



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101382472 B

(45) 授权公告日 2010. 10. 06

(21) 申请号 200810223765. 6

审查员 宋艳杰

(22) 申请日 2008. 10. 10

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室

(72) 发明人 赵伟 石文星 王宝龙 周德海

(51) Int. Cl.

G01M 19/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2663969 Y, 2004. 12. 15, 全文.

US 4813474 A, 1989. 03. 21, 全文.

CN 200968904 Y, 2007. 10. 31, 全文.

CN 101101239 A, 全文.

US 6477849 B2, 2002. 11. 12, 全文.

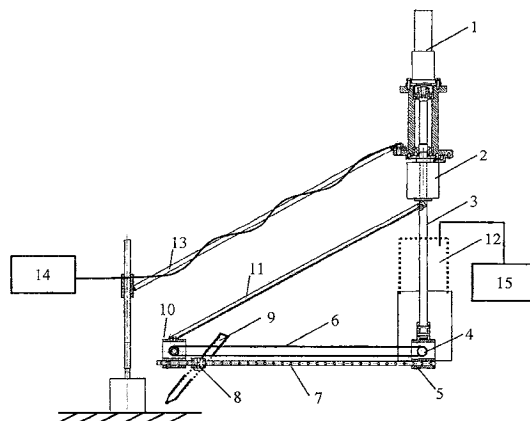
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

风冷式空调系统现场性能测量方法及测量装置

(57) 摘要

风冷式空调系统现场性能测量方法及测量装置,属于制冷与空调技术领域。本发明不是直接测量系统的制冷量,而是通过测量室外机的排热量,配合测量室外机的耗电量,计算得到系统的制冷量,进而得到空调系统现场运行性能。其测量装置包括第一电机、导电滑环、旋转轴、第二电机、第一安装件、传送带、导轨、滑块、传感器、第二安装件、支撑杆、数据采集器、测量装置支架、24V 直流电源。该方法和装置克服了现有的现场测量方法精确性差、过分依靠人力、不能实现连续测量的缺点,为风冷式空调(热泵)系统的现场性能测量提供了一种方便快捷的手段,方便了人们更加准确直观的了解建筑物中空调系统的逐时运行情况,具有很高的实用价值。



1. 一种风冷式空调系统制冷运行时现场性能测量方法,其特征在于方法按如下步骤进行:

1) 首先通过测量室外机排风的风速和温度计算室外机的排热量,计算公式如下:

$$Q_h = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N q(\theta_i, r_j) = \rho \cdot c_p \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (T_{out}(\theta_i, r_j) - T_{in}) \cdot v(\theta_i, r_j) \cdot \frac{\pi R^2}{M \cdot N}$$

其中:

$Q_h$ ——制冷工况下的室外机排热量,单位为 kW;

$q(\theta_i, r_j)$ ——每个区域的排热量,单位为 kW;

$\rho$ ——空气密度(kg/m<sup>3</sup>),单位为 kg/m<sup>3</sup>;

$c_p$ ——空气比热,单位为 kJ/kg·°C;

$T_{out}(\theta_i, r_j)$ ——测得的第 i 个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风温度,单位为 °C;

$v(\theta_i, r_j)$ ——测得的第 i 个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风风速,单位为 m/s;

$T_{in}$ ——室外机进口风温近似于室外环境温度,单位为 °C;

$R$ ——风扇半径,单位为 m;

$M$ ——排风截面分成的扇区数;

$N$ ——每个扇区在半径方向上的分区数;

2) 采用功率表测量室外机的耗电功率  $W$ ,单位为 kW;

3) 利用公式  $Q_c = Q_h - W$  计算得到系统的制冷量;

4) 利用公式  $COP_c = \frac{Q_c}{W}$  计算得到系统制冷工况的能效比  $COP_c$ ;

在测量室外机排风的风速和温度时,室外机排风口的截面采用重心轴分格的方法,即将圆形截面分为若干等面积环形区域,测量点位于环形重心轴上,测量每个位置上重心位置的温度和风速。

2. 一种风冷式空调系统制热运行时现场性能测量方法,其特征在于方法按如下步骤进行:

1) 首先通过测量室外机排风的风速、温度和相对湿度计算室外机的吸热量,计算公式如下:

$$Q_c = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N q(\theta_i, r_j) = \rho \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (h_{out}(\theta_i, r_j) - h_{in}) \cdot v(\theta_i, r_j) \cdot \frac{\pi R^2}{M \cdot N}$$

其中:

$Q_c$ ——制热工况下的室外机组的吸热量,单位为 kW;

$q(\theta_i, r_j)$ ——每个区域的吸热量,单位为 kW;

$\rho$ ——空气密度,单位为 kg/m<sup>3</sup>;

$c_p$ ——空气比热,单位为 kJ/kg·°C;

$h_{out}(\theta_i, r_j)$ ——测得的第 i 个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风焓值,单位为 kJ/kg;

$v(\theta_i, r_j)$ ——测得的第 i 个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风风速,单位为 m/s;

$h_{in}$ ——室外机进口风焓值近似于室外环境空气焓值,单位为 kJ/kg;

$R$ ——风扇半径,单位为 m;

M——排风截面分成的扇区数；

N——每个扇区在半径方向上的分区数；

2) 采用功率表测量室外机的耗电功率  $W$ , 单位为 kW；

3) 利用公式  $Q_h = Q_c + W$  计算得到系统的制热量；

4) 利用公式  $COP_h = \frac{Q_h}{W}$  计算得到系统制热工况的能效比  $COP_h$ ；

测量室外机排风的风速、温度和相对湿度时, 室外机风扇排风口的截面采用重心轴分割的方法, 将圆形截面分为若干等面积环形区域, 测量点位于环形重心轴上, 测量每个位置上重心位置的温度、湿度和风速。

3. 一种实现如权利要求 1 或 2 所述方法的风冷式空调系统制冷运行时现场性能测量装置, 其特征在于: 该装置包括测量装置支架 (13), 第一电机 (1), 垂直旋转轴 (3), 套设在该旋转轴上的导电滑环 (2), 以及绕该旋转轴作圆周运动的数据采集系统; 所述的数据采集系统包括第二电机 (4), 传送带 (6), 导轨 (7), 滑块 (8), 传感器 (9), 数据采集器 (12) 以及第一安装件 (5) 和第二安装件 (10), 传送带带动滑块沿导轨滑动; 所述导轨的一端固定于第一安装件 (5) 上, 另一端连接于第二安装件 (10) 上, 所述的传送带 (6) 安装于第一安装件 (5) 和第二安装件 (10) 之间, 所述的传感器 (9) 固定于滑块 (8) 上, 滑块 (8) 与传送带 (6) 固定连接; 第二安装件 (10) 通过一根支撑杆 (11) 固定于旋转轴 (3) 上; 所述的数据采集器 (12) 与第一安装件 (5) 固定连接; 所述传感器 (9) 为温度、湿度和风速为一体的传感器, 同时、同步采集三种参数的信号。

4. 按照权利要求 3 所述风冷式空调系统现场运行性能测量装置, 其特征在于: 第一电机 (1) 和第二电机 (4) 为步进电机或者直流电机。

## 风冷式空调系统现场性能测量方法及测量装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于制冷与空调设备技术领域,尤其是用于直接蒸发式风冷空调(热泵)系统的性能测量。

### 背景技术

[0002] 由于具有热源获得的便利性以及安装简单等诸多突出的优点,风冷式空调(热泵)机组特别是以多联机为代表的风冷直接蒸发式空调机组,广泛的应用于目前的空调工程当中。随着近年来我国建筑节能减排工作的深入开展,人们对这类空调系统的实际运行能效非常关注,迫切希望了解该类系统的现场运行状况,以便判断系统是否有进一步节能的潜力,进而改造优化系统,实现能源节约。但是由于实际使用过程中,空调系统的安装情况因建筑而异,千差万别,与国标规定的测试工况完全不同,有研究证明机组的实验室运行效果和现场效果差距明显,人们并不能通过实验室内测量得到的机组性能指标来判断其在实际建筑物中的能耗高低。因此研究一种能够满足实际工程中现场测量这类空调系统性能的测试装置非常迫切。

[0003] 制冷量和耗电量是反映空调系统性能的最主要的两个指标。对于风冷式空调系统,特别是当采用直接蒸发式的空调系统时,系统的耗电量可以通过电功率表准确的测量,不存在技术难度;而制冷量的测量则非常困难,因为制冷剂直接在换热器中和外面的空气换热,如果通过测量制冷剂状态参数的变化,不但成本很高,而且实现起来非常复杂,几乎不可能用在现有机组的现场性能测试中。因此,目前的现场测试方法,大多通过室外机组风侧参数(温度、湿度和相对湿度)的测量,来间接计算得到系统的制冷量;通过手持式风速表和温度表,在风扇出风口截面上,逐点测量风速和温度,得到平均风速和平均温度,计算得到制冷量。这种方法存在几个方面的不足:一是出风口的风速和温度分布极不均匀,计算制冷量时采用平均风速和平均温度会带来非常大的误差,因此这种方式测量误差通常都在20%~30%左右,很多情况下达不到工程上的要求;二是必须依靠人力来完成测量,不仅费时费力,而且人手在测量过程中不可避免会发生抖动,也会影响测量的精度;三是不能得到逐时的系统性能测量数据,很难了解到空调系统的全工况特性。

### 发明内容

[0004] 鉴于上述原因,本发明将提出一种新的可以测量风冷式空调系统现场运行性能的性能测量方法并根据该方法开发出的测试装置,以实现该类系统现场的性能测量。本发明将为评价风冷式空调系统实际运行效果,改善其实际运行性能提供非常有利的参考,具有很高的实用价值。

[0005] 为了实现上述的发明目的,本发明的技术方案以如下方式实现:

[0006] 一种风冷式空调系统制冷运行时现场性能测量方法,其特征在于方法按如下步骤进行:

[0007] 1) 首先通过测量室外机排风的风速和温度计算室外机的排热量,计算公式如下:

$$[0008] \quad Q_h = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N q(\theta_i, r_j) = \rho \cdot c_p \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (T_{out}(\theta_i, r_j) - T_{in}) \cdot v(\theta_i, r_j) \cdot \frac{\pi R^2}{M \cdot N}$$

[0009] 其中：

[0010]  $Q_h$ ——制冷工况下的室外机排热量 (kW)；

[0011]  $q(\theta_i, r_j)$ ——每个区域的排热量 (kW)；

[0012]  $\rho$ ——空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

[0013]  $c_p$ ——空气比热 ( $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$ )；

[0014]  $T_{out}(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

[0015]  $v(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风风速 ( $\text{m}/\text{s}$ )；

[0016]  $T_{in}$ ——室外机进口风温近似于室外环境温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

[0017]  $R$ ——风扇半径 (m)；

[0018]  $M$ ——排风截面分成的扇区数；

[0019]  $N$ ——每个扇区在半径方向上的分区数；

[0020] 2) 采用功率表测量室外机的耗电功率  $W$  (kW)；

[0021] 3) 利用公式  $Q_c = Q_h - W$  计算得到系统的制冷量；

[0022] 4) 利用公式  $COP_c = \frac{Q_c}{W}$  计算得到系统制冷工况的能效比  $COP_c$ 。

[0023] 所述的风冷式空调系统制冷运行时现场性能测量方法,其特征在于:在测量室外机排风的风速和温度时,室外机排风口的截面采用重心轴分格的方法,即将圆形截面分为若干等面积环形区域,测量点位于环形重心轴上,测量每个位置上重心位置的温度和风速。

[0024] 本发明还提供了一种风冷式空调系统制热运行时现场性能测量方法,其特征在于方法按如下步骤进行:

[0025] 1) 首先通过测量室外机排风的风速、温度和相对湿度计算室外机的吸热量,计算公式如下:

$$[0026] \quad Q_c = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N q(\theta_i, r_j) = \rho \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (h_{out}(\theta_i, r_j) - h_{in}) \cdot v(\theta_i, r_j) \cdot \frac{\pi R^2}{M \cdot N}$$

[0027] 其中：

[0028]  $Q_c$ ——制热工况下的室外机组的吸热量 (kW)；

[0029]  $q(\theta_i, r_j)$ ——每个区域的吸热量 (kW)；

[0030]  $\rho$ ——空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

[0031]  $c_p$ ——空气比热 ( $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$ )；

[0032]  $h_{out}(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风焓值 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )；

[0033]  $v(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风风速 ( $\text{m}/\text{s}$ )；

[0034]  $h_{in}$ ——室外机进口风焓值近似于室外环境空气焓值 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )；

[0035]  $R$ ——风扇半径 (m)；

[0036]  $M$ ——排风截面分成的扇区数；

[0037]  $N$ ——每个扇区在半径方向上的分区数；

[0038] 2) 采用功率表测量室外机的耗电功率  $W$  (kW)；

[0039] 3) 利用公式  $Q_h = Q_c + W$  计算得到系统的制热量；

[0040] 4) 利用公式  $COP_h = \frac{Q_h}{W}$  计算得到系统制热工况的能效比  $COP_h$ 。

[0041] 本发明所述风冷式空调系统制热运行时现场性能测量方法,其特征在于:测量室外机排风的风速、温度和相对湿度时,室外机风扇排风口的截面采用重心轴分格的方法,将圆形截面分为若干等面积环形区域,测量点位于环形重心轴上,测量每个位置上重心位置的温度、湿度和风速。

[0042] 本发明提供了一种实现所述方法的风冷式空调系统制冷运行时现场性能测量装置,其特征在于:该装置包括测量装置支架 13,第一电机 1,垂直旋转轴 3,套设在该旋转轴上的导电滑环 2,以及绕该旋转轴作圆周运动的数据采集系统;所述的数据采集系统包括第二电机 4,传送带 6,导轨 7,滑块 8,传感器 9,数据采集器 12 以及第一安装件 5 和第二安装件 10;所述导轨的一端固定于第一安装件 5 上,另一端连接于第二安装件 10 上,所述的传送带 6 安装于第一安装件 5 和第二安装件 10 之间,所述的传感器 9 固定于滑块 8 上,滑块 8 与传送带 6 固定连接;第二安装件 10 通过一根支撑杆 11 固定于旋转轴 3 上;所述的数据采集器 12 与第一安装件 5 固定连接。

[0043] 本发明所述风冷式空调系统现场运行性能测量装置,其特征在于:所述传感器 9 为温度、湿度和风速为一体的传感器,同时、同步采集三种参数的信号。

[0044] 本发明所述风冷式空调系统现场运行性能测量装置,其特征在于:第一电机 1 和第二电机 4 为步进电机或者直流电机。

[0045] 采用本发明提出的所述风冷式空调系统现场运行性能测量装置,与现有技术相比,具有以下优点及突出性效果:

[0046] ①通过逐点测量获得各个区域排热量,累加得到室外机总排热量的方法,大大提高了室外机排热量的测量精度,因此制冷量的测量精度也会相应的得到大幅度的提高;②采用机械自动控制装置来完成测量过程,避免了人为引起的误差,不仅节省了人力,也提高了测量精度;③能够实现风冷式空调系统逐时性能的测量,方便了人们了解空调系统的全工况运行状况。

## 附图说明

[0047] 图 1 是本发明公开的测量方法原理图。

[0048] 图 2 是本发明公开的测量装置的结构示意图(正视图)。

[0049] 图 3 是图 2 中第二电机、数据采集器位置的局部侧视图。

[0050] 图 4 是图 2 中滑块、导轨和传送带安装位置的局部正视图。

[0051] 图 5 是本发明公开的测量装置安装示意图(俯视图)。

[0052] 图 1~图 5 中的序号和名称如下:

[0053] 1- 第一电机;2- 导电滑环;3- 旋转轴;4- 第二电机;5- 第一安装件;6- 传送带;7- 导轨;8- 滑块;9- 传感器;10- 第二安装件;11- 支撑杆;12- 数据采集器;13- 测量装置支架;14-24V 直流电源;15- 计算机;16- 测量点。

## 具体实施方式

[0054] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0055] 图 1 是本发明公开的测量方法原理图。本发明提出的测量方法不是直接测量系统的制冷量,而是通过测量室外机组风侧的温度、风速计算排热量,配合测量室外机的耗电量,计算得到系统的制冷量。室外机组风侧参数的测量方法采用重心轴分格的方法,将圆形的室外机排风口截面分为若干等面积环形区域,测量点位于环形重心轴上,如图 1 所示。测量每个测量位置的温度、湿度和风速就代表了这个区域的平均温度、湿度和风速。

[0056] 制冷运行时,通过测量室外机排风的风速和温度,这样就可以通过公式计算出该区域的风扇排热量,将各区域排热量迭加,可以得到该测量时段空调系统的排热量。计算公式如下:

$$[0057] \quad Q_h = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N q(\theta_i, r_j) = \rho \cdot c_p \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (T_{out}(\theta_i, r_j) - T_{in}) \cdot v(\theta_i, r_j) \cdot \frac{\pi R^2}{M \cdot N}$$

[0058] 其中:

[0059]  $Q_h$ ——制冷工况下的室外机排热量 (kW);

[0060]  $q(\theta_i, r_j)$ ——每个区域的排热量 (kW);

[0061]  $\rho$ ——空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

[0062]  $c_p$ ——空气比热 ( $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$ );

[0063]  $T_{out}(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风温度 ( $^\circ\text{C}$ );

[0064]  $v(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风风速 (m/s);

[0065]  $T_{in}$ ——室外机进口风温近似于室外环境温度 ( $^\circ\text{C}$ );

[0066]  $R$ ——风扇半径 (m);

[0067]  $M$ ——排风截面分成的扇区数,如图 1 中将截面分为 4 个扇区,可以根据测量周期长度和测量精度要求自由设定;

[0068]  $N$ ——每个扇区在半径方向上的分区数,如图 1 中将每个扇区分为 5 个等面积的部分,可以根据测量周期长度和测量精度要求自由设定;

[0069] 通过功率表测量系统在测量周期内的平均电功率,那么可以最终计算得到系统的制冷量  $Q_c$  以及系统制冷工况的  $\text{COP}_c$ 。

$$[0070] \quad Q_c = Q_h - W$$

$$[0071] \quad \text{COP}_c = \frac{Q_c}{W}$$

[0072] 其中:

[0073]  $Q_h$ ——制冷工况下的室外机排热量 (kW);

[0074]  $Q_c$ ——制冷工况下的制冷量 (kW);

[0075]  $W$ ——测量周期  $t$  内的平均电功率 (kW);

[0076]  $\text{COP}_c$ ——测量周期内的制冷能效比。

[0077] 测量冬季工况的系统制热量时,需要首先得到室外机组的吸热量,与制冷量测量不同,因为冬季工况下室外机组换热器会出现结霜的情况,使排风的湿度发生变化,因此不仅需要测量温度和风速,还需要测量进出风的相对湿度,这样可以得到进出风的焓值,室外机组的吸热量计算公式如下:

$$[0078] \quad Q_c = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N q(\theta_i, r_j) = \rho \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (h_{out}(\theta_i, r_j) - h_{in}) \cdot v(\theta_i, r_j) \cdot \frac{\pi R^2}{M \cdot N}$$

[0079] 其中：

[0080]  $Q_c$ ——制热工况下的室外机组的吸热量 (kW)；

[0081]  $q(\theta_i, r_j)$ ——每个区域的吸热量 (kW)；

[0082]  $\rho$ ——空气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

[0083]  $c_p$ ——空气比热 ( $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$ )；

[0084]  $h_{\text{out}}(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风焓值 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )；

[0085]  $v(\theta_i, r_j)$ ——测得的第  $i$  个扇区位于  $r_j$  位置的点处的排风风速 ( $\text{m}/\text{s}$ )；

[0086]  $h_{\text{in}}$ ——室外机进口风焓值近似于室外环境空气焓值 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )；

[0087]  $R$ ——风扇半径 (m)；

[0088]  $M$ ——排风截面分成的扇区数；

[0089]  $N$ ——每个扇区在半径方向上的分区数；

[0090] 同样测量系统在  $t$  时间内的平均电功率  $W$ , 那么可以最终计算得到系统的制热量  $Q_h$  以及系统制热工况的能效比  $\text{COP}_h$ 。

[0091]  $Q_h = Q_c + W$

[0092]  $\text{COP}_h = \frac{Q_h}{W}$

[0093] 其中：

[0094]  $Q_h$ ——制热工况下的制热量 (kW)；

[0095]  $Q_c$ ——制热工况下的室外机吸热量 (kW)；

[0096]  $W$ ——测量周期  $t$  内的平均电功率 (kW)；

[0097]  $\text{COP}_h$ ——测量周期内的制热能效比。

[0098] 图 2、图 3 和图 4 是本发明公开的测量装置的结构示意图, 该装置包括测量装置支架 13, 第一电机 1, 垂直旋转轴 3, 套设在该旋转轴上的导电滑环 2, 以及绕该旋转轴作圆周运动的数据采集系统; 所述的数据采集系统包括第二电机 4, 传送带 6, 导轨 7, 滑块 8, 传感器 9, 数据采集器 12 以及第一安装件 5 和第二安装件 10; 所述导轨的一端固定于第一安装件 5 上, 另一端连接于第二安装件 10 上, 所述的传送带 6 安装于第一安装件 5 和第二安装件 10 之间, 所述的传感器 9 固定于滑块 8 上, 滑块 8 与传送带 6 固定连接; 第二安装件 10 通过一根支撑杆 11 固定于旋转轴 3 上; 所述的数据采集器 12 与第一安装件 5 固定连接。通过控制第二电机 4 的正转和反转运动, 传送带 6 带动滑块 8 沿导轨 7 滑动, 通过控制第一电机 1 的转动可以实现数据采集系统绕旋转轴的运动。第二电机 4 的电源线通过导电滑环 2 后与第一电机 1 的电源线一起连接于 24V 直流电源 14, 接通电源即可实现装置的运转。数据采集器 12 和电机 1 和 4 均可通过计算机 15 实现编程并进行实时控制与数据传输。

[0099] 图 5 是本发明公开的测量装置安装示意图。整套装置由测量装置支架 13 支撑, 安装于室外机排风口处, 通过控制第一电机 1 和第二电机 4 的转速, 可以实现传感器 9 在风扇出口截面处顺序在若干个测量点 16 处完成测量, 测量数据储存在数据采集器中。

[0100] 该装置测量的测量过程如下：

[0101] 第一步：根据空调系统稳定运行的周期以及测量精度的要求, 确定测量周期, 进而通过计算机 15 编辑第一电机 1 和第二电机 4 的控制器以及数据采集器 12 中的控制程序, 设定好测量总时间和数据采集的时间间隔。



[0102] 第二步:将装置安放于室外机的排风口处,调节测量装置支架 13 各个位置的螺丝,保证测量平面平行于风扇平面,并保证旋转轴 3 与风扇中心正对,连接 24V 直流电源 14。在室外机的进风口处安装温度传感器,如果测量冬季热泵工况,则要安装温湿度传感器;在室外机组的电柜处安装电功率表;温度传感器和电功率表的测量周期与装置的测量周期相等。

[0103] 第三步:打开数据采集器 12,并接通 24V 直流电源 14,开始测量。第一电机 1 和第二电机 4 同时启动,第一电机 1 带动旋转轴 3 旋转,使传送带 6、导轨 7、数据采集器 12 和传感器 9 在测量平面上转动;第二电机 4 控制传送带 6 拉动导轨 7 上的滑块 8 滑动,使滑块 8 上的传感器 9 实现沿风扇直径方向的运动,这两种运动通过控制,可以实现顺序在各个测量点 16 位置的测量,测量数据自动存入数据采集器 12 内,数据较多时,也可与计算机 15 相连,实现数据的实时传输与处理。

[0104] 第四步:根据上述计算方法,每完成一周的测量,即可得到该空调系统室外机组在这一测量周期内的排热量,结合耗功率,可以计算得到这一时段空调系统制冷或制热量。

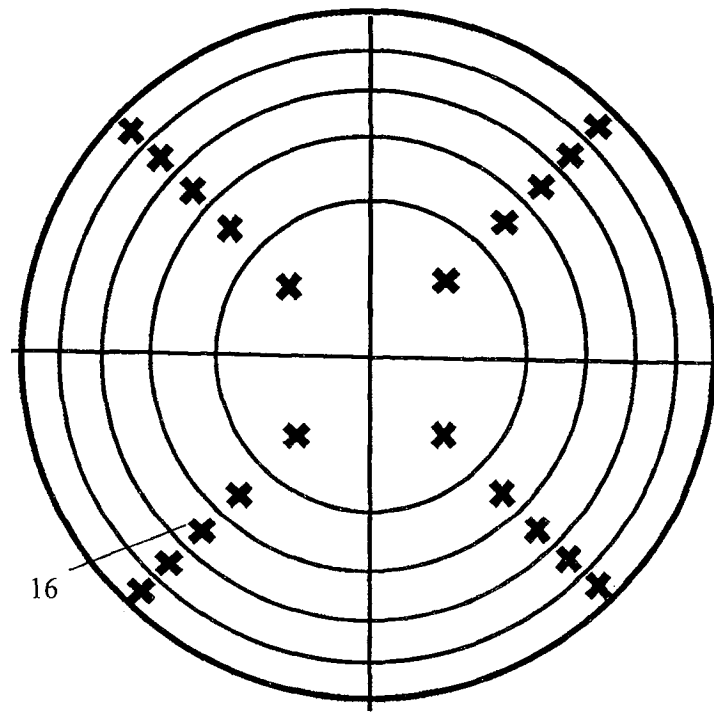


图 1

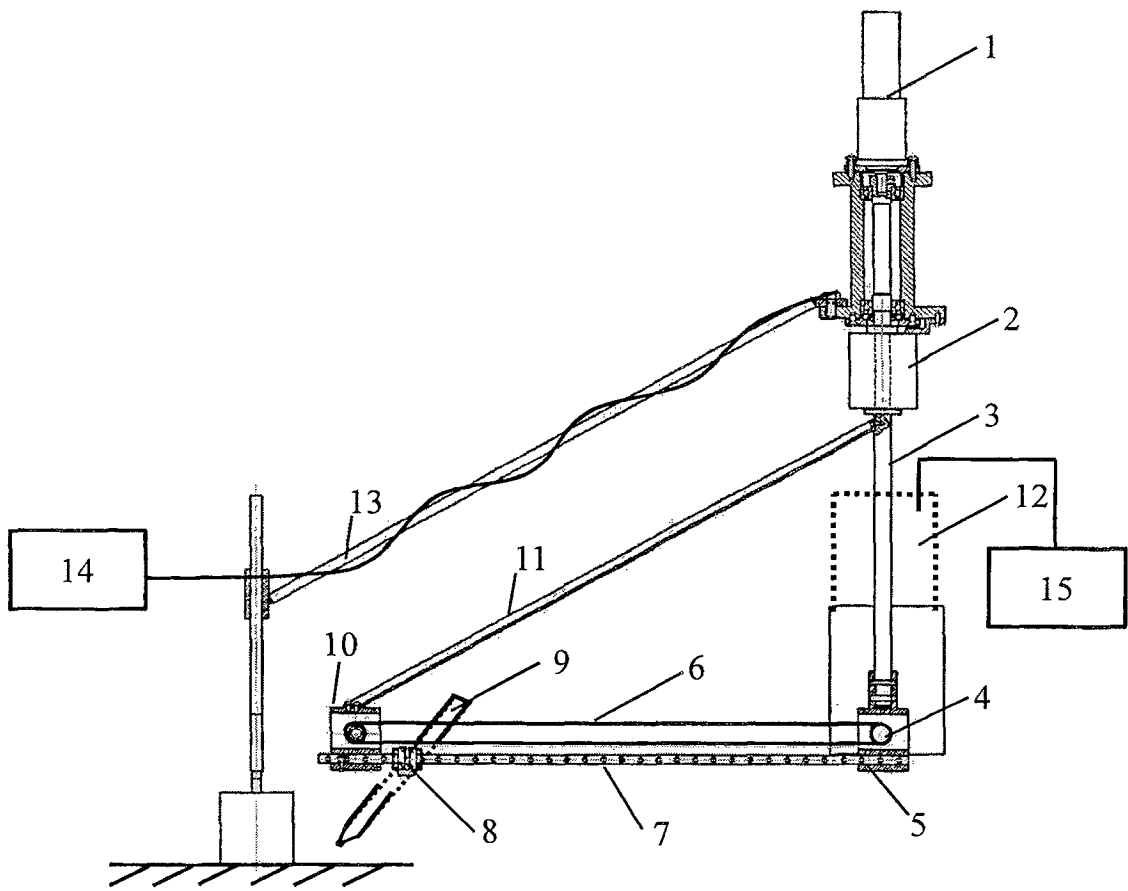


图 2

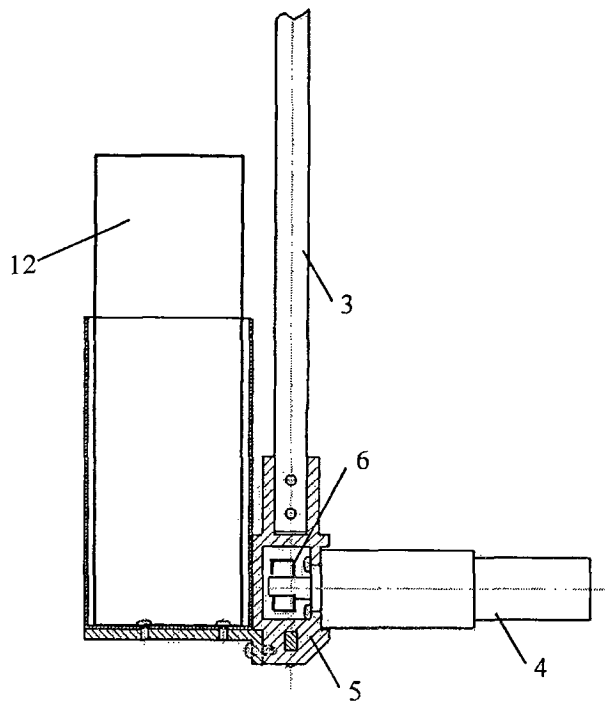


图 3

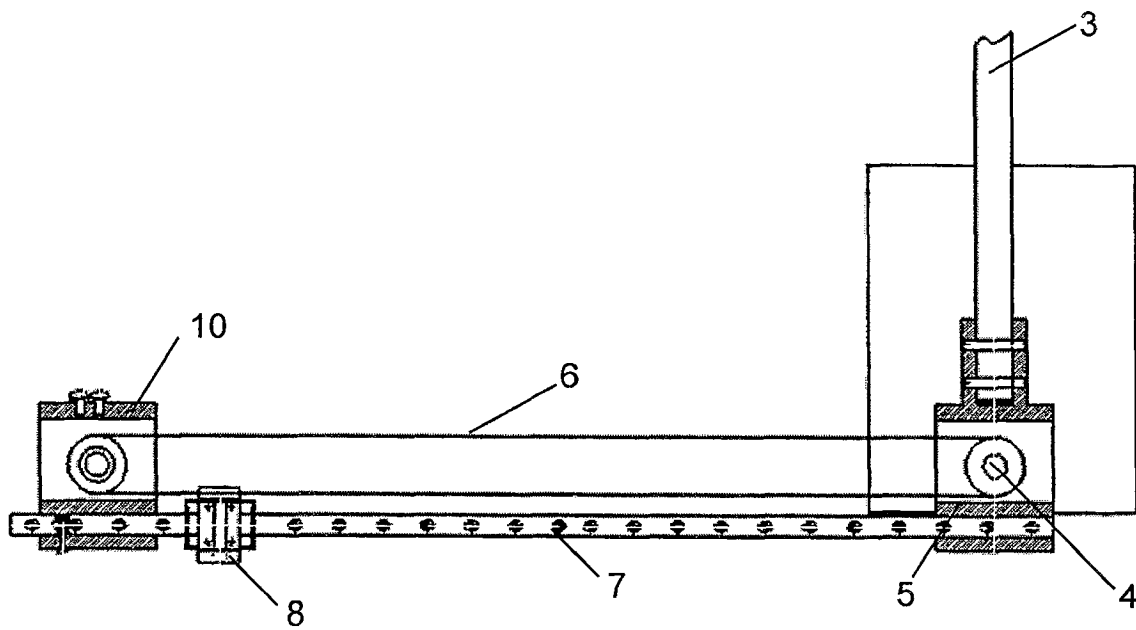


图 4

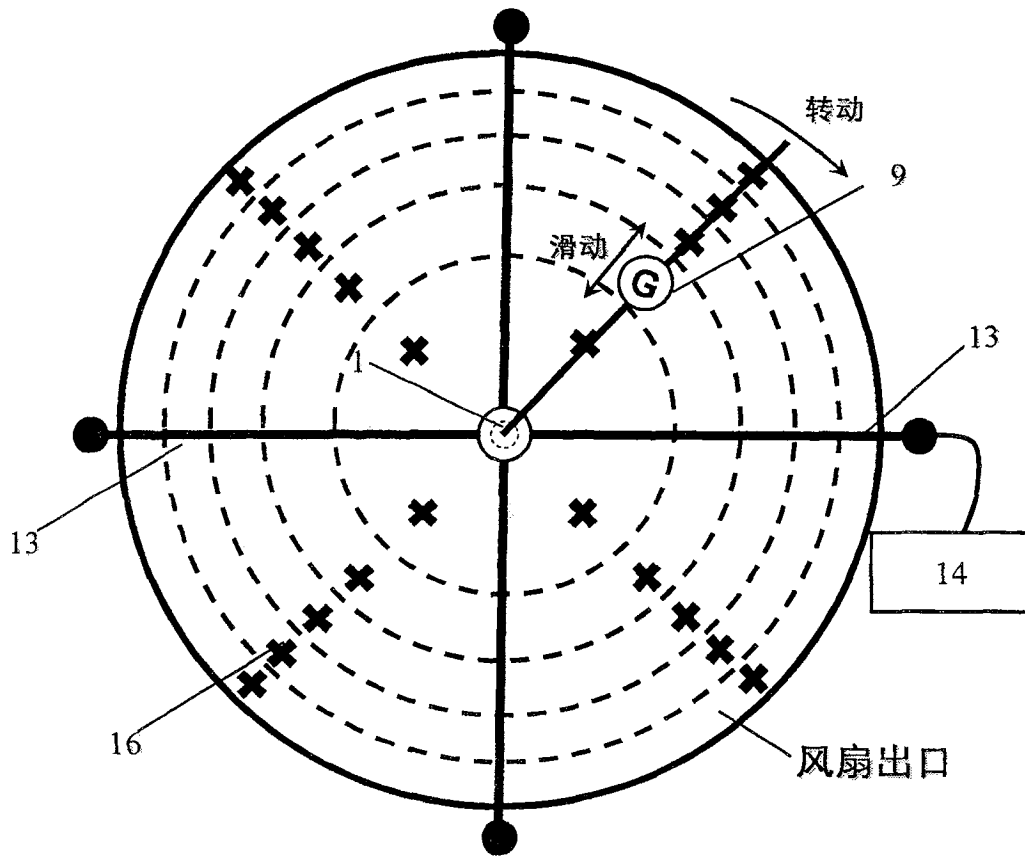


图 5