



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114361617 A

(43) 申请公布日 2022.04.15

(21) 申请号 202111674190.1

(22) 申请日 2021.12.31

(71) 申请人 重庆长安新能源汽车科技有限公司
地址 401133 重庆市江北区鱼嘴镇永和路
39号2屋208室

(72) 发明人 徐舰波 万红兵 王钢 蒲江
郭祥文 吴正国 梁友

(74) 专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123
代理人 唐锡娇

(51) Int.Cl.
H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)

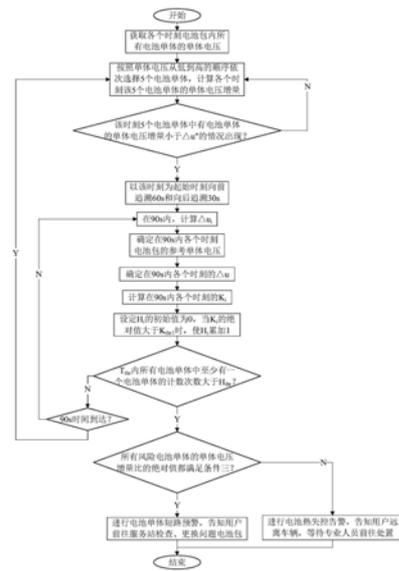
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种动力电池热失控风险预警方法及预警系统

(57) 摘要

本发明公开了一种动力电池热失控风险预警方法及预警系统,该预警方法包括:获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压;计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量 Δu_i ;确定各个时刻电池包的参考单体电压;确定各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu ;计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量比 K_i ;利用数值法或者斜率法判断是否需要报警。本发明能解决一次单体电压信号阈值预警方法可能失效的问题,不需要改变存量动力电池的设计,能实现动力电池热失控风险的有效预警。



1. 一种动力电池热失控风险预警方法,其特征在于,包括:

步骤一、获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压;

步骤二、计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量 Δu_i ;其中,*i*依次取1至M的所有整数,M表示电池包内的电池单体总数;

步骤三、确定各个时刻电池包的参考单体电压;

步骤四、确定各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu ;

步骤五、利用公式: $K_i = \frac{\Delta u_i}{\Delta u}$,计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量比 K_i ;

步骤六、设定第*i*个电池单体的计数次数 H_i 的初始值为0,当所述单体电压增量比 K_i 的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} 时,使第*i*个电池单体的计数次数 H_i 累加1,并计算第*i*个电池单体的计数次数 H_i 与预设数值*x*的比值,当满足条件一时,进行报警;其中,条件一为:所有电池单体中至少有一个电池单体的计数次数与预设数值*x*的比值大于预设的比值阈值。

2. 一种动力电池热失控风险预警方法,其特征在于,包括:

步骤一、获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压;

步骤二、计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量 Δu_i ;其中,*i*依次取1至M的所有整数,M表示电池包内的电池单体总数;

步骤三、确定各个时刻电池包的参考单体电压;

步骤四、确定各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu ;

步骤五、利用公式: $K_i = \frac{\Delta u_i}{\Delta u}$,计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量比 K_i ;

步骤六、设定第*i*个电池单体的计数次数 H_i 的初始值为0,当所述单体电压增量比 K_i 的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} 时,使第*i*个电池单体的计数次数 H_i 累加1;当满足条件二时,进行报警;其中,条件二为:预设时间阈值 T_{thr} 内所有电池单体中至少有一个电池单体的计数次数大于预设的次数阈值 H_{thr} 。

3. 根据权利要求1或2所述的动力电池热失控风险预警方法,其特征在于,所述步骤四确定各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu 的具体方式为:计算各个时刻的参考单体电压增量,得到各个时刻的参考单体电压增量计算值;如果某个时刻的参考单体电压增量计算值等于0,则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于预设的第一电压增量 $\Delta u'$,或者等于前一时刻的实际参考单体电压增量;如果某个时刻的参考单体电压增量计算值不等于0,则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于参考单体电压增量计算值;其中,该时刻与前一时刻的时间差等于单体电压采样周期。

4. 根据权利要求3所述的动力电池热失控风险预警方法,其特征在于:所述参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压的截尾均值或者中位数。

5. 根据权利要求4所述的动力电池热失控风险预警方法,其特征在于:所述步骤二中,在计算某个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量 Δu_i 后,还判断该时刻是否有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现,如果有,则在以该时刻为起始时刻向前追溯第一预设时间窗口长度内和向后追溯第二预设时间窗口长度内执行步骤三至步骤六,如果没有,则继续执行步骤二;如果在第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口

长度之和的时间内未进行报警,则返回执行步骤二;其中, $\Delta u'' < 0$ 。

6. 根据权利要求4所述的动力电池热失控风险预警方法,其特征在于:所述步骤一中,在获取某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压后,执行如下步骤:

按照单体电压从低到高的顺序依次选择 m 个电池单体,计算各个时刻该 m 个电池单体的单体电压增量;

判断该时刻 m 个电池单体中是否有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现,如果有,则在以该时刻为起始时刻向前追溯第一预设时间窗口长度内和向后追溯第二预设时间窗口长度内执行步骤二至步骤六,如果没有,则继续执行步骤一;如果在第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口长度之和的时间内未进行报警,则返回执行步骤一;其中, $\Delta u'' < 0$ 。

7. 根据权利要求6所述的动力电池热失控风险预警方法,其特征在于:在预设时间阈值 T_{thr} 内,如果所有风险电池单体的单体电压增量比的绝对值都满足条件三,则进行电池单体短路预警;在预设时间阈值 T_{thr} 内,如果有至少一个风险电池单体的单体电压增量比的绝对值满足条件四,则进行电池单体热失警告警;其中,条件三为:单体电压增量比的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} ,且小于预设的第二增量比阈值 K_{thr2} ;条件四为:单体电压增量比的绝对值大于或等于预设的第二增量比阈值 K_{thr2} ;所述风险电池单体是指预设时间阈值 T_{thr} 内计数次数大于预设的次数阈值 H_{thr} 的电池单体。

8. 一种动力电池热失控风险预警系统,包括预警控制器,其特征在于:所述预警控制器被编程以便执行如权利要求1至7任一项所述的预警方法。

9. 根据权利要求8所述的动力电池热失控风险预警系统,其特征在于:所述预警控制器为布置在车端的车端控制器。

10. 根据权利要求8所述的动力电池热失控风险预警系统,其特征在于:所述预警控制器为布置在云端的云端控制器。

一种动力电池热失控风险预警方法及预警系统

技术领域

[0001] 本发明属于动力电池监控领域,具体涉及一种动力电池热失控风险预警方法及预警系统。

背景技术

[0002] 为保障驾乘人员生命财产安全,强制性标准GB38031-2020明确要求:电池包或系统在由于电池单体热失控引起热扩散、进而导致乘员舱发生危险之前5分钟,应提供报警信号。而达成该标准要求的关键之一在于可靠的预警算法。

[0003] 目前行业内已实施的主要方案包括:温度阈值方法、电压阈值方法、电芯壳体压力阈值方法、电池包内气压方法、电池包内气体成分或颗粒物浓度方法等。例如,CN110370984A公开的动力电池热失控预警方法,同时将电池温度偏移、荷电状态偏移(电压),电池包内气体成分浓度及气压纳入监控,以提升预警方法的可靠性。CN109786872B公开的一种锂离子电池热失控预警系统及方法,主要通过超声波传感器分析电池包内气体特征进行热失控预警,同时结合温度阈值、电压阈值和烟雾信号进行预警信号分级。但通过分析大量的试验数据表明,使用电压、温度一次信号阈值或简单的横纵向比较进行预警,容易出现失效问题,需要对电池设计提出较高的要求。例如温度阈值监控,当电池温度传感器和热失控电芯间超过一定距离后,预警可能失效。

[0004] 此外,目前市场上绝大多数的电动车电池包只配备了温度、电压、电流传感器;因此,针对市场存量电动车辆及梯次利用的电池包,需要根据具体的电池产品特征,重新开发或优化热失控预警算法。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种动力电池热失控风险预警方法及预警系统,以有效预警动力电池热失控风险。

[0006] 本发明所述的一种动力电池热失控风险预警方法,包括:

[0007] 步骤一、获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压。

[0008] 步骤二、计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量 Δu_i ;其中,*i*依次取1至M的所有整数,M表示电池包内的电池单体总数。

[0009] 步骤三、确定各个时刻电池包的参考单体电压。

[0010] 步骤四、确定各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu 。

[0011] 步骤五、利用公式: $K_i = \frac{\Delta u_i}{\Delta u}$,计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量比 K_i 。

[0012] 步骤六、设定第*i*个电池单体的计数次数 H_i 的初始值为0,当所述单体电压增量比 K_i 的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} 时,使第*i*个电池单体的计数次数 H_i 累加1,并计算第*i*个电池单体的计数次数 H_i 与预设数值*x*的比值,当满足条件一时,进行报警;其中,条件一为:所有电池单体中至少有一个电池单体的计数次数与预设数值*x*的比值大于预设的比值阈值。

[0013] 本发明所述的另一种动力电池热失控风险预警方法,包括:

[0014] 步骤一、获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压。

[0015] 步骤二、计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量 Δu_i ;其中,*i*依次取1至M的所有整数,M表示电池包内的电池单体总数。

[0016] 步骤三、确定各个时刻电池包的参考单体电压。

[0017] 步骤四、确定各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu 。

[0018] 步骤五、利用公式: $K_i = \frac{\Delta u_i}{\Delta u}$,计算各个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量比 K_i 。

[0019] 步骤六、设定第*i*个电池单体的计数次数 H_i 的初始值为0,当所述单体电压增量比 K_i 的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} 时,使第*i*个电池单体的计数次数 H_i 累加1;当满足条件二时,进行报警;其中,条件二为:预设时间阈值 T_{thr} 内所有电池单体中至少有一个电池单体的计数次数大于预设的次数阈值 H_{thr} 。

[0020] 优选的,所述步骤四确定各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu 的具体方式为:计算各个时刻的参考单体电压增量,得到各个时刻的参考单体电压增量计算值;如果某个时刻的参考单体电压增量计算值等于0,则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于预设的第一电压增量 $\Delta u'$,或者等于前一时刻的实际参考单体电压增量;如果某个时刻的参考单体电压增量计算值不等于0,则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于参考单体电压增量计算值;其中,该时刻与前一时刻的时间差等于单体电压采样周期。通过该处理方式可以避免单体电压增量比的计算结果出现无穷大的情况,避免计算结果出错。

[0021] 优选的,所述参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压的截尾均值,即所述参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压去除最高单体电压、最低单体电压后的平均值。

[0022] 优选的,所述参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压的中位数,即所述参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压按高低依次排序后,数列中间的单体电压(如果M为偶数,则取数列中间2个单体电压的平均值)。

[0023] 需要说明的是,上述截尾均值、中位数,也可以用其他表征参考单体电压特征的方式代替,如众数、二分之一分位等。

[0024] 优选的,所述步骤二中,在计算某个时刻第*i*个电池单体的单体电压增量 Δu_i 后,还判断该时刻是否有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现,如果有,则在以该时刻为起始时刻向前追溯第一预设时间窗口长度内和向后追溯第二预设时间窗口长度内执行步骤三至步骤六,如果没有,则继续执行步骤二;如果在第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口长度之和的时间内未进行报警,则返回执行步骤二;其中, $\Delta u'' < 0$ 。将某个时刻有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现作为后续计算的触发条件,减少了计算量,节省了算力;通过向前追溯计算和向后追溯计算的方式,也避免了出现漏报的情况。

[0025] 优选的,所述步骤一中,在获取某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压后,执行如下步骤:

[0026] 按照单体电压从低到高的顺序依次选择*m*个电池单体,计算各个时刻该*m*个电池单体的单体电压增量。

[0027] 判断该时刻 m 个电池单体中是否有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现,如果有,则在以该时刻为起始时刻向前追溯第一预设时间窗口长度内和向后追溯第二预设时间窗口长度内执行步骤二至步骤六,如果没有,则继续执行步骤一;如果在第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口长度之和的时间内未进行报警,则返回执行步骤一;其中, $\Delta u'' < 0$ 。一个电池包内通常有数十上百个电池单体,实时计算量较大,而热失控单体(内短路)通常是电压最低单体,为降低计算量,先只计算单体电压较低的 m 个电池单体的单体电压增量,并将某个时刻 m 个电池单体中有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现作为后续计算的触发条件,减少了计算量,节省了算力;通过向前追溯计算和向后追溯计算的方式,也避免了出现漏报的情况。

[0028] 优选的,在预设时间阈值 T_{thr} 内,如果所有风险电池单体的单体电压增量比的绝对值都满足条件三,则进行电池单体短路预警;在预设时间阈值 T_{thr} 内,如果有至少一个风险电池单体的单体电压增量比的绝对值满足条件四,则进行电池单体热失警告警。其中,条件三为:单体电压增量比的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} ,且小于预设的第二增量比阈值 K_{thr2} ;条件四为:单体电压增量比的绝对值大于或等于预设的第二增量比阈值 K_{thr2} ; $K_{thr2} > K_{thr1}$,所述风险电池单体是指预设时间阈值 T_{thr} 内计数次数大于预设的次数阈值 H_{thr} 的电池单体。

[0029] 本发明所述的动力电池热失控风险预警系统,包括预警控制器,所述预警控制器被编程以便执行上述动力电池热失控风险预警方法。所述预警控制器可以是布置在车端的车端控制器,也可以是布置在云端的云端控制器。

[0030] 本发明通过上述方法提取电池单体的单体电压信号的潜在变化特征,对电池单体电压进行多重运算,可以有效识别出问题电芯(电池单体)早期内短路以及电芯热失控初期的单体电压波动,解决了一次单体电压信号阈值预警方法可能失效的问题,不需要改变存量动力电池的设计,实现了动力电池热失控风险的有效预警。

附图说明

[0031] 图1为实施例1中动力电池热失控风险预警方法流程图。

[0032] 图2为实施例2中动力电池热失控风险预警方法流程图。

[0033] 图3为实施例3中动力电池热失控风险预警方法流程图。

具体实施方式

[0034] 实施例1:某款动力电池的电池包内有 $M=96$ 个电池单体。如图1所示,针对该款动力电池热失控风险预警方法,由布置在云端的云端控制器执行,计算数据来源是车辆根据GBT32960要求上传的运行数据,车辆无需增加额外设备或其他要求。

[0035] 云端控制器收到车辆上传数据后,先进行数据清洗,剔除明显错误的的数据、空值、默认值,将数据按车辆终端数据产生的时间进行排序;然后进行动力电池热失控风险预警,具体预警方法包括:

[0036] 第一步、获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压,然后执行第二步。

[0037] 第二步、按照单体电压从低到高的顺序依次选择5(此实施例中 $m=5$)个电池单体,利用公式: $\Delta u_j = u_j - u'_j$,计算各个时刻该5个电池单体的单体电压增量,然后执行第三步。

其中, Δu_j 表示5个电池单体中的第j个电池单体的单体电压增量, j依次取1至5的所有整数, u_j 表示第j个电池单体在当前时刻的单体电压, u'_j 表示第j个电池单体在前一时刻的单体电压, 当前时刻与前一时刻的时间差等于单体电压采样周期。

[0038] 第三步、判断该时刻5个电池单体中是否有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现, 如果有, 则执行第四步, 否则返回执行第二步。其中, $\Delta u'' < 0$ 。

[0039] 第四步、以该时刻为起始时刻向前追溯第一预设时间窗口长度(比如60s)和向后追溯第二预设时间窗口长度(比如30s), 然后执行第五步。

[0040] 第五步、在第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口长度之和的时间内(即在90s内), 利用公式: $\Delta u_i = u_i - u'_i$, 计算各个时刻第i个电池单体的单体电压增量 Δu_i , 然后执行第六步; 其中, i依次取1至96的所有整数, u_i 表示第i个电池单体在当前时刻的单体电压, u'_i 表示第i个电池单体在前一时刻的单体电压。

[0041] 第六步、确定在90s内各个时刻电池包的参考单体电压, 然后执行第七步。

[0042] 参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压的截尾均值, 即参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压去除最高单体电压、最低单体电压后的平均值。

[0043] 第七步、确定在90s内各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu , 然后执行第八步。

[0044] 具体方式为: 利用公式: $\Delta u_s = u_s - u'_s$, 计算各个时刻的参考单体电压增量, 得到各个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s ; 如果某个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s 等于0, 则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于预设的第一电压增量 $\Delta u'$; 如果某个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s 不等于0, 则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于参考单体电压增量计算值 Δu_s 。其中, u_s 表示当前时刻的参考单体电压, u'_s 表示前一时刻的参考单体电压。

[0045] 第八步、利用公式: $K_i = \frac{\Delta u_i}{\Delta u}$, 计算在90s内各个时刻第i个电池单体的单体电压增量比 K_i , 然后执行第九步。

[0046] 第九步、设定第i个电池单体的计数次数 H_i 的初始值为0, 当单体电压增量比 K_i 的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} 时, 使第i个电池单体的计数次数 H_i 累加1, 然后执行第十步。

[0047] 第十步、判断是否预设时间阈值 T_{thr} 内所有电池单体中至少有一个电池单体的计数次数大于预设的次数阈值 H_{thr} , 如果是, 则执行第十一步, 否则执行第十四步。其中, 预设时间阈值 T_{thr} 小于第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口长度之和。

[0048] 第十一步、判断是否所有风险电池单体的单体电压增量比的绝对值都满足条件三, 如果是, 则执行第十二步, 否则(即有至少一个风险电池单体的单体电压增量比的绝对值满足条件四时)执行第十三步。其中, 条件三为: 单体电压增量比的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} , 且小于预设的第二增量比阈值 K_{thr2} ; 条件四为: 单体电压增量比的绝对值大于或等于预设的第二增量比阈值 K_{thr2} ; 风险电池单体是指预设时间阈值 T_{thr} 内计数次数大于预设的次数阈值 H_{thr} 的电池单体。

[0049] 第十二步、进行电池单体短路预警, 告知用户前往服务站检查、更换问题电池包,

然后结束。

[0050] 第十三步、进行电池热失报告警,告知用户远离车辆,等待专业人员前往处置,然后结束。

[0051] 第十四步、判断90s时间是否到达,如果是,则返回执行第二步,否则返回执行第五步。

[0052] 本实施例中的动力电池热失控风险预警系统,包括预警控制器,该预警控制器为布置在云端的云端控制器,云端控制器被编程以便执行上述动力电池热失控风险预警方法。

[0053] 实施例2:某款动力电池的电池包内有 $M=96$ 个电池单体。如图2所示,针对该款动力电池热失控风险预警方法,由布置在车端的车端控制器(比如BMS)执行,具体预警方法包括:。

[0054] 第一步、获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压,然后执行第二步。

[0055] 第二步、利用公式: $\Delta u_i = u_i - u'_i$, 计算各个时刻第 i 个电池单体的单体电压增量 Δu_i , 然后执行第三步。其中, i 依次取1至96的所有整数, u_i 表示第 i 个电池单体在当前时刻的单体电压, u'_i 表示第 i 个电池单体在前一时刻的单体电压, 当前时刻与前一时刻的时间差等于单体电压采样周期。

[0056] 第三步、判断该时刻是否有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现, 如果有, 则执行第四步, 否则返回执行第二步。其中, $\Delta u'' < 0$ 。

[0057] 第四步、以该时刻为起始时刻向前追溯第一预设时间窗口长度(比如60s)和向后追溯第二预设时间窗口长度(比如30s), 然后执行第五步。

[0058] 第五步、确定在第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口长度之和的时间内(即在90s内)各个时刻电池包的参考单体电压, 然后执行第六步。

[0059] 参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压的中位数, 即参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压按高低依次排序后, 数列中间的单体电压(如果 M 为偶数, 则取数列中间2个单体电压的平均值)。

[0060] 第六步、确定在90s内各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu , 然后执行第七步。

[0061] 具体方式为: 利用公式: $\Delta u_s = u_s - u'_s$, 计算各个时刻的参考单体电压增量, 得到各个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s ; 如果某个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s 等于0, 则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于前一时刻的实际参考单体电压增量; 如果某个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s 不等于0, 则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于参考单体电压增量计算值 Δu_s 。其中, u_s 表示当前时刻的参考单体电压, u'_s 表示前一时刻的参考单体电压。

[0062] 第七步、利用公式: $K_i = \frac{\Delta u_i}{\Delta u}$, 计算在90s内各个时刻第 i 个电池单体的单体电压增量比 K_i , 然后执行第八步。

[0063] 第八步、设定第 i 个电池单体的计数次数 H_i 的初始值为0, 当单体电压增量比 K_i 的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} 时, 使第 i 个电池单体的计数次数 H_i 累加1, 并计算第 i 个电池单体的计数次数 H_i 与预设数值 x 的比值, 然后执行第九步。

[0064] 第九步、判断是否所有电池单体中至少有一个电池单体的计数次数与预设数值 x

的比值大于预设的比值阈值,如果是,则执行第十步,否则执行第十一步。

[0065] 第十步、进行故障报警,然后结束。BMS也可以结合温度或其他信号做更高级别的报警。

[0066] 第十一步、判断90s时间是否到达,如果是,则返回执行第二步,否则返回执行第五步。

[0067] 本实施例中的动力电池热失控风险预警系统,包括预警控制器,该预警控制器为布置在车端的车端控制器,车端控制器(比如BMS)被编程以便执行上述动力电池热失控风险预警方法。

[0068] 实施例3:某款动力电池的电池包内有 $M=96$ 个电池单体。如图3所示,针对该款动力电池热失控风险预警方法,由布置在车端的车端控制器(比如BMS)执行,具体预警方法包括:。

[0069] 第一步、获取各个时刻电池包内所有电池单体的单体电压,然后执行第二步。

[0070] 第二步、按照单体电压从低到高的顺序依次选择5(此实施例中 $m=5$)个电池单体,利用公式: $\Delta u_j = u_j - u'_j$,计算各个时刻该5个电池单体的单体电压增量,然后执行第三步。其中, Δu_j 表示5个电池单体中的第 j 个电池单体的单体电压增量, j 依次取1至5的所有整数, u_j 表示第 j 个电池单体在当前时刻的单体电压, u'_j 表示第 j 个电池单体在前一时刻的单体电压,当前时刻与前一时刻的时间差等于单体电压采样周期。

[0071] 第三步、判断该时刻5个电池单体中是否有电池单体的单体电压增量小于预设的第二电压增量 $\Delta u''$ 的情况出现,如果有,则执行第四步,否则返回执行第二步。其中, $\Delta u'' < 0$ 。

[0072] 第四步、以该时刻为起始时刻向前追溯第一预设时间窗口长度(比如60s)和向后追溯第二预设时间窗口长度(比如30s),然后执行第五步。

[0073] 第五步、在第一预设时间窗口长度与第二预设时间窗口长度之和的时间内(即在90s内),利用公式: $\Delta u_i = u_i - u'_i$,计算各个时刻第 i 个电池单体的单体电压增量 Δu_i ,然后执行第六步;其中, i 依次取1至96的所有整数, u_i 表示第 i 个电池单体在当前时刻的单体电压, u'_i 表示第 i 个电池单体在前一时刻的单体电压。

[0074] 第六步、确定在90s内各个时刻电池包的参考单体电压,然后执行第七步。

[0075] 参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压的截尾均值,即参考单体电压为某个时刻电池包内所有电池单体的单体电压去除最高单体电压、最低单体电压后的平均值。

[0076] 第七步、确定在90s内各个时刻的实际参考单体电压增量 Δu ,然后执行第八步。

[0077] 具体方式为:利用公式: $\Delta u_s = u_s - u'_s$,计算各个时刻的参考单体电压增量,得到各个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s ;如果某个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s 等于0,则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于预设的第一电压增量 $\Delta u'$;如果某个时刻的参考单体电压增量计算值 Δu_s 不等于0,则使该时刻的实际参考单体电压增量 Δu 等于参考单体电压增量计算值 Δu_s 。其中, u_s 表示当前时刻的参考单体电压, u'_s 表示前一时刻的参考单体电压。

[0078] 第八步、利用公式: $K_i = \frac{\Delta u_i}{\Delta u}$,计算在90s内各个时刻第 i 个电池单体的单体电压增量比 K_i ,然后执行第九步。

[0079] 第九步、设定第*i*个电池单体的计数次数 H_i 的初始值为0,当单体电压增量比 K_i 的绝对值大于预设的第一增量比阈值 K_{thr1} 时,使第*i*个电池单体的计数次数 H_i 累加1,并计算第*i*个电池单体的计数次数 H_i 与预设数值 x 的比值,然后执行第十步。

[0080] 第十步、判断是否所有电池单体中至少有一个电池单体的计数次数与预设数值 x 的比值大于预设的比值阈值,如果是,则执行第十一步,否则执行第十二步。

[0081] 第十一步、进行故障报警,然后结束。BMS也可以结合温度或其他信号做更高级别的报警。

[0082] 第十二步、判断90s时间是否到达,如果是,则返回执行第二步,否则返回执行第五步。

[0083] 本实施例中的动力电池热失控风险预警系统,包括预警控制器,该预警控制器为布置在车端的车端控制器,车端控制器(比如BMS)被编程以便执行上述动力电池热失控风险预警方法。

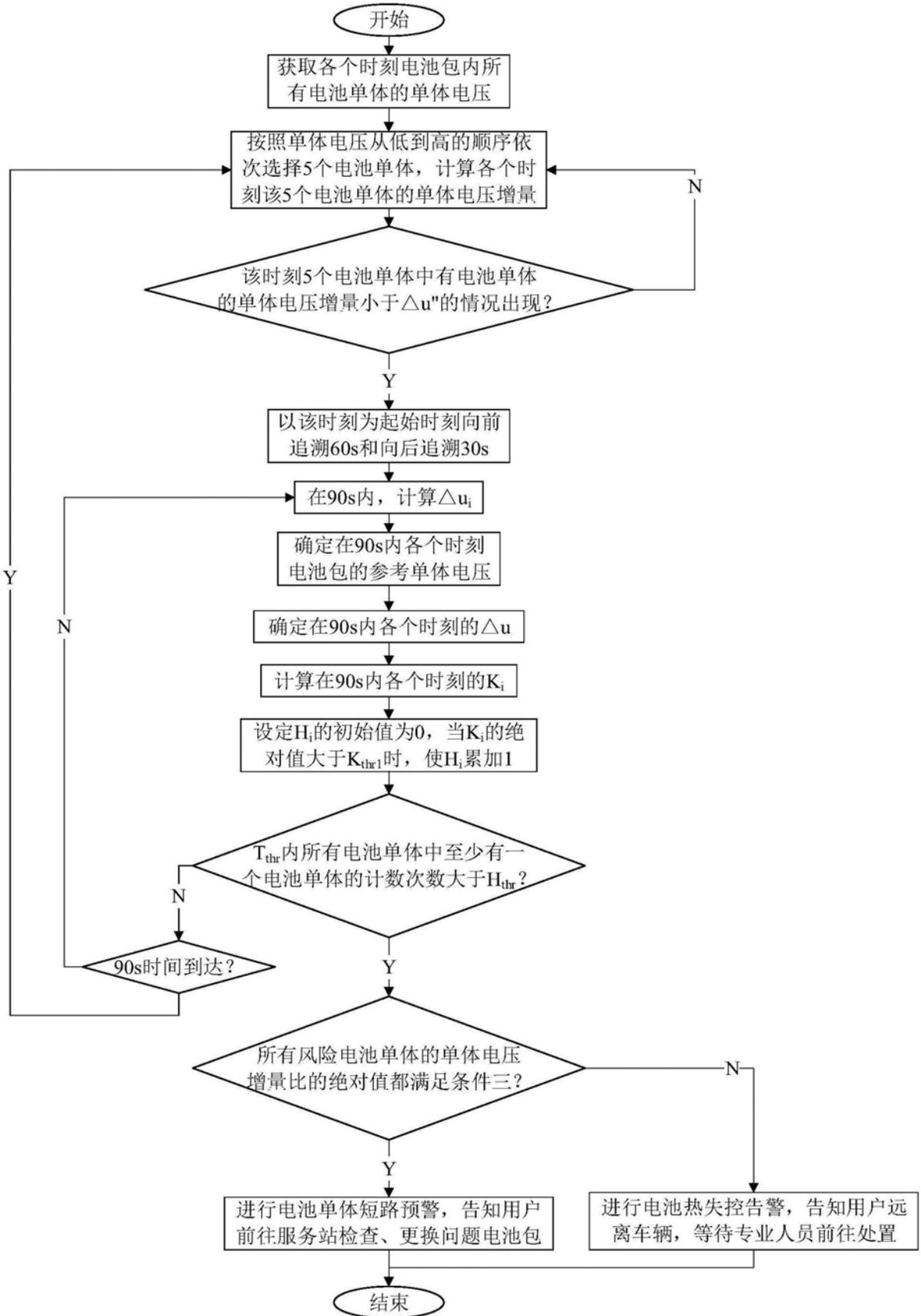


图1

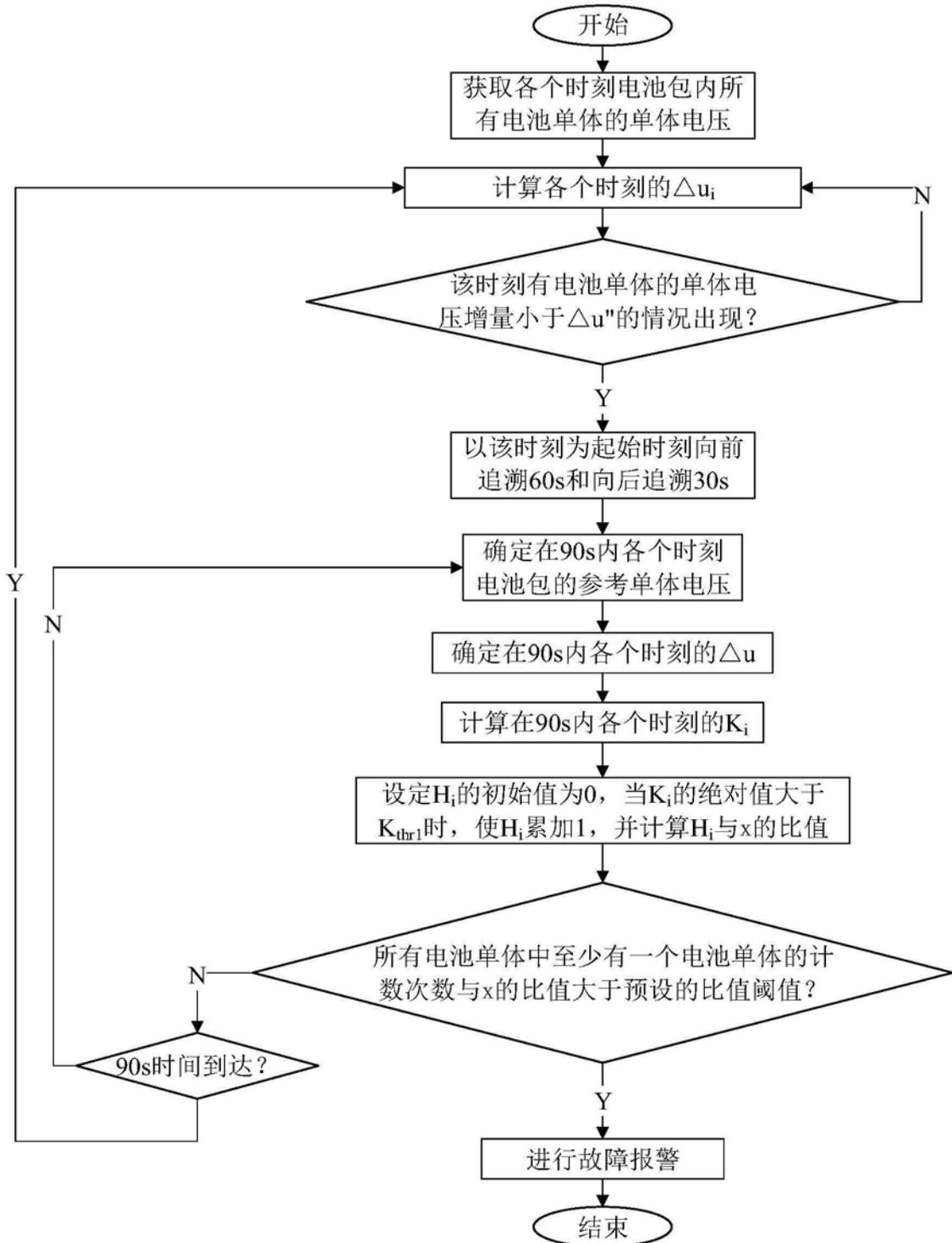


图2

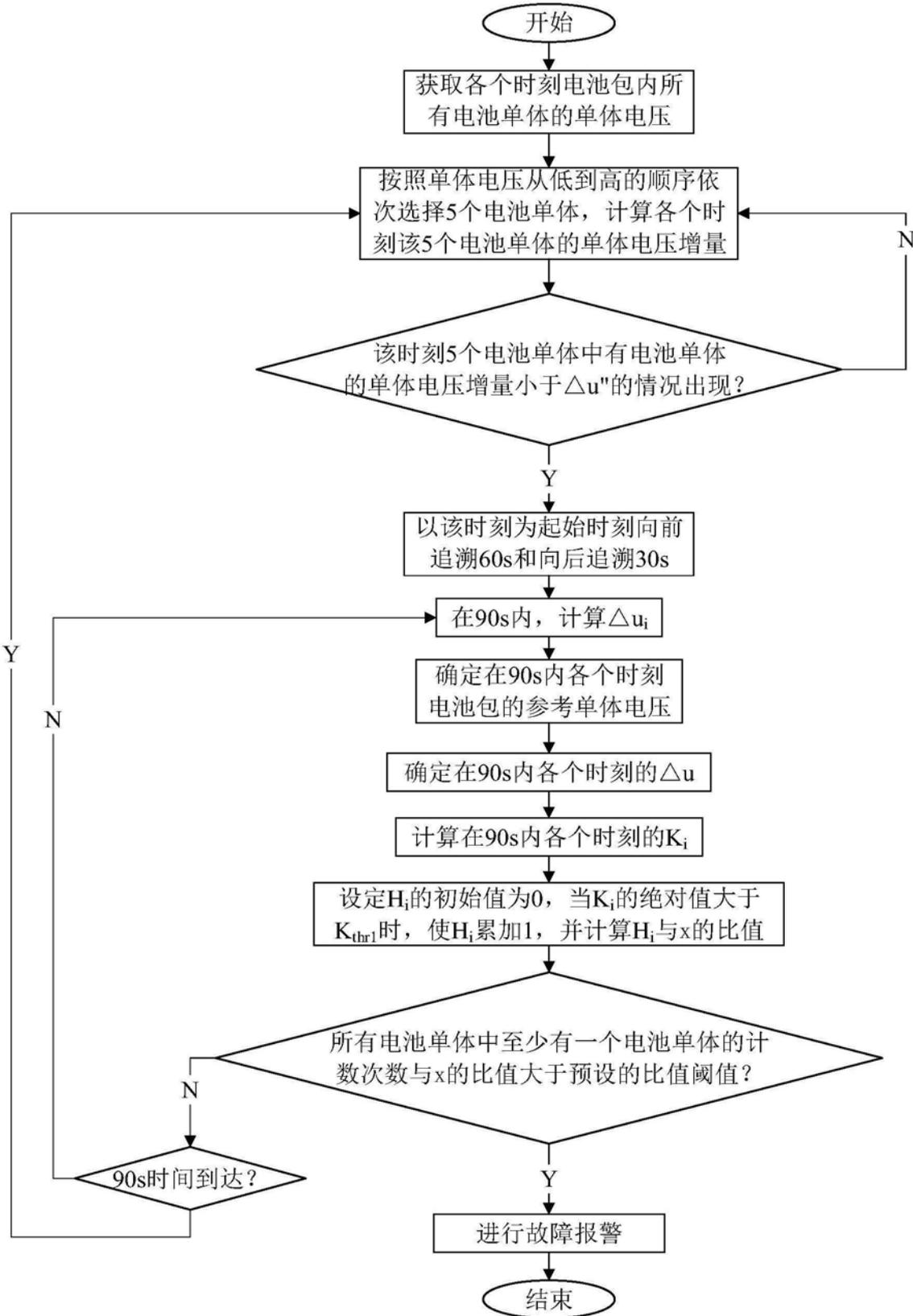


图3