



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 107045279 A

(43) 申请公布日 2017. 08. 15

(21) 申请号 201610083455. 3

(22) 申请日 2016. 02. 07

(71) 申请人 渤海大学

地址 121013 辽宁省锦州市松山新区科技路  
19 号

(72) 发明人 张宇峰 贾志淳 邢星 刘安业  
沈晶 于占东

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11350

代理人 崔艳姣

(51) Int. Cl.

G05B 11/42(2006. 01)

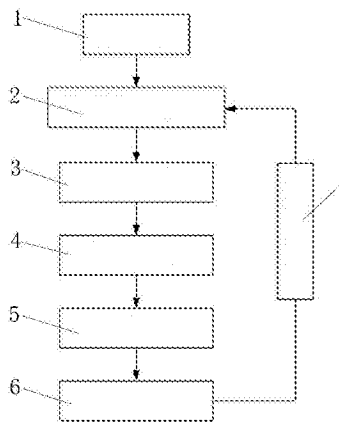
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

适用于高真空环境的动态赋值 PID 加热控制系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于高真空环境的动态赋值 PID 加热控制系统及方法,涉及高真空环境下材料加热的过程控制领域,它是为解决高真空环境下加热过程的超调温度过高问题而提出的。在传统 PID 加热控制系统中增加了动态赋值运算器,实现了对 PID 控制器的多次、动态的赋值,根据当前状态的反馈温度和设定的目标温度值,所赋的中间目标温度值由赋值运算公式计算得出,变化的赋值温度促使 PID 控制器参数根据动态的中间目标温度值迅速作出调整,及时对加热功率进行调节,当反馈温度接近设定的加热目标温度时,能够及时、快速的降低加热功率,甚至停止加热,充分利用了真空环境下物体的热惯性,大幅降低了加热控制过程的超调温度。



1. 适用于高真空环境的动态赋值PID加热控制系统,包括PID控制器、功率调节器、加热器、加热对象和温度测量件,PID控制器通过功率调节器控制加热器的加热功率,加热器直接对加热对象进行加热处理,加热对象上设有温度测量件,其特征在于:还包括动态赋值运算器,动态赋值运算器中预设目标温度值,温度测量件将加热对象的反馈温度值反馈给动态赋值运算器,动态赋值运算器经过运算处理后赋值给PID控制器。

2. 适用于高真空环境的动态赋值PID加热控制方法,其特征在于:预设目标温度值至动态赋值运算器,由动态赋值运算器根据加热对象的反馈温度值计算出中间目标温度值,再动态的赋值给PID控制器,PID控制器根据动态变化的中间目标温度值调解功率调节器的输出功率,改变加热器的加热功率,使加热对象的温度升高,动态赋值运算器接收到的反馈温度值发生变化,温度误差值不断变小,直至达到预设的目标温度值。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:加热过程中动态赋值运算器对PID控制器进行多次、动态中间目标温度值的赋值,逐步达到设定的目标温度。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:随着加热对象温度的不断升高,当反馈温度值与目标温度值之间的温度差值小于 $1^{\circ}\text{C}$ ,动态赋值运算器输出的中间目标温度值等于目标温度值,动态赋值运算器工作停止,PID控制器将加热对象的温度稳定在目标温度值的温度。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于:设被加热对象的当前反馈温度值作为动态赋值运算器的输入 $T_i$ ,目标加热温度 $T_s$ ,则中间目标温度值由动态赋值运算器中的赋值运算公式 $T_{i+1} = T_i + (T_s - T_i)/(2N+1)$ 计算得到,式中N为动态赋值运算器的赋值次数, $N=0,1,2,\dots$ 。

## 适用于高真空环境的动态赋值PID加热控制系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高真空环境下物体加热的过程控制技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着比例-积分-微分(Proportion-Integration-Differentiation, PID)控制理论的出现,基于各种算法的PID控制器在许多行业得到了广泛的应用,特别是在温度控制领域,90%的加热控制器是基于PID原理进行设计的。

[0003] 传统的PID加热控制系统如图1所示,其工作原理是根据t时刻加热对象的反馈温度,与给定的目标温度想比较,以当前的温度误差值作为PID控制器的输入 $e(t)$ ,由比例系数 $k_p$ 、积分时间常数 $T_I$ ;微分时间常数 $T_D$ ,得到PID控制器的输出 $u(t)$ :

$$u(t) = k_p \left[ e(t) + 1/T_I \int_0^t e(t) dt + T_D de(t)/dt \right], \quad (1)$$

PID控制器的输出 $u(t)$ 控制功率调节器的输出功率,改变加热器的加热功率,使加热对象的温度升高,控制器的反馈温度值发生变化,温度误差值不断变小,直至达到预设的目标温度。

[0004] 通常,为防止大气环境下出现的高温氧化现象,材料的高温试验必须在高真空的保护环境下进行。虽然,模糊理论、神经网络、鲁棒理论等控制原理的引入,涌现出很多改进的PID控制算法,以适应加热过程的复杂性,满足某些特殊环境下的加热控制。但是,高真空环境下物体的热惯性大、变化规律复杂,传统的PID控制方法经常出现过高的温度超调,容易破坏试验材料的结构和性能。

### 发明内容

[0005] 为抑制高真空环境下加热过程产生的过高超调温度,本发明提出了一种动态赋值的PID加热控制系统及方法,其控制原理是根据当前温度反馈值与目标加热温度值之间的温度差,动态的改变PID温控器赋值温度,进而控制加热器功率,完成对加热对象加热过程的PID控制。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案,本发明的加热控制系统包括PID控制器、功率调节器、加热器、加热对象和温度测量件,PID控制器通过功率调节器控制加热器的加热功率,加热器直接对加热对象进行加热处理,加热对象上设有温度测量件,其结构要点是:还包括动态赋值运算器,动态赋值运算器中预设目标温度值,温度测量件将加热对象的反馈温度值反馈给动态赋值运算器,动态赋值运算器经过运算处理后赋值给PID控制器。

[0007] 本发明的加热控制方法是:预设目标温度值至动态赋值运算器,由动态赋值运算器根据加热对象的反馈温度值计算出中间目标温度值,再动态的赋值给PID控制器,PID控制器根据动态变化的中间目标温度值调解功率调节器的输出功率,改变加热器的加热功率,使加热对象的温度升高,动态赋值运算器接收到的反馈温度值发生变化,温度误差值不断变小,直至达到预设的目标温度值。

[0008] 优选地,加热过程中动态赋值运算器对PID控制器进行多次、动态中间目标温度值的赋值。

[0009] 优选地,随着加热对象温度的不断升高,当反馈温度值与目标温度值之间的温度差值小于 $1^{\circ}\text{C}$ ,动态赋值运算器输出的中间目标温度值等于目标温度值,动态赋值运算器工作停止,PID控制器将加热对象的温度稳定在目标温度值的温度。

[0010] 优选地,设被加热对象的当前反馈温度值作为动态赋值运算器的输入 $T_i$ ,目标加热温度 $T_s$ ,则中间目标温度值由动态赋值运算器中的赋值运算公式 $T_{i+1} = T_i + (T_s - T_i)/(2N+1)$ 计算得到,式中 $N$ 为动态赋值运算器的赋值次数, $N=0, 1, 2, \dots$ 。

[0011] 本发明有益效果:

与传统的PID加热控制方法不同,本发明在加热控制系统中增加了动态赋值运算器,实现了对PID控制器的多次、动态的赋值,根据当前状态的反馈温度和设定的目标温度值,所赋的中间目标温度值由赋值运算公式计算得出,变化的赋值温度促使PID控制器参数根据动态的中间目标温度值迅速作出调整,及时对加热功率进行调节,当反馈温度接近设定的加热目标温度时,能够及时、快速的降低加热功率,甚至停止加热,充分利用了真空环境下物体的热惯性,大幅降低了加热控制过程的超调温度。

## 附图说明

[0012] 图1是现有技术PID加热控制系统图;

图2是本发明的动态赋值PID加热控制系统图;

图3是图2中的动态赋值运算器的工作流程图;

1-目标温度值,2-动态赋值运算器,3-PID控制器,4-功率调节器,5-加热器,6-加热对象,7-温度测量件。

## 具体实施方式

[0013] 下面结合附图2和3对本发明做进一步技术描述:

如图2-3所示,本发明通过读取当前被加热对象的反馈温度值,并将其与设定的目标温度值进行比较,当反馈温度值小于目标温度值,则动态赋值运算器启动。

[0014] 动态赋值运算器的工作原理如下:设当前被加热对象的反馈温度作为动态赋值运算器的输入 $T_i$ ,根据目标加热温度 $T_s$ ,则动态赋值运算器的输出 $T_{i+1}$ 为:

$$T_{i+1} = T_i + \frac{1}{2N+1}(T_s - T_i), \quad (2)$$

式中 $N$ 为动态赋值运算器的赋值次数, $N=0, 1, 2, \dots$ 。

[0015] 赋值运算公式(2)计算出的 $T_{i+1}$ 作为中间目标温度值输入至PID控制器,调节加热对象的加热功率;随着加热对象温度的升高,不断测量其反馈温度,当反馈温度 $T_{fn}$ 等于当前状态下的中间目标温度 $T_{i+1}$ ,进入到下一次的动态赋值过程。

[0016] 随着赋值次数 $i$ 的增加,加热对象的温度逐步升高,与加热的目标温度逐渐接近,中间目标温度值的增量温度值越来越近于0,当反馈温度值等于目标温度值,则动态赋值运

算器停止工作,此时,PID控制器的赋值温度即为加热的目标温度值。

[0017] 本发明提出的动态赋值PID加热方法通过对PID控制器的多次动态赋值,促使PID控制器中PID调节参数根据动态变化的中间目标温度迅速作出调整,及时对加热器的加热功率进行调节,当反馈温度值接近设定的目标温度值时,能够及时、快速的降低加热功率,甚至停止加热,充分利用了真空环境下物体的热惯性,使加热对象逐步达到设定目标加热温度,有效避免了过高的温度超调。

[0018] 本发明不局限于上述的优选实施例,凡是与本发明具有相同或者相近似的技术方案,均属于本发明的保护范围。

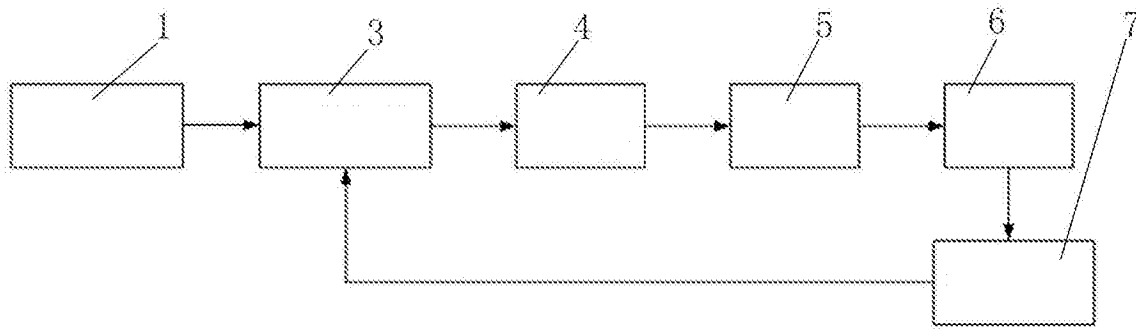


图1

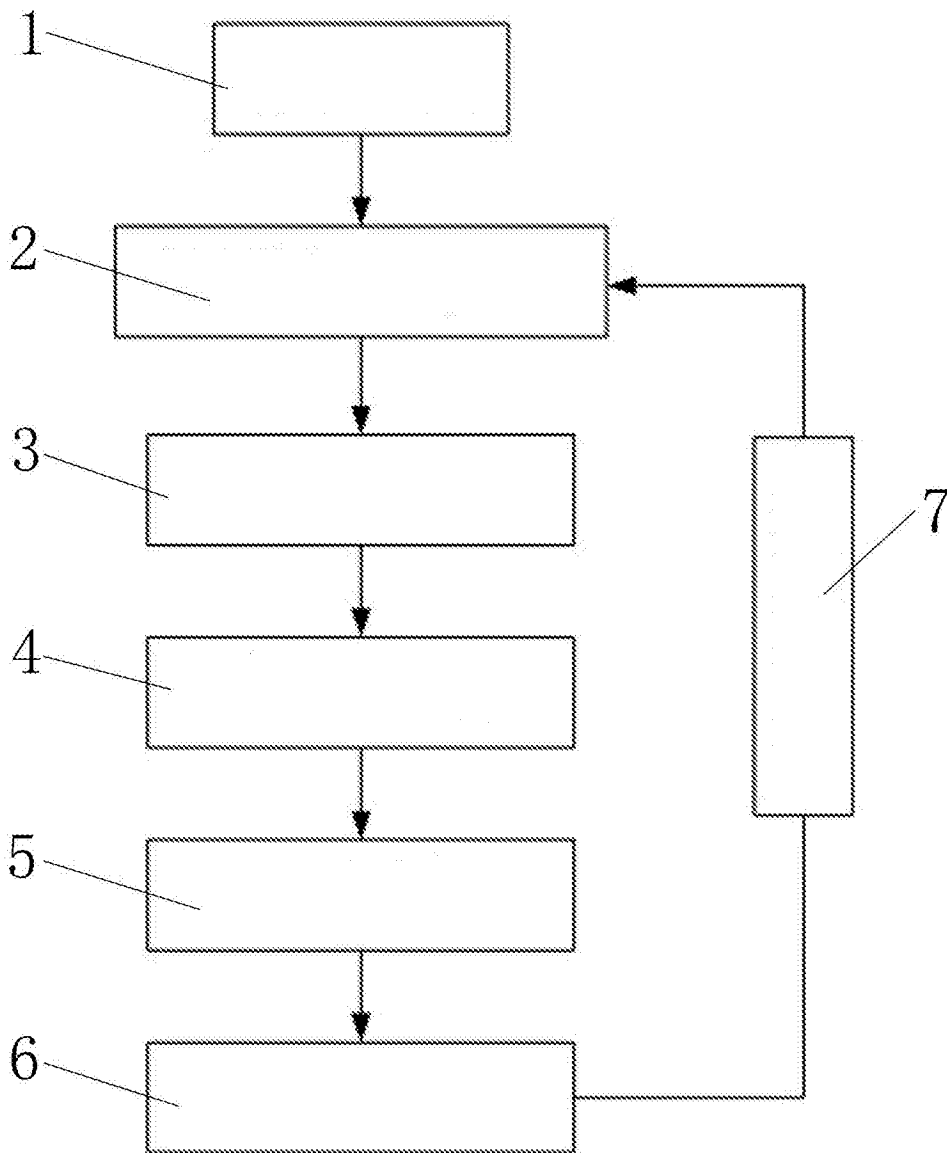


图2

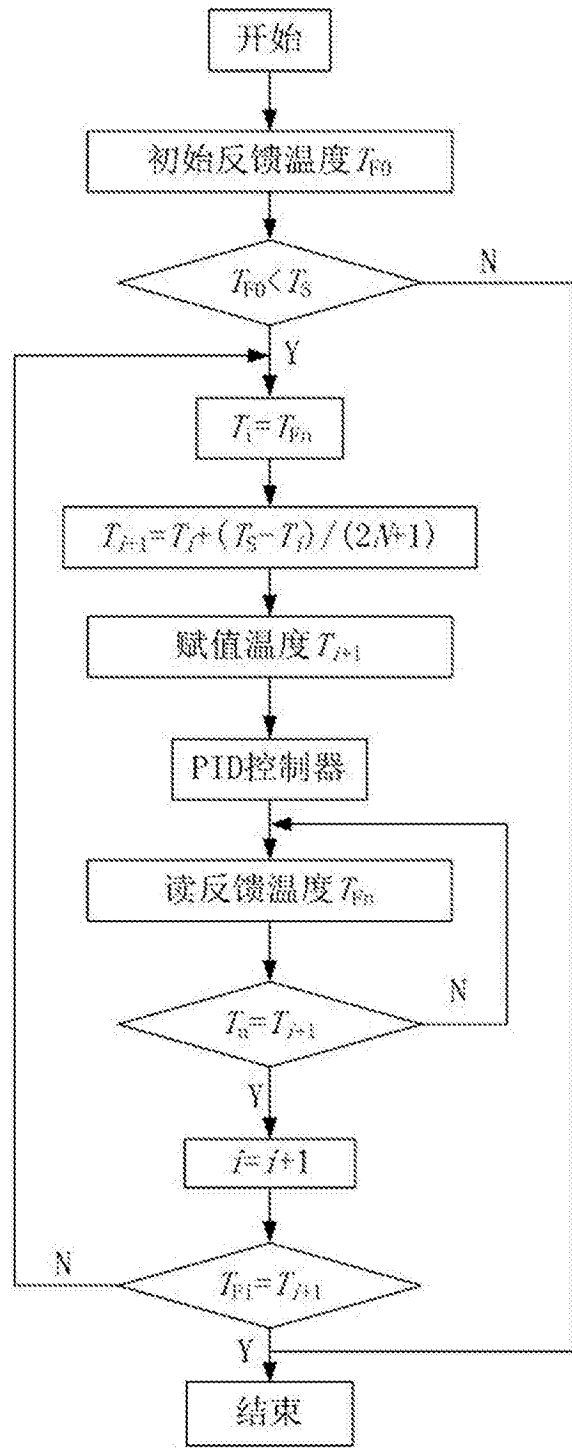


图3