



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114465259 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 10

(21) 申请号 202210313061.8

(22) 申请日 2022.03.28

(71) 申请人 西安热工研究院有限公司

地址 710048 陕西省西安市碑林区兴庆路
136号

(72) 发明人 郑少雄 薛志恒 张朋飞 杜文斌
何欣欣 陈会勇 杨可 王伟锋
吴涛 孟勇 赵杰

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

专利代理师 闵岳峰

(51) Int. Cl.

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 7/34 (2006.01)

H02M 3/156 (2006.01)

H02M 1/14 (2006.01)

H02M 7/02 (2006.01)

H02M 7/42 (2006.01)

B66B 1/30 (2006.01)

B66B 5/00 (2006.01)

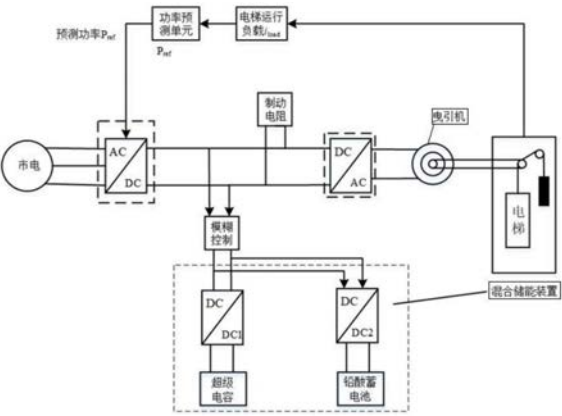
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种新型电梯混合储能能量回馈系统

(57) 摘要

本发明提供一种新型电梯混合储能能量回馈系统,通过功率预测确定电梯负载所需负荷,基于蓄电池和超级电容的混合储能技术,加入了模糊控制逻辑,根据电网电压的变化和充放电电流,通过模糊规则进行运算,在线调整直流母线的给定电压。相较于单独采用超级电容或蓄电池,采用混合储能装置,使系统具有功率密度高、能量密度高的优点,提高了电梯的稳定运行并改善电网的运行质量。



1. 一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,包括:市电、双向DC/DC变换器、混合储能装置、直流母线、制动电阻、曳引机、功率预测单元、AC/DC整流控制器、DC/AC逆变器及模糊控制模块;

所述的电梯与曳引机相连接,曳引机带动轿厢上升和下降;

所述的混合储能装置采用铅酸蓄电池和超级电容组成,两者与模糊控制模块相连接,并联在直流母线上;所述的超级电容、铅酸蓄电池分别与功率预测单元、模糊控制模块和双向DC/DC变换器连接,用于接收来自功率预测单元的预测功率 P_{ref} ,在线调整超级电容和蓄电池释放的能量;

所述的功率控制单元实现电梯运行负荷的在线预测;

所述的制动电阻与直流母线相连接,以热耗散的形式消耗掉多余的电能;

所述的AC/DC整流控制器与DC/AC逆变器串联在直流母线上,AC/DC整流控制器将交流电转变为直流电,DC/AC逆变器将直流电转变为交流电;

所述的DC/AC逆变器与曳引机连接;

所述的市电利用的是交流电。

2. 根据权利要求1所述的一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,所述的市电电源,为电梯运行提供能量,为380V三相交流电,同时为混合储能装置的双向DC/DC变换器及控制器供电;

所述的AC/DC整流控制器,为三相不可控整流桥,将380V三相交流电整流为直流电;

所述的制动电阻,直流母线电压范围为510V-700V,当直流母线电压超过700V时,由制动电阻模块消耗多余能量。

3. 根据权利要求2所述的一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,混合储能装置中,超级电容以及铅酸蓄电池,经过双向DC/DC变换器实现电压转换,再并联至直流母线;双向DC/DC变换器包括双向DC/DC1变换器和双向DC/DC2变换器;

所述的双向DC/DC1变换器与超级电容相连接;

所述的双向DC/DC2变换器与铅酸蓄电池相连接;

所述的超级电容与铅酸蓄电池通过双向变换器并联在直流母线上,在模糊控制模块作用下实现释能或获能。

4. 根据权利要求1所述的一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,还包括电梯运行负载 i_{load} ,所述的电梯运行负载 i_{load} 用于确定电梯运行的负载情况,便于混合储能系统的释能和耗能。

5. 根据权利要求4所述的一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,功率预测单元根据电梯的当前运行负载 i_{load} ,反映了电梯乘客的重量大小,预测处并网电流器周期运行功率 P_{ref} ,作为变流器控制的参考量。

6. 根据权利要求1所述的一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,双向DC/DC变换器通过对直流母线电压进行判断来控制双向DC/DC变换器的运行模式,当电梯处于能量再生状态时,直流母线电压将会升高,当升高至设定的阈值时,启动双向DC/DC变换器的Buck模式,将电梯再生的能量储存至储能单元中;当电梯处于耗能状态时,直流母线电压降低,当母线电压降低至设定的阈值时,启动双向DC/DC变换器的Boost模式,则储能单元为电梯进行辅助供电,与由电网经过整流器整流的电能一起为电梯运行供电。

7. 根据权利要求1所述的一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,对于电梯的实际运行控制,当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,电梯曳引机工作在电动机状态,此时电梯从电网吸收电能;当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,电梯曳引电机工作在发电机状态,并将产生的电能回馈给直流母线。

8. 根据权利要求1所述的一种新型电梯混合储能能量回馈系统,其特征在于,该系统采用PWM整流器电流环复合控制,重复控制器是在其主回路的前向通道上增置了周期延迟环节 z^{-N} ,对偏差进行调节快速性欠佳,在一个基波周期之后的时间才开始,带有延时性;在复合控制系统中,考虑两控制器调节作用的耦合问题;PI控制器是基于开关周期的,而且其对偏差响应速度快,重复控制器是基于基波周期的,当前偏差要延迟至下一基波周期才进行调节;对于PWM整流器电流环,负载电流 i_1 变化引起电流环给定信号的变化,PI控制器迅速跟踪并进入无静差的状态。

一种新型电梯混合储能能量回馈系统

技术领域

[0001] 本发明属于电梯储能技术领域,特别涉及一种新型电梯混合储能能量回馈系统。

背景技术

[0002] 能源是国民经济可持续发展的重要因素,能源的合理开发利用已经成为当前亟待解决的迫切问题。电能是当代社会最重要的能源,无论是工农业生产,还是人们的日常生活都离不开电能。我国正处在国民经济迅速发展的时期,电能的可持续发展直接影响着社会经济的可持续发展,节约电能不仅符合我国国策,更关系到社会的可持续发展,是全世界共同面临的重要课题。

[0003] 从电梯被发明并被广泛应用开始,电梯节能始终贯穿于电梯技术发展之中。开展电梯节能技术的研究,主要有以下几种途径:(1)电梯曳引机驱动技术的节能;(2)采用节能效果好、效率高、装置体积小和环保的永磁同步无齿曳引机;(3)电梯驱动控制系统的节能;(4)能量回馈系统的节能(采用再生能源技术)。

[0004] 据统计,消耗在制动电阻上的能量占电梯总用电量的25~35%,一般能量逆变的效率85%。因此,电梯能量回馈系统的节能效果在21~30%之间,且楼层越高、电梯速度越快,节能效果愈明显。能量回馈系统和电梯的完美结合打破了传统电梯从节能到“造”能的飞跃。这是电梯能耗的历史性突破,是电梯节能史上的一个分水岭。但是,市场上销售的能量回馈器和实验研究中,一般都关注能量回馈功能,并没有涉及到谐波抑制的方向,另外控制方法研究局限于直接电流控制等简单控制方法,并且没有考虑电网电压不平衡情况,有的功率因数低和直流母线电压等不稳定,甚至实际应用中经常出问题,由于没有完善的检测和鉴定方法,还有很多具体细节需要进一步研究。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种新型电梯混合储能能量回馈系统,通过功率预测确定电梯负载所需负荷,基于蓄电池和超级电容的混合储能技术,实现电梯的节能。当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,电梯曳引机工作在电动机状态,此时电梯从电网吸收电能;当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,电梯曳引电机工作在发电机状态,并将产生的电能回馈给直流母线。

[0006] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种新型电梯混合储能能量回馈系统,包括:市电、双向DC/DC变换器、混合储能装置、直流母线、制动电阻、曳引机、功率预测单元、AC/DC整流控制器、DC/AC逆变器和模糊控制模块;

[0008] 所述的电梯与曳引机相连接,曳引机带动轿厢上升和下降;

[0009] 所述的混合储能装置采用铅酸蓄电池和超级电容组成,两者与模糊控制模块相连

接,并联在直流母线上;所述的超级电容、铅酸蓄电池分别与功率预测单元、模糊控制模块和双向DC/DC变换器连接,用于接收来自功率预测单元的预测功率 P_{ref} ,在线调整超级电容和蓄电池释放的能量;

[0010] 所述的功率控制单元实现电梯运行负荷的在线预测;

[0011] 所述的制动电阻与直流母线相连接,以热耗散的形式消耗掉多余的电能;

[0012] 所述的AC/DC整流控制器与DC/AC逆变器串联在直流母线上,AC/DC整流控制器将交流电转变为直流电,DC/AC逆变器将直流电转变为交流电;

[0013] 所述的DC/AC逆变器与曳引机连接;

[0014] 所述的市电利用的是交流电。

[0015] 本发明进一步的改进在于,所述的市电电源,为电梯运行提供能量,为380V三相交流电,同时为混合储能装置的双向DC/DC变换器及控制器供电;

[0016] 所述的AC/DC整流控制器,为三相不可控整流桥,将380V三相交流电整流为直流电;

[0017] 所述的制动电阻,直流母线电压范围为510V-700V,当直流母线电压超过700V时,由制动电阻模块消耗多余能量。

[0018] 本发明进一步的改进在于,混合储能装置中,超级电容以及铅酸蓄电池,经过双向DC/DC变换器实现电压转换,再并联至直流母线;双向DC/DC变换器包括双向DC/DC1变换器和双向DC/DC2变换器;

[0019] 所述的双向DC/DC1变换器与超级电容相连接;

[0020] 所述的双向DC/DC2变换器与铅酸蓄电池相连接;

[0021] 所述的超级电容与铅酸蓄电池通过双向变换器并联在直流母线上,在模糊控制模块作用下实现释能或获能。

[0022] 本发明进一步的改进在于,还包括电梯运行负载 i_{load} ,所述的电梯运行负载 i_{load} 用于确定电梯运行的负载情况,便于混合储能系统的释能和耗能。

[0023] 本发明进一步的改进在于,功率预测单元根据电梯的当前运行负载 i_{load} ,反映了电梯乘客的重量大小,预测处并网电流器周期运行功率 P_{ref} ,作为变流器控制的参考量。

[0024] 本发明进一步的改进在于,双向DC/DC变换器通过对直流母线电压进行判断来控制双向DC/DC变换器的运行模式,当电梯处于能量再生状态时,直流母线电压将会升高,当升高至设定的阈值时,启动双向DC/DC变换器的Buck模式,将电梯再生的能量储存至储能单元中;当电梯处于耗能状态时,直流母线电压降低,当母线电压降低至设定的阈值时,启动双向DC/DC变换器的Boost模式,则储能单元为电梯进行辅助供电,与由电网经过整流器整流的电能一起为电梯运行供电。

[0025] 本发明进一步的改进在于,对于电梯的实际运行控制,当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,电梯曳引机工作在电动机状态,此时电梯从电网吸收电能;当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,电梯曳引电机工作在发电机状态,并将产生的电能回馈给直流母线。

[0026] 本发明进一步的改进在于,该系统采用PWM整流器电流环复合控制,重复控制器是在其主回路的前向通道上增置了周期延迟环节 z^{-N} ,对偏差进行调节快速性欠佳,在一个基

波周期之后的时间才开始,带有延时性;在复合控制系统中,考虑两控制器调节作用的耦合问题;PI控制器是基于开关周期的,而且其对偏差响应速度快,重复控制器是基于基波周期的,当前偏差要延迟至下一基波周期才进行调节;对于PWM整流器电流环,负载电流 i_1 变化引起电流环给定信号的变化,PI控制器迅速跟踪并进入无静差的状态。

[0027] 与现有技术相比,本发明至少具有以下有益的技术效果:

[0028] 本发明提供一种新型电梯混合储能能量回馈系统,通过功率预测确定电梯负载所需负荷,基于蓄电池和超级电容的混合储能技术,加入了模糊控制逻辑,根据电网电压的变化和充放电电流,通过模糊规则进行运算,在线调整直流母线的给定电压。相较于单独采用超级电容或蓄电池,采用混合储能装置,使系统具有功率密度高、能量密度高的优点,提高了电梯的稳定运行并改善电网的运行质量。对于电梯的实际运行控制,当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,电梯曳引机工作在电动机状态,此时电梯从电网吸收电能;当对重质量小于载重与轿厢的总质量且电梯下行时,当对重质量大于载重与轿厢的总质量且电梯上行时,电梯曳引电机工作在发电机状态,并将产生的电能回馈给直流母线。若此时电网侧的整流器无法逆变且直流母线中没有消耗或储能措施,大量的电能堆积在直流母线上,导致母线电压升高,对滤波电容也有所伤害。

附图说明

[0029] 图1是本发明实施例的一种基于混合储能装置的电梯节能系统结构图;

[0030] 图2是本发明实施例的PWM整流器电流环复合控制结构图;

[0031] 图3是本发明实施例的双向DC-DC变换器结构示意图。

具体实施方式

[0032] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0033] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0034] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述:

[0035] 请参阅图1,本发明实施例的一种新型电梯混合储能能量回馈系统示意图,包括:市电、双向DC/DC变换器、混合储能装置、超级电容、铅酸蓄电池、制动电阻、曳引机、功率预测单元、AC/DC整流控制器、DC/AC逆变器、模糊控制模块、电梯运行负载 i_{load} 等几个主要

部分组成。

[0036] 本发明实施例中,当电梯运行时,根据其运行状态,在曳引机的作用下进行上行或下行。根据电梯的当前运行负载 i_{load} ,反映了电梯乘客的重量大小,预测处并网电流器周期运行功率 P_{ref} ,作为变流器控制的参考量,经过AC/DC整流控制器,将交流电转化为直流电,造成直流母线上的电压波动,模糊控制模块对电压的波动进行控制,输出的控制指令作用于双向DC/DC变换器,双向DC/DC变换器作为能量的转换结构,通过控制输入输出电压极性不变,使得超级电容或蓄电池模块两端电压极性不变。双向DC/DC变换器输出的直流电作用于混合储能装置,当直流母线电压过低时,超级电容和铅酸蓄电池释放电能,减小对市电的消耗;当直流母线电压过高时,过多的电量经过变压之后,分别储存在超级电容和铅酸蓄电池中,达到节能的效果。

[0037] 请参阅图2,本发明提供了的PWM整流器电流环复合控制,重复控制器主要是在其主回路的前向通道上增置了周期延迟环节 z^{-N} ,对偏差进行调节快速性欠佳,一般在一个基波周期之后的时间才开始,带有一定的延时性。在复合控制系统中,必须考虑两控制器调节作用的耦合问题。PI控制器是基于开关周期的,而且其对偏差响应速度快。而重复控制器是基于基波周期的,当前偏差要延迟至下一基波周期才进行调节。对于PWM整流器电流环,负载电流 i_l 变化引起电流环给定信号的变化,PI控制器可以迅速跟踪并进入无静差的状态。电流环的主要扰动就是周期性的死区扰动,该扰动可由重复控制器克服。总之,电流环的给定是非周期性的,扰动是周期性的。

[0038] 电流环的给定及扰动信号发生变化最后都反映为输入偏差的变化。当出现较大的非周期性偏差时,重复控制器被切除,由PI控制器迅速响应并抑制非周期性偏差;当非周期性偏差被有效衰减后,重复控制器重新投入以抑制周期性偏差。稳态时,PI控制器和重复控制器共同起作用,其中PI控制器输出起主要作用,而重复控制器输出则用以消除周期性偏差。

[0039] 请参阅图3,该图为DC/DC变换器采用的是双向DC/DC变换器的简化模型。双向DC/DC变换器作为能量的转换结构,通过控制输入输出电压极性不变,使得超级电容或蓄电池模块两端电压极性不变,根据电流流动的方向控制其能量的传输方向。由电网电压与充放电电流纹波,在线调整直流母线的电压,与给定的电压作用于双向DC/DC控制器,使用PWM互补模式可以实现对开关的控制,大大提高了变换器的转换效率。本发明采用的是非隔离型双向DC/DC变换器,该变换器由于拓扑结构简单,开关数量少,开关损耗和导通损耗较低,没有使用变压器,因此成本低。超级电容和铅酸蓄电池由于电压等级一般可串联到200V以上,而直流母线的电压范围为510-580V,这样的电压比在非隔离型双向DC/DC变换器是在可接受范围。

[0040] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本发明的权利要求保护范围之内。

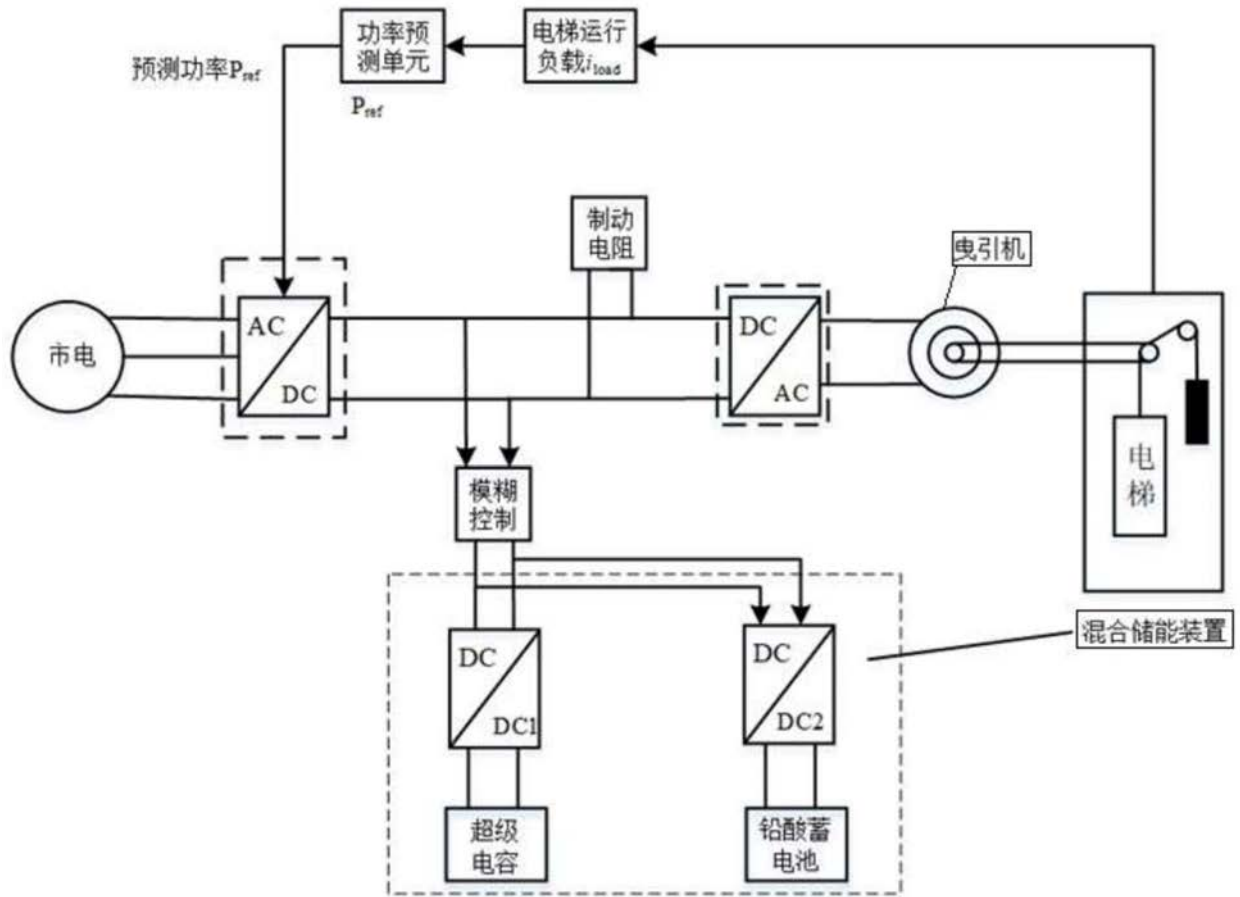


图1

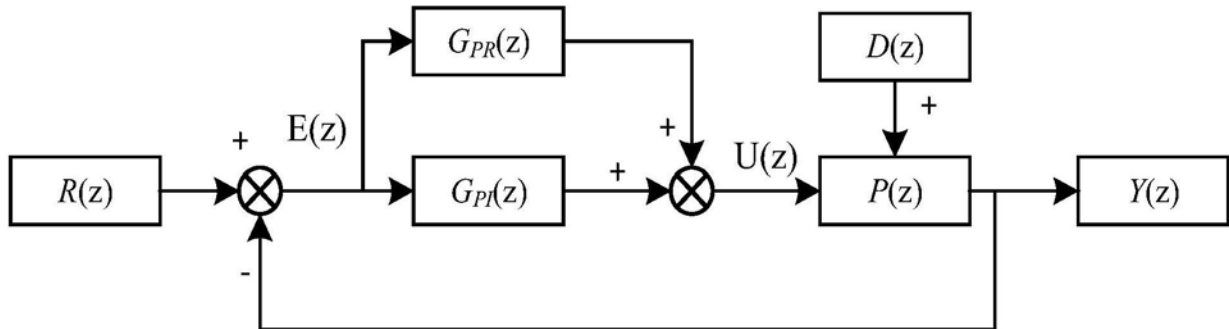


图2

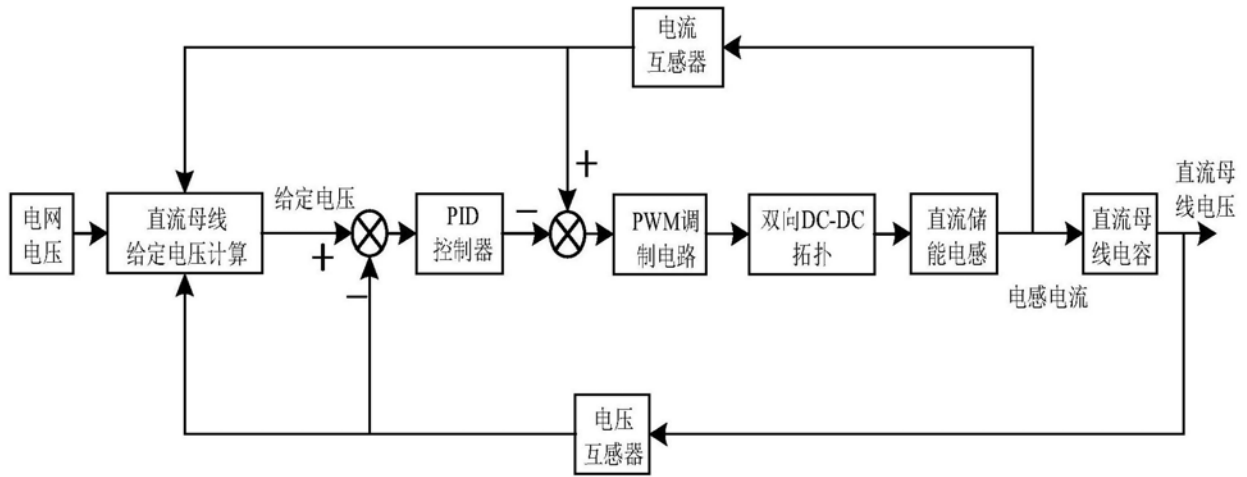


图3