

式中： $y_c(k+j)$ 为修正后的 $j$ 步预测输出预估值； $y(k)$ 为 $k$ 时刻的实际测量值； $y_m(k+j)$ 为模型预测输出值，由式(2)求得； $\beta$ 为加权系数，这里取 $\beta = 1$ 。

另外，在线滚动实现的方式是指在预测控制中，只施加第1个控制输入 $u(k)$ ，等到下一个采样时刻 $(k+1)$ ，再根据采集到的过程输出值 $y(k+1)$ ，重新进行计算得出新的控制输入 $u(k+1)$ ，如此类推，“滚动”推进，可以有效提高系统性能。

在控制过程中，考虑到过程的动态特性，为了使过程避免出现输入和输出的急剧变化，往往要求过程输出 $y(k+j)$ 沿着一条所期望的、平滑的曲线达到设定值 $y_d$ 。这条曲线通常称为参考轨线，用 $y_r(k+j)$ 表示，它是设定值经过在线“柔化”后的产物。该系统采用一阶指数变化形式的参考轨线

$$y_r(k+j) = \alpha^j y(k) + (1 - \alpha^j) y_d, \quad j = 1, 2, \dots, P,$$

式中： $\alpha = \exp(-T_s/T_r)$ ，其中 $T_s$ 为采样周期， $T_r$ 为参考轨线的时间常数，下标 $r$ 表示参考轨线。很显然， $T_r$ 越小，则 $\alpha$ 越小，参考轨线就能越快地接近设定值 $y_d$ ； $T_r$ 越大， $\alpha$ 越大，系统的柔性越好，鲁棒性也越好，但响应快速性变差，通常取 $0 \leq \alpha < 1$ 。所以，可以得到预测偏差输出值

$$e(k+j) = y_r(k+j) - y_c(k+j), \tag{3}$$

由式(3)可以计算出模糊PID参数自整定控制器的输入量 $|E|$ 和 $|EC|$ 。

### 2.2 模糊PID控制器

对于模糊PID参数自整定控制器，这里选择偏差绝对值 $|E|$ 及偏差变化绝对值 $|EC|$ 为其输入语言变量， $|E|$ 和 $|EC|$ 的语言值选择为“大”、“中”、“小”3种，分别用字母B、M、S表示。为了便于计算机实现和调整，各语言值的隶属函数取线性正态函数， $|E|$ 的语言变量的隶属函数用 $\mu_{BE}(|E|)$ ， $\mu_{ME}(|E|)$ ， $\mu_{SE}(|E|)$ 表示，见图4a)； $|EC|$ 的语言变量的隶属函数用 $\mu_{BC}(|EC|)$ ， $\mu_{MC}(|EC|)$ ， $\mu_{SC}(|EC|)$ 表示，见图4b)。输出变量为参数 $K_p$ ， $K_i$ 和 $K_d$ ，它们的语言值也分为“大”(B)、“中”(M)、“小”(S)3种。 $K_p$ 的语言变量的隶属函数分别用 $\mu_{BP}(K_p)$ ， $\mu_{MP}(K_p)$ ， $\mu_{SP}(K_p)$ 表示， $K_i$ 的语言变量的隶属函数分别用 $\mu_{BI}(K_i)$ ， $\mu_{MI}(K_i)$ ， $\mu_{SI}(K_i)$ 表示， $K_d$ 的语言变量的隶属函数分别用 $\mu_{BD}(K_d)$ ， $\mu_{MD}(K_d)$ ， $\mu_{SD}(K_d)$ 表示，它们的隶属函数曲线见图5。根据以上分析和语言变量的设定，以及PID控制的实践经验<sup>[5]</sup>，可以总结出 $K_p$ ， $K_i$ 和 $K_d$ 的调整规则，分别见表1、表2和表3，表中Z表示0。

图4  $|E|$ 和 $|EC|$ 语言变量的隶属函数

Fig. 4 Membership functions for linguistic value  $|E|$  and  $|EC|$

图5 输出语言变量的隶属函数

Fig. 5 Output membership functions

表1  $K_p$ 的控制规则表

Tab.1 Rule table for  $K_p$

$ EC $	$ E $			
	B	M	S	Z
B	M	S	M	M
M	B	M	B	B
S	B	M	B	B
Z	B	M	B	Z

表2  $K_i$ 的控制规则表

Tab.2 Rule table for  $K_i$

$ EC $	$ E $			
	B	M	S	Z
B	Z	S	M	B
M	Z	S	B	B
S	Z	Z	B	B
Z	Z	Z	B	B

表3  $K_d$ 的控制规则表

Tab.3 Rule table for  $K_d$

$ EC $	$ E $			
	B	M	S	Z
B	S	M	Z	Z
M	M	M	S	Z
S	B	B	S	S
Z	B	B	S	Z

首先,将规则表变成“if...then...”形式的计算机语言,再通过模糊逻辑推理,最后进行模糊判决,采用 Mamdani 推理的最小-最大-重心法来清晰化<sup>[6]</sup>,可得到参数  $K_P, K_I$  和  $K_D$  的调整值分别为

$$K_P = \frac{\sum_{j=1}^N \mu_{P_j}(K_P) K_{P_j}}{\sum_{j=1}^N \mu_{P_j}(K_P)}, K_I = \frac{\sum_{j=1}^N \mu_{I_j}(K_I) K_{I_j}}{\sum_{j=1}^N \mu_{I_j}(K_I)}, K_D = \frac{\sum_{j=1}^N \mu_{D_j}(K_D) K_{D_j}}{\sum_{j=1}^N \mu_{D_j}(K_D)},$$

式中: $\mu_P, \mu_I, \mu_D$  分别表示  $K_P, K_I$  和  $K_D$  的模糊控制量。

### 3 实验效果

笔者研究的系统和常规 PID 控制 2 种方法均在电热鼓风机干燥箱中进行了大量的试验,通过对运行效果比较分析,可以得到表 4 所示实验数据。

表 4 控制效果对比  
Tab.4 Contrast to the control effect

控制策略	设定温度 /℃	稳态最大正误差 /℃	稳态最大负误差 /℃	波动最大值 /℃	上升时间 /min	控制效果
常规 PID 控制	99	+0.3	-0.8	1.1	19	一般
预测模糊控制	99	+0.2	-0.5	0.7	14	较好

### 4 结 论

笔者提出的基于预测的模糊参数自整定 PID 温度控制系统结合了预测技术与普通模糊 PID 控制的优点,实现了对 PID 参数的实时在线整定。通过应用和实验可以得出以下结论:1) 与常规 PID 控制相比,该系统的控制精度更高,可以得到更小的温度波动,控制效果明显提高;2) 由于预测控制对系统未来的输出有预测作用,根据预测偏差和偏差率调整 PID 参数可以实现超前调节,所以该控制系统更加适用于有较大时滞的温度过程;3) 该系统温度上升时间缩短,超调量减小。

此外,该温度控制系统主要通过软件算法进行实时控制,设计简单,实用性强,对时滞大、非线性和时变性强的工业过程有较好的控制效果,是一种适用性强、稳定性强、精度高的温度控制系统。

#### 参考文献:

[1] 杜 静,王振民.模糊 PID 在电阻炉温度控制系统中的应用[J].机械管理开发,2005,(2):48-49.  
 [2] 诸 静.模糊控制理论与系统原理[M].北京:机械工业出版社,2005.  
 [3] 章卫国,杨向忠.模糊控制理论及应用[M].西安:西北工业大学出版社,2001.  
 [4] 邵惠鹤.工业过程高级控制[M].上海:上海交通大学出版社,1997.  
 [5] 韩启纲,吴锡祺.模糊控制技术与仪表装置[M].北京:中国计量出版社,1999.  
 [6] 李士勇.工程模糊数学及应用[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.

## “科技期刊与自主创新”学术研讨会在沈阳召开

中国科学院自然科学期刊编辑研究会第 16 次学术研讨会“科技期刊与自主创新”学术研讨会于 2006 年 8 月 19 日—24 日在沈阳召开。

研讨会上由刘振兴院士作了“坚持科技自主创新 推动期刊迅速发展”的报告。

# 光释光断代仪的接口电路设计

曹海燕, 王广祥

(石家庄经济学院信息工程学院, 河北石家庄 050031)

**摘要:**介绍了 EPP 协议的特点和时序,并结合科研项目“光释光仪器的研制”提出了接口电路设计方案,指出该接口电路主要由读写逻辑生成电路、地址锁存器及译码器、逻辑延时电路构成,并给出了电路框图。

**关键词:**光释光;测年技术;EPP;接口电路

**中图分类号:**TN98      **文献标识码:**A

## Design of interface circuit to dating apparatus with optical stimulated luminescence

CAO Hai-yan, WANG Guang-xiang

(College of Information Science and Engineering, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang Hebei 050031, China)

**Abstract:** This article introduces the EPP protocol's character and order in detail, and puts forward a particular design project using the EPP protocol, based on the scientific research project 'the Research of Dating Apparatus with Optical Stimulated Luminescence'. This interface is composed of read-write logic circuit, address latch and code-translate device, and some logic time-delay circuit. It also presents frame the circuit pictures.

**Key words:** optical stimulat presents frame luminescence; dating technique; EPP; interface circuit

光释光技术的应用范围很广,主要是用在矿物的年龄鉴定上。虽然光释光测年只有短短十几年的历史,但已显示出巨大的潜力。进行年龄测定所用的仪器就是光释光断代仪,而光释光断代仪用一台计算机来控制仪器的全过程,所以仪器和计算机连接电路的优劣是整个仪器运行的关键。

目前的计算机并行口可以设定为下面 5 种工作模式,分别是 SPP(Standard Parallel Port)模式、PS/2 模式、EPP(Enhanced Parallel Port)模式、ECP(Extended Capabilities Port)模式和 ECP+EPP 混合模式<sup>[1]</sup>。后面的模式较前面的模式功能更加丰富,性能也更加强大,并且兼容前面的模式。这些模式中除了 SPP 模式只能单向传输数据外,其他几种模式都可以进行双向数据传输。其中的 EPP 模式由于可以自动产生联锁的握手信号,且具有较快的传输速度,在与计算机并行通信中应用最为广泛,一般设定为计算机并行口的默认工作模式<sup>[2,3]</sup>。基于此,在全自动激光释光断代仪中,笔者采用了 EPP 接口电路作为计算机控制仪器的通道。

### 1 光释光断代技术

在结晶固体的形成和存在过程中,因晶体结构的缺陷或杂质的存在,来自环境中的辐射对晶体带来辐射

损伤,使晶体中的电荷平衡遭到破坏,使晶体中生成游离电子,这类游离电子就是储能电子。存在于晶体中的这些储能电子一经外部能量的刺激,产生新的不平衡,就以释放光子的形式来消耗自己储存的能量。热和光是能量的2种不同表现形式,当使用热能来激发时,发光现象就称为热释光;当使用光能来激发时,发光现象就称为光释光<sup>[4]</sup>。

晶体的释光量与它所接受的辐射剂量成正比,辐射剂量又与时间成正比,这就是光释光断代的基础。于是,年代的计算可由下述公式得出

$$A = N/B \text{ 或 } A = D_e/D_y,$$

式中: $A$ 为样品的年龄; $N$ 为结晶固体中积存的释光总量; $B$ 为各类辐射在晶体中每年所产生的释光量; $D_e$ 为等效剂量,即产生相当于样品天然释光信号水平所需的实验室剂量,也称古剂量; $D_y$ 为环境剂量率,或称年剂量,即各类辐射在晶体中每年所产生的辐射剂量总和。

## 2 EPP 协议

EPP 协议最初是由 Intel, Xircom, Zenith 3 家公司联合提出的,1994 年在 IEEE 1284 标准中发布,目的是提供一个高效能且可与原有的标准并行口连接的通信协议。该协议定义的并行口像是一个开放的总线,为用户提供了更加强大的功能和更加灵活的设计手段。

### 2.1 EPP 引脚定义

EPP 利用硬件自动握手实现主机与外设之间的高速双向数据传输,软件只须对相应端口寄存器进行读/写操作。EPP 寄存器与并口引脚定义见表 1。

表 1 EPP 寄存器与并口引脚定义

Tab. 1 Register and horn in EPP

引脚	寄存器-位	EPP 信号	方向	说明
1	37AH-D0	nWrite	OUT	指示主机是向外设写(低电平)还是从外设读(高电平)
2-9	37BH-D0-D7	Address	IN/OUT	8 位双向地址
	37CH-D0-D7	Data	IN/OUT	8 位双向数据
	378H-D0-D7	Data	IN/OUT	8 位双向数据
10	379H-D6	interrupt	IN	下降沿向主机申请中断
11	379H-D7	nWait	IN	低电平表示外设准备好传输数据,高电平表示数据传输完成
12	379H-D5	Spare	IN	空余线
13	370H-D4	Spare	IN	空余线
14	37AH-D1	nDataSTB	OUT	数据选通信号,低电平有效
15	370H-D3	Spare	IN	空余线
16	37AH-D2	Init	OUT	初始化信号,低电平有效
17	37AH-D3	nAddSTB	OUT	地址数据选通信号,低电平有效
18-25		Ground	GND	地线

### 2.2 EPP 接口时序

EPP 协议提供了 4 种数据传输周期:写数据周期、读数据周期、写地址周期、读地址周期。图 1 和图 2 分别是写数据周期和读地址周期的例子。其中 CPU 的信号 nIOW 和 nIOR 是用来强调整个过程是属于同一个 I/O 周期的。

1) 写数据周期 如图 1 所示,各信号变化解释如下:

- ①程序执行一个 I/O 写周期;
- ②驱动 nWrite 信号线,并将数据输出到并行口;
- ③nWait 为低电位,驱动 nDataSTB 信号;
- ④通信口等待周边设备响应,反驱动 nWait 为高电平,确认数据传输成功;
- ⑤nDataSTB 信号同时被反驱动,EPP 周期结束;