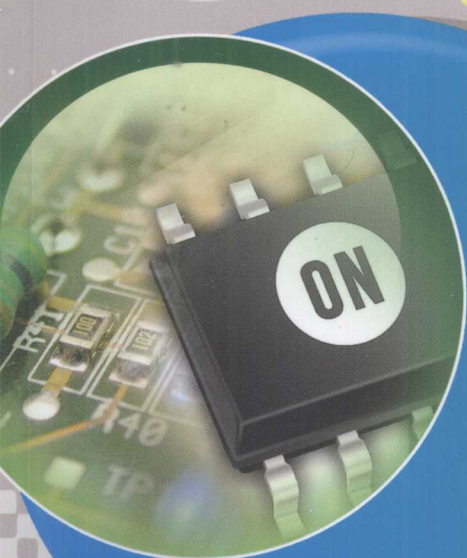


应用电子教育系列

# 单片机项目 设计教程

孙惠芹 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

内容简介

应用电子教育系列

本书是“应用电子教育系列”中的一本，主要介绍单片机应用系统的设计方法。全书共分10章，主要内容包括：单片机的组成、指令系统、汇编语言程序设计、并行口扩展、串行口扩展、中断系统、实时时钟、模数转换、数模转换、单片机应用系统设计等。本书可作为高等院校电子信息类专业及相关专业的教材，也可供从事单片机应用系统设计的工程技术人员参考。

# 单片机项目设计教程

本书可作为高等院校电子信息类专业及相关专业的教材，也可供从事单片机应用系统设计的工程技术人员参考。

孙惠芹 编著

ISBN 978-7-121-08025-6

北京航空航天大学出版社 2009.6

（应用电子技术教育系列）

I. 单... II. 孙... III. 单片机-教材 IV. TP388.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第086173号

责任编辑：张... 封面设计：张...

印刷：北京市通州区四季青印刷厂

发行：苏州工业园区苏州工业园区

出版发行：电子工业出版社

北京市东城区王府井大街137号 邮编：100036

开本：787×1092 1/16 印张：11.22 字数：300千字

印次：2009年6月第1次印刷

印数：4000册 定价：33.00元

电子工业出版社

凡购书者均可享受9折的优惠，如欲索取样书，请向本社发行部联系。

Publishing House of Electronics Industry (010) 88252888

地址：北京市东城区王府井大街137号 邮编：100036

北京·BEIJING

联系电话：(010) 88252888

## 内 容 简 介

本书是为指导电子工程师或大学生进行单片机项目开发及单片机应用实践而编写的。书中选取了20个不同应用方面的单片机项目,从项目要求、项目设计原理、硬件电路分析、软件设计的思路等方面进行了详细的说明。这对学习者进一步系统地掌握单片机应用系统的设计思想及解决实际问题具有重要的引导作用。

本书适合单片机设计应用开发人员阅读参考,也可作为高等院校学生的毕业设计、电子竞赛的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机项目设计教程/孙惠芹编著. —北京:电子工业出版社,2009.6

(应用电子教育系列)

ISBN 978-7-121-08975-6

I. 单… II. 孙… III. 单片微型计算机—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第086173号

责任编辑:张 榕

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:300千字

印 次:2009年6月第1次印刷

印 数:4000册 定价:23.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

# 前 言

随着信息技术的飞速发展,单片机应用技术日益渗透到社会生产、生活的各个领域,起到了举足轻重的作用。在我们学习单片机原理、应用和接口技术后,对单片机在项目开发中的应用,仍感到缺乏连贯性、经验性的介绍,本书就是为适应这一需要而编写的。通过实际项目的设计开发,介绍单片机项目开发中硬件电路设计和软件设计的方法和经验。内容涵盖了单片机的中断系统、定时器/计数器和串行通信等。

本书以目前市场普及、用量较大的 51 系列单片机为基础,选择了单片机控制的可调数字时钟、单片机控制的电动门、单片机控制的自行车库系统、单片机控制的温度采集显示系统、基于单片机的电子琴设计、单片机控制的函数发生器、时钟芯片 X1226 的单片机控制等 20 个不同方面的典型例子,详细介绍了项目要求、项目设计原理、硬件电路分析、软件设计的思想等方面的内容。书中所提供的电路原理图和参考程序有助于读者分析和验证。其中,为尊重工程实际习惯,方便读者,电路图中元器件符号并未按国标进行统一。

本书章节按项目划分,项目 1、2、3、5、8、9、12、18、19、20 由天津职业大学孙惠芹编写,项目 4、6、7、10、11 由天津狮职业技术学院韩彬彬编写,项目 13、14、15、16、17 由中国石化管道储运公司吴建琳编写。孙惠芹负责全书的统稿。

在本书的编写过程得到天津职业大学李雅轩教授的指导,在此表示感谢。

编著者

# 目 录

项目 1 单片机控制的可调数字时钟	1
1.1 项目要求	1
1.2 项目原理	1
1.2.1 项目参考原理图	1
1.2.2 单片机控制的时钟及时间的显示	1
1.2.3 时间的调节	2
1.2.4 作息时间的控制	2
1.3 项目参考程序	2
1.3.1 软件编制要点	2
1.3.2 RAM 单元分配	4
1.3.3 项目程序流程图	4
1.3.4 项目参考程序	5
1.4 项目程序的调试	10
1.5 项目提高内容	11
项目 2 单片机控制的电动门	12
2.1 项目要求	12
2.2 项目原理	12
2.2.1 单片机并行口的分配	12
2.2.2 项目线路连接	13
2.3 项目参考程序	13
2.3.1 项目程序流程图	13
2.3.2 项目参考程序	14
2.4 项目程序的调试	16
2.5 项目提高内容	16
项目 3 单片机控制的自动车库系统	17
3.1 项目要求	17
3.2 项目设计原理	17
3.2.1 车库设计	17
3.2.2 控制台系统电路设计	17
3.3 项目硬件电路设计	18
3.3.1 车库硬件电路	18
3.3.2 控制台硬件电路	19

3.3.3 单片机电路 .....	19
3.4 项目程序设计 .....	20
3.4.1 程序流程图 .....	20
3.4.2 项目参考程序 .....	20
3.5 项目调试 .....	26
3.5.1 硬件电路调试 .....	26
3.5.2 软件调试 .....	26
3.6 项目提高内容 .....	27
<b>项目4 单片机控制的温度采集显示系统</b> .....	<b>28</b>
4.1 项目要求 .....	28
4.2 项目设计原理 .....	28
4.3 项目硬件电路 .....	28
4.3.1 温度采集电路 .....	28
4.3.2 A/D 转换电路 .....	29
4.3.3 温度显示电路 .....	29
4.3.4 按键 .....	30
4.3.5 单片机控制电路 .....	30
4.4 项目软件设计 .....	30
4.4.1 软件编程要点 .....	30
4.4.2 RAM 单元分配 .....	31
4.4.3 项目程序流程图 .....	31
4.4.4 项目参考程序 .....	32
4.5 项目调试 .....	35
4.5.1 项目硬件电路调试 .....	35
4.5.2 项目程序调试 .....	35
4.6 项目提高内容 .....	35
<b>项目5 基于单片机的电子琴设计</b> .....	<b>36</b>
5.1 项目任务 .....	36
5.2 项目原理 .....	36
5.2.1 项目硬件电路 .....	36
5.2.2 项目软件设计 .....	37
5.3 项目参考程序 .....	38
5.3.1 项目参考流程图 .....	38
5.3.2 项目参考程序 .....	38
5.4 项目提高 .....	44
<b>项目6 单片机与液晶显示模块接口</b> .....	<b>45</b>
6.1 项目要求 .....	45
6.2 项目原理 .....	45
6.2.1 液晶显示模块原理 .....	45

68	6.2.2	液晶显示模块与单片机的接口	45
78	6.2.3	液晶显示模块的指令	46
88	6.3	项目软件设计	49
88	6.3.1	软件编程要点	49
88	6.3.2	项目参考程序	50
98	6.4	项目提高内容	52
		<b>项目7 单片机与微型打印机的接口控制</b>	<b>53</b>
98	7.1	项目要求	53
107	7.2	项目原理	53
109	7.2.1	微型打印机	53
109	7.2.2	并行打印机与单片机的接口	53
109	7.3	单片机控制的微型打印机	55
109	7.3.1	项目编程要点	55
109	7.3.2	微型打印机的驱动程序	56
109	7.3.3	项目的接口电路	57
109	7.3.4	项目参考程序	58
109	7.4	项目提高内容	58
		<b>项目8 单片机控制的函数发生器</b>	<b>59</b>
108	8.1	项目要求	59
108	8.2	项目硬件原理	59
108	8.3	项目软件程序	59
101	8.3.1	软件编程要点	59
101	8.3.2	项目参考程序	60
108	8.4	项目提高内容	65
		<b>项目9 单片机控制的直流电动机 PWM 调速系统</b>	<b>66</b>
109	9.1	项目要求	66
109	9.2	项目原理	66
101	9.2.1	直流电动机 PWM 调速原理	66
111	9.2.2	单片机控制的直流电动机调速	68
119	9.3	项目参考程序	69
111	9.3.1	项目编程要点	69
111	9.3.2	项目参考程序	70
119	9.4	项目提高内容	76
		<b>项目10 时钟芯片 X1226 的单片机控制</b>	<b>77</b>
110	10.1	项目任务	77
110	10.2	项目硬件设计	77
110	10.3	项目软件设计	80
111	10.3.1	项目软件编程要点	80
101	10.3.2	项目参考程序	81

2410.4	项目调试	86
2410.5	项目提高	87
<b>项目 11</b>	<b>单片机控制的雨水利用系统</b>	<b>88</b>
2411.1	项目要求	88
2411.2	项目硬件电路原理	88
2411.3	项目软件设计	89
2411.3.1	项目参考程序流程图	89
2411.3.2	项目参考程序	89
2411.4	项目提高内容	91
<b>项目 12</b>	<b>单片机控制的电梯系统模型</b>	<b>92</b>
2412.1	项目要求	92
2412.2	项目原理	92
2412.2.1	电梯内部电路	92
2412.2.2	楼层间的电梯电路	92
2412.2.3	控制台电路	93
2412.2.4	单片机电路	93
2412.3	项目软件设计	95
2412.3.1	简易控制方案	95
2412.3.2	有请求控制方案	98
2412.4	项目提高内容	104
<b>项目 13</b>	<b>单片机控制的 IC 卡读写器</b>	<b>105</b>
2413.1	项目要求	105
2413.2	项目原理	105
2413.2.1	项目硬件电路	105
2413.2.2	项目软件设计	106
2413.3	项目读/写操作参考程序	107
2413.3.1	项目编程要点	107
2413.3.2	项目参考程序	107
2413.4	项目调试	112
2413.5	项目提高内容	112
<b>项目 14</b>	<b>单片机控制的加热炉温度控制系统</b>	<b>113</b>
2414.1	项目要求	113
2414.2	项目原理	113
2414.2.1	硬件电路	113
2414.2.2	软件编程要点	114
2414.3	项目参考程序	116
2414.3.1	项目程序流程图	116
2414.3.2	项目参考程序	118
2414.4	项目调试	120



84	14.5	项目提高内容	121
	<b>项目 15</b>	<b>单片机控制的汽车倒车系统</b>	<b>122</b>
94	15.1	项目要求	122
94	15.2	项目原理	122
101	15.2.1	超声波发射电路	123
101	15.2.2	超声波接收电路	123
92	15.2.3	音响电路	124
08	15.3	项目软件编程	124
101	15.3.1	项目软件编程要点	124
101	15.3.2	项目软件流程图	126
10	15.4	项目参考程序	127
10	15.5	项目调试	130
60	15.6	项目提高内容	130
	<b>项目 16</b>	<b>单片机控制的反应式步进电动机的运行</b>	<b>131</b>
00	16.1	项目要求	131
00	16.2	项目原理	131
00	16.2.1	反应式步进电动机的工作原理	131
50	16.2.2	反应式步进电动机的控制方式	132
80	16.2.3	反应式步进电动机的驱动方式	132
80	16.3	项目硬件电路	133
00	16.4	项目软件设计	133
00	16.4.1	项目软件编程要点	133
00	16.4.2	双三相拍控制方式项目参考程序	134
00	16.5	项目的调试	138
15	16.6	项目提高内容	138
	<b>项目 17</b>	<b>单片机控制的 ISD4004 语音芯片</b>	<b>139</b>
20	17.1	项目要求	139
05	17.2	项目原理	139
05	17.2.1	SPI 接口	139
05	17.2.2	语音录放芯片 ISD4004	139
05	17.3	项目硬件电路	142
55	17.4	项目软件设计	142
	17.4.1	项目编程要点	142
	17.4.2	项目参考程序	143
	17.5	项目调试	147
	17.6	项目提高内容	147
	<b>项目 18</b>	<b>基于单片机的红外遥控电动机转速系统</b>	<b>148</b>
	18.1	项目要求	148
	18.2	项目设计原理	148

18.2.1	红外遥控发射电路	148
18.2.2	接收系统与调速系统	148
18.3	项目软件编程要点	149
18.3.1	项目发射器软件编程要点	149
18.3.2	接收器软件编程要点	151
18.4	项目参考程序	152
18.5	项目调试	159
18.6	项目提高内容	160
<b>项目 19 单片机串行接口的异步通信</b>		161
19.1	项目要求	161
19.2	项目原理	161
19.2.1	串行接口类型	161
19.2.2	单片机的串行接口	163
19.2.3	单片机串行口异步通信驱动程序	164
19.3	项目软件编程要点	166
19.3.1	项目硬件电路	166
19.3.2	项目主机驱动程序	166
19.3.3	项目从机驱动程序	167
19.4	项目调试	168
19.5	项目的提高内容	168
<b>项目 20 用 V/F 转换器实现 A/D 转换</b>		169
20.1	项目要求	169
20.2	项目原理	169
20.2.1	用 V/F 转换器实现 A/D 转换的方法	169
20.2.2	常用 V/F 转换器	171
20.2.3	V/F 转换应用系统中的通道结构	174
20.3	项目硬件电路	175
20.4	项目软件设计	176
20.4.1	项目编程要点	176
20.4.2	项目参考程序	176
20.5	项目提高内容	176
<b>参考文献</b>		177
[1]	.....	1.1.1
[2]	.....	2.1.1
[3]	.....	2.1.1
[4]	.....	2.1.1
[5]	.....	2.1.1
[6]	.....	2.1.1
[7]	.....	2.1.1
[8]	.....	2.1.1
[9]	.....	2.1.1
[10]	.....	2.1.1

时钟时间。用并行口的 P1.0~P1.3 作为秒选码，P0.2~P0.7 作为分选码。送码时，分、秒的 BCD 码当前值，经 CD4511 译码驱动送至 LED 各段；位选码经 7407 驱动 6 个 LED。

# 项目 1 单片机控制的可调数字时钟

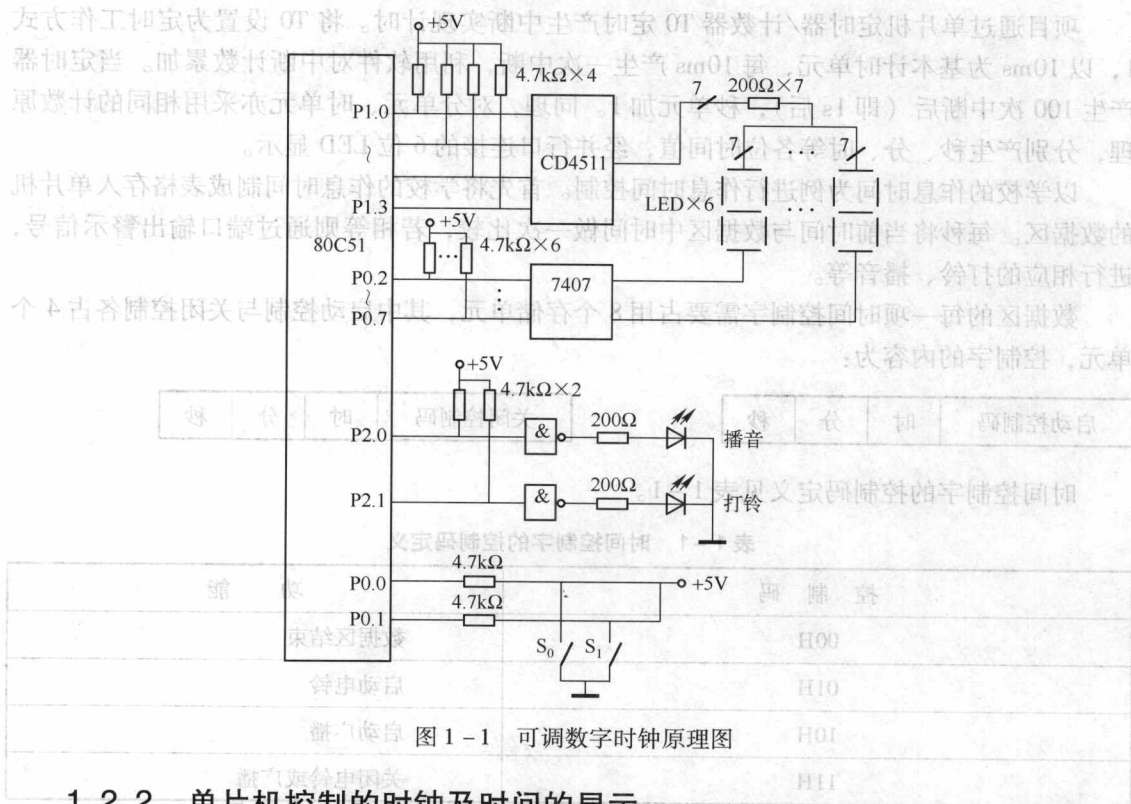
## 1.1 项目要求

用单片机制作一个数字时钟，要求可以用 LED 显示时、分、秒的数值；可用按键进行调时、调分；可根据设定的作息时间表按时输出警示信号。

## 1.2 项目原理

### 1.2.1 项目参考原理图

单片机控制的可调数字时钟参考电路如图 1-1 所示。



### 1.2.2 单片机控制的时钟及时间的显示

由单片机内部的定时器/计数器 T0 实现计时功能。用 6 个 LED 采用动态扫描方式显示

时钟时间。用并行口的 P1.0 ~ P1.3 作为段选码, P0.2 ~ P0.7 作为位选码。段选码输出时、分、秒的 BCD 码当前值, 经 CD4511 译码驱动后送至 LED 各段; 位选码经同相驱动器 7407 驱动 6 个 LED。

### 1.2.3 时间的调节

P0.0 与 P0.1 分别设置为外部中断 0 与外部中断 1 的输入端口, 分别与调分按钮 S0、调时按钮 S1 相连。按钮每按下一次, 产生一次中断, 分钟或小时单元的计算加 1, 来调整当前时钟, 使之与标准时间一致。

### 1.2.4 作息时间的控制

P2.0 接播音控制, P2.1 接电铃控制。项目制作中以发光二极管代替电铃或播音设备, 二极管亮表示打铃或播音, 二极管灭表示不打铃或不播音。

## 1.3 项目参考程序

### 1.3.1 软件编程要点

项目通过单片机定时器/计数器 T0 定时产生中断实现计时。将 T0 设置为定时工作方式 1, 以 10ms 为基本计时单元, 每 10ms 产生一次中断, 利用软件对中断计数累加。当定时器产生 100 次中断后 (即 1s 后), 秒单元加 1。同理, 对分单元、时单元亦采用相同的计数原理, 分别产生秒、分、时等各位时间值, 经并行口连接的 6 位 LED 显示。

以学校的作息时间为例进行作息时间控制。首先将学校的作息时间制成表格存入单片机的数据区。每秒将当前时间与数据区中时间做一次比较, 若相等则通过端口输出警示信号, 进行相应的打铃、播音等。

数据区的每一项时间控制字需要占用 8 个存储单元, 其中启动控制与关闭控制各占 4 个单元, 控制字的内容为:

启动控制码	时	分	秒	关闭控制码	时	分	秒
-------	---	---	---	-------	---	---	---

时间控制字的控制码定义见表 1-1。

表 1-1 时间控制字的控制码定义

控制码	功能
00H	数据区结束
01H	启动电铃
10H	启动广播
11H	关闭电铃或广播

作息时间定义见表 1-2。

表 1-2 作息时间定义

作息时间	作息内容	作息时间	作息内容
6: 40	起床	11: 10 ~ 12: 00	第 4 节课
6: 50 ~ 7: 10	早操	13: 50	预备铃
8: 00 ~ 8: 50	第 1 节课	14: 00 ~ 14: 50	第 5 节课
9: 00 ~ 9: 50	第 2 节课	15: 00 ~ 15: 50	第 6 节课
9: 55 ~ 10: 05	课间操	18: 00 ~ 18: 30	每日播报
10: 10 ~ 11: 00	第 3 节课	19: 30 ~ 21: 30	晚自习

时间控制字的控制码定义见表 1-3。

表 1-3 时间控制字的控制码定义

地 址	时间控制字	
	启动控制码	关闭控制码
1010 ~ 1017H	01064000	11064015
1018 ~ 101FH	10065000	11071000
1020 ~ 1027H	01080000	11080015
1028 ~ 102FH	01085000	11085015
1030 ~ 1037H	01090000	11090015
1038 ~ 103FH	01095000	11095015
1040 ~ 1047H	10095500	11100500
1048 ~ 104FH	01101000	11101015
1050 ~ 1057H	01110000	11110015
1058 ~ 105FH	01111000	11111015
1060 ~ 1067H	01120000	11120015
1068 ~ 106FH	01135000	11135015
1070 ~ 1077H	01140000	11140015
1078 ~ 107FH	01145000	11145015
1080 ~ 1087H	01150000	11150015
1088 ~ 108FH	01155000	11155015
1090 ~ 1097H	10180000	11183000
1098 ~ 109FH	01193000	11193015
10A0 ~ 10A7H	01213000	11213015

### 1.3.2 RAM 单元分配

程序中用到的内部 RAM 数据存储单元见表 1-4。

表 1-4 内部 RAM 数据存储单元

单元	内容	单元	内容
26H	0.1s 计数单元	2CH	存放分计数基制
27H	秒计数单元	2DH	存放时计数基制
28H	分计数单元	2EH	保护数据区地址暂存器
29H	时计数单元	3AH	控制码存储单元
2AH	计时单元加 1 暂存器	38H、3BH	数据暂存单元
2BH	存放秒计数基制	4AH~4FH	显示缓冲区

### 1.3.3 项目程序流程图

#### 1. 主程序流程图

主程序流程图见图 1-2。

#### 2. 控制程序流程图

控制程序流程图见图 1-3。

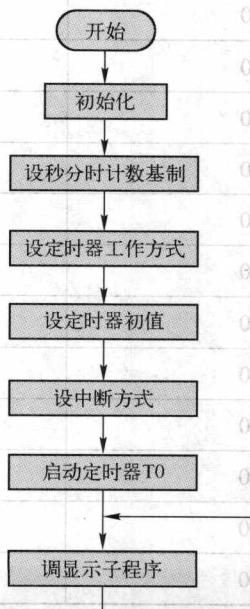


图 1-2 主程序流程图

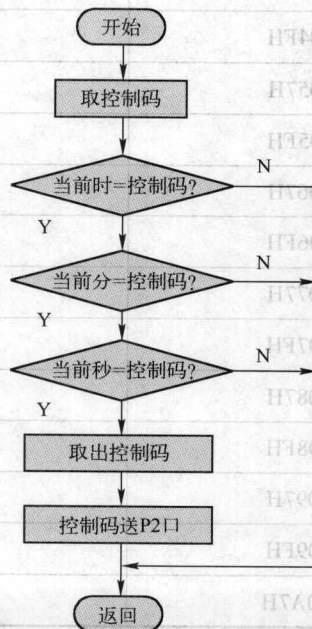


图 1-3 控制程序流程图

### 3. INT0、INT1中断服务程序流程图

INT0、INT1中断服务程序流程图见图1-4。

### 4. T0中断服务程序流程图

T0中断服务程序流程图见图1-5。

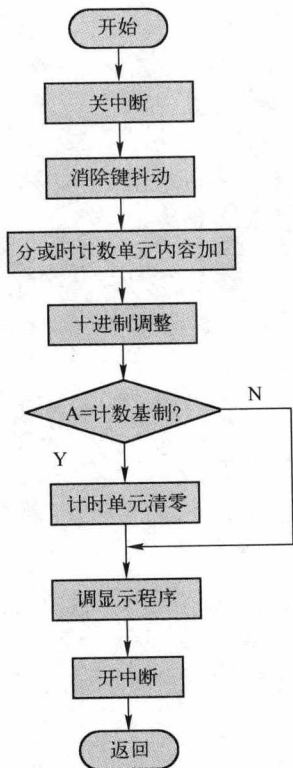


图1-4 INT0、INT1中断服务程序流程图

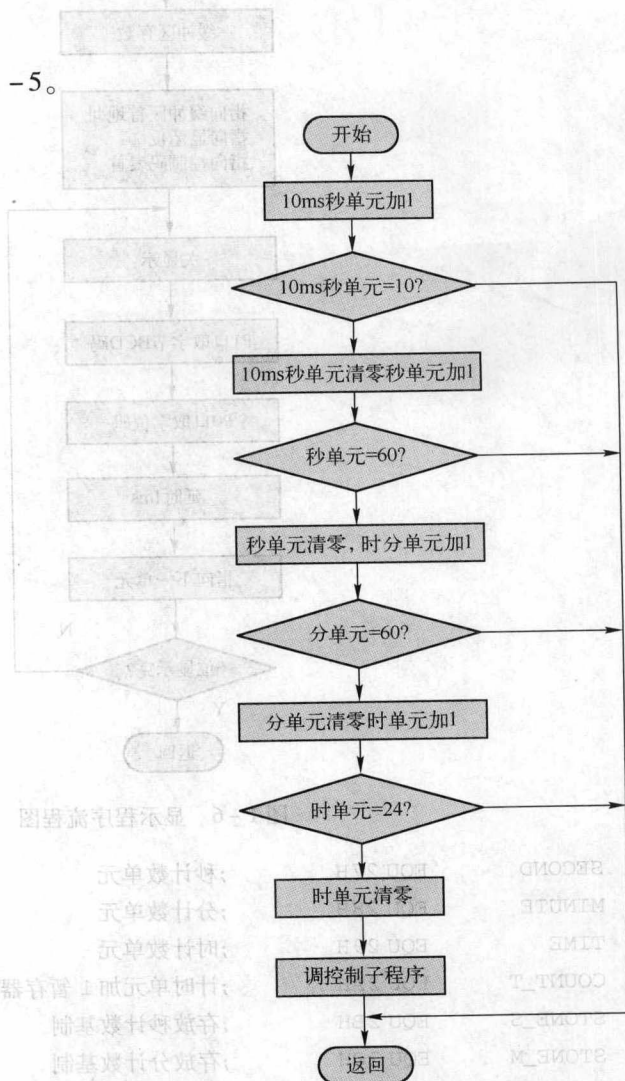


图1-5 T0中断服务程序流程图

### 5. 显示程序流程图

显示程序流程图见图1-6。

#### 1.3.4 项目参考程序

项目参考程序如下。

-----  
;变量定义区

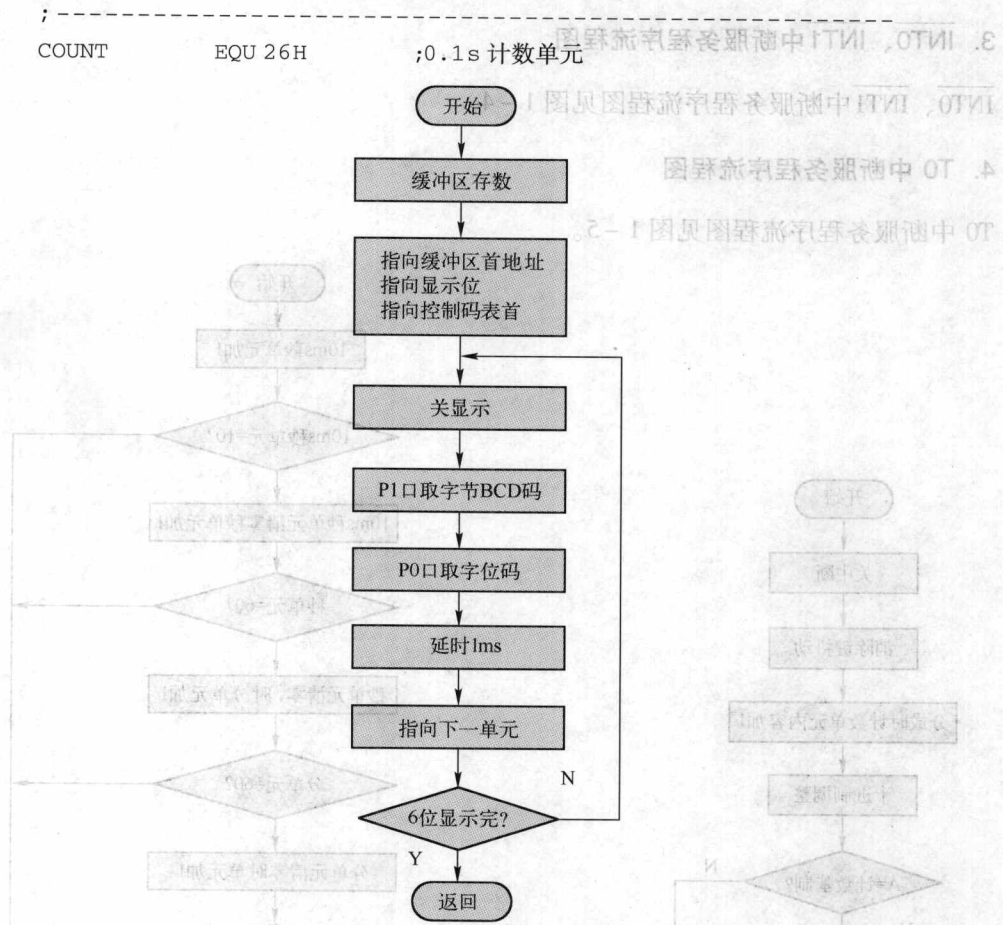


图 1-6 显示程序流程图

- |         |         |              |
|---------|---------|--------------|
| SECOND  | EQU 27H | ;秒计数单元       |
| MINUTE  | EQU 28H | ;分计数单元       |
| TIME    | EQU 29H | ;时计数单元       |
| COUNT_T | EQU 2AH | ;计时单元加 1 暂存器 |
| STONE_S | EQU 2BH | ;存放秒计数基制     |
| STONE_M | EQU 2CH | ;存放分计数基制     |
| STONE_T | EQU 2DH | ;存放时计数基制     |
| ADDRESS | EQU 2EH | ;保存数据区地址暂存器  |
| STONE_N | EQU 3AH | ;控制码存储单元     |
| NUMBER1 | EQU 38H | ;数据暂存单元      |
| NUMBER2 | EQU 3BH | ;数据暂存单元      |
| ;4A-4FH | 显示缓冲区   |              |

```

;-----
ORG 0000H
LJMP MAIN      ;转主程序
ORG 0003H
  
```



```

LJMP INT0                ;转 INT0 中断服务程序
ORG 000BH
LJMP CLOCK              ;转定时器 T0 中断
ORG 0013H
LJMP INT1              ;转 INT1 中断服务程序
; -----
;主程序
MAIN: MOV SP, #5AH      ;堆栈指针
      MOV STONE_S, #60H ;秒计数机制
      MOV STONE_M, #60H ;分计数机制
      MOV STONE_T, #24H ;时计数机制
      MOV XBR1, #14H   ;INT0, INT1 连到端口引脚
      MOV XBR2, #0C0H ;禁止弱上拉,交叉开关允许
      MOV OSCICN, #05H ;选用内部晶振 4MHz
      MOV WDTCN, #0DEH ;禁止看门狗
      MOV WDTCN, #0ADH
      MOV TMOD, #01H   ;设定定时器 T0 工作方式 1
      MOV TL0, #0CAH  ;置 T0 初值
      MOV TH0, #7DH
      SETB EA          ;开中断
      SETB ET0        ;定时器 T0 中断允许
      SETB EX0        ;外部中断 0 允许
      SETB EX1        ;外部中断 1 允许
      MOV TCON, #10H  ;启动定时器 T0
LOOP: LCALL DSUP      ;调显示
      SJMP LOOP
; -----
;显示程序
DSUP: MOV R0, #4FH    ;准备向缓冲区放数
      MOV A, SECOND   ;存秒值
      ACALL PTDS
      MOV A, MINUTE   ;存分值
      ACALL PTDS
      MOV A, TIME     ;存时值
      ACALL PTDS
      MOV R0, #4AH    ;指向缓冲区首地址
      MOV R2, #7FH    ;左边第一位开始显示
DSUP1: ORL P0, #0FCH ;关各数码管
      MOV A, @R0      ;取显示缓冲区中的数
      MOV P1, A       ;送出字形 BCD 码
      MOV A, R2       ;取字形码
      ANL P0, A       ;送字形码
      MOV R3, #00H

```