



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209727992 U

(45)授权公告日 2019.12.03

(21)申请号 201920740562.8

(22)申请日 2019.05.22

(73)专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街  
29号

(72)发明人 李汇军 郝春生 张思聪 胡捷

(74)专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司  
32252

代理人 戴朝荣

(51)Int.Cl.

G01P 21/02(2006.01)

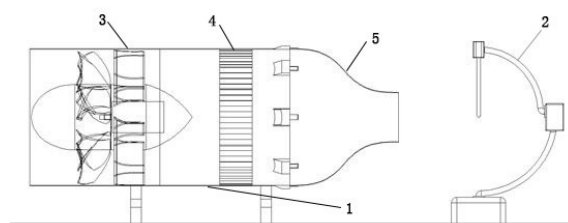
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54)实用新型名称

一种微型多角度风速传感器标定系统

### (57)摘要

本实用新型是一种微型多角度风速传感器标定系统,包括小型标定风洞、两自由度夹具以及风速控制模块组成,小型标定风洞包括顺次连接的动力段、稳定段和收缩段,动力段内设置有通过直流电机驱动的驱动叶片和导叶叶片,稳定段内设置有蜂窝器和阻尼网,收缩段采用五次方收缩曲线,收缩段的出风口端部内表面镶嵌有若干个风压传感器,两自由度夹具位于小型标定风洞收缩段的出风口一侧,两自由度夹具用于夹持风速仪测试样品并能够带动风速仪测试样品在竖直平面内转动,风速控制模块包括单片机系统,所述的风压传感器通过单片机系统PID控制直流电机的转速。该系统能够方便的为风速传感器样品进行精准标定。



1. 一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:包括小型标定风洞(1)、两自由度夹具(2)以及风速控制模块组成,所述的小型标定风洞(1)为筒状结构,包括顺次连接的动力段(3)、稳定段(4)和收缩段(5),所述的动力段(3)内设置有通过直流电机(6)驱动的驱动叶片(7)和导叶叶片(8),所述的稳定段(4)内设置有蜂窝器(9)和阻尼网(10),所述的收缩段(5)采用五次方收缩曲线,所述的收缩段(5)的出风口端部内表面镶嵌有若干个风压传感器(11),若干个风压传感器(11)沿收缩段(5)的出风口端部环形均匀分布;

所述的两自由度夹具(2)位于小型标定风洞(1)收缩段(5)的出风口一侧,所述的两自由度夹具(2)用于夹持风速仪测试样品(16)并能够带动风速仪测试样品(16)在竖直平面内转动,在转动过程中保证风速仪测试样品(16)的测试端位于小型标定风洞(1)轴线的延长线上;

所述的风速控制模块包括单片机系统,所述的风压传感器(11)与单片机系统输入端信号连接,所述的单片机系统输出端与直流电机(6)的控制器信号控制连接。

2. 根据权利要求1所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的直流电机(6)固定安装在导叶轮毂中心,所述的轮毂通过导叶叶片(8)固定在动力段(3)内壁上,所述的驱动叶片(7)与直流电机(6)的输出轴传动连接,所述的驱动叶片(7)和导叶叶片(8)叶片数量互为质数。

3. 根据权利要求2所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的驱动叶片(7)采用NACA叶型,轮毂比为0.48,驱动叶片(7)数目为7,导叶叶片(8)数目为9,所述的直流电机(6)额定转速7000rpm,电压为24V,扭矩为0.1NM,功率为100W,控制电压为0~5V。

4. 根据权利要求1所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的蜂窝器(9)由多个正六边形桶状结构拼接形成蜂窝结构,每个正六边形桶状结构的对边长度为20mm,厚度为0.2mm,长度为60mm,所述的阻尼网(10)由金属丝编制而成。

5. 根据权利要求4所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的稳定段(4)长度150mm。

6. 根据权利要求1所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的收缩段(5)采用五次方收缩曲线,收缩比为7.72:1。

7. 根据权利要求6所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的收缩段(5)长度200mm。

8. 根据权利要求1所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的收缩段(5)的出风口端部内表面镶嵌有四个风压传感器(11),风压传感器(11)与单片机系统通过ii2通信协议信号连接,所述的单片机系统采用PID控制直流电机(6)的转速。

9. 根据权利要求1所述的一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:所述的两自由度夹具(2)包括底座(12),所述的底座(12)的上表面通过支架固定安装有舵机(13),所述的舵机(13)的输出轴与摆臂(14)传动连接,所述的舵机(13)的输出轴用于带动摆臂(14)在摆臂(14)所在平面内转动,所述的摆臂(14)上设置有固定夹具(15),所述的固定夹具(15)用于夹持风速仪测试样品(16)。

## 一种微型多角度风速传感器标定系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型是涉及传感器标定技术领域,具体的说是一种微型多角度风速传感器标定系统。

### 背景技术

[0002] 风速仪使用前需要进行标定,尤其是热线风速仪,风速的测量是工程技术测量领域的重要组成部分,目前广泛用于气流速度的测量手段主要有热线测试技术、超声测试技术、压差测试技术等。风速测试前对传感器的准确标定是保证测量精度的根本要求,特别是热线测试技术对传感器的标定要求很高,每次使用前都要进行标定,这就对标定设备提出了很高的要求。大型风洞能提供稳定的风速,但使用前必须清空试验区所有的装置,应用起来很不方便,而且大批量的标定试验成本很高。

### 发明内容

[0003] 本实用新型要解决的技术问题是提供一种微型多角度风速传感器标定系统,该系统能够方便的为风速传感器进行标定。

[0004] 为解决上述技术问题,本实用新型采用的技术方案为:

[0005] 一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:包括小型标定风洞、两自由度夹具以及风速控制模块组成,所述的小型标定风洞为筒状结构,包括顺次连接的动力段、稳定段和收缩段,所述的动力段内设置有通过直流电机驱动的驱动叶片和导叶叶片,所述的稳定段内设置有蜂窝器和阻尼网,所述的收缩段采用五次方收缩曲线,所述的收缩段的出风口端部内表面镶嵌有若干个风压传感器,若干个风压传感器沿收缩段的出风口端部环形均匀分布;

[0006] 所述的两自由度夹具位于小型标定风洞收缩段的出风口一侧,所述的两自由度夹具用于夹持风速仪测试样品并能够带动风速仪测试样品在竖直平面内转动,在转动过程中保证风速仪测试样品的测试端位于小型标定风洞轴线的延长线上;

[0007] 所述的风速控制模块包括单片机系统,所述的风压传感器与单片机系统输入端信号连接,所述的单片机系统输出端与直流电机的控制器信号控制连接。

[0008] 所述的直流电机固定安装在导叶轮毂中心,所述的轮毂通过导叶叶片固定在动力段内壁上,所述的驱动叶片与直流电机的输出轴传动连接,所述的驱动叶片和导叶叶片叶片数量互为质数。

[0009] 所述的驱动叶片采用NACA叶型,轮毂比为0.48,驱动叶片数目为7,导叶叶片数目为9,所述的直流电机额定转速7000rpm,电压为24V,扭矩为0.1NM,功率为100W,控制电压2为0~5V。

[0010] 所述的蜂窝器由多个正六边形桶状结构拼接形成蜂窝结构,每个正六边形桶状结构的对边长度为20mm,厚度为0.2mm,长度为60mm,所述的阻尼网由金属丝编制而成。

[0011] 所述的稳定段长度150mm。

[0012] 所述的收缩段采用五次方收缩曲线,收缩比为7.72:1。

[0013] 所述的收缩段长度200mm。

[0014] 所述的收缩段的出风口端部内表面镶嵌有四个风压传感器,风压传感器与单片机系统通过ii2通信协议信号连接,所述的单片机系统采用PID控制直流电机的转速。

[0015] 所述的两自由度夹具包括底座,所述的底座的上表面通过支架固定安装有舵机,所述的舵机的输出轴与摆臂传动连接,所述的舵机的输出轴用于带动摆臂在摆臂所在平面内转动,所述的摆臂上设置有固定夹具,所述的固定夹具用于夹持风速仪测试样品。

[0016] 该种微型多角度风速传感器标定系统能够产生的有益效果为:第一,通过在驱动叶片的出风侧设置导叶叶片,通过导叶叶片保证了气流稳定,避免在管道形成漩涡。第二,蜂窝器、阻尼网的设置用于达到降低湍流和消除径向风速目的。第三,风压传感器进行AD转换时把数据传给单片机,控制程序采用PID控制电机转速,达到0~55m/s内标准风速出风要求,风压传感器和单片机以及直流电机之间形成闭环控制,保证了出风风速的恒定和精准度。第四,风速仪测试样品在摆臂的带动下能够使其偏航角及俯仰角发生360°任意转动,风速仪的测试端在风洞的中轴线上,使得风速仪可以测试稳定出风任意角度的风速风向。第五,与传统的标定风洞相比,该结构中的小型标定风洞尾部不重复设置稳定段,原因在于尾部稳定段设置过长,会影响整体尺寸,需要标定的风速仪控制在出风口的中心,湍流度控制程度较好时不需要增加尾部稳定段,进一步的,尾部的稳定段设置过长,边界层摩擦会增加,影响出风速度。

## 附图说明

[0017] 图1为本实用新型一种微型多角度风速传感器标定系统的结构示意图。

[0018] 图2为本实用新型一种微型多角度风速传感器标定系统小型标定风洞的结构示意图。

[0019] 图3为本实用新型一种微型多角度风速传感器标定系统两自由度夹具的结构示意图。

[0020] 说明书附图标注:1、小型标定风洞;2、两自由度夹具;3、动力段;4、稳定段;5、收缩段;6、直流电机;7、驱动叶片;8、导叶叶片;9、蜂窝器;10、阻尼网;11、风压传感器;12、底座;13、舵机;14、摆臂;15、固定夹具;16、风速仪测试样品。

## 具体实施方式

[0021] 以下结合说明书附图和具体优选的实施例对本实用新型作进一步描述。

[0022] 如图1所示,一种微型多角度风速传感器标定系统,其特征在于:包括小型标定风洞1、两自由度夹具2以及风速控制模块组成,所述的小型标定风洞1为筒状结构,包括顺次连接的动力段3、稳定段4和收缩段5,所述的动力段3内设置有通过直流电机6驱动的驱动叶片7和导叶叶片8,所述的稳定段4内设置有蜂窝器9和阻尼网10,所述的收缩段5采用五次方收缩曲线,所述的收缩段5的出风口端部内表面镶嵌有若干个风压传感器11,若干个风压传感器11沿收缩段5的出风口端部环形均匀分布;

[0023] 所述的两自由度夹具2位于小型标定风洞1收缩段5的出风口一侧,所述的两自由度夹具2用于夹持风速仪测试样品16并能够带动风速仪测试样品16在竖直平面内转动,在

转动过程中保证风速仪测试样品16的测试端位于小型标定风洞1轴线的延长线上；

[0024] 所述的风速控制模块包括单片机系统,所述的风压传感器11与单片机系统输入端信号连接,所述的单片机系统输出端与直流电机6的控制器信号控制连接。

[0025] 本实施例中,直流电机6固定安装在导叶轮毂中心,所述的轮毂通过导叶叶片8固定在动力段3内壁上,所述的驱动叶片7与直流电机6的输出轴传动连接,所述的驱动叶片7和导叶叶片8叶片数量互为质数。

[0026] 本实施例中,驱动叶片7采用NACA叶型,轮毂比为0.48,驱动叶片7数目为7,导叶叶片8数目为9,所述的直流电机6额定转速7000rpm,电压为24V,扭矩为0.1NM,功率为100W,控制电压2为0~5V。

[0027] 本实施例中,蜂窝器9由多个正六边形桶状结构拼接形成蜂窝结构,每个正六边形桶状结构的对边长度为20mm,厚度为0.2mm,长度为60mm,所述的阻尼网10由金属丝编制而成。

[0028] 进一步的,蜂窝器9和阻尼网10的设置用以达到降低湍流和消除径向风速目的。阻尼网10的设置能够进一步打碎蜂窝器后侧的漩涡。

[0029] 本实施例中,稳定段4长度150mm。

[0030] 本实施例中,收缩段5采用五次方收缩曲线,收缩比为7.72:1。

[0031] 进一步的,收缩段能够均匀加速气流,使其能够达到实验所需要的流速,同时能够进一步改善气流的流动品质,降低湍流度。

[0032] 本实施例中,收缩段5长度200mm。

[0033] 本实施例中,收缩段5的出风口端部内表面镶嵌有四个风压传感器11,风压传感器11与单片机系统通过ii2通信协议信号连接,所述的单片机系统采用PID控制直流电机6的转速。

[0034] 进一步的,风压传感器11采用博世bmp180传感器,单片机系统采用stm32单片机主控,由于风压传感器11镶嵌在内壁中,不会对出风口的出风造成任何影响。四个风压传感器11进行AD转换实时把数据传给单片机系统,控制程序采用PID控制电机转速,达到0~55m/s内标准风速出风要求。风压传感器和单片机以及直流电机之间形成闭环控制,保证了出风风速的恒定和精准度。

[0035] 本实施例中,两自由度夹具2包括底座12,所述的底座12的上表面通过支架固定安装有舵机13,所述的舵机13的输出轴与摆臂14传动连接,所述的舵机13的输出轴用于带动摆臂14在摆臂14所在平面内转动,所述的摆臂14上设置有固定夹具15,所述的固定夹具15用于夹持风速仪测试样品16。

[0036] 进一步的,两自由度夹具2可以使风速仪测试样品16的偏航角及俯仰角发生360°任意转动,因为风速仪测试样品16的测试端在小型标定风洞1的中轴线上,所以不管怎么转动,风速仪测试样品16的前端始终保持在小型标定风洞1的中轴线上,这样使得风速仪测试样品16可以测试稳定出风任意角度的风速风向。最终可以对风速仪测试样品16进行精准标定。

[0037] 在对风速仪测试样品16测量范围及精度标定时,设置部分风速试验点:10m/s、15m/s、20m/s、25m/s、30m/s、35m/s、40m/s、45m/s、50m/s、55m/s,启动小型标定风洞1,根据上述10个试验点设定出风口风压,使用风压传感器PID控制直流电机6转速,采集风速仪测

试样品16实测风速和风洞实际风速,在各风速试验点计算风速仪测试样品16实测风速和风洞风速的平均值,并通过误差分析,判定风速仪测试样品16是否符合标准要求。

[0038] 以上仅是本实用新型的优选实施方式,本实用新型的保护范围并不仅限于上述实施例,凡属于本实用新型思路下的技术方案均属于本实用新型的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理前提下的若干改进和润饰,应视为本实用新型的保护范围。

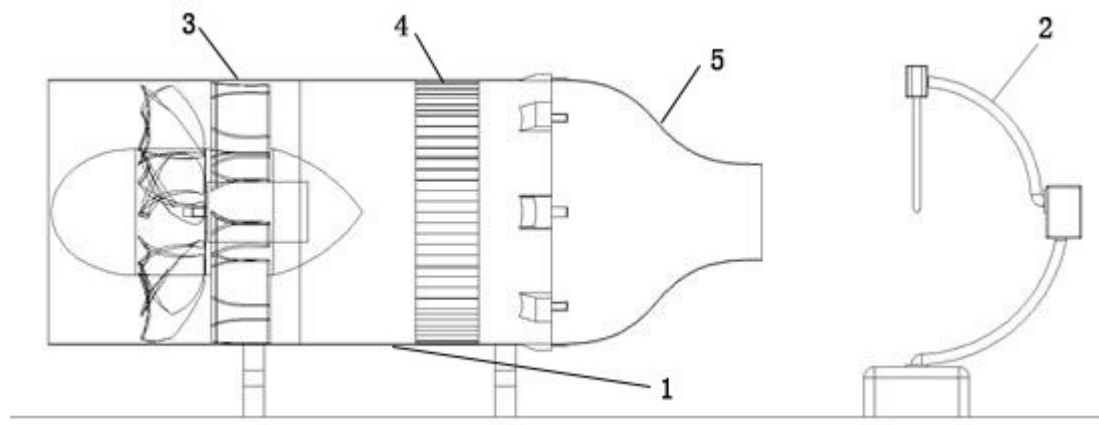


图1

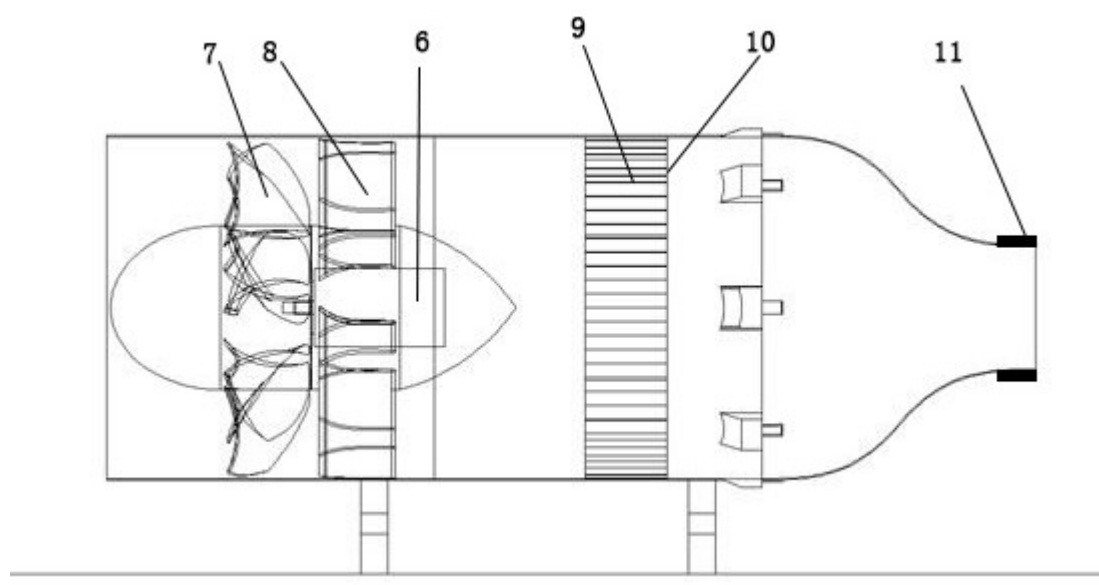


图2

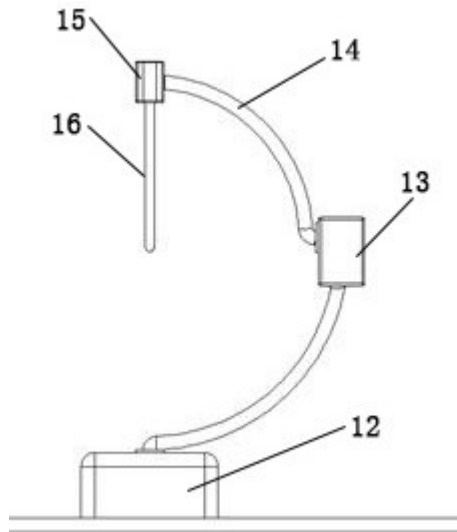


图3