(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101428570 B
(45)授权公告日 2010.11.03

(21)申请号 200810238810.5

(22)申请日 2008.12.03

(73)专利权人 北京交通大学
地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村3号

(72)发明人 郑琼林 杨晓峰 贺明智 王琛琛 林飞 黄先进 孙湖 张立伟 郝瑞祥 游小杰 杨中平

(51)Int.Cl.
H02J 3/18(2006.01)
B60M 3/00(2006.01)
B60M 3/06(2006.01)

审查员 马欲洁

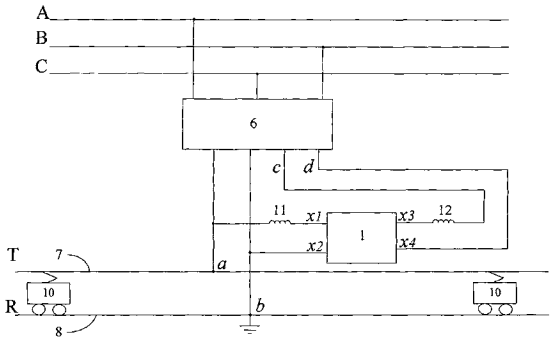
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54)发明名称

基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网装置

(57)摘要

本发明公开了一种基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网方式，涉及一种牵引供电方式。综合补偿装置(1)的第一交流侧出线端(x1)经由第一交流电抗器(11)接入牵引网接触线(7)和牵引变压器(6)的连接点(a)，第二交流侧出线端(x2)接入钢轨(8)和引变压器(6)的连接点(b)；第三交流侧出线端(x3)经由第二交流电抗器(12)和第四交流侧出线端(x4)一起接入牵引变压器(6)副边的第二绕组(cd)，本发明能够以补偿形式实现同相供电，解决了由于使用工频变压器带来的体积、成本增加及效率降低问题。



CN 101428570 B

1. 一种基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网装置，其特征在于，高压综合补偿装置 (1) 包括 2 个 K 级级联桥臂、2K 个储能电容、K 个隔离型双向直流变换器 (2)；隔离型双向直流变换器 (2) 由整流侧电压变换器 (3) 和逆变侧电压变换器 (4) 通过高频隔离变压器 (5) 连接构成；K 个整流侧电压变换器 (3) 的直流出线端依次通过左第一储能电容 (C_{A1})、左第二储能电容 (C_{A2})、……、左第 K 储能电容 (C_{AK}) 和左第一功率单元 (A_1)、左第二功率单元 (A_2)、……、左第 K 功率单元 (A_K) 并联，左第一功率单元 (A_1)、左第二功率单元 (A_2)、……、左第 K 功率单元 (A_K) 构成左侧 K 级级联桥臂 (1-1)，同时左第一功率单元 (A_1)、左第二功率单元 (A_2)、……、左第 K 功率单元 (A_K) 的交流侧输入、输出端依次串联连接，左第一功率单元 (A_1) 的交流侧输入端构成第一交流出线端 (x1)，左第 K 功率单元 (A_K) 的交流侧输出端构成第二交流出线端 (x2)；

K 个逆变侧电压变换器 (4) 的直流出线端依次通过右第一储能电容 (C_{B1})、右第二储能电容 (C_{B2})、……、右第 K 储能电容 (C_{Bk}) 和右第一功率单元 (B_1)、右第二功率单元 (B_2)、……、右第 K 功率单元 (B_K) 并联，右第一功率单元 (B_1)、右第二功率单元 (B_2)、……、右第 K 功率单元 (B_K) 构成右侧 K 级级联桥臂 (1-2)，同时右第一功率单元 (B_1)、右第二功率单元 (B_2)、……、右第 K 功率单元 (B_K) 的交流侧输入、输出端依次串联连接，右第一功率单元 (B_1) 的交流侧输入端构成第三交流出线端 (x3)，右第 K 功率单元 (B_K) 的交流侧输出端构成第四交流出线端 (x4)；

所述的左第一功率单元 (A_1)、左第二功率单元 (A_2)、……、左第 K 功率单元 (A_K) 和右第一功率单元 (B_1)、右第二功率单元 (B_2)、……、右第 K 功率单元 (B_K) 均为二电平、三电平或多电平结构的单相电压源型逆变器中的任意一种或几种的组合；

所述的隔离型双向直流变换器 (2) 均为隔离型双全桥双向直流变换器、隔离型双半桥双向直流变换器、或者具有软开关功能的隔离型双向直流变换器中的任意一种；

所述的级数 K 为 1 ～ 100 的正整数，K 值的确定主要根据本装置的工作电压与所选用开关器件的耐压水平以及冗余性设计之间的配合来决定；

综合补偿装置 (1) 的第一交流侧出线端 (x1) 经由第一交流电抗器 (11) 接入牵引变压器 (6) 副边的第一绕组和牵引网接触线 (7) 的连接点 (a)，第二交流侧出线端 (x2) 接入牵引变压器 (6) 副边的第一绕组和钢轨 (8) 的连接点 (b)；第三交流侧出线端 (x3) 经由第二交流电抗器 (12) 与牵引变压器 (6) 副边的第二绕组的一个端口 (c) 连接，第四交流侧出线端 (x4) 与牵引变压器 (6) 副边的第二绕组的另一个端口 (d) 连接。

基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种牵引供电方式，特别是涉及一种无需工频变压器耦合的牵引网高压综合补偿装置实现同相供电的直接挂网方式。

背景技术

[0002] 电力机车作为大容量单相非线性负荷，通过牵引变压器接入三相对称的电力系统时，通常会向其中注入大量的负序电流、谐波电流和无功分量，影响供电系统的电能质量。中国牵引供电系统为异相供电模式，所普遍采用的相序轮换技术和采用平衡变压器技术仅能在一定范围内改善负序电流的影响，由于牵引负载在空间和时间分布上的随机性，它们所能产生的效果是有限的，而且有时还会对系统的性能产生消极的影响。此外，异相供电模式所固有电分相环节是其薄弱环节，并对高速重载运行有极大的约束作用。采用同相供电模式可以避免或减少牵引网电分相环节，进而解决由于电分相带来的一系列问题，大大提高列车的运能，但同相供电方案的不足在于容易引起负序电流，造成的不平衡问题更为严重，另外在高压领域的应用中，由于受到器件耐压和容量等级的限制，常用的方式是通过工频变压器接入高压电网以匹配电压等级，笨重的工频变压器大大增加了电力电子变换装置的成本、体积，并且限制了系统的效率，难以在牵引供电系统中进行推广应用。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是：解决现有的牵引供电系统存在的由于使用工频变压器带来的体积、成本增加及效率降低问题，提供一种基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网方式。

[0004] 本发明的技术方案如下：

[0005] 一种基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网方式，综合补偿装置的第一交流侧出线端经由第一交流电抗器接入牵引变压器副边的第一绕组和牵引网接触线的连接点，第二交流侧出线端接入牵引变压器副边的第一绕组和钢轨的连接点；第三交流侧出线端经由第二交流电抗器与牵引变压器副边的第二绕组的一个端口连接，第四交流侧出线端与牵引变压器副边的第二绕组的另一个端口连接。本发明能够以补偿形式实现同相供电。

[0006] 本发明的有益效果：

[0007] 本发明解决了牵引供电高压综合补偿装置实现同相供电的直接挂网问题，通过交流电抗器与牵引供电网直接相连，省去了笨重的工频变压器，结合专利申请200810226792.9中提出的牵引供电高压综合补偿装置，利用低压功率器件实现高压大功率输入、输出，具有占地面积小，损耗小、成本低的优点。

[0008] 本发明提出的直接挂网方式适用于V型接线、斯科特接线、阻抗匹配平衡接线等多种牵引变压器，能够以补偿形式实现同相牵引供电。本发明的高压综合补偿装置能够单独应用于牵引变电所，或者和无源滤波器组成混合补偿系统使用。

附图说明

[0009] 图 1 为专利申请 200810226792.9 中提出的牵引供电直挂式高压综合补偿装置的示意图。

[0010] 图 2 为基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网方式的示意图。

具体实施方式

[0011] 结合附图对本发明作进一步说明：

[0012] 本发明述及的综合补偿装置是专利申请号 200810226792.9，名称“牵引供电直挂式高压综合补偿装置”中提出的高压综合补偿装置。

[0013] 图 1 是专利申请 200810226792.9 中提出的牵引供电直挂式高压综合补偿装置的示意图。包括 2 个 K 级级联桥臂、2K 个储能电容、K 个隔离型双向直流变换器 2；隔离型双向直流变换器 2 由整流侧电压变换器 3 和逆变侧电压变换器 4 通过高频隔离变压器 5 连接构成；K 个整流侧电压变换器 3 的直流出线端依次通过储能电容 C_{A1}、C_{A2}……C_{AK} 和左侧 K 级级联桥臂 1-1 的功率单元 A1、A2……AK 并联，同时左侧 K 级级联桥臂 1-1 的功率单元 A_1、A_2……A_K 的交流侧输入、输出端依次串联连接。

[0014] K 个逆变侧电压变换器 4 的直流出线端依次通过储能电容 C_{B1}、C_{B2}……C_{Bk} 和右侧 K 级级联桥臂 1-2 的功率单元 B_1、B_2……B_K 并联，同时右侧 K 级级联桥臂 1-2 的功率单元 B_1、B_2……B_K 的交流侧输入、输出端依次串联连接；K 级级联桥臂的交流出线端 x1、x2 构成第一交流接口；K 级级联桥臂的交流出线端 x3、x4 构成第二交流接口。

[0015] 所述的功率单元 A_1、A_2……A_K 和 B_1、B_2……B_K 均为二电平、三电平或多电平结构的单相电压源型逆变器中的任意一种或几种的组合。

[0016] 所述的隔离型双向直流变换器 2 均为隔离型双全桥双向直流变换器、隔离型双半桥双向直流变换器，或者具有软开关功能的隔离型双向直流变换器等中的任意一种。

[0017] 所述的级数 K 为 1 ～ 100 的正整数，K 值的确定主要根据本装置的工作电压与所选用开关器件的耐压水平以及冗余性设计之间的配合来决定。

[0018] 图 2 是基于高压综合补偿装置实现同相牵引供电的直接挂网方式的示意图，综合补偿装置 1 的第一交流侧出线端 x1 经由第一交流电抗器 11 接入牵引变压器 6 副边的第一绕组和牵引网接触线 7 的连接点 a，第二交流侧出线端 x2 接入牵引变压器 6 副边的第一绕组和钢轨 8 的连接点 b；第三交流侧出线端 x3 经由第二交流电抗器 12 与牵引变压器 6 副边的第二绕组的一个端口 c 连接，第四交流侧出线端 x4 与牵引变压器 6 副边的第二绕组的另一个端口 d 连接。

[0019] 本实施例中，第一交流侧出线端 x1 和第二交流侧出线端 x2 作为整流侧的出线端，第三交流侧出线端 x3 和第四交流侧出线端 x4 作为逆变侧的出线端。有功功率只是固定的从整流侧向逆变侧流动，整流侧的储能电容电压将上升，逆变侧的储能电容电压将下降，然后通过隔离型双向变换器 2 实现能量在两个端口之间进行交换，即能量从整流侧的储能电容流向逆变侧的储能电容，以此保证储能电容上能量的平衡，最终使得牵引变压器 6 的两个副边绕组仅流过与各自电压同相位的、幅值相同的基波电流，就实现了牵引变压器 6 高压侧三相电流的平衡。

[0020] 本实施例中的牵引变压器 6 采用 V 型接线、Scott 型接线、阻抗匹配平衡型接线等多种牵引变压器中的一种。

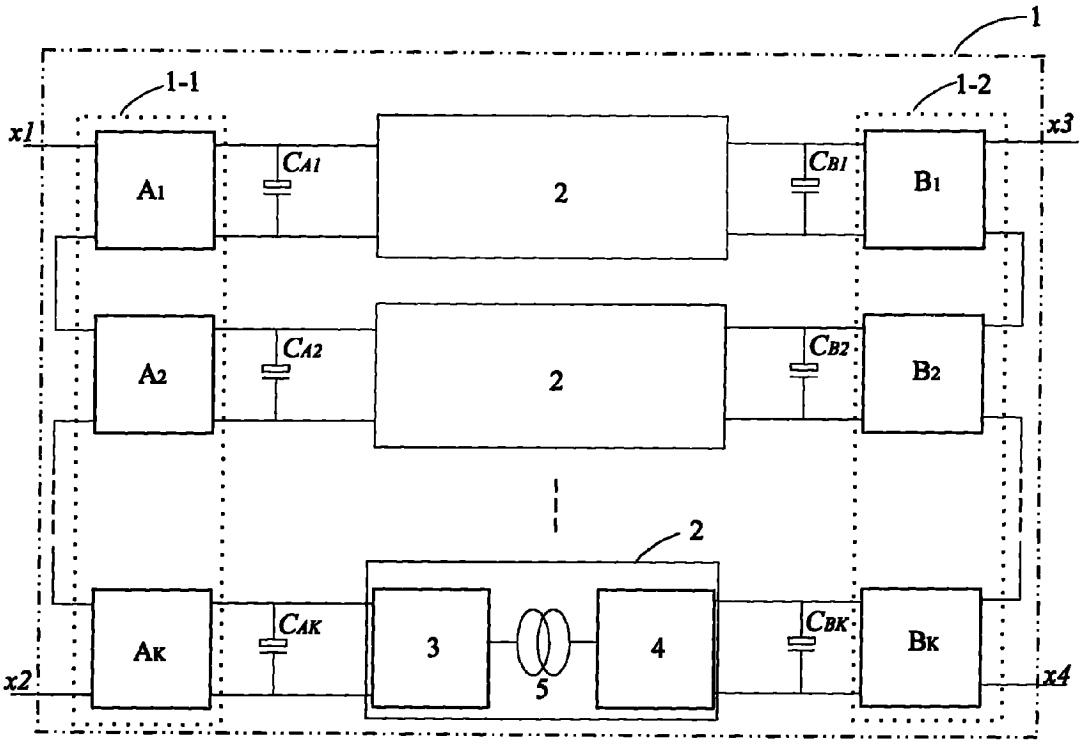

1
1-1
1-2
x1
x3
A1
CA1
2
CB1
B1
A2
CA2
2
CB2
B2
2
AK
CAK
3
5
4
CBK
BK
x2
x4

图 1

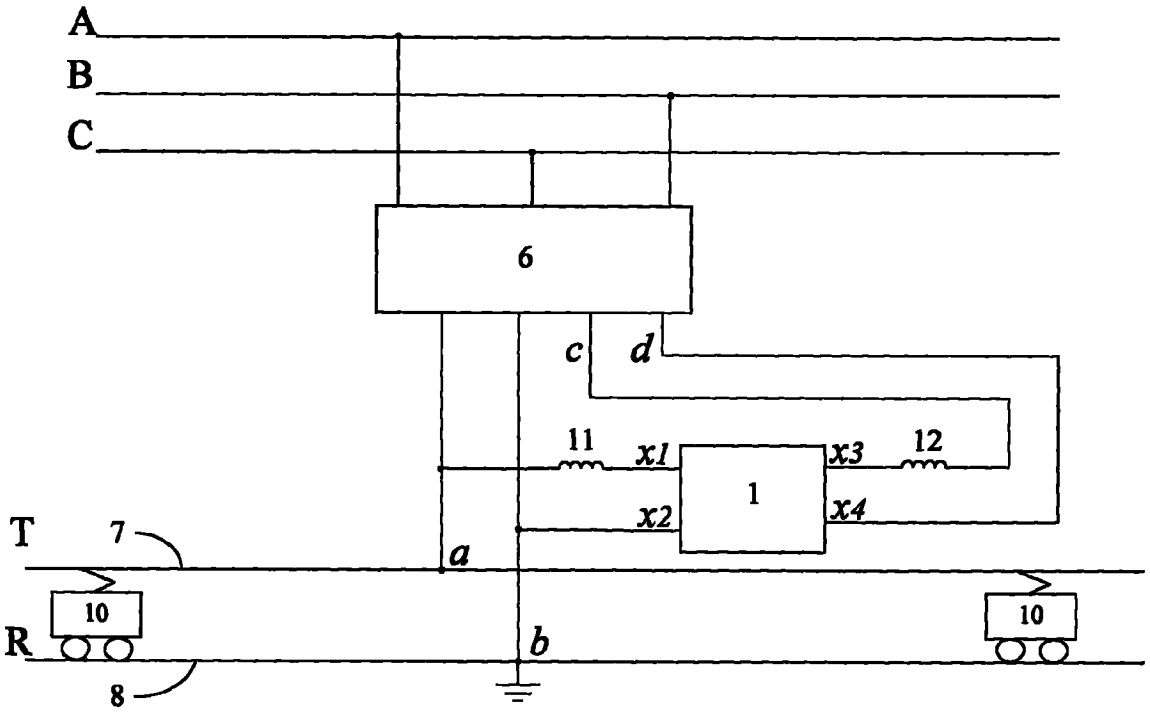

A
B
C
6
c
d
11
x1
x3
12
1
x2
x4
T
7
a
10
10
R
b
8

图 2