



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105978286 B

(45)授权公告日 2019.01.25

(21)申请号 201610415967.5

H02K 23/20(2006.01)

(22)申请日 2016.06.14

H02K 3/34(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H02P 9/14(2006.01)

申请公布号 CN 105978286 A

H02P 9/48(2006.01)

(43)申请公布日 2016.09.28

(73)专利权人 北京航天控制仪器研究所

地址 100854 北京市海淀区北京142信箱
403分箱

(72)发明人 李建春 翟秀果 曹清 呼锐锐
杜鸿志

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 臧春喜

(56)对比文件

CN 202178691 U,2012.03.28,

CN 101478205 A,2009.07.08,

CN 201937427 U,2011.08.17,

CN 2100053 U,1992.03.25,

CN 102522868 A,2012.06.27,

CN 1933299 A,2007.03.21,

JP 5851654 B1,2016.02.03,

WO 2009028228 A1,2009.03.05,

审查员 张婷

(51)Int.Cl.

H02K 23/04(2006.01)

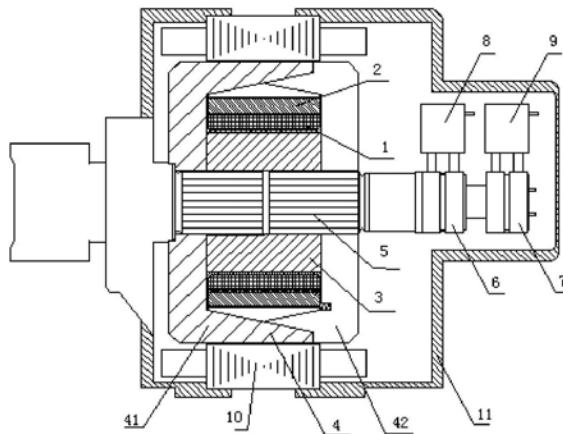
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种模拟混合励磁的双励磁电机

(57)摘要

一种模拟混合励磁的双励磁电机,包括两个励磁线圈、励磁磁轭、转轴、两个滑环、主电刷、次电刷、定子以及定子外壳,两个励磁线圈分内外两层绕制在励磁磁轭上,两个滑环依次安装在转轴上,两个电刷安装在定子外壳,通过两个滑环分别为转子内的两个励磁线圈提供励磁电流。通过控制两个励磁线圈中的励磁电流可以实现混合励磁电机工作状态的模拟。本发明克服没有混合励磁试验样机的困难,设计出模拟混合励磁的双励磁电机,可作为混合励磁原理性样机应用于混合励磁发电机的试验,从而验证电机理论计算结果与实际产品试验结果的区别,减少样机重复制造成本,大大缩短电机研制周期,节约研制费用。



1. 一种模拟混合励磁的双励磁电机,其特征在于:包括主励磁线圈(1)、次励磁线圈(2)、励磁磁轭(3)、转轴(5)、主滑环(6)、次滑环(7)、主电刷(8)、次电刷(9)、定子(10)以及定子外壳(11);主励磁线圈(1)绕制在励磁磁轭(3)上,次励磁线圈(2)绕制在主励磁线圈(1)外侧,且主励磁线圈(1)和次励磁线圈(2)之间缠绕绝缘材料;转轴(5)依次穿过励磁磁轭(3)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7),且励磁磁轭(3)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7)能够随转轴(5)转动,主励磁滑环(6)与主励磁线圈(1)连接,次励磁滑环(7)与次励磁线圈(2)连接;主电刷(8)、次电刷(9)以及定子(10)安装在定子外壳(11)上,且定子的中心线、励磁磁轭(3)的中心线与转轴(5)的中心线重合,主电刷(8)、次电刷(9)分别与外部电流连接,转轴(5)转动过程中,主励磁滑环(6)与主电刷(8)接触,实现为主励磁线圈(1)提供励磁电流,次励磁滑环(7)与次电刷(9)接触,实现为次励磁线圈(2)提供励磁电流。

2. 根据权利要求1所述的模拟混合励磁的双励磁电机,其特征在于:所述主励磁线圈(1)匝数 n_1 与次励磁线圈(2)匝数 n_2 满足 $n_1/n_2=k*$ (实际混合励磁中永磁体磁势/电励磁最大磁势), k 的范围为(0,1]。

3. 根据权利要求2所述的模拟混合励磁的双励磁电机,其特征在于:所述主滑环(6)内径比次滑环(7)内径大0.1mm,但主滑环(6)与次滑环(7)外径一致。

4. 根据权利要求3所述的模拟混合励磁的双励磁电机,其特征在于:所述主电刷(8)与次电刷(9)之间轴向距离等于主滑环(6)与次滑环(7)的轴向距离。

5. 根据权利要求3所述的模拟混合励磁的双励磁电机,其特征在于:转轴(5)采用阶梯轴结构,励磁磁轭(3)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7)位置处对应的转轴(5)直径依次降低,并且励磁磁轭(3)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7)位置处对应的转轴(5)周向做直纹滚花,确保励磁磁轭(3)、主滑环(6)和次滑环(7)的轴向定位和周向固定。

6. 根据权利要求3所述的模拟混合励磁的双励磁电机,其特征在于:还包括爪极(4),且爪极(4)分为左爪(41)和右爪(42),转轴(5)依次穿过左爪(41)、励磁磁轭(3)、右爪(42)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7),爪极(4)、主励磁线圈(1)、次励磁线圈(2)、励磁磁轭(3)、转轴(5)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7)组成双励磁电机的转子。

7. 根据权利要求6所述的模拟混合励磁的双励磁电机,其特征在于:转轴(5)采用阶梯轴结构,左爪(41)、励磁磁轭(3)、右爪(42)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7)位置处对应的转轴(5)直径依次降低,并且左爪(41)、励磁磁轭(3)、右爪(42)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7)位置处对应的转轴(5)周向做直纹滚花,确保左爪(41)、励磁磁轭(3)、右爪(42)、主励磁滑环(6)和次励磁滑环(7)的轴向定位和周向固定。

一种模拟混合励磁的双励磁电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电励磁发电机,特别是一种模拟混合励磁的双励磁电机,属于汽车发电领域。

背景技术

[0002] 随着社会的不断发展,应急通信、救护支援、高档房车等特种车辆需求日益提高,这些特种车辆的用电设备通常都使用220V、50Hz的交流电。而传统汽车自带的发电机,由于其输出功率低,且只提供电压不大于42V直流电,无法满足这些特种车辆的用电要求,只能安装额外专用的车载发电机来满足要求。车载专用发电机分为普通电励磁发电机和永磁发电机,这两种发电机都能满足特种车辆设备大功率用电需求。电励磁发电机优点是易于实现宽转速范围内电压的稳定控制,缺点是电机励磁部分铜耗较高,电机发热较重;永磁发电机优点是功率密度大即相同功率条件下体积较小,方便实现狭小空间内的安装,且励磁部分没有铜耗,较电励磁电机节能环保,缺点是只能在汽车驻车时恒定转速下工作,难以实现行车状态下电压的稳定控制。为了兼具两种电机的优点,国内外竞相开展混合励磁发电机的研发,其即能提高功率密度、降低损耗,又能在行车状态下实现电压稳定控制。但是因为结构、控制方面一系列的问题尚未解决,所以目前还没有可供参考的先例,亟需设计一款双励磁电机,用来模拟混合励磁状态的发电机,填补试验阶段没有原理性样机的空白,促进混合励磁发电机的研发进度,节约经济和时间成本。

发明内容:

[0003] 本发明解决的技术问题是:克服现有技术的不足,提供一种模拟混合励磁的双励磁电机,可作为混合励磁原理性样机应用于混合励磁发电机的试验,减少样机重复制造成本,缩短电机研制周期,节约研制费用。

[0004] 本发明的技术解决方案是:一种模拟混合励磁的双励磁电机,包括主励磁线圈、次励磁线圈、励磁磁轭、转轴、主滑环、次滑环、主电刷、次电刷、定子以及定子外壳;主励磁线圈绕制在励磁磁轭上,次励磁线圈绕制在主励磁线圈外侧,且主励磁线圈和次励磁线圈之间缠绕绝缘材料;转轴依次穿过励磁磁轭、主励磁滑环和次励磁滑环,且励磁磁轭、主励磁滑环和次励磁滑环能够随转轴转动,主励磁滑环与主励磁线圈连接,次励磁滑环与次励磁线圈连接;主电刷、次电刷以及定子安装在定子外壳上,且定子的中心线、励磁磁轭的中心线与转轴的中心线重合,主电刷、次电刷分别与外部电流连接,转轴转动过程中,主励磁滑环与主电刷接触,实现为主励磁线圈提供励磁电流,次励磁滑环与次电刷接触,实现为次励磁线圈提供励磁电流。

[0005] 所述主励磁线圈匝数 n_1 与次励磁线圈匝数 n_2 满足 $n_1/n_2=k*$ (实际混合励磁中永磁体磁势/电励磁最大磁势), k 的范围为 $(0,1]$ 。

[0006] 所述主滑环内径比次滑环内径大0.1mm,但主滑环与次滑环外径一致。

[0007] 所述主电刷与次电刷之间轴向距离等于主滑环与次滑环的轴向距离。

[0008] 转轴采用阶梯轴结构,励磁磁轭、主励磁滑环和次励磁滑环位置处对应的转轴直径依次降低,并且励磁磁轭、主励磁滑环和次励磁滑环位置处对应的转轴周向做直纹滚花,确保励磁磁轭、主滑环和次滑环的轴向定位和周向固定。

[0009] 还包括爪极,且爪极分为左爪和右爪,转轴依次穿过左爪、励磁磁轭、右爪、主励磁滑环和次励磁滑环,爪极、主励磁线圈、次励磁线圈、励磁磁轭、转轴、主励磁滑环和次励磁滑环组成发电机的转子。

[0010] 转轴采用阶梯轴结构,左爪、励磁磁轭、右爪、主励磁滑环和次励磁滑环位置处对应的转轴直径依次降低,并且左爪、励磁磁轭、右爪、主励磁滑环和次励磁滑环位置处对应的转轴周向做直纹滚花,确保左爪、励磁磁轭、右爪、主励磁滑环和次励磁滑环的轴向定位和周向固定。

[0011] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0012] (1) 本发明克服没有混合励磁试验样机的困难,设计出模拟混合励磁的双励磁电机,可作为混合励磁原理性样机应用于混合励磁发电机的试验,本发明利用直流电流 I_{12} 产生的磁场来模拟永磁体产生的磁场,因为 I_{12} 通过直流电源提供,是连续可调的,所以若需要一定量磁动势的磁钢,只需要调节 I_{12} 大小即可,调节到合适值后确保 I_{12} 恒定不变,便可以模拟磁钢工作状态,然后根据此时的磁动势选取合适的磁钢尺寸,从而验证电机理论计算结果与实际产品试验结果的区别,促进混合励磁发电机的研发进度,减少样机重复制造成本,大大缩短电机研制周期,节约研制费用。

[0013] (2) 本发明转轴采用阶梯型结构,使得左爪、磁轭、右爪、主滑环和次滑环都有各自的轴向定位面,不仅使装配可以一步到位而且保证了装配精确度,并在各定位面做周向直纹滚花,增加了转轴与爪极、磁轭和滑环支架的摩擦力,使之随转轴同步旋转,提高了转子高速运转时的稳定性。

[0014] (3) 本发明的主励磁线圈和次励磁线圈中间缠绕聚酰亚胺薄膜,使得主励磁线圈和次励磁线圈从物理上隔开,实现两个线圈间的绝缘,有效防止了两个线圈电流的互相影响,提高了双励磁模拟混合励磁的精确度。

[0015] (4) 本发明所述主励磁线圈匝数 n_1 与次励磁线圈匝数 n_2 满足 $n_1/n_2=k$, k 的范围为 $(0,1]$,即模拟永磁体部分的主励磁线圈 n_1 匝数要小于或等于次励磁线圈匝数 n_2 ,使得相同电流的情况下,模拟出的永磁体磁动势小于等于电励磁磁动势,这样可以实现电励磁对永磁体的完全弱磁,达到宽转速范围内电机可以由电励磁完全控制的目的。

[0016] (5) 本发明主滑环内径比次滑环内径大 0.1mm ,既保证了在转轴上的轴向定位和周向固定,又保证了两个滑环尤其是主滑环的强度满足要求。

[0017] (6) 本发明采用爪极发电机,励磁线圈平整缠绕在转子轭上,相比于普通非爪极转子结构,励磁线圈没有节距限制,不仅简化了励磁线圈绕制方式,降低了线圈的端部铜耗,而且两个励磁线圈内外绕制,也避免了普通结构在交互绕制时两个线圈因为互感而相互影响。

附图说明

[0018] 图1为本发明的电机结构图;

[0019] 图2为本发明的人工模拟混合励磁状态示意图;

- [0020] 图3为本发明的励磁电流自动控制示意图；
[0021] 图4为本发明的增磁时磁路图。
[0022] 图5为本发明的弱磁时磁路图。

具体实施方式

[0023] 本发明克服没有混合励磁试验样机的困难,提出一种模拟混合励磁的双励磁电机,如图1所示,包括主励磁线圈1、次励磁线圈2、励磁磁轭3、转轴5、主滑环6、次滑环7、主电刷8、次电刷9、定子10以及定子外壳11;主励磁线圈1绕制在励磁磁轭3上,次励磁线圈2绕制在主励磁线圈1外侧,且主励磁线圈1和次励磁线圈2之间缠绕绝缘材料(聚酰亚胺薄膜);转轴5依次穿过励磁磁轭3、主励磁滑环6和次励磁滑环7,且励磁磁轭3、主励磁滑环6和次励磁滑环7能够随转轴5转动,主励磁滑环6与主励磁线圈1连接,次励磁滑环7与次励磁线圈2连接;主电刷8、次电刷9以及定子10安装在定子外壳11上,且定子的中心线、励磁磁轭3的中心线与转轴5的中心线重合,主励磁线圈1、次励磁线圈2、励磁磁轭3、主励磁滑环6和次励磁滑环7组成双励磁发电机的转子。主电刷8与恒定直流电流 I_{12} 连接,次电刷9与外部可调直流电流 I_{34} 连接,转轴5转动过程中,主励磁滑环6与主电刷8接触,实现为主励磁线圈1提供励磁电流,次励磁滑环7与次电刷9接触,实现为次励磁线圈2提供励磁电流。

[0024] 主励磁线圈1匝数 n_1 与次励磁线圈2匝数 n_2 满足 $n_1/n_2=k*$ 实际混合励磁中永磁体磁势/电励磁最大磁势,k的范围为(0,1]。主滑环6内径比次滑环7内径大0.1mm,但主滑环6与次滑环7外径一致。主电刷8与次电刷9之间轴向距离等于主滑环6与次滑环7的轴向距离。

[0025] 转轴5采用阶梯轴结构,励磁磁轭3、主励磁滑环6和次励磁滑环7位置处对应的转轴5直径依次降低,并且励磁磁轭3、主励磁滑环6和次励磁滑环7位置处对应的转轴5周向做直纹滚花,确保励磁磁轭3、主滑环6和次滑环7的轴向定位和周向固定。

[0026] 该双励磁电机工作原理是:将励磁线圈分为内外两层,主励磁线圈(外层励磁线圈)通入恒定直流电流 I_{12} ,模拟永磁体产生恒定磁场;次励磁线圈(内层励磁线圈)通入可调直流电流 I_{34} ,作为电励磁部分。混合励磁电机气隙磁场由永磁体和电励磁共同合成,其中永磁体部分磁场恒定不变,当发电机转速和负载变化时,通过调节电励磁磁场方向和大小来稳定发电机的输出电压,从而保证系统输出恒定的电压值。

[0027] 本发明还可以进一步增加爪极4,形成爪极双励磁电机,爪极4分为左爪41和右爪42,转轴5依次穿过左爪41、励磁磁轭3、右爪42、主励磁滑环6和次励磁滑环7,爪极4、主励磁线圈1、次励磁线圈2和励磁磁轭3组成发电机的转子。此时,转轴5仍采用阶梯轴结构,左爪41、励磁磁轭3、右爪42、主励磁滑环6和次励磁滑环7位置处对应的转轴5直径依次降低,并且左爪41、励磁磁轭3、右爪42、主励磁滑环6和次励磁滑环7位置处对应的转轴5周向做直纹滚花,确保左爪41、励磁磁轭3、右爪42、主励磁滑环6和次励磁滑环7的轴向定位和周向固定。

[0028] 混合励磁电机中磁钢的尺寸大小影响磁钢的磁动势,最终影响合成磁势,本发明的双励磁电机能够消除混合励磁发电机理论设计与实际产品存在差距,以该电机的实际试验结果来指导理论设计。本发明利用直流电流 I_{12} 产生的磁场来模拟永磁体产生的磁场,因为 I_{12} 通过直流电源提供,是连续可调的,所以若需要一定量磁动势的磁钢,只需要调节 I_{12} 大小即可,调节到合适值后确保 I_{12} 恒定不变,便可以模拟磁钢工作状态,然后根据此时的磁

动势选取合适的磁钢尺寸,大大缩短了研发周期和降低了试验成本。

[0029] 人工模拟混合励磁状态的实现如下:

[0030] 如图2所示,为本发明的人工模拟混合励磁状态示意图, I_{12} 由直流调压电源12供电,通过主电刷为主励磁线圈输入恒定电流,模拟永磁状态; I_{34} 由另一直流电源13供电,通过次电刷为次励磁线圈输入可调电流,模拟电励磁,双励磁电机的三相输出连接交流负载箱14。

[0031] 设定直流电源12提供的 I_{12} 恒定,改变发电机转速和负载时,通过人工调节直流电源13的电压值,从而改变 I_{34} 使得输出线电压稳定在既定值。若发电机转速较低且负载功率较高时,电机输出线电压会低于既定值,则需要增加 I_{34} 电流值至正值,即增磁状态;若发电机转速较高且负载功率较小,电机输出线电压会高于既定值,则需要减小 I_{34} 电流值至负值,即弱磁状态。

[0032] 如图3所示,为本发明工作在增磁状态时磁路图,此时 I_{12} 所提供的磁通磁路为:转子轭→左爪→气隙→定子铁芯→气隙→右爪→转子轭, I_{34} 所提供的磁通磁路方向与 I_{12} 相同,两者磁通在气隙中叠加,总磁通值大于 I_{12} 所产生的磁通,即为增磁状态。

[0033] 如图4所示,为本发明工作在弱磁状态时磁路图,此时 I_{12} 所提供的磁通磁路仍然为:转子轭→左爪→气隙→定子铁芯→气隙→右爪→转子轭。但是 I_{34} 所提供的磁通磁路为:转子轭→右爪→气隙→定子铁芯→气隙→左爪→转子轭。两者所产生的磁通方向相反,并且在在气隙中叠加,总磁通值小于 I_{12} 所产生的磁通,即为弱磁状态。

[0034] 进一步的,可调电励磁部分还可以实现自动控制,如图5所示,通过控制电路15为实现自动控制混合励磁状态, I_{12} 仍然接恒定直流电源, I_{34} 接控制电路的励磁回路,控制电路15的输出与负载箱连接,通过电路自动调节励磁回路的励磁电流,来实现变速、变负载时的恒压输出。

[0035] 设定直流电源12提供的 I_{12} 恒定,改变发电机转速和负载时,输出电压信号会反馈到控制电路15,通过输出电压与既定值比较,控制电路15会自动调节 I_{34} 使得输出线电压稳定在既定值。若发电机转速较低且负载功率较高时,电机输出线电压会低于既定值,则控制电路15增加 I_{34} 电流值至正值,即增磁状态;若发电机转速较高且负载功率较小,电机输出线电压会高于既定值,则控制电路15减小 I_{34} 电流值至负值,即弱磁状态。当 I_{12} 确定时,随着发电机转速和负载改变,可以实现 I_{34} 弱磁和增磁功能的自动控制,从而使输出线电压稳定在既定值,该功能即为最终双励磁电机控制电路需实现的主要功能。

[0036] 本发明两个励磁线圈中的励磁电流可以实现单独控制,当两个励磁电流同方向时,发电机工作在增磁状态,当两个励磁电流反方向时,发电机工作在弱磁状态,这两个工作状态模拟了混合励磁电机的工作状态。本发明是在现有纯电励磁发电机的基础上增加一路励磁绕组,即在转子内部有两个励磁线圈,模拟混合励磁电机的原理,可作为混合励磁原理性样机应用于混合励磁发电机的试验,从而验证电机理论计算结果与实际产品试验结果的区别,达到完善理论设计的目的,为最终的混合励磁发电机系统的本体设计和控制方案提供参考依据。同时在混合励磁电机本体结构研发的同时,其配套控制电路的设计和试验验证工作可以同步展开。应用本发明,能够有效减少样机重复制造成本,极大地缩短混合励磁系统产品的研发周期,节约研制费用。

[0037] 本发明未详细说明部分属本领域技术人员公知常识。

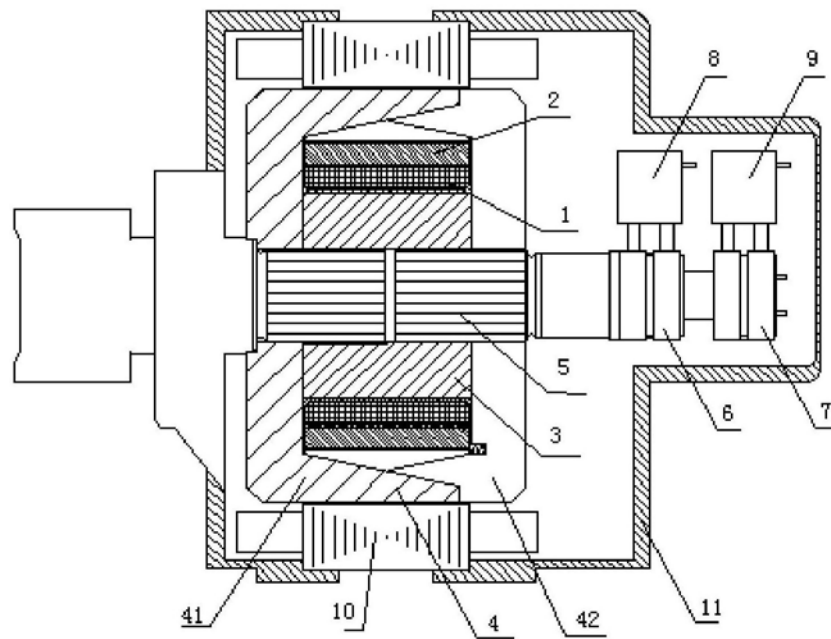


图1

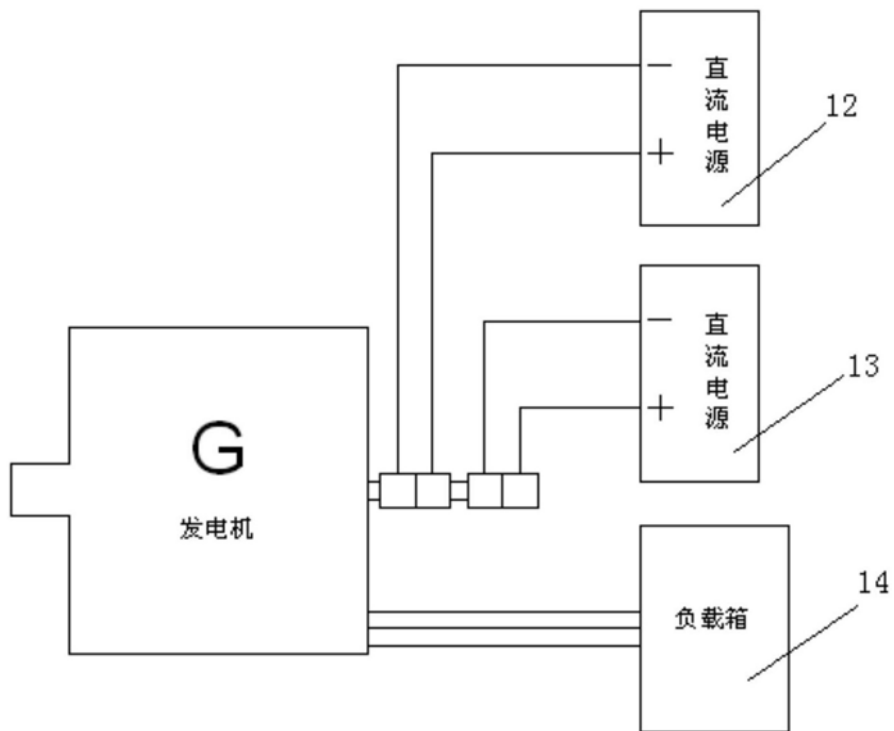


图2

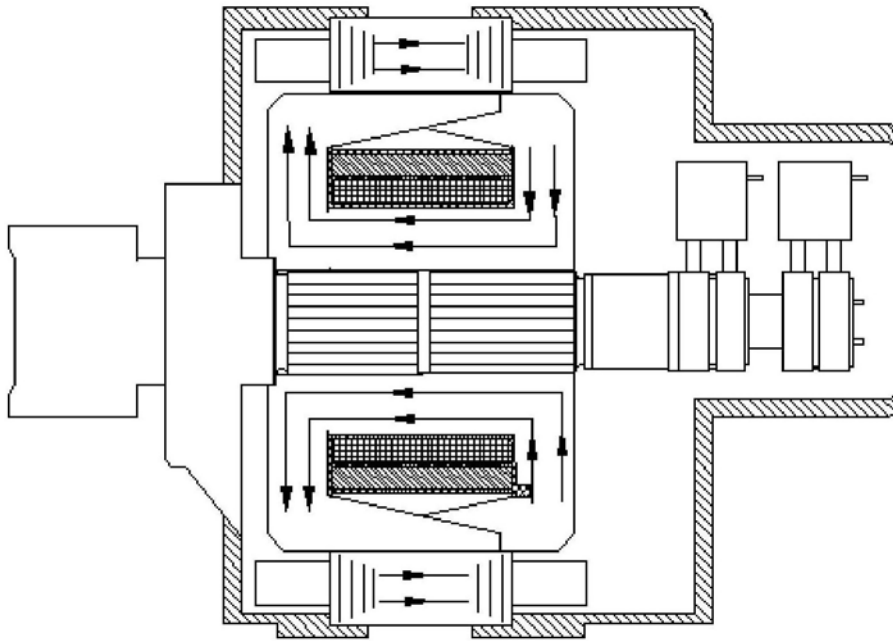


图3

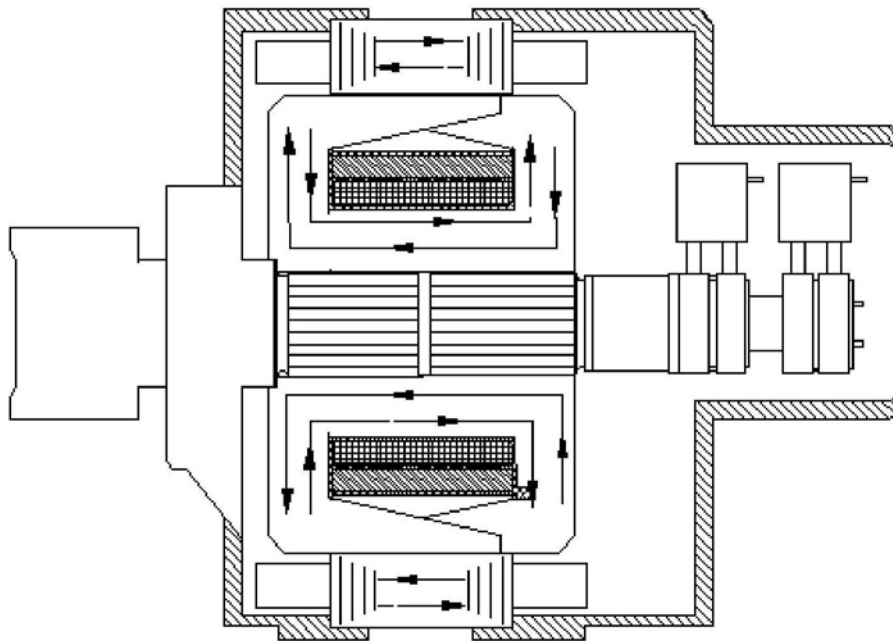


图4

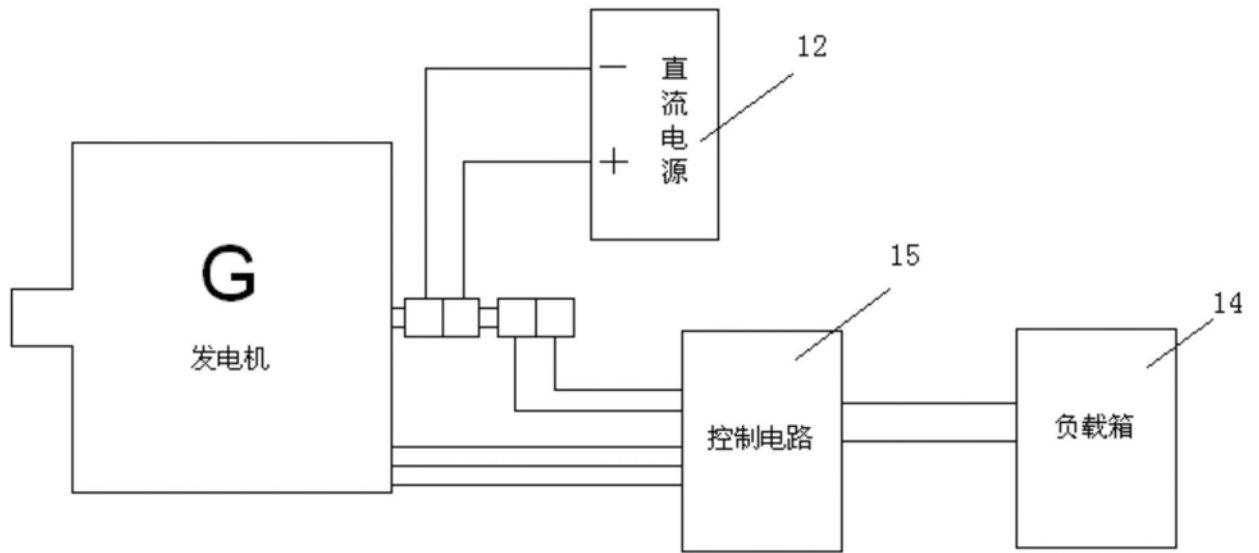


图5