



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105301507 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201510707526. 8

(22) 申请日 2015. 10. 26

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381 号

(72) 发明人 韦岗 刘娇蛟 马碧云 杨萃  
李杰 曹燕 王一歌 赵明剑

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

G01R 31/36(2006. 01)

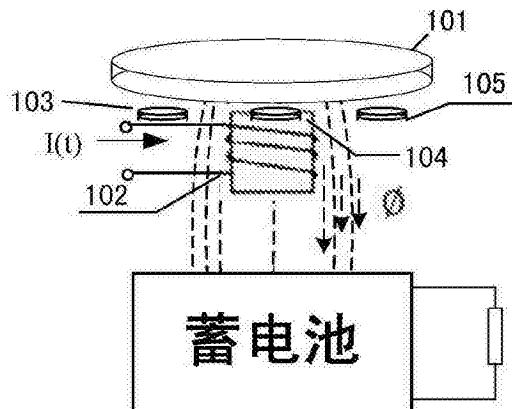
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置

(57) 摘要

本发明提供一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置。检测装置包括数据处理端和检测终端；数据处理端用于宽频信号的产生、信号特征提取、检测参数的设置与控制、检测结果的存储、数据通信以及人机交互；检测终端负责宽频磁信号的发射、多模信号的接收和数据通信。本发明的检测方法利用通电线圈在蓄电池上施加交变磁场，应用磁敏传感器、超声波传感器和红外传感器对感应磁场和涡电流形成的电磁超声、红外信号进行接收，利用信号处理方法对多模接收信号的时频特性进行分析和识别，进而对电解液中带电粒子属性、电解液浓度进行判断，结合实验统计结果对蓄电池容量进行反演而实现快速检测。本发明具有操作简单方便，检测效率和准确度高的优点。



1. 一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法,其特征在于利用通电线圈在蓄电池上施加交变磁场,应用磁敏传感器、超声波传感器和红外传感器对感应磁场和涡电流形成的电磁超声、红外信号进行接收,利用信号处理方法对多模接收信号的时频特性进行分析和识别,进而对电解液中带电粒子属性、电解液浓度进行判断,结合实验统计结果对蓄电池容量进行反演而实现快速检测。

2. 实现权利要求 1 所述一种铅酸蓄电池容量的快速检测装置,其特征在于包括数据处理端和检测终端;数据处理端用于宽频信号的产生、信号特征提取、检测参数的设置与控制、检测结果的存储、数据通信以及人机交互;检测终端负责宽频磁信号的发射、多模信号的接收和数据通信。

3. 根据权利要求 2 所述的一种铅酸蓄电池容量的快速检测装置,其特征在于所述检测终端包括通信模块、发射预处理模块、发射线圈、磁反射体、接收传感器阵列和接收处理模块;其中,通信模块负责接收数据处理端产生的宽频检测信号,采用有线 / 无线通信模式;发射预处理模块负责对接收的宽频检测信号进行放大和 D/A 转换,转换后的信号用于控制发射线圈中的电流;发射线圈负责磁信号发射;铁磁性材料制成的磁反射体用于阻挡磁力线的后向逸散,把线圈产生的磁场反射回去,向远处推送交变磁场;接收传感器阵列由磁敏传感器、超声波传感器和红外传感器组成,负责对发射点周围的多模接收信号的拾取,接收信号的中心频率根据宽频检测信号的频段进行调整;接收处理模块用于对检测信号进行放大、A/D 转换和数据缓存;

所述数据处理端包括宽频信号发生模块、特征提取模块、主控制器、存储模块、人机交互模块和通信模块,其中,宽频信号发生模块负责宽频检测信号的产生,其中宽频检测信号的中心频率能根据检测深度及分辨率要求综合考虑进行选择;特征提取模块负责对接收的多模信号进行时域和频域的特征分析与识别;主控制器负责数据处理端个构成模块之间的工作调度,保证整个装置正常运行;存储模块用于存储检测结果和分类特征库;人机交互模块负责人机交互,用于检测参数的设置、控制命令的输入及检测结果的输出;通信模块负责发射端或者接收端与数据处理端之间数据和控制信息的传递,采用有线 / 无线通信模式。

4. 利用权利要求 3 所述快速检测装置的铅酸蓄电池容量的快速检测方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤 1:检测装置的参数配置;设置的参数包括:发射线圈参数、宽频检测信号参数、接收传感器参数、特征提取模块参数、通信模块参数和检测结果显示参数;

步骤 2:装置设备状态的自动检测;所检测的状态包括:发射线圈的连接状态,检测终端与数据处理端的连接状态,接收传感器阵列的连接状态,通信模块的连接与在线状态,检测装置电源容量状态;

步骤 3:检测前的增益校准;其中增益校准方式包括两种:手动增益校准与自动增益校准;手动增益校准方式由检测人员根据电解液属性设置各种增益参数;自动增益校准方式则是在获得检测对象样本后,由数据处理端自动估算检测对象的各种增益参数;

步骤 4:宽频检测信号的产生;数据处理端的宽频信号发生模块根据步骤 1 所设置的宽频检测信号参数产生宽频检测信号;

步骤 5:磁信号发射;检测终端的通信模块负责接收数据处理端产生的宽频检测信号,

并在发射预处理模块中进行放大和 D/A 转换,然后控制发射线圈的电流,线圈中的交变电流信号在线圈周围产生交变磁场,实现磁信号的发射,磁反射体用于阻挡磁力线的后向逸散,把线圈产生的磁场反射回去,向远处推送交变磁场;

步骤 6 :多模信号接收 ;根据步骤 1 设置的传感器参数拾取多模接收信号,这些信号经过放大和 A/D 转换后保存在数据缓存单元,并通过通信模块发送到数据处理端;

步骤 7 :根据宽频检测信号和从检测终端获取的接收信号进行特征提取;

步骤 8 :联合多模接收信号的时频特性,对信道所处电解液属性、离子浓度及其分布进行分析和判断;

步骤 9 :根据电解液离子浓度对蓄电池容量进行估算并在人机交互平台中显示。

## 一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置

### 技术领域

[0001]

本发明涉及铅酸蓄电池的检测技术领域，具体涉及一种可应用于铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置。

[0002]

### 背景技术

[0003] 铅酸蓄电池在备用动力系统中不可或缺，如电力设备、通信机房和汽车动力系统等。蓄电池容量或荷电状态(state of charge, SOC)是衡量其性能指标的一个重要参数，维护不当会造成电池容量下降而无法保证预定的放电时间，可能造成重大事故。因此，蓄电池的及时在线检测有助于了解其工作性能，是保证设备正常运转的有效维护手段。

[0004] 目前，国内外对铅酸蓄电池容量的检测方法主要是放电法，根据蓄电池放电的外部特性，对其端电压、放电电流、内阻等电池特性及其微积分量进行分析，采用一定的检测装置和算法获得蓄电池容量。其中，恒电流放电法被电池生产部门使用并推荐给电池用户，该方法以恒定电流放电，记录电池端电压下降到规定值的放电时间  $h$ ， $A \cdot h$  即为电池容量，其缺点是作业时间长、工作量大、需备份电池等。此外，通过对电解液密度进行检测也可以间接获取蓄电池容量。但是，电解液对检测人员及周围设备的侵害和腐蚀无法避免，故利用比重计直接检测并不可取。

[0005] 铅酸蓄电池的电极主要由铅制成，电解液是硫酸溶液。充电时从其他直流电源获得电能，正、负极板上的硫酸铅会被分解还原成硫酸、铅和氧化铅，电解液中酸的浓度逐渐增加。放电时，蓄电池对外电路输出电能，负极板上的电子经负载进入正极板形成电流，并在电池内部进行化学反应，硫酸与正、负极板上的活性物质产生反应，生成化合物“硫酸铅”，硫酸浓度下降。可见，铅酸蓄电池的电解液密度是影响电池容量主要因素，实际工作中可根据硫酸浓度来判断蓄电池的充电程度。

[0006] 鉴于此，本发明根据电磁感应原理提出了一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置。该方法通过线圈在蓄电池上施加交变磁场，这个变化的磁场在电解液表面形成涡电流，在涡电流周围产生的感应磁场会影响原有磁场，涡电流中带电粒子的振动会产生电磁超声，涡电流中带电粒子的定向运动会产生热量并向外辐射而形成红外信号，这些信号可以被接收阵元的不同传感器拾得，即多模信号接收。接收信号的频率特性与带电粒子属性有关，接收信号的强度与带电粒子浓度有关，通过对接收多模信号的时域和频域特征及其分析结果，对电解液中带电粒子属性、电解液浓度进行判断，并结合实验统计结果对蓄电池容量进行定量判断而实现快速检测。实施过程中不需接触电解液、不需放电、可在线检测、对人体基本无害，故本发明具有检测迅速、使用方便、安全、成本低、操作简便和显示直观等特点，可广泛用于电力设备、通信机房、汽车动力系统等领域蓄电池容量的在线检测。

### 发明内容

[0007] 针对铅酸蓄电池容量检测领域中的现有问题,本发明目的在于提出一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置。

[0008] 为了达到以上目的,本发明采用以下技术方案:

一种铅酸蓄电池容量的快速检测装置,包括数据处理端和检测终端;其中数据处理端用于宽频信号的产生、信号特征提取、检测参数的设置与控制、检测结果的存储、数据通信以及人机交互;检测终端负责宽频磁信号的发射、多模信号的接收和数据通信。

[0009] 进一步地,所述数据处理端包括宽频信号发生模块、特征提取模块、主控制器、存储模块、人机交互模块和通信模块。其中,宽频信号发生模块负责宽频检测信号的产生,其中宽频检测信号的中心频率可以根据检测深度及分辨率要求综合考虑进行选择;特征提取模块负责对接收的多模信号进行时域和频域的特征分析与识别;主控制器负责不同模块之间的调度,以保证整个系统正常运行;存储模块用于存储检测结果和分类特征库;人机交互模块负责人机交互,用于检测参数的设置、控制命令的输入及检测结果的输出;通信模块负责发射端或者接收端与数据处理端之间数据和控制信息的传递,可采用有线/无线通信模式。

[0010] 进一步地,所述检测终端包括通信模块、发射预处理模块、发射线圈、磁反射体、接收传感器阵列和接收处理模块。其中,通信模块负责接收数据处理端产生的宽频检测信号,可采用有线/无线通信模式;发射预处理模块负责对接收的宽频检测信号进行放大和D/A转换,转换后的信号用于控制发射线圈中的电流;发射线圈负责磁信号发射;铁磁性材料制成的磁反射体用于阻挡磁力线的后向逸散,把线圈产生的磁场反射回去,向远处推送交变磁场;接收传感器阵列由磁敏传感器、超声波传感器和红外传感器组成,负责多模接收信号的拾取,它们按照一定方式排列,组成一个阵列,接收信号的中心频率可以根据宽频检测信号的频段进行调整;接收处理模块用于对检测信号进行放大、A/D转换和数据缓存。

[0011] 本发明的另一目的在于提出一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法,具体实现步骤包括:

步骤1:检测装置的参数配置。设置的参数包括:发射线圈参数、宽频检测信号参数、接收传感器参数、特征提取模块参数、通信模块参数和检测结果显示参数。

[0012] 步骤2:装置设备状态的自动检测。该步骤所检测的状态包括:发射线圈的连接状态,检测终端与数据处理端的连接状态,接收传感器阵列的连接状态,通信模块的连接与在线状态,检测装置电源容量状态。

[0013] 步骤3:检测前的增益校准。其中增益校准方式包括两种:手动增益与自动增益;手动增益校准方式由检测人员根据电解液属性设置各种增益参数;自动增益校准方式则是在检测对象获得一定的样本后,由数据处理端自动估算检测对象的各种增益参数。

[0014] 步骤4:宽频检测信号的产生。数据处理端的宽频信号发生模块根据步骤1所设置的宽频检测信号参数产生宽频检测信号。

[0015] 步骤5:磁信号发射。检测终端的通信模块负责接收数据处理端产生的宽频检测信号,这个接收信号在预处理模块中进行放大和D/A转换,然后控制发射线圈的电流,线圈中的交变电流信号在线圈周围产生交变磁场,实现磁信号的发射,磁反射体用于阻挡磁力线的后向逸散,把线圈产生的磁场反射回去,向远处推送交变磁场。

[0016] 步骤6:多模信号接收。根据步骤1设置的传感器参数拾取多模接收信号,这些信

号经过放大和 A/D 转换后保存在数据缓存单元，并通过通信模块发送到数据处理端。

[0017] 步骤 7：根据宽频检测信号和从检测终端获取的接收信号进行特征提取。具体包括以下步骤：

步骤 7.1：数据预处理，包括数据频域变换、去噪声处理及频域滤波；

步骤 7.2：信道特征辨识，采用傅里叶变换对接收信号的频谱进行分析，得到多模接收信号的频谱特征。

[0018] 步骤 8：联合多模接收信号的时频特性，对信道所处电解液属性、离子浓度及其分布进行分析和判断。

[0019] 步骤 9：根据电解液离子浓度对蓄电池容量进行反演并在人机交互平台中显示。

[0020] 与现有技术相比，本发明所提出的一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置，具有以下优点：

(1) 本发明使用宽频磁波对电池容量进行检测，与传统的方法相比，不需放电、抗干扰、接收信号信息丰富，提高了检测精度。

[0021] (2) 本发明利用电解液中带电离子在交变磁场中产生的涡电流，在接收阵元拾取涡电流引起的磁场、超声波和红外信号，通过特征分析判断电解液属性和密度，联合多模信号检测结果提高检测精度。

[0022] (3) 本发明采用前端检测和后端数据处理分离的检测模式，在数据处理端通过多模信号特征分析与识别可有效利用软件处理能力提高检测精度，降低检测端设备的复杂性，便于检测端设备的小型化和轻型化，降低检测设备的制造成本。

[0023] (4) 本发明收发端不需要接触电解液，检测方便，使用安全。

[0024] (5) 本发明适用于各种工作环境，移动性强，便于远程数据处理。

(6) 本发明对检测工作人员的要求降低，使用自动识别代替人工判断，操作简单方便，能够快速、准确地判断电池容量。

## 附图说明

[0025] 图 1 是实例中的检测原理图；

图 2 是四种的检测装置结构示意图；

图 3 是实例中的检测流程示意图。

[0026]

## 具体实施方式

[0027] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述说明，但本发明的实施方式不限于此。需指出的是，以下若有未特别详细说明之过程或参数，均是本领域技术人员可参照现有技术实现的。

[0028] 本实施例主要是根据蓄电池容量检测的需求，提出一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法与装置。本实例的检测原理图如图 1 所示。待检测的蓄电池处于工作状态，发射端采用一个发射线圈 102，接收端采取多个传感器，包括至少 1 个磁敏传感器 103、1 个超声传感器 104 和 1 个红外传感器 105，它们组成接收多模接收阵列。根据安培环路定理，宽频交变电流通过发射线圈会产生交变感应磁场（主磁场），该磁场的磁力线穿透蓄电池外壳后进入

电解液。根据法拉第定律,变化的磁场在电解液表面形成涡电流,涡电流的大小与带电离子浓度有关,在涡电流周围也会产生感应磁场(次磁场),故次磁场强度与带电离子浓度有关。涡电流产生的次磁场会改变主磁场,涡电流中的带电离子在主磁场的作用下会因高频振动而产生电磁超声,带电离子的属性和数量决定了电磁超声的强度和频率特征。涡电流中大量离子的运动会产生热量并向外辐射,带电粒子的属性和数量决定了红外信号的强度和频率特征。在接收端采用合适的传感器可以拾得上述多模信号,如:磁敏传感器、超声波传感器和红外传感器等。通过对多模信号的时域特征和频域特征进行联合分析,可以准确地判断电解液中带电离子的属性、浓度,进而判断电解液密度,结合实验统计结果可对蓄电池容量进行反演。

[0029] 本实例的装置结构如图 2 所示。

[0030] 一种铅酸蓄电池容量的快速检测装置包括数据处理端和检测终端;其中数据处理端用于宽频检测信号的产生、信号特征提取、检测参数的设置与控制、检测结果的存储、数据通信以及人机交互;检测终端负责宽频磁信号的发射、多模信号的接收和数据通信。

[0031] 该检测装置实施例中的数据处理端包括宽频信号发生模块、特征提取模块、主控制器、存储模块、人机交互模块和通信模块。其中宽频信号发生模块负责宽频检测信号的形成与驱动,根据蓄电池的大小、形状和电解液特征,宽频检测信号的频率范围设定为:20KHz~2MHz;特征提取模块负责对接收的多模信号进行时域和频域的特征分析与识别,可得到多模信号的幅频特性和相频特性,从不同角度获得电解液的属性、密度及其分布特性等特征;主控制器负责不同模块之间的调度,以保证整个系统正常运行;存储模块用于存储检测结果和分类特征库;人机交互模块负责人机交互,用于检测参数的设置、控制命令的输入及检测结果的输出;通信模块负责发射端或者接收端与数据处理端之间数据和控制信息的传递,可采用有线/无线通信模式;无线传输单元可以采用的无线通信方式包括但不限于:WiFi、GPRS 及 3G 等通信方式。

[0032] 该检测装置实施例中的检测终端包括通信模块、发射预处理模块、发射线圈、磁反射体、接收传感器阵列和接收处理模块。其中,通信模块负责接收数据处理端产生的宽频检测信号和数据传输,可采用有线/无线通信模式,无线通信方式包括但不限于:WiFi、GPRS 及 3G 等通信方式;发射预处理模块负责对接收的宽频检测信号进行放大和 D/A 转换,转换后的信号用于控制发射线圈中的电流;发射线圈 1 个,负责宽频磁信号发射;铁磁性材料制成的磁反射体用于阻挡磁力线的后向逸散,把线圈产生的磁场反射回去,向远处推送交变磁场。接收传感器阵列由磁敏传感器、超声波传感器和红外传感器组成,负责多模接收信号的拾取,它们按照一定方式排列,组成一个阵列,接收信号的中心频率可以根据宽频检测信号的频段进行调整;接收处理模块用于对检测信号进行放大、A/D 转换和数据缓存。

[0033] 本实例的一种铅酸蓄电池容量的快速检测方法,其工作流程如图 3 所示,包括以下步骤:

步骤 1:检测装置的参数设置。检测过程中,需要设置的参数包括:发射线圈参数,包括发射驱动方式选择;宽频检测信号参数,包括检测信号波形,信号强度  $A$ ,中心频率  $f_0$ ;接收传感器,包括接收磁场/超声波/红外信号带宽  $B_{r1}$ 、 $B_{r2}$ 、 $B_{r3}$ ,频率偏移值  $\Delta f$ ,采样频率  $f_s$ ;特征提取模块参数设置,包括滤波器的阶数  $M$ ;通信模块参数的选择,包括连接方式、

网络地址 ; 检测结果显示参数设置, 包括显示模式 (包括三维立体模型、二维图像或一维波形形式显示) 、显示精度 ; 。

[0034] 步骤 2 : 装置设备状态的自动检测。该步骤所检测的状态包括 : 发射线圈的连接状态, 检测终端与数据处理端的连接状态, 接收传感器阵列的连接状态, 通信模块的连接与在线状态, 检测装置电源容量状态 ; 其中只有在上述装置设备状态均为正常运行的情况下, 才能够进行下一步的操作 ; 如有设备出现故障错误状态, 则在人机交互平台提示错误信息, 结束当前检测工作流程。

[0035] 步骤 3 : 检测前的增益校准。其中增益校准方式包括两种 : 手动增益与自动增益 ; 手动增益校准方式由检测人员根据电解液属性设置各种增益参数 ; 自动增益校准方式则是在检测对象获得一定的样本后, 由数据处理端自动估算检测对象的各种增益参数 ; 其中增益参数包括电解液的磁导率, 各个频率点的增益大小, 带通滤波频率带宽。

[0036] 步骤 4 : 宽频检测信号的产生。数据处理端的宽频信号发生模块根据步骤 1 所设置的宽频检测信号参数产生宽频检测信号。

[0037] 步骤 5 : 磁信号发射。检测终端的通信模块负责接收数据处理端产生的宽频检测信号, 这个接收信号在预处理模块中进行放大和 D/A 转换, 然后控制发射线圈的电流, 该线圈中的交变电流信号会在线圈周围产生交变磁场, 实现磁信号的发射, 磁反射体用于阻挡磁力线的后向逸散, 把线圈产生的磁场反射回去, 向远处推送交变磁场。

[0038] 步骤 6 : 多模信号接收。根据步骤 1 设置的传感器参数拾取多模接收信号, 这些信号经过放大和 A/D 转换后保存在数据缓存单元, 并通过通信模块发送到数据处理端。

[0039] 步骤 7 : 根据宽频检测信号和从检测终端获取的接收信号进行特征提取。其中包括以下步骤 :

    步骤 7.1 : 数据预处理, 包括数据频域变换、去噪声处理及频域滤波 ;

    步骤 7.2 : 信道特征辨识, 可采用傅里叶变换对接收信号的频谱进行分析, 得到多模接收信号的频谱特征。

[0040] 步骤 8 : 联合多模信号的时频特性, 对信道所处电解液属性、浓度及其分布进行分析和判断。

[0041] 步骤 9 : 根据电解液浓度及其分布对蓄电池容量进行反演并在人机交互平台中显示, 其中检测结果分为以下三类进行分别处理 :

    (1) 高容量蓄电池特征。此类符合高容量电池的电解液特征, 即多模接收信号特征相似度较大的特征数据, 主控制器将其特征数据和检测结果存储于存储单元的检测特征库中。

[0042]   (2) 低容量蓄电池特征。此类为符合低容量电池的电解液特征, 即多模接收信号特征相似度较大的特征数据, 主控制器将其特征数据和检测结果存储于存储单元的检测特征库中。

[0043]   (3) 可疑蓄电池特征。此类特征是既不能确定为高容量的特征, 但又不能确定为低容量的特征, 该类特征数据先存储于存储单元中, 等待检测数据处理端空闲或检测完成之后由检测人员选择是否进行重复检测以及是否进行进一步精确的数据处理。

[0044] 本发明使用超宽带探测信号和单发多模接收阵列, 根据接收阵元获取的多模接收信号, 运用信号处理方法对信号强度和频率特征进行联合特征识别, 从而判断电解液中带

电粒子的属性和浓度，进而判断电解液密度和电池容量，实现快速检测。

[0045] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

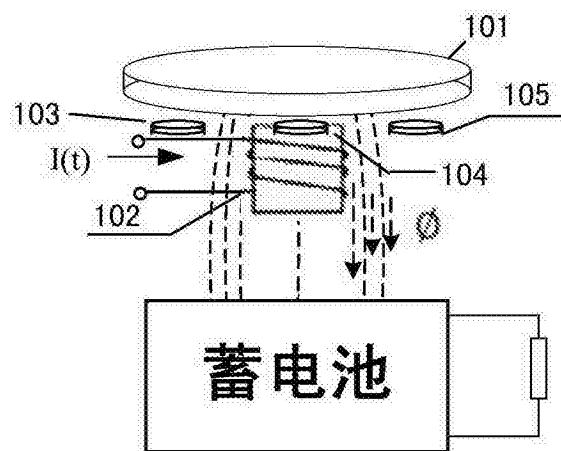


图 1

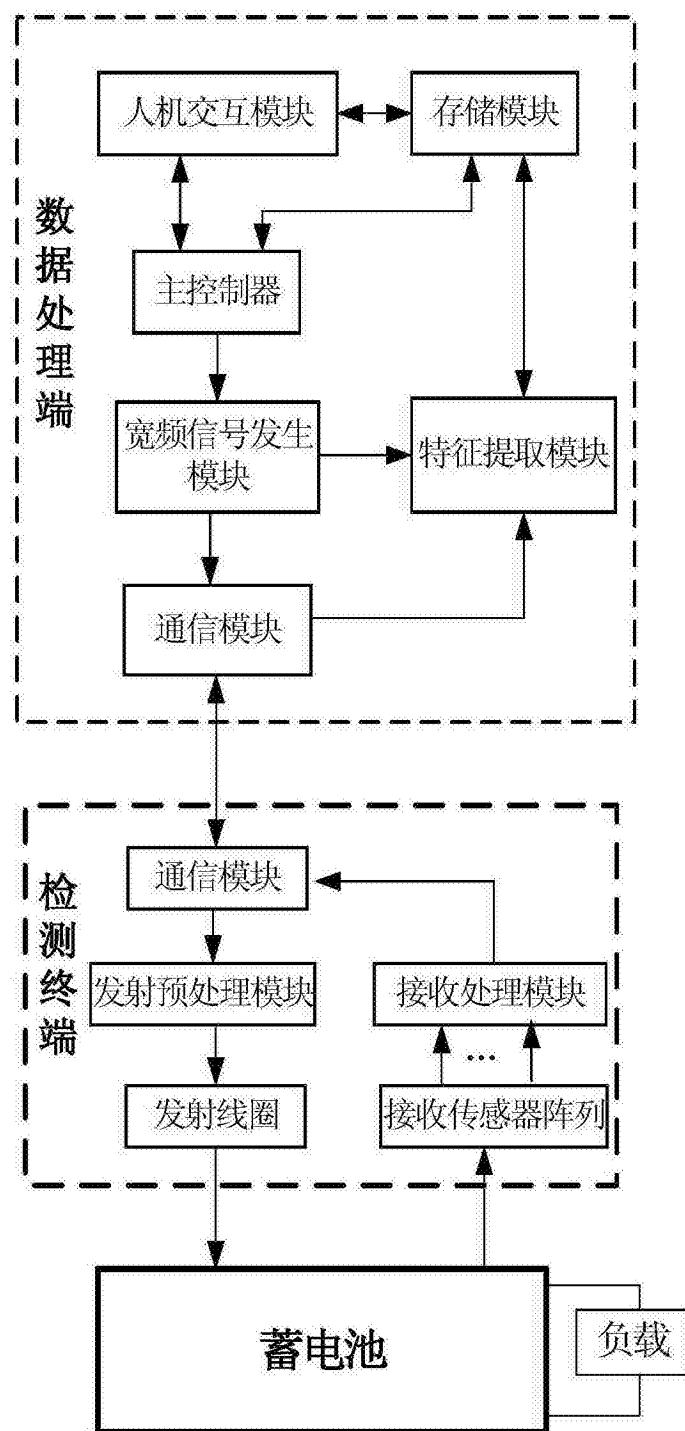


图 2

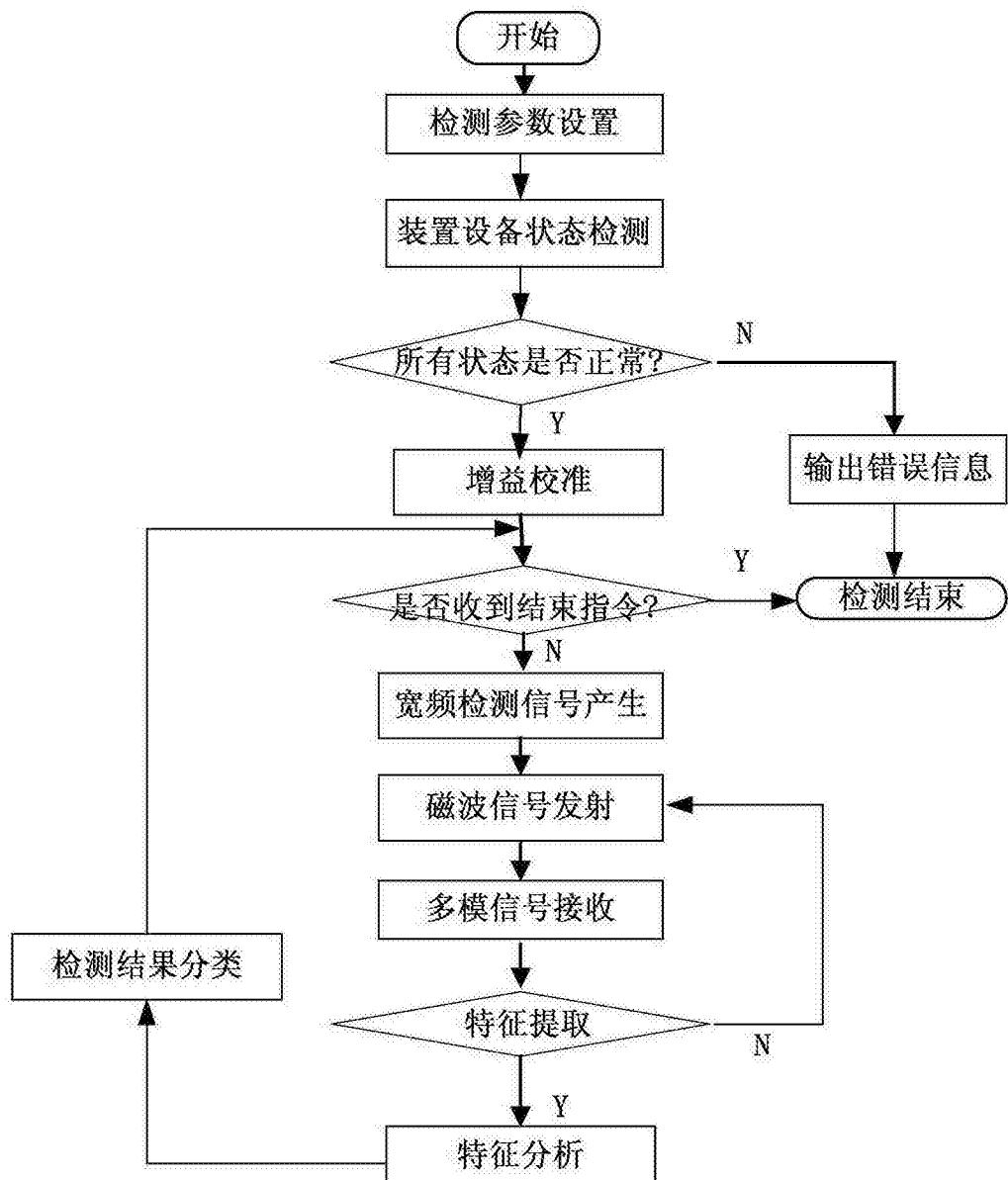


图 3