

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510046935.4

[51] Int. Cl.

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 15/03 (2006.01)

H02K 1/02 (2006.01)

[43] 公开日 2006年2月15日

[11] 公开号 CN 1734884A

[22] 申请日 2005.7.27

[21] 申请号 200510046935.4

[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 安忠良 马鑫 赵清

[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

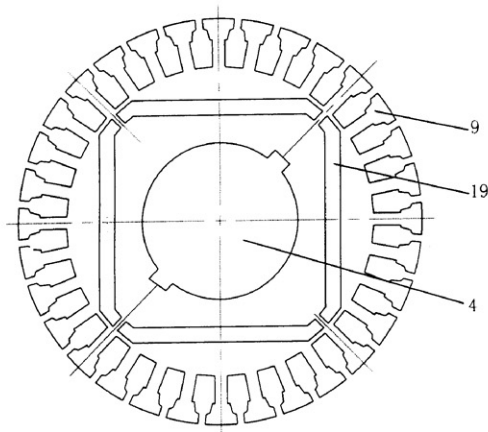
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## [54] 发明名称

用于屏蔽泵的永磁同步电动机

## [57] 摘要

本发明用于屏蔽泵的永磁同步电动机，属于电动机技术领域。包括前后轴承室及其内部的轴承和轴承套、轴、转子、定子，转子部分包括转子屏蔽套、转子铁心、转子挡板、副叶轮，还包括永磁体及永磁体挡板，在转子铁心内部沿转轴的切向开有永磁体槽，永磁体嵌入永磁体槽中，用永磁体挡板固定；永磁体槽位于转子槽内部，两槽之间有隔磁磁桥。其优点是结构简单，克服了已有感应电动机效率低的缺点，使电机效率高、功率因数高及功率密度大、过载能力强，且温升高，噪声小，长期高温运行时可靠性高，无泄露、防爆、耐蚀、防腐等特点。



1、一种用于屏蔽泵的永磁同步电动机，包括前后轴承室及其内部的轴承和轴承套、轴、转子、定子，转子部分包括转子屏蔽套、转子铁心、转子挡板、副叶轮，其特征在于转子部分还包括永磁体和永磁体挡板，在转子铁心内部沿转轴的切向开有永磁体槽，永磁体嵌入永磁体槽中，用永磁体挡板固定；永磁体槽位于转子槽下部，两槽之间有隔磁磁桥。

2、根据权利要求1或2所述的用于屏蔽泵的永磁同步电动机，其特征在于所述的转子槽口的宽度为1.4~1.9mm。

3、根据权利要求1所述的用于屏蔽泵的永磁同步电动机，其特征在于所述的隔磁磁桥的尺寸范围：转子槽槽底宽a为2.5~4.5mm，永磁体槽间的距离b为1.5~1.75mm，隔磁磁桥长度c为1.15~1.2mm。

4、根据权利要求1所述的用于屏蔽泵的永磁同步电动机，其特征在于所述的永磁材料为钕铁硼永磁材料。

5、权利要求1所述的用于屏蔽泵的永磁同步电动机的永磁体最大去磁工作点的范围为所用钕铁硼永磁材料在最高工作温度时退磁曲线拐点的110%~150%。

## 用于屏蔽泵的永磁同步电动机

### 技术领域

本发明涉及电动机技术领域，特别涉及一种用于屏蔽泵的永磁同步电动机。

### 背景技术

目前，广泛应用于石油、化工、轻工、医药工业的感应电动机，其结构包括前后轴承室及其内部的轴承和轴承套、轴、转子及转子屏蔽套、定子及定子屏蔽套，虽然实现了屏蔽的效果，使具有腐蚀性、剧毒性、放射性、易燃易爆、易挥发和高温液体等物质完全不外露，但是由于电机内部存在屏蔽套，因而电机的气隙较大，使得电机的功率因数和效率都比同规格的感应电动机低，额定电流大，从而达不到节能的效果。而工业上所用的永磁同步电动机，专利号为 ZL00252880.0 公开了一种高牵入同步能力的永磁同步电动机，其结构特征为：径向分布的永磁体嵌入转子铁心的永磁体槽中，永磁体槽位于转子槽下方，两槽之间有隔磁磁桥。这种电机的牵入同步能力强，其功率因数和效率都有所提高，但电机内部不存在屏蔽套，不能实现屏蔽的效果。

### 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用于屏蔽泵的永磁同步电动机，它将屏蔽感应电动机的结构特征与永磁同步电动机的结构特征结合起来，在屏蔽感应电动机上增加永磁体，使电动机的效率和功率因数得到提高。

本发明用于屏蔽泵的永磁同步电动机，包括前后轴承室及其内部的轴承和轴承套、轴、转子、定子，转子部分包括转子屏蔽套、转子铁心、转子挡板、副叶轮，还包括永磁体及永磁体挡板，在转子铁心内部沿转轴的切向开有永磁体槽，永磁体嵌入永磁体槽中，用永磁体挡板固定；永磁体槽位于转子槽内部，两槽之间有隔磁磁桥。为了提高永磁体的利用率，减少漏磁，在转子槽口的宽度上做出相应的变动，使转子槽口的宽度  $b_{r0}$  为 1.4~1.9mm；隔磁磁桥长度  $c$  的尺寸应保证在 1.15~1.2mm 之间，同时考虑到机械强度，永磁体槽间的距离  $b$  应保证在 1.5~1.75mm 之间；此外如果转子槽槽底宽  $a$  不能保证一定的尺寸，即使  $d$  的尺寸再小，磁桥的隔磁效果也将明显的下降，但当  $a$  达到一定大小后，隔磁效果不再有明显变化，而过大的  $a$  将使转子的机械强度下降，因此  $a$  的尺寸在 2.5~4.5mm 之间较为合适，满足电机性能要求。

本发明所选取的永磁材料为钕铁硼永磁材料，永磁体最大去磁工作点为电机在最大去磁

工作情况下永磁体的工作点，在电机设计过程中，此工作点的范围应为所用钕铁硼永磁材料在最高工作温度时退磁曲线拐点  $\alpha_{mk}$  的 110%~150%，否则永磁体可能退磁，电机无法正常工作。

本发明的优点是磁路为径向结构，此结构简单、漏磁较少，由于空间的限制，必须采取特殊的隔磁方式，减小隔磁桥的尺寸来增大磁阻，使漏磁减小，使用较少钕铁硼永磁体能够提供电动机所需的气隙磁密。本发明使电泵的整体效率提高，利用钕铁硼永磁材料，使电机效率高、功率因数高及功率密度大、过载能力强，且温升高，噪声小，长期高温运行时可靠性高，无泄露、防爆、耐蚀、防腐等特点，且本发明可以在 200℃ 下正常运行。

#### 附图说明

图 1 是本发明的转子冲片图；

图 2 是本发明的转子槽结构示意图；

图 3 是本发明的隔磁磁桥结构示意图，其中 a 为转子槽槽底宽度，b 为永磁体槽间的距离，c 为隔磁磁桥长度；

图 4 是本发明的整体结构示意图；

图 5 是本发明的永磁体空载、满载和最大去磁时的工作点坐标示意图，其中 e 是额定负载时的磁场强度，f 产生永磁体去磁时的磁场强度，横轴是永磁体的磁场强度 (H)，纵轴是永磁体的磁感应强度 (B)；

图中 1 前轴承室，2 加强环，3 定子绕组，4 轴，5 定子屏蔽套，6 转子屏蔽套，7 定子铁心，8 机座，9 转子铁心，10 永磁体，11 永磁体挡板，12 转子挡板，13 副叶轮，14 接线盒，15 轴承，16 轴承套，17 法兰，18 后轴承室，19 永磁体槽， $\alpha_{mk}$  为永磁体的拐点， $\alpha_{mh}$  为最大去磁工作点， $\alpha_{mN}$  为满载工作点， $\alpha_{m0}$  为空载工作点。

#### 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：

本发明的机械结构转子铁心 9 内部设置永磁体 10 外，其余结构与鼠笼式感应电动机相同。如图 3 所示：包括前轴承室 1、后轴承室 18 及其内部的轴承 15 和轴承套 16、轴 4、转子、定子，轴 4 的外围依次设有转子、定子，转子部分包括转子屏蔽套 6、转子铁心 9、转子挡板 12、副叶轮 13，还包括永磁体 10、永磁体挡板 11，在转子铁心 9 内部沿径向开有永磁体槽 19，永磁体 10 嵌入永磁体槽 19 中（如图 1 所示的转子冲片图），用永磁体挡板 11 固定；永磁体槽 19 位于转子槽内部，两槽之间有隔磁磁桥。永磁体 10 采用钕铁硼永磁材料。转子铁

心 9 的外围设有转子屏蔽套 6, 转子铁心 9 和永磁体 10 两端端部设有转子挡板 12, 转子屏蔽套 6 与转子挡板 12 环缝焊接, 转子挡板 12 与后轴承室 18 的轴承间设有副叶轮 13。转子、定子的屏蔽套材料均为非磁性不锈钢 1Cr18Ni9Ti, 其厚度为 0.5mm, 并利用亚弧焊技术, 对电动机的转子、定子线圈进行屏蔽, 以满足电动机对屏蔽的要求。为了解决电动机效率低, 采用钕铁硼永磁转子。为降低成本, 转子采用铸铝的方式。定子组成包括定子铁心 7、定子绕组 3、定子屏蔽套 5、法兰 17、机座 8。电动机的转轴材料为 1Cr17Ni2 的圆钢, 轴承 15 及轴承套 16 采用人工合成的无机非金属材料 SiC; 在设计过程中, 电动机的长径比取较大, 由此来减少定、转子屏蔽套所带来的屏蔽套损耗以及由液体带来的摩擦损耗。

由于永磁体附近隔磁磁桥的存在和磁槽的影响, 永磁体之间的相互作用和交轴电枢磁动势的作用, 电枢磁动势对永磁体的去磁作用是不均匀的, 因此电机中各部分永磁体的工作点并不相同。最大电枢磁动势作用下可能发生局部失磁, 降低电机的性能, 从而进一步造成电机的整体失磁, 使电机无法正常工作。如图 5 为永磁体的空载、满载和最大去磁时的工作点, 要确保电机在最大电枢磁动势作用下不造成永磁体的不可逆退磁, 就要保证在设计过程中永磁体的最大去磁工作点  $150\% a_{mk} > a_{mh} > 110\% a_{mk}$ 。

永磁体最大去磁工作点的确定方法, 包括以下步骤:

(1)、求出不计绕组电阻时的最大去磁电流  $I_h$  (A)

$$I_h = \frac{E_0 + U}{X_d}$$

式中  $E_0$ —空载反电动势标么值,  $U$ —输入电压标么值,  $X_d$ —一直轴电抗, A—为电流单位安培;

(2)、求出计及绕组电阻时, 定子电流 (A)

$$I_h = \frac{E_0 X_d + \sqrt{E_0^2 X_d^2 - (R_1^2 + X_d^2)(E_0^2 - U^2)}}{R_1^2 + X_d^2}$$

式中  $E_0$ —空载反电动势标么值,  $U$ —输入电压标么值,  $X_d$ —一直轴电抗,  $R_1$ —定子电阻, A—为电流单位安培;

(3) 将第 (2) 步所得的定子电流  $I_h$  代替在电磁计算中用到的直轴电流  $I_d$ , 由此得出的永磁体工作点即为永磁体的最大去磁工作点, 结合电磁场数值算法, 直接求出永磁体工作点的分布情况:

永磁体最大去磁工作点  $b_{mk}$ :

$$b_{mh} = \frac{\lambda_n(1 - f'_{adh})}{\lambda_n + 1}$$

$$f'_{adh} = \frac{0.45mK_{dp}NI_h}{p\sigma_0H_c h_M \times 10}$$

$$I_h = \frac{E_0 X_d + \sqrt{E_0^2 X_d^2 - (R_1^2 + X_d^2)(E_0^2 - U^2)}}{R_1^2 + X_d^2}$$

式中： $\lambda_n$ —外磁路总磁导标么值， $f'_{adh}$ —最大去磁磁势标么值， $m$ —相数， $K_{dp}$ —绕组因数， $N$ —每相串联匝数， $I_h$ —起动时的定子电流标么值， $p$ —极对数， $\sigma_0$ —漏磁系数， $H_c$ —计算矫顽力， $h_M$ —永磁体磁化方向厚度， $E_0$ —空载反电动势标么值， $U$ —输入电压标么值， $X_d$ —直流轴电抗， $R_1$ —定子电阻。

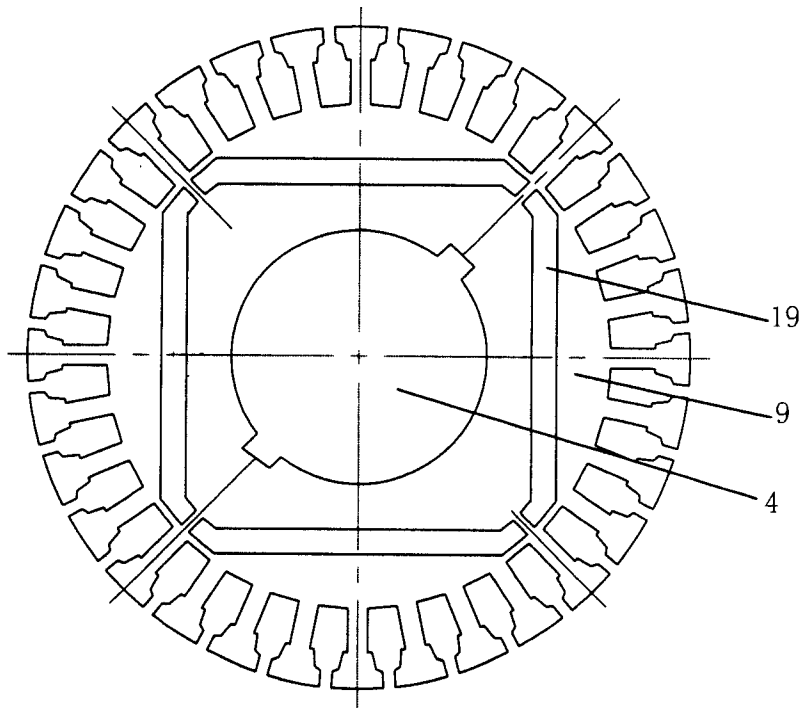


图1

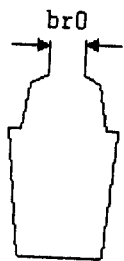


图2

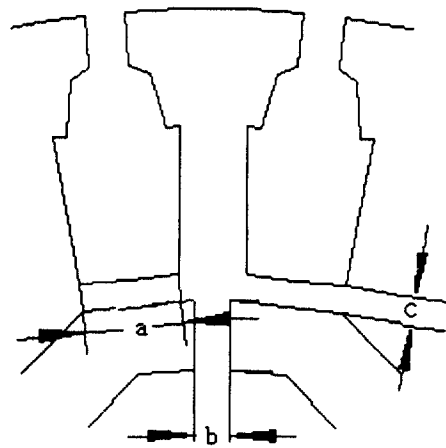


图3

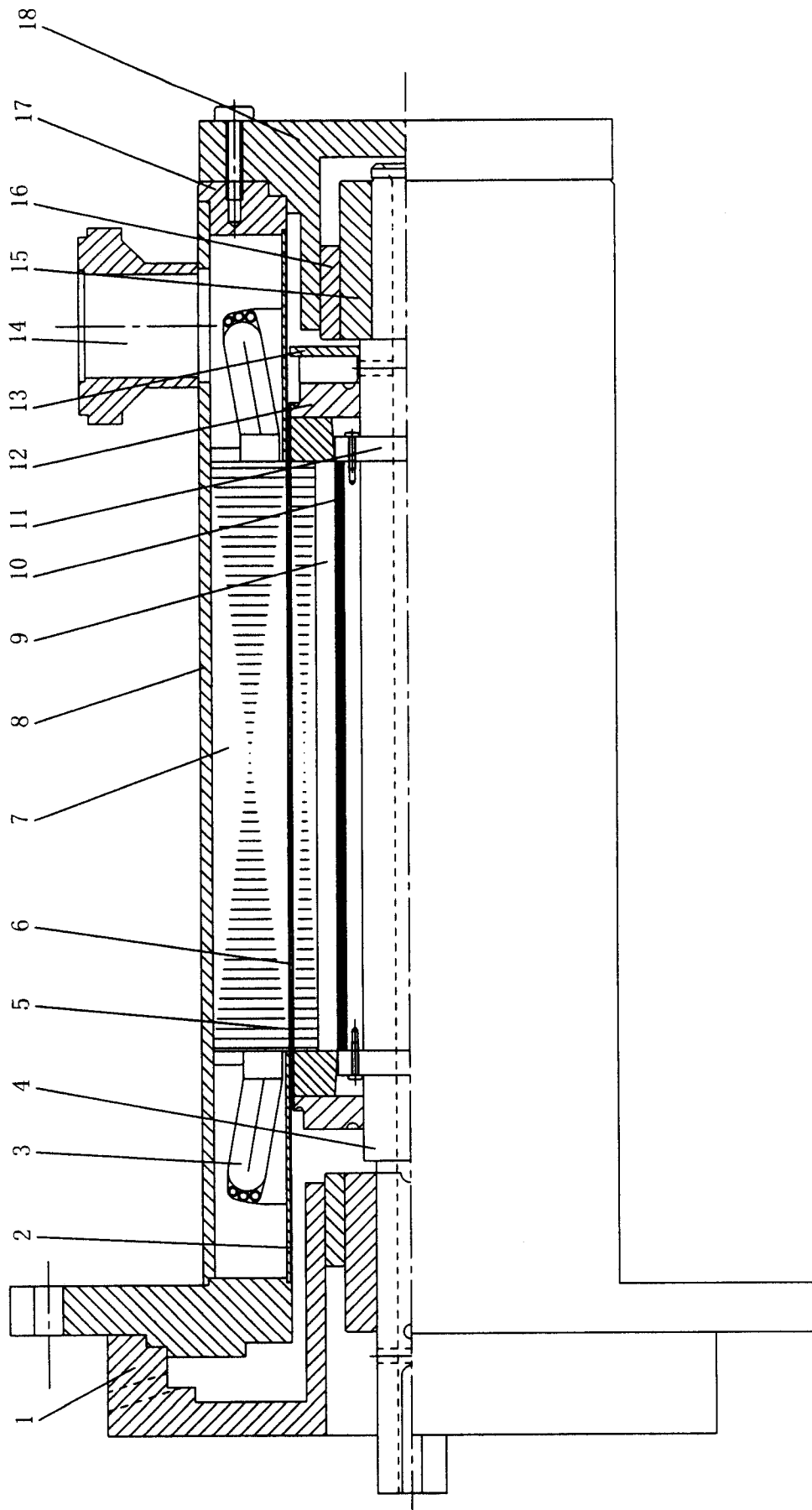


图 4



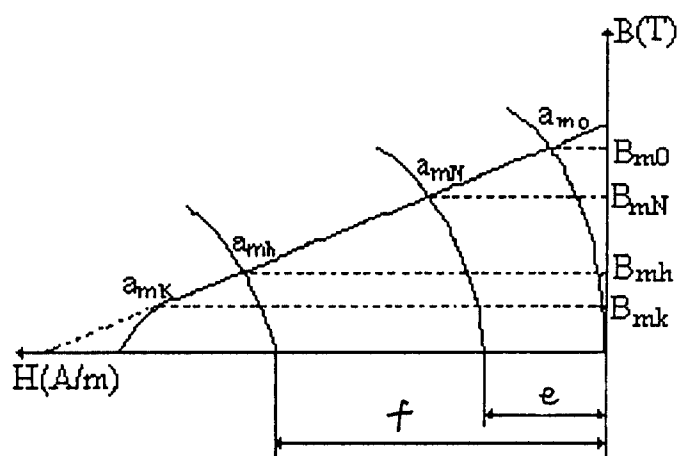


图 5