

基于 S3C2440A 的手持式分析诊断仪电池电量计模块

赵勇飞,江志农

(北京化工大学 诊断与自愈工程研究中心,北京 100029)

摘要: 采用 DS2786B 芯片,设计并实现了一款基于 S3C2440A 处理器的手持式分析诊断仪电池电量计模块。介绍了该模块的硬件电路设计,以及基于 Windows CE 5.0 操作系统的驱动程序和应用程序的开发。实验结果表明,该模块工作稳定可靠,能精确地测量电池电量并实时在用户界面显示,在嵌入式便携设备中有很好的应用前景。

关键词: 电池电量计;DS2786B;S3C2440A;驱动;Windows CE

中图分类号: TP216

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)19-0024-04

Battery fuel gauge module of handheld analysis and diagnostic equipment based on S3C2440A

Zhao Yongfei, Jiang Zhinong

(Diagnosis and Self-recovery Engineering Research Center, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: This paper introduces a design and implementation of battery fuel gauge module of handheld analysis of diagnostic equipment based on S3C2440A by using the DS2786B chip. The article gives the module's hardware circuit design, and the development of driver and application software based on Windows CE 5.0 operating system. Experiment results show that the module can accurately measure battery power and display to the user interface in real-time. This module works stably and reliably and has a good prospect of application in the embedded portable devices.

Key words: battery fuel gauge; DS2786B; S3C2440A; driver; Windows CE

现代的工业机械设备结构越来越复杂,长期在高温、高速状态下运转。运用状态监测与故障诊断技术对工业机械设备进行状态分析和故障预警是保证设备安全平稳运行的有效手段,因此,以嵌入式技术为核心的手持式分析诊断仪在工业企业中得到了广泛使用。手持式仪器为了保证便携性大都采用锂电池供电,电池电量的精确测量可以给仪器的正常使用提供有效的保障。本文采用 DS2786B 芯片,设计并实现了一款基于 S3C2440A 处理器的手持式分析诊断仪电池电量计模块。

1 硬件设计

1.1 S3C2440A 处理器简介

S3C2440A 是 Samsung 公司推出的由 ARM 公司设计的 16/32 bit RISC 微处理器,采用的 ARM920T 内核实现了存储器管理单元 (MMU),先进微控制总线构架 AMBA 总线和哈佛架构的高速缓冲体系结构^[1]。该结构具有独立的 16 KB 指令高速缓存和 16 KB 数据高速缓

存。S3C2440A 采用全静态设计,结构简洁,为手持设备和普通应用提供了低功耗和高性能的微控制器的解决方案,在嵌入式设备中得到了广泛应用。

1.2 电池电量计模块电路

本文的手持式分析诊断仪电池电量计模块采用的是一款由美国 Maxim 公司推出的基于开路电压 (OCV) 的独立式电量计量芯片——DS2786B。该芯片利用库仑计与电池开路电压的模型组合计算可充电锂离子 (Li+) 电池的可用容量。根据电池闲置期间的 OCV,利用存储在片上 EEPROM 中的电池特性和应用参数可以得到电池准确的电量信息。电池在高速率放电时无法使用 OCV 测量,因此 DS2786B 使用库仑计作为估算相对电量的第二种方法^[2]。DS2786B 也可以监测电池电压、电流和温度信息。

DS2786B 内部工作原理框图如图 1 所示。 V_{DD} 为 DS2786B 芯片工作电源输入引脚,输入范围为 2.5 V~

《微型机与应用》2012 年第 31 卷第 19 期

5.5 V; V_{IN} 为电池电压输入引脚; V_{SS} 为芯片地引脚, 连接到检流电阻的电池侧; SNS 为电流检测输入, 连接到检流电阻的主机侧; V_{PROC} 引脚为芯片内部 EEPROM 编程电压输入引脚, 连接到外部电源编程可以修改 EEPROM 中储存的电池模型参数, 正常工作期间连接至 V_{SS} ; SDA 为串行数据输入/输出引脚, SCL 为串行时钟输入引脚; AINO 和 AIN1 为两个辅助电压输入引脚; V_{OUT} 为电压输出引脚, 给辅助输入电压测量分压器供电。

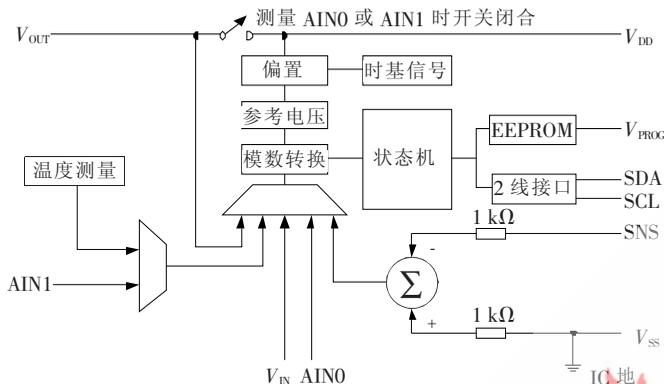


图1 DS2786B 内部工作原理框图

本文的电池电量计模块由 S3C2440A 和 DS2786B 组成, 电路图如图 2 所示。电池电量计模块工作时, DS2786B 芯片通过 V_{IN} 引脚测量锂电池电压, 依据芯片内部 EEPROM 存储的电池 OCV 曲线模型计算电池的剩余容量。当电池高速率放电时, 芯片通过检流电阻 R_{SNS} 测量电流并进行加权累积, 用库仑计计算电池剩余容量。为了提高电流分辨率精度, 本模块中 R_{SNS} 的阻值为 20 mΩ。S3C2440A 通过 I²C 接口读取 DS2786B 计算出的电池剩余容量数据。EP 为裸焊盘, 连接至 V_{SS} 。

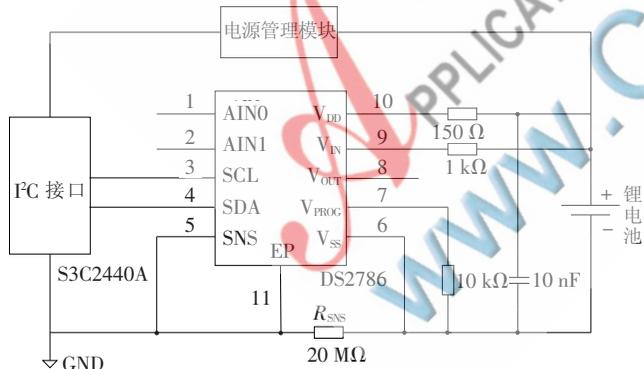


图2 电池电量计模块电路图

1.3 电池特性描述

电池电量计模块对电池电量的精确测量依赖于 DS2786B 内部 EEPROM 中储存的 OCV 电池模型。OCV 电池模型是对开路电压与电池剩余电量关系的一种 9 点分段线性近似, 可通过改变 EEPROM 中容量和电压断点寄存器进行修改。容量寄存器分辨率为 0.5%, 容量 0 固定为 0%, 容量 8 固定为 100%, 不得修改。电压断点寄存器分辨率为 1.22 mV, 每个电压断点需要 MSB 和

LSB 两个字节。

本文的手持式分析诊断仪使用容量为 4.8 Ah 的锂电池, 电池的 OCV 曲线如图 3 所示, 依据 9 点分段线性近似选取的电池 OCV 曲线的电压断点数据及对应寄存器值如表 1 所示。

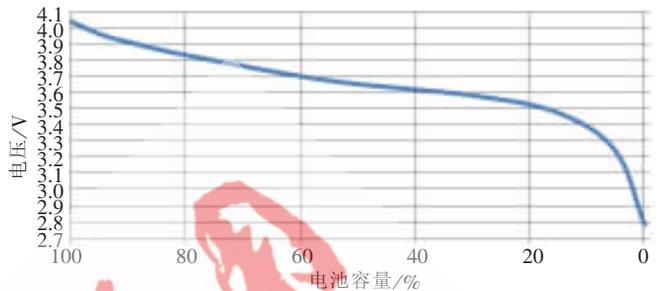


图3 电池 OCV 曲线

表1 电池 OCV 曲线电压断点数据表

断点	容量值 /%	容量寄 存器值	电压值 /V	电压断点寄存器值	
				MSB	LSB
断点 8	100		4.041	0x CF	0x 10
断点 7	95	0xB5	3.963	0x CB	0x 10
断点 6	90	0xAA	3.913	0x C8	0x 70
断点 5	80	0xA0	3.833	0x C4	0x 60
断点 4	55	0x6E	3.675	0x BC	0x 40
断点 3	30	0x3C	3.583	0x B7	0x 90
断点 2	15	0x1E	3.475	0x B2	0x 10
断点 1	5	0x0A	3.238	0x A5	0x E0
断点 0	0		2.783	0x 8E	0x 90

2 软件设计

2.1 驱动程序设计

本文的手持式分析诊断仪采用的操作系统是微软公司的 32 bit 实时嵌入式操作系统 Windows CE 5.0。Windows CE 可以在多种架构的 CPU 上运行, 内核小占用内存少, 性能稳定可靠。DS2786B 芯片不是 Windows CE 系统支持的标准设备, 为了保证电量计模块硬件能与操作系统及应用程序进行数据交互, 需要使用集成开发工具 Platform Builder 5.0 为 DS2786B 芯片开发驱动程序并添加到系统内核中。

本文为电池电量计模块开发了流接口驱动程序。流接口驱动程序也叫可安装的驱动程序, 是一种用户模式的动态链接库 (DLL), 由设备管理器 (device.exe) 动态加载管理。流接口适合于任何在逻辑上被认为是一个数据来源或数据存储的 I/O 设备, 即任何以产生或者消耗数据流作为主要功能的外围设备。流接口驱动设备对应用程序表现为一个文件, 应用程序通过文件 API 使用设备管理器和流接口驱动与硬件通信。开发流接口驱动需要实现一组标准的流接口函数^[3]。下面给出为 DS2786B 芯片开发的流接口驱动两个主要的函数:

(1) FGA_Init() 函数完成为 S3C2440A 的 I/O 寄存器和 I²C 寄存器分配虚拟地址并映射到操作系统可以访问

的虚拟地址空间中，并对寄存器进行配置的初始化工作。部分代码如下：

```

DWORD FGA_Init(DWORD dwContext)
{
    v_pIOPregs = (volatile S3C2440A_IOPORT_REG*)
VirtualAlloc(0, sizeof(S3C2440A_IOPORT_REG),
MEM_RESERVE, PAGE_NOACCESS);
//为 I/O 寄存器分配虚拟地址空间
if(! v_pIOPregs) return NULL;
if (! VirtualCopy ((PVOID)v_pIOPregs, (PVOID)
(S3C2440A_BASE_REG_PA_IOPORT >> 8), sizeof
(S3C2440A_IOPORT_REG), PAGE_PHYSICAL |
PAGE_READWRITE|PAGE_NOCACHE))
//完成地址空间映射
return NULL;
v_pIICRegs = (volatile S3C2440A_IICBUS_REG *)
VirtualAlloc(0, sizeof(S3C2440A_IICBUS_REG),
MEM_RESERVE, PAGE_NOACCESS);
//为 I2C 寄存器分配虚拟地址空间
if(! v_pIICRegs) return NULL;
if (! VirtualCopy ((PVOID)v_pIICRegs, (PVOID)
(S3C2440A_BASE_REG_PA_IICBUS>>8),
sizeof(S3C2440A_IICBUS_REG), PAGE_PHYSICAL|
PAGE_READWRITE|PAGE_NOCACHE)) //完成地址空间映射
return NULL;
v_pIOPregs->GPECON &=~(15<<28);
v_pIOPregs->GPECON |= (10<<28);
//配置 GPE14 为 IIC_SCL, GPE15 为 IIC_SDA
v_pIICRegs->IICCON = (1<<7)|(1<<6)|(1<<5)|
(0xf); //配置 I2C 控制寄存器
return TRUE;
}

```

(2) FGA_Read() 函数完成对 DS2786B 芯片采集到的电池电量数据读取。其中的 FC_WRITE() 和 IIC_READ() 是根据 DS2786B 的 I2C 总线接口基本传输格式和 S3C2440A 的 I2C 总线接口主发送和主接收模式的操作流程(如图 4 所示)编写的 I2C 读写函数。代码如下：

```

DWORD FGA_Read (DWORD hOpenContext, LPVOID
pBuffer, DWORD Count)
{
    pTemp_Buff t=(pTemp_Buff)pBuffer;
    IIC_WRITE (Command, Com_Rcall);
//配置 DS2786B 命令寄存器为读操作
IIC_READ (Relative_Capacity);
//读取 DS2786B 相对容量寄存器
t->data=IICData;
//将读取到的电池电量数据传递给应用程序
return 1;
}

```

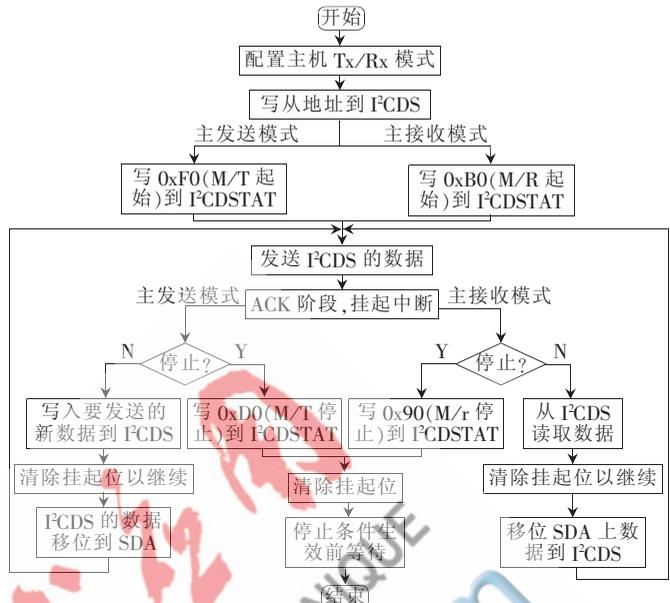


图 4 S3C2440A 的 I2C 总线接口主发送和主接收模式操作流程

DS2786B 的流接口驱动程序编写完成后，使用 Platform Builder 对驱动工程进行编译生成驱动的动态链接库 fuelgauge.dll 文件，并将其集成到系统内核 NK.bin 中。操作系统运行时，应用程序可以通过文件 API 调用驱动程序。

2.2 应用程序设计及驱动程序测试

本文使用 EVC++ 集成开发工具，根据 MFC 的消息映射机制，为手持式分析诊断仪开发了一个电池电量实时显示程序 BatCap.exe。BatCap.exe 通过调用 fuelgauge.dll 实时获取电池电量数据，并在系统界面更新和显示。程序运行界面如图 5 所示。



图 5 电池电量计应用程序运行界面

利用 BatCap.exe 程序可以对电池电量计模块驱动程序进行测试。测试步骤如下：(1) 根据 BatCap.exe 程序界面电池电量的显示和图 2 的电池 OCV 曲线图，得出相应电池剩余电量百分比所对应电池 OCV 模型中理想开路电压值；(2) 用万用表测得此时电池的实际开路电压值，并将两电压值进行比较。实验采用基本精度为 $\pm 0.1\%$ 的 UT56 数字万用表，选取电池剩余电量百分比为 100% (满电量)、80%、66% (2/3 电量)、50%、33% (1/3 电量) 和 5% (低电量报警电量) 6 个状态进行测量，测试数据如表 2 所示。测试数据表明，电池电量模块驱动程序测量电池剩余电量相对误差范围为 $\pm 0.30\%$ ，能精确地测量电池剩余电量。

表 2 电池剩余电量百分比与对应开路电压数据表

应用程序显示 电池剩余电量 百分比/%	对应电池 OCV 模型中理想开 路电压值/V	测量得到的 电池实际开 路电压值/V	相对误差/%
100	4.041	4.029	-0.29
80	3.833	3.843	0.26
66	3.741	3.752	0.29
50	3.650	3.658	0.22
33	3.592	3.587	-0.14
5	3.238	3.243	0.15

本文采用 DS2786B 芯片,设计并实现了一款基于 S3C2440A 的手持式分析诊断仪电池电量计模块,同时开发了电池电量计模块在 Windows CE 5.0 操作系统下的驱动程序和桌面电池剩余电量实时显示的应用程序,实现了完整的电池电量计软硬件模块。该模块设计简单、容易实现,对电池剩余电量测量准确,工作稳定可靠,在嵌入式便携设备中有很好的应用前景。

参考文献

- [1] SAMSUNG Inc. S3C2440A 32-bit microprocessor user's manual[Z]. SAMSUNG Inc, 2004.
- [2] MAXIM. Stand-alone OCV-based fuel gauge DS2786B data sheet[Z]. Maxim Integrated Products, 2010.
- [3] 张冬泉,谭南林,苏树强.Windows CE 实用开发技术[M]. 北京:电子工业出版社,2009.
- [4] DOUGLAS B. Programming Microsoft Windows CE.NET[M]. America: Microsoft Press, 2003.

(收稿日期:2012-05-08)

作者简介:

赵勇飞,男,1988年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统设计。

江志农,男,1967年生,教授,主要研究方向:大型机组远程实时监测、诊断系统,过程装备复杂系统故障自愈调控原理研究,智能仪器及嵌入式软、硬件系统研究。