



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114966434 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 28

(21) 申请号 202210904950.1

(22) 申请日 2022.07.29

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 114966434 A

(43) 申请公布日 2022.08.30

(73) 专利权人 力高(山东)新能源技术股份有限公司

地址 264006 山东省烟台市中国(山东)自由贸易试验区烟台片区烟台经济技术开发区长江路300号内8号501室

(72) 发明人 汪满润 沈永柏 王翰超 王云 姜明军 孙艳 江梓贤 刘欢

(74) 专利代理机构 合肥和瑞知识产权代理事务所(普通合伙) 34118

专利代理师 王挺

(51) Int.Cl.

G01R 31/385 (2019.01)

G01R 19/10 (2006.01)

G01R 19/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 113829957 A, 2021.12.24

CN 110940921 A, 2020.03.31

CN 114509678 A, 2022.05.17

CN 110888074 A, 2020.03.17

WO 2015106691 A1, 2015.07.23

US 2002051899 A1, 2002.05.02

JP H04111509 A, 1992.04.13

杨为等. 高压动力电池组绝缘性能的实时监测研究.《计算技术与自动化》.2015, (第03期),

审查员 刘明辉

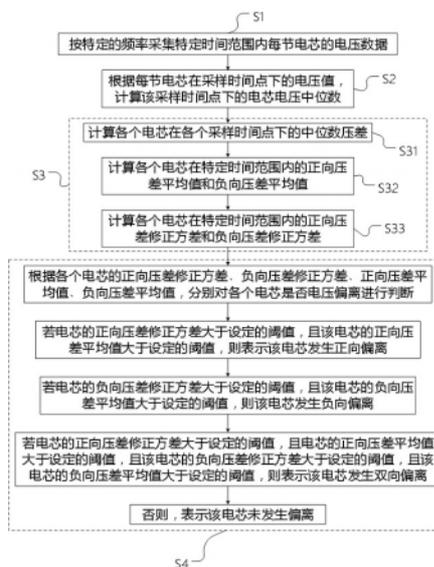
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种判断电芯电压偏离的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种判断电芯电压偏离的方法,涉及电池包技术领域,该方法中,按特定的频率采集特定时间范围内每节电芯的电压数据,根据获取某采样时间点下的每节电芯的电压数据,计算该采样时间点下的电芯电压中位数;在该特定时间范围内根据每节电芯的电压数据,计算电芯在各个采样时间点下的中位数压差,正向压差平均值和负向压差平均值,正向压差修正方差和负向压差修正方差,根据电芯的正向压差修正方差、负向压差修正方差、正向压差平均值、负向压差平均值,对电芯的电压偏离进行判断。本发明可判断出正向偏离和负向偏离,有利于更加深入的研究;本发明添加压差修正方差作为筛选条件,结果的准确性更高。



1. 一种判断电芯电压偏离的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1,按特定的频率 $t$ 采集特定时间范围 $T$ 内每节电芯的电压数据 $V_i(t)$ ;

其中, $V_i(t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值, $i=1,2,3\dots N;t=t_0,t_1,t_2\dots T$ ;

S2,根据每节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值,计算该采样时间点 $t$ 下的电芯电压中位数 $med(t):med(t)=median(V_i(t))$ ;

其中, $median(.)$ 表示中位数函数;

S3,在该特定时间范围 $T$ 内根据每节电芯的电压数据 $V_i(t)$ ,进行如下计算:

S31,计算每节电芯在各个采样时间点下的中位数压差:

$dev\_med(i,t)=V_i(t)-med(t)$ ;

其中, $dev\_med(i,t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差; $V_i(t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值, $med(t)$ 表示该采样时间点 $t$ 下的电芯电压中位数;

若 $dev\_med(i,t)>0$ ,则表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差为正向压差,记为 $dev\_med\_positive(i,t)$ ;

若 $dev\_med(i,t)<0$ ,则表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差为负向压差,记为 $dev\_med\_negative(i,t)$ ;

S32,计算每节电芯在特定时间范围 $T$ 内的正向压差平均值和负向压差平均值:

$$avg\_dev\_positive(i) = \frac{\sum_t |dev\_med\_positive(i,t)|}{Nip};$$

$$avg\_dev\_negative(i) = \frac{\sum_t |dev\_med\_negative(i,t)|}{Nin};$$

其中, $avg\_dev\_positive(i)$ 表示第 $i$ 节电芯在该特定时间范围内 $T$ 的正向压差平均值; $avg\_dev\_negative(i)$ 表示第 $i$ 节电芯在该特定时间范围内 $T$ 的负向压差平均值; $Nip$ 表示第 $i$ 节电芯在该特定时间范围内 $T$ 的正向压差个数; $Nin$ 表示第 $i$ 节电芯在该特定时间范围内 $T$ 的负向压差个数;

S33,计算每节电芯在特定时间范围 $T$ 内的正向压差修正方差和负向压差修正方差:

$var\_dev\_positive(i) =$

$$\frac{1}{Nip-1} \sum_t (dev\_med\_positive(i,t) - avg\_dev\_positive(i))^2;$$

$var\_dev\_negative(i) =$

$$\frac{1}{Nin-1} \sum_t (dev\_med\_negative(i,t) - avg\_dev\_negative(i))^2;$$

其中, $var\_dev\_positive(i)$ 表示第 $i$ 节电芯在该特定时间范围内 $T$ 的正向压差修正方

差,  $\text{var\_dev\_negative}(i)$  表示第  $i$  节电芯在该特定时间范围内  $T$  的负向压差修正方差;

S4, 根据每节电芯的正向压差修正方差、负向压差修正方差、正向压差平均值、负向压差平均值, 分别对每节电芯是否电压偏离进行判断, 具体方式如下所示:

若第  $i$  节电芯的正向压差修正方差  $\text{var\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的正向压差平均值  $\text{avg\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 则表示该第  $i$  节电芯发生正向偏离;

若第  $i$  节电芯的负向压差修正方差  $\text{var\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的负向压差平均值  $\text{avg\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 则该第  $i$  节电芯发生负向偏离;

若第  $i$  节电芯的正向压差修正方差  $\text{var\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的正向压差平均值  $\text{avg\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 且第  $i$  节电芯的负向压差修正方差  $\text{var\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的负向压差平均值  $\text{avg\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 则表示该第  $i$  节电芯发生双向偏离;

否则, 表示该第  $i$  节电芯未发生偏离。

## 一种判断电芯电压偏离的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池包技术领域,尤其是一种判断电芯电压偏离的方法。

### 背景技术

[0002] 动力电池作为新能源汽车的核心部件,直接关系到车辆的安全稳定行驶。一个电池包由诸多电芯组成,但由于电池包内的温度存在差异、电芯充放电程度不一致等问题,单个电芯的电压可能会发生不可逆转的偏离。长此以往会造成电池包性能的显著下降,甚至引发发热失控、趴车等故障,危害行车安全。对于出现电压偏离的电芯,其电压数据与正常电芯相比存在极大差异,本发明利用这一特性来找出电池组中发生电压偏离的电芯。

### 发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术中的缺陷,本发明提供一种判断电芯电压偏离的方法,能够解决电池包中电芯电压偏离的检测问题,从而及时发出故障预警。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案,包括:

[0005] 一种判断电芯电压偏离的方法,包括以下步骤:

[0006] S1,按特定的频率 $t$ 采集特定时间范围 $T$ 内每节电芯的电压数据 $V_i(t)$ ;

[0007] 其中, $V_i(t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值, $i=1,2,3\dots N;t=t_0,t_1,t_2\dots T$ ;

[0008] S2,根据每节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值,计算该采样时间点 $t$ 下的电芯电压中位数 $med(t)$ : $med(t)=median(V_i(t))$ ;

[0009] 其中, $median(.)$ 表示中位数函数;

[0010] S3,在该特定时间范围 $T$ 内根据每节电芯的电压数据 $V_i(t)$ ,进行如下计算:

[0011] S31,计算每节电芯在各个采样时间点下的中位数压差:

[0012]  $dev\_med(i,t)=V_i(t)-med(t)$ ;

[0013] 其中, $dev\_med(i,t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差; $V_i(t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值, $med(t)$ 表示该采样时间点 $t$ 下的电芯电压中位数;

[0014] 若 $dev\_med(i,t)>0$ ,则表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差为正向压差,记为 $dev\_med\_positive(i,t)$ ;

[0015] 若 $dev\_med(i,t)<0$ ,则表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差为负向压差,记为 $dev\_med\_negative(i,t)$ ;

[0016] S32,计算每节电芯在特定时间范围 $T$ 内的正向压差平均值和负向压差平均值:

$$avg\_dev\_positive(i) = \frac{\sum_t |dev\_med\_positive(i,t)|}{Nip};$$

[0017]

$$avg\_dev\_negative(i) = \frac{\sum_t |dev\_med\_negative(i,t)|}{Nin};$$

[0018] 其中,  $\text{avg\_dev\_positive}(i)$  表示第  $i$  节电芯在该特定时间范围内  $T$  的正向压差平均值;  $\text{avg\_dev\_negative}(i)$  表示第  $i$  节电芯在该特定时间范围内  $T$  的负向压差平均值;  $N_{ip}$  表示第  $i$  节电芯在该特定时间范围内  $T$  的正向压差个数;  $N_{in}$  表示第  $i$  节电芯在该特定时间范围内  $T$  的负向压差个数;

[0019] S33, 计算每节电芯在特定时间范围  $T$  内的正向压差修正方差和负向压差修正方差:

$$\text{var\_dev\_positive}(i) =$$

$$\frac{1}{N_{ip} - 1} \sum_t (\text{dev\_med\_positive}(i, t) - \text{avg\_dev\_positive}(i))^2;$$

[0020]

$$\text{var\_dev\_negative}(i) =$$

$$\frac{1}{N_{in} - 1} \sum_t (\text{dev\_med\_negative}(i, t) - \text{avg\_dev\_negative}(i))^2;$$

[0021] 其中,  $\text{var\_dev\_positive}(i)$  表示第  $i$  节电芯在该特定时间范围内  $T$  的正向压差修正方差,  $\text{var\_dev\_negative}(i)$  表示第  $i$  节电芯在该特定时间范围内  $T$  的负向压差修正方差;

[0022] S4, 根据每节电芯的正向压差修正方差、负向压差修正方差、正向压差平均值、负向压差平均值, 分别对每节电芯是否电压偏离进行判断, 具体方式如下所示:

[0023] 若第  $i$  节电芯的正向压差修正方差  $\text{var\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的正向压差平均值  $\text{avg\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 则表示该第  $i$  节电芯发生正向偏离;

[0024] 若第  $i$  节电芯的负向压差修正方差  $\text{var\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的负向压差平均值  $\text{avg\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 则该第  $i$  节电芯发生负向偏离;

[0025] 若第  $i$  节电芯的正向压差修正方差  $\text{var\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的正向压差平均值  $\text{avg\_dev\_positive}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 且第  $i$  节电芯的负向压差修正方差  $\text{var\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $s$ , 且该第  $i$  节电芯的负向压差平均值  $\text{avg\_dev\_negative}(i)$  大于设定的阈值  $u$ , 则表示该第  $i$  节电芯发生双向偏离;

[0026] 否则, 表示该第  $i$  节电芯未发生偏离。

[0027] 本发明的优点在于:

[0028] (1) 本发明将普通的电压偏离分为正向偏离和负向偏离, 有利于更加深入的研究; 详细来说, 正向偏离和负向偏离具有不同的性质, 发生负向偏离的电芯往往会在短时间内重复多次发生, 并且伴随着其他异常现象, 如电压偏低、电压异常, 而正向偏离是偶发性的, 并且是独立发生的。因此, 将电压偏离分为正向偏离和负向偏离, 发出不同的故障预警, 有利于后续的进行针对性的故障判断和故障维修, 具有重大的工程意义。

[0029] (2) 传统的用压差平均值作为电压偏离的判断方法, 极易受极值影响而产生误报, 而本发明添加压差修正方差作为筛选条件可以避免这种问题, 具体的, 本发明采用双层筛

选结构,首先采用简单的方法即压差平均值判断的方法将偏离概率极大的电芯筛选出来,然后通过压差修正方差的阈值筛选出真正偏离的电芯。

[0030] (3)由于压差修正方差存在平方项,与压差平均值的阈值相比具有放大功能,绝大部分发生电压偏离的电芯都具有较大的压差修正方差,因此压差修正方差的阈值设定比压差平均值的阈值设定更加容易,可将压差修正方差的阈值设置的更加合理,避免误报。

[0031] (4)本发明方法实现简单,结果的准确性高,易于推广。

[0032] 通过简单的压差平均值或者概率阈值进行一刀切的方法极易产生误报,而本发明添加压差修正方差作为筛选条件,通过离散程度进行电压偏离的判断,可以避免误报的发生。

## 附图说明

[0033] 图1为本发明一种判断电芯电压偏离的方法流程图。

[0034] 图2为电池包中电芯的正向压差修正方差曲线。

[0035] 图3为电池包中电芯的负向压差修正方差曲线。

## 具体实施方式

[0036] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0037] 由图1所示,一种判断电芯电压偏离的方法,包括以下步骤:

[0038] S1,按特定的频率 $t$ 采集特定时间范围 $T$ 内每节电芯的电压数据 $V_i(t)$ ;

[0039] 其中, $V_i(t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值, $i=1,2,3\dots N;t=t_0,t_1,t_2\dots T$ ;

[0040] 本实施例中,特定时间范围范围默认为一天;

[0041] S2,根据每节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值,计算该采样时间点 $t$ 下的电芯电压中位数 $med(t):med(t)=median(V_i(t))$ ;

[0042] 其中, $median(.)$ 表示中位数函数;

[0043] S3,在该特定时间范围 $T$ 内根据每节电芯的电压数据 $V_i(t)$ ,进行如下计算:

[0044] S31,计算每节电芯在各个采样时间点下的中位数压差:

[0045]  $dev\_med(i,t)=V_i(t)-med(t)$ ;

[0046] 其中, $dev\_med(i,t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差; $V_i(t)$ 表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的电压值, $med(t)$ 表示该采样时间点 $t$ 下的电芯电压中位数;

[0047] 若 $dev\_med(i,t)>0$ ,则表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差为正向压差,记为 $dev\_med\_positive(i,t)$ ;

[0048] 若 $dev\_med(i,t)<0$ ,则表示第 $i$ 节电芯在采样时间点 $t$ 下的中位数压差为负向压差,记为 $dev\_med\_negative(i,t)$ ;

[0049] S32,计算每节电芯在特定时间范围 $T$ 内的正向压差平均值和负向压差平均值:

$$\text{avg\_dev\_positive}(i) = \frac{\sum_t |\text{dev\_med\_positive}(i, t)|}{N_{ip}} ;$$

[0050]

$$\text{avg\_dev\_negative}(i) = \frac{\sum_t |\text{dev\_med\_negative}(i, t)|}{N_{in}} ;$$

[0051] 其中, avg\_dev\_positive(i) 表示第i节电芯在该特定时间范围内T的正向压差平均值; avg\_dev\_negative(i) 表示第i节电芯在该特定时间范围内T的负向压差平均值; N<sub>ip</sub>表示第i节电芯在该特定时间范围内T的正向压差个数; N<sub>in</sub>表示第i节电芯在该特定时间范围内T的负向压差个数;

[0052] S33, 计算每节电芯在特定时间范围T内的正向压差修正方差和负向压差修正方差:

$$\text{var\_dev\_positive}(i) =$$

$$\frac{1}{N_{ip} - 1} \sum_t (\text{dev\_med\_positive}(i, t) - \text{avg\_dev\_positive}(i))^2 ;$$

[0053]

$$\text{var\_dev\_negative}(i) =$$

$$\frac{1}{N_{in} - 1} \sum_t (\text{dev\_med\_negative}(i, t) - \text{avg\_dev\_negative}(i))^2 ;$$

[0054] 其中, var\_dev\_positive(i) 表示第i节电芯在该特定时间范围内T的正向压差修正方差, var\_dev\_negative(i) 表示第i节电芯在该特定时间范围内T的负向压差修正方差;

[0055] S4, 根据每节电芯的正向压差修正方差、负向压差修正方差、正向压差平均值、负向压差平均值, 分别对每节电芯是否电压偏离进行判断, 具体方式如下所示:

[0056] 若第i节电芯的正向压差修正方差var\_dev\_positive(i) 大于设定的阈值s, 且该第i节电芯的正向压差平均值avg\_dev\_positive(i) 大于设定的阈值u, 则表示该第i节电芯发生正向偏离;

[0057] 若第i节电芯的负向压差修正方差var\_dev\_negative(i) 大于设定的阈值s, 且该第i节电芯的负向压差平均值avg\_dev\_negative(i) 大于设定的阈值u, 则该第i节电芯发生负向偏离;

[0058] 若第i节电芯的正向压差修正方差var\_dev\_positive(i) 大于设定的阈值s, 且该第i节电芯的正向压差平均值avg\_dev\_positive(i) 大于设定的阈值u, 且第i节电芯的负向压差修正方差var\_dev\_negative(i) 大于设定的阈值s, 且该第i节电芯的负向压差平均值avg\_dev\_negative(i) 大于设定的阈值u, 则表示该第i节电芯发生双向偏离;

[0059] 否则, 否则, 即除上述三种情况之外, 其余情况表示该第i节电芯未发生偏离。

[0060] 本发明将普通的电压偏离分为正向偏离和负向偏离, 有利于更加深入的研究; 详细来说, 正向偏离和负向偏离具有不同的性质, 发生负向偏离的电芯往往会在短时间内重

复多次发生,并且伴随着其他异常现象,如电压偏低、电压异常,而正向偏离是偶发性的,并且是独立发生的。因此,将电压偏离分为正向偏离和负向偏离,发出不同的故障预警,有利于后续的进行针对性的故障判断和故障维修,具有重大的工程意义。

[0061] 传统的用压差平均值作为电压偏离的判断方法,极易受极值影响而产生误报,而本发明添加压差修正方差作为筛选条件可以避免这种问题,具体的,本发明采用双层筛选结构,首先采用简单的方法即压差平均值判断的方法将偏离概率极大的电芯筛选出来,然后通过压差修正方差的阈值筛选出真正偏离的电芯。

[0062] 由于压差修正方差存在平方项,与压差平均值的阈值相比具有放大功能,绝大部分发生电压偏离的电芯都具有较大的压差修正方差,因此压差修正方差的阈值设定比压差平均值的阈值设定更加容易,可将压差修正方差的阈值设置的更加合理,避免误报。

[0063] 由图2和图3所示,对于发生电压偏离的电芯,其压差平均值会发生显著偏离超出对应的阈值 $u$ ,同时会造成压差修正方差超出对应的阈值 $s$ 。

[0064] 电池包中,3号电芯和11号电芯的正向压差平均值均超出对应的阈值 $u$ ,图2为该电池包中电芯的正向压差修正方差曲线,根据图2可知,3号电芯和11号电芯的正向压差修正方差超出对应的阈值 $s$ ,3号电芯和11号电芯的发生正向偏离。

[0065] 电池包中10号电芯和13号电芯的负向压差平均值均超出对应的阈值 $u$ ,图3为该电池包中电芯的负向压差修正方差曲线,根据图3可知,13号电芯的负向压差修正方差超出对应的阈值 $s$ ,13号电芯差发生负向偏离,但是10号电芯的负向压差修正方差并未超出对应的阈值 $s$ ,这是由于该10号电芯每一时刻的负向压差均略高,使得10号电芯的负向压差平均值均超出对应的阈值 $u$ ,但10号电芯实际上并未发生很大波动,并未发生负向偏离,根据本发明的判断方法,可正确判断出10号电芯差未发生负向偏离。因此,本发明添加压差修正方差作为筛选条件进一步进行判断,可以筛选出真正偏离的电芯。

[0066] 以上仅为本发明创造的较佳实施例而已,并不用以限制本发明创造,凡在本发明创造的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明创造的保护范围之内。

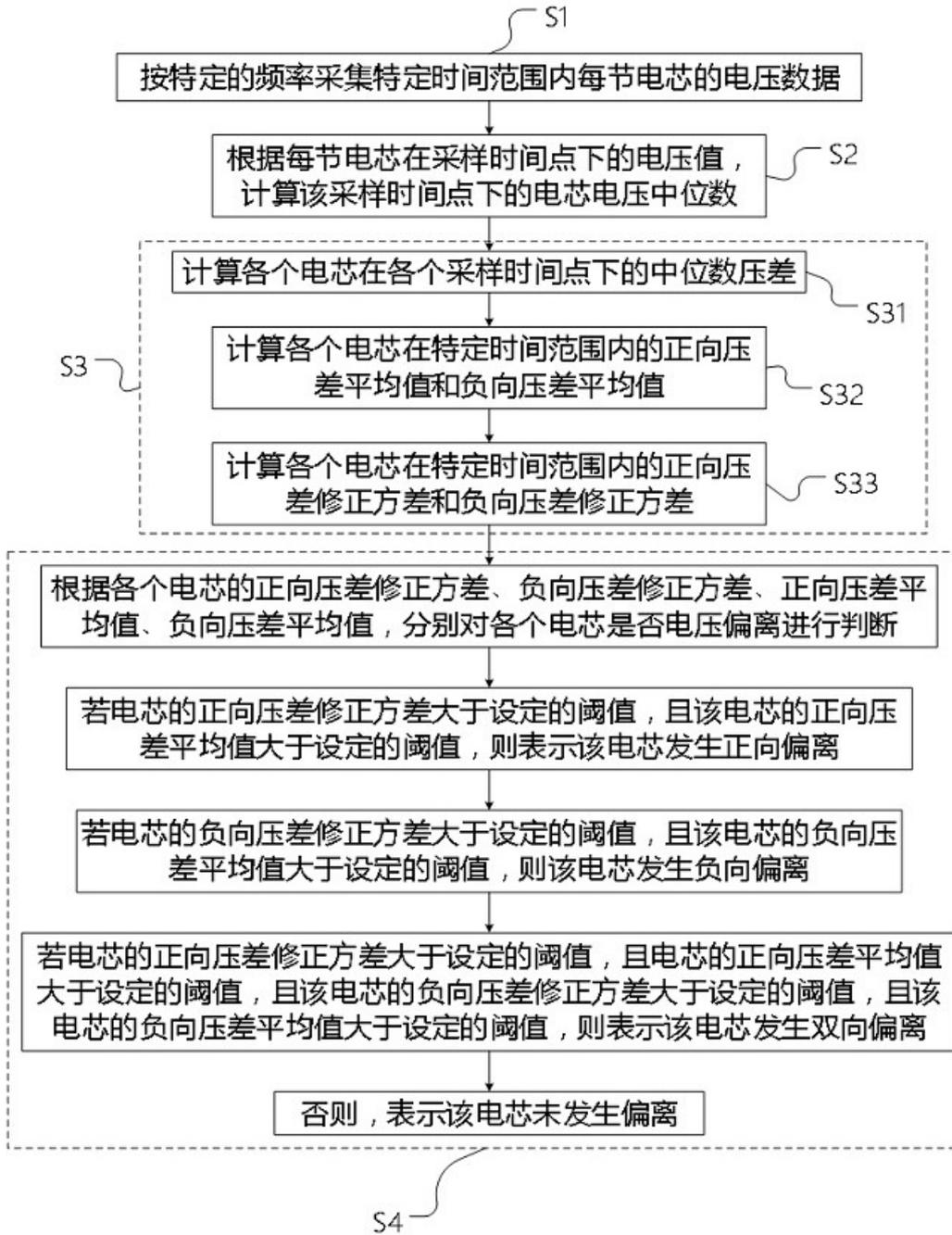


图1

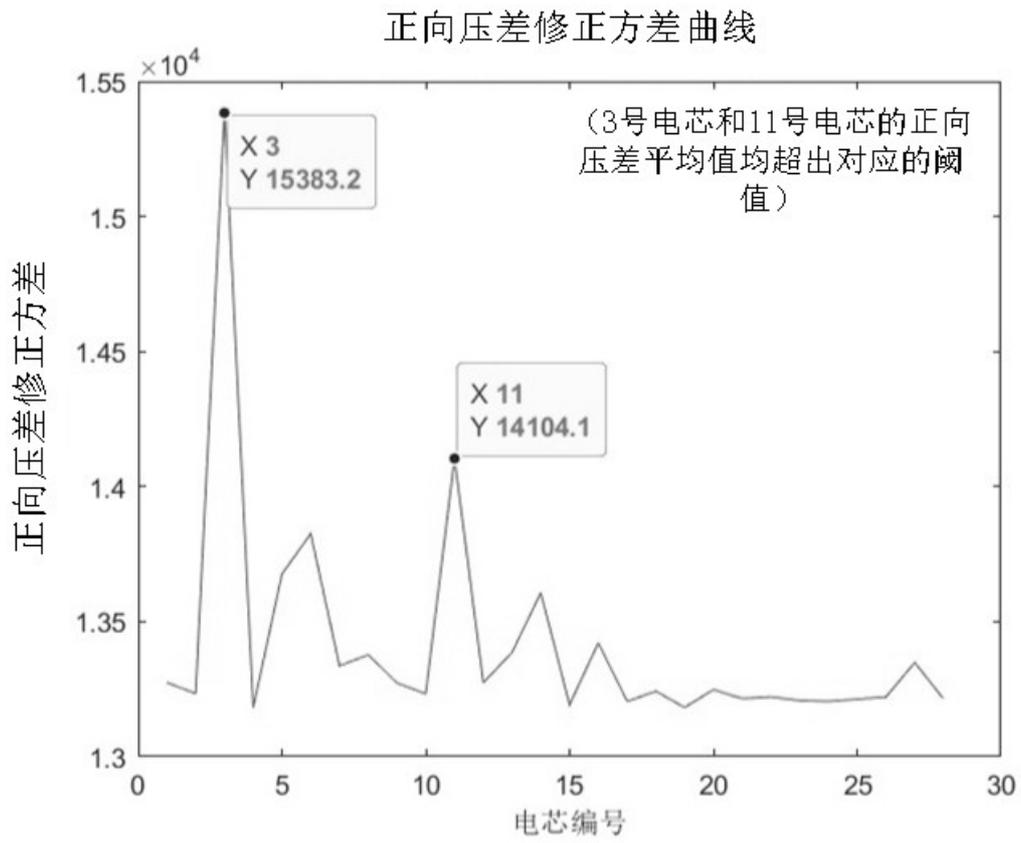


图2

负向压差修正方差曲线

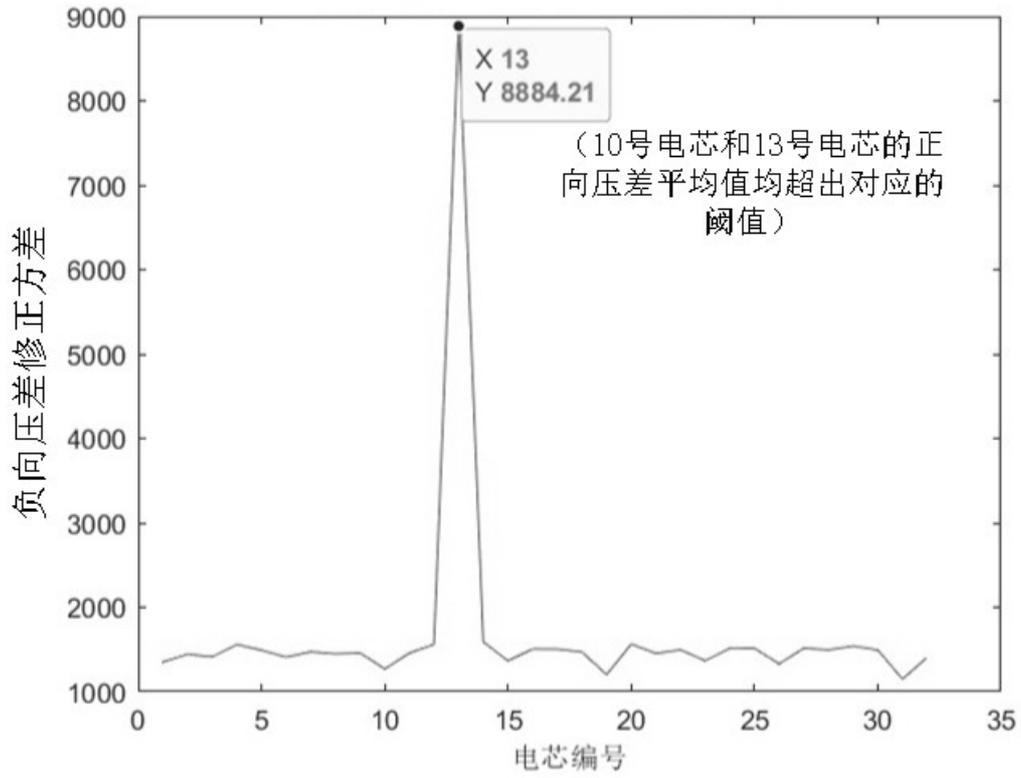


图3