



(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布

2016年10月27日 (27.10.2016) WIPO IPCT



(10) 国际公布号  
WO 2016/169401 A 1

- (51) 国际分类号 :  
F24F 1/00 (201 1.01) H05K 7/20 (2006.01)  
F24F 11/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN20 16/077732
- (22) 国际申请日 : 2016年3月29日 (29.03.2016)
- (25) 申报语言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (30) 优先权 :  
2015 10192486.8 2015年4月21日 (21.04.2015) CN
- (71) 申请人 : 广州汇安科技有限公司 (GUANGZHOU HOLDSTORM SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国广东省广州市科学城科学大道182号创新大厦C2栋1101室, Guangdong 510663 (CN)。
- (72) 发明人 : 傅建勋 (FU, Jianxim); 中国广东省广州市科学城科学大道182号创新大厦C2栋1101室, Guangdong 510663 (CN)。
- (74) 代理人 : 广州番禺容大专利代理事务所 (普通合伙) 等 (GUANGZHOU PANYU RONDA PATENT AGENCY et al.) 等 ; 中国广东省广州市越秀区东风

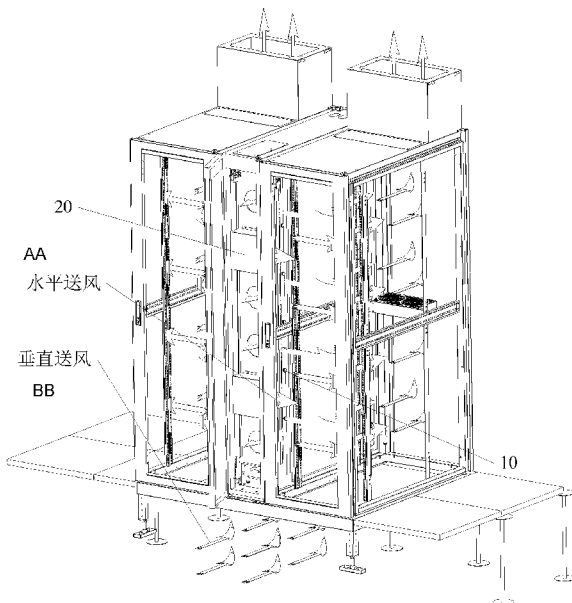
中路300号之一金安大厦14楼B室, Guangdong 510030 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布 :  
- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: TWO-DIMENSIONAL DYNAMIC AIR SUPPLY AND ENERGY SAVING SYSTEM OF DATA CENTER AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 发明名称 数据中心的二维动态送风节能系统及其控制方法



AA Horizontal air supply  
BB Vertical air supply 图4

(57) Abstract: A two-dimensional dynamic air supply and energy saving system. A n air supply area is divided into at least two air supply sub-units in a vertical direction according to the quantity of devices and heat load in a heat exchange area, and air-return sub-units in an air return area are correspondingly configured. Temperatures of the air supply sub-units and the air-return sub-units and the heat load of the devices in the heat exchange area are then collected in real time. Then, an air supply volume of each of the air supply sub-units in a horizontal direction, an air supply volume of the air supply area in the vertical direction and/or an air return volume of each of the air-return sub-units are adjusted in real time according to the collected data and preset data. The present invention optimizes an air supply efficiency, thus reducing the energy consumption of an air-conditioning system while satisfying a working temperature required by each of the devices in a heat exchange area. Also disclosed is a control method of the two-dimensional dynamic air supply and energy saving system.

(57) 摘要 :

[见续页]

1 1 1 2 W

---

一种二维动态送风节能系统，根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元，然后，实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备热负荷；再根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量、送风区域的垂直方向的送风量和/或每一子回风单元的回风量。其优化了送风效率，从而在满足热交换区域的每一设备工作所需温度的前提下，降低了空调系统的能耗。还公开了一种二维动态送风节能系统的控制方法。

## 数据中心的二维动态送风节能系统及其控制方法

### 技术领域

本发明涉及散热技术领域，尤其涉及一种数据中心的二维动态送风节能系统及其控制方法。

### 背景技术

数据中心空调系统的主要任务是为数据处理设备提供合适的工作环境(温度、湿度、含尘度等)，保证数据通信设备运行的可靠性和有效性。

现有的一种数据中心的全封闭冷热隔离的空调系统，如图 1 所示，其包括相邻设置的第一室内空间 1 和第二室内空间 2，机柜本体安置于第一室内空间 1，制冷器 3 安置于第二室内空间 2。这样，制冷器 3 在另外一房间放置，使得对制冷器 3 进行维修和保养时，尽量不影响机柜本体内部的设备。第一室内空间 1 和第二室内空间 2 均具有建筑地板，在建筑地板上设有架空地板 4，建筑地板和架空地板 4 之间形成架空空间，架空空间主要用于容纳线缆或者管道，冷风通过架空空间从制冷器送至机柜本体内，在此，架空空间可以理解为送风风道。机柜本体放置于架空地板上，机柜本体为整体封闭的，机柜本体的侧面为不透气的金属板，前面和后面为不透气的金属板或者玻璃板，机柜本体的顶面和底面及两侧留有可灵活选择的冷风入口、热风出口和线缆口等，这些都要求进行密封。

请继续参阅图 1，其有三个机柜本体，分别命名为第一机柜本体 7、第二机柜本体 8 和第三机柜本体 9。第一机柜本体 7 为单独放置，第二机柜本体 8 和第三机柜本体 9 为相邻组合放置。第一机柜本体 7、第二机柜本体 8 和第三机柜本体 9 都为封闭空间，各自均具有送风区域 A、热交换区域 B 和回风区域 C，热交换区域 B 位于送风区域 A 和回风区域 C 之间。架空地

板 4 上设有多个通孔，针对第一机柜本体 7，送风风道 5 经由通孔连通至机柜本体的送风冷区域。

上述全封闭冷热隔离的空调系统能够在一定程度上提高热交换效率，降低空调的负荷。然而其仍然存在一定的不足：

而现有的送风均是垂直不可变风量送入到共通风道中，然后，共通风道的气流再由送风区域的侧面设置的导流孔进入所述送风区域。热交换区域 B 内放置的若干设备（如服务器），其热负荷、工作时所需温度不尽相同；因此，对于每一设备而言，满足其工作需要的送风量也有所不同：假设设备 A1 所需要风量  $M_1$ ，设备 A2 所需要风量  $M_2$ ，设备 A3 所需要风量  $M_3$ ；且  $M_1 > M_2 > M_3$ ，则如果要满足每一设备的工作需要，则需要送风量为  $M_1$ ，而此时，对于设备 A2 和 A3 而言，其送风量超过其工作需要，因此，整个空调系统的送冷利用效率不高，存在一定的浪费。

有鉴于此，现有技术有待改进和提高。

## 发明内容

有鉴于此，有必要针对上述问题，提供一种数据中心的二维动态送风节能系统及其控制方法。从而解决数据中心的全封闭冷热隔离的空调系统存在的送风利用率不高、空调负荷较大等问题。

本发明提供一种数据中心的二维动态送风节能系统，用于对数据中心的送风进行调节，其中，所述数据中心为全封闭、冷热隔离的系统，包括整体封闭的机柜，所述机柜内部分为送风区域、热交换区域和回风区域，热交换区域安放有若干设备；其中，所述数据中心的二维动态送风节能系统包括：

分区模块，用于根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元；

采集模块，用于实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区

域的设备热负荷，并将采集数据发送到下述的处理模块；

处理模块，用于根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量和送风区域的垂直方向的送风量。

所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其中，所述处理模块还用于根据采集数据与预先设定的数据实时调节每一子回风单元的回风量。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其中，每个子送风单元设置一个水平送风装置，水平送风装置与风库相连通。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其中，所述处理模块中具体包括：

第一子处理单元，用于按照预先设定的热负荷与送风量的关系来实时调节送风量，其中，所述送风量与热负荷的关系如下式所示：

$$V = -2.80Q^2 + 209,170 - 79.4$$

其中， $V$  为系统送风量，单位为  $m^3/h$ ； $Q$  为热负荷，单位为  $kW$ 。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其中，所述处理模块中具体包括：

第二子处理单元，用于根据送风区域的垂直方向的送风量来调节子送风单元的水平方向的送风量；

具体来说，垂直方向的送风量通过送风压力送入机柜内，当静压对应的垂直方向的送风量大于数据中心的机柜内热负荷所需送风量时，则关闭子送风单元的水平方向的送风量；所述数据数据中心的送风压力和机柜内热负荷的关系如下：

$$BP \Delta P = 14.37 + 0.81Q$$

其中， $\Delta P$  为数据中心送风压力，单位为  $p_a$ ； $Q$  为热负荷，单位为  $kW$ 。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统中，还包括：

静电消除模块，用于使气流中的离子中性化，从而消除静电对设备的

影响；

自动灭火模块，用于出现火灾险情时启动灭火装置；

报警模块，用于根据处理模块的指令启动相应的声光报警装置。

一种上述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，其中，所述方法包括：

A、根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元；

B、实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备热负荷；

C、根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量、送风区域的垂直方向的送风量和/或每一子回风单元的回风量。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法中，所述步骤 A 中在垂直方向上将送风区域分为三子送风单元。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法中，所述步骤 C 中具体包括：按照预先设定的热负荷与送风量的关系来实时调节送风量，其中，所述送风量与热负荷的关系如下式所示：

$$V = -2,80\rho^2 + 209,17Q - 79,4$$

其中，V 为系统送风量，单位为 m<sup>3</sup>/h； Q 为热负荷，单位为 kW。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法中，所述步骤 C 中具体包括：根据送风区域的垂直方向的送风量来调节子送风单元的水平方向的送风量；

所述数据数据中心的送风压力和机柜内热负荷的关系如下：

$$\Delta P = 14,37 + 0,81Q$$

其中， $\Delta P$  为数据中心送风压力，单位为 p<sub>a</sub>； Q 为热负荷，单位为 kW。

优选的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法中，还包括：D、根据处理模块的指令启动相应的声光报警装置

本发明的数据中心的二维动态送风节能系统及其控制方法，根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元，然后，实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备热负荷；再根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量、送风区域的垂直方向的送风量和/或每一子回风单元的回风量。其优化了送风效率，从而在满足热交换区域的每一设备工作所需温度的前提下，该系统可降低空调系统 50-80% 的能耗，，达到了节能环保的目的。

此外，还提高了设备机柜运行的安全性和智能化水平，可实时集中监控数据中心各机柜的运行参数，具有明显的经济效益和社会效益，应用前景非常广阔。

#### 附图说明

图 1 为现有的数据中心的全封闭冷热隔离的送回风系统的实施例的示意图。

图 2 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的结构框图。

图 3 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的实施例中智能控制模型的示意图。

图 4 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的实施例的示意图。

图 5 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法的示意图。

图 6 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的实施例中送风量和热负荷的变化关系的示意图。

图 7 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的实施例中送风量

与热负荷、送风压力的关系的示意图。

图 8 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的实施例中启动临界点与热负荷关系的示意图。

图 9 为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的实施例中系统功耗和热负荷的变化关系的示意图。

### 具体实施方式

本发明提供一种数据中心的二维动态送风节能系统及其控制方法，为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确，以下对本发明进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

请参阅图 2，本发明的数据中心的二维动态送风节能系统，用于对数据中心的全封闭冷热隔离的空调系统的送风进行调节，其中，所述数据中心的空调系统包括整体封闭的机柜，所述机柜内部分为送风区域、热交换区域和回风区域，热交换区域安放有若干设备；所述数据中心的二维动态送风节能系统包括：分区模块 100、采集模块 200 和处理模块 300。

具体来说，所述分区模块 100 用于根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元。因为热交换区域的设备数量为多个，且每一设备的热负荷、工作温度不尽相同。在本实施例中，我们根据设备的工作温度来划分送风区域，比如由上至下依次包括设备 A1、设备 A2、设备 B1、设备 B2 和设备 C，且设备 A1、A2 的工作温度相同，设备 B1、设备 B2 的工作温度相同，设备 C 的工作温度相同，则我们可以将整个送风区域在垂直方向上划分为三个子区域，即子送风单元：第一子区域送风单元对应设备 A1、A2；第二子区域送风单元对应设备 B1、B2，第三子区域送风单元对应设备 C。当然，我们也可以等体积划分送风区域。其分区域方法为多种，这里就不



一一赘述了。同理，我们对每一送风区域划分出相应的回风区域。

所述采集模块 200 用于实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备热负荷，并将采集数据发送到下述的处理模块 300。具体来说，可以在送风区域和回风区域的每一子区域（即子送风单元和子回风单元）内设置温度传感器和湿度传感器，热交换区域的设备如服务器一般都会设置有采集器，采集其运行温度、热负荷等数据。采集到的数据通过无线或者有线方式发送到处理模块中。

所述处理模块 300 用于根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量和送风区域的垂直方向的送风量。进一步地，还用于根据采集数据与预先设定的数据实时调节每一子回风单元的回风量。具体来说，在水平截面方向实现高效冷却的平行气流组织，在垂直截面方向实现分层变风量差异化供冷（即二维动态送风）。同时，自动实现机柜二维空间的负荷与供冷的动态匹配。还可根据各机柜的不同温度要求，选择不同机柜的多温区差异化供冷，大幅提高冷能的利用效率。

进一步地，每一子送风单元的冷风通过对应设备后变成热风，再经过与其对应的子回风单元回到空调处理机组。还可以通过在每一子回风单元的回风管道上设置自动调节阀调节回风量。

在本方案中，可以设置一智能控制模型，根据采集数据和预先设定的数据，动态实时调节水平方向、垂直方向的送风量以及回风量，从而满足每一子送风单元对应的设备工作需求，使其工作温度和/或湿度在预定范围之内。以下是智能控制模型的具体说明：

如图 3 所示，在本实施例中，整个送风区域在垂直方向上划分为三个子区域。第一子区域送风单元采集的温度数据（图中用第一温度数据表示）和设备热负荷数据（图中用第一热负荷数据表示）输入到控制模块 CPU 中，同时，第二子区域送风单元采集的温度数据（图中用第二温度数据表示）和设备热负荷数据（图中用第二热负荷数据表示），以及第三子区域送风单

元采集的温度数据（图中用第三温度数据表示）和设备热负荷数据（图中用第三热负荷数据表示）也实时输入到控制模块 CPU 中。所述第一、第二、第三温度数据和第一、第二、第三热负荷数据在 CPU 中与预先设定的数据相比较，根据预先设定的条件，输出第一、第二和第三子送风单元的水平方向的送风量、送风区域的垂直方向的送风量和每一子回风单元的回风量（图中分别用第一水平方向、第一垂直方向、第二水平方向、第二垂直方向、第三水平方向、第三垂直方向以及第一回风、第二回风和第三回风来表示）。

当地板下送出的风压、风量不能满足实际机柜内设备冷却（散热）的情况下，本发明的二维动态送风节能系统根据检测到的数据以二维动态的工作方式快速调整工况条件。请继续参阅图 4，其为本发明的数据中心的二维动态送风节能系统的实施例的示意图。如图所示，所述二维动态送风节能系统包括水平送风和垂直送风，垂直送风由共通风道的气流通过送风区域的侧面设置的导流孔 10 进入相应的送风区域。而水平送风则由每一子区域送风单元的水平送风装置 20 进行相应送风，在本实施例中，机柜内分为两个子区域送风单元，每一子区域送风单元都设置有相应的水平送风装置 20。其可以通过调节底部的变风量模块或侧面的导流孔的大小来实现其垂直方向上的送风量的调节。而在水平方向上，与风库相连的水平送风装置 20，改变在水平方向上的送风量。

本发明的关键所在，是根据各机柜内的不同层位设备热负荷以及温度要求，动态实时调节送风量，实现二维动态送风，满足差异化供冷的需求，从而提高了冷风的利用率。经过研究和大量实验发现，不同热负荷与送风量存在一定关系。下面通过一个具体的例子来说明：设进风温度为  $23^{\circ}\text{C}$ ，机柜出风口平均温度不大于  $38^{\circ}\text{C}$  时，数据中心的二维动态送风节能系统所需的最小送风量，结果如图 6 所示。其中，图中的点为模拟计算结果，曲线为非线性拟合结果，数据中心的二维动态送风节能系统送风量与负荷（也

称热负荷，下同)的关系如下式所示：

$$V = -2.17Q + 209.17Q - 79.4$$

其中，V 为系统送风量，单位为 m<sup>3</sup>/h；Q 为机柜负荷，单位为 kW。

垂直方向上的送风是由共通风道的气流通过送风区域的侧面设置的导流孔进入所述送风区域，其可以通过调节底部的变风量模块或侧面的导流孔的大小来实现其垂直方向上的送风量的调节。而在水平方向上，与风库相连的水平送风装置，每一水平送风装置均对应一子送风单元。即划分好子送风单元后，每一子送风单元均对应设置一变风量模块（如变频风机），通过调节每一变频风机的频率来改变在水平方向上的送风量。

数据中心的二维动态送风节能系统和数据中心内空调系统联合运行，通过送风压力（例如，所述送风压力采用地板下静压）将冷空气送入机柜内，数据中心的二维动态送风节能系统送风量与送风压力密切相关，如图 7 所示。静压与风量的关系为平行于横坐标的直线，直线与数据中心的二维动态送风节能系统送风量的交点为系统启动的临界点，当静压对应的风量大于数据中心的二维动态送风节能系统送风量时，无需开启数据中心的二维动态送风节能系统，制冷系统的送风压力可将冷空气有效送入机柜内；即：图 7 中交点右侧为数据中心的二维动态送风节能系统运行，交点左侧为制冷系统自运行。

则得到，数据中心的二维动态送风节能系统启动的临界点和机柜内热负荷的关系如图 8 所示。

$$BP \quad \Delta P = 14.37 + 0.81Q$$

其中， $\Delta P$  为数据中心送风压力（即静压），单位为 Pa；Q 为机柜负荷，单位为 kW。

综上所述，根据不同负荷下，机柜内的气流场和温度场的分布，以及数据中心的二维动态送风节能系统送风量和热负荷的变化关系，模拟计算系

统能耗和机柜负荷变化的关系，结果如图 9 所示。其中，图中的点为模拟计算结果，曲线为非线性拟合结果，数据中心的二维动态送风节能系统功

耗与负荷的关系如下式：
$$W = e^{-1.0632 + 0.3908Q - 0.0059Q^2}$$

其中，W 为系统能耗，单位为 W；Q 为机柜负荷，单位为 kW。由此可知，数据中心的二维动态送风节能系统的能耗随负荷的增大而变化，如图 9 所示，该系统在不同热负荷下的最大能耗为 150W，此时可输出的冷量为 24kW，对比于传统制冷系统的能耗，该能耗可忽略不计。该系统与传统制冷系统联合运行时，提高了制冷系统的回风温度，提高了制冷系统中蒸发器侧的传热效率，增大了制冷系统的蒸发制冷量，提高了制冷系统的能效比。

进一步的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统还包括：一静电消除模块。所述静电消除模块使气流中的离子中性化，消除静电对设备带来的隐患和危害，保持设备工作质量，并延长设备的使用寿命。

进一步的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统还包括：自动灭火模块，用于出现火灾险情时启动灭火装置。自动灭火模块主要由隔离控制模块、排烟模块、烟雾检测单元、自动开门装置等组成。当其柜内出现火灾险情时，烟雾检测单元检测到火灾后启动隔离控制模块，并启动机柜内的灭火装置。待明火消除后启动排烟模块，并等待管理人员介入。

更进一步的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统还包括：报警模块，用于根据处理模块的指令启动相应的声光报警装置。在本实施例中，报警模块由声光报警单元。当系统设备及热负荷、温度有故障隐患及非正常运行时，可实现声光报警、在线监测预警等功能。

本发明的数据中心的二维动态送风节能系统应用于数据中心内制冷系统的节能，和数据中心内的制冷系统结合应用，集中处理制冷系统的送风和回风量，提高制冷系统蒸发侧的回风温度，提高制冷系统的换热效率，

从而提高制冷系统的能效比。所述二维动态送风节能系统工作原理如下：制冷系统将冷空气送入数据中心内的地板架空层（静压箱内），送风压力再将冷空气送入机柜内，二维动态送风节能系统根据温度和热负荷数据自动调整送风量和送风压力，热交换后的热空气经回风系统处理后回到制冷系统蒸发器侧，如此循环往复，实现数据中心内的降温和节能。经过实验可知，二维动态送风节能系统可提高制冷系统的回风温度，提高冷量的利用率，从而大幅降低通信机房内制冷设备的能耗，满足通信机房内电子服务器的安全运行；二维动态送风节能系统可提高制冷系统的回风温度约 $10^{\circ}\text{C}$ ，制冷系统的能效比提高 25.6% 左右，系统运行的能效比计算如下：

$$EER = \frac{Q_r}{W} ;$$

其中， $Q_r$  为空调系统制冷量，单位为 kW； $W$  为空调系统运行能耗，单位为 kW。

提高系统运行的回风温度可提高蒸发器侧制冷剂 and 空气的传热温差，提高蒸发器处的换热量，即式中的空调系统制冷量，故可提高系统的能效比。其中，该式中只考虑了蒸发器侧的换热量，计算结果比实际运行节能效果偏低。实际运行时，提高室内侧的温度还可减少建筑围护结构的得热量，降低数据中心的冷负荷，减少空调的运行能耗。据统计，室内侧温度每提高 $1^{\circ}\text{C}$ ，可减少制冷系统的能耗 5%-8%。二维动态送风节能系统可提高制冷系统的回风温度约 $10^{\circ}\text{C}$ ，即该系统可降低空调系统 50-80% 的能耗，节能潜力巨大！

本发明还提供了一种数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，如图 5 所示，所述方法包括：

S100、根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元；

S200、实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备热负荷；

S300、根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量、送风区域的垂直方向的送风量和/或每一子回风单元的回风量。

进一步的，所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，所述步骤 A 中在垂直方向上将送风区域分为三子送风单元。

综上所述，本发明的数据中心二维动态送风节能系统及其控制方法，根据热交换区域的设备在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元，然后，实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备热负荷；再根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量、送风区域的垂直方向的送风量和/或每一子回风单元的回风量。其优化了送风效率，从而在满足热交换区域的每一设备工作所需温度的前提下，实现大幅度降低空调能耗，该系统可降低空调系统 50-80% 的能耗，达到了节能环保的目的。

数据中心的二维动态送风节能系统对制冷系统送出的冷风和机柜排出的热风集中处理，避免了冷量在通信机房大空间内的消耗和浪费，同时提高了制冷系统的回风温度，改善了制冷系统运行的能效，与其他机房常用的节能技术相比，数据中心的二维动态送风节能系统主要有如下特点：

#### (1) 智能新风

与当下常用的智能新风技术对比，数据中心的二维动态送风节能系统直接对机柜内电子服务器降温，无需通过降低机房整体环境温度来实现机柜内的降低，该方案主要以下优点：

① 智能新风将冷空气送入通信机房内对设备降温，同时需要处理通信机房围护结构的得热量；数据中心的二维动态送风节能系统无需考虑通信机房围护结构的得热量，降低制冷系统的制冷量需求，减少设备的初投资；

② 智能新风将冷空气送入通信机房内，机房内气流组织设计不当时会形成气流死角，引起局部地区机柜的高温；数据中心的二维动态送风节能系统直接将冷空气送入机柜内，避免机柜内局部热点的形成，保证服务器的全面有效降温；

③ 智能新风直接将室外空气送入通信机房内，同时会引入粉尘等污染物；数据中心的二维动态送风节能系统不直接引入室外空气，减少了室外粉尘等污染物对服务器的影响，提高通信设备的安全性；

④ 智能新风需对室外空气进行过滤处理，增加了通信机房的维护工作量；数据中心的二维动态送风节能系统不直接引入室外空气，无需对送风进行过滤处理，减少设备的维护工作量，提高系统运行的稳定性。

## (2) 背板热管

① 背板热管需室内外满足一定温差才可运行，限制了背板热管的运行时间；数据中心的二维动态送风节能系统引入制冷系统的冷量，运行不受室外环境的影响，全年均可运行；

② 背板热管直接装在机柜后门板，增大了电子服务器的风阻；数据中心的二维动态送风节能系统通过风机直接将冷风送入电子服务器，不影响服务器侧风机的运行；

③ 背板热管根据室内外环境空气温差运行，不同温差下的运行效果差别较大，系统运行不稳定；数据中心的二维动态送风节能系统运行不受室外环境的影响，全年可稳定运行。

## (3) 冷热通道分离

① 通信机房用冷热通道分离技术将冷热通道分开，但对冷风和热风不进行集中处理；数据中心的二维动态送风节能系统对冷风和热风集中处理，提高了系统回风温度，增大系统能效比；

② 背板热管直接装在机柜后门板，增大了电子服务器的风阻；数据中心的二维动态送风节能系统通过风机直接将冷风送入电子服务器，不影响

服务器侧风机的运行。

#### (4) 传统空调系统

①传统空调系统直接将冷空气送入通信机房，同时需要处理通信机房围护结构的得热量；数据中心的二维动态送风节能系统无需考虑通信机房围护结构的得热量，降低制冷系统的制冷量需求，减少设备的初投资；

②传统空调系统将冷空气送入通信机房内，机房内气流组织设计不当时会形成气流死角，引起局部地区机柜的高温；数据中心的二维动态送风节能系统直接将冷空气送入机柜内，避免机柜内局部热点的形成，保证服务器的全面有效降温；

③传统空调系统靠压缩机运行实现制冷效果，能效比为 2.8-3.2 之间；数据中心的二维动态送风节能系统和传统制冷系统联合运行时，提高了制冷系统的回风温度，提高了制冷系统中蒸发器侧的传热效率，增大了制冷系统的蒸发制冷量，提高了制冷系统的能效比。

此外，还提高了设备机柜运行的安全性和智能化水平，可实时集中监控数据中心各机柜的运行参数，具有明显的经济效益和社会效益，应用前景非常广阔。

以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。因此，本发明的保护范围应以所附权利要求为准。



## 权 利 要 求 书

1、一种数据中心的二维动态送风节能系统，用于对数据中心的送风进行调节，其中，所述数据中心为全封闭、冷热隔离的系统，包括整体封闭的机柜，所述机柜内部分为送风区域、热交换区域和回风区域，热交换区域安放有若干设备；其特征在于：所述数据中心的二维动态送风节能系统包括：

分区模块，用于根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元；

采集模块，用于实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备的热负荷，并将采集数据发送到下述的处理模块；

处理模块，用于根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量和送风区域的垂直方向的送风量。

2、根据权利要求 1 所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其特征在于：所述处理模块还用于根据采集数据与预先设定的数据实时调节每一子回风单元的回风量。

3、根据权利要求 1 所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其特征在于：所述处理模块中具体包括：

第一子处理单元，用于按照预先设定的热负荷与送风量的关系来实时调节送风量，其中，所述送风量与热负荷的关系如下式所示：

$$V = -2.17Q^2 + 209.17Q - 79.4$$

其中，V 为系统送风量，单位为 m<sup>3</sup>/h； Q 为热负荷，单位为 kW。

4、根据权利要求 1 所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其特征

在于：所述处理模块中具体包括：

第二子处理单元，用于根据送风区域的垂直方向的送风量来调节子送风单元的水平方向的送风量；

所述数据中心的送风压力和机柜内热负荷的关系如下：

$$\text{即 } \Delta P = 14.37 + 0.51Q$$

其中， $\Delta P$  为数据中心送风压力，单位为  $p_a$ ； $Q$  为热负荷，单位为 kW。

5、根据权利要求 2 所述的数据中心的二维动态送风节能系统，其特征在于，还包括：

静电消除模块，用于使气流中的离子中性化，从而消除静电对设备的影响；

自动灭火模块，用于出现火灾险情时启动灭火装置；

报警模块，用于根据处理模块的指令启动相应的声光报警装置。

6、一种根据权利要求 1 所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，其特征在于：所述方法包括：

A、根据热交换区域的设备数量及热负荷在垂直方向上将送风区域分为至少二子送风单元，并在回风区域对应设置子回风单元；

B、实时采集子送风单元和子回风单元的温度、热交换区域的设备热负荷；

C、根据采集数据与预先设定的数据，实时调节每一子送风单元的水平方向的送风量和送风区域的垂直方向的送风量。

7、根据权利要求 6 所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，其特征在于：所述步骤 C 中还包括：根据采集数据与预先设定的数据实时调节每一子回风单元的回风量。

8、根据权利要求 6 所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，其特征在于，所述步骤 C 中具体包括：按照预先设定的热负荷与送风量的关系来实时调节送风量，其中，所述送风量与热负荷的关系如下式所示：

$$V = -2.17Q + 209.17Q - 79.4$$

其中，V 为系统送风量，单位为  $m^3/h$ ；Q 为热负荷，单位为 kW。

9、根据权利要求 6 所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，其特征在于，所述步骤 C 中具体包括：根据送风区域的垂直方向的送风量来调节子送风单元的水平方向的送风量；

所述数据中心的送风压力和机柜内热负荷的关系如下：

$$\Delta P = 14.37 + 0.51Q$$

其中， $\Delta P$  为数据中心送风压力，单位为  $p_a$ ；Q 为热负荷，单位为 kW。

10、根据权利要求 6 所述的数据中心的二维动态送风节能系统的控制方法，其特征在于，还包括：D、根据处理模块的指令启动相应的声光报警装置。

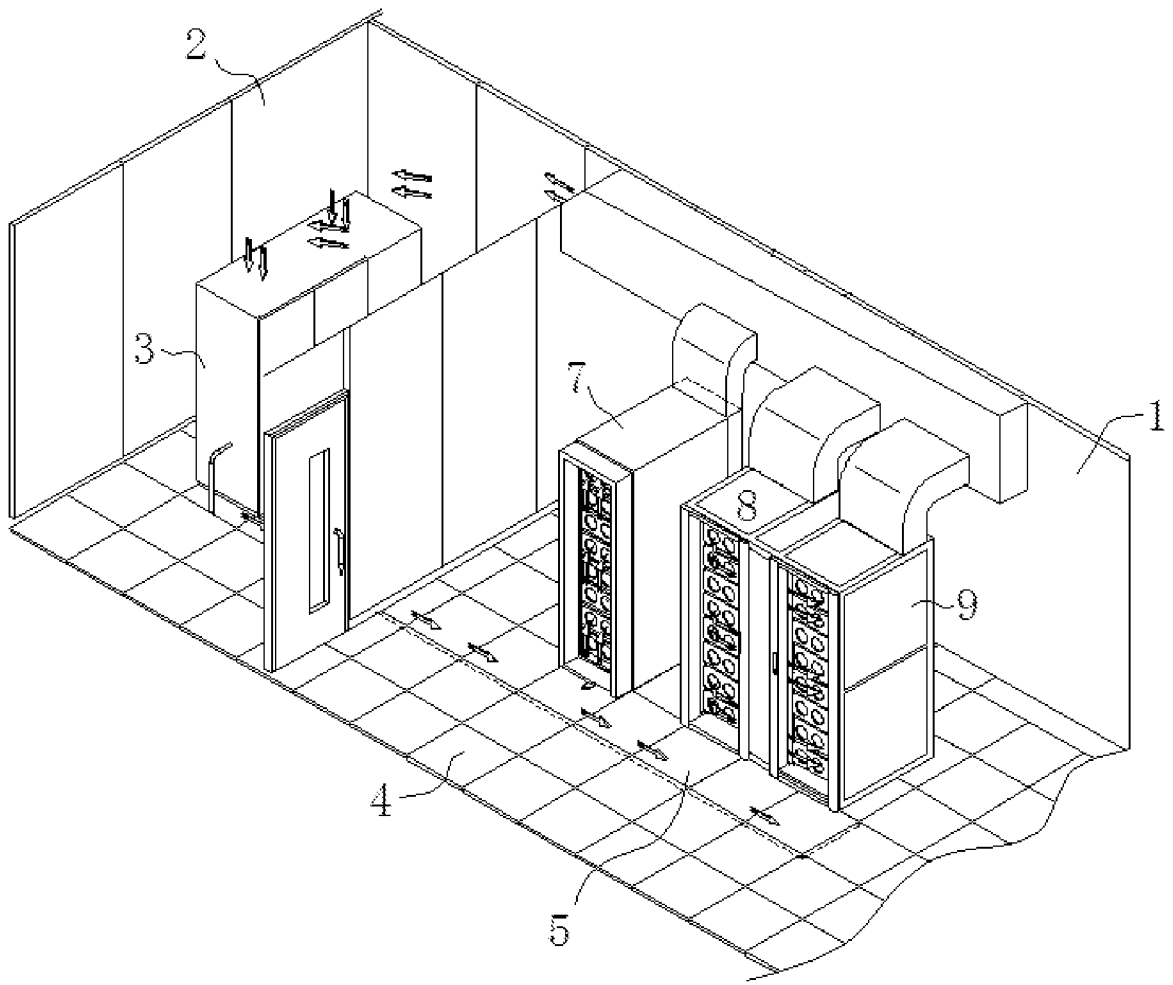


图 1

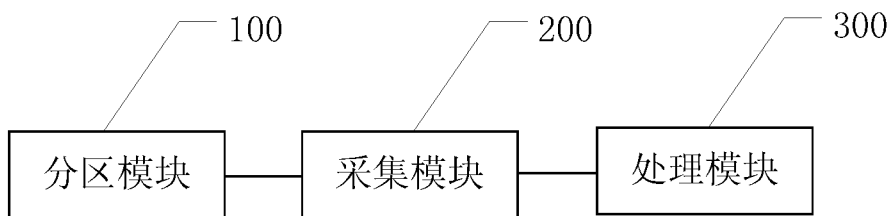


图 2

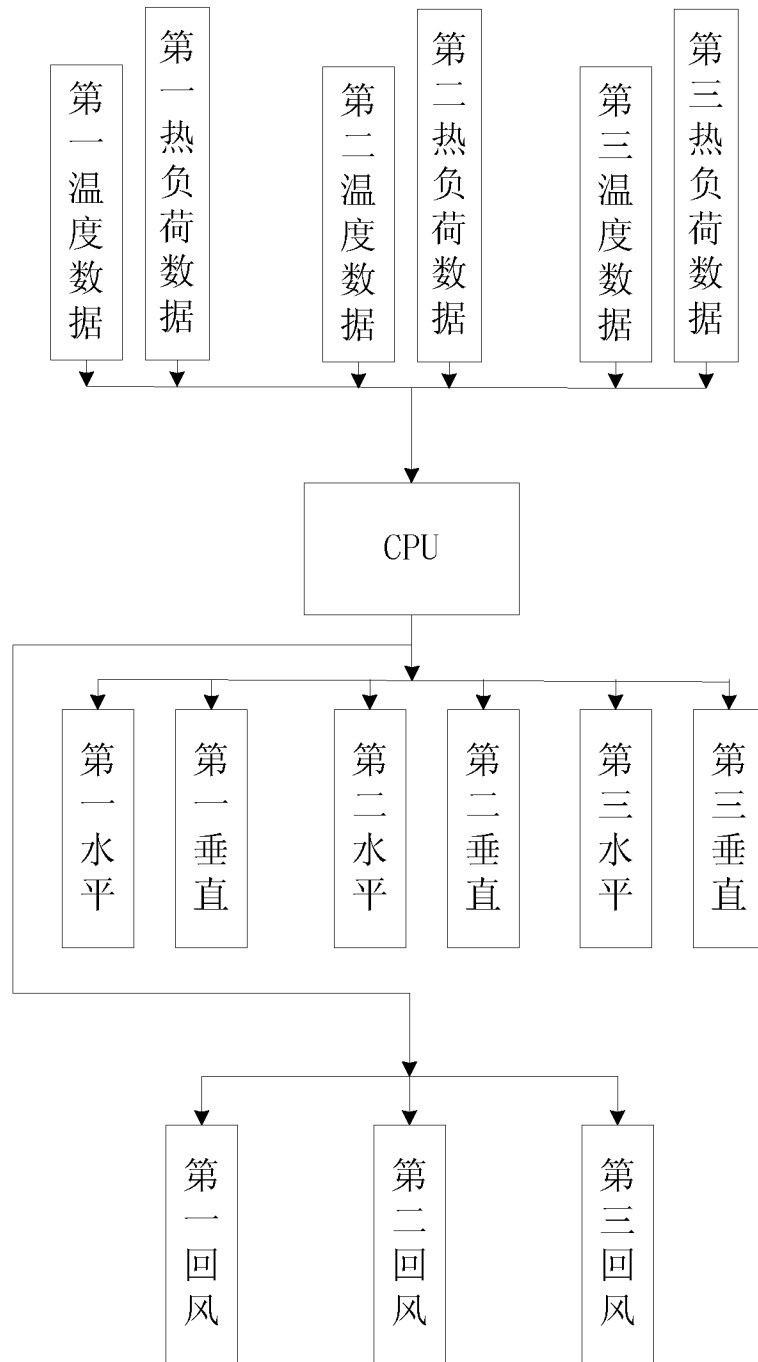


图 3

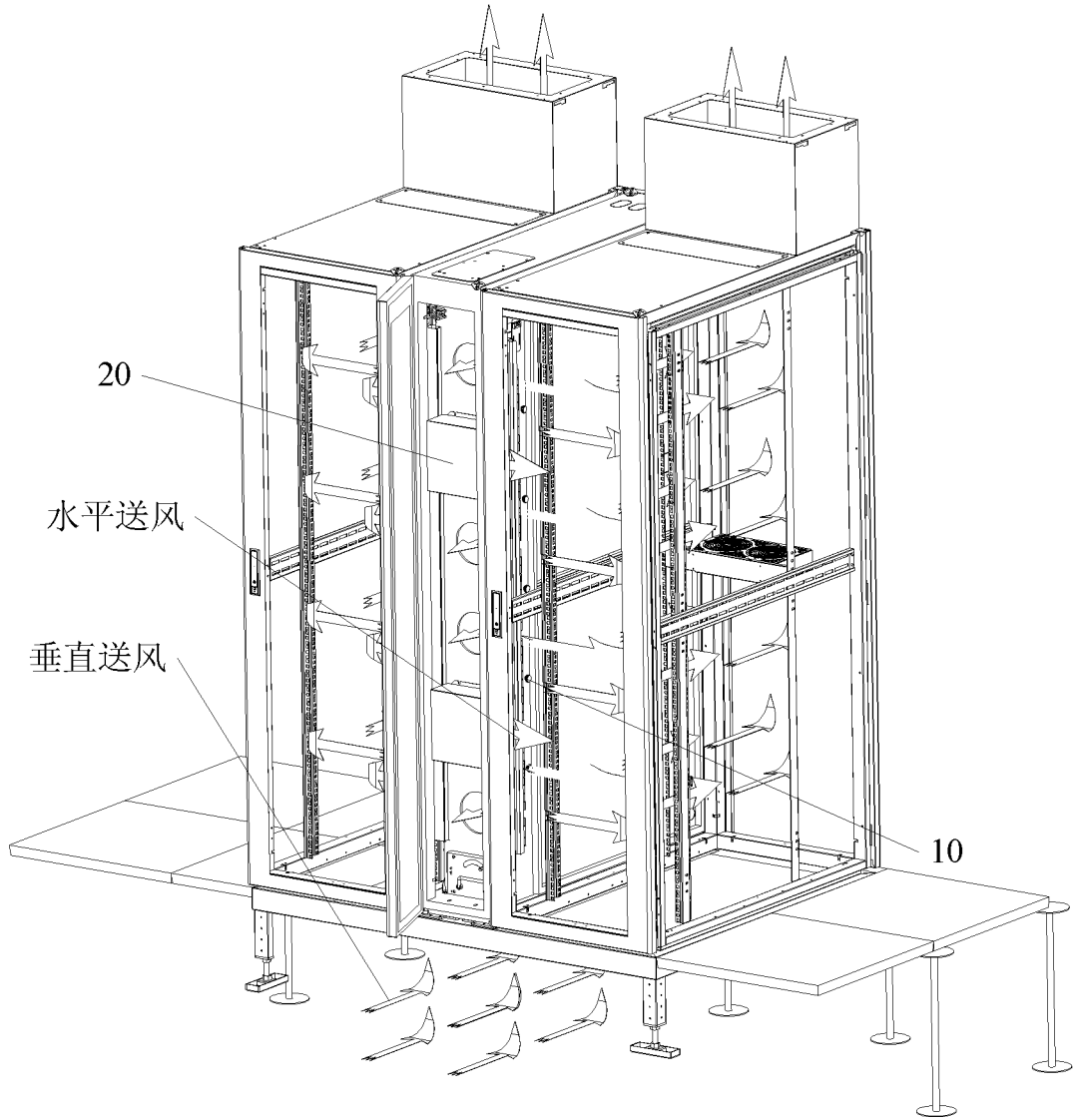


图 4

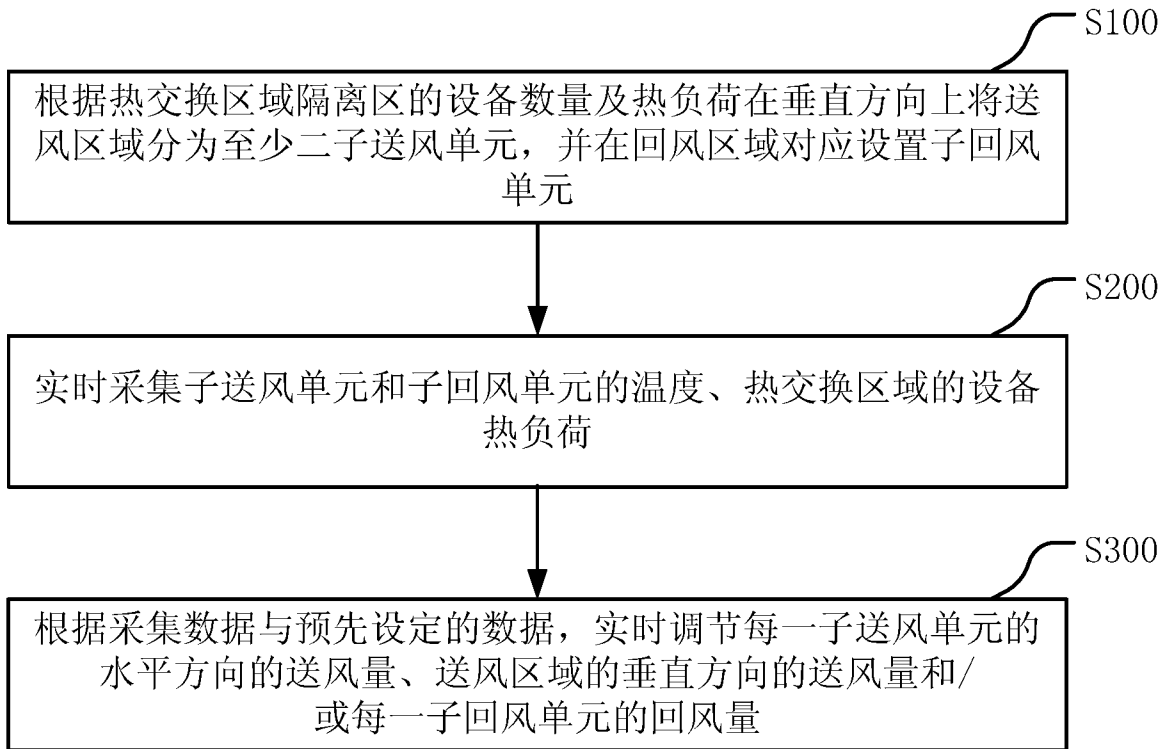


图 5

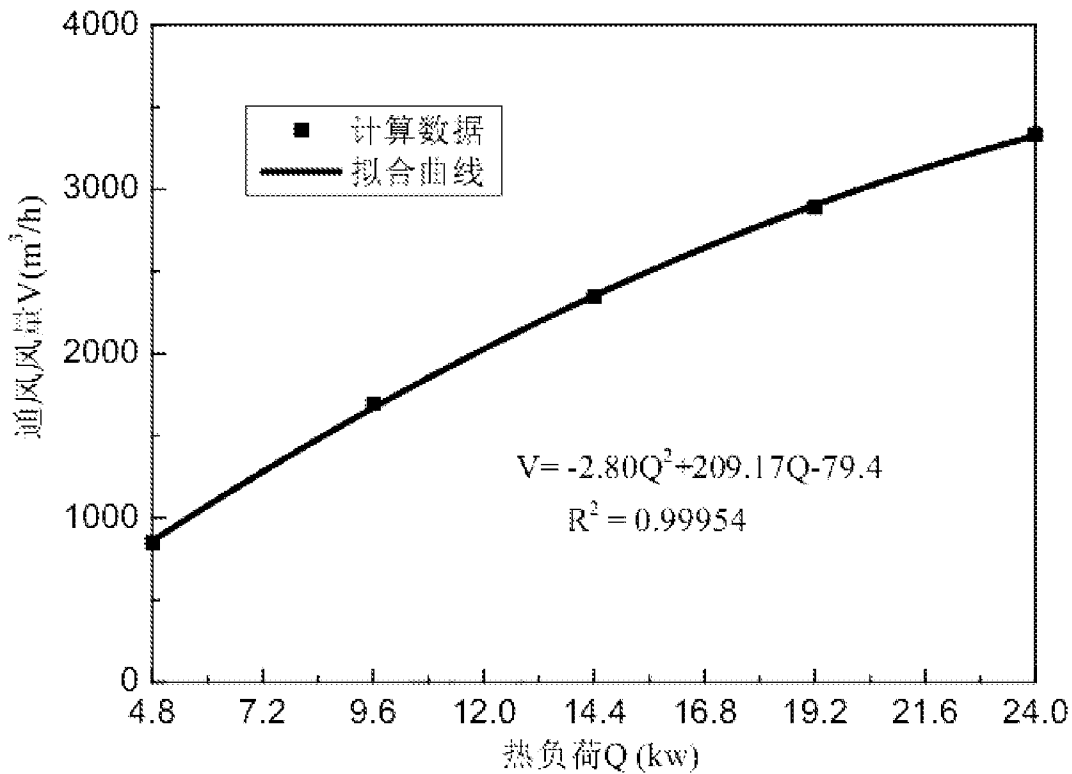


图 6

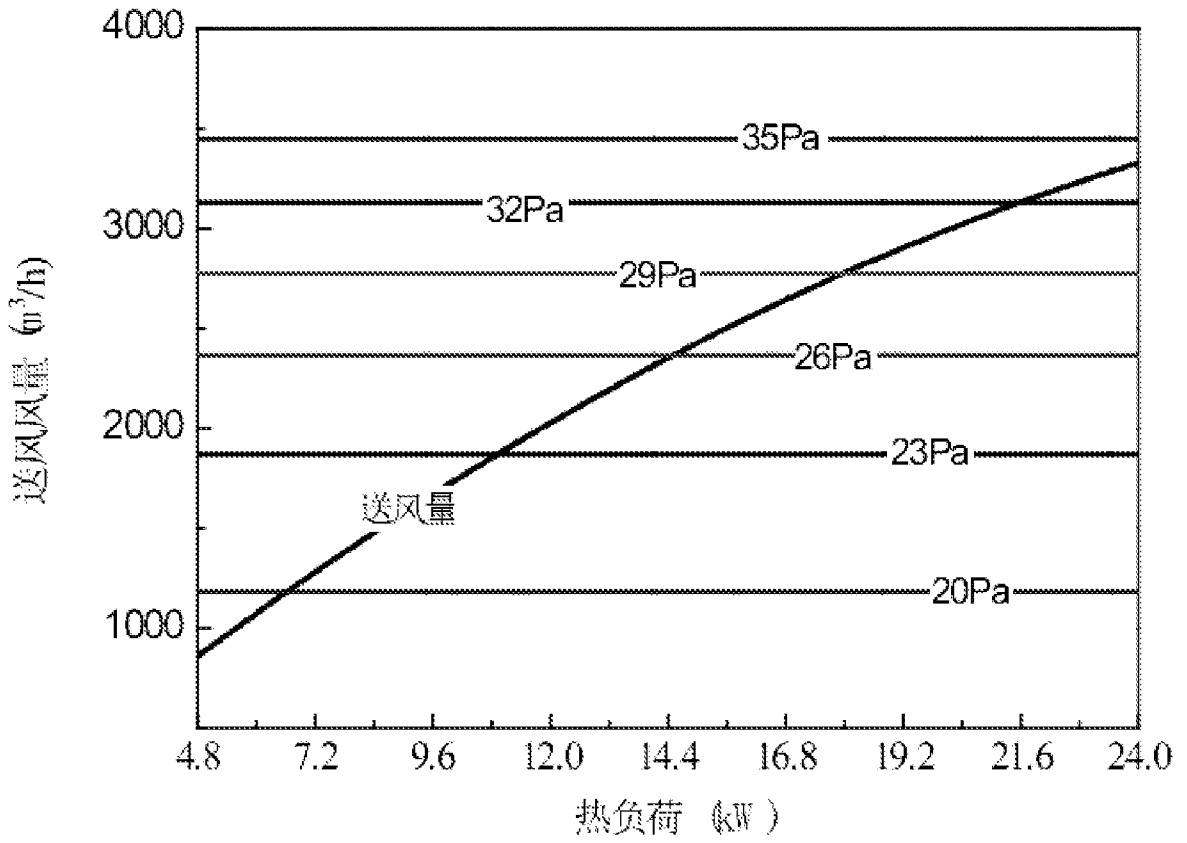


图 7



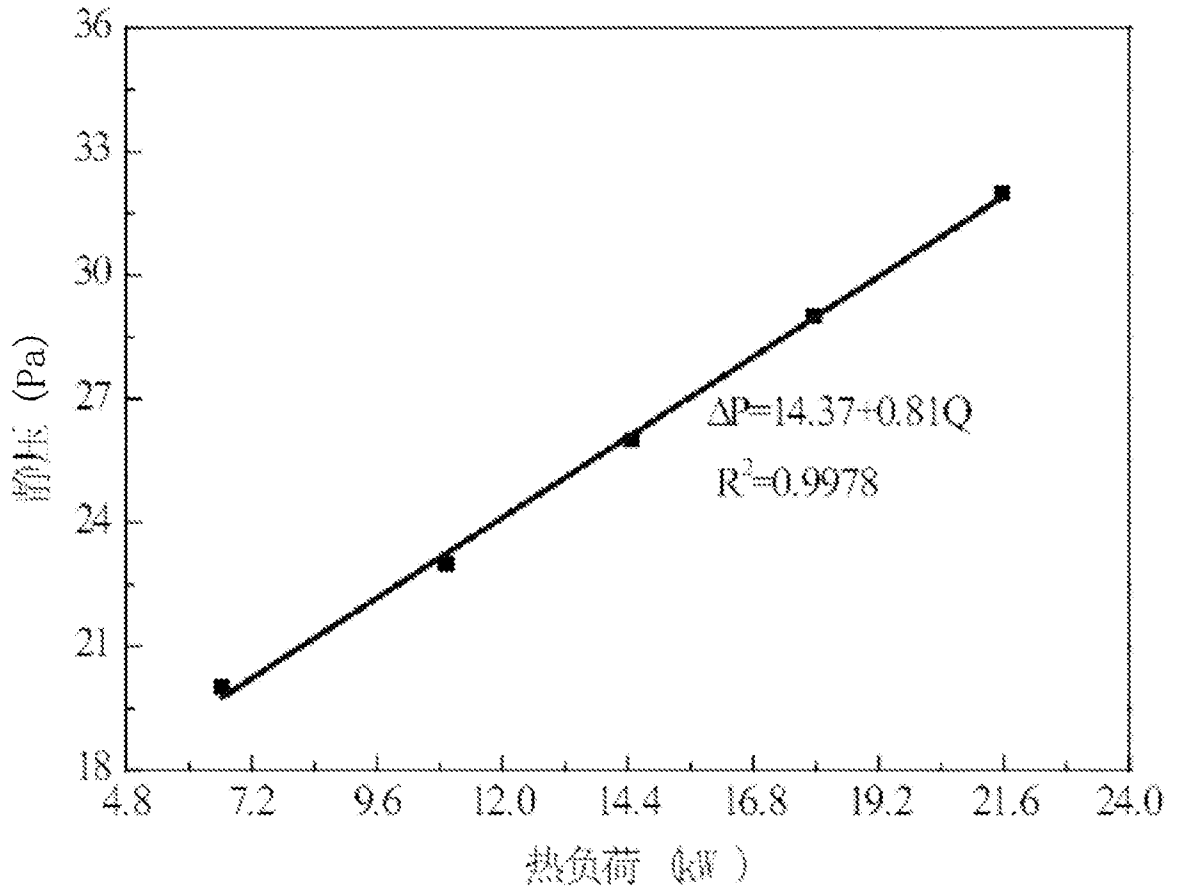


图 8

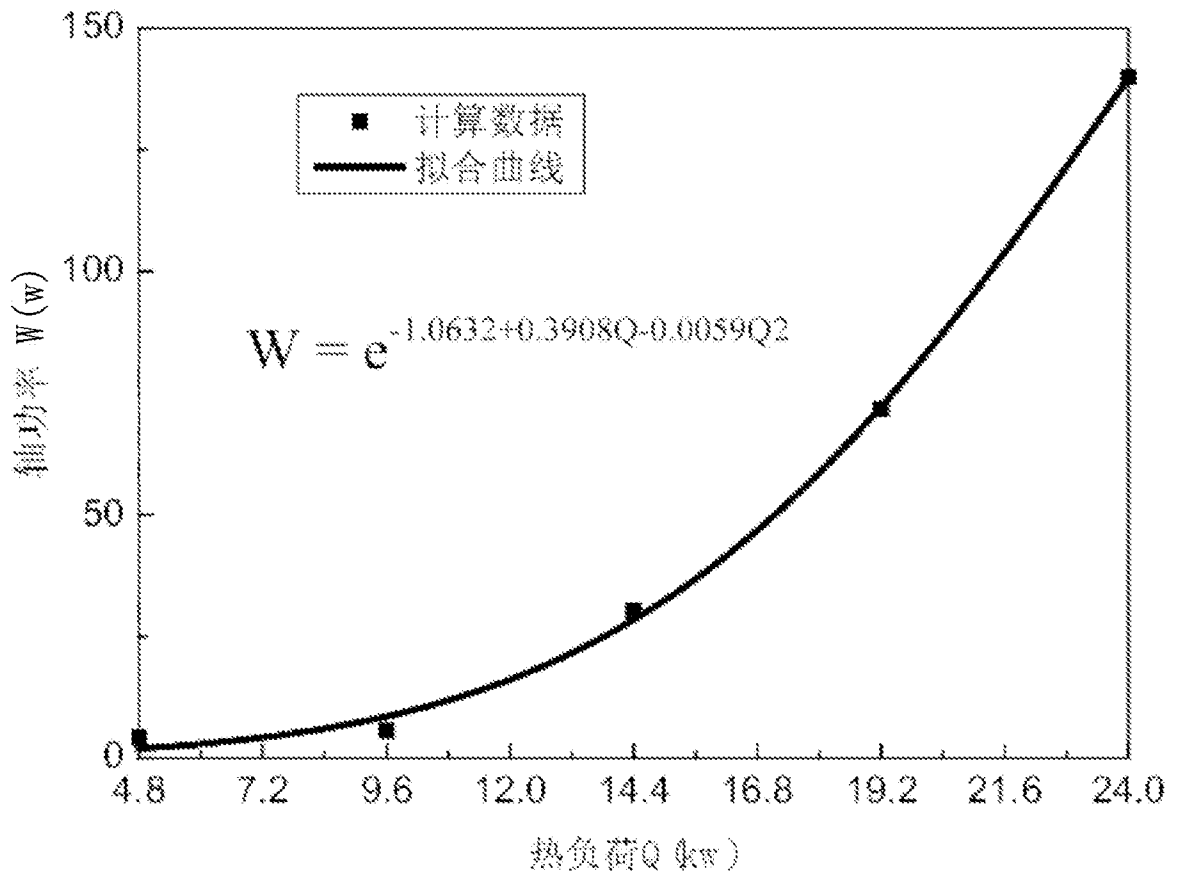


图 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN20 16/0777 32

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F24F 1/00 (2011.01) i; F24F11/00 (2006.01) i; H05K 7/20 (2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  F24F; H05K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  CPRS, CNKI, CNTXT, SIPOABS, EPODOC, WPI: machine w room, data w center, cabinet, zoning, sub, region, area, unit, partition, . separator, air, volume, amount, quantity, load, pressure, relation, caculat+, comput+, figure+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 202995498 U (LEQIAN COMPUTER TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 June 2013 (12.06.2013) description, paragraph [0062] to [0071], and figures 1 to 5	1, 2, 5-7, 10
Y	CN 202524702 U (ZHEJIANG ZHONGYIHE ENERGY SAVING TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 November 2012 (07.11.2012) abstract, description, paragraph [0024] and [0025], and figure 1	1, 2, 5-7, 10
Y	US 2014187137 A1 (LAW CHAIN COMPUTER TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 July 2014 (03.07.2014) description, paragraph [0032] to [0035], and figures 1 to 5	1, 2, 5-7, 10
PX	CN 104964351 A (GUANGZHOU HUIAN SCI & TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 October 2014 (07.10.2014) claims 1 to 10	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search  08 June 2016		Date of mailing of the international search report  08 July 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451		Authorized officer  YANG, Xiuhua  Telephone No. (86-10) 62084899

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 204853685 U (GUANGZHOU HUIAN SCI & TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 December 2015 (09.12.2015) claims 1 to 5, description, paragraph [0052] to [0084]	1-10
A	CN 103763873 A (UNIV SOUTHEAST) 30 April 2014 (30.04.2014) the whole document	1-10
A	CN 202361523 U (GUANGZHOU HUIAN SCI & TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 August 2012 (01.08.2012) the whole document	1-10
A	CN 203708665 U (UNIV SOUTHEAST) 09 July 2014 (09.07.2014) the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2016/077732

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 202995498 U	12 June 2013	None	
CN 202524702 U	07 November 2012	None	
US 2014187137 A I	03 July 2014	None	
CN 104964351 A	07 October 2014	None	
CN 204853685 U	09 December 2015	None	
CN 103763873 A	30 April 2014	None	
CN 202361523 U	01 August 2012	None	
CN 203708665 U	09 July 2014	None	

<p>A. 主题的分类</p> <p>F24F 1/00 (201 1.01) i ; F24F 11/00 (2006. 01) i ; H05K 7/20 (2006. 01) i</p> <p>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>F24F, H05K</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))</p> <p>CPRS, CNKI, CNTXT, SIPOABS, EPODOC, WPI: 机房、数据、中心、机柜、分区、子单元、送风量、负荷、压力、关系、计算 machine w room, data W center, cabinet, zoning, sub, region, area, unit, partition, separator, air, volume, amount, quantity, load, pressure, relation, caculat+, comput+, f figur+</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 202995498 U (乐谦计算机科技股份有限公司) 2013 年 6 月 12 日 (2013 - 06 - 12) 说明书 [0062]- [0071] 段, 附图 1-5</td> <td>1、2、5-7、10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 202524702 U (浙江中易和节能技术有限公司) 2012 年 11 月 7 日 (2012 - 11 - 07) 摘要, 说明书 [0024]- [0025] 段, 附图 1</td> <td>1、2、5-7、10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2014187137 AI (LAW CHAIN COMPUTER TECHNOLOGY CO LTD) 2014 年 7 月 3 日 (2014 - 07 - 03) 说明书 [0032]- [0035] 段, 附图 1-5</td> <td>1、2、5-7、10</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 104964351 A (广州汇安科技有限公司) 2015 年 10 月 7 日 (2015 - 10 - 07) 权利要求 1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 204853685 U (广州汇安科技有限公司) 2015 年 12 月 9 日 (2015 - 12 - 09) 权利要求 1-5, 说明书 [0052] - [0084] 段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103763873 A (东南大学) 2014 年 4 月 30 日 (2014 - 04 - 30) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 202995498 U (乐谦计算机科技股份有限公司) 2013 年 6 月 12 日 (2013 - 06 - 12) 说明书 [0062]- [0071] 段, 附图 1-5	1、2、5-7、10	Y	CN 202524702 U (浙江中易和节能技术有限公司) 2012 年 11 月 7 日 (2012 - 11 - 07) 摘要, 说明书 [0024]- [0025] 段, 附图 1	1、2、5-7、10	Y	US 2014187137 AI (LAW CHAIN COMPUTER TECHNOLOGY CO LTD) 2014 年 7 月 3 日 (2014 - 07 - 03) 说明书 [0032]- [0035] 段, 附图 1-5	1、2、5-7、10	PX	CN 104964351 A (广州汇安科技有限公司) 2015 年 10 月 7 日 (2015 - 10 - 07) 权利要求 1-10	1-10	PX	CN 204853685 U (广州汇安科技有限公司) 2015 年 12 月 9 日 (2015 - 12 - 09) 权利要求 1-5, 说明书 [0052] - [0084] 段	1-10	A	CN 103763873 A (东南大学) 2014 年 4 月 30 日 (2014 - 04 - 30) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 202995498 U (乐谦计算机科技股份有限公司) 2013 年 6 月 12 日 (2013 - 06 - 12) 说明书 [0062]- [0071] 段, 附图 1-5	1、2、5-7、10																					
Y	CN 202524702 U (浙江中易和节能技术有限公司) 2012 年 11 月 7 日 (2012 - 11 - 07) 摘要, 说明书 [0024]- [0025] 段, 附图 1	1、2、5-7、10																					
Y	US 2014187137 AI (LAW CHAIN COMPUTER TECHNOLOGY CO LTD) 2014 年 7 月 3 日 (2014 - 07 - 03) 说明书 [0032]- [0035] 段, 附图 1-5	1、2、5-7、10																					
PX	CN 104964351 A (广州汇安科技有限公司) 2015 年 10 月 7 日 (2015 - 10 - 07) 权利要求 1-10	1-10																					
PX	CN 204853685 U (广州汇安科技有限公司) 2015 年 12 月 9 日 (2015 - 12 - 09) 权利要求 1-5, 说明书 [0052] - [0084] 段	1-10																					
A	CN 103763873 A (东南大学) 2014 年 4 月 30 日 (2014 - 04 - 30) 全文	1-10																					
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 c 栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016 年 6 月 8 日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016 年 7 月 8 日</p>																						
<p>ISA/CN 的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>	<p>授权官员</p> <p>杨秀花</p> <p>电话号码 (86-10) 62084899</p>																						

C. 相关文件

类 型: <sup>k</sup>	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 202361523 U (广州汇安科技有限公司) 2012 年 8 月 1 日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-10
A	CN 203708665 U (东南大学) 2014 年 7 月 9 日 (2014 - 07 - 09) 全文	1-10

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/077732

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	202995498	U	2013年6月12日	无	
CN	202524702	U	2012年11月7日	无	
US	2014187137	AI	2014年7月3日	无	
CN	104964351	A	2015年10月7日	无	
CN	204853685	U	2015年12月9日	无	
CN	103763873	A	2014年4月30日	无	
CN	202361523	U	2012年8月10日	无	
CN	203708665	U	2014年7月9日	无	