



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103748757 B

(45)授权公告日 2017.09.08

(21)申请号 201280040497.9

(22)申请日 2012.06.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103748757 A

(43)申请公布日 2014.04.23

(30)优先权数据
61/499,065 2011.06.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.02.19

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/043138 2012.06.19

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/177633 EN 2012.12.27

(73)专利权人 AES有限公司
地址 美国弗吉尼亚州

(72)发明人 约翰·克里斯多夫·谢尔顿
杰伊·克雷格·根泽尔
布雷特·兰斯·加卢拉
史蒂文·克里斯蒂安娜·杰勒德·
梅尔斯曼

(74)专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司 11372
代理人 吴大建 刘华联

(51)Int.Cl.
H02J 3/36(2006.01)

(56)对比文件
CN 101005208 A, 2007.07.25,
CN 101919135 A, 2010.12.15,
JP 特开2007-129850 A, 2007.05.24,
CN 101005208 A, 2007.07.25,

审查员 郭丽雅

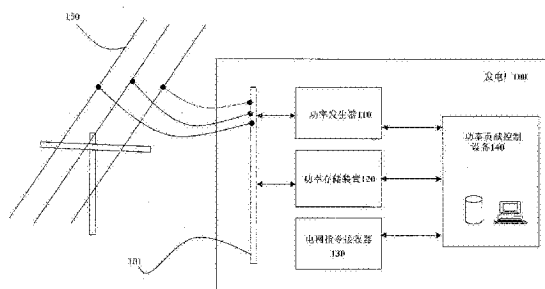
权利要求书6页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

使用实时发生设备与能量存储系统组合的
混合电力发电厂

(57)摘要

本发明提供一种控制供应给电网的功率的方法。在实施例中,方法及系统使用能量存储装置来控制供应给电网的功率。在一个实施例中,方法接收将要向电网供应功率的指令,从至少一个功率发生器产生功率,并且使用产生的功率来调节能量存储装置的能量水平,从而根据所接收的指令控制供应给电网的功率。在另一实施例中,系统包括:电网指令接收器,其用于接收将要向电网供应功率的指令;与电网连接的功率发生器;与功率发生器耦合的能量存储装置;控制器,其使用从功率发生器产生的功率来调节能量存储装置的能量水平,从而根据所接收的指令控制供应给电网的功率。



1. 一种使用至少一个能量存储装置存储能量来控制供应给电网的功率的方法,所述方法包括:

在电网指示接收器中接收要提供给所述电网的功率的指示;

由至少一个功率发生器产生功率;

由控制器接收从所述电网指示接收器接收要提供给所述电网的所述功率的指示;

由所述控制器确定所述至少一个能量存储装置的最佳的放电及存储配置文件或所述至少一个能量存储装置的预定的功率释放及存储配置文件;

由所述控制器根据所述至少一个能量存储装置的最佳的放电及存储配置文件或预定的功率释放及存储配置文件,来调节由所述至少一个能量存储装置进行的能量存储;以及

基于所述至少一个能量存储装置的最佳或预定的功率释放及存储配置文件,调节来自所述至少一个功率发生器的功率产生,以满足从所述电网指示接收器接收的要供应给所述电网的功率的指示,

其中,所述指示的接收包括如下至少一项:

(1) 接收指示将要供应给所述电网的目前功率供应水平的信号;

(2) 接收指示电网频率的信号,用于确定对将要供应给所述电网的功率的目前调节;或者

(3) 接收一个或多个操作参数,所述一个或多个操作参数指示了针对所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的组合的操作的一个或多个操作设定点,并且

其中,所述至少一个能量存储装置的所述最佳或所述预定的功率释放及存储配置文件以及所述至少一个功率发生器的最佳或预设的斜率配置文件基于由如下项组成的组中选出的至少两个因素:

(1) 各个设备的磨损及损坏;

(2) 所述至少一个功率发生器的最佳变化速率;

(3) 所述至少一个功率发生器的燃油消耗率配置文件;

(4) 所述至少一个能量存储装置的充电状态(SOC);

(5) 所述各个设备的耐用性;

(6) 所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的初始获取和折损的成本;以及

(7) 由电网分配的功率的传输损耗。

2. 如权利要求1所述的方法,还包括:

将所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置共同布置在功率发生场中;并且

经由位于功率发生场的站变压器来将所述至少一个功率发生器的输出和所述至少一个能量存储装置的输出与所述电网耦合。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,响应于接收指示了针对所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的组合的一个或多个操作设定点的一个或多个参数,通过所述控制器来确定针对所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置中的每一项的一个或多个其他操作设定点,使得所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的所述组合满足由所接收的一个或多个参数指示的所述一个或多个操作设定点。

4. 如权利要求1所述的方法,还包括:

在所述至少一个能量存储装置的能量水平的调节的同时对由所述至少一个功率发生器产生的功率进行调节,从而满足要供应给所述电网的功率。

5. 如权利要求4所述的方法,其中,在所述至少一个能量存储装置的能量水平的调节的同时对由所述至少一个功率发生器产生的功率进行调节的做法包括如下任一项:

(1) 将所述至少一个能量存储装置放电并且增加由所述至少一个功率发生器供应的功率;

(2) 将所述至少一个能量存储装置放电并且降低由所述至少一个功率发生器供应的功率;

(3) 对所述至少一个能量存储装置充电并且降低由所述至少一个功率发生器供应的功率;或者

(4) 对所述至少一个能量存储装置充电并且增加由所述至少一个功率发生器供应的功率。

6. 如权利要求5所述的方法,其中,

将所述至少一个能量存储装置放电并且增加由所述至少一个功率发生器供应的功率的做法包括在通过所述至少一个功率发生器的功率产生中的初始加速向上期间释放所存储的功率;

对所述至少一个能量存储装置充电并且降低由所述至少一个功率发生器供应的功率的做法包括在通过所述至少一个功率发生器的功率产生中的减速向下期间为电网上的后续传输而存储功率。

7. 如权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个能量存储装置包括用于将直流电流转换为交流电流和将交流电流转化成直流电流的转换器。

8. 如权利要求1所述的方法,还包括:

响应于接收指示所述电网频率的所述信号,确定对将要供应给所述电网的功率的目前调节;以及

确定来自所述至少一个功率发生器的功率贡献和来自所述至少一个能量存储装置的功率贡献,从而满足所确定的所述目前调节。

9. 如权利要求1所述的方法,还包括,响应于接收指示将要供应给所述电网的目前功率供应水平的所述信号,确定来自所述至少一个功率发生器的功率贡献和来自所述至少一个能量存储装置的功率贡献,从而满足所指示的所述目前功率供应水平。

10. 如权利要求1所述的方法,其中,接收指示所述电网频率的所述信号包括检测瞬时电网频率。

11. 如权利要求1所述的方法,其中:

所接收的指示是表明某时段期间将要供应给所述电网的功率的指示序列;并且

所述至少一个能量存储装置和所述至少一个功率发生器具有不同的功率瞬态响应。

12. 如权利要求11所述的方法,还包括:

使用所述至少一个能量存储装置和所述至少一个功率发生器中的具有更快的功率瞬态响应的那一个来调节供应给所述电网的功率。

13. 如权利要求11所述的方法,还包括:

确定与低于阈值频率的功率供应波动相关联的第一分量和与等于或高于阈值频率的功率供应波动相关联的第二分量；

根据所述第一分量来调节所述至少一个能量存储装置的能量水平；并且

根据所述第二分量来调节来自所述至少一个功率发生器的功率产生。

14. 如权利要求1所述的方法，还包括：

(1) 在预计到所述电网上的功率需求会下降的时段期间，在低于容量的第一水平下将能量存储在所述至少一个能量存储装置；以及(2) 在预计到所述电网上的功率需求会增加的时段期间，在高于所述第一水平的第二水平下将能量存储在所述至少一个能量存储装置。

15. 如权利要求1所述的方法，还包括：

根据所述至少一个功率发生器的最佳的斜率配置文件或预设的斜率配置文件，调节来自所述至少一个功率发生器的功率产生；

基于所述最佳或预设的斜率配置文件，调节所述至少一个能量存储装置的能量水平以满足所接收的指示。

16. 一种使用耦合于电网的至少一个功率发生器和至少一个能量存储装置来控制供应给所述电网的功率的装置，所述装置包括：

电网指示接收器，其配置为接收要提供给所述电网的功率的指示；

控制器，其配置为从所述电网指示接收器接收将要供应到所述电网的功率指示，确定所述至少一个能量存储装置的最佳的放电及存储配置文件或所述至少一个能量存储装置的预定的功率释放及存储配置文件，根据所述至少一个能量存储装置的所述最佳的放电及存储配置文件或所述预定的功率释放及存储配置文件来调节由所述至少一个能量存储装置进行的能量存储，并且基于所述至少一个能量存储装置的所述最佳或所述预定的功率释放及存储配置文件，调节来自所述至少一个功率发生器的功率生成，以满足从所述电网指示接收器接收的要供应给所述电网的功率指示，

其中，所述电网指示接收器进一步配置为接收包括如下至少一项的指示：

(1) 指示将要供应给所述电网的目前功率供应水平的信号；

(2) 指示电网频率的信号，用于确定对将要供应给所述电网的功率的目前调节；或者

(3) 一个或多个操作参数，其指示了针对所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的组合的操作的一个或多个操作设定点，并且

其中，所述至少一个能量存储装置的所述最佳或所述预定的功率释放及存储配置文件以及所述至少一个功率发生器的最佳或预设的斜率配置文件基于由如下项组成的组中选出的至少两个因素：

(1) 各个设备的磨损及损坏；

(2) 所述至少一个功率发生器的最佳变化速率；

(3) 所述至少一个功率发生器的燃油消耗率配置文件；

(4) 所述至少一个能量存储装置的充电状态(SOC)；

(5) 所述各个设备的耐用性；

(6) 所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的初始获取和折损的成本；以及

(7) 由电网分配的功率的传输损耗。

17. 如权利要求16所述的装置, 其中, 响应于接收指示了针对所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的组合的一个或多个操作设定点的所述一个或多个参数, 所述控制器配置为确定针对所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置中的每一个的一个或多个其他设定点, 使得所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的所述组合满足由所接收的所述一个或多个参数指示的所述一个或多个操作设定点。

18. 如权利要求16所述的装置, 其中, 所述控制器在对所述至少一个能量存储装置的能量水平进行调节的同时对由所述至少一个功率发生器产生的功率进行调节, 从而符合要供应给所述电网的功率。

19. 如权利要求18所述的装置, 其中, 所述控制器进一步配置为基于从所述电网指示接收器接收的指示而控制如下任一项:

(1) 将所述至少一个能量存储装置放电并且增加由所述至少一个功率发生器供应的功率;

(2) 将所述至少一个能量存储装置放电并且降低由所述至少一个功率发生器供应的功率;

(3) 对所述至少一个能量存储装置充电并且降低由所述至少一个功率发生器供应的功率; 或者

(4) 对所述至少一个能量存储装置充电并且增加由所述至少一个功率发生器供应的功率。

20. 如权利要求16所述的装置, 其中:

所述电网指示接收器进一步配置为接收指示了某时段期间将要供应给所述电网的功率的指示序列; 并且

所述至少一个能量存储装置和所述至少一个功率发生器具有不同的功率瞬态响应, 使得所述至少一个能量存储装置和所述至少一个功率发生器之中的具有更快的功率瞬态响应的那一个来调节供应给所述电网的功率。

21. 如权利要求16所述的装置, 还包括:

过滤单元, 其配置为确定与低于阈值频率的功率供应波动相关联的第一分量和与等于或高于阈值频率的功率供应波动相关联的第二分量;

所述控制器进一步配置为根据所述第一分量来调节所述至少一个能量存储装置的能量水平, 并且根据所述第二分量来调节来自所述至少一个功率发生器的功率产生。

22. 如权利要求16所述的装置, 其中:

所述至少一个功率发生器包括如下至少一项:

(1) 水电发电机;

(2) 化石燃料发电机;

(3) 核发电机;

(4) 风力发电机;

(5) 潮汐发电机;

(6) 地热发电机; 或者

(7) 太阳能发电机; 并且

所述至少一个能量存储装置包括如下至少一项：

- (1) 电池；
- (2) 电容器；
- (3) 惯性功率存储系统；
- (4) 气动系统；或者
- (5) 悬挂质量系统。

23. 如权利要求16所述的装置，其中，所述至少一个能量存储装置包括用于将直流电流转换为交流电流和将交流电流转化成直流电流的转换器。

24. 如权利要求16所述的装置，其中，所述控制器进一步配置为控制所述至少一个能力存储装置来存储能力：

(1) 在预计到所述电网上的功率需求会下降的时段期间，在低于容量的第一水平下将能量存储在所述至少一个能量存储装置；以及

(2) 在预计到所述电网上的功率需求会增加的时段期间，在高于所述第一水平的第二水平下将能量存储在所述至少一个能量存储装置。

25. 如权利要求16所述的装置，其中，所述控制器进一步配置为根据所述至少一个功率发生器的最佳的斜率配置文件或预设的斜率配置文件，调节来自所述至少一个功率发生器的功率产生，并且基于所述最佳或预设的斜率配置文件调节所述至少一个能量存储装置的能量存储以满足所接收的指示。

26. 一种控制供应给电网的功率的系统，所述系统包括：

电网指示接收器，其配置为接收将要向所述电网供应功率的指示；

配置为产生功率的至少一个功率发生器，所述至少一个功率发生器与所述电网连接；

配置为存储能量的至少一个能量存储装置，所述至少一个能量存储装置与所述至少一个功率发生器和所述电网耦合；

控制器，其配置为从所述电网指示接收器接收将要供应到所述电网的功率指示，确定所述至少一个能量存储装置的最佳的放电及存储配置文件或所述至少一个能量存储装置的预定的功率释放及存储配置文件，根据所述至少一个能量存储装置的所述最佳的放电及存储配置文件或所述预定的功率释放及存储配置文件来调节由所述至少一个能量存储装置进行的能量存储，并且基于所述至少一个能量存储装置的所述最佳或所述预定的功率释放及存储配置文件，调节来自所述至少一个功率发生器的功率生成，以满足从所述电网指示接收器接收的要供应给所述电网的功率指示，

其中，所述指示的接收包括如下至少一项：

(1) 接收指示将要供应给所述电网的目前功率供应水平的信号；

(2) 接收指示电网频率的信号，用于确定对将要供应给所述电网的功率的目前调节；或者

(3) 接收一个或多个操作参数，所述一个或多个操作参数指示了针对至少一个所述功率发生器和所述至少一个能量存储装置的组合的操作的一个或多个操作设定点，并且

其中，所述至少一个能量存储装置的所述最佳或所述预定的功率释放及存储配置文件以及所述至少一个功率发生器的最佳或预设的斜率配置文件基于由如下项组成的组中选出的至少两个因素：

- (1) 各个设备的磨损及损坏；
- (2) 所述至少一个功率发生器的最佳变化速率；
- (3) 所述至少一个功率发生器的燃油消耗率配置文件；
- (4) 所述至少一个能量存储装置的充电状态 (SOC) ；
- (5) 所述各个设备的耐用性；
- (6) 所述至少一个功率发生器和所述至少一个能量存储装置的初始获取和折损的成本；以及
- (7) 由电网分配的功率的传输损耗。

使用实时发生设备与能量存储系统组合的混合电力发电厂

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求于2011年6月20日提交的名称为“Hybrid Electric Generating Power Plant That Uses a Combination of Real-Time Generation Facilities and Energy Storage System”的美国临时申请NO.61/499,065的权益,其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种用于为电网提供发电服务的系统及方法,更具体地涉及,使用能量存储系统的混合电力发电厂。

背景技术

[0004] 通常,公用设施从诸如燃气、燃煤、核和/或水力发电厂的一个或多个主要发生源获得电力,经由配电网传送至用户。由这些来源提供的功率可能时刻变化。一般来说,可以对来源进行调节以满足用户的需求,与此同时符合针对该功率的标准,诸如标称电压和频率水平。

[0005] 为了补充由这些主要来源所提供的功率,将诸如太阳能电池板和风车的辅助功率源连接到配电网的做法变得越来越常见。除了其他的优点之外,与主要来源相比,这种辅助形式的能量是可再生的。

发明内容

[0006] 本发明涉及一种使用能量存储装置来存储能量以控制供应给电网的功率的装置、系统、计算机可读介质及方法。一个示例性方法包括:接收将要向所述电网供应功率的指令,从至少一个功率发生器中产生功率,以及使用由所述功率发生器产生的功率来调节所述能量存储装置的能量水平,从而根据所接收的所述指令来控制所述供应给所述电网的功率。

附图说明

[0007] 结合附图对下文的详细描述进行阅读,将更好地理解示例性实施例。需要强调的是,根据常规实践,附图的各种特征并非是按比例。相反,出于清楚,各种特征的尺寸可以任意地扩大或缩小。附图中包含如下特征:

[0008] 图1A是示出了根据本发明实施例的与电网连接的示例性发电厂的示意图;

[0009] 图1B是示出了根据本发明实施例的与电网连接的另一示例性发电厂的示意图;

[0010] 图2是示出了根据本发明实施例的与电网连接的发电厂的更详细示意图;

[0011] 图3是示出了根据本发明实施例的对供应给电网的功率进行控制的方法的流程图;

[0012] 图4是示出了根据本发明实施例的对通过产生和/或存储而获得的功率贡献进行

调节或优化的流程图；

[0013] 图5是示出了根据本发明实施例的与热电发电厂和电网稳定性电存储系统的联合响应曲线相匹配的需求曲线的曲线图；以及

[0014] 图6是能够执行实施例的示例性计算机系统的示意图。

具体实施方式

[0015] 与主要发生源的相对稳定的输出不同的是，由辅助源产生的能量的量可能在相对短的时间间隔内（例如，以几秒或几分钟测算）在较宽的范围内变化。例如，太阳能电池板的输出不仅根据一天中的时间而改变，而且还作为诸如云层突然出现和经过而遮挡阳光直射的气象事件的结果而改变。同样，风车场的输出可能受到瞬间起风和/或平息的风速的影响。

[0016] 辅助源的输出中的突然向上的尖峰（例如，增加）可以通过电网来吸收，并且可以通过如下方式来调解：(1)降低例如一个或多个主要来源和/或其他辅助源的输出；(2)由能量存储装置存储功率；和/或(3)增加公用电网的负载。

[0017] 辅助源的输出的突然下降可以通过电网来吸收，并且可以通过如下方式来调解：(1)增加例如一个或多个主要来源和/或其他辅助源的输出；(2)由能量存储装置释放功率；和/或(3)降低电网的负载。在某些示例性实施例中，突然上升或突然下降可能会超过设备固有的传输容量，并可能导致例如所产生功率的损失或者可能的停电情况。这些突然变化可能会切断主要功率源而导致停电，或者可能造成主要功率源的额外成本，诸如与在非理想操作设置点处的操作相关联的工作容量的降低，以及维护和/或额外燃油成本的增加。

[0018] 大的频率波动也可能超过正常操作的配电系统的响应能力。例如，如果发生器突然脱机或者如果传输线路发生故障，则可能出现频率和/或电压电平的下降，这可能由于与正常操作设置点的频率和/或电压的偏差而造成多个发生器脱机的级联效应（例如，可能出现停电）。传统的功率发生设备对这种变化不是总能足够迅速地做出反应。电网频率会随着负载的波动而变化，因为功率发生器会由于负载增加而速度放缓，或者由于负载减小而速度增加，由此改变了所产生的交流电流(AC)的频率。

[0019] 当管理电网上的一些情况的波动时，电气系统操作员(ESO)可以改变所选定的功率发生站的输出以适应波动（例如，通过操作电网使公用电网稳定，使得公用电网中任何一个部件的损失不会造成级联效应（例如以防止停电））。现有的功率发生单元可以具有关于一个输出电平向另一输出电平的进级速度的约束（这里也称为“斜率(ramp rate)”）。斜率可以根据电力发生单元的类型（例如，煤或天然气等）和发电单元的操作等级（例如，设定点）而改变。尽管可以对系统总容量进行限制以满足斜率，但是现有的电力系统的斜率通常足以满足与主要功率源相关联的斜率。然而，小型电力系统可能难以维持供应/需求平衡和足够的加速能力(ramping capability)。随着辅助功率源的出现，有必要改进加速能力。

[0020] 此外，包括例如电池的能量存储装置的混合发电厂允许更有效地利用现有的功率发生器。通常，发电厂保留输出的一部分以作为用于快速加速上升和/或调节服务的运转备用。运转备用通常指代已联机、已同步的发生器以及产生它们的总输出容量的一部分（即，子集）的发生器。使用这种运转备用发生器可能是成本昂贵的，因为：(1)功率发生器的输出的一部分不能用于基本的负载容量；(2)在运转备用功率发生器上可能出现额外的磨损和

损坏;和/或(3)由于运转备用功率发生器的操作,可能损失额外的能量,花费额外的燃料成本并且导致额外的排放。

[0021] 通过使功率发生器包括有斜率较快的能量储存装置,功率发生器可以用于基本的负载容量,并且能量存储装置可以提供调节和快速斜率控制,以给予功率发生器额外的时间来调节功率发生器的输出,或者干脆放弃对输出的改变。

[0022] 一种在保持电力发电站的高操作速率(例如,效率)的同时为功率输出提供及时快速的调节(例如,减少或增加)的功率发生系统可以更好地服务于电网的目前要求。

[0023] 在某些示例性实施例中,系统、装置及方法可以通过将一个或多个功率发生器和一个或多个能量储存装置对电网频率和/或电压波动的响应进行联合,以保持电网频率和/或电压电平的稳定。联合响应可以由功率贡献控制设备(PCCE)来支配(例如,控制)。应当指出,本系统可以与名称为“Frequency Responsive Charge Sustaining Control of Electricity Storage Systems for Ancillary Services on an Electrical Power Grid”的美国专利申请公报No.2010/0090532中的系统结合使用。

[0024] 在某些示例性实施例中,控制器可以根据所接收的信息(例如,指令)使用由功率发生器产生的功率来调节通过能量存储装置(例如电池、电容器、化学存储单元和/或机械存储单元等)所存储的能量,并且根据所接收的信息来控制供应给电网的功率。

[0025] 本文描述了用于响应电网频率或电网电压电平的变化方法及装置,从而使得发电厂能够以固定的操作速率运作。该装置可以包括:(1)至少一个功率发生器,其配置为产生分布于电网(例如,功率网)的交流电流;和(2)至少一个功率存储装置,其通过与功率发生器相同或者不同的连接方式与电网进行连接。功率发生器和功率存储装置可以共同布置在单个发电厂或发生场处,或者可以分布在不同的位置并且与电网耦合。该装置可以包括电网频率检测器和PCCE。电网频率检测器可以配置为针对分布在电网上的交流电流的频率变化来检测电网频率。PCCE可以配置为通过(1)关于至少一个功率存储装置来控制功率存储器的放电和(2)增加或减少来自至少一个功率发生器的功率产生,从而控制对电网的功率贡献。PCCE可以配置为对所接收的输入、诸如所检测到的电网上的频率波动或电网上的电压波动而提供响应。例如,PCCE可以通过如下方式提供稳定性:在功率产生的变化期间(例如,在加速向上的期间)通过至少一个功率发生器释放存储的功率,和/或在功率产生的变化期间(例如,在减速向下的期间)通过至少一个功率发生器存储功率从而防止电网上的功率传输。释放存储功率与存储功率的联合响应可以遵循提供给PCCE的瞬时(例如,实时或近乎实时)需求信息。

[0026] 某些示例性实施例可以有利地减少磨损和损坏,降低燃料成本,提高操作效率和/或降低主要功率源对环境的影响,并且可以为大额负载的波动、短缺以及设备故障等提供更快的突发事件响应,否则这些突发事件将导致电压和/或电网频率的波动。一般来说,发电厂过度建设并且包括多余的产能。例如,水力发电厂可以具有用于电网调节的运转但脱机的发生器(例如,备用发生器),使得当出现电网频率或电压电平波动(例如,快速波动)时可以使用备用发生器(例如,可以变成联机状态),这可能会增加备用发生器的磨损和损坏,并且可能需要发电厂过度建设并同时利用不足。

[0027] 图1A是示出了根据本发明实施例的与电网150连接的示例性发电厂100的示意图。

[0028] 参考图1,发电厂100可以与电网150(例如,公用电网)连接。为了清楚起见,已经简

化图示以示出典型的三相电力系统,但是相关领域技术人员应当了解,其他配置也是可行的。发电厂100可以包括功率发生器110、功率(或能量)存储装置120、电网指令接收器130、功率汇流排101和功率贡献控制设备(PCCE)140。

[0029] 功率发生器110可以与PCCE140和功率汇流排101连接或耦合,并且可以配置为将一种形式的能量产生为(即,转换为)电能。功率发生器110可形成为分散的功率发生器,或者作为被连接或被选择性地相互连接以产生功率的单独功率发生器的汇集组。功率发生器110可以是水力发电机、化石燃料发电机(例如,煤发电机、天然气发电机、汽油发电机、柴油发电机或者任何其他形式的化石燃料发电机)、核发电机,和/或可再生能源发生器发电机,诸如风力治理发电机、潮汐发电机、地热发电机和/或太阳能发电机,以及可以由PCCE140控制的其他形式的发电机。

[0030] 功率存储装置120可以与PCCE140和功率汇流排101连接或耦合,并且可以配置为选择性地向电网150提供能量或选择性地从电网150接收能量。

[0031] 功率存储装置120例如可以是电池或结合有电池的电容器,以便提供能量脉冲(例如,小于门限持续时间的短期能量脉冲串)。作为替代或附加,功率存储装置120例如为惯性功率系统(诸如飞轮)、气动系统(将要释放到机械系统中的气体进行压缩以旋转发电机),或者悬挂质量系统(诸如水泵系统,其将水输送到水力发电厂附近的较高水平处以备稍后发电使用)。然而,功率存储装置120绝不限于这些示例。

[0032] 尽管如图1所示且如上所述的功率存储装置120与功率发生器110共同布置在发电厂100中,但可以设想,其他配置也是可行的。例如,在一些示例性实施例中,功率存储装置可以沿着电网150分布。在其他示例性实施例中,功率存储装置可以与功率发生器共同布置在发电厂中并且沿着电网150分布。这些配置在功率存储装置趋于分散和紧凑的情况下是有利的,并且可以放置在所分配的位置而无需大量成本。功率发生器110可以取决于水力发电、水供应和/或燃料供应等的位置。通过这种方式,功率存储装置120可以位于更靠近负载的位置,或者分布开以用于电网150内的负载平衡。用于将能量存储装置120与功率发生器110共同布置的协同配置包括但不限于共用能量存储装置120和功率发生器110之间的控制及监视系统、操作及维护人员、变电站、电气开关装置以及变压器。此外,当功率发生器110与能量存储装置120共同布置时,能够提供本地功率发生器110所要求的伏特-安培反应(VAR)支持。

[0033] 功率发生器110的输出与能量存储装置120的输出可以耦合于功率汇流排101,所述功率汇流排101经由站变压器(未示出)与电网150耦合。功率汇流排101可以与功率发生器110、功率存储装置120和电网150连接,并且可以配置为从发电厂100向电网150传输电力用于分配。

[0034] 尽管功率汇流排101和功率存储装置120在图1中示出并如上所述地进行电连接,但在一些示例性实施例中,功率存储装置120可以直接耦合于电网150。在某些示例性实施例中,存储在能量存储装置120中的能量可以是DC功率,并且AC/DC双向转换器可以包括在能量存储装置120与功率汇流排101之间,从而在功率汇流排101上的AC功率和能量存储装置120的DC功率之间进行转换。

[0035] 电网指令接收器130可以可操作地耦合于(例如,有线或无线连接于)PCCE140,用于接收关于将要供应给电网150的功率的指令。电网指令接收器130可以接收:(1)指示将要

供应给电网的当前(即,目前的)功率供应水平的信号;(2)指示用于确定对将要供应给电网150的功率的当前调节的电网频率的信号;和/或(3)指示针对功率发生器110和功率(能量)存储装置120的组合的一个或多个操作设定点的一个或多个操作参数。

[0036] 响应于接收指示了一个或多个设定点的一个或多个参数,PCCE140(例如,控制器)可以为功率存储装置120和功率发生器110之中的每一项确定一个或多个其他操作设定点,使得至少一个功率发生器110与能量存储装置120的设定点的组合能够满足与所接收的一个或多个操作参数相关联的设定点。

[0037] PCCE140在调节能量存储装置120(中)所存储的能量(或功率)的同时可以控制(例如,调节)由功率发生器110所产生的功率,从而符合或满足将要供应给电网150的功率。例如,PCCE140通过同时地进行如下操作来对由功率发生器110所产生功率的调节进行控制:(1)使能量存储装置120放电并增加从功率发生器110供应的功率;(2)使能量存储装置120放电并降低从功率发生器110供应的功率;(3)对能量存储装置120充电并降低从功率发生器110供应的功率;和/或(4)对能量存储装置120充电并增加从功率发生器110供应的功率。

[0038] 正如相关领域技术人员将理解的那样,对能量储存装置的充电和/或放电的控制例如可以通过用于AC至DC功率转换的双向逆变器或者用于DC至DC转换的双向DC至DC转换器来实现,并且这种双向装置的充电模式和放电模式可以基于诸如各种设定点和/或电压/频率指示符的外部信号来控制。相关领域技术人员也将理解,功率发生器的控制可以独立于能量存储装置的控制。例如,可以对来自功率发生器和能量存储装置的净输进行控制:(1)以优化用于功率发生器与能量存储装置的组合的斜率;(2)以减少对能量存储装置和/或功率发生器的维护;和/或(3)以减少功率发生器的运转备用服务等。

[0039] 响应于接收到指示将要从发电厂100向电网供应的当前组合功率供应水平的信号,PCCE140可以确定来自功率发生器110(例如,每个发生器)的功率贡献和来自能量存储装置120的功率贡献,以满足所指示的针对电网150的当前功率供应水平。

[0040] 例如,PCCE140可以在通过功率发生器110进行的功率产生中的初始加速向上期间对由功率存储装置所存储的能量的释放进行控制,和/或可以在经由功率发生器110进行的功率产生中的减速向下期间控制通过功率存储装置120的且用于电网150的后续传输的功率存储。

[0041] 用于能量存储装置120的能量存储的设定点可以基于电网150上所预计的功率需求而改变。例如,能量可以在预计电网150上的功率需求会降低的周期期间以低于容量的较低水平存储在能量存储装置120中,而在预计电网150上的功率需求会增加的周期期间以较高水平存储在能量存储装置120中。

[0042] PCCE140可以根据能量存储装置120的最佳或预设的配置文件(例如,功率释放和存储配置文件)来控制或调节能量存储装置120的能量存储,并且基于能量存储装置120的最佳或预设的配置文件来控制或调节功率发生器110的功率产生,从而满足由电网指令接收器130所接收的指令。

[0043] PCCE140可以根据功率发生器110的最佳或预设的斜率配置文件控制或调节来自功率发生器110的功率产生,并且基于最佳或预设的斜率配置文件控制或调节能量存储装置120的能量水平,从而满足由电网指令接收器130所接收的指令。

[0044] 尽管针对多个发生器对功率发生器110进行了描述,但可以设想,在某些示例性实

施例中可以使用单个的功率发生器110。尽管针对多个存储装置对能量存储装置120进行了描述,但可以设想,在某些示例性实施例中可以使用单个的能量存储装置120。

[0045] 在某些示例性实施例中,所接收的指令可以是指示了在一段时间内将要供应给电网的功率的指令序列。例如,所接收的指令可以是包括了将要供应给电网150的功率的实时指令的通信消息序列。

[0046] 在各种示例性实施例中,功率存储装置120可以具有比功率发生器110的斜率或功率瞬态响应更快的斜率或功率瞬态响应,使得可以由功率存储装置120提供调节(例如调节服务)。

[0047] 在各种示例性实施例中,PCCE140可以确定所接收的与低于阈值频率的功率供应波动相关联的指令序列的低频分量,以及所接收的与等于或高于阈值频率的功率波动相关联的指令序列的高频分量。PCCE140可以根据所确定的高频分量来控制或调节能量存储装置120的能量水平,并且根据所确定的低频分量调节通过功率发生器110进行的功率产生。

[0048] 正如相关领域技术人员将理解的那样,PCCE140可以包括各种开关和继电器、数据库和包括非暂时性计算机可读存储介质的计算机设备,所述非暂时性计算机可读存储介质具有存储于其中的计算机软件,例如至少控制功率存储装置120的程序代码。

[0049] 在本文中,术语“计算机程序介质”、“非暂时性计算机可读介质”和“计算机可用介质”通常均用于指代诸如硬盘、存储器的存储介质,其可以是半导体存储器(例如DRAM等)。

[0050] 图1B是示出了根据示例性实施例与电网连接(耦合)的另一示例性发电厂170的示意图。

[0051] 参考图1B,发电厂170与发电厂100相类似,不同在于发电厂170可以不包括电网指令接收器130而是可以包括电网频率检测器160。

[0052] 电网频率检测器160可以耦合于(例如,连接于)PCCE140和功率汇流排101(或者直接连接到电网150),并可以配置为检测和报告电网频率中的变化。基于来自电网频率检测器160的报告、信号或消息,PCCE140可以控制用于存储由功率发生器110产生的功率的功率存储装置120,由此有效地防止能量到达电网150。相反,PCCE140可以控制功率存储装置120,以主动地从电网150去除能量。

[0053] 响应于接收指示了电网频率和/或在电网频率中的变化方向的指令(例如,响应于电网频率走低,可以增加将要供应给电网150的功率,而响应于电网频率走高,可以降低将要供应给电网150的功率),PCCE140可以确定对将要供应给电网150的功率的当前调节。功率贡献控制设备可以确定通过功率发生器110(例如,每个发生器)的功率贡献和通过功率存储装置120(例如,每个装置)的功率贡献,以满足(符合)所确定的功率调节。各个功率贡献例如可以基于电网频率与标称频率的偏差和电网频率的偏差的变化率。例如,功率存储装置120可以分配用于充电或放电,而功率发生器120可以提供的剩余容量。

[0054] 图2是示出了根据示例性实施例的示例性调节单元200的更详细的示意图。

[0055] 参考图2,调节单元200(例如,频率或功率调节等)可以向从电网150提供能量(功率),并且可以从电网150接收能量。例如,能量可以经由本地变电站或传输线提供。通过这种方式,电网150可以在指定的标称频率(例如,在美国通常为60Hz和/或在世界的其他一些地区为50Hz)下为当前负载提供适当量的功率。

[0056] 调节单元200可以包括至少一个功率发生器205、数据库或存储装置207(诸如光存

储单元或磁存储单元)以及一组能量存储单元210。功率发生器205可以配置为产生分布于整个电力网的交流电流,并且功率发生器205可以与数据库207耦合,从而使得功率发生器205能够具有它自己的唯一配置文件(独特配置文件)。配置文件一般指代用于功率发生器205正常运行的操作参数,可以包括:(1)针对功率发生器205的操作限制;(2)针对功率发生器205的最大、最小和/或最优的操作设定点,和/或(3)针对功率发生器205的斜率或功率瞬态响应速率。

[0057] 能量存储装置或单元(例如,电池)210可以与电网150电耦合和/或能量耦合,并且可以是适于存储能量的任何装置。例如,在一些示例性实施例中,可以使用先进的锂离子电池。本文所使用的术语“能量耦合”通常指能量能够从一个对象流到另一对象。例如,以AC或DC电流形式的电能可以以双向的方式从一个对象流到另一对象。电池210可以向电网150或功率发生器205提供能量,或者从电网150或功率发生器205接收能量,例如用于针对频率、电压电平和/或功率因数等来调节和/或稳定电网的调节服务。这种服务可以包括调节服务、运转备用服务、补充储备服务、更换储备服务和/或电压控制的服务等。

[0058] 当向电网150提供能量时,DC电流可以从电池210行进至将DC电流转换为AC电流的双向AC/DC转换器215。在一些示例性实施例中,逆变器用于DC至AC的转换。当存储来自电网150的能量时,整流器可用于AC至DC的转换。正如相关领域技术人员显而易见的那样,可以使用不同类型的逆变器和整流器。AC电流经由变压器220在双向AC/DC转换器215与电网150之间流动。

[0059] 功率转换系统(PCS)225可以包括用于AC/DC双向转换器215的逻辑控制系统。可编程逻辑控制器(PLC)230可以指示PCS225将AC/DC双向转换器215与电池210和/或电网150连接或断开。

[0060] 在某些示例性实施例中,变压器220与电网150之间的连接可以包括手动开关或者可以是手动开关,其在调节单元200的操作过程中是常闭的。

[0061] 在某些示例性实施例中,诸如电容器存储系统或电感存储系统的AC功率储存装置可以针对伏特-安培反应(VAR)支持进行充电或放电,例如以调节电网上的功率因数。

[0062] 在各种示例性实施例中,诸如电池存储单元的DC功率存储装置可以经由双向逆变器进行充电或放电。可以对逆变器进行控制以提供VAR支持,以例如通过用于向电网150供应的高功率因数(例如,高于阈值水平)将DC功率转换为AC功率以调节电网150上的功率因数。对VAR支持的控制可以包括:确定功率因数(例如,电网150上的电流和电压之间的相位差)或者接收指示了电网150的功率因数的外部信号(例如,从电网操作员),以及响应于所确定或所指示的处于特定阈值以下的功率因素而以高于阈值水平的功率因素来供应功率。

[0063] 在某些示例性实施例中,PLC230可以使用程序梯形图逻辑来产生实时控制。PLC230可以经由数据接口向PCS225发送数据信号,和/或可以经由数据接口从PCS225接收数据信号。从PCS225至PLC230的示例性输入可以包括准备信号的状态,并且来自PLC230的示例性输出可以包括指示进行充电或放电的能量的量的信号,和/或将AC/DC转换器与电网150和/或电池210进行连接和/或将AC/DC转换器与电网150和/或电池210断开的指令。执行特定程序代码的计算机也可用于该功能。这种计算机可以是具有一个或多个处理器、用户输入装置(例如,鼠标、QWERTY键盘、触摸屏、麦克风或T9键盘)以及能够经由网络接收并发送数据的通信基础设施的任何类型的计算设备。例如,计算机可以包括但不限于台式计算

机、台式计算机集群、服务器、服务器集群、机顶盒,或者能够处理指令并从/向电网和其他计算设备接收、发送数据的其他相似类型的设备。

[0064] 为了将电池210保持在能够使电池210响应于请求而向电网105添加能量或者从电网105中吸收能量的状态,调节单元200可以包括电池管理系统(BMS)235。BMS235平衡电池单元210,并且保持对电池单元210的充电状态(SOC)的获知。电池210的SOC是对电池210发送和接收能量(例如,充电或放电)的电流能力的测量。从BMS235至PLC230的示例性输入可以包括电池210的功率容量(例如,以MWsec为单位)、故障、电池210的温度、引流电池210上的电流或由电池210引流的电流、和SOC等。

[0065] 在某些示例性实施例中,SOC可以是0%至100%变化的百分比,其中100%是指在电池210中再不能存储更多能量。SOC可以根据开路电压和/或闭路电压电平来计算。然而可以设想,SOC可以通过本领域技术人员已知的多种方式来计算。

[0066] 远程终端单元(RTU)(未示出)可用于与监控及数据采集(SCADA)系统255连接。在某些示例性实施例中,SCADA系统255可以与操作电网150的操作员(例如ESO)相关联。从SCADA系统255至PLC230的示例性输入可以包括对电网频率、电压电平或其他调节服务进行调节的请求。该请求可以包括进行充电或放电的能量的量(例如以MW为单位),并且例如可以包括电网频率或针对电网150的其他操作参数。

[0067] 来自PLC230的示例性输出可以包括调节单元200的状态和可用性。在某些示例性实施方式中,PLC230可以将有关SOC或其容量的信息发送到SCADA系统255,使得SCADA系统255可以得知调节单元200是否能够提供将由ESO调遣的服务(例如,提前知道调节单元200是否能够提供这种服务)。

[0068] PLC230可以从耦合于电网150的换能器260中接收数据信号。换能器260可以配置为感测电网150上的AC信号,以确定经由电网150所传送的电力的频率、电压电平和/或功率参数等。尽管已示出一个换能器260,但可以设想,可以将任何数目的这种换能器用于可靠地检测不同位置上的相应电网参数。

[0069] 不间断功率供应装置(未示出)可以向PLC230供应功率。PLC230可以向HVAC单元(未示出)发送并且从HVAC单元接收信号,从而为电池210和其他部件保持适当的环境条件。从HVAC单元向PLC230的示例性输入可以包括温度、湿度和关于HVAC单元的其他操作参数,并且来自HVAC单元的示例性输出可以包括一个或多个温控设定或其他控制设定点。

[0070] 在某些示例性实施例中,计算机245可以耦合(例如连接)于PLC230,以用于对PLC230进行控制、编程或设置参数。计算机245可以用于监测调节单元200。从计算机245向PLC230的示例性输入可以包括关闭和/或启动信号。通向计算机245的示例性输出可以包括记录事件、记录数据和警报报告等。

[0071] 当执行频率或电压调节时,可以经由SCADA系统255和RTU(或者使用任何其他通信网络)在PLC230处接收来自电网150的操作员(ESO)的请求。该请求可以包括从电网105中吸收能量,或向电网105添加能量的指令。在某些示例性实施例中,该请求可以指定要转移多少能量或者转移的速率。作为响应,能量可以进行如下转移:(1)从能量存储装置向电网150转移以增加当前的电网频率或者以增加电网的电压电平;(2)从电网150向能量存储装置转移以降低当前的电网频率或者以降低电网的电压电平。

[0072] 响应于来自ESO或操作员(例如,操作员可以包括自动化的计算机监控系统,并且

无需人为干预就可以发生)的另一调度请求,可以停止调节。例如,操作员或计算机监控系统可以确定电网频率和/或电压电平处于或接近所期望的标称频率或电压电平。在另一示例中,基于调节单元200进行的关于电网频率或电网电压电平的测量处于或接近期望值的测量,频率调节可以停止。调节也可由于其他原因而停止,诸如检测出故障。

[0073] 在调节过程中,电池210的SOC可能大幅上升或下降。例如,电池210可以向电网150传输相当大量的能量,因此例如使得电池210具有很少的电荷(例如,SOC在大约10%至30%的范围内,大约为20%)。在另一示例中,电池210可以从电网150接收许多能量,因此使得电池210具有大量的电荷(例如,SOC在大约75%至90%的范围内,可以是85%)。例如为从10%至85%的SOC的范围的充电范围可以取决于包括所使用的电池化学特性(例如,铅酸或锂等)在内的许多因素。在这两种示例中,如果分别需要添加或吸收更多的能量,则电池210可能会处于不良条件下,从而继续调节电网频率或电网电压电平。为了提供更可靠的服务,可以根据本发明所公开的系统的原理和/或根据美国专利申请公报No. 2010/0090532A1的原理进行修改,从而尽可能在最长的时间下将电池保持在期望的范围内。修改可以是适当地有选择地增加或减少能量水平(充电)。当进行修改是有利的情况下,可以进行该修改(例如仅仅进行该修改),以平衡对适当的SOC的需要与功率分配系统的整体需求。

[0074] 根据一个示例性实施例,当电网频率或电网电压电平处于不使用调节的死区时,可以执行这种修改。在此期间,可以添加或移除能量(或电荷),直到SOC值处于指定的范围内,所述SOC值可以基于来自BMS230的信息在PLC230处被监控。例如,范围可以集中在约50%的SOC左右,从而使调节单元200能够均等地提供或接收能量。在其他实施例中,例如当已知可能发生特定方向上的大幅能量转移时,目标状态可以高于或低于约50%。

[0075] 图3是示出了根据示例性实施例对供应给电网150的功率进行控制的方法300的流程图。

[0076] 参考图3,在框310中,电网指令接收器130可以接收将要供应给电网150的功率的指令。在框320中,至少一个功率发生器110可以产生功率。在框330中,PCCE140可以使用功率发生器110所产生的功率对能量存储装置120的能量水平进行调节,从而根据所接收的指令来控制供应给电网150的功率。

[0077] 可以设想,功率可以存储为DC功率,当在功率存储装置120中存储功率时功率可以在AC功率和DC之间转换,并且当从功率存储装置120向电网150分配功率时功率可以从DC功率转换为AC功率。

[0078] 在某些示例性实施例中,在框310中所述指令的接收可以包括:(1)通过检测器检测电网频率的变化和能量存储装置120的能量调节,(2)通过由功率发生器110产生额外功率的方式来控制功率贡献和/或从能量存储装置120分配所存储的功率。控制对电网的功率贡献可以通过如下方式执行:对来自至少一个功率存储装置120的功率的释放或存储中的任一种进行控制,以及增加或减少来自至少一个功率发生器110的功率贡献。控制对功率贡献的控制可以通过如下方式来实现:使用诸如SCADA系统255的系统来控制功率的产生,从而对来自至少一个功率存储装置的功率的释放或存储进行控制。

[0079] 本发明的方法和装置因此是一种控制从功率存储装置到遗留系统(legacysystem)的功率存储及分配的扩展。备选地,该系统可以优化为允许由PCCE140既控制功率存储器又控制功率发生器。PCCE140可以提供给对电网150上检测到的电压和/或频

率波动的响应,以确保电网150的稳定性。例如,当功率发生器110加速向上时能量存储装置120可以向电网150提供额外的功率,并且当功率发生器减速向下时能量存储装置120可以从电网150吸收功率。功率发生器110和能量存储装置120的联合响应可以实现比单独的功率发生器110更快的瞬态响应,并且由于使用了被设计为相对于单独的功率发生器具有更慢的斜率(或瞬态响应)的更小的功率发生器容量,可以实现改进的操作效率和更低的维护成本。

[0080] 电网参数(例如,频率)的变化例如可以使用换能器260(如图2所示)来检测,所述换能器260能够测量瞬时电网频率的变化、电网电压的变化或其他电网运行参数的变化。可以基于检测到的电网频率和/或电网电压的变化对电池120的操作级别(例如,SOC)进行选择。电池的SOC也可基于所检测到的参数的相对短的历史趋势(例如,在约15秒至约10分钟的趋势范围内)来调节。如果PCCE140基于历史趋势确定出可能期望功率会降低,则电池120可以在下降的SOC状态下运行,从而在总功率分布的下行趋势中吸收额外的功率。如果PCCE140基于历史趋势确定出可能期望功率会增加,则电池120可以在增长的SOC状态下运行,从而在总功率分布的上行趋势中提供额外的功率。而且,电池的SOC可以根据同为未决的专利申请公报No.2010/0090532所公开的那样进行控制。

[0081] 图4是示出了根据实施例的对通过发电和/或存储获得的功率贡献进行调节的流程图。

[0082] 参考图4,在框410中,PCCE140可以确定功率发生器的优选或最优的功率贡献配置文件,或者可以使用预设的发生器配置文件。该配置文件例如可以存储在产生配置数据库207中。产生配置数据库207可以形成为连接于PLC230的数据库的一部分,或者可以直接与功率发生器205(例如,如图2所示)连接,使得每个功率发生器205可以具有自己的唯一(例如,独特的)配置文件。

[0083] 在框420中,PCCE140可以确定能量存储装置的优选或最佳的功率贡献配置文件,或者可以使用预设的能量存储配置文件。该配置文件例如可以存储在存储配置数据库212中,使得每个能量存储装置可以具有自己的唯一(例如,独特)配置文件。尽管示出了产生配置数据库207和存储配置数据库212,但可以设想,一个通用数据库可以包括这两套配置文件。

[0084] 在框430中,PLC230或与其连接的计算机可以基于各自的配置文件优化功率发生器110和/或存储装置120的功率贡献,从而优化各种因素。这些因素可以包括磨损及损坏、功率发生器110的最大变化速率、功率发生器110的最优变化速率、功率发生器110的燃油消耗率分布、至少一个功率存储装置120的充电状态(SOC)、各个设备110和120的耐用性、最初的获取成本和折损成本以及经由电网150的传输损耗等。例如,PCCE140可以基于所确定的或预设的配置文件来确定针对能量存储装置120和/或功率发生器110的优选的操作设定点,并且可以将当前(目前)的操作设定点调节至优选的操作设定点。

[0085] 图5是示出了根据示例性实施例的与热电厂响应530和电网稳定性电存储系统响应540的联合响应曲线520相匹配的需求曲线510的曲线图500。曲线并非按比例绘制,更确切的说,是根据特定实施例绘制的。

[0086] 参考图5,通过将基于电池的能量储存系统120与发电厂100或170相结合(即,发电厂100或170可以与基于电池的存储系统协同操作),相对于独立的功率发生器而言,发电厂

100或170的加速能力(ramping capability)得到了提高。发电厂可以从设定点加速向上或减速向下,同时基于电池的能量储存系统120可以对电厂能进行调节以满足需求曲线。

[0087] 相关领域的技术人员可以理解,需求曲线510是实时地由ESO或操作员通过电网指令接收器130顺序地提供的负载需求的曲线图,作为所需求负载等级的序列。由于实时地对电网150进行控制,因此需求曲线中相对短的历史趋势可以由PCCE140用于建立针对功率发生器110和能量存储装置120的实际设定点。

[0088] 在某些示例性实施例中,电池型能量存储装置120可以充当通向电网150的缓冲器,并且能够提供比单独的发电厂的情况更快的加速。

[0089] 上述示例已经在有关频率调节的内容中描述,其中出于负载跟踪的目的将功率添加于电网150或由电网150吸收。在这种情况下,添加或吸收功率的决定是基于与斜率界限和最优性能有关的操作频率瞬时值或瞬时操作电压。本文所描述的原理同样适用于电网的其他辅助服务。例如,响应于操作频率的快速下降,可以作为操作频率瞬时值的附加或替代而采用诸如频率变化率的参数,作为向电网添加功率的指令的触发。在针对辅助服务的不同应用中,可以使用针对频率或电压调节所描述的相同控制和逻辑结构,针对该服务对装置的设定点进行修正。

[0090] 尽管将混合发电厂描述为包括一个或多个能量储存装置,但可以设想,具有足以稳定电网的斜率的任何发生器或任何发电汇流箱均可以附加于或代替能量存储装置使用。这种发生器或发电汇流箱可以通过降低或移除运转备用容量来提高现有功率发生器的效率。

[0091] 应当理解,如上所述的示例性实施例可以通过以模块化或集成方式使用硬件和/或使用计算机软件的控制逻辑的形式来实施。基于本文提供的公开内容及教导,相关领域的技术人员将知晓并理解使用诸如图6所示的计算机系统600的硬件和/或硬件与软件的组合来实施示例性实施例的其他方式和/或方法。

[0092] 任何在本申请中所描述的软件部件或功能可以实施为将通过计算设备和/或处理器使用传统或面向对象技术的通过使用例如Java、C++或Perl的任何合适的计算机语言来执行的软件代码。软件代码可以存储为一系列指令,或者在用于储存和/或传输的计算机可读介质上的命令,合适的介质包括:随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、磁介质(诸如硬盘驱动器或软盘)、或光学介质(诸如压缩盘(CD)或DVD(数字通用光盘))、闪存等。非暂时性计算机可读介质可以包括存储装置例如但不限于磁盘或光盘或磁带、固态存储器装置、程序盒和盒接口(诸如在视频游戏设备发现的那种)、可移动存储器芯片(诸如EPROM或PROM)及相关的插槽,以及允许软件和数据从存储器向计算机设备传输的其他计算机可读介质和接口。

[0093] 图1-5所示的本发明的各个方面或者他们的部件或功能可以使用硬件、软件模块、固件、上面存储有指令的有形计算机可读介质或者他们的组合来实施,并且可以在一个或多个计算机系统或其他处理系统中实施。

[0094] 图6示出示例性计算机系统600,其中本发明的实施例或其部分可以实施为计算机可读代码。例如,图1-4中的发电厂100、调节单元200和方法300及400可以使用硬件、软件、固件、上面存储有指令的非暂时性计算机可读介质或者他们的组合来实施于计算机系统600中,并且可以在一个或多个计算机系统或其他处理系统中实施。硬件、软件或这些的任

意组合可以体现为用于实现图1-5中的部件的任何模块和部件。例如,显示器630和显示器接口602可以配置为来呈现图5所示的与热电厂响应和电网稳定性电存储系统响应的联合响应曲线相匹配的需求曲线的曲线图500。

[0095] 如果使用到可编程逻辑,那么可以在商业可获得的处理平台或专用设备上执行这种逻辑。本领域普通技术人员可以理解,所公开主题的实施例可以用各种计算机系统配置进行实践,包括多核处理器系统、小型计算机、大型计算机、以分布函数链接或群集的计算机、以及实际上可以嵌入到任何设备中的普及或微型计算机。

[0096] 例如,至少一个处理器装置和存储器可用于实施上述实施例。处理器装置可以是单个处理器、多个处理器或者它们的组合。处理器装置可以具有一个或多个处理器“核心”。

[0097] 根据该示例性计算机系统600对本发明的各种实施例进行描述。在阅读本说明书后,相关领域技术人员将明了该如何使用其他计算机系统和/或计算机体系结构来实施本发明。尽管可以将操作描述为顺序过程,但一些操作实际上可以并行、同时和/或在分布式环境中执行,并且通过存储于本地或远程的程序代码用于单处理器或多处理器机器进行访问。此外,在一些实施例中,可以在不脱离所公开的主题的精神的情况下对操作顺序进行重新排列。

[0098] 处理器装置604可以是专用或通用处理器装置。正如相关领域技术人员将理解的那样,处理器装置704也可以是独立运行的多核/多处理器系统中的单个处理器,或者是在集群或服务器场中运行的计算设备的群集中的单个处理器。处理器装置604与例如总线、消息队列、网络或者多核消息传递方案的通信基础设施606连接。

[0099] 计算机系统600还包括主存储器608,例如随机访问存储器(RAM),并且还可以包括辅助存储器610。辅助存储器610例如可以包括硬盘驱动器612、可移动存储驱动器614。可移动存储驱动器614可以包括软盘驱动器、磁带驱动器、光盘驱动器、闪存等。

[0100] 可移动存储驱动器614以已知的方式对可移动存储单元618进行读取和/或写入。可移动存储单元618可以包括由可移动存储驱动器614读取和写入的软盘、磁带、光盘等。正如相关领域技术人员将理解的那样,可移动存储单元618包括上面存储有计算机软件和/或数据的非暂时性计算机可用存储介质。

[0101] 在替代性实施例中,辅助存储器610可以包括用于允许将计算机程序或其他指令加载到计算机系统600的其他类似装置。这种装置例如可以包括可移动存储单元622和接口620。这种装置的示例可以包括程序盒和盒接口(诸如在视频游戏设备中发现的那种)、可移动存储器芯片(诸如EPROM或PROM)及相关的插槽,以及允许软件和数据从可移动存储单元622向计算机系统600传输的其他可移动存储单元622和接口620。

[0102] 计算机系统600还可包括通信接口624。通信接口624允许软件和数据在计算机系统600与外部设备之间传输。通信接口624可以包括调制解调器、网络接口(诸如以太网卡)、通信端口、PCMCIA插槽及卡等。经由通信接口624传输的软件和数据可以是信号的形式,所述信号可以是电子、电磁、光学信号或者能够被通信接口624接收的其他信号。这些信号可以经由通信路径626提供给通信接口624。通信路径626承载信号并且可以使用电线或电缆、光纤、电话线、手机链路、RF链路或者其他通信信道来实现。

[0103] 在本文中,术语“计算机程序介质”、“非暂时性计算机可读介质”和“计算机可用介质”通常均用来指代诸如可移动存储单元618、可移动存储单元622和安装有硬盘驱动器612

的硬盘等的介质。通过通信路径626承载的信号也能够体现本文所描述的逻辑。计算机程序介质和计算机可用介质还可以指代诸如主存储器608和辅助存储器610的存储器,其可以是半导体存储器(例如,DRAM等)。这些计算机程序产品是用于将软件提供给计算机系统600的装置。

[0104] 计算机程序(也称为计算机控制逻辑)存储在主存储器608和/或辅助存储器610中。计算机程序也可以经由通信接口624来接收。这种计算机程序当执行时能够使计算机系统600如本文所讨论地那样执行本发明。特别是,该计算机程序当执行时能够使处理器装置604执行本发明的处理,诸如上述图3和4中由流程图300和400所示的方法中的步骤。因此,这种计算机程序代表计算机系统600的控制器。在采用软件来执行本发明的情况下,可以使用可移动存储驱动器614、接口620以及硬盘驱动器612或通信接口624将软件存储于计算机程序产品并加载到计算机系统600中。

[0105] 本发明的实施例也可以是针对包括存储在任何计算机可用介质上的软件的计算机程序产品。当执行于一个或多个数据处理装置中时,这种软件使得数据处理装置可如本文中所描述的那样进行操作。本发明的实施例采用任何计算机可用或可读介质。计算机可用介质的示例包括,但不限于,主要存储设备(例如,任何类型的随机访问存储器)、辅助存储设备(例如,硬盘驱动器、软盘、CD ROM、ZIP磁盘、磁带、磁存储设备和光存储设备、MEMS、纳米技术存储设备等)以及通信介质(例如,有线和无线的通信网络、局域网、广域网、内联网等)。

[0106] 应当理解,与发明内容和摘要部分不同,具体实施方式部分旨在用于解释权利要求。发明内容和摘要部分可以阐明一个或多个示例性实施例,但并非本发明人所设想到的所有示例性实施例,因此,其并非旨在以任何方式对本发明及所附权利要求进行限制。

[0107] 上面借助示出了特定功能的实施及其关系的功能构造模块已经对本发明的实施例进行描述。为了便于描述,这里任意地对这些功能构造模块的界限做出定义。只要能够适当地执行指定功能及关系,则可以定义可替代的界限。

[0108] 具体实施例的上述描述将充分揭示本发明的一般性质,使得在不背离本发明的一般概念的情况下,他人无需过多的实验就能够通过应用本技术领域范围内的知识来容易地修改这些具体实施例和/或使其适应于各种应用。因此,基于本文所呈现的教导和指导,这种调整和修改旨在落入本发明所公开的实施例的等同项的含义及范围内。应当理解,本文的措词或术语是用于描述而非限制的目的,因此本说明书的术语或措词应当由技术人员根据所述教导和指导来解释。

[0109] 本发明的广度和范围不应限制于上述任何示例性实施例,而是应当仅根据所附权利要求书及其等同项作出限定。

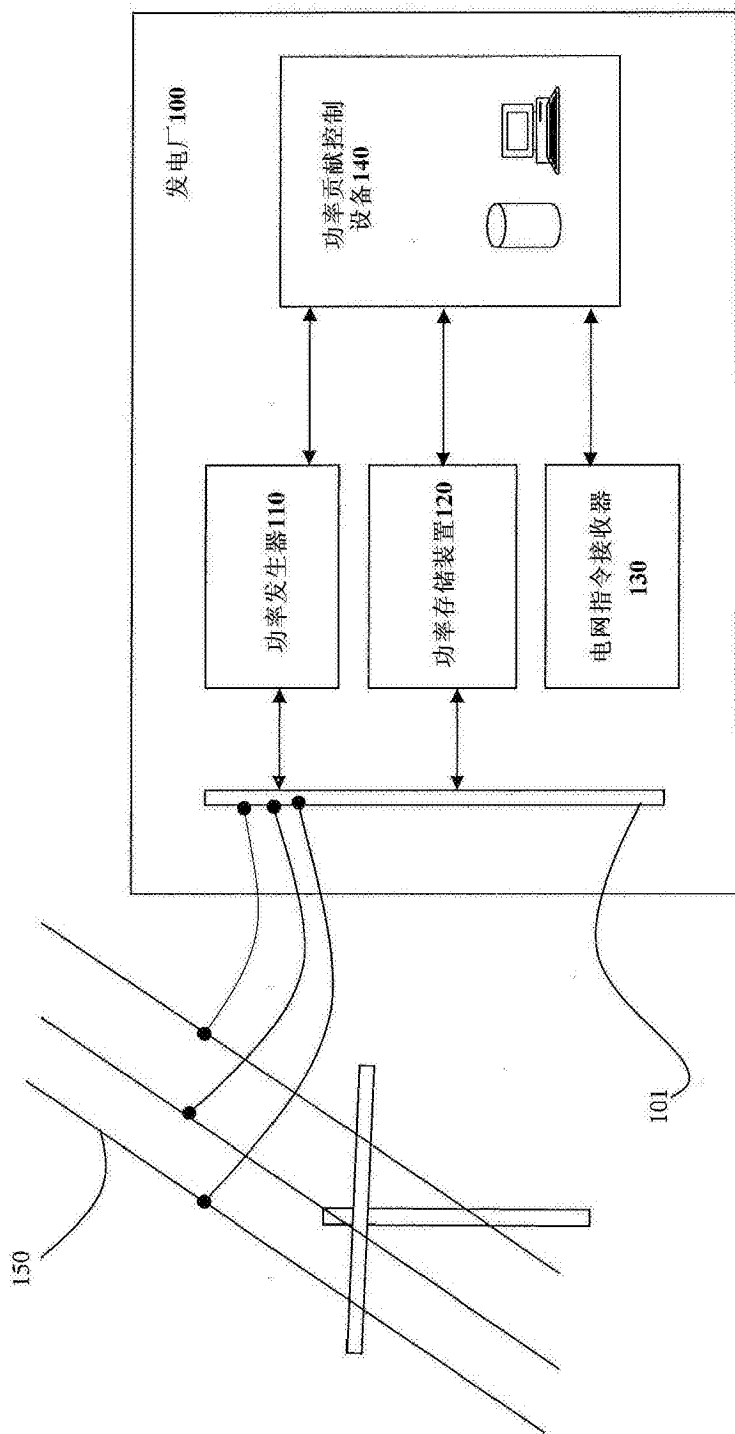


图1A

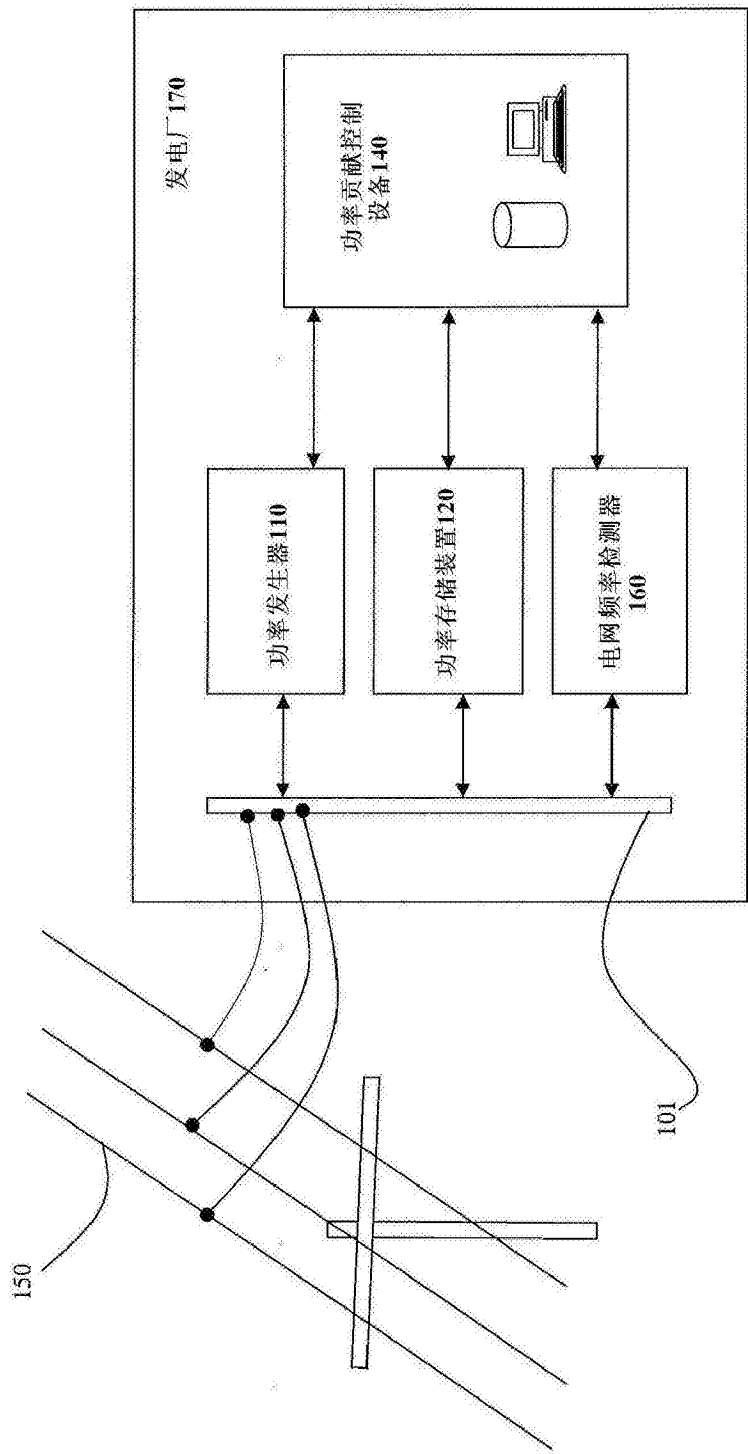


图1B

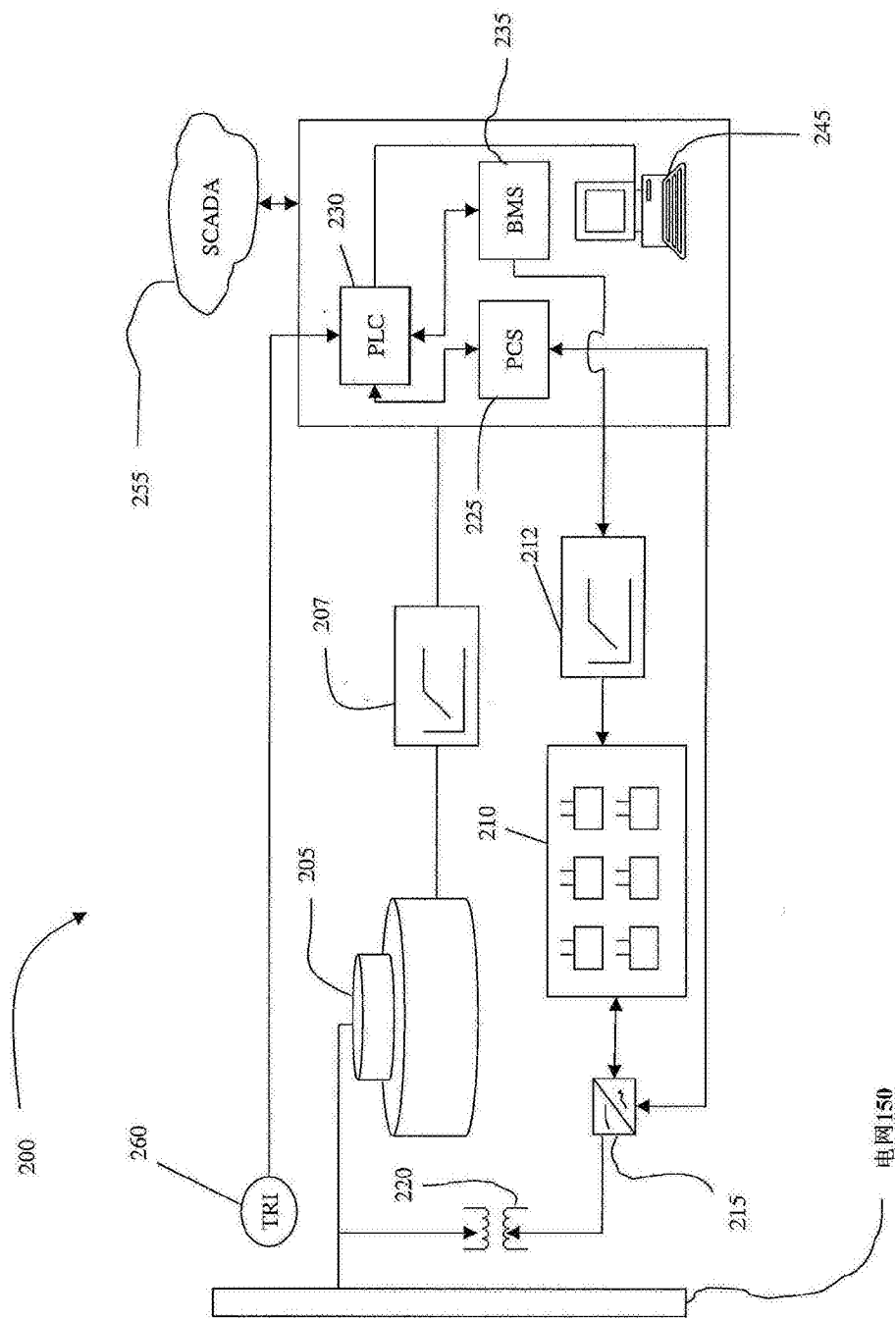


图2

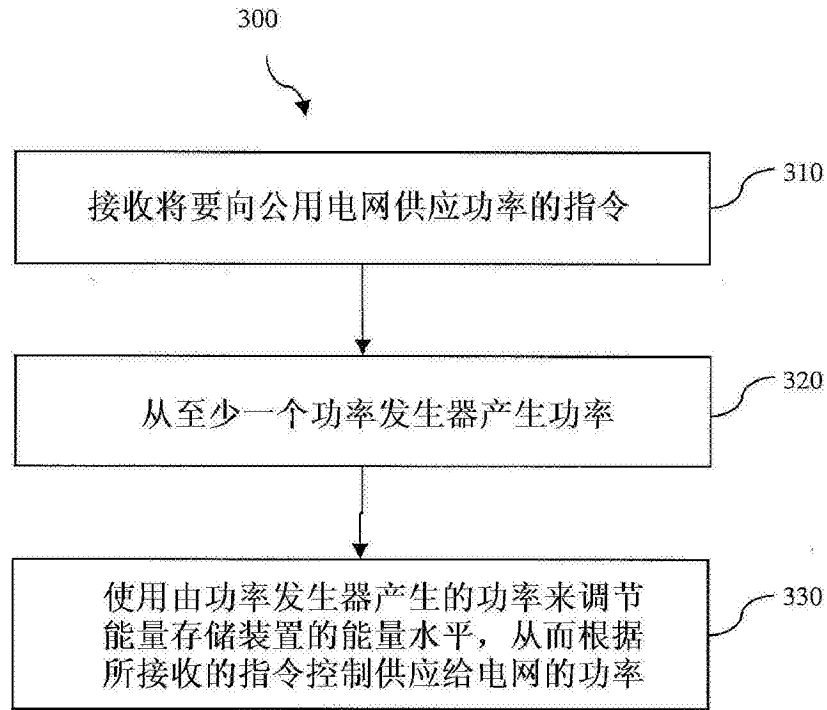


图3

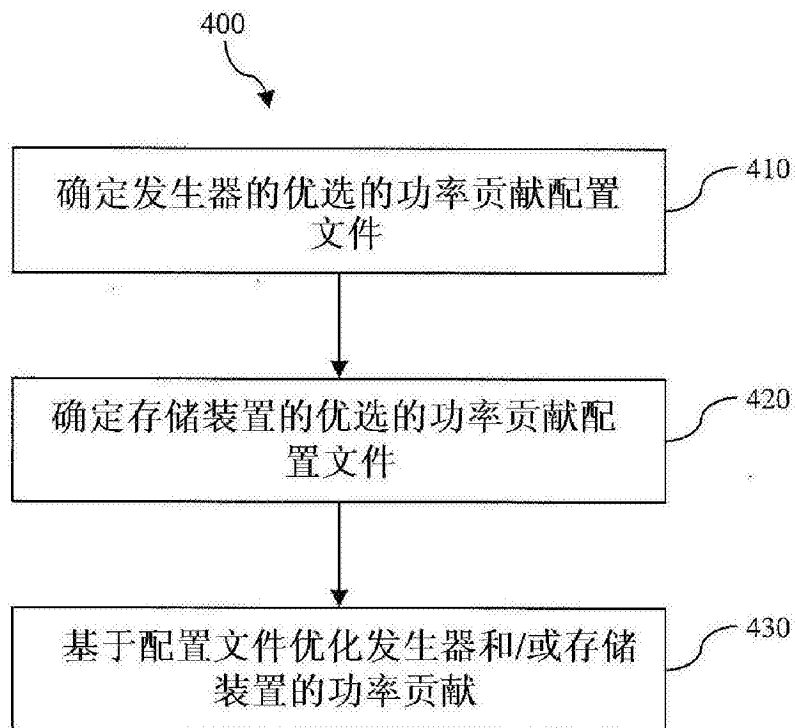


图4

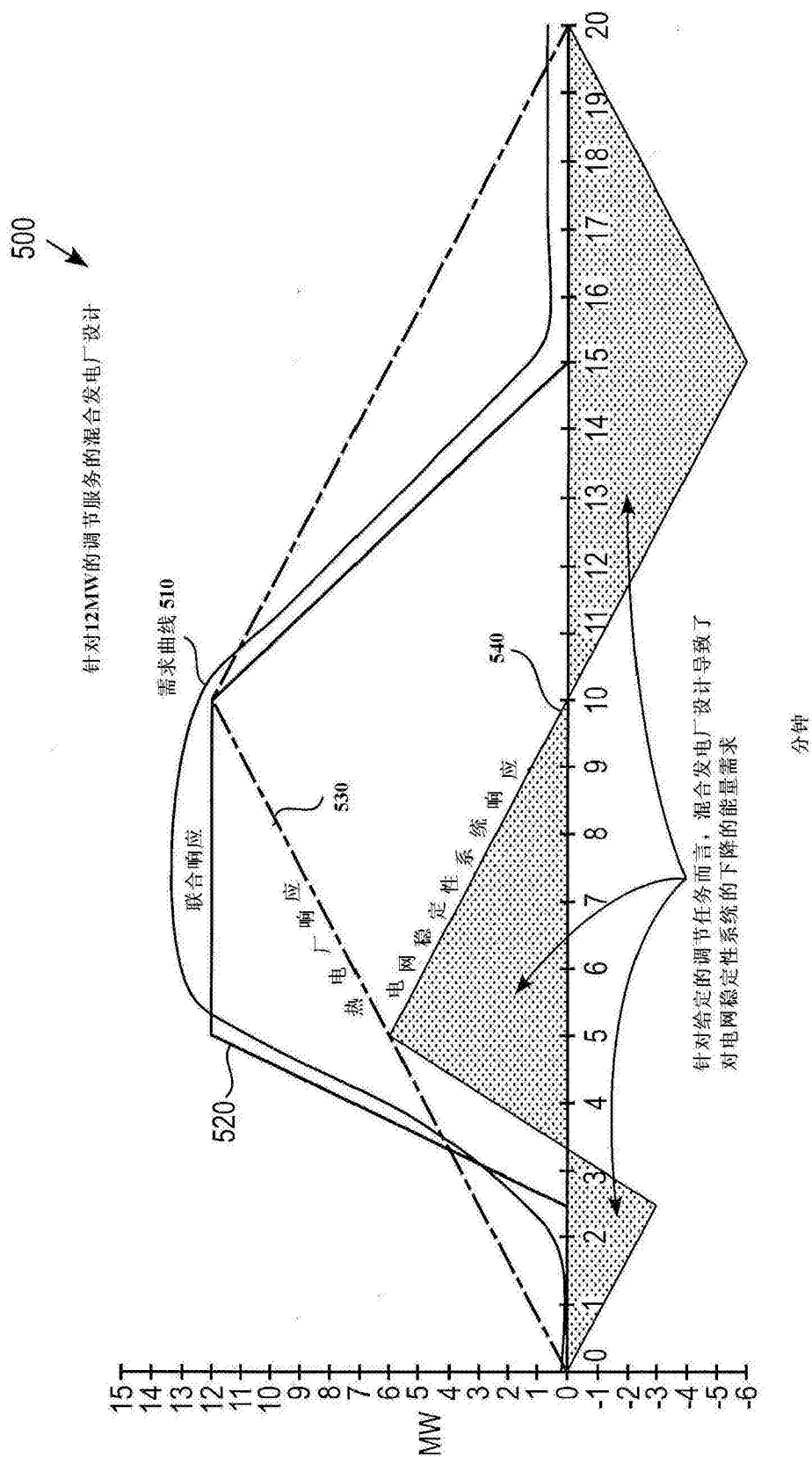


图5

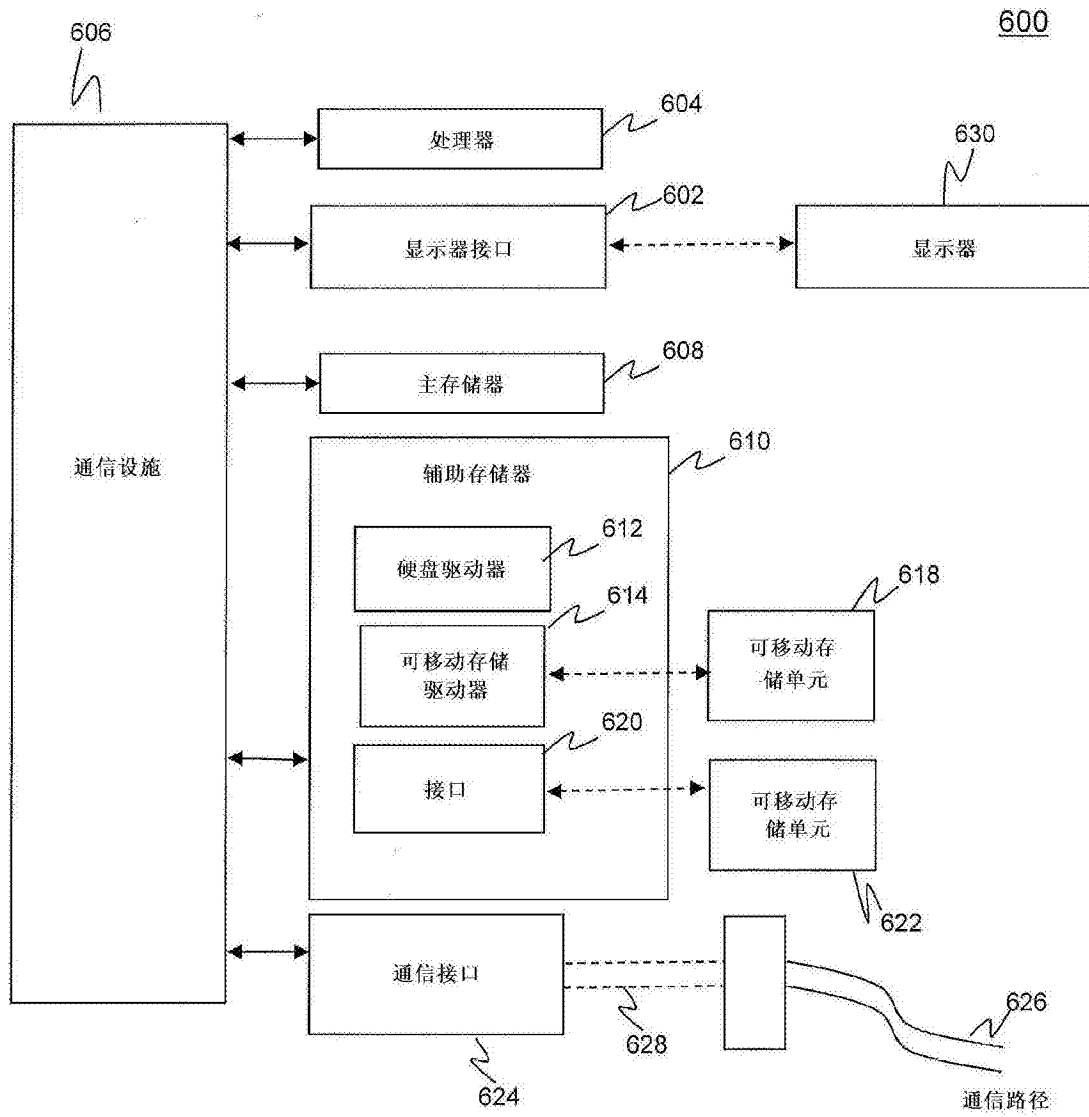


图6