

单片机实验及实训教程

主编 申忠如 张倩 申淼



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

单片机实验及实训教程

主编 申忠如 张倩 申淼



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书是基于 MCS-51 系列单片机的实验与实训教材,针对应用技术型本科学生的特点,保留了验证性实验,突出了实训环节;通过基础、拓展和专题训练等典型应用设计实例,培养读者分析问题和解决问题的能力。本书可供大学本科相关专业学生在课程设计、电子设计训练、毕业设计和项目开发中参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机实验及实训教程/申忠如,张倩,申森主编。

—西安:西安交通大学出版社,2015.9

ISBN 978-7-5605-7940-5

I. ①单… II. ①申…②张…③申… III. ①单片微型计算机-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 218190 号

书 名 单片机实验及实训教程
主 编 申忠如 张倩 申森
责任编辑 王 欣

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西元盛印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 11.25 字数 270 千字
版次印次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-7940-5/TP·698
定 价 23.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前言

MCS-51 系列单片机由于其功能齐全、物美价廉且不断地升级,使其在嵌入式应用中占有一席之地。有了 MCS-51 单片机的基础,就可以较快地学习和掌握复杂的嵌入式系统的设计。基于上述两点,在大学本科教学中把 MCS-51 单片机原理及应用作为一门大面积基础课程来讲授,可以收到使学生掌握微型计算机原理和初步具有设计嵌入式实用系统能力的双重功效。

本书针对应用技术型本科的特点,在注重基础知识的理论教学的前提下,重点着眼于工程实践应用能力培养。全书分两篇,分别为基础实验与实训教程。针对应用技术型本科的特点,在基础实验内容选择上,保留了传统的验证型实验,目的是加深和巩固基本概念、基本理论和掌握初步的设计方法,学会正确使用常用电子仪器的方法,科学、严肃地记录实验数据,并写出合格的实验报告。

实践是学好单片机的重要手段,为此在完成本课程的基本理论和实验教学后,安排了三个学分的实训教程教学。在自主开发的电子综合训练平台上,收集了不少典型设计实例,目的是引导和扩充学生的知识面,培养读者分析问题和解决问题的能力。

实训教程内容由基础训练、拓展训练和专题训练等三个部分组成。其中基础训练实践在电子综合训练平台上,以三总线 AB,CB,DB 为主线介绍了常用的接口设计,学生须读懂平台提供的单元功能模块电路和测试程序。学会采用测试软件对硬件调试的方法,进一步引导学生在测试软件上,通过添加部分语句实现该应用系统功能的软件流程图和编程要点。实践内容有串口通信模块,键盘与 LED 显示模块,单片机的最小系统,供给用户使用的扩展片选模块,总线驱动模块及测试程序,中断扩展模块,同步双路 ADC——MAX197 转换模块和双路 DAC——DAC 0832 转换模块等。

拓展训练实践目的是重点解决硬件系统集成设计,引入 SPI 总线和 IIC 总线的接口应用设计;实现能进行基本功能应用模块设计的目的,在设计过程中培养创新意识。实践内容是在多功能设计训练平台上,以 ADC 芯片 TLC2543 为例,学习 SPI 总线接口的应用;以时钟芯片 PCF8563 为例,学习 IIC 总线接口的应用;选用 LCM12864 液晶显示芯片,实现显示数字、字符和图形;采用功能芯片微型打印机模块和 CPLD 模块等。

专题训练的实践目的是以工程实际项目为背景展开研究。实践内容:选择针对工程实际的项目,包括毕业设计、电子竞赛、课外科技活动内容等。内容包括锁定放大器的设计(陕西省 2014 年 TI 杯大学生电子设计竞赛题),信号波形合成实验电路(陕西省 2010 年 TI 杯大学生电子设计竞赛题),基于铂热电阻的温度计设计,基于正弦恒流激励的微电阻测试仪设计,基于 MAX038 的微电容测试仪,工频电压、电流及其相位测试仪等。

专题训练方法是,找出能带动全面掌握该课程的典型案例;采用设计建议、移植复现、激发创新的交互式训练方法,各方法之间相互渗透,融为一体;主线是提高学生的主动学习热情,激发创新意识并使创新变为现实。其要点是:

(1) 设计建议——提高学生主动学习的热情

①给出应用系统的基本功能和指标要求,引导学生通过查阅文献确定自己的设计方案,完成系统硬件功能框图设计;

②选择芯片构成单元功能模块电路,进一步完成硬件系统设计,强调各模块接口遵循电平、负载能力和速度匹配的三要素原则;对系统前向通道的调理电路模块进行仿真调试设计;完成系统硬件功能电路设计;

③组织学生通过相互交流讨论和教师点评,完善自己的设计方案;

④题目提出改进设计的要求,激发学生的创新思维。

(2) 移植复现——模仿完成应用系统软硬件集成设计,激发学生的创新思维

①教程给出调试硬件模块的测试程序,让学生在软件平台上编译调试通过;使用已经完成的测试程序对硬件模块进行调试,提高排错和解决问题的能力;

②在测试软件上,按照题目要求的功能完成实现功能模块的程序设计;进一步完成应用系统的软件集成设计,强调系统的软件是由各模块程序链接组成,其要点是明确链接的入口和出口地址。

(3) 激发创新——使创新变成现实

①在基本内容完成的基础上,增加某一方面的功能,例如量程扩大;

②为提高某一方面的性能指标,例如提高分辨率采取的改进设计;

③对系统性能进行评价,完成对应用系统的完整设计并写出设计和调试报告。

本书是在西安交通大学申忠如教授指导下完成,西安交通大学城市学院申森、张倩共同编写,其中申森编写了基础实验和基础训练;张倩编写了拓展训练和专题训练。

作者在编写过程中,参阅了大量参考书籍和资料,学习和吸取了经验,同时得到了西安交通大学出版社的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

限于水平和经验,本书难免存在不足之处,敬请批评指正。

编者

2014年8月于西安交通大学城市学院

目 录

第一篇 单片机原理与接口技术基础实验	(1)
1.1 测试仪器和开发工具类实验	(1)
实验 1 QTH-2008XS 实验仪操作指南	(1)
实验 2 TDS1000B 数字存储示波器	(13)
实验 3 KEIL C51 软件的使用和调试方法	(34)
1.2 基础训练类实验	(55)
实验 4 基础实验(一)	(55)
实验 5 基础实验(二)	(57)
实验 6 基础实验(三)	(58)
实验 7 基础实验(四)	(60)
1.3 内部资源功能类实验	(63)
实验 8 P1 端口输入输出实验	(63)
实验 9 外部中断实验	(65)
实验 10 定时器/计数器实验	(67)
1.4 接口扩展类实验	(69)
实验 11 串并转换实验	(69)
实验 12 单片机与 PC 机通信实验	(72)
实验 13 扩展外部数据存储器实验	(77)
实验 14 A/D 转换实验	(81)
实验 15 D/A 转换实验	(85)
第二篇 单片机原理与接口技术实训教程	(90)
2.1 基础训练	(90)
基础训练 1 电源测试	(90)
基础训练 2 串口通信模块	(91)
基础训练 3 键盘与 LED 显示模块	(96)
基础训练 4 单片机的最小系统	(103)
基础训练 5 供用户使用的扩展片选模块(CS)	(108)
基础训练 6 总线驱动模块	(110)
基础训练 7 中断扩展模块	(111)

基础训练 8	双路 ADC——MAX197 模块	(116)
基础训练 9	双路 DAC0832 模块	(120)
2.2	拓展训练	(123)
拓展训练 1	SPI 总线接口模块	(123)
拓展训练 2	I ² C 总线标准与接口	(130)
拓展训练 3	LCD 液晶显示模块	(143)
拓展训练 4	打印机模块	(151)
拓展训练 5	CPLD 模块	(156)
2.3	专题训练	(160)
专题训练 1	锁定放大器的设计	(160)
专题训练 2	信号波形合成实验电路	(162)
专题训练 3	基于铂热电阻的温度计设计	(164)
专题训练 4	基于正弦恒流激励的微小电阻测试仪设计	(167)
专题训练 5	基于 MAX038 的微电容测试仪设计	(169)
专题训练 6	工频电压、电流及其相位测试仪设计	(171)
参考文献		(173)

第一篇 单片机原理与接口技术基础实验

1.1 测试仪器和开发工具类实验

一个单片机的 CPU 就是一个微处理器,只有在单片机上加外设和软件配合,调试成为一个应用系统形成产品才具有实际意义。开发的特点是软件和硬件不可分割,一般硬件调试比较容易,只需编制出简单的单元调试程序使系统运行,同时用测试仪器(例如示波器、万用表)调试即可。软件调试目前多用 KEIL C51 软件;开发工具目前基本上使用通用的调试程序工具(例如在基础实验中使用的实验仪),在特定的集成开发环境(IDE)中编程调试,即使用硬件仿真器在线编程方式或采用 ISP(In System Program 在系统编程)技术。

本实验开发工具选用 QTH-2008XS 实验仪,测试仪器为 TDS1000B 数字存储示波器,调试软件使用 KEIL C51。对初学者来说,可通过验证性实验强化教科书的基本内容,为进一步学习功能更加强大的微处理器打好基础。

实验 1 QTH-2008XS 实验仪操作指南

实验目的:熟悉 QTH-2008XS 实验仪各单元模块的布局 and 操作方法。

实验仪器:QTH-2008XS 实验仪

实验内容:包括单元模块介绍和键盘功能练习两部分。实验仪的单元模块共分 27 个区,这里仅介绍与基本实验有关的 9 个模块。对 $\pm 12\text{ V}$ 、 $\pm 5\text{ V}$ 和 $+6\text{ V}$ 电源的介绍从略,但在使用前应该先检查实验仪是否加电。

单元模块介绍了各模块的布局 and 原理,其中,电路原理和教科书中介绍大同小异。在预习时,重点是模块的名称、位置及相关连线。在实验中注意与书中内容比较,加深对该类型的模块原理的理解。而键盘功能练习是本次实验的重点,对初学者来说,通过练习不仅能熟悉操作键盘的功能,而且有助于对单片机的内部结构的了解。

1. 实验仪中各单元模块介绍

(1) 操作键盘与显示区

在键盘显示区中提供了 8 个 LED 数码显示管和 28 个按钮开关,主要用途是通过键盘和显示实现简单的人机对话功能。其布局如图 1-1-1 所示,其中开关拨向右位置:键盘用于监控;开关拨向左位置:键盘脱离监控,用户可以借用键盘和显示器做其它实验,这时要用到键盘显示控制器 ZLG7289 的相应输入控制端:KEY、DATA、CLK、/CS。在实验中,该键盘固定用于监控。

该区的控制芯片选用了 ZLG7289,其工作原理和应用功能设计在教科书中将有详细的介绍。

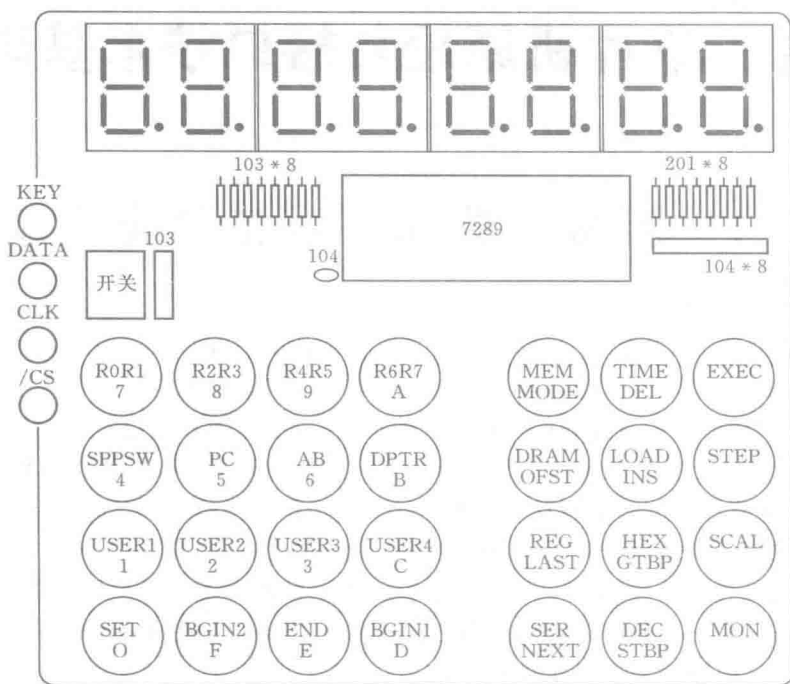


图 1-1-1 键盘和显示部分的布局图

(2) 用户 RS-232/485/422 区

对单片机组成的应用系统进行在线编程和调试离不开计算机。选用 RS-232 串行通信标准设计了计算机与单片机的接口,解决单片机与计算机的通信接口问题。这部分内容的原理在教科书中有介绍,在专题训练中强化了编程训练,这里只要求了解一般概念。关于 RS-485 和 RS-422 接口留到开发相关应用系统设计时再自学。

RS-232 接口的布局与原理图如图 1-1-2 所示,图中,SW1 选择通信芯片。用 RS-232 作为通信芯片,或用 DS75176(485)作为通信芯片。SW2 选择微机串口与实验仪串口的联接方式。本实验箱使用 SW2 开关的 2-2/3-3 和插孔 Rx/D、DI/TI、Tx/D。

(3) 仿真主机部件

仿真主机部分主要包括:主 CPU、监控存储器和与 PC 机通信的 RS-232 串行接口。在做一般实验的时候,还要用到以下插口和插座,应根据实验内容的要求选择相应的接口接到实验区,其布局如图 1-1-3 所示。

单片机的 4 个 I/O 口用插孔 P00~07、P10~17、P20~27、P30~37 接出,这里必须注意:它的次序不够规范,所以使用时一定要看准再连线。

插座部分最上面 A0~A7,最下面是 A8~A15(16 位地址口)。中间插座为 AD0~AD7(8 位数据口),它和上面的插孔引出线是一样的。

插针(座)是单片机对应管脚引出端,该端一般不使用,其作用是把单片机的 40 个引脚通过排线引出,插入自己设计的应用系统中。

这部分内容可参看 QTH-2008XS 实验仪的说明。

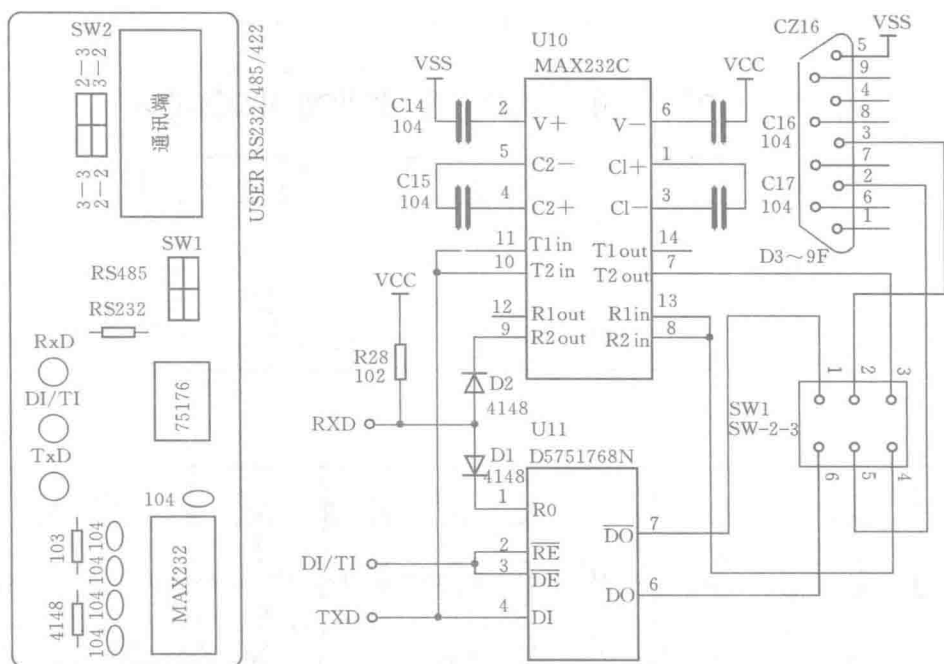


图 1-1-2 RS-232 的布局与原理图

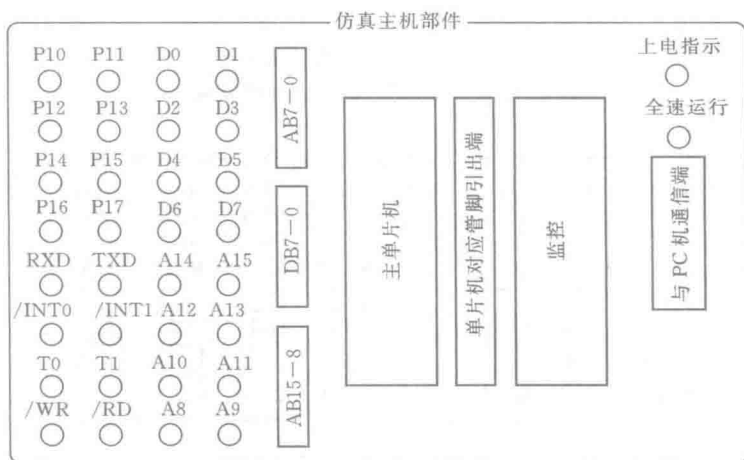


图 1-1-3 仿真主机部分的布局图

(4) 发光二极管显示区

显示区的布局如图 1-1-4(a) 所示, 原理图如图 1-1-4(b) 所示。输入控制插孔 L1~L16 分别对应 1~16 号发光二极管, 当输入低电平时, 相应 LED 点亮。

(5) 手动高低电平输出区

如图 1-1-5 所示, 电平开关 KN01~KN08 上拨时对应插孔 K01~K08 输出高电平, 下拨输出低电平。

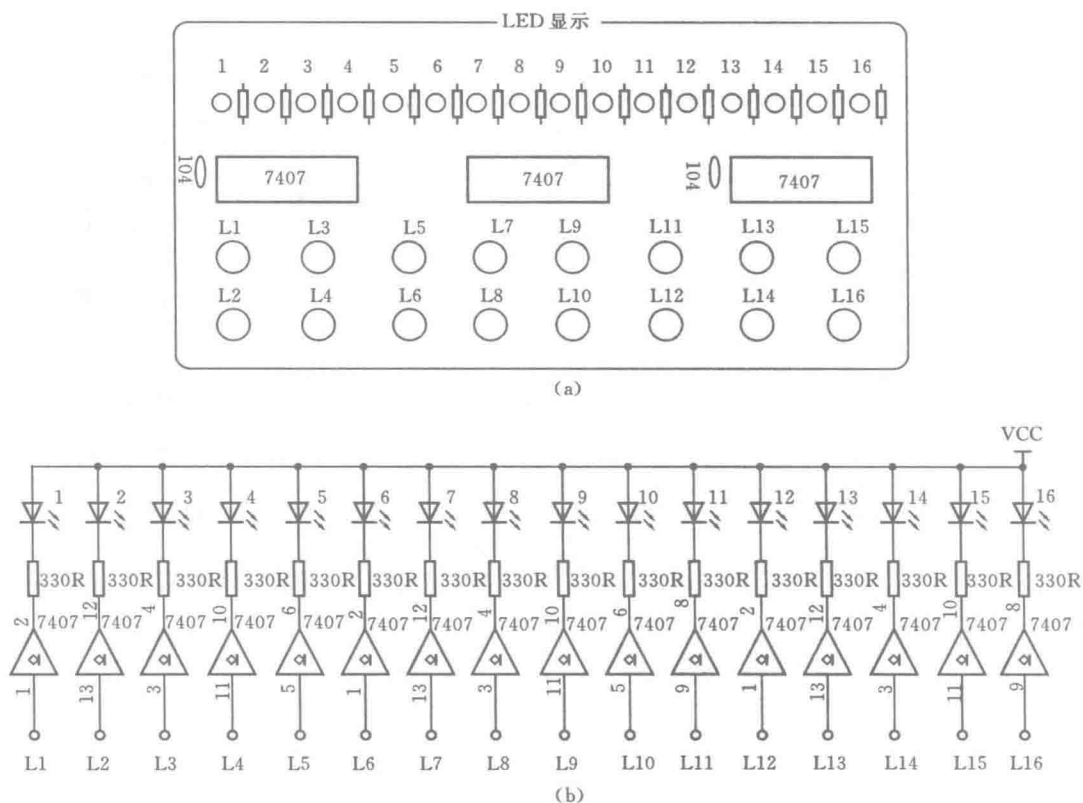


图 1-1-4 发光二极管显示区
(a)显示区的布局图;(b)显示区的原理图

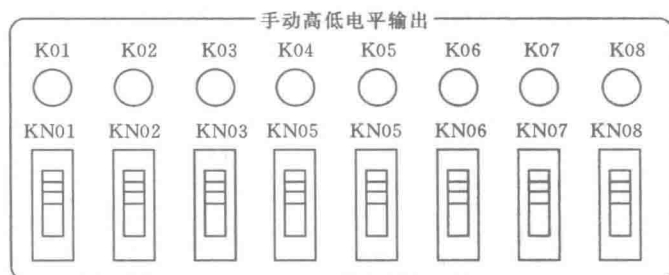


图 1-1-5 电平开关的布局图

(6) 分频电路区

分频电路实际上是双十六进制计数器,其布局与原理图如图 1-1-6 所示。插孔 T 为脉冲输入端,T00~T07 分别输出 2、4、8、16、32、64、128、256 分频脉冲。

(7) 单脉冲开关及振荡电路

开关 KN00 上拨, $\square$ 端输出高电平, $\sqcap$ 端输出低电平;开关 KN00 下拨,输出相反。 $\sqcap$ 端输出固定频率为 3.686 MHz 的脉冲。图 1-1-7 分别给出了其布局图、单脉冲开关原理图和振荡电路原理图。

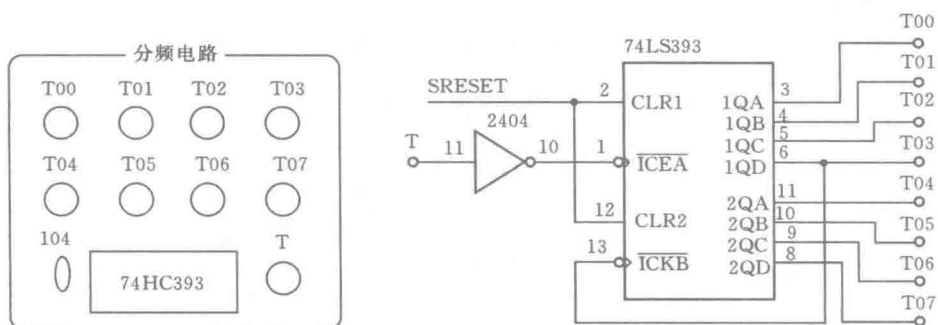
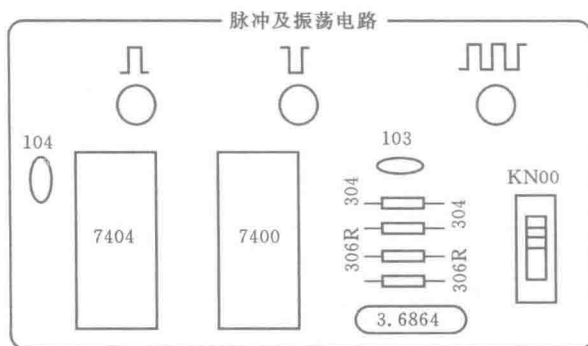
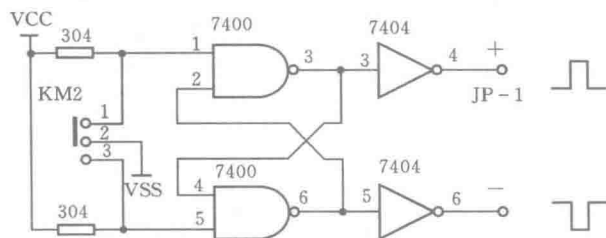


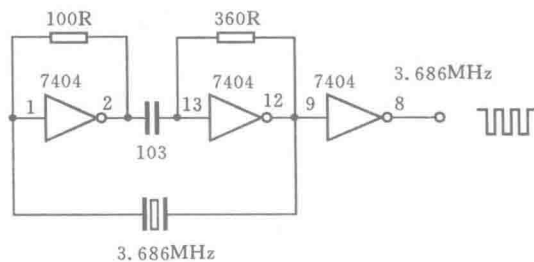
图 1-1-6 分频器的布局与原理图



(a)



(b)



(c)

图 1-1-7 单脉冲开关及振荡电路

(a) 脉冲及振荡电路的布局; (b) 单脉冲开关的布局与原理图; (c) 振荡电路原理图

(8)地址译码电路、复位电路区与外数据存储器

译码电路区包含：译码电路、外数据存储器电路和实验仪的系统复位电路。

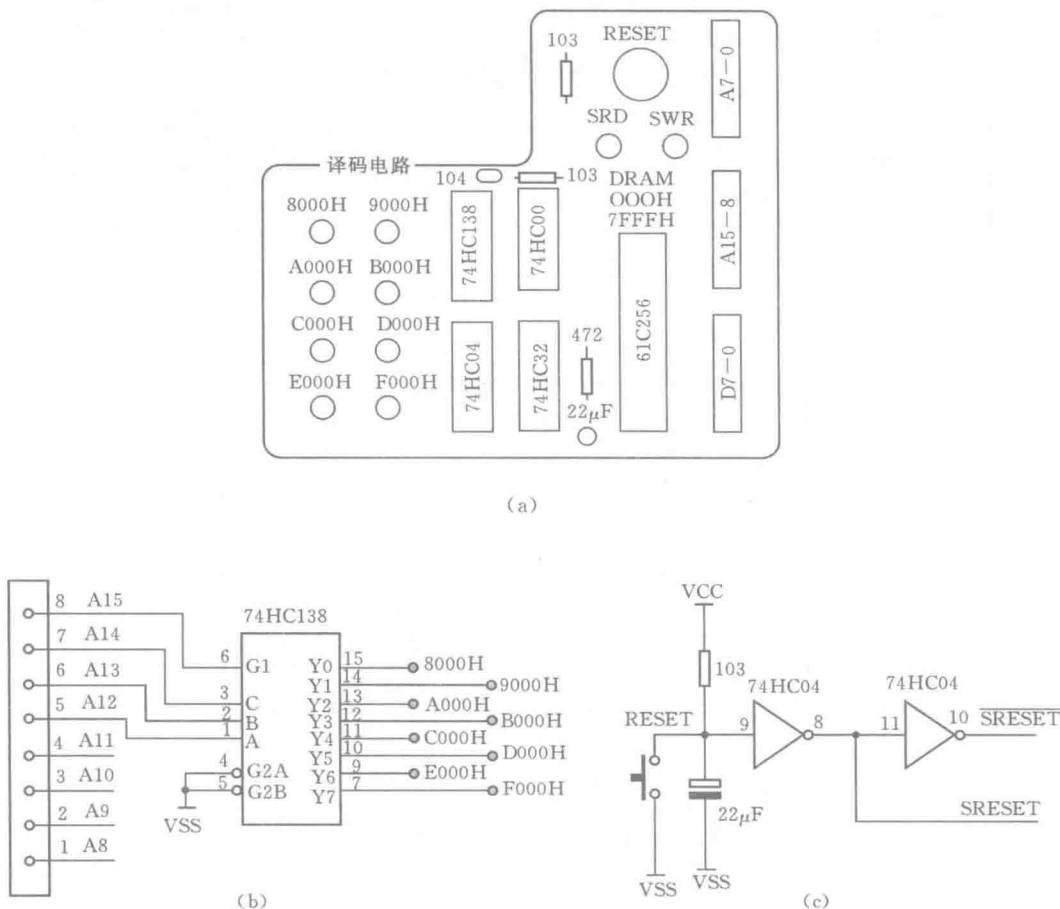


图 1-1-8 译码电路

(a)布局图；(b)地址译码电路；(c)复位电路

①3-8译码电路输入端A15接高电平有效的控制端，A14、A13、A12接74HC138的C、B、A端，译码输出 $\overline{Y_0}$ 寻址范围8000H~8FFFH…… $\overline{Y_7}$ 寻址范围F000H~FFFFH。

②外数据存储器61C256：插孔SRD内接外存储器的 $\overline{RD}$ 端，SWR内接 $\overline{WR}$ 端，片选端 $\overline{CS}$ 已与主单片机的A15相连。所以在程序中如果要使用该外数据存储器，A15的取值必须接低电平。寻址范围为0000H~7FFFH。

(9)串并转换电路区

在该实验区可以将串行数据输入转换为并行输出，并在LED显示器上显示。其布局与原理图如图1-1-9所示。

其中，插孔DIN为串行数据输入端(通常与单片机的RxD相连)，CLK为同步移位脉冲输入端(通常与单片机的TxD相连)。在做实验时，LED数码管直接显示转换结果。

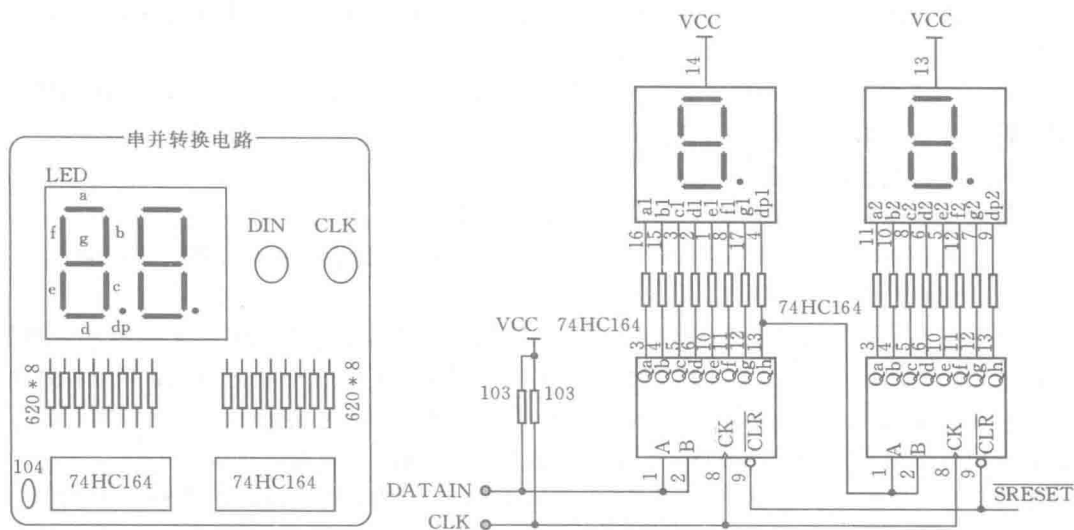


图 1-1-9 串并转换电路布局图和原理图

2. 键盘功能练习

键盘布局如图 1-1-10 所示。

R0,R1 7	R2,R3 8	R4,R5 9	R6,R7 A	MEM/ MODE	TIME	EXEC
SP,PSW 4	PC 5	A,B 6	DPTR B	DRAM/ OFST	LOAD	STEP
1	2	3	C	REG/ LAST	HEX/ GTBP	SCAL
0	F	E	D	SFR/ NEXT	DEC/ STBP	MON

图 1-1-10 键盘布局图

(1) 十二个命令键

MEM / MODE: 存储器读写/模式转换;

DRAM/OFST : 数据读写/偏移量计算 ;

REG/LAST : 寄存器读写/读写上一个字节;

TIME : 时间显示;

LOAD: 装载实验程序;

HEX/GTBP : 十六进制转换/查找断点;

DEC/STBP : 十进制转换/设置或清除断点;

EXEC : 连续执行;

STEP : 单步、单步跟踪;

SCAL : 宏单步;

MON:返回监控,而 MON 键仅使状态回到监控,不改变任何寄存器和存储器的状态;
RESET:复位键与上电复位功能相同。

另外,还有数字键 0~F,其中有 8 个复合键,R0,R1/7, R2,R3/8, R4,R5/9,R6,R7/A,
SP,PSW/4,PC/5,A,B/6,DPTR/B。

(2) 实验仪键盘使用范围

①仿真实验与键盘无关(实际上用 PC 机做仿真实验仪是软件仿真)。

②可以使用 PC 机与实验仪联调,也可以不用 PC 机,使用键盘输入机器码调试运行。

(3) 注意事项

①电源插座和电源开关位置在实验仪的右侧后方,上电复位后自动进入监控程序,数码管显示器的第一位闪动显示 P,表示实验仪处于待命状态(其实在任何状态下,按 MON 键也可以回到待命状态)。在待命状态下,按数字键或在执行用户程序时,遇到断点、单步执行都可以使实验仪由待命状态转向命令状态,在命令状态下,就可以配合键盘进行各种操作。

②当使用 PC 机联机调试时,应将 RS232 插头两端分别插入主控区的 RS232 插座和 PC 机的任一个 RS232 插座。

(4) 键盘操作说明

①RESET 键和 MON 键。

在上电或按下 RESET 键时均使系统复位,复位后对 MCS-51 初始化,该键的位置在实验仪的译码电路区。

按 MON 键返回待命状态,不会影响用户的存储区、寄存器以及已设置的断点,也不会影响实验仪的当前模式。

②数字键(十六进制)。

十六个数字键是 0~9,A~F,同时有部分是与 CPU 内部常用寄存器名共用的复合键。

③程序存储器读写——MEM、NEXT 和 LAST 键。

可用于程序输入、检查或更改程序存储器单元内容。其方法是在待命状态下(或按一次 MON 键,使 P 闪动显示),送入 4 位要检查的存储器地址(显示在第 1 位到第 4 位);再按 MEM 键,读出该单元的内容(内容显示在第 7、第 8 位上,同时第 7 位数字在闪动),实验仪便进入存储器读写状态。可以重新键入数字、改动或相同内容保持;当键入数后,下一位即第 8 位开始闪动,键入数字后,显示器又恢复第 7 位闪动。

按下 NEXT 键,存储器地址自动加 1,显示和更改与上面相同。

按下 LAST 键,存储器地址自动减 1,显示和更改与上面相同。

如果改变命令状态,请按一次 MON 键,回到待命状态。MEM、NEXT 和 LAST 键的说明见表 1-1-1。

表 1-1-1 MEM、NEXT 和 LAST 键

按键	显示	说明
MON	P	待命状态,在第 1 位显示 P
0010	0010	命令状态,0010 显示在第 1、2、3、4 位
MEM	0010--XX	XX 表示随机数,第 1 个 X 显示在第 7 位并闪动,第 8 位为随机数
0	0010--0X	当第 7 位被改为 0,第 8 位闪动

续表 1-1-1

按键	显示	说明
8	0010--08	第 8 位被改为 8, 第 7、8 位显示 08
NEXT	0011--XX	地址 P 自动加 1 变为 0011, 第 7、8 处理同上
1	0011--1X	第 7 位被改为 1, 第 8 位闪动
3	0011--13	第 7、8 位显示 13
LAST	0010--08	地址 P 自动减 1 变为 0010, 第 7、8 处理同上
MON	P	又返回待命状态, 在第 1 位显示 P

注: 在命令状态下, 地址值输入超过 4 个, 光标也会移到第五位至第八位。

在存储器读写状态, 各功能键功能都以下排字表示。

使用 LAST 或 NEXT 键可以读出上一个或下一个存储单元, 同时光标自动移到第七位。持续按 LAST 或 NEXT 键在 0.8 s 以上, 实验器便开始对内存进行向上或向下扫描, 依次显示各单元地址及内容。松开按键, 扫描立即停止, 实验仪仍处于存储器读写状态。利用这种功能可以快速检查某一内存区的内容, 或快速移动要检查的单元, 从而简化了操作。

④片内 RAM 区寄存器读写——REG、NEXT 和 LAST 键。

采用 16 位寄存器或将 8 位寄存器拼成 16 位寄存器对的形式进行操作, 寄存器对所用代号在键盘中已标明, 例如 R0, R1 的代号为 7。各键的具体说明见表 1-1-2。

表 1-1-2 REG、NEXT 和 LAST 键

按键	显示	说明
MON	P	待命状态
R0, R1/7	7	命令状态
REG/LAST	7---XXXX	XXXX 表示随机数, 以 R0、R1 的次序表示, 第 1 个 X 闪动
1	7---1XXX	第 2 个 X 闪动
2	7---12XX	第 3 个 X 闪动
3, 4	7---1234	分两次键入两个数, 1 闪动
NEXT	8---XXXX	操作同上
MON	P	待命状态

⑤外部数据 RAM 读写——DRAM、NEXT、LAST 键。

具体的按键说明见表 1-1-3。

表 1-1-3 DRAM、NEXT、LAST 键

按键	显示	说明
MON	P	待命状态
1000	1000	命令状态
DRAM/OFST	1000--XX	XX 表示随机数, 第 7 位 X 闪动
1	1000--1X	第 8 位 X 闪动
2	1000--12	第 7 位 X 闪动

续表 1-1-3

按键	显示	说明
NEXT	1001 - XX	XX 表示随机数,第 7 位 X 闪动
3、4	1001 - 34	3 闪动
LAST	1000 - 12	
MON	P	待命状态

按 NEXT 或 LAST 键,可查访更改下一个或上一个单元的内容。持续按 LAST 或 NEXT 键 0.8 s 以上可实现快速查找数据或 RAM 及 I/O 口的内容。

⑥特殊功能寄存器检查——SFR、NEXT 和 LAST 键。

用 SFR 键可以读出 CPU 内部特殊功能寄存器的内容。特殊功能寄存器的地址为 80H~FFH,输入地址不能小于 80H。

特殊功能寄存器检查的状态标志是:显示器上显示 6 个数字,第一、二位数字表示特殊功能寄存器地址,第三到第六位是空格,第七、八位显示该地址单元中的内容。

特殊功能寄存器一般不能修改,例如 PC,SP,IP,IE,TMOD,TCON 的内容在断点或单步运行时已被保护;而对于 A,B,R0~R7,PSW,DPTR 监控程序应能允许用户在操作平台上修改。

⑦断点的设置、清除和查找——STBP 键和 GTBP 键。

设置断点是调试程序的一种方法。在执行用户程序的过程中,遇到断点,保护现场,并显示断点地址及 A 累加器和下一条指令码的内容,或显示用户设定的内容,进入命令状态。这时可利用各种检查命令,判断程序执行是否正确。

QTHBUG 允许用户在程序中设置 1~2 个断点。断点不能设置在每条指令的中间,否则会造成程序执行的错误。设置方法是按 STBP 键,显示器最右边(第八位)立即显示已设断点个数,约 1.5 s 后,重新回到存储器读写状态,这时断点被接受,此处断点设置完毕。若实验器处于待命状态,则应先送 4 位表示断点地址的数字,然后按 STBP 键,过程与上面所述一样。断点设置完毕,实验仪进入存储器读写状态。

断点清除也是用 STBP 键。如果现行地址(存储器读写状态)或送入表示地址的 4 位数字(命令状态)处已经设置过断点,则按 STBP 键的作用就是清除该处的断点。与设置断点的区别就是在使用 STBP 清除断点时,显示器不显示断点个数,实验仪便进入存储器读写状态。用户可以根据显示器的变化来判断实验仪进行什么操作。例如想在某地址设置断点,如果该地址已设置过,按 STBP 键反而将该处断点清除,这时显示器不显示断点个数,从而可以判断这是误操作,只需再按一次 STBP 键,即可恢复该断点。

断点清除键一次只能清除一个断点,而按 RESET 键会清除所有断点,实验仪返回待命状态。

查找断点用 GTBP 键,实现从现行地址开始查找已设定的断点,见表 1-1-4。

表 1-1-4 GTBP 键

按键	显示	说明
RESET	P	待命状态,无断点
2、1、0、0	2100	命令状态