

# 基于 CAN 总线网络的蓄电池参数巡检系统设计

吴杰长<sup>1</sup>, 陈立志<sup>2</sup>, 郭朝有<sup>1</sup>

(1. 海军工程大学 船舶与动力学院, 湖北 武汉 430033; 2. 海军上海保障基地, 上海 200083)

**摘要:**针对大量蓄电池参数的实时检测要求,对基于控制器局域网(CAN)总线的蓄电池巡检系统(IMS)进行了深入研究,选用集成CAN控制器的PIC18F458作为数据采集模块的MCU进行电路设计,对系统核心电路和电压、电流及电解液液位信号采集处理电路及程序设计问题进行了全面论述,根据使用要求优化了上位主机和CAN通讯卡的选型和系统集成,完成了巡检系统样机设计和功能调试。试验过程中构建了双通道5节点网络。样机试验和测试结果表明,所提出的设计思路和方法可行,易于扩展,调试维护简单,并具有良好的工程适用性。

**关键词:**控制器局域网网络总线;蓄电池;巡检系统;PIC18F458

中图分类号:TP274;TM912

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)08-0073-04

## Design of CAN-based itinerant monitoring system for lots of batteries' working parameter

WU Jie-chang<sup>1</sup>, CHEN Li-zhi<sup>2</sup>, GUO Chao-you<sup>2</sup>

(1. College of Naval Architecture and Power, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China;

2. Navy Equipment Maintenance Base of Shanghai, Shanghai 200083, China)

**Abstract:** Aiming at realtime monitoring lots of batteries' working parameter, the controller area network (CAN) based itinerant monitoring system (IMS) was studied and developed. According to the industrial single chip status quo, the IC of PIC18F458 embedded with CAN controller, was selected as MCU of basic circuit. And then, the corresponding physical signal processing circuit and the program's design method were fully presented, the central computer and CAN adapter were integrated into the IMS. As a sample, a kind of IMS with double CAN channel of five nodes was completed. The experiment and application results indicate that the technique and method are effective and attractive, at the same time it is easy to extend and maintain, and it is suitable for engineering application.

**Key words:** controller area network(CAN) bus; battery; itinerant monitoring system(IMS); PIC18F458

## 0 引 言

蓄电池是大量工业应用、舰船动力和电力系统中的重要储能设备。在实际应用中,一般根据应用需求配置一定数量蓄电池构成蓄电池组。蓄电池作为应急及辅助能源、或作为主动力源给负载供电时,其处于放电过程,电能消耗到一定程度则必须进行充电。充、放电过程中,蓄电池极板活性物质与电解液发生电化学反应,电池物理化学特性及相关参数(蓄电池端电压,

电解液密度、温度、液位等)亦不断变化。因此,为实现蓄电池的科学管理和维护使用,在充、放电过程中,需要实时监测每块电池端电压、电解液温度和液位,以及蓄电池组充、放电电流等参数<sup>[1-3]</sup>。当蓄电池数量较多时,采用传统的集中-分布式监测、RS-485等串行通讯技术将使巡检系统的设计、安装、调试、维护变得非常困难。

考虑到基于现场总线、特别是基于CAN总线的测控系统在可靠性、适应性、扩展性、可维护性、容错性、

故障判别和管理等方面与传统的 DCS 测控系统相比具有明显的优越性,其更易于实现集中管理,且故障隐患分散,为了实现模块化、通用化、系列化的设计要求<sup>[4-5]</sup>,本研究特对基于 CAN 总线的蓄电池参数巡检系统进行深入研究,以 PIC18F458 单片机为 MCU 设计和研制样机,并进行试验测试。

## 1 基于 CAN 总线的蓄电池巡检系统总体架构

CAN 总线采用 ISO/OSI 模型中的物理层和数据链路层<sup>[6-7]</sup>,物理层包括 3 部分:物理信令(PLS, Physical Layer Signalling)、物理媒体附件(PMA, Physical Medium Attachment)和媒体接口(MDI, Medium Dependent Interface);数据链路层包括两部分:逻辑链路控制子层(LLC)和媒体访问控制子层(MAC)。从通讯网络构成角度讲,CAN 总线是一种支持分布式控制和实时控制的串行通讯网络,可实现全分布式多机冗余系统,可以点对点、一点对多点以及全局广播几种方式传送和接收数据,实际系统采用总线式网络拓扑结构。

本研究中蓄电池巡检系统网络总体架构按规范的 CAN 总线网络拓扑结构<sup>[8-9]</sup>设计,用于监测 2 组蓄电池工作参数。在样机研制中,上位主控微机配置 1 块 CAN104 型双 CAN 通道接口板,每路 CAN 接口通道通过物理总线与其中 1 个蓄电池组参数监测模块、以及该组蓄电池中所有单个蓄电池参数监测模块顺序相连,构成如图 1 所示的基本监测网络。在如图 1 所示的 CAN 总线网络监测系统的试验样机中,每个独立 CAN 总线网络通道共配置 5 块蓄电池参数检测模块、1 块蓄电池组参数检测模块。

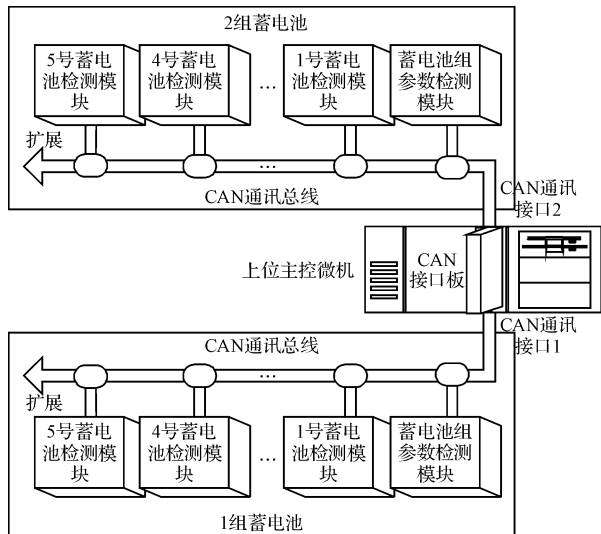


图 1 双 CAN 总线网络总体结构

## 2 蓄电池参数采集模块及其功能实现

### 2.1 MCU 选型及基本电路设计

MCU 选型的基本原则是在“满足任务需求、便于开发和编程”的前提下尽量选用高集成度、接口资源丰富的芯片,以充分利用单片机的“单片”特性,减少电路板元器件和外围器件的使用数量,简化硬件设计、降低成本、提高产品可靠性指标<sup>[10]</sup>。本研究选用 Microchip 的 16 位程序字增强型、集成了 CAN 控制器的 PIC18F458 单片机<sup>[11]</sup>为核心器件进行设计。PIC18 系列 MCU 采用先进的 RISC 架构,支持 FLASH 和 OTP 器件;具有增强型内核,32 级堆栈和多种内部和外部中断源;采用指令和数据总线相互分离的哈佛结构,允许 16 位指令和 8 位数据同时在分离的总线上传输,指令执行速度快;集成了 CAN 控制器和 10 位 A/D 转换器等特殊功能模块,可极大地减少外部元件的使用、降低成本、提高可靠性并降低功耗;此外,尚具备可编程低压检测(LVD)和可编程欠压检测(BOD)等特殊功能。

由于 PIC18F458 的高集成度和单片性,只需加极少外围器件即可构成一最小系统,综合考虑 CAN 通信接口、电路供电、附带时间信息的采集数据滚动储存等功能要求而设计的基本电路如图 2 所示。图中采用 6N137 进行 CAN 信号隔离,采用 MCP2551 实现 CAN 总线驱动,MAX1674 用于 DC 电源升压变换,DS1307 和 24LC512 用于提供附带时间信息的历史采集数据存储功能。

### 2.2 信号采集接口电路设计

对单块蓄电池配置 2 个长度不同的电容式液位传感器用于测量蓄电池电解液上、下限液位,在下液位传感器壳体内部同时集成安装 DS1821 型数字式温度传感器用于测量电解液温度,蓄电池电压信号采用仪表放大器芯片后处理后直接与 PIC18F458 的 A/D 转换接口。液位传感器信号可通过精密电阻采样后送 A/D 口(或经过仪表放大器芯片处理后再送 A/D 口)。蓄电池组电流通过分流器可转化为电压信号采集,内部电路设计类似。根据以上论述选型的芯片及设计的单块蓄电池信号采集电路如图 3 所示。

### 2.3 程序设计及调试

为缩短开发周期、提高编程效率,本研究采用 C 语言,并在 MPLAB 环境下进行程序设计和仿真调试。程序设计中采用“自上而下”的设计思路并充分贯彻模块化编程指导原则,将蓄电池参数采集模块总体程

序构架划分为主程序初始化模块、信号处理主程序、CAN 通信初始化模块、CAN 通信子程序、A/D 转换子

程序、开关量 I/O 子程序、延迟子程序以及休眠唤醒子程序。

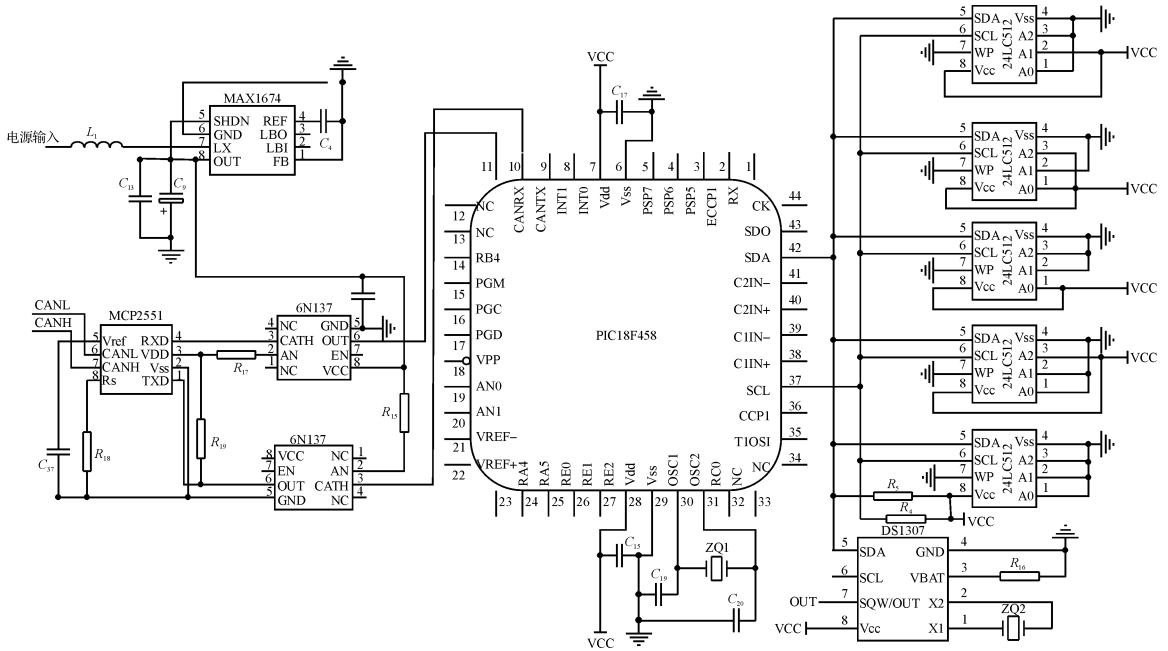


图 2 基本电路设计

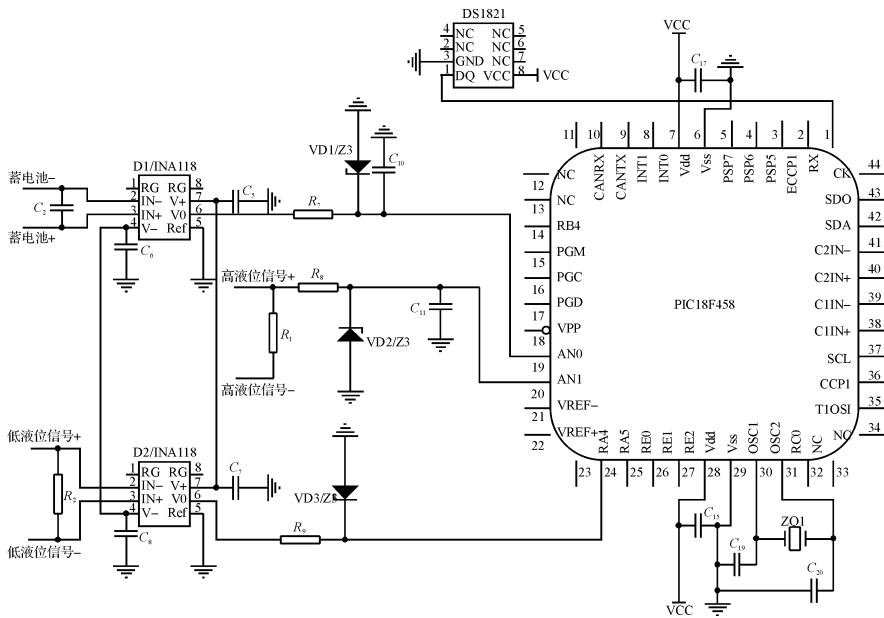


图 3 信号采集接口电路

### 3 上位集中监控微机软、硬件系统

#### 3.1 主机及 CAN 通信板卡优化配置

为适应蓄电池舱室内恶劣的环境工作条件并便于安装和维护管理,本研究选用 SBS 的 PC7 型嵌入式单板机作为巡检系统的上位主控机,PC7 单板机 I/O 接口丰富,并配置有 PC104 总线接口,便于应用标准尺寸的 PC104 工控板卡。根据该单板机接口特点和巡

检系统双 CAN 总线网络总体设计方案,笔者选用基于 PC104 总线的 2 通道 CAN 通信板 (RCAN104) 与现场基于 CAN 总线的检测模块进行通信。

RCAN104 通信板使用系统内存地址映射空间方式,线性物理基地址由 6 位拨码开关 JPO 设定,分别表示 6 个二进制位 S5 ~ S0 (on 位置时表示为 1 值,在 off 位置则表示为 0 值),板卡硬件线性物理基地址 Address 组成格式为 0x000XY000,其中, X = 0x0C + (2 × S5 + S4)、Y = 8 × S3 + 4 × S2 + 2 × S1 + S0。由于单板

机主板的部分内存地址空间可能已经被主板或其他设备占用,在将通信板接插于主板前及驱动安装过程中,应根据单板机接口资源地址分配设置好 RCAN104 的拨码开关,同时根据下位检测模块 CAN 总线通信速率设置好 RCAN104 的波特率。

### 3.2 上位机集中监测软件设计

本研究以 C++ Builder6.0 为编程工具进行上位机集中监测软件的开发,并参照船舶自动化系统软件功能要求进行设计,实现的基本功能为:实时监测数据显示、参数超限故障报警和打印(含定时打印、召唤打印和故障报警打印);历史数据查询浏览;蓄电池电压、电流监测参数的人工校正;单块蓄电池监测参数的统计数值柱条图界面显示等。为充分体现 CAN 网络优越的故障界定和管理功能,软件中通过判读 CAN 通信数据中的错误帧信息设计了蓄电池监测模块 CAN 通信或其他硬件故障报警实时弹出窗口,为方便快捷地了解所有蓄电池充放电过程中的主要工作参数(电压)分布情况,软件中同时设计电池数量/电压值柱条图统计显示页面(如图 4 所示),为蓄电池的科学管理提供了极大便利。

在程序设计中本研究采用人工实测 2 个典型工作点的参数与相应工作点的检测数值进行对比来进行校正,由程序自动计算出校正系数,从而实现参数在线调校功能。

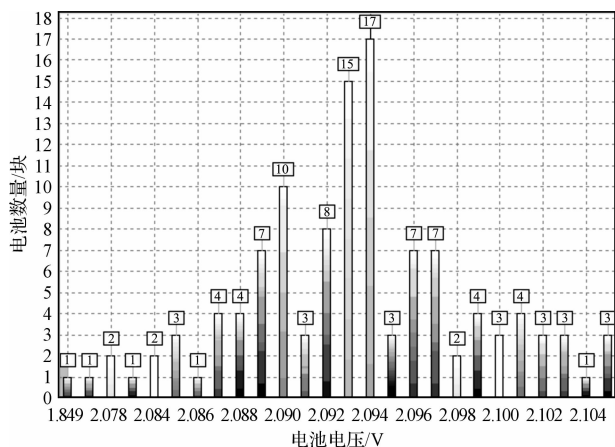


图 4 蓄电池电压数值柱条图统计显示界面

## 4 巡检系统样机试验与测试

在本研究巡检系统的实际应用对象中,单块蓄电池电压约 1.80 V ~ 2.35 V,随着充、放电过程的进行而发生变化。为较好模拟被测对象,样机测试中采用数字式程控直流电源给监测模块供电、同时模拟蓄电池待测电压和电流,在装入一定水量的容器中插入液

位和温度传感器用于模拟测量上下限液位和温度。

根据上述试验设计方法,笔者在实验室条件下对研制的巡检系统样机进行了试验测试,试验测试中每路 CAN 通道连接 5 个现场监测节点。系统运行过程中上位机监测数值正确,人为设置监测节点故障时巡检系统样机能实时报警和打印故障信息,功能满足要求。

## 5 结束语

巡检系统样机研制、调试和试验表明,本研究采用集成 CAN 控制器和接口丰富的 PIC18F458 芯片为 MCU 构建 CAN 总线网络测控系统,极大地简化了电路和程序设计。按本研究所述方法可极大简化系统设计、安装、调试及维护工作,且便于建立冗余通信网络,尤其适于多节点和大量参数检测的场合,工程应用价值明显。

### 参考文献(References):

- [1] 徐国顺,庄劲武,杨 锋,等. 大容量蓄电池组的数学建模及参数辨识[J]. 海军工程大学学报,2007,19(3):35-38.
- [2] 蔚 兰,岳 燕,刘启中,等. 电动汽车蓄电池充放电装置控制系统设计[J]. 电力电子技术,2009,43(9):69-71.
- [3] QIU Wang-biao, QIU Zhi-yuan. Design for Symmetrical Management of Storage Battery Expert System based on Single Battery[C]//Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. Luoyang, China: [s. n.], 2006:1141-1146.
- [4] 罗卫东,黄 克,邱望标. 电动汽车蓄电池组智能均充管理系统[J]. 机电工程,2008,25(4):78-79.
- [5] 杜尚丰,曹晓钟,徐 津,等. CAN 现场总线测控技术及其应用[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
- [6] ANDÒ B, SAVALLI N. CAN bus networked sensors use in orientation tools for the visually impaired wired versus wireless technology [J]. IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, 2008, 11(2):49-52.
- [7] HANSSON H A, NOLTE T, NORSTROM C, et al. Integrating reliability and timing analysis of CAN-based systems [J]. IEEE T. Industrial Electronics, 2002, 49(6):1240-1250.
- [8] 王福友,郝燕玲,袁赣南,等. 舰船导航系统 CAN 总线网络设计的关键技术[J]. 中国造船,2008,49(2):81-86.
- [9] ANTHONY P L, CRAWLEY H B, FISCHER P A, et al. CANbus and microcontroller use in the babar dector at SLAC [J]. IEEE Transactions on Nuclear Science, 2000, 47(2):166-169.
- [10] 慎石磊. 基于 CAN/LIN 总线的即插即用式监控系统 [J]. 机电工程,2009,26(10):15-18.
- [11] 刘和平,刘 林,余红欣,等. PIC18xxx 单片机原理及接口程序设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2004.