



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105158701 B

(45)授权公告日 2017. 10. 13

(21)申请号 201510653753.7

(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 105158701 A

(43)申请公布日 2015.12.16

(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

JP H1127874 A,1999.01.29,
CN 201540930 U,2010.08.04,
CN 104798283 A,2015.07.22,
CN 204230948 U,2015.03.25,
US 2002167294 A1,2002.11.14,
龙波 等.并网能量回收动力电池组测试系
统拓扑及其控制.《电工技术学报》.2014,第29卷
(第4期),

审查员 蔡文亮

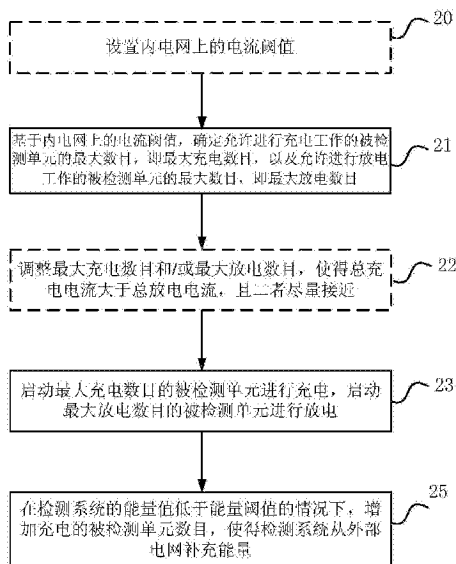
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

二次电池检测系统以及电流平衡式控制方法

(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,以及包含二次电池的被检测单元,所述被检测单元在检测过程中需进行至少一次充电和至少一次放电,在充电和放电转换时允许进行搁置,所述主控制器配置为,基于内电网上的电流阈值,确定最大充电数目以及最大放电数目;启动最大充电数目的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电;并在检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统补充能量。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,以及包含二次电池的被检测单元,所述电能缓冲模块连接至所述主控制器、所述内电网以及一外部电网,所述被检测单元在检测过程中需进行至少一次充电和至少一次放电,其在充电时从所述内电网获取电能,在放电时将电能输入到所述内电网,在充电和放电转换时允许被检测单元进行搁置,其特征在于,所述主控制器配置为,基于所述内电网上的电流阈值,确定允许进行充电工作的被检测单元的最大数目,即最大充电数目,以及允许进行放电工作的被检测单元的最大数目,即最大放电数目;启动最大充电数目的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电;并在所述检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统从所述外部电网补充能量。

2. 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,以及包含二次电池的被检测单元,所述电能缓冲模块连接至所述内电网以及一外部电网,所述被检测单元在检测过程中需进行至少一次充电和至少一次放电,其在充电时从所述内电网获取电能,在放电时将电能输入到所述内电网,在充电和放电转换时允许被检测单元进行搁置,其特征在于,所述方法包括:

基于所述内电网上的电流阈值,确定允许进行充电工作的被检测单元的最大数目,即最大充电数目,以及允许进行放电工作的被检测单元的最大数目,即最大放电数目;

启动最大充电数目的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电;

在所述检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统从所述外部电网补充能量。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括,基于所述检测系统包含的检测位置的数目,以及所述被检测单元的充电电流,设置所述内电网上的所述电流阈值。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中,确定最大充电数目包括,基于所述电流阈值,以及单个被检测单元的充电电流,确定出所述最大充电数目;

确定最大放电数目包括,基于所述电流阈值,以及单个被检测单元的放电电流,确定出最大放电数目。

5. 根据权利要求2所述的方法,还包括,调整所述最大充电数目和/或最大放电数目,使得总充电电流大于总放电电流,且二者尽量接近。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中调整所述最大充电数目和/或最大放电数目包括,确定所述最大充电数目所对应的总充电电流,以及所述最大放电数目所对应的总放电电流;

比较所述总充电电流和所述总放电电流;

在所述总放电电流大于所述充电电流的情况下,逐个减小所述最大放电数目,直到所得到的新的总放电电流小于所述总充电电流;

在所述总充电电流大于所述总放电电流的情况下,逐个减小所述最大充电数目,直到得到的新的总充电电流与所述总放电电流的差值小于单个被检测单元的充电电流。

7. 根据权利要求2所述的方法,其中启动最大充电数目的被检测单元进行充电包括,优先启动已完成放电、处于搁置状态的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电包括,优先启动已完成充电、处于搁置状态的被检测单元进行放电。

8. 根据权利要求2所述的方法,还包括,基于所述检测系统的初始能量值确定所述能量阈值。

9. 根据权利要求2所述的方法,其中增加充电的被检测单元数目包括,逐个增加充电的被检测单元数目,直到检测系统的能量值不低于所述能量阈值。

10. 根据权利要求2所述的方法,还包括,一旦检测系统的能量值达到初始能量值,将充电的被检测单元的数目恢复至原始值。

二次电池检测系统以及电流平衡式控制方法

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以及电流平衡式控制方法。

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,以及包含二次电池的被检测单元,所述电能缓冲模块连接至所述主控制器、所述内电网以及一外部电网,所述被检测单元在检测过程中需进行至少一次充电和至少一

次放电,其在充电时从所述内电网获取电能,在放电时将电能输入到所述内电网,在充电和放电转换时允许被检测单元进行搁置,所述主控制器配置为,基于所述内电网上的电流阈值,确定允许进行充电工作的被检测单元的最大数目,即最大充电数目,以及允许进行放电工作的被检测单元的最大数目,即最大放电数目;启动最大充电数目的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电;并在所述检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统从所述外部电网补充能量。

[0007] 根据本发明另一方面,提供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,以及包含二次电池的被检测单元,所述电能缓冲模块连接至所述内电网以及一外部电网,所述被检测单元在检测过程中需进行至少一次充电和至少一次放电,其在充电时从所述内电网获取电能,在放电时将电能输入到所述内电网,在充电和放电转换时允许被检测单元进行搁置,所述方法包括:基于所述内电网上的电流阈值,确定允许进行充电工作的被检测单元的最大数目,即最大充电数目,以及允许进行放电工作的被检测单元的最大数目,即最大放电数目;启动最大充电数目的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电;在所述检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统从所述外部电网补充能量。

[0008] 根据一个实施例,所述方法还包括,基于所述检测系统包含的检测位置的数目,以及所述被检测单元的充电电流,设置所述内电网上的所述电流阈值。

[0009] 根据一个实施例,确定最大充电数目包括,基于所述电流阈值,以及单个被检测单元的充电电流,确定出所述最大充电数目;确定最大放电数目包括,基于所述电流阈值,以及单个被检测单元的放电电流,确定出最大放电数目。

[0010] 根据一个实施例,所述方法还包括,调整所述最大充电数目和/或最大放电数目,使得总充电电流大于总放电电流,且二者尽量接近。

[0011] 在一个实施例中,调整所述最大充电数目和/或最大放电数目包括,确定所述最大充电数目所对应的总充电电流,以及所述最大放电数目所对应的总放电电流;比较所述总充电电流和所述总放电电流;在所述总放电电流大于所述充电电流的情况下,逐个减小所述最大放电数目,直到所得到的新的总放电电流小于所述总充电电流;在所述总充电电流大于所述总放电电流的情况下,逐个减小所述最大充电数目,直到得到的新的总充电电流与所述总放电电流的差值小于单个被检测单元的充电电流。

[0012] 根据一个实施例,启动最大充电数目的被检测单元进行充电包括,优先启动已完成放电、处于搁置状态的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电包括,优先启动已完成充电、处于搁置状态的被检测单元进行放电。

[0013] 根据一个实施例,所述方法还包括,基于所述检测系统的初始能量值确定所述能量阈值。

[0014] 在一个实施例中,增加充电的被检测单元数目包括,逐个增加充电的被检测单元数目,直到检测系统的能量值不低于所述能量阈值。

[0015] 根据一个实施例,所述方法还包括,一旦检测系统的能量值达到初始能量值,将充电的被检测单元的数目恢复至原始值。

[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,并降低对电能缓冲模块的容量要求。

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示出在一个实施例中调整步骤的执行流程；以及
- [0020] 图4示出在一个实施例中为检测补充能量的执行流程。

具体实施方式

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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检测。具体地,被检测单元在检测过程中需进行至少一次充电和至少一次放电,其在充电时从所述内电网获取电能,在放电时将电能输入到所述内电网,在充电和放电转换时允许进行搁置。

[0024] 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。

[0025] 主控制器14配置为,控制电能缓冲模块13平衡内电网11上的电能。也就是,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。

[0026] 下面分别描述上述各个部件的实施方式。

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 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充电和放电的检测。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。

[0030] 在二次电池充放电检测过程中,要求被检测单元12进行至少一次充电和至少一次放电。实际上,多数有待检测的二次电池在出厂时处于半满的状态,对这样的二次电池,也要求检测过程完成时,它同样地处于半满状态。在一个实施例中,在检测过程中,被检测单元可以先从半满充电至全满,然后放电至半满,或者可以先放电至全空,然后充电至半满,从而完成检测。在另一实施例中,被检测单元12在检测过程中进行多次充电和多次放电。例如,典型地,包含锂离子电池的被检测单元往往工作于“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。其他类型的二次电池有可能工作于更多不同的工作模式,经历更为复杂的检测过程。不过,无论工作于何种工作模式,进行多少次充放电,本文针对这样的情况进行讨论:在进行充电、放电的转换时,允许被检测单元进行搁置,而在充电或放电过程中,则不允许被检测单元暂停或搁置。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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状态可以根据需要进行控制和设置,这将在后面进行描述。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 此外,电能缓冲模块13还可以包括充电控制电路(未示出),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(未示出),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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 如前所述,电能缓冲模块13在主控制器14的控制下,平衡内电网上的电能,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。而在检测过程中,被检测单元可以处于充电或者放电的工作状态。在极端情况下,如果所有被检测单元同时处于放电状态,那就需要电能缓冲模块13吸收并存储所有释放的电能,这无疑对电能缓冲模块的规模提出极高的要求。因此,希望主控制器14在检测开始阶段,对被检测单元的数目和工作状态进行控制和设计,以减小对电能缓冲模块的压力。

[0040] 为此,主控制器14配置为,在检测开始阶段,确定启动工作的被检测单元的数目及其工作状态,使得内电网上的充放电流尽可能达到平衡,也就是净能量流入/流出尽可能少,在检测过程中,在必要时补充检测系统的电能。具体地,在本发明的一种实施方式下,主控制器14首先基于内电网上的电流阈值,确定允许进行充电工作的被检测单元的最大数目,即最大充电数目,以及允许进行放电工作的被检测单元的最大数目,即最大放电数目;然后启动上述最大充电数目的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电;在检测过程中,在检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统从外部电网补充能量。

[0041] 下面具体描述主控制器对检测系统进行控制的方法。

[0042] 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。

[0043] 如图2所示,根据该实施例的方法,在步骤21,基于内电网上的电流阈值,确定允许进行充电工作的被检测单元的最大数目,即最大充电数目,以及允许进行放电工作的被检测单元的最大数目,即最大放电数目;在步骤23,启动最大充电数目的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电;在步骤25,在检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统从外部电网补充能量。

[0044] 下面描述各个步骤的具体执行方式。

[0045] 在一个实施例中,在执行步骤21之前,首先执行步骤20,在其中,设置内电网上的电流阈值。在一个实施例中,步骤20作为本发明方法的预备步骤,在执行本发明方法之前预先执行;或者,在一个实施例中,步骤20在执行本发明方法时现场执行。相应地,在图2中,步骤20以虚线框示出。

[0046] 在一个实施例中,在步骤20,基于检测系统包含的检测位置的数目,以及被检测单元的充电电流,设置内电网上的所述电流阈值。在一个具体例子中,将该电流阈值设定为,所有被检测单元同时充电时的总电流值的一半。具体地,假定检测系统具有 m 个检测位置,也就是,可以同时连接 m 个被检测单元进行检测工作,并且,每个被检测单元的充电电流为 I ,那么可以将上述电流阈值 T 设置为 $mI/2$ 。这样,才能保证检测系统不会出现所有被检测单元同时工作的情况。在进一步的实施例中,可以将电流阈值设置得更低,也就是小于 $mI/2$,

从而在后续,限制启动工作的被检测单元的数目。

[0047] 基于上述确定的内电网上的电流阈值,在步骤21,确定允许进行充电工作的被检测单元的最大数目,即最大充电数目 C_n ,以及允许进行放电工作的被检测单元的最大数目,即最大放电数目 D_n 。实际上,最大充电数目 C_n 也就是,使得总充电电流达到最大值且不超过电流阈值 T 的被检测单元数目,最大放电数目 D_c 也就是,使得总放电电流达到最大值且不超过电流阈值 T 的被检测单元数目。

[0048] 为了确定最大充电数目 C_n 和最大放电数目 D_n ,要相应地考虑单个被检测单元的充电电流 I_c 和放电电流 I_d 。具体地,步骤21包括,基于上述电流阈值 T ,和单个被检测单元的充电电流 I_c ,确定出最大充电数目 C_n ;基于上述电流阈值 T ,和单个被检测单元的放电电流 I_d ,确定出最大放电数目 D_n 。一般地,在确定出最大充电数目和最大放电数目的同时,可以相应地确定出所对应的总充电电流 C_I 和总放电电流 D_I 。例如,在一个锂离子电池的例子中,假定内电网上的电流阈值 $T=88A$,单个检测单元的充电电流 I_c 为 $3A$,放电电流 I_d 为 $10A$,则可以确定出,最大充电数目 C_n 为 29 ,对应的总充电电流 C_I 为 $3A*29=87A$;而最大放电数目 D_n 为 8 ,对应的总放电电流 D_I 为 $10A*8=80A$ 。

[0049] 在确定出最大充电数目 C_n 和最大放电数目 D_n 的基础上,在一个实施例中,在步骤23,分别将最大充电数目和最大放电数目的被检测单元启动进行充电和放电工作。如此,可使得尽可能多的被检测单元启动检测工作,最大程度地利用检测系统。

[0050] 然而,在一个实施例中,考虑总充电电流和总放电电流的差值,在步骤23之前,对上述最大充电数目和最大放电数目进行调整。也就是,在步骤23之前,执行步骤22,在其中调整所述最大充电数目和/或最大放电数目,使得总充电电流大于总放电电流,且二者尽量接近。

[0051] 步骤22的执行主要基于以下考虑。对于多数二次电池,其充电电流与放电电流并不相等,由此得到的总充电电流和总放电电流往往也不相等。在总放电电流值大于总充电电流值的情况下,如果直接按照计算结果启动被检测单元进入检测过程,则在检测系统运行中,处于放电状态的电池释放的能量持续高于处于充电过程的电池吸收的能量,多余的能量会源源不断地通过内电网输送至电能缓冲模块,时间稍长,就有可能导致电能缓冲模块容量不足,电能溢出。因此,需要对充放电电池数量进行调整。

[0052] 实际上,对于以锂离子电池为代表的典型二次电池来说,单个电池的充电电流小于放电电流。此时,有更大的概率会出现总充电电流大于总放电电流的情况。因为充电电流更小,通常获得的总充电电流更容易接近电流阈值。例如,在前述例子中,单个检测单元的充电电流为 $3A$,放电电流为 $10A$,则对应的总充电电流为 $87A$,总放电电流为 $80A$,总充电电流更接近电流阈值,明显大于总放电电流。此时虽然不会导致电能缓冲模块的电能溢出,但是,当充电电流大于放电电流过多时,仍有可能出现系统故障,叙述如下。

[0053] 如果内电网上充电电流大于放电电流,即处于充电状态的电池吸收的能量持续高于处于放电状态的电池释放的能量,则这一能量缺失可以由外部电网经由电能缓冲模块进行补充。由此可知,在检测系统运行中,外部电网会实时向检测系统注入电能。另一方面,如图1所示,检测系统中包含多个降压模块和负载模块,这些模块都会产生能量损失。如果外部电网提供的实时能量值高于系统内变压损耗的能量值,则此时检测系统内的总能量值会不断升高,直至达到检测系统能量最大值,造成检测系统运行故障。当被检测单元的放电能

流较大时,按照之前方法得出的充电电流往往大于放电电流较多,此时就有可能出现外部电网提供的能量值高于能量损耗的情况,从而出现一些系统故障。因此,也需要对充放电的被检测单元的数目进行调整。

[0054] 为此,在一个实施例中,在步骤23之前添加了调整步骤22,在其中调整最大充电数目和/或最大放电数目,使得总充电电流大于总放电电流,且二者尽量接近。图3示出在一个实施例中调整步骤的流程,也就是步骤22的子步骤。

[0055] 如图3所示,首先在步骤221,确定上述最大充电数目 C_n 所对应的总充电电流 C_I ,以及最大放电数目 D_n 所对应的总放电电流 D_I 。可以理解,总充电电流 C_I 可以容易地基于最大充电数目 C_n 和单个被检测单元的充电电流 I_c 而确定,即 $C_I = C_n * I_c$,类似地,总放电电流 $D_I = D_n * I_d$ 。

[0056] 接着,在步骤222,比较上述总充电电流 C_I 和总放电电流 D_I 。

[0057] 如果总放电电流 D_I 大于总充电电流 C_I ,那么在步骤223,使得最大放电数目 D_n 减1,然后回到步骤222继续判断,如果此时更新的总放电电流仍大于总充电电流 C_I ,则再次减小最大放电数目 D_n 。也就是说,在 D_I 大于 C_I 的情况下,逐个减小最大放电数目 D_n ,直到所得到的新的总放电电流 D_I 小于总充电电流 C_I ,从而完成对最大放电数目 D_n 的调整。对于以锂离子电池为代表的典型二次电池来说,单个电池的放电电流 I_d 大于充电电流 I_c 。即使出现总放电电流大于总充电电流的情况,通常将最大放电数目 D_n 减1,就可以满足要求了。在多数情况下,在调整 D_n 之后,回到判断步骤222,会出现总充电电流 C_I 大于总放电电流 D_I 的情况,此时接着如下调整 C_n 。

[0058] 在步骤222的判断结果是总充电电流 C_I 大于总放电电流 D_I 的情况下,在步骤224,继续判断对应的总充电电流与总放电电流 D_I 的差值是否小于单个被检测单元的充电电流 I_c ,如果是,则调整已到位,如果不是,前进到步骤225,使得最大充电数目 C_n 减1,然后,再次回到步骤224进行判断。如果此时的总充电电流与总放电电流之差仍然大于 I_c ,则再次减小最大充电数目 C_n ,直到电流差值小于 I_c ,调整结束。也就是说,在总充电电流 C_I 大于总放电电流 D_I 的情况下,逐个减小最大充电数目 C_n ,直到所得到的新的总充电电流与原总放电电流的差值小于单个被检测单元的充电电流。

[0059] 例如,在前述锂离子电池的例子中,单个检测单元的充电电流 I_c 为3A,放电电流 I_d 为10A,最大充电数目 C_n 为29,对应的总充电电流 C_I 为87A;最大放电数目 D_n 为8,对应的总放电电流 D_I 为80A。这属于较为典型的情况。在该情况下,显然总充电电流 C_I 大于总放电电流 D_I 。那么,就将最大充电数目 C_n 减1,此时对应的总充电电流相应地降低为84A。然而此时,新的总充电电流(84A)与总放电电流(80A)的差值仍然大于单个被检测单元的充电电流 I_c (3A),所以,继续减小最大充电数目 C_n ,相应地,所得到的总充电电流更新为81A。此时,更新的总充电电流(81A)与总放电电流(80A)的差值小于单个被检测单元的充电电流 I_c (3A),调整结束。

[0060] 可以看到,经过充放电数目调整之后,最终得到的结果是,总充电电流大于总放电电流,且二者尽可能的接近。实际上调整后,总充电电流与总放电电流的差值不会大于单个被检测单元的充电电流。经过结合具体检测系统进行模拟(例如假定在检测系统中,降压模块和负载模块的能量损失约2%)可以确定,在调整之后的情况下,不会产生总充电电流大于放电电流过多的情况,外部电网提供的实时能量也就不会多于系统内变压损耗的能量,

从而不会发生系统能量持续升高的情况。

[0061] 经过步骤22的调整,更新了最大充电数目 C_n 和/或最大放电数目 D_n 。相应地,在步骤23,将更新的最大充电数目的被检测单元启动进行充电,将更新的最大放电数目的被检测单元启动进行放电。

[0062] 在一个实施例中,步骤23中启动最大充电数目的被检测单元进行充电包括,优先启动已完成放电、处于搁置状态的被检测单元进行充电,启动最大放电数目的被检测单元进行放电包括,优先启动已完成充电、处于搁置状态的被检测单元进行放电。也就是,优先启动已经进入检测过程、而处于搁置状态的被检测单元继续其检测工作,而不是投放新的被检测单元进行工作,如此可以使得已经进入检测过程的被检测单元尽快完成其检测。

[0063] 在按照上述的最大充电数目和最大放电数目启动相应的被检测单元进行工作之后,在检测系统运行过程中,外部电网提供的实时能量总是低于系统内变压损耗的能量,这就造成检测系统处于能量不断减少的状态。如果这一过程持续时间过长,会使得检测系统内部能量过低,进而导致系统运行故障。因此,在检测过程中,还需要监视检测系统的能量变化,在必要时补充能量。也就是,执行步骤25,在检测系统的能量值低于能量阈值的情况下,增加充电的被检测单元数目,使得检测系统从外部电网补充能量。

[0064] 可以理解,在一个实施例中,在步骤25之前,还可以执行设定上述能量阈值的步骤。与步骤20类似,该步骤可以在本发明的方法步骤执行之前预先执行,也可以在执行本发明的方法步骤时现场执行。

[0065] 在一个实施例中,上述能量阈值基于检测系统的初始能量值而设定。例如,在一个例子中,初始地,每个被检测单元都处于半满的状态。可以基于半满状态的被检测单元的能量值以及启动工作的被检测单元的数目,确定出检测系统的初始能量值,将小于该初始能量值的某个值设置为能量阈值。例如,可以将能量阈值设定为,初始能量值减去一个被检测单元的额定能量值。当然,也可以根据需要将能量阈值设置为其他值。可以理解,该能量阈值用于作为检测系统能量变化的标准,一旦低于该能量阈值,就认为,检测系统能量过低,需要补充。

[0066] 图4示出为检测系统补充能量的步骤流程图,也就是步骤25的子步骤。

[0067] 如图4所示,首先在步骤251,判断检测系统的当前能量值是否低于能量阈值。如果低于所述能量阈值,那么前进至步骤252,将充电的被检测单元的数目增加1,然后在步骤253,确定此时检测系统的更新能量值。可以理解,一旦增加充电的被检测单元,就会增加外部电网向检测系统注入的电能,从而增加检测系统的能量值。于是,返回到步骤251,继续判断检测系统的当前能量值是否低于能量阈值。也就是说,逐个增加充电的被检测单元数目,直到检测系统的能量值不低于所述能量阈值。

[0068] 进一步地,在一个实施例中,在增加充电的被检测单元,进而增加检测系统能量值之后,进一步判断,检测系统的当前能量值是否低于系统的初始能量值。一旦当前能量值恢复为能量初始值,甚至超过初始能量值,则停止能量补充过程。能量补充过程停止后,可以将充电的被检测单元的数目恢复为原始值。但是,由于充放电过程中不允许强制打断被检测单元,因此,可以在完成本次充电过程后,将充电数目恢复。

[0069] 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,在检测开始阶段,以内电网上的电流为基准,设计并控制进行充

电的被检测单元的数目以及进行放电的被检测单元的数目,并在必要时调整上述数目,以使得电流尽可能平衡。在检测过程中,监视检测系统的能量变化,在必要时补充其能量,使得检测系统长期稳定地进行检测工作。

[0070] 可以理解,上述方法通过检测系统中的主控制器来执行的。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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。

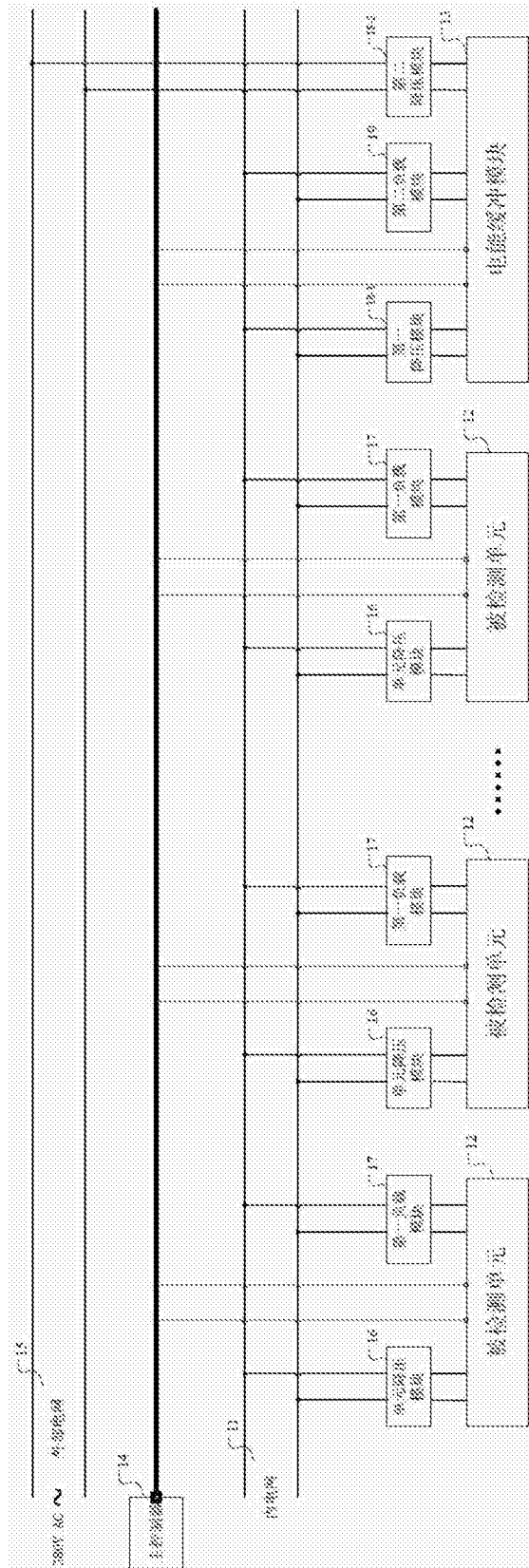


图1

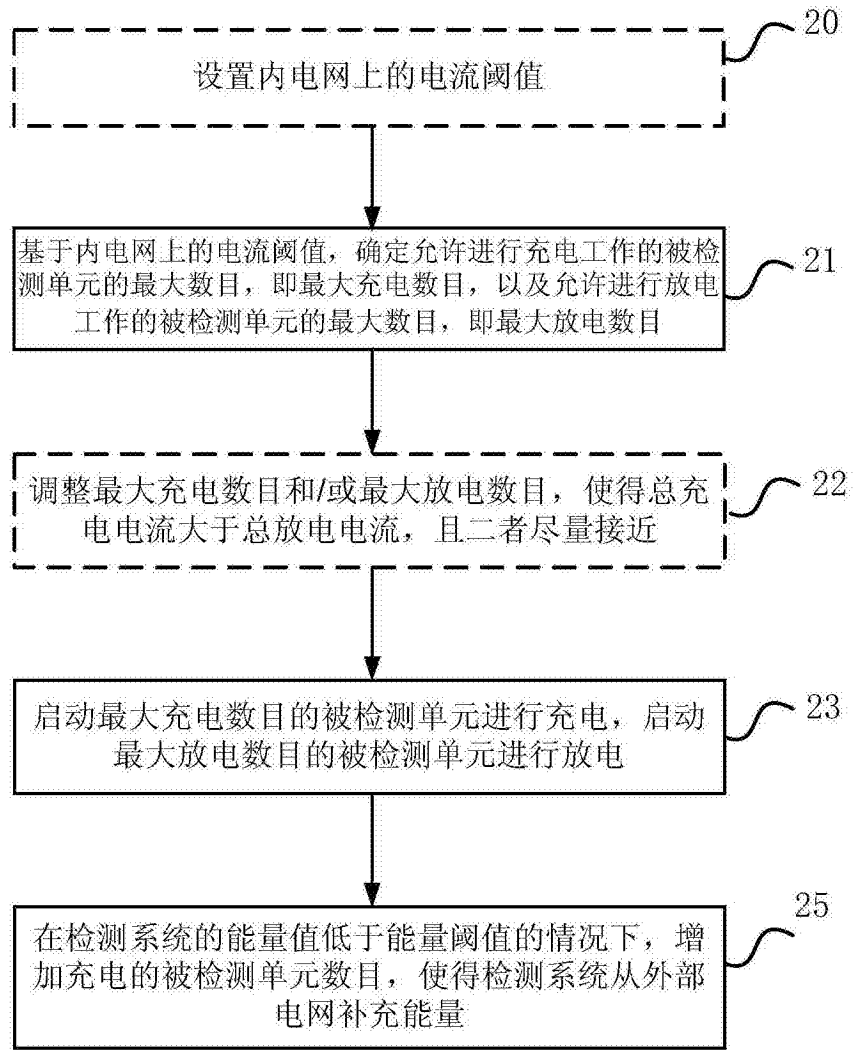


图2

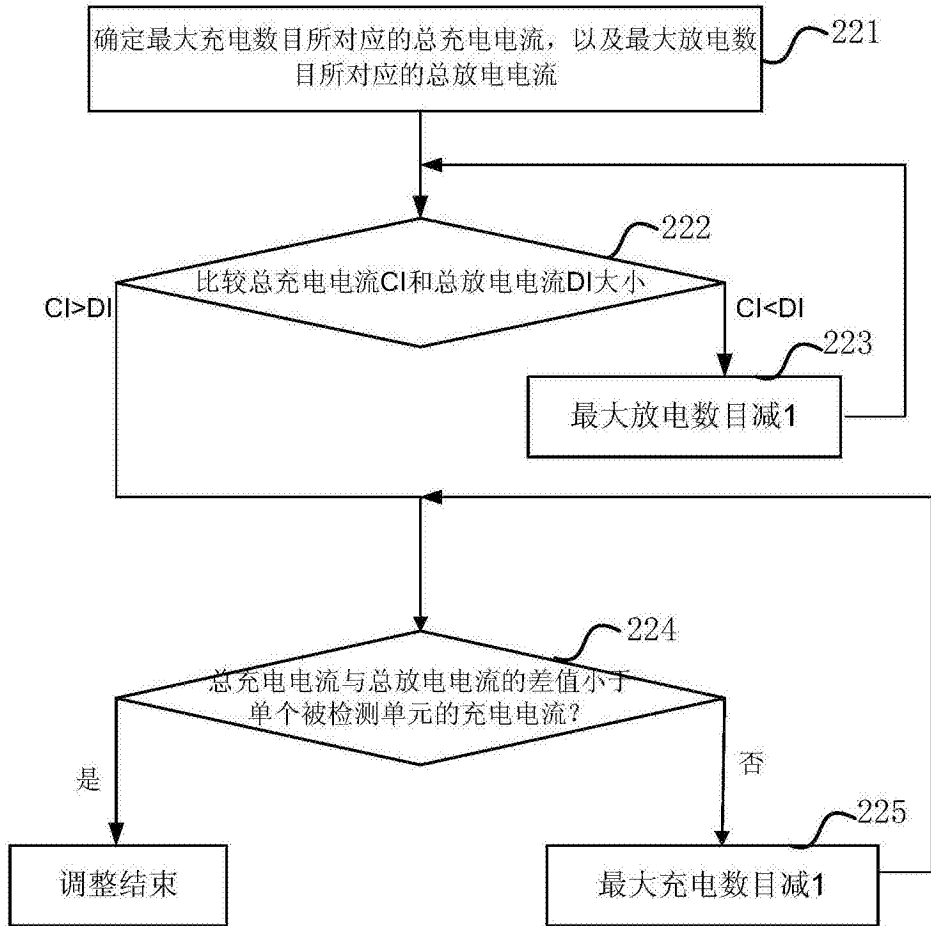


图3

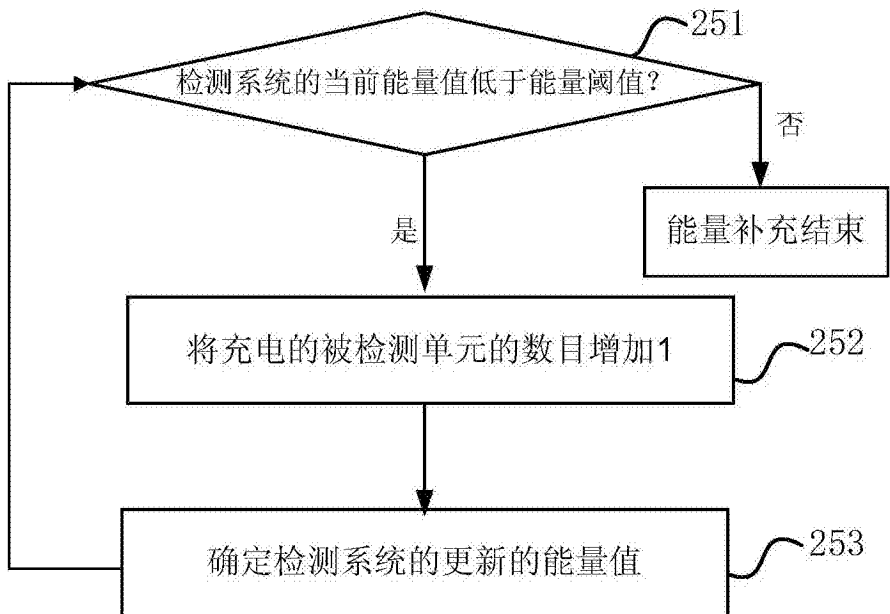


图4