

WO 2013/159458 A1



一种电机及空调风机系统的恒风量控制方法，先建立风量的函数关系 $Q=F(T, n, V)$ ，多个力矩段都有调整系数 V ；电机控制器的微处理器接受外部输入的目标风量 Q_{ref} ，并在一定的力矩 T 下启动电机，使电机进入稳态；记录这时候的稳态转速 n ，并根据方程计算出该稳态下的风量 Q_c ；比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c ，若两者相等或相当，则电机维持力矩进入稳态，若两者不相等或不相当，则电机提升或减少输出力矩；电机经调整力矩进入稳态后，重新记录该调整力矩下的稳态转速 n ，并计算风量 Q_c 和比较风量 Q_{ref} ，直到他们相等或相当，电机进入稳态；该方法控制精度高，可以自动适应在广泛的静压范围。

一种电机及空调风机系统的恒风量控制方法

技术领域

本发明涉及一种电机及空调风机系统的恒风量控制方法。

背景技术

在家用空调的室内通风管道里，静压往往随着时间的流逝而变化，比如因为管道积灰或者过滤器堵塞。静压也因为管道的安装不同而往往高于厂商实验室的标称系统时的标准静压。恒风量控制可以在这些情况下给用户带来恒定的风量，从而在广泛的静压条件下维持舒适的通风，制冷或制热的效果。

为了实现恒风量控制，一些技术方案采用直接安装风量计，不仅提高成本，还带来潜在的因为风量计失效导致控制失败的风险。当前空调厂商大多采用无风量计的恒风量控制方法。

另外，一些技术方案要监视静压的变化来调速，如：美国专利 US 4806833，通过检测静压来调整转速，达到恒风量的目的。美国专利 US201000298993A1，通过直接测量外部静压来决定风量，这需要事先把静压与风量的关系测量出来，电机力矩然后通过指定风量下对应的静压来计算，监视静压的变化来调速。有的计算公式设计到对数计算或者高阶多项式，这需要电机控制器的微处理器 MCU 具有较强大的计算能力，进一步提高了成本。

发明内容

本发明的目的是提供一种电机的恒风量控制方法，该方法效率高、速度快、控制精度高、风量计算数学模型简单便捷，实施成本低，可以自动适应在广泛的静压范围。

本发明的电机的恒风量控制方法的技术方案如下：

一种电机的恒风量控制方法，它包括如下步骤过程：

步骤 1) 先通过实验, 在恒力矩模式下测试某个风机系统在多个力矩下, 风量与转速的关系, 从而建立任意力矩和转速下计算风量的函数关系 $Q=F(T, n, V)$, 其中 Q 是风量, T 是力矩, n 是转速, V 是调整系数, 多个力矩段都有一个对应的调整系数 V , 并输入到电机控制器的微处理器里面;

步骤 2) 电机控制器的微处理器接受外部输入的目标风量 Q_{ref} 。

步骤 3) 电机控制器控制电机在一定的力矩 T 下启动电机, 使电机进入稳态;

步骤 4) 记录这时候的稳态转速 n , 并通过查表法获得该力矩 T 下的调整系数 V , 然后根据步骤 1 里的方程计算出该稳态下的风量 Q_c ;

步骤 5) 电机控制器的微处理器比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c , 若目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c 相等或相当, 则电机维持当前力矩进入稳态工作并记录该稳态下的转速 n ; 若目标风量 Q_{ref} 大于计算风量 Q_c , 电机控制器提升输出力矩 T , 若目标风量 Q_{ref} 少于计算风量 Q_c , 电机控制器的微处理器减少输出力矩 T ;

步骤 6) 电机经调整力矩进入稳态后, 重新记录提升或者减少力矩下的稳态转速 n , 并再次查表获取新力矩下的 V 值, 然后重新计算风量 Q_c ;

步骤 7) 重复步骤 5 和步骤 6, 直到计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当, 停止调整力矩, 电机进入稳态, 同时记录该稳态下的转速 n 。

上述所述的步骤 7) 后面还有步骤 8), 如果外部系统发生改变, 导致转速和输出风量变化, 这时电机控制器通过比较新的稳态转速和步骤 5) 或步骤 7) 里的转速可以知道输出风量已经发生了变化, 重复步骤 4、步骤 5、步骤 6 和步骤 7。

上述所述的风量的计算式 $Q=F(T, n, V)$ 如下:

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n$$

或者采用

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n + c_2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T \times V}}$$

系数 c_0 , c_1 和 c_2 通过在基准力矩 T_{base} , 不同外部静压情况下根据转速和风量参数的原始数据通过曲线拟合的方法来获得。

上述所述基准力矩 T_{base} 的范围 $30\%T_0$ 至 $80\%T_0$, T_0 是电机额定力矩。

上述所述函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 中调整系数 V 值在 0.1 到 2 之间变化。

上述所述步骤 5 和步骤 7) 所述的计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当, 指计算风量 Q_c 在目标风量 Q_{ref} 误差窗口之内, 目标风量 Q_{ref} 的误差窗口一般在 1% 到 2% 范围内。

上述所述步骤 5) 所述的电机控制器提升或减少输出力矩 T , 主要指在步骤 5) 所述力矩 T 下按每次至少 $1\%T_0$ 的步长顺序提升或减少, 或者可以让新力矩 = 当前力矩 $\times$ (目标风量 Q_{ref} / 当前计算风量 Q_c)²。

上述所述的函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 是利用基准力矩 T_{base} 和其他力矩下的不同外部静压情况下转速和风量参数的原始数据来获得的, 将电机安装在风轮上放在一个空调设备里面, 设置好电机在恒力矩工作状态, 在不大于额定力矩的范围内, 选择包括基准力矩在内的多个力矩的值, 使电机在每个力矩工作, 并依次改变系统的外部静压, 来采集包括转速, 风量参数的原始数据。

本发明的空调风机系统的恒风量控制方法的技术方案如下:

一种空调风机系统的恒风量控制方法, 所述的空调风机系统包括电机和风

轮, 所述的电机包括电机控制器、定子组件和转子组件,

它包括如下步骤过程

步骤 1) 设置好电机在恒力矩工作状态, 在不大于额定力矩的范围内, 选择包括基准力矩在内的多个力矩的值, 使电机在每个力矩工作, 并依次改变系统的外部静压, 来采集包括转速, 风量参数的原始数据;

步骤 2) 在电机控制器的微处理器里面建立计算风量的函数关系 $Q=F(T, n, V)$, 其中 Q 是风量, T 是力矩, n 是转速, V 是调整系数, 多个力矩段都有一个对应的调整系数 V , 并输入到电机控制器的微处理器里面;

步骤 3) 电机控制器接受外部输入的目标风量 Q_{ref} ;

步骤 4) 在一定的力矩 T 下启动电机, 使电机进入稳态;

步骤 5) 记录这时候的稳态转速 n , 并通过查表法获得该力矩 T 下的调整系数 V , 然后根据步骤 1 里的方程计算出该稳态下的风量 Q_c ;

步骤 6) 比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c , 若目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c 相等或相当, 则电机维持当前力矩进入稳态工作并记录该稳态下的转速 n ; 若目标风量 Q_{ref} 大于计算风量 Q_c , 电机控制器提升输出力矩 T , 若目标风量 Q_{ref} 少于计算风量 Q_c , 电机控制器的微处理器减少输出力矩 T ;

步骤 7) 电机经调整力矩进入稳态后, 重新记录提升或者减少力矩下的稳态转速 n , 电机控制器通过查表法重新查找对应的调整系数 V , 重新计算新稳态下的风量 Q_c ;

步骤 8) 重复步骤 6 和步骤 7, 直到计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当, 停止调整力矩, 电机进入稳态, 同时记录该稳态下的转速 n 。

上述所述的步骤 8) 后面还有步骤 9), 如果外部系统发生改变, 导致转速和输出风量变化, 这时电机控制器通过比较新的稳态转速和步骤 6) 或步骤 8)

里的转速可以知道输出风量已经发生了变化。重复步骤 5、步骤 6、步骤 7 和步骤 8。

上述所述的风量的计算式如下：

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n$$

或者采用

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n + c_2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T \times V}}$$

系数 c_0 , c_1 和 c_2 是通过在基准力矩 T_{base} , 不同外部静压情况下根据转速和风量参数的原始数据通过曲线拟合的方法来获得。

上述所述的基准力矩 T_{base} 的范围 $30\%T_0$ 至 $80\%T_0$, T_0 是电机额定力矩。

上述所述的函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 中调整系数 V 值在 0.1 到 2 之间变化。

上述所述的步骤 6 和步骤 8) 所述的计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当, 指计算风量 Q_c 在目标风量 Q_{ref} 误差窗口之内, 目标风量 Q_{ref} 的误差窗口一般在 1% 到 2% 范围内。

上述所述的步骤 6) 所述的电机控制器提升或减少输出力矩 T , 主要指在步骤 6) 所述力矩 T 下按每次至少 $1\%T_0$ 的步长顺序提升或减少, 或者可以让新力矩 = 当前力矩 $\times$ (目标风量 Q_{ref} / 当前计算风量 Q_c)²。

本发明与现有技术相比具有如下优点: 1) 通过设置好电机在恒力矩工作状态, 在不大于额定力矩的范围内, 选择包括基准力矩在内的多个力矩的值, 使电机在每个力矩工作, 并依次改变系统的外部静压, 来采集包括转速, 风量参数的原始数据, 利用在不同力矩在不同外部静压情况下转速和风量参数的原始数据, 得到计算风量的函数关系 $Q=F(T, n, V)$, 计算风量的数学模型只有一

阶或二阶的函数，非常简单，简化计算，效率高、响应速度快、控制精度高、实施成本低；经过大量试验测试，风量控制误差在 0.5%-5%的范围，具有良好应用前景；2) 本发明方法可以适应在广泛的静压范围，风量计算与系统外部静压，从而简化产品结构，降低成本。

附图说明：

图 1 是传统的空调风机系统的结构示意图；

图 2 是本发明的空调系统的控制流程图；

图 3 是本发明的原理框图；

图 4 是本发明在某台负载上的测量数据的拟合直线图；

图 5 是本发明的部分的流程图。

具体实施方式：

如图 1 所示，在一个典型的空调通风管道里，安装了一个鼓风系统（如燃气炉或空气处理机），图中以“电机+风轮”代替，管道里还有空气过滤器，电机启动时开始鼓风，由于出风口和入风口的数量与房间数有关，管道的设计也没有统一的标准，同时过滤器也可能有不同的压降，导致搭载传统的单相交流电机---PSC 电机的鼓风系统在不同的管道里，实际的风量会不同。

如图 2 所示，本发明采用一台 ECM 电机（电子换向电机）来带动风轮转动，ECM 电机含有电机控制器，该电机控制器与空调系统控制器进行连接通信，例如空调系统控制器将目标风量发送到电机控制器，电机控制器控制电机带动风轮运转，输出目标风量，相当于恒风量控制。

如图 3 所示，空调系统控制器向电机控制器的微处理器输入目标风量 Q_{ref} ，电机控制器包括传感器、微处理器和功率逆变模块，传感器将电机的转速信号 RPM、电流信号 I_{dc} 输入到微处理器，功率逆变模块输出的 PWM 信号也送到微处

理器处理，函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 涉及到的各系数，包括不同工作力矩下对应的调整系数 V 的对照表，预先输入到电机控制器的微处理器里面，微处理器比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c ，调整输出信号，以力矩为受控量来间接的控制风量。若目标风量 Q_{ref} 大于计算风量 Q_c ，电机控制器提升输出力矩 T ，若目标风量 Q_{ref} 少于计算风量 Q_c ，电机控制器的微处理器减少输出力矩 T ，电机进入稳态后，重新记录提升或者减少力矩下的稳态转速 n ，电机控制器通过查表法重新查找对应的调整系数 V ，重新计算计算风量 Q_c ，直到计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当，停止调整力矩电机进入稳态，即恒风量状态。目标风量 Q_{ref} 是一个固定值，只不过微处理器里面，当程序调节 Q_c 到目标风量 Q_{ref} 误差窗口之内，即认定达到要求而停止调节，这样做的好处是防止因为微小扰动带来的反复调节而无法达到稳定的风量。目标风量 Q_{ref} 的误差窗口一般在 1%到 2%范围内。

本发明的空调风机系统的恒风量控制方法的技术方案如下：

一种空调风机系统的恒风量控制方法，所述的空调风机系统包括电机和风轮，所述的电机包括电机控制器、定子组件和转子组件，它包括如下步骤过程：

步骤 1) 设置好电机在恒力矩工作状态，在不大于额定力矩的范围内，选择包括基准力矩在内的多个力矩的值，使电机在每个力矩工作，并依次改变系统的外部静压，来采集包括转速，风量参数的原始数据；

步骤 2) 在电机控制器的微处理器里面建立计算风量的函数关系 $Q=F(T, n, V)$ ，其中 Q 是风量， T 是力矩， n 是转速， V 是调整系数，多个力矩段都有一个对应的调整系数 V ，并输入到电机控制器的微处理器里面；

步骤 3) 电机控制器接受外部输入的目标风量 Q_{ref} ；

步骤 4) 在一定的力矩 T 下启动电机，使电机进入稳态；

步骤 5) 记录这时候的稳态转速 n ，并通过查表法获得该力矩 T 下的调整系数 V ，然后根据步骤 1 里的方程计算出该稳态下的风量 Q_c ；

步骤 6) 比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c ，若目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c 相等或相当，则电机维持当前力矩进入稳态工作并记录该稳态下的转速 n ；若目标风量 Q_{ref} 大于计算风量 Q_c ，电机控制器提升输出力矩 T ，若目标风量 Q_{ref} 少于计算风量 Q_c ，电机控制器的微处理器减少输出力矩 T ；

步骤 7) 电机经调整力矩进入稳态后，重新记录提升或者减少力矩下的稳态转速 n ，电机控制器通过查表法重新查找对应的调整系数 V ，重新计算新稳态下的风量 Q_c ；

步骤 8) 重复步骤 6 和步骤 7，直到计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当，停止调整力矩，电机进入稳态，同时记录该稳态下的转速 n 。

上述所述的步骤 8) 后面还有步骤 9)，如果外部系统发生改变，比如通风管道积灰或部分堵塞，导致转速和输出风量变化，这时电机控制器通过比较新的稳态转速和步骤 6) 或步骤 8) 里的转速可以知道输出风量已经发生了变化。重复步骤 5、步骤 6、步骤 7 和步骤 8。

上述所述的风量的计算式如下：

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n$$

或者采用

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n + c_2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T \times V}}$$

系数 c_0 ， c_1 和 c_2 是通过在基准力矩 T_{base} ，不同外部静压情况下根据转速和风量参数的原始数据通过曲线拟合的方法来获得。

上述所述的基准力矩 T_{base} 的范围 $30\%T_0$ 至 $80\%T_0$, T_0 是电机额定力矩。

上述所述的函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 中调整系数 V 值在 0.1 到 2 之间变化。

上述所述的步骤 5 和步骤 7) 所述的计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当, 指计算风量 Q_c 在目标风量 Q_{ref} 误差窗口之内, 目标风量 Q_{ref} 的误差窗口一般在 1% 到 2% 范围内。

上述所述的步骤 6) 所述的电机控制器提升或减少输出力矩 T , 主要指在步骤 6) 所述力矩 T 下按每次至少 $1\%T_0$ 的步长顺序提升或减少, 或者可以让新力矩 = 当前力矩 $\times$ (目标风量 Q_{ref} / 当前计算风量 Q_c)²。

下面是函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 的推导过程, 风扇定律指出, 在一定条件下,

- 风量与转速成正比;
- 风扇外部气压与转速平方成正比;
- 电机输出力矩 (即风扇输入力矩) 与转速平方成正比;

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2$$

其中: n 是电机转速, Q 是风量, P 是风扇的外部气压升, T 是电机的输出力矩, 也就是风扇的输入力矩。

为了推导方便, 把基准力矩下的风量-转速关系式记为:

$$Q_{equiv} = c0 + c1 \times n_{equiv}$$

或者（如果用二次多项式的话）

$$Q_{equiv} = c0 + c1 \times n_{equiv} + c2 \times n_{equiv}^2$$

从上面的公式，结合风扇定律，我们可以进一步推导出在任意力矩下，转速和风量的关系。为了做到这一点，我们需要推导出在 $T = T_{base}$ 时的等效风量 Q_{equiv} 和等效转速是如何根据风扇定律折算到新的力矩下的：

$$Q_{equiv} = Q \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T}}$$

$$n_{equiv} = n \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T}}$$

如果用线性关系式，

$$Q(T, n) = Q_{equiv} \times \sqrt{\frac{T}{T_{base}}} = \left(c0 + c1 \times n \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T}} \right) \times \sqrt{\frac{T}{T_{base}}} = c0 \times \sqrt{\frac{T}{T_{base}}} + c1 \times n$$

如果用二次多项式：

$$\begin{aligned} Q(T, n) &= Q_{equiv} \times \sqrt{\frac{T}{T_{base}}} = \left(c0 + c1 \times n \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T}} + c2 \times n^2 \times \frac{T_{base}}{T} \right) \times \sqrt{\frac{T}{T_{base}}} \\ &= c0 \times \sqrt{\frac{T}{T_{base}}} + c1 \times n + c2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T}} \end{aligned}$$

从实验结果来看，测试风量的设备始终动态调节背压来控制外部静压，这导致风扇定理在整个风量范围内并非成立，需要在上述公式中增加一个调整系数 V 。调整后的公式如下：

如果用线性关系式，

$$Q = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c1 \times n$$

如果用二次多项式，

$$Q = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c1 \times n + c2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T \times V}}$$

这个调整系数 V 值在 0.1 到 2 之间变化，选取的原则是让从上式计算出来的风量值与实际测试值相等或相近，如表 1 是某负载的 V 值表，表 1 中基准力矩 T_{base} 设为 50% T_0 ，其它力矩为测试方便选为：10% T_0 、20% T_0 、30% T_0 、40% T_0 、60% T_0 、70% T_0 、80% T_0 、90% T_0 、100% T_0 ，对应的调整系数 V 值也记录在表 1 中，其中 T_0 为电机额定力矩，在其他未测量的力矩工况下，V 值可由邻近的两个 T 所属的 V 值来线性插值计算获得。

$T_0\%$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
V	1.68	1.25	1.09	1.05	1	0.98	0.94	0.92	0.89	0.87

表 1 某负载的 V 值表

上述的计算式是以选定一个基准力矩 T_{base} 为前提，从而推导出一个该力矩下的风量与转速的函数关系式。从保证计算精度，并简化计算量的角度来看，这个函数既可以是线性的，

$$Q_{equiv} = c0 + c1 \times n_{equiv}$$

也可以是二次多项式

$$Q_{equiv} = c0 + c1 \times n_{equiv} + c2 \times n_{equiv}^2$$

实验数据表明，如果用更高阶的函数来描述风量与转速的关系会产生“过度曲线拟合”的问题，即计算量远远增大而拟合精度并未提高的现象。有了这个函数，可以进一步推导在其他任意力矩和转速下，风量的计算函数 $Q=F(T, n, V)$ 。在不同的力矩下，调整系数 V 值也不同。因此，需要设置好电机在恒力矩工作状态，在不大于额定力矩的范围内，选择包括基准力矩在内的多个力

矩 T 的值,使电机在每个力矩 T 下工作,并依次改变系统的外部静压,来采集包括转速,风量参数的原始数据测量。某负载的部分原始数据的测试结果如下表 2 所示,通过原始数据得到表 1 所示的不同力矩下对应的调整系数 V ,其选取的原则是让从上式计算出来的风量值与实际测试值相等或相近。

力矩 T	静压 (Pa)	实测风量 Q (CFM)	实测转速 (RPM)
$T_0*100\%$	25	1476.5	314
$T_0*100\%$	50	1441.1	935
$T_0*100\%$	75	1407.7	968
.....			
.....			
.....			
力矩 T	静压 (Pa)	实测风量 Q (CFM)	实测转速 (RPM)
$T_0*50\%$	25	1072.3	713
$T_0*50\%$	50	1035.8	750
$T_0*50\%$	75	995.6	785
力矩 T	静压 (Pa)	实测风量 Q (CFM)	实测转速 (RPM)
$T_0*10\%$	25	573.0	472
$T_0*10\%$	37.5	503.8	501

T0*10%	50	486.6	545
--------	----	-------	-----

表 2 某负载的部分原始数据

下面举例说明恒风量的控制过程：

步骤 1) 获取以上表为例的原始数据后，选定基准力矩 $T = 50\%T_0$ ，利用转速 n 和实测风量 Q 的数据进行绘图拟合成直线，建立计算风量在基准力矩下的函数关系 $Q_{base}=F(n)$ ，这里以基准力矩下的线性关系式为例：

$$Q_{equiv} = c0 + c1 \times n_{equiv}$$

绘制成图像如图 4 所示。于是可以按照曲线拟合的方法获得两个风量系数 c_0 ， c_1 。然后在原始数据的基础上，按照“选择 V 值使计算风量的结果与实测风量的结果相等或相近”为原则确定所有力矩下的 V 值，如表 1 所示。这时，任意转速与力矩下的风量函数关系式 $Q=F(T, n, V)$ 可以确定如下：

$$Q = c0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c1 \times n$$

其中 Q 是风量(CFM)， T 是力矩 (oz-ft)， n 是转速(RPM)， V 是调整系数如表 1 所示，并预先输入到电机控制器的微处理器里面；

步骤 2) 空调系统控制器向电机控制器的微处理器输入目标风量 Q_{ref} ；

步骤 3 至步骤 8 的见图 5 所示，

步骤 3) 在一定的力矩 T 下启动电机，使电机进入稳态；

步骤 4) 记录这时候的稳态转速 n ，电机控制器通过查表法查找对应的调整系数 V ，并计算出计算风量 Q_c ；

步骤 5) 比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c ，若目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c 相等或相当，则电机维持当前力矩进入稳态工作并记录该稳态下的转速 n ；若目标风量 Q_{ref} 大于计算风量 Q_c ，电机控制器提升输出力矩 T ，若目标风量 Q_{ref} 少于

计算风量 Q_c ，电机控制器的微处理器减少输出力矩 T ；

步骤 6) 电机经调整力矩进入稳态后，重新记录提升或者减少力矩下的稳态转速 n ，电机控制器通过查表法重新查找对应的调整系数 V ，重新计算新稳态下的风量 Q_c ；

步骤 7) 重复步骤 5 和步骤 6，直到计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当，停止调整力矩电机进入稳态，同时记录该稳态下的转速 n 。

上述所述的步骤 7) 后面还有步骤 8)，如果外部系统发生改变（比如通风管道积灰或部分堵塞），导致转速和输出风量变化，这时电机控制器通过比较新的稳态转速和步骤 5) 或步骤 7) 里的转速可以知道输出风量已经发生了变化。重复步骤 4、步骤 5、步骤 6 和步骤 7。

权利要求

1、一种电机的恒风量控制方法，其特征在于，它包括如下步骤过程：

步骤 1) 先通过实验，在恒力矩模式下测试某个风机系统在多个力矩下，风量与转速的关系，从而建立任意力矩和转速下计算风量的函数关系 $Q=F(T, n, V)$ ，其中 Q 是风量， T 是力矩， n 是转速， V 是调整系数，多个力矩段都有一个对应的调整系数 V ，并输入到电机控制器的微处理器里面；

步骤 2) 电机控制器的微处理器接受外部输入的目标风量 Q_{ref} 。

步骤 3) 电机控制器控制电机在一定的力矩 T 下启动电机，使电机进入稳态；

步骤 4) 记录这时候的稳态转速 n ，并通过查表法获得该力矩 T 下的调整系数 V ，然后根据步骤 1 里的方程计算出该稳态下的风量 Q_c ；

步骤 5) 电机控制器的微处理器比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c ，若目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c 相等或相当，则电机维持当前力矩进入稳态工作并记录该稳态下的转速 n ；若目标风量 Q_{ref} 大于计算风量 Q_c ，电机控制器提升输出力矩 T ，若目标风量 Q_{ref} 少于计算风量 Q_c ，电机控制器的微处理器减少输出力矩 T ；

步骤 6) 电机经调整力矩进入稳态后，重新记录提升或者减少力矩下的稳态转速 n ，并再次查表获取新力矩下的 V 值，然后重新计算风量 Q_c ；

步骤 7) 重复步骤 5 和步骤 6，直到计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当，停止调整力矩，电机进入稳态，同时记录该稳态下的转速 n 。

2、根据权利要求 1 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于：步骤 7) 后面还有步骤 8)，如果外部系统发生改变，导致转速和输出风量变化，这时电机控制器通过比较新的稳态转速和步骤 5) 或步骤 7) 里的转速可以知道

输出风量已经发生了变化，重复步骤 4、步骤 5、步骤 6 和步骤 7。

3、根据权利要求 1 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n$$

或者采用

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n + c_2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T \times V}}$$

系数 c_0 、 c_1 和 c_2 是通过在基准力矩 T_{base} ，不同外部静压情况下根据转速和风量参数的原始数据通过曲线拟合的方法来获得。

4、根据权利要求 3 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于：基准力矩 T_{base} 的范围为 $30\%T_0$ 至 $80\%T_0$ ， T_0 是电机额定力矩。

5、根据权利要求 1、2 或 3 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于：函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 中调整系数 V 值在 0.1 到 2 之间变化。

6、根据权利要求 1、2 或 3 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于：步骤 5 和步骤 7) 所述的计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当，指计算风量 Q_c 在目标风量 Q_{ref} 误差窗口之内，目标风量 Q_{ref} 的误差窗口一般在 1% 到 2% 范围内。

7、根据权利要求 1、2 或 3 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于：步骤 5) 所述的电机控制器提升或减少输出力矩 T ，主要指在步骤 5) 所述力矩 T 下按每次至少 $1\%T_0$ 的步长顺序提升或减少，或者可以让新力矩 = 当前力矩 $\times$ (目标风量 Q_{ref} / 当前计算风量 Q_c)²。

8、根据权利要求 1、2 或 3 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于：函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 是利用基准力矩和其他力矩下的不同外部静压情

况下转速和风量参数的原始数据来获得的,将电机安装在风轮上放在一个空调设备里面,设置好电机在恒力矩工作状态,在不大于额定力矩的范围内,选择包括基准力矩在内的多个力矩的值,使电机在每个力矩下工作,并依次改变系统的外部静压,来采集包括转速,风量参数的原始数据。

9、一种空调风机系统的恒风量控制方法,所述的空调风机系统包括电机和风轮,所述的电机包括电机控制器、定子组件和转子组件,其特征在于:它包括如下步骤过程:

步骤1) 设置好电机在恒力矩工作状态,在不大于额定力矩的范围内,选择包括基准力矩在内的多个力矩的值,使电机在每个力矩工作,并依次改变系统的外部静压,来采集包括转速,风量参数的原始数据;

步骤2) 在电机控制器的微处理器里面建立计算风量的函数关系 $Q=F(T, n, V)$, 其中 Q 是风量, T 是力矩, n 是转速, V 是调整系数, 多个力矩段都有一个对应的调整系数 V , 并输入到电机控制器的微处理器里面;

步骤3) 电机控制器接受外部输入的目标风量 Q_{ref} ;

步骤4) 在一定的力矩 T 下启动电机,使电机进入稳态;

步骤5) 记录这时候的稳态转速 n , 并通过查表法获得该力矩 T 下的调整系数 V , 然后根据步骤1里的方程计算出该稳态下的风量 Q_c ;

步骤6) 比较目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c , 若目标风量 Q_{ref} 与计算风量 Q_c 相等或相当,则电机维持当前力矩进入稳态工作并记录该稳态下的转速 n ; 若目标风量 Q_{ref} 大于计算风量 Q_c , 电机控制器提升输出力矩 T , 若目标风量 Q_{ref} 少于计算风量 Q_c , 电机控制器的微处理器减少输出力矩 T ;

步骤7) 电机经调整力矩进入稳态后,重新记录提升或者减少力矩下的稳态转速 n , 电机控制器通过查表法重新查找对应的调整系数 V , 重新计算新稳

态下的风量 Q_c ;

步骤 8) 重复步骤 6 和步骤 7, 直到计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当, 停止调整力矩, 电机进入稳态, 同时记录该稳态下的转速 n 。

10、根据权利要求 9 所述的一种空调风机系统的恒风量控制方法, 其特征在于: 步骤 8) 后面还有步骤 9), 如果外部系统发生改变, 导致转速和输出风量变化, 这时电机控制器通过比较新的稳态转速和步骤 6) 或步骤 8) 里的转速可以知道输出风量已经发生了变化。重复步骤 5、步骤 6、步骤 7 和步骤 8。

11、根据权利要求 9 所述的一种空调风机系统的恒风量控制方法, 其特征在于:

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n$$

或者采用

$$Q = c_0 \times \sqrt{\frac{T \times V}{T_{base}}} + c_1 \times n + c_2 \times n^2 \times \sqrt{\frac{T_{base}}{T \times V}}$$

系数 c_0 , c_1 和 c_2 是通过在基准力矩 T_{base} , 不同外部静压情况下根据转速和风量参数的原始数据通过曲线拟合的方法来获得。

12、根据权利要求 11 所述的一种空调风机系统的恒风量控制方法, 其特征在于: 基准力矩 T_{base} 的范围为 $30\%T_0$ 至 $80\%T_0$, T_0 是电机额定力矩。

13、根据权利要求 9、10 或 11 所述的一种电机的恒风量控制方法, 其特征在于: 函数关系 $Q=F(T, n, V)$ 中调整系数 V 值在 0.1 到 2 之间变化。

14、根据权利要求 9、10 或 11 所述的一种电机的恒风量控制方法, 其特征在于: 步骤 6 和步骤 8) 所述的计算风量 Q_c 与目标风量 Q_{ref} 相等或相当, 指计算风量 Q_c 在目标风量 Q_{ref} 误差窗口之内, 目标风量 Q_{ref} 的误差窗口一般在 1%

到 2% 范围内。

15、根据权利要求 9、10 或 11 所述的一种电机的恒风量控制方法，其特征在于：步骤 6) 所述的电机控制器提升或减少输出力矩 T ，主要指在步骤 6) 所述力矩 T 下按每次至少 $1\%T_0$ 的步长顺序提升或减少，或者可以让新力矩=当前力矩 $\times$ (目标风量 Q_{ref} /当前计算风量 Q_c)²。

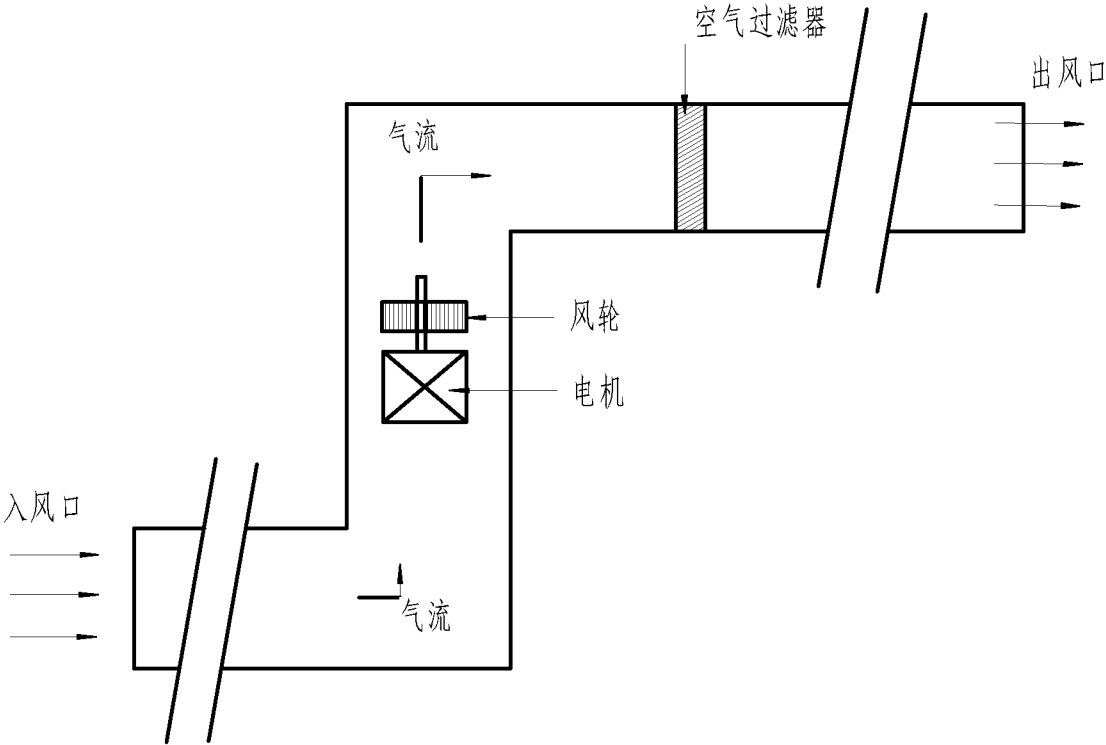


图 1

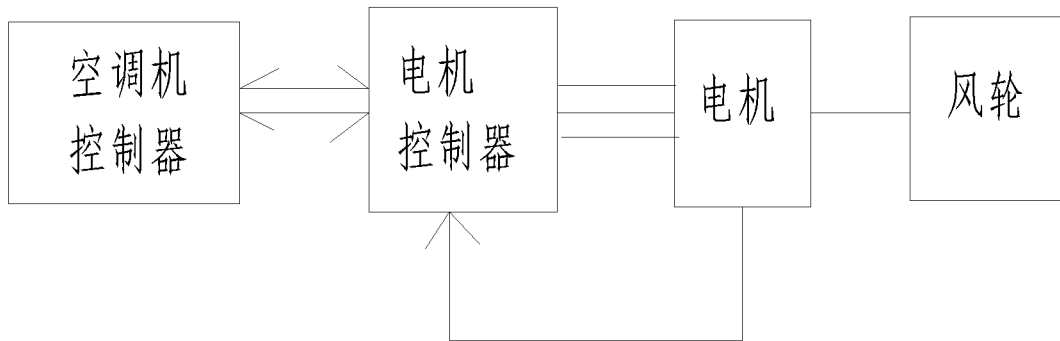


图 2

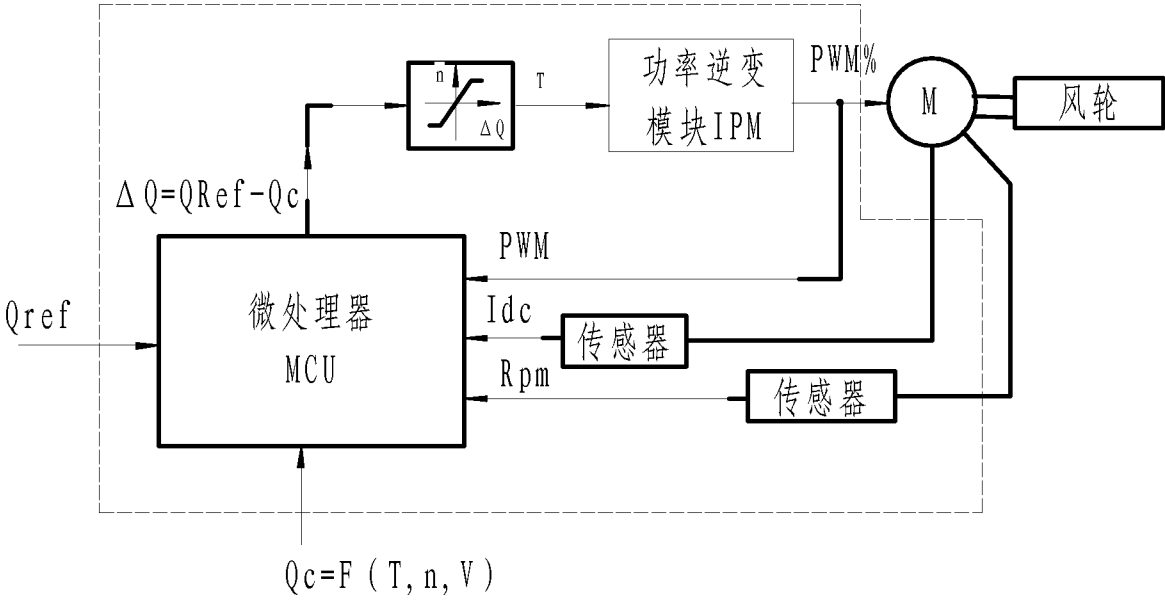


图 3

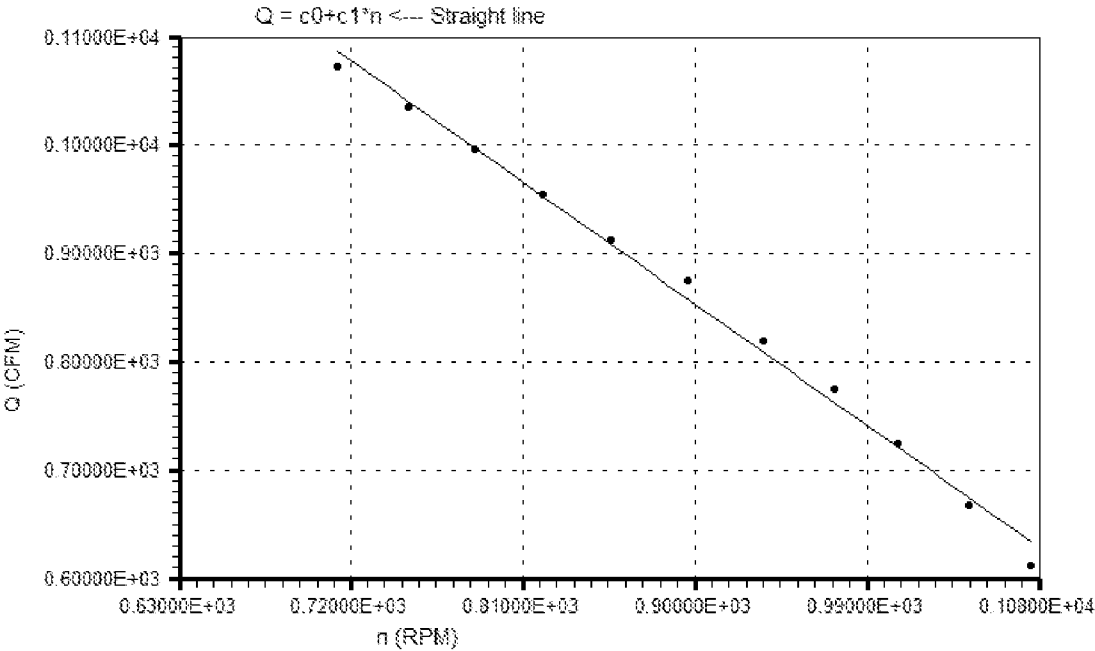


图 4

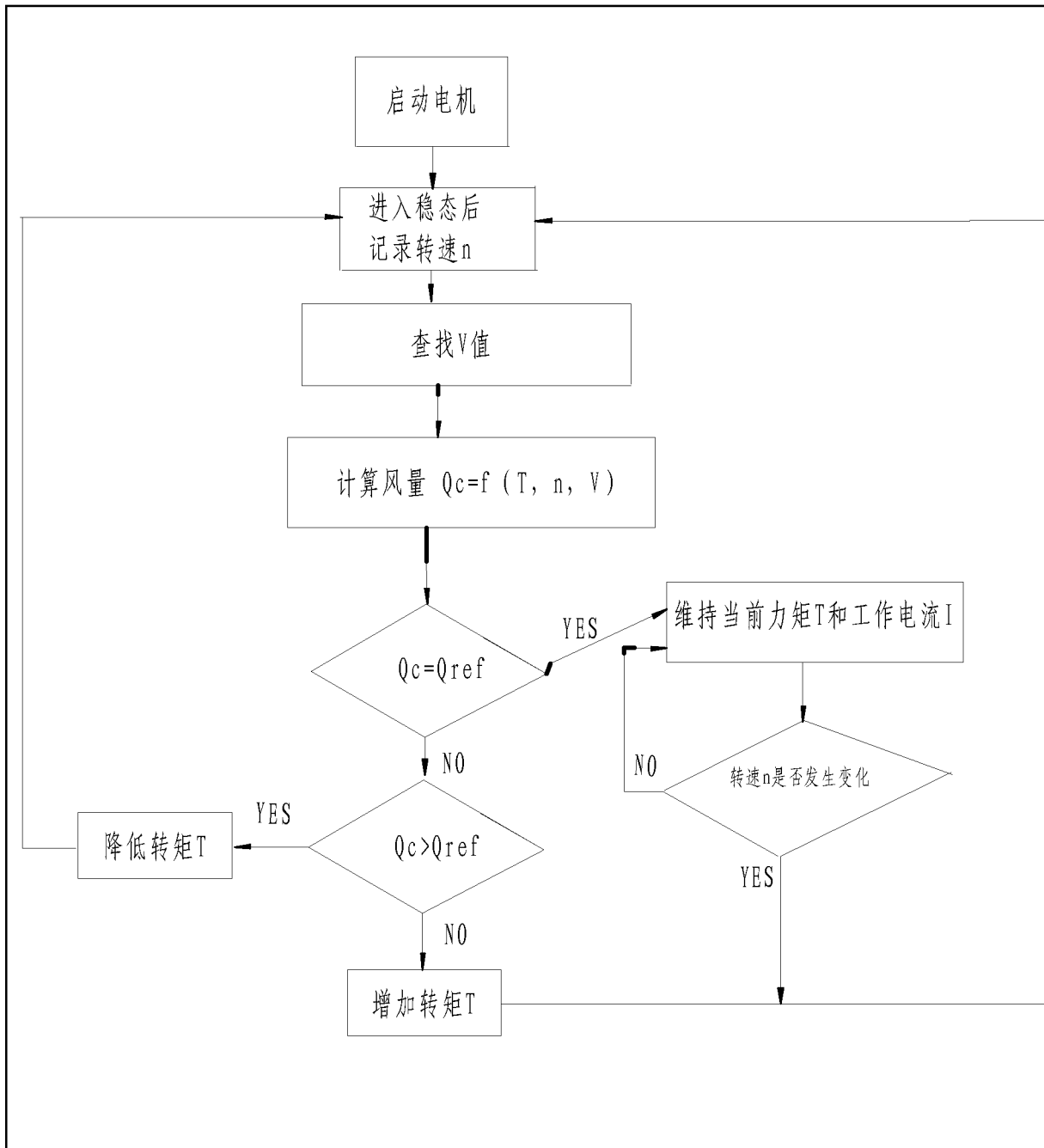


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/078545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24F 11/00 (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)

IPC: F24F 11/-, G05D 7/-

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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, TWABS: motor, fan, air w condition+, wind, speed, velocity, constant, static w pressure, torque, rotat+, stable w state, calculate+, adjust+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101440988 A (GUIZHOU HUITONG HUACHENG BUILDING TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 May 2009 (27.05.2009) the whole document	1-15
A	CN 201242243 Y (UNIV. HUNAN) 20 May 2009 (20.05.2009) the whole document	1-15
A	CN 1854625 A (SHANGHAI DAZHI SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 01 November 2006 (01.11.2006) the whole document	1-15
A	US 2011053488 A1 (MPC INC.) 03 March 2011 (03.03.2011) the whole document	1-15
A	US 2010298993 A1 (LENNOX INDUSTRIES. INCORPORATED) 25 November 2010 (25.11.2010) the whole document	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"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 10 January 2013 (10.01.2013)	Date of mailing of the international search report 07 February 2013 (07.02.2013)
---	---

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, Bin Telephone No. (86-10) (86-10)
---	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/078545

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009134823 A1 (JEUNG, Youngchun) 28 May 2009 (28.05.2009) the whole document	1-15
A	US 2010133817 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 03 June 2010 (03.06.2010) the whole document	1-15
A	US 4806833 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 21 February 1989 (21.02.1989) the whole document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/078545

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101440988 A	27.05.2009	CN 101440988 B	07.07.2010
CN 201242243 Y	20.05.2009	None	
CN 1854625 A	01.11.2006	None	
US 2011053488 A1	03.03.2011	WO 2009091477 A1	23.07.2009
		EP 2247899 A1	10.11.2010
		AU 2008348110 A1	23.07.2009
		CA 2712478 A1	23.07.2009
		KR 20110005779 A	19.01.2011
		MX 2010007900 A	30.11.2010
US 2010298993 A1	25.11.2010	US 2010293991 A1	25.11.2010
		US 2012122323 A1	17.05.2012
		US 2010298989 A1	25.11.2010
		US 2010298988 A1	25.11.2010
		US 2010299563 A1	25.11.2010
		US 8171352 B2	01.05.2012
		US 2010298987 A1	25.11.2010
		US 2010298986 A1	25.11.2010
		US 2010294845 A1	25.11.2010
		US 2010293991 A1	25.11.2010
		US 8123571 B2	28.02.2012
		US 2010295700 A1	25.11.2010
		US 2010298985 A1	25.11.2010
		US 2010295493 A1	25.11.2010
		US 2010298984 A1	25.11.2010
		US 2010298983 A1	25.11.2010
		US 2010298982 A1	25.11.2010
		US 2010298981 A1	25.11.2010
		US 8255087 B2	28.08.2012
		CN 102162668 A	24.08.2012
US 2009134823 A1	28.05.2009	US 8054018 B2	08.11.2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/078545

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2010133817 A1	03.06.2010	US 2009136360 A1	28.05.2009
		US 8292595 B2	23.10.2012
		US 2009136220 A1	28.05.2009
		US 7657161 B2	02.02.2010
		US 2009134827 A1	28.05.2009
		US 8287244 B2	16.10.2012
		US 2009137199 A1	28.05.2009
		US 7915847 B2	29.03.2011
		KR 20090055375 A	02.06.2009
		KR 100946719 B1	12.03.2010
		US 7763989 B2	27.07.2010
		US 2011006527 A1	13.01.2011
		US 8013460 B2	06.09.2011
		DE 102010017777 A1	03.02.2011
		CN 101943117 A	12.01.2011
US 4806833	21.02.1989	DK 177188 B1	21.05.2012
		DK 201070286 A	08.01.2011
		None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2012/078545

A. 主题的分类

F24F11/00(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:F24F11/-;G05D7/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

CNPAT,CNKI,EPODOC,WPI,TWABS: 电机, 风机, 空调, 风速, 风量, 恒, 定, 静压, 力矩, 转速, 稳态, 计算, 调整, motor,fan,air w condition+,wind ,speed ,velocity,constant,static w pressure,torque,rotat+,stable w state,calculate+,adjust+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN101440988A (贵州汇通华城楼宇科技有限公司) 27.5 月 2009 (27.05.2009) 全文	1-15
A	CN201242243Y (湖南大学) 20.5 月 2009 (20.05.2009) 全文	1-15
A	CN1854625A (上海大智科技发展有限公司) 01.11 月 2006 (01.11.2006) 全文	1-15
A	US2011053488A1 (MPC INC.) 03.3 月 2011 (03.03.2011) 全文	1-15
A	US2010298993A1 (LENNOX INDUSTRIES,INCORPORATED) 25.11 月 2010 (25.11.2010) 全文	1-15

☒ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
10.1 月 2013 (10.01.2013)

国际检索报告邮寄日期
07.2 月 2013 (07.02.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

杨彬
电话号码: (86-10) **82245017**

C(续). 相关文件

类 型	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	US2009134823A1 (JEUNG, Youngchun) 28.5 月 2009 (28.05.2009) 全文	1-15
A	US2010133817A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 03.6 月 2010 (03.06.2010) 全文	1-15
A	US4806833(GENERAL ELECTRIC COMPANY)21.2 月 1989(21.02.1989)	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/078545

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101440988A	27.05.2009	CN101440988B	07.07.2010
CN201242243Y	20.05.2009	无	
CN1854625A	01.11.2006	无	
US2011053488A1	03.03.2011	WO2009091477A1	23.07.2009
		EP2247899A1	10.11.2010
		AU2008348110A1	23.07.2009
		CA2712478A1	23.07.2009
		KR20110005779A	19.01.2011
		MX2010007900A	30.11.2010
US2010298993A1	25.11.2010	US2010293991A1	25.11.2010
		US2012122323A1	17.05.2012
		US2010298989A1	25.11.2010
		US2010298988A1	25.11.2010
		US2010299563A1	25.11.2010
		US8171352B2	01.05.2012
		US2010298987A1	25.11.2010
		US2010298986A1	25.11.2010
		US2010294845A1	25.11.2010
		US2010293991A1	25.11.2010
		US8123571B2	28.02.2012
		US2010295700A1	25.11.2010
		US2010298985A1	25.11.2010
		US2010295493A1	25.11.2010
		US2010298984A1	25.11.2010
		US2010298983A1	25.11.2010
		US2010298982A1	25.11.2010
		US2010298981A1	25.11.2010
		US8255087B2	28.08.2012
		CN102162668A	24.08.2011
US2009134823A1	28.05.2009	US8054018B2	08.11.2011
		US2009136360A1	28.05.2009
		US8292595B2	23.10.2012
		US2009136220A1	28.05.2009
		US7657161B2	02.02.2010
		US2009134827A1	28.05.2009
		US8134319B2	13.03.2012
		US8054018B2	08.11.2011
		US2009136359A1	28.05.2009

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2012/078545

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US2010133817A1	03.06.2010	US8287244B2	16.10.2012
		US2009137199A1	28.05.2009
		US7915847B2	29.03.2011
		KR20090055375A	02.06.2009
		KR100946719B1	12.03.2010
		US7763989B2	27.07.2010
		US2011006527A1	13.01.2011
		US8013460B2	06.09.2011
		DE10201001777A1	03.02.2011
		CN101943117A	12.01.2011
		DK177188B1	21.05.2012
		DK201070286A	08.01.2011
US4806833	21.02.1989	无	