



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106816907 A

(43) 申请公布日 2017. 06. 09

(21) 申请号 201510860003. 7

G01R 31/36(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 11. 30

(71) 申请人 比亚迪股份有限公司

地址 518118 广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号

(72) 发明人 倪琰

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) 11201

代理人 张大威

(51) Int. Cl.

H02J 7/00(2006. 01)

B60L 11/18(2006. 01)

H01M 10/48(2006. 01)

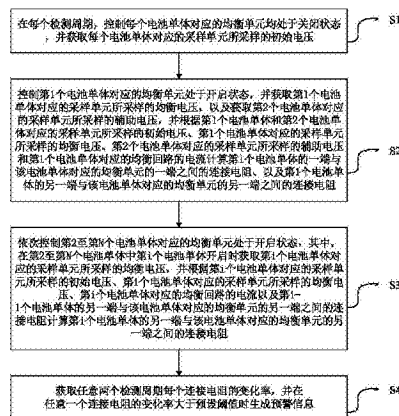
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

电动汽车以及电池管理系统及其故障检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电动汽车以及电池管理系统及其故障检测方法,方法包括以下步骤:控制每个均衡单元均处于关闭状态,并获取每个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压;控制第1个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,并获取第1个电池单体对应的采样单元采样的均衡电压、第2个电池单体对应的采样单元采样的辅助电压,以此计算第1个电池单体对应的连接电阻;依次控制第2至第N个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,在第i个电池单体开启时获取第i个电池单体对应的采样单元采样的均衡电压,以此计算第i个电池单体对应的连接电阻;在任意一个连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息,从而在线束连接可靠性变差初期提前发出告警信息。



1. 一种电池管理系统的故障检测方法,其特征在于,所述电池管理系统包括 N 个电池单体、N 个均衡单元和 N 个采样单元,所述 N 个电池单体依次串联连接,所述 N 个均衡单元中的每个均衡单元通过线束与相应的电池单体并联以构成均衡回路,相邻的两个均衡回路之间具有共用的所述线束,所述 N 个采样单元中的每个采样单元对应地采样每个电池单体的电压信息,其中,N 为大于 1 的整数,所述方法包括以下步骤:

在每个检测周期,控制所述每个电池单体对应的均衡单元均处于关闭状态,并获取所述每个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压;

控制第 1 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,并获取所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压,以及获取所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压,并根据所述第 1 个电池单体和所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压和所述第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流计算所述第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻、以及所述第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻;

依次控制第 2 至第 N 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,其中,在第 2 至第 N 个电池单体中第 i 个电池单体开启时获取所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压,并根据所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流以及第 i-1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻计算所述第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻,其中, $i = 2, 3, \dots, N$;

获取任意两个检测周期每个连接电阻的变化率,并在任意一个连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息。

2. 根据权利要求 1 所述的电池管理系统的故障检测方法,其特征在于,其中,所述第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻等于所述第 i-1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻。

3. 根据权利要求 2 所述的电池管理系统的故障检测方法,其特征在于,根据以下公式计算所述第 1 个电池单体对应的连接电阻:

$$R_{1-1} = \frac{U_1 - U_{1-1} - U_{2-2} + U_2}{I_1}, \quad R_{1-2} = \frac{U_{2-2} - U_2}{I_1}$$

其中, R_{1-1} 为所述第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, R_{1-2} 为所述第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_1 为所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_2 为所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{1-1} 为所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, U_{2-2} 为所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压, I_1 为所述第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流。

4. 根据权利要求 3 所述的电池管理系统的故障检测方法,其特征在于,根据以下公式计算所述第 2- 第 N 个电池单体中第 i 个电池单体对应的连接电阻:

$$R_{i-1} = R_{(i-1)-2}, R_{i-2} = \frac{U_i - U_{i-1} - I_i \times R_{(i-1)-2}}{I_i}$$

其中, R_{i-1} 为所述第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, $R_{(i-1)-2}$ 为所述第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, R_{i-2} 为所述第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_i 为所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{i-1} 为所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, I_i 为所述第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流。

5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的电池管理系统的故障检测方法, 其特征在于, 所述任意两个检测周期分别为第一检测周期和第二检测周期, 其中, 根据以下公式计算所述连接电阻的变化率:

$$K = \frac{R' - R_0}{t_1 - t_0}$$

其中, K 为所述连接电阻的变化率, t_0 为所述第一检测周期内检测所述连接电阻的第一检测时刻, t_1 为所述第二检测周期内检测所述连接电阻的第二检测时刻, R_0 为所述第一检测时刻检测到的所述连接电阻的阻值, R' 为所述第 n 个检测时刻检测到的所述连接电阻的阻值。

6. 一种电池管理系统, 其特征在于, 包括:

N 个电池单体, 所述 N 个电池单体依次串联连接;

N 个均衡单元, 所述 N 个均衡单元中的每个均衡单元通过线束与相应的电池单体并联以构成均衡回路, 其中, 相邻的两个均衡回路之间具有共用的所述线束;

N 个采样单元, 所述 N 个采样单元中的每个采样单元对应地采样每个电池单体的电压信息, 其中, N 为大于 1 的整数;

控制单元, 所述控制单元用于在每个检测周期控制所述每个电池单体对应的均衡单元均处于关闭状态, 并获取所述每个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, 以及先控制第 1 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态, 并获取所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, 以及获取所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压, 并根据所述第 1 个电池单体和所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压和所述第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流计算所述第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻、以及所述第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, 再依次控制第 2 至第 N 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态, 其中, 在第 2 至第 N 个电池单体中第 i 个电池单体开启时获取所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, 并根据所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流以及第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻计算所述第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, 以及获取任意两个检测周期

每个连接电阻的变化率,并在任意一个连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息,其中, $i = 2, 3, \dots, N$ 。

7. 根据权利要求 6 所述的电池管理系统,其特征在于,其中,所述第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻等于所述第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻。

8. 根据权利要求 7 所述的电池管理系统,其特征在于,所述控制单元根据以下公式计算所述第 1 个电池单体对应的连接电阻:

$$R_{1-1} = \frac{U_1 - U_{1-1} - U_{2-2} + U_2}{I_1}, \quad R_{1-2} = \frac{U_{2-2} - U_2}{I_1}$$

其中, R_{1-1} 为所述第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, R_{1-2} 为所述第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_1 为所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_2 为所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{1-1} 为所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, U_{2-2} 为所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压, I_1 为所述第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流。

9. 根据权利要求 8 所述的电池管理系统,其特征在于,所述控制单元根据以下公式计算所述第 2- 第 N 个电池单体中第 i 个电池单体对应的连接电阻:

$$R_{i-1} = R_{(i-1)-2}, \quad R_{i-2} = \frac{U_i - U_{i-1} - I_i \times R_{(i-1)-2}}{I_i}$$

其中, R_{i-1} 为所述第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, $R_{(i-1)-2}$ 为所述第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, R_{i-2} 为所述第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_i 为所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{i-1} 为所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, I_i 为所述第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流。

10. 根据权利要求 6-9 中任一项所述的电池管理系统,其特征在于,所述任意两个检测周期分别为第一检测周期和第二检测周期,其中,所述控制单元根据以下公式计算所述连接电阻的变化率:

$$K = \frac{R' - R_0}{t_1 - t_0}$$

其中, K 为所述连接电阻的变化率, t_0 为所述第一检测周期内检测所述连接电阻的第一检测时刻, t_1 为所述第二检测周期内检测所述连接电阻的第二检测时刻, R_0 为所述第一检测时刻检测到的所述连接电阻的阻值, R' 为所述第 n 个检测时刻检测到的所述连接电阻的阻值。

11. 一种电动汽车,其特征在于,包括根据权利要求 6-10 任一项所述的电池管理系统。

电动汽车以及电池管理系统及其故障检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及发明技术领域特别涉及一种电池管理系统的故障检测方法、一种电池管理系统以及一种电动汽车。

背景技术

[0002] 电动汽车的电池管理系统通过采样线束与电池连接以获取电池的相关信息,连接线束的可靠性直接关系到电池监控、管理策略以及电池安全,当线束连接发生故障时可能导致电池的过充,过放。

[0003] 相关技术通过检测线束是否断线进行可靠性的判断,并在发现断线故障后限制整车使用电池的电量区间和功率。但是,由于只有当线束断开时才能发现故障,所以检测到断线故障后,将会导致相关电池信息丢失,并且通过限制整车性能以避免发生电池安全问题,大大降低了用户体验。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此,本发明的一个目的在于提出一种电池管理系统的故障检测方法,该方法能够在故障发生前期提前进行告警,并在故障发生后避免整车性能突变。

[0005] 本发明的另一个目的在于提出一种电池管理系统。本发明的又一个目的在于提出一种电动汽车。

[0006] 为达到上述目的,本发明一方面实施例提出了一种电池管理系统的故障检测方法,所述电池管理系统包括 N 个电池单体、 N 个均衡单元和 N 个采样单元,所述 N 个电池单体依次串联连接,所述 N 个均衡单元中的每个均衡单元通过线束与相应的电池单体并联以构成均衡回路,相邻的两个均衡回路之间具有共用的所述线束,所述 N 个采样单元中的每个采样单元对应地采样每个电池单体的电压信息,其中, N 为大于 1 的整数,所述方法包括以下步骤:在每个检测周期,控制所述每个电池单体对应的均衡单元均处于关闭状态,并获取所述每个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压;控制第 1 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,并获取所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压,以及获取所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压,并根据所述第 1 个电池单体和所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压和所述第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流计算所述第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻、以及所述第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻;依次控制第 2 至第 N 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,其中,在第 2 至第 N 个电池单体中第 i 个电池单体开启时获取所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压,并根据所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 i 个电池单

体对应的均衡回路的电流以及第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻计算所述第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻,其中, $i = 2, 3, \dots, N$; 获取任意两个检测周期每个连接电阻的变化率,并在任意一个连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息。

[0007] 根据本发明实施例提出的电池管理系统的故障检测方法,通过检测电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻来判断线束连接可靠性,并在连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息,从而可在线束连接可靠性变差的初期发现问题,提前发出告警信息。

[0008] 为达到上述目的,本发明另一方面实施例提出了一种电池管理系统,包括: N 个电池单体,所述 N 个电池单体依次串联连接; N 个均衡单元,所述 N 个均衡单元中的每个均衡单元通过线束与相应的电池单体并联以构成均衡回路,其中,相邻的两个均衡回路之间具有共用的所述线束; N 个采样单元,所述 N 个采样单元中的每个采样单元对应地采样每个电池单体的电压信息,其中, N 为大于 1 的整数; 控制单元,所述控制单元用于在每个检测周期控制所述每个电池单体对应的均衡单元均处于关闭状态,并获取所述每个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压,以及先控制第 1 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,并获取所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压,以及获取所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压,并根据所述第 1 个电池单体和所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压和所述第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流计算所述第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻、以及所述第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻,再依次控制第 2 至第 N 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,其中,在第 2 至第 N 个电池单体中第 i 个电池单体开启时获取所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压,并根据所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、所述第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、所述第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流以及第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻计算所述第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻,以及获取任意两个检测周期每个连接电阻的变化率,并在任意一个连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息,其中, $i = 2, 3, \dots, N$ 。

[0009] 根据本发明实施例提出的电池管理系统,控制单元通过检测电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻来判断线束连接可靠性,并在连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息,从而可在线束连接可靠性变差的初期发现问题,提前发出告警信息。

[0010] 为达到上述目的,本发明的又一方面实施例提出了一种电动汽车,包括所述的电池管理系统。

[0011] 根据本发明实施例提出的电动汽车,通过上述电池管理系统,可在线束连接可靠性变差的初期发现问题,提前发出告警信息。

附图说明

- [0012] 图 1 是根据本发明实施例的电池管理系统的故障检测的流程图；
- [0013] 图 2 是根据本发明实施例的电池管理系统的方框示意图；
- [0014] 图 3 是根据本发明实施例的电池管理系统的方框示意图，其中包括控制单元；
- [0015] 图 4 是根据本发明一个具体实施例的电池管理系统的方框示意图，其中 $N = 2$ ；
- [0016] 图 5-6 是根据本发明一个具体实施例的电池管理系统的原理示意图。

具体实施方式

[0017] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0018] 下面结合附图来描述本发明实施例的电池管理系统的故障检测方法、电池管理系统以及电动汽车。

[0019] 根据图 2 的示例，电池管理系统 100 包括 N 个电池单体 10、 N 个均衡单元 20 和 N 个采样单元 30， N 个电池单体 10 依次串联连接； N 个均衡单元 20 中的每个均衡单元 20 通过线束 L 与相应的电池单体 10 并联以构成均衡回路，相邻的两个均衡回路之间具有共用的线束 L，均衡单元 20 用于对相应的电池单体 10 进行均衡处理，以使电池单体电压偏差保持在预设范围内； N 个采样单元 30 中的每个采样单元 30 对应地采样每个电池单体 10 的电压信息，其中， N 为大于 1 的整数。如图 4-6 所示，以 $N = 2$ 为例， N 个电池单体 10 包括第一电池单体 10-1 和第二电池单体 10-2， N 个均衡单元 20 包括第一均衡单元 20-1 和第二均衡单元 20-2， N 个采样单元 30 包括第一采样单元 30-1 和第二采样单元 30-2。

[0020] 其中，第一电池单体 10-1 的正极通过第一线束 L1 与第一均衡单元 20-1 的一端相连，第一电池单体 10-1 的负极通过第二线束 L2 与第一均衡单元 20-1 的另一端相连，由此，第一电池单体 10-1 与第一均衡单元 20-1 构成第一均衡回路；

[0021] 第二电池单体 10-2 的正极与第一电池单体 10-1 的负极相连，第二电池单体 10-2 的正极还通过第二线束 L2 与第二均衡单元 20-2 的一端相连，第二电池单体 10-2 的负极通过第三线束 L3 与第二均衡单元 20-2 的另一端相连，由此，第二电池单体 10-2 与第二均衡单元 20-2 构成第二均衡回路，且第二均衡回路与第一均衡回路共用第二线束 L2；

[0022] 第一采样单元 30-1 的一端通过第一线束 L1 与第一电池单体 10-1 的正极相连，第一采样单元 30-1 的另一端通过第二线束 L2 分别与第一电池单体 10-1 的负极和第二电池单体 10-2 的正极相连，第二采样单元 30-2 的另一端通过第三线束 L3 与第二电池单体 10-2 的负极相连。

[0023] 根据本发明的一个示例，每个均衡单元 20 可包括电阻和开关，还可包括 DC-DC 转换器。

[0024] 本发明一方面实施例提出了一种电池管理系统的故障检测方法。

[0025] 图 1 是根据本发明实施例的电池管理系统的故障检测的流程图。如图 1 所示，该方法包括以下步骤：

[0026] S1：在每个检测周期，控制每个电池单体对应的均衡单元均处于关闭状态，并获取每个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压。

[0027] S2：控制第 1 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态，并获取第 1 个电池单体对

应的采样单元所采样的均衡电压,以及获取第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压,并根据第 1 个电池单体和第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压和第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流计算第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻、以及第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻。

[0028] S3:依次控制第 2 至第 N 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态,其中,在第 2 至第 N 个电池单体中第 i 个电池单体开启时获取第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压,并根据第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压、第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压、第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流以及第 i-1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻计算第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻,其中, $i = 2, 3, \dots, N$ 。

[0029] 其中,第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻等于第 i-1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻。

[0030] 具体地,可通过第 1 个电池单体对应的均衡单元计算或采样得到第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流。并且可通过第 i 个电池单体对应的均衡单元计算或采样得到第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流。

[0031] 需要说明的是,连接电阻可包括线束与电池极片连接点之间的电阻、线束的电阻、线束与接插件的电阻和接插件间的电阻等。

[0032] 具体地,当控制第 1 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态时,第 1 个电池单体对应的均衡回路满足以下关系: $U_1 = U_{11} + I_1 \times R_{11} + I_1 \times R_{12}$,另外还有以下关系: $U_2 = U_{22} - I_1 \times R_{12}$,由此,通过推导可知,可根据以下公式计算第 1 个电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻:

$$[0033] \quad R_{11} = \frac{U_1 - U_{11} - U_{22} + U_2}{I_1}, \quad R_{12} = \frac{U_{22} - U_2}{I_1}$$

[0034] 其中, R_{11} 为第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, R_{12} 为第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_1 为第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_2 为第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{11} 为第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, U_{22} 为第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压, I_1 为第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流。

[0035] 并且,当控制第 i 个电池单体对应的均衡单元处于开启状态时,第 i 个电池单体对应的均衡回路满足以下关系: $U_i = U_{i1} + I_i \times R_{i1} + I_i \times R_{i2}$,并且, $R_{i1} = R_{(i-1)2}$,由此,通过推导可知,可根据以下公式计算第 i 个电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻:

$$[0036] \quad R_{i1} = R_{(i-1)2}, \quad R_{i2} = \frac{U_i - U_{i1} - I_i \times R_{(i-1)2}}{I_i}$$

[0037] 其中, R_{i-1} 为第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, $R_{(i-1)2}$ 为第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, R_{i2} 为第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_i 为第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{i1} 为第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, I_i 为第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流。

[0038] S4: 获取任意两个检测周期每个连接电阻的变化率, 并在任意一个连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息。

[0039] 也就是说, 在每个检测周期内均可通过步骤 S1-S3 获取每个电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻, 由此在任意两个检测周期都计算出连接电阻之后, 即可计算出每个连接电阻的变化率, 并将每个连接电阻的变化率与预设阈值进行比较以生成比较结果, 以及根据比较结果判断连接线束的可靠性, 即言在连接电阻的变化率大于预设阈值即可靠性变差时生成预警信息。

[0040] 进一步地, 根据本发明的一个实施例, 电池管理系统的故障检测方法还包括: 根据预警信息判断任意一个电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间是否发生连接故障。

[0041] 其中, 预设阈值 K_{limit} 可根据不同的产品工艺合理地进行设定。

[0042] 具体的, 根据本发明的一个实施例, 任意两个检测周期分别为第一检测周期和第二检测周期, 需要说明的是, 第二检测周期 t_1 与第一检测周期 t_0 之间的时间差可为预设时间 t_{cycle} , 第一检测周期和第二检测周期可优选为相邻的两个检测周期, 即言, 可以预设时间 t_{cycle} 为周期对连接电阻的连接故障进行测试。其中, t_{cycle} 可根据电池管理系统的处理能力和工艺水平灵活地选取。

[0043] 可根据以下公式计算连接电阻的变化率:

$$[0044] \quad K = \frac{R' - R_0}{t_1 - t_0}$$

[0045] 其中, K 为连接电阻的变化率, t_0 为第一检测周期内检测连接电阻的第一检测时刻, t_1 为第二检测周期内检测连接电阻的第二检测时刻, R_0 为第一检测时刻检测到的连接电阻的阻值, R' 为第 n 个检测时刻检测到的连接电阻的阻值。

[0046] 具体而言, 假设第一检测时刻为 t_0 , t_0 时刻测量到的任一个电池单体的某一端与对应的均衡单元之间的连接电阻为 R_0 , 第二检测时刻为 t_1 , t_1 时刻测量到的任一个电池单体的某一端与对应的均衡单元的之间的连接电阻为 R' , 那么, 任一个电池单体的某一端与

该均衡单元之间的连接电阻的变化率即为 $K = \frac{R' - R_0}{t_1 - t_0}$ 。当 $K > K_{limit}$ 时, 可发出预警信息, 进

而可判断发生了导致连接电阻异常的故障, 即相应的线束发生连接故障。

[0047] 由此, 本发明实施例的电池管理系统的故障检测方法, 通过检测电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻即可判断线束连接的可靠性, 并在连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息, 从而可在线束连接可靠性变差的初期发现问题, 提前发出告警信息。

[0048] 另外, 根据本发明的一个实施例, 本发明实施例的电池管理系统的故障检测方法还包括: 在判断发生了导致连接电阻异常的故障之后, 可记录相应电池单体例如第 i 个电池单体的充放电电压信息和温度信息, 以为之后可能发生的完全断线故障提供历史信息和

预估,从而可避免正常性能发生突变,提升用户的体验。

[0049] 下面结合图 4-6,以 $N = 2$ 为例来详细描述本发明实施例的故障检测方法。

[0050] 首先控制第一均衡单元和第二均衡单元均处于关闭状态,并获取第一电池单体对应的第一采样单元所采样的初始电压 U_1 ,以及获取第二电池单体对应的第二采样单元所采样的初始电压 U_2 。

[0051] 当检测第一电池单体与第一均衡单元之间的连接可靠性时,控制第一均衡单元处于开启状态且第二均衡单元处于关闭状态,并获取第一电池单体对应的第一采样单元所采样的均衡电压 U_{1-1} ,以及获取第二电池单体对应的第二采样单元所采样的辅助电压 U_{2-2} ,此时流过第一电池单体和第一均衡单元之间的均衡回路的电流记为 I_1 ;根据初始电压 U_1 、初始电压 U_2 、均衡电压 U_{1-1} 、辅助电压 U_{2-2} 以及第一电池单体对应的均衡回路的电流 I_1 计算第一电池单体的一端与第一均衡单元的一端之间的连接电阻 R_{1-1} 以及第一电池单体的另一端与第一均衡单元的另一端之间的连接电阻 R_{1-2} 。

[0052] 具体地,可根据以下公式计算第一电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻:

$$[0053] \quad R_{1-1} = \frac{U_1 - U_{1-1} - U_{2-2} + U_2}{I_1}, \quad R_{1-2} = \frac{U_{2-2} - U_2}{I_1}。$$

[0054] 当检测第二电池单体与第二均衡单元之间的连接可靠性时,控制第二均衡单元处于开启状态且第一均衡单元处于关闭状态,并获取第二电池单体对应的第二采样单元所采样的均衡电压 U_{2-1} ,此时流过第二电池单体和第二均衡单元之间的均衡回路的电流记为 I_2 ;根据初始电压 U_2 、均衡电压 U_{2-1} 、电流 I_2 以及第一电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻 R_{1-2} 计算第二电池单体的另一端与第二均衡单元的另一端之间的连接电阻 R_{2-2} 。其中,第二电池单体的一端与第二均衡单元的一端之间的连接电阻 R_{2-1} 即为第一电池单体的另一端与第一均衡单元的另一端之间的连接电阻,即

$$R_{2-1} = R_{1-2} = \frac{U_{2-2} - U_2}{I_1}。$$

[0055] 具体地,可根据以下公式计算第二电池单体的另一端与第二均衡单元的另一端之间的连接电阻:

$$[0056] \quad R_{2-2} = \frac{U_2 - U_{2-1} - I_2 \times \frac{U_{2-2} - U_2}{I_1}}{I_2}。$$

[0057] 同理,当 $N > 2$ 时,也可监测其他电池单体与对应的均衡单元之间的连接电阻以判断连接可靠性。

[0058] 在获取连接电阻 R_{1-1} 、 R_{1-2} 和 R_{2-2} 之后,计算每个连接电阻的变化率 K ,并且当 $K > K_{limit}$ 时,可发出预警信息,进而可根据预警信息判断发生了导致连接电阻异常的故障。另外,可记录相应电池单体的充放电电压信息和温度信息,以为之后可能发生的完全断线故障提供历史信息 and 预估。

[0059] 综上所述,根据本发明实施例提出的电池管理系统的故障检测方法,通过检测电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻来判断线束连接可靠性,并在连接

电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息,从而可在线束连接可靠性变差的初期发现问题,提前发出告警信息。

[0060] 本发明另一方面实施例提出了一种电池管理系统,该电池管理系统可判断电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间是否发生连接故障,即检测电池单体与均衡单元之间的线束的连接可靠性。

[0061] 根据图 2-3 所示,电池管理系统 100 包括 N 个电池单体 10、N 个均衡单元 20、N 个采样单元 30 和控制单元 40。

[0062] 其中,N 个电池单体 10 依次串联连接;N 个均衡单元 20 中的每个均衡单元 20 通过线束 L 与相应的电池单体 10 并联以构成均衡回路,相邻的两个均衡回路之间具有共用的线束;N 个采样单元 30 中的每个采样单元 30 对应地采样每个电池单体 10 的电压信息,其中,N 为大于 1 的整数。

[0063] 控制单元 40 用于在每个检测周期控制每个电池单体 10 对应的均衡单元 20 均处于关闭状态,并获取每个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的初始电压,以及先控制第 1 个电池单体 10 对应的均衡单元 20 处于开启状态,并获取第 1 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的均衡电压,以及获取第 2 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的辅助电压,并根据第 1 个电池单体 10 和第 2 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的初始电压、第 1 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的均衡电压、第 2 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的辅助电压和第 1 个电池单体 10 对应的均衡回路的电流计算第 1 个电池单体 10 的一端与该电池单体 10 对应的均衡单元 20 的一端之间的连接电阻、以及第 1 个电池单体 10 的另一端与该电池单体 10 对应的均衡单元 20 的另一端之间的连接电阻,再依次控制第 2 至第 N 个电池单体 10 对应的均衡单元 20 处于开启状态,其中,在第 2 至第 N 个电池单体 10 中第 i 个电池单体 10 开启时获取第 i 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的均衡电压,并根据第 i 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的初始电压、第 i 个电池单体 10 对应的采样单元 30 所采样的均衡电压、第 i 个电池单体 10 对应的均衡回路的电流以及第 i-1 个电池单体 10 的另一端与该电池单体 10 对应的均衡单元 20 的另一端之间的连接电阻计算第 i 个电池单体 10 的另一端与该电池单体 10 对应的均衡单元 20 的另一端之间的连接电阻,以及获取任意两个检测周期每个连接电阻的变化率,并在任意一个连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息,其中, $i = 2, 3, \dots, N$ 。

[0064] 其中,第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻等于第 i-1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻。

[0065] 其中,控制单元 40 可通过第 1 个电池单体 10 对应的均衡单元 20 计算或采样得到第 1 个电池单体 10 对应的均衡回路的电流,并且可通过第 i 个电池单体 10 对应的均衡单元 20 计算或采样得到第 i 个电池单体 10 对应的均衡回路的电流。

[0066] 需要说明的是,连接电阻可包括线束与电池极片连接点之间的电阻、线束的电阻、线束与接插件的电阻和接插件间的电阻等。

[0067] 具体地,当控制第 1 个电池单体 10 对应的均衡单元 20 处于开启状态时,第 1 个电池单体 10 对应的均衡回路满足以下关系: $U_1 = U_{1_1} + I_1 \times R_{1_1} + I_1 \times R_{1_2}$,另外还有以下关系: $U_2 = U_{2_2} - I_1 \times R_{1_2}$,由此,通过推导可知,控制单元 40 可根据以下公式计算第 1 个电池单体与

该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻：

$$[0068] \quad R_{1-1} = \frac{U_1 - U_{1-1} - U_{2-2} + U_2}{I_1}, \quad R_{1-2} = \frac{U_{2-2} - U_2}{I_1}$$

[0069] 其中, R_{1-1} 为第 1 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, R_{1-2} 为第 1 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_1 为第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_2 为第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{1-1} 为第 1 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, U_{2-2} 为第 2 个电池单体对应的采样单元所采样的辅助电压, I_1 为第 1 个电池单体对应的均衡回路的电流。

[0070] 并且, 当控制第 i 个电池单体 10 对应的均衡单元 20 处于开启状态时, 第 i 个电池单体 10 对应的均衡回路满足以下关系: $U_i = U_{i-1} + I_i \times R_{i-1} + I_i \times R_{i-2}$, 并且, $R_{i-1} = R_{(i-1)-2}$, 由此, 通过推导可知, 控制单元 40 可根据以下公式计算第 i 个电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻:

$$[0071] \quad R_{i-1} = R_{(i-1)-2}, \quad R_{i-2} = \frac{U_i - U_{i-1} - I_i \times R_{(i-1)-2}}{I_i}$$

[0072] 其中, R_{i-1} 为第 i 个电池单体的一端与该电池单体对应的均衡单元的一端之间的连接电阻, $R_{(i-1)-2}$ 为第 $i-1$ 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, R_{i-2} 为第 i 个电池单体的另一端与该电池单体对应的均衡单元的另一端之间的连接电阻, U_i 为第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的初始电压, U_{i-1} 为第 i 个电池单体对应的采样单元所采样的均衡电压, I_i 为第 i 个电池单体对应的均衡回路的电流。

[0073] 也就是说, 在每个检测周期内均可获取每个电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻, 由此控制单元 40 在任意两个检测周期都计算出连接电阻之后, 即可计算出每个连接电阻的变化率, 并将每个连接电阻的变化率与预设阈值进行比较以生成比较结果, 以及根据比较结果判断连接线束的可靠性, 即言在连接电阻的变化率大于预设阈值即可靠性变差时生成预警信息。

[0074] 进一步地, 根据本发明的一个实施例, 控制单元 40 可进一步根据预警信息判断任意一个电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间发生连接故障。

[0075] 其中, 预设阈值 K_{limit} 可根据不同的产品工艺合理地进行设定。

[0076] 具体的, 根据本发明的一个实施例, 任意两个检测周期分别为第一检测周期和第二检测周期, 需要说明的是, 第二检测周期 t_1 与第一检测周期 t_0 之间的时间差可为预设时间 t_{cycle} , 第一检测周期和第二检测周期可优选为相邻的两个检测周期, 即言, 控制单元 40 可以预设时间 t_{cycle} 为周期对连接电阻的连接故障进行测试。其中, t_{cycle} 可根据电池管理系统的处理能力和工艺水平灵活地选取。

[0077] 控制单元 40 可根据以下公式计算连接电阻的变化率:

$$[0078] \quad K = \frac{R^1 - R_0}{t_1 - t_0}$$

[0079] 其中, K 为连接电阻的变化率, t_0 为第一检测周期内检测连接电阻的第一检测时刻, t_1 为第二检测周期内检测连接电阻的第二检测时刻, R_0 为第一检测时刻检测到的连接

电阻的阻值, R' 为第 n 个检测时刻检测到的连接电阻的阻值。

[0080] 具体而言, 假设第一检测时刻为 t_0 , t_0 时刻测量到的任一个电池单体的某一端与对应的均衡单元之间的连接电阻为 R_0 , 第二检测时刻为 t_1 , t_1 时刻测量到的任一个电池单体的某一端与对应的均衡单元之间的连接电阻为 R' , 那么, 任一个电池单体的某一端与

该均衡单元之间的连接电阻的变化率即为 $K = \frac{R' - R_0}{t_1 - t_0}$ 。当 $K > K_{limit}$ 时, 控制单元 40 可发出预

警信息, 进而可判断发生了导致连接电阻异常的故障, 即相应的线束发生连接故障。

[0081] 由此, 本发明实施例的电池管理系统, 通过检测电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻即可判断线束连接的可靠性, 并在连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息, 从而可在线束连接可靠性变差的初期发现问题, 提前发出告警信息。

[0082] 另外, 控制单元 40 还用于在判断发生了导致连接电阻异常的故障之后, 控制电池管理系统记录相应电池单体例如第 i 个电池单体的充放电电压信息和温度信息, 以为之后可能发生的完全断线故障提供历史信息和预估, 从而可避免正常性能发生突变, 提升用户的体验

[0083] 下面结合图 4-6, 以 $N = 2$ 为例来详细描述本发明实施例的电池管理系统。

[0084] 控制单元 40 控制第一均衡单元 20-1 和第二均衡单元 20-2 均处于关闭状态, 并获取第一电池单体 10-1 对应的第一采样单元 30-1 所采样的初始电压 U_1 , 以及获取第二电池单体 10-2 对应的第二采样单元 30-2 所采样的初始电压 U_2 ;

[0085] 控制单元 40 可按照以下方式检测第一电池单体 10-1 与第一均衡单元 20-1 之间的连接可靠性: 控制单元 40 控制第一均衡单元 20-1 处于开启状态且第二均衡单元 20-2 处于关闭状态, 并获取第一电池单体 10-1 对应的第一采样单元 30-1 所采样的均衡电压 U_{1-1} , 以及获取第二电池单体 10-2 对应的第二采样单元 30-2 所采样的辅助电压 U_{2-2} , 此时流过第一电池单体 10-1 和第一均衡单元 20-1 之间的均衡回路的电流记为 I_1 ; 控制单元 40 可根据初始电压 U_1 、初始电压 U_2 、均衡电压 U_{1-1} 、辅助电压 U_{2-2} 以及第一电池单体 10-1 对应的均衡回路的电流 I_1 计算第一电池单体 10-1 的一端与第一均衡单元 20-1 的一端之间的连接电阻 R_{1-1} 以及第一电池单体 10-1 的另一端与第一均衡单元 20-1 的另一端之间的连接电阻 R_{1-2} 。

[0086] 具体地, 控制单元 40 可根据以下公式计算第一电池单体 10-1 与该电池单体对应的均衡单元 20-2 之间的连接电阻:

$$[0087] \quad R_{1-1} = \frac{U_1 - U_{1-1} - U_{2-2} + U_2}{I_1}, \quad R_{1-2} = \frac{U_{2-2} - U_2}{I_1}。$$

[0088] 控制单元 40 根据以下方式检测第二电池单体 10-2 与第二均衡单元 20-2 之间的连接可靠性: 控制单元 40 控制第二均衡单元 20-2 处于开启状态且第一均衡单元 20-1 处于关闭状态, 并获取第二电池单体 10-2 对应的第二采样单元 30-2 所采样的均衡电压 U_{2-1} , 此时流过第二电池单体 10-2 和第二均衡单元 20-2 之间的均衡回路的电流记为 I_2 ; 控制单元 40 根据初始电压 U_2 、均衡电压 U_{2-1} 、电流 I_2 以及第一电池单体 10-1 的另一端与第一均衡单元 20-1 的另一端之间的连接电阻 R_{1-2} 计算第二电池单体 10-2 的另一端与第二均衡单元 20-2 的另一端之间的连接电阻 R_{2-2} 。其中, 第二电池单体 10-2 的一端与第二均衡单元 20-2 的一端之间的连接电阻 R_{2-1} 即为第一电池单体 10-1 的另一端与第一均衡单元 20-1 的另一

端之间的连接电阻 $R_{1\ 2}$, 即 $R_{2\ 1} = R_{1\ 2} = \frac{U_{2\ 2} - U_2}{I_1}$ 。

[0089] 具体地, 控制单元 40 可根据以下公式计算第二电池单体的另一端与第二均衡单元的另一端之间的连接电阻:

$$[0090] \quad R_{2\ 2} = \frac{U_2 - U_{2\ 1} - I_2 \times \frac{U_{2\ 2} - U_2}{I_1}}{I_2}。$$

[0091] 同理, 当 $N > 2$ 时, 控制单元 40 也可监测其他电池单体与对应的均衡单元之间的连接电阻以判断连接可靠性。

[0092] 在获取连接电阻 $R_{1\ 1}$ 、 $R_{1\ 2}$ 和 $R_{2\ 2}$ 之后, 控制单元 40 计算每个连接电阻的变化率 K , 并且当 $K > K_{\text{limit}}$ 时, 控制单元 40 可发出预警信息, 进而判断发生了导致连接电阻异常的故障。另外, 控制单元 40 可控制电池管理系统记录相应电池单体的充放电电压信息和温度信息, 以为之后可能发生的完全断线故障提供历史信息和预估。

[0093] 综上所述, 根据本发明实施例提出的电池管理系统, 控制单元通过检测电池单体与该电池单体对应的均衡单元之间的连接电阻来判断线束连接可靠性, 并在连接电阻的变化率大于预设阈值时生成预警信息, 从而可在线束连接可靠性变差的初期发现问题, 提前发出告警信息。

[0094] 本发明的又一方面实施例提出了一种电动汽车, 该电动汽车包括上述实施例的电池管理系统。

[0095] 根据本发明实施例提出的电动汽车, 通过上述电池管理系统, 可在线束连接可靠性变差的初期发现问题, 提前发出告警信息。

[0096] 在本发明的描述中, 需要理解的是,

[0097] 术语“第一”、“第二”仅用于描述目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此, 限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中, “多个”的含义是至少两个, 例如两个, 三个等, 除非另有明确具体的限定。

[0098] 在本发明中, 除非另有明确的规定和限定, 术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解, 例如, 可以是固定连接, 也可以是可拆卸连接, 或成一体; 可以是机械连接, 也可以是电连接; 可以是直接相连, 也可以通过中间媒介间接相连, 可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系, 除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言, 可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0099] 在本说明书的描述中, 参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中, 对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且, 描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外, 在不相互矛盾的情况下, 本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0100] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例, 可以理解的是, 上述实施例是示例

性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

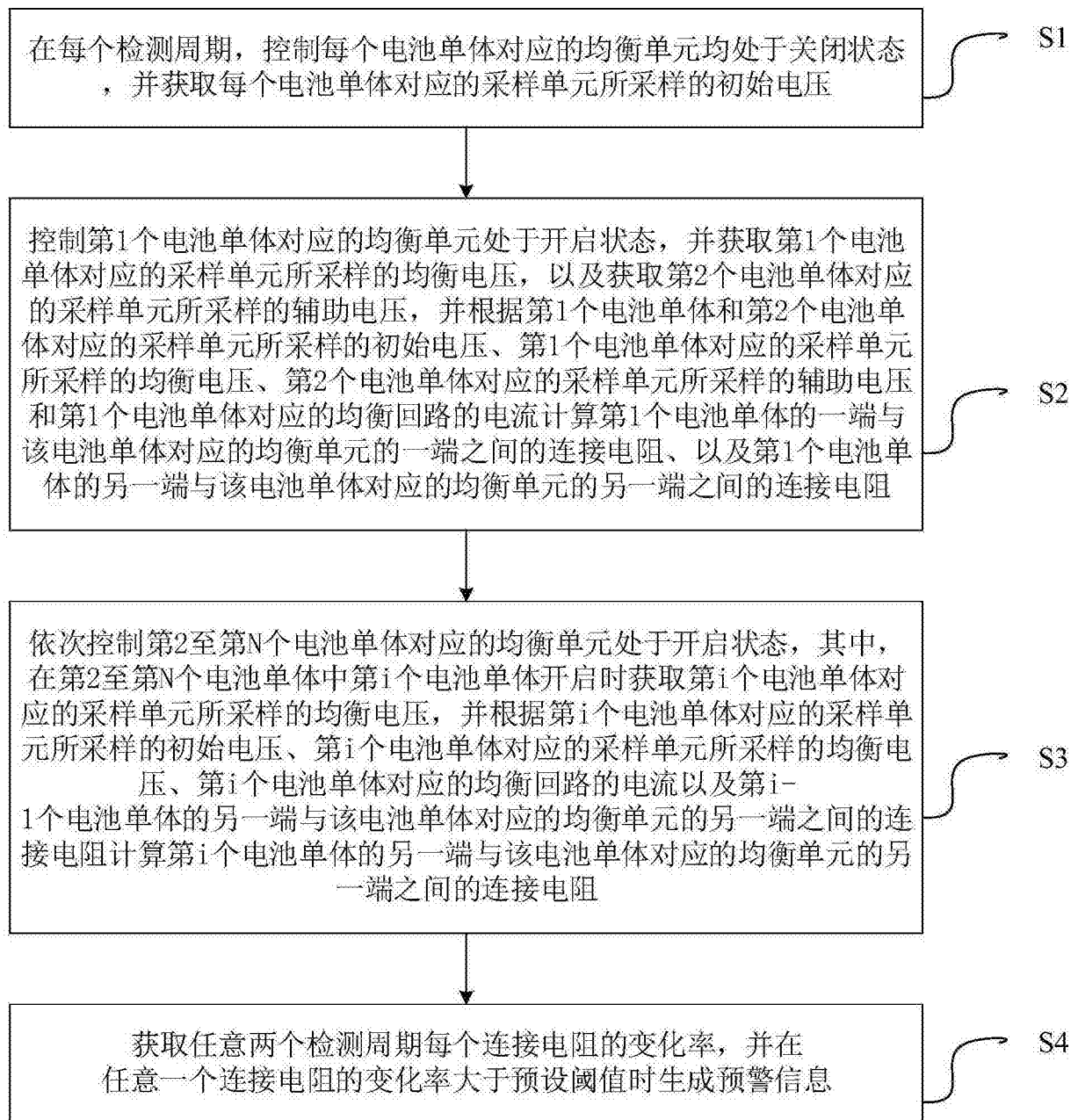


图 1

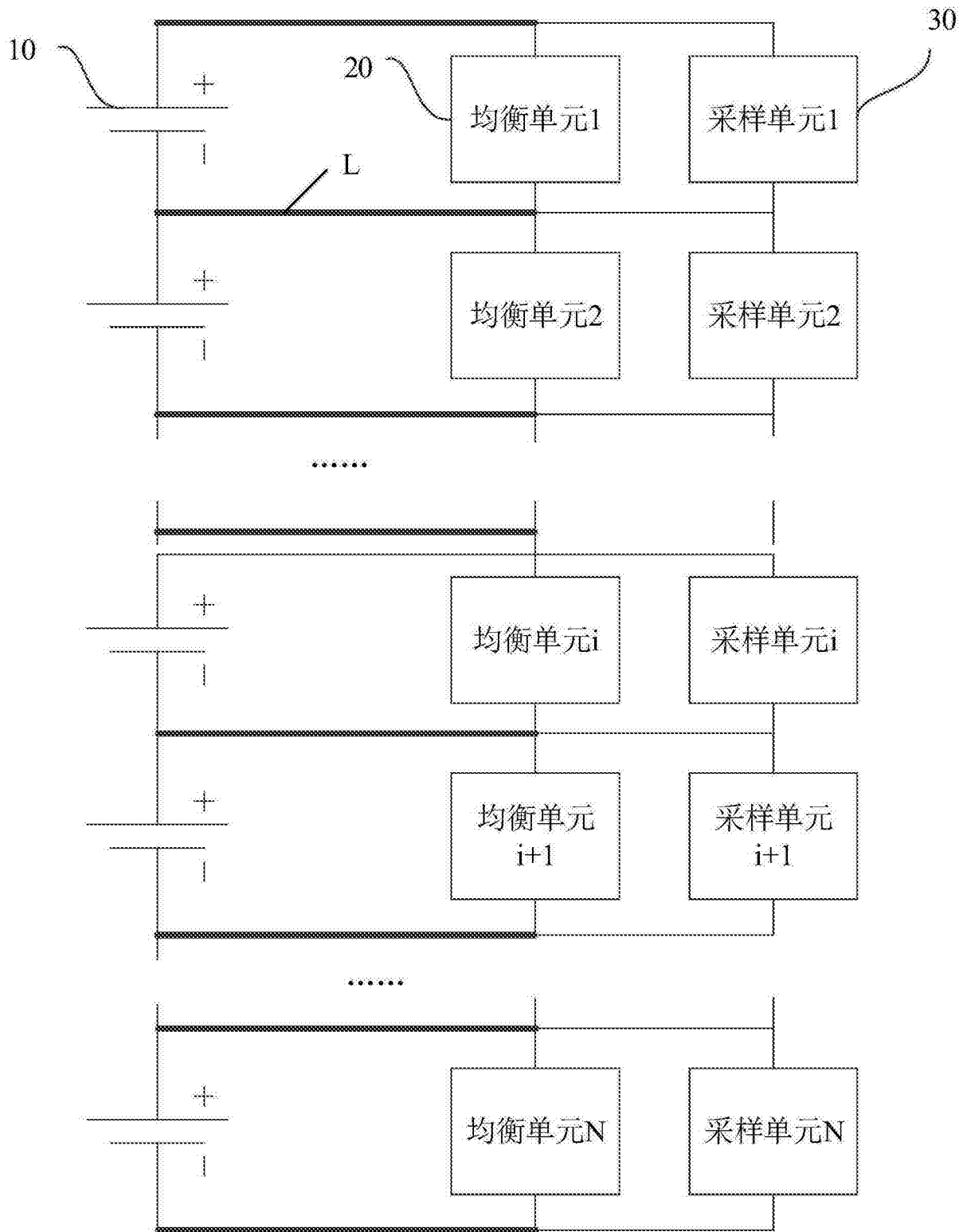


图 2

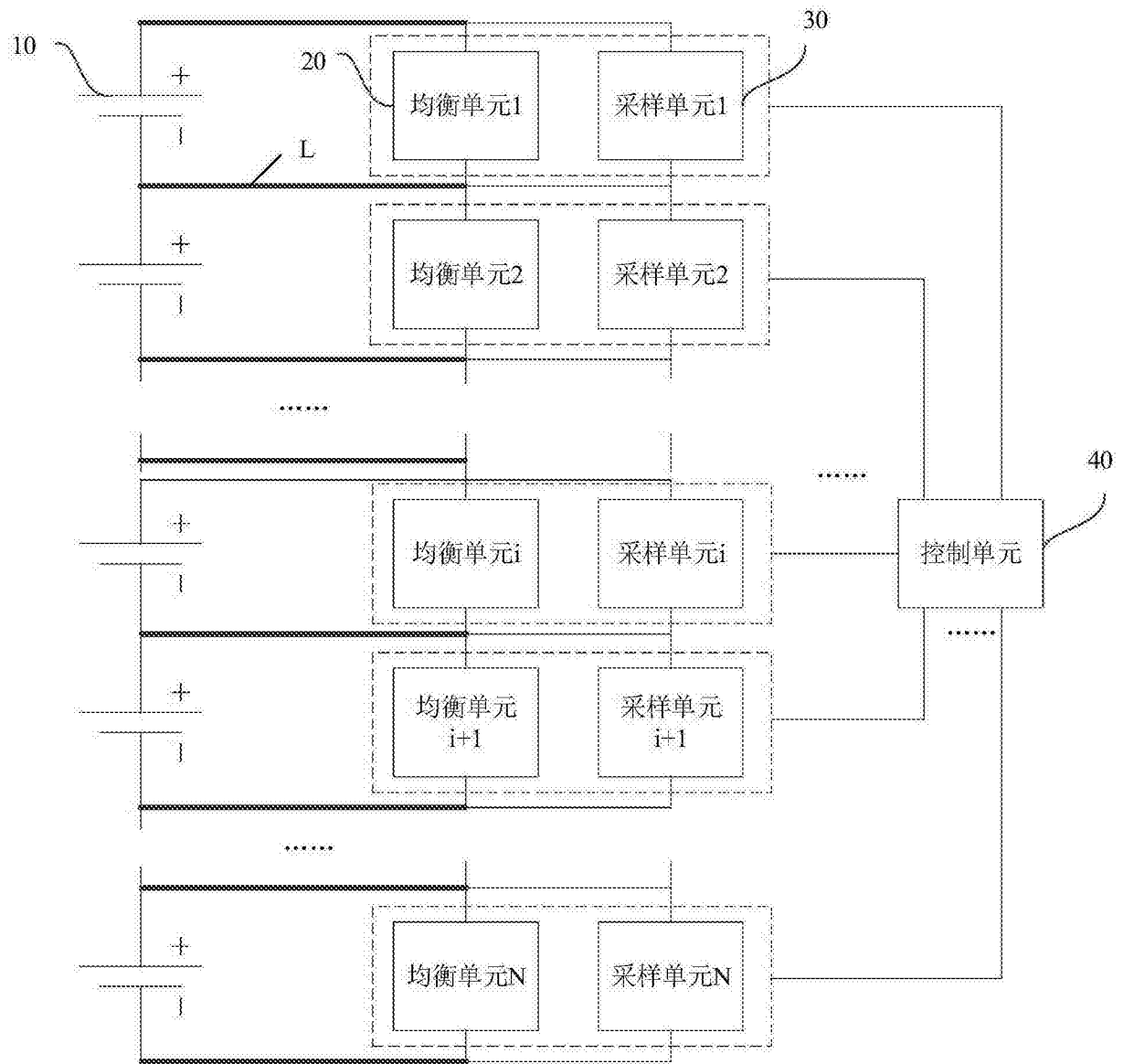


图 3

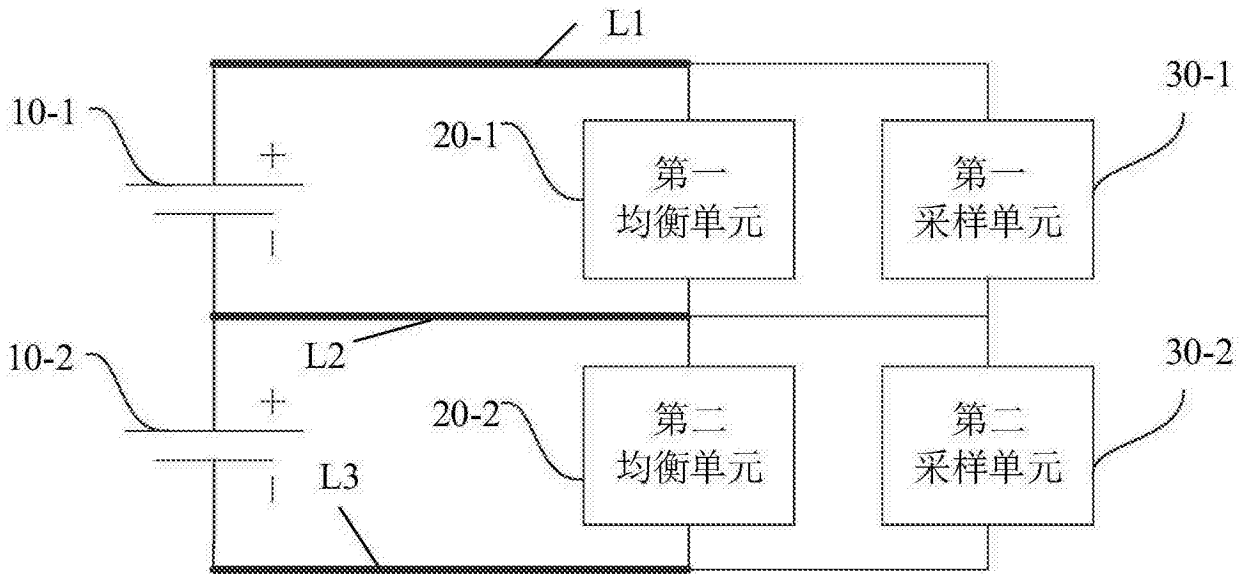


图 4

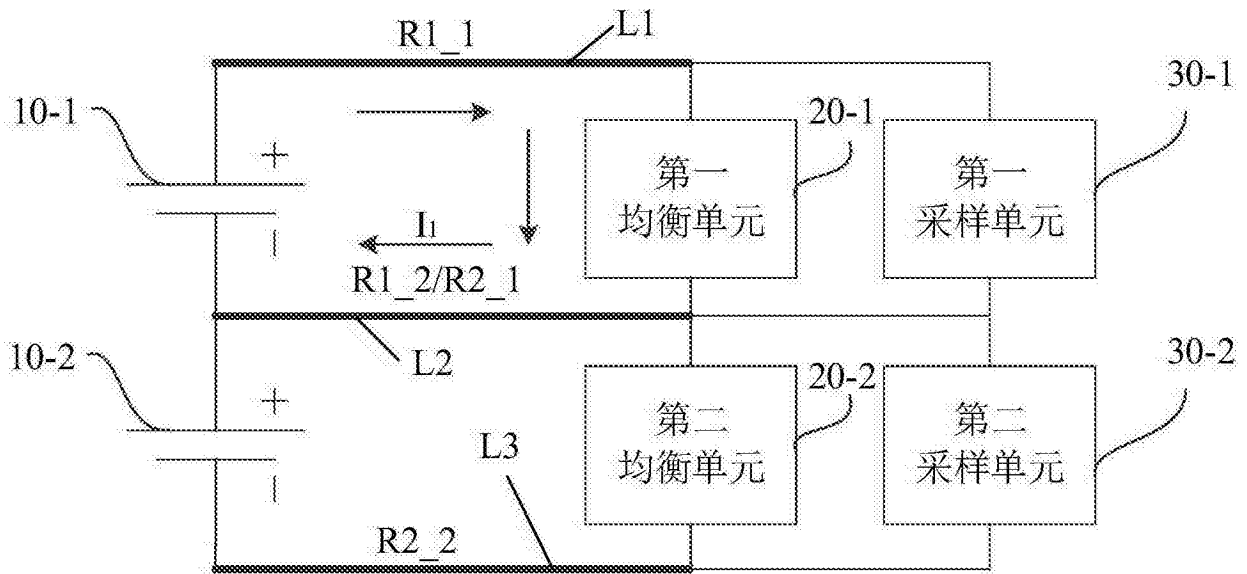


图 5

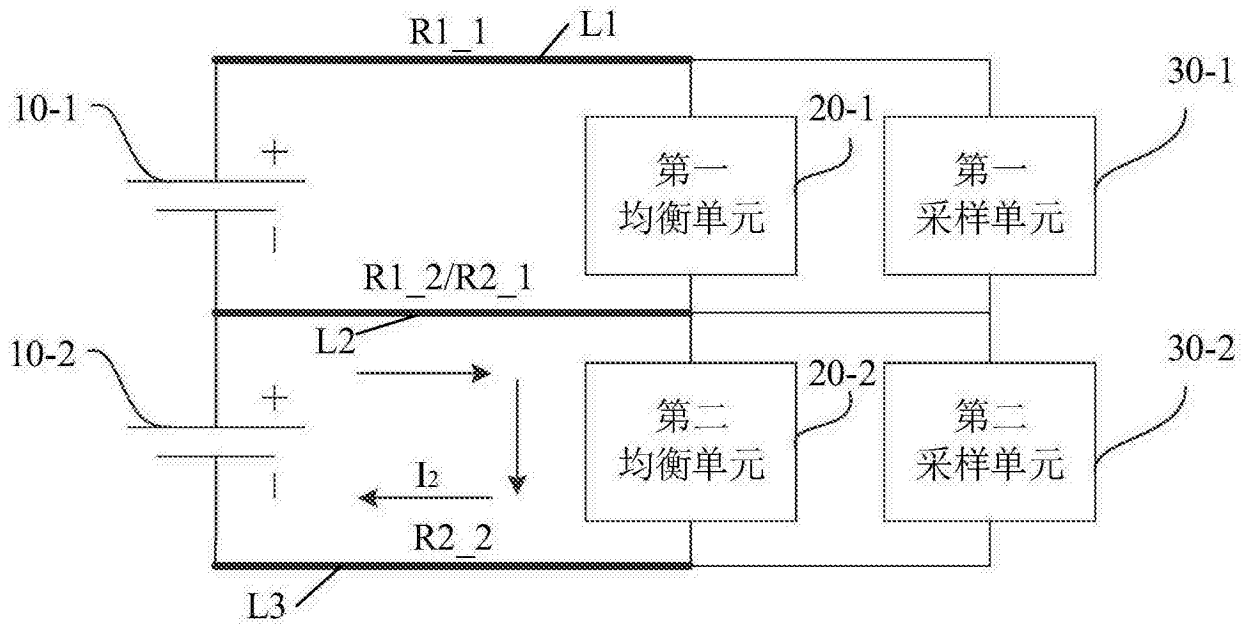


图 6