

# FPGA 实验板说明书

## 目录

一、	输入模块.....	1
1.	拨码开关.....	1
2.	独立按键.....	2
3.	4*4 矩阵键盘.....	2
二、	输出模块.....	2
1.	LED .....	2
2.	4 位扫描显示数码管.....	3
3.	蜂鸣器.....	3
三、	双向模块.....	3
1.	RS232 - USB 接口 .....	3
2.	红外收发器.....	4
3.	扩展 IO .....	4
四、	其他.....	4
1.	FPGA 芯片.....	4
2.	晶振.....	4
3.	配置芯片.....	4
4.	下载转换开关.....	4
三、	USB 下载器 .....	5
1.	USB-Blaster 使用方法 .....	5
2.	USB-Blaster 驱动安装 .....	7
3.	RS232 - USB 接口驱动安装.....	10
附录一	FPGA 实验板引脚.....	11

FPGA 实验板使用 USB 供电。板上 FPGA 芯片型号是 EP2C5Q208C8，芯片外围配有晶振、FPGA 配置芯片和 USB\_Blast 下载芯片；围绕 FPGA 芯片的输入、输出模块有 4 位扫描数码管、矩阵键盘、RS232-USB 接口等，详见见图 1.1。下面对各模块的原理与功能做简要介绍。

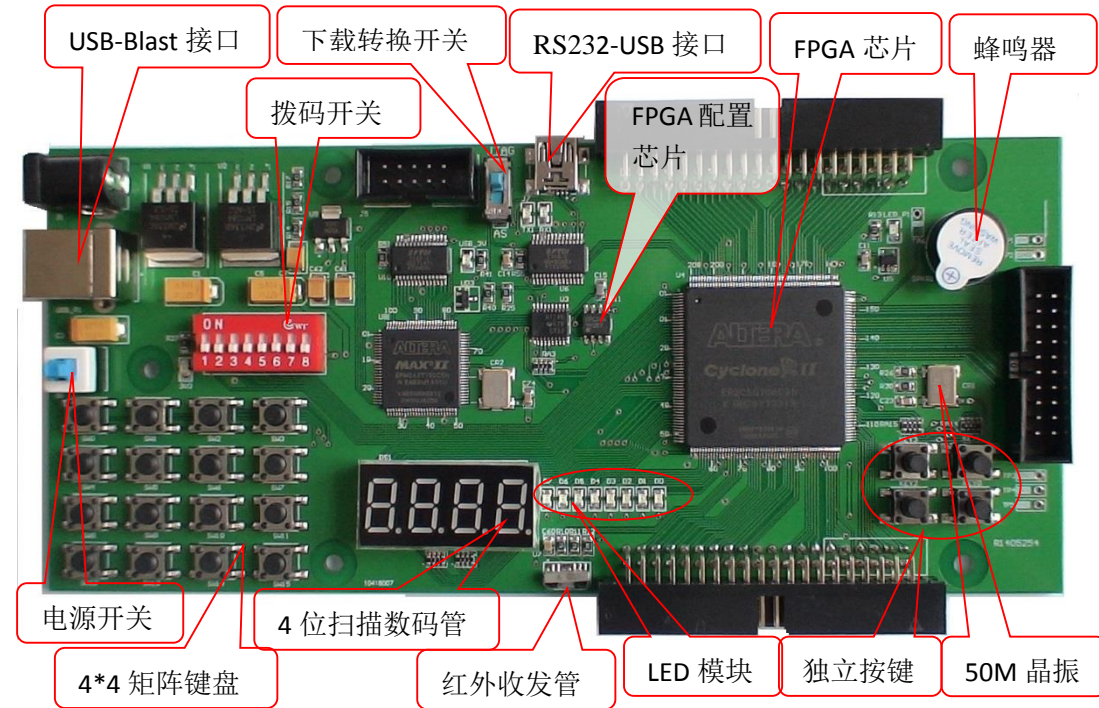


图 1.1 实验板外观图

# 一、输入模块

## 1. 拨码开关

拨码开关原理图如图 1.2 所示，SW0~SW7 接 FPGA 芯片引脚。当拨码开关拨向“1”时开关断开，SW7 输出高电平；反之 SW7 输出低电平。附录一中给出了拨码开关与 FPGA 的引脚连接关系。

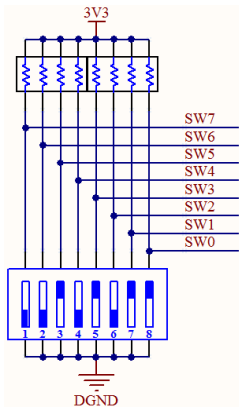


图 1.2 拨码开关原理图

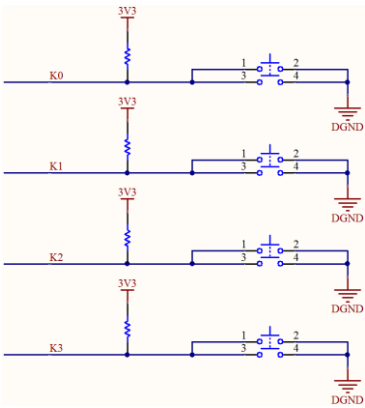


图 1.3 独立按键原理图

## 2. 独立按键

独立按键原理图如图 1.3 所示，K0~K3 接 FPGA 芯片引脚。按键常态为断开模式，K0 输出高电平；压住按键后，电路导通，K0 输出低电平。附录一中给出了独立按键与 FPGA 的引脚连接关系。

## 3. 4\*4 矩阵键盘

矩阵键盘又称行列键盘，图 1.4 为 4\*4 矩阵键盘的原理图。四条列线（R3、R2、R1、R0）接 FPGA 端口，四条行线（C3、C2、C1、C0）接 FPGA 端口。在行线和列线的每个交叉点上设置一个按键，当某一个按键被按下时，行线上的电平值将改变。

检测行线上的电平值，可以判断矩阵键盘中是否有按键按下。例如：FPGA 对列线 R3~R0 以跑马灯型式编码，循环输出“0111、1011、1101、1110”；同时检测行线的状态，如行线 C3~C0 上均为高电平，即行线码值为“1111”，表明没有按键按下。如检测到某行线上出现低电平，则表示键盘中有按键按下，且按键一定在这根行线上。可知，判断被按下的按键具体位置需要列循环扫描与行值检测相配合。例如，某时刻 R3、R2、R1、R0 为 0111，检测 C1、C2、C3、C4，为 1111 时，表示没有按键按下；若 C3、C2、C1、C0 为 1011，表明行线 C2 变为低电平，由图 1.4 可知此时 KEY4 被按下。附录一中给出了 4\*4 矩阵键盘与 FPGA 的管脚连接关系。

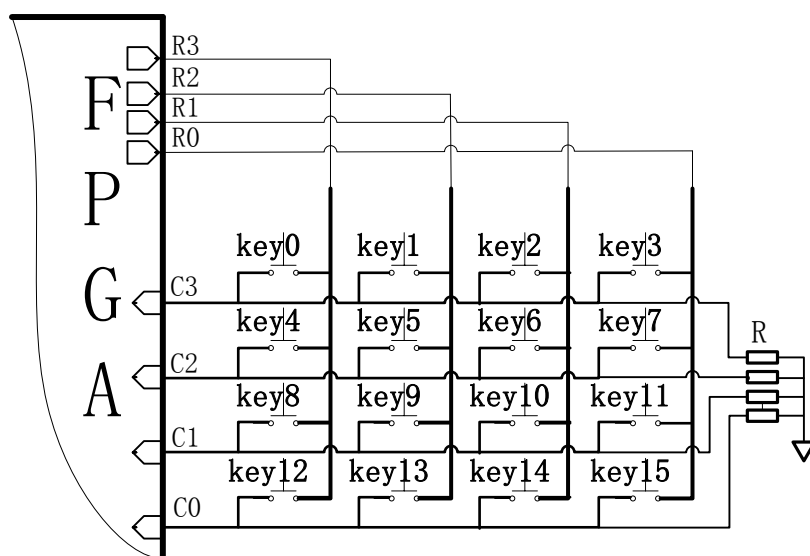


图 1.4 4\*4 矩阵键盘原理图

## 二、输出模块

### 1. LED

LED 又叫发光二极管，二极管中有电流通过时被点亮。实验板上的 LED 在 FPGA 输出高电平时被点亮。实验中用 LED 显示输出信号的状态比较直观，便于调试。附录一中给出了 LED 与 FPGA 的引脚连接关系。

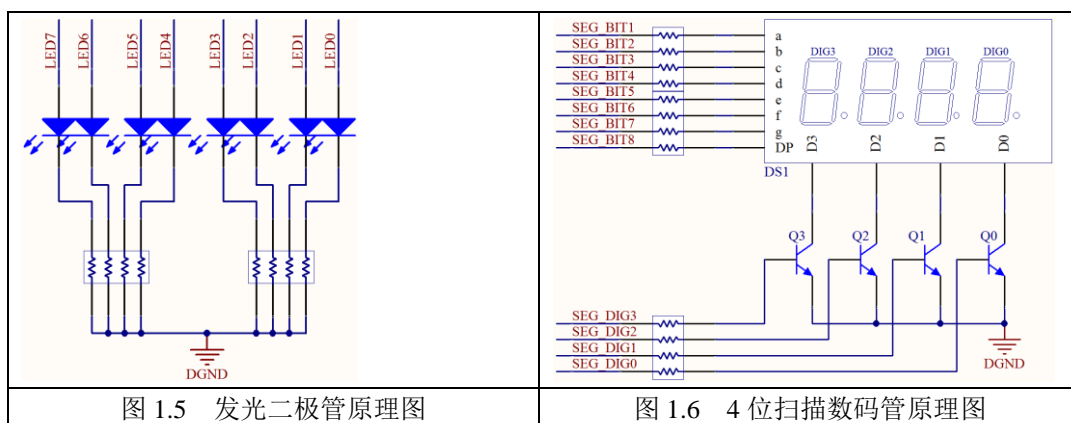


图 1.5 发光二极管原理图

图 1.6 4 位扫描数码管原理图

## 2. 4 位扫描显示数码管

实验中用到的 4 位扫描数码管是共阴极数码管。由图 1.6 可知，其共有 12 根数据线，按功能划分，可将他们分为段选线和位选线。段选线有 8 根（SEG\_BIT1~SEG\_BIT8），是将 4 个数码管的每个线段（a、b、c、d、e、f、g、dp）的阳极并联在一起，接高电平的时候相应的段被点亮。位选线 4 根（SEG\_DIG0~SEG\_DIG3），是将单个数码管内部的八个发光二极管的阴极接在一起作为位选端。看图 1.6 知，因为位选端连接了驱动电路，所以位选信号转为高电平有效。

可见，当给定段选信号时，数码管上的字符内容都相同。给定位选信号后，对应位置的数码管将显示出字符。如果分时轮流控制各个数码管的位选端，各个数码管将轮流显示出字符。轮流显示过程中，每位数码管的点亮时间通常为 1~2ms，由于人的视觉暂留现象及发光二极管的余辉效应，尽管各位数码管并非同时点亮，但只要扫描的速度足够快，人眼看到的就是一组显示稳定的数据。附录一中给出了 4 位扫描数码管与 FPGA 的管脚连接关系。

## 3. 蜂鸣器

图 1.7 给出了蜂鸣器的原理图，FPGA 输出高电平时蜂鸣器发声。附录一给出了蜂鸣器与 FPGA 的管脚连接关系。

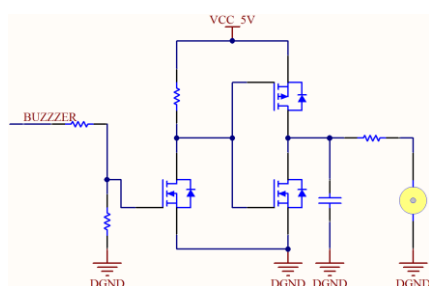


图 1.7 蜂鸣器原理图

# 三、双向模块

## 1. RS232 - USB 接口

RS232 接口是计算机上的异步传输标准接口，是一个的 DB9 孔连接头，用于 PC 机和

与其它设备间的通信。因为 RS232 接口体积较大等原因，PC 机上已不在配置 RS-232 接口，所以在 FPGA 实验板上设计了 RS232 - USB 接口。实验中使用 USB 线连接 FPGA 和 PC 机，通信协议仍是 RS-232C 标准协议。FPGA 和 PC 机之间的通信线依然是收、发两根信号线，通常用 RXD 和 TXD 表示。使用 RS232 - USB 接口时需要注意两点：

- 1) PC 机端要安装驱动程序。
- 2) FPGA 需要给 RS232/USB 转换芯片提供一个 12M 时钟源。

可知要实现正常通信，FPGA 端需要 3 个 I/O 引脚，见图 1.8。附录一给出了 FPGA 端的管脚连接关系。

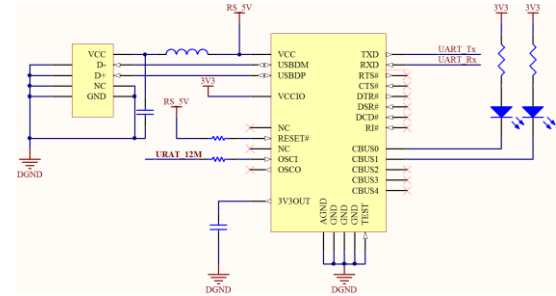


图 1.8 RS232 - USB 接口原理图

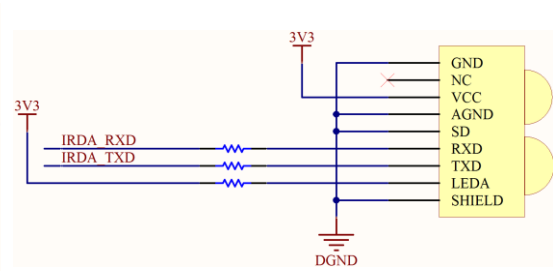


图 1.9 红外收发器原理图

## 2. 红外收发器

图 1.7 给出了红外收发器原理图，与 FPGA 配合使用可实现红外遥控等功能。附录一给出了红外收发器与 FPGA 的管脚连接关系。

## 3. 扩展 IO

图 1.1 中右侧的 3 组插针，与 FPGA 的 I/O 口相连，可以扩展 FPGA 实验板的输入/输出模块。附录一给出了插针与 FPGA 的管脚连接关系。

# 四、其他

## 1. FPGA 芯片

FPGA 芯片型号是 EP2C5Q208C8 。他采用 QFP 封装，共有 208 个引脚。可用的 I/O 引脚 142 个。

## 2. 晶振

FPGA 芯片输入时钟使用频率为 50MHz 的晶振，晶振引脚与 FPGA 管脚连接关系见附录一。

## 3. 配置芯片

配置芯片的全称是主动串行配置器件，其作用是存储 FPGA 配置数据，且每次通电后自动配置 FPGA 数据。核心板上配置芯片的型号是 EPCS4，存储量为 4 Mbits 。

## 4. 下载转换开关

FPGA 实验板上配备了 USB\_Blaster 下载器，有 JTAG 和 AS 两种下载模式。通过下载转换开关切换下载模式。

- 1) JTAG 模式

JTAG 模式有配置 FPGA 芯片内部数据和在线测试两种功能。在 JTAG 模式下配置 FPGA

时，下载转换开关要拨到“JTAG”处（见图 1.1），同时需要使用 USB 线连接计算机和 USB-Blast 接口，并和 Quartus II 软件中 Programmer 插件相配合，完成 FPGA 配置数据的下载。

JTAG 接口用于在线调试时，要和 Quartus II 软件中的 signalTap 插件相配合，具体操作请自行查阅相关资料。

## 2) AS 下载口

AS 下载接口的作用是对 FPGA 配置芯片进行编程。在 AS 模式下配置 FPGA 时，下载转换开关要拨到“AS”处（见图 1.1）。

# 三、 USB 下载器

## 1. USB-Blaster 使用方法

USB-Blaster 下载器（简称 USB-Blaster），可以用于 Altera 公司生产的各种可编程器件，下载器的功能有两个：

- 下载 FPGA 配置数据；
- 在线测试 FPGA 内部逻辑向量。

USB-Blaster 需要和 QuartusII 软件中的插件配合使用才能完成上述两个功能，下面对 USB-Blaster 和插件的使用方法做简单介绍：

### 1) 下载 FPGA 配置数据

USB-Blaster 和 Quartus II Programmer 插件配合使用时，既可以使用 JTAG 模式直接对 FPGA 配置数据，也可以使用 AS 模式对 FPGA 的专用存储芯片做下载。正确的操作方法如下：

- ① 关闭电源开关。
- ② 将 USB 线与 FPGA 实验板的 USB-Blaster 接口相连接，如图 1.1 所示。
- ③ 将 USB-Blaster 的 USB 端插入 PC 机的 USB 接口。
- ④ 打开电源开关，准备下载。

#### a) JTAG 模式

JTAG 模式是将 FPGA 的配置数据直接下载到 FPGA 中，FPGA 掉电后数据将丢失。下载过程如下：

i. 打开 Programmer 界面。在 QuartusII 界面下，点击 Programmer 命令，如图 1.10 所示。Programmer 界面如图 1.11 所示。

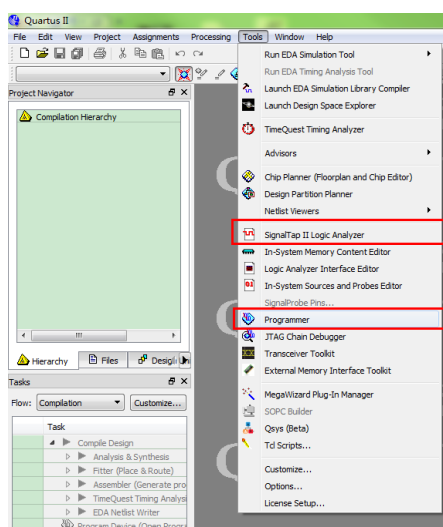


图 1.10 QuartusII 界面

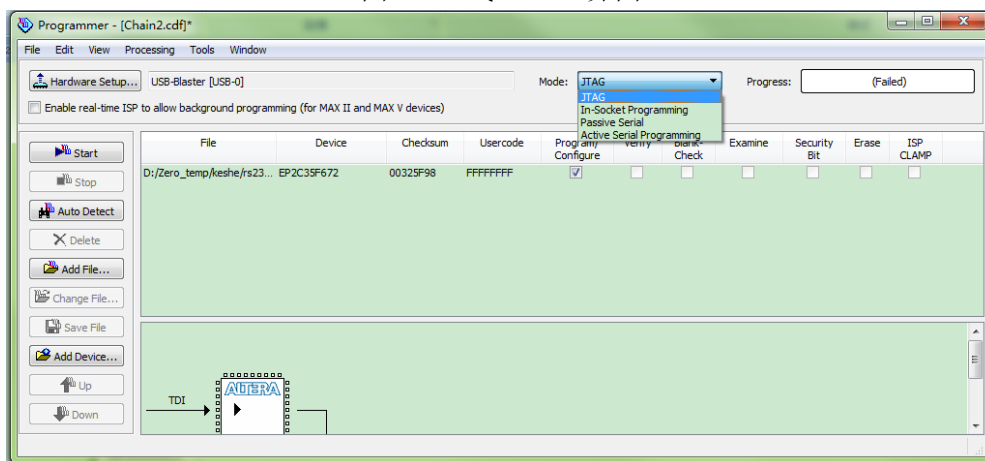


图 1.11 Quartus II Programmer 界面

ii. 选取正确的下载器。点击 Programmer 界面中的 Hardware Setup...按钮，弹出 Hardware Setup 设置界面（见图 1.12），在 Available hardware items 栏中，双击 USB-Blaster，看到 Currently selected hardware: 栏中出现 USB-Blaster[USB-0]后，点击 Close 按钮，关闭界面。检查 Programmer 界面中 Hardware Setup...按钮旁是否出现 USB-Blaster[USB-0]字样，如没有返回 Hardware Setup 界面重新设置下载器。

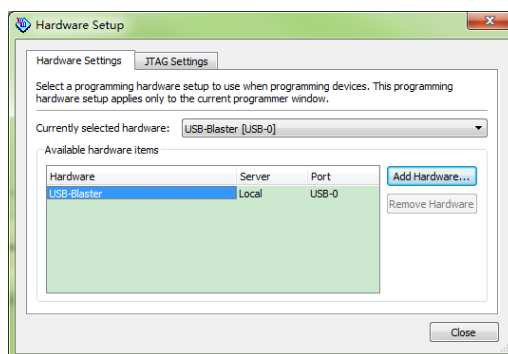



图 1.12 Hardware Setup 界面

- iii. 选取正确的下载模式。选择 Programmer 界面中 Mode 下拉栏中的 JTAG 模式。
- iv. 点击 Add File...按钮后添加正确的 sof 文件，完成添加后的 Programmer 界面如图 1.18 所示。
- v. 将实验板上的下载转换开关拨到“JTAG”处（见图 1.1）。
- vi. 点击 Start 按钮，完成 JTAG 模式下载。

#### b) AS 模式

由于 FPGA 是基于 SRAM 工艺，掉电后 FPGA 内部数据将丢失，所以系统上电后需要对其配置才能实现设计应用。实验中核心板上的串行配置芯片 EPCSxx 将对 FPGA 做上电的配置。因为配置芯片不同，且配置数据的格式也不同，所以在进行 AS 下载模式前需要对 SOF 文件做转换。

转换和下载过程如下：

- i. 将 SOF 文件转换并生成 POF 文件。选取 File→convert programming files 命令，Configuration device 下拉表中选择配置器件 EPCSxx，在 File name 栏中设定 POF 文件名。在 Input files to convert 中选中 SOF Data，点击右侧  按钮添加\*.sof 文件，如图



1.13 所示。然后点击 **Properties** 按钮，选中如图所示选项。最后点击 **Generate** 生成下载所需 POF 文件。

- ii. 将实验板上的下载转换开关要拨到“AS”处（见图 1.1）
- iii. 在 QuartusII 下载窗口中选取 AS 模式，将 POF 文件下载到 EPCS 芯片中。
- iv. 断开 usb-blaster 下载器，重新上电，EPCS 芯片自动对 FPGA 进行配置。

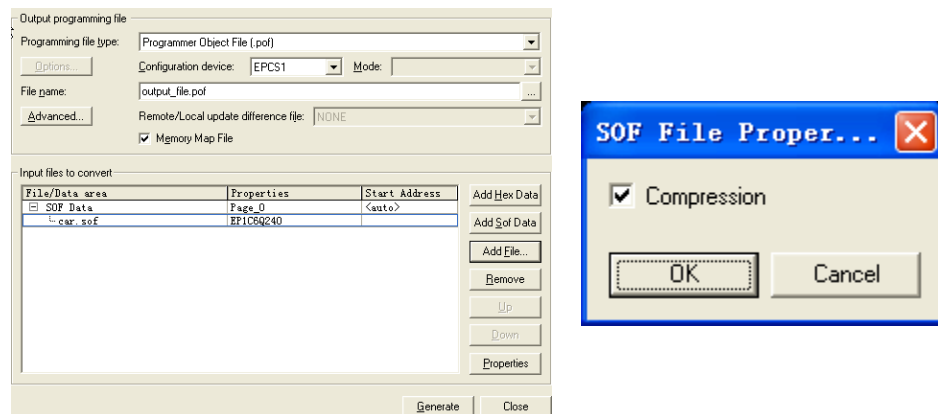


图 1.13 SOF 文件转换并生成 POB 文件

## 2) 在线测试 FPGA 内部逻辑

USB-Blaster 连接 JTAG 口后，与 SignalTapII Logic Analyzer 插件配合使用可以看到 FPGA 芯片内部的逻辑向量，其作用相当于在 FPGA 内部嵌入了一个逻辑分析仪。他不同于仿真，测到的是真实的逻辑值。

本次实验内容相对简单可以不使用 SignalTapII Logic Analyzer 插件，感兴趣的同学请自行查阅相关资料。

## 2. USB-Blaster 驱动安装

USB-Blaster 下载器可以看做 PC 的外设，第一次使用时操作系统会弹出“发现新硬件”的安装向导，提示发现新的硬件，需要安装驱动。如图 1.14 所示



图 1.14 系统提示发现新硬件

安装 USB-Blaster 驱动方法如下：

① 检查 USB-Blaster 驱动。在安装驱动前，请检查一下驱动是否在 X:\QuartusII x.x\drivers\usb-blaster 目录下。如路径下没有驱动程序，则需要使用光盘安装。

② 插好 USB-Blaster 下载器，等待系统弹出找到新的硬件向导的对话框，如图 1.15 所示。





图 1.15 找到新的硬件向导对话框

③ 选择“是，仅这一次(Y)”后，点击【下一步】继续，弹出窗口如图 1.16 所示。



图 1.16 安装驱动第二步

④ 选择“从列表或指定位置安装(高级)(S)”后，点击【下一步】继续，弹出窗口如图 1.17 所示。



图 1.17 安装驱动第三步

⑤ 选中“在搜索中包括这个位置(O):”后，点击【浏览】按钮，找到驱动程序所在位置，指定驱动目录，点击【下一步】系统开始安装驱动。

⑥ 安装驱动程序时系统会弹出如图 1.18 所示的提示对话框，其内容为“由于该驱动程序未经过微软的徽标测试”。点击【仍然继续】，继续安装驱动。

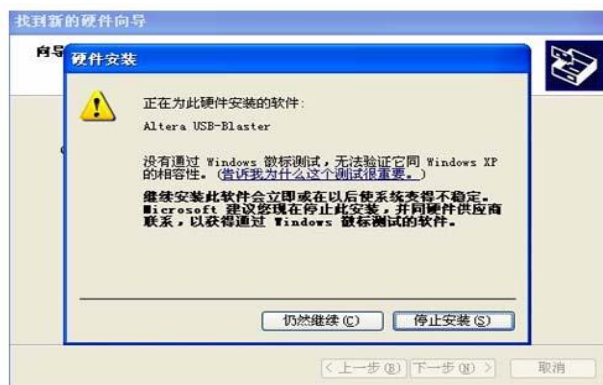


图 1.18 安装驱动第四步

⑦ 驱动安装结束后, 系统会出现图 1.19 所示的提示驱动安装完成的对话框, 点击【完成】按钮, 结束安装。



图 1.19 安装驱动第五步

⑧ 检查硬件安装是否正确。使用设备管理器可以查看 USB-Blaster 驱动是否正确安装。如图 1.20 所示, 在“通用串行总线控制器”中出现“ALTERA USB-Blaster”后表明驱动安装成功。

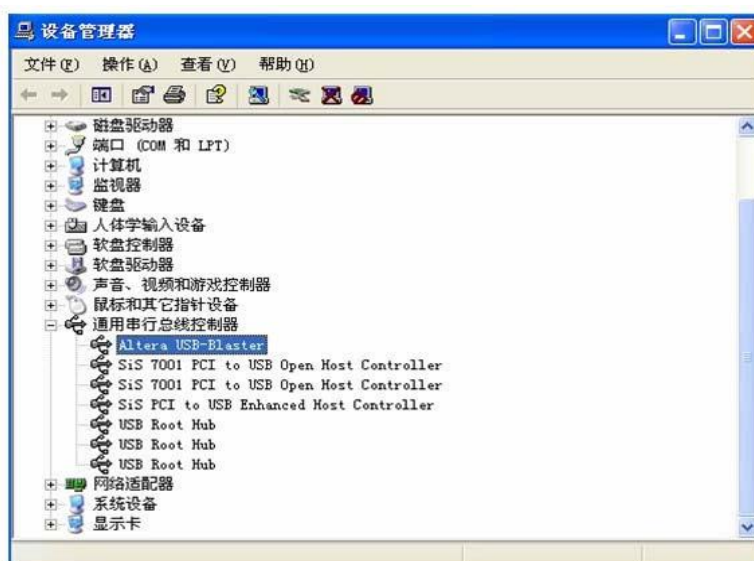


图 1.20 查看安装的设备状况

### 3. RS232 - USB 接口驱动安装

#### 1) 网络安装

RS232 - USB 接口可以看做 PC 的外设，第一次与 PC 机时 WIN7 或 WIN8 操作系统会弹出“发现新硬件”的安装向导。提示发现新的硬件，并通过网络安装驱动。如图 1.21 所示。安装成功后界面，如图 1.22 所示。

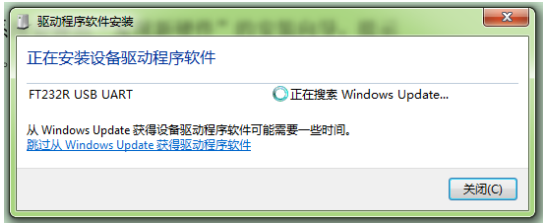


图 1.21 RS232 - USB 接口驱动安装图

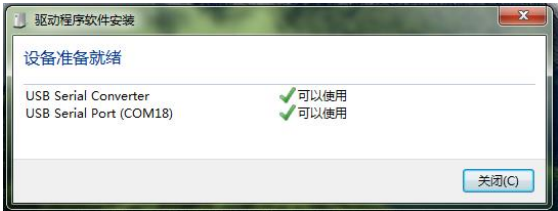


图 1.22 RS232 - USB 接口驱动安装图

#### 2) 本地安装

自行从网站 <http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm> 下载转换芯片“FT232R”的驱动程序。安装程序下载后，点击安装即可。

#### 3) 设置端口编号

驱动程序安装成功后，需要去“设备管理器”检查端口编号。本例中端口编号为 COM3，见图 1.23。如端口号过大，可以手动修改号值。方法如下：

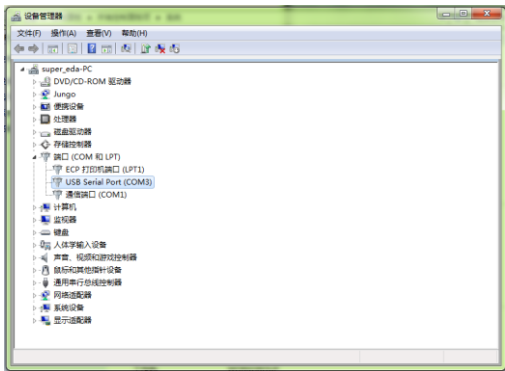


图 1.23 端口编号

- ① 单击鼠标右键，打开属性窗口，见图 1.24
- ② 在属性窗口内选中“端口设置”页，见图 1.24
- ③ 点击“高级”按钮，弹出高级设置窗口
- ④ 在高级设置窗口内改变 COM 端口号，见图 1.25。（注意：如确认端口未被占用，可以忽略“使用中”）



图 1.24

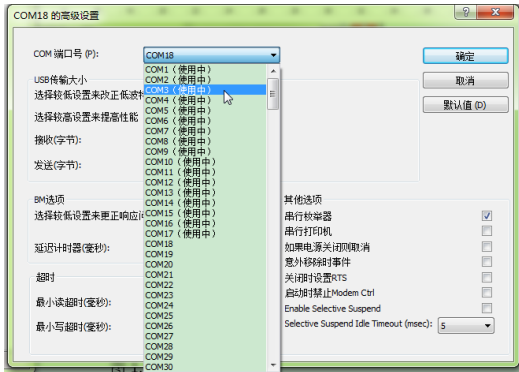

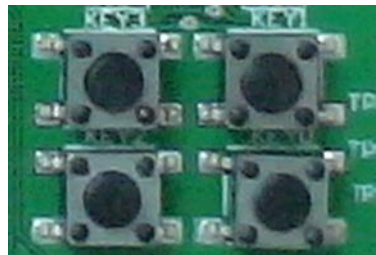
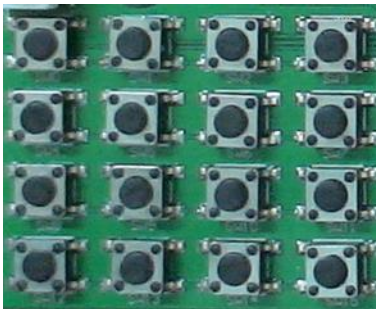






图 1.25

## 附录一 FPGA 实验板引脚

器件名称	编号	引脚号	备注	实物图
拨码开关	DIP1	PIN_12	<div>L</div> <div>↑</div> <div>↓</div> <div>H</div>	
	DIP2	PIN_11		
	DIP3	PIN_10		
	DIP4	PIN_8		
	DIP5	PIN_6		
	DIP6	PIN_5		
	DIP7	PIN_4		
	DIP8	PIN_3		
独立按键	KEY3	PIN_116	低电平有效	
	KEY2	PIN_115		
	KEY1	PIN_114		
	KEY0	PIN_113		
矩阵键盘	C3	PIN_13	行 (Column line) 输入← 低电平有效	
	C2	PIN_14		
	C1	PIN_15		
	C0	PIN_30		
	R3	PIN_31	列 ((Row line) 输出→ 低电平有效	
	R2	PIN_32		
	R1	PIN_33		
	R0	PIN_34		
晶振	XTAL_1	PIN_132	50MHz	
	XTAL_2	PIN_131	50MHz	

器件名称	编号	引脚号	备注	实物图
LED	D7	PIN_56	高电平有效	
	D6	PIN_57		
	D5	PIN_58		
	D4	PIN_59		
	D3	PIN_60		
	D2	PIN_61		
	D1	PIN_63		
	D0	PIN_64		
数码管	DIG3	PIN_39	高电平有效	 <b>DIG3</b> <b>DIG2</b> <b>DIG1</b> <b>DIG0</b>
	DIG2	PIN_37		
	DIG1	PIN_36		
	DIG0	PIN_35		
	DP	PIN_46	高电平有效	
	G	PIN_43		
	F	PIN_41		
	E	PIN_48		
	D	PIN_47		
	C	PIN_45		
	B	PIN_40		
	A	PIN_44		
蜂鸣器	SPK	PIN_152	高电平有效	

器件名称	编号	引脚号	备注	实物图
串口	clk_12M	PIN_206	需要给芯片 FT232 提供一个 12Mhz 的时钟	
	Txd	PIN_208		
	Rxd	PIN_207		
红外	IR_Txd	PIN_68		
	IR_Rxd	PIN_67		

器件名称	编号	引脚号	编号	引脚号	实物图
扩展端口	JP1	GND	JP2	GND	
	JP3	PIN_205	JP4	PIN_203	
	JP5	PIN_201	JP6	PIN_200	
	JP7	PIN_199	JP8	PIN_198	
	JP9	PIN_197	JP10	PIN_195	
	JP11	PIN_193	JP12	PIN_192	
	JP13	PIN_191	JP14	PIN_189	
	JP15	PIN_188	JP16	PIN_187	
	JP17	PIN_185	JP18	PIN_182	
	JP19	VCC_5V	JP20	VCC_5V	
	JP21	GND	JP22	GND	
	JP23	PIN_181	JP24	PIN_180	
	JP25	PIN_179	JP26	PIN_176	
	JP27	PIN_175	JP28	PIN_173	
	JP29	PIN_171	JP30	PIN_170	
	JP31	PIN_169	JP32	GND	
	JP33	PIN_165	JP34	PIN_168	
	JP35	PIN_163	JP36	PIN_164	
	JP37	PIN_161	JP38	PIN_162	
	JP39	PIN_160	JP40	VCC_5V	

器件名称	编号	引脚号	编号	引脚号	实物图
扩展端口	JR1	VCC_5V	JR2	VCC_5V	
	JR3	PIN_133	JR4	PIN_134	
	JR5	PIN_135	JR6	PIN_137	
	JR7	PIN_138	JR8	PIN_139	
	JR9	PIN_141	JR10	PIN_142	
	JR11	PIN_143	JR12	PIN_144	
	JR13	PIN_145	JR14	PIN_146	
	JR15	PIN_147	JR16	PIN_149	
	JR17	PIN_150	JR18	PIN_151	
	JR19	GND	JR20	GND	

器件名称	编号	引脚号	编号	引脚号	实物图
扩展端口	JD1	VCC_5V	JD2	VCC_5V	
	JD3	PIN_70	JD4	PIN_69	
	JD5	PIN_74	JD6	PIN_72	
	JD7	PIN_76	JD8	PIN_75	
	JD9	PIN_80	JD10	PIN_77	
	JD11	PIN_82	JD12	PIN_81	
	JD13	PIN_86	JD14	PIN_84	
	JD15	PIN_88	JD16	PIN_87	
	JD17	PIN_90	JD18	PIN_89	
	JD19	GND	JD20	GND	
	JD21	VCC_5V	JD22	VCC_5V	
	JD23	PIN_94	JD24	PIN_92	
	JD25	PIN_96	JD26	PIN_95	
	JD27	PIN_99	JD28	PIN_97	
	JD29	PIN_103	JD30	PIN_101	
	JD31	PIN_102	JD32	GND	
	JD33	PIN_104	JD34	PIN_105	
	JD35	PIN_106	JD36	PIN_107	
	JD37	PIN_108	JD38	PIN_110	
	JD39	VCC_5V	JD40	PIN_112	