(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 104362825 A
(43)申请公布日 2015.02.18

(21)申请号 201410606589.X

(22)申请日 2014.10.31

(71)申请人 国网安徽凤台县供电有限责任公司
地址 232101 安徽省淮南市凤台县凤城大道
申请人 国家电网公司

(72)发明人 施涛

(74)专利代理机构 北京双收知识产权代理有限公司 11241
代理人 王菊珍

(51)Int.Cl.
H02K 17/42(2006.01)
H02K 1/16(2006.01)
H02K 1/26(2006.01)
H02P 9/00(2006.01)

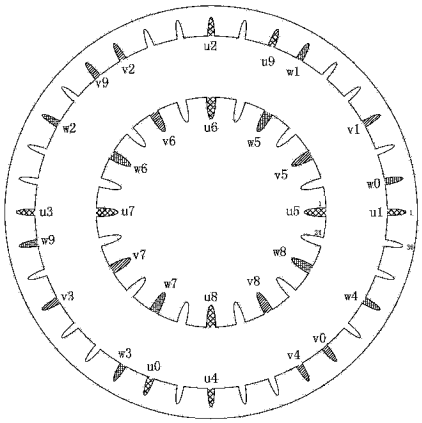
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

绕线式无轴承异步电机及制造方法

(57)摘要

一种绕线式无轴承异步电机，包括定子和转子，所述定子设定子槽，定子槽中安装三相转矩绕组和三相悬浮绕组，所述转子设转子槽，转子槽中安装三相转子绕组，每相转矩绕组的极数为4，每相悬浮绕组的极数为2，每相转子绕组的极数为4，定子中三相转矩绕组与转子中三相转子绕组使用相同频率特征频率的电流输入。与鼠笼式无轴承异步电机相比，本实施例可以产生更大的径向力和更稳定的转矩。本实施例可做成双馈式无轴承异步电机，用在风力发电领域，采用绕线式结构，可以在绕线式绕组中添加变频器自动调节，机组可以在不同的转速下实现恒频发电，满足用电负载和并网的要求，节能环保、效率高。还包括相应的制造方法。



CN 104362825 A

1. 一种绕线式无轴承异步电机，包括定子和转子，其特征在于：所述定子设定子槽，定子槽中安装三相转矩绕组和三相悬浮绕组，所述转子设转子槽，转子槽中安装三相转子绕组，每相转矩绕组的极数为 4，每相悬浮绕组的极数为 2，每相转子绕组的极数为 4，定子中三相转矩绕组与转子中三相转子绕组使用相同频率特征频率的电流输入。

2. 根据权利要求 1 所述的绕线式无轴承异步电机，其特征在于：所述定子槽数为 36 个，转子槽数为 24 个。

3. 根据权利要求 2 所述的绕线式无轴承异步电机，其特征在于：所述定子中三相转矩绕组的 u 相转矩绕组 (u1、u2、u3、u4) 设置在定子槽位 1、10、19、28 中，定子中三相转矩绕组的 v 相转矩绕组 (v1、v2、v3、v4) 设置在定子槽位 4、13、22、31 中，定子中三相转矩绕组的 w 相转矩绕组 (w1、w2、w3、w4) 设置在定子槽位 7、16、25、34 中。

4. 根据权利要求 3 所述的绕线式无轴承异步电机，其特征在于：所述定子中三相悬浮绕组的 u 相转矩绕组 (u9、u0) 设置在定子槽位 8、26，定子中三相悬浮绕组的 v 相转矩绕组 (v9、v0) 设置在定子槽位 14、32，定子中三相悬浮绕组的 w 相转矩绕组 (w9、w0) 设置在定子槽位 20、2 中。

5. 根据权利要求 4 所述的绕线式无轴承异步电机，其特征在于：所述转子中三相转子绕组的 u 相转子绕组 (u5、u6、u7、u8) 设置在定子槽位 1、7、13、19，转子中三相转子绕组的 v 相转子绕组 (v5、v6、v7、v8) 设置在定子槽位 3、9、15、21，转子中三相转子绕组的 w 相转子绕组 (w5、w6、w7、w8) 设置在定子槽位 5、11、17、23 中。

6. 一种绕线式无轴承异步电机的制造方法，其特征在于，包括以下步骤：

采用绕组式异步电机，在定子上设置转矩绕组和悬浮绕组，在转子上设置转子绕组；

转矩绕组和转子绕组的极对数相同，转矩绕组极对数 - 悬浮绕组极对数 = 1；

输入转矩绕组和转子绕组的三相交流电流的频率特征相同设置；

输入悬浮绕组的三相交流电流的频率特征与转矩绕组的频率特征保持差异。

7. 根据权利要求 6 所述的绕线式无轴承异步电机的制造方法，其特征在于：所述定子的定子槽数设置为 36 个，所述转子的转子槽数设置为 24 个，每相转矩绕组的极数为 4，每相悬浮绕组的极数为 2，每相转子绕组的极数为 4。

8. 根据权利要求 7 所述的绕线式无轴承异步电机的制造方法，其特征在于：所述定子中三相转矩绕组的 u 相转矩绕组 (u1、u2、u3、u4) 设置在定子槽位 1、10、19、28 中，定子 中三相转矩绕组的 v 相转矩绕组 (v1、v2、v3、v4) 设置在定子槽位 4、13、22、31 中，定子中三相转矩绕组的 w 相转矩绕组 (w1、w2、w3、w4) 设置在定子槽位 7、16、25、34 中。

9. 根据权利要求 8 所述的绕线式无轴承异步电机的制造方法，其特征在于：所述定子中三相悬浮绕组的 u 相转矩绕组 (u9、u0) 设置在定子槽位 8、26，定子中三相悬浮绕组的 v 相转矩绕组 (v9、v0) 设置在定子槽位 14、32，定子中三相悬浮绕组的 w 相转矩绕组 (w9、w0) 设置在定子槽位 20、2 中。

10. 根据权利要求 9 所述的绕线式无轴承异步电机的制造方法，其特征在于：所述转子中三相转子绕组的 u 相转子绕组 (u5、u6、u7、u8) 设置在定子槽位 1、7、13、19，转子中三相转子绕组的 v 相转子绕组 (v5、v6、v7、v8) 设置在定子槽位 3、9、15、21，转子中三相转子绕组的 w 相转子绕组 (w5、w6、w7、w8) 设置在定子槽位 5、11、17、23 中。

绕线式无轴承异步电机及制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种异步电机及控制方法，特别是涉及一种无轴承异步电机及控制方法。

背景技术

[0002] 近年来，国内外学者对无轴承电机的研究，基本是基于鼠笼式转子结构，鼠笼式电机的转子磁场是由两部分组成的，一部分是由驱动磁场感应产生，另一部分是由悬浮磁场感应产生的。转子磁场与悬浮磁场相互作用会产生额外的转矩，这部分转矩对转子转矩性能会产生不良的影响。通常表现为鼠笼式无轴承异步电机的转子磁场和悬浮磁场相互耦合。这主要是因为常规的鼠笼式无轴承异步电机的转子感应电流不仅产生一个对应转矩绕组的磁场还产生一个对应悬浮绕组的磁场，后者能够与悬浮磁场相互作用产生另一个转矩分量，即鼠笼式异步电机的转矩由两部分组成。一个由转矩绕组电流产生，另一个由悬浮绕组电流产生，这使得转矩会依赖于悬浮绕组电流。会导致系统控制部分更加复杂。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种绕线式无轴承异步电机，解决现有无轴承异步电机中转矩绕组与悬浮绕组的感应磁场对转子控制无法解耦的技术问题。

[0004] 本发明的另一个目的是提供一种绕线式无轴承异步电机的制造方法，解决现有无轴承异步电机中转子偏心控制复杂的技术问题。

[0005] 本发明的绕线式无轴承异步电机，包括定子和转子，所述定子设定子槽，定子槽中安装三相转矩绕组和三相悬浮绕组，所述转子设转子槽，转子槽中安装三相转子绕组，每相转矩绕组的极数为 4，每相悬浮绕组的极数为 2，每相转子绕组的极数为 4，定子中三相转矩绕组与转子中三相转子绕组使用相同频率特征频率的电流输入。

[0006] 所述定子槽数为 36 个，转子槽数为 24 个。

[0007] 所述定子中三相转矩绕组的 u 相转矩绕组 (u1、u2、u3、u4) 设置在定子槽位 1、10、19、28 中，定子中三相转矩绕组的 v 相转矩绕组 (v1、v2、v3、v4) 设置在定子槽位 4、13、22、31 中，定子中三相转矩绕组的 w 相转矩绕组 (w1、w2、w3、w4) 设置在定子槽位 7、16、25、34 中。

[0008] 所述定子中三相悬浮绕组的 u 相转矩绕组 (u9、u0) 设置在定子槽位 8、26，定子中三相悬浮绕组的 v 相转矩绕组 (v9、v0) 设置在定子槽位 14、32，定子中三相悬浮绕组的 w 相转矩绕组 (w9、w0) 设置在定子槽位 20、2 中。

[0009] 所述转子中三相转子绕组的 u 相转子绕组 (u5、u6、u7、u8) 设置在定子槽位 1、7、13、19，转子中三相转子绕组的 v 相转子绕组 (v5、v6、v7、v8) 设置在定子槽位 3、9、15、21，转子中三相转子绕组的 w 相转子绕组 (w5、w6、w7、w8) 设置在定子槽位 5、11、17、23 中。

[0010] 本发明的绕线式无轴承异步电机的制造方法，包括以下步骤：

[0011] 采用绕组式异步电机，在定子上设置转矩绕组和悬浮绕组，在转子上设置转子绕

组；

[0012] 转矩绕组和转子绕组的极对数相同，转矩绕组极对数－悬浮绕组极对数＝1；

[0013] 输入转矩绕组和转子绕组的三相交流电流的频率特征相同设置；

[0014] 输入悬浮绕组的三相交流电流的频率特征与转矩绕组的频率特征保持差异。

[0015] 所述定子的定子槽数设置为36个，所述转子的转子槽数设置为24个，每相转矩绕组的极数为4，每相悬浮绕组的极数为2，每相转子绕组的极数为4；

[0016] 所述定子中三相转矩绕组的u相转矩绕组（u1、u2、u3、u4）设置在定子槽位1、10、19、28中，定子中三相转矩绕组的v相转矩绕组（v1、v2、v3、v4）设置在定子槽位4、13、22、31中，定子中三相转矩绕组的w相转矩绕组（w1、w2、w3、w4）设置在定子槽位7、16、25、34中。

[0017] 所述定子中三相悬浮绕组的u相转矩绕组（u9、u0）设置在定子槽位8、26，定子中三相悬浮绕组的v相转矩绕组（v9、v0）设置在定子槽位14、32，定子中三相悬浮绕组的w相转矩绕组（w9、w0）设置在定子槽位20、2中。

[0018] 所述转子中三相转子绕组的u相转子绕组（u5、u6、u7、u8）设置在定子槽位1、7、13、19，转子中三相转子绕组的v相转子绕组（v5、v6、v7、v8）设置在定子槽位3、9、15、21，转子中三相转子绕组的w相转子绕组（w5、w6、w7、w8）设置在定子槽位5、11、17、23中。

[0019] 本发明的绕线式无轴承异步电机，转矩只由四极转矩磁场和四极转子感应电流相互作用产生。悬浮磁场不产生稳定转矩，因为转子磁场和悬浮磁场具有不同的极对数。本发明把绕线式转子结构引入到无轴承异步电机中，并通过绕组结构的设计，使绕线式转子的结构具有鼠笼式结构所没有的优点。转子绕组通过变频器与电网连接，转子绕组电源的频率、电压、幅值和相位按运行要求由变频器自动调节，机组可以在不同的转速下实现恒频发电，满足用电负载和并网的要求。由于采用了交流励磁，发电机和电力系统构成了〞柔性连接〞，即可以根据电网电压、电流和发电机的转速来调节励磁电流，精确的调节发电机输出电压，使其能满足控制要求。

[0020] 本发明的设置方法对于降低控制系统对转子偏心解算复杂度具有良好效果，可以明显降低控制系统成本同时保证定子与转子间的气隙厚度。

[0021] 下面结合附图对本发明的实施例作进一步说明。

附图说明

[0022] 图1为本发明绕线式无轴承异步电机的结构示意图；

[0023] 图2为本发明绕线式无轴承异步电机对转子径向力提升的效果示意图；

[0024] 图3为本发明绕线式无轴承异步电机转子对扭矩响应提升的效果示意图。

具体实施方式

[0025] 如图1所示，本实施例中包括在定子槽中安装的转矩绕组和悬浮绕组，安装在转子槽中的转子绕组，定子槽数为36个，转子槽数为24个，定子中采用三相转矩绕组，每相转矩绕组的极数为4（极对数为2），定子中还采用三相悬浮绕组，每相悬浮绕组的极数为2（极对数为1），转子中采用三相转子绕组，每相转子绕组的极数为4（极对数为2）。

[0026] 定子和转子圆周上平行于轴线的开槽，沿相应的圆周均匀分布。

[0027] 定子中三相转矩绕组的 u 相转矩绕组 (u1、u2、u3、u4) 设置在定子槽位 1、10、19、28 中，定子中三相转矩绕组的 v 相转矩绕组 (v1、v2、v3、v4) 设置在定子槽位 4、13、22、31 中，定子中三相转矩绕组的 w 相转矩绕组 (w1、w2、w3、w4) 设置在定子槽位 7、16、25、34 中；

[0028] 定子中三相悬浮绕组的 u 相转矩绕组 (u9、u0) 设置在定子槽位 8、26，定子中三相悬浮绕组的 v 相转矩绕组 (v9、v0) 设置在定子槽位 14、32，定子中三相悬浮绕组的 w 相转矩绕组 (w9、w0) 设置在定子槽位 20、2 中；

[0029] 转子中三相转子绕组的 u 相转子绕组 (u5、u6、u7、u8) 设置在定子槽位 1、7、13、19，转子中三相转子绕组的 v 相转子绕组 (v5、v6、v7、v8) 设置在定子槽位 3、9、15、21，转子中三相转子绕组的 w 相转子绕组 (w5、w6、w7、w8) 设置在定子槽位 5、11、17、23 中；

[0030] 定子中三相转矩绕组与转子中三相转子绕组使用相同频率特征频率的电流输入，定子中三相悬浮绕组与转子中三相转子绕组使用不同频率特征频率的电流输入。

[0031] 各相绕组通过相应的集电环路连接。

[0032] 本实施例可以产生稳定的悬浮力来使转子保持稳定的悬浮。绕线式无轴承异步电机的转子电流产生的转子磁场能够增强径向力。于此同时，由悬浮绕组产生的旋转磁场和由转矩绕组产生的旋转磁场具有不同的速度。由感应转子电流产生的转子磁场是均匀分布的，和转矩磁场一样有相同的旋转速度。因此，它能够强制产生径向力。此外，转矩只能由四极转矩磁场和四极转子感应电流相互作用产生。悬浮磁场不与转子磁场相互作用产生转矩，因为转子磁场和悬浮磁场具有不同的极对数，因此，在绕线式无轴承异步电机中，磁场耦合关系比鼠笼式无轴承异步电机的结构要简单。这对无轴承异步电机的解耦控制具有重要的意义。

[0033] 如图 2 所示，采用本实施例特征，通过使用 Ansoft/Maxwell13D 工具，建立的三相两自由度绕线式无轴承异步电机的模型，与鼠笼式无轴承异步电机相比，本实施例可以产生更大的径向力和更稳定的转矩。本实施例可做成双馈式无轴承异步电机，用在风力发电领域，采用绕线式结构，可以在绕线式绕组中添加变频器自动调节，机组可以在不同的转速下实现恒频发电，满足用电负载和并网的要求，节能环保、效率高。本实施例无摩擦、长寿命、低维护、可靠性高、转矩大、更稳定的径向力等特点，应用于风力发电机，能有效提高风力发电机的使用寿命，大幅减少维护成本、提高可靠性。

[0034] 如图 3 所示，本实施例采用相同电流频率的三相交流电作为转矩绕组和转子绕组的输入电流后，相同的电流频率作为主要控制因素两者间耦合紧密，转矩稳定，使得定子与转子间的扭矩响应更加灵敏。

[0035] 上述实施例结构采用的绕线式无轴承异步电机悬浮控制方法，主要包括以下步骤：

[0036] 采用绕组式异步电机，在定子上设置转矩绕组和悬浮绕组，在转子上设置转子绕组；

[0037] 转矩绕组和转子绕组的极对数相同，转矩绕组极对数 - 悬浮绕组极对数 = 1；

[0038] 输入转矩绕组和转子绕组的三相交流电流的频率特征相同设置；

[0039] 输入悬浮绕组的三相交流电流的频率特征与转矩绕组的频率特征保持差异。

[0040] 具体的，定子槽数设置为 36 个，转子槽数设置为 24 个，每相转矩绕组的极数为 4，每相悬浮绕组的极数为 2，每相转子绕组的极数为 4；

[0041] 定子中三相转矩绕组的 u 相转矩绕组 (u1、u2、u3、u4) 设置在定子槽位 1、10、19、28 中，定子中三相转矩绕组的 v 相转矩绕组 (v1、v2、v3、v4) 设置在定子槽位 4、13、22、31 中，定子中三相转矩绕组的 w 相转矩绕组 (w1、w2、w3、w4) 设置在定子槽位 7、16、25、34 中；

[0042] 定子中三相悬浮绕组的 u 相转矩绕组 (u9、u0) 设置在定子槽位 8、26，定子中三相悬浮绕组的 v 相转矩绕组 (v9、v0) 设置在定子槽位 14、32，定子中三相悬浮绕组的 w 相转矩绕组 (w9、w0) 设置在定子槽位 20、2；

[0043] 转子中三相转子绕组的 u 相转子绕组 (u5、u6、u7、u8) 设置在定子槽位 1、7、13、19，转子中三相转子绕组的 v 相转子绕组 (v5、v6、v7、v8) 设置在定子槽位 3、9、15、21，转子中三相转子绕组的 w 相转子绕组 (w5、w6、w7、w8) 设置在定子槽位 5、11、17、23；

[0044] 通过仿真软件验证，转子在悬浮绕组的控制下，转子与定子间的气隙形状同心度良好转子轴线对定子轴线的偏移度很低。

[0045] 以上所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行描述，并非对本发明的范围进行限定，在不脱离本发明设计精神的前提下，本领域普通技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进，均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

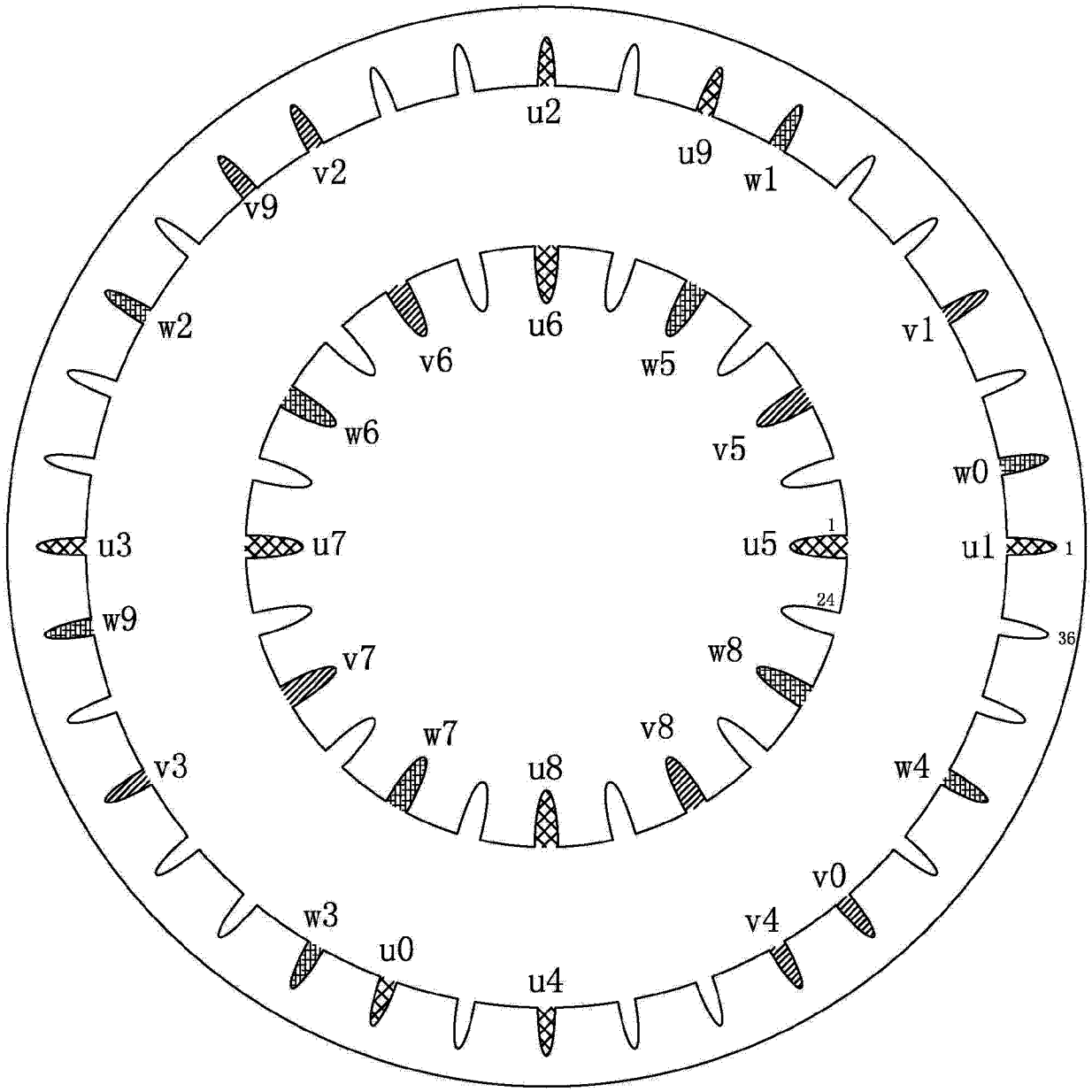

u2
u9
w1
v2
v9
w2
v1
u6
v6
w5
w6
v5
w0
u3
u7
u5
1
u1
1
24
36
w9
v7
w8
w7
v8
v3
u8
w4
v0
w3
v4
u0
u4

图 1

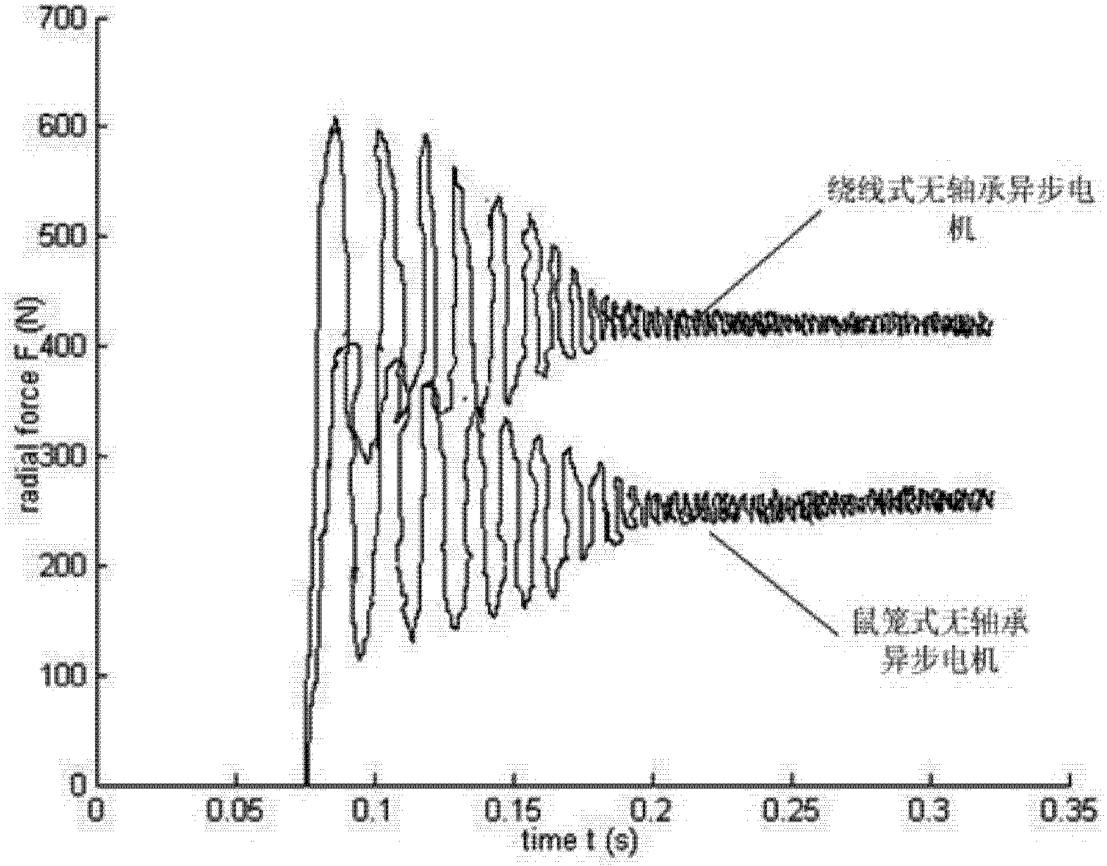

700
600
500
400
300
200
100
0
radial force F (N)
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
time t (s)
绕线式无轴承异步电机
鼠笼式无轴承异步电机

图 2

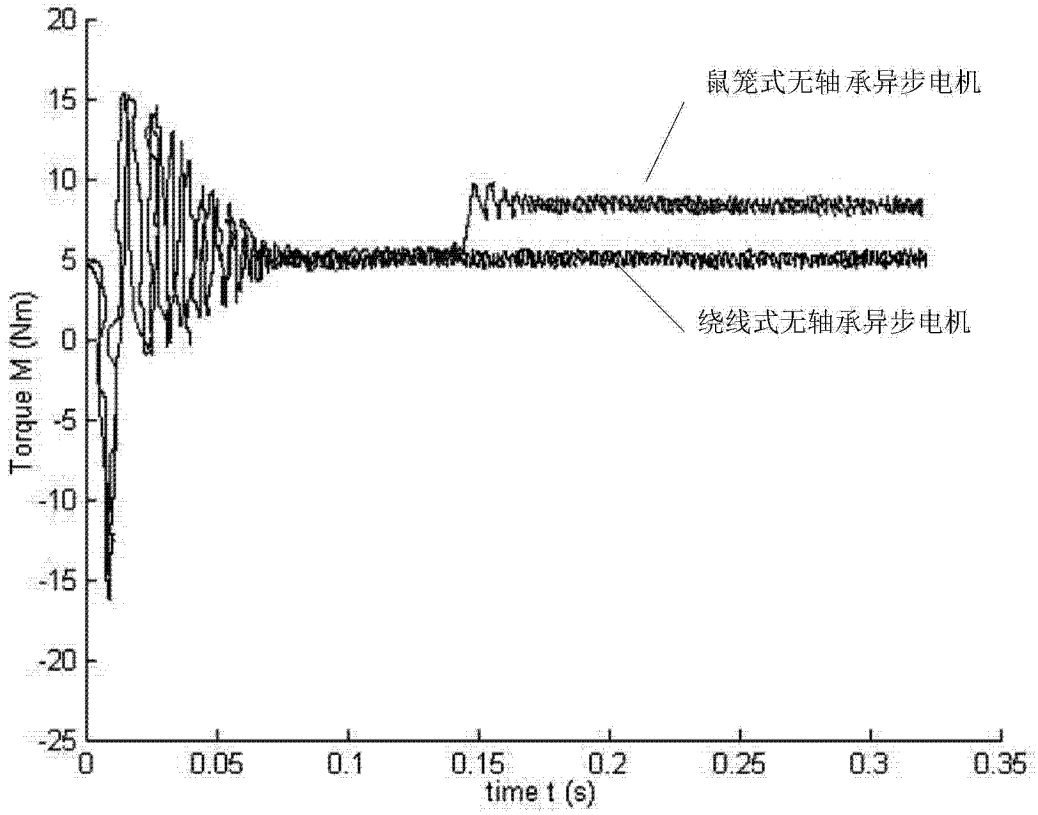

鼠笼式无轴承异步电机
绕线式无轴承异步电机
Torque M (Nm)
time t (s)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35

图 3