



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104319999 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201410572061. 5

(22) 申请日 2014. 10. 24

(71) 申请人 天地科技股份有限公司

地址 100013 北京市朝阳区和平里青年沟东
路 5 号煤炭科学研究总院天地大厦 128
室

(72) 发明人 崔义森

(74) 专利代理机构 北京国林贸知识产权代理有
限公司 11001

代理人 李桂玲 王敬智

(51) Int. Cl.

H02M 3/28 (2006. 01)

H02M 5/44 (2006. 01)

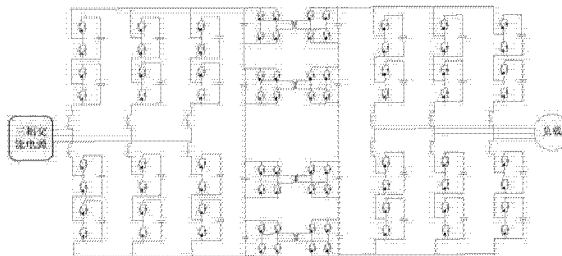
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于 MMC 的中高压变频调速电路

(57) 摘要

本发明涉及一种基于 MMC 的中高压变频调速电路,包括:级联整流电路、级联逆变电路,输入电容和输出电容之间通过高频隔离 DC/DC 变换器连接,高频隔离 DC/DC 变换器包括:带有四个功率开关器件的原边 H 桥,原边 H 桥的输出端与高频变压器的原边线圈连接,高频变压器副边线圈与副边 H 桥的输入端连接,副边 H 桥的输出端跨接在输出电容的两端。本发明采用高频隔离 DC/DC 变换器将 MMC 变频调速系统的整流段和逆变端隔离。本发明无需使用工频变压器,可高效的实现能量的传输与回馈。由于增加了高频隔离 DC/DC 变换器,使得整流器和逆变器可以安全工作不受彼此影响,在保证能量高效传输的同时实现更加安全可靠的工作。



1. 一种基于 MMC 的中高压变频调速电路,包括:与三相电源连接的带有多个 MMC 单元的级联整流电路、与负载连接的带有多个 MMC 单元的级联逆变电路、串联连接在级联整流电路两个输出端的多个输出电容,和串联连接在级联逆变电路输入两端的输入电容,其特征在于,所述的输出电容和输入电容之间通过与至少一个高频隔离 DC/DC 变换器连接,所述的高频隔离 DC/DC 变换器包括:带有四个功率开关器件的原边 H 桥,所述的原边 H 桥的输入端跨接在一个输出电容两端,所述原边 H 桥的输出端与高频变压器的原边线圈连接,所述的高频变压器副边线圈与带有四个功率开关器件的副边 H 桥的输入端连接,所述的副边 H 桥的输出端跨接在一个输入电容的两端。

2. 根据权利要求 1 所述的中高压变频调速电路,其特征在于,所述的功率开关器件是 MOSFET 或 IGBT 中的一种。

一种基于 MMC 的中高压变频调速电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于 MMC (Modular Multilevel Converter) 的中高压变频调速电路,是一种带有高频隔离的级联 MMC 变频器,是一种基于 MMC 的中高压变频调速电路。

背景技术

[0002] 随着科学技术与工业现代化的迅猛发展和对节约能源的要求,应用于大功率场合的中高压电力电子变频器起着越来越重要的作用。基于电力电子变压器(PET)的中高压变频器在高电压大功率变频调速、有源电力滤波装置和电力系统无功补偿等领域已得到成功的应用。近年来,基于 MMC 的中高压变频调速系统因其谐波污染低,模块结构简单且集成度高,容错能力强等优势,逐渐成为变频调速领域的研究热点。作为一种新型级联式多电平变频器,基于 MMC 的中高压变频器最主要的优势在于摆脱了工频变压器的限制,在缩小自身体积的前提下大大提高了能量的传输效率,完美的功率因数调节以及低谐波污染可以使得变频器将从电网吸收的全部能量以非常低的损耗传递给负载。这为电力传动系统尤其矿井变频调速系统中能源节约以及能量的高效传输的实现提供了切实可行的方案。

[0003] 虽然,基于 MMC 的中高压变频调速系统得到了一定程度的发展,但其自身存在的问题还需要进一步改进。针对基于 MMC 的背靠背变频调速系统存在的整流侧与逆变侧不能完全实现有效隔离的问题,任何一侧出现击穿、短路等事故时,都会影响到另一侧,甚至整个整流、逆变系统,使整个系统全部破坏。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的问题,本发明提出了一种基于 MMC 的中高压变频调速电路。所述的电路能够在实现整流和逆变隔离的基础上提高能量的传递效率,实现变频调速系统更加高效、可靠地运行。

[0005] 本发明的目的是这样实现的:一种基于 MMC 的中高压变频调速电路,包括:与三相电源连接的带有多个 MMC 单元的级联整流电路、与负载连接的带有多个 MMC 单元的级联逆变电路、串联连接在级联整流电路两个输出端的多个输出电容,和串联连接在级联逆变电路输入两端的输入电容,所述的输出电容和输入电容之间通过与至少一个高频隔离 DC/DC 变换器连接,所述的高频隔离 DC/DC 变换器包括:带有四个功率开关器件的原边 H 桥,所述的原边 H 桥的输入端跨接在一个输出电容两端,所述原边 H 桥的输出端与高频变压器的原边线圈连接,所述的高频变压器副边线圈与带有四个功率开关器件的副边 H 桥的输入端连接,所述的副边 H 桥的输出端跨接在一个输入电容的两端。

[0006] 进一步的,所述的功率开关器件是 MOSFET 或 IGBT 中的一种。

[0007] 本发明产生的有益效果是:本发明采用高频隔离 DC/DC 变换器将 MMC 变频调速系统的整流侧和逆变侧隔离。使用本发明的变频器无需使用移相工频变压器,可以高效的实现能量的传输与回馈。由于在变频调速系统中增加了高频隔离 DC/DC 变换器,使得整流器和逆变器可以安全工作不受彼此影响。这种变频调速系统可以在保证能量高效传输的同时

实现更加安全可靠的工作,从而使得此种基于 MMC 的中高压变频调速电路在大功率电力电子变压器,大功率中高压交-直-交变频传动等应用领域的具有重要的实用价值。

附图说明

[0008] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0009] 图 1 是本发明的实施例一所述电路的原理框图;

图 2 是本发明的实施例一所述电路的拓扑原理图。

具体实施方式

[0010] 实施例一:

本实施例是一种基于 MMC 的中高压变频调速电路,图 1、2 所示。本实施例包括:与三相电源连接的带有多个 MMC 单元的级联整流电路、与负载连接的带有多个 MMC 单元的级联逆变电路、串联连接在级联整流电路两个输出端的多个输出电容,和串联连接在级联逆变电路输入两端的输入电容,所述的输出电容和输入电容之间通过与至少一个高频隔离 DC/DC 变换器连接,所述的高频隔离 DC/DC 变换器包括:带有四个功率开关器件的原边 H 桥,所述的原边 H 桥的输入端跨接在一个输出电容两端,所述原边 H 桥的输出端与高频变压器的原边线圈连接,所述的高频变压器副边线圈与带有四个功率开关器件的副边 H 桥的输入端连接,所述的副边 H 桥的输出端跨接在一个输入电容的两端。

[0011] 本实施例所述的中高压变频调速电路包括三个部分:级联整流电路、高频隔离 DC/DC 变换器和级联逆变电路,如图 1 所示。

[0012] 级联整流电路包括 MMC 单元、三相输入电感、桥臂电感、输出电容。级联整流电路的作用是将三相输入侧的交流高压整流为直流。每个 MMC 单元包括两个功率开关器件,两个功率开关器件串联,串联后的功率开关器件与储能电容并联从而组成一个 MMC 单元。本实施例为三相电源输入,每一相串联的 MMC 单元分为上下桥臂两部分,上下桥臂部分经两个桥臂电感连接到一起。每相输入电感分别连接输入电源和桥臂电感连接中点。每相 MMC 单元剩余的两个公共端并联在一起组成一组直流母线,直流母线的两端与输出电容相连,共同组成三相星接的级联整流器。MMC 单元的个数由三相输入电压确定。对于三相电源来说至少应当有六个 MMC 单元,即每相在整流过程中使用两个 MMC 单元,而三相则是六个。如果要将变频电路用在更高的电压工作场合,可以串联更多的 MMC 单元。所需 MMC 单元的个数是根据三相输入电压和每个功率开关器件的耐压能力决定的。

[0013] 本实施例中直流母线的两端(包括整流侧和逆变侧)连接的输出电容和输入电容可以是两个单个电容,也可以是两串串联的电容。串联电容的个数可以与高频隔离 DC/DC 变换器个数相同,也可以不同。在通常情况下,如果只有一个高频隔离 DC/DC 变换器,则可以只使用一个输出电容和一个输入电容,如果有两个高频隔离 DC/DC 变换器则需要使用两个输入电容和两个输出电容,余此类推。

[0014] 高频隔离 DC/DC 变换器是本实施例的关键,其中包括两组对称的 H 桥(原边 H 桥和副边 H 桥)、高频变压器等。高频隔离 DC/DC 变换器的作用是实现整流侧和逆变侧的隔离,将整流侧的能量传递到逆变侧,同时防止逆变侧或整流侧任何一方出现事故而影响另一侧,避免事故的扩散,保证电网或负载的安全。

[0015] 每一组 H 桥包括 4 个大功率的功率开关器件。功率开关器件两个一组串联起来然后再并联到一起组成 H 桥。高频变压器主要起到隔离作用,其原边和副边分别接两组 H 桥的交流端,组成高频隔离 DC/DC 变换器。原边 H 桥在功率开关器件的触发信号的控制下,将整流电路输出的直流电变换为高频交流电,通过高频变压器的原、副边的感应,在副边产生高频交流电,再经过副边 H 桥,在副边 H 桥的功率开关器件的触发信号控制下,将高频交流电变换为直流电。根据功率传递要求,高频隔离 DC/DC 变换器可以单独使用,也可以若干个并联使用,实现能量的高效传输。

[0016] 本实施例所述的大功率的功率开关器件是指额定功率在数千瓦,或数十千瓦的功率开关器件。在 MMC 和 H 桥中的这些功率开关器件可以是各种形式的功率开关器件,例如:MOSFET 或 IGBT,以及其他相应的器件。

[0017] 功率开关器件组成的高频隔离 DC/DC 变换器的优势在于:更改功率开关器件的触发信号,可以控制电路中能量的双向传输。本实施例也正是利用了高频隔离 DC/DC 变换器的这一优势。在传统使用工频变压器的变频调速系统中,工频变压器的体积和成本是很大的。原因很简单,在工频下传递较大的功率,就需要较大体积的工频变压器,较大体积的工频变压器意味着成本的增加。而本实施例利用高频隔离 DC/DC 变换器取代传统的工频变压器,在提高能量传输效率的前提下,减少了电路的体积,降低了电路的制作成本。

[0018] 如同变频调速电路中增加 MMC 模块单元一样,高频隔离 DC/DC 变换器的个数主要由整个负载的功率和使用的功率开关器件的功率(成本)决定。并联多个高频隔离 DC/DC 变换器,可以使逆变器的额定功率成倍增加。

[0019] 高频变压器的变比可以选择为 1:1,也可以选择为其它变比。变比的选择完全根据具体场合的需要进行。在多数情况下可以选择变比为 1:1,这样可以随意的进行能量进出方向的调整。而在一些特殊的场合下,例如需要优化某个参数,比如功率、电流、功率因数等,则可以通过选择合适的变比,并配合合适的控制策略来实现上述目的。

[0020] 级联逆变电路包括输入电容、MMC 单元、桥臂电感以及负载。级联逆变电路的作用是将 DC/DC 变换器得到的电压逆变为三相交流电供负载使用。与级联整流电路类似,级联逆变器的每个 MMC 单元同样包括两个大功率 MOSFET 或 IGBT (功率开关器件),两个功率开关器件串联,串联后的功率开关器件与储能电容并联从而组成一个 MMC 模块单元。每相 MMC 单元的两个公共端并联在一起组成一组直流母线,直流母线的两端与输出电容相连。每一相串联 MMC 单元分为上下桥臂两部分,上下桥臂部分经两个桥臂电感连接到一起。桥臂电感连接中点与负载相连,组成级联式多电平逆变电路。

[0021] 级联逆变电路中的 MMC 单元的个数与级联整流电路中的 MMC 单元个数可以相同,也可以不相同。主要根据负载的整个变频调速电路的额定功率、功率开关器件的成本综合考虑,确定 MMC 模块单元的个数。

[0022] 由于在本实施例中,对输入端和输出端而言,电路都是完全对称的,因此,本实施例的输入端和输出端是相对的,只要改变变频器电路的控制方式,输入端可以成为输出端,而输出端则变为输入端。这样的电路有一个优势,即在一些场合下,可以实现能力互换。例如:本实施例应用在抽水蓄能发电站的发电机-水泵电机的场合,就可以发挥极大的作用。在抽水蓄能的过程中,负载(水泵电机)使用电网的电驱动水泵;当利用蓄水池中的水流发电时刚好相反,水泵电机成了发电机,输出能量,而原来吸取电网能量的一端成为负载

端。而使用本实施例的整流、隔离和逆变电路,其硬件完全不用改变,也无需使用倒闸等手段,只需改变各个 MMC 单元和 高频隔离 DC/DC 变换器各个功率开关器件的触发信号控制方式,就可以随意的改变能量的流动方向。如果各个 MMC 单元和 高频隔离 DC/DC 变换器各个功率开关器件,使用了具有数字存储和计算功能的数字处理装置对各个可控制器件进行功率开关器件的触发信号控制,则在能量方向的掌控方面,只需更改数字处理装置中的软件即可,实现了软供电控制。

[0023] 实施例二：

本实施例是实施例一的改进,是实施例一关于功率开关器件的细化。本实施例所述的功率开关器件是 MOSFET 或 IGBT 中的一种。

[0024] 最后应说明的是,以上仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳布置方案对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案(比如整个电路的连接方式、MMC 和 H 桥的连接方式等)进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围。

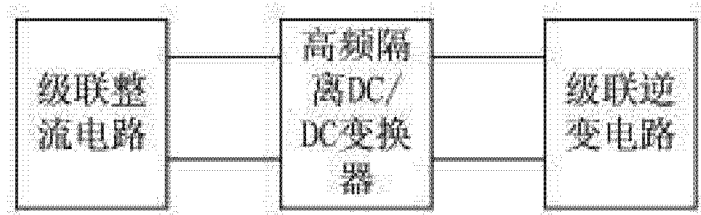


图 1

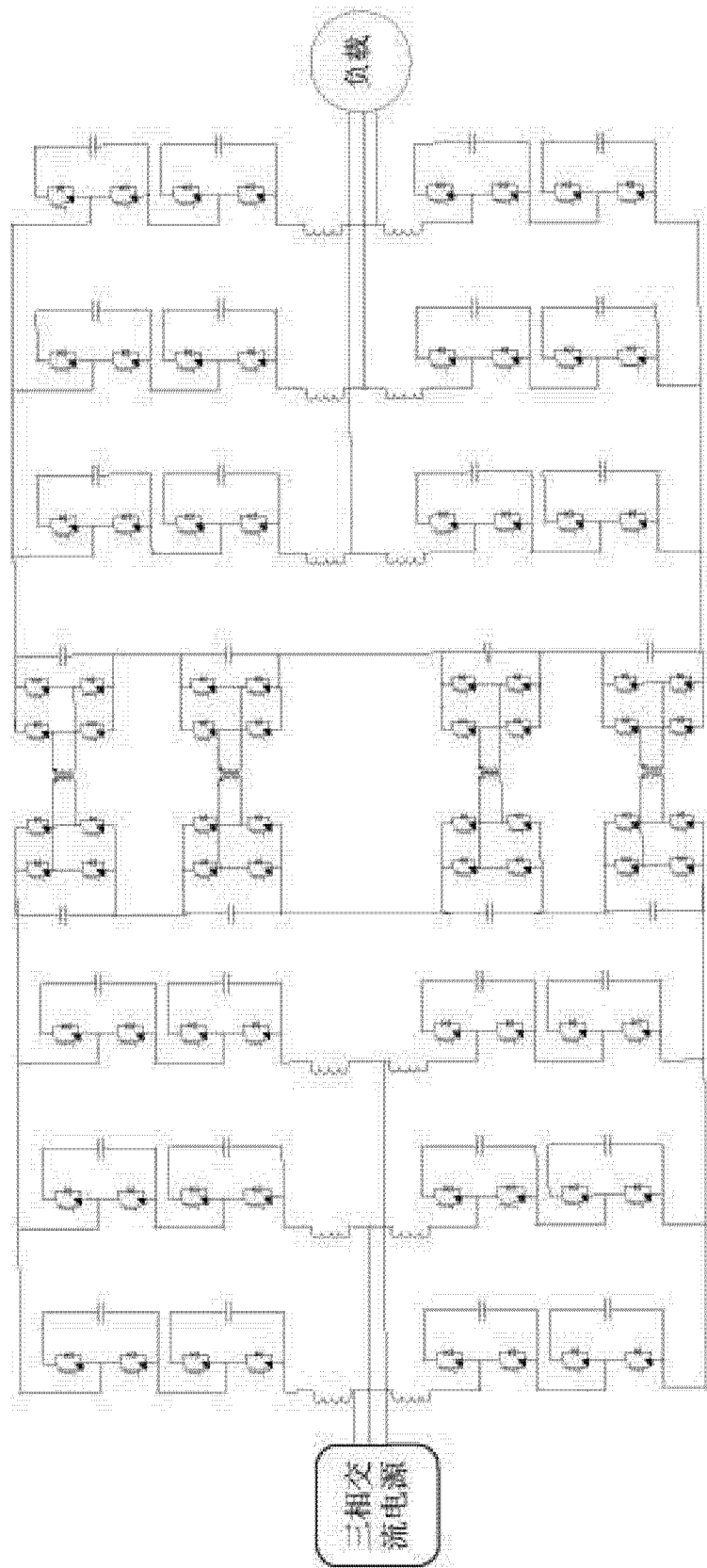


图 2