

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H02K 21/02

H02K 1/32

H02K 1/27



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510046933.5

[43] 公开日 2005年12月28日

[11] 公开号 CN 1713491A

[22] 申请日 2005.7.27

[21] 申请号 200510046933.5

[71] 申请人 沈阳工业大学

地址 110023 辽宁省沈阳市铁西区兴华南街  
58号

[72] 发明人 唐任远 赵清 于慎波 吴延忠  
周广旭

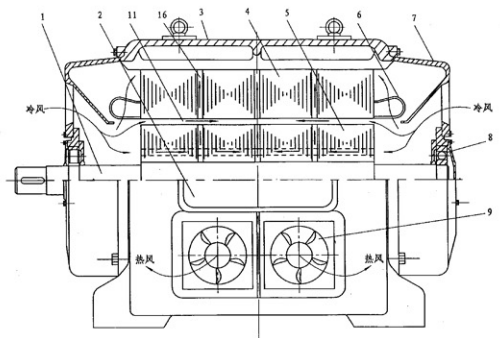
[74] 专利代理机构 沈阳东大专利代理有限公司  
代理人 李运萍

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称 变频调速永磁同步电动机

[57] 摘要

一种变频调速永磁同步电动机，属于永磁同步电动机技术领域。包括机座、定子、转子、转轴、端盖及通风装置，通风装置是在机座两侧的下方通风孔内安装风扇，其内风路包括在各段转子铁心之间设置的若干径向通风道和在转子铁心内部沿轴向设置的若干轴向通风孔。本发明的优点是通风良好，在低速运转时，使转子温升达到稳定标准状态，提高了电机效率和功率因数，且具有变频调速的功能，使之适于风机、泵类负载使用的要求。



ISSN 1008-4274

1、一种变频调速永磁同步电动机，包括机座、定子、转子、转轴、端盖及通风装置，其特征在于通风装置是在机座两侧的下方通风孔内安装风扇，其内风路包括在各段转子铁心之间设置的若干径向通风道和在转子铁心内部沿轴向设置的若干轴向通风孔。

2、根据权利要求1所述的变频调速永磁同步电动机，其特征在于所述的转子置于定子内部，转子铁心沿轴向分段设置，各段间的间隙为径向通风道；每段转子铁心内部沿转轴切向均匀设置径向永磁体（14），沿转轴径向均匀设置切向永磁体（10），切向永磁体（10）的一端靠近转子槽，另一端置于两个径向永磁体（14）之间，切向永磁体（10）与径向永磁体（14）之间形成隔磁磁桥，在转子铁心上的切向永磁体（10）与径向永磁体（14）之间开有轴向通风孔，转子铁心周围均匀设有转子槽。

3、根据权利要求1或2所述的变频调速永磁同步电动机，其特征在于所述的轴向通风道轴线与电机转轴轴线的径向距离范围为：102mm~180mm，优选距离为140mm~150mm。

4、根据权利要求1或2所述的变频调速永磁同步电动机，其特征在于所述的永磁体的轴向长度与分段的转子铁心相对应，永磁体间设有柱状支撑件。

5、根据权利要求1或2所述的变频调速永磁同步电动机，其特征在于所述的转子槽的截面形状为矩形、凸形或梯形。

## 变频调速永磁同步电动机

### 技术领域

本发明涉及一种永磁同步电动机，特别涉及一种变频调速永磁同步电动机。

### 背景技术

现有的用于风机、泵类负载的永磁同步电动机，当用于驱动感应电动机的通用VVVF变频器开环运行时，有时会出现永磁转子温升比定子温升还要高的异常现象，易造成钕铁硼永磁体退磁，电机效率下降；有时甚至还会出现失步现象，电机突然停止转动。电机运行时将产生各种损耗，这些损耗转变成热量，使电机各部件发热、温度升高，同时电机温度的升高还将导致效率以及其他一些效能指标降低。且永磁电动机采用变频器调速，很可能使电机处于低速状态下，这样就使原有电动机的通风散热比较困难。

### 发明内容

为了解决上述存在的问题，本发明的目的在于提供一种变频调速永磁同步电动机，它是在永磁同步电动机的基础上改进了转子结构、通风装置，增加了变频调速的功能，使之适于风机、泵类负载使用的要求。

本发明变频调速永磁同步电动机，包括机座、定子、转子、转轴、端盖及通风装置，其通风装置是在机座两侧的下方通风孔内安装风扇，所加风扇的数量与电机的功率及低速转动的速度有关；其内风路包括在各段转子铁心之间设置的若干径向通风道和在转子铁心内部沿轴向设置的若干轴向通风孔。本实用新型为降低制造成本，考虑变频调速电机和工频直接起动机通用一套转子。转子置于定子内部，转子铁心沿轴向分段设置，各段间的间隙为径向通风道，在每段转子铁心上沿转轴切向均匀设置径向永磁体14，沿转轴径向均匀设置切向永磁体10，切向永磁体10的一端靠近转子槽，另一端置于两个径向永磁体14之间，形成U型结构；切向永磁体10与径向永磁体14之间形成隔磁磁桥，在转子铁心上的切向永磁体10与径向永磁体14之间开有轴向通风孔，轴向通风孔轴线与电机转轴轴线的径向距离范围为：102mm~180mm，优选距离为140mm~150mm；转子铁心周围均匀设有转子槽，转子槽的截面形状为矩形、凸形或梯形。为使嵌装在转子铁心中的永磁体不阻塞径向通风道的风路，永磁体间的轴向定位采用如图2所示结构：永磁体轴向长度与分段的转子铁心相对应，永磁体间采用非导磁材料制成的圆柱形或其他形状的柱状支撑件。变频器是在通用变频器上增加直流电抗器和交流电抗器，直接与电机相连。用来控制电机的变频与调速功能。

本发明的优点是通风良好，在低速运转时，使转子温升达到稳定标准状态，提高了电机效率和功率因数，且具有变频调速的功能，使之适于风机、泵类负载使用的要求。

#### 附图说明

图1是本发明的整体结构示意图，

图2是本发明的电动机转子结构示意图，

图3是本发明的电动机转子内部永磁体间的轴向定位结构示意图，其中a为径向永磁体轴向定位结构示意图，b为切向永磁体轴向定位结构示意图；

图中1转轴，2出线盒，3机座，4定子铁心，5转子铁心，6定子绕组，7端盖，8轴承，9风扇，10径向永磁体，11轴向通风孔，12转子槽，13定子槽，14切向永磁体，15柱状支撑件，16径向通风道。

#### 具体实施方式

下面结合附图和实施例进一步叙述本发明的内容：

本发明的整体机械结构如图1所示，包括机座3、定子、转子、转轴1、端盖7及通风装置，在机座3内沿转轴1的周向依次设有转子铁心5、定子铁心4，定子绕组6置于定子铁心4的两端，转轴1的两端靠近端盖7安装有轴承8，风扇9安装在机座3两侧的下方，所加风扇9的数量与电机的功率及低速转动的速度有关；电机的内风路包括在各段转子铁心之间设置的若干径向通风道16和在转子铁心内部沿轴向设置的若干轴向通风孔11。

在实施例中：通风装置中风扇数量为每侧各两个，转子置于定子内部：如图1所示，转子铁心沿轴向分段设置，各段间的间隙为径向通风道16，其中各段转子铁心间的距离为10mm，即径向通风道16的径向宽度为10mm；如图2所示，在转子铁心5上沿转轴1切向均匀设置4个径向永磁体14，沿转轴1径向均匀设置4个切向永磁体10，切向永磁体10的一端靠近转子槽12，另一端置于两个径向永磁体14之间，切向永磁体10与径向永磁体14之间形成隔磁磁桥，在转子铁心5上的切向永磁体10与径向永磁体14之间开有轴向通风孔11，轴向通风孔11的截面形状为圆角矩形，其矩形长度为57mm，宽度为26mm；通风道11的轴线与电机转轴1轴线的径向距离范围为140mm，转子铁心5外部均匀设有转子槽12，转子槽12的截面形状为矩形。图3是本实施例中的电动机转子内部永磁体间的轴向定位结构示意图，其中10为切向永磁体，14为径向永磁体，永磁体间采用非导磁材料制成的柱状支撑件15为柱形。电机在工作过程中，借助于抽出式外加风扇产生的风压作用，冷却空气自两侧端盖的进风孔进入电机后，一部分空气吹过定子绕组端部进入铁心背部，另一部分则经转子和定子铁心中的径向通风道后进入背部，汇集后被机座下部的抽出式外加风扇抽出。利用强迫对流使机内的空气与四周的空气进行热量的交换。

本发明的永磁同步电动机通风装置的设计：是通过外加风扇及改进电机的内风路来实现。风扇 9 安装在机座 3 两侧的下方，电机的内风路是在各段转子之间设有若干径向通风道 16 和在转子内部沿轴向设有若干轴向通风孔 11。电机在工作过程中，借助于抽出式外加风扇产生的风压作用，冷却空气自两侧端盖的进风孔进入电机后，一部分空气吹过定子绕组端部进入铁心背部，另一部分则经转子和定子铁心中的径向通风道后进入背部，汇集后被机座下部的抽出式外加风扇抽出。利用强迫对流使机内的空气与四周的空气进行热量的交换。轴向通风孔 11 的位置要采取优化磁路和风路的方法来确定：

(1) 求出压头

1) 求出转子压头

$$H_p = \sum_{i=1}^n H_T, H_T = \rho(u_2^2 - u_1^2)/2$$

式中： $u_1, u_2$ ——沟道进、出口的圆周速度， $H_T$ ——各部分的转子压头， $\rho$ ——流体密度， $H_p$ ——转子压头；

2) 外加风扇压头

$$H = zq^2 - H_p$$

式中： $z$ ——流阻， $H_p$ ——转子压头， $q$ ——流阻的风量；

(2) 估算流量

所需冷却介质总的体积流量，按能量守恒关系，由下式计算

$$q_v = \sum p_h / c_a / \Delta\tau_a$$

式中： $\sum p_h$ ——须由冷却介质带走的损耗；

$c_a$ ——冷却介质的比热容；对于空气，按一般情况， $c_a = 1100 J/(m^3 \cdot ^\circ C)$ ；

$\Delta\tau_a$ ——冷却介质通过电机后的温升；

(3) 求流阻( $z$  为局部阻力)

本通风系统的通风计算系根据下列假定：a) 沿程损失很小可以忽略不计；b) 定子、转子间气隙的流体流入很少，故忽略。

(4) 计算

1) 估计所用总的体积流量

$$q_v = \sum p_h / c_a / \Delta\tau_a = 1.45 m^3 / s$$

2) 气流的轴向速度

若轴两端加入对称式风扇，设两边流量相等，则

$$v_m = 1.2 * \frac{q_v}{\frac{\pi}{4}(D_2^2 - D_1^2)} \quad \text{得出 } v_m = 140.9 \text{ m/s}$$

式中：D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>——转子的内、外径；

3) 由流体连续性方程 Q=v\*A, 求出所需开口面积 A=5323mm<sup>2</sup>

式中：Q——流体的体积流量，v——流体的流动速度，A——流体流入的面积；

4) 外加风扇的压力

$$H = \rho (v_{2t}u_2 - v_{1t}u_1) = 1214.5$$

式中：u<sub>1</sub>, u<sub>2</sub>——叶轮内、外径处的线速度，v<sub>1t</sub>, v<sub>2t</sub>——叶轮内、外径处的圆周速度；

5) 转子自身所具有的压头

由  $H = zq^2 - H_p$ , 求出 H<sub>p</sub>

$$H_p = 60.8 \text{ (mm 水柱)}$$

$$\text{由 } H_p = \rho(u_2^2 - u_1^2)/2, \quad u_1 = 4.6 \text{ m/s}$$

$$\text{求出 } u_2 = 10.99 \text{ m/s}$$

6) 确定风沟的位置

$$\text{由 } u = \frac{\pi D n}{60}$$

式中 u 按上述第 5) 步中的 u<sub>2</sub> 代入，

$$\text{求出 } D = 140 \text{ mm}$$

轴向通风孔 11 的位置对磁通及漏磁系数的影响汇总见附表 1, (注：D 指轴向通风孔 11 轴心与电机轴心的距离)

JS 系列三相感应电动机与本发明的永磁同步电动机主要性能数据对比见附表 2。

附表 1

D	磁通	漏磁系数
102	1.137838032	1.0885246
120	1.135348458	1.08737
140	1.134777828	1.0870107
150	1.135645769	1.0869453
160	1.141944283	1.0891043
180	1.126584848	1.083873

附表 2

型号	功率 (kW)	效率 $\eta$		功率因数 $\cos\varphi$		堵转电流倍数 Ist		堵转转矩倍数 Tst	
		感应 机	永磁 机	异步 机	永磁 机	异步 机	永磁 机	异步 机	永磁 机
114-4	115	91.7	93.89	0.88	0.954	4.75	5.99	1.16	1.6
115-4	135	92.88	94.22	0.896	0.958	5.21	6.45	1.1	1.6
116-4	155	92.79	94.31	0.898	0.951	5.46	6.76	1.27	1.94
117-4	180	93.14	94.63	0.895	0.956	5.68	4.04	1.32	1.99
126-4	225	93.31	94.61	0.915	0.97	5.96	4.19	2.36	1.98
127-4	260	93.46	94.78	0.913	0.960	5.9	4.20	2.26	2.00
128-4	300	93.73	94.96	0.92	0.957	6.13	4.36	2.3	2.09

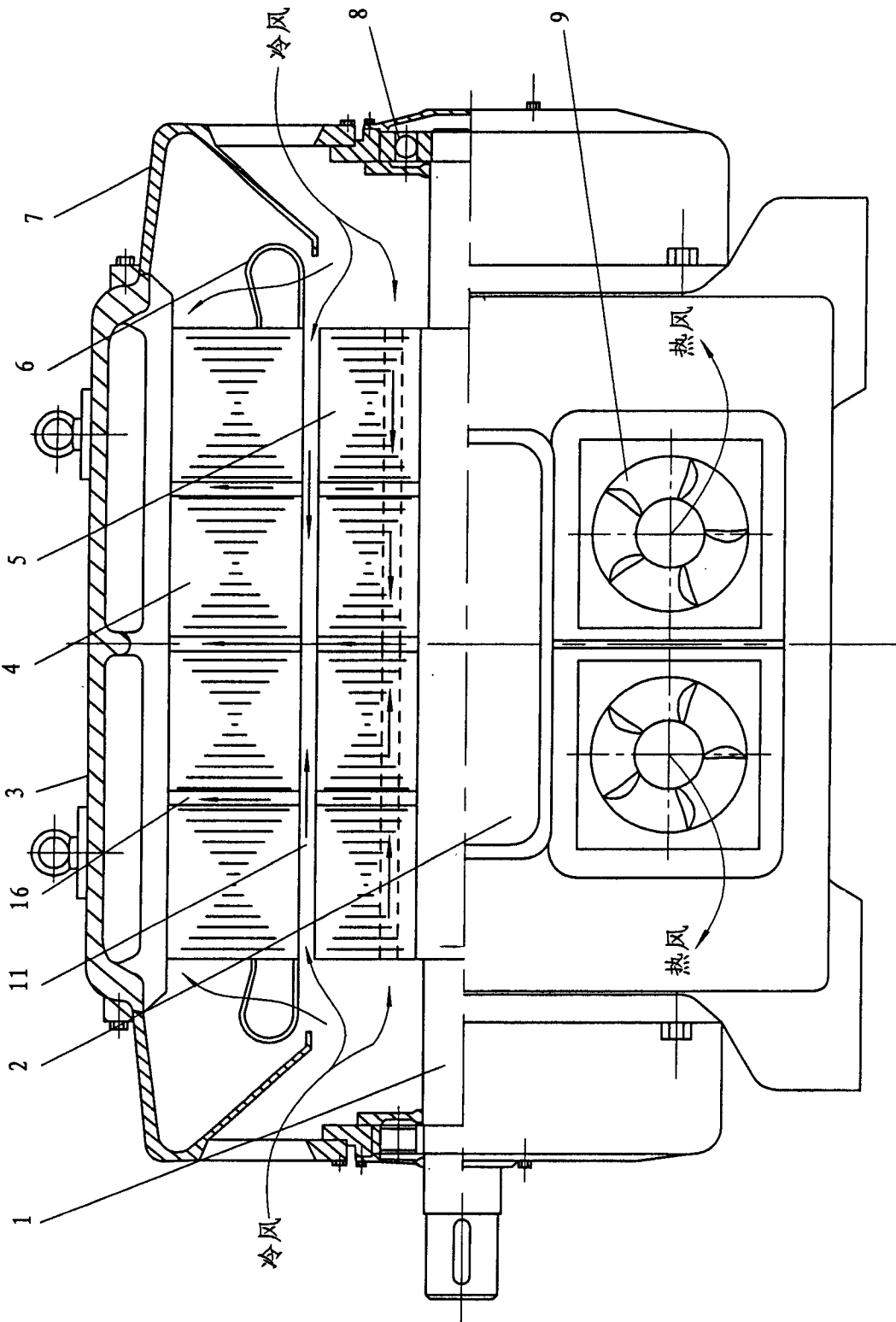


图1



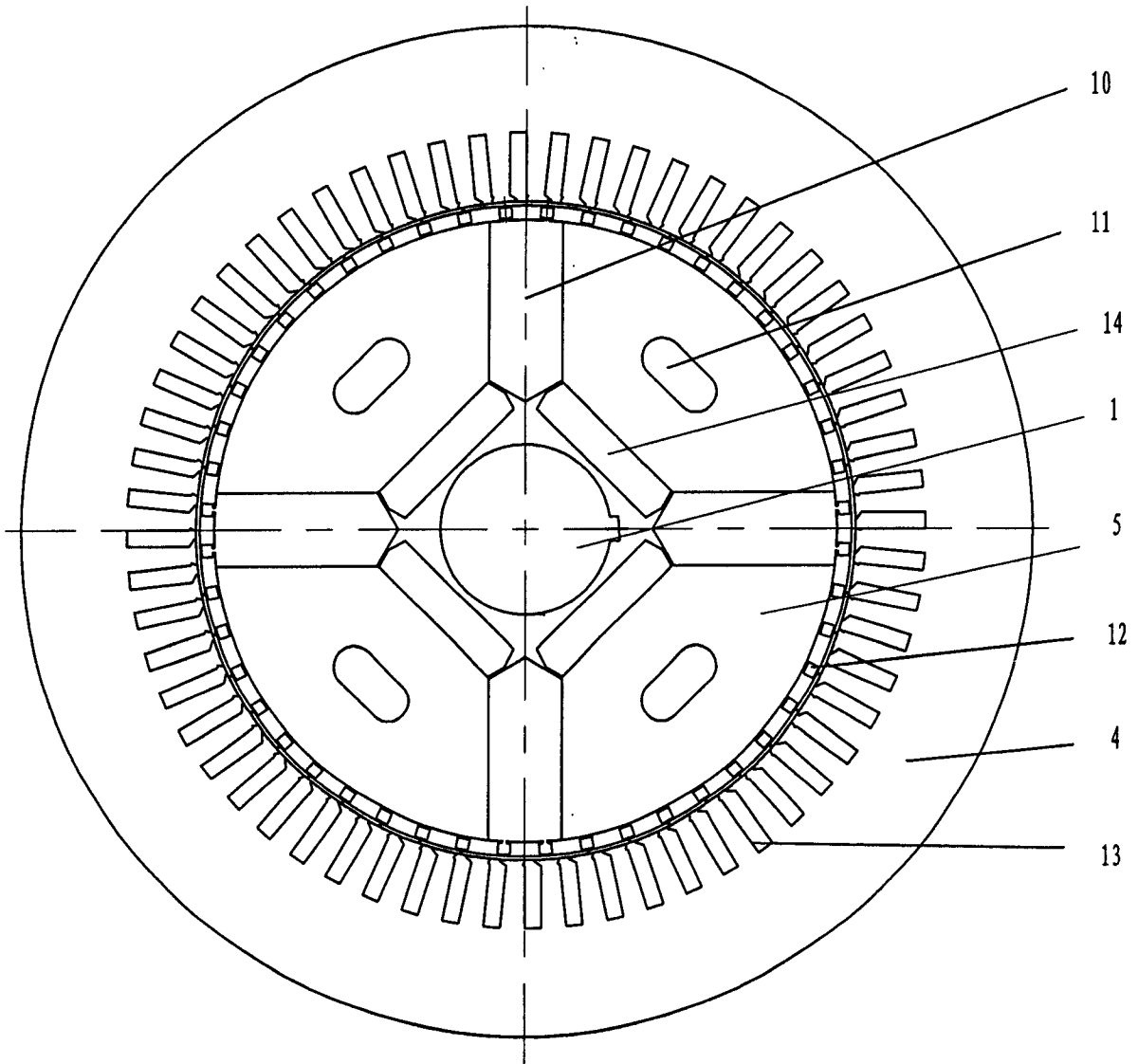


图2

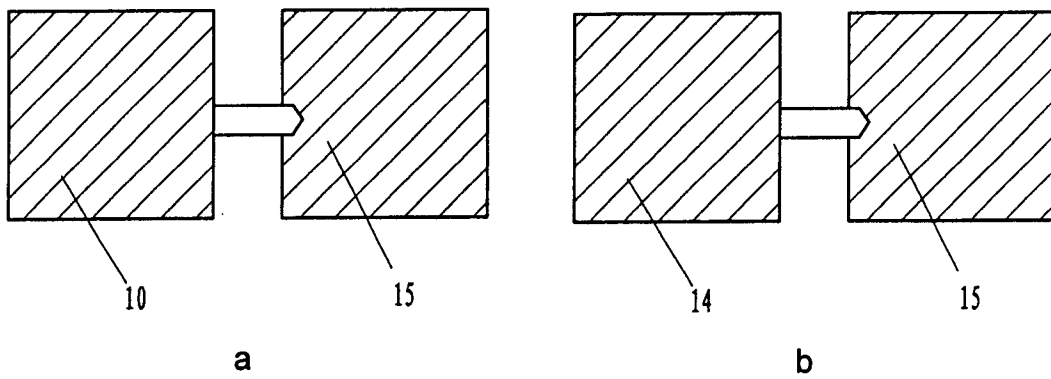


图3