基于Modbus的快捷应急电源充电状态监测系统研究

翁利国，查 浩，罗杨茜玥

（国网浙江杭州市萧山区供电有限公司，浙江 杭州 311200）

摘要：极端自然天气下输电线路在线监测设备容易失电，而快捷应急电源对其重启动、再上线具有重要的作用，对输电线路的安全运行具有重要意义。设计了一种基于STM32单片机以及Modbus通信技术的快捷应急电源充电状态监测系统装置设计方案。该监测系统下位机硬件以STM32单片机为控制核心，使用Modbus通信技术实现监测平台与应急电源充电、放电数据的传输，并在PC机设计监测软件，实现对应急电源状态监测的功能。实验结果表明：该系统可以满足在线监测设备应急电源中对于充电状态的检测要求，并具有高准确度、实时性强和易操作的优点。

关键词：应急电源；充电状态；Modbus通信技术；STM32单片机

Research on charging state monitoring system of quick emergency power supply based on Modbus

WENG Liguo, ZHA Hao, LUO Yangxiyue

(State Grid Zhejiang Hangzhou Xiaoshan Power Supply Co., Ltd, Hangzhou 311200, China)

Abstract: In the extreme natural weather, the online monitoring equipment of transmission lines is prone to power loss. Under this case, the quick emergency power supply plays an important role in lifting and re-launching of the online monitoring equipment, thus is of great significance to the safe operation of transmission lines. A monitoring system device design scheme is designed for quick emergency power supply based on STM32 MCU and Modbus communication technology. The hardware of the lower computer of the monitoring system takes STM32 single chip computer as the control core, uses Modbus communication technology to realize the transmission of charging and discharging data between the monitoring platform and emergency power supply, and designs monitoring software on PC to realize the function of monitoring the status of emergency power supply. The experimental results show that the system can meet the requirement of charging state detection in emergency power supply of on-line monitoring equipment, and has the advantages of high accuracy, real-time and easy operation.

Key words: emergency power supply; charging state; Modbus communication technology; STM32 single chip microcomputer

0 引言

输电线路在线监测可指导工作人员对输电线路及杆塔设备进行检修、维护，对输电线路安全稳定运行具有重要的意义。在极端自然天气下

（如极端高温、极端低温、极端降水和长期降雪），在线监测设备电源系统极易失电，从而导致设备无法工作。而快捷应急电源对输电线路在线监测设备的重启动、再上线具有重要的作用，对输电线路的安全运行具有重要意义。

快捷应急电源的充电状态直接影响着监测设备的可靠性。市场上不同种类的应急电源均存在着正极材料稳定性、循环寿命、容量、安全性能以及价格方面的优劣问题，尚无统一的解决办法。为了保障用户的安全和方便出行，各家公司都致力于研发独有的一套应急电源管理系统，主要用于对应急电源的状态（电压、电流和温度等）进行监测，从而防止应急电源出现过充电和过放电的情况，进一步地延长应急电源的使用寿命。因此，保障应急电源在充电过程中处于正常工作状态尤为重要[1-2]。

针对应急电源的充电状态监测已经展开了许多研究，专家王波设计了基于LTC8903的电池管理系统，该系统使用外围电路的设计方法，包括电压采集滤波、电压均衡设计、温度采集模块以及SPI通信模块等，最大限度地减少了电路设计规模，很好地监测了电池的状态；张华辉等人基于锂离子电池设计了电池管理系统，该系统基于DSP进行处理，可以实现对单体电池电压、总电压、电流以及温度的监测功能，同时还具有通信、SOC估算的能力。尽管当前对应急电源充电状态监测的发展取得了一定的成就，基本实现了对电池的状态监测，但由于技术限制以及电池生产厂商的差异，电量的精准估测依然是研究的重要难题，主要表现为无法实现电池使用寿命的精准预测，无法对电池使用过程中包括电压、电流和温度等状态实现精准监测。因此，未来的发展难题依然是对电池电量的监测和寿命的评估。

基于此，对于在线监测设备应急电源充电状态监测系统的研究需要更大程度地实现对于电池充放电过程中的电压、电池温度、充电时间以及放电时间的准确监测，更好地实现数据的上传、处理和分析，可以根据状态信息完成对电池寿命的预估，从而满足市场所要实现的功能需求[3]。本文设计了一种基于Modbus快捷应急电源充电状态监测系统装置设计方案，实现了对应急电源状态高准确度、高实时性的有效监测。研究结果对于长航时应急电源的研发有重要意义。

1 监测平台设计

根据系统设计需求，本文设计了一种基于STM32单片机以及Modbus通信技术的监测系统装置设计方案，并搭建了系统方案设计图，监测系统框图主要由下位机的充电过程状态监测、单片机平台以及上位机信息处理三部分组成，如图1所示。充电过程和放电过程包括温度、电压、充电时间、放电时间、充电次数以及放电次数的监测。温度反映电池内阻的变化，充放电时间可以作为辅助对照，充放电电压可与额定值进行对比，充放电次数与电池正常寿命相关，这些参数均为监测电池性能的关键参数[4]。

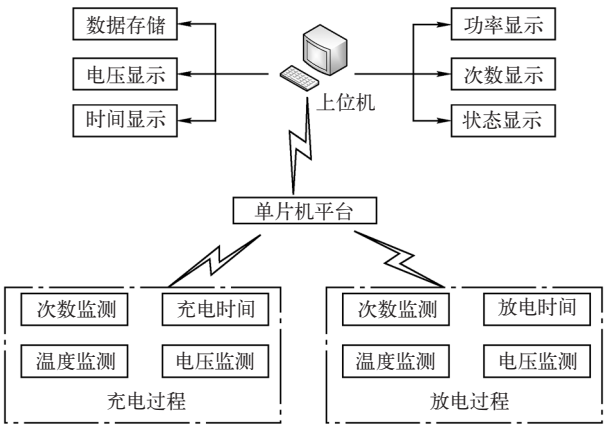


图1 监测系统方案设计

Fig. 1 Monitoring system plan design

由图1可知，单片机采集过程分为充电过程与放电过程两部分，充电过程的温度、电压和充电时间数据通过Modbus通信技术实时传输，放电过程的温度、电压以及放电时间数据通过先存储再传输的方式将数据传输至上位机，上位机读取数据后进行处理显示，将功率、次数、状态、时间和电压等数据通过图表的方式显示出来，并将数据存储，以供后续对电池状态进行评估处理。

2 硬件设计

根据监测系统方案设计，搭建了包括STM32

单片机平台、各个传感器的下位机硬件设计部分，满足实验部分的需求。

2.1 数据采集模块

数据采集模块是本次监控平台设计的下位机硬件设计的关键部分。数据采集主要包括电压、温度、充放电时间和次数的采集。其中，充放电时间通过单片机模块的计时电路和软件编程控制实现计时，次数的采集由PC端监测软件进行计数，这两项数据对于电池状态的判断可以发挥辅助作用。电压采集模块为常规的A－D转换模块，选取24位高准确度ADS1256IDB采集芯片，可实现对电压的精准采集。温度采集模块选取常规的温度采集芯片DS18B20，可实现对电池温度的采集[5]。

2.2 STM32单片机平台

STM32单片机平台主要用于将采集的数字信号进行归类处理，然后将数据打包传输至PC端。对于单片机，选取型号为STM32F103C8T6的芯片进行开发，它是一款基于ARM Cortex－M 内核的32位微控制器，程序存储器容量高达64 KB，工作电压范围为2~3.6 V，工作温度范围为－40 ~ 85 ℃。它属于常规监测芯片，可以很好地满足监测系统的需求[6]。

2.3 Modbus技术

Modbus通信技术是一种常用的工业通信手段，是将可编程序控制器与PC相连的通用的技术手段之一，常用于各种数据采集和过程监控的工业现场。适用于小规模到中规模的数据量传输，且Modbus协议的帧格式具有简单易懂、用户使用方便和厂商易开发的优点，可在短时间内实现设备间的连接通信，属于成熟的技术，满足本次监测系统设计的需求。

3 软件设计

3.1 软件设计流程

软件设计采用微软公司的Visual Studio进行设计，使用C#语言进行编程，软件设计的思路如图2所示。充电过程的数据采集选取实时的方式，放电过程的数据主要靠读取硬盘数据，将两部分的数据采集之后，与电池的标定电压、标定次数和功率值等进行对比分析，采用*K*近邻算法的方式进行电池性能的判断。

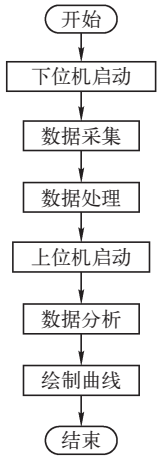


图2 软件设计流程

Fig. 2 Software design flow chart

3.2 *K*近邻算法

*K*近邻算法是一个理论上比较成熟的方法，也是一种简单的机器学习算法，该算法的思路为：如果一个样本在特征空间上的*K*个最相似（即特征空间中最邻近）的样本大多属于某一个类别，则该样本也属于这个类别。该系统中的主要思路为：通过该算法的分类思想将电压、温度、充放电次数和充放电时间的参数进行分类，根据特征值的相似度判断电池的完好程度。即充电过程中的充电电压、充电温度、充电次数和充放电时间四个参数中，前两个参数必须满足电池的设计要求，后两个参数中的任意一个满足要求时即为电池正常。放电过程中的放电电压、放电温度、放电次数和放电时间四个参数中，前两个参数必须满足电池的设计需求，后两个参数的任意一个满足要求时即为电池正常。设计流程如图3、图4所示。

4 实验设计及结果分析

4.1 实验设计

通过上述描述，该系统的主要功能为采集当前各参数信息并将其与标定参数值进行比较，根

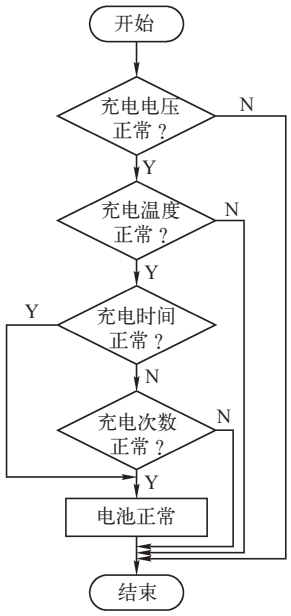


图3　充电过程程序设计流程

Fig. 3 Charging process programming flow chart

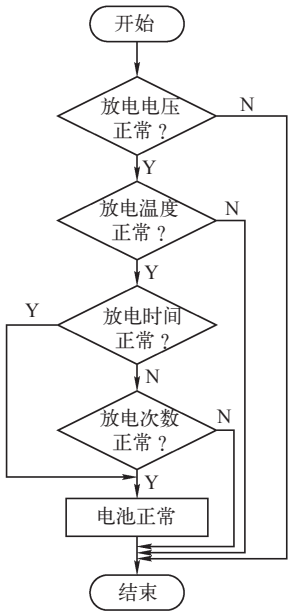
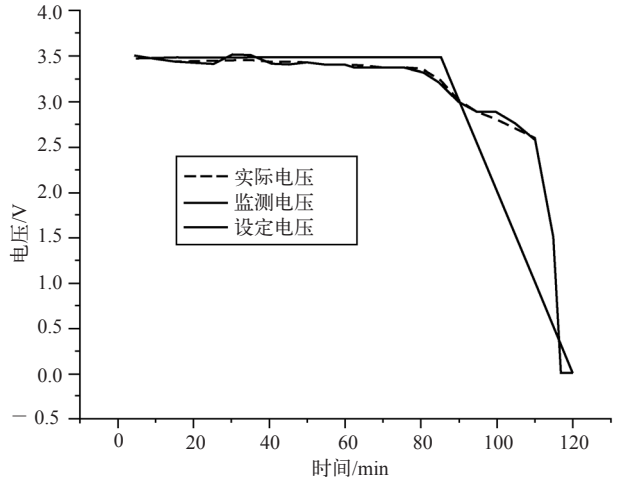


图4　放电过程程序设计流程

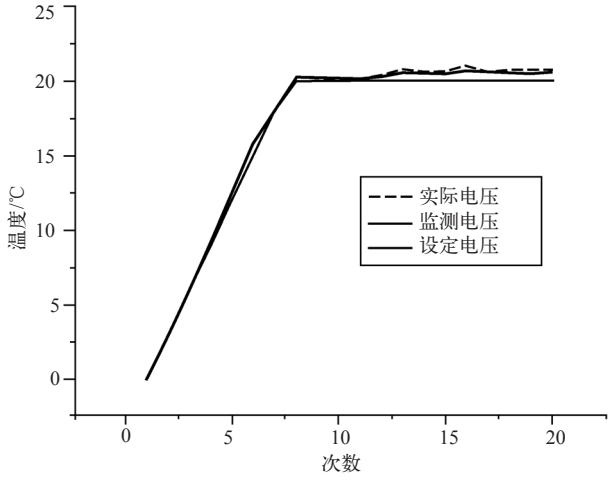
Fig. 4 Discharge process programming flow chart

据*K*近邻算法的思想对充放电的参数进行比对，从而判断当前电池状态是否正常。由于充放电时间参数通过单片机编程控制判断时间，充放电次数通过上位机对电池编号的记录进行判断，因此此次实验中主要介绍充电电压与温度的变化，并与实际电压和温度以及电池标定的电压和温度进行对比，从而判断监测系统的准确度以及可靠性。

本次选取实验室3.5 V充电电池进行实验，图5为放电过程中的电压和温度的对比图。



（a）电压监测对比



（b）温度监测对比

图5　放电过程电压/温度监测对比

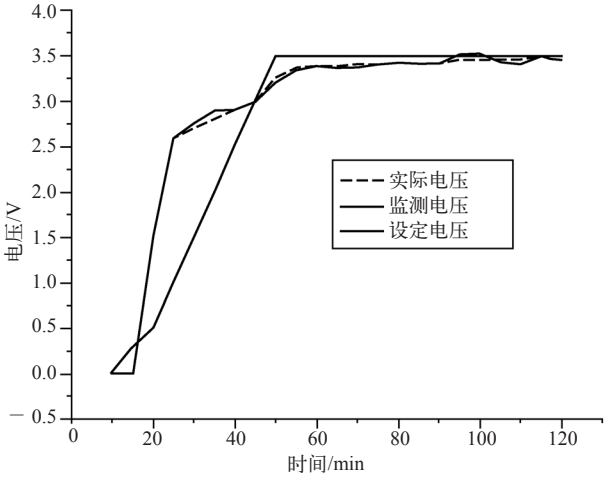
Fig. 5 Comparison diagram of voltage/temperature monitoring during discharge process

对放电过程中的电压、温度进行监测后，对充电过程中的电压和温度值同样进行了监测，监测结果如图6所示。

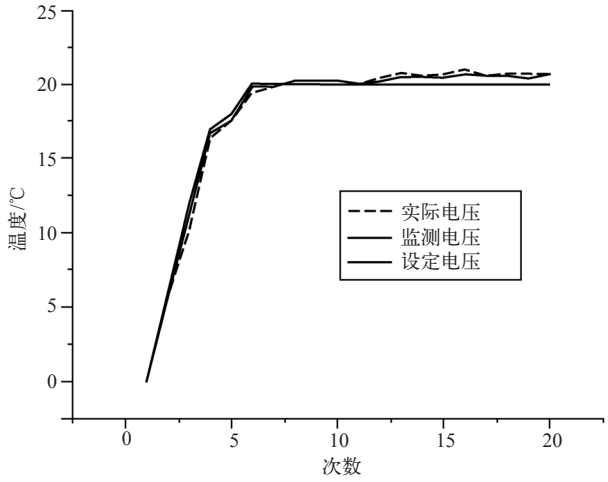
为了对系统的稳定性以及准确度进行验证，本次实验随机进行了300组数据的监测与判断，即在随机的时间内进行数据的采集，最后将数据进行汇总处理，对各段时间的数据进行分析，实验结果如下表所示。

4.2　结果分析

综合以上实验数据分析，无论是在充电过程



（a）电压监测对比



（b）温度监测对比

图6　充电过程电压/温度监测对比

Fig. 6 Comparison diagram of voltage/temperature monitoring during charging process

表　实验运行情况

Tab. Operation of experiment

组数	次数	差值<0.5 ℃	电压<0.5	准确度
1	100	96	95	0.95
2	100	94	97	0.94
3	100	98	97	0.97

中还是在放电过程中，监测系统采集数据的准确度均在94%以上，满足系统对温度、电压数据的采集、读取与分析，然后结合*K*近邻算法对电池状态进行一系列判断。实验结果表明：相较于之前的系统设计，本系统采集了充放电过程中的电压、温度、时间以及次数四个参数，通过多参数采集的硬件方法和*K*近邻算法分析的软件方法相结合，并通过电池的使用状态判断电池的状态，为电池寿命的评估工作提供了详细的数据分析基础。因此，本系统的设计满足实际环境中对于电池状态作出正确判断的需求，进一步提升了状态监测的准确度，对于提高在线监测设备稳定性具有指导意义。

5　结束语

综合以上实验过程以及数据发现，设计的电池状态监测系统既满足对于充放电过程中的物理参数的监测，同时可以通过*K*近邻算法对电池的状态作出判断，对于在线监测设备应急电源充电状态的监测研究具有重要的指导意义。

参考文献

[1] 张勇敢．电动汽车光伏充电桩系统研究与设计[D]．南宁：广西师范大学，2018．

[2] 武斌，陈峭岩，刘斌，等．电池管理系统监测平台的设计[J]．电测与仪表，2013，50(1)：112-116．

[3] 王文蔚，王祖明．中国能源可持续发展的途径[J]．能源研究与利用，2018(6)：41-45．

[4] 张钲浩，陈虹，靳召东．基于光伏电站数据采集与监测仪表的设计[J]．电测与仪表，2009，46(12)：48-51．

[5] 舒泽芳，王娟．面向电动汽车蓄电池组的状态信号检测系统设计[J]．机电信息，2018 (36)：129-130．

[6] 孙跃，蒋成，王智慧，等．基于PSGA的电动汽车动态无线供电系统优化布局[J]．电力系统自动化，2019，43(9)：125-131．

作者简介

翁立国

翁立国（1982－），男，硕士研究生，高级工程师，主要研究方向为配网自动化相关技术研究。

(收稿日期：2019－01－18)EA