

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C10J 3/46

C01B 3/36



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99812218.1

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1131298C

[22] 申请日 1999.9.1 [21] 申请号 99812218.1

[30] 优先权

[32] 1998.9.17 [33] US [31] 09/154,772

[86] 国际申请 PCT/US99/20012 1999.9.1

[87] 国际公布 WO00/15737 英 2000.3.23

[85] 进入国家阶段日期 2001.4.16

[71] 专利权人 德士古发展公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 丹尼尔·W·特瑟

乔治·M·古尔克

保罗·S·瓦拉瑟

[56] 参考文献

US5087271 1992.02.11 C10J3/46

审查员 经德伍

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

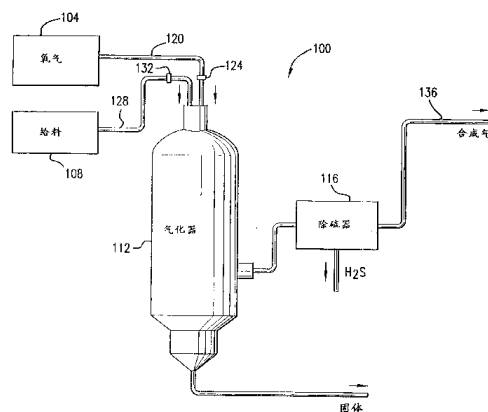
代理人 郭思宇

权利要求书 17 页 说明书 29 页 附图 19 页

[54] 发明名称 综合气化控制的系统和方法

[57] 摘要

在气化工厂中用一种综合控制系统(ICS)控制气化工厂的气化器和其他关键部件的操作。ICS 用一个综合控制器而不是用多个独立控制器来控制气化器和其他关键部件的操作,从而改善气化工厂的性能。这一 ICS 是用来控制气化工厂操作的一个更大的分布控制系统中的一个子系统。由 ICS 来控制以下项目:(i) 气化器中氧和碳(O/C)的比例,(ii) 气化器的合成气理想输出;(iii) 负荷限制;(iv) 流入气化器的缓和剂;(v) 空气分离装置(ASU);(vi) 氧气头排气阀;以及(vii) 合成气头压力。



ISSN 1008-4274

1. 在气化工厂中控制氧和碳(O/C)比例的一种方法,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法包括以下步骤:
- 5 根据负荷限制来确定合成气需求,用气化器的理想输出来代表合成气需求;
- 根据氧和碳(O/C)比例的给定值以及合成气需求来确定氧和碳给定值; 并且
- 10 分别根据氧和碳给定值来调节气化工厂中的氧和碳阀门;
- 利用宏观单位转换将碳流速转换成需求控制器信号;
- 用一个 PID 控制器接收需求控制器信号和需求控制器给定值并且产生一个 PID 控制器信号;
- 用一个信号选择器接收 PID 控制信号和一个自动需求值,并且产生
- 15 选定的需求值;
- 用一个低选择器接收选定的需求值和一个合成气需求过载值,并且产生一个负荷限制需求值;
- 将负荷限制需求值转换成一个偏置值,以及
- 用这一偏置值偏置氧流速。
- 20 2. 在气化工厂中控制氧和碳(O/C)比例的一种方法,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法包括以下步骤:
- 根据负荷限制来确定合成气需求,用气化器的理想输出来代表合成
- 气需求;
- 25 根据氧和碳(O/C)比例的给定值以及合成气需求来确定氧和碳给定值; 并且
- 分别根据氧和碳给定值来调节气化工厂中的氧和碳阀门;
- 利用宏观单位转换将碳流速转换成需求控制器信号;
- 用一个 PID 控制器接收需求控制器信号和需求控制器给定值并且

产生一个PID控制器信号;

用一个信号选择器接收PID控制信号和一个自动需求值,并且产生选定的需求值;

5 用一个低选择器接收选定的需求值和一个合成气需求过载值,并且产生一个负荷限制需求值;

将负荷限制需求值转换成一个偏置值,以及

用这一偏置值偏置氧流速,

其中用以下公式将碳流速转换成合成气需求信号:

$$m = F * 12.011 * (24/2000),$$

0 其中的m代表合成气需求,而F是以lb-mol/小时为单位的泥浆流量。

3. 按照权利要求1的方法,其特征是合成气需求过载值的计算包括以下步骤:

用一个高选择器确定一个限制控制器信号;

15 计算一个限制控制器给定值的98%;以及

根据98%限制控制器给定值和限制控制器信号确定合成气需求过载值。

4. 在气化工厂中确定氧给定值的一种方法,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法包括以下
20 步骤:

用碳流速乘以一个氧给定值,产生一个氧给定值高限;

在一个低选择器上根据合成气需求和氧给定值高限确定受到碳流速限制的氧需求;

用一个预定的系数乘以氧给定值高限,产生一个氧给定值低限,并且

25 在一个高选择器上根据氧给定值低限和受到碳流速限制的氧需求来确定氧给定值限制。

5. 按照权利要求4的方法,其特征是预定的系数是0.98。

6. 在气化工厂中确定碳给定值的一种方法,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法包括以下

步骤:

在一个高选择器上根据氧流速和合成气需求确定一个碳给定值低限;

用一个预定的系数乘以氧流速,产生一个碳给定值高限;

- 5 在一个低选择器上根据碳给定值高限和碳给定值低限确定一个碳给定值限制;并且

用碳给定值限制除以一个 O/C 比给定值,从中产生碳控制给定值。

7. 按照权利要求 6 的方法,其特征是预定的系数是 1.02。

8. 在气化工厂中控制氧流量的一种方法,气化工厂将氧和碳氢原料
10 转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法包括以下步骤:

在一个流量比较器上根据氧流速和氧温度计算一个补偿的氧流量;

在一个克分子转换器上将补偿的氧流量转换成克分子氧流量;

将克分子氧流量乘以一个氧纯度值产生一个氧流速信号;

- 15 由一个 PID 控制器接收氧流量信号和氧控制给定值,并且产生 PID 控制器输出信号;

用一个速度限制器限制 PID 控制器输出信号的速度;并且

用速度受限的 PID 控制器输出信号来调节一个氧气阀门。

9. 按照权利要求 8 的方法,其特征是按照以下公式来计算补偿的氧
20 流量:

$$\tilde{q} = q \cdot \sqrt{\frac{P + P_0}{P_R} \cdot \frac{T_R}{T + T_0}}$$

在公式中,

\tilde{q} = 补偿的氧流量,

- 25 q = 氧流量,

P = 氧气压力,磅/平方英寸,

P_0 = 绝对压力变换系数,

P_R = 绝对氧气设计压力,磅/平方英寸,

T = 氧气温,°F,

T_0 = 绝对温度变换系数, °F, 以及

T_R = 绝对氧气设计温度, °R.

10. 按照权利要求 8 的方法, 其特征是用以下公式将补偿的氧流量转换成克分子氧流量:

$$5 \quad F = q * (2/379.5)$$

在公式中,

q = 以标准立方英寸/小时(scsh)为单位的体积氧流量, 以及

F = 以 lb-mol/小时为单位的元素氧流量。

11. 在气化工厂中控制碳流速的一种方法, 气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的合成气, 该方法包括以下步骤:

根据装料泵速度计算一个碳流速;

由一个信号选择器根据推断的碳流速和测量的碳流速选择一个实际碳流速;

15 在一个克分子转换器上将碳流速转换成克分子碳流速;

根据克分子碳流速, 一个速度受限的泥浆浓度和一个速度受限的碳含量产生一个碳流量信号;

用一个 PID 控制器使用碳流量信号和碳控制给定值产生一个碳泵速度信号; 并且

20 用碳泵速度信号来调节碳泵的速度。

12. 按照权利要求 11 的方法, 其特征是用以下公式计算碳流速:

$$q = q_r * (s/s_r)$$

在公式中,

q = 进料泵流量, gpm,

25 q_r = 进料泵设计流量,

s = 进料泵速度, rpm, 以及

s_r = 进料泵设计速度, rpm.

13. 按照权利要求 11 的方法, 其特征是用以下公式将碳流速转换成克分子碳流速:

$$F = [(q*8.021)]/[12.011*(0.017-0.000056*x_{slurry})] * (.01x_{slurry}) * (.01x_{coke}),$$

在公式中,

F = 以 lb-mol/小时为单位的碳流量,

q = 泥浆流量,

5 X_{coke} = 焦炭浓度, 以及

X_{slurry} = 泥浆焦炭浓度.

14. 按照权利要求 11 的方法, 其特征是用以下公式将碳流速转换成克分子碳流速:

$$F = (q*S_g*8.021/12.011)*.01*x_c$$

9 在公式中,

q = 以 gal/min 为单位的碳流量

F = 以 lb-mol/小时为单位的元素碳流量

S_g = 碳的比重, 以及

X_c = 液体中的碳含量.

15 15. 在气化工厂中控制缓和剂的一种方法, 气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气, 该方法包括以下步骤:

在第一流量补偿器上根据氧线路蒸汽流速, 蒸汽温度和蒸汽压力产生一个补偿的氧线路蒸汽流量信号;

20 在第二流量补偿器上根据碳线路蒸汽流速, 蒸汽压力和蒸汽温度产生一个补偿的碳线路蒸汽流量信号;

在第一加法器上将补偿的氧线路蒸汽流量信号和补偿的碳线路蒸汽流量信号相加, 产生一个总蒸汽流量信号;

根据总流量信号和再循环污水流量确定一个总缓和剂流量;

25 在第一除法器上用总缓和剂流量除以碳流量, 确定一个缓和剂/碳比例;

在一个比例控制器上根据缓和剂/碳比例信号和一个缓和剂/碳给定值来确定一个理想氧线路蒸汽流速;

根据理想氧线路蒸汽流速和氧线路蒸汽流量信号确定一个氧线路

蒸汽阀信号;

用氧线路蒸汽阀信号调节氧线路蒸汽阀;

根据补偿的碳线路蒸汽流量信号和碳线路蒸汽流量给定值来确定一个碳线路蒸汽阀信号;并且

5 用碳线路蒸汽阀信号调节碳线路蒸汽阀。

16.按照权利要求 15 的方法,其特征是按照以下公式来计算补偿的氧气线路蒸汽流量:

$$\bar{q} = q \cdot \sqrt{\frac{P + P_0}{P_R} \cdot \frac{T_R}{T + T_0}}$$

10 在公式中,

\bar{q} = 补偿的蒸汽流量,

q = 蒸汽流量,

P = 蒸汽压力,磅/平方英寸,

P_0 = 绝对压力变换系数,

15 P_R = 绝对蒸汽设计压力,磅/平方英寸,

T = 蒸汽温度,°F,

T_0 = 绝对温度变换系数,以及

T_R = 绝对蒸汽设计温度,°R.

17.按照权利要求 15 的方法,其特征是按照以下公式来计算补偿的
20 碳线路蒸汽流量:

$$\bar{q} = q \cdot \sqrt{\frac{P + P_0}{P_R} \cdot \frac{T_R}{T + T_0}}$$

在公式中,

\bar{q} = 补偿的蒸汽流量,

q = 蒸汽流量,

25 P = 蒸汽压力,磅/平方英寸,

P_0 = 绝对压力变换系数,

P_R = 绝对蒸汽设计压力,磅/平方英寸,

T = 蒸汽温度,°F,

T_0 = 绝对温度变换系数,以及

T_R = 绝对蒸汽设计温度, °R.

18. 为气化工厂提供氧气的吹气分离装置(ASU)的一种控制方法, 气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的合成气, 该方法包括以下步骤:

5 在一个高选择器上比较同时操作的多个气化器的氧阀门位置, 输出一个值 x ;

计算 $F(x)=0.002x+0.08$, 其中的 $F(x)>0.99$, 而 x 是高选择器的输出; 并且

10 计算 $F(y)=0.002y+0.81$, 其中的 $F(y)>1.0$, 而 y 是选定的一个气化器的氧阀门位置.

19. 按照权利要求 18 的方法, 其特征是进一步包括以下步骤:

在一个除法器上将实际氧给定值除以 $F(y)$;

用第一加法器将除法器的输出和来自其他气化器的其他除法器输出相加;

15 在第一乘法器上将第一加法器的输出乘以 $F(x)$, 并且产生一个排放控制器给定值, 这一排放控制器给定值代表 ASU 排放值; 以及

在第二加法器上将来自所有气化器的氧气流速相加, 并且产生一个总氧气流速.

20. 按照权利要求 19 的方法, 其特征是进一步包括以下步骤:

20 用一个 PID 控制器接收排放控制器给定值和总氧气给定值, 并且输出一个排放控制器输出信号;

限制排放控制器输出信号的速度; 并且

25 用一个低选择器接收速度受限的排放控制器输出信号以及来自一或多个压缩机吸入流量控制器, 一或多个 ASU 吸气口控制器和一或多个压缩机保护控制器的输出, 并且输出一个氧气压缩机入口阀门信号.

21. 在气化工厂中控制高压合成气头的一种方法, 气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的合成气, 该方法包括以下步骤:

用一个流量补偿器接收合成气头流速, 合成气头温度和一个合成气

头压力信号,并且计算出一个补偿的合成气头流量;并且

根据补偿的合成气头流量,合成气头温度,以及合成气头阀门的最大允许流量计算出合成气头火炬出口阀偏压。

22. 在气化工厂中控制高压合成气头的一种方法,气化工厂将氧和
5 碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法包括以下步骤:

用一个流量补偿器接收合成气头流速,合成气头温度和一个合成气头压力信号,并且计算出一个补偿的合成气头流量;并且

- 根据补偿的合成气头流量,合成气头温度,以及合成气头阀门的最大
10 允许流量计算出合成气头火炬出口阀偏压,

其中按照以下公式来计算合成气头火炬出口阀偏压:

$$\Delta Z = \frac{q}{q_R} \cdot \frac{P_R}{P + P_0} \cdot \sqrt{\frac{T + T_0}{T_R}} \cdot 100,$$

- 15 其中, ΔZ = 高过载清洁合成气压力控制器输出偏置,%,

q = 预期的补偿合成气流量,标准立方英尺/小时,

q_R = 合成气设计流量,标准立方英尺/小时,

P_R = 绝对清洁合成气设计压力,磅/平方英寸,

P = 清洁合成气压力,磅/平方英寸,

- 20 T = 清洁合成气温度,°F,

T_0 = 绝对温度变换系数,以及

T_R = 绝对清洁合成气设计温度,°R.

23. 按照权利要求 22 的方法,其特征是进一步包括以下步骤:

- 25 由一个偏置斜坡函数接收合成气头火炬出口阀偏压和一个燃气轮机行程信号,并且输出一个偏置斜坡信号;

在一个加法器上将偏置斜坡信号和来自其他燃气轮机的燃气轮机行程信号相加,并且输出一个总偏置信号;以及

用一个乘法器将合成气压力给定值乘以 1.02,并且产生一个高压给定值。

24. 按照权利要求 23 的方法,其特征是进一步包括以下步骤:

由一个 PID 控制器接收合成气头压力信号和高压给定值,并且输出一个 PID 控制器输出信号;并且

5 用总偏置信号偏置 PID 控制器输出信号,并且产生合成气头火炬出口阀位置。

25. 可供机器读取的一种程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制氧和碳(O/C)比例的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法步骤包括:

10 根据负荷限制来确定合成气需求,用气化器的理想输出来代表这一合成气需求;

根据氧和碳(O/C)比例给定值和合成气需求来确定氧和碳给定值,并且

分别根据氧和碳给定值调节气化工厂中的氧和碳阀门;

15 利用宏观单位转换将碳流速转换成需求控制器信号;

用一个 PID 控制器接收需求控制器信号和需求控制器给定值并且产生一个 PID 控制器信号;

用一个信号选择器接收 PID 控制信号和一个自动需求值,并且产生选定的需求值;

20 用一个低选择器接收选定的需求值和一个合成气需求过载值,并且产生一个负荷限制需求值;

将负荷限制需求值转换成一个偏置值,以及

用这一偏置值偏置氧流速。

26. 可供机器读取的一种程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制氧和碳(O/C)比例的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法步骤包括:

根据负荷限制来确定合成气需求,用气化器的理想输出来代表这一合成气需求;

根据氧和碳(O/C)比例给定值和合成气需求来确定氧和碳给定值,
并且

分别根据氧和碳给定值调节气化工厂中的氧和碳阀门;

利用宏观单位转换将碳流速转换成需求控制器信号;

5 用一个PID控制器接收需求控制器信号和需求控制器给定值并且产生一个PID控制器信号;

用一个信号选择器接收PID控制信号和一个自动需求值,并且产生选定的需求值;

用一个低选择器接收选定的需求值和一个合成气需求过载值,并且产生一个负荷限制需求值;

将负荷限制需求值转换成一个偏置值,以及

用这一偏置值偏置氧流速,

其中用以下公式将碳流速转换成合成气需求信号:

$$m = F * 12.011 * (24/2000),$$

15 其中的m代表合成气需求,而F是以lb-mol/小时为单位的泥浆流量。

27.按照权利要求25的程序存储装置,其特征是合成气需求过载值计算包括以下步骤:

用一个高选择器确定一个限制控制器信号;

20 计算一个限制控制器给定值的98%;以及

根据98%限制控制器给定值和限制控制器信号确定合成气需求过载值。

28.可供机器读取的一种程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中确定氧给定值的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的合成气,该方法步骤包括:

将一个氧给定值乘以碳流速,产生一个氧给定值高限;

在一个低选择器上根据合成气需求和氧给定值高限确定一个受到碳流速限制的氧需求;

将氧给定值高限乘以一个预定的系数,产生一个氧给定值低限,并且在高选择器上根据氧给定值低限和受到碳流速限制的氧需求确定有限的氧给定值。

29. 按照权利要求 28 的程序存储装置,其特征是预定的系数是 0.98。

5 30. 可供机器读取的一种程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中确定碳给定值的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:

在一个高选择器上根据氧流速和合成气需求来确定一个碳给定值低限;

将氧流速乘以一个预定的系数,产生一个碳给定值高限;

在一个低选择器上根据碳给定值高限和碳给定值低限确定一个有限的碳给定值;以及

15 将这一有限的碳给定值除以 O/C 比例给定值,从而产生碳控制给定值。

31. 按照权利要求 30 的程序存储装置,其特征是预定的系数是 1.02。

32. 可供机器读取的一种程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制氧流量的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:

20 在一个流量补偿器上根据氧流速和氧温度计算出一个补偿的氧流量;

在一个克分子转换器上将补偿的氧流量转换成克分子氧流量;

25 将克分子氧流量乘以一个氧纯度值产生一个氧流量信号;

由一个 PID 控制器接收氧流量信号和氧控制给定值,并且产生 PID 控制器输出信号;

用一个速度限制器限制 PID 控制器输出信号的速度;并且

用速度受限的 PID 控制器输出信号来调节一个氧阀门。

33. 按照权利要求 32 的程序存储装置,其特征是按照以下公式来计算补偿的氧流量:

$$\bar{q} = q \cdot \sqrt{\frac{P + P_0}{P_R} \cdot \frac{T_R}{T + T_0}}$$

- 5 在公式中,
 \bar{q} = 补偿的氧流量,
 q = 氧流量,
 P = 氧气压力,磅/平方英寸,
 P_0 = 绝对压力变换系数,
 P_R = 绝对氧气设计压力,磅/平方英寸,
 T = 氧气温度,°F,
 T_0 = 绝对温度变换系数,°F,以及
 T_R = 绝对氧气设计温度,°R.

15 34.按照权利要求 32 的程序存储装置,其特征是用以下公式将补偿的氧流量转换成克分子氧流量:

$$F = q * (2/379.5)$$

- 在公式中,
 q = 以标准立方英寸/小时(scsh)为单位的体积氧流量,以及
 F = 以 lb-mol/小时为单位的元素氧流量.

20 35.可供机器读取的一种程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制碳流量的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:

- 根据一个装料泵速度计算一个碳流速;
 25 由一个信号选择器根据推断的碳流速和测量的碳流速选择一个实际碳流速;
 在一个克分子转换器上将碳流速转换成克分子碳流速;
 根据克分子碳流速,一个速度受限的泥浆浓度和一个速度受限的碳含量产生一个碳流量信号;

用一个 PID 控制器使用碳流量信号和碳控制给定值产生一个碳泵速度信号;并且

用碳泵速度信号来调节碳泵的速度。

36.按照权利要求 35 的程序存储装置,其特征是用以下公式计算碳流速:

$$q = q_r \cdot (s/s_r)$$

在公式中,

q = 进料泵流量,gpm,

q_r = 进料泵设计流量,

s = 进料泵速度,rpm,以及

s_r = 进料泵设计速度,rpm.

37.按照权利要求 35 的程序存储装置,其特征是用以下公式将碳流速转换成克分子碳流速:

$$F = [(q \cdot 8.021) / (12.011 \cdot (0.017 - 0.000056 \cdot X_{slurry}))] \cdot (0.01 X_{slurry}) \cdot (0.01 X_{coke}),$$

15 在公式中,

F = 以 lb-mol/小时为单位的碳流量,

q = 泥浆流量,

X_{coke} = 焦炭浓度,以及

X_{slurry} = 泥浆焦炭浓度。

20 38.按照权利要求 36 的方法,其特征是用以下公式将碳流速转换成克分子碳流速:

$$F = (q \cdot S_g \cdot 8.021 / 12.011) \cdot 0.01 \cdot X_c$$

在公式中,

q = 以 gal/min 为单位的碳流量

25 F = 以 lb-mol/小时为单位的元素碳流量

S_g = 碳的比重,以及

X_c = 液体中的碳含量。

39.可供机器读取的一种程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制缓和剂的方法步骤,气化工

厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:

在第一流量补偿器上根据氧线路蒸汽流速,蒸汽温度和蒸汽压力产生一个补偿的氧线路蒸汽流量信号;

- 5 在第二流量补偿器上根据碳线路蒸汽流速,蒸汽压力和蒸汽温度产生一个补偿的碳线路蒸汽流量信号;

在第一加法器上将补偿的氧线路蒸汽流量信号和补偿的碳线路蒸汽流量信号相加,产生一个总蒸汽流量信号;

根据总流量信号和再循环污水流量确定一个总缓和剂流量;

- 10 在第一除法器上用总缓和剂流量除以碳流量,确定一个缓和剂/碳比例;

在一个比例控制器上根据缓和剂/碳比例信号和一个缓和剂/碳给定值来确定一个理想氧线路蒸汽流速;

- 15 根据理想氧线路蒸汽流速和氧线路蒸汽流量信号确定一个氧线路蒸汽阀信号;

用氧线路蒸汽阀信号调节氧线路蒸汽阀;

根据补偿的碳线路蒸汽流量信号和碳线路蒸汽流量给定值来确定一个碳线路蒸汽阀信号;并且

用碳线路蒸汽阀信号调节碳线路蒸汽阀。

- 20 40. 按照权利要求 39 的程序存储装置,其特征是按照以下公式来计算补偿的氧气线路蒸汽流量:

$$\bar{q} = q \cdot \sqrt{\frac{P + P_0}{P_R} \cdot \frac{T_R}{T + T_0}}$$

在公式中,

- 25 \bar{q} = 补偿的蒸汽流量,

q = 蒸汽流量,

P = 蒸汽压力,磅/平方英寸,

P_0 = 绝对压力变换系数,

P_R = 绝对蒸汽设计压力,磅/平方英寸,

T = 蒸汽温度, °F,

T_0 = 绝对温度变换系数, 以及

T_R = 绝对蒸汽设计温度, °R.

41. 按照权利要求 39 的方法, 其特征是按照以下公式来计算补偿的

5 碳线路蒸汽流量:

$$\tilde{q} = q \cdot \sqrt{\frac{P + P_0}{P_R} \cdot \frac{T_R}{T + T_0}}$$

在公式中,

\tilde{q} = 补偿的蒸汽流量,

10 q = 蒸汽流量,

P = 蒸汽压力, 磅/平方英寸,

P_0 = 绝对压力变换系数,

P_R = 绝对蒸汽设计压力, 磅/平方英寸,

T = 蒸汽温度, °F,

15 T_0 = 绝对温度变换系数, 以及

T_R = 绝对蒸汽设计温度, °R.

42. 可供机器读取的一种程序存储装置, 明确地表达一种能够由机器执行的指令程序, 用来执行为气化工厂提供氧气的吹气分离装置(ASU)的控制方法步骤, 气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的成合成气, 该方法步骤包括:

20

在一个高选择器上比较同时操作的多个气化器的氧阀门位置, 输出一个值 x ;

计算 $F(x) = 0.002x + 0.08$, 其中的 $F(x) > 0.99$, 而 x 是高选择器的输出; 并且

25 计算 $F(y) = 0.002y + 0.81$, 其中的 $F(y) > 1.0$, 而 y 是选定的一个气化器的氧阀门位置。

43. 按照权利要求 42 的程序存储装置, 其特征是进一步执行以下步骤:

在一个除法器上将实际氧给定值除以 $F(y)$;

用第一加法器将除法器的输出和来自其他气化器的其他除法器输出相加;

在第一乘法器上将第一加法器的输出乘以 $F(x)$, 并且产生一个排放控制器给定值, 这一排放控制器给定值代表 ASU 排放值; 以及

5 在第二加法器上将来自所有气化器的氧气流速相加, 并且产生一个总氧气流速。

44. 按照权利要求 42 的方法, 其特征是进一步执行以下步骤:

用一个 PID 控制器接收排放控制器给定值和总氧气给定值, 并且输出一个排放控制器输出信号;

0 限制排放控制器输出信号的速度; 并且

用一个低选择器接收速度受限的排放控制器输出信号以及来自一或多个压缩机吸入流量控制器, 一或多个 ASU 吸气口控制器和一或多个压缩机保护控制器的输出, 并且输出一个氧气压缩机入口阀门信号。

15 45. 可供机器读取的一种程序存储装置, 明确地表达一种能够由机器执行的指令程序, 用来执行在气化工厂中控制高压合成气头的方法步骤, 用合成气头输送来自一个气化器的合成气, 气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的成合成气, 该方法步骤包括:

用一个流量补偿器接收合成气头流速, 合成气头温度和一个合成气头压力信号, 并且计算出一个补偿的合成气头流量; 并且

20 根据补偿的合成气头流量, 合成气头温度, 以及合成气头阀门的最大允许流量计算出合成气头火炬出口阀偏压。

46. 可供机器读取的一种程序存储装置, 明确地表达一种能够由机器执行的指令程序, 用来执行在气化工厂中控制高压合成气头的方法步骤, 用合成气头输送来自一个气化器的合成气, 气化工厂将氧和碳氢原料
25 转换成主要由氢(H_2)和一氧化碳(CO)构成的成合成气, 该方法步骤包括:

用一个流量补偿器接收合成气头流速, 合成气头温度和一个合成气头压力信号, 并且计算出一个补偿的合成气头流量; 并且

根据补偿的合成气头流量, 合成气头温度, 以及合成气头阀门的最大允许流量计算出合成气头火炬出口阀偏压,

其中按照以下公式来计算合成气头火炬出口阀偏压：

$$\Delta Z = \frac{q}{q_R} \cdot \frac{P_R}{P + P_0} \cdot \sqrt{\frac{T + T_0}{T_R}} \cdot 100,$$

5 其中, ΔZ = 高过载清洁合成气压力控制器输出偏置, %,

q = 预期的补偿合成气流量, 标准立方英尺/小时,

q_R = 合成气设计流量, 标准立方英尺/小时,

P_R = 绝对清洁合成气设计压力, 磅/平方英寸,

P = 清洁合成气压力, 磅/平方英寸,

0 T = 清洁合成气温度, °F,

T_0 = 绝对温度变换系数, 以及

T_R = 绝对清洁合成气设计温度, °R.

47. 按照权利要求 46 的方法, 其特征是进一步执行以下步骤:

15 由一个偏置斜坡函数接收合成气头火炬出口阀偏压和一个燃气轮机行程信号, 并且输出一个偏置斜坡信号;

在一个加法器上将偏置斜坡信号和来自其他燃气轮机的燃气轮机行程信号相加, 并且输出一个总偏置信号; 以及

用一个乘法器将合成气压力给定值乘以 1.02, 并且产生一个高压给定值。

20 48. 按照权利要求 47 的方法, 其特征是进一步执行以下步骤:

由一个 PID 控制器接收合成气头压力信号和高压给定值, 并且输出一个 PID 控制器输出信号; 并且

用总偏置信号偏置 PID 控制器输出信号, 并且产生合成气头火炬出口阀位置。

综合气化控制的系统和方法

5 本发明涉及到气化,具体涉及到综合气化控制的系统和方法。

气化对于来自诸如煤,重油和石油焦等碳氢原料的发电,化学和工业气体是一种最清洁和最有效的技术。简而言之,气化将碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的清洁的合成气。在气化工厂中将原料和氧气(O₂)混合后注入一个气化器。也可以通过原料和 O₂ 施加高温和高压来代替气化器。结果将原料和 O₂ 分裂成合成气。

除了 H₂ 和 CO 之外,合成气还包含少量的其他气体,诸如氨,甲烷,和硫化氢(H₂S)。合成气中 99% 以上的 H₂S 都能够回收并且转换成硫元素形式并且用于肥料和化学工业。清除处于熔渣状态的灰烬和金属,并且清除合成气中的颗粒。然后用清洁的合成气发电并且生产工业化学品和气体。

气化能够由精炼厂自身产生动力并且生产附属产品。这样的气化具有更高的效率,节能,并且能清洁环境。例如设在 EI Dorado,Kansas 的一个精炼厂中的气化工厂将石油焦和精炼厂废料转换成电能和蒸汽,使精炼厂自身能够完全满足其所需要的能源,并且明显降低废料和焦炭处理成本。出于这些原因,气化已经被各种精炼厂广泛采用。当前在全世界已经有数百个气化工厂在运行。

气化工厂的运行需要由各种控制系统来控制气化器和与其相连的其他设备。当前的气化工厂采用独立的控制器,例如是比例积分 (PID) 控制器来独立控制气化工厂中的各种程序。独立控制器独立地操作,彼此之间互不影响。因此,必须要单独输入各个控制器的理想给定值。遗憾地是,独立控制器的响应往往很差,这样会增加气化器和其他相关设备的磨损。具体地说,低劣的控制器响应会损坏气化器耐火容器(气化器中用来保持气化器内部热量的一层砖)和用来测量气化

器内部温度的热偶温度传感器。低劣的控制器响应还会导致气化器停车和不能满足标准的合成气“off-spec”。

出于上述理由,需要用一种综合控制系统来控制气化工厂中的各种关键部件。综合控制系统应该通过减少气化器停机和尽量延长运行时间来改善气化工厂的可靠性。另外,综合控制系统应该能够减少5 气化器和其他相关部件的磨损。

本发明涉及到气化工厂的一种综合控制系统(ICS)。ICS 控制气化工厂中的气化器和其他关键部件的工作。本发明采用一种综合控制器代替若干个独立控制器来控制气化器和其他关键部件的工作,从而10 提高气化工厂的性能。

ICS 是用来控制气化工厂工作的一个更大的分布控制系统中的一个子系统。简而言之,由 ICS 控制以下项目:

- (i) 气化器中氧和碳的比例(O/C);
- (ii) 需要的合成气或是气化器所需的输出;
- 15 (iii) 负荷限制;
- (iv) 流入气化器的缓和剂;
- (v) 空气分离装置(ASU);
- (vi) 氧气头排气阀;以及
- (vii) 合成气头压力。

20 ICS 通过控制 O/C 比而提供更加安全的操作并且提高气化器和其他关键部件的设备寿命。通过控制 O/C 比能够优化碳氢化合物的转换。按照本发明是通过控制进入气化器的氧和碳的流速来控制 O/C 比。

合成气需求量是根据需求给定值和一个需求信号来确定的。需求信号是根据碳流速的宏观转换而产生的。25

负荷限制是根据进料泵给定值,进料泵 PV/SP,PV/SP 是实际功率对理想功率的比值,氧气阀位置,以及一个氧气出口/再循环值来确定的。

进入气化器的缓和剂(蒸汽)流是通过调节一或多个氧气线路阀

门和碳线路蒸汽阀门来控制的。如果将再循环污水也用做缓和剂,就通过调节污水泵的流速来控制污水流。

来自 ASU 的氧气排放是通过调节氧气压缩机入口阀门来控制的。通过氧气头排气阀排出的氧气量是通过调节排气阀的位置来控制
5 制的。合成气头压力是通过三种方法控制的:高压控制;低压控制;以及“低低”压控制。

本发明提供了一种在气化工厂中控制氧和碳(O/C)比例的方法。该方法包括以下步骤:根据负荷限制来确定合成气需求,用气化器的理想输出来代表合成气需求;根据氧和碳(O/C)比例的给定值以及合
10 成气需求来确定氧和碳给定值,并且分别根据氧和碳给定值来调节气化工厂中的氧和碳阀门。

本发明提供了一种在气化工厂中确定氧给定值的方法。该方法包括以下步骤:用碳流速乘以一个氧给定值,产生一个氧给定值高限;在一个低选择器上根据合成气需求和氧给定值高限确定受到碳流速
15 限制的氧需求;用一个预定的系数乘以氧给定值高限,产生一个氧给定值低限,并且在一个高选择器上根据氧给定值低限和受到碳流速限制的氧需求来确定一个氧给定值限制。

本发明提供了一种在气化工厂中用来确定碳给定值的方法。该方法包括以下步骤:在一个高选择器上根据氧流速合成气需求确定
20 一个碳给定值低限;用一个预定的系数乘以氧,产生一个碳给定值高限;在一个低选择器上根据碳给定值高限和碳给定值低限确定一个碳给定值限制;并且用碳给定值限制除以一个 O/C 比给定值,从中产生碳控制给定值。

本发明提供了一种在气化工厂中控制氧流量的方法。该方法包
25 括以下步骤:根据一个流量比较器的氧流速和氧温度计算一个补偿的氧流量;在一个克分子转换器上将补偿的氧流量转换成克分子氧流量;将克分子氧流量乘以一个氧纯度值产生一个氧流速信号;由一个 PID 控制器接收氧流量信号和氧控制给定值,并且产生一个 PID 控制器输出信号;用一个速度限制器限制 PID 控制器输出信号的速度;

并且用速度受限的PID控制器输出信号来调节一个氧气阀门。

本发明提供了一种在气化工厂中控制碳流速的方法。该方法包括以下步骤:根据一个装料系速度计算一个碳流速;由一个信号选择器根据推断的碳流速和测量的碳流速选择一个实际碳流速;在一个克分子转换器上将碳流速转换成克分子碳流速;根据克分子碳流速,一个速度受限的泥浆浓度和一个速度受限的碳含量产生一个碳流量信号;用一个PID控制器使用碳流量信号和碳控制给定值产生一个碳泵速度信号;并且用碳泵速度信号来调节碳泵的速度。

本发明提供了一种在气化工厂中控制缓和剂的方法。该方法包括以下步骤:在第一流量补偿器上根据氧线路蒸汽流速,蒸汽温度和蒸汽压力产生一个补偿的氧线路蒸汽流量信号;在第二流量补偿器上根据碳线路蒸汽流速,蒸汽压力和蒸汽温度产生一个补偿的碳线路蒸汽流量信号;在第一加法器上将补偿的氧线路蒸汽流量信号和补偿的碳线路蒸汽流量信号相加,产生一个总蒸汽流量信号;根据总流量信号和再循环污水流量确定一个总缓和剂流量;在第一除法器上用总缓和剂流量除以碳流量,确定一个缓和剂/碳比例;在一个比例控制器上根据缓和剂/碳比例信号和一个缓和剂/碳给定值来确定一个理想氧线路蒸汽流速;根据理想氧线路蒸汽流速和氧线路蒸汽流量信号确定一个氧线路蒸汽阀信号;用氧线路蒸汽阀信号调节氧线路蒸汽阀;根据补偿的碳线路蒸汽流量信号和碳线路蒸汽流量给定值来确定一个碳线路蒸汽阀信号;并且用碳线路蒸汽阀信号调节碳线路蒸汽阀。

本发明提供了一种为气化工厂提供氧气的吹气分离装置(ASU)的控制方法。该方法包括以下步骤:在一个高选择器上比较同时操作的多个气化器的氧阀门位置,输出一个值 x ;计算 $F(x)=0.002x+0.08$,其中的 $F(x)>0.99$,而 x 是高选择器的输出;并且计算 $F(y)=0.002y+0.81$,其中的 $F(y)>1.0$,而 y 是选定的一个气化器的氧阀门位置。

本发明提供了一种在气化工厂中控制高压合成气头的方法。该方法包括以下步骤:用一个流量补偿器接收合成气头流速,合成气头

温度和一个合成气头压力信号,并且计算出一个补偿的合成气头流量;并且根据补偿的合成气头流量,合成气头温度,以及合成气头阀门的最大允许流量计算出合成气头火炬出口阀偏压。

5 本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制氧/碳(O/C)比例的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:根据负荷限制来确定合成气需求,用气化器的理想输出来代表这一合成气需求;根据氧/碳(O/C)比例给定值和合成气需求来确定氧和碳给定值,并且分别
10 根据氧和碳给定值调节气化工厂中的氧和碳阀门。

本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中确定氧给定值的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:将一个氧给定值乘以碳流
15 速,产生一个氧给定值高限;在一个低选择器上根据合成气需求和氧给定值高限确定一个受到碳流速限制的氧需求;将氧给定值高限乘以一个预定的系数,产生一个氧给定值低限,并且在高选择器上根据氧给定值低限和受到碳流速限制的氧需求确定一个有限的氧气给定值。

20 本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中确定碳给定值的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:在一个高选择器上根据氧流速和合成气需求来确定一个碳给定值低限;将氧流速乘以一个预
25 定的系数,产生一个碳给定值高限;在一个低选择器上根据碳给定值高限和碳给定值低限确定一个有限的碳给定值;以及将这一有限的碳给定值除以 O/C 比例给定值,从而产生碳控制给定值。

本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制氧流量的

方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:在一个流量补偿器上根据氧流速和氧温度计算出一个补偿的氧流量;在一个克分子转换器上将补偿的氧流量转换成克分子氧流量;将克分子氧流量乘以一个氧纯度值产生一个氧流量信号;由一个PID控制器接收氧流量信号和氧控制给定值,并且产生一个PID控制器输出信号;用一个速度限制器限制PID控制器输出信号的速度;并且用速度受限的PID控制器输出信号来调节一个氧阀门。

本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制碳流量的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:根据一个装料泵速度计算一个碳流速;由一个信号选择器根据推断的碳流速和测量的碳流速选择一个实际碳流速;在一个克分子转换器上将碳流速转换成克分子碳流速;根据克分子碳流速,一个速度受限的泥浆浓度和一个速度受限的碳含量产生一个碳流量信号;用一个PID控制器使用碳流量信号和碳控制给定值产生一个碳泵速度信号;并且用碳泵速度信号来调节碳泵的速度。

本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制缓和剂的方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:在第一流量补偿器上根据氧线路蒸汽流速,蒸汽温度和蒸汽压力产生一个补偿的氧线路蒸汽流量信号;在第二流量补偿器上根据碳线路蒸汽流速,蒸汽压力和蒸汽温度产生一个补偿的碳线路蒸汽流量信号;在第一加法器上将补偿的氧线路蒸汽流量信号和补偿的碳线路蒸汽流量信号相加,产生一个总蒸汽流量信号;根据总流量信号和再循环污水流量确定一个总缓和剂流量;在第一除法器上用总缓和剂流量除以碳流量,确定一个缓和剂/碳比例;在一个比例控制器上根据缓和剂/碳比例信号和一个缓和

剂/碳给定值来确定一个理想氧线路蒸汽流速;根据理想氧线路蒸汽流速和氧线路蒸汽流量信号确定一个氧线路蒸汽阀信号;用氧线路蒸汽阀信号调节氧线路蒸汽阀;根据补偿的碳线路蒸汽流量信号和碳线路蒸汽流量给定值来确定一个碳线路蒸汽阀信号;并且用碳线路蒸汽阀信号调节碳线路蒸汽阀。

本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行为气化工厂提供氧气的吹气分离装置(ASU)的控制方法步骤,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:在一个高选择器上比较同时操作的多个气化器的氧阀门位置,输出一个值x;计算 $F(x)=0.002x+0.08$,其中的 $F(x)>0.99$,而 x 是高选择器的输出;并且计算 $F(y)=0.002y+0.81$,其中的 $F(y)>1.0$,而 y 是选定的一个气化器的氧阀门位置。

本发明提供了一种可供机器读取的程序存储装置,明确地表达一种能够由机器执行的指令程序,用来执行在气化工厂中控制高压合成气头的方法步骤,用合成气头输送来自一个气化器的合成气,气化工厂将氧和碳氢原料转换成主要由氢(H₂)和一氧化碳(CO)构成的成合成气,该方法步骤包括:用一个流量补偿器接收合成气头流速,合成气头温度和一个合成气头压力信号,并且计算出一个补偿的合成气头流量;并且根据补偿的合成气头流量,合成气头温度,以及合成气头阀门的最大允许流量计算出合成气头火炬出口阀偏压。

以下参照附图具体说明本发明进一步的特征和优点以及本发明的结构和工作原理。

在附图中,相同的标号代表相同的,功能上相似的,以及/或是结构上相似的部件。在附图中第一次出现的部件用标号中左端的数字来表示。

以下要参照附图解释本发明,在附图中:

图 1 表示按照本发明一个实施例的一种气化系统;

图 2 是按照本发明一个实施例的一种分布式控制系统的方框图;

图 3 是按照本发明一个实施例的一种综合控制系统(ICS)的高级方框图;

图 4 是按照本发明的一个实施例用来控制氧对碳(O/C)比例的一种方法的流程图;

5 图 5 是按照本发明的一个实施例用来计算合成气需求的一种方法的流程图;

图 6 是按照本发明的一个实施例用来确定负荷限制的一种方法的流程图;

10 图 7 是按照本发明的一个实施例用来确定 O/C 给定值的一种方法的流程图;

图 8 是用来计算一个氧给定值的方法的流程图;

图 9 是用来确定一个碳给定值的方法的流程图;

图 10 是一种氧流量控制方法的流程图;

图 11 是一种碳流量控制方法的流程图;

15 图 12 是一种进料注射器控制方法的流程图;

图 13A 和 13B 表示在气化系统中用来控制缓和剂的一个流程图;

图 14A 和 14B 表示按照本发明的一个实施例用于吹气分离装置(ASU)的控制流程图;

图 15A 和 15B 表示用来控制氧气头出口阀门的流程图;

20 图 16 是合成气头的正常压力控制方法的流程图;

图 17A 和 17B 表示合成气头的高压控制方法的流程图;

图 18 是合成气头的低压控制方法的流程图;

图 19 是一种气化压力控制方法的流程图;

图 20 是一种自动需求确定方法的流程图;以及

25 图 21 表示一种能够执行本发明的功能的计算机系统。

图 1 表示按照本发明一个实施例的一种气化系统 100。气化系统 100 包括氧气装置 104,进料装置 108,气化器 112 和一个除硫器 116。

氧气装置 104 可以是一个吹气分离装置(ASU),从大气中接收空气并且产生氧气。诸如 Praxair 和 Air Products 等许多厂商都出售

ASU。氧气装置 104 通常是通过一或多条氧气线路 120 连接到气化器 112。

5 气化系统 100 还可以有多个气化器 112。按照这样的布局,多个气化器可以通过一个氧气头(主线路)连接到一个 ASU。通过氧气头为各个气化器分配氧气。

氧气线路 120 终止于气化器 112 中的一或多个氧气喷射器。氧气喷射器将氧气注入气化器 112。氧气线路 120 还包括一或多个氧气阀门 124。调节氧气阀门 124 来控制流向气化器 112 的氧气。

10 进料装置 108 通过一或多条进料线路 128 连接到气化器 112。原料通过进料线路 128 提供给气化器 112。进料线路 128 终止于气化器 112 中的一或多个原料喷射器,原料喷射器将原料注入气化器 112。进料线路 120 还包括一或多个进料阀门 132。如果使用气体原料,就调节进料阀门 132 来控制流入气化器 112 的气体原料。反之,如果使用固体或液体原料,就由一个可变速度装料泵的速度来控制原料流量。

15 气化系统 100 可以设计成用来加工固体(例如煤,石油焦,塑料,橡胶),液体(例如重油,orimulsion,精炼厂副产品),或是气体(例如氮气,精炼厂排放气体)。气体原料被直接送入气化器 112 与氧气混合。液体原料一般都是用泵送入气化器 112。

20 反之,固体原料在送入气化器 112 之前要捣碎成精细的颗粒并且与水或废油混合形成泥浆。然后用泥浆泵将泥浆泵入气化器 112 并且由原料喷射器送入气化器 112。流入气化器 112 的泥浆也可以通过调节泥浆泵的速度来控制。

25 在气化之前将诸如蒸汽和再循环污水等等缓和剂添加到原料和氧气中。添加缓和剂能够提高气化器 112 的效率。蒸汽是通过蒸汽线路来提供。污水是从气化器底部收集的水,并且用泵送回气化器作为缓和剂。

参见图 1,然后通过原料喷射器将原料和氧气送入气化器 112。气化器 112 是一个连接着精炼厂的容器,其设计标准能够耐受高温和高压。气化器 112 没有运动部件或任何大气释放点。在气化器 112 中,

原料和氧气混合物或是“混合原料”要承受大约 2500 度 F 的温度和高达 1200psi 的压力。在这种极端的条件下,混合原料分解成具有两种主要成分 H_2 和 CO 的气体混合物。这种主要为 H_2 和 CO 的气体混合物被称作合成气体或是“合成气”。

- 5 可以让合成气通过一个合成气洗涤器对合成气进行漂洗。含有热量的合成气可以用来产生蒸汽。

气体混合物还包括少量的硫化氢(H_2S),氨,甲烷和混合原料的其他副产品。然后让气体混合物通过一个除硫器 116 从气体中除去 H_2S 。

- 10 用一个合成气头 136 从除硫器 116 上输送合成气。合成气可以作为燃料燃烧发电。或者是用合成气生产肥料,塑料和其他化学品。

如上所述,本发明涉及到用于气化工厂 100 的一种综合控制系统。用综合控制系统来控制气化器 112 和诸如 ASU,氧气头,合成气头和缓和剂等等其他有关部件。

- 15 在一个实施例中,临界控制系统是用来控制气化系统 100 工作的一个分布式控制系统中的一部分。图 2 是用来控制气化系统 100 工作的一种分布式控制系统 200 的方框图。

参见图 2,由分布式控制网络 204 构成分布式控制系统 200 的骨干。一或多个阴极射线管(CRT)站 208 连接到网络 204 上。CRT 站 208 显示气化系统 100 的实时状态。工作人员通过 CRT 站 208 来监视气化器 112 和其他部件的工作。

一个工作站 212 连接到网络 204 上。工作人员通过工作站 212 运行监控程序,例如是监视报警,监视泵等等。

- 25 综合控制系统(ICS)216 连接到网络 204 上。在一个实施例中,ICS216 包括一个计算机微处理器和一或多个随机存储器(RAM)。由 ICS216 控制气化系统 100 中的气化器 112 和其他关键部件的操作。RAM 存储一或多个供 ICS 216 专用的程序。计算机微处理器执行存储在 RAM 中的程序。在 ICS 216 上连接着一或多个输入/输出(I/O)卡。由 I/O 卡提供微处理器与各种传感器,阀门以及泵电机

速度控制器之间的接口。

一或多个非临界控制系统 220 也连接到网络 204 上。非临界控制系统 220 控制气化系统 100 中的非关键性部件。一个通信途径 224 连接到网络 204 上。途径 224 使得网络 204 能够与第三方系统例如
5 是一个安全仪器系统或是紧急关机系统通信。

图 3 是按照本发明一个实施例的 ICS 216 的高级方框图。概括地说,ICS 216 包括一个氧对碳(O/C)比例控制系统 304,一个 ASU 控制系统 308,一个缓和剂控制系统 312,和一个合成气头控制系统 316。以下要分别解释这些控制系统。

10 1.O/C 比例控制

简而言之,在气化过程中控制 O/C 比例能够优化碳氢转换。必须要连续监视和自动控制这一 O/C 比例。如果没有连续的 O/C 控制,O/C 比例就可能过高或过低。如果 O/C 比例过高,气化器 112 内部的温度就会变化很大,如果 O/C 比例过低,碳氢转换就会下降,导致气
15 化器 112 的效率降低。低 O/C 比例还会增加气化器 112 中产生的固体数量,如果不能快速清除这种固体,就会造成气化器停车。

本发明所提供的 O/C 比例控制能够改善气化器 112 的性能。另外,本发明通过尽量减少气化器 112 内部的温度变化来提供安全操作,并且延长气化系统 100 的部件寿命。如果将一个 ASU 集成在气化系
20 统 100 中,O/C 控制系统必须连接到 ASU 中的 O₂ 压缩机控制,用来稳定气化器 112 和 O₂ 压缩机的操作。

简而言之,按照本发明,O/C 比例是通过计算氧和碳流量信号来确定的。图 4 是按照本发明的一个实施例用来控制 O/C 比例的一种方法的流程图。在步 404 中根据负荷限制来确定合成气需求。合成气
25 需求是气化器 112 的理想输出。图 5 中详细地解释了合成气需求的实际计算方法。负荷限制是混合原料的限制因素,气化器 112 的性能受其限制。在图 6 中详细解释了负荷限制计算。

在步 408 中根据一个 O/C 设定值和合成气需求计算出氧给定值。O/C 给定值的计算在下文中进一步解释。在步 412 中根据 O/C

给定值和合成气需求计算出碳给定值。在步 416 中通过调节氧气阀门来控制氧流量。按照氧给定值来调节氧气阀门。在步 420 中按照碳给定值来调节碳流量。

(a)合成气需求控制

5 图 5 表示步 404(计算合成气需求)的具体细节。在步 504 按照宏观单位转换将碳流速转换成一个需求控制信号。或者是用一个集成的 ASU 按照宏观单位转换将氧流速转换成需求控制信号以减少 ASU 的波动。需求控制信号是以吨/日为单位用纯碳质量流量来表示的。按照以下公式来计算纯碳质量流量:

$$m = (F) * (12.011) * (24/2000),$$

其中的 m = 以吨/日为代表的纯碳质量流量,而

F = 以 lb-mol/小时为单位的元素泥浆流量。

15 在一个实施例中,用一个磁性仪表或是可变速装料泵测量碳流速(元素泥浆流量)。在步 508 中由比例积分微分(PID)控制器接收需求控制器信号和需求控制器给定值。需求控制器给定值是一个由操作人员输入的理想值。

PID 控制器的操作是相关领域中的技术人员所公知的。PID 控制器计算出一个代表信号与给定值(或是参考值)之差的误差信号,并且将这一误差信号乘以一个增益。PID 控制器的输出是 0.0 到 1.0(0% 20 到 100%)之间的一个值。具体地说,PID 控制器计算的误差信号代表需求控制器信号与需求控制器给定值之间的差,并且将这一误差信号乘以一个增益。

25 在步 512,信号选择器接收 PID 控制器的输出和一个自动需求值。关于自动需求值的确定参见下文。根据气化器 112 的工作模式,信号选择器选择 PID 控制器的输出或是自动需求值之一作为选定的需求值。在人工模式下,信号选择器选择自动需求值。在过载模式下,信号选择器选择两个输入中较高的一个值。

在步 516,低选择器接收选定的需求值也就是信号选择器的输出和一个合成气需求过载值。关于合成气需求过载值的确定参见下

文。低选择器选择选定的需求值和合成气需求过载值二者中的低值作为负荷限制需求值。在步 520 将负荷限制需求值转换成一个偏置信号。偏置信号的值介于满标度的-2%和+2%之间,而满标度处在 0 和一个最大允许元素流量之间,元素流量是以克分子为单位的流量(1 5 克分子= 6.02×10^{23} 分子量),而不是体积流量。

最后,在步 524 中用偏置信号来偏置氧流速。偏置的氧流速就是合成气需求信号。

(i) 负荷限制

图 6 是按照本发明的一个实施例用来确定负荷限制或是“合成 9 气需求过载值”的一种方法的流程图。在步 604,高选择器选择以下值当中的最高值:(1)进料泵给定值;(2)进料泵功率 PV/SP,PV/SP 是实际测量的功率对最大允许功率的比值;(3)氧气压缩机功率 PV/SP;(4)气化器氧气阀位置值(仅仅在不使用集成 ASU 时才使用这个值);(5) 15 压缩机出口阀门位置值或是氧气泵再循环阀门位置值(仅仅在使用集成 ASU 时才使用这个值);以及(6)氧气压缩机吸气阀门位置值(仅仅在使用集成 ASU 时才使用这个值)。高选择器输出其中的最高值作为一个负荷限制控制器信号。

在步 608,在一个乘法器上将限制控制器给定值乘以 98%(或是 0.98)。尽管 0.98 是优选的系数,也可以采用其他系数(例如 0.95,0.90)。

20 限制控制器给定值是一个由操作人员输入的理想值。在步 612,PID 控制器接收高选择器的限制控制器信号和乘法器的输出(限制控制器给定值的 98%)。PID 控制器的输出是合成气需求过载值。

2. O/C 给定值控制

图 7 是按照本发明的一个实施例用来确定 O/C 给定值的一种方 25 法的流程图。在步 704,在一个除法器上将氧流速除以碳流速获得一个 O/C 比例值。

然而,如果使用固体或气体原料,除了上述步 704 之外还需要执行以下步骤。在步 708 使用步 704 测得的 O/C 给定值推断气化器温度。在一个实施例中使用线性内插法来推断气化器温度。推断的气化器

温度是虚拟的温度信号。

在步 712,操作人员使用虚拟温度信号选择一个虚拟温度给定值。在步 716,用虚拟温度给定值对 O/C 比例给定值执行内插运算。

3.氧给定值控制

5 图 8 是按照本发明的一个实施例用来计算氧给定值的方法的一个流程图。在步 804,在第一乘法器上将 O/C 给定值乘以碳流速。第一乘法器的输出是基于氧(或者是氧给定值高限)的碳流速。在步 808,一个低选择器接收合成气需求信号(来自图 5 中步 524 的偏置的氧流速)和第一乘法器输出。低选择器输出受到碳流速限制的一个氧需求。

在步 812,由第二乘法器接收第一乘法器的输出也就是氧给定值高限,将其再乘以一个系数 0.98。第二乘法器的输出是氧给定值低限。尽管此处将氧给定值低限设置为氧给定值高限的 98%,也可以采用其他系数(例如 95%,90%)来设定氧给定值高限。

15 在步 816 由一个高选择器接收氧给定值低限和低选择器的输出也就是受到碳流速限制的氧需求。高选择器输出一个限制的氧给定值。从而将氧流速限制在碳流速的 98%到 100%之间。换句话说,碳流速领先于氧流速但是不超过 2%。本领域的技术人员由此可以看出,氧流速也可以限制在碳流速的其他百分数值之间。换句话说,碳流速

20 可以按其他百分数值领先于氧流速。

如果将一个 ASU 集成在气化系统 100 中,还需要执行以下的附加步骤。在步 820 求解公式 $F(x)=0.002x+0.81$,其中的 $F(x)>1.0$,而 x 代表氧阀门位置。 $F(x)$ 是一个氧给定值修改值,用来驱动氧阀门完全打开,也就是说,在由 ASU 来控制氧气时脱离控制。

25 氧阀门位置计算如下所述。在步 824 将 $F(x)$ 乘以高选择器的输出也就是限制的氧给定值,从而获得氧控制给定值。

4.碳给定值控制

按照本发明,碳给定值是根据限制的碳给定值和 O/C 比例给定值来计算的。图 9 是用来确定碳控制给定值的一种方法的流程图。在

步 904,由一个高选择器接收氧流速和合成气需求。高选择器输出一个基于氧的碳给定值低限。在步 908 由一个乘法器将氧流速乘以 1.02。乘法器的输出是碳给定值高限。可以理解的是,也可以将氧流速乘以其他数值例如 1.05 或 1.1 来设置碳给定值高限。

- 5 在步 912 用一个低选择器接收碳给定值高限和碳给定值低限。低选择器输出限制的碳给定值。最后,在步 916 将限制的碳给定值除以 O/C 比例给定值,从而获得碳控制给定值。

5.氧流量控制

10 氧流速是通过调节氧气线路中的氧阀门位置来控制的。图 10 是一种氧流量控制方法的流程图。在步 1004 由一个流量补偿器接收氧气温度的,氧气压力和氧流速。氧气温度是用氧气线路中的热电偶测量的。氧气压力的由氧气线路中的压力变送器测量的。氧流速是由氧气线路中的氧流量变送器测量的。流量补偿器根据压力和温度变化来校正氧流量。

- 15 按照以下公式来计算补偿的氧流量:

在公式中,

\tilde{q} = 补偿的氧流量

20 q = 氧流量

P = 氧气压力的,磅/平方英寸

P_0 = 绝对压力变换系数,最佳值为 14.696 磅/平方英寸,

P_R = 绝对氧气设计压力,磅/平方英寸

T = 氧气温度的, $^{\circ}F$,

25 T_0 = 绝对温度变换系数,最佳值为 $459.69^{\circ}F$,

T_R = 绝对氧气设计温度, $^{\circ}R$ 。

由流量补偿器输出补偿的氧流量。在步 1008 将补偿的氧流量转换成克分子氧流量。

用以下公式将氧流量转换成克分子氧流量:

$$F = q * (2/379.5)$$

在公式中,

q = 以标准立方英寸/小时(scsh)为单位的体积氧流量,以及

F = 以 lb-mol/小时为单位的元素氧流量。

- 5 在步 1012 由一个乘法器将克分子氧流量乘以氧纯度值。从一个氧纯度分析仪获得氧纯度值(例如是 96%)。乘法器输出一个氧流量信号。

在步 1016,由一个 PID 控制器接收氧流量信号和一个氧控制给定值。在步 1020,用两个速度限制器即一个加速限制器和一个减速限制器来接收 PID 控制器的输出。PID 控制器的输出是受到这两个速度限制器之一限制的速度,这取决于输出的速度变化。如果 PID 控制器的输出增大(也就是正速度变化),这一速度就受到加速限制器的限制。另一方面,如果 PID 控制器的输出减小(也就是负速度变化),这一速度就受到减速限制器的限制。

- 15 在步 1024 用一个信号选择器接收两个速度限制器的输出,信号选择器根据信号的正、负速度变化来选择其中一个信号。如果 PID 控制器的输出增大,信号选择器就选择加速限制器。如果 PID 控制器的输出减小,信号选择器就选择减速限制器。信号选择器的输出被用来调节氧阀门位置。

20 6.碳流量控制

按照本发明,进入气化器 112 的碳流速是由碳泵速度来控制的。简而言之,碳泵速度是通过测得的碳流速和理想的碳控制给定值来控制的。用一个 PID 控制器来调节碳泵速度。

- 25 图 11 是一种碳流量控制方法的流程图。在步 1104 根据碳泵速度来确定碳流速。用以下公式计算碳流速:

$$q = q_r * (s/s_r)$$

在公式中,

q = 进料泵流量,gpm,

q_r = 进料泵设计流量,

s = 进料泵速度,rpm,以及

s_r = 进料泵设计速度,rpm

在步 1108 用一个信号选择器接收推断的碳流速和测量的碳流速。在一个实施例中,测量的碳流速是用一个磁性流量计获得的。信号选择器根据工作状态来选择一个信号。信号选择器输出实际的碳流速。

在步 1112 用一个克分子转换器将碳流速转换成克分子碳流速。对于固体原料,采用以下公式将碳流速转换成克分子碳流速:

$$F = [(q*8.021)/(12.011*(0.017-0.000056*x_{slurry}))]*(.01x_{slurry})*(.01x_{coke}),$$

10 在公式中,

F = 以 lb-mol/小时为单位的元素碳流量,

q = 泥浆流量(代表泥浆泵速度),

X_{coke} = 焦炭浓度,处在 85%到 92%之间,以及

X_{slurry} = 泥浆焦炭浓度,处在 55%到 65%之间。

15 如果使用液体原料,采用以下公式将碳流速转换成克分子碳流速:

$$F = (q*S_g*8.021/12.011)*.01*x_c$$

在公式中,

Q = 以 gal/min 为单位的碳流量

20 F = 以 lb-mol/小时为单位的元素碳流量

S_g = 碳的比重,以及

X_c = 液体中的碳含量

在克分子转换中考虑到速度受限的碳含量和速度受限的泥浆浓度。以下要解释速度受限的碳含量和速度受限的泥浆浓度。

25 首先要根据原料也就是焦炭的来源确定碳含量。然后用速度限制器来限制碳含量的速度。例如,如果当前原料来源的碳含量和气化器以往使用的原料的碳含量有明显的不同,例如是相差 20%,速度限制器就将速度变化限制在例如每分钟.05%。换句话说,速度限制器告知碳流量控制的碳含量是仅仅以每分钟.05%的速度变化,而不是

20%的急剧变化。泥浆浓度是通过实验室分析和类似的速度限制来确定的。

在步 1116,在第一乘法器上将克分子碳流速乘以速度受限的泥浆浓度。在步 1120,在第二乘法器上将第一乘法器输出再乘以速度受限的碳含量。第二乘法器的输出是碳流量信号。在步 1124 由一个 PID 控制器接收碳流量信号和碳控制给定值,并且输出碳泵速度。为了保护碳泵,采用一个速度限制器来限制 PID 控制器输出的速度。

7. 进料注射器氧气控制

如上所述,氧气是由 ASU 提供给气化器的。在本发明的一个实施例中,氧气线路在进入气化器 112 之前被分离成两条线路。两条氧气线路和一条碳线路(来自原料装置)合并构成一个进料注射器的三条同心的管道。中心管道供应氧气。围绕中心管道的中间管道供应原料。围绕中间管道的外层管道供应氧气。用两个阀门来控制氧气。中心氧气阀门位于分离之前也就是上游,而一个环路氧气阀门位于管道的同心段中,也就是下游。

图 12 是一种进料注射器控制方法的流程图。在步 1204 确定一个环路氧分离值。环路氧分离值用 $F(x)=1-x$ 表示, x 是氧分离给定值。氧分离给定值是在中心线路中流动的总氧气量的百分数(例如是 30%)。如果 $x=30\%$,则 $F(x)=1-0.3=0.7$ 。

在步 1208,在第一乘法器上将氧分离给定值乘以补偿的氧流量信号。第一乘法器输出氧给定值。在步 1212,在第二乘法器上将环路氧分离信号乘以补偿的氧流量信号并且获得一个环路氧给定值。在步 1216 从氧流量信号中减去氧分离信号获得环路氧流量信号。氧流量信号是由氧气线路中的变送器测量的。在步 1220,由一个 PID 控制器接收环路氧流量信号和环路氧给定值。PID 控制器输出一个环路氧气阀门位置。在步 1224,由一个 PID 控制器接收氧流量信号和氧给定值,并且输出一个中心氧气阀门位置。

8. 缓和剂控制

如上所述,在气化过程中,在氧气和原料进入气化器 112 之前要添

加缓和剂。按照本发明是在氧气和原料中添加蒸汽。可以在原料中添加再循环污水。污水是从气化器底部收集的水,然后添加到碳中作为缓和剂。通常是用一个泵从气化器上回收污水作为缓和剂。

在氧和碳中的缓和剂数量是通过调节氧气线路蒸汽阀门和碳线路蒸汽阀门来控制的。如果将再循环污水用做缓和剂,可以通过调节再循环污水泵的速度来控制污水量。

图 13A 和 13B 表示在气化器 112 中用来控制缓和剂的一个流程图。在步 1304 由第一流量补偿器接收氧气线路蒸汽流速,蒸汽温度和蒸汽压力。氧气线路蒸汽流速是由氧气线路中的流量计测量的。蒸汽温度是用蒸汽线路中的一或多个热电偶测量的。蒸汽压力是用蒸汽线路中的一或多个压力变送器测量的。

流量补偿器输出一个经过蒸汽压力和蒸汽温度补偿的氧气线路蒸汽流量信号。按照以下公式来计算补偿的蒸汽流量信号:

$$\tilde{q} = q \cdot \sqrt{\frac{P + P_0}{P_R} \cdot \frac{T_R}{T + T_0}}$$

在公式中,

\tilde{q} = 补偿的蒸汽流量

q = 蒸汽流量

P = 蒸汽压力,磅/平方英寸

P_0 = 绝对压力变换系数,最佳值为 14.696 磅/平方英寸,

P_R = 绝对蒸汽设计压力,磅/平方英寸

T = 蒸汽温度,° F,

T_0 = 绝对温度变换系数,最佳值为 459.69° F,以及

T_R = 绝对蒸汽设计温度,° R.

在步 1308,由一个第二流量补偿器接收碳线路蒸汽流速,蒸汽压力和蒸汽温度,并且由流量补偿器输出一个补偿的碳线路蒸汽流量信号。在步 1312,在第一加法器中将补偿的氧气线路蒸汽流量信号与补偿的碳线路蒸汽流量信号相加产生一个总蒸汽流量信号。在步 1316,将总蒸汽流量加上再循环污水流速,从中确定总缓和剂流速。在一个

实施中,污水流速是用碳线路中的磁性仪表测量的。

在步 1320,在第一除法器上将总缓和剂流速除以碳流速,并且产生一个缓和剂/碳比例。在步 1324 由第一比例控制器接收缓和剂/碳比例,碳流速,和一个缓和剂/碳比例给定值。比例控制器将缓和剂/碳比例信号和缓和剂/碳比例给定值相比较,输出一个理想氧气线路蒸汽流速。比例控制器遵循一种理想的比例来改变比例中的一种成分,同时将比例中的另一种成分维持不变,直至获得理想的比例。以下的例子可以说明比例控制器的工作方式。

假设理想比例是 $2/3$ 或 $.666$,而比例控制器接收到的比例是 x/y 。比例控制器就改变 y ,而 x 维持不变,直至达到 $x/y=.666$ 。或者是比例控制器改变 x ,而 y 维持不变。

在步 1328,可以用一个安全系统过载给定值的预定值代替理想氧气线路蒸汽流速。在步 1332 由第一 PID 控制器接收氧气线路蒸汽流量信号和安全系统过载给定值的输出。第一 PID 控制器输出氧气线路蒸汽阀门信号,用它来调节氧气线路蒸汽阀门。

在步 1336 由第二 PID 控制器接收补偿的碳线路蒸汽流量信号和碳线路蒸汽流量给定值。这一 PID 控制器输出碳线路蒸汽阀门信号,用它来调节碳线路蒸汽阀门。

在步 1340,在第二除法器上将碳流速除以再循环污水流速。在步 1344,第二比例控制器根据除法器的输出产生一个污水控制器给定值。在步 1348,第三 PID 控制器接收再循环污水流速和污水控制器给定值也就是第二比例控制器的输出。第三 PID 控制器输出一个再循环污水泵速度信号,它被用来控制再循环污水泵的速度。

9.ASU/氧气控制

本发明提供了一种将 ASU 和气化系统 100 集成在一起的 ASU/氧气控制。通过调节一个氧气压缩机入口阀门来控制从 ASU 排出的氧气。

图 14A 和 14B 表示按照本发明的一个实施例用于 ASU/氧气控制的流程图。在步 1404 用一个高选择器来比较气化器 112 和同时工作

的其他气化器的氧气阀门位置。在步 1408 求解以下的公式： $F(x)=0.002x+0.08$ ，其中的 $F(x)>0.99$ ，而 x 是高选择器的输出。 $F(x)$ 是用来限制 ASU 的氧气的氧给定值修改值，使下游气化器氧气阀门打开到对 ASU 的氧气解除控制的位置。

- 5 在步 1412 求解以下的公式： $F(y)=0.002y+0.81$ ，其中的 $F(y)>1.0$ ，而 y 是选定气化器 112 的氧阀门位置。 $F(y)$ 是用来抵销步 820 的氧给定值修改值 $F(x)$ 的一个氧给定值修改值。

在步 1416，在一个除法器上将实际氧给定值除以 $F(y)$ 。由操作人员计算出实际氧给定值并且输入给系统。在步 1420 用第一加法器将除法器的输出和来自其他气化器的同类输出相加。在步 1424，在一个乘法器上将第一加法器的输出乘以步 1408 中获得的 $F(x)$ 。乘法器输出一个排放控制器给定值。这一排放控制器给定值代表 ASU 排放的合成的总氧气给定值。

15 在步 1428，在第二加法器上将来自所有气化器的氧气流速相加，计算出一个总氧气流速。在步 1432 用一个 PID 控制器接收排放控制器给定值和总氧气给定值。PID 控制器输出一个排放控制器输出信号。在步 1436，用一个速度限制器限制 PID 控制器输出的速度。在步 1440 用一个低选择器接收速度受限的排放控制器输出信号以及来自其他 ASU 控制器（例如压缩机吸入流量控制器，ASU 吸气口控制器）和压缩机保护控制器的输出。低选择器的输出是氧气压缩机入口阀门信号。

10. 氧气头出口阀门控制

25 在气化系统 100 中，用一条被称为“氧气头”的公共线路为各个气化器分配氧气。在紧急状态下，氧气头中的氧气通过氧气头阀门排出。通过调节氧气头出口阀门来控制氧气头出口阀门排出的氧气量。

图 15A 和 15B 表示用来控制氧气头出口阀门的流程图。在步 1504，用一个乘法器将氧气头压力信号乘以 1.02。在步 1508 用一个速度限制器限制乘法器输出的速度。速度限制器的输出是氧气头控制给定

值。

在步 1512 中根据氧气压力,氧气温度,氧气阀门位置,氧气线路蒸汽流速及合成气洗涤器压力计算出一个预期氧流量。用氧气线路中的一或多个压力变送器来测量氧气压力。用氧气线路中的一或多个
5 热电偶测量氧气温度。按照上文所述计算出氧气线路蒸汽流速。用合成气洗涤器中的一个压力变送器测量合成气洗涤器压力。

可以通过依次将气化器氧气阀门和气化器进料注射器作为两个限制条件来对待而计算出预期氧流量。受到限制的流量是上游和下游蒸汽压力和限制范围的函数。进料注射器的下游蒸汽压力是合成
10 气洗涤器压力。进料注射器的上游压力可以直接测量。这样就不用从进料注射器上游氧气线路的蒸汽流量来推断预期的氧流量。推断的压力还可作为氧气阀门限制的下游压力。其限制值随着氧气阀门的开、闭而改变。当氧气阀门高于或是低于其设计的正常位置时,必须用多重迭代公式来确定氧气阀门的效果。

15 在一个实施例中,预期氧流量是按照以下的公式来计算的。然而还应该认识到也可以用各种其他类型的公式来计算预期氧流量。本领域的技术人员为了计算预期氧流量可以对这些公式进行筛选。

$$P = P_{low}, \quad (a)$$

当 $Z \leq \frac{\bar{Z}}{\sqrt{2}}$, 得到:

$$P = P_{low} \cdot 2 \left(-2 \cdot \frac{Z^2}{\bar{Z}^2} \right) + P_{high} \left(2 \cdot \frac{Z^2}{\bar{Z}^2} - 1 \right) \quad (b)$$

当 $\bar{Z} > Z > \frac{\bar{Z}}{\sqrt{2}}$, 得到:

$$5 \quad P = P_{high}, \quad (c)$$

当 $Z \geq \bar{Z}$, 其中:

$$P_{low} = P_{scrubber} + \overline{\Delta P_{FI}} \cdot \frac{Z^2}{Z^2} \cdot \left(\frac{\frac{P_{oxygen} + P_0}{P_{oxygen}}}{0.3 + 0.7 \cdot \frac{P_{scrubber} + P_0}{P_{scrubber}}} \right)^2, \quad (d)$$

并且:

$$P_{high} = P_{oxygen} - \overline{\Delta P_{FV}} \cdot \frac{\frac{P_{oxygen} - P_{scrubber}}{P_{oxygen} - P_{scrubber}}}{\frac{Z^3}{Z^3}}, \quad (e)$$

P = 预期进料注射器入口压力,磅/平方英寸

P_{low} = 低氧气流量控制器输出预期进料注射器入口压力,磅/平方英寸

Z = 氧气流量控制器输出, %

\bar{Z} = 氧气流量控制器 NOC 输出, %

P_{high} = 高氧气流量控制器输出预期进料注射器入口压力,磅/平方英寸

15 $P_{scrubber}$ = 合成气洗涤器压力,磅/平方英寸

$\overline{\Delta P_{FI}}$ = 进料注射器 NOC 压差,磅/平方英寸

P_{oxygen} = 氧气压力,磅/平方英寸

$\overline{P_{oxygen}}$ = 绝对氧气 NOC 压力,磅/平方英寸

$\overline{P_{scrubber}}$ = 绝对合成气洗涤器 NOC 压力,磅/平方英寸

20 $\overline{\Delta P_{FV}}$ = 氧气阀门 NOC 压差,磅/平方英寸。

预期氧气压力的约束范围是:

$$P_{oxygen} - 10 > P > P_{scrubber} + 10 \quad (f)$$

其中: P_{oxygen} = 氧气压力,磅/平方英寸

25 P = 预期进料注射器入口压力,磅/平方英寸

$P_{scrubber}$ = 合成气洗涤器压力,磅/平方英寸。

预期氧流量计算如下:

$$q = \left(1 - \frac{Z^4}{\bar{Z}^4}\right) \cdot q_{FV} + \frac{Z^4}{\bar{Z}^4} \cdot q_{FI} \quad (g)$$

当 $Z < \bar{Z}$ 得到:

$$q = q_{FI} \quad (h)$$

当 $Z \geq \bar{Z}$, 其中:

$$q_{FV} = q_{FV} \cdot \frac{Z^2}{\bar{Z}^2} \cdot \frac{P_{oxygen} - P}{\Delta P_{FV}} \cdot \frac{\bar{T}}{T + T_0} \cdot \frac{P_{oxygen} + P_0}{P_{oxygen}} \quad (i)$$

并且:

$$q_{FI} = q_{FI} \sqrt{\frac{P - P_{scrubber}}{\Delta P_{FI}} \cdot \frac{P + P_0}{P} \cdot \frac{\bar{T}}{T + T_0} - m \cdot \frac{379.5}{18.01} \cdot \sqrt{\frac{\bar{T}_{steam}}{\bar{T}} \cdot \frac{18.01}{32}}} \quad (j)$$

并且:

q =预期氧流量, 标准立方英尺/小时,

Z =氧气流量控制器输出, %,

\bar{Z} =氧气流量控制器 NOC 输出, %,

q_{FV} =预期氧阀门流量, 标准立方英尺/小时,

\bar{q}_{FV} =预期氧代门 NOC 流量, 标准立方英尺/小时,

P_{oxygen} =氧气压力, 磅/平方英寸,

P =预期进料注向在入口压力, 至少为 $0.3P_{oxygen}$, 磅/平方英寸,

ΔP_{FV} =氧气阀门 NOC 压差, 磅/平方英寸,

\bar{T} =绝对氧气 NOC 温度, °R,

T =氧气温度, °F,

T_0 =绝对温度变换系数, 通常为 459.69°F ,

\bar{P}_{oxygen} =绝对氧气 NOC 压力, 磅/平方英寸,

P_0 =绝对压力变换系数, 通常为 14.69 磅/平方英寸,

\bar{q}_{FI} =进料注射器 NOC 流量, 标准立方英尺/小时,

$P_{scrubber}$ =合成气洗涤器压力, 至少为 $0.3P$, 磅/平方英寸,

\bar{P}_{FI} =进料注射器 NOC 压差, 磅/平方英寸,

\bar{P} =绝对预期进料注射器入口 NOC 压力, 磅/平方英寸,

m =补偿的蒸汽质量流量, 1b/b, 以及

\bar{T}_{steam} =绝对蒸汽 NOC 温度, °R.

在步 1516,用一个加法器将预期氧流量与来自其他气化器机组的预期预流量相加。在步 1520,从设计氧气头流量值中减去总的预期氧流量,获得一个预期氧气头出口流量。设计氧气头流量值是一个常数,它代表为氧气管道设计的氧气输送量。在步 1524,根据预期氧气头出口流量和氧气头出口阀门极限流量计算出氧气头出口阀门偏置值。在 Texaco Design Document 中描述了关于氧气头出口阀门偏置的计算。氧气头出口阀门极限流量是通过出口阀门的最大允许流量。

在步 1528 由一个 PID 控制器接收氧气头控制给定值和氧气头压力信号。PID 控制器输出没有偏置的氧气头出口阀门信号。最后,在步 1532,用氧气头出口阀门偏置值偏置 PID 控制器的输出,并且获得一个偏置的氧气头出口阀门信号。用这一氧气头出口阀门信号来调节氧气头出口阀门。

11.合成气头压力控制

如上所述,从气化器上用一或多个合成气头输送合成气。一般由操作人员输入一个正常压力控制给定值,也称为合成气头压力给定值。然后将合成气头压力给定值用于高压控制,低压控制和“低低”压控制。

图 16 是用来确定合成气头正常压力控制的一种方法的流程图。在步 1604,用合成气头中的一或多个压力变送器测量合成气头压力信号。在步 1608 用一个 PID 控制器接收合成气头压力给定值和合成气头压力信号。PID 控制器输出一个锅炉合成气给定值。锅炉是指气化器下游的一个锅炉,它吸入合成气并且燃烧合成气而产生动力。锅炉合成气给定值代表锅炉需要消耗的合成气量。

本发明能够控制合成气头中的高压。图 17A 和 17B 表示合成气头高压控制方法的流程图。在步 1704,用一个流量补偿器接收合成气头流速,合成气头温度及合成气头压力信号。流量补偿器计算出补偿的合成气头流量。在步 1708,根据补偿的合成气头流量,合成气头温度,以及通过合成气头阀门的最大允许流量计算出合成气头火炬出口阀偏压。按照以下公式来计算合成气头火炬出口阀偏压:

$$\Delta Z = \frac{q}{q_R} \cdot \frac{P_R}{P + P_0} \cdot \sqrt{\frac{T + T_0}{T_R}} \cdot 100,$$

- 其中, ΔZ = 高过载清洁合成气压力控制器输出偏置, %,
- 5 q = 预期的补偿合成气流量, 标准立方英尺/小时,
- q_R = 合成气设计流量, 标准立方英尺/小时,
- P_R = 绝对清洁合成气设计压力, 磅/平方英寸,
- P = 清洁合成气压力, 磅/平方英寸,
- T = 清洁合成气温度, ° F,
- 10 T_0 = 绝对温度变换系数, 通常为 459.69° F, 以及
- T_R = 绝对清洁合成气设计温度, ° R.

在步 1712, 由一个偏置斜坡函数接收合成气头火炬出口阀偏压和一个燃气轮机行程信号。在步 1716, 在一个加法器上将偏置斜坡函数的输出和来自其他燃气轮机的燃气轮机行程信号相加。在步 1724,

15 用一个乘法器将合成气压力给定值乘以 1.02。乘法器的输出就是高压给定值。在步 1720 由一个 PID 控制器接收合成气头压力信号和高压给定值。当合成气头压力的增加超过高压给定值的 2% 时, PID 控制器就输出一个信号。在步 1728 用加法器的输出来偏置 PID 控制器的输出, 并且获得合成气头火炬出口阀位置。

20 图 18 是合成气头的低压控制方法的流程图。在步 1804 由一个偏置斜坡函数接收气化器行程信号和斜坡起动信号。斜坡起动信号是由操作人员输入的。在步 1808 将合成气头压力给定值乘以 0.98 获得一个低压给定值。换句话说, 低压给定值被设定在合成气头压力给定值的 98%。

25 在步 1812 用一个 PID 控制器接收合成气头压力信号和低压给定值并且输出没有偏置的低合成气压力信号。在步 1816 用偏置斜坡函数的输出偏置没有偏置的低合成气压力信号, 从而获得低合成气压力信号。

图 19 是一种气化压力控制方法的流程图。在步 1904 由一个偏

置斜坡函数接收气化器行程信号和一个斜坡起动信号。气化器行程信号是在发生气化器停车时产生的。斜坡起动信号是一个常数值。偏置斜坡函数产生一个偏置信号,用来将气化器的合成气储量卸载到合成气头。

- 5 在步 1908 用一个乘法器将高压给定值乘以 0.98。在步 1916 用偏置斜坡函数的输出也就是偏置信号偏置乘法器的输出,并且获得正常压力给定值。在步 1912 由第一 PID 控制器接收洗涤器压力和高压给定值。用合成气洗涤器上头的压力变送器来测量洗涤器压力。第一 PID 控制器输出一个火炬阀门位置。在步 1920 由第二 PID 控制器接收洗涤器压力和正常压力给定值并且产生合成气减压阀门控制器信号。从碳泵速度和低合成气压力信号推导出上述的自动需求值。

图 20 是一种自动需求确定方法的流程图。在步 2004 计算(来自两个气化器机组的)两个碳泵的速度差。这一速度差代表预期的机组差别。在步 2008 用一个 PID 控制器接收预期的机组差别和一个零(0)给定值。PID 控制器的输出处在 0 到 100%之间。在步 2012 将 PID 控制器的输出转换成一个偏置值。在一个实施例中是将 PID 控制器的输出转换成-10 到+10 之间的一个值。在步 2016 用这一偏置值偏置低合成气压力信号,从中产生自动需求。在步 2020 将这一偏置值乘以-1 并且提供给另一个气化机组作为自动需求。

20 12.用计算机系统实现的 ICS

在本发明的一个实施例中,ICS216 是由能够执行 ICS216 的上述功能的一个计算机系统来实现的,具体细节如图 21 所示。计算机系统 2100 包括一或多个处理器,例如是处理器 2104。处理器 2104 连接到一条通信总线 2108。各种软件实施例都是通过这一计算机系统来描述的。在阅读过本发明的说明书之后,本领域的技术人员就会知道如何用其他计算机系统和/或计算机构造来实现本发明。

计算机系统 2100 还包括主存储器 2112,它是一个随机存储器 (RAM),还可以包括辅助存储器 2116。辅助存储器 2116 例如可以包括硬盘驱动器 2120 和/或一个可拆卸存储体驱动器 2124,例如是一个软

盘驱动器,磁盘驱动器和光盘驱动器等等。可拆卸存储体驱动器 2124 按照告知的方式读出和/或写入一个可拆卸存储装置 2132。可拆卸存储装置 2132 代表可以用可拆卸存储体驱动器 2124 来读、写的软盘,磁带,光盘等等。可拆卸存储装置 2132 包括一种计算机使用的存储媒体,在其内存有计算机软件和/或数据。

在另一个实施例中,辅助存储器 2116 可以包括其他类似的装置,用来将计算机程序或是其他指令载入计算机系统 2100。此类装置例如可以包括可拆卸存储装置 2134 和一个接口 2128。这方面的例子包括程序磁带盒和磁带盒接口(例如在电视游戏机中使用的),一种可拆卸存储器芯片(例如 EPROM 或 PROM)和相应的插座,以及其他可拆卸存储装置 2134 和用来从可拆卸存储装置 2134 向计算机系统 2100 传送软件和数据接口 2128。

计算机系统 2100 还包括一个通信接口 2136。通信接口 2136 能够在计算机系统 2100 和外部设备之间传送软件和数据。通信接口 2100 的例子包括调制解调器,网络接口(例如是一个 Ethernet 卡),通信端口,PCMCIA 插口和卡等等。通过通信接口 2136 传送的软件和数据采取的信号 2140 的形式可以是电子信号,电磁信号,光学信号或是其他能够用通信接口 2136 接收的信号。信号 2140 通过一条信道 2144 提供给通信接口。传送信号 2140 的信道 2144 可以用电线或电缆,光纤,电话线,蜂窝电话链路,RF 链路和其他通信信道来实现。

在本文中用所谓“计算机程序媒体”和“计算机使用的媒体”所概括的媒体有可拆卸存储体驱动器 2124,安装在硬盘驱动器 2120 中的硬盘,以及信号 2140。用这些计算机程序产品为计算机系统 2100 提供软件。

计算机程序(也称为计算机控制逻辑)被存储在主存储器 2112 和/或辅助存储器 2116 中。也可以通过通信接口 2136 接收计算机程序。通过执行这些计算机程序就能用计算机系统 2100 执行本发明的上述特征。具体地说,处理器 2104 通过执行这些计算机程序来执行本发明的特征。

在用软件实现本发明的一个实施例中,可以将软件存储在一个计算机程序产品中并且用可拆卸存储体驱动器 2124,硬盘驱动器 2120或是通信接口 2136 载入计算机系统 2100。由处理器 2104 执行这种控制逻辑(软件),用处理器 2104 执行本发明的上述功能。

- 5 在另一个实施例中,可以主要由硬件来实现本发明,这种硬件的例子有专用集成电路(ASIC)。可用来执行本发明功能的这种硬件状态机器是本领域的技术人员都能够实现的。

在又一个实施例中,可以用硬件和软件的组合来实现本发明。

- 10 尽管上文已经描述了本发明的各种实施例,应该认识到这些实施例仅仅是为了举例而并非限制。本发明的范围不应该受到上述如何一个实施例的限制,它仅仅受到权利要求书及其等效物的限制。

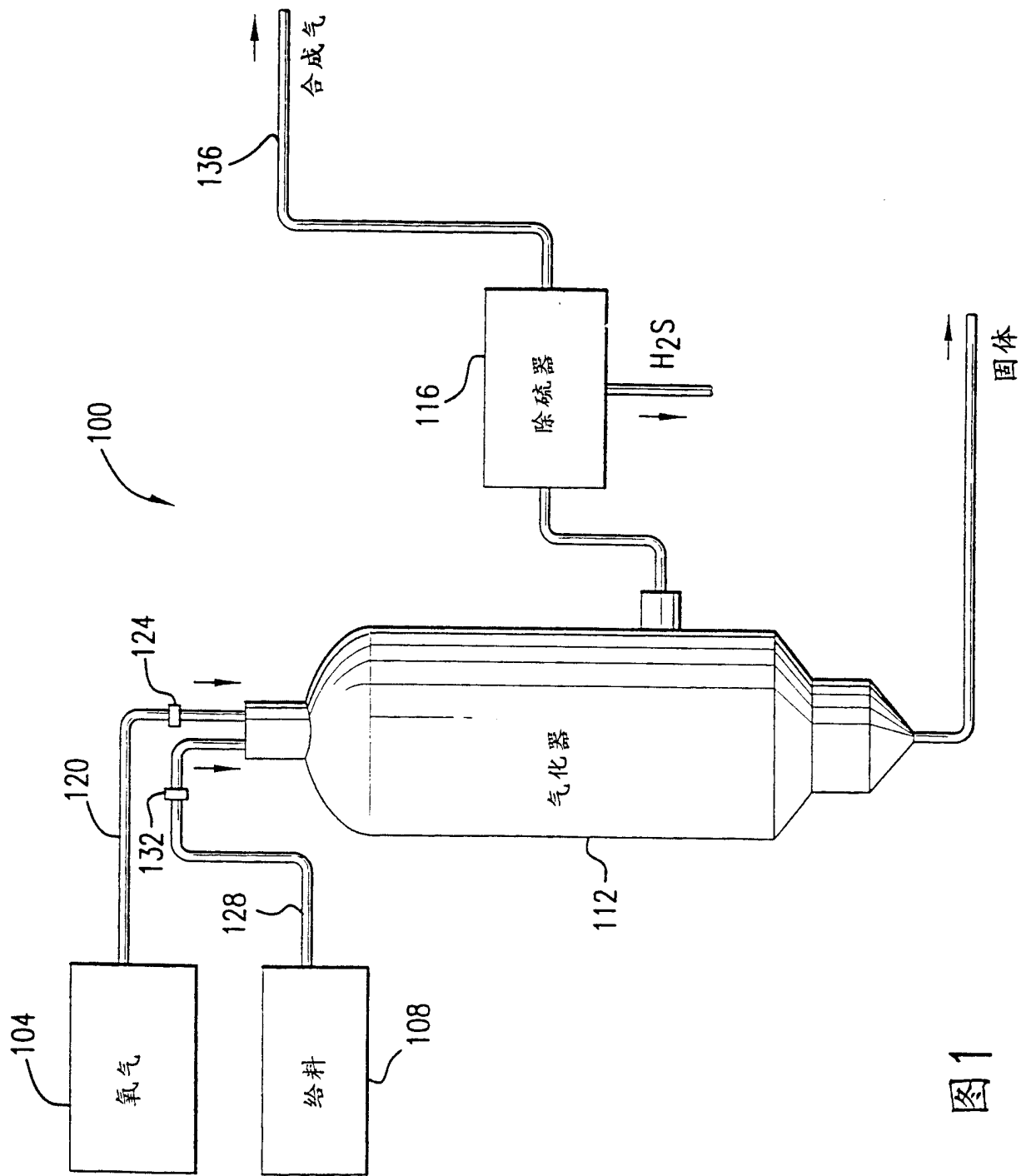


图1

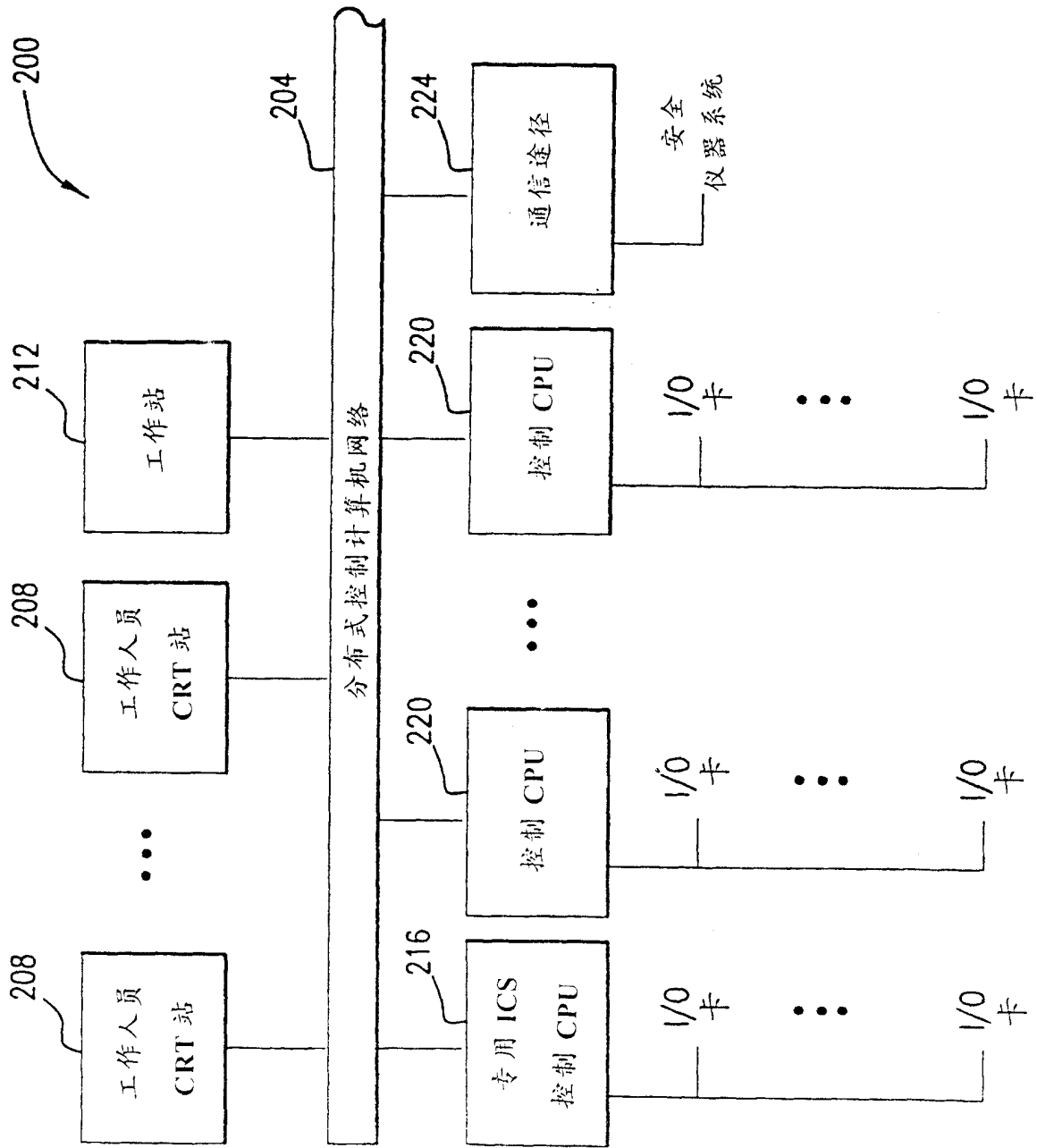


图 2

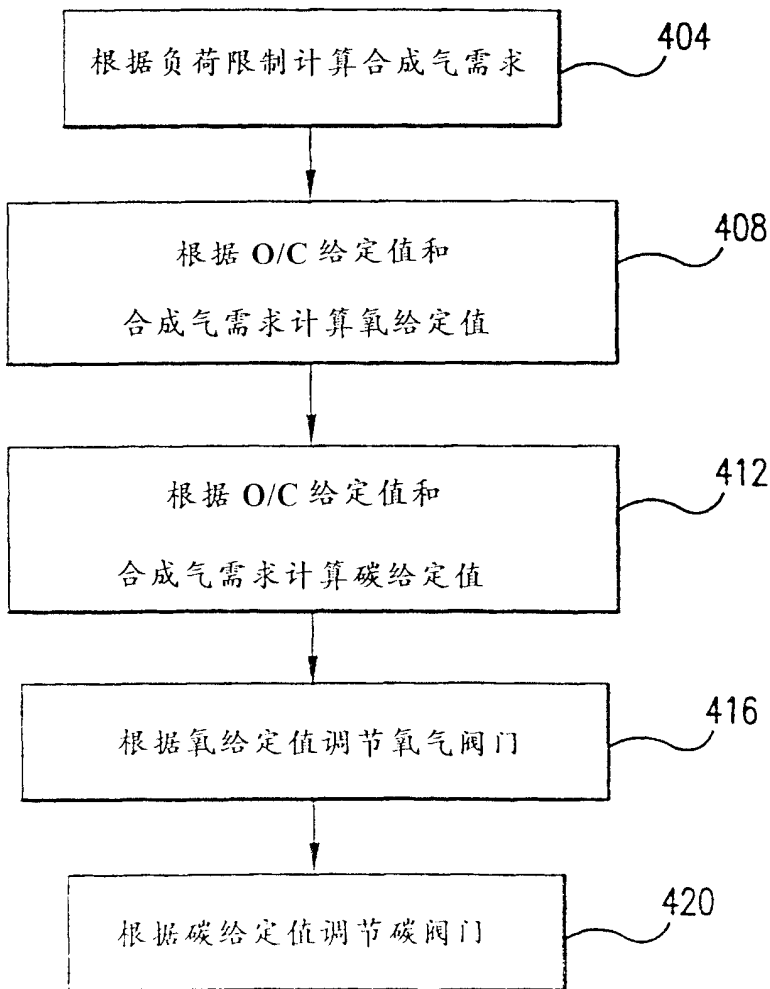
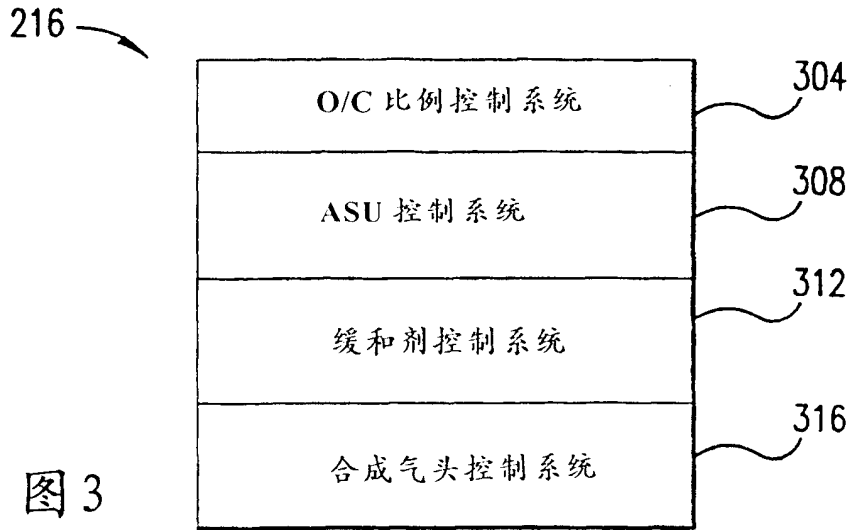


图 4

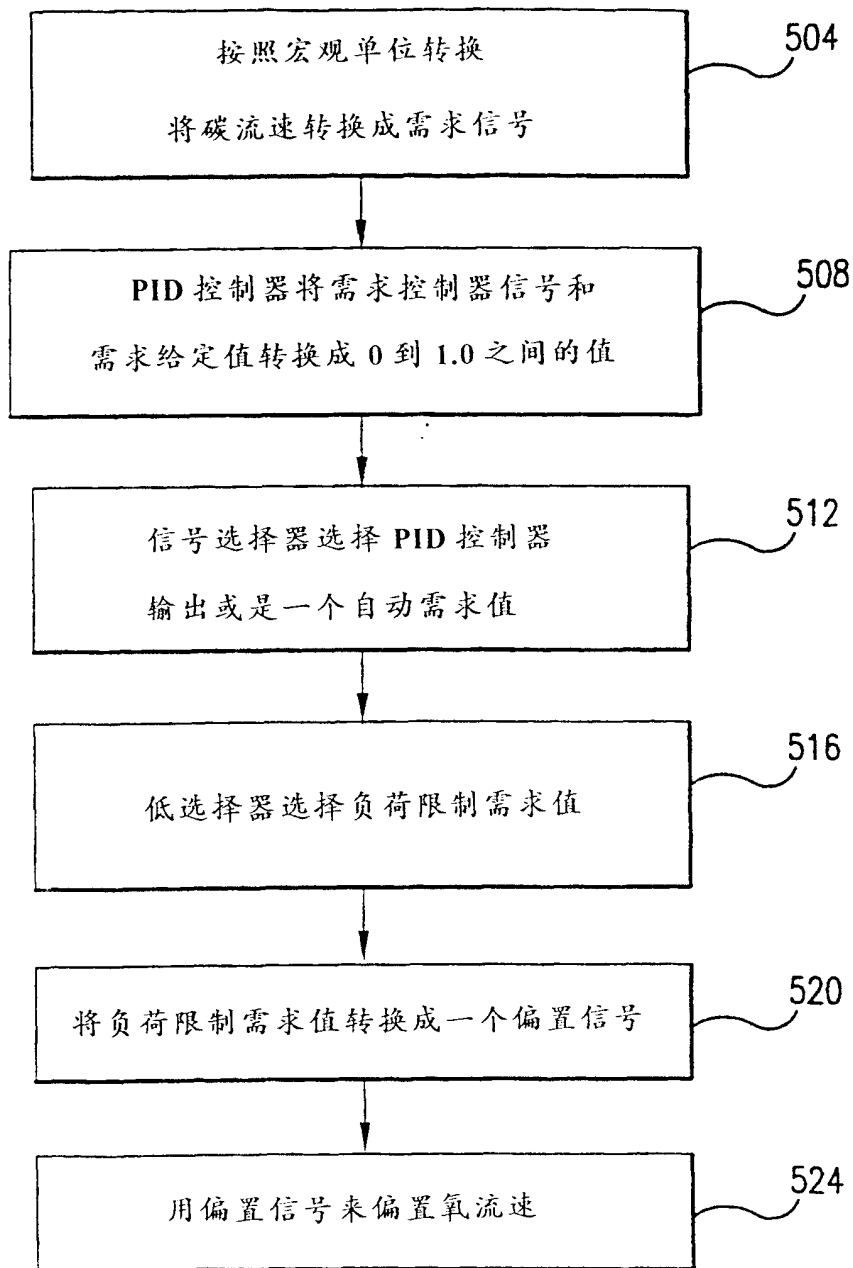


图 5

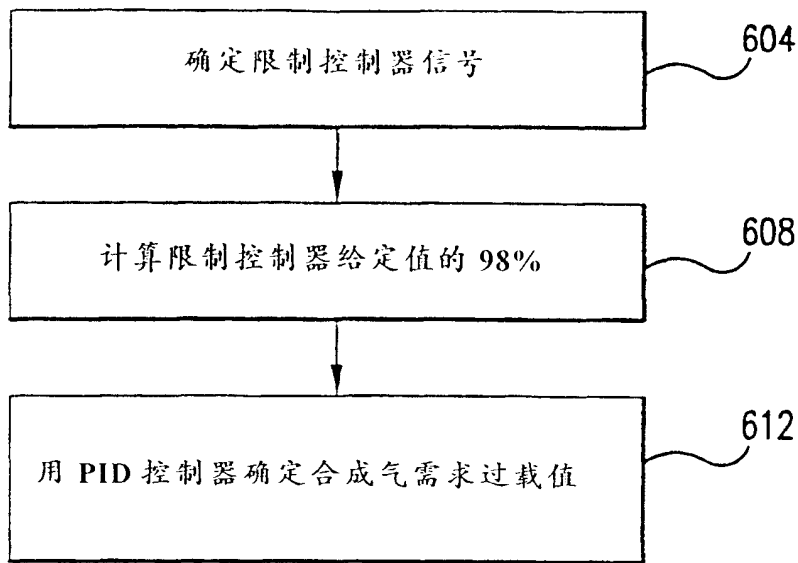


图 6

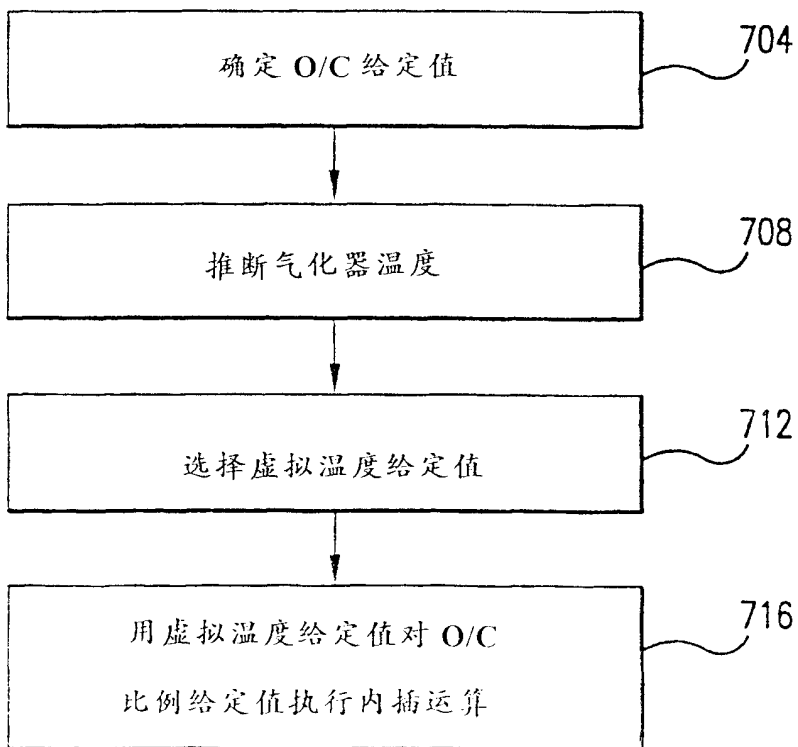


图 7

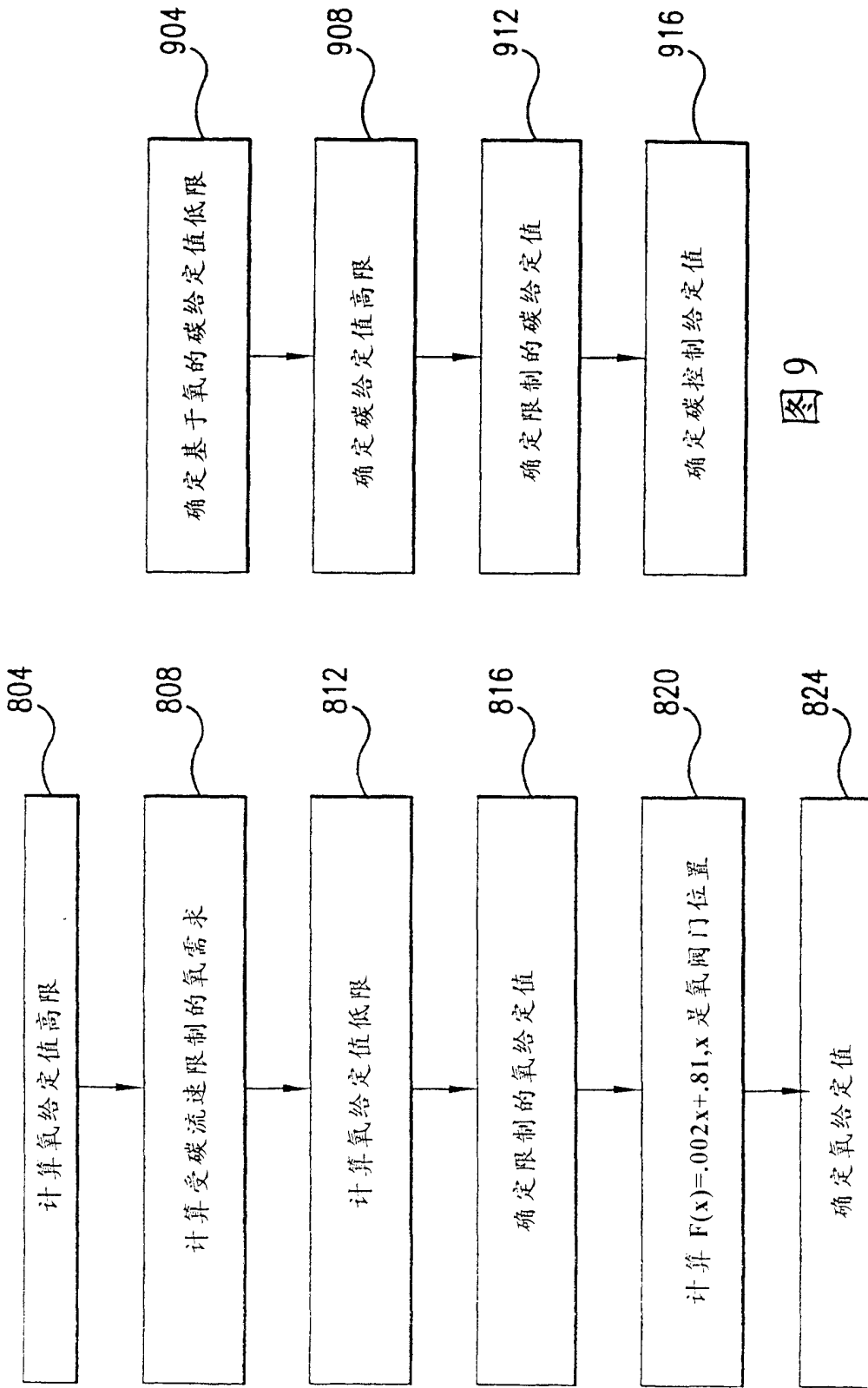


图9

图8

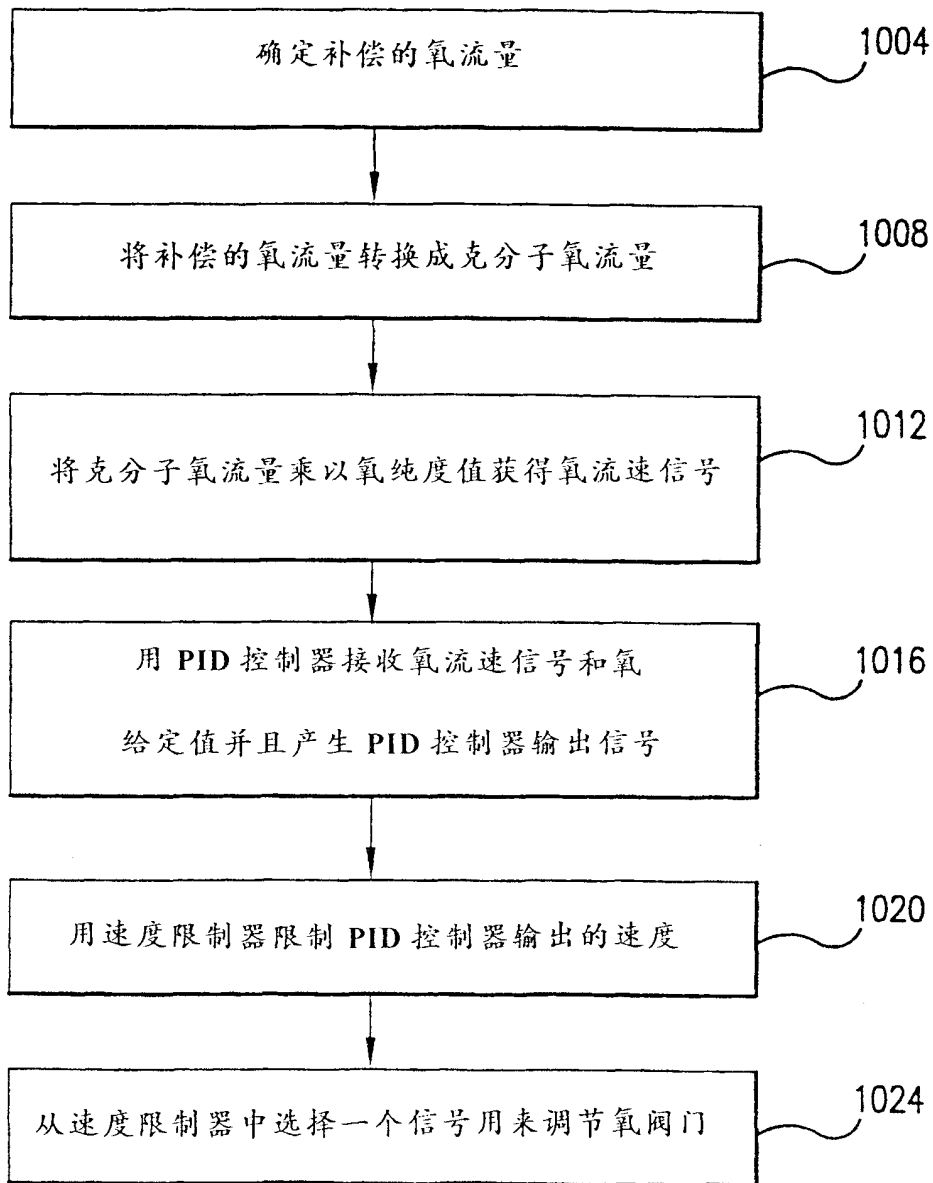


图 10

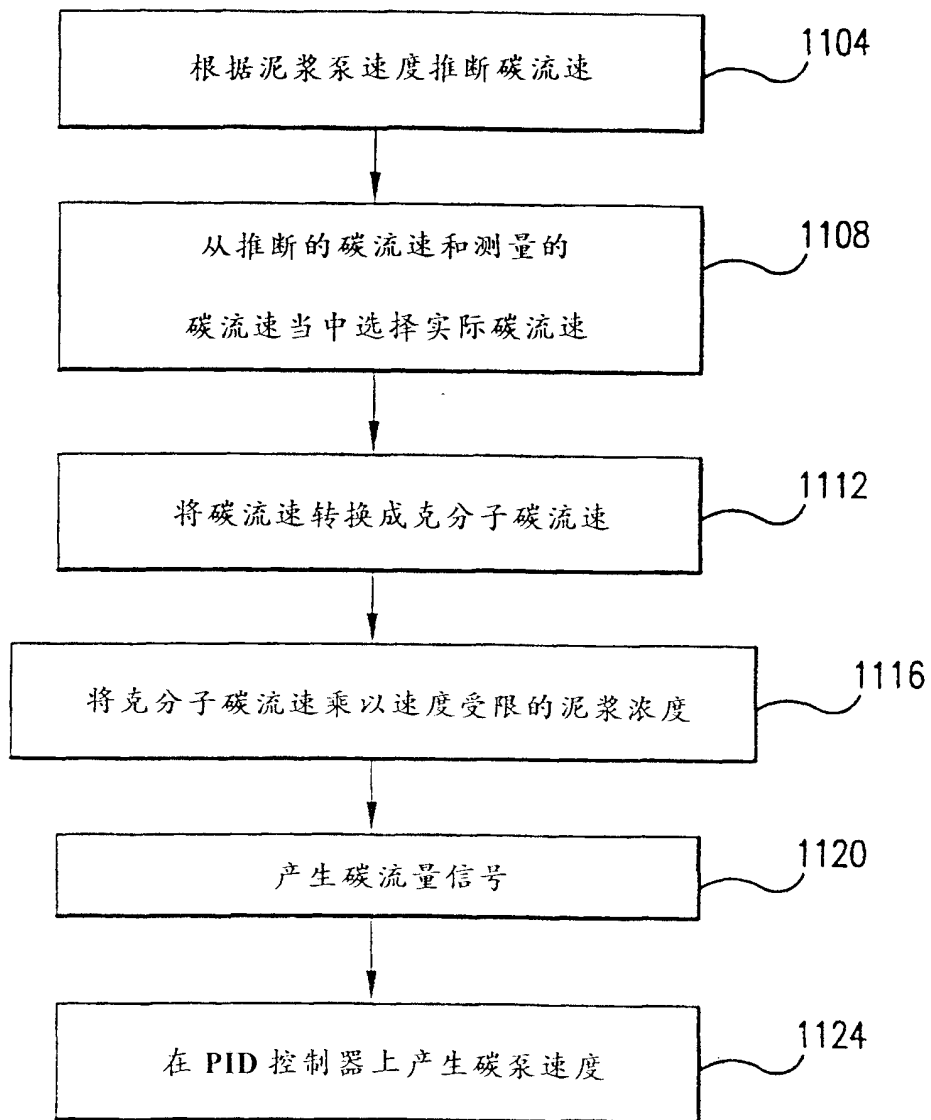
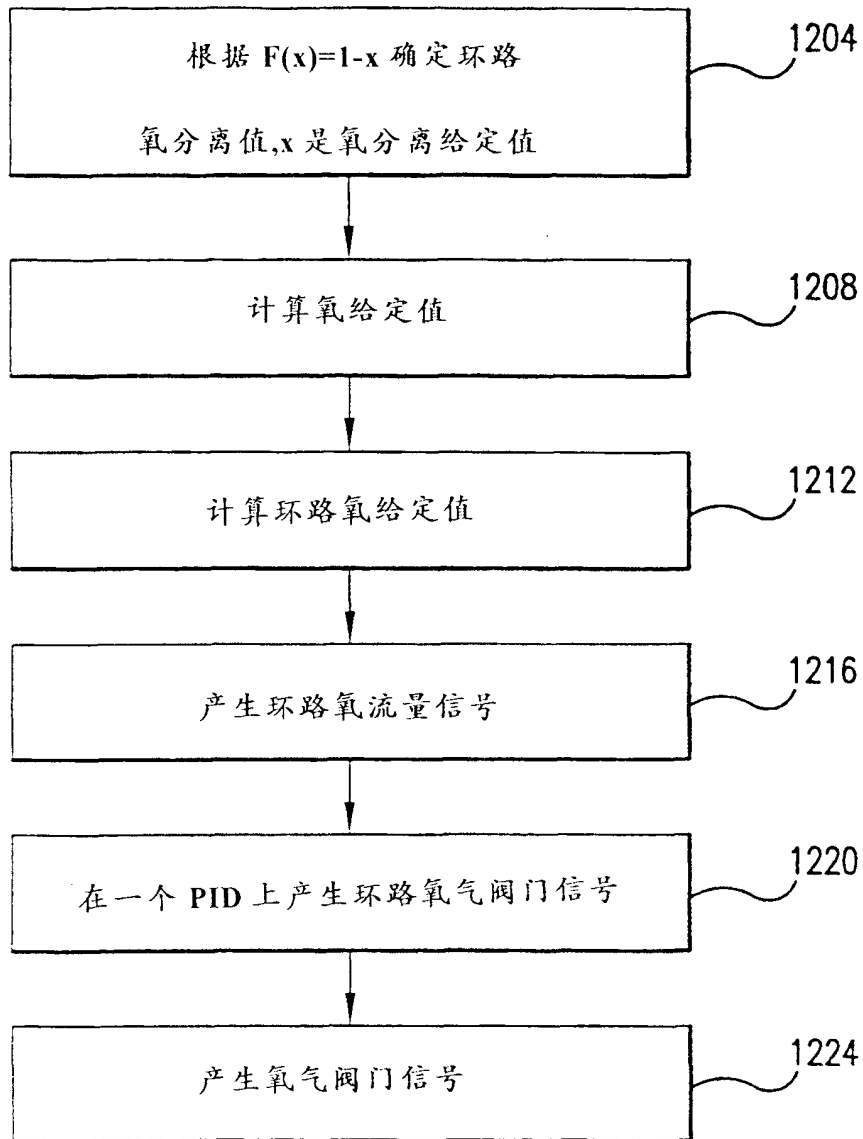


图 11

图12



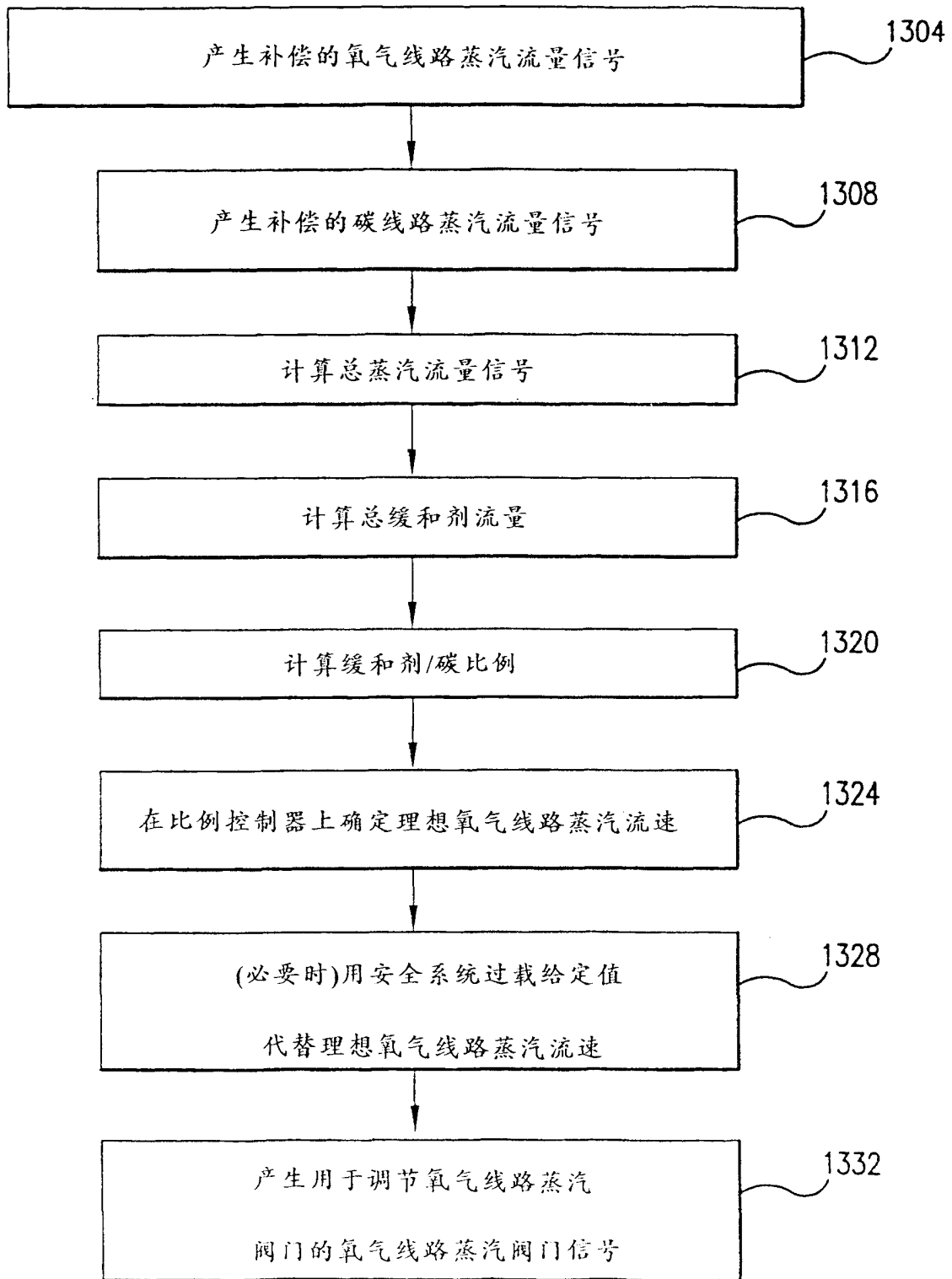


图13A

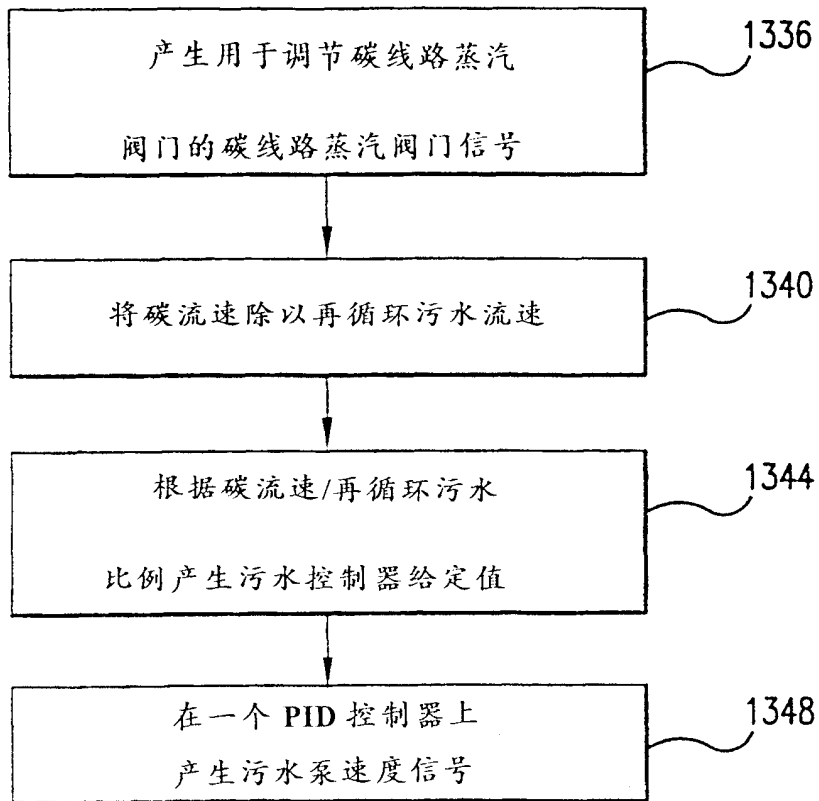


图 13B

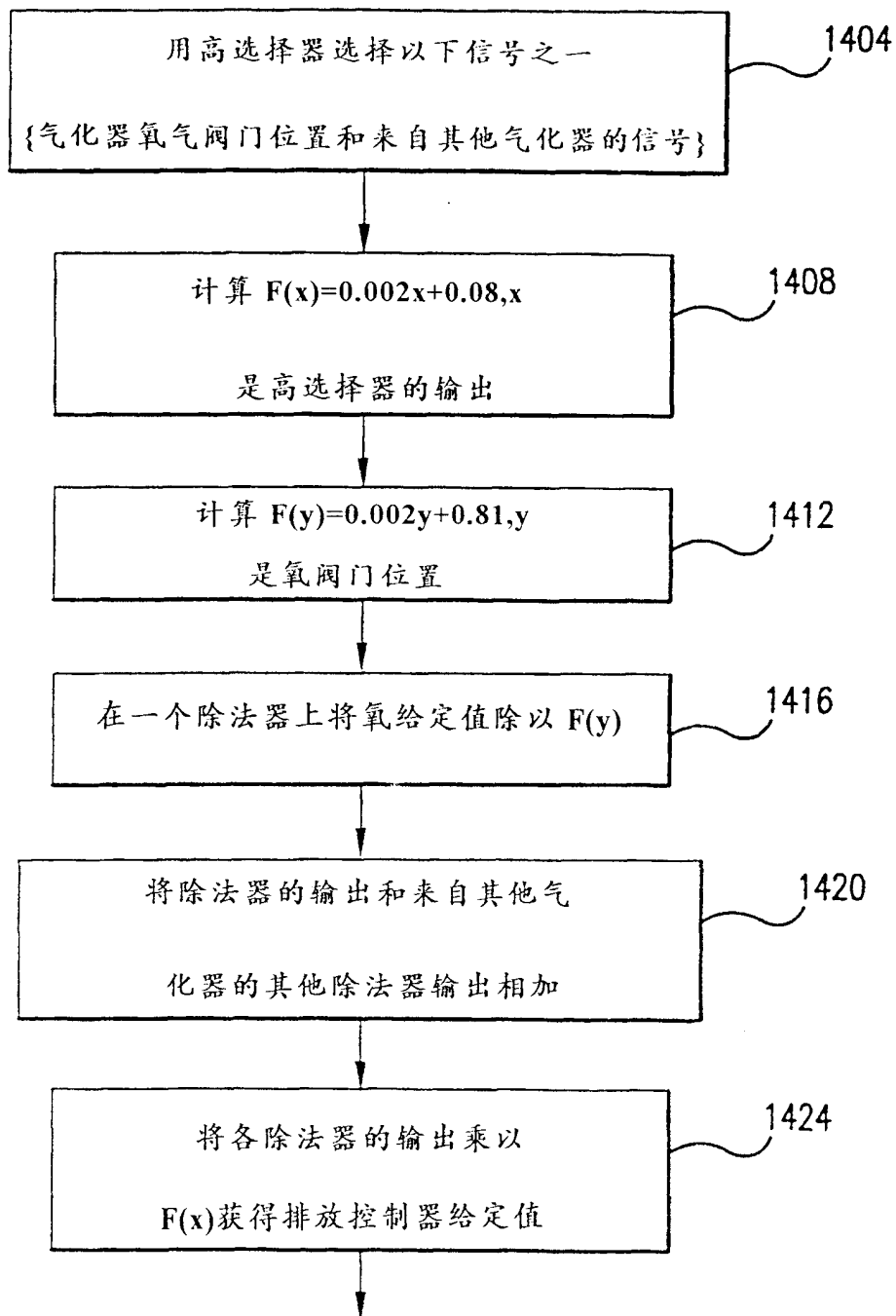


图14A

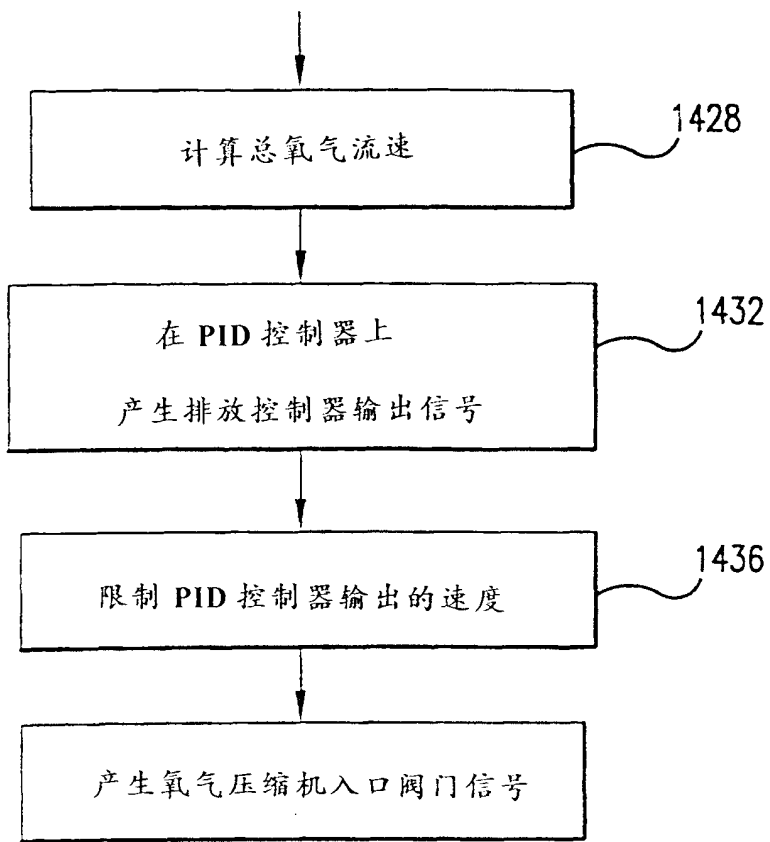


图14B

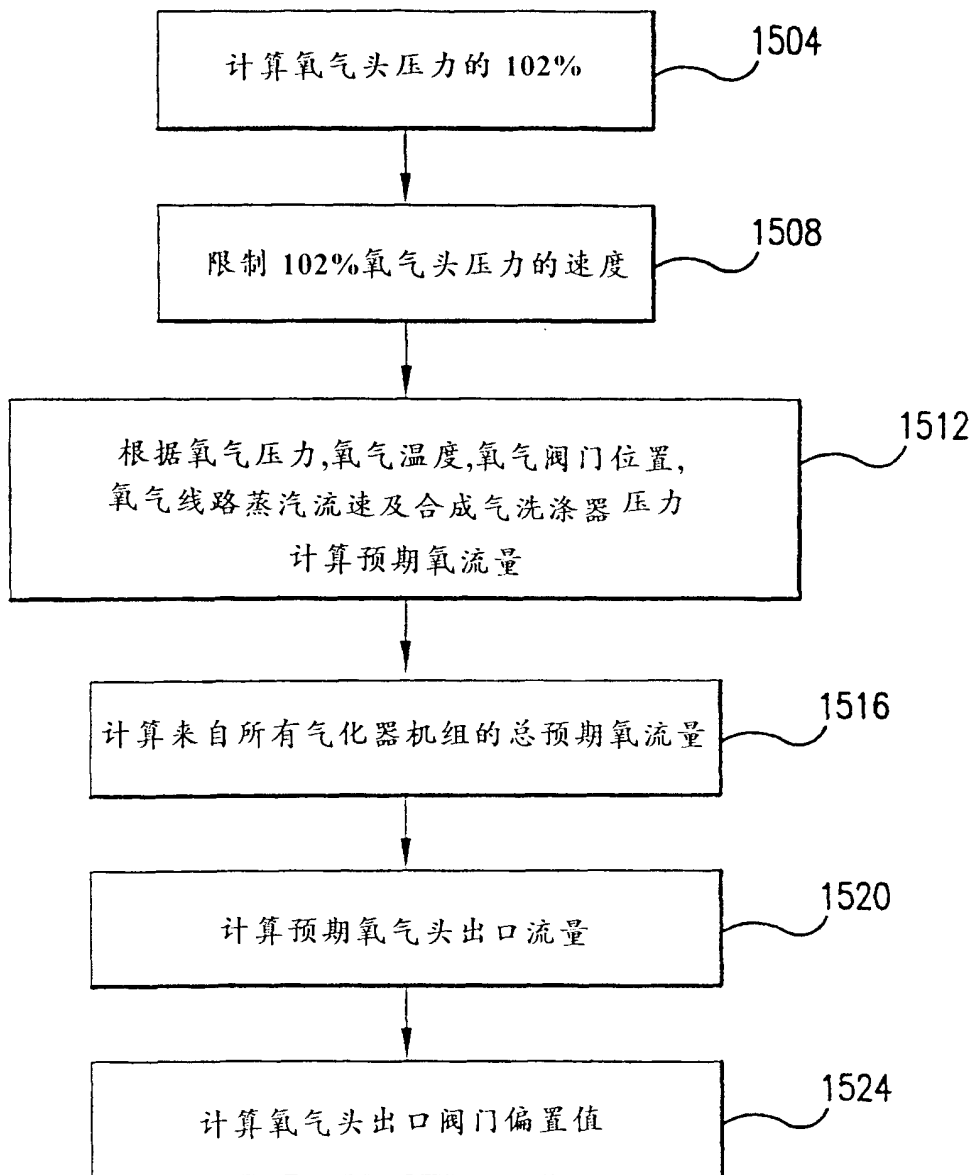


图 15A

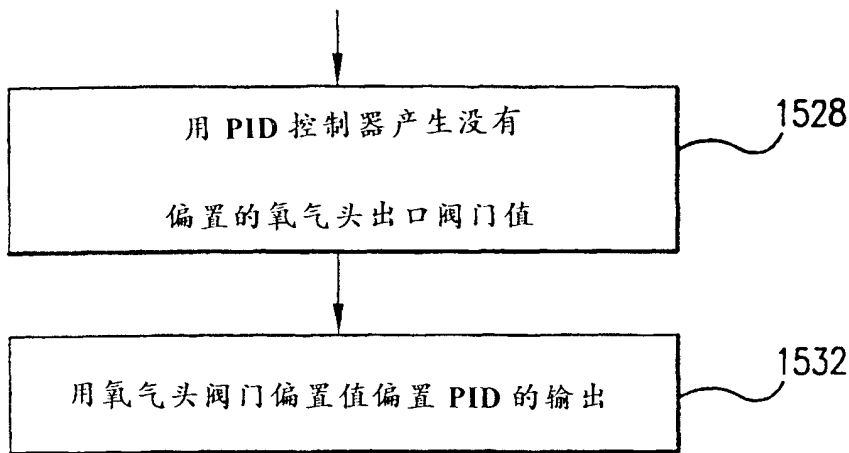


图 15B

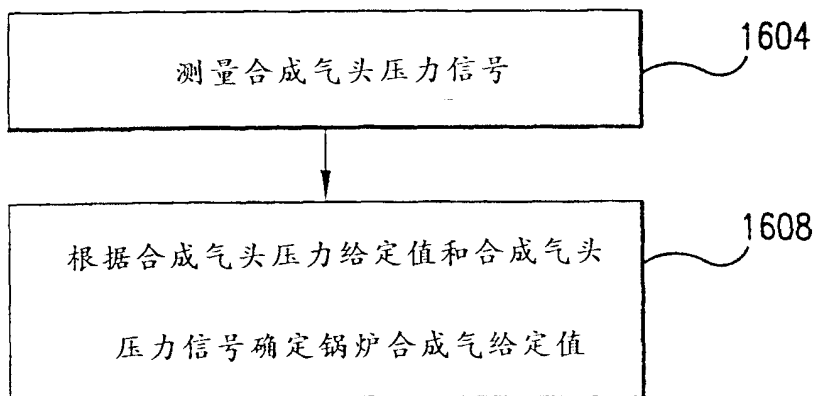


图 16

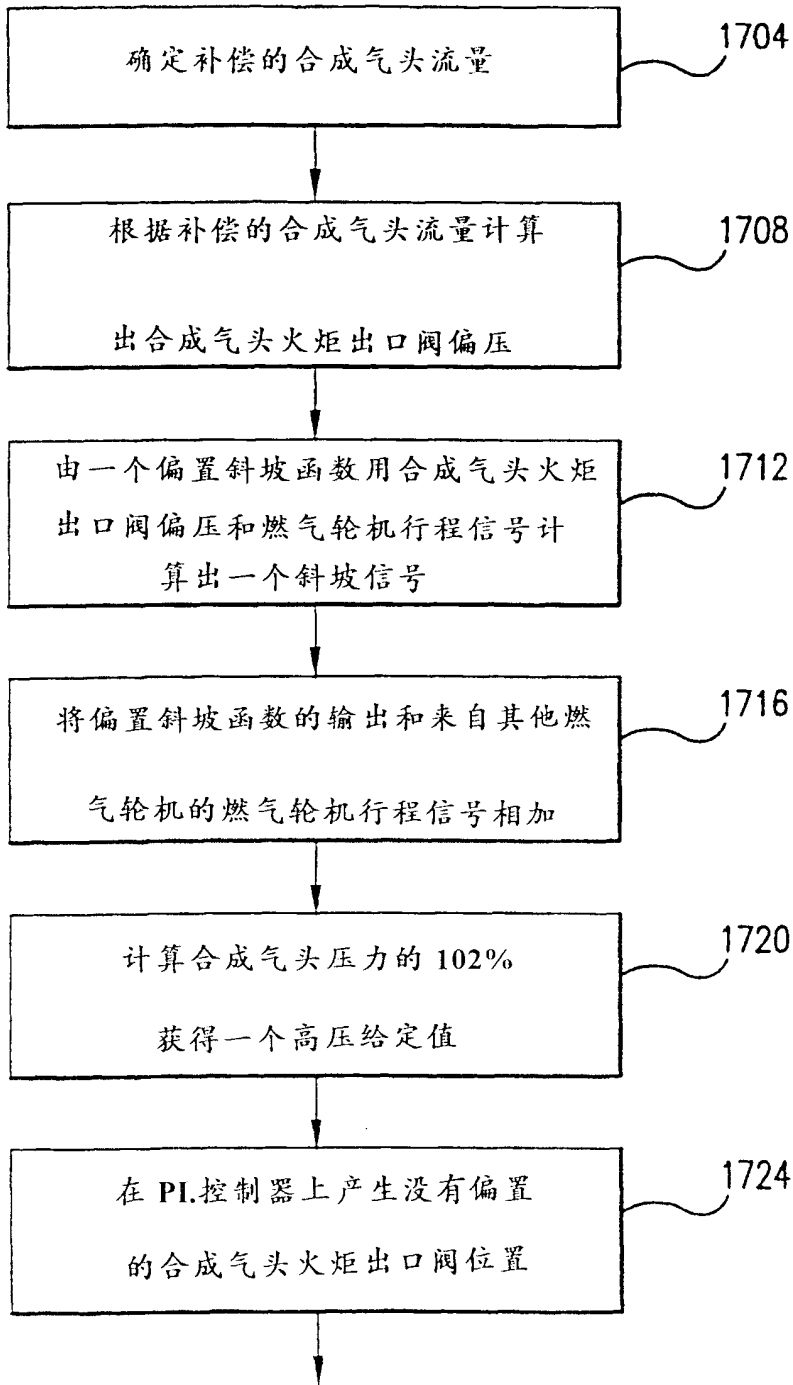


图 17A

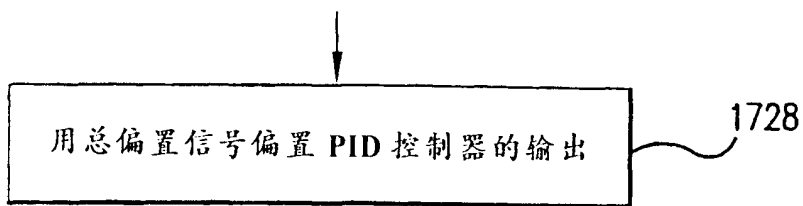


图 17B

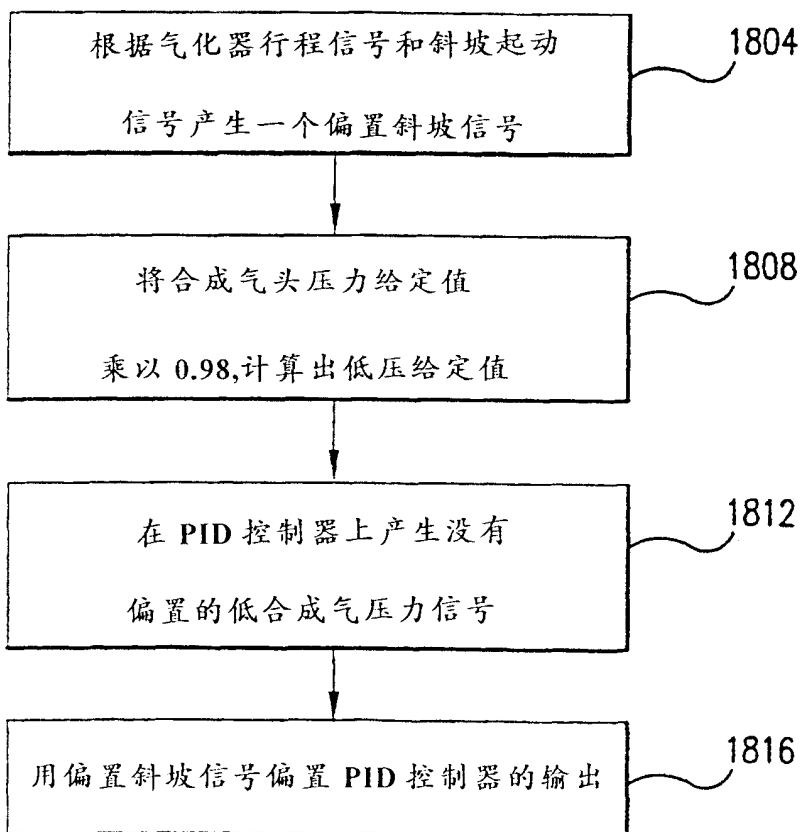


图 18

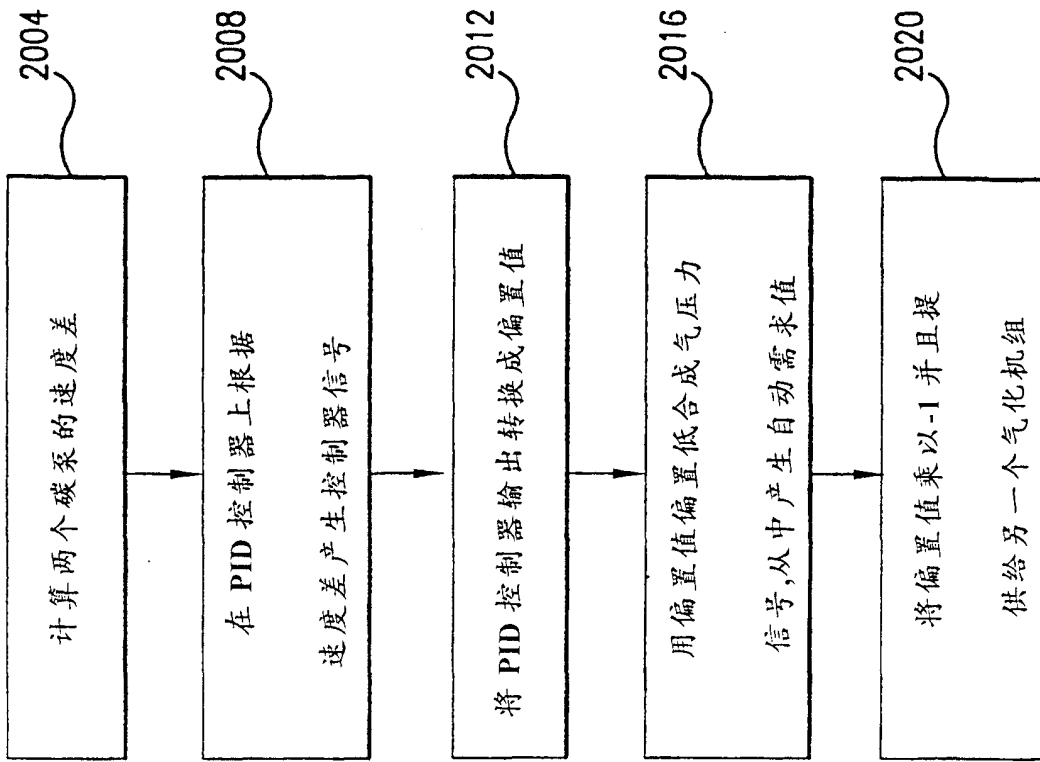


图 20

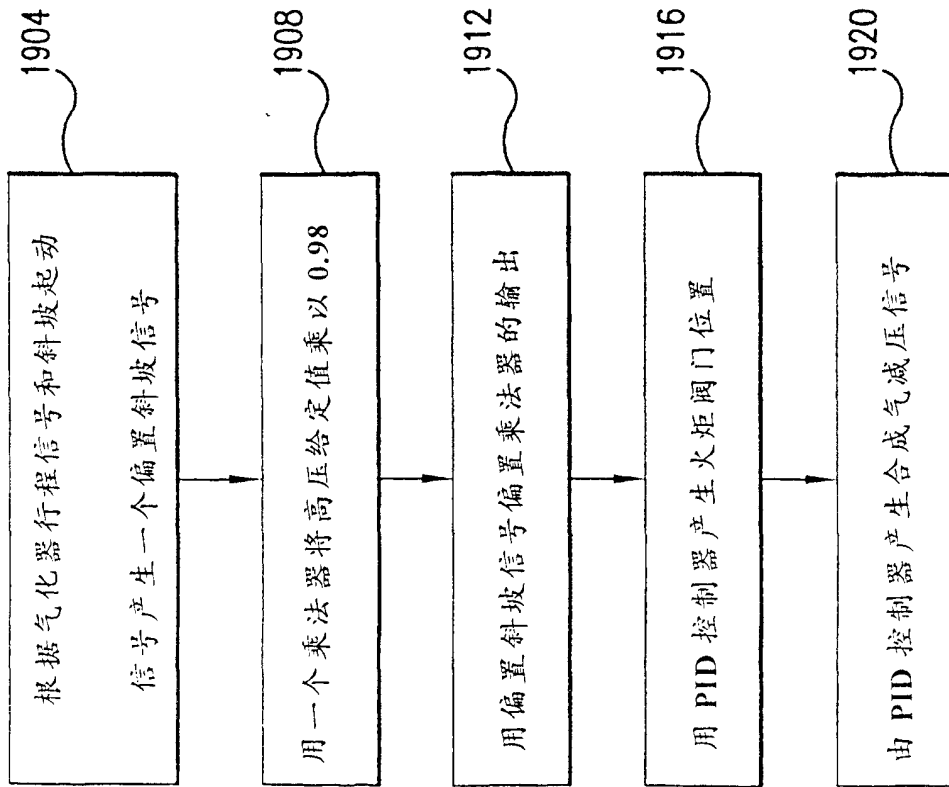


图 19

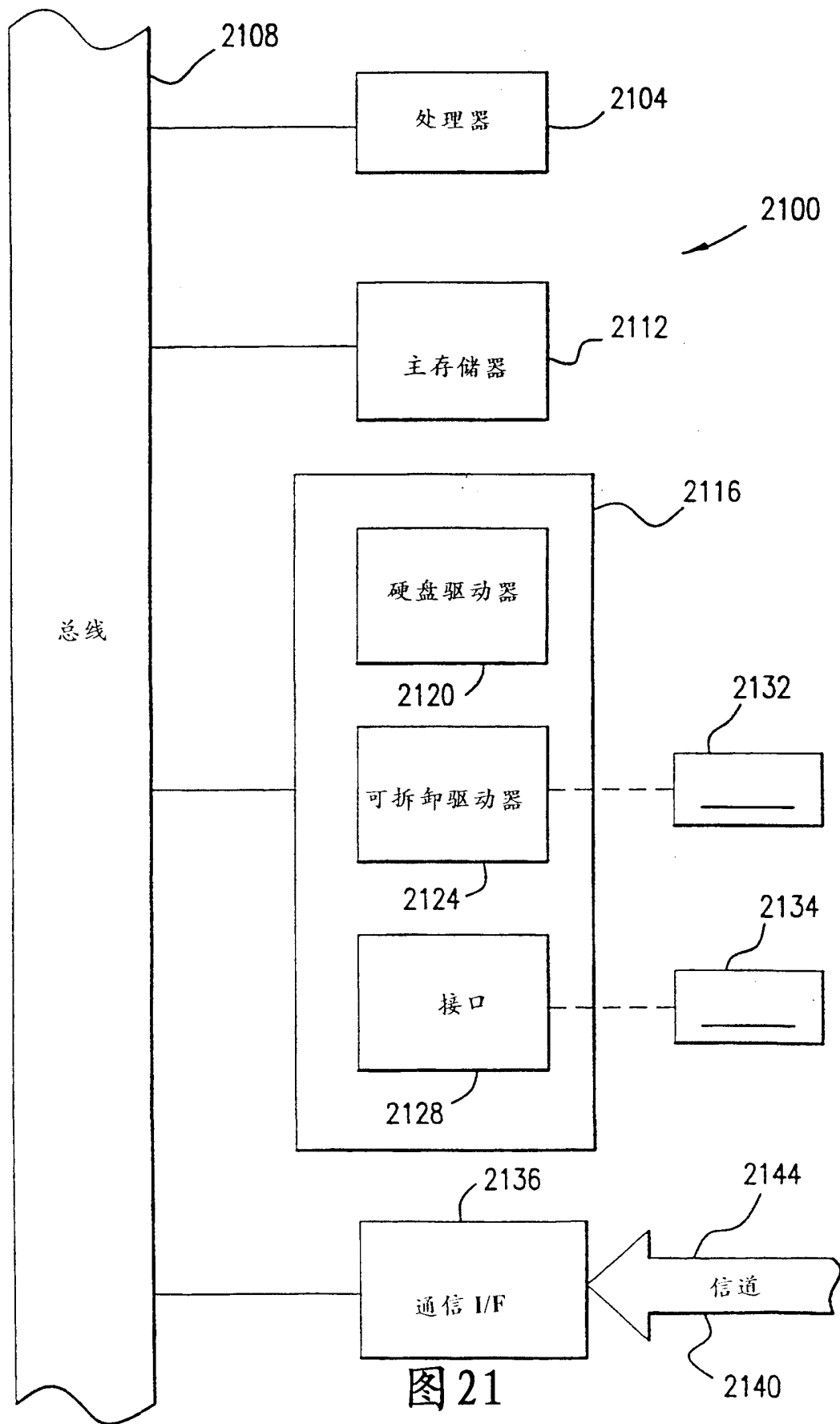


图 21