

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102680903 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 19

(21) 申请号 201210146306. 9

(22) 申请日 2012. 05. 11

(71) 申请人 山东轻工业学院

地址 250353 山东省济南市长清区西部新城
大学科技园

(72) 发明人 邱书波 李庆华 孟荣爱 吴昌磊
林霏

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限
公司 37221

代理人 张勇

(51) Int. Cl.

G01R 31/36 (2006. 01)

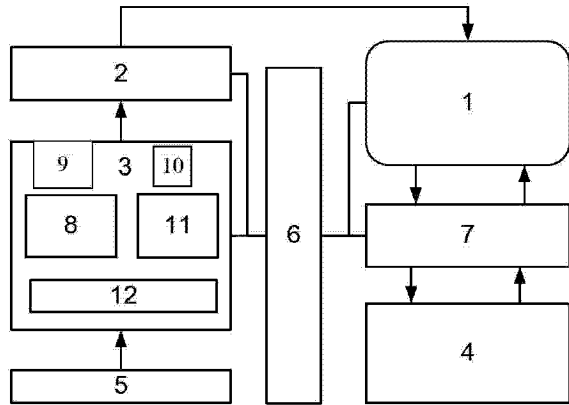
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

(54) 发明名称

便携式蓄电池状态检测系统及其检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种便携式蓄电池状态检测系统及其检测方法,它包括:数据采集模块采集蓄电池的电压、电流和温度信号,送入 A/D 转换模块;多通道 A/D 转换模块,对模拟信号进行转换,经采集转换/控制接口与 ARM9 微控制器模块连接;ARM9 微控制器模块,通过 Qt/Embedded 可视化界面以及采集转换/控制接口对数据采集模块进行控制;完成蓄电池性能参数即充放电过程中蓄电池两端的电压、电路中电流以及温度数据采集后,通过 RBF 神经网络算法对实时采集的信息进行处理,快速便捷的检测出蓄电池健康状况,将数据给据显示以及存储到外接的 USB 设备中;数据存储模块为 USB 接口,与外部的 USB 设备连接。它提供数据存储设备,对问题电池进行报警和界面提示,提醒工作人员及时处理蓄电池。



1. 一种便携式蓄电池状态检测系统,其特征是,它包括 ARM9 微控制器模块、A/D 转换模块、数据采集模块和数据存储模块;

其中,数据采集模块采集蓄电池的电压、电流和温度信号,送入 A/D 转换模块;

多通道的 A/D 转换模块,对模拟信号进行转换,然后经采集转换 / 控制接口与 ARM9 微控制器模块连接;

ARM9 微控制器模块,对采集的信息进行处理,并通过 Qt/Embedded 可视化界面及采集转换 / 控制接口对数据采集模块进行控制;完成蓄电池性能参数即充放电过程中蓄电池两端的电压、电路中的电流以及温度的数据采集后,通过 RBF 神经网络算法对实时采集的信息进行处理,快速便捷的检测出蓄电池的健康状况,将最终蓄电池的健康状态予以显示及存储到外接的 USB 设备中;

数据存储模块为 USB 接口,与外部的 USB 设备连接。

2. 如权利要求 1 所述的便携式蓄电池状态检测系统,其特征是,所述数据采集模块包括整流电路、电流采集电路、温度采集电路、放大电路和噪声处理电路;其中,

噪声处理电路,去除采集的蓄电池信号中的噪声信号,并与整流电路、电流采集电路、温度采集电路、放大电路连接;

整流电路为单相桥式整流电路,完成对蓄电池充放电过程中电池两端的电压信号的处理;然后将处理后的电压信号直接传送至 A/D 转换模块;

电流采集电路为分流器电路,分流器输出的电压值为 $0\sim 75\text{mV}$;

温度采集电路为温度传感器;

电流采集电路、温度采集电路经放大电路与 A/D 转换模块连接。

3. 一种采用权利要求 1 所述的便携式蓄电池状态检测系统的检测方法,其特征是,它的步骤为:

1) 采集蓄电池的电流信号、电压信号、温度信号,经过放大、整流、滤波处理后,送入 AD 转换器接口;

2) ARM 微处理器采用 Linux 下的 Qt/Embedded 作为界面开发平台,对系统采集和处理的数据进行显示以及系统的控制工作,在正确分析了蓄电池健康状态 SOH 的影响因素后,提出了以电流、时间和温度为输入、电压为输出的 RBF 神经网络,用以评价蓄电池的健康状态;

3) 以不同健康状态的蓄电池充放电过程中的各种参数作为学习和训练样本,采集多组处于不同健康状态的蓄电池在充放电过程中每一个阶段的电压、电流、温度及时间信号,作为神经网络信号的训练级,正确的建立蓄电池模型;

4) 实时在线的采集蓄电池的性能参数,根据步骤 3) 中建立的模型,分析出蓄电池的健康状况 SOH,对问题蓄电池,系统给予报警处理,同时将报警信息同时保存和显示;对问题蓄电池,后期再做进一步的检测判断;

5) 数据处理完后,通过 Config_write 函数将数据存放到 USB 设备中的 INI 文件中,数据包括数据采集时间 Date、电压 Voltage、电流 Current、温度 Temperature 以及蓄电池的健康状态 SOH,通过历史数据按钮查看历史数据,Config_read 函数在 USB 设备中 INI 文件中读出数据显示到 tableWidget 中,技术人员能够清晰的查看某个时间点采集的蓄电池的性能状态,以便对数据操作和分析。

4. 如权利要求 3 所述的检测方法,其特征是,所述步骤 3)中,具体的学习和训练过程如下:

输入变量为

$$x_j = [x_1, x_2]^T = [i_j, \psi_j]^T \quad (\text{式 1})$$

隐含层径向基函数采用高斯激活函数

$$u_i = \exp\left[-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right] (i=1,2,\dots,q) \quad (\text{式 2})$$

式中, u_i 为第 i 个隐节点的输出; c_i 为第 i 个隐节点的标准化常数; q 为隐含层节点数; $x = (x_1, x_2)^T$ 为输入样本; c_i 为第 i 个隐节点高斯函数的中心向量,此向量是一个与输入样本 x 的维数相同的列向量;

蓄电池两端的电压值作为 RBF 神经网络的输出

$$y = U = \sum_{i=1}^q w_i u_i - U_i \quad (\text{式 3})$$

式中, y 为 RBF 神经网络的输出, w_i 为隐含层到输出层的加权系数; U_i 为隐含层的阈值; 对于第 j 个样本, (x_j, y_j) 具体学习步骤如下:

(1) 分别按 (式 2) 和 (式 3) 计算 RBF 神经网络各隐含层单元的输出 $u_i(x_i)$ 和网络的输出 y_j ;

(2) 计算实际采集蓄电池两端电压与 RBF 神经网络输出之间的误差 $\|e_j\| = \|U - y_j\|$ 以及样本与已存在的隐含层单元的距离

$$d_j = \|x_j - c_j\| \quad (j = 1, 2, \dots, q)$$

(3) 令 $d_{\min} = \min(d_j)$ 若满足条件

$$\begin{cases} \|e_j\| = \varepsilon, d_{\min} > \lambda(j) \\ \lambda(j) = \max(\lambda_{\max} \gamma^j, \lambda_{\min}) \end{cases}, \text{即期望输出与实际输出之间的误差大于设定精度, 则增加一}$$

个隐含层神经元, 上式中, ε 为网络期望的精度; λ_j 为第 j 个输入时网络的拟和精度, 随着学习的进行, λ_j 从 λ_{\max} 减小到 λ_{\min} ; γ 为衰减因子, $0 < \gamma < 1$;

(4) 若不满足步骤 3 的条件, 按递推最小二乘法调节网络连接权值;

(5) 若对于连续输入的 N 个样本都满足 $\left\| \frac{w_i u_i(x_i)}{y_j} \right\| \leq \delta$ 式中 δ 为预定义的常数 (取

$N=100$) 则将第 i 个隐层单元删除;

(6) 输入第 $j+1$ 个样本, 重复上述过程;

经过一系列学习训练后, 得到蓄电池的健康状况模型。

便携式蓄电池状态检测系统及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种便携式蓄电池状态检测系统及其检测方法,可应用于蓄电池生产线或其他蓄电池状态现场检测环境,完成对蓄电池性能参数的灵活准确测量。

背景技术

[0002] 铅酸蓄电池是目前备用电源系统中广泛使用的后备电源,其可靠性关系到计算机、电信、石油化工等领域众多关键系统的安全与稳定。一旦蓄电池失效或容量不足,就有可能造成重大事故,因此电池检测与监控一直是国内外研究的热点问题。检测电池的使用状态如何主要依据电池的剩余容量是否满足工作要求。而容量的大小不仅与电池的运行参数如工作环境温度、终端电压等相关,也与电池的构造参数相关,如电解液密度等。其中蓄电池充放电过程中两端的电压、电路中的电流和温度作为电池最重要的参数,与容量有着紧密的联系,它不仅能反映电池当前的荷电状态,而且反映电池的优劣程度,但是铅酸蓄电池的老化失效机理复杂,老化失效模式受诸多因素的影响,很难用简单的模型来反映,通过实际的工作和数据采集发现,依靠单纯的充放电数据来准确估计电池的性能状态是很困难的事情。因此,可以使用神经网络软计算方法,对于蓄电池检测系统进行建模,从而有效解决电池健康状况(SOH)的在线监测。但是传统的神经网络的存在收敛速度慢、容易陷入局部极值、建模精度不高等缺点,现采用径向基(RBF,即 Radial Basis Function)神经网络来优化传统神经网络的逼近精度低的缺点,并且对非线性系统具有更好的自学习能力、逼近能力以及泛化能力,以改善神经网络的局部最小问题,提高建模精度,正确的检测蓄电池的性能状态。

[0003] 充放电过程中两个参数的波动情况(例如用 Differential 代表两参数与标准数据的上下波动值)反映电池的性能和寿命。

[0004] 目前,国内的蓄电池检测仪器主要有蓄电池电压巡检仪、蓄电池电导测试仪和内阻容量测试仪等仪器,这些仪器只是能够实现不同程度的检测蓄电池状态,不能全面反映蓄电池充放电过程中的状态。为满足蓄电池生产线上对蓄电池性能参数的灵活准确测量,需要一种性能完善的检测蓄电池运行状态的便携式检测仪。

发明内容

[0005] 本发明的技术解决问题是:能够克服现有蓄电池检测仪器的操作繁琐和携带不方便的不足,提供一种便携式蓄电池状态检测系统及其检测方法,该系统满足蓄电池生产线上对蓄电池性能参数灵活准确测量的需求,在数据处理通过径向基(RBF,即 Radial Basis Function)神经网络建立蓄电池模型,正确的分析蓄电池的性能状态,同时采用提供数据存储设备,对问题电池进行报警和界面提示,提醒工作人员及时处理蓄电池。

[0006] 本发明的技术方案为:

[0007] 一种便携式蓄电池状态检测系统,它包括 ARM9 微控制器模块、A/D 转换模块、数据采集模块和数据存储模块;

[0008] 其中,数据采集模块采集蓄电池的电压、电流和温度信号,送入 A/D 转换模块;

[0009] 多通道的 A/D 转换模块,对模拟信号进行转换,然后经采集转换/控制接口与 ARM9 微控制器模块连接;

[0010] ARM9 微控制器模块,对采集的信息进行处理,并通过 Qt/Embedded 可视化界面及采集转换/控制接口对数据采集模块进行控制;完成蓄电池性能参数即充放电过程中蓄电池两端的电压、电路中的电流以及温度的数据采集后,通过 RBF 神经网络算法对实时采集的信息进行处理,快速便捷的检测出蓄电池的健康状况,将最终蓄电池的健康状态予以显示及存储到外接的 USB 设备中;

[0011] 数据存储模块为 USB 接口,与外部的 USB 设备连接。

[0012] 所述数据采集模块包括整流电路、电流采集电路、温度采集电路、放大电路和噪声处理电路;其中,

[0013] 噪声处理电路,去除采集的蓄电池信号中的噪声信号,并与整流电路、电流采集电路、温度采集电路、放大电路连接;

[0014] 整流电路为单相桥式整流电路,完成对蓄电池充放电过程中电池两端的电压信号的处理;然后将处理后的电压信号直接传送至 A/D 转换模块;

[0015] 电流采集电路为分流器电路,分流器输出的电压值为 $0\sim 75\text{mV}$;

[0016] 温度采集电路为温度传感器;

[0017] 电流采集电路、温度采集电路经放大电路与 A/D 转换模块连接。

[0018] 一种采用便携式蓄电池状态检测系统的检测方法,它的步骤为:

[0019] 1) 采集蓄电池的电流信号、电压信号、温度信号,经过放大、整流、滤波处理后,送入 AD 转换器接口;

[0020] 2) ARM 微处理器采用 Linux 下的 Qt/Embedded 作为界面开发平台,对系统采集和处理的数据进行显示以及系统的控制工作,在正确分析了蓄电池健康状态 SOH 的影响因素后,提出了以电流、时间和温度为输入、电压为输出的 RBF 神经网络,用以评价蓄电池的健康状态;

[0021] 3) 以不同健康状态的蓄电池充放电过程中的各种参数作为学习和训练样本,采集多组处于不同健康状态的蓄电池在充放电过程中每一个阶段的电压、电流、温度及时间信号,作为神经网络信号的训练级,正确的建立蓄电池模型;

[0022] 4) 实时在线的采集蓄电池的性能参数,根据步骤 3) 中建立的模型,分析出蓄电池的健康状况 SOH,对问题蓄电池,系统给予报警处理,同时将报警信息同时保存和显示;对问题蓄电池,后期再做进一步的检测判断;

[0023] 5) 数据处理完后,通过 Config_write 函数将数据存放到 USB 设备中的 INI 文件中,数据包括数据采集时间 Date、电压 Voltage、电流 Current、温度 Temperature 以及蓄电池的健康状态 SOH,通过历史数据按钮查看历史数据,Config_read 函数在 USB 设备中 INI 文件中读出数据显示到 tableWidget 中,技术人员能够清晰的查看某个时间点采集的蓄电池的性能状态,以便对数据操作和分析。

[0024] 所述步骤 3) 中,具体的学习和训练过程如下:

[0025] 输入变量为

[0026] $x_j = [x_1, x_2]^T = [i_j, \psi_j]^T$ (式 1)

[0027] 隐含层径向基函数采用高斯激活函数

$$[0028] \quad u_i = \exp\left[-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right] (i = 1, 2, \dots, q) \text{ (式 2)}$$

[0029] 式中, u_i 为第 i 个隐节点的输出; c_i 为第 i 个隐节点的标准化常数; q 为隐含层节点数; $x = (x_1, x_2)^T$ 为输入样本; c_i 为第 i 个隐节点高斯函数的中心向量, 此向量是一个与输入样本 x 的维数相同的列向量;

[0030] 蓄电池两端的电压值作为 RBF 神经网络的输出

$$[0031] \quad y = U = \sum_{i=1}^q w_i u_i - U_i \text{ (式 3)}$$

[0032] 式中, y 为 RBF 神经网络的输出, w_i 为隐含层到输出层的加权系数; U_i 为隐含层的阈值; 对于第 j 个样本, (x_j, y_j) 具体学习步骤如下:

[0033] (1) 分别按 (式 2) 和 (式 3) 计算 RBF 神经网络各隐含层单元的输出 $u_i(x_i)$ 和网络的输出 y_j ;

[0034] (2) 计算实际采集蓄电池两端电压与 RBF 神经网络输出之间的误差 $\|e_j\| = \|U - y_j\|$ 以及样本与已存在的隐含层单元的距离

$$[0035] \quad d_j = \|x_j - c_j\| \quad (j = 1, 2, \dots, q)$$

[0036] (3) 令 $d_{\min} = \min(d_j)$ 若满足条件

$$[0037] \quad \begin{cases} \|e_j\| = \varepsilon, d_{\min} > \lambda(j) \\ \lambda(j) = \max(\lambda_{\max} \gamma^j, \lambda_{\min}) \end{cases}, \text{即期望输出与实际输出之间的误差大于设定精度, 则增}$$

加一个隐含层神经元, 上式中, ε 为网络期望的精度; λ_j 为第 j 个输入时网络的拟和精度, 随着学习的进行, λ_j 从 λ_{\max} 减小到 λ_{\min} ; γ 为衰减因子, $0 < \gamma < 1$;

[0038] (4) 若不满足步骤 3 的条件, 按递推最小二乘法调节网络连接权值;

[0039] (5) 若对于连续输入的 N 个样本都满足 $\left\| \frac{w_i u_i(x_i)}{y_j} \right\| \leq \delta$ 式中 δ 为预定义的常数 (取

$N=100$) 则将第 i 个隐层单元删除;

[0040] (6) 输入第 $j+1$ 个样本, 重复上述过程;

[0041] 经过一系列学习训练后, 得到蓄电池的健康状况模型。

[0042] 本发明为了满足数据处理速度的需求, 系统采用了 ARM9 微控制器模块, 型号为 S3C2440 微控制器, 并提供了一系列外围设备, 包括多通道的 A/D 转换模块, 具有采样保持功能, 满足系统要求。

[0043] 数据存储采用具有使用方便、速度快、连接灵活、即插即用和总线供电等特点的 USB 设备, 其小巧便于携带, 数据存储量大, 性能可靠且可降低系统成本。

[0044] 采用基于 Qt/Embedded 应用程序的 GUI 开发环境, 控制界面人机友好, 提高了人机交互界面的显示效果。

[0045] 检测系统以资源丰富、价格低廉、性能稳定的 Linux 为操作系统, 大大提高了蓄电池参数测量的可靠性。

[0046] S3C2440 微控制器完成蓄电池性能参数 (充放电过程中蓄电池两端的电压、电路中的电流以及温度) 的数据采集, 然后通过神经网络软计算方法, 对于蓄电池检测系统进行建

模,从而有效解决电池健康状况(SOH(State of health))的在线监测。SOH的神经网络模型存在输入选择和输入空间划分的问题,依靠短时间的放电特性预测电池的SOH,必须正确的选择能够充分反映蓄电池SOH的测量数据作为输入和输出。通过比较分析选择充放电电路中的电流、温度作为模型的输入,根据模型的输入量电压值和标准的电压值判断蓄电池的性能状态。

[0047] RBF神经网络的学习过程分为两个阶段。第一阶段,对所有的输入样本进行K-mean聚类,计算出隐层各结点的高斯函数中心值 C_j 和标准化常数 δ_j ;第二阶段,在确定隐层参数后,根据样本利用最小二乘法,求出输出层的权值 W_i 。然后,根据样本,再对隐层和输出层的参数进行校正,以进一步提高网络的逼近精度。

[0048] 对蓄电池进行充放电实验,在整个充放电过程取T个时刻,测量各个时刻蓄电池两端的电压,得到各时刻的蓄电池的电压值:

[0049] $U_i = \{U_i \in R, i = 1, 2, \dots, T\}$

[0050] 通过序列的前N个时刻值预测后M各时刻值,则样本总组数为 $k=T-M-N+1$,可将每个样本的前N个值作为RBF神经网络的输入,后M个值作为目标输出。

[0051] 通过对样本的RBF网络构建和训练,实现从输入样本 R^N 到输出样本 R^M 的映射,并最终实现蓄电池健康状态的监测。

[0052] 最后将处理后的数据以及蓄电池的健康状态存储到USB设备中以解决传统蓄电池测量设备携带不方便、测量不灵活的不足,加之友好的基于Qt/Embedded的可视化界面,使蓄电池参数测量更加灵活方便,消除了为系统配置额外器件的需要,适用于手持式设备。

[0053] 多通道的AD转换模块,该模块具有可扩展性,可以对多通道进行扫描转换或对单通道进行连续转换,参考电压采用处理器内部的3.3V标准参考电压,性能稳定可靠。

[0054] 数据存储模块采用的S3C2440中的USB模块,设计中有两个USB口,一个口为USB A口,主要用于连接U盘、MP3等设备,另外一个为USB B口,通过标准的USB延长线与PC机连接,主要完成数据的传输。

[0055] 上位机采用资源丰富、价格低廉、性能稳定的Linux为操作系统,提供常用嵌入式芯片的驱动集,支持大量的周边硬件设备,驱动丰富,具有精简的内核,大大提高了控制系统的效率。通过Qt/Embedded软件设计图形界面,完成控制检测系统以及数据的显示等功能。

[0056] 本发明的有益效果是:本发明将高性能32位微处理器S3C2440及嵌入式Linux系统、Qt/Embedded应用到实际工业生产中的便携式检测系统的设计中和底层驱动设备的研究开发,具有一定的可行性和前瞻性。

附图说明

[0057] 图1为本发明的系统结构图;

[0058] 图2为分流器测量电流电路图;

[0059] 图3为系统流程图;

[0060] 图4为ARM微处理器利用神经网络处理数据的步骤。

[0061] 其中,1. ARM9微控制器模块,2. A/D转换模块,3. 数据采集模块,4. 数据存储模块,5. 蓄电池,6. 采集转换/控制接口,7. Qt/Embedded可视化界面,8. 整流电路,9. 电流采集

电路,10. 温度采集电路,11. 放大电路,12. 噪声处理电路。

具体实施方式

[0062] 下面结合附图与实施例对本发明做进一步说明。

[0063] 图 1 中,本发明系统硬件部分主要包括 ARM9 微控制器模块 1、A/D 转换模块 2、数据采集模块 3 和数据存储模块 4;

[0064] 其中,数据采集模块 3 采集蓄电池 5 的电压、电流和温度信号,送入 A/D 转换模块 2 (它可以是 ARM9 微控制器模块内部集成的,也可以是外接的);

[0065] 多通道的 A/D 转换模块 2,对模拟信号进行转换,然后经采集转换 / 控制接口 6 与 ARM9 微控制器模块 1 连接;

[0066] ARM9 微控制器模块 1,对采集的信息进行处理,并通过 Qt/Embedded 可视化界面 7 通过采集转换 / 控制接口 6 对数据采集模块 3 进行控制;完成蓄电池 5 性能参数即充放电过程中蓄电池 5 两端的电压、电路中的电流以及温度的数据采集和数据处理后,存储到外接的 USB 设备中;

[0067] 数据存储模块 4 为 USB 接口,与外部的 USB 设备连接。

[0068] 所述数据采集模块 3 包括整流电路 8、电流采集电路 9、温度采集电路 10、放大电路 11 和噪声处理电路 12;其中,

[0069] 噪声处理电路 12,去除采集的蓄电池 5 信号中的噪声信号,并与整流电路 8、电流采集电路 9、温度采集电路 10、放大电路 11 连接;

[0070] 整流电路 8 为单相桥式整流电路,完成对蓄电池 5 充放电过程中蓄电池 5 两端的电压信号的处理;然后将处理后的电压信号直接传送至 A/D 转换模块 2;

[0071] 电流采集电路 9 为分流器,分流器输出的电压值为 $0\sim 75\text{mV}$;

[0072] 温度采集电路 10 为温度传感器;

[0073] 电流采集电路 9、温度采集电路 10 经放大电路与 A/D 转换模块 2 连接。

[0074] 微控制器模块采用 Samsung 公司推出的 S3C2440 (ARM920T 内核)。该微控制器具有低功耗、高性能等特点,特别适用于手持式设备。内部集成了 8 通道的 A/D 转换器,即不需要外加 A/D 芯片就可以完成对数据的实时采集。与此同时, S3C2440 提供了一系列完整的系统外围设备,支持 WinCE、Linux 等操作系统,消除了为系统配置额外器件的需要,减少了整个系统的成本;具有触摸屏接口,为数据的虚拟帧显示提供良好的资源;具有方便数据传输和设备间通信的 USB 主机接口和 USB 设备接口。

[0075] 数据采集主要完成对电压、电流和温度信号的采集及模数转换等。数据采集过程中,为防止数据的混乱,A/D 转换模块选为多通道,每一时刻只有一路信号处于接通状态,降低了信号之间的相互干扰,提高信号采集的可靠性。转换结束后直接将数据读出,得到对应的数字量,该数字量通过采集转换 / 控制接口 6 传送至 ARM9 微控制器模块 1,然后 ARM9 微控制器模块 1 通过采集转换 / 控制接口 6 控制采集频率,系统中采用多次采集求平均值的方式,降低系统的误差。为了提高系统的灵活性。

[0076] 噪声处理模块 12 主要去除噪声,保证信号不失真的传送到 A/D 转换器的各通道。

[0077] 整流滤波电路选择单相桥式整流电路,蓄电池充放电过程中,电路中虽已存在整流电路,但是电压仍存在微小的波动,因此电路中需要添加整流滤波电路。该电路主要完

成对蓄电池充放电过程中电池两端的电压信号的处理,对单节蓄电池,两端的电压信号为 $2V \sim 2.4V$,为提高电压信号的稳定性,电路中需要一级反馈电路即电压跟随器对电压加以缓冲,同时隔离噪声信号,然后将处理后的电压信号直接传送至 A/D 转换器的相应通道即可;

[0078] 蓄电池充放电过程中,电路中电流比较大,因此采用成本较低的分流器测量电路中的电流,电路如图 2 所示。分流器输出的电压值为 $0 \sim 75mV$,为提高采集精度需将信号进行放大处理,放大芯片采用 AD620,根据实际需要,放大倍数设置为 25,然后将放大后的信号传送至 A/D 转换器的相应通道;

[0079] 对温度信号,温度传感器选用 PT100,经三线制电路转换后的电压信号比较微弱,需要进行放大处理,放大倍数选为 100,然后将放大后的信号传送至 A/D 转换器的相应通道。

[0080] 信号处理电路中采用滤波器将信号中的噪声率除掉,这里采用的滤波器为锁相环滤波器。

[0081] 数据存储模块 4 采用 USB 模块。为了提供 S3C2440 与 USB 设备、与主机之间的便捷的通道,系统设计了 USB Device 接口电路。系统能够自动识别 USB 设备,避免了数据的漏存。

[0082] 图 3 中,本发明工作方法的具体步骤为:

[0083] (a)本发明中性能参数的采集获取主要通过图 1 中的 3、8、9 部分完成,然后将采集到的数据送至数据处理电路进行处理,主要完成电流信号、温度信号的放大、滤波处理,电压信号的整流、滤波等功能,保证信号不失真的传送到 AD 转换器接口。

[0084] (b)Linux 操作系统的移植安装。Linux 操作系统具有良好的用户界面、丰富的网络功能、可靠的系统安全、良好的可移植等优点,使得应用程序具有良好的可扩充性,为进一步开发与研究提供了便利。考虑到使用情况和兼容性,本发明中选用的是 Fedora10 操作系统,该操作系统需要的磁盘空间比较小,同时可以安装需要的多种驱动。上位机初始化后先将 Linux 操作系统移植 TQ2440 开发板中,为驱动程序的开发与安装以及信号采集提供所需的接口和环境。

[0085] (c)驱动程序的开发与安装。Linux 操作系统有三种类型的设备进行操作,即:字符型、块设备和网络设备。AD 设备属于字符型设备,在设备驱动程序中,主要完成 AD 设备的“open”,“close”,“read”,“write”等操作产生时的相应函数,“read”函数中将 ADDATA 中的数据 COPY 到 user 存储器中,便于应用程序中读取数据;“write”主要完成对 ADCON 寄存器的控制字的设置,包括采集通道以及采集频率的设置等等。这些函数的入口地址被定位在程序中的“AD_file_operations”结构体中。

[0086] 在编写好 Linux 系统 A/D 和 USB 驱动程序后,定义好设备名,通过 make 命令编译出镜像文件 zImage.bin,烧写到嵌入式 Linux 的内核中,即完成了驱动程序的动态加载,在应用程序中就可通过 open、read 等函数对设备进行读写操作了。有了底层驱动的支持,用户可以根据自己的需要编写应用程序,不需要再对 S3C2440 的硬件进行配置。

[0087] (d)数据显示及界面的设计。本发明可视化友好界面的设计采用 Linux 下的 Qt/Embedded 作为界面开发平台,对系统采集和处理的数据进行显示以及系统的控制工作。Qt/Embedded 采用 C++ 语言,可直接与 Linux-C 混合编程,方便快捷。在(c)中已将设备的驱动程序加载到内核中,为 Qt/Embedded 和 Linux-C 的结合以及对特定设备文件的读写操作提

供了接口函数。因此 Qt/Embedded 上位机软件设计中就可以打开设备,进行读写等操作。

[0088] 人机界面设计,基于 Qt/Embedded 的图形化设计中主要通过按钮、tableWidget 和编辑框等组件完成系统中各种数据的显示及各个设备的控制操作。为了使图形界面更加友好可视化,采用了中英文结合的方式,为工作人员的操作和使用提供了方便。在 tableWidget 进行数据的显示中,为提高数据的清晰可读性,始终将最新采集的数据显示在屏幕中。通过程序设计,实时的控制 tableWidget 的位置。

[0089] 通过采集和 VECTOR 按钮启动检测系统,采集蓄电池状态参数(电压、电流和温度)采集控制/转换接口送至 ARM 微处理器,将数据进行转换处理后得到真实值,为后期数据处理做准备。

[0090] (e) ARM 微处理器中利用 RBF 神经网络进行数据处理的步骤如图 4 所示。

[0091] 步骤一,确定神经网络模型的输入输出参数。本发明在正确分析了蓄电池健康状态 SOH 的影响因素后,提出了以电流、时间和温度为输入、电压为输出的 RBF 神经网络,用以评价蓄电池的健康状态,具体评价标准:对于充电过程,采用一定的电流给予蓄电池充电,根据 Δt 时间后充入蓄电池的电量值 Q 以及当前的温度值 T ,得到当前蓄电池的电压值,然后与神经网络模型中输出的电压值 U_0 比较,如果电压值之差超过 $0.5V$,则认为该蓄电池健康状况不好,需要做进一步的处理,否则正常;同样放电过程也是如此。

[0092] 步骤二,以不同健康状态的蓄电池充放电过程中的各种参数作为学习和训练样本,采集多组处于不同健康状态的蓄电池在充放电过程中每一个阶段的电压、电流、温度及时间信号,作为神经网络信号的训练级,正确的建立蓄电池模型。

[0093] 具体的学习和训练过程如下:

[0094] 输入变量为

$$[0095] \quad x_j = [x_1, x_2]^T = [i_j, \psi_j]^T \quad (\text{式 } 1)$$

[0096] 隐含层径向基函数采用高斯激活函数

$$[0097] \quad u_i = \exp\left[-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right] (i=1, 2, \dots, q) \quad (\text{式 } 2)$$

[0098] 式中, u_i 为第 i 个隐节点的输出; c_i 为第 i 个隐节点的标准化的常数; q 为隐含层节点数; $x = (x_1, x_2)^T$ 为输入样本; c_i 为第 i 个隐节点高斯函数的中心向量,此向量是一个与输入样本 x 的维数相同的列向量。

[0099] 蓄电池两端的电压值作为 RBF 神经网络的输出

$$[0100] \quad y = U = \sum_{i=1}^q w_i u_i - U_i \quad (\text{式 } 3)$$

[0101] 式中, y 为 RBF 神经网络的输出, w_i 为隐含层到输出层的加权系数; U_i 为隐含层的阈值。对于第 j 个样本, (x_j, y_j) 具体学习步骤如下:

[0102] (1) 分别按 (式 2) 和 (式 3) 计算 RBF 神经网络各隐含层单元的输出 $u_i(x_i)$ 和网络的输出 y_j 。

[0103] (2) 计算实际采集蓄电池两端电压与 RBF 神经网络输出之间的误差 $\|e_j\| = \|U - y_j\|$ 以及样本与已存在的隐含层单元的距离

$$[0104] \quad d_j = \|x_j - c_j\| \quad (j = 1, 2, \dots, q)$$

[0105] (3) 令 $d_{\min} = \min(d_j)$ 若满足条件

[0106]
$$\begin{cases} \|e_j\| = \varepsilon, d_{\min} > \lambda(j) \\ \lambda(j) = \max(\lambda_{\max} \gamma^j, \lambda_{\min}) \end{cases}$$
,即期望输出与实际输出之间的误差大于设定精度,则增

加一个隐含层神经元,上式中, ε 为网络期望的精度; λ_j 为第 j 个输入时网络的拟和精度,随着学习的进行, λ_j 从 λ_{\max} 减小到 λ_{\min} ; γ 为衰减因子, $0 < \gamma < 1$ 。

[0107] (4) 若不满足步骤 3 的条件,按递推最小二乘法调节网络连接权值。

[0108] (5) 若对于连续输入的 N 个样本都满足 $\left\| \frac{w_i u_i(x_i)}{y_j} \right\| \leq \delta$ 式中 δ 为预定

[0109] 义的常数(取 $N=100$) 则将第 i 个隐层单元删除。

[0110] (6) 输入第 $j+1$ 个样本,重复上述过程。

[0111] 经过一系列学习训练后,得到蓄电池的健康状况模型。

[0112] 步骤三,实时在线的采集蓄电池的性能参数,根据步骤二中建立的模型,分析出蓄电池的健康状况 SOH,对问题蓄电池,系统给予报警处理,同时将报警信息同时保存和显示。对问题蓄电池,后期再做进一步的检测判断。

[0113] (f)数据存储。数据处理完后,通过 Config_write 函数将数据存放到 USB 设备中的 INI 文件中,数据包括数据采集时间 Date、电压 Voltage、电流 Current、温度 Temperature 以及蓄电池的健康状态 SOH。

[0114] 通过历史数据按钮查看历史数据, Config_read 函数在 USB 设备中 INI 文件中读出数据显示到 tableWidget 中,技术人员能够清晰的查看某个时间点采集的蓄电池的性能状态,以便对数据操作和分析。

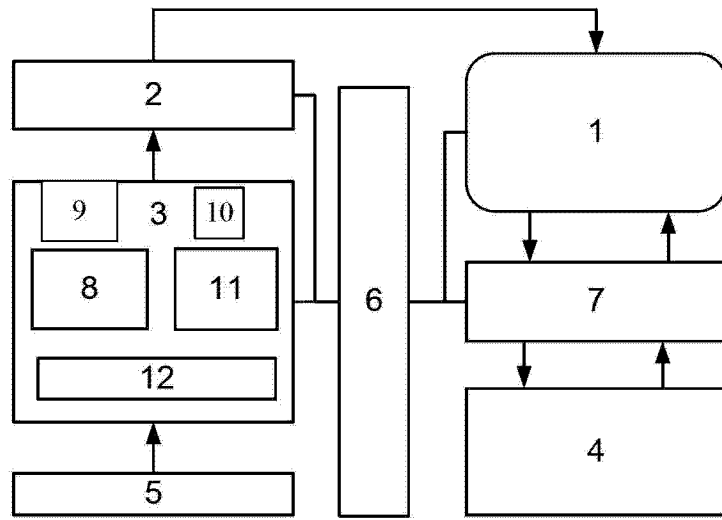


图 1

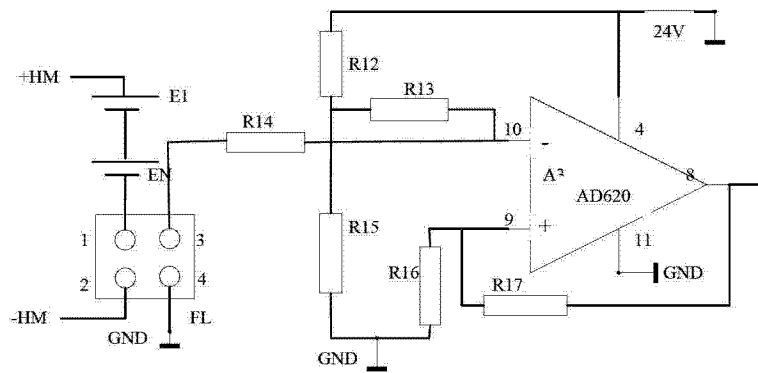


图 2

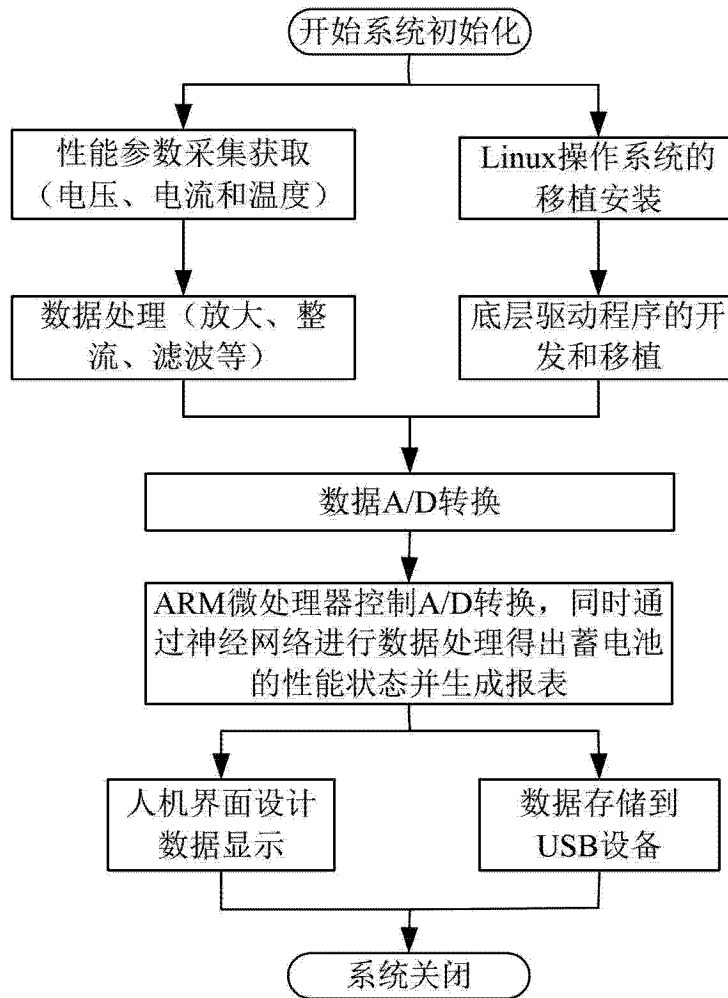


图 3

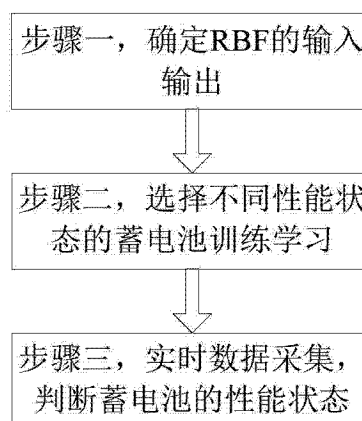


图 4