



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111446799 B

(45) 授权公告日 2021.07.09

(21) 申请号 202010363486.0

H02K 11/30 (2016.01)

(22) 申请日 2020.04.30

H02K 11/21 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H02P 23/04 (2006.01)

申请公布号 CN 111446799 A

H02P 23/14 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.07.24

(56) 对比文件

(73) 专利权人 苏州维格纳信息科技有限公司

CN 104865981 A, 2015.08.26

地址 215000 江苏省苏州市高新区香缇商务广场3幢516室

CN 110677090 A, 2020.01.10

CN 102158024 A, 2011.08.17

CN 102983694 A, 2013.03.20

(72) 发明人 陈雪芝

审查员 王敏希

(74) 专利代理机构 苏州苏旺知识产权代理事务所(普通合伙) 32477

代理人 杨勇

(51) Int. Cl.

H02K 5/04 (2006.01)

H02K 5/22 (2006.01)

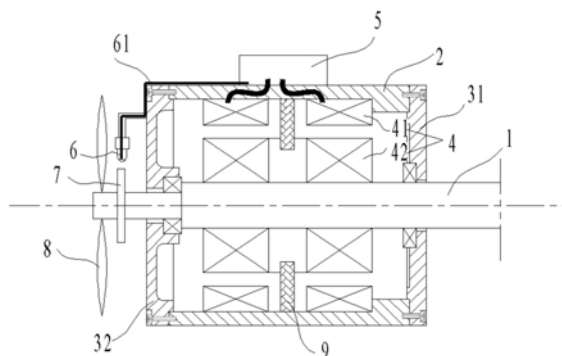
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机

(57) 摘要

本发明公开了一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,包括主轴、机壳、前端盖、后端盖、控制盒和至少两个励磁对,每个所述励磁对包括定子和转子,所述机壳两端固定连接前端盖、后端盖构成封闭壳体,所述主轴通过轴承双端支撑安装在机壳或端盖上,所述定子安装在机壳内壁上,所述转子安装在主轴上,转子与定子轴向位置重合、径向位置相邻,所述控制盒安装在机壳外壁上,控制盒接入外部电源并分别递送电流给每个定子。电机还包括速度传感器,所述速度传感器检测主轴转速并转化为电信号传递给控制盒,所述控制盒接收主轴转速变化并控制输入给各个励磁对电流的相位。



1. 一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,其特征在于:所述电机包括主轴(1)、机壳(2)、前端盖(31)、后端盖(32)、控制盒(5)和至少两个励磁对(4),每个所述励磁对(4)包括定子(41)和转子(42),所述机壳(2)两端固定连接前端盖(31)、后端盖(32)构成封闭壳体,所述主轴(1)通过轴承双端支撑安装在机壳(2)或端盖上,所述定子(41)安装在机壳(2)内壁上,所述转子(42)安装在主轴(1)上,转子(42)与定子(41)轴向位置重合、径向位置相邻,所述控制盒(5)安装在机壳(2)外壁上,控制盒(5)接入外部电源并分别递送电流给每个定子(41);

所述电机还包括速度传感器(6),所述速度传感器(6)检测主轴(1)转速并转化为电信号传递给控制盒(5),所述控制盒(5)接收主轴(1)转速变化并控制输入给各个励磁对(4)电流的相位;

所述控制盒(5)还控制输入给各个励磁对(4)电流的频率;

所述励磁对(4)有四个及以上,其中至少两个励磁对(4)加载频率高于工频的电流;

使用两个或以上频率为工频的电流构建工频转矩, $\sqrt{\cos^2(x)} + \sqrt{\cos^2(x-0.5\pi)}$,

加入高于工频的电流在转子上产生高频转矩组合, $R1*\sqrt{\cos^2(k1*x-\psi)} + R2*\sqrt{\cos^2(k2*x)}$,

式中, $\sqrt{\quad}$ 为开根号, \cos^2 为余弦平方, x 为 $2\pi ft$, f 为电流频率,在工频转矩波形为基础的波形上产生凸起的波峰,调配 $R1$ 、 $R2$ 可以调配波峰高度,调配 $k1$ 、 $k2$ 可以调配波峰出现的频率,调配 ψ 可以改变波峰相位,获得带凸起波峰的复合波形以平衡负载转矩波形;

所述主轴(1)上设置凸台套(7),所述速度传感器(6)朝向凸台套(7)检测凸台套(7)的转速,凸台套(7)可更换。

2. 根据权利要求1所述的一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,其特征在于:所述控制盒(5)内带有反馈调节模块,控制盒(5)递送给励磁对(4)的电流根据速度传感器(6)电信号而进行超前反馈调节。

3. 根据权利要求1或2中任一项所述的一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,其特征在于:所述机壳(2)为分体拼接式结构,节段机壳(2)内壁上设置定子(41);所述主轴(1)包括若干可插接传动连接的节段轴,节段轴上设置与节段机壳上定子(41)相对应的转子(42)。

4. 根据权利要求1所述的一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,其特征在于:所述电机还包括隔磁环(9),所述隔磁环(9)设置在机壳(2)内壁上,隔磁环(9)径向延伸隔开相邻的励磁对(4)。

5. 根据权利要求1所述的一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,其特征在于:所述凸台套(7)和速度传感器(6)设置在机壳(2)外,速度传感器(6)设置在后端盖(32)上,凸台套(7)设置在主轴(1)伸出后端盖(32)的轴面上。

6. 根据权利要求5所述的一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,其特征在于:所述主轴(1)伸出后端盖(32)的末端安装有风扇(8),所述风扇(8)与速度传感器(6)被一个护罩罩起。

一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机

技术领域

[0001] 本发明涉及电机领域,具体是一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机。

背景技术

[0002] 电机是一种为其他机器提供旋转速度的机器,现有技术中,三相电机应用广泛,将其结构拆解,就是交流电输入定转子内产生旋转力矩平衡负载转矩进行旋转,交流电是一种正弦波动的电流,其在定转子上产生的力矩正比于其电流绝对值,所以,定转子上的输入力矩也是波动变化的,其平均力矩等于负载力矩,而在输入转矩波动时,会引起主轴转速的波动,在一些对转速要求较高的场合,不能够满足使用。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,以解决现有技术中的问题。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0005] 一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,包括主轴、机壳、前端盖、后端盖、控制盒和至少两个励磁对,每个所述励磁对包括定子和转子,所述机壳两端固定连接前端盖、后端盖构成封闭壳体,所述主轴通过轴承双端支撑安装在机壳或端盖上,所述定子安装在机壳内壁上,所述转子安装在主轴上,转子与定子轴向位置重合、径向位置相邻,所述控制盒安装在机壳外壁上,控制盒接入外部电源并分别递送电流给每个定子。

[0006] 进一步的,电机还包括速度传感器,所述速度传感器检测主轴转速并转化为电信号传递给控制盒,所述控制盒接收主轴转速变化并控制输入给各个励磁对电流的相位。

[0007] 进一步的,控制盒还控制输入给各个励磁对电流的频率。励磁对有四个及以上,其中至少两个励磁对加载频率高于工频的电流。

[0008] 进一步的,控制盒内带有反馈调节模块,控制盒递送给励磁对的电流根据速度传感器电信号而进行超前反馈调节。

[0009] 进一步的,机壳为分体拼接式结构,节段机壳内壁上设置定子;所述主轴包括若干可插接传动连接的节段轴,节段轴上设置与节段机壳上定子相对应的转子,带有定子的机壳节段是一个个环形块,带有转子的节段轴是一个个两端伸出的圆柱体,节段轴两端分别与相邻的主轴其余部分插接并传动连接,如此,即可通过叠加叠加的方式,在电机中设置自定义数量的励磁对,节段上的定子使用软质电性引线连接至控制盒。

[0010] 作为优化,电机还包括隔磁环,所述隔磁环设置在机壳内壁上,隔磁环径向延伸隔开相邻的励磁对,隔磁环使用非导磁材料制成。

[0011] 作为优化,主轴上设置凸台套,所述速度传感器朝向凸台套检测凸台套的转速,凸台套可更换,可以通过在凸台套外表上旋转一周的周期内设置一个以上的可被速度传感器检测到的特征,这样,速度传感器的采样灵敏度可以提高,例如,在凸台套外圆周上设置两个凸点,这两个凸点旋转至与速度传感器相面对时速度传感器获得一次信号,这样,两次凸

点信号对应主轴旋转一周,速度传感器采样获得的主轴速度曲线更加光滑,增加单旋转周期的凸点特征,可以更加平滑主轴速度曲线,但是,提高采样周期时,应当考虑速度传感器的采样灵敏度极限,增加单旋转周期的凸点特征或或者减少凸点特征,可以通过更换凸台套的方式。

[0012] 作为优化,凸台套和速度传感器设置在机壳外,速度传感器设置在后端盖上,凸台套设置在前端盖上。

[0013] 作为优化,主轴伸出后端盖的末端安装有风扇,所述风扇与速度传感器被一个护罩罩起。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明通过多个励磁对进行转矩波形叠加的转矩输入,输入两个以上的带有相位差的工频电流在主轴上产生叠加的小波动转矩波形,速度传感器在一段时间周期内采样,获得主轴速度变化曲线,信号给到控制盒,进而判断负载上是否带有周期性的负载转矩变化,控制盒调配各个励磁对中输入电流的相位、频率,构建基本与负载转矩相匹配的输入转矩,从而将主轴转速精确稳定在某一个特定值;对于非周期的负载转矩,通过超前反馈调节进行超前补偿,将电机转速稳定。

附图说明

[0015] 为了使本发明的内容更容易被清楚地理解,下面根据具体实施例并结合附图,对本发明作进一步详细的说明。

[0016] 图1为本发明带有两个励磁对时的结构示意图;

[0017] 图2为本发明带有三个励磁对时的剖视图;

[0018] 图3为本发明单个励磁对中电流在主轴上产生的转矩波形示意图;

[0019] 图4为本发明单个励磁对所对应转矩造成的主轴转速波动示意图;

[0020] 图5为本发明两个励磁对合并后的转矩变化图;

[0021] 图6为本发明三个励磁对合并后的转矩变化图;

[0022] 图7为本发明两个励磁对作工频输入,两个励磁对作高于工频的转矩输入的转矩叠加示意图。

[0023] 图中:1-主轴、2-机壳、31-前端盖、32-后端盖、4-励磁对、41-定子、42-转子、5-控制盒、6-速度传感器、61-信号线、7-凸台套、8-风扇、9-隔磁环。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 如图1所示,一种多相铁芯反馈补偿脉冲电机,包括主轴1、机壳2、前端盖31、后端盖32、控制盒5和至少两个励磁对4,每个励磁对4包括定子41和转子42,机壳2两端固定连接前端盖31、后端盖32构成封闭壳体,主轴1通过轴承双端支撑安装在机壳2或端盖上,定子41安装在机壳2内壁上,转子42安装在主轴1上,转子42与定子41轴向位置重合、径向位置相邻,控制盒5安装在机壳2外壁上,控制盒5接入外部电源并分别递送电流给每个定子41。

[0026] 在单个励磁对4内,定子以某一特定频率、相位的电流进行励磁,通过电磁效应加载转矩在转子42上,从而带动主轴1旋转,转矩的输入与电流大小约为线性关系,如图3所示,正弦形状的交流电流加载在一个励磁对4上后,对电流波形取绝对值获得转矩输入曲线,是一个个的山峰形式,其波形函数是:

$$[0027] \quad T=C*I_m*\sqrt{\sin^2(2\pi ft+\psi_0)};$$

[0028] C为电流转化为转矩的常量系数(在后续分析中,为简化算式,取 $C=1$), I_m 为电流波动最大值, f 为电流频率, ψ_0 为电流初相位; $\sqrt{\quad}$ 为开根号, $\sin^2 \quad$ 为正弦平方,对正弦函数平方后开根号实现绝对值;让其在一个时间周期内对时间进行积分并除以时间周期可得平均转矩 $2*I_m/\pi$ 。

[0029] 单个波形获得的转矩曲线是波动度很大的,考察负载转矩为恒定的情况,如图4所示,在持续的较长时间内:转子转矩的平均值等于负载转矩,达成转矩平衡,从而能将主轴1的转速能在平均速度 n_{ave} 附近波动,在转子转矩低于负载转矩的时间段内,主轴1减速,在转子转矩高于负载转矩的时间段内,主轴1增速,如此在最大转速 n_{max} 与最小转速 n_{min} 之间波动,波动的幅度还受到转子与负载构成的整体旋转部件的转动惯量的影响;

[0030] 在常见的对于转速精确度要求不高的电机中,这部分的转速波动是忽略的,例如2950rpm的异步电机,可能实际的转速是在2930~2960rpm之间波动,但是,在一些转速精确度要求较高的场合,就不能任其转速波动了。

[0031] 本发明通过设置多个励磁对4,进行相互补偿,从而将转子的转矩输入曲线尽可能平稳,如图5所示,两个转子分别输入原先大小一半的电流,相位相差半个周期,他们在主轴1上的合并转矩是一条最低转矩不为零的曲线,其平均转矩还是等于原先的 $2/\pi*I_m$,但是,如图3、5所示,原先波动度是 h_1 除以 $2/\pi*I_m$,而两个励磁对4进行补偿励磁后,转矩波动 h_2 除以 $2/\pi*I_m$,波动程度是大大减小的,可以预见,进一步增加励磁对4的数量,如图2、6所示,三个励磁对4进行交替补偿,波动度进一步减小,配合转子上的转动惯量,转子速度波动不断降低。

[0032] 如图1所示,电机还包括速度传感器6,速度传感器6检测主轴1转速并转化为电信号传递给控制盒5,控制盒5接收主轴1转速变化并控制输入给各个励磁对4电流的相位。励磁对4有四个及以上,其中至少两个励磁对4加载频率高于工频的电流。

[0033] 实际负载的的转矩不一定是保持不变的,所以,即使通过多个励磁对4将输入转矩调配的很稳定,但是,由于负载转矩带有波动,所以,还是会造成主轴1转速变化;

[0034] 本申请中,速度传感器6可以获得主轴1上的速度变化曲线,因为转速变化是由于励磁对4的输入转矩与负载转矩不一致导致的,力学表达为:

$$[0035] \quad \Delta T=P*n'$$

[0036] ΔT =输入转矩减去负载转矩, P 为转子整体的转动惯量, n' 为转速 n 对时间的导数,即角加速度,

[0037] 由此可知,只要通过速度传感器6获得了主轴1上的速度变化曲线,就可以通过数学的计算方式获得输入转矩与负载转矩的差值,在实际应用时,可以是先行加载一个稳定的输入转矩,例如图5中的两励磁对4叠加曲线,然后通过速度传感器6获得主轴1上的速度变化后,就可以得知实际负载转矩的变化,得知实际负载的变化后,通过控制盒5调配各个励磁对4电流的相位,有目的的在某几个时间点上造成输入转矩高重合度叠加,从而平衡这

几个位置的负载转矩,是一种非常滞后的转矩补偿方式,但是,针对比较有规律的负载转矩波动,这是一种较为简单且高效的补偿方式,在电机启动到达额定转速后的一小段时间内是负载转矩波动检测阶段,控制盒5获得取样周期足够的负载转矩波动后,即可进行补偿调节,之后进入稳定的电机工作状态。

[0038] 控制盒5还控制输入给各个励磁对4电流的频率。有时,负载转矩并不是以波动形式,而是以图7中的脉冲形式,仅仅通过等大小波形的相位调节不能满足使用,需要在较为稳定的基础波形上构建出与负载脉冲等频率的输入“脉冲”,如图7所示,使用两个或以上频率为工频的电流构建工频转矩,

[0039] $\sqrt{\cos^2(x)} + \sqrt{\cos^2(x-0.5\pi)}$,

[0040] 加入高于工频的电流在转子上产生高频转矩组合:

[0041] $R1 \cdot \sqrt{\cos^2(k1 \cdot x - \psi)} + R2 \cdot \sqrt{\cos^2(k2 \cdot x)}$,

[0042] $\sqrt{\quad}$ 为开根号, $\cos^2 \quad$ 为余弦平方,上述x为前文中的 $2\pi ft$;以此构成的合并转矩在较为稳定的波形上产生一个个凸起的波峰,调配R1、R2可以调配波峰高度,调配k1、k2可以调配波峰出现的频率,调配 ψ 可以改变波峰相位。

[0043] 以上是针对带有波动周期的负载转矩变化构建的控制逻辑,不管是周期出现的脉冲负载还是近似正弦波动的负载都属于周期性负载,而实际中,可能出现非周期的负载输入,例如工作机上因为受激变化导致的工况更改,如果不加以补偿,则影响接下来一段时间内主轴1上的转速,所以:

[0044] 控制盒5内带有反馈调节模块,控制盒5递送给励磁对4的电流根据速度传感器6电信号而进行超前反馈调节。通过自动控制系统中的反馈调节模块进行反馈补偿,速度传感器6是信号获取与输出信号检测的执行机构,控制盒5是传递函数的计算与加载位置,励磁对4是信号叠加位置,构成完整反馈调节循环。应当注意,反馈调节模块并不会在达到额定转速后就立即投入工作,因为需要进行时间的采样,判断某一个负载脉冲或波动是否是周期变化的,对于有周期的负载波动只需要通过输入转矩的波形叠加即可完成补偿;因为周期性负载转矩波动的存在,所以,主轴1转速在微量变化起始时,并不能判断是由于周期性变化导致的还是非周期变化导致的,只有因为非周期变化导致的转速变化超出输入转矩补偿一定程度后,已经偏离转速范围后,才会被判定为非周期性负载,所以无法达到完善的补偿效果:出现即补偿的超前效果,但是,配合的转动部件整体的转动惯量,还是能极大的消除掉因为突发负载造成的转速变化。

[0045] 机壳2为分体拼接式结构,节段机壳2内壁上设置定子41;主轴1包括若干可插接传动连接的节段轴,节段轴上设置与节段机壳上定子41相对应的转子42,带有定子的机壳节段是一个个环形块,带有转子的节段轴是一个个两端伸出的圆柱体,节段轴两端分别与相邻的主轴其余部分插接并传动连接,如此,即可通过叠加叠加的方式,在电机中设置自定义数量的励磁对4,节段上的定子41使用软质电性引线连接至控制盒5。

[0046] 电机还包括隔磁环9,隔磁环9设置在机壳2内壁上,隔磁环9径向延伸隔开相邻的励磁对4,隔磁环9使用非导磁材料制成。因为励磁对4是一个个电流相位不同的结构的,所以,相邻励磁对4的磁场应当独立不产生干涉,隔磁环9的加入就为了隔绝磁力线。

[0047] 主轴1上设置凸台套7,速度传感器6朝向凸台套7检测凸台套7的转速,凸台套7可更换,可以通过在凸台套7外表上旋转一周的周期内设置一个以上的可被速度传感器6检测

到的特征,这样,速度传感器6的采样灵敏度可以提高,例如,在凸台套7外圆周上设置两个凸点,这两个凸点旋转至与速度传感器6相面对时速度传感器6获得一次信号,这样,两次凸点信号对应主轴1旋转一周,速度传感器6采样获得的主轴1速度曲线更加光滑,增加单旋转周期的凸点特征,可以更加平滑主轴1速度曲线,但是,提高采样周期时,应当考虑速度传感器6的采样灵敏度极限,增加单旋转周期的凸点特征或者减少凸点特征,可以通过更换凸台套7的方式。

[0048] 凸台套7和速度传感器6设置在机壳2外,速度传感器6设置在后端盖32上,凸台套7设置在主轴1伸出后端盖32的轴面上。凸台套7在机壳2外方便更换。速度传感器6的信号线61沿机壳2外壁延伸并到达控制盒。

[0049] 主轴1伸出后端盖32的末端安装有风扇8,风扇8与速度传感器6被一个护罩罩起。风扇8用于电机的冷却,护罩起到保护作用,一来防止使用者肢体与风扇8接触,二来防止外来物体撞上速度传感器6。

[0050] 本电机的主要运行过程是:电机正常启动,输入两个以上的带有相位差的工频电流在主轴1上产生叠加的小波动转矩波形,速度传感器6在一段时间周期内采样,获得主轴1速度变化曲线,信号给到控制盒5,进而判断负载上是否带有周期性的负载转矩变化,控制盒5调配各个励磁对4中输入电流的相位、频率,构建基本与负载转矩相匹配的输入转矩,从而将主轴1转速精确稳定在某一个特定值;对于非周期的负载转矩,通过超前反馈调节进行超前补偿,将电机转速稳定。

[0051] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

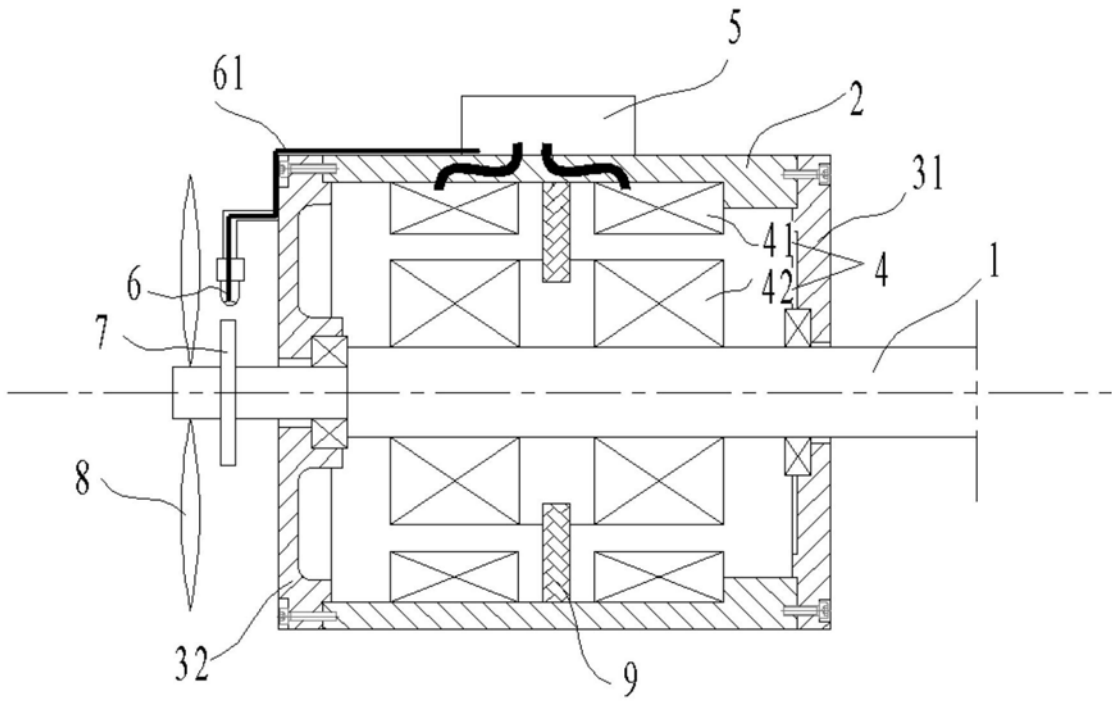


图1

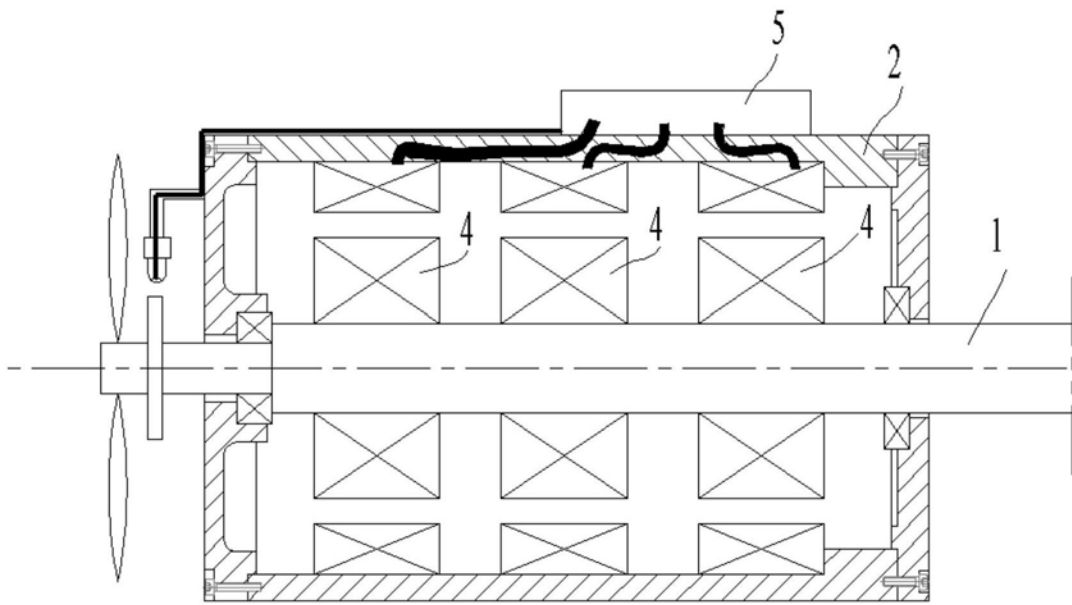


图2

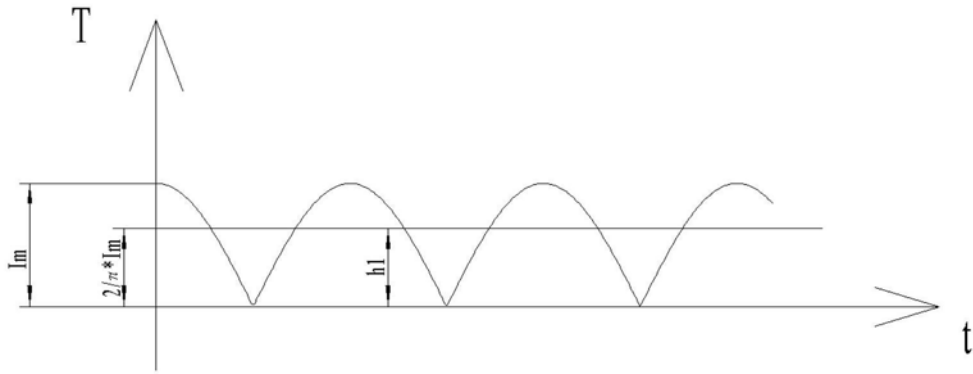


图3

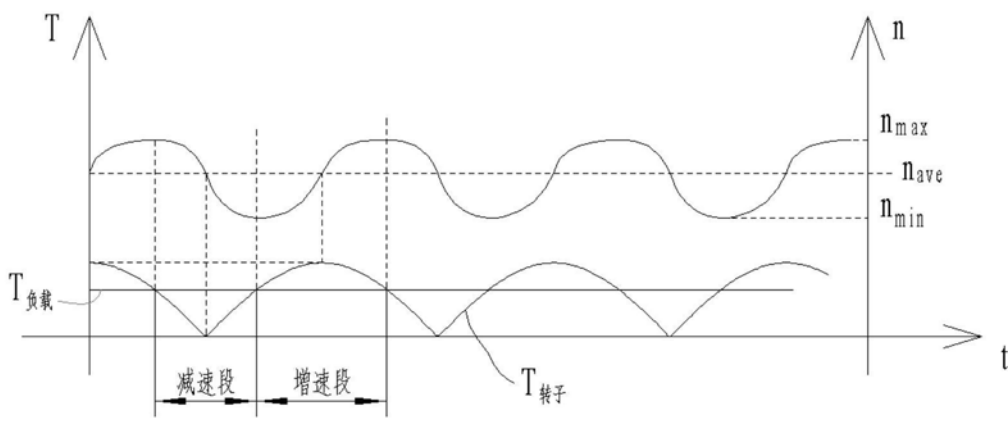


图4

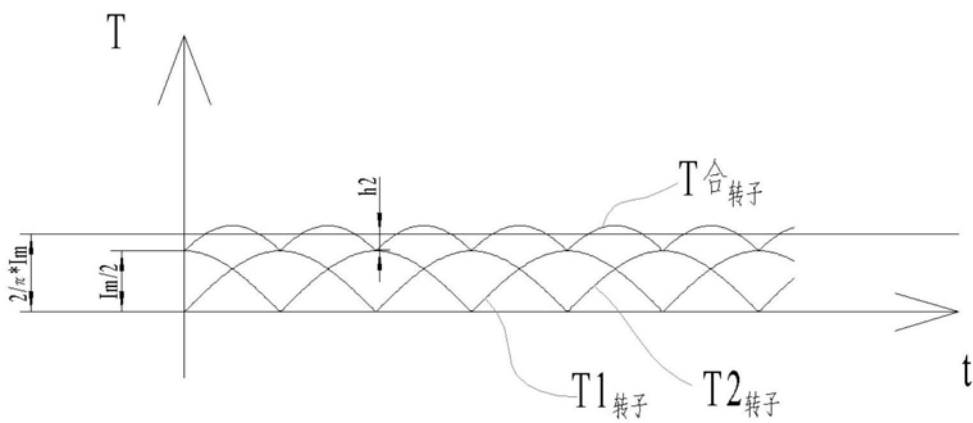


图5

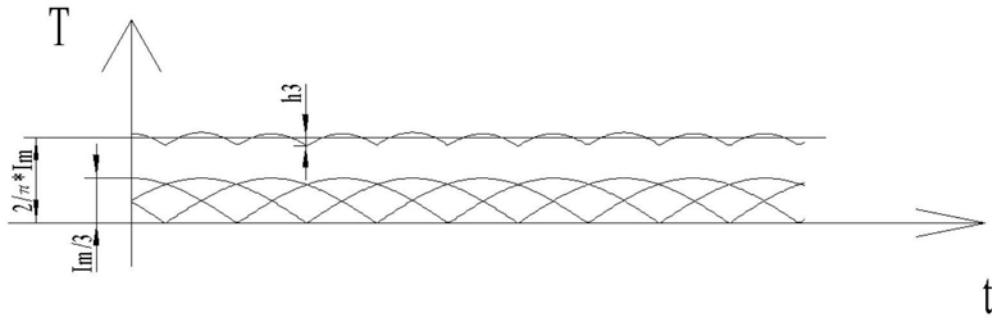


图6

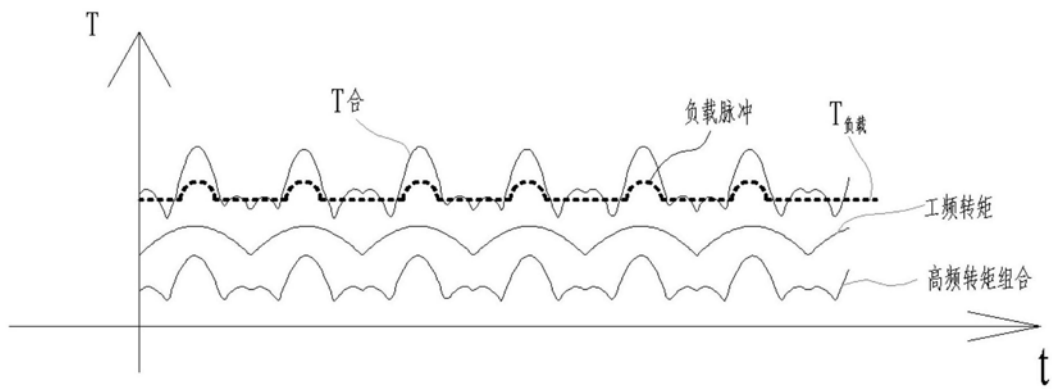


图7