



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105122629 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201380060038. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 10. 11

H02M 7/493(2007. 01)

H02M 1/00(2007. 01)

(30) 优先权数据

13/650, 957 2012. 10. 12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 05. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/064655 2013. 10. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/059349 EN 2014. 04. 17

(71) 申请人 尤尼科斯有限公司

地址 美国得克萨斯州

(72) 发明人 E·马丁

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有

限公司 11012

代理人 梁栋

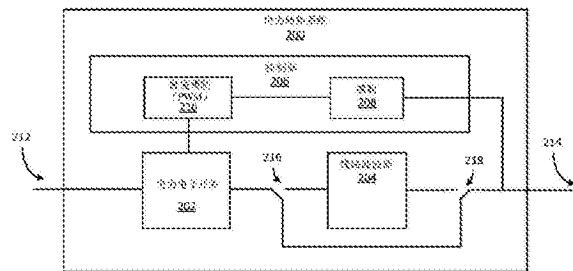
权利要求书4页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

控制电力转换系统

(57) 摘要

用于控制电力转换系统的方法和系统。在一个方面中, 电力管理系统包含耦合到第一能源的第一电力转换系统和耦合到第二能源的第二电力转换系统以及控制系统。当所述第一电力转换系统以活动模式操作且所述第二电力转换系统以待机模式操作时, 所述控制系统使所述第二电力转换系统退出所述待机模式, 所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时提供无功功率通量。所述控制系统使所述第一电力转换系统提供补偿性无功功率通量以补偿来自于所述第二电力转换系统的所述无功功率通量的至少一部分。



1. 一种电力管理系统,其包括:

第一逆变器;以及

与所述第一逆变器并联耦合的第二逆变器;

其中所述第一逆变器经配置以补偿与所述第二逆变器从待机模式转变到活动模式相关联的无功功率通量的至少一部分。

2. 根据权利要求 1 所述的电力管理系统,其进一步包括与所述第一逆变器和所述第二逆变器并联耦合的第三逆变器,其中所述第一逆变器和所述第二逆变器中的至少一者经配置以在所述第三逆变器从待机模式转变到活动模式时补偿在所述第三逆变器的输出端处呈现的无功功率通量变化的至少一部分。

3. 根据权利要求 2 所述的电力管理系统,其进一步包括逆变器控制模块,所述逆变器控制模块耦合到所述第一逆变器、所述第二逆变器和所述第三逆变器,且经配置以错开对所述第二逆变器和所述第三逆变器的激活。

4. 一种电力管理系统,其包括:

耦合到第一能源的第一电力转换系统;

耦合到第二能源的第二电力转换系统,其中所述第一电力转换系统和所述第二电力转换系统经配置以在活动模式中向共同输出端提供电力;以及

控制系统,其耦合到所述第一电力转换系统与所述第二电力转换系统两者且经配置以:

当所述第一电力转换系统以活动模式操作且所述第二电力转换系统以待机模式操作时,使所述第二电力转换系统退出所述待机模式,所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时向所述共同输出端提供无功功率通量;以及

使所述第一电力转换系统向所述共同输出端提供补偿性无功功率通量以补偿来自于所述第二电力转换系统的所述无功功率通量的至少一部分。

5. 根据权利要求 4 所述的电力管理系统,其中所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时提供所述无功功率通量历时一段时间,且其中使所述第一电力转换系统提供所述补偿性无功功率通量包括:在所述时间段流逝之后,配置所述第一电力转换系统以停止向所述共同输出端提供所述补偿性无功功率通量。

6. 根据权利要求 4 所述的电力管理系统,其进一步包括第三电力转换系统,所述第三电力转换系统耦合到第三能源且经配置以向所述共同输出端提供电力,其中所述控制系统经配置以:

当所述第一电力转换系统以所述活动模式操作且所述第二电力转换系统和所述第三电力转换系统以所述待机模式操作时,确定将电力从所述第二能源与所述第三能源两者提供到所述共同输出端;

使所述第二电力转换系统退出所述待机模式,所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时向所述共同输出端提供第一无功功率通量历时第一时间段;

使所述第一电力转换系统向所述共同输出端提供第一补偿性无功功率通量历时所述第一时间段;

在所述第一时间段之后,使所述第三电力转换系统退出所述待机模式,借此向所述共同输出端提供第二无功功率通量历时第二时间段,同时所述第一电力转换系统继续向所述

共同输出端提供所述第一补偿性无功功率通量历时所述第二时间段；以及

在所述第二时间段之后，使所述第一电力转换系统停止向所述共同输出端提供所述第一补偿性无功功率通量。

7. 根据权利要求 4 所述的电力管理系统，其中所述控制系统包括系统控制模块，且其中所述第一电力转换系统包含第一逆变器控制器且所述第二电力转换系统包含第二逆变器控制器，且其中使所述第二电力转换系统退出所述待机模式包括向所述第二逆变器控制器发送激活命令，且其中使所述第一电力转换系统提供补偿性无功功率通量包括向所述第一逆变器控制器发送无功功率命令。

8. 根据权利要求 4 所述的电力管理系统，其中所述第二电力转换系统包括电力电子开关和线路滤波器，且其中使所述第二电力转换系统退出所述待机模式包括配置所述第二电力转换系统以使所述线路滤波器电学上暴露于所述共同输出端。

9. 根据权利要求 8 所述的电力管理系统，其中所述线路滤波器是 LC 滤波器。

10. 根据权利要求 8 所述的电力管理系统，其中使所述第二电力转换系统退出所述待机模式包括配置脉宽调制 PWM 控制模块以向所述电力电子开关提供 PWM 控制信号。

11. 根据权利要求 4 所述的电力管理系统，其中所述共同输出端和所述控制系统耦合到断续电源，且其中所述控制系统经配置以通过确定所述断续电源正提供减少量的电力来确定向所述共同输出端提供额外电力。

12. 根据权利要求 11 所述的电力管理系统，其中所述断续电源包括耦合到公用电网的一或多个风力涡轮机。

13. 根据权利要求 12 所述的电力管理系统，其中确定所述断续电源正提供减少量的电力包括确定所述一或多个风力涡轮机是在电力曲线上的特定点处操作，在所述特定点处相对较小的风速变化导致较大的电力输出变化。

14. 根据权利要求 11 所述的电力管理系统，其中所述控制系统进一步经配置以：
确定所述断续电源正提供增加量的电力；以及

使所述第一电力转换系统或所述第二电力转换系统或两者将来自于所述断续电源的能量存储在所述第一能源和第二能源中。

15. 一种由电力管理系统的控制系统执行的方法，所述方法包括：

将第一电力转换系统配置处于活动模式，使得所述第一电力转换系统将电力从第一能源提供到共同输出端；

将第二电力转换系统配置处于待机模式，使得所述第二电力转换系统不将电力从第二能源提供到所述共同输出端；

当所述第一电力转换系统以所述活动模式操作且所述第二电力转换系统以待机模式操作时，确定向所述共同输出端提供额外电力；

配置所述第二电力转换系统以退出所述待机模式，借此向所述共同输出端提供无功功率通量；以及

配置所述第一电力转换系统以向所述共同输出端提供补偿性无功功率通量从而补偿第一无功功率通量的至少一部分。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时提供所述无功功率通量历时一段时间，且其中配置所述第一电力转换系统以提供所述补偿

性无功功率通量包括：在所述时间段流逝之后，配置所述第一电力转换系统以停止向所述共同输出端提供所述补偿性无功功率通量。

17. 根据权利要求 15 所述的方法，其进一步包括：

当所述第一电力转换系统以所述活动模式操作且所述第二电力转换系统和耦合到第三能源的第三电力转换系统以所述待机模式操作时，确定将电力从所述第二能源与所述第三能源两者提供到所述共同输出端；

配置所述第二电力转换系统以退出所述待机模式，借此向所述共同输出端提供第一无功功率通量历时第一时间段；

配置所述第一电力转换系统以向所述共同输出端提供第一补偿性无功功率通量历时所述第一时间段；

在所述第一时间段之后，配置所述第三电力转换系统以退出所述待机模式，借此向所述共同输出端提供第二无功功率通量历时第二时间段，同时所述第一电力转换系统继续向所述共同输出端提供所述第一补偿性无功功率通量历时所述第二时间段；以及

在所述第二时间段之后，配置所述第一电力转换系统以停止向所述共同输出端提供所述第一补偿性无功功率通量。

18. 根据权利要求 15 所述的方法，其中配置所述第二电力转换系统以退出所述待机模式包括向所述第二电力转换系统的第二逆变器控制器发送激活命令，且其中配置所述第一电力转换系统以提供补偿性无功功率通量包括向所述第一电力转换系统的第一逆变器控制器发送无功功率命令。

19. 根据权利要求 15 所述的方法，其中所述第二电力转换系统包括电力电子开关和线路滤波器，且其中配置所述第二电力转换系统以退出所述待机模式包括配置所述第二电力转换系统以使所述线路滤波器电学上暴露于所述共同输出端。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其中所述线路滤波器是 LC 滤波器。

21. 根据权利要求 19 所述的方法，其中配置所述第二电力转换系统以退出所述待机模式包括配置脉宽调制 PWM 控制模块以向所述电力电子开关提供 PWM 控制信号。

22. 根据权利要求 15 所述的方法，其中所述共同输出端和所述控制系统耦合到断续电源，且其中确定向所述共同输出端提供额外电力包括确定所述断续电源正提供减少量的电力。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其中所述断续电源包括耦合到公用电网的一或多个风力涡轮机。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，其中确定所述断续电源正提供减少量的电力包括确定所述一或多个风力涡轮机是在电力曲线上的特定点处操作，在所述特定点处相对较小的风速变化导致较大的电力输出变化。

25. 根据权利要求 22 所述的方法，其进一步包括：

确定所述断续电源正提供增加量的电力；以及

配置所述第一电力转换系统或所述第二电力转换系统或两者以将来自于所述断续电源的能量存储在所述第一能源和所述第二能源中。

26. 根据权利要求 15 所述的方法，其进一步包括：

配置所述第一电力转换系统以向所述共同输出端提供补偿性有效功率通量从而补偿

由所述第二电力转换系统退出所述待机模式产生的有效功率通量。

27. 一种由电力管理系统的控制系统执行的方法,所述方法包括:

将第一电力转换系统和第二电力转换系统配置处于活动模式,使得所述第一电力转换系统和所述第二电力转换系统向共同输出端提供电力;

确定减少所述共同输出端处的总电力;

配置所述第二电力转换系统以进入待机模式,借此向所述共同输出端提供无功功率通量;以及

配置所述第一电力转换系统以向所述共同输出端提供补偿性无功功率通量从而补偿所述无功功率通量的至少一部分。

28. 根据权利要求 27 所述的方法,其进一步包括:

确定增加所述共同输出端处的所述总电力;

配置所述第二电力转换系统以退出所述待机模式;以及

取消来自于所述第二电力转换系统的所述补偿性无功功率通量。

控制电力转换系统

技术领域

[0001] 本说明书是关于控制电力转换系统,且更确切地说是关于减轻由电力转换系统的激活和去激活产生的寄生效应。

背景技术

[0002] 电力转换系统将电力从交流电转换到直流电或从直流电转换到交流电或既从交流电转换到直流电又从直流电转换到交流电。电力转换系统的实例包含逆变器、整流器和在一个方向上将交流电转换到直流电并在相反方向上将直流电转换到交流电的双向逆变器。电力转换系统可将直流电力转换到交流电力以用于输送到例如商业或住宅电气装置的交流电负载和电网。直流电力可例如从光伏阵列或例如一或多个电池或电容器组的电力存储装置提供到电力转换系统,所述一或多个电池或电容器组是通过包含风力涡轮机、光伏阵列、水力发电机和热发电机的电源的任何组合来充电的。在并有双向逆变器的系统中,电力存储装置可替代地或联合地从电网接收电荷。

[0003] 尽管正付诸努力以改进其效率,但是电力转换系统一般来讲在其处于活动切换状态时消耗电力。转换效率通常随负载而变化,且通常在差不多三分之二的系统容量下处于峰值(“峰值效率”)。因为电力转换系统在正常操作期间消耗相对固定量的电力,所以当提供更低量的电力时效率降低。一些电力转换系统实施待机模式以改进整体效率。在典型待机模式实施方案中,电力转换系统使隔离变压器从电网断开,借此去激活电力转换系统并改进系统的效率。此特别适用于隔夜皮(无负载)损耗可能相当大的大型光伏阵列设施。

[0004] 通常通过将隔离变压器重新连接到电网来再激活处于待机模式的电力转换系统。然而,此可能导致在一些情况下高达6倍或8倍系统额定电流的大浪涌电流。对于大型电力系统来说,浪涌电流在电网上呈现显著无功电流汲取,这类似于从停止状态启动的大型电动马达或泵。举例来说,典型100kW并网逆变器可在10ms周期内在电网上呈现600kVA负载。同时激活多个电力转换系统可导致归因于过度无功功率汲取的公用违反(utility violation)或在小型电力系统中导致完全电力系统崩溃。

发明内容

[0005] 一般来说,可控制大型电力管理系统,使得与例如从待机模式再激活一或多个电力转换系统相关联的时间被减少而不需要软启动序列。可控制所述电力管理系统使得可快速再激活多个电力转换系统同时减轻归因于无功功率通量的干扰。

[0006] 一般来说,本说明书中所描述的标的物的一个方面可体现在电力管理系统中,所述电力管理系统包括第一逆变器和与所述第一逆变器并联耦合的第二逆变器。所述第一逆变器经配置以补偿与所述第二逆变器从待机模式转变到活动模式相关联的无功功率通量的至少一部分。所述电力管理系统可包含与所述第一逆变器和所述第二逆变器并联耦合的第三逆变器,其中所述第一逆变器和所述第二逆变器中的至少一者经配置以在所述第三逆变器从待机模式转变到活动模式时补偿在所述第三逆变器的输出端处呈现的无功功率通

量变化的至少一部分。所述电力管理系统可包含逆变器控制模块,所述逆变器控制模块耦合到所述第一逆变器、所述第二逆变器和所述第三逆变器,且经配置以错开对所述第二逆变器和所述第三逆变器的激活。

[0007] 一般来说,本说明书中所描述的标的物的另一方面可体现在电力管理系统中,所述电力管理系统包括:耦合到第一能源的第一电力转换系统;耦合到第二能源的第二电力转换系统,其中所述第一电力转换系统和所述第二电力转换系统经配置以在活动模式中向共同输出端提供电力;以及控制系统,其耦合到所述第一电力转换系统与所述第二电力转换系统两者且经配置以:当所述第一电力转换系统以活动模式操作且所述第二电力转换系统以待机模式操作时,使所述第二电力转换系统退出所述待机模式,所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时向所述共同输出端提供无功功率通量;以及使所述第一电力转换系统向所述共同输出端提供补偿性无功功率通量以补偿来自于所述第二电力转换系统的所述无功功率通量的至少一部分。

[0008] 这些和其它实施例可各自任选地包含以下特征中的一或多个者。所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时提供所述无功功率通量历时一段时间,其中使所述第一电力转换系统提供所述补偿性无功功率通量包括:在所述时间段流逝之后,配置所述第一电力转换系统以停止向所述共同输出端提供所述补偿性无功功率通量。所述电力管理进一步包括第三电力转换系统,所述第三电力转换系统耦合到第三能源且经配置以向所述共同输出端提供电力,其中所述控制系统经配置以:当所述第一电力转换系统以所述活动模式操作且所述第二电力转换系统和所述第三电力转换系统以所述待机模式操作时,确定将电力从所述第二能源与所述第三能源两者提供到所述共同输出端;使所述第二电力转换系统退出所述待机模式,所述第二电力转换系统在退出所述待机模式时向所述共同输出端提供第一无功功率通量历时第一时间段;使所述第一电力转换系统向所述共同输出端提供第一补偿性无功功率通量历时所述第一时间段;在所述第一时间段之后,使所述第三电力转换系统退出所述待机模式,借此向所述共同输出端提供第二无功功率通量历时第二时间段,同时所述第一电力转换系统继续向所述共同输出端提供所述第一补偿性无功功率通量历时所述第二时间段;以及在所述第二时间段之后,使所述第一电力转换系统停止向所述共同输出端提供所述第一补偿性无功功率通量。所述控制系统包括系统控制模块,其中所述第一电力转换系统包含第一逆变器控制器且所述第二电力转换系统包含第二逆变器控制器,且其中使所述第二电力转换系统退出所述待机模式包括向所述第二逆变器控制器发送激活命令,且其中使所述第一电力转换系统提供补偿性无功功率通量包括向所述第一逆变器控制器发送无功功率命令。所述第二电力转换系统包括电力电子开关和线路滤波器,且其中使所述第二电力转换系统退出所述待机模式包括配置所述第二电力转换系统以使所述线路滤波器电学上暴露于所述共同输出端。所述线路滤波器是 LC 滤波器。使所述第二电力转换系统退出所述待机模式包括配置脉宽调制 (PWM) 控制模块以向所述电力电子开关提供 PWM 控制信号。所述共同输出端和所述控制系统耦合到断续电源,且其中所述控制系统经配置以通过确定所述断续电源正提供减少量的电力来确定向所述共同输出端提供额外电力。所述断续电源包括耦合到公用电网的一或多个风力涡轮机。确定所述断续电源正提供减少量的电力包括确定所述一或多个风力涡轮机是在电力曲线上的特定点处操作,在所述点处相对较小的风速变化导致较大的电力输出变化。所述控制系统进一步经配置以:确定所述断

续电源正提供增加量的电力；以及使所述第一电力转换系统或所述第二电力转换系统或两者将来自于所述断续电源的能量存储在所述第一能源和所述第二能源中。

[0009] 一般来说,本说明书中所描述的标的物的另一方面可体现在包含以下动作的方法中:将第一电力转换系统配置处于活动模式,使得所述第一电力转换系统将电力从第一能源提供到共同输出端;将第二电力转换系统配置处于待机模式,使得所述第二电力转换系统没有将电力从第二能源提供到所述共同输出端;当所述第一电力转换系统以所述活动模式操作且所述第二电力转换系统以待机模式操作时,确定向所述共同输出端提供额外电力;配置所述第二电力转换系统以退出所述待机模式,借此向所述共同输出端提供无功功率通量;以及配置所述第一电力转换系统以向所述共同输出端提供补偿性无功功率通量从而补偿所述第一无功功率通量的至少一部分。

[0010] 一般来说,本说明书中所描述的标的物的另一方面可体现在包含以下动作的方法中:将第一电力转换系统和第二电力转换系统配置处于活动模式,使得所述第一电力转换系统和所述第二电力转换系统正向共同输出端提供电力;确定减少所述共同输出端处的总电力;配置所述第二电力转换系统以进入待机模式,借此向所述共同输出端提供无功功率通量;以及配置所述第一电力转换系统以向所述共同输出端提供补偿性无功功率通量从而补偿所述无功功率通量的至少一部分。

[0011] 可实施本说明书中所描述的标的物的特定实施例以便实现以下优势中的一或多个者。给定具有多个电力转换系统的系统,所述系统的效率总体上可例如通过使得能够减少可靠地操作所述系统所必需的活动电力转换系统的数目来改进。此外,可减小与电力转换系统再激活时间有关的静带,以允许对电力转换资源的更激进去激活。另外,可减轻由变化的无功功率通量对局部电力系统的影响。

[0012] 在附图及以下描述中阐述本发明的一或多个实施例的细节。本发明的其它特征、目标和优势将从具体实施方式和附图以及权利要求书显而易见。

附图说明

[0013] 图 1 是大型电力管理系统的示意性框图。

[0014] 图 2 是实例电力转换系统的框图。

[0015] 图 3 是由电力管理系统的控制系统执行的实例过程的流程图。

[0016] 图 4 绘示说明实例情境的三个图表,在所述情境中两个电力转换系统是以并行激活序列而被激活。

[0017] 图 5 绘示说明实例情境的三个图表,在所述情境中两个电力转换系统是以连续激活序列而被激活。

[0018] 图 6 绘示说明实例情境的三个图表,在所述情境中两个电力转换系统是以组合激活序列而被激活。

[0019] 图 7 是由电力管理系统的控制系统执行的实例过程的流程图。

[0020] 各图式中的相同参考符号指示相同元件。

具体实施方式

[0021] 大型无功电流汲取和长启动序列可限制大型电力管理系统中待机模式的有用性。

此些系统通常具有并联耦合的多个电力转换系统以通过利用电力存储阵列而向电力生产设施和 / 或交流电网提供支持服务。这些支持服务可包含例如频率调节、电压调节、功率平滑化和电力存储。还可提供其它支持服务。举例来说,在风电场中,大型电力管理系统可用于减轻变化率违反。当风电场的电力输出以超出预定变化率极限的速率增加或减小时,出现变化率违反。可例如在突然一股阵风吹来或停歇时出现此类增加或减小。

[0022] 在疾风时段期间,可通过利用电力存储系统的全容量以将电力传送到电力存储阵列或从电力存储阵列传送电力来减轻变化率违反。在徐风时段期间,支持生产所必需的活动逆变器的数目可大大减少。在此些时段期间,一些电力转换系统可置于待机模式中以改进系统的效率。然而,无功功率通量的波动和长唤醒时延可限制系统将活动逆变器的数目限于管理当前电力输出水平所必需的最小数目的能力。结果,电力转换系统通常保持处于活动状态并在小于其额定容量的容量下操作,借此限制系统的整体效率。

[0023] 替代地,如下文更详细描述,可操作大型电力管理系统使得减少与再激活电力转换系统相关联的时间。举例来说,通过修改启动序列,电力转换器可在几个循环内从待机模式切换到活动模式。此外,可通过配置活动电力转换系统以向配电网络提供无功功率或从配电网络汲取无功功率来减轻由激活或去激活电力转换器产生的无功功率通量的显著变化。在一些实施方案中,可通过用错开的启动序列激活不活动的电力转换系统来快速增加电力存储系统的操作容量。虽然在某些再生性电源应用的情况下描述了用于实施这些和其它技术的系统,但本发明并不限于此。

[0024] 图 1 是耦合到配电网络 150 的大型电力管理系统 (PMS) 100 的示意性框图。电力管理系统包含能量存储器阵列 111、121 和 131。所述能量存储器阵列各自耦合到相应电力转换系统 112、122 和 132,且所述电力转换系统各自耦合到相应变压器 115、125 和 135。电力转换系统各自包含相应线路滤波器 114、124 和 134。下文参照图 2 进一步详细描述电力转换系统。

[0025] 变压器耦合到变电所 154,所述变电所耦合到再生性电源 160 和电网 170。在操作中,电力管理系统向断续电源 160 提供一或多个支持服务和 / 或向电网 170 提供一或多个辅助服务。

[0026] 电力管理系统包含经由通信接口以操作方式链接到逆变器中的每一者的系统控制模块 (SCM) 140。SCM 经由通信接口向逆变器提供控制信号和 / 或数据,包含例如目标有功和无功功率设定、配电网络状态信息和激活 / 待机控制命令。配电网络状态信息包含例如电压、电流、有功功率、无功功率和例如从耦合到配电网络 150 (未图示) 的一或多个传感器导出的频率信息。基于此信息,SCM 可控制每一电力转换系统的操作,使得电力管理系统对配电网络呈现为单个大容量系统。

[0027] SCM 140 基于系统性能需求而向逆变器中的每一者发布目标有功功率设定 (“P 命令”) 和目标无功功率设定 (“Q 命令”)。举例来说,在频率调节模式中,SCM 140 可响应于检测到配电网络上频率的下降而发布 P 命令以增加从能量存储器阵列传送到配电网络 150 的有功功率的量。

[0028] 此外,在电压调节模式中,SCM 140 可响应于检测到电压下降而发布 Q 命令以增加在能量存储器阵列与配电网络 150 之间传送的无功功率的量。此外,在 VAR 调节模式中,SCM 150 可响应于越限状况而发布 Q 命令以调整在能量存储器阵列与配电网络 150 之间传送的

无功功率的量。

[0029] SCM 140 还可视需要而发布 P 和 Q 命令以管理在断续电源 160 与电网 170 之间的互连点 (POI) 165 处传送的电力。举例来说, SCM 140 可在由断续电源输出的电力突然增加期间发布 P 命令以吸收由断续电源 160 产生的电力从而避免违反正变化率极限。类似地, SCM 140 可在由断续电源输出的电力突然下降时发布 P 命令以向配电网络 150 提供电力从而避免违反负变化率极限。

[0030] 在具有低易变性、低电力生产或减少的响应时间要求的时段期间, SCM 140 可通过向对应的电力转换系统发布待机控制命令而将电力转换系统中的一或多个者置于待机模式中。作为响应, 电力转换系统的控制逻辑停止送往逆变器的电力电子开关区的门控脉冲。电力转换系统的控制逻辑还配置电力转换系统, 使得绕过线路滤波器或线路滤波器的电容器组, 从而在电力电子开关与变压器之间留下未经滤波的电连接。

[0031] 在需要增加容量时, SCM 140 向处于待机模式的至少一个电力转换系统发布激活控制命令。响应于接收到激活控制命令, 处于待机模式的电力转换系统通过重新启动到电力电子开关区的门控脉冲且将线路滤波器带回到电力电子开关区与变压器之间的电路中而退出待机模式。那个电力转换系统随后恢复操作以供应所需容量和 / 或支持从待机模式激活额外系统。

[0032] 当线路滤波器被带回到电路中时, 其可在一段时间中从配电网络吸收或获得无功功率且潜在地对服务造成干扰或公用电网违反。为了避免干扰或违反, SCM 140 还向活动功率转换系统中的一或多个者发布 Q 命令。活动系统提供无功功率以补偿线路滤波器在所述时间段中从配电网络吸收或获得的无功功率。当线路滤波器达到稳定状态时, SCM 140 向活动功率转换系统发布另一 Q 命令以取消补偿性无功功率。

[0033] 在一些实施方案中, 将单个活动功率转换系统用于支持从待机模式激活多个系统。在由并行激活多个系统产生的无功功率通量超出单个系统的无功功率容量的情况下, SCM 140 可以错开方式再激活处于待机的系统, 例如当先前经激活系统的线路滤波器已达到稳定状态时激活另一系统。

[0034] 在一些实施方案中, SCM 140 可实施为与逆变器中的一者相关联的主控制器, 使得其它逆变器中的每一者作为从属组件操作。此外, 一些实施方案通过将控制器并入电力转换系统中的每一者中使得控制器中的任一者可作为主控制器操作来提供控制冗余。在其它实施方案中, 通过与逆变器中的每一者相关联的控制器 (例如使用分布式控制拓扑) 来提供 SCM 140 的功能。在一些实施方案中, SCM 140 包括限制器, 所述限制器用于防止逆变器在活动模式与待机模式之间太快地双态切换 (例如, 通过在已在指定时间范围内发生阈值数目个双态切换的情况下停止双态切换)。

[0035] 在一些实施方案中, 能量存储器阵列包含以串联、并联或串联 - 并联配置而耦合的多个电池。在其它实施方案中, 能量存储器阵列可包含例如电容器、飞轮、超导磁性材料或其组合。

[0036] 在一些实施方案中, 当平均电力输出在第一时间段中下降到第一阈值以下且平均方差在第二时间段中下降到第二阈值以下时, 系统控制模块经配置以起始去激活序列。在一些实例中, 第一阈值被设定成以每活动逆变器 66% 的利用率为目标。举例来说, 在包含 4 个大小相等的电力转换系统 / 能源对 (每一对是在 49.5% 容量下操作) 的电力管理系统

中,系统控制模块可针对 DPR 中的一者起始去激活序列,借此将其它三个 DPR 的利用率提高到 66%。可基于历史数据、地区性预报、再生性电力资源的最大变化率容量或此信息和 / 或其它信息的组合来配置第一时间段、第二时间段和 / 或第二阈值。

[0037] 在一些实施方案中,系统控制模块经配置以补偿配电网处归因于电力转换系统进入或退出待机模式的有效功率通量。举例来说,假设电力转换系统中的一者在待机模式中汲取更多有效功率例如以使一或多个电池保持处于恒定温度,从而导致配电网处的有效功率减少。系统控制模块可配置其它电力转换模块中的一或多个者以向电网提供补偿性有效功率通量从而补偿有效功率的减少。

[0038] 在一些实施方案中,系统控制模块经配置以补偿由使一或多个电力转换系统进入待机模式产生的无功功率通量。举例来说,在与配置电力转换系统以进入待机模式差不多同时,系统控制模块可配置一或多个其它电力转换系统以提供补偿性无功功率通量。

[0039] 图 2 是实例电力转换系统 200 的框图。所述电力转换系统可用于例如图 1 的电力管理系统 100 中。电力转换系统包含:电力电子开关 202,其经配置以将第一端子 212 处的直流电力转换到交流电力;以及线路滤波器 204,其经配置以对交流电力滤波并将经滤波的电力提供到第二端子 214。在一些实施方案中,电力电子开关还经配置以将第二端子处的交流电力转换成第一端子处的直流电力。

[0040] 电力转换系统包含控制器 206,所述控制器包含感测模块 208 和脉宽调制 (PWM) 模块。感测模块经配置以感测线路滤波器的输出,且 PWM 模块经配置以产生到电力电子开关的 PWM 控制信号。控制器可包含数字逻辑,所述数字逻辑用于实施一或多个逆变器功能,例如接收 P 和 Q 命令并配置电力电子开关以实施所述命令,以及接收命令以进入和退出待机模式。控制器可耦合到主控制器或其它逆变器控制器的网络。

[0041] 在一些实施方案中,通过以电流受控模式操作以产生三相正弦输出电流的三相正弦脉宽调制 (PWM) 逆变器来实施电力电子开关。逆变器可包含将绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 模块利用作为开关装置的半桥或全桥开关配置。线路滤波器通常为 LC 电路。在一些实施方案中,通过电抗器和电容器区来实施线路滤波器,以对归因于所应用的 PWM 控制技术由逆变器产生的高频谐波滤波。

[0042] 为调整从第一端子传送到第二端子的电力的量和频率,PWM 模块可向电力电子开关发送具有特定占空比的开关控制信号。经由任何 IGBT 开关所传送的电力的量是根据开关控制信号的占空比而变化的。并且,从线路滤波器传送的交流电力的频率是根据占空比而变化的。

[0043] 为设定占空比使得频率和功率匹配所要求的频率和功率,感测模块可测量来自于线路滤波器的反馈信号的频率。可替代地在变压器或变电所的输出端处捕获反馈信号。控制器将来自于反馈信号的此测量的交流电频率与基准频率相比较且随后按需要使传感器向 PWM 发送调整信号以便调整开关控制信号的占空比。

[0044] 可例如通过来自于外部控制器的命令来配置电力转换系统以进入待机模式。在待机模式中,例如通过一对开关 216 和 218 绕过线路滤波器,使得电力电子开关直接电连接到第二端子。替代地,在一些实施方案中,绕过线路滤波器的一或多个电容器。在一些实施方案中,不绕过线路滤波器且将一或多个其它电力转换系统用于补偿线路滤波器的无功功率通量。在待机模式中,PWM 模块停止将控制信号切换到电力电子开关。

[0045] 将电力转换系统配置处于待机模式可减少电力消耗,这是因为电力电子开关不再双态切换且线路滤波器没有放电。当电力转换系统退出待机模式而进入活动模式时,线路滤波器向第二端子呈现电抗。如果第二端子连接到电网,那么线路滤波器可在退出待机模式之后在一段时间中从电网吸收或获得无功功率。

[0046] 图 3 是由电力管理系统的控制系统执行的实例过程 300 的流程图 300。控制系统可为例如图 1 的系统控制模块 140,且电力管理系统可为例如图 1 的电力管理系统。

[0047] 控制系统将第一电力转换系统配置处于活动模式且将第二电力转换系统配置处于待机模式 (302)。每一电力转换系统耦合到相应能源,且每一电力转换系统经配置以向共同输出端提供电力。例如因为控制系统确定耦合到共同输出端的断续电源(例如,风电场)正提供稳定的电力量,所以控制系统可确定将第二电力转换系统配置处于待机模式。

[0048] 当第一电力转换系统以活动模式操作且第二电力转换系统以待机模式操作时,控制系统确定向共同输出端提供额外电力 (304)。举例来说,因为断续电源正提供减少量的电力,所以控制系统可确定提供额外电力。如果断续电源是风电场,那么控制系统可确定当前风速使一或多个风力涡轮机处在电力曲线上的某一点处,在所述点处相对较小的风速变化导致较大的电力输出变化。

[0049] 控制系统可确定激活处于待机模式的一或多个电力转换系统。举例来说,如果风速急剧减小,那么控制系统可确定激活一个以上电力转换系统以达到变化率控制。出于说明的目的,假设控制系统确定至少激活第二电力转换系统。

[0050] 控制系统配置第二电力转换系统以退出待机模式且配置第一电力转换系统以向输出端提供补偿性无功功率通量 (306)。当第二电力转换系统退出待机模式时,例如因为第二电力转换系统内的线路滤波器电学上暴露于输出端,所以第二电力转换系统向输出端提供无功功率通量。第一电力转换系统实质上同时提供补偿性无功功率通量,借此减轻输出端处因第二逆变器从待机模式转变到活动模式的寄生干扰。

[0051] 控制系统可预编程或配置有补偿性无功功率通量的幅度和持续时间(例如,200kVAR 历时 30 或 40ms)。因此,控制系统无需测量来自于第二电力转换系统的实际无功功率通量。

[0052] 如果控制系统正激活一或多个其它电力转换系统,那么控制系统可激活那些其它系统以退出待机模式,同时第一电力转换系统继续提供补偿性无功功率通量 (308)。举例来说,控制系统可一次一个地激活其它系统。如果其它系统提供具有与来自于第二电力转换系统的无功功率通量差不多相同的持续时间和幅度的无功功率通量,那么控制系统不必重配置第一控制系统。如果其它系统是不同的,那么控制系统可重配置第一控制系统。

[0053] 在第二电力转换系统和任何其它电力转换系统已稳定之后(例如,使得第二电力转换系统的线路滤波器不再吸收无功功率),控制系统取消来自于第一电力转换系统的补偿性无功功率通量 (310)。

[0054] 在一些实施方案中,控制系统可实质上同时激活两个或两个以上电力转换系统。如果活动系统能够供应实质上等于所激活的电力转换系统的无功功率通量的补偿性无功功率通量。那么控制系统可配置那个活动系统以提供那种补偿性无功功率通量。

[0055] 如果两个或两个以上活动系统能够供应补偿性无功功率通量,那么控制系统可配置那些活动系统以提供所述补偿性无功功率通量。以此方式,控制系统可相对快速地激活

两个或两个以上电力转换系统。图 4 到图 6 中说明不同激活序列。

[0056] 图 4 绘示说明实例情境的三个图表 610、620 和 630，其中两个电力转换系统是以并行激活序列而被激活。每一图表说明对应的电力转换系统的无功功率输出随时间的变化。

[0057] 在时间 t_0 ，电力转换系统 1 处于活动模式，且电力转换系统 2 和电力转换系统 3 处于待机模式。在时间 t_1 ，控制系统确定两个额外电力转换系统对满足需求是必需的。在时间 t_2 ，控制系统向电力转换系统 1 发布 Q 命令以提供补偿性无功功率通量。控制系统还向电力转换系统 2 和电力转换系统 3 发布激活控制命令。补偿性无功功率通量的量值实质上等于来自于电力转换系统 2 和 3 的无功功率通量的量值的总和。在时间 t_3 ，电力转换系统 2 和 3 的线路滤波器稳定，且控制系统取消来自于电力转换系统 1 的补偿性无功功率通量。

[0058] 图 5 绘示说明实例情境的三个图表 510、520 和 530，其中两个电力转换系统是以连续激活序列而被激活。每一图表说明对应的电力转换系统的无功功率输出随时间的变化。

[0059] 在时间 t_0 ，电力转换系统 1 处于活动模式，电力转换系统 2 和 3 处于待机模式。在时间 t_1 ，控制系统确定两个额外电力转换系统对满足需求是必需的。在时间 t_2 ，控制系统向电力转换系统 1 发布 Q 命令以提供补偿性无功功率通量。控制系统还向电力转换系统 2 发布激活控制命令。在时间 t_3 ，电力转换系统 2 对无功功率的汲取停止且控制系统向电力转换系统 3 发布激活命令。在时间 t_4 ，电力转换系统 3 对无功功率的汲取停止且控制系统取消来自于电力转换系统 1 的补偿性无功功率通量。

[0060] 图 6 绘示说明实例情境的三个图表 610、620 和 630，其中两个电力转换系统是以组合激活序列而被激活。每一图表说明对应的电力转换系统的无功功率输出随时间的变化。

[0061] 在时间 t_0 ，电力转换系统 1 处于活动模式，而其它电力转换系统处于待机。在时间 t_1 ，控制系统确定两个额外电力转换系统对满足需求是必需的。在时间 t_2 ，控制系统配置电力转换系统 1 以退出待机模式且配置电力转换系统 1 以提供补偿性无功功率通量。在时间 t_3 ，电力转换系统 2 的线路滤波器稳定。控制系统配置电力转换系统 3 和 4 以退出待机模式且配置电力转换系统 1 和 2 中的每一者以提供相应补偿性无功功率通量。在时间 t_4 ，电力转换系统 3 和 4 的线路滤波器稳定。控制系统取消电力转换系统 1 和 2 的补偿性无功功率通量。

[0062] 图 7 是由电力管理系统的控制系统执行的实例过程 700 的流程图。在此实例中，电力管理系统包含可至少以待机模式和活动模式操作的两个或两个以上电力转换系统。在待机模式中，电力转换系统停止门控电力电子电路，且线路滤波器或所述线路滤波器的一或多个电容器保持暴露于电力管理系统的输出端。

[0063] 控制系统将第一电力转换系统和第二电力转换系统配置处于活动模式 (702)。两个系统都向输出端提供电力。控制系统随后确定通过使电力转换系统中的一者进入待机模式来减少输出端处的总电力 (704)。举例来说，控制系统可确定风电场处的风速正减小。

[0064] 控制系统配置第二电力转换系统以进入待机模式 (706)。第二电力转换系统的线路滤波器保持暴露于输出端，且因此在输出端处提供无功功率通量。控制系统配置第一电力转换系统以向输出端提供补偿性无功功率通量。此防止归因于第二电力转换系统进入待机模式而在输出端处实质上出现净无功功率通量。

[0065] 控制系统随后确定增加到输出端的电力 (708)。举例来说，控制系统可确定风电场处的风速正减小。控制系统配置第二电力转换系统以退出待机模式且取消来自于第一控制

系统的补偿性无功功率通量 (710)。

[0066] 本说明书中所描述的标的物 and 操作的实施例可实施在数字电子电路中,或实施在包含本说明书中所公开的结构及其结构等效物的计算机软件、固件或硬件或者以上各者中的一或多者的组合中。本说明书中所描述的标的物的实施例可实施为编码于计算机存储媒体上以供数据处理设备执行或控制数据处理设备的操作的一或多个计算机程序,例如,计算机程序指令的一或多个模块。替代地或另外,程序指令可编码于人工产生的传播信号上,例如经产生以编码信息从而传输到合适的接收器设备以供数据处理设备执行的机器产生的电、光学或电磁信号。计算机存储媒体可为以下各者或可被包含于以下各者中:计算机可读存储装置、计算机可读存储衬底、随机或串行存取存储器阵列或装置,或以上各者中的一或多者的组合。此外,虽然计算机存储媒体不是传播信号,但计算机存储媒体可为编码于人工产生的传播信号中的计算机程序指令的来源或目的地。计算机存储媒体还可为以下各者或还可被包含于以下各者中:一或多个独立实体组件或媒体(例如,多个 CD、磁盘或其它存储装置)。

[0067] 本说明书中所描述的操作可实施为由数据处理设备对存储在一或多个计算机可读存储装置上或从其它来源接收到的数据所执行的操作。

[0068] 术语“数据处理设备”涵盖用于处理数据的所有种类的设备、装置和机器,包含通过举例的方式可编程处理器、计算机、系统单芯片或前述各者中的多者或组合。设备可包含例如 FPGA(现场可编程门阵列)或 ASIC(专用集成电路)的专用逻辑电路。除硬件之外,设备还可包含产生所讨论的计算机程序的执行环境的代码,例如构成处理器固件、协议堆栈、数据库管理系统、操作系统、跨平台运行时间环境或以上各者中的一或多者的组合的代码。

[0069] 可通过一或多个可编程处理器来执行本说明书中所描述的过程和逻辑流,所述一或多个可编程处理器执行一或多个计算机程序(也称为程序、软件、软件应用程序、脚本或代码)以通过对输入数据操作和产生输出来执行动作。还可通过例如 FPGA(现场可编程门阵列)或 ASIC(专用集成电路)的专用逻辑电路来执行过程和逻辑流,且设备也可实施为例如 FPGA(现场可编程门阵列)或 ASIC(专用集成电路)的专用逻辑电路。

[0070] 虽然本说明书含有许多特定实施细节,但这些细节不应解释为限制任何发明的范围或可被主张的事物的范围,而是应解释为特定于特定发明的特定实施例的特征的描述。本说明书中在独立实施例的上下文中所描述的某些特征还可以组合的形式实施在单个实施例中。相反地,在单个实施例的上下文中所描述的各种特征还可单独地或以任何合适的子组合实施在多个实施例中。此外,尽管上文可将特征描述为以某些组合起作用且甚至最初如此主张,但在一些情况下,可将来自于所主张的组合的一或多个特征从组合中删除,且所主张的组合可针对子组合或子组合的变化。

[0071] 类似地,虽然在图式中按特定次序描绘操作,但此情形不应被理解为了达成合乎需要的结果,要求按所绘示的特定次序或按顺序次序执行这些操作,或要求执行所有所说明的操作。在某些情况下,多任务处理和并行处理可为有利的。此外,上文所描述的实施例中的各种系统组件的分离不应被理解为在所有实施例中都要求此类分离,且应理解,所描述的程序组件和系统一般来说可一起集成在单个软件产品中或封装到多个软件产品中。

[0072] 因此,已描述标的物的特定实施例。其它实施例是在所附权利要求书的范围内。在一些情况下,权利要求书中所叙述的动作可以不同次序来执行且仍达成合乎需要的结

果。另外,附图中所描绘的过程未必需要所绘示的特定次序或顺序次序以达成合乎需要的结果。在某些实施方案中,多任务处理和并行处理可为有利的。

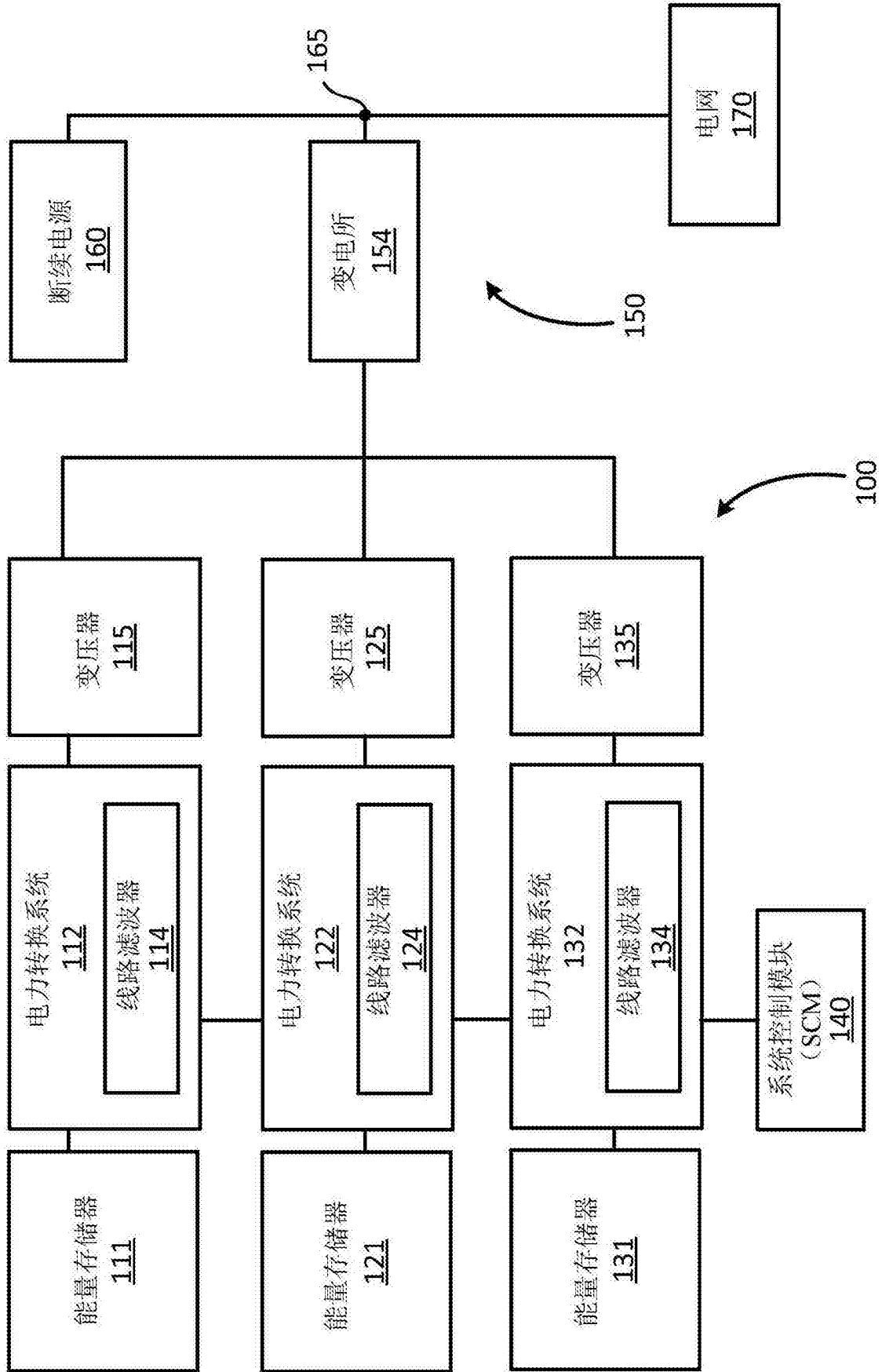


图 1

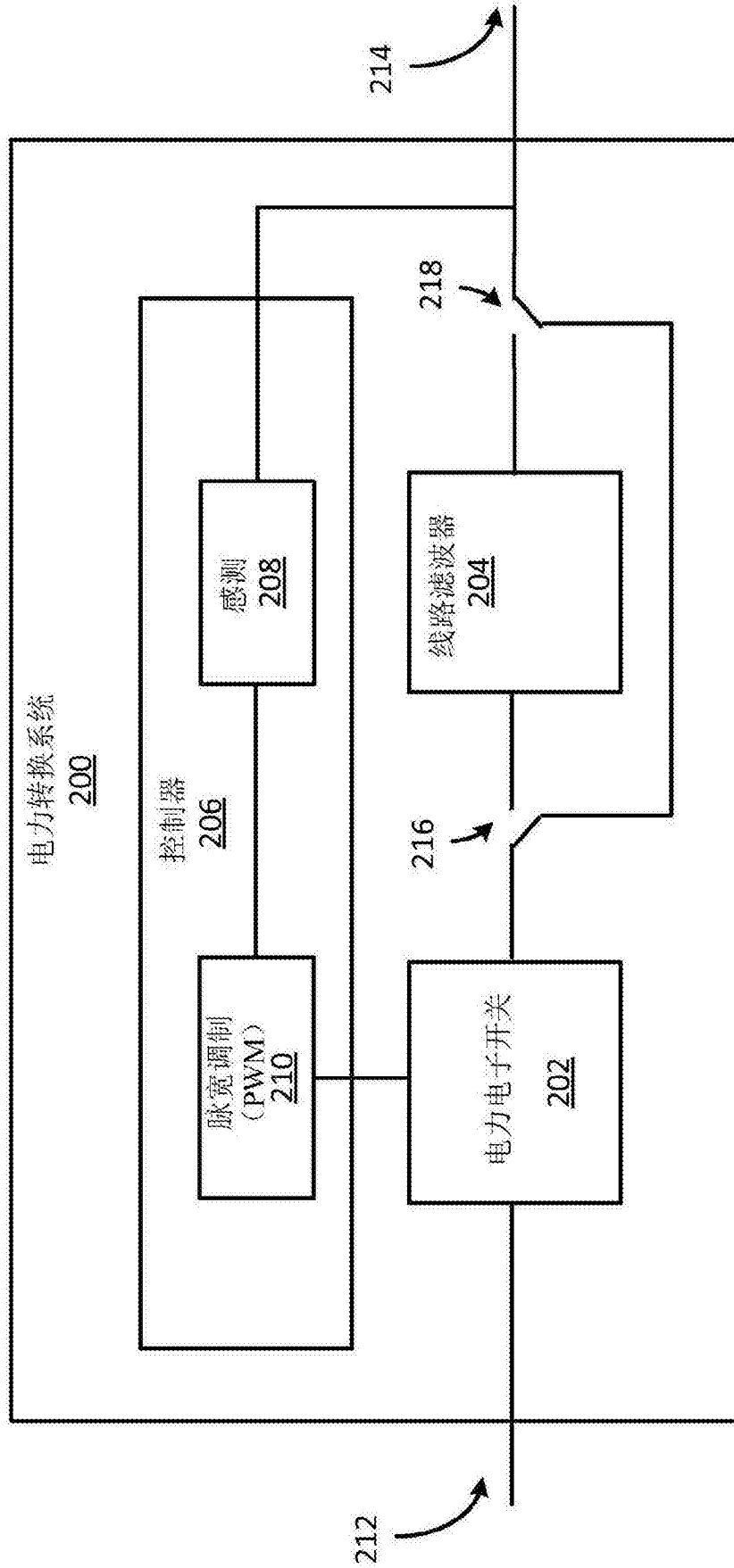


图 2

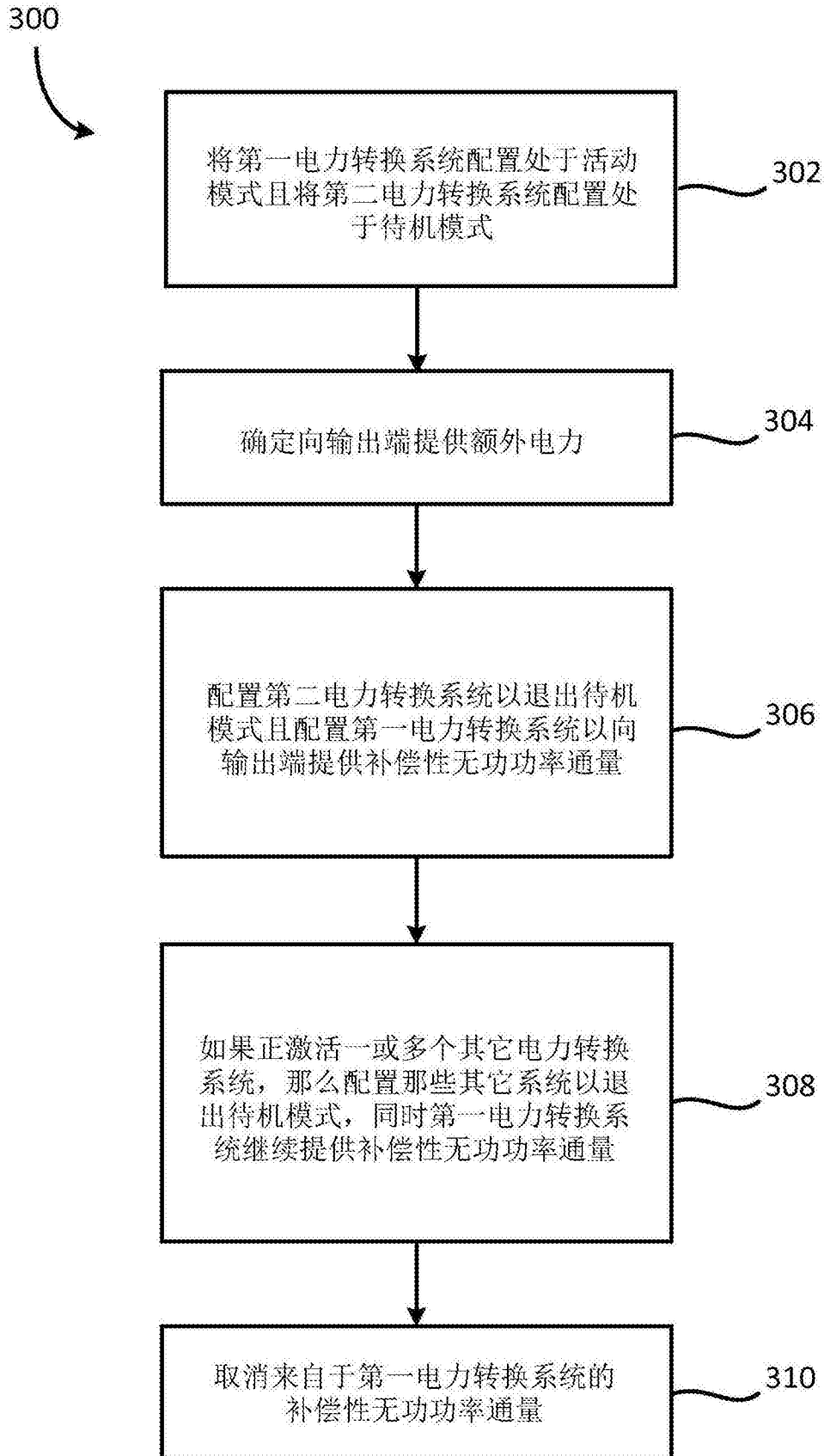


图 3

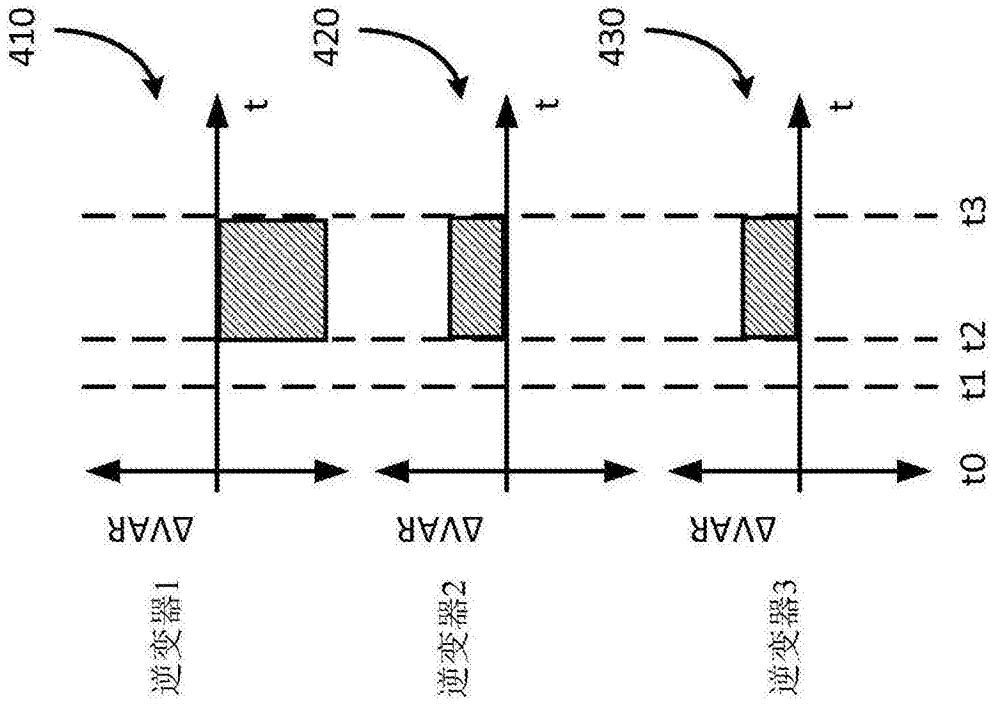


图 4

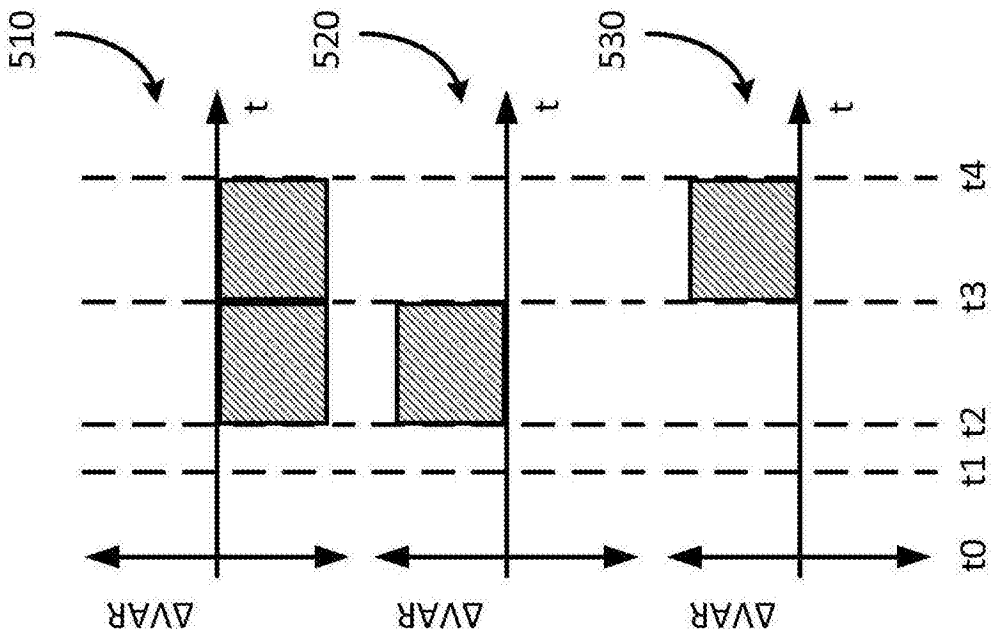


图 5

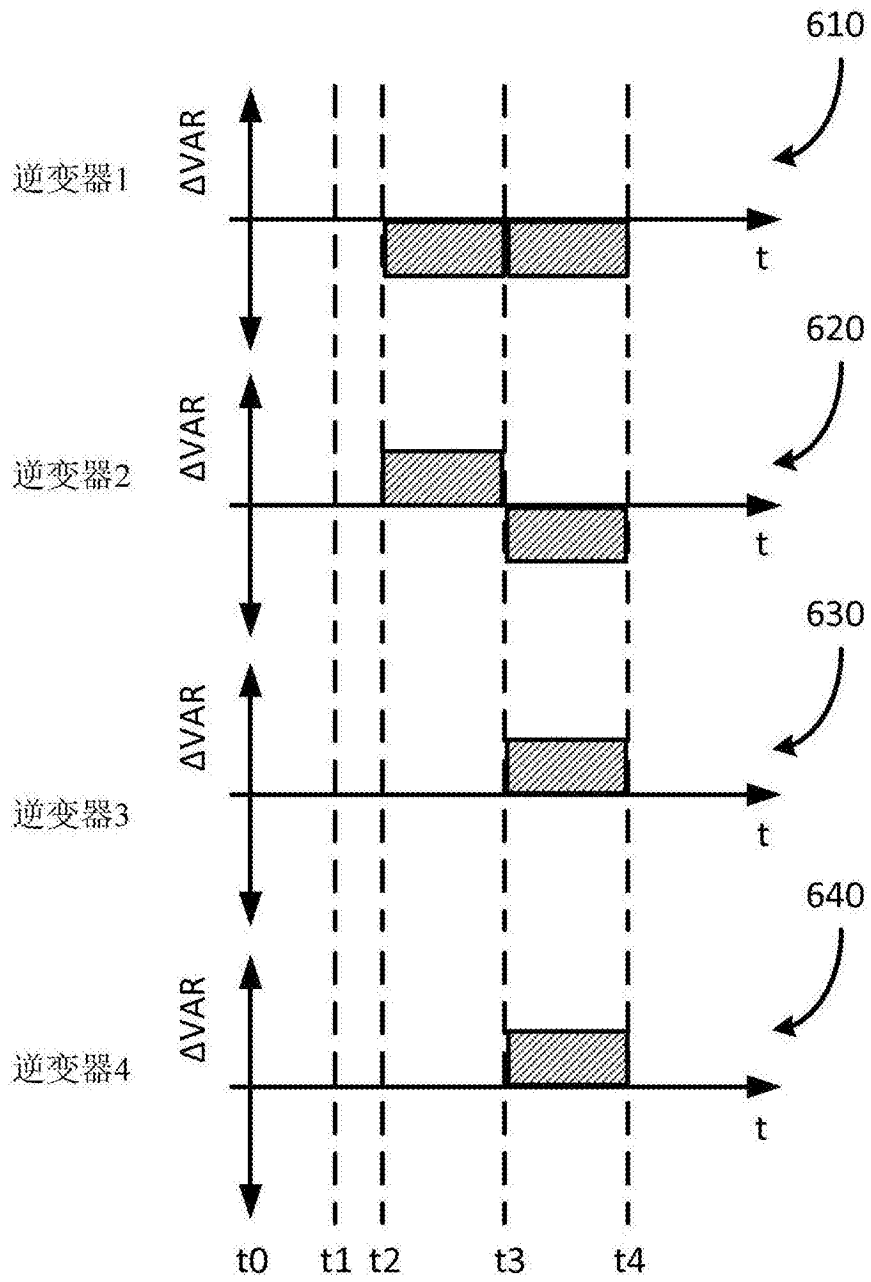


图 6

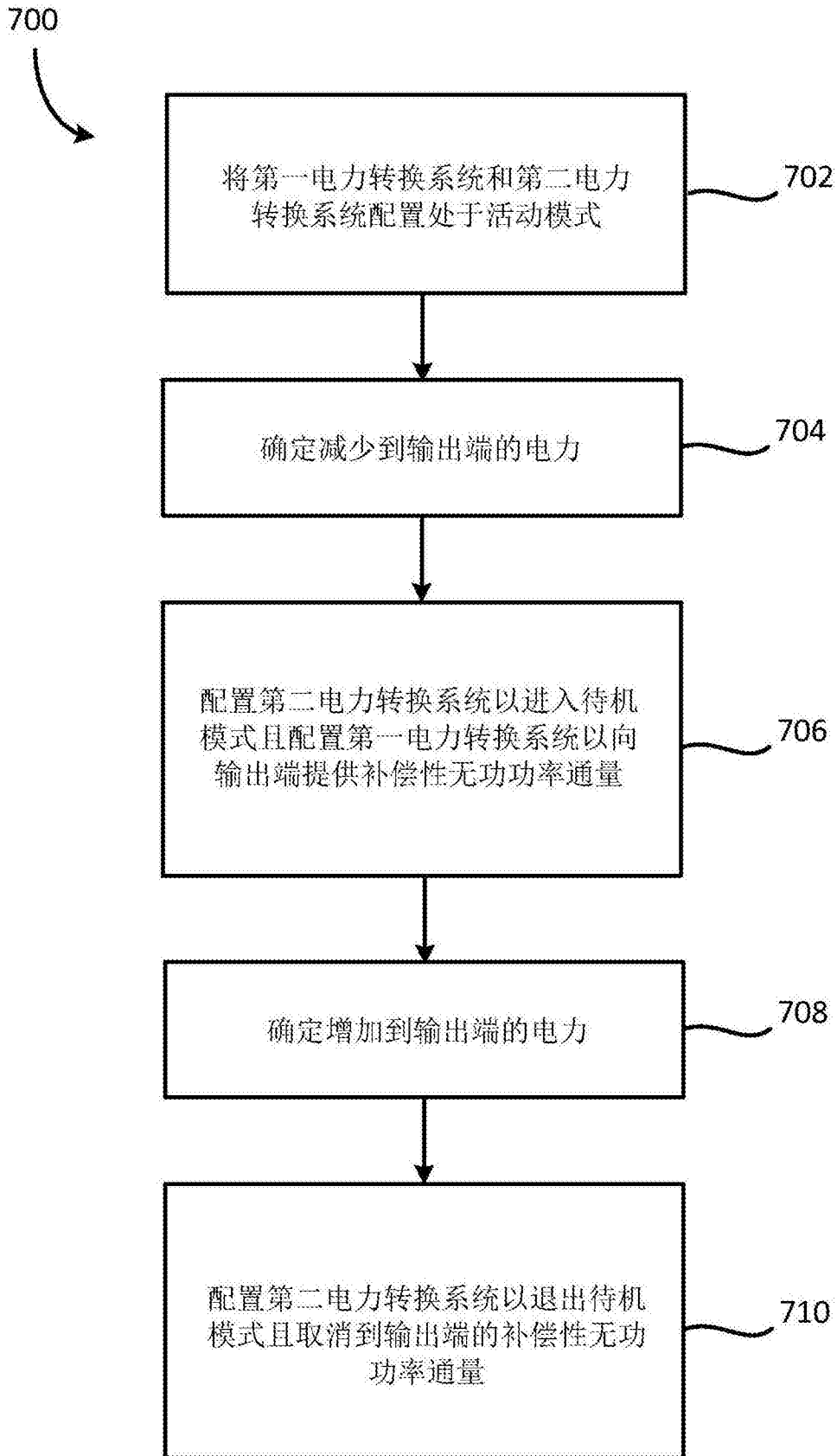


图 7