



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102082490 A

(43) 申请公布日 2011.06.01

(21) 申请号 201110028079.5

(22) 申请日 2011.01.26

(71) 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼2号

(72) 发明人 程明 杜恽 邹国棠 樊英

丁石川 李祥林

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51) Int. Cl.

H02K 41/02 (2006.01)

H02K 35/04 (2006.01)

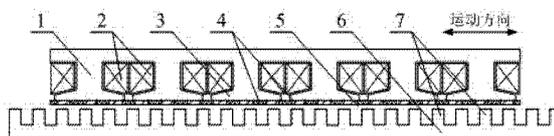
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种大推力永磁直驱式直线电机

(57) 摘要

本发明涉及一种大推力永磁直驱式直线电机,该电机包括电机初级和电机次级;所述电机初级包括设有线槽的初级铁心(1)、嵌入初级铁心(1)线槽内的电枢绕组(2)、初级极靴(3)以及安装于初级极靴(3)表面的永磁体(4);所述电机次级包括次级铁心(6)和次级凸极(7);电机初级和电机次级之间设有气隙(5);电机初级固定,电机次级沿电机运动方向直线运动。电机包括单边平板式、双边平板式和圆筒式结构。本发明利用电机特殊的结构,调制电机的气隙磁阻分布,电机运行时,电机初级内永磁磁通的运动速度成倍于电机次级的运动速度,实现升速的效果。该电机适用于低速直驱应用场合,具有功率密度高,额定推力大等特点。



1. 一种大推力永磁直驱式直线电机,其特征在于:该电机包括电机初级和电机次级;所述电机初级包括设有线槽的初级铁心(1)、嵌入初级铁心(1)线槽内的电枢绕组(2)、初级极靴(3)以及安装于初级极靴(3)表面的永磁体(4),永磁体(4)的充磁方向垂直于初级极靴(3)的表面,永磁体(4)沿电机运动方向依次排列;所述电机次级包括次级铁心(6)和次级凸极(7);所述电机初级和电机次级之间设有气隙(5);所述电机初级(1)固定不动,电机次级(6)沿着电机运动方向做直线运动。

2. 根据权利要求1所述的大推力永磁直驱式直线电机,其特征在于:该大推力永磁直驱式直线电机包括单边平板式、双边平板式和圆筒式结构。

3. 根据权利要求1所述的大推力永磁直驱式直线电机,其特征在于:所述的每个极靴上的永磁体(4)充磁方向垂直于初级极靴(3)表面,且相邻永磁体(4)充磁方向相反,构成N-S交替充磁结构,使气隙(5)内的磁通密度成类正弦分布。

4. 根据权利要求1所述的大推力永磁直驱式直线电机,其特征在于:所述的永磁体(4)布满整个电机初级气隙侧表面,设计成闭口槽结构;或所述的永磁体(4)仅仅贴装于极靴(3)表面,设计成开口槽结构,且每个初级极靴(3)的宽度与永磁体(4)的极距之比为大于1的自然数或分数。

5. 根据权利要求1所述的大推力永磁直驱式直线电机,其特征在于:所述电枢绕组(2)可以绕制成集中或分布形式。

## 一种大推力永磁直驱式直线电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种大推力永磁直线电机,具体是适用于低速场合的直驱永磁电机,本发明涉及电工、电机领域。

### 背景技术

[0002] 根据电机设计原理,在额定功率确定的情况下,动子运动速度越高,电机的体积、重量和制造成本就越小。在很多诸如海浪发电、轨道交通驱动等低速场合,通常需要利用体积庞大的齿轮箱等机械装置进行变速驱动,并使用“旋转—直线”转换装置改变运动形式,以匹配电机的高速旋转运动与工况需要的低速直线运动,来提高电机本体的功率密度,降低电机的制造成本。而大量机械装置的使用将不可避免的带来噪声、机械损耗以及需要定期维护等问题,并将明显增加结构的复杂性以及体积和重量。

[0003] 直驱式直线电机可以直接用于低速工况,省去了额外的齿轮箱和“旋转—直线”等中间转换装置,大大简化了系统结构,减小整个系统的体积和重量,同时,系统的可靠性、效率和功率密度等都将得到有效地提高,因此,直驱式直线电机逐渐成为国内外学者的研究热点。但是,由于直驱式直线电机动子运行速度低,通常传统直驱式直线电机具有体积大,初级和次级极对数多等特点,给电机制造和安装带来很大的困难,制造成本较高。

### 发明内容

[0004] 技术问题:本发明针对现有技术的不足进行设计,提出了一种大推力永磁直驱式直线电机,目的在于提高低速大推力应用情况下电机系统的功率密度,简化系统结构,提高运行效率。

[0005] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明提供的一种大推力永磁直驱式直线电机包括电机初级和电机次级构成;所述电机初级包括设有线槽的初级铁心、嵌入初级铁心线槽内的电枢绕组、初级极靴以及安装于初级极靴表面的永磁体,永磁体的充磁方向垂直于初级极靴的表面,永磁体沿电机运动方向依次排列;所述电机次级包括次级铁心和次级凸极;所述电机初级和电机次级之间设有气隙;所述电机初级固定不动,电机次级沿着电机运动方向做直线运动。该大推力永磁直驱式直线电机包括单边平板式、双边平板式和圆筒式结构。

[0006] 所述的每个极靴上的永磁体充磁方向垂直于初级极靴表面,且相邻永磁体充磁方向相反,构成N-S交替充磁结构,使气隙内的磁通密度成类正弦分布。

[0007] 所述的永磁体布满整个电机初级气隙侧表面,设计成闭口槽结构;或所述的永磁体仅仅贴装于极靴表面,设计成开口槽结构,且每个初级极靴的宽度与永磁体的极距之比为大于1的自然数或分数。所述电枢绕组可以绕制成集中或分布形式。

[0008] 该大推力永磁直驱式直线电机可以用作电动机,也可以用作发电机。

[0009] 有益效果:

1) 利用特殊的电机定次级结构,调制电机的气隙磁阻分布,电机运行时,电机初级内永

磁磁通的运动速度成倍于电机次级的运动速度,实现升速的效果,以提高电机额定输出推力和功率密度;

2) 永磁体和绕组均被安装于电机初级上固定不动,便于电机的冷却;

3) 电枢绕组不限制为集中绕组,电机极数配比更具多样性;

4) 初级极靴的宽度与永磁体极距之比为大于 1 的自然数或分数,较现有技术而言,取值多样,为电机设计带来很大的灵活性,同时便于通过设计合理的永磁体和次级凸极数量,以减小电机定位力,避免使用斜槽等措施,降低制造难度和成本;

5) 电机次级仅为带有凸极的铁心结构,机械强度大,适用于大推力输出工况;

## 附图说明

[0010] 图 1 为结构一:大推力永磁直线直驱电机闭口槽结构示意图,

图 2 为结构二:大推力永磁直线直驱电机开口槽结构(极靴宽度与永磁体极距之比为分数)示意图,

图 3 为结构三:大推力永磁直线直驱电机开口槽结构(极靴宽度与永磁体极距之比为自然数)示意图,

图中:初级铁心 1,电枢绕组 2,初级极靴 3,永磁体 4,气隙 5,次级铁心 6,次级凸极 7。

[0011] 具体实施方式

下面结合附图对本发明做进一步说明。

[0012] 本发明提供的大推力永磁直驱式直驱电机适用于低速大推力工况,可以作为直驱电机运行于电动或发电状态,其结构包括电机初级和电机次级,该电机初级包括设有线槽的初级铁心、电枢绕组、初级极靴和永磁体,电枢绕组嵌入初级铁心线槽内,永磁体安装于初级极靴表面;电机次级包括次级铁心和次级凸极;在电机初级永磁体和次级凸极之间设有气隙。

[0013] 所述的初级铁心和次级铁心均由硅钢叠片或其他导磁材料构成。

[0014] 所述的每个极靴上的有多个永磁体沿着电机运动方向依次排列,这些永磁体的充磁方向垂直于初级极靴表面,且相邻永磁体充磁方向相反,构成 N-S 交替充磁结构,使气隙内的磁通密度成类正弦分布。

[0015] 所述的永磁体可以布满整个电机初级气隙侧表面,设计成闭口槽结构;或所述的永磁体仅仅贴装于极靴表面,设计成开口槽结构,且每个初级极靴的宽度与永磁体的极距之比为大于 1 的自然数或分数,不同于现有技术要求初级极靴宽度与永磁体极距之比必须为偶数。

[0016] 所述电枢绕组可绕制成集中或分布形式,不同于现有技术要求必须为集中绕组。

[0017] 所述电机初级固定不动,电机次级沿着电机运动方向做直线运动。

[0018] 所述大推力永磁直驱式直线电机包括单边平板式、双边平板式和圆筒式结构。

[0019] 参见图 1~图 3,本发明的大推力永磁直驱式直线电机,包括电机初级和电机次级,该直驱电机初级包括设有线槽的初级铁心 1、电枢绕组 2、初级极靴 3 和永磁体 4,电枢绕组 2 嵌入初级铁心线槽内,永磁体 4 安装于初级极靴 3 表面;电机次级包括次级铁心 6 和次级凸极 7;在电机初级永磁体和次级凸极之间设有气隙 5。

[0020] 所述的初级铁心 1、初级极靴 3、次级铁心 6 和次级凸极 7 均由硅钢叠片材料构成,

与普通电机制造工艺相同。

[0021] 所述的每个极靴 3 上的有多个永磁体 4 沿着电机运动方向依次排列,这些永磁体 4 的充磁方向垂直于初级极靴 3 表面,且相邻永磁体 4 充磁方向相反,构成 N-S 交替充磁结构,使气隙 5 内的磁通密度成类正弦分布。

[0022] 所述的永磁体 4 可以布满整个电机初级气隙侧表面,设计成闭口槽结构(如图 1 所示);所述的永磁体 4 也可以仅仅贴装于极靴 3 表面,设计成开口槽结构(如图 2 和 3 所示),且每个初级极靴 3 的宽度与永磁体 4 的极距之比为大于 1 的自然数或分数。

[0023] 所述电枢绕组 2 可按电机不同的极对数制成集中或分布形式。电枢绕组 2 的极距(长度)与永磁体 4 的极距(长度)不等,且满足如下关系:

$$\frac{1}{\tau_w} = \left| \frac{1}{\tau_r} - \frac{1}{\tau_{PM}} \right| \quad (1)$$

$\tau_w$ ,  $\tau_r$  和  $\tau_{PM}$  分别为电枢绕组 2,次级凸极 7 和永磁体 4 的极距(长度)。电机初级 1 中由永磁体 4 产生磁场的运动速度与电枢绕组 2 中电流产生的磁场运动速度相等,该速度与电机次级 6 的运动速度之比等于电枢绕组 2 的极距(长度)与永磁体 4 的极距(长度)之比,即次级凸极 7 的有效凸极数量与电枢绕组 2 的极对数之比,且运动方向相同,其关系如式(2)所示:

$$\frac{n_w}{n_r} = \frac{\tau_w}{\tau_r} = \frac{p_r}{p_w} \quad (2)$$

$n_w$  为电枢绕组 2 中电流产生磁场的运动速度, $n_r$  为电机次级 6 的运动速度, $p_r$  为次级凸极 7 的有效凸极数量, $p_w$  为电枢绕组 2 的极对数。根据上述原理,可以根据工况需要设计电枢绕组 2、永磁体 4 和次级凸极 7 的极距。为实现升增速目的,需要将次级凸极 7 的极距设计的比电枢绕组 2 的极距小,即次级凸极 7 的有效凸极数量要比电枢绕组 2 的极对数多。

[0024] 所述电机初级 1 固定不动,电机次级 6 沿着电机运动方向做直线运动。

[0025] 所述大推力永磁直驱式直线电机包括单边平板式、双边平板式和圆筒式结构。

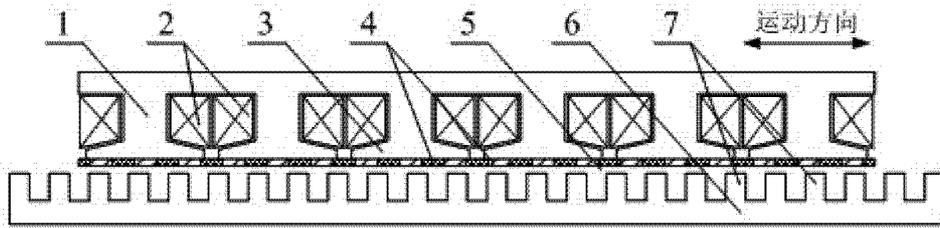


图 1

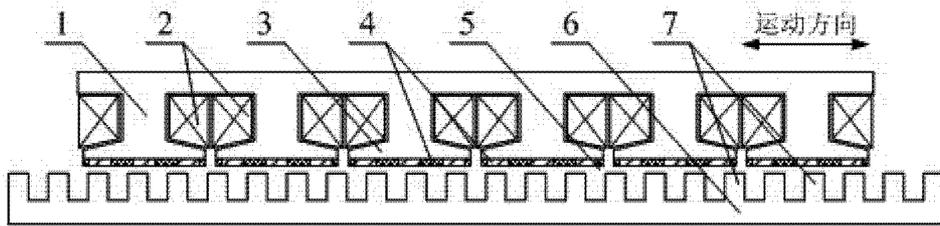


图 2

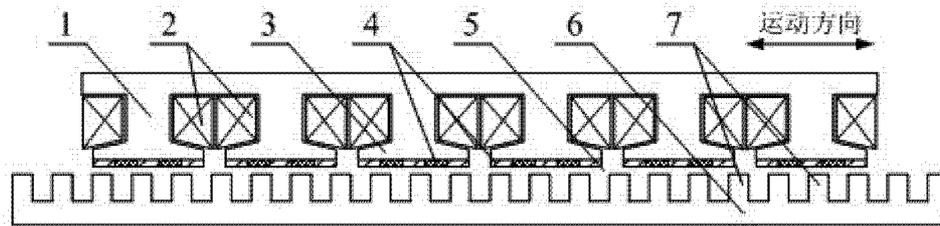


图 3