

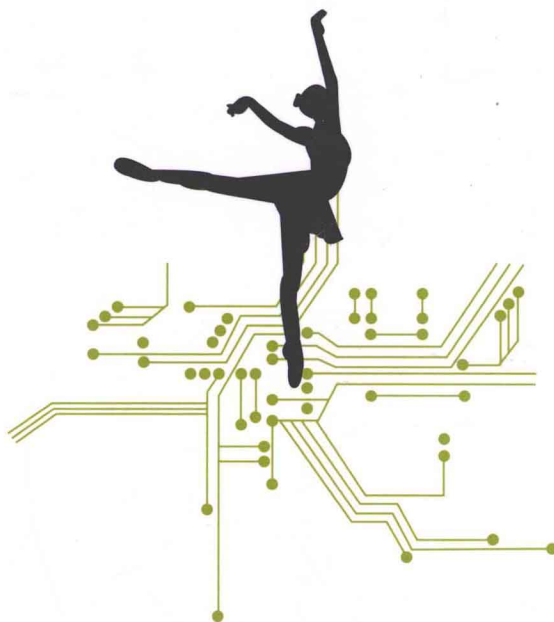
全球著名的嵌入式系统专家Dogan Ibrahim的原创经典著作!

国内首本系统论述LED、LCD与GLCD显示屏在微控制器项目中应用的实战指南!

WILEY

清华

开发者书库



Using LEDs, LCDs and GLCDs in Microcontroller Projects

微控制器开发最佳实践

LED、LCD与GLCD应用技术

Dogan Ibrahim◎著

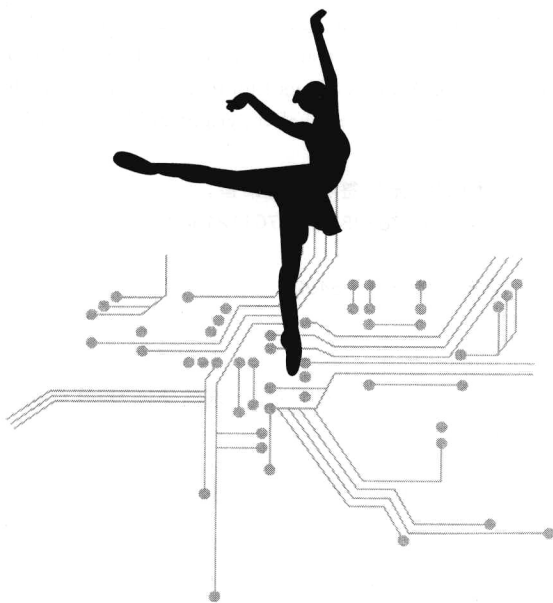
周艳 宋廷强◎译

清华大学出版社



清华

开发者书库



Using LEDs, LCDs and GLCDs in Microcontroller Projects

微控制器开发最佳实践

LED、LCD与GLCD应用技术

Dogan Ibrahim◎著
周艳 宋廷强◎译

清华大学出版社
北京

Using LEDs, LCDs and GLCDs in Microcontroller Projects

Dogan Ibrahim

ISBN: 9781119940708

Copyright © 2012 by John Wiley & Sons, Limited. All rights reserved.

Copyright © 2013 by John Wiley & Sons Limited and Tsinghua University Press. All rights reserved.

All Rights Reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Tsinghua University Press Limited and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

本书封面贴有 John Wiley & Sons 防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2013-5490

图书在版编目(CIP)数据

微控制器开发最佳实践:LED、LCD 与 GLCD 应用技术/(塞浦路斯)伊瓦海姆(Ibrahim,D.)著;周艳,宋廷强译.--北京:清华大学出版社,2013

(清华开发者书库)

书名原文:Using LEDs,LCDs and GLCDs in Microcontroller Projects

ISBN 978-7-302-33193-3

I. ①微… II. ①伊… ②周… ③宋… III. ①微控制器 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 164841 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:时翠兰

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:186mm×240mm 印 张:25.75 字 数:577 千字

版 次:2014 年 1 月第 1 版 印 次:2014 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:69.00 元

产品编号:051459-01

译者序

FOREWORD

目前,嵌入式系统飞速发展,以微控制器为核心的嵌入式设备也在不断发展。嵌入式设备的性能既体现在微控制器的处理能力上,也体现在系统的输入输出设备上。在很多微控制器应用中,对显示设备的要求越来越高,从早期的 LED 指示,到数码管显示,到文本显示器显示,再到如今的触摸屏,甚至多点触碰电容屏等,新技术不断出现,也要求大家不断学习、更新知识结构。

本书从控制器和显示设备两方面进行论述。书中以 Microchip 公司的 PIC18 系列微控制器为例讲解微控制器的体系结构、编程和接口技术,书中着重介绍了微控制器系统中的主要显示设备,如 LED、数码管、LCD、GLCD 等,介绍了每一种装置的原理和编程方法。并从工程开发的角度,以 C 语言为基础,采用十分流行的 mikroC Pro for PIC 编译器,介绍了 PIC 微控制器开发中使用的开发板和编译器。

书中列举了翔实的工程实例,针对每一种显示装置都给出了工程实例讲解,并配以文字、框图、电路图、源程序等资料,并对程序执行过程进行详细讲解。这些工程实例经过作者精心设计,内容循序渐进、由浅入深、全面丰富、实例众多,既有适合初学者的入门知识,又有复杂的经典案例。另外,每章都有简明扼要的小结和思考与练习题,便于读者复习和检验学习效果。

本书注重嵌入式微控制器和显示设备开发实践,十分适合用作高校电子与电气工程、自动化、计算机以及工程技术类相关专业的参考教材,还可用作专业嵌入式系统设计人员的参考书。本书的最大特色在于:

- 内容新颖:本书重点讲解基于微控制器的显示设备开发,选题视角独特,目前市面上很少有这方面的参考书,对于从事显示设备的开发具有很大的借鉴意义。
- 实用性强:书中对每一种显示设备都讲解了设备的原理及使用说明,列举了翔实的工程实例,这些实例都经过验证并能正确执行,所有的工程项目都给出了文字解释、框图、电路图、操作说明以及完整的源程序代码。所列举的工程实例稍加修改便可以应用。各章最后给出思考与练习题,便于检查学习效果。
- 覆盖面广:本书内容主要与基于微控制器的显示设备开发相关,对微控制器系统开发中的显示设备进行了全面介绍,包括 LED、7 段数码管显示器、LCD、单色 GLCD 以及 TFT 彩色 LCD 等。针对每一种显示装置都以工程实例的形式予以说明和实践,基本覆盖了基于微控制器的显示器开发类型。

本书由周艳博士和宋廷强博士共同翻译完成,由周艳负责全书的统稿工作。对于本书的出版,首先要感谢清华大学出版社的盛东亮老师和相关工作人员,是他们的努力促成了本书的顺利翻译与出版发行,使读者能够通过本书及时了解基于微控制器的显示设备开发相关技术,同时也感谢宫园园、路海滨、于鹏伟、段瑞响等给予本书的校对与检查。

在本书的翻译过程中,译者力求忠实于原著,但限于译者专业水平和翻译水平,书中难免存在各种翻译瑕疵,敬请读者批评指正,以便在重印时校正。

译 者

2013年9月于青岛

前言

PREFACE

微控制器是单芯片的微处理器系统,包含数据和程序存储器、串/并行接口、定时器以及外部及内部中断,所有这些功能都集成在一个芯片内部,价格低廉,不超过 2 英镑。在微控制器应用中,大约 40% 的应用和办公自动化相关,比如个人计算机、激光打印机、传真机、智能电话等。大约 1/3 的应用集中在消费电子产品,比如 CD 播放器、hi-fi 设备、视频游戏、洗衣机、微波炉等产品。其他的应用领域主要集中在通信、汽车以及军事领域。

对于微控制器系统来说,输入和输出部分具有十分重要的作用。典型的输入装置有按键转换、键盘以及不同的模拟和数字传感器。典型的输出装置有发光二极管(Light Emitting Diodes,LED)、液晶显示屏(Liquid Crystal Display,LCD)、图形液晶显示屏(Graphics Liquid Crystal Display,GLCD)、电动机、执行器、蜂鸣器等。本书着重介绍微控制器系统中的显示装置,介绍其理论与应用。书中简要介绍了显示装置的使用原理,包括 LED、7 段数码管显示器、LCD、单色 GLCD 以及 TFT 彩色 LCD 等。另外,书中对每一种显示装置的使用方法进行了说明,并以经过验证的工程实例进行讲解。所有的工程项目都给出了文字解释、框图、电路图、操作说明以及完整的源程序代码,并都使用 PIC18F 系列高端微控制器。项目开发工具采用十分流行的 mikroC Pro for PIC 编译器。书中所有的工程项目都基于 C 语言开发,因此要求用户熟悉 C 语言,但对汇编语言不做要求,另外,如果用户至少熟悉一种 PIC16F 系列微控制器,将有益于对本书的理解。

本书面向学生、开发工程师以及有志从事基于 PIC 系列微控制器显示器开发的人员。

第 1 章介绍了微控制器的基本特征,以及显示装置的基本特点。

第 2 章回顾了 PIC18 系列微控制器。详细分析了 PIC18 系列微控制器的特点,并以 PIC18F2410 为例对微控制器进行详细介绍。

第 3 章给出了 C 语言的简要介绍,并测试了在 PIC 系列微控制器中使用 mikroC Pro for PIC 编译器的性能特点。

第 4 章介绍了微控制器开发工具,这些工具对开发者来说十分重要。本章对软件开发工具及硬件开发工具都做了详细的讨论。另外,还利用实例对微控制器模拟器以及在线调试器进行了讲述。

第 5 章给出了 LED 的基本原理。并用实例讲解了简单 LED 7 段数码管和复杂 LED 的使用。

第 6 章给出了一些利用 PIC18 系列微控制器和 mikroC Pro for PIC C 语言编译器的简

单工程实例。本章列出的所有工程都是基于 PIC18F452 微控制器,并且都是经过测试,可正常工作。本章所介绍的内容对于 PIC 微控制器的初学者来说十分有用,对于想利用 mikroC Pro for PIC 语言来提高对 PIC18F 系列微控制器编程能力的人来说也将受益匪浅。

第 7 章介绍了 LCD 显示屏的原理,并通过实例详细阐述了 LCD 的基本工作原理和 mikroC Pro for PIC 内置的 LCD 函数。

第 8 章主要是关于描述软件操作的程序开发语言(Program Development Language, PDL)的使用,并介绍 PDL 中的各种结构模块。

第 9 章给出了基于 LED 的简单项目,这些项目包括简单的 LED 闪烁项目,也包括较为复杂的 LED 显示项目。

第 10 章主要是基于 7 段数码管的项目。本章给出了多个数码管项目实例,这些实例涉及一位及多位数码管的使用,所有项目都经过验证,可正常工作,并提供了相关工程的全部源代码。

第 11 章利用多个 LCD 实例讲述了 LCD 的使用。所列举的项目中,从在 LCD 上显示简单文本,到基于 LCD 的电压表项目,由浅入深,循序渐进。

第 12 章是关于 GLCD 在微控制器项目中的使用。本章所涉及项目中采用了分辨率为 128×64 的标准单色 GLCD。

触摸屏在微控制器应用领域具有十分重要的作用。在第 13 章就给出了几个采用触摸屏实现图形应用的项目。

Visual GLCD 软件包主要用于基于不同类型单色 GLCD 显示器的项目开发。第 14 章介绍了该软件包的使用,并给出了基于 GLCD 应用开发所需的步骤。本章以实例形式详细介绍了使用 Visual GLCD 软件包开发的多个项目,包含了分辨率为 128×64 及 240×128 的 GLCD 显示屏。

最后,第 15 章是利用 Visual TFT 软件包开发基于 TFT 的彩色图形应用。在本章使用 MikroMMB 图形开发板进行 TFT 显示屏开发,并介绍了创建基于微控制器的 TFT 图形应用所需的步骤。

Dogan Ibrahim

2012 年于伦敦

致 谢

ACKNOWLEDGEMENTS

本书中转载的材料都经过版权所有者的许可,未经版权所有者的同意,不得重印,或以任何形式转载。

图 2. 1 ~ 2. 6, 2. 10, 2. 11, 2. 13, 2. 17, 2. 28, 2. 30, 2. 32 ~ 2. 37 取自 Microchip Technology 公司 PIC18F2X1X/4X1X(DS39636D)的数据手册,图 4. 2~4. 4 取自 Microchip Technology 公司的网站。

图 4. 1 取自 microEngineering Lab 公司网站。

图 4. 5 和 4. 6 取自 Custom Computer Services 公司网站。

图 4. 7 取自 Futurlec 公司网站。

图 4. 8 和图 4. 9 取自 mikroElektronika 公司网站。

PIC[®], PICSTART[®]和 MPLAB[®]都是 Microchip Technology 公司的商标。

目 录

CONTENTS

译者序	1
前言	3
致谢	5
 第 1 章 微控制器和显示系统简介	 1
1.1 微控制器和微处理器	1
1.2 微控制器的发展	3
1.3 微控制器的组成部分	4
1.3.1 地址	4
1.3.2 ALU	4
1.3.3 模拟比较器	4
1.3.4 模/数转换器	4
1.3.5 掉电检测	4
1.3.6 总线	5
1.3.7 CAN	5
1.3.8 CISC	5
1.3.9 时钟	5
1.3.10 CPU	5
1.3.11 EEPROM	5
1.3.12 EPROM	6
1.3.13 Ethernet	6
1.3.14 Flash 存储器	6
1.3.15 Harvard 体系结构	6
1.3.16 空闲模式	6
1.3.17 中断	6
1.3.18 LCD 驱动器	7
1.3.19 流水线	7
1.3.20 上电复位	7

1.3.21	PROM	7
1.3.22	RAM	7
1.3.23	实时时钟	7
1.3.24	寄存器	7
1.3.25	复位	8
1.3.26	RISC	8
1.3.27	ROM	8
1.3.28	串行输入输出	8
1.3.29	休眠模式	8
1.3.30	供电电压	8
1.3.31	定时器	9
1.3.32	USB	9
1.3.33	看门狗	9
1.4	显示部件	9
1.4.1	LED	9
1.4.2	7 段数码管	10
1.4.3	OLED	10
1.4.4	LCD	11
小结		13
思考与练习题		13
第 2 章 PIC18F 微控制器		14
2.1	PIC18F2410 微控制器	15
2.2	PIC18F2410 体系结构	16
2.2.1	程序存储器	18
2.2.2	数据存储器	19
2.2.3	供电要求	20
2.2.4	振荡器配置	20
2.2.5	复位	24
2.2.6	并行 I/O 端口	25
2.2.7	定时器模块	31
2.2.8	A/D 转换器模块	36
2.2.9	CPU 的特殊功能	40
2.2.10	中断	42
2.2.11	PWM 模块	46
小结		48

思考与练习题	49
第3章 C 编程语言	51
3.1 面向微控制器的 C 语言	51
3.2 第一个 mikroC Pro for PIC 程序	53
3.2.1 注释	53
3.2.2 程序的开头和结尾	54
3.2.3 空白符	54
3.2.4 变量名	55
3.2.5 保留字	55
3.2.6 变量类型	56
3.2.7 常量	57
3.2.8 转义序列	59
3.2.9 volatile 变量	60
3.2.10 变量的按位访问	60
3.2.11 sbit 类型	60
3.2.12 bit 类型	60
3.2.13 数组	61
3.2.14 指针	64
3.2.15 结构	66
3.2.16 联合	69
3.2.17 mikroC Pro for PIC 中的运算符	69
3.2.18 程序流程控制	78
3.3 mikroC Pro for PIC 函数	87
3.3.1 函数原型	89
3.3.2 void 函数	91
3.3.3 函数的参数传递	91
3.3.4 向函数传递数组	91
3.3.5 中断处理	93
3.4 mikroC Pro for PIC 内置函数	93
3.5 mikroC Pro for PIC 库	95
3.5.1 ANSI C 库	96
3.5.2 Miscellaneous 库	96
3.6 mikroC Pro for PIC 编译器的使用	96
3.6.1 mikroC Pro for PIC 集成开发环境	97
3.6.2 创建一个源文件	101

3.6.3 编译源文件	104
3.7 mikroC Pro for PIC 仿真器的使用	104
3.7.1 设置断点	105
3.8 mikroC Pro for PIC 的其他特点	106
3.8.1 查看统计	106
3.8.2 查看汇编	107
3.8.3 ASCII 图表	108
3.8.4 USART 终端	108
3.8.5 7 段数码管编辑器	108
3.8.6 帮助	108
小结	108
思考与练习题	109
第 4 章 PIC 微控制器及显示器开发工具	111
4.1 PIC 硬件开发板	112
4.1.1 Super Bundle 开发套件	112
4.1.2 PIC18 Explorer 开发板	112
4.1.3 PIC18F4XK20 Starter 开发套件	113
4.1.4 PICDEM 4	114
4.1.5 PIC16F887 开发套件	114
4.1.6 FUTURLEC PIC18F4550 开发板	115
4.1.7 EasyPIC16 开发板	116
4.1.8 EasyPIC7 开发板	117
4.2 PIC 微控制器显示器开发工具	118
4.2.1 显示器开发硬件工具	118
4.2.2 显示器软件开发工具	120
4.3 EasyPIC7 开发板在线调试器的使用	121
小结	123
思考与练习题	124
第 5 章 发光二极管	125
5.1 典型 LED	125
5.2 LED 的颜色	126
5.3 LED 的尺寸	127
5.4 双色 LED	127
5.5 三色 LED	128

5.6	闪烁式 LED	128
5.7	其他 LED 形状	128
5.8	7 段数码管	129
5.8.1	显示数字	130
5.8.2	多位 7 段数码管	131
5.9	字母数字 LED	132
5.10	mikroC Pro for PIC 7 段数码管编辑器	135
	小结	135
	思考与练习题	136
第 6 章	LCD 及 mikroC Pro for PIC LCD 函数	137
6.1	HD44780 控制器	137
6.2	显示用户定义数据	139
6.3	DDRAM 地址	141
6.4	显示器的时序与控制	142
6.4.1	清屏	143
6.4.2	归位	143
6.4.3	光标移动方向	143
6.4.4	显示屏开/关	144
6.4.5	光标、画面位移	144
6.4.6	功能设置	144
6.4.7	CGRAM 地址设置	144
6.4.8	DDRAM 地址设置	145
6.4.9	读取忙标志	145
6.4.10	写数据	145
6.4.11	读数据	145
6.5	LCD 初始化	146
6.5.1	8 位模式初始化	146
6.5.2	4 位模式初始化	146
6.6	LCD 显示器设置实例	149
6.7	mikroC Pro for PIC LCD 函数	151
6.7.1	Lcd_Init	151
6.7.2	Lcd_Out	152
6.7.3	Lcd_Out_Cp	152
6.7.4	Lcd_Chr	152
6.7.5	Lcd_Chr_Cp	153

6.7.6 Lcd_Cmd	153
小结	153
思考与练习题	154
第7章 GLCD 图形液晶显示器	155
7.1 128×64 像素 GLCD	155
7.2 GLCD 显示器的操作	157
7.3 mikroC Pro for PIC GLCD 库函数	159
7.3.1 Glcd_Init	159
7.3.2 Glcd_Set_Side	159
7.3.3 Glcd_Set_X	159
7.3.4 Glcd_Set_Page	160
7.3.5 Glcd_Write_Data	160
7.3.6 Glcd_Fill	160
7.3.7 Glcd_Dot	160
7.3.8 Glcd_Line	160
7.3.9 Glcd_V_Line	160
7.3.10 Glcd_H_Line	161
7.3.11 Glcd_Rectangle	161
7.3.12 Glcd_Rectangle_Round_Edges	161
7.3.13 Glcd_Rectangle_Round_Edges_Fill	161
7.3.14 Glcd_Box	162
7.3.15 Glcd_Circle	162
7.3.16 Glcd_Circle_Fill	162
7.3.17 Glcd_Set_Font	162
7.3.18 Glcd_Set_Font_Adv	163
7.3.19 Glcd_Write_Char	163
7.3.20 Glcd_Write_Char_Adv	163
7.3.21 Glcd_Write_Text	164
7.3.22 Glcd_Write_Text_Adv	164
7.3.23 Glcd_Write_Const_Text_Adv	164
7.3.24 Glcd_Image	164
7.4 GLCD 显示器设计实例	165
7.5 mikroC Pro for PIC 位图编译器	166
7.6 给 GLCD 增加触摸屏功能	167
7.6.1 触屏显示器的类型	168

7.6.2 电阻式触摸屏·····	169
小结·····	171
思考与练习题·····	171
第8章 微控制器程序开发实践 ·····	172
8.1 使用 PDL 语言和流程图·····	172
8.1.1 BEGIN-END ·····	172
8.1.2 顺序结构·····	173
8.1.3 IF-THEN-ELSE-ENDIF ·····	173
8.1.4 DO-ENDDO ·····	173
8.1.5 REPEAT-UNTIL ·····	174
8.1.6 调用子程序·····	174
8.1.7 子程序结构·····	175
8.2 开发实例 ·····	175
8.3 流程图中 for 循环的表示 ·····	178
小结·····	179
思考与练习题·····	179
第9章 LED 开发实践 ·····	181
9.1 工程(1): LED 闪烁 ·····	181
9.1.1 工程说明·····	181
9.1.2 框图·····	182
9.1.3 电路图·····	182
9.1.4 PDL 描述 ·····	182
9.1.5 程序·····	183
9.1.6 改进建议·····	183
9.2 工程(2): 二进制数计数 LED ·····	186
9.2.1 工程说明·····	186
9.2.2 框图·····	186
9.2.3 电路图·····	186
9.2.4 PDL 描述 ·····	187
9.2.5 程序·····	187
9.2.6 改进建议·····	188
9.3 工程(3): 旋转发光 LED ·····	188
9.3.1 工程说明·····	188
9.3.2 框图·····	188

9.3.3	电路图	188
9.3.4	PDL 描述	189
9.3.5	程序	189
9.3.6	程序改进	190
9.4	工程(4): 旋转幸运日	191
9.4.1	工程说明	191
9.4.2	框图	191
9.4.3	电路图	192
9.4.4	PDL 描述	193
9.4.5	程序	194
9.4.6	按键防抖	195
9.5	工程(5): 随机闪烁 LED	196
9.5.1	工程说明	196
9.5.2	框图	196
9.5.3	电路图	196
9.5.4	PDL 描述	196
9.5.5	程序	197
9.6	工程(6): LED 骰子	198
9.6.1	工程说明	198
9.6.2	框图	198
9.6.3	电路图	199
9.6.4	PDL 描述	200
9.6.5	程序	200
9.6.6	改进建议	201
9.7	工程(7): 多 LED 单端口引脚连接	202
9.7.1	工程说明	202
9.7.2	框图	203
9.7.3	电路图	203
9.7.4	PDL 描述	204
9.7.5	程序	204
9.7.6	改进建议	206
9.8	工程(8): 改变 LED 亮度	206
9.8.1	工程说明	206
9.8.2	框图	208
9.8.3	电路图	208
9.8.4	PDL 描述	208

9.8.5	程序	208
9.8.6	使用定时器中断来产生 PWM 信号	210
9.8.7	用 PWM 连续改变 LED 亮度	213
9.8.8	改进建议	213
9.8.9	使用微控制器内置 PWM 模块	214
9.8.10	使用 PWM 模块改变 LED 亮度	216
9.9	工程(9): LED 蜡烛	217
9.9.1	工程说明	217
9.9.2	框图	217
9.9.3	电路图	217
9.9.4	PDL 描述	217
9.9.5	程序	218
	小结	219
	思考与练习题	219
第 10 章	7 段数码管开发实践	220
10.1	工程(1): 1 位增量计数 7 段数码管	220
10.1.1	工程描述	220
10.1.2	框图	220
10.1.3	电路图	220
10.1.4	PDL 描述	220
10.1.5	程序	221
10.1.6	改进建议	223
10.2	工程(2): 2 位 7 段数码管数字显示	224
10.2.1	工程描述	224
10.2.2	框图	224
10.2.3	电路图	224
10.2.4	PDL 描述	225
10.2.5	程序	225
10.3	工程(3): 2 位 7 段数码管彩票号码显示	227
10.3.1	工程描述	227
10.3.2	框图	227
10.3.3	电路图	228
10.3.4	PDL 描述	228
10.3.5	程序	230
10.4	工程(4): 4 位 7 段数码管事件计数器	233