

1. 一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,其特征在于包括如下步骤:

(1)对锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC进行区域划分;

(2)根据负荷、风力发电系统以及光伏发电系统的运行情况确定锂电池储能装置的备用容量,然后微电网控制器结合当前锂电池储能装置的SOC和锂电池储能装置备用容量计算锂电池储能装置的充放电功率上下限;

(3)根据锂电池储能装置的运行功率上下限、微电网的负荷、光伏发电系统的输出功率确定液流电池储能装置的充放电功率,利用液流电池储能装置的调节能力,降低锂电池储能装置的调节压力,在锂电池储能装置的备用容量足够的情况下通过液流电池储能装置的充放电维持液流电池储能装置的SOC处于正常值,即根据锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC合理分配两个储能装置之间的充放电功率;

(4)当液流电池储能装置无法满足微电网功率需求时,确定微电网中光伏发电系统的出力大小,充分利用光伏发电系统的发电能力;

(5)当锂电池储能装置、液流电池储能装置和光伏发电系统的输出功率都无法满足微电网功率需求时,确定微电网中风力发电系统的出力大小,对风力发电机进行投切,或者对负荷进行投切,维持微电网功率平衡,并维持锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC在正常值。

2. 根据权利要求1所述的一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,其特征在于:步骤(1)所述对锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC的进行区域划分的方法如下:将锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC分别划分为5个区域:

储能荷电状态1:储能装置可充不可放,若微电网中功率较为富余,则优先对储能装置充电,在该状态下储能装置可以以最大功率充电,但是不能放电,储能装置的最大放电功率为0;

储能荷电状态2:储能装置充电不受限制,放电受到限制;

储能荷电状态3:储能装置充放电均不受限制,储能装置的充电功率的限值为其最大充电功率,放电功率的限值为其最大放电功率;

储能荷电状态4:储能装置放电不受限制,充电功率加以限制;

储能荷电状态5:储能装置可放不可充,在该状态下储能装置可以以最大功率放电,但是不能充电,最大充电功率设为0。

3. 根据权利要求1所述的一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,其特征在于:步骤(2)所述锂电池储能装置的运行功率上下限通过如下方法确定:微电网控制器结合当前锂电池储能装置的SOC和锂电池储能装置备用容量计算锂电池储能装置的充放电功率上下限 $[P_{Li, \min}, P_{Li, \max}]$, $P_{Li, \max}$ 为锂电池储能装置最大放电功率,为正值, $P_{Li, \min}$ 为锂电池储能装置最大充电功率,为负值, P_{Li} 为锂电池储能装置的充放电功率,放电功率为正值,充电功率为负值。

4. 根据权利要求1所述的一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,其特征在于:步骤(3)所述合理分配锂电池储能装置和液流电池储能装置之间的充放电功率的方法如下:微电网控制器判断锂电池储能装置的SOC所处的区域,位于储能荷电状态1或2或3或4或5,根据锂电池储能装置的充放电功率和锂电池储能装置的充放电功率上下限确

定微电网控制器的执行策略,不同策略对应不同的锂电池储能装置和液流电池储能装置的充放电控制。

5.根据权利要求1所述的一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,其特征在于:步骤(4)所述充分利用光伏发电系统的发电能力的方法如下:当锂电池储能装置和液流电池储能装置的放电功率不能满足微电网功率需求时,提高光伏发电系统输出功率;当锂电池储能装置和液流电池储能装置的充电功率不能满足微电网功率需求时,减小光伏发电系统输出功率。

6.根据权利要求1所述的一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,其特征在于:步骤(5)中,当锂电池储能装置、液流电池储能装置和光伏发电系统的输出功率都无法满足微电网功率需求时,若微电网功率有剩余,则切除风力发电机或投入新的负荷,若微电网功率不足,则投入风力发电机或切除负荷。

一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法

技术领域

[0001] 本发明属于微电网能量管理技术领域,尤其是一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法。

背景技术

[0002] 为了缓解能源危机,构建可持续能源系统,同时满足用户对电力的多样性需求,可再生能源分布式发电及微型电网系统越来越受到重视。微电网可以促进可再生能源的分布式发电的离网运行,提高可再生能源的利用率。可再生能源的利用、节能和环保是我国长期科技发展计划的重要研究领域。微电网是一种新的分布式能源组织方式和结构,通过将地域相近的一组微电源、储能装置与负荷结合起来进行协调控制。

[0003] 在正常情况下,微电网离网运行,微电网离网能量优化管理就是指通过协调微电网中的分布式电源、储能设备,对用户的需求侧进行管理,对微电源的输出功率进行控制和管理,实现根据微电网实时运行情况下动态地对微电网中负荷在各分布式电源、储能装置单元之间进行全局性的优化分配,使微电网安全、高效、可靠和经济地运行。

[0004] 经济运行是微电网系统追求的一个重要目标。在微电网系统中,由于分布式发电单元及分布式储能单元的种类繁多,而且每种分布式能源的特性又各不相同,必须要建立新的能量管理优化模型才能适应微电网经济运行的要求;同时,在以可再生能源为主的微电网系统中,还需要考虑可再生能源利用率最大化等运行优化策略,以确保微电网高效、经济地运行。国内外许多学者提出了多种能量管理方法,常用的有:1、根据系统电气参数和分布式电源种类进行目标优化;2、根据风力发电系统、光伏发电系统、蓄电池储能装置各自的数学模型和控制策略,实现多电源协调控制和微电网能量优化管理;3、对能量管理进行分层调度,不同调度层实现不同的能量管理策略。但微电网储能装置的荷电状态在能量管理过程中发生变化,一般方法没有对微电网能量管理与储能装置荷电状态之间的联系进行深入分析和详细规划,因此难以做到基于储能装置的最优能量管理。

[0005] 经对现有技术文献的检索发现,含分布式发电的微电网能量管理多目标优化(王新刚,艾芊,徐伟华,韩鹏.含分布式发电的微电网能量管理多目标优化[J].电力系统保护与控制,2009,10:79-83.)针对分布式电源的运行特性,将不同类型的电源区别对待,进行多目标优化,以达到整个微电网的最优化运行;风光储微电网多电源协调控制策略研究(张佳军.风光储微电网多电源协调控制策略研究[D].华北电力大学,2013.)在研究永磁直驱风力发电系统、光伏发电系统、蓄电池储能装置各自的数学模型和控制策略,以及风光储微电网运行特性的基础上,提出了该风光储微电网的多电源协调控制策略,给出了该协调控制策略的架构,提出了基于多时间尺度的能量优化管理策略,以及微电源与储能的实时调度策略;微电网孤网实时能量优化管理(李满礼,付蓉,杨健.微电网孤网实时能量优化管理[J].微型机与应用,2014,15:76-79+82.)提出了双层协调调度的方法,以计划调度层和实时调度层来解决微电网孤网实时能量优化管理的问题。计划层是基于不可控微电源功率预测的主要考虑微电网经济性的调度方法。实时层是在计划层的基础上对不可控微电源实际

功率与预测功率之间的误差进行调度,再将调度结果叠加到计划层各个可控微电源的功率上。以上的方法和技术都没有根据储能装置荷电状态的变化情况对微电网能量管理方法进行深入分析和详细规划,只在分布式电源、负荷、储能等结构上以及多时间尺度和能量调度架构方面进行分析,没有对微电网能量管理与储能装置荷电状态之间的联系进行深入分析和提出详细的能量管理方案。

[0006] 针对以上不足,本发明根据负荷、风力发电系统以及光伏发电系统的运行情况确定锂电池储能装置的备用需求,然后结合锂电池储能装置的SOC,实行SOC在不同储能荷电状态下的微电网能量管理方法,充分利用液流电池储能装置的调节能力和光伏发电系统的发电能力,实现含多类储能的离网型风光储微电网的能量优化管理。经过仿真,验证了该控制策略的正确性。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了解决上述现有技术中存在的不足之处,提供一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,首先通过调整光伏发电系统以及液流储能装置使得微电网功率波动处于锂电池储能装置的调节范围之内,然后利用锂电池储能装置的调节能力对微电网的运行进行调节,充分利用微电网内的可再生能源的发电能力。

[0008] 一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,其包括如下步骤:

[0009] (1)对锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC的进行区域划分;

[0010] (2)根据负荷、风力发电系统以及光伏发电系统的运行情况确定锂电池储能装置的备用容量,然后微电网控制器结合当前锂电池储能装置SOC和锂电池储能装置备用容量计算锂电池储能装置的充放电功率上下限;

[0011] (3)根据锂电池储能装置的运行功率上下限、微电网的负荷、光伏发电系统的输出功率确定液流电池储能装置的充放电功率,利用液流电池储能装置的调节能力,降低锂电池储能装置的调节压力,在锂电池储能装置的备用容量足够的情况下通过液流电池储能装置的充放电维持液流电池储能装置的SOC处于正常值,即根据锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC合理分配两个储能装置之间的充放电功率;

[0012] (4)当液流电池储能装置无法满足微电网功率需求时,确定微电网中光伏发电系统的出力大小,充分利用光伏发电系统的发电能力;

[0013] (5)当锂电池储能装置、液流电池储能装置和光伏发电系统的输出功率都无法满足微电网功率需求时,确定微电网中风力发电系统的出力大小,对风力发电机进行投切,或者对负荷进行投切,维持微电网功率平衡,并维持锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC在正常值。

[0014] 进一步地,步骤(1)所述对锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC的进行区域划分的方法如下:将锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC分别划分为5个区域:

[0015] 储能荷电状态1:储能装置可充不可放,若微电网中功率较为富余,则优先对储能装置充电。在该状态下储能装置可以以最大功率充电,但是不能放电,储能装置的最大放电功率为0;

[0016] 储能荷电状态2:储能装置充电不受限制,放电受到限制;

[0017] 储能荷电状态3:储能装置充放电均不受限制,储能装置的充电功率的限值为其最

大充电功率,放电功率的限值为其最大放电功率;

[0018] 储能荷电状态4:储能装置放电不受限制,充电功率加以限制;

[0019] 储能荷电状态5:储能装置可放不可充,在该状态下储能装置可以以最大功率放电,但是不能充电,最大充电功率设为0。

[0020] 进一步地,步骤(2)所述锂电池储能装置的运行功率上下限通过如下方法确定:微电网控制器结合当前锂电池储能装置SOC和锂电池储能装置备用容量计算锂电池储能装置的充放电功率上下限 $[P_{Li,min}, P_{Li,max}]$, $P_{Li,max}$ 为锂电池储能装置最大放电功率,为正值, $P_{Li,min}$ 为锂电池储能装置最大充电功率,为负值。 P_{Li} 为锂电池储能装置的充放电功率,放电功率为正值,充电功率为负值;

[0021] 进一步地,步骤(3)所述合理分配锂电池储能装置和液流电池储能装置之间的充放电功率的方法如下:微电网控制器判断锂电池储能装置的SOC所处的区域,位于储能荷电状态1或2或3或4或5,根据锂电池储能装置的充放电功率和锂电池储能装置的充放电功率上下限确定微电网控制器的执行策略,不同策略对应不同的锂电池储能装置和液流电池储能装置的充放电控制。

[0022] 进一步地,步骤(4)所述充分利用光伏发电系统的发电能力的方法如下:当锂电池储能装置和液流电池储能装置的放电功率不能满足微电网功率需求时,提高光伏发电系统输出功率;当锂电池储能装置和液流电池储能装置的充电功率不能满足微电网功率需求时,减小光伏发电系统输出功率。

[0023] 进一步地,步骤(5)中,当锂电池储能装置、液流电池储能装置和光伏发电系统的输出功率都无法满足微电网功率需求时,若微电网功率有剩余,则切除风力发电机或投入新的负荷,若微电网功率不足,则投入风力发电机或切除负荷。

[0024] 与现有技术相比,本发明具有以下效果:提供一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法,利用锂电池储能装置的调节能力对于微电网进行能量管理和优化调度,在此调节过程中,充分利用微电网内液流电池储能装置、光伏发电系统和风力发电系统的输出功率,实现多类储能的离网型风光储微电网的能量管理和优化调度。

附图说明

[0025] 图1是储能装置状态区域划分图;

[0026] 图2是一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法框图;

[0027] 图3是一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理的策略1框图;

[0028] 图4是一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理的策略2框图;

[0029] 图5是一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理的策略3框图;

[0030] 图6是一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理的策略4框图;

[0031] 图7是一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理的策略5框图;

[0032] 图8a~图8c是实例中含多类储能的离网型风光储微电网的不同参数的仿真结果图。

具体实施方式

[0033] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步详细的说明,但本发明的实施方式和

保护不限于此。

[0034] 第一步:对锂电池储能装置和液流电池储能装置的SOC均按图1所示进行划分。

[0035] 对于离网经济运行调度,调度周期取为15分钟。

[0036] 储能荷电状态1:储能装置可充不可放,若微电网中功率较为富余,则优先对储能装置充电。在该状态下储能装置可以以最大功率充电,但是不能放电,储能装置的最大放电功率为0。

[0037] 储能荷电状态2:储能装置充电不受限制,放电受到限制。

[0038] 储能荷电状态3:储能装置充放电均不受限制,储能装置的充电功率的限值为其最大充电功率,放电功率的限值为其最大放电功率。

[0039] 储能荷电状态4:储能装置放电不受限制,充电功率加以限制。

[0040] 储能荷电状态5:储能装置可放不可充,在该状态下储能装置可以以最大功率放电,但是不能充电,最大充电功率设为0。

[0041] 第二步:锂电池储能装置作为主电源,其SOC决定了微电网的实时调度运行方案,如图2所示。根据锂电池储能装置的SOC,离网型微电网能量管理方法被分为三种情况:

[0042] 1、当锂电池储能装置的SOC位于储能荷电状态3时,锂电池储能装置处于可充可放的区间,然后微电网控制器结合当前锂电池储能装置SOC和锂电池储能装置备用容量计算锂电池储能装置的充放电功率上下限 $[P_{Li,min}, P_{Li,max}]$, $P_{Li,max}$ 为锂电池储能装置最大放电功率,为正值, $P_{Li,min}$ 为锂电池储能装置最大充电功率,为负值。

[0043] P_{Li} 为锂电池储能装置的充放电功率,放电功率为正值,充电功率为负值。当锂电池储能装置充放电功率 $P_{Li} > P_{Li,max}$,说明锂电池储能装置的上备用容量不足,微电网控制器执行策略1(即第三步);当锂电池储能装置的充放电功率 $P_{Li} < P_{Li,min}$,说明锂电池储能装置的下备用容量不足,微电网控制器执行策略2(即第四步);若锂电池储能装置的充放电功率在正常区域 $[P_{Li,min}, P_{Li,max}]$ 内,微电网控制器执行策略3(即第五步);

[0044] 2、当锂电池储能装置的SOC位于储能荷电状态4或者储能荷电状态5时,锂电池储能装置以限制充电功率运行,微电网控制器结合当前锂电池储能装置SOC和锂电池储能装置备用容量计算锂电池储能装置的充放电功率上下限 $[P_{Li,min}, P_{Li,max}]$,当锂电池储能装置充放电功率 $P_{Li} > P_{Li,max}$,说明锂电池储能装置的上备用容量不足,微电网控制器执行策略1(即第三步);当锂电池储能装置的充放电功率 $P_{Li} < P_{Li,min}$,说明锂电池储能装置的下备用容量不足,微电网控制器执行策略2(即第四步);若锂电池储能装置的充放电功率在正常区域 $[P_{Li,min}, P_{Li,max}]$ 内,微电网控制器执行策略4(即第六步)。

[0045] 3、当锂电池储能装置的SOC位于储能荷电状态1或者储能荷电状态2时,锂电池储能装置以限制放电功率运行,微电网控制器结合当前锂电池储能装置SOC和锂电池储能装置备用容量计算锂电池储能装置的充放电功率上下限 $[P_{Li,min}, P_{Li,max}]$,当锂电池储能装置充放电功率 $P_{Li} > P_{Li,max}$,说明锂电池储能装置的上备用容量不足,微电网控制器执行策略1(即第三步);当锂电池储能装置的充放电功率 $P_{Li} < P_{Li,min}$,说明锂电池储能装置的下备用容量不足,微电网控制器执行策略2(即第四步);若锂电池储能装置的充放电功率在正常区域 $[P_{Li,min}, P_{Li,max}]$ 内,微电网控制器执行策略5(即第七步)。

[0046] 第三步:微电网控制器执行策略1如图3所示。

[0047] 1、微电网控制器判断液流电池储能装置的充放电功率 P_{VR} 是否满足 $P_{VR} < P_{VR,max}$,

$P_{VR,max}$ 为液流电池储能装置最大放电功率, $P_{VR,min}$ 为液流电池储能装置最大充电功率。如果满足 $P_{VR} < P_{VR,max}$,即液流电池储能装置有进一步增大放电功率的空间,则液流电池储能装置增大功率输出,充放电功率为:

$$[0048] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li,max}$$

[0049] P_{net} 为净负荷,等于微电网中负荷的实时功率减去风力发电机功率; P_{pv} 为光伏发电的实时功率;

[0050] 2、如果液流电池储能装置的充放电功率不满足 $P_{VR} < P_{VR,max}$,即液流电池储能装置没有进一步增大放电功率的空间,则微电网控制器判断光伏发电系统输出功率是否满足 $P_{pv} < P_{pv,mppt}$, $P_{pv,mppt}$ 为光伏发电系统在最大功率跟踪控制下的输出功率,如果满足,则增加光伏发电系统输出功率,光伏发电系统的输出功率设定为:

$$[0051] \quad P_{pv} = \min(P_{net} - P_{VR} - P_{Li,min}, P_{pv,mppt})$$

[0052] 3、如果光伏发电系统输出功率不满足 $P_{pv} < P_{pv,mppt}$,微电网控制器判断微电网中是否有未投入且可以投入的风力发电机,如果有则投入未启动风力发电机,如果没有则按照微电网运行需要切除负荷,切除的负荷量 P_{cut} 为:

$$[0053] \quad P_{cut} = P_{net} - P_{pv,mppt} - P_{Li,max} - P_{VR}$$

[0054] 第四步:微电网控制器执行策略2如图4所示。

[0055] 1、微电网控制器检测微电网中是否有未投入的负荷,如果有,则投入负荷。

[0056] 2、如果没有未投入负荷,微电网控制器判断液流电池储能装置的充放电功率是否满足 $P_{VR} > P_{VR,min}$,如果是,即液流电池储能装置有进一步增大充电功率的空间,则液流电池储能装置增大充电功率,充放电功率为:

$$[0057] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li,min}$$

[0058] 3、如果液流电池储能装置的充放电功率不满足 $P_{VR} > P_{VR,min}$,即液流电池储能装置没有进一步增大充电功率的空间,则微电网控制器判断光伏发电系统输出功率是否不为0,如果是,则限制光伏发电系统的功率输出,光伏发电的输出功率为:

$$[0059] \quad P_{pv} = \max(P_{net} - P_{VR} - P_{Li,min}, 0)$$

[0060] 4、如果光伏发电系统输出功率为0,则微电网控制器判断微电网中风力发电机输出功率是否不为0,如果是,则切除微电网中的风力发电机。

[0061] 第五步:微电网控制器执行策略3如图5所示。

[0062] 1、液流电池储能装置SOC是否处于储能荷电状态4或者储能荷电状态5,如果是,则微电网控制器判断液流电池储能装置是否处于放电状态,如果是,则微电网控制器判断锂电池储能装置是否可以增大充电功率,如果是,则液流电池储能装置的充放电功率设为:

$$[0063] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li,min}$$

[0064] 如果液流电池储能装置不处于放电状态,微电网控制器判断锂电池储能装置是否可以增大充电功率,如果是,则液流电池储能装置的充放电功率设为:

$$[0065] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li,min}$$

[0066] 如果不是,则微电网控制器判断光伏发电系统出力是否不为0,如果是,则光伏发电系统输出功率设为:

$$[0067] \quad P_{pv} = \max(P_{net} - P_{VR} - P_{Li,min}, 0)$$

[0068] 如果为0,则微电网控制器判断微电网中是否有风力发电机运行,如果有,则切除

风力发电机。

[0069] 2、液流电池储能装置SOC是否处于储能荷电状态1或者储能荷电状态2,如果是,则微电网控制器判断液流电池储能装置是否处于充电状态,如果是,则微电网控制器判断锂电池储能装置是否可以增大放电功率,如果是,则液流电池储能装置的充放电功率设为:

$$[0070] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li, max}$$

[0071] 如果液流电池储能装置不处于充电状态,则微电网控制器判断锂电池储能装置是否可以增大放电功率,如果是,则液流电池储能装置的充放电功率设为:

$$[0072] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li, max}$$

[0073] 如果不是,则微电网控制器判断光伏发电系统是否按照最大功率跟踪控制输出功率,如果不是,则光伏发电系统输出功率设置为:

$$[0074] \quad P_{pv} = \min(P_{net} - P_{VR} - P_{Li, min}, P_{pv, mppt})$$

[0075] 如果光伏发电系统按照最大功率跟踪控制输出功率,则微电网控制器判断微电网中是否有风力发电机未运行,如果有,则投入未运行的风力发电机。

[0076] 第六步:微电网控制器执行策略4如图6所示。

[0077] 1、微电网控制器检测微电网中是否有未投入的负荷,如果有,则投入负荷;

[0078] 2、若微电网中没有负荷未投入,微电网控制器判断锂电池储能装置是否放电中,如果是则微电网控制器判断液流电池储能装置是否有进一步增大充电功率的空间,如果有,则液流电池储能装置充放电功率设为:

$$[0079] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li, min}$$

[0080] 3、如果锂电池储能装置充电中,则微电网控制器判断液流电池储能装置是否有进一步增大充电功率的空间,如果有,则液流电池储能装置充放电功率设为:

$$[0081] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li, min}$$

[0082] 若液流电池储能装置没有进一步增大充电功率空间,则微电网控制器判断光伏发电系统是否有出力,如果有出力,则光伏发电系统的输出功率设为:

$$[0083] \quad P_{pv} = \max(P_{net} - P_{VR} - P_{Li, min}, 0)$$

[0084] 如果没出力,则切除微电网中的风力发电机。

[0085] 第七步:微电网控制器执行策略5如图7所示。

[0086] 1、微电网控制器检测微电网中是否有未投入的电源,如果有,则投入电源;

[0087] 2、微电网中没有电源未投入,微电网控制器判断锂电池储能装置是否充电中,如果是则微电网控制器判断液流电池储能装置是否有进一步增大放电功率空间,如果有,则液流电池放储能装置充放电功率设为:

$$[0088] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li, max}$$

[0089] 3、如果锂电池储能装置放电中,则微电网控制器判断液流电池储能装置是否有进一步增大放电功率空间,如果有,则液流电池储能装置充放电功率设为:

$$[0090] \quad P_{VR} = P_{net} - P_{pv} - P_{Li, max}$$

[0091] 若液流电池储能装置没有进一步增大放电功率空间,则微电网控制器判断光伏发电系统是否有增大输出功率的空间,如果有,光伏发电系统的输出功率设为:

$$[0092] \quad P_{pv} = \min(P_{net} - P_{VR} - P_{Li, min}, P_{pv, mppt})$$

[0093] 如果光伏发电系统没有增大输出功率的空间,则微电网控制器判断是否有未启动

的风力发电机,如果有,则启动风力发电机,如果没有,则切除负荷,切除负荷量为:

$$[0094] \quad P_{\text{cut}} = P_{\text{net}} - P_{\text{pv,mppt}} - P_{\text{Li,max}} - P_{\text{VR}}$$

[0095] 在对一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法仿真时,对以下工况的仿真进行介绍:

[0096] 工况:锂电池储能装置的SOC处于正常范围内,锂电池储能装置SOC为0.5,液流电池储能装置SOC为0.5,液流电池储能装置最大放电功率为5kW,光伏发电系统输出功率为10kW,光伏发电系统最大输出功率为10kW,风力发电机输出功率2kW,负荷为12kW,继续增大微电网负荷,从12kW增长到17kW、22kW,本仿真10s表示1小时,然后进行仿真分析。

[0097] 图8a、8b、8c为仿真结果。图8a中表示微电网频率和微电网电压标么值,图8b中表示风机#1输出功率、风机#2输出功率、光伏发电系统输出功率、负荷功率、次要负荷功率,图8c中表示锂电池储能装置充放电功率、锂电池储能装置SOC、液流电池储能装置充放电功率、液流电池储能装置SOC。

[0098] 仿真开始时,负载由光伏发电系统和风力发电系统进行供电,锂电池储能装置和液流电池储能装置输出功率为0。在5s时,负载由12kW变为17kW,为了维持微电网的稳定运行,液流电池储能装置快速输出5kW功率对负荷进行供电,在此过程中液流电池储能装置SOC一直减小。在10s时,负荷由17kW再增加到22kW,因为液流电池储能装置最大出力为5kW,已经不能再增大放电功率,为了维持微电网稳定运行,锂电池储能装置快速输出5kW功率向负荷供电。在12.8s左右,液流电池储能装置SOC达到下限值,不再向外供电,则负荷完全由锂电池储能装置进行供电,在约17s时,锂电池储能装置SOC也达到下限值,此时为了维持微电网稳定运行,将切除次要负荷,此时需要对锂电池储能装置和液流电池储能装置进行充电。

[0099] 以上对本发明所提供的一种含多类储能的离网型风光储微电网的能量管理方法进行了详细介绍,本文中应用了具体个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。



图1

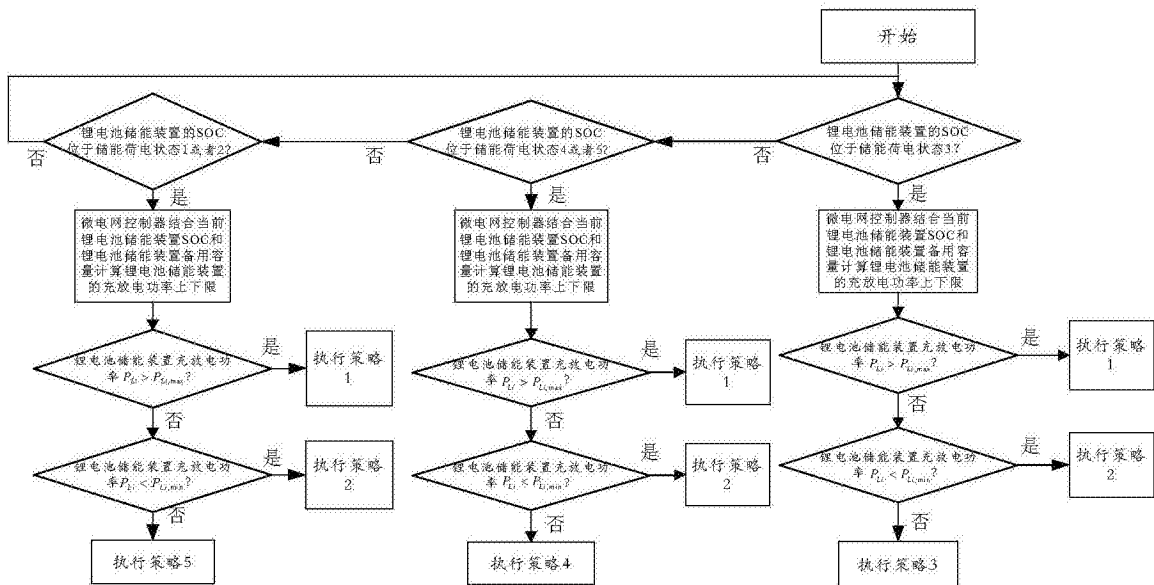


图2

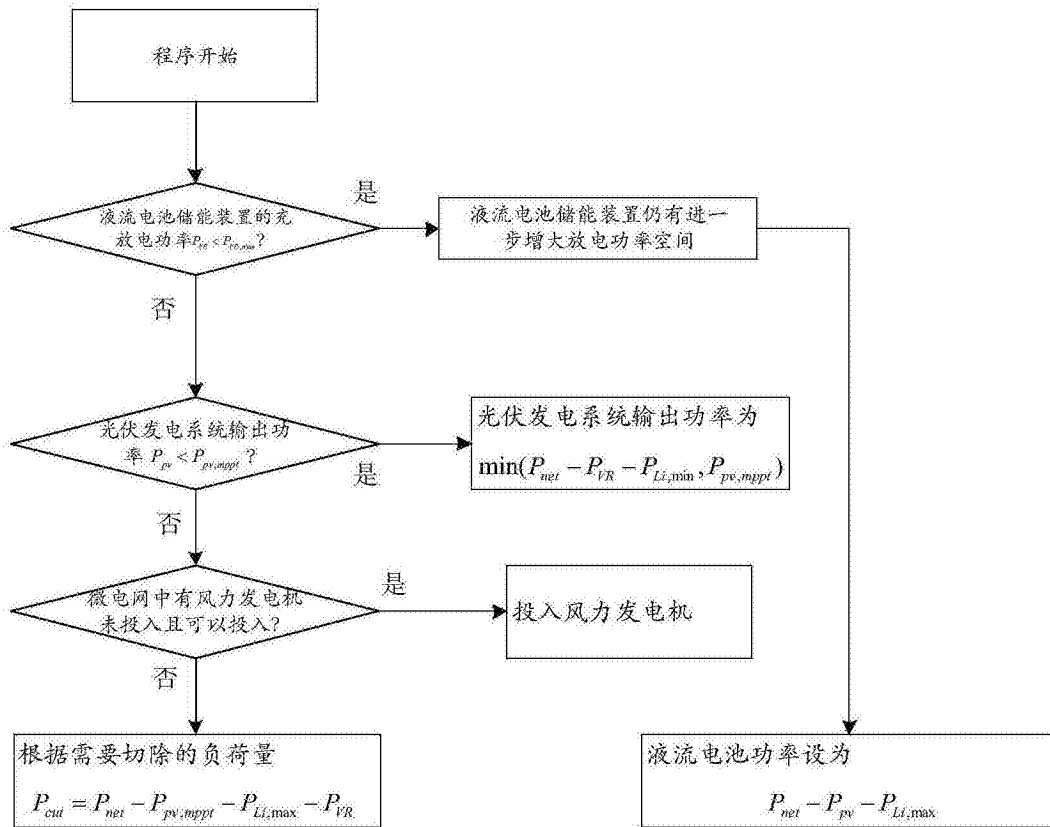


图3

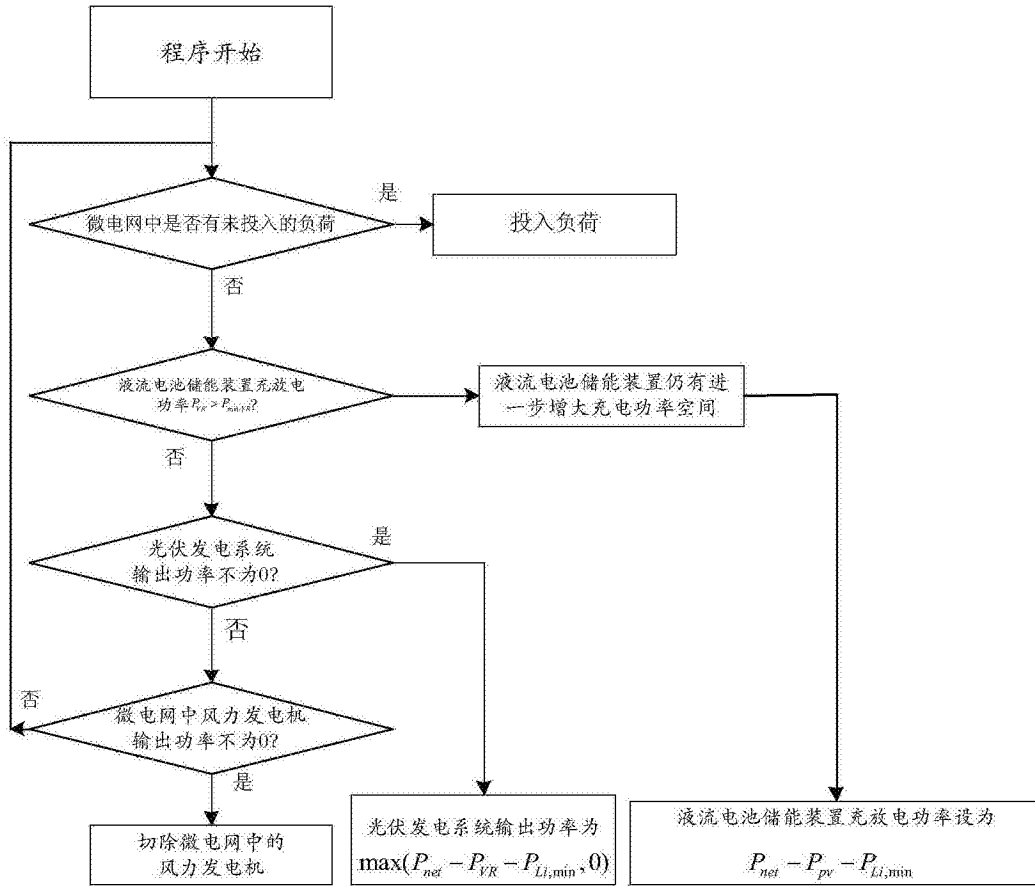


图4

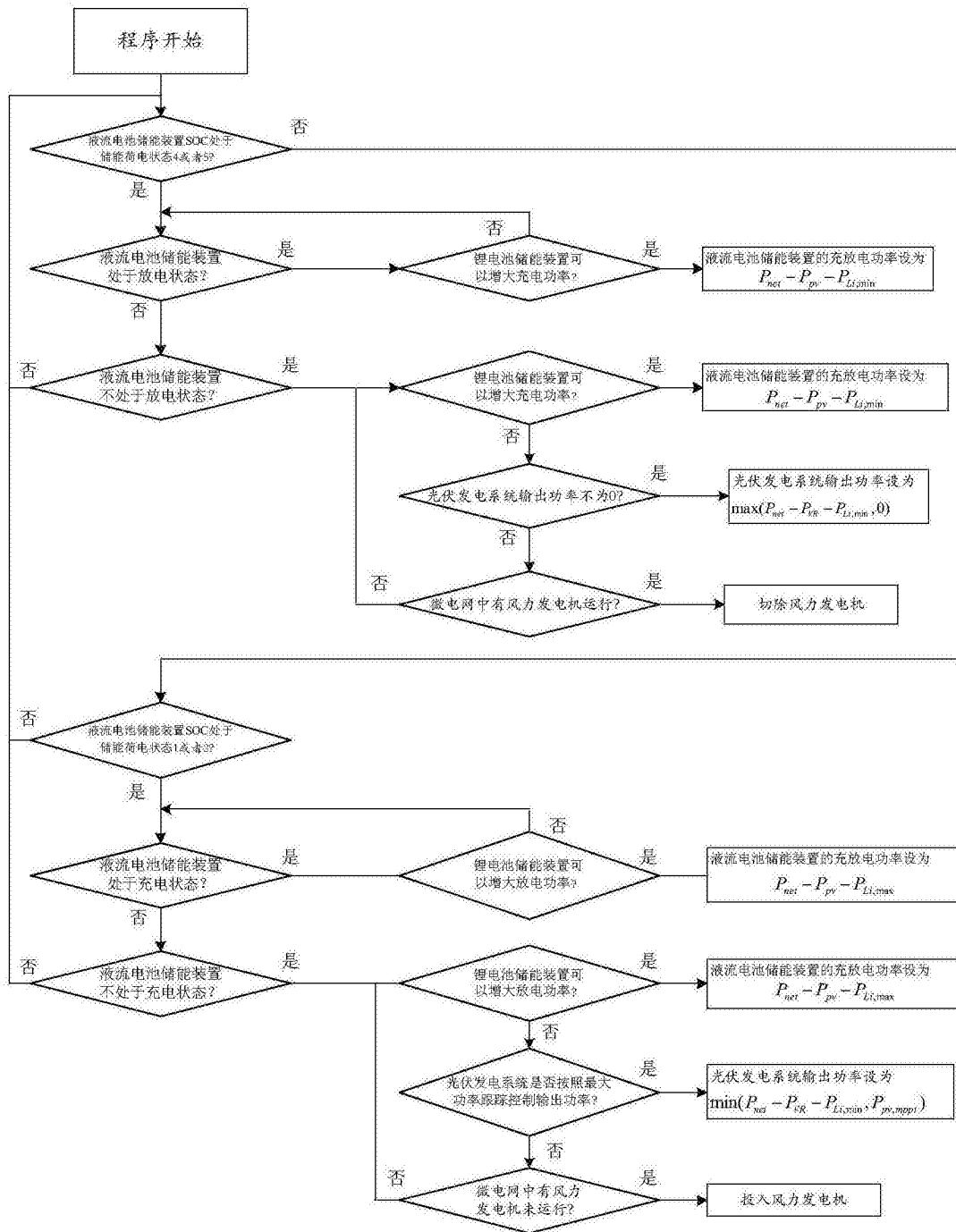


图5

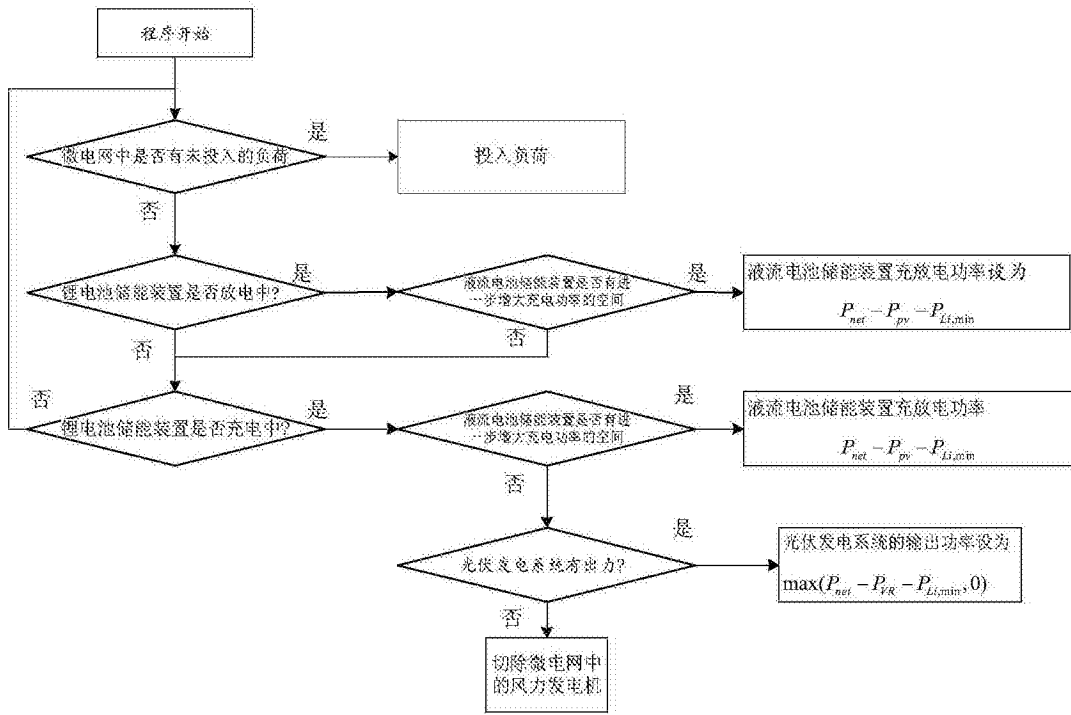


图6

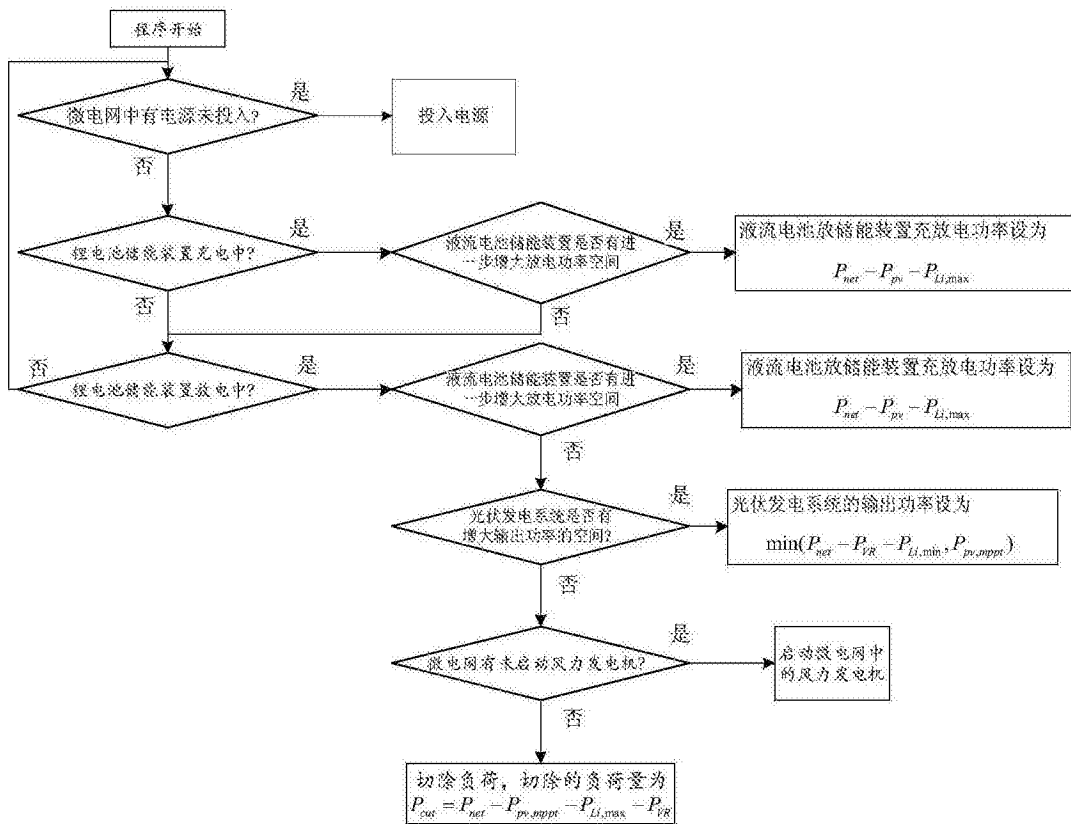


图7

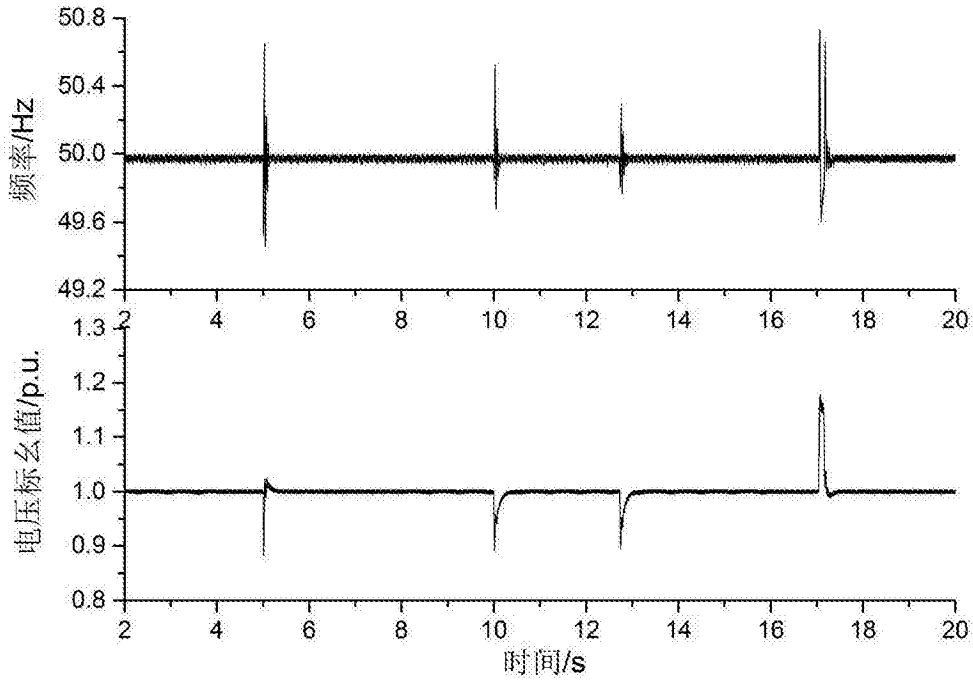


图8a

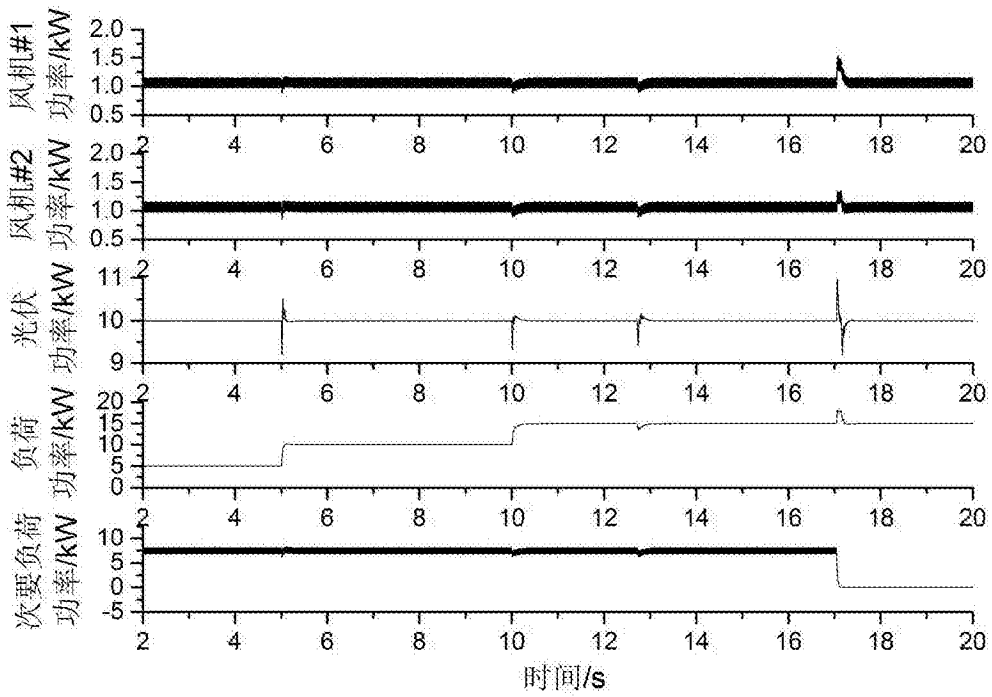


图8b

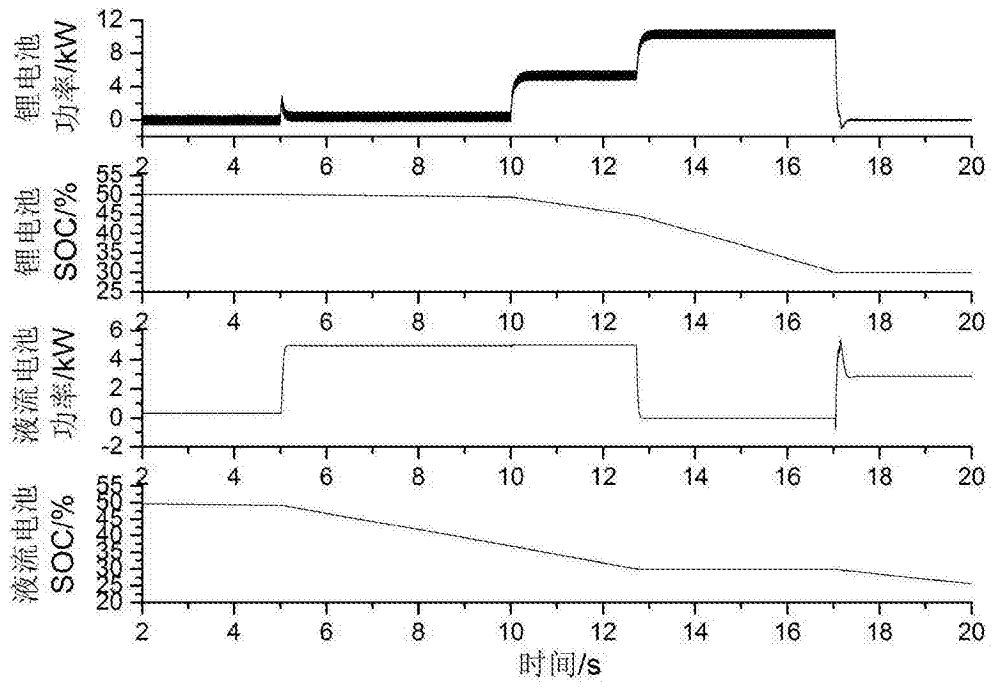


图8c