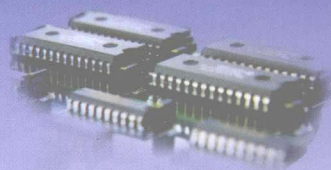


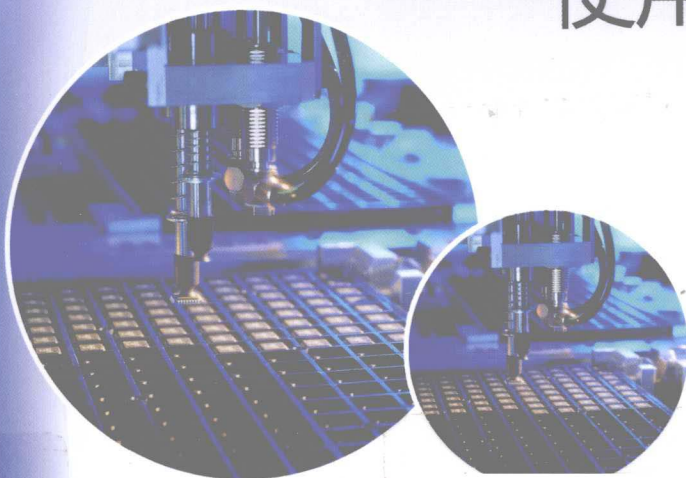
EDA工具应用丛书



基于Multisim 10的 51单片机仿真实战教程

——使用汇编和C语言

聂典 丁伟 主编



- 本书以美国国家仪器公司 (NI公司) 推出的最新版本NI Multisim 10 为计算机仿真软件。
- 图文并茂地阐述了NI Multisim 10 在单片机仿真中的各项主要功能。
- 内容翔实, 实例丰富, 真正使读者做到“边理论、边实践”。
- 不仅适合单片机零起点的初学者使用, 也可作为高等院校控制类专业学生、电子爱好者及各类工程技术人员的参考用书。



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

EDA 工具应用丛书

基于 Multisim 10 的 51 单片机 仿真实战教程

——使用汇编和 C 语言

聂 典 丁 伟 主编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书主要讲解最新的 EDA 设计软件 NI Multisim 10 在 51 单片机设计中的应用, 包括单片机介绍、如何使用仿真平台、具体仿真步骤及过程、汇编及 C 语言的要点、基本的编程方法、各种接口电路的使用等内容, 并给出了大量的仿真实例。本书所有实例均采用仿真软件 Multisim 10 进行仿真, 使读者真正做到“边理论, 边实践”, 在实践中逐步掌握单片机的硬件结构和开发方法。

本书适合通信工程、电子信息、自动化、电气控制等专业的学生学习和进行综合性的设计、试验, 同时也适用于从事电子相关行业的人员。另外, 本书特别适合单片机零起点的初学者使用, 可作为高等院校控制类专业学生、电子爱好者及各类工程技术人员的参考用书, 也可作为高职高专及中专院校的单片机课程教学用书。

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

基于 Multisim 10 的 51 单片机仿真实战教程: 使用汇编和 C 语言 / 聂典, 丁伟主编.

—北京: 电子工业出版社, 2010.2

(EDA 工具应用丛书)

ISBN 978-7-121-10297-4

I. 基… II. ①聂…②丁… III. 单片微型计算机—系统仿真—应用软件, Multisim 10—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 016693 号

策划编辑: 窦 昊

责任编辑: 张 帆

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订:

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: 787×1 092 1/16 印张: 25.5 字数: 652.8 千字

印 次: 2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 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 zlts@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

本书编写的目的不仅仅是让它成为一本计算机学习用书，还希望为所有学习电子电路和从事这方面工作的读者提供一条更加经济、高效的设计新途径和指导。它适用于 Multisim 仿真软件的初学者，也适合具有一定的计算机仿真软件使用经验和想通过使用 Multisim 仿真软件进行电子电路设计的读者。

计算机仿真软件 NI Multisim 10 是美国国家仪器公司（NI 公司）推出的最新版本。在本教材完成之前，市面上还没有专门基于 Multisim 的单片机仿真教材。本教材是在借鉴了多方面的宝贵经验，并在切实考察了单片机学科教学实际情况的基础上，本着为电子电路教学贡献微薄之力的宗旨，在多方面的努力和帮助之下完成的。

本教材阐述了 NI Multisim 10 在单片机仿真中的各项主要功能，利用详细的图表和文字说明，指导读者从了解软件本身开始，直到学会建立一个完整单片机电路和进行仿真、分析以及产生报告等操作。从文章总的结构上看，本教材可分为以下章节。

汇编语言部分：第 1 章为概述；第 2 章为单片机及 8051 单片机简介；第 3 章为 8051 单片机指令系统；第 4 章为 8051 单片机汇编语言程序设计；第 5 章为 8051 单片机输入/输出端口；第 6 章为 8051 单片机定时器/计数器；第 7 章为 8051 单片机中断系统；第 8 章为 8051 单片机串行接口；第 9 章为 8051 单片机的系统扩展与应用；第 10 章为 MCS-51 单片机应用及 Multisim MCU 仿真实例集锦。

C 语言部分：第 1 章为 C 语言程序设计概述；第 2 章为基于 Multisim 10 的单片机 C 语言开发环境；第 3 章为 C 语言程序的基本结构；第 4 章为 C 语言的标识符和关键字；第 5 章为常量；第 6 章为变量及存储类型；第 7 章为编译预处理；第 8 章为运算符与表达式；第 9 章为开关语句和循环语句；第 10 章为函数的定义；第 11 章为单片机的中断系统及定时器；第 12 章为数组；第 13 章为指针；第 14 章为结构体、共用体及枚举类型；第 15 章为 8051 单片机应用及 Multisim MCU 仿真实例集锦。

教材中还含有大量插图、图表，内容详细，图文并茂，资料翔实，涉及范围广。

本书由聂典、丁伟、唐赣、聂梦晨、刘景夏等人编写。

本书在编写过程中，还得到 NI 公司 Arnold Hougham 先生、Evan Robinson 先生、梁锐老师、潘天后老师、陈庆全老师、唐赣老师，以及解放军理工大学朱宁一系主任、贾山松主任、陈晓华教授、刘景夏主任、岳振军主任、关宇主任、闵锐主任、聂梦晨、陈庭甦、徐勇、黄德强、邱国防、张生君、黄建军、恽姿、赵洁、KP 先生、陈涌、曾克莉等人的大力协助与支持，谨此向他们表示衷心的感谢！

因时间仓促，加之作者水平所限，难免会有错误和疏漏的地方，恳请各位专家和读者批评指正。

NI Multisim 10 软件(30 天试用)及本教材中所有仿真实例在电子工业出版社网站有下载。
读者在使用本教材及软件过程中遇到各种疑问,可随时与作者联系。联系方式如下:

聂典 手机: 13851865438

E-mail: nnnnffnnnnff@sina.com.cn

QQ: 602126676

丁伟 E-mail: janedin7@163.com

编 者
2009 年 10 月

目 录

汇编语言部分

第 1 章 概述	1
1.1 NI Multisim 10 简介	1
1.1.1 NI Multisim 10 的主要特点简介	1
1.2 Multisim MCU 的仿真环境	6
1.2.1 创建一个新的 MCU 工程	7
1.2.2 输入源代码及添加其他工程	7
1.2.3 放置并连接外围组件	8
1.2.4 仿真电路	9
1.2.5 调试源代码	9
1.2.6 在活动工程之间切换	11
第 2 章 单片机及 8051 单片机简介	12
2.1 单片机简介	12
2.1.1 单片机的概念	12
2.1.2 单片机的分类	12
2.1.3 单片机的应用	13
2.2 8051 单片机结构	13
2.2.1 MCS-51 单片机功能及结构框图	13
2.2.2 8051 单片机功能综述	14
2.2.3 8051 单片机内部结构	14
2.2.4 8051 单片机的 CPU 结构	15
2.2.5 存储器结构	15
2.2.6 I/O 端口结构	18
2.2.7 定时器/计数器结构	20
2.2.8 中断系统	21
2.3 8051 单片机的引脚功能	22
2.3.1 8051 芯片封装	22
2.3.2 8051 芯片引脚及功能	22
2.3.3 8051 工作方式	23
2.4 8051 单片机工作时序	25
2.4.1 时钟电路	25
2.4.2 机器周期及指令周期	26

2.4.3	指令周期	27
2.4.4	指令的执行时序	27
第 3 章	8051 单片机指令系统	28
3.1	8051 单片机指令系统	28
3.1.1	指令、指令系统和汇编语言	28
3.1.2	指令格式	28
3.1.3	8051 单片机指令系统的特点	29
3.1.4	指令系统的分类与助记符语言	29
3.2	寻址方式	30
3.2.1	立即寻址方式	31
3.2.2	直接寻址方式	31
3.2.3	直接寻址方式的 Multisim MCU 仿真	32
3.2.4	寄存器寻址方式	32
3.2.5	寄存器寻址方式的 Multisim MCU 仿真	33
3.2.6	寄存器间接寻址方式	33
3.2.7	寄存器间接寻址方式的 Multisim MCU 仿真举例	34
3.2.8	变址寻址方式	34
3.2.9	变址寻址方式的 Multisim MCU 仿真举例	35
3.2.10	相对寻址方式	36
3.2.11	位寻址方式	37
3.2.12	寻址方式小结	38
3.3	8051 单片机指令系统分类及应用	38
3.3.1	数据传送类指令（28 条）	38
3.3.2	算术操作类指令（24 条）	47
3.3.3	逻辑运算及移位类指令（25 条）	53
3.3.4	控制转移类指令（17 条）	56
3.3.5	位操作类指令（17 条）	59
3.4	MCU 仿真实例	60
3.4.1	广告灯（利用取表方式）	60
3.4.2	使用 8051 单片机播放音乐	66
第 4 章	8051 单片机汇编语言程序设计	72
4.1	汇编语言程序设计概述	72
4.1.1	汇编语言的特点及语句格式	72
4.1.2	汇编语言伪指令	73
4.2	汇编语言程序设计	75
4.2.1	顺序程序	75
4.2.2	分支程序	75
4.2.3	循环程序	77

4.3	MCU 仿真实例	78
4.3.1	实验简介	78
4.3.2	电路图、源程序及流程图	79
4.3.3	程序执行过程及结果	80
第 5 章	8051 单片机输入/输出端口	86
5.1	P0 端口	86
5.1.1	P0 口的结构	86
5.1.2	控制 P0 口的程序说明	87
5.1.3	简单 I/O 接口扩展电路仿真实例分析	87
5.2	P1 端口	89
5.2.1	P1 口的结构	89
5.2.2	七段数码管实现十六进制循环计数器仿真实例分析	89
5.3	P2 端口	91
5.3.1	P2 口的结构	92
5.3.2	用独立式键盘控制灯移动仿真实例分析	92
5.4	P3 端口	94
5.4.1	P3 口的结构	94
5.4.2	用 8 位 DIP 开关控制 LED 仿真实例分析	95
5.4.3	小结	97
5.5	端口的负载能力和接口要求及仿真实例分析	97
5.5.1	端口的负载能力和接口要求	97
5.5.2	指拨开关控制输出电压仿真实例分析	97
第 6 章	8051 单片机定时器/计数器	100
6.1	8051 定时器/计数器的方式控制字	100
6.1.1	工作模式控制寄存器 TMOD(89H)	100
6.1.2	定时控制寄存器 TCON(88H)	101
6.2	8051 定时器/计数器工作模式 0	101
6.2.1	定时器/计数器工作模式 0 的基本概念	101
6.2.2	8051 定时器/计数器工作模式 0 的仿真实例分析——使用定时器延时的流水灯设计	102
6.3	8051 定时器/计数器工作模式 1	106
6.3.1	定时器/计数器工作模式 1 的基本概念	106
6.3.2	8051 定时器/计数器工作模式 1 的 Multisim MCU 仿真实例分析——使用外部时钟的数码管显示设计	106
6.4	8051 定时器/计数器工作模式 2	110
6.4.1	定时器/计数器工作模式 2 的基本概念	110
6.4.2	8051 定时器/计数器工作模式 2 的仿真实例分析——使用定时器延时产生方波脉冲设计	110

6.5	8051 的定时器/计数器工作模式 3	114
6.5.1	8051 的定时器/计数器工作模式 3 的基本概念	114
6.5.2	8051 的定时器/计数器工作模式 3 的 Multisim MCU 仿真实例分析——使用定时器延时的开关灯设计	114
第 7 章	8051 单片机中断系统	117
7.1	引言	117
7.1.1	中断的概念	117
7.1.2	中断源	118
7.1.3	中断系统的功能	118
7.2	中断系统	118
7.2.1	中断系统的应答	118
7.2.2	中断请求源	119
7.3	中断控制	121
7.3.1	中断的开放和屏蔽	121
7.3.2	中断优先级控制	121
7.3.3	中断向量	122
7.4	中断响应过程	122
7.4.1	中断响应条件	122
7.4.2	响应过程	123
7.4.3	外部中断触发方式	123
7.4.4	外部中断响应时间	123
7.5	中断系统应用	124
7.5.1	应用中断要做的几项工作	124
7.5.2	中断应用实例设计与分析	124
7.6	中断系统小结	134
第 8 章	8051 单片机串行接口	135
8.1	8051 单片机的串行接口结构	135
8.2	数据缓冲寄存器 SBUF(99H)	136
8.3	串行口控制寄存器 SCON	136
8.3.1	串行口控制寄存器功能概述	136
8.3.2	Multisim MCU 仿真	137
8.4	模式 0 工作状态	137
8.4.1	串行口方式 0 的工作原理	137
8.4.2	方式 0 输出原理	138
8.4.3	方式 0 输入原理	138
8.4.4	Multisim MCU 仿真实例分析	138
8.5	方式 1 工作状态	141
8.5.1	串口方式 1 的工作原理	141

8.5.2	方式 1 接收数据原理	141
8.5.3	方式 1 发送数据原理	142
8.5.4	Multisim MCU 仿真实例分析	142
8.6	方式 2 工作状态	146
8.6.1	串口方式 2 工作原理	146
8.6.2	方式 2 输出原理	147
8.6.3	方式 2 输入原理	147
8.6.4	Multisim MCU 仿真实例分析	147
8.7	方式 3 工作状态	148
8.7.1	串口方式 3 工作原理	148
8.7.2	Multisim MCU 仿真实例分析	148
8.8	多机通信工作原理	152
第 9 章	8051 单片机的系统扩展与应用	153
9.1	数据存储器扩展	153
9.1.1	外部程序存储器的操作时序	153
9.1.2	外扩 2 KB 的 RAM 及 Multisim MCU 仿真实例分析	154
9.2	数据程序存储器扩展	158
9.2.1	外扩 4 KB 的 EPROM 及 Multisim MCU 仿真实例	159
9.2.2	外扩 16 KB 的 EPROM 及 Multisim MCU 仿真实例分析	159
9.3	I/O 口的扩展及 Multisim MCU 仿真实例分析	160
第 10 章	MCS-51 单片机应用及 Multisim MCU 仿真实例集锦	163
10.1	LED 灯（单灯）闪烁的仿真实例	163
10.1.1	实验任务	163
10.1.2	电路设计	163
10.1.3	实验程序	163
10.1.4	功能说明	164
10.1.5	实验小结	164
10.2	LED 灯（排灯）闪烁的仿真实例	164
10.2.1	实验任务	164
10.2.2	电路设计	164
10.2.3	实验程序	165
10.2.4	实验小结	165
10.3	单片机 I/O 口的输入仿真实例	165
10.3.1	实验任务	165
10.3.2	电路设计	166
10.3.3	实验程序	166
10.3.4	实验小结	166
10.4	LED 亮灭时间不同的仿真实例	166

10.4.1	实验任务	166
10.4.2	电路设计	167
10.4.3	实验程序	167
10.4.4	实验小结	168
10.5	单片机计数器	168
10.5.1	实验任务	168
10.5.2	电路设计	168
10.5.3	流程框图	168
10.5.4	实验程序	169
10.5.5	实验小结	169
10.6	从右到左循环点亮 LED 灯	170
10.6.1	实验任务	170
10.6.2	电路设计	170
10.6.3	流程框图	170
10.6.4	实验程序	171
10.6.5	实验小结	171
10.7	广告灯左移右移	171
10.7.1	实验任务	171
10.7.2	电路设计	171
10.7.3	流程框图	172
10.7.4	实验程序	172
10.7.5	实验小结	173
10.8	定时与中断 1	173
10.8.1	实验任务	173
10.8.2	电路设计	173
10.8.3	实验程序	173
10.8.4	实验小结	174
10.9	定时与中断 2	174
10.9.1	实验任务	174
10.9.2	电路设计	174
10.9.3	实验程序	174
10.9.4	实验小结	175
10.10	定时与中断 3	175
10.10.1	实验任务	175
10.10.2	电路设计	175
10.10.3	实验程序	175
10.10.4	实验小结	176
10.11	三角波发生器	177
10.11.1	实验任务	177

10.11.2	电路设计	177
10.11.3	实验程序	177
10.11.4	实验小结	178
10.12	外中断实例	178
10.12.1	实验任务	178
10.12.2	电路设计	178
10.12.3	实验程序	179
10.12.4	实验小结	179
10.13	按键识别方法	179
10.13.1	实验任务	179
10.13.2	电路设计	180
10.13.3	程序框图	180
10.13.4	实验程序	180
10.13.5	实验小结	181
10.14	一键多功能按键识别技术	181
10.14.1	实验任务	181
10.14.2	电路设计	181
10.14.3	程序框图	182
10.14.4	实验程序	182
10.14.5	实验小结	183
10.15	00~99 计数器	183
10.15.1	实验任务	183
10.15.2	电路设计	183
10.15.3	程序框图	183
10.15.4	实验程序	184
10.15.5	实验小结	185
10.16	可预置 4 位二进制可逆计数器	185
10.16.1	实验任务	185
10.16.2	电路设计	185
10.16.3	流程框图	185
10.16.4	实验程序	187
10.16.5	实验小结	188
10.17	4×4 矩阵式键盘识别技术	188
10.17.1	实验任务	188
10.17.2	电路设计	188
10.17.3	程序框图	188
10.17.4	实验程序	189
10.17.5	实验小结	193
10.18	LCD 显示	193

10.18.1	实验任务	193
10.18.2	电路设计	193
10.18.3	实验程序	193
10.18.4	实验小结	196
10.19	中断程序的典型应用	196
10.19.1	实验任务	196
10.19.2	电路设计	197
10.19.3	实验程序	197
10.19.4	实验小结	198

C 语言部分

第 1 章	C 语言程序设计概述	199
第 2 章	基于 Multisim 10 的单片机 C 语言开发环境	200
2.1	Multisim 10 的单片机集成开发环境	200
2.2	Multisim 10 的单片机集成开发步骤	200
2.2.1	单片机仿真界面的进入	200
2.2.2	程序调试	202
第 3 章	C 语言程序的基本结构	204
3.1	C 语言程序组成结构	204
3.2	C 语言程序设计的 Multisim MCU 仿真实例分析	204
第 4 章	C 语言的标识符和关键字	208
4.1	C 语言关键字解释	208
4.1.1	数据类型关键字	208
4.1.2	流程控制关键字	209
4.1.3	根据单片机扩展的关键字	209
4.2	C 语言标识符	210
4.3	C 语言的数据类型	212
第 5 章	常量	218
5.1	常量的数据类型	218
5.2	常量 Multisim MCU 仿真分析	219
第 6 章	变量及存储类型	221
6.1	变量及存储类型概述	221
6.1.1	SMALL 模式	221
6.1.2	COMPACT 模式	222
6.1.3	LARGE 模式	222
6.2	变量及存储类型仿真设计与分析	224

第 7 章 编译预处理	229
7.1 无参宏	229
7.2 带参宏	231
7.3 文件包含	233
7.4 条件编译	234
7.4.1 第一种形式	234
7.4.2 第二种形式	235
7.4.3 第三种形式	237
第 8 章 运算符与表达式	239
8.1 运算符	239
8.1.1 赋值运算符	239
8.1.2 算术运算	240
8.1.3 关系运算符	241
8.1.4 自增自减运算符	242
8.1.5 逻辑运算符	243
8.1.6 复合赋值运算符	244
8.1.7 条件运算符	245
8.1.8 if 语句	245
8.1.9 逗号运算符	248
8.1.10 位运算符	248
8.1.11 强制类型转换运算符	250
8.1.12 sizeof 运算符	251
8.2 一元运算符、二元运算符与多元运算符	251
8.3 运算符的优先级	251
第 9 章 开关语句和循环语句	254
9.1 开关语句	254
9.2 循环语句	257
9.2.1 while 语句	257
9.2.2 do-while 语句	258
9.2.3 for 语句	259
9.2.4 goto 语句	261
9.2.5 break 与 continue 语句	261
第 10 章 函数的定义	264
10.1 函数的说明与定义	264
10.1.1 函数的说明	264
10.1.2 函数定义	265
10.2 函数的参数及函数的返回值	265

10.2.1	无参数函数	267
10.2.2	有参数函数	267
10.2.3	空函数	267
10.3	函数的调用	267
10.3.1	函数语句	268
10.3.2	函数表达式	268
10.3.3	函数参数	268
10.3.4	函数调用 Multisim MCU 仿真实例分析	269
第 11 章	单片机的中断系统及定时器	274
11.1	中断系统概述	274
11.1.1	中断的概念	274
11.1.2	中断的嵌套与优先级处理	274
11.1.3	中断的响应过程	274
11.1.4	中断系统的结构	275
11.1.5	中断系统的控制寄存器	275
11.1.6	Multisim 10 的中断函数	276
11.2	定时器/计数器	279
11.2.1	定时器/计数器的结构	279
11.2.2	定时计数器的原理	279
11.2.3	定时器/计数器方式寄存器 TMOD	280
11.2.4	定时器/计数器控制寄存器 TCON	281
11.2.5	定时器/计数器的初始化	284
11.2.6	定时器/计数器的四种工作方式	284
11.2.7	8051 系统的串行接口	292
第 12 章	数组	297
12.1	数值数组	297
12.2	数组元素的表示方法	298
12.3	二维数组	302
12.4	二维数组元素的表示方法	302
12.5	二维数组的初始化	302
12.6	字符数组	304
第 13 章	指针	306
13.1	指针的概念	306
13.2	指针变量的定义	306
13.3	数组指针与指向数组的指针变量	308
13.4	指向多维数组的指针及指针变量	308
13.5	指针变量的运算	310

13.6	函数指针与指针函数	312
第 14 章	结构体、共用体及枚举类型	314
14.1	结构体	314
14.1.1	结构体类型的定义	314
14.1.2	结构体变量的定义与引用	315
14.1.3	结构体数组	317
14.1.4	结构体指针	318
14.2	共用体	320
14.2.1	共用体类型的定义	321
14.2.2	共用体变量的定义与引用	321
14.3	枚举类型	323
14.3.1	枚举类型的定义	324
14.3.2	枚举类型变量的赋值和使用	324
第 15 章	8051 单片机应用及 Multisim MCU 仿真实例集锦	326
15.1	LED 闪烁灯	326
15.1.1	实验任务	326
15.1.2	电路原理图	326
15.1.3	程序框图	326
15.1.4	源程序	326
15.2	模拟开关灯	327
15.2.1	实验任务	327
15.2.2	电路原理图	327
15.2.3	程序框图	328
15.2.4	源程序	328
15.3	多路开关状态指示	328
15.3.1	实验任务	328
15.3.2	电路原理图	328
15.3.3	程序框图	328
15.3.4	源程序	329
15.4	广告灯的左移右移	329
15.4.1	实验任务	329
15.4.2	电路原理图	329
15.4.3	程序框图	329
15.4.4	源程序	330
15.5	广告灯（利用取表方式）	331
15.5.1	实验任务	331
15.5.2	电路原理图	331
15.5.3	程序框图	331

15.5.4	源程序	331
15.6	报警产生器	332
15.6.1	实验任务	332
15.6.2	电路原理图	333
15.6.3	程序框图	333
15.6.4	源程序	333
15.6.5	输出波形	334
15.7	I/O 并行口直接驱动 LED 显示	334
15.7.1	实验任务	334
15.7.2	电路原理图	335
15.7.3	程序框图	335
15.7.4	源程序	335
15.8	按键识别方法之一	336
15.8.1	实验任务	336
15.8.2	电路原理图	336
15.8.3	程序框图	336
15.8.4	源程序	336
15.9	一键多功能按键识别技术	337
15.9.1	实验任务	337
15.9.2	电路原理图	338
15.9.3	程序框图	338
15.9.4	源程序	339
15.10	0~99 计数器	340
15.10.1	实验任务	340
15.10.2	电路原理图	340
15.10.3	程序框图	340
15.10.4	源程序	341
15.11	00~59 秒计时器（利用软件延时）	342
15.11.1	实验任务	342
15.11.2	电路原理图	343
15.11.3	程序框图	343
15.11.4	源程序	343
15.12	预置可逆 4 位计数器	344
15.12.1	实验任务	344
15.12.2	电路原理图	345
15.12.3	程序框图	345
15.12.4	源程序	346
15.13	4×4 矩阵式键盘识别技术	347
15.13.1	实验任务	347