



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115441517 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 06

(21) 申请号 202211388391.X

H02J 15/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.11.08

H02J 13/00 (2006.01)

(71) 申请人 沈阳微控新能源技术有限公司

地址 110027 辽宁省沈阳市沈阳经济技术  
开发区开发二十二号路197号

(72) 发明人 葛自强

(74) 专利代理机构 北京景闻知识产权代理有限  
公司 11742

专利代理师 朱鸿雁

(51) Int. Cl.

H02J 3/46 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 3/30 (2006.01)

H02J 3/28 (2006.01)

H02J 9/06 (2006.01)

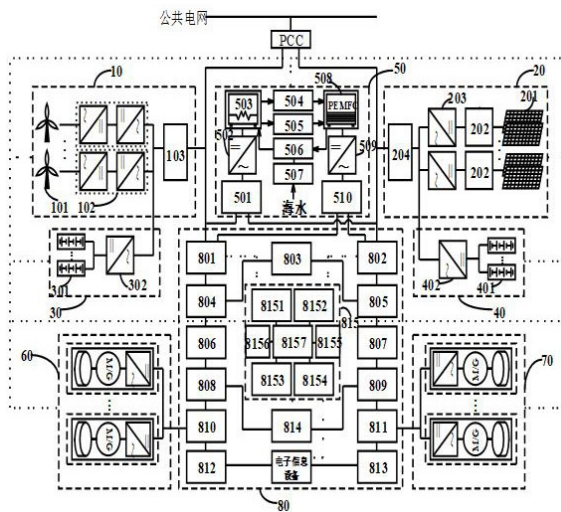
权利要求书10页 说明书28页 附图8页

(54) 发明名称

新型数据中心供配电系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种新型数据中心供配电系统及其控制方法,该系统包括:海上风场电力系统、屋顶分布式光伏电力系统、第一储能电池系统、第二储能电池系统、氢储能单元、第一飞轮储能装置、第二飞轮储能装置和总控单元,其中,海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统相互独立设置,用于共同为数据中心的电子信息设备提供工作电源。本发明利用海上风电、分布式光伏、氢储能及飞轮储能构建一种风光储氢一体化的清洁能源供配电系统来为数据中心提供绿色供电电源,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。



1. 一种新型数据中心供配电系统,其特征在于,包括:海上风场电力系统、屋顶分布式光伏电力系统、第一储能电池系统、第二储能电池系统、氢储能单元、第一飞轮储能装置、第二飞轮储能装置和总控单元,其中,

所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统相互独立设置,所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统分别与所述数据中心的电子信息设备连接,用于共同为所述数据中心的电子信息设备提供工作电源;

所述第一储能电池系统与所述海上风场电力系统连接,所述第二储能电池系统与所述屋顶分布式光伏电力系统连接;

所述氢储能单元与所述数据中心的电子信息设备连接,用于为所述电子信息设备提供备用电源,所述氢储能单元还与所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统连接;

所述第一飞轮储能装置通过所述总控单元分别与所述海上风场电力系统和所述氢储能单元连接,所述第二飞轮储能装置通过所述总控单元分别与所述屋顶分布式光伏电力系统和所述氢储能单元连接;

所述总控单元分别与所述海上风场电力系统、所述屋顶分布式光伏电力系统、所述氢储能单元、所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置连接,用于实时监测并上传所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的有功出力情况,并根据所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的有功出力情况控制所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的运行状态,以及,实时监测并上传所述第一储能电池系统和第二储能电池系统的电量状态,并控制所述第一储能电池系统的和所述第二储能电池系统充电或放电,以及,实时控制所述氢储能单元的运行状态,监测并上传所述氢储能单元的储氢量和储氧量,以及,实时监测并上传所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置的电量状态,并控制所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置充电或放电。

2. 根据权利要求1所述的新型数据中心供配电系统,其特征在于,所述海上风场电力系统包括:

海上风电集群、风机变流器和第一配电变压器,所述海上风电集群用于将风能转化为电能,所述第一配电变压器用于将所述海上风电集群输出的低压交流电升压至高压交流电,所述海上风电集群与所述风机变流器的一端连接,所述风机变流器的另一端通过所述第一配电变压器连接至公共电网连接点;

所述屋顶分布式光伏电力系统包括:屋顶光伏阵列、直流汇流箱、光伏逆变器和第二配电变压器,所述屋顶光伏阵列由光伏电池组件组成,用于将太阳能转化为电能,所述光伏逆变器用于将直流电转变成交流电,所述第二配电变压器用于将所述屋顶光伏阵列输出的低压交流电升压至高压交流电,所述屋顶光伏阵列与所述直流汇流箱的一端连接,所述直流汇流箱的另一端与所述光伏逆变器的一端连接,所述光伏逆变器的另一端通过所述第二配电变压器连接至公共电网连接点。

3. 根据权利要求2所述的新型数据中心供配电系统,其特征在于,所述第一储能电池系统包括:第一储能电池和第一储能变流器,其中,

所述第一储能变流器的一端与所述第一储能电池连接,所述第一储能变流器的另一端分别与所述风机变流器和所述第一配电变压器连接;

所述第二储能电池系统包括：第二储能电池和第二储能变流器，所述第二储能变流器的一端与所述第二储能电池连接，所述第二储能变流器的另一端分别与所述光伏逆变器和所述第二配电变压器连接。

4. 根据权利要求3所述的新型数据中心供配电系统，其特征在于，所述氢储能单元包括：第三配电变压器、整流器、电解槽、储氢罐、储氧罐、储水罐、海水淡化系统、燃料电池、逆变器和第四配电变压器；

所述第三配电变压器的一端分别与所述第一配电变压器和所述第二配电变压器连接，所述第三配电变压器的另一端与整流器的一端连接，所述整流器的另一端与所述电解槽连接，所述电解槽还分别与所述储氢罐、储氧罐和储水罐连接，所述储水罐与所述海水淡化系统连接，所述燃料电池分别与所述储氢罐、储氧罐、储水罐及逆变器连接，所述逆变器还与所述第四配电变压器连接；

所述海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统向所述电子设备供电后的多余电能通过所述第三配电变压器降压后，输入至所述整流器；

所述整流器将所述多余电能转化成直流电为所述电解槽供电，所述电解槽用于将电能转变成化学能；

所述储氢罐用于存储所述电解槽中电解产生的氢气；

所述储氧罐用于存储所述电解槽中电解产生的氧气；

所述储水罐用于为所述电解槽提供电解所用的水；

储水罐中的水来自于海水淡化系统；

所述海水淡化系统用于对海水进行淡化处理，将得到的淡水存储在所述储水罐中；

所述燃料电池用于将化学能转化成电能，并将转化过程中产生的热水经冷却降温后传输至所述储水罐中存储，所述燃料电池输出的电能通过所述逆变器及所述第四配电变压器输出。

5. 根据权利要求4所述的新型数据中心供配电系统，其特征在于，所述总控单元包括：第一高压固态切换开关、第二高压固态切换开关、高压配电联络开关、高压配电装置I段、高压配电装置II段、第五配电变压器、第六配电变压器、低压配电装置I段、低压配电装置II段、第一UPS配电装置、第二UPS配电装置、第一机房末端配电装置、第二机房末端配电装置、低压配电联络装置和控制模块，其中，

所述第一配电变压器与所述第一高压固态切换开关连接，所述第二配电变压器与所述第二高压固态切换开关连接，所述第四配电变压器分别与所述第一高压固态切换开关和所述第二高压固态切换开关连接；

所述第一高压固态切换开关用于在所述海上风场电力系统供电出现异常时，在1/4周波内快速切换至由所述氢储能单元或公共电网供电；

所述第二高压固态切换开关用于在所述屋顶分布式光伏电力系统供电出现异常时，在1/4周波内快速切换至由所述氢储能单元或公共电网供电；

所述高压配电联络开关与所述第一高压固态切换开关和所述第二高压固态切换开关组成三合二闭锁，所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的电源设计容量均大于所述新型数据中心的全部负荷所需电量；

所述高压配电装置I段的分别与所述第一高压固态切换开关和所述高压配电联络开关

连接,所述高压配电装置II段的分别与所述第二高压固态切换开关和所述高压配电联络开关连接;

所述第五配电变压器分别与所述高压配电装置I段和所述低压配电装置I段连接,所述第六配电变压器分别与所述高压配电装置II段和所述低压配电装置II段连接;

所述低压配电联络装置分别与所述低压配电装置I段和所述低压配电装置II段连接,所述低压配电联络装置用于当所述低压配电装置I段或所述低压配电装置II段出现故障时,快速切换低压供电回路,由所述低压配电装置I段或所述低压配电装置II为全部负荷供电,其中,所述低压配电装置I段的低压开关、所述低压配电装置II段的低压开关和所述低压配电联络装置组成三合二闭锁;

所述第一UPS配电装置分别与所述第一飞轮储能装置和所述低压配电装置I段连接,所述第二UPS配电装置分别与所述第二飞轮储能装置和所述低压配电装置II段连接;

所述第一机房末端配电装置分别与所述第一UPS配电装置和所述电子信息设备连接,用于将来自所述第一UPS配电装置的电源分配到所述电子信息设备,所述第二机房末端配电装置分别与所述第二UPS配电装置和所述电子信息设备连接,用于将来自所述第二UPS配电装置的电源分配到所述电子信息设备;

所述控制模块用于实时监测并上传所述海上风电集群和所述屋顶光伏阵列的有功出力情况,以控制所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的运行状态,以及,实时监测并上传所述第一储能电池系统和第二储能电池系统的电量状态,并控制所述第一储能电池系统的和所述第二储能电池系统充电或放电,以及,实时控制所述电解槽和所述燃料电池的运行状态,监测并上传储氢量和储氧量,以及,实时监测并上传低压交流母线的电压情况,并控制第一UPS配电装置和第二UPS配电装置的运行状态,以及,实时监测并上传所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置的电量状态,并控制所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置充电或放电。

6. 一种新型数据中心供配电系统的控制方法,用于如权利要求1-5任一项所述的新型数据中心供配电系统,所述方法包括以下步骤:

在所述新型数据中心供配电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半时,执行第一预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半且小于所述负荷所需的功率时,执行第二预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述海上风场电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半,且小于所述负荷所需的功率时,执行第三预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率时,执行第四预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述海上风场电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率时,执行第五预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半时,执行第六预设供电方案为所述负荷供电。

7. 根据权利要求6所述的新型数据中心供配电系统的控制方法,其特征在于,执行第一预设供电方案为所述负荷供电,包括:

控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统发电,当所述海上风场电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制第一储能电池系统和氢储能单元进入待机状态;当所述海上风场电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制所述海上风场电力系统将剩余发电功率为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统为所述氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网;

以及,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述屋顶分布式光伏电力系统发电,当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制第二储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态;当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统将剩余发电功率为第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网。

8. 根据权利要求6所述的新型数据中心供配电系统的控制方法,其特征在于,执行第二预设供电方案为所述负荷供电,包括:

控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;

判断所述海上风场电力系统的发电功率是否等于零；

若所述海上风场电力系统的发电功率不等于零，则控制所述海上风场电力系统继续发电，并控制所述第一储能电池系统以第一功率放电，直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限，则控制所述第一储能电池系统停止放电，并控制第一高压固态切换开关断开，控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电，同时，控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值，此时，控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电，控制所述第一飞轮储能装置停止放电，并进入充电待机状态，此时，控制所述海上风场电力系统继续发电，以为所述第一储能电池系统充电，直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时，控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电，并控制所述海上风场电力系统继续发电，以为氢储能单元的电解槽供电，直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时，控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电，并控制公共电网连接点的开关闭锁，以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网，其中，所述第一功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述海上风场电力系统的发电功率；

若所述海上风场电力系统的发电功率等于零，则控制所述第一储能电池系统以第二功率放电，直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限，则控制所述第一储能电池系统停止放电，并控制第一高压固态切换开关断开，控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电，同时，控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值，此时，控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧，由所述氢储能单元为所述负荷供电，并控制所述第一飞轮储能装置停止放电，并进入充电待机状态，当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时，控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电，并闭合所述公共电网连接点的开关，控制所述第一高压固态切换开关切换至公共电网侧供电，其中，在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第一高压固态切换开关切换期间，控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电，其中，所述第二功率等于所述负荷所需的功率的一半；

以及，当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时，控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率的一半，并控制第二储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态；当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半且小于所述负荷所需的功率时，控制所述屋顶分布式光伏电力系统为所述第二储能电池系统充电，直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时，控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述第二储能电池系统充电，并控制所述屋顶分布式光伏电力系统为氢储能单元的电解槽供电，直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时，控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电，并控制公共电网连接点的开关闭锁，以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网，其中，所述屋顶分布式光伏电力系统为所述第二储能电池系统充电时的充电功率为所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率的一半。

9. 根据权利要求6所述的新型数据中心供配电系统的控制方法，其特征在于，执行第三预设供电方案为所述负荷供电，包括：

控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;

判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率是否等于零;

若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率不等于零,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制所述第二储能电池系统以第三功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第三功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;

若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于零,则控制所述第二储能电池系统以第四功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由所述氢储能单元为所述负荷供电,并控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电,并闭合所述公共电网连接点的开关,控制所述第二高压固态切换开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第二高压固态切换开关切换期间,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,其中,所述第四功率等于所述负荷所需的功率的一半;

以及,当所述海上风场电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制所述第一储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态;当所述海上风场电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半且小于所述负荷所需的功率时,控制所述海上风场电力系统为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其

中,所述海上风场电力系统为所述第一储能电池系统充电时的充电功率为所述海上风场电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率的一半。

10. 根据权利要求6所述的新型数据中心供配电系统的控制方法,其特征在于,执行第四预设供电方案为所述负荷供电,包括:

控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;

判断所述海上风场电力系统的发电功率是否等于零;

若所述海上风场电力系统的发电功率不等于零,则控制所述海上风场电力系统继续发电,并控制所述第一储能电池系统以第五功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第二高压固态切换开关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过高压配电装置II段、所述高压配电联络开关和高压配电装置I段为所述负荷供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统的剩余电量通过所述公共电网连接点输送至公共电网,此时,控制所述海上风场电力系统继续发电,以为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第五功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述海上风场电力系统的发电功率;

若所述海上风场电力系统的发电功率等于零,则控制所述第一储能电池系统以第六功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第二高压固态切换开关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过高压配电装置II段、所述高压配电联络开关和高压配电装置I段为所述负荷供电,此时,若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统以第七功率为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并按照所述第七功率为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率,并控制所述第二储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态,其中,所述第六功率等于所述负荷所需的功率的一半,所述第七功率等于所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率。



11. 根据权利要求6所述的新型数据中心供配电系统的控制方法,其特征在于,执行第五预设供电方案为所述负荷供电,包括:

控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;

判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率是否等于零;

若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率不等于零,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制所述第二储能电池系统以第八功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第一高压固态切换开关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述海上风场电力系统通过高压配电装置I段、所述高压配电联络开关和高压配电装置II段为所述负荷供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统的剩余电量通过所述公共电网连接点输送至公共电网,此时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第八功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;

若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于零,则控制所述第二储能电池系统以第九功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第一高压固态切换开关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述海上风场电力系统通过高压配电装置I段、所述高压配电联络开关和高压配电装置II段为所述负荷供电,此时,若所述海上风场电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率,则控制所述海上风场电力系统以第十功率为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统继续发电,并按照所述第十功率为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网;若所述海上风场电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率,则控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率,并控制所述第一储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态,其中,所述第九功率等于所述负荷所需的功率的一半,所述第十功率等于所述海上风场电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率。

12. 根据权利要求6所述的新型数据中心供配电系统的控制方法,其特征在于,执行第六预设供电方案为所述负荷供电,包括:

控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切

换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;

判断所述海上风场电力系统的发电功率及所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率是否等于零;

若所述海上风场电力系统的发电功率不等于零,则控制所述海上风场电力系统继续发电,并控制所述第一储能电池系统以第十一功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制所述第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制所述海上风场电力系统继续发电,以为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第十一功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述海上风场电力系统的发电功率;

若所述海上风场电力系统的发电功率等于零,则控制所述第一储能电池系统以第十二功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由所述氢储能单元为所述负荷供电,并控制所述第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电,并闭合所述公共电网连接点的开关,控制所述第一高压固态切换开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第一高压固态切换开关切换期间,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,其中,所述第十二功率等于所述负荷所需的功率的一半;

若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率不等于零,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制所述第二储能电池系统以第十三功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制

所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第十三功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述屋顶分布式光伏发电系统的发电功率;

若所述屋顶分布式光伏发电系统的发电功率等于零,则控制所述第二储能电池系统以第十四功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由所述氢储能单元为所述负荷供电,并控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电,并闭合所述公共电网连接点的开关,控制所述第二高压固态切换开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第二高压固态切换开关切换期间,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,其中,所述第十四功率等于所述负荷所需的功率的一半。

## 新型数据中心供配电系统及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及新能源供配电技术领域,尤其是涉及一种新型数据中心供配电系统及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 2021年,国家工信部印发《新型数据中心发展三年行动计划(2021-2023年)》,要求加快先进绿色技术产品应用,支持探索利用飞轮储能、锂电池和储氢等作为数据中心多元化储能和备用电源装置,持续提升能源高效清洁利用水平,鼓励企业探索建设分布式光伏发电等配套系统,引导新型数据中心向新能源发电侧建设,就地消纳新能源,推动新型数据中心高效利用清洁能源和可再生能源、优化用能结构,助力信息通信行业实现碳达峰、碳中和目标。在上述背景下,工业和信息化部出台《行动计划》,切实贯彻落实国家战略部署,统筹引导新型数据中心建设,推动解决现阶段短板问题,打造数据中心高质量发展新格局,构建以新型数据中心为核心的智能算力生态体系。

[0003] 根据数据中心的使用性质、重要数据丢失或网络中断在经济或社会上的损失或影响程度,将数据中心从高到低划分为A、B、C三级,其中,A级数据中心的基础设施按容错系统配置,在电子信息系统运行期间,基础设施应在一次意外事故后或单系统设备维护或检修时仍能保证电子信息系统正常运行,我国A级数据中心建设标准要求由双重电源供电且两路电源是相互独立的,另设置备用电源,特别重要的负荷采用不间断电源系统和市电电源相结合的方式供电。传统的数据中心两路独立电源均由传统火力发电机组供电,采用多台燃油/燃气发电机组并联作为后备电源,采用化学电池作为UPS(Uninterruptible Power Supply,不间断电源)不间断电源系统的储能部件实现市电中断后的不间断供电。

[0004] 然而,传统的火力发电机组以非可再生能源作为燃料,据统计分析,石油和天然气将在70年后枯竭,煤炭资源将在200年后枯竭,石油、电力或其他自然资源的短缺将使我们面临严重的能源危机,且存在环境污染的问题,不环保;多台柴油发电机组并机使用可靠性低,运行及维护成本高;化学电池在使用过程中需要精密空调控温,能耗高,化学电池需要定期维护及更换,运行维护工作难度大,使用寿命短,经济性差,存在起火爆炸的安全隐患,以上技术并不适合未来新型数据中心低碳环保的发展趋势。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在解决现有技术中数据中心的供配电系统用能结构不优、能耗高、建设及运行维护成本高、供电安全性及可靠性低,以及系统两路独立电源均由传统火力发电机组供电,导致长期消耗非可再生能源且存在严重的环境污染,不环保,不利于实现碳达峰碳中和等目标的技术问题。

[0006] 为此,本发明的一个目的在于提出一种新型数据中心供配电系统,利用海上风电、分布式光伏、氢储能及飞轮储能构建一种风光储氢一体化的清洁能源供配电系统来为数据中心提供绿色供电电源,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠

性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。

[0007] 为此,本发明的另一个目的在于提出一种新型数据中心供配电系统的控制方法。

[0008] 为了解决上述问题,本发明第一方面实施例提出一种新型数据中心供配电系统,包括:海上风场电力系统、屋顶分布式光伏电力系统、第一储能电池系统、第二储能电池系统、氢储能单元、第一飞轮储能装置、第二飞轮储能装置和总控单元,其中,所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统相互独立设置,所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统分别与所述数据中心的电子信息设备连接,用于共同为所述数据中心的电子信息设备提供工作电源;所述第一储能电池系统与所述海上风场电力系统连接,所述第二储能电池系统与所述屋顶分布式光伏电力系统连接;氢储能单元,所述氢储能单元与所述数据中心的电子信息设备连接,用于为所述电子信息设备提供备用电源,所述氢储能单元还与所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统连接;所述第一飞轮储能装置通过所述总控单元分别与所述海上风场电力系统和所述氢储能单元连接,所述第二飞轮储能装置通过所述总控单元分别与所述屋顶分布式光伏电力系统和所述氢储能单元连接;所述总控单元分别与所述海上风场电力系统、所述屋顶分布式光伏电力系统、所述氢储能单元、所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置连接,用于实时监测并上传所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的有功出力情况,并根据所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的有功出力情况控制所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的运行状态,以及,实时监测并上传所述第一储能电池系统和第二储能电池系统的电量状态,并控制所述第一储能电池系统的和所述第二储能电池系统充电或放电,以及,实时控制所述氢储能单元的运行状态,监测并上传所述氢储能单元的储氢量和储氧量,以及,实时监测并上传所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置的电量状态,并控制所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置充电或放电。

[0009] 根据本发明实施例的新型数据中心供配电系统,基于海上风电、分布式光伏、氢储能及飞轮储能构建一种风光储氢一体化的清洁能源供配电系统来为数据中心提供绿色供电电源,改变了传统能源利用方式,推动了能源转型,利用分布式风力发电和分布式光伏发电代替传统火力发电机组为数据中心提供独立的供电电源,利用氢能作为备用能源代替传统燃油/燃气发电机组作为备用电源在电源供电中断的情况下提供长时间应急供电,利用飞轮储能系统代替化学电池作为UPS不间断电源系统的储能部件在电源供电中断的情况下维持对数据中心关键负荷供电的连续性,通过总控单元对分布式风力发电、分布式光伏发电、氢能以及飞轮储能进行统一监测和控制,构建了一种高效、集约、安全、低碳环保的新型数据中心供配电系统,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。

[0010] 另外,根据本发明上述实施例的新型数据中心供配电系统还可以具有如下附加的技术特征:

进一步地,所述海上风场电力系统包括:海上风电集群、风机变流器和第一配电变压器,所述海上风电集群用于将风能转化为电能,所述第一配电变压器用于将所述海上风电集群输出的低压交流电升压至高压交流电,所述海上风电集群与所述风机变流器的一端

连接,所述风机变流器的另一端通过所述第一配电变压器连接至公共电网连接点;所述屋顶分布式光伏电力系统包括:屋顶光伏阵列、直流汇流箱、光伏逆变器和第二配电变压器,所述屋顶光伏阵列由光伏电池组件组成,用于将太阳能转化为电能,所述光伏逆变器用于将直流电转变成交流电,所述第二配电变压器用于将所述屋顶光伏阵列输出的低压交流电升压至高压交流电,所述屋顶光伏阵列与所述直流汇流箱的一端连接,所述直流汇流箱的另一端与所述光伏逆变器的一端连接,所述光伏逆变器的另一端通过所述第二配电变压器连接至公共电网连接点。

[0011] 进一步地,所述第一储能电池系统包括:第一储能电池和第一储能变流器,其中,所述第一储能变流器的一端与所述第一储能电池连接,所述第一储能变流器的另一端分别与所述风机变流器和所述第一配电变压器连接;所述第二储能电池系统包括:第二储能电池和第二储能变流器,所述第二储能变流器的一端与所述第二储能电池连接,所述第二储能变流器的另一端分别与所述光伏逆变器和所述第二配电变压器连接。

[0012] 进一步地,所述氢储能单元包括:第三配电变压器、整流器、电解槽、储氢罐、储氧罐、储水罐、海水淡化系统、燃料电池、逆变器和第四配电变压器;所述第三配电变压器的一端分别与所述第一配电变压器和所述第二配电变压器连接,所述第三配电变压器的另一端与整流器的一端连接,所述整流器的另一端与所述电解槽连接,所述电解槽还分别与所述储氢罐、储氧罐和储水罐连接,所述储水罐与所述海水淡化系统连接,所述燃料电池分别与所述储氢罐、储氧罐、储水罐及逆变器连接,所述逆变器还与所述第四配电变压器连接;所述海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统向所述电子设备供电后的多余电能通过所述第三配电变压器降压后,输入至所述整流器;所述整流器将所述多余电能转化成直流电为所述电解槽供电,所述电解槽用于将电能转变成化学能;所述储氢罐用于存储所述电解槽中电解产生的氢气;所述储氧罐用于存储所述电解槽中电解产生的氧气;所述储水罐用于为所述电解槽提供电解所用的水;储水罐中的水来自于海水淡化系统;所述海水淡化系统用于对海水进行淡化处理,将得到的淡水存储在所述储水罐中;所述燃料电池用于将化学能转化成电能,并将转化过程中产生的热水经冷却降温后传输至所述储水罐中存储,所述燃料电池输出的电能通过所述逆变器及所述第四配电变压器输出。

[0013] 进一步地,所述总控单元包括:第一高压固态切换开关、第二高压固态切换开关、高压配电联络开关、高压配电装置I段、高压配电装置II段、第五配电变压器、第六配电变压器、低压配电装置I段、低压配电装置II段、第一UPS配电装置、第二UPS配电装置、第一机房末端配电装置、第二机房末端配电装置、低压配电联络装置和控制模块,其中,所述第一配电变压器与所述第一高压固态切换开关连接,所述第二配电变压器与所述第二高压固态切换开关连接,所述第四配电变压器分别与所述第一高压固态切换开关和所述第二高压固态切换开关连接;所述第一高压固态切换开关用于在所述海上风场电力系统供电出现异常时,在1/4周波内快速切换至由所述氢储能单元或公共电网供电;所述第二高压固态切换开关用于在所述屋顶分布式光伏电力系统供电出现异常时,在1/4周波内快速切换至由所述氢储能单元或公共电网供电;所述高压配电联络开关与所述第一高压固态切换开关和所述第二高压固态切换开关组成三合二闭锁,所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的电源设计容量均大于所述新型数据中心的全部负荷所需电量;所述高压配电装置I段的分别与所述第一高压固态切换开关和所述高压配电联络开关连接,所述高压配电装

置II段的分别与所述第二高压固态切换开关和所述高压配电联络开关连接;所述第五配电变压器分别与所述高压配电装置I段和所述低压配电装置I段连接,所述第六配电变压器分别与所述高压配电装置II段和所述低压配电装置II段连接;所述低压配电联络装置分别与所述低压配电装置I段和所述低压配电装置II段连接,所述低压配电联络装置用于当所述低压配电装置I段或所述低压配电装置II段出现故障时,快速切换低压供电回路,由所述低压配电装置I段或所述低压配电装置II为全部负荷供电,其中,所述低压配电装置I段的低压开关、所述低压配电装置II段的低压开关和所述低压配电联络装置组成三合二闭锁;所述第一UPS配电装置分别与所述第一飞轮储能装置和所述低压配电装置I段连接,所述第二UPS配电装置分别与所述第二飞轮储能装置和所述低压配电装置II段连接;所述第一机房末端配电装置分别与所述第一UPS配电装置和所述电子信息设备连接,用于将来自所述第一UPS配电装置的电源分配到所述电子信息设备,所述第二机房末端配电装置分别与所述第二UPS配电装置和所述电子信息设备连接,用于将来自所述第二UPS配电装置的电源分配到所述电子信息设备;所述控制模块用于实时监测并上传所述海上风电集群和所述屋顶光伏阵列的有功出力情况,以控制所述海上风电电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的运行状态,以及,实时监测并上传所述第一储能电池系统和第二储能电池系统的电量状态,并控制所述第一储能电池系统的和所述第二储能电池系统充电或放电,以及,实时控制所述电解槽和所述燃料电池的运行状态,监测并上传储氢量和储氧量,以及,实时监测并上传低压交流母线的电压情况,并控制第一UPS配电装置和第二UPS配电装置的运行状态,以及,实时监测并上传所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置的电量状态,并控制所述第一飞轮储能装置和所述第二飞轮储能装置充电或放电。

[0014] 为了解决上述问题,本发明第二方面实施例提出一种新型数据中心供配电系统的控制方法,该方法包括以下步骤:在所述新型数据中心供配电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取所述海上风电电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;当判断所述海上风电电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半时,执行第一预设供电方案为所述负荷供电;当判断所述海上风电电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半且小于所述负荷所需的功率时,执行第二预设供电方案为所述负荷供电;当判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述海上风电电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半,且小于所述负荷所需的功率时,执行第三预设供电方案为所述负荷供电;当判断所述海上风电电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率时,执行第四预设供电方案为所述负荷供电;当判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述海上风电电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率时,执行第五预设供电方案为所述负荷供电;当判断所述海上风电电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半时,执行第六预设供电方案为所述负荷供电。

[0015] 根据本发明实施例的新型数据中心供配电系统的控制方法,在新型数据中心供配

电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率,根据海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率与数据中心的负荷所需的功率的大小关系,控制新型数据中心供配电系统执行不同的供电方案来为负荷供电,提高了新型数据中心供配电系统供电的灵活性、可靠性和自适应性,改变了传统能源利用方式,推动了能源转型,实现了一种高效、集约、安全、低碳环保的新型数据中心供配电方案,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。

[0016] 另外,根据本发明上述实施例的新型数据中心供配电系统还可以具有如下附加的技术特征:

进一步地,执行第一预设供电方案为所述负荷供电,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统发电,当所述海上风场电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制第一储能电池系统和氢储能单元进入待机状态;当所述海上风场电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制所述海上风场电力系统将剩余发电功率为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统为所述氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网;以及,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述屋顶分布式光伏电力系统发电,当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制第二储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态;当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统将剩余发电功率为第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网。

[0017] 进一步地,执行第二预设供电方案为所述负荷供电,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;判断所述海上



风场电力系统的发电功率是否等于零;若所述海上风场电力系统的发电功率不等于零,则控制所述海上风场电力系统继续发电,并控制所述第一储能电池系统以第一功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制所述第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制所述海上风场电力系统继续发电,以为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第一功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述海上风场电力系统的发电功率;若所述海上风场电力系统的发电功率等于零,则控制所述第一储能电池系统以第二功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由所述氢储能单元为所述负荷供电,并控制所述第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电,并闭合所述公共电网连接点的开关,控制所述第一高压固态切换开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第一高压固态切换开关切换期间,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,其中,所述第二功率等于所述负荷所需的功率的一半;

以及,当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制第二储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态;当所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半且小于所述负荷所需的功率时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述屋顶分布式光伏电力系统为所述第二储能电池系统充电时的充电功率为所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率的一半。

[0018] 进一步地,执行第三预设供电方案为所述负荷供电,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于

断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率是否等于零;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率不等于零,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制所述第二储能电池系统以第三功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第三功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于零,则控制所述第二储能电池系统以第四功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由所述氢储能单元为所述负荷供电,并控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电,并闭合所述公共电网连接点的开关,控制所述第二高压固态切换开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第二高压固态切换开关切换期间,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,其中,所述第四功率等于所述负荷所需的功率的一半;

以及,当所述海上风场电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率的一半时,控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率的一半,并控制所述第一储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态;当所述海上风场电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率的一半且小于所述负荷所需的功率时,控制所述海上风场电力系统为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述海上风场电力系统为所述第一储能电池系统充电时的充电功率为所述海上风场电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率的一半。

[0019] 进一步地,执行第四预设供电方案为所述负荷供电,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于

断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;判断所述海上风场电力系统的发电功率是否等于零;若所述海上风场电力系统的发电功率不等于零,则控制所述海上风场电力系统继续发电,并控制所述第一储能电池系统以第五功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第二高压固态切换开关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过高压配电装置II段、所述高压配电联络开关和高压配电装置I段为所述负荷供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统的剩余电量通过所述公共电网连接点输送至公共电网,此时,控制所述海上风场电力系统继续发电,以为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第五功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述海上风场电力系统的发电功率;若所述海上风场电力系统的发电功率等于零,则控制所述第一储能电池系统以第六功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第二高压固态切换开关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过高压配电装置II段、所述高压配电联络开关和高压配电装置I段为所述负荷供电,此时,若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统以第七功率为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并按照所述第七功率为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统承担所述负荷所需的功率,并控制所述第二储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态,其中,所述第六功率等于所述负荷所需的功率的一半,所述第七功率等于所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率。

[0020] 进一步地,执行第五预设供电方案为所述负荷供电,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率是否等于零;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率不等于零,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制所述第二储能电池系统以第八功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第一高压固态切换开

关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述海上风场电力系统通过高压配电装置I段、所述高压配电联络开关和高压配电装置II段为所述负荷供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统的剩余电量通过所述公共电网连接点输送至公共电网,此时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第八功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于零,则控制所述第二储能电池系统以第九功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第一高压固态切换开关保持闭合状态,控制所述高压配电联络开关闭合,以使所述海上风场电力系统通过高压配电装置I段、所述高压配电联络开关和高压配电装置II段为所述负荷供电,此时,若所述海上风场电力系统的发电功率大于所述负荷所需的功率,则控制所述海上风场电力系统以第十功率为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电,并控制所述海上风场电力系统继续发电,并按照所述第十功率为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网;若所述海上风场电力系统的发电功率等于所述负荷所需的功率,则控制所述海上风场电力系统承担所述负荷所需的功率,并控制所述第一储能电池系统和所述氢储能单元进入待机状态,其中,所述第九功率等于所述负荷所需的功率的一半,所述第十功率等于所述海上风场电力系统的发电功率减去所述负荷所需的功率。

[0021] 进一步地,执行第六预设供电方案为所述负荷供电,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统发电;判断所述海上风场电力系统的发电功率及所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率是否等于零;若所述海上风场电力系统的发电功率不等于零,则控制所述海上风场电力系统继续发电,并控制所述第一储能电池系统以第十一功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制所述第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制所述海上风场电力系统继续发电,以为所述第一储能电池系统充电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止对所述第一储能电池系统充电,并控制所述

海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述海上风场电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述海上风场电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第十一功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述海上风场电力系统的发电功率;若所述海上风场电力系统的发电功率等于零,则控制所述第一储能电池系统以第十二功率放电,直至判断所述第一储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由所述氢储能单元为所述负荷供电,并控制所述第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电,并闭合所述公共电网连接点的开关,控制所述第一高压固态开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第一高压固态切换开关切换期间,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向所述负荷供电,其中,所述第十二功率等于所述负荷所需的功率的一半;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率不等于零,则控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制所述第二储能电池系统以第十三功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为所述第二储能电池系统充电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止对所述第二储能电池系统充电,并控制所述屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制所述屋顶分布式光伏电力系统停止为所述氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使所述屋顶分布式光伏电力系统通过所述公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,所述第十三功率等于所述负荷所需的功率的一半减去所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;若所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于零,则控制所述第二储能电池系统以第十四功率放电,直至判断所述第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制所述第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,同时,控制所述氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由所述氢储能单元为所述负荷供电,并控制所述第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断所述氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制所述氢储能单元停止为所述负荷供电,并闭合所述公共电网连接点的开关,控制所述第二高压固态开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合所述公共电网连接点的开关以及所述第二高压固态切换开关切换期间,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向所述负荷供电,其中,所述第十四功率等于所述负荷所需的功率的一半。

[0022] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

### 附图说明

[0023] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

图1是根据本发明一个实施例的新型数据中心供配电系统的结构示意图。

[0024] 图2是根据本发明一个实施例的新型数据中心供配电系统的控制方法的流程图;

图3是根据本发明一个实施例的执行第一预设供电方案为负荷供电的流程示意图;

图4是根据本发明一个实施例的执行第二预设供电方案为负荷供电的流程示意图;

图5是根据本发明一个实施例的执行第三预设供电方案为负荷供电的流程示意图;

图6是根据本发明一个实施例的执行第四预设供电方案为负荷供电的流程示意图;

图7是根据本发明一个实施例的执行第五预设供电方案为负荷供电的流程示意图;

图8是根据本发明一个实施例的执行第六预设供电方案为负荷供电的流程示意图。

[0025] 附图标记说明:

10-海上风场电力系统;101-海上风电集群;102-风机变流器;103-第一配电变压器;20-屋顶分布式光伏电力系统;201-屋顶光伏阵列;202-直流汇流箱;203-光伏逆变器;204-第二配电变压器;30-第一储能电池系统;301-第一储能电池;302-第一储能变流器;40-第二储能电池系统;401-第二储能电池;402-第二储能变流器;50-氢储能单元;501-第三配电变压器;502-整流器;503-电解槽;504-储氢罐;505-储氧罐;506-储水罐;507-海水淡化系统;508-燃料电池;509-逆变器;510-第四配电变压器;60-第一飞轮储能装置;70-第二飞轮储能装置;80-总控单元;801-第一高压固态切换开关;802-第二高压固态切换开关;803-高压配电联络开关;804-高压配电装置I段;805-高压配电装置II段;806-第五配电变压器;807-第六配电变压器;808-低压配电装置I段;809-低压配电装置II段;810-第一UPS配电装置;811-第二UPS配电装置;812-第一机房末端配电装置;813-第二机房末端配电装置;814-低压配电联络装置;815-控制模块;8151-风电储能管理模块;8152-光伏储能管理模块;8153-储能电池管理模块;8154-氢储能管理模块;8155-UPS通信模块;8156-飞轮储能通信模块;8157-风光储氢能管理平台。

### 具体实施方式

[0026] 下面详细描述本发明的实施例,参考附图描述的实施例是示例性的,下面详细描述本发明的实施例。

[0027] 下面参考图1-图8描述根据本发明实施例的新型数据中心供配电系统及其控制方

法。

[0028] 图1是根据本发明一个实施例的新型数据中心供配电系统的结构示意图。如图1所示,该新型数据中心供配电系统包括:海上风场电力系统10、屋顶分布式光伏电力系统20、第一储能电池系统30、第二储能电池系统40、氢储能单元50、第一飞轮储能装置60、第二飞轮储能装置70和总控单元80。

[0029] 海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20相互独立设置,海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20分别与数据中心的电子信息设备连接,用于共同为数据中心的电子信息设备提供工作电源。

[0030] 具体而言,即新型数据中心供配电系统主要包含双路供电电源,一路是海上风场电力系统10,用于利用海上风能来发电,另一路是设置于数据中心的屋顶分布式光伏电力系统20,用于通过光伏利用光能发电。海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20是相互独立的,数据中心的电子信息设备为数据中心的负荷,负荷运行所需的电源是由海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20两个供电电源来提供的。

[0031] 其中,电子信息设备指对电子信息进行采集、加工、运算、存储、运输、检索等处理的设备,例如包括服务器、交换机、存储设备等,电子信息设备属于一级负荷中重要的负荷,不允许断电,采用不间断电源系统和两路独立电源相结合的供电方式,以保证电子信息设备正常运行。

[0032] 第一储能电池系统30与海上风场电力系统10连接,第二储能电池系统40与屋顶分布式光伏电力系统20连接。

[0033] 具体而言,由于海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20在发电时具有波动性、随机性和不确定性,为保证新能源发电的稳定性和持续性,提升新能源发电的利用率,增强新能源并网友好度,在本发明的实施例中,分别配置第一储能电池系统30和第二储能电池系统40,通过第一储能电池系统30与海上风场电力系统10连接组成风储供电系统,通过第二储能电池系统40和屋顶分布式光伏电力系统20连接组成光储供电系统。

[0034] 在本发明的一个实施例中,第一储能电池系统30和第二储能电池系统40均可以包括磷酸铁锂电池、三元锂电池或钠离子电池中的至少一种。

[0035] 氢储能单元50与数据中心的电子信息设备连接,用于为电子信息设备提供备用电源,氢储能单元50还与海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20连接。

[0036] 具体而言,即新型数据中心供配电系统除了海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20提供的双路电源供电之外,还配置了氢储能单元50作为备用电源,当正常电源,即海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20发生故障时,氢储能单元50作为备用电源能承担数据中心运营所需要的用电负荷。

[0037] 第一飞轮储能装置60通过总控单元80分别与海上风场电力系统10和氢储能单元50连接,第二飞轮储能装置70通过总控单元80分别与屋顶分布式光伏电力系统20和氢储能单元50连接。

[0038] 具体而言,第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70作为储能部件,用于配套UPS配电装置,在供电电源出现断电或供电异常时,为数据中心的电子信息设备提供持续不间断的电力供应,从而提高供电的可持续性和可靠性。

[0039] 换言之,即电子信息设备的供电电源除了由海上风场电力系统10和屋顶分布式光

伏电力系统20供电外,还配置飞轮储能装置和UPS配电装置以及氢储能单元50作为应急电源系统,以保证电子信息设备供电的可持续性和可靠性。

[0040] 总控单元80分别与海上风场电力系统10、屋顶分布式光伏电力系统20、氢储能单元50、第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70连接,用于实时监测并上传海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的有功出力情况,并根据海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的有功出力情况控制海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的运行状态,以及,实时监测并上传第一储能电池系统和第二储能电池系统的电量状态,并控制第一储能电池系统的和第二储能电池系统充电或放电,以及,实时控制氢储能单元50的运行状态,监测并上传氢储能单元50的储氢量和储氧量,以及,实时监测并上传第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70的电量状态,并控制第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70充电或放电。

[0041] 从而,上述的新型数据中心供配电系统,基于海上风电、分布式光伏、氢储能及飞轮储能构建一种风光储氢一体化的清洁能源供配电系统来为数据中心提供绿色供电电源,改变了传统能源利用方式,推动了能源转型,利用分布式风力发电和分布式光伏发电代替传统火力发电机组为数据中心提供独立的供电电源,利用氢能作为备用能源代替传统燃油/燃气发电机组作为备用电源在电源供电中断的情况下提供长时间应急供电,利用飞轮储能系统代替化学电池作为UPS不间断电源系统的储能部件在电源供电中断的情况下维持对数据中心关键负荷供电的连续性,通过总控单元80对分布式风力发电、分布式光伏发电、氢能以及飞轮储能进行统一监测和控制,构建了一种高效、集约、安全、低碳环保的新型数据中心供配电系统,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。

[0042] 具体的,在本发明的一个实施例中,如图1所示,海上风场电力系统10包括:海上风电集群101、风机变流器102和第一配电变压器103。海上风电集群101用于将风能转化为电能,具体是将风能转化为交流电。风机变流器102用于当转速变化时,通过变流器控制励磁的幅值、相位、频率等,使定子侧能向电网输入恒频电能。第一配电变压器103用于将海上风电集群101输出的低压交流电升压至高压交流电。海上风电集群101与风机变流器102的一端连接,风机变流器102的另一端通过第一配电变压器103连接至公共电网连接点PCC(Point of Common Coupling,公共电网连接点)。

[0043] 如图1所示,屋顶分布式光伏电力系统20包括:屋顶光伏阵列201、直流汇流箱202、光伏逆变器203和第二配电变压器204。屋顶光伏阵列201由光伏电池组件组成,用于将太阳能转化为电能,具体是将太阳能转化为直流电。光伏逆变器203用于将直流电转变成交流电,输出符合电网要求的电能。第二配电变压器204用于将屋顶光伏阵列201输出的低压交流电升压至高压交流电。屋顶光伏阵列201与直流汇流箱202的一端连接,直流汇流箱202的另一端与光伏逆变器203的一端连接,光伏逆变器203的另一端通过第二配电变压器204连接至公共电网连接点PCC。

[0044] 在本发明的一个实施例中,如图1所示,第一储能电池系统30与海上风场电力系统10连接,第二储能电池系统40与屋顶分布式光伏电力系统20连接。具体的,结合图1所示,第一储能电池系统30包括:第一储能电池301和第一储能变流器302,其中,第一储能变流器



302的一端与第一储能电池301连接,第一储能变流器302的另一端分别与风机变流器102和第一配电变压器103连接;第二储能电池系统40包括:第二储能电池401和第二储能变流器402,第二储能变流器402的一端与第二储能电池401连接,第二储能变流器402的另一端分别与光伏逆变器203和第二配电变压器204连接。其中,第一储能电池301和第二储能电池401用于将化学能转化为电能,第一储能变流器302用于将第一储能电池301输出的直流电转化为交流电,第二储能变流器402用于将第二储能电池401输出的直流电转化为交流电。第一储能电池系统30并联接入海上风场电力系统10的风机变流器102交流母线侧;第二储能电池系统40并联接入屋顶分布式光伏电力系统20的光伏逆变器203交流母线侧。

[0045] 在本发明的一个实施例中,如图1所示,氢储能单元50作为备用电源,其包括:第三配电变压器501、整流器502、电解槽503、储氢罐504、储氧罐505、储水罐506、海水淡化系统507、燃料电池508、逆变器509和第四配电变压器510。

[0046] 其中,第三配电变压器501的一端分别与第一配电变压器103和第二配电变压器204连接,第三配电变压器501的另一端与整流器502的一端连接,整流器502的另一端与电解槽503连接,电解槽503还分别与储氢罐504、储氧罐505和储水罐506连接,储水罐506与海水淡化系统507连接,燃料电池508分别与储氢罐504、储氧罐505、储水罐506及逆变器509连接,逆变器509还与第四配电变压器510连接。

[0047] 海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20向电子信息设备供电后的多余电能通过第三配电变压器501降压后,输入至整流器502;整流器502将多余电能转化成直流电为电解槽503供电,电解槽503用于将电能转变成化学能;储氢罐504用于存储电解槽503中电解产生的氢气;储氧罐505用于存储电解槽503中电解产生的氧气;储水罐506用于为电解槽503提供电解所用的水;储水罐506中的水来自于海水淡化系统507;海水淡化系统507用于对海水进行淡化处理,将得到的淡水存储在储水罐506中;燃料电池508用于将化学能转化成电能,并将转化过程中产生的热水经冷却降温后传输至储水罐506中存储,燃料电池508输出的电能通过逆变器509及第四配电变压器510输出。

[0048] 具体而言,即当海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的发电量大于数据中心负荷(即电子信息设备)的用电量时,多余的电能通过第三配电变压器501降压后,通过整流器502将低压交流电转变成直流电为电解槽503供电。电解槽503用于将电能转变成化学能,电解水制造得氢气和氧气,经管道存储在储氢罐504和储氧罐505中,电解反应水取自储水罐506,储水罐506用于为电解槽503供水,为电解槽503电解反应产生氢气和氧气,储水罐506中的水来自于海水淡化系统507,海水淡化系统507用于抽取海水后经多重过滤、预处理、阻垢、增压及反渗透处理后过滤出淡水,并将淡水存储到储水罐506中。当海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的发电量小于数据中心负荷(即电子信息设备)的用电量时,燃料电池508用于将化学能转变成电能,燃料电池508以储氢罐504中的氢气为燃料气体,以储氧罐505中的氧气作为氧化剂,燃料电池508中的电解质将电池分为阴极和阳极,分别向阳极和阴极供应氢气和氧气,会产生化学反应从而获得持续的电能,而化学反应后则会产生热水,热水经冷却装置降温后回收至储水罐506中,燃料电池508输出的电能经逆变器509以及第四配电变压器510输出。

[0049] 在本发明的一个实施例中,如图1所示,总控单元80包括:第一高压固态切换开关801、第二高压固态切换开关802、高压配电联络开关803、高压配电装置I段804、高压配电装

置II段805、第五配电变压器806、第六配电变压器807、低压配电装置I段808、低压配电装置II段809、第一UPS配电装置810、第二UPS配电装置811、第一机房末端配电装置812、第二机房末端配电装置813、低压配电联络装置814和控制模块815。

[0050] 其中,第一配电变压器103与第一高压固态切换开关801连接,第二配电变压器204与第二高压固态切换开关802连接,第四配电变压器510分别与第一高压固态切换开关801和第二高压固态切换开关802连接。具体而言,结合图1所示,即海上风电集群101经风机变流器102及第一配电变压器103连接至第一高压固态切换开关801。屋顶光伏阵列201经直流汇流箱202、光伏逆变器203及第二配电变压器204连接至第二高压固态切换开关802,同时,海上风电集群101经风机变流器102及第一配电变压器103连接至第三配电变压器501,屋顶光伏阵列201经光伏逆变器203、直流汇流箱202及第二配电变压器204连接至第三配电变压器501。氢储能单元50的燃料电池508经逆变器509及第四配电变压器510分别连接至第一高压固态切换开关801和第二高压固态切换开关802。

[0051] 第一高压固态切换开关801用于在海上风场电力系统10供电出现异常时,在1/4周波内快速切换至由氢储能单元50或公共电网供电;第二高压固态切换开关802用于在屋顶分布式光伏电力系统20供电出现异常时,在1/4周波内快速切换至由氢储能单元50或公共电网供电。

[0052] 高压配电联络开关803与第一高压固态切换开关801和第二高压固态切换开关802组成三合二闭锁,数据中心的负荷采用分断单母线的接线形式,正常运行时,一路供电电源停电或供电异常时,若另一路供电电源可带起全部负荷,则高压配电联络开关803投入运行,由该另一路供电电源向两段母线供电。在本发明的实施例中,配置海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的电源设计容量均大于新型数据中心的全部负荷所需电量,从而可实现各自单独为新型数据中心的全部负荷供电。

[0053] 高压配电装置I段804的分别与第一高压固态切换开关801和高压配电联络开关803连接,高压配电装置II段805的分别与第二高压固态切换开关802和高压配电联络开关803连接。具体的,高压配电装置I段804和高压配电装置II段805主要包含高压交流母线和高压开关,用于电源分配和电源保护。

[0054] 第五配电变压器806分别与高压配电装置I段804和低压配电装置I段808连接,第六配电变压器807分别与高压配电装置II段805和低压配电装置II段809连接。第五配电变压器806和第六配电变压器807用于将高压交流电降压至低压交流电。低压配电装置I段808和低压配电装置II段809主要包含低压交流母线和低压开关,用于电源分配和电源保护。

[0055] 低压配电联络装置814分别与低压配电装置I段808和低压配电装置II段809连接,低压配电联络装置814用于当低压配电装置I段808或低压配电装置II段809出现故障时,快速切换低压供电回路,由低压配电装置I段808或低压配电装置II为全部负荷供电,其中,低压配电装置I段808的低压开关、低压配电装置II段809的低压开关和低压配电联络装置814组成三合二闭锁。

[0056] 第一UPS配电装置810分别与第一飞轮储能装置60和低压配电装置I段808连接,第二UPS配电装置811分别与第二飞轮储能装置70和低压配电装置II段809连接。具体的,第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70对应作为第一UPS配电装置810和第二UPS配电装置811的储能部件,用于对应配套第一UPS配电装置810和第二UPS配电装置811,在供电电源出

现断电或供电异常时,为数据中心电子信息设备提供持续不间断的电力供应,从而提高供电的持续性和可靠性。

[0057] 第一机房末端配电装置812分别与第一UPS配电装置810和电子信息设备连接,用于将来自第一UPS配电装置810的电源分配到电子信息设备,第二机房末端配电装置813分别与第二UPS配电装置811和电子信息设备连接,用于将来自第二UPS配电装置811的电源分配到电子信息设备。

[0058] 控制模块815用于实时监测并上传海上风电集群101和屋顶光伏阵列201的有功出力情况,以控制海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的运行状态,以及,实时监测并上传第一储能电池系统和第二储能电池系统的电量状态,并控制第一储能电池系统的和第二储能电池系统充电或放电,以及,实时控制电解槽503和燃料电池508的运行状态,监测并上传储氢量和储氧量,以及,实时监测并上传低压交流母线的电压情况,并控制第一UPS配电装置810和第二UPS配电装置811的整流器502和逆变器509的运行状态,以及,实时监测并上传第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70的电量状态,并控制第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70充电或放电。

[0059] 具体而言,结合图1所示,控制模块815进一步包括:风电储能管理模块8151、光伏储能管理模块8152、储能电池管理模块8153、氢储能管理模块8154、UPS通信模块8155、飞轮储能通信模块8156和风光储氢能管理平台8157。风电储能管理模块8151和光伏储能管理模块8152用于对应实时监测并上传海上风场电力系统10和屋顶分布式光伏电力系统20的有功出力情况,储能电池管理模块8153用于实时监测并上传第一储能电池系统30和第二储能电池系统40的电量状态、控制第一储能电池系统30和第二储能电池系统40的充电或放电过程;氢储能管理模块8154用于实时控制氢储能单元50的电解槽503和燃料电池508的运行状态、监测并上传储氢量和储氧量,UPS通信模块8155用于实时监测并上传低压交流母线的电压情况、控制第一UPS配电装置810和第二UPS配电装置811的整流器502和逆变器509的运行状态,飞轮储能通信模块8156用于实时监测并上传第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70的电量状态、控制第一飞轮储能装置60和第二飞轮储能装置70的充电或放电过程,以上所有信号均上传至风光储氢能管理平台8157,由风光储氢能管理平台8157统一协调控制,保证数据中心的负荷在不同供电模块下正常供电。

[0060] 综上,根据本发明实施例的新型数据中心供配电系统,基于海上风电、分布式光伏、氢储能及飞轮储能构建一种风光储氢一体化的清洁能源供配电系统来为数据中心提供绿色供电电源,改变了传统能源利用方式,推动了能源转型,利用分布式风力发电和分布式光伏发电代替传统火力发电机组为数据中心提供独立的供电电源,利用氢能作为备用能源代替传统燃油/燃气发电机组作为备用电源在电源供电中断的情况下提供长时间应急供电,利用飞轮储能系统代替化学电池作为UPS不间断电源系统的储能部件在电源供电中断的情况下维持对数据中心关键负荷供电的连续性,通过总控单元80对分布式风力发电、分布式光伏发电、氢能以及飞轮储能进行统一监测和控制,构建了一种高效、集约、安全、低碳环保的新型数据中心供配电系统,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。进而,通过该新型数据中心供配电系统,利于改善当前我国数据中心用能结构不优、能源利用不充分、能耗高、建设及运行维护成本高、效率低、供电

安全可靠、不环保、技术水平不高等问题,引导传统数据中心向高技术、高效能、高安全特征的新型数据中心演进,支撑新一代信息技术加速创新,加快推动实现制造强国和网络强国建设。

[0061] 本发明的进一步实施例还提出了一种新型数据中心供配电系统的控制方法,该新型数据中心供配电系统例如为本发明上述任意一个实施例所描述的新型数据中心供配电系统,因而关于该新型数据中心供配电系统的具体组成结构、连接关系及工作原理等详细内容可参见前文中的相关描述。

[0062] 图2是根据本发明一个实施例的新型数据中心供配电系统的控制方法的流程图。如图2所示,该新型数据中心供配电系统的控制方法包括以下步骤:

步骤S1:在新型数据中心供配电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率。具体的,结合图2,获取的海上风场电力系统的发电功率为 $P_{DWP}$ ,获取的屋顶分布式光伏电力系统的发电功率为 $P_{RPP}$ 。

[0063] 步骤S2:当判断海上风场电力系统的发电功率大于或等于负荷所需的功率的一半,且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于负荷所需的功率的一半时,执行第一预设供电方案为负荷供电。

[0064] 具体而言,海上风电和屋顶光伏发电具有波动性、随机性和不确定性,为数据中心负荷供电的过程中,会出现不同的有功出力状态,基于此,在本发明的实施例中,在不同的有功出力状态下,执行不同的供电方案。在本发明的实施例中,设置海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统设计容量均不小于数据中心100%负荷功率(即负荷所需的功率),正常运行时,海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统独立供电,各承担50%负荷功率(即负荷所需的功率的一半)。

[0065] 当海上风场电力系统的发电功率大于或等于50%负荷功率且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于50%负荷功率,即当 $P_{DWP} \geq 50\%P_{load}$ 且 $P_{RPP} \geq 50\%P_{load}$ 时,执行第一预设供电方案。其中, $P_{load}$ 为负荷所需的功率, $P_{DWP}$ 为海上风场电力系统的发电功率, $P_{RPP}$ 为屋顶分布式光伏电力系统的发电功率。

[0066] 步骤S3:当判断海上风场电力系统的发电功率小于负荷所需的功率的一半,且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于负荷所需的功率的一半且小于负荷所需的功率时,执行第二预设供电方案为负荷供电。

[0067] 具体而言,当海上风场电力系统的发电功率小于50%负荷功率,且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于50%负荷功率且小于100%负荷功率,即 $P_{DWP} < 50\%P_{load}$ 且 $50\%P_{load} \leq P_{RPP} < 100\%P_{load}$ 时,执行第二预设供电方案为负荷供电。

[0068] 步骤S4:当判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于负荷所需的功率的一半,且海上风场电力系统的发电功率大于或等于负荷所需的功率的一半,且小于负荷所需的功率时,执行第三预设供电方案为负荷供电。

[0069] 具体而言,当判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于50%负荷功率,且海上风场电力系统的发电功率大于或等于50%负荷功率且小于100%负荷功率,即 $P_{RPP} < 50\%P_{load}$ 且 $50\%P_{load} \leq P_{DWP} < 100\%P_{load}$ 时,执行第三预设供电方案为负荷供电。

[0070] 步骤S5:当判断海上风场电力系统的发电功率小于负荷所需的功率的一半,且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于负荷所需的功率时,执行第四预设供电方案

为负荷供电。

[0071] 具体而言,当判断海上风场电力系统的发电功率小于50%负荷功率,且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于100%负荷功率,即 $P_{DWP} < 50\%P_{load}$ 且 $P_{RPP} \geq 100\%P_{load}$ 时,执行第四预设供电方案为负荷供电。

[0072] 步骤S6:当判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于负荷所需的功率的一半,且海上风场电力系统的发电功率大于或等于负荷所需的功率时,执行第五预设供电方案为负荷供电。

[0073] 具体而言,当判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于50%负荷功率,且海上风场电力系统的发电功率大于或等于100%负荷功率,即 $P_{RPP} < 50\%P_{load}$ 且 $P_{DWP} \geq 100\%P_{load}$ 时,执行第五预设供电方案为负荷供电。

[0074] 步骤S7:当判断海上风场电力系统的发电功率小于负荷所需的功率的一半,且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于负荷所需的功率的一半时,执行第六预设供电方案为负荷供电。

[0075] 具体而言,当判断海上风场电力系统的发电功率小于50%负荷功率,且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于50%负荷功率,即 $P_{RPP} < 50\%P_{load}$ 且 $P_{DWP} < 50\%P_{load}$ 时,执行第六预设供电方案为负荷供电。

[0076] 从而,上述的新型数据中心供配电系统的控制方法,在新型数据中心供配电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率,根据海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率与数据中心的负荷所需的功率的大小关系,控制新型数据中心供配电系统执行不同的供电方案来为负荷供电,提高了新型数据中心供配电系统供电的灵活性、可靠性和自适应性,改变了传统能源利用方式,推动了能源转型,实现了一种高效、集约、安全、低碳环保的新型数据中心供配电方案,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。

[0077] 在本发明的一个实施例中,结合图3所示,执行第一预设供电方案为负荷供电的步骤,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使海上风场电力系统发电。当海上风场电力系统的发电功率等于负荷所需的功率的一半,控制海上风场电力系统承担负荷所需的功率的一半,即海上风场电力系统以当前发电功率为负荷供电,承担负荷所需功率的一半,并控制第一储能电池系统和氢储能单元进入待机状态;当海上风场电力系统的发电功率大于负荷所需的功率的一半时,控制海上风场电力系统承担负荷所需的功率的一半,即 $50\%P_{load}$ ,并控制海上风场电力系统将剩余发电功率为第一储能电池系统充电,第一储能电池系统的充电功率为 $P_{bat1c} = P_{DWP} - 50\%P_{load}$ ,直至判断第一储能电池系统的SOC(State Of Charge, 荷电状态)电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到上限时,控制海上风场电力系统停止为第一储能电池系统充电,并控制海上风场电力系统为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率 $P_{h2e} = P_{DWP} - 50\%P_{load}$ ,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制海上风场电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使海上风场电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网;

以及,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使屋顶分布式光伏电力系统发电。当屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于负荷所需的功率的一半时,控制屋顶分布式光伏电力系统承担负荷所需的功率的一半,即屋顶分布式光伏电力系统以当前发电功率为负荷供电,承担负荷所需功率的一半,并控制第二储能电池系统和氢储能单元进入待机状态;当屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于负荷所需的功率的一半时,控制屋顶分布式光伏电力系统并承担负荷所需的功率的一半,即 $50\%P_{load}$ ,并控制屋顶分布式光伏电力系统将剩余发电功率为第二储能电池系统充电,第二储能电池系统充电的充电功率 $P_{bat2c}=P_{RPP}-50\%P_{load}$ ,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为第二储能电池系统充电,并控制屋顶分布式光伏电力系统为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率 $P_{hye}=P_{RPP}-50\%P_{load}$ ,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使屋顶分布式光伏电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网。

[0078] 具体而言,即如图3所示,当海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 大于或等于50%负荷功率(即 $50\%P_{load}$ ),且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 大于或等于50%负荷功率时,控制第一高压固态切换开关处于海上风电供电回路侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶光伏供电回路侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,海上风场电力系统发电。具体的,若海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}=50\%P_{load}$ 时,海上风场电力系统的以其发电功率 $P_{DWP}=50\%P_{load}$ 来为负荷供电,即承担负荷所需功率的一半,并控制第一储能电池系统和氢储能单元均处于待机状态。若海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}>50\%P_{load}$ 时,海上风场电力系统发电并承担数据中心50%负荷功率,即 $50\%P_{load}$ ,由于海上风场电力系统的发电功率大于50%负荷功率,因此,海上风场电力系统的剩余发电功率用于为第一储能电池系统充电,第一储能电池系统的充电功率 $P_{bat1c}$ 等于海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 减去数据中心的50%负荷功率,即 $50\%P_{load}$ ,判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 是否到上限,若否,则第一储能电池系统继续充电,若是,则第一储能电池系统停止充电,海上风场电力系统继续发电,海上风场电力系统的剩余发电功率用于为氢储能单元的电解槽供电,电解槽工作在电解制氢的状态,分解出氢气和氧气,并存储与储氢罐和储氧罐中,判断储氢罐和储氧罐的氢气和氧气存储量是否达到上限,若否,则继续为电解槽供电,电解槽继续电解制氢,若是,则停止为电解槽供电,使电解槽停止电解制氢,海上风场电力系统继续发电,控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,使得海上风场电力系统的发电电量经公共电网连接点PCC的开关输送至公共电网。以及,屋顶分布式光伏电力系统发电,具体的,若屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}=50\%P_{load}$ 时,屋顶分布式光伏电力系统的以其发电功率 $P_{RPP}=50\%P_{load}$ 来为负荷供电,即承担负荷所需功率的一半,并控制第二储能电池系统和氢储能单元均处于待机状态。若屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}>50\%P_{load}$ 时,屋顶分布式光伏电力系统发电并承担数据中心50%负荷功率,由于屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于50%负荷功率,因此,屋顶分布式光伏电力系统的剩余发电功率用于为第二储能电池系统充电,第二储能电池系统的充电功率 $P_{bat2c}$ 等于屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 减去数据中心50%负荷功率,即 $50\%P_{load}$ ,判断

第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 是否到上限,若否,则第二储能电池系统继续充电,若是,则第二储能电池系统停止充电,屋顶分布式光伏电力系统继续发电,屋顶分布式光伏电力系统的剩余发电功率用于为氢储能单元的电解槽供电,电解槽工作在电解制氢的状态,分解出氢气和氧气,并存储与储氢罐和储氧罐中,判断储氢罐和储氧罐的氢气和氧气存储量是否达到上限,若否,则继续为电解槽供电,使电解槽继续电解制氢,若是,则停止为电解槽供电,使电解槽停止电解制氢,屋顶分布式光伏电力系统继续发电,控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,使屋顶分布式光伏电力系统的发电电量经公共电网连接点PCC开关输送至公共电网。

[0079] 在本发明的一个实施例中,结合图4所示,执行第二预设供电方案为负荷供电的步骤,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统发电;判断海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 是否等于零;若海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 不等于零,则控制海上风场电力系统继续发电,并控制第一储能电池系统以第一功率放电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到下限,则控制第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向数据中心的负荷(即电子信息设备)供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制海上风场电力系统继续发电,以为第一储能电池系统充电,第一储能电池系统的充电功率为 $P_{bat1c}=P_{DWP}$ ,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到上限时,控制海上风场电力系统停止对第一储能电池系统充电,并控制海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率 $P_{hyc}=P_{DWP}$ ,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制海上风场电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使海上风场电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网,其中,第一功率等于负荷所需的功率的一半减去海上风场电力系统的发电功率,即第一功率 $=50\%P_{load}-P_{DWP}$ 。

[0080] 若海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 等于零,则控制第一储能电池系统以第二功率放电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到下限,则控制第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向负荷供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由氢储能单元为负荷供电,并控制第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制氢储能单元停止为负荷供电,并闭合公共电网连接点PCC的开关,控制第一高压固态开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合公共电网连接点PCC的开关以及第一高压固态切换开关切换期间,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向负荷供电,其中,第二功率等于负荷所需的功率的一半,即第二功率 $=50\%P_{load}$ 。

[0081] 以及,判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 是否等于负荷所需的功率的一半,若是,即屋顶分布式光伏电力系统的发电功率等于负荷所需的功率的一半,即 $P_{RPP}=50\%P_{load}$ ,则控制屋顶分布式光伏电力系统承担负荷所需的功率的一半,并控制第二储能电

池系统和氢储能单元进入待机状态;若否,即屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于负荷所需的功率的一半且小于负荷所需的功率,即 $50\%P_{load} < P_{RPP} < 100\%P_{load}$ ,则控制屋顶分布式光伏电力系统为第二储能电池系统充电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为第二储能电池系统充电,并控制屋顶分布式光伏电力系统为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使屋顶分布式光伏电力系统通过公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,屋顶分布式光伏电力系统为第二储能电池系统充电时的充电功率为屋顶分布式光伏电力系统的发电功率减去负荷所需的功率的一半,即屋顶分布式光伏电力系统为第二储能电池系统充电时的充电功率 $P_{bat2c} = P_{RPP} - 50\%P_{load}$ 。屋顶分布式光伏电力系统为电解槽充电时的供电功率为屋顶分布式光伏电力系统的发电功率减去负荷所需的功率的一半,即屋顶分布式光伏电力系统为电解槽充电时的供电功率 $P_{hye} = P_{RPP} - 50\%P_{load}$ 。

[0082] 具体而言,即如图4所示,当海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 小于50%负荷功率(即 $50\%P_{load}$ ),且屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 大于或等于50%负荷功率且小于100%负荷功率时,控制第一高压固态切换开关处于海上风电供电回路侧导通状态,第二高压固态切换开关处于屋顶光伏供电回路侧导通状态,高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态。判断海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 是否等于零,若否,则海上风场电力系统发电,第一储能电池系统放电,第一储能电池系统的放电功率 $P_{bat1d} = 50\%P_{load} - P_{DWP}$ ,判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 是否到下限,若否,则第一储能电池系统继续放电,若是,则第一储能电池系统停止放电,此时,控制第一高压固态切换开关断开,为防止数据中心关键负荷断电,第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向数据中心电子信息设备供电,同时,氢储能单元的氢燃料电池启动,自检无误后,氢燃料电池各部件依次启动至输出电压达到额定值,具备带负荷能力,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢燃料电池侧供电,第一飞轮储能装置停止经第一UPS配电装置放电的动作,并进入充电待机状态,此时海上风场电力系统继续发电,海上风场电力系统为第一储能电池系统充电,第一储能电池系统的充电功率 $P_{bat1c} = P_{DWP}$ ,判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 是否到上限,若否,则第一储能电池系统继续充电,若是,则第一储能电池系统停止充电,海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,使电解槽工作在电解制氢的状态,电解槽电解制氢功率 $P_{hye} = P_{DWP}$ ,分解出氢气和氧气,并存储与储氢罐和储氧罐中,判断储氢罐和储氧罐的氢气和氧气存储量是否达到上限,若否,则继续为电解槽供电,使电解槽继续电解制氢,若是,则停止为电解槽供电,使电解槽停止电解制氢,海上风场电力系统继续发电,控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,海上风场电力系统的发电电量经公共电网连接点PCC输送至公共电网。

[0083] 另一方面,若判断海上风电发电功率等于零,则控制第一储能电池系统放电,第一储能电池系统的放电功率 $P_{bat1d} = 50\%P_{load}$ ,判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 是否到下限,若否,则第一储能电池系统继续放电,若是,则第一储能电池系统停止放电,此时,控制第一高压固态切换开关断开,为防止数据中心关键负荷断电,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向数据中心电子信息设备供电,同时,氢储能系统的氢燃料电池启动,自检无误后,氢燃料电池各部件依次启动至输出电压达到额定值,具备带负荷能力,此



时,第一高压固态切换开关切换至氢燃料电池侧供电,第一飞轮储能装置停止经第一UPS配电装置放电的动作,并进入充电待机状态,判断储氢罐和储氧罐的氢气和氧气存储量是否达到下限,若否,则氢燃料电池继续放电,为数据中心的负荷供电,若是,则氢燃料电池停止放电,闭合公共电网连接点PCC的开关,第一高压固态切换开关切换至公共电网侧供电,在闭合公共电网连接点PCC的开关以及第一高压固态切换开关切换期间,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向数据中心的负荷供电。

[0084] 以及,在图4中,还包括:判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 是否等于负荷所需的功率的一半,若是,即 $P_{RPP}=50\%P_{load}$ ,则控制屋顶分布式光伏电力系统承担负荷所需的功率的一半,并控制第二储能电池系统和氢储能单元进入待机状态;若否,即,即 $50\%P_{load}<P_{RPP}<100\%P_{load}$ ,则控制屋顶分布式光伏电力系统以 $P_{bat2c}=P_{RPP}-50\%P_{load}$ 的发电功率为第二储能电池系统充电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为第二储能电池系统充电,并控制屋顶分布式光伏电力系统以 $P_{hye}=P_{RPP}-50\%P_{load}$ 的供电功率为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使屋顶分布式光伏电力系统通过公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网。

[0085] 在本发明的一个实施例中,结合图5所示,执行第三预设供电方案为负荷供电的步骤,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统发电;判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 是否等于零;

若屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 不等于零,则控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制第二储能电池系统以第三功率放电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态达到下限,则控制第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向负荷供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为第二储能电池系统充电,第二储能电池系统的充电功率 $P_{bat2c}=P_{RPP}$ ,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止对第二储能电池系统充电,并控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率 $P_{hye}=P_{RPP}$ ,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使屋顶分布式光伏电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网,其中,第三功率等于负荷所需的功率的一半减去屋顶分布式光伏电力系统的发电功率,即第三功率 $=50\%P_{load}-P_{RPP}$ 。

[0086] 若判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 等于零,则控制第二储能电池系统以第十四功率放电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 达到下限,则控制第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向负荷供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制

第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由氢储能单元为负荷供电,并控制第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制氢储能单元停止为负荷供电,并闭合公共电网连接点PCC的开关,控制第二高压固态开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合公共电网连接点PCC的开关以及第二高压固态切换开关切换期间,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向负荷供电,其中,第十四功率等于负荷所需的功率的一半,即第十四功率=50%P<sub>load</sub>。

[0087] 以及,判断海上风场电力系统的发电功率P<sub>DWP</sub>是否等于负荷所需的功率的一半,若是,即海上风场电力系统的发电功率等于负荷所需的功率的一半,即P<sub>DWP</sub>=50%P<sub>load</sub>,则控制海上风场电力系统承担负荷所需的功率的一半,并控制第一储能电池系统和氢储能单元进入待机状态;若否,即海上风场电力系统的发电功率大于负荷所需的功率的一半且小于负荷所需的功率,即50%P<sub>load</sub><P<sub>DWP</sub><100%P<sub>load</sub>,则控制海上风场电力系统为第一储能电池系统充电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态达到上限时,控制海上风场电力系统停止为第一储能电池系统充电,并控制海上风场电力系统为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制海上风场电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点的开关闭锁,以使海上风场电力系统通过公共电网连接点将剩余电量输送至公共电网,其中,海上风场电力系统为第一储能电池系统充电时的充电功率为海上风场电力系统的发电功率减去负荷所需的功率的一半,即海上风场电力系统为第一储能电池系统充电时的充电功率P<sub>batlc</sub>=P<sub>DWP</sub>-50%P<sub>load</sub>。海上风场电力系统为电解槽充电时的供电功率为海上风场电力系统的发电功率减去负荷所需的功率的一半,即海上风场电力系统为电解槽充电时的供电功率P<sub>hye</sub>=P<sub>DWP</sub>-50%P<sub>load</sub>。

[0088] 在本发明的一个实施例中,结合图6所示,执行第四预设供电方案为负荷供电的步骤,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统发电;判断海上风场电力系统的发电功率P<sub>DWP</sub>是否等于零。

[0089] 若海上风场电力系统的发电功率P<sub>DWP</sub>不等于零,则控制海上风场电力系统继续发电,并控制第一储能电池系统以第五功率放电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态SOC<sub>bat1</sub>达到下限,则控制第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第二高压固态切换开关保持闭合状态,控制高压配电联络开关闭合,以使屋顶分布式光伏电力系统通过高压配电装置II段、高压配电联络开关和高压配电装置I段为负荷供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使屋顶分布式光伏电力系统的剩余电量通过公共电网连接点PCC输送至公共电网,此时,控制海上风场电力系统继续发电,以为第一储能电池系统充电,第一储能电池系统的充电功率P<sub>batlc</sub>=P<sub>DWP</sub>,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态SOC<sub>bat1</sub>达到上限时,控制海上风场电力系统停止对第一储能电池系统充电,并控制海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率P<sub>hye</sub>=P<sub>DWP</sub>,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制海上风场电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制海上风场电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网,其中,第五功率等于负荷所需的功率的一半减去海上风场电力系统的发电功率,即第五功率=50%P<sub>load</sub>-P<sub>DWP</sub>。

[0090] 若判断海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 等于零,则控制第一储能电池系统以第六功率放电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到下限,则控制第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第二高压固态切换开关保持闭合状态,控制高压配电联络开关闭合,以使屋顶分布式光伏电力系统通过高压配电装置II段、高压配电联络开关和高压配电装置I段为负荷供电,并判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 是否大于或等于负荷所需的功率(即 $100\%P_{load}$ );若屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 大于负荷所需的功率(即 $100\%P_{load}$ ),即 $P_{RPP} > 100\%P_{load}$ ,则控制屋顶分布式光伏电力系统以第七功率为第二储能电池系统充电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止对第二储能电池系统充电,并控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并按照第七功率为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制屋顶分布式光伏电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网。若判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 等于负荷所需的功率(即 $100\%P_{load}$ ),即 $P_{RPP} = 100\%P_{load}$ ,则控制屋顶分布式光伏电力系统承担负荷所需的功率,并控制第二储能电池系统和氢储能单元进入待机状态,其中,第六功率等于负荷所需的功率的一半,即第六功率 $= 50\%P_{load}$ ,第七功率等于屋顶分布式光伏电力系统的发电功率减去负荷所需的功率,即第六功率 $= P_{RPP} - 100\%P_{load}$ 。

[0091] 在本发明的一个实施例中,结合图7所示,执行第五预设供电方案为负荷供电的步骤,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统发电;判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 是否等于零。

[0092] 若判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 不等于零,则控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制第二储能电池系统以第八功率放电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 达到下限,则控制第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第一高压固态切换开关保持闭合状态,控制高压配电联络开关闭合,以使海上风场电力系统通过高压配电装置I段、高压配电联络开关和高压配电装置II段为负荷供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使海上风场电力系统的剩余电量通过公共电网连接点PCC输送至公共电网,此时,控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为第二储能电池系统充电,第二储能电池的充电功率 $P_{bat2c} = P_{RPP}$ ,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止对第二储能电池系统充电,并控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率 $P_{hye} = P_{RPP}$ ,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制屋顶分布式光伏电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网,其中,第八功率等于负荷所需的功率的一半减去屋顶分布式光伏电力系统的发电功率,即第八功率 $= 50\%P_{load} - P_{RPP}$ 。

[0093] 若判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 等于零,则控制第二储能电池系统以第九功率放电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat2}$ 达到下限,则控制第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第一高压固态切换开

关保持闭合状态,控制高压配电联络开关闭合,以使海上风场电力系统通过高压配电装置I段、高压配电联络开关和高压配电装置II段为负荷供电,并判断海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 是否大于或等于负荷所需的功率(即 $100\%P_{load}$ );若海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 大于负荷所需的功率(即 $100\%P_{load}$ ),即 $P_{DWP} > 100\%P_{load}$ ,则控制海上风场电力系统以第十功率为第一储能电池系统充电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到上限时,控制海上风场电力系统停止对第一储能电池系统充电,并控制海上风场电力系统继续发电,并按照第十功率为氢储能单元的电解槽供电,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制海上风场电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制海上风场电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网。若海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 等于负荷所需的功率(即 $100\%P_{load}$ ), $P_{DWP} = 100\%P_{load}$ ,则控制海上风场电力系统的承担负荷所需的功率,并控制第一储能电池系统和氢储能单元进入待机状态,其中,第九功率等于负荷所需的功率的一半,即第九功率 $= 50\%P_{load}$ ,第十功率等于海上风场电力系统的发电功率减去负荷所需的功率,即第十功率 $= P_{DWP} - 100\%P_{load}$ 。

[0094] 在本发明的一个实施例中,结合图8所示,执行第六预设供电方案为负荷供电的步骤,包括:控制第一高压固态切换开关处于海上风场电力系统侧导通状态,控制第二高压固态切换开关处于屋顶分布式光伏电力系统侧导通状态,控制高压配电联络开关处于断开状态,控制低压配电联络装置处于断开状态,使海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统发电;判断海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 及屋顶分布式光伏电力系统的发电功率 $P_{RPP}$ 是否等于零。

[0095] 若判断海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 不等于零,则控制海上风场电力系统继续发电,并控制第一储能电池系统以第十一功率放电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到下限,则控制第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向负荷供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制海上风场电力系统继续发电,以为第一储能电池系统充电,第一储能电池系统的充电功率 $P_{bat1c} = P_{DWP}$ ,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到上限时,控制海上风场电力系统停止对第一储能电池系统充电,并控制海上风场电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率 $P_{hye} = P_{DWP}$ ,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制海上风场电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使海上风场电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网,其中,第十一功率等于负荷所需的功率的一半减去海上风场电力系统的发电功率,即第十一功率 $= 50\%P_{load} - P_{DWP}$ 。

[0096] 若判断海上风场电力系统的发电功率 $P_{DWP}$ 等于零,则控制第一储能电池系统以第十二功率放电,直至判断第一储能电池系统的SOC电量状态 $SOC_{bat1}$ 达到下限,则控制第一储能电池系统停止放电,并控制第一高压固态切换开关断开,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向负荷供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第一高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由氢储能单元为负荷供电,并控制第一飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的

氧气存储量达到下限时,控制氢储能单元停止为负荷供电,并闭合公共电网连接点PCC的开关,控制第一高压固态开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合公共电网连接点PCC的开关以及第一高压固态切换开关切换期间,控制第一飞轮储能装置经第一UPS配电装置向负荷供电,其中,第十二功率等于负荷所需的功率的一半,即第十二功率=50%P<sub>load</sub>。

[0097] 若判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率P<sub>RPP</sub>不等于零,则控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,并控制第二储能电池系统以第十三功率放电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态SOC<sub>bat2</sub>达到下限,则控制第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向负荷供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧供电,控制第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,此时,控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为第二储能电池系统充电,第二储能电池系统的充电功率P<sub>bat2c</sub>=P<sub>RPP</sub>,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态SOC<sub>bat2</sub>达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止对第二储能电池系统充电,并控制屋顶分布式光伏电力系统继续发电,以为氢储能单元的电解槽供电,电解槽电解制氢功率P<sub>hve</sub>=P<sub>RPP</sub>,直至储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到上限时,控制屋顶分布式光伏电力系统停止为氢储能单元的电解槽供电,并控制公共电网连接点PCC的开关闭锁,以使屋顶分布式光伏电力系统通过公共电网连接点PCC将剩余电量输送至公共电网,其中,第十三功率等于负荷所需的功率的一半减去屋顶分布式光伏电力系统的发电功率,即第十三功率=50%P<sub>load</sub>-P<sub>RPP</sub>。

[0098] 若判断屋顶分布式光伏电力系统的发电功率P<sub>RPP</sub>等于零,则控制第二储能电池系统以第十四功率放电,直至判断第二储能电池系统的SOC电量状态SOC<sub>bat2</sub>达到下限,则控制第二储能电池系统停止放电,并控制第二高压固态切换开关断开,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向负荷供电,同时,控制氢储能单元启动并输出额定电压值,此时,控制第二高压固态切换开关切换至氢储能单元侧,由氢储能单元为负荷供电,并控制第二飞轮储能装置停止放电,并进入充电待机状态,当判断氢储能单元的储氢罐的氢气存储量和储氧罐的氧气存储量达到下限时,控制氢储能单元停止为负荷供电,并闭合公共电网连接点PCC的开关,控制第二高压固态开关切换至公共电网侧供电,其中,在闭合公共电网连接点PCC的开关以及第二高压固态切换开关切换期间,控制第二飞轮储能装置经第二UPS配电装置向负荷供电,其中,第十四功率等于负荷所需的功率的一半,即第十四功率=50%P<sub>load</sub>。

[0099] 综上,根据本发明实施例的新型数据中心供配电系统的控制方法,在新型数据中心供配电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率,根据海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率与数据中心的负荷所需的功率的大小关系,控制新型数据中心供配电系统执行不同的供电方案来为负荷供电,提高了新型数据中心供配电系统供电的灵活性、可靠性和自适应性,改变了传统能源利用方式,推动了能源转型,实现了一种高效、集约、安全、低碳环保的新型数据中心供配电方案,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。进而,通过该新型数据中心供配电系统的控制方法,利于改善当前我国数据中心用能结构不优、能源利用不充分、能耗高、建设及运行维护成本高、效率低、供电安全可靠低、不环保、技术水平不高等问题,引导传统数据中心向高技术、高效能、高安全特征的新

型数据中心演进,支撑新一代信息技术加速创新,加快推动实现制造强国和网络强国建设。

[0100] 本发明的进一步实施例还提出了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有新型数据中心供配电系统的控制程序,所述新型数据中心供配电系统的控制程序被处理器执行时实现如本发明上述任意一个实施例所描述的新型数据中心供配电系统的控制方法。

[0101] 具体而言,即当所述计算机可读存储介质上存储的新型数据中心供配电系统的控制程序被处理器执行时,具体执行以下步骤:

在所述新型数据中心供配电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取所述海上风场电力系统和所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半时,执行第一预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半且小于所述负荷所需的功率时,执行第二预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述海上风场电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率的一半,且小于所述负荷所需的功率时,执行第三预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率时,执行第四预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述海上风场电力系统的发电功率大于或等于所述负荷所需的功率时,执行第五预设供电方案为所述负荷供电;

当判断所述海上风场电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半,且所述屋顶分布式光伏电力系统的发电功率小于所述负荷所需的功率的一半时,执行第六预设供电方案为所述负荷供电。

[0102] 根据本发明实施例的计算机可读存储介质,当其上存储的新型数据中心供配电系统的控制程序被处理器执行时,使得在新型数据中心供配电系统为数据中心的负荷供电时,分别获取海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率,根据海上风场电力系统和屋顶分布式光伏电力系统的发电功率与数据中心的负荷所需的功率的大小关系,控制新型数据中心供配电系统执行不同的供电方案来为负荷供电,提高了新型数据中心供配电系统供电的灵活性、可靠性和自适应性,改变了传统能源利用方式,推动了能源转型,实现了一种高效、集约、安全、低碳环保的新型数据中心供配电方案,能够降低数据中心建设成本和运营成本,提高供电安全性和可靠性,优化数据中心的用能结构,降低数据中心的运行能耗,减少碳排放,提高能源利用率,助力实现碳达峰、碳中和。

[0103] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或

位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0104] 在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0105] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点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表述不一定指的是相同的实施例或示例。

[0106] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

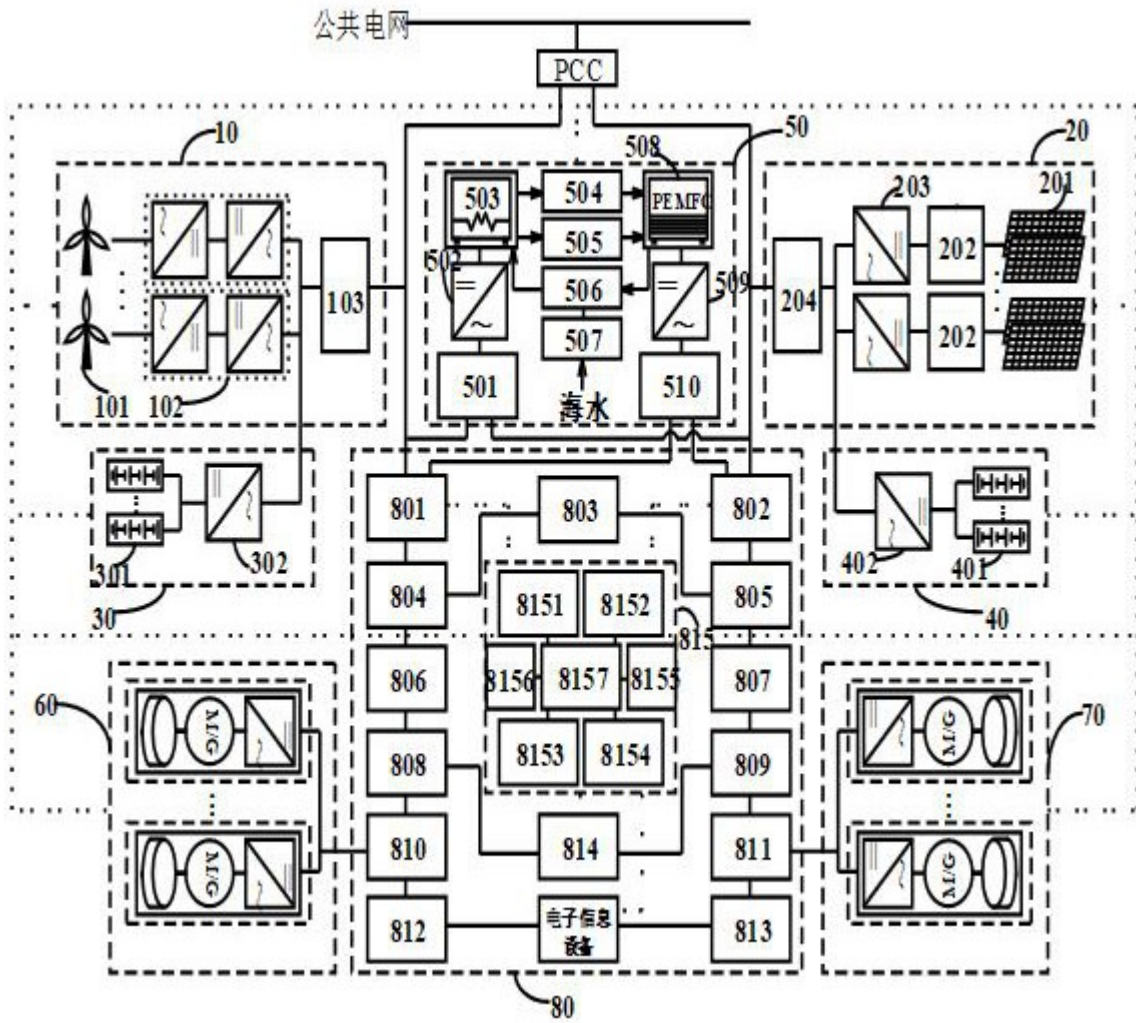


图1



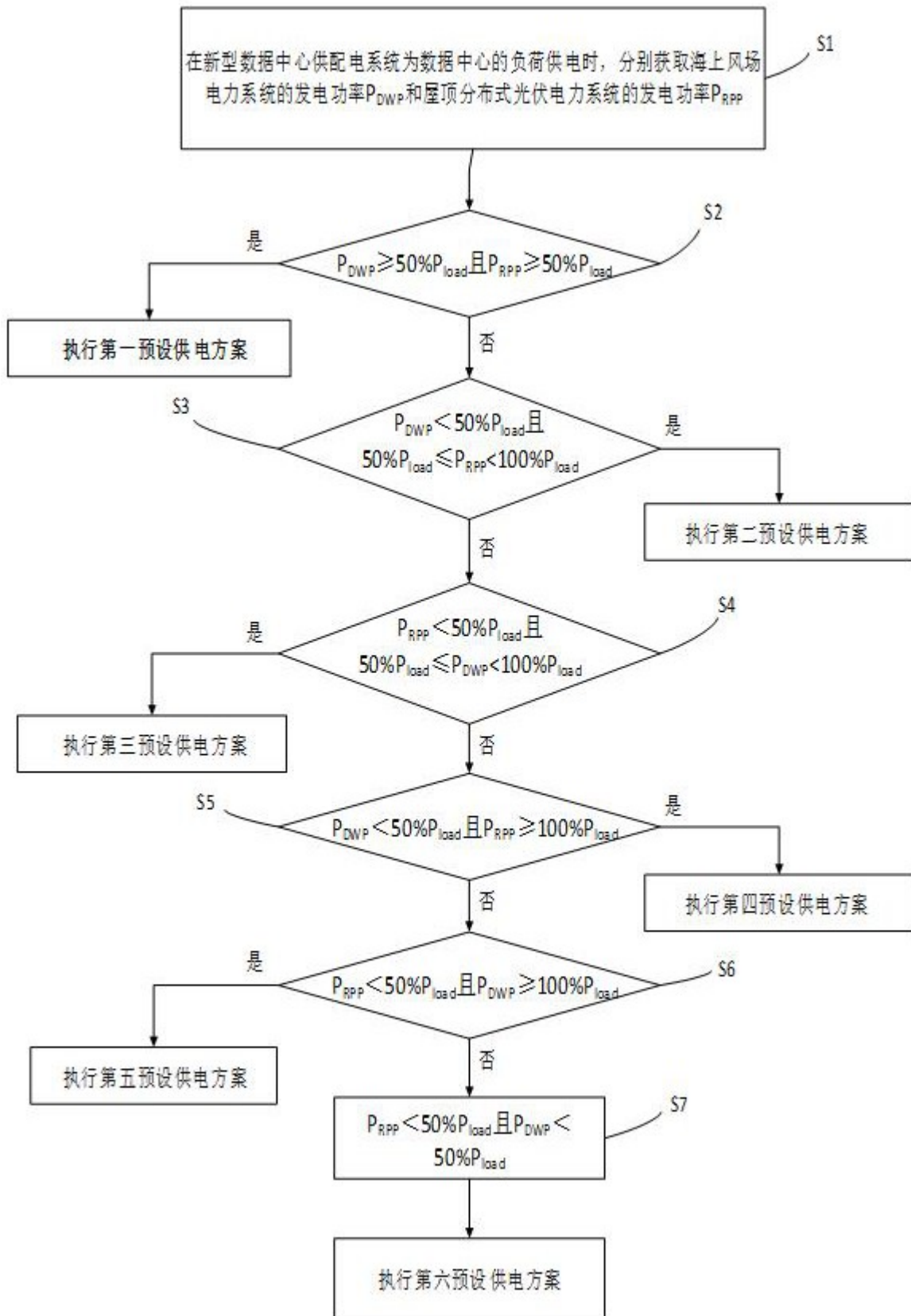


图2

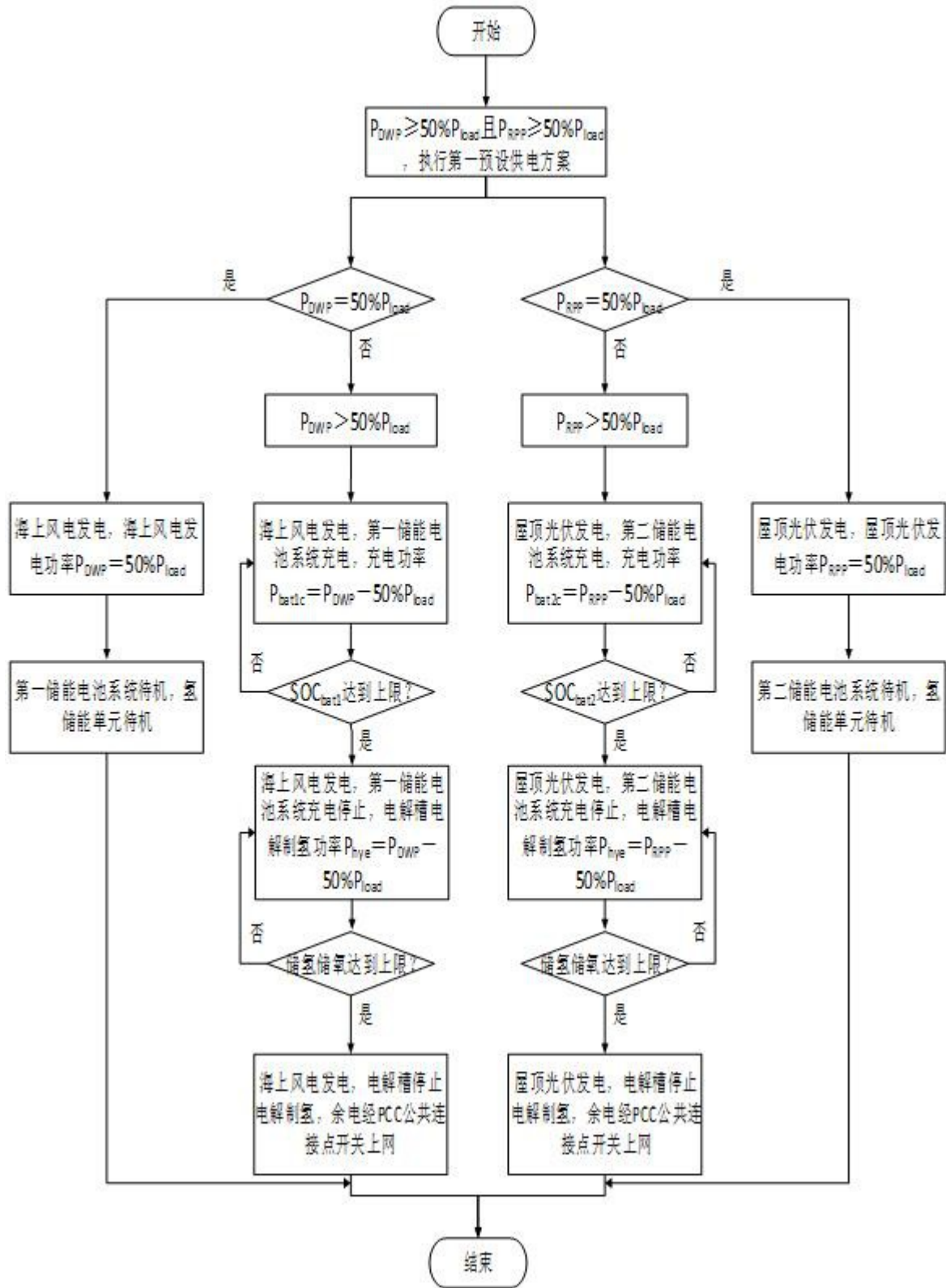


图3



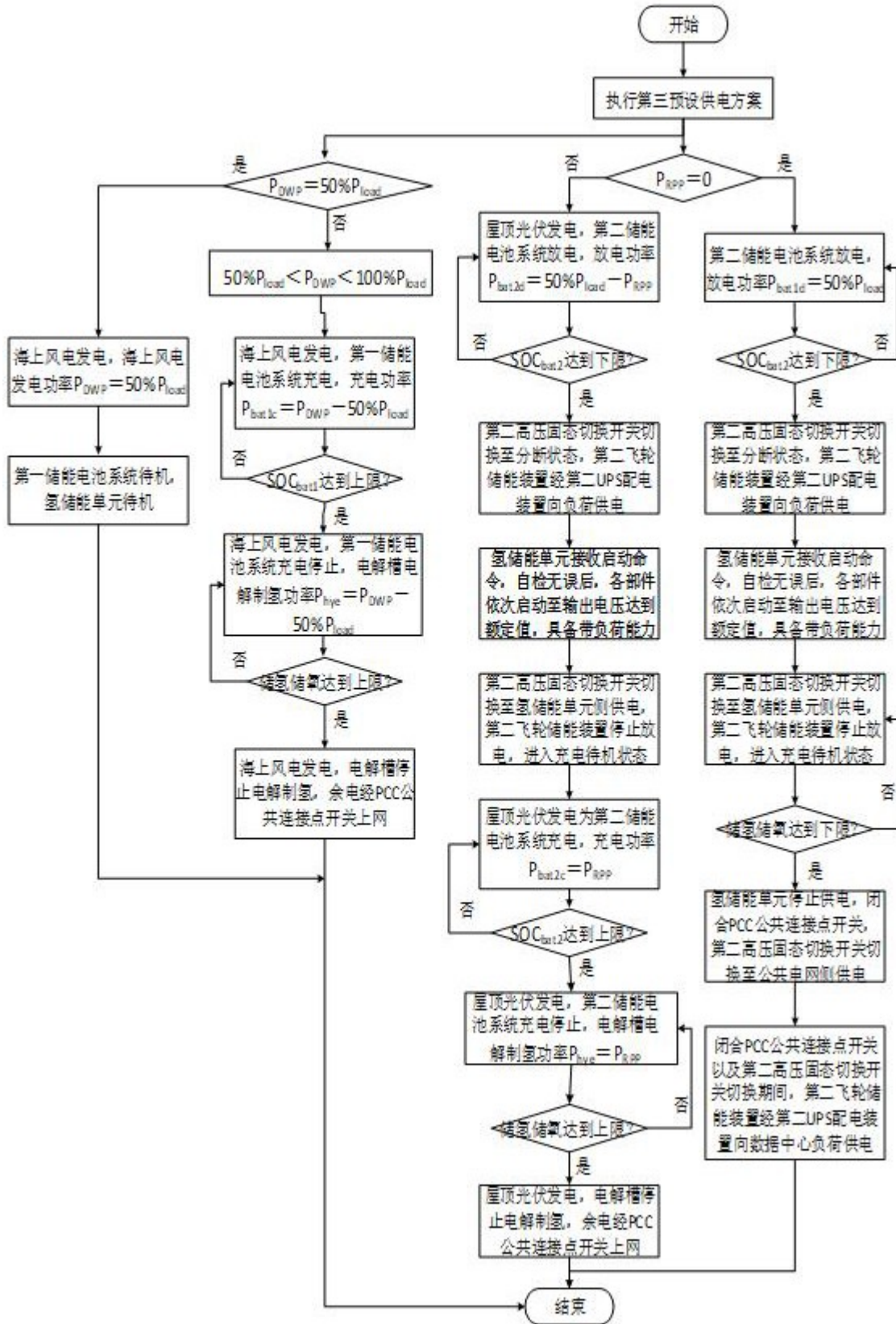


图5

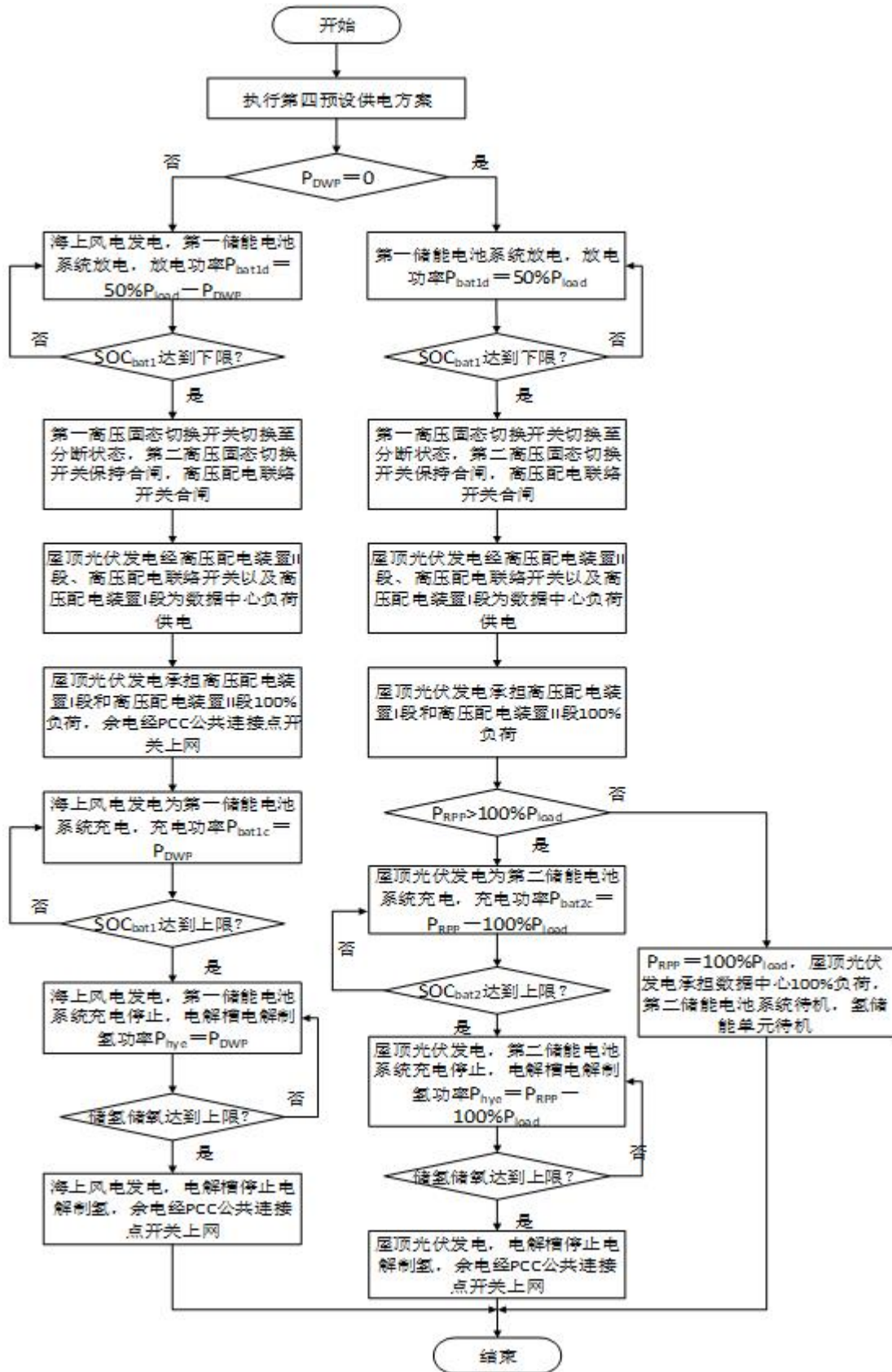


图6

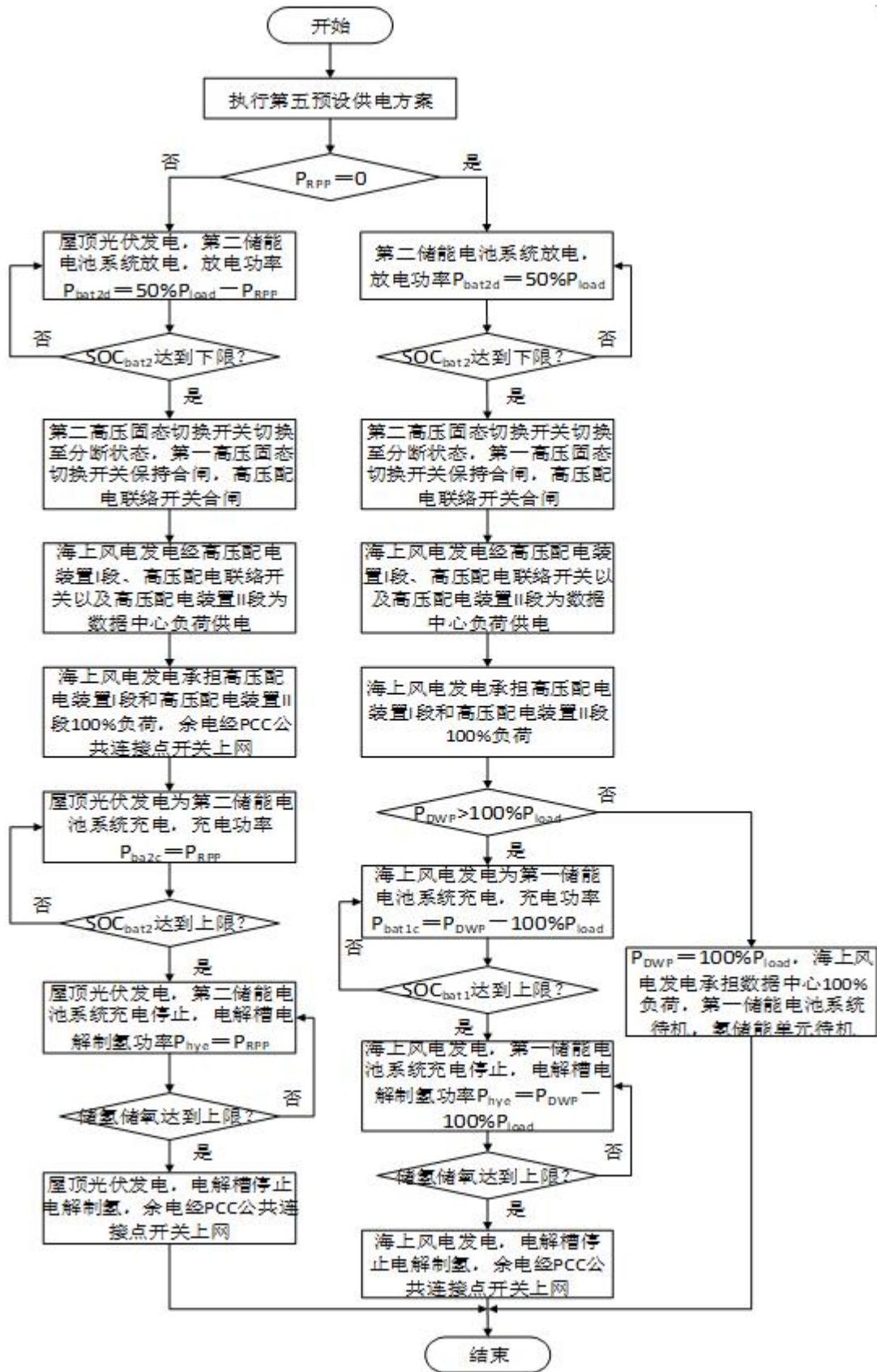


图7

