(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2020 年 11 月 5 日 (05.11.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/220882 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 31/385 (2019.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/081472

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 26 日 (26.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910363818.2 2019年4月30日 (30.04.2019) CN

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED**) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: **但志敏(DAN, Zhimin)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **曾超(ZENG, Chao)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **王潇(WANG, Xiao)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **许佳(XU, Jia)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **侯贻真(HOU, Yizhen)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **张伟(ZHANG, Wei)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **胡国亮(HU, Guoliang)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: **北京东方亿思知识产权代理有限责任公司(BEIJING EAST IP LTD.)**; 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城东2座1601室, Beijing 100738 (CN)。

(54) **Title:** THERMAL RUNAWAY DETECTION CIRCUIT AND METHOD

(54) **发明名称**: 热失控检测电路及方法

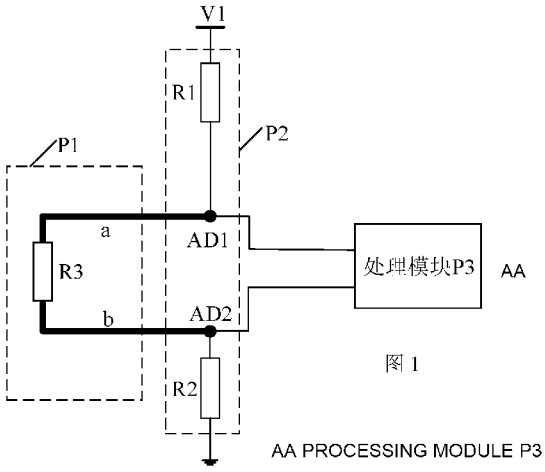

图 1

(57) **Abstract:** The present application relates to the technical field of batteries, and provides a thermal runaway detection circuit and method. The thermal runaway detection circuit comprises: a sensing module, comprising a terminal resistor, the terminal resistor being connected to a cable type temperature sensing wire, and a distance between at least one part of the cable type temperature sensing wire and a single battery cell in a battery pack being smaller than a temperature sensing distance threshold; a detection module, comprising a first divider resistor set and a second divider resistor set, the first divider resistor set, the terminal resistor, and the second divider resistor set being connected in series by means of the cable type temperature sensing wire, one end of the first divider resistor set being connected to a first power supply end, and one end of the second divider resistor set being grounded; and a processing module, connected to the detection module, the processing module being used for obtaining thermal runaway detection data and determining, according to the thermal runaway detection data, whether thermal runaway happens to the battery pack, wherein the thermal runaway detection data comprises first sampling data and second sampling data. According to the technical solution of the present application,

WO 2020/220882 A1

[见续页]

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

the safety of the battery pack can be improved.

(57) 摘要：本申请提供了一种热失控检测电路及方法，涉及电池技术领域。该热失控检测电路，包括：感应模块包括终端电阻，终端电阻连接有缆式感温线，缆式感温线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值；检测模块包括第一分压电阻集合和第二分压电阻集合，第一分压电阻集合、终端电阻和第二分压电阻集合通过缆式感温线串联，第一分压电阻集合的一端与第一供电端连接，第二分压电阻集合的一端与地连接；处理模块与检测模块连接，处理模块用于获取热失控检测数据，根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控，其中，热失控检测数据包括第一采样数据和第二采样数据。利用本申请的技术方案能够提高电池组的安全性。

热失控检测电路及方法

相关申请的交叉引用

本申请要求享有于 2019 年 4 月 30 日提交的名称为“热失控检测电路及方法”的中国专利申请 201910363818.2 的优先权，该申请的全部内容通过引用并入本文中。

技术领域

本申请属于电池技术领域，尤其涉及一种热失控检测电路及方法。

背景技术

随着新能源的快速发展，新能源可以为越来越多的设备提供动力，比如电池组可作为动力源为新能源汽车、新能源船舶、新能源飞机等等提供动力。电池组在工作过程中会产生热量。在常态下，电池组产生的热量是可控的。但是，在非常态，如碰撞、过充电等状态下，电池组的产生的热量是不可控的，导致发生热失控。一旦发生热失控，可能会导致火灾，威胁到电池组、安装有电池组的设备的安全以及相关人员的人身安全。

为了提高电池组的安全性，现阶段通过电池管理系统（Battery Management System，BMS）监控电压或温度的变化来判定是否发生热失控。但是，在发生热失控的条件下，用于与 BMS 进行通信的电路板或监控单元可能被热失控产生的高温电解液溅射到并被烧毁。从而使 BMS 无法检测到热失控，降低了电池组的安全性。

发明内容

本申请实施例提供了一种热失控检测电路及方法，能够提高电池组的安全性。

第一方面，本申请实施例提供了一种热失控检测电路，包括：感应模

块，感应模块包括终端电阻，终端电阻连接有缆式感温线，缆式感温线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值；检测模块，检测模块包括第一分压电阻集合和第二分压电阻集合，第一分压电阻集合、终端电阻和第二分压电阻集合通过缆式感温线串联，第一分压电阻集合的一端与第一供电端连接，第二分压电阻集合的一端与地连接；处理模块，处理模块与检测模块连接，处理模块用于获取热失控检测数据，根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控，其中，热失控检测数据包括从第一采样点采集的第一采样数据和从第二采样点采集的第二采样数据，第一采样点设置于第一分压电阻集合的另一端和终端电阻之间，第二采样点设置于第二分压电阻集合的另一端和终端电阻之间。

第二方面，本申请实施例提供了一种热失控检测方法，应用第一方面中的热失控检测电路，方法包括：处理模块获取热失控检测数据；处理模块根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控；其中，热失控检测数据包括从第一采样点采集的第一采样数据和从第二采样点采集的第二采样数据，第一采样点设置于第一分压电阻集合的另一端和终端电阻之间，第二采样点设置于第二分压电阻集合的另一端和终端电阻之间。

本申请实施例提供一种热失控检测电路及方法，热失控检测电路包括感应模块、检测模块和处理模块。感应模块中的终端电阻连接有缆式感温线，终端电阻通过缆式感温线与第一分压电阻集合、第二分压电阻集合串联。且缆式感温线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值，使得缆式感温线受到电池组中单体电芯的温度的影响。缆式感温线受到单体电芯的温度的影响，缆式感温线的通断状态会发生变化，从而使得获取的热失控检测数据中的第一采样数据和第二采样数据发生变化。处理模块根据热失控检测数据，可及时检测到电池组的热失控，提高了电池组的安全性。

附图说明

从下面结合附图对本申请的具体实施方式的描述中可以更好地理解本申请其中，相同或相似的附图标记表示相同或相似的特征。

图 1 为本申请一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图；

图 2 为本申请另一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图；

图 3 为本申请又一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图；

图 4 为本申请一实施例中一种热失控检测方法的流程图；

图 5 为本申请另一实施例中一种热失控检测方法的流程图。

具体实施方式

下面将详细描述本申请的各个方面的特征和示例性实施例。在下面的详细描述中，提出了许多具体细节，以便提供对本申请的全面理解。但是，对于本领域技术人员来说很明显的是，本申请可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本申请的示例来提供对本申请的更好的理解。本申请决不限于下面所提出的任何具体配置和算法，而是在不脱离本申请的精神的前提下覆盖了元素、部件和算法的任何修改、替换和改进。在附图和下面的描述中，没有示出公知的结构和技术，以便避免对本申请造成不必要的模糊。

本申请实施例提供了一种热失控检测电路、方法及存储介质，可用于对电池组进行热失控的监控的场景中。电池组包括至少一个单体电芯。电池组可为电池模组、电池包等等，在此并不限定。在本申请实施例中，热失控检测电路可及时检测到电池组发生热失控的情况，便于后续过程中及时采取对应的措施，提高电池组的安全性。

图 1 为本申请一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图。如图所示，该热失控检测电路包括感应模块 P1、检测模块 P2 和处理模块 P3。

感应模块 P1 包括终端电阻。终端电阻连接有缆式感温线，缆式感温线的至少一部分与电池组中电芯的距离小于感温距离阈值。

缆式感温线内部包裹热敏材料的两条钢丝为双绞线结构。比如，如图 1 所示，为了便于理解，将缆式感温线以两条钢丝 a 和 b 分开表示，在实际场景中，两条钢丝 a 和 b 位于同一条缆式感温线中。正常情况下，缆式感温线内的两条钢丝并不相交。当缆式感温线有部位的温度骤升且超过高温阈值的时候，热敏材料相互熔融，使得缆式感温线内的两条钢丝在扭力

的作用下被绞断并连接在一起，从而造成缆式感温线的短路。高温阈值可根据具体的工作场景和工作需求设定，在此并不限定。比如，高温阈值可以为 85℃、105℃或 125℃等。

感温距离阈值为缆式感温线能够敏感地感应到电池组中单体电芯的温度高于温度阈值的距离阈值。缆式感温线与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值的情况下，缆式感温线被引发通断状态发生变化对应的温度与电池组中单体电芯的实际温度之间的误差在可接受范围内。感温距离阈值可根据缆式感温线的自身特性参数、单体电芯的自身特性参数，结合具体工作场景和工作需求设定，在此并不限定。

在一些示例中，为了能够更加及时地检测到电池组的热失控，缆式感温线的至少一部分可设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。由于电池组发生热失控，电芯防爆阀会发生破裂，高温电解液、高温气体等会从电芯的防爆阀口喷出。缆式感温线的至少一部分设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方，能够使缆式感温线对电池组的热失控感应更加敏感，从而进一步提高热失控检测的准确性和及时性。

检测模块 P2 包括第一分压电阻集合和第二分压电阻集合。第一分压电阻集合的一端与第一供电端连接，第二分压电阻集合的一端与地连接。第一分压电阻集合、终端电阻和第二分压电阻集合通过缆式感温线串联。具体的，终端电阻连接的缆式感温线中一条钢丝与第一分压电阻集合的另一端连接，缆式感温线中的另一条钢丝与第二分压电阻集合的另一端连接。

第一分压电阻集合包括至少一个电阻。若第一分压电阻集合包括多个电阻，电阻的数目及连接关系在此并不限定。第二分压电阻集合包括至少一个电阻。若第一分压电阻集合包括多个电阻，电阻的数目及连接关系在此并不限定。第一分压电阻集合和第二分压电阻集合的具体结构可根据具体工作场景和工作需求设定，在此并不限定。

比如，如图 1 所示，第一分压电阻集合包括电阻 R1，第二分压电阻集合包括电阻 R2，终端电阻为电阻 R3。电阻 R1、电阻 R3 和电阻 R2 串联。且电阻 R1 与电阻 R3 之间通过缆式感温线中的钢丝 a 连接，电阻 R2

与电阻 R3 之间通过缆式感温线中的钢丝 b 连接。

在一些示例中，检测模块 P2 具体可设置在电池管理单元（Battery Management Unit，BMU）中。BMU 具有外壳结构，具有保护作用，检测模块 P2 能够避免被发生热失控的电池组产生的高温电解液溅射到。或者，对检测模块 P2 的具体设置位置并不做限定，为检测模块 P2 配置保护罩，避免被发生热失控的电池组产生的高温电解液溅射到检测模块 P2。从而进一步保证对热失控检测的及时性和热失控检测电路的安全性。

处理模块 P3 与检测模块 P2 连接，处理模块 P3 用于获取热失控检测数据，根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控。

其中，热失控检测数据包括从第一采样点采集的第一采样数据和从第二采样点采集的第二采样数据。第一采样点设置于第一分压电阻集合的另一端和终端电阻之间。第二采样点设置于第二分压电阻集合的另一端和终端电阻之间。如图 1 所示，第一采样点标记为 AD1，第二采样点标记为 AD2。具体的，可以在第一采样点和第二采样点分别设置采样端口。

在一些示例中，处理模块 P3 具体可为 BMU 中的微控制单元（Micro Control Unit，MCU），处理模块 P3 也可独立设置，在此并不限定。

第一采样数据和第二采样数据具体可以为电信号参数数据，比如电压值、电流值等等，在此并不限定。

根据第一采样数据和第二采样数据，可确定缆式感温线的通断状态，即确定缆式感温线短路、断路或正常通路。

在一些示例中，可根据缆式感温线的通断状态直接确定电池组是否发生热失控。为了进一步提高检测热失控的准确性，除了第一采样数据和第二采样数据，还可结合其他的热失控检测数据，共同确定电池组是否发生热失控。

在本申请实施例中，热失控检测电路包括感应模块 P1、检测模块 P2 和处理模块 P3。感应模块 P1 中的终端电阻连接有缆式感温线，终端电阻通过缆式感温线与第一分压电阻集合、第二分压电阻集合串联。且缆式感温线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值，使得缆式感温线受到电池组中单体电芯的温度的影响。缆式感温线受到单体电芯

的温度的影响，缆式感温线的通断状态会发生变化，从而使得从检测模块 P2 获取的热失控检测数据中的第一采样数据和第二采样数据发生变化。处理模块 P3 根据热失控检测数据，可及时检测到电池组的热失控，提高了电池组的安全性。

在一些示例中，BMU 的状态包括工作状态和休眠状态。BMU 处于工作状态，BMU 的电源模块为 BMU 供电，使 BMU 能够正常进行对电池组的数据监测，比如电压监测、电流监测、温度监测、绝缘监测、荷电状态监测等，可获取电压、电流、温度、荷电状态等作为热失控检测数据。BMU 处于休眠状态，BMU 的电源模块停止为 BMU 供电，BMU 停止对电池组的数据监测。

若在 BMU 处于休眠状态的过程中，电池组发生了热失控，BMU 停止对电池组的数据监测，也不能够提供热失控检测数据。若处理模块 P3 的功能集成在 BMU 中，BMU 处于休眠状态中，也无法进行热失控的检测确定。

为了在 BMU 处于休眠状态的过程中，也能进行热失控的检测以及在热失控检测的过程中获取热失控检测数据。上述实施例中的检测模块 P2 还包括休眠唤醒子模块 P21。图 2 为本申请另一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图（未示出处理模块 P3）。如图 2 所示，检测模块 P2 还包括休眠唤醒子模块 P21。

休眠唤醒子模块 P21 与第二分压电阻集合的另一端连接。休眠唤醒子模块 P21 用于接收感应模块 P1 传输来的驱动信号，若驱动信号指示休眠唤醒子模块 P21 导通，向电池管理单元的电源模块发送唤醒信号。具体的，若感应模块 P1 中终端电阻连接的缆式感温线正常通路或断路，则缆式感温线传递来的驱动信号控制休眠唤醒子模块 P21 断开，BMU 仍然处于休眠状态。若感应模块 P1 中终端电阻连接的缆式感温线短路，则缆式感温线传递来的驱动信号控制休眠唤醒子模块 P21 导通，向 BMU 的电源模块发送唤醒信号。BMU 的电源模块接收到唤醒信号，BMU 从休眠状态切换至工作状态。

在一些示例中，休眠唤醒子模块 P21 包括第一电阻集合、第一开关

管、第二电阻集合、第二开关管和第三电阻集合。第一电阻集合包括至少一个电阻。若第一电阻集合包括多个电阻，则电阻的数目和连接关系在此并不限定。第二电阻集合、第三电阻集合与第一电阻集合同理，在此不再赘述。第一开关管、第二开关管可以为金属-氧化物-半导体（metal oxide semiconductor，MOS）管或其他开关管，在此并不限定。

第一电阻集合的一端与第二供电端连接，第一电阻集合的另一端与第一开关管的第一端、第二开关管的控制端连接。第一开关管的控制端与第二分压电阻集合的另一端连接，第一开关管的第二端与地连接。第二电阻集合的一端与第三供电端连接，第二电阻集合的另一端与第二开关管的第一端连接。第二开关管的第二端与第三电阻集合的一端、电池管理单元的电源模块连接。第三电阻集合的另一端与地连接。电源模块具体可实现为电源芯片，比如系统基础芯片（System Basis Chip，SBC）等，在此并不限定。第一供电端、第二供电端、第三供电端提供的电压可以相同，也可以不同，在此并不限定。比如，第一供电端、第二供电端、第三供电端可提供 5V 的电压，若电池组及热失控检测电路安装在动力汽车中，第一供电端、第二供电端、第三供电端 5V 的电压可由动力汽车中的铅酸蓄电池提供。

比如，如图 2 所示，第一电阻集合包括电阻 R4，第二电阻集合包括电阻 R5，第三电阻集合包括电阻 R6。第一开关管为 N 沟道 MOS 管 Q1，第一开关管 Q1 的控制端为栅极，第一端为漏极，第二端为源极。第二开关管为 P 沟道 MOS 管 Q2，第二开关管 Q2 的控制端为栅极，第一端为源极，第二端为漏极。

比如，BMU 处于休眠状态。电池组发生热失控，缆式感温线被熔融发生短路。第一开关管的控制端的电位被拉高，第一开关管导通。第二开关管的控制端的电位被拉低至第一开关管的导通压降，第二开关管导通。可通过第二开关管的第二端与 BMU 的电源模块之间的唤醒信号线向该电源模块发送唤醒信号，以唤醒 BMU。

需要说明的是，若 BMU 处于工作状态，则有第四供电端持续向 BMU 的电源模块提供唤醒信号。第四供电端在 BMU 处于工作状态时上电，从

而保证向 BMU 持续提供唤醒信号。第四供电端在 BMU 处于休眠状态时下电，由休眠唤醒子模块 P21 唤醒 BMU。如图 2 所示，可在第四供电端 V4 与 BMU 之间设置电阻 R7。第四供电端提供的电压的值与第一供电端提供的电压的值可以相同，也可以不同，在此并不限定。比如，第四供电端提供的电压为 12V。

图 3 为本申请又一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图（未示出处理模块 P3）。图 3 与图 2 的不同之处在于，图 3 所示的热失控检测电路还包括一些保护器件和/或滤波器件。

热失控检测电路还可包括第一保护电容和/或第二保护电容。热失控检测电路还可包括第一滤波电容和第一滤波电阻，和/或，第二滤波电容和第二滤波电阻。为了便于说明，如图 3 所示，以热失控检测电路包括第一保护电容 C1、第二保护电容 C2、第一滤波电容 C3、第二滤波电容 C4、第一滤波电阻 R8 和第二滤波电阻 R9 为例进行说明。

其中，第一保护电容的一端与第一分压电阻集合的另一端连接，第一保护电容的另一端与地连接。第二保护电容的一端与第二分压电阻集合的另一端连接，第二保护电容的另一端与地连接。第一保护电容和第二保护电容可防止热失控检测电路出现静电释放（Electro Static Discharge，ESD）的情况。

比如，如图 3 所示，第一保护电容 C1 的一端与电阻 R1 的另一端连接，第一保护电容 C1 的另一端与地连接。第二保护电容 C2 的一端与电阻 R2 的另一端连接，第二保护电容 C2 的另一端与地连接。

第一滤波电容的一端与第一采样点连接，第一滤波电容的另一端与地连接。第二滤波电容的一端与第二采样点连接，第二滤波电容的另一端与地连接。第一滤波电阻的一端与第一分压电阻集合的另一端连接，第一滤波电阻的另一端与第一采样点连接。第二滤波电阻的一端与第二分压电阻集合的另一端连接，第二滤波电阻的另一端与第二采样点连接。第一滤波电容和第一滤波电阻可形成 RC 滤波电路对第一采样数据进行滤波，第二滤波电容和第二滤波电阻可形成 RC 滤波电路对第二采样数据进行滤波，以提高第一采样数据和第二采样数据的精确度，从而提高热失控检测的精

确度。

比如，如图 3 所示，第一滤波电容 C3 的一端与第一采样点 AD1 连接，第一滤波电容 C3 的另一端与地连接。第二滤波电容 C4 的一端与第二采样点 AD2 连接，第二滤波电容 C4 的另一端与地连接。第一滤波电阻 R8 的一端与电阻 R1 的另一端连接，第一滤波电阻 R8 的另一端与第一采样点 AD1 连接。第二滤波电阻 R9 的一端与电阻 R2 的另一端连接，第二滤波电阻 R9 的另一端与第二采样点 AD2 连接。

在一些示例中，上述处理模块 P3 还用于若确定电池组发生热失控，向整车控制器发送告警信号，以通知相关人员，可及时采取对应措施。

在本申请实施例中，处理模块 P3 可具体用于根据第一采样数据和第二采样数据，确定缆式感温线的通断状态。通断状态包括短路、断路或正常通路。

为了便于说明，下面以第一采样数据和第二采样数据为电压值为例进行热失控检测的说明。

在一些示例中，上述处理模块 P3 具体用于若第一采样数据与第二采样数据相等，确定缆式感温线发生短路；若缆式感温线发生短路，确定电池组发生热失控。

如图 1 至图 3 所示，若第一采样点的电压值等于第二采样点的电压值，则可确定缆式感温线发生短路。由于缆式感温线发生短路的条件比较严苛，在非热失控的情况下缆式感温线一般不会发生短路。因此若缆式感温线发生短路，可确定电池组发生热失控。

在一些示例中，上述热失控检测数据还可包括电池组参数。

处理模块 P3 具体用于：若第一采样数据与第一供电端提供的电压的值相同，第二采样数据为零，确定缆式感温线发生断路；若在预设时长内，确定缆式感温线发生断路，且电池组参数中的至少一个参数满足故障条件，确定电池组发生热失控。

比如，第一供电端提供的电压为 5V，若从第一采样点采集的电压值为 5V，从第二采样点采集的电压值为 0V，可确定缆式感温线发生断路。

预设时长可根据具体工作场景和工作需求设定，在此并不限定。设定

预设时长可以有效地避免至少一部分热失控的误判，提高热失控检测的可靠性。

电池组参数可包括以下的一个或几个参数：

电池组中单体电芯的最高温度、电池组中单体电芯的温度变化速度、电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差、电池组中单体电芯的最小电压、电池组的电压采样断路故障数目、测温传感失效参数、电芯监控通讯失效参数。

其中，电池组的电压采样断路故障数目指电池组中对各个单体电芯的电压采样出现的断路故障的数目。

测温传感失效参数可表征用于测温的传感器或传感部件是否失效。比如，电池组内设置有负温度系数（Negative Temperature Coefficient，NTC）热敏电阻，测温传感失效参数可表征设置在电池组内的 NTC 热敏电阻是否完全失效。

电芯监控通讯失效参数可表征对单体电芯进行监控的部件与 BMU 之间的通讯是否失效（即是否丢失）。比如，电池组的单体电芯配置有电芯监控单元（Cell Supervision Circuit，CSC），电芯监控通讯失效参数可表征 CSC 与 BMU 之间的通讯是否失效。

故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

与电池组参数项中的各个参数对应，具有不同的安全参数阈值范围。与电池组中单体电芯的最高温度对应的安全参数阈值范围具体可为最高温度安全阈值范围。与电池组中单体电芯的温度变化速度对应的安全参数阈值范围具体可为温度变化速度安全阈值范围。与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差对应的安全参数阈值范围具体可为温差安全阈值范围。与电池组中单体电芯的最小电压对应的安全参数阈值范围具体可为最小电压安全阈值范围。与电池组的电压采样断路故障数目对应的安全参数阈值范围具体可为故障数据安全阈值范围。

需要说明的是，故障条件可根据具体的工作场景和工作需求设定，在此并不限定。

比如，以下举七个在确定缆式感温线发生断路的情况下，确定电池组

发生热失控的示例。但需要注意的是，确定电池组发生热失控的情况包括但不限于以下示例。

示例一：在 10 分钟内，确定缆式感温线发生断路，且电池组中单体电芯的最高温度持续 2 秒大于 68.4℃，可确定电池组发生热失控。

示例二：在 10 分钟内，确定缆式感温线发生断路，且电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 3℃/秒，可确定电池组发生热失控。

示例三：在 10 分钟内，确定缆式感温线发生断路，且电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于 30℃，可确定电池组发生热失控。

示例四：在 10 分钟内，确定缆式感温线发生断路，且电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，可确定电池组发生热失控。

示例五：在 10 分钟内，确定缆式感温线发生断路，且电池组的电压采样断路故障数目大于等于 1，可确定电池组发生热失控。

示例六，在 10 分钟内，确定缆式感温线发生断路，且测温传感失效参数可表征设置在电池组内的 NTC 热敏电阻完全失效，可确定电池组发生热失控。

示例七，在 10 分钟内，确定缆式感温线发生断路，且电芯监控通讯失效参数可表征 CSC 与 BMU 之间的通讯失效，可确定电池组发生热失控。

在一些示例中，第一采样数据和第二采样数据具体为电压，对应的，第一正常数据阈值范围具体为第一正常电压阈值范围，第二正常数据阈值范围具体为第二正常电压阈值范围。处理模块 P3 具体用于：若第一采样数据处于第一正常电压阈值范围内，第二采样数据处于第二正常电压阈值范围内，确定缆式感温线正常通路；若缆式感温线正常通路，且电池组参数中的至少一组参数满足故障条件，确定电池组发生热失控。在本示例中，需要其他热失控检测数据协助确定电池组是否发生热失控，以提高热失控检测的可靠性。

其中，一组参数包括至少两个参数。故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

第一正常电压阈值范围和第二正常电压阈值范围可以根据第一供电端

提供的电压、第一分压电阻集合的阻值、终端电阻的阻值、第二分压电阻集合的阻值以及可接受误差波动范围确定。

上述一组参数包括以下任意一组参数：

电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的最高温度，电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的温度变化速度，电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，电池组中单体电芯的温度变化速度与电池组中单体电芯的最高温度，电池组中单体电芯的温度变化速度与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的最高温度，电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的温度变化速度，电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，电池组的电压采样断路故障数目与测温传感失效参数。

需要说明的是，故障条件可根据具体的工作场景和工作需求设定，在此并不限定。

比如，作为示例，下面列出多个参数及其对应的故障条件，若至少一组参数满足自身对应的故障条件，可确定电池组发生热失控。至少一组参数满足自身对应的故障条件可进一步提高热失控检测的可靠性。需要说明的是，本申请实施例中的参数和故障条件包括但并不限于下面的参数。

第一组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，且电池组中单体电芯的最高温度持续 2 秒大于 68℃。

第二组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，且电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 3℃/秒。

第三组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，且电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于 30℃。

第四组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 3℃/秒，且电池组中单体电芯的最高温度持续 2 秒大于 68℃。

第五组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 3℃/秒，且电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于 30℃。

第六组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于1，且电池组中单体电芯的最高温度持续2秒大于68℃。

第七组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于1，且电池组中单体电芯的温度变化速度持续2秒大于3℃/秒。

第八组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于1，电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于30℃。

第九组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于1，且测温传感失效参数表征设置在电池组内的NTC热敏电阻完全失效。

若上述九组参数中至少一组参数满足这一组参数对应的故障条件，可确定电池组发生热失控。

在一些示例中，热失控检测数据还包括电池组参数。所述电池组参数包括充电过程中所述电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中所述电池组的实际荷电状态和充电过程中所述电池组的充电电流。故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

处理模块 P3 还用于：若所述第一采样数据处于第一正常数据阈值范围内，所述第二采样数据处于第二正常数据阈值范围内，确定所述缆式感温线正常通路；若所述缆式感温线正常通路，且所述电池组参数满足故障条件，发出热失控预警消息，

也就是说，若确定缆式感温线正常通路，充电过程中电池组中单体电芯的最大电压超出电压安全参数阈值范围，充电过程中电池组的实际荷电状态超出荷电状态安全参数阈值范围，且充电过程中电池组的充电电流超出电流安全参数阈值范围，可预测电池组即将发生热失控。可发出热失控预警消息，从而预先采取相应的措施，避免发生热失控，进一步提高电池组的安全性。

比如，在充电过程中，若电池组中单体电芯的最大电压大于三级过压阈值的 1.1 倍，电池组的实际荷电状态大于 115%，且充电电流大于等于0.33 倍的 1 小时率额定充电电流，可预测即将发生热失控，发送热失控预警消息。

值得一提的是，若第一采样数据超出第一正常电压阈值范围，第二采

样数据超出第二正常电压阈值范围，第一采样数据与第二采样数据不相等，第一采样数据与第一供电端提供的电压的值不同，第二采样数据也不为零，可确定第一采样点、第二采样点出现故障。处理模块 P3 可向外发出热失控检测故障提示消息。

与上述实施例中的热失控检测电路对应，图 4 为本申请一实施例中一种热失控检测方法的流程图。如图 4 所示，热失控检测方法包括步骤 S101 至步骤 S102。

在步骤 S101 中，处理模块获取热失控检测数据。

热失控检测数据包括从第一采样点采集的第一采样数据和从第二采样点采集的第二采样数据。如上述实施例中的热失控检测电路所示，第一采样点设置于第一分压电阻集合的另一端和终端电阻之间。第二采样点设置于第二分压电阻集合的另一端和终端电阻之间。

在步骤 S102 中，处理模块根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控。

在本申请实施例中，热失控检测电路包括感应模块、检测模块和处理模块。感应模块中的终端电阻连接有缆式感温线，终端电阻通过缆式感温线与第一分压电阻集合、第二分压电阻集合串联。且缆式感温线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值，使得缆式感温线受到电池组中单体电芯的温度的影响。缆式感温线受到单体电芯的温度的影响，缆式感温线的通断状态会发生变化，从而使得获取的热失控检测数据中的第一采样数据和第二采样数据发生变化。处理模块根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控，从而及时检测到电池组的热失控，提高了电池组的安全性。

在一些示例中，上述步骤 S102 具体可细化为：处理模块根据第一采样数据和第二采样数据，确定缆式感温线的通断状态，通断状态包括短路、断路或正常通路。处理模块基于缆式感温线的通断状态，确定电池组是否发生热失控。

在一些示例中，第一采样数据和第二采样数据为电压值。上述步骤 S102 具体可细化为：若第一采样数据与第二采样数据相等，处理模块确定

缆式感温线发生短路。若缆式感温线发生短路，处理模块确定电池组发生热失控。

在一些示例中，热失控检测数据还包括电池组参数。所述电池组参数包括以下的一个或几个参数：所述电池组中单体电芯的最高温度、所述电池组中单体电芯的温度变化速度、所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差、所述电池组中单体电芯的最小电压、所述电池组的电压采样断路故障数目、测温传感失效参数、电芯监控通讯失效参数。

故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

上述步骤 S102 具体可细化为：若第一采样数据与第一供电端提供的数据相同，第二采样数据为与地提供的数据相同，处理模块确定缆式感温线发生断路。若在预设时长内，确定缆式感温线发生断路，且电池组参数项中的至少一个参数满足故障条件，处理模块确定电池组发生热失控。

在一些示例中，热失控检测数据还包括电池组参数。

上述步骤 S102 具体可细化为：若第一采样数据处于第一正常数据阈值范围内，第二采样数据处于第二正常数据阈值范围内，处理模块确定缆式感温线正常通路。若缆式感温线正常通路，且电池组参数中的至少一组参数满足故障条件，处理模块确定电池组发生热失控。

其中，一组参数包括至少两个参数。一组参数包括以下任意一组参数：电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的最高温度，电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的温度变化速度，电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，电池组中单体电芯的温度变化速度与电池组中单体电芯的最高温度，电池组中单体电芯的温度变化速度与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的最高温度，电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的温度变化速度，电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，电池组的电压采样断路故障数目与测温传感失效参数。

故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

在一些示例中，热失控检测数据还包括电池组参数，电池组参数包括

充电过程中电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中电池组的实际荷电状态和充电过程中电池组的充电电流。故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

上述热失控检测方法还可包括：若第一采样数据处于第一正常数据阈值范围内，第二采样数据处于第二正常数据阈值范围内，确定缆式感温线正常通路；若缆式感温线正常通路，且电池组参数满足故障条件，发出热失控预警消息。

在一些示例中，上述检测模块还包括休眠唤醒子模块。图 5 为本申请另一实施例中一种热失控检测方法的流程图。图 5 与图 4 的不同之处在于，上述热失控检测方法还可包括步骤 S103 和步骤 S104。

在步骤 S103 中，若电池管理单元处于休眠状态，电池管理单元的电源模块接收到休眠唤醒子模块发送的唤醒信号，控制电池管理单元从休眠状态切换至工作状态。

其中，唤醒信号为休眠唤醒子模块导通所发送的。

在步骤 S104 中，若确定电池组发生热失控，处理模块向整车控制器发送告警信号。

上述热失控检测方法中的各个步骤的相关内容可参见上述热失控检测电路实施例中相关说明，在此不再赘述。

本申请一实施例还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时可实现上述实施例中的热失控检测方法。

需要明确的是，本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同或相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。对于装置实施例、业务设备实施例和计算机可读存储介质实施例而言，相关之处可以参见方法实施例的说明部分。本申请并不局限于上文所描述并在图中示出的特定步骤和结构。本领域的技术人员可以在领会本申请的精神之后，作出各种改变、修改和添加，或者改变步骤之间的顺序。并且，为了简明起见，这里省略对已知方法技术的详细描述。

本领域技术人员应能理解，上述实施例均是示例性而非限制性的。在不同实施例中出现的不同技术特征可以进行组合，以取得有益效果。本领域技术人员在研究附图、说明书及权利要求书的基础上，应能理解并实现所揭示的实施例的其他变化的实施例。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。权利要求中的任何附图标记均不应被理解为对保护范围的限制。权利要求中出现的多个部分的功能可以由一个单独的硬件或软件模块来实现。某些技术特征出现在不同的从属权利要求中并不意味着不能将这些技术特征进行组合以取得有益效果。

权 利 要 求 书

1、一种热失控检测电路，包括：

感应模块，所述感应模块包括终端电阻，所述终端电阻连接有缆式感温线，所述缆式感温线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值；

检测模块，所述检测模块包括第一分压电阻集合和第二分压电阻集合，所述第一分压电阻集合、所述终端电阻和所述第二分压电阻集合通过所述缆式感温线串联，所述第一分压电阻集合的一端与第一供电端连接，所述第二分压电阻集合的一端与地连接；

处理模块，所述处理模块与所述检测模块连接，所述处理模块用于获取热失控检测数据，根据所述热失控检测数据，确定所述电池组是否发生热失控，

其中，所述热失控检测数据包括从第一采样点采集的第一采样数据和从所述第二采样点采集的第二采样数据，所述第一采样点设置于所述第一分压电阻集合的另一端和所述终端电阻之间，所述第二采样点设置于所述第二分压电阻集合的另一端和所述终端电阻之间。

2、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述检测模块设置于电池管理单元中，所述处理模块为所述电池管理单元中的微控制单元，

所述缆式感温线的至少一部分设置于所述电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。

3、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述检测模块还包括：

休眠唤醒子模块，所述休眠唤醒子模块与所述第二分压电阻集合的另一端连接，所述休眠唤醒子模块用于接收所述感应模块传输来的驱动信号，若驱动信号控制所述休眠唤醒子模块导通，向所述电池管理单元的电源模块发送唤醒信号。

4、根据权利要求 3 所述的热失控检测电路，其中，所述休眠唤醒子

模块包括：

第一电阻集合，所述第一电阻集合的一端与所述第二供电端连接，所述第一电阻集合的另一端与第一开关管的第一端、第二开关管的控制端连接；

所述第一开关管，所述第一开关管的控制端与所述第二分压电阻集合的另一端连接，所述第一开关管的第二端与地连接；

第二电阻集合，所述第二电阻集合的一端与所述第三供电端连接，所述第二电阻集合的另一端与所述第二开关管的第一端连接；

所述第二开关管，所述第二开关管的第二端与第三电阻集合的一端、所述电池管理单元的电源模块连接；

所述第三电阻集合，所述第三电阻集合的另一端与地连接。

5、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，还包括第一保护电容和/或第二保护电容；

所述第一保护电容的一端与所述第一分压电阻集合的另一端连接，所述第一保护电容的另一端与地连接；

所述第二保护电容的一端与所述第二分压电阻集合的另一端连接，所述第二保护电容的另一端与地连接。

6、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，还包括第一滤波电容和第一滤波电阻，和/或，第二滤波电容和第二滤波电阻；

所述第一滤波电容的一端与所述第一采样点连接，所述第一滤波电容的另一端与地连接；

所述第一滤波电阻的一端与第一分压电阻集合的另一端连接，所述第一滤波电阻的另一端与所述第一采样点连接；

所述第二滤波电容的一端与所述第二采样点连接，所述第二滤波电容的另一端与地连接；

所述第二滤波电阻的一端与第二分压电阻集合的另一端连接，所述第二滤波电阻的另一端与所述第二采样点连接。

7、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述处理模块具体用于：

根据所述第一采样数据和所述第二采样数据，确定所述缆式感温线的通断状态，所述通断状态包括短路、断路或正常通路；

基于所述缆式感温线的通断状态，确定所述电池组是否发生热失控。

8、根据权利要求 1 或 7 所述的热失控检测电路，其中，所述处理模块具体用于：

若所述第一采样数据与所述第二采样数据相等，确定所述缆式感温线发生短路；

若所述缆式感温线发生短路，确定所述电池组发生热失控。

9、根据权利要求 1 或 7 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控数据还包括电池组参数，

所述处理模块具体用于：

若所述第一采样数据与所述第一供电端提供的数据相同，第二采样数据与地提供的数据相同，确定所述缆式感温线发生断路；

若在预设时长内，确定所述缆式感温线发生断路，且所述电池组参数中的至少一个参数满足故障条件，确定所述电池组发生热失控。

10、根据权利要求 9 所述的热失控检测电路，其中，所述电池组参数包括以下的一个或几个参数：

所述电池组中单体电芯的最高温度、所述电池组中单体电芯的温度变化速度、所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差、所述电池组中单体电芯的最小电压、所述电池组的电压采样断路故障数目、测温传感失效参数、电芯监控通讯失效参数，

其中，所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

11、根据权利要求 1 或 7 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控检测数据还包括电池组参数，

所述处理模块具体用于：

若所述第一采样数据处于第一正常数据阈值范围内，所述第二采样数据处于第二正常数据阈值范围内，确定所述缆式感温线正常通路；

若所述缆式感温线正常通路，且所述电池组参数中的至少一组参数满

足故障条件，确定所述电池组发生热失控，所述一组参数包括至少两个参数。

12、根据权利要求 11 所述的热失控检测电路，其中，所述一组参数包括以下任意一组参数：

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的温度变化速度，

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组中单体电芯的温度变化速度与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组中单体电芯的温度变化速度与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的温度变化速度，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组的电压采样断路故障数目与测温传感失效参数，

其中，所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

13、根据权利要求 1 或 7 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控检测数据还包括电池组参数，

所述处理模块还用于：

若所述第一采样数据处于第一正常数据阈值范围内，所述第二采样数据处于第二正常数据阈值范围内，确定所述缆式感温线正常通路；

若所述缆式感温线正常通路，且所述电池组参数满足故障条件，发出

热失控预警消息，

其中，所述电池组参数包括充电过程中所述电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中所述电池组的实际荷电状态和充电过程中所述电池组的充电电流，

所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

14、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述处理模块还用于：

若确定所述电池组发生热失控，向整车控制器发送告警信号。

15、一种热失控检测方法，应用于如权利要求 1 至 14 中任意一项所述的热失控检测电路，所述方法包括：

所述处理模块获取热失控检测数据；

所述处理模块根据所述热失控检测数据，确定所述电池组是否发生热失控；

其中，所述热失控检测数据包括从第一采样点采集的第一采样数据和从所述第二采样点采集的第二采样数据，所述第一采样点设置于所述第一分压电阻集合的另一端和所述终端电阻之间，所述第二采样点设置于所述第二分压电阻集合的另一端和所述终端电阻之间。

16、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述处理模块根据所述热失控检测数据，确定所述电池组是否发生热失控，包括：

所述处理模块根据所述第一采样数据和所述第二采样数据，确定所述缆式感温线的通断状态，所述通断状态包括短路、断路或正常通路；

所述处理模块基于所述缆式感温线的通断状态，确定所述电池组是否发生热失控。

17、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述处理模块根据所述热失控检测数据，确定所述电池组是否发生热失控，包括：

若所述第一采样数据与所述第二采样数据相等，所述处理模块确定所述缆式感温线发生短路；

若所述缆式感温线发生短路，所述处理模块确定所述电池组发生热失

控。

18、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述热失控检测数据还包括电池组参数，

所述处理模块根据所述热失控检测数据，确定所述电池组是否发生热失控，包括：

若所述第一采样数据与所述第一供电端提供的数据相同，第二采样数据与地提供的数据相同，所述处理模块确定所述缆式感温线发生断路；

若在预设时长内，确定所述缆式感温线发生断路，且所述电池组参数中的至少一个参数满足故障条件，所述处理模块确定所述电池组发生热失控。

19、根据权利要求 18 所述的方法，其中，所述电池组参数包括以下的一个或几个参数：

所述电池组中单体电芯的最高温度、所述电池组中单体电芯的温度变化速度、所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差、所述电池组中单体电芯的最小电压、所述电池组的电压采样断路故障数目、测温传感失效参数、电芯监控通讯失效参数，

其中，所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

20、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述热失控检测数据还包括电池组参数，

所述处理模块根据所述热失控检测数据，确定所述电池组是否发生热失控，包括：

若所述第一采样数据处于第一正常数据阈值范围内，所述第二采样数据处于第二正常数据阈值范围内，所述处理模块确定所述缆式感温线正常通路；

若所述缆式感温线正常通路，且所述电池组参数中的至少一组参数满足故障条件，所述处理模块确定所述电池组发生热失控，所述一组参数包括至少两个参数。

21、根据权利要求 20 所述的方法，其中，所述一组参数包括以下任

意一组参数：

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的温度变化速度，

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组中单体电芯的温度变化速度与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组中单体电芯的温度变化速度与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的温度变化速度，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组的电压采样断路故障数目与测温传感失效参数，

其中，所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

22、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述热失控检测数据还包括电池组参数，

所述方法还包括：

若所述第一采样数据处于第一正常数据阈值范围内，所述第二采样数据处于第二正常数据阈值范围内，确定所述缆式感温线正常通路；

若所述缆式感温线正常通路，且所述电池组参数满足故障条件，发出热失控预警消息，

其中，所述电池组参数包括充电过程中所述电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中所述电池组的实际荷电状态和充电过程中所述电池组的

充电电流，

所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

23、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述检测模块还包括休眠唤醒子模块，

所述方法还包括：

若所述电池管理单元处于休眠状态，所述电池管理单元的电源模块接收到所述休眠唤醒子模块发送的唤醒信号，控制所述电池管理单元从所述休眠状态切换至工作状态，

其中，所述唤醒信号为所述休眠唤醒子模块导通所发送的。

24、根据权利要求 15 所述的方法，其中，还包括：

若确定所述电池组发生热失控，所述处理模块向整车控制器发送告警信号。

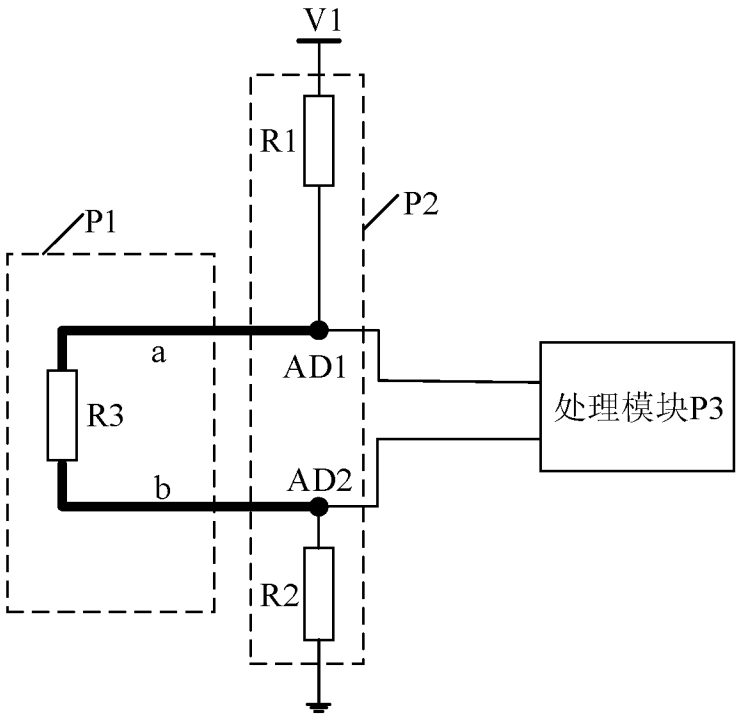
V1
R1
P2
P1
a
AD1
R3
处理模块P3
b
AD2
R2

图 1

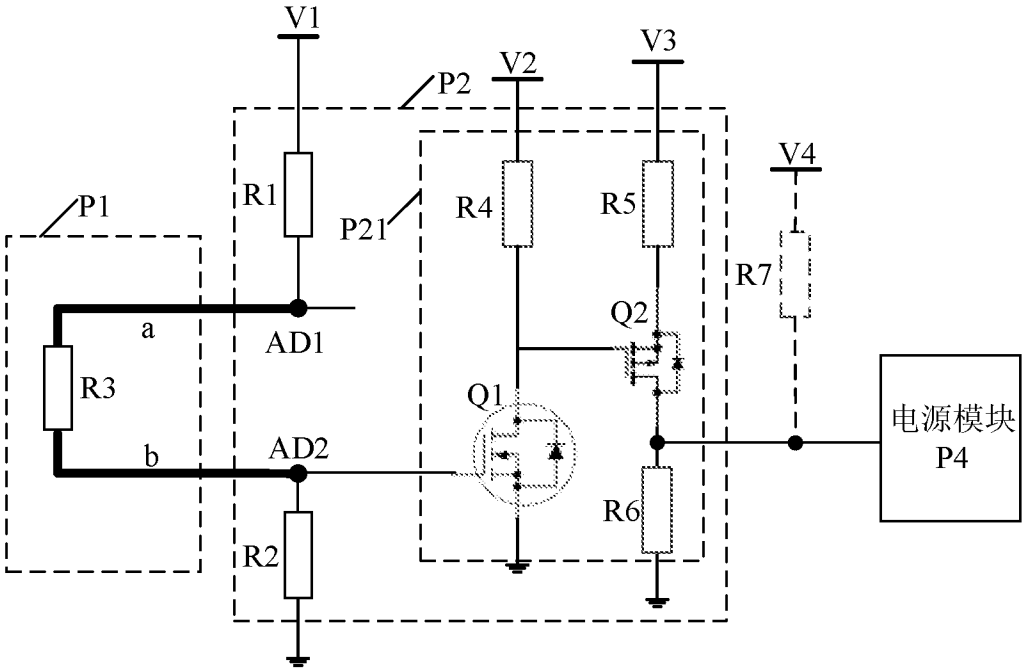
V1
V2
V3
P2
V4
P1
R1
P21
R4
R5
R7
a
Q2
AD1
R3
Q1
电源模块
P4
b
AD2
R6
R2

图 2

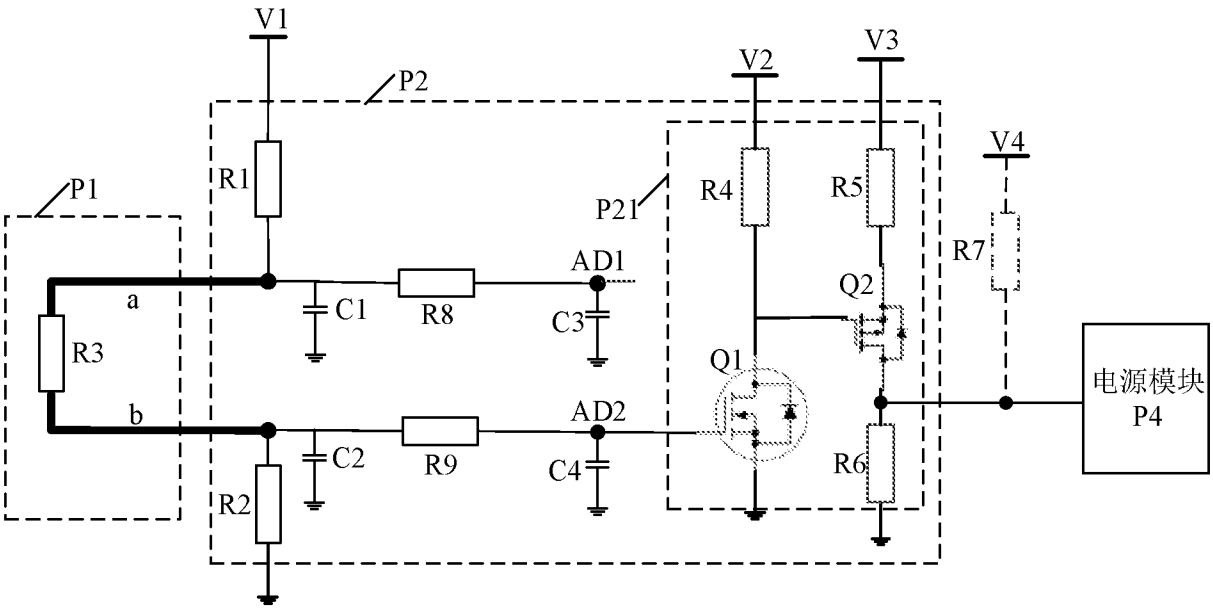
V1
P2
V2
V3
V4
P1
R1
P21
R4
R5
R7
AD1
Q2
a
C1
R8
C3
R3
Q1
电源模块
P4
b
AD2
C2
R9
C4
R6
R2

图 3

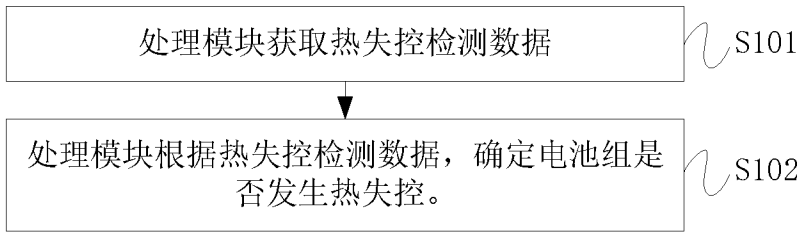
处理模块获取热失控检测数据
S101
处理模块根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控。
S102

图 4

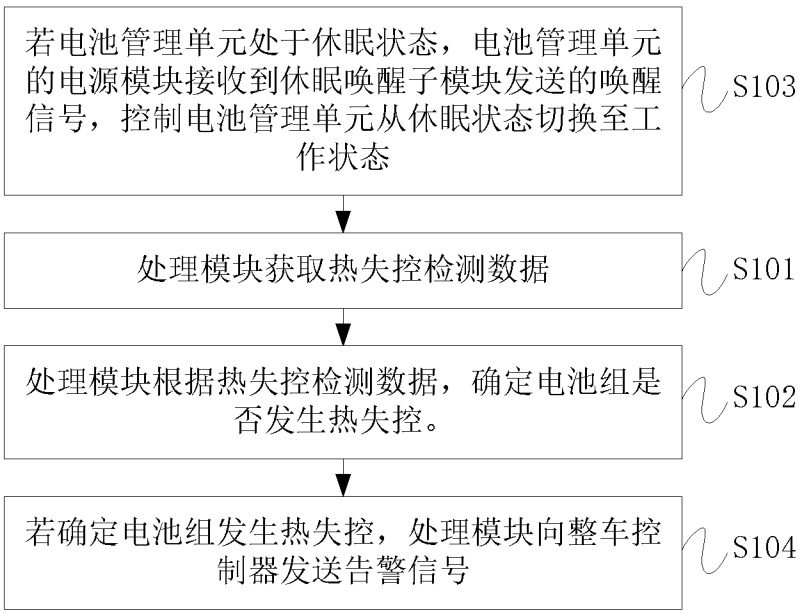
若电池管理单元处于休眠状态，电池管理单元的电源模块接收到休眠唤醒子模块发送的唤醒信号，控制电池管理单元从休眠状态切换至工作状态
S103
处理模块获取热失控检测数据
S101
处理模块根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控。
S102
若确定电池组发生热失控，处理模块向整车控制器发送告警信号
S104

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/081472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/385(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R; H02H; G08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; SIPOABS; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT: 热失控, 着火, 火灾, 缆式, 感温, 热敏, 缆, 唤醒, 电池, 温度, 电缆, 分压, 电阻, 宁德时代新能源, temperature, cable?, voltage, batter+, thermal runaway, resistan+, alarm+, control+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	李玉广 (LI, Yuguang). "磷酸铁锂电池仓安全报警与控制系统设计 (Design of Fire Detection and Control System for Lithium Iron Phosphate Battery)" *Chinese Journal of Power Sources,* Vol. 43, No. 3, 31 March 2019 (2019-03-31), pp. 458, 459, and 482	1-24
Y	CN 101226670 A (ZHANG, Chen) 23 July 2008 (2008-07-23) description, page 2, line 9- page 3, line 26, figures 1-3	1-24
Y	CN 109142856 A (JIANGSU ENDA GENERAL EQUIPMENT CO., LTD.) 04 January 2019 (2019-01-04) description, paragraphs [0041]-[0054], figures 4 and 5	1-24
Y	CN 201465255 U (谢斌鑫 等 (XIE, Binxin et al.)) 12 May 2010 (2010-05-12) description, paragraphs [0015]-[0022], and figure 1	1-24
A	WO 2008014922 A1 (PRIAMUS SYSTEM TECHNOLOGIES AG et al.) 07 February 2008 (2008-02-07) entire document	1-24

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
08 May 2020	**17 June 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/081472

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 101226670 A	23 July 2008	CN 101226670 B	09 November 2011
CN 109142856 A	04 January 2019	None	
CN 201465255 U	12 May 2010	None	
WO 2008014922 A1	07 February 2008	DE 102006036169 B3	14 February 2008

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/081472

A. 主题的分类

G01R 31/385(2019.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01R; H02H; G08B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS;CNTXT;CNKI;SIPOABS;DWPI;USTXT;WOTXT;EPTXT：热失控，着火，火灾，缆式，感温，热敏，缆，唤醒，电池，温度，电缆，分压，电阻，宁德时代新能源，temperature，cable?，voltage，batter+，thermal runaway，resistan+，alarm+，control+

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	李玉广. "磷酸铁锂电池仓安全报警与控制系统设计" 电源技术, 第43卷，第3期，2019年 3月 31日 (2019-03-31)， 第458、459、482页	1-24
Y	CN 101226670 A (张陈) 2008年 7月 23日 (2008-07-23) 说明书第2页第9行-第3页第26行，图1-3	1-24
Y	CN 109142856 A (江苏恩达通用设备有限公司) 2019年 1月 4日 (2019-01-04) 说明书第[0041]-[0054]段，图4和5	1-24
Y	CN 201465255 U (谢斌鑫 等) 2010年 5月 12日 (2010-05-12) 说明书第[0015]-[0022]段，图1	1-24
A	WO 2008014922 A1 (PRIAMUS SYSTEM TECHNOLOGIES AG 等) 2008年 2月 7日 (2008-02-07) 全文	1-24

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2020年 5月 8日	2020年 6月 17日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 李露曦 电话号码 （86-512）88997274

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/081472

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN 101226670 A	2008年 7月 23日	CN 101226670 B	2011年 11月 9日
CN 109142856 A	2019年 1月 4日	无	
CN 201465255 U	2010年 5月 12日	无	
WO 2008014922 A1	2008年 2月 7日	DE 102006036169 B3	2008年 2月 14日