



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112146555 A

(43)申请公布日 2020.12.29

(21)申请号 201910988728.2

(22)申请日 2019.10.17

(66)本国优先权数据

201910560961.0 2019.06.26 CN

(71)申请人 舍弗勒技术股份两合公司

地址 德国黑措根奥拉赫工业街1-3

(72)发明人 汪路 杨炳春 蒋一夫

奥拉夫埃克哈德·韦伯

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51) Int. Cl.

G01B 7/02(2006.01)

G01F 1/56(2006.01)

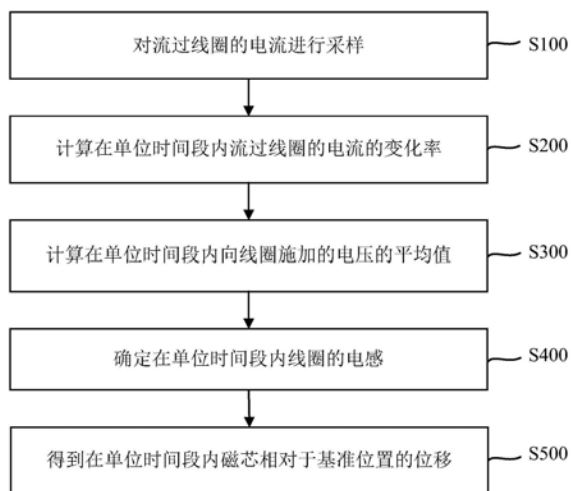
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54)发明名称

一种位移检测方法和流量检测方法

(57)摘要

本公开涉及一种位移检测方法和流量检测方法。其中,该位移检测方法用于检测热管理所使用的电磁阀的位移,包括:对流过所述电磁阀的电流进行采样;计算在单位时间段内流过所述电磁阀的电流的变化率;计算在所述单位时间段内向所述电磁阀施加的电压的平均值;确定在所述单位时间段内所述电磁阀的电感;以及得到在所述单位时间段内所述电磁阀的位移。根据本公开提出的位移检测方法无需另外设置传感器就能够检测出电磁阀的位移,从而能够使得利用电磁阀实现热管理的热管理系统的硬件结构进一步简化,并节省成本。另外,根据本公开提出的流量检测方法能够提高利用电磁阀实现热管理的热管理系统的管理效率和精度,并节省成本。



1. 一种位移检测方法,用于检测热管理所使用的电磁阀的位移,其中,所述电磁阀包括线圈和磁芯,并且通过向所述线圈施加具有特定占空比的电压,能够使得所述磁芯发生位移,以对在设置了所述电磁阀的管路中流动的流体进行控制,从而实现所述热管理,其特征在于,所述位移检测方法包括:

对流过所述线圈的电流进行采样;

计算在第一时刻 $T_0$ 与从该第一时刻 $T_0$ 起经过了单位时间 $\Delta t$ 之后的第二时刻 $T_1$ 之间的单位时间段内,流过所述线圈的电流的变化率 $di/dt$ ;

计算在所述单位时间段内向所述线圈施加的电压的平均值 $U_{ave}$ ;

根据所述电流的变化率 $di/dt$ 和所述电压的平均值 $U_{ave}$ ,确定在所述单位时间段内所述线圈的电感 $L$ ;以及

根据所述线圈的电感 $L$ 得到在所述单位时间段内所述磁芯相对于基准位置的位移 $D$ ,并作为在所述单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ 。

2. 根据权利要求1所述的位移检测方法,其特征在于,对流过所述线圈的电流进行实时采样,并对采样后的电流进行平滑处理,利用平滑处理后的电流计算每所述单位时间段内所述电流的变化率 $di/dt$ ,从而得到每所述单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ 。

3. 根据权利要求2所述的位移检测方法,其特征在于,还包括:将所得到的每所述单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ 实时发送至用于进行所述热管理的控制装置。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的位移检测方法,其特征在于,利用公式(1)来确定在所述单位时间段内所述线圈的电感 $L$ :

$$L = (U_{ave} - i_0 R) (di/dt)^{-1} \quad (1)$$

其中, $i_0$ 表示所述第一时刻 $T_0$ 流过所述线圈的电流, $R$ 表示所述线圈的电阻。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的位移检测方法,其特征在于,利用公式(2)来得到在所述单位时间段内所述磁芯相对于基准位置的位移 $D$ :

$$D = \frac{\mu N^2 S}{L} \quad (2)$$

其中, $\mu$ 表示所述磁芯的相对磁导率, $N$ 表示所述线圈的匝数, $S$ 表示所述电磁阀的有效截面积。

6. 一种流量检测方法,用于检测在利用电磁阀控制的管路中流动的流体的流量,其特征在于,包括:

利用如权利要求1至5中任一项所述的位移检测方法检测出在单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ ;

根据所述电磁阀的位移 $D$ ,确定在所述单位时间段内所述管路的开度 $S_{slot}$ ;以及

根据所述管路的开度 $S_{slot}$ 和在所述单位时间段内流向所述管路的流体的速度 $v$ ,确定在所述单位时间段内在所述管路中流动的流体的流量 $Q$ 。

7. 根据权利要求6所述的流量检测方法,其特征在于,还包括:

预先建立所述电磁阀的位移 $D$ 与所述管路的开度 $S_{slot}$ 之间的如公式(3)示出的关联关系:

$$S_{slot} = F(D) \quad (3)$$

其中,利用公式(3)来确定在所述单位时间段内所述管路的开度 $S_{slot}$ 。

8. 根据权利要求6或7所述的流量检测方法,其特征在于,还包括:利用公式(4)来计算流向所述管路的流体的速度v:

$$v = \sqrt{\frac{2(P-P')}{\rho}} \quad (4)$$

其中,P'表示所述电磁阀的磁芯的等效截面面积上的压强,P表示所述等效截面面积附近的压强, $\rho$ 表示所述流体的密度。

9. 根据权利要求6或7所述的流量检测方法,其特征在于,还包括:确定每所述单位时间段内在所述管路中流动的流体的流量Q,并将所确定的每所述单位时间段内在所述管路中流动的流体的流量Q实时发送至用于进行所述热管理的控制装置。

## 一种位移检测方法和流量检测方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及热管理技术领域,尤其涉及一种位移检测方法和流量检测方法。

### 背景技术

[0002] 根据市场研究,在不久的将来需要更高效的混合动力发动机系统或纯电动发动机系统。因此,热管理系统在传统的混合动力发动机系统或纯电动发动机系统中将变得越来越重要。目前,存在一种利用电磁阀来对管路中流动的流体进行流量分配,从而实现热管理的热管理系统。由于该热管理系统的成本较低并且结构简单,因此可应用于各种发动机传送系统。

[0003] 为了更有效地进行热管理,需要实时掌握电磁阀的实际状态,例如电磁阀的位移。并且,目前通常使用具有初级线圈和次级线圈的位置传感器或者位移传感器来检测电磁阀的位移。然而,这种检测电磁阀的位移的方法具有如下缺点:

[0004] 1-1、设置传感器将增加额外的费用;

[0005] 1-2、需要额外的空间对传感器进行配置和安装,导致车辆的体积变大;

[0006] 1-3、需要额外的线束来连接传感器,增加了车辆的功能风险,并导致接线重量增加;

[0007] 1-4、有必要考虑传感器本身的传感器结构强度、可靠性和故障模式,增加了设计难度和复杂度;

[0008] 1-5、限制利用电磁阀驱动的低成本热管理系统的应用范围。

[0009] 另外,为了更有效地进行热管理,有时还需要实时掌握在利用电磁阀控制的管路中实际流动的流体的流量。目前的热管理系统虽然能够做到精确地进行流量分配,但却不能估算出实际流动的流量。也就是说,现有的利用电磁阀驱动的低成本热管理系统具有如下缺点:

[0010] 2-1、无法估算在电磁阀的某一开度下管路中实际流动的流体的流量,或者说是管路中的实际流量分布;

[0011] 2-2、现有的采用了电磁阀概念的产品的流量可控性不是线性的,存在急剧的流量偏差;

[0012] 2-3、来自外包的执行器占BOM成本的50%~60%,并且它也只向ECU提供角度信号并被动控制;

[0013] 2-4、现有的开关型电磁阀只有当所获取到的温度过热时,才调节电磁阀进行流量的开关控制。这种开关作用只能通过大量的人工标定来校准电磁阀的流量导向。

### 发明内容

[0014] 有鉴于此,本公开提出了一种能够使得上述缺点1-1至1-5至少之一最小化甚至完全消除的位移检测方法、以及能够使得上述缺点2-1至2-4至少之一最小化甚至完全消除的流量检测方法。

[0015] 为了使得上述缺点1-1至1-5至少之一最小化甚至完全消除,根据本公开的一个方面,提供了一种位移检测方法,用于检测热管理所使用的电磁阀的位移,其中,所述电磁阀包括线圈和磁芯,并且通过向所述线圈施加具有特定占空比的电压,能够使得所述磁芯发生位移,以对在设置了所述电磁阀的管路中流动的流体进行控制,从而实现所述热管理,其特征在于,所述位移检测方法包括:对流过所述线圈的电流进行采样;计算在第一时刻 $T_0$ 与从该第一时刻 $T_0$ 起经过了单位时间 $\Delta t$ 之后的第二时刻 $T_1$ 之间的单位时间段内,流过所述线圈的电流的变化率 $di/dt$ ;计算在所述单位时间段内向所述线圈施加的电压的平均值 $U_{ave}$ ;根据所述电流的变化率 $di/dt$ 和所述电压的平均值 $U_{ave}$ ,确定在所述单位时间段内所述线圈的电感 $L$ ;以及根据所述线圈的电感 $L$ 得到在所述单位时间段内所述磁芯相对于基准位置的位移 $D$ ,并作为在所述单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ 。

[0016] 对于上述位移检测方法,在一种可能的实现方式中,对流过所述线圈的电流进行实时采样,并对采样后的电流进行平滑处理,利用平滑处理后的电流计算每所述单位时间段内所述电流的变化率 $di/dt$ ,从而得到每所述单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ 。

[0017] 对于上述位移检测方法,在一种可能的实现方式中,还包括:将所得到的每所述单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ 实时发送至用于进行所述热管理的控制装置。

[0018] 对于上述位移检测方法,在一种可能的实现方式中,利用公式(1)来确定在所述单位时间段内所述线圈的电感 $L$ :

$$[0019] \quad L = (U_{ave} - i_0 R) (di/dt)^{-1} \quad (1)$$

[0020] 其中, $i_0$ 表示所述第一时刻 $T_0$ 流过所述线圈的电流, $R$ 表示所述线圈的电阻。

[0021] 对于上述位移检测方法,在一种可能的实现方式中,利用公式(2)来得到在所述单位时间段内所述磁芯相对于基准位置的位移 $D$ :

$$[0022] \quad D = \frac{\mu N^2 S}{L} \quad (2)$$

[0023] 其中, $\mu$ 表示所述磁芯的相对磁导率, $N$ 表示所述线圈的匝数, $S$ 表示所述电磁阀的有效截面积。

[0024] 为了使得上述缺点2-1至2-4至少之一最小化甚至完全消除,根据本公开的另一方面,提供了一种流量检测方法,用于检测在利用电磁阀控制的管路中流动的流体的流量,其特征在于,包括:利用如权利要求1至5中任一项所述的位移检测方法检测出在单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ ;根据所述电磁阀的位移 $D$ ,确定在所述单位时间段内所述管路的开度 $S_{slot}$ ;以及根据所述管路的开度 $S_{slot}$ 和在所述单位时间段内流向所述管路的流体的速度 $v$ ,确定在所述单位时间段内在所述管路中流动的流体的流量 $Q$ 。

[0025] 对于上述流量检测方法,在一种可能的实现方式中,还包括:预先建立所述电磁阀的位移 $D$ 与所述管路的开度 $S_{slot}$ 之间的如公式(3)示出的关联关系:

$$[0026] \quad S_{slot} = F(D) \quad (3)$$

[0027] 其中,利用公式(3)来确定在所述单位时间段内所述管路的开度 $S_{slot}$ 。

[0028] 对于上述流量检测方法,在一种可能的实现方式中,还包括:利用公式(4)来计算流向所述管路的流体的速度 $v$ :

$$[0029] \quad v = \sqrt{\frac{2(P-P')}{\rho}} \quad (4)$$

[0030] 其中,  $P'$  表示所述电磁阀的磁芯的等效截面面积上的压强,  $P$  表示所述等效截面面积附近的压强,  $\rho$  表示所述流体的密度。

[0031] 对于上述流量检测方法, 在一种可能的实现方式中, 还包括: 确定每所述单位时间段内在所述管路中流动的流体的流量  $Q$ , 并将所确定的每所述单位时间段内在所述管路中流动的流体的流量  $Q$  实时发送至用于进行所述热管理的控制装置。

[0032] 通过根据某一时间段内流过线圈的电流的变化率来检测在该时间段内磁芯相对于基准位置的位移, 因此, 根据本公开提出的位移检测方法无需另外设置传感器就能够检测出电磁阀的位移, 从而能够使得利用电磁阀实现热管理的热管理系统的硬件结构进一步简化, 并节省成本。

[0033] 另一方面, 根据本公开提出的流量检测方法能够根据所检测出的某一时间段内磁芯相对于基准位置的位移, 检测出在利用电磁阀控制的管路中流动的流体的流量, 因此, 能够提高利用电磁阀实现热管理的热管理系统的管理效率和精度, 并节省成本。

[0034] 根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明, 本公开的其它特征及方面将变得清楚。

#### 附图说明

[0035] 包含在说明书中并且构成说明书的一部分的附图与说明书一起示出了本公开的示例性实施例、特征和方面, 并且用于解释本公开的原理。

[0036] 图1示出热管理所使用的电磁阀的结构示意图;

[0037] 图2示出根据本公开一实施例的位移检测方法的流程图;

[0038] 图3示出根据本公开一实施例的对采样后的电流进行平滑处理的波形示意图;

[0039] 图4示出根据本公开一实施例的位移检测方法的一种可能的实现方式的原理示意图;

[0040] 图5示出根据本公开一实施例的位移检测方法的一个实验结果的示意图;

[0041] 图6示出根据本公开一实施例的位移检测方法的一个实验结果的另一示意图;

[0042] 图7示出根据本公开一实施例的位移检测方法的另一实验结果的示意图;

[0043] 图8示出根据本公开一实施例的流量检测方法的原理示意图;

[0044] 图9示出根据本公开一实施例的流量检测方法的流程图;

[0045] 图10示出根据本公开一实施例的流量检测方法的一种可能的实现方式的原理示意图;

[0046] 图11示出根据本公开一实施例的流量检测方法的一种可能的应用的原理示意图。

#### 具体实施方式

[0047] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面, 但是除非特别指出, 不必按比例绘制附图。

[0048] 在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。

[0049] 另外, 为了更好的说明本公开, 在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。

本领域技术人员应当理解,没有某些具体细节,本公开同样可以实施。在一些实例中,对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本公开的主旨。

#### [0050] 实施例1

[0051] 根据本公开一实施例的位移检测方法用于检测热管理所使用的电磁阀的位移。其中,如图1所示,所述的电磁阀主要包括线圈10和磁芯20,并且通过经由该电磁阀的连接引脚30向线圈10施加具有特定占空比的电压,能够使得磁芯20发生位移,以对在设置了该电磁阀的管路中流动的流体进行控制,从而实现所述热管理。

[0052] 如图2所示,该位移检测方法主要包括步骤S100至步骤S500。其中,在步骤S100中,对流过线圈10的电流进行采样。并且,在一种可能的实现方式中,可以对流过线圈10的电流进行实时采样,并通过适当的系数对采样后的电流进行平滑处理,直到平滑后的电流的斜率非常接近原始电流的总梯度。

[0053] 举例而言,如图3所示,整个平滑电流的斜率与平滑电流的最佳斜率区完全不同。可以通过如下原理思路来区分平滑电流的最佳斜率区,从而确保后续用到的平滑电流的斜率在最佳斜率区中。其中,平滑电流的最佳斜率区的起始点为转折点2,通过如带通滤波器这样的实时算法对该转折点2进行处理。平滑电流的最佳斜率区的结束点为转折点3,通过平滑电流曲线的导数极点对该转折点3不断进行计算。一旦确定了最佳斜率区,就可以计算出最佳斜率区中的平滑电流的斜率。

[0054] 在步骤S200中,计算在第一时刻 $T_0$ 与从该第一时刻 $T_0$ 起经过了单位时间 $\Delta t$ 之后的第二时刻 $T_1$ 之间的单位时间段内,流过线圈10的电流的变化率 $di/dt$ 。在对采样后的电压进行了平滑处理的情况下,可以利用平滑处理后的电流计算每所述单位时间段内所述电流的变化率 $di/dt$ 。举例而言,可以对平滑后的电流进行重采样。如图4所示,假设平滑电流的重采样点为第一时刻 $T_0$ 和第二时刻 $T_1$ ,并且在第一时刻 $T_0$ 流过线圈10的电流为 $i_0$ ,在第二时刻 $T_1$ 流过线圈10的电流为 $i_1$ ,则可以认为在该第一时刻 $T_0$ 与第二时刻 $T_1$ 之间的单位时间段内,流过线圈10的电流的变化率 $di/dt = (i_1 - i_0) / \Delta t$ 。

[0055] 在步骤S300中,计算在所述单位时间段内向线圈10施加的电压的平均值 $U_{ave}$ 。在一种可能的实现方式中,对向线圈10施加的电压进行实时采样,并与对平滑后的电流进行的重采样同步。如图4所示,假设在第一时刻 $T_0$ 向线圈10施加的电压为 $u_0$ ,在第二时刻 $T_1$ 向线圈10施加的电压为 $u_1$ ,则可以认为在该第一时刻 $T_0$ 与第二时刻 $T_1$ 之间的单位时间段内,向线圈10施加的电压的平均值 $U_{ave} = (u_1 + u_0) / 2$ 。

[0056] 在步骤S400中,根据所述电流的变化率 $di/dt$ 和所述电压的平均值 $U_{ave}$ ,确定在所述单位时间段内线圈10的电感 $L$ 。在一种可能的实现方式中,可以利用公式(1)来确定在所述单位时间段内线圈10的电感 $L$ :

$$[0057] \quad L = (U_{ave} - i_0 R) (di/dt)^{-1} \quad (1)$$

[0058] 其中,如上所述, $i_0$ 表示第一时刻 $T_0$ 流过线圈10的电流, $R$ 表示线圈10的电阻。

[0059] 在步骤S500中,根据线圈10的电感 $L$ 得到在所述单位时间段内磁芯20相对于基准位置的位移 $D$ ,并作为在单位时间段内电磁阀的位移 $D$ 。在一种可能的实现方式中,可以利用公式(2)来得到在所述单位时间段内磁芯20相对于基准位置的位移 $D$ :

$$[0060] \quad D = \frac{\mu N^2 S}{L} \quad (2)$$

[0061] 其中, $\mu$ 表示磁芯20的相对磁导率, $N$ 表示线圈10的匝数, $S$ 表示电磁阀的有效截面积。

[0062] 在一种可能的实现方式中,本公开一实施例的位移检测方法还可以包括:将所得到的每所述单位时间段内所述电磁阀的位移 $D$ 实时发送至用于进行所述热管理的控制装置例如ECU。这样,ECU能够实时掌握电磁阀的实际状态,从而能够更有效地进行热管理。另外,ECU也可以将该数据实时显示在车辆的主屏幕上,以方便驾驶员在驾驶过程中了解车辆的当前状态。

[0063] 当然,根据本公开的位移检测方法的重点在于提出了一种不用专门设置传感器就能够检测出电磁阀的位移的技术构思。因此,对于具体如何使用所获得的电磁阀的位移,本领域技术人员完全可以根据实际应用场景来决定。本公开对此不作过多的说明,也不进行任何限定。

[0064] 另外需要说明的是,尽管以上以具体的计算公式对实现步骤S200至步骤S500的一种可能方式进行了示例性说明,但是本公开并不限于此。本领域技术人员在本公开给出的可以基于在单位时间段内流过线圈的电流的变化率 $di/dt$ 和在该单位时间段内向该线圈施加的电压的平均值 $U_{ave}$ 直接计算出电磁阀的位移而无需另外设置传感器的构思的启示下,根据所掌握的基础知识,应当能够利用其它的方式来实现上述步骤S200至步骤S500。换言之,能够实现步骤S200至步骤S500的方式有很多,本公开无法一一穷举。但是,只要利用步骤S200至步骤S500来检测电磁阀的位移,都属于本公开的保护范围。

[0065] 下面利用几组实验数据来验证本公开的位移检测方法的可行性。

[0066] 假设在室温下向电磁阀的线圈10施加频率为130Hz、占空比为50%的脉宽调制电压,则将产生平均值为0.75A的恒定电流。电磁阀的磁芯在所产生的电磁力与管路中的流体力的作用下,可能保持在初始位置,也可能被移动至距该初始位置最远的终点位置,或者在初始位置和终点位置之间的某个中间位置。其中,在电磁阀的磁芯位于终点位置的情况下,可以认为该电磁阀使得管路的开度为最小,此时电磁阀的位移最大。在电磁阀的磁芯位于初始位置的情况下,可以认为该电磁阀使得管路的开度最大,此时电磁阀的位移最小。在电磁阀的磁芯位于中间位置的情况下,可以认为电磁阀使得管路的开度介于最小和最大之间,此时电磁阀的位移也介于最小和最大之间。

[0067] 如图5所示,在电磁阀的磁芯位于这三个位置的情况下,从电磁阀检测到的电流的峰峰值是不同的。具体而言,如图6所示,在电磁阀的磁芯位于终点位置的情况下的电流变化率最小,在电磁阀的磁芯位于中间位置的情况下的电流变化率次之,在电磁阀的磁芯位于初始位置的情况下的电流变化率最大。也就是说,电流变化率随着电磁阀的位移的增加而减小。也就是说,电磁阀的位移与电流变化率呈反比关系。

[0068] 由此可以看出,电磁阀的磁芯所处的位置能够从电磁阀的电流变化率上体现出来。因此,根据某一时间段内流过线圈的电流的变化率能够得到在该时间段内磁芯相对于基准位置的位移 $D$ 。

[0069] 以上是在室温下向电磁阀的施加的脉宽调制电压的占空比为50%的情况下对磁芯所处的位置与电流变化率之间的对应关系进行的说明,下面通过改变脉宽调制电压的占空比,来研究在磁芯处于同一位置时电流变化率的情况。如图7所示,在室温下向电磁阀分别施加占空比为50%和57%的脉宽调制电压的情况下,如果磁芯处于同一位置,则电流变



化率是不变的。也就是说,电磁阀的位移与所施加的电压的占空比无关,而与电流变化率有关。

[0070] 这样,根据本公开上述实施例的位移检测方法通过根据某一时间段内流过线圈的电流的变化率来检测在该时间段内磁芯相对于基准位置的位移,而无需另外设置传感器就能够检测出电磁阀的位移。因此,根据本公开上述实施例的位移检测方法能够使得利用电磁阀实现热管理的热管理系统的硬件结构进一步简化,并节省成本。

[0071] 本公开提出了一种位移检测方法,能够使得背景技术部分中提及的现有技术存在的上述缺点1-1至1-5至少之一最小化甚至完全消除。本公开提出的位移检测方法相比现有技术而言的特征在于:

[0072] • 考虑到了电磁阀的位移变化引起电磁阀的自感变化,进而引起电磁阀的电流峰值变化,从而能够根据电流变化率来获取电磁阀的位移信息;

[0073] • 使用本公开提出的这种位移检测概念,无需额外装配任何传感器;

[0074] • 不使用传感器进行的位移检测技术,可靠性高,而且使用寿命长;

[0075] • 能够从同时用于向电磁阀供电的端子上获得该电磁阀的位移信息;

[0076] • 提出了基于电力线载波进行无传感器地位移信息解码方法。

[0077] 通过具备上述特征,根据本公开各个方面的位移检测方法能够具有如下有益的技术效果:

[0078] • 能够直接测量出电磁阀开度;

[0079] • 无需额外的费用就能够进行位移检测;

[0080] • 无需配置和安装传感器的额外空间;

[0081] • 无需增加车辆的功能风险和接线重量的额外线束;

[0082] • 无需考虑额外设置的传感器本身的结构强度、可靠性和故障模式等,从而降低了设计难度;

[0083] • 能够增加利用电磁阀驱动的低成本热管理系统的应用范围;

[0084] • 带电力线载波的电磁阀不仅适用于热管理系统的应用领域,也适用于HVAC系统和氢燃料电池发动机系统的自动控制应用领域;

[0085] • 由于没有外包EE部件,使得成本降低的效率明显提高。

[0086] 实施例2

[0087] 根据本公开一实施例的流量检测方法用于检测在利用电磁阀控制的管路中流动的流体的流量。其中,在实施例1中参考图1对电磁阀的结构进行了说明。因此,本实施例中不再赘述。如图8所示,在利用电磁阀控制的管路中流动的流体的流量分布直接与电磁阀的磁芯的位移有关。因此,可以通过检测电磁阀的磁芯的位移来估计动态流量分布。因此,在根据本公开实施例的流量检测方法中,在比例电磁阀工作过程中实时检测可动磁芯的位移,并通过CFD分析建立电磁阀的位移与实时流量之间的关系。这里,假设利用电磁阀控制的管路为端口B所在的管路。由此,根据电磁阀的位移D,能够检测出在端口B所在的管路中流动的流体的流量。

[0088] 如图9所示,根据本公开一实施例的流量检测方法主要包括步骤S600至步骤S800。其中,在步骤S600中,可以利用如实施例1所述的位移检测方法检测出所述单位时间段内所述电磁阀的位移D。然后,在步骤S700中,根据所述电磁阀的位移D,确定在所述单位时间段

内所述管路的开度 $S_{slot}$ 。如图8所示,管路B的开度 $S_{slot}$ 必然是电磁阀的磁芯位移 $D$ 的函数。因此,在一种可能的实现方式中,可以通过结构特征预先建立所述电磁阀的位移 $D$ 与所述管路的开度 $S_{slot}$ 之间的如公式(3)示出的关联关系:

$$[0089] \quad S_{slot} = F(D) \quad (3)$$

[0090] 因此,在步骤S700中就可以利用公式(3)来确定在所述单位时间段内所述管路的开度 $S_{slot}$ 。

[0091] 在步骤S800中,根据所述管路的开度 $S_{slot}$ 和在所述单位时间段内流向所述管路的流体的速度 $v$ ,确定在所述单位时间段内在所述管路中流动的流体的流量 $Q$ 。在一种可能的实现方式中,结合伯努利原理,可以利用公式(4)来计算流向所述管路的流体的速度 $v$ :

$$[0092] \quad v = \sqrt{\frac{2(P-P')}{\rho}} \quad (4)$$

[0093] 其中,如图8所示, $P'$ 表示所述电磁阀的磁芯的等效截面面积 $S_{area}$ 上的压强, $P$ 表示所述等效截面面积附近(例如点 $X$ 处)的压强, $\rho$ 表示所述流体的密度。当然,等效截面面积附近的压强并不限于点 $X$ 处的压强,本领域技术人员能够知晓采用哪个位置作为等效截面面积附近的位置,并且根据该位置处的压强能够计算出流向所述管路的流体的速度 $v$ 。

[0094] 结合上述公式(3)和(4),在一种可能的实现方式中,可以利用公式(5)来计算在所述管路中流动的流体的流量 $Q$ :

$$[0095] \quad Q = S_{slot} \cdot v = S_{slot} \sqrt{\frac{2(P-P')}{\rho}} = F(D) \sqrt{\frac{2(P-P')}{\rho}} \quad (5)$$

[0096] 在一种可能的实现方式中,可以首先通过车辆的总线信号获得水泵速度 $WP\_Speed$ ,然后通过CFD模拟或测量的方法得到水泵速度 $WP\_Speed$ 不同的某个位置 $X$ 处的压强。也就是说,可以利用公式(6)来计算所述的压强 $P$ :

$$[0097] \quad P = F(WP\_Speed) \quad (6)$$

[0098] 另外,由于在管路中流动的流体所产生的的流体力 $F_{Liquid}$ 和电磁阀由于通电而产生的电磁力 $F_{mag}$ 的平衡,因此可以通过电磁力 $F_{mag}$ 来计算等效横截面积 $S_{area}$ 上的压强 $P'$ 。也就是说,在一种可能的实现方式中,可以利用公式(7)和(8)来计算所述的压强 $P'$ :

$$[0099] \quad F_{Liquid} = F_{mag} \quad (7)$$

$$[0100] \quad P' = \frac{F_{Liquid}}{S_{area}} = \frac{F_{mag}}{S_{area}} \quad (8)$$

[0101] 其中,可以通过例如图10所示的电磁阀特性来确定电磁力 $F_{mag}$ 。图10中示出的是使得施加到电磁阀的电流从0A到12A逐渐增加然后从12A到0A逐渐减少而得到的电磁阀的电磁力 $F_{mag}$ 的变化曲线,由于电流的迟滞特性,使得电流逐渐增加时的电磁力(上侧的曲线)与电流逐渐减少时的电磁力(下侧的曲线)不同。

[0102] 这样,根据本公开一实施例的流量检测方法能够检测出在利用电磁阀控制的管路中流动的流体的流量。与实施例1同样地,根据本公开一实施例的流量检测方法还可以包括:将所检测出的在单位时间段内在管路中流动的流体的流量 $Q$ 实时发送至用于进行所述热管理的控制装置例如ECU。这样,ECU能够实时掌握由电磁阀控制的管路中的流体的实际状态,从而能够更有效地进行热管理。另外,ECU也可以将该数据实时显示在车辆的主屏幕

上,以方便驾驶员在驾驶过程中了解车辆的当前状态。

[0103] 当然,对于具体如何使用所获得的流量数据,本领域技术人员完全可以根据实际应用场景来决定。本公开对此不作过多的说明,也不进行任何限定。

[0104] 另外需要说明的是,尽管以上以具体的计算公式对实现步骤S600至步骤S800的一种可能方式进行了示例性说明,但是本公开并不限于此。本领域技术人员在本公开给出的可以基于电磁阀的位移来估算利用该电磁阀控制的管路中流动的流体的流量的构思的启示下,根据所掌握的基础知识,应当能够利用其它的方式来实现上述步骤S600至步骤S800。换言之,能够实现步骤S600至步骤S800的方式有很多,本公开无法一一穷举。但是,只要利用步骤S600至步骤S800来检测利用该电磁阀控制的管路中流动的流体的流量,都属于本公开的保护范围。

[0105] 如图11所示,根据本公开的流量检测方法已经产生出一个原型。其中,例如,对施加到电磁阀的电流进行如图11那样的线性控制(也即使得该电流依次进行线性增加和线性减少这样的变化),则进口端的流体流量和出口端的流体流量也会相应地发生变化(参见在图11的上侧示出的曲线)。另外,进口端的压力变化也会相应地发生变化,而出口端的压力不会发生明显的变化(参见在图11的下侧示出的曲线)。

[0106] 这一概念的一般结果表明,每个端口的流量可以随着动态电流的线性增加和减少而相应地分配。也就是说,可以通过改变施加到电磁阀的电流,来实现对进口端的流量的控制和对出口端的流量的分配。本公开的发明人通过CFD仿真优化之后,确定流量特性与阀的形状和阀座一定有关系。因此,结果验证了流量分布的可重复性和流量与电磁阀位移以及阀型的相关性。

[0107] 由此,可以估算出电磁阀在某一开度下的流量。在此基础上,可以进一步实现流量分配。同时,由于电磁阀的比例特性,基于流量估算的流量可控性与电磁阀的位移之间是近似函数关系。因此,可以避免急剧的流量偏差。

[0108] 这样,由于存在实时流量反馈,可以将流量反馈引入冷却剂温度控制的闭环,从而能够热管理系统的热管理效率和精度。其中,温度控制包括但不限于整车热管理中应用流量的地方或热管理涉及对流量环节的先进闭环控制技术或自适应控制等,例如将实时的流量控制信息以及温度信息反馈给通用诊断服务或OBD II。

[0109] 本公开提出了一种流量检测方法,能够使得背景技术部分中提及的现有技术存在的上述缺点2-1至2-4至少之一最小化甚至完全消除。本公开提出的流量检测方法相比现有技术而言的特征在于:

[0110] • 建立电磁阀的位移和利用该电磁阀控制的管路的流量之间的关系,然后实时估算流量分布特性;

[0111] • 能够引入流量反馈,使得原冷却剂系统中滞后温度控制可以升级到某一点的可预测温度控制,从而能够提高冷却剂系统的热管理精度;

[0112] • 能够为OBDII提供流量监测和流量自诊断功能,以用于检测混合动力汽车和新能源汽车的运行状态和诊断故障。

[0113] 通过具备上述特征,根据本公开各个方面的流量检测方法能够具有如下有益的技术效果:

[0114] • 可以实时估算在电磁阀某一开度下的流量,并且可以将所获取的流量信息提供

给通常的应用,例如针对适当温度点的动态流量控制或者OEM的OBD II强制要求;

[0115] • 由于电磁阀的比例特性,基于流量估算的流量可控性与电磁阀的位移之间是近似函数关系,因此可以避免急剧的流量偏差;

[0116] • 可以直接通过电源线传输实时流量信息,以便通用,从而降低成本;

[0117] • 流量估算是冷却液温度自校准的基础,只要有匹配点就可以自动进行,而不用纯人工来进行流量和温度匹配,因此具有广泛的适用性。

[0118] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

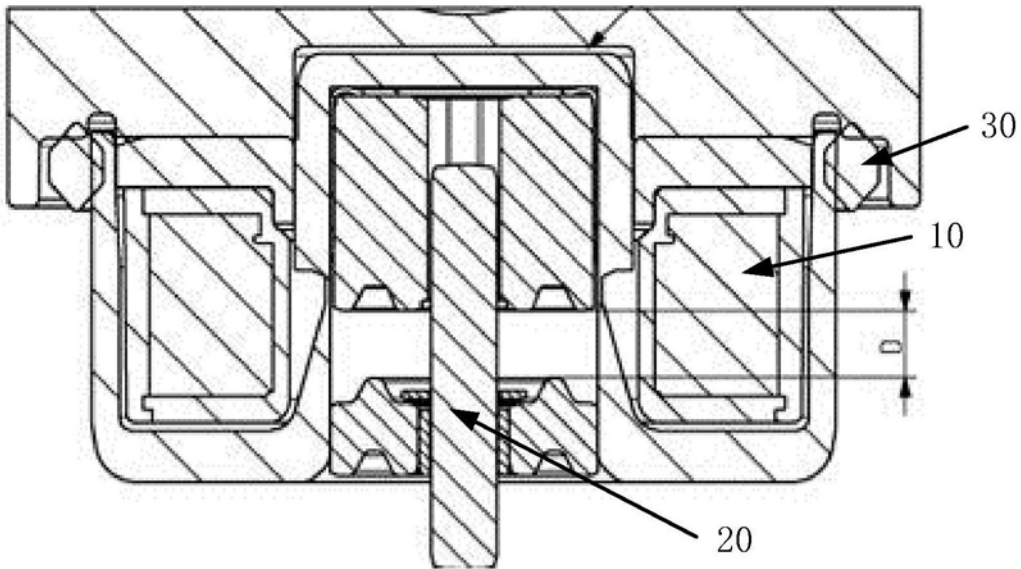


图1

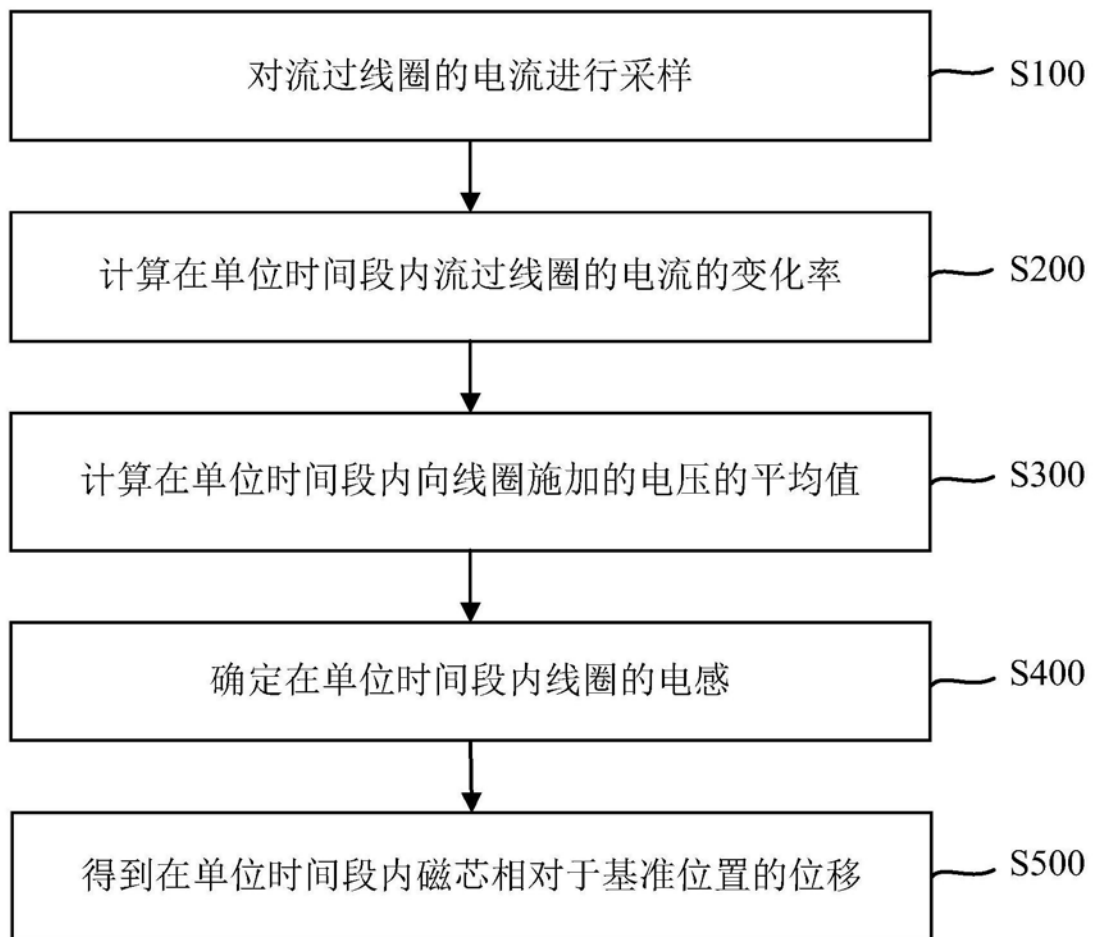


图2

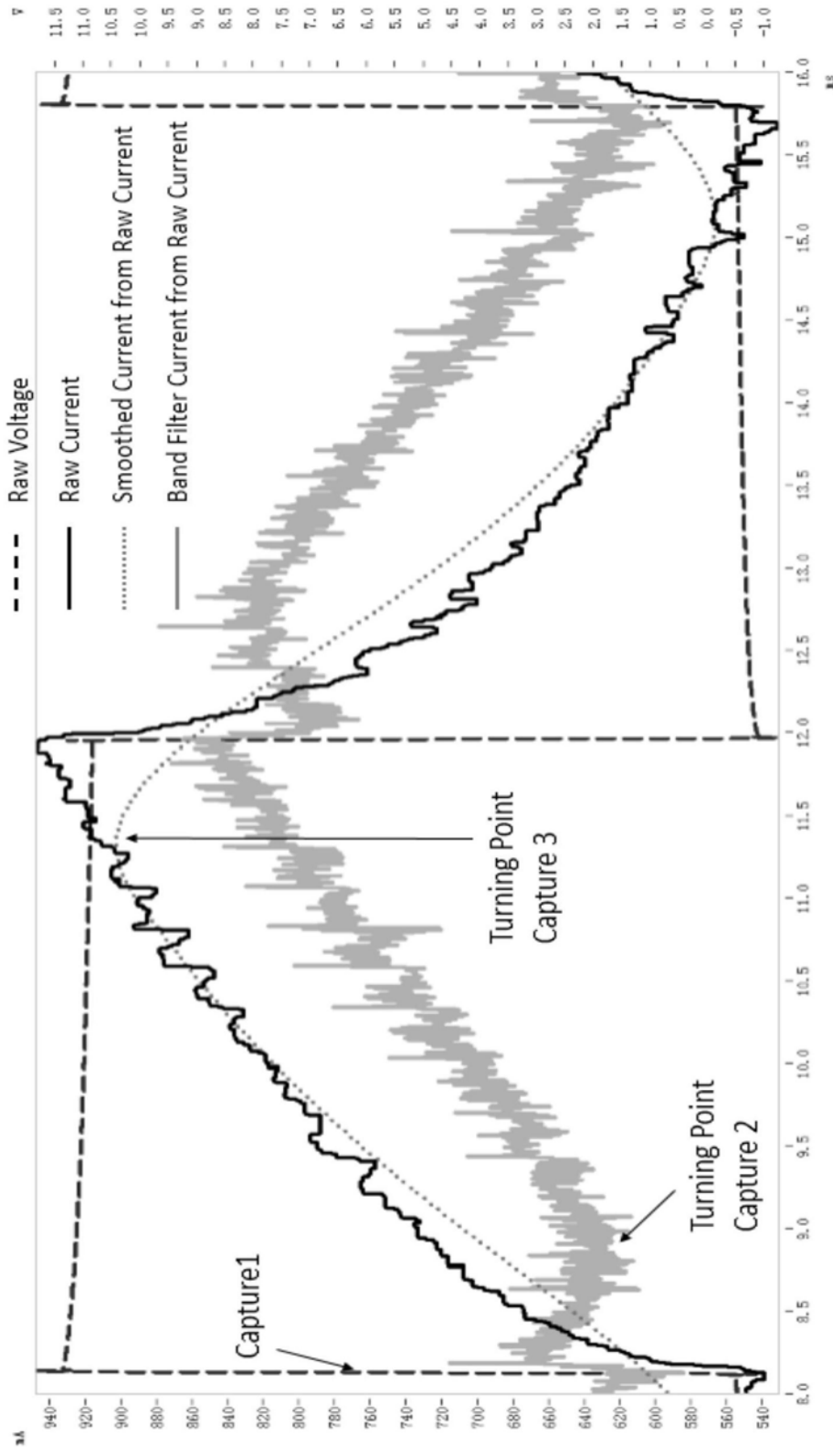


图3

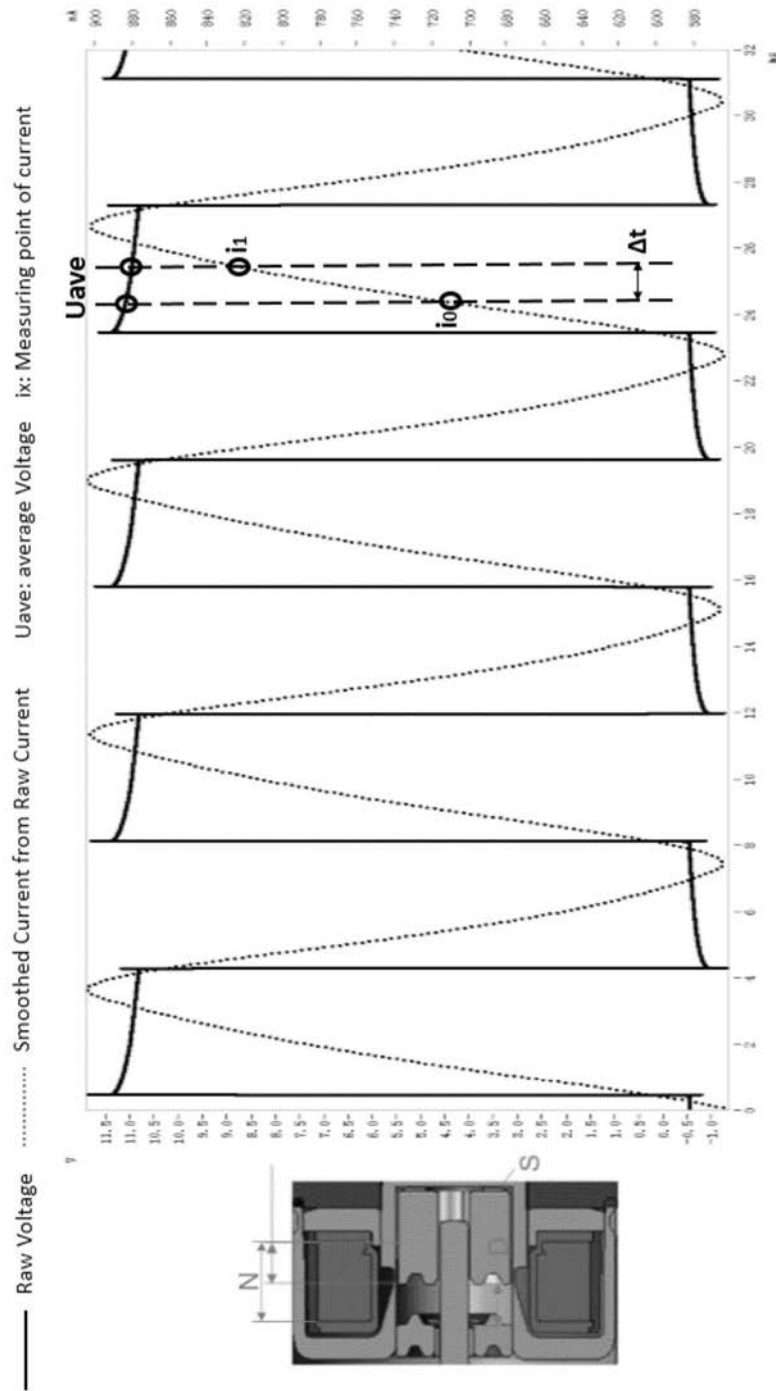


图4

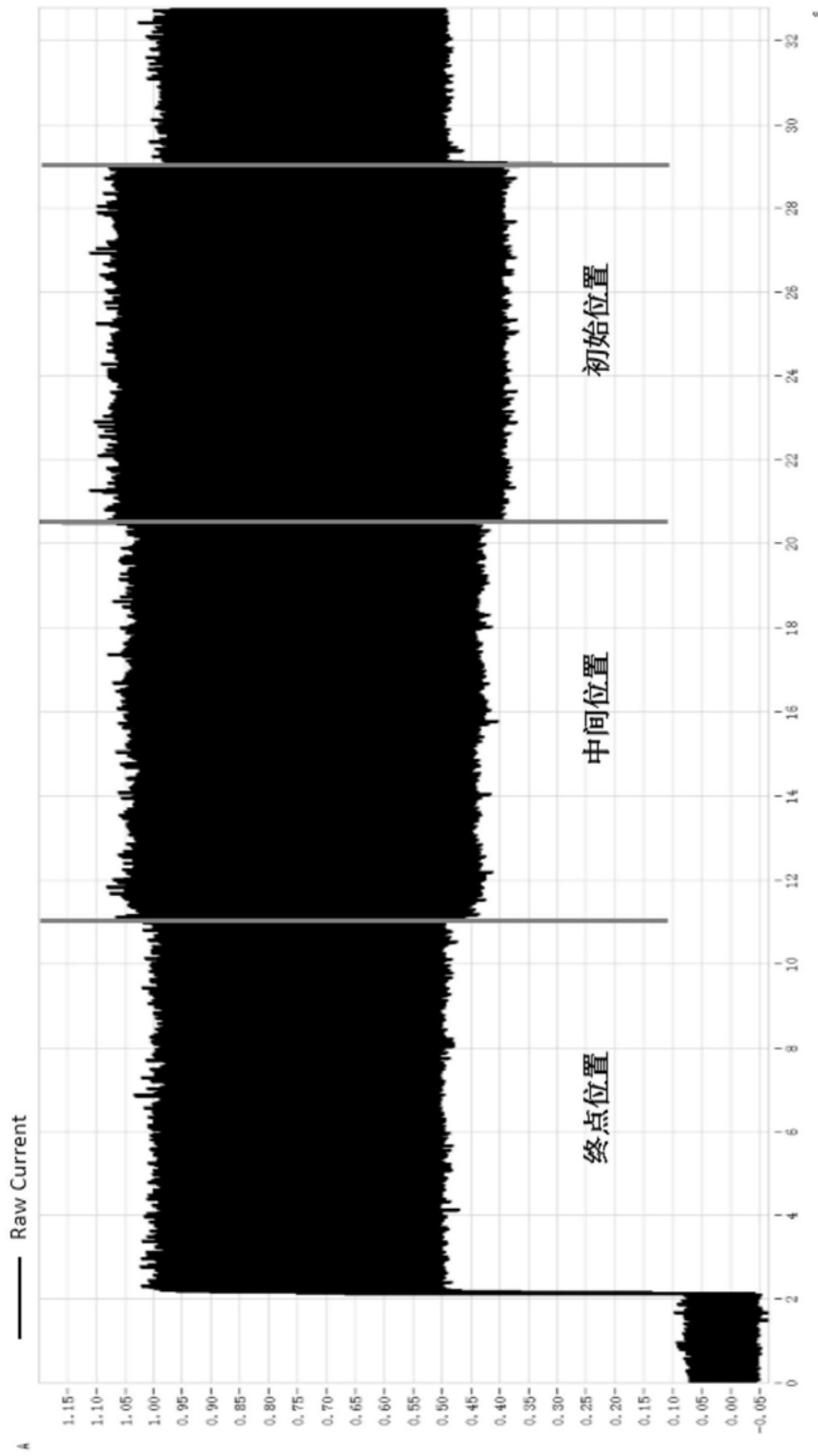


图5



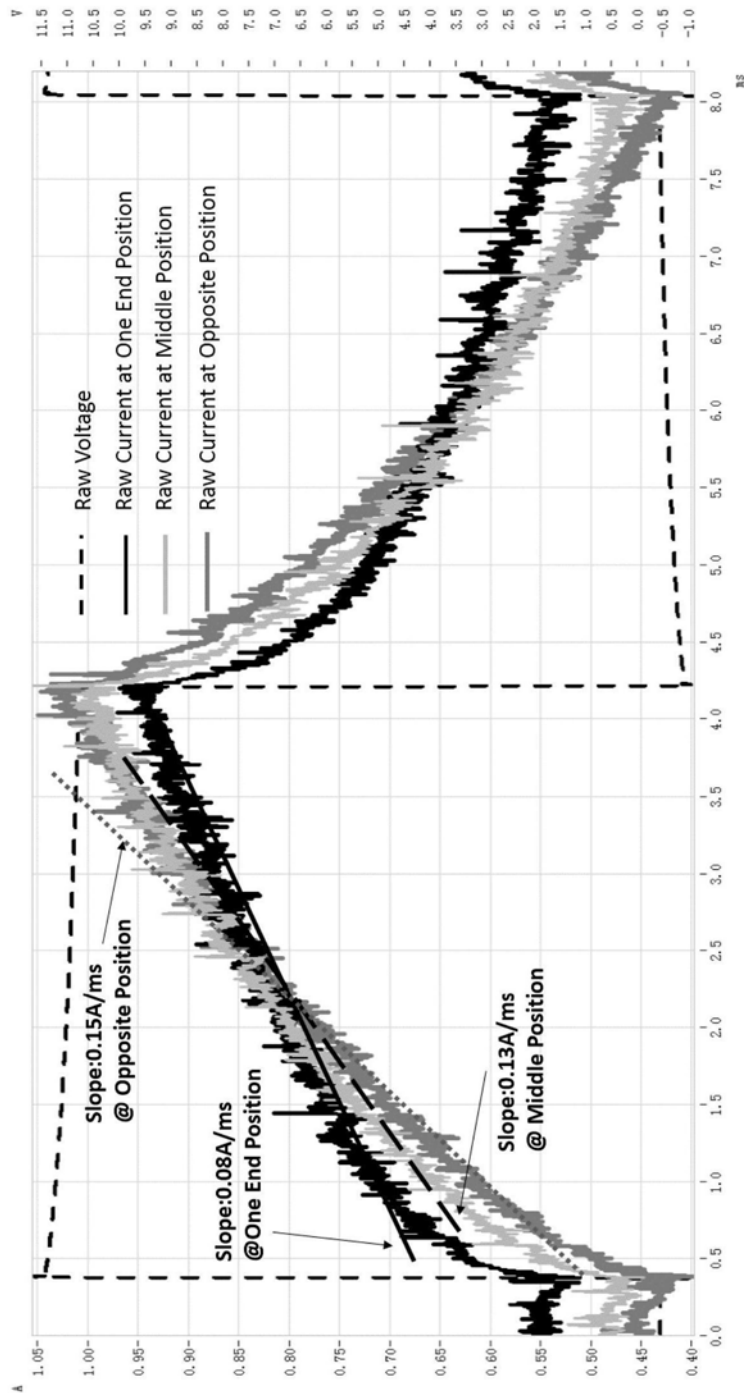


图6

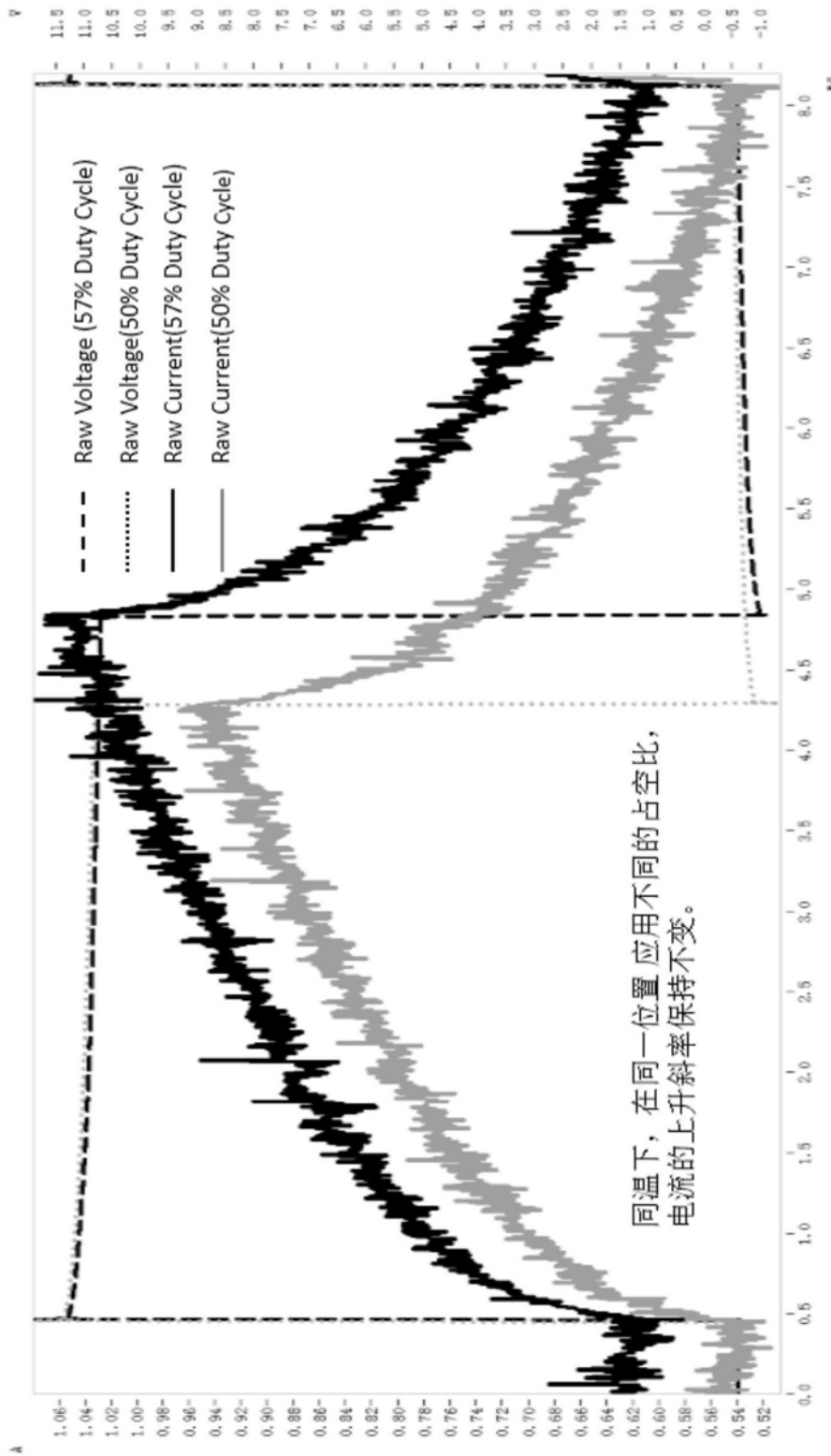


图7

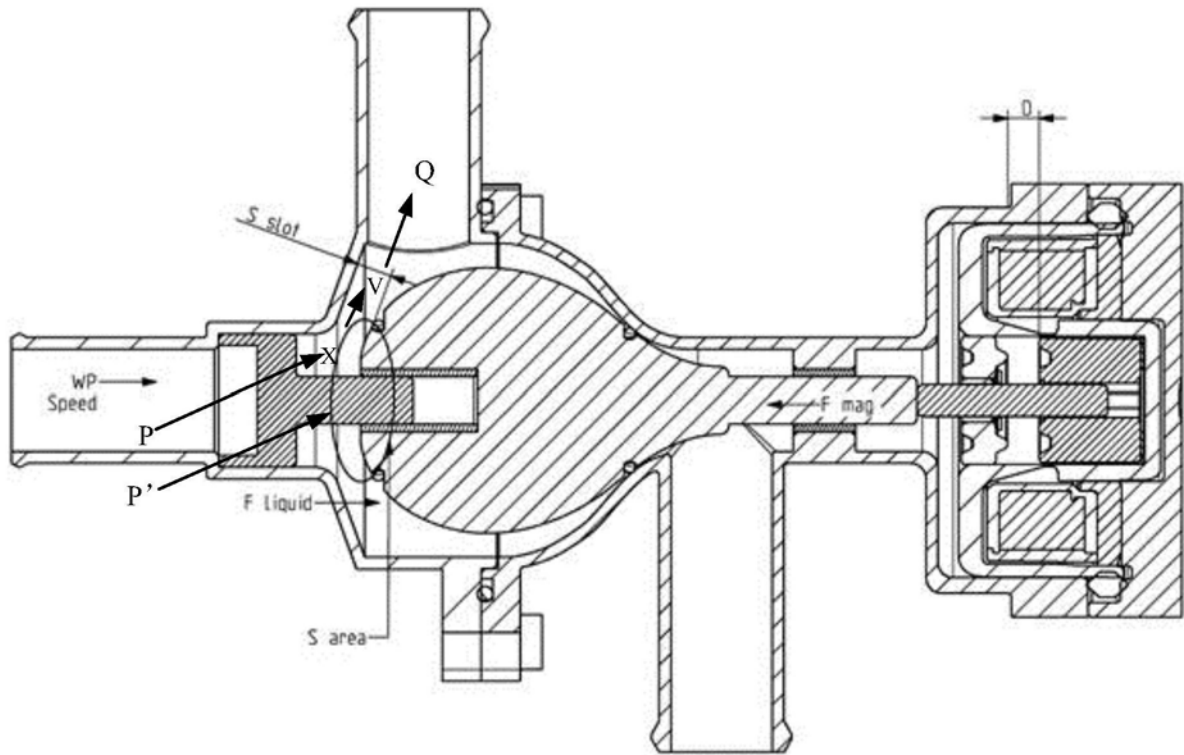


图8

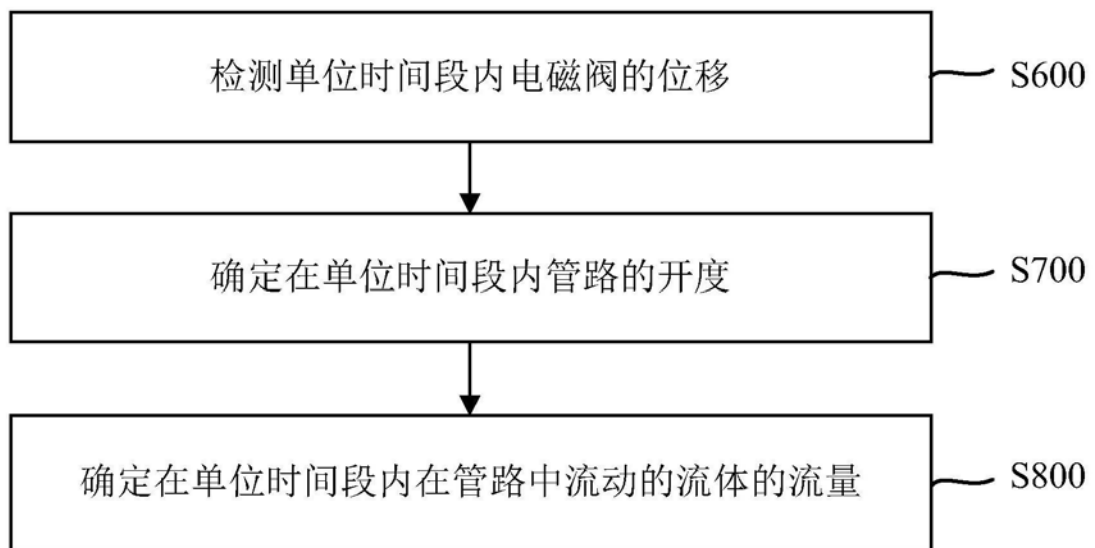


图9

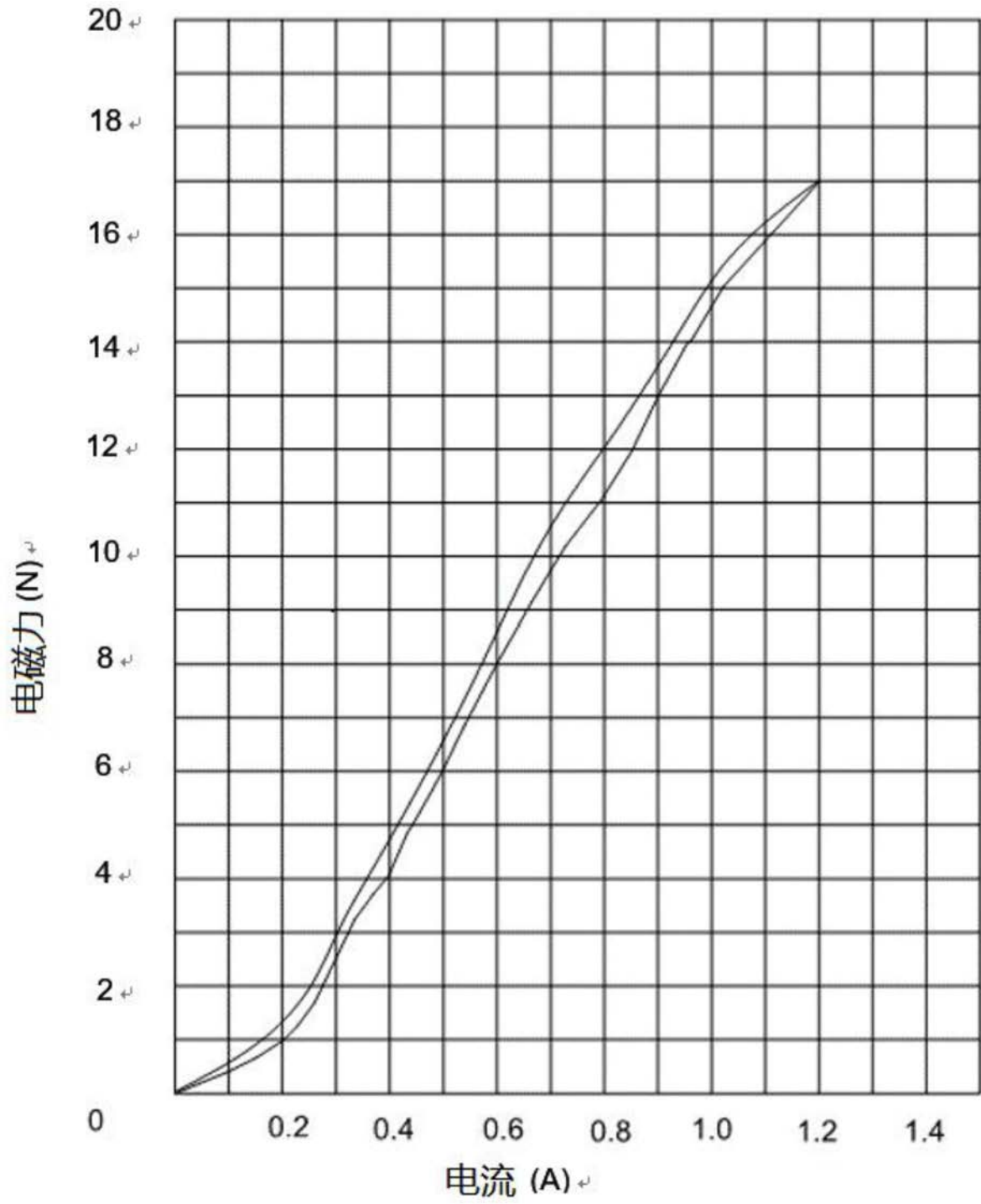


图10

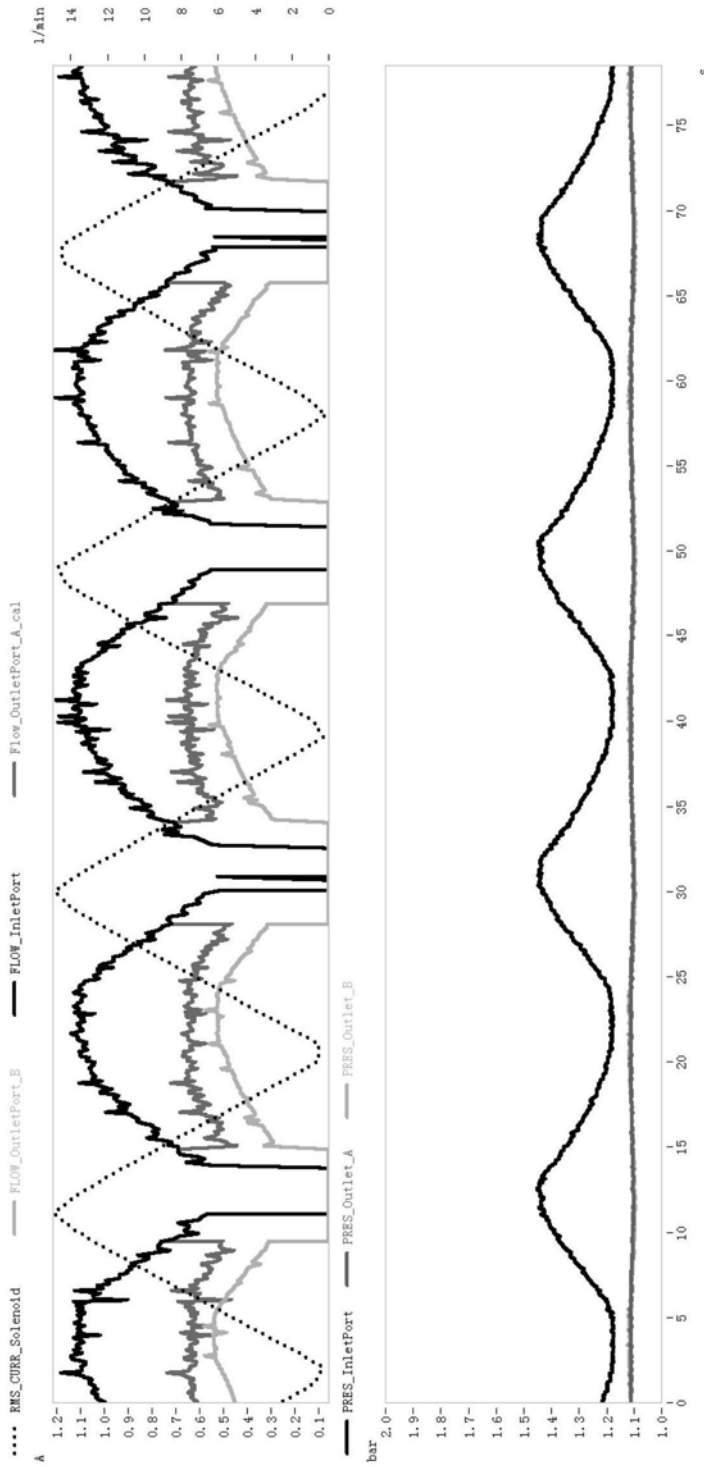


图11