

基于 IPM 和 DSP 实现的智能充电装置设计

汤文兵, 李敬兆

(安徽理工大学, 安徽 淮南 232001)

摘 要:介绍了由 IPM-PM200DSA120 作主电路和由 DSP-TMS320F240 为核心的控制电路所组成的新型智能充电装置。对 DSP 的输出电路、独具特色的键盘显示电路、高精度的检测电路和可靠的保护电路进行了分析,并给出了软件设计。实验表明,该装置真正体现了高效、快速、无损害的充电思想。

关键词:蓄电池;DSP;充电

中图分类号:TP18

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)12-0181-03

Design of Intelligent Charge Device Based on IPM and DSP

TANG Wen-bing, LI Jing-zhao

(Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: The new type intelligent charge device is made up of IPM-PM200DSA120 and DSP-TMS320F240 is introduced. DSP's output circuit, keyboard and display circuit, high precision measure circuit and credibility protect circuit are analyzed, and the software design is given. The experiment shows that high efficiency, fast and damage-free charge is realized by this device.

Key words: battery; digital signal processor; charge

0 引言

针对当前蓄电池充电存在效率低、时间长、损害大等缺点,笔者利用人工智能、DSP 应用技术和现代电力电子等领域中的技术进展和最新成果,形成高效、快速、无损的蓄电池优化充电思想和技术方案。依据最佳充电电流曲线给定,采取瞬间放电减少极化,提出了以蓄电池极化电压和蓄电池的荷电状态决定充电电流的智能充电思想;采用一个两单元的智能功率模块 IPM 作主回路开关器件^[1],实现新型 Buck/Boost 拓扑,完成向蓄电池充电和蓄电池去极化放电功能;设计了基于 TMS320F240 DSP 为核心的充电装置控制电路^[2~4],实现高速的数据采集、事件管理、复杂的控制算法和输出控制。从而完成高效、快速、无损的充电过程。

1 主电路

1.1 Buck/Boost 双向功率传输电路

主电路采用 Buck/Boost 双向功率传输电路。其为 AC-DC-DC 变换电路,AC-DC 部分的作用是通过将三相交流电源 U, V, W 进行降压、隔离和整流后得到不可控制的直流电压 U₁。DC-DC 部分采用 Buck/Boost 电路,其和一般资料中所介绍的 Buck-Boost 电路不同。这里 Buck/Boost 电路的含义是一个方向为 Buck 电路,另一方

向为 Boost 电路,即对蓄电池充电时,为 Buck 电路,而蓄电池放电时,则为 Boost 电路。如图 1 所示。

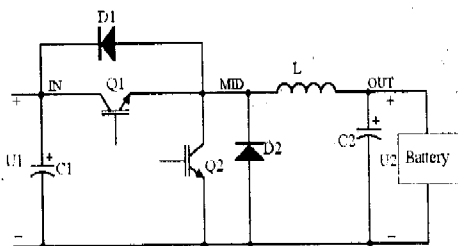


图 1 Buck/Boost DC-DC 可逆电路

当对蓄电池进行充电时,全控器件 Q2 关断,直流电压 U₁ 经过全控开关器件 Q1、续流二极管 D2 和电感 L (同时兼作滤波)组成的 Buck 电路,并通过控制 Q1 通断来控制输出电压 U₂ 的大小,从而控制蓄电池的充电电流和充电电压。

当蓄电池需去极化放电时, Q1 关断,通过控制由 Q2, L 和 D1 所组成的 Boost 电路,将蓄电池去极化时的能量通过 Boost 电路传递给电容 C1,当蓄电池去极化结束,转入充电时,由于电容 C1 储存有蓄电池去极化时放电的能量,电容两端电压很高,因此电容 C1 又通过 Q1、D2 和 L 组成的 Buck 电路将所储存的能量释放给蓄电池,当电容 C1 电压低于一定值后,由电网通过充电装置向蓄电池组进行充电。

1.2 IPM-PM200DSA120 模块

主电路的全控器件采用的是 MITSUBISHI 公司生产的 IPM-PM200DSA120 模块。其为一个两单元的耐压

收稿日期:2006-03-06

作者简介:汤文兵(1967-),男,安徽庐江人,高级工程师,研究方向为计算机控制;李敬兆,教授,博士,研究方向为嵌入式系统。

1200V、电流 200A、频率 20kHz,集控制、驱动、保护于一体的智慧型 IGBT 模块。两个单元分为 P 和 N,均有过流、短路、欠压检测及保护功能,但只有 N 单元有超温检测及保护功能。每个单元均有 5 个控制信号,以 N 单元为例,按管脚顺序分别为:① V_{NI} 为电源端,一般接 +15V 电源;② S_{NR} 为模块本身提供的 +5V 电源;③ C_{NI} 为 PWM 控制信号输入端^[5,6];④ V_{NC} 为接地端;⑤ F_{NO} 为故障信号输出端。

该模块具有过流保护、短路保护、过热保护和欠压保护功能。4 种保护的故障信号均由 FO 端输出。当没有发生故障时,FO 端输出高电平;当有故障发生时,FO 端输出低电平。

2 控制电路

控制电路主要由 DSP TMS320F240 作为核心器件,再加上相应的接口电路组成。

2.1 TMS320F240

TMS320F240 是美国 TI 公司最新推出的数字控制器,具有高速结构和精简的指令集,可以完成各种复杂的控制任务。具有下列特点:

- 1) 分离的程序总线 and 数据总线分别访问程序存储器和数据存储器。执行速度高达 1.6Gbit/s。
- 2) 大容量的存储器,片内具有 544 字 \times 16 位的双端口数据/程序 RAM,16k 字 \times 16 位的片内闪速 EEPROM,224k 字 \times 16 位的最大可寻址存储器空间。
- 3) 6 个外部中断。
- 4) 12 个比较脉宽调制(PWM)通道。
- 5) 2×8 通道 10 位模数转换器(每路转换时间不大于 6 μ s)。
- 6) 28 个独立可编程的多路复用 I/O 口。
- 7) 串行通讯接口(SCI)和串行外部设备接口(SPI)。

由于 TMS320F240 具有上述优点,因此将其作为智能充电装置的控制核心。

2.2 键盘显示电路

该电路主要由 TMS320F240 DSP 及其外围电路组成。利用 DSP 的 IOPC0~7 和 IOPB0~2,5~7 口加上驱动芯片 7407 和 75452 扩展了 6 位八段 LED 显示器和 6 个按键。6 个按键分为增加键、减少键、左移键、右移键、确认键和退出键,主要用于参数设置和召唤显示等。6 位 LED 显示器可轮回或召唤显示蓄电池的端电压、充电电流、充电时间、蓄电池电解液的温度、蓄电池的荷电状态以及故障和充电结束等。除充电时间为 6 位均显示数字(时、分、秒各占两位)外,其余各量均在第一位显示标志,如蓄电池端电压第一位显示符号 U,空一位再显示端电压实际值;充电电流第一位显示符号 A,空一位再显示充电电流实际值,蓄电池电解液温度和荷电状态第一位分别显示 t 和 S 等。如图 2 所示。

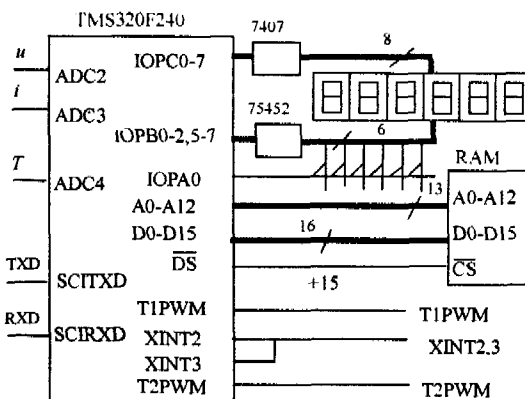


图 2 充电装置控制电路

2.3 外扩 RAM

TMS320F240 片内有 16k 字的 EEPROM 用于存放用户程序,对本系统来说程序存储器已足够使用,因此无需扩展外部程序存储器;同时 TMS320F240 片内有 544 字的 RAM(分为 B0, B1 和 B2 三块)用于数据运算及存放中间结果,这对于一般系统来说已足够,但本系统在模糊神经网络在线控制的程序设计和模糊控制器的隶属度求解和模糊推理的程序设计时用了大量的数据存储器,544 字已不够用,因此扩展了 $8k \times 16$ 位的 RAM。

2.4 检测电路

充电电压的检测采用输入为 0~450VDC 输出为 0~5V 电压信号可与微机直接接口的全隔离信号调理模块 AM-T-450DC/U5 检测,加在 TMS320F240 片内 A/D 转换器 ADC 模块 1 的 ADC2 上;充电电流首先通过输入为 300A 输出为 75mV 的分流器,然后通过输入为 0~75mV 输出为 0~5V 的全隔离信号调理模块 AM-T-V75/U5 隔离后加在 TMS320F240 片内 A/D 转换器 ADC 模块 1 的 ADC3 上(ADC 模块 1 的 ADC0 和 ADC1 精度较低,同时在本系统已被初始化为数字量 I/O 口)。

蓄电池的电解液温度采用特制耐酸的温度范围为 -50~+150℃ 的热电偶 Cu50 检测并经输入为 -50~+150℃、输出为 0~5V 的全隔离信号调理模块 AM-T-RTD/U5 处理后加在 ADC 模块 1 的 ADC4 上。由于全隔离模块的隔离电压为 2000VDC(1min),再加上数字量也都使用光电耦合器隔离,使得主电路和控制电路完全隔离,因而整个装置的控制电路安全可靠。

2.5 驱动电路和保护电路

充电时,由 DSP 的 T1PWM 口输出频率为 20kHz,占空比可变的 PWM 信号,通过光电隔离后控制 IPM 的上臂导通,从而控制充电电流的大小。去极化放电时,由 DSP 的 T2PWM 口上产生周期为 1k 占空比为 0.5 的 PWM 信号,通过光电隔离后加在 IPM 下臂的控制端,实现对蓄电池进行反向去极化放电。

IPM 本身具有过流、短路、欠压和过温保护,当有上述故障发生时,IPM 自身能够快速关断,但关断不死。另外当 IPM 发生上述故障时,其在 FNO 端输出脉宽大于

1ms 的低电平(正常时该端为高电平),笔者将 IPM 上、下臂的故障信号 F_{FO} 和 F_{NO} 相与后通过光电隔离加在 DSP 的外部中断端 XINT2 和 XINT3 上。一旦发生故障, F_{FO} 或 F_{NO} 端输出低电平,产生外中断。在外中断服务程序中封锁 T1PWM 和 T2PWM 口输出的加在 IPM 输入端 C_{PI} 和 C_{NI} 上的脉冲,从而更加可靠地保护了 IPM 模块。如图 3 所示。

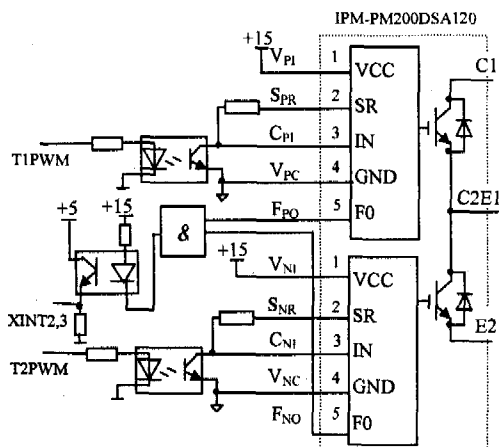


图 3 驱动电路和保护电路

3 软件设计

3.1 主程序设计

开机后系统进行初始化,选择 IOPB0~2,5~7 口、IOPC0~7 口为数字量 I/O,并置为输出功能,选择 IOPA0,XINT3 为数字量 I/O,并置为输入功能,使相应单元清零或赋值,允许外中断、实时时钟中断和通用定时器 1 比较匹配中断,禁止通用定时器 2 中断;设定实时时钟中断时间常数为 1s 和通用定时器 1 的周期比较寄存器值为 1000(频率为 20kHz),然后开中断。

若实时时钟定时时间到,则执行实时时钟中断服务程序采集充电电流的实际值和设定值,根据其差值和误差的变化率,实施模糊控制,输出充电电流控制值并计算蓄电池的荷电状态。若通用定时器 1 比较中断发生,则执行通用定时器 1 中断服务程序,在中断服务程序中,根据实时时钟中断所得到的输出充电电流控制值量化后装入通用定时器 1 的比较寄存器中,从而在 T1PWM 口输出频率为 20kHz,占空比可变的 PWM 信号,通过光电隔离后控制 IPM 的上臂导通,从而控制充电电流的大小。

若 IPM 发生过流、短路、欠压或过温故障,由 IPM 的 F_O 端输出的故障信号经过光电隔离后使 DSP 产生外中断,执行外中断服务程序封锁 T1PWM 和 T2PWM 口的输出脉冲,从而保护 IPM。

然后调用充电计时子程序,记录充电时间,供控制和显示使用。接着调用键盘显示器扫描子程序检测是否有按键按下以及显示充电参数(充电电流、蓄电池端电压、蓄电池荷电状态和电解液温度等)和充电时间。

然后判断是否需对蓄电池去极化,若需要去极化,则

调用去极化子程序,在子程序中,首先将通用定时器 1 的中断关闭,将通用定时器 2 的比较中断打开,并设置通用定时器 2 的周期寄存器的值为 20000(周期为 1k),通用定时器 2 的比较寄存器的值为 10000,依据蓄电池的极化电压和荷电状态得到去极化的放电时间,这样就可 T2PWM 口上产生周期为 1k 占空比为 0.5 的 PWM 信号,该信号通过光电隔离后加在 IPM 下臂的控制端,通过 IPM 下臂的通断对蓄电池进行反向去极化。

接着调用模糊神经网络预测子程序根据所采集的蓄电池端电压和电解液温度确定充电电流给定值的修正值,最后程序判断充电是否结束,若未结束,则循环执行,否则切断主电路并显示充电结束标志。充电装置主程序框图如图 4 所示。

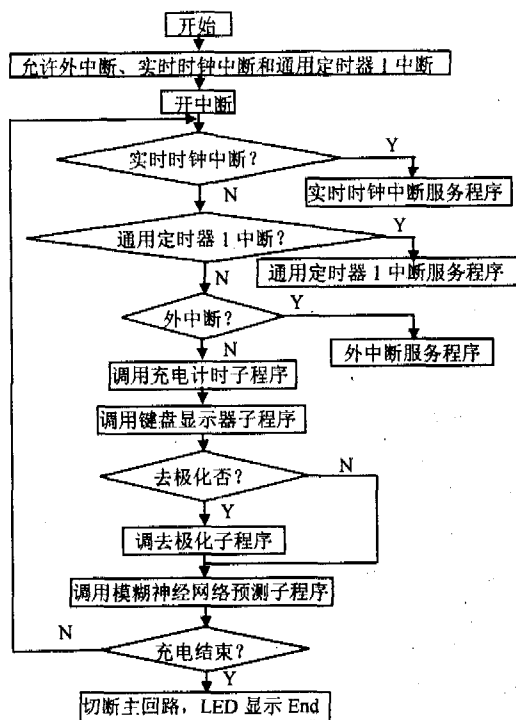


图 4 智能充电装置主程序框图

3.2 实时时钟中断服务程序设计

进入实时时钟中断服务程序后,首先采集蓄电池的充电电流实际值,然后判断蓄电池的荷电状态(荷电状态的初始值由蓄电池的开路电压确定),若蓄电池的荷电状态小于 88%,则计算蓄电池的充电电流期望值和充电电流实际值之差 e 和误差的变化率 Δe ,调用模糊控制子程序,进行充电电流控制;若蓄电池的荷电状态大于或等于 88%,则采集蓄电池端电压的实际值并计算蓄电池的端电压的期望值和端电压的实际值之差 e 和误差的变化率 Δe ,调用模糊控制子程序,进行恒压充电控制。最后计算蓄电池的荷电状态并返回。其程序框图如图 5 所示。

4 结束语

以 DSP 为核心的具有智能控制思想的充电装置对 12

(下转第 186 页)

```

try
{
    CString str;
    str = "driver = {SQL Server}; Server = WUHAN -
6ADBC64E0";
    str + = "DATABASE = graduate; UID = sa; PWD =
19831026";
    m_pConnection->Open(str, AllocSysString(), "", "", ad-
ModeUnknown);
}
catch(_com_error e)
{
    AfxMessageBox("数据库连接失败,确定数据库是否在当
前路径下!");
    return FALSE;
}

```

4)利用建立好的连接,通过 RecordPtr 对象对记录集进行处理。

由于模块太多,下面只对研究生信息管理模块部分代码进行简单描述:

```

m_pRecordset.CreateInstance(_uuidof(Recordset));
try
{
    m_pRecordset->Open("select * from students",theApp.m_
pConnection.GetInterfacePtr(),adOpenDynamic,adLockOptimistic,
adCmdText);
}
catch(_com_error * e)
{
    AfxMessageBox(e->ErrorMessage());
}

```

(上接第 183 页)

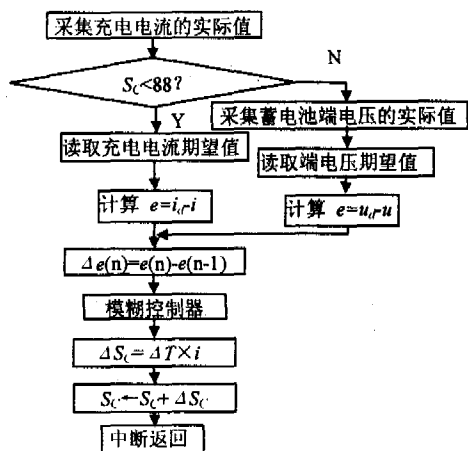


图 5 实时中断服务程序框图

只 D-180 牵引用铅酸蓄电池串联充电实验,至 1h25min,充入电量为 177.5Ah。其后继续充电,安时数增加微乎其微,至此认为充电过程结束,充电效率为 86%。整个充电期间,温升约为 21.8℃。真正实现了高效、快速、无伤害

·管理员添加研究生基本信息的部分程序^[5]如下:

```

m_pRecordset->AddNew();
m_pRecordset->PutCollect("StuName", _variant_t(m_stu-
Name));

```

```

m_pRecordset->Update();

```

·管理员修改研究生基本信息的部分程序如下:

```

m_pRecordset->PutCollect("StuName", _variant_t(m_stu-
Name));

```

·管理员删除研究生基本信息的部分程序如下:

```

m_pRecordset->Delete(adAffectCurrent);

```

```

m_pRecordset->Update();

```

5)使用完毕后关闭连接释放对象。

5 结束语

文中设计的研究生信息管理系统已经调试成功,运行效果良好。在软件的开发过程中,可以利用统一建模语言(UML)工具软件 Rational Rose 对软件工程设计进行有效的组织和管理。

参考文献:

- [1] Kruglinski D. VC 技术内幕[M]. 希望图书创作室译. 北京:北京希望电子出版社,2004.
- [2] 揣锦华. 面向对象程序设计与 VC++ 实践[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2005.
- [3] 杨正洪,郑齐健. SQL Server7 关系数据库系统管理与开发指南[M]. 北京:机械出版社,2003.
- [4] 吴 锐. VC++ 数据库编程[M]. 北京:人民邮电出版社,2004.
- [5] Robison L. 轻松掌握用 Visual C++ 6.0 对数据库编程[M]. 黄惠菊译. 北京:电子工业出版社,2003.

的充电思想。

参考文献:

- [1] 车立新,崔 博. 基于 TMS320F240 及 IPM 的新型通用变频器[J]. 黑龙江电力,2003,25(1):74-77.
- [2] Texas Instruments. TMS320F(C24x) DSP Controllers Reference Guide. Peripheral Library and Specific Devices[R]. US: Texas Instruments,1999.
- [3] 李洪涛,蒋云峰. 基于 DSP 的蓄电池智能充电电源的研究[J]. 节能,2005(1):16-18.
- [4] 谭子求,殷小贡. 基于 DSP 的大容量智能充电系统的研究与设计[J]. 电源技术,2004,28(5):308-311.
- [5] Smith K M, Ma Smedley K. Engineering Design of Lossless Passive Soft Switching Methods for PWM Converters[J]. IEEE transactions on Power Electronics,2001,16(3):336-344.
- [6] 孟亚峰,王民全,黄考利. 大功率智能充电系统的研制[J]. 电源技术,2002,26(4):298-300.