



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113285518 A

(43) 申请公布日 2021.08.20

(21) 申请号 202110389582.7

H02J 11/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.12

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 7/02 (2016.01)

(71) 申请人 中广核研究院有限公司

地址 518048 广东省深圳市福田区上步中路西深圳科技大厦15层(1502-1504、1506)

申请人 中国广核集团有限公司
中国广核电力股份有限公司

(72) 发明人 曾其权 吴昊 张淑兴 张建龙
张富美

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

代理人 袁武

(51) Int. Cl.

H02J 9/06 (2006.01)

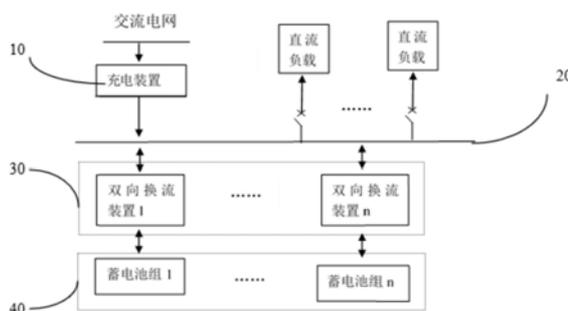
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

直流电源系统

(57) 摘要

本发明涉及一种直流电源系统,包括:充电模块,充电模块外接交流电配电系统,充电模块将交流配电系统输入的交流电转换成直流电输出;直流配电母线,直流配电母线与充电模块相连接,直流配电母线给连接在直流配电母线上的直流负载供电;双向换流模块,双向换流模块与直流配电母线相连接;蓄电池模块,蓄电池模块与双向换流模块相连接。



1. 一种直流电源系统,其特征在于,包括:

充电模块,所述充电模块外接交流电配电系统,所述充电模块将交流配电系统输入的交流电转换成直流电输出;

直流配电母线,所述直流配电母线与所述充电模块相连接,所述直流配电母线给连接在所述直流配电母线上的直流负载供电;

双向换流模块,所述双向换流模块与所述直流配电母线相连接;

蓄电池模块,所述蓄电池模块与所述双向换流模块相连接。

2. 根据权利要求1所述的直流电源系统,其特征在于,所述蓄电池模块包括两组以上的蓄电池组,所述蓄电池模块在交流电配电系统断电时给所述直流配电母线供电。

3. 根据权利要求2所述的直流电源系统,其特征在于,所述双向换流模块包括双向换流装置,所述双向换流装置与所述蓄电池模块相连接,所述双向换流模块在交流电配电系统正常供电时给所述蓄电池模块进行充电。

4. 根据权利要求3所述的直流电源系统,其特征在于,所述双向换流模块还包括电压检测装置,所述电压检测装置与所述双向换流装置以及所述直流配电母线相连接,所述电压检测装置与所述双向换流装置一一对应,所述电压检测装置实时监测所述直流配电母线的电压并控制所述双向换流装置的通断。

5. 根据权利要求4所述的直流电源系统,其特征在于,若所述电压检测装置检测到所述直流配电母线电压低于第一电压值时,所述电压检测装置控制所述双向换流装置打开,所述蓄电池模块通过所述双向换流模块给所述直流配电母线进行供电;所述第一电压值小于所述直流配电母线的额定电压。

6. 根据权利要求5所述的直流电源系统,其特征在于,若所述电压检测装置检测到所述直流配电母线电压大于等于第二电压值时,所述电压检测装置控制所述双向换流装置关闭,所述双向换流模块自动停止给所述直流配电母线供电,所述蓄电池模块停止供电;所述第二电压值与所述直流配电母线的额定电压相同。

7. 根据权利要求6所述的直流电源系统,其特征在于,若所述电压检测装置检测到所述直流配电母线电压大于等于第二电压值且持续若干时间后,所述电压检测装置控制所述双向换流装置打开,所述双向换流模块给所述蓄电池模块进行充电。

8. 根据权利要求1所述的直流电源系统,其特征在于,所述双向换流模块为BUCK-BOOST电路,所述双向换流模块使用大功率管进行交错并联设计。

9. 根据权利要求8所述的直流电源系统,其特征在于,所述BUCK-BOOST电路的输入端连接所述直流配电母线,所述BUCK-BOOST电路的输出端连接所述蓄电池模块;所述直流配电母线电压大于所述蓄电池模块电压时,所述BUCK-BOOST电路为BOOST电路升压模式。

10. 根据权利要求9所述的直流电源系统,其特征在于,所述直流配电母线电压小于所述蓄电池模块电压时,所述BUCK-BOOST电路为BUCK电路降压模式。

直流电源系统

技术领域

[0001] 本申请涉及核电站供电电源技术领域,特别是涉及一种直流电源系统。

背景技术

[0002] 在核电站中的直流电源系统给控制负荷(如控制、信号、保护和自动装置等)和动力负荷(如直流电动机、逆变器、事故照明等)供电,涉及核反应堆测量、核反应堆保护组、核仪器仪表、应急柴油机控制盘等重要负荷的供电,对核电厂安全稳定运行起到至关重要的作用。

[0003] 蓄电池是核电厂直流系统的重要设备。正常运行情况下,蓄电池处于浮充状态,由充电器为下游负荷供电,并为蓄电池提供浮充电流。如果系统中出现过大的冲击负荷需求,充电器无法提供足够冲击负荷能量,则由蓄电池提供冲击负荷所需能量。当失去交流电源或充电器本身发生故障时,充电器退出工作,蓄电池开始放电,以保证在要求时间内为下游负荷提供可靠电源,保证重要负荷持续供电,保障核安全。

[0004] 现有技术的核电厂安全级直流电源系统,采用占用大量地面和体积空间的压缩空气加补充燃料发电系统或其他电池模块作为后备电源。随着核电厂数字化、智能化改造推进,一些重要安全级控制系统、保护系统进行了改造扩容。而因现场空间限制,压缩空气加补充燃料发电系统或其他电池模块具有能量密度低、占地面积大、占用体积大等问题。以及现有技术中的后备电源还存在直流电源系统无法给后备电源充电或后备电源无法完全给直流系统供电的问题。

发明内容

[0005] 基于此,有必要提供一种基于磷酸铁锂电池为基础的高安全、高能量密度的新型直流电源系统。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供了一种直流电源系统,包括:

[0007] 充电模块,所述充电模块外接交流电配电系统,所述充电模块将交流配电系统输入的交流电转换成直流电输出;

[0008] 直流配电母线,所述直流配电母线与所述充电模块相连接,所述直流配电母线给连接在所述直流配电母线上的直流负载供电;

[0009] 双向换流模块,所述双向换流模块与所述直流配电母线相连接;

[0010] 蓄电池模块,所述蓄电池模块与所述双向换流模块相连接。

[0011] 在其中一个实施例中,所述蓄电池模块包括两组以上的蓄电池组,所述蓄电池模块在交流电配电系统断电时给所述直流配电母线供电。

[0012] 在其中一个实施例中,所述双向换流模块包括双向换流装置,所述双向换流装置与所述蓄电池模块相连接,所述双向换流模块在交流电配电系统正常供电时给所述蓄电池模块进行充电。

[0013] 在其中一个实施例中,所述双向换流模块还包括电压检测装置,所述电压检测装

置与所述双向换流装置以及所述直流配电母线相连接,所述电压检测装置与所述双向换流装置一一对应,所述电压检测装置实时监测所述直流配电母线的电压并控制所述双向换流装置的通断。

[0014] 在其中一个实施例中,若所述电压检测装置检测到所述直流配电母线电压低于第一电压值时,所述电压检测装置控制所述双向换流装置打开,所述蓄电池模块通过所述双向换流模块给所述直流配电母线进行供电;所述第一电压值小于所述直流配电母线的额定电压。

[0015] 在其中一个实施例中,若所述电压检测装置检测到所述直流配电母线电压大于等于第二电压值时,所述电压检测装置控制所述双向换流装置关闭,所述双向换流模块自动停止给所述直流配电母线供电,所述蓄电池模块停止供电;所述第二电压值与所述直流配电母线的额定电压相同。

[0016] 在其中一个实施例中,若所述电压检测装置检测到所述直流配电母线电压大于等于第二电压值且持续若干时间后,所述电压检测装置控制所述双向换流装置打开,所述双向换流模块给所述蓄电池模块进行充电。

[0017] 在其中一个实施例中,所述双向换流模块为BUCK-BOOST电路,所述双向换流模块使用大功率管进行交错并联设计。

[0018] 在其中一个实施例中,所述BUCK-BOOST电路的输入端连接所述直流配电母线,所述BUCK-BOOST电路的输出端连接所述蓄电池模块;所述直流配电母线电压大于所述蓄电池模块电压时,所述BUCK-BOOST电路为BOOST电路升压模式。

[0019] 在其中一个实施例中,所述直流配电母线电压小于所述蓄电池模块电压时,所述BUCK-BOOST电路为BUCK电路降压模式。

[0020] 本发明的有益效果为:上述所提供的一种直流电源系统,通过蓄电池模块与双向换流模块相连接,双向换流模块与直流配电母线相连接。在电网供电正常时,充电模块通过直流配电母线给蓄电池模块进行充电蓄电;在电网供电异常时,蓄电池模块通过双向换流模块反向给直流配电母线供电,保证直流配电母线上的直流负载正常工作,,可以有效实现对直流母线的安全放电功能。而且在电网供电异常的情况下,仍保证直流负载长时间持续供电,满足安全级下游负载用电需求,提高了核电站重要负荷安全性和可靠性。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本申请实施例或传统技术中的技术方案,下面将对实施例或传统技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图1为一实施例中直流电源系统的结构示意图。

[0023] 图2为BUCK-BOOST电路原理示意图。

[0024] 图3为另一实施例中直流电源系统的结构示意图。

[0025] 图4为又一实施例中直流电源系统的结构示意图。

[0026] 图5为一实施例中直流电源系统的控制逻辑图。

[0027] 图6为一实施例中直流电源系统的蓄电池组充放电控制逻辑图。

具体实施方式

[0028] 为了便于理解本申请,下面将参照相关附图对本申请进行更全面的描述。附图中给出了本申请的实施例。但是,本申请可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使本申请的公开内容更加透彻全面。

[0029] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本申请。

[0030] 在本说明书的描述中,参考术语“有些实施例”、“其他实施例”、“理想实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特征包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性描述不一定指的是相同的实施例或示例。

[0031] 在目前核电站的直流电源系统中,一般都是采用铅酸蓄电池作为后备电源。随着核电厂数字化、智能化改造推进,一些重要安全级控制系统、保护系统进行了改造扩容。而因现场空间限制,铅酸蓄电池能量密度低、占地面积大、占用体积大,仍然采用铅酸蓄电池进行扩容将无法满足不同核电站直流电源系统后备电源的要求。而磷酸铁锂电池具有安全性好、能量密度高、使用寿命长、自放电率低等优点。因此,以磷酸铁锂电池为基础,设计研发高安全、高能量密度的新型安全级核电站直流电源系统,可以有效解决该问题。因此,需要一种以磷酸铁锂电池作为蓄电池的直流电源系统来替换原安全级铅酸蓄电池组。

[0032] 参阅图1至图6,一种直流电源系统,用于核电站为直流负载提供直流供电电能,如图1所示,该直流电源系统包括:充电模块10、直流配电母线20、双向换流模块30以及蓄电池模块40。直流配电母线20与充电模块10相连接,双向换流模块30与直流配电母线20相连接,蓄电池模块40与双向换流模块30相连接。

[0033] 充电模块10外接交流电配电系统,且充电模块10将交流配电系统输入的交流电转换成直流电输出。交流电配电系统包括但不限于220V电网、380V电网等其他交流电网。直流配电母线20接收来自充电模块10转换的直流电,直流配电母线20给连接在直流配电母线20上的直流负载供电。双向换流模块30在外接交流电配电系统正常供电的情况下,给蓄电池模块40进行充电,使得蓄电池模块40处于浮充状态。在外接交流电配电系统异常时,蓄电池模块40开始放电,给直流配电母线20提供直流电,让直流配电母线20上的负载可以正常工作。

[0034] 在外接交流电网正常运行的情况下,蓄电池模块40一直处于浮充状态。且由充电模块10将交流电转换成直流电后,输出给直流配电母线20为各个直流负载供电。如果在直流电源系统中出现过大的冲击负荷需求,充电模块10无法提供足够的电量来消除冲击负荷能量,则由蓄电池模块40提供冲击负荷所需能量。如果外接交流电网或充电模块10本身发生故障时,则充电模块10停止工作,由蓄电池模块40开始放电,给直流配电母线20提供直流电,来保证在一定时间内为直流配电母线20上的直流负载可以持续正常工作,保障核电站的安全。

[0035] 上述所提供的直流电源系统,通过蓄电池模块40与双向换流模块30相连接,双向换流模块30与直流配电母线20相连接。在电网供电正常时,充电模块10通过直流配电母线20给蓄电池模块40进行充电蓄电;在电网供电异常时,蓄电池模块40通过双向换流模块30

反向给直流配电母线20供电,保证直流配电母线20上的直流负载正常工作,可以有效实现对直流母线20的安全放电功能。而且在电网供电异常的情况下,仍保证直流负载长时间持续供电,满足安全级下游负载用电需求,提高了核电站重要负荷安全性和可靠性。

[0036] 在一个实施例中,蓄电池模块40包括两组以上的蓄电池组401,各个蓄电池组401与双向换流模块30连接,蓄电池组401在外接电网正常供电时,处于浮充状态,蓄电池组401在电网供电异常时,蓄电池组401通过双向换流模块30向外供电。该蓄电池组40由包括但不限于磷酸铁锂电池、三元锂电池等电池构成。在本实施例中,优选为蓄电池组40由磷酸铁锂电池构成。其中,磷酸铁锂电池构成的蓄电池组40与现常规技术中铅酸蓄电池相比,其重量降低75%以上,占地面积降低80%以上,体积降低65%以上;且磷酸铁锂电池构成的蓄电池组使用寿命15年以上,循环寿命大于4000次,是铅酸蓄电池的两倍以上。

[0037] 在一个实施例中,双向换流模块30包括双向换流装置301,双向换流装置301与蓄电池模块40相连接。具体地,双向换流装置301与蓄电池组401相连接。双向换流模块30在交流电配电系统正常供电时给蓄电池模块40进行充电。

[0038] 在一个实施例中,双向换流模块30还包括电压检测装置,电压检测装置与双向换流装置301以及直流配电母线20相连接,且电压检测装置与双向换流装置301一一对应,电压检测装置实时监测直流配电母线20的电压并控制双向换流装置301的通断。

[0039] 在一个实施例中,若电压检测装置检测到直流配电母线20的电压低于第一电压值时,电压检测装置控制双向换流装置301打开,蓄电池模块40通过双向换流模块30给直流配电母线20进行供电。且第一电压值小于直流配电母线20的额定电压。其中,导致直流配电母线20的电压跌落至第一电压值的原因包括但不限于:外接交流电网电源断电、充电模块出现故障、直流配电母线负载出现冲击负荷以及直流配电母线负载严重过载等原因。第一电压值常设置为直流配电母线20额定电压的0.875倍,例如,在48V额定电压的直流配电母线的的第一电压值为42V,110V额定电压的直流配电母线的的第一电压值为96.25V,125V额定电压的直流配电母线的的第一电压值为109.375V,以及230V额定电压的直流配电母线的的第一电压值为201.25V。

[0040] 在一个实施例中,若电压检测装置检测到直流配电母线20的电压大于等于第二电压值时,电压检测装置控制双向换流装置301关闭,双向换流模块30自动停止给直流配电母线20供电,蓄电池模块40停止向外供电。且第二电压值与直流配电母线20的额定电压相同。其中,直流配电母线20的电压大于等于第二电压值时一般是由于外接交流电网恢复供电正常,或其他异常情况恢复正常。第二电压值通常设置为直流配电母线20额定电压值,例如,在48V额定电压的直流配电母线的的第二电压值为48V,110V额定电压的直流配电母线的的第二电压值为110V,125V额定电压的直流配电母线的的第二电压值为125V,以及230V额定电压的直流配电母线的的第二电压值为230V。当充电模块回路恢复正常后,双向换流模块自动停止向直流配电母线供电,蓄电池模块处于继续备用状态。当确认外接电网电源恢复正常后,充电模块向蓄电池模块进行补电。

[0041] 在一个实施例中,若电压检测装置检测到直流配电母线20电压大于等于第二电压值且持续若干时间后,电压检测装置控制双向换流装置301打开,双向换流模块30给蓄电池模块40进行充电。其中,一般地,经过延时若干时间后,直流电源系统确认外接交流电网恢复正常供电或其他异常恢复正常后,则双向换流模块30开始向蓄电池模块40进行充电,补

充蓄电池模块40的放电容量。一般地,若干时间可以设定成1分钟、2分钟或5分钟等其他要求时间。当蓄电池模块的电压达到充电截止电压时,双向换流装置关闭,蓄电池模块结束充电,蓄电池模块进入备用状态。其中,蓄电池模块的充电截止电压通常设定成蓄电池模块额定电压的1.05倍。例如,在48V额定电压的直流配电母线的第二电压值为50.4V,110V额定电压的直流配电母线的第二电压值为115.5V,125V额定电压的直流配电母线的第二电压值为131.25V,以及230V额定电压的直流配电母线的第二电压值为241.5V。特别地,在蓄电池模块充电过程中,若外接交流电网断电或其他异常情况,导致直流配电母线电压跌落至第一电压值,则蓄电池模块立即结束充电模式,并立刻进入蓄电池模块的放电模式,给直流配电母线进行供电。其中,双向换流装置和蓄电池模块配合切换蓄电池模块的充电模式和放电模式,且蓄电池模块的充电模式和放电模式的切换快速实现。

[0042] 在一个实施例中,双向换流模块为BUCK-BOOST电路,如图2所示,为BUCK-BOOST电路原理示意图。双向换流模块使用大功率管进行交错并联设计,实现了大容量能量变流和高效率的DC/DC双向能量转换。直流电源系统使用BUCK-BOOST电路,可以使得系统的响应时间做到数毫秒一下,甚至不足1毫秒,基本实现接近零秒响应,可以有效实现对直流配电母线的安全放电功能。具体地,该BUCK-BOOST电路为大功率四开关BUCK-BOOST电路。

[0043] 在一个实施例中,该BUCK-BOOST电路的输入端连接所述直流配电母线,BUCK-BOOST电路的输出端连接所述蓄电池模块;直流配电母线电压大于蓄电池模块电压时,该BUCK-BOOST电路为BOOST电路升压模式。参阅图2,在BOOST电路升压模式中,开关Q1和开关Q3打开并导通。具体地,在实际实施过程中,输入端也可以为输出端,同步地,输出端也可以是输入端。此时,该BUCK-BOOST电路实现逆向的DC/DC能量变换。其中,各个开关的工作过程与上述类似。

[0044] 在一个实施例中,该BUCK-BOOST电路的输入端连接所述直流配电母线,BUCK-BOOST电路的输出端连接所述蓄电池模块,直流配电母线电压小于蓄电池模块电压时,该BUCK-BOOST电路为BUCK电路降压模式。参阅图2,在BUCK电路降压模式中,开关Q2和开关Q4打开并导通。具体地,在实际实施过程中,输入端也可以为输出端,同步地,输出端也可以是输入端。此时,该BUCK-BOOST电路实现逆向的DC/DC能量变换。其中,各个开关的工作过程与上述类似。

[0045] 具体地,在一个实施例中,如图3所示,该直流电源系统包括充电模块10、直流配电母线20、双向换流模块30以及蓄电池模块40。其中,充电模块10分别和外接交流电配电系统和直流配电母线20相连接,充电模块10用于将外接交流电配电系统输入的交流电转换成直流电输出,给直流配电母线20上的直流负载进行供电。蓄电池模块40包括若干个蓄电池组401,蓄电池组401由磷酸铁锂电池构成。相对应的,双向换流模块30包括若干个双向换流装置301。双向换流装置301和蓄电池组401一一对应。该蓄电池组401与双向换流装置301相连接,在外接交流电配电系统正常时,通过双向换流装置301给蓄电池组401进行充电补电,在外接交流电配电系统异常时,双向换流装置301用于将蓄电池组401存储的能量输出给直流配电母线20,不间断地为直流负载供电。本实施例所提供的直流电源系统能够在外接交流电配电系统失电或充电装置供电异常时,仍保证直流负载长时间持续供电,满足安全级下游负载用电需求,提高了核电站重要负荷安全性和可靠性。

[0046] 具体地,在一个实施例中,如图4所示,该直流电源系统包括充电模块10、直流配电

母线20、双向换流模块30以及蓄电池模块40。其中,充电模块10分别和外接交流电配电系统和直流配电母线20相连接,充电模块10用于将外接交流电配电系统输入的交流电转换成直流电输出,给直流配电母线20上的直流负载进行供电。蓄电池模块40包括若干个蓄电池组401,蓄电池组401由磷酸铁锂电池构成。而双向换流模块30为单个双向换流装置301。双向换流装置301和若干个蓄电池组401相连接,在外接交流电配电系统正常时,通过双向换流装置301给蓄电池组401进行充电补电,在外接交流电配电系统异常时,双向换流装置301用于将蓄电池组401存储的能量输出给直流配电母线20,不间断地为直流负载供电。本实施例所提供的直流电源系统能够在外接交流电配电系统失电或充电装置供电异常时,仍保证直流负载长时间持续供电,满足安全级下游负载用电需求,提高了核电站重要负荷安全性和可靠性。

[0047] 具体地,如图5所示为直流电源系统的控制逻辑图。在双向换流模块中还包括电压检测装置,电压检测装置与双向换流装置以及直流配电母线相连接,且电压检测装置与双向换流装置一一对应,电压检测装置实时监测直流配电母线的电压并控制双向换流装置的通断。

[0048] 若电压检测装置检测到直流配电母线的电压低于第一电压值时,电压检测装置控制双向换流装置打开,蓄电池模块通过双向换流模块给直流配电母线进行供电。且第一电压值小于直流配电母线的额定电压。其中,导致直流配电母线的电压跌落至第一电压值的原因包括但不限于:外接交流电网电源断电、充电模块出现故障、直流配电母线负载出现冲击负荷以及直流配电母线负载严重过载等原因。第一电压值常设置为直流配电母线额定电压的0.875倍,例如,在48V额定电压的直流配电母线的第二电压值为42V,110V额定电压的直流配电母线的第二电压值为96.25V,125V额定电压的直流配电母线的第二电压值为109.375V,以及230V额定电压的直流配电母线的第二电压值为201.25V。

[0049] 若电压检测装置检测到直流配电母线的电压大于等于第二电压值时,电压检测装置控制双向换流装置关闭,双向换流模块自动停止给直流配电母线供电,蓄电池模块停止向外供电。且第二电压值与直流配电母线的额定电压相同。其中,直流配电母线的电压大于等于第二电压值时一般是由于外接交流电网恢复供电正常,或其他异常情况恢复正常。第二电压值通常设置为直流配电母线额定电压值,例如,在48V额定电压的直流配电母线的第二电压值为48V,110V额定电压的直流配电母线的第二电压值为110V,125V额定电压的直流配电母线的第二电压值为125V,以及230V额定电压的直流配电母线的第二电压值为230V。当充电模块回路恢复正常后,双向换流模块自动停止向直流配电母线供电,蓄电池模块处于继续备用状态。当确认外接电网电源恢复正常后,充电模块向蓄电池模块进行补电。

[0050] 具体地,如图6所示,为直流电源系统的蓄电池组充放电控制逻辑图。在蓄电池模块充电过程中,若外接交流电网断电或其他异常情况,导致直流配电母线电压跌落至第一电压值,则蓄电池模块立即结束充电模式,并立刻进入蓄电池模块的放电模式,给直流配电母线进行供电。

[0051] 若直流配电母线的电压没有变化,蓄电池组继续充电。当蓄电池模块的电压达到充电截止电压时,双向换流装置关闭,蓄电池模块结束充电,蓄电池模块进入备用状态。其中,蓄电池模块的充电截止电压通常设定成蓄电池模块额定电压的1.05倍。例如,在48V额定电压的直流配电母线的第二电压值为50.4V,110V额定电压的直流配电母线的第二电压

值为115.5V,125V额定电压的直流配电母线的第二电压值为131.25V,以及230V额定电压的直流配电母线的第二电压值为241.5V。

[0052] 其中,双向换流装置和蓄电池模块配合切换蓄电池模组的充电模式和放电模式,且蓄电池模组的充电模式和放电模式的切换快速实现。

[0053] 本实施例所提供的直流电源系统,使用磷酸铁锂电池构成的蓄电池组有效代替了铅酸蓄电池组,磷酸铁锂电池构成的蓄电池组与现常规技术中铅酸蓄电池相比,其重量降低75%以上,占地面积降低80%以上,体积降低65%以上;且磷酸铁锂电池构成的蓄电池组使用寿命15年以上,循环寿命大于4000次,是铅酸蓄电池的两倍以上。即磷酸铁锂电池构成的蓄电池组具有重量轻、占地小、体积小、使用寿命长和安全性高等特点,以及磷酸铁锂电池成本低,适合工程应用和推广。直流电源系统在电网供电异常时,蓄电池模块通过双向换流模块反向给直流配电母线供电,保证直流配电母线上的直流负载正常工作,可以有效实现对直流母线的安全放电功能。而且在电网供电异常的情况下,仍保证直流负载长时间持续供电,满足安全级下游负载用电需求,提高了核电站重要负荷安全性和可靠性。

[0054] 上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0055] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对申请专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

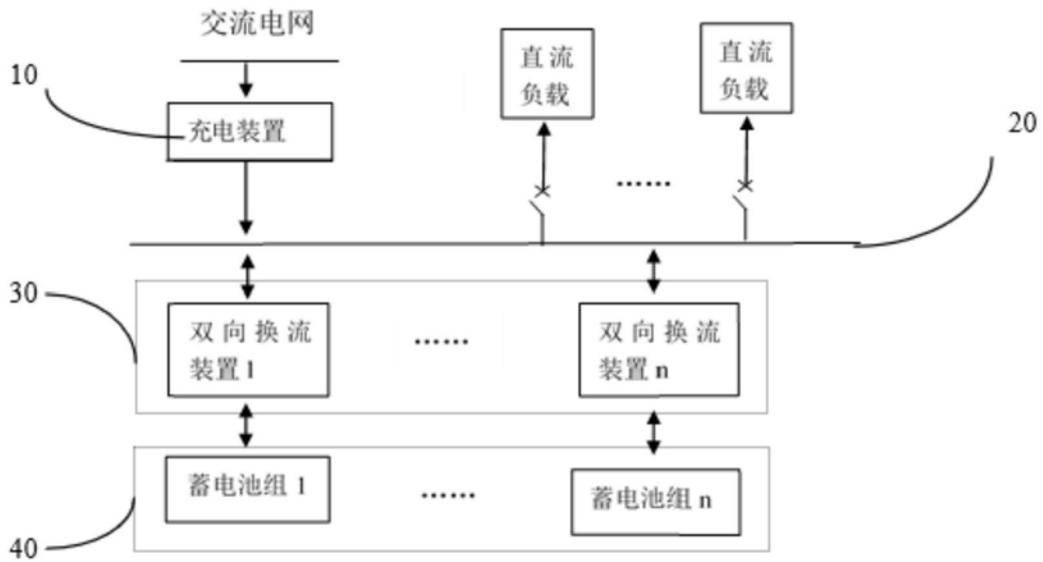


图1

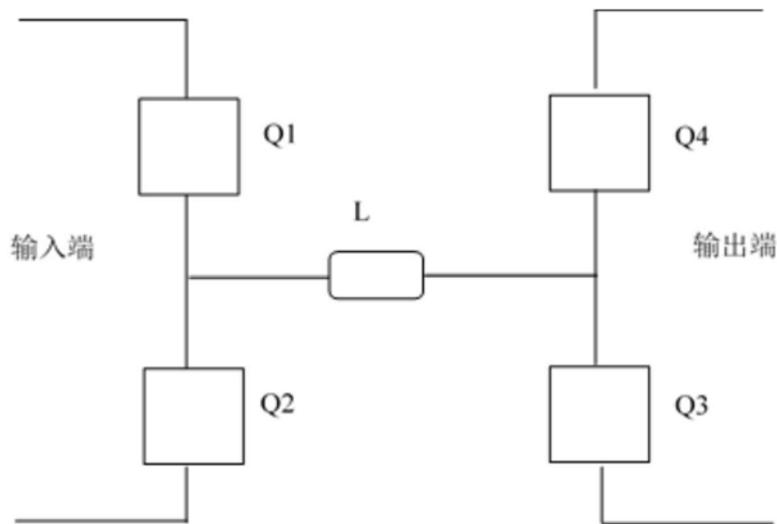


图2

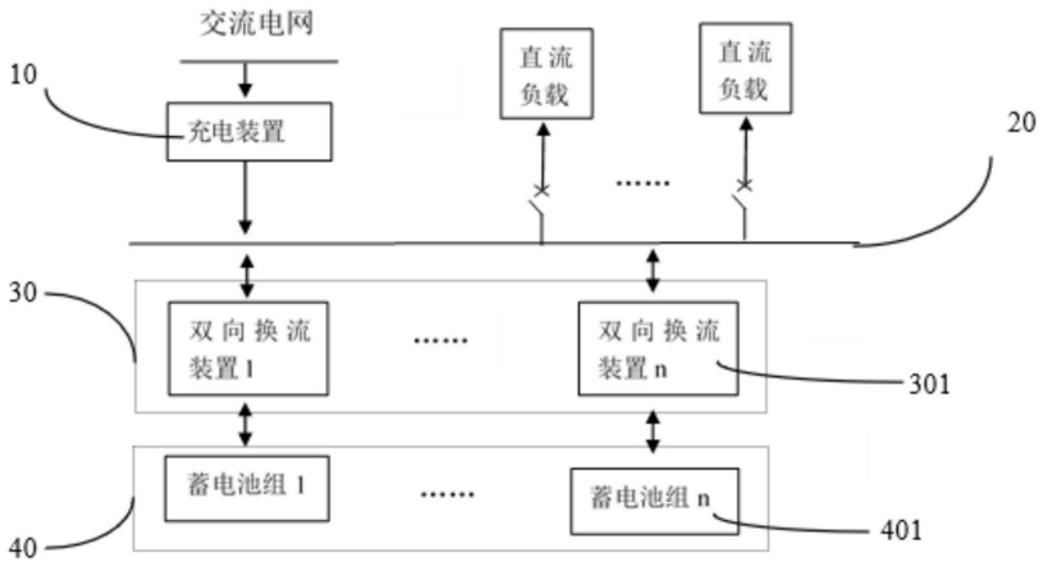


图3

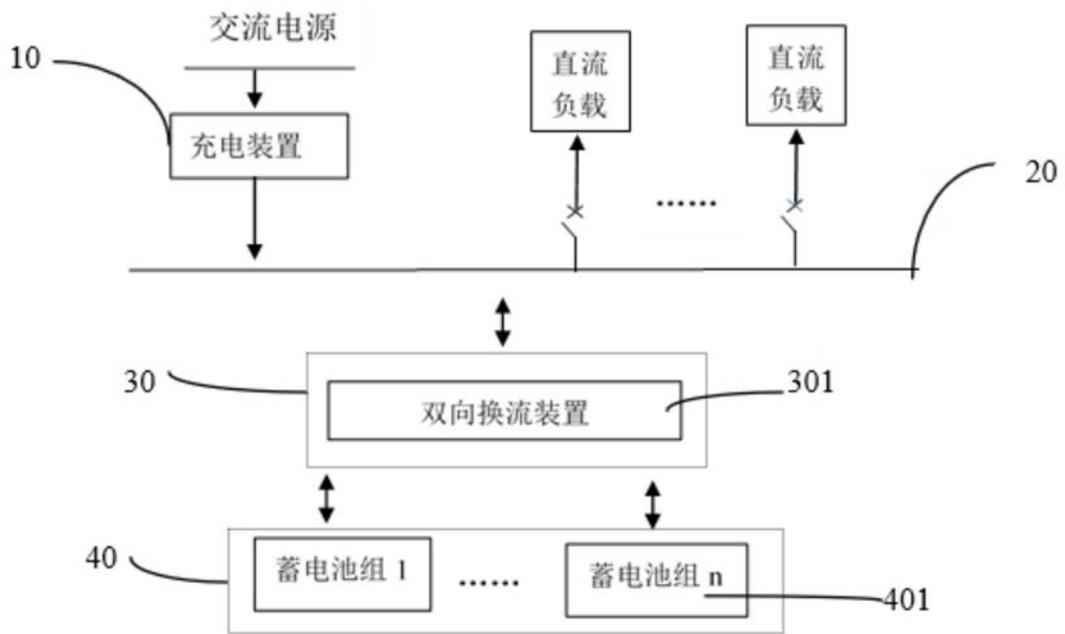


图4

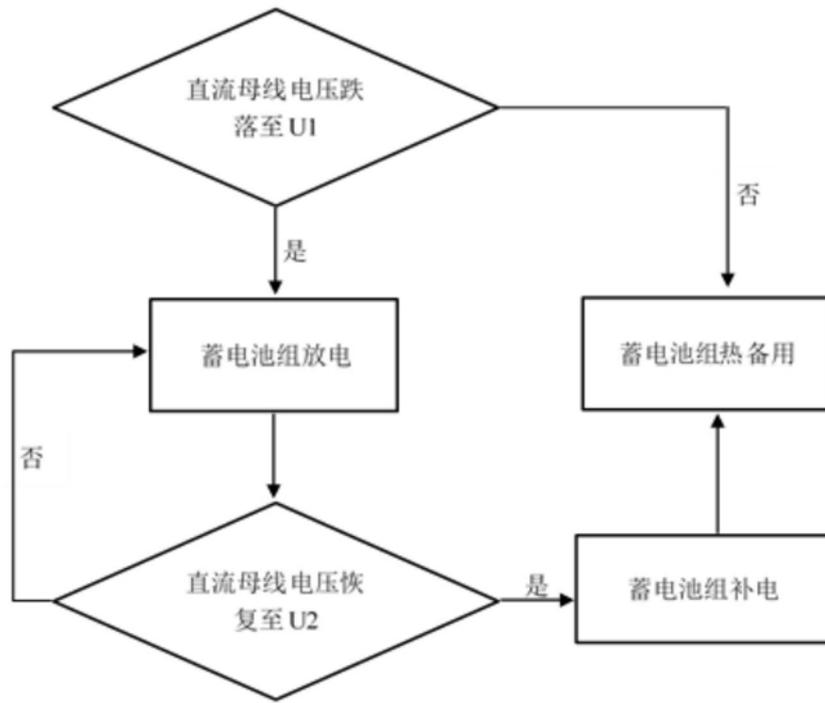


图5

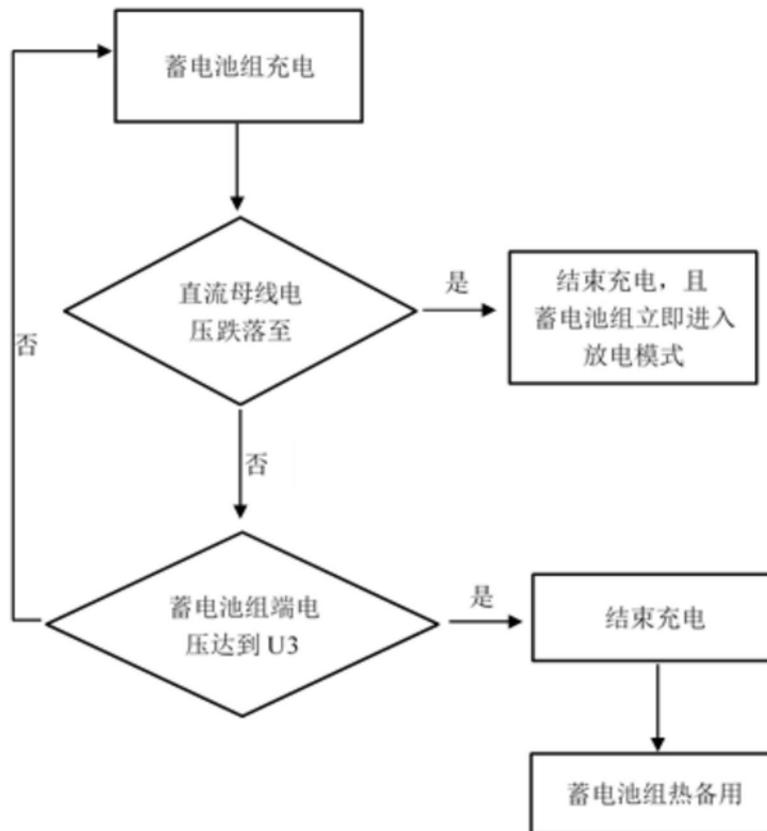


图6