



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101860232 A

(43) 申请公布日 2010. 10. 13

(21) 申请号 201010136483. X

(22) 申请日 2010. 03. 29

(71) 申请人 北京利德华福电气技术有限公司
地址 102200 北京市昌平区昌平科技园白浮泉路 10 号北控大厦 10 层 1003B

(72) 发明人 马永健

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理有限公司 11100

代理人 张爱群

(51) Int. Cl.

H02M 5/46 (2006. 01)

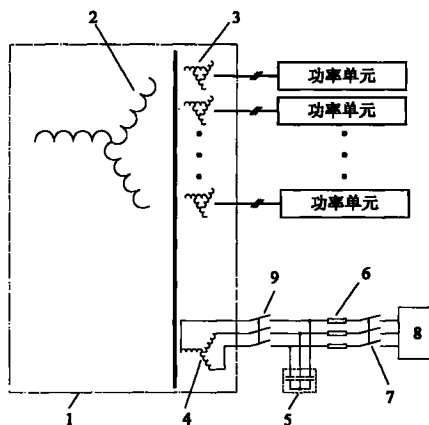
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种用于高压变频器的谐振式预充电电路及其控制方法

(57) 摘要

本发明提供了一种用于高压变频器的谐振式预充电电路,其特征在于,包括:辅助绕组、三相电容器组、限流电阻组、交流接触器和三相交流低压电源;所述辅助绕组设置在整流变压器的副边侧;所述三相电容器组的三个端一方面与辅助绕组相连,另一方面通过所述限流电阻组与三相交流低压电源相连;在限流电阻组与三相交流低压电源之间设置有交流接触器。通过在辅助绕组与限流电阻组之间并联有三相电容器组,使得该三相电容器组与辅助绕组上的各相线绕组形成 LC 振荡回路,从而由三相电容器组与辅助绕组所形成的 LC 振荡回路对整流变压器产生激磁电流,避免了因激磁电流在限流电阻上消耗较大功率而引起的电路消耗大,成本高,效率低等问题。



1. 一种用于高压变频器的谐振式预充电电路,其特征在于,包括:辅助绕组、三相电容器组、限流电阻组、交流接触器和三相交流低压电源;

所述辅助绕组设置在整流变压器的副边侧;所述三相电容器组的三个端一方面与辅助绕组相连,另一方面通过所述限流电阻组与所述三相交流低压电源相连;在限流电阻组与三相交流低压电源之间设置有交流接触器;

所述三相电容器组由一个三相电容器构成或者由多个三相电容器相互并联构成;所述每个三相电容器由三组单相电容器按照星型接法或者三角型接法相互连接构成;所述每组单相电容器由一个或者多个单相电容器并联构成。

2. 如权利要求1所述的谐振式预充电电路,其特征在于:所述三相交流低压电源为与高压变频器接入的高压电源相位相同的低压电源。

3. 如权利要求1所述的谐振式预充电电路,其特征在于:所述三相电容器组的容抗与辅助绕组自感的感抗相匹配。

4. 如权利要求1或2或3所述的谐振式预充电电路,其特征在于:所述限流电阻组替换为电感组。

5. 如权利要求1或2或3所述的谐振式预充电电路,其特征在于:在所述辅助绕组与三相电容器组之间还设有第二交流接触器。

6. 一种用于高压变频器的谐振式预充电控制方法,基于权利要求1所述的预充电电路实现,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 当高压变频器准备高压上电时,首先闭合所述交流接触器,为所述高压变频器充电;

(2) 检测高压变频器的充电情况,当高压变频器充电完成后,断开所述交流接触器;

(3) 当所述交流接触器断开后,闭合为高压变频器提供高压电源的高压断路器,使高压变频器接入高压电源,完成高压变频器高压上电过程。

7. 如权利要求6所述的预充电控制方法,基于权利要求5所述的预充电电路实现,其特征在于:在所述步骤(1)闭合交流接触器的同时,闭合所述第二交流接触器;在所述步骤(2)断开交流接触器的同时,断开所述第二交流接触器。

8. 一种用于高压变频器的谐振式预充电控制方法,基于权利要求2所述的预充电电路实现,其特征在于,包括如下步骤:

(a1) 当高压变频器准备高压上电时,首先闭合所述交流接触器,为所述高压变频器充电;

(a2) 检测高压变频器的充电情况,当高压变频器充电完成后,闭合为高压变频器提供高压电源的高压断路器,使高压变频器接入高压电源;

(a3) 当所述高压断路器闭合后,断开所述交流接触器,完成高压变频器高压上电过程。

9. 如权利要求8所述的预充电控制方法,基于权利要求5所述的预充电电路实现,其特征在于:在所述步骤(a1)闭合交流接触器的同时,闭合所述第二交流接触器;在所述步骤(a3)断开交流接触器的同时,断开所述第二交流接触器。

一种用于高压变频器的谐振式预充电电路及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于高压变频器的预充电电路及其控制方法,特别是一种通过谐振式电路产生激磁电流对变压器进行励磁,从而避免了激磁电流在限流电阻上消耗较大功率的预充电电路,属于高压变频器技术领域。

背景技术

[0002] 随着电力电子技术的发展,变频器作为电力电子技术发展的产物,在国民经济的各个领域如冶金、石化、自来水、电力等行业得到广泛的应用,并发挥着越来越重要的作用,特别是,高压大功率变频器的应用日渐广泛。

[0003] 在高压变频器中,由功率单元(又称功率模块、变流单元,如图2所示)串联构成的高压大功率变频器(如图1所示)作为适合中国国情、性能优异的变频器,受到众多变频器生产厂商、科研院所、工程技术人员、用户的青睐。

[0004] 高压大功率变频器有多种拓扑结构,篇幅所限,本说明书仅针对在市场上应用最为广泛的单元串联多电平型高压变频器进行叙述。本专利所述技术应用于其他拓扑结构的高压变频器时,其工作原理、拓扑结构、控制方法与本说明书的叙述完全相同。

[0005] 这种高压变频器结构已经在中国发明专利 ZL97100477.3 中公开。该高压变频器在电网侧有一个整流变压器,此整流变压器有多个副边绕组,为了抑制对电网的谐波,这些副边绕组常常采用曲折绕法,达到移相的效果,分别给各个串联的功率单元供电。每个功率单元为 3 相输入、单相输出的电压源型变频器。

[0006] 在电路原理上,此整流变压器起到了隔离的作用,使各功率单元相互之间在输入侧隔离,这样,由于功率单元的逆变桥在输出侧相互串联,功率单元的整体电位(电势)就会逐级提高。

[0007] 通常,此整流变压器有一个辅助绕组,为变频器的冷却风机供电。

[0008] 目前,高压变频器在高压上电时,通常采用直接冲击的方法,即直接闭合为其供电的高压断路器。用这种方法在高压上电时,会对高压电网产生 7 至 10 倍于额定电流的冲击电流,影响电网的安全、稳定运行。同时,会对功率单元内的直流电容和整流器件产生很大的冲击电流,影响其使用寿命。

[0009] 一种解决方法是在变频器的高压输入侧安装激磁涌流抑制电路。该电路由限流电阻和与之并联的高压开关(高压真空断路器或者高压真空接触器)组成。该电路串联在高压电源与高压变频器的输入端之间。在高压上电前,高压开关处于断开状态,通过限流电阻对高压变频器进行充电,充电完成后,闭合高压开关,充电过程结束。由于该电路属于高压电路,所用的器件为高压器件,所以成本远高于本专利所述电路,体积也远大于本专利所述电路。

[0010] 另一种解决方法是通过低压电源和限流电阻向整流变压器的辅助绕组供电,通过变压器在副边绕组上产生感应电压,对功率单元的直流电容进行充电。随着充电过程的进行,逐渐用交流接触器旁路掉部分限流电阻,充电完成后,断开充电电路,闭合高压断路器。

这种方法虽然能够实现用低压电源对变频器的充电,但是存在着一些问题:第一,由于整流变压器整机的额定容量远大于其辅助绕组的额定容量,因此通过辅助绕组激磁时,稳态激磁电流非常大,过大的激磁电流会在限流电阻上产生过大的电压降,如果选择较少的交流接触器,每次旁路的电阻阻值较大,则每次旁路突加在辅助绕组上的电压较高,从而每次用交流接触器旁路电阻时会对低压电源产生很大的冲击电流,同时也对功率单元中的直流电容有一定的冲击,如果选择较多的交流接触器,则成本较高;第二,如果为了节省成本,省去最后一级交流接触器,在断开充电电路前未旁路所有限流电阻,则考虑到电阻上的电压降,预充电是不充分的,在高压上电时仍会有冲击电流;第三,由于过大的激磁电流使电阻严重发热,因而此电路需要采用大功率电阻,体积大,成本高,效率低。

发明内容

[0011] 本发明的发明目的是解决现有技术中存在的问题,提供一种通过谐振式电路产生激磁电流对变压器进行励磁的预充电电路及其控制方法,避免了变压器激磁电流对预充电的影响,最大限度地降低了电路损耗,提高了系统效率,降低了系统成本,降低了上电过程对电网和功率单元的冲击。

[0012] 本发明的发明目的是通过下述技术方案予以实现的:

[0013] 一种用于高压变频器的谐振式预充电电路,其特征在于,包括:辅助绕组、三相电容器组、限流电阻组、交流接触器和三相交流低压电源;

[0014] 所述辅助绕组设置在整流变压器的副边侧;所述三相电容器组的三个端一方面与辅助绕组相连,另一方面通过所述限流电阻组与所述三相交流低压电源相连;在限流电阻组与三相交流低压电源之间设置有交流接触器;

[0015] 所述三相电容器组由一个三相电容器构成或者由多个三相电容器相互并联构成;所述每个三相电容器由三组单相电容器按照星型接法或者三角型接法相互连接构成;所述每组单相电容器由一个或者多个单相电容器并联构成。

[0016] 所述的三相交流低压电源一般采用用户现场为高压变频器提供的 380V 控制电源,在条件允许的情况下,尽量选择与高压变频器接入的高压电源相位相同的低压电源。

[0017] 所述三相电容器组的容抗与辅助绕组自感的感抗相匹配。

[0018] 所述限流电阻组可以替换为电感组。

[0019] 在所述辅助绕组与三相电容器组之间还可以设有第二交流接触器。

[0020] 一种用于高压变频器的谐振式预充电控制方法,包括如下步骤:

[0021] (1) 当高压变频器准备高压上电时,首先闭合所述交流接触器,为所述高压变频器充电;

[0022] (2) 检测高压变频器的充电情况,当高压变频器充电完成后,断开所述交流接触器;

[0023] (3) 当所述交流接触器断开后,闭合为高压变频器提供高压电源的高压断路器,使高压变频器接入高压电源,完成高压变频器高压上电过程。

[0024] 一种用于高压变频器的谐振式预充电控制方法,用于所述低压电源与高压电源相位相同的情形,包括如下步骤:

[0025] (a1) 当高压变频器准备高压上电时,首先闭合所述交流接触器,为所述高压变频

器充电；

[0026] (a2) 检测高压变频器的充电情况,当高压变频器充电完成后,闭合为高压变频器提供高压电源的高压断路器,使高压变频器接入高压电源；

[0027] (a3) 当所述高压断路器闭合后,断开所述交流接触器,完成高压变频器高压上电过程。

[0028] 在所述步骤(a1)闭合交流接触器的同时,闭合所述第二交流接触器;在所述步骤(a3)断开交流接触器的同时,断开所述第二交流接触器。

[0029] 本发明的有益效果是:该谐振式预充电电路通过在辅助绕组与限流电阻组之间并联有三相电容器组,使得该三相电容器组与辅助绕组上的各相线绕组形成 LC 振荡回路,从而由三相电容器组与辅助绕组所形成的 LC 振荡回路对整流变压器产生激磁电流,避免了因激磁电流在限流电阻上消耗较大功率而引起的电路消耗大,成本高,效率低等问题。

附图说明

[0030] 图 1 为单元串联多电平高压变频器的结构；

[0031] 图 2 为典型的功率单元结构；

[0032] 图 3 为用于高压变频器的谐振式预充电电路的电路图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述。

[0034] 图 3 是用于高压变频器的谐振式预充电电路的电路图。如图所示,高压变频器的整流变压器 1 包括有原边绕组 2 和副边绕组 3。所述用于高压变频器的谐振式预充电电路设置在整流变压器 1 的副边侧,包括:辅助绕组 4、三相电容器组 5、限流电阻组 6、交流接触器 7 和三相交流低压电源 8。

[0035] 所述辅助绕组 4 设置在整流变压器的副边侧,与该原边绕组 2 相对应。所述三相电容器组 5 由一个三相电容器构成或者由多个三相电容器相互并联构成。其中每个三相电容器由三组单相电容器按照星型接法或者三角型接法相互连接构成。每组单相电容器由一个或者多个单相电容器并联构成。所述三相电容器组 5 的三端分别与辅助绕组 4 的三相线相对应,一方面与辅助绕组 4 相连,另一方面则通过限流电阻组 6 与三相交流低压电源 8 相连。所述限流电阻组 6 由三个限流电阻构成,分别对应辅助绕组 4 的三个相线。在限流电阻组 6 与三相交流低压电源 8 之间设置有交流接触器 7,以控制该线路的断开或闭合。

[0036] 如上述结构的谐振式预充电电路相较于现有高压变频器的预充电电路其主要特点是在辅助绕组 4 与限流电阻组 6 之间并联有三相电容器组 5,使得该三相电容器组 5 与辅助绕组 4 上的各相线绕组形成 LC 振荡回路。这样,在高压变频器进行预充电时就不再是由三相交流低压电源通过限流电阻对整流变压器产生激磁电流,而是由三相电容器组 5 与辅助绕组 4 所形成的 LC 振荡回路对整流变压器产生激磁电流。因此,通过本发明所设计的谐振式预充电电路对整流变压器进行充电过程中,其实质流经限流电阻的激磁电流非常小,这样就避免了前面所说的现有技术中对电阻功率要求大,成本高,效率低等问题。

[0037] 所述三相交流低压电源 8 一般采用用户现场为高压变频器提供的 380V 控制电源。该三相交流低压电源 8 既可以选用与高压变频器接入的高压电源相位相同的低压电源,也

可以选用与高压变频器接入的高压电源相位不同的低压电源。但是,当该三相交流低压电源 8 选用与高压变频器接入的高压电源相位不同的低压电源时,由于变压器存在激磁涌流,这种情形下在高压上电时,对高压电网仍可能产生冲击电流,冲击电流的幅度由高压合闸时刻的高压电网电压相位,和预充电电路中交流接触器断开时刻的低压三相交流低压电源电压相位之差决定。因此,为了尽可能减小冲击电流对高压电网的冲击影响,在有条件的情况下应尽量选用与高压变频器接入的高压电源相位相同的低压电源作为三相交流低压电源。

[0038] 另外,本发明所设计结构的谐振式预充电电路中,流经限流电阻的激磁电流大小是由辅助绕组的单相自感与三相电容器组的单相电容匹配关系决定的。

[0039] 设整流变压器辅助绕组的星型等效单相自感为 L ,电网的额定频率为 f ,则其工频感抗为

$$[0040] \quad X_L = 2\pi fL$$

[0041] 设电容器的星型等效单相容值为 C ,则其工频容抗为:

$$[0042] \quad X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

[0043] 为了满足并联谐振条件,感抗和容抗取相同的数值。根据电路学原理,此时,电感、电容并联支路的总导纳为:

$$[0044] \quad Y = \frac{1}{jX_L} + \frac{1}{-jX_C} = 0, \text{ (式中, } j \text{ 为虚数单位)}$$

[0045] 总阻抗 $Z = \frac{1}{Y}$ 为无穷大,即稳态时从三相交流低压电源流入的电流为零。

[0046] 在充电的动态过程中,由于并联谐振支路的总阻抗与其上所加的电压无关,恒定为无穷大,因此三相交流低压电源仅提供充电用的有功电流和变频器空载损耗用的有功电流,无需提供变压器的激磁电流。因此,依据本发明所设计的谐振式预充电电路结构,只要三相电容器组与辅助绕组的设计匹配合适,理论上是有不会有激磁电流流过限流电阻组的,这也是本发明的主要设计目的。

[0047] 当然,在实际装置中,三相电容器组与辅助绕组并不一定能完全匹配,且变频器存在一定的空载损耗,因此充电完成后,三相交流低压电源将提供少量的有功电流。

[0048] 因此,本发明中所设计的限流电阻组 6 主要目的是为三相交流低压电源 8 提供电流限制。该预充电电路中限流电阻阻值的选取原则为:阻值不低于三相交流低压电源相电压与其设计承受的预充电电流之比,以保证在预充电过程中,三相交流低压电源自始至终不会发生过流。

[0049] 如果需要进一步降低充电过程的功率消耗,在允许增加一定成本的情况下,可以采用将所述的限流电阻组 6 替换成三个单相电感,或者一个三相电感的方式。在这种实施情况下,由于该限流电感不会影响到谐振电容与变压器辅助绕组自感间的谐振关系,因此不会降低到上述预充电电路的性能。

[0050] 另外,在实际使用中,根据辅助绕组额定容量的不同,可以选择在高压带电时始终接入三相电容器组或者高压带电时断开三相电容器组。前者辅助绕组直接与三相电容器组相连,用于辅助绕组容量较大的情形,这将有助于进一步提高变频器的功率因数,且可以省

去一个交流接触器。后者在辅助绕组 4 与三相电容器组 5 之间相连有一个交流接触器 9, 用于辅助绕组容量较小, 不足以长时间承受稳态激磁电流的情形, 在断开连至三相交流低压电源的接触器同时, 也断开该交流接触器 9, 改由高压侧提供变压器的激磁电流, 从而保护该辅助绕组 4。

[0051] 基于上述设计的用于高压变频器的谐振式预充电电路, 其充电过程控制方法具体包括如下步骤:

[0052] (1) 当高压变频器准备高压上电时, 首先闭合所述交流接触器 7, 为所述高压变频器充电;

[0053] (2) 检测高压变频器的充电情况, 当高压变频器充电完成后, 断开所述交流接触器 7;

[0054] (3) 当所述交流接触器 7 断开后, 闭合为高压变频器提供高压电源的高压断路器, 使高压变频器接入高压电源, 完成高压变频器高压上电过程。

[0055] 如前所述, 当该三相交流低压电源 8 选用与高压变频器接入的高压电源相位不同的低压电源时, 由于变压器存在激磁涌流, 这种情形下在高压上电时, 对高压电网仍可能产生冲击电流。因此, 依据上述控制方法高压上电的高压变频器仍然会对高压电网产生冲击电流。为避免这一情况, 在有条件的情况下应选用与高压变频器接入的高压电源相位相同的低压电源作为三相交流低压电源。在这种情况下, 上述充电过程控制方法则可调整为如下步骤:

[0056] (a1) 当高压变频器准备高压上电时, 首先闭合所述交流接触器 7, 为所述高压变频器充电;

[0057] (a2) 检测高压变频器的充电情况, 当高压变频器充电完成后, 闭合为高压变频器提供高压电源的高压断路器, 使高压变频器接入高压电源;

[0058] (a3) 当所述高压断路器闭合后, 断开所述交流接触器 7, 完成高压变频器高压上电过程。

[0059] 依据上述控制流程对高压变频器的预充电过程进行控制, 则可完全避免前面所说的由于整流变压器中存在激磁涌流, 而对高压电网造成冲击影响。

[0060] 另外, 针对前面所述辅助绕组容量较小, 不足以长时间承受稳态激磁电流, 而在辅助绕组 4 与三相电容器组 5 之间相连有一个交流接触器 9 的情况, 应该在上述步骤 (1) 和 (a1) 闭合交流接触器 7 的同时, 闭合所述交流接触器 9; 在上述步骤 (2) 和 (a3) 断开交流接触器 7 的同时, 断开所述交流接触器 9。

[0061] 综上所述, 本发明所设计的用于高压变频器的谐振式预充电电路及其控制方法是通过在辅助绕组与限流电阻组之间并联有三相电容器组, 使得该三相电容器组与辅助绕组上的各相线绕组形成 LC 振荡回路, 从而由三相电容器组与辅助绕组所形成的 LC 振荡回路对整流变压器产生激磁电流, 避免了因激磁电流在限流电阻上消耗较大功率而引起的电路消耗大, 成本高, 效率低等问题。本领域一般技术人员基于上述设计思想所做的任何不具有创造性的改造, 均应视为在本发明的保护范围之内。

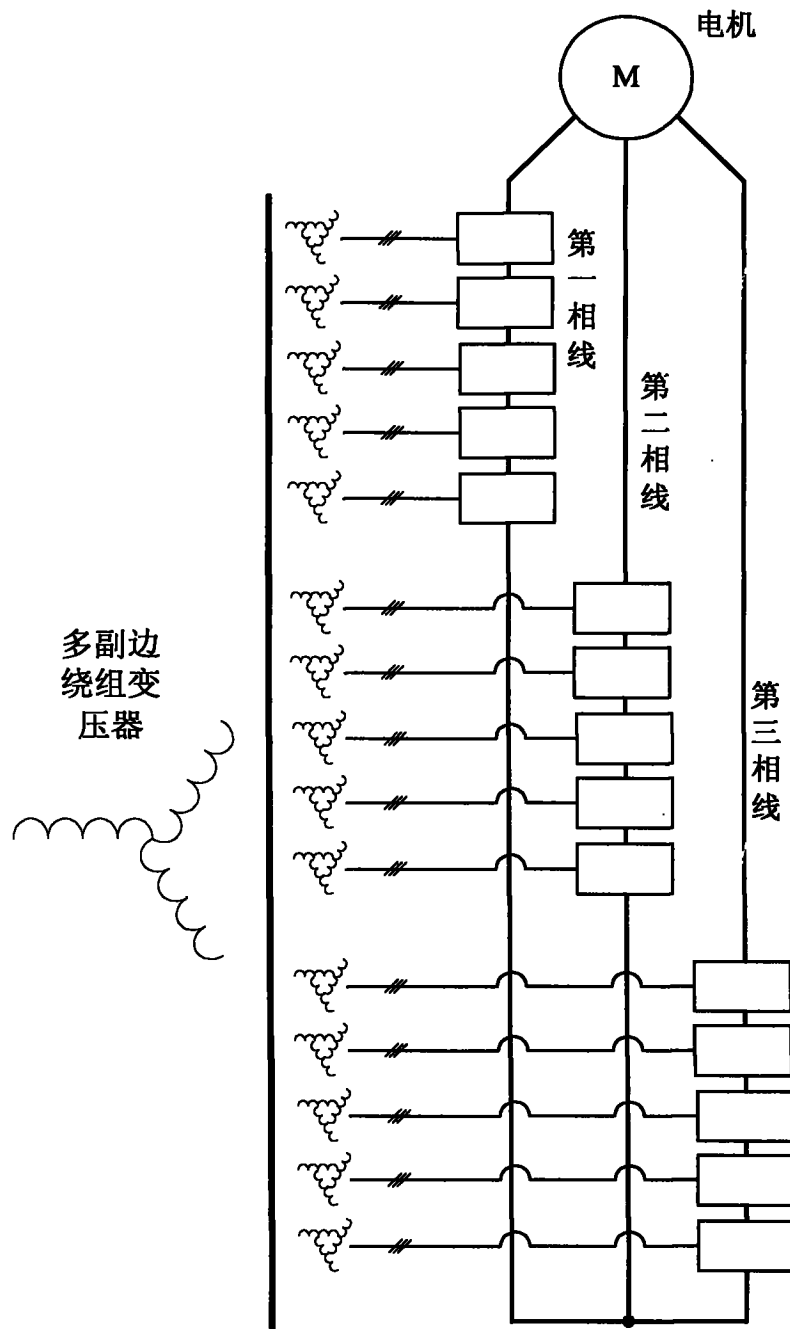


图 1

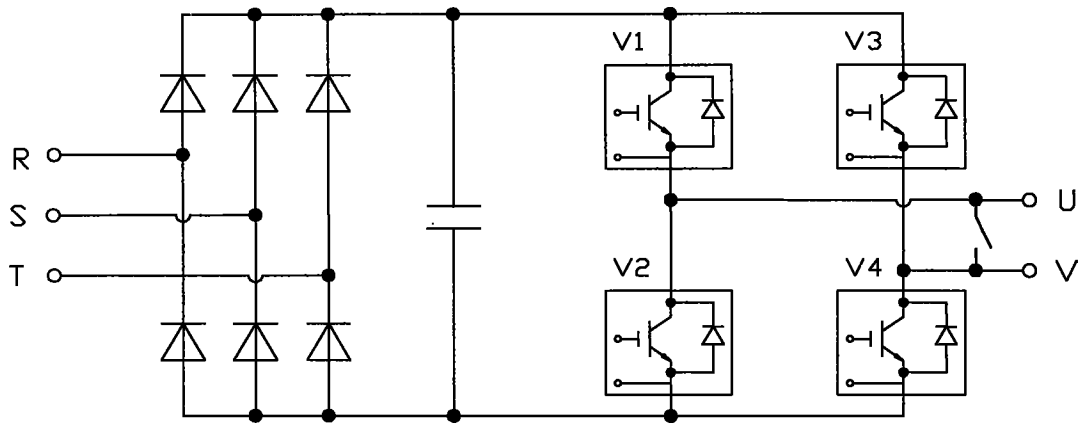


图 2

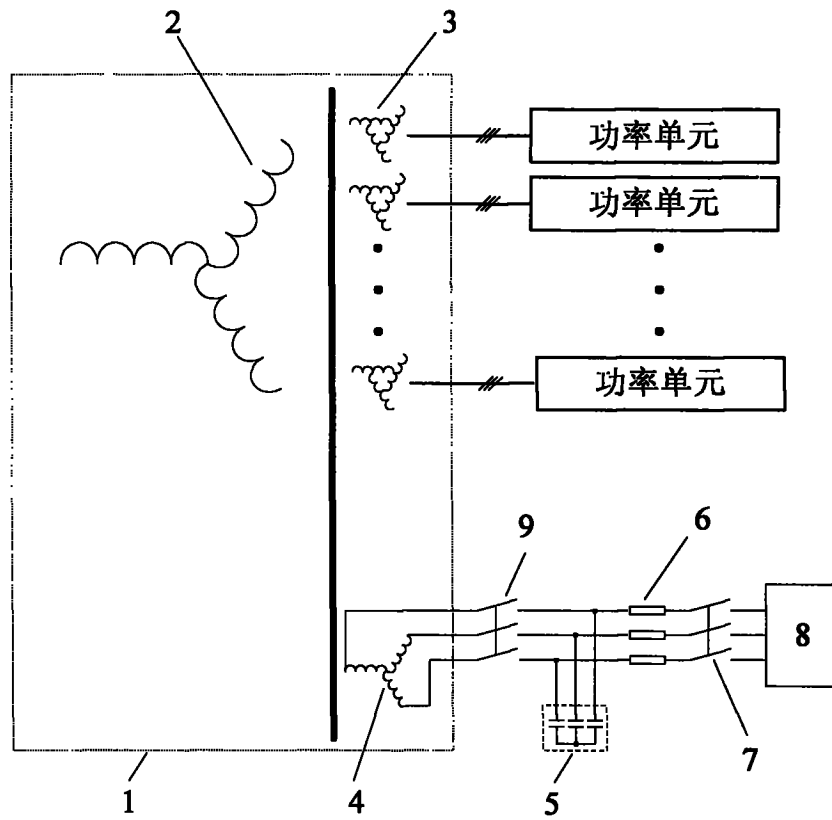


图 3