



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107014452 A

(43)申请公布日 2017.08.04

(21)申请号 201710247910.3

(22)申请日 2017.04.17

(71)申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市雁塔区太白南路2号

(72)发明人 同鸣 王连峰 李明阳

(74)专利代理机构 陕西电子工业专利中心
61205

代理人 程晓霞 王品华

(51) Int. Cl.

G01F 1/69(2006.01)

G01F 1/696(2006.01)

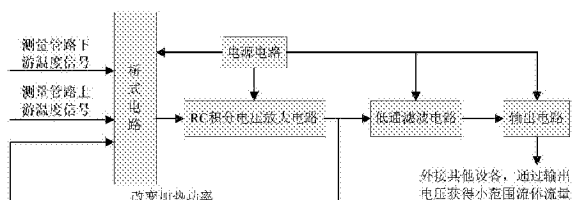
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

恒温差热式流量传感器的流量检测电路

(57)摘要

本发明公开了一种恒温差热式流量传感器的流量检测电路,解决了现有技术在小流量范围内信号检测精度不高的问题。检测电路依次接有桥式电路、RC积分电压放大、低通滤波和输出电路,升压电源电路为所有电路供电。桥式电路中的测温电阻RS和测速电阻RH将检测到的流体温差转化为电压,经过RC积分电压放大电路生成控制测速电阻RH加热功率的反馈电压,同时,低通滤波电路对流体流量信号进行滤波处理,输出电路生成其他设备可识别的0-5V输出电压,标定输出电压与流量的关系曲线计算得出每一瞬间流体流量。本发明能实时精确测定小流量范围内的流体流量,检测精度高、响应速度快、安装方便、操作简单,用于医用、化工等小流量范围的流量检测。



1. 一种恒温差热式流量传感器的流量检测电路,其特征在于:依据流量检测信号的传递方向依次连接有桥式电路、电压放大电路、低通滤波电路、输出电路和电源电路,输出电路之前设有低通滤波电路;所述的桥式电路中,测温电阻RS为薄膜金属铂电阻PT1000,该铂电阻RS与精密电阻R1、电位器R2和精密电阻R3串联,构成桥式电路的第一个桥臂,测温电阻RS位于第一个桥臂的下桥臂端,测速电阻RH为薄膜金属铂电阻PT50,该铂电阻RH与电阻R4串联,构成桥式电路的第二个桥臂,测速电阻位于第二个桥臂的下桥臂端;所述电压放大电路为RC积分电压放大电路,在运算放大器单元中增设了RC积分电路,形成了RC积分电压放大电路,RC积分电压放大电路的输入端接桥式电路输出,RC积分电压放大电路的输出反馈接到位于桥式电路顶端的三极管Q1基极,用于控制测速电阻RH的加热功率;所述的低通滤波电路接在RC积分电压放大电路输出端,低通滤波电路的输出端接输出电路的输入端,输出电路将流量检测信号进行隔离分压处理后得到其他设备可识别的0-5V模拟电压;电源电路为升压电源电路,为所有构成电路提供工作所需的16V电源电压。

2. 如权利要求1所述的恒温差热式流量传感器的流量检测电路,其特征在于:所述的RC积分电压放大电路包括运算放大器单元和RC积分电路,其中,运算放大器IC1输出端和反相输入端之间串接有电阻R8,正向输入端和电源端串接有电阻R7,形成运算放大器单元,运算放大器输出端和反相输入端之间串接有电容C1,反向输入端和桥路输出端接有电阻R5,形成RC积分电路,运算放大器单元和RC积分电路共同形成RC积分电压放大电路,RC积分电压放大电路的输入端与桥式电路的输出端连接,输出端接到位于桥式电路顶端的三极管Q1基极,形成改变桥式电路中测速电阻RH加热功率的电压反馈。

3. 如权利要求1所述的恒温差热式流量传感器的流量检测电路,其特征在于:所述的低通滤波电路,由运算放大器及其外围电路构成,其中,运算放大器IC2的输出端与反向输入端相连,同相输入端通过电容C3接地,运算放大器IC2的同相输入端又依次串接电阻R9、R10至RC积分电压放大电路的输出端,电阻R9和电阻R10的串接点通过电容C2和运算放大器IC2的输出端连接,形成低通滤波电路,低通滤波电路的输入端和RC积分电压放大电路连接,输出端与输出电路连接,对RC积分电压放大电路处理输出的流量检测信号进行低通滤波处理,去除高频信号和外部噪声干扰。

恒温差热式流量传感器的流量检测电路

技术领域

[0001] 本发明属于医用和化工流体自动检测技术领域,主要涉及流体的流量检测,具体是一种恒温差热式流量传感器的流量检测电路,用于小流量范围内流体流量的实时精确测量。

背景技术

[0002] 热式流量传感器利用热学原理检测流体流量,即利用流动中的流体与热源(流体中用于加热的物体或测量管外加热体)之间的热量交换关系进行流量测量。主要由桥式电路和输出信号调理电路组成。流量敏感元件与温度补偿元件置于流量管道上,与其他电阻元件组成桥式电路,将流体流量的变化转换为桥臂输出电压的变化,实现流体流量的检测。

[0003] 热式流量传感器最常使用的有两类:一类是利用流动流体传递热量,改变测量管壁温度场分布效应的热分布式流量传感器;另一类是利用热消散(冷却)效应的热式流量传感器。

[0004] 上述两类热式流量传感器主要用于流量范围超过500ml/min以上的大范围流体流量检测,检测的流体主要包括纯水和基于纯水的液体以及空气流量检测。目前现有的流量检测电路主要针对大范围的流量高精度检测而设计,传感器的精度在大流量范围时可满足测量精度要求,但是在对于医用和化工等领域中涉及到流量检测范围较小的检测,如流量范围通常不超过500ml/min,有时在100ml/min内,传感器精度难以满足高精度要求,因此,需要设计针对小流量的流量检测电路。热分布式流量计通过对温度场变化的检测测量流体流量,对环境温度变化敏感,且需要保证流体的层流流动,电路结构复杂,通常难以应用于小流量范围的流体流量检测。

[0005] 根据加热方式控制的不同,基于热消散(冷却)效应的热式流量传感器又可分为恒流式测量和恒温差式测量。现有技术通常采用恒温差式测量方法进行流量测量,由简单的惠斯顿电桥电路和比例放大电路组成流量检测电路进行流量检测,当进行小流量检测时,检测到的微弱信号容易受到噪声干扰,噪声包括环境噪声和电路内部噪声。另一方面,传统惠斯顿电桥电路灵敏度不高,对小流量产生的微弱信号不敏感,在小流量范围内信号输出精度不高,不能实时准确地测量流体流量。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于针对上述现有技术的不足,提供一种小流量检测精度较高、信号响应速度快、安装方便的恒温差式热流量传感器的流量检测电路。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:一种恒温差热式流量传感器的流量检测电路,其特征在于:依据流量检测信号的传递方向依次连接有桥式电路、电压放大电路、低通滤波电路、输出电路和电源电路,电压放大电路和输出电路之间设有低通滤波电路;所述的桥式电路中,测温电阻RS为薄膜金属铂电阻PT1000,该铂电阻与精密电阻R1、电位器R2和精密电阻R3串联,构成桥式电路的第一个桥臂,测温电阻RS位于第一个桥臂的下

桥臂端,测速电阻RH为薄膜金属铂电阻PT50,该铂电阻RH与电阻R4串联,构成桥式电路的第二个桥臂,测速电阻RH位于第二个桥臂的下桥臂端;所述的电压放大电路在运算放大器单元中增设了RC积分电路,形成了RC积分电压放大电路,RC积分电压放大电路的输入端接桥式电路输出,RC积分电压放大电路的输出反馈接到位于桥式电路顶端的三极管Q1基极,用于控制测速电阻RH加热功率;所述的低通滤波电路接在RC积分电压放大电路输出端,对RC积分电压放大电路处理输出的流量检测信号进行低通滤波处理,去除高频信号和外部噪声干扰,低通滤波电路的输出端接输出电路的输入端,输出电路将流量检测信号进行隔离分压处理后得到其他设备可识别的0-5V模拟电压;电源电路为升压电源电路,为所有构成电路提供工作所需的16V电源电压。

[0008] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0009] 1.本发明中的流量检测电路利用惠斯顿电桥电路保持测速电阻RH与测温电阻RS之间的温差恒定,测速电阻RH使用薄膜金属铂电阻PT50,测温电阻RS使用薄膜金属铂电阻PT1000,两只金属铂电阻的阻值与温度均有良好的线性关系,保证温差变化准确转换为电压变化;金属铂电阻PT50和PT1000对温度变化敏感,设置惠斯顿电桥中其他精密电阻的电阻值,准确检测到小流量范围内的流量变化,保证流量检测电路在小流量范围内具有较高的检测精度;

[0010] 2.本发明的流量检测电路采用恒温差方式,在用于放大和反馈温差信号的电压放大电路中增设了RC积分电路,形成RC积分电压放大电路,实现平稳快速的恒温差控制,从而保证流量检测电路实时快速地检测出流体流量;

[0011] 3.本发明的流量检测电路构成结构简单,采用封装较小的元器件,整体电路体积小,不存在可移动部件,电路输出模拟电压信号,便于和其他外部设备连接,安装方便。

附图说明

[0012] 图1为本发明的电路构成框图;

[0013] 图2为本发明的流量检测电路原理图;

[0014] 图3为本发明所采用的桥式电路图;

[0015] 图4为本发明实际测试流量与输出电压之间的关系曲线。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图和实施方式对本发明作详细描述。

[0017] 热式流量传感器利用热学原理检测流体流量,现有的基于热式流量传感器所设计的流量检测电路主要针对大流量范围的高精度检测,传感器的精度在流体流量超过500ml/min时,可满足测量应用所需的精度要求,但是在医用和化工等领域中涉及到流量检测范围较小的流量检测中,如医疗环境下的病患点滴输液等,若继续使用原有的流量检测电路,其精度难以满足高精度要求,因此,客观上需要设计针对小流量范围的流量检测电路。

[0018] 实施例1

[0019] 针对现有技术在医用和化工等领域中涉及到流量检测范围较小的流量检测中,精度难以满足高精度要求的问题,本发明提出一种恒温差热式流量传感器的流量检测电路,依据流量检测信号的传递方向依次连接有桥式电路、电压放大电路、低通滤波电路、输出电

路和电源电路,参见图1和图2,本发明在电压放大电路和输出电路之间设有低通滤波电路;本发明在桥式电路中,测温电阻RS采用薄膜金属铂电阻PT1000,该铂电阻与精密电阻R1、电位器R2和精密电阻R3串联,构成桥式电路的第一个桥臂,测温电阻RS位于第一个桥臂的下桥臂端,测速电阻RH采用薄膜金属铂电阻PT50,该铂电阻RH与电阻R4串联,构成桥式电路的第二个桥臂,测速电阻RH位于第二个桥臂的下桥臂端,测速电阻RH和测温电阻RS均安装在流体的测量管道上,将从测量管道上直接检测得到的流体流量检测信号转化为温差信号,该温差信号直接进入检测电路中A,B两点,本发明通过桥式电路转换为不平衡的电压信号,从桥式电路的A,B两点输出至后续信号调理电路。本发明中测温电阻选用金属铂电阻PT1000,测速电阻选用金属铂电阻PT50,两只金属铂电阻的阻值与温度均有良好的线性关系,而且对温度变化敏感,使惠斯顿电桥电路准确检测到小流量范围内的流量变化,保证流量检测电路在小流量范围内具有较高的检测精度。

[0020] 本发明在传统比例放大电路基础上进行了改进,在运算放大器单元中增设了RC积分电路,实现平稳快速地反馈控制电桥电路的加热功率,RC积分电路和运算放大器单元共同形成了RC积分电压放大电路,RC积分电压放大电路的输入端接桥式电路输出,接收桥式电路A,B两点输出的电压信号,RC积分电压放大电路的输出反馈接到位于桥式电路顶端的三极管Q1基极,将桥式电路A,B两点输出的不平衡电压信号进行放大,控制三极管Q1的开启和关闭,改变加入桥式电路的电流,从而控制测速电阻RH的加热功率。本发明的RC积分电压放大电路在流体流量变化的过程中,保证测温电阻和测速电阻之间恒定温差的平稳控制。

[0021] 本发明的低通滤波电路接在RC积分电压放大电路的输出端,对RC积分电压放大电路处理输出的流量检测信号进行低通滤波处理,去除高频信号和外部噪声对流量检测电路测量精度的影响,低通滤波电路的输出端接输出电路的输入端,输出电路将低通滤波电路处理输出的流量检测信号进行隔离分压处理后得到其他设备可识别的0-5V模拟电压,输出电路取电阻R11和电阻R12的串接点为输出端,在输出端预留2.54mm插针,其他外部设备通过杜邦线可以方便和输出端连接。流量检测到此已经完成。经过转换和计算得到检测流体流量的实时测量值。现有流量检测电路针对大流量范围进行检测,检测到的信号相比于高频信号和外部噪声信号,信号功率更大,噪声对测量结果影响小,无需滤波电路。进行小流量检测时,检测到的信号微弱,功率小,更容易受到噪声干扰,为此本发明专门增设低通滤波电路,去除高频信号和外部噪声,保证检测信号不失真,实现小流量范围的精准检测。

[0022] 其他外部设备由单片机系统或DSP系统构成,通过单片机或DSP芯片的A/D转换引脚即可获取流量检测电路的输出电压信号,实现简单。通过曲线拟合得到输出电压和流量的关系曲线,通过拟合出的曲线计算得出实时的流量值。

[0023] 电源电路为所有构成电路提供工作所需的16V电源电压,保证本发明的流量检测电路能够实现小范围流量区间的流量检测。

[0024] 本发明整体上采用了恒温差式测量,相较于恒流式测量,恒温差式测量响应速度更快,电路构成简单,更便于实现。

[0025] 本发明的流量检测电路利用惠斯顿电桥电路保持测速电阻RH与测温电阻RS之间的温差恒定,流体流量的改变引起温差变化,流量检测电路将温差信号转换为电压信号完成流量测量,RC积分电压放大电路将温差变化反馈至惠斯顿电桥电路,改变惠斯顿电桥电路的加热电压使温差保持恒定。调节电位器R2的值,改变加入测速电阻RH的电流大小,从而

改变测速电阻RH的加热功率,提高桥式电路对小流量检测的灵敏度,同时通过合理设置惠斯顿电桥中其他精密电阻的电阻值,使惠斯顿电桥电路可准确检测到小流量范围内的流量变化,保证流量检测电路在小流量范围内具有较高的检测精度。本发明设计的电路能够正确地、精确地测定小流量范围内的流体流量,且操作自动方便、信号响应速度快、工作效率高。

[0026] 实施例2

[0027] 恒温差热式流量传感器的流量检测电路的总体构成同实施例1,本发明的RC积分电压放大电路包括运算放大器单元和RC积分电路。其中,运算放大器IC1的输出端和反相输入端之间串接有电阻R8,正向输入端和电源端串接有电阻R7,形成运算放大器单元,运算放大器输出端和反相输入端之间串接有电容C1,反向输入端和桥路输出端接有电阻R5,形成RC积分电路,运算放大器单元和RC积分电路共同形成RC积分电压放大电路。RC积分电压放大电路的输入端与桥式电路的输出端连接,输出端接到位于桥式电路顶端的三极管Q1基极,形成改变桥式电路中测速电阻RH加热功率的电压反馈。RC积分电路在测速电阻散热和升热的动态平衡中实现平稳的恒温差控制。

[0028] 过大的RC值将导致响应过慢,严重影响恒温差控制,过小的RC值会造成恒温差控制的不稳定,影响流量检测电路输出信号的响应速度和稳定性,可在实际测量中调整确定。根据流量检测电路的输出响应速度,通过实际测试调整RC值,首先设置一个较大的RC初值,然后逐步减小RC值,直至流量检测电路输出信号出现震荡,然后逐步增大RC值,直至电路输出震荡消失,确定得出有效的RC值。

[0029] 本发明采用恒温差方式,在用于放大和反馈温差信号的电压放大电路中增设了RC积分电路,形成RC积分电压放大电路,能够平稳快速的恒温差控制,保证流量检测电路实时快速地检测出流体流量。

[0030] 实施例3

[0031] 恒温差热式流量传感器的流量检测电路的总体构成同实施例1-2,本发明在RC积分电压放大电路和输出电路之间设有低通滤波电路,低通滤波电路由运算放大器及其外围电路构成,其中,运算放大器IC2的输出端与反向输入端相连,同相输入端通过电容C3接地,同时,运算放大器IC2的同相输入端又依次串联电阻R9、R10至RC积分电压放大电路的输出端,电阻R9和电阻R10的串接点通过电容C2和运算放大器IC2的输出端连接,电源端连接16V电源电压,GND端接地,形成低通滤波电路,低通滤波电路的输入端和RC积分电压放大电路连接,输出端与输出电路连接。

[0032] 本发明的低通滤波器电路为有源低通滤波器电路,其实质上是有源选频电路,它允许指定频段的信号通过,而将其余频段上的信号加以抑制或使其急剧衰减。滤波电路采用运算放大器和RC网络组成,它的性能优于无源滤波器,在滤波器电路的输入、输出之间不需要阻抗匹配,具有良好的隔离作用;因不用电感元件,抗电磁干扰能力强。低通滤波电路对RC积分电压放大电路处理输出的流量检测信号进行低通滤波处理,去除高频信号和外部噪声干扰,防止外部信号对输出信号的干扰,保证低频率的流量检测信号不被衰减。

[0033] 实施例4

[0034] 恒温差热式流量传感器的流量检测电路的总体构成同实施例1-5,参照图1和图2,本发明的桥式电路中,为检测小流量微弱信号,测温电阻RS采用薄膜金属铂电阻PT1000。调

整测速电阻的加热功率,改变输出电压值。测速电阻RH采用薄膜金属铂电阻PT50,当 $RH \cdot (R1 + R2) = R4 \cdot (R3 + RS)$ 时,A,B两点电压相等,桥式电路处于平衡状态。

[0035] 本发明的RC积分电压放大电路接收桥式电路A,B两点的电压信号,将A,B两点的电压信号放大后反馈控制测速电阻RH加热功率,RC积分电压放大电路的输出作为反馈电压信号接到桥式电路顶端直接控制测速电阻加热功率的调节。

[0036] 本发明的低通滤波电路接在RC积分电压放大电路输出端,对RC积分电压放大电路处理输出的流量检测信号进行低通滤波处理,去除噪声干扰。本发明的输出电路将流量检测信号进行隔离分压处理;电源电路采用升压电源电路,保证测速电阻获得足够的加热功率,在小流量范围内具有高灵敏度,提高电路的稳定性。下面给出一个更加详尽具体的例子,对本发明进一步说明。

[0037] 实施例5

[0038] 恒温差热式流量传感器的流量检测电路的总体构成同实施例1-6,参照图2,本发明的RC积分电压放大电路由运算放大器单元和RC积分电路组成。本例中选用的运算放大器IC1型号为TLV27L2,运算放大器IC1的1脚接电阻R8的一个引脚,运算放大器IC1的2脚接电阻R8的另一个引脚,运算放大器IC1的3脚接电阻R7的一个引脚,电阻R7的另一个引脚接运算放大器IC1的8脚,运算放大器IC1的4脚接地,该部分电路连接形成运算放大器单元;运算放大器IC1的1脚接电容C1的一个引脚,运算放大器IC1的2脚接电容C1的另一个引脚,电阻R5的一个引脚接运算放大器IC1的2脚,电阻R5的另一个引脚接桥式电路的B点,该部分电路连接形成RC积分电路,RC积分电路与运算放大器单元共同形成RC积分电压放大电路,RC积分电压放大电路的输入端与桥式电路的输出端连接,输出端接到位于桥式电路顶端的三极管Q1基极,反馈控制桥式电路中测速电阻的加热电压。

[0039] 参见图2,本发明的低通滤波电路包括运算放大器IC2,电阻R9、电阻R10、电容C2和电容C3。本例中选用的运算放大器IC1型号为OPA2188,运算放大器IC2的1脚和2脚相连,3脚分别与电阻R10和电容C3的一脚相连,电容C3的另一脚接地,8脚接16V电源,电阻R10的另一脚接电容C2的一脚,电容C2的另一脚接运算放大器IC2的1脚,电阻R9的一脚接电容C2和电阻R10的连接点,另一脚接RC积分电压放大电路的输出端,即运算放大器IC1的1脚。

[0040] 参见图2,本发明的输出电路由电压跟随器电路和分压电路组成。本例中选用的运算放大器型号为OPA2188,运算放大器IC3的1脚接电阻R11的一脚,运算放大器IC3的2脚与1脚相连,其3脚接低通滤波电路的输出端,其4脚接地,其8脚接16V电源,形成电压跟随器电路;电阻R11的另一脚接电阻R12,电阻R12的另一脚接地,形成分压电路。电压跟随器电路和分压电路共同形成输出电路。本发明的电源电路包括直流升压变换器IC4,电容C4、电容C5、电感L1、电阻R13、电阻R14和肖基特二极管Q2,本例中选用的直流升压变换器型号为SX1308。直流升压变换器IC4的1脚接肖基特二极管Q2的正极,直流升压变换器IC4的2脚接地,直流升压变换器IC4的3脚通过电阻R14接地,直流升压变换器IC4的4脚接5V电源,直流升压变换器IC4的5脚接5V电源,直流升压变换器IC4的6脚悬空,电容C4的一脚接直流升压变换器IC4的5脚,其另一脚接地,电感L1的一脚接直流升压变换器IC4的5脚,其另一脚接肖基特二极管Q2的正极,电阻R13的一脚接肖基特二极管Q2的负极,其另一脚接电阻R14,电容C5的一脚接肖基特二极管Q2的负极,其另一脚接地。

[0041] 参照图3,所述的桥式电路中的测温电阻RS选取薄膜金属铂电阻PT1000,该电阻位

于测量管道的上游,用于测量流体本身温度,为了使它自身不产生热量,以保证测量温度与流体温度相等,通过它的电流必须很小,因此测温电阻阻值较大;测速电阻RH选取薄膜金属铂电阻PT50,该电阻位于测量管道的下游,其上通过较大电流自加热到一个高于流体的恒定温度用于流体加热,同时测量该处流体的温度;三极管Q1起电流放大作用。当电路接通电源时,电阻R6导通,给桥式电路供电。当流体流量改变时,桥式电路的平衡被破坏,图3中A,B两点处的电压不相等,不平衡的电压信号经过RC积分电压放大电路放大后输入到桥式电路三极管Q1的基极,三极管开启,加在电桥上的电压增加,从而通过测速电阻RH的电流增加,测速电阻RH的阻值变大,同时,IC1反相端的电压增加,当 $RH \cdot (R1+R2) = R4 \cdot (R3+RS)$ 时,A,B两点电压相等,电桥重新达到动态平衡状态。

[0042] 本发明的流量检测电路构成结构简单,均采用封装较小的元器件,电路整体体积小,不存在可移动部件,电路输出模拟电压信号,便于和其他外部设备连接,安装方便。

[0043] 下面通过实际测量说明本发明的技术效果

[0044] 实施例6

[0045] 恒温差热式流量传感器的流量检测电路的总体构成同实施例1-7,本发明设计的恒温差热式流量传感器的流量检测电路应用于医用和化工等领域中涉及到小流量检测范围的流体流量检测,通过实际测试标定出输出电压和流量的关系曲线,在实际测试中共测试得到六组测试曲线和一组均值曲线。

[0046] 测试条件如下:环境温度为24摄氏度,测试流体为生理盐水,测试流体温度23摄氏度,环境湿度36%,气压大小为标准大气压,测定流量范围0-15ml/min。实际测试过程中,在流量测定范围内设置14个流量检测标定点,待每个流量测试标定点的输出电压稳定后(等待时间约30s),记录下此时的输出电压值,所有测试标定点测量完成后,通过曲线拟合得到输出电压和流量的关系曲线,通过拟合出的曲线计算得出实时的流量值。测试结果参照图4。

[0047] 参照图4,从图4中的7条实验曲线均是本发明在上述测试条件下获得的数据,可以看出,本发明的流量检测电路的输出电压随流量的增大而增加,单次测试输出曲线在流量超过1.6ml/min的流量范围内线性度良好,所有实验输出电压近似为一条直线;单次测试曲线输出电压平稳,无剧烈波动,各次测试输出电压在相同的流量测试点与均值相比差值较小;各次测试曲线输出电压走势相同,输出曲线大部分集中在均值曲线附近,重复性良好。本发明取均值曲线为最终的输出电压和流量的关系曲线,通过曲线计算流体流量证明,本发明能够实时、精确地测定小流量范围内的流体流量。

[0048] 简而言之,本发明公开的一种恒温差热式流量传感器的流量检测电路,依据流量检测信号的传递方向依次连接有桥式电路、RC积分电压放大电路、低通滤波电路、输出电路和电源电路。所述的桥式电路中,测温电阻RS为薄膜金属铂电阻PT1000,位于第一个桥臂的下桥臂端,测速电阻RH为薄膜金属铂电阻PT50,位于第二个桥臂的下桥臂端;所述RC积分电压放大电路在运算放大器单元中增设了RC积分电路,形成了RC积分电压放大电路。同时,低通滤波电路对流量检测信号进行滤波处理,输出电路生成其他设备可识别的0-5V输出电压。

[0049] 本发明能实时、精确测定小流量范围内的流体流量,检测精度较高、响应速度快、安装方便、操作简单,可用于医用、化工等流量范围较小的流量检测领域。

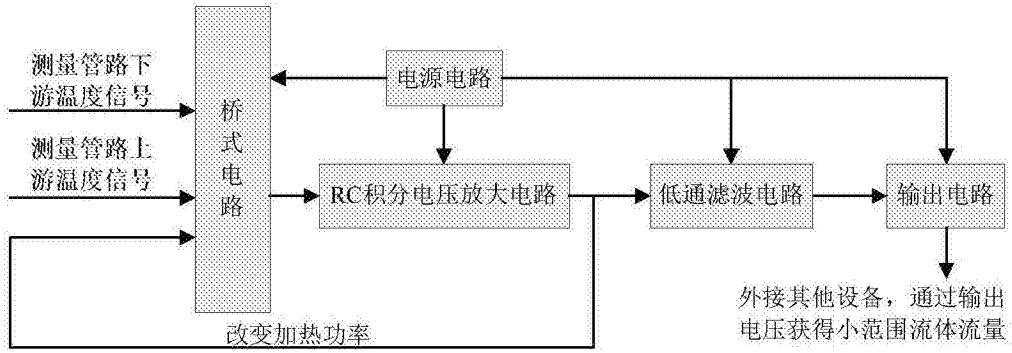


图1

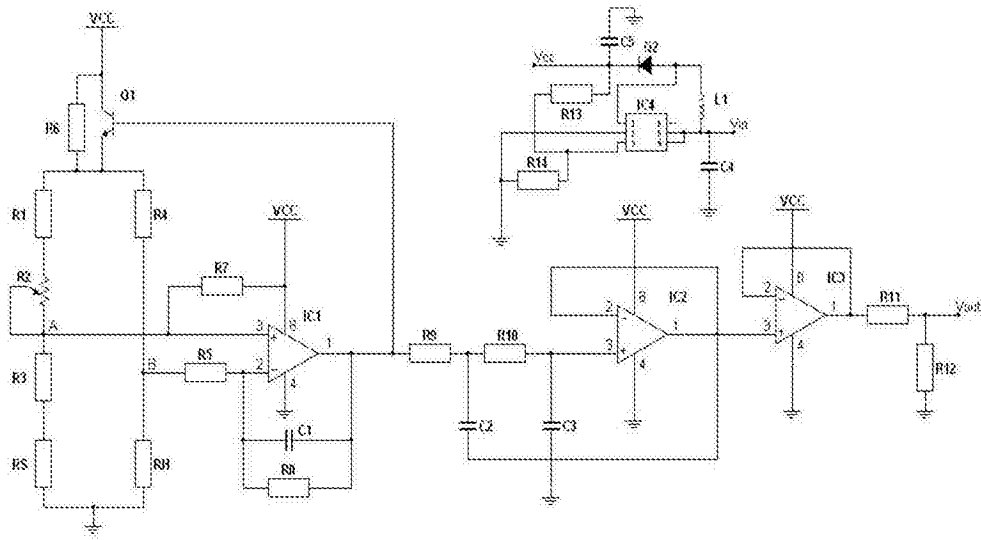


图2

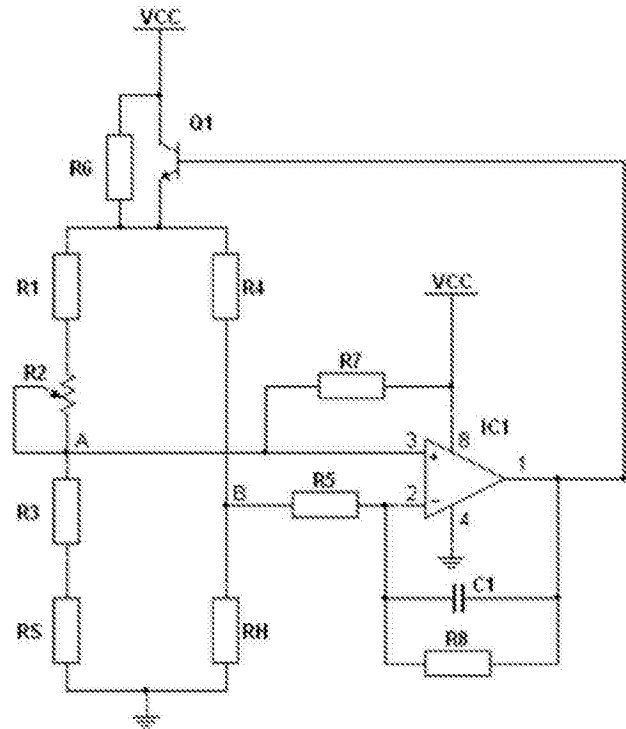


图3

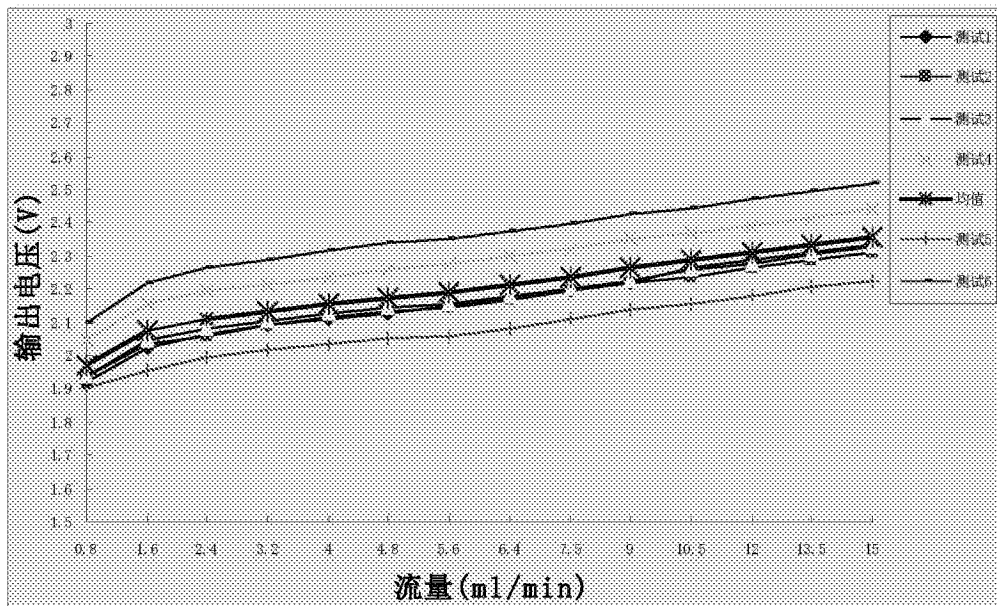


图4