

实用电子钟的设计

卢钰伟

北京邮电大学电信工程学院多媒体中心 (100876)

E-mail: luyuwei7@126.com

摘要:系统的设计电路是以 AT89C52 单片机为核心控制器, 其外围电路主要包括时钟模块、键盘模块、液晶显示模块和跑表与重要日子倒计时模块。这种电子钟不仅具有了一般电子钟的基本功能, 并且具有以下功能: 闹钟时间设置, 非接触式关闭闹铃, 显示年月日, 跑表, 对重要日子倒计时等一系列功能。其中使用串行时钟芯片 PCF8563, 实现时间和闹钟的显示设置功能。通过键盘和汉显液晶提示可方便地校对时钟和设置闹钟时间, 利用单片机中断系统完成跑表与倒计时, 采用光电传感器实现非接触闹钟止闹功能。整个系统使用单片机 C51 语言进行编程^{[1][2]}, 实现其设计的各项功能。

关键字: 单片机 PCF8563 液晶 C51 语言

1. 前言

电子钟已成为人们日常生活中必不可少的物品, 广泛用于个人家庭以及车站、码头、剧院、办公室等公共场所, 给人们的生活、学习、工作、娱乐带来极大的方便。随着技术的发展, 人们已不再满足于钟表原先简单的报时功能, 希望出现一些新的功能, 诸如日历的显示、闹钟的非接触式止闹、跑表功能、重要日期倒计时显示等, 以带来更大的方便, 而所有这些, 又都是以数字化的电子时钟为基础的。因此, 研究实用电子钟及其扩展应用, 有着非常现实的意义, 具有很大的实用价值。

由于数字集成电路技术的发展和采用了先进的石英技术, 使电子钟具有走时准确、性能稳定、携带方便等优点, 它还用于计时、自动报时及自动控制等各个领域。虽然现在市场上已有现成的电子钟集成电路芯片出售, 价格便宜, 使用也灵活, 如可以随意设置时、分、秒的输出, 改变显示数字的大小等, 并且由于集成电路技术的发展, 特别是 MOS 集成电路技术的发展, 使电子钟具有体积小、携带方便, 但是这里介绍的实用电子钟可以满足使用者的一些特殊要求, 输出方式灵活、功耗低、计时准确、性能稳定、维护方便等优点。

实用电子钟是一个时间控制系统, 既能作为一般的时间显示器, 也可作为一个定时控制器, 驱动负载或显示信息, 同时可以根据需要扩展其功能。在此项目的设计研究过程中需综合运用所学的模拟电子技术、数字电子技术、单片机原理与应用、EDA 等课程的知识, 掌握实用电子钟的设计、组装与调试方法, 利用现代的 EDA、单片机等新电子技术以及现代的设计手段, 系统地培养了综合设计、操作调试、故障处理的能力, 达到综合素质以及创新能力的提高。

2. 系统总体设计

2.1 系统工作过程

系统上电自检后，实时实现小时、分钟、秒以及日历的显示和闹钟开关等指示信息的显示，通过按键可实现校对时间、设置闹钟时间、整点报时功能以及进行跑表和对重要日子倒计时的设定和显示。当闹钟时间到时，单片机通过晶体管、蜂鸣器来实现声报警。采用光电开关实现非接触式止闹的功能。

2.2 系统总体设计框图

根据题目设计要求，要求实现时间和闹钟的显示及设定、跑表、重要日子倒计时、非接触式止闹等功能。针对此要求，本系统由以下几个模块构成，系统总体设计框图如图 1 所示：

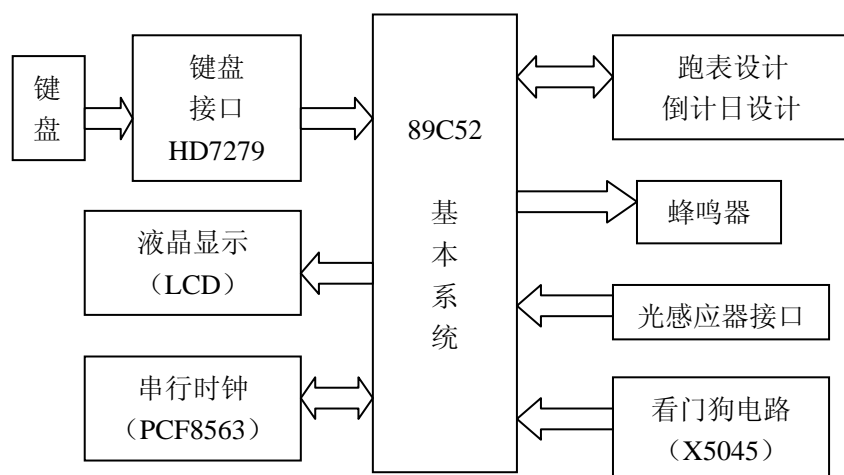


图 1 系统总体设计框图

3. 方案论证与选择

3.1 总体方案论证与选择

方案一:纯硬件电路系统^[3]。各功能采用分离的硬件电路模块实现。用时序逻辑电路实现时钟功能，用 555 定时器实现闹钟的设定。但这种实现方法可靠性差、控制精度低，灵活性小、线路复杂、安装调试不方便，而且不方便实现对系统的扩展。

方案二:用可编程逻辑器件 (PLD) 实现。这种方案与前一种相比，可靠性增加，同时可以很好的完成时钟的功能。同时这种方案只能选用数码管显示，显示的效果不够理想，无法很好的完成扩展功能的要求。同时，系统的灵活性不够。

方案三:采用 AT89C52 单片机作为系统的控制核心。时钟功能采用单片集成的时钟芯片 PCF8563 来实现，可以使用液晶显示时间、日历及闹铃提示信息，有着智能化的人机界面。

由于使用了单片机，整个系统可编程，系统的灵活性大大增加了。另外，本方案可以方便的实现其他功能的扩展。

经过以上的比较论证，选用方案三来完成项目设计的要求。

3.2 模块方案论证与选择

3.2.1 时钟模块

方案一：基本门电路搭建

用基本门电路来实现时钟发生器，电路结构复杂，故障系数大，不易调试。

方案二：由单片机实现时钟功能

单片机内部具有定时器，可方便实现定时功能。通过计算可知，使定时器每 25ms 产生一次中断，当产生 40 次中断后秒单元将加一，以此类推，从而实现时、分、秒的走时，并加以显示。但由于系统晶振误差、温漂、中断响应时间的不确定性及定时器重新装载时间常数所带来的误差，决定它不能用来作为时钟的时间基准。

方案三：专用时钟芯片

目前市场上已有很多实时时钟芯片。如 DS12887、DS1302、PCF8563、X1227 等，芯片内都集成了时钟/日历功能，给时钟系统设计带来很多方便。因此计时功能以选专用时钟芯片为宜，时钟模块采用方案三来实现。

在系统硬件设计时，串行总线接口较并行总线接口较为方便，系统设计选用了 PHILIPS 公司的串行接口总线实时时钟芯片 PCF8563 作为计时芯片。

3.2.2 键盘模块

方案一：采用独立式按键电路

每个键单独占有一根 I/O 接口线，每个 I/O 口的工作状态互不影响，此类键盘采用端口直接扫描方式。但是当按键较多时占用单片机的 I/O 数目较多。

方案二：采用阵列式键盘

此类键盘是采用行列扫描方式，当按键较多时可以降低占用单片机的 I/O 口数目。

由于本系统采用的是 4×4 键盘，I/O 接口线较多，所以采用方案二。键盘接口电路用 HD7279A。它具有串行接口，其接口和外围电路比较简单，占用口线少；可同时连接多达 64 键的键盘矩阵；内部含有译码器，可直接接受 BCD 码。所有这些特点都使得键盘模块电路设计简单，且编程比较容易。

3.2.3 显示模块

方案一：使用多个数码管显示^[4]。

LED 数码管是利用二极管发光显示数字和字母，具有亮度大、接口设计比较容易，价格相对较便宜等优点。但是由于它工作电流较大、不能显示汉字，显示的信息量有限，若在此

题目中应用就会受到很大的限制。

方案二：采用液晶显示。

液晶特别是具有汉字显示功能的液晶显示器，来实现显示功能，不仅可以实现基本的显示信息，而且可以显示丰富的符号指示信息以及文字指示信息，信息量丰富且直观易懂。而且液晶显示有功耗低，体积小，重量轻，寿命长，不产生电磁辐射污染等优点。

系统采用方案二，设计选用 0CM4×8C。

3.2.4 止闹功能

方案一：采用按下止闹按钮实现接触式止闹。一般钟表都具有闹钟功能，定时时间到，便自动启动闹钟，发出铃声、音乐声以提醒人们，再由人按下止闹按钮停止闹钟工作，此方案缺点是操作起来不是很方便。

方案二：采用声音控制实现非接触止闹功能。此方案的优点是操作方便，但由于声控存在灵敏度的问题，在现场条件差的环境中，外界噪声对正常声音信号带来的干扰，也比较容易引起误动作。

方案三：采用光电开关实现非接触止闹功能，因为光电开关利用物体对红外线的反射，可检测到物体的有无，方便有效，人体只需要靠近传感器 20CM 以内就可产生信号，完成止闹功能。

系统的止闹模块设计采用方案三，光电开关实现非接触式止闹。

4. 系统模块设计

4.1 时钟接口电路设计

本电子钟系统的重要部分在于时钟和闹钟功能模块，这里选用串行日历时钟芯片 PCF8563。与采用并行总线与单片机进行数据通信的时钟芯片相比，PCF8563 与单片机的连线大为减少，极大的节省了单片机的系统资源。时钟芯片与单片机的接口电路^[5]如图 2 所示。

PCF8563 是 PHILIPS 公司推出的一款工业级内含 I²C 总线接口功能的具有极低功耗的多功能时钟/日历芯片。PCF8563 的多种报警功能、定时器功能、时钟输出功能以及中断输出功能能完成各种复杂的定时服务，甚至可为单片机提供看门狗功能。内部时钟电路、内部振荡电路、内部低电压检测电路（1.0V）以及两线制 I²C 总线通信方式，不但使外围电路极其简洁，而且也增加了芯片的可靠性。同时每次读写数据后，内嵌的字地址寄存器会自动产生增量。当然作为时钟芯片，PCF8563 亦解决了 2000 年问题。因而，PCF8563 是一款性价比较高的时钟芯片，它已被广泛用于电表、水表、气表、移动电话、传真机、便携式仪器以及电池供电的仪器仪表等产品领域。

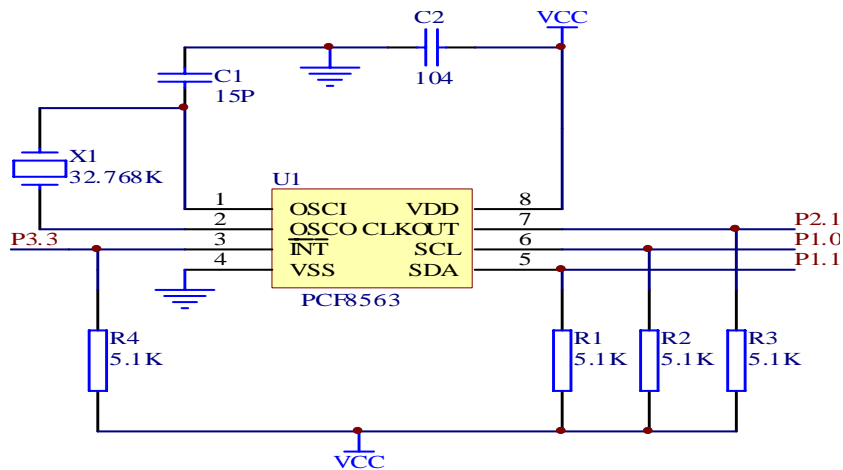


图 2 PCF8563 时钟电路

PCF8563 的管脚排列图如图 3 所示：

PCF8563 的管脚描述如表 1 所示。

PCF8563 采用了 I²C 总线接口，虽然总线时序关系复杂，但我们可以利用 PHILIPS 公司提供的软件包，使得编程极为简单，可靠性极强。在设计中我们主要用到了 PCF8563 的计时功能和报警功能。

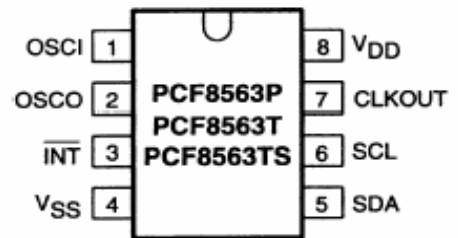


图 3 PCF8563 管脚

PCF8563 内部共有 16 个寄存器。其中 00H, 01H 为控制方式寄存器，02H—08H 为时间寄存器，09H—0CH 为报警功能寄存器，0DH 为时钟输出寄存器，0EH 和 0FH 为定时器功能寄存器。其中报警和时间寄存器的位描述如表 2 所示。

表 1 PCF8563 管脚描述

符号	管脚号	描述
OSCI	1	振荡器输入
OSCO	2	振荡器输出
$\overline{\text{INT}}$	3	中断输出（开漏：低电平有效）
VSS	4	地
SDA	5	串行数据 I/O
SCL	6	串行时钟输入
CLKOUT	7	时钟输出（开漏）
VDD	8	正电源

由此可以看出芯片内部时间寄存器和报警寄存器在地址上是连在一起的，并且数据全部是以 BCD 码形式存放的，这样使得数据读写和处理变得相当简洁和便利。在本设计中，PCF8563 通过 SCL、SDA、/INT、CLKOUT 与单片机相连，SDA、SCL、/INT、CLKOUT 均为漏极开路，必须接上拉电阻。

表 2 报警和时间寄存器的位描述

地址	寄存器名称	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
02h	秒	VL	00~59 BCD 码格式数						
03h	分钟	—	00~59 BCD 码格式数						
04h	小时	—	—	00~59 BCD 码格式数					
05h	日	—	—	00~31 BCD 码格式数					
06h	星期	—	—	—	—	—	0~6		
07h	月/世纪	C	—	—	00~12 BCD 码格式数				
08h	年	00~99BCD 码格式数							
09h	分钟报警	AE	00~59 BCD 码格式数						
0Ah	小时报警	AE	—	00~23 BCD 码格式数					
0Bh	日报警	AE	—	00~31 BCD 码格式数					
0Ch	星期报警	AE	—	—	—	—	0~6		

SCL 为时钟输入端，数据随时钟信号同步输入器件或从器件输出；SDA 为双向引脚，用于行数据的输入输出；/INT 是中断信号输出端，与单片机的 P3.3 相连，可通过设置报警寄存器按指定时间在该脚产生报警信号，低电平有效；CLKOUT 是时钟输出端，接至单片机的 P2.1 脚，其中 CLKOUT 频率寄存器位描述见表 3 所示，CLKOUT 频率选择表见表 4 所示，当闹铃时间到时，在 PCF8563 的内部产生中断标志 AF，同时在 /INT 端产生一个中断（低电平有效），中断服务程序中通过软件编程使得 CLKOUT，也就是单片机的 P2.1 脚输出 1Hz 的脉冲，

表 3 CLKOUT 频率寄存器位描述表

Bit	符号	描述
7	FE	FE=0,CLKOUT 输出被禁止并设成高阻抗 FE=1,CLKOUT 输出有效
6~2	—	无效
1	FD1	用于控制 CLKOUT 的频率输出管脚 (f_{CLKOUT}), 参见表 4
0	FD0	

启动报警电路，蜂鸣器发出报警声。

表 4 CLKOUT 频率选择表

FD1	FD0	f_{CLKOUT}	FD1	FD0	f_{CLKOUT}
0	0	32.768KHz	1	0	32Hz
0	1	1024Hz	1	1	1Hz

4.2 键盘接口电路设计

在设计键盘接口电路^[6]时，我们使用 HD7279A 键盘控制器来扫描 4×4 的 16 键键盘，单片机通过中断方式从 HD7279A 读出键码，接口电路如图 4 所示：

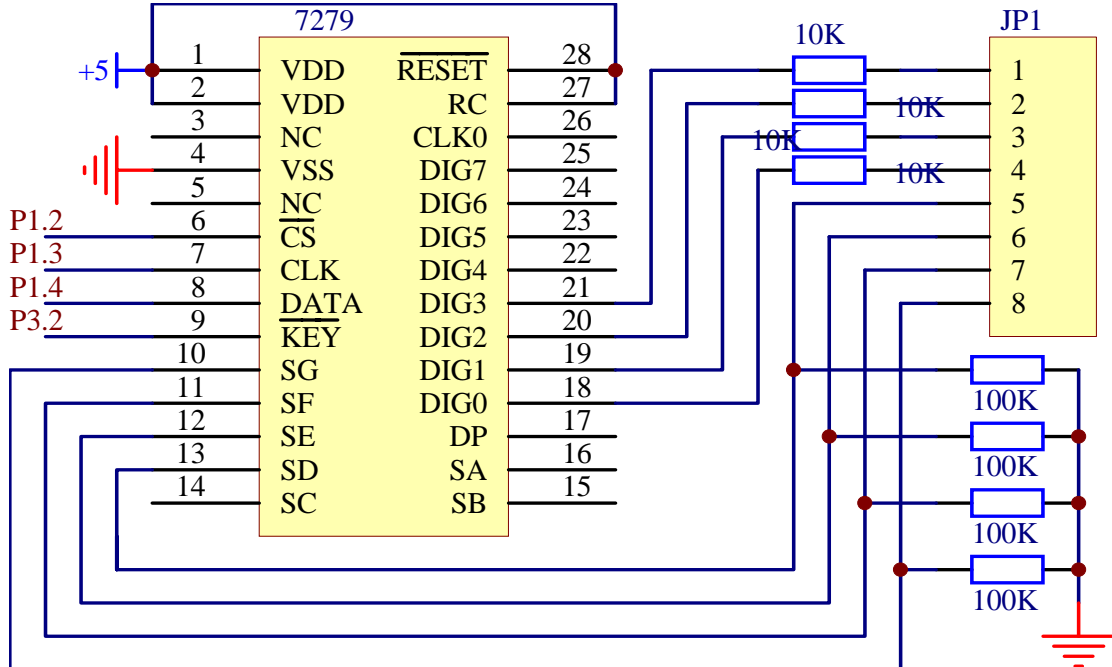


图 4 键盘接口电路

HD7279A 是比高公司生产的单片具有串行接口、可同时驱动 8 位共阴式数码管（或 64 只独立 LED）的智能显示驱动芯片，该芯片同时可连接多达 64 键的键盘矩阵，一片即可完成 LED 显示及键盘接口的全部功能。它和微处理器之间采用串行接口，其接口和外围电路比较简单，且占用口线较少，因此可以提高单片机的效率和节省系统资源。加之它具有较高的性能价格比，因而在微型控制器、智能仪表、控制面板和家用电器等领域获得了日益广泛的应用。

HD7279A 的管脚排列如图 5 所示。

HD7279A 的管脚描述如表 5 所示。

HD7279A 的主要特点如下：

- ◆ 带有串行接口，无需外围元件便可直接驱动 LED；
- ◆ 各位可独立控制译码/不译码、消隐和闪烁等属性；
- ◆ 具有（循环）左移/（循环）右移指令；
- ◆ 具有段寻址指令，可方便地用来控制独立的 LED 显示管；
- ◆ 64 键键盘控制器内含去抖动电路。

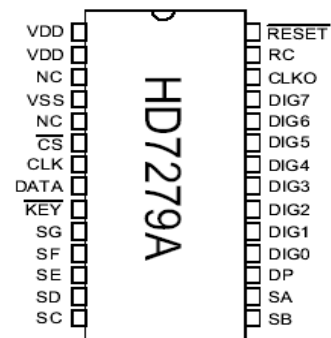


图 5 HD7279A 的管脚图

表 5 HD7279A 的管脚描述

引脚	名称	说明
1, 2	VDD	正电源
3, 5	NC	无连接, 必须悬空
4	VSS	接地
6	/CS	片选输入端, 此引脚为低电平时, 可向芯片发送指令及读取键盘数据
7	CLK	同步时钟输入端, 向芯片发送数据及读取键盘数据时, 此引脚电平上升沿表示数据有效
8	DATA	串行数据输入/输出端, 当芯片接收指令时, 此引脚为输入端; 当读取键盘数据时, 此引脚在‘读’指令最后一个时钟的下降沿变为输出端
9	KEY	按键有效输出端, 平时为高电平, 当检测到有效按键时, 此引脚变为低电平
10-16	SG-SA	段 g—段 a 驱动输出
17	DP	小数点驱动输出
18-25	DIG0-DIG7	数字 0—数字 7 驱动输出
26	CLK0	振荡输出端
27	RC	RC 振荡器连接端
28	RESET	复位端

HD7279A 与微处理器仅需 4 条接口线, 其中 /CS 为片选信号 (低电平有效)。DATA 为串行数据端, 当向 HD7279A 发送数据时, DATA 为输入端; 当 HD7279A 输出键盘代码时, DATA 为输出端。CLK 为数据串行传送的同步时钟输入端, 时钟的上升沿表示数据有效。KEY 为按键信号输出端, 该端在无键按下时为高电平; 而在有键按下时变为低电平, 并一直保持到按键释放为止。

HD7279A 控制指令分为纯指令和带有数据的指令两大类。纯指令主要有六条, 分别为:

- (1) 复位指令。指令代码为 A4H, 其功能为清除所有显示, 包括字符消隐属性和闪烁属性。
- (2) 测试指令。指令代码为 BFH, 其功能为将所有的 LED 点亮并闪烁, 可用于自检。
- (3) 左移指令。指令代码为 A1H, 其功能为将所有的显示左移 1 位, 移位后, 最右位空 (无显示), 不改变消隐和闪烁属性。
- (4) 右移指令。指令代码为 A0H, 其功能与左移指令相似, 只是方向相反。

(5) 循环左移指令。指令代码为 A3H，其功能为将所有的显示循环左移 1 位。移位后，最左位内容移至最右位，不改变消隐和闪烁属性。

(6) 循环右移指令。指令代码为 A2H，其功能与循环左移指令相似，只是方向相反。

系统键盘排列如表 6 所示。

其中，各键值的代表意义如下所示：

0~9: 调整时间、闹铃、重要日子倒计时时所输入的数字键值；

A: 是否设定整点报时；第一次按下，有整点报时的功能，即在整点时蜂鸣器响一下；第二次按下，无整点报时功能。

B: 第一次按下，设定重要日子倒计时功能；第二次按下，显示倒计时日的天数。

C: 设定闹铃；

D: 校对调整时间；

E: 启动/停止/保持跑表的显示；第一次按下，跑表启动；第二次按下，跑表停止，并显示所跑的时间。

F: 确认键，返回显示时间的画面。

表 6 键盘

1	2	3	4
5	6	7	8
9	0	A	B
C	D	E	F

4.3 液晶显示电路设计

由于本系统信息显示量大，所以我们选用 OCM4×8C 中文模块的液晶显示器。它内含 GB2312 16×16 点阵国标以及简体汉字和 ASCII 码即可实现文本显示。此外，OCM 中文模块系统液晶显示器也可用作一般的点阵圆形显示器，并实现汉字、ASCII 码，点阵圆形和变化曲线的同屏显示，此适合我们的需要。接口电路如图 6 所示：

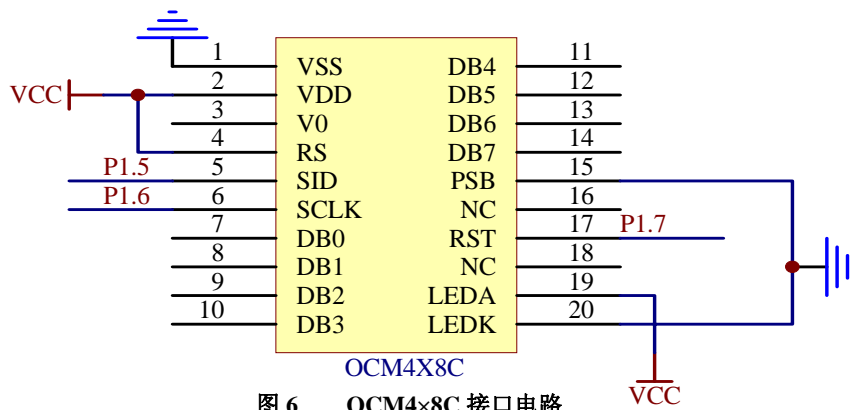


图 6 OCM4×8C 接口电路

OCM4×8C 是具有串/并接口，内部含有中文字库的图形点阵液晶显示模块。该模块的控制/驱动器采用台湾矽创电子公司的 ST7920，因而具有较强的控制显示功能。OCM4×8C 引脚

说明见表 7 所示。

该模块具有 2.7~5.5V 的宽工作电压范围,且具有睡眠、正常及低功耗工作模式,可满足系统各种工作电压及便携式仪器低功耗的要求。液晶模块显示负电压,也由模块提供,从而简化了系统电源设计。模块同时还提供 LED 背光显示功能。除此之外,模块还提供了画面清除、游标显示/隐藏、游标归位、显示打开/关闭、显示字符闪烁、游标移位、显示移位、垂直画面旋转、反白显示、液晶睡眠/唤醒、关闭显示等操作指令。

OCM 4×8C 中文模块不需初始化,设置初始化的工作都在上电时自动完成,实现了“即插即用”,其用户硬件接口采用 REQ/BUSY 握手协议,简单可靠。该晶体显示器采用请求/答应握手协议,BUSY 高电平有效,表示 OCM 忙,不能接受命令;BUSY=0 时,表示 OCM 空闲。同时 REQ=1 时通知 OCM 处理当前数据线上的数据。这是一种双向通讯。

表 7 OCM4×8C 引脚说明

引脚	名称	方向	说明
1	VSS	—	GND (0V)
2	VDD	—	逻辑电源 (+5V)
3	V0	—	LCD 电源 (悬空)
4	RS (CS)	O	H: 数据, L: 指令
5	R/W (SID)	O	H: 读, L: 写
6	E (SCLK)	O	使能
7	DB0	I	数据 0
8	DB1	I	数据 1
9	DB2	I	数据 2
10	DB3	I	数据 3
11	DB4	I	数据 4
12	DB5	I	数据 5
13	DB6	I	数据 6
14	DB7	I	数据 7
15	PSB	O	H: 并行, L: 串行
16	NC	—	空脚
17	RST	O	复位 (低电平有效)
18	NC	—	空脚
19	LEDA	—	背光源正极 (LED+5V)
20	LEDK	—	背光源负极 (LED-0V)

OCM4×8C 的液晶显示屏为 128×64 点阵,可显示 4 行、每行 8 个汉字。为了便于简单、

方便地显示汉字，该模块具有 2Mb 的中文字型 CGROM，该字型 ROM 中含有 8192 个 16×16 点阵中文字库；同时，为了便于英文和其它常用字符的显示，具有 16Kb 的 16×8 点阵的 ASCII 字符库；为便于构造用户图形，提供了一个 64×256 点阵的 GDRAM 绘图区域，且为了便于构造用户所需字型，提供了 4 组 16×16 点阵的造字空间。利用上述功能，OCM4×8C 可实现汉字、ASCII 码、点阵图形、自造字体的同屏显示。

OCM4×8C 按照每个中文字符 16×16 点阵将显示屏分为 4 行 8 列，共 32 个区。每个区可显示 1 个中文字符或 2 个 16×8 点阵全高 ASCII 码字符，即每屏最多可实现 32 个中文字符或 64 个 ASCII 码字符的显示。OCM4×8C 内部提供 128×2 字节的字符显示 RAM 缓冲区（DDRAM）。字符显示是通过将字符显示编码写入该字符显示 RAM 实现的。根据写入内容的不同，可分别在液晶屏上显示 CGROM（中文字库）、HCGROM（ASCII 码字库）及 CGRAM（自定义字形）的内容。三种不同字符/字型的选择编码范围为：0000~0006H 显示自定义字型，02H~7FH 显示半宽 ASCII 码字符，A1A0H~F7FFH 显示 8192 种 GB2312 中文字库字形。字符显示 RAM 在液晶模块中的地址 80H~9FH。字符显示的 RAM 的地址与 32 个字符显示区域有着一一对应的关系，其对应关系见表 8。

表 8 字符显示 RAM 地址与字符显示位置关系

80H	81H	82H	83H	84H	85H	86H	87H
90H	91H	92H	93H	94H	95H	96H	97H
88H	89H	8AH	8BH	8CH	8DH	8EH	8FH
98H	99H	9AH	9BH	9CH	9DH	9EH	9FH

为便于和多种微处理器、单片机接口，OCM4×8C 提供了多种串/并接口方式，使用其串行接口方式可大大简化液晶显示模块与单片机之间的接口设计；同时，也使液晶显示模块显示汉字变得极为容易，从而改变过去单片机系统人机界面不够友好的弊端。因此，在此系统的设计中，采用 2 线串行接口方式。其工作操作时序如图 7 所示：

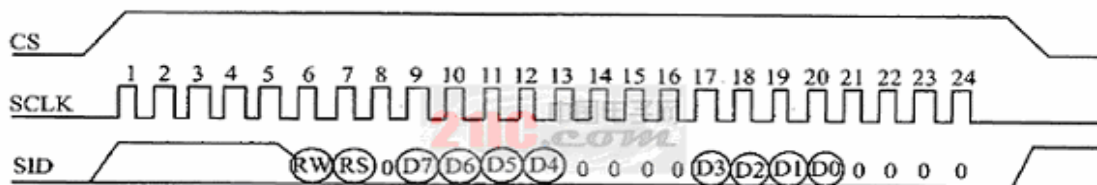


图 7 OCM4×8C 的 2 线串行工作模式操作时序

由图 7 可以看出，单片机与液晶模块之间传送 1 字节的数据共需 24 个时钟脉冲。首先，单片机要给出数据传输起始位，这里是以 5 个连续的“1”作数据起始位，如模块接收到连

续的 5 个“1”，则内部传输被重置并且串行传输将被同步。紧接着，“RW”位用于选择数据的传输方向（读或写），“RS”位用于选择内部数据寄存器或指令寄存器，最后的第 8 位固定为“0”。在此之后，下一个字节的数据或指令将被分为 2 个字节来串行传送或接收。数据或指令的高 4 位，被放在第 2 个字节串行数据的高 4 位，其低 4 位则置为“0”；数据或指令的低 4 位被放在第 3 个字节的高 4 位，其低 4 位也置为“0”，如此完成一个字节指令或数据的传送。需要注意的是，当有多个数据或指令要传送时，必须要等到一个指令执行完毕后再传送下一个指令或数据，否则，会造成指令或数据的丢失。这是因为液晶模块内部没有发送/接收缓冲区。

用 OCM4×8C 显示模块时应注意以下几点：

(1) 欲在某一个位置显示中文字符时，应先设定显示字符位置，即先设定显示地址，再写入中文字符编码。

(2) 显示 ASCII 字符过程与显示中文字符过程相同。不过在显示连续字符时，只须设定一次显示地址，由模块自动对地址加 1 指向下一个字符位置，否则，显示的字符中将会会有一个空 ASCII 字符位置。

(3) 当字符编码为 2 字节时，应先写入高位字节，再写入低位字节。

(4) 模块在接收指令前，向处理器必须先确认模块内部处于非忙状态，即读取 BF 标志时 BF 需为“0”，方可接受新的命令。如果在送出一个指令前不检查 BF 标志，则在前一个指令和这个指令中间必须延迟一段较长的时间，即等待前一个指令确定执行完成。

系统开机后，自动进入时钟和闹钟开关状态显示，画面如图 8 所示。

	20	05	年	05	月	01	日
		星	期	日			
	12	时	01	分	00	秒	
		闹	钟	关			

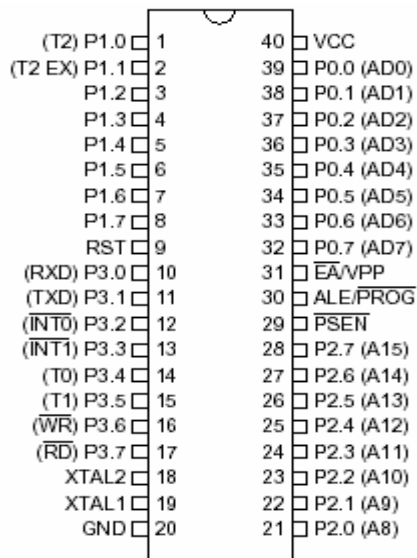
图 8 系统开机状态显示

4.4 AT89C52 单片机电路^[5]

AT89C52 是美国 ATMEL 公司生产的低电压，高性能 CMOS 8 位单片机，片内含 8K bytes 的可反复擦写的只读程序存储器（PEROM）和 256 bytes 的随机存取数据存储器（RAM），器件采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术生产，与标准 MCS-51 指令系统及 8052 产品引脚兼容，片内置通用 8 位中央处理器（CPU）和 Flash 存储单元。功能强大的 AT89C52 单片机适合于许多较为复杂控制应用场合。

AT89C52 的主要性能参数：

- ◆与 MCS-51 产品指令和引脚完全兼容
- ◆8K 字节可重擦写 Flash 闪速存储器
- ◆1000 次擦写周期
- ◆全静态操作：0Hz—24MHz
- ◆三级加密程序存储器
- ◆256×8 字节内部 RAM
- ◆32 个可编程 I/O 口线
- ◆3 个 16 位定时/计数器
- ◆8 个中断源
- ◆可编程串行 URAT 通道
- ◆低功耗空闲和掉电模式



AT89C52 的引脚如图 9 所示：

图 9 AT89C52 引脚

• P0 口：P0 口是一组 8 位漏极开路型双向 I/O 口，也即地址/数据总线复用作输出时，每位能吸收电流的方式驱动 8 个 TTL 逻辑门电路。对端口 P0 写“1”时，可作为高阻抗输入端用。

在访问外部数据存储器或程序存储器时，这组口线分时转换地址（低 8 位）和数据总线复用，在访问期间激活内部上拉电阻。

在 Flash 编程时，P0 口接收指令字节，而在程序校验时，输出指令字节，校验时，要求外接上拉电阻。

• P1 口：P1 是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。P1 的输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4 个 TTL 逻辑门电路，对端口写“1”，通过内部的上拉电阻把端口拉到高电平，此时可作输入口，作输入口使用时，因为内部存在上拉电阻，某个引脚被外部信号拉低时会输出一个电流。

与 AT89C51 不同之处是，P1.0 和 P1.1 还可分别作为定时/计数器 2 的外部输入（P1.0/T2）和输入（P1.1/T2EX），参见表 9：

表 9 P1.0 和 P1.1 的第二功能

引脚号	功能特性
P1.1	T2（定时/计数器 2 外部计数脉冲输入），时钟输出
P1.1	T2EX（定时/计数 2 捕获/重装载触发和方向控制）

• P2 口：P2 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。P2 的输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4 个 TTL 逻辑门电路，对端口写“1”，通过内部的上拉电阻把端口拉到

高电平，此时可作输入口，作输入口使用时，因为内部存在上拉电阻，某个引脚被外部信号拉低时会输出一个电流。

在访问外部程序存储器或 16 位地址的外部数据存储器（例如执行 MOVX @DPTR 指令）时，P2 口送出高 8 位地址数据。在访问 8 位地址的外部数据存储器（例如执行 MOVX @R1 指令）时，P2 口输出 P2 锁存器的内容。

• P3 口：P3 口是一组带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 口。P3 输出缓冲级可驱动（吸收或输出电流）4 个 TTL 逻辑门电路。对 P3 口写入“1”时，它们被内部上拉电阻拉高并可作为输入端口。此时，被外部拉低的 P3 口将用上拉电阻输出电流。

P3 口除了作为一般的 I/O 口线外，更重要的用途是它的第二功能，如表 10 所示：

• RST：复位输入

• ALE/PROG：当访问外部程序存储器或数据存储器时，ALE（地址锁存允许）输出脉冲用于锁存地址的低 8 位字节。一般情况下，ALE 仍以时钟振荡频率的 1/6 输出固定的脉冲信号，因此它可对外输出时钟或用于定时目的。

对 Flash 存储器编程期间，该引脚还用于编程脉冲（PROG）。

• /PSEN：程序储存允许输出是外部程序存储器的读选通信号。

• /EA/VPP：外部访问允许。

• XTAL1：振荡器反相大器的及内部时钟发生器的输入端。

• XTAL2：振荡器反相大器的输出端。

AT89C52 片内存储器中，80H—FFH 共 128 个单元为特殊功能寄存器，但并非所有的地址都被定义，从 80H—FFH 共 128 个字节只有一部分被定义，还有相当一部分没有定义。对没有定义的单元读写将是无效的，读出的数值将不确定，而写入的数据也将丢失。

AT89C52 共有 6 个中断向量：两个外部中断（INT0 和 INT1），3 个定时器中断（定时器 0、1、2）和串行口中断。

这些中断源可通过分别设置专用寄存器 IE 的置位或清 0 来控制每一个中断的允许或禁止。IE 也有一个总禁止位 EA，它能控制所有中断的允许或禁止。如表 11 所示：

表 10 P3 口的第二功能

端口 引脚	第二功能
P3.0	RXD（串行输入口）
P3.1	TXD（串行输出口）
P3.2	/INT0（外中断 0）
P3.3	/INT1（外中断 1）
P3.4	T0（定时/计数器 0）
P3.5	T1（定时/计数器 1）
P3.6	/WR（外部数据存储器写选通）
P3.7	/RD（外部数据存储器读选通）

表 11 寄存器 IE 的位说明

(MSB)							(LSB)
EA	—	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

允许位=1 表示允许中断

允许位=0 表示禁止中断

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	EA=0,禁止所有中断。 EA=1, 各中断的允许或禁止取决于各中断控制位的状态。
—	IE.6	保留位
ET2	IE.5	定时器 2 中断允许控制位
ES	IE.4	串行口中断允许控制位
ET1	IE.3	定时器 1 中断允许控制位
EX1	IE.2	外中断 1 中断允许控制位
ET0	IE.1	定时器 0 中断允许控制位
EX0	IE.0	外中断 0 中断允许控制位

在本系统的设计中，将 PCF8563 的/INT 端接到 AT89C52 的外部中断 1 /INT1 上，将 HD7279A 的/KEY 接到 AT89C52 的外部中断 0 /INT0 上，而跑表的设计则利用了 AT89C52 的定时器 0，每隔 0.01S 就产生一次中断，实现了跑表的最小计数单位为百分秒。

4.5 跑表功能设计

4.5.1 工作过程

本模块利用了 AT89C52 的定时器 0 进行定时，每隔 0.01 秒就产生一次中断，从而实现跑表的最小计时单位为百分秒。按下 E 键后，启动跑表，液晶显示如图 10 所示。再次按下 E 键后，跑表停止，显示所记的时间。按下 F 确认键后，显示当前的时间。

			跑	表			
		#	时	#	分		
	#	秒	#	百	分	秒	

图 10 跑表显示

其中，# 为所显示的数值。进行初始化时，# 均显示的为 00。

4.5.2 跑表程序流程图

跑表程序的流程图如图 11 所示。

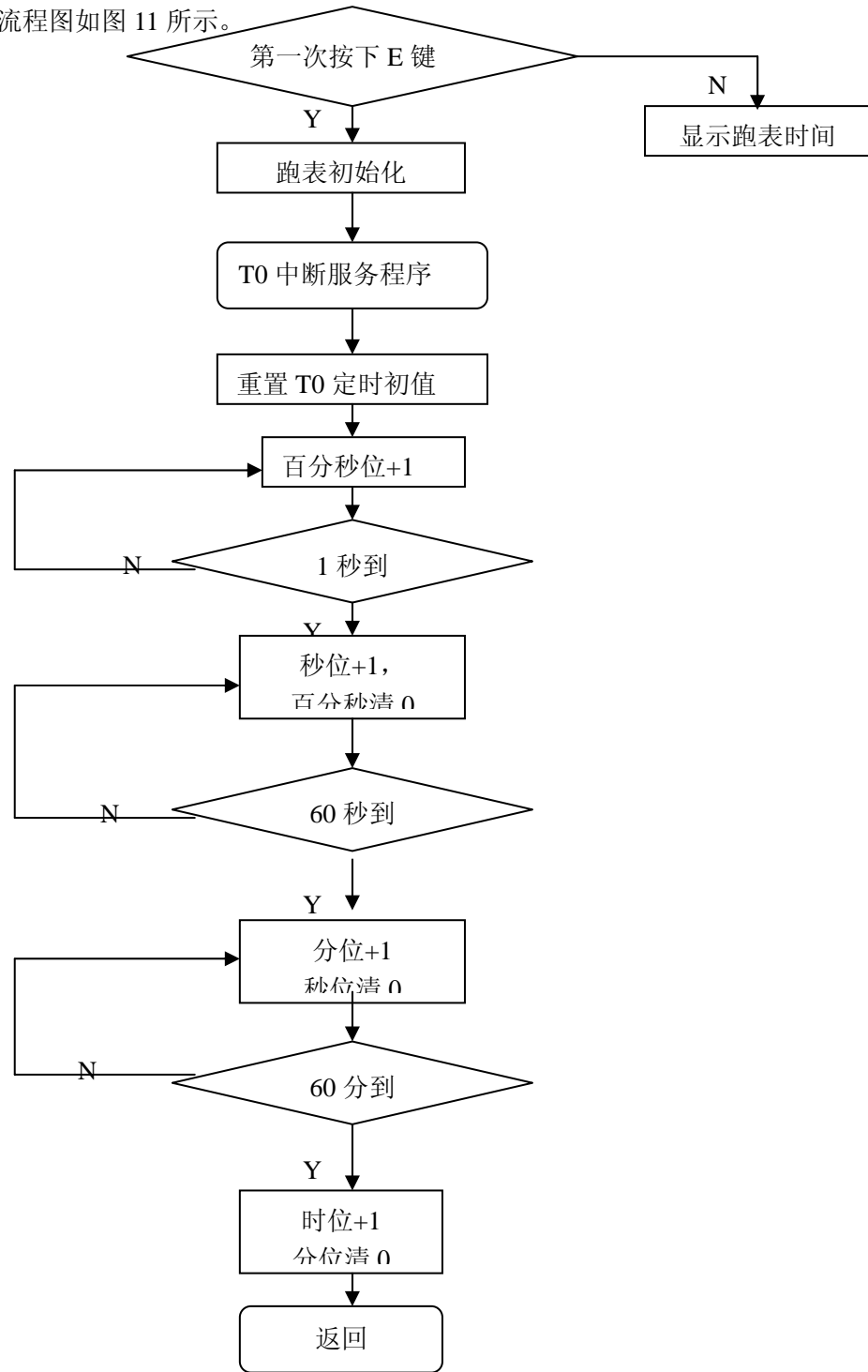


图 11 跑表程序的流程图

4.6 非接触止闹电路设计

当闹钟定时到点时，会触发声报警，系统设计时采用漫射光电传感器检测人体止闹行为。当人体靠近传感器 20CM 以内时，P2.2 脚的电平发生变化，CPU 检测到此信号时，执行相应的程序：令闹铃标志置 0，将 PCF8563 的 CLKOUT 引脚置为低电平，修改相应的标志，从而达到止闹的功能。电路如图 12 所示。

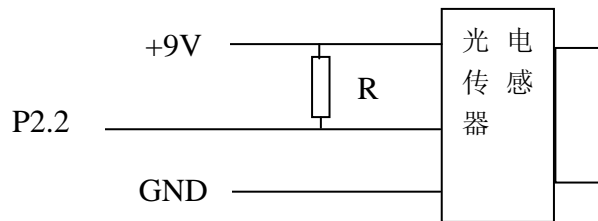


图 12 非接触止闹电路

4.7 报警功能设计

当闹钟定时到点时，会触发声音报警，电路如图 13。

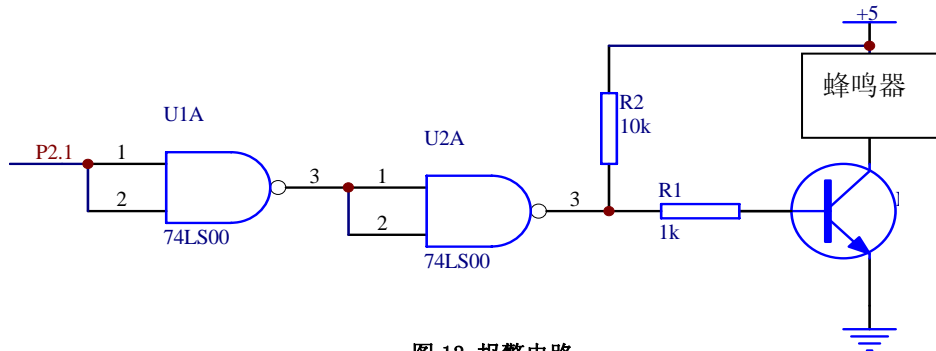


图 13 报警电路

当闹钟定时到点时，PCF8563 控制/状态寄存器 2 中的 AF 被置 1，同时 /INT 引脚产生一个中断（低电平有效），由于 /INT 接至单片机的 P3.3 脚，所以引发中断程序：PCF8563 的 CLKOUT 输出 1Hz 的脉冲，由于 CLKOUT 接至单片机的 P2.1 脚，所以 P2.1 脚输出 1Hz 的脉冲，使得蜂鸣器间断性地发出鸣声。

4.8 重要日子倒计时功能设计

4.8.1 工作过程

本模块运用单片机 C51 语言设计，关键是算出所选定的重要日期与当前日期的差值，再送入液晶显示屏中显示。按下 B 键后，进行重要日子的倒计时，液晶显示如图 14 所示。

		倒	数	计	日		
距	离						
	#	#	年	#	月	#	日
	还	有	XX	XX	天		

图 14 重要日子倒计时显示

其中，# 为需要设定的日期，初始时显示当前的日期，按数字键可进行设定日期。再次按下 B 键，XX 处显示计算出来的天数。按下 F 确认键后，重新显示日期。

4.8.2 倒计时程序流程图

倒计时程序流程图如图 15 所示。

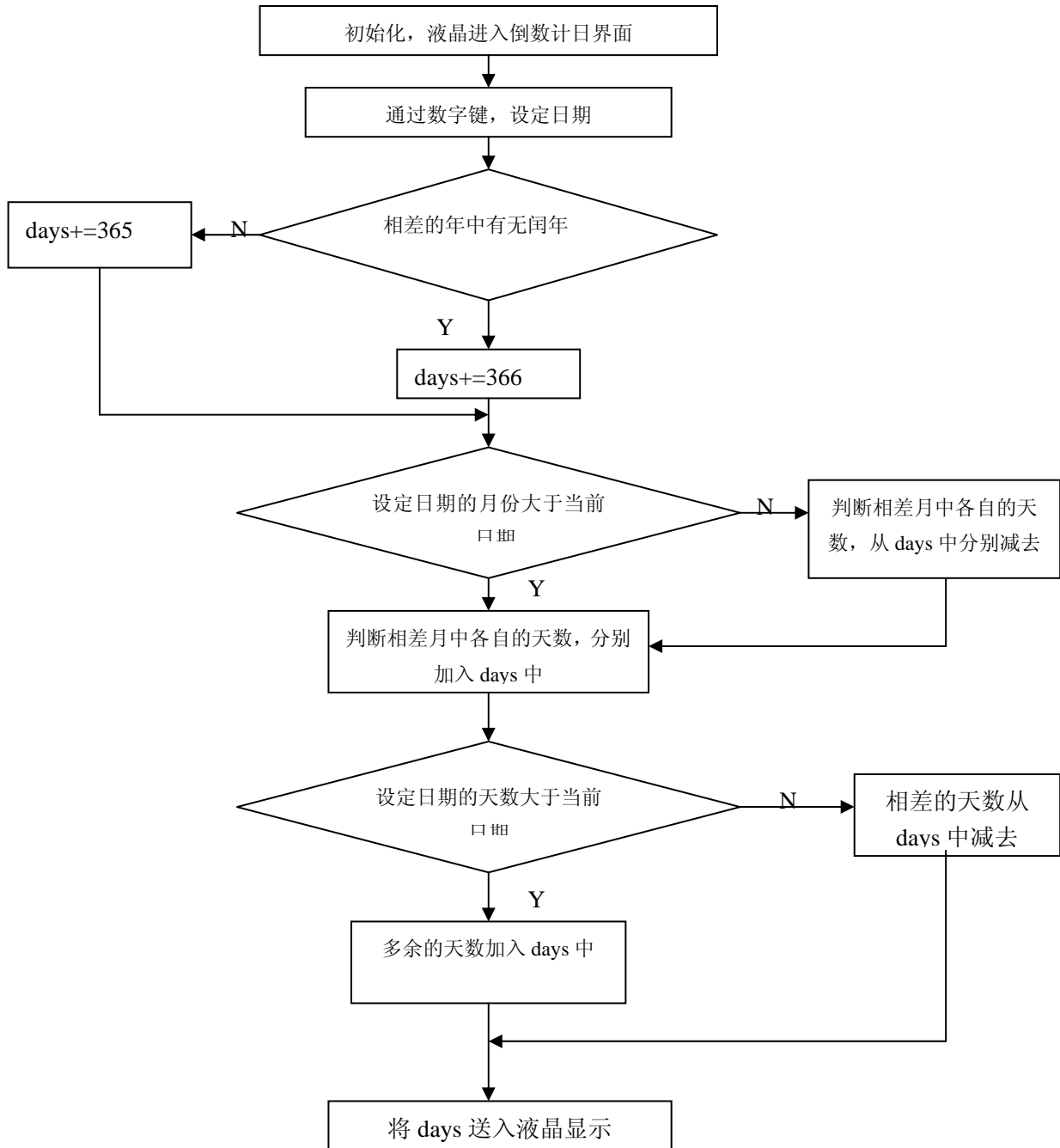


图 15 倒计时程序流程图

4.9 看门狗电路

单片机受到干扰后，会引起工作紊乱，致使 PC 值改变，产生比一般电路更为复杂的情况，使程序混乱，产生不可预料的结果。

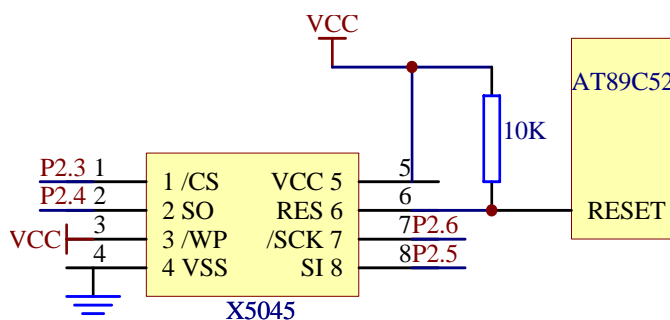


图 16 看门狗接口电路

为了在单片机死机或遇到干扰程序跑飞的时候，系统能够自动复位，所以在系统中设计“看门狗”电路。此电路选用芯片 X5045，其接口电路如图 16 所示：

X5045 把微处理器外围器件最基本的三种功能：看门狗定时器、电源监测和 E²PROM 集成在单个 8 引脚封装的 CMOS 器件内，从而很大程度上降低了系统成本，简化了电路设计，缩小了体积。看门狗定时器给单片机提供了独立的保护系统，一旦出现故障，在已选择的超时之后，RESET 脚做出响应；VCC 检测电路可使系统免受电压低状况的影响，读写次数大于 100 000 次，最少 100 年的数据保存期。除此之外，它还具有以下一些基本特点：

- ◆512 字节串行 E²PROM；
- ◆可编程看门狗定时器（可设定看门狗超时时间，典型时间 200ms、600ms、1.4s 或禁止）；
- ◆可编程的复位门限；
- ◆SPI 接口方式，最高可达 1MHz 串行时钟频率；
- ◆E²PROM 存储器可分块或全部锁定保护；
- ◆采用低功耗 CMOS 工艺，等待电流为 10 μA，工作电流为 3mA；

X5045 的引脚如图 17 所示：

CS/WDI：此引脚有两个作用，CS 是作为芯片选择

输入，低有效；当 CS 为高，不选择器件，SO 脚为高阻态。

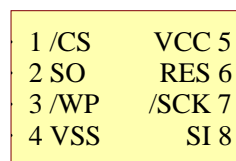
在上电后进行任何操作前，其电平都要有一个由高到底的变化。

WDI 是作为看门狗定时器的输入，当其电平发生一个由高到低的变化是将看门狗定时器复位。

SO：数据由此串行输出，由 SCK 下降沿同步输出。

SI：串行输入，由 SCK 上升沿锁存数据。

图 17 X5045 引脚图



X5045

SCK: 串行数据输入, 控制数据的输入和输出。

WP: 写保护输入, 为低时禁止写操作, 为高时允许写操作。

RES: 复位端, 位漏极开路输出方式, 需要外接上拉电阻。

X5045 的工作是通过软件设置实现的。X5045 有一个 8 位指令寄存器, 共有 6 条操作指令。表 12 为指令及其操作码的列表。指令、地址和数据都从 MSB(最高位)开始传递, 读写指令的位 3 表示 E²PROM 的高地址位 A₈。

表 12 X5045 指令及其操作码的列表

指令名	指令格式	操作
WREN	00000110	设置写使能锁存器, 允许写操作
WRDI	00000100	复位写使能锁存器, 禁止写操作
RDSR	00000101	读状态寄存器
WRSR	00000001	写状态寄存器
READ	0000A ₈ 011	从所选地址的存储器阵列开始读出数据
WRITE	0000A ₈ 010	把数据写入所选的存储器阵列

看门狗复位电路主要利用 CPU 正常工作时, 定时复位计数器使得计数器的值不超过某一值; 当 CPU 不能正常工作时, 由于计数器不能被复位, 因此其计数会超过某一值, 从而产生复位脉冲, 使得 CPU 恢复正常工作状态。

4.10 系统软件主要设计流程

4.10.1 综述

软件系统在本设计中尤其重要, 基本功能大部分是由软件完成的, 发挥功能的关键控制部分同样需要软件的密切配合才能顺利实现。鉴于软件设计的复杂性和规模性, 我们采用 KEIL 编译器支持的 C 语言编程, 放弃了效率高但可读性不强的汇编语言。

整个软件系统采用模块化的程序设计方法, 共分为时间设定、闹铃设定、跑表设定和重要日子倒计时四个部分。软件系统的主要特点是整个过程完全在键盘的控制之下, 实现了完全的友好的人机交互功能。主程序通过判断键盘的输入情况调用不同的子程序。子程序的功能实现也是在键盘的配合之下完成的。

此系统完成的主要功能有: 时间、日期设定与显示, 闹铃设定, 整点报时, 跑表的启动/停止/保持显示/清除, 对重要日子倒计时显示。

4.10.2 系统软件流程图

系统软件流程图如图 18 所示。

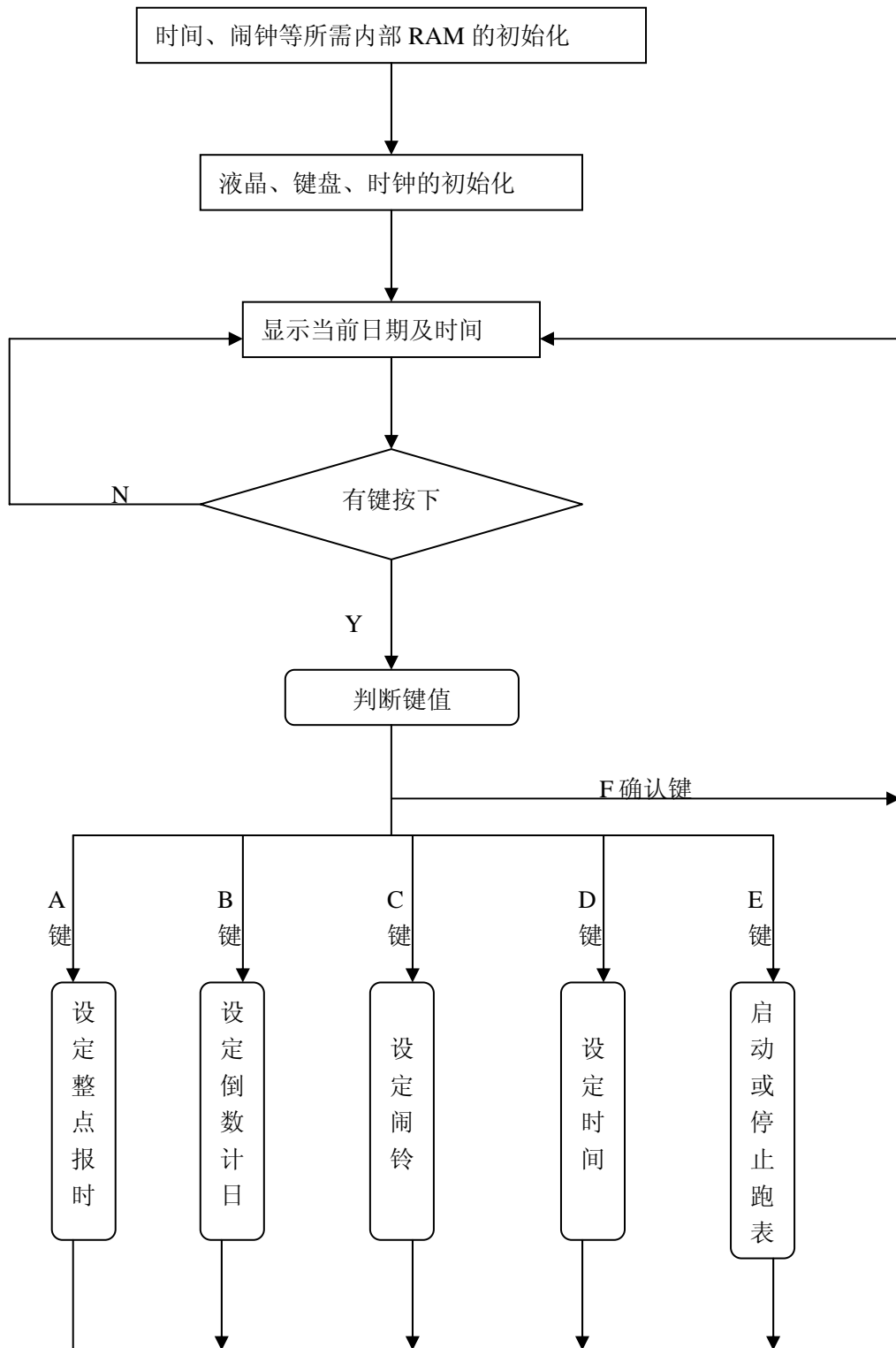


图 18 系统软件流程图

5. 系统测试

5.1 测试及制作中所用仪器

COS5020 型双踪模拟示波器

VC8045II 数字万用表

SK1731SL2A 直流稳压电源

伟福 E6000/L 仿真器

联想商用微机

烙铁等

5.2 测试结果

(1) 时钟功能的测试

① 上电复位后，液晶显示初始设定的时间及日期，画面如图 19 所示：

	20	05	年	05	月	01	日
		星	期	日			
	12	时	01	分	00	秒	
		闹	钟	关			

图 19 上电复位液晶显示

② 按下设定时间键 D，可以对时间进行调整；按下确认键 F 后能在新的时间点上运行，实现了时间设置功能。

(2) 闹钟功能的测试

① 上电复位后，液晶显示“闹钟关”的字样；

② 按下设定闹铃键 C，可进行闹钟时间的设定，画面如图 20 所示：

		闹	铃	设	定		
		00	时	00	分		

图 20 闹钟界面显示

③ 按下确认键 F 后显示当前时间及日期，液晶显示“闹钟开”的字样；

④ 时间到达闹钟设置值时系统发出声音报警；

- ⑤ 当闹铃启动时，在止闹的光电传感器前方 20CM 内晃一下手或做一个随意动作，闹钟立即停闹，实现非接触止闹功能。

(3) 跑表功能的测试

- ① 按下跑表功能键 E，进入跑表的界面，如图 21 所示：

			跑	表			
		00	时	00	分		
	00	秒	00	百	分	秒	

图 21 跑表界面显示

- ② 再次按下跑表功能键 E，跑表停止，并显示所计的时间；按下确认键 F，显示当前的时间。

(4) 重要日子倒计时功能的测试

按下重要日子倒计时功能键 B，进入倒数计日的界面，如图 22 所示：

		倒	数	计	日		
距	离						
	XX	XX	年	XX	月	XX	日
	还	有			天		

图 22 重要日子倒计时界面显示

其中 XX 表示的是当前的日期值，通过数字键设定日期。例如，当前日期为 2006 年 6 月 3 日，将倒计时的日期设为 2006 年 10 月 1 日，则显示出了如图 23 的界面：

		倒	数	计	日		
距	离						
	20	06	年	10	月	01	日
	还	有			天		

图 23 设定界面显示

再次按 B 下键，显示画面如图 24 所示：

		倒	数	计	日		
距	离						
	20	06	年	10	月	01	日
	还	有	1	18	天		

图 24 结果显示

按下确认键 F 后，进入显示当前日期的界面。

反复试验以上功能，均成功完成。

6. 总结

本系统以 AT89C52 为核心部件，使用串行时钟芯片 PCF8563，实现时间和闹钟的设置功能。通过键盘和汉显液晶提示可方便地校对时钟和设置闹钟时间，利用软件编程完成跑表与重要日子倒计时，采用光电传感器实现非接触闹钟止闹功能。

本系统基本完成了实用电子钟的功能，尽量做到了硬件电路简单稳定，减小电磁干扰和其它环境干扰，充分发挥了软件编程的优点，减小了因器件精度不够引起的误差。作者还想实现遥控调时、校时和显示农历日期、节气等功能。但由于时间紧迫，未能如愿，留下了很大的遗憾。由于时间有限和本身知识水平的发挥，作者认为本系统还有需要改进和提高的地方，例如选用更高精度的元器件，硬件电路更加精确稳定，软件算法还需要进一步的改进与优化等。

参考文献

- [1]. 赵亮 侯国锐编著，《单片机 C 语言编程与实例》，人民邮电出版社，2003 年
- [2]. 张齐 杜群贵编著，《单片机应用系统设计技术—基于 C 语言编程》，电子工业出版社，2004 年
- [3]. 凌肇元编著，《集成电路应用实例集锦》，人民邮电出版社，1983 年
- [4]. 任为民编著，《电子技术基础课程设计》，中央广播电视大学出版社，1997 年
- [5]. 求是科技 勒达编著，《单片机应用系统开发实例导航》，人民邮电出版社，2003 年
- [6]. 廖彦杰编著，《Prote199SE 原理图与 PCB 设计》，机械工业出版社，2002 年

The design of practical electronic clock

Lu Yuwei

Telecommunication school,

Beijing University of Posts and Telecommunication, Beijing, PRC, 100876

1. Abstract

The system uses MCU AT89C52 as its central part. The periphery circuits mainly include clock module, keyboard module, liquid crystal display module and stop watch and counting down the important day. This kind of electronic clock not only has basic function of the general digital clock, but also have the following function: the alarm clock time establishment, the non- contact closing the noisy bell, demonstrating the calendar, the stop watch, counting down the important day, and so on. The system uses the serial clock chip PCF8563, to realize the display of time establishment and alarm clock. To proofread the clock and the establish alarm clock time conveniently, we can use liquid crystal display and the keyboard .We can also complete stop watch and counting down the important day by using the MCU interruption system and realize non-contact the alarm clock to stop the noisy through the electro-optical sensor. The overall system carries on the programming by using MCU C51 language, and realizes its each design function.

Key Words: MCU Clock chip Liquid crystal display (LCD) C51 language