



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112265450 A

(43) 申请公布日 2021. 01. 26

(21) 申请号 202011515411.6

(22) 申请日 2020.12.21

(71) 申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市郫都区西南交通大学犀浦校区犀安路999号

(72) 发明人 宋文胜 邓亚茹 钟鸣 尹帅

余彬 冯晓云 王青元

(74) 专利代理机构 北京正华智诚专利代理事务所(普通合伙) 11870

代理人 李林合

(51) Int. Cl.

B60L 50/60 (2019.01)

B60L 50/53 (2019.01)

B60L 1/00 (2006.01)

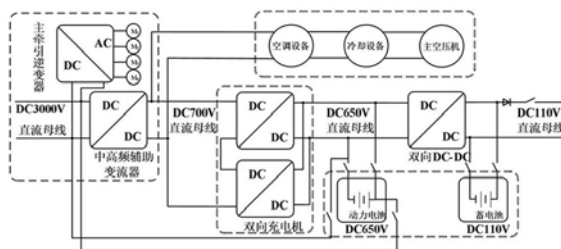
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构

(57) 摘要

本发明公开了一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,该结构包括主牵引逆变器、牵引电机、中高频辅助变流器、双向充电机、动力电池、双向直-直变换器及蓄电池,其中中高频辅助变流器采用直-直变换电路拓扑结构,双向充电机采用多模块级联拓扑结构。本发明通过采用中高频辅助变流器代替传统辅助变流器和工频变压器,取消AC380V/50Hz的交流线路;双向直-直变换器代替原有双向充电机中的前级整流和后级直-直变换的两级拓扑结构,能有效地减小应急自走行系统的体积和重量,提高系统的能量密度和工作效率。



1. 一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,包括主牵引逆变器、牵引电机、中高频辅助变流器、双向充电机、动力电池、双向直-直变换器及蓄电池;

所述主牵引逆变器和中高频辅助变流器的输入端共同连接在第一直流母线上,所述主牵引逆变器的输出端连接牵引电机;

所述中高频辅助变流器的输出端与高速列车直流设备的输入端连接,并共同连接在第二直流母线上;

所述双向充电机的输入端连接在第二直流母线上,其输出端连接在第三直流母线上;

所述动力电池的输入端连接在第三直流母线上,其输出端与所述主牵引逆变器和中高频辅助变流器的输入端连接;

所述双向直-直变换器的输入端连接在第三直流母线上,其输出端与蓄电池输入端连接,并通过第四直流母线与高速列车直流设备的输入端连接。

2. 根据权利要求1所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述中高频辅助变流器采用直-直变换电路拓扑结构,包括输入串联的Boost变换器,及在每个Boost变换器后级接入的LLC谐振变换器,所述LLC谐振变换器并联输出至第二直流母线。

3. 根据权利要求2所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述输入串联的Boost变换器包括第一Boost变换器和第二Boost变换器,所述第一Boost变换器后级接入第一LLC谐振变换器,所述第二Boost变换器后级接入第二LLC谐振变换器。

4. 根据权利要求3所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述第一Boost变换器包括开关管Q1,所述开关管Q1的漏极分别与电感L1及二极管D1正极连接,所述电感L1另一端连接正输入端,所述二极管D1负极经过电容C1与开关管Q1的源极连接第二Boost变换器。

5. 根据权利要求4所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述第一LLC谐振变换器包括开关管Q2、开关管Q3、开关管Q4、开关管Q5、开关管Q6、开关管Q7、开关管Q8和开关管Q9,所述开关管Q2和开关管Q3的漏极均与二极管D1负极连接,所述开关管Q4和开关管Q5的源极均与开关管Q1的源极连接,所述开关管Q2的源极与开关管Q4的漏极连接且连接端经过电感L2与变压器T1的端口1连接,所述开关管Q3的源极与开关管Q5的漏极连接且连接端经过电容C2与变压器T1的端口2连接,所述开关管Q6和开关管Q7的漏极均连接正输出端,所述开关管Q8和开关管Q9的源极均连接负输出端,所述开关管Q6的源极与开关管Q8的漏极连接且连接端与变压器T1的端口3连接,所述开关管Q7的源极与开关管Q9的漏极连接且连接端与变压器T1的端口4连接。

6. 根据权利要求5所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述第二Boost变换器包括开关管Q10,所述开关管Q10的漏极分别与电感L3及二极管D2正极连接,所述电感L3另一端与开关管Q1的源极连接,所述二极管D2负极经过电容C3与开关管Q2的源极连接负输入端。

7. 根据权利要求6所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述第二LLC谐振变换器包括开关管Q11、开关管Q12、开关管Q13、开关管Q14、开关管Q15、开关管Q16、开关管Q17和开关管Q18,所述开关管Q11和开关管Q12的漏极均与二极管D2

负极连接,所述开关管Q13和开关管Q14的源极均与开关管Q10的源极连接,所述开关管Q11的源极与开关管Q13的漏极连接且连接端经过电感L4与变压器T2的端口1连接,所述开关管Q12的源极与开关管Q14的漏极连接且连接端经过电容C4与变压器T2的端口2连接,所述开关管Q15和开关管Q16的漏极均连接正输出端,所述开关管Q17和开关管Q18的源极均连接负输出端,所述开关管Q15的源极与开关管Q17的漏极连接且连接端与变压器T2的端口3连接,所述开关管Q16的源极与开关管Q18的漏极连接且连接端与变压器T2的端口4连接。

8. 根据权利要求1所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述双向充电机和双向直-直变换器均采用双有源全桥隔离变换器、双向全桥串联谐振变换器、全桥LLC谐振变换器或多模块级联的DC-DC变换器中的一种。

9. 根据权利要求1所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述双向充电机采用多模块级联拓扑结构,包括两个及以上结构对称的输入串联输出并联的双有源全桥隔离变换器。

10. 根据权利要求9所述的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,其特征在于,所述双有源全桥隔离变换器包括开关管Q19、开关管Q20、开关管Q21、开关管Q22、开关管Q23、开关管Q24、开关管Q25和开关管Q26,所述开关管Q19和开关管Q20的漏极均连接正输入端,所述开关管Q21和开关管Q22的源极均连接负输入端,所述开关管Q19的源极与开关管Q21的漏极连接且连接端经过电感L5与变压器T3的端口1连接,所述开关管Q20的源极与开关管Q22的漏极连接且连接端经过电容C5与变压器T3的端口2连接,所述开关管Q23和开关管Q24的漏极均连接正输出端,所述开关管Q25和开关管Q26的源极均连接负输出端,所述开关管Q23的源极与开关管Q25的漏极连接且连接端与变压器T3的端口3连接,所述开关管Q24的源极与开关管Q26的漏极连接且连接端与变压器T3的端口4连接。

一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构

技术领域

[0001] 本发明涉及应急自走行系统拓扑技术领域,具体涉及一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构。

背景技术

[0002] 中国高速铁路发展迅速,铁路网规模和质量、技术装备水平、运输安全水平等重要指标均进入世界前列,我国已经成为名副其实的铁路大国。但随着高速铁路的运营,接触网发生断电故障的概率也随之增加,自然灾害等也会导致接触网断电。而当接触网断电时,车厢只能启动应急通风和应急照明系统,这对蓄电池的消耗非常严重;此外,高速列车失去动力源无法继续行驶,在中途停车无法及时疏散乘客,还会影响铁路的运营秩序。而应急自走行系统能保证高速铁路的正常运营,对我国高速铁路发展有着重要意义。

[0003] 原有的应急自走行技术是在辅助变流器和工频变压器的基础上增加了动力电池和双向充电机等模块。其中,双向充电机是由级联的三相整流电路和双向直-直变换电路组成,先通过前级整流电路将AC380V交流电源整流,再通过双向直-直变换电路实现电压等级变换。

[0004] 正常工况下,电力牵引系统为牵引电机供电,同时,通过双向充电机为动力电池和蓄电池充电;当接触网断电或设备故障时,动力电池通过双向充电机放电,为牵引电机和空调等交流电设备供电,在保证通风、灯光等系统正常运行的情况下,高速列车能低速行驶至附近的停靠点等待维修救援。

[0005] 国内外关于应急自走行系统的研究较少,现有的拓扑由于工频隔离变压器的存在,导致系统的功率损耗大,能量密度低。

发明内容

[0006] 针对现有技术中的上述不足,本发明提供了一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构。

[0007] 为了达到上述发明目的,本发明采用的技术方案为:

一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,包括主牵引逆变器、牵引电机、中高频辅助变流器、双向充电机、动力电池、双向直-直变换器及蓄电池;

所述主牵引逆变器和中高频辅助变流器的输入端共同连接在第一直流母线上,所述主牵引逆变器的输出端连接牵引电机;

所述中高频辅助变流器的输出端与高速列车直流设备的输入端连接,并共同连接在第二直流母线上;

所述双向充电机的输入端连接在第二直流母线上,其输出端连接在第三直流母线上;

所述动力电池的输入端连接在第三直流母线上,其输出端与所述主牵引逆变器和中高频辅助变流器的输入端连接;

所述双向直-直变换器的输入端连接在第三直流母线上,其输出端与蓄电池输入端连

接,并通过第四直流母线与高速列车直流设备的输入端连接。

[0008] 进一步地,所述中高频辅助变流器采用直-直变换电路拓扑结构,包括输入串联的Boost变换器,及在每个Boost变换器后级接入的LLC谐振变换器,所述LLC谐振变换器并联输出至第二直流母线。

[0009] 进一步地,所述输入串联的Boost变换器包括第一Boost变换器和第二Boost变换器,所述第一Boost变换器后级接入第一LLC谐振变换器,所述第二Boost变换器后级接入第二LLC谐振变换器。

[0010] 进一步地,所述第一Boost变换器包括开关管Q1,所述开关管Q1的漏极分别与电感L1及二极管D1正极连接,所述电感L1另一端连接正输入端,所述二极管D1负极经过电容C1与开关管Q1的源极连接第二Boost变换器。

[0011] 进一步地,所述第一LLC谐振变换器包括开关管Q2、开关管Q3、开关管Q4、开关管Q5、开关管Q6、开关管Q7、开关管Q8和开关管Q9,所述开关管Q2和开关管Q3的漏极均与二极管D1负极连接,所述开关管Q4和开关管Q5的源极均与开关管Q1的源极连接,所述开关管Q2的源极与开关管Q4的漏极连接且连接端经过电感L2与变压器T1的端口1连接,所述开关管Q3的源极与开关管Q5的漏极连接且连接端经过电容C2与变压器T1的端口2连接,所述开关管Q6和开关管Q7的漏极均连接正输出端,所述开关管Q8和开关管Q9的源极均连接负输出端,所述开关管Q6的源极与开关管Q8的漏极连接且连接端与变压器T1的端口3连接,所述开关管Q7的源极与开关管Q9的漏极连接且连接端与变压器T1的端口4连接。

[0012] 进一步地,所述第二Boost变换器包括开关管Q10,所述开关管Q10的漏极分别与电感L3及二极管D2正极连接,所述电感L3另一端与开关管Q1的源极连接,所述二极管D2负极经过电容C3与开关管Q2的源极连接负输入端。

[0013] 进一步地,所述第二LLC谐振变换器包括开关管Q11、开关管Q12、开关管Q13、开关管Q14、开关管Q15、开关管Q16、开关管Q17和开关管Q18,所述开关管Q11和开关管Q12的漏极均与二极管D2负极连接,所述开关管Q13和开关管Q14的源极均与开关管Q10的源极连接,所述开关管Q11的源极与开关管Q13的漏极连接且连接端经过电感L4与变压器T2的端口1连接,所述开关管Q12的源极与开关管Q14的漏极连接且连接端经过电容C4与变压器T2的端口2连接,所述开关管Q15和开关管Q16的漏极均连接正输出端,所述开关管Q17和开关管Q18的源极均连接负输出端,所述开关管Q15的源极与开关管Q17的漏极连接且连接端与变压器T2的端口3连接,所述开关管Q16的源极与开关管Q18的漏极连接且连接端与变压器T2的端口4连接。

[0014] 进一步地,所述双向充电机和双向直-直变换器均采用双有源全桥隔离变换器、双向全桥串联谐振变换器、全桥LLC谐振变换器或多模块级联的DC-DC变换器中的一种。

[0015] 进一步地,所述双向充电机采用多模块级联拓扑结构,包括两个及以上结构对称的输入串联输出并联的双有源全桥隔离变换器。

[0016] 进一步地,所述双有源全桥隔离变换器包括开关管Q19、开关管Q20、开关管Q21、开关管Q22、开关管Q23、开关管Q24、开关管Q25和开关管Q26,所述开关管Q19和开关管Q20的漏极均连接正输入端,所述开关管Q21和开关管Q22的源极均连接负输入端,所述开关管Q19的源极与开关管Q21的漏极连接且连接端经过电感L5与变压器T3的端口1连接,所述开关管Q20的源极与开关管Q22的漏极连接且连接端经过电容C5与变压器T3的端口2连接,所述开

关管Q23和开关管Q24的漏极均连接正输出端,所述开关管Q25和开关管Q26的源极均连接负输出端,所述开关管Q23的源极与开关管Q25的漏极连接且连接端与变压器T3的端口3连接,所述开关管Q24的源极与开关管Q26的漏极连接且连接端与变压器T3的端口4连接。

[0017] 本发明具有以下有益效果:

(1)本发明提出了一种用于高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑,除了能有效实现接触网故障断电时列车安全运行、方便实施救援等优点外,该拓扑结构通过采用中高频辅助变流器代替传统辅助变流器和工频变压器,取消AC380V/50Hz的交流线路;双向直-直变换器代替了原有双向充电机中的前级整流和后级直-直变换的两级拓扑结构,能有效降低系统的体积和重量,提高系统的功率密度。

[0018] (2)本发明还提出了采用输入串联输出并联的直-直变换器提升双向充电机的输出能力,能够满足后级负载要求。同时,有利于对直-直变换器的控制策略进行优化,进一步提升系统工作性能。

附图说明

[0019] 图1为本发明的高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构示意图;

图2为本发明中全直流电路拓扑正常工况下的电流路径图;

图3为本发明中全直流电路拓扑应急自走行工况下的电流路径图;

图4 为本发明中中高频辅助变流器的拓扑原理图;

图5为本发明中中高频辅助变流器的电路原理图;

图6为本发明中双向充电机的直-直变换器拓扑原理图;

图7为本发明中双向充电机的直-直变换器电路原理图。

具体实施方式

[0020] 下面对本发明的具体实施方式进行描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

[0021] 如图1所示,本发明实施例提供了一种高速列车应急自走行系统的全直流电路拓扑结构,包括主牵引逆变器、牵引电机、中高频辅助变流器、双向充电机、动力电池、双向直-直变换器、蓄电池以及相应的控制设备;

其中主牵引逆变器和中高频辅助变流器的输入端共同连接在第一直流母线上,主牵引逆变器的输出端连接牵引电机;

中高频辅助变流器的输出端与高速列车直流设备的输入端连接,并共同连接在第二直流母线上;

双向充电机的输入端连接在第二直流母线上,其输出端连接在第三直流母线上;

动力电池的输入端连接在第三直流母线上,其输出端与主牵引逆变器和中高频辅助变流器的输入端连接;

双向直-直变换器的输入端连接在第三直流母线上,其输出端与蓄电池输入端连接,并通过第四直流母线与高速列车直流设备的输入端连接。

[0022] 在本实施例中,主牵引逆变器和牵引电机包括直-交逆变电路和牵引电动机以及对应的控制设备。主牵引逆变器输入端连接的第一直流母线具体为DC3000V直流母线。

[0023] 在本实施例中,中高频辅助变流器采用直-直变换电路拓扑结构,包括输入串联的Boost变换器、在每个Boost变换器后级接入的LLC谐振变换器以及对应的控制设备。LLC谐振变换器并联输出至第二直流母线,第二直流母线具体为DC700V直流母线。空调设备、冷却设备及主空压机等高速列车直流设备的输入端连接在DC700V直流母线上。

[0024] 上述两级式拓扑的控制方法包括两种,第一种只控制前级调压电路的输出,从而保证后级LLC谐振直流变压器输出恒定;第二种将两级模块看成一个整体,直接控制后级LLC谐振变换器的输出。由于直流侧电压等级较高,采用传统的Buck变换器和Boost变换器会导致器件选型困难且不利于系统的优化,因此常采用多模块结构或多电平结构。基于多模块方案便于系统扩展,且随着功率器件的耐压等级提高,设计方法易于继承,模块化的思想也被广泛应用。当器件的耐压等级提高,多电平的拓扑也将转化为传统两电平拓扑结构。所以前级采用输入串联输出独立的Boost调压电路,这样开关管上的耐压可降低为原来的一半。同时两模块Boost电路采用交错控制,第二个模块的脉冲与第一个模块脉冲相差 180° ,可以实现输入电感上的脉动频率增加为开关频率的两倍,同时脉动幅值大大减小,减小输入电感的体积。

[0025] 例如,两个模块独立输出的Boost调压电路与LLC直流变压器级联,整个系统构成ISOP的结构。同时,当LLC谐振变换器的输入电压为 V_{in} ,输出电压为 V_o ,变压器的变比为 k ,谐振变换器的电压增益 $M(M=kV_o/V_{in})$ 恒定为1,所以每个前级调压电路的输入电压相同,相同占空比控制下的调压电路的输入电压也相同,系统模块能够保证在谐振电路参数不一致的情况下实现模块之间的功率均衡。因此以下拓扑结构可以满足大功率、高频化辅助变流器的需求。

[0026] 如图4和图5所示,输入串联的Boost变换器包括第一Boost变换器和第二Boost变换器,第一Boost变换器后级接入第一LLC谐振变换器,第二Boost变换器后级接入第二LLC谐振变换器。

[0027] 第一Boost变换器包括开关管Q1,开关管Q1的漏极分别与电感L1及二极管D1正极连接,电感L1另一端连接正输入端,二极管D1负极经过电容C1与开关管Q1的源极连接第二Boost变换器。

[0028] 第一LLC谐振变换器包括开关管Q2、开关管Q3、开关管Q4、开关管Q5、开关管Q6、开关管Q7、开关管Q8和开关管Q9,开关管Q2和开关管Q3的漏极均与二极管D1负极连接,开关管Q4和开关管Q5的源极均与开关管Q1的源极连接,开关管Q2的源极与开关管Q4的漏极连接且连接端经过电感L2与变压器T1的端口1连接,开关管Q3的源极与开关管Q5的漏极连接且连接端经过电容C2与变压器T1的端口2连接,开关管Q6和开关管Q7的漏极均连接正输出端,开关管Q8和开关管Q9的源极均连接负输出端,开关管Q6的源极与开关管Q8的漏极连接且连接端与变压器T1的端口3连接,开关管Q7的源极与开关管Q9的漏极连接且连接端与变压器T1的端口4连接。

[0029] 第二Boost变换器包括开关管Q10,开关管Q10的漏极分别与电感L3及二极管D2正极连接,电感L3另一端与开关管Q1的源极连接,二极管D2负极经过电容C3与开关管Q2的源极连接负输入端。

[0030] 第二LLC谐振变换器包括开关管Q11、开关管Q12、开关管Q13、开关管Q14、开关管Q15、开关管Q16、开关管Q17和开关管Q18,开关管Q11和开关管Q12的漏极均与二极管D2负极连接,开关管Q13和开关管Q14的源极均与开关管Q10的源极连接,开关管Q11的源极与开关管Q13的漏极连接且连接端经过电感L4与变压器T2的端口1连接,开关管Q12的源极与开关管Q14的漏极连接且连接端经过电容C4与变压器T2的端口2连接,开关管Q15和开关管Q16的漏极均连接正输出端,开关管Q17和开关管Q18的源极均连接负输出端,开关管Q15的源极与开关管Q17的漏极连接且连接端与变压器T2的端口3连接,开关管Q16的源极与开关管Q18的漏极连接且连接端与变压器T2的端口4连接。

[0031] 本发明采用中高频辅助变流器,并新增DC700V直流母线,通过利用该直流母线,能够替代掉原有应急自走拓扑中的双向逆变器,还能够去掉笨重、损耗高的工频隔离变压器,从而实现有效降低自走行系统整体体积,提升工作效率。此外,系统取消AC380V/50Hz的交流线路,将空调等用电设备改用变频设备,大大简化系统拓扑结构和控制方式。

[0032] 在本实施例中,双向充电机和双向直-直变换器均可以结合不同的实际需求采用不同的优化拓扑,采用双有源全桥隔离变换器、双向全桥串联谐振变换器、全桥LLC谐振变换器或多模块级联的直-直变换器中的一种。

[0033] 在本实施例中,双向充电机采用多模块级联拓扑结构,包括两个及以上结构对称的输入串联输出并联的双有源全桥隔离变换器,即输入串联输出并联的双有源全桥隔离变换器每一个模块的输入端子串联接入DC700V直流母线,每一个输入串联输出并联的双有源全桥隔离变换器的输出端并联接入第三直流母线,即DC650V直流母线。

[0034] 本发明采用输入串联输出并联(Input Series and Output Parallel,ISOP)的双有源全桥隔离变换器(Dual Active Bridge-Isolated Bidirectional DC-DC Converter, DAB)提升充电机的输出能力。并且,双向充电机工作模式相对简单,同时能够采用全方面优化控制方法提升其稳态及动态工作性能,可灵活应用于高速列车应急自走行系统。

[0035] 如图6和图7所示,双有源全桥隔离变换器包括开关管Q19、开关管Q20、开关管Q21、开关管Q22、开关管Q23、开关管Q24、开关管Q25和开关管Q26,开关管Q19和开关管Q20的漏极均连接正输入端,开关管Q21和开关管Q22的源极均连接负输入端,开关管Q19的源极与开关管Q21的漏极连接且连接端经过电感L5与变压器T3的端口1连接,开关管Q20的源极与开关管Q22的漏极连接且连接端经过电容C5与变压器T3的端口2连接,开关管Q23和开关管Q24的漏极均连接正输出端,开关管Q25和开关管Q26的源极均连接负输出端,开关管Q23的源极与开关管Q25的漏极连接且连接端与变压器T3的端口3连接,开关管Q24的源极与开关管Q26的漏极连接且连接端与变压器T3的端口4连接。

[0036] 当在高电压大功率场合应用时,开关器件所承受的电压、电流应力较大,容易导致器件损耗和寿命降低,因此本发明采用多模块级联直-直变换器来有效解决该问题。多模块级联又分为串联输入并联输出和独立输入并联输出的拓扑。输入端串联时,各个模块承受的电压应力为总电压应力/模块数,能有效的减小器件承受的电压应力,可选择耐压值较低的开关器件;同理输出端并联时,各个模块承受的电流应力为总电流应力/模块数,能有效的减小器件承受的电流应力。即使采用级联模块的直-直变换器会导致开关器件的数量增加,造成一定成本的增加,但是当开关器件承受的电压/电流应力显著减小时,器件的成本将会大量减小,因此总系统的成本也会较小。

[0037] 如图2所示,本发明采用双向直-直变换器充电机替代原有充电机中的前级整流器和后级直-直变换器两级拓扑结构,通过应用该拓扑,在稳定工作状态下,DC3000V直流母线通过中高频辅助变流器转换为DC700V直流母线。空调等用电设备从DC700V直流母线取电,双向充电机也从DC700V直流母线取电,并将电压转化为DC650V,为动力电池及后级直-直变换器供电。后级直-直变换器将DC650V转换为DC110V,为DC110V蓄电池及直流用电设备供电。

[0038] 如图3所示,当接触网发生故障或高速列车失电时,列车运行在应急自走行工况下,系统失去外部供电。DC650V动力电池首先与DC650V直流母线相连,通过双向充电机产生稳定DC700V直流母线电压。双向充电机产生的DC700V的直流电压给中高频辅助变流器供电,再给空调等变频用电设备供电。由于采用中高频辅助变流器能够替代原有应急自走行系统中的隔离变压器,从而进一步减小系统体积。在空调等用电设备正常工作之后,动力电池与DC3000V直流母线之间的继电器闭合,主牵引逆变器启动,使列车在应急自走行工况下能保证低速行驶至安全位置,方便疏散乘客和实施救援。

[0039] 与原有采用三相AC380V供电的应急自走行系统相比,采用全直流应急自走行系统采用中高频辅助变流器代替了传统辅助变流器和工频隔离变压器,并取消AC380V/50Hz的交流线路,将空调等用电设备改用变频设备,能够有效降低系统整体体积,提升工作效率。采用输入串联输出并联的直-直变换器提升充电机的输出能力,能够满足后级负载要求。同时,针对单模块直-直变换器,多模块直-直变换器等进行优化控制与设计,可以进一步提升系统工作性能。

[0040] 本发明的中高频辅助变流器和双向变电机中所有的开关管均为全控型开关器件,包括场效应晶体管或绝缘栅双极型晶体管。

[0041] 本发明中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

[0042] 本领域的普通技术人员将会意识到,这里所述的实施例是为了帮助读者理解本发明的原理,应被理解为本发明的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合,这些变形和组合仍然在本发明的保护范围内。

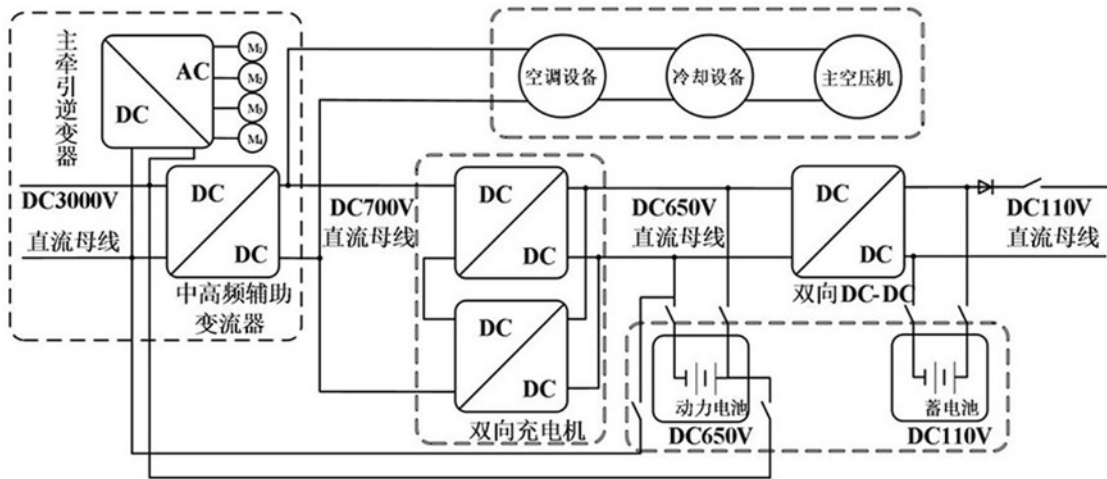


图1

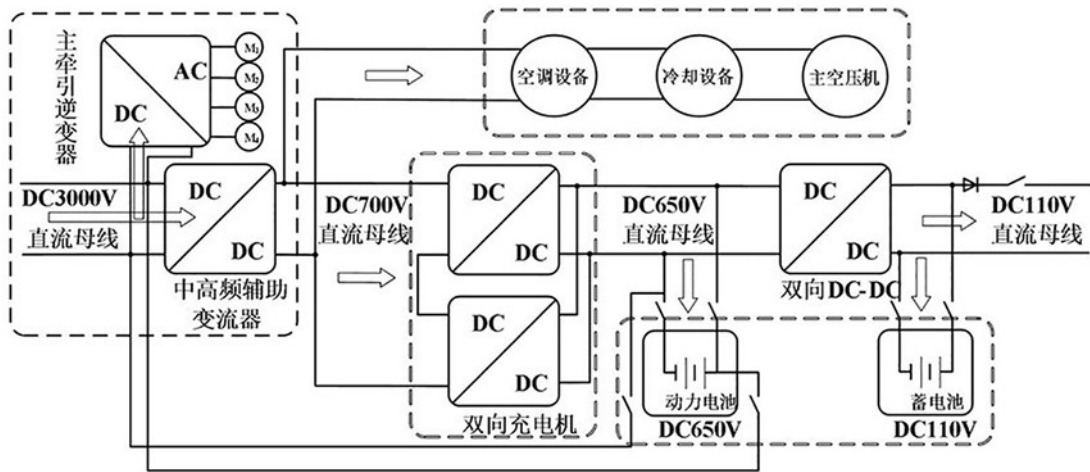


图2

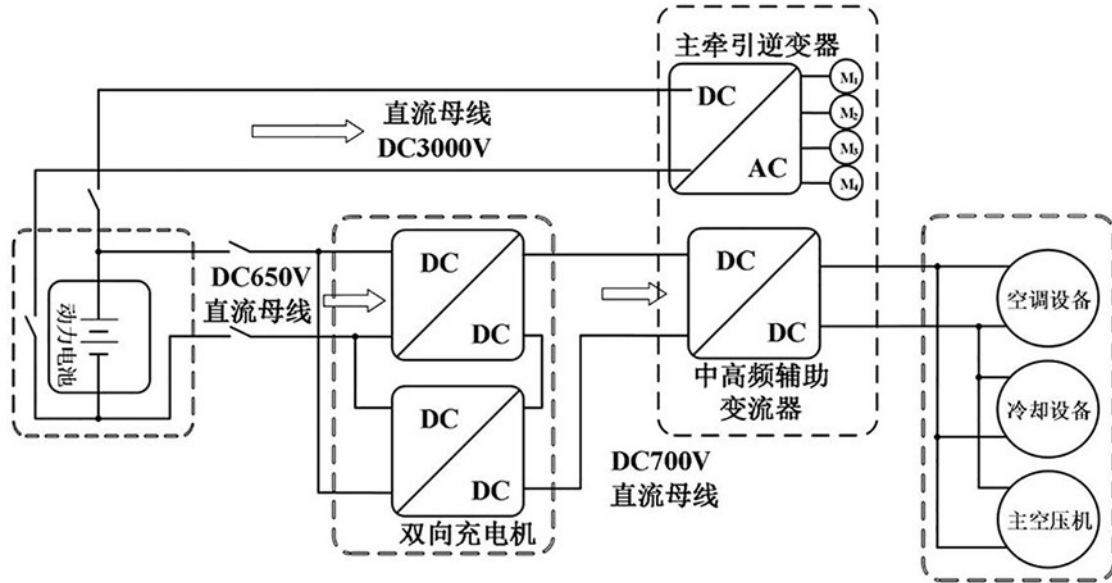


图3

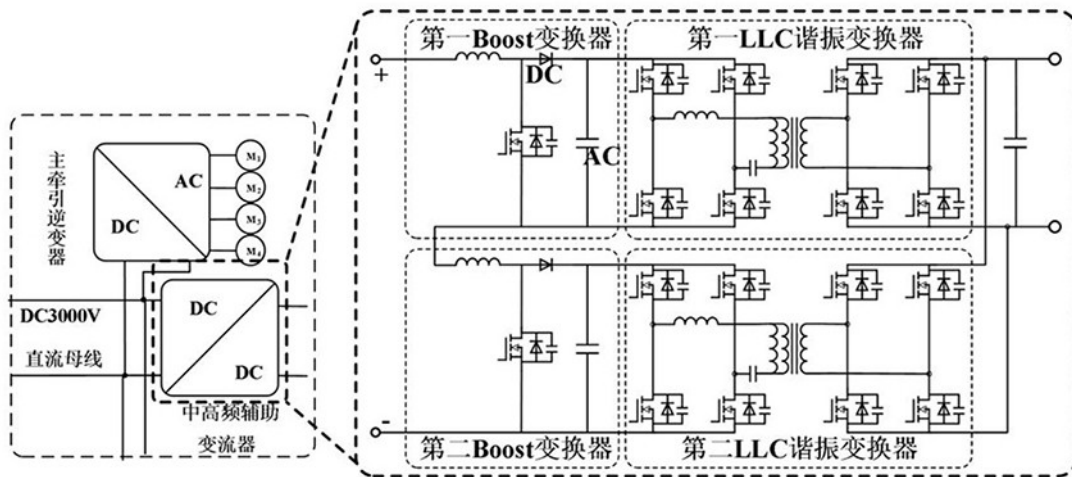


图4

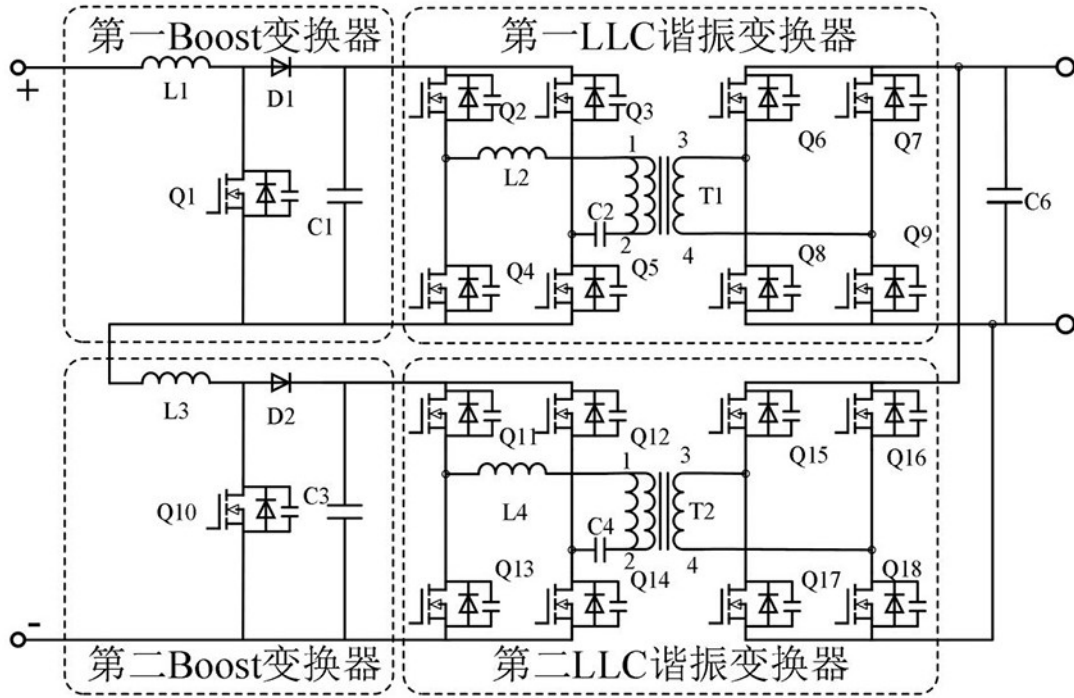


图5

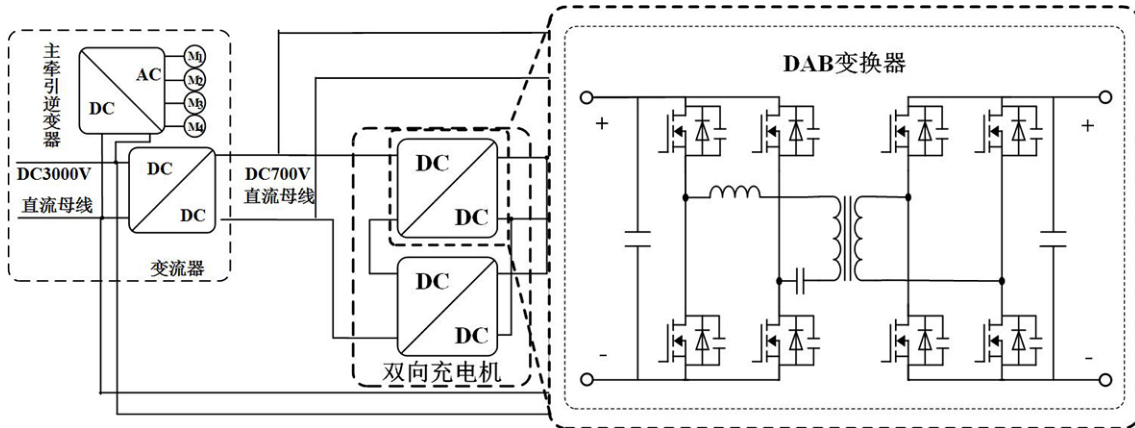


图6

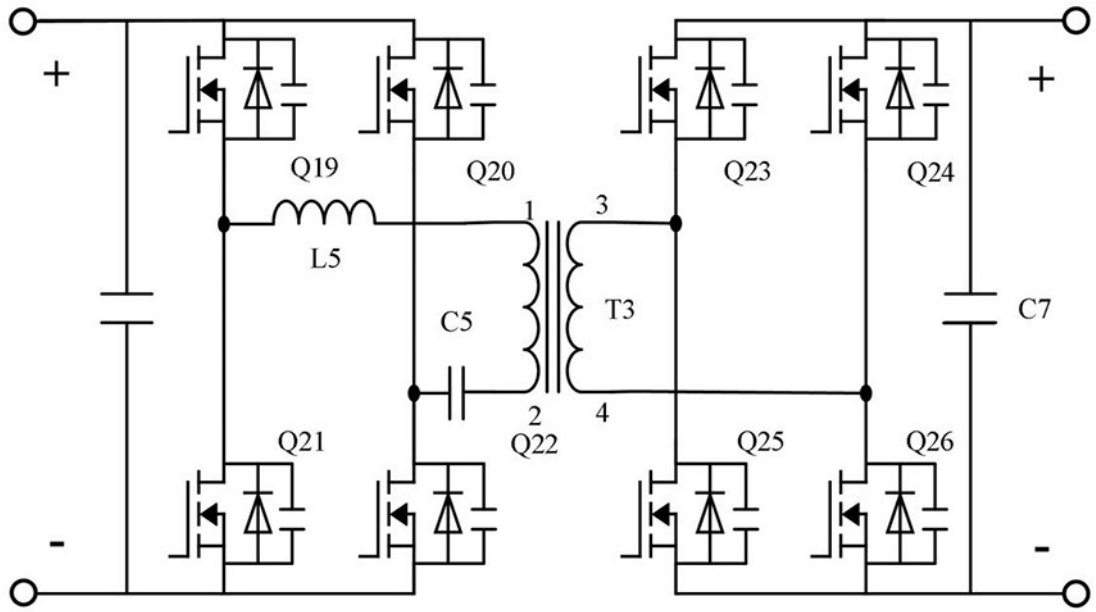


图7