



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104935143 B

(45)授权公告日 2018.09.07

(21)申请号 201510118142.2

(22)申请日 2015.03.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104935143 A

(43)申请公布日 2015.09.23

(73)专利权人 中国科学院电工研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村北二条6号

(72)发明人 赵峰 温旭辉

(74)专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责

任公司 11251

代理人 关玲

(51)Int.Cl.

H02K 23/52(2006.01)

H02P 9/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1946587 A,2007.04.11,说明书第6页第4段至说明书第10页第5段,附图2.

CN 101312337 A,2008.11.26,说明书第1页第3段至说明书第4页第1段,附图2.

CN 103684196 A,2014.03.26,说明书第[0040]-[0044]段,附图2(a)-2(b).

审查员 符子星

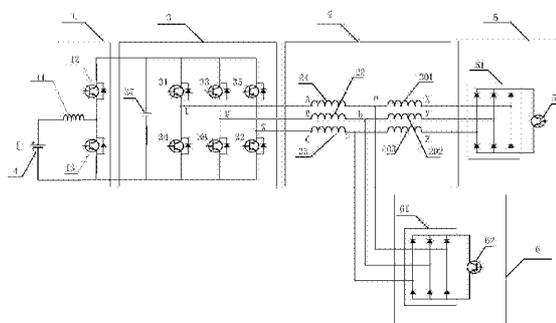
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种起动发电装置

(57)摘要

一种起动发电装置。该装置处于起动状态时,第一短路装置(5)闭合,第二短路装置(6)断开;双向DC/DC变换器(1)将电池组(4)电压升高,三相逆变器(3)进行逆变,输出三相交流电驱动永磁电机(2)起动发动机;永磁电机(2)的绕组AX、BY、CZ起作用。该装置处于第一发电模式时,第一短路装置(5)闭合,第二短路装置(6)断开;三相逆变器(3)整流后,双向DC/DC变换器(1)斩波降压,为电池组(4)充电,永磁电机(2)的绕组AX、BY、CZ起作用。该装置处于第二发电模式时,第二短路装置(6)闭合,第一短路装置(5)断开;三相逆变器(3)整流后,双向DC/DC变换器(1)斩波降压,为电池组(4)充电,永磁电机(2)的绕组Aa、Bb、Cc起作用。



1. 一种起动发电装置,所述的起动发电装置至少包含一个双向DC/DC变换器(1)、一个永磁电机(2)、一个三相逆变器(3)、一个电池组(4)、第一短路装置(5),以及第二短路装置(6);所述的三相逆变器(3)包含第一电容(37)、第一IGBT模块(31)、第二IGBT模块(32)、第三IGBT模块(33)、第四IGBT模块(34)、第五IGBT模块(35),以及第六IGBT模块(36);所述的双向DC/DC变换器(1)包含一个电感(11)和两个IGBT模块:第七IGBT模块(12)和第八IGBT模块(13);第七IGBT模块(12)和第八IGBT模块(13)串联在一起,并且与三相逆变器(3)的直流母线连接在一起;电感(11)的一端连接在第七IGBT模块(12)的发射极,也即第八IGBT模块(13)的集电极,电感(11)的另一端和电池组(4)的正极连接,电池组(4)的负极与第八IGBT模块(13)的发射极连接在一起;所述的第一短路装置(5)包含第一整流桥(51)和第九IGBT模块(52);第九IGBT模块(52)的发射极和集电极分别和第一整流桥(51)的正极和负极相连接,通过控制第九IGBT模块(52)的开通和关断,控制第一整流桥(51)交流输入侧的电路短路和开路,即第一短路装置(5)的短路和开路;所述的第二短路装置(6)包含一个第二整流桥(61)和第十IGBT模块(62);第十IGBT模块(62)的发射极和集电极分别和第二整流桥(61)的正极和负极相连接,通过控制第十IGBT模块(62)的开通和关断,控制第二整流桥(61)交流输入侧的电路短路和开路,即第二短路装置(6)的短路和开路;所述的永磁电机(2)包含第一绕组(21)、第二绕组(22)、第三绕组(23)、第四绕组(201)、第五绕组(202)、第六绕组(203),A、a为第一绕组(21)的两端,B、b分别为第二绕组(22)的两端,C、c分别为第三绕组(23)的两端,X、a为第四绕组(201)的两端,Y、b分别为第五绕组(202)的两端,Z、c分别为第六绕组(203)的两端;第一绕组(21)的A端、第二绕组(22)的B端、第三绕组(22)的C端分别与三相逆变器(3)的交流输出连接在一起,第四绕组(201)的X端、第五绕组(202)的Y端、第六绕组(203)的Z端分别与第一短路装置(5)的交流输入端连接在一起;a是第一绕组(21)和第四绕组(201)的公共端,即第一绕组(21)和第四绕组(201)通过a端连接在一起,形成起动绕组U相;b是第二绕组(22)和第五绕组(202)的公共端,即第二绕组(22)和第五绕组(202)通过b端连接在一起,形成起动绕组V相;c是第三绕组(23)和第六绕组(203)的公共端,即第三绕组(23)和第六绕组(203)通过c端连接在一起,形成起动绕组W相;第一绕组(21)的a端、第二绕组(22)的b端、第三绕组(22)的c端分别与第二短路装置(6)的交流输入端连接在一起;第一绕组(21)、第二绕组(22)、第三绕组(23)是三相对称分布的绕组;起动绕组U相、V相、W相也是三相对称分布的绕组;第一绕组(21)、第二绕组(22)、第三绕组(23),称为发电绕组,分别是永磁电机(2)的起动绕组U相、V相、W相的一部分;第一绕组(21)、第二绕组(22)、第三绕组(23)排列在永磁电机(2)的定子槽底部;第四绕组(201)、第五绕组(202)、第六绕组(203)是起动绕组U相、V相、W相的另一部分,排列在永磁电机(2)的定子槽顶部,其特征在于,当所述的起动发电装置处于起动状态时,第二短路装置(6)中第十IGBT模块(62)断开,第一绕组(21)的a端、第二绕组(22)的b端、第三绕组(22)的c端处于开路状态;第一短路装置(5)中第九IGBT模块(52)闭合,永磁电机(2)的第四绕组(201)的X端、第五绕组(202)的Y端、第六绕组(203)的Z端被第一短路装置(5)短路而连接在一起,形成三相起动绕组U相、V相、W相星接的结构;双向DC/DC变换器(1)进行升压变换,将电池组(4)电压升高,三相逆变器(3)进行逆变,输出三相交流电驱动永磁电机(2)起动发动机;永磁电机(2)的三相起动绕组U相、V相、W相起作用;当所述的起动发电装置处于第一发电模式时,第一短路装置(5)中第九IGBT模块(52)闭合,永磁电机(2)的第四绕组(201)的X端、第五绕组(202)的Y端、第六

绕组(203)的Z端被第一短路装置(5)短路而连接在一起,形成三相起动绕组U相、V相、W相星接的结构;第二短路装置(6)中第十IGBT模块(62)断开,第一绕组(21)的a端、第二绕组(22)的b端、第三绕组(22)的c端处于开路状态;三相起动绕组U相、V相、W相的发电电压经过三相逆变器(3)整流后,再经过双向DC/DC变换器(1)进行斩波降压,为电池组(4)充电,永磁电机(2)的三相起动绕组U相、V相、W相起作用;当所述的起动发电装置处于第二发电模式时,第二短路装置(6)中第十IGBT模块(62)闭合,第一绕组(21)的a端、第二绕组(22)的b端、第三绕组(22)的c端处于短路状态,第一绕组(21)、第二绕组(22)、第三绕组(22)形成三相星接绕组的结构;第一短路装置(5)中第九IGBT模块(52)断开,第四绕组(201)的X端、第五绕组(202)的Y端、第六绕组(203)的Z端处于开路状态;第一绕组(21)、第二绕组(22)、第三绕组(22)的发电电压经过三相逆变器(3)整流后,再经过双向DC/DC变换器(1)进行斩波降压,为电池组(4)充电,永磁电机(2)的第一绕组(21)、第二绕组(22)、第三绕组(22)起作用;当永磁电机(2)出现弱磁保护飞车故障,三相逆变器(3)的第一IGBT模块(31)、第二IGBT模块(32)、第三IGBT模块(33)、第四IGBT模块(34)、第五IGBT模块(35),以及第六IGBT模块(36)出现保护而封锁,此时控制第一短路装置(5)中第九IGBT模块(52)和第二短路装置(6)中第十IGBT模块(62)断开,永磁电机(2)的第一绕组(21)的a端、第二绕组(22)的b端、第三绕组(22)的c端处于开路状态,第四绕组(201)的X端、第五绕组(202)的Y端、第六绕组(203)的Z端处于开路状态;因此永磁电机(2)的三相起动绕组U相、V相、W相也处于开路状态,即永磁电机(2)的三相起动绕组U相、V相、W相不能形成回路,避免绕组反电势对装置造成损坏;此时永磁电机(2)驱动转矩为零,不影响整车的安全性。

一种起动发电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种起动发电装置。

背景技术

[0002] 基于带传动起动发电机混合动力系统又称BSG (Belt Starter-Generator), BSG技术取代了传统的起动机、发电机。BSG电机结构紧凑, 它可以直接装在原来的发电机(或者起动机)的位置, 对原车的改动非常小, 易于实现, 是现阶段产业化比较现实的技术。在BSG驱动单元的控制下, 起动发动机时作电动机用; 发动机高于点火速后, 发动机能自行工作, 电机则由电动机状态转为发电状态, 作发电机用, 实现了发动机起动及替代原发电机的功能; BSG系统融合了电机、现代电力电子、数字信号处理、现代控制等技术, 集传统汽车的起动和发电功能于一体, 具有突出的起/停控制快、能量再生利用好、动力辅助性强等优点, 尤其在提高车辆机动性能、节约燃油、减少排放方面效果明显, 是国际公认的传统汽车、混合动力汽车的发动机部件必然发展方向。而BSG存在的问题在于起动时为了得到低速大转矩, 电机通过降速齿轮与飞轮盘相连, 从而转矩增加, 但在发动机高速运行时, 电机速度将会非常高, 因此BSG混合动力系统对电机的弱磁倍率要求很高, 常常超过10, 难以实现全范围的高效运行。为了解决这个问题, 很多厂家采用混合励磁电机, 通过调节励磁实现全速范围内的高效运行, 但是大多混合励磁电机需要电刷提供励磁电流, 电机的可靠性和维护性较差。另一方面, 永磁电机如果处于弱磁状态, 一旦逆变器出现保护, IGBT封锁, 电机的反电势迅速升高, 此电压如果超过逆变器的直流电压, 就会迅速向电池中充电, 造成装置的损坏。BSG系统对永磁电机的弱磁倍率要求很高, 弱磁保护时的反电势也很高, 如果没有保护措施, 必然会造成装置的损坏。

发明内容

[0003] 本发明的目的是克服现有BSG用永磁电机驱动装置的高弱磁倍率和高反电势问题, 提出一种新的起动发电装置。本发明既可以实现正常的发动机起动, 也可以高速时的高效发电, 在出现弱磁保护飞车的情况时, 还能对永磁电机驱动装置进行保护, 且在保护时不会对整车的安全性和舒适性造成影响。

[0004] 本发明起动发电装置至少包含一个双向DC/DC变换器、一个永磁电机、一个三相逆变器、一个电池组、第一短路装置和第二短路装置。所述的三相逆变器包含第一电容、第一IGBT模块、第二IGBT模块、第三IGBT模块、第四IGBT模块、第五IGBT模块, 以及第六IGBT模块。所述的双向DC/DC变换器包含一个电感和两个IGBT模块: 第七IGBT模块和第八IGBT模块; 第七IGBT模块和第八IGBT模块串联在一起, 并且与三相逆变器的直流母线连接在一起, 电感的一端连接在第七IGBT模块的发射极, 也就是第八IGBT模块的集电极, 电感的另一端和电池组的正极连接, 电池组的负极与第八IGBT模块的发射极连接在一起; 第一短路装置包含第一整流桥和第九IGBT模块; 第九IGBT模块的发射极和集电极分别和第一整流桥的正极和负极相连接, 通过控制第九IGBT模块的开通和关断, 可以控制第一整流桥交流输入侧

的电路短路和开路,即第一短路装置的短路和开路;第二短路装置包含第二整流桥和第十IGBT模块;第十IGBT模块的发射极和集电极分别和第二整流桥的正极和负极相连接,通过控制第十IGBT模块的开通和关断,可以控制第二整流桥交流输入侧的电路短路和开路,即第二短路装置的短路和开路。所述的永磁电机包含第一绕组、第二绕组、第三绕组、第四绕组、第五绕组和第六绕组;第一绕组、第二绕组、第三绕组是三相对称分布的绕组;A、a分别为第一绕组的两端,B、b分别为第二绕组的两端,C、c分别为第三绕组的两端,X、a为第四绕组的两端,Y、b分别为第五绕组的两端,Z、c分别为第六绕组的两端;第一绕组的A端、第二绕组的B端、第三绕组的C端分别与三相逆变器的交流输出连接在一起;第四绕组的X端、第五绕组的Y端、第六绕组的Z端分别与第一短路装置的交流输入端连接在一起;第一绕组和第四绕组通过a端连接在一起,形成起动绕组U相,即a是第一绕组和第四绕组的公共端;第二绕组和第五绕组通过b端连接在一起,形成起动绕组V相,即b是第二绕组和第五绕组的公共端;第三绕组和第六绕组通过c端连接在一起,形成起动绕组W相,即c是第三绕组和第六绕组的公共端;起动绕组U相、V相、W相也是三相对称分布的绕组;a端、b端、c端分别与第二短路装置的交流输入端连接在一起。

[0005] 第一绕组、第二绕组、第三绕组,也可以称为发电绕组,三相绕组对称分布,分别是永磁电机的起动绕组U相、V相、W相的一部分;第一绕组、第二绕组、第三绕组排列在永磁电机的定子槽底部;第四绕组、第五绕组、第六绕组是起动绕组U相、V相、W相的另一部分,排列在永磁电机的定子槽顶部。

[0006] 当第一短路装置中的第九IGBT模块关断,输入到第一整流桥的三相交流输入的电流无法形成回路,导致与第一整流桥的三相交流输入处于开路状态;当第一短路装置中的第九IGBT模块导通,第一整流桥的三相交流输入端的电压为三相逆变器控制的电压,可能是直流母线电压,也可能是零,此电压由桥臂的开关状态决定。当某一相的电压为直流母线电压时,对应的第一整流桥的上桥臂二极管导通;当某一相的电压为零时,对应的第一整流桥的下桥臂二极管导通;而第一短路装置中的第九IGBT模块开通,将母线短路,实际上也就将第一整流桥的三相交流输入短路。在实际中,由于二极管和IGBT存在一定的导通压降,因此这种短路与实际三个端点直接连接在一起稍有差异,但并不影响应用。第二短路装置工作原理相同。

[0007] 当本发明的起动发电装置处于起动状态时,第二短路装置中第十IGBT模块断开,第一绕组的a端、第二绕组的b端、第三绕组的c端处于开路状态;第一短路装置中第九IGBT模块闭合,永磁电机的第四绕组的X端、第五绕组的Y端、第六绕组的Z端被第一短路装置短路而连接在一起,形成三相起动绕组U相、V相、W相星接的结构;双向DC/DC变换器进行升压变换,将电池组电压升高,三相逆变器进行逆变,输出三相交流电驱动永磁电机起动发动机;永磁电机的三相起动绕组U相、V相、W相起作用。起动时使用了永磁电机的全部长度的绕组,因此电机输出转矩能力最大。

[0008] 当本发明的起动发电装置处于第一发电模式时,第一短路装置中第九IGBT模块闭合,永磁电机的第四绕组的X端、第五绕组的Y端、第六绕组的Z端被第一短路装置短路而连接在一起,形成三相起动绕组U相、V相、W相星接的结构;第二短路装置中第十IGBT模块断开,第一绕组的a端、第二绕组的b端、第三绕组的c端处于开路状态;三相起动绕组U相、V相、W相的发电电压经过三相逆变器整流后,再经过双向DC/DC变换器进行斩波降压,为电池组

充电,永磁电机的三相起动绕组U相、V相、W相起作用。这种模式适用于电机转速较低,永磁电机的三相起动绕组U相、V相、W相的反电势低于三相逆变器和第七IGBT模块和第八IGBT模块的安全电压的工况。

[0009] 当本发明的起动发电装置处于第二发电模式时,将第二短路装置中第十IGBT模块闭合,第一绕组的a端、第二绕组的b端、第三绕组的c端处于短路状态,第一绕组、第二绕组、第三绕组形成三相星接绕组的结构;第一短路装置中第九IGBT模块断开,第四绕组的X端、第五绕组的Y端、第六绕组的Z端处于开路状态;第一绕组、第二绕组、第三绕组的发电电压经过三相逆变器整流后,再经过双向DC/DC变换器进行斩波降压,为电池组充电,永磁电机的第一绕组、第二绕组、第三绕组起作用,第一绕组、第二绕组、第三绕组只是三相起动绕组U相、V相、W相的一部分,第一绕组、第二绕组、第三绕组上的反电势较低,有利于提高双向DC/DC变换器的效率和工作安全性。由于第一绕组、第二绕组、第三绕组作为发电绕组,长期工作,因此,本发明将第一绕组、第二绕组、第三绕组排列在永磁电机的定子槽底部,便于散热。这种模式适用于电机转速较高,永磁电机的三相起动绕组U相、V相、W相的反电势比较高,已经高于三相逆变器和第七IGBT模块和第八IGBT模块的安全电压或者造成双向DC/DC变换器工作效率下降。

[0010] 当本发明所述的发动机用起动发电装置中的永磁电机起动过程中出现弱磁保护飞车故障,三相逆变器的第一IGBT模块、第二IGBT模块、第三IGBT模块、第四IGBT模块、第五IGBT模块,以及第六IGBT模块出现保护而封锁,此时控制第一短路装置中第九IGBT模块和第二短路装置中第十IGBT模块断开,永磁电机的第一绕组的a端、第二绕组的b端、第三绕组的c端处于开路状态,第四绕组的X端、第五绕组的Y端、第六绕组的Z端处于开路状态;因此永磁电机的三相起动绕组U相、V相、W相也处于开路状态,即永磁电机的三相起动绕组U相、V相、W相不能形成回路,避免绕组反电势对装置造成损坏;此时永磁电机驱动转矩为零,不影响整车的安全性。如果此时采用泄放电阻的方案进行保护,会突然产生制动转矩,影响整车的性能。如果采用逆变器零矢量将电机三相绕组短路的方案,电机的短路电流会造成电机的温度升高,严重时烧毁电机。为了更加安全,还可以将第七IGBT也关断,用双向DCDC变换器将电池组和三相逆变器断开,切断三相逆变器的供电。

[0011] 本发明所述的电机不限于三相,根据需要可以是多相,对应的逆变器和短路装置也相应是多相。发电时,逆变器可以进行不控整流,也可是全控整流。本发明的第一短路装置所用的第九IGBT模块和第二短路装置所用的第十IGBT模块可以和其他IGBT模块一样带反并联二极管,也可以是单独的IGBT模块不带反并联二极管的形式,不影响本发明的效果。

[0012] 本发明将电机的绕组分为两段,根据实际的需要,还可以将电机绕组分为多段,同时增加短路装置即可。

[0013] 本发明的有益效果:

[0014] 1、本发明的装置即可实现起动,又可以实现对发电,而且能够防止永磁电机驱动装置的弱磁保护飞车后,电机反电势对装置的损伤。

[0015] 2、起动工况时间短,发电工况时间长,发电常用的绕组在定子槽的底部,有利于散热。

[0016] 3、第二发电模式时,仅用一部分的绕组,反电势比较低,如果采用不控整流,可以选用电压低的IGBT模块和电容,降低成本;如果采取全控整流,弱磁比可以大大降低,电机

效率将会提高。

[0017] 4、采用双向DCDC变换器，起动是可以升高起动电压，降低起动电流，从而减小动力电缆的线径，更容易布线，降低线路损耗；发电时可以根据需要进行斩波调压。

[0018] 5、本发明的保护策略在保护时不会对整车的安全性和舒适性造成影响，不会带来负面效果。

附图说明

[0019] 图1为本发明起动发电装置示意图，图中：1双向DC/DC变换器，2永磁电机，3三相逆变器，4电池组，第5一短路装置，6第二短路装置，11电感、12第七IGBT模块，13第八IGBT模块，21第一绕组，22第二绕组，23第三绕组，37第一电容，31第一IGBT模块、32第二IGBT模块、33第三IGBT模块、34第四IGBT模块，35第五IGBT模块，36第六IGBT模块，51第一整流桥，52第九IGBT模块，61第二整流桥，62第十IGBT模块；

[0020] 图2起动发电装置处于起动状态和第一发电模式状态示意图；

[0021] 图3起动发电装置处于起动状态和第一发电模式状态简化示意图；

[0022] 图4起动发电装置处于第二发电模式状态示意图；

[0023] 图5起动发电装置处于第二发电模式状态简化示意图；

[0024] 图6起动发电装置处于保护状态示意图；

[0025] 图7起动发电装置处于保护状态简化示意图。

具体实施方式

[0026] 以下结合附图和具体实施方式进一步说明本发明。

[0027] 如图1所示，本发明起动发电装置，至少包含一个双向DC/DC变换器1、一个永磁电机2、一个三相逆变器3、一个电池组4、第一短路装置5和第二短路装置6。所述的三相逆变器3包含第一电容37、第一IGBT模块31、第二IGBT模块32、第三IGBT模块33、第四IGBT模块34、第五IGBT模块35，以及第六IGBT模块36。所述的双向DC/DC变换器1包含一个电感11，第七IGBT模块12和第八IGBT模块13；第七IGBT模块12和第八IGBT模块13串联在一起，并且与三相逆变器3的直流母线连接在一起，电感11的一端连接在第七IGBT模块12的发射极，也就是第八IGBT模块13的集电极，电感11的另一端和电池组4的正极连接，电池组4的负极与第八IGBT模块13的发射极连接在一起；第一短路装置5包含第一整流桥51和第九IGBT模块52；第九IGBT模块52的发射极和集电极分别和第一整流桥51的正极和负极相连接，通过控制第九IGBT模块52的开通和关断，可以控制第一整流桥51交流输入侧的电路短路和开路，即第一短路装置5的短路和开路；第二短路装置6包含一个第二整流桥61和第十IGBT模块62；第十IGBT模块62的发射极和集电极分别和第二整流桥61的正极和负极相连接，通过控制第十IGBT模块62的开通和关断，可以控制第二整流桥61交流输入侧的电路短路和开路，即第二短路装置6的短路和开路；永磁电机2包含第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23、第四绕组201、第五绕组202、第六绕组203；第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23是三相对称分布的绕组；A、a为第一绕组21的两端，B、b分别为第二绕组22的两端，C、c分别为第三绕组23的两端，X、a为第四绕组201的两端，Y、b分别为第五绕组202的两端，Z、c分别为第六绕组203的两端；第一绕组21的A端、第二绕组22的B端、第三绕组23的C端分别与三相逆变器3的交流输出

连接在一起;第四绕组201的X端、第五绕组202的Y端、第六绕组203的Z端分别与第一短路装置5的交流输入端连接在一起;第一绕组21和第四绕组201通过a端连接在一起,形成起动绕组U相,即a是第一绕组21和第四绕组201的公共端;第二绕组22和第五绕组202通过b端连接在一起,形成起动绕组V相,即b是第二绕组22和第五绕组202的公共端;第三绕组23和第六绕组203通过c端连接在一起,形成起动绕组W相,即c是第三绕组23和第六绕组203的公共端;起动绕组U相、V相、W相也是三相对称分布的绕组;a端、b端、c端分别与第二短路装置6的交流输入端连接在一起。

[0028] 第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23,也可以称为发电绕组,三相绕组对称分布,分别是永磁电机2的起动绕组U相、V相、W相的一部分;第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23排列在永磁电机2的定子槽底部;第四绕组201、第五绕组202、第六绕组203是起动绕组U相、V相、W相的另一部分,排列在永磁电机2的定子槽顶部。

[0029] 如图1所示,当第一短路装置5中的第九IGBT模块52关断,输入到第一整流桥51的三相交流输入的电流无法形成回路,导致与第一整流桥51的三相交流输入处于开路状态;当第一短路装置5中的第九IGBT模块52导通,第一整流桥51的三相交流输入端的电压为三相逆变器3控制的电压,可能是直流母线电压,也可能是零,此电压由三相逆变器3的各个桥臂的开关状态决定。当某一相的电压为直流母线电压时,对应的第一整流桥51的上桥臂二极管导通;当某一相的电压为零时,对应的第一整流桥51的下桥臂二极管导通;而第一短路装置5中的第九IGBT模块52开通,将母线短路,实际上也就将第一整流桥51的三相交流输入短路。在实际中,由于第一整流桥51的二极管和第九IGBT模块52存在一定的导通压降,因此这种短路与实际三个端点直接连接在一起稍有差异,但并不影响应用。第二短路装置6工作原理相同。

[0030] 如图2和图3所示,当本发明的起动发电装置处于起动状态时,第二短路装置6中第十IGBT模块62断开,第一绕组21的a端、第二绕组22的b端、第三绕组23的c端处于开路状态;第一短路装置5中第九IGBT模块52闭合,永磁电机的第四绕组201的X端、第五绕组202的Y端、第六绕组203的Z端被第一短路装置5短路而连接在一起,形成三相起动绕组U相、V相、W相星接的结构;双向DC/DC变换器1进行升压变换,将电池组4电压升高,三相逆变器3进行逆变,输出三相交流电驱动永磁电机2起动发动机;永磁电机2的三相起动绕组U相、V相、W相起作用。起动时使用了永磁电机2的全部长度的绕组,因此电机输出转矩能力最大。

[0031] 如图2和图3所示,当本发明的起动发电装置处于第一发电模式时,第一短路装置5中第九IGBT模块52闭合,永磁电机2的第四绕组201的X端、第五绕组202的Y端、第六绕组203的Z端被第一短路装置5短路而连接在一起,形成三相起动绕组U相、V相、W相星接的结构;第二短路装置6中第十IGBT模块62断开,第一绕组21的a端、第二绕组22的b端、第三绕组23的c端处于开路状态;三相起动绕组U相、V相、W相的发电电压经过三相逆变器3整流后,再经过双向DC/DC变换器1进行斩波降压,为电池组4充电,永磁电机2的三相起动绕组U相、V相、W相起作用。这种模式适用于永磁电机2转速较低,永磁电机2的三相起动绕组U相、V相、W相的反电势低于三相逆变器3和第七IGBT模块12和第八IGBT模块13的安全电压的工况。

[0032] 如图4和图5所示,当本发明的起动发电装置处于第二发电模式时,将第二短路装置6中第十IGBT模块62闭合,第一绕组21的a端、第二绕组22的b端、第三绕组23的c端处于短路状态,第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23形成三相星接绕组的结构;第一短路装置5中

第九IGBT模块52断开,第四绕组201的X端、第五绕组202的Y端、第六绕组203的Z端处于开路状态;第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23的发电电压经过三相逆变器3整流后,再经过双向DC/DC变换器1进行斩波降压,为电池组4充电,永磁电机2的第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23起作用,第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23只是三相起动绕组U相、V相、W相的一部分,第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23上的反电势较低,有利于提高双向DC/DC变换器1的效率和工作安全性。由于第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23作为发电绕组,长期工作,因此,本发明将第一绕组21、第二绕组22、第三绕组23排列在永磁电机2的定子槽底部,便于散热。这种模式适用于永磁电机2转速较高,永磁电机2的三相起动绕组U相、V相、W相的反电势比较高,已经高于三相逆变器3和第七IGBT模块12和第八IGBT模块13的安全电压或者造成双向DC/DC变换器1工作效率下降。

[0033] 如图6和图7所示,当本发明所述的发动机用起动发电装置中的永磁电机2起动过程中出现弱磁保护飞车故障,三相逆变器3的第一IGBT模块31、第二IGBT模块32、第三IGBT模块33、第四IGBT模块34、第五IGBT模块35,以及第六IGBT模块36出现保护而封锁,此时控制第一短路装置5中第九IGBT模块52和第二短路装置6中第十IGBT模块62断开,永磁电机2的第一绕组21的a端、第二绕组22的b端、第三绕组23的c端处于开路状态,第四绕组201的X端、第五绕组202的Y端、第六绕组203的Z端处于开路状态;因此永磁电机2的三相起动绕组U相、V相、W相也处于开路状态,即永磁电机2的三相起动绕组U相、V相、W相不能形成回路,避免绕组反电势对装置造成损坏;此时永磁电机2驱动转矩为零,不影响整车的安全性。如果此时采用泄放电阻的方案进行保护,会突然产生制动转矩,影响整车的性能。如果采用三相逆变器3零矢量将永磁电机2三相绕组短路的方案,电机的短路电流会造成电机的温度升高,严重时烧毁电机。为了更加安全,还可以将第七IGBT模块12也关断,用双向DCDC变换器1将电池组4和三相逆变器3断开,切断三相逆变器3的供电。

[0034] 本发明所述的电机不限于三相,根据需要可以是多相,对应的逆变器和短路装置也相应是多相。发电时,逆变器可以进行不控整流,也可是全控整流。本发明的第一短路装置5所用的第九IGBT模块52和第二短路装置6所用的第十IGBT模块62可以和其他IGBT模块一样带反并联二极管,也可以是单独的IGBT模块不带反并联二极管的形式,不影响本发明的效果,在本发明的附图中为不带反并联二极管的形式。

[0035] 本发明将电机的绕组分为两段,根据实际的需要,还可以将电机绕组分为多段,同时增加短路装置即可。

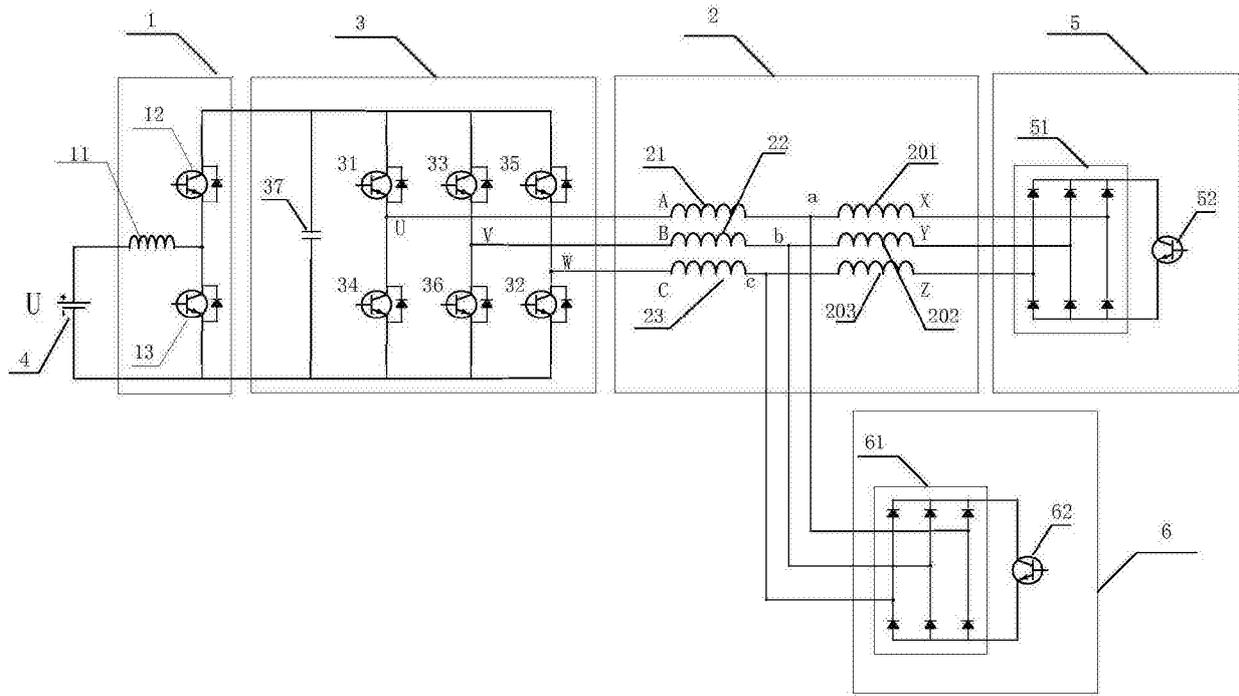


图1

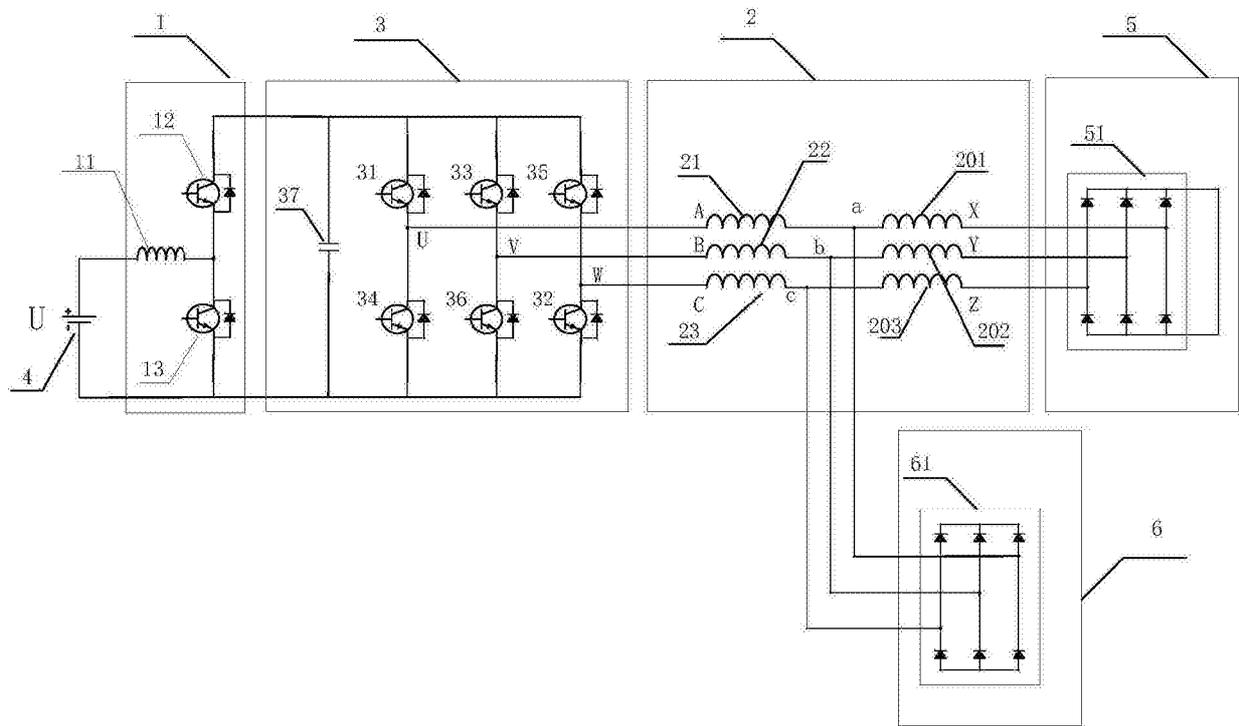


图2

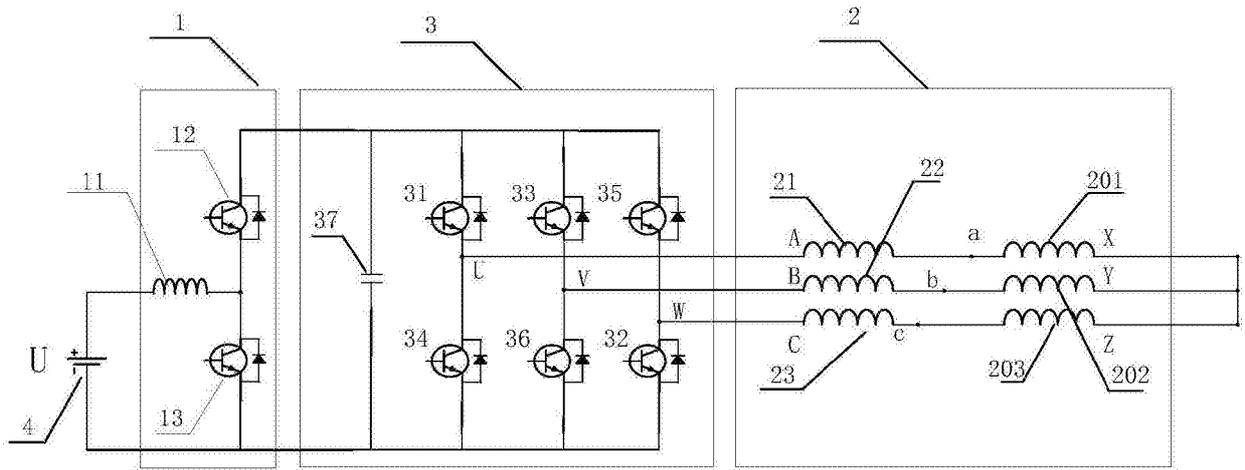


图3

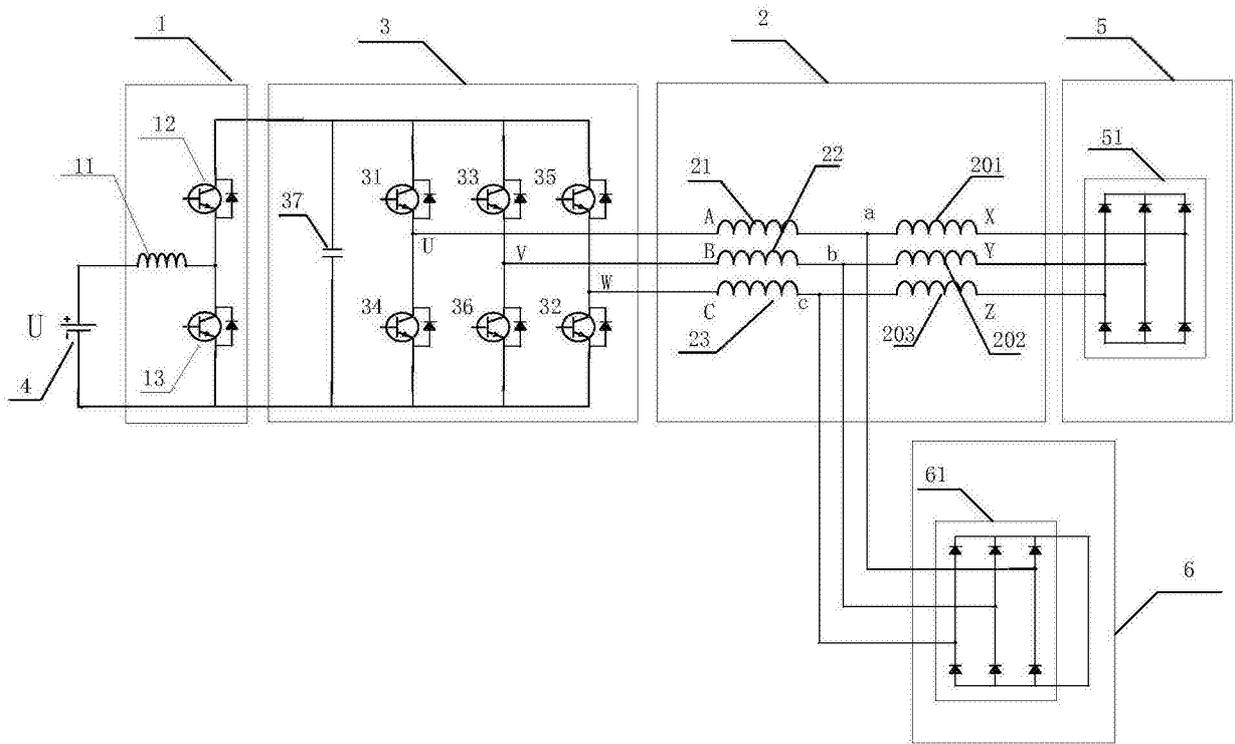


图4

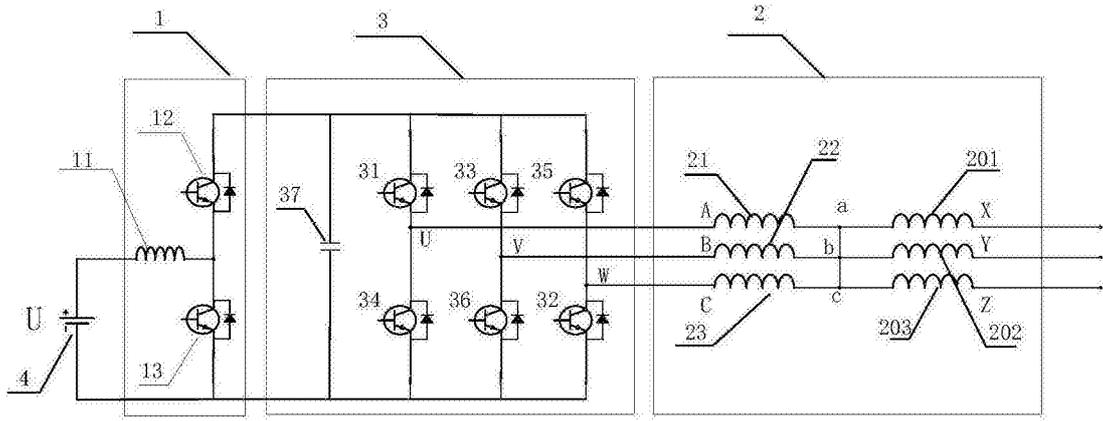


图5

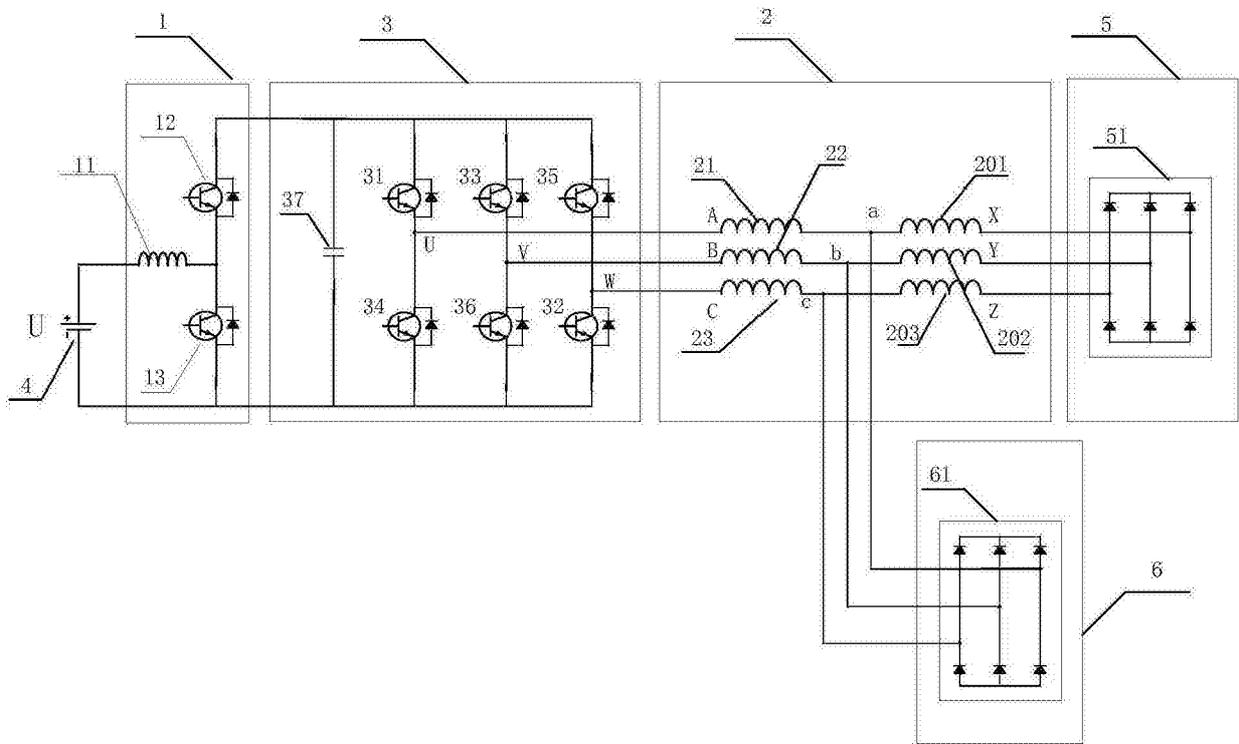


图6

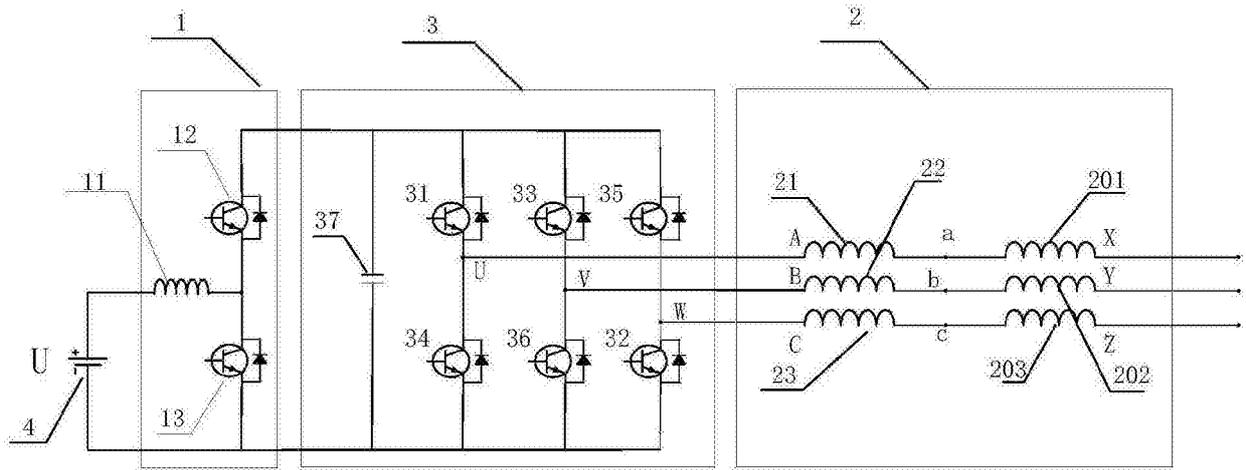


图7