

浅议PID控制在温度控制系统中的应用

赵紫静, 吴建民 (甘肃农业大学, 甘肃兰州 730070)

摘要 结合工业的实际情况介绍一种采用PID控制技术的温度控制器, 控制精度可达到 ± 0.5 。

关键词 温度控制精度; PID控制系统; 控制模式; 计算机技术

中图分类号 S220.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)21-09335-02

Discussion on Application of PID Control in Temperature Control System

ZHAO Zi-jing et al (Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract Combined with practical situation of industry, a temperature controller using PID controlling technology was introduced and its control precision was ± 0.5 .

Key words Temperature control precision; PID control system; Control model; Computer technology

温度控制已成为工业生产、科研活动中很重要的一个环节, 能否成功地将温度控制在所需的范围内关系到整个活动的成败。由于控制对象的多样性和复杂性, 导致采用的温控手段的多样性。如某种X-RAY发生器对工作温度的稳定性有较高的要求, 一般要将温度控制在 ± 0.5 左右, 才能保证器件输出的X-RAY波长不发生超出要求的漂移, 否则, X-RAY波长的超范围漂移将使整个设备难以正常使用。为达到这种温控要求, 笔者根据实际情况, 采用PID控制原理研制成适用于小功率X-RAY发生器件的温度控制器。该控制器能够达到较好的控制效果, 若精心选择PID的各种参数, 温度控制的精度可以达到 ± 0.2 , 完全可以保证器件的正常工作, 实现分散控制、集中管理、集中监视的目标^[1]。

1 温度控制原理

X-RAY器件工作时产生的热量将使器件自身工作温度升高, 最后达到很高的基本稳定温度。较高的温度将严重影响器件的各种性能参数, 也很可能导致器件不能正常工作, 甚至损坏, 进而影响这个设备的正常使用。此温度控制系统的目的就是将器件的工作温度稳定在一个较低水平上, 这样一来就要求根据器件工作时的实际情况(如, 产热量大小等)采取一定的措施, 随时将产生的热量即时散掉, 并且要求器件在单位时间里产生的热量等于控制器在单位时间里吸收的热量, 若两者达到动态平衡, 则可以保持器件工作温度的稳定。

在一定的控制系统中, 首先将需要控制的被测参数(如, 温度)由传感器转换成一定的信号后再与预先设定的值进行比较, 把比较得到的差值信号经过一定规律的计算后得到相应的控制值, 将控制量送给控制系统进行相应的控制, 不停地进行上述工作, 从而达到自动调节的目的。当控制对象的精确数学模型难以建立时, 比较成熟且广泛使用的控制方法是采用按差值信号的比例、积分和微分进行计算控制量的方法, 即PID法^[2], 其控制规律的数学模型^[3]为:

$$V_0 = K_p [e + (1/T_i) \cdot \int e dt + T_d \cdot (de/dt)] + V_{0-1}$$

式中, K_p 为比例系数; e 为差值信号, $e = T - T_{sd}$ (T 为温度测量值, T_{sd} 为温度设定值); T_i 为积分常数; T_d 为微分常数; V_0 、 V_{0-1} 分别为当时及前一时刻的控制量。实现PID控制原

理的具体方法因系统的不同而异。在系统中, 采用了增量式计算方法, 而控制量的输出则采用了位置式的输出形式。在数值控制系统中, 其控制规律的数学模型演化为: $U_0 = U_{0-1} + K_p [(e_i - e_{i-1}) + T/T_i \cdot e_i + T_d/T \cdot (e_i - 2e_{i-1} + e_{i-2})]$ 。式中, T 为采集周期; e_i 、 e_{i-1} 、 e_{i-2} 分别为此时刻、前一时刻、再前一时刻的差值信号。这种方法的好处在于只需保持前3个时刻的差值信号, 同时输出控制量的初始设定值不必准确, 就能较快地进入稳定控制过程^[4]。

2 电路工作原理

控制器的电原理, 如图1所示。程序启动后, 首先进行PID参数初始化, 最主要的是对 K_p 、 T_i 、 T_d 、 T 的初始化, 然后进入控制循环体。首先是采集温度值, 按上述的PID控制规律及压控电流源的控制特性计算热电偶冷却器的工作电流 I_0 的大小及极性, 然后输出到D/A转换器, 由其产生VCCS的输入控制电压 V_0 。程序延迟0.5~1.5s后, 重复上述过程, 不断根据最新测到的温度计算最近的控制量。这样多次重复后, 就可以达到稳定控制温度的目的^[5]。程序流程框, 如图2所示。

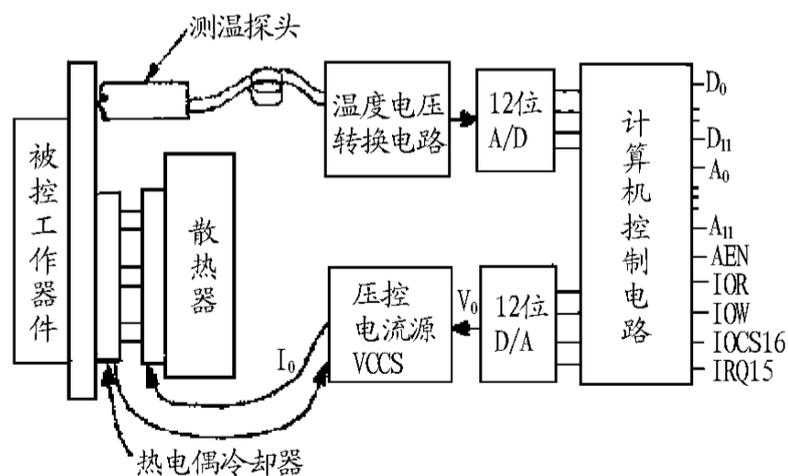


图1 控制器原理

Fig.1 The principle of controller

3 PID参数的选择^[6]

PID的主要参数是 K_p 、 T_i 及 T_d 。其选择方法^[6]是首先根据控制系统的特性确定 K_p 的极性。在此, 其极性应为负, 试验发现, 该系统虽然属于具有延迟效应的温度控制系统, 但 K_p 不能选择过大, 否则将不稳定。其次, T_i 及 T_d 的选择相对而言就不是很严格了, 可根据设计者的要求(如希望积分作用明显还是微分作用明显)而定。关于采样周期则可以根据系统响应的延迟时间而定, 一般可选择比系统响应稍

快些即可,选择过小的采样周期反而不好。试验选择的是与系统响应时间相当的采样周期,约0.3~0.5 s。HD 参数的选择不是唯一的,但一定要选择好关键参数^[7]。在此则应仔

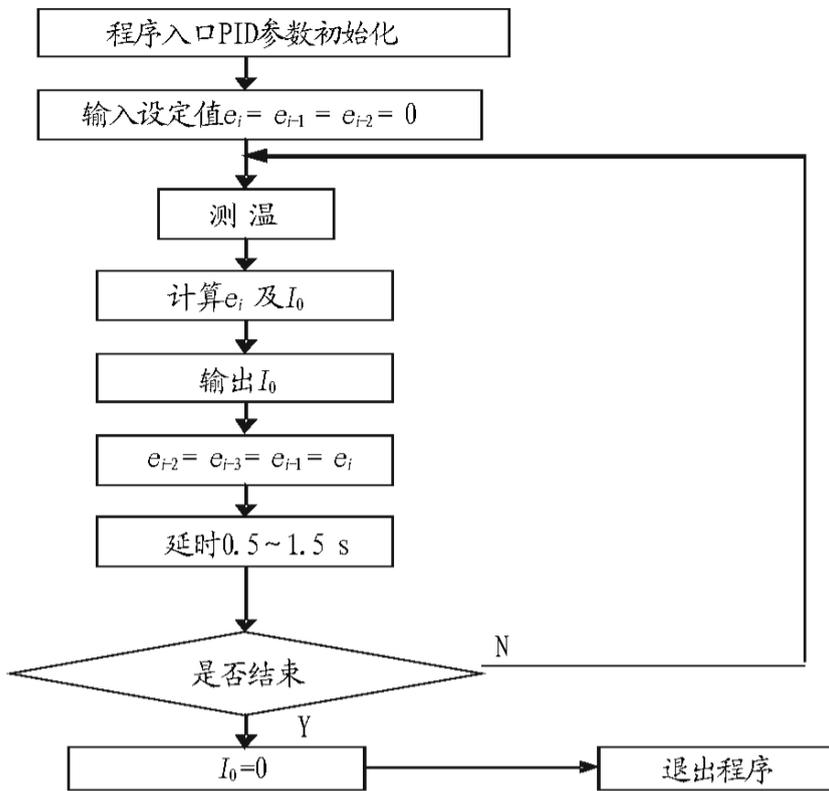


图2 程序流程框

Fig.2 Programflow

细选择 K_p ,然后再选择其他参数。只要一组PID 参数能够较好地用于控制系统,并且控制效果也是较好的,则说明这样一组参数是合适的。HD 参数选择: $K_p = -1.0$, $T_i = 2$, $T_d = 1.5$, $T = 0.3$,HD 参数可以达到良好的控制效果。

4 试验结果

为了验证控制器的工作情况,我们设计了一种模拟试验条件,电路如图3 所示。通过改变 R_2 的阻值,便可相应地改变稳压器LM317 消耗的功率,即其自身的温度会相应地改变。在环境温度为24 时,不进行控制时其温度可达约70 ;后采用该控制器对其进行温度控制,测得的结果如图4 所示,可见精度达到了 ± 0.2 ,控制效果是很好的。

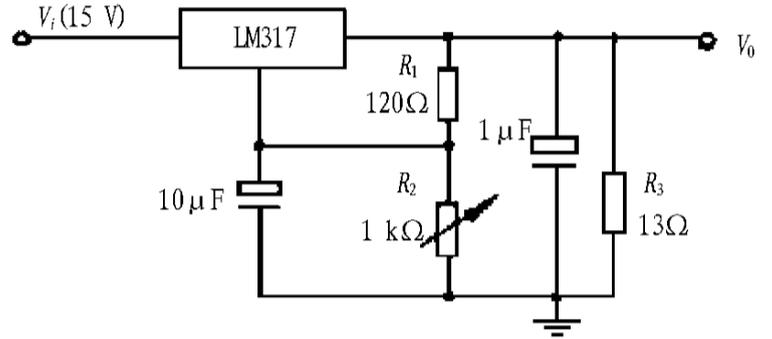


图3 测试电路

Fig.3 The test circuit

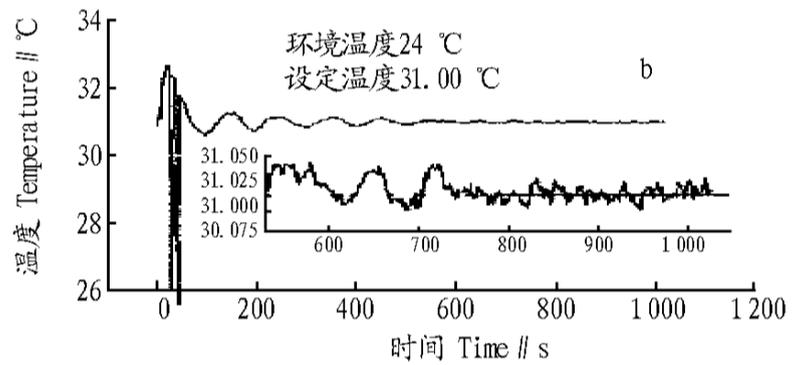
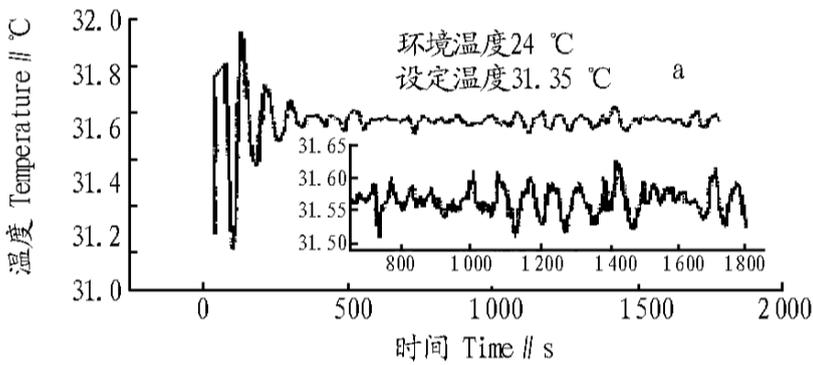


图4 温度控制曲线

Fig.4 The temperature control curves

5 结语

HD 控制原理的优点在于能够在控制过程中根据预先设定好的控制规律不停地自动调节控制量以使被控系统朝着设定的平衡状态过度,最后达到控制范围精度内的稳定的动态平衡状态。PID 最佳整定参数确定后,并不能说明它永远都是最佳的,当外界扰动而发生需要调整,这是保证HD 控制有效的重要环节。使用好PID 控制原理的关键在于根据实际情况确定HD 的各种参数,这项工作虽然费时,但做好了,将会提高控制器的使用效果,达到较高的控制精度,是温度控制发展的趋势。

(上接第9305 页)

在国家经济快速发展的今天,食品涨价已经越来越多地让普通老百姓感受到生活的压力,这似乎是一个悖论,这需要多角度地看待这个问题,一方面国家在越来越重视农业和畜牧业,开始由索取转向反哺,另一方面,国家在追求可持续发展的同时,逐渐更加重视最大的生态类型——草地。新农村建设需要充分利用草地资源,尤其是在牧区和山区,只有可持续发展的、生活富裕的、既生态又文明的农村才有吸引力,才算得上新农村,这既需要充分、合理利用农村各种资源,也需要国家的更多关注和投入。

参考文献

- [1] 朱伟兴,毛罕平,李萍萍,等.智能温室群集散控制系统设计研究[J].农业工程学报,1999,15(4):163-166.
- [2] 陈汝全,林永生,夏利.实用微机与单片机控制技术[M].成都:电子科技大学出版社,1993:10-15.
- [3] 杨劲松,张涛.计算机工业控制[M].北京:中国电力出版社,2003:30-39.
- [4] 邓璐娟,冯巧玲,李淑君,等.智能温室环境控制的研究现状与发展方向[J].郑州轻工业学院学报,2003(4):20-23.
- [5] 彭小奇.一种简易模糊HD 控制器的优化设计[J].兵工自动化,1988(2):4-7.
- [6] 林敏.计算机控制技术与系统[M].北京:中国轻工业出版社,1999:149-151.
- [7] 陈镒.提高温度控制系统精度的方法[J].福州大学学报:自然科学版,1993(6):43-48.

参考文献

- [1] 任继周.摒弃“厌草”情结,培养“有草文化”[J].草业科学,2004,21(4):52-53.
- [2] 任继周,张自和.华夏农耕文化探源——兼论以粮为纲[J].世界科技研究与发展,2003,25(2):21-26.
- [3] 国家环境保护总局.全国生态现状调查与评估·综合卷[M].北京:中国环境科学出版社,2005:21-23.
- [4] 任继周,南志标,林慧龙.以食物系统保证食物(含粮食)安全——实行草地农业,全面发展食物系统生产潜力[J].草业学报,2005,14(3):1-10.
- [5] 任继周,侯扶江.改变粮食观,试行食物当量[J].草业学报,1999(专集):55-75.
- [6] 任继周.节粮型草地畜牧业大有可为[J].草业科学,2005,22(7):44-48.