



(10) 授权公告号 CN 112421836 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 09

(21) 申请号 202011388938.7

H02K 1/276 (2022.01)

(22) 申请日 2020.12.02

H02K 21/02 (2006.01)

H02K 21/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112421836 A

(43) 申请公布日 2021.02.26

(73) 专利权人 沈阳工业大学

地址 110870 辽宁省沈阳市铁西区经济技术
开发区沈辽西路111号

(72) 发明人 彭兵 尹姝昕 庄小雨 闫伟

(74) 专利代理机构 沈阳智龙专利事务所(普通
合伙) 21115

专利代理师 周智博 宋铁军

(56) 对比文件

CN 110880821 A, 2020.03.13

CN 111416492 A, 2020.07.14

US 2007096571 A1, 2007.05.03

US 2011169369 A1, 2011.07.14

US 2014062267 A1, 2014.03.06

US 2015042200 A1, 2015.02.12

US 2018301968 A1, 2018.10.18

WO 2010048756 A1, 2010.05.06

审查员 苏安

(51) Int. Cl.

H02K 3/12 (2006.01)

H02K 1/16 (2006.01)

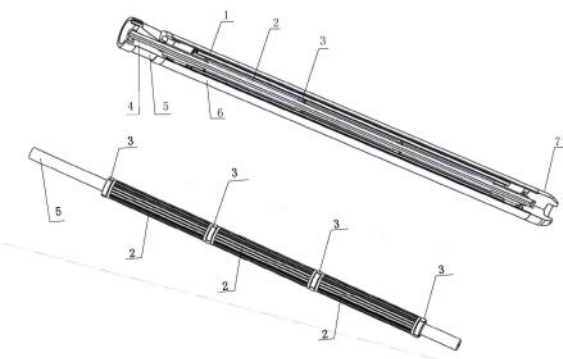
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机

(57) 摘要

一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机,所述线圈包括长线圈和短线圈,长线圈和短线圈周向相间分布于定子铁心的定子槽内,长线圈和短线圈分别缠绕在相邻的定子槽之间形成的宽齿上,定子铁心的内圆侧开设有三个矩形的定子磁导调制槽,用来定位扶正轴承和调制气隙磁导波;所述的转子单元:转子铁心的外圆侧开设气隙磁场调制槽。本发明的电机相对于传统潜油螺杆泵永磁电机而言,解决了双层绕组嵌线过程不同线圈导体互相交错缠绕问题,定子槽中的三相绕组机械上是分离的。本发明的电机相对于传统潜油螺杆泵永磁电机而言,线圈端部长、短相间布置,电机的线圈端部规整、可靠,不会被转子摩擦。



1. 一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机, 所述电机包括定子、转子、电机头(4)、机壳(6)和尾座(7), 所述定子包括定子铁心(1)和线圈, 转子包括转轴(5)、多个转子单元(2)和多个扶正轴承(3), 所述转子单元(2)包括转子铁心(201)和多块永磁体(202), 多块永磁体(202)内置于转子铁心(201)上的转子槽(2012)内, 永磁体(202)采用切向充磁; 所述转子与定子间有间隙, 转子能在定子产生的旋转磁场激励下旋转;

定子设置在机壳(6)内, 转子设置在定子内, 电机头(4)和尾座(7)设置在机壳(6)的两端; 所述转子包括转轴(5)、多个转子单元(2)和多个扶正轴承(3); 转轴(5)穿过多个转子单元(2)和多个扶正轴承(3), 转子单元(2)连接在相邻的两个扶正轴承(3)之间;

所述的定子: 所述线圈包括长线圈(8)和短线圈(9), 长线圈(8)和短线圈(9)周向相间分布于定子铁心(1)的定子槽(103)内, 长线圈(8)和短线圈(9)分别缠置在相邻的定子槽(103)之间形成的宽齿(101)上, 定子铁心(1)的内圆侧开设有三个矩形的定子磁导调制槽(104), 用来定位扶正轴承(3)和调制气隙磁导波;

定子铁心(1)上开设有多形状完全一致的定子槽(103), 相邻的两个定子槽(103)之间形成两种齿, 即宽齿(101)与窄齿(102), 宽齿(101)与窄齿(102)间隔分布, 定子铁心(1)的内圆侧三个矩形定子磁导调制槽(104)呈 120° 分布, 定子铁心(1)由多片硅钢片叠压而成;

所述的转子单元(2): 转子铁心(201)的外圆侧开设有气隙磁场调制槽(2011); 转子铁心(201)的外圆侧的气隙磁场调制槽(2011)的中心线 N 与转子槽(2012)的中心线 M 的夹角为 $3^\circ \sim 3.75^\circ$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机, 其特征在于: 转子铁心(201)上开设有多形状完全一致的转子槽(2012), 转子槽(2012)用于放置永磁体(202); 转子铁心(201)由多片硅钢片叠压而成。

3. 根据权利要求 1 所述的一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机, 其特征在于: 定子为 24 槽, 转子为 20 极, 该种结构的电机转矩密度增加超过 5%。

4. 根据权利要求 2 所述的一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机, 其特征在于: 宽齿的宽度 bbt 与窄齿的宽度 blt 比值为 1.5~3。

一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种永磁电机,尤其涉及一种低速螺杆泵用潜油永磁同步电动机。

背景技术

[0002] 螺杆泵用低速潜油永磁电机工作在斜井、水平井等一些复杂的井况中,电机的转速在50r/min-500r/min之间,转矩高达1000Nm。由于油井套管直径的限制,这种低速潜油永磁电机的直径一般选择为114mm,从而,电机的输出转矩与长度成正比,较大的输出转矩必然带来较长的电机长度,这不仅给电机的制造加工带来了难度,也带来螺杆泵下井作业的难度,提高电机的转矩密度能够缩短电机的长度,如何提高功率密度是螺杆泵用低速潜油永磁电机的关键问题之一。

[0003] 低速电机要求极数较多,但电机有限的直径限制了定子槽数不能太多,分数槽技术能够很好的解决这个矛盾。但每极每相槽数 $q \leq 1/2$ 分数槽电机的绕组端部跨度短,同时,电机的每槽导体数多(特别是双层绕组,每个槽中放两套线圈,如CN201721097916.9图3的标号11所示),这两个问题带来电机嵌线的难度。业界普遍反映螺杆泵用低速潜油永磁电机嵌线存在难度,如何降低嵌线难度是螺杆泵用低速潜油永磁电机的另一关键问题。

[0004] 高功率密度的螺杆泵用低速潜油永磁电机定、转子间的气隙较小,同时,传统电机的定子内径处开设有两个 $1.6 \times 1.6\text{mm}$ 的矩形槽(如专利CN201910829721.6的图1所示)用来定位扶正轴承的外套,这两个矩形槽破坏了电机气隙磁导波的对称性,电机运行时带来了较大的齿槽转矩和纹波转矩,进而造成电机的振动,甚至带来电机定、转子之间的碰摩,影响电机的寿命。如何降低甚至消除齿槽转矩和纹波转矩是螺杆泵用低速潜油永磁电机的又一关键问题。

发明内容:

[0005] 发明目的:本发明目的是提供一种高转矩密度、低转矩波动、嵌线工艺简单的潜油螺杆泵永磁电机以解决上述技术问题。

[0006] 技术方案:本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机,所述电机包括定子、转子、电机头(4)、机壳(6)和尾座(7),所述定子包括定子铁心(1)和线圈,转子包括转轴(5)、多个转子单元(2)和多个扶正轴承(3)和,所述转子单元(2)包括转子铁心(201)和多块永磁体(202),多块永磁体(202)内置于转子铁心(201)上的转子槽(2012)内,永磁体(202)采用切向充磁,如图3的L所示;所述转子与定子间有间隙,转子能在定子产生的旋转磁场激励下旋转;

[0008] 特征在于:所述的定子:所述线圈包括长线圈(8)和短线圈(9),长线圈(8)和短线圈(9)周向(周向即如图2和3所示的沿着圆柱状的定子铁心(1)的圆周方向)相间分布于定子铁心(1)的定子槽(103)内,长线圈(8)和短线圈(9)分别缠绕在相邻的定子槽(103)之间形成的宽齿(101)上,定子铁心(1)的内圆侧开设有三个矩形的定子磁导调制槽(104),用来定位扶正轴承(3)和调制气隙磁导波;

[0009] 所述的转子单元(2):转子铁心(201)的外圆侧开设有气隙磁场调制槽(2011)(降低电机的齿槽转矩和纹波转矩)。

[0010] 定子铁心(1)上开设有多形状完全一致的定子槽(103),相邻的两个定子槽(103)之间形成两种齿,即宽齿(101)与窄齿(102),宽齿(101)与窄齿(102)间隔分布(即如图4所示的,宽齿(101)与窄齿(102)交替设置),定子铁心(1)的内圆侧三个矩形定子磁导调制槽(104)呈 120° 分布(即如图4所示的,三个矩形定子磁导调制槽(104)的中心与定子铁心(1)的圆心连线,相邻的连线之间的夹角是 120°),定子铁心(1)由多片硅钢片叠压而成。

[0011] 转子铁心(201)的外圆侧的气隙磁场调制槽(2011)的中心线N与转子槽(2012)的中心线M的夹角为 $3^\circ \sim 3.75^\circ$;转子铁心(201)上开设有多形状完全一致的转子槽(2012),转子槽(2012)用于放置永磁体(202);转子铁心(201)由多片硅钢片叠压而成。

[0012] 定子为24槽,转子为20极,该种结构的电机转矩密度增加超过5%。

[0013] 宽齿的宽度 b_{bt} 与窄齿的宽度 b_{1t} 比值为 $1.5 \sim 3$ 。

[0014] 优点效果:

[0015] 本发明具体优点如下:

[0016] 本发明的电机相对于传统潜油螺杆泵永磁电机而言,转矩密度提高超过5%,相应的电机长度也缩短了,有利于节约潜油螺杆泵永磁电机的制造成本,降低潜油螺杆泵下井操作难度。

[0017] 本发明的电机相对于传统潜油螺杆泵永磁电机而言,解决了双层绕组嵌线过程不同线圈导体互相交错缠绕问题,定子槽中的三相绕组机械上是分离的。

[0018] 本发明的电机相对于传统潜油螺杆泵永磁电机而言,线圈端部长、短相间布置,电机的线圈端部规整、可靠,不会被转子碰摩。

附图说明

[0019] 图1是本发明的高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机结构图及部件图;

[0020] 图2是本发明的高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机定、转子三维结构图;

[0021] 图3是本发明的高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机截面图;

[0022] 图4是本发明的高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机定子铁心图;

[0023] 图5是本发明的高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机转子铁心图;

[0024] 图6是三种(等齿、宽窄齿、宽窄齿+调制槽)潜油螺杆泵永磁电机截面图;

[0025] 图7是三种(等齿、宽窄齿、宽窄齿+调制槽)潜油螺杆泵永磁电机电磁转矩图。

[0026] 附图标记说明:

[0027] 1.定子铁心、2.转子单元、3.扶正轴承、4.电机头、5.转轴、6.机壳、7.尾座、8.长线圈、9.短线圈、101.宽齿、102.窄齿、103.定子槽、104.定子磁导调制槽、201.转子铁心、202.永磁体、2011.气隙磁场调制槽、2012.转子槽。

[0028] 具体实施方式:下面结合附图对本发明做进一步的说明:

[0029] 如图1所示,一种高转矩密度潜油螺杆泵永磁电机,包括定子、转子、电机头4、机壳6和尾座7等;所述定子包括定子铁心1和线圈等;定子设置在机壳6内,转子设置在定子内,电机头4和尾座7设置在机壳6的两端;

[0030] 所述转子包括转轴5、多个转子单元2和多个扶正轴承3等;转轴5穿过多个转子单

元2和多个扶正轴承3,转子单元2连接在相邻的两个扶正轴承3之间;

[0031] 所述转子单元包括转子铁心201和多块永磁体202,永磁体202内置于转子铁心201上的转子槽内,永磁体202采用切向充磁,如图3的L所示;所述转子与定子间有间隙,转子能在定子产生的旋转磁场激励下旋转。

[0032] 如图2所示,所述的定子包括长线圈8和短线圈9,长线圈8和短线圈9周向相间分布于定子铁心1的定子槽103内,长线圈8和短线圈9分别缠绕在宽齿101上,定子铁心1的内圆侧开设有三个矩形的定子磁导调制槽104,用来定位扶正轴承3和调制气隙磁导波;

[0033] 所述的转子单元2:转子铁心201的外圆侧开设有气隙磁场调制槽2011。

[0034] 如图4-6所示,进一步的,定子铁心1由多片硅钢片叠压而成,定子铁心1上开设有多形状完全一致的定子槽103,宽齿101与窄齿102间隔分布,宽齿的宽度 b_{bt} 与窄齿的宽度 b_{lt} 比值为1.5~3,不仅方便电机的嵌线,也增加了电机的输出转矩;定子铁心的内圆侧开设有三个矩形的定子磁导调制槽104,呈120°分布,用来定位扶正轴承,防止扶正轴承的外圈跟随转子旋转;另一方面,定子磁导调制槽调制气隙磁导波,降低电机的齿槽转矩和纹波转矩;

[0035] 进一步的,本方案采用单层绕组,一个定子槽中只放置同一个线圈中的导体,解决多个线圈(如两个线圈)中的导体互相交错缠绕问题。长线圈和短线圈分别缠绕在定子铁心宽齿上,周向相间分布于定子铁心的定子槽内(即如图2所示,一个长线圈挨着一个短线圈相间分布,且长线圈和短线圈之间为窄齿);线圈缠绕在宽齿上,能够增加线圈端部的弯转半径,有利于嵌线;采用长、短线圈相间的目的也是为了有利于嵌线,如果每个线圈的端部长短相同,线圈端部的半圆就会互相挤压,甚至凸出定子铁心的内圆,造成转子定子线圈的端部碰摩,损坏线圈绝缘;

[0036] 进一步的,转子铁心201由多片硅钢片叠压而成,转子铁心201上开设有多形状完全一致的转子槽2012,转子槽2012用于放置永磁体202;转子铁心201的外圆侧开设有气隙磁场调制槽2011,气隙磁场调制槽2011的中心线N与转子槽的中心线M的夹角为3°-3.75°,配合定子磁导调制槽进一步调制气隙磁导波,降低电机的齿槽转矩和纹波转矩;

[0037] 进一步的,宽、窄齿组合型电机的定子为24槽,转子为20极,这种结构方式的电机相对于传统潜油螺杆泵永磁电机,转矩密度提高超过5%。

[0038] 如图6和图7所示,在相同供电电流下,宽窄齿电机的输出平均电磁转矩要比等齿宽电机大,其中等齿宽电机和宽窄齿电机(定转子上无调制槽)的电磁转矩波动也比较大,在360°内有四个波动周期;在宽窄齿电机的定子上开设定子磁导调制槽104,并且在转子上开设气隙磁场调制槽2011后,在360°内有六个波动周期,电磁转矩波动幅值大大减小。

[0039] 综上,本发明的一种宽、窄齿结构的定子铁心提高了电机的转矩密度,本发明采用宽齿缠绕线圈,且线圈错落放置;同时,为了提高电机的运行性能和可靠性,采用在定、转子铁心上开设调制槽,调制气隙磁场降低齿槽转矩和纹波转矩。

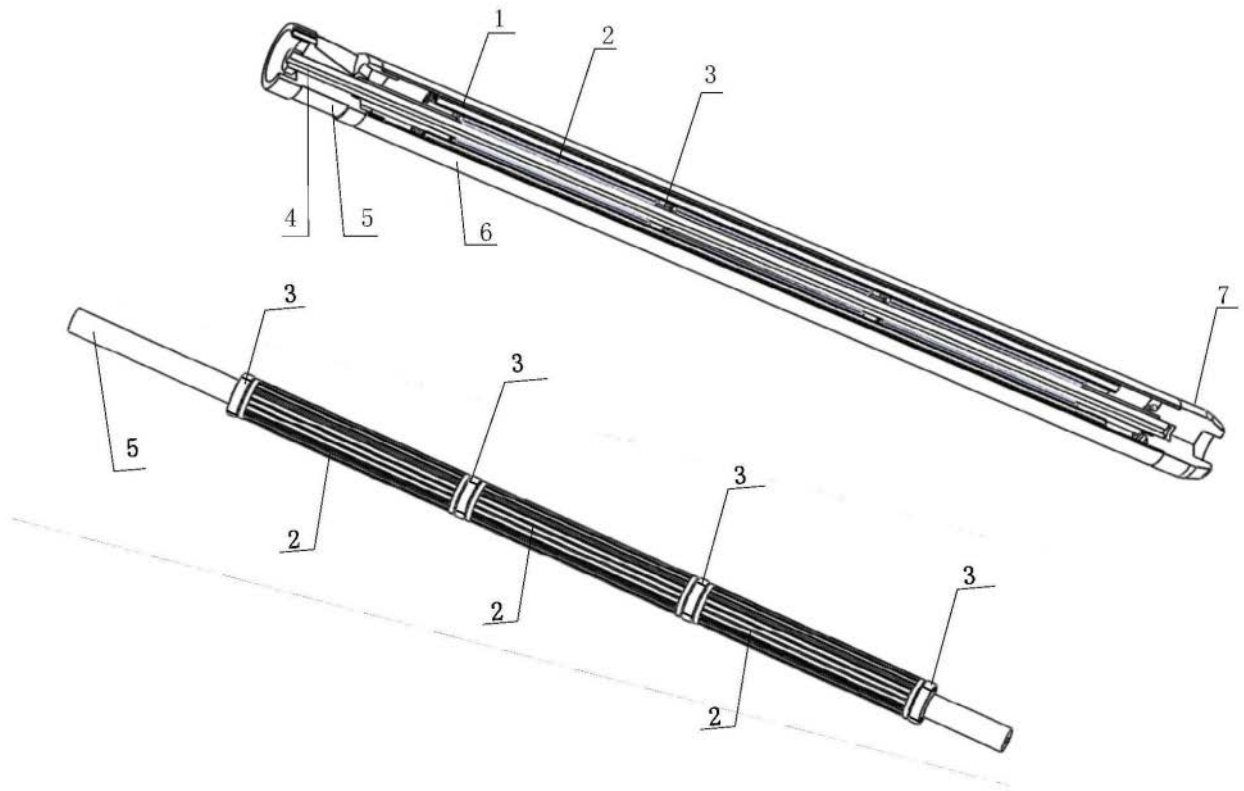


图1

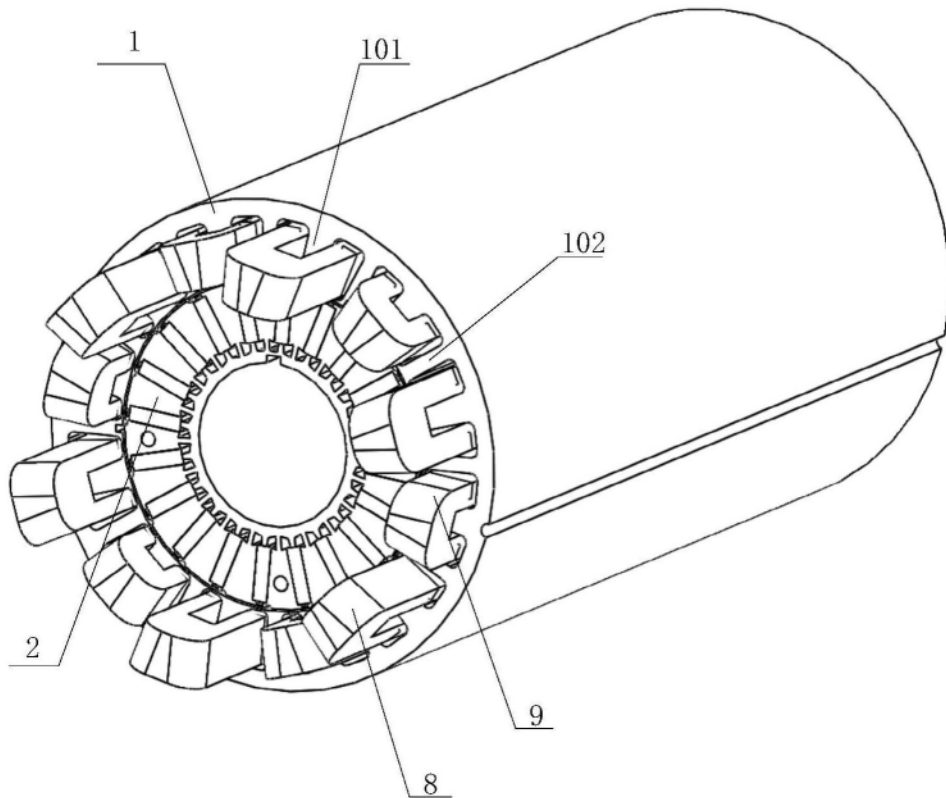


图2

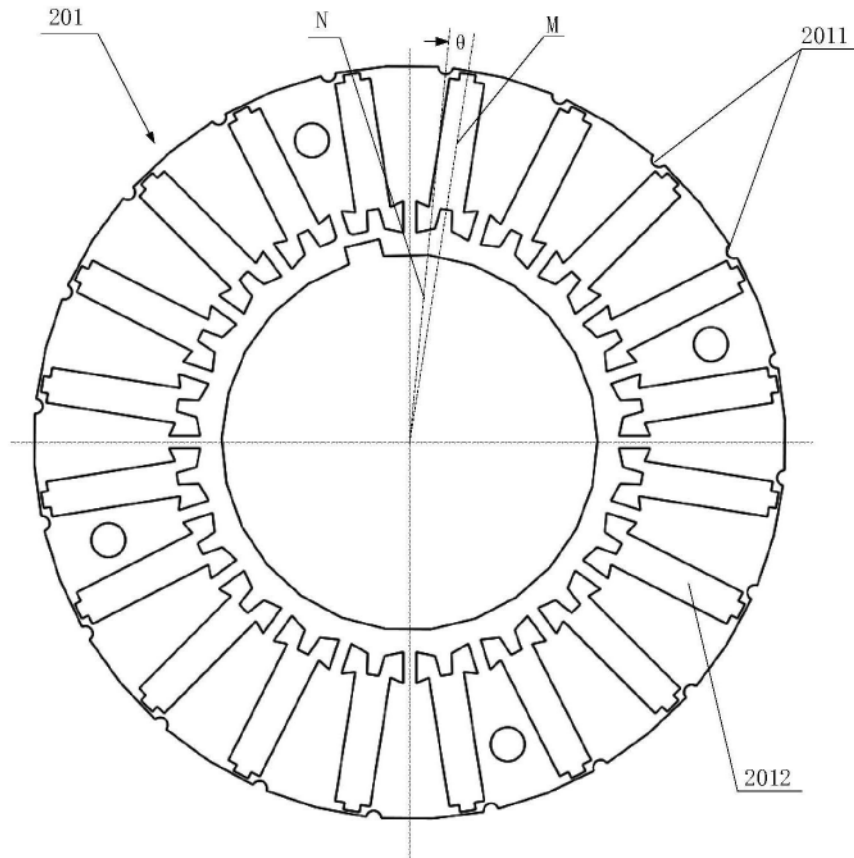


图5

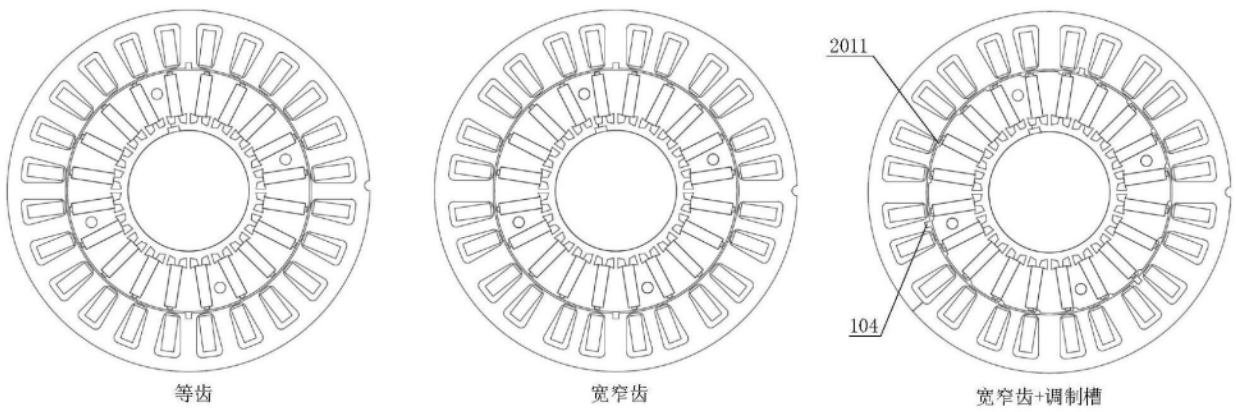


图6

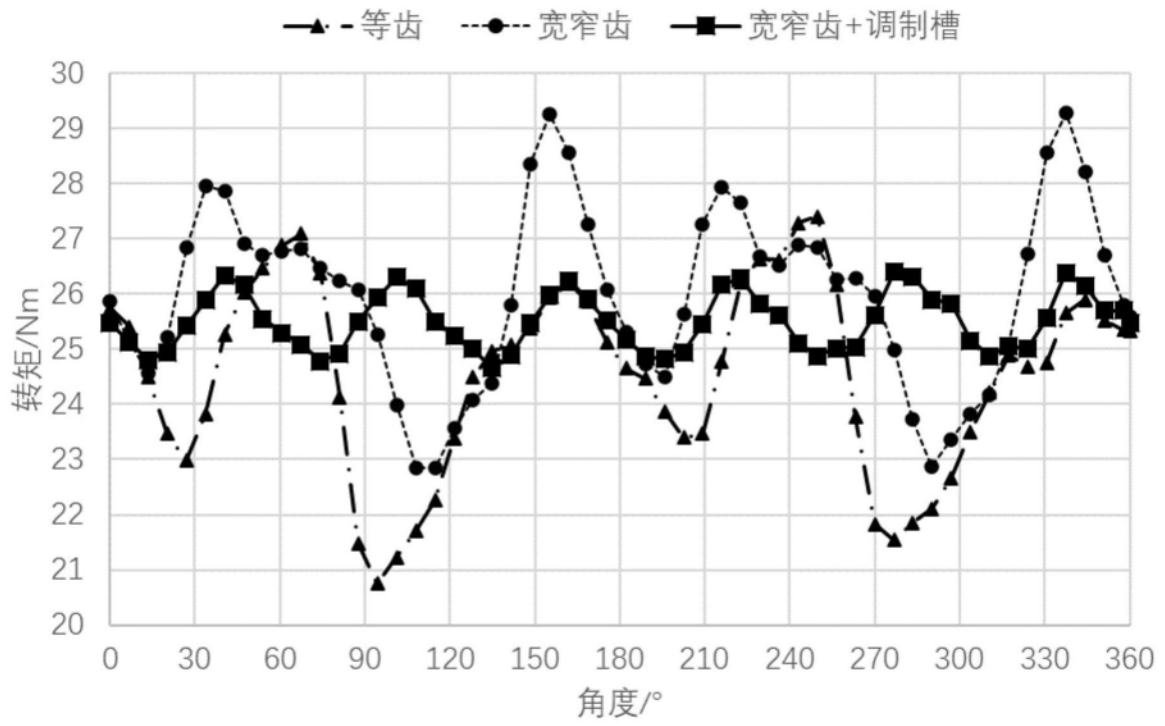


图7