电路是为抗干扰而设计的模拟信号隔离电路, 如图3所示。电路采用两个光电耦合器, 一个实现输入/输出信号隔离, 另一个构成反馈补偿回路, 对光电耦合的非线性特性进行补偿, 其补偿精度取决于所使用的光电隔离芯片 TLP521—2中两个光电耦合器的匹配, 一般情况下达到0.1%的精度。D /A 输出由8098内部的高速输出口 HSO 输出一固定频率, 占空比可变的脉冲信号经外部光电隔离电路实现, 如图4所示。D /A 转换精度可由软件在1~ 16位任意调节。由8255接口芯片控制的数码LED 显示器采用动态扫描电路, 由6位8段数码管组成, 其中4位实时显示试验箱温度值, 2位显示相对湿度数值。

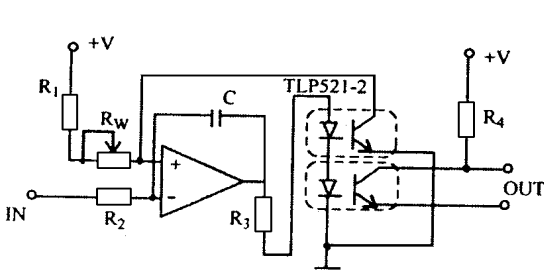


图3 A/D 接口电路

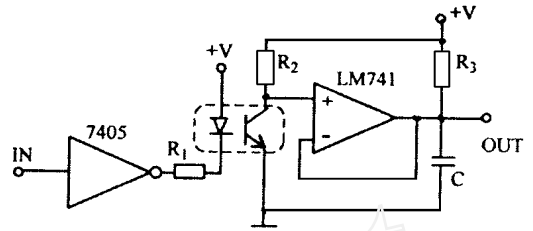


图4 D/A 接口电路

1.3 系统软件设计

系统软件分为两部分,一部分是用C语言编写在上位机运行的主菜单程序和数据处理程序,另一部分是用8098汇编语言编写运行于控制机内的控制程序,整个程序采用模块化结构设计。由于系统具有计算机联机运行和控制机独立测试运行两种工作方式,所以在启动系统后,控制机首先通过RS232接口电路检测运行方式,然后再转入不同的工作程序。系统软件程序框图如图5所示。

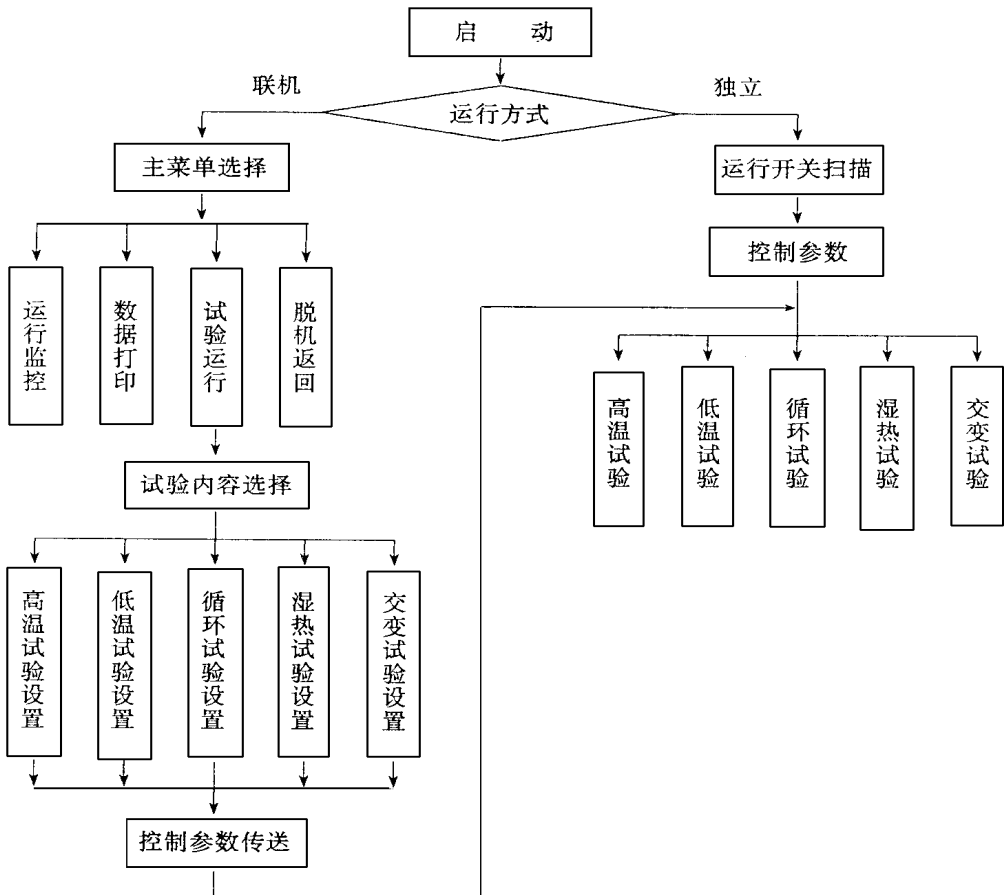


图5 控制程序框图

在联机运行方式下, 首先进入主菜单选择程序, 确定工作内容: 运行监控程序模块的任务是每隔10秒接受来自控制机的实时数据, 并在计算机显示器上进行监控显示; 数据处理打印程序模块的任务是将存储在控制机62256存储器内的数据(每隔半小时控制机存储一次)调出整理打印; 试验运行模块是二级菜单, 主要是选择试验内容和完成相应的控制参数设置, 并将设置的参数送至控制机内相应状态寄存器; 脱机返回模块执行后可使计算机脱机关闭, 让控制机独立工作。

如果控制机是独立工作方式, 那末控制机首先对5个试验内容选择开关信号进行扫描, 根据所设置的开关状态, 将相应的标准控制参数送入状态寄存器, 使控制机按国家标准测试曲线控制操作。

2 自学习专家控制方法

2.1 控制算法

专家控制的基本思想是: 自动控制理论+ 专家系统技术, 专家系统技术是指在控制专门领域里的知识和推理机制, 从有限范围内由控制经验总结得到的专家知识是有很大大局限性的, 然而我们可通过实时学习算法在线调整变权系数使系统输出响应达到满意的动态性能。一般的, 专家控制器控制输出 $U(k)$ 的递推形式可表示为:

$$U(k) = U(k-1) + HR(k) + C_1Y(k) + C_2Y(k-1) + C_3Y(k-2)$$

$$\text{即: } (1 - Z^{-1})U(k) - HR(k) = C(Z^{-1})Y(k) \quad (1)$$

其中, $C(Z^{-1}) = C_1 + C_2Z^{-1} + C_3Z^{-2}$, C_1, C_2, C_3 为变权系数, 改变这些系数可改变控制策略; $R(k)$ 为给定值; $Y(k)$ 是系统输出。

为达到满意的动态性能, 设理想的闭环传递函数为:

$$Y(k)/R(k) = N(Z^{-1})/M(Z^{-1}), \text{ 不失一般性, 令 } N(Z^{-1}) = kZ^{-1}, M(Z^{-1}) = 1 + M_1Z^{-1} + \dots + M_nZ^{-n}, M(Z^{-1}) \text{ 为一预先指定的多项式。}$$

将 $R(k) = M(Z^{-1})Y(k)/N(Z^{-1})$ 代入(1), 得系统误差方程为:

$$(1 - Z^{-1})U(k) - M(Z^{-1})Y(k-1) = C(Z^{-1})Y(k) \quad (2)$$

令 $\Psi(k+1) = (1 - Z^{-1})U(k) - M(Z^{-1})Y(k-1)$, $\Theta^T = [C_1, C_2, C_3]$, $\Phi(k) = [Y(k), Y(k-1), Y(k-2)]$, 进一步得误差方程:

$$\Psi(k+1) = \Theta^T \Phi(k) \quad (3)$$

根据方程(3)得如下自学习算法:

$$\theta(k) = \theta(k-1) + F^{-1}(k-1)\Phi(k-1)E_m(k) \quad (4)$$

$$F(k) = \beta F(k-1) + \Phi(k)\Phi^T(k) \quad (0 < \beta < 1) \quad (5)$$

$$E_m(k) = \Psi(k) - \theta^T(k-1)\Phi(k-1) \quad (6)$$

$$U(k) = U(k-1) + KR + \theta^T(k)\Phi(k) \quad (7)$$

式中, K 由专家经验确定。实现该算法时, 首先给出多项式 $M(Z^{-1})$, 遗忘因子 β , 参数 $\theta(0)$, $F(0)$, 然后按(4)~(7)式递推计算 $E_m(k)$, $\theta(k)$ 及 $U(k)$ 。这里的自学习算法为改进的递推最小二乘算法。

3.2 算法实现

在电子产品环境试验控制系统中, 由于干扰因素多, 如电子产品本身的发热, 制冷设备对

水箱及夹套(加热)的制冷,以及水箱喷雾的温度高低等因素均将影响试验箱温度及相对湿度的控制精度,因而我们采用自学习专家控制算法调节水箱温度以达到控制相对湿度的目的。对加热过程我们采用如下控制策略:

$$\begin{aligned} \text{当 } e(k) > 89.0 \text{ 时, } & u(k) = 20 \text{ mA} \\ e(k) < -10 \text{ 时, } & u(k) = 0, \text{ 开夹套制冷机} \\ 10.0 < e(k) \leq 89.0 \text{ 时, } & u(k) = u(k-1) + 3.1e(k) - 2.8e(k) \\ |e(k)| < 10 \text{ 时, } & u(k) = u(k-1) + f_1e(k) - f_2\{y(k) - y(k-1)\} \end{aligned}$$

其中, f_1, f_2 由自学习算法整定, 算法中 $\beta = 0.99, K(0) = I_{2 \times 2}, \theta(0) = [0, 0]^T, M(Z^{-1}) = 1 - 0.8Z^{-1}$ 。另外 $e(k)$ 为温度给定值与反馈值之差, $u(k)$ 为控制可控硅触发角的控制信号。

在湿度调节过程中对水箱加热采用智能控制算法如下:

$$\begin{aligned} \text{当 } |e_d(k)| \geq 7 \quad e_d(k) > 0, & \text{ 则 } u(k) = 20 \text{ mA, 关制冷机} \\ |e_d(k)| \geq 7 \quad e_d(k) < 0, & \text{ 则 } u(k) = 4 \text{ mA, 开制冷机} \\ 4 \leq |e_d(k)| < 7 \quad e_d(k) > 0, & \text{ 则 } u(k) = 10 \text{ mA, 关制冷机} \\ 4 \leq |e_d(k)| < 7 \quad e_d(k) < 0, & \text{ 则 } u(k) = 4 \text{ mA, 关制冷机} \\ |e_d(k)| < 4, & \text{ 则 } u(k) = 4 \text{ mA, 关制冷机} \end{aligned}$$

其中 $e_d(k)$ 为给定相对湿度与实测值之差, 单位为百分比, $u(k)$ 为控制水箱温度的输出信号。图6为系统温度控制曲线, 结果表明, 采用自学习专家控制算法后, 控制效果较使用单纯PD控制方法优越, 温度波动明显减小, 误差范围被控制在0.5以内, 达到了国家所规定的试验环境允许误差。在图6中, 曲线1是采用自学习专家控制结果, 曲线2是采用常规PD控制算法结果。

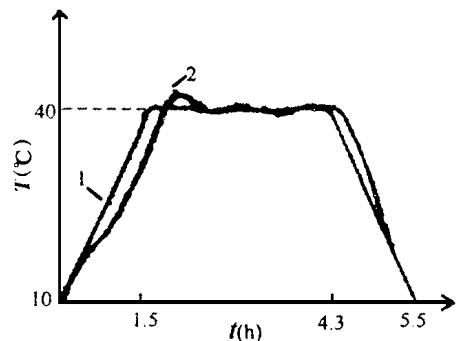


图6 控制系统响应曲线

3 结束语

电子产品环境试验控制系统采用自学习专家智能控制算法, 控温精度 $\leq \pm 0.5$, 相对湿度的控制精度 $\leq \pm 1\%$, 能准确地按国家标准对电子产品进行各种环境适应能力的测试, 使用方便、灵活, 大大减轻了试验人员的劳动强度, 而且测试精度高、数据客观, 不受人因素干扰。

控制机具有很强的通用性, 它包括多路A/D、D/A通道和开关量I/O口, 且均采用光电隔离电路, 抗干扰能力强, 可靠性高, 并具有串行通讯口和数据显示, 只要对其控制软件进行改变, 就可应用于不同计算机工业控制场所。

参考文献

- 1 张毅刚, 乔景录. 8098单片机应用设计. 北京: 电子工业出版社, 1993
- 2 文方, 刘跃. 智能控制及其在工业锅炉燃烧系统中的应用. 贵州工学院学报, 1994(4)
- 3 姜孝华, 诸昌铃. 一种新型自学习智能控制器研究. 贵州工学院学报, 1996(2).

(下转91页)

参 考 文 献

- 1 龙驭球, 包世华. 结构力学 上册第二分册 北京: 高等教育出版社 1985 2

**MODIFIED MOMENT DISTRIBUTION METHOD - A
VALID PROGRESSIVE METHOD FOR CALCULATING
GENERAL RIGID FRAME HAVING
LATERAL DISPLACEMENT**

Ding Shujun

(Department of Civil Engineering, GUT, Guiyang, 550003)

Abstract A modified moment distribution method for calculating general rigid frame having lateral displacement is presented. By using moment distribution theory associated with shear distribution theory, this improved method not only brings about a rapid speed of convergence, but also ensures satisfactory precision of engineering calculation. And its theory and operation are easy for those who are familiar with moment distribution method.

Key Words rigid frame having nodal lateral displacement; asymptotic method

(上接73页)

**THE SELF-LEARNING EXPERT CONTROL
SYSTEM FOR ENVIRONMENT TEST OF
ELECTRONIC EQUIPMENT**

Wen Fang Jiang Xiaohua Chen Jiniun

(Department of Electrical Engineering, GUT, Guiyang, 550003)

Abstract A self-learning expert control system designed for environment test of temperature and humidity for electronic equipment is introduced. The control system with a 8098 microcontroller at its core, uses a self-learning expert control method to assume the intelligence control of all kinds of environment test according to the national standard.

Key words electronic equipment environment test; self-learning control