



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105182248 B

(45)授权公告日 2017. 11. 10

(21)申请号 201510654268.1

(22)申请日 2015.10.10

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105182248 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(73)专利权人 穆良柱  
地址 100871 北京市海淀区北京大学物理  
学院物理西楼218

(72)发明人 李琪 刘戈瑞 刘毅然 邓楠  
穆良柱

(74)专利代理机构 北京亿腾知识产权代理事务  
所 11309  
代理人 陈霁

(51) Int. Cl.  
G01R 31/36(2006.01)

(56)对比文件

CN 102361101 A, 2012.02.22,  
US 8232767 B2, 2012.07.31,  
US 2008234956 A1, 2008.09.25,  
CN 1565067 A, 2005.01.12,  
CN 2711747 Y, 2005.07.20,

万仁俊. 节能型二次锂电池充放电系统的研究  
与开发.《中国优秀硕士学位论文全文数据库  
工程科技 II 辑》.2011,(第03期),

审查员 蔡文亮

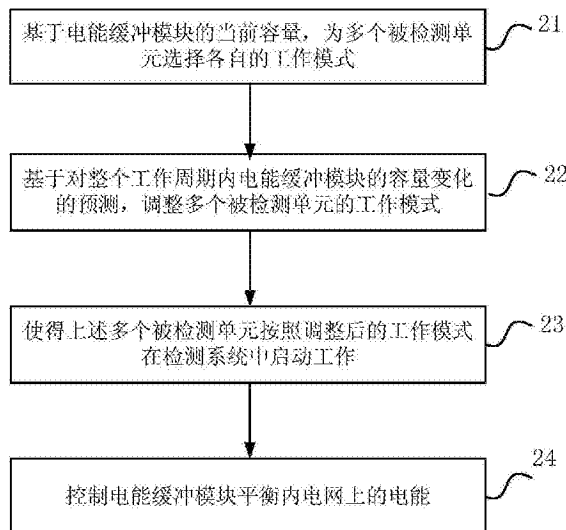
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

二次电池检测系统以及预测式控制方法

(57)摘要

本发明实施例公开了一种二次电池检测系统,包括:内电网,电能缓冲模块,主控制器,以及多个被检测单元,其中,电能缓冲模块连接至内电网以及一外部电网,每个被检测单元包含有待检测的二次电池,其在放电时将电能输入到内电网,在充电时从内电网获取电能,所述主控制器配置为,基于电能缓冲模块的状态确定多个被检测单元的工作模式,使其按照确定的工作模式启动工作,并控制所述电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能。还公开了控制该检测系统的方法。通过该检测系统和控制方法,降低了二次电池检测系统的安全风险。



1. 一种控制二次电池检测系统的方法,所述检测系统包括内电网、电能缓冲模块,以及多个被检测单元,每个被检测单元包含有待检测的二次电池,所述电能缓冲模块连接至所述内电网以及一外部电网,所述方法包括:

基于所述电能缓冲模块的当前容量,为所述多个被检测单元选择各自的工作模式,其中在每一工作模式下,被检测单元在整个工作周期内无搁置地连续工作;

基于对整个工作周期内所述电能缓冲模块的容量变化的预测,调整所述多个被检测单元的工作模式;

使得所述多个被检测单元按照调整后的工作模式在所述检测系统中启动工作,其中所述多个被检测单元在放电时将电能输入到所述内电网,在充电时从所述内电网获取电能;

控制所述电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,为多个被检测单元选择各自的工作模式包括:

获取所述电能缓冲模块的当前容量;

模拟某个被检测单元分别按照多个工作模式开始工作的情况下,电能缓冲模块分别对应的多个容量模拟值;

对比所述多个容量模拟值以及容量标准值,从中确定出最接近于容量标准值的容量模拟值;

将与该最接近于容量标准值的容量模拟值相对应的工作模式确定为该某个被检测单元的工作模式。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,调整所述多个被检测单元的工作模式包括:

模拟所述电能缓冲模块在整个工作周期内的容量变化;

基于模拟的容量变化,确定应该对所述多个被检测单元的工作模式进行的调整操作。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,调整所述多个被检测单元的工作模式还包括,

假定进行所述调整操作,基于调整后的工作模式,模拟所述电能缓冲模块在整个工作周期内的更新的容量变化;

基于更新的容量变化,确定对所述多个被检测单元的工作模式进行的更新调整;

在更新调整与所述调整操作不同的情况下,将涉及的被检测单元设置为不工作;

在更新调整与所述调整操作相同的情况下,按照所述调整操作来调整所述多个被检测单元的工作模式。

5. 根据权利要求3所述的方法,其中,确定应该对所述多个被检测单元的工作模式进行的调整操作包括:

基于模拟的容量变化,确定所述电能缓冲模块出现溢出的时间;

确定所述电能缓冲模块出现溢出的种类;

基于所述溢出的时间和溢出的种类,确定应该进行的调整操作。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中通过所述电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能包括:

一旦检测到所述被检测单元向所述内电网输入的电能大于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块存储多余的电能;

一旦检测到所述被检测单元向所述内电网输入的电能小于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块向所述内电网补充缺少的电能。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,控制所述电能缓冲模块向所述内电网补充缺少的电能包括:

判断所述电能缓冲模块中存储的电能是否大于所述缺少的电能,

在存储的电能小于所述缺少的电能的情况下,控制所述电能缓冲模块从所述外部电网获取电能,并补充给所述内电网。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述二次电池为锂离子电池,所述工作模式包括充电-放电-充电循环方式,以及放电-充电-放电循环方式。

## 二次电池检测系统以及预测式控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及二次电池的充放电性能检测,更具体地,涉及一种二次电池检测系统及其预测式控制方法。

### 背景技术

[0002] 在各种便携式电子设备中,电池的使用不可或缺。在各种电池中,化学电池以其技术成熟、价格低廉、放电性能稳定、能量转换效率高等优势,成为应用最广泛的一类。根据电源的具体使用方式与使用性质的不同,化学电池又可以划分为四类:原电池、蓄电池、储备电池和燃料电池,其中,原电池又称为一次电池,其只能进行一次放电过程;而蓄电池又称为二次电池,它在放电过程结束后,可以通过充电的方式恢复到放电前的状态,进而实现多次充放电。为了保证电池的产品质量,质检部门和生产企业均会进行电池检测工作。而由于可以多次充放电的特性,二次电池的检测工作与其他电池并不相同,具有其独有的特点。

[0003] 已经存在多种现有的二次电池检测系统,例如电阻式耗能二次电池检测系统。该系统是最早发展成熟的检测系统,它使用电阻或其他耗能元件来消耗二次电池的放电能量。虽然具有回路结构简单、技术上容易实现且成本低的优点,但是,由于这种检测系统将二次电池放电时释放的能量全部通过耗能元件转化为热能,会造成大量的能量浪费,且会引起电池检测厂房内可观的温升效应。

[0004] 目前使用比较广泛的是能量回馈式二次电池检测系统。该种系统利用整流电路,可以实现能量从二次电池向外电网方向的流动。这样,在电池充电时能量由外电网输入电池,在电池放电时能量从电池流入外电网,实现了电池放电能量的回收,避免了由于电池放电时释放的能量被电阻消耗而造成的能量浪费问题。但是,该种系统能量回馈效率不高,回馈至外电网的波形往往存在严重的畸变。并且,现有的能量回馈式二次电池检测系统往往采用将二次电池放电时释放的能量直接输出至国家电网的方式进行能量回馈,这存在着一定的安全风险。因为,在二次电池检测过程中,系统有可能直接向国家电网提供能量,例如,在最极端的情况下,所有的被检测电池均处于放电状态,检测系统会向国家电网输出大量能量,且多为畸变电流。实际上,出于法律和安全的考虑,只有电力生产企业可以向国家电网供电,其余企业只能从国家电网取电使用而不能向国家电网供电,因此这种向国家电网输出畸变电流的情况并不被允许。因此,当前的能量回馈式二次电池检测系统的能量回馈方式存在着一定的风险,需要进一步的改进。

### 发明内容

[0005] 考虑到现有技术中的不足,提出本发明,通过设置内电网和缓冲模块的方式,避免电能直接馈送到国家电网导致的安全风险。

[0006] 在本发明的一个方面,提供了一种二次电池检测系统,包括:内电网,电能缓冲模块,主控制器,以及多个被检测单元,其中,所述电能缓冲模块连接至所述内电网以及一外部电网,所述多个被检测单元的每个包含有待检测的二次电池,并在放电时将电能输入到

所述内电网,在充电时从所述内电网获取电能,所述主控制器配置为,基于所述电能缓冲模块的状态确定所述多个被检测单元的工作模式,使其按照确定的工作模式启动工作,并控制所述电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能,其中在每一工作模式下,被检测单元在整个工作周期内无搁置地连续工作。

[0007] 根据一个实施例,所述主控制器进一步配置为,一旦检测到所述多个被检测单元向所述内电网输入的电能大于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块存储多余的电能;一旦检测到所述多个被检测单元向所述内电网输入的电能小于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块向所述内电网补充缺少的电能。

[0008] 在本发明另一方面,提供了一种控制二次电池检测系统的方法,所述检测系统包括内电网、电能缓冲模块,以及多个被检测单元,每个被检测单元包含有待检测的二次电池,所述电能缓冲模块连接至所述内电网以及一外部电网,所述方法包括:基于所述电能缓冲模块的当前容量,为所述多个被检测单元选择各自的工作模式,其中在每一工作模式下,被检测单元在整个工作周期内无搁置地连续工作;基于对整个工作周期内所述电能缓冲模块的容量变化的预测,调整所述多个被检测单元的工作模式;使得所述多个被检测单元按照调整后的工作模式在所述检测系统中启动工作,其中所述多个被检测单元在放电时将电能输入到所述内电网,在充电时从所述内电网获取电能;控制所述电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能。

[0009] 根据一个实施例,为多个被检测单元选择各自的工作模式包括:获取所述电能缓冲模块的当前容量;模拟某个被检测单元分别按照多个工作模式开始工作的情况下,电能缓冲模块分别对应的多个容量模拟值;对比所述多个容量模拟值以及容量标准值,从中确定出最接近于容量标准值的容量模拟值;将与该最接近于容量标准值的容量模拟值相对应的工作模式确定为该某个被检测单元的工作模式。

[0010] 根据一个实施例,调整所述多个被检测单元的工作模式包括:模拟所述电能缓冲模块在整个工作周期内的容量变化;基于模拟的容量变化,确定应该对所述多个被检测单元的工作模式进行的调整操作。

[0011] 根据一个实施例,调整所述多个被检测单元的工作模式还包括,假定进行所述调整操作,基于调整后的工作模式,模拟所述电能缓冲模块在整个工作周期内的更新的容量变化;基于更新的容量变化,确定对所述多个被检测单元的工作模式进行的更新调整;在更新调整与所述调整操作不同的情况下,将涉及的被检测单元设置为不工作;在更新调整与所述调整操作相同的情况下,按照所述调整操作来调整所述多个被检测单元的工作模式。

[0012] 根据一个实施例,确定应该对所述多个被检测单元的工作模式进行的调整操作包括:基于模拟的容量变化,确定所述电能缓冲模块出现溢出的时间;确定所述电能缓冲模块出现溢出的种类;基于所述溢出的时间和溢出的种类,确定应该进行的调整操作。

[0013] 根据一个实施例,通过所述电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能包括:一旦检测到所述被检测单元向所述内电网输入的电能大于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块存储多余的电能;一旦检测到所述被检测单元向所述内电网输入的电能小于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块向所述内电网补充缺少的电能。

[0014] 根据一个实施例,控制所述电能缓冲模块向所述内电网补充缺少的电能包括:判断所述电能缓冲模块中存储的电能是否大于所述缺少的电能,在存储的电能小于所述缺少

的电能的情况下,控制所述电能缓冲模块从所述外部电网获取电能,并补充给所述内电网。

[0015] 根据一个实施例,所述二次电池为锂离子电池,所述工作模式包括充电-放电-充电循环方式,以及放电-充电-放电循环方式

[0016] 利用本发明提出的检测系统和控制方法,可以有效避免现有技术中对国家电网造成的安全风险。

### 附图说明

[0017] 图1示出根据本发明实施例的二次电池检测系统的结构示意图;

[0018] 图2示出根据一个实施例的控制二次电池检测系统的方法的流程图;

[0019] 图3示出根据一个实施例为被检测单元选择工作模式的流程图;

[0020] 图4示出在一个实施例中调整被检测单元的工作模式的子步骤;

[0021] 图5示出根据一个实施例的确定调整操作的具体步骤;

[0022] 图6A示出在一个例子中被检测单元在整个工作周期内的容量变化;

[0023] 图6B示出在一个例子中溢出情况与模式调整的对照关系;

[0024] 图7示出在另一个实施例中调整被检测单元的工作模式的子步骤。

### 具体实施方式

[0025] 下面通过附图和实施例,对本发明实施例的技术方案做进一步的详细描述。

[0026] 图1示出根据本发明实施例的二次电池检测系统的结构示意图。如图1所示,在本发明的实施例中,二次电池检测系统包括:内电网11、包含二次电池的被检测单元12、电能缓冲模块13以及主控制器14。

[0027] 被检测单元12连接至内电网11和主控制器14,在该主控制器的控制下进行二次电池的充电和放电;其中,在二次电池放电时将电能输入到内电网11,在二次电池充电时从内电网11获取电能。

[0028] 电能缓冲模块13连接至内电网11和主控制器14,还连接至一外部电网15。

[0029] 主控制器14配置为,基于电能缓冲模块13的状态确定多个被检测单元12的工作模式,使其按照确定的工作模式启动工作,并控制电能缓冲模块13平衡内电网11上的电能。

[0030] 下面分别描述上述各个部件的实施方式。

[0031] 如前所述,在现有技术的能量回馈式二次电池检测系统中,二次电池直接连接至外部的国家电网,因而存在向国家电网输入大量畸变电流的风险。而如图1所示,在本发明的实施例中,为了避免这样的风险,在检测系统中提供内电网,来“接收”电池放电能量。如此,放电电流不会直接输入至国家电网。

[0032] 在一个实施例中,内电网是检测企业的内部电网,其有别于外部的国家电网。外部的国家电网能够对外提供电能,而内电网的作用是在被检测单元和电能缓冲模块之间传递能量,内电网本身既不产生能量也不消耗能量。根据一个实施例,内电网是直流电网。

[0033] 由于提供了内电网,在本发明的实施例中,包含二次电池的被检测单元12在连接到检测系统开始工作之后,并不会与外部的国家电网有任何直接交互,而是连接至内电网11和主控制器14,在该主控制器的控制下进行二次电池的充电和放电。具体地,在二次电池放电时,电能被输入到内电网11,在二次电池充电时,从内电网11获取电能。

[0034] 在一个实施例中,被检测单元12可工作于不同的工作模式,在每一工作模式下,被检测单元在整个工作周期内无搁置地连续工作。具体地,例如锂离子电池之类的二次电池在出厂时处于半满的状态,那么在检测过程中,就可以使得包含锂离子电池的被检测单元工作于“充-放-充”的第一工作模式,或者“放-充-放”的第二工作模式,其中在第一工作模式下,被检测单元首先充电至全满,然后放空电能,最后再次充电至半满,从而完成一个检测工作周期;而在第二工作模式下,被检测单元则首先放空电能,然后充电至全满,最后放电到半满。在一个工作周期之内,被检测单元无搁置地连续工作。对于其他类型的二次电池来说,其出厂状态不同,可选的工作模式也有所不同。本文主要讨论在整个工作周期内连续工作的被检测单元的情况。

[0035] 在一个实施例中,被检测单元12还包括(未示出)通断控制电路和参数采集电路,其中通断控制电路用于控制二次电池充电和放电的线路通断,参数采集电路用于采集二次电池充电和放电过程中的参数。

[0036] 在一个实施例中,内电网的电压高于被检测单元12中二次电池的电压。这时,需要在被检测单元和内电网之间连接降压模块和相应负载。结合图1,在一个实施例中,被检测单元12在二次电池充电时经由单元降压模块16连接至内电网11,所述单元降压模块16将内电网的电压降至被检测单元中的二次电池所需的电压;并且,被检测单元12在二次电池放电时经由第一负载模块17连接至内电网11,所述第一负载模块17将二次电池释放的电能整流后馈送到内电网11。根据本发明的实施例,上述第一负载模块17是能量回馈式电子负载模块,可以对电流进行整流,然后馈送至内电网。

[0037] 在图1中,多个被检测单元12被连接到检测系统中的内电网。实际上,被检测单元的数目和工作模式可以根据需要进行控制和设置,这将在后面进行描述。

[0038] 如前所述,内电网本身并不产生能量或者消耗能量,而同时,多个被检测单元12都连接到内电网进行充电和/或放电,因此,需要电能缓冲模块13来维持内电网的能量平衡,也就是,在内电网上产生净能量流入时,将多余的能量进行存储,而在内电网上有净能量流出时,补充这部分缺少的能量。相应地,如图1所示,电能缓冲模块13连接至内电网11和主控制器14,从而在主控制器14的控制之下,平衡内电网的电能。此外,电能缓冲模块13还连接至外部电网15,从而在必要的时候,从外部电网15获取电能。该外部电网15可以是标准的国家电网,也可以是检测企业外部的、其他提供电能的电网。

[0039] 出于平衡电能的需要,电能缓冲模块13的一项重要功能就是电能的存储和释放。因此,在一个实施例中,电能缓冲模块13包含蓄电池,用于储存电能和释放电能。蓄电池的容量根据被检测单元12的电池容量和数目来确定。

[0040] 此外,电能缓冲模块13还可以包括充电控制电路,用于控制蓄电池从内电网11或从外部电网15获取电能的线路通断。电能缓冲模块13还可以包括放电控制电路,用于控制蓄电池向内电网11释放电能的线路通断。再次地,可以看到,出于安全考虑,整个检测系统仅仅从外部电网15获取电能,而不会向其输送电能。此外,电能缓冲模块13还包括缓冲参数采集电路,用于采集蓄电池储存电能和释放电能过程中的参数。

[0041] 如图1所示,在一个实施例中,电能缓冲模块13分别通过第一降压模块18-1和第二降压模块18-2连接至内电网11和外部电网15,其中第一降压模块18-1将内电网11的电压降至电能缓冲模块中的蓄电池所需的电压,而第二降压模块18-2将外部电网15的电压降至蓄

电池所需的电压。可以理解,一般地,外部电网15的电压是统一设置和提供的,而内电网11的电压则可以根据检测系统的需要进行设定。因此,内电网11的电压与外部电网15的电压可以相同,也可以不同。相应地,第一降压模块18-1和第二降压模块18-2的降压性能可以相同,也可以不同。

[0042] 此外,电能缓冲模块13还通过第二负载模块19连接至内电网11,所述第二负载模块19将电能缓冲模块中的蓄电池释放的电能整流后馈送到所述内电网。根据本发明的实施例,上述第二负载模块19可以是能量回馈式电子负载模块,对电流进行整流,然后馈送至内电网。

[0043] 可以理解,内电网上电能的平衡需要主控制器对检测系统中各个部件进行操作上的控制才能实现。为此,主控制器14配置为,基于电能缓冲模块的状态确定所述多个被检测单元的工作模式,使其按照确定的工作模式启动工作,并控制所述电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能。

[0044] 如前所述,被检测单元具有不同工作模式。在一种方案中,可以预先简单地设置被检测单元的工作模式,例如使得所有被检测单元都先放电,然后充电。但是,这种实施方式对于电能缓冲模块的容量提出了极高要求。因为,在所有被检测单元都放电的情况下,电能缓冲模块13需要吸收所有被检测单元释放的电能。

[0045] 因此,在本发明的一种实施方式下,主控制器14首先基于电能缓冲模块13的状态来确定,可以允许多少被检测单元开始工作,以及允许的工作模式。在被检测单元按照允许的工作模式进行工作之后,主控制器14控制电能缓冲模块13平衡内电网11上的电能。具体地,主控制器14进一步配置为,一旦检测到被检测单元向内电网11输入的电能大于内电网11需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块13存储多余的电能;一旦检测到被检测单元12向内电网11输入的电能小于内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块13向内电网11补充缺少的电能。进一步地,在电能缓冲模块13中存储的电能小于上述缺少的电能的情况下,控制电能缓冲模块13从外部电网15获取电能,并补充给内电网11。由此,主控制器14对检测系统的整个工作过程进行全面控制。

[0046] 下面具体描述主控制器对检测系统进行控制的方法。

[0047] 图2示出根据一个实施例的控制二次电池检测系统的方法的流程图,其中所述二次电池检测系统即如上所述的、如图1所示的检测系统。

[0048] 如图2所示,根据该实施例的方法,在步骤21,基于电能缓冲模块的当前容量,为多个被检测单元选择各自的工作模式,其中在每一工作模式下,被检测单元在整个工作周期内无搁置地连续工作;在步骤22,基于对整个工作周期内电能缓冲模块的容量变化的预测,调整所述多个被检测单元的工作模式;在步骤23,使得上述多个被检测单元按照调整后的工作模式在检测系统中启动工作,其中所述多个被检测单元在放电时将电能输入到内电网,在充电时从所述内电网获取电能;在步骤24,控制电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能。

[0049] 下面描述上述各个步骤的具体执行方式。

[0050] 首先,在步骤21,基于电能缓冲模块的当前容量,为多个被检测单元选择各自的工作模式。该步骤旨在为各个被检测单元选择适当的工作模式,满足电能缓冲模块的容量限制。



[0051] 在一个实施例中,考虑电能缓冲模块的剩余容量。对于每个被检测单元,为其选择这样的工作模式,也就是,在这样的工作模式之下,电能缓冲模块的预期剩余容量最大。

[0052] 在另一实施例中,设置一容量标准值。如果一个被检测单元按照某种工作模式工作后,电能缓冲模块的预期容量最接近设置的容量标准值,则将该工作模式确定为该被检测单元适合的工作模式。图3示出根据该实施例的为被检测单元选择工作模式的流程图,也就是步骤21的子步骤。在该实施例中,对于每个被检测单元*i*执行图3所示的步骤和流程。

[0053] 如图3所示,首先,在步骤211,获取电能缓冲模块的当前容量。

[0054] 接着,在步骤212,模拟某个被检测单元*i*分别按照多个工作模式开始工作的情况下,电能缓冲模块分别对应的多个容量模拟值。如前所述,被检测单元可以工作于多个不同的工作模式。在步骤212,分别模拟被检测单元*i*按照不同工作模式开始工作的情况,进而模拟出电能缓冲模块在这些不同情况下的容量变化,得到其分别对应的多个容量模拟值。例如,对于出厂时处于半满状态的锂离子电池来说,被检测单元可以工作于“充-放-充”的第一工作模式,或“放-充-放”的第二工作模式。于是,在步骤212,可以分别模拟被检测单元*i*按照第一工作模式工作的情况下,电能缓冲模块的第一容量模拟值,以及按照第二工作模式工作的情况下,电能缓冲模块的第二容量模拟值。其他种类的电池可能具有不同的出厂状态,以及不同的检测要求,相应地,被检测单元可能具有更多种不同的工作模式,例如先充到全满,再放到半满的“充-放”工作模式,先放空电能,然后充到半满的“放-充”工作模式,更加复杂的“充-放-充-放”工作模式,以及“放-充-放-充”模式,等等。对于可能具有的多种工作模式,在步骤212,分别模拟其工作情况,得到电能缓冲模块的模拟容量值。

[0055] 可以理解,被检测单元在整个工作周期内的充放电状态会发生改变。在该步骤中,仅仅模拟一个“步长”之后,电能缓冲模块的预期容量变化,得到容量模拟值。

[0056] 接着,在步骤213,对比上述多个容量模拟值和容量标准值,从中确定出最接近于容量标准值的容量模拟值。

[0057] 可以理解,上述容量标准值是预先设置的用于比较的一个阈值。优选地,该阈值可以反映电能缓冲模块的理想状态。在一个实施例中,上述容量标准值被设置为,电能缓冲模块的总容量的一半,因为此时,电能缓冲模块处于既可以吸收电能,又可以释放电能的理想状态。在其他实施例中,上述容量标准值也可以根据需要进行其他设定。

[0058] 在步骤213,可以将步骤212获得的多个容量模拟值与上述设置的容量标准值一一进行比较,从而确定出最接近容量标准值的容量模拟值。

[0059] 更具体地,对于锂离子电池的情况,在步骤212已经获得了第一容量模拟值和第二容量模拟值。在步骤213,可以对比第一容量值和第二容量值,分别计算出第一容量模拟值和第二容量模拟值与容量标准值之间的差值,即,第一差值和第二差值,然后判断第一差值和第二差值哪个更小。如果第一差值更小,那么第一容量模拟值更接近容量标准值,如果第二差值更小,那么第二容量模拟值更接近容量标准值。

[0060] 对于更多工作模式的情况,可以分别计算这些工作模式对应的容量模拟值与容量标准值之间的差值,确定出差值最小的容量模拟值,也就是最接近容量标准值的容量模拟值。

[0061] 在步骤214,将与该最接近于容量标准值的容量模拟值相对应的工作模式确定为该某个被检测单元*i*的工作模式。由此,确定出了被检测单元*i*的工作模式。

[0062] 通过针对各个被检测单元反复执行上述过程,就可以确定出各个被检测单元的工作模式。具体地,在确定了被检测单元*i*的工作模式之后,可以针对被检测单元*i+1*,再次执行上述步骤211-214,从而为被检测单元*i+1*确定适当的工作模式。可以理解的是,当针对被检测单元*i+1*再次执行步骤211时,要获取的电能缓冲模块的当前容量应当是考虑了被检测单元*i*的工作模式之后的更新的当前容量。

[0063] 如前所述,在以上步骤中,仅仅模拟一个“步长”之后,电能缓冲模块的预期容量变化,据此确定了各个被检测单元的工作模式。可以理解,被检测单元的充放电状态在整个工作周期内会发生改变。因此,按照步骤21确定的工作模式开始工作,可以使得电能缓冲模块的容量在开始工作的一个步长尽量接近理想状态,但是并不能保证在整个工作周期之内不发生能量溢出。因此,在图1的步骤21之后还执行步骤22,基于对整个工作周期内电能缓冲模块的容量变化的预测,调整多个被检测单元的工作模式。

[0064] 图4示出在一个实施例中调整被检测单元的工作模式的子步骤,也就是图2中步骤22的子步骤。如图4所示,为了调整被检测单元的工作模式,首先在步骤221,模拟电能缓冲模块在整个工作周期内的容量变化;然后在步骤222,基于模拟的容量变化,确定应该对被检测单元的工作模式进行的调整操作。

[0065] 具体地,在一个实施例中,可以首先模拟被检测单元在整个工作周期内的容量变化。可以理解,在被检测单元放电时,电能缓冲模块通过内电网吸收释放的电能;而在被检测单元充电时,电能缓冲模块通过内电网将存储的电能释放给被检测单元。因此,基于被检测单元在整个工作周期内的容量变化,可以模拟出电能缓冲模块在整个工作周期内的容量变化,由此执行步骤221。

[0066] 接着,在步骤222,基于电能缓冲模块的容量变化,确定应该对被检测单元的工作模式进行的调整操作。图5示出根据一个实施例的确定调整操作的具体步骤。

[0067] 如图5所示,在步骤50,基于模拟的电能缓冲模块的容量变化,判断电能缓冲模块是否会发生溢出。可以理解,电能缓冲模块的核心是其中的蓄电池,它必须工作于特定的能量区间。在步骤50中,对比电能缓冲模块的模拟容量与该能量区间。如果模拟容量超出该能量区间,则认为发生了溢出,否则就认为没有溢出。如果没有溢出,则结束过程,不必进行调整操作;如果发生了溢出,在步骤51,基于模拟的电能缓冲模块的容量变化,确定所述电能缓冲模块出现溢出的时间。该溢出的时间通常可以表示为,相对于整个工作周期的总时长的比例,或者处于整个工作周期的哪个阶段。

[0068] 在步骤52,确定电能缓冲模块出现溢出的种类。由于电能缓冲模块应该工作于特定的能量区间,因此,可以将其能量溢出划分为两种情况:上溢出和下溢出,其中上溢出指的是,电能缓冲模块的能量值高于允许能量区间的最大值的情况,下溢出指的是,电能缓冲模块的能量值低于允许能量区间的最小值的情况。因此,通过判断电能缓冲模块的模拟容量,就可以确定出溢出的种类。

[0069] 然后,在步骤53,基于溢出的时间和溢出的种类,确定应该进行的调整操作。实际操作中,可以根据各个工作模式在整个工作周期内引起的能量变化,预先确定溢出情况与调整操作之间的对照关系。在执行步骤53时,基于溢出时间和溢出种类确定溢出情况,然后参照预先确定的对照关系,即可确定应该进行的调整操作。

[0070] 下面结合具体例子描述上述过程。

[0071] 图6A示出在一个例子中被检测单元在整个工作周期内的容量变化。根据各个被检测单元的容量变化,可以模拟出电能缓冲模块的容量变化。

[0072] 在图6A的例子中,被检测单元包含例如锂离子电池之类的二次电池,并可工作于“充-放-充”工作模式和“放-充-放”工作模式。图6A同时示出这两种工作模式下,被检测单元的容量变化。由于锂离子电池具有大电流放电、小电流充电的特点,可以看到,充电和放电的容量变化曲线并不是对称的。

[0073] 进一步地,从图6A中可以看到,根据充电过程与放电过程的转变点,可以将整个工作周期进一步细分为五个子阶段:第一阶段对应于图中0至“t1”这段时间,在该段时间中,处于“充放充”工作模式的被检测单元执行充电操作,处于“放充放”工作模式的被检测单元执行放电操作;第二阶段对应于图中“t1”至“t2”这段时间,在该段时间中,处于“充放充”工作模式的被检测单元与“放充放”工作模式的被检测单元均执行充电操作;第三阶段对应于图中“t2”至“t3”这段时间,在该段时间中,处于“充放充”工作模式的被检测单元执行放电操作,处于“放充放”工作模式的被检测单元执行充电操作。第四阶段对应于图中“t3”至“t4”的时间段,第五阶段对应于图中“t4”至“t5”的时间段。

[0074] 通过对整个工作周期进行阶段的划分,在步骤51,可以判断出电能缓冲模块的溢出发生于哪个阶段。并且,在步骤52,确定电能缓冲模块的能量溢出类型。接着,在步骤53,确定该溢出情况对应的调整操作。如前所述,可以预先确定溢出情况与调整操作之间的对照关系。该对照关系的确定叙述如下。

[0075] 如果电能缓冲模块在工作周期的第一阶段发生了上溢出情况,则说明该阶段中有过多的能量从被检测单元释放至电能缓冲模块,故需要减少被检测单元的能量释放。由于在第一阶段中,处于“放充放”工作模式的被检测单元会释放能量,而处于“充放充”的被检测单元会吸收能量,故在这种情况下需要将一个处于“放充放”工作模式的被检测单元的调整为“充放充”工作模式。

[0076] 如果电能缓冲模块在工作周期的第一阶段发生了下溢出情况,则说明该阶段中被检测单元需要从电能缓冲模块获得的能量过多,故需要减少被检测单元的能量需求。由于在第一阶段中,处于“充放充”的被检测单元会吸收能量,而处于“放充放”工作模式的被检测单元会释放能量,故在这种情况下需要将一个处于“充放充”工作模式的被检测单元调整为“放充放”工作模式。

[0077] 如果电能缓冲模块在工作周期的第二阶段发生了上溢出情况,则说明该阶段中有过多的能量从被检测单元释放至缓冲模块,需要减少被检测单元的能量释放。但是在第二阶段中,无论是处于“放充放”模式,还是处于“充放充”模式,被检测单元均在吸收能量,而非释放能量。故这种情况的出现必然是因为在第一阶段中缓冲模块已经发生上溢出情况,因此,这种情况下所需的调整方式应当与第一阶段上溢出情况一致,即需要将一个处于“放充放”模式的被检测单元调整为“充放充”工作模式。

[0078] 可以类似地针对其他阶段的溢出种类进行分析,此处不再赘述具体分析过程,仅将分析结果在图6B中示出。通过图6B所示的溢出情况与模式调整的对照关系,在步骤53,可以容易地确定应该进行的调整操作。

[0079] 虽然以上结合了“充放充”工作模式和“放充放”工作模式的被检测单元进行了描述,但是可以理解,对于其他类型的、工作于其他工作模式的被检测单元,也可以进行类似

的分析。例如,对于工作于“充-放”模式和“放-充”模式的被检测单元,只需要将其工作周期划分为三个阶段即可。对于工作模式更加复杂的被检测单元,阶段划分可能更加复杂,溢出情况与调整操作之间的对照也会更加复杂,但是其分析过程是类似的。

[0080] 可以理解,通过执行步骤221以及步骤222(步骤222进一步包括子步骤51-53),可以确定出应该进行的调整操作。在一个实施例中,可以按照该调整操作来调整被检测单元的工作模式,然后执行接下来的步骤23。然而,在另一实施例中,进一步考虑,假定进行这样的调整操作之后,是否会发生新的能量溢出,从而进行进一步的调整。

[0081] 图7示出根据另一个实施例的调整被检测单元的工作模式的子步骤,也就是根据另一实施例的步骤22的子步骤。在图7的实施例中,首先同样地执行步骤221,模拟电能缓冲模块在整个工作周期内的容量变化;然后在步骤222,基于模拟的容量变化,确定应该对被检测单元的工作模式进行的调整操作。上述步骤221和步骤222与图4所示的相同。

[0082] 接着,在步骤223,假定进行上述调整操作,基于调整后的工作模式,模拟电能缓冲模块在整个工作周期内的更新的容量变化;然后,在步骤224,基于更新的容量变化,确定对所述多个被检测单元的工作模式进行的更新调整。

[0083] 可以理解,上述步骤223和步骤224的执行方式分别与步骤221和222类似。并且,与步骤222类似,步骤224同样可以按照图5所示的子步骤来执行。

[0084] 接着,在步骤225,对比步骤224确定的更新调整与步骤222确定的调整操作是否一致。如果两者一致,那么在步骤226,确定进行所述调整操作,来调整被检测单元的工作模式。如果两者不一致,那么在步骤227,将上述调整操作所涉及的被检测单元设置为不工作。实际上,更新调整与调整操作不一致就意味着,在进行调整操作之后会引起新的能量溢出,因此,需要使得涉及的被检测单元停止工作。这实际上也可以认为是,通过调整工作模式,减少开启工作的被检测单元的数目。

[0085] 图7的步骤可以反复执行,直到电能缓冲模块在整个工作周期之内都不会出现溢出。此时,可以认为,已经将被检测单元的工作模式调整到理想状态。

[0086] 于是,接着在步骤23,使得被检测单元按照调整后的工作模式在检测系统中启动工作。在工作过程中,被检测单元在放电时将电能输入到内电网,在充电时从内电网获取电能。在这个过程中,在步骤24,控制电能缓冲模块平衡所述内电网上的电能。更具体地,在步骤24,一旦检测到被检测单元向内电网输入的电能大于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块存储多余的电能;一旦检测到被检测单元向内电网输入的电能小于所述内电网需要获取的电能时,控制所述电能缓冲模块向所述内电网补充缺少的电能。

[0087] 可以理解,被检测单元向内电网输入的电能,基本上等同于处于放电状态的被检测单元释放的电能减去电能损耗,其中释放的电能可以基于放电的被检测单元的数目以及放电电流来确定。而内电网本身并不消耗电能,它需要获取的电能是用于处于充电状态的被检测单元充电所用,因此基本等于,充电中的被检测单元所需的充电电能加上电能损耗。通过比较被检测单元向内电网输入的电能和内电网需要获取的电能,可以控制电能缓冲模块存储多余的电能,或者释放缺少的电能。

[0088] 在一个实施例中,步骤24中向内电网补充缺少的电能进一步包括如下步骤:判断电能缓冲模块中存储的电能是否大于所述缺少的电能,在存储的电能大于缺少的电能的情况下,由电能缓冲模块直接向内电网补充电能,在存储的电能小于缺少的电能的情况下,控

制电能缓冲模块从外部电网获取电能,并补充给内电网。

[0089] 由此,通过以上描述的方法步骤,对被检测单元在检测系统中的工作进行了多阶段全方位的控制。也就是,首先,基于电能缓冲模块的容量,决定可以投入工作的被检测单元的数目及其工作模式;在被检测单元进行检测工作的过程中,控制电能缓冲模块平衡内电网上的电能。

[0090] 可以理解,上述方法可以通过检测系统中的主控制器来执行的。

[0091] 专业人员应该还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0092] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0093] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

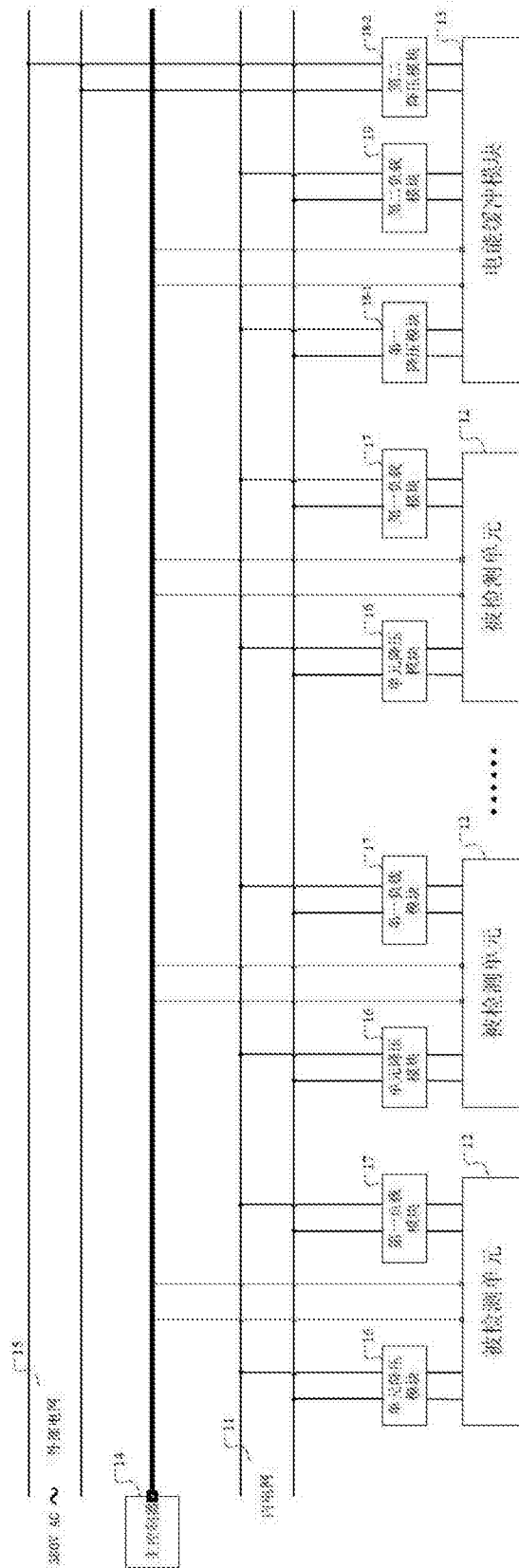


图1

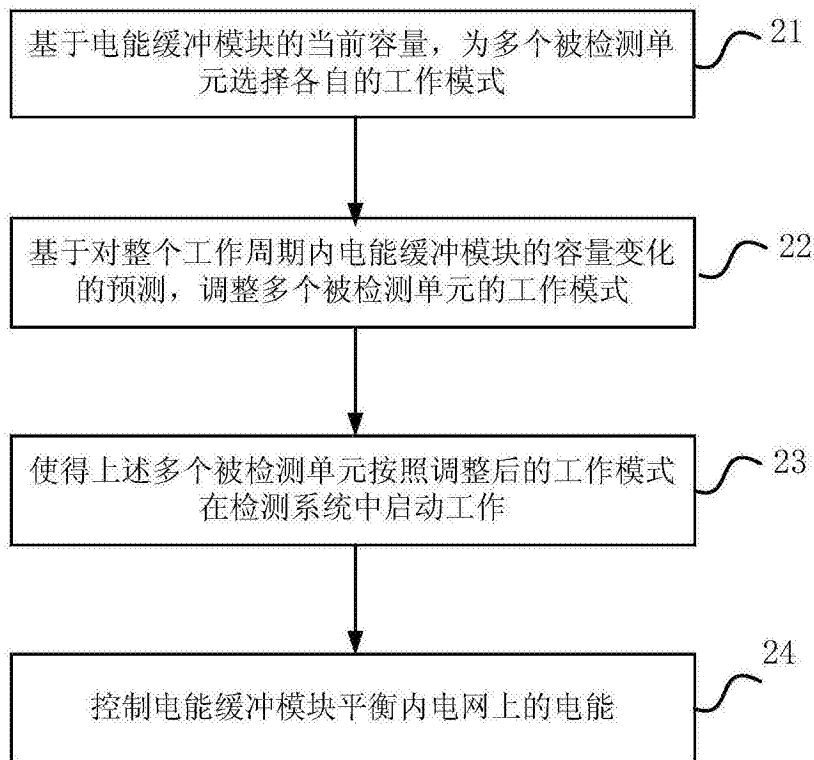


图2

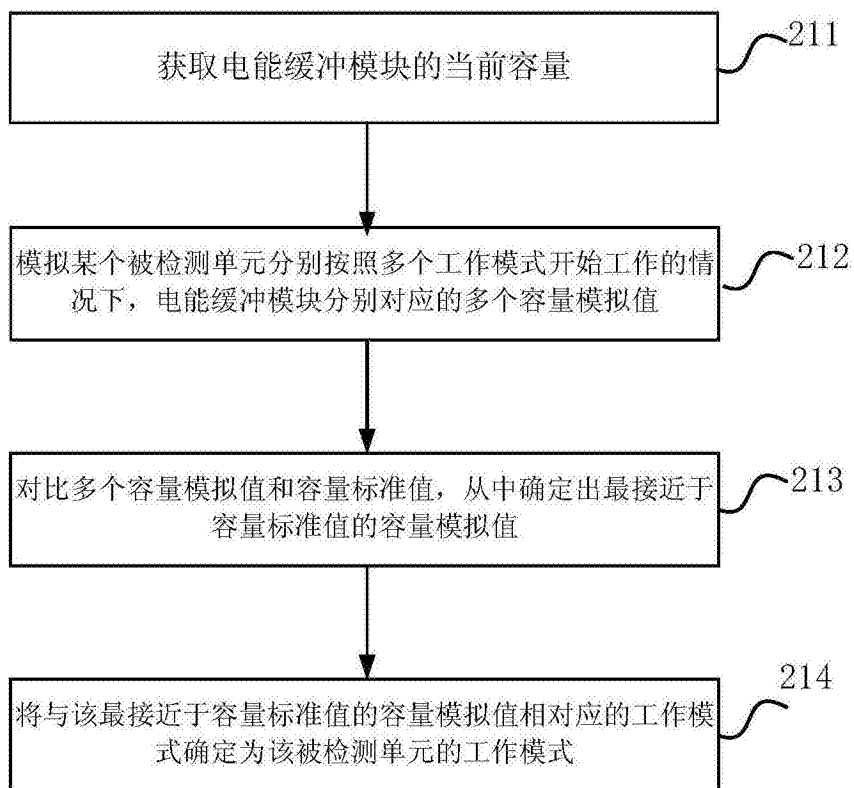


图3

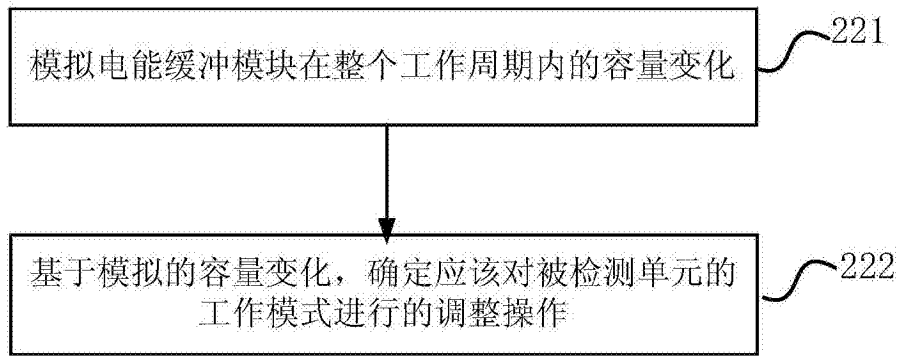


图4

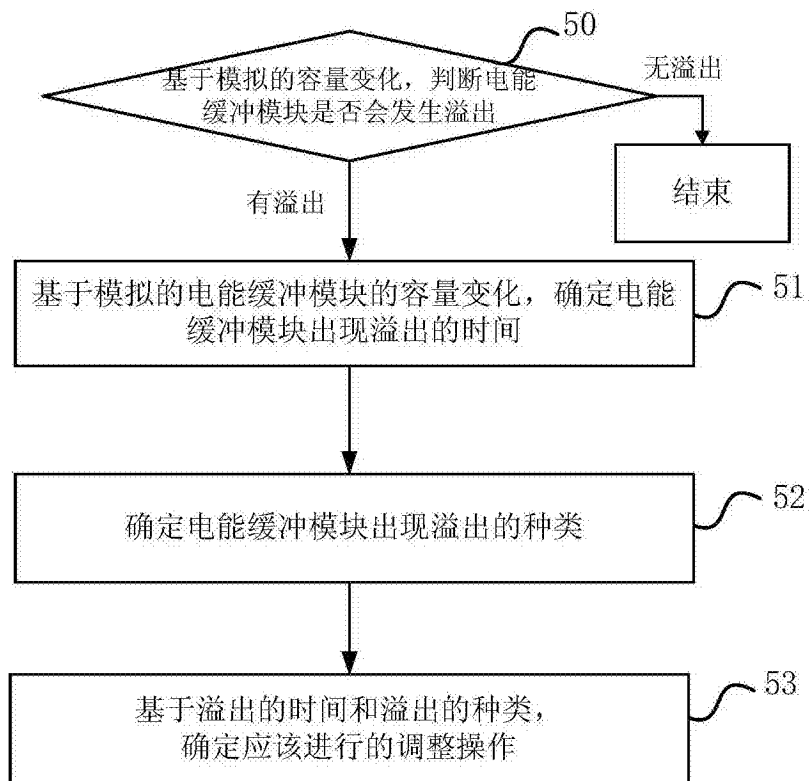


图5



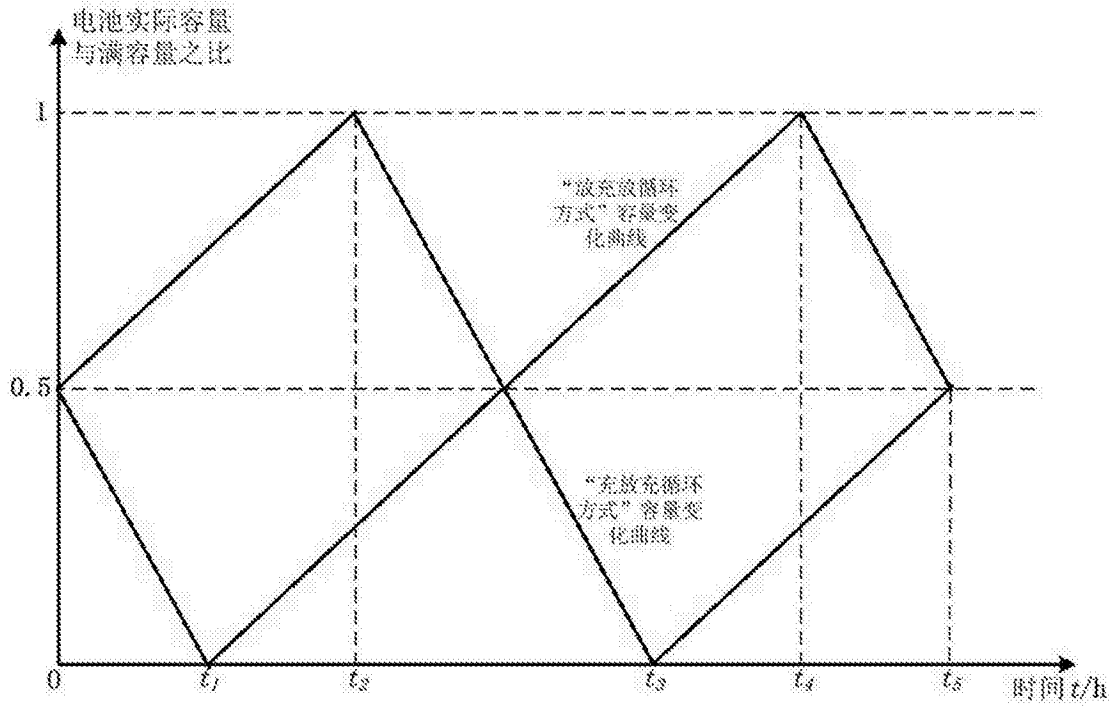


图6A

**溢出情况与调整操作对照表**

溢出时间	溢出类型	调整操作
第一阶段	上溢出	将“放充放”工作模式调整为“充放充”工作模式
第一阶段	下溢出	将“充放充”工作模式调整为“放充放”工作模式
第二阶段	上溢出	将“放充放”工作模式调整为“充放充”工作模式
第二阶段	下溢出	将“充放充”工作模式调整为“放充放”工作模式
第三阶段	上溢出	将“充放充”工作模式调整为“放充放”工作模式
第三阶段	下溢出	将“放充放”工作模式调整为“充放充”工作模式
第四阶段	上溢出	将“充放充”工作模式调整为“放充放”工作模式
第四阶段	下溢出	将“放充放”工作模式调整为“充放充”工作模式
第五阶段	上溢出	将“放充放”工作模式调整为“充放充”工作模式
第五阶段	下溢出	将“充放充”工作模式调整为“放充放”工作模式

图6B

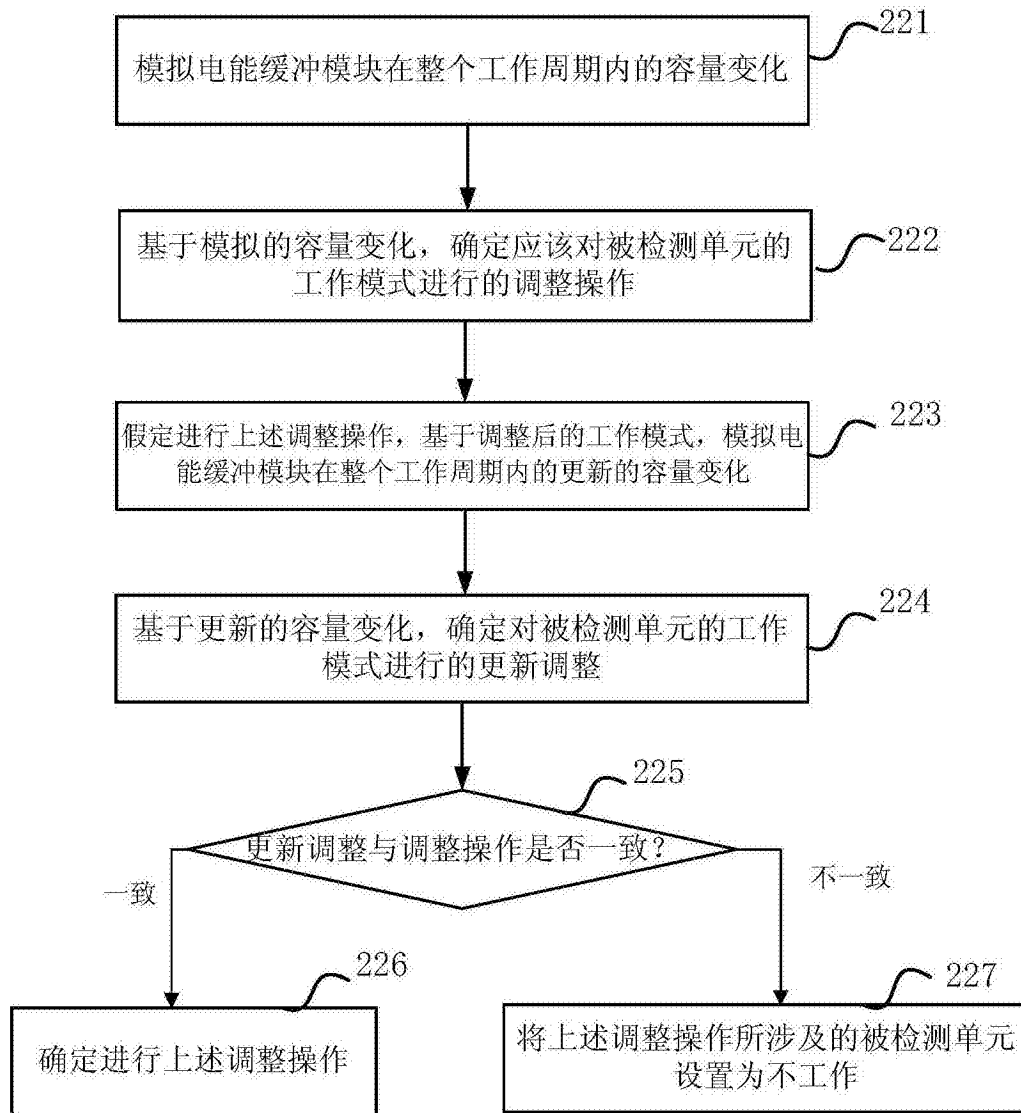


图7