



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112904714 A

(43) 申请公布日 2021.06.04

(21) 申请号 202110002158.2

(22) 申请日 2021.01.04

(71) 申请人 宁波方太厨具有限公司

地址 315336 浙江省宁波市杭州湾新区滨海二路218号

(72) 发明人 洪坤 王伟 方献良

(74) 专利代理机构 宁波诚源专利事务所有限公司 33102

代理人 徐雪波 王莹

(51) Int. Cl.

G05B 13/04 (2006.01)

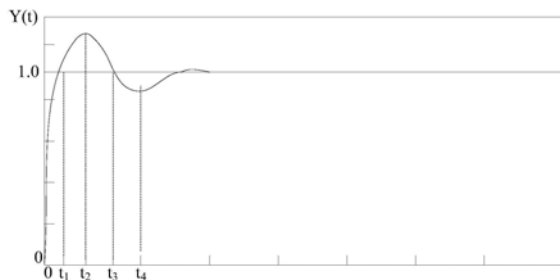
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

厨房电器工作参数控制方法及烤箱功率控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种厨房电器的工作参数控制方法,针对待控制工作参数X及其对应的目标参数Y,设置用于控制待控制工作参数X调节速度的趋势参数Q和用于抑制待控制工作参数X超调的动态参数D,其中Q和D均为待控制工作参数对应的目标参数误差值E的函数, E=Y_{now}-Y_{set},其中Y_{now}为实时检测的目标参数值,Y_{set}为目标参数设定值;当前控制周期待控制工作参数X的计算公式为:X=X_{last}+QE_{now}+D*(E_{now}-E_{last}),其中X_{last}为上控制周期计算的控制工作参数值,E_{now}为当前控制周期的目标参数误差值,E_{last}为上控制周期的目标参数误差值。该厨房电器的工作参数控制方法的计算量小且能保证产品控制的一致性。本发明还涉及应用该方法的烤箱功率控制方法。



1. 一种厨房电器的工作参数控制方法,其特征在于:针对待控制工作参数X及其对应的目标参数Y,设置用于控制待控制工作参数X调节速度的趋势参数Q和用于抑制待控制工作参数X超调的动态参数D,其中Q和D均为待控制工作参数对应的目标参数误差值E的函数, $E = Y_{\text{now}} - Y_{\text{set}}$,其中 Y_{now} 为实时检测的目标参数值, Y_{set} 为目标参数设定值;

当前控制周期待控制工作参数X的计算公式为: $X = X_{\text{last}} + QE_{\text{now}} + D * (E_{\text{now}} - E_{\text{last}})$,其中 X_{last} 为上控制周期计算的控制工作参数值, E_{now} 为当前控制周期的目标参数误差值, E_{last} 为上控制周期的目标参数误差值。

2. 根据权利要求1所述的厨房电器的参数控制方法,其特征在于:趋势参数Q的计算公式为: $Q = Aq + Bq [1 - \text{sech}(Cq(E))]$,其中 Aq 、 Bq 、 Cq 为正数且 Aq 、 Bq 、 Cq 为常数, $\text{sech}(Cq(E))$ 为 sech 函数。

3. 根据权利要求2所述的厨房电器的参数控制方法,其特征在于:设置用于控制 $\text{sech}(Cq(E))$ 计算的目标参数误差值E边界阈值 E_{max} 和 E_{min} ,其中 $E_{\text{min}} < 0 < E_{\text{max}}$;

当 $E \geq E_{\text{max}}$ 或 $E \leq E_{\text{min}}$ 时, $\text{sech}(Cq(E)) = 0$;

当 $E = 0$ 时, $\text{sech}(Cq(E)) = 1$;

当 $E_{\text{min}} < E < 0$ 时,随着E的不断增大, $\text{sech}(Cq(E))$ 逐渐增大;

当 $0 < E < E_{\text{max}}$ 时,随着E的不断增大, $\text{sech}(Cq(E))$ 逐渐减小。

4. 根据权利要求1至3任一权利要求所述的厨房电器的参数控制方法,其特征在于:动态参数D的计算公式为: $D = Ad + Bd / [1 + Cd * \exp(Dd(E))]$,其中 Ad 、 Bd 、 Cd 、 Dd 为正数且 Ad 、 Bd 、 Cd 、 Dd 为常数, $\exp(Dd(E))$ 为 \exp 函数。

5. 根据权利要求4所述的厨房电器的参数控制方法,其特征在于:当 $E = 0$ 时, $\exp(Dd(E)) = 1$,则 $D = Ad + Bd / (1 + Cd)$ 。

6. 一种烤箱功率控制方法,其特征在于:应用如权利要求1至5所述的参数控制方法,其中的待控制工作参数X为烤箱的驱动功率P,驱动功率P对应的目标参数Y为烤箱腔体内的温度T。

7. 根据权利要求6所述的烤箱功率控制方法,其特征在于:针对烤箱内的各加热管设置优先级;按照当前控制周期计算的驱动功率P,优先开启优先级高的加热管满足当前的周期计算的驱动功率P。

厨房电器工作参数控制方法及烤箱功率控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种厨房电器的工作参数控制方法,本发明还涉及应用该工作参数控制方法的烤箱功率控制方法。

背景技术

[0002] 现有如烤箱、蒸箱等厨房电器中的控制参数,都是在设计开发阶段依据样机调试获取的,进而实现厨房电器实现比较好的烹饪效果。但是产品在进行批量生产后,就会因为产品中零部件的固有误差而导致如控温系统等控制单元存在一定的控制误差,再加上部件组装时的一致性不能保证,导致开发阶段设计的控制算法在批量整机中使用时会出现控制误差,无法保证用户使用的一致性。

[0003] 针对这种不一致性,现有的控制算法中具有能够解决该问题的迭代学习控制方法,迭代学习控制是学习控制的一个重要分支,它通过反复应用先前试验得到的信息来获得能够产生期望输出轨迹的控制输入,以改善控制质量。与传统的控制方法不同的是,迭代学习控制能以非常简单的方式处理不确定度相当高的动态系统,适应性强,易于实现;更主要的是,它不依赖于动态系统的精确数学模型,是一种以迭代产生优化输入信号,使系统输出尽可能逼近理想值的算法。目前这种迭代学习控制算法有很多,如神经网络、模糊算法、自适应算法等,但是这些高级的迭代学习控制算法都是通过大量数据进行学习迭代,例如神经网络是每次将输入与输出间的关系值通过不同级别的神经元进行各种加权处理得到输出值,有些算法的神经元层数多达几十层,需要GHz级别的计算机硬件支撑,无法适用于厨房电器中。受成本,空间等制约因素,厨房电器的控制器更多的使用单片机,频率都在MHz级别。故很多高级控制算法不能在厨房电器上进行实现。相应则很难解决产品中零部件的固有误差、零部件安装不一致性导致的控制误差的情况,用户对产品的使用一致性差。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的第一个技术问题是针对上述现有技术提供一种计算量小且能保证产品控制一致性问题的厨房电器的工作参数控制方法。

[0005] 本发明所要解决的第二个技术问题是针对上述现有技术提供一种能够降低产品零部件固有差异以及零部件安装的不一致性对功率控制一致性的影响,用户体验更佳的烤箱功率控制方法。

[0006] 本发明解决上述第一个技术问题所采用的技术方案为:一种厨房电器的工作参数控制方法,其特征在于:针对待控制工作参数 X 及其对应的目标参数 Y ,设置用于控制待控制工作参数 X 调节速度的趋势参数 Q 和用于抑制待控制工作参数 X 超调的动态参数 D ,其中 Q 和 D 均为待控制工作参数对应的目标参数误差值 E 的函数, $E=Y_{\text{now}}-Y_{\text{set}}$,其中 Y_{now} 为实时检测的目标参数值, Y_{set} 为目标参数设定值;

[0007] 当前控制周期待控制工作参数 X 的计算公式为: $X=X_{\text{last}}+QE_{\text{now}}+D*(E_{\text{now}}-E_{\text{last}})$,其中 X_{last} 为上控制周期计算的控制工作参数值, E_{now} 为当前控制周期的目标参数误差值, E_{last}

为上控制周期的目标参数误差值。

[0008] 作为改进,趋势参数 Q 的计算公式为: $Q=Aq+Bq[1-\operatorname{sech}(Cq(E))]$,其中 Aq 、 Bq 、 Cq 为正数且 Aq 、 Bq 、 Cq 为常数, $\operatorname{sech}(Cq(E))$ 为 sech 函数。

[0009] 作为改进,设置用于控制 $\operatorname{sech}(Cq(E))$ 计算的目标参数误差值 E 边界阈值 E_{\max} 和 E_{\min} ,其中 $E_{\min}<0<E_{\max}$;

[0010] 当 $E\geq E_{\max}$ 或 $E\leq E_{\min}$ 时, $\operatorname{sech}(Cq(E))=0$;

[0011] 当 $E=0$ 时, $\operatorname{sech}(Cq(E))=1$;

[0012] 当 $E_{\min}<E<0$ 时,随着 E 的不断增大, $\operatorname{sech}(Cq(E))$ 逐渐增大;

[0013] 当 $0<E<E_{\max}$ 时,随着 E 的不断增大, $\operatorname{sech}(Cq(E))$ 逐渐减小。

[0014] 作为改进,动态参数 D 的计算公式为: $D=Ad+Bd/[1+Cd*\exp(Dd(E))]$,其中 Ad 、 Bd 、 Cd 、 Dd 为正数且 Ad 、 Bd 、 Cd 、 Dd 为常数, $\exp(Dd(E))$ 为 \exp 函数。

[0015] 作为改进,当 $E=0$ 时, $\exp(Dd(E))=1$,则 $D=Ad+Bd/(1+Cd)$ 。

[0016] 本发明解决上述第二个技术问题所采用的技术方案为:一种烤箱功率控制方法,应用如权利要求1至5所述的参数控制方法,其中的待控制工作参数 X 为烤箱的驱动功率 P ,驱动功率 P 对应的目标参数 Y 为烤箱腔体内的温度 T 。

[0017] 为了有效保障烤箱的烹饪效果,针对烤箱内的各加热管设置优先级;按照当前控制周期计算的驱动功率 P ,优先开启优先级高的加热管满足当前的周期计算的驱动功率 P 。

[0018] 与现有技术相比,本发明的优点在于:本发明中厨房电器的工作参数控制方法采用了迭代学习控制方法,但是实现该迭代学习控制方法的当前控制周期待控制工作参数 X 的计算公式为: $X=X_{\text{last}}+QE_{\text{now}}+D*(E_{\text{now}}-E_{\text{last}})$,该计算公式中仅仅使用了加减法和乘法计算,计算量非常小,特别适用于厨房电器。并且该厨房电器的工作参数控制方法相对于现有迭代学习控制方法的思想,并不仅仅采用固定的趋势参数和动态参数,而是将迭代过程中当前目标参数值与目标参数设定值之间的误差也引入至趋势参数和动态参数中而进行迭代学习,在调节快速和精确性上都得到了有效提高。通过该厨房电器的工作参数控制方法获取的待控制工作参数 X 在进行厨房电器的工作控制时,能有效减小零部件的固有误差、零部件安装不一致性导致的控制误差的情况,提高用户对产品的使用一致性。

[0019] 而应用该方法的烤箱功率控制方法,对烤箱产品的控制一致性好,控制更加精确,用户体验更好。

附图说明

[0020] 图1为本发明实施例中目标参数的变化曲线图。

[0021] 图2为本发明实施例中趋势参数 Q 的变化曲线的变化曲线图。

[0022] 图3为本发明实施例中动态参数 D 的变化曲线的变化曲线图。

具体实施方式

[0023] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0024] 在利用迭代学习控制方法进行一个目标参数控制时,该目标参数的变化曲线如图1所示呈波浪状逐渐趋近于目标参数设定值。

[0025] 本实施例中的厨房电器的工作参数控制方法,也是一种迭代学习控制方法。该厨

房电器的工作参数控制方法以PD算法为基础,针对PD算法进行改进后得到该厨房电器的工作参数控制方法。该厨房电器的工作参数控制方法相对于现有PD算法在快速性和精确性上均有提高。

[0026] 该厨房电器的工作参数控制方法具体为:针对待控制工作参数X及其对应的目标参数Y,设置用于控制待控制工作参数X调节速度的趋势参数Q和用于抑制待控制工作参数X超调的动态参数D,其中Q和D均为待控制工作参数对应的目标参数误差值E的函数, $E = Y_{\text{now}} - Y_{\text{set}}$,其中 Y_{now} 为实时检测的目标参数值, Y_{set} 为目标参数设定值。

[0027] 当前控制周期待控制工作参数X的计算公式为: $X = X_{\text{last}} + QE_{\text{now}} + D * (E_{\text{now}} - E_{\text{last}})$,其中 X_{last} 为上控制周期计算的控制工作参数值, E_{now} 为当前控制周期的目标参数误差值, E_{last} 为上控制周期的目标参数误差值。

[0028] 对应于图1中,在响应时间 $0 \leq t \leq t_1$ 段,为保证有较快的响应速度,趋势参数Q,在初始时应较大,但为了减小超调量,希望误差E逐渐减小时,趋势参数Q也随之减小,这样就使得调节惯性逐渐减弱,不至于产生大的超调量。在 $t_1 \leq t \leq t_2$ 段,期望Q逐渐增大,目的是增大反向控制作用,减小超调。在 $t_2 \leq t \leq t_3$ 段,期望Q逐渐减小,作用是使尽快回到稳态点,并且不再产生大的调节惯性。在 $t_3 \leq t \leq t_4$ 段,期望Q逐渐增大,作用与 $t_1 \leq t < t_2$ 段相同。显然,按上述变化规律,Q随误差E变化曲线如图2所示。

[0029] 基于此设置本实施例中的趋势参数Q的计算公式为: $Q = Aq + Bq [1 - \text{sech}(Cq(E))]$,其中Aq、Bq、Cq为正数且Aq、Bq、Cq为常数,sech(Cq(E))为sech函数。Bq作为Q的变化区间,调整Cq的大小可调整Q变化的速率。因Q是依据E的变化在不断地修正,故每次工作都是在不断地迭代优化。

[0030] 设置用于控制sech(Cq(E))计算的目标参数误差值E边界阈值Emax和Emin,其中 $E_{\text{min}} < 0 < E_{\text{max}}$ 。设置该目标参数误差值E边界阈值Emax和Emin可以提高对趋势参数Q调节的有效性和快速性。边界阈值Emax和Emin可以根据实验测试具体获取。

[0031] 当 $E \geq E_{\text{max}}$ 或 $E \leq E_{\text{min}}$ 时,sech(Cq(E))=0,即当前误差绝对值过大时,说明目标参数值偏离目标参数设定值较大,由于sech(Cq(E))=0,则 $Q = Aq + Bq$,即Q达到最大值,增大对待控制工作参数X调节速度,使得目标参数值更快的接近目标参数设定值。

[0032] 当 $E = 0$ 时,sech(Cq(E))=1,即 $Q = Aq$,此时Q值最小,即在无误差的情况下,要降低对待控制工作参数X调节速度,使得目标参数值更好的维持在目标参数设定值附近。

[0033] 当 $E_{\text{min}} < E < 0$ 时,随着E的不断增大,sech(Cq(E))逐渐增大,相应Q逐渐减小。当 $0 < E < E_{\text{max}}$ 时,随着E的不断增大,sech(Cq(E))逐渐减小,相应Q逐渐增大。即误差绝对值在逐渐变小的情况,要减小Q值,降低调节速度,进而减小超调量。而当误差绝对值在逐渐变小的情况,要增大Q值,提高调节速度,使得目标参数值更快的接近目标参数设定值。

[0034] 对应于图1中,在响应时间 $0 \leq t \leq t_1$ 段,动态参数D应由小逐渐增大,这样可保证不影响响应速度的前提下,抑制超调的产生。在 $t_1 \leq t \leq t_2$ 段,继续增大D,从而增大反向控制作用,减小超调量。在 t_2 时刻,减小动态参数D,并在随后的 $t_2 \leq t \leq t_3$ 段再次逐渐增大D,抑制超调的产生。如此D的变化曲线如图3所示。

[0035] 基于此设置动态参数D的计算公式为: $D = Ad + Bd / [1 + Cd * \exp(Dd(E))]$,其中Ad、Bd、Cd、Dd为正数且Ad、Bd、Cd、Dd为常数,exp(Dd(E))为exp函数。当 $E = 0$ 时,exp(Dd(E))=1,则 $D = Ad + Bd / (1 + Cd)$ 。Ad+Bd/(1+Cd)作为D的变化区间,调整Cd的大小可调整D变化的速率。因D

是依据E的变化在不断地修正,故每次工作都是在不断地迭代优化。

[0036] 该厨房电器的工作参数控制方法可以应用各种厨房电器的不同工作参数的控制中,本实施例中将该厨房电器的工作参数控制方法应用于烤箱的功率控制。即一种烤箱功率控制方法,应用了如前所述述的参数控制方法,该烤箱功率控制方法中的待控制工作参数X为烤箱的驱动功率P,驱动功率P对应的目标参数Y为烤箱腔体内的温度T。

[0037] 在使用该烤箱功率控制方法的具体实现方法为,针对烤箱内的各加热管设置优先级。如按照优先级从高至低的顺序排列各加热管的名称为W1、W2、……Wi、……Wn,各加热管对应的功率分别为P1、P2、……Pi、……Pn,其中i、n均为正整数, $1 \leq i \leq n$ 。然后按照当前控制周期计算的驱动功率P,优先开启优先级高的加热管满足当前的周期计算的驱动功率P。如当加热管W1至Wi的功率之和已经满足驱动功率P时,则控制开启名称为W1至Wi的加热管进行工作。

[0038] 本实施例中的烤箱功率控制方法可以应用在独立使用的烤箱中,也可以应用在蒸烤一体机中,还可以应用在蒸烤微一体机中,即可应用在具有烘烤功能的厨房电器均可。

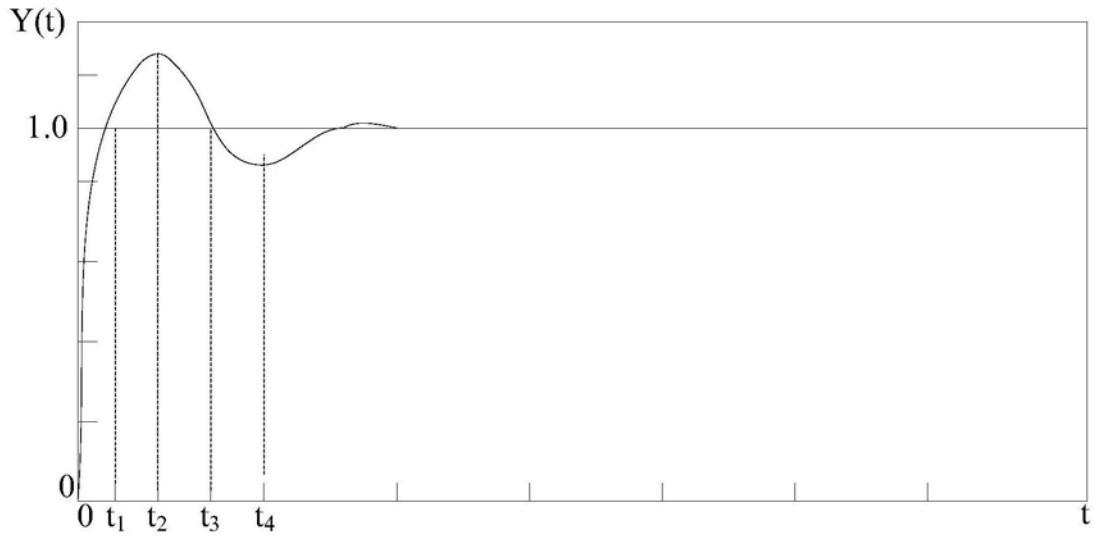


图1

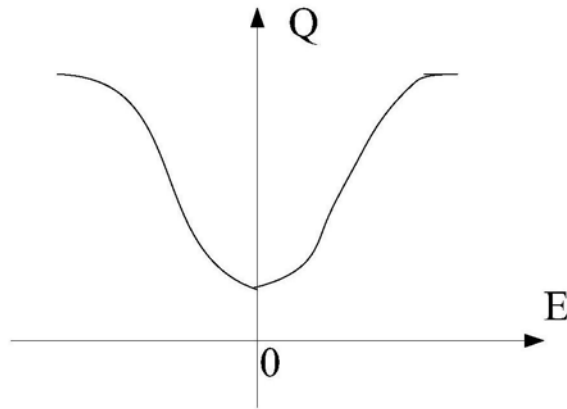


图2

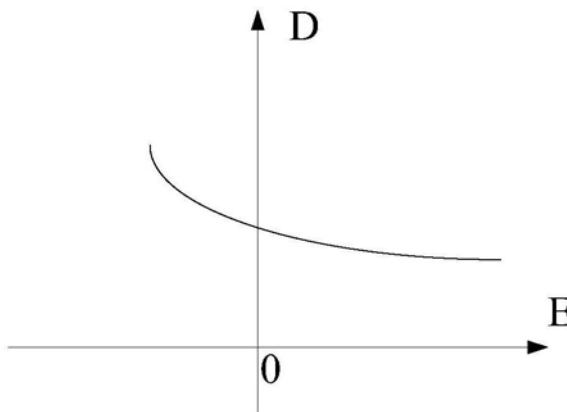


图3