



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106505817 B

(45)授权公告日 2018.10.23

(21)申请号 201611054858.1

H02K 1/27(2006.01)

(22)申请日 2016.11.25

H02K 21/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106505817 A

(56)对比文件

WO 2011108363 A1,2011.09.09,

CN 103236771 A,2013.08.07,

(43)申请公布日 2017.03.15

审查员 肖林元

(73)专利权人 大连碧蓝节能环保科技有限公司

地址 116600 辽宁省大连市大连经济技术

开发区哈尔滨路34号-3

(72)发明人 赵晓东

(51)Int.Cl.

H02K 21/46(2006.01)

H02K 21/14(2006.01)

H02K 1/16(2006.01)

H02K 15/02(2006.01)

H02K 15/03(2006.01)

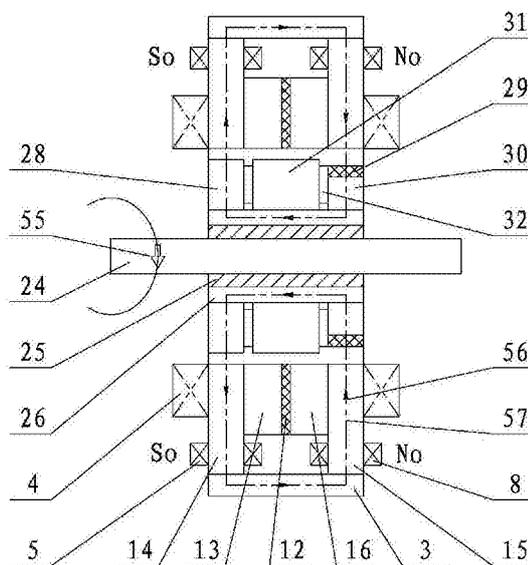
权利要求书4页 说明书9页 附图15页

(54)发明名称

工频起动弱磁增速永磁同步电动机

(57)摘要

本发明是一种工频起动弱磁增速永磁同步电动机,其涉及一种永磁同步电动机,包括转子部件、定子部件。所述永磁同步电动机采用的电动机控制器中包括倍频信号模块、功率放大模块和整流模块,该电动机控制器成本低于变频器成本。所述永磁同步电动机具备弱磁功能结构,在电动机控制器的控制下,采用工频交流电源驱动进行异步起动和同步运行,输出额定转速,采用倍频交流电源驱动进行异步起动和同步运行,输出高于额定转速的倍频转速,可以实现普通洗衣机采用一台电动机直接驱动波轮和脱水桶。所述永磁同步电动机的定子磁轭和转子磁轭采用钢带卷制加工,降低弱磁磁场磁路中的电磁谐波产生的涡流损耗,提高电机效率。



1. 一种工频起动弱磁增速永磁同步电动机,其特征工在于工频起动弱磁增速永磁同步电动机配备电动机控制器,该电动机控制器包括倍频信号模块、功率放大模块和整流模块,该电动机控制器输入端为交流电源,输出端有倍频交流电源和直流电源;工频起动弱磁增速永磁同步电动机包括转子部件(1)、定子部件(2);转子部件(1)安装在定子部件(2)的径向内侧;

定子部件(2)包括定子磁轭(3)、定子绕组(4)、弱磁绕组一(5)、弱磁绕组二(8)、定子隔磁板(12)、定子铁芯二(13)、定子铁芯一(14)、定子铁芯四(15)、定子铁芯三(16);

定子铁芯一(14)由若干个定子铁芯一冲片叠压而成,定子铁芯一冲片材质是导磁材料,定子铁芯一(14)呈圆环形,定子铁芯一(14)径向内侧边缘均布若干个定子线槽(11),定子铁芯一(14)径向外侧边缘均布若干个定子凸台一(6),每一个定子凸台一(6)径向外侧有一个定子榫头一(7),每一个定子榫头一(7)沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫头一镶嵌面(18),该两个定子榫头一镶嵌面(18)相互平行;

定子铁芯二(13)由若干个定子铁芯二冲片叠压而成,定子铁芯二冲片材质是导磁材料,定子铁芯二(13)呈圆环形,定子铁芯二(13)径向内侧边缘均布若干个定子线槽(11);

定子隔磁板(12)与定子铁芯二(13)结构相同;定子隔磁板(12)材质是非导磁材料,定子隔磁板(12)呈圆环形,定子隔磁板(12)径向内侧边缘均布若干个定子线槽(11);

定子铁芯三(16)与定子铁芯二(13)结构相同;定子铁芯三(16)由若干个定子铁芯三冲片叠压而成,定子铁芯三冲片材质是导磁材料,定子铁芯三(16)呈圆环形,定子铁芯三(16)径向内侧边缘均布若干个定子线槽(11);

定子铁芯四(15)由若干个定子铁芯四冲片叠压而成,定子铁芯四冲片材质是导磁材料,定子铁芯四(15)呈圆环形,定子铁芯四(15)径向内侧边缘均布若干个定子线槽(11),定子铁芯四(15)径向外侧边缘均布若干个定子凸台二(9),每一个定子凸台二(9)径向外侧有一个定子榫头二(10),每一个定子榫头二(10)沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫头二镶嵌面(17),该两个定子榫头二镶嵌面(17)相互平行;

定子磁轭(3)呈圆筒形,定子磁轭(3)材质是导磁材料,定子磁轭(3)采用钢带卷制加工,卷制后在定子磁轭钢带端头(23)处焊接固定;定子磁轭(3)轴向一端均布若干个定子榫槽一(22),每一个定子榫槽一(22)沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫槽一镶嵌面(21),该两个定子榫槽一镶嵌面(21)相互平行;定子磁轭(3)轴向另一端均布若干个定子榫槽二(19),每一个定子榫槽二(19)沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫槽二镶嵌面(20),该两个定子榫槽二镶嵌面(20)相互平行;每一个定子榫槽二(19)沿着轴向与两个定子榫槽一(22)之间的几何中心线轴向对齐;

定子部件(2)装配时,定子铁芯一(14)、定子铁芯二(13)、定子隔磁板(12)、定子铁芯三(16)、定子铁芯四(15)依次沿着轴向排列组成定子铁芯部件,每一个定子铁芯四(15)的定子榫头二(10)沿着轴向与定子铁芯一(14)的两个定子榫头一(7)之间的几何中心线轴向对齐;每一个定子铁芯一(14)的定子凸台一(6)安装一个弱磁绕组一(5);每一个定子铁芯四(15)的定子凸台二(9)安装一个弱磁绕组二(8);

把安装有若干个弱磁绕组一(5)的定子铁芯一(14)安装在定子磁轭(3)的一端,使定子铁芯一(14)的定子榫头一(7)安装在定子磁轭(3)的定子榫槽一(22)内,并且使定子榫头一镶嵌面(18)与定子榫槽一镶嵌面(21)相互接触;依次把定子铁芯二(13)、定子隔磁板(12)、

定子铁芯三(16)安装在定子磁轭(3)径向内侧,并且使定子铁芯二(13)位于定子铁芯一(14)的一端;把安装有若干个弱磁绕组二(8)的定子铁芯四(15)安装在定子磁轭(3)的另一端,使定子铁芯四(15)的定子榫头二(10)安装在定子磁轭(3)的定子榫槽二(19)内,并且使定子榫头二镶嵌面(17)与定子榫槽二镶嵌面(20)相互接触;之后把定子绕组(4)安装在定子铁芯部件径向内侧的定子线槽(11)内;

转子部件(1)包括转轴(24)、隔磁衬套(25)、转子磁轭(26)、永磁体一(27)、转子铁芯一(28)、永磁体二(29)、转子铁芯二(30)、鼠笼铁芯(31)、转子鼠笼(32);

转轴(24)呈圆柱形;隔磁衬套(25)呈圆筒形,隔磁衬套(25)中间是隔磁衬套轴孔,隔磁衬套(25)材料是非导磁材料;永磁体一(27)呈瓦片形,所有永磁体一(27)的径向外表面的磁极极性相同;永磁体二(29)呈瓦片形,所有永磁体二(29)的径向外表面的磁极极性相同,并且,永磁体一(27)与永磁体二(29)的径向外表面的磁极极性互为异性磁极;

转子磁轭(26)呈圆筒形,转子磁轭(26)材质是导磁材料,转子磁轭(26)采用钢带卷制加工,卷制后在转子磁轭钢带端头(48)处焊接固定;转子磁轭(26)中间是转子磁轭轴孔(54),转子磁轭(26)轴向一端均布若干个转子榫槽一(47),每一个转子榫槽一(47)沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫槽一镶嵌面(46),该两个转子榫槽一镶嵌面(46)相互平行;相邻两个转子榫槽一(47)之间是转子凸台一(45);转子磁轭(26)轴向另一端均布若干个转子榫槽二(49),每一个转子榫槽二(49)沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫槽二镶嵌面(51),该两个转子榫槽二镶嵌面(51)相互平行;相邻两个转子榫槽二(49)之间是转子凸台二(50);每一个转子榫槽一(47)与一个转子榫槽二(49)沿着轴向对齐;

转子铁芯一(28)由若干个转子铁芯一冲片叠压而成,转子铁芯一冲片材质是导磁材料,转子铁芯一(28)呈环形,转子铁芯一(28)中间是轴孔一(37),转子铁芯一(28)径向内侧边缘均布若干个转子榫头一(39),每一个转子榫头一(39)沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫头一镶嵌面(40),该两个转子榫头一镶嵌面(40)相互平行;相邻两个转子榫头一(39)之间是转子铁芯凹槽一(38);转子铁芯一(28)径向外侧边缘依次均布若干个转子凸极一(35)和转子磁极槽一(33),每一个转子铁芯一(28)上的转子凸极一(35)的数量是转子磁极数的一半,转子磁极槽一(33)的数量是转子磁极数的一半;

转子铁芯二(30)由若干个转子铁芯二冲片叠压而成,转子铁芯二冲片材质是导磁材料,转子铁芯二(30)呈环形,转子铁芯二(30)中间是轴孔二(53),转子铁芯二(30)径向内侧边缘均布若干个转子榫头二(43),每一个转子榫头二(43)沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫头二镶嵌面(44),该两个转子榫头二镶嵌面(44)相互平行;相邻两个转子榫头二(43)之间是转子铁芯凹槽二(42);转子铁芯二(30)径向外侧边缘依次均布若干个转子凸极二(36)和转子磁极槽二(34),每一个转子铁芯二(30)上的转子凸极二(36)的数量是转子磁极数的一半,转子磁极槽二(34)的数量是转子磁极数的一半;

鼠笼铁芯(31)由若干个鼠笼铁芯冲片叠压而成,鼠笼铁芯冲片材质是导磁材料,鼠笼铁芯(31)呈环形,鼠笼铁芯(31)中间是鼠笼铁芯轴孔(52),鼠笼铁芯(31)径向外侧边缘均布若干个鼠笼线槽;转子鼠笼(32)有两个鼠笼端环(41)和若干个鼠笼导条(58),鼠笼导条(58)安装在鼠笼铁芯(31)的鼠笼线槽内;

转子部件(1)装配时,转轴(24)安装在隔磁衬套(25)中间的隔磁衬套轴孔内,隔磁衬套(25)安装在转子磁轭(26)中间的转子磁轭轴孔(54)内,把转子磁轭(26)径向外侧的中间部

位安装在鼠笼铁芯(31)的鼠笼铁芯轴孔(52)内,转子铁芯一(28)安装在转子磁轭(26)一端的径向外侧,使转子铁芯一(28)的转子榫头一(39)安装在转子磁轭(26)的转子榫槽一(47)内,并且使转子榫头一镶嵌面(40)与转子榫槽一镶嵌面(46)相互接触;转子铁芯二(30)安装在转子磁轭(26)另一端的径向外侧,使转子铁芯二(30)的转子榫头二(43)安装在转子磁轭(26)的转子榫槽二(49)内,并且使转子榫头二镶嵌面(44)与转子榫槽二镶嵌面(51)相互接触;

转子部件(1)装配后,转子铁芯一(28)的转子凸极一(35)与转子铁芯二(30)的转子磁极槽二(34)沿轴向对齐,转子铁芯一(28)的转子磁极槽一(33)与转子铁芯二(30)的转子凸极二(36)沿轴向对齐;转子铁芯一(28)的每一个转子磁极槽一(33)中粘贴有一个永磁体一(27);每一个永磁体一(27)构成一个转子主磁极,每一个永磁体一(27)磁化相邻的转子凸极一(35),形成一个与该永磁体一(27)互为异性磁极的转子辅助磁极;转子铁芯二(30)的每一个转子磁极槽二(34)中粘贴有一个永磁体二(29);每一个永磁体二(29)构成一个转子主磁极,每一个永磁体二(29)磁化相邻的转子凸极二(36),形成一个与该永磁体二(29)互为异性磁极的转子辅助磁极;

若永磁体一(27)的径向外表面磁极极性为N极,则永磁体二(29)的径向外表面磁极极性为S极,永磁体一(27)构成N极转子主磁极,永磁体二(29)构成S极转子主磁极,转子凸极一(35)构成S极转子辅助磁极,转子凸极二(36)构成N极转子辅助磁极;转子主磁极与转子辅助磁极共同建立转子永磁体磁场;

永磁体一(27)或者永磁体二(29)的径向外表面至定子铁芯一(14)或者定子铁芯四(15)的任何一处径向内表面的电动机气隙是永磁体气隙;转子凸极一(35)或者转子凸极二(36)的径向外表面至定子铁芯一(14)或者定子铁芯四(15)的任何一处径向内表面的电动机气隙是凸极气隙;凸极气隙长度小于永磁体气隙长度;鼠笼铁芯(31)的径向外表面至定子铁芯二(13)或者定子铁芯三(16)的任何一处径向内表面的电动机气隙是鼠笼铁芯气隙。

2.根据权利要求1所述的一种工频起动弱磁增速永磁同步电动机,其特征在于工频起动的弱磁增速永磁同步电动机的运行过程是:

所述永磁同步电动机在工频起动时,工频交流电源直接驱动定子绕组(4),定子绕组(4)在定子铁芯部件中产生工频旋转磁场,转子鼠笼(32)的鼠笼导条(58)切割定子旋转磁场的磁力线产生异步起动转矩,把转子部件(1)牵入同步转速,转子部件(1)的永磁体一(27)、永磁体二(29)、转子凸极一(35)、转子凸极二(36)与定子旋转磁场相互作用产生同步转矩,转子部件(1)输出额定转速;

所述永磁同步电动机在倍频起动时,工频交流电源接通电动机控制器,电动机控制器的倍频信号模块产生倍频信号,倍频信号控制功率放大模块输出倍频交流电源,倍频交流电源驱动定子绕组(4),定子绕组(4)在定子铁芯部件中产生倍频旋转磁场,转子鼠笼(32)的鼠笼导条(58)切割定子旋转磁场的磁力线产生异步起动转矩,把转子部件(1)牵入同步转速;与此同时,电动机控制器的整流模块输出直流电源,直流电源分别驱动弱磁绕组一(5)和弱磁绕组二(8),弱磁绕组一(5)在定子铁芯一(14)径向内表面产生的磁场极性,与弱磁绕组二(8)在定子铁芯四(15)径向内表面产生的磁场极性互为异性磁极;由于永磁体一(27)或永磁体二(29)的径向厚度加上永磁体气隙长度之和大于凸极气隙长度,因此弱磁绕组一(5)和弱磁绕组二(8)产生的弱磁磁场磁力线路径(57)是,磁力线从弱磁绕组二(8)径

向内表面的N极出发,磁力线经过定子铁芯四(15)径向内表面,磁力线经过凸极气隙进入转子铁芯二(30)的转子凸极二(36),磁力线依次经过转子榫头二镶嵌面(44)、转子榫槽二镶嵌面(51)、转子磁轭(26)、转子榫槽一镶嵌面(46)、转子榫头一镶嵌面(40)进入转子铁芯一(28),磁力线从转子铁芯一(28)的转子凸极一(35)经过凸极气隙进入定子铁芯一(14),磁力线经过弱磁绕组一(5)径向内表面的S极,磁力线依次经过定子榫头一镶嵌面(18)、定子榫槽一镶嵌面(21)、定子磁轭(3)、定子榫槽二镶嵌面(20)、定子榫头二镶嵌面(17)进入定子铁芯四(15),磁力线回到弱磁绕组二(8)径向外表面,形成闭合回路;

弱磁磁场磁力线路径(57)在经过凸极气隙进入转子铁芯二(30)的转子凸极二(36)时,转子凸极二(36)的转子磁场极性是N极,弱磁磁场磁力线路径(57)从转子铁芯一(28)的转子凸极一(35)经过凸极气隙时,转子凸极一(35)的转子磁场极性是S极,弱磁绕组一(5)和弱磁绕组二(8)产生的弱磁磁场减弱了位于转子凸极二(36)和转子凸极一(35)所处的凸极气隙中的磁场强度,符合电动机高转速运行时,需要对其进行弱磁控制,即减小电动机气隙中磁通的设计要求;此时,转子部件(1)的永磁体一(27)、永磁体二(29)、转子凸极一(35)、转子凸极二(36)与定子旋转磁场相互作用产生同步转矩,转子部件(1)输出高于额定转速的倍频转速。

工频起动弱磁增速永磁同步电动机

技术领域

[0001] 本发明是一种工频起动弱磁增速永磁同步电动机,其涉及一种永磁同步电动机,特别是涉及一种采用工频交流电源驱动时能够异步起动和同步运行,采用倍频交流电源驱动时能够弱磁增速的永磁同步电动机。

背景技术

[0002] 洗衣机在洗涤时其波轮是低转速运行的,在脱水时其脱水桶是高转速运行的。普通洗衣机多数采用两台电动机,即一台是洗涤电动机,一台是脱水电动机,两台电动机的额定转速相同,通过各自的传动机构分别驱动波轮和脱水桶,传动机构结构复杂,容易损坏。高档洗衣机采用变频器驱动一台电动机,由于设备成本昂贵,该种洗衣机的市场占有率极小。

[0003] 在变频器对电动机的调速控制中,当变频器的输出频率高于电动机额定频率时,电动机气隙中的磁通开始减弱,电动机转速高于额定转速,此时称电动机进入弱磁调速。在设计一台电动机具有差额较大的两种输出转速时,必须在电动机高转速运行时,对其进行弱磁控制,即减小电动机气隙中的磁通。

[0004] 在电子电路中,产生的输出信号频率是输入信号频率的整数倍称为倍频。

[0005] 若采用一种包括倍频信号模块和功率放大模块的电动机控制器,驱动一台能够异步起动和同步运行的、具备弱磁功能结构的永磁同步电动机,则可以实现普通洗衣机采用一台电动机直接驱动波轮和脱水桶。该洗衣机洗涤时,电动机采用工频交流电源驱动进行异步起动和同步运行,输出额定转速。该洗衣机脱水时,电动机采用倍频交流电源驱动进行异步起动和同步运行,输出高于额定转速的倍频转速。

发明内容

[0006] 本发明的目的是克服变频器驱动电动机进行弱磁调速的设备成本昂贵的缺陷,提供一种采用工频交流电源驱动时能够异步起动和同步运行,采用倍频交流电源驱动时能够弱磁增速的永磁同步电动机。本发明的实施方案如下:

[0007] 本发明总的特征是工频起动弱磁增速永磁同步电动机配备电动机控制器,该电动机控制器包括倍频信号模块、功率放大模块和整流模块,该电动机控制器输入端为交流电源,输出端有倍频交流电源和直流电源。工频起动弱磁增速永磁同步电动机包括转子部件、定子部件。转子部件安装在定子部件的径向内侧。

[0008] 定子部件包括定子磁轭、定子绕组、弱磁绕组一、弱磁绕组二、定子隔磁板、定子铁芯二、定子铁芯一、定子铁芯四、定子铁芯三。

[0009] 定子铁芯一由若干个定子铁芯一冲片叠压而成,定子铁芯一冲片材质是导磁材料,定子铁芯一呈圆环形,定子铁芯一径向内侧边缘均布若干个定子线槽,定子铁芯一径向向外侧边缘均布若干个定子凸台一,每一个定子凸台一径向外侧有一个定子榫头一,每一个定子榫头一沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫头一镶嵌面,该两个定子榫头一镶嵌面相

互平行。

[0010] 定子铁芯二由若干个定子铁芯二冲片叠压而成,定子铁芯二冲片材质是导磁材料,定子铁芯二呈圆环形,定子铁芯二径向内侧边缘均布若干个定子线槽。

[0011] 定子隔磁板与定子铁芯二结构相同。定子隔磁板材质是非导磁材料,定子隔磁板呈圆环形,定子隔磁板径向内侧边缘均布若干个定子线槽。

[0012] 定子铁芯三与定子铁芯二结构相同。定子铁芯三由若干个定子铁芯三冲片叠压而成,定子铁芯三冲片材质是导磁材料,定子铁芯三呈圆环形,定子铁芯三径向内侧边缘均布若干个定子线槽。

[0013] 定子铁芯四由若干个定子铁芯四冲片叠压而成,定子铁芯四冲片材质是导磁材料,定子铁芯四呈圆环形,定子铁芯四径向内侧边缘均布若干个定子线槽,定子铁芯四径向外侧边缘均布若干个定子凸台二,每一个定子凸台二径向外侧有一个定子榫头二,每一个定子榫头二沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫头二镶嵌面,该两个定子榫头二镶嵌面相互平行。

[0014] 定子磁轭呈圆筒形,定子磁轭材质是导磁材料,定子磁轭采用钢带卷制加工,卷制后在定子磁轭钢带端头处焊接固定。定子磁轭轴向一端均布若干个定子榫槽一,每一个定子榫槽一沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫槽一镶嵌面,该两个定子榫槽一镶嵌面相互平行。定子磁轭轴向另一端均布若干个定子榫槽二,每一个定子榫槽二沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫槽二镶嵌面,该两个定子榫槽二镶嵌面相互平行。每一个定子榫槽二沿着轴向与两个定子榫槽一之间的几何中心线轴向对齐。

[0015] 定子部件装配时,定子铁芯一、定子铁芯二、定子隔磁板、定子铁芯三、定子铁芯四依次沿着轴向排列组成定子铁芯部件,每一个定子铁芯四的定子榫头二沿着轴向与定子铁芯一的两个定子榫头一之间的几何中心线轴向对齐。每一个定子铁芯一的定子凸台一安装一个弱磁绕组一。每一个定子铁芯四的定子凸台二安装一个弱磁绕组二。

[0016] 把安装有若干个弱磁绕组一的定子铁芯一安装在定子磁轭的一端,使定子铁芯一的定子榫头一安装在定子磁轭的定子榫槽一内,并且使定子榫头一镶嵌面与定子榫槽一镶嵌面相互接触。依次把定子铁芯二、定子隔磁板、定子铁芯三安装在定子磁轭径向内侧,并且使定子铁芯二位于定子铁芯一的一端。把安装有若干个弱磁绕组二的定子铁芯四安装在定子磁轭的另一端,使定子铁芯四的定子榫头二安装在定子磁轭的定子榫槽二内,并且使定子榫头二镶嵌面与定子榫槽二镶嵌面相互接触。之后把定子绕组安装在定子铁芯部件径向内侧的定子线槽内。

[0017] 转子部件包括转轴、隔磁衬套、转子磁轭、永磁体一、转子铁芯一、永磁体二、转子铁芯二、鼠笼铁芯、转子鼠笼。

[0018] 转轴呈圆柱形。隔磁衬套呈圆筒形,隔磁衬套中间是隔磁衬套轴孔,隔磁衬套材料是非导磁材料。永磁体一呈瓦片形,所有永磁体一的径向外表面的磁极极性相同。永磁体二呈瓦片形,所有永磁体二的径向外表面的磁极极性相同,并且,永磁体一与永磁体二的径向外表面的磁极极性互为异性磁极。

[0019] 转子磁轭呈圆筒形,转子磁轭材质是导磁材料,转子磁轭采用钢带卷制加工,卷制后在转子磁轭钢带端头处焊接固定。转子磁轭中间是转子磁轭轴孔,转子磁轭轴向一端均布若干个转子榫槽一,每一个转子榫槽一沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫槽一镶嵌

面,该两个转子榫槽一镶嵌面相互平行。相邻两个转子榫槽一之间是转子凸台一。转子磁轭轴向另一端均布若干个转子榫槽二,每一个转子榫槽二沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫槽二镶嵌面,该两个转子榫槽二镶嵌面相互平行。相邻两个转子榫槽二之间是转子凸台二。每一个转子榫槽一与一个转子榫槽二沿着轴向对齐。

[0020] 转子铁芯一由若干个转子铁芯一冲片叠压而成,转子铁芯一冲片材质是导磁材料,转子铁芯一呈环形,转子铁芯一中间是轴孔一,转子铁芯一径向内侧边缘均布若干个转子榫头一,每一个转子榫头一沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫头一镶嵌面,该两个转子榫头一镶嵌面相互平行。相邻两个转子榫头一之间是转子铁芯凹槽一。转子铁芯一径向向外侧边缘依次均布若干个转子凸极一和转子磁极槽一,每一个转子铁芯一上的转子凸极一的数量是转子磁极数的一半,转子磁极槽一的数量是转子磁极数的一半。

[0021] 转子铁芯二由若干个转子铁芯二冲片叠压而成,转子铁芯二冲片材质是导磁材料,转子铁芯二呈环形,转子铁芯二中间是轴孔二,转子铁芯二径向内侧边缘均布若干个转子榫头二,每一个转子榫头二沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫头二镶嵌面,该两个转子榫头二镶嵌面相互平行。相邻两个转子榫头二之间是转子铁芯凹槽二。转子铁芯二径向向外侧边缘依次均布若干个转子凸极二和转子磁极槽二,每一个转子铁芯二上的转子凸极二的数量是转子磁极数的一半,转子磁极槽二的数量是转子磁极数的一半。

[0022] 鼠笼铁芯由若干个鼠笼铁芯冲片叠压而成,鼠笼铁芯冲片材质是导磁材料,鼠笼铁芯呈环形,鼠笼铁芯中间是鼠笼铁芯轴孔,鼠笼铁芯径向外侧边缘均布若干个鼠笼线槽。转子鼠笼有两个鼠笼端环和若干个鼠笼导条,鼠笼导条安装在鼠笼铁芯的鼠笼线槽内。

[0023] 转子部件装配时,转轴安装在隔磁衬套中间的隔磁衬套轴孔内,隔磁衬套安装在转子磁轭中间的转子磁轭轴孔内,把转子磁轭径向外侧的中间部位安装在鼠笼铁芯的鼠笼铁芯轴孔内,转子铁芯一安装在转子磁轭一端的径向外侧,使转子铁芯一的转子榫头一安装在转子磁轭的转子榫槽一内,并且使转子榫头一镶嵌面与转子榫槽一镶嵌面相互接触。转子铁芯二安装在转子磁轭另一端的径向外侧,使转子铁芯二的转子榫头二安装在转子磁轭的转子榫槽二内,并且使转子榫头二镶嵌面与转子榫槽二镶嵌面相互接触。

[0024] 转子部件装配后,转子铁芯一的转子凸极一与转子铁芯二的转子磁极槽二沿轴向对齐,转子铁芯一的转子磁极槽一与转子铁芯二的转子凸极二沿轴向对齐。转子铁芯一的每一个转子磁极槽一中粘贴有一个永磁体一。每一个永磁体一构成一个转子主磁极,每一个永磁体一磁化相邻的转子凸极一,形成一个与该永磁体一互为异性磁极的转子辅助磁极。转子铁芯二的每一个转子磁极槽二中粘贴有一个永磁体二。每一个永磁体二构成一个转子主磁极,每一个永磁体二磁化相邻的转子凸极二,形成一个与该永磁体二互为异性磁极的转子辅助磁极。

[0025] 若永磁体一的径向外表面磁极极性为N极,则永磁体二的径向外表面磁极极性为S极,永磁体一构成N极转子主磁极,永磁体二构成S极转子主磁极,转子凸极一构成S极转子辅助磁极,转子凸极二构成N极转子辅助磁极。转子主磁极与转子辅助磁极共同建立转子永磁体磁场。

[0026] 永磁体一或者永磁体二的径向外表面至定子铁芯一或者定子铁芯四的任何一处径向内表面的电动机气隙是永磁体气隙。转子凸极一或者转子凸极二的径向外表面至定子铁芯一或者定子铁芯四的任何一处径向内表面的电动机气隙是凸极气隙。凸极气隙长度小

于永磁体气隙长度。鼠笼铁芯的径向外表面至定子铁芯二或者定子铁芯三的一处径向内表面的电动机气隙是鼠笼铁芯气隙。

[0027] 工频起动弱磁增速永磁同步电动机的运行过程是：

[0028] 所述永磁同步电动机在工频起动时，工频交流电源直接驱动定子绕组，定子绕组在定子铁芯部件中产生工频旋转磁场，转子鼠笼的鼠笼导条切割定子旋转磁场的磁力线产生异步起动转矩，把转子部件牵入同步转速，转子部件的永磁体一、永磁体二、转子凸极一、转子凸极二与定子旋转磁场相互作用产生同步转矩，转子部件输出额定转速。

[0029] 所述永磁同步电动机在倍频起动时，工频交流电源接通电动机控制器，电动机控制器的倍频信号模块产生倍频信号，倍频信号控制功率放大模块输出倍频交流电源，倍频交流电源驱动定子绕组，定子绕组在定子铁芯部件中产生倍频旋转磁场，转子鼠笼的鼠笼导条切割定子旋转磁场的磁力线产生异步起动转矩，把转子部件牵入同步转速。与此同时，电动机控制器的整流模块输出直流电源，直流电源分别驱动弱磁绕组一和弱磁绕组二，弱磁绕组一在定子铁芯一径向内表面产生的磁场极性，与弱磁绕组二在定子铁芯四径向内表面产生的磁场极性互为异性磁极。由于永磁体一或永磁体二的径向厚度加上永磁体气隙长度之和大于凸极气隙长度，因此弱磁绕组一和弱磁绕组二产生的弱磁磁场磁力线路径是，磁力线从弱磁绕组二径向内表面的N极出发，磁力线经过定子铁芯四径向内表面，磁力线经过凸极气隙进入转子铁芯二的转子凸极二，磁力线依次经过转子榫头二镶嵌面、转子榫槽二镶嵌面、转子磁轭、转子榫槽一镶嵌面、转子榫头一镶嵌面进入转子铁芯一，磁力线从转子铁芯一的转子凸极一经过凸极气隙进入定子铁芯一，磁力线经过弱磁绕组一径向内表面的S极，磁力线依次经过定子榫头一镶嵌面、定子榫槽一镶嵌面、定子磁轭、定子榫槽二镶嵌面、定子榫头二镶嵌面进入定子铁芯四，磁力线回到弱磁绕组二径向外表面，形成闭合回路。

[0030] 弱磁磁场磁力线路径在经过凸极气隙进入转子铁芯二的转子凸极二时，转子凸极二的转子磁场极性是N极，弱磁磁场磁力线路径从转子铁芯一的转子凸极一经过凸极气隙时，转子凸极一的转子磁场极性是S极，弱磁绕组一和弱磁绕组二产生的弱磁磁场减弱了位于转子凸极二和转子凸极一所处的凸极气隙中的磁场强度，符合电动机高转速运行时，需要对其进行弱磁控制，即减小电动机气隙中磁通的设计要求。此时，转子部件的永磁体一、永磁体二、转子凸极一、转子凸极二与定子旋转磁场相互作用产生同步转矩，转子部件输出高于额定转速的倍频转速。

[0031] 工频起动弱磁增速永磁同步电动机采用的电动机控制器中包括倍频信号模块、功率放大模块和整流模块，该电动机控制器成本低于变频器成本。工频起动弱磁增速永磁同步电动机具备弱磁功能结构，在电动机控制器的控制下，采用工频交流电源驱动进行异步起动和同步运行，输出额定转速，采用倍频交流电源驱动进行异步起动和同步运行，输出高于额定转速的倍频转速，可以实现普通洗衣机采用一台电动机直接驱动波轮和脱水桶。所述永磁同步电动机的定子磁轭和转子磁轭采用钢带卷制加工，降低弱磁磁场磁路中的电磁谐波产生的涡流损耗，提高电机效率。

附图说明

[0032] 说明书附图是工频起动弱磁增速永磁同步电动机的结构图和示意图。其中图1是

所述永磁同步电动机的轴测图。图2是所述永磁同步电动机的轴测图，图中隐藏了定子磁轭。图3是定子铁芯部件的轴测图。图4是定子铁芯一的轴测图。图5是定子铁芯二或定子隔板或定子铁芯三的轴测图。图6是定子铁芯四的轴测图。图7是定子磁轭的轴测图。图8是定子铁芯一安装在定子磁轭中的示意图，图中仅画出一个定子铁芯一冲片。图9是转子部件的轴测图，转子磁极为四极。图10是转子部件的轴测剖视图，转子磁极为四极。图11是转轴、隔磁衬套、转子磁轭、转子铁芯一、转子铁芯二安装在一起的轴测示意图。图12是转子铁芯一的轴测图。图13是转子铁芯二的轴测图。图14是转子铁芯一安装在转子磁轭中的轴测示意图，图中仅画出一个转子铁芯一冲片。图15是转子磁轭的轴测图。图16是鼠笼铁芯、转子鼠笼安装在一起的轴测图。图17是弱磁磁场磁力线路径示意图。图18是所述永磁同步电动机的轴向观测结构示意图，转子磁极为四极，隐藏了定子绕组和弱磁绕组二。图19是定子磁场的磁力线路径示意图，沿鼠笼铁芯径向剖面。图20是转子部件的永磁体一磁力线路径示意图，沿转子铁芯一与定子铁芯一径向剖面，转子磁极为四极。图21是转子部件的永磁体二磁力线路径示意图，沿转子铁芯二与定子铁芯四径向剖面，转子磁极为四极。图22是电动机控制器的系统框图。

[0033] 说明书附图中，大写字母N和S代表转子主磁极极性，或者代表转子辅助磁极极性，或者代表弱磁磁场极性。小写字母n和s代表定子磁极极性。

[0034] 图中标注有转子部件1、定子部件2、定子磁轭3、定子绕组4、弱磁绕组一5、定子凸台一6、定子榫头一7、弱磁绕组二8、定子凸台二9、定子榫头二10、定子线槽11、定子隔板12、定子铁芯二13、定子铁芯一14、定子铁芯四15、定子铁芯三16、定子榫头二镶嵌面17、定子榫头一镶嵌面18、定子榫槽二19、定子榫槽二镶嵌面20、定子榫槽一镶嵌面21、定子榫槽一22、定子磁轭钢带端头23、转轴24、隔磁衬套25、转子磁轭26、永磁体一27、转子铁芯一28、永磁体二29、转子铁芯二30、鼠笼铁芯31、转子鼠笼32、转子磁极槽一33、转子磁极槽二34、转子凸极一35、转子凸极二36、轴孔一37、转子铁芯凹槽一38、转子榫头一39、转子榫头一镶嵌面40、鼠笼端环41、转子铁芯凹槽二42、转子榫头二43、转子榫头二镶嵌面44、转子凸台一45、转子榫槽一镶嵌面46、转子榫槽一47、转子磁轭钢带端头48、转子榫槽二49、转子凸台二50、转子榫槽二镶嵌面51、鼠笼铁芯轴孔52、轴孔二53、转子磁轭轴孔54、转子旋转方向55、弱磁磁场方向56、弱磁磁场磁力线路径57、鼠笼导条58、垂直向外的感应电流59、垂直向内的感应电流60、定子磁场方向61、定子磁场磁力线路径62、定子磁场旋转方向63、转子旋转方向64、转子磁场方向65、转子磁场磁力线路径66。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明做进一步叙述。

[0036] 参照图1至图16，工频起动弱磁增速永磁同步电动机配备电动机控制器，该电动机控制器包括倍频信号模块、功率放大模块和整流模块，该电动机控制器输入端为交流电源，输出端有倍频交流电源和直流电源。工频起动弱磁增速永磁同步电动机包括转子部件1、定子部件2。转子部件1安装在定子部件2的径向内侧。

[0037] 定子部件2包括定子磁轭3、定子绕组4、弱磁绕组一5、弱磁绕组二8、定子隔板12、定子铁芯二13、定子铁芯一14、定子铁芯四15、定子铁芯三16。

[0038] 定子铁芯一14由若干个定子铁芯一冲片叠压而成，定子铁芯一冲片材质是导磁材

料,定子铁芯一14呈圆环形,定子铁芯一14径向内侧边缘均布若干个定子线槽11,定子铁芯一14径向外侧边缘均布若干个定子凸台一6,每一个定子凸台一6径向外侧有一个定子榫头一7,每一个定子榫头一7沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫头一镶嵌面18,该两个定子榫头一镶嵌面18相互平行。

[0039] 定子铁芯二13由若干个定子铁芯二冲片叠压而成,定子铁芯二冲片材质是导磁材料,定子铁芯二13呈圆环形,定子铁芯二13径向内侧边缘均布若干个定子线槽11。

[0040] 定子隔板12与定子铁芯二13结构相同。定子隔板12材质是非导磁材料,定子隔板12呈圆环形,定子隔板12径向内侧边缘均布若干个定子线槽11。

[0041] 定子铁芯三16与定子铁芯二13结构相同。定子铁芯三16由若干个定子铁芯三冲片叠压而成,定子铁芯三冲片材质是导磁材料,定子铁芯三16呈圆环形,定子铁芯三16径向内侧边缘均布若干个定子线槽11。

[0042] 定子铁芯四15由若干个定子铁芯四冲片叠压而成,定子铁芯四冲片材质是导磁材料,定子铁芯四15呈圆环形,定子铁芯四15径向内侧边缘均布若干个定子线槽11,定子铁芯四15径向外侧边缘均布若干个定子凸台二9,每一个定子凸台二9径向外侧有一个定子榫头二10,每一个定子榫头二10沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫头二镶嵌面17,该两个定子榫头二镶嵌面17相互平行。

[0043] 定子磁轭3呈圆筒形,定子磁轭3材质是导磁材料,定子磁轭3采用钢带卷制加工,卷制后在定子磁轭钢带端头23处焊接固定。定子磁轭3轴向一端均布若干个定子榫槽一22,每一个定子榫槽一22沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫槽一镶嵌面21,该两个定子榫槽一镶嵌面21相互平行。定子磁轭3轴向另一端均布若干个定子榫槽二19,每一个定子榫槽二19沿着圆周方向的两侧各有一个定子榫槽二镶嵌面20,该两个定子榫槽二镶嵌面20相互平行。每一个定子榫槽二19沿着轴向与两个定子榫槽一22之间的几何中心线轴向对齐。

[0044] 定子部件2装配时,定子铁芯一14、定子铁芯二13、定子隔板12、定子铁芯三16、定子铁芯四15依次沿着轴向排列组成定子铁芯部件,每一个定子铁芯四15的定子榫头二10沿着轴向与定子铁芯一14的两个定子榫头一7之间的几何中心线轴向对齐。每一个定子铁芯一14的定子凸台一6安装一个弱磁绕组一5。每一个定子铁芯四15的定子凸台二9安装一个弱磁绕组二8。

[0045] 把安装有若干个弱磁绕组一5的定子铁芯一14安装在定子磁轭3的一端,使定子铁芯一14的定子榫头一7安装在定子磁轭3的定子榫槽一22内,并且使定子榫头一镶嵌面18与定子榫槽一镶嵌面21相互接触。依次把定子铁芯二13、定子隔板12、定子铁芯三16安装在定子磁轭3径向内侧,并且使定子铁芯二13位于定子铁芯一14的一端。把安装有若干个弱磁绕组二8的定子铁芯四15安装在定子磁轭3的另一端,使定子铁芯四15的定子榫头二10安装在定子磁轭3的定子榫槽二19内,并且使定子榫头二镶嵌面17与定子榫槽二镶嵌面20相互接触。之后把定子绕组4安装在定子铁芯部件径向内侧的定子线槽11内。

[0046] 转子部件1包括转轴24、隔磁衬套25、转子磁轭26、永磁体一27、转子铁芯一28、永磁体二29、转子铁芯二30、鼠笼铁芯31、转子鼠笼32。

[0047] 转轴24呈圆柱形。隔磁衬套25呈圆筒形,隔磁衬套25中间是隔磁衬套轴孔,隔磁衬套25材料是非导磁材料。永磁体一27呈瓦片形,所有永磁体一27的径向外表面的磁极极性相同。永磁体二29呈瓦片形,所有永磁体二29的径向外表面的磁极极性相同,并且,永磁体

一27与永磁体二29的径向外表面的磁极极性互为异性磁极。

[0048] 转子磁轭26呈圆筒形,转子磁轭26材质是导磁材料,转子磁轭26采用钢带卷制加工,卷制后在转子磁轭钢带端头48处焊接固定。转子磁轭26中间是转子磁轭轴孔54,转子磁轭26轴向一端均布若干个转子榫槽一47,每一个转子榫槽一47沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫槽一镶嵌面46,该两个转子榫槽一镶嵌面46相互平行。相邻两个转子榫槽一47之间是转子凸台一45。转子磁轭26轴向另一端均布若干个转子榫槽二49,每一个转子榫槽二49沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫槽二镶嵌面51,该两个转子榫槽二镶嵌面51相互平行。相邻两个转子榫槽二49之间是转子凸台二50。每一个转子榫槽一47与一个转子榫槽二49沿着轴向对齐。

[0049] 转子铁芯一28由若干个转子铁芯一冲片叠压而成,转子铁芯一冲片材质是导磁材料,转子铁芯一28呈环形,转子铁芯一28中间是轴孔一37,转子铁芯一28径向内侧边缘均布若干个转子榫头一39,每一个转子榫头一39沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫头一镶嵌面40,该两个转子榫头一镶嵌面40相互平行。相邻两个转子榫头一39之间是转子铁芯凹槽一38。转子铁芯一28径向外侧边缘依次均布若干个转子凸极一35和转子磁极槽一33,每一个转子铁芯一28上的转子凸极一35的数量是转子磁极数的一半,转子磁极槽一33的数量是转子磁极数的一半。

[0050] 转子铁芯二30由若干个转子铁芯二冲片叠压而成,转子铁芯二冲片材质是导磁材料,转子铁芯二30呈环形,转子铁芯二30中间是轴孔二53,转子铁芯二30径向内侧边缘均布若干个转子榫头二43,每一个转子榫头二43沿着圆周方向的两侧各有一个转子榫头二镶嵌面44,该两个转子榫头二镶嵌面44相互平行。相邻两个转子榫头二43之间是转子铁芯凹槽二42。转子铁芯二30径向外侧边缘依次均布若干个转子凸极二36和转子磁极槽二34,每一个转子铁芯二30上的转子凸极二36的数量是转子磁极数的一半,转子磁极槽二34的数量是转子磁极数的一半。

[0051] 鼠笼铁芯31由若干个鼠笼铁芯冲片叠压而成,鼠笼铁芯冲片材质是导磁材料,鼠笼铁芯31呈环形,鼠笼铁芯31中间是鼠笼铁芯轴孔52,鼠笼铁芯31径向外侧边缘均布若干个鼠笼线槽。转子鼠笼32有两个鼠笼端环41和若干个鼠笼导条58,鼠笼导条58安装在鼠笼铁芯31的鼠笼线槽内。

[0052] 转子部件1装配时,转轴24安装在隔磁衬套25中间的隔磁衬套轴孔内,隔磁衬套25安装在转子磁轭26中间的转子磁轭轴孔54内,把转子磁轭26径向外侧的中间部位安装在鼠笼铁芯31的鼠笼铁芯轴孔52内,转子铁芯一28安装在转子磁轭26一端的径向外侧,使转子铁芯一28的转子榫头一39安装在转子磁轭26的转子榫槽一47内,并且使转子榫头一镶嵌面40与转子榫槽一镶嵌面46相互接触。转子铁芯二30安装在转子磁轭26另一端的径向外侧,使转子铁芯二30的转子榫头二43安装在转子磁轭26的转子榫槽二49内,并且使转子榫头二镶嵌面44与转子榫槽二镶嵌面51相互接触。

[0053] 转子部件1装配后,转子铁芯一28的转子凸极一35与转子铁芯二30的转子磁极槽二34沿轴向对齐,转子铁芯一28的转子磁极槽一33与转子铁芯二30的转子凸极二36沿轴向对齐。转子铁芯一28的每一个转子磁极槽一33中粘贴有一个永磁体一27。每一个永磁体一27构成一个转子主磁极,每一个永磁体一27磁化相邻的转子凸极一35,形成一个与该永磁体一27互为异性磁极的转子辅助磁极。转子铁芯二30的每一个转子磁极槽二34中粘贴有一

个永磁体二29。每一个永磁体二29构成一个转子主磁极，每一个永磁体二29磁化相邻的转子凸极二36，形成一个与该永磁体二29互为异性磁极的转子辅助磁极。

[0054] 若永磁体一27的径向外表面磁极极性为N极，则永磁体二29的径向外表面磁极极性为S极，永磁体一27构成N极转子主磁极，永磁体二29构成S极转子主磁极，转子凸极一35构成S极转子辅助磁极，转子凸极二36构成N极转子辅助磁极。转子主磁极与转子辅助磁极共同建立转子永磁体磁场。

[0055] 永磁体一27或者永磁体二29的径向外表面至定子铁芯一14或者定子铁芯四15的任何一处径向内表面的电动机气隙是永磁体气隙。转子凸极一35或者转子凸极二36的径向外表面至定子铁芯一14或者定子铁芯四15的任何一处径向内表面的电动机气隙是凸极气隙。凸极气隙长度小于永磁体气隙长度。鼠笼铁芯31的径向外表面至定子铁芯二13或者定子铁芯三16的任何一处径向内表面的电动机气隙是鼠笼铁芯气隙。

[0056] 参照图17至图22，工频起动弱磁增速永磁同步电动机的运行过程是：

[0057] 所述永磁同步电动机在工频起动时，工频交流电源直接驱动定子绕组4，定子绕组4在定子铁芯部件中产生工频旋转磁场，转子鼠笼32的鼠笼导条58切割定子旋转磁场的磁力线产生异步起动转矩，把转子部件1牵入同步转速，转子部件1的永磁体一27、永磁体二29、转子凸极一35、转子凸极二36与定子旋转磁场相互作用产生同步转矩，转子部件1输出额定转速。

[0058] 所述永磁同步电动机在倍频起动时，工频交流电源接通电动机控制器，电动机控制器的倍频信号模块产生倍频信号，倍频信号控制功率放大模块输出倍频交流电源，倍频交流电源驱动定子绕组4，定子绕组4在定子铁芯部件中产生倍频旋转磁场，转子鼠笼32的鼠笼导条58切割定子旋转磁场的磁力线产生异步起动转矩，把转子部件1牵入同步转速。与此同时，电动机控制器的整流模块输出直流电源，直流电源分别驱动弱磁绕组一5和弱磁绕组二8，弱磁绕组一5在定子铁芯一14径向内表面产生的磁场极性，与弱磁绕组二8在定子铁芯四15径向内表面产生的磁场极性互为异性磁极。由于永磁体一27或永磁体二29的径向厚度加上永磁体气隙长度之和大于凸极气隙长度，因此弱磁绕组一5和弱磁绕组二8产生的弱磁磁场磁力线路径57是，磁力线从弱磁绕组二8径向内表面的N极出发，磁力线经过定子铁芯四15径向内表面，磁力线经过凸极气隙进入转子铁芯二30的转子凸极二36，磁力线依次经过转子榫头二镶嵌面44、转子榫槽二镶嵌面51、转子磁轭26、转子榫槽一镶嵌面46、转子榫头一镶嵌面40进入转子铁芯一28，磁力线从转子铁芯一28的转子凸极一35经过凸极气隙进入定子铁芯一14，磁力线经过弱磁绕组一5径向内表面的S极，磁力线依次经过定子榫头一镶嵌面18、定子榫槽一镶嵌面21、定子磁轭3、定子榫槽二镶嵌面20、定子榫头二镶嵌面17进入定子铁芯四15，磁力线回到弱磁绕组二8径向外表面，形成闭合回路。

[0059] 弱磁磁场磁力线路径57在经过凸极气隙进入转子铁芯二30的转子凸极二36时，转子凸极二36的转子磁场极性是N极，弱磁磁场磁力线路径57从转子铁芯一28的转子凸极一35经过凸极气隙时，转子凸极一35的转子磁场极性是S极，弱磁绕组一5和弱磁绕组二8产生的弱磁磁场减弱了位于转子凸极二36和转子凸极一35所处的凸极气隙中的磁场强度，符合电动机高转速运行时，需要对其进行弱磁控制，即减小电动机气隙中磁通的设计要求。此时，转子部件1的永磁体一27、永磁体二29、转子凸极一35、转子凸极二36与定子旋转磁场相互作用产生同步转矩，转子部件1输出高于额定转速的倍频转速。

[0060] 工频起动弱磁增速永磁同步电动机采用的电动机控制器中包括倍频信号模块、功率放大模块和整流模块,该电动机控制器成本低于变频器成本。工频起动弱磁增速永磁同步电动机具备弱磁功能结构,在电动机控制器的控制下,采用工频交流电源驱动进行异步起动和同步运行,输出额定转速,采用倍频交流电源驱动进行异步起动和同步运行,输出高于额定转速的倍频转速,可以实现普通洗衣机采用一台电动机直接驱动波轮和脱水桶。所述永磁同步电动机的定子磁轭3和转子磁轭26采用钢带卷制加工,降低弱磁磁场磁路中的电磁谐波产生的涡流损耗,提高电机效率。

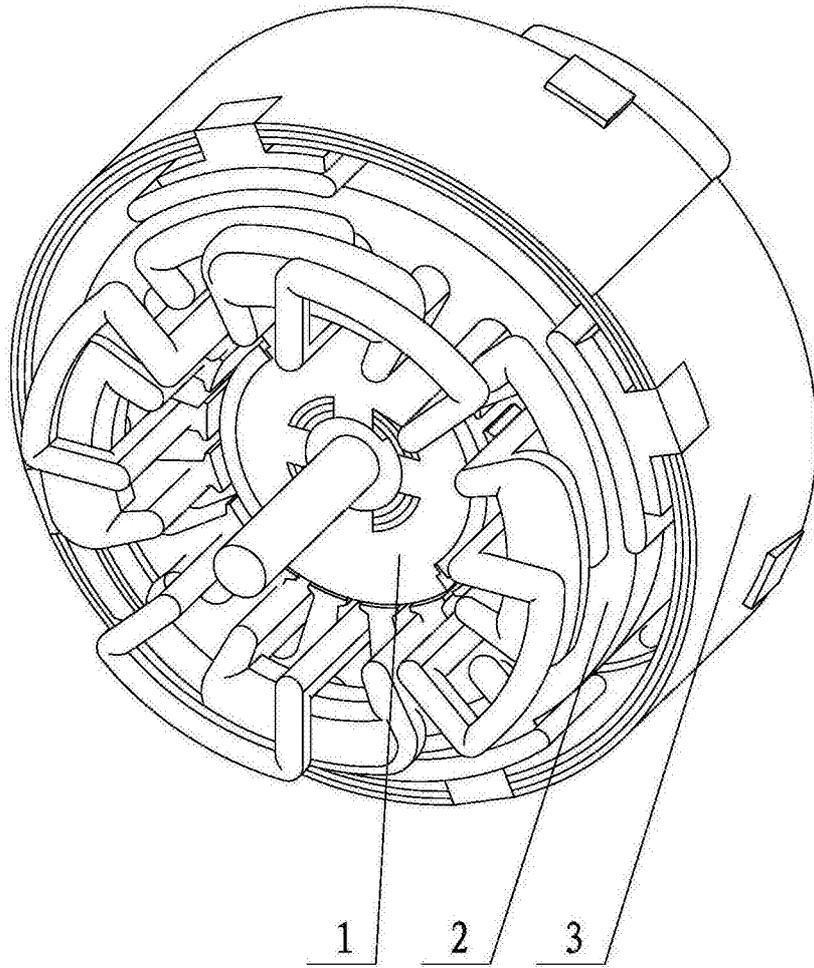


图1

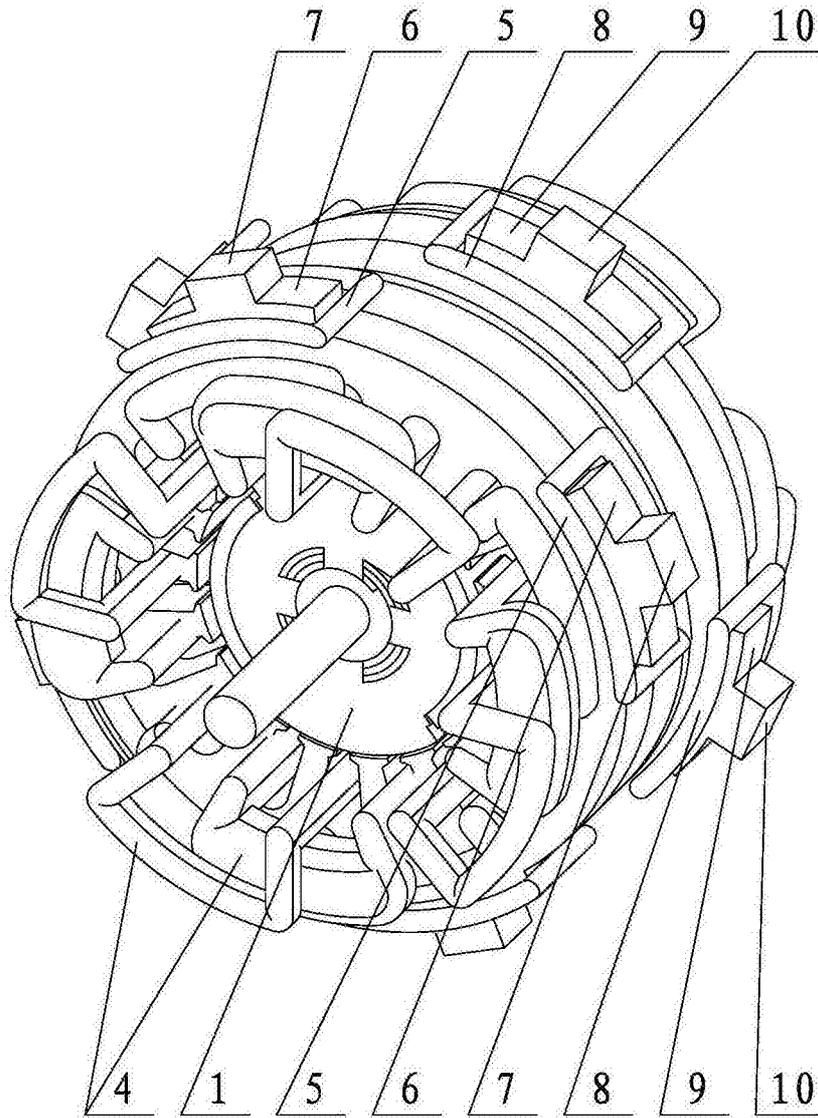


图2

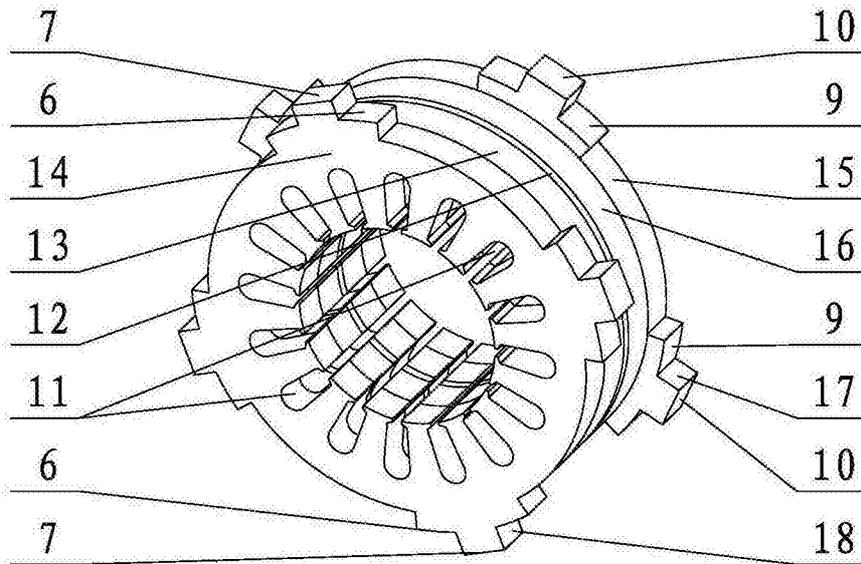


图3

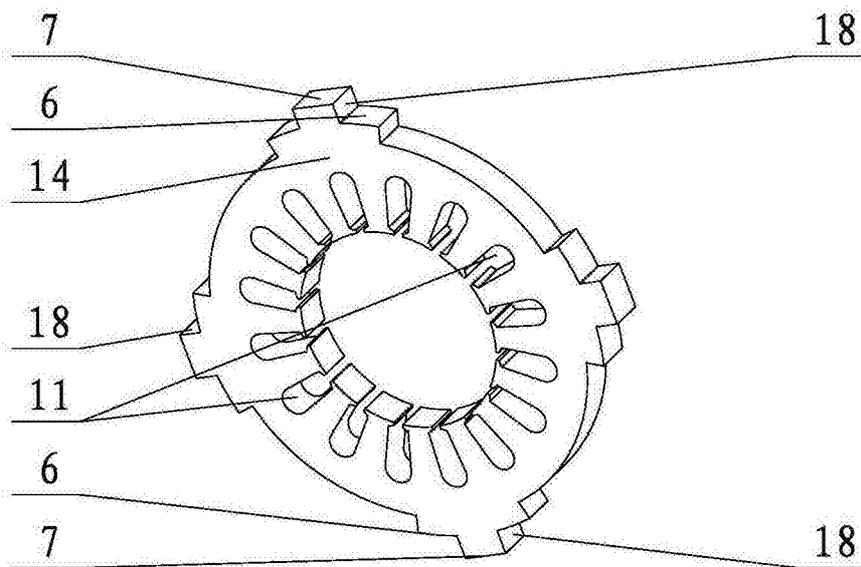


图4

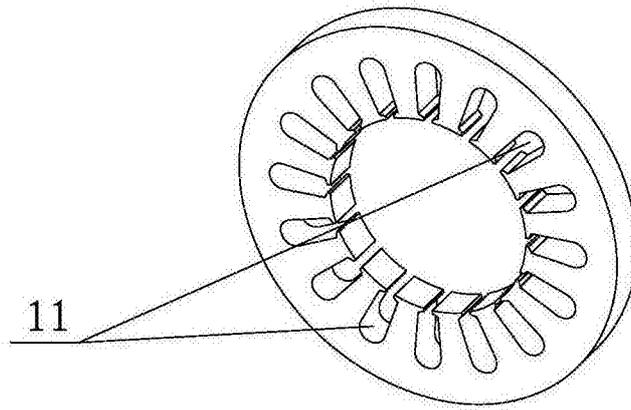


图5

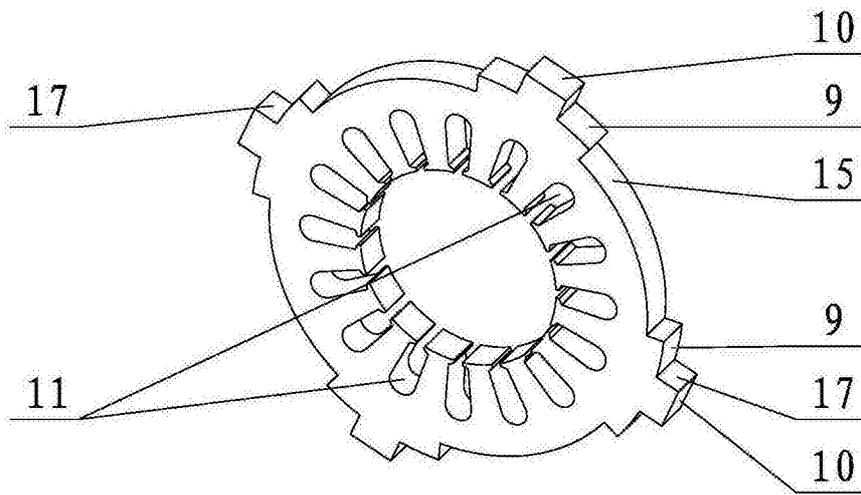


图6

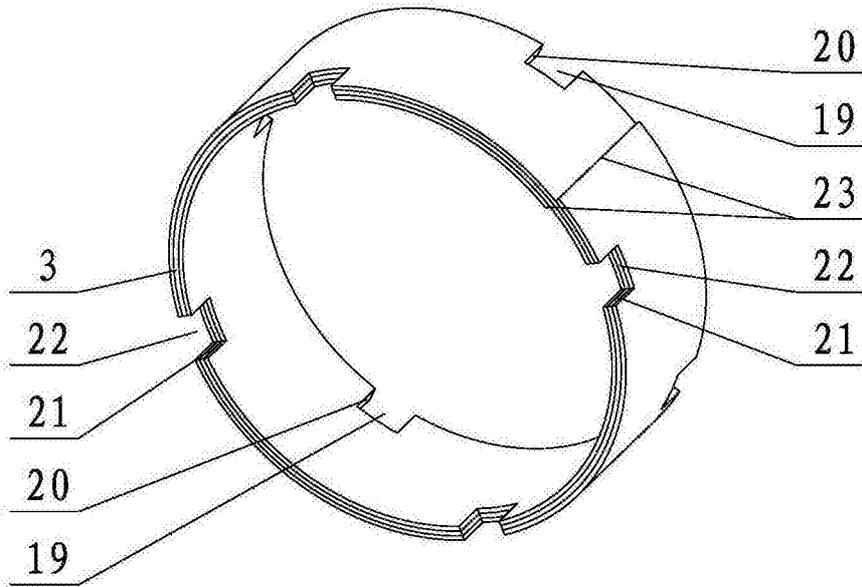


图7

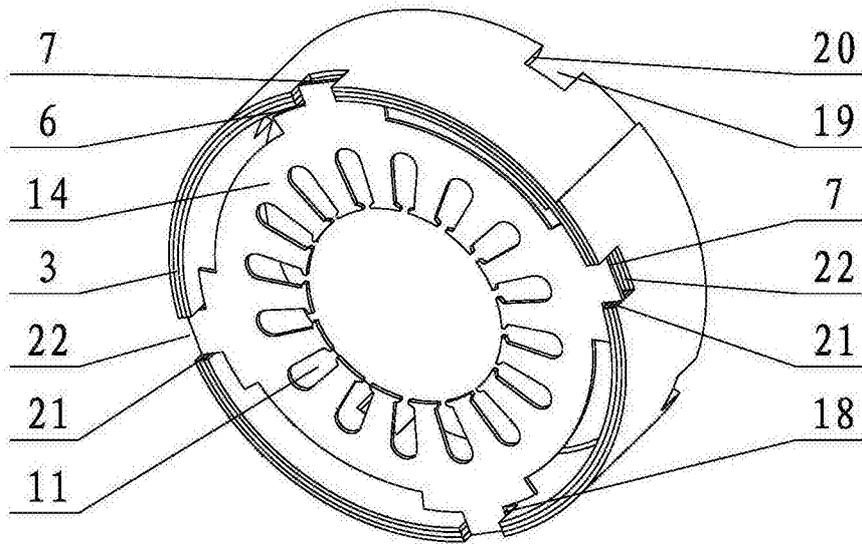


图8

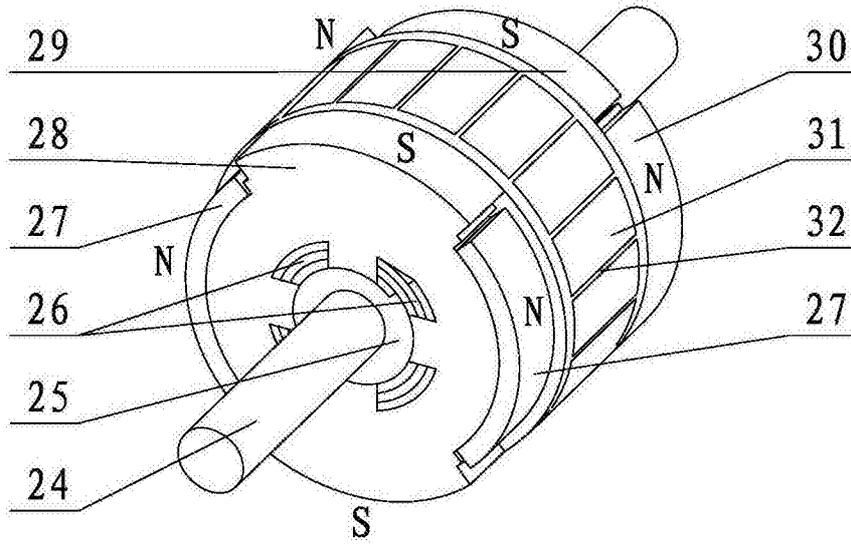


图9

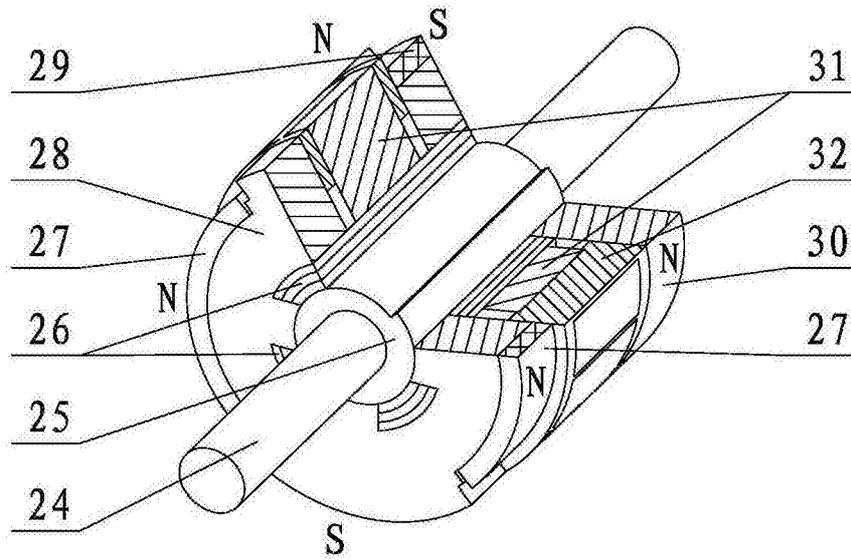


图10

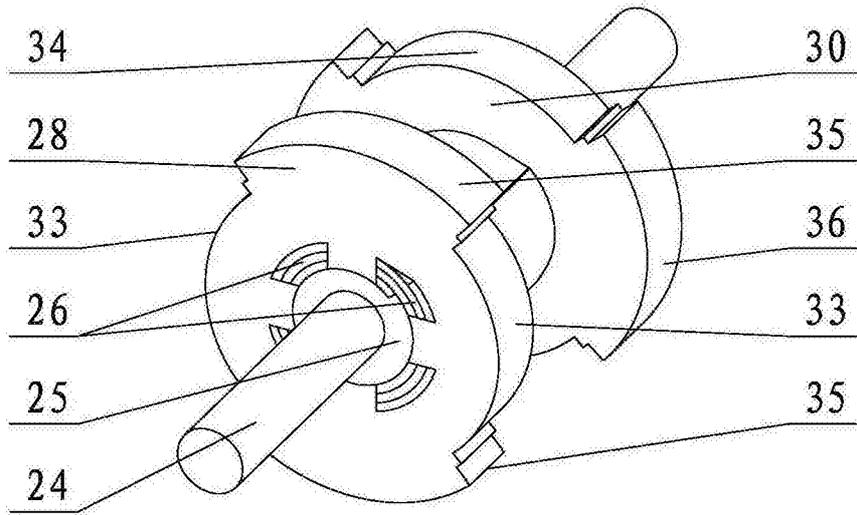


图11

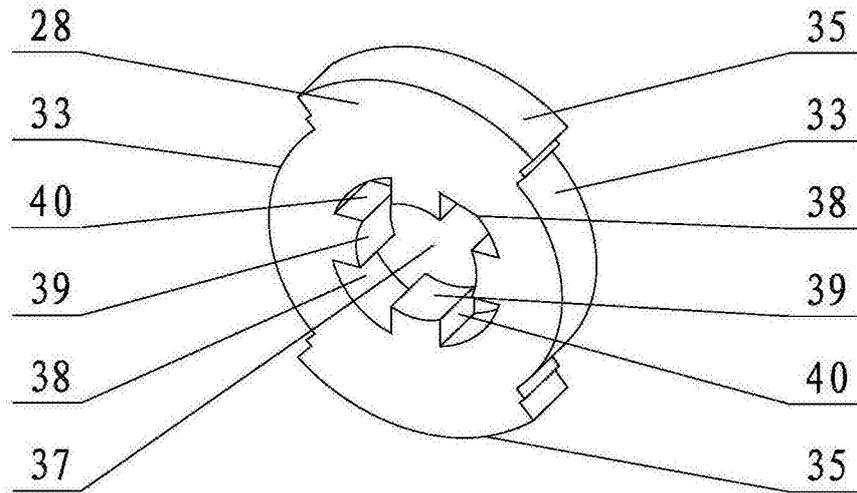


图12

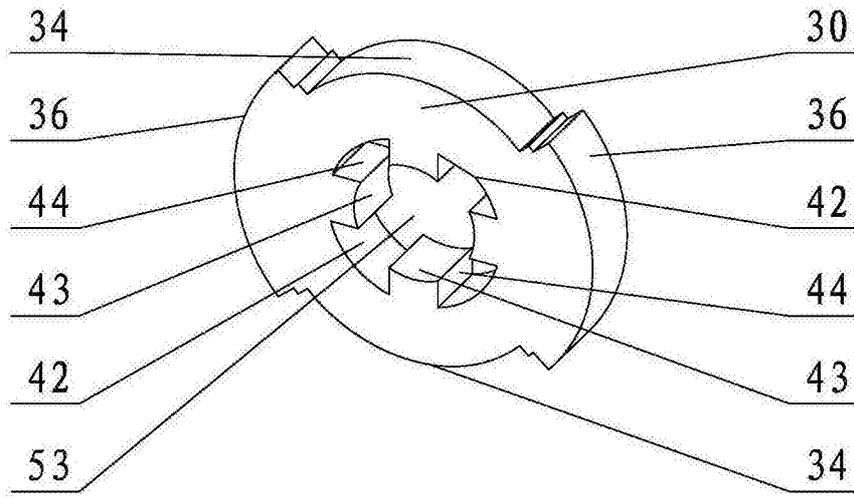


图13

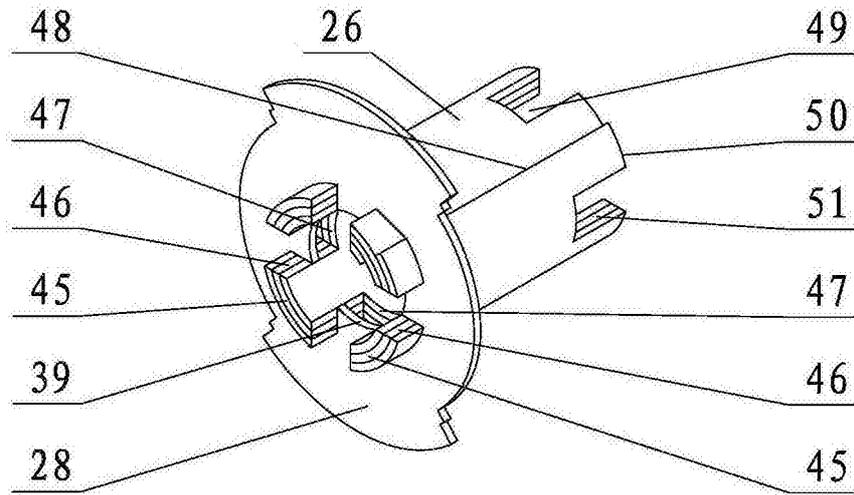


图14

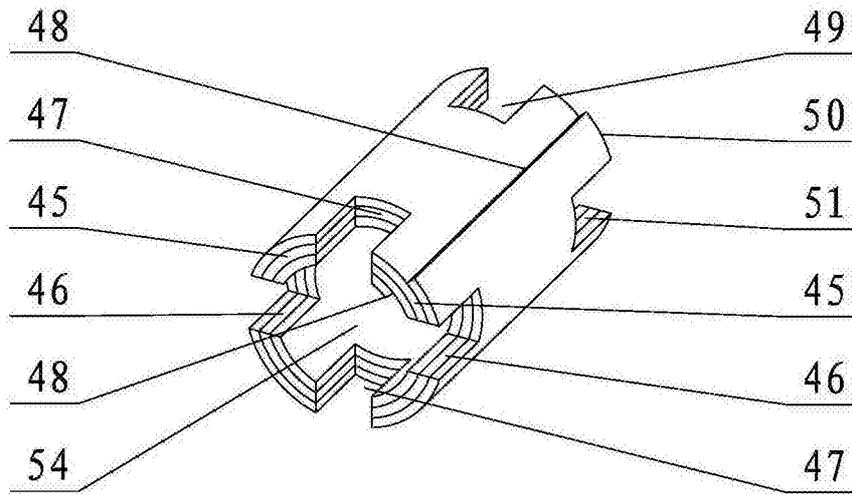


图15

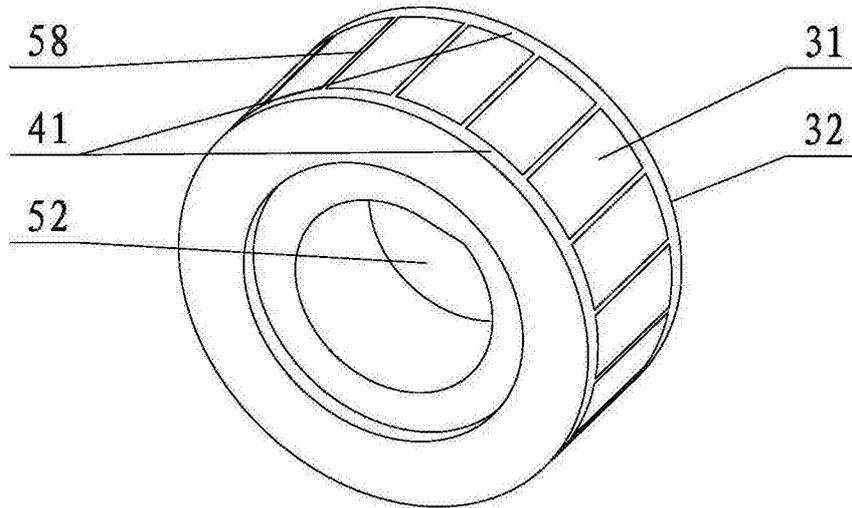


图16

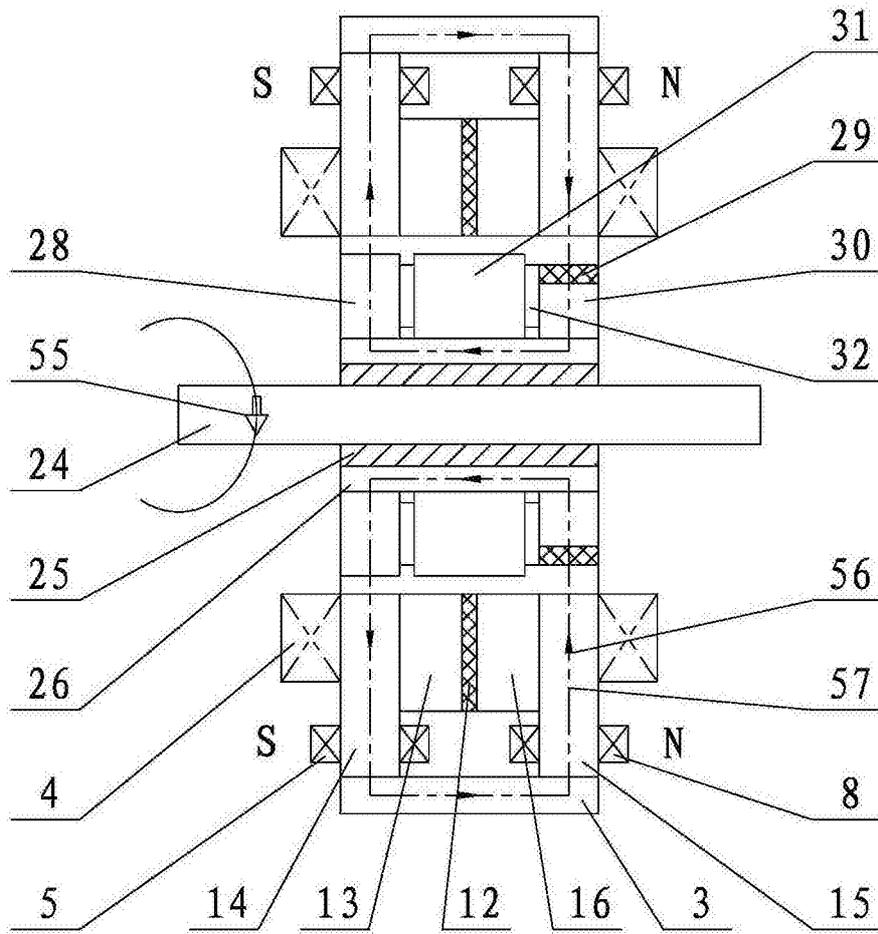


图17

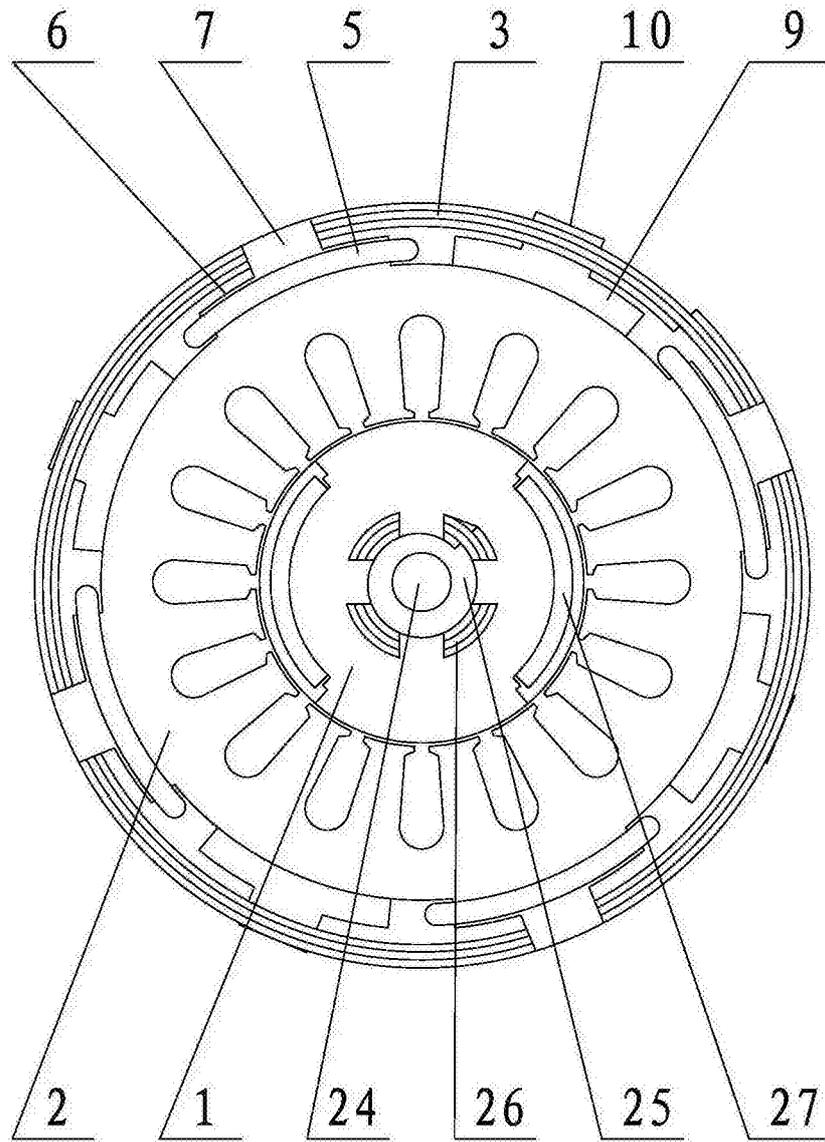


图18

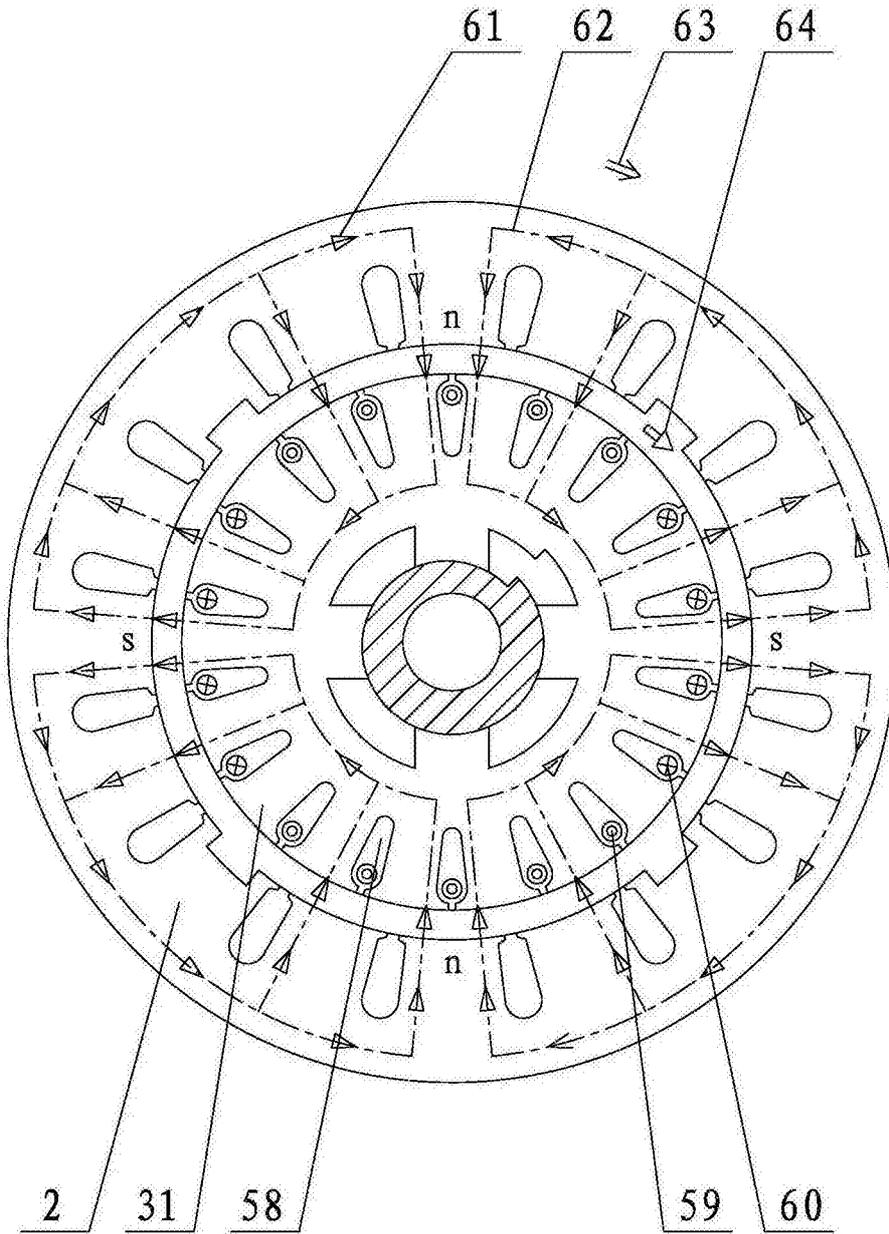


图19

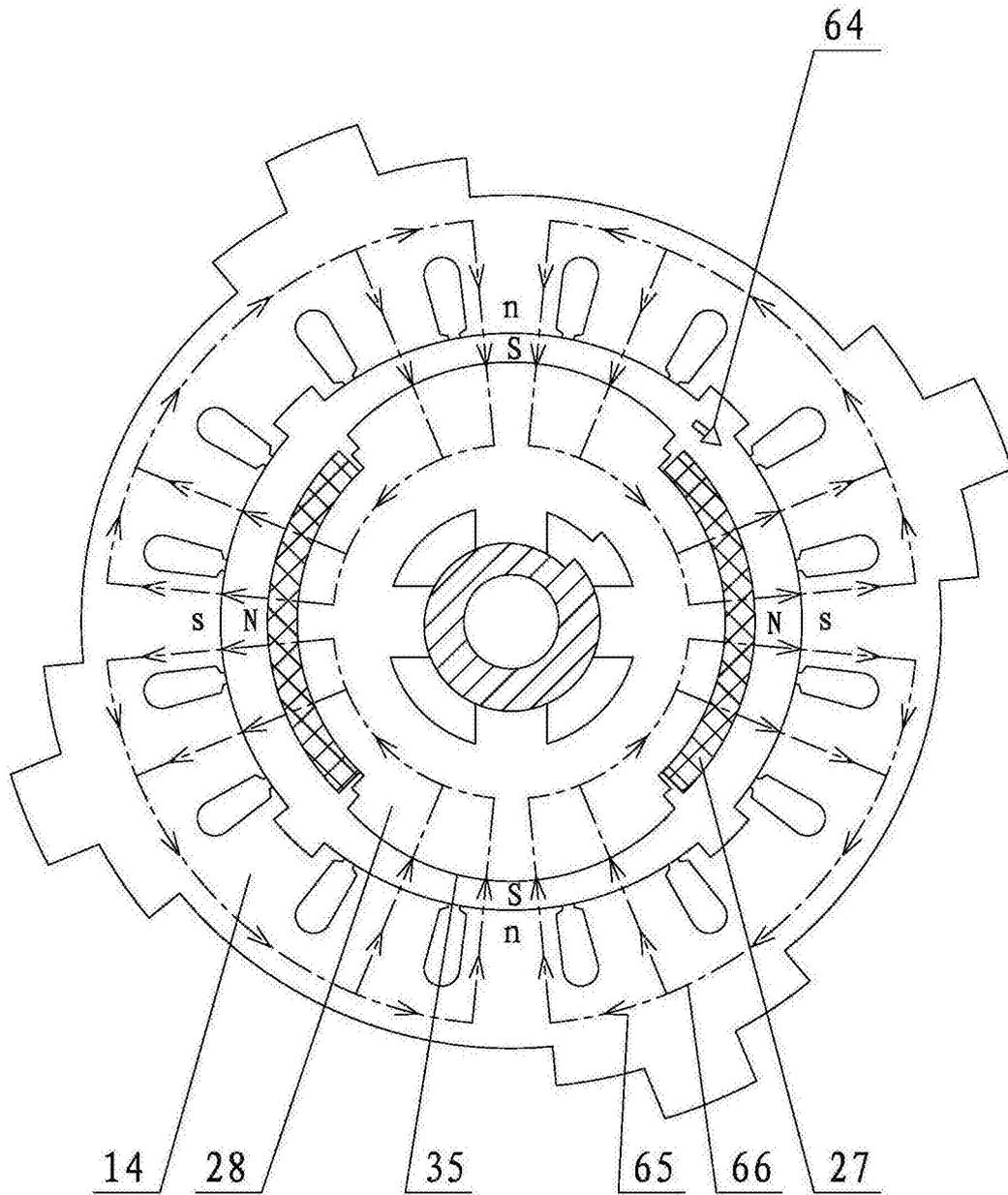


图20

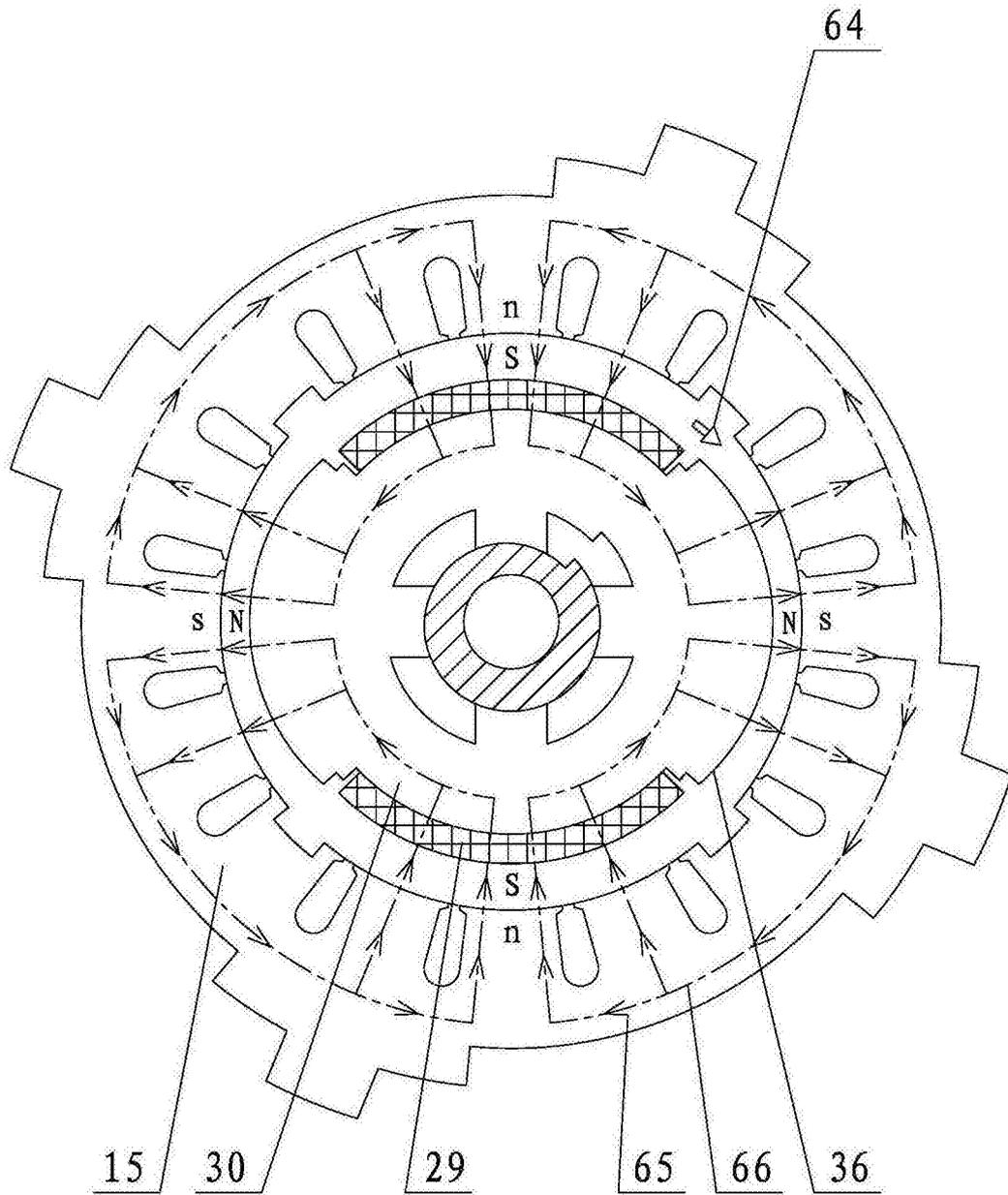


图21

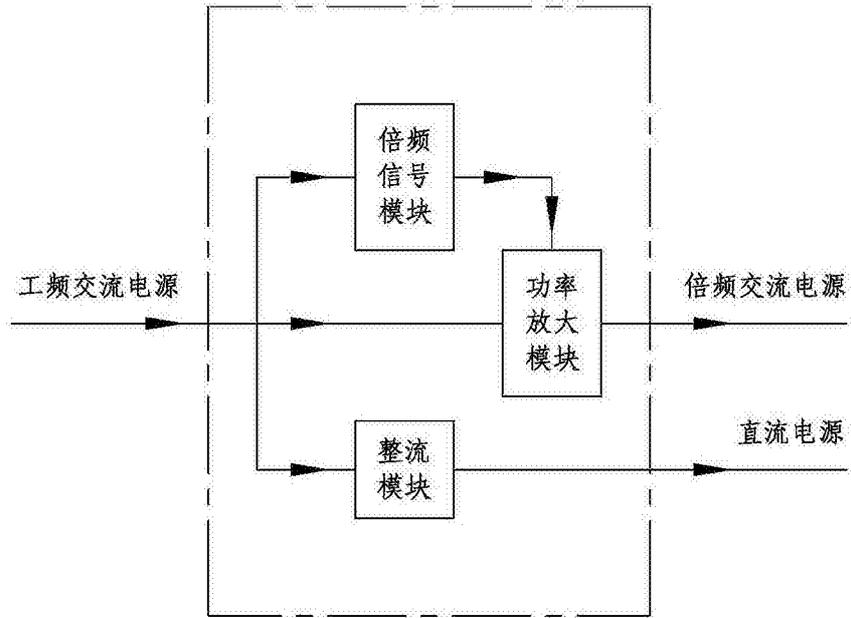


图22