



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104952323 B

(45)授权公告日 2017.08.08

(21)申请号 201510323759.8

(22)申请日 2015.06.12

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104952323 A

(43)申请公布日 2015.09.30

(73)专利权人 浙江大学  
地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38号  
专利权人 杭州源流科技有限公司

(72)发明人 毛欣炜 毛根海 李聪

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限  
公司 33224

代理人 陈升华

(51)Int.Cl.

G09B 23/12(2006.01)

(56)对比文件

- CN 204791693 U, 2015.11.18,
- CN 2729678 Y, 2005.09.28,
- CN 202584505 U, 2012.12.05,
- CN 102331281 A, 2012.01.25,
- JP 特许第4214308 B2, 2009.01.28,
- CN 202771694 U, 2013.03.06,
- RU 2339084 C1, 2008.11.20,
- CN 2062837 U, 1990.09.26,
- CN 1632843 A, 2005.06.29,
- CN 201421675 Y, 2010.03.10,
- CN 1731105 A, 2006.02.08,
- CN 203311698 U, 2013.11.27,

审查员 马燕玲

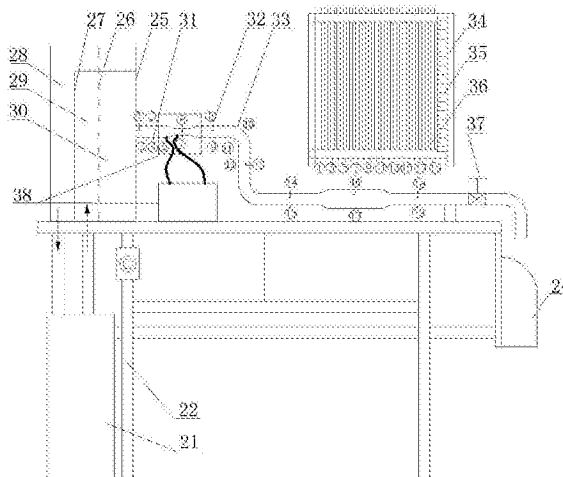
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置

(57)摘要

本发明公开了一种具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,包括:自循环伯努利实验仪,包含有:伯努利实验管道,伯努利实验管道中的一段为用于产生压差信号的压差式流量信号发生器;与压差式流量信号发生器连接的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒;与压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒密封连接,用于检测压差的压差传感器;与压差传感器连接,用于将压差传感器检测到的压差信号转换成流量的微电脑数显表。本发明具备教学效果的流量数显,在优选技术方案中,具备教学效果的流量数显的自循环伯努利实验装置还能在正常的流量测量实验过程中实时调零,是低压差高精度流量仪器。



1. 一种具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,包括:

自循环伯努利实验仪,包含有:伯努利实验管道,所述的伯努利实验管道中的一段为用于产生压差信号的压差式流量信号发生器;所述的压差式流量信号发生器上设有压差高端压力传导管和压差低端压力传导管;

与所述的压差式流量信号发生器连接的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒,所述的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒上各设有一个放气嘴,该两个放气嘴为放气螺丝嘴,放气螺丝嘴内连接有活动密封塞;所述的压差高端液气转换筒上设有与所述的压差高端压力传导管连通的进水口;所述的压差低端液气转换筒上设有与所述的压差低端压力传导管连通的进水口;

与所述的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒密封连接,用于检测所述的压差高端液气转换筒内压缩空气与压差低端液气转换筒内压缩空气的压差的压差传感器;

与所述的压差传感器连接,用于将所述的压差传感器检测到的压差信号转换成流量的微电脑数显表。

2. 根据权利要求1所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,所述的压差高端液气转换筒的进水口位于所述的压差高端液气转换筒的侧壁底部;

所述的压差低端液气转换筒的进水口位于所述的压差低端液气转换筒的侧壁底部。

3. 根据权利要求1所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,所述的压差高端液气转换筒的放气嘴设置在所述的压差高端液气转换筒的侧壁并高于所述的压差高端液气转换筒的进水口;

所述的压差低端液气转换筒的放气嘴设置在所述的压差低端液气转换筒的侧壁并高于所述的压差低端液气转换筒的进水口。

4. 根据权利要求1所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,所述的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒上各设有一个气嘴,所述的压差高端液气转换筒的气嘴为所述的压差高端液气转换筒与压差传感器的连接接口,所述的压差低端液气转换筒的气嘴为所述的压差低端液气转换筒与压差传感器的连接接口;

所述的压差高端液气转换筒的气嘴高于所述的压差高端液气转换筒的放气嘴;

所述的压差低端液气转换筒的气嘴高于所述的压差低端液气转换筒的放气嘴。

5. 根据权利要求4所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,所述的压差高端液气转换筒的放气嘴和所述的压差低端液气转换筒的放气嘴等高。

6. 根据权利要求4所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,还包括:压差高端电控气阀、压差低端电控气阀以及控制所述的压差高端电控气阀和压差低端电控气阀的控制电路;

所述的压差高端电控气阀串联在所述的压差高端液气转换筒与压差传感器连接之间气路上;所述的压差低端电控气阀串联在所述的压差低端液气转换筒与压差传感器连接之间气路上;

所述的压差高端电控气阀至少包括三路,所述的压差高端电控气阀的一路与所述的压差高端液气转换筒的气嘴连通,所述的压差高端电控气阀的另一路与所述的压差传感器第一测量口连接,还有一路与大气导通;

所述的压差低端电控气阀至少包括三路,所述的压差低端电控气阀的一路与所述的压差

低端液气转换筒的气嘴连通,所述的压差低端电控气阀的另一路与所述压差传感器第二测量口连接,还有一路与大气导通。

7.根据权利要求1所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,所述的自循环伯努利实验仪还包含有:

自循环供水箱;

恒压水箱,所述的恒压水箱的一侧与所述自循环供水箱连接,另一侧与所述伯努利实验管道连接;

设置在所述自循环供水箱内并用于向所述恒压水箱供电的水泵;

设置在所述伯努利实验管道的尾部的流量调节阀;

与所述自循环供水箱连接并用于承接所述伯努利实验管道的尾部出水的自循环回水装置;

与所述伯努利实验管道上的多个测压点对应连接的多个直管式测压管。

8.根据权利要求7所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,所述的伯努利实验管道包含串联的管径大小变化的管段和管高度变化的管段。

## 具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及实验量测领域,具体涉及一种具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置。

### 背景技术

[0002] 伯努利方程即为不可压缩液体恒定流的能量方程,是水力学与流体力学三大重要方程之一,其物理意义是:水流从一个断面流到另一个断面过程中,单位重液体的位能、压能、动能是可以相互转换的,但前一个断面的单位总机械能应等于后一断面的单位总机械能与两断面之间流体的能量损失之和,能量损失以热能的形式耗散了,因此,与其他三项能量之间的转换是不可逆的。伯努利方程教学实验是水力学与流体力学重要教学内容之一。

[0003] 其中,专利号为ZL 200420091079.5的中国实用新型专利公开了一种桌面小型化的、具备独立自循环恒压供水系统的自循环伯努利方程实验仪,自2005年发明以来已被国内几百所院校采用,方便了进行现代实验教学。作为学生理论验证性实验,这其中很重要的一个实验物理量测量参数为实验管道的流量。传统测定实验管道流量时,需要在流量稳定时,用重量法(即通过秒表计时,在管嘴射流的下游水槽出口用水筒接取一筒水,并用电子秤称重换算得到水体积,再除以计时时间即能得到出流流量)或体积法(直接用大的量筒接取出流水,并用秒表计时)去测量实验管道的出流流量,费时费力,实验环境也容易搞湿搞脏,学生对这类传统的流量测量方法学习1~2次以后即可达到实验教学目的,不需要对每个流体力学实验都重复这类手工传统的测量方法,可以将节省的宝贵实验操作时间更好的用于实验原理探究与学习上。同时,传统流量测量方法也无法实时测量实验管道的出流流量。

[0004] 随着现代量测技术的发展,其他各行业领域的实验仪器在现代量测技术的创新和应用上已远远领先于流体力学类实验教学仪器。而对于自循环伯努利方程实验仪这类重要的基础实验仪器想要实现数字化量测,想要实现全面测控、实现将来的网络远程实验、实现教师课堂远程实验量测演示,第一步要解决的就是如何实现上述流量的数字化量测问题。同时,作为实验教学仪器应该保留原来实验管道,不能破坏伯努利实验管道中的测压点,并应用流体力学基本原理来解决伯努利实验仪中小口径实验管低流量的高精度测量问题的话,会更具教学效果。

[0005] 实际市场上,可应用于伯努利实验仪器实验管道均匀段实验管径14毫米左右,水流流量范围10-300ml/s的小流量高精度的数显流量测量装置,目前处于空白状态。教学实验上通常用如传统的重量计时法或体积计时法手工测量为主。若配备现代量测仪器时,以典型的压差式流量计为例,在实验教学应用中却有很多问题。压差式流量计的压差式信号发生器(例文丘里、孔板等)所产生的流量信号压差大多数仅为0.1-50厘米水柱,而现有流量计是通过水管连通管将传感器与压差信号发生器的测压点直接相连通,传感器的压力是通过水体传送的,传感器端是密封的,内有空气阻隔,连通管中的有压水柱不能直接作用在传感器的压力芯片上,又由于传感器内的压力传递通道很细小,因而在液气交界面上产生

很大的表面张力,其值可达到1-5厘米水柱,甚至更大,使流量信号的压力误差达10%以上,会造成中低端流量误差达10%-30%,因而此类流量计无法用于有高精度要求的教学实验装置上;现在市场上也有供应小管径的涡轮流量计等非压差式流量计,但是目前这类型流量计1%-2%以上精度的流量测量范围,是其满度的70%-100%,在30%以下都是不适用的,而自循环伯努利实验仪实验流量范围正好处在30%以下,所以也是无法选用。

[0006] 由上,对伯努利实验仪器进行研发创新,研制针对伯努利实验仪器的具备教学效果的现代数显流量计是目前日益迫切的需求。

## 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供了一种具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,在优选技术方案中,具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置还能在正常的流量测量实验过程中实时调零,是低压差高精度流量仪器。

[0008] 一种具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,其特征在于,包括:

[0009] 自循环伯努利实验仪,包含有:伯努利实验管道,所述的伯努利实验管道中的一段为用于产生压差信号的压差式流量信号发生器;

[0010] 与上述压差式流量信号发生器连接的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒,所述的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒上各设有一个放气嘴,该两个放气嘴外连接有活动密封塞;

[0011] 与上述压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒密封连接,用于检测上述压差高端液气转换筒内压缩空气与压差低端液气转换筒内压缩空气的压差的压差传感器;

[0012] 与上述压差传感器连接,用于将上述压差传感器检测到的压差信号转换成流量的微电脑数显表。

[0013] 本发明中,自循环伯努利实验仪可采用专利号为ZL200420091079.5的基本结构:它具有自循环供水箱、在自循环供水箱内设有电控水泵,恒压水箱置于实验台上,恒压水箱与实验管道(即伯努利实验管道)相接,实验管道尾部设置流量调节阀,实验管道出口下设自循环回水装置,恒压水箱与自循环供水箱通过上水管和下水管连接,恒压水箱内设有溢流板、稳水板,稳水板侧向开有稳水孔,溢流板和稳水板将恒压水箱内划分为溢流区、稳水区 and 恒压区。实验管道上依次布置有多个静压测点、多个毕托管总压测点,各静压测点、毕托管总压测点分别通过连通管与测压架内各对应测压管相连,测压架上设有滑尺。

[0014] 作为优选,所述的自循环伯努利实验仪还包含有:

[0015] 自循环供水箱;

[0016] 恒压水箱,所述的恒压水箱的一侧与上述自循环供水箱连接,另一侧与上述伯努利实验管道连接;

[0017] 设置在上述自循环供水箱内并用于向上述恒压水箱供水的电控水泵;

[0018] 设置在上述伯努利实验管道的尾部的流量调节阀;

[0019] 与上述自循环供水箱连接并用于承接上述伯努利实验管道的尾部出水的自循环回水装置;

[0020] 与上述伯努利实验管道上的多个测压点对应连接的多个直管式测压管。

[0021] 所述的伯努利实验管道包含串联的管径大小变化的管段和管高度变化的管段。

[0022] 本发明具有压差式流量信号发生器,分别连接压差高端与压差低端的独立双筒式液气转换筒、压差传感器和微电脑数显表。微电脑数显表,能实现将输入的信号电压可通过数组拟合的方法,使输出变为相应的流量物理量值数显输出。采用液气转换筒提高了测量精度,是一种低压差高精度的流量测量仪器。

[0023] 所述的压差式流量信号发生器为能产生压差信号的流量测量管段。压差式流量信号发生器可以采用文丘里、管嘴、孔板式等百年来写入教科书的几种流体力学测量流量的基本压差式前端测量结构,自循环伯努利实验仪因为本身实验管道中设计有文丘里实验管段,因此,优选该文丘里实验管段作为压差式流量信号发生器。

[0024] 作为优选,所述的压差式流量信号发生器上设有压差高端压力传导管和压差低端压力传导管;

[0025] 所述的压差高端液气转换筒上设有与所述压差高端压力传导管连通的进水口;

[0026] 所述的压差低端液气转换筒上设有与所述压差低端压力传导管连通的进水口。

[0027] 进一步优选,所述的压差高端液气转换筒的进水口位于所述压差高端液气转换筒的侧壁底部;

[0028] 所述的压差低端液气转换筒的进水口位于所述压差低端液气转换筒的侧壁底部。

[0029] 进一步优选,所述的压差高端液气转换筒的放气嘴设置在所述压差高端液气转换筒的侧壁并高于所述的压差高端液气转换筒的进水口;

[0030] 所述的压差低端液气转换筒的放气嘴设置在所述压差低端液气转换筒的侧壁并高于所述的压差低端液气转换筒的进水口。

[0031] 作为优选,所述的压差高端液气转换筒和压差低端液气转换筒上各设有一个气嘴,所述的压差高端液气转换筒的气嘴为所述的压差高端液气转换筒与压差传感器的连接接口,所述的压差低端液气转换筒的气嘴为所述的压差低端液气转换筒与压差传感器的连接接口;

[0032] 所述的压差高端液气转换筒的气嘴高于所述的压差高端液气转换筒的放气嘴;

[0033] 所述的压差低端液气转换筒的气嘴高于所述的压差低端液气转换筒的放气嘴。

[0034] 进一步优选,所述的压差高端液气转换筒的放气嘴和所述的压差低端液气转换筒的放气嘴等高。

[0035] 进一步优选,所述的具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置还包括:压差高端电控气阀、压差低端电控气阀以及控制所述压差高端电控气阀和压差低端电控气阀的控制电路;

[0036] 所述的压差高端电控气阀串联在所述的压差高端液气转换筒与压差传感器连接之间气路上;所述的压差低端电控气阀串联在所述的压差低端液气转换筒与压差传感器连接之间气路上;

[0037] 所述的压差高端电控气阀至少包括三路,所述的压差高端电控气阀的一路与所述压差高端液气转换筒的气嘴连通,所述的压差高端电控气阀的另一路与所述压差传感器第一测量口连接,还有一路与大气导通;

[0038] 所述的压差低端电控气阀至少包括三路,所述的压差低端电控气阀的一路与所述压差低端液气转换筒的气嘴连通,所述的压差低端电控气阀的另一路与所述压差传感器第二测量口连接,还有一路与大气导通。

[0039] 当压差高端电控气阀和压差低端电控气阀通电时,使得压差传感器的测压端均与大气导通,可实时调零。

[0040] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0041] 1、具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置巧妙应用流体力学原理解决伯努利实验仪小口径实验管低流量的高精度测量问题:设计了双筒式液气转换装置,将流量信号发生器与传感器之间由连通管内的液体直接传递压力的方式,通过液气转换的双筒,转变为气体的介质,将压力传送给传感器,彻底消除了传感器连接通路上的表面张力作用,使小流量的精度可由10%提高到1%,并填补了像伯努利实验仪此类桌面型小型流体力学实验仪器的高精度数显流量仪空白;

[0042] 2、本实验装置因高精密传感器的压力传递介质为空气,因而使传感器压力芯片远离水或腐蚀性工作液体,使得传感器使用寿命大大提高;

[0043] 3、本实验装置所配置的文丘里压差式流量信号发生器,是近百年来长期写入教科书的传统流体力学原理应用的流量计。引入实验教学,对学生有很好的理论结合应用的学习效果;

[0044] 4、本实验装置在使用液气转换测压筒后,巧妙的应用电控微型气阀设计了气路通断切换系统,随时可使压差传感器的2个测压接口都通大气,可使伯努利实验仪在实验过程中实时可调零,避免了量测过程中需要检测零点时传统仪器必须全关流量阀门才能进行校验的麻烦,这种实时检测功能尤其在教学实验中是很有必要的。

[0045] 5、配置了微电脑数显表,可将流量模拟电压通过芯片模数非线性转换变为实时流量值,数显显示,直观方便。

## 附图说明

[0046] 图1为本发明具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置的结构示意图;

[0047] 图2为本发明中双筒式高精度流量数显仪的结构示意图;

[0048] 图3为本发明压差高端电控气阀、压差低端电控气阀以及控制电路的电路示意图。

## 具体实施方式

[0049] 如图1所示,一种具备教学效果流量数显的自循环伯努利实验装置,包括:自循环伯努利实验仪和双筒式高精度流量数显仪38。

[0050] 自循环伯努利实验仪参考采用专利号为ZL 2004 2 0091079.5的结构设计,如图1所示,所述的自循环伯努利实验仪包含有:伯努利实验管道33(即实验管道33),伯努利实验管道33中的一段为用于产生压差信号的压差式流量信号发生器41;自循环供水箱21;恒压水箱25,恒压水箱25的一侧与自循环供水箱21连接,另一侧与伯努利实验管道33连接;设置在自循环供水箱21内并用于向恒压水箱25供电的电控水泵(未画出);设置在伯努利实验管道33的尾部的流量调节阀37;与自循环供水箱21连接并用于承接伯努利实验管道33的尾部出水的自循环回水装置24;与伯努利实验管道33上的多个测压点对应连接的多个直管式测压管36。伯努利实验管道33包含串联的管径大小变化的管段和管高度变化的管段。自循环伯努利方程实验仪,它具有自循环供水箱21、在自循环供水箱21内设有电控水泵,恒压水箱25置于实验台22上,依次与实验管道33相接,实验管道33尾部设置流量调节阀37,实验管道

33出口下设自循环回水装置24,恒压水箱25与自循环供水箱21通过上水管和下水管连接,恒压水箱25内设有溢流板27、稳水板26,稳水板26侧向开有稳水孔,溢流板27和稳水板26将恒压水箱内划分为溢流区28、稳水区29和恒压区30。实验管道33上依次布置有多个静压测点31、多个毕托管总压测点32,多个静压测点31和多个毕托管总压测点32为测压点①~⑱,各静压测点31、毕托管总压测点32分别通过连通管与测压架34内各对应直管式测压管36相连,测压架34上设有滑尺35。

[0051] 本自循环伯努利方程实验仪的工作过程是:开启电控水泵对恒压水箱25供水,并保持溢流,供水恒压水头下,水体流经实验管道33,流量调节阀37调节实验管道33内流量,通过测压系统测得实验管道沿程各个断面测压管水头及总水头,验证伯努利方程。

[0052] 如图2所示,双筒式高精度流量数显仪38包含有:用于产生压差信号的压差式流量信号发生器41;与压差式流量信号发生器41连接的压差高端液气转换筒44和压差低端液气转换筒48,压差高端液气转换筒44和压差低端液气转换筒48上各设有一个放气嘴43;与压差高端液气转换筒44和压差低端液气转换筒48连接,用于检测压差高端液气转换筒44内压缩空气与压差低端液气转换筒48内压缩空气的压差的压差传感器46;与压差传感器46连接,用于将压差传感器46检测到的压差信号转换成流量的微电脑数显表50。

[0053] 双筒式高精度流量数显仪38,还包括:压差高端电控气阀51、压差低端电控气阀52以及控制压差高端电控气阀51和压差低端电控气阀52的控制电路。压差高端电控气阀51至少包括三路,压差高端电控气阀51的一路与压差高端液气转换筒44内压缩空气连通,压差高端电控气阀51的另一路与压差传感器46连接,还有一路与大气导通。压差低端电控气阀52至少包括三路,压差低端电控气阀52的一路与压差低端液气转换筒48内压缩空气连通,压差低端电控气阀48的另一路与压差传感器46连接,还有一路与大气导通。

[0054] 如图3所示,控制电路包括电源和接通开关53,接通开关53一端与电源的正极连接,另一端与压差高端电控气阀51的正极和压差低端电控气阀52的正极连接,压差高端电控气阀51的负极和压差低端电控气阀52的负极与电源的负极连接。

[0055] 压差式流量信号发生器41为能产生压差信号的流量测量管段。具体采用本自循环伯努利实验仪中实验管道33测压点⑤~⑧之间一段文丘里实验管段。

[0056] 压差式流量信号发生器41上的文丘里实验管段的最大内径管壁上设有压差高端压力传导管和收缩段最小内径处设有压差低端压力传导管。

[0057] 压差高端液气转换筒44和压差低端液气转换筒48各设有一个进水口45,压差高端液气转换筒44上的进水口与压差高端压力传导管连通;压差低端液气转换筒48上的进水口与压差低端压力传导管连通。压差高端液气转换筒44的进水口位于压差高端液气转换筒44的侧壁底部;压差低端液气转换筒48的进水口位于压差低端液气转换筒48的侧壁底部。

[0058] 压差高端液气转换筒44的放气嘴设置在压差高端液气转换筒44的侧壁并高于压差高端液气转换筒44的进水口;压差低端液气转换筒48的放气嘴设置在压差低端液气转换筒48的侧壁并高于压差低端液气转换筒48的进水口。

[0059] 压差高端液气转换筒44和压差低端液气转换筒48上各设有一个气嘴42,压差高端液气转换筒44的气嘴与压差高端电控气阀51连接,压差低端液气转换筒48的气嘴与压差低端电控气阀52连接。

[0060] 压差高端液气转换筒44的气嘴高于压差高端液气转换筒44的放气嘴;压差低端液



气转换筒48的气嘴高于压差低端液气转换筒48的放气嘴；压差高端液气转换筒44的放气嘴和压差低端液气转换筒48的放气嘴等高。

[0061] 本发明中的双筒式高精度液体流量仪,具有压差式流量信号发生器41、实时调零电控气阀单元及其控制电路(即压差高端电控气阀51、压差低端电控气阀52以及控制压差高端电控气阀51和压差低端电控气阀52的控制电路),分别连接压差高端与压差低端的独立双筒式液气转换筒44与48、压差传感器46和智能型(带微电脑芯片)的微电脑数显表50。

[0062] 具体实施方式进一步说明如下:

[0063] 1、双筒的下部各设有进水口45,并分别与压差式流量仪信号发生器41的高低压端的测压点(分别设有压差高端压力传导管和压差低端压力传导管)相连通,顶部各设有气嘴42,分别与压差传感器46的测压嘴相连通,中部等高程处分别设有放气嘴43,放气嘴43可放气使筒内液位最高升到放气嘴43位置。当放气嘴43关闭,水管连通管47充满连续的无气泡的有压水体时,高低端测压点的压力水通过双筒转换成气体压力,并分别作用于压差传感器46的高低压端,使压差传感器46及其气路连接管49中的压力传递介质均为气体。由于压差传感器46和气路连接管49中无水体存在,因而也彻底消除了传感器传统方法所连接的通路上的表面张力作用,使小流量的精度可由10%提高到1%。在测量开始时,需将放气嘴43(具体可采用放气螺丝嘴,放气螺丝嘴内连接有活动密封塞)开启排气,直至放气嘴43嘴口有水体流出,使筒内液面不再上升,对双筒都应分别进行这一操作,由于每个筒的放气嘴43位于同一个高程上,因此筒内经过排气进液后,液面高度会保持同一水平面(与放气嘴43上沿同水平面),此时,如果实验管道33中满管流流量为零时,两个测压筒内的气压相等,采用传统的传感器调零,补偿电路对压差传感器进行初始调零。

[0064] 2、实时调零电控气阀单元及其控制电路(即压差高端电控气阀51、压差低端电控气阀52以及控制压差高端电控气阀51和压差低端电控气阀52的控制电路)是在压差传感器46测压嘴的气路连接管49的管路上,接有一个或多个电控三通气阀,一个电控三通气阀可采用两个电控二通气阀和三通结合代替,并附有控制电路,实现压差传感器46实时调零的电控功能。以压差高端电控气阀51、压差低端电控气阀52均采用电控三通气阀为例,如图2、图3所示。压差高端电控气阀51(电控三通气阀)的公共端与压差传感器46的高压端相连通、常开端与压差高端液气转换筒44的气嘴相连通;图1的气路图中压差低端电控气阀52(电控三通气阀)的公共端与压差传感器46的低压端相连通、常开端与压差低端液气转换筒48的气嘴相连通;图3是实时调零电控气阀单元电控电路示意图,当接通开关53按下时,压差高端电控气阀51(电控三通气阀)与压差低端电控气阀52(电控三通气阀)通电,与压差高端液气转换筒44和压差低端液气转换筒48的气嘴相连的常开端被关闭,通大气端与公共端相连通,于是压差传感器46两端均通大气,此时流量显示值应为零,若不为零,则可调节为零。这一功能为双筒式高精度液体流量仪38提供一个实时调零的作用,避免了量测过程中需要检测零点时传统仪器必须全关流量阀门才能进行校验的麻烦,这种实时检测功能尤其在教学实验中是很有必要的。

[0065] 3、压差传感器46接有传统的传感器调零补偿电路,可采用现有技术,能实现压差传感器46输入压差信号为零,而输出电压不为零时,补偿修正为零电压输出的功能。传统的传感器调零补偿电路主要原理是利用电位器改变传感器输出给智能数显表的电压值,使微电脑数显表50接收到的信号负端电压可以调节,从而使微电脑数显表50的显示值,可调节

为零。

[0066] 4、智能型(带微电脑芯片)的数显电压表(即微电脑数显表50),其所具有的功能,能实现将输入的信号电压可通过数组拟合的方法,使输出变为相应的流量物理量值。这种微电脑数显表50是常规商用仪表,容易采购,可采用现有技术。

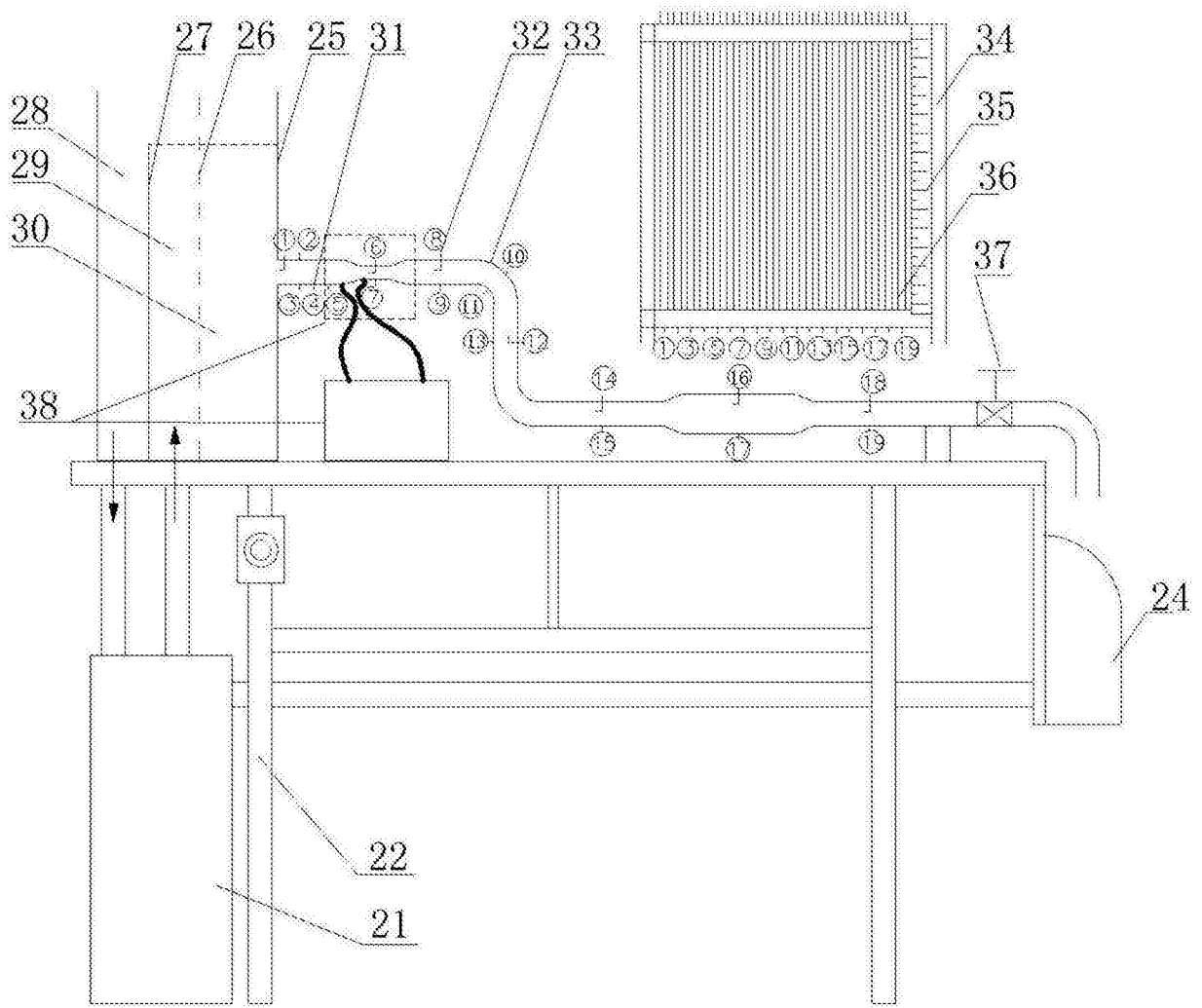


图1

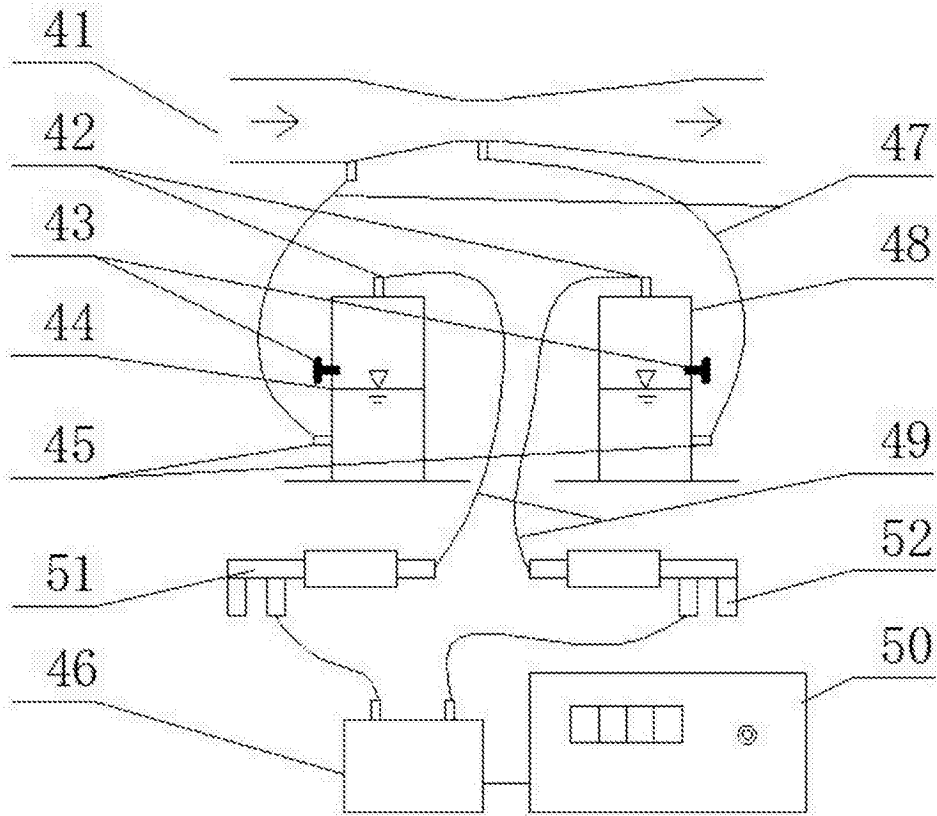


图2

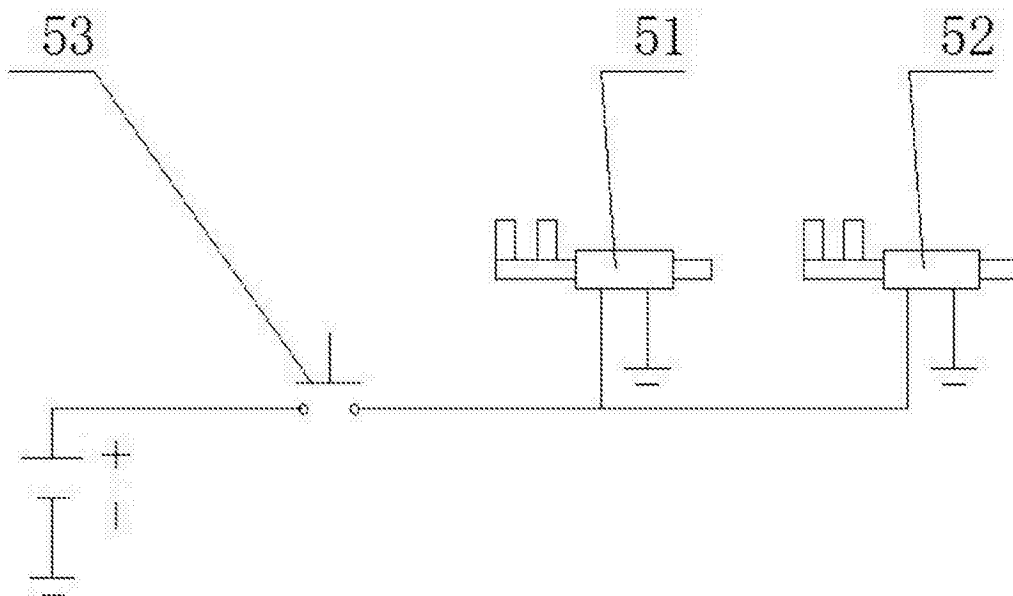


图3