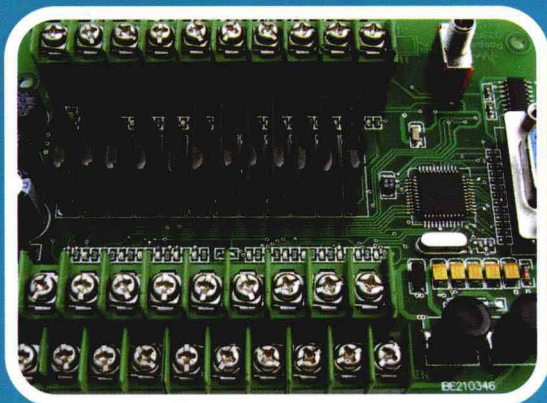


武汉工程大学优秀学术著作出版资助项目



单片机应用系统设计

冯先成 常翠芝 编 著
苏文静 胡中功 郑更生



北京航空航天大学出版社

武汉工程大学优秀学术著作出版资助项目

单片机应用系统设计

冯先成 常翠芝
苏文静 胡中功 郑更生 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书的实例是结合常用的电子、通信、测控、自动控制等领域的实际应用,利用单片机的硬/软件设计而成。本书理论性与应用性结合,将自动控制、传感器、测控系统、光纤通信、无线通信、计算机网络等理论知识和实用的设备设计很好地结合起来,具有较强的可读性和可操作性。

本书介绍了半导体温度传感器、转速测定及数据显示系统、汽车前轮转向角的简易测量系统、用光电池阵列定位光源、应用电阻应变片设计电子称、数字温度传感器;步进电机控制、温箱温度控制、考勤机系统、贪食蛇游戏;视频切换卡、光纤收发器、网络交换机、VDSL 网络设备的局端和用户端、移动通信系统的监控单元等设计过程。

本书适用于大中专院校、技校以及职业院校的电气类、电子类、机电类专业的师生,还可以作为从事单片机系统及应用开发人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统设计/冯先成等编著. —北京:北京航空航天大学出版社, 2009. 1

ISBN 978 - 7 - 81124 - 461 - 8

I. 单… II. 冯… III. 单片微型计算机—系统设计
IV. TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 18643 号

© 2009, 北京航空航天大学出版社, 版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书及其所附光盘内容。侵权必究。

单片机应用系统设计

冯先成 常翠芝

苏文静 胡中功 郑更生 编著

责任编辑 董立娟

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:emsbook@gmail.com

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:19 字数:426 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978 - 7 - 81124 - 461 - 8 定价:35.00 元(含光盘 1 张)

前言

单片机应用系统设计技术是电子技术领域中应用最为广泛的一项技术。掌握单片机系统的软/硬件开发技术,对于从事电子工程的专业技术人员来说,具有举足轻重的意义。

单片机应用与设计是一项非常重视动手实践的科目,不能总是看书,但是学习它首先必须得看书,因为需要从书中大概了解一下单片机的各个功能寄存器。而说明白点,我们使用单片机就是用软件去控制单片机的各个功能寄存器,具体讲,就是控制单片机引脚的电平什么时候输出高,什么时候输出低;再由这些高低电平的变化来控制系统板,实现需要的功能。至于看书,只须大概了解单片机各引脚都是干什么的,能实现什么样的功能。第一次、第二次可能看不明白,但这不要紧,因为还缺少实际的感观认识。

最重要的是实践,这是非常关键的。如果说学单片机不实践,那就不可能学会。有两种实践方法可供选择,方法一:自己买一块单片机的学习板,不要求功能太全,对于初学者来说,有流水灯、数码管、独立键盘、矩阵键盘、A/D 或 D/A、液晶、蜂鸣器,就差不多了。如果能熟练应用上面这些,那可以说对于单片机的硬件方面已经入门了,接下来就是练习设计电路,不断积累经验。只要过了第一关,后面的路就好走多了,万事开头难。方法二:如果身边有单片机方面的高手,向他求助,在他的帮助下搭个简单的最小系统板。

考虑到理论性、设计性、实用性,在本书的编写过程中,我们注重体现以下特点:

(1) 理论性与实用性的结合

将自动控制、传感器、测控系统、光纤通信、无线通信、计算机网络等理论知识和实用的设备/产品结合起来,具有较强的可读性和可操作性。

(2) 设计深入浅出

由简单到复杂,由应用设计、系统设计制作到光纤网络设备、网络交换机、VDSL 接入设备和无线接入通信系统的设计与实现。

(3) 知识覆盖范围广

详细介绍了系统的软/硬件内容以及设计方法。

前 言

本书第1~6章由常翠芝编写,第7~10章由苏文静编写,第11~14章由冯先成编写,第15章由郑更生编写。全书由冯先成和胡中功策划和统稿。

由于编者知识水平和经验有限,且编写时间仓促,书中不当之处在所难免,敬请各位读者批评指正,以便及时修正。

有兴趣的读者,可以发送电子邮件到: xcfeng68@hotmail.com,与作者进一步交流;也可以发送电子邮件到 xdhydc5@sina.com,与本书策划编辑进行交流。

作 者
2008年10月

目 录

第 1 章 半导体温度传感器应用设计

1.1 设计任务	1
1.2 设计目的	1
1.3 设计要求	1
1.4 设计提示与分析	2
1.4.1 AD590 温度传感器简介	2
1.4.2 测温电路	2
1.4.3 温度数据采集和处理	4
1.4.4 单片机编程	6
1.5 思考题	8

第 2 章 转速测定及数据显示系统

2.1 设计任务	9
2.2 设计目的	9
2.3 设计要求	9
2.4 设计提示与分析	10
2.4.1 光电接近传感器简介	10
2.4.2 测量分析	10
2.5 思考题	17

第 3 章 汽车前轮转向角的简易测量系统设计制作

3.1 设计任务	18
----------------	----

目 录

3.2	设计目的	18
3.3	设计要求	18
3.4	设计提示与分析	19
3.4.1	汽车前轮转向角检测仪简介	19
3.4.2	转向角检测传感器简介	19
3.4.3	硬件原理图	20
3.4.4	单片机程序编写	20
3.5	思考题	20
第4章 用光电池阵列定位光源的设计		
4.1	设计任务	22
4.2	设计目的	22
4.3	设计要求	22
4.4	设计提示与分析	23
4.4.1	前照灯检测仪光轴自动对准原理	23
4.4.2	光轴偏移量测量原理	24
4.4.3	发光强度的测量原理	25
4.4.4	新一代应用 CCD 技术前照灯检测仪简介	25
4.4.5	课程设计内容分析	25
4.5	思考题	27
第5章 应用电阻应变片设计电子称		
5.1	设计任务	28
5.2	设计目的	28
5.3	设计要求	28
5.4	设计提示与分析	29
5.4.1	应变片应用简介	29
5.4.2	差分信号与放大器的分析	30
5.4.3	单片机采样分析	31
5.5	思考题	31
第6章 数字温度传感器应用设计		
6.1	设计任务	33
6.2	设计目的	33

6.3	设计要求	33
6.4	设计提示与分析	34
6.4.1	DS18B20 简介	34
6.4.2	测量电路原理图	35
6.4.3	程序框图	35
6.4.4	参考程序	36
6.5	思考题	40
第 7 章 步进电动机控制综合设计		
7.1	设计任务	41
7.2	设计目的	41
7.3	设计平台	41
7.4	设计系统组成与工作原理	41
7.5	设计具体要求	44
7.6	参考程序	45
第 8 章 温箱温度控制综合设计		
8.1	设计任务	47
8.2	设计目的	47
8.3	实验硬件设备	47
8.4	实验系统组成与工作原理	47
8.5	设计具体要求	50
8.6	参考程序	50
第 9 章 考勤机系统设计		
9.1	设计要求	53
9.2	实现方案	53
9.3	设计平台	54
9.4	系统定义	54
9.5	主要模块原理说明	54
9.6	系统连接	55
9.7	参考程序	57
9.8	实验现象	82

目 录

第 10 章 贪食蛇游戏设计

10.1	设计任务	84
10.2	设计平台	84
10.3	系统组成原理	84
10.4	系统连接	88
10.5	软件设计方案	89
10.6	参考程序	93

第 11 章 视频切换卡的设计

11.1	目的和意义	102
11.2	系统所需达到的要求	102
11.3	“电子警察”的系统设计要求	102
11.4	视频切换卡硬件电路设计	104
11.5	视频切换卡软件设计	107
11.5.1	总体软件设计	107
11.5.2	单片机和工控机通信	107
11.6	参考程序	109
11.7	总 结	114

第 12 章 10/100M 光纤收发器的设计

12.1	目的和意义	115
12.2	关键器件及设备	115
12.3	光纤收发器简介	116
12.4	光电转换器的硬件设计	119
12.4.1	光电转换器主要性能指标	119
12.4.2	硬件设计的原理框图	120
12.4.3	单元电路的功能与设计	120
12.5	系统软件设计	123
12.5.1	单片机控制程序	123
12.5.2	参考程序	124
12.6	调试及结果	133
12.6.1	调试所需的仪表	133
12.6.2	调测步骤	133

12.6.3 性能测试·····	135
12.6.4 光口指标测试·····	135

第 13 章 网络交换机的设计

13.1 目的和意义·····	138
13.2 关键器件及设备·····	138
13.3 交换机相关知识·····	139
13.4 AL101 网络交换芯片简介·····	141
13.4.1 AL101 芯片的主要特点·····	141
13.4.2 AL101 功能说明·····	142
13.5 系统硬件设计·····	144
13.5.1 系统指标要求·····	144
13.5.2 系统电路框图·····	145
13.5.3 单元模块设计·····	147
13.6 系统软件设计·····	153
13.6.1 EEPROM 配置·····	153
13.6.2 单片机控制程序·····	156
13.7 参考程序·····	159
13.7.1 IO.h 源程序·····	159
13.7.2 IO.c 源程序·····	160
13.7.3 DB116.h 源程序·····	173
13.7.4 DB116.c 源程序·····	174
13.8 PC 机的管理程序设计·····	187
13.9 调试及结果·····	188
13.10 总 结·····	191

第 14 章 VDSL 网络设备的局端和用户端的设计

14.1 目的和意义·····	192
14.2 关键器件及设备·····	192
14.3 VDSL 相关知识·····	192
14.4 VDSL 设计方案与 VDSL 网络芯片简介·····	194
14.5 VDSL 局端的硬件设计·····	197
14.5.1 VDSL 主要性能指标·····	197
14.5.2 硬件设计的原理框图·····	198

目 录

14.6	VDSL 用户端的硬件设计	203
14.6.1	VDSL 调制解调器硬件设计的原理框图	203
14.6.2	单元电路的功能与设计	204
14.7	系统软件设计	206
14.7.1	EEPROM 配置	207
14.7.2	单片机控制程序	207
14.7.3	参数设置	210
14.7.4	PC 机的管理程序设计	210
14.8	参考程序	211
14.9	调试及结果	254

第 15 章 移动通信直放站系统的监控单元的设计

6	15.1 目的和意义	257
	15.2 关键器件及设备	257
	15.3 直放站系统相关知识	257
	15.4 光纤直放站的工作原理	258
	15.5 光远端控制模块的设计	260
	15.5.1 光远端控制模块的框图	260
	15.5.2 性能指标	262
	15.5.3 模块整体电路	263
	15.5.4 模块软件工作模式	264
	15.6 光局端控制模块的设计	269
	15.6.1 光局端控制模块的组成	269
	15.6.2 模块电路原理	270
	15.6.3 模块软件工作模式	270
	15.7 参考程序	270

参考文献

第 1 章

半导体温度传感器应用设计

1.1 设计任务

利用温度传感器和单片机技术设计、制作一个显示室温的数字温度计。测量误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$, 2 位 LED 数码管显示。

1.2 设计目的

- ① 进一步了解有关温度传感器的工作原理、加工工艺等的相关知识。
- ② 综合运用其他先修课程的理论和实践知识, 制订设计方案, 确定温度传感器的型号等参数, 掌握温度的检测方法。
- ③ 掌握模拟信号获取、传输、处理及检测的一般方法。
- ④ 学会应用温度传感器组建一个简单的测量系统, 提高学生的动手能力。
- ⑤ 通过计算、分析、绘图, 能运用标准、规范、手册并学会查阅有关资料, 培养仪表设计的基本技能, 为毕业设计等奠定良好的基础。

1.3 设计要求

参考下面的利用半导体温度传感器 AD590 和单片机技术设计、制作显示室温的数字温度计的设计提示与分析, 请自选其他型号的温度传感器来进行设计。

设计内容包括:

- ① 详细了解所选用的温度传感器的工作原理和工作特性等。
- ② 设计合理的信号调理电路。
- ③ 用单片机和 A/D 芯片进行信号的采样等相关处理, 要有 Protel 画的硬件接线原理图; 利用 C 语言在单片机开发软件中编写相关程序, 并对单片机的程序作详细解释。

第1章 半导体温度传感器应用设计

- ④ 列出制作该装置的元器件,制作实验板,并调试运行成功。
- ⑤ 详细的设计说明书一份。

1.4 设计提示与分析

1.4.1 AD590 温度传感器简介

AD590 是一种集成温度传感器(类似的芯片还有 LM35 等),其实质是一种半导体集成电路。它利用晶体管的 b-e 结压降的不饱和值 V_{RE} 、热力学温度 T 和通过发射极电流 I 的下述关系实现对温度的检测。

$$V_{RE} = \frac{kT}{q} \ln I$$

式中, k 是波耳兹曼常数; q 是电子电荷绝对值。

集成温度传感器的线性度好,精度适中,灵敏度高,体积小,使用方便,应用广泛。集成温度传感器的输出形式分为电压输出和电流输出两种。电压输出型的灵敏度一般为 10 mV/K (温度变化热力学温度 1 K 输出变化 10 mV), 温度 0 K 时输出 0 , 温度 25°C 时输出 2.9815 V 。电流输出型的灵敏度一般为 $1 \mu\text{A/K}$, 25°C 时输出 $298.15 \mu\text{A}$ 。

AD590 是美国模拟器件公司生产的单片集成两端温度传感器,它主要特性如下:

- ① 流过器件的电流值等于器件所处环境温度的热力学温度(开尔文)值,即

$$I_T/T = 1 \mu\text{A/K}$$

式中, I_T 为流过器件(AD590)的电流,单位为 μA ; T 为温度,单位为 K 。

- ② AD590 的测量范围为 $-55 \sim +150^\circ\text{C}$ 。

③ AD590 的电源电压范围为 $4 \sim 30 \text{ V}$ 。电源电压从 $4 \sim 6 \text{ V}$ 变化,电流 I_T 变化 $1 \mu\text{A}$ 相当于温度变化 1 K 。AD590 可以承受 44 V 的正向电压和 20 V 的反向电压,因而器件反接也不会损坏。

- ④ 输出电阻为 $710 \text{ M}\Omega$ 。

⑤ AD590 在出厂前已经校准,精度高。AD590 有 I、J、K、L、M 共 5 挡。其中 M 挡精度最高,在 $-55 \sim +150^\circ\text{C}$ 范围内,非线性误差为 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 。I 挡误差较大,误差为 $\pm 10^\circ\text{C}$,应用时应校正。

由于 AD590 精度高、价格低、不需辅助电源、线性度好,因此常用于测量和热电偶的冷端补偿。

1.4.2 测温电路

AD590 前端信号调理电路如图 1-1 所示。这里要求的测量范围为室温,定为 $0 \sim 80^\circ\text{C}$ 。

0℃时,A点输出电压为273.2 mV;80℃时,A点输出电压为(273.2+80)mV。调整B点的电压使之成为273.2 mV,这样就可以得到差分电压信号 V_{AB} 与温度的关系为1 mV/℃。经过传感器前端调整后的信号 V_{AB} 要经过放大才能够被单片机采样。图中LM336提供2.5 V参考电压源。

这里预定采用通用MCS-51单片机和ADC0809芯片进行数据采样、处理。ADC0809是一个8通道8位ADC芯片,预计采样为0~5 V的标准信号,对应采样结果为0~255,基本能满足设计要求(范围0~80℃,误差为±1℃)。信号数据在测量系统中流程变化如表1-1所列。

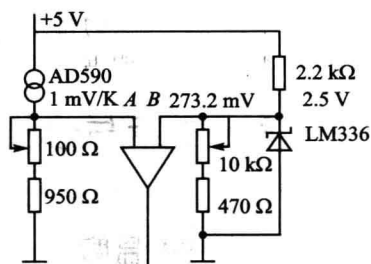


图1-1 AD590前端信号调理电路

表1-1 测量数据在系统中流程变化

温度/℃	V_{AB} 差分信号/mV	放大后信号/V	单片机采样结果	单片机显示
0	0	0	0	0
80	80	2	$2/2.5 \times 255 = 204$	$204 \times 80/204 = 80$

在表1-1中,假定放大后电压信号数据取值范围为0~2 V;单片机接入通道参考电压为2.5 V,故0~2.5 V的信号相应地被转换为0~255这256个数据;单片机显示温度数据等于单片机采样结果乘上80后再除去204。

这里要求出差分电压信号 V_{AB} 放大成为预采样为0~2 V的标准信号的增益G,即

$$G = \frac{2\,000}{80} = 25$$

放大器可选用LM318、LM741、121等。有一种更好用的放大器AD620(在一般信号放大的应用中通常只要通过差动放大电路即可满足要求。然而基本的差动放大电路精密度较差,且在差动放大电路上改变放大增益时,必须调整两个电阻,使整个电路的信号放大精确度就更加复杂。仪表放大器则无上述的缺点。简单地说就是使用方便简单,缺点是价格高),这里就采用该芯片作为此外的放大器。该芯片引脚如图1-2所示。

由该芯片的资料可知 $G = \frac{49.4\,\text{k}\Omega}{R_G} + 1$ 和 $R_G = \frac{49.4\,\text{k}\Omega}{G-1}$,这样可求出 $R_G = 2\,058.333\,\Omega$ 。

将103(即10 kΩ)微调电位器接在 R_G 上即可。因为AD620工作时需要±12 V的电压接在 $+V_s$ 和 $-V_s$ 上,这里采用一个直流电压模块SAPS的SR5D12/100,引脚如图1-3所示,它需要5 V电压供电,输出为+12 V和-12 V的电压。这样传感器信号调理电路就基本完成了,如图1-4所示。

当 $T=0^\circ\text{C}$ 时, $V_{\text{out}}=0\,\text{V}$;当 $T=80^\circ\text{C}$ 时, $V_{\text{out}}=2\,\text{V}$;即灵敏度为25 mV/℃。

第1章 半导体温度传感器应用设计

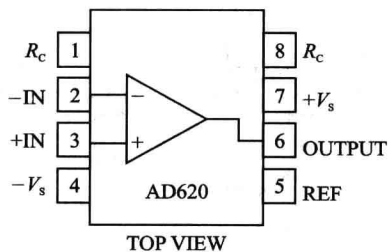


图 1-2 AD620 芯片引脚图

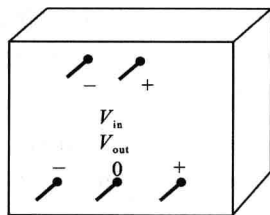


图 1-3 SR5D12/100 芯片引脚图

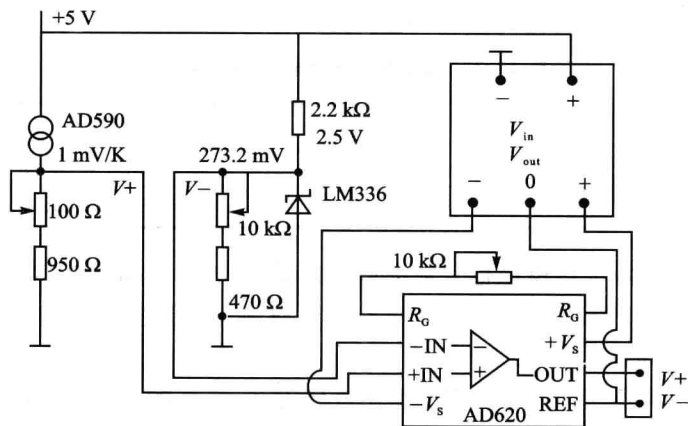


图 1-4 信号调理电路

1.4.3 温度数据采集和处理

因 ADC0809 的参考电压为 $V_{\text{REF}} = 2.5 \text{ V}$, 单片机从 ADC0809 上采样的接口数据 N 还原成要显示的温度数据 T 的计算式为

$$\frac{80}{204} = \frac{T}{N} \Rightarrow T = N \times \frac{80}{204}$$

单片机显示、采样的电路原理图如图 1-5 所示。

从图 1-5 可知: P0 口直接与 ADC0809 的数据线相连接, P0 口的低 3 位通过锁存器 74LS373 连接到 ADDA、ADDB、ADDC, 锁存器的锁存信号是 89C52 的 ALE 信号。89C52 的 ALE 信号直接连接到 ADC0809 的 CLK 引脚, 给 ADC0809 提供 666 kHz 的时钟信号。

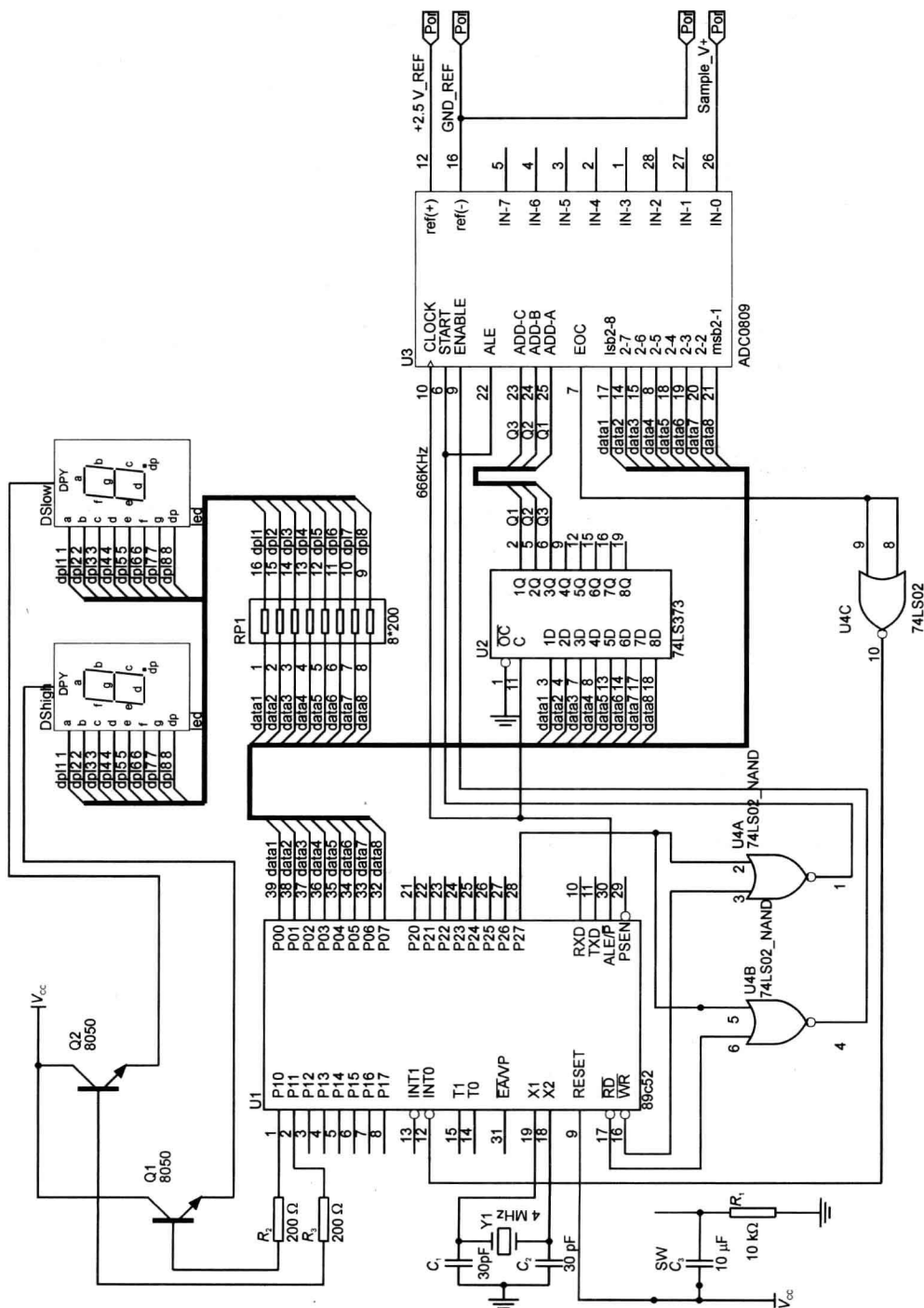


图1-5 单片机采样、显示电路原理图

第1章 半导体温度传感器应用设计

P2.7 口作为读/写口的选通地址。片外 A/D 转换通道的地址为 7FF8H~7FFFH。在软件编程时,令 P2.7(A15)=0,A0、A1、A2 给出被选择的模拟通道地址,执行一条输出指令,就产生一个正脉冲,则锁存通道地址和启动 A/D 转换;执行一条输入指令,则读取 A/D 转换结果。

可采用延时等待 A/D 转换结束方式,分别对 8 个通道模拟信号轮流采样一次,并依次将结果存放在数据存储器。

也可以采用 8051 的中断方式的接口来编写程序(ADC0809 的 EOC 接 8051 的 INT0),此时可以将 ADC0809 作为外扩的并行 I/O 口,由 P2.7 口和 WR 口脉冲同时有效来启动 A/D 转换,通道选择端 A、B、C 分别与地址线 A0、A1、A2 相连,其端口地址分别为 7FF8H~7FFFH。A/D 转换结束,信号 EOC 经反相后接 8051 的外部中断引脚。

1.4.4 单片机编程

下面是用等待查询 P3.2/int0 脚的变化来实现整个测量采样、显示的程序,用 MedWin 编译、在实验板上运行是成功的。主程序框图如图 1-6 所示。源程序如下:

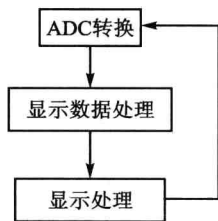


图 1-6 程序框图

```
// *****头文件 *****//
#include <stdio.h>
#include <reg51.h>
#include <absacc.H>
// *****简化变量类型定义 *****//
#define uint unsigned int
#define uchar unsigned char
#define in0ad XBYTE[0x7ff8] //设置 ADC0809 通道 0 的地址,XBYTE 要大写,否则错误
// *****共阳数码管阳极选通引脚定义 *****//
sbit P1_0 = P1^0;
sbit P1_1 = P1^1;
sbit ad_busy = P3^2; //不是中断,是 P3.2 口变为 1,即 EOC 状态没用到 int1 的中断
//EOC = 0 正在进行转换,EOC = 1 转换结束
uchar LED_code[10] = {0x03,0x9f,0x25,0x0d,0x99,0x49,0x41,0x1f,0x01,0x09}; //共阳数码管编码
uint integer[8],data1,data2; //保存 ADC0809 的 8 个通道转换数据数组和显示温度的数据
// *****采集结果放在指针中的 A/D 采集函数 *****//
void ad0809(void)
{
    uchar i;
    uchar xdata * ad_adr;
```