[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01R 31/36 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710200574.3

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100523855C

[22] 申请日 2007.4.29

[21] 申请号 200710200574.3

[73] 专利权人 赵东元

地址 100085 北京市昌平县昌平区回龙观镇龙兴园中区 13 号楼 2 单元 602

共同专利权人 赵新中

[72] 发明人 赵东元 赵新中

[56] 参考文献

CN2692690Y 2005.4.13

CN2716848Y 2005.8.10

US5744962A 1998.4.28

CN1763551A 2006.4.26

CN2836029Y 2006.11.8

CN1036865A 1989.11.1

US2004158418A1 2004.8.12

CN2783342Y 2006.5.24

蓄电池内阻智能测试仪的设计. 李晓建，赵大炜，孙红辉，张振仁. 工程设备，第 28 卷第 12 期. 2004

审查员 张 岩

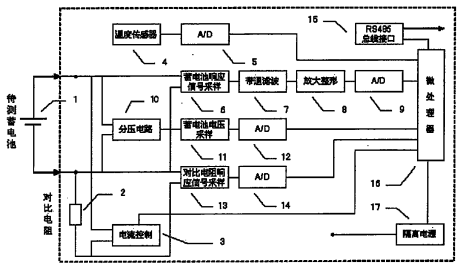
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的方法及装置

[57] 摘要

本发明公开了一种测试蓄电池内阻的新方法，以及采用这种新方法实时、在线对每块蓄电池的内阻、电压、温度进行测试的装置。 这种新方法的独特之处是：测试蓄电池内阻时，采用暂态直流小电流电量比较法。 基本原理是使暂态直流小电流通过待测蓄电池和与其串联的对比电阻，分别测量这个小电流在蓄电池等效内阻和对比电阻上的消耗电量进行对比求出蓄电池的内阻。 采用这种新方法的装置测试蓄电池内阻时，其抗干扰性、重复精度、实时性和安全性都达到该领域的领先水平，是已有的大电流放电法、交流注入法等其它方法不可比拟的。 数字化传输和模块化结构使得基于本发明的装置构建测试系统时非常灵活、易于功能扩充。



【权利要求1】

暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的方法，其特征在于，所述方法包括：

A、对待测蓄电池和与其串联的对比电阻施加一个持续时间为30～80ms、强度为200～500mA的直流暂态电流激励；

B、测得暂态直流小电流在待测蓄电池等效内阻和对比电阻上的消耗电量；

C、利用测得的消耗电量的电量比值和对比电阻的已知阻值计算待测蓄电池的内阻。

【权利要求2】

根据权利要求1所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的方法，其特征在于，步骤B还包括：对暂态直流小电流在待测蓄电池等效内阻上和对比电阻上的响应信号进行信号采样，并对采样后的信号经过带通滤波和放大整形后通过A/D转换电路转换为数字信号送至微处理器，微处理器将收到的数字信号综合运算处理后得到消耗电量。

【权利要求3】

根据权利要求1所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的方法，其特征在于，步骤C还包括：将测得的暂态直流小电流在待测蓄电池等效内阻和对比电阻上的消耗电量与已知的对比电阻的阻值及校验时设定的比例系数计算待测蓄电池的内阻。

【权利要求4】

根据权利要求1所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的方法，其特征在于，所述方法还包括：测得蓄电池的端电压和壳体的温度，其中蓄电池的壳体温度是利用温度传感器通过铜质金属体接触蓄电池的外壳进行测量得到的。

【权利要求5】

根据权利要求4所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的方法，其特征在于，将计算得到的蓄电池的内阻、测得的蓄电池的电压和壳体温度参数转换成数字信号，并将该数字信号通过RS485总线传输到站端监测子系统。

【权利要求6】

暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的装置，其特征在于，该装置包括：

蓄电池响应信号采样电路，对暂态直流小电流在待测蓄电池等效内阻上的响应进行采样；

带通滤波和放大整形，将采样后的信号进行滤波和放大整形；

A/D转换电路，将滤波和整形后的采样信号转换为数字信号，并将该数字信号传输到微处理器；

微处理器，通过软件程序设定暂态直流小电流的持续时间，并根据A/D转换电路传输的数字信号测得暂态直流小电流在待测蓄电池等效内阻和对比电阻上的消耗电量，将测得的等效内阻和对比电阻所消耗电量比值与已知的对比电阻的阻值及校验时设定的比例系数计算出待测蓄电池的内阻。

【权利要求7】

根据权利要求6所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的装置，其特征在于，所述装置还包括：

对比电阻响应信号采样电路，对暂态直流小电流在对比电阻上的响应信号进行采样，并将采样后的信号传输至A/D转换电路；

电流控制电路，对待测蓄电池和与其串联的对比电阻产生激励电流；

蓄电池电压测量电路和温度测量电路，测得蓄电池的端电压和壳体温度。

【权利要求8】

根据权利要求6所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的装置，其特征在于，所述微处理器设置在蓄电池内阻、电压及温度测试模块VRTM中，且该蓄电池内阻、电压及温度测试模块VRTM根据测量得到的电量和已知的电阻值计算的蓄电池内阻、测得的蓄电池的电压和温度信号进行整理、A/D转换、数据运算、存储、通信。

【权利要求9】

根据权利要求8所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的装置，其特征在于，所述蓄电池内阻、电压及温度测试模块VRTM将计算得到的蓄电池的内阻、测得的蓄电池的电压和壳体温度参数转换成数字信号并将该数字信号通过RS485总线传输到站端监测子系统，且监测子系统是由n个蓄电池或数据终端组成，其中，$n>1$。

【权利要求10】

根据权利要求9所述的暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的装置，其特征在于，所述站端监测子系统包括多个，并将多个站端监测子系统组成局域或广域监测网；所述数

字信号的传输还通过站端监测模块BCM中TCP/IP、GPRS或CDMA数据接口；所述站端监测子系统内的历史数据和当前数据通过U盘从站端监测模块BCM配置的USB数据接口进行调取。

暂态直流小电流电量比较法监测蓄电池性能的方法及装置

技术领域

本发明涉及一种蓄电池性能监测领域，具体地说可以监测蓄电池的内阻（并由此可估算剩余容量）、电压、温度。

技术背景

随着科学技术的发展，蓄电池在各领域的应用越来越普遍，其重要性日益显现。然而由蓄电池问题引发的故障和事故也屡屡出现，有些事故甚至是灾难性的。能否实时、在线诊断蓄电池的性能和健康状况以便及时进行处理，将是避免上诉故障和事故发生的必要前提。

此前沿用的测量蓄电池端电压的方法并不能真实反映蓄电池的性能和健康状况。只有对蓄电池的内阻、电压、温度等参数全面测试并进行综合分析，才能对蓄电池的状态做出比较科学的判定。而这其中最重要的、也是最困难的是要能可靠地测量到蓄电池的内阻。

至今已被应用的测量蓄电池内阻的方法可归纳为两种。一种是大电流放电法，如美国Alber公司采用的方法，是用30～70安培大电流对蓄电池放电3.25秒，测量放电前后蓄电池端电压的变化计算出蓄电池内阻（参见专利U.S.Patent No.5,744,962－－瞬间大电流放电测内阻）；另一种是交流注入法，是给蓄电池注入一定频率的交流信号，同时测量这个交流信号在蓄电池正、负电极端的响应计算出蓄电池内阻（例如专利ZL200520133538.6－－蓄电池内阻及劣化状态在线监测系统）。目前面世的一些监测蓄电池内阻的装置都是模仿这两种方法或变通应用。

上诉两种方法各有特点，但其缺点也很明显：大电流放电法在测内阻时要对蓄电池进行几十安培数秒钟的放电，这种大电流放电对蓄电池是一种强冲击，还可能对使用该蓄电池的敏感用电装置（如微机保护系统、信息系统等）产生不利影响。因此，应用这种方法的蓄电池内阻监测系统的生产厂家建议每月进行一次测试。这样长的测试间隔实时性很差；交流注入法虽然注入电流较小，但交流信号在蓄电池上的响应要受到蓄电池等效电抗的影响，而即便是相同规格的蓄电池，不同品牌、不同生产厂的产品，其等效电抗的值均有差异，这必然会影响其所测内阻值的真实性，交流注入法也容易受到充电装置的纹波或其它随机干扰的影响。

上诉两种方法的共同点是：都是从蓄电池的电极端测取瞬变的电压信号，而这个电压信号很微小，各种随机干扰很容易影响测试结果。

发明内容

为了克服上述测试方法的缺点，本发明提供一种采取暂态直流小电流电量比较法测试蓄电池内阻的方法及装置。利用该装置测试蓄电池的内阻时，由于对蓄电池施加的是 毫安/毫秒级的直流电信号，并且采用了电量比较法，不仅克服了大电流放电法对蓄电池强冲击、实时性差的缺点，也克服了交流注入法易受各种因素影响的缺点。可以用很短的时间间隔（必要时可达数秒钟）进行一次测试，不仅实时性强，并且有很好的抗干扰性（>70db）和很高的重复精度（误差<1%）。

本发明采用的技术方案是：在微处理器的控制下，按一定的时间间隔（数秒至数小时）使待测蓄电池及与其串联的对比电阻通过数百毫安持续数十毫秒的电流，同步测算这个电流在蓄电池内阻和与其串联的对比电阻上的消耗电量，根据电工学原理，同一个电流在蓄电池内阻上的消耗电量和在串联对比电阻上的消耗电量各自与其阻值有严格的对应关系，据此即可计算出蓄电池的内阻。

测得蓄电池的内阻后，即可根据蓄电池生产厂提供的该蓄电池的内阻特性曲线判定该蓄电池的健康状况，估测该蓄电池的剩余容量。

本发明所述的装置是以微处理器为核心对蓄电池的内阻、电压、温度三种参数进行测量并运算、处理的综合模块化电子装置。

该模块可接受站端监测模块的指令进行工作，并将测得的参数转换成数字信号通过数据总线传输到站端监测模块。

本发明的有益效果是：

1、和大电流放电法测内阻的方法相比较，本发明克服了大电流放电法对蓄电池系统的强冲击和对直流负载的不利影响，可以绝对安全地对蓄电池的内阻进行在线监测。

由于对待测蓄电池施加的是短时间（几十毫秒）、小电流（<500mA）的暂态直流信号，对蓄电池及直流系统无任何不良影响，所以可用很短的时间间隔（必要时可短至数秒钟）进行测试。这样的实时性是其它方法做不到的。

2、和交流注入法测内阻的方法相比较，本发明克服了交流注入法易受充电装置的纹波或其它随机干扰的影响而使测试结果不准确的缺点；以及交流注入法要受待测蓄电池等效电抗的影响的缺点；也克服了交流注入法对蓄电池注入的交流信号可能会对敏感的直流负载造成不利影响的缺点。

3、和其它在线监测蓄电池性能的装置相比较，本发明除对蓄电池的内阻、电压进行在线监测外，还同时监测每块蓄电池的壳体温度。这种功能很重要——实践中屡有因未能及时

发现蓄电池温度异常致使蓄电池热失控损坏进而使蓄电池组瘫痪的实例。而其它在线监测蓄电池性能的装置如想测得每块蓄电池的温度，需另外构建测温系统。

4、大电流放电法和交流注入法测试蓄电池内阻时，都是测取激励信号在蓄电池电极端的瞬间电压响应信号，而各种干扰信号也都是瞬间电压信号，所以使得测量结果的抗干扰性和重复精度等受到影响。而本发明在测试蓄电池内阻时，是测得暂态直流小电流流过已知电阻和蓄电池内阻时在相同时间消耗的电量进行比较，理论和实践都证明这种方法可以有效的避免各种瞬间干扰，使得本发明测试内阻时的抗干扰性很强(>70db)，重复精度很高(误差<1%)。这种优异的性能，使得本发明所述的装置不但能在蓄电池离线或浮充电状态下监测蓄电池内阻，也可在蓄电池充、放电电流变化的状态下在线监测蓄电池内阻。其它在线监测蓄电池性能的装置做不到这一点。

5、由于本发明所述装置是将所测得的蓄电池内阻、电压、温度模拟量转换成数字信号进行传输，可以认为是无误差传输，保证了测试参数的准确性和可靠性。而其它在线监测蓄电池性能的装置是通过数米至数十米的长线传输模拟信号，测试参数易受到各种因素的影响而引起误差。

6、由于本发明所述的装置是由微处理器为核心构成的能对蓄电池的内阻、电压、温度三种参数进行测量并运算、处理的功能模块，又将模拟信号转换成数据传输，所以利用该模块不但能组成可以测试多节蓄电池的子系统（多个子系统还可以组成网络），也可以只用该模块对单节蓄电池进行测试。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

图1是暂态电流通路示意图。

图2是暂态电流及其在蓄电池和对比电阻的响应波形示意图。

图3是蓄电池内阻、电压、温度测试模块（VRTM）原理方框图。

图4是测试多块蓄电池的系统结构示意图。

具体实施方式

图1是表明本发明的装置在测试蓄电池的内阻时暂态电流的通路。根据电工学原理，在这个通路中流过待测蓄电池内阻和对比电阻的电流是相等的。而同样的电流通过两个不同的电阻时，这个电流在两个电阻上的响应（比如电压降）以及消耗的电量是与这两个电阻的阻

值严格对应的。这个原理既是本发明测试蓄电池内阻的理论基础。

图2A所示的是流过图1所示通路中的暂态电流的波形，图2B所示的是这个暂态电流通过蓄电池的响应波形，图2C是这个电流通过对比电阻的响应波形。图2B和图2C中的划斜线部分是表明本发明在测试蓄电池内阻时暂态电流通过蓄电池内阻和对比电阻时的消耗电量。下面通过数学关系说明这个原理。

设：

I 为通路中的暂态直流电流值（I 为常量且 $I>0$）；

T_1 为暂态电流的起始时刻（$T_1 \geq 0$）；

T_2 为暂态电流的终止时刻（$T_2 > T_1$）；

R_1 为待测蓄电池的等效内阻；

R_2 为对比电阻的阻值；

$u_1(t)$ 为 t 时刻 I 在 R_1 上的响应电压（$t \in [T_1, T_2]$）；

$u_2(t)$ 为 t 时刻 I 在 R_2 上的响应电压（$t \in [T_1, T_2]$）；

Q_1 为 $T_1 \sim T_2$ 时间内 I 在 R_1 上的消耗电量；

Q_2 为 $T_1 \sim T_2$ 时间内 I 在 R_2 上的消耗电量。

则：

$$Q_1 = \int_{T_1}^{T_2} R_1 \cdot I^2 dt \qquad (1)$$

$$Q_2 = \int_{T_1}^{T_2} R_2 \cdot I^2 dt \qquad (2)$$

由于 t 时刻通过 R_1 及 R_2 的暂态电流为同一电流 $I(t)$，因此，由式（1）、（2）可得：

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} R_1 \cdot I^2 dt}{\int_{T_1}^{T_2} R_2 \cdot I^2 dt} = \frac{R_1}{R_2} \qquad (3)$$

式（3）表明，暂态电流分别在蓄电池等效内阻 R_1、对比电阻 R_2 上所消耗的电量与这两个电阻的阻值成等比关系。

此外，Q_1、Q_2 又可满足：

$$Q_1 = \int_{T_1}^{T_2} I \cdot u_1(t) dt \qquad (4)$$

$$Q_2 = \int_{T_1}^{T_2} I \cdot u_2(t) dt \qquad (5)$$

由于 t 时刻引起响应电压 $u_1(t)$、$u_2(t)$ 的激励电流为同一电流 $I(t)$，因此，由式（4）、（5）可得：

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} I \cdot u_1(t) dt}{\int_{T_1}^{T_2} I \cdot u_2(t) dt} = \frac{\int_{T_1}^{T_2} u_1(t) dt}{\int_{T_1}^{T_2} u_2(t) dt} \qquad (6)$$

则由（3）式可得：

$$R_1 = R_2 \cdot \frac{\int_{T_1}^{T_2} u_1(t)dt}{\int_{T_1}^{T_2} u_2(t)dt} \qquad (7)$$

式（7）表明，待测蓄电池的等效内阻与对比电阻之间存在线性的对应关系。已知，对比电阻R_2的阻值固定不变，可视为常数。因此，只要能设法测出$\forall t \in [T_1, T_2]$时刻的瞬间响应电压$u_1(t)$、$u_2(t)$，然后利用本发明装置中的微处理器来计算$\int_{T_1}^{T_2} u_1(t)dt$、$\int_{T_1}^{T_2} u_2(t)dt$，就可最终求得待测蓄电池的等效内阻$R_1$。

至于在本发明的装置中对蓄电池响应信号采样之后进行带通滤波和放大整形等（参见图3）而引起的信号量值的变化，则可通过采用标准电阻代替等效内阻R_1的校准过程来获得修正系数。

通过（7）式也可以说明本发明在测试蓄电池内阻时所采用的暂态直流小电流电量比较法和已有的大电流放电法及交流注入法等其它方法的几个重要的不同点：

1、瞬时值和积分值的区别

已有的其它方法在测试蓄电池内阻时，都是测得激励电流（直流或交流）在蓄电池等效内阻上响应的瞬时电压值进行计算，而瞬时电压值可能出现奇异点，并且各种随机干扰信号也都是以瞬时电压的形式出现，这就使得内阻测试的重复精度和抗干扰性受到不利影响。

本发明采用的方法是将暂态电流在蓄电池等效内阻上的在T_1-T_2时间段内持续的响应电压信号进行积分后再进行计算。由于各类随机干扰引起的瞬时脉冲电压的脉冲宽度一般很窄，其积分值也很微小，相对于持续信号的积分值可以忽略，所以本发明的方法在测试蓄电池内阻时的重复精度很高（误差小于1%），抗干扰性很强（优于70db）。

2、动态比较参数和固定比较参数的区别

已有的其它方法在测试蓄电池内阻时，都是将测得的激励电流（直流或交流）在蓄电池内阻上响应的瞬时电压值变化量（设为△U）和预设的“恒流”电流值（设为I_0）进行比较（内阻值$\propto$△U/I_0）求出蓄电池内阻。而所谓“恒流”（I_0）是相对动态的，在长期运行中会受到各种因素（比如环境温度、电流控制电路中的元器件性能变化等）的影响发生变化。很明显，只要I_0发生变化，△U/I_0的值也即是计算出的蓄电池等效内阻值将要跟着变化。但这种变化并不是蓄电池性能的变化，这就使得蓄电池内阻测试的准确性受到影响。

本发明采用的方法是将响应电压的积分值和固定的对比电阻的阻值R_2进行比较求出蓄电池内阻值，见（7）式。暂态电流I即使有变化，因不参与运算，所以对测试结果无影响。

至于固定电阻R_2，选用的精密电阻器长期工作的阻值变化量只有百万分之几。这就保证

了本发明的方法测试蓄电池内阻的准确性。

综上所述，本发明采用的测试方法及装置，是目前为止在蓄电池测试领域中实时性最好，对直流电源系统最安全，重复精度最高，抗干扰性最强，稳定性最好的新一代测试装置。

该装置如能普及应用，将会对应用蓄电池的各领域具有重要的社会效益和经济效益。

下面结合图3说明本发明的装置如何实现对每块蓄电池的性能进行测试。

图3所示1为待测蓄电池，测试其内阻时，由微处理器16控制的电流控制电路3对待测蓄电池1和与其串联的对比电阻2产生激励电流（电流的幅度及暂态周期见图2A），这个电流将在待测蓄电池1的内阻上和对比电阻2上产生响应信号；在待测蓄电池1的内阻上产生的响应信号由蓄电池响应信号采样电路6采集后送至带通滤波电路7滤掉各类交流干扰成分，再送至放大整形电路8整理成适合A/D转换电路9适宜的信号，并转换成数字信号送至微处理器16待处理；在对比电阻2上产生的响应信号由对比电阻响应信号采样电路13采集后送至A/D转换电路14转换成数字信号送至微处理器16待处理；微处理器16将收到的A/D转换电路9和A/D转换电路14送来的数字信号综合运算处理后暂存。

对待测蓄电池1的电压进行测试时，经分压电路10取得的电压信号被蓄电池电压采样电路11采集后送至A/D转换电路12转换成数字信号送至微处理器16暂存。

对待测蓄电池的温度进行测试时，贴附在蓄电池壳体上的温度传感器将测得的温度转变成电信号经A/D转换器5转换成数字信号送至微处理器16暂存。

对待测蓄电池的内阻、电压、温度全部测试后，即完成了一次对某个单体蓄电池的性能测试。

下面结合图4说明本发明的装置对多块蓄电池组成的蓄电池组进行测试的过程。

图4中E_1～E_n是蓄电池组中的单体蓄电池，$VRTM_1$～$VRTM_n$是本发明如图3所示的蓄电池内阻、电压、温度测试模块（VRTM），BCM是对所有VRTM模块统一管理的站端监测模块，数据总线是供整个系统中的数据进行传输的通道。

系统上电开始运行后，由BCM对所有的VRTM模块发出测试的指令，所有的VRTM模块即对E_1～E_n每块蓄电池的内阻、电压、温度进行测试后将数据暂存（测试原理本说明书中已叙述）。然后BCM模块将根据预设的和每块蓄电池编号对应的地址依次采集各个VRTM中暂存的测试数据。接收完全部数据后，BCM模块将对这些数据统一管理，进行显示、存储，并和预设值进行比较，如有越限要发出告警信息等。两个以上的测试子系统可通过BCM模块配置的RS485、TCP/IP数据接口联接成大规模网络系统。BCM模块配置的USB端口可供U盘调取全部存储的数据。

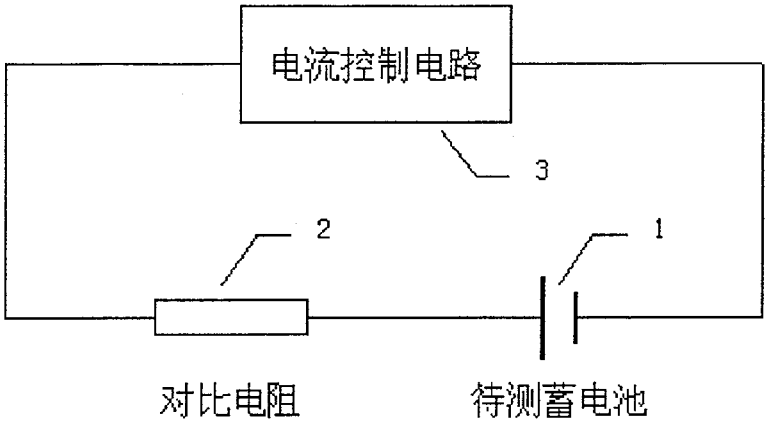

电流控制电路
3
2
1
对比电阻
待测蓄电池

图 1

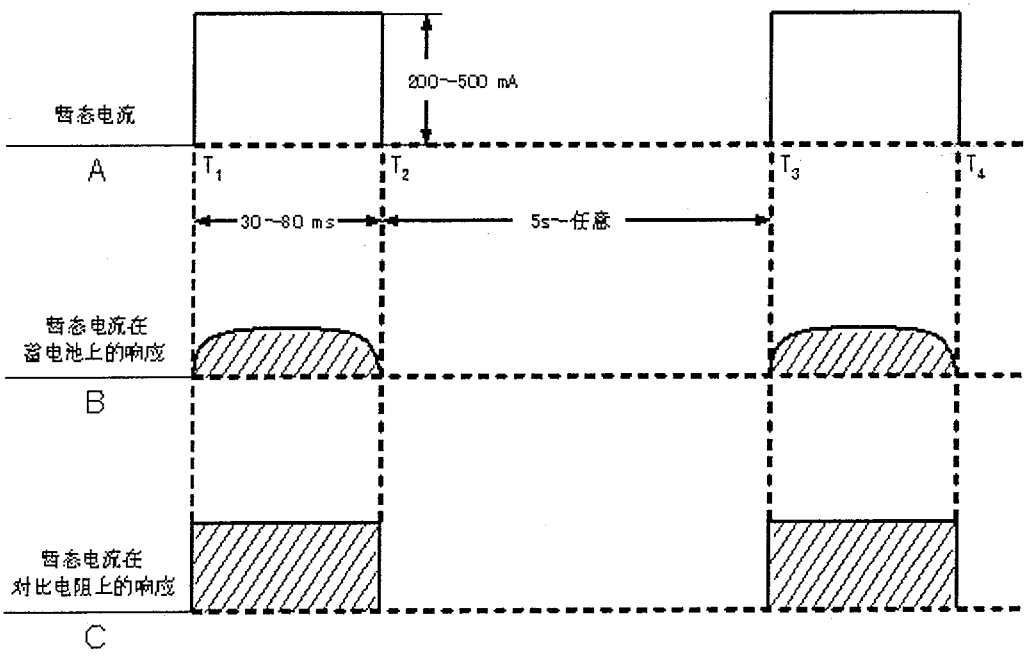

200~500 mA
暂态电流
A
T1
T2
T3
T4
30~80 ms
5s~任意
暂态电流在
蓄电池上的响应
B
暂态电流在
对比电阻上的响应
C

图 2

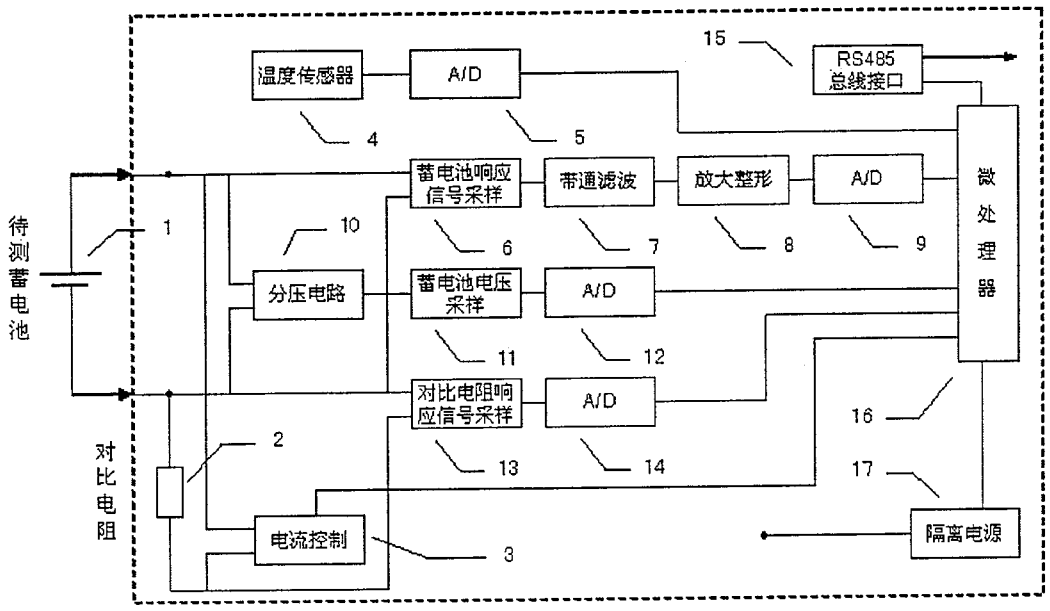

温度传感器
A/D
RS485
总线接口
15
4
5
蓄电池响应
信号采样
带通滤波
放大整形
A/D
微
处
理
器
待
测
蓄
电
池
1
10
6
7
8
9
分压电路
蓄电池电压
采样
A/D
11
12
对比电阻响
应信号采样
A/D
16
2
13
14
17
对
比
电
阻
电流控制
3
隔离电源

图 3

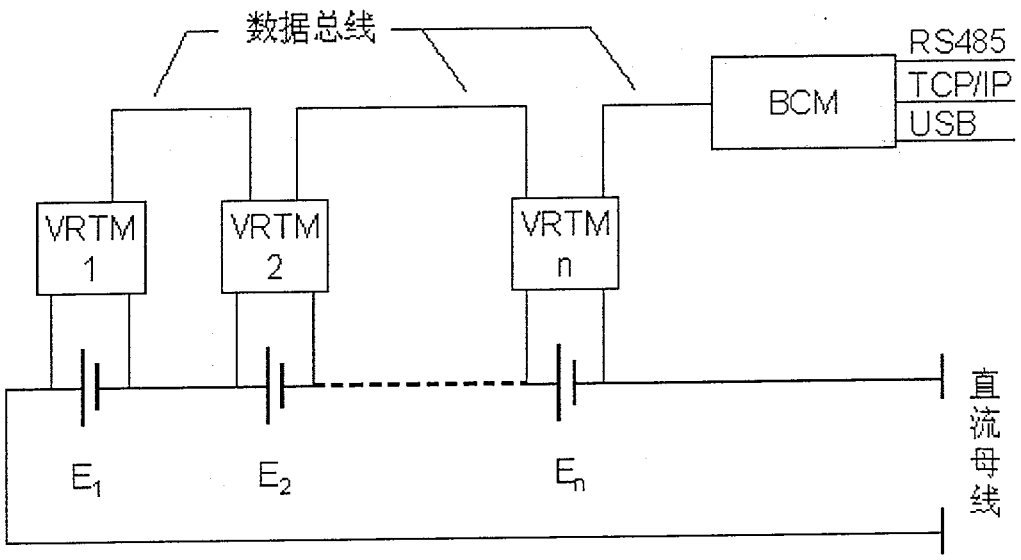

数据总线
RS485
TCP/IP
USB
BCM
VRTM
1
VRTM
2
VRTM
n
E_1
E_2
E_n
直
流
母
线

图 4