



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111082735 B

(45) 授权公告日 2021.09.14

(21) 申请号 201911325044.0

(22) 申请日 2019.12.20

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111082735 A

(43) 申请公布日 2020.04.28

(73) 专利权人 华中科技大学
地址 430074 湖北省武汉市珞瑜路1037号

(72) 发明人 王双红 崔秀朋 孙剑波 胡子慧

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理
有限公司 11401

代理人 杨采良

(51) Int. Cl.

H02P 25/18 (2006.01)

H02P 25/092 (2016.01)

(56) 对比文件

CN 101409491 A, 2009.04.15

CN 203511965 U, 2014.04.02

CN 108258868 A, 2018.07.06

GB 339273 A, 1930.12.01

包西平.《一种高性能永磁同步伺服电动机绕组串并联换接方法及仿真研究》.《工况自动化》.2014,第40卷(第10期),全文.

审查员 贺晓燕

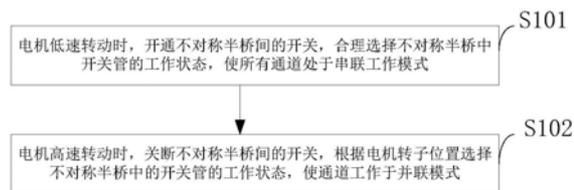
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统及控制方法

(57) 摘要

本发明属于电机控制技术领域,公开了一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统及控制方法,电机低速转动时,开通不对称半桥间的开关,合理选择不对称半桥中开关管的工作状态,使所有通道处于串联工作模式;电机高速转动时,关断不对称半桥间的开关,根据电机转子位置选择不对称半桥中的开关管的工作状态,使通道工作于并联模式。开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统设置有多个相,每相包括多个通道,每个通道设置有一个不对称半桥驱动电路,不对称半桥驱动电路间通过开关连接。本发明中电机低速时,电机绕组工作于串联工况,在较小的母线电流下,输出大的转矩;电机高速时,电机绕组工作于并联工况,在高转速工况,输出大功率。



1. 一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法,其特征在于,所述的开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法包括以下步骤:

步骤一,电机低速转动时,开通不对称半桥间的开关,选择不对称半桥中开关管的工作状态,使所有通道处于串联工作模式;

步骤二,电机高速转动时,关断不对称半桥间的开关,根据电机转子位置选择不对称半桥中的开关管的工作状态,使通道工作于并联模式;

其中,该方法由开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统实现;

该控制系统设置有多个相,每相包括多个通道,每个通道设置有一个不对称半桥驱动电路,不对称半桥驱动电路间通过开关连接;

所述不对称半桥驱动电路中igbt或者mos管与二极管组成串联电路,串联电路中搭接有A通道;

A相绕组内包含两个通道,分别为通道A1和通道A2,通道A1连接在由开关管T1、开关管T2构成的不对称半桥中,通道A2连接在由开关管T3、开关管T4构成的不对称半桥中,两半桥之间的通断由开关S1控制;电机低速运行时,开关管T1和开关管T4根据指令开通或关断,开关管T2和开关管T3一直关断,开关S1处于闭合状态,通道A1和通道A2处于串联状态;电机高速运行时,开关管T1和开关管T2根据指令开通或关断,开关管T3和开关管T4根据指令开通或关断,开关S1处于打开状态,通道A1和通道A2处于并联状态;

B相绕组内包含两个通道,分别为通道B1和通道B2,通道B1连接在由开关管T5、开关管T6构成的不对称半桥中,通道B2连接在由开关管T7、开关管T8构成的不对称半桥中,两半桥之间的通断由开关S2控制;电机低速运行时,开关管T5和开关管T8根据指令开通或关断,开关管T6和开关管T7一直关断,开关S2处于闭合状态,通道B1和通道B2处于串联状态;电机高速运行时,开关管T5和开关管T6根据指令开通或关断,开关管T7和开关管T8根据指令开通或关断,开关S2处于打开状态,通道B1和通道B2处于并联状态;

C相绕组内包含两个通道,分别为通道C1和通道C2,通道C1连接在由开关管T9、开关管T10构成的不对称半桥中,通道C2连接在由开关管T11、开关管T12构成的不对称半桥中,两半桥之间的通断由开关S3控制;电机低速运行时,开关管T9和开关管T12根据指令开通或关断,开关管T10和开关管T11一直关断,开关S3处于闭合状态,通道C1和通道C2处于串联状态;电机高速运行时,开关管T9和开关管T10根据指令开通或关断,开关管T11和开关管T12根据指令开通或关断,开关S3处于打开状态,通道C1和通道C2处于并联状态。

2. 如权利要求1所述的开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法,其特征在于,所述连接不对称半桥的开关为半导体开关管或为继电器。

3. 一种实施权利要求1所述的开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法的电动车用调速开关磁阻电机。

4. 一种搭载权利要求3所述电动车用调速开关磁阻电机的电动车。

一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于电机控制技术领域,尤其涉及一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统及控制方法。

背景技术

[0002] 目前,最接近的现有技术:电动车用调速开关磁阻电机具备低速转矩大、调速范围宽的特点,但在低速出大转矩时,母线电流较大,超过电池的放电能力,容易造成电池损伤。此外,高速下受反电势影响,输出功率大幅下降。为此,低速大转矩时降低母线电流,高速时输出大功率是目前开关磁阻电机函待解决的问题。

[0003] 综上所述,现有技术存在的问题是:(1)现有的电动车用调速开关磁阻电机在低速出大转矩时,母线电流较大,超过电池的放电能力,容易造成电池损伤。

[0004] (2)现有的电动车用调速开关磁阻电机高速下受反电势影响,输出功率大幅下降。

[0005] 解决上述技术问题的难度:目前解决以上问题的方法是采用大容量的电池和驱动电机,这无疑造成了“大马拉小车”的局面,从而引起资源和能源的浪费。

[0006] 解决上述技术问题的意义:采用本文提出的方案,可以在不增加电池容量和电机容量的前提下,实现低速大转矩时,降低母线电流;高速时输出大功率。实现电动车合理的资源配置。

发明内容

[0007] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统及控制方法。

[0008] 本发明是这样实现的,一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法,具体包括以下步骤:

[0009] 步骤一,电机低速转动时,开通不对称半桥间的开关,合理选择不对称半桥中开关管的工作状态,使所有通道处于串联工作模式;

[0010] 步骤二,电机高速转动时,关断不对称半桥间的开关,根据电机转子位置选择不对称半桥中的开关管的工作状态,使通道工作于并联模式。

[0011] 本发明提供的另一目的在于提供一种实施所述的开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法的开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统,所述开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统设置有多个相,每相包括多个通道,每个通道设置有一个不对称半桥驱动电路,不对称半桥驱动电路间通过开关连接。

[0012] 进一步,所述不对称半桥驱动电路中igbt(或者mos管)与二极管组成串联电路,串联电路之间搭接有A通道。

[0013] 进一步,所述连接不对称半桥的开关可以是半导体开关管也可以是继电器。

[0014] 本发明的另一目的在于一种实施所述的开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法的电动车用调速开关磁阻电机。

[0015] 本发明的另一目的在于一种搭载所述电动车用调速开关磁阻电机的电动车。

[0016] 综上所述,本发明的优点及积极效果为:本发明中电机低速时,电机绕组工作于串联工况,在较小的母线电流下,输出大的转矩;电机高速时,电机绕组工作于并联工况,在高转速工况,输出大功率。

附图说明

[0017] 图1是本发明实施例提供的开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法流程图。

[0018] 图2是本发明实施例提供的实现串联、并联转换的开关磁阻电机控制系统结构示意图。

[0019] 图3是本发明实施例提供的12/8开关磁阻电机的一匝中的多股导线组成的双通道示意图。

[0020] 图4是本发明实施例提供的12/8开关磁阻电机的由不同极上的线圈组成的双通道示意图。

[0021] 图5是本发明实施例提供的12/8开关磁阻电机不同极上线圈组成双通道的电机的截面图示意图。

[0022] 图6是本发明实施例提供的采用常规控制器驱动,电机调速外特性图。

[0023] 图7是本发明实施例提供的提出的控制器驱动,电机调速外特性图。

[0024] 图8是本发明实施例提供的0~3200r/min速度区间,电机的两个通道为串联工作方式,其相电感最大值、最小值分别为0.8219mH和8.6156mH图。

[0025] 图9是本发明实施例提供的电机的两个通道为并联工作方式,其相电感最大值、最小值分别为0.2055mH和2.1539mH图。

[0026] 图10是本发明实施例提供的12/8开关磁阻电机由不同极上绕组组成四通道的电机绕组布置横截面图。

[0027] 图11是本发明实施例提供的12/8开关磁阻电机四通道中A相的驱动电路图。

[0028] 图12是本发明实施例提供的采用新控制器时,整个调速范围内,开关磁阻电机的外特性图。

具体实施方式

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0030] 现有的电动车用调速开关磁阻电机在低速出大转矩时,母线电流较大,超过电池的放电能力,容易造成电池损伤。现有的电动车用调速开关磁阻电机高速下受反电势影响,输出功率大幅下降。

[0031] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统及控制方法,下面结合附图对本发明作详细的描述。

[0032] 如图1所示,本发明实施例提供的开关磁阻电机绕组串并联转换控制方法,具体包括以下步骤:

[0033] S101:电机低速转动时,开通不对称半桥间的开关,合理选择不对称半桥中开关管

的工作状态,使所有通道处于串联工作模式。

[0034] S102:电机高速转动时,关断不对称半桥间的开关,根据电机转子位置选择不对称半桥中的开关管的工作状态,使通道工作于并联模式。

[0035] 如图2所示,本发明提供的开关磁阻电机绕组串并联转换控制系统中每相包括多个通道,每个通道由一个不对称半桥驱动,相邻的驱动不同通道的两个不对称半桥之间由一个开关连接。

[0036] 电机控制系统中每相包括多个通道,每个通道设置有一个不对称半桥驱动电路,不对称半桥驱动电路间通过开关连接。

[0037] 不对称半桥驱动电路中igbt(或者mos管)与二极管组成串联电路,串联电路之间搭接有A通道。

[0038] 其中,连接不对称半桥的开关可以是半导体开关管也可以是继电器。

[0039] 下面结合具体实施例对本发明作进一步的描述。

[0040] 实施例1

[0041] 本实施例以两通道模式的其中一相(A相)为例,A相中包括通道A1和通道A2,每个通道由一个不对称半桥驱动,驱动通道A1的不对称半桥和驱动通道A2的不对称半桥之间串一个开关S1,低速时T1、T4根据转子位置开通或者关断,T2、T3关断,开关S1开通,通道A1和通道(指每相中的不同绕组,既可以是多股导线组成的通道,也可以是不同极上的线圈组成的通道)A2串联工作;高速时开关S1关断,T1、T2和T3、T4根据转子位置开通或者关断,通道A1和通道A2并联工作。同理,B相和C相以同样的逻辑工作,该控制系统能够实现开关磁阻电机,低速时运行于绕组串联工况,降低母线电流,高速时运行于绕组并联工况,增加输出功率。

[0042] 本发明的工作原理为:在电机低速时,开通不对称半桥间的开关,合理选择不对称半桥中开关管的工作状态,使所有通道处于串联工作模式;电机绕组工作于串联工况,在较小的母线电流下,输出大的转矩。

[0043] 在电机高速时,关断不对称半桥间的开关,根据电机转子位置选择不对称半桥中的开关管的工作状态,使通道工作于并联模式;电机绕组工作于并联工况,在高转速工况,输出大功率。

[0044] 实施例2

[0045] 1)以3相12/8结构开关磁阻电机为例进行说明,电机设计参数如表1所示。

[0046] 2)采用常规控制器驱动,电机调速外特性见图6。

[0047] 3)采用本发明提出的控制器驱动,电机调速外特性见图7。

[0048] 4)对比图6和图7,图6电机的恒转矩区间为0~1000r/min,恒功率区间1000~3200r/min,超过3200r/min后为串励调速特性区间,即随着电机转速上升输出功率迅速下降;而图7中电机的恒转矩区间为0~1000r/min,恒功率区间1000~12000r/min,图7电机的恒功率调速区间扩大了5倍。

[0049] 5)本发明提出的控制器的工作过程(图1),在电机转速低于3200r/min时,控制器中开关S1、S2、S3为接通状态,T1、T4,T5、T8,T9、T12按照标准导通逻辑导通,T2、T3,T6、T7,T10、T11为断开状态,电机绕组接法为2通道串联;当电机转速超过3200r/min时,控制器中开关(图1)S1、S2、S3为断开状态,T1、T2,T5、T6,T9、T10按照标准导通逻辑导通,且T3、T4,

T7、T8、T11、T12分别与T1、T2、T5、T6、T9、T10工作状态相同,电机绕组接法为2通道并联,此时,保持电机输出功率为1500W的条件小,电机转速可以继续上升,实现了恒功率区间的扩大。

[0050] 6)新控制器实现恒功率区间扩大的原理:0~3200r/min速度区间,电机的两个通道为串联工作方式,其相电感最大值、最小值分别为0.8219mH和8.6156mH,见图8;3200~12000r/min速度区间,电机的两个通道为并联工作方式,其相电感最大值、最小值分别为0.2055mH和2.1539mH,见图9。通过改变绕组的串并联连接方式,改变了绕组的相电感,实现了恒功率区间的扩大。

[0051] 表1

项目	参数
额定功率	1.5kW
额定转速	1000r/min
定子外径	140mm
转子外径	76.5mm
气隙	0.25mm
轴向长度	118mm
每极匝数	37匝
两通道接法	串联

[0053] 实施例3

[0054] 12/8四通道开关磁阻电机实现3种状态的串并联转换。

[0055] 1)图10为12/8开关磁阻电机由不同极上绕组组成四通道的绕组布置横截面图。

[0056] 2)图11为12/8开关磁阻电机四通道中A相驱动电路。

[0057] 3)控制方法,低速时(0~n₁,n₁为A相四个通道接为串联时,恒功率与串励特性的分界点),A相四个通道接为串联(A1-A4串联),T1、T8按照标准导通逻辑导通,T2、T3、T4、T5、T6、T7为断开状态,S1、S2、S3为导通状态,将此定义为I工作模式;中速时(n₁~n₂,n₂为A相四个通道接为两并两串时,恒功率与串励特性的分界点),A相四个通道接为两并两串(A1、A2串联与A3、A4串联后再并联),T1、T4、T5、T8按照标准导通逻辑导通,T2、T3、T6、T7为断开状态,S1、S3为导通状态,S2为断开状态,将此定义为II工作模式;高速时(n₂~n₃,n₃为A相四个通道接为四并时,恒功率与串励特性的分界点),A相四个通道接为四并(A1-A4并联),T1、T2、T3、T4、T5、T6、T7、T8按照标准导通逻辑导通,S1、S2、S3为断开状态,将此定义为III工作模式。

[0058] 4)图12采用新控制器时,整个调速范围内,开关磁阻电机的外特性。

[0059] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

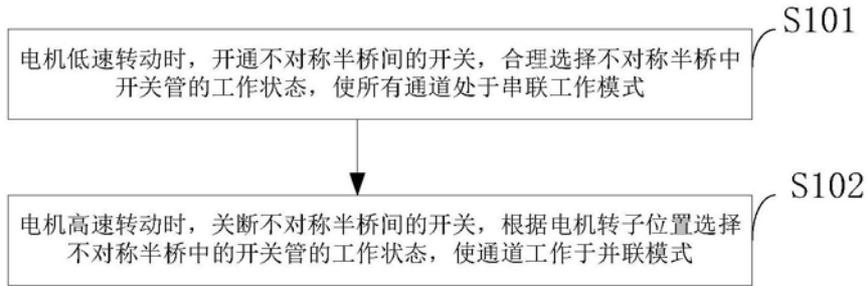


图1

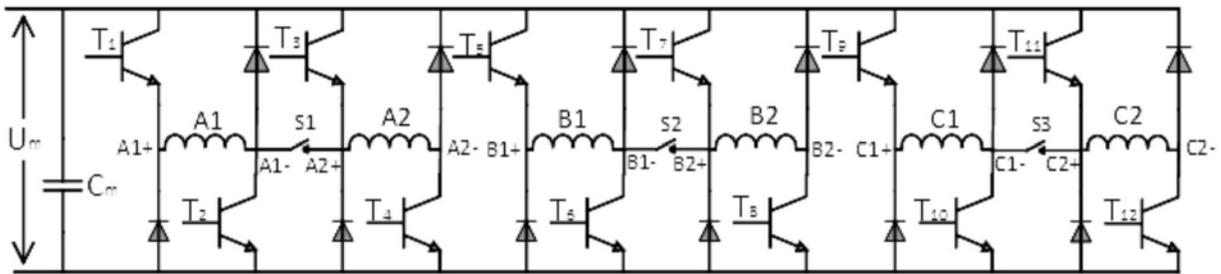


图2

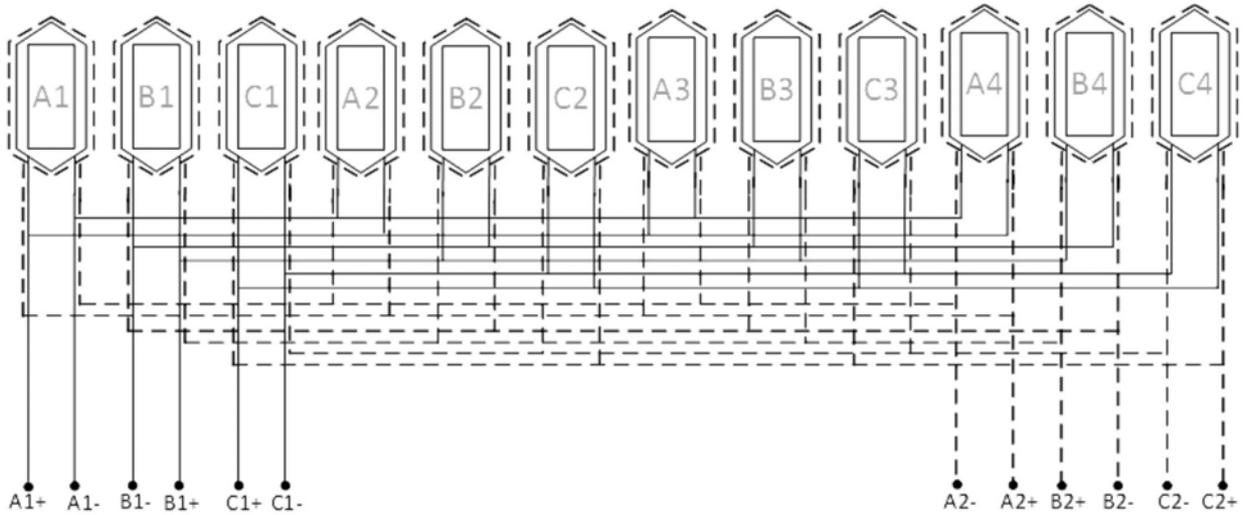


图3

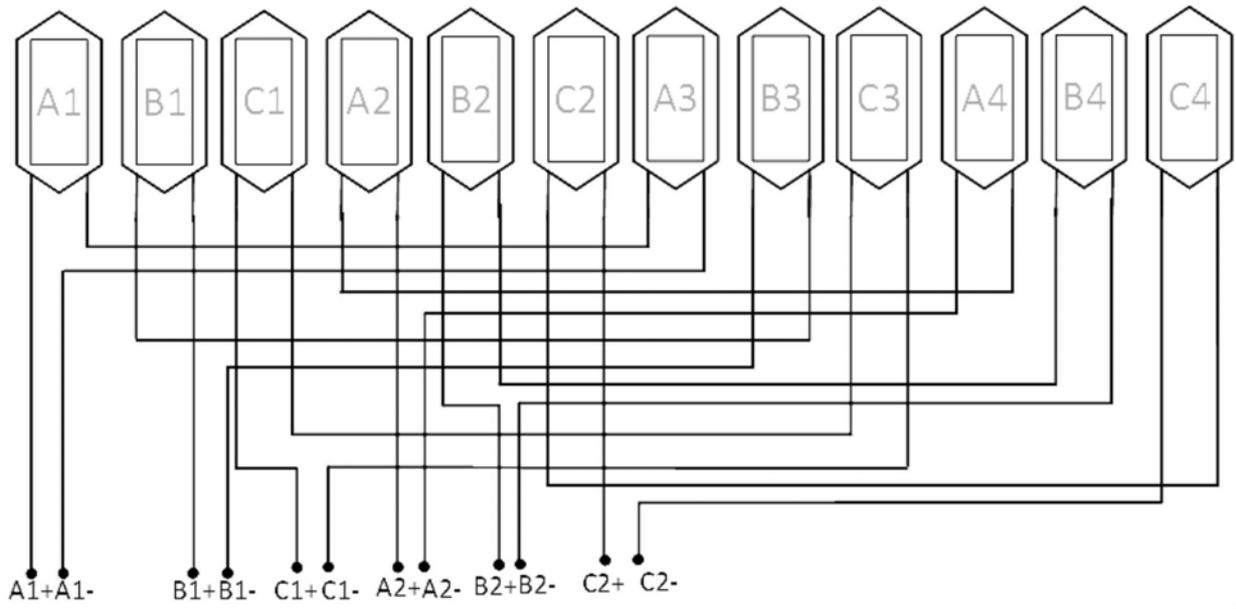


图4

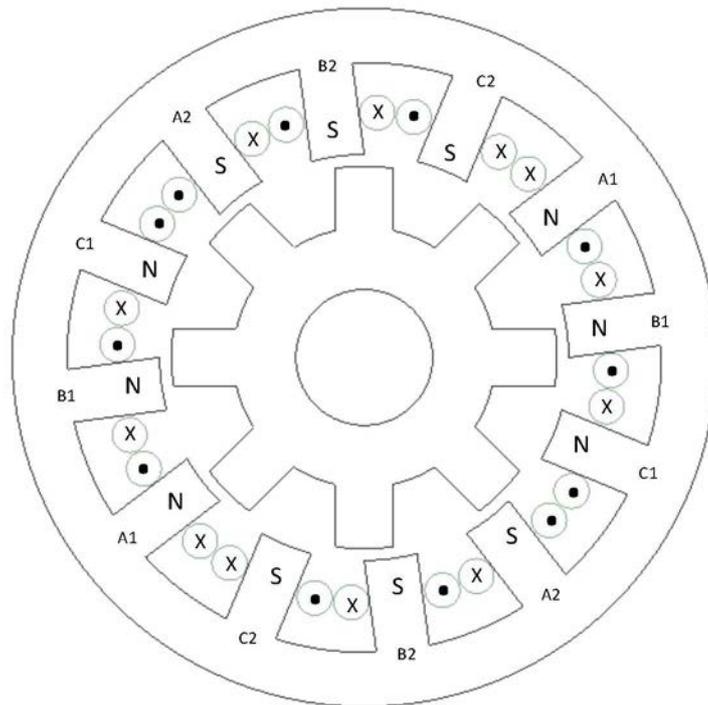


图5

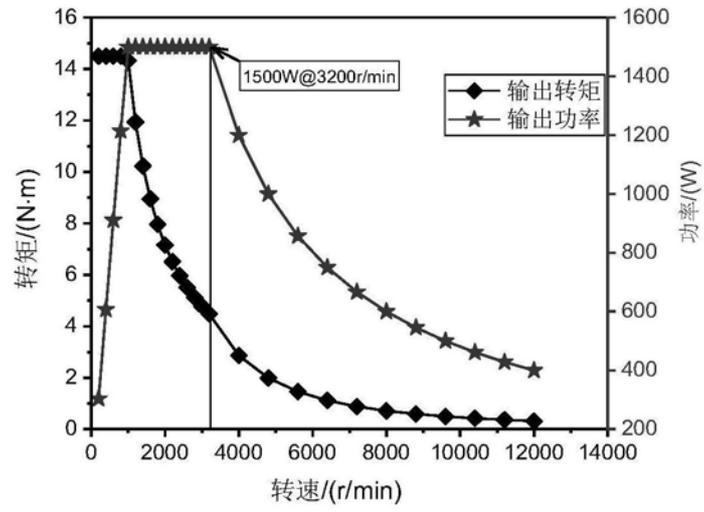


图6

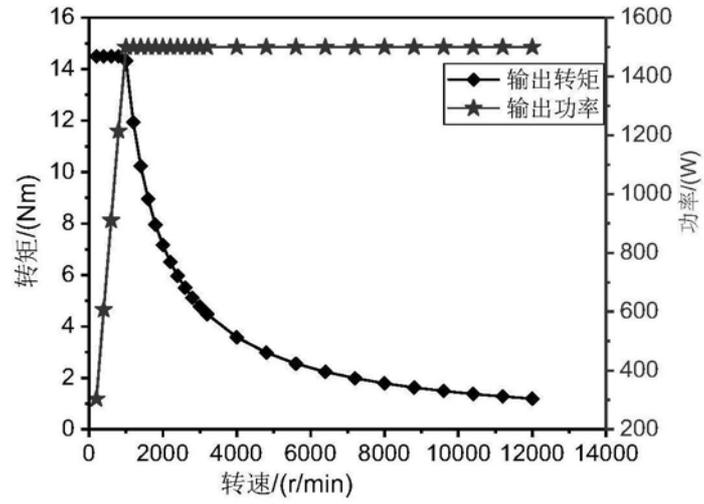


图7

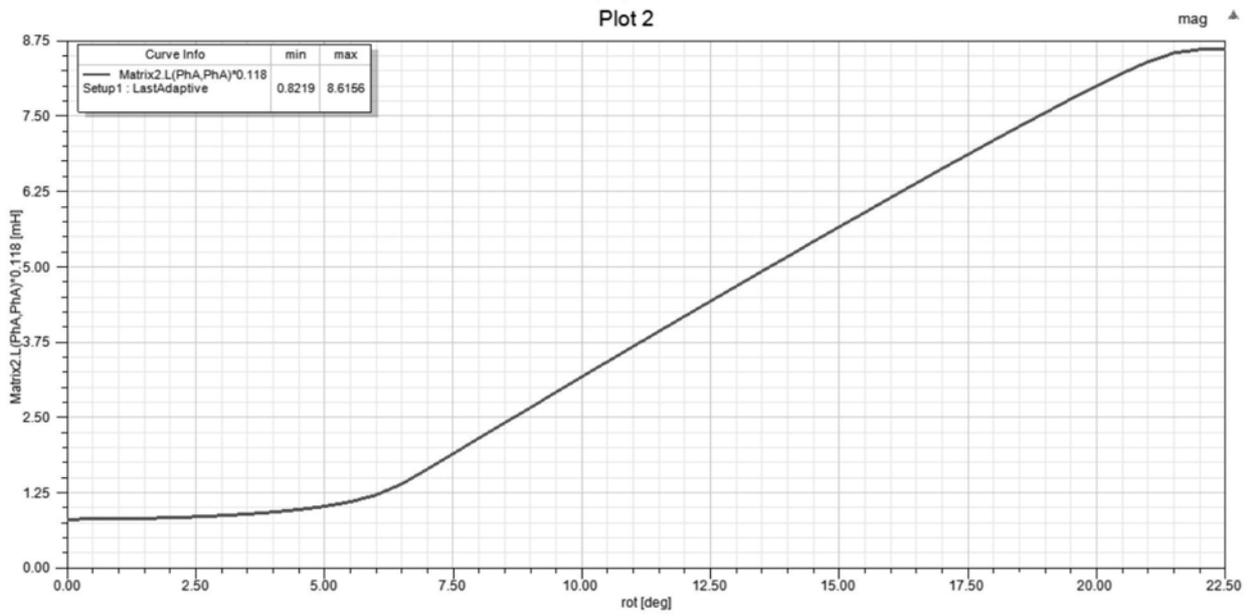


图8

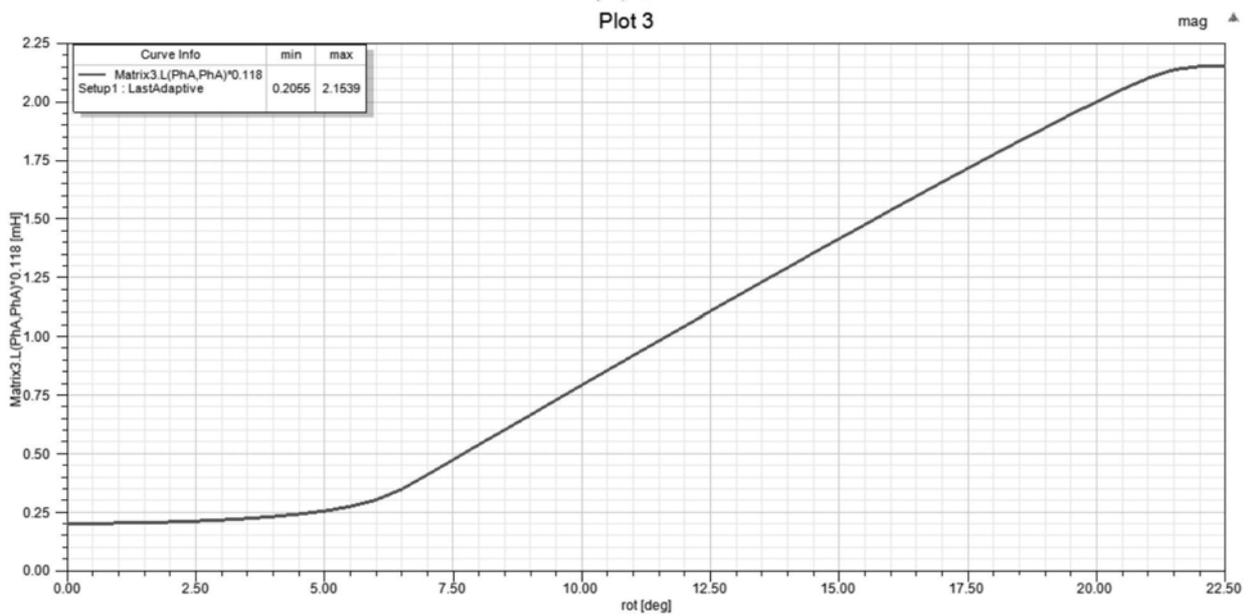


图9

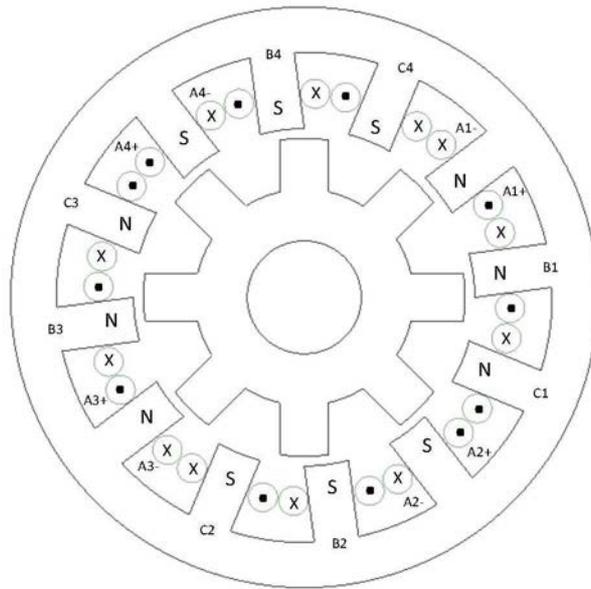


图10

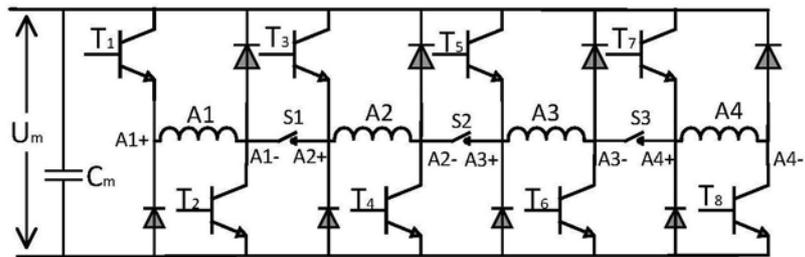


图11

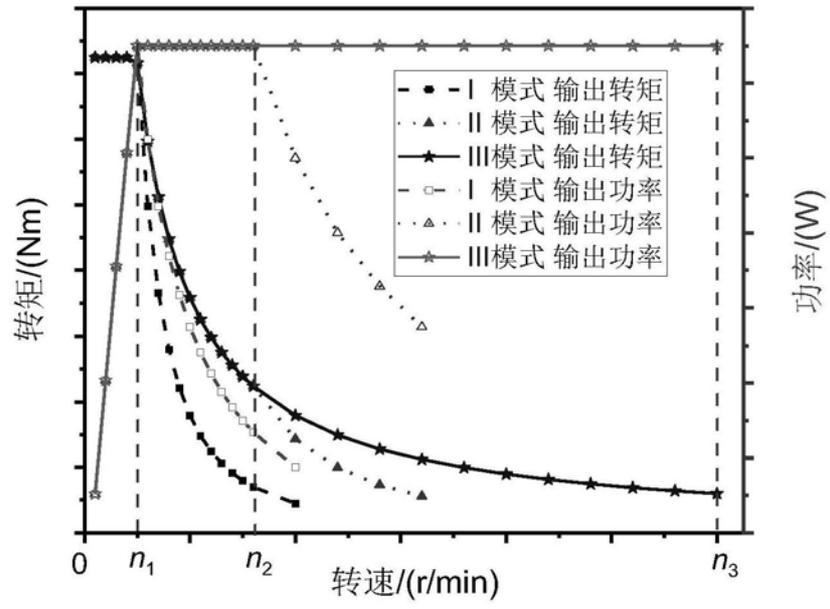


图12