



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113687094 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202110983039.X

(22) 申请日 2021.08.25

(71) 申请人 建研防火科技有限公司

地址 100000 北京市朝阳区北三环东路30号

申请人 中国建筑科学研究院有限公司

(72) 发明人 陈健 李宏文 张昊 冉鹏
王靖波 李响

(74) 专利代理机构 北京方韬法业专利代理事务
所(普通合伙) 11303

代理人 党小林

(51) Int. Cl.

G01P 5/00 (2006.01)

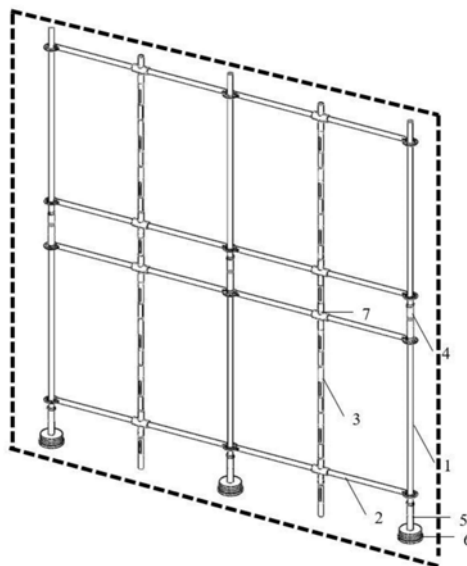
权利要求书1页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

适用于建设工程断面风速测试的系统

(57) 摘要

本发明提供了一种适用于建设工程断面风速测试的系统。该系统包括：风速测试装置，以测试单元的形式可拆卸的设置于风速测量断面上；数据采集装置，与设置在风速测量断面上的风速测试装置连接，记录风速测试装置测量到的风速值，并可显示风速值的变化曲线。本发明提供的适用于建设工程断面风速测试的系统有效解决了大型断面风速测试中测量难度较高、测量过程不科学、测量结果不准确、没有合适设备等问题。



1. 一种适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,包括:
风速测试装置,以测试单元的形式可拆卸的设置于风速测量断面上;
数据采集装置,与设置在风速测量断面上的风速测试装置连接,记录风速测试装置测量到的风速值,并可显示风速值的变化曲线。
2. 根据权利要求1所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,风速测试装置由多个测试单元组成,可以根据断面尺寸调整测试单元数量,每个测试单元可测5m*5m断面内平均风速。
3. 根据权利要求2所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,测试单元包括:2个立杆、2个横杆、1个风速传感器阵列、2个底盘、若干配重环、2个阵列连接器、2个立杆连接器、4个插销。
4. 根据权利要求3所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,2个底盘左右并排放置于断面两侧,底盘上套装有配重环,配重环可放置8个。
5. 根据权利要求3所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,底盘上插有立杆,并通过底盘上卡箍锁紧。
6. 根据权利要求3所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,立杆两端焊接圆形花盘,圆形花盘上有9个孔。
7. 根据权利要求6所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,将两端带凹槽的横杆插入花盘中,并保证凹槽孔洞与花盘孔洞重合,插入插销,使立杆与横杆固定。
8. 根据权利要求3所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,横杆为实心钢杆,外侧刻有度量尺,两侧有凹槽,凹槽侧壁同样有开孔。
9. 根据权利要求3所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,还包括:
阵列连接器,所述阵列连接器是连接风速传感器阵列及横杆的机构,外型呈十字形态,内部具有滚珠结构。
10. 根据权利要求1所述的适用于建设工程断面风速测试的系统,其特征在于,数据采集装置包括:采集主机、无线信号收发器、数据存储单元、220v可移动电源。

适用于建设工程断面风速测试的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及风速测量技术领域,特别是涉及一种适用于建设工程断面风速测试的系统。

背景技术

[0002] 随着国家城市更新行动持续深入,城市轨道交通、地下管廊、复杂商业综合体等建设工程项目随之落地实施。这些建设工程在验收及日常运行时需要对其断面风速进行测量,以便对其防烟系统、排烟系统、通风系统性能进行评估。如在《地铁设计规范》(GB50157-2013)中28.4.10提出:当车站站台发生火灾时,应保证站厅到站台的楼梯和扶梯口处具有能够有效阻止烟气向上蔓延的气流,且向下气流速度不应小于1.5m/s。在其他建设工程相关规范中,也均有类似表述。

[0003] 建设工程断面具有断面尺寸大(如南京定淮门长江隧道内径13.3米)、结构复杂(如地下综合管廊内有燃气管线、输电管线、供暖管线)、现场条件复杂(如为建设工程提供验收支持时,现场部分工序仍处于施工状态)等特点,但目前现有技术中缺少适应于对大型建设工程项目断面风速检测的专用仪器设备,对于尺寸较小断面风速测试时可采用单点手持式风速仪,较大尺寸断面则无能为力。除此之外,人工测量会存在测试点位选取不准造成结果失真等情况。专利CN104777325A公开了一种地铁站台与隧道内风速测试系统及方法,但该系统测量复杂,支架数量较多,系统大小不能根据断面尺寸而调整。专利CN111175531A公开了一种通道空间风速检测系统及其使用方法,该装置适用于非矩形通道空间断面风速测试,装置结构复杂,现场安装时间较长,同样不能根据断面尺寸而调整系统大小。专利CN106771336A公开了一种隧道断面风速测量装置及测量点位置计算方法,该装置底座巨大,不易携带搬运,计算方法复杂,不适用于工程测试。由此可见尽管目前已有部分专利可应用于断面风速测试,但这些专利所述系统均不能根据断面尺寸调节自身大小,且不适用于大尺寸复杂隧道断面风速测试活动。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种适用于建设工程断面风速测试的系统,可依据断面尺寸调整大小、所有部位可拆卸携带、安装简单快速、不需要现场取电、测量兼具科学合理与简单便捷等特点,有效解决大型断面风速测试中测量难度较高、测量过程不科学、测量结果不准确、没有合适设备等问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种适用于建设工程断面风速测试的系统,所述系统包括:风速测试装置,以测试单元的形式可拆卸的设置于风速测量断面上;数据采集装置,与设置在风速测量断面上的风速测试装置连接,记录风速测试装置测量到的风速值,并可显示风速值的变化曲线。

[0006] 在一些实施方式中,风速测试装置由多个测试单元组成,可以根据断面尺寸调整测试单元数量,每个测试单元可测5m*5m断面内平均风速。

[0007] 在一些实施方式中,测试单元包括:2个立杆、2个横杆、1个风速传感器阵列、2个底盘、若干配重环、2个阵列连接器、2个立杆连接器、4个插销。

[0008] 在一些实施方式中,2个底盘左右并排放置于断面两侧,底盘上套装有配重环,配重环可放置8个。

[0009] 在一些实施方式中,底盘上插有立杆,并通过底盘上卡箍锁紧。

[0010] 在一些实施方式中,立杆两端焊接圆形花盘,圆形花盘上有9个孔。

[0011] 在一些实施方式中,将两端带凹槽的横杆插入花盘中,并保证凹槽孔洞与花盘孔洞重合,插入插销,使立杆与横杆固定。

[0012] 在一些实施方式中,横杆为实心钢杆,外侧刻有度量尺,两侧有凹槽,凹槽侧壁同样有开孔。

[0013] 在一些实施方式中,还包括:阵列连接器,所述阵列连接器是连接风速传感器阵列及横杆的机构,外型呈十字形态,内部具有滚珠结构。

[0014] 在一些实施方式中,数据采集装置包括:采集主机、无线信号收发器、数据存储单元、220v可移动电源。

[0015] 采用这样的设计后,本发明至少具有以下优点:

[0016] 本发明无线风速测试装置具有较强适应性。系统采用单元式构造理念,由多个测试单元组成,通过不同数量的测试单元组合,可测量各种尺寸断面,对于大尺寸建设工程断面,只需要增加单元数量即可。同时传感器阵列由多个风速传感器组成,各传感器之间独立工作,面对综合管廊等具有复杂管线工程断面时,可以将风速传感器单独拆出,使用单个风速传感器测量管线附近风速。

[0017] 本发明无线风速测试装置具有较强便利性。系统各组件可拆卸、连接采用套环、卡箍、插销工艺,采集系统自带电源并采用Wi-Fi及蓝牙信号以现场无线自组网方式进行数据传输。系统极易携带,现场安装速度快,对布线、电源、移动信号等均无特殊要求。无线风速测试系统在工作时,不需要测试人员近距离操作风速测试装置,只需要远程观察采集主机即可,风速数据自动采集、存储,并以图形化方式显示在采集主机上。多个测试单元可以同时工作,即增加了采用点数量,又有效提升现场测试速度。

[0018] 本发明无线风速测试装置具有较强科学性。系统通过风速传感器阵列以网格风速采样方式对断面风速进行测试,最后对各网格风速进行加权平均计算,不仅能得到断面平均风速,也可以对断面风速分布进行分析。除此之外测量人员远离测试断面、风速探头位置可固定,既不因测试人员而减少断面面积,也可精确确定测试位置坐标。

附图说明

[0019] 上述仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,以下结合附图与具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

[0020] 图1是本发明整体结构示意图;

[0021] 图2是风速传感器结构示意图;

[0022] 图3是竖杆与横杆连接示意图;

[0023] 图4是测量杆套环结构示意图;

[0024] 图5是竖杆套环结构示意图;

[0025] 图6是本发明风速采集系统结构示意图；

[0026] 图7是建设工程断面风速测试方法流程图；

[0027] 图8是本发明系统风速测试点位布置方案图。

[0028] 附图标记说明：

[0029] 1、立杆；2、横杆；3、风速传感器阵列；4、立杆连接器；5、底盘；6、配重环；7、阵列连接器；8、公口；9、保护套筒；10、传感器信号转换电路板及电源；11、无线信号发射天线；12、风速传感器探头；13、母口；14、底盘卡箍；15、底盘卡箍旋钮；16、花盘；17、插销；18、连接器下管；19、滚珠；20、连接器上管；21、立杆连接器卡箍；22、立杆连接器卡箍旋钮；23、数据采集系统；24、采集主机；25、无线信号收发器；26、数据存储单元；27、220v可移动电源；28、风速测试装置；29、串口服务器；30、模拟信号采集器；31、风速传感器。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明，应当理解，此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明，并不用于限定本发明。

[0031] (1)、发明目的

[0032] 为了提升断面风速测试自动化水平及测试科学性，本发明提供了一种适用于建设工程断面风速测试的系统及方法，具有测试系统可依据断面尺寸调整大小、所有部位可拆卸携带、安装简单快速、不需要现场取电、测量兼具科学合理与简单便捷等特点。有效解决了大型断面风速测试中测量难度较高、测量过程不科学、测量结果不准确、没有合适设备等问题。

[0033] (2)、技术方案

[0034] 本发明无线风速测试系统主要包括风速测试装置及数据采集系统两部分组成：

[0035] 风速测试装置由多个测试单元组成，每个测试单元可测5m*5m断面内平均风速，因此在进行断面测试前，应先根据断面尺寸大小确定所需测试单元数量，保证测试单元总面积大于或等于测试断面面积。每个测试单元包括：2个立杆、2个横杆、1个风速传感器阵列、2个底盘、若干配重环、2个阵列连接器、2个立杆连接器、4个插销组成。

[0036] 以单个测试单元为例，测试时，测试单元面朝大型断面，2个底盘左右并排放置于断面两侧。底盘上套装有配重环，配重环可放置8个，保证测试单元稳定即可。底盘上插有立杆，并通过底盘上卡箍锁紧。立杆两端焊接圆形花盘，圆形花盘上有9个孔。横杆为实心钢杆，外侧刻有度量尺，两侧有凹槽，凹槽侧壁同样有开孔。安装时将横杆凹槽分别卡入左、右两侧立杆花盘，并保证孔对齐后将插销插入，即可保证横杆及立杆连接稳定。上下两个横杆均应按此方法进行安装。立杆顶端装套有立杆连接器，当测试单元需要向上连接时，可将上方测试单元立杆的底部，插入立杆连接器中，再通过卡箍方式将立杆固定。

[0037] 阵列连接器是连接风速传感器阵列及横杆的机构，外型呈十字形态，内部具有滚珠结构，当阵列连接器套入横杆后，这种特殊结构可以保证连接器可以在横杆上自由左右滑动，并通过横杆上的刻度来控制移动距离。阵列连接器上管内部光滑，下管内部有螺纹结构，使用时将风速传感器母口一侧套入上管内，公口一侧旋入下管内。

[0038] 风速传感器阵列是由多个风速传感器组合而成，其中单个传感器一端为外侧具有螺纹结构实心圆柱，称为公口，另一端为内部具有螺纹结构的空心钢管，称为母口。使用时

可以将传感器通过旋入方式,将公口及母口相互连接在一起,同时还可控制旋入长度,在一定范围内调整传感器探头的位置。传感器中间部位镂空,放置风速传感器探头,及无线信号发射天线。传感器信号转换及供电电路,放置在传感器公口一侧保护套筒内。在使用时,应保证大型断面内气流直吹风速传感器探头,此时探头将发出4-20mA模拟信号,通过内置于传感器内的模拟信号采集器,将此信号转换为遵守RS485协议的数字信号,再通过串口服务器,将此信号转换成Wi-Fi及蓝牙信号,通过无线信号发射天线发射出。其中模拟信号采集器、串口服务器及供电电路焊接到一块电路板上,从而实现设备小型化与集成化。

[0039] 数据采集系统包括采集主机、无线信号收发器、数据存储单元、220v可移动电源。数据采集系统采用220v可移动电源供电,工作时,由于断面风速值存在瞬时过大或过小,设备将采集一段时间内的风速平均值作为所测点位风速值,因此通过采集主机设定采集时长、采集间隔,确定采集周期。其次,通过无线信号收发器,接收风速传感器发出的风速信号值,通过采集主机将实时风速值实时记录在数据存储单元内。同时,采集主机上配有触控显示屏,通过显示屏可以观察风速实时数值及变化曲线。待采集完成后,使用采集主机计算出大型断面平均风速值。

[0040] 在对断面展开测试时,应先将断面进行网格化处理,即将断面纵向分为m行,横向分为n列,由此断面面积为:

$$[0041] \quad S = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_{ij}$$

[0042] 式中:s为断面总面积, m^2 ;

[0043] s_{ij} 为第i行,第j列的网格面积, m^2 。

[0044] 此后将风速测点移动到网格中心,设定风速采样率为t(s),采集时长为T(s),由此可得网格中心的平均风速为:

$$[0045] \quad \bar{v}_{ij} = \frac{\sum_{t=0}^T v_{ij}^t}{\frac{T}{t} + 1}$$

[0046] 式中: $\bar{v}_{ij}$ 为指定采集时长内,第i行,第j列网格的平均风速,m/s。

[0047] v_{ij}^t 为第i行,第j列网格在t时的实时风速值,m/s。

[0048] 得到所有网格风速值后,即可求得断面平均风速为:

$$[0049] \quad \bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n S_{ij} \times \bar{v}_{ij}}{S}$$

[0050] 式中: $\bar{v}$ 为测试断面的平均风速,m/s。

[0051] 如图1所示,为本测试系统在对建设工程断面风速进行测试时的结构示意图。图中测试系统包括四个测试单元,每个测试单元由2个立杆1、2个横杆2、1个风速传感器阵列3、2个底盘5、若干配重环6、2个阵列连接器7、2个立杆连接器4、4个插销17组成。在进行建设工程断面风速测试前,应提前对现场进行踏勘,确认测量断面的大小、所需测量单元数量及风速传感器探头位置。

[0052] 现以其中一个测试单元为例说明本风速测试系统现场安装过程。先将2个底座5并

排放置于测试断面一侧,相距距离与横杆2长度相当。将配重环6套入底座上,套入的配重环6数量与测试系统总高度有关,保证测试系统稳定为宜。再将2个立杆1分别插入底座5内,旋紧底座卡箍旋钮15,保证底座卡箍14将立杆1固定,至此立杆1安装完毕。将立杆1安装完成后,即可开始安装下部横杆2。

[0053] 先将阵列连接器7内有滚珠19一侧套入横杆2。由于横杆2两侧有凹槽,凹槽两壁开洞,再将凹槽卡入焊接在立杆的花盘16上,横杆2凹槽上孔洞对准花盘16上的孔洞,插入插销17,使立杆与横杆固定,具体连接方式如图3所示。在下部横杆2安装好后,上部横杆按此方法进行安装。

[0054] 之后组装风速传感器阵列3,风速传感器阵列3由多个风速传感器31组成,如图2所示。使用前,根据横杆之间距离,选择合适数量的风速传感器,并将每个风速传感器31公口8旋入母口13内,调整每个传感器旋入距离,保证传感器探头12在方案预定高度,并面朝气流来临方向。最后将风速传感器阵列3公口8旋入上横杆阵列连接器7下管18中,将母口13套入下横杆2阵列连接器7上管20中。其中阵列连接器7的剖面图可见图4。至此一个测试单元安装完毕,完成后需要再次确认风速传感器阵列探头12均朝向气流来临方向。

[0055] 当安装其他测试单元时,先安装水平方向,再安装竖直方向。水平方向通过立杆1和横杆2组合进行拓展,竖直方向先在立杆1上插入安装立杆连接器4,锁紧一侧立杆连接器卡箍旋钮22,令立杆连接器卡箍21将立杆1固定。之后,再将新的立杆插入到立杆连接器4上方,再次缩进该侧立杆连接器卡箍旋钮将新立杆固定。立杆连接器详细结构示意图如图5所示。

[0056] 图6为本发明风速采集系统结构图,当风速测试装置安装完毕后,即可打开数据采集系统23中220v可移动电源27,通过采集主机24设定采集时长、采集间隔,确定采集周期。至此各项工作准备完毕,可开始测试。测试时,测试人员应距离测试断面下风向10m以外。开始进行风速采集后,风速传感器31将实测风速值转换成4-20mA的模拟信号,通过内置于传感器内的模拟信号采集器30,将此信号转换为遵守RS485协议的数字信号,再通过串口服务器29,将此信号转换成Wi-Fi及蓝牙信号,通过无线信号发射天线11发射出。数据采集系统23的无线信号收发器25收取到风速值信号,将此值在采集主机24中进行显示,现场测试人员即可通过采集主机24上配有的触控显示屏观察实时风速值及风速变化曲线。同时采集主机24将实时风速值实时记录在数据存储单元26内。待采集完成后,使用采集主机24计算出大型断面平均风速值。

[0057] 结合图7,提出一种适用于建设工程断面风速的测试方法:

[0058] 步骤32,测量建设工程断面的宽度和高度。

[0059] 步骤33,依据所测断面的宽度及高度确定测试单元数量,要求测试单元总长度大于或等于断面宽度,测试单元总高度大于或等于断面高度。同时制定方案,确定测试网格数量、风速传感器探头高度位置及测试组数。网格将断面纵向分为m行,横向分为n列,一共m*n个网格,同时断面面积应满足:

$$[0060] \quad s = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ij}$$

[0061] 式中:s为断面总面积, m^2 ;

[0062] s_{ij} 为第i行,第j列的网格面积, m^2 。

[0063] 步骤34,依据之前所述方法进行风速测试装置现场组装,组装时应保证风速传感器探头在每个网格中心,且面朝迎风方向。

[0064] 步骤35,在完成风速测试装置组装后,将数据采集系统开机进行调试。调试步骤包括:

[0065] 步骤36,采集主机上显示无线连接风速传感器阵列在线,并有数字实时显示。

[0066] 步骤37,采集主机上设定采集时长为T(s),确定每个测点的测试时间。

[0067] 步骤38,采集主机上设定采集间隔t(s),以确定风速采样频率。通过步骤37和38,可以让风速测试系统在测定指定时间范围内对风速进行多次测量,最终求得所测点位的风速平均值为:

$$[0068] \quad \bar{v}_{ij} = \frac{\sum_{t=0}^T v_{ij}^t}{\frac{T}{t} + 1}$$

[0069] 式中: $\bar{v}_{ij}$ 为指定采集时长内,第i行,第j列网格的平均风速,m/s。

[0070] v_{ij}^t 为第i行,第j列网格在t时的实时风速值,m/s。

[0071] 步骤39,将风速传感器阵列放置于第一组风速测试位置,测试人员远离测试断面,在采集主机上点击开始风速测试。

[0072] 步骤40-步骤42,依据方案进行断面风速测试,每次同时测试一行网格上的所有行,总共需要测试n列。测试同时,测试人员观察风速曲线及实时风速数据,确认风速平稳,满足测试要求。

[0073] 步骤43,完成测试后计算出所测断面平均风速值为:

$$[0074] \quad \bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ij} \times \bar{v}_{ij}}{S}$$

[0075] 式中: $\bar{v}$ 为测试断面的平均风速,m/s。

[0076] 最后将测试记录保存。至此完成该断面风速测试全部内容。

[0077] 下面以一个实际建设工程断面为例,说明本发明中断面风速测试方法的具体应用。如图8所示,该工程断面为矩形,宽10m,高10m,选择4个测试单元进行组装。对于断面竖向及横向各划分10个网格,共划分10*10=100个网格,每个网格大小为1m*1m。现场按照方案完成风速测试装置组装,保证风速传感器探头在每个网格中心,且面朝迎风方向。完成组装后,数据采集系统开机调试,确认4个测试单元中共计4个风速传感器阵列在线,并有数据回传显示。采集主机上设定单次采集时长为5分钟,采集间隔为3s一次。完成采集主机上相关参数设置后,即可开始测试。测试顺序如表1所示,4个测试单元同时工作,共采集5组。

[0078] 表1某工程断面风速测试顺序及参数

[0079]

组数	所测点位	测试时长 min	采样间隔 s	采样数量
1	1-10, 51-60	5	3	101
2	11-20, 61-70	5	3	101
3	21-30, 71-80	5	3	101
4	31-40, 81-90	5	3	101
5	41-50, 91-100	5	3	101

[0080] 得到各测点平均风速如表2所示。

[0081] 表2各测点风速平均值

[0082]

测点编 号	风速平均 值 m/s	测点编 号	风速平均 值 m/s	测点编 号	风速平均 值 m/s	测点编 号	风速平均 值 m/s	测点编 号	风速平均 值 m/s
1	0.7	21	2.76	41	0.49	61	2.36	81	1.16
2	0.47	22	2.85	42	0.31	62	2.15	82	0.54
3	1.35	23	2.79	43	1.05	63	2.12	83	1.64
4	1.72	24	1.84	44	1.59	64	0.86	84	1.91

[0083]

测点编 号	风速平均 值	测点编 号	风速平均 值	测点编 号	风速平均 值	测点编 号	风速平均 值	测点编 号	风速平均 值
5	1.97	25	0.48	45	2.02	65	0.89	85	2.52
6	1.97	26	0.34	46	2.21	66	0.47	86	2.27
7	1.41	27	1.07	47	2.94	67	1.43	87	2.37
8	2.42	28	1.8	48	2.46	68	1.65	88	2.02
9	0.89	29	2.56	49	0.53	69	2.5	89	1.61
10	0.61	30	2.36	50	0.35	70	2.34	90	1.81
11	1.7	31	2.41	51	1.24	71	2.37	91	2.6
12	2.46	32	1.95	52	1.87	72	1.58	92	2.41
13	2.83	33	0.46	53	2.15	73	1.02	93	1.95
14	2.88	34	0.31	54	2.19	74	0.58	94	0.46
15	2.3	35	0.98	55	2.94	75	1.61	95	0.31
16	3.33	36	1.64	56	2.21	76	1.81	96	0.98
17	0.61	37	2.31	57	0.62	77	2.6	97	1.64
18	0.38	38	2.49	58	0.39	78	2.29	98	2.31
19	1.29	39	3.01	59	1.38	79	2.28	99	2.49
20	2.03	40	2.51	60	1.79	80	1.76	100	3.01

[0084] 最终得到该断面平均风速为1.72m/s。

[0085] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,本领域技术人员利用上述揭示的技术内容做出些许简单修改、等同变化或修饰,均落在本发明的保护范围内。

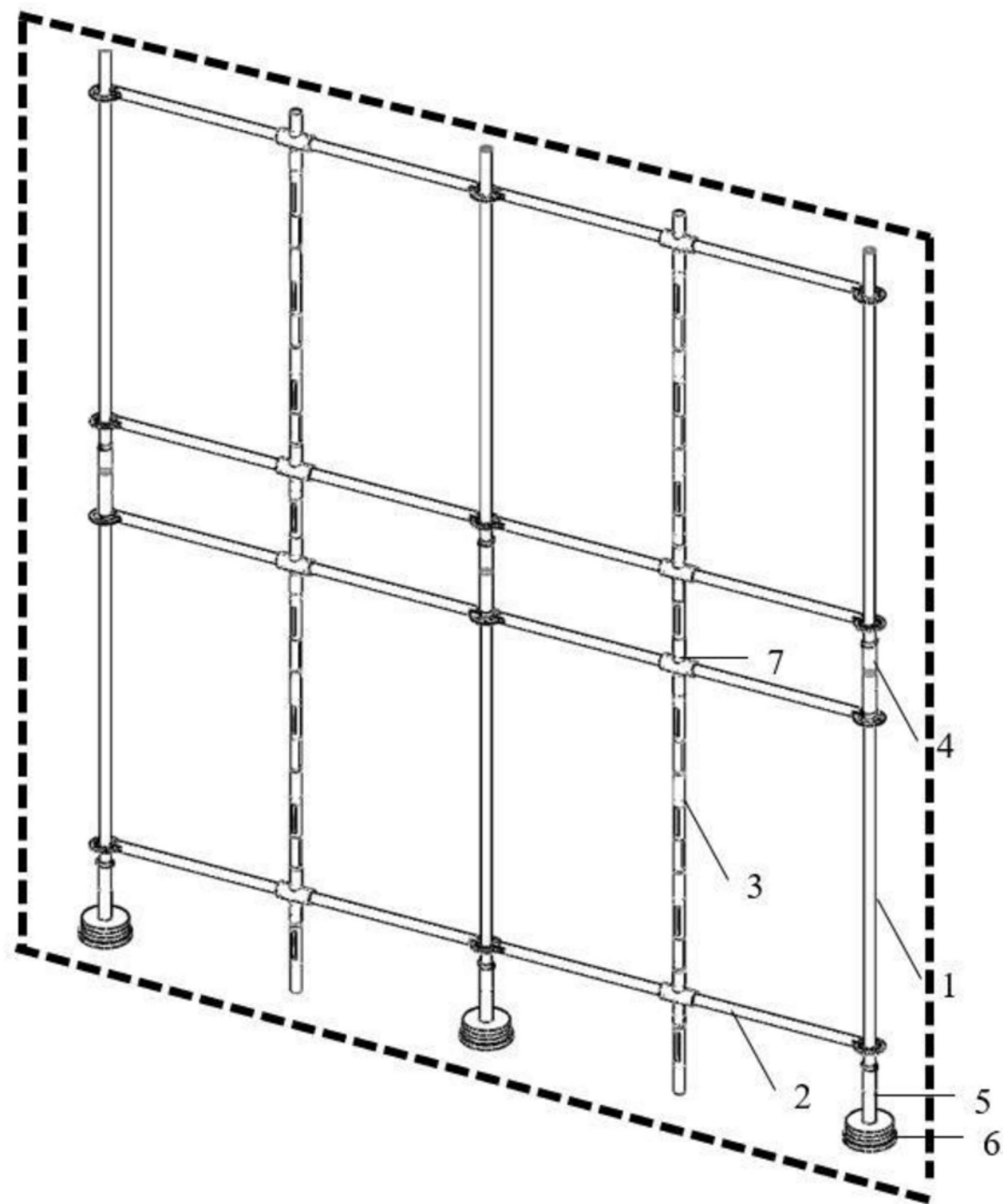


图1

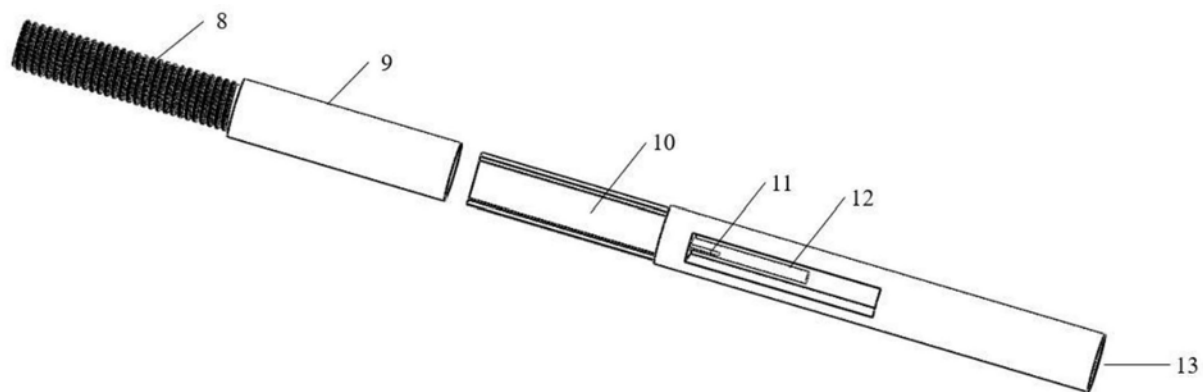


图2

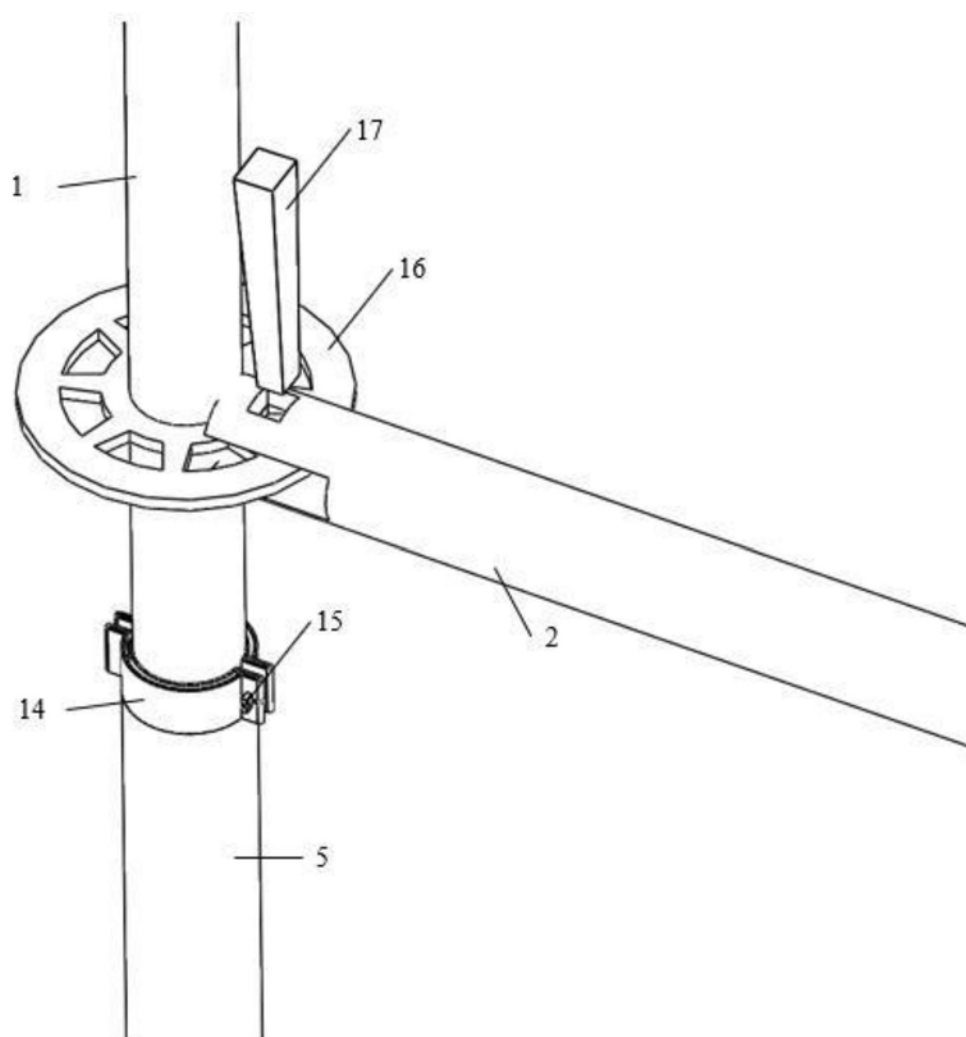


图3

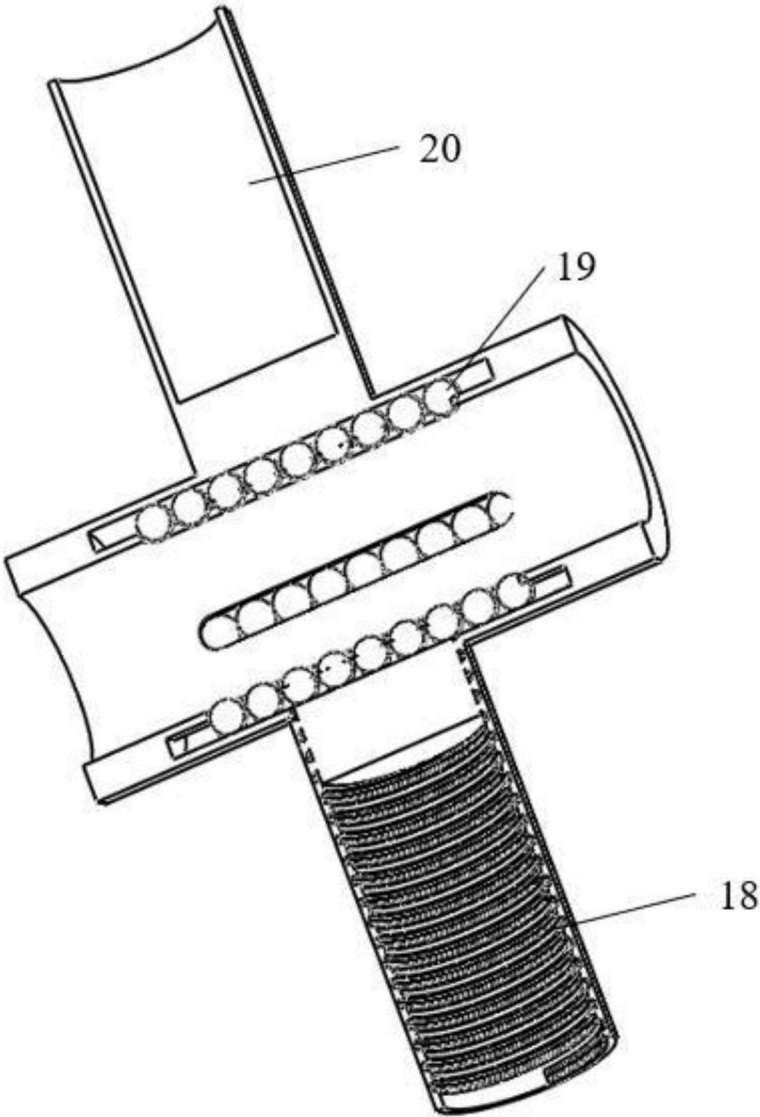


图4

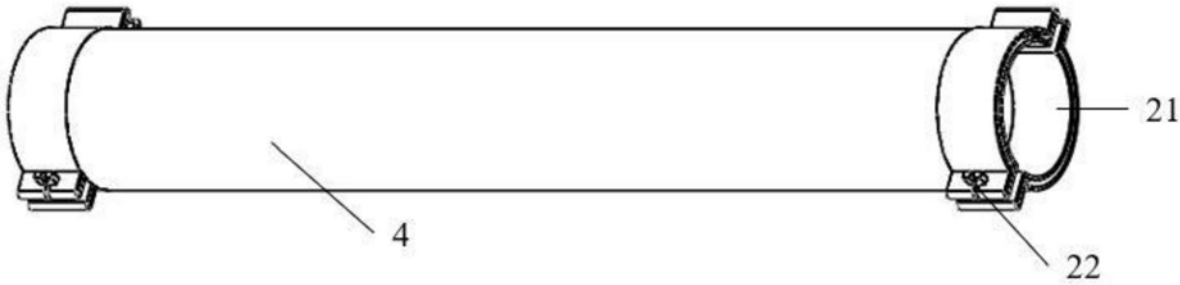


图5

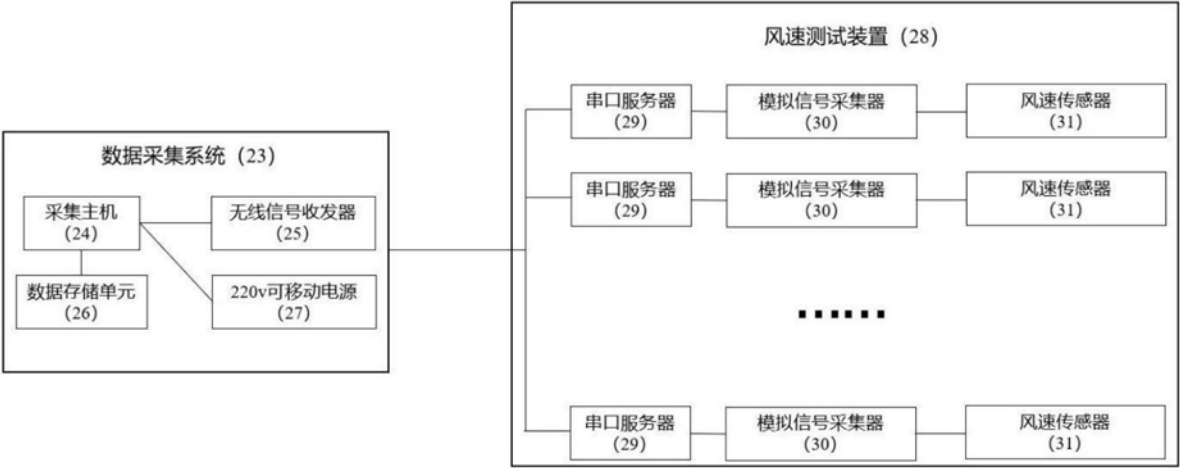


图6

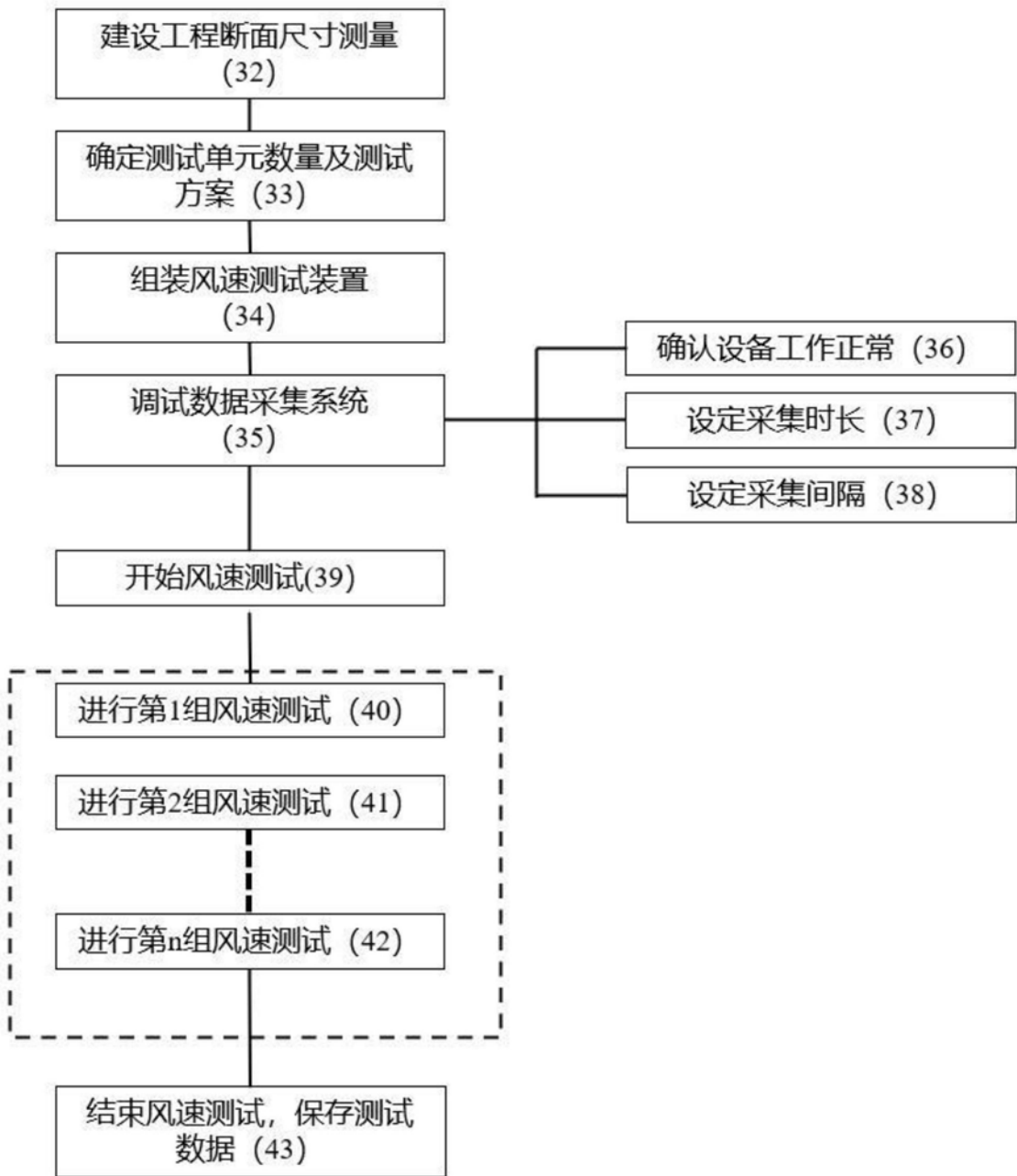


图7

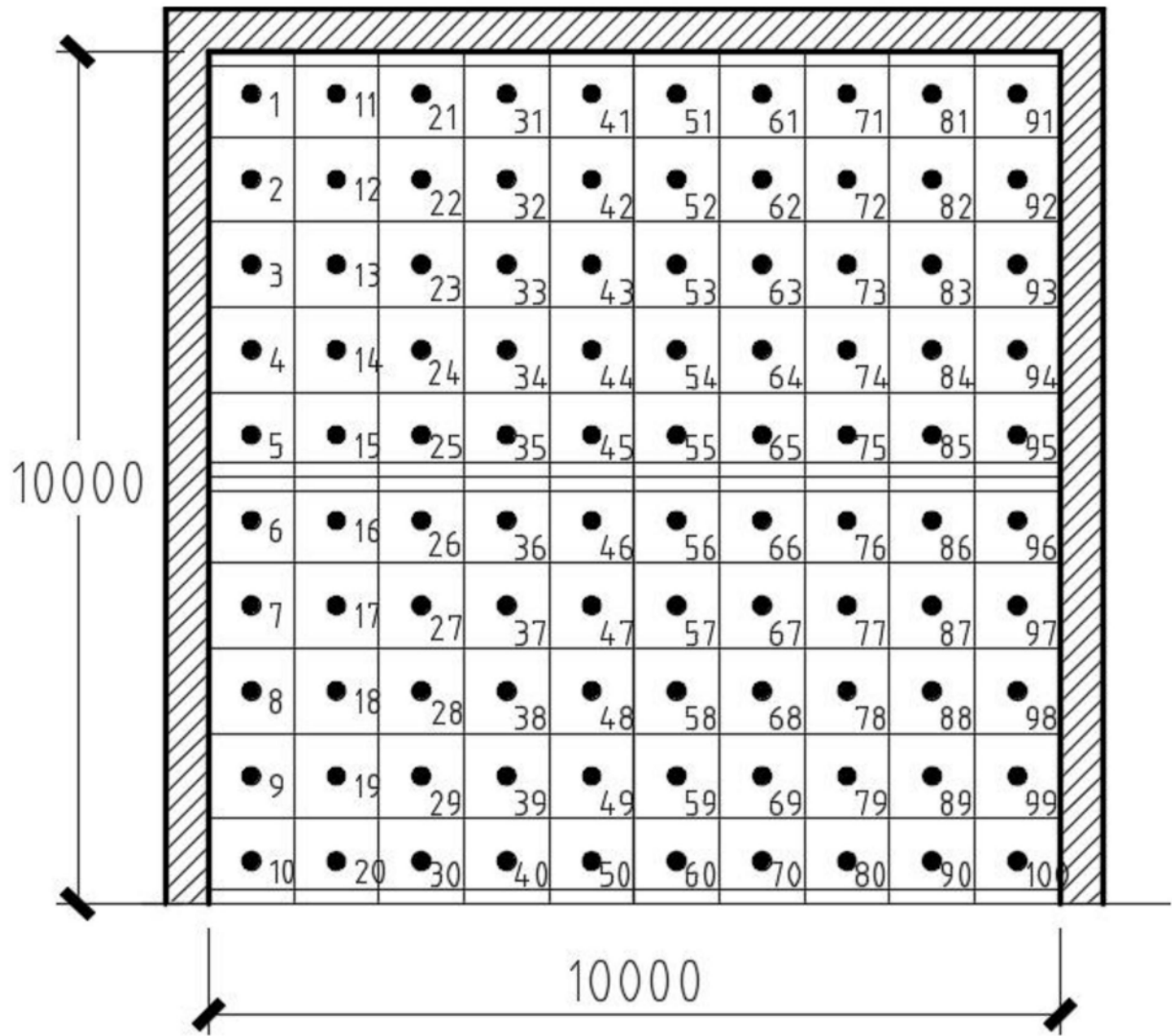


图8