



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104024965 B

(45)授权公告日 2018.02.13

(21)申请号 201280061743.9

(22)申请日 2012.12.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104024965 A

(43)申请公布日 2014.09.03

(30)优先权数据
61/576,737 2011.12.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.06.13

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/070138 2012.12.17

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/090907 EN 2013.06.20

(73)专利权人 流体处理有限责任公司
地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 成安生 顾晋豪 G·A·斯科特

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华 黄海鸣

(51)Int.Cl.
G05D 7/00(2006.01)

(56)对比文件
US 6663349 B1,2003.12.16,说明书第1栏第61-67行,第3栏第7-25行,第5栏第18-37行,第6栏第16-37行,第7栏第12-48行,第8栏第1-15行,第9栏第20-30、52-67行,第10栏第1-38行,第12栏第30-64行.

US 2011/0022236 A1,2011.01.27,摘要、说明书第[0065]-[0067]、[0111]-[0114]、[0129]-[0131]段及图9D、图12.

US 2005/0006488 A1,2005.01.13,全文.
CN 101896871 A,2010.11.24,全文.

审查员 李亚琼

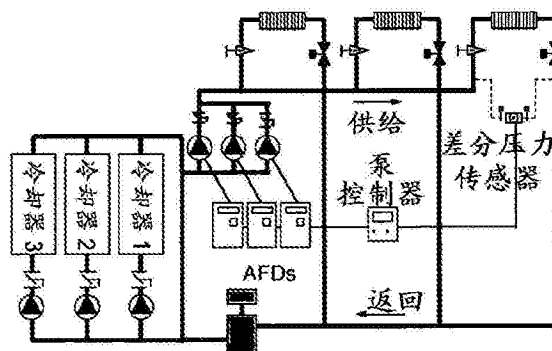
权利要求书4页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

用于可变速度泵控制的动态线性控制方法和装置

(57)摘要

诸如泵控制器的装置以信号处理器为特征,该信号处理器被配置为至少:接收包含与线性设置点控制曲线相关的信息的信令,该线性设置点控制曲线至少部分基于与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应设置点控制曲线,并且至少部分基于所接收的信令确定控制设置点。该信号处理器可以被配置为基于所确定的控制设置点而提供包含用于对泵进行控制的信息的控制信号。



1. 一种用于加热和冷却水系统的泵控制器,包括:

信号处理器,其被配置为至少:

接收包含关于线性设置点控制曲线的信息的信令,所述线性设置点控制曲线源自与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应和恒定设置点控制曲线,并且

至少部分基于所接收的信令,使用从得出的所述线性设置点控制曲线获得控制设置点的自适应控制算法,确定包含关于自适应地控制和改变所述泵送系统中的泵的速度的所述控制设置点的信息的相应信号。

2. 根据权利要求1的泵控制器,其中所述信号处理器被配置为至少部分基于所确定的控制设置点提供相应信令作为包含用于对所述泵进行控制的信息的控制信号。

3. 根据权利要求1的泵控制器,其中所述线性设置点控制曲线关于系统流量和压力而从所述自适应设置点控制曲线得出,包括由所述信号处理器得出。

4. 根据权利要求1的泵控制器,其中

所述信号处理器被配置为至少部分基于以下等式而使用线性设置点控制曲线确定关于所要求的流量 $Q^*(t)$ 的压力设置点 $P^*(t)$:

$$P^*(t) = P_0 Q^*(t) / \overline{Q}_{\max} + b_0$$

其中

$P^*(t)$ 是压力设置点,

P_0 是恒定压力设置点,

$Q^*(t)$ 是所要求的流量,

\overline{Q}_{\max} 是最大自适应流量,并且

b_0 是压力阈值。

5. 根据权利要求4的泵控制器,其中所述信号处理器被配置为至少部分基于以下等式而将系统流量确定为每个个体分区的流量之和:

$$Q^*(t) = \sum_{i=1}^n Q_i^*(t)$$

其中 Q_i^* 是分区*i*处的流量并且*n*是分区总数。

6. 根据权利要求5的泵控制器,其中所述信号处理器被配置为至少部分基于以下等式在使用分区温度控制参数的情况下确定所述系统流量

$$Q^*(t) = \alpha \sum_{i=1}^n Q_{i,\max} (T_i^*(t) - T_{\text{outdoor}}) / (T_{i,\max} - T_{\text{outdoor}})$$

其中 T_i^* 是分区*i*的温度设置点,

$Q_{i,\max}$ 是用于获得最大温度的最大流量,

$T_{i,\max}$ 针对分区*i*进行指定,

T_{outdoor} 是户外温度,并且

α 是补偿系数。

7. 根据权利要求1的泵控制器,其中所述信号处理器被配置为至少部分基于以下等式而确定所要求的流量 $Q^*(t)$:

$$Q^*(t) = (1-r)C_v^2(t)/\bar{C}_v^m(t)(1+\sqrt{1+4r(C_v(t)/\bar{C}_v^m(t))^2/(1-r)^2})\sqrt{P_0}/2$$

其中 $r=b_0/P_0$,

$C_v(t)$ 是瞬时系统曲线,

$\bar{C}_v^m(t)$ 是相对应的最大系统曲线,并且

P_0 是恒定压力设置点,

b_0 是压力阈值。

8. 根据权利要求7的泵控制器,其中所述信号处理器被配置为至少部分基于以下等式而从所述自适应控制曲线直接确定压力设置点:

$$P^*(t) = (Q^*(t)/\bar{C}_v^a(t))^2$$

其中, $P^*(t)$ 是压力设置点,

$\bar{C}_v^a(t)$ 是自适应控制曲线。

9. 根据权利要求1的泵控制器,其中所述信号处理器被配置为确定至少部分基于所要求的流量 $Q^*(t)$ 并且从所述自适应设置点控制曲线所得出的控制设置点。

10. 根据权利要求1的泵控制器,其中所述泵控制器进一步包括至少一个包括计算机程序代码的存储器;并且所述至少一个存储器和计算机程序代码被配置为利用至少一个处理器而使得所述泵控制器至少:

接收所述信令;并且

至少部分基于所接收的信令确定所述控制设置点。

11. 根据权利要求1的泵控制器,其中所述泵控制器可以包括具有信号处理器的泵控制或控制器或者采取所述泵控制或控制器的形式,所述泵控制或控制器包括PID控制。

12. 一种使用用于控制加热和冷却水系统的泵控制器的方法,包括:

在具有信号处理器的泵控制器中接收包含关于线性设置点控制曲线的信息的信令,所述线性设置点控制曲线源自与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应设置点和恒定控制曲线,并且

在所述泵控制器中至少部分基于所接收的信令,使用从得出的所述线性设置点控制曲线获得控制设置点的自适应控制算法,确定包含关于自适应地控制和改变所述泵送系统中的泵的速度的所述控制设置点的信息的相应信令。

13. 根据权利要求12的方法,其中所述方法包括至少部分基于所确定的控制设置点为所述信号处理器提供所述相应信令作为包含用于对所述泵进行控制的信息的控制信号。

14. 根据权利要求12的方法,其中所述方法包括利用所述信号处理器至少部分基于包含与所述线性设置点控制曲线和所述自适应设置点控制曲线之间的交点相关的信息的信令来确定所要求的流量 Q^* ,所述交点包括处于最大自适应流量 \bar{Q}_{max} 的交点。

15. 根据权利要求12的方法,其中所述方法包括利用所述信号处理器至少部分基于以下等式而确定所述线性设置点控制曲线:

$$P^*(t) = P_0 Q^*(t)/\bar{Q}_{max} + b_0$$

其中 $P^*(t)$ 是压力设置点,

P_0 是恒定压力设置点,

$Q^*(t)$ 是所要求的流量,

\overline{Q}_{\max} 是最大自适应流量, 并且

b_0 是压力阈值。

16. 根据权利要求15的方法, 其中所述方法包括利用所述信号处理器至少部分基于以下等式而将系统流量确定为每个个体分区的流量之和:

$$Q^*(t) = \sum_{i=1}^n Q_i^*(t)$$

其中 $Q_i^*(t)$ 是分区 i 处的流量并且 n 是分区总数。

17. 根据权利要求16的方法, 其中所述方法包括利用所述信号处理器至少部分基于以下等式在使用分区温度控制参数的情况下确定所述系统流量:

$$Q^*(t) = \alpha \sum_{i=1}^n Q_{i,\max} (T_i^*(t) - T_{\text{outdoor}}) / (T_{i,\max} - T_{\text{outdoor}})$$

其中 T_i^* 是分区 i 的温度设置点,

$Q_{i,\max}$ 是用于获得最大温度的最大流量,

$T_{i,\max}$ 针对分区 i 进行指定,

T_{outdoor} 是户外温度, 并且

α 是补偿系数。

18. 根据权利要求12的方法, 其中所述方法包括利用所述信号处理器至少部分基于以下等式而确定所要求的流量 $Q^*(t)$:

$$Q^*(t) = (1-r) C_v^2(t) / \overline{C}_v^m(t) (1 + \sqrt{1 + 4r(C_v(t) / \overline{C}_v^m(t))^2 / (1-r)^2}) \sqrt{P_0} / 2$$

其中 $r = b_0 / P_0$,

$C_v(t)$ 是瞬时系统曲线,

$\overline{C}_v^m(t)$ 是相对应的最大系统曲线,

P_0 是恒定压力设置点, 并且

b_0 是压力阈值。

19. 根据权利要求18的方法, 其中所述信号处理器被配置为至少部分基于以下等式而从所述自适应控制曲线直接确定压力设置点:

$$P^*(t) = (Q^*(t) / \overline{C}_v^a(t))^2$$

其中, $P^*(t)$ 是压力设置点,

$\overline{C}_v^a(t)$ 是自适应控制曲线。

20. 根据权利要求12的方法, 其中所述方法包括利用所述信号处理器确定至少部分基于所要求的流量 $Q^*(t)$ 并且从所述自适应设置点控制曲线所得出的控制设置点。

21. 根据权利要求12的方法, 其中所述方法包括利用至少一个包括计算机程序代码的存储器对所述信号处理器进行配置; 并且使得所述信号处理器以及至少一个存储器至少:

接收所述信令; 并且

至少部分基于所接收的信令确定所述控制设置点。

22. 一种泵控制器, 包括:

用于接收包含关于线性设置点控制曲线的信息的信令的装置,所述线性设置点控制曲线源自与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应和恒定设置点控制曲线,和

用于至少部分基于所接收的信令,使用从得出的所述线性设置点控制曲线获得控制设置点的自适应控制算法,确定包含关于自适应地控制和改变所述泵送系统中的泵的速度的所述控制设置点的信息的相应信令的装置。

23. 根据权利要求22的泵控制器,其中所述泵控制器进一步包括用于至少部分基于所确定的控制设置点提供相应信令作为包含用于对所述泵进行控制的信息的控制信号的装置。

24. 根据权利要求22的泵控制器,其中所述用于确定的装置至少部分基于包含与所述线性设置点控制曲线和所述自适应设置点控制曲线之间的交点相关的信息的信令来确定所要求的流量 Q^* ,所述交点包括处于最大自适应流量 \overline{Q}_{\max} 的交点。

用于可变速度泵控制的动态线性控制方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2011年12月16日提交的临时专利申请号61/576737的权益,其通过引用全文结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种用于对泵的操作进行控制的技术;更具体地,本发明涉及一种用于对泵的速度进行控制的方法和装置,该泵例如用于家用和商用的加热或冷却水系统。

背景技术

[0004] 图1 (a) 示出了本领域已知的二级可变速度的泵控制的液体循环加热和冷却系统,并且图1 (b) 示出了同样是本领域已知的升压水泵系统。近年来,在这样的泵送系统中,有关节能和环保的问题已经显著地得到解决。越来越多的注意力被投向液体循环泵控制应用,其包括用于如图1 (a) 和 (b) 中所示的具有其本质上可能是动态和未知的特性的那些家用和商用加热和冷却水泵送或循环系统、升压水泵系统等的泵控制。为了降低能耗和操作成本,已经提出了一些已知的自适应控制方法。

[0005] 例如,转让予当前专利申请的受让人并且因此通过引用全文结合于此的于2010年12月30日提交的美国专利申请序列号12/982286 (文件编号:F-B&G-1001//911-19.001) 公开了一种用于与图1 (a) 和 (b) 示意性示出的相符的液体循环加热和冷却泵送系统以及用于升压水泵系统的自适应控制方案。图1 (c) 示出了具有使用已知系统曲线等式所绘制的各种函数的图形,例如包括泵曲线、瞬时系统曲线、恒定控制曲线、等同系统曲线(如所设计的)、自适应控制曲线和分布损失曲线。关于所要求流量 Q^* 的压力设置点 P^* 可以根据等式 $P^*(t) = (Q^*(t)/\bar{C}_v^a(t))^2 + b$ 进行计算和/或确定,其中可以从流动等式连同移动的均值过滤器一起获得自适应控制曲线 $\bar{C}_v^a(t)$ 。利用该自适应方法,用于获得压力设置点的自适应控制曲线明显更为接近与图1 (c) 所示相符的等同系统曲线,后者表示保持所要求的流量所需的最小压力。因此,使用这种自适应方法可以节省泵送系统的操作能量。

发明内容

[0006] 本发明对以上所提到的美国专利申请序列号12/982286中所给出的自适应机制提供了改进。

[0007] 根据一些实施例,本发明可以采用诸如泵控制器的装置的形式,其以信号处理器为特征,该信号处理器被配置为至少:

[0008] 接收包含与线性设置点控制曲线相关的信息的信令,该线性设置点控制曲线至少部分基于与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应设置点控制曲线,并且

[0009] 至少部分基于所接收的信令确定控制设置点。

[0010] 本发明的实施例还可以包括以下一个或多个特征:

[0011] 该信号处理器可以被配置为至少部分基于所确定的控制设置点提供包含用于对

泵进行控制的信息的控制信号。

[0012] 该线性设置点控制曲线从自适应设置点控制曲线关于系统流动和压力所得出,包括由信号处理器所得出。

[0013] 该信号处理器可以被配置为至少部分基于以下等式而确定线性设置点控制曲线:

$$[0014] \quad P^*(t) = P_0 Q^*(t) / \bar{Q}_{\max} + b_0$$

[0015] 其中 P_0 是恒定压力设置点,

[0016] $Q^*(t)$ 是所要求的流量,

[0017] Q_{\max} 是最大系统流量,

[0018] \bar{Q}_{\max} 是最大自适应流量,并且

[0019] b_0 是压力阈值。

[0020] 该信号处理器可以被配置为至少部分基于以下等式而将系统流量确定为每个个体分区的流量之和:

$$[0021] \quad Q^*(t) = \sum_{i=1}^n Q_i^*(t)$$

[0022] 其中 Q_i^* 是分区 i 处的流量并且 n 是分区总数。

[0023] 该信号处理器可以被配置为至少部分基于以下等式在使用分区温度控制参数的情况下确定系统流量

$$[0024] \quad Q^*(t) = \alpha \sum_{i=1}^n Q_{i,\max} (T_i^*(t) - T_{\text{outdoor}}) / (T_{i,\max} - T_{\text{outdoor}})$$

[0025] 其中 T_i^* 是分区 i 的温度设置点,

[0026] $Q_{i,\max}$ 是用于获得最大温度的最大流量,

[0027] $T_{i,\max}$ 针对分区 i 进行指定,

[0028] T_{outdoor} 是户外温度,并且

[0029] α 是补偿系数。

[0030] 该信号处理器可以被配置为至少部分基于以下等式而确定所要求的流量 $Q^*(t)$:

$$[0031] \quad Q^*(t) = (1-r) C_v^2(t) / \bar{C}_v^m(t) (1 + \sqrt{1 + 4r(C_v(t) / \bar{C}_v^m(t))^2 / (1-r)^2}) \sqrt{P_0} / 2$$

[0032] 其中 $r = b_0 / P_0$,

[0033] $C_v(t)$ 是瞬时系统曲线,

[0034] $\bar{C}_v^a(t) = MA(Q(t) / \sqrt{P(t)})$ 是自适应设置点控制曲线,

[0035] \bar{Q}_{\max} 是自适应最大流动,

[0036] $\bar{C}_v^m(t)$ 是相对应的最大系统曲线,并且

[0037] P_0 是恒定压力设置点。

[0038] 该信号处理器被配置为至少部分基于以下等式而从自适应控制曲线直接确定压力设置点:

$$[0039] \quad P^*(t) = (Q^*(t) / \bar{C}_v^a(t))^2$$

[0040] 该信号处理器可以被配置为确定至少部分基于所要求的流量 Q^* 并且从自适应设置点控制曲线所得出的控制设置点。

[0041] 该装置可以进一步包括至少一个包括计算机程序代码的存储器；并且该至少一个存储器和计算机程序代码被配置为利用至少一个处理器而使得该装置至少：

[0042] 接收信令；并且

[0043] 至少部分基于所接收的信令确定控制设置点。

[0044] 该装置可以包括泵控制或控制器或者采取泵控制或控制器形式，其包括具有一个信号处理器的PID控制器。

[0045] 根据一些实施例，本发明可以采取方法的形式，该方法包括步骤：在信号处理器中接收包含与线性设置点控制曲线有关的信息的信令，该线性设置点控制曲线至少部分基于与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应设置点控制曲线，并且在该信号处理器中至少部分基于所接收的信令确定控制设置点。

[0046] 本发明还可以例如采用具有计算机可读介质的计算机程序产品的形式，该计算机可读介质具有嵌入其中的计算机可执行代码，例如当在形成这样的泵控制器的一部分的信令处理设备运行上运行时，其用于实施该方法。作为示例，该计算机程序产品例如可以采用CD、软盘、记忆棒、存储卡，以及现在已知或者日后研发的可以将这样的计算机可执行代码存储在计算机可读介质上的其它类型或种类的存储器设备。

[0047] 本发明的一个优势在于其能够对能耗和操作成本的整体降低有所贡献，例如包括图1 (a) 所示的二级可变速度泵控制液体循环加热和冷却系统以及图1 (b) 所示的升压水泵系统。

附图说明

[0048] 附图包括并非依比例绘制的以下示图：

[0049] 图1包括图1a、1b和1c，其中图1a是本领域已知的二级可变速度泵控制液体循环加热或冷却系统的图；图1b是本领域已知的升压水泵系统的示图；并且图1c是用于基于自适应控制曲线而实施自适应控制技术的有关英尺水头压力 (foot head) 的流动 (GPM) 的图形，与本领域已知的相符，其中在流量 Q^* 所节约的液体循环功率 = $dP \cdot Q^*$ 。

[0050] 图2是根据本发明一些实施例的装置的框图。

[0051] 图3是根据本发明一些实施例的用于基于从自适应和恒定控制曲线所得出的线性设置点曲线而实施自适应控制技术的有关流动 (GPM) 的系统压力的图形。

[0052] 图4是根据本发明一些实施例的用于基于确定要求的流动 Q^* 而实施线性自适应控制技术的有关流动 (GPM) 的系统压力的图形。

具体实施方式

[0053] 图2以诸如泵控制器的装置10的形式示出了本发明，该装置10的特征在于信号处理器12，其被配置为至少接收包含与线性设置点控制曲线相关的信息的信令，该线性设置点控制曲线至少部分基于与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应设置点控制曲线，并且至少部分基于所接收的信令确定控制设置点。信号处理器12还可以被配置为至少部分基于所确定的控制设置点而提供包含用于对泵进行控制的信息的控制信号。装置10可以包括泵控制或控制器或者采取其形式，该泵控制或控制器包括具有信号处理器12的PID控制。

[0054] 图3

[0055] 图3示出了具有使用已知系统曲线等式所绘制的各种函数的图形,例如包括泵曲线、恒定控制曲线、动态线性控制曲线、等同系统曲线、自适应控制曲线和分布损失曲线。在根据图3所给出的自适应方法中,控制设置点从线性设置点曲线获得并且至少部分以其为基础,该线性设置点曲线源自于自适应和恒定控制曲线。

[0056] 在操作中,根据本发明的一些实施例,与图3所示的相符,动态线性控制曲线可以源自关于系统流动和压力的自适应控制曲线。通过使用该自适应方法,可以轻易获得压力设置点 P^* 。最重要地,这使得可针对系统配置而实现自适应泵控制器件而无需专门使得所有的区间流速信号可用。

[0057] 作为示例,遵循该线性自适应方法,关于任意时间 t 所要求的流量的设置点曲线可以被写为:

$$[0058] \quad P^*(t) = P_0 \cdot Q^*(t) / \bar{Q}_{\max} + b_0, \quad (1)$$

[0059] 其中 P_0 是恒定压力设置点, Q_{\max} 是最大系统流量, \bar{Q}_{\max} 是最大自适应流量, b_0 是压力阈值,并且 $\bar{C}_v^a(t) = MA(Q(t) / \sqrt{P(t)})$ 是自适应控制曲线,这些与美国专利申请序列号12/982286中所给出的相符。 \bar{Q}_{\max} 可以移动均值过滤器或移动峰值检测器而直接获得,优选地在瞬时系统特性上。

[0060] 这里的自适应技术可以被用来对任意变化或未知的系统特性进行追踪并且在流量 $Q^*(t)$ 已知时相应地对控制设置点进行设置。在这种情况下,系统流量可以被大致表达为每个个体分区流量之和:

$$[0061] \quad Q^*(t) = \sum_{i=1}^n Q_i^*(t), \quad (2)$$

[0062] 其中 $Q_i^*(t)$ 是分区 i 处的流量且 n 是分区总数。

[0063] 如果使用分区温度控制参数,则等式(2)可以被重写为:

$$[0064] \quad Q^*(t) = \alpha \sum_{i=1}^n Q_{i,\max} (T_i^*(t) - T_{\text{outdoor}}) / (T_{i,\max} - T_{\text{outdoor}}), \quad (3)$$

[0065] 其中 T_i^* 是分区 i 的温度设置点, $Q_{i,\max}$ 是用于获得针对分区 i 所指定的最大温度 $T_{i,\max}$ 的最大流量, T_{outdoor} 是室外温度,并且 α 是补偿系数, T_i^* 分别可以是离开水加热或冷却换热器线圈的水温,或者用于循环器或控制阀信号的恒温器上的温度设置点。

[0066] 根据本发明的一些实施例,这里所给出的用于液体循环泵送系统的控制曲线和器件可以包括使用图3中的这种动态线性设置点曲线及其等式(1)中分别关于系统流动和压力的相对应表达式。这里,任意时刻 t 的系统流量可以以等式(2)的分区流量之和或者等式(3)的所要求并已知的分区温度的形式进行表达。

[0067] 图4

[0068] 图4示出了具有使用已知系统曲线等式所绘制的各种函数的图形,例如包括泵曲线、恒定控制曲线、线性自适应控制曲线、瞬时系统曲线、等同系统曲线、自适应控制曲线和分布损失曲线。在根据图4所给出的自适应方法中,特别对所要求的流量 Q^* 进行计算或确定。

[0069] 然而,在许多液体循环系统和应用中,等式(2)和(3)中的分区流量信号或分区温度信号并非始终都能够获得或者获取它们的成本过高。针对这些类型的情况,与图4中示意

性示出的相符地给出替换版本的线性自适应控制器件。根据本发明的一些实施例,在该自适应方法中,所要求的系统流量 Q^* 可以从瞬时系统曲线和线性自适应曲线的交点进行计算和/或确定,而压力设置点随后能够相应地基于所要求的流量 Q^* 而从自适应控制曲线获得。

[0070] 通过遵循该方法,所要求的流量 Q^* 能够被得出为:

$$[0071] \quad Q^*(t) = (1-r)C_v^2(t)/\bar{C}_v^m(t)(1+\sqrt{1+4r(C_v(t)/\bar{C}_v^m(t))^2/(1-r)^2})\sqrt{P_0}/2, \quad (4)$$

[0072] 并且压力点可以从自适应控制曲线得出为:

$$[0073] \quad P^*(t) = (Q^*(t)/\bar{C}_v^a(t))^2, \quad (5)$$

[0074] 其中 $r=b_0/P_0$, $C_v(t)$ 是瞬时系统曲线, \bar{Q}_{\max} 是自适应最大流动,并且 $\bar{C}_v^m(t)$ 是相对应的最大系统曲线。这里,自适应控制曲线可以通过流动信息等式上的移动均值过滤器或移动峰值检测器而获得。优选地,可以通过使用移动峰值检测器来获得 \bar{Q}_{\max} 或 $\bar{C}_v^m(t)$ 。等式(5)连同等式(4)一起可以被用来在具有主要由控制阀所调节的分区流量的任意液体循环系统中设置控制压力设置点,原因在于该系统特性被用来获得所要求的流量。

[0075] 为了通过使用流动等式获得瞬时系统曲线 $C_v(t)$,瞬时系统压力和流量可能都需要被获知。在许多实际应用中,系统流量可能并非始终都能够获得。为此,可替换地,诸如速度、扭矩、或电流的额定值之类的那些电机操作参数之一可以被用来利用线性近似计算流量。如果能够获得,则也可以使用基于泵和系统校准数据从电机速度和功率产生系统流量和压力的无传感器反向器。

[0076] 为了在控制系统中应用这里所给出的控制压力设置点模型,可能需要提供一定数量的传感器监视和信号发送、传送以及连线技术。除那些之外,无线传感器信号传输技术或无传感器泵控制技术可以提供一些最佳且更好的解决方案。

[0077] 实际上,根据本发明的一些实施例,这里所提到的用于液体循环泵送系统的控制曲线和器件可以包括这种使用图4中的动态线性设置点曲线及其分别在等式(4)和(5)中的相对应表达式。这里,当无法获得分区流量或分区温度信号时,可以通过使用等式(4)和(5)来计算和/或确定所要求的系统流量。在系统流量无法获得的情况下,可替换地,可以利用包括速度、扭矩、功率或电流的额定值在内的电机操作参数之一而利用线性近似来计算流量。如果能够获得,则也可以使用基于泵和系统校准数据从电机速度和功率产生系统流量和压力的无传感器反向器。

[0078] 总体上,通过使用根据本发明的线性自适应控制器件,能够显著节省泵操作能量。该方法简单、可行并且能够轻易集成到包括闭环加热和冷却控制系统以及开环升压水泵系统在内的任意泵控制液体循环系统之中。

[0079] 装置10

[0080] 作为示例,装置10的功能可以使用硬件、软件、固件或者其组合来实施。在典型的软件实施方式中,装置10将包括一个或多个基于微处理器的架构,其具有例如至少一个类似信号处理器或微处理器的元件12。本领域技术人员将无需进行实验就能够对这样的基于微控制器(或微处理器)的实施方式进行编程以执行这里所描述的功能。本发明的范围并非意在局限于使用目前已知或日后研发的技术的任何特定实施例。本发明的范围意在包括将处理器12的功能实施为独立处理器或处理器模块、单独处理器或处理器模块以及它们的一些组合。

[0081] 该装置还可以包括其它信号处理器电路或组件14,例如包括类似随机访问存储器(RAM)和/或只读存储器(ROM)的元件14,输入/输出设备和控制,以及对其进行连接的数据和地址总线,和/或至少一个输入处理器和至少一个输出处理器。

[0082] 可能的附加应用

[0083] 与这里所公开的相符,用于加热或冷却水系统以及升压系统的控制器件可以包括动态线性设置点曲线和器件。利用该新颖的方法,控制曲线明显更为接近系统曲线并且可以显著降低泵控制的操作能量成本。

[0084] 与这里所公开的相符,这里所提到的液体循环系统可以包括主要泵送系统、次要泵送系统、水循环系统和升压系统。这里所提到的系统还由单个分区或多个分区所组成。

[0085] 与这里所公开的相符,以上所提到的系统可以包括手动或自动控制阀、手动或自动控制循环器或者它们的组合。

[0086] 与这里所公开的相符,用于泵控制的输入处理控制信号可以包括系统压力或差分压力、分区压力或差分压力、系统流量或分区流量。其它输入处理信号也可以包括功率、扭矩、电机速度等。

[0087] 与这里所公开的相符,控制信号生成和监视、传送和连线技术可以包括当前所使用的所有常规传感和传送手段。优选地,无传感器的泵控制技术以及无线传感器信号传输技术可以提供最佳且有利的解决方案。

[0088] 与这里所公开的相符,这里所提到的用于液体循环泵送系统的泵可以包括单个泵、一组并联联动的泵、一组串联联动的泵或者其它组合形式。

[0089] 与这里所公开的相符,泵分级/降级以及交替手段可以包括当前所有用的所有常规手段。

[0090] 自适应控制曲线的示例

[0091] 与上述美国专利申请序列号12/982286中所给出的相符并且作为示例,本领域技术人员将会意识到并理解的是,自适应控制曲线 $SAMA_t$ 能够以如下以自行校准的方式至少部分基于系统流动等式而通过自适应移动均值过滤器从瞬时压力和流量信号所获得:

$$[0092] \quad SAMA_t = AMAF(\sqrt{\Delta P_t} / Q_t), \quad (1)$$

[0093] 其中函数AMAF是自适应移动均值过滤器函数,并且参数 Q 和 ΔP 分别是瞬时系统流量和差分压力。

[0094] 在上述美国专利申请序列号12/982286中,控制压力设置点从自适应控制曲线关于瞬时流量或移动均值流量而获得为:

$$[0095] \quad SP_t = MA(Q_t) * SAMA_t + b, \quad (2)$$

[0096] 其中函数MA是移动均值过滤器函数(MA)并且参数 b 是小幅恒定压力偏移量。注意到,函数AMAF也分别可以被移动均值过滤器函数(MA)或当前已知或日后研发的任意其它的类似自适应过滤器所替代。本发明的范围并非意在局限于这种类型或种类的过滤器函数。用于家用和商用加热或冷却水系统的泵控制的自适应控制曲线和技术也可以包括在控制曲线的起始处的阈值以便适应最小泵速。

[0097] 对于其差分压力 $P(x, t)$ 是具有流量百分比 x 和时间 t 的流量 $Q(x, t)$ 的函数的具有任意分布特性的系统而言,该自适应控制曲线和设置点可以因此被如下改写:

[0098] $SAMA_{x,t} = AMAF(\sqrt{\Delta P_{x,t}} / Q_{x,t}), \quad (3)$

[0099] 并且

[0100] $SP_{x,t} = MA(Q_{x,t}) * SAMA_{x,t} + b. \quad (4)$

[0101] 这里,函数AMAF是分别关于瞬时系统流量百分比x和时间t的2D自适应移动均值过滤器。

[0102] 用于从另一等式得出一个等式的技术

[0103] 例如从如这里所给出的自适应和恒定控制曲线得出线性设置点曲线的用于从另一等式得出一个等式的技术是本领域已知的,并且本发明的范围并非意在限制为任何特定类型或方式的技术,或者任何这样做的特定方式,无论其是当前已知的还是日后所研发的。

[0104] 本发明的范围

[0105] 应当理解的是,除非这里另外指出,否则这里关于特定实施例所描述的特征、特性、替换或修改也可以随这里所描述的任意其它实施例应用、使用或结合。而且,这里的附图并非依比例绘制。

[0106] 虽然关于离心泵而通过示例对本发明进行了描述,但是本发明的范围意在包括将其关于目前已知或日后研发的其它类型或种类的泵加以使用。

[0107] 虽然已经关于其示例性实施例对本发明进行了描述和说明,但是可以在其中并针对其进行以上以及各种其它增加和省略而并不背离本发明的精神和范围。

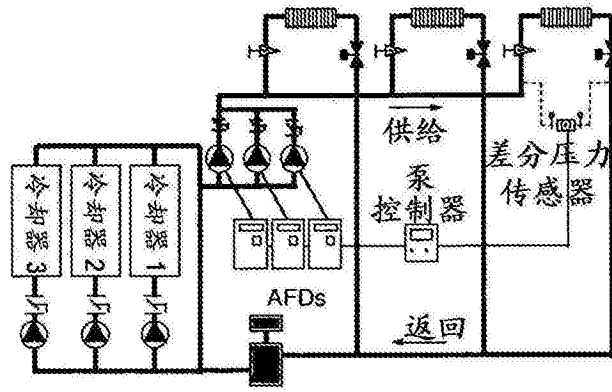


图 1 (a)

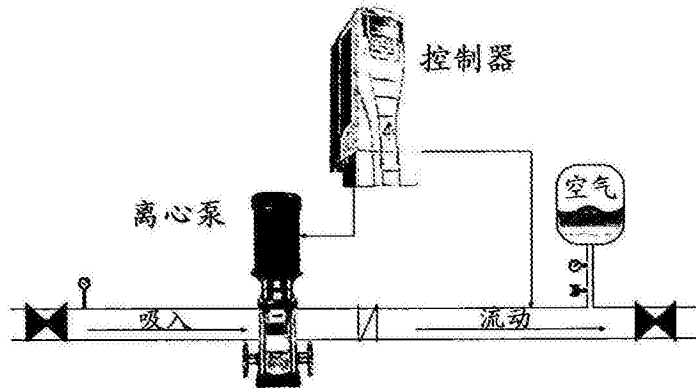


图 1 (b)

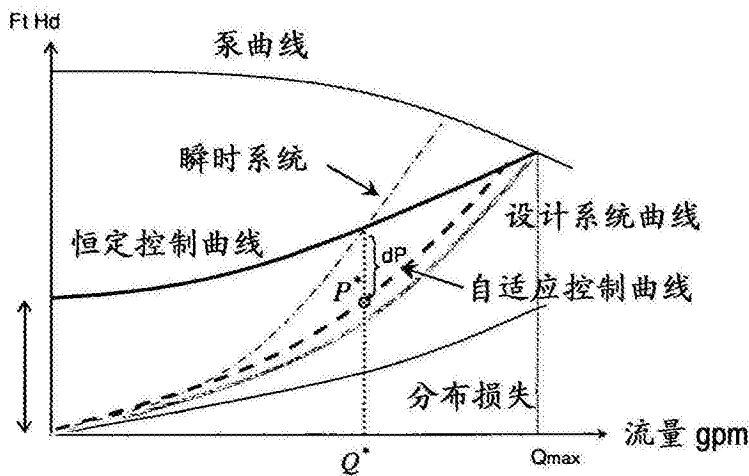


图 1 (c)

(现有技术) 包括 a) 二级可变速速度泵控制液体循环加热或冷却系统; b) 升压水泵系统; c) 其中在流量 Q^* 所节约的液体循环功率 $= dp \cdot Q^*$ 的自适应控制方法

图1

装置 10

信号处理器 12, 被配置为:

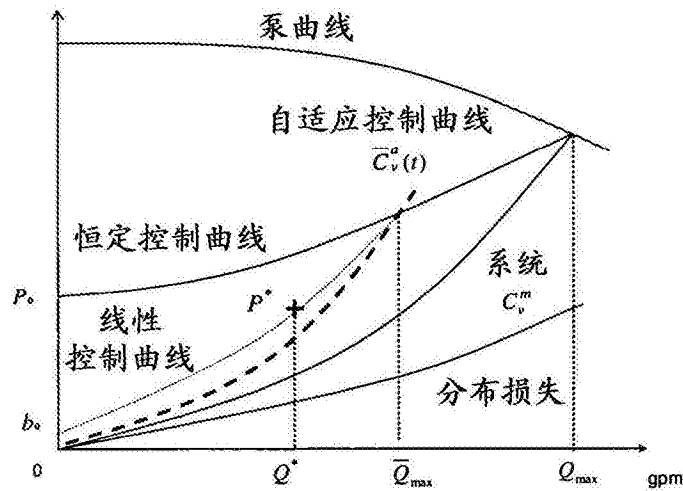
接收包含与线性设置点控制曲线相关的信息的信令, 该线性设置点控制曲线至少部分基于与泵送系统中的泵所泵送的流体相关的自适应设置点控制曲线,

至少部分基于所接收的信令确定控制设置点, 和 / 或

至少部分基于所确定的控制设置点提供包含用于对泵进行控制的信息的控制信号

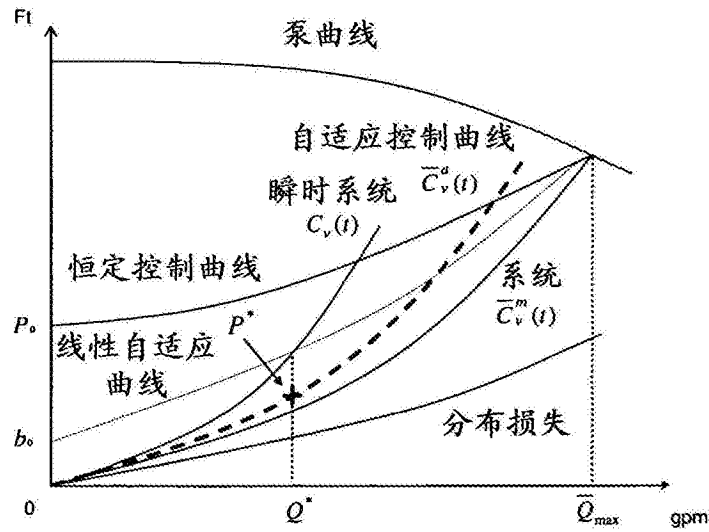
并不形成基本发明的一部分的其它信号处理器电路或组件 14, 例如输入 / 输出模块, 一个或多个存储器模块, 数据、地址和控制总线架构等

图2



从源自于自适应和恒定控制曲线的线性设置点曲线所获得的控制设置点

图3



利用特别计算的所要求流量 Q^*
的优选线性自适应控制方法

图4