



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104505867 B

(45)授权公告日 2017.02.01

(21)申请号 201510001858.4

H02J 3/38(2006.01)

(22)申请日 2015.01.04

H02J 1/14(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 苏建明

申请公布号 CN 104505867 A

(43)申请公布日 2015.04.08

(73)专利权人 南京国臣信息自动化技术有限公司

地址 210000 江苏省南京市白下区御道街33号大正投资大厦四层B座

(72)发明人 陈文波 王丽

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所(普通合伙) 32204

代理人 王华

(51)Int.Cl.

H02J 5/00(2016.01)

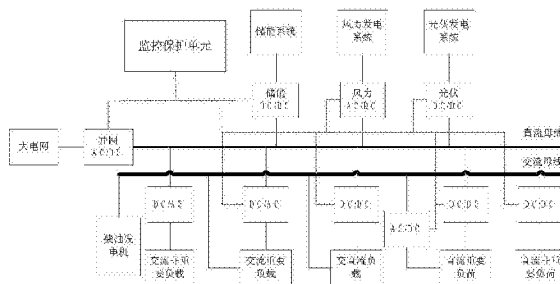
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种交直流混合微电网系统及其控制策略

(57)摘要

本发明公开了一种交直流混合微电网系统及其控制策略,包括多个发电单元、负载以及用于将发电单元与负载连接的配电线路,还包括监控保护单元;所述发电单元包括大电网及其并网AC/DC、储能系统及其DC/DC变换器、风力发电系统及其AC/DC变换器、光伏发电系统及其DC/DC变换器以及柴油发电机;所述负载包括交流非重要负载、交流重要负载、交直流负载、直流重要负载和直流非重要负载;所述配电线路包括直流配电线路和交流配电线路;监控保护单元实时监测各能量变换装置的运行状态,利用不同的控制策略实现系统并网与孤岛两种运行方式,通过控制储能DC/DC、光伏DC/DC、风力AC/DC实现分布式发电单元与储能单元相互协调配合,提高供电可靠性,保证重要负载不间断运行。



CN 104505867 B

1. 一种交直流混合微电网系统的控制方法,其特征在于:

所述交直流混合微电网的各个发电单元的运行状态由直流母线电压值确定;

当光伏发电和风力发电总和大于负载功率时,直流母线电压升高,当直流母线电压高于并网AC/DC变换器整流逆变切换值且储能单元处于充满状态时,整个系统处于并网运行模式,为了能够优先利用光伏和风能,设定并网AC/DC变换器整流逆变切换值为额定直流母线电压值,并网AC/DC变换器处于逆变状态,储能DC/DC变换器处于停机状态,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

当光伏发电和风力发电总和大于负载功率时,直流母线电压升高,当直流母线电压高于并网AC/DC变换器整流逆变切换值且储能单元处于未充满状态时,整个系统处于孤岛运行模式,并网AC/DC变换器处于停机状态,储能DC/DC变换器以恒流限压方式充电,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

当光伏发电和风力发电总和大于负载功率时,且系统处于孤岛运行模式时,并网AC/DC变换器处于停机状态,若储能单元处于未充满状态则储能DC/DC变换器以恒流限压方式充电,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;若储能单元处于充满状态,储能DC/DC变换器处于停机状态,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于恒压模式,直流母线电压升高,直到稳定在系统允许的最大值;

当光伏发电和风力发电总和小于负载功率时,直流母线电压下降,当直流母线电压低于并网AC/DC变换器整流逆变切换值时,系统处于并网运行模式,为了能够优先利用光伏和风能,设定并网AC/DC变换器整流逆变切换值为额定直流母线电压值,并网AC/DC变换器处于整流状态,若储能单元处于充满状态则储能DC/DC变换器停机,否则储能DC/DC变换器以恒流限压方式充电,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

当光伏发电和风力发电总和小于负载功率,直流母线电压降低,系统处于孤岛运行模式,此时若储能DC/DC变换器以低于额定直流母线电压值的放电阈值稳定直流母线电压,并网AC/DC变换器处于停机状态,储能DC/DC变换器放电,光伏DC/DC变换器和风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

当光伏发电和风力发电总和小于负载功率,系统处于孤岛运行模式,且储能单元电压值低于第一设定值时,为保证重要负荷不间断运行,切除非重要负荷;

当光伏发电和风力发电总和小于负载功率,系统处于孤岛运行模式,且储能单元电压值低于第二设定值时,启动柴油发电系统,重要负荷由交流母线供电,保证重要负荷不间断运行。

2. 根据权利要求1所述交直流混合微电网系统的控制方法,其特征在于:所述额定直流母线电压为480~500V;所述储能单元处于充满状态时电压为540V;所述直流母线最大允许电压值为510~520V;所述储能单元电压第一设定值为450~460V;所述储能单元电压第二设定值为400~410V。

3. 根据权利要求1所述交直流混合微电网系统的控制方法,其特征在于:所述交直流混合微电网系统,包括多个发电单元、负载以及用于将发电单元与负载连接的配电线路,还包括监控保护单元;所述发电单元包括大电网及其并网AC/DC变换器、储能系统及其DC/DC变换器、风力发电系统及其AC/DC变换器、光伏发电系统及其DC/DC变换器以及柴油发电机;所述负载包括交流非重要负载、交流重要负载、交直流负载、直流重要负载和直流非重要负

载;所述配电线路包括直流配电线路和交流配电线路;

其中,所述并网AC/DC变换器交流侧与大电网连接,直流侧与直流母线连接;所述储能DC/DC变换器一侧与储能单元连接,另一侧与直流母线连接;所述风力AC/DC变换器一侧与风力发电系统连接,另一侧与直流母线连接;所述光伏DC/DC变换器一侧与光伏发电系统连接,另一侧与直流母线连接;

所述交流非重要负载通过DC/AC变换器与直流母线连接;所述交流重要负载与交流母线相连接同时通过DC/AC变换器与直流母线相连;所述交直流负载与交流母线相连接同时通过DC/DC变换器与直流母线相连;所述直流重要负载通过DC/DC变换器与直流母线连接同时通过AC/DC变换器与交流母线相连;所述直流非重要负载通过DC/DC变换器与直流母线连接;

所述监控保护单元通过CAN总线与所述并网AC/DC变换器、储能DC/DC变换器、风力AC/DC变换器、光伏DC/DC变换器以及与所述交流重要负载连接的DC/AC变换器、与所述交直流负载连接的DC/DC变换器、与所述直流重要负载连接的DC/DC变换器、与所述直流重要负载连接的AC/DC变换器、与所述直流非重要负载连接的DC/DC变换器进行通信;

所述柴油发电机与交流母线连接。

4. 根据权利要求3所述交直流混合微电网系统的控制方法,其特征在于:所述并网AC/DC变换器为双向AC/DC变换器,采用三相全桥拓扑结构。

5. 根据权利要求3所述交直流混合微电网系统的控制方法,其特征在于:所述储能DC/DC变换器采用全桥拓扑结构。

6. 根据权利要求3所述交直流混合微电网系统的控制方法,其特征在于:所述光伏DC/DC变换器采用Boost拓扑结构。

7. 根据权利要求3所述交直流混合微电网系统的控制方法,其特征在于:所述风力AC/DC变换器采用Boost拓扑结构。

一种交直流混合微电网系统及其控制策略

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微电网系统,尤其是涉及一种交直流混合微电网系统,还涉及上述交直流混合微电网系统的控制策略。

背景技术

[0002] 根据美国CERTS(The Consortium for Electric Reliability Technology Solutions)对微电网的定义,微电网是由负载和分布式电源DGs(Distributed Generations)组成的独立可控系统,为当地提供电能和热能。

[0003] 分布式电源DGs由于污染少、安装地点灵活等多方面优点近年来得到快速发展,但大量DGs接入电网也产生了一些不良影响。相对大电网而言,微电网是接纳分布式电源更加友好的方式。

[0004] 新材料、信息技术和电力电子技术的长足发展和广泛应用,用户对用电需求、电能质量及供电可靠性等要求不断提高,特别是现代化工商业发展中敏感负载(大多是重要负载)的大量使用,对供电可靠性的要求非常高,甚至瞬时的电压波动如电压暂降、短时中断都会造成设备跳闸停机,造成巨大的经济损失甚至造成人身伤亡事故,对供电可靠性要求达到9个9(99.9999999%)甚至是10个9(99.99999999%)。而传统交流电网的供电可靠性大概是4个9(99.99%),对应的用户平均停电时间基本上在0.876h(约53min)左右,预计在五年以后达到5个9(99.999%)。这显然满足不了重要负载的高供电可靠性要求。现有的交流微电网和直流微电网技术由于储能装置能量有限,也无法满足如此高的供电可靠性。

[0005] 结合分布式发电、分布式储能的优点,以大电网作为后备支撑,交直流混合微电网显然是一种提高供电可靠性的有效途径,在节能环保的同时能够很好的满足高供电可靠性的需求,保证重要负载不间断运行。

发明内容

[0006] 发明目的:本发明所要解决的技术问题是提供一种交直流混合微电网系统。

[0007] 本发明还要解决的技术问题是提供上述交直流混合微电网系统的控制策略。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术手段为:

[0009] 一种交直流混合微电网系统,包括多个发电单元、负载以及用于将发电单元与负载连接的配电线路,还包括监控保护单元;所述发电单元包括大电网及其并网AC/DC变换器、储能系统及其DC/DC变换器、风力发电系统及其AC/DC变换器、光伏发电系统及其DC/DC变换器以及柴油发电机;所述负载包括交流非重要负载、交流重要负载、交直流负载、直流重要负载和直流非重要负载;所述配电线路包括直流配电线路和交流配电线路;

[0010] 其中,所述并网AC/DC变换器交流侧与大电网连接,直流侧与直流母线连接;所述储能DC/DC变换器一侧与储能单元连接,另一侧与直流母线连接;所述风力AC/DC变换器一侧与风力发电系统连接,另一侧与直流母线连接;所述光伏DC/DC变换器一侧与光伏发电系统连接,另一侧与直流母线连接;

[0011] 所述交流非重要负载通过DC/AC变换器与交流母线连接;所述交流重要负载与交流母线相连同时通过DC/AC变换器与直流母线相连;所述交直流负载与交流母线相连同时通过DC/DC变换器与直流母线相连;所述直流重要负载通过DC/DC变换器与直流母线连接同时通过AC/DC变换器与交流母线相连;所述直流非重要负载通过DC/DC变换器与直流母线连接;

[0012] 所述监控保护单元通过CAN总线与所述并网AC/DC变换器、储能DC/DC变换器、风力AC/DC变换器、光伏DC/DC变换器以及与所述交流重要负载连接的DC/AC变换器、与所述交直流负载连接的DC/DC变换器、与所述直流重要负载连接的DC/DC变换器、与所述直流重要负载连接的AC/DC变换器、与所述直流非重要负载连接的DC/DC变换器进行通信;

[0013] 所述柴油发电机与交流母线连接。

[0014] 其中,所述并网AC/DC变换器为双向AC/DC变换器,采用三相全桥拓扑结构。

[0015] 其中,所述储能DC/DC变换器采用全桥拓扑结构。

[0016] 其中,所述光伏DC/DC变换器采用Boost拓扑结构。

[0017] 其中,所述风力AC/DC变换器采用Boost拓扑结构。

[0018] 一种交直流混合微电网系统的控制策略,所述交直流混合微电网的各个发电单元的运行状态由直流母线电压值确定;

[0019] 当光伏发电和风力发电总和大于负载功率时,直流母线电压升高,当直流母线电压高于并网AC/DC变换器整流逆变切换值且储能单元处于充满状态时,整个系统处于并网运行模式,为了能够优先利用光伏和风能,设定并网AC/DC变换器整流逆变切换值为额定直流母线电压值,并网AC/DC变换器处于逆变状态,储能DC/DC变换器处于停机状态,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

[0020] 当光伏发电和风力发电总和大于负载功率时,直流母线电压升高,当直流母线电压高于并网AC/DC变换器整流逆变切换值且储能单元处于未充满状态时,整个系统处于孤岛运行模式,并网AC/DC变换器处于停机状态,储能DC/DC变换器以恒流限压方式充电,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

[0021] 当光伏发电和风力发电总和大于负载功率时,且系统处于孤岛运行模式时,并网AC/DC变换器处于停机状态,若储能单元处于未充满状态则储能DC/DC变换器以恒流限压方式充电,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;若储能单元处于充满状态,储能DC/DC变换器处于停机状态,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于恒压模式,直流母线电压升高,直到稳定在系统允许的最大值;

[0022] 当光伏发电和风力发电总和小于负载功率时,直流母线电压下降,当直流母线电压低于并网AC/DC变换器整流逆变切换值时,系统处于并网运行模式,为了能够优先利用光伏和风能,设定并网AC/DC变换器整流逆变切换值为额定直流母线电压值,并网AC/DC变换器处于整流状态,若储能单元处于充满状态则储能DC/DC变换器停机,否则储能DC/DC变换器以恒流限压方式充电,光伏DC/DC变换器与风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

[0023] 当光伏发电和风力发电总和小于负载功率,直流母线电压降低,系统处于孤岛运行模式,此时若储能DC/DC变换器以低于额定直流母线电压值的放电阈值稳定直流母线电压,并网AC/DC变换器处于停机状态,储能DC/DC变换器放电,光伏DC/DC变换器和风力DC/DC变换器处于MPPT模式;

[0024] 当光伏发电和风力发电总和小于负载功率,系统处于孤岛运行模式,且储能单元电压值低于第一设定值时,为保证重要负荷不间断运行,切除非重要负荷;

[0025] 当光伏发电和风力发电总和小于负载功率,系统处于孤岛运行模式,且储能单元电压值低于第二设定值时,启动柴油发电系统,重要负荷由交流母线供电,保证重要负荷不间断运行。

[0026] 其中,额定直流母线电压为480~500V;储能单元处于充满状态时电压为540V;直流母线最大允许电压值为510~520V;储能单元电压第一设定值为450~460V;储能单元电压第二设定值为400~410V。

[0027] 有益效果:本发明交直流混合微电网系统布局合理,包括多个发电单元以及监控保护单元,根据实际的需要,系统处于并网或孤岛运行模式,在孤岛运行模式时,当光伏发电和风力发电的总输出功率不足时,在200us的时间内即可切换至储能DC/DC放电,维持直流母线电压的稳定,在储能单元电压低于第二设定值的情况下,在1min内即可启动柴油发电机发电,输出稳定的交流电,即本发明交直流混合微电网系统即使在储能单元能量用尽的情况下,仍然能使用柴油发电机维持重要负荷长时间不间断运行;本发明交直流混合微电网系统控制策略最大程度的优化了能量的合理利用,优化了系统的运行,通过不同的控制策略,系统处于并网或孤岛两种运行模式,从而使系统实现了对分布式发电单元与储能单元的合理管理和使用,系统通过分布式发电单元与储能单元的相互协调配合来维持直流母线电压的稳定,提高系统的供电可靠性,保证了重要负载长时间不间断运行。

附图说明

[0028] 图1为本发明交直流混合微电网系统的系统原理图。

具体实施方式

[0029] 下面结合具体实施方式和附图对本发明的技术内容作进一步说明。

[0030] 如图1所示,本发明的交直流混合微电网系统,包括5个发电单元:大电网及其容量为40kW的并网AC/DC,容量为30kW×2h的蓄电池组储能单元及其储能DC/DC,通过储能单元的充放电维持能量平衡,20kW光伏发电系统及其光伏DC/DC,20kW风力发电系统及其风力DC/DC以及柴油发电系统;还包括负载以及用于将发电单元与负载连接的配电线路,负载包括10kW交流重要负载,10kW交直流负载(这里指可交流供电也可直流供电的变频器),10kW直流重要负载,20kW交流非重要负载以及5kW直流非重要负载;配电线路包括直流配电线路和交流配电线路;

[0031] 并网AC/DC交流侧与大电网连接,直流侧与直流母线连,储能DC/DC一侧与储能单元连接,另一侧与直流母线连接,光伏DC/DC一侧与光伏发电系统连接,另一侧与直流母线连接,风力AC/DC一侧与风力发电系统连接,另一侧与直流母线连接;

[0032] 交流非重要负载通过DC/AC变换器与交流母线连接,直流非重要负载通过DC/DC变换器与直流母线连接,直流重要负载通过DC/DC变换器与直流母线连接同时通过AC/DC变换器与交流母线相连,交流重要负载与交流母线相连同时通过DC/AC变换器与直流母线相连,交直流负载与交流母线相连同时通过DC/DC变换器与直流母线相连;

[0033] 本发明交直流混合微电网系统还设有监控保护单元,监控保护单元通过CAN总线

与并网AC/DC变换器、储能DC/DC变换器、光伏DC/DC变换器、风力AC/DC变换器以及与交流重要负载连接的DC/AC变换器、与交直流负载连接的DC/DC变换器、与直流重要负载连接的DC/DC变换器、与直流重要负载连接的AC/DC变换器、与直流非重要负载连接的DC/DC变换器进行通信；监控保护单元实时监测各能量变换装置的运行状态，利用不同的控制策略，通过控制并网AC/DC实现系统并网与孤岛两种运行方式，通过控制储能DC/DC、光伏DC/DC、风力AC/DC实现分布式发电单元与储能单元相互协调配合，提高供电可靠性，保证重要负载不间断运行；

[0034] 发电单元的柴油发电机与交流母线连接，柴油发电机作为交流保安电源，其能够在大电网、光伏发电系统、风力发电系统均不能满足负载需求且储能单元放电到一定程度时启动，满足重要负载长时间供电；

[0035] 本发明系统中的风力发电系统和光伏发电系统是利用清洁能源进行发电，起到节能环保的效果，缓解能源和环境的双重压力；

[0036] 本发明系统中的储能单元为蓄电池组，通过蓄电池组的充电和放电满足系统能量平衡，维持直流母线电压恒定；

[0037] 本发明系统中的并网AC/DC为双向AC/DC变换器，采用三相全桥拓扑结构，其交流侧与大电网连接，直流侧与直流母线连接；在并网状态下，并网AC/DC正常工作，实现大电网与其他发电单元之间的能量双向流动；在孤岛状态下，并网AC/DC处于待机状态；

[0038] 本发明系统中的储能DC/DC，采用全桥拓扑结构，其一侧与储能单元连接，另一侧与直流母线连接，用于控制储能单元的充放电；储能DC/DC以恒流限压的方式工作在充电或放电状态，并尽可能保持储能单元储存的能量能够满足在大电网、光伏发电系统、风力发电系统均不能满足负载需求的情况下，满足重要负载的短时间供电；

[0039] 本发明系统中的光伏DC/DC，采用Boost拓扑结构，其一侧与光伏发电系统连接，另一侧与直流母线连接，用于实现光伏发电系统最大功率点跟踪(MPPT)，提高太阳能利用率；

[0040] 本发明系统中的风力AC/DC，采用Boost拓扑结构，其一侧与风力发电系统连接，另一侧与直流母线连接，用于将风机发出的交流电转换成直流电，降低风力发电系统的并网难度，同时实现风力发电系统最大功率点跟踪，提高风能利用率；在并网状态下，光伏DC/DC和风力DC/DC均采用电导增量法工作在MPPT模式；在孤岛状态下，当光伏发电系统和风力发电系统的发电总功率小于负荷总功率时，工作在MPPT模式，当光伏发电系统和风力发电系统的发电总功率大于负荷总功率且储能单元处于充满状态时，退出MPPT模式，进入恒压模式，防止大幅度抬升母线电压。

[0041] 监控保护单元执行系统的控制策略，优化交直流混合微电网系统的运行：并网AC/DC整流逆变切换值为额定直流母线电压值；额定直流母线电压：480~500V；储能单元处于充满状态时电压：540V；直流母线最大允许电压值：510~520V(根据负载所能承受的最高电压确定直流母线电压最大值为520V)；储能单元电压第一设定值为450~460V；储能单元电压第二设定值为400~410V；5个发电单元的运行状态由直流母线电压值确定；

[0042] 当光伏发电和风力发电总和大于负载功率和储能充电需求时，直流母线电压上升，大于额定母线电压值500V，系统并网运行，并网AC/DC处于逆变状态，能量由直流母线流向大电网，光伏DC/DC与风力DC/DC处于MPPT模式，储能单元若处于未充满状态即储能单元电压小于540V时，储能DC/DC处于充电状态，待储能单元充满电即储能单元电压为540V时，

储能DC/DC处于停机状态,并网AC/DC维持母线电压在额定值500V;

[0043] 当光伏发电和风力发电总和小于负载功率和储能充电需求时,直流母线电压降低,小于额定母线电压值500V,系统并网运行,并网AC/DC处于整流状态,能量由大电网流向直流母线,光伏DC/DC与风力DC/DC处于MPPT模式,储能单元若处于未充满状态即储能单元电压小于540V时,储能DC/DC处于充电状态,待储能单元充满电即储能单元电压为540V时,储能DC/DC处于停机状态,并网AC/DC维持母线电压在额定值500V;

[0044] 当光伏发电和风力发电总和大于负载功率且储能单元处于未充满状态即储能单元电压小于540V时,系统孤岛运行,光伏DC/DC与风力DC/DC处于MPPT模式,储能DC/DC处于充电状态,待储能单元充满电即储能单元电压为540V时,储能DC/DC处于停机状态,由于发电功率大于负载功率,母线电压上升至最大允许值520V,光伏DC/DC与风力DC/DC转换至恒压模式,稳定直流母线电压在最大值;

[0045] 在孤岛运行模式下,当光伏发电和风力发电总和小于负载功率时,直流母线电压降低,在200us的切换时间内,储能DC/DC以低于额定直流母线电压值对负载放电,当储能单元电压值低于第一设定值460V时,为保证重要负载不间断运行,切除非重要负载;储能单元继续放电,当储能单元电压值低于第二设定值400V时,启动柴油发电系统,在1min内柴油发电系统输出稳定的交流电,重要负载切换至交流母线供电,保证重要负载不间断运行。

[0046] 表1是本发明系统在不同状态下,各个发电单元的的运行状态:

[0047] 表1

[0048]

	直流母 线电压	蓄电 池组 电压	系 统 状 态	并 网 A C / D C	储 能 D C /D C	光 伏 D C /D C	风 力 D C /D C	柴 油 发 电 机	备 注
风、光>负载 蓄 电池未充满	上升 480-50 0	<540	孤 岛	停 机	充 电	MP PT	MP PT	停 机	大电网无故障
风、光>负载 蓄 电池已充满	上升 480-50 0	=540	并 网	逆 变	停 机	MP PT	MP PT	停 机	大电网无故障
风、光>负载 蓄 电池未充满	上升 480-50 0	<540	孤 岛	停 机	充 电	MP PT	MP PT	停 机	大电网出现故障（无法并网） 与第一种情况 一样，可合并
风、光>负载 蓄 电池已充满	上升 最大允 许值 510-52 0	=540	孤 岛	停 机	停 机	恒 压	恒 压	停 机	大电网出现故障（无法并网）
风、光<负载 蓄 电池未充满	下降 480-50 0	<540	并 网	整 流	充 电	MP PT	MP PT	停 机	大电网无故障
风、光<负载 蓄 电池已充满	下降 480-50 0	=540	并 网	整 流	停 机	MP PT	MP PT	停 机	大电网无故障

[0049] 上述实施方式为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制，其他任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

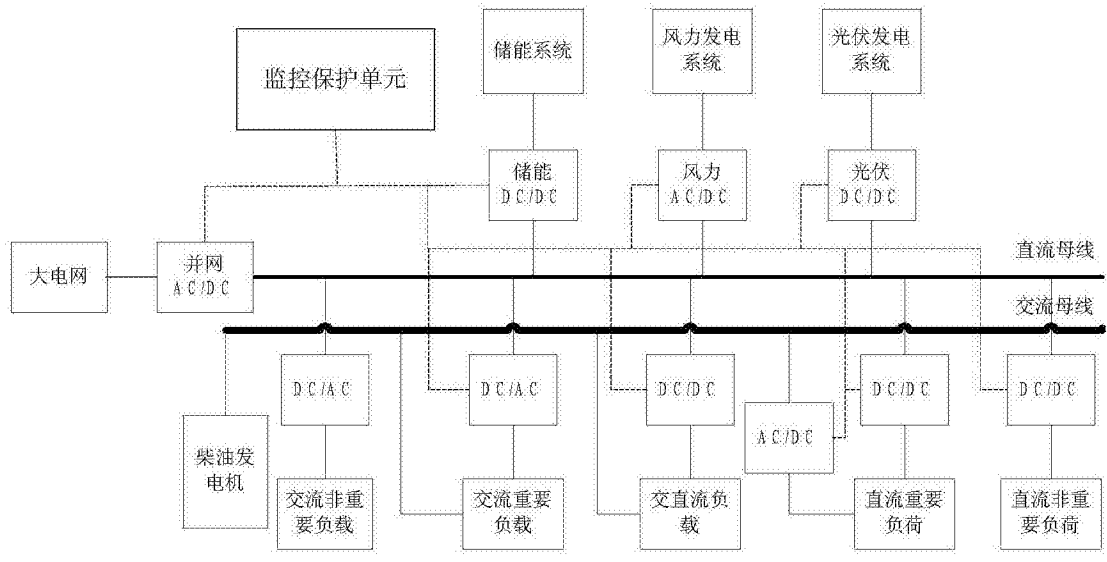


图1