

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101364082 B

(45) 授权公告日 2012.04.18

(21) 申请号 200810079456.6

(22) 申请日 2008.09.26

(73) 专利权人 河北省电力研究院

地址 050021 河北省石家庄市体育南大街
238 号

(72) 发明人 彭钢 高志存 徐欣航 刘永红
张洪涛

(74) 专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务
所有限公司 13100

代理人 董金国

(51) Int. Cl.

G05B 11/42(2006.01)

(56) 对比文件

CN 101261007 A, 2008.09.10, 全文.

CN 1307256 A, 2001.08.08, 全文.

US 5586221 A, 1996.12.17, 全文.

罗真. 仿人智能调节器在生产上的应

用. 《化工自动化及仪表》. 2000, 第 27 卷 (第 6 期), 41-45.

陈众等. 基于 HSIC 的非线性 PID 控制器. 《控制与决策》. 2003, 第 18 卷 (第 6 期), 694-697.

审查员 马鐳

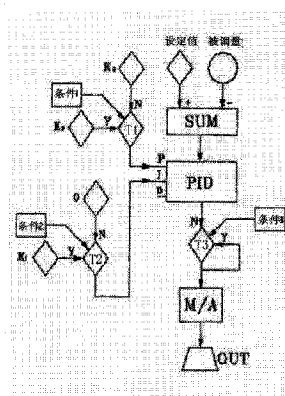
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

工业过程的仿人 PID 智能控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种工业过程的仿人 PID 智能控制方法,适用于复杂工业过程大迟延、大惯性对象的自动调节和控制。本方法通过采用分散控制系统即仿人 PID 智能控制器,根据对象偏差变化的大小、方向及速率动态特征,采取变参数、智能积分、开闭环结合非线性的方法来实现快速、稳定的仿人 PID 智能控制;方法不论在稳定性、快速性以及准确性方面都比 PID 控制具有明显的优越性,它摒弃了复杂的推理与运算,直接吸收人工操作的专家经验,模仿人工的智能识别、智能决策,对于工业生产复杂系统中的一些难控特性,仿人智能 PID 控制方法表现出了很好的控制效果。



1. 用于锅炉再热汽温控制的仿人 PID 智能控制方法,其特征在于本方法通过采用分散控制系统即仿人 PID 智能控制器,根据对象偏差变化的大小、方向及速率动态特征,采取变参数、智能积分、开闭环结合非线性的方法来实现快速、稳定的仿人 PID 智能控制;其具体方法步骤如下:

(1) 当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 时,且 $|e| \leq e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

$$u = u_{n-1}$$

(2) 当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,且 $|e| > e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

$$u = K_1 e + \int K_i e dt$$

(3) 当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 时,且 $|e| > e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

$$u = K_0 e$$

(4) 当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,且 $|e| \leq e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

$$u = K_0 e + \int K_i e dt$$

式中 e 为设定值与测量值的偏差;

\dot{e} 为 e 的微分;

e_0 为控制死区;

u 为仿人 PID 智能控制器的输出;

u_{n-1} 为上一时刻仿人 PID 智能控制器的输出;

K_0 为比例系数,由传统 PID 整定方法获得;

K_i 为积分增益常数,由传统 PID 整定方法获得;

K_1 为较大比例系数,按 $2 * K_0$ 初取,具体值视实际效果调整;

所述分散控制系统采用模块组态的方法实现所述仿人 PID 智能控制;

所述模块组态由求和模块 SUM、PID 控制器、第一至第三切换模块 T1-T3、手 / 自动模块 M/A 和输出模块 OUT 组成;

所述求和模块 SUM 的两个输入端分别为设定值和被调量的输入端,所述求和模块 SUM 的输出端接所述 PID 控制器的偏差输入端;

所述第一和第二切换模块 T1 和 T2 的输出端分别接所述 PID 控制器的比例系数输入端 P 和积分系数输入端 I;

所述 PID 控制器的输出端接所述第三切换模块 T3 的 N 端,所述第三切换模块 T3 的一路输出端接所述手 / 自动模块 M/A 的输入端,所述第三切换模块 T3 的另一路输出端接所述第三切换模块 T3 的 Y 端;

所述手 / 自动模块 M/A 的输出端接输出模块 OUT 的输入端;

所述第一切换模块 T1 的 Y 端的切换值为 K_1 ,其 N 端的切换值为 K_0 ;当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,且 $|e| > e_0$ 时,所述 PID 的比例系数为 K_1 ,否则为 K_0 ;

所述第二切换模块 T2 的 Y 端的切换值为 K_i ,其 N 端的切换值为 0;当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,所述 PID 控制器的积分系数为 K_i ,否则为 0;

当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 且 $|e| \leq e_0$ 时,所述第三切换模块 T3 的输出保持上时刻的输出,否则其输出为所述 PID 控制器的输出。

2. 根据权利要求 1 所述的仿人 PID 智能控制方法,其特征在于用锅炉过热汽温控制替

换锅炉再热汽温控制。

3. 根据权利要求 1 所述的仿人 PID 智能控制方法,其特征在于用主汽压控制替换锅炉再热汽温控制。

工业过程的仿人 PID 智能控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种工业过程的仿人 PID 智能控制方法,适用于复杂工业过程大迟延、大惯性对象(如锅炉再热汽温控制、锅炉过热汽温控制、主汽压控制)的自动调节和控制。

背景技术

[0002] 工业生产过程是十分复杂的,特别是发电过程的一些主要热力控制对象(如主汽温、主汽压力系统)常常不仅具有非线性、大迟延等因素,并且结构参数随时间而变化,其变化规律往往难以确定。经典的 PID 控制方法三个控制参数(比例系数、积分时间、微分系数)均为整定好固定不变的常数,它的有效工作基于较准确的、固定的数学模型,这使得它在这些过程控制中难以实现理想的控制。然而对于工况复杂的工业过程,人工控制在这方面给了启示,因为一个经验丰富的操作人员,可凭借其对被控过程特性的了解,对被控过程施加适当的人工控制,依然可获得较为满意的控制效果。因此,根据仿人控制特点、寻求一种不依赖于过程数学模型的控制方法是很有意义的。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种工业过程的仿人 PID 智能控制方法。

[0004] 本发明采用如下技术方案:

[0005] 本方法通过采用分散控制系统即仿人 PID 智能控制器,根据对象偏差变化的大小、方向及速率动态特征,采取变参数、智能积分、开闭环结合非线性的方法来实现快速、稳定的仿人 PID 智能控制;其具体方法步骤如下:

[0006] (1) 当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 时,且 $|e| \leq e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

[0007] $u = u_{n-1}$

[0008] (2) 当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,且 $|e| > e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

[0009] $u = K_1 e + \int K_i e dt$

[0010] (3) 当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 时,且 $|e| > e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

[0011] $u = K_0 e$

[0012] (4) 当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,且 $|e| \leq e_0$ 时,仿人 PID 智能控制器的输出为:

[0013] $u = K_0 e + \int K_i e dt$

[0014] 式中: e 为设定值与测量值的偏差;

[0015] \dot{e} 为 e 的微分;

[0016] e_0 为控制死区;

[0017] u 为仿人 PID 智能控制器的输出;

[0018] u_{n-1} 为上一时刻仿人 PID 智能控制器的输出;

[0019] K_0 为比例系数,由传统 PID 整定方法获得;

[0020] K_i 为积分增益常数,由传统 PID 整定方法获得;

- [0021] K_1 为较大比例系数,按 $2 \cdot K_0$ 初取,具体值视实际效果调整;
- [0022] 所述分散控制系统采用模块组态的方法实现所述仿人 PID 智能控制;
- [0023] 所述模块组态由求和模块 SUM、PID 控制器、第一至第三切换模块 T1-T3、手 / 自动模块 M/A 和输出模块 OUT 组成;
- [0024] 所述求和模块 SUM 的两个输入端分别为设定值和被调量的输入端,所述求和模块 SUM 的输出端接所述 PID 控制器的偏差输入端;
- [0025] 所述第一和第二切换模块 T1 和 T2 的输出端分别接所述 PID 控制器的比例系数输入端 P 和积分系数输入端 I;
- [0026] 所述 PID 控制器的输出端接所述第三切换模块 T3 的 N 端,所述第三切换模块 T3 的一路输出端接所述手 / 自动模块 M/A 的输入端,其另一路输出端接其 Y 端;
- [0027] 所述手 / 自动模块 M/A 的输出端接输出模块 OUT 的输入端;
- [0028] 所述第一切换模块 T1 的 Y 端的切换值为 K_1 ,其 N 端的切换值为 K_0 ;当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,且 $|e| > e_0$ 时,所述 PID 的比例系数为 K_1 ,否则为 K_0 ;
- [0029] 所述第二切换模块 T2 的 Y 端的切换值为 K_i ,其 N 端的切换值为 0;当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,所述 PID 控制器的积分系数为 K_i ,否则为 0;
- [0030] 当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 且 $|e| \leq e_0$ 时,所述第三切换模块 T3 的输出保持上时刻的输出,否则其输出为所述 PID 控制器的输出。
- [0031] 本发明的依据、控制原则及仿人 PID 智能控制器:
- [0032] 1、本发明的依据:
- [0033] 仿人 PID 智能控制方法的基本思想是在控制过程中,利用计算机控制系统,模仿人的控制行为功能,最大限度地识别和利用控制系统动态过程所提供的特征信息,进行启发和直觉推理,实现对缺乏精确模型的对象进行有效的控制。要实现仿人智能控制,首先应获取反映过程特征信息的特征变量。利用特征变量控制 PID 中的积分作用,使积分作用更加符合人的控制特征。本发明以此为设计基础,提出了一种仿人非线性 PID 智能控制方法。
- [0034] 2、本方法的控制原则:
- [0035] (1) 当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,采用大比例(可大大超过传统比例常数),加大调节作用以快速抑制超调,比例系数 $K = K_1$ (较大系数,可取 $2K_0$,具体值根据实际控制效果整定),体现偏差及其变化较大时,取较大的比例,使对不同工况具有一定的适应性;
- [0036] (2) 当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 时,被控量将向目标值回落,此时比例应大幅减至 K_0 (较小系数);
- [0037] (3) 采取智能积分策略,根据偏差变化的不同阶段模仿人工控制而进行选择性地积分;即当 $e \cdot \dot{e} > 0$ 时,进行积分;当 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 时停止积分;
- [0038] (4) 当系统稳定且偏差较小时,即 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 且 $|e| \leq e_0$ 时,系统处于开环等待状态。
- [0039] 3、本方法所述的仿人 PID 智能控制器:
- [0040] 仿人 PID 智能控制器采用分散控制系统(DCS),主流的 DCS 均可采用模块组态的方法实现上述仿人智能 PID 算法。图 1 其为组态示意图。
- [0041] 传统的 PID 调节,比例、积分作用过大会产生振荡或发散;而仿人 PID 智能控制方法可加强控制作用,在快速抑制动态偏差的同时,却不会带来不稳定,这是因为偏差过极点时,系统立刻进入开环等待模式,使调节的快速性和稳定性得到统一。本方法在实际投运中,参数易于调整、方向明确、控制效果显著。

[0042] 本发明的有益效果如下：仿人 PID 智能控制方法对控制对象参数变化不很敏感，当被控对象的时间常数或者滞后时间发生变化时仍然可以保证被控过程单调、无超调并且无静差的跟踪设定值。对具有大延迟和超大滞后的对象，仿人 PID 智能控制方法不论在稳定性、快速性以及准确性方面都比 PID 控制具有明显的优越性，它摒弃了复杂的推理与运算，直接吸收人工操作的专家经验，模仿人工的智能识别、智能决策，对于工业生产复杂系统中的一些难控特性，仿人智能 PID 控制方法表现出了很好的控制效果。

附图说明

[0043] 图 1 为本发明采用的 DCS 组态示意图。

[0044] 在图 1 中，条件 1 为 $e \cdot \dot{e} > 0$ 且 $|e| > e_0$ ，条件 2 为 $e \cdot \dot{e} > 0$ ，条件 3 为 $e \cdot \dot{e} \leq 0$ 且 $|e| \leq e_0$ ；SUM 为求和模块，T1-T3 为第一至第三切换模块，M/A 为手 / 自动模块。

[0045] 按照图 1 所示，逐步将图 1 中的各功能块组态出，用信号线连接，编译下装即可。

具体实施方式

[0046] 按照上述发明内容部分中的技术方案具体操作即可。

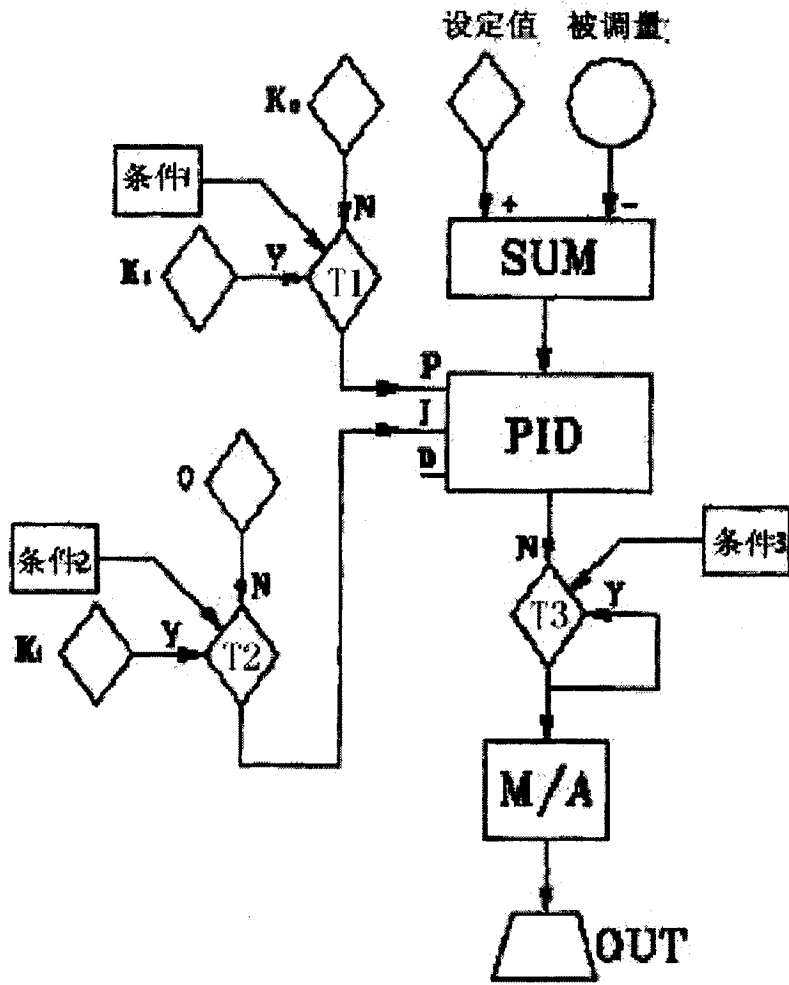


图 1