



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103616845 B

(45) 授权公告日 2016.05.11

(21) 申请号 201310609955.2

CN 102998971 A, 2013.03.27,

(22) 申请日 2013.11.27

CN 201909960 U, 2011.07.27,

(73) 专利权人 深圳市亿维自动化技术有限公司

CN 102466412 A, 2012.05.23,

地址 518057 广东省深圳市南山区高新北
区朗山路 7 号航空电子工程研发大厦
408、409、410

JP 2007102816 A, 2007.04.19,

审查员 李蓓蓓

(72) 发明人 张恒

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事
务所 44268

代理人 王永文 刘文求

(51) Int. Cl.

G05B 19/05(2006.01)

G05B 11/42(2006.01)

(56) 对比文件

CN 103149954 A, 2013.06.12,

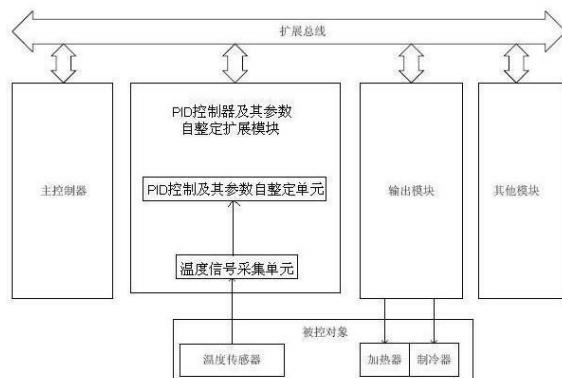
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种 PID 控制器及其参数自整定扩展模块及
实现方法

(57) 摘要

本发明公开一种 PID 控制器及其参数自整定
扩展模块及实现方法,其中,所述 PID 控制器及其
参数自整定扩展模块包括:温度信号采集单元和
PID 控制及其参数自整定单元;温度信号采集单
元用于采集被控对象的温度数据,并发送至 PID
控制及其参数自整定单元;PID 控制及其参数自
整定单元用于根据所述温度数据进行参数自整
定,并通过扩展总线输出整定结果到总控制器,便
于通过总控制器对 PID 控制器的参数进行查看和
/或修改。从而在 PLC 的扩展功能模块上实现温
度测量与 PID 控制,节省用户 PLC 程序资源;进一
步地,还具有自整定功能,从而节约了用户参数整
定的时间,提高了参数整定的准确性,从而保证了
控制器的控制质量和鲁棒性。



1. 一种PID控制器及其参数自整定扩展模块,通过扩展总线连接总控制器连接;其特征在于,所述PID控制器及其参数自整定扩展模块其包括:温度信号采集单元和PID控制及其参数自整定单元;

其中,所述温度信号采集单元用于采集被控对象的温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;

所述PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据进行参数自整定,并通过扩展总线输出整定结果到总控制器,便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改;

所述PID控制及其参数自整定单元包括:

自整定子单元,用于根据所述温度数据进行参数自整定,并将整定过程输出值写入下述的输出寄存器子单元,同时在整定完成后将整定结果写入下述的结果寄存器子单元;

输出寄存器子单元,用于存储整定过程输出值;

结果寄存器子单元,用于存储整定结果;

所述PID控制器及其参数自整定扩展模块集合温度测量、PID算法及其参数自整定算法,其具有PLC温度扩展功能模块所具有的温度测量与PID控制功能,同时还具有对PID控制器的参数进行自动整定。

2. 根据权利要求1所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块,其特征在于,所述温度信号采集单元进一步包括:依次连接的多路复用电路、信号调理电路、模数转换器和处理器;

所述多路复用电路选择被控对象的温度传感器信号,并将所述温度传感器信号经过信号调理电路后到模数转换器进行数据采集,采集到的数据经过处理器处理后得到相应的传感器温度数据。

3. 一种权利要求1所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

S1、温度信号采集单元采集被控对象的温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;

S2、PID控制及其参数自整定单元根据所述温度数据进行参数自整定,并通过扩展总线输出整定结果到总控制器,便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改;

所述步骤S1具体包括:多路复用电路选择被控对象的温度传感器信号,并将所述温度传感器信号经过信号调理电路后到模数转换器进行数据采集,采集到的数据经过处理器处理后得到相应的传感器温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;

所述PID控制器及其参数自整定模块集合温度测量、PID算法及其参数自整定算法,其具有PLC温度扩展功能模块所具有的温度测量与PID控制功能,同时还具有对PID控制器的参数进行自动整定。

4. 根据权利要求3所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其特征在于,所述步骤S1之前还包括:

S0、总控制器根据用户指令启动所述PID控制器及其参数自整定扩展模块的自整定功能,当自整定被启动后,PID控制器及其参数自整定扩展模块的PID控制功能将被禁用。

5. 根据权利要求3所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其特征在

于,所述步骤S2中所述PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据进行参数自整定具体包括:

S21、PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据通过自整定算法进行参数自整定;

S22、判断所述自整定是否完成,若是则将整定结果写入结果寄存器子单元,否则将整定过程输出值写入输出寄存器子单元。

6.根据权利要求5所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其特征在于,所述步骤S21中的自整定算法为基于继电反馈的算法。

7.根据权利要求6所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其特征在于,所述基于继电反馈的算法中加入一滞后参数。

一种PID控制器及其参数自整定扩展模块及实现方法

技术领域

[0001] 本发明涉及PLC控制系统与工业温度控制领域,尤其涉及一种PID控制器及其参数自整定扩展模块及实现方法。

背景技术

[0002] PLC(Programmable Logic Controller 可编程逻辑控制器)是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器,用于其内部存储程序,执行逻辑运算,顺序控制,定时,计数与算术操作等面向用户的指令,并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。是工业控制的核心部分。

[0003] PID(比例(proportion)、积分(integral)、微分(derivative))控制器作为最早实用化的控制器已有70多年历史,现在仍然是应用最广泛的工业控制器。PID控制器简单易懂,使用中不需精确的系统模型等先决条件,因而成为应用最为广泛的控制器。

[0004] 在工业控制中常常需要用到PID控制,以工业温度PLC控制系统为例,其常常用到PID控制器,PID控制器的关键就是参数整定(调整并确定控制器的参数):控制器三参数(比例系数、积分时间、微分时间)的整定。现有技术中的工业温度PLC控制系统的PID控制器的参数整定通常是通过手动进行的,其不但效率低下,而且难以保证整定的准确性,从而影响到控制质量,而且还会影响到控制器的鲁棒性。

[0005] 有鉴于此,现有技术有待改进和提高。

发明内容

[0006] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种PID控制器及其参数自整定扩展模块及实现方法,旨在解决现有的工业温度PLC控制系统的PID控制器的参数整定通过人工进行所带来的效率低下、准确性不高等问题。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种PID控制器及其参数自整定扩展模块,通过扩展总线连接总控制器连接;其中,所述PID控制器及其参数自整定扩展模块包括:温度信号采集单元和PID控制及其参数自整定单元;

[0009] 其中,所述温度信号采集单元用于采集被控对象的温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;

[0010] 所述PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据进行参数自整定,并通过扩展总线输出整定结果到总控制器,便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改。

[0011] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块,其中,所述温度信号采集单元进一步包括:依次连接的多路复用电路、信号调理电路、模数转换器和处理器;

[0012] 所述多路复用电路选择被控对象的温度传感器信号,并将所述温度传感器信号经过信号调理电路后到模数转换器进行数据采集,采集到的数据经过处理器处理后得到相应

的传感器温度数据。

[0013] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块,其中,所述PID控制及其参数自整定单元进一步包括:

[0014] 自整定子单元,用于根据所述温度数据进行参数自整定,并将整定过程输出值写入下述的输出寄存器子单元,同时在整定完成后将整定结果写入下述的结果寄存器子单元;

[0015] 输出寄存器子单元,用于存储整定过程输出值;

[0016] 结果寄存器子单元,用于存储整定结果。

[0017] 一种上述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述方法包括以下步骤:

[0018] S1、温度信号采集单元采集被控对象的温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;

[0019] S2、PID控制及其参数自整定单元根据所述温度数据进行参数自整定,并通过扩展总线输出整定结果到总控制器,便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改。

[0020] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述步骤S1具体包括:多路复用电路选择被控对象的温度传感器信号,并将所述温度传感器信号经过信号调理电路后到模数转换器进行数据采集,采集到的数据经过处理器处理后得到相应的传感器温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元。

[0021] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述步骤S1之前还包括:

[0022] S0、总控制器根据用户指令启动所述PID控制器及其参数自整定扩展模块的自整定功能,当自整定被启动后,PID控制器及其参数自整定扩展模块的PID控制功能将被禁用

[0023] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述步骤S2中所述PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据进行参数自整定具体包括:

[0024] S21、PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据通过自整定算法进行参数自整定;

[0025] S22、判断所述自整定是否完成,若是则将整定结果写入结果寄存器子单元,否则将整定过程输出值写入输出寄存器子单元。

[0026] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述步骤S21中的自整定算法为基于继电反馈的算法。

[0027] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述基于继电反馈的算法中加入一滞后参数。

[0028] 有益效果:本发明公开的PID控制器及其参数自整定扩展模块及实现方法,通过在PLC的扩展功能模块上实现温度测量与PID控制,节省用户PLC程序资源;进一步地,所述扩展功能模块还具有自整定功能,从而节约了用户参数整定的时间,提高了参数整定的准确性,从而保证了控制器的控制质量和鲁棒性。

附图说明

- [0029] 图1为现有技术中常用的模拟PID控制系统的原理框图。
- [0030] 图2为本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块的结构框图。
- [0031] 图3为本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实施例的应用示意图。
- [0032] 图4为本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实施例中温度信号采集单元的示意图。
- [0033] 图5为本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法的流程图。
- [0034] 图6为本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法中进行参数自整定的流程图。

具体实施方式

[0035] 本发明提供一种PID控制器及其参数自整定扩展模块及实现方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0036] 为了便于理解,首先介绍一下PID控制系统的工作原理,请参阅图1,其为现有技术中常用的模拟PID控制系统的原理框图。如图所示, $r(t)$ 是给定值, $y(t)$ 是系统的实际输出值,给定值与实际输出值构成控制偏差 $e(t)$, $e(t)$ 作为PID控制器的输入,如式1所示:

$$[0037] e(t) = r(t) - y(t) \quad \text{式1}$$

[0038] $u(t)$ 作为PID控制器的输出和被控对象的输入,如式2所示:

$$[0039] u(t) = K_p[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt}] \quad \text{式2}$$

[0040] 其中, K_p - 控制器的比例系数 T_i - 控制器的积分时间 T_d - 控制器的微分时间比例项: $K_p * e(t)$ 比例项对偏差瞬间作出反应。控制作用的强弱取决于比例系数 K_p , K_p 越大, 控制作用越强, 过渡过程越快, 静态偏差也就越小;但是 K_p 越大, 越容易产生振荡, 破坏系统稳定性。积分项: $\frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau$ 积分项作用是消除静态误差,但是会降低系统的响应速度, 增加系统的超调量。积分时间 T_i 越大, 积分积累作用越弱,这样系统在过渡的时候不会产生振荡;但是增大 T_i 会减慢静态误差的消除过程,但是超调量减少,系统更稳定; T_i 较小, 积分作用强,这样系统过渡的时候有可能产生振荡,消除静态误差的时间较短。微分项:

$K_p * T_d \frac{de(t)}{dt}$ 微分项能根据偏差的变化趋势预先做出适当的纠正,有助于减少超调量,克服振荡,使系统趋于稳定,微分时间 T_d 越大,抑制偏差 $e(t)$ 变化的作用越强; T_d 越小,抑制偏差 $e(t)$ 变化的作用越弱。

[0041] 请参阅图2,其为本发明的一种PID控制器及其参数自整定扩展模块的结构框图,如图所示,所述PID控制器及其参数自整定扩展模块10通过扩展总线20连接总控制器30连接;其中,所述PID控制器及其参数自整定扩展模块10包括:温度信号采集单元100和PID控制及其参数自整定单元200;

[0042] 具体来说,所述温度信号采集单元用于采集被控对象的温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;所述PID控制及其参数自整定单元用于根据所述

温度数据进行参数自整定，并通过扩展总线输出整定结果到总控制器，便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改。

[0043] 现有技术的PLC温度扩展功能模块，只有实现温度测量与PID控制，并没有实现对PID控制器的参数进行自动整定。本发明在PLC的扩展功能模块上实现了温度测量与PID控制及其参数自整定：把温度测量、PID算法及其参数自整定算法集合应用到PLC扩展功能模块中。即本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块除了具有现有技术中的PLC温度扩展功能模块所具有的温度测量与PID控制功能，同时还实现对PID控制器的参数进行自动整定。

[0044] 请继续参阅图3，其为本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实施例的应用示意图。本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块通过扩展总线连接总控制器、输出模块与其他模块，且所述PID控制器及其参数自整定扩展模块还连接被控对象。下面分别针对其两种功能进行介绍：

[0045] (1)温度测量与PID控制功能

[0046] 此功能与现有技术的PLC温度扩展功能模块相同：总控制器输出的控制信号，通过所述PID控制器及其参数自整定扩展模块到输出模块，输出模块通过加热器和制冷器实现对被控对象的PID控制功能；同时，所述PID控制器及其参数自整定扩展模块通过接收设置在被控对象上的温度传感器采集到的温度信号，进行温度测量。上述温度测量与PID控制功能与现有技术的PLC温度扩展功能模块相同，这里就不多做赘述了。

[0047] (2)对PID控制器的参数自动整定功能

[0048] 此功能是本发明的关键，所述温度信号采集单元采集被控对象的温度数据，并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元；所述PID控制及其参数自整定单元根据所述温度数据进行参数自整定，并通过扩展总线输出整定结果到总控制器，便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改，从而节省了用户参数整定的时间。

[0049] 如图4所示，在本实施例中，所述温度信号采集单元进一步包括：依次连接的多路复用电路、信号调理电路、模数转换器(图中用ADC表示)和处理器(图中用MCU表示)；所述多路复用电路选择被控对象的温度传感器信号(如图中所示的温度传感器1、温度传感器2等)，并将所述温度传感器信号经过信号调理电路后到模数转换器进行数据采集，采集到的数据经过处理器处理后得到相应的传感器温度数据。例如：通过热电偶(TC)传感器，检测受控设备的温度，PID控制器及其参数自整定扩展模块检测热电偶信号，转换成一定范围的数值，给后续的PID控制及参数自整定算法使用。

[0050] 在本实施例中，所述PID控制及其参数自整定单元进一步包括：自整定子单元、输出寄存器子单元和结果寄存器子单元；所述自整定子单元用于根据所述温度数据进行参数自整定，并将整定过程输出值写入下述的输出寄存器子单元，同时在整定完成后将整定结果写入下述的结果寄存器子单元；输出寄存器子单元用于存储整定过程输出值；结果寄存器子单元用于存储整定结果。

[0051] 具体来说，用户可以通过PLC总控制器启动/停止模块的PID参数自整定。当自整定被启动后，PID控制将自动被禁用，从而模块开始自整定，整定过程，自整定算法驱动输出不断变化，同时监视采样温度的变化，自整定算法将根据温度的变化计算PID参数，计算完成后，结果存储到结果寄存器，同时结束自整定，回到PID控制。

[0052] 在本实施例中,自整定采用基于继电反馈的算法。继电反馈的核心,是利用继电反馈作用使系统进入振荡状态。基于此振荡的周期和的幅度,确定系统的临界增益Ku和临界周期Tu。然后根据整定规则计算比例增益Kp、积分时间Ti、微分时间Td。

[0053] 进一步地,还可以在自整定算法中加入一滞后参数,滞后参数是相对于设定值的允许漂移(可正可负);此漂移不会令继电控制器改变输出。当输出变化将PV推离设定值足够远以至于超出滞后边界时,PID控制器及其自整定模块会检测到一个过零事件。自整定过程中,当PV(过程变量)超出滞后上边界时,继电输出1.0(100%功率加热)。当PV超出滞后下边界时,继电器输出0.0(100%功率制冷),使得系统进入振荡状态。系统振荡稳定或振荡周期达到上限(7个周期)时,利用最后一个周期测得的峰峰值Vpp和周期T,计算Ku和Tu。根据整定规则表得到比例增益Kp、积分时间Ti、微分时间Td;

$$[0054] Ku = \frac{4 * (1.0 - 0.0)}{\pi * Vpp}, Tu = T, \text{其中}(1.0 - 0.0) \text{为继电输出的峰峰值};$$

$Td = Tu * R2$,其中R2是Td的整定规则表参数;

[0055] $Kp = Ku * R0$,其中R0是Kp的整定规则表参数;

[0056] $Ti = Tu * R1$,其中R1是Ti的整定规则表参数。

[0057] 本发明还提供了一种上述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,如图5所示,所述方法包括以下步骤:

[0058] S100、温度信号采集单元采集被控对象的温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;

[0059] S200、PID控制及其参数自整定单元根据所述温度数据进行参数自整定,并通过扩展总线输出整定结果到总控制器,便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改。

[0060] 进一步地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法中,所述步骤S1具体包括:多路复用电路选择被控对象的温度传感器信号,并将所述温度传感器信号经过信号调理电路后到模数转换器进行数据采集,采集到的数据经过处理器处理后得到相应的传感器温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元。

[0061] 更进一步地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述步骤S1之前还包括:

[0062] S0、总控制器根据用户指令启动所述PID控制器及其参数自整定扩展模块的自整定功能,当自整定被启动后,PID控制器及其参数自整定扩展模块的PID控制功能将被禁用

[0063] 在本发明的实施例中,如图6所示,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法中,所述步骤S2中所述PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据进行参数自整定具体包括:

[0064] S210、PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据通过自整定算法进行参数自整定;

[0065] 若不进行参数自整定,则进入PID控制,根据PID算法进行计算,输出相应的值到总控制器。

[0066] S220、判断所述自整定是否完成,若是则将整定结果写入结果寄存器子单元,否则

将整定过程输出值写入输出寄存器子单元。

[0067] 然后,总控制器读取结果寄存器子单元和输出寄存器子单元中的相应的值,这样用户就可以通过总控制器对模块的参数进行查看、修改。自整定结束后,则自动回到PID控制模式。

[0068] 进一步地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法中,所述步骤S21中的自整定算法为基于继电反馈的算法。继电反馈的核心,是利用继电反馈作用使系统进入振荡状态。基于此振荡的周期和的幅度,确定系统的临界增益Ku和临界周期Tu。然后根据整定规则计算比例增益Kp、积分时间Ti、微分时间Td。

[0069] 优选地,所述的PID控制器及其参数自整定扩展模块的实现方法,其中,所述基于继电反馈的算法中加入一滞后参数。滞后参数是相对于设定值的允许漂移(可正可负);此漂移不会令继电控制器改变输出。当输出变化将PV推离设定值足够远以至于超出滞后边界时,PID控制器及其自整定模块会检测到一个过零事件。

[0070] 上述实现方法都已经在PID控制器及其参数自整定扩展模块的工作原理中进行了详细描述,这里不再赘述了。

[0071] 综上所述,本发明的PID控制器及其参数自整定扩展模块及实现方法,其中,所述PID控制器及其参数自整定扩展模块包括:温度信号采集单元和PID控制及其参数自整定单元;所述温度信号采集单元用于采集被控对象的温度数据,并将所述温度数据发送至PID控制及其参数自整定单元;所述PID控制及其参数自整定单元用于根据所述温度数据进行参数自整定,并通过扩展总线输出整定结果到总控制器,便于通过总控制器对PID控制器的参数进行查看和/或修改。。从而在PLC的扩展功能模块上实现温度测量与PID控制,节省用户PLC程序资源;进一步地,所述扩展功能模块还具有自整定功能,从而节约了用户参数整定的时间,提高了参数整定的准确性,从而保证了控制器的控制质量和鲁棒性。

[0072] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

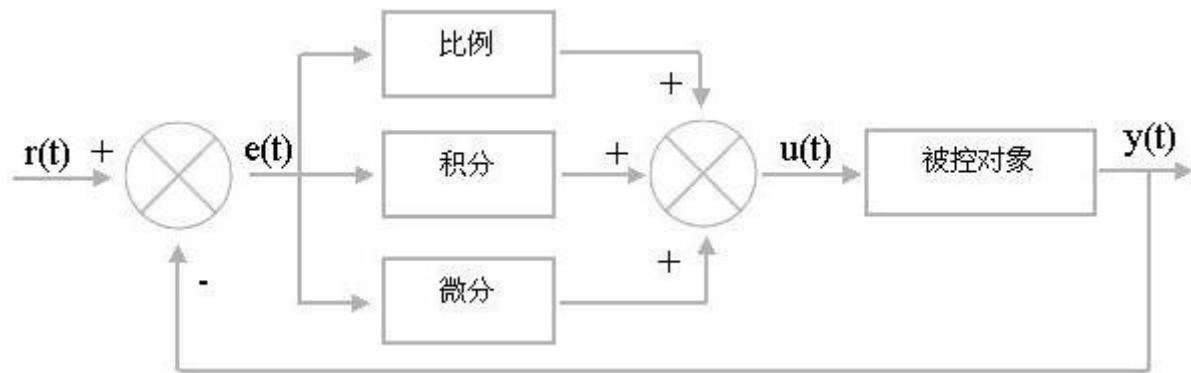


图1

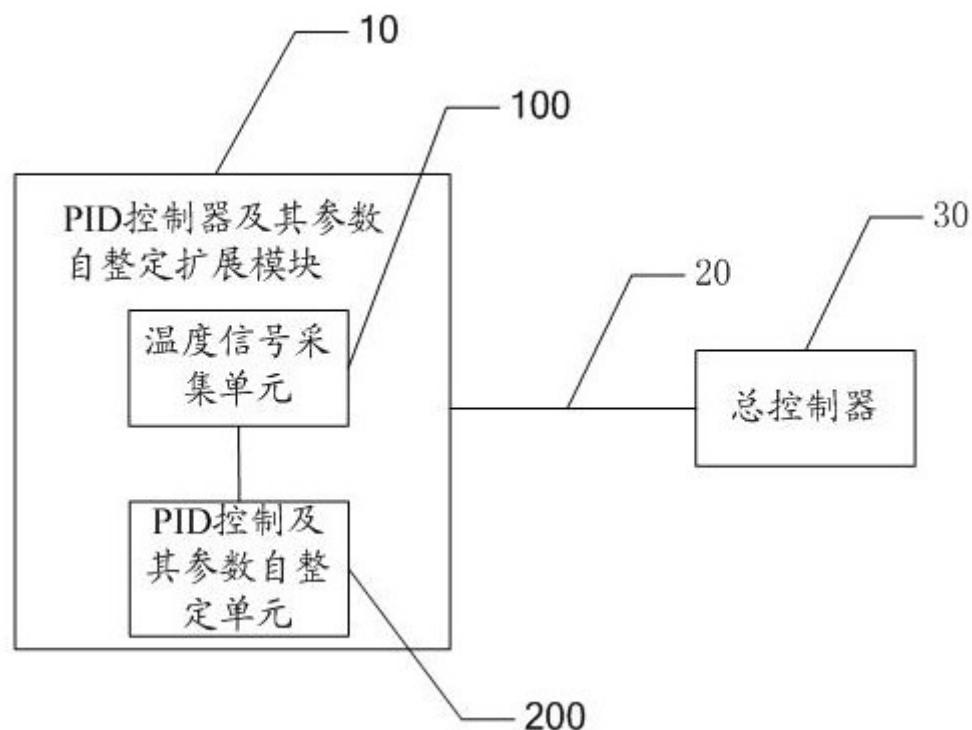


图2

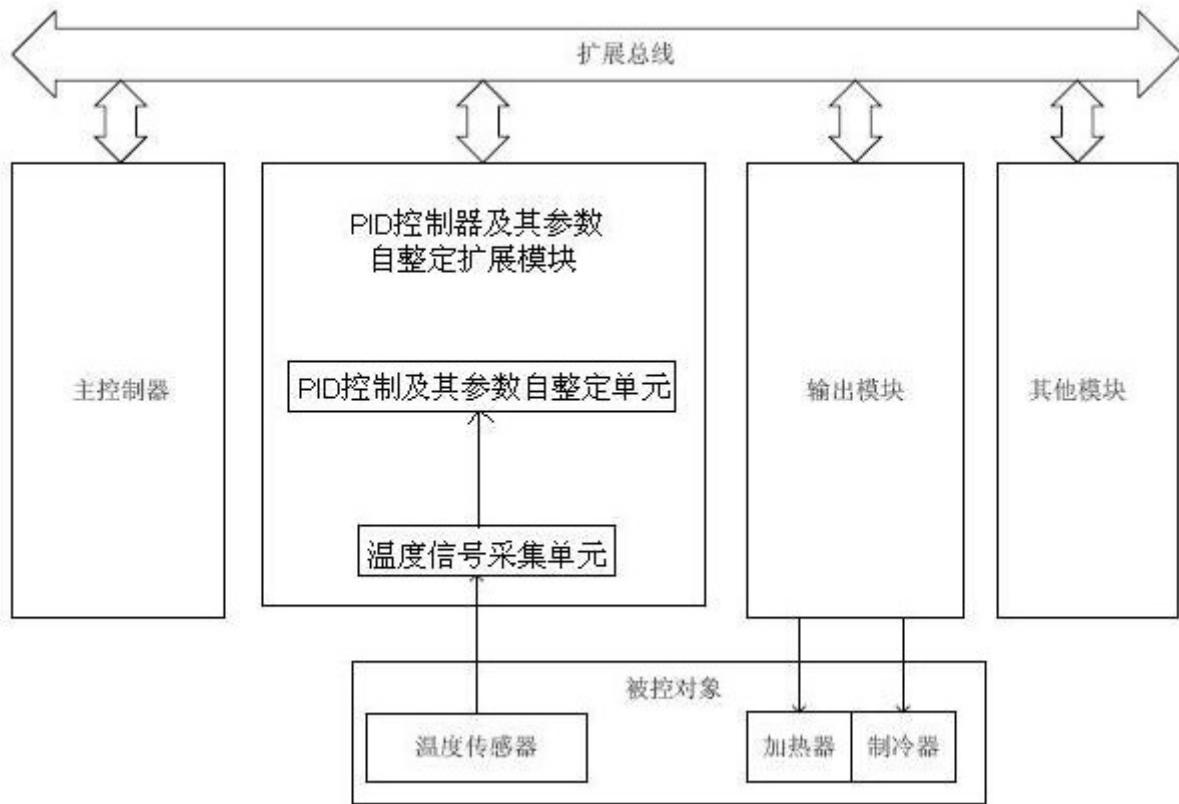


图3

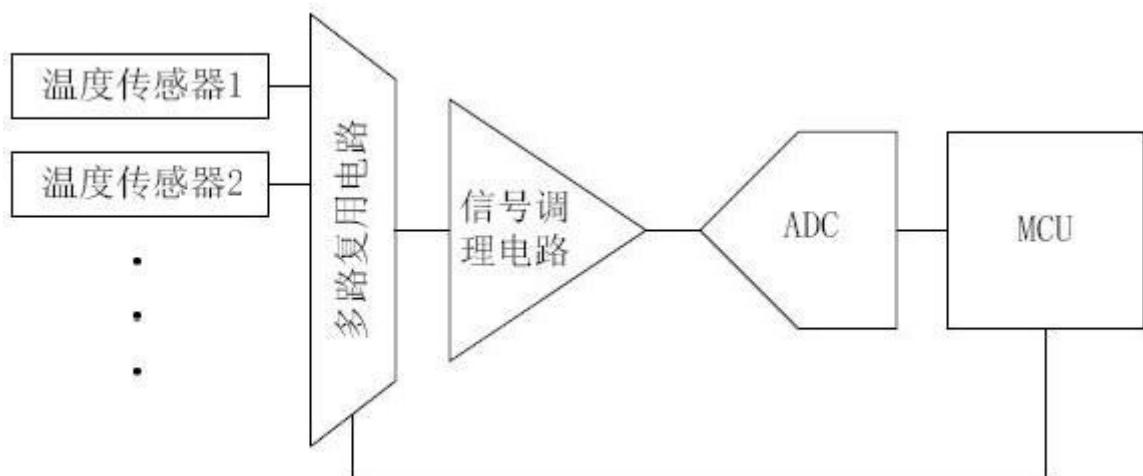


图4

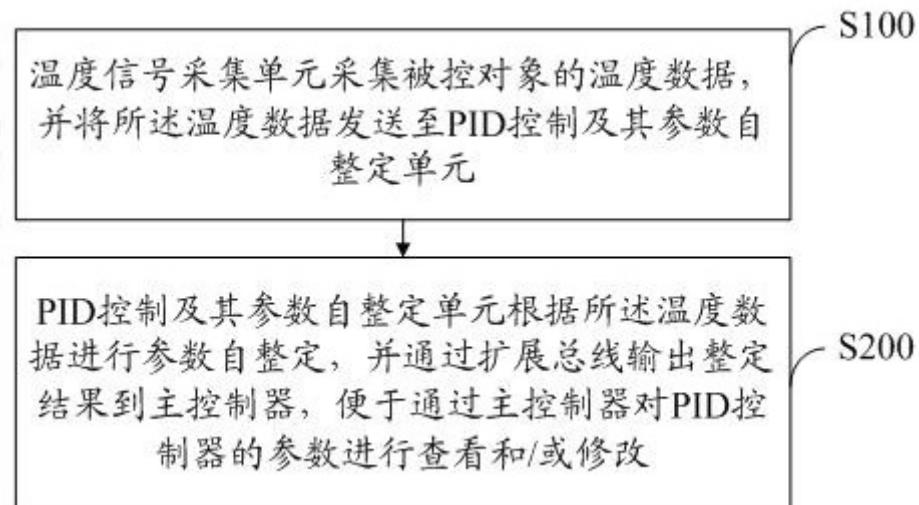


图5

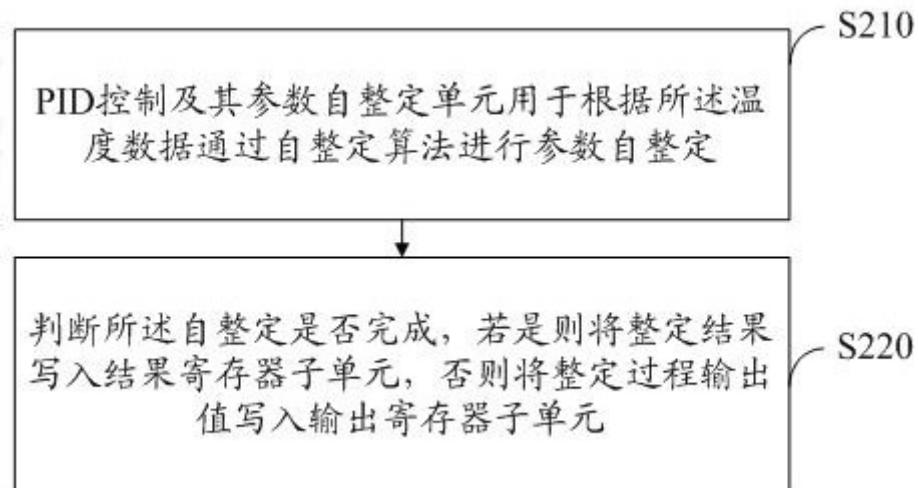


图6