



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109617102 A

(43)申请公布日 2019. 04. 12

(21)申请号 201811356623.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.11.15

H02J 3/32(2006.01)

H02J 3/38(2006.01)

(71)申请人 中广核研究院有限公司

H02J 9/06(2006.01)

地址 518000 广东省深圳市福田区上步中路
路西深圳科技大厦15层(1502-1504、1506)

申请人 中国广核电力股份有限公司
中国广核集团有限公司

(72)发明人 郭树生 王尧 吴昊 齐宇博
位召祥 刘波 杨森 黄文有
钟质飞

(74)专利代理机构 深圳汇智容达专利商标事务所(普通合伙) 44238

代理人 潘中毅 熊贤卿

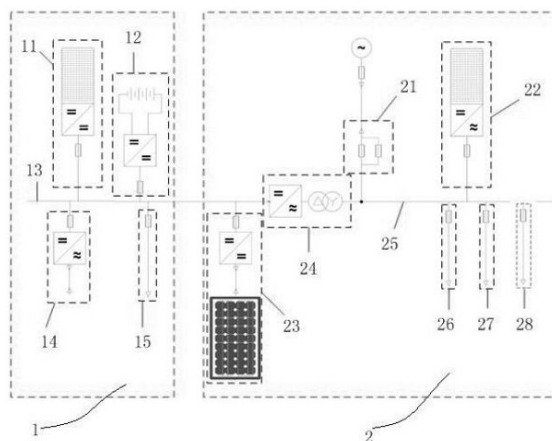
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统

(57)摘要

本发明提供一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统,包括移动单元及与移动单元可拆卸连接的固定单元;移动单元包括连接在直流母线上的第一燃料电池发电单元、蓄电池、第一接口和第二接口;第一接口用于连接储存有氢气的储氢系统,第二系统接口用于连接核电厂的小汽轮发电机系统(LLS)以使得移动单元作为厂用电应急电源;固定单元包括连接在与直流母线可拆卸连接的发电单元以及连接在交流母线上的DC/AC双向变流单元、负荷供电单元、并网开关和制氢装置;第一直流母线设置有第三接口和第四接口,第三接口用于与DC/AC双向变流单元可拆卸连接,第四接口用于与光伏发电单元可拆卸连接。本发明克服了目前核电厂厂用电应急电源方面存在的缺陷,能够大大提高核安全。



1. 一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,包括移动单元及与所述移动单元可拆卸连接的固定单元;

所述移动单元包括连接在直流母线上的第一燃料电池发电单元、蓄电池、第一接口和第二接口;所述第一接口用于连接储存有氢气的储氢系统,所述第二系统接口用于连接核电厂的小汽轮发电机系统(LLS)以使得移动单元作为厂用电应急电源,所述第一燃料电池发电单元用于利用储氢系统的氢气进行发电;

所述固定单元包括连接在与所述直流母线可拆卸连接的发电单元以及连接在交流母线上的DC/AC双向变流单元、负荷供电单元、并网开关和制氢装置;所述制氢装置用于制取氢气并储存于所述储氢系统;其中,所述发电单元发电得到的电能的部分通过所述负荷供电单元向负荷供电,部分储存于所述蓄电池中;所述并网开关用于控制所述微电网并网或离网运行;

所述第一直流母线设置有第三接口和第四接口,所述第三接口用于与所述DC/AC双向变流单元可拆卸连接,所述第四接口用于与所述光伏发电单元可拆卸连接。

2. 如权利要求1所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述交流母线上还连接有第二燃料电池发电单元。

3. 如权利要求2所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述第一燃料电池发电单元为PEMFC燃料电池发电单元,所述第二燃料电池发电单元为SOFC燃料电池发电单元。

4. 如权利要求1所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述负荷供电单元包括用户负荷供电单元和辅助系统负荷供电单元,所述用户负荷供电单元用于向用户负荷供电,所述辅助系统负荷供电单元用于向所述微电网系统提供自持所需电能。

5. 如权利要求1所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述第一燃料电池发电单元和蓄电池分别通过DC/DC直流变换单元连接于所述第一直流母线上。

6. 如权利要求1所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述移动单元安装于一可移动集装箱中。

7. 如权利要求1所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述发电单元为光伏发电单元。

8. 如权利要求7所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述光伏发电单元通过一DC/DC直流变换单元与所述直流母线可拆卸连接。

9. 如权利要求1所述的具有可移动氢能应急电源的微电网系统,其特征在于,所述小汽轮发电机系统上设置有与所述第二接口可拆卸连接的第五接口。

一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能源技术领域,具体涉及一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统。

背景技术

[0002] 对于核电领域来说,核安全意义重大,为了确保核安全,核电厂的厂用电电源需高度冗余化,例如常规的应急柴油发电机、移动应急柴油发电机、LLS小汽机以及蓄电池等,但遇到特殊情况时,需保证核电厂的厂用电电源正常,因此核电厂需具有厂用电应急电源。而目前厂用电应急电源大多采用传统化石燃料,传统化石燃料(例如煤、石油、天然气)的持续消耗会造成严重的能源短缺问题以及地球环境问题,开发新型可再生能源迫在眉睫,现有的一些可再生能源技术方案都有一定的局限性,例如风能受环境气候影响大,存在间歇性与随机性问题,并网会对电网造成冲击;又例如海洋能(潮汐能、波浪能、温差能)在地域及技术层面有很大的局限性;又例如太阳能则只有在有光照情况下才能发电,存在间歇性与随机性问题,并网会对电网造成冲击。而针对可再生能源应用的局限性,需要配置较大容量的储能系统,目前最常用的储能形式为电化学储能,例如锂电池、蓄电池等。而作为清洁、高效的新能源-氢能,氢能量密度高达120MJ/kg,氢的发热值为142351kJ/kg,是汽油发热值的3倍;氢是自然界中存在最普遍的元素,我们可以从可再生的原料如水、生物质或沼气中制得;氢能有多种利用形式,既可以像汽油一样应用于内燃机通过直接燃烧产生热能为动力装置提供能量,又可以通过燃料电池发电,氢燃料电池技术具有能量转换效率高和零排放的显著优势;因此氢能相对于风能、海洋能和太阳能而言,具有更多的优点。

[0003] 由于核电厂各系统的应急电源也可能出现故障,因此需要提出一种移动应急电源来作为备用电源,同时该备用电源也应满足清洁能源的要求。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统,以克服目前核电厂厂用电应急电源方面存在的缺陷,以提高核安全。

[0005] 为了实现本发明目的,本发明实施例提供一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统,包括移动单元及与所述移动单元可拆卸连接的固定单元;

所述移动单元包括连接在直流母线上的第一燃料电池发电单元、蓄电池、第一接口和第二接口;所述第一接口用于连接储存有氢气的储氢系统,所述第二系统接口用于连接核电厂的小汽轮发电机系统(LLS)以使得移动单元作为厂用电应急电源,所述第一燃料电池发电单元用于利用储氢系统的氢气进行发电;

所述固定单元包括连接在与所述直流母线可拆卸连接的发电单元以及连接在交流母线上的DC/AC双向变流单元、负荷供电单元、并网开关和制氢装置;所述制氢装置用于制取氢气并储存于所述储氢系统;其中,所述发电单元发电得到的电能的部分通过所述负荷供电单元向负荷供电,部分储存于所述蓄电池中;所述并网开关用于控制所述微电网并网或

离网运行；

所述第一直流母线设置有第三接口和第四接口，所述第三接口用于与所述DC/AC双向变流单元可拆卸连接，所述第四接口用于与所述光伏发电单元可拆卸连接。

[0006] 其中一个实施例，所述交流母线上还连接有第二燃料电池发电单元。

[0007] 其中一个实施例，所述第一燃料电池发电单元为PEMFC燃料电池发电单元，所述第二燃料电池发电单元为SOFC燃料电池发电单元。

[0008] 其中一个实施例，所述负荷供电单元包括用户负荷供电单元和辅助系统负荷供电单元，所述用户负荷供电单元用于向用户负荷供电，所述辅助系统负荷供电单元用于向所述微电网系统提供自持所需电能。

[0009] 其中一个实施例，所述第一燃料电池发电单元和蓄电池分别通过DC/DC直流变换单元连接于所述第一直流母线上。

[0010] 其中一个实施例，所述移动单元安装于一可移动集装箱中。

[0011] 其中一个实施例，所述发电单元为光伏发电单元。

[0012] 其中一个实施例，所述光伏发电单元通过一DC/DC直流变换单元与所述直流母线可拆卸连接。

[0013] 其中一个实施例，所述小汽轮发电机系统上设置有与所述第二接口可拆卸连接的第五接口。

[0014] 以上技术方案至少具有以下有益效果：

1. 提供了一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统，包括移动单元和固定单元，其中移动单元可以与所述固定单元分离，并用作核电厂的厂用电应急电源，为核电厂提供了一种新型的厂用电备用电源方案，提高电源冗余性，当移动单元作为核电厂备用电源时，并不影响微电网范围内负荷的用电需求。

[0015] 2. 所述微电网系统充分发挥了直流电优势，由于储能电池组、光伏、PEMFC燃料电池输出均为直流电，因此所述并网型微电网系统采用了统一的大容量DC/AC双向变流单元，各主电源分别通过一DC/DC变流单元接入直流母线，使得整个微电网的成本控制的相对较低，且效率较高；又由于采用一个集中的大容量DC/AC双向变流单元，直流侧仅需要控制直流母线电压即可，因此整个系统的控制相比交流系统变得简单。

[0016] 3. 所述微电网系统环保无污染，能量来源于太阳能，以光伏作为一次能源，氢能作为二次能源，制氢所用的能量来源于太阳能，在保证用户用电需求的同时，最大限度的实现了节能减排。

[0017] 4. 所述微电网系统配置了蓄电池，用来确保微电网系统的稳定性；在紧急时刻，需对负荷进行分级管理，保证重要用户的用电需求以及微电网的稳定性。

[0018] 此外，其他有益效果将在下文中进一步说明。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有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发明的一些实施例，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。

[0020] 图1为本发明实施例中所述具有可移动氢能应急电源的微电网系统结构图。

[0021] 图中元件标记：

1-移动单元,11-第一燃料电池发电单元,12-蓄电池,13-直流母线,14-第一接口,15第二接口；

2-固定单元,21-并网开关,22-第二燃料电池发电单元,23-光伏发电单元,24-DC/AC双向变流单元,25-交流母线,26-用户负荷供电单元,27-辅助系统负荷供电单元,28-制氢装置。

具体实施方式

[0022] 以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面，但是除非特别指出，不必按比例绘制附图。

[0023] 另外，为了更好的说明本发明，在下文的具体实施例中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解，没有某些具体细节，本发明同样可以实施。在一些实例中，对于本领域技术人员熟知的手段、元件和电路未作详细描述，以便于凸显本发明的主旨。

[0024] 如图1所示，本发明实施例提供一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统，包括移动单元1及与所述移动单元1可拆卸连接的固定单元2；

所述移动单元1包括通过直流电缆连接在直流母线13上的第一燃料电池发电单元11、蓄电池12、第一接口14和第二接口15；所述第一接口14用于连接储存有氢气的储氢系统，所述第二系统接口用于连接核电厂的小汽轮发电机系统(LLS)以使得移动单元1作为厂用电应急电源，所述第一燃料电池发电单元11用于利用储氢系统的氢气进行发电。

[0025] 其中，所述储氢系统包括储气罐和控制系统，所述控制系统用于控制储气罐中氢气的输出，所述控制系统与所述第一接口14连接。

[0026] 所述固定单元2包括连接在与所述直流母线13可拆卸连接的发电单元以及连接在交流母线25上的DC/AC双向变流单元24、负荷供电单元、并网开关21和制氢装置28；所述制氢装置28用于制取氢气并储存于所述储氢系统；其中，所述发电单元发电得到的电能的部分通过所述负荷供电单元向负荷供电，部分储存于所述蓄电池12中；所述并网开关21用于控制所述微电网并网或离网运行；

所述第一直流母线13设置有第三接口和第四接口，所述第三接口用于与所述DC/AC双向变流单元24可拆卸连接，所述第四接口用于与所述光伏发电单元23可拆卸连接。

[0027] 其中，第一接口14在所述微电网系统整体运行时处于空仓状态，仅有当移动单元1作为核电厂小汽轮发电机系统移动备用电源时，此接口接至储氢系统相关设备；与第一接口14类似，第二接口15在微电网整体运行时同样处于空仓状态，仅有当移动单元1作为核电厂小汽轮发电机系统移动备用电源时，第二接口15接至小汽轮发电机系统所在的大容量DC/AC逆变器。

[0028] 具体而言，当微电网系统的移动单元1和固定单元2连接起来时，可作为含光伏、氢能的微电网，为用户提供绿色、经济、可靠的清洁能源；微电网系统的移动单元1(含燃料电池、储氢系统)接入核电厂的小汽轮发电机系统(LLS)以使得移动单元1作为厂用电应急电源，提高核电厂厂用电电源冗余性；当微电网系统的移动单元1移走后，闭合所述并网开关

21,使得微电网系统供电范围内的用户负荷此时可通过系统剩余部分设备接入大电网,保证用户负荷电能需求。

[0029] 其中,氢能以其高热值、最终清洁的特点,被认为是继电能之后最优的能量介质。氢用途广泛,包括燃料电池终端、化工、冶炼、医疗等均可应用,是良好的能源枢纽。本专利采用了氢能循环利用策略,设备包括:储氢装置、制氢装置28、氢能发电装置。

[0030] 本实施例氢能循环利用的优点主要为一套系统实现多种用途:

1) 本实施例微电网系统以氢作为储能介质,既能够使电能转化为一种更广用途的能量介质,又可以实现季度级长效储能。氢储能(Power to Gas,P2G)具备同等能量下储氢体积小、可实现长时间储能(季度级)、功率、能量可独立优化、储能容量扩大成本低廉(仅需储罐几何级别扩大)等特点;

2) 有别于传统的蒸汽动力循环发电技术效率低的缺点,燃料电池不受朗肯循环限制,直接由电化学反应产生电力,发电效率大幅提高;同时,燃料电池容量灵活、负荷响应迅速(秒级)、具备较强的过负载能力,非常适用于分布式发电和备用电源,因此是未来最有前景的发电技术。

[0031] 3) 核安全意义重大,为了确保核安全,核电厂的厂用电电源需高度冗余化,例如常规的应急柴油发电机、移动应急柴油发电机、LLS小汽机以及蓄电池12等,本专利提供一种新型的厂用电应急电源,即移动应急燃料电池,充分利用氢储能技术,提高核电厂厂用电电源的冗余性。

[0032] 在一些实施例中,所述交流母线25上还连接有第二燃料电池发电单元22,所述第二燃料电池发电单元22通过DC/AC逆变器与交流母线25连接,用来满足交流母线25接入条件,所述第二燃料电池发电单元22在微电网系统整体运行时,作为第一燃料电池发电单元11的备用发电单元,其用于利用氢气进行发电。

[0033] 在一些实施例中,所述第一燃料电池发电单元11为PEMFC燃料电池发电单元,所述第二燃料电池发电单元22为SOFC燃料电池发电单元。

[0034] 在一些实施例中,所述负荷供电单元包括用户负荷供电单元26和辅助系统负荷供电单元27,所述用户负荷供电单元26用于向用户负荷供电,所述辅助系统负荷供电单元27用于向所述微电网系统提供自持所需电能。

[0035] 在一些实施例中,所述第一燃料电池发电单元11和蓄电池12分别通过DC/DC直流变换单元连接于所述第一直流母线13上,用于满足接入直流母线13接入条件,蓄电池12的DC/DC直流变换器还需满足蓄电池12在不同时刻充放电电压要求。

[0036] 在一些实施例中,所述移动单元1安装于一可移动集装箱中。

[0037] 其中,当所述移动单元1需作为核电厂小汽轮发电机系统的小汽机移动应急电源时,此时需断开所述移动单元1和固定单元2之间的连接。当需作为核电厂小汽机移动应急电源或者定期做实验时,需通过卡车将集装箱中的移动单元1运输至小汽机所在厂房,并通过小汽轮发电机系统接口以及直流电缆快速接至事先设计好的小汽轮发电机系统新增DC/AC逆变器的接口,新增DC/AC逆变器容量需满足小汽轮发电机系统下游水压试验泵启动电流的要求(约为额定电流的4至6倍)。同时处于热备用状态的第一燃料电池发电单元11可随时启动,其所用的氢能来源至卡车集装箱中的储氢罐,储氢系统及辅助相关控制系统的短时供电由蓄电池12提供,通过第一接口14与交流配电盘及辅助系统相连接。另外,蓄电池12

作为移动单元1不可缺少的一部分,作为PEMFC燃料电池发电单元热备用电源,满足其随时启动带载的电源要求。

[0038] 所述移动单元1作为核电厂应急电源,当核电厂两列配电盘LHA和LHB同时不能供电(H3工况)且LLS应急电源供能丧失的情况下,作为辅助应急电源,功能上补充LLS小汽轮发电机组,在SB0(核电厂全厂失电工况)情况下可为水压试验泵提供应急电源,另外还负责为机组SB0工况下提供运行所需的仪表供电,并为水压实验泵房的应急通风机供电,整体上提升了核电站应急电源冗余性。

[0039] 其中,当所述移动单元1作为核电厂应急备用电源时,为了满足微电网范围内负荷用电需求,需将固定单元2通过并网开关21并网,此时固定单元2作为配电网,为用户提供负荷所需的电能。

[0040] 在一些实施例中,所述发电单元为光伏发电单元23,所述光伏发电单元23通过一DC/DC直流变换单元与所述直流母线13可拆卸连接。

[0041] 具体而言,所述移动单元1与固定单元2中间通过DC/AC双向变流单元24进行交直流转化,用来在不同时间段、不同工况下向用户负荷供电单元26、辅助系统负荷供电单元27提供经济、可靠、绿色的电能。

[0042] 需说明的是,所述光伏发电单元23通过光伏DC/DC直流变流单元转换后,接入直流母线13,当移动单元1用于核电厂小汽轮发电机系统备用电源时,光伏发电单元23的DC/DC直流变流器与直流母线13断开连接。

[0043] 当光伏出力富余时,为了防止弃光现象发生,多余的光伏需通过储能系统存储起来,提高能源利用效率,当电价处于谷价时,能量管理系统自动控制并网开关21闭合,此时通过谷电价进行制氢本微电网系统的储能分为蓄电池12和氢储能,氢储能是通过电解水制氢单元,将多余的光伏转化成氢能存储起来,存储的氢能一方面可以通过燃料电池发电单元转化成电能,另一方面可以将氢能直接加以利用,例如用于氢能燃料电池汽车、加氢站、化工等领域。

[0044] 在一些实施例中,所述小汽轮发电机系统的交流母线25上设置有与所述第二接口15可拆卸连接的第五接口。

[0045] 通过以上实施例的描述可知,本发明实施例具有以下优点:

1.提供了一种具有可移动氢能应急电源的微电网系统,包括移动单元1和固定单元2,其中移动单元1可以与所述固定单元2分离,并用作核电厂的厂用电应急电源,为核电厂提供了一种新型的厂用电备用电源方案,提高电源冗余性,当移动单元1作为核电厂备用电源时,并不影响微电网范围内负荷的用电需求。

[0046] 2.所述微电网系统充分发挥了直流电优势,由于储能电池组、光伏、PEMFC燃料电池输出均为直流电,因此所述并网型微电网系统采用了统一的大容量DC/AC双向变流单元24,各主电源分别通过一DC/DC变流单元接入直流母线13,使得整个微电网的成本控制的相对较低,且效率较高;又由于采用一个集中的大容量DC/AC双向变流单元24,直流侧仅需要控制直流母线13电压即可,因此整个系统的控制相比交流系统变得简单。

[0047] 3.所述微电网系统环保无污染,能量来源于太阳能,以光伏作为一次能源,氢能作为二次能源,制氢所用的能量来源于太阳能,在保证用户用电需求的同时,最大限度的实现了节能减排。

[0048] 4.所述微电网系统配置了蓄电池12,用来确保微电网系统的稳定性;在紧急时刻,需对负荷进行分级管理,保证重要用户的用电需求以及微电网的稳定性。

[0049] 在本说明书的描述中,参考术语“一些实施例”等的描述意指结合所述实施例或示例描述的具体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表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0050] 以上已经描述了本发明的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

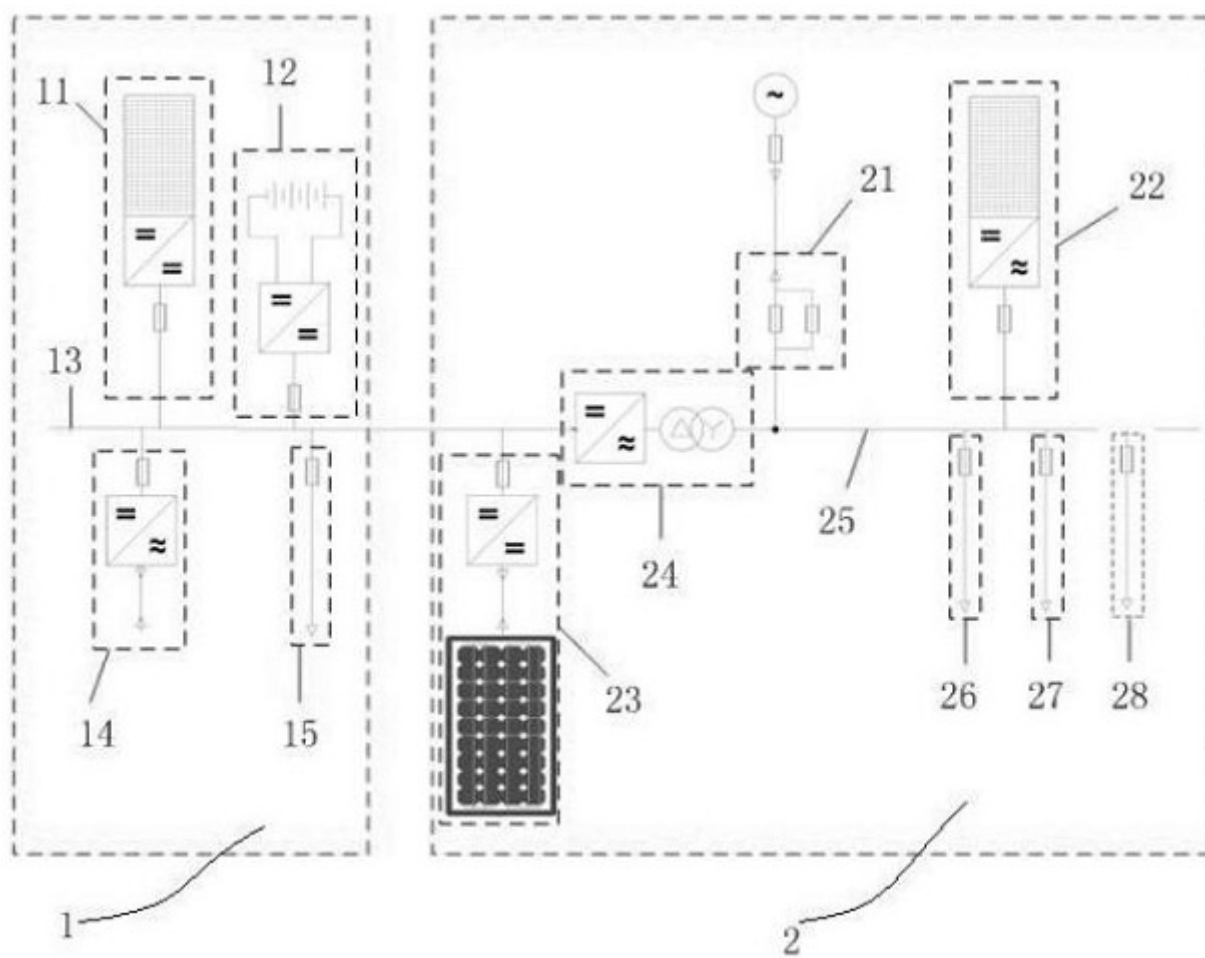


图1