

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02K 21/12 (2006.01)

H02K 21/14 (2006.01)

H02K 1/27 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510123000.1

[43] 公开日 2006年5月24日

[11] 公开号 CN 1777001A

[22] 申请日 2005.12.12

[21] 申请号 200510123000.1

[71] 申请人 江苏安捷机电进出口有限公司

地址 214035 江苏省无锡市北塘区新惠路12号9号楼

[72] 发明人 郭宗毅 周志民 许进 任修明  
乔明忠

[74] 专利代理机构 南京君陶专利商标代理有限公司  
代理人 奚胜元

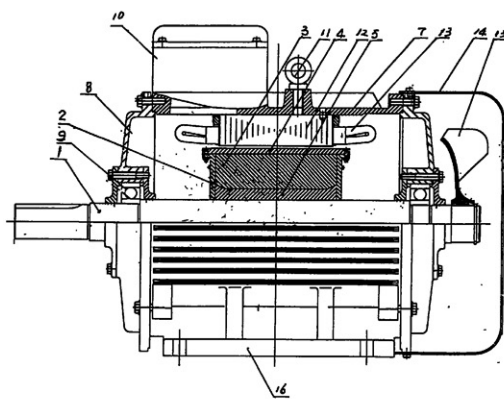
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

### [54] 发明名称

涡流启动三相稀土永磁同步电动机

### [57] 摘要

本发明涡流启动三相稀土永磁同步电动机涉及的是一种涡流启动切向槽楔式三相稀土永磁同步电动机，适用于原使用异步电动机驱动的所有行业，特别是要求启动力矩大，而负荷比较低的驱动机械上，对连续运转机械传动也比较适合。电动机由定子和转子两部分构成，转子安装在定子内，定子具有机座、定子铁芯、定子绕组、出线盒，转子包括主轴、磁极铁芯、稀土永磁磁钢、端板、槽楔、隔磁套，在主轴上套装有隔磁套，在隔磁套上装配有磁极铁芯，在磁极铁芯之间构成磁钢槽，磁钢槽内放置有稀土永磁磁钢，磁钢槽设置有燕尾槽楔，整个转子形成了切向槽楔式结构。在转子的磁钢槽内壁与稀土永磁磁钢之间设置有第二气隙。在转子的每个磁极铁芯中间设置有隔磁板。



1、一种涡流启动三相稀土永磁同步电动机，由定子和转子两部分构成，转子安装在定子内，定子具有机座、定子铁芯、定子绕组、出线盒，其特征在于转子结构包括主轴、磁极铁芯、稀土永磁磁钢、端板、槽楔、隔磁套，在主轴上套装有隔磁套，在隔磁套上装配有磁极铁芯，在磁极铁芯之间构成磁钢槽，磁钢槽内放置有稀土永磁磁铁，磁钢槽设置有燕尾槽楔，整个转子形成了切向槽楔式结构。

2、根据权利要求1所述的涡流启动三相稀土永磁同步电动机，其特征在于在转子的磁钢槽内壁与稀土永磁磁钢之间设置有第二气隙 $\sigma$ ，第二气隙 $\sigma$ 为0~0.5mm。

3、根据权利要求1所述的涡流启动三相稀土永磁同步电动机，其特征在于在转子的每个磁极铁芯中间设置有隔磁板，与隔磁套组成转子的复式隔磁结构。

## 涡流启动三相稀土永磁同步电动机

### 技术领域

本发明涡流启动三相稀土永磁同步电动机涉及的是一种涡流启动切向槽楔式三相稀土永磁同步电动机，适用于原使用异步电动机驱动的所有行业，特别是要求启动力矩大，而负荷比较低的驱动机械上，对连续运转机械传动也比较适合。

### 背景技术

目前现有的三相稀土永磁同步电动机，采用异步启动，其转子结构是在普通的异步电动机转子基础上改造而成，如内置切向式转子、内置混合式转子，由于异步电动机转子设计时，已经充分考虑了它的电气、机械性能以及机械强度，改造的其它永磁电动机为了把磁钢镶嵌进去，在转子上对称冲孔，这样会带来二个问题：

(1). 改变了原有转子结构的机械强度：一般的异步电动机根据容量不同，定、转子间的气隙为 0.3~0.8mm，那么，在高速长时间运转条件下，外径产生变形，导致定、转子间气隙变小以使扫膛产生热量，温升过高，首先是磁钢退磁，运转电流增大，甚至烧坏定子线圈；

(2). 要兼顾不要改变大的机械性能，所以在有限条件制约下磁通量不够。

## 发明内容

本发明的目的是针对上述不足之处提供一种涡流启动三相稀土永磁同步电动机,从根本上改变了其它永磁同步电动机转子为硅钢片叠加而成的结构,转子采用切向槽楔式结构,利用涡流集肤效应实现同步电动机的启动,并迅速牵入同步。

涡流启动三相稀土永磁同步电动机是采取以下方案实现:涡流启动三相稀土永磁同步电动机结构由定子和转子两部分构成,转子安装在定子内,定子具有机座、定子铁芯、定子绕组、出线盒,转子结构包括主轴、磁极铁芯、稀土永磁磁钢、端板、槽楔、隔磁套,在主轴上套装有隔磁套,在隔磁套上装配有磁极铁芯,在磁极铁芯之间构成磁钢槽,磁钢槽内放置稀土永磁磁铁,磁钢槽设置有燕尾槽楔,整个转子形成了切向槽楔式结构,形成了转子稀土永磁化。利用涡流集肤效应实现了同步电动机的启动,并迅速牵入同步。

在转子的磁钢槽内壁与稀土永磁磁钢之间设置有合理的第二气隙 $\sigma$ (第一气隙为转子和定子之间的气隙),第二气隙 $\sigma$ 为 $0\sim 0.5\text{mm}$ 。在转子的每个磁极铁芯中间设置有隔磁板,与隔磁套组成转子的复式隔磁结构。本发明采用了合理的第二气隙和复式隔磁结构。

涡流启动三相稀土永磁同步电动机转子是采用导磁金属材料构成,为切向槽楔式结构,它既是磁场的磁路,又是涡流的电路,二者合而为一,这是涡流启动三相稀土永磁同步电动机与其它永磁同步电动机的根本区别。

涡流启动三相稀土永磁同步电动机利用集肤效应产生的涡流实现启动,与其他永磁电动机利用异步启动又是根本区别。

所以,本发明关键的特征为:

- (1)涡流集肤启动，同步运行的切向槽楔式转子结构；
- (2)转子铁心是磁场磁路和涡流电路的合一。

#### 工作原理及产品优点

(1)本发明为同步工作方式，转子转速与定子旋转磁场完全同步，与异步电动机相比无转差损耗，与普通同步电动机相比，转子不需要外施励磁电源，消除了励磁损耗。

(2)本发明最高效率区和  $\cos \phi$  区可以得到展宽，甚至到负荷率为20%及以下区域，大大提高了整个负荷区平均运行效率，而异步电动机轻载时的效率及  $\cos \phi$  远低于其额定值，使本产品节电效果十分明显。

(3)本发明采用涡流集肤启动，故可直接启动，其启动力矩倍数可达到3.6倍以上，而异步电动机仅为1.8倍，故可以取代大2~3个机座号。

(4)涡流及磁场的分布情况也与其他永磁电动机迥然不同，形成了切向槽楔式转子电动机特有的惯量，性能更加优良，更加稳定，堵转转矩大、堵转电流低、牵入同步能力大、电动机效益高等优点。

涡流启动三相稀土永磁同步电动机是许多新技术、高技术产业的基础，具有轻型化、高性能化、高效节能的特点。它与电力电子技术和微电子控制技术相结合，可以制造出各种性能优异的机电一体化产品，适用于原使用异步电动机驱动的所有行业。

#### 发明内容

以下将结合附图对本发明作进一步说明。

图1是涡流启动三相稀土永磁同步电动机示意图。

图2是涡流启动三相稀土永磁同步电动机的转子剖视图。

图3是涡流启动三相稀土永磁同步电动机转子轴向结构图。

### 具体实施方式

参照附图1~3, 涡流启动三相稀土永磁同步电动机结构由定子和转子两部分构成, 定子由机座7、定子铁芯12、定子绕组13、出线盒10组成, 机座7上部设置有吊耳环11, 转子安装在定子内, 转子主轴1两端装有轴承9, 分别安装在机座7两端端盖8内, 机座7一端装有风扇罩14, 风扇15装在主轴1一端, 用于冷却电动机。机座7底部设置有底脚16。转子由主轴1、磁极铁芯6、稀土永磁磁钢3、端板2、槽楔4、隔磁套5组成, 在主轴1上套装有隔磁套5, 在隔磁套5上装配有磁极铁芯6, 在磁极铁芯6之间构成磁钢槽13, 磁钢槽13内放置稀土永磁磁铁3, 磁钢槽13设置有燕尾槽楔4, 整个转子形成了切向槽楔式结构, 形成了转子稀土永磁化。利用涡流集肤效应实现了同步电动机的启动, 并迅速牵入同步。

在转子的磁钢槽13内壁与稀土永磁磁钢3之间设置有合理的第二气隙 $\sigma$ 15(第一气隙为转子和定子之间的气隙), 第二气隙 $\sigma$ 为0~0.5mm。在转子的每个磁极铁芯6中间设置有隔磁板14, 与隔磁套5组成转子的复式隔磁结构。本发明采用了合理的第二气隙和复式隔磁结构。

本发明由于磁场分布和磁路结构与常规电机有很大差别, 其中介质面多且曲直交错, 使涡流启动三相稀土永磁同步电动机磁路特别复杂, 电机的参数不能套用传统的电机磁路计算方法。给设计中电磁计算也带来相当的复杂性。为了提高计算精度, 我们采用了二维有限元

数值算法计算了涡流启动三相稀土永磁同步电动机的电磁场，并进行了系统仿真分析。具体实施为：

①进行电机电磁场分布计算及优化设计，特别是要计算电机电枢反应磁场对永磁磁场的影响；

②进行永磁电机力学场计算，用受力场的方法进行电机的刚度、强度分析、振动模态分析、模态冲击分析；

③进行电机温度场分析；

④分别对永磁电机的发电工况、电动工况进行系统仿真分析；

⑤对永磁材料的温度稳定性、电磁稳定性、时间稳定性和分布均匀性进行分析；

⑥采用三维工程设计对电机结构进行优化设计，径向磁路、切向磁路及轴向磁路等磁路结构进行研究，注意磁场的合理性；

⑦关键工艺分析、研究和制定；

⑧对故障模式运行状态开发研究。

设计中的关键技术

①切向槽楔式转子的稀土永磁三相同步电动机设计技术和仿真分析技术；

②确保稀土永磁体不发生退磁、不可逆失磁技术。

本发明样机的型式试验结果，完全符合本发明产品技术标准中所规定的要求，其中：

效率：96.07%， 功率因数：0.976， 堵转转矩倍数：5.06

本发明样机的综合节电率测试结果为 25.49%；本发明样机已通过抽油机运行可靠性试验。

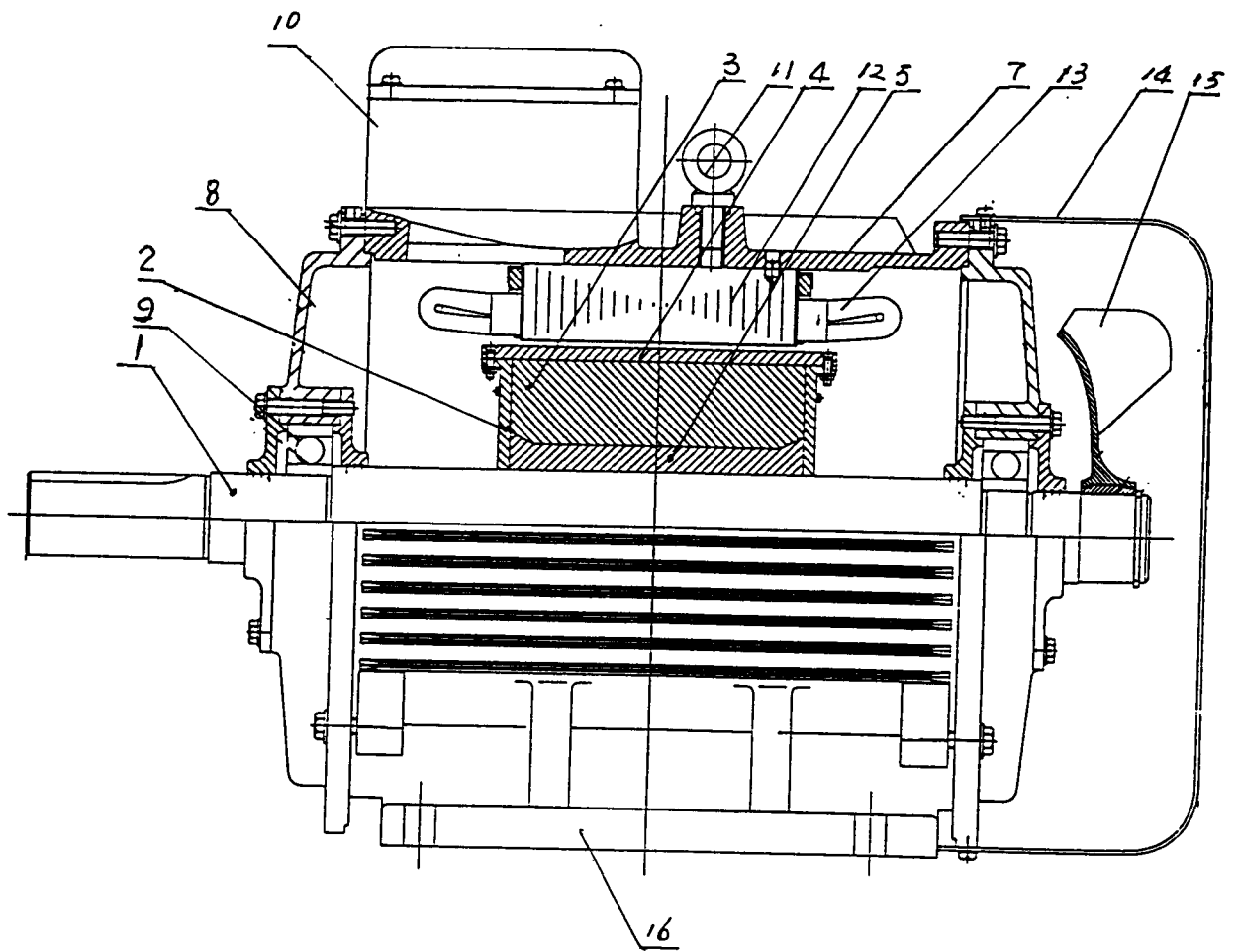


图 1



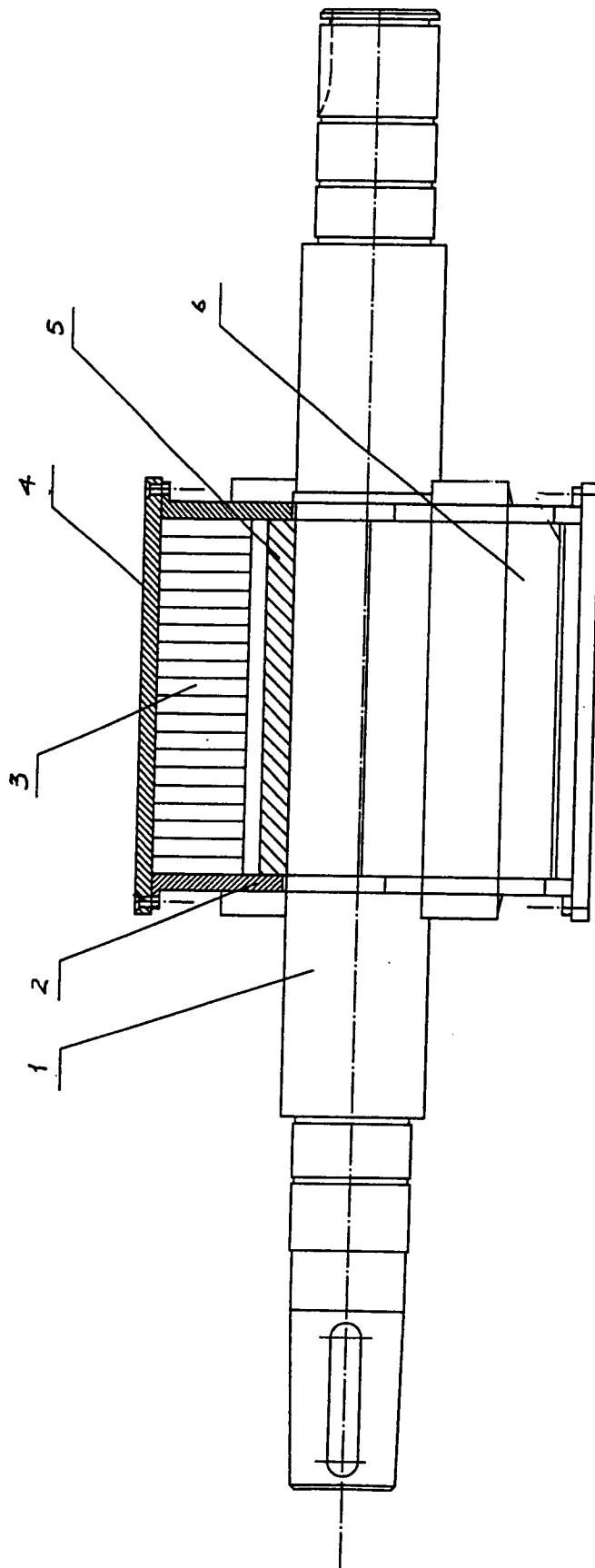


图 2

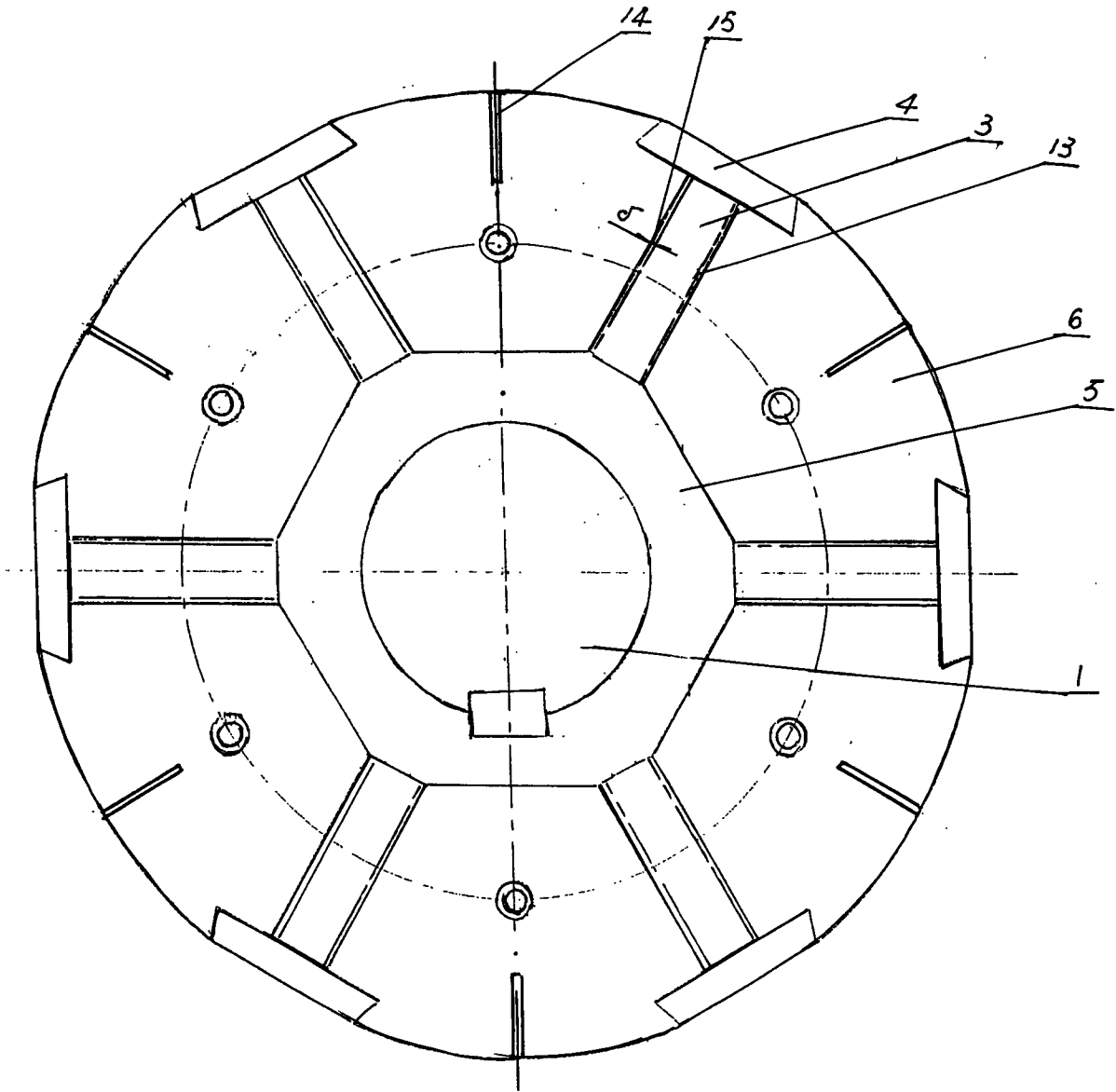


图 3