



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103050995 B

(45)授权公告日 2016.10.05

(21)申请号 201210589096.0

(22)申请日 2012.12.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103050995 A

(43)申请公布日 2013.04.17

(73)专利权人 河北省电力公司电力科学研究院

地址 050021 河北省石家庄市体育南大街
238号

专利权人 国家电网公司

河北省电力建设调整试验所

(72)发明人 孟良 高志强 王文新 孙中记

范辉 梁宾 唐宝锋

(74)专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务

所有限公司 13100

代理人 杨钦祥

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)

H02J 3/32(2006.01)

H02J 3/18(2006.01)

H02J 3/01(2006.01)

(56)对比文件

CN 102570455 A,2012.07.11,

CN 102412578 A,2012.04.11,

CN 202435048 U,2012.09.12,

CN 102738786 A,2012.10.17,

孙志平.电动机软启动技术综述.《吉林化工
学院学报》.2009,第26卷(第3期),70-75.

王成山 等.微网实验系统结构特征及控制
模式分析.《电力系统自动化》.2010,第34卷(第1
期),99-105.

审查员 孔舒红

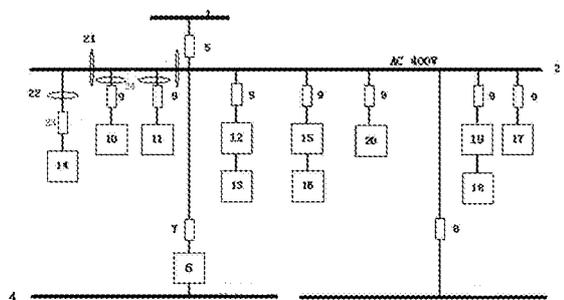
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种微电网试验系统

(57)摘要

本发明公开了一种微电网试验系统,其包括光伏发电系统、主储能电池系统、电能质量治理系统、大型动力负荷、超级电容器、预留交、直流母线和微电网母线等;电能质量治理系统包括APF和SVG,微电网母线上还设有电压传感器和电流互感器;大型动力负载通过变频启动装置接入微电网母线,在变频启动装置与微电网母线的连接线上安装有第一电流互感器;预留直流母线通过DC/AC、固态继电器接入微电网母线;光伏发电系统、主储能电池系统通过联络开关接入微电网母线。采用本发明能方便的进行微电网协调运行、并网控制及切换、离网带大型动力负荷黑启动、微电网电能质量等试验研究,为微电网的推广应用提供试验依据。



1. 一种微电网试验系统,其特征在于:包括光伏发电系统、主储能电池系统、电能质量治理系统、大型动力负荷(14)、交流充电桩(20)、普通负载(17)、超级电容器(13)、预留交流母线(4)、预留直流母线(3)和微电网母线(2);

所述微电网母线(2)为400V交流电压,通过PCC并网点开关(5)与大电网系统相连接;

所述电能质量治理系统包括APF(10)和SVG(11),所述APF、SVG通过联络开关(9)接入微电网母线(2),在APF、SVG与微电网母线(2)的连接线上分别设有第二电流互感器,所述微电网母线上还设有电压传感器(21)和一个电流互感器;

所述大型动力负荷(14)通过变频启动装置(23)接入微电网母线(2),在所述变频启动装置(23)与微电网母线(2)的连接线上安装有第一电流互感器(22);

所述预留直流母线(3)依次通过第一DC/AC逆变器(6)、第一固态继电器(7)接入微电网母线(2),所述预留交流母线(4)通过第二固态继电器(8)接入为微电网母线(2);

所述光伏发电系统包括光伏电池(16)和光伏发电系统DC/AC逆变器(15),所述主储能电池系统包括主储能系统电池(18)和储能系统DC/AC逆变器(19);

所述超级电容器(13)依次通过第二DC/AC逆变器(12)、联络开关(9)接入微电网母线(2);所述光伏发电系统、主储能电池系统通过联络开关接入微电网母线(2);

所述交流充电桩(20)和普通负载(17)通过联络开关接入微电网母线。

2. 根据权利要求1所述的一种微电网试验系统,其特征在于:所述大型动力负荷(14)为大型电动机,包括大型异步电动机和压缩机。

3. 根据权利要求1所述的一种微电网试验系统,其特征在于:所述交流充电桩(20)包括单向充电桩和双向充电桩。

一种微电网试验系统

技术领域

[0001] 本发明涉及分布式发电、储能及微网技术领域,尤其涉及一种带大型动力负荷的微网试验系统。

背景技术

[0002] 发展分布式发电对优化我国能源结构、实现能源供应多元化、应对气候变化、保护生态环境、促进经济社会可持续发展具有十分重要的作用,同时也是落实科学发展观、建设资源节约型社会的基本要求。随着低碳经济发展,我国分布式发电迎来了快速发展阶段。但大量分散的、形式多样、性能各异的分布式发电简单并网会对电网和用户造成冲击,给电能质量、系统保护、系统运行的可靠性带来不利影响。为了保证将来大量分布式发电并网后大电网和分布式发电系统的可靠运行,有必要对微电网技术进行探索与研究,并提出保证微电网和大电网协调发展和安全运行的技术措施。充分利用分布式电源和负荷分散性的特点,结合智能化微网等技术手段,进一步完善和优化分布式电源的运行、管理水平,使分布式电源及微网成为电网接纳利用可再生能源的有效载体,进一步促进能源的梯级利用,优化能源结构,提升电网在发展低碳经济中的功能及作用,体现智能电网绿色环保的建设理念,满足能源结构调整和国家经济社会发展战略的要求。

[0003] 相对于大电网来说,微电网的短路容量较小。所以,在微电网离网启动大型负荷时,母线电压会有较大的波动。同时,对于一些特定的用户来讲,希望在大电网出现故障时,微电网可以保证大型动力负荷的稳定运行,实现大型动力负荷平稳的切入和切除微电网。大型动力负荷在启动时起动电流会达到额定电流的4~7倍,会对电网产生一定的影响。如果储能系统的容量配置仅与地源热泵机组的额定功率相当,其起动电流会引起微电网母线电压的急剧下降,对微电网的冲击几乎类似于三相短路对微电网的冲击,会引发功率振荡,使电网失去稳定。不但不能成功启动动力负荷,还有可能导致微电网崩溃。

[0004] 微网接入大电网系统之后,给电力系统的电压波动、谐波、继电保护等带来很大影响。微电网内包括大量的电力电子装置,这些装置的运行会给微电网带来较多的谐波电流。微电网内光伏等新能源发电系统受自然条件制约较大,输出功率波动较大,也会给微电网带来电能质量的问题。

[0005] 面对日益剧增的微电网接入需求,电网尚无有效手段彻底消除微电网对电网潮流及电能质量等方面的影响。微电网对电网的补充作用尚未充分体现。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种可减少微电网投资的微电网试验系统,以方便的进行微电网协调运行、并离网控制及切换、离网带大型动力负荷启动、微电网电能质量等试验研究,为微电网的推广应用提供试验依据。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:一种微电网试验系统,其关键技术在于:包括光伏发电系统、主储能电池系统、电能质量治理系统、大型动力负荷、交流充电桩、

普通负载、超级电容器、预留交流母线、预留直流母线和微电网母线；

[0008] 所述微电网母线为400V交流电压,通过PCC并网点开关与大电网系统相连接；

[0009] 所述电能质量治理系统包括APF和SVG,所述APF、SVG通过联络开关接入微电网母线,在APF、SVG与微电网母线的连接线上分别设有第二电流互感器,所述微电网母线上还设有电压传感器和一个电流互感器；

[0010] 所述大型动力负载通过变频启动装置接入微电网母线,在所述变频启动装置与微电网母线的连接线上安装有第一电流互感器；

[0011] 所述预留直流母线依次通过第一DC/AC逆变器、第一固态继电器接入微电网母线,所述预留交流母线通过第二固态继电器接入为微电网母线；

[0012] 所述光伏发电系统包括光伏电池和光伏发电系统DC/AC逆变器,所述主储能电池系统包括主储能系统电池和储能系统DC/AC逆变器；

[0013] 所述超级电容器依次通过第二DC/AC逆变器、联络开关接入微电网母线；所述光伏发电系统、主储能电池系统通过联络开关接入微电网母线；

[0014] 所述交流充电桩和普通负载通过联络开关接入微电网母线。

[0015] 所述大型动力负载为大型电动机,包括大型异步电动机和压缩机。

[0016] 所述交流充电桩包括单向充电桩和双向充电桩。

[0017] 所述光伏发电系统分为前级和后级,前级包括一组或多组光伏电池,可以是单独的光伏电池,也可以是光伏电池和DC/DC升压装置的组合；后级分为两种,如果前级没有DC/DC升压装置,则通过DC/DC装置升压后,经DC/AC逆变器并网,也可以不经过DC/AC逆变器,直接与直流母线并网。

[0018] 所述主储能电池系统分为前级和后级,前级包括一组或多组储能电池,电池的种类可有所不同；后级分为两种,一种通过DC/AC逆变装置,经变压器或者直接并至交流主母线上,另外一种通过DC/DC升压装置并至直流母线上。

[0019] 所述超级电容利用DC/AC逆变器响应时间快的特点及时平抑微网内由于切除/接入大型负载的负荷波动。

[0020] 所述APF和SVG均为电能质量治理装置,采用电压源逆变器为主体,采用电流源形式并网,可以进行谐波电流的消除和无功电流的补偿。

[0021] 所述交直流预留母线为预留母线,可以在微电网扩建时接入相应的交流和直流装置。

[0022] 本发明还包括微电网控制系统,该控制系统包括通信和控制模块,通信模块可与微电网内所有的逆变装置、开关装置和监控装置等连接。控制模块可以根据指令或者特定的算法给出开关装置和逆变装置运行或者关机的命令,可以控制整个微电网切入或者切除大电网,实现微电网的孤岛运行和并网运行模式。

[0023] 本发明提出的微网试验系统有以下几种运行模式：

[0024] 微电网控制系统内含孤岛检测算法。当控制系统检测到大电网故障或者接受孤岛模式运行指令时,向微电网发出孤岛运行命令。在发出命令前,微电网内所有逆变装置均工作在电流源模式下。微电网的电压和频率由大电网支撑,PCC开关开通。在控制系统发出命令后,微电网内主储能系统逆变装置改变了运行模式,由电流源模式改为电压源模式,其余逆变装置仍工作在电流源模式下,所跟随的电压由大电网转为主储能逆变装置。整个微电

网的电压和频率由主储能系统的逆变装置支撑。

[0025] 当微电网内需要离网启动大型动力负荷时,由于大型动力负荷的启动电流较大,为正常运行电流的5-7倍,所以在大型动力负荷的启动阶段,可能会造成微电网内电压的波动。在此情况下,就需要启动超级电容,利用超级电容响应时间快的特点,短时内输出有功电流,补偿微电网内的电压降。在大型动力负荷启动时,可能会造成微电网内有较大的无功和谐波电流。可以利用微电网内已有的APF和SVG,进行谐波和无功电流的补偿。

[0026] 当微电网控制系统接收到并网运行指令或者检测到大电网正常运行时,由控制系统计算大电网的电压、频率和相位,改变微电网内的电压、频率和相位值,跟踪大电网运行,给出并网指令后微电网与大电网并网运行。

[0027] 本发明的有益效果是:本微网试验系统结构合理,可以利用最小容量的储能装置,在离网状态下启动大型动力负荷,减少了微电网的投资。利用该微网试验系统可以开展微电网离网启动大型动力负荷,交直流微电网并网或离网运行,以及微电网和大电网之间的能量管理和并离网切换等多种试验。本发明在微电网内增加用于大型动力负荷的软启动装置(即变频启动装置),用于平抑电压波动的超级电容系统,在微电网内加装APF、SVG解决微电网内切入大型动力负荷时的电压波动和电能质量问题。本试验系统可以提高供电可靠性,在大电网故障时孤岛运行,保证对重要负荷的独立供电,体现智能电网坚强可靠、抵御攻击的特点。

附图说明

[0028] 图1是本发明的示意图;

[0029] 图2是本发明大型动力负荷启动过程示意图;

[0030] 其中:1、大电网交流400V母线,2、微电网母线,3、预留交流母线,4、预留直流母线,5、PCC并网点开关,6、第一DC/AC逆变装置,7、第一固态继电器,8、第二固态继电器,9、联络开关,10、APF,11、SVG,12、第二DC/AC逆变装置,13、超级电容器,14、大型动力负荷,15、光伏发电系统DC/AC逆变器,16、光伏电池,17、负载,18、主储能系统电池,19、储能系统DC/AC逆变器,20、交流充电桩,21、电压传感器,22、第一电流互感器;23、变频启动装置;24、第二电流互感器。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步详细说明。

[0032] 参见附图1,本发明包括光伏发电系统、主储能电池系统、电能质量治理系统、大型动力负荷14、交流充电桩20、普通负载17、超级电容器13、预留交流母线4、预留直流母线3和微电网母线2;

[0033] 所述微电网母线2为400V交流电压,通过PCC并网点开关5与大电网系统相连接;

[0034] 所述电能质量治理系统包括APF(有源滤波装置)10和SVG(静止无功补偿装置)11,所述APF、SVG通过联络开关9接入微电网母线2,在APF、SVG与微电网母线2的连接线上分别设有电流互感器22,所述微电网母线2上还设有电压传感器21和一个电流互感器;

[0035] 所述大型动力负载14通过变频启动装置23接入微电网母线2,在所述变频启动装置23与微电网母线2的连接线上安装有电流互感器22;

[0036] 所述预留直流母线4依次通过第一DC/AC逆变器6、第一固态继电器7接入微电网母线2,所述预留交流母线4通过第二固态继电器8接入为微电网母线2;

[0037] 所述光伏发电系统包括光伏电池16和光伏发电系统DC/AC逆变器15,所述主储能电池系统包括主储能系统电池18和储能系统DC/AC逆变器19;

[0038] 所述超级电容器13依次通过第二DC/AC逆变器12、联络开关9接入微电网母线2;所述光伏发电系统、主储能电池系统通过联络开关接入微电网母线2;

[0039] 所述交流充电桩20和普通负载17通过联络开关接入微电网母线。

[0040] 本发明微电网内的开关装置和逆变装置都通过通信系统与大电网相连。微电网母线2通过PCC并网点开关5与大电网交流400V母线1相连,实现并离网切换功能。APF、SVG、光伏发电系统、储能系统、模拟风机、超级电容器、交流充电桩和大型动力负荷等都通过相应的开关并联至微电网母线上。

[0041] 当微电网与大电网并网运行时,微电网内所需的功率除由光伏发电系统和主储能电池系统提供外,主要由大电网提供。如果此时启停大型动力负荷,不会对微电网内电压造成影响。

[0042] 当微电网处于离网模式下运行时,微电网内功率完全由光伏发电系统和储能系统提供。其中,储能系统运行在电压源模式下,光伏发电系统运行在电流源模式下。

[0043] 当需要微电网离网启动大型动力负荷14时,由于大型动力负荷14启动时,启动电流为大型动力负荷正常运行时的5-7倍。为了保证动力负荷能顺利启动,微电网配置的储能系统的容量必须能满足动力负荷启动时尖峰电流的功率要求,即要求储能系统的额定输出功率为动力负荷额定功率的4~7倍,这样会极大的降低微电网系统的经济性。因此,为了兼顾微电网的经济性和大型动力负荷14的启动需求,对大型动力负荷14采用软启动的方式进行启动。在微电网内加装变频启动装置。软启动即通过软启动装置(指本变频启动装置)使得电机的电压由零慢慢提升到额定电压,这样电机在启动过程中的启动电流,就由过去过载冲击电流不可控制变成为可控制,并且可根据需要调节启动电流的大小。电机启动的全过程都不存在冲击转矩,而是平滑的启动运行。

[0044] 根据仿真分析,在加装变频启动装置23以后,大型动力负荷14启动时的最大瞬时启动电流为正常运行电流的2-3倍。同时,超级电容器13采用电流源形式并网运行,利用超级电容器13响应速度快的特点平抑交流主微电网在启动大型动力负荷时所可能发生的电压波动。

[0045] 在大型动力负荷14启动时,启动电流包括较多的无功和谐波电流分量。此时,APF和SVG通过检测微电网的电压传感器21所检测到的电压,通过锁相环锁相后得到微电网内电压幅值及相位,通过电流并网并至微电网母线2上。APF和SVG通过检测第一电流互感器22的电流,通过瞬时无功计算方法计算出大型动力负荷14启动时的启动电流中的无功及谐波电流分量,将此电流指令给APF和SVG,通过与第二电流互感器23所检测到的APF和SVG输出电流波形相比较,形成电流闭环控制,使APF和SVG输出与指令相符合的电流波形。补偿大型动力负荷启动时的电流中无功及谐波电流分量。其具体流程见附图2所示。

[0046] 当微电网内负荷较小时,光伏发电系统所输出功率较大,负荷无法消耗,可通过控制系统给予光伏发电系统限制功率输出指令,维持微电网内电压和频率的稳定;也可以将多余功率传送至大电网上。

[0047] 当微电网控制系统检测到大电网恢复正常,可以并网运行时,控制PCC并网点开关5合闸,控制微电网与大电网并网运行。此时,交流主微电网内包括主储能逆变装置的所有逆变装置均以电流源形式并网运行,光伏发电系统通过MPPT跟踪算法输出最大功率。微电网与大电网之间功率可以自由流通,微电网内电压、频率由大电网支撑。

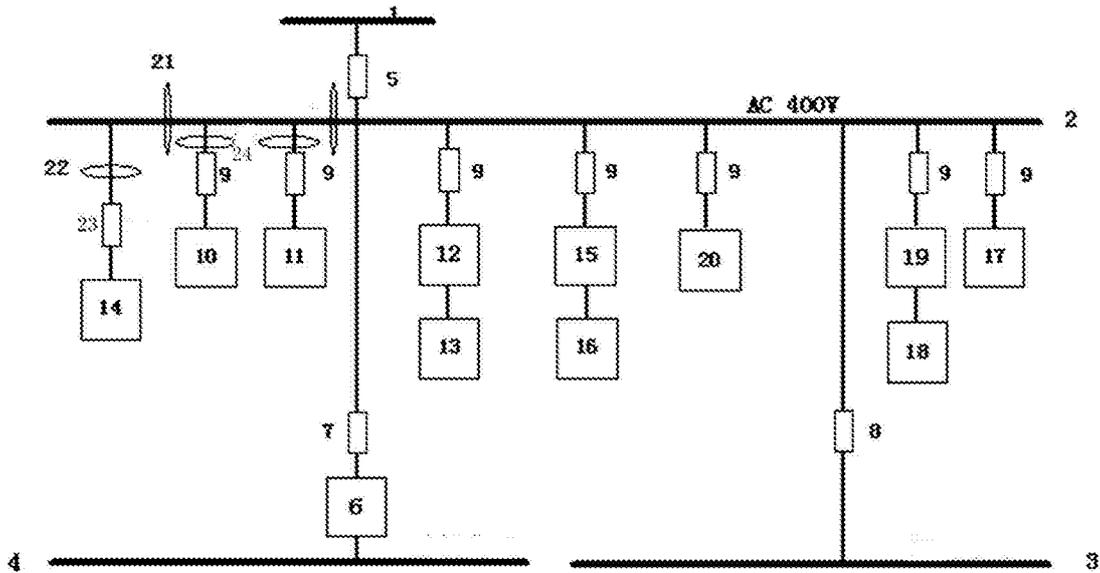


图1

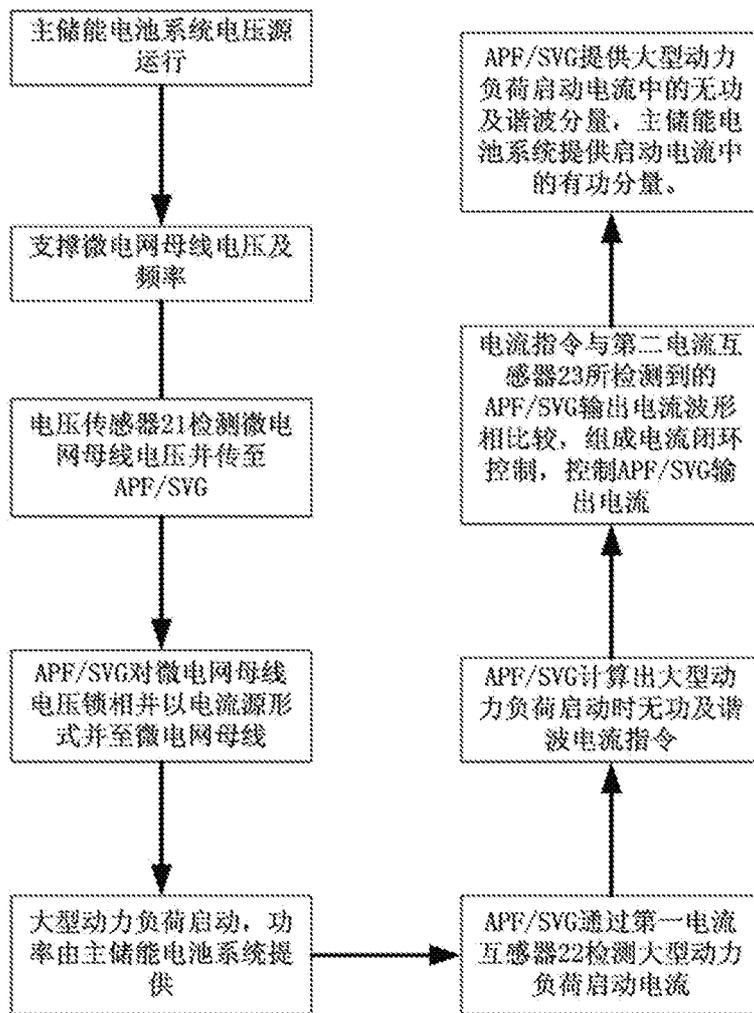


图2