



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108649282 A

(43)申请公布日 2018. 10. 12

(21)申请号 201810368174.1

(22)申请日 2018.04.23

(71)申请人 中国科学院广州能源研究所

地址 510640 广东省广州市天河区五山能源路2号

(72)发明人 陈明彪 白帆飞 林仕立 宋文吉 冯自平

(74)专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001

代理人 莫瑶江

(51)Int.Cl.

H01M 10/42(2006.01)

H01M 10/48(2006.01)

H01M 10/0525(2010.01)

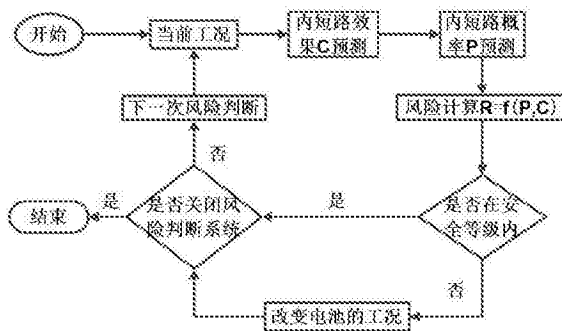
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法及系统,本方法根据不同工况下锂离子电池内短路产生的后果C以及发生概率P预测内短路发生的风险R,并根据内短路风险R建立风险等级,然后根据实际工况判断当前的危险等级,最后通过改变工况,降低内短路风险等级,达到主动安全防护的目的。本方法克服了被动防护技术的滞后性,过主动改变运行工况等手段降低内短路发生的风险,从而提高电池的安全性。而且该方法兼容性好,可以在原来被动安全防护基础上进行添加,进一步实现主被动相结合的内短路防护。



1. 一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,其特征在于,所述方法包括建立内短路模型;

获得被测锂离子电池当前的工况参数,并通过内短路模型来计算出被测锂离子电池当前工况下若发生三种主要形式内短路时的最高温度 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ ;三种主要形式内短路分别为:阳极-阴极内短路、阳极集流体-阳极内短路和阴极集流体-阳极内短路;

根据统计数据,查找得出 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 三个温度所对应的当前工况下被测锂离子电池三种主要形式内短路的发生概率 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ;

根据 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 以及 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 来计算得出当前工况下被测锂离子电池的内短路风险 $R$ ,并根据内短路风险 $R$ 来调整被测锂离子电池的工况,以保证被测锂离子电池的安全性。

2. 如权利要求1所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,其特征在于,通过如下公式来计算出当前工况下被测锂离子电池内短路风险 $R$ :

$R = T_{\max,1}^a \cdot (P_1/P_0)^b + T_{\max,2}^a \cdot (P_2/P_0)^b + T_{\max,3}^a \cdot (P_3/P_0)^b$ ,其中指数 $a$ , $b$ 是设定的权重因子, $P_0$ 是25℃时1C放电倍率下的三种主要形式内短路概率之和。

3. 如权利要求1或2所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,其特征在于,所述内短路模型是电-热耦合模型或电化学-热耦合模型。

4. 如权利要求1所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,其特征在于,所述工况参数包括温度、电压、电流;所述温度参数通过温度传感器获得,电压、电流参数分别通过电压表、电流表获得。

5. 如权利要求1所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,其特征在于,所述统计数据为行业统计的数据或者是理论推导获得的数据。

6. 如权利要求1所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,其特征在于,通过改变电池的电流倍率、温度来调整被测锂离子电池的工况。

7. 一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护系统,其特征在于,包括若干检测仪器,其用于获得被测锂离子电池当前的工况参数;

内短路模型计算模块,其用于根据若干检测仪器所获得的工况参数来计算得出被测锂离子电池当前工况下若发生三种主要形式内短路时的最高温度 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ ;三种主要形式内短路分别为:阳极-阴极内短路、阳极集流体-阳极内短路和阴极集流体-阳极内短路;

数据存储模块,其存储有不同温度情况下三种主要形式内短路的发生概率的数据;

查找比对模块,其用于将 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 三个温度和数据存储模块所存储的数据进行查找比对,查找得出当前工况下三种主要形式内短路的发生概率 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ;

计算模块,其根据 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 以及 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 来计算得出当前工况下被测锂离子电池的内短路风险 $R$ ;

工况调整模块,其根据内短路风险 $R$ 来调整被测锂离子电池的工况,以保证被测锂离子电池的安全性。

8. 如权利要求7所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护系统,其特征在于,所述若干检测仪器包括温度传感器、电压表、电流表,分别用于检测被测锂离子电池的温度、电压、电流。

9. 如权利要求7或8所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护系统,其特征在于,所述计算模块通过如下公式来计算出当前工况下被测锂离子电池内短路风险:

$R = T_{\max,1}^a \cdot (P_1/P_0)^b + T_{\max,2}^a \cdot (P_2/P_0)^b + T_{\max,3}^a \cdot (P_3/P_0)^b$ ,其中指数a,b是设定的权重因子, $P_0$ 是25°C时1C放电倍率下的三种主要形式内短路概率之和。

10. 如权利要求7所述的规避锂离子电池内短路风险的安全防护系统,其特征在于,所述数据存储模块存储的数据为行业统计的数据或者是理论推导获得的数据。

## 一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及锂离子电池技术领域,具体涉及一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法及系统。

### 背景技术

[0002] 锂离子电池具有高能量密度、长寿命、环保等优点,在电动汽车领域得到了广泛的应用。但是,目前电池的热安全问题依然是制约着动力电池行业发展的关键问题,亟待解决。

[0003] 内短路是引发锂离子电池热失控的主要原因。内短路发生后,电流聚集在内短路点通过,产生大量的焦耳热,导致局部高温,最后甚至引起热失控。内短路产生的原因主要有:制造缺陷(包括隔膜破坏,内嵌金属颗粒杂质等)、锂枝晶刺穿隔膜以及隔膜热分解。由于内短路形式,以及SOC、内阻、当前温度、电压等参数不同,导致内短路发生的效果也不同,直接表现为内短路后的最高温度不同。若最高温度高于热失控的诱发温度(约150℃,一般以隔膜的熔化温度为诱发温度),则极易引发热失控。尽管内短路由于内短路形式不同、工况不同而出现不同效果,但是发生内短路后的效果,是可以预测的。而预测内短路发生效果的计算模型,主要有电-热耦合模型以及电化学-热耦合模型。

[0004] 目前所采用的热安全防护技术,大多是等待热失控发生后才进行被动防护的,具有一定的局限性。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提供一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,以在电池没有发生内短路的情况下,进行风险预测,并通过规避风险的方法进行主动防护,保证了电池的安全性的同时,也保证了电池的使用寿命。

[0006] 为实现上述目的,本发明的技术方案是:

[0007] 一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法,所述方法包括

[0008] 建立内短路模型;

[0009] 获得被测锂离子电池当前的工况参数,并通过内短路模型来计算出被测锂离子电池当前工况下若发生三种主要形式内短路时的最高温度 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ ;三种主要形式内短路分别为:阳极-阴极内短路、阳极集流体-阳极内短路和阴极集流体-阳极内短路;

[0010] 根据统计数据,查找得出 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 三个温度所对应的当前工况下被测锂离子电池三种主要形式内短路的发生概率 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ;

[0011] 根据 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 以及 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 来计算得出当前工况下被测锂离子电池的内短路风险 $R$ ,并根据内短路风险 $R$ 来调整被测锂离子电池的工况,以保证被测锂离子电池的安全性。

[0012] 通过如下公式来计算出当前工况下被测锂离子电池内短路风险:

[0013]  $R = T_{\max,1}^a \cdot (P_1/P_0)^b + T_{\max,2}^a \cdot (P_2/P_0)^b + T_{\max,3}^a \cdot (P_3/P_0)^b$ ,其中指数 $a$ , $b$ 是设定的权

重因子,  $P_0$  是 25℃ 时 1C 放电倍率下的三种主要形式内短路概率之和。

[0014] 所述内短路模型是电-热耦合模型或电化学-热耦合模型。

[0015] 所述工况参数包括温度、电压、电流;所述温度参数通过温度传感器获得,电压、电流参数通过电压表、电流表获得。

[0016] 所述统计数据为行业统计的数据或者是理论推导获得的数据。

[0017] 通过改变电池的电流倍率、温度来调整被测锂离子电池的工况。

[0018] 相应地,本发明提供了一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护系统,该系统包括

[0019] 若干检测仪器,其用于获得被测锂离子电池当前的工况参数;

[0020] 内短路模型计算模块,其用于根据若干检测仪器所获得的工况参数来计算得出被测锂离子电池当前工况下若发生三种主要形式内短路时的最高温度  $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ ;三种主要形式内短路分别为:极-阴极内短路、阳极集流体-阳极内短路和阴极集流体-阳极内短路;

[0021] 数据存储模块,其存储有不同温度情况下三种主要形式内短路的发生概率的数据;

[0022] 查找比对模块,其用于将  $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$  三个温度和数据存储模块所存储的数据进行查找比对,查找得出当前工况下三种主要形式内短路的发生概率  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ;

[0023] 计算模块,其根据  $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$  以及  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  来计算得出当前工况下被测锂离子电池的内短路风险  $R$ ;

[0024] 工况调整模块,其根据内短路风险  $R$  来调整被测锂离子电池的工况,以保证被测锂离子电池的安全性。

[0025] 所述若干检测仪器包括温度传感器、电压表、电流表,分别用于检测被测锂离子电池的温度、电压、电流。

[0026] 所述计算模块通过如下公式来计算当前工况下被测锂离子电池内短路风险:

[0027]  $R = T_{\max,1}^a \cdot (P_1/P_0)^b + T_{\max,2}^a \cdot (P_2/P_0)^b + T_{\max,3}^a \cdot (P_3/P_0)^b$ , 其中指数  $a$ ,  $b$  是设定的权重因子,  $P_0$  是 25℃ 时 1C 放电倍率下的三种主要形式内短路概率之和。

[0028] 所述数据存储模块存储的数据为行业统计的数据或者是理论推导获得的数据。

[0029] 本发明与现有技术相比,其有益效果在于:

[0030] 本方法克服了被动防护技术的滞后性,过主动改变运行工况等手段降低内短路发生的风险,从而提高电池的安全性。而且该方法兼容性好,可以在原来被动安全防护基础上进行添加,进一步实现主被动相结合的内短路防护。

## 附图说明

[0031] 图1为本实施例提供的规避锂离子电池内短路风险的安全防护方法的流程原理图。

## 具体实施方式

[0032] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的内容做进一步详细说明。

[0033] 实施例:

[0034] 参阅图1所示,本实施例提供的规避锂离子内短路风险的安全防护方法,该方法是根据不同工况下锂离子电池内短路产生的后果C以及发生概率P预测内短路发生的风险R,并根据内短路风险R建立风险等级,然后根据实际工况判断当前的危险等级,最后通过改变工况,降低内短路风险等级,达到主动安全防护的目的。

[0035] 具体地,该方法包括:

[0036] S1、建立内短路模型,该内短路模型为国际通用的电-热耦合模型或电化学-热耦合模型,本实施例采用的是电-热耦合模型,电-热耦合模型所需要的电池的热导率、比热容、密度、电池内阻、电池尺寸等参数,可以通过电池出厂商获得或者通过测量获得;

[0037] S2、通过温度传感器、电流、电压表获得被测锂离子电池当前的温度、电压、电流等工况状态参数,并通过电-热耦合模型来计算出被测锂离子电池当前工况下若发生三种主要形式内短路时的最高温度 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ ;三种主要形式内短路分别为:阳极-阴极内短路、阳极集流体-阳极内短路和阴极集流体-阳极内短路;

[0038] S3、根据统计数据,通过查表等方式查找得出 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 三个温度所对应的当前工况下被测锂离子电池三种主要形式内短路的发生概率 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ;

[0039] S4、根据 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 以及 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 来计算得出当前工况下被测锂离子电池的内短路风险R,将计算得出的当前工况下被测锂离子电池的内短路风险R和预先设定的危险等级,预先设定的危险等级起码分成三个等级,即低风险、中度风险、高风险来进行判断,若计算得出当前工况下被测锂离子电池的内短路风险R位于中度风险或高风险,则调整被测锂离子电池的电流倍率、温度等工况参数,以降低内短路风险,然后重复上述步骤S2-S4,直至被测锂离子电池的内短路风险处于安全范围内。

[0040] 本方法是在实际使用当中,进行在线预判的。在进行每一次风险判断的时候,先是获得电池的当前工况参数,然后计算获得当前风险,根据风险等级的判断,进行工况改变。然后进行下一次的风险判断,一直循环连续地监测当前的内短路风险,保证电池的安全性。

[0041] 由此可知,本方法克服了被动防护技术的滞后性,过主动改变运行工况等手段降低内短路发生的风险,从而提高电池的安全性。而且该方法兼容性好,可以在原来被动安全防护基础上进行添加,进一步实现主被动相结合的内短路防护。

[0042] 具体地,锂离子电池内短路的后果C是以电池的最高温度 $T_{\max}$ 作为判断参数。该内短路风险通过式子 $R = T_{\max,1}^a \cdot (P_1/P_0)^b + T_{\max,2}^a \cdot (P_2/P_0)^b + T_{\max,3}^a \cdot (P_3/P_0)^b$ 计算,其中指数a,b是设定的权重因子,是根据温度、概率等因素对风险的影响而设定的, $P_0$ 是25℃时1C放电倍率下的三种主要形式内短路概率之和,三种主要形式的内短路发生的概率 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 以及 $P_0$ ,是通过行业统计或者理论推导所得。

[0043] 而该电-热耦合模型,是采用了等效电路的方法简化电化学反应过程,重点在于对电池内的欧姆电阻热进行描述和分析,考虑了电池内部因电流分布不均造成欧姆电阻热的局部位置依赖性。而当内短路模型采用的是电化学-热耦合模型时,电化学-热耦合模型,是采用多孔电极理论、电极动力学和菲克定律描述电化学反应和粒子扩散的动力学过程,并根据组分守恒、电荷守恒和能量守恒,考虑了电极内部的反应物浓度分布和电势分布,获得内短路发生后电池的可逆热、极化热、欧姆热以及内短路电流导致的焦耳热。由于两种内短路模型计算都较为复杂,不适用于在线测量,因此,需要预先通过内短路模型,获得不同工

况和电池内短路后最高温度的一一对应关系,并拟合成关系方程,用于实际的在线测量。

[0044] 相应地,本实例还提供了一种规避锂离子电池内短路风险的安全防护系统,该系统包括

[0045] 若干检测仪器,其用于获得被测锂离子电池当前的工况参数;

[0046] 内短路模型计算模块,其用于根据若干检测仪器所获得的工况参数来计算得出被测锂离子电池当前工况下若发生三种主要形式内短路时的最高温度 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ ;三种主要形式内短路分别为:阳极-阴极内短路、阳极集流体-阳极内短路和阴极集流体-阳极内短路;

[0047] 数据存储模块,其存储有不同温度情况下三种主要形式内短路的发生概率的数据;

[0048] 查找比对模块,其用于将 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 三个温度和数据存储模块所存储的数据进行查找比对,查找得出当前工况下三种主要形式内短路的发生概率 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ;

[0049] 计算模块,其根据 $T_{\max,1}$ 、 $T_{\max,2}$ 、 $T_{\max,3}$ 以及 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 来计算得出当前工况下被测锂离子电池的内短路风险 $R$ ;

[0050] 工况调整模块,其根据内短路风险 $R$ 来调整被测锂离子电池的工况,以保证被测锂离子电池的安全性。

[0051] 所述若干检测仪器包括温度传感器、电压表、电流表,分别用于检测被测锂离子电池的温度、电压、电流。

[0052] 所述计算模块通过如下公式来计算出当前工况下被测锂离子电池内短路风险:

[0053]  $R = T_{\max,1}^a \cdot (P_1/P_0)^b + T_{\max,2}^a \cdot (P_2/P_0)^b + T_{\max,3}^a \cdot (P_3/P_0)^b$ ,其中指数 $a$ , $b$ 是设定的权重因子, $P_0$ 是25℃时1C放电倍率下的三种主要形式内短路概率之和。

[0054] 所述数据存储模块存储的数据为行业统计的数据或者是理论推导获得的数据。

[0055] 上述实施例只是为了说明本发明的技术构思及特点,其目的是在于让本领域内的普通技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡是根据本发明内容的实质所做出的等效的变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

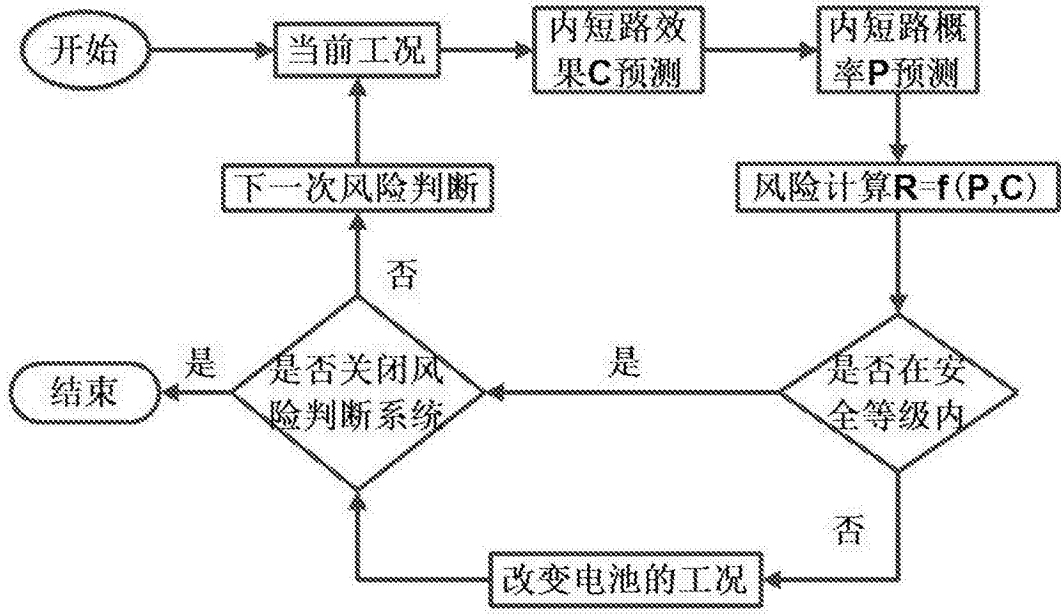


图1