



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102495202 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 23

(21) 申请号 201110431813. 2

CN 101354394 A, 2009. 01. 28, 全文.

(22) 申请日 2011. 12. 21

CN 102114290 A, 2011. 07. 06, 全文.

WO 2006/117095 A1, 2006. 11. 09, 全文.

(73) 专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

审查员 赵晓明

(72) 发明人 周斌 张小松 闫俊海

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

G01N 33/48 (2006. 01)

G01N 30/02 (2006. 01)

A61B 5/083 (2006. 01)

A61B 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 00/78380 A1, 2000. 12. 28, 全文.

CN 101169451 A, 2008. 04. 30, 全文.

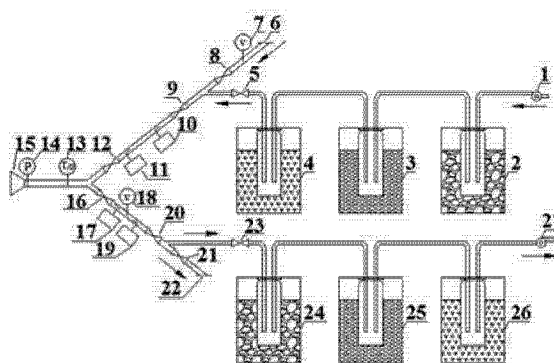
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

人体呼吸性能参数检测装置

(57) 摘要

本发明提供了一种人体呼吸性能参数检测装置,包括吸气管路、呼气管路、流量计、风机、低温采样瓶、氧气/二氧化碳/氨气探头、粒子计数器、数据采集器、气相/液相色谱分析仪,通过将吸气和呼气管路分开,分别测量人体吸气和呼气的流量、呼吸气流温度和相对湿度、氧气浓度、污染气体浓度以及颗粒物浓度,得到人体呼吸的基本性能参数,为空调系统新风量的优化选择以及室内气流组织的设计提供科学依据,同时也为实现空调系统服务人类健康的宗旨提供解决方案,使暖通空调系统真正达到健康、节能、可持续发展的目的。



1. 一种人体呼吸性能参数检测装置,其特征在于,该装置包括吸气管路、呼气管路、呼吸总管和处理器;

所述的吸气管路包括依次连接的吸气入口(6)、进气风速仪(7)、第二进气电磁阀(8)、第三进气电磁阀(9)、进气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪(10)、第一粒子计数器(11)和第四进气电磁阀(12);

所述的呼气管路包括依次连接的第一出气电磁阀(16)、第二粒子计数器(17)、出气风速仪(18)、出气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪(19)、第二出气电磁阀(20)、第三出气电磁阀(21)、呼气出口(22);

所述的呼吸总管包括依次连接的温湿度计(13)、压力计(14)和口罩(15),所述温湿度计(13)的进气端通过三通管分别与第三进气电磁阀(12)和第一出气电磁阀(16)连接;

所述处理器(28)的信号输入端通过信号线与压力计(14)连接,信号输出端通过信号线分别与第四进气电磁阀(12)和第一出气电磁阀(16)连接;

所述第二进气电磁阀(8)和第三进气电磁阀(9)之间的管路还连接有大分子采样进气管路;

所述大分子采样进气管路包括依次连接的入口风机(1)、第一冰采样罐(2)、第一干冰采样罐(3)、第一液氮采样罐(4)和第一进气电磁阀(5),所述第一进气电磁阀(5)的出口端与第二进气电磁阀(8)和第三进气电磁阀(9)之间的三通管连接;

所述第二出气电磁阀(20)和第三出气电磁阀(21)之间的管路还连接有大分子采样出气管路;

所述大分子采样出气管路包括依次连接的第四出气电磁阀(23)、第二冰采样罐(24)、第二干冰采样罐(25)、第二液氮采样罐(26)和出口风机(27),所述第四出气电磁阀(23)的进气端与第二出气电磁阀(20)和第三出气电磁阀(21)之间的三通管连接。

2. 根据权利要求1所述的人体呼吸性能参数检测装置,其特征在于,所述的进气氧气、二氧化碳、氨气集成检测仪(10)包括进气氧气探头(101)、进气二氧化碳探头(102)、进气氨气探头(103)和第一数据采集仪(104),所述第一数据采集仪(104)的信号输入端分别与上述进气氧气探头(101)、进气二氧化碳探头(102)、进气氨气探头(103)连接,信号输出端通过信号线与第一数据终端(105)连接。

3. 根据权利要求1所述的人体呼吸性能参数检测装置,其特征在于,所述的出气氧气、二氧化碳、氨气集成检测仪(19)包括出气氧气探头(191)、出气二氧化碳探头(192)、出气氨气探头(193)和第二数据采集仪(194),所述第二数据采集仪(194)的信号输入端分别与上述出气氧气探头(191)、出气二氧化碳探头(192)、出气氨气探头(193)连接,信号输出端通过信号线与上述第二数据终端(195)连接。

人体呼吸性能参数检测装置

技术领域

[0001] 本发明属于暖通制冷空调、室内空气品质和空气洁净技术领域,涉及一种人体呼吸性能参数检测方法和检测系统。

背景技术

[0002] 随着建筑可持续发展理念的不断深入,建筑节能和保障室内人员健康已经成为空调领域需要共同面对的两大课题。目前我国建筑能耗中空调能耗占重要部分,而新风能耗又是重中之重。

[0003] 目前我国暖通空调设计人员在确定新风量时往往参考了国外标准,缺乏对国情和中国人特点的深入研究。为了安全起见,往往选择了较高的新风量,使得建筑能耗随着空调应用领域的不断扩大变得越来越大。此外在极端情况,设计人员为了节能,在缺乏对新风量必要性了解的基础上,不设置新风系统,造成室内污染物浓度不断积聚,危害人体健康。

[0004] 为此在保障空调系统热湿处理性能的前提下,有必要对中国人体呼吸性能参数进行试验和统计分析,获得基本的数据,为设计师确定合理的新风量和新风品质、优化空调系统中新回风比例提供基础。

[0005] 已有的人体呼吸性能参数检测相关专利有:

[0006] 第二炮兵装备研究院第六研究所的高缨、温毅春、陆晓鹏、韩俊杰、熊建平、秦霞、耿葵和计伟申请的“空气呼吸器性能检测仪”(申请专利号:CN201120045960.1;公开公告号:CN202013269U;法律状态:授权)中,主要考虑了消防等救灾领域中用的空气呼吸器(压力容器)进行检测,着重研究压力传感器、检测平台和检测数据处理装置的连接方式。

[0007] MAP医药-技术有限责任公司的伯恩德·兰;斯蒂芬·谢茨尔申请的“呼吸检测装置”(申请专利号:CN201110070673.0;公开公告号:CN102172329A;法律状态:实质审查的生效)中,目的是检测或产生表明人体呼吸和人体呼吸肌的活动信号的检测装置,通过以无电的方式检测或测量作用在带装置上的力,基于该检测或测量,得到有关躯干变宽或变窄的结论。

[0008] 重庆大学的串禾和张振国申请的“一种实时监测呼吸状态的简易装置”(申请专利号:CN201020610401.6;公开公告号:CN201948995U;法律状态:授权)中,通过在距人体鼻孔0.8~1.2cm处设置温度传感器,由数据采集系统和显示器连续显示的人体呼出吸入气体的温度-时间变化曲线来监测受试人员的呼吸状态。

[0009] 中国人民解放军总参谋部工程兵科研三所的蔡庆华、翟金明、何翔、文高原、李英军、潘水艳、胡瑞和王世合申请的“呼吸检测控制装置”(申请专利号:CN201020227657.9;公开公告号:CN201710837U;法律状态:授权)中,利用光电感应器通过控制传感电路控制电机转动或停止,解决了现有防尘呼吸面罩呼吸不适的问题,提高了呼吸面罩使用的舒适性和安全可靠性的。

[0010] 晁彩霞申请的“一种便携式体温、脉搏、呼吸测量仪”(申请专利号:CN200920240411.2;公开公告号:CN201537086U;法律状态:授权)中,利用微型控制处理

器、微型电源、控制按钮以及体温功能键、脉搏功能键和呼吸功能键,实现体温、脉搏、呼吸的测量。可以减轻护理人员的工作量并提高护理人员的工作效率和工作质量,是医疗单位特别是护理部门的一种理想的实用检测工具。

[0011] 从上述介绍可以看到,目前还没有专门针对室内环境中,研究人体呼吸需氧量、人体呼吸产生污染物和产湿量、人体肺部积尘特性的综合性检测方法和检测装置,也没有能够实现吸气和呼气管路分开采样和切换,除了简单的温湿度检测外,还没有考虑人体呼吸中多种低浓度、低挥发性污染物采样的装置。

发明内容

[0012] 技术问题:本发明提供一种能在测量人体的需氧量的同时测量人体呼吸污染物和湿气散发量的人体呼吸性能参数检测装置。

[0013] 技术方案:本发明的人体呼吸性能参数检测装置,包括吸气管路、呼气管路、呼吸总管和处理器;吸气管路包括依次连接的吸气入口、进气风速仪、第二进气电磁阀、第三进气电磁阀、进气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪、第一粒子计数器和第四进气电磁阀;呼气管路包括依次连接的第一出气电磁阀、第二粒子计数器、出气风速仪、出气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪、第二出气电磁阀、第三出气电磁阀、呼气出口;呼吸总管包括依次连接的温湿度计、压力计和口罩,所述温湿度计的进气端通过三通管分别与第三进气电磁阀和第一出气电磁阀连接;处理器的信号输入端通过信号线与压力计连接,信号输出端通过信号线分别与第四进气电磁阀和第一出气电磁阀连接。

[0014] 本发明的一种方案中,第二进气电磁阀和第三进气电磁阀之间的管路还连接有大分子采样进气管路;大分子采样进气管路包括依次连接的入口风机、第一冰采样罐、第一干冰采样罐、第一液氮采样罐和第一进气电磁阀,所述第一进气电磁阀的出口端与第二进气电磁阀和第三进气电磁阀之间的三通管连接。

[0015] 本发明的一种方案中,第二出气电磁阀和第三出气电磁阀之间的管路还连接有大分子采样出气管路;大分子采样出气管路包括依次连接的第四出气电磁阀、第二冰采样罐、第二干冰采样罐、第二液氮采样罐和出口风机,所述第四出气电磁阀的进气端与第二出气电磁阀和第三出气电磁阀之间的三通管连接。

[0016] 本发明的一种方案中,进气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪包括进气氧气探头、进气二氧化碳探头、进气氨气探头和第一数据采集仪,第一数据采集仪的信号输入端分别与所述进气氧气探头、进气二氧化碳探头、进气氨气探头连接,信号输出端通过信号线与第一数据终端连接。

[0017] 本发明的一种方案中,出气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪包括出气氧气探头、出气二氧化碳探头、出气氨气探头和第二数据采集仪,所述第二数据采集仪的信号输入端分别与所述出气氧气探头、出气二氧化碳探头、出气氨气探头连接,信号输出端通过信号线与所述第二数据终端连接。

[0018] 本发明的人体呼吸性能参数检测系统包括吸气和呼气通路。吸气和呼气通路都分别包括风速仪、冰采样罐、干冰采样罐、液氮采样罐、电磁阀、氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪、粒子计数器、压力计和温湿度计。吸气和呼气通路由口罩相连接。通过压力计感应吸气和呼气流体的压力波动,调节电磁阀的开闭,实现对吸气和呼气流体的采样。其中冰采样

罐、干冰采样罐和液氮采样罐得到的液体放置于气相 / 液相色谱仪进行分析,可以得到气流中大分子低挥发性的污染气体含量。

[0019] 有益效果:本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0020] 本发明能够同时、综合测量人体的需氧量、污染物和湿气释放量、颗粒物在肺部的沉积率,而现有的技术没有该方法和装置。

[0021] 本发明能够根据呼吸气压调节吸气和呼气管路的通断,实现吸气和呼气管路的转换,并分别进行气流和污染物采样,而现有的技术没有该方法和装置。

[0022] 本发明不仅能够测量常规的人体呼吸参数,包括氧气、二氧化碳、氨气和颗粒物浓度,而且通过沿气流方向依次设置不同温度的冰采样罐、干冰采样罐和液氮采样罐,将低温采样罐得到的液体用于气相 / 液相质谱仪分析,实现对大分子、低浓度、低挥发性微量气体的检测。

[0023] 本发明通过在吸气管路和呼气管路上分别设置粒子计数器,可以实现对肺部沉积的颗粒物质量百分比(对应 PM10、PM4、PM2.5 和 PM1)以及沉积率随颗粒物粒径(对应纳米颗粒、0.1、0.3、0.5、1、3、5 和 10 μm)的变化。

[0024] 本发明将人体的吸气和呼气通路分开,通过结合冰、干冰和液氮三种低温热交换系统,利用气体(O_2 、 CO_2 、 NH_3 等)探头、颗粒物粒子计数器和气相 / 液相色谱仪,实现对人体需氧量、呼吸气流温度和散湿量、人体释放的污染物浓度、颗粒物在肺部的沉积情况等参数进行测量。本发明为指导设计人员确定新风量、为科研人员进行通风方式的优化,提供基本数据,在满足空调高效节能要求的同时,为实现空调系统为人类健康服务提供了解决方案。

附图说明

[0025] 图 1 是人体呼吸性能参数检测系统示意图。

[0026] 图 2 是吸气和呼气电磁阀控制系统示意图。

[0027] 图 3 是进气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪的示意图。

[0028] 图 4 是出气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪的示意图。

[0029] 图中有:入口风机 1,第一冰采样罐 2,第一干冰采样罐 3,第一液氮采样罐 4,第一进气电磁阀 5,吸气入口 6,第一风速仪 7,第二进气电磁阀 8,第三进气电磁阀 9,进气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪 10,第一粒子计数器 11,第四进气电磁阀 12,温湿度计 13,压力计 14,口罩 15,第一出气电磁阀 16、第二粒子计数器 17,第二风速仪 18,出气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪 19,第二出气电磁阀 20,第三出气电磁阀 21,呼气出口 22,第四出气电磁阀 23,第二冰采样罐 24、第二干冰采样罐 25、第二液氮采样罐 26,出口风机 27 和第三处理器(28)

[0030] 进气氧气探头 101,进气二氧化碳探头 102,进气氨气探头 103,第一数据采集仪 104,第一处理器(105),出气氧气探头 191,出气二氧化碳探头 192,出气氨气探头 193,第二数据采集仪 194,第二处理器(195)。

具体实施方式

[0031] 下面结合实施例和附图对本发明的技术方案作进一步的描述。

[0032] 本发明的人体呼吸性能参数检测装置,包括吸气管路、呼气管路、呼吸总管和处理

器；

[0033] 吸气管路包括依次连接的吸气入口 6、进气风速仪 7、第二进气电磁阀 8、第三进气电磁阀 9、进气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪 10、第一粒子计数器 11 和第四进气电磁阀 12；进气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪 10 包括进气氧气探头 101、进气二氧化碳探头 102、进气氨气探头 103 和第一数据采集仪 104，所述第一数据采集仪 104 的信号输入端分别与所述进气氧气探头 101、进气二氧化碳探头 102、进气氨气探头 103 连接，信号输出端通过信号线与所述第一数据终端 105 连接；第二进气电磁阀 8 和第三进气电磁阀 9 之间的管路还并行连接有大气子采样吸气管路；

[0034] 大气子采样吸气管路包括依次连接的入口风机 1、第一冰采样罐 2、第一干冰采样罐 3、第一液氮采样罐 4 和第一进气电磁阀 5，所述第一进气电磁阀 5 的出口端与第二进气电磁阀 8 和第三进气电磁阀 9 之间的三通管连接；

[0035] 呼气管路包括依次连接的第一出气电磁阀 16、第二粒子计数器 17、出气风速仪 18、出气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪 19、第二出气电磁阀 20、第三出气电磁阀 21、呼气出口 22，所述的出气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪 19 包括出气氧气探头 191、出气二氧化碳探头 192、出气氨气探头 193 和第二数据采集仪 194，所述第二数据采集仪 194 的信号输入端分别与所述出气氧气探头 191、出气二氧化碳探头 192、出气氨气探头 193 连接，信号输出端通过信号线与所述第二数据终端 195 连接；所述第二出气电磁阀 20 和第三出气电磁阀 21 之间的管路还并行连接有大气子采样出气管路；

[0036] 大气子采样出气管路包括依次连接的第四出气电磁阀 23、第二冰采样罐 24、第二干冰采样罐 25、第二液氮采样罐 26 和出口风机 27，第四出气电磁阀 23 的进气端与第二出气电磁阀 20 和第三出气电磁阀 21 之间的三通管连接；

[0037] 呼吸总管包括依次连接的温湿度计 13、压力计 14 和口罩 15，所述温湿度计 13 的进气端通过三通管分别与第三进气电磁阀 12 和第一出气电磁阀 16 连接；

[0038] 压力计 14 的进气端与口罩 15 的壁面相连接，连接开孔与呼吸气流正对，测量吸气和呼气时口罩 15 内的波动压力与大气压的差值，经过处理器把压差转化成信号。

[0039] 处理器 28 的信号输入端通过信号线与压力计 14 连接，信号输出端通过信号线分别与第四进气电磁阀 12 和第一出气电磁阀 16 连接。

[0040] 本发明的人体呼吸性能参数检测系统包括吸气管路、排气管路和采样管路，该装置能够同时测量人体新陈代谢过程的耗氧量、人体呼吸过程产生的湿气和污染气体、以及颗粒物在人体肺部的沉积百分比。该装置的具体工作过程如下：

[0041] 首先测量人体所处环境中污染气体浓度。第一进气电磁阀 5 和第二进气电磁阀 8 打开，第三进气电磁阀 9 关闭。空气由入口风机 1 抽取，分别通过第一冰采样罐 2、第一干冰采样罐 3 和第一液氮采样罐 4，由于三个采样罐中温度不同，经过一定的采样时间，可以得到三瓶液体，将它们放置于气相 / 液相色谱仪中分析，可以得到环境中大气子气体污染物的浓度。

[0042] 人体吸气时，带上口罩 15，关闭第一进气电磁阀 5 和第一出气电磁阀 16，打开第二进气电磁阀 8 和第三进气电磁阀 9。通过进气风速仪 7 和吸气管内径，可以得到吸气流量。通过进气氧气 / 二氧化碳 / 氨气集成检测仪 10、第一粒子计数器 11 可以得到吸入空气中氧气、二氧化碳、氨气和颗粒物浓度。通过温湿度计 13、压力计 14 可以得到吸入空气的压力和

温湿度。

[0043] 人体呼气时,当需要同时测量呼气中大分子量气体的浓度时,关闭电磁阀 12 和 21,打开电磁阀 16、20 和 23。通过温湿度计 13、压力计 14 可以得到呼气的压力和温湿度。通过粒子计数器 17、氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪 19 可以得到呼气中颗粒物、氧气、二氧化碳和氨气浓度。呼气依次通过冰采样罐 24、干冰采样罐 25 和液氮采样罐 26,然后由出口风机 27 排到环境中。将三个采样罐得到的三瓶液体放置于气相/液相色谱仪中分析,可以得到呼气中大分子气体污染物的浓度。

[0044] 人体呼气时,当不需要测量呼气中大分子量气体的浓度时,关闭第四进气电磁阀 12 和第四出气电磁阀 23,打开第一出气电磁阀 16、第二出气电磁阀 20 和第三出气电磁阀 21。如上所述,可以测得呼气的压力、温湿度以及颗粒物、氧气、二氧化碳和氨气浓度。

[0045] 人体新陈代谢过程耗氧量的测量方法是:吸气时,空气由吸气入口 6 通过吸气管到达口罩 15 部位;呼气时,空气通过呼气管达到呼气出口 22。吸气中氧气浓度的测量由进气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪 10 完成;呼气中氧气浓度的测量由出气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪 19 完成。吸气流量由进气风速仪 7 测量得到的风速随时间的累积值乘以吸气管截面积得到;呼气流量由出气风速仪 18 测量得到的风速随时间的累积值乘以呼气管截面积得到。通过一定时间内测得的吸气与呼气中氧气含量的减少量,可以得到该时间段内人体新陈代谢过程耗氧量,也可以得到人体呼吸过程中需氧量随呼吸进程的关系图。

[0046] 人体呼吸过程产生湿气的测量方法是:在与口罩 15 相连的呼吸总管上设置温湿度计 13,可以测得呼气和吸气中空气的温度和相对湿度。通过压力计 14 可以测得呼气和吸气压力。由温湿度和压力可以得到含湿量。再由前面叙述方法测量得到的吸气和呼气流量,可以得到一定时间内吸气与呼气中增加的水分含量,从而知道人体呼吸过程产生的湿气状况,也可以得到人体呼吸过程中湿气产生量随呼吸进程的关系图。

[0047] 人体呼吸过程产生污染气体的测量方法是:人体呼吸的是环境空气。环境空气中二氧化碳和氨气浓度由设置在吸气管上的进气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪 10 测量得到;环境空气中大分子气体污染物浓度由入口风机 1 将环境空气依次送入第一冰采样罐 2、第一干冰采样罐 3 和第一液氮采样罐 4,获得的采样液经气相或液相色谱仪分析确定这类大分子气体污染物浓度。人体呼气产生的二氧化碳和氨气浓度由设置在呼气管上的出气氧气/二氧化碳/氨气集成检测仪 19 测量得到;呼气中大分子气体污染物浓度由入口风机 27 将呼气抽入第二冰采样罐 24、第二干冰采样罐 25 和第二液氮采样罐 26,获得的采样液经气相或液相色谱仪分析确定这类大分子气体污染物浓度。通过前面叙述方法测量得到的吸气和呼气流量,可以得到一定时间内吸气与呼气中增加的二氧化碳、氨气和大分子气体污染物的含量,从而知道人体呼吸过程产生的污染气体状况。

[0048] 颗粒物在人体肺部沉积百分比的测量方法是:在吸气管上设置第一粒子计数器 11 测量吸气气流中颗粒物的计数或计重浓度,在呼气管上设置第二粒子计数器 17 测量呼气气流中颗粒物的计数或计重浓度。通过前面叙述方法测量得到的吸气和呼气流量,可以得到一定时间内吸气中存在的、吸气与呼气中减少的颗粒物总质量(对应 PM10、PM4、PM2.5 和 PM1)或者颗粒物的计径总数量(对应纳米颗粒、0.1、0.3、0.5、1、3、5 和 10 μm),从而知道颗粒物在人体肺部的沉积百分比。

[0049] 本发明中的吸气管和呼气管的开启与关闭,是通过在口罩 15 的下端设置压力计 14 测量得到的呼吸过程产生的压力波动值,压力计 14 将波动的压力值信号传输给单片机,单片机根据电压值判断是吸气还是呼气过程,进而开始控制相应的电磁阀 12 和电磁阀 16。通过控制电磁阀的启闭,实现吸气管路和呼气管路的分开和单独采样。吸气管路和呼气管路能够进行管路切换:处理器 28 通过信号线接收压力计 14 的信号,压力计 14 在没有压差时的输出电压为 0.25V;压力计 14 输出电压为 0.23V 时为吸气过程,处理器 28 发出指令打开第四进气电磁阀 12 并同时关闭第一出气电磁阀 16;压力计 14 输出电压值为 0.27V 时为呼气过程,处理器 28 发出指令关闭第四进气电磁阀 12 并同时打开第一出气电磁阀 16。

[0050] 本发明中的粒子计数器 11 和粒子计数器 17 可以采用测量计径浓度和计重浓度两种方法,而且采样探头朝向吸气和呼气来流方向,进行等动力采样。

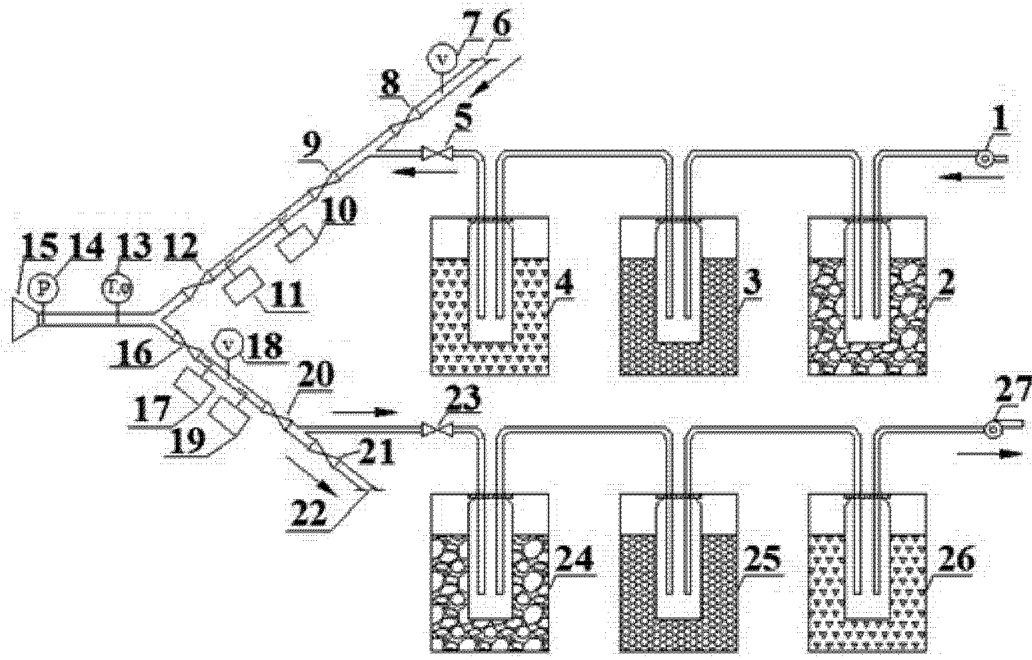


图 1

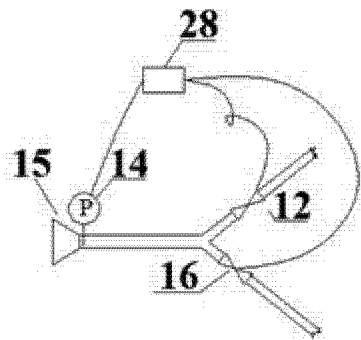


图 2

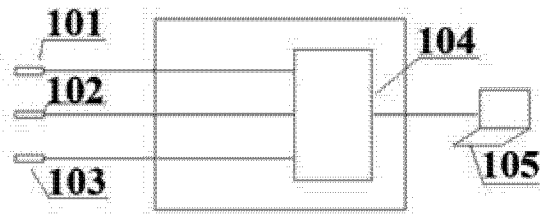


图 3

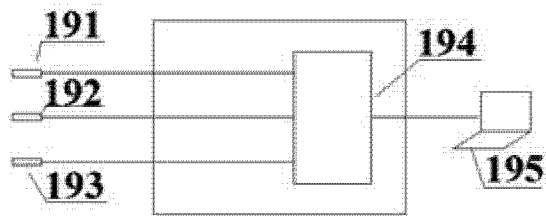


图 4