

蓄电池在线监测两个关键技术的研究

朱晓明

(皖能马鞍山发电有限公司,安徽 马鞍山 243021)

[摘要] 在分析比较已有的各种蓄电池电压测量方法的基础上,提出了在蓄电池监测仪器研发方面的两个关键技术:一是采用低价格、高精度、高共模抑制比的 INA148 差动放大器芯片,组成一种线性采样电路,并以 ARM (STM32F103ZE)微处理器为核心,作为下位机负责采集 N 路蓄电池单节电压和温度等参数的巡检;二是选用 RS485 作为单片机与上位机实现远距离通信的串行接口,将定时采集的数据进行处理和向上位机传送,并通过“逻辑分析仪”为蓄电池的在线监测和故障快速诊断提供准确的技术参数.该技术已成功用于一种新型蓄电池组监测仪的研发,并在徐塘发电公司等企业得到了推广应用.

[关键词] 蓄电池组,在线监测仪,采样电路,串行通信,逻辑分析仪

[中图分类号]TM912 [文献标志码]A [文章编号]1672-1292(2013)03-0014-05

Study on Two Key Technologies for Battery Online Monitor

Zhu Xiaoming

(Wenergy Maanshan Power Generation Co., Ltd, Ma'anshan 243021, China)

Abstract:By analyzing different kinds of the reported voltage measuring methods for the battery voltage, two key technologies have been proposed for developing the battery online monitor equipment in this paper. Firstly, INA148 differential amplifier chip is suggested to make up the linear sampling circuit, which has such advantages as low cost, high precision and high common mode resistive ratio, and the ARM(STM32F103ZE) is employed as the lower level core microprocessor to make a tour collecting the voltage and temperature parameters of N lines single battery. Secondly, the RS484 is adopted as the serial communication interface to realize the long distance communication between single-chip microcomputers and host computer, by processing the collected data and transferring them to the host computer, and the logic analyzer is further utilized to offer the accurate technique parameters for online monitoring all batteries and fast diagnosing the failure ones. The above proposed two key techniques have been successfully applied in newly-developed battery online monitor equipment, which has been adopted by Xu-tang power plant, etc.

Key words:serial storage batteries, online monitor equipment, sampling circuit, serial communication, logic analyzer

目前,通信基站、电信机房动力设备和发电厂、变电站的操作电源系统大多采用直流电源,它要求配置蓄电池系统作为辅助电源,其使用寿命和安全可靠性倍受用户关注.但是,当使用不当或不能及时维护时,会经常导致蓄电池组中个别蓄电池的过放电或者早期失效,在后备电源投入使用时,就会严重影响整个电池组的放电容量,甚至导致整个供电系统的崩溃.因此,为保证在市电被切断时用电设备能够安全可靠运行,避免蓄电池在长期使用过程中因个别电池过放电或者失效而引发事故带来巨大的经济损失,对蓄电池进行实时在线监测和及时的故障诊断,已成为蓄电池电源系统维护工作的一项重要内容.

近年来,随着单片机和计算机在智能化控制方面的应用以及变配电所综合自动化系统研究的深入,国内外涌现出大量从事蓄电池自动化监测技术研究的科研单位和公司,对蓄电池在线监测产品进行研发和生产,实现对蓄电池的单体电池电压、工作温度和内阻等参数的测量.本文在分析比较目前已有的各种蓄电池电压测量方法的基础上,提出了在蓄电池监测仪器研发方面的两个关键技术:一是采用低价格、高精度、高共模抑制比的 INA148 差动放大器芯片,组成一种线性采样电路,并以 ARM (STM32F103ZE)微处理

收稿日期:2013-07-16.

通讯联系人:朱晓明,工程师,研究方向:电气自动化技术工程应用. E-mail:wmgszxm@163.com

器为核心,作为下位机负责采集 N 路蓄电池单节电压和温度等参数的巡检;二是选用 RS485 作为下位机与上位机实现远距离通信的串行接口,将定时采集的数据进行处理和向上位机传送,并通过“逻辑分析仪”为蓄电池的在线监测和故障快速诊断提供准确的技术参数^[1].

1 单体电池电压巡检的关键技术

蓄电池工作状态的监测关键在于对蓄电池端电压和电流信号的采集. 由于串联蓄电池组中的电池数量较多,个数一般为几十甚至上百个;单体电池的标称电压有 2V ~ 12V 不等,串接后整组电压很高,达 100 多 ~ 300 多 V. 由于每个蓄电池之间都有电位联系,因此,直接测量每个蓄电池的端电压等参数比较困难.

1.1 目前单体电池电压常见的几种监测方法

在研究蓄电池监测系统过程中,人们提出了许多测量串联电池组单体电池端电压的方法^[2],比如:

1.1.1 共模测量法

共模测量是相对同一参考点,用精密电阻等比例衰减各测量点电压,然后依次相减得到各节电池电压. 该方法电路比较简单,但是测量精度低. 比如,24 节标称电压为 12 V 的蓄电池,单节电池测试精度为 0.5% 的测试系统,单节电池测试绝对误差 ± 60 mV,24 V 节串联积累的绝对误差可达 1.44 V,这种方法只适合串联电池数量较少且对测量精度要求不高的场合.

1.1.2 差模测量法

差模测量是通过电气或电子元件选通单节电池进行测量. 当串联电池数量较多而且对测量精度要求较高时,一般应采用差模测量方法.

1.1.3 继电器切换提取电压

传统的比较成熟的测试方法是用继电器和大的电解电容做隔离处理,其基本的测试原理是:首先将继电器闭合到蓄电池一侧,对电解电容充电;测量时把继电器闭合到测量电路一侧,将电解电容和蓄电池隔离开来,由于电解电容保持有该蓄电池的电压信号,因此,测试部分只需测量电解电容上的电压,即可得到相应的单体蓄电池电压. 此方法具有原理简单,造价低的优点. 但是,由于继电器存在着机械动作慢,使用寿命低等缺陷,根据这一原理实现的检测装置在速度、使用寿命、工作的可靠性方面都难以令人满意. 为解决上述问题可将机械继电器改用光耦继电器,这样无需外加电解电容,可提高可靠性,速度和使用寿命也可随之提高. 如光耦继电器 AQY210 的负载能力高达 350V,足以让蓄电池的电压直接通过,解决了蓄电池信号电位过高的问题. 其引脚如图 1 所示,当 1、2 号引脚之间有正向电流流过时,3、4 号引脚之间的光敏 MOS 管导通,即可选中某节蓄电池,将其电压值送入后级.

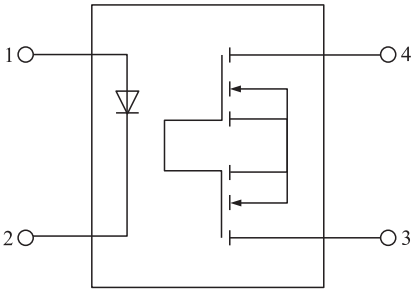


图 1 AQY210 引脚图
Fig.1 Pins of AQY210

1.1.4 V/F 转换无触点采样提取电压

V/F 转换法的工作原理是:取单节蓄电池的端电压经分压(降低功耗)后作为 V/F 转换的输入,分压电阻的分散性可通过 V/F 转换电路调整,V/F 转换信号输出通过光电隔离器件送到模拟开关,处理器通过控制模拟开关采集频率信号. 数据采集电路与数据处理电路采用光电隔离和变压器隔离技术,实现两者之间电气上的隔离. 采用 V/F 转换的缺点是响应速度慢,在小信号范围内线性度差,精度低.

1.1.5 浮动地技术测量电池端电压

由于串联在一起的电池组总电压达几十伏甚至几百伏,远远高于模拟开关的正常工作电压,因此需要使地电位随测量不同的电池电压自动浮动,以确保测量的正常进行. 每次工作时先由模拟开关选通,使其被测电池两端的电压信号接入测试电路,此信号一方面进入差分放大器,另一方面进入窗口比较器,在窗口比较器中与固定电位(V_r)相比较,从窗口比较器输出的开关量状态可识别出当前测量地(GND)的电位是否合适,由此来通过控制器对地电位进行浮动控制. 该方法如不能对地电位进行实时精确控制,就会影响整个系统的测量精度.

1.2 线性电路采样法

本文提出的线性电路采样法是为每个单体蓄电池配置一片线性运算放大器,就近完成信号的采集;多路模拟开关分时实现把多路数据中的某一路数据传输到公共数据线上,将由 A/D 进行模数转换后的数字信号传输给单片机. 单片机通过 RS485 串行通信与上位机实现远程测控的功能,图 2 所示为蓄电池在线监测系统的原理框图.

假设有 10 个单体蓄电池以串联形式相连,每个蓄电池的标称电压 12 V,组成的回路最大电位差可达 120 V,这样测量最上端的那个运算放大器存在的共模电压信号最高可达 100 余 V,并依次降低,尽管,实际需要测量差模电压信号. 为此,在本系统中选择了 BURR-BROWN 公司推出的新颖芯片 INA148^[3],这是一款精度高、低功耗的单位增益放大器,是一种集成薄膜电阻网络的单一单片器件,具有±200 V 输入共模电压范围,增益误差在 0.075% 以下,非线性度在 0.002% 以下,共模抑制比比为 86 dB. INA148 的内部电路如图 3 所示.

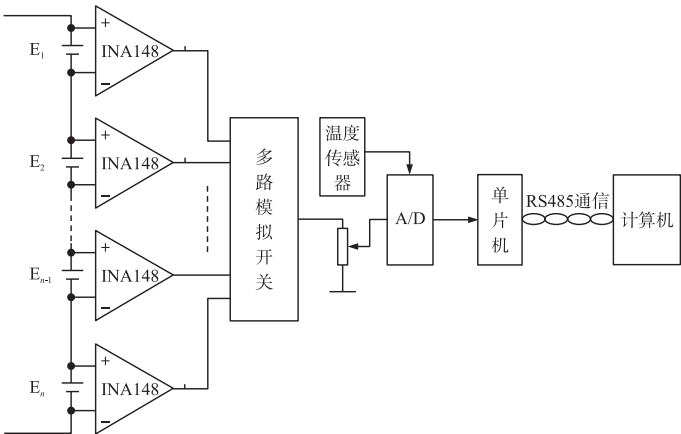


图 2 蓄电池在线监测系统原理框图

Fig. 2 Diagram of the battery online monitor system

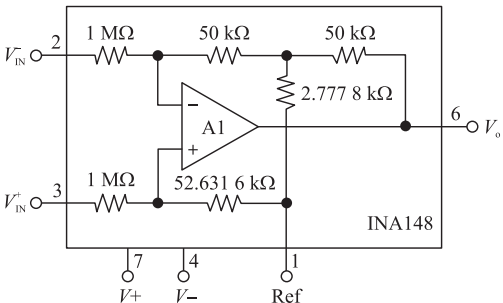


图 3 INA148 内部结构图

Fig. 3 Diagram of INA148

本设计以 ARM(STM32F103ZE)微处理器为核心,作为下位机负责对 N 路蓄电池单节电压和温度的巡检,采用 N 个 INA148 构成的电压采样电路实现对回路中单个蓄电池端口电压的测量. 由于 INA148 的增益固定为 1,所以在实际测量时,输出需进行衰减以满足后续 A/D 转换电路测量的需要,这种方式能充分地保证系统的测量精度. ARM 用以定时采集和处理数据,并通过 RS485 串行通信口向上位机传输数据,以 STM32 为本系统控制器的核心器件组成的“数据采集模块”与蓄电池组就近安装,能最大程度地降低工作量和安装成本.

2 串行通信的关键技术

实现单片机与上位机的远距离通信须具备良好的通信方式,鉴于 RS485 具有远距离传输和多站功能等优点,本设计首选 RS485 为串行接口^[4,5].

2.1 通信布线要点

RS485 接口采用了差分接收方式,灵敏度为 200 mV 即可识别,抗噪声干扰性好. RS485 接口的最大传输距离约为 1 200 m,在总线上是允许链接多达 32 个收发器,其前提条件是通信线质量较好,波特率适中,负载设备较少,RS485 通信布线工作需按照如下要求进行.

(1)通信线

选择的通信线线径应不小于 0.5 mm,且通信距离越长通信线内径应越粗,这样可以有效减小信号衰减,通常采用的通信线线径为 0.5 ~ 1.0 mm. RS485 接收器使用双绞线,其抗干扰效果更佳.

(2)匹配电阻

RS485 总线在通信线的开始和末端,由于电缆的阻抗不连续,信号在这些地方会引起信号反射,总线反射会使接收器收到错误的信号,导致 CRC 校验错误或整个数据帧错误. 因此,在实际应用时,在通信距离不超过 100 m 时可以不添加匹配电阻,在超过 100 m 时,若通信误码率高,总线首尾需匹配约为 120 Ω 的电阻,可有效抑制信号反射.

(3)通信接线

RS-485 为半双工模式,采用终端匹配的总线型结构,不支持环形或星形网络,最好采用一条总线将各个节点串接起来,从总线到每个节点的引出线长度应尽量短,以使引出线中的反射信号对总线信号的影响最低.

2.2 常见故障及处理

通信故障可能存在多种原因和类型,一般可归纳为:接线错误、线路中断、通信短路、通信不稳定、电平异常和硬件损坏. 较好的处理方式是改成有源通信转换器或信号延长器,用“串口小助手”或“逻辑分析仪”来查找故障原因.

这里介绍采用逻辑分析仪来验证数据传输的准确性. 以传输采集到的单节电池电压(2.14 V)为例,12 位 ADC,当输入的模拟电压满量程为 3.3 V,则对应数字量则为 2 656,换算成 16 进制为 0xA60,分两字节发送,先发高 8 位 0xA,对应数据流为 10 01010000 1,后发低 8 位 0x60,对应数据流为 10 000001100 1. 数据流中开始的“10”为起始位,接下来的 9 位为传输数据,最后的“1”为停止位,如图 4 所示为 RS485 总线上的数据流.

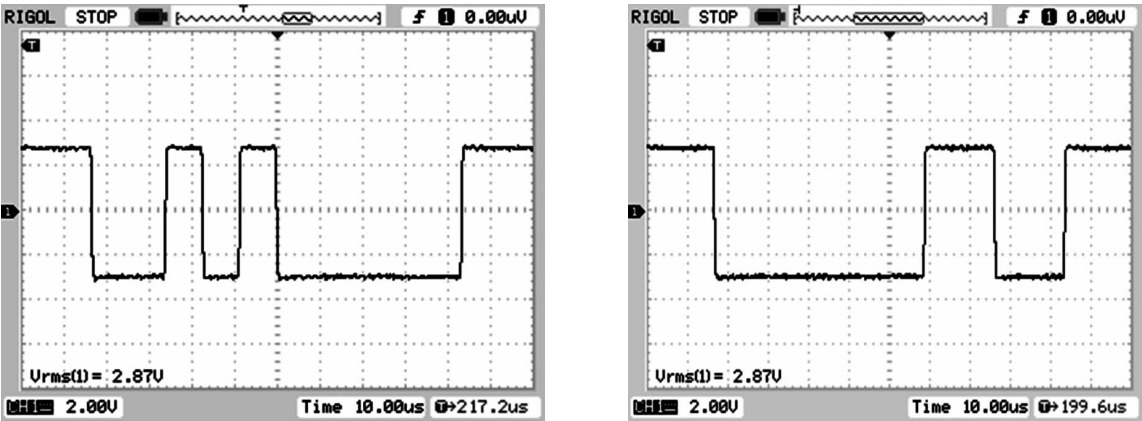


图 4 RS485 总线上数据流
Fig. 4 Data stream of RS485 BUS

从图 4 中可以看出,数字示波器 Y 轴显示 2.00V/每格. 由于 RS485 采用二线差分平衡传输,其信号逻辑“0”为-2.87V,信号逻辑“1”为+2.87V,符合其定义,电平正常.

该技术已成功用于一种新型蓄电池组监测仪的研发,并在江苏徐塘发电有限公司等企业得到了推广应用. 系统由蓄电池在线监测仪、工业控制计算机和蓄电池巡检控制柜组成,装置实物图如图 5 所示.



(a)蓄电池在线监测仪 (b)蓄电池巡检控制柜

图 5 装置实物图
Fig. 5 Photo of the battery online monitor system

上位机实时监测界面如图 6 所示.



图 6 蓄电池实时监测界面
Fig.6 Battery online monitor surface

3 结语

在分析比较各种蓄电池电压测量方法的基础上,采用低价格、高精度、高共模抑制比的新颖差动放大器芯片 INA148,组成一种线性采样电路,实现了蓄电池容量的在线准确监测;选用 RS485 为单片机与上位机远距离通信的串行接口,针对通信故障可能出现的诸多原因,用“逻辑分析仪”为蓄电池的在线监测和故障快速诊断提供准确的技术参数,实践证明是行之有效的方法。

[参考文献] (References)

[1] 李德资. 基于 ARM 的蓄电池巡检软硬件系统设计与实现[D]. 南京:南京师范大学电气与自动化工程学院,2012.
Li Dezi. Design and application of battery on-line monitoring software and hardware system with ARM[D]. Nanjing:School of Electrical and Automation Engineering,Nanjing Normal University,2012. (in Chinese)

[2] 鲁基春,杜永甫. 串联电池组电压测量方法分析与研究[J]. 科技信息,2007(25):52-55.
Lu Jichun, Du Yongfu. Analysis and study on voltage measuring method for serial storage batteries[J]. Science and Technology Information,2007(25):52-55. (in Chinese)

[3] 德州仪器. INA148 +/-200V Common-mode voltage difference amplifier PDF[EB/OL]. 2012. www.ti.com.cn.
Texas Instrument. INA148 +/-200V Common-mode voltage difference amplifier PDF[EB/OL]. 2012. www.ti.com.cn. (in Chinese)

[4] 肖硕,李莉娜. 单片机数据通信典型应用大全[M]. 北京:中国铁道出版社,2011.
Xiao Shuo,Li Lina. The Typical Application Bible of Single-Chip Microcomputer Data Communication[M]. Beijing:China Railway Publishing House,2011. (in Chinese)

[5] 顾学乔,李杰,徐寅林. DSP 与 PC 机的高速数据传输接口设计与实现[J]. 南京师范大学学报:工程技术版,2009,9(3):73-77.
Gu Xueqiao,Li Jie,Xu Yinlin. Design and implementation of DSP and PC high-speed data transfer interface[J]. Journal of Nanjing Normal University:Engineering and Technology Edition,2009,9(3):73-77. (in Chinese)

[6] 杜娟,邱晓晖,赵阳,等. 基于 LabVIEW 的数据采集与信号处理系统的设计[J]. 南京师范大学学报:工程技术版,2010,10(3):7-10.
Du Juan,Qiu Xiaohui,Zhao Yang,et al. Data acquisition and single processing system based on labview[J]. Journal of Nanjing Normal University:Engineering and Technology Edition,2010,10(3):7-10. (in Chinese)

[7] 黄国兵,高亚洲,冯龙喜. 基于 ARM7 的蓄电池组在线监测装置的设计[J]. 西安工程大学学报,2010,24(6):780-786.
Huang Guobing,Gao Yazhou,Feng Longxi. Design of battery online monitor unit based on ARM7[J]. Journal of Xian Polytechnic University,2010,24(6):780-786. (in Chinese)

[8] 董红政,姚雷博,宋丽君等. 蓄电池组在线监测维护系统研究与设计[J]. 自动化技术与应用,2010,29(7):66-68.
Dong Hongzheng,Yao Leibo,Song Lijun,et al. Research and design of online monitoring and maintenance system for storage batteries[J]. Techniques of Automation and Application,2010,29(7):66-68. (in Chinese)

[责任编辑:刘 健]