



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111677683 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 08

(21) 申请号 202010493752.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.06.03

F04D 27/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 姜莉莉

申请公布号 CN 111677683 A

(43) 申请公布日 2020.09.18

(73) 专利权人 中国计量大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区

学源街258号

专利权人 苏州市计量测试院

(72) 发明人 张洪军 姜楚航 毛谦敏 王玉刚

张东飞 李长武

(74) 专利代理机构 杭州浙科专利事务所(普通

合伙) 33213

代理人 孙孟辉

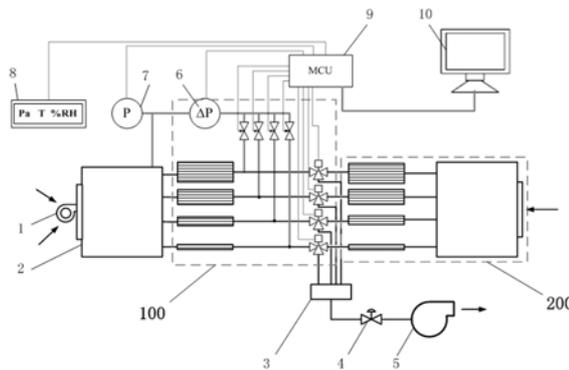
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试方法及装置,包含多条测量管道,每条测量管道上装有1个层流元件,每条测量管道可单独接通,也可以组合接通以获得所需要流量点。流量补偿单元含有与流量测量单元中对应的管道和层流元件。每条流量测量管道与流量补偿管道通过三通球阀连接在一起,三通球阀另一出口连接到汇集容器。工作时,调节阀固定在某一开度后保持不变,通过三通球阀控制各条测量管道的接通与关闭以改变测试流量。三通球阀或者接通测量管道,或者接通补偿管道,两条管路流量是互补关系,辅助风扇工况几乎不变,这种调节方法可获得比较准确的流量点,装置测试效率高、测量数据准确,适合于微小流量风扇气动性能测试。



1. 一种基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试装置,包括均风腔室(2)、流量测量单元(100)、流量补偿单元(200)、汇集容器(3)、调节阀(4)、辅助风扇(5),以及传感与测控系统,其特征在于:所述流量测量单元(100)包含多条测量管道,每条测量管道上装有1个层流元件、1个三通球阀,以及相应的取压管和电磁阀,即层流元件A(11)、层流元件B(12)、层流元件C(13)、层流元件D(14)、三通球阀A(15)、三通球阀B(16)、三通球阀C(17)、三通球阀D(18)、电磁阀A(19)、电磁阀B(20)、电磁阀C(21)、电磁阀D(22);所述流量补偿单元(200)含有与流量测量单元(100)中对应的管道、层流元件和补偿腔室,即层流元件A'(23)、层流元件B'(24)、层流元件C'(25)、层流元件D'(26)和补偿腔室(27);传感与测控系统包含微差压传感器(6)、压力传感器(7)、大气压和温湿度传感器(8)、测控单元(9)和计算机(10);气流经被测风扇(1)依次进入均风腔室(2)、流量测量管道、三通球阀、汇集容器、调节阀,最后经辅助风扇排出,流量由流量测量单元测得,被测风扇风压通过布置在均风腔室引出至压力传感器进行测量;

每条测量管道层流元件流量范围不同,每条管路单独接通,或组合接通以获得所需要流量点。

2. 如权利要求1所述的基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试装置,其特征在于:每条流量测量管道与流量补偿管道通过三通球阀连接在一起,三通球阀另一出口管路连接到汇集容器;风扇测试时,通过三通球阀控制流量测量管道是否接通来调节所需流量;三通球阀或者接通测量管道,或者接通补偿管道,测量管道与补偿管道流量是互补的关系。

3. 如权利要求1所述的基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试装置,其特征在于:每个层流元件内含多根毛细管,各个层流元件中毛细管长度、内径完全相同,根数不同;每条测量管道和其对应的流量补偿管道中层流元件完全相同,差压相同情况下,各层流元件流量与毛细管根数成正比。

4. 如权利要求1所述的基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试装置,其特征在于:各条流量测量管道上层流元件共用同一个微差压传感器,若某条流量测量管道接通,则取压管上电子阀同时开启接通取压管,否则关闭。

5. 如权利要求1所述的基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试装置,其特征在于:采用其他种类流量计替代层流流量测量部件。

6. 一种使用如权利要求1所述的基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试装置的微型风扇气动性能测试方法,其特征在于包括如下步骤:

1) 根据被测风扇(1)的出口形状和尺寸选择连接配件,将风扇安装在均风腔室入口面板上;

2) 在计算机操作界面上设置流量点;

3) 将4个三通球阀设置为接通流量测量管道状态,调节阀调节到关闭状态;

4) 打开被测风扇电源,被测风扇进入运行状态,此时测流管道内流量为零,压力传感器测量的值为某正压数字,实际就是被测风扇最大风压;

5) 启动辅助风扇;

6) 调整调节阀开度,直至风压显示为零,或略大于零,此时被测风扇达到流量最大工况;

7) 在计算机测量界面上点击开始测量键,在计算机程序控制下完成测量过程。

一种基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及风扇性能测试领域,具体为一种基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试方法及装置。

背景技术

[0002] 随着电子设备的小型化,其散热系统中的风扇也有小型化、微型化的要求,微型风扇风量、风压参数更小更低。与此同时,现有风扇气动性能测试技术和装置需要改进、更新,以满足风扇生产和使用需求。

[0003] 在风扇气动性能测试领域,比较常用的标准是美国国家标准组织通风与空调协会的《风扇额定性能实验的实验室方法》--ANSI/AMCA210/ASHRAE51-2007。中国标准GB/T1236-2000《工业通风机 用标准化风道进行性能试验》是国内风机领域比较常用的标准。标准中一般推荐采用流量喷嘴进行流量测量,为了满足宽范围的流量测量,采用多喷嘴组合的方式,标准中对于喷嘴外形设计、多喷嘴布置要求等给出了比较详细的规定,也给出了用于流量喷嘴的流量修正系数计算公式,但公式有雷诺数适用范围,对于微小流量的微型风扇不能直接使用。此外,微小喉径喷嘴加工难度也比较大,限制了在微小气体流量中的使用。标准中说明可以选用其他合适的流量测量技术,对流量点的选取也给出了建议,但对于流量调节方法没有具体规定。

[0004] 层流流量测量技术基于流经层流元件的流量与压降成线性关系这一原理工作,具有测量准确、重复性好、量程比宽、稳定可靠和直管段要求低等特点,非常适合于测量微小气体流量,也比较适合于作为标准流量计。但层流元件一般压损比较大,因此用于风扇性能测试时,需注意设计中尽量控制层流元件压损。

[0005] 风扇测试系统一般采用流量调节阀来调节流量,也可以通过改变风扇电机转速来调节流量。目前风扇测试系统通常为自动控制,即计算机控制下根据设定的流量点进行自动测试,这就需要流量自动调节和控制。由于流量调节阀和风扇特性都是非线性的,导致自动控制并不容易获得很好的效果,出现调节时间长、准确性不好,甚至出现不容易稳定的情况。此外,测试系统流量范围很大,辅助风扇在很小流量工况下,往往工作不稳定,有时需要选配大小两个风扇来解决这个问题,增加了设备的复杂性。

发明内容

[0006] 为了解决微小风扇气动性能测试系统中微小流量测量和流量自动调节问题,本发明提供了一种基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试方法及装置,具体技术方案如下:

[0007] 基于流量补偿法的微型风扇气动性能测试装置由均风腔室、流量测量单元、流量补偿单元、汇集容器、调节阀、辅助风扇,以及传感与测控系统组成。其中,流量测量单元包含流量范围不同的多条测量管道,采用层流法测量流量,每条管路装有1个层流元件、1个三通球阀,以及相应的取压管和电磁阀;流量补偿单元含有与流量测量单元中对应的管道、层流元件和补偿腔室;传感与测控系统包含微差压传感器、压力传感器、温度传感器、大气压

和湿度传感器、测控单元和计算机。

[0008] 风扇测试过程中,气流经被测风扇依次进入均压腔室、流量测量管道、三通球阀、汇集容器、调节阀,最后经辅助风扇排出。流量由流量测量单元测得,被测风扇风压通过布置在均风腔室引出至压力传感器进行测量。

[0009] 每条测量管道层流元件规格和流量范围一般不同,每条管路可单独接通,也可以组合接通以获得所需要流量点。

[0010] 根据层流流量测量原理,通过层流元件的流量与其上下游压降成正比,根据哈根-泊肃叶公式有测得差压计算得到流量。计算中所需空气粘度根据传感器所测得温度、湿度和大气压数据由空气粘度物性公式计算获得。被测风扇风压通过布置在均风腔室中的压力取压孔引出至压力传感器进行测量。

[0011] 通过L型三通球阀控制各条流量测量管道是否接通来调节流量。三通球阀或者接通测量管道,或者接通补偿管道,测量管道与补偿管道是互补的关系,如果忽略被测风扇的影响,整个管路系统阻抗维持不变,流经整个管路系统的流量保持不变,辅助风扇工况不变,因此通过接通不同测量管道即可获得比较准确的流量点。

[0012] 选用层流流量测量技术的原因是这项技术非常适合于气体微小流量测量。另外,层流法中流量与层流元件两端压降成正比,层流元件(各条测量管道)流量组合方便。每个层流元件内含多根毛细管,各个层流元件中毛细管长度、内径完全相同,不同之处只是毛细管根数;每条测量管道和其对应的流量补偿管道中层流元件完全相同。这样,在差压相同情况下,各层流元件流量与毛细管根数成正比,各条流量测量管道流量组合模型为线性,组合简单、可靠。若选用其他种类流量计,应用本发明的流量补偿方法,也可以实现流量调节,调节准确度会低于采用层流法。

[0013] 各条流量测量管道上层流元件共用同一个微差压传感器,若某条流量测量管道接通,则取压管上电子阀同时开启接通取压管,否则关闭。

[0014] 微差压传感器、压力传感器、大气压和温压传感器信号由测控单元采集,测量数据由计算机进行处理分析、显示和输出。测控单元同时控制三通球阀和电磁阀动作,在计算机程序控制下完成测量过程。

[0015] 辅助风扇的作用是克服流量测量管道的流动阻力,保证被测风扇能够达到最大流量工况。

[0016] 调节阀的作用是调节整个管路系统的总体阻抗满足测量要求。风扇测试时,首先将各三通球阀调整到测量管路接通状态,开启辅助风扇,然后调节阀调整到合适开度,使得均风腔室测压点处压力为零,此时被测风扇达到流量最大工况。接下来,辅助风扇和调节阀都不做调整,通过按照计算机设定程序,测控单元控制三通球阀顺序关闭和接通各测量管道来获得所需流量点,完成测量过程。

[0017] 本发明具有的有益效果是:

[0018] 1) 本发明提出了流量补偿方法,基于这种方法,整个管路系统总体阻抗不变,可通过各个测量管道开通或关闭的组合来实现测量所需流量调节,流量调节方法简单可靠、快速精确,可提高测试系统的工作效率。

[0019] 2) 采用了层流技术进行流量测量,能够保证气体微小流量测量准确。

[0020] 3) 各层流元件中毛细管规格一致,差压相同情况下,各层流元件流量与毛细管根

数成正比,使得各测量管道之间流量组合模型简单、线性,保证测量过程中流量调节快速、准确。

[0021] 4)采用层流元件进行流量测量,不需要很长的上下游直管段,装置结构紧凑。

[0022] 5)由于流量与层流元件两侧差压成正比,同样微差压传感器量程情况下,较流量喷嘴(流量与差压成二次方关系)可实现更大的量程比。

[0023] 6)测量过程中,辅助风扇处于较佳工况范围,运行稳定,保证了风扇测试管路中气流的稳定性。

附图说明

[0024] 图1流量补偿法微型风扇气动性能测试装置示意图;

[0025] 图2流量测量管路与流量补偿管路示意图;

[0026] 图中各附图标记:

[0027] 100-流量测量单元;200-流量补偿单元

[0028] 1-被测风扇;2-均风腔室;3-汇集容器;4-调节阀;5-辅助风扇;6-微差压传感器;7-压力传感器;8-大气压和温湿度传感器;9-测控单元;10-计算机;11-层流元件A;12-层流元件B;13-层流元件C;14-层流元件D;15-三通球阀A;16-三通球阀B;17-三通球阀C;18-三通球阀D;19-电磁阀A;20-电磁阀B;21-电磁阀C;22-电磁阀D;23-层流元件A';24-层流元件B';25-层流元件C';26-层流元件D';27-补偿腔室。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明进行进一步描述。

[0030] 如图1所示,本发明的流量补偿法微型风扇气动性能测试装置由均风腔室2、流量测量单元100、流量补偿单元200、汇集容器3、调节阀4、辅助风扇5,以及传感与测控系统组成。其中,流量测量单元100包含多条测量管道,不失一般性,这里以4条测量管道为例,每条测量管道上装有1个层流元件、1个L型三通球阀,以及相应的取压管和电磁阀等,如图2所示,即层流元件A 11、层流元件B 12、层流元件C 13、层流元件D 14、三通球阀A 15、三通球阀B 16、三通球阀C 17、三通球阀D 18、电磁阀A 19、电磁阀B 20、电磁阀C 21、电磁阀D 22;流量补偿单元200含有与流量测量单元100中对应的管道、层流元件和补偿腔室,即层流元件A' 23、层流元件B' 24、层流元件C' 25、层流元件D' 26和补偿腔室27;传感与测控系统包含微差压传感器6、压力传感器7、大气压和温湿度传感器8、测控单元9和计算机10。

[0031] 风扇测试过程中,气流经被测风扇1依次进入均压腔室2、流量测量管道、三通球阀、汇集容器、调节阀,最后经辅助风扇排出。流量由流量测量单元测得,被测风扇风压通过布置在均风腔室中引出至压力传感器进行测量。

[0032] 根据层流流量测量原理,通过某个层流元件的流量与其上下游压降成正比,根据哈根-泊肃叶公式有测得差压计算得到流量 Q_i ,即

$$[0033] \quad Q_i = \frac{n_i \pi d^4 \Delta P}{128 L \mu} \quad (1)$$

[0034] 式中, μ -空气的动力粘度;

[0035] n_i -层流元件中的毛细管根数；

[0036] d -毛细管内径；

[0037] L -毛细管长度；

[0038] ΔP -层流元件两端差压。

[0039] 计算中所需空气粘度根据传感器所测得温度、湿度和大气压数据由空气粘度物性公式计算获得。

[0040] 被测风扇风压通过布置在均风腔室中的压力取压孔引出至压力传感器进行测量。压力传感器所测表压力(或相对压力,即绝对压力与大气压之差)为风扇静压为 P_s 。

[0041] 每条流量测量管道中层流元件规格和流量范围一般不同,每条管路可单独接通,也可以组合接通以获得所需要流量点。每条测量管道和其对应的流量补偿管道中层流元件完全相同。风扇测试时,通过L型三通球阀控制流量测量管道是否接通来调节流量。三通球阀或者接通测量管道,或者接通补偿管道,测量管道与补偿管道是互补的关系,在忽略被测风扇影响的情况下,整个管路系统阻抗保持不变,流经整个管路系统的流量始终不变,辅助风扇工况不变,因此通过接通不同测量管道即可获得比较准确的流量点。

[0042] 各个层流元件中毛细管长度、内径完全相同,不同之处是毛细管根数。各条流量测量管道上层流元件共用同一个微差压传感器,即多个测量管道处于接通状态时,相当于多个层流元件并联,其两侧差压相同。根据公式(1),毛细管长度、直径和两端差压都相同时,流量与毛细管根数成正比,各条流量测量管道流量组合模型为线性,组合非常简单。举个例子,假设4条管道中层流元件毛细管根数的比例是1:2:4:8,最小管道的通过能力是 q ,则通过组合可以获得 $q, 2q, 3q, \dots, 15q$ 之中任何一个流量。

[0043] 需要指出的是,若选用其他种类流量计,应用本发明的流量补偿方法,也可以实现流量调节,调节准确度会低于层流流量测量方法。此外,尽管一般被测微型风扇参数相对辅助风扇参数低很多,但其工况变化对整个管路系统还是有一定影响,当流量点不做严格要求时,这种影响可以不用考虑。

[0044] 利用本发明中装置进行实际测试时可参考如下操作流程:

[0045] 1) 根据被测风扇1的出口形状和尺寸选择合适的连接配件,将风扇安装在均风腔室入口面板上,做好风扇入口与连接配件之间缝隙密封,保证风扇工作时没有气流泄漏;

[0046] 2) 在计算机操作界面上设置好流量点;

[0047] 3) 将4个三通球阀设置为接通流量测量管道状态,调节阀调节到关闭状态;

[0048] 4) 打开被测风扇电源,被测风扇进入运行状态,此时测流管道内流量为零,压力传感器测量的压为某正压数字,实际就是被测风扇最大风压;

[0049] 5) 启动辅助风扇;

[0050] 6) 调整调节阀开度,直至风压显示为零,或略大于零,注意不能为负。此时被测风扇达到流量最大工况;

[0051] 7) 在计算机测量界面上点击开始测量键,在计算机程序控制下完成测量过程。

[0052] 以上所述仅为本发明的基本思路和方法,并不用以限制本发明,凡在本发明的思路和原则之内所做的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

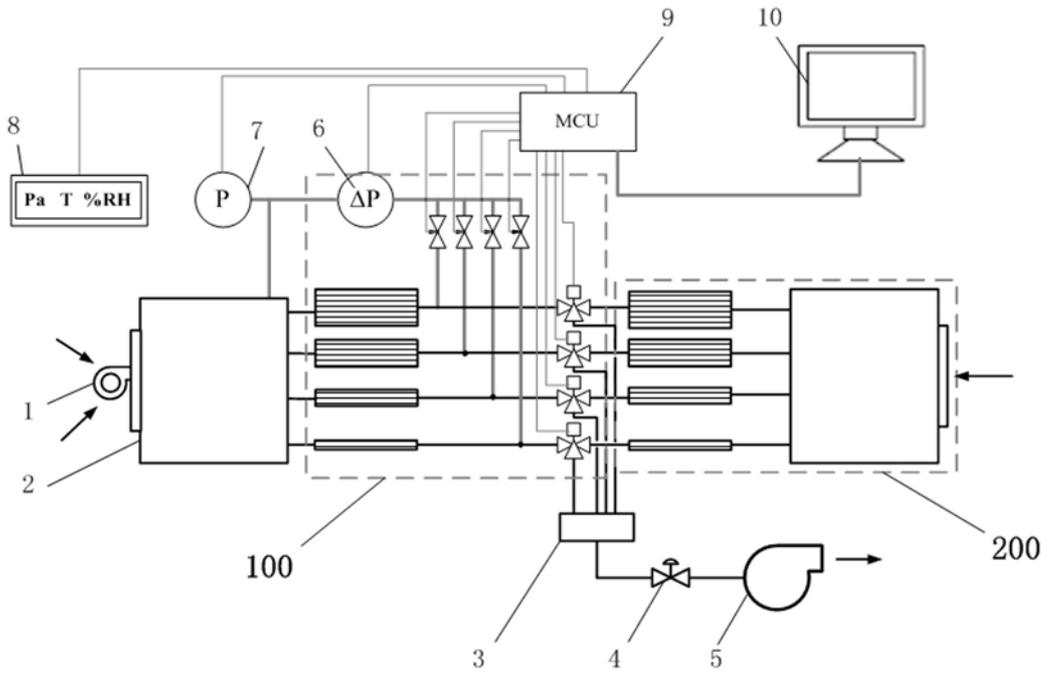


图1

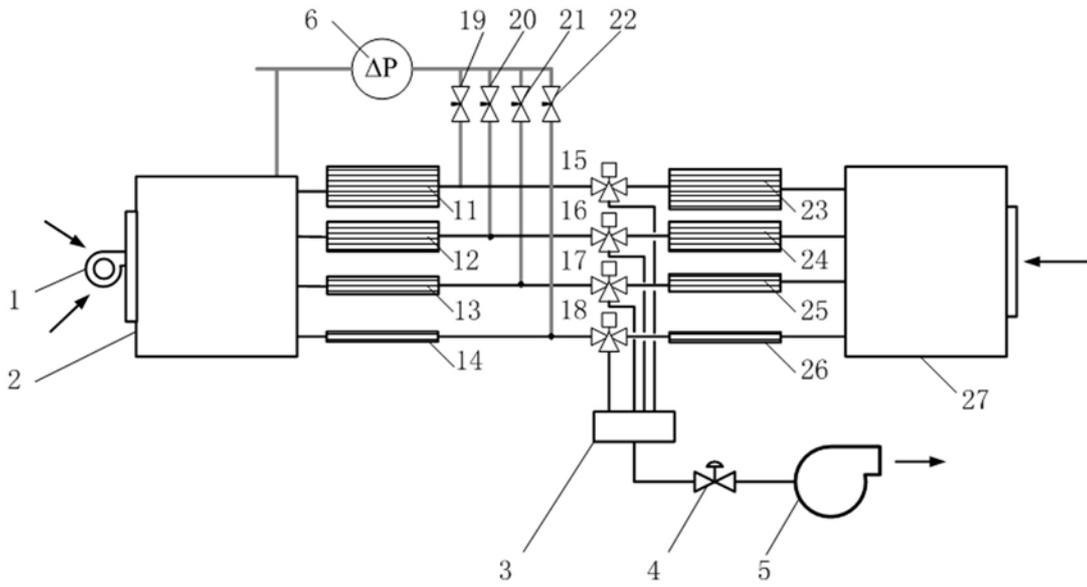


图2