



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104868740 B

(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201510246582.6

(22)申请日 2015.05.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104868740 A

(43)申请公布日 2015.08.26

(73)专利权人 西交利物浦大学
地址 215123 江苏省苏州市工业园区独墅湖高等教育区仁爱路111号

(72)发明人 文辉清

(74)专利代理机构 苏州创元专利商标事务所有
限公司 32103

代理人 范晴

(51)Int.Cl.
H02M 3/335(2006.01)

(56)对比文件

CN 103516224 A,2014.01.15,

CN 104158405 A,2014.11.19,

CN 104485820 A,2015.04.01,

US 2003002304 A1,2003.01.02,

CN 103199707 A,2013.07.10,

赵彪等.双重移相控制的双向全桥DC-DC变换器及其功率回流特性分析.《中国电机工程学报》.2012,第32卷(第12期),第43-50页.

审查员 魏劲夫

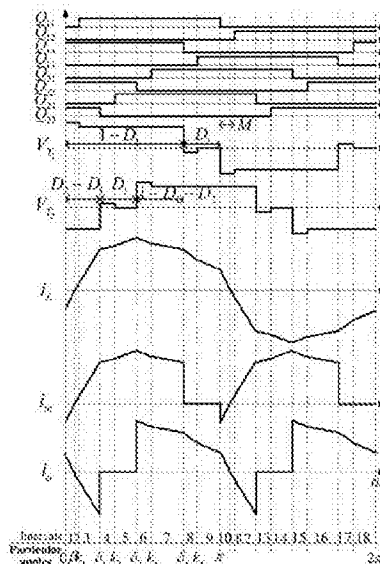
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法,在直流变换器同一桥臂上下管器件设置死区,采用双移相调制,分别设置变压器副边侧器件相对于原边侧器件、以及变压器同侧器件桥臂间的移相系数,建立双移相调制各工作模式下考虑死区及器件导通压降因素的精确功率流模型,设置最小电感电流有效值为优化目标方程求解获取最优变量组合;本发明建立考虑死区及管压降影响的精确功率流数学模型,然后基于最小电感电流有效值原则确定最优变量组合。该方法能克服死区及器件导通压降对输出功率的影响,优化结果能直接用于控制,再无需死区补偿操作,能精确控制输出功率并提高变换器效率。



1. 一种基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法,所述直流变换器为双向全桥直流变换器,其特征在于,所述优化方法包括以下步骤:

(1) 将双向全桥直流变换器的八个开关管Q11~Q14及Q21~Q24的驱动脉冲均设置为频率相同、占空比为50%的方波;设置变压器原边连接的第一全桥变换器B1中的开关管Q11、Q13分别与Q12、Q14的驱动脉冲互补,变压器副边连接的第二全桥变换器B2的开关管Q21、Q23分别与Q22、Q24的驱动脉冲互补;同一桥臂上下管器件设置死区,定义死区时间占半个导通周期的比例为M,M的范围是[0,0.1];

(2) 采用双移相调制,变压器副边侧器件相对于原边侧器件的移相系数设置为D2,其范围是[0,1];变压器同侧器件桥臂间的移相系数设置为D1,其范围是[0,1];

(3) 定义输出功率参考表达式为: $P_o = dV_s^2 / (4L_s f_s)$, $d = V_{T2} / (NV_{T1})$,其中VT1表示变压器原边电压,VT2表示折算到原边的变压器副边电压;VS1表示第一全桥变换器B1连接电源的电压,Ls表示高频电感Ls的值;

(4) 定义变压器原、副边器件导通压降相对于原边电压的系数分别为k1和k2,建立双移相调制各工作模式下考虑死区及器件导通压降因素的精确功率流模型,双移相模式下双向全桥直流变换器的精确功率流模型的标么值是:

$$P_o = \frac{1}{d} (2D_2 - D_1^2 - 2D_2^2 - M - 2k_2M - D_1M - 2k_1D_1M + 2D_2M + 2k_2D_1M + k_2M^2 - M^2)$$

设置该输出功率模型为优化约束条件;

(5) 设置最小电感电流有效值为优化目标方程求解获取最优变量组合;

(6) 将最优变量组合列成表格供实时优化查表用。

一种基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及直流变换器,特别涉及一种基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法。

背景技术

[0002] 作为智能电网储能系统必要的能量缓冲环节,储能系统获得广泛的应用。例如蓄电池、飞轮和超级电容器等储能单元通过双向直流变换器功率界面提供能量缓冲,达到改善电能质量和提高能量利用率的目的。双向直流变换器的效率优化是储能系统的关键技术之一。特别是考虑到超级电容器和储能电池的放电深度,变流器将工作于较宽的电压和功率范围。考虑到实际工作的功率范围极宽,因此全桥变换器工作于极宽的电压和功率范围,导致丢失软开关特性、产生明显的无功功率和环流,降低功率变换效率。

[0003] 考虑到传统移相控制只有一个控制变量,无法实现全电压和功率范围内的效率优化,因此必须增加控制变量,例如采用两个移相变量。而采用双移相控制时必须充分考虑死区、器件通态压降、电路寄生阻抗、RC吸收电路、及磁性元件气隙等非理想因素。实验测量发现,基于双移相调制的双向全桥直流变换器的实际输出功率以及各工作模式分布等与理论分析结果差异较大,而且采用双移相调制策略时,因双向变流器换流暂态引起的移相角漂移、能量死区以及直流偏磁问题,会随着引入新的移相和脉宽调制变量变得更加复杂。目前基于双移相调制的功率流模型都是理想模型,忽略了器件特性及开关暂态过程,造成变流器实验测量效率远低于理论分析,因此必须在不同时间尺度下建立基于双移相调制策略的功率流模型,必须考虑到非理想因素、换流暂态过程、各种变流器工况和双调制策略多种变量组合的影响。

发明内容

[0004] 为克服上述现有技术的缺陷,本发明提供一种基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法。

[0005] 本发明的技术方案是:

[0006] 一种基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法,所述直流变压器为双向全桥直流变换器,所述优化方法包括以下步骤:

[0007] (1) 将双向全桥直流变换器的八个开关管Q11~Q14及Q21~Q24的驱动脉冲均设置为频率相同、占空比为50%的方波;设置变压器原边连接的第一全桥变换器B1中的开关管Q11、Q13分别与Q12、Q14的驱动脉冲互补,变压器副边连接的第二个全桥变换器B2的开关管Q21、Q23分别与Q22、Q24的驱动脉冲互补;同一桥臂上下管器件设置死区,定义死区时间占半个导通周期的比例为M,M的范围是[0, 0.1];

[0008] (2) 采用双移相调制,变压器副边侧器件相对于原边侧器件的移相系数设置为D2,其范围是[0, 1];变压器同侧器件桥臂间的移相系数设置为D1,其范围是[0, 1];

[0009] (3) 定义输出功率参考表达式为: $P_o = dV_{T1}^2 / (4L_s f_s)$, $d = V_{T2} / (NV_{T1})$,其中VT1表示变

压器原边电压,VT2表示折算到原边的变压器副边电压;

[0010] (4) 定义变压器原、副边器件导通压降相对于原边电压的系数分别为 k_1 和 k_2 ,建立双移相调制各工作模式下考虑死区及器件导通压降因素的精确功率流模型,双移相模式下双向全桥直流变换器的精确功率流模型的标么值是:

$$P_2 = \frac{1}{d} (2D_1 - D_1^2 - 2D_2^2 - M - 2k_1 M - D_1 M - 2k_2 D_1 M + 2D_2 M + 2k_2 D_2 M + k_1 M^2 - M^2)$$

[0011] 设置该输出功率模型为优化约束条件;

[0012] (5) 设置最小电感电流有效值为优化目标方程求解获取最优变量组合;

[0013] (6) 将最优变量组合列成表格供实时优化查表用。

[0014] 本发明的优点是:

[0015] 本发明所提供的基于双移相调制双向全桥直流变换器的移相变量组合优化方法,首先研究器件换流暂态和非理想因素如死区、器件通态压降等对变流器输出功率特性的影响以建立考虑死区及管压降影响的精确功率流数学模型,然后基于最小电感电流有效值原则确定最优变量组合。该方法能克服死区及器件导通压降对输出功率的影响,优化结果能直接用于控制,再无需死区补偿操作,能精确控制输出功率并提高变换器效率。

附图说明

[0016] 下面结合附图及实施例对本发明作进一步描述:

[0017] 图1为本发明方法控制的双向全桥直流变换器的拓扑结构示意图;

[0018] 图2为本发明所述方法考虑死区及器件导通压降影响的双移相调制工作模式开关驱动时序图及典型工作波形;

[0019] 图3为本发明采用精确功率模型并以最小电感电流有效值为优化目标的最优移相变量组合分布图。

具体实施方式

[0020] 本发明中的双向全桥直流变换器的拓扑结构如图1所示,该变换器主要由两个全桥变换器B1和B2,两个直流滤波电容C1和C2,一个高频电感 L_s 和一个高频隔离变压器Tr组成;其中,第一全桥变换器B1由4个开关管Q11~Q14组成,第二全桥变换器B2由4个开关管Q21~Q24组成。第一全桥变换器B1连接电源VS1,第二全桥变换器B2连接电源VS2。

[0021] 本发明所揭示的基于双移相调制直流变换器的移相变量组合优化方法,包括以下步骤:

[0022] (1) 如图2所示,将双向全桥直流变换器的八个开关管Q11~Q14及Q21~Q24的驱动脉冲均设置为频率相同、占空比为50%的方波;设置变压器原边连接的第一全桥变换器B1中的开关管Q11、Q13分别与Q12、Q14的驱动脉冲互补,变压器副边连接的第二全桥变换器B2的开关管Q21、Q23分别与Q22、Q24的驱动脉冲互补;同一桥臂上下管器件设置死区,定义死区时间占半个导通周期的比例为M,M的范围是[0, 0.1];

[0023] (2) 采用双移相调制,变压器副边侧器件相对于原边侧器件的移相系数设置为 D_2 ,其范围是[0, 1];变压器同侧器件桥臂间的移相系数设置为 D_1 ,其范围是[0, 1];

[0024] (3) 定义输出功率参考表达式为: $P_2 = dV_2^2 / (4L_s f_s)$, $d = V_{2s} / (N V_{21})$,其中VT1表示变压

器原边电压,VT2表示折算到原边的变压器副边电压;

[0025] (4) 定义变压器原、副边器件导通压降相对于原边电压的系数分别为k1和k2,建立双移相调制各工作模式下考虑死区及器件导通压降因素的精确功率流模型,如双移相模式下双向全桥直流变换器的精确功率流模型的标么值是:

$$P_o = \frac{1}{d} (2D_1 - D_1^2 - 2D_2^2 - M - 2k_1 M - D_1 M - 2k_2 D_1 M + 2D_2 M + 2k_2 D_2 M + k_1 M^2 - M^2)$$

[0026] 设置该输出功率模型为优化约束条件;

[0027] (5) 设置最小电感电流有效值为优化目标方程求解获取最优变量组合;

[0028] (6) 如图3所示,将最优变量组合列成表格供实时优化查表用。

[0029] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明主要技术方案的精神实质所做的修饰,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

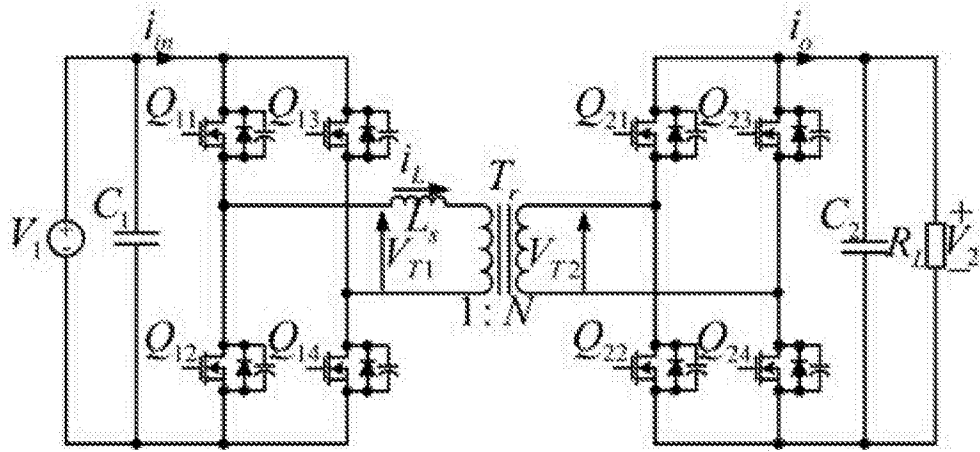


图1

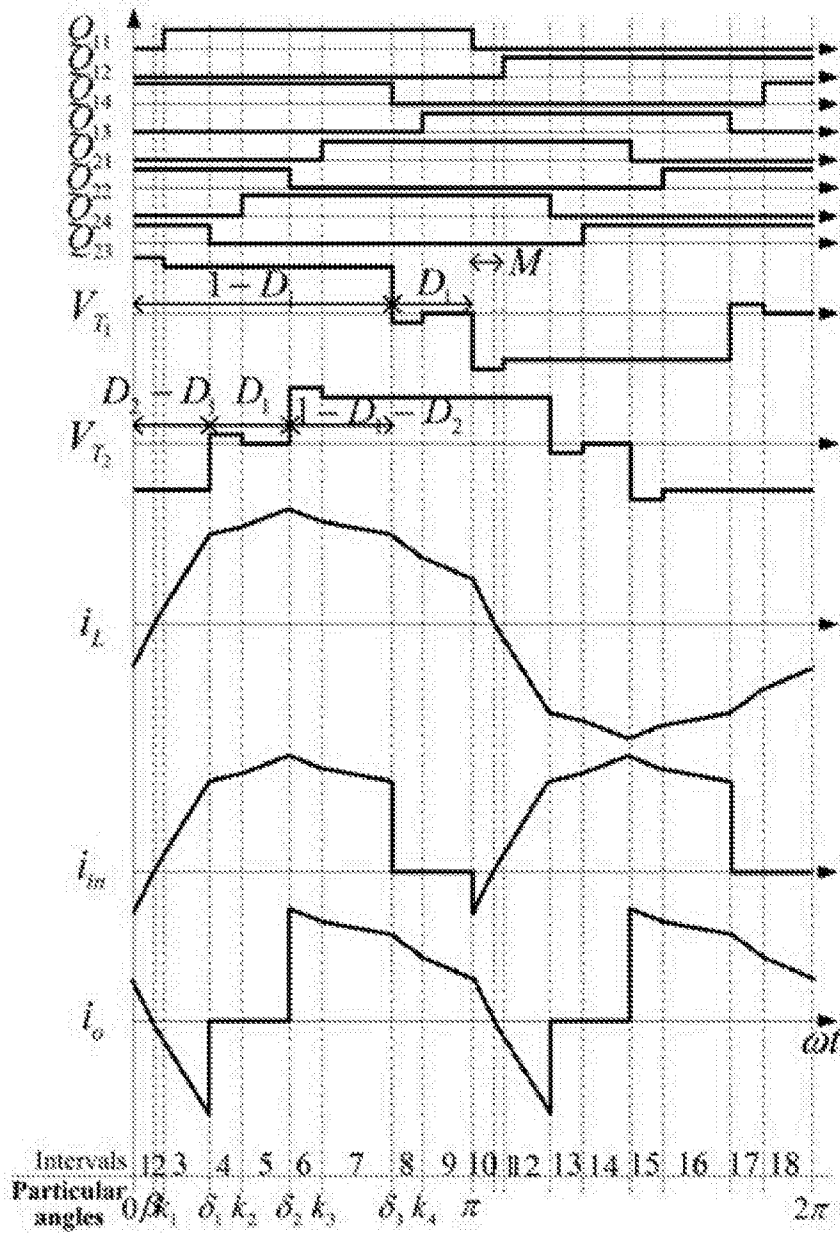


图2

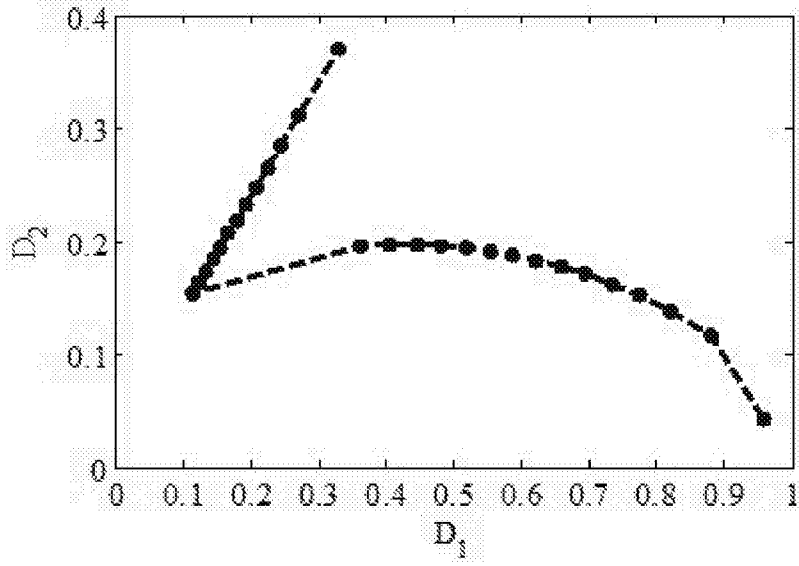


图3