



DOI:10.13364/j.issn.1672-6510.20140109

## 智能全站仪双电池供电及双 LCD 背光控制系统

刘尧猛, 丁忠林, 畅卫功

(天津科技大学计算机科学与信息工程学院, 天津 300222)

**摘要:** 采用 OMAP3530 微处理器和 Linux 操作系统设计了智能全站仪, 可实现距离和角度测量、参数设置及数据管理等功能。为提高系统野外续航能力和显示效果, 采用 TLV0832 微处理器设计了双电池供电和双 LCD 显示硬件电路。在分析 Linux 2.6.29 的 SPI 同步串行接口驱动运行机制和驱动接口功能的基础上, 提出了 Linux 2.6.29 的内核配置 SPI 驱动方法, 针对 TLV0832 的 A/D 转换时序和 TLV5626 的 D/A 转换时序, 设计相应的测试程序并实现了双电池显示和双 LCD 背光控制功能。本文设计可为全站仪 GUI 应用程序调用底层驱动及其他户外仪器实现双电量显示与双 LCD 背光控制提供参考。

**关键词:** OMAP3530; 全站仪; 底层设计; Linux; SPI; 驱动程序

**中图分类号:** TP216      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-6510(2015)05-0062-05

## Double Battery Power Supply and Double LCD Backlight Control System of Intelligent Total Station

LIU Yaomeng, DING Zhonglin, CHANG Weigong

(College of Computer Science and Information Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** OMAP3530 microprocessor and Linux operating system were adopted to design an intelligent total station, which can realize distance and angle measurement, parameter setting and data management, etc. In order to improve the filed endurance and display effect of the system, double battery powered with TLV0832 microprocessor and double LCD display were designed. SPI synchronous serial interface driver operation mechanism and driver interface functions of the Linux 2.6.29 were analysed. Based on this, a kernel configuration method for SPI driving was proposed. According to A/D conversion timing of TLV0832 and D/A conversion timing of TLV5626, corresponding test procedures were designed and the display function of the double power supply and control of double LCD backlight were realized. The research can provide reference for the application of total station GUI to the driver and other outdoor instruments in order to realize the display of double electric quantity and control of double LCD backlight.

**Key words:** OMAP3530; total station; bottom design; Linux; SPI; driver

全站仪主要应用于大地测量等工程领域<sup>[1]</sup>。随着光电子技术、计算机技术等新技术的应用, 全站仪已逐步向自动化、智能化方向发展, 全站仪自动化程度高、功能多、精度好, 通过配置适当的接口, 可将野外采集的测量数据直接输入计算机进行数据处理或输入自动化绘图系统。与传统的测量方法相比, 全站仪省去了大量的中间人工操作环节, 使工作效率和经济

效益明显提高, 同时也避免了人工操作、记录等过程中差错率较高的缺陷。

当前智能全站仪大多采用 WinCE 系统, 测量程序丰富, 操作简单、便捷, 并可全汉字显示, 数据传输可采用电缆传输、PC 卡传递或无线通信, 还可以根据用户需要编写测量程序, 进行系统开发。智能全站仪的代表产品有索佳 POWERSET SET4000、尼康

收稿日期: 2014-07-30; 修回日期: 2015-04-14

基金项目: 天津市科技型中小企业技术创新基金资助项目(13ZXCXGX55600); 天津市科技支撑计划重点资助项目(12ZCZDZX02400)

作者简介: 刘尧猛(1972—), 男, 湖南汉寿人, 副教授, liuym@tust.edu.cn.

DTM750、南方 NTS-960R 等<sup>[2]</sup>。

随着传统智能全站仪向影像辅助摄影扫描全站仪发展<sup>[3]</sup>, 就需要采用具有更好的图像处理能力和数据通信能力的嵌入式 MCU 和嵌入式操作系统。而当前采用的单核 32 位 MCU 处理器的图像处理能力不足, 采用的 WinCE 操作系统在定制性、实时处理能力、高可靠性等方面都不如 Linux 操作系统; 此外, 大多全站仪都只配置单电池供电, 单块 LCD 显示, 不能很好地满足野外工作需要。

本文采用双核结构的 OMAP3530 微处理器和 Linux2.6.29 操作系统设计智能全站仪。为提高其续航能力和在室外环境的显示效果, 采用双电池供电和两块 LCD 屏幕。

### 1 智能全站仪整体设计

智能型全站仪器可实现距离测量和角度测量等测量功能<sup>[4]</sup>, 显示设置、电源设置、蜂鸣器设置、测距设置和测角设置等系统控制功能, 存储管理、测点管理、文件管理等数据管理功能, 内业通信等数据通信功能。智能全站仪的整体设计原理如图 1 所示。其中底层设计主要包括硬件层和设备驱动层。

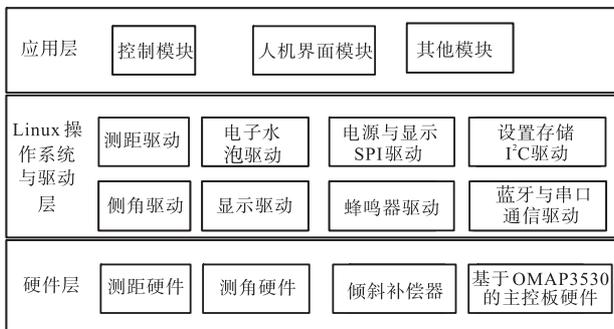


图 1 整体设计原理图  
Fig. 1 Overall design

### 2 智能全站仪底层硬件设计

#### 2.1 主控板硬件设计

微处理器选用 OMAP3530, 其采用 65 nm 低功耗工艺制造, 内部集成了 4 倍于 ARM9 器件处理能力的 CORTEX-A8 弹性内核和 430 MHz 的 TMS 320C64x + DSP 内核。ARM + DSP 的双核结构使操作系统效率和代码执行更加优化, ARM 端负责系统控制工作, DSP 端则承担实时信号处理任务, 从而成

功地解决了性能与功耗的最佳组合问题。具有双核结构的 OMAP3530 非常适合智能全站仪的设计: 低功耗可以更好地实现测量的便携性, 满足野外测量需要; 借助 ARM 对多种操作系统的支持, 可以获得更好的监护界面; 利用 DSP 的运算能力可以对测量数据进行快速的计算<sup>[5]</sup>。

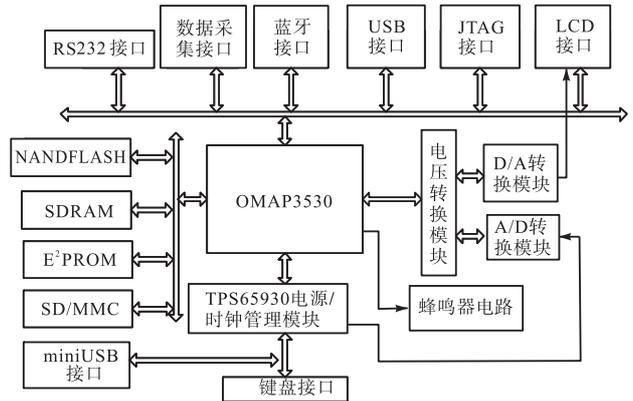


图 2 主控板硬件原理图  
Fig. 2 Control board hardware

由于 OMAP3530 具有丰富的控制器接口, 如 USB, SPI, I<sup>2</sup>C 等, 基于 OMAP3530 的嵌入式系统可以支持多种接口: 根据系统需要设计了键盘和 LCD 输入输出接口; 此外还有 MiniUSB, 可以很好地挂载 U 盘, 用户可以通过 U 盘下载系统中的数据; 而数据采集接口主要用于采集测量数据; 蓝牙接口可实现蓝牙数据通信; 其他接口可用于系统的调试与测试, 如 RS232 和 JTAG 接口。

#### 2.2 双电池电量显示与双 LCD 液晶背光控制硬件设计

系统采用两块电池供电和两块 LCD 显示, 控制原理如图 3 所示。

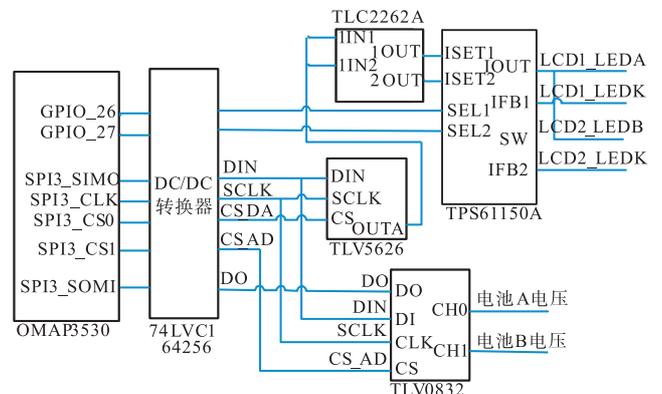


图 3 双电池电量显示与双 LCD 背光控制原理图  
Fig. 3 Double electric quantity display and double LCD backlight control

采用 D/A 转换器 TLV5626 实现双 LCD 显示的背光控制,采用双通道 A/D 转换器 TLV0832 实现双电池电量显示. TLV6526 和 TLV0832 都是串行设备, OMAP3530 上的 SPI 是一个主/从同步串行总线,有 4 个独立的 SPI 模块(SPI1, SPI2, SPI3, SPI4),其中 SPI3 支持 2 个 SPI 设备,由 SPI3\_CS0 和 SPI3\_CS1 分别选择 TLV5626 和 TLV0832. TLV0832 是双通道 A/D 转换器,可以直接通过 DI 选择通道. 但是 TLV5626 只有 1 路 D/A 转换,无法同时实现两块 LCD 的背光控制,因此使用了单一控制双输出电源驱动芯片 TPS61150A,该驱动芯片有 2 个选择引脚,可以控制 2 个输出单独打开或者同时打开,系统使用 OMAP3530 引脚 GPIO\_26 和 GPIO\_27 实现对两路电压的输出选择.

### 3 Linux 系统的 SPI 驱动程序设计

#### 3.1 SPI 驱动分析

在 Linux2.6.29 内核中, SPI 的驱动架构可以分为 3 个层次: SPI 核心层、SPI 控制器驱动层和 SPI 设备驱动层<sup>[6-7]</sup>. 其中, SPI 核心层的代码位于 driver/spi/spi.c. 由于该层是平台无关层, 本文将不再叙述.

##### 3.1.1 SPI 控制器驱动层

每种处理器平台都有自己的控制器驱动, SPI 控制器驱动层属于平台移植相关层, 它的职责是为系统中每条 SPI 总线实现相应的读写方法. 在物理上, 每个 SPI 控制器可以连接若干个 SPI 从设备. SPI 控制器驱动程序的注册采用 Platform 设备和驱动机制.

Platform 设备的注册代码位于内核文件的 arch/arm/mach-omap2/devices.c 中, 代码主要包括 Platform 设备的定义和 Platform 设备的注册, 其中注册是由内核在启动时完成的.

在 Linux2.6.29 内核中, SPI 控制器驱动程序位于 drivers/spi 目录下, OMAP3530 的 SPI 控制器驱动程序为 omap2\_mcspi.c. 该驱动程序注册的目的是初始化 OMAP3530 的 SPI 控制器, 并且向 SPI 核心层注册 SPI 控制器. 该驱动程序主要包括 Platform 驱动的定义和 Platform 驱动的注册.

##### 3.1.2 SPI 设备驱动层

SPI 设备驱动层为用户接口层, 其为用户提供了通过 SPI 总线访问具体设备的接口. A/D 和 D/A 均属于字符设备, 可直接使用系统提供的 SPI 通用设备程序.

SPI 通用设备驱动程序通过带有操作集 file\_operations 的标准字符设备驱动为用户空间提供了访问接口. 其中操作集和一般字符设备驱动一样, 也包括打开、读、写和关闭等接口. 此驱动模型是针对 SPI 设备的, 只有注册 board info 时的 modalias 是 “spidev” 才能由此驱动访问. 访问各个设备的基本框架是一致的, 具体的差异将由从设备号来体现, 代码位于 drivers/spi/spidev.c 中.

应用程序调用的驱动接口函数主要包括: 打开和关闭设备节点函数 open() 和 close()、读写设备函数 read() 和 write()、接口函数 ioctl(). 其中, 读写设备函数每次读写不能大于 4 096 Byte; 接口函数可以实现读写 SPI 设备的模式、读取和设置 SPI 设备的字长、读取和设置 SPI 设备的通信时钟频率、一次进行双向/多次读写操作等功能.

#### 3.2 SPI 驱动配置

Linux 内核配置时, 在 [Device Drivers] 菜单下选择 [SPI support] 子菜单, 在该子菜单下选择 [McSPI driver for OMAP24xx/OMAP34xx] 和 [User mode SPI device driver support] 即可. 配置结束后, 可以查看主控板文件系统下是否有 /dev/spidev3.0 和 /dev/spidev3.1, 进行配置验证.

### 4 A/D 和 D/A 驱动程序软件测试

#### 4.1 A/D 驱动程序测试

在用户空间, Linux 设备是以文件的形式进行操作的. 如果驱动程序正常加载, 系统启动后会在 Linux 根目录下自动生成 /dev/spi3.0 和 /dev/spi3.1 设备文件. 其中, TLV0832 对应的设备文件为 spi3.1. 打开设备文件后, 可以直接利用 SPI 设备驱动接口函数控制 TLV0832 的模数转换. TLV0832 的 A/D 转换时序如图 4 所示.

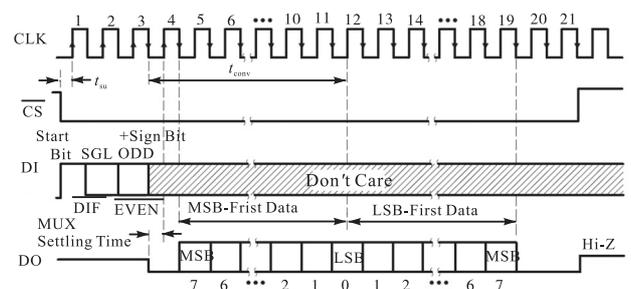


图 4 TLV0832 的 A/D 转换时序  
Fig. 4 A/D conversion timing of TLV0832

利用 SGL/DIF 和 ODD/EVEN 地址复用选择不同的通道, 从而实现双电池的电量显示, A/D 测试程序流程如图 5 所示。

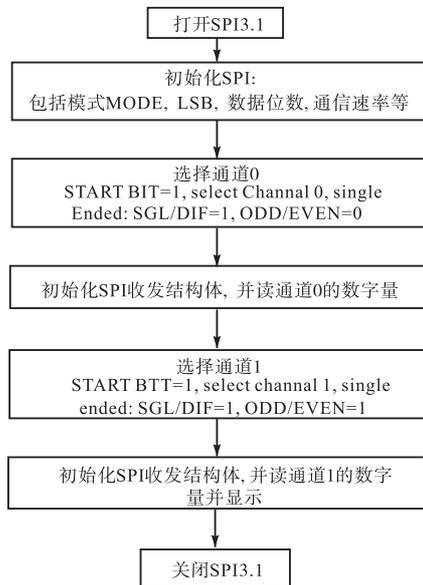


图 5 采用 TLV0832 的 A/D 测试程序流程图

Fig. 5 Flow chart of A/D test program with TLV0832

SPI 进行数据收发用到的结构体主要有两个: spi\_message 和 spi\_transfer, 两者都定义在 include/linux/spi/spi.h 中. spi\_transfer 用于实现数据收发, 该结构体的成员包括接收缓冲区、发送缓冲区、发送数据的长度、速率、每个数据的位数等参数. 以上流程实现代码主要使用了 SPI 设备驱动程序中的 static long spidev\_ioctl(struct file \*filp, unsigned int cmd, unsigned long arg) 函数, 其中参数 cmd 是要对 SPI 设备进行的具体配置与操作, 具体命令参数可查看设备驱动程序。

使用万用表测量通道 0 的电压为 2.305 V, 通道 1 的电压为 0.016 V; 运行 A/D 测试程序转换后的电压值如图 6 所示, 实测值和测试程序转换值一致. TLV0832 的量程为 0~3.3 V, 而实际电池的电压为 0~8.4 V, 电池电压经过 62 kΩ 和 30 kΩ 电阻分压后得到通道电压, 因此通道 0 的实测电压 2.305 V 对应的电池电压值为 7.068 V。

测量电池的剩余电量一般有电压测试法、电池建模法、库仑计法. 本文采用电压测试法, 根据的原理是电池放电时其电压会随着电池电量的流失而下降. 由于电池电压与电量不是线性关系, 因此这种测量方法不精确. 具体方法是, 将电池的放电曲线按时间进行 4 等分, 确定电池电压值与显示电量的关系

为: 电池最大电压为 8.4 V, 大于 7.23 V 时显示三格电量; 大于 6.84 V 小于等于 7.23 V 时, 显示两格电量; 大于 6.4 V 小于等于 6.84 V 时显示一格电量; 大于 6 V 小于等于 6.4 V 时不显示电量格数; 小于等于 6 V 时, 提示电量低。

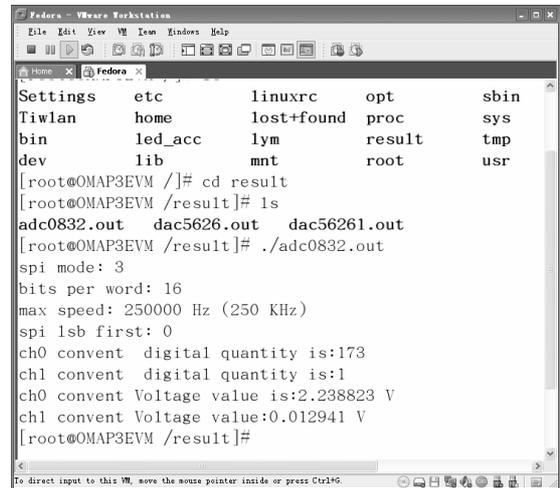


图 6 A/D 测试程序运行结果

Fig. 6 Operation results of A/D test procedure

#### 4.2 D/A 驱动程序测试

TLV5626 D/A 转换与 TLV0832 A/D 转换都采用 SPI 接口, 可以直接利用系统提供的通用 SPI 设备驱动程序, 只是选择的通道不一样. 其中, 使用 SPI3\_CS0 选择 TLV5626, 对应的设备文件为 /dev/spidev3.0. TLV5626 的 D/A 转换数据格式见表 1。

表 1 TLV5626 的 D/A 转换数据格式

Tab. 1 D/A conversion data format of TLV5626

数据位	D15	D14	D13	D12	D11...D0
含义	R1	SPD	PWR	R0	12 位数据

SPD 是速度控制位, 决定转换的速率, PWR 是电源控制, 而 R1 和 R0 决定了写不同的寄存器. 如果写控制寄存器, 则 12 位数据中低两位决定了参考电压的选择. 例如: 写控制寄存器且参考电压为 2.048 V, 则 16 位控制数据为 0xD002. 如果是写数据缓冲器, 则 12 位数据中高 8 位为新转换数据, 而低 4 位为 0. 16 位数据缓冲器 dout 的值可以通过如下程序得到:

```
uint8_t data = 0x80; //0x80 为待转换数值量
uint8_t dout[2] = {0x00, 0x80};
dout[0] = (data << 4) | dout[0]; //data 为待转换数据
dout[1] = (data >> 4) | dout[1];
```

根据以上转换原理, 测试程序流程如图 7 所示。

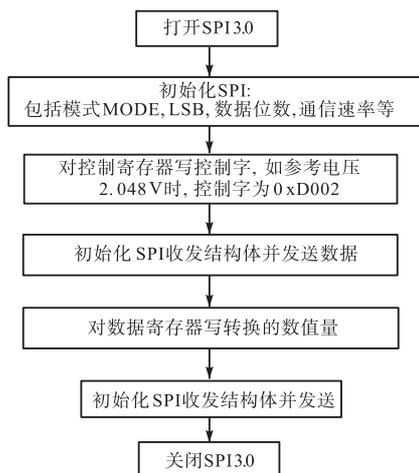


图 7 采用 TLV5626 的 D/A 测试程序流程图

Fig. 7 Flow chart of D/A test program with TLV5626

通过给定不同数字量, 利用万用表测量其转换后的模拟量进行验证. 当给定数字量 0x11 时, 理论电压为 0.22 V, 实测电压为 0.266 V; 当给定数字量 128 时(图 8), 实测电压为 1.675 V, 理论值  $(128/255) \times 3.3 = 1.656 \text{ V}$ ; 当给定数值量为 255 时, 理论电压为 3.3 V, 实测电压为 3.279 V. 结果表明转换正确, 符合设计要求.

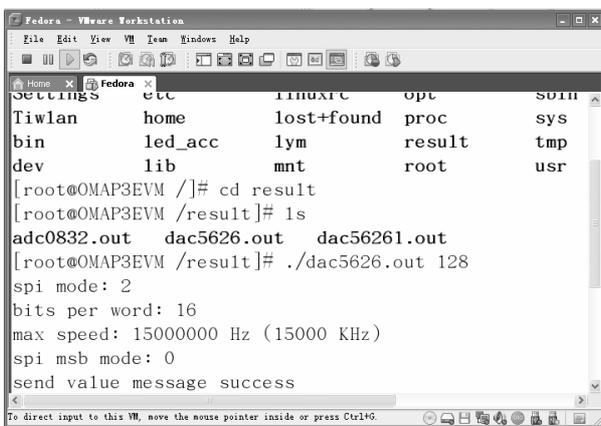


图 8 D/A 测试程序运行结果

Fig. 8 Operation results of D/A test procedure

## 5 结 语

利用 OMAP3530 的 SPI 接口, 通过 A/D 接口芯片 TLV0832 和 D/A 接口芯片 TLV5626 实现了全站仪双电池显示和双 LCD 背光控制. 基于 OMAP3530 嵌入式双核微处理器的全站仪比当前使用 ARM9 微处理器的全站仪在性能上有较大的提升. 当前广泛应用的 Android 操作系统其底层仍为 Linux 内核<sup>[8]</sup>, 因此, 全站仪底层驱动程序也可以适用于 Android 操作系统. 此外, 如果全站仪添加 GPRS 等通信接口, 可很好实现全站仪内外业数据通信和在线数据处理, 从而全面提高全站仪的功能和生产效率.

### 参考文献:

- [1] 周天彤. 基于 ARM 技术的智能全站仪外业测量一体化系统设计与分析[D]. 南京: 南京理工大学, 2007.
- [2] 王刚. 全站仪结构原理与发展分析[J]. 现代物业, 2013, 12(10): 35-36.
- [3] Scherer M, Lerma J L. From the conventional total station to the prospective image assisted photogrammetric scanning total station: Comprehensive review[J]. Journal of Surveying Engineering, 2009, 135(4): 173-178.
- [4] 杨俊志. 全站仪的原理及其检定[M]. 北京: 测绘出版社, 2004.
- [5] 黄飞. OMAP 平台的开发及其在便携式仪器中的应用[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2004.
- [6] 李忠良, 陈卫兵, 邹豪杰, 等. 嵌入式 Linux 下 AD7714 与 SPI 接口及驱动的实现[J]. 仪表技术与传感器, 2011(4): 42-44.
- [7] 张晓雷, 陈相宁, 郭剑. 嵌入式 Linux 下基于 SPI 总线的网络设备驱动设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(23): 6003-6005.
- [8] 叶炳发. Android 操作系统移植及关键技术研究[D]. 广州: 暨南大学, 2010.

责任编辑: 常涛