



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108242819 B

(45) 授权公告日 2021.01.22

(21) 申请号 201611217583.9

(22) 申请日 2016.12.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108242819 A

(43) 申请公布日 2018.07.03

(73) 专利权人 北京金风科创风电设备有限公司
地址 100176 北京市大兴区北京经济技术
开发区康定街19号

(72) 发明人 叶楠 张毅 乔元

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 臧静

(51) Int. Cl.

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 202435050 U, 2012.09.12

CN 104333037 A, 2015.02.04

CN 102510092 A, 2012.06.20

CN 103094926 A, 2013.05.08

CN 104600742 A, 2015.05.06

JP 2015080378 A, 2015.04.23

江全元等. 储能技术辅助风电并网控制的应用综述.《电网技术》.2015,第39卷(第12期),

审查员 陈晓宇

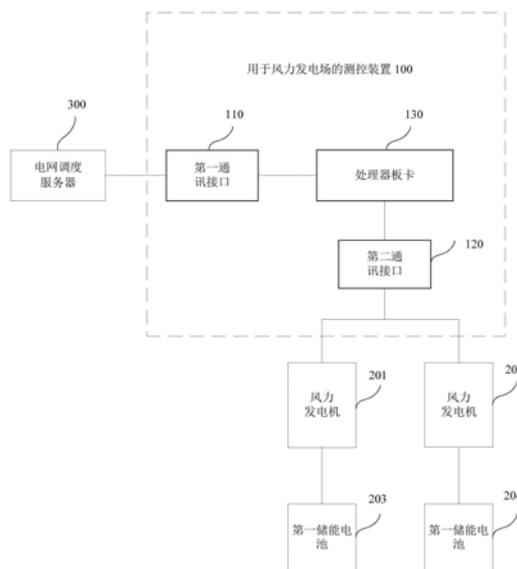
权利要求书3页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

用于风力发电场的测控装置、系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于风力发电场的测控装置、系统和方法。该装置包括：第一通讯接口、第二通讯接口和处理器板卡，处理器板卡分别与第一通讯接口和第二通讯接口连接；处理器板卡通过第一通讯接口接收电网调度服务器下发的调频指令，通过第二通讯接口接收风力发电机的运行信息，并基于风力发电机的运行信息，计算风力发电机在未投入第一储能电池条件下的第一调频能力，当风力发电机的第一调频能力满足调频指令时，为风力发电机发送调频指令，并不启动第一储能电池。本实施例可以在风速满足调频要求时，利用风力发电机自身的调频能力，输出持续且稳定的电压，就可以圆满完成调频任务，不仅可以提高调频的可靠性，还可以节约电池能源。



1. 一种用于风力发电场的测控装置,所述风力发电场包括:风力发电机、设置在所述风力发电机直流母线侧的第一储能电池、设置在所述风力发电场内的第二储能电池和无功补偿装置,所述风力发电机的数量为多个,所述第一储能电池用于单个所述风力发电机,其特征在于,所述测控装置包括:

第一通讯接口、第二通讯接口和处理器板卡,其中,

所述第一通讯接口与电网调度服务器连接,所述第二通讯接口与风力发电机连接,所述处理器板卡分别与所述第一通讯接口和所述第二通讯接口连接;

所述处理器板卡通过所述第一通讯接口接收所述电网调度服务器下发的调频指令,通过所述第二通讯接口接收所述风力发电机的运行信息,并基于所述风力发电机的运行信息,计算所述风力发电机在未投入第一储能电池条件下的第一调频能力,当所述风力发电机的第一调频能力满足所述调频指令时,为所述风力发电机发送所述调频指令,并不启动所述第一储能电池;

其中,所述处理器板卡包括:ARM模块和DSP模块;

对于暂态响应,通过DSP的计算单元和快速的开出命令调节风电场内设备,完成电网调度服务器的调度命令;

对于稳态响应,通过ARM的计算单元给出电压稳定策略和调频策略;

其中,通过ARM模块和DSP模块配合,所述测控装置的响应速度为,对电网的稳态响应时间 $<6S$,对电网电压和电流的暂态响应时间 $<30ms$,对电网频率的暂态响应时间 $<100ms$,从而在风电场参与二次调频时,保证调频任务的精度。

2. 根据权利要求1所述的测控装置,其特征在于,

当所述第一调频能力不能满足所述调频指令要求时,所述处理器板卡还进一步计算投入所述第一储能电池条件下的风力发电机的第二调频能力,并判断所述第二调频能力是否能满足所述调频指令的要求;

当所述第二调频能力满足所述调频指令的要求时,所述处理器板卡还向所述风力发电机发送所述调频指令,并且启动所述第一储能电池。

3. 根据权利要求2所述的测控装置,其特征在于,

当所述第二调频能力不满足所述调频指令的要求时,所述处理器板卡还启动所述第二储能电池和所述第一储能电池,并向所述风力发电机发送所述调频指令。

4. 根据权利要求1所述的测控装置,其特征在于,还包括:

所述处理器板卡还通过所述第一通讯接口接收有功需求指令,当所述第一调频能力满足所述有功需求指令时,为所述风力发电机发送所述有功需求指令。

5. 根据权利要求4所述的测控装置,其特征在于,还包括:

分别与所述处理器板卡和所述无功补偿装置连接的第三通讯接口,其中,

所述处理器板卡还通过所述第一通讯接口接收无功需求指令,通过所述第三通讯接口获取所述无功补偿装置的运行信息,并基于所述无功补偿装置的运行信息,计算所述无功补偿装置的能力信息,当所述无功补偿装置的能力信息满足所述无功需求指令时,为所述无功补偿装置发送所述无功需求指令。

6. 根据权利要求5所述的测控装置,其特征在于,还包括:

与所述处理器板卡连接的交流模拟量板卡,所述交流模拟量板卡采集所述风力发电场

的主变压器高压侧和主变压器低压侧的电压和电流信息,并将所采集的电压和电流信息发送给所述处理器板卡。

7. 根据权利要求6所述的测控装置,其特征在于,还包括:

与所述处理器板卡连接的直流模拟量板卡,所述直流模拟量板卡采集所述风力发电场内的设备的直流模拟量信息,并将所采集的直流模拟量信息发送给所述处理器板卡。

8. 根据权利要求7所述的测控装置,其特征在于,还包括:

与所述处理器板卡连接的开入板卡,所述开入板卡采集所述风力发电场内设备的开关状态信息,并将所采集的开关状态信息发送给所述处理器板卡。

9. 根据权利要求8所述的测控装置,其特征在于,还包括:

与所述处理器板卡连接的开出板卡,所述开出板卡接收所述处理器板卡的开出信息,并将所述开出信息发送给所述风力发电场内的设备。

10. 根据权利要求1-9中任意一项所述的测控装置,其特征在于,还包括:

与所述处理器板卡连接的前面板,所述前面板显示对所述风力发电场进行测控的测控信息。

11. 根据权利要求10所述的测控装置,其特征在于,还包括:

分别与所述处理器板卡、所述前面板和所述风力发电场直流电源屏柜连接的电源。

12. 根据权利要求9所述的测控装置,其特征在于,所述ARM模块分别与所述第一通讯接口、所述第二通讯接口和所述DSP模块连接,所述DSP模块分别与所述第三通讯接口、所述交流模拟量板卡、所述直流模拟量板卡、所述开入板卡和所述开出板卡连接,所述ARM模块和所述DSP模块之间采用通信总线连接;

所述ARM模块与所述电网调度服务器、所述风力发电机、所述无功补偿装置和所述DSP模块进行信息交互,发送所述调频指令、所述有功需求指令、所述无功需求指令、以及启动所述第一储能电池和所述第二储能电池的指令;

所述DSP模块基于所述调频指令、所述有功需求指令、所述无功需求指令、以及启动所述第一储能电池和所述第二储能电池的指令,向所述风力发电机、所述无功补偿装置和所述第一储能电池和所述第二储能电池发出开出命令。

13. 一种用于风力发电机的测控系统,其特征在于,包括:

根据权利要求1-12中任意一项所述的用于风力发电场的测控装置。

14. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于,还包括以下项中的至少一种:

风力发电机、设置在所述风力发电机直流母线侧的第一储能电池、设置在所述风力发电场的第二储能电池和无功补偿装置。

15. 一种用于风力发电场的测控方法,所述风力发电场包括:风力发电机、设置在所述风力发电机直流母线侧的第一储能电池、设置在所述风力发电场内的第二储能电池和无功补偿装置,所述风力发电机的数量为多个,所述第一储能电池用于单个所述风力发电机,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

接收调频指令;

接收风力发电场的当前风速信息;

对于暂态响应,通过DSP的计算单元和快速的开出命令调节风电场内设备,完成电网调度服务器的调度命令,对于稳态响应,通过ARM的计算单元给出电压稳定策略和调频策略;

其中,通过ARM模块和DSP模块配合响应速度为,对电网的稳态响应时间 $<6S$,对电网电压和电流的暂态响应时间 $<30ms$,对电网频率的暂态响应时间 $<100ms$,以便于风电场参与二次调频时保证调频任务精度;

基于所述当前风速信息,计算未投入所述第一储能电池的条件下的所述风力发电机的第一调频能力,并判断所述第一调频能力是否能满足所述调频指令的要求;

当所述第一调频能力满足所述调频指令的要求时,向所述风力发电机发送所述调频指令,并且不启动所述第一储能电池。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,还包括以下步骤:

当所述第一调频能力不能满足所述调频指令要求时,进一步计算投入所述第一储能电池条件下的所述风力发电机的第二调频能力,并判断所述第二调频能力是否能满足所述调频指令的要求;

当所述第二调频能力满足所述调频指令的要求时,向所述风力发电机发送所述调频指令,并且启动所述第一储能电池。

17. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,还包括以下步骤:

当所述第二调频能力不满足所述调频指令的要求时,启动所述第二储能电池和所述第一储能电池,并向所述风力发电机发送所述调频指令。

18. 根据权利要求15-17中任意一项所述的方法,其特征在于,还包括以下步骤:

接收功率需求指令,所述功率需求指令包括:有功功率需求指令和无功功率需求指令;

基于所述当前风速信息,计算各个风力发电机的做功能力值;

基于所述功率需求指令和各个风力发电机的做功能力值,计算各个风力发电机需完成的有功功率和/或无功功率,并向各个风力发电机发出按所述需完成的有功功率和/或无功功率进行做功的指示。

19. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,还包括以下步骤:

连续采集所述风力发电机做功所产生的交流电的波形中的多个向量的虚部值;

将所述多个向量的虚部值分别与零值比较,获取至少两组比较值,所述至少两组比较值均包括:虚部值大于零值和小于零值的两个相邻向量;

获取所述两组比较值中的至少四个向量所对应的时间;

基于所述至少四个向量所对应的时间,计算所述交流电至少两次过零时间;

基于所述交流电至少两次过零时间,计算所述交流电的频率。

20. 根据权利要求15-17中任意一项所述的方法,其特征在于,所述方法应用于虚拟同步发电机。

用于风力发电场的测控装置、系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力控制技术领域,尤其涉及一种用于风力发电场的测控装置、系统和方法。

背景技术

[0002] 随着社会经济的发展,电力资源已经成为人们生活的必需品。用于提供电力资源的发电方式除了传统的火力发电和水力发电等方式之外,还存在新兴的风力发电和核发电等方式。由于风力发电具有清洁、可再生、不破坏地理环境等优点,受到了人们的广泛关注。

[0003] 现有的风力发电的测控方法主要采用传统的火力发电的控制方式。由于风力的不稳定特性,导致风电场内的风力发电机输出的电压不稳定。此外,由于各个风力发电机在风电场内的位置是分布式布置的,这些风力发电机的所发的电能是不同步的。为了提升电网对分布式的风力电能的接纳能力,人们尝试采用虚拟同步发电机将分布式的风力电能进行同步。由于虚拟同步发电机需要严格的持续、稳定的电压,所以虚拟同步发电机同步的效果并不理想。

[0004] 现有的用于风电场的发电机及虚拟同步发电机无法提供持续、稳定的电压,无法有效完成调频任务以及做功的任务。

发明内容

[0005] 鉴于以上所述的一个或多个问题,本发明实施例提供了一种用于风力发电场的测控装置、系统和方法。

[0006] 一方面,提供了一种用于风力发电场的测控装置,风力发电场包括:风力发电机、设置在风力发电机直流母线侧的第一储能电池、设置在风力发电场内的第二储能电池和无功补偿装置,其特征在于,装置包括:

[0007] 第一通讯接口、第二通讯接口和处理器板卡,其中,

[0008] 第一通讯接口用于与电网调度服务器连接,第二通讯接口用于与风力发电机连接,处理器板卡分别与第一通讯接口和第二通讯接口连接;

[0009] 处理器板卡通过第一通讯接口接收电网调度服务器下发的调频指令,通过第二通讯接口接收风力发电机的运行信息,并基于风力发电机的运行信息,计算风力发电机在未投入第一储能电池条件下的第一调频能力,当风力发电机的第一调频能力满足调频指令时,为风力发电机发送调频指令,并不启动第一储能电池。

[0010] 另一方面,提供了一种用于风力发电场的测控系统,包括:

[0011] 上述的用于风力发电场的测控装置。

[0012] 另一方面,提供了一种用于风力发电场的测控方法,风力发电场包括:风力发电机、设置在风力发电机直流母线侧的第一储能电池、设置在风力发电场内的第二储能电池和无功补偿装置,该方法包括:

[0013] 接收调频指令;

[0014] 接收风力发电场的当前风速信息；

[0015] 基于当前风速信息，计算未投入第一储能电池的条件下的风力发电机的第一调频能力，并判断第一调频能力是否能满足调频指令的要求；

[0016] 当第一调频能力满足调频指令的要求时，直接向风力发电机发送调频指令，并且不启第一动储能电池。

[0017] 本实施例通过第一通讯接口接收电网调度服务器下发的调频指令，通过第二通讯接口接收风力发电机的运行信息，并基于风力发电机的运行信息，计算风力发电机在未投入第一储能电池条件下的第一调频能力，当风力发电机的第一调频能力满足调频指令时，为风力发电机发送调频指令，并不启动第一储能电池，使得在风速变化但可以满足调频要求的情况下，仅利用风力发电机自身的调频能力，输出持续且稳定的电压，而不启动电池就可以圆满完成调频任务，不仅可以提高调频的可靠性，还可以节约电池能源。

[0018] 本发明的实施例的测控装置和系统能够稳定、高效工作，保证测控精度与时间满足虚拟同步发电机的要求，从而匹配传统发电机的外特性，使风电场整场的发电情况与传统火力发电机组靠拢，达到国家对新能源并网的要求，在新能源占比不断增加的情况下，使电网也能稳定运行。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对本发明实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述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是本发明一实施例的用于风力发电场的测控系统的结构示意图。

[0021] 图2是本发明一实施例的用于风力发电场的测控装置的结构示意图。

[0022] 图3是本发明一个或者多个实施例的用于风力发电场的测控装置的结构示意图。

[0023] 图4是本发明一个或者多个实施例的用于风力发电场的测控装置的结构示意图。

[0024] 图5是本发明一实施例的用于风力发电场的测控方法的流程示意图。

[0025] 图6是本发明另一实施例的用于风力发电场的测控方法的流程示意图。

[0026] 图7是本发明一实施例的对交流电的频率进行测量的流程示意图。

[0027] 图8是图7中交流电的波形示意图。

具体实施方式

[0028] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。本领域技术人员应能理解，在权利要求书中，术语“包括”并不排除其他装置或步骤；不定冠词“一个”不排除多个；术语“第一”、“第二”用于标示名称而非用于表示任何特定的顺序。

[0029] 另外，需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合，步骤顺序可以相互调整。为了描述简洁，各个实施例中相同或者相似的内容将不再赘述，本申请中的各个实施例可以相互参考引用。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0030] 图1是本发明一实施例的用于风力发电机的测控系统的结构示意图。

[0031] 如图1所示,用于风力发电机的测控系统1000可以包括:用于风力发电机的测控装置100和风电场设备200。其中,用于风力发电场的测控装置100可以与该系统1000外部的电网调度服务器300交互潮流信息,从而完成电网调度服务器300下发的调频任务(或指令)或者做功任务。其中,电网调度服务器300可以对电网调度自动化系统及电力营销系统进行监控和调度。通常,每个省都会设立一个电网调度服务器300。各省的电网调度服务器300与省内的各个发电场进行电力信息交互,向各个发电场下发调频或者做功等任务。

[0032] 风电场设备200可以包括:风力发电机201和202(各台风力发电机可以通过汇集电路连接);分别设置在风力发电机201和202直流母线侧的第一储能电池203和204;无功补偿装置205和第二储能电池206。

[0033] 其中,第一储能电池203可以用于单个风力发电机。第二储能电池206可以用于整个风力发电场。通常第二储能电池206是大型储能电池,其容量要远远大于第一储能电池203。无功补偿装置205例如可以是SVC(Static Var Compensator,静止型无功补偿装置)和SVG(Static Var Generator,静止型动态无功补偿装置)等。

[0034] 可以理解,上述系统内的数量是示意性的,具有可以根据实际需要进行数量调整,还可以在该系统1000内增加或者减少一些硬件设备。例如,该系统1000可以仅包括用于风力发电机的测控装置100。又例如,该系统1000还可以包括用于风力发电机的辅助设备等。其中,辅助设备可以包括电缆、交换机、保护设备等。下面各实施例均可以应用于本系统。为了描述简洁,各实施例可以相互参考和引用,相同或者相似是内容不再赘述。

[0035] 图2是本发明一实施例的用于风力发电场的测控装置的结构示意图。

[0036] 参考图1和图2,风力发电场可以包括:风力发电机201和202;设置在风力发电机201和202直流母线侧的第一储能电池203和204;以及无功补偿装置205和第二储能电池206等。

[0037] 该装置100可以包括:第一通讯接口110、第二通讯接口120和处理器板卡130。其中,第一通讯接口110和第二通讯接口120可以是以太网接口。处理器板卡130可以是CPU板卡。

[0038] 第一通讯接口110用于与电网调度服务器300连接,第二通讯接口120用于与风力发电机201和202连接,处理器板卡130分别与第一通讯接口110和第二通讯接口120连接。

[0039] 处理器板卡130通过第一通讯接口110接收电网调度服务器300下发的调频指令,通过第二通讯接口120接收风力发电机201和202的运行信息,并基于风力发电机201和202的运行信息,计算风力发电机201和202在未投入第一储能电池203和204条件下的第一调频能力,当风力发电机201和202的第一调频能力满足所述调频指令时,为风力发电机201和202发送调频指令,并不启动第一储能电池203和204。

[0040] 本实施例适用于风力发电场风力较大的情况,此时风力发电机的调频能力较大。本实施例通过第一通讯接口接收电网调度服务器下发的调频指令,通过第二通讯接口接收风力发电机的运行信息,并基于风力发电机的运行信息,计算风力发电机在未投入第一储能电池条件下的第一调频能力,当风力发电机的第一调频能力满足调频指令时,为风力发电机发送调频指令,并不启动第一储能电池,使得在风速变化但可以满足调频要求的情况下,仅利用风力发电机自身的调频能力,输出持续且稳定的电压,而不启动电池就可以圆满

完成调频任务,不仅可以提高调频的可靠性,还可以节约电池能源。

[0041] 在一些实施例中,当第一调频能力不能满足调频指令要求时,处理器板卡130还进一步计算投入第一储能电池203和204条件下的风力发电机201和202的第二调频能力,并判断第二调频能力是否能满足调频指令的要求;当第二调频能力满足调频指令的要求时,向风力发电机201和202发送调频指令,并且启动第一储能电池203和204。

[0042] 本实施例适用于风力发电场风力一般的情况,此时风力发电机的调频能力无法独自完成调频任务,此时可以通过启动第一储能电池来协助完成任务。

[0043] 在一些实施例中,当第二调频能力不满足调频指令的要求时,处理器板卡130还启动第二储能电池206和第一储能电池203和204,并向风力发电机201和202发送调频指令。

[0044] 本实施例适用于风力发电场风力较小的情况,此时风力发电机和第一储能电池一起也无法完成调频任务,此时可以通过启动第二储能电池来协助完成任务。

[0045] 图3是本发明一个或者多个实施例的用于风力发电场的测控装置的结构示意图。

[0046] 图3所示实施例是在图2所示实施例的基础上增加了:第三通讯接口140。该第三通讯接口140与无功补偿装置205连接。另外,第二通讯接口120与第二储能电池206连接。

[0047] 在一些实施例中,处理器板卡130还通过第一通讯接口110接收有功功率需求指令,当第一调频能力满足有功功率需求指令时,为风力发电机201和202发送有功需求指令。

[0048] 在一些实施例中,处理器板卡130还通过第一通讯接口110接收无功需求指令,通过第三通讯接口140获取无功补偿装置的运行信息,并基于无功补偿装置的运行信息,计算无功补偿装置的能力信息,当所无功补偿装置的能力信息满足无功需求指令时,为无功补偿装置发送无功需求指令。

[0049] 图4是本发明一个或者多个实施例的用于风力发电场的测控装置的结构示意图。

[0050] 图4与图3的区别在于,在图3的基础上增加了:交流模拟量板卡150、直流模拟量板卡160、开入板卡170、开出板卡180、电源190和前面板1100。处理器板卡130包括:ARM (Advanced RISC Machines,微处理器)模块131和DSP (Digital Signal Processing,数字信号处理)模块132。

[0051] 其中,ARM模块131分别与第一通讯接口110、第二通讯接口120和DSP模块连接132。DSP模块132分别与第三通讯接口140、交流模拟量板卡150、直流模拟量板卡160、开入板卡170和开出板卡180连接。电源190和前面板1100分别与处理器板卡130连接。ARM模块131和DSP模块132之间采用通信总线连接。该通信总线例如可以为SPI总线。

[0052] 在一些实施例中,交流模拟量板卡150与处理器板卡130连接。交流模拟量板卡150用于采集风力发电场的主变压器高压侧和主变压器低压侧的电压和电流信息,并将所采集的电压和电流信息发送给处理器板卡130。交流模拟量板卡150可以用来采集风电场主变压器高压侧和主变压器低压侧的电压、电流信息,通过测控系统的通讯总线,传给处理器130进行计算和处理。其中,交流模拟量的变化量是周期性的,交流模拟量的典型量是1000HZ的正弦量。

[0053] 在一些实施例中,直流模拟量板卡160与处理器板卡130连接。直流模拟量板卡160用于采集风力发电场内的设备的直流模拟量信息,并将所采集的直流模拟量信息发送给处理器板卡130。直流拟量板卡160可以用来采集风电场内设备的直流模拟量信息,通过测控系统的通讯总线,传给处理器130进行计算和处理。通常直流模拟量是缓慢变化的连续量,

它是变化的是连续的而且变化是缓慢的,直流模拟量就是变化量是恒定的。

[0054] 在一些实施例中,开入板卡170与处理器板卡130连接。开入板卡170用于采集风力发电场内设备的开关状态信息,并将所采集的开关状态信息发送给处理器板卡130。开入板卡170可以用于收集风电场内开关量的状态、储能电池的开关状态信息,通过测控系统的通讯总线,传给处理器130进行计算和处理。

[0055] 在一些实施例中,开出板卡180与处理器板卡130连接。开出板卡180用于接收处理器板卡130的开出信号,并将开出信息发送给风力发电场内的设备。开出板卡180可以通过处理器130的计算和控制策略,输出开出信号,控制风电场的开关、多个储能电池组的投切。

[0056] 需要说明的是,本实施例中所示的功能板卡的实现方式可以为硬件、软件、固件或者它们的组合。当以硬件方式实现时,其可以例如是电子电路、专用集成电路(ASIC)、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时,本发明的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中,或者通过载波中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。“机器可读介质”可以包括能够存储或传输信息的任何介质。机器可读介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除ROM(EROM)、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频(RF)链路,等等。代码段可以经由诸如因特网、内联网等的计算机网络被下载。

[0057] 在一些实施例中,前面板1100与处理器板卡130连接。前面板1100用于显示对风力发电场进行测控的测控信息。其中,前面板1100(LCD)作为处理器板卡130(可以是CPU板卡)与测控系统通过串口进行通讯的人机界面,可以用于把风电场的整体发电情况(当前系统状态:正常,远方灯,就地灯,设备故障,系统故障,TV/TA(电流互感器/电压互感器)断线,策略闭锁灯等)通过LCD显示,让运行维护人员能够非常方便的查看供电情况。

[0058] 在一些实施例中,电源190分别与处理器板卡130、前面板1100和风力发电场直流电源屏柜(图中未标注)连接。电源190可以取自风电场的直流电源屏柜。在交流失电的情况下,也能保证整个测控系统有稳定的供电。

[0059] 在一些实施例中,处理器板卡130可以有3类接口:以太网口1、以太网口2和485通讯接口。处理器板卡130可以通过以太网口1与电网调度(电网调度服务器300)间进行通讯,交互潮流信息(有功需求信息、调频信息)。处理器板卡130的以太网口2与风电场的光纤网络通讯,接收风电场所有风力发电机以下的信息:电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率、告警信息和错误信息等。然后处理器板卡130给所有风力发电机下达有功需求、无功需求和调频信息等。接着,处理器板卡130通过485通讯接口(两路)和CAN通讯接口(两路)与风电场内的SVC和SVG设备通讯,下达无功调节和控制命令。

[0060] 在一些实施例中,处理器板卡130中的ARM模块131用于与电网调度服务器300、风力发电机201和202、无功补偿装置205和DSP模块132进行信息交互,发送调频指令、有功需求指令、无功需求指令、以及启动第一储能电池和第二储能电池的指令。

[0061] 在本实施例中,可以利用ARM计算单元(即ARM模块131)对暂态进行响应,并与电网调度服务器、风力发电机和大型储能电池组等进行通讯。本实施例任务(例如调频任务)切换可以小于1ms。本实施例可以保证任务响应的及时性,满足调频总体需求小于100ms的要求。

[0062] 在一些实施例中,处理器板卡130中的DSP模块132可以基于调频指令、有功需求指

令、无功需求指令、以及启动第一储能电池和第二储能电池的指令,向风力发电机、无功补偿装置和第一储能电池和第二储能电池发出开出命令(可以通过开入板卡170和开出板卡180来实现)。

[0063] 在本实施例中,可以利用DSP计算单元对暂态进行响应。在响应暂态时,可以对储能电池进行快速投切,实现频率调节、电能质量等管理。针对紧急任务(暂态响应),通过DSP的计算单元(即DSP模块)和快速的开出命令,能够快速及时的调节风电场内的设备,完成调度的调频指令。

[0064] 在一些可选的实施例中,在需要大型储能电池组进行投切并参与调频时,DSP单元快速开出接口,能满足快速投切电池组的要求。具体可以通过DSP的485通讯和CAN(Controllor Area Network,控制器局域网)通讯,跟风电场内的SVC/SVG通讯,实时控制SVC/SVG,协调控制风电场的电压情况,保证输出电压稳定。

[0065] 当电网出现波动或异常,风电场整场的电能质量超出规定的电能质量阈值时(例如2、3、5、7、9次谐波电压、电流超出预设的软件阈值),投切相应的电池组单元,使电能质量满足规定的软件阈值(例如20%)要求。

[0066] 在本实施例中,通过ARM模块和DSP模块配合,测控装置的精度性能指标和响应速度可以达到如下要求:

[0067] (1) 测量精度

[0068] 对于测量:电压等级为100V,0.2S级别,电流5A(1A选配)0.2S,功率为0.5S,频率为0.01Hz,功率因数0.01。

[0069] 对于控制:电压:35kV>0.5kV,110kV->2kV;220kV->3kV;无功:1.0MVar;功率因数:0.01。

[0070] (2) 响应速度(可以针对任务执行及切换任务,DSP紧急任务和ARM通讯及常规任务)

[0071] 系统对于电网的稳态响应时间:<6S;

[0072] 系统对于电网的暂态响应时间:<30ms(电压和电流),<100ms(频率);

[0073] 对于紧急任务(暂态响应),通过DSP的计算单元和快速的开出命令,能够快速及时的调节风电场内的设备,完成电网调度服务器的调度命令。

[0074] 对于一般任务(稳态响应),通过ARM计算单元,给出电压稳定策略,调频策略。

[0075] 图5是本发明一实施例的用于风力发电场的测控方法的流程示意图。

[0076] 如图5所示,在S210中,接收调频指令。

[0077] 其中,该调频指令可以来自图1中的电网调度服务器300。

[0078] 在S220中,接收风力发电机的当前风速信息。

[0079] 其中,风力发电机的当前风速信息可以是:各个风力发电机周边的当前风速信息,也可以是从各个风力发电机的叶片上所采集的风速值的平均值,还也可以是从各个风力发电机的周边任意一个地方所采集的风速值的平均值。具体的风力发电机的当前风速信息可以根据实际需求进行主动采集或者被动接收,此方面内容不做限制。

[0080] 在S230中,基于当前风速信息,计算未投入第一储能电池的条件下的风力发电机的第一调频能力,并判断第一调频能力是否能满足调频指令的要求。该步骤的具体实现方式将在下文进行详细描述。

[0081] 在S240中,当第一调频能力满足调频指令的要求时,直接向风力发电机发送调频指令,并且不启动第一储能电池。

[0082] 具体的,选择某个调频能力时,可以根据大于等于调频指令的要求,并且尽量接近调频指令的要求的原则来选择,以使得既可以满足调频指令的要求,也不浪费电能。

[0083] 由此,本实施例通过当前风速信息计算未投入电池条件下的调频能力,使得在风速变化的异常情况下,可以不启动电池来精确、可靠地完成调频任务。

[0084] 在本实施例中,具体的,上述步骤S230(基于当前风速信息,计算未投入第一储能电池的条件下的风力发电机的第一调频能力,并判断第一调频能力是否能满足调频指令的要求)可以包括如下的子步骤S231至S232。

[0085] 在S231中,可以计算未投入第一储能电池的条件下的多个风力发电机的第一调频能力。

[0086] 为了计算简单且说理清楚,在下面的各个实施例中仅示意性的列举为风电场只有3台风力发电机(风力发电机201、风力发电机202、风力发电机203)时的各种调频能力的计算方式。

[0087] 例如,分别计算出未投入第一储能电池的条件下的风力发电机201、风力发电机202、风力发电机203的调频能力 N_1 、 N_2 和 N_3 。

[0088] 在S232中,将所计算的未投入第一储能电池的条件下的多个风力发电机的第一调频能力进行多种组合,计算得到多个第一组合调频能力。

[0089] 例如,将未投入第一储能电池的条件下的风力发电机201和风力发电机202的调频能力进行组合,得到第1个调频能力为 N_1+N_2 的第一组合调频能力。

[0090] 又例如,将未投入第一储能电池的条件下的风力发电机201和风力发电机203的调频能力进行组合,得到第2个调频能力为 N_1+N_3 的第一组合调频能力。

[0091] 又例如,将未投入第一储能电池的条件下的风力发电机202和风力发电机203的调频能力进行组合,得到第3个调频能力为 N_2+N_3 的第一组合调频能力。

[0092] 再例如,将未投入第一储能电池的条件下的风力发电机201、风力发电机202和风力发电机203的调频能力进行组合,得到第4个调频能力为 $N_1+N_2+N_3$ 的第一组合调频能力。

[0093] 具体的,在未投入第一储能电池时,第一组合调频能力数据表可以如下面的表(1)所示:

第一调频能力数据表(未投入第一储能电池)	
组合方式	第一调频能力
风力发电机 201	N_1
风力发电机 202	N_2
风力发电机 203	N_3
风力发电机 201+风力发电机 202	N_1+N_2
风力发电机 201+风力发电机 203	N_1+N_3

[0094]

	风力发电机 202+风力发电机 203	N2+ N3
[0095]	风力发电机 201+风力发电机 202+风力发电机 203	N1+ N2+ N3

[0096] 表(1)

[0097] 其中,上述各表中具体数值的单位等信息省略。可以理解,风力发电机的数量可以不做限制,计算方式也可以灵活变化。例如,多种调频能力值可以根据实际需要进行不同的组合。

[0098] 由此,本实施例通过当前风速信息计算未投入电池条件下的调频能力,使得在风速变化的异常情况下,利用风力发电机自身的调频能力,输出持续且稳定的电压,而不启动电池就可以圆满完成调频任务。不仅可以提高调频的可靠性,还可以节约电池能源。

[0099] 作为图5所示实施例的第一个变形,可以在图5所示实施例的基础上增加以下步骤:

[0100] S250,当第一调频能力不能满足调频指令要求时,进一步计算投入第一储能电池条件下的风力发电机的第二调频能力,并判断第二调频能力是否能满足调频指令的要求。该步骤的具体实现方式将在下文进行详细描述。

[0101] S260,当第二调频能力满足调频指令的要求时,向风力发电机发送调频指令,并且启动第一储能电池。

[0102] 在本实施例中,第一储能电池可以是风力发电机直流母线侧200KW的储能电池,具体的储能电池的配置方式可以根据实际需要进行灵活调整。同理,选择某个调频能力时,可以根据大于等于调频指令的要求,并且尽量接近调频指令的要求的原则来选择,以使得既可以满足调频指令的要求,也不浪费电能。

[0103] 由此,本实例在风力发电无法满足调频要求时,及时启动第一储能电池来辅助调频,使得在风力小的情况下也能够输出持续、稳定的电压。

[0104] 在本实施例中,具体的,上述步骤S250(当第一调频能力不能满足调频指令要求时,进一步计算投入第一储能电池条件下的风力发电机的第二调频能力,并判断第二调频能力是否能满足调频指令的要求)可以包括如下的子步骤S251至S252。

[0105] 在S251中,计算投入第一储能电池的条件下的多个风力发电机的第二调频能力。

[0106] 例如,分别计算出投入第一储能电池的条件下的风力发电机201、风力发电机202、风力发电机203等的调频能力M1、M2和M3。

[0107] 在S252中,将所计算的投入第一储能电池的条件下的多个风力发电机的第二调频能力进行多种组合,计算得到多个第二组合调频能力。

[0108] 同理,在进行组合后,在投入第一储能电池时,第二组合调频能力数据表可以如下面的表(2)所示:

第二调频能力数据表（投入第一储能电池）	
组合方式	第二调频能力
风力发电机 201	M1
风力发电机 202	M 2
风力发电机 203	M 3
风力发电机 201+风力发电机 202	M 1+ M 2
风力发电机 201+风力发电机 203	M 1+ M 3
风力发电机 202+风力发电机 203	M 2+ M 3
风力发电机 201+风力发电机 202+风力发电机 203	M 1+ M 2+ M 3

[0109] 表(2)

[0110] 作为图5所示实施例的第二个变形,可以在上述第一个变形的实施例的基础上增加以下步骤:

[0111] S270,当第二调频能力不满足调频指令的要求时,启动第二储能电池和第一储能电池,并向风力发电机发送调频指令。

[0112] 由此,本实例可以用于风电场整体风力都较小的极端情况,通过及时启动储能电池来辅助调频,使得在极端情况下也能够输出持续、稳定的电压。

[0113] 在本实施例中,第一储能电池可以是风力发电机直流母线侧200KW的储能电池,第二储能电池可以是风电场内大型的储能电池。具体的储能电池的配置方式可以根据实际需要进行灵活调整,此方面内容不做限制。

[0114] 上述图5所示实施例及其变形实施例主要说明了电压调频策略。具体的,该电压调频策略可以包括以下常见的三种情况:

[0115] 在风大情况下,各个风力发电机(不包含单台机直流母线侧200KW的储能电池)的扭矩能支撑各个风力发电机自身的调频任务。此时,风力发电机的变流器不输出200KW的储能电池的电能,即各个风力发电机的储能电池不投入调频工作。

[0116] 在风小情况下,各个风力发电机(不包含单台机直流母线侧200KW的储能电池)的扭矩不能支撑单机的调频任务,在风力发电机的直流母线投入200KW储能电池,作为风力发电机的后备能量支撑调频扭矩。即各个风力发电机的储能电池投入调频工作。

[0117] 在整个风场风都小情况下,无法完成调频的能量支撑时,可以通过ARM(微处理器)计算单元,计算风电场内的大型储能电池组,进行投切,支撑电力系统调频任务。

[0118] 可以理解,也可以根据实际情况,进行其他的风力发电机进行组合的多种调频方式。例如,将投入储能电池的风力发电机与未投入储能电池的风力发电机进行不同方式的组合,为了描述简洁,此方面内容不再赘述。

[0119] 图6是本发明另一实施例的用于风力发电场的测控方法的流程示意图。

[0120] 如图6所示,在S310中,接收功率需求指令,功率需求指令包括:有功功率需求指令和无功功率需求指令。

[0121] 在S320中,基于当前风速信息,计算各个风力发电机的做功能力值。

[0123] 在S330中,基于功率需求指令和各个风力发电机的做功能力值,计算各个风力发电机需完成的有功功率和/或无功功率,并向各个风力发电机发出按需完成的有功功率和/或无功功率进行做功的指示。

[0124] 可以理解,本文中术语“和/或”,仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。

[0125] 本实施例主要说明了电压稳定的策略。具体的,该电压稳定策略的实现方式可以如下所示。

[0126] 首先,接收风电场内的参数信息(电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率、告警信息和错误信息等)。

[0127] 接着,将接收的风电场内的参数信息由ARM模块进行运算处理。

[0128] 然后,对各个风力发电机进行有功功率和无功功率的分配,再对风电场内所有风力发电机下达:有功指令或者无功指令,从而完成电网调度下发的风电场的功率需求任务。

[0129] 更具体的,可以参见上述调频策略,为功率需求设计多个表格,以备选取较佳的做功方案。为了描述简洁,此方面内容不再赘述。

[0130] 由此,本实施例通过在接收到功率需求信息后,通过当前风速信息可以精确计算各个风力发电机的做功能力,不仅可以实现精确做功,而且可以在异常情况下,也可以从容、精确、可靠地完成做功任务。提高了风力发电机的电能质量。

[0131] 作为图6实施例的一个变形,可以将图6所示实施例与图5所示实施例进行结合。例如先执行调频操作,再执行做功操作;或者,先执行做功操作,再执行调频操作等,此方面内容不做限制。

[0132] 作为图5或者图6所示实施例的一个变形实施例,可以在图2或者图3所示实施例的基础上增加对各个风力发电机所发的交流电的频率进行测量的操作。

[0133] 图7本发明另一实施例的对交流电的频率进行测量的流程示意图。

[0134] 如图7所示,在S401中,连续采集风力发电机做功所产生的交流电的波形中的多个向量的虚部值。

[0135] 图8是图7中交流电的波形示意图。

[0136] 如图8所示,采集的7个向量分别是向量A、B、C、D、E、F和G。其中,例如,A的虚部值是220,B的虚部值是5,C的虚部值是0,D的虚部值是-5,E的虚部值是-6,F的虚部值是0,G的虚部值是6。

[0137] 在S402中,将多个向量的虚部值分别与零值比较,获取至少两组比较值,至少两组比较值均包括:虚部值大于零值和小于零值的两个相邻向量。

[0138] 具体的,两组比较值可以为(B,D)和(E,F)的比较值。

[0139] 在S403中,获取两组比较值中的至少四个向量所对应的时间。

[0140] 具体的,四个向量所对应的时间可以是B的时间T1,D的时间T2,E的时间T3和G的时间T4。

[0141] 在S404中,基于至少四个向量所对应的时间,计算交流电至少两次过零时间。

[0142] 具体的,两次过零时间可以是C和F这两点的过零时间。

[0143] 在S405中,基于交流电至少两次过零时间,计算交流电的频率。

[0144] 本实施例可以通过DSP计算单元,快速采集信号,对电压、电流、功率、频率的精确计算。具体的,电压、电流采集方法可以直接采集二次侧互感器的方法来快速采集并计算。每20ms可以更新一次采集数据,以保证整个系统的数据的及时性,确保控制的精确度与实时性。

[0145] 采用软件测频方法,频率精度达到0.01Hz,在风电场参与二次调频时,能保证风电场调频任务的精度。由此,本实例通过软件测频方法可以消除谐波、直流分量的影响,计算的频率值离散小、精度高,保证了电能质量。

[0146] 上述各实施例的测控方法也可以应用于虚拟同步发电机。由此,通过上述的设计,可以使风电场整场的发电情况,与传统火力发电机组靠拢,达到国家对新能源并网的要求,在新能源占比不断增加的情况下,使电网也能稳定运行。

[0147] 在又一个实施例中,处理器板卡可以用于对风力发电机所做功产生的交流电的频率进行测量,具体的测量方法如下所示:

[0148] 连续采集风力发电机做功后所产生的交流电的波形中的多个向量的虚部值;

[0149] 将多个向量的虚部值分别与零值比较,获取至少两组比较值,至少两组比较值均包括:虚部值大于零值和小于零值的两个相邻向量;

[0150] 获取两组比较值中的至少四个向量所对应的时间;

[0151] 基于至少四个向量所对应的时间,计算交流电至少两次过零时间;

[0152] 基于交流电至少两次过零时间,计算交流电的频率。

[0153] 需要说明的是,上述各实施例的测控装置可作为上述各实施例的用于测控方法中的执行主体,可以实现各个方法中的相应流程。本领域的技术人员可以清楚地了解到,上述描述的装置、器件等硬件的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0154] 上述各实施例的测控装置也可以应用于虚拟同步发电机。

[0155] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另外,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口、装置的间接耦合或通信连接,也可以是电的,机械的或其它的形式连接。

[0156] 另外,在本发明各个实施例中的硬件(例如各种计算器)可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以是两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0157] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。

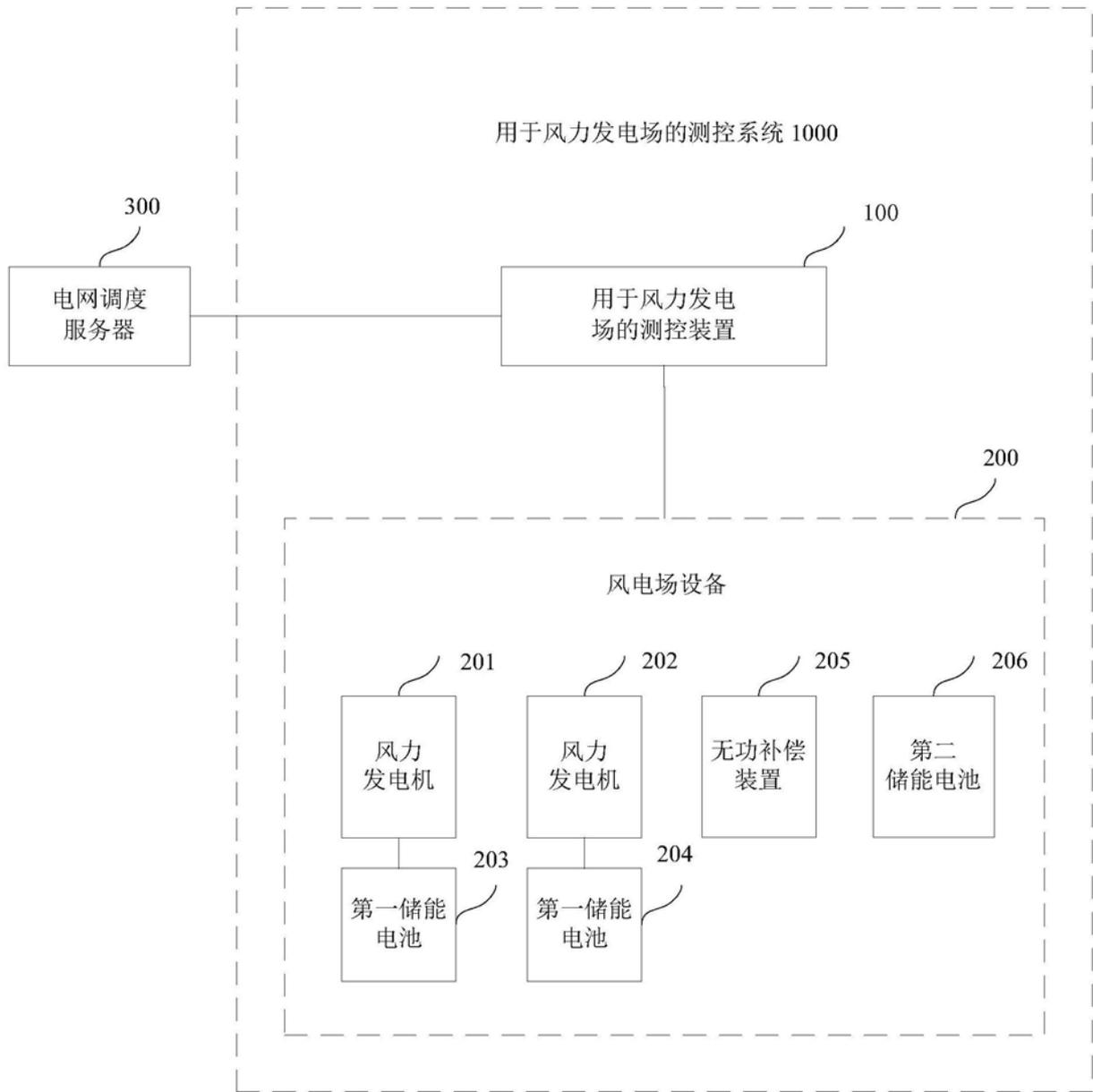


图1

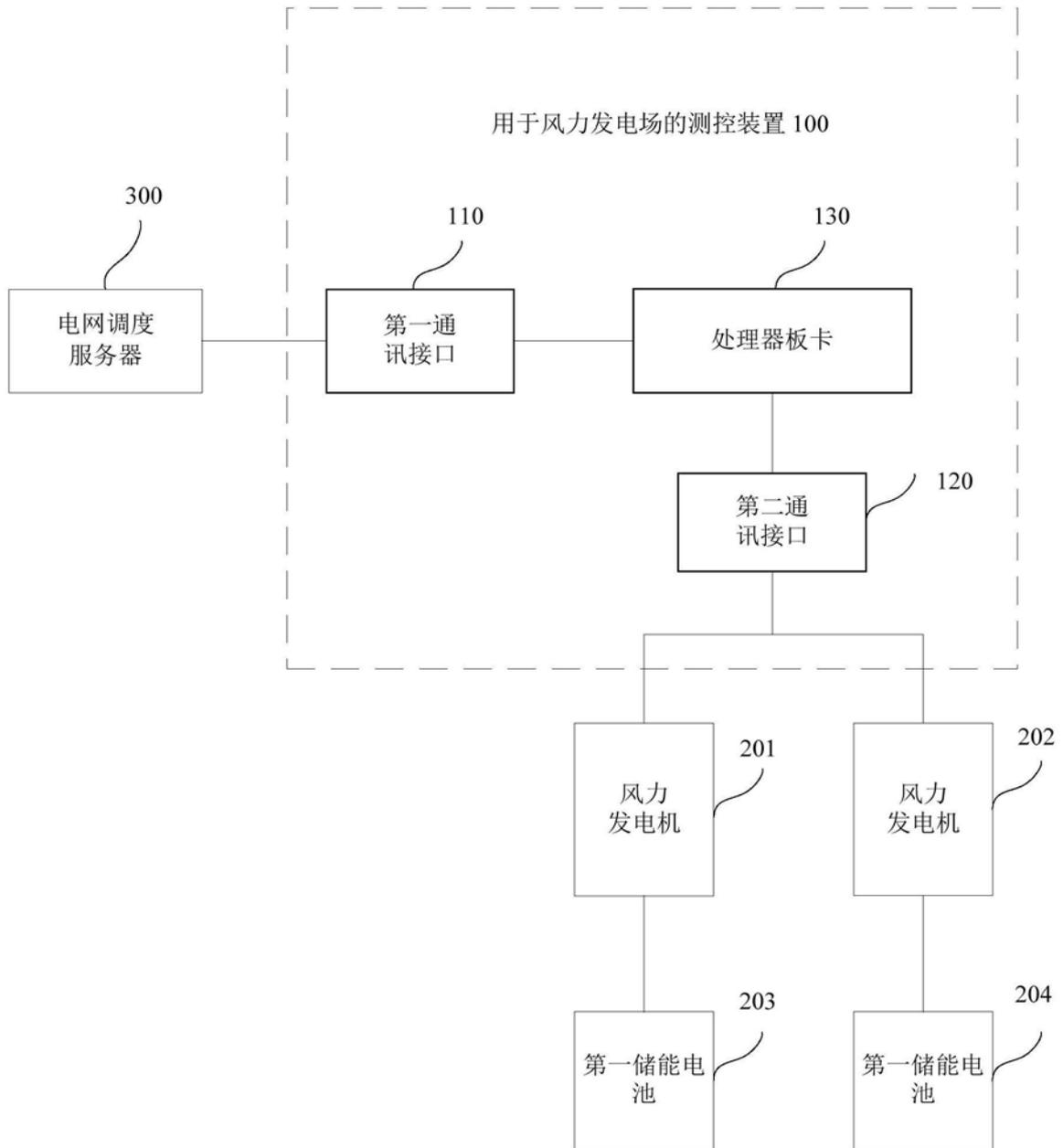


图2

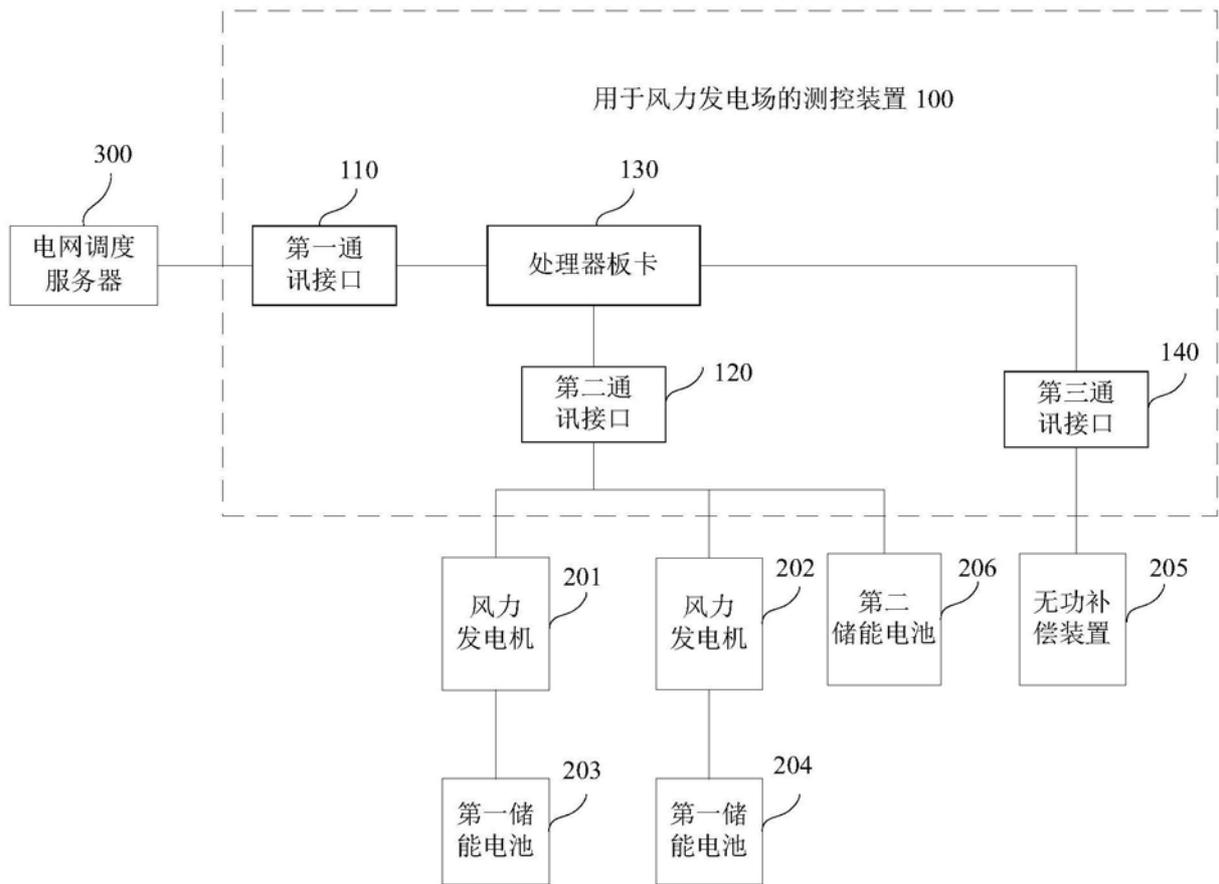


图3

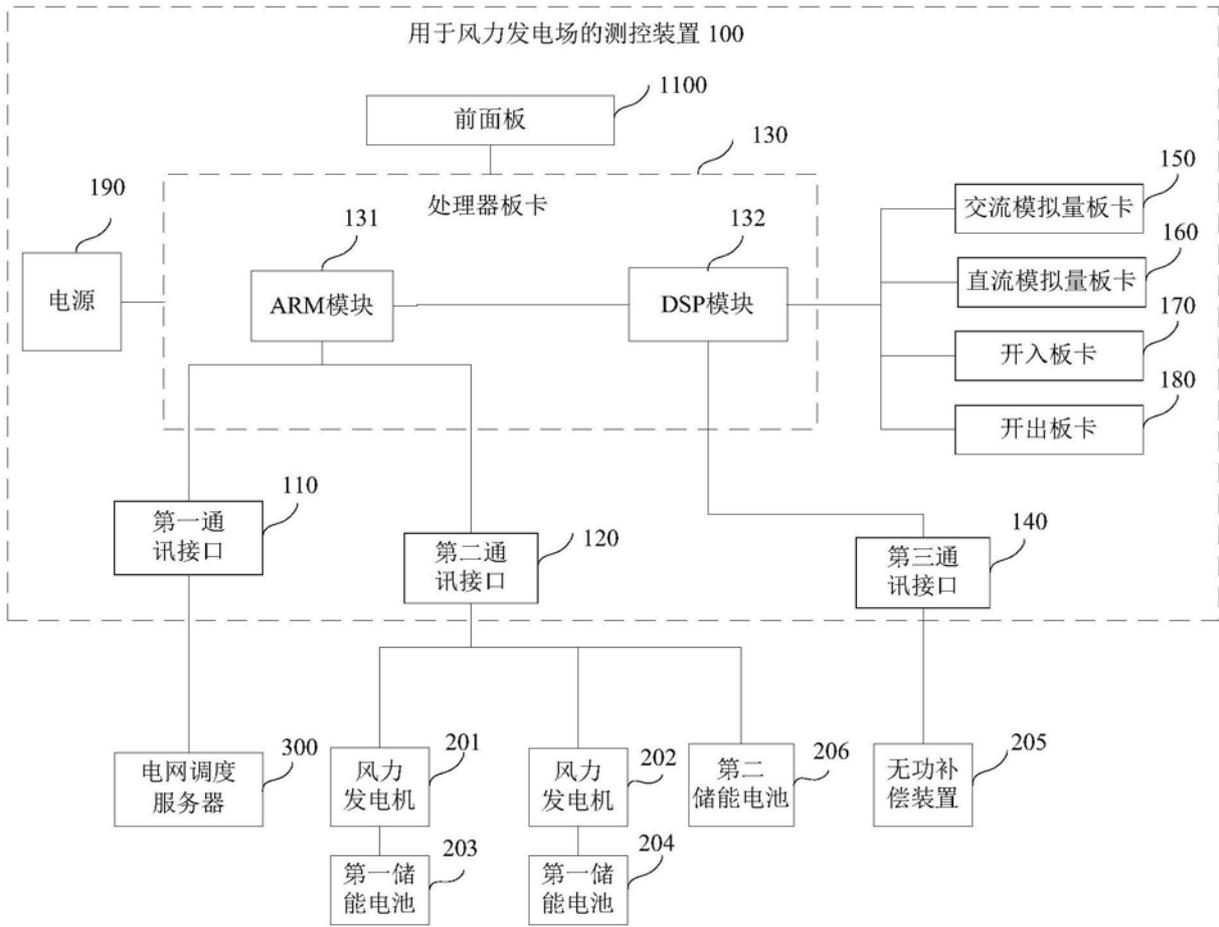
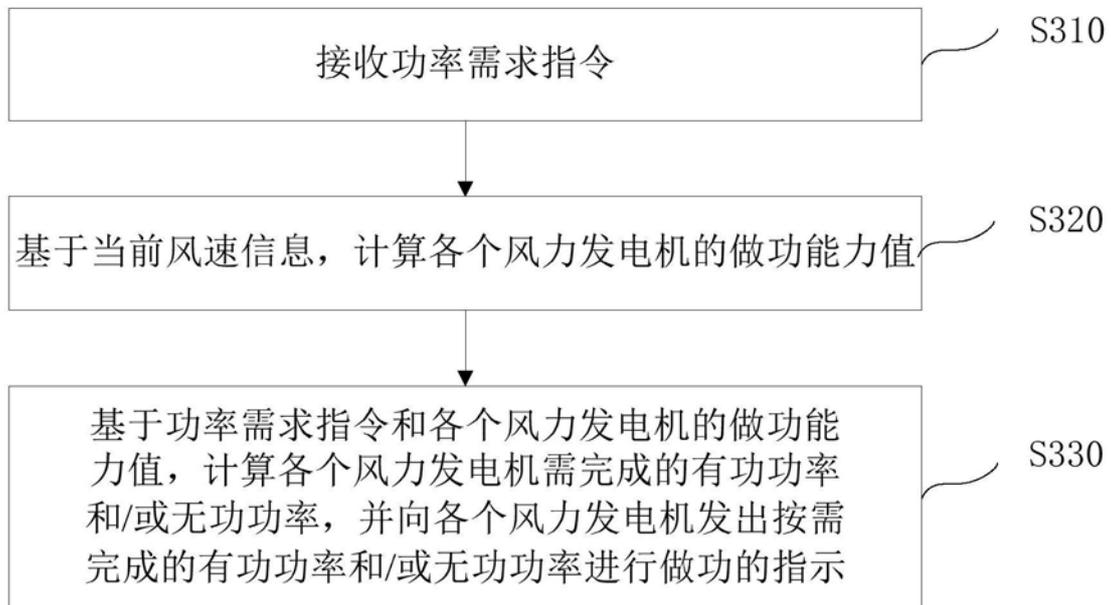
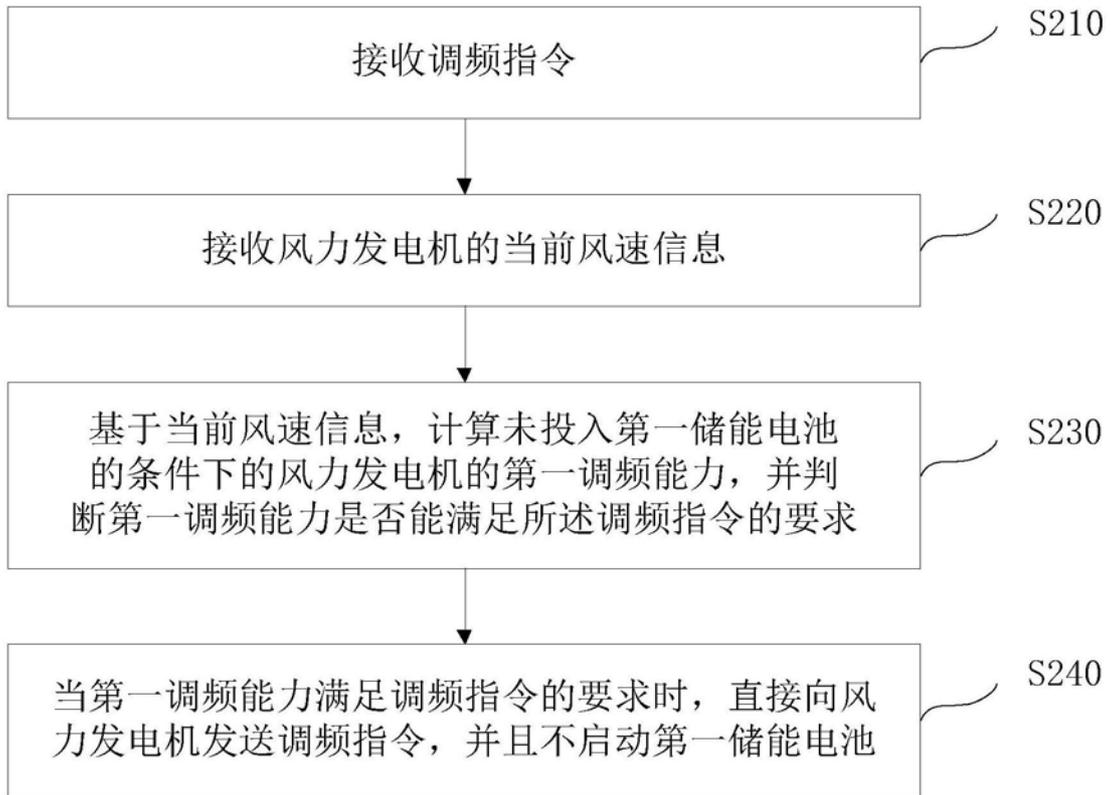


图4



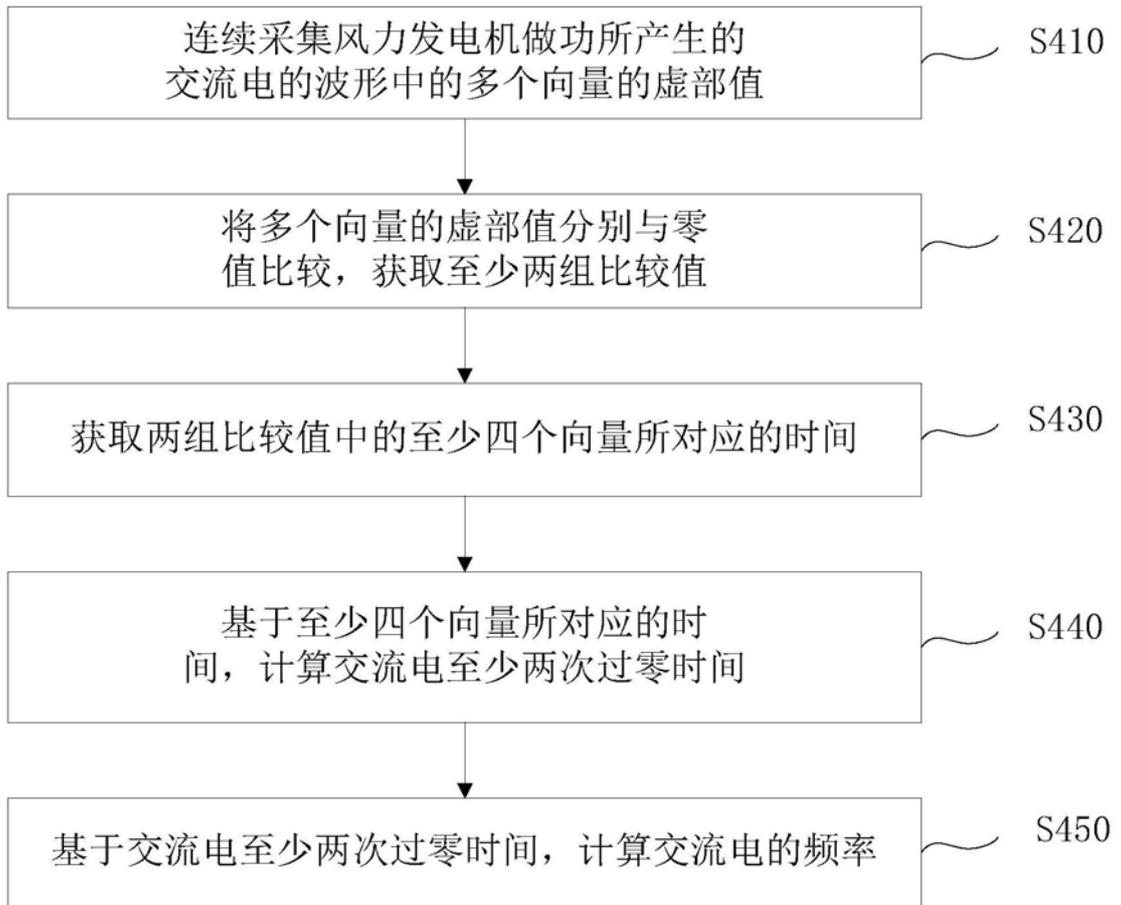


图7

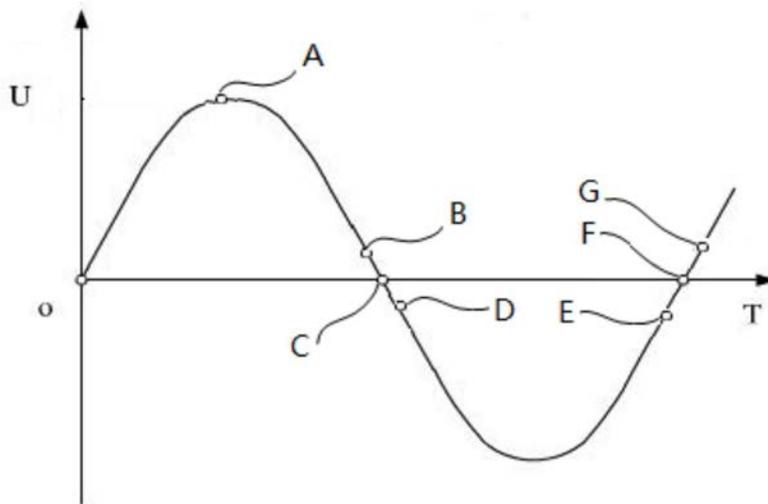


图8