(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) 国际公布日
2017 年 7 月 6 日 (06.07.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/113511 A1

(51) 国际专利分类号:
H02P 6/04 (2016.01) *F24F 11/00* (2006.01)
F24F 11/047 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/075898

(22) 国际申请日: 2016 年 3 月 8 日 (08.03.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201511034726.8 2015 年 12 月 31 日 (31.12.2015) CN

(71) 申请人: **中山大洋电机股份有限公司 (ZHONGSHAN BROAD-OCEAN MOTOR CO., LTD)** [CN/CN]; 中国广东省中山市西区沙朗第三工业区, Guangdong 528400 (CN)。

(72) 发明人: **孙海荣 (SUN, Hairong)**; 中国广东省中山市西区沙朗第三工业区, Guangdong 528400 (CN)。 **吴继鹏 (WU, Jipeng)**; 中国广东省中山市西区沙朗第三工业区, Guangdong 528400 (CN)。

(74) 代理人: **中山市汉通知识产权代理事务所（普通合伙） (ZHONGSHAN HANTONG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP))**; 中国广东省中山市石岐区岐头新村龙凤街 8 号 A 幢 4 层 305-308 号, Guangdong 528400 (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, MZ, 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,

[见续页]

(54) **Title**: CONSTANT AIR VOLUME CONTROL METHOD FOR AN AIR SUPPLY DEVICE DRIVEN BY MULTIPLE MOTORS

(54) **发明名称**: 一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法

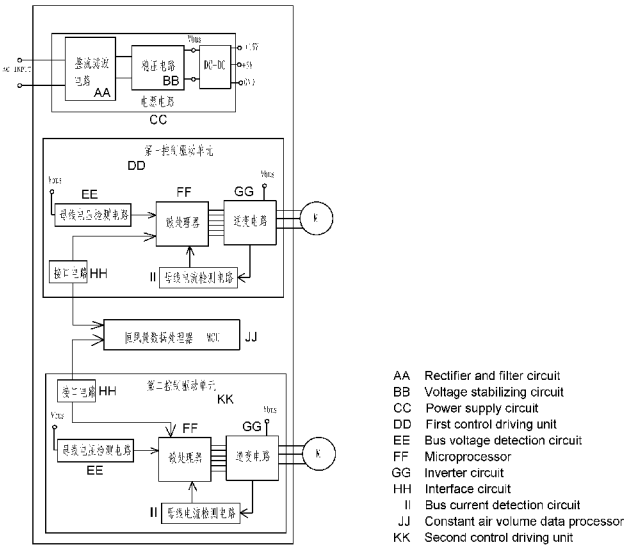


图 12

(57) **Abstract**: A constant air volume control method for an air supply device driven by multiple motors. The air supply device comprises at least two BLDC motors which respectively drive different fans and are located in one air duct, wherein each BLDC motor is made into a closed-loop speed control motor; a constant air volume control function is stored in a constant air volume data processor; the constant air volume data processor sends an identical speed signal instruction to the BLDC motors, so that the rotational speeds of the BLDC motors during operation are the same as or equal to each other; each BLDC motor feeds back a motor operating parameter C to the constant air volume data processor, and the constant air volume data processor calculates, according to the motor operating parameter C fed back by each BLDC motor, a motor speed n for keeping the air volume constant and then sends the same speed signal instruction to the BLDC motors. The control method features a simple design and easy implementation, and can implement constant air volume control.

(57) **摘要**: 一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，所述的送风设备包括至少 2 台 BLDC 电机，每台 BLDC 电机各自驱动不同的风轮并处于同一风道内，将每台 BLDC 电机做成具有速度闭环控制电机；在一个恒风量数据处理器里面存储恒风量控制函数；恒风量数据处理器向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令，使各台 BLDC 电机运行的转速相同或者相当；每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C，恒风量数据处理器根据各台 BLDC 电机反馈的电机运行参数 C 计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令。该控制方法设计简单，实施方便，可实现恒风量控制。

WO 2017/113511 A1

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))。

一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法

技术领域 ：

本发明涉及一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法。

背景技术 ：

目前市场上的风机设备的恒风量控制，都是一个负载内只设置有一个恒风量控制的 BLDC 电机来带动风轮或者风扇。这个恒风量控制的 BLDC 电机据负载功率等参数完成设计并制定恒风量控制策略。

但对于一些大盘管风机或超薄卡机在设计时都是使用 2 个电机来驱动多个风轮，这样，切换成恒风量控制的 BLDC 电机时，两个恒风量控制的 BLDC 电机在一个箱体（风道）内，各自风量闭环控制时，使箱体（即风道）内静压波动非常大，电机功率变化大，完全无法实现恒风量控制，成为整个行业内的技术难题。

发明内容 ：

本发明的目的是提供 一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，设计简单，实施方便，可有效缩短研发时间和费用，可靠实现恒风量控制。

本发明的目的是通过下述技术方案予以实现的：

一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，所述的送风设备包括至少 2 台 BLDC 电机，每台 BLDC 电机各自驱动不同的风轮并处于同一风道内， 其特征在于：1）将每台 BLDC 电机做成具速度闭环控制电机 ；2）在一个恒风量数据处理器里面存储恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，Ｃ），其中Ｑ是风量，n 是电机运行转速，Ｃ是电机运行参数；3）恒风量数据处理器向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令，使各台 BLDC 电机运行的转速相同或者相当；4）每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C，恒风量数据处理器根据各台 BLDC 电机反馈的电机运行参数 C 计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令。

上述所述的恒风量数据处理器位于各台 BLDC 电机外面，每台 BLDC 电机包括控制驱动线路板和电机实体，制驱动线路板包括电源电路、微处理器、电机运行参数检测电路、逆变电路和转子位置测量电路，电源电路为各部分电路供电，转子位置测量电路检测转子位置信号并输入到微处理器，电机运行参数检测电路将检测的电参数输入到微处理器，微处理器控制逆变电路工作，逆变电路的输出端连接定子组件的各相线圈绕组。

上述所述的恒风量数据处理器是数字信号处理器 DSP 或者是单片机 MCU。

上述所述的恒风量数据处理器与各台 BLDC 电机采用有线或者无线通信。

上述所述的 BLDC 电机只有 2 台。

上述所述的各台 BLDC 电机采用高精度控制的电机，恒风量数据处理器指令的转速与电机实际运行转速的误差在正负 3 转范围内。

上述所述的每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是功率参数或者是电流参数 。

上述所述的恒风量数据处理器里面的恒定风量 Q 值可以由外部输入确定。

上述所有的 BLDC 电机是相同规格。

上述所述的控制驱动线路板可以与电机实体造成一体。

上述所述的控制驱动线路板可以与电机实体造成分体式。

上述所述的各 BLDC 电机的控制驱动线路板与恒风量数据处理器可集成在同一块线路板上。

上述的恒风量数据处理器直接取代各 BLDC 电机的控制驱动线路板的微处理器。

上述所述当每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是功率参数 P 时，恒风量数据处理器将各台 BLDC 电机反馈的功率参数累加形成总功率 P，将总功率代入恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，P）计算出保持恒定风量时的电机速度 n。

上述所述当每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是母线

电流参数时，恒风量数据处理器将各台 BLDC 电机反馈的母线电流参数累加形成总母线电流 I，将总母线电流 I 代入恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，I）计算出保持恒定风量时的电机速度 n。

本发明与现有技术相比，具有如下效果：

1） 通过将每台 BLDC 电机做成具速度闭环控制电机，恒风量数据处理器向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令，使各台 BLDC 电机运行的转速相同或者相当；每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数，恒风量数据处理器根据各台 BLDC 电机反馈的电机运行参数计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令，这样设计简单，实施方便，可有效缩短研发时间和费用，可靠实现恒风量控制。

2） BLDC 电机是相同规格，可以更方便可靠控制；

3） 控制驱动线路板可以与电机实体造成一体，可以使结构更加紧凑；

4）各 BLDC 电机的控制驱动线路板与恒风量数据处理器可集成在同一块线路板上，可以减少电路的重复设置。例如电源电路，可以进一步降低产品成本 。

5）当每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是功率参数时，恒风量数据处理器将各台 BLDC 电机反馈的功率参数累加形成总功率，将总功率代入恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，Ｃ）计算出保持恒定风量时的电机速度 n，算法简单，减少处理器的数据运算。

附图说明：

图 1 是本发明实施例一的结构示意图；

图 2 是本发明实施例一中直流无刷电机的立体图；

图 3 是本发明实施例一中直流无刷电机的一个分解图；

图 4 是本发明实施例一中直流无刷电机的另一个分解图；

图 5 是本发明实施例一中直流无刷电机的俯视图；

图 6 是本发明图 5 中 A-A 剖视图；

图 7 是本发明实施例一中控制驱动线路板电路方框图；

图 8 是 图 7 对应的电路图；

图 9 是本发明的实例一通过实验测得的一族恒风量拟合曲线图；

图 10 是本发明的实例一通过实验测得的五族恒风量拟合曲线图；

图 11 是本发明实施例二的结构示意图。

图 12 是本发明实施例四的结构示意图。

具体实施方式：

下面通过具体实施例并结合附图对本发明作进一步详细的描述。

实施例一：

如图 1、图 2、图 3、图 4、图 5、图 6 所示，在一个大盘管风机是使用 2 个 BLDC 电机来驱动 4 个风轮，包括第一电机 100、第二电机 200 和 4 个风轮 400，第一电机 100 和第二电机 200 的两端的输出轴 1 分别驱动 400，所述的第一电机 100、第二电机 200 和 4 个风轮 400 处于同一风道 500 内，所述的第一电机 100、第二电机 200 是规格相同的 BLDC 电机，BLDC 电机包括电机实体和控制驱动线路板 6，电机实体包括转轴 1、转子组件 2、定子组件 3、机壳 4 和端盖 5，转子组件 2 安装在转轴 1 上，定子组件 3 与机壳 4 安装在一起并嵌套在转子组件 2 外面，端盖 5 安装在机壳 4 的端部上，转轴 1 两端分别支承在端盖 5 的轴承上，控制驱动线路板 6 安装在由端盖 5 与机壳 4 围成的空腔 10 里面，在控制驱动线路板 6 上焊接安装有调速电位器 7，本实施例中在前端盖或者后端盖的内侧面上开设有腔体 50，所述的控制驱动线路板 6 安装在腔体 50 里面。

恒风量数据处理器位于各台 BLDC 电机外面，每台 BLDC 电机包括控制驱动线路板和电机实体，制驱动线路板包括电源电路、微处理器、电机运行参数检测电路、逆变电路和转子位置测量电路，电源电路为各部分电路供电，转子位置测量电路检测转子位置信号并输入到微处理器，电机运行参数检测电路将检测的电参数输入到微处理器，微处理器控制逆变电路工作，逆变电路的输出端连接定子组件的各相线圈绕组。 如图 7、图 8 所示，假设 BLDC 电机是 3 相无刷直流永磁同步电机，电机运行参数检测电路包括转子位置测量电路、 母线

电流检测电路和母线电压检测电路 ， 转子位置测量电路一般采用 3 个霍尔传感器，3 个霍尔传感器分别检测一个 360 度电角度周期的转子位置，每转过 120 度电角度改变一次定子组件 12 的各相线圈绕组的通电,形成 3 相 6 步控制模式。交流输入（AC INPUT）经过由二级管 D7、D8、D9、D10 组成的全波整流电路后，在电容 C1 的一端输出直流母线电压 Vbus,直流母线电压 Vbus 与输入交流电压有关，交流输入（AC INPUT）的电压确定后，3 相绕组的线电压 UP 是 PWM 斩波输出电压，UP=Vbus*α， α是微处理器输入到逆变电路的 PWM 信号的占空比，改变线电压 UP 可以改变直流母线电流 Ibus,逆变电路由电子开关管 Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6 组成，电子开关管 Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6 的控制端分别由微处理器输出的 6 路 PWM 信号（P1、P2、P3、P4、P5、P6)控制，逆变电路还连接电阻 R1 用于检测母线电流 Ibus，母线电流检测电路将电阻 R1 的检测母线电流 Ibus 转换后传送到微处理器。电机输入功率控制由电子开关管 Q7 控制，微处理器输出的 1 路 PWM 信号--即 PO，来控制电子开关管 Q7 的导通时间，以控制电机输入功率。转子位置测量电路检测转子位置信号并输入到微处理器，微处理器根据转子位置信号计算出电机的实时转速 V，母线电流检测电路将母线电流输入到微处理器，母线电压检测电路将直流母线电压输入到微处理器，微处理器计算到输入功率Ｐ=Ibus*Vbus。

至此，我们可以方便地思考到 2 台 BLDC 电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：1）将每台 BLDC 电机做成具速度闭环控制电机 ；2）在一个恒风量数据处理器里面存储恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，P），其中Ｑ是风量，n 是电机运行转速，P 是电机输入功率；3）恒风量数据处理器向各台 BLDC 电机发送的相同或者想到那个的速度信号指令（相当的意思是发送到两台 BLDC 的电机指令速度相差值在 1%以内），使各台 BLDC 电机运行的转速相同或者相当，相当的意思是两台 BLDC 的电机实际速度误差值在 1%以内；4）每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机输入功率 P1、P2，恒风量数据处理器根据各台 BLDC 电机反馈的电机输入总功率 P=P1+P2 计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台

BLDC 电机发送的相同的速度信号指令。

建立数学模型：恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，Ｃ），假设每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是功率参数Ｐ时，可以针对整个风量变化的范围建立多个风量点的恒风量控制函数，当处于某个风量点时，上述所述的函数关系式 P= f(n)是一个多项式函数：$P=C_1+C_2\times n+...+C_m\times n^{m-1}$，其中$C_1$，$C_2$，…，$C_m$是系数，Ｐ是输入功率，n 是电机转速值，每一个目标风量对应一组C_1，C_2，…，C_m系数并储存起来，微处理器根据输入的目标风量值 IN-*CFM* 通过查表法或者插值法获得对应的一组C_1，C_2，…，C_m系数，从而得到函数关系式 P= f(n)。

述所述函数关系式 P= f(n)是一个二阶函数：$P=C_1+C_2\times n+C_3\times n^2$ 。

本发明的直接功率控制恒风量的控制方法（**Direct P Control for Constant Airflow Control Apparatus Method**）开发和数学模型建立是这样的：一般来说，在一个通风系统，风机由ＢＬＤＣ电机驱动在一个稳定的状态产生的气流空气。一个恒定的风量控制通过在一个静态的压力条件下的速度、功率控制实现，见如下关系式：CFM = F(P, speed, pressure)，其中 CFM 是风量，P 是功率，speed, 是速度，pressure 是静压。当有 2 台ＢＬＤＣ电机驱动多个风轮时，我们假设两台ＢＬＤＣ电机的转速是同步的，函数中的功率Ｐ＝Ｐ１＋Ｐ２，Ｐ１是第一台电机的功率，Ｐ２是第二台电机的功率，　当静态压力的变化，用功率和速度的控制维持该恒风量。随着静态压力增加，功率与速度随之变化。一簇恒风量 CFM 曲线可以测试出，如图 9 所示的，CFM＝300。基于这些恒风量 CFM 曲线，开发控制模型，当产品控制确定风量要求，通过控制功率和速度在特定的静态压力提供一个恒定风量 CFM。在图１０中，特性曲线代表保持控制功率和速度的的恒风量物理特性，所有电机的额定功率范围内，对任何类型的设计的气流系统的空调厂家，基于功率的测试结果与速度曲线，可以得出结论，一个典型的二次函数可以很好地用于开发建模作为一种典型的函数，$P=C_1+C_2\times n+C_3\times n^2$，通过在曲线上选者三个待定点（A，B 和 C），其对应的坐

标上的数据是（p1,n1),(p2,n2),(p3,n3) 取得系数 C1、C2、C3，见如下公式：

$F(A,B,C)=\sum_i^m (Yi-(C1+C2*n+C3*n^2))^2$， 通过∂F/∂A = 0, ∂F/∂B = 0, and ∂F/∂C = 0,通过求解方程，m=3。

曲线拟合的过程是选择多项式描述曲线，多项式的系数可以通过最小二乘法求出。理论上可以用 $P=C_1+C_2\times n+C_3\times n^2+...+Cm\times n^{m-1}$，实际上选择二项式就可以满足一般的需要。函数关系式 P= f(n)是一个二阶函数：$P=C_1+C_2\times n+C_3\times n^2$，其中$C_1$、$C_2$和$C_3$是系数，n 是电机转速值，在测试的若干个目标风量中任何一个目标风量对应一组C_1、C_2和C_3系数并储存起来，微处理器根据输入的目标风量值 IN-*CFM* 通过查表法获得对应的一组C_1、C_2和C_3系数，从而得到函数关系式 P= f(n)，在某负载中每一个目标风量对应一组C_1、C_2和C_3系数具体如下表 1 所示：

表 1

CFM	C_1	C_2	C_3
150	0.338	—0.151	0.0458
300	0.4423	—0.2113	0.0765
450	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘
600	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘
750	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘
900	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘

图 10 是 1 / 3HP 的 PM 电机在小型管道的 HVAC 系统的直接功率控制恒风量的实验数据拟合曲线图，对于一个给定的目标气流，系统选择某些典型的风量 CFM 作为测试点建立一个数据库为建立数学模型之用。这些典型的点包括最小和最大风量值，附加一些中间点根据产品规格，典型的风量 CFM 作为测试点有 5 个，分别为 150 / 300 / 450 / 600 和 750CFM。

表 2 显示测试数据结果的一个例子。电机的转速的范围是从 200 到 1400 rpm；系统的静态压力从 0.1 到 1 H_2O 。保持预设恒风量 CCFM 输出，获得一个对

应图 11 的电机输入功率标么值，形成一个数据库。

表 2

150CFM 风量		300CFM 风量		450CFM 风量		600CFM 风量		750CFM 风量	
转速	功率	转速	功率	转速	功率	转速	功率	转速	功率
385.3	3.6%	452.2	6.9%	590.1	14.8%	693.6	26.6%	822.9	45.6%
385.9	3.6%	577.7	10.6%	680.6	19.6%	763.9	31.6%	878.1	50.4%
531	6.0%	700.3	14.6%	778.5	24.7%	839.3	37.2%	936	56.4%
637.3	8.6%	787.5	18.4%	858.4	29.8%	905	43.2%	997.9	63.9%
737.4	11.6%	861.2	22.2%	940.5	35.2%	987.8	50.6%	1056	70.5%
818.4	14.4%	932.6	26.2%	1015	41.0%	1051	57.0%	1115	77.1%
891	17.4%	997.9	30.5%	1078	45.6%	1127	64.1%	1176	83.3%
970.3	21.5%	1053	34.2%	1146	51.6%	1184	70.2%	1173	83.2%
1029	24.8%	1119	39.7%	1197	56.6%	1245	75.0%		
1100	28.3%	1165	43.1%	1252	61.6%				
1163	32.4%								

利用最小二乘法，每个预定的 CFM 风量对应功率和转速的二次函数，在一个标准的计算方法得到的：这些方程定义的功率与在一个特定的静态压力的任何系统的工作点的速度。当输入设定风量 IN-CFM 预设，电机系统定义了一个与之对应的函数，其工作点的轨迹遵循函数定义。方程（3）到（7）可以表示为一个标准方程，C1、C2、C3 是常数。

$$P(150)=0.3388(\frac{n}{1000})^2-0.1551(\frac{n}{1000})+0.0458 \quad (3)$$

$$P\ (300)=0.4423(\frac{n}{1000})^2-0.2113(\frac{n}{1000})+0.0765 \quad (4)$$

$$P(450)=0.3987(\frac{n}{1000})^2-0.0308(\frac{n}{1000})+0.0294 \quad (5)$$

$$P\ (600) = 0.2580(\frac{n}{1000})^2 + 0.3983(\frac{n}{1000}) - 0.1379 \quad (6)$$

$$P\ (750) = 0.1385(\frac{n}{1000})^2 + 0.8150(\frac{n}{1000}) - 0.3139 \quad (7)$$

如果请求的恒风量 IN-CFM 要求不是建模曲线其中的一个，使用一种插值方法来获得一个新的特征方程拟合该请求的恒风量 IN-CFM，例如当请求的恒风量 IN-CFM=525cfm 要求被接收， 相邻两个曲线 CFM1-600cfm 和 CFM2-450cfm 建模可以识别。然后两个相应的方程可以用于计算 IN-CFM=525cfm 曲线的新方程，通过插值法求取，具体请参考申请人于 2014 年 1 月 2 8 日申请的名称为：PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法及其应用的 HVAC 系统；公告号为：ＣＮ１０４８０７１５２Ａ的发明专利，里面详细介绍了如何建立恒风量控制函数的数学模型。

在上述送风设备只有一个风量设定值时无需外部输入 ，当有多个设定风量或者任意设定风量时， 恒风量数据处理器里面的恒定风量 Q 值可以由外部输入确定，并且 恒风量数据处理器里面存储多个测试风量点的恒风量控制函数，如果输入请求的恒风量 IN-CFM 要求不是建模曲线（多个测试风量点的恒风量控制函数）其中的一个，使用一种插值方法来获得一个新的特征方程拟合该请求的恒风量 IN-CFM。

恒风量数据处理器与各台 BLDC 电机采用有线或者无线通信。恒风量数据处理器可以是数字信号处理器 DSP 或者是单片机 MCU。恒风量数据处理器分别与 2 台 BLDC 电机的控制驱动线路板 6 中的微处理器进行通信。

2 台 BLDC 电机采用高精度控制的电机，高精度是指恒风量数据处理器指令的转速与电机实际运行转速的误差在正负 3 转范围内。2 台 BLDC 电机是相同规格，控制驱动线路板可以与电机实体造成一体。

另外控制驱动线路板也可以与电机实体造成分体式，各 BLDC 电机的控制驱

动线路板与恒风量数据处理器可集成在同一块线路板上。

实施例二：

本实施例与实施例一的结构原理控制方法基本相同，不同点是：本实施例由 3 台 BLDC 电机驱动 6 个风轮，包括第一电机 100、第二电机 200、第三电机 600 和 6 个风轮 400，第一电机 100、第二电机 200 和第三电机 600 的两端的输出轴 1 分别驱动 400，所述的第一电机 100、第二电机 200、第三电机 600 和 6 个风轮 400 处于同一风道 500 内，所述的第一电机 100、第二电机 200、第三电机 600 是规格相同的 BLDC 电机。

恒风量数据处理器里面存储恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，P），其中Ｑ是风量，n 是电机运行转速，P 是电机输入功率。恒风量数据处理器向 3 台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令，使各台 BLDC 电机运行的转速相同或者相当，相当的意思是两台 BLDC 的电机实际速度误差值在 1%以内；3 台 BLDC 电机分别向恒风量数据处理器反馈电机输入功率 P1、P2、P3，即第一电机 100 向恒风量数据处理器反馈电机输入功率 P1，第二电机 200 向恒风量数据处理器反馈电机输入功率 P2，第三电机 600 向恒风量数据处理器反馈电机输入功率 P3，恒风量数据处理器根据各台 BLDC 电机反馈的电机输入总功率 P=P1+P2+ P3 计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令。

恒风量数据处理器里面根据不同的风量点存储多个恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，P），例如在输出风量为 300CFM 时的函数是：

$$P\ (300) = 0.4423(\frac{n}{1000})^2 - 0.2113(\frac{n}{1000}) + 0.0765$$

在输出风量为 450CFM 时的函数是：

$$P(450) = 0.3987(\frac{n}{1000})^2 - 0.0308(\frac{n}{1000}) + 0.0294$$

在输出风量为 600CFM 时的函数是：

$$P\ (600) = 0.2580(\frac{n}{1000})^2 + 0.3983(\frac{n}{1000}) - 0.1379$$

如果用户需求是输出风量为 300CFM 时，就调用相应的恒风量控制函数，根据反馈的电机输入总功率 P 计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令。

本实施例采用 3 台 BLDC 电机，但实际中会根据送风设备风道的宽度不同，会增加 BLDC 电机和风轮。例如也可以采用 4 台 BLDC 电机和 8 个风轮等。

实施例三：

本实施例是在实施例一基础上的改动：

我们可以方便地思考到 2 台 BLDC 电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：1）将每台 BLDC 电机做成具速度闭环控制电机 ；2）在一个恒风量数据处理器里面存储恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，Ⅰ），其中Ｑ是风量，n 是电机运行转速，I 是直流母线电流；3）恒风量数据处理器向各台 BLDC 电机发送的相同或者想到那个的速度信号指令（相当的意思是发送到两台 BLDC 的电机指令速度相差值在 1%以内），使各台 BLDC 电机运行的转速相同或者相当，相当的意思是两台 BLDC 的电机实际速度误差值在 1%以内；4）每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈直流母线电流 I1、I2，恒风量数据处理器根据各台 BLDC 电机反馈的直流母线电流 I=I1+I2 计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令。

假设：选者某一型号的 BLDC 电机在某个风量点对应的恒风量函数关系式 I=f(n)是一个二阶函数：$I=C_1+C_2\times n+C_3\times n^2$ ，通过实验，维持某个风量点恒定情况下测定(I,n)等多组数据，然后通过曲线拟合方法，得到对应某个风量点的系数 C1、C2、C3；以此类推，可以测试多个风量点的恒风量函数的的系数 C1、C2、C3，如表 3 所示：

表 3

风量点（CFM）			
150	0.58	—0.23	0.0224
300	0.66	—0.33	0.0985
450	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘
600	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘
750	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘
900	∘∘∘	∘∘∘	∘∘∘

那么在恒风量数据处理器存储有多个风量点的恒风量函数。可以实现对2台BLDC电机驱动的送风设备恒风量控制。每台BLDC电机只需要按照恒风量数据处理器发送的速度信号指令，运行在指定的转速就可以了。

实施例四：

本实施例是在实施例一基础上的改进：即将实施例一中的2台BLDC电机的控制驱动线路板6移到电机壳体4的外部，因为2台BLDC电机的控制驱动线路板6和恒风量数据处理器都需要独立供电，电路结构重复，增加成本，现在将2台BLDC电机的控制驱动线路板6和恒风量数据处理器集成在一块线路板上，共用电源电路供电，删除重复的电路布局，简化结构没节省成本，如图12所述，图中2台BLDC电机原来的控制驱动线路板6分别变为为第一控制驱动单元、第二控制驱动单元，电源电路同时为第一控制驱动单元、第二控制驱动单元、恒风量数据处理器供电，节省成本。

如果恒风量数据处理器采用性能高的芯片（具有较高的运算速度和较多的I/O端口，那麽可以删除第一控制驱动单元、第二控制驱动单元里面的微处理器，直接由恒风量数据处理器取代完成其工作，这样进一步简化结构，节省成本。

权利要求

1、一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，所述的送风设备包括至少2台BLDC电机，每台BLDC电机各自驱动不同的风轮并处于同一风道内， 其特征在于：1）将每台 BLDC 电机做成具速度闭环控制电机 ；2）在一个恒风量数据处理器里面存储恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，Ｃ），其中Ｑ是风量，n 是电机运行转速，Ｃ是电机运行参数；3）恒风量数据处理器向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令，使各台 BLDC 电机运行的转速相同或者相当；4）每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C,恒风量数据处理器根据各台 BLDC 电机反馈的电机运行参数 C 计算出保持恒定风量时的电机速度 n，然后向各台 BLDC 电机发送的相同的速度信号指令。

2、根据权利要求 1 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：恒风量数据处理器位于各台 BLDC 电机外面，每台 BLDC 电机包括控制驱动线路板和电机实体，制驱动线路板包括电源电路、微处理器、电机运行参数检测电路、逆变电路和转子位置测量电路，电源电路为各部分电路供电，转子位置测量电路检测转子位置信号并输入到微处理器，电机运行参数检测电路将检测的电参数输入到微处理器，微处理器控制逆变电路工作，逆变电路的输出端连接定子组件的各相线圈绕组。

3、根据权利要求 1 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：恒风量数据处理器是数字信号处理器 DSP 或者是单片机 MCU。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：恒风量数据处理器与各台 BLDC 电机采用有线或者无线通信。

5、根据权利要求 4 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：所述的 BLDC 电机只有 2 台。

6、根据权利要求 5 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：各台 BLDC 电机采用高精度控制的电机，恒风量数据处理器指令的转速与电机实际运行转速的误差在正负 3 转范围内。

7、根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是功率参数或者是电流参数 。

8、根据权利要求 7 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：恒风量数据处理器里面的恒定风量 Q 值可以由外部输入确定。

9、根据权利要求 1 或 2 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：所有的 BLDC 电机是相同规格。

10、根据权利要求 9 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：控制驱动线路板可以与电机实体造成一体。

11、根据权利要求 1 或 2 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：控制驱动线路板可以与电机实体造成分体式。

12、根据权利要求 11 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：各 BLDC 电机的控制驱动线路板与恒风量数据处理器可集成在同一块线路板上。

13、根据权利要求 12 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：所述的恒风量数据处理器直接取代各 BLDC 电机的控制驱动线路板的微处理器。

14、根据权利要求 7 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：当每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是功率参数 P 时，恒风量数据处理器将各台 BLDC 电机反馈的功率参数累加形成总功率 P，将总功率代入恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，P）计算出保持恒定风量时的电机速度 n。

15、根据权利要求 7 所述的一种多电机驱动的送风设备恒风量控制方法，其特征在于：当每台 BLDC 电机向恒风量数据处理器反馈电机运行参数 C 是母线电流参数时，恒风量数据处理器将各台 BLDC 电机反馈的母线电流参数累加形成总母线电流 I，将总母线电流 I 代入恒风量控制函数 Q=Ｆ（n，Ｉ）计算出保持恒

定风量时的电机速度 n。

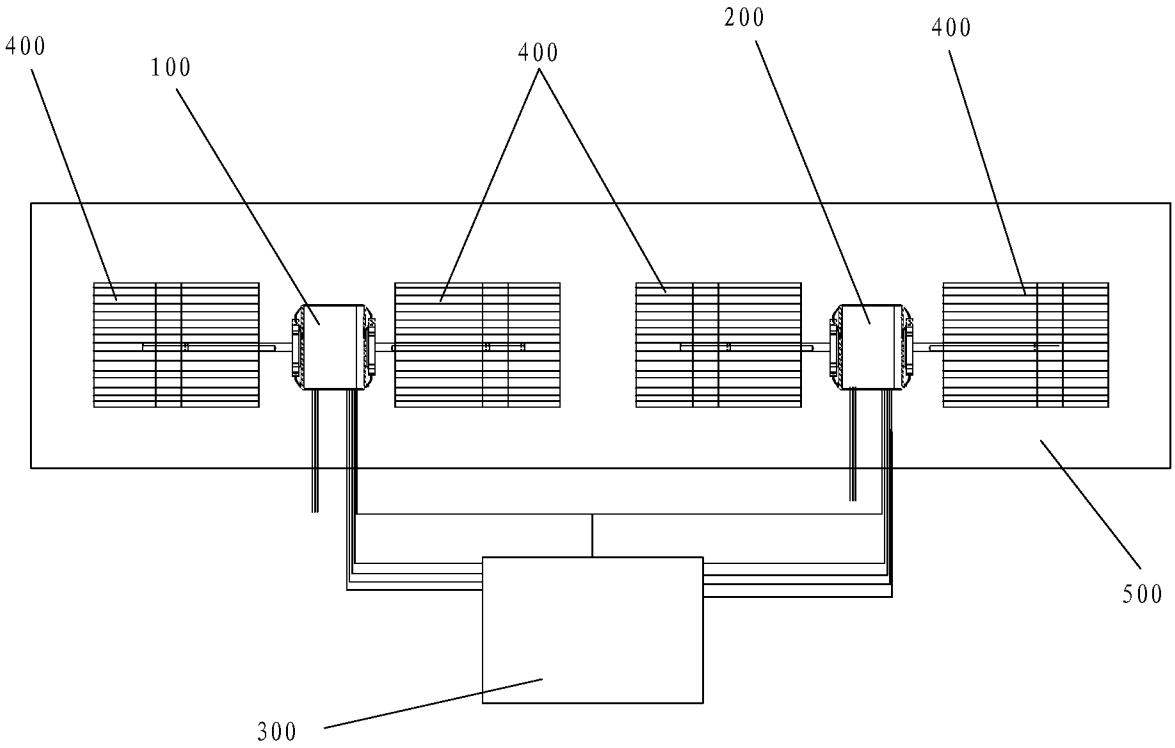


图 1

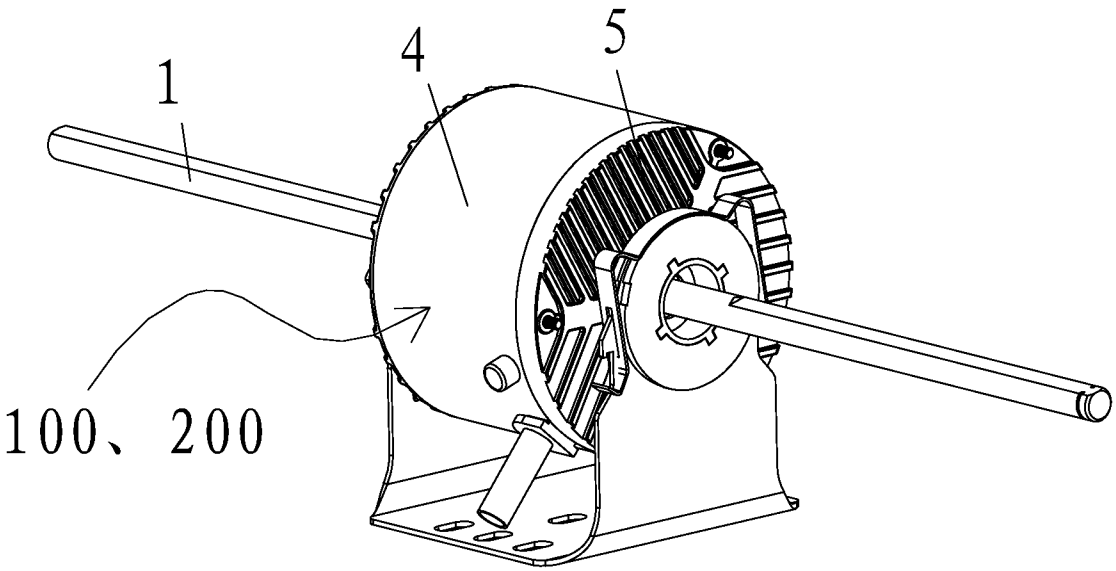


图 2

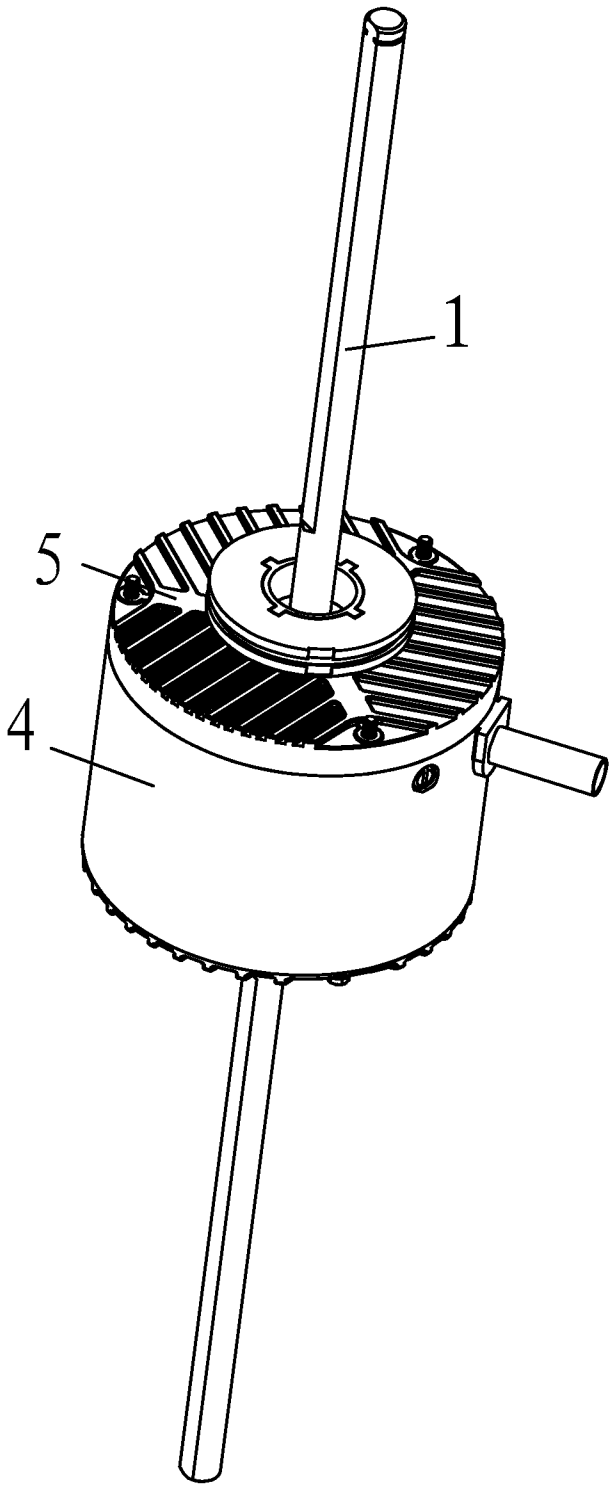


图 3

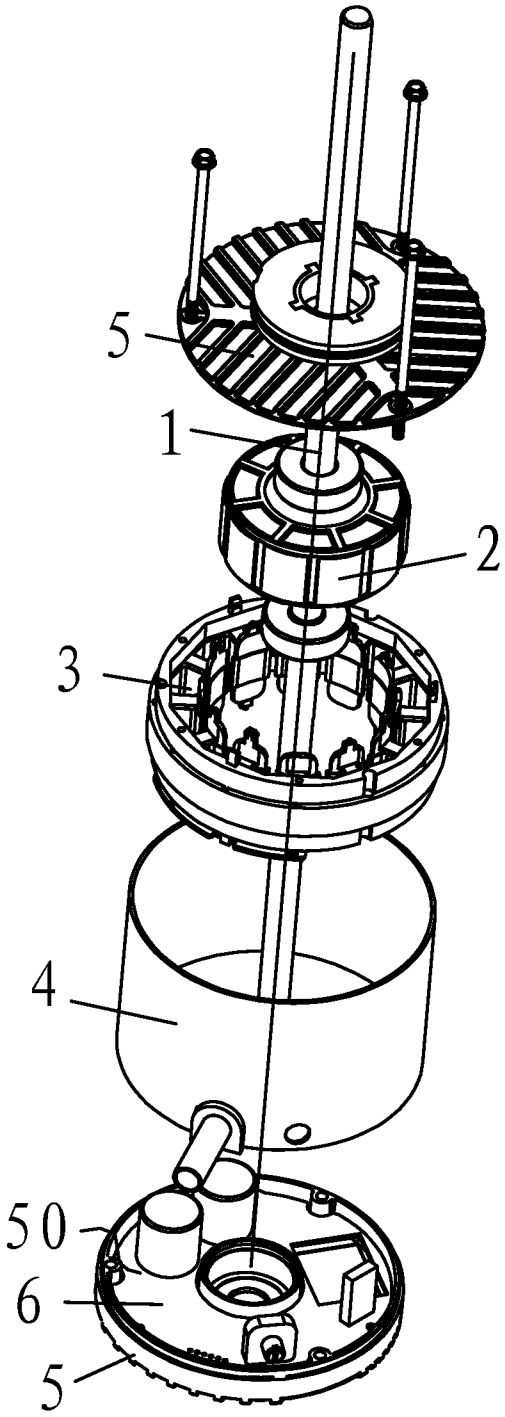


图 4

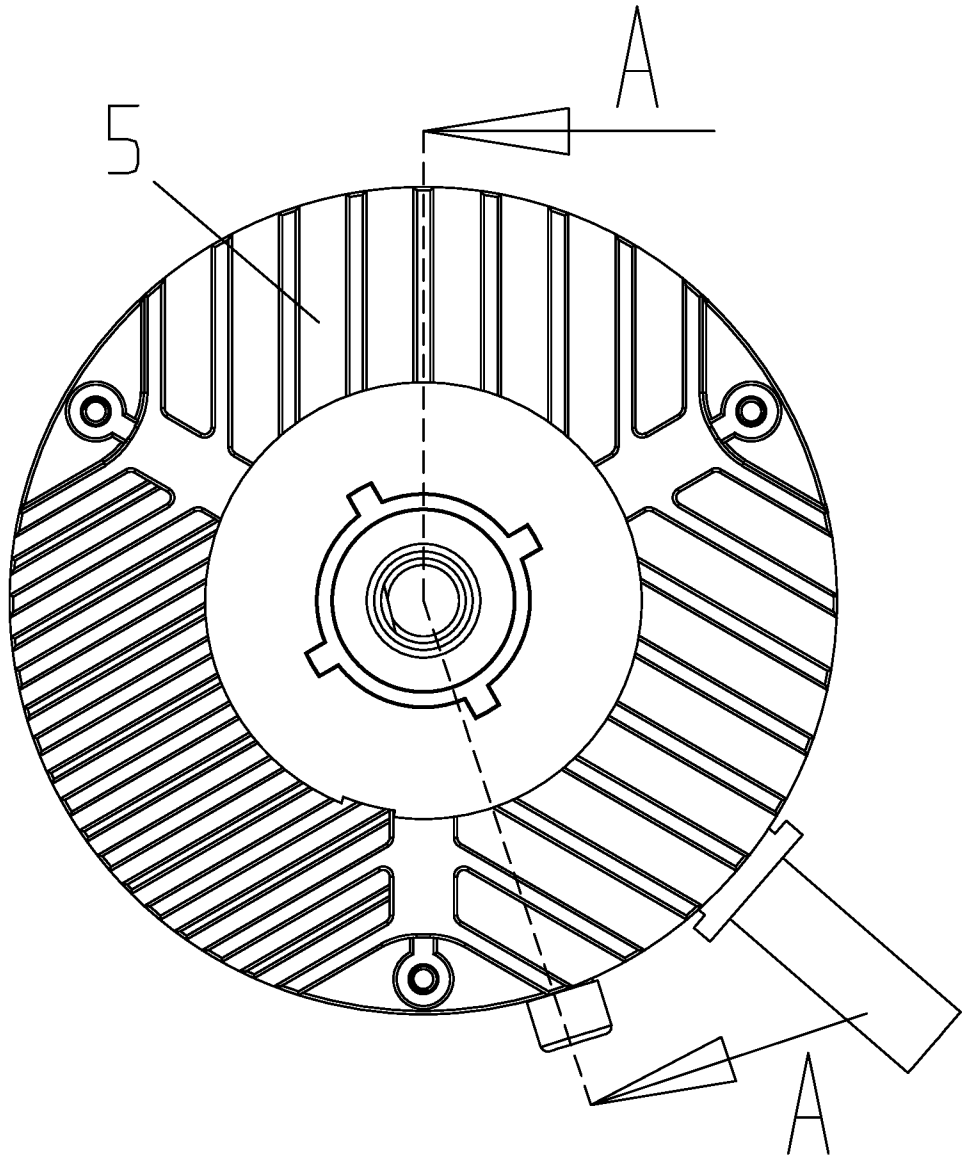


图 5

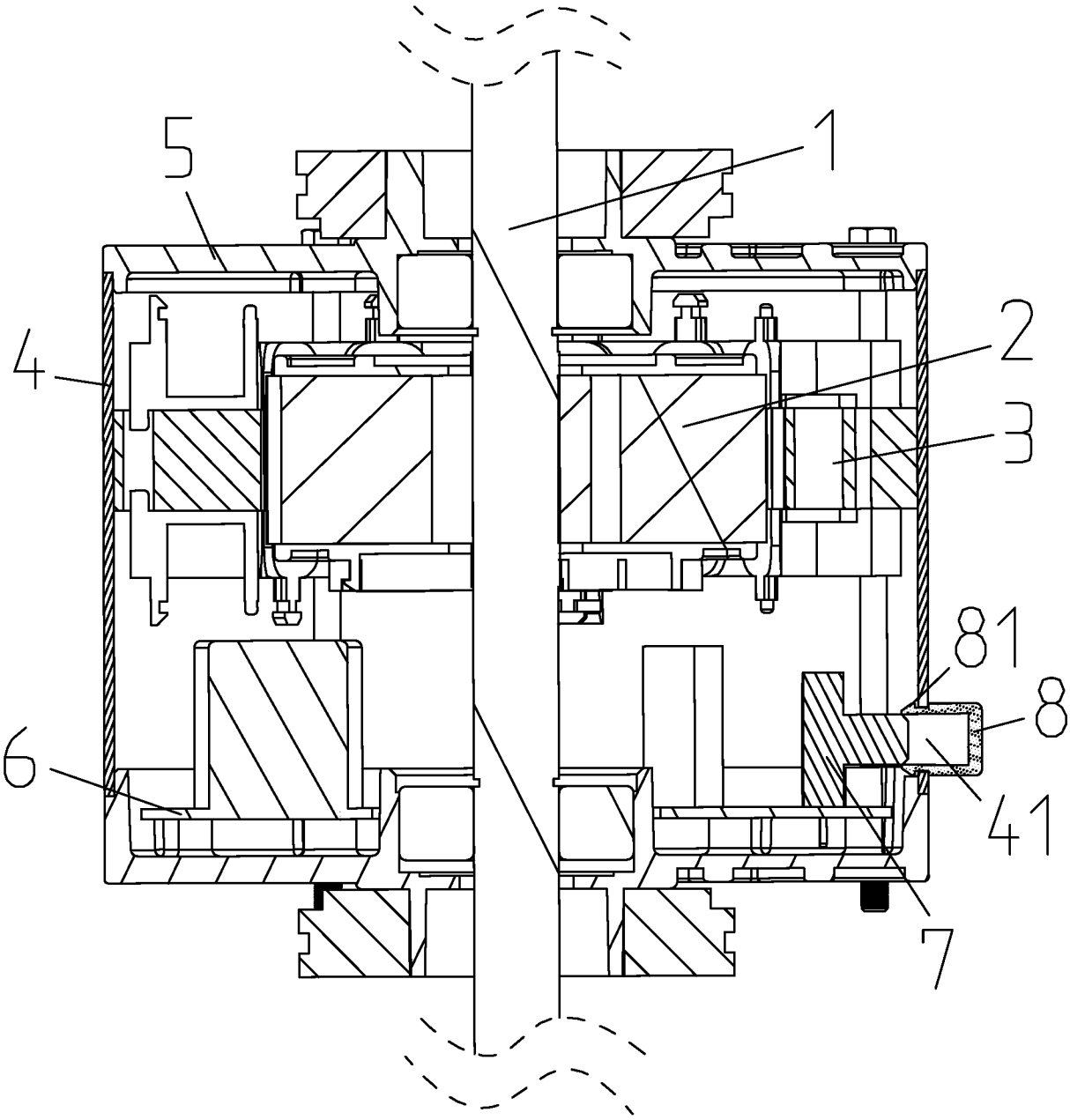


图 6

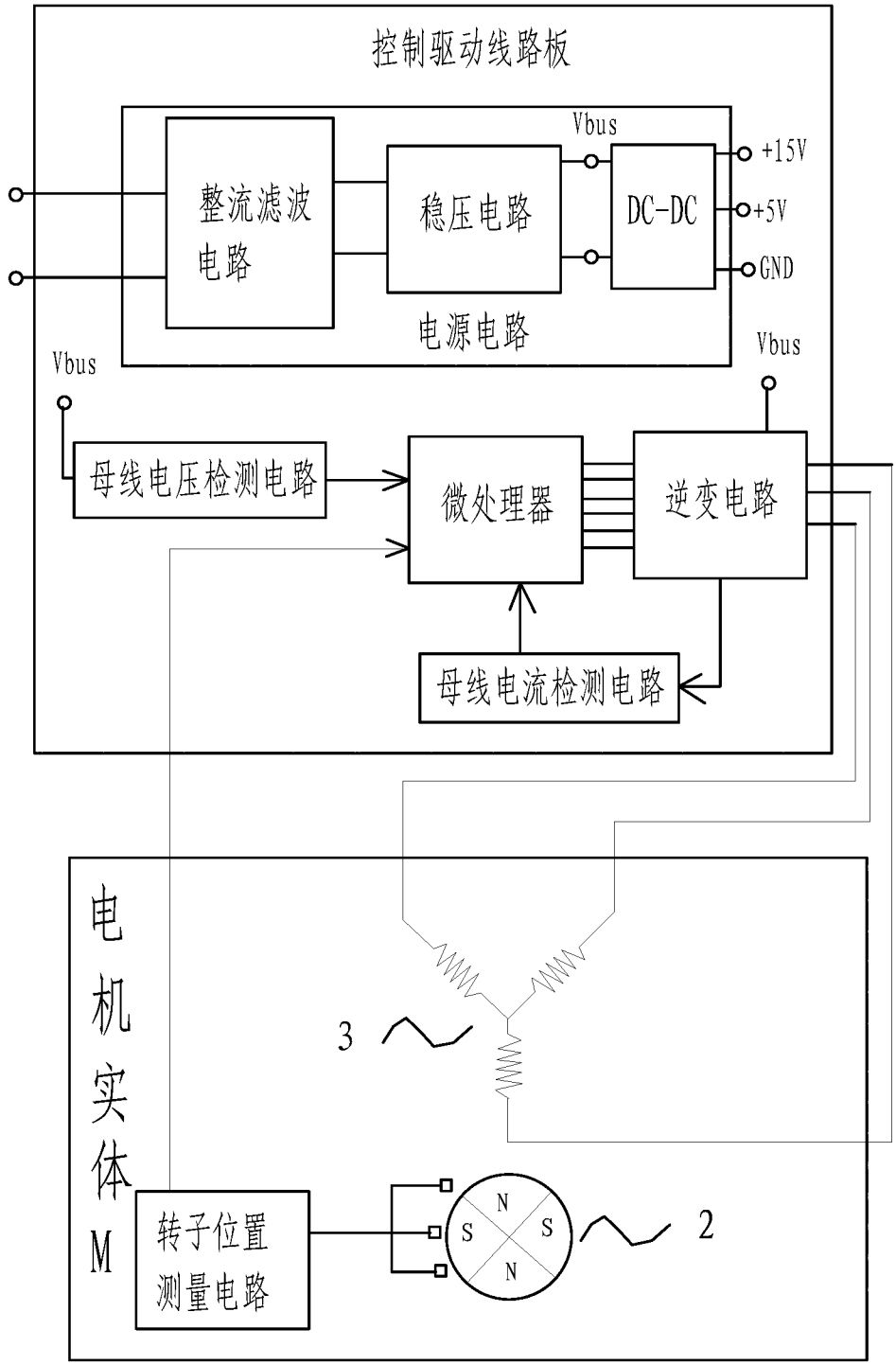

控制驱动线路板
整流滤波电路
稳压电路
Vbus
DC-DC
+15V
+5V
GND
电源电路
Vbus
Vbus
母线电压检测电路
微处理器
逆变电路
母线电流检测电路
电机实体M
3
转子位置测量电路
N
S
S
N
2

图 7

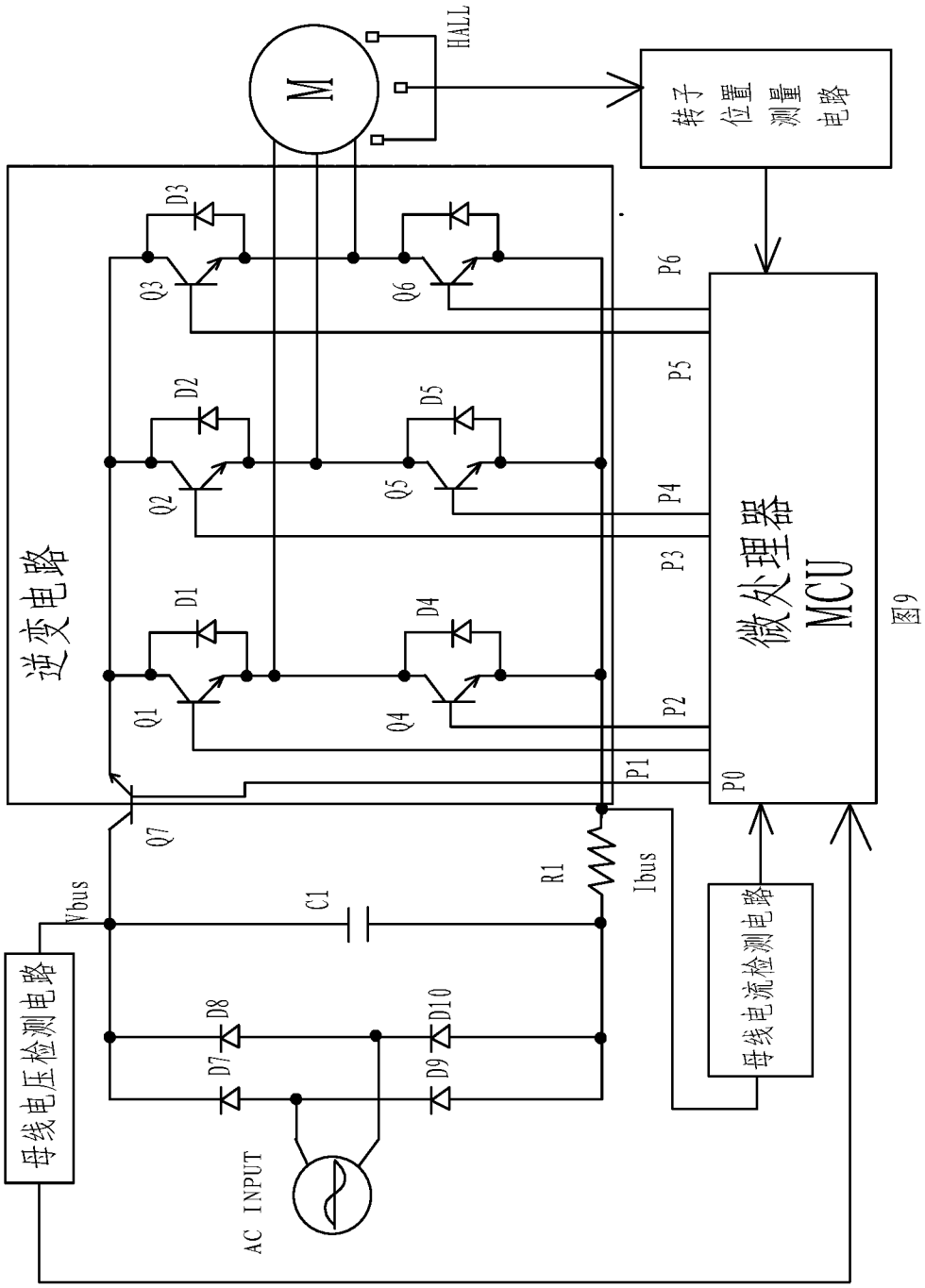

M
HALL
转子位置测量电路
逆变电路
D3
Q3
Q6
D2
Q2
D5
Q5
D1
Q1
D4
Q4
Q7
P6
P5
P4
P3
P2
P1
P0
微处理器
MCU
图9
Vbus
C1
R1
Ibus
母线电压检测电路
母线电流检测电路
D8
D7
D10
D9
AC INPUT

图 8

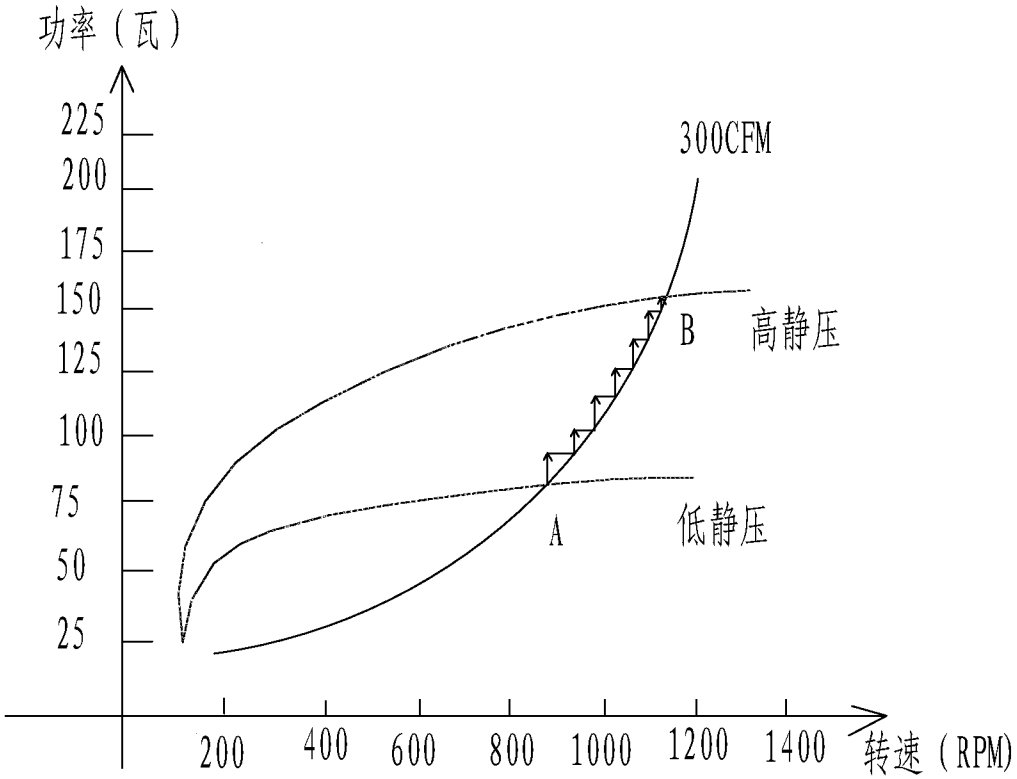

功率（瓦）
225
200
175
150
125
100
75
50
25
300CFM
B
高静压
A
低静压
200
400
600
800
1000
1200
1400
转速（RPM）

图 9

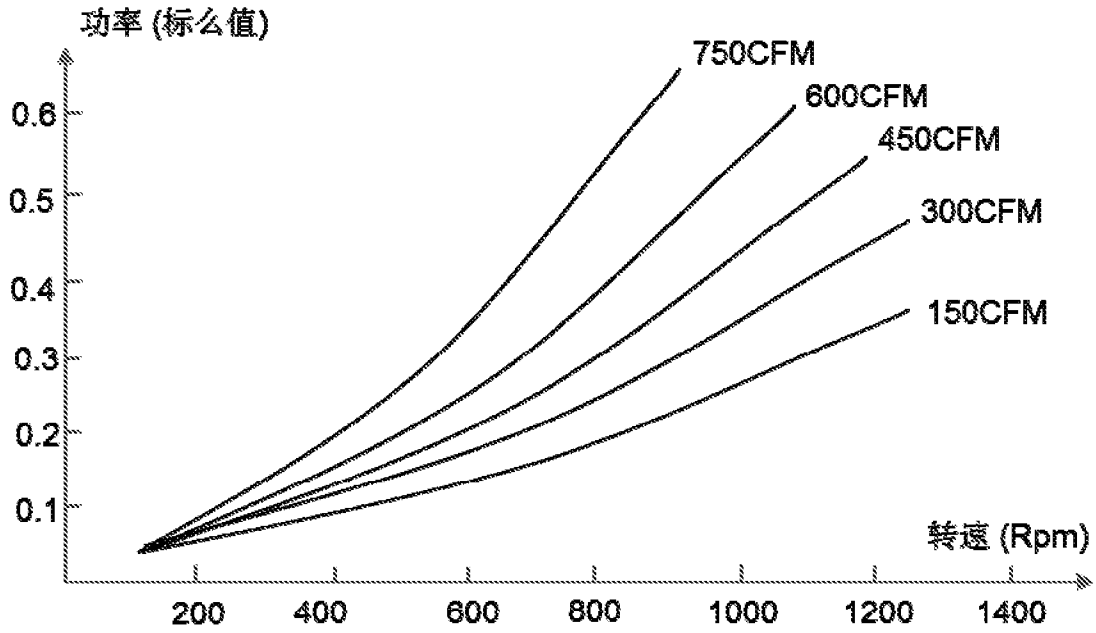

功率 (标么值)
750CFM
600CFM
450CFM
300CFM
150CFM
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
转速 (Rpm)
200
400
600
800
1000
1200
1400

图 10

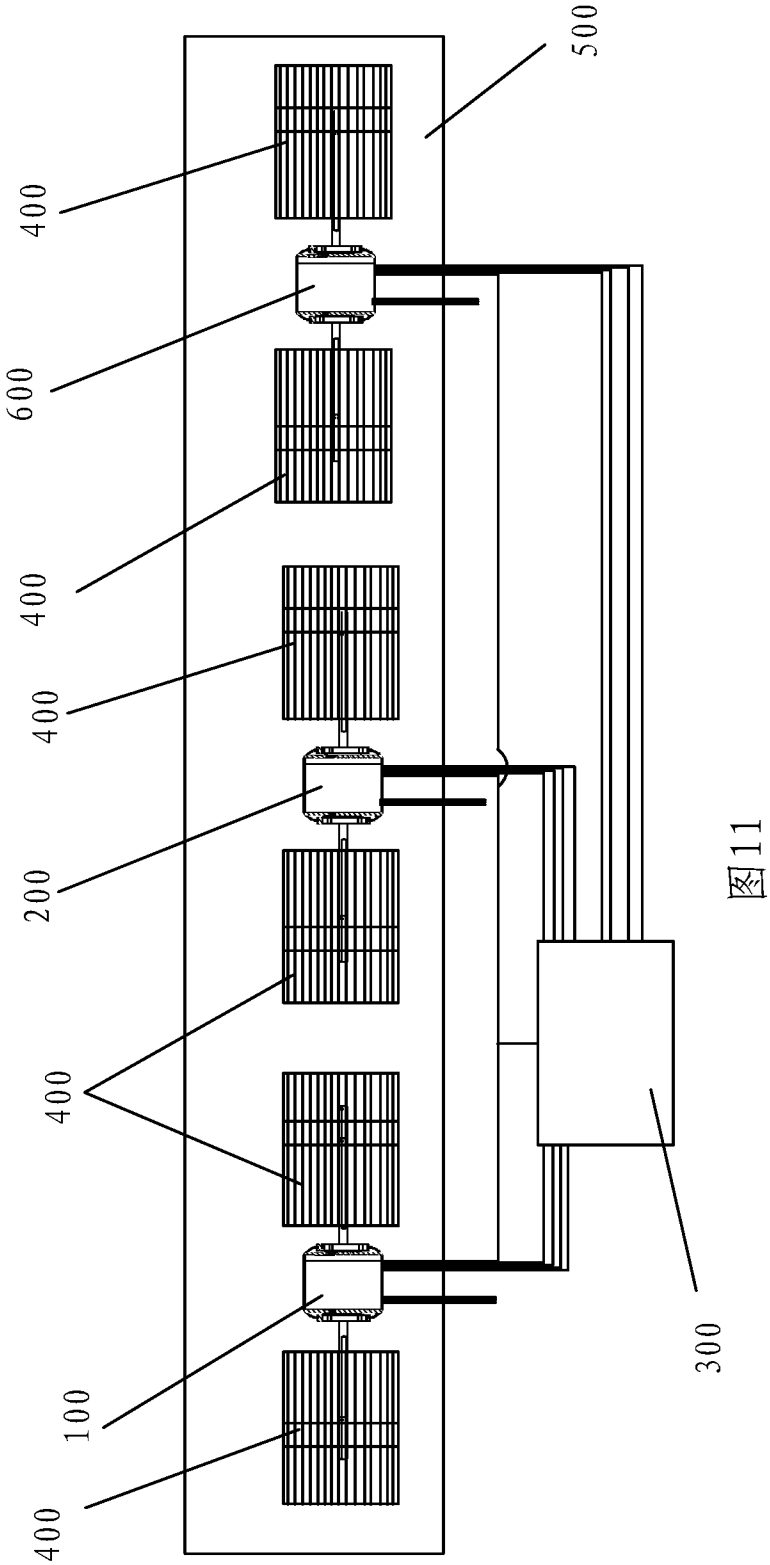


图11

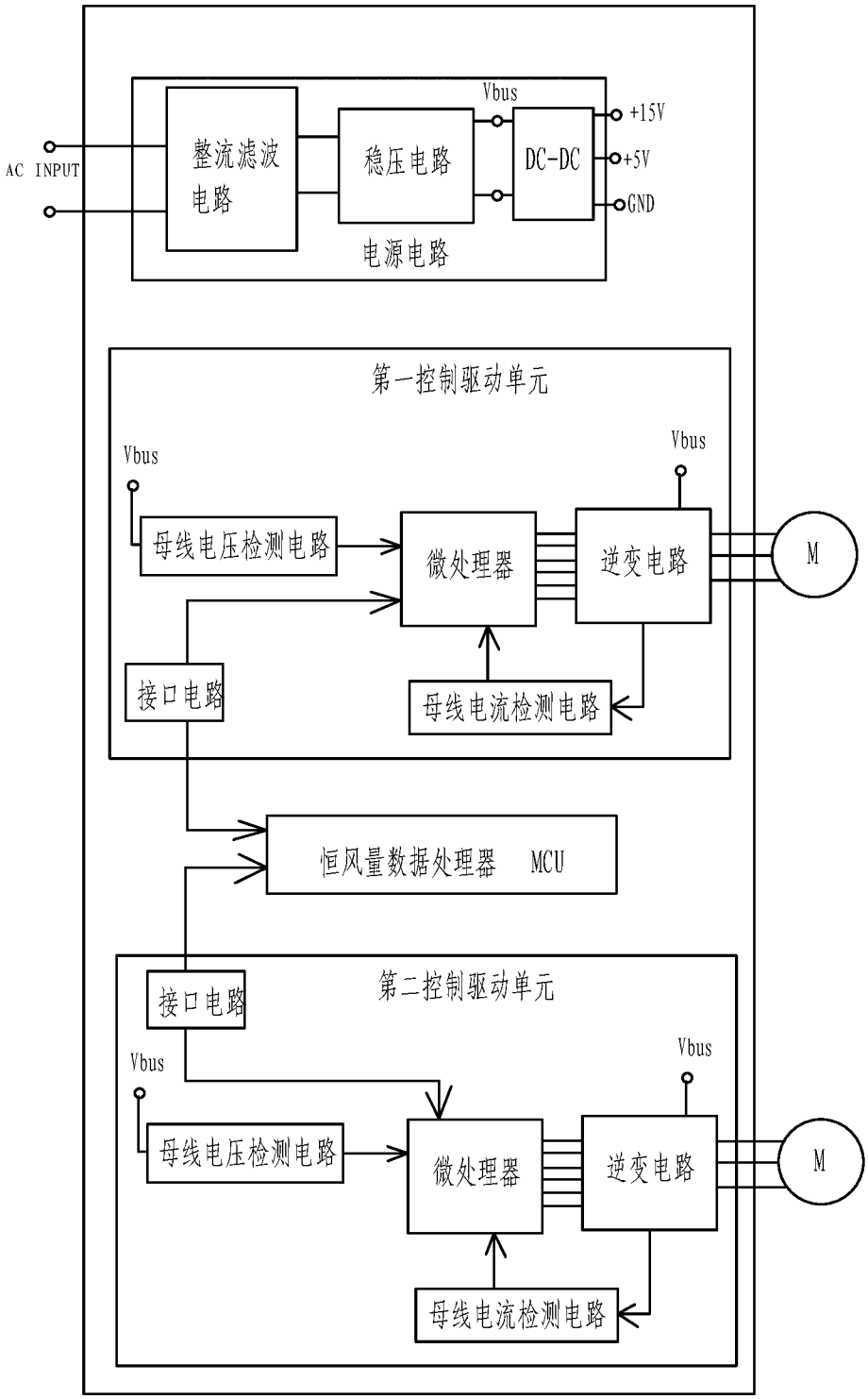

AC INPUT
整流滤波电路
稳压电路
Vbus
DC-DC
+15V
+5V
GND
电源电路
第一控制驱动单元
Vbus
母线电压检测电路
微处理器
逆变电路
Vbus
M
接口电路
母线电流检测电路
恒风量数据处理器 MCU
第二控制驱动单元
接口电路
Vbus
母线电压检测电路
微处理器
逆变电路
Vbus
M
母线电流检测电路

图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/075898

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 6/04 (2016.01) i; F24F 11/047 (2006.01) i; 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)

H02P; F24F

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)

CNABS; CNKI; DWPI; SIPOABS: air volume, control; ZHONGSHAN BROAD-OCEAN MOTOR; wind, air, two, double, multi+, fan, motor, volume, constant+.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105091230 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI), 25 November 2015 (25.11.2015), see description, paragraphs [0032]-[0049], and figures 1-3	1-15
A	CN 103809437 A (ZHONGSHAN BROAD-OCEAN MOTOR CO., LTD.), 21 May 2014 (21.05.2014), see the whole document	1-15
A	CN 102748843 A (HISENSE (SHANDONG) AIR-CONDITIONING CO., LTD.), 24 October 2012 (24.10.2012), see the whole document	1-15
A	EP 0821204 A1 (GEC ALSTHOM TRANSPORT SA), 28 January 1998 (28.01.1998), see the whole document	1-15
A	WO 2009054643 A2 (KYUNGDONG NAVIEN CO., LTD. et al.), 30 April 2009 (30.04.2009), see the whole document	1-15
A	EP 0892330 B1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY CO. et al.), 02 October 2002 (02.10.2002), see the whole document	1-15

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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.2016)	**11 October 2016 (11.10.2016)**
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 **HE, Danchao** Telephone No.: (86-10) **62085075**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/075898

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105091230 A	25 November 2015	None	
CN 103809437 A	21 May 2014	CN 103809437 B	29 June 2016
		JP 5753228 B2	22 July 2015
		EP 2730786 A1	14 May 2014
		CA 2828118 A1	13 May 2014
		US 9347453 B2	24 May 2016
		ES 2545253 T3	09 September 2015
		EP 2730786 B1	10 June 2015
		JP 2014098536 A	29 May 2014
		US 2014133999 A1	15 May 2014
		MX 2013012291 A	21 May 2014
CN 102748843 A	24 October 2012	CN 102748843 B	23 July 2014
EP 0821204 A1	28 January 1998	JP H1071950 A	17 March 1998
		US 5984773 A	16 November 1999
		DE 69722521 T2	29 April 2004
		FR 2751733 A1	30 January 1998
		ES 2201253 T3	16 March 2004
		CA 2210369 C	16 October 2007
		DE 69722521 D1	10 July 2003
		JP 4172602 B2	29 October 2008
		FR 2751733 B1	04 September 1998
		EP 0821204 B1	04 June 2003
		CA 2210369 A1	23 January 1998
WO 2009054643 A2	30 April 2009	EP 2208005 A4	25 May 2016
		KR 20090041851 A	29 April 2009
		CN 101836047 B	24 October 2012
		KR 100940021 B1	03 February 2010
		CN 101836047 A	15 September 2010
		WO 2009054643 A3	18 June 2009
		EP 2208005 A2	21 July 2010
EP 0892330 B1	02 October 2002	EP 0892330 A1	20 January 1999
		DE 69808393 T2	18 June 2003
		US 6408228 B1	18 June 2002
		DE 69808393 D1	07 November 2002
		US 6006142 A	21 December 1999
		JP H11193953 A	21 July 1999

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2016/075898

A. 主题的分类

H02P 6/04(2016.01)i; F24F 11/047(2006.01)i; F24F 11/00(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)

H02P; F24F

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）)

CNABS;CNKI;DWPI;SIPOABS:多，两，风机，电机，恒，风量，控制，中山大洋电机; wind, air, two, double, multi+, fan, motor, volume, constant+.

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	CN 105091230 A (珠海格力电器股份有限公司) 2015年 11月 25日 (2015-11-25) 参见说明书第[0032]-[0049]段， 图1-3	1-15
A	CN 103809437 A (中山大洋电机股份有限公司) 2014年 5月 21日 (2014-05-21) 参见全文	1-15
A	CN 102748843 A (海信山东空调有限公司) 2012年 10月 24日 (2012-10-24) 参见全文	1-15
A	EP 0821204 A1 (GEC ALSTHOM TRANSPORT SA) 1998年 1月 28日 (1998-01-28) 参见全文	1-15
A	WO 2009054643 A2 (KYUNGDONG NAVIEN CO LTD等) 2009年 4月 30日 (2009-04-30) 参见全文	1-15
A	EP 0892330 B1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY CO等) 2002年 10月 2日 (2002-10-02) 参见全文	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	国际检索报告邮寄日期
2016年 9月 13日	2016年 10月 11日
ISA/CN的名称和邮寄地址 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 传真号 (86-10)62019451	受权官员 何丹超 电话号码 (86-10)62085075

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/075898

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	105091230	A	2015年 11月 25日	无			
CN	103809437	A	2014年 5月 21日	CN	103809437	B	2016年 6月 29日
				JP	5753228	B2	2015年 7月 22日
				EP	2730786	A1	2014年 5月 14日
				CA	2828118	A1	2014年 5月 13日
				US	9347453	B2	2016年 5月 24日
				ES	2545253	T3	2015年 9月 9日
				EP	2730786	B1	2015年 6月 10日
				JP	2014098536	A	2014年 5月 29日
				US	2014133999	A1	2014年 5月 15日
				MX	2013012291	A	2014年 5月 21日
CN	102748843	A	2012年 10月 24日	CN	102748843	B	2014年 7月 23日
EP	0821204	A1	1998年 1月 28日	JP	H1071950	A	1998年 3月 17日
				US	5984773	A	1999年 11月 16日
				DE	69722521	T2	2004年 4月 29日
				FR	2751733	A1	1998年 1月 30日
				ES	2201253	T3	2004年 3月 16日
				CA	2210369	C	2007年 10月 16日
				DE	69722521	D1	2003年 7月 10日
				JP	4172602	B2	2008年 10月 29日
				FR	2751733	B1	1998年 9月 4日
				EP	0821204	B1	2003年 6月 4日
				CA	2210369	A1	1998年 1月 23日
WO	2009054643	A2	2009年 4月 30日	EP	2208005	A4	2016年 5月 25日
				KR	20090041851	A	2009年 4月 29日
				CN	101836047	B	2012年 10月 24日
				KR	100940021	B1	2010年 2月 3日
				CN	101836047	A	2010年 9月 15日
				WO	2009054643	A3	2009年 6月 18日
				EP	2208005	A2	2010年 7月 21日
EP	0892330	B1	2002年 10月 2日	EP	0892330	A1	1999年 1月 20日
				DE	69808393	T2	2003年 6月 18日
				US	6408228	B1	2002年 6月 18日
				DE	69808393	D1	2002年 11月 7日
				US	6006142	A	1999年 12月 21日
				JP	H11193953	A	1999年 7月 21日