



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113440884 B

(45) 授权公告日 2022.09.20

(21) 申请号 202110763038.4

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.07.06

B01D 3/32 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B01D 3/14 (2006.01)

申请公布号 CN 113440884 A

B01D 3/42 (2006.01)

G05D 23/20 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.09.28

审查员 莫绪飞

(73) 专利权人 万华化学(宁波)有限公司

地址 315812 浙江省宁波市大榭开发区环

岛北路39号万华工业园

专利权人 万华化学集团股份有限公司

(72) 发明人 杨自中 王浩 王文博 王远辉

张宏科

(74) 专利代理机构 北京信诺创成知识产权代理

有限公司 11728

专利代理师 杨仁波 陈悦军

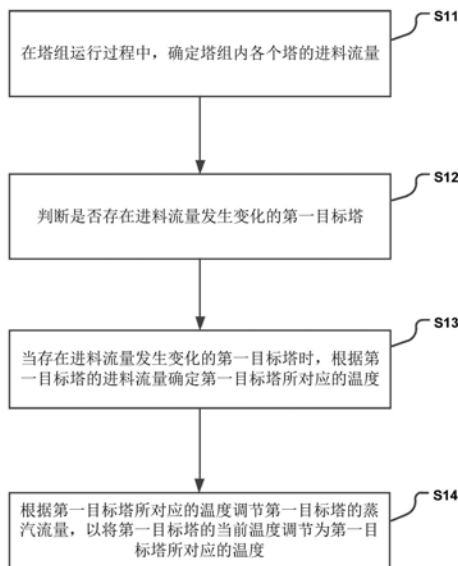
权利要求书2页 说明书16页 附图4页

(54) 发明名称

一种塔组温度自适应调节方法、系统及存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种塔组温度自适应调节方法、系统及存储介质,用以实现对塔组内各个塔温度的自适应调节,降低操作人员的工作负荷。所述方法包括:在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的进料流量;判断是否存在进料流量发生变化的第一目标塔;当存在进料流量发生变化的第一目标塔时,根据所述第一目标塔的进料流量确定所述第一目标塔所对应的温度;根据第一目标塔所对应的温度调节第一目标塔的蒸汽流量,以将所述第一目标塔在当前温度调节为所述第一目标塔所对应的温度。采用本申请所提供的方案,实现了对塔组内各个塔温度的自适应调节,降低操作人员的工作负荷,节省了人力成本。



1. 一种塔组温度自适应调节方法,其特征在于,包括:

在塔组运行过程中,根据上塔PID控制作用变化值、上塔前馈作用变化值、下塔反馈作用变化值以及它组内各塔原进料流量确定塔组内各个塔的进料流量;

判断是否存在进料流量发生变化的第一目标塔;

当存在进料流量发生变化的第一目标塔时,根据发生变化后的进料流量、发生变化前的进料流量以及进料流量发生变化前的塔温度设定值确定所述第一目标塔所对应的温度;

根据第一目标塔所对应的温度调节第一目标塔的蒸汽流量,以将所述第一目标塔的前温度调节为所述第一目标塔所对应的温度。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的液位信息;

根据所述液位信息确定组内各个塔的实时液位控制重要性;

当存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔时,调节所述第二目标塔的进料流量以及采出流量,以降低所述第二目标塔的液位控制重要性;

根据调节后的第二目标塔的进料流量确定所述第二目标塔所对应的温度;

根据第二目标塔所对应的温度调节第二目标塔的蒸汽流量,以将所述第二目标塔的前温度调节为所述第二目标塔所对应的温度。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,根据所述液位信息确定组内各个塔的实时液位控制重要性,包括:

确定各塔的重要程度 I_a ;

确定各塔液位的控制重要程度 I_s ;

根据所述各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I 。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述确定各塔的重要程度 I_a ,包括:

若 $L_{max} > L_r > L_{min}$,则当 $t \geq 1/3$ 或 $t < 0$ 时, $I_a = 0$,当 $0 \leq t < 1/3$ 时, $I_a = 1/t$;

若 $L \geq L_{max}$,则 $I_a = 3 + (L - L_{max}) * 100/5$;

若 $L \leq L_{min}$,则 $I_a = 3 + (L_{min} - L) * 100/5$;

其中, t 为当前液位承受持续时间,通过以下公式进行计算:

$$t = (L_r * V) / (F_{out} - F_{in} * \alpha_{btm});$$

其中, L_r 为液位的容忍值; V 为塔的容积; F_{out} 为采出流量; F_{in} 为进料流量; L 为液位的实际值; L_{max} 为液位容忍上限; L_{min} 为液位容忍下限; α_{btm} 为塔釜采出进料系数;

L_r 的计算方式如下:若 $L_r > (L_{max} + L_{min}) / 2$,则 $L_r = L - L_{max}$;若 $L_r \leq (L_{max} + L_{min}) / 2$,则 $L_r = L - L_{min}$ 。

5. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述确定各塔液位的控制重要程度 I_s ,包括:

将各塔的液位偏差 e_L 和液位变化率 ec_L 作为各塔的实量值输入模糊控制器中;

获取所述模糊控制器基于所述实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s ;

其中,所述模糊控制器基于所述实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s 的方式如下:

将各塔的实量值转化为自然语言描述的模糊量,其中,液位偏差的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$,对应的自然语言论域 U 模糊集为 $\{NB, NS, ZO, PS, PB\}$,子集元素分别负大、负小、零、正小、正大;液位变化率 ec_L 的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$,对应的自然语言论域 U 模糊

集为{SB,SS,ZO,FS,FB},子集元素分别负快、负慢、零、正慢、正快;根据各塔的实量值对应的子集元素确定所述各塔液位的控制重要程度 I_s 。

6.如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述根据所述各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I ,包括:

根据如下公式确定各塔液位控制重要性 I :

$$I=0.4I_a+0.1I_s;$$

其中, I_a 为各塔的重要程度; I_s 为各塔液位的控制重要程度。

7.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据上塔PID控制作用变化值、上塔前馈作用变化值、下塔反馈作用变化值以及它组内各塔原进料流量确定塔组内各个塔的进料流量,包括:

通过以下公式确定塔组内各个塔的进料流量:

$$F_{in}=P_b+Q_b+F_m+F_0;$$

其中, F_{in} 为各塔进料流量; P_b 为上塔PID控制作用变化值; Q_b 为上塔前馈作用变化值; F_m 为下塔反馈作用变化值; F_0 为各塔原进料流量。

8.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据发生变化后的进料流量、发生变化前的进料流量以及进料流量发生变化前的塔温度设定值确定所述第一目标塔所对应的温度,包括:

根据如下公式确定所述第一目标塔所对应的温度:

$$T=K(F_{feed2}-F_{feed1})+T_{last};$$

其中, T 为根据进料流量确定的温度; K 为进料塔温对应系数; F_{feed1} 为所述进料流量在预设采样时间内的初值; F_{feed2} 为所述进料流量在所述预设采样时间内的终值; T_{last} 为进料流量为 F_{feed1} 时塔温度设定值。

9.一种塔组温度自适应调节系统,其特征在于,包括:

至少一个处理器;以及,

与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行以实现如权利要求1-8任一项所述的方法。

10.一种计算机可读存储介质,其特征在于,当存储介质中的指令由塔组温度自适应调节系统对应的处理器执行时,使得塔组温度自适应调节系统能够实现如权利要求1-8任一项所述的方法。

一种塔组温度自适应调节方法、系统及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及互联网技术领域,特别涉及一种塔组温度自适应调节方法、系统及存储介质。

背景技术

[0002] 精馏塔是进行精馏的一种塔式气液接触装置。利用混合物中各组分具有不同的挥发度,即在同一温度下各组分的蒸气压不同这一性质,使液相中的轻组分转移到气相中,而气相中的重组分转移到液相中,从而实现分离的目的。精馏塔也是石油化工生产中应用极为广泛的一种传质传热装置。

[0003] 目前为实现多组分的良好分离效果,可以采用多个精馏塔串联组成的塔组进行精馏。而现有技术中,仅存在对单塔进行温度控制的方案,不存在对多个塔串联组成的塔组进行温度控制的方案,且对单塔进行温度控制的方案中也需要操作人员进行人工调节,因此,如何实现对塔组内各个塔温度的自适应调节,降低操作人员工作负荷,是一亟待解决的技术方案。

发明内容

[0004] 本申请提供一种塔组温度自适应调节方法、系统及存储介质,用以实现对塔组内各个塔温度的自适应调节,降低操作人员的工作负荷。

[0005] 本申请提供一种塔组温度自适应调节方法,包括:

[0006] 在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的进料流量;

[0007] 判断是否存在进料流量发生变化的第一目标塔;

[0008] 当存在进料流量发生变化的第一目标塔时,根据所述第一目标塔的进料流量确定所述第一目标塔所对应的温度;

[0009] 根据所述第一目标塔所对应的温度调节所述第一目标塔的蒸汽流量,以将所述第一目标塔在当前温度调节为所述第一目标塔所对应的温度。

[0010] 本申请的有益效果在于:在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的进料流量,当存在进料流量发生变化的第一目标塔时,调节所述第一目标塔的蒸汽流量,以将所述第一目标塔在当前温度调节为所述第一目标塔所对应的温度,从而实现了塔组内各个塔温度的自适应调节,降低操作人员的工作负荷,节省了人力成本。

[0011] 在一个实施例中,还包括:

[0012] 在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的液位信息;

[0013] 根据所述液位信息确定组内各塔液位控制重要性;

[0014] 当存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔时,调节所述第二目标塔的进料流量以及采出流量,以降低所述第二目标塔的液位控制重要性;

[0015] 根据调节后的第二目标塔的进料流量确定所述第二目标塔所对应的温度;

[0016] 根据第二目标塔所对应的温度调节第二目标塔的蒸汽流量,以将所述第二目标塔

的当前温度调节为所述第二目标塔所对应的温度。

[0017] 本实施例的有益效果在于：在塔组运行过程中，能够确定塔组内各个塔的液位信息；根据所述液位信息确定组内各塔液位控制重要性；当存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔时，调节所述第二目标塔的进料流量以及采出流量，以降低所述第二目标塔的液位控制重要性；从而实现对塔组内各个塔液位的自适应调节，降低了操作人员的工作负荷，节省了人力成本。

[0018] 在一个实施例中，根据所述液位信息确定组内各个塔的实时液位控制重要性，包括：

[0019] 确定各塔的重要程度 I_a ；

[0020] 确定各塔液位的控制重要程度 I_s ；

[0021] 根据所述各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I 。

[0022] 在一个实施例中，所述确定各塔的重要程度 I_a ，包括：

[0023] 若 $L_{max} > L_r > L_{min}$ ，则当 $t \geq 1/3$ 或 $t < 0$ 时， $I_a = 0$ ，当 $0 \leq t < 1/3$ 时， $I_a = 1/t$ ；

[0024] 若 $L \geq L_{max}$ ，则 $I_a = 3 + (L - L_{max}) * 100/5$ ；

[0025] 若 $L \leq L_{min}$ ，则 $I_a = 3 + (L_{min} - L) * 100/5$ ；

[0026] 其中， t 为当前液位承受持续时间，通过以下公式进行计算：

[0027] $t = (L_r * V) / (F_{out} - F_{in} * \alpha_{btm})$ ；

[0028] 其中， L_r 为液位的容忍值； V 为塔的容积； F_{out} 为采出流量； F_{in} 为进料流量； L 为液位的实际值； L_{max} 为液位容忍上限； L_{min} 为液位容忍下限； α_{btm} 为塔釜采出进料系数；

[0029] L_r 的计算方式如下：若 $L_r > (L_{max} + L_{min}) / 2$ ，则 $L_r = L - L_{max}$ ；若 $L_r \leq (L_{max} + L_{min}) / 2$ ，则 $L_r = L - L_{min}$ 。

[0030] 在一个实施例中，所述确定各塔液位的控制重要程度 I_s ，包括：

[0031] 将各塔的液位偏差 e_L 和液位变化率 ec_L 作为各塔的实量值输入模糊控制器中；

[0032] 获取所述模糊控制器基于所述实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s ；

[0033] 其中，所述模糊控制器基于所述实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s 的方式如下：

[0034] 将各塔的实量值转化为自然语言描述的模糊量，其中，液位偏差的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$ ，对应的自然语言论域 U 模糊集为 $\{NB, NS, ZO, PS, PB\}$ ，子集元素分别负大、负小、零、正小、正大；液位变化率 ec_L 的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$ ，对应的自然语言论域 U 模糊集为 $\{SB, SS, ZO, FS, FB\}$ ，子集元素分别负快、负慢、零、正慢、正快；根据各塔的实量值对应的子集元素确定所述各塔液位的控制重要程度 I_s 。

[0035] 在一个实施例中，所述根据所述各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I ，包括：

[0036] 根据如下公式确定各塔液位控制重要性 I ：

[0037] $I = 0.4I_a + 0.1I_s$ ；

[0038] 其中， I_a 为各塔的重要程度； I_s 为各塔液位的控制重要程度。

[0039] 在一个实施例中，所述确定塔组内各个塔的进料流量，包括：

[0040] 通过以下公式确定塔组内各个塔的进料流量：

[0041] $F_{in}=P_b+Q_b+F_m+F_0$;

[0042] 其中, F_{in} 为各塔进料流量(与各塔对应的上塔采出流量相同); P_b 为上塔PID控制作用变化值; Q_b 为上塔前馈作用变化值; F_m 为下塔反馈作用变化值; F_0 为各塔原进料流量。

[0043] 在一个实施例中,所述根据所述第一目标塔的进料流量确定所述第一目标塔所对应的温度,包括:

[0044] 根据如下公式确定所述第一目标塔所对应的温度:

[0045] $T=K(F_{feed2}-F_{feed1})+T_{last}$

[0046] 其中, T 为根据进料流量确定的温度; K 为进料塔温对应系数; F_{feed1} 为所述进料流量在预设采样时间内的初值(即发生变化前的进料流量); F_{feed2} 为所述进料流量在所述预设采样时间内的终值(即发生变化后的进料流量); T_{last} 为进料流量为 F_{feed1} 时塔温度设定值。

[0047] 本申请还提供一种塔组温度自适应调节系统,包括:

[0048] 至少一个处理器;以及,

[0049] 与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,

[0050] 所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行以实现上述任一实施例所记载的塔组温度自适应调节方法。

[0051] 本申请还提供一种计算机可读存储介质,当存储介质中的指令由塔组温度自适应调节系统对应的处理器执行时,使得塔组温度自适应调节系统能够实现上述任一实施例所记载的塔组温度自适应调节方法。

[0052] 本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本申请而了解。本申请的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

[0053] 下面通过附图和实施例,对本申请的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0054] 附图用来提供对本申请的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请的实施例一起用于解释本申请,并不构成对本申请的限制。在附图中:

[0055] 图1为本申请一实施例中一种塔组温度自适应调节方法的流程图;

[0056] 图2为本申请另一实施例中一种塔组温度自适应调节方法的流程图;

[0057] 图3为本申请又一实施例中一种塔组温度自适应调节方法的流程图;

[0058] 图4为本申请一实施例中塔组中的其中两个塔的连接关系示意图;

[0059] 图5为本申请中一种塔组温度自适应调节系统的硬件结构示意图。

具体实施方式

[0060] 以下结合附图对本申请的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本申请,并不用于限定本申请。

[0061] 图1为本申请一实施例中一种塔组温度自适应调节方法的流程图,如图1所示,该方法可被实施为以下步骤S11-S14:

[0062] 在步骤S11中,在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的进料流量;

[0063] 在步骤S12中,判断是否存在进料流量发生变化的第一目标塔;

[0064] 在步骤S13中,当存在进料流量发生变化的第一目标塔时,根据第一目标塔的进料流量确定第一目标塔所对应的温度;

[0065] 在步骤S14中,根据第一目标塔所对应的温度调节第一目标塔的蒸汽流量,以将第一目标塔在当前温度调节为第一目标塔所对应的温度。

[0066] 本申请中,在塔组运行过程中,会对塔的进料流量进行检测,在进料流量发生变化的情况下,对塔的温度进行调节。为了减小工艺波动,各塔液位和温度均需要尽量稳定控制,但是在负荷调整时,经常伴随着各塔温度和液位的波动,伴随着许多操作,因为分离效果要求,各塔的温度也通常会调整,而且在出现特殊情况时,会造成某塔的液位出现大的波动,调整不好又会造成前后塔液位和温度的循环波动,操作量很大,因此考虑采用本申请这样的自适应控制方案对多塔液位和温度进行控制,该方案较传统的PID单回路控制调节方案具有在负荷调整和稳定情况下均能尽量保证重要塔液位的稳定,降低操作人员工作负荷,减少工艺参数波动,节能降耗。也就是说,本申请除了会对塔的温度进行自适应调节之外,还会对液位进行自适应调节。从而减小工艺波动。

[0067] 具体的,在本申请中,在精馏塔组运行时,既要监控液位变化,又要监控流量变化:当存在干扰进料,或者料源不足等原因则会导致进料流量变化。进料流量变化会引发本申请的执行主体(如与塔组连接的自适应调节系统)进行温度调节;同时,进料流量变化还会引发本塔的液位变化,如果液位变化操作规定的区间,为了让本塔液位尽快回到规定区间,执行主体就会调节本塔和相邻前后塔的进料流量。因此,如果液位超出区间就又会引发进料流量变化,进而继续引发温度变化。也就是说,进料流量变化会引起温度变化和液位变化,液位变化则也可能会引起进料流量变化。

[0068] 因此,本申请中,在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的进料流量;各个塔的进料流量会发生变化,变化的原因在前文中已经提及,即存在干扰进料而导致的流量变化、料源不足而导致的流量变化、塔组为了让本塔液位尽快回到规定区间而调节本塔和相邻前后塔流量而导致的流量变化等。判断是否存在进料流量发生变化的第一目标塔;当存在进料流量发生变化的第一目标塔时,根据第一目标塔的进料流量确定第一目标塔所对应的温度;根据第一目标塔所对应的温度调节第一目标塔的蒸汽流量,以将第一目标塔在当前温度调节为第一目标塔所对应的温度。

[0069] 其次,本申请中,在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的液位信息;根据液位信息确定组内各塔液位控制重要性;当存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔时,调节第二目标塔的进料流量以及采出流量,以降低第二目标塔的液位控制重要性;根据调节后的第二目标塔的进料流量确定第二目标塔所对应的温度;根据第二目标塔所对应的温度调节第二目标塔的蒸汽流量,以将第二目标塔在当前温度调节为第二目标塔所对应的温度。

[0070] 可以理解的是,其次,因为进料流量有前馈作用,因此,如果进料流量发生变化,还会引发本申请的执行主体调整后接的各个塔的进料流量。另外,当第二目标塔的液位超过规定区间时,为了让第二目标塔液位尽快回到规定区间,执行主体就会调节第二目标塔和相邻前后塔的进料流量,因此,第二目标塔也会发生进料流量变化,因此,第二目标塔和第一目标塔可以是同一塔。

[0071] 本申请中,在根据液位信息确定组内各个塔的实时液位控制重要性时,确定各塔

的重要程度 I_a ;确定各塔液位的控制重要程度 I_s ;根据各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I 。

[0072] 其中,确定各塔的重要程度 I_a ,包括:

[0073] 若 $L_{max} > L_r > L_{min}$,则当 $t \geq 1/3$ 或 $t < 0$ 时, $I_a = 0$,当 $0 \leq t < 1/3$ 时, $I_a = 1/t$;

[0074] 若 $L \geq L_{max}$,则 $I_a = 3 + (L - L_{max}) * 100/5$;

[0075] 若 $L \leq L_{min}$,则 $I_a = 3 + (L_{min} - L) * 100/5$;

[0076] 其中, t 为当前液位承受持续时间,通过以下公式进行计算:

[0077] $t = (L_r * V) / (F_{out} - F_{in} * \alpha_{btm})$;

[0078] 其中, L_r 为液位的容忍值; V 为塔的容积; F_{out} 为采出流量; F_{in} 为进料流量; L 为液位的实际值; L_{max} 为液位容忍上限; L_{min} 为液位容忍下限; α_{btm} 为塔釜采出进料系数;

[0079] L_r 的计算方式如下:若 $L_r > (L_{max} + L_{min}) / 2$,则 $L_r = L - L_{max}$;若 $L_r \leq (L_{max} + L_{min}) / 2$,则 $L_r = L - L_{min}$ 。

[0080] 确定各塔液位的控制重要程度 I_s ,包括:

[0081] 各塔的液位的实际值和设定值的偏差 eL 定义为:

[0082] $eL = L - L^*$

[0083] 式中: L 为各塔的液位的实际值, L^* 为各塔的液位的设定值;

[0084] 各塔的液位变化率 ecL 定义为:

[0085] $ecL = \frac{eL}{L^*}$

[0086] 将各塔的液位偏差 eL 和液位变化率 ecL 作为各塔的实量值输入模糊控制器中;

[0087] 获取模糊控制器基于实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s ;

[0088] 其中,模糊控制器基于实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s 的方式如下:

[0089] 将各塔的实量值转化为自然语言描述的模糊量,其中,液位偏差的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$,对应的自然语言论域 U 模糊集为 $\{NB, NS, Z0, PS, PB\}$,子集元素分别负大、负小、零、正小、正大;液位变化率 ecL 的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$,对应的自然语言论域 U 模糊集为 $\{SB, SS, Z0, FS, FB\}$,子集元素分别负快、负慢、零、正慢、正快;

[0090] 根据各塔的实量值对应的子集元素确定各塔液位的控制重要程度 I_s ,具体的,根据下表1确定单塔液位重要性 I_s :

[0091] 表1

	NB	NS	ZO	PS	PB
L ecL					
[0092] SB	4	3	1	0	0
SS	3	2	0	0	1
ZO	2	1	0	1	2
FS	1	0	0	2	3
FB	0	0	1	3	4

[0093] 例如某塔的液位偏差 eL 为5% (对应PS), 液位变化率 ecL 为0 (对应ZO), 则单塔液位重要性 $I_s=1$ 。

[0094] 根据各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I , 包括: 根据如下公式确定各塔液位控制重要性 I :

$$[0095] \quad I=0.4I_a+0.1I_s;$$

[0096] 其中, I_a 为各塔的重要程度; I_s 为各塔液位的控制重要程度。

[0097] 确定塔组内各个塔的进料流量, 包括:

[0098] 通过以下公式确定塔组内各个塔的进料流量:

$$[0099] \quad F_{in}=P_b+Q_b+F_m+F_0;$$

[0100] 其中, F_{in} 为各塔进料流量 (与各塔对应的上塔采出流量相同); P_b 为上塔PID控制作用变化值; Q_b 为上塔前馈作用变化值; F_m 为下塔反馈作用变化值; F_0 为各塔原进料流量。

[0101] 其中, 上塔PID控制作用变化值 P_b 根据以下方式确定:

[0102] 将本塔和上塔液位重要性之差 eI 和本塔液位偏差 eL 作为实量值输入模糊控制器中。该模糊控制器的模糊规则如下表2所示, 输入变量 eI 的模糊子集为: 当偏差值 $eI>0$, 本塔此时液位重要性高于上塔此时液位重要性, 定义此状态为high; 当偏差值 $eI<0$, 本塔此时液位重要性低于上塔此时液位重要性, 定义此状态为low; 当偏差值 $eI=0$, 此时液位重要性等同上塔此时液位重要性, 定义此状态为equal。输入变量 eL 的模糊子集为当液位偏差大于10时, 定义为high_liquid level; 当液位偏差为0~10时, 定义为normal_liquid level; 当液位偏差变化率为-10~0, 定义为normal_liquid level, 当液位偏差小于-10时, 定义为low_liquid level。输出变量 U 对应的模糊子集为{OF, OM, OS, CS, CM, CF}, 子集中的每个变量代表了一个固定的PID参数。

[0103] 表2

[0104]		high_liquid level	normal_liquid level	low_liquid level
	high	CS	OS	OM
[0105]	equal	CM	CS	OS
	low	CF	CM	CS

[0106] 根据 $Pb = Kp[e + \int edt + T_s \frac{de}{dt}]$ 计算PID作用调节量,其中e为偏差,Kp、Td、Ts均为调节参数,t为时间。Kp、Td、Ts均通过阶跃响应法获得。

[0107] 确定下塔反馈作用变化值Fm时:若eI>0,则下塔反馈作用变化值Fm=k*eI*eL,若eI<0,则下塔反馈作用变化值=0。

[0108] k为本塔进料和本塔液位对应系数,通过以下公式确定:

$$[0109] \quad k = \frac{F_{out}}{V}$$

[0110] 其中:Fout为本塔进料流量;V为本塔容积。

[0111] 上述上塔前馈作用变化值Qb通过以下公式确定:

$$[0112] \quad Qb = (F_{feed2} - F_{feed1}) \times \alpha_{btm}$$

[0113] 其中:F_feed1为进料流量在预设采样时间内的初值;F_feed2为进料流量在预设采样时间内的终值; α_{btm} 表示塔釜采出进料系数。

[0114] 塔釜采出进料系数 α_{btm} 通过以下公式确定:

$$[0115] \quad \alpha_{btm} = \frac{F_{feed21} - F_{feed11}}{B_{btm1} - B_{btm2}}$$

[0116] 其中:F_feed11为负荷调整前液位和进料流量稳定时在预设采样时间内的进料流量初值;F_feed21为负荷调整前液位和进料流量稳定时在预设采样时间内的进料流量终值;B_btm1为负荷调整前液位和进料流量稳定时在预设采样时间内的塔釜采出流量初值;B_btm2为负荷调整前液位和进料流量稳定时在预设采样时间内的塔釜采出流量终值。

[0117] 上述根据第一目标塔的进料流量确定第一目标塔所对应的温度,以及根据调节后的第二目标塔的进料流量确定第二目标塔所对应的温度,均通过以下公式确定:

$$[0118] \quad T = K(F_{feed2} - F_{feed1}) + T_{last}$$

[0119] 其中,T为根据进料流量确定的温度;K为进料塔温对应系数;F_feed1为进料流量在预设采样时间内的初值(即发生变化前的进料流量);F_feed2为进料流量在预设采样时间内的终值(即发生变化后的进料流量);Tlast为进料流量为F_feed1时塔温度设定值。

[0120] 具体的,确定温度之后,需要根据确定的温度调节塔的蒸汽流量,蒸汽流量通过以下方式确定:

$$[0121] \quad Fz = Pz + Qz + Lz + Fz0$$

[0122] 其中,Fz为各塔蒸汽流量(等于上塔采出蒸汽流量);Pz为温度PID控制作用变化值;Qz为进料作用变化值;Lz为本塔液位作用变化值;Fz0为各塔原蒸汽流量;

[0123] 根据温度实际值和设定值偏差确定温度PID控制作用。具体的,根据以下公式计算温度PID作用变化值:

$$[0124] \quad Pz = K_p \left[e + \int edt + T_s \frac{de}{dt} \right]$$

[0125] 其中,e为偏差,K_p、T_d、T_s均为调节参数,t为时间。K_p、T_d、T_s均通过阶跃响应法获得。

[0126] 使用塔进料流量在特定时间内的变化值乘以蒸汽热量流量转换系数,得到分离塔塔釜蒸汽流量调节的前馈值;使用塔进料流量在特定时间内的变化值稳定时,对塔釜蒸汽流量调节的蒸汽热量流量转换系数进行校正计算,得到不断校正后的蒸汽热量流量转换系数。具体为:

$$[0127] \quad Q_z = (F_feed2 - F_feed1) \times \alpha_vapor$$

[0128] 其中,Q_z为进料作用变化值;F_{feed1}为进料流量在预设采样时间内的初值;F_{feed2}为进料流量在预设采样时间内的终值;α_{vapor}为蒸汽流量转换系数。

[0129] 蒸汽热量流量转换系数采用以下方法确定:

$$[0130] \quad \alpha_vapor = \frac{F_feed21 - F_feed11}{B_vapor11 - B_vapor21}$$

[0131] 其中,F_{feed11}为负荷调整前温度和进料流量稳定时在预设采样时间内的进料流量初值;F_{feed21}为负荷调整前温度和进料流量稳定时在预设采样时间内的进料流量终值;B_{vapor11}为负荷调整前温度和进料流量稳定时在预设采样时间内的蒸汽流量初值;B_{vapor21}为负荷调整前温度和进料流量稳定时在预设采样时间内的蒸汽流量终值。

[0132] 另外,本塔的液位变化也会造成塔的温度变化,因此将塔的液位变化对蒸汽的影响进行阶跃测试,得到液位变化对蒸汽的关系:

$$[0133] \quad L_z = (L_2 - L_1) \times \alpha_{LT}$$

[0134] 其中,L_z-本塔液位作用变化值;L₁为塔液位在预设采样时间内的初值;L₂为塔液位在预设采样时间内的终值;α_{LT}为液位蒸汽转换系数,其中,液位蒸汽转换系数采用以下方法确定:

$$[0135] \quad \alpha_{LT} = \frac{L_{21} - L_{11}}{B_{vapor11} - B_{vapor21}}$$

[0136] 其中,L₁₁为塔在预设采样时间内的塔釜液位初值;L₂₁为塔在预设采样时间内的塔釜液位终值;B_{vapor11}为塔在预设采样时间内的蒸汽流量初值;B_{vapor21}为塔在预设采样时间内的蒸汽流量终值。

[0137] 可以通过上述公式确定塔组内各个塔的温度、进料流量和蒸汽流量,之后可以将塔的温度、进料流量和蒸汽流量下发至各个塔对应的控制主机,从而使得各个控制主机控制塔进料流量大小,温度和蒸汽流量。

[0138] 通过上述内容,结合具体的公式对精馏塔塔组中各塔的温度控制和液位控制情况进行了说明。下面,结合上述公式,通过举例的方式对本申请中控制精馏塔塔组中各塔的温度控制和液位控制进行详细地示例性说明:

[0139] 塔组的连接方式如图4所示,图4为塔组中的其中两个塔的连接关系示意图,其中,

塔4中的各标号的含义如下:

[0140] ①—X塔进料流量对采出流量的前馈作用;②—X塔液位对采出流量PID控制作用;③—X+1塔液位对X塔采出流量的反馈作用;④—X塔进料流量对蒸汽流量的前馈作用;⑤—X塔液位对蒸汽流量的作用;⑥—X塔温度对蒸汽流量的PID作用;⑦—X+1塔进料流量对采出流量的前馈作用;⑧—X+1塔液位对采出流量PID控制作用;⑨—X+2塔液位对X+1塔采出流量的反馈作用;⑩—X+1塔进料流量对蒸汽流量的前馈作用;⑪—X+1塔液位对蒸汽流量的作用;⑫—X+1塔温度对蒸汽流量的PID作用;⑬—X塔液位对X-1塔采出流量的反馈作用;⑭—来自X-1塔流量;⑮—送X+2塔流量;

[0141] 某合成单元(例如石油)由连续精馏系统用来分离杂质、纯化产物,需要保证各塔的分馏效果,并且尽量控制液位稳定,减小对下游的影响。其中1塔的液位控制上下极限分别为70%和30%,2塔的液位控制上下极限分别为80%和40%,3塔的液位控制上下极限分别为80%和40%,各塔的大小分别为100m³、120m³、120m³。某一稳定情况下1、2、3塔的进料流量分别为240m³/h,192m³/h,153.6m³/h。各塔温度分别控制在182℃、183℃和183.2℃。

[0142] 针对不同情况进行发明说明:

[0143] (1) 负荷稳定时

[0144] 1、2、3塔液位均在控制区间内,分别约为50%,60%,60%,温度也控制稳定,液位变化率和液位偏差均为0,则单塔液位重要性 $I_{s1}=I_{s2}=I_{s3}=0$,由 $t = \frac{Lr*V}{F_{out}-F_{in}*\alpha_{btm}}$ 可

知, t_1, t_2, t_3 均为无穷大,则 $I_{a1}=I_{a2}=I_{a3}=0$,各塔液位重要性 $I=0$,即三个塔的液位重要性相同。

[0145] 1、2、3塔的进料流量分别为240m³/h,192m³/h,153.6m³/h。1塔反馈系数=-2.4h,2塔反馈系数=-1.6h,3塔反馈系数=-1.28h,1塔前馈系数=0.8,2塔前馈系数=0.8,3塔前馈系数=0.8。则各塔进料作用变化 $Q_b=0$,各塔PID作用值作用变化 $P_b=0$ 。各塔反馈作用变化 $f_b=0$,则各塔采出流量不变,即1、2、3塔的进料流量分别为240m³/h,192m³/h,153.6m³/h。

[0146] 各塔温度设定值不变,各塔进料作用 $Q_z=0$,各塔PID作用值 $P_z=0$,各塔液位作用值 $L_z=0$,则各塔蒸汽流量不变。则各塔的液位和温度均继续控制在目标范围,满足控制需求。

[0147] (2) 1塔进料流量减少,2塔、3塔正常

[0148] 1塔进料由240m³/h减小为190m³/h,则开始时1、2、3塔液位均在设定区间内,分别约为50%,60%,60%,1、2、3塔的进料流量分别为190m³/h,192m³/h,153.6m³/h。由

$t = \frac{Lr*V}{F_{out}-F_{in}*\alpha_{btm}}$ 可知, $F_{in1}=190m^3/h, F_{out1}=192m^3/h, F_{out2}=153.6m^3/h, F_{out3}=$

$122.88m^3/h,$,则 $t_1=0.5h, t_2, t_3$ 均为无穷大, $I_{a1}=0, I_{a2}=I_{a3}=0$,液位变化率和液位偏差均为0,则单塔液位重要性 $I_{s1}=I_{s2}=I_{s3}=0$,则 $I=0$,即三个塔的液位重要性相同。各塔液位变化率和液位偏差均为0,则1塔前馈作用值=-40m³/h,1塔PID作用值为0,1塔反馈作用变化值=0m³/h,则1塔采出流量变为152m³/h;2塔前馈作用值=-32m³/h,2塔PID作用值为0,2塔反馈作用变化值=0m³/h,则2塔采出流量变为121.6m³/h;3塔前馈作用值=-25.6m³/h,3塔PID作用值为0,3塔反馈作用变化值=0,则3塔采出流量变为102.4m³/h。

[0149] 循环则1、2、3塔液位均在设定区间内,分别约为50%,60%,60%,1、2、3塔的进料

流量分别为 $190\text{m}^3/\text{h}$, $152\text{m}^3/\text{h}$, $121.6\text{m}^3/\text{h}$ 。由 $t = \frac{Lr \cdot V}{F_{out} - F_{in} \cdot btm}$, 则 $F_{out} - F_{in} \cdot btm = 0$, t_1 、 t_2 、 t_3 均为无穷大, $I_{a1} = I_{a2} = I_{a3} = 0$, 液位变化率和液位偏差均为0, 则单塔液位重要性 $I_{s1} = I_{s2} = I_{s3} = 0$, 则 $I = 0$, 即三个塔的液位重要性相同。则各塔采出流量不变。

[0150] 因为1、2、3塔的进料流量分别变为为 $190\text{m}^3/\text{h}$, $152\text{m}^3/\text{h}$, $121.6\text{m}^3/\text{h}$, 则1塔温度设定值逐渐自动调整为 181°C , 1塔进料作用 $Q_{z1} = -40 \cdot 50 = -2000\text{kg}/\text{h}$, 1塔PID作用值 $P_{z1} < 0$, 1液位作用值 $L_{z1} = 0$, 则1塔蒸汽流量减小 $-2000 + P_{z1}$, 温度逐渐降低, 则PID作用值 P_z 逐渐减小, 直到塔温调整为 181°C , P_z 趋于0; 2塔温度设定值逐渐自动调整为 182.5°C , 2塔进料作用 $Q_z = -32 \cdot 55 = -1760\text{kg}/\text{h}$, 2塔液位作用 $L_{z2} = 0$, 2塔PID作用值 $P_{z2} < 0$, 则2塔蒸汽流量减小 $-1760 + P_{z2}$, 2塔温度逐渐降低, 则PID作用值 P_{z2} 逐渐减小, 直到塔温调整为 182.5°C , P_{z2} 趋于0; 3塔温度设定值逐渐自动调整为 182.6°C , 3塔进料作用 $Q_z = -24 \cdot 54 = -1296\text{kg}/\text{h}$, 3塔液位作用 $L_{z3} = 0$, 3塔PID作用值 $P_{z3} < 0$, 则3塔蒸汽流量减小 $-1296 + P_{z3}$, 3塔温度逐渐降低, 则PID作用值 P_{z3} 逐渐减小, 直到塔温调整为 182.6°C , P_{z3} 趋于0。则各塔的液位和温度均逐渐调整控制在目标范围, 满足控制需求。

[0151] (3) 1塔正常, 2塔液位增加, 3塔液位正常

[0152] 1塔进料正常, 2塔因为一股干扰进料导致液位增加到80%, 达到容忍区间上限, 需要快速将液位降下来, 则初始时1、3塔液位均在设定区间内, 分别约为50%、60%, 1、2、3塔的进料流量分别为 $240\text{m}^3/\text{h}$ 、 $192\text{m}^3/\text{h}$ 、 $153.6\text{m}^3/\text{h}$ 。1塔反馈系数 $= -1.6\text{h}$ 。各塔温度也控制稳定, 1、3塔液位变化率和液位偏差均为0, 则单塔液位重要性 $I_{s1} = I_{s3} = 0$, $I_{s2} = 4$, $L_2 = L_{2\max}$, $I_{a2} = 3$, $t = \frac{Lr \cdot V}{F_{out} - F_{in} \cdot \alpha \cdot btm}$ 可知, t_1 、 t_3 均为无穷大, 则 $I_{a1} = I_{a3} = 0$, 则1、3液位重要性 $I = 0$, 2塔液位重要性 $I_2 = 3 \cdot 0.4 + 4 \cdot 0.1 = 1.6$ 。

[0153] 则1塔液位变化率为0, 1塔前馈作用值 $= 0\text{m}^3/\text{h}$, 1塔PID作用值为0, 1塔反馈作用变化值 $= -1.6 \cdot 1.6 \cdot 6 = -15.36\text{m}^3/\text{h}$, 则1塔采出流量变为 $176.64\text{m}^3/\text{h}$; 2塔前馈作用值 $= -12.288\text{m}^3/\text{h}$, 液位偏差为high liquid level, 液位变化率为high, 则采用最强的PID作用, 得到2塔PID作用值为 $30\text{m}^3/\text{h}$, 2塔反馈作用变化值 $= -1.28 \cdot (-1.6) \cdot 0 = 0\text{m}^3/\text{h}$, 则2塔采出流量变为 $171.312\text{m}^3/\text{h}$; 3塔前馈作用值 $= 14.17\text{m}^3/\text{h}$, 3塔PID作用值为0, 3塔反馈作用变化值 $= 0$, 则3塔采出流量变为 $106.33\text{m}^3/\text{h}$ 。

[0154] 温度变化: 1塔进料未变化, 则1塔温度设定值不变, 1塔进料作用 $Q_{z1} = 0\text{kg}/\text{h}$, 1塔PID作用值 $P_{z1} = 0$, 1塔液位作用值 $L_{z1} = 0$, 则1塔蒸汽流量不变; 2塔进料减小为 $176.64\text{m}^3/\text{h}$, 则温度设定值逐渐自动减小到 182.8°C , 2塔进料作用 $Q_z = -15.36 \cdot 55 = -844.88\text{kg}/\text{h}$, 2塔液位作用 $L_{z2} = 20\% \cdot 300 = 60\text{kg}/\text{h}$, 2塔PID作用值 $P_{z2} < 0$, 则2塔蒸汽流量减小 $-784.88 + P_{z2}$, 使2塔温度逐渐趋向于 182.8°C ; 3塔进料增加为 $171.312\text{m}^3/\text{h}$, 则温度设定值逐渐自动调整为 183.2°C , 3塔进料作用 $Q_{z3} = 17.712 \cdot 54 = 956.448\text{kg}/\text{h}$, 3塔液位作用 $L_{z3} = 0$, 3塔PID作用值 $P_{z3} > 0$, 则3塔蒸汽流量增加 $956.448 + P_{z3}$, 3塔温度逐渐升高到 183.2°C , 则PID作用值 P_{z3} 逐渐减小, 直到塔温调整为 183.2°C , P_{z3} 趋于0。

[0155] 一段时间后, 2塔液位下降到60%~70%, 1塔液位上涨到55%以上, 3塔液位为60%, 某刻1、2、3塔的进料流量分别为 $240\text{m}^3/\text{h}$, 约 $190\text{m}^3/\text{h}$, 约 $170\text{m}^3/\text{h}$ 。1塔反馈系数 $= -1.583\text{h}$, 2塔反馈系数 $= -1.416\text{h}$, 1塔前馈系数 $= 0.8$, 2塔前馈系数 $= 0.8$, 3塔前馈系数 $=$

0.8。则单塔液位重要性 $I_{s1}=I_{s2}=I_{s3}=0$ ，由 $t = \frac{Lr*V}{F_{out}-F_{in}*\alpha_{btm}}$ 可知， $t_1 > 2.5h$ ， $t_2 < 0$ ，

t_3 为无穷大，则 $I_{a1}=I_{a2}=I_{a3}=0$ ，则1、2、3塔液位重要性 $I=0$ ，即重要性相同。

[0156] 不断进行循环计算，后续1塔前馈作用值 $=0m^3/h$ ，1塔PID作用值为正，1塔反馈作用变化值 $=0m^3/h$ ，则1塔采出流量变为大于 $190m^3/h$ ，然后逐渐增加，1塔液位升到最高后然后逐渐下降到55%左右维持稳定，1塔采出流量逐渐减小为 $192m^3/h$ ；2塔前馈作用值大于 $0m^3/h$ 然后逐渐减小到0，2塔PID作用值逐渐减小到0，2塔反馈作用变化值 $=0m^3/h$ ，则2塔采出流量逐渐变为 $153.6m^3/h$ ；3塔前馈作用值逐渐减小，3塔PID作用值为0，3塔反馈作用变化值 $=0$ ，则3塔采出流量变为 $122.88m^3/h$ 。

[0157] 对温度来说，1塔进料未变化，则1塔温度设定值不变，1塔进料作用 $Q_{z1}=0kg/h$ ，1塔PID作用值 $P_{z1}=0$ ，1液位作用值 L_{z1} 随液位先增大随后逐渐减小到0；2塔温度设定值随进料不断增减逐渐自动调整，2塔进料作用随负荷增减，2塔液位作用 L_{z2} 逐渐减小到0，2塔PID作用值 P_{z2} 随温度偏差而变，直到塔温调整为 $183^\circ C$ ， P_{z2} 趋于0；3塔温度设定值随进料不断增减逐渐自动调整，最后调整回 $183.2^\circ C$ ，3塔进料作用 Q_{z3} 随负荷增减，3塔液位作用 $L_{z3}=0$ ，3塔PID作用值 P_{z3} 随温度偏差而变，最后为0。这样各塔液位和温度逐渐恢复到正常区间，满足控制需求。

[0158] 通过上述示例可见，本申请将多塔的液位和温度进行统一控制，通过单塔液位重要性和塔的重要性确定了多塔液位的重要性，进而确定各塔液位的控制重要性，实现重要塔液位优先控制；将后塔的液位和前后塔液位的控制重要性和采出流量相关联，实现低液位重要等级的塔的采出调整高液位重要等级的塔的液位，即多塔液位综合控制，减小了上下游的波动，能够快速调整重要塔的液位；将塔的液位和蒸汽流量向关联，实现了塔温的精准控制。采用本申请后各塔快速恢复到目标液位的时间减小，对下游的影响也有所减小。

[0159] 本申请的有益效果在于：在塔组运行过程中，确定塔组内各个塔的进料流量，当存在进料流量发生变化的第一目标塔时，调节第一目标塔的蒸汽流量，以将第一目标塔的前温度调节为第一目标塔所对应的温度，从而实现了对塔组内各个塔温度的自适应调节，降低操作人员的工作负荷，节省了人力成本。

[0160] 在一个实施例中，方法还可被实施为以下步骤A1-A5：

[0161] 在步骤A1中，在塔组运行过程中，确定塔组内各个塔的液位信息；

[0162] 在步骤A2中，根据液位信息确定组内各塔液位控制重要性；

[0163] 在步骤A4中，当存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔时，调节第二目标塔的进料流量以及采出流量，以降低第二目标塔的液位控制重要性；

[0164] 在步骤A4中，根据调节后的第二目标塔的进料流量确定第二目标塔所对应的温度；

[0165] 在步骤A5中，根据第二目标塔所对应的温度调节第二目标塔的蒸汽流量，以将第二目标塔的前温度调节为第二目标塔所对应的温度。

[0166] 本实施例中，在塔组运行过程中，确定塔组内各个塔的液位信息；不难理解的是，塔组内各塔的液位信息的确定步骤可以与前述进料流量的确定步骤同时进行。

[0167] 在塔组运行至某一时间点时，假设进料流量没有发生变化，第二目标塔液位发生变化，且超出规定区间，那么，第二目标塔的液位控制重要性就会提升，此时，就可以通过调

整进料流量和采出流量使得第二目标塔的液位控制重要性降低,即将第二目标塔的液位降回规定区间。

[0168] 由于其进料流量也发生了变化,因此,需要基于进料流量调整第二目标塔的温度。而第二目标塔调整了进料流量和采出流量之后,也会对上塔和下塔造成影响,具体的,由于第二目标塔的进料流量等同于上塔的采出流量,那么此时,第二目标塔的上塔由于采出流量的改变,第二目标塔的上塔液位也会上升,当第二目标塔的上塔液位上升至超出规定区间时,第二目标塔的上塔的液位控制重要性也会发生变化,从而导致第二目标塔的上塔也会进行液位控制,即改变其进料流量和采出流量。另外,由于第二目标塔的采出流量等同于下塔的进料流量,那么,下塔的进料流量发生了改变,触发下塔的温度调节,其次,随着时间的推移,进料流量的改变也会引发下塔液位的改变,进而触发下塔的液位调节,依次类推。而需要说明的是,进料流量的改变除了液位控制的原因之外,还有可能是人为调节进料和采出闸门大小所导致、由于某塔有干扰进料所导致、由于料源不足导致1塔进料流量减小等原因。

[0169] 可见,只要有一个塔的液位、进料流量或采出流量发生了改变,就会引发塔组内的部分或全部塔的液位和流量都受到影响,进而触发各自的液位控制或温度控制机制,从而使整个塔组运行过程中能够保持动态平衡。

[0170] 通过上述描述,不难理解,将上述步骤S11-S14和上述步骤A1-A5合并执行时,其中一种执行方案可以实施为以下步骤B1-B5:

[0171] 在步骤B1中,在塔组运行过程中,确定塔组内各个塔的进料流量信息和液位信息;

[0172] 在步骤B2中,根据所述各个塔的进料流量信息判断塔组内是否存在进料流量发生变化的第一目标塔,以及根据所述各个塔的液位信息判断塔组内是否存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔,其中,所述液位控制重要性的变化与液位变化相关;

[0173] 在步骤B3中,当存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔时,调节所述第二目标塔的进料流量以及采出流量,以降低所述第二目标塔的液位控制重要性;

[0174] 在步骤B4中,当存在进料流量发生变化的第一目标塔时,根据所述第一目标塔的进料流量确定所述第一目标塔所对应的温度;

[0175] 在步骤B5中,根据第一目标塔所对应的温度调节第一目标塔的蒸汽流量,以将所述第一目标塔在当前温度调节为所述第一目标塔所对应的温度。

[0176] 本实施例的有益效果在于:在塔组运行过程中,能够确定塔组内各个塔的液位信息;根据液位信息确定组内各塔液位控制重要性;当存在液位控制重要性发生变化的第二目标塔时,调节第二目标塔的进料流量以及采出流量,以降低第二目标塔的液位控制重要性;从而实现对塔组内各个塔液位的自适应调节,降低了操作人员的工作负荷,节省了人力成本。

[0177] 在一个实施例中,如图2所示,上述步骤A2可被实施为以下步骤S21-S23:

[0178] 在步骤S21中,确定各塔的重要程度 I_a ;

[0179] 在步骤S22中,确定各塔液位的控制重要程度 I_s ;

[0180] 在步骤S23中,根据各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I 。

[0181] 在一个实施例中,上述步骤S21,包括:

[0182] 若 $L_{max} > L_r > L_{min}$, 则当 $t \geq 1/3$ 或 $t < 0$ 时, $I_a = 0$, 当 $0 \leq t < 1/3$ 时, $I_a = 1/t$;

[0183] 若 $L \geq L_{max}$, 则 $I_a = 3 + (L - L_{max}) * 100/5$;

[0184] 若 $L \leq L_{min}$, 则 $I_a = 3 + (L_{min} - L) * 100/5$;

[0185] 其中, t 为当前液位承受持续时间, 通过以下公式进行计算:

[0186] $t = (L_r * V) / (F_{out} - F_{in} * \alpha_{btm})$;

[0187] 其中, L_r 为液位的容忍值; V 为塔的容积; F_{out} 为采出流量; F_{in} 为进料流量; L 为液位的实际值; L_{max} 为液位容忍上限; L_{min} 为液位容忍下限; α_{btm} 为塔釜采出进料系数;

[0188] L_r 的计算方式如下: 若 $L_r > (L_{max} + L_{min}) / 2$, 则 $L_r = L - L_{max}$; 若 $L_r \leq (L_{max} + L_{min}) / 2$, 则 $L_r = L - L_{min}$ 。

[0189] 在一个实施例中, 上述步骤S22可被实施为以下步骤S31-S32:

[0190] 在步骤S31中, 将各塔的液位偏差 e_L 和液位变化率 e_c 作为各塔的实量值输入模糊控制器中;

[0191] 在步骤S32中, 获取模糊控制器基于实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s ;

[0192] 其中, 模糊控制器基于实量值确定各塔液位的控制重要程度 I_s 的方式如下:

[0193] 将各塔的实量值转化为自然语言描述的模糊量, 其中, 液位偏差的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$, 对应的自然语言论域 U 模糊集为 $\{NB, NS, ZO, PS, PB\}$, 子集元素分别负大、负小、零、正小、正大; 液位变化率 e_c 的实量值论域 U 的范围为 $[-3, 3]$, 对应的自然语言论域 U 模糊集为 $\{SB, SS, ZO, FS, FB\}$, 子集元素分别负快、负慢、零、正慢、正快; 根据各塔的实量值对应的子集元素确定各塔液位的控制重要程度 I_s 。

[0194] 在一个实施例中, 根据各塔的重要程度 I_a 和各塔液位的控制重要程度 I_s 确定各塔液位控制重要性 I , 包括:

[0195] 根据如下公式确定各塔液位控制重要性 I :

[0196] $I = 0.4I_a + 0.1I_s$;

[0197] 其中, I_a 为各塔的重要程度; I_s 为各塔液位的控制重要程度。

[0198] 在一个实施例中, 确定塔组内各个塔的进料流量, 包括:

[0199] 通过以下公式确定塔组内各个塔的进料流量:

[0200] $F_{in} = P_b + Q_b + F_m + F_0$;

[0201] 其中, F_{in} 为各塔进料流量(与各塔对应的上塔采出流量相同); P_b 为上塔PID控制作用变化值; Q_b 为上塔前馈作用变化值; F_m 为下塔反馈作用变化值; F_0 为各塔原进料流量。

[0202] 在一个实施例中, 根据第一目标塔的进料流量确定第一目标塔所对应的温度, 包括:

[0203] 根据如下公式确定第一目标塔所对应的温度:

[0204] $T = K(F_{feed2} - F_{feed1}) + T_{last}$

[0205] 其中, T 为根据进料流量确定的温度; K 为进料塔温对应系数; F_{feed1} 为进料流量在预设采样时间内的初值(即发生变化前的进料流量); F_{feed2} 为进料流量在预设采样时间内的终值(即发生变化后的进料流量); T_{last} -进料流量为 F_{feed1} 时塔温度设定值。

[0206] 图5为本申请中一种塔组温度自适应调节系统500的硬件结构示意图, 包括:

[0207] 至少一个处理器502; 以及,

[0208] 与所述至少一个处理器通信连接的存储器504; 其中,

[0209] 所述存储器存储有可被所述一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行以实现上述任一实施例所记载的塔组温度自适应调节方法。

[0210] 参照图5,该塔组温度自适应调节系统500可以包括以下一个或多个组件:处理组件502,存储器504,电源组件506,多媒体组件508,音频组件510,输入/输出(I/O)的接口512,传感器组件514,以及通信组件515。

[0211] 处理组件502通常控制塔组温度自适应调节系统500的整体操作。处理组件502可以包括一个或多个处理器520来执行指令,以完成上述的方法的全部或部分步骤。此外,处理组件502可以包括一个或多个模块,便于处理组件502和其他组件之间的交互。例如,处理组件502可以包括多媒体模块,以方便多媒体组件508和处理组件502之间的交互。

[0212] 存储器504被配置为存储各种类型的数据以支持在塔组温度自适应调节系统500的操作。这些数据的示例包括用于在塔组温度自适应调节系统500上操作的任何应用程序或方法的指令,如文字,图片,视频等。存储器504可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。

[0213] 电源组件506为塔组温度自适应调节系统500的各种组件提供电源。电源组件506可以包括电源管理系统,一个或多个电源,及其他与为塔组温度自适应调节系统500生成、管理和分配电源相关联的组件。

[0214] 多媒体组件508包括在塔组温度自适应调节系统500和用户之间的提供一个输出接口的屏幕。在一些实施例中,屏幕可以包括液晶显示器(LCD)和触摸面板(TP)。如果屏幕包括触摸面板,屏幕可以被实现为触摸屏,以接收来自用户的输入信号。触摸面板包括一个或多个触摸传感器以感测触摸、滑动和触摸面板上的手势。触摸传感器可以不仅感测触摸或滑动动作的边界,而且还检测与触摸或滑动操作相关的持续时间和压力。在一些实施例中,多媒体组件508还可以包括一个前置摄像头和/或后置摄像头。当塔组温度自适应调节系统500处于操作模式,如拍摄模式或视频模式时,前置摄像头和/或后置摄像头可以接收外部的多媒体数据。每个前置摄像头和后置摄像头可以是一个固定的光学透镜系统或具有焦距和光学变焦能力。

[0215] 音频组件510被配置为输出和/或输入音频信号。例如,音频组件510包括一个麦克风(MIC),当塔组温度自适应调节系统500处于操作模式,如呼叫模式、记录模式和语音识别模式时,麦克风被配置为接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器504或经由通信组件515发送。在一些实施例中,音频组件510还包括一个扬声器,用于输出音频信号。

[0216] I/O接口512为处理组件502和外围接口模块之间提供接口,上述外围接口模块可以是键盘,点击轮,按钮等。这些按钮可包括但不限于:主页按钮、音量按钮、启动按钮和锁定按钮。

[0217] 传感器组件514包括一个或多个传感器,用于为塔组温度自适应调节系统500提供各个方面的状态评估。例如,传感器组件514可以包括声音传感器。另外,传感器组件514可以检测到塔组温度自适应调节系统500的打开/关闭状态,组件的相对定位,例如组件为塔组温度自适应调节系统500的显示器和小键盘,传感器组件514还可以检测塔组温度自适应

调节系统500或塔组温度自适应调节系统500的一个组件的位置改变,用户与塔组温度自适应调节系统500接触的存在或不存在,塔组温度自适应调节系统500方位或加速/减速和塔组温度自适应调节系统500的温度变化。传感器组件514可以包括接近传感器,被配置用来在没有任何的物理接触时检测附近物体的存在。传感器组件514还可以包括光传感器,如CMOS或CCD图像传感器,用于在成像应用中使用。在一些实施例中,该传感器组件514还可以包括加速度传感器,陀螺仪传感器,磁传感器,压力传感器或温度传感器。

[0218] 通信组件515被配置为使塔组温度自适应调节系统500提供和其他设备以及云平台之间进行有线或无线方式的通信能力。塔组温度自适应调节系统500可以接入基于通信标准的无线网络,如WiFi,2G或3G,或它们的组合。在一个示例性实施例中,通信组件515经由广播信道接收来自外部广播管理系统的广播信号或广播相关信息。在一个示例性实施例中,通信组件515还包括近场通信(NFC)模块,以促进短程通信。例如,在NFC模块可基于射频识别(RFID)技术,红外数据协会(IrDA)技术,超宽带(UWB)技术,蓝牙(BT)技术和其他技术来实现。

[0219] 在示例性实施例中,塔组温度自适应调节系统500可以被一个或多个应用专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理设备(DSPD)、可编程逻辑器件(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现,用于执行上述塔组温度自适应调节方法。

[0220] 本申请还提供一种计算机可读存储介质,当存储介质中的指令由塔组温度自适应调节系统对应的处理器执行时,使得塔组温度自适应调节系统能够实现上述任一实施例所记载的塔组温度自适应调节方法。

[0221] 本领域内的技术人员应明白,本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0222] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0223] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0224] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0225] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

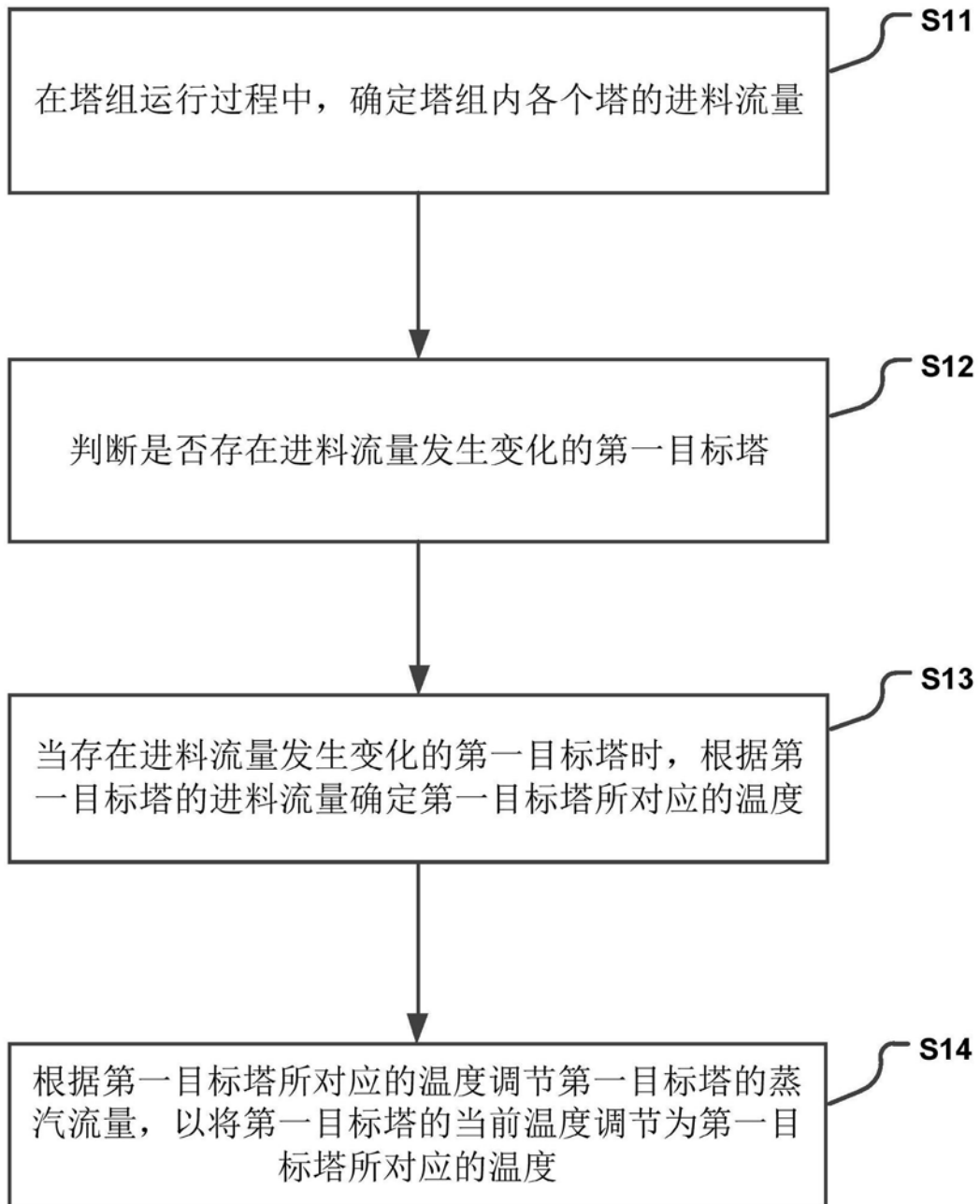


图1

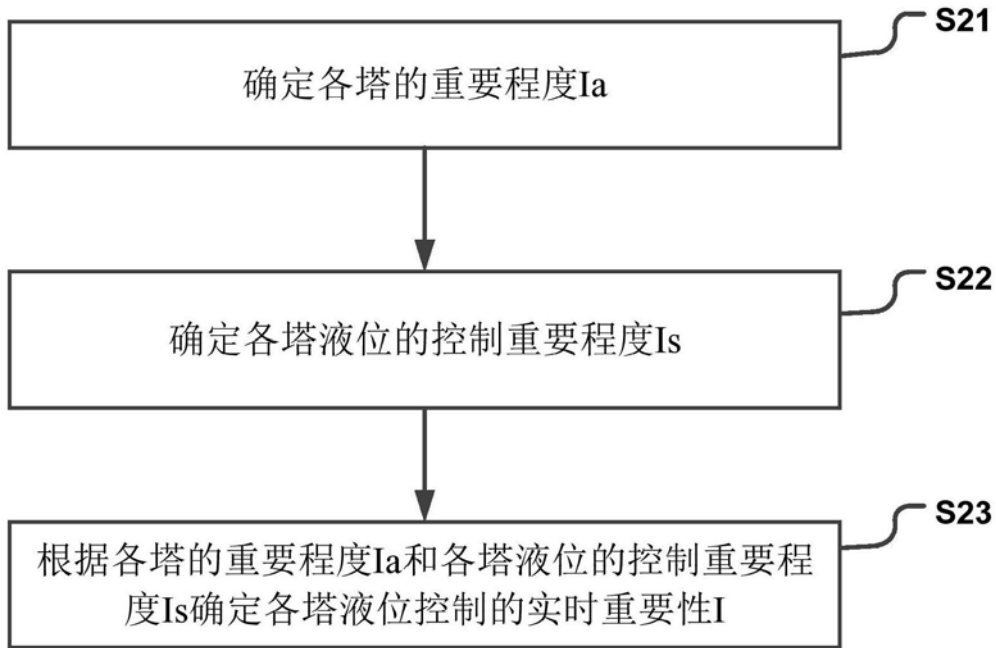


图2

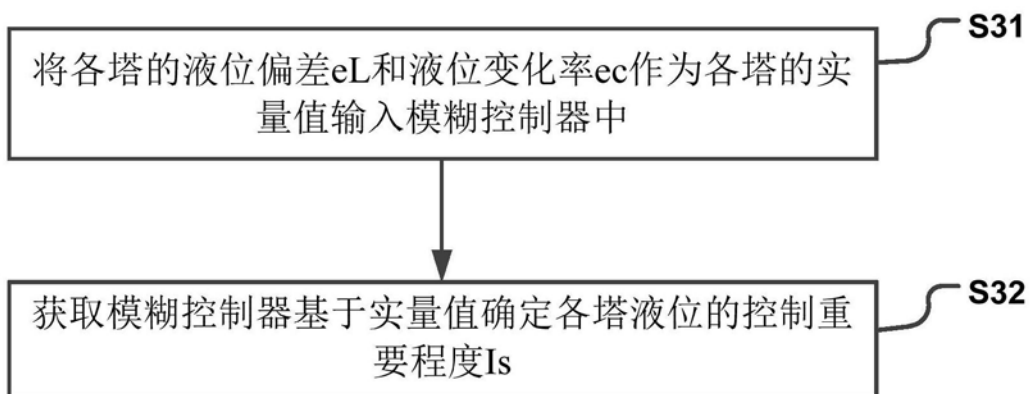


图3

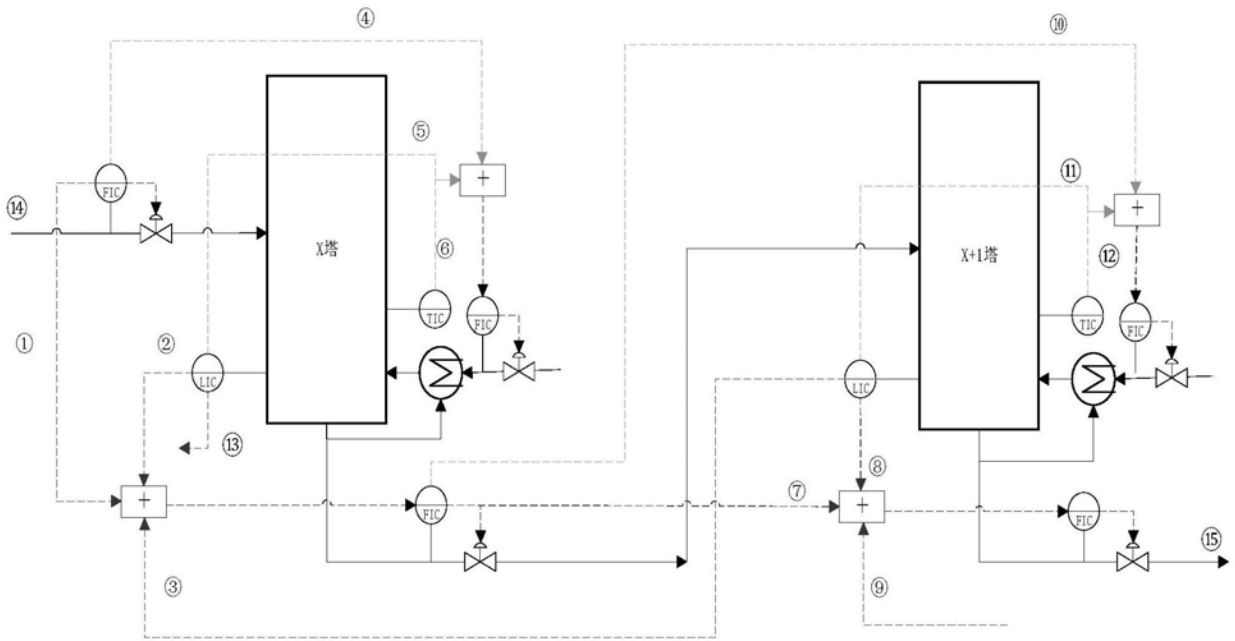


图4

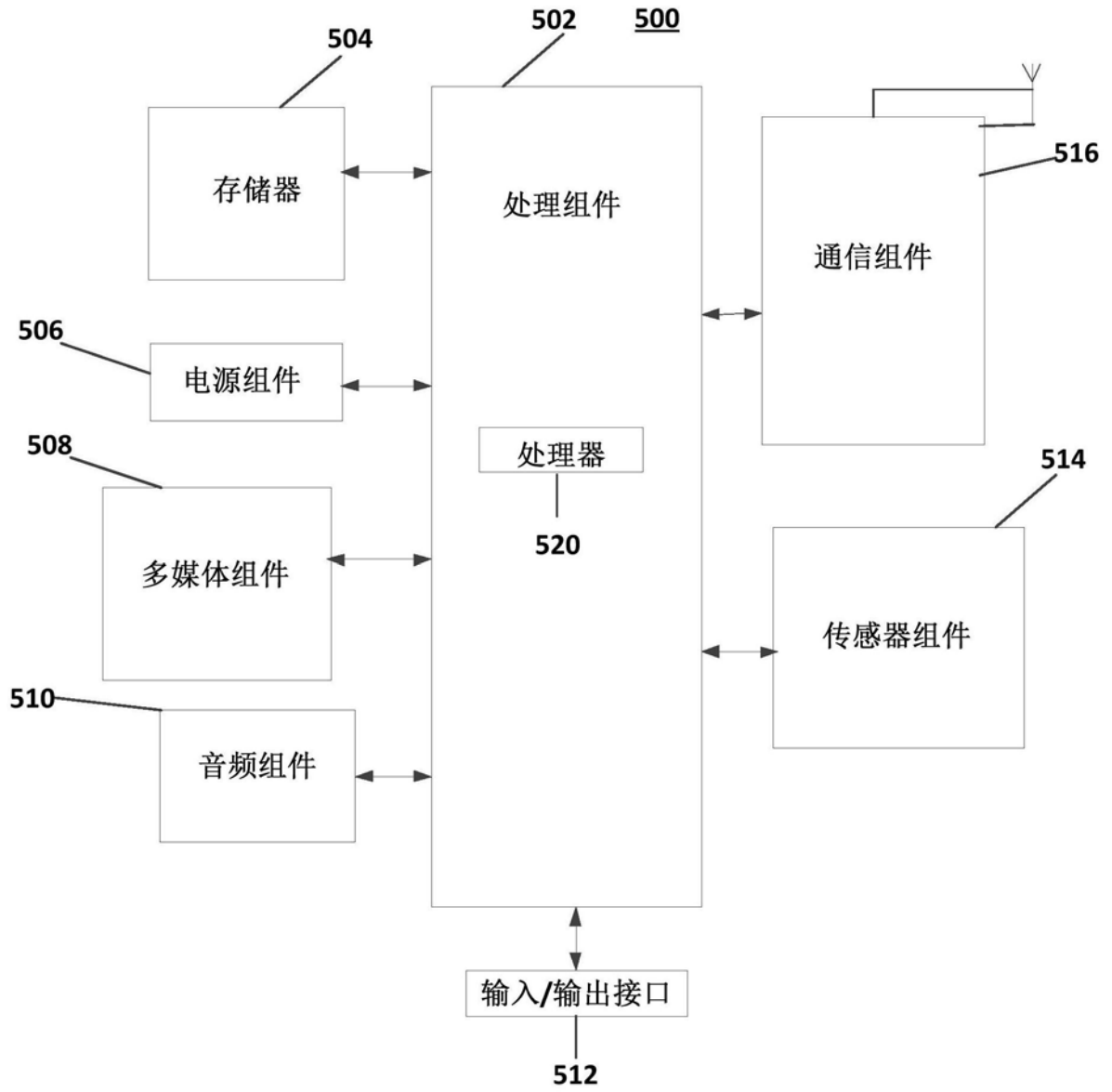


图5