

一种新型直流屏蓄电池监控系统

郑贵林, 李金召

(武汉大学 自动化系, 湖北 武汉 430072)

摘要: 传统的直流屏均采用对蓄电池组进行整体充电的方式, 通过主充、浮充和均充三种方式对蓄电池组进行充电。长期运行在这种方式下, 容易造成某些蓄电池的过早损坏。提出了一种新型直流屏的设计方案, 在该方案中, 为每个蓄电池设计配置一个单元控制模块, 负责该蓄电池的充放电过程的监控。另外设置一个总控制模块负责整个直流的控制及显示工作。各个控制模块之间通过 RS-485 总线与 Modbus 协议组成一个总线型控制系统。新方案有效地保证了蓄电池的长寿命运行。

关键词: 直流屏; 蓄电池; Modbus 协议

中图分类号: TM 910.6

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2005)01-0040-03

直流屏广泛应用于水力、火力发电厂, 各类变电站和其他使用直流设备的用户(如石化、矿山、铁路等), 为信号设备、保护、自动装置、事故照明及断路器分、合闸操作提供直流电源, 并在外部交流电中断的情况下, 保证由后备电源——蓄电池继续提供直流电源的重要设备。直流屏的可靠性、安全性直接影响到电力系统供电的可靠性、安全性。直流屏的心脏是蓄电池, 对蓄电池进行科学的维护是直流屏的核心工作。

1 传统直流屏的设计

目前, 市场上大多数直流屏均采用对直流屏内蓄电池组整体进行充电的方式。其示意图如图 1 所示。

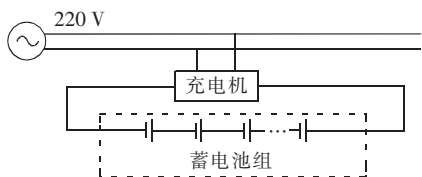


图 1 传统直流屏充电方式

Fig.1 Traditional charging mode of DC cabinet

蓄电池组的充电过程包括 3 个阶段: 主充、浮充和均充。采用蓄电池组整体充电的方式在进行浮充电时, 由于蓄电池个体之间内阻的差异, 常常造成一些蓄电池的浮充电电压不一致。浮充电电压是否合适直接影响到蓄电池的使用寿命。为了改进这一缺点, 本文提出一种新型的蓄电池组充电方式。

2 改进方案

为实现对每个蓄电池分别进行充电, 为每个蓄电池设计一个单元模块。该单元模块能够实时检测

蓄电池充放电过程中的电压、电流大小, 并根据这些数据进行主充与浮充方式的切换, 以及对蓄电池的容量进行评估。另外, 设计一个总控制模块对所有的单元模块进行统一管理。总控制模块与各单元模块之间的数据交换是通过 RS-485 总线进行的, 它们之间的通信遵循 Modbus 协议。改进后的系统框架如图 2 所示。

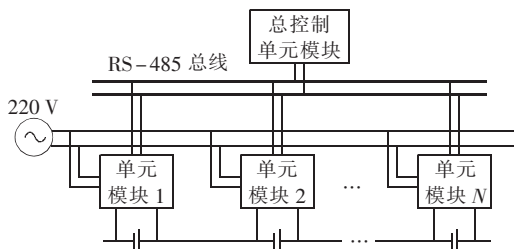


图 2 改进方案整体框架设计

Fig.2 Modified DC cabinet design

2.1 总控制模块设计^[1]

总控制模块负责收集各分模块的关键信息, 如实时的充电电压、电流值, 通过液晶显示屏向用户显示; 并可以通过键盘接收用户的输入信息。该模块主要由 MPU、键盘、显示器以及 TTL 至 RS-485 通信电平转换芯片等部分组成, 另外根据需要加上其他辅助芯片如锁存器、I/O 扩展芯片 8255 以及看门狗芯片 MAX 706 等, 系统框图如图 3 所示。

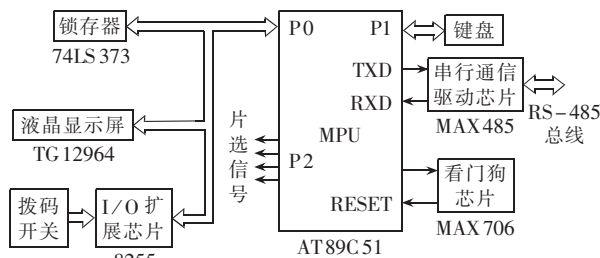


图 3 总控制模块系统框图

Fig.3 Block diagram of management module

总控制单元中的 MPU 选用最常用的 AT89C51 芯片,键盘由 P1 口直接扩展,显示屏采用型号为 TG19264A 的液晶显示屏。

由于单片机串行口输出的是 TTL 电平,而常用的串行通信方式 RS-485 要求相应的逻辑电平,所以系统中必须加上 TTL 电平至 RS-485 电平转换芯片。

2.2 单元模块设计

各单元模块的功能是对进行电流、电压监测并实现充电方式的自动切换,还要对蓄电池的容量进行评估。所以单元模块内包括一个充电电路、容量测量电路和相应的控制回路,单元模块采用的是单片机控制,单片机控制系统框图如图 4 所示。

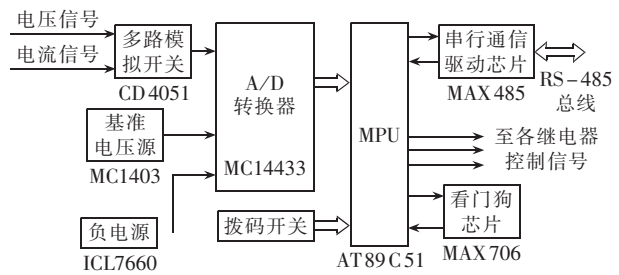


图 4 分单元模块控制系统框图

Fig.4 Block diagram of control module

单元模块中 MPU 选用 AT89C51,而 A/D 则选用双积分式 A/D 转换器 MC14433。这是因为本系统中需要测量的信号是蓄电池电压和电流,而这些量的变化都比较缓慢,双积分式 A/D 能够满足要求。

分站上 MPU 的资源利用情况如下:由于分站上只有 A/D 需要与 MPU 进行数据交换,并且数据线只有 4 条,所以本系统不需要采用数据总线的方式。可以通过 P1 口读取 A/D 的数据。从而可以把 P0 口和 P2 口均作为 I/O 口使用。甚至 P3 口的 RD 和 WR 也可作 I/O 口使用。这样 MPU 自身的 I/O 口已经能够满足系统的要求,不需要再扩展 I/O 口。

如图 4 所示,MPU 的 P0 口用来读入拨码开关设定的地址,P1 口用来读取 A/D 的数据,P2 口发出到各芯片的片选信号和到各继电器的控制信号。图中 A/D 需要外加 1.999 V 基准源,并要求负电源供电。

这里的基准源选用 MC1403 芯片,它可以提供 2.5 V 基准电压,通过精密电位器分压后作为 A/D 的基准源。而负电源由专用的负电压芯片 ICL 7660 提供,该芯片的作用是把 +5 V 的电压转换为 -5 V。

由于充电回路只用于对一节蓄电池充电,所以所选器件的参数可以降低,这也是本方案的又一个优点。本方案针对 KOBE HF100-12 型蓄电池设计,该电池每节容量为 100 A·h,电压 12 V。充电电路分恒流充电与恒压充电两部分。其中恒流充电电路如图 5 所示。

图 5 所示的恒流电路是通过限流电阻 R_1 经充电三极管(如果电流较大可选用达林顿管)基极电流达到恒流的目的。因为当三极管的放大倍数一定时,若基极电流恒定,则其集电极电流也恒定。其工

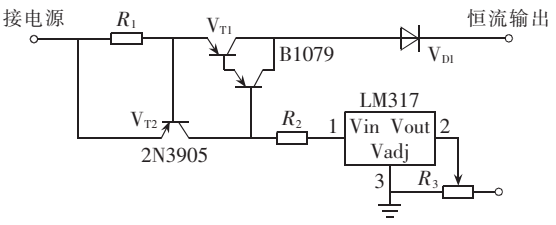


图 5 恒流充电电路

Fig.5 Constant current charging circuit

作过程如下:如果通过电阻 R_1 的电流小于限定电流(如 10 A),则 R_1 两端电压 $< 0.7\text{ V}$,三极管 V_{T2} 截止,则充电三极管 V_{T1} 基极的电流由流过 LM 317 决定。LM317 在这里作为恒流源使用(因为其 V_{out} 与 V_{adj} 之间的电压恒定,所以在它们中间串入一个定值电阻可以起到恒流作用)。当流过 R_1 的电流 $> 10\text{ A}$ 时,三极管 V_{T2} 导通,导致流过 V_{T1} 基极的电流减小,从而达到恒流目的。

恒压充电电路相对比较简单,可以由一个集成三端稳压器构成,其电路图如图 6 所示。

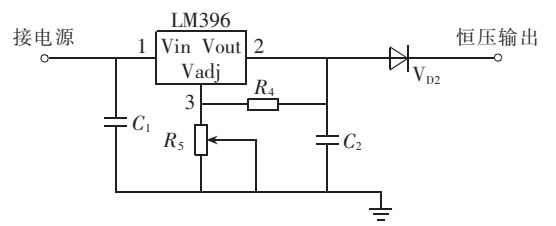


图 6 恒压充电电路

Fig.6 Constant voltage charging circuit

蓄电池性能的评价通常是通过测量其内阻进行的。当蓄电池的蓄电能力下降时,其内阻会增加。当其蓄电能力降低至新蓄电池的 1/2 时,其内阻会增加到新蓄电池的 2 倍左右。

在本方案中采用直流放电法进行内阻测量。其原理图如图 7 所示。

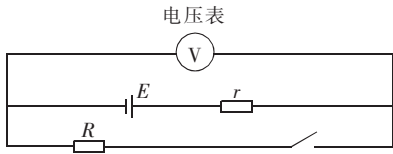


图 7 直流放电法测量内阻原理图

Fig.7 Measure of interior resistor

图 7 中 r 为假定内阻, R 为外接电阻。通过测量电路断开与接通时的电压,可分别得出蓄电池的电动势 E 和 R 两端的电压 U 。则由欧姆定律可得 $r = (E - U) / (U/R)$ 。本系统中容量检测电路非常简单,即在蓄电池两端接入一个放电电阻,定期接通检测蓄电池两端的电压降即可^[2]。

2.3 系统软件设计

系统软件设计包括总控制模块软件与分单元模块软件设计。其核心工作在于实现总模块与分模块之间的基于 Modbus 协议的通信。下面先对 Modbus 协议进行简要的介绍。

Modbus 协议是 Modicon 公司制定的一种工业

通信协议,现在已经被许多工控厂商所支持,广泛的应用到智能仪表、总线控制等领域。Modbus 协议采用主从结构的通信方式,适用于半双工的 RS-485 总线。工作时可以采用命令/应答的通信方式,每一种命令帧都对应着一种应答帧。标准的 Modbus 协议中,为命令帧定义了许多功能码,不同的功能码要求从机进行不同的响应^①。在本系统中为了简化,只用到了其中的一个功能码 0x03,即读取从机内部寄存器。总模块作为主机,分模块作为从机,它们之间通过功能码 03 进行数据交换。

总模块的功能之一是监测键盘是否有键按下,

根据键盘输入信息确定显示屏的显示,并不断向各分站发出查询指令,以获取各分站的重要数据。所以总模块的程序图由如图 8 所示的流程组成。

分单元模块的设计主要是 A/D 读数子程序与通信子程序。其程序流程图如图 9 所示。程序初始化后,开始读取电压与电流信号的数值。如果蓄电池电压小于 13.5 V 或者充电电流大于电流限定值,则进行恒流充电;否则进行恒压充电。然后判断时间是否到了内阻检测时间(该时间可以设定,如设为每星期检测一次或者每月检测一次),如果到了则进行内阻检测,否则执行下一步,调用通信子程序。

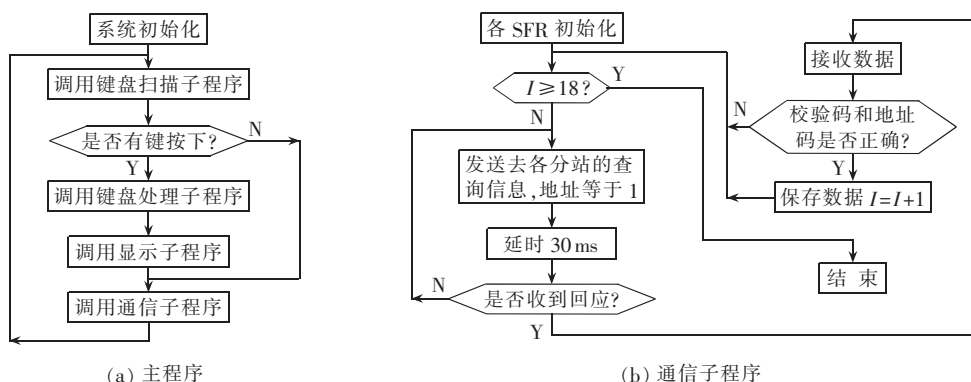


图 8 总控制模块软件流程图
Fig.8 Flowchart of management module

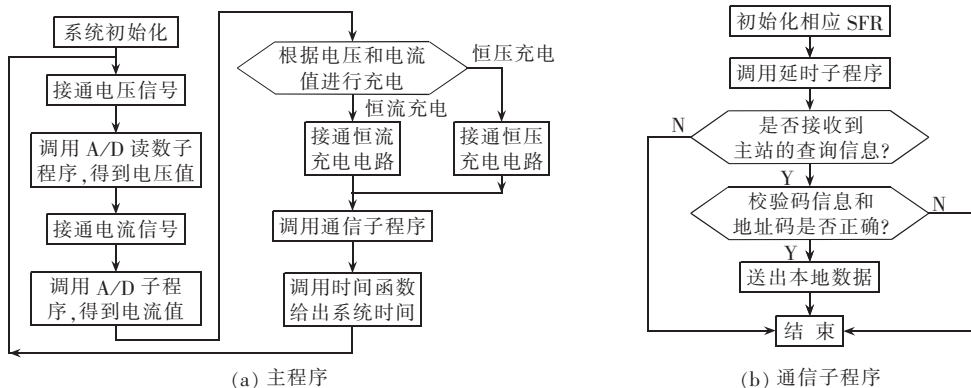


图 9 分单元模块软件流程图
Fig.9 Flowchart of control module

3 结语

本文给出了一种新型的直流屏蓄电池监测系统的设计方案,此方案解决了传统设计方案中不能为每节蓄电池提供合适浮充电压的缺点,更有效地保证了蓄电池的长寿命运行,并且能够减少蓄电池的备用量,有相当大的实用价值。

参考文献:

- [1] 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1990.
HE Li-min. Design of MCS-51 series SCM application system [M]. Beijing:Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press,1990.
- [2] 徐曼珍. 阀控式密封蓄电池及其在通信中的应用 [M]. 北

京:人民邮电出版社,1997.

XU Man-zhen. VRLA and its application in communication [M]. Beijing:People's Posts & Telecommunication Press, 1997.

(责任编辑:柏英武)

作者简介:

郑贵林(1963-),男,山西太原人,教授,博士研究生导师,主要从事检测技术与自动化装置、现场总线、工业自动化等方面的研发和教学工作;

李金召(1976-),男,河南洛阳人,硕士研究生,主要从事现场总线技术研究和电子仪表开发工作(E-mail:li_jinzhao@163.com)。

① Modicon Modbus Protocol Reference Guide,MODICON, Inc 1996.

Supervision and control system of DC cabinet storage batteries

ZHENG Gui-lin, LI Jin-zhao

(Department of Automation, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: The batteries of traditional DC cabinet are charged as a whole through three ways: main charge mode, float charge mode and even charge mode. Charging in this condition for long time, some batteries may damage earlier. A new design of DC cabinet is supposed, in which an exclusive control module is equipped for each battery to supervise and control its charge and discharge processes and a management module is designed to manage all these control modules and display the working conditions. All modules are connected together via RS-485 bus and Modbus protocol, which forms a field-bus type control system. The modified scheme helps to ensure the long time operation of storage battery.

Key words: DC cabinet; storage battery; Modbus protocol