

(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
2015 年 8 月 6 日 (06.08.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/113237 A1

(51) 国际专利分类号:
F24F 11/047 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/071723

(22) 国际申请日: 2014 年 1 月 28 日 (28.01.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(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: 张政 (ZHANG, Zheng); 中国广东省中山市西区沙朗第三工业区, Guangdong 528400 (CN)。王继忠 (WANG, Jizhong); 中国广东省中山市西区沙朗第三工业区, Guangdong 528400 (CN)。周一桥 (ZHOU, Yiqiao); 中国广东省中山市西区沙朗第三工业区, Guangdong 528400 (CN)。赵勇 (ZHAO, Yong); 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)。

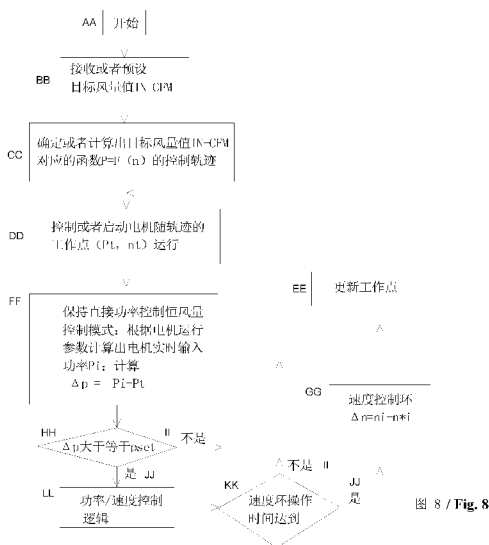
(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR CONSTANT AIR VOLUME CONTROL BY DIRECT POWER CONTROL OF PM MOTOR AND HVAC SYSTEM APPLYING SAME

(54) 发明名称: 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



(57) Abstract: A method for constant air volume control by direct power control of a PM motor and an HVAC system applying same. The method comprises the following steps: step A) starting a motor controller to receive a target air volume value IN-CFM; step B) obtaining a corresponding function $P=f(n)$ according to the target air volume value IN-CFM; step C) entering a mode of constant air volume control by direct power control: controlling the motor to reach a stable operating point (pt, nt) along a control trajectory of the function $P=f(n)$; step D) calculating real-time input power P_i of the motor according to operating parameters of the motor, and calculating $\Delta P=|P-P_i|$; step E) if ΔP is less than a set value P_{set} , maintaining the existing operating point; step F) if ΔP is greater than or equal to the set value P_{set} , calculating operating time of a speed loop to determine whether the operating time expires, and if the time does not expire, maintaining the existing operating point; and step G) if the time expires, entering a speed control loop to adjust the speed and realize a new operating point (P_i, n_i) on the trajectory, namely, making $pt=P_i$ and $nt=n_i$, and going back to step C. The method is especially suitable for air volume control in steady state, and has concise algorithms, low requirements on CPU operation, low cost, and high control precision.

(57) 摘要:

[见续页]

AA START
BB RECEIVE OR PRESET A TARGET AIR VOLUME VALUE IN-CFM
CC DETERMINE OR CALCULATE A CONTROL TRAJECTORY OF A FUNCTION $P=f(n)$ CORRESPONDING TO THE TARGET AIR VOLUME VALUE IN-CFM
DD CONTROL OR START THE MOTOR TO OPERATE WITH AN OPERATING POINT (PT, NT) ON THE TRAJECTORY
EE UPDATE THE OPERATING POINT
FF MAINTAIN THE MODE OF CONSTANT AIR VOLUME CONTROL BY DIRECT POWER CONTROL: CALCULATE REAL-TIME INPUT POWER P_i OF THE MOTOR ACCORDING TO OPERATING PARAMETERS OF THE MOTOR, AND CALCULATE $\Delta P=|P-P_i|$
GG SPEED CONTROL LOOP $\Delta P=n_i-n_t$
HH ΔP IS GREATER THAN OR EQUAL TO P_{set}
II NO
JJ YES
KK THE OPERATING TIME OF THE SPEED LOOP EXPIRES
LL POWER/SPEED CONTROL LOGIC



WO 2015/113237 A1



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))。

一种 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，包括如下步骤：步骤 A) 起动机控制器接收目标风量值 IN-CFM；步骤 B) 根据目标风量值 IN-CFM 获得对应的函数 $P=f(n)$ ；步骤 C) 进入直接功率控制恒风量控制模式；控制电机沿着函数 $P=f(n)$ 的控制轨迹到达一稳定的工作点 (p_t, n_t) ；步骤 D) 根据电机运行参数计算出电机实时输入功率 P_i ，计算 $\Delta P=|P-P_i|$ ；步骤 E) 若 ΔP 小于设定值 P_{set} ，保持现有工作点；步骤 F) 若 ΔP 大于等于设定值 P_{set} ，计算速度环的操作时间是否达到，如时间没有达到，保持现有工作点；步骤 G) 如时间已经达到，进入速度控制回路调节速度实现轨迹上的新工作点 (P_i, n_i) ，即令 $p_t=P_i$ ， $n_t=n_i$ ，回到步骤 C。它特别适用于稳态下的风量控制，算法简洁，对 CPU 运算要求不高，成本较低，控制精度较高。

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

技术领域：

本发明涉及变速电机的恒风量控制方法，尤其涉及 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法及其应用的 HVAC 系统和其他变速电机系统。

背景技术：

PM 电机，直流无刷永磁同步电机的简称，也可以称作 ECM 电机，因 PM 电机使用环境不同，其控制模式也不同，一般有：恒转速控制、恒力矩控制和恒风量控制等，恒风量控制在 HVAC（暖通系统）是较为常用的模式。

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，并使系统运行达到高效节能。

一般恒风量控制方法是直接安装风量计，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，当前空调厂商也通常采用无风量计的恒风量控制方法，有的要监视静压的变化来调速，有的计算公式涉及到对数计算或者高阶多项式，这需要电机控制器的 MCU 具有较强大的计算能力，进一步提高了成本。

美国专利 US4806833 公开了针对外部静压来改变电机转速，来获得恒风量。外部静压的变化是由电机自带的转速计感应的转速变化来计算的，风量计算通过力矩与转速的函数来控制；美国专利 US5736823a 也公开了一种恒风量控制方法，也是通过力矩与转速的函数来控制。

以上恒风量的控制方法使用转矩作为关键控制变量，存在如下的技术问题：

- 1) 力矩是一个机械变量，难以测量和计算它，会影响控制精度；
- 2) 力矩控制多用于动态控制的应用，但该恒风量控制是一个典型的稳态状态控制，因此并不很适用；

3) 力矩控制在电机控制中较为复杂, 最好的例子是矢量控制实现一个良好的转矩控制, 但该系统转矩控制的精度是受到系统硬件和软件的成本限制;

4) 力矩不是一个让消费者和政府管理, 了解系统的运行的特征参数。

换言之: 力矩是一个机械变量, 不易直接测量. 用力矩作变量控制来实现恒风量控制, 导致运算复杂, 成本较高, 而且力矩很难与政府主张的节能环保的管理和标准相联系, 不直观。

发明内容 :

本发明的目的是提供 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法及其应用的 HVAC 系统和其他变速电机系统, 它特别适用于稳态下的风量控制, 算法简洁, 对 CPU 运算要求不高, 成本较低, 控制精度较高, 有利于节能减排的控制。

本发明的目的是通过下述技术方案予以实现的。

PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法, 所述的 PM 电机安装在 HVAC 系统中以驱动风轮转动并具有定子组件、永磁转子组件以及, 电机控制器包括电机运行参数检测电路和微处理器, 其特征在于: 它包括如下步骤:

步骤 A) 起动电机控制器, 接收或预设的目标风量值 IN-CFM ;

步骤 B) 根据目标风量值 IN-CFM 获得对应的函数 $P = f(n)$, 其中 n 是转速, P 是电机的输入功率;

步骤 C) 进入直接功率控制恒风量控制模式: 控制电机或电机速度为零时启动电机, 使它沿着函数 $P = f(n)$ 的控制轨迹到达一稳定的工作点 (p_t, n_t) ; p_t, n_t 是位于满足恒风量控制函数 $P = f(n)$ 的轨迹上一对输入功率和转速;

步骤 D) 保持直接功率控制恒风量控制模式: 根据电机运行参数计算出电机实时输入功率 P_i ; 计算 $\Delta P = |P_t - P_i|$;

步骤 E) 若功率增量值 ΔP 小于设定值 P_{set} , , 保持现有工作点;

步骤 F) 若功率增量值 ΔP 大于等于设定值 P_{set} ; , 功率/转速控制逻辑将计算速度环的操作时间是否达到; 如果速度环的操作时间没有达到, 保持现有工作点;

步骤 G) 如果速度环的操作时间已经达到, 进入速度控制回路按 $\Delta n = |n_i - n_t|$ 调节速度, n_i 是实时转速, 实现轨迹上的新工作点 (P_i, n_i) , 即令 $P_t = P_i, n_t = n_i$, 回到步骤 C。

上述所述的电机运行参数检测电路包括母线电流检测电路和母线电压检测电路, 母线电流检测电路和母线电压检测电路检测实时母线电流 I_{bus} 和实时母线电压 V_{bus} , 电机实时输入功率 $P_i = I_{bus} \times V_{bus}$ 。

上述所述的电机运行参数检测电路包括相线电流检测电路和母线电压检测电路, 相线电流检测电路、母线电压检测电路检测相电流和母线电压数据输入到微处理器, 实时相电流和实时母线电压 V_{bus} 并转换成 $\alpha - \beta$ 坐标上的电流 I_α 、 I_β 、电压 V_α 、 V_β , 电机实时输入功率 $P_i = 3/2 (I_\alpha \cdot V_\alpha + I_\beta \cdot V_\beta)$ 。

上述所述的函数 $P = f(n)$ 是这样获得的: 先采集原始数据, 针对若干个目标风量, 从低静压一直调节到高静压, 这个静压要能涵盖应用的实际静压范围, 在调节静压的过程中, 让电机处于恒转速控制, 并通过调节电机转速 n 和电机实时输入功率 P_i 保持风量为目标风量, 并记录此时的电机稳态转速 n 和对应的电机实时输入功率 P_i , 这样, 针对若干个目标风量, 都产生了一组转速 n 和电机实时输入功率 P_i , 然后通过曲线拟合的方法产生若干个目标风量中每一个目标风量对应一个函数 $P = f(n)$ 。

如果外部输入目标风量值 $IN-CFM$ 都不等于上述测定的若干个目标风量的其中一个, 可以通过插值法, 拟合计算与任何外部输入目标风量值 $IN-CFM$ 相对应的函数 $P = f(n)$, 实现了全程任意目标风量的恒风量控制。

上述所述的电机实时输入功率 P_i 采用数字低通滤波器进行处理, 对实时母线电流 I_{bus} 、实时母线电压 V_{bus} 的数据采集时, 采用数字低通滤波器进行处理。

上述所述的函数关系式 $P = f(n)$ 是一个多项式函数: $P = C_1 + C_2 \times n + \dots + C_m \times n^{m-1}$, 其中 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 是系数, n 是电机转速值, 每一个目标风量对应一组 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 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 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 系数, 从而得到函数关系

式 $P = f(n)$ 。

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

一种应用权利要求 1 至 8 所述 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法的 HVAC 系统, 包括 PM 电机和风轮, PM 电机驱动风轮转动并具有定子组件、永磁转子组件以及电机控制器, PM 电机通过直接功率控制实现恒风量控制。

一种应用权利要求 1 至 8 所述 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法的变速电机系统, 包括变速电机和风轮, 变速电机驱动风轮转动并具有定子组件、转子组件以及电机控制器, 变速电机通过直接功率控制实现恒风量控制。

本发明与现有技术相比, 具有如下效果: 1) 利用实验手段得到若干个输入的目标风量值 CFM_{set} 对应的函数 $P = f(n)$, 根据电机转速 n 利用函数 $P = f(n)$ 换算成对应的电机输入功率的计算值 P_t , 检测实时母线电流 I_{bus} 或者相电流和实时母线电压 V_{bus} , 换算出矢量 $\alpha - \beta$ 坐标上的电流 I_α 、 I_β 和电压 V_α 、 V_β , 计算出电机实时输入功率 P_i , 比较电机输入功率的计算值 P_t 与电机实时输入功率 P_i 进行闭环控制, 它特别适用于稳态下的恒风量控制, 精度高, 成本低; 2) 本发明的恒风量是直接控制电机的输入功率, 电机输入功率是电变量, 测量容易且准确, 电机输入功率可以通过精度更高的直流母线电压, 直流母线电流或者相电流得到, 直接功率控制适合系统的稳态控制, 而风量控制本身是一个典型的稳态控制问题, 因此两者匹配起来使系统更加准确和稳定。直接功率控制是通过电机速度控制实现的, 精确高, 成本低; 3) 电机实时输入功率 P_i 采用数字低通滤波器进行处理, 计算精度更高, 成本更加低。

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 PM 电机的安装示意图;

图 3 是本发明 PM 电机的立体图;

图 4 是本发明 PM 电机的电机控制器的立体图;

图 5 是本发明 PM 电机的剖视图;

图 6 是本发明实施例一 PM 电机的电机控制器的一种实施电路方框图；

图 7 是图 6 对应的电路图；

图 8 是本发明实施例一的恒风量控制方法的控制流程图；

图 9 是本发明通过实验测得到一族恒风量拟合曲线；

图 10 是本发明 1 / 3HP 的 PM 电机直接功率控制恒风量的实验数据拟合曲线图；

图 11 是本发明利用插值法求解任意输入风量实验数据拟合曲线图

图 12 是本发明实施例一的恒风量控制方法的控制逻辑图；

图 13 是本发明实施例一的恒风量控制方法的一种控制过程示意图；

图 14 是本发明实施例一的恒风量控制方法的另一种控制过程示意图；

图 15 是本发明实施例一的恒风量控制方法的经过实验验证的测试结果图；

图 16 是本发明实施例二的 PM 电机的电机控制器的一种实施电路方框图；

图 17 是图 12 对应的电路图；

图 18 是传统的一个典型的 PM 电机矢量控制的原理图；

图 19 是传统的一个典型的 PM 电机矢量控制的各坐标系关系图；

图 20 是本发明实施例二的恒风量控制方法的控制逻辑图；

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。

本发明是如图 1 所示，在一个典型的空调通风管道里，安装了一个鼓风机系统（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 电机的鼓风机系统在不同的管道里，实际的风量会不同。如图 2 所示，1) 产品的控制是一个 HVAC 控制器，HVAC 控制器控制所有产品操作装置和通过一个定制的接口的外围电路和协议设置信息发送到 PM 电机控制器。2) 电机控制器包括一个微处理器——单片机或 DSP 电子板做电机控制，它

有一个电源部分向控制器各部分电路提供电力，电源是设置一个直流母线电压和电流。因此，电机的控制将进行功率传输。低成本和批量生产的电机控制器通常采用并联电阻电路作为电流和电压传感硬件，作为系统的反馈来控制电机驱动执行电机控制，例如矢量控制，直接转矩控制，和其他类型的传感器或无传感器控制。众所周知，任何电子组件运行期的变化，这些变化是影响检测精度和持久性的原因。3) PM 电机转子上有磁铁体和结构，在定子侧或槽中有多相绕组。当温度变化时，永磁体和绕组电阻会发生变化，这可能会导致电机控制不同的变化。电机制造过程通常产生也一定程度的变化，电机的老化，新的电机和旧电机，贡献的因素控制的准确性和持久性，在生活的时间等，从磁体的电动机的磁通会由于温度变化，退磁等。此外，电机轴失效的可能风险，系统的安全性，和要检测或实时监控。4) 鼓风机：鼓风机安装在电机轴上，旋转产生的气流以一定的速度。安装的位置可能会影响操作，增加摩擦，低流量，甚至是错误的旋转方向。5) 过滤：过滤器应定期更换和维修服务。但这可能是失去了在很长一段时间的跟踪。这将增加摩擦影响气流压力。6) 管道控制：管道系统可能会改变由于灰尘和管道破裂，区域控制和开/关风端口系统压力变化的原因。根据上面的实际情况如果做恒风量控制会产生很多不稳定因数。

如图 3、图 4、图 5 所示，PM 电机通常由电机控制器 2 和电机单体 1，所述的电机单体 1 包括定子组件 12、转子组件 13 和机壳组件 11，定子组件 13 安装在机壳组件 11 上，电机单体 1 安装有检测转子位置的霍尔传感器 14，转子组件 13 套装在定子组件 12 的内侧或者外侧组成，电机控制器 2 包括控制盒 22 和安装在控制盒 22 里面的控制线路板 21，控制线路板 21 一般包括电源电路、微处理器、母线电流检测电路、逆变电路和转子位置测量电路 14（即霍尔传感器），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，母线电流检测电路将检测的母线电路输入到微处理器，母线电压检测电路将直流母线电压输入到微处理器，微处理器控制逆变电路，逆变电路控制定子组件 12 的各相线圈绕组的通断电。

实施例一：

如图 6、图 7 所示，假设 PM 电机是 3 相无刷直流永磁同步电机，转子位置测量电路 14 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）经过由二极管 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 V_{bus} ，直流母线电压 V_{bus} 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 U_P 是 PWM 斩波输出电压， $U_P = V_{bus} * w$ ， w 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 U_P 可以改变直流母线电流 I_{bus} ，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 I_{bus} ，母线电流检测电路将电阻 R1 的检测母线电流 I_{bus} 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 P0，来控制电子开关管 Q7 的导通时间，以控制电机输入功率。

如图 8 所示，HVAC 系统中的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，所述的 PM 电机驱动风轮并具有定子组件、永磁转子组件以及电机控制器，所述的电机控制器包括微处理器、逆变电路、转子位置测量电路、母线电流检测电路、母线电压检测电路和电机输入功率控制电路（图中未画出），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 n ，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，微处理器控制逆变电路，逆变电路控制定子组件的各相线圈绕组的通断电，微处理器控制电机输入功率控制电路，其特征在于：它包括如下步骤：

步骤 A) 起动电机控制器，接收或预设的目标风量值 $IN-CFM$ ；

步骤 B) 根据目标风量值 IN-CFM 获得对应的函数 $P = f(n)$ ，其中 n 是转速， P 是电机的输入功率；

步骤 C) 进入直接功率控制恒风量控制模式：控制电机或电机速度为零时启动电机，使它沿着函数 $P = f(n)$ 的控制轨迹到达一稳定的工作点 (p_t, n_t) ； p_t, n_t 是位于满足恒风量控制函数 $P = f(n)$ 的轨迹上一对输入功率和转速；

步骤 D) 保持直接功率控制恒风量控制模式：根据电机运行参数计算出电机实时输入功率 P_i ；计算 $\Delta P = |P_t - P_i|$ ；

步骤 E) 若功率增量值 ΔP 小于设定值 P_{set} ，保持现有工作点；

步骤 F) 若功率增量值 ΔP 大于等于设定值 P_{set} ；功率/转速控制逻辑将计算速度环的操作时间是否达到；如果速度环的操作时间没有达到，保持现有工作点；

步骤 G) 如果速度环的操作时间已经达到，进入速度控制回路按 $\Delta n = |n_i - n_t|$ 调节速度， n_i 是实时转速，实现轨迹上的新工作点 (P_i, n_i) ，即令 $P_t = P_i, n_t = n_i$ ，回到步骤 C。

上述所述的上述所述的函数 $P = f(n)$ 是这样获得的：先采集原始数据，针对若干个目标风量，从低静压一直调节到高静压，这个静压要能涵盖应用的实际静压范围，在调节静压的过程中，让电机处于恒转速控制，并通过调节电机转速 n 和电机实时输入功率 P_i 保持风量为目标风量，并记录此时的电机稳态转速 n 和对应的电机实时输入功率 P_i ，这样，针对若干个目标风量，都产生了一组转速 n 和电机实时输入功率 P_i ，然后通过曲线拟合的方法产生若干个目标风量中每一个目标风量对应一个函数 $P = f(n)$ 。

上述所述如果外部输入目标风量值 IN-CFM 都不等于上述测定的若干个目标风量的其中一个，可以通过插值法，拟合计算与任何外部输入目标风量值 IN-CFM 相对应的函数 $P = f(n)$ 。实现了全程任意目标风量的恒风量控制。

上述所述的函数关系式 $P = f(n)$ 是一个多项式函数： $P = C_1 + C_2 \times n + \dots + C_m \times n^{m-1}$ ，其中 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 是系数， n 是电机转速值，每一个目标风量对应一组

$C_1, C_2, \dots, C_m$ 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 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 系数，从而得到函数关系式 $P = f(n)$ 。

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 PM 电机驱动的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： $CFM = F(P, \text{speed}, \text{pressure})$ ，其中 CFM 是风量，P 是功率，speed，是速度，pressure 是静压。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。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 9 中，特性曲线代表保持控制功率和速度的恒风量物理特性，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：

$F(A, B, C) = \sum_i^m (Y_i - (C1 + C2 \times n + C3 \times n^2))^2$ ，通过 $\partial F / \partial A = 0$, $\partial F / \partial B = 0$, and $\partial F / \partial C = 0$ ，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 $P = C_1 + C_2 \times n + C_3 \times n^2 + \dots + C_m \times n^{m-1}$ ，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	0.00	0.00	0.00
600	0.00	0.00	0.00
750	0.00	0.00	0.00
900	0.00	0.00	0.00

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 H₂O。保持预设恒风量 CCFM 输出，获得一个对应图 10 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。

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

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

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

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

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

即得到 $P = C_1 + C_2 \times n + C_3 \times n^2$ ，方程（3）到（7）建模曲线提供了几个恒风量 CFM 需求的 5 个选择工作点的轨迹，Power 是功率，n 是转速。

如图 11 所示，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。基于需求的 IN-CFM=525cfm，三个选定的速度 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 ，确定在这些速度计算出功率值，利用这两个模型曲线对应的方程对于双功率点在选定的速度，线性加权插值可以用来计算 P 值。首先列出矩阵数据如下。

$$\begin{bmatrix} P_i \\ P_1(600) \\ P_2(450) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_1 & \omega_2 & \omega_3 \\ P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \end{bmatrix}$$

对于一对功率点 (P_{1i}, P_{2i}) 对应一个选定的速度 ω ，选定的速度 ω_1 、 ω_2 、 ω_3 对应 3 对功率点 (P_{1i}, P_{2i}) ，线性加权插值可以用来计算 P_i 值为

$$P_i = P_{2i} + w \cdot (P_{1i} - P_{2i})。$$

权重值 W 是这样计算的： $w = \frac{CFM - CFM2}{CFM1 - CFM2}$

注意该 $CFM2 \leq IN-CFM \leq CFM1$ ，等 $0 \leq w \leq 1$ 。下面的矩阵方程可计算的，

$$\begin{bmatrix} \omega_1^2 & \omega_1 & 1 \\ \omega_2^2 & \omega_2 & 1 \\ \omega_3^2 & \omega_3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix}$$

这样对应的 IN-CFM=525cfm 的函数 $P = C_1 + C_2 \times n + C_3 \times n^2$ 能被得到。解决这个矩阵方程，对 C_1 、 C_2 、 C_3 系数可以计算。因此，任何需求输入风量 IN-CFM 都可以得到功率方程。由于这一过程是在电机控制器里面的微处理器——单片机初始化完成，所以功率的计算不需要消耗较多实时的 CPU 资源。

电机实时输入功率 P_i 采用数字低通滤波器进行处理：无限脉冲响应滤波器的滤波技术的应用，假设输入和输出采样在采样周期内（PWM 开关频率）。功率输入的序列表示 $(P_{in1}, \dots, P_{ini}, \dots, P_{inn})$ 和功率输出的序列来表示 $(P_{out1}, \dots, P_{outi}, \dots, P_{outn})$ ，对应于同一时间点，然后低通滤波器可以考虑作为：

$$P_{ini} - P_{outi} = T \frac{P_{outi} - P_{outi-1}}{\Delta t} \quad \text{其中 } T: \text{时间常数};$$

以上条款后，重新给出了递推关系，离散时间，低通滤波器可以表示为指数

加权移动平均。

$$p_{outi} = a \cdot p_{ini} + (1 - a) \cdot p_{outi-1}$$

其中

$$a = \frac{\Delta t}{T + \Delta t}$$

根据定义，平滑因子 $0 \leq a \leq 1$ 。如果 $a = 0.5$ ，那么时间常数等于采样周期。如果 $a \ll 0.5$ ，那么时间常数是显著大于采样间隔。

$$T = \Delta t \left(\frac{1 - a}{a} \right)$$

电力滤波在 DPC 控制， $a \leq 0.01$ 。所以 $\Delta t = aT$ 。

从一个滤波器输出到下一个变化是以前的输出和输入之间的差异成比例，这一平滑性指数衰减的比例在连续时间系统。正如预期的那样，随着时间的不断增加，离散时间平滑因子 a 减小，和功率输出的序列来表示（ $P_{out1}, \dots, P_{outi}, \dots, P_{outn}$ ）反应比较慢，在功率输入的序列表示（ $P_{in1}, \dots, P_{ini}, \dots, P_{inn}$ ）因此系统具有更高的惯性。

这种过滤技术也可以应用于直流母线电压，直流母线电流的两个信号处理计算。

可以看出，本直接功率控制 DPC (Direct Power Control) 使用转速控制来实现功率控制。功率/转速控制逻辑的功能是协调功率/转速回路时间常数以保证系统的稳定性。控制可以通过控制电机的精确控制, 转矩控制比较。无论是标量或矢量控制中，速度控制较转矩控制更有效., 提高控制精度。

DPC 控制是通过独特的功率和风机负载速度特性进行速度控制。电机从零转速到高转速，功率也是这样从零到增大。电机的转速将上升直至达到一对工作点 A（功率，速度），是静态压力点，如图 13 所示，当静态压力突然增大，在速度控制模式下，电机提供更多的功率（或更大的扭矩）保持速度，由于较高的静压力需要很大的功率要求。功率会突然上升到更高的，当电机系统达到了一

个新的工作点的“B”以相同的速度，该算法将知道这是不是在恒定的 CFM 轨迹曲线工作点，从而确定一对功率/速度点“C”。但 C 点不是一个稳定的工作点，由于高功率的要求，然后去“D”点，反复，等收敛到一个新的稳定工作点的“G”，结束。

在实施中，我们可以减少功率波动突然变化时，通过使用受限制的功率增量控制。它显示在图 14 中，增量功率可以被指定为 ΔP 。只要功率变化超过该功率增量 ΔP ，速度控制将进行速度控制。在这种方式中，所有的工作点在对应恒风量 CFM 轨迹曲线一个正负带宽下工作。静压变化过渡过程中的风流控制系统是稳定的。

如图 15 所示，上述电机直接功率控制恒风量控制方法和算法已在我们的 PM 电机控制器上试验，所有的系统性能，满足了如图 15 所示的要求。

图 12 是本算法在 PM 电机标量控制应用的逻辑框图，输入功率由直流母线电压，电流计算获得。功率及转速将被限幅于最大功率 P_{max} ，及转速 n_{max} 之内。

通过反馈的直流母线电流/电压计算电机实时输入功率值 P_i ，那么根据外部输入的风量 IN-CFM 与功率/速度数据匹配，得到电机输入功率的计算值 P_t ，比较电机输入功率的计算值 P_t 与电机实时输出功率 P_i ，得到功率差 ΔP ，功率差 ΔP 被限制，避免功率差 ΔP 过大，调节功率波动较大。功率差 ΔP 通过功率/速度控制逻辑输出，进行速度环控制，PWM 变频器进行转速控制。

实施例二：本实施例与实施例一的最大不同点是关于：电机实时输入功率 P_i 的计算，实施例 1 采用标量控制，即采集实时母线电流 I_{bus} 和实时母线电压计算出电机实时输入功率 $P = I_{bus} \times V_{bus}$ 。但本实施例的 PM 电机采用无传感器的矢量控制，电机实时输入功率 P_i 的计算较为复杂。

如图 16、图 17 所示，假设 PM 电机是基于无转子位置传感器的矢量控制的 3 相无刷直流永磁同步电机，相电流检测电路检测定子绕组的相电流然后输入到微处理器，微处理器里面的流量观测器根据相的电流和直流母线电压计算转子

的转速 n 和转子位置。交流输入 (AC INPUT) 经过由二极管 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 V_{bus} , 直流母线电压 V_{bus} 与输入交流电压有关。图 18 是一个典型的矢量控制的方框图。

如图 19 所述, 是一个典型的矢量控制的坐标系统图, 矢量控制在教科书和专利文献上均有详细记载, 所以在此没有必要叙述。知道控制的目标转速, 就可以利用矢量控制实现闭环控制。图中有 3 个坐标系, 一个固定笛卡尔坐标系 ($\alpha - \beta$ 坐标), 一个是转子旋转坐标 ($d-q$ 轴坐标系), 一个是定子磁通旋转坐标系 ($ds-q_s$ 轴坐标系)。图中, ω 代表转子速度, θ 是 $d-q$ 轴坐标系与 $\alpha - \beta$ 坐标的旋转夹角, δ 是 $d-q$ 轴坐标系与 $ds-q_s$ 轴坐标系的旋转负载角。因此 $d-q$ 轴坐标系的矢量电流和矢量电压可以转换为 $\alpha - \beta$ 坐标系的电流和电压。

在图 16、图 17 中矢量控制中, 电机运行参数检测电路包括相电流检测电路和母线电压检测电路, 相电流检测电路、母线电压检测电路检测相电流和母线电压数据输入到微处理器, 实时相电流和实时母线电压 V_{bus} 并转换成为 $\alpha - \beta$ 坐标上的电流 I_α 、 I_β 、电压 V_α 、 V_β , 电机实时输入功率 $P_i = 3/2 (I_\alpha \times V_\alpha + I_\beta \times V_\beta)$

如图 20 所示, 在无传感器矢量控制 PM 电机系统, DPC 恒风量控制方法的逻辑框图. 输入功率由矢量控制算出. 此功率经滤波后用于功率控制. 磁通观测器估算转子转速和转子位置, 那么根据外部输入的风量 IN-CFM 与功率/速度数据匹配, 利用函数 $P = f(n)$ 换算成对应的电机输入功率的计算值 P_t , 比较电机输入功率的计算值 P_t 与电机实时输出功率 P_i , 得到功率差 ΔP , 功率差 ΔP 被限制, 避免功率差 ΔP 过大, 调节功率波动较大。功率差 ΔP 通过功率/速度控制逻辑输出, 进行速度环控制, 速度环控制通过矢量控制得以实现。

权利要求

1、PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，所述的 PM 电机安装在 HVAC 系统中以驱动风轮转动并具有定子组件、永磁转子组件以及电机控制器，所述的电机控制器包括电机运行参数检测电路和微处理器，其特征在于：它包括如下步骤：

步骤 A) 起动电机控制器，接收或预设的目标风量值 $IN-CFM$ ；

步骤 B) 根据目标风量值 $IN-CFM$ 获得对应的函数 $P=f(n)$ ，其中 n 是转速， P 是电机的输入功率；

步骤 C) 进入直接功率控制恒风量控制模式：控制电机或电机速度为零时启动电机，使它沿着函数 $P=f(n)$ 的控制轨迹到达一稳定的工作点 (p_t, n_t) ； p_t, n_t 是位于满足恒风量控制函数 $P=f(n)$ 的轨迹上一对输入功率和转速；

步骤 D) 保持直接功率控制恒风量控制模式：根据电机运行参数计算出电机实时输入功率 P_i ，计算功率增量值 $\Delta P=|P_t-P_i|$ ；

步骤 E) 若功率增量值 ΔP 小于设定值 P_{set} ，保持现有工作点；

步骤 F) 若功率增量值 ΔP 大于等于设定值 P_{set} ，功率/转速控制逻辑将计算速度环的操作时间是否达到，如果速度环的操作时间没有达到，保持现有工作点；

步骤 G) 如果速度环的操作时间已经达到，进入速度控制回路按 $\Delta n=|n_i-n_t|$ 调节速度， n_i 是实时转速，实现轨迹上的新工作点 (P_i, n_i) ，即令 $P_t=P_i, n_t=n_i$ ，回到步骤 C。

2、根据权利要求 1 所述的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，其特征在于：电机运行参数检测电路包括母线电流检测电路和母线电压检测电路，母线电流检测电路和母线电压检测电路检测实时母线电流 I_{bus} 和实时母线电压 V_{bus} ，电机实时输入功率 $P_i=I_{bus} \times V_{bus}$ 。

3、根据权利要求 1 所述的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，其特征在于：电机运行参数检测电路包括相线电流检测电路和母线电压检测电路，

相线电流检测电路、母线电压检测电路检测相电流和母线电压数据输入到微处理器，实时相电流和实时母线电压 V_{bus} 并转换成 $\alpha - \beta$ 坐标上的电流 I_α 、 I_β 、电压 V_α 、 V_β ，电机实时输入功率 $P_i = 3/2 (I_\alpha \cdot V_\alpha + I_\beta \cdot V_\beta)$ 。

4、根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，其特征在于：上述所述的函数 $P = f(n)$ 是这样获得的：先采集原始数据，针对若干个目标风量，从低静压一直调节到高静压，这个静压要能涵盖应用的实际静压范围，在调节静压的过程中，让电机处于转速控制，并通过调节电机转速 n 和电机实时输入功率 P_i 保持风量为目标风量，并记录此时的电机稳态转速 n 和对应的电机实时输入功率 P_i ，这样，针对若干个目标风量，都产生了一组转速 n 和电机实时输入功率 P_i ，然后通过曲线拟合的方法产生若干个目标风量中每一个目标风量对应一个函数 $P = f(n)$ 。

5、根据权利要求 4 所述的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，其特征在于：如果外部输入目标风量值 $IN-CFM$ 都不等于上述测定的若干个目标风量的其中一个，可以通过插值法，拟合计算与任何外部输入目标风量值 $IN-CFM$ 相对应的函数 $P = f(n)$ ，实现了全程任意目标风量的恒风量控制。

6、根据权利要求 2 所述的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，其特征在于：电机实时输入功率 P_i 采用数字低通滤波器进行处理，对实时母线电流 I_{bus} 、实时母线电压 V_{bus} 的数据采集时，采用数字低通滤波器进行处理。

7、根据权利要求 4 所述的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，其特征在于：上述所述的函数关系式 $P = f(n)$ 是一个多项式函数： $P = C_1 + C_2 \times n + \dots + C_m \times n^{m-1}$ ，其中 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 是系数， n 是电机转速值，每一个目标风量对应一组 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 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 $C_1, C_2, \dots, C_m$ 系数，从而得到函数关系式 $P = f(n)$ 。

8、根据权利要求 7 所述的 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法，其特征在于：函数关系式 $P = f(n)$ 是一个二阶函数： $P = C_1 + C_2 \times n + C_3 \times n^2$ 。

9、一种应用权利要求 1 至 8 所述 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法的 HVAC 系统, 包括 PM 电机和风轮, PM 电机驱动风轮转动并具有定子组件、永磁转子组件以及电机控制器, PM 电机通过直接功率控制实现恒风量控制。

10 一种应用权利要求 1 至 8 所述 PM 电机直接功率控制的恒风量控制方法的变速电机系统, 包括变速电机和风轮, 变速电机驱动风轮转动并具有定子组件、转子组件以及电机控制器, 变速电机通过直接功率控制实现恒风量控制。

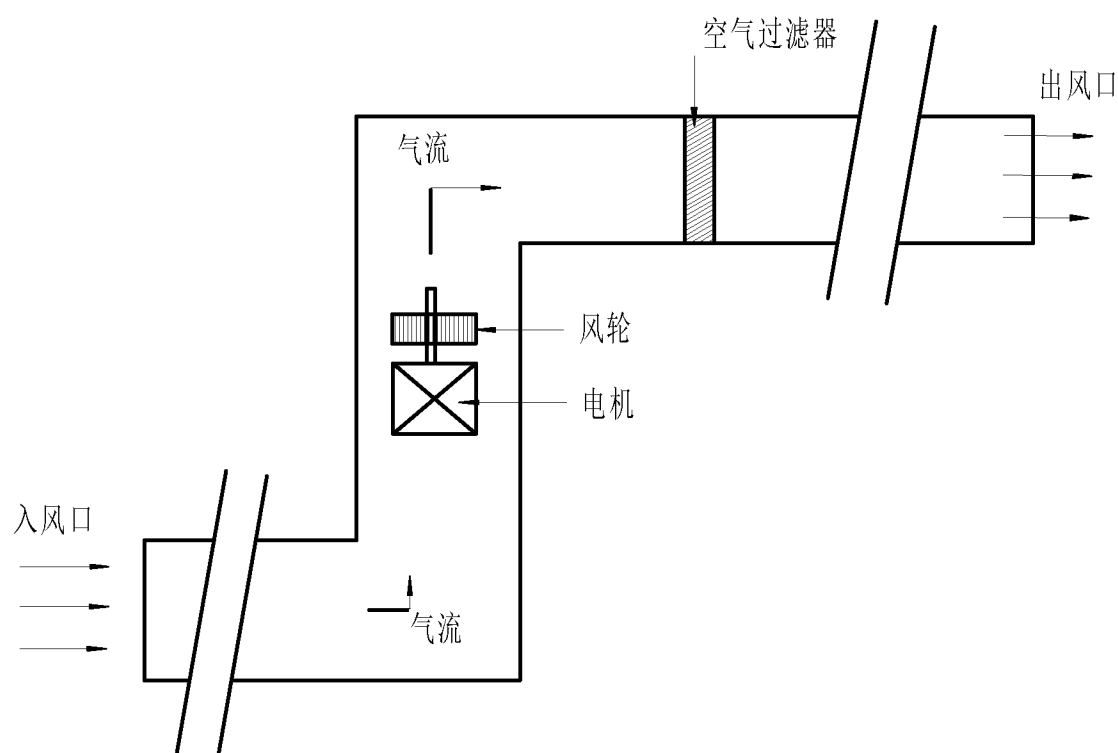


图 1

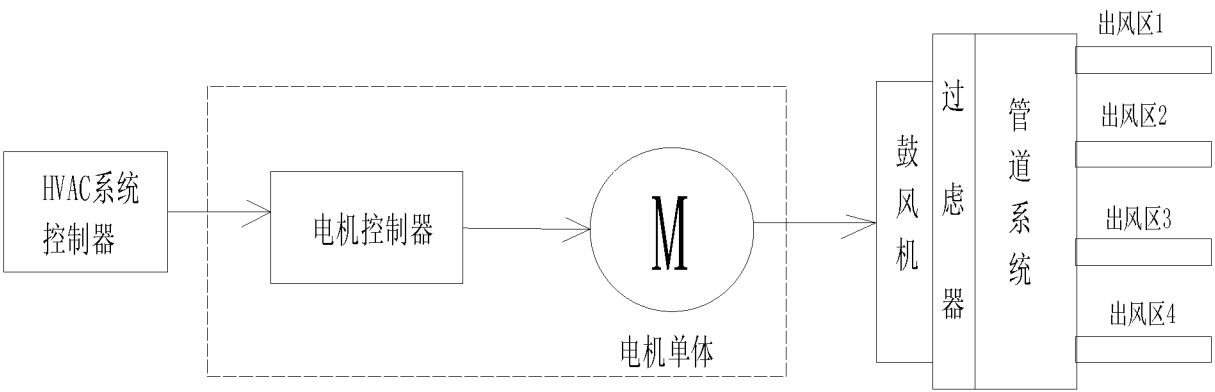


图 2

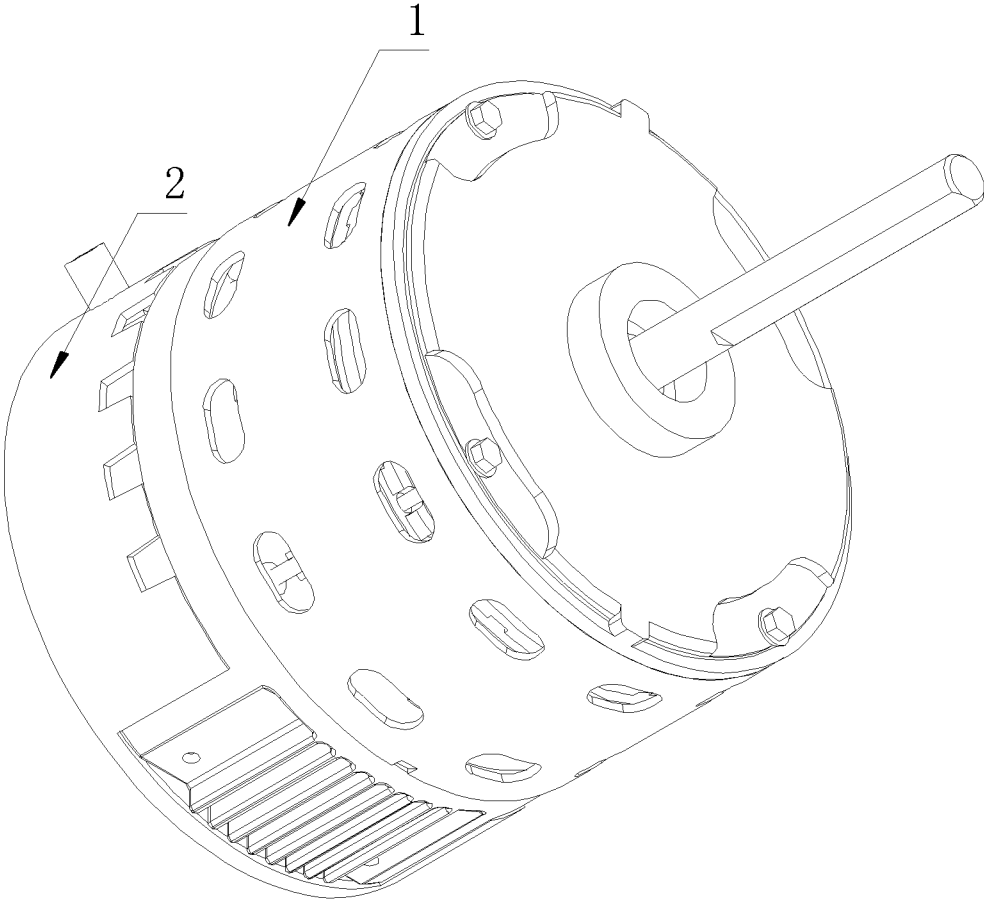


图 3

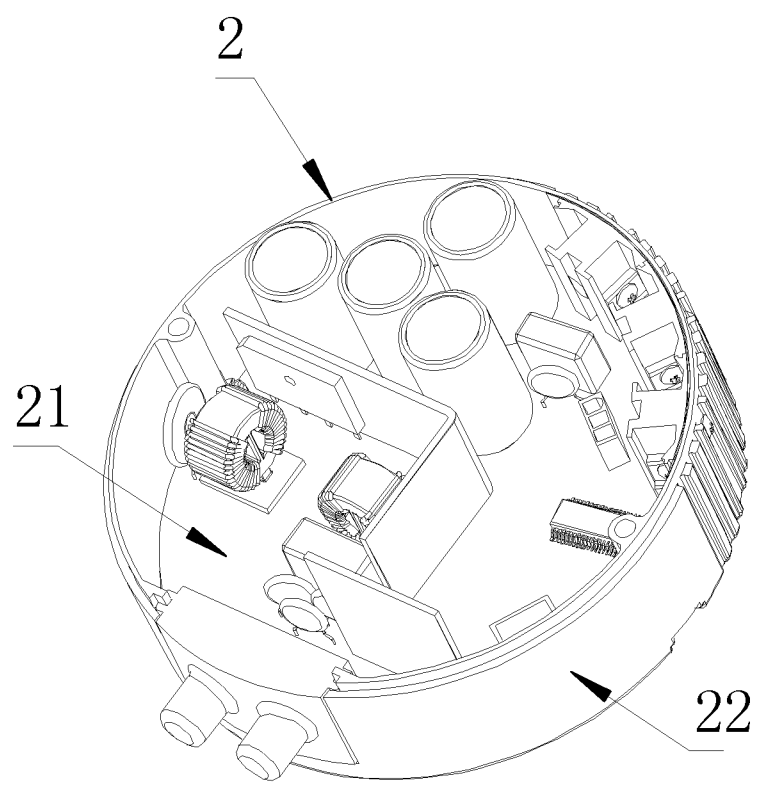


图 4

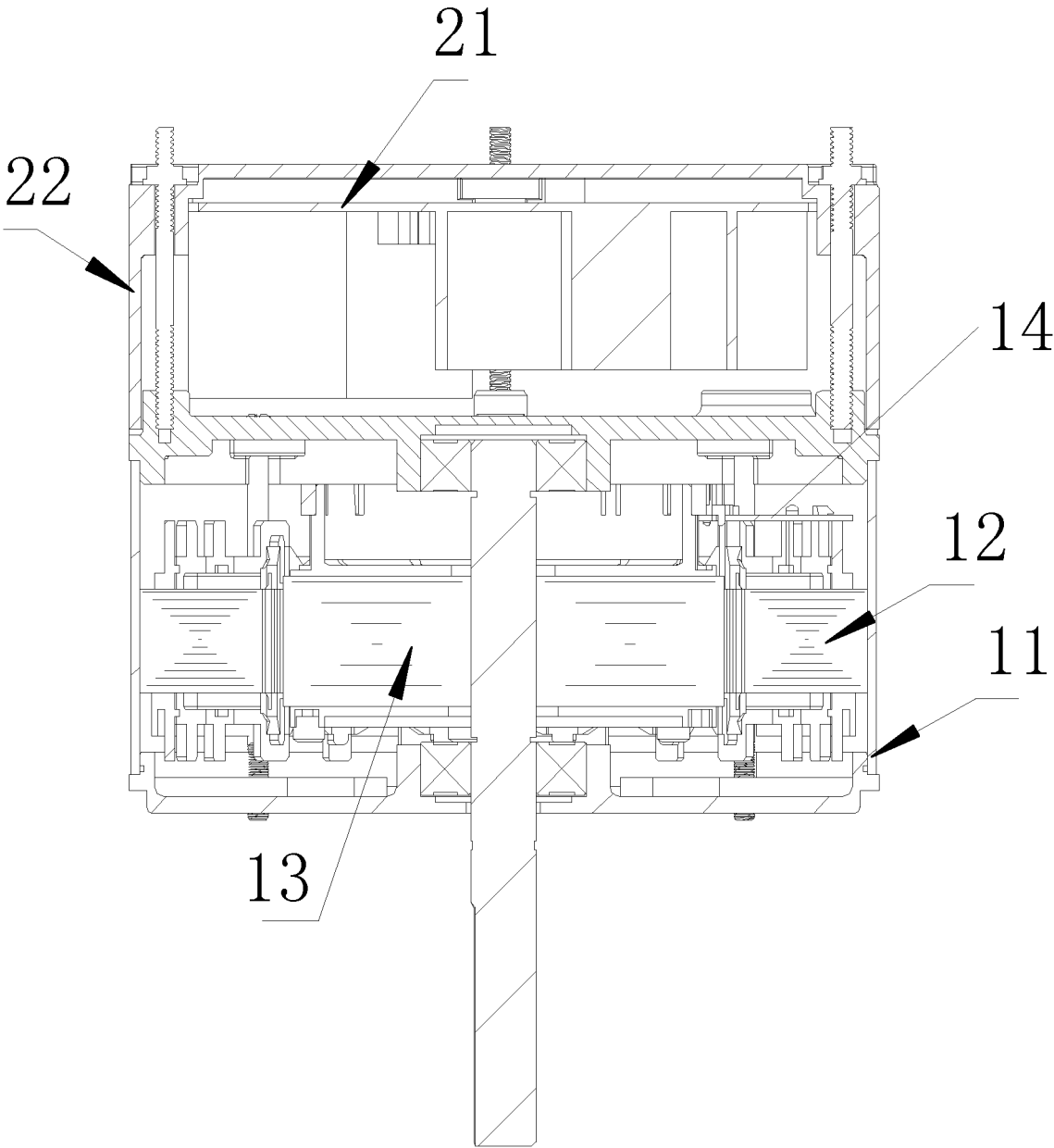


图 5

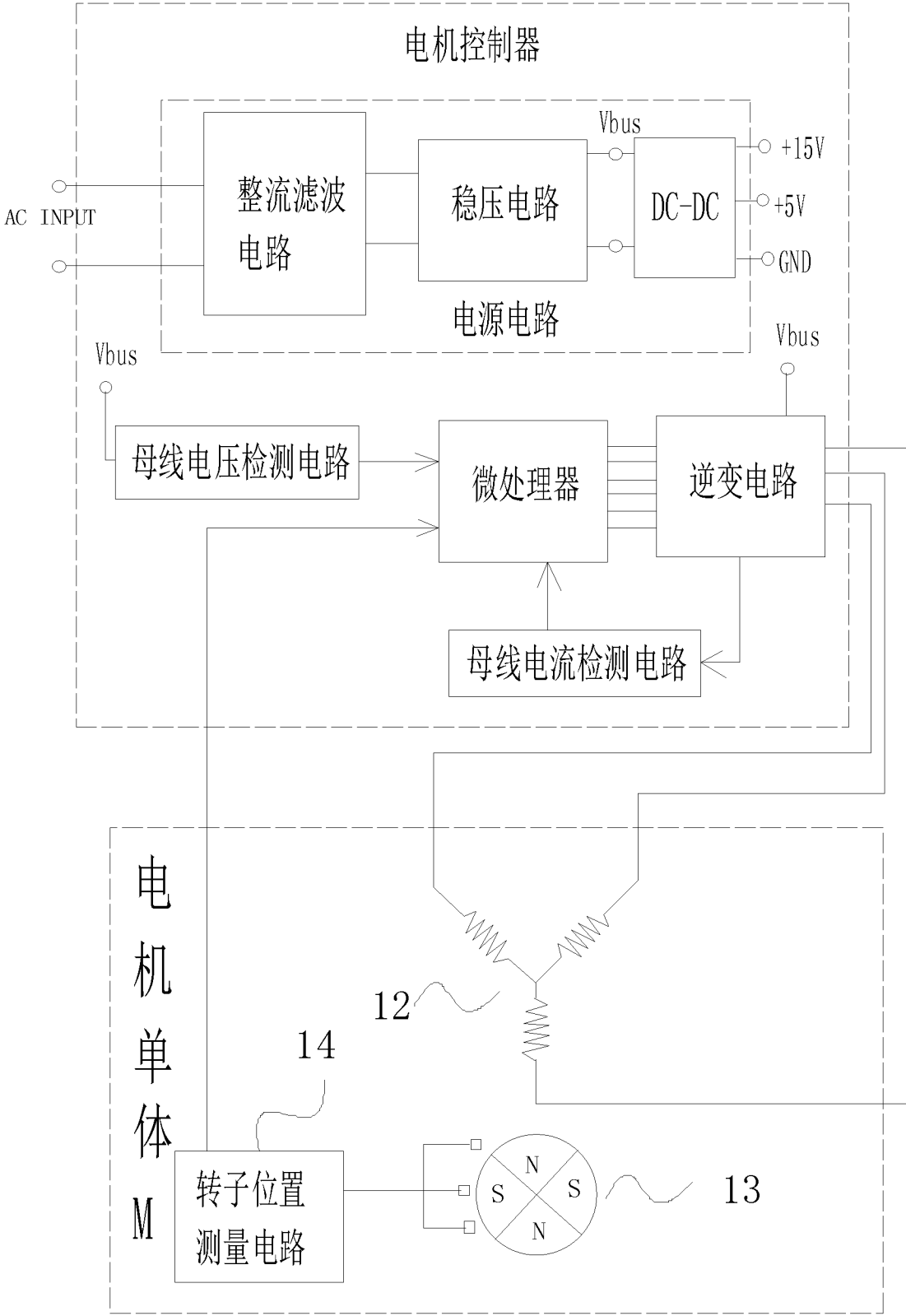


图 6

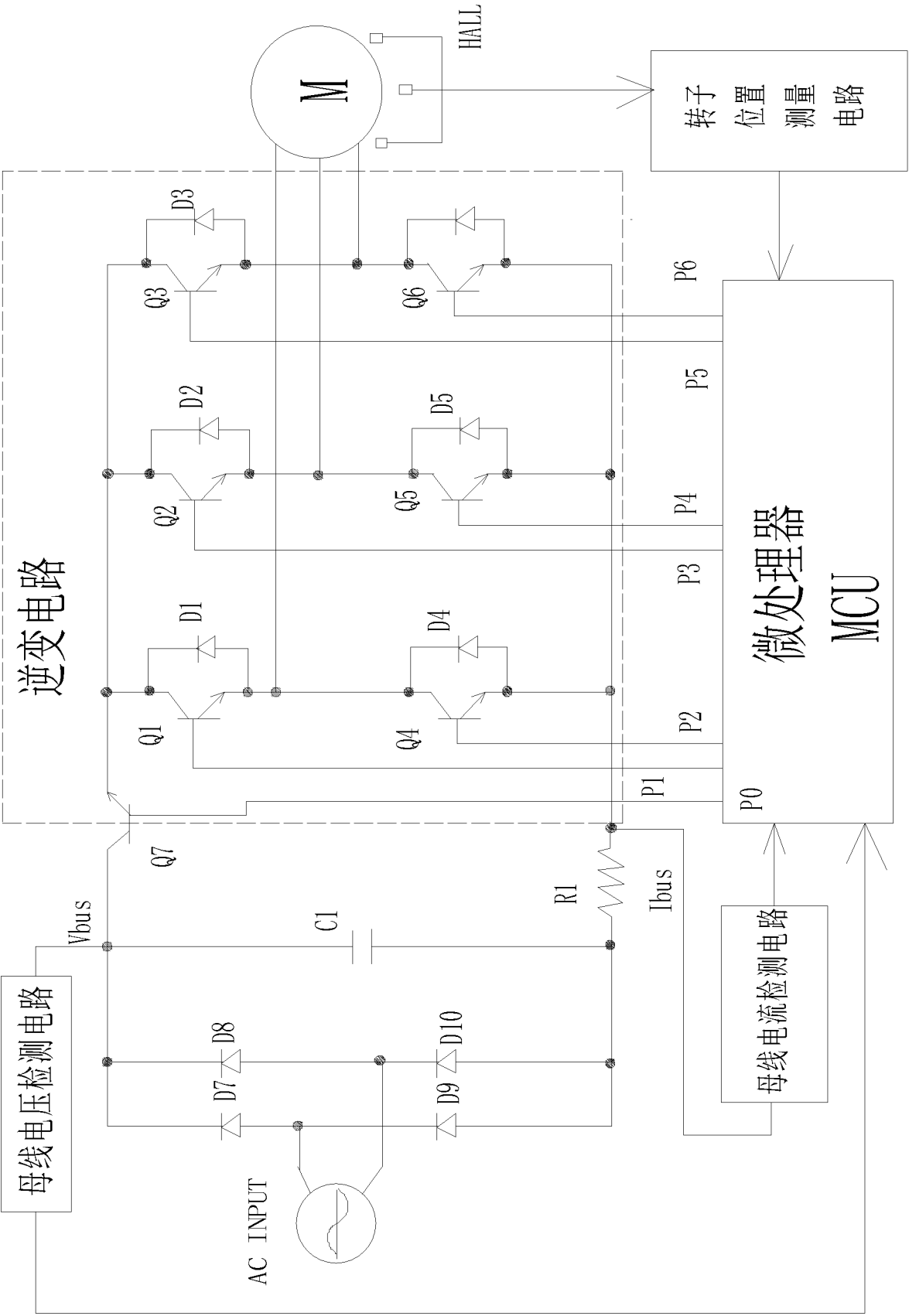


图7

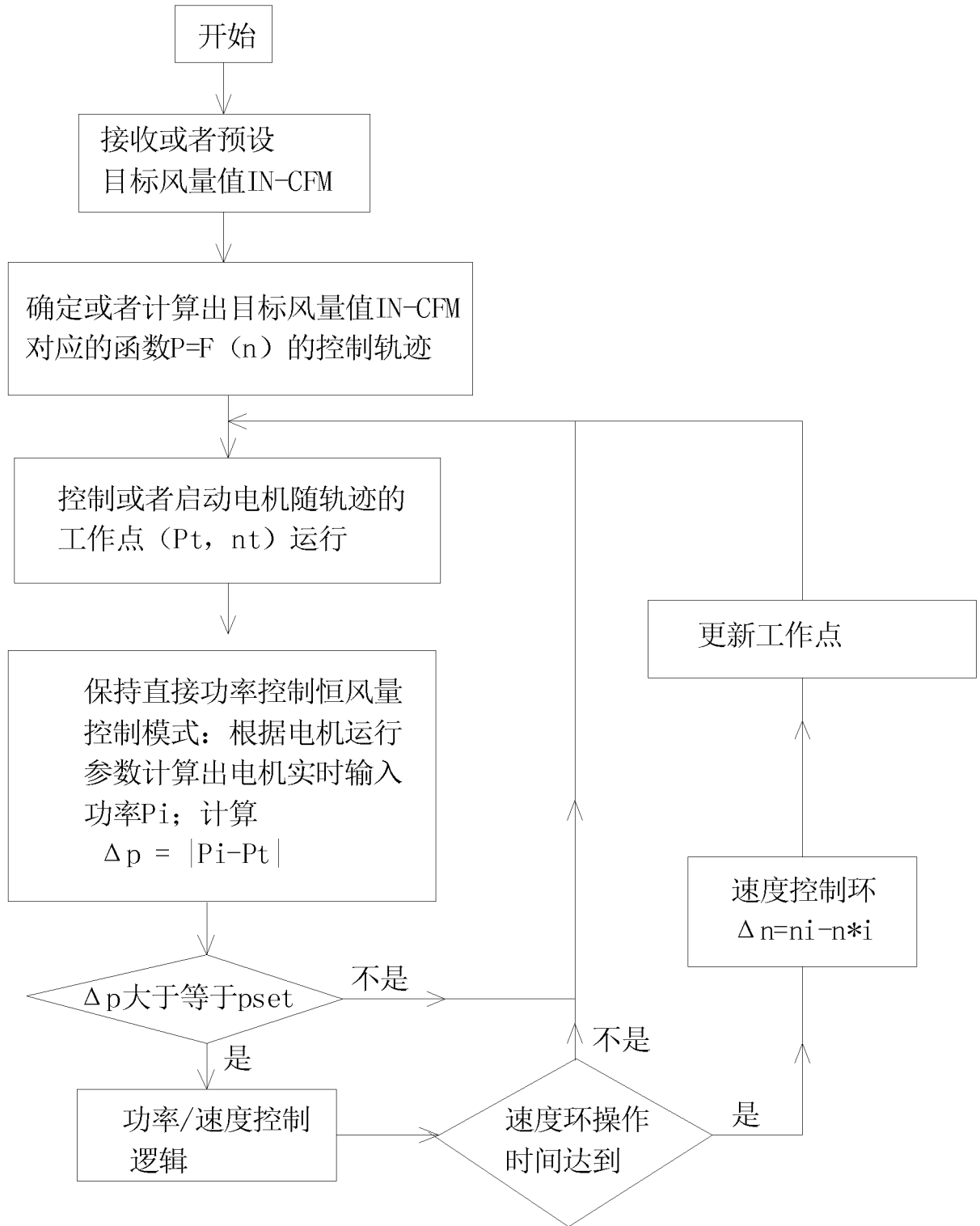


图 8

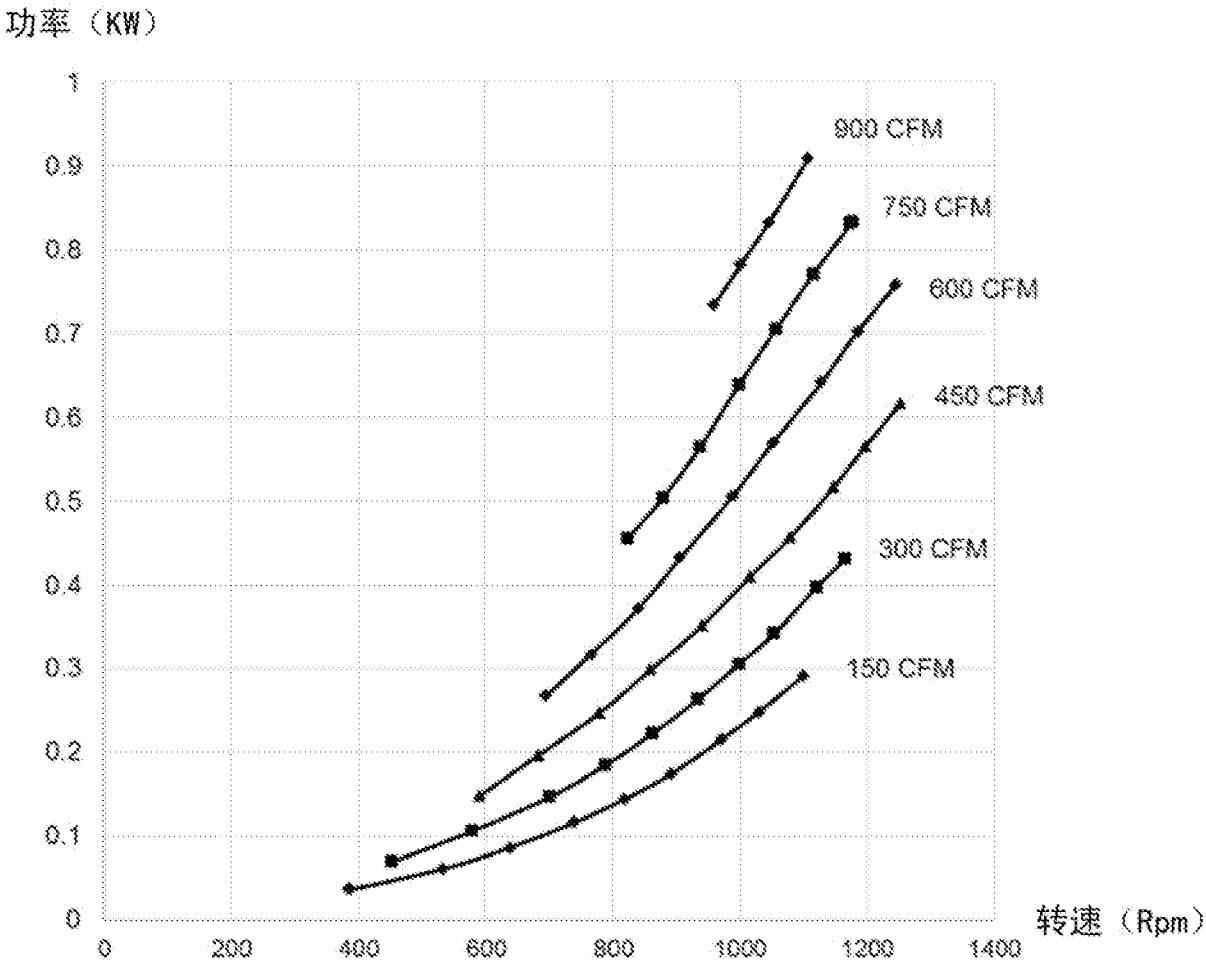


图 9

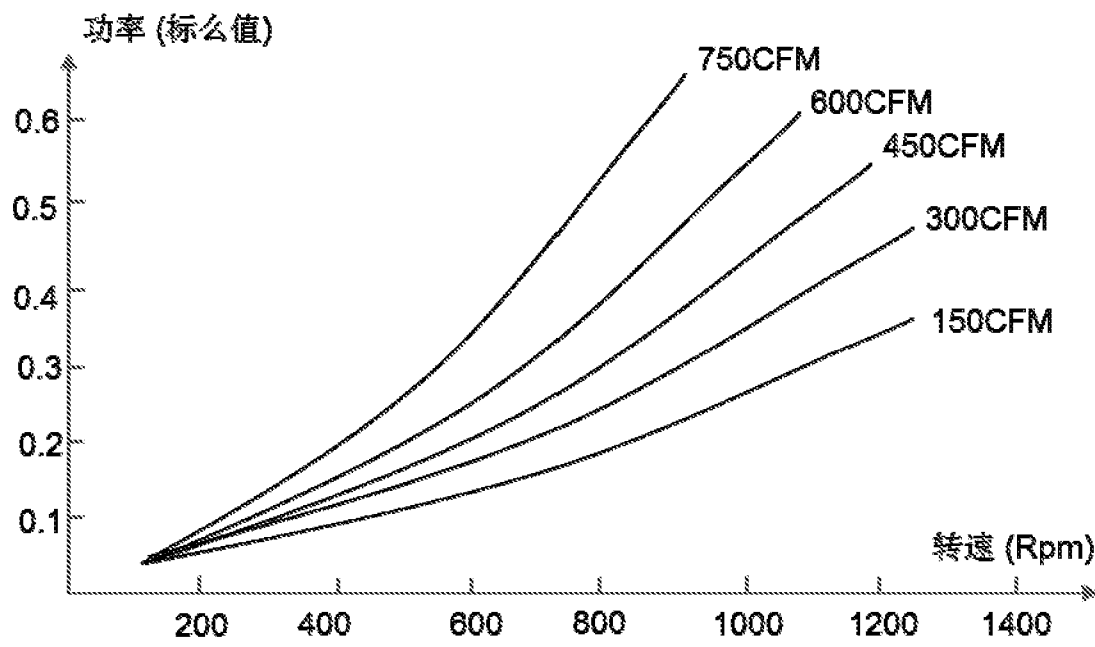


图 10

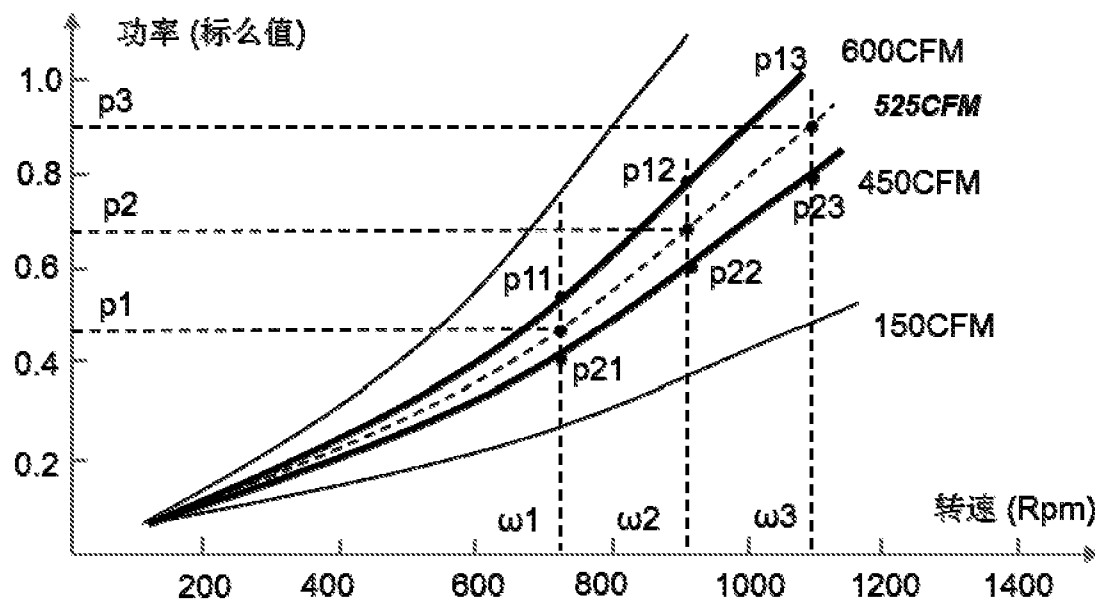


图 11

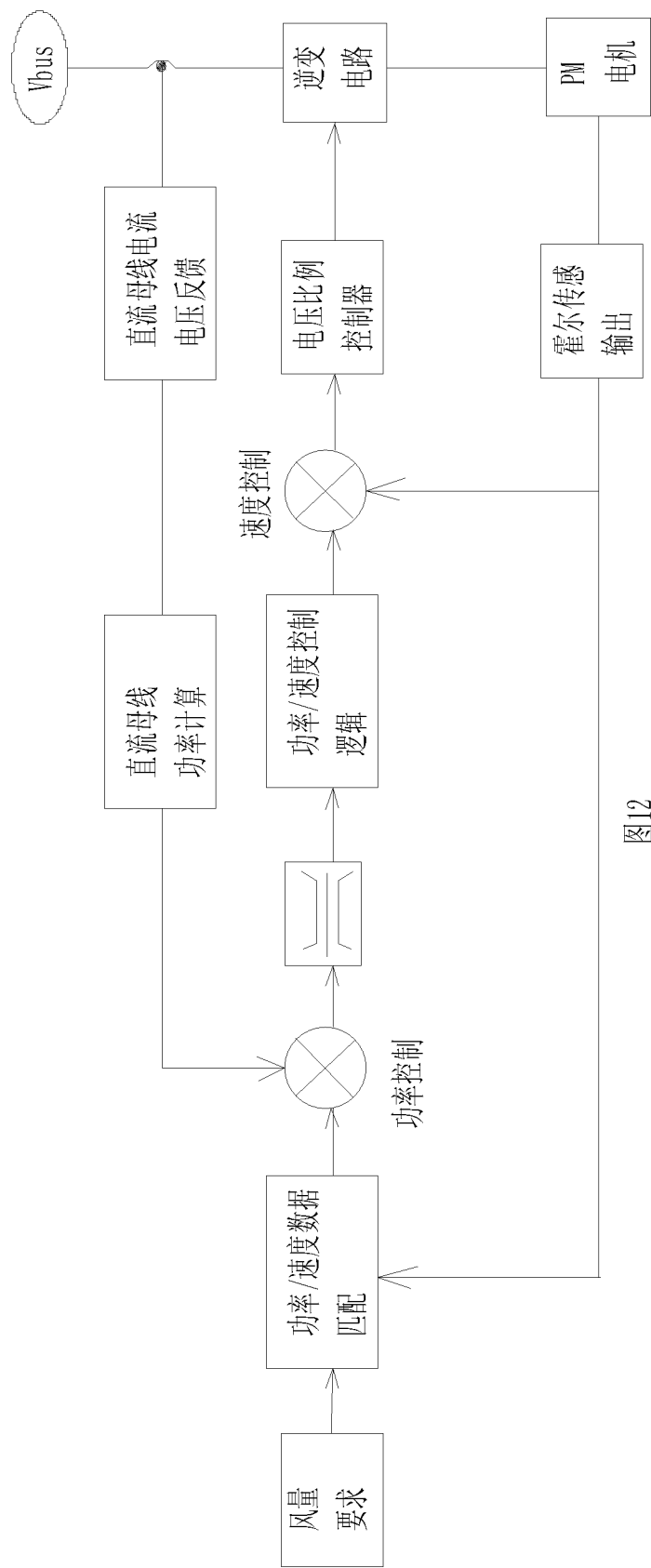


图12

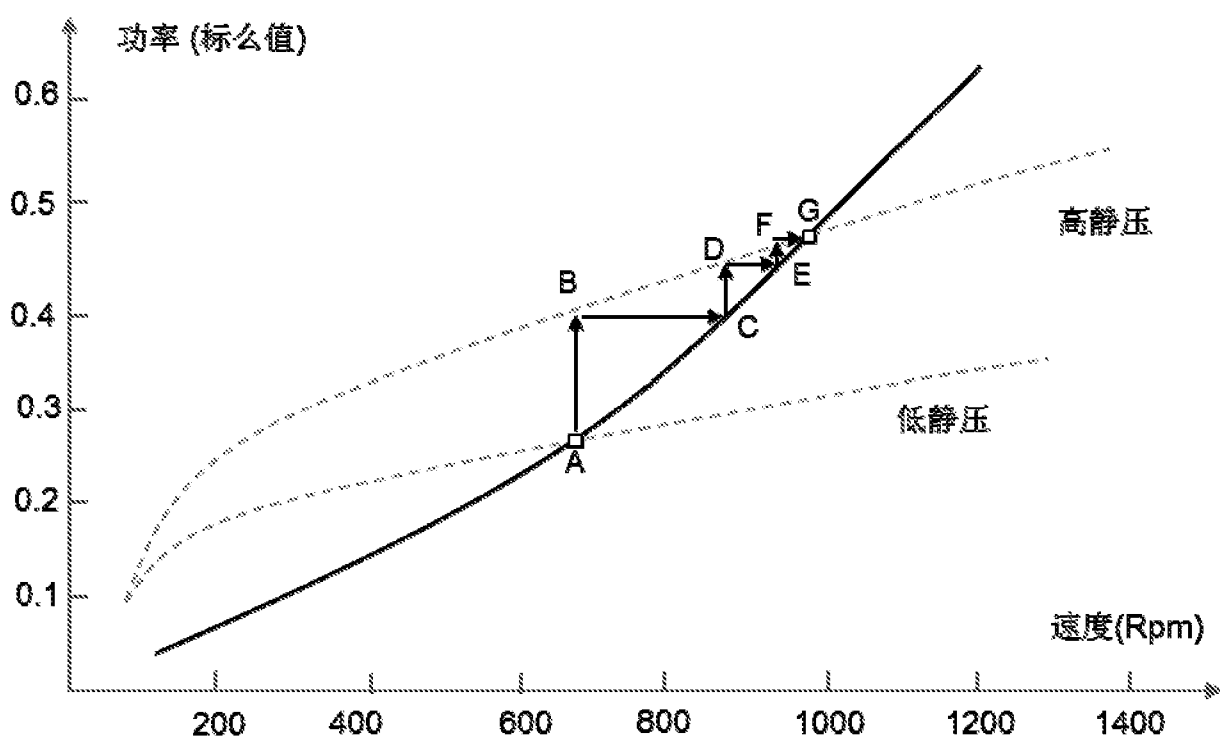


图 13

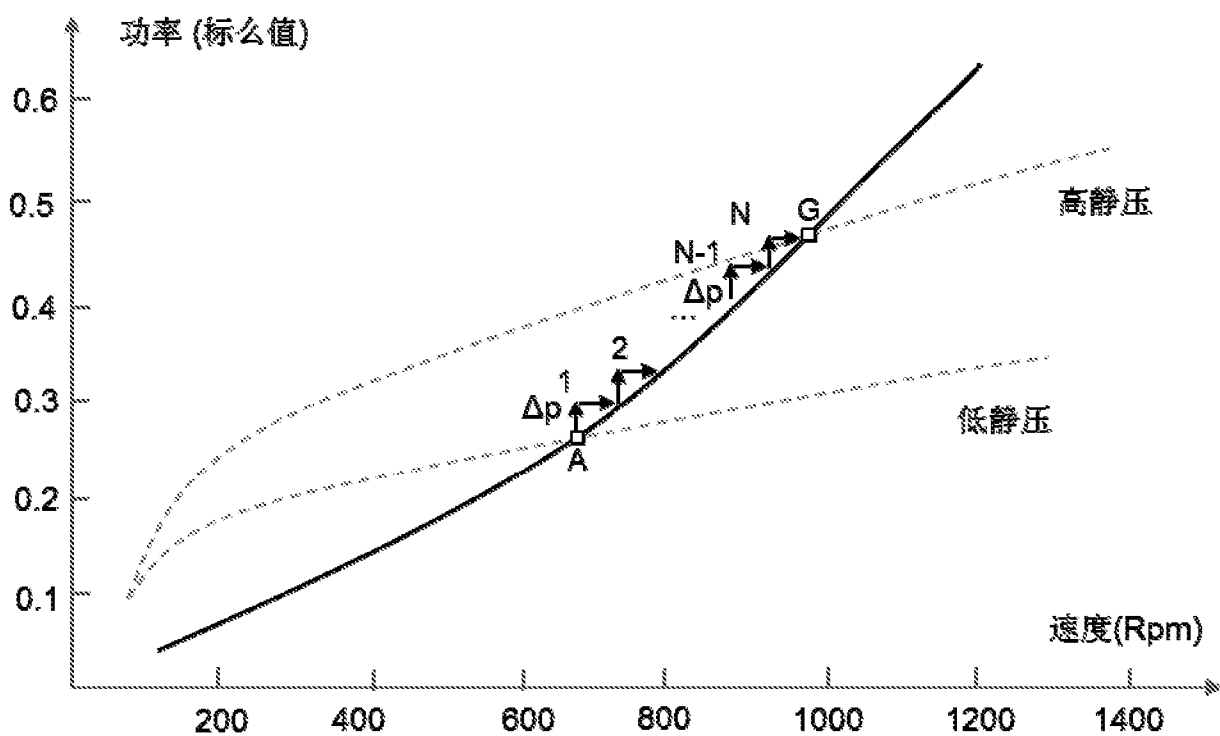


图 14

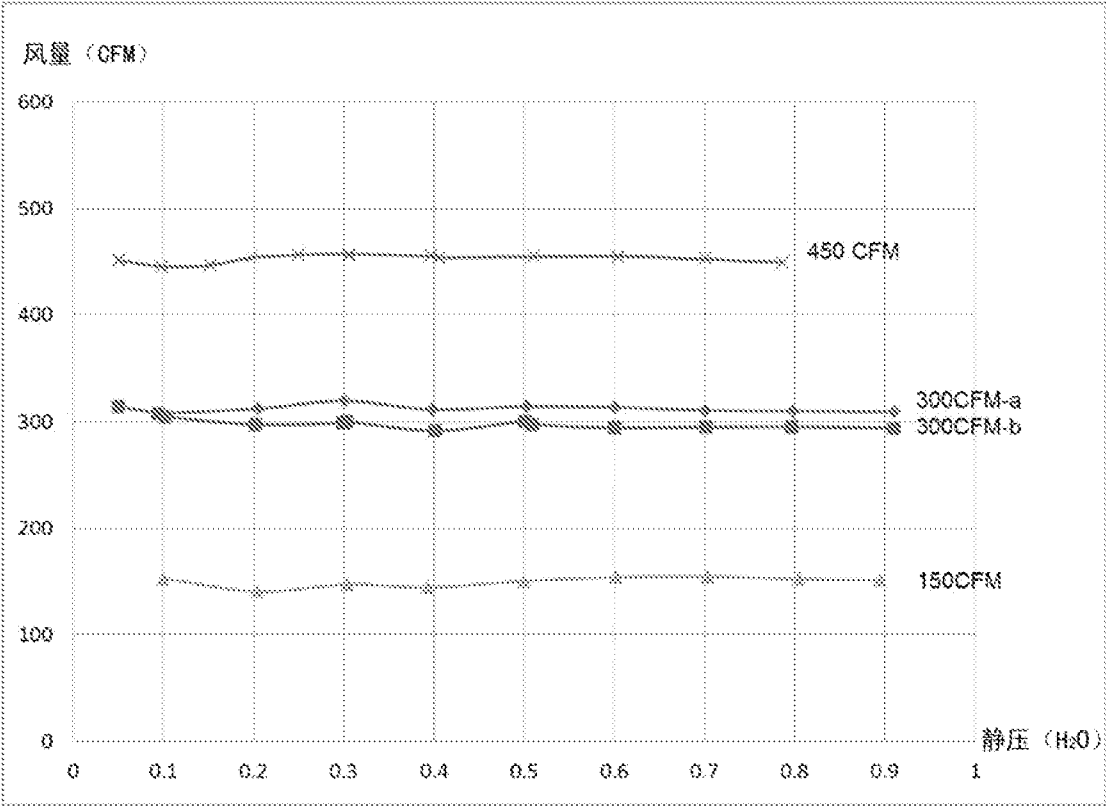


图 15

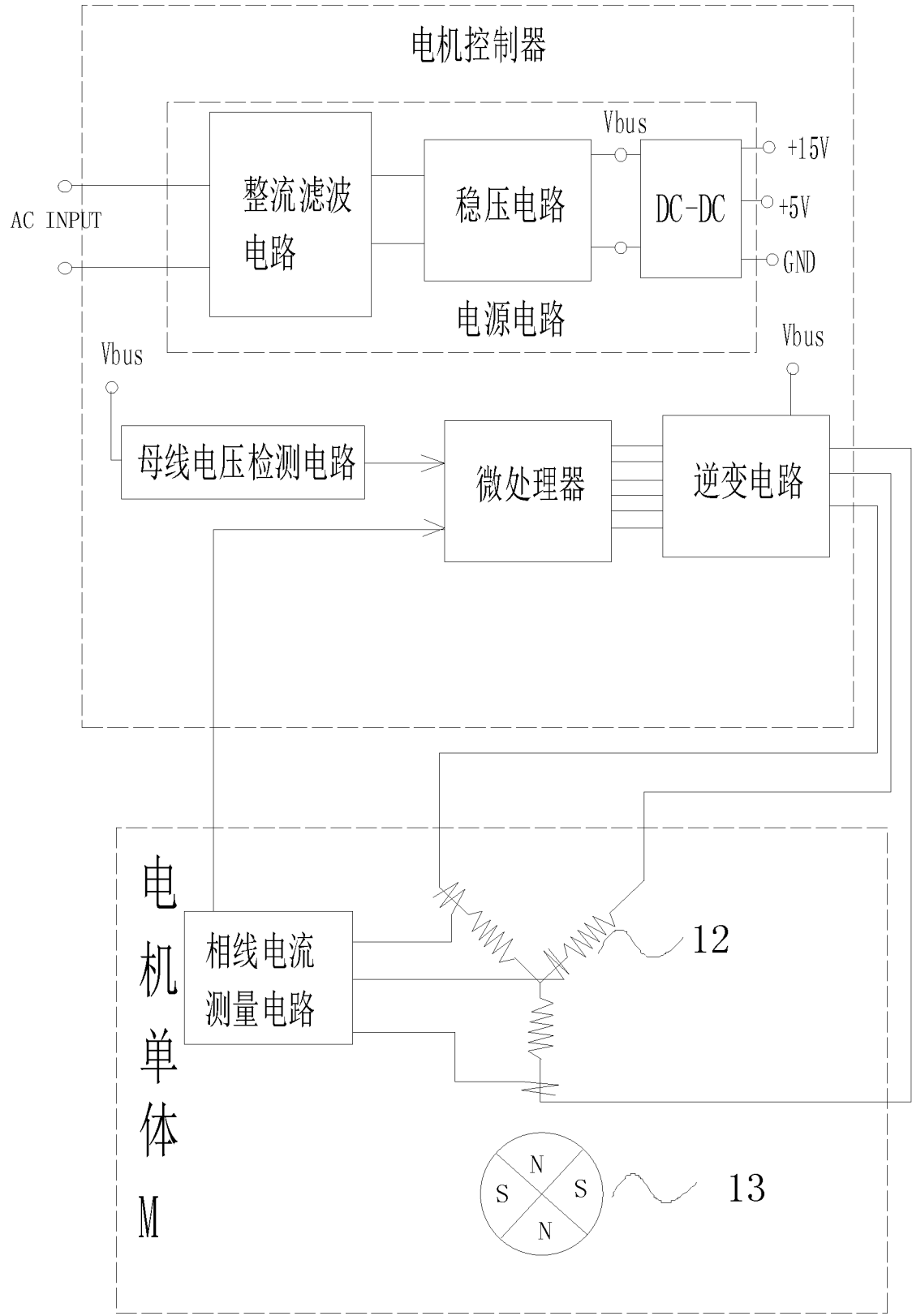


图 16

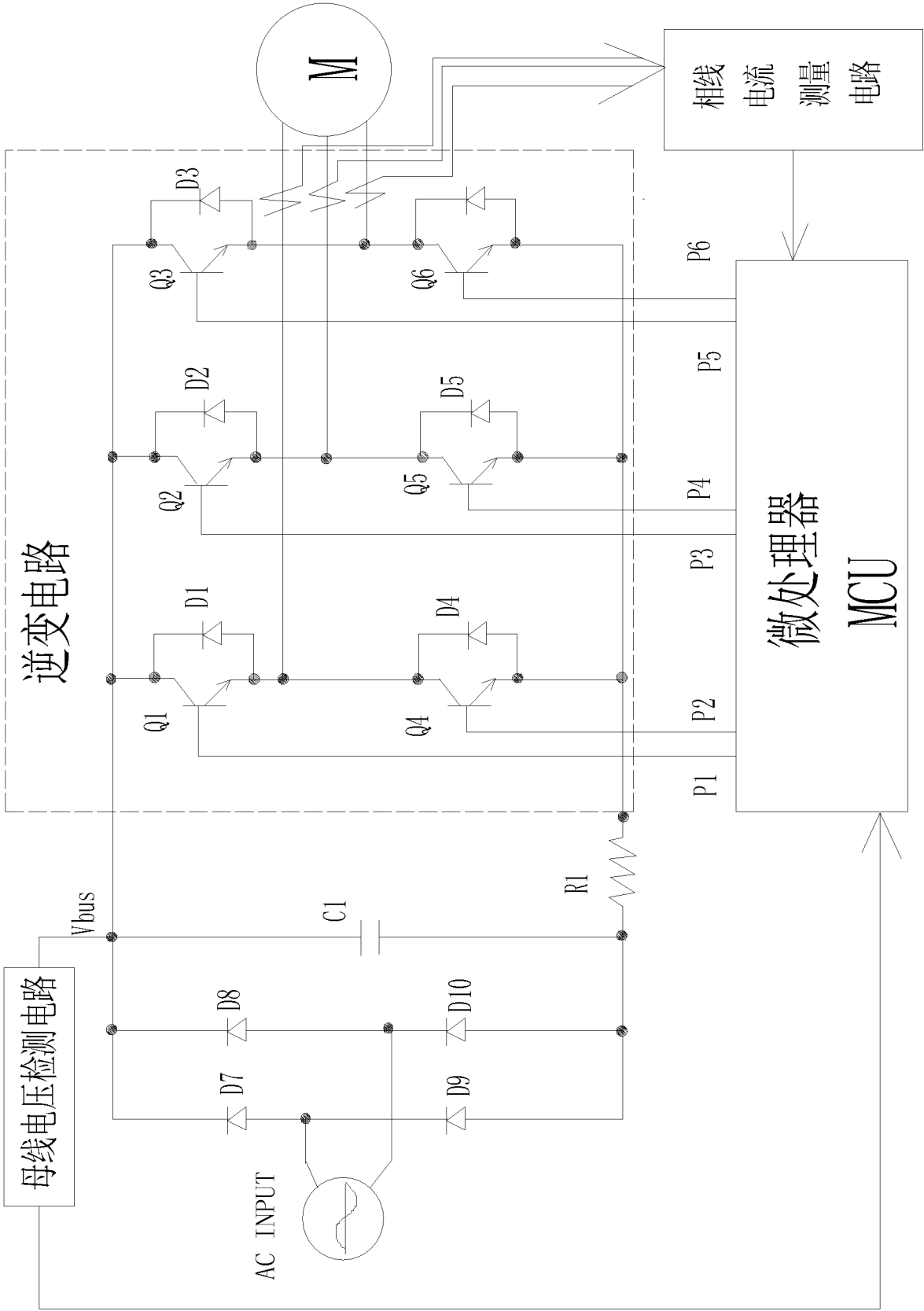
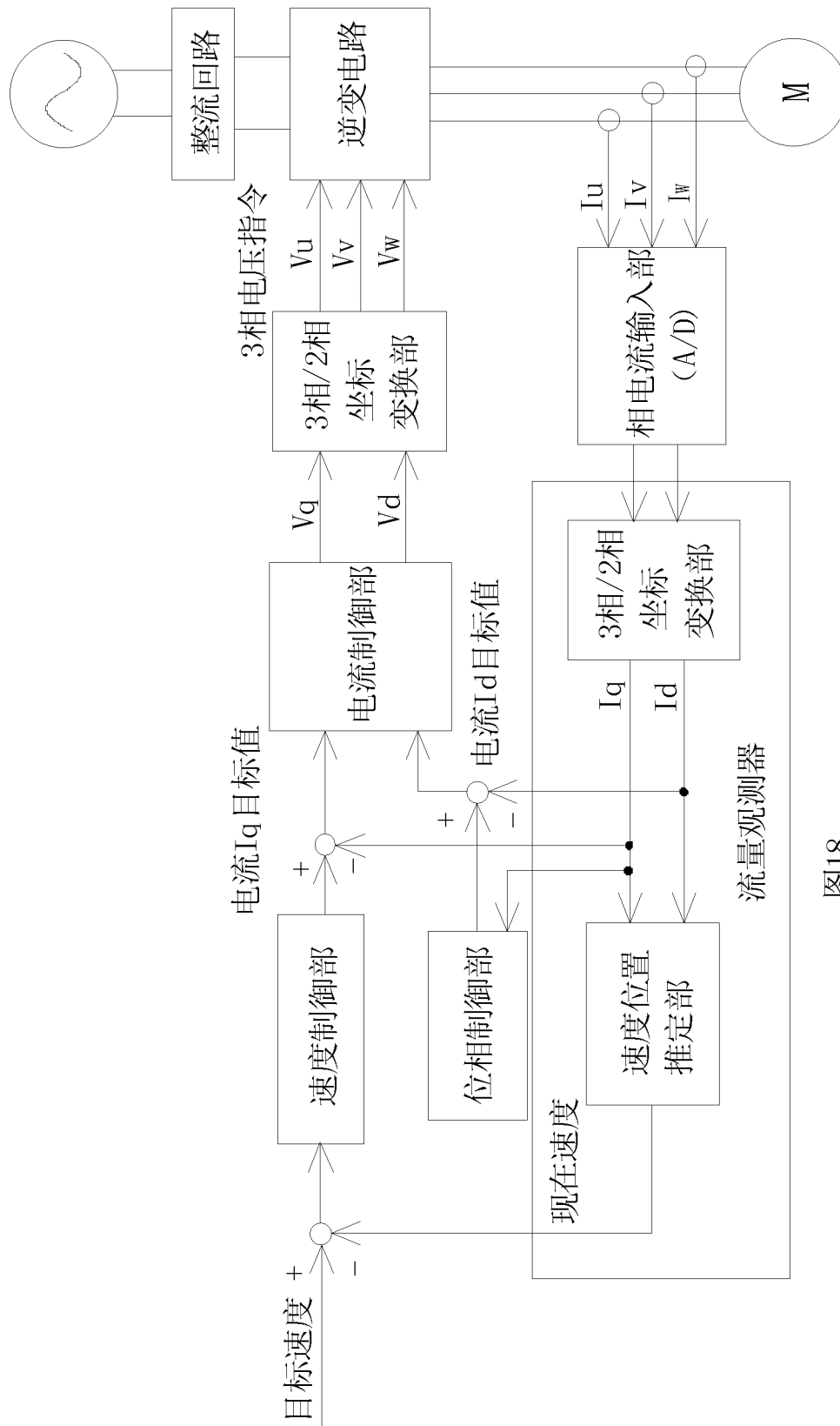


图17



18

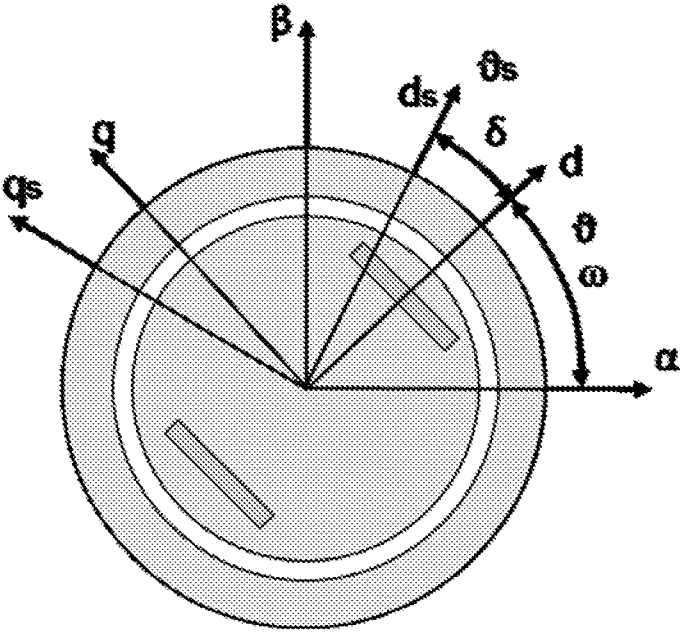


图 19

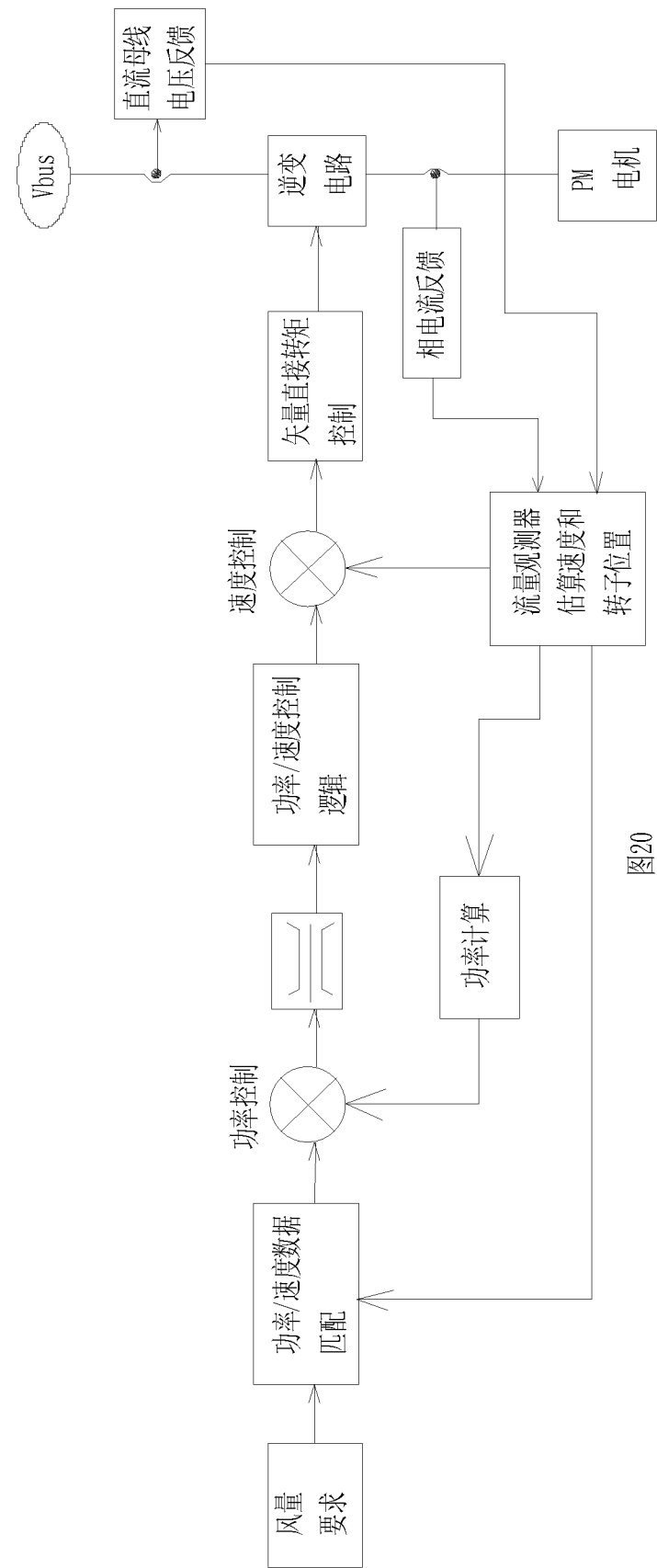


图20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/071723**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F24F 11/047 (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; H02P; G06F; H02J

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)

WPI; EPODOC; CPRS; CNKI; IEEE; CNTXT; TWTXT; USTXT; WOTXT; EPTXT; CATXT: ZHONGSHAN BROAD-OCEAN MOTOR, direct power control, motor?, blower?, power control, constant air folw, constant airflow, power increment, speed loop, closed 1w loop control, closed-loop control, rotat+ speed, fit

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 202550949 U (HANGZHOU REFONE TECHNOLOGY CO., LTD.), 21 November 2012 (21.11.2012), description, paragraphs [0002] and [0014]-[0022], and figures 1-2	1-10
A	CN 102748843 A (HISENSE (SHANDONG) AIR-CONDITIONING CO., LTD.), 24 October 2012 (24.10.2012), the whole document	1-10
A	US 5447414 A (EMERSON ELECTRIC CO.), 05 September 1995 (05.09.1995), the whole document	1-10
A	JP 2006003015 A (FUJITSU GENERAL LTD.), 05 January 2006 (05.01.2006), the whole document	1-10

☐ 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
12 September 2014 (12.09.2014)

Date of mailing of the international search report
29 September 2014 (29.09.2014)

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
YANG, Qi
Telephone No.: (86-10) **62413649**

International application No.
PCT/CN2014/071723

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

A. 主题的分类 F24F 11/047(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) F24F; H02P; G06F; H02J 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)) WPI; EPDOC; CPRS; CNKI; IEEE; CNTXT; TWXT; USTXT; WOTXT; EPTXT; CATXT: 中山大洋电机, 电机, 电动机, 马达, 风机, 直接功率控制, 恒风量, 功率增量, 速度环, 闭环控制, 转速, 拟合, motor?, blower?, power control, constant air folw, constant airflow, power increment, speed loop, closed lw loop control, closed-loop control, rotat+ speed, fit		
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 202550949 U (杭州锐方科技有限公司) 2012年 11月 21日 (2012 - 11 - 21) 说明书第[0002]、[0014]-[0022]段, 附图1-2	1-10
A	CN 102748843 A (海信山东空调有限公司) 2012年 10月 24日 (2012 - 10 - 24) 全文	1-10
A	US 5447414 A (EMERSON ELECTRIC CO.) 1995年 9月 05日 (1995 - 09 - 05) 全文	1-10
A	JP 2006003015 A (FUJITSU GENERAL LTD.) 2006年 1月 05日 (2006 - 01 - 05) 全文	1-10
☐ 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
2014年 9月 12日		2014年 9月 29日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		杨祺
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62413649

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/071723

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	202550949	U	2012年 11月 21日	无	
CN	102748843	A	2012年 10月 24日	CN 102748843	B 2014年 7月 23日
US	5447414	A	1995年 9月 05日	US 5736823	A 1998年 4月 07日
JP	2006003015	A	2006年 1月 05日	无	