

80C 31 单片机应用系统的低功耗设计

金永贤

(电信工程系)

摘 要 介绍了低功耗单片机应用系统的概念及特点,并从三个方面论述了 80C31 单片机应用系统的低功耗设计技术¹⁹.

关键词 低功耗;硬件;软件

分类号 TP 368 .1

0 引 言

一般情况,人们在设计一个单片机应用系统时,很少考虑其功耗问题¹⁹但是,当这个系统应用于交流供电困难及长期无人值守的自动监测、监控仪器仪表时,功耗就必须重点考虑,若系统功耗很大,那么,推广应用就会受到影响¹⁹本文就低功耗单片机应用系统设计问题,介绍个人的一些观点¹⁹.

1 低功耗单片机应用系统的概念及特点

低功耗单片机应用系统是指以降低系统功耗为一个主要性能指标的单片机系统¹⁹这些系统由于应用于一系列特殊场合,因而具有以下一些特点:

- (1) 首先要求体积小、重量轻、便于携带¹⁹.
- (2) 采用低功耗电路的设计方法,以降低系统的功耗¹⁹它除了选用各种低功耗的器件和芯片外,还在满足速度等性能指标的前提下,进行降低功耗的硬件电路设计和软件设计¹⁹.
- (3) 通常这些系统都应用在交流供电比较困难,甚至无法用交流供电的场合,因而各种电池(瓶)就成为其主要供电手段¹⁹.
- (4) 采用 LCD 液晶显示器¹⁹.
- (5) 采用 RS - 232C 串行通信接口¹⁹.
- (6) 通常这些系统不配备打印机¹⁹如需打印,可利用系统中的半导体存储器,如 RAM 或 E²PROM,先将数据储存起来,通过 RS-232C 串行接口,将数据传给系统机打印出来¹⁹.
- (7) 采用微功耗、高抗干扰的 CMOS 集成电路¹⁹.

2 80C31 单片机应用系统的低耗设计技术

2.1 设计的总体思想

一个单片机应用系统的功耗是由多方面因素决定的,但它主要取决于系统的技术指标、芯片和器件的选择,以及系统的工作方式¹⁹。要设计一个较好的低功耗单片机应用系统,可以采用以下手段:

(1) 尽量选用 CMOS 集成电路

早期的 CMOS 集成电路速度较低,随着 HCMOS 电路的出现,其速度已能和 LSTTL 电路相匹配¹⁹。目前几乎所有 LSTTL 工艺的存储器、单片微机及外围电路都有相应的 HCMOS 电路¹⁹。它们的功能、使用和引出端几乎一样,基本上可以直接代换¹⁹。

(2) 采用低压供电

系统的功耗和系统的供电电压存在一定的函数关系¹⁹。供电电压越高,系统的功耗也就越大¹⁹。对于纯电阻电路,系统的功耗和系统的供电电压的平方成正比¹⁹。再加上低功耗单片机系统采用电池供电,所以采用低电压供电,既能减少功耗,又有利于电池供电¹⁹。目前已经出现不少低电压的单片微机及其外围电路芯片,如 PIC 单片微机(Microchip)工作电压是 3.5 V; MC68HC05 单片微机(MOTOROLA)工作电压为 3 V; 83CL410 单片微机(Philips)工作电压低至 1.5 V; COP 系列单片微机(NS)工作电压低至 2.4 V¹⁹。这些单片微机在低压供电时,功耗只有 1~2 mA¹⁹。

(3) 尽量选用高速低频工作方式

低功耗单片微机应用系统中全部采用 CMOS 器件,而 CMOS 集成电路由它的结构所决定,它的静态功耗几乎为零,仅在逻辑状态发生转换时,电路中有电流通过¹⁹。它的动态功耗和逻辑状态转换频率成正比,和电路逻辑状态转换时间成正比¹⁹。所以,从降低功耗角度,应当快速转换,低频率工作¹⁹。但这一点对具有待机和掉电工作方式的单片机来说意义不大¹⁹。另外,CMOS 电路不用的输入端不能悬空,以免输入端逻辑电平不定,电路来回翻转,增大系统的功耗¹⁹。

(4) 采用低功耗工作方式

厂商不仅生产了各种低功耗器件,而且为某些器件专门设计了低功耗运行方式,如单片微机的冻结、掉电工作方式;存储器的维持工作方式,因此,在设计低功耗系统时,应充分利用这些特点,使系统的功耗降低¹⁹。

(5) 采用低功耗的软件设计技术

在一个单片机应用系统中,通过合理的硬件电路设计可以降低系统的功耗,同样也可以通过有效的软件设计技术来降低系统的功耗¹⁹。

(6) 合理地选择系统的各项技术指标

在一个系统中,往往有很多技术指标都是和功耗联系在一起¹⁹。像运行速度、驱动能力、稳定性、线性等,这些技术指标的提高往往以增加功耗来换取,所以应根据系统总的要求,合理地选择各项技术指标,以达到降低功耗目的¹⁹。

2.2 80C31 工作方式的选择

80C31/80C51/87C51 单片微机是常用的 8 位 CMOS 单片机¹⁹。它的内部结构和 HMOS 的

8031/8051/8751 单片微机基本相同,外引出端、指令系统也完全一样¹⁹。它们的不同点在于 CMOS 单片机功耗低、抗干扰能力强,并具有冻结和掉电运行模式¹⁹。在 5 V 电源 12M 时钟条件下,HMOS 的 8031 单片机耗电约为 150 mA;而 80C31 在同样条件下,耗电为 16 mA,采用冻结运行模式,耗电降为 3.7 mA,掉电模式下仅为 16 μ A¹⁹。

(1) 冻结方式

将节电控制寄存器 PCON.0 置位后(IDL = 1),80C31 进入冻结方式,这时 CPU 的内部时钟信号被门控电路封锁,CPU 进入冻结状态,但内部时钟信号继续供给中断系统、定时器和串行接口,CPU 的状态被完整地保存,如堆栈指针(SP),程序计数器(PC),程序状态字(PSW),累加器以及所有其它寄存器均保留冻结前状态,各端口引出端仍保持冻结前的逻辑状态,而 ALE 和 PSEN 则变为无效状态¹⁹。

结束冻结运行方式有两种方法¹⁹。任何允许的中断请求变为有效会引起硬件对 PCON.0 复位(IDL = 0),从而结束冻结运行方式¹⁹。结束冻结运行方式的另一方法,是用硬件复位,因为时钟振荡器仍在工作,硬件复位只需要持续有效两个机器周期(24 个振荡周期)即可完成¹⁹。

(2) 掉电方式

当执行了置位 PCON.1(PD = 1) 指令后,80C31 进入掉电方式¹⁹。这种方式中,片内振荡器停止工作¹⁹。随着时钟的冻结,各种功能均停止,只有内部 RAM 和特殊功能寄存器被保存¹⁹。

结束掉电方式,只能靠硬件复位¹⁹。掉电方式,可以使功耗降到最小,但使用必须十分小心,一定要保证在掉电方式未进入前 V_{cc} 不能降低,在结束掉电方式前, V_{cc} 必须恢复到正常电压¹⁹。结束掉电方式,同时也将振荡器解冻,在 V_{cc} 尚未恢复到正常电压之前不能启动复位,复位应保持足够长时间,以便保证振荡器的起振和达到稳定¹⁹。

2.3 低功耗单片机应用系统中的存储器

在一般单片机应用系统设计中,都很少考虑存储器本身运行时的功耗,但是在低功耗单片机系统设计时,如何选择和使用存储器,以便使系统的功耗降到最低是一个很关键的问题¹⁹。要解决好这个问题应从两方面入手¹⁹。一方面必须选用低功耗的 HCMOS 工艺存储器;另一方面要使存储器工作在维持工作方式¹⁹。

(1) 选用 HCMOS 工艺的存储器

存储器过去都是 NMOS 器件,其功耗较大,随着集成电路的不断发展,现在市场上已出现大量 HCMOS 工艺存储器¹⁹。这些存储器主要有 ROM(只读存储器):27C32、27C64、27C128、27C256、27C512 等;静态 RAM(随机存储器):6116、6264、6225 等;电可擦除存储器 E²PROM:28C17、28C64 等¹⁹。这些 CMOS 集成电路与 NMOS 存储器外引出端、功能及使用方法都一样,一般可互换使用¹⁹。表 1 说明了 HCMOS 存储器和 NMOS 存储器的不同功耗情况¹⁹。

表 1 存储器功耗表 mA

型 号	2732	27C32	2764	27C64	27128	27C128	27256	27C256	6116	6264	2864	28C64
工作电流	150	10	100	30	100	30	100	30	32	40	140	30
维持电流	30	1	20	1	20	1	40	1	0.1	0.1	70	5

说明:表中为最大电流¹⁹。

从表中可看出:在一个系统中,将 NMOS 存储器换为 HCMOS 存储器,系统的功耗会大大降低,同时也可发现:存储器的功耗和存储器的容量关系不大¹⁹。因而,当需要较大的存储空

间时,应选用一块大容量的存储器,而不应该选用多块小容量的存储器¹⁹。

(2) 采用维持工作方式

CMOS 存储器工作电流虽然不大,但对于低功耗的仪器仪表来说,还是很难接受的¹⁹。仔细分析便知,存储器实际读写时间是很短的,每次读写时间大约为几百纳秒,占整个仪器工作时间的很少一部分,而且在某一时刻,CPU 不可能同时访问各个存储器,所以厂家为存储器设计了维持工作方式¹⁹。不管是程序存储器,还是数据存储器都有片选端,当片选 CE 为低电平时,存储器处于工作方式,CPU 可以访问它,工作电流较大¹⁹。相反,当片选 CE 为高电平时,存储器处于维持工作方式,CPU 不能访问它¹⁹。从表 1 可知,存储器在维持工作方式时,它的功耗就已经非常小了¹⁹。

I 程序存储器的维持工作方式

程序存储器的片选信号 CE 为低电平时,程序存储器被选中,可以对其进行读操作¹⁹。当片选信号 CE 为高电平时,它处于维持工作方式,功耗极小¹⁹。所以在设计低功耗单片机应用系统时,图 1 所示,通常都将片选信号 CE 和允许输出信号 OE 连在一起接到 80C31 的程序选通信号 PSEN 上,这样 PSEN 就成了存储器的片选信号,只有在读指令时,程序存储器才被选中,其它情况,程序存储器处于维持工作方式¹⁹。

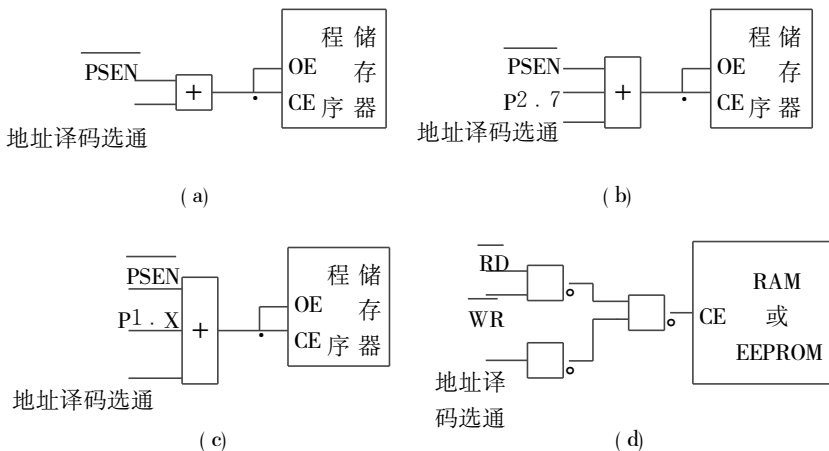


图1 存储器片选端的连接

对于具有冻结工作方式的 80C31 单片机来说,由于在冻结方式时,80C31 的 PSEN 输出高电平信号,这样一种连接方式,正好使程序存储器进入节电维持工作方式¹⁹。

对于具有掉电工作方式的 80C31 单片机系统,由于在掉电工作方式时,80C31 的 PSEN 输出低电平信号,按图 1(a) 方式连接,就会使程序存储器进入耗电工作方式¹⁹。为此必须采用改进型方式图 1(b) 所示进行连接¹⁹。80C31 在掉电工作方式时,P2 口输出 P2 口锁存器锁存的内容¹⁹。所以,在进入掉电方式前,应当使 P2.7 输出低电平,80C31 可以对程序存储器正常读操作;掉电方式时,P2.7 置为高电平,强迫程序存储器进入维持工作方式¹⁹。当程序存储器容量大于 32 K 时,P2.7 作为访问外部程序存储器的地址信号,这时就不能使用 P2.7 引出端,可以换用 P3 口或 P1 口的某一位,如图 1(c) 所示¹⁹。

II RAM 和 EPROM 的维持工作方式

静态 RAM 以及 E^2 PROM 和上述程序存储器一样,片选 CE 为低电平时,存储器被选中,处于耗电工作方式;若 CE 为高电平,存储器处于节电的维持工作方式¹⁹。为了使存储器在不读写时处于节电维持工作方式,可以采用图 1(d) 的连接方式¹⁹。分析此电路可知,在不进行读写操作时, RD 和 WR 信号均为高电平, CE 为高电平,存储器必然处于节电的维持工作方式¹⁹。对于会进入冻结和掉电工作方式的单片机来说,也可用此电路¹⁹。在开机复位时, P³ 口寄存器已被自动复位为 FFH,同时由于采用了片外 RAM 和 E^2 PROM, P³ 口的读写引出端已不会作其它功能使用,寄存器内锁存的内容始终为高电平,在进入冻结或掉电方式后, RD、WR 输出高电平,使 RAM 或 E^2 PROM 处于节电工作方式¹⁹。

2.4 低功耗单片机应用系统的软件设计技术

在一个单片机应用系统中,通过有效的硬件设计可以降低系统的功耗,同样也可以通过有效的软件设计来降低系统的功耗¹⁹。在一个单片机系统中, CPU 运行时间越长,功耗就越大,所以在软件设计时,要尽量使 CPU 运行时间缩短,让 CPU 大部分时间处于冻结或掉电状态¹⁹。以下几个措施对减少系统的功耗是有利的¹⁹。

(1) 尽量不采用软件循环延时的办法¹⁹。在需定时的场合,可采用定时器¹⁹。当定时器到了时间后,向 CPU 发出中断,这样可减少 CPU 的运行时间¹⁹。

(2) 不要采用动态扫描显示方式¹⁹。而应当利用锁存器采用静态显示方式,以减少 CPU 运行时间¹⁹。如 MCS-14543 就是一种较好的用于静态显示的锁存、译码、驱动、显示四合一的 CMOS 液晶组合电路,可方便地用于单片机系统中¹⁹。

(3) 单片机系统在冻结方式时,片内定时器/计数器仍处于工作状态¹⁹。而不少便携式智能仪器仪表需进行定时监测或测量¹⁹。根据这个特点,应当尽量利用冻结时单片机内定时/计数器的功能来计时或计数,这样既节省了系统的功耗,又达到了测量的目的¹⁹。

(4) 低功耗单片机应用系统构成的便携式仪器,通常都配有 RS-232C 通信接口,这样在通信模块软件设计时,应尽量提高传送的波特率,并且在设计接收和发送程序时,不要采用软件循环检测的办法,而应利用串行中断方式¹⁹。

3 结束语

低功耗单片机应用系统设计是一项较复杂的工作¹⁹。笔者以 80C31 单片微处理器为例,就单片机应用系统低功耗设计的总体思想、单片微处理器工作方式选择、存储器工作电路设计和应用系统的软件设计等几个方面,讨论了设计的方法和技巧¹⁹。对 MCS-51 系列单片机应用系统设计都适用,对其它单片机的低功耗应用系统设计也有参考价值¹⁹。当然,单片机应用系统的低功耗设计还涉及到其它方面,如接口设计、显示技术、电源供给问题等,限于篇幅,在此不作介绍¹⁹。

参 考 文 献

1 孙育才¹⁹。MCS-51 系列单片微型计算机及应用¹⁹。江苏:东南大学出版社,1993

2 徐淑华等¹⁹。单片微型计算机及应用¹⁹。哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1993

2 高海生等¹⁹。单片机应用技术大全¹⁹。成都:西南交通大学出版社,1996

(下转第 64 页)

5 结束语

该课件界面的对话框和部分菜单项功能是用 C 语言编写的应用程序来实现, 试题库及试题的幻灯片库是在 AutoCAD 软件平台上建立的, 试题库的填充及修改方便、操作简单¹⁹。若教师能结合本课件, 穿插讲授工程制图和 AutoCAD 软件两门课程, 教师能从繁琐的批改作业中解脱出来, 集中精力备课、讲课; 学生则更有兴趣学习这两门课程¹⁹。

参 考 文 献

- 1 秦圣峰, 田怀文¹⁹。实用微机绘图技术¹⁹。成都: 西南交通大学出版社, 1996
- 2 曹建国, 李建民¹⁹。AutoCAD 12.0 应用与开发教程(三)¹⁹。北京: 学苑出版社, 1994

Design and Implementation of an Engineering Drafting CAI System

Tu Xiaobin Ren Jiwen

(Basic Courses Department)

Abstract The methods for designing and implementing an engineering drafting CAI system and the techniques of the second development of AutoCAD software are introduced in this paper.

Key words engineering drafting; CAI system; exercise; menu

(上接第 60 页)

Low Power Waste Design on the 80C31 Single Chip Microcomputer Applied System

Jin Yongxian

(Electronic and Information Engineering Department)

Abstract The concept of the low power waste single chip microcomputer applied system is introduced. The design technology of low power waste 80C31 single chip microcomputer applied system is described in three aspects respectively.

Key words low power waste; hardware; software