

FPD

# 基于MSP430单片机的低功耗 中文人机界面

Design Chinese Man-Machine Interface of Low Power Consumption Based on MSP430 Series MCU

西安第四军医大学生物医学工程系电子学教研室 焦纯 董秀珍 杨国胜 霍旭阳

**摘要:** 本文详细介绍了利用MSP430F149单片机实现低功耗中文人机界面的设计思路和方法,并给出了相应的程序实例。

**关键词:** MSP430 单片机; 中文人机界面; 液晶; SED1520; 键盘接口

在现代便携式智能仪器或手持设备中,中文人机界面成为一种事实上的行业标准。能显示汉字的图形点阵液晶和可输入数字的小键盘已成为智能设备必不可少的组成部分。同时作为便携式设备基本要求的低功耗特性也贯穿于中文人机界面的设计始终。

这种低功耗中文人机交互界面需要设计者在选取MCU和具体器

件上有特殊考虑。低功耗、小体积应作为选择相关器件的首要要求。笔者采用TI公司的MSP430F149单片机作为系统的MCU,通过选择合适的液晶显示模块在3V电平构建了一个低功耗的中文人机界面。此中文人机界面构成了低功耗数据采集系统的重要组成部分。

## MSP430系列FLASH型 单片机特点

德州仪器(TI)公司推出的MSP430F14x系列是超低功耗闪存型16位RISC指令集单片机。它采用“冯·纽曼”结构, RAM、ROM和全部外围模块都位于同一个地址空间内。MSP430F14x系列是MSP430F1x系列(FLASH存储器型)单片机中功能最强大的子系列。F14x具有更大的程序和存储区、更多的外围模块,其片内还包括一个硬件乘法器。同时F14x系列单片机开发工具简便,固化于FLASH存储器内的程序易于在线升级和调试,非常适合于开发消费类便携式电子产品。

MSP430F14x单片机集中体现了先进的低功耗设计理念,设计结构完全以系统低功耗运行为核心。包括:高集成度的完全单片化设计;内部电路可选择性工作;具有高速和低速两

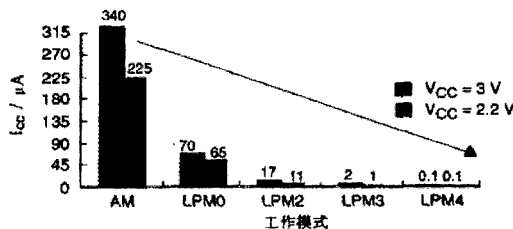


图1 F14x的工作模式与工作电流关系

本文于2002年11月4日收到。焦纯,博士,研究方向:军事医学信号的采集、传输与分析处理;董秀珍,教授,博士生导师;杨国胜,教授,博士生导师。

套时钟,具有多种节能工作模式。

图1显示了活动状态(AM)与各种节能模式下消耗的实际工作电流大小。

F14x的软件结构也针对低功耗而设计。如从备用模式唤醒MCU仅需6 $\mu$ S。其中断和子程序调用无层次限制,这种丰富的中断能力减少了系统查询的需要,可以方便地设计出中断程序结构的控制程序。

本系统采用的MSP430F149单片机,具有一个硬件乘法器、6个I/O端口(每个有8个I/O口)、1个精确的模拟比较器、2个具有捕捉/比较寄存器的定时器、8路12位A/D转换器、片内看门狗定时器、2个串行通信接口、60KB的Flash ROM和2KB RAM。F149还具有强大的扩展功能,其具有48个I/O引脚,每个I/O口分别对应输入、输出、功能选择、中断等多个寄存器,使得功能口和通用I/O口可以复用,大大增强了端口功能和灵活性,提高了对外围的开发能力。

MSP430F149的以上特点,使其非常适合于构成一个全功能的便携式单片机应用系统。

### 液晶显示模块与接口电路

图形点阵式液晶可显示用户自定义的任意符号和图形,并可卷动显示,它作为便携式单片机系统人机交互界面的重要组成部分,被广泛应用于实时检测和显示的仪器仪表中。它与行列式小键盘组成了现代单片机应用系统中最常用的人机交互界面。

图形点阵式液晶显示的工作电压3~5V,工作电流 $\leq 10\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 。可显示的信息量大,分辨率高。而且可靠性高,使用寿命长。

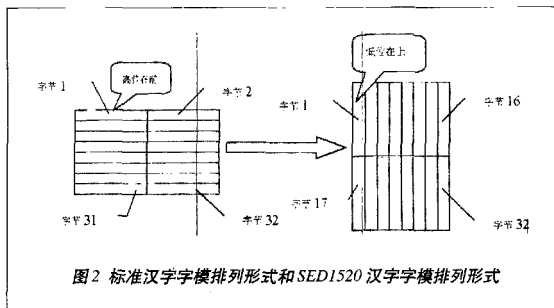


图2 标准汉字字模排列形式和SED1520汉字字模排列形式

在设计中,笔者采用了信利(TRULY)公司的MG-12232液晶显示模块。MG-12232模块供电电压的典型值为3V,工作电流的典型值为0.3mA,很适合本系统3V电平的低功耗环境。其可显示范围为122 $\times$ 32点阵,即能实现所谓的“双排汉显”。MG-12232采用的控制器是两片SED1520,一片SED1520控制器可以驱动16 $\times$ 80列。SED1520控制器可以在3V逻辑下正常工作,因而避免了与MSP430单片机逻辑电平不匹配的问题。

SED1520控制器作为液晶显示屏与MCU的接口,它直接驱动MG-12232液晶,控制字符、汉字以及图形的显示。

MCU可以通过SED1520的一些控制引脚和13条常用指令来访问液晶显示模块。如“RST”用于重新启动SED1520,“E1”和“E2”分别用于使能两片SED1520。“R/W”控制对SED1520的读或写。

一个SED1520显示控制器能控制80 $\times$ 16点阵液晶的显示,其显示RAM共16行,分2页,每页8行,每一页的数据寄存器分别对应液晶屏幕上的8行点。当设置了页地址和列地

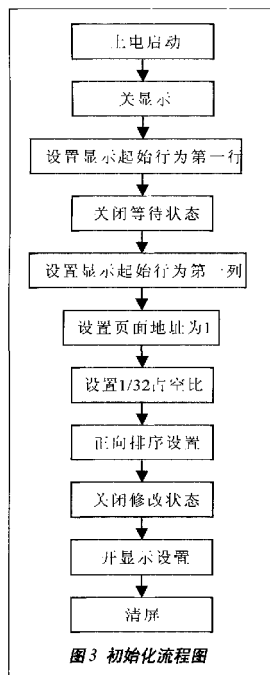
址后就确定了显示RAM中的唯一单元。屏幕上的每一列对应一个显示RAM的字节内容,且每列最下面一位为MSB,最上面一位为LSB,即该RAM单元字节数据由低位到高位各个数据位对应于显示屏上某一列的由高到低的8个数据位。对显示RAM的一个字节单元赋值就是对当前列的8行(1页)像素点是否显示进行控制。

MG-12232显示模块有多个型号,不同型号都采用相同的SED1520控制器,操作及使用方法完全相同,只是尺寸不同。常用的如MG-12232-5(76 $\times$ 29.1 $\times$ 5.7mm)、MG-12232-6(45.05 $\times$ 22.32 $\times$ 6.3mm)、MG-12232-7(84 $\times$ 44 $\times$ 10mm)等,可以分别用在大小不同的便携式仪器或设备上。

液晶显示模块还着重考虑其背光类型,不同的背光类型消耗电流大不相同。一般可选的背光类型有LED(发光二极管)、EL(电致发光灯)以及CCFL型(冷阴极灯管)。

### 键盘接口

MSP430F149的P1、P2口除了支持输入、输出以外,还支持硬件中断。P1、P2口的8个引脚都有各自的控制



寄存器，每个引脚可以单独控制，并且每个引脚都可以作为中断源。P1、P2口的这种结构非常适合实现基于中断的键盘输入响应程序。

本系统中使用 $2 \times 2$ 的行列式键盘。键盘程序采用行扫描法。即P1.0、P1.1接两根列线，列线定义为输出口，P1.2、P1.3接两根行线，行线定义为输入口。基于对系统低功耗要求的考虑，键盘输入响应程序应设计为中断方式运行。

## 汉字显示的原理与部分程序

### 图形点阵液晶的汉字字模

与在DOS中显示汉字不同的是，

图形点阵液晶并不是简单地用画点的方式来描出汉字。直接从中文系统汉字字库中提取的汉字字模并不能直接在液晶上显示，通常都必须经过格式上的调整和转换。标准16点阵汉字(如希望汉字的HZK16)字模数据的排列形式见图2左方。

由于一个SED1520显示控制器能控制 $80 \times 16$ 点阵液晶的显示，其显示RAM共16行，分2页，每页8行，排列形式见图2右方。连续16列相邻2页的32字节显示RAM就可以控制一个汉字的显示区域，对这些显示RAM赋以相应值就可以显示出一个汉字。

由图2可见，SED1520图形点阵液晶显示控制器汉字字模的排列顺序和方式与标准汉字字模完全不同。液晶字模数据可以通过对标准字模数据进行位运算后得到。实际编程中，具体汉字的液晶字模数据应存放在MSP430F149单片机的FLASH存储器中。

### 液晶显示器初始化流程

在液晶显示信息之前，必须先对液晶进行初始化。初始化的流程如图3所示。

需注意，MG-12232模块内虽然一片SED1520控制器实际控制区域为61列，但清除显示RAM时，仍应按80个RAM单元清除。

### 部分程序实例

程序是在MSP430单片机的开发平台IAR Embedded Workbench下采用汇编语言编写，仿真器采用了TI公司的MSP-FET430P410。由于本系统中选用了MSP430F149单片机，对源程序编译前需对IAR Embedded WorkBench平台进行以下设置：

A. 点击Project菜单下的Options命令进入设置窗口，对左边Category框内的“XLINK”选项下的“Include”页面进行设置，把“XCL file name”框的内容设置为“C:\Program Files\IAR Systems\ew23\430\icc430\msp430F149A.xcl”。

B. 点击Project菜单下的Options命令进入设置窗口，对左边Category框内的“C-SPY”选项下的“Setup”页面进行设置，把“Chip Description”框的内容设置为“C:\Program Files\IAR Systems\ew23\430\cw430\msp430F149.ddf”。

有关常量定义和发送命令字子程序(SEND\_COM)、发送数据子程序(SEND\_DATA)及液晶状态查询子程序(LCD\_STE)的源代码，请发邮件gaofeng@edw.com.cn索取。

## 结语

本系统利用MSP430F149单片机、MG-12232图形点阵液晶模块和行列式键盘接口构建了基于3V电平的微功耗的中文人机界面。实际使用中，此人机界面消耗电流不足1mA，这种设计方案取得了很好的低功耗效果。■

### 参考文献：

1. 胡大可，‘MSP430系列FLASH型超低功耗16位单片机’，北京航空航天大学出版社，2001。
2. ‘MSP430x1xx Family User’s Guide’，2000。
3. ‘MSP430x13x, MSP430x14x Data sheet’，2000。