

EDA与可编程 实验教程

主 编 罗中华 杨 戈
副主编 吴振庚

EDA YU
KEBIANCHENG
SHIYAN JIAOCHENG



重庆大学出版社

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

TN702/164

2007

EDA 与可编程实验教程

主 编 罗中华 杨 戈

副主编 吴振庚

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书分三部分,第一部分为数字信号处理 DSP 实验,DSP 芯片是数字信号处理器的简称,是一种具有特殊结构的微处理器。重点介绍了 DSP 芯片的硬件结构、汇编语言编程、DSP 软件的开发方法与过程及 CCS 环境。

第二部分为 CPLD/FPGA 实验,通过先对 Altera 公司的 CPLD/FPGA 的介绍,使读者对可编程器件有一个深入的了解;然后通过软件的介绍,并且穿插具体工程的实例,使读者对 EDA 有一个准确的掌握,而且能够达到轻松上手的目的。

第三部分为自动控制 PLC 实验,本部分以 CPM1A0 为样机,介绍 PLC 控制系统的设计方法。计算机辅助编程已被广泛应用,还介绍了 OMRON 的视窗编程软件 CX-P。其人机界面好、操作使用方便。

实验内容非常丰富,实验较为独立,实验由浅入深,具有很强的层次感和时代性,是一本很适合大专院校在校学习和相关人员参考的实验指导书。

图书在版编目(CIP)数据

EDA 与可编程实验教程/罗中华,杨戈主编. —重庆:
重庆大学出版社,2007. 8
ISBN 978-7-5624-4208-0

I. E… II. ①罗…②邹… III. ①电子电路—电路设计:
计算机辅助设计—教材②可编程序控制器—教材 IV.
TN702 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 101095 号

EDA 与可编程实验教程

主 编 罗中华 杨 戈

副主编 吴振庚

责任编辑:彭 宁 文 鹏 版式设计:彭 宁

责任校对:谢 芳 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15 字数:374 千

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4208-0 定价:25.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

现代科技的发展,使得改革传统教学方式迫在眉睫!通过增加实验和实训课程,重点培养学生的创造能力和实际操作能力是教学改革的主要内容之一。现在全国各大高校都形成了一股改革热,都充分的意识到了改革的必然性和紧迫性,都在尽自己的努力为社会培养更多的使用性和创新型人才,在这股改革浪潮里,职业教育的压力更为明显,面对强大的就业压力,发展和创新才是硬道理,只有不断的注入新的血液,学校才更加具有生命力。

作为教学改革新浪潮中的一名成员,南昌理工学院凭借自己多年来江西省电子大赛和全国电子竞技的经验,在微电控制、通信等领域进行科研和教学实践所取得的丰硕成果,在实验室建设,学科设置等方面,结合国内外多家电子通信类实验系统,始终致力于开放式实验教学的研究,并取得了一定的成绩。

针对教育部提出的进一步提高高等学校实验室建设和管理水平,推进实验教学改革,保证教学质量的思想,我们最新推出面向高校的一系列实验教材,我们的指导思想是让理论与实验的完美结合,实验指导推进理论的学习,让学习不再乏味,让学生成为学习的主体,使学校能根据应用需求快速组建一个高水平实验室,提升学科的建设水平,学校的整体办学水平。

我们深知:培养一流的学生离不开一流的师资和一流的教学实验教材。我们追求:使学生能真正掌握所学知识,并将它们更好更快地运用到社会生产实践中去。我们愿意成为您忠实的助手,使您的教学与研究再上一个新台阶。

书分三个部分,第一部分为数字信号处理 DSP 实验由罗中华老师编写,第二部分为 CPLD/FPGA 实验由吴振庚编写,第三部分为自动控制 PLC 实验由杨弋编写,全书由罗中华老师进行统筹和组织,本书适合广大电子类的在校本、专科生学习,也可作为其他相关人员的参考资料。

主编 罗中华(南昌理工学院)、杨戈

副主编 吴振庚(南昌理工学院)

参编 蔡英俊(南昌理工学院)、李鹏(南昌理工学院)
李健强(南昌理工学院)、袁文鼎(南昌理工学院)
廖文丹(南昌理工学院)

本书在编写的过程中还得到了南昌理工学院邱小林博士以及各级领导的大力支持,谨向他们表示诚挚的谢意。

鉴于编写时间紧迫,编者水平有限,书中可能会有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2007 年 6 月

目 录

第 1 章 EDA2000 实验系统介绍	1
1.1 简介	1
1.2 EDA2000 实验平台模块原理图	2
第 2 章 MAX + PLUS II Baseline 10.0 软件说明与范例	11
2.1 MAX + PLUS II Baseline 10.0 软件的安装与启动	11
2.2 图形编辑的电路输入方法	17
2.3 电路图的功能模拟(Funtional Simulation)	27
2.4 平面配置(Floorplan)与编译(Compilation)	36
2.5 芯片配置(Programming)与电路测试	41
2.6 以图形输入法完成跑马灯范例	48
2.7 VHDL 简介	52
本章思考	53
第 3 章 EDA 实验设计	54
实验一 时钟分频控制器	54
实验二 路口交通灯模拟实验	58
实验三 键盘与 LED 数码管的显示	62
实验四 电子骰子控制器	73
实验五 数字时钟控制器	76
实验六 双色矩阵 LED 控制器	81
实验七 LCD 显示控制设计	85
实验八 模拟信号产生与测试	94
第 4 章 PLC 实验设计	101
4.1 简介	101
4.2 CX-Programmer 编程软件安装与使用	103

实验一	与、或、非逻辑处理实验	110
实验二	定时器、计数器实验	112
实验三	跳转、分支实验	113
实验四	数据控制功能实验	115
实验五	微分、位操作实验	117
实验六	电机控制实验	118
实验七	红绿灯控制实验	119
实验八	刀具库实验	121
实验九	电梯模型控制实验	123
第 5 章	SX-DSP200 实验设计	134
实验一	基本数学运算实验	135
实验二	向量相加、减实验	141
实验三	矩阵相乘实验	144
实验四	快速傅立叶变换(FFT)实验	146
实验五	FIR 滤波器实验	152
实验六	IIR 滤波器实验	155
实验七	自适应滤波器实验	158
实验八	卷积(Convolve)算法实验	169
实验九	自相关算法	171
实验十	互相关算法	173
实验十一	实时语音播放及滤波实验	176
实验十二	LED 流水灯实验	177
实验十三	数码管显示实验	178
实验十四	LCD 点阵图形液晶显示实验	178
实验十五	键盘接口实验	179
实验十六	直流电机控制测速实验	181
实验十七	DSP 步进电机控制实验	182
实验十八	异步串行口通信实验	183
实验十九	USB2.0 通信实验	184
实验二十	立体声语音录放实验	189
实验二十一	YUV 彩色图像处理之图像取反	190
实验二十二	YUV 彩色图像处理之二值图像	194
实验二十三	YUV 彩色图像处理之汉字叠加	198
实验二十四	彩色图像处理之灰度切分	202
实验二十五	YUV 彩色图像处理之增强对比度	206
实验二十六	二进制频移键控(BFSK)实验	210
实验二十七	脉冲幅度调制(PAM)实验	214

实验二十八 脉冲幅度相干(PAM)解调实验	219
实验二十九 四相相移键控(QPSK)实验	221
实验三十 视频图像采集实验	225
参考文献	227

第 1 章

EDA2000 实验系统介绍

1.1 简介

1.1.1 EDA2000 实验系统

EDA2000 实验系统是 2000 年推出的新产品。该产品具有安装方便、操作简单、由浅入深等适合教学的特色。

EDA2000 实验系统是以 ALTERA EPF10K20TC144-4 芯片为核心设计出来的多功能逻辑电路设计实验系统。本系统包括 FPGA 扩展板, I/O 试验板, 下载电缆, 电源和仿真软件五个部分。FPGA 扩展板上有一片 ALTERA 10k 系列的芯片, 由于它是 SRAM 型的 FPGA, 理论上可以进行无限次数的重新配置。在扩展板上, FPGA 芯片的所有引脚都引出, 便于测试和调试。

I/O 试验板上有 12 种 I/O 元件, 分别是: ①四组交通 LED 灯; ② 6 个共阴极七段码 LED; ③一个蜂鸣器; ④两组电子骰子; ⑤一个时钟电路; ⑥3 组 8 位开关; ⑦4 个脉冲按钮; ⑧一个 4 × 3 键盘; ⑨一块 8 × 8 点阵的 LED 显示器; ⑩一个液晶显示器; ⑪A/D、D/A 电路模块; ⑫8051 芯片。I/O 试验板几乎包含了所有数字电路中常用的 I/O 元件, 提供了完整的教学实验环境。电源的输入是 AC 90 ~ 260 V, 50 ~ 60 Hz, 输出是 DC 5 V 2 A, 并具有短路保护措施。开发环境采用的是学生版的 Max + plus II Baseline 10.0。所有 I/O 口均有 LED 灯指示目前的状态。采用 FLASH 芯片 (EPC2LC20) 保存下载的程序, 相对一次性配置芯片要省耗材, 相对编程器写程序可以省设备, 也比它们更方便。高质量的接插件, 8 位带灯锁紧按钮, 进口拨码开关等。

1.1.2 EDA2000 实验平台安装

EDA2000 的安装相当简单, 仅需:

- (1) 将电源接到 220 V/50 Hz 的电源插座;
- (2) 将下载电缆的一端接到 PC 机上并口, 另外一端接到实验平台上。

至此, 安装过程就完成了。

1.2 EDA2000 实验平台模块原理图

这些原理图是完整原理图的简化,便于对系统的工作原理的理解。图上指示了各个器件由 FPGA 相应管脚控制的说明,便于下载阶段的管脚配置。每个图中的控制部分都是指 ALTERA EPF10K20TC144-4 FPGA 芯片。

1.2.1 交通灯模块原理图

交通灯的原理见图 1.1,共四组红黄绿 LED 指示灯。所有的 12 个 LED 的阴极都连接在一起,并通过一个反相器连接到 EPF10K20 的 140 脚 RG_EN。当 RG_EN 为高电平时,这些 LED 的阳极如果为高电平的时候,相应的 LED 就被点亮。当设计交通灯控制器时候,使这些东西和南北两组 LED 的红黄绿 LED 指示灯分别点亮,就可以模拟交通指示灯了。

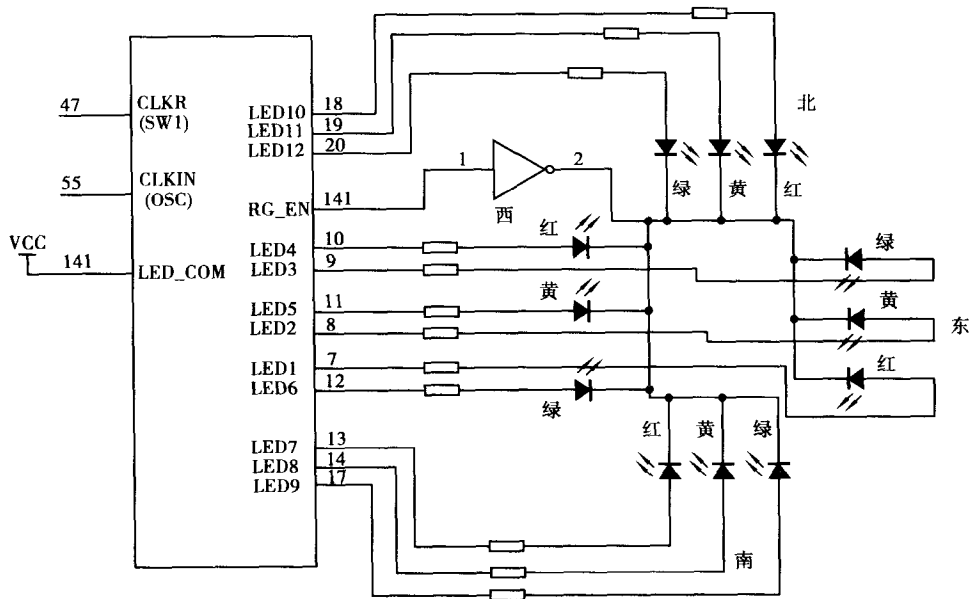


图 1.1 交通控制器模块连接图

1.2.2 电子骰子模块原理图

电子骰子的原理见图 1.2,共红绿两组 LED 各 7 个。所有的 LED 的阴极都连接在一起。当 EPF10K20 的 143 脚 BAR_EN 为高电平的时候,经过反相器反相后,LED 的阴极变为低电平,所以当 LED1-14 的阳极为高电平的时候,相应的 LED 是熄灭的;当为低电平的时候,相应的 LED 是点亮的。设计一个控制器,使两组 LED 随机点亮,就可以实现骰子控制器了。

1.2.3 数码管模块原理图

数码管的工作原理见图 1.3,6 个七段数码管都是共阴极的,每个数码管的阴极依次接到

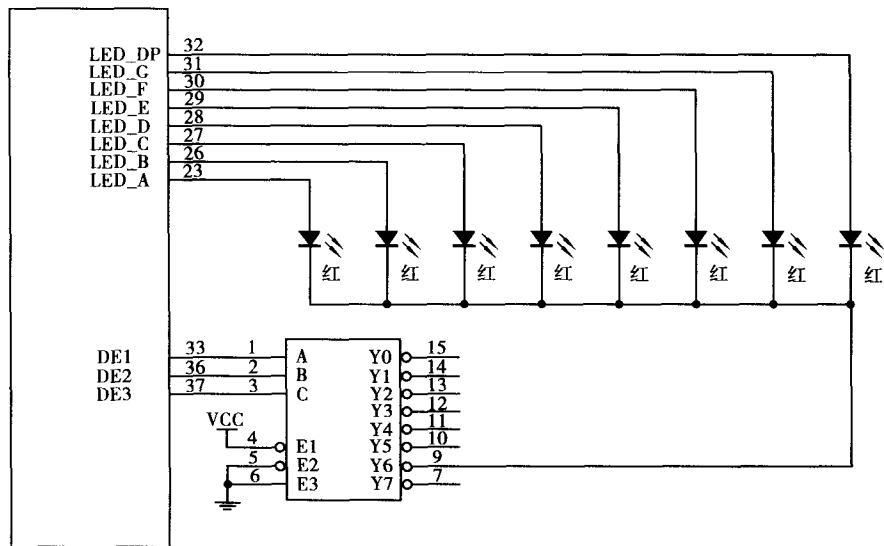


图 1.4 晶振指示灯原理图

1.2.5 双色点阵 LED 模块原理图

双色点阵 LED 的工作原理见图 1.5, 每行的红色和绿色 LED 的阳极连接到一起, 分别连接到 MAR_ROW1 至 MAR_ROW8, 每列的红色 LED 和绿色 LED 的阴极连接到一起分别连接到 FPGA 的 MAR_COLR1 至 MAR_COLR8 和 MAR_COLG1 至 MAR_COLG8。如想点亮左上角的红色 LED, 就需要先将 MAR_ROW1 置为高电平, MAR_COLR1 为低电平, 这时左上角红色 LED 灯被点亮。

1.2.6 键盘扫描模块原理图

键盘的原理见图 1.6, 扫描码的获得是 DE1 至 DE3 经过 138 译码器译码后的 Y0 至 Y3 作为行扫描线, RK1 至 RK3 作为扫描结果的输入线。例如当 0 按下的时候, DE0 至 DE2 从 000 到 111, 当 DE1 至 DE3 为 000 的时候, RK1 至 RK3 输入为 001 的时候, 控制器停止扫描, 并把 DE3 至 DE1, RK3 至 RK1 = 000, 001 作为 0 的扫描码。

1.2.7 字符点阵 LCD 模块原理图

字符点阵 LCD 的连接见图 1.7, FPGA 的相应管脚连接到 LCD 的控制管脚 RW, RS, EN 和控制总线 D0 至 D7。关于 LCD 的控制命令和时序见下面说明, 我们可以设计控制器, 通过控制指令来显示相应的字符。

1. 清屏

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

运行时间(250 kHz): 1.64 ms;

功能: 清 DDRAM 和 AC 值。

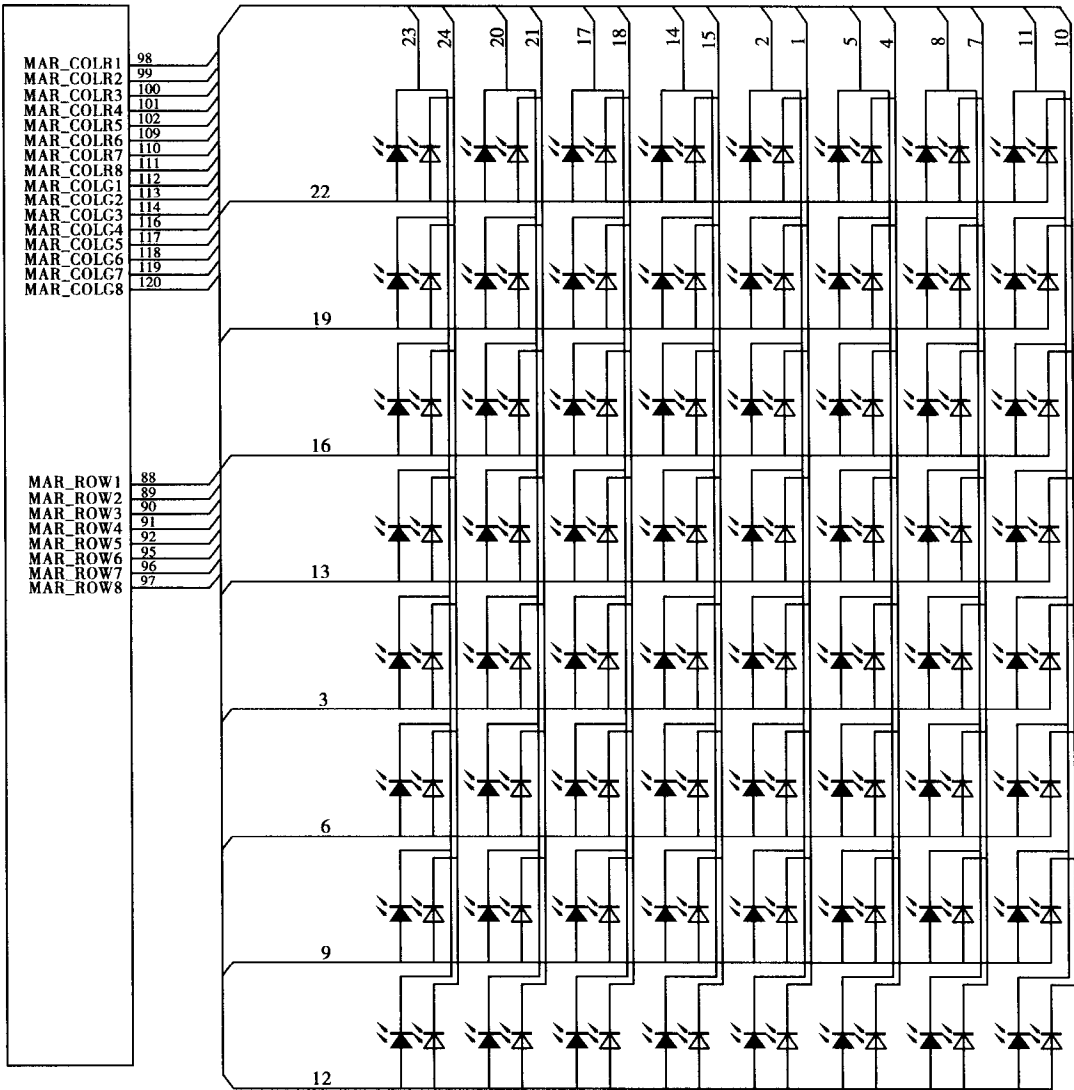


图 1.5 双色点阵 LED 原理图

2. 归位

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	*

运行时间(250 kHz):1.64 ms;

功能:AC =0,光标、画面回 HOME 位。

3. 输入方式设置

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	L/D	S

运行时间(250 kHz):40 μs;

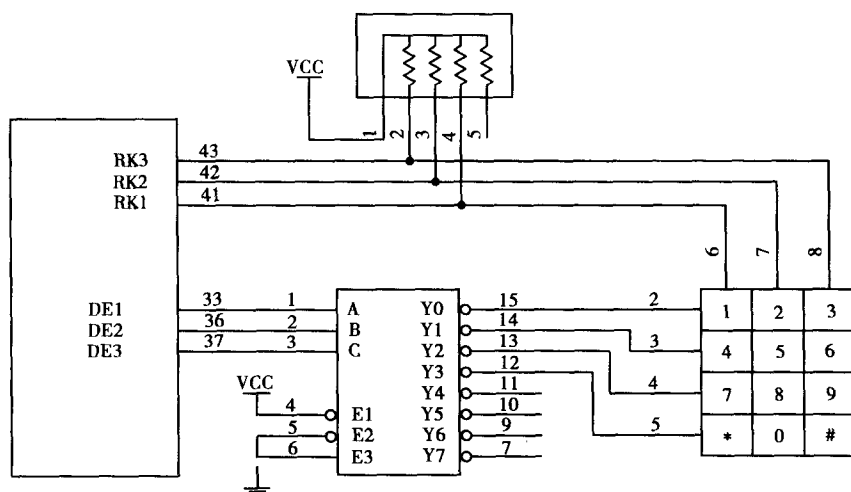


图 1.6 键盘扫描原理图

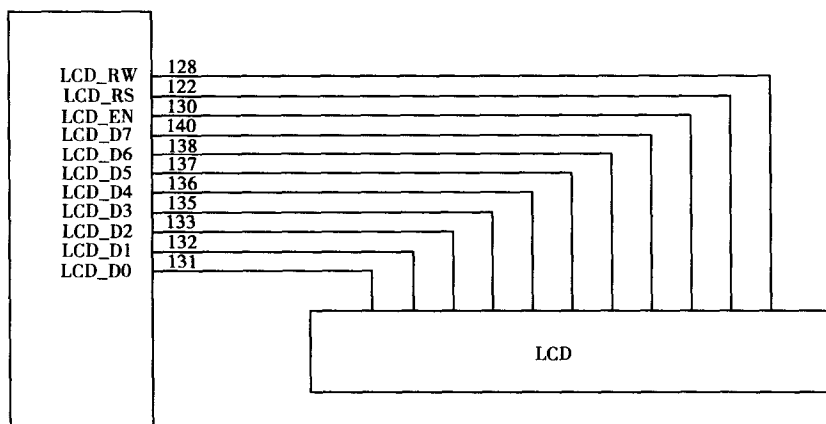


图 1.7 字符点阵 LCD 显示原理图

功能:设置光标、画面移动方式。
其中: $I/D=1$:数据读、写操作后,AC 自动增一;
 $I/D=0$:数据读、写操作后,AC 自动减一;
 $S=1$:数据读、写操作,画面平移;
 $S=0$:数据读、写操作,画面不动。

4. 显示开关控制

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

运行时间(250 kHz):40 μ s;
功能:设置显示、光标及闪烁开、关。
其中:D 表示显示开关:D = 1 为开,D = 0 为关;
C 表示光标开关:C = 1 为开,C = 0 为关;

B 表示闪烁开关: B = 1 为开, B = 0 为关。

5. 光标、画面位移

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

运行时间(250 kHz): 40 μ s;

功能: 光标、画面移动, 不影响 DDRAM。

其中: S/C = 1: 画面平移一个字符位;

S/C = 0: 光标平移一个字符位;

R/L = 1: 右移; R/L = 0: 左移。

6. 功能设置

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*

运行时间(250 kHz): 40 μ s;

功能: 工作方式设置(初始化指令)。

其中: DL = 1, 8 位数据接口; DL = 0, 四位数据接口;

N = 1, 两行显示; N = 0, 一行显示;

F = 1, 5 $\times$ 10 点阵字符; F = 0, 5 $\times$ 7 点阵字符。

7. CGRAM 地址设置

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0

运行时间(250 kHz): 40 μ s;

功能: 设置 CGRAM 地址。A5 ~ A0 = 0 ~ 3FH。

8. DDRAM 地址设置

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

运行时间(250 kHz): 40 μ s;

功能: 设置 DDRAM 地址。

N = 0, 一行显示, A6 ~ A0 = 0 ~ 4FH;

N = 1, 两行显示, 首行 A6 ~ A0 = 00H ~ 2FH, 次行 A6 ~ A0 = 40H ~ 67H。

9. 读 BF 及 AC 值

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0

功能: 读 BF 值和地址计数器 AC 值。

其中: BF = 1: 忙; BF = 0: 准备好。

此时, AC 值意义为最近一次地址设置(CGRAM 或 DDRAM)定义。

10. 写数据

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	数 据							

运行时间(250 kHz):40 μ s;

功能:根据最近设置的地址性质,数据写入 DDRAM 或 CGRAM 内。

11. 读数据

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	数 据							

运行时间(250 kHz):40 μ s;

功能:根据最近设置的地址性质,从 DDRAM 或 CGRAM 数据读出。

1.2.8 按键输入模块原理图

按键的原理见图 1.8,按键的输入有三种:不能自锁的按键,自锁的按键和开关。不能自锁的按键没有按下的时候为低电平,按下的时候为高电平,松开的时候按键自动回复为低电平,所以检测到高电平的时候表示有按键按下。自锁的按键按下时候输入为高电平,在弹起的时候输入为低电平。开关在上面的时候,输入为高电平,开关在下面的时候低电平。因此可以通过多种组合方式来设定输入。

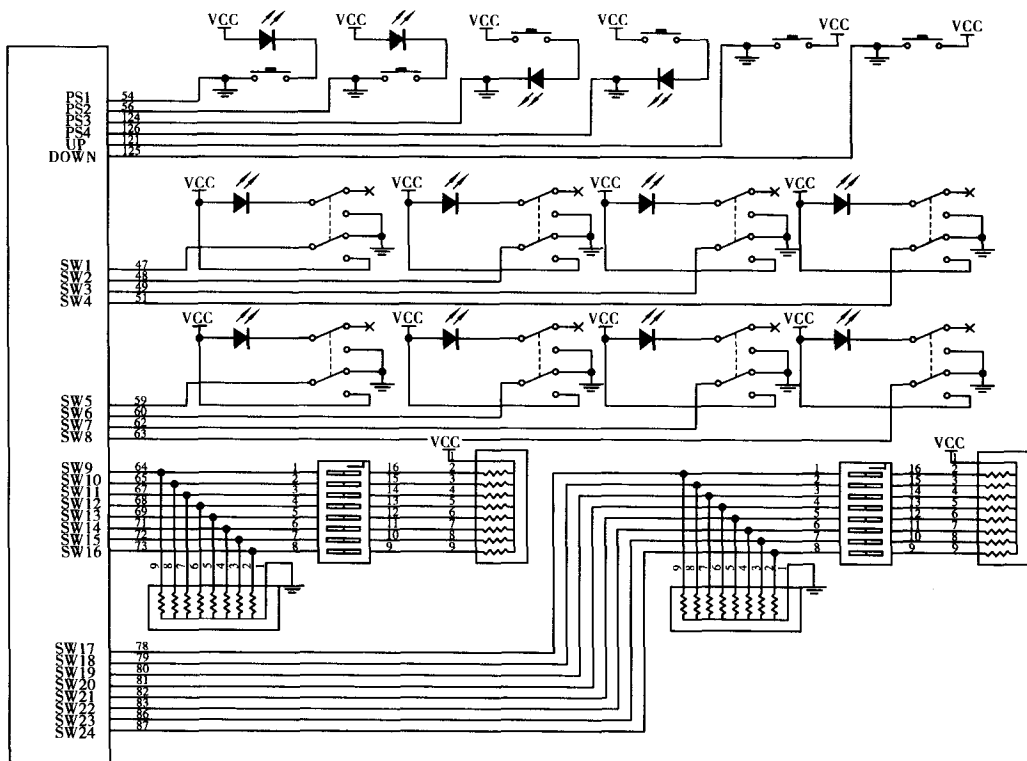


图 1.8 四种按键输入结构图

1.2.9 D/A 模块原理图

D/A 型号是 AD7528,它集成了两个 D/A 转换器,供电电压可以在 $+5\text{ V} \sim +10\text{ V}$ 范围内,最大转换电压 $0\text{ V} \sim +10\text{ V}$ 通过输入 V_{REF} 调节。工作模式选择见下表:

- DAC A/DACB	- CS	- WR	DAC A	DAC B
L	L	L	WRITE	HOLD
H	L	L	HOLD	WRITE
X	H	X	HOLD	HOLD
X	X	H	HOLD	HOLD

1.2.10 A/D 模块原理图

A/D 型号是 ADC0804,原理见图 1.9。 $+5\text{ V}$ 供电,输入电压范围为 $0\text{ V} \sim +5\text{ V}$,转换精度为 8 位。当 ADC0804 的-CS 和-WR 同时为低的时候, ADC0804 开始转换,转换结束的时候,ADC0804 的-INTR 会由高变低,申请中断。如果 A/D 转换控制器接收到这个中断,将 ADC0804 的-CS 和-RD 置为低,此时 ADC0804 将转换结果发送到数据总线上,完成转换结果的传送。

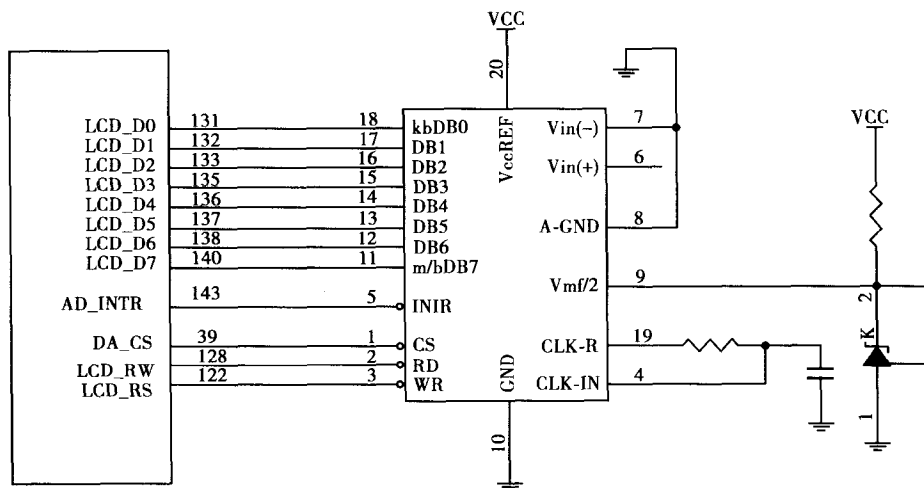


图 1.9 A/D 转换连接图

1.2.11 单片机模块原理图

关于单片机的知识请查阅相关资料,在这里不再赘述。图 1.10 是连接图。