



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106655585 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 15

(21) 申请号 201611178890.0

H02K 15/14 (2006.01)

(22) 申请日 2016.12.19

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 203984126 U, 2014.12.03

申请公布号 CN 106655585 A

CN 205248957 U, 2016.05.18

(43) 申请公布日 2017.05.10

CN 205610401 U, 2016.09.28

CN 206442210 U, 2017.08.25

(73) 专利权人 合肥巨一动力系统有限公司

审查员 丁家琦

地址 230051 安徽省合肥市包河工业区上

海路东大连路北

(72) 发明人 刘蕾 王体伟 江超

(74) 专利代理机构 合肥天明专利事务所(普通

合伙) 34115

专利代理师 奚华保

(51) Int. Cl.

H02K 5/04 (2006.01)

H02K 5/20 (2006.01)

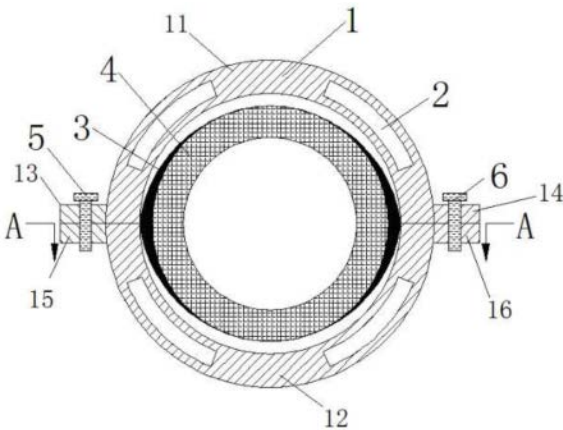
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于力学模型的分块式电机定子壳体
及其装配设计方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于力学模型的分块式电机定子壳体及其装配设计方法,与现有技术相比解决了热套工艺对定子与壳体安装存在诸多不便的缺陷。本发明中左半壳的一端设有螺栓固定座A、另一端设有螺栓固定座B,螺栓固定座A与螺栓固定座B两者呈镜像对应,右半壳的一端设有螺栓固定座C、另一端设有螺栓固定座D,螺栓固定座C与螺栓固定座D两者呈镜像对应,左半壳与右半壳相配合夹在定子的外侧且左半壳与右半壳两者呈镜像对应,左螺栓安装在螺栓固定座A与螺栓固定座C上,右螺栓安装在螺栓固定座B与螺栓固定座D上。本发明采用分块式电机壳体设计,依靠螺栓对左半壳和右半壳两部分进行固定安装,极大地简化了电机定子壳体的装配工艺。



1. 一种基于力学模型的分块式电机定子壳体,包括定子(4)和壳体(1),其特征在于:

所述的壳体(1)包括左半壳(11)和右半壳(12),左半壳(11)的一端设有螺栓固定座A(13)、另一端设有螺栓固定座B(14),螺栓固定座A(13)与螺栓固定座B(14)两者呈镜像对应,右半壳(12)的一端设有螺栓固定座C(15)、另一端设有螺栓固定座D(16),螺栓固定座C(15)与螺栓固定座D(16)两者呈镜像对应,左半壳(11)与右半壳(12)相配合夹在定子(4)的外侧且左半壳(11)与右半壳(12)两者呈镜像对应,左螺栓(5)安装在螺栓固定座A(13)与螺栓固定座C(15)上,右螺栓(6)安装在螺栓固定座B(14)与螺栓固定座D(16)上,所述左半壳(11)内设有散热水道(2),散热水道(2)位于左半壳(11)的端部;

所述定子(4)上套设有导热垫圈(3),所述导热垫圈(3)为圆柱形,所述导热垫圈(3)上位于左螺栓(5)与右螺栓(6)之间区域的厚度大于导热垫圈(3)上位于左半壳(11)弧底与右半壳(12)弧底之间区域的厚度。

2. 根据权利要求1所述的一种基于力学模型的分块式电机定子壳体,其特征在于:所述导热垫圈(3)上位于左螺栓(5)与右螺栓(6)之间区域与导热垫圈(3)上位于左半壳(11)弧底与右半壳(12)弧底之间区域的厚度比为1:4-1:8。

3. 根据权利要求1所述的一种基于力学模型的分块式电机定子壳体,其特征在于:所述螺栓固定座A(13)、螺栓固定座B(14)、螺栓固定座C(15)、螺栓固定座D(16)、左螺栓(5)和右螺栓(6)的数量均为2个。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的一种基于力学模型的分块式电机定子壳体的装配设计方法,其特征在于,包括以下步骤:

41) 计算反扭矩作用下的预紧力产生的压强,

计算电机输出最大扭矩时,定子(4)与壳体(1)在反扭矩作用下的预紧力所产生的压强 p ,其计算公式如下:

$$p = \frac{T}{2\pi ulR^2},$$

其中: T 为电机输出最大扭矩; u 为定子与壳体间的静摩擦系数; l 为定子与壳体接触部分沿轴向的长度; R 为定子外圆半径;

42) 计算定子(4)与左半壳(11)或右半壳(12)接触面的总压力 F ,其计算公式如下:

$$F = p * \frac{S}{2} = \frac{T}{2\pi ulR^2} * \pi Rl = \frac{T}{2uR}$$

其中 S 为定子(4)与壳体(1)接触面面积;

43) 计算壳体(1)圆周方向单条线上的力 F' ,其计算公式如下:

$$F' = \frac{F}{\pi R} = \frac{T}{2\pi uR^2},$$

其中, F 为定子(4)与左半壳(11)或右半壳(12)接触面的总压力, R 为定子外圆半径;

44) 合力的计算,

将壳体(1)圆周方向上的力 F' 分解为其竖直方向的合力 Q , Q 即为所有螺栓的总预紧力,其计算公式如下:

$$Q = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} F' \cos \theta d\theta = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{T}{2\pi \mu R^2} \cos \theta d\theta = \frac{T}{\pi \mu R^2},$$

其中, θ 为壳体 (1) 圆周方向上的力 F' 与左半壳 (11) 或右半壳 (12) 内圆弧顶法线方向的夹角, $d\theta$ 为积分;

45) 根据螺栓个数计算单个螺栓预紧力,

当左螺栓 (5) 和右螺栓 (6) 的数量均为 2 个时, 单个螺栓的预紧力为 $Q/4$;

46) 计算单个螺栓所需的扭力 N , 其计算公式如下:

$$N = \frac{1}{8} Q \left[d_2 \tan(\varphi + \omega) + \frac{2}{3} f_c \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2} \right]$$

则:

$$N = \frac{T}{8\pi \mu R^2} \left[d_2 \tan(\varphi + \omega) + \frac{2}{3} f_c \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2} \right]$$

其中, φ 为螺栓的螺纹升角, d_2 为螺栓的螺纹中径, ω 为螺旋副当量摩擦角, d_0 为螺栓直径, D_0 为螺栓的环形支撑面外径, f_c 为螺栓的与支撑面间摩擦系数。

一种基于力学模型的分块式电机定子壳体及其装配设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电机定子壳体技术领域,具体来说是一种基于力学模型的分块式电机定子壳体及其装配设计方法。

背景技术

[0002] 随着电动汽车行业的飞速发展,相关技术也在不断进步,永磁同步电机作为电动汽车内核心部件,直接决定电动汽车的性能。目前新能源汽车领域内永磁同步电机定子与壳体主要是通过热套工艺进行装配,即将电机壳体加热,使壳体膨胀、内径扩大,随后将定子装入,随着环境温度骤降,壳体内径尺寸迅速减小,定子与壳体之间依靠过盈量来保证两者不发生相对位移。

[0003] 采用此种装配方式主要存在以下不足:

[0004] 1、由于电机工作过程中产生的热量主要是通过定子铁芯直接传递给壳体,由壳体内冷却介质或外界空气带出,要求定子铁芯与壳体内表面接触十分良好,否则两部件之间的装配间隙会造成较大的接触热阻,热量很难传递出来,势必造成绕组温升较快。这对定子铁芯表面粗糙度以及过盈量的控制要求较高,加工难度较大;

[0005] 2、采用此种装配方式在进行热套时,装配工艺较为复杂,操作十分不便,对装配工人体力、技术要求较高,装配不成功比例较高,且易对壳体以及定子造成不可恢复性损坏;

[0006] 3、采用热套工艺装配的电机,后期壳体或定子出现损坏时无法对其中一个进行替换维修;

[0007] 4、采用热套工艺无法对电机定子与壳体之间预紧力进行量化控制,此环节随机性较大,产品在温升、性能等方面一致性较差。

[0008] 如何研发出一种不采用热套工艺的定子与壳体的装配方式已经成为急需解决的技术问题。

发明内容

[0009] 本发明的目的是为了解决现有技术中热套工艺对定子与壳体安装存在诸多不便的缺陷,提供一种基于力学模型的分块式电机定子壳体及其装配设计方法来解决上述问题。

[0010] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0011] 一种基于力学模型的分块式电机定子壳体,包括定子和壳体,

[0012] 所述的壳体包括左半壳和右半壳,左半壳的一端设有螺栓固定座A、另一端设有螺栓固定座B,螺栓固定座A与螺栓固定座B两者呈镜像对应,右半壳的一端设有螺栓固定座C、另一端设有螺栓固定座D,螺栓固定座C与螺栓固定座D两者呈镜像对应,左半壳与右半壳相配合夹在定子的外侧且左半壳与右半壳两者呈镜像对应,左螺栓安装在螺栓固定座A与螺栓固定座C上,右螺栓安装在螺栓固定座B与螺栓固定座D上。

[0013] 还包括导热垫圈,导热垫圈为圆柱形,导热垫圈套在定子上,所述的导热垫圈上位

于左螺栓与右螺栓之间区域的厚度大于导热垫圈上位于左半壳弧底与右半壳弧底之间区域的厚度。

[0014] 所述的左半壳内设有散热水道,散热水道位于左半壳的端部。

[0015] 所述的导热垫圈上位于左螺栓与右螺栓之间区域与导热垫圈上位于左半壳弧底与右半壳弧底之间区域的厚度比为1:4-1:8。

[0016] 所述的螺栓固定座A、螺栓固定座B、螺栓固定座C、螺栓固定座D、左螺栓和右螺栓的数量均为2个。

[0017] 一种基于力学模型的分块式电机定子壳体的装配设计方法,包括以下步骤:

[0018] 计算反扭矩作用下的预紧力产生的压强,

[0019] 计算电机输出最大扭矩时,定子与壳体在反扭矩作用下的预紧力所产生的压强 p ,其计算公式如下:

$$[0020] \quad p = \frac{T}{2\pi ulR^2},$$

[0021] 其中: T 为电机输出最大扭矩; u 为定子与壳体间的静摩擦系数; l 为定子与壳体接触部分沿轴向的长度; R 为定子外圆半径;

[0022] 计算定子与左半壳或右半壳接触面的总压力 F ,其计算公式如下:

$$[0023] \quad F = p * \frac{S}{2} = \frac{T}{2\pi ulR^2} * \pi Rl = \frac{T}{2uR}$$

[0024] 其中 S 为定子与壳体1接触面面积;

[0025] 计算壳体圆周方向单条线上的力 F' ,其计算公式如下:

$$[0026] \quad F' = \frac{F}{\pi R} = \frac{T}{2\pi uR^2},$$

[0027] 其中, F 为定子与左半壳或右半壳接触面的总压力, R 为定子外圆半径;

[0028] 合力的计算,

[0029] 将壳体圆周方向上的力 F' 分解为其竖直方向的合力 Q , Q 即为所有螺栓的总预紧力,其计算公式如下:

$$[0030] \quad Q = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} F' \cos \theta d\theta = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{T}{2\pi uR^2} \cos \theta d\theta = \frac{T}{\pi uR^2},$$

[0031] 其中, θ 为壳体圆周方向上的力 F' 与左半壳或右半壳内圆弧顶法线方向的夹角, $d\theta$ 为积分;

[0032] 根据螺栓个数计算单个螺栓预紧力,

[0033] 当左螺栓和右螺栓的数量均为2个时,单个螺栓的预紧力为 $Q/4$;

[0034] 计算单个螺栓所需的扭力 N ,其计算公式如下:

$$[0035] \quad N = \frac{1}{8} Q \left[d_2 \tan(\varphi + \omega) + \frac{2}{3} f_c \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2} \right]$$

[0036] 则:

$$[0037] \quad N = \frac{T}{8\pi\mu R^2} \left[d_2 \tan(\varphi + \omega) + \frac{2}{3} f_c \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2} \right]$$

[0038] 其中, φ 为螺栓的螺纹升角, d_2 为螺栓的螺纹中径, ω 为螺旋副当量摩擦角, d_0 为螺栓直径, D_0 为螺栓的环形支撑面外径, f_c 为螺栓的与支撑面间摩擦系数。

[0039] 有益效果

[0040] 本发明的一种基于力学模型的分块式电机定子壳体及其装配设计方法,与现有技术相比采用分块式电机壳体设计,依靠螺栓对左半壳和右半壳两部分进行固定安装,极大地简化了电机定子壳体的装配工艺。通过在定子与壳体之间布置导热垫圈,减小了由于装配工艺以及加工精度对电机温升的影响,大大提高了电机的散热性能。本发明减小了装配过程对定子和壳体的损坏率,同时方便后期对电机进行拆解维修以及部件更换,提高部件的利用率。同时通过力学模型设计,实现了根据电机最大扭矩要求对壳体与定子之间预紧力的量化控制,从而保证了电机运行过程中的稳定性以及产品的一致性,且结构简单,易于实现。

附图说明

[0041] 图1为本发明的结构俯视图;

[0042] 图2为图1的A-A剖面图;

[0043] 图3为本发明中导热垫圈的结构示意图;

[0044] 图4为本发明中定子的受力示意图;

[0045] 图5为本发明所涉及的方法顺序图;

[0046] 其中,1-壳体、2-散热水道、3-导热垫圈、4-定子、5-左螺栓、6-右螺栓、11-左半壳、12-右半壳、13-螺栓固定座A、14-螺栓固定座B、15-螺栓固定座C、16-螺栓固定座D。

具体实施方式

[0047] 为使对本发明的结构特征及所达成的功效有更进一步的了解与认识,用以较佳的实施例及附图配合详细的说明,说明如下:

[0048] 如图1所示,本发明所述的一种基于力学模型的分块式电机定子壳体,包括定子4和壳体1。壳体1为分块设计,并非传统的整体结构,其包括左半壳11和右半壳12。如图2所示,左半壳11的一端设有螺栓固定座A13、另一端设有螺栓固定座B14,螺栓固定座A13与螺栓固定座B14两者呈镜像对应,螺栓固定座A13、螺栓固定座B14与左半壳11为一体结构,用于配合安装。同样,右半壳12的一端设有螺栓固定座C15、另一端设有螺栓固定座D16,螺栓固定座C15与螺栓固定座D16两者呈镜像对应,螺栓固定座C15、螺栓固定座D16与右半壳12也可以为一体结构。左半壳11与右半壳12相配合夹在定子4的外侧,左半壳11与右半壳12两者呈镜像对应,通过左半壳11与右半壳12相夹对定子4进行固定,从而避免了使用传统的热套工艺。左螺栓5安装在螺栓固定座A13与螺栓固定座C15上,右螺栓6安装在螺栓固定座B14与螺栓固定座D16上,通过左螺栓5和右螺栓6将左半壳11与右半壳12可拆卸地安装在定子4

的外侧。

[0049] 壳体1对定子4不仅是安装作用,更为关键的作用为散热作用。传统技术中的热套工艺,使得壳体1的内表面与定子4充分接触进行散热。而通过左螺栓5和右螺栓6进行安装的方式,存在无法保证壳体1内表面与定子4充分接触,因此在此采用导热垫圈3的设计。如图3所示,导热垫圈3用于定子4的散热使用,导热垫圈3为圆柱形,导热垫圈3套在定子4上,将定子4的热量传递出。由于还需保证一定的预紧力,左螺栓5和右螺栓6在施加扭力后,壳体1会存在一定程度的变形,即呈椭圆形,壳体1在左螺栓5和右螺栓6处的直径大于壳体1在左半壳11弧底与右半壳12弧底处的直径。因此,可以将导热垫圈3上位于左螺栓5与右螺栓6之间区域的厚度大于导热垫圈3上位于左半壳11弧底与右半壳12弧底之间区域的厚度,这样当左螺栓5和右螺栓6施加扭力,壳体1产生变形时,导热垫圈3可以更好的贴服在壳体1的内表面。

[0050] 优选,导热垫圈3上位于左螺栓5与右螺栓6之间区域与导热垫圈3上位于左半壳11弧底与右半壳12弧底之间区域的厚度比为1:4-1:8。同时,也可以将现有技术中的散热水道2应用在左半壳11和右半壳12上,如左半壳11内也设有散热水道2,散热水道2位于左半壳11的端部,通过散热水道2进一步增加散热性能。同理,为了保证安装可靠性,螺栓固定座A13、螺栓固定座B14、螺栓固定座C15、螺栓固定座D16、左螺栓5和右螺栓6的数量可以均为2个。

[0051] 在此还提供一种用于分块式电机定子壳体的装配设计方法,从而确定单个螺栓所需的扭力,如图5所示,一种基于力学模型的分块式电机定子壳体的装配设计方法,包括以下步骤:

[0052] 第一步,计算反扭矩作用下的预紧力产生的压强。

[0053] 针对电机设计的输出最大扭矩,计算定子4与壳体1在反扭矩作用下的预紧力所产生的压强 p ,

[0054] 其计算公式如下:

$$[0055] \quad p = \frac{T}{2\pi ulR^2},$$

[0056] 其中: T 为电机输出最大扭矩; u 为定子与壳体间的静摩擦系数; l 为定子与壳体接触部分沿轴向的长度; R 为定子外圆半径。

[0057] 第二步,计算定子4与左半壳11或右半壳12接触面的总压力 F 。由于壳体1分成了左半壳11和右半壳12,在此只需针对左半壳11或右半壳12进行单一计算,若将两者结合在一起作为壳体1的整体进行计算,其无法获得左半壳11或右半壳12作为单一客体所承受的力。其计算公式如下:

$$[0058] \quad F = p * \frac{S}{2} = \frac{T}{2\pi ulR^2} * \pi Rl = \frac{T}{2uR}$$

[0059] 其中为 S 定子4与壳体1接触面面积。

[0060] 第三步,计算壳体1圆周方向单条线上的力 F' 。其计算公式如下:

$$[0061] \quad F' = \frac{F}{\pi R} = \frac{T}{2\pi uR^2},$$

[0062] 其中,F为定子4与左半壳11或右半壳12接触面的总压力,R为定子外圆半径。

[0063] 第四步,合力的计算。

[0064] 将壳体1圆周方向上的力F'分解为其竖直方向的合力Q,Q即为所有螺栓的总预紧力,其计算公式如下:

$$[0065] \quad Q = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} F' \cos \theta d\theta = 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{T}{2\pi u R^2} \cos \theta d\theta = \frac{T}{\pi u R^2},$$

[0066] 其中, θ 为壳体1圆周方向上的力F'与左半壳11或右半壳12内圆弧顶法线方向的夹角,d θ 为积分。如图4所示, θ 为在左半壳11或右半壳12上针对不同位置的壳体1圆周方向上所受到的力F',与左半壳11和右半壳12组成的壳体1内圆弧顶法线方向的夹角,其存在多个,因此利用积分运算将其进行归纳,得出合力Q,即为所有螺栓的总预紧力。

[0067] 第五步,根据螺栓个数计算单个螺栓预紧力。

[0068] 当左螺栓5和右螺栓6的数量均为2个时,即总共有4个螺栓设计时,单个螺栓的预紧力为Q/4。实际应用中可以为6个或8个螺栓设计,则单个螺栓的预紧力为Q/6或Q/8。

[0069] 第六步,计算单个螺栓所需的扭力N,其计算公式如下:

$$[0070] \quad N = \frac{1}{8} Q \left[d_2 \tan(\varphi + \omega) + \frac{2}{3} f_c \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2} \right]$$

[0071] 则:

$$[0072] \quad N = \frac{T}{8\pi u R^2} \left[d_2 \tan(\varphi + \omega) + \frac{2}{3} f_c \frac{D_0^3 - d_0^3}{D_0^2 - d_0^2} \right]$$

[0073] 其中, φ 为螺栓的螺纹升角, d_2 为螺栓的螺纹中径, ω 为螺旋副当量摩擦角, d_0 为螺栓直径, D_0 为螺栓的环形支撑面外径, f_c 为螺栓的与支撑面间摩擦系数。

[0074] 最终得出,若需满足电机设计的输出最大扭矩T,在分块式电机定子壳体结构的4个螺栓上,每个螺栓施加的扭力不少于扭力N,在进行左半壳11与右半壳12的螺栓安装时,工作人员根据扭力扳手进行施加即可。

[0075] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求的保护范围由所附的权利要求书及其等同物界定。

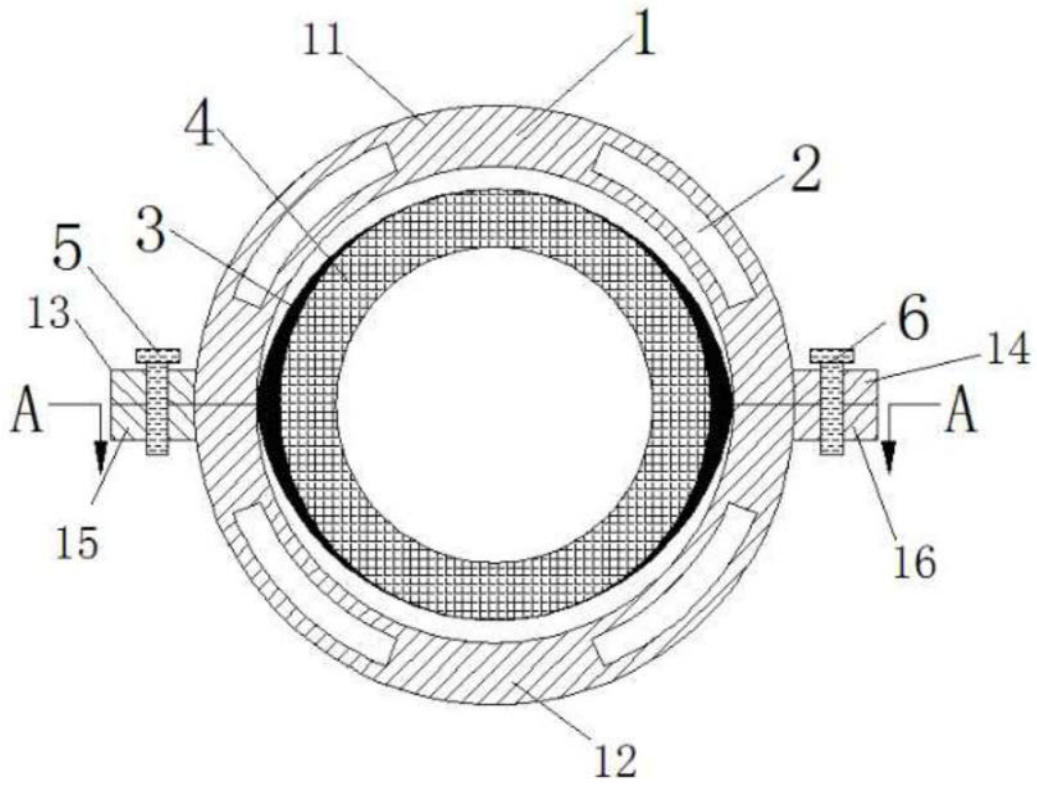


图1

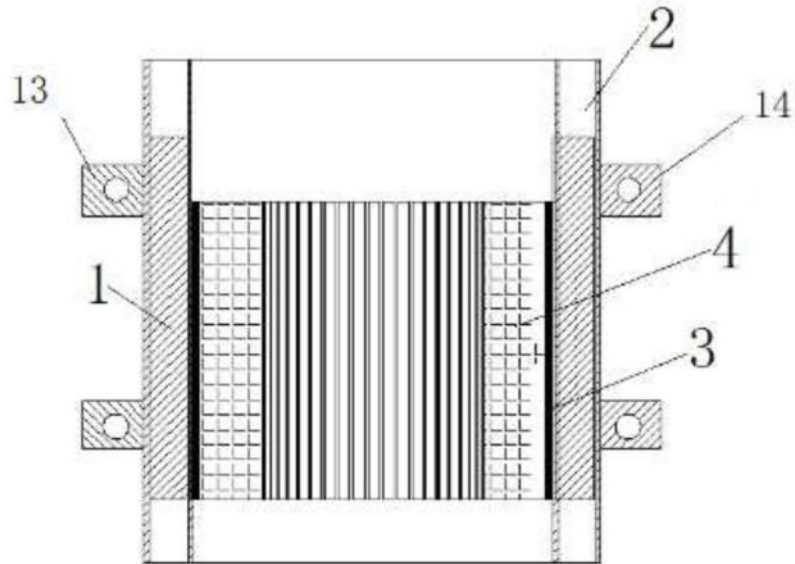


图2

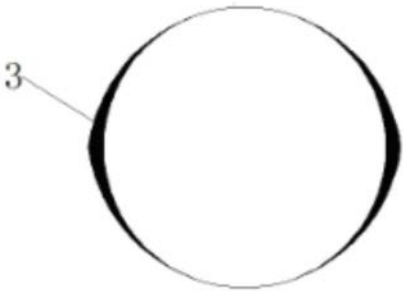


图3

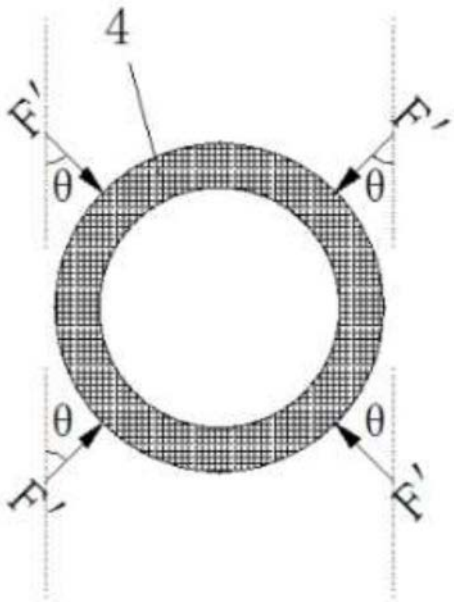


图4

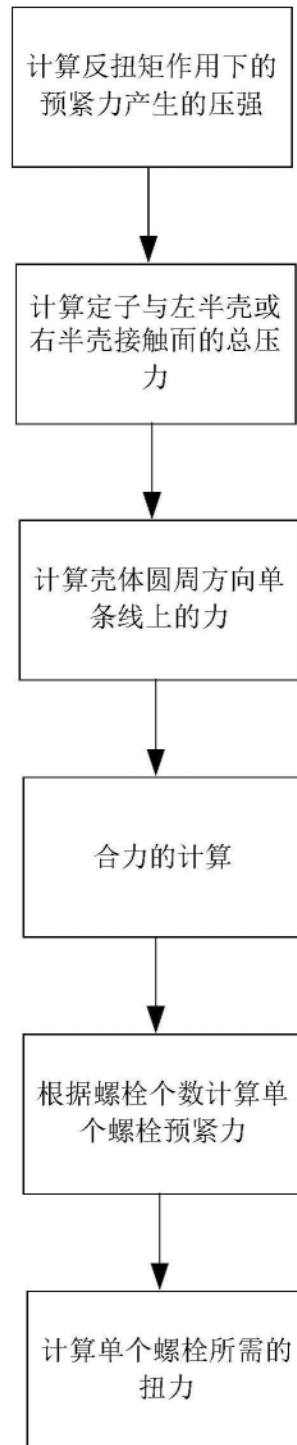


图5