

3.1 Atlys FPGA 开发板简介

Atlys FPGA 开发板是 Digilent 公司推出的基于 Xilinx Spartan-6 LX45 的数字电路开发平台。Digilent 公司是一家在 FPGA、微处理技术领域具备顶尖设计、制造水平的公司。

Spartan6 系列 FPGA 有很多型号,因此以它为核心的开发板种类也很多,Digilent 就有两款基于 Spartan6 系列 FPGA 开发板: Atlys 和 Nexys3。一般来说 Nexys3 主要针对初学者的入门开发平台,那 Atlys 有什么优点呢? 首先 Atlys 采用了容量更大的 Spartan6 XC6SLX45 芯片,资源更多,XC6SLX45 是 ISE 免费版本 WebPACK 支持的容量第二位的 Spartan-6 系列 FPGA,性价比也很适合;其次 Atlys 配备了各种高端接口包括千兆以太网、HDMI 视频输入输出、128MByte DDR2 存储阵列、AC97 Codec 及 USB 接口,对于 FPGA 高级设计和应用是一个不错的选择。

Spartan-6 系列是 Xilinx 公司目前主推的低成本、低功耗和高性能相结合的 FPGA 产品,采用可靠的低功耗 45nm 9 层金属布线双层氧化工艺技术,最大密度能达到 15 万个逻辑单元。Spartan-6 系列的高性价比特别适合于以消费类为导向的 DSP 设计以及对成本敏感的嵌入式应用,如在汽车娱乐电子,液晶显示和视频监视解析等方面。

Atlys 采用的 FPGA 主芯片是 Spartan-6 XC6SLX45,逻辑单元(Logic Cell)高达 43661 个,见表 3-1。

表 3-1

芯片资源	XC6SLX45	芯片资源	XC6SLX45
LCs	43661	CMT(时钟管理单元)	4
CLB Slices	6822	MCB(存储管理单元)	2
DSP48A1	58	I/O Bank	4
Block RAM	2088KB	最大用户 I/O	358

Atlys 完全支持 Xilinx CAD 工具,包括 ChipScope, EDK 以及免费的 WebPack 版本。同时 Atlys 支持两种下载编程方式: JTAG 和 USB。Digilent 的 Adept 软件支持通过 USB 实现通信和下载程序,快捷方便。特别是 Atlys 还支持 Xilinx 下载工具 iMPACT。

Atlys 的主要参数见图 3-1。

- Xilinx Spartan-6 XC6SLX45 CSG324 FPGA。

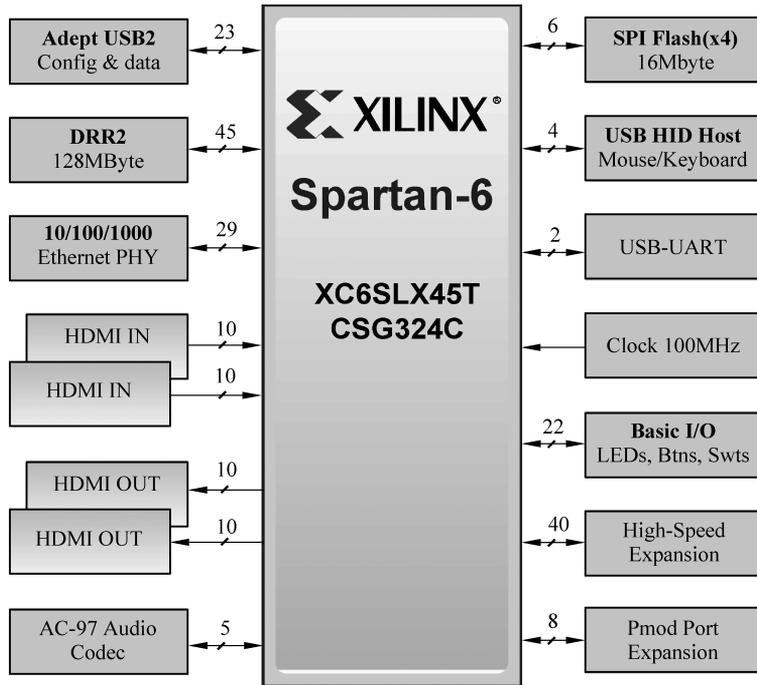


图 3-1

- 128MByte DDR2 16 位宽数据存储。
- 10/100/1000 以太网口及 RS-232 串口。
- 板载 USB2 接口,用以编程下载及数据传输。
- USB-UART 及 USB-HID 接口(用于连接键盘/鼠标)。
- 两个 HDMI 视频输入端口及两个 HDMI 输出端口。
- AC-97 编码器,带有线性输入、线性输出、话筒及耳机端口。
- 实时监测各电源轨上的电流功率。
- 16MByte \times 4 SPI FLASH 用以配置 FPGA 及数据存储。
- 板载时钟 100MHz CMOS 晶振。
- 48 个可扩展 I/O 接口(一个 VHDC 接口、一个 PMOD 接口)。
- GPIO 包括 8 个 LED,6 个按键以及 8 个拨码开关。

3.2 Atlys 硬件详细细节

如图 3-2 和图 3-3 为常用的 Atlys 开发板实物图及组件分布,其详细功能介绍见表 3-2 和表 3-3。

表 3-2

序号	实物或组件	序号	实物或组件
1	电源插座	5	HDMI 输入(J3)
2	电源开关	6	千兆网插口
3	HDMI 输出(J2)	7	VHDCI
4	音频	8	复位

续表

序号	实物或组件	序号	实物或组件
9	按键	17	FPGA 主芯片
10	开关,LED	18	DDR2 SDRAM
11	PMOD	19	以太网收发器
12	HDMI 输入(J1)	20	音频编解码器
13	Micro USB 串口	21	编程 USB 控制器
14	A 型 USB	22	串口 USB 控制器
15	Micro USB 编程	23	A 型 USB 控制器
16	JTAG	24	DC/DC(3.3V 1.8V)

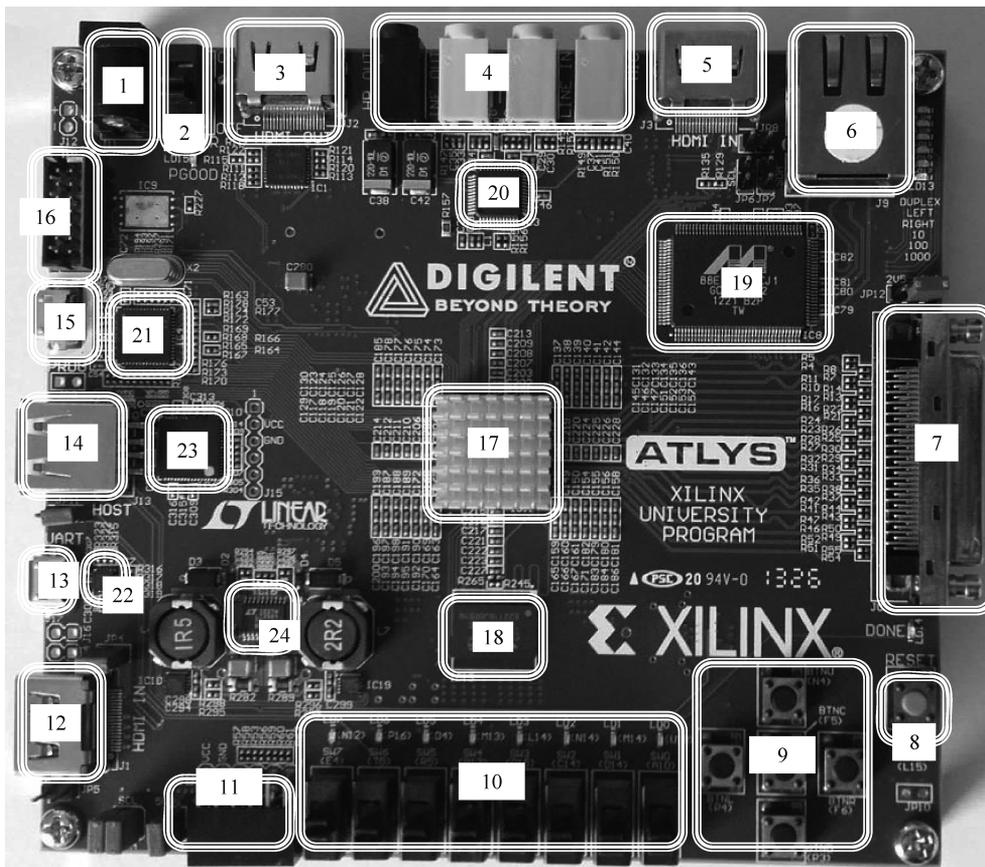


图 3-2

表 3-3

序号	实物或组件	序号	实物或组件
1	100MHz 时钟	5	HDMI 中继
2	128KB EEPROM	6	DDR 终端稳压
3	128MB 配置 FLASH	7	HDMI D 型接口 (JA)
4	DC/DC(2.5V 1.2V)	8	负载开关

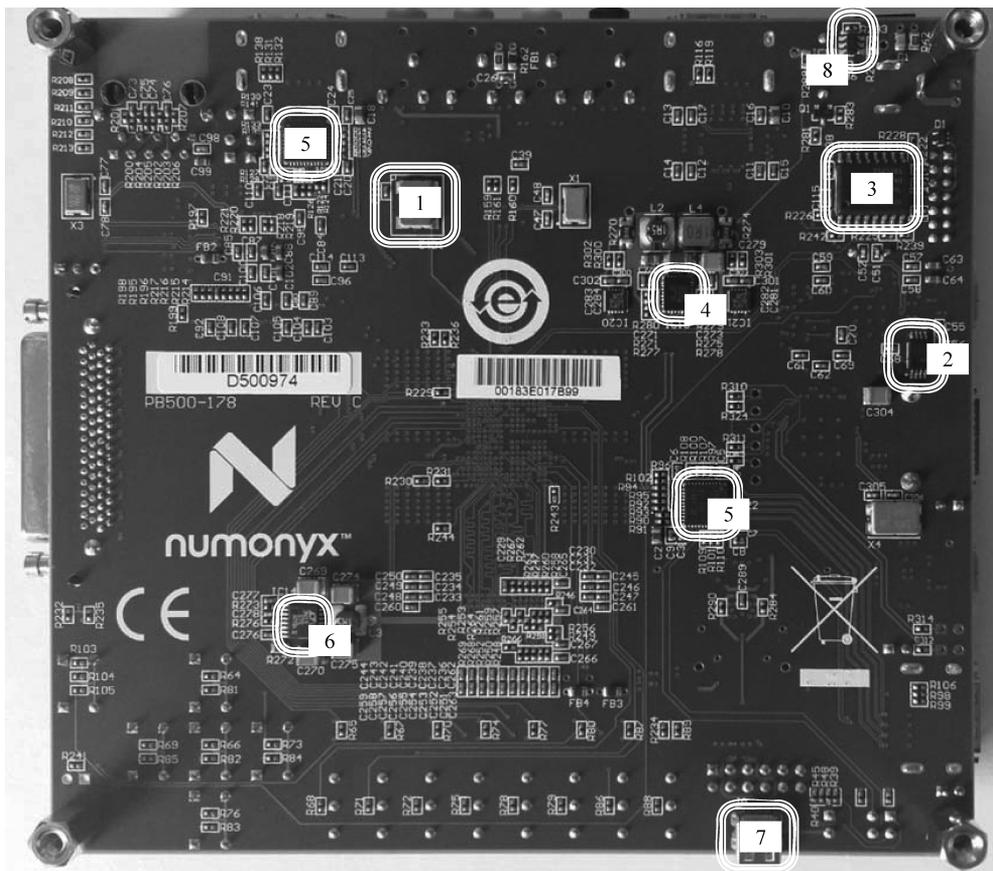


图 3-3

3.2.1 主芯片 Spartan-6 XC6SLX45 CSG324

Atlys 采用的 FPGA 芯片为 XC6SLX45 CSG324, 采用了 Chip Scale 封装(CSP), 尺寸为 15mm×15mm。这是 LX45 最小的一款封装, 最大用户 I/O 只有 218 个, 即只可用 109 对差分信号。Atlys 上的 FPGA 芯片速度等级为“3C”, 这是 Spartan-6 LX 系列器件的最高等级, DDR2 控制器速度可达到 800Mbps。

芯片运行速度可达 500MHz 以上, 考虑到应用复杂, Atlys 开发板在 FPGA 芯片上装了一个散热块, 实测发热量蛮大。

3.2.2 FPGA 配置

每次断电之后, FPGA 的程序是不能保存的, 所以上电之后必须重新配置 FPGA 的程序。Atlys 中的 FPGA 配置如图 3-4 所示。

- JTAG 接口: FPGA 的 JTAG 接口连接到两个地方, 一个是 JTAG 插座(14 脚, 2mm 针距), 一个是 USB 转 JTAG 口。我们可以通过 USB 线或者 JTAG 电缆从 PC 下载程序到 FPGA, 直接下载程序一般格式为 .bit 或者 .svf 文件。当然也可以烧录程序到 FLASH ROM。

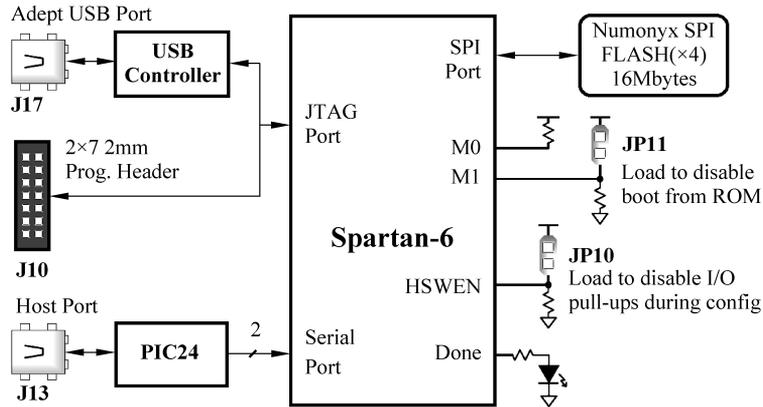


图 3-4

- **SPI FLASH:** 当跳线 JP11 断开时,上电后 FPGA 首先从 SPI 接口 FLASH ROM 中下载程序。烧录到 FLASH ROM 中的程序格式一般为 .bit、.bin 或者 .mcs 文件。
- **USB 存储器:** 当跳线 JP11 短接时,上电后 FPGA 首先从 USB HID 口的 USB 存储器下载程序,该存储器通过 2 线串行接口与 FPGA 相连。在 USB 存储器中程序格式为 .bit 文件。

3.2.3 电源

Atlys 使用外部输入电源供电,同时搭配负载开关,见图 3-5。

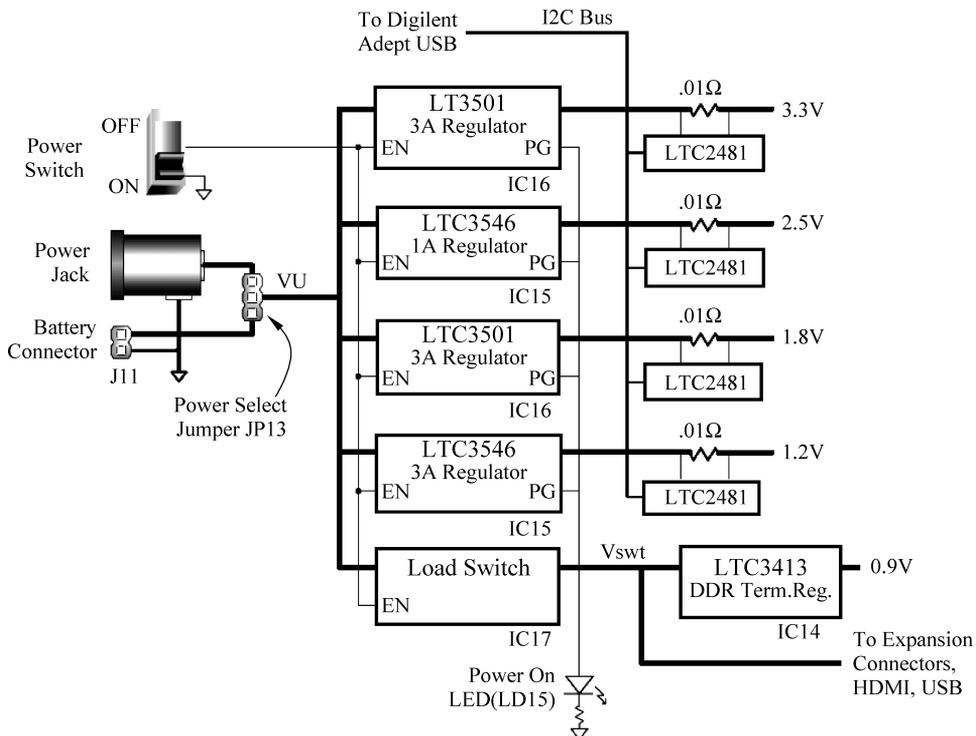


图 3-5

5V 输入: Atlys 上外部输入电源只有一个唯一的电源的输入插座 J11, 标准的内径 2.1mm 插座。考虑到 Atlys 的应用可能耗电比较大, 没有再接入 USB 供电。

负载开关: Atlys 使用了一个 Fairchild 公司的负载开关 FDC6330L 如图 3-6 所示, 当电源开关开启时提供 5V 电压, 最大电流 2.3A。该 5V 电压主要为 HDMI 接口、Audio、USB 主控接口以及扩展接口 VHDC 提供电源。

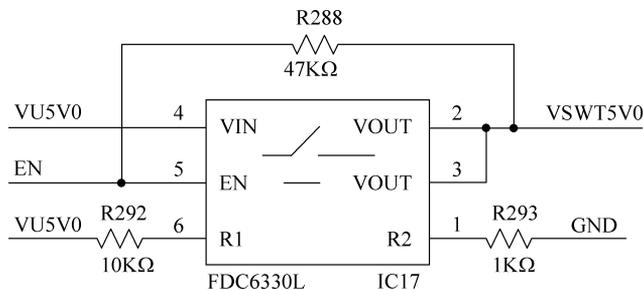


图 3-6

DC/DC: Atlys 上的电源管理芯片都是采用了 Linear 公司的 DC/DC 稳压器, 为开发版提供各种工作电压包括 3.3V、2.5V、1.8V、1.2V 以及 0.9V, 见表 3-4。

表 3-4

电源	电路板	设备	安培(max/typ)
3.3V	FPGA I/O, Video, USB ports, Clocks, ROM, Audio	IC16: LT3501	3A/900mA
2.5V	FPGA Aux, VHDC, Ethernet PHY I/O, GPIO	IC15: LTC3546	1A/400mA
1.2V	FPGA Core, Ethernet PHY core	IC15: LTC3546	3A/0.8~1.8A
1.8V	DDR & FPGA DDR I/O	IC16: LT3501	3A/0.5~1.2A
0.9V	DDR Termination Voltage(V_{TT})	IC14: LTC3413	3A/900mA

3.3V、1.8V: LT3501, 双通道降压型 DC/DC 转换器, 产生 3.3V 工作电压和 1.8V DDR 工作电压。

2.5V、1.2V: LTC3546, 双通道同步降压型 DC/DC 转换器, 产生 2.5V 电压(用于以太网 PHY IO、GPIO 以及扩展 VHDC 等)和 1.2V 核电压(FPGA、以太网 PHY)。

0.9V: LTC3413, 单路同步降压型 DC/DC 转换器, 产生 0.9V DDR 终端电压。

电流检测: Atlys 提供了一个很有趣和实用的功能, 利用 Linear 公司的 I2C 接口 16 位数模转换器 LTC2481 来检测电流值, 见图 3-7。一共使用了 4 片芯片来监测 3.3V、2.5V、1.8V 和 1.2V 电压通道上的电流, 通过 I2C 接口能够在 PC 上读取数据值, 实时直观显示。通过这个我们能估算开发板的功耗以及掌握各个应用的功耗, 很有参考价值。

3.2.4 FLASH

Atlys 上的配置 FLASH 与 FPGA 是通过四线 SPI 接口相连如图 3-8 所示, 相比单线 SPI 接口速度更快。

Atlys 上的 FLASH ROM, 板上芯片编号 IC13, 采用了 Micron 公司的串行 NOR

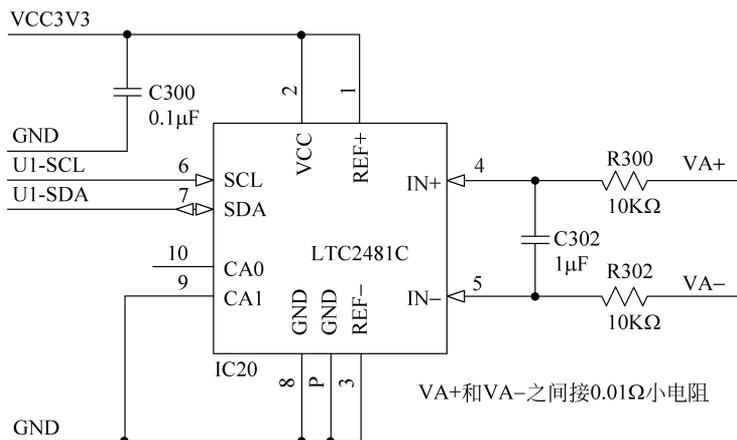


图 3-7

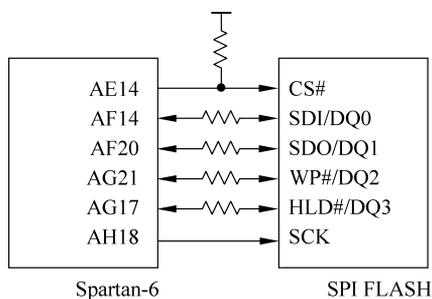


图 3-8

FLASH N25Q128A13ESF40,容量为 128MB。一般 FPGA 配置文件不超过 12MB,FLASH 的其他空间还可以用来作数据存储。

3.2.5 DDR2 SDRAM

Atlys 上的 DDR2 SDRAM 和板上芯片编号 IC18 都采用了 Micron 公司的 MT47H64M16HR-25E(或者兼容器件,如尔必达 EDE1116AJBG)见图 3-9,容量为 64M×16B。其时钟为 400MHz,数据读取速率支持 DDR2-800,因为位宽为 16 位,最高性能为 12.8Gbps。

3.2.6 千兆以太网口

Atlys 上使用了 Marvell 公司的千兆以太网(GbE)PHY 收发器 88E1111,如图 3-10 所示,板上芯片编号 IC8,支持 GMII 接口(千兆与介质无关接口)。GMII 接口支持三种速度模式 10/100/1000Mbps。

Xilinx 的设计工具中提供了一个三速以太网 MAC IP 核,在 Digilent 的 BSB 支持文件里会自动生成一个千兆以太网 MAC 的参考应用,不过 IP 核不是免费的,需要注册。所以要使用上 Atlys 上的千兆以太网接口不是很容易的。

RJ-45 接口使用的是 HALO 公司的连接器 HJF11-1G01E。RJ-45 连接器上没有 LED

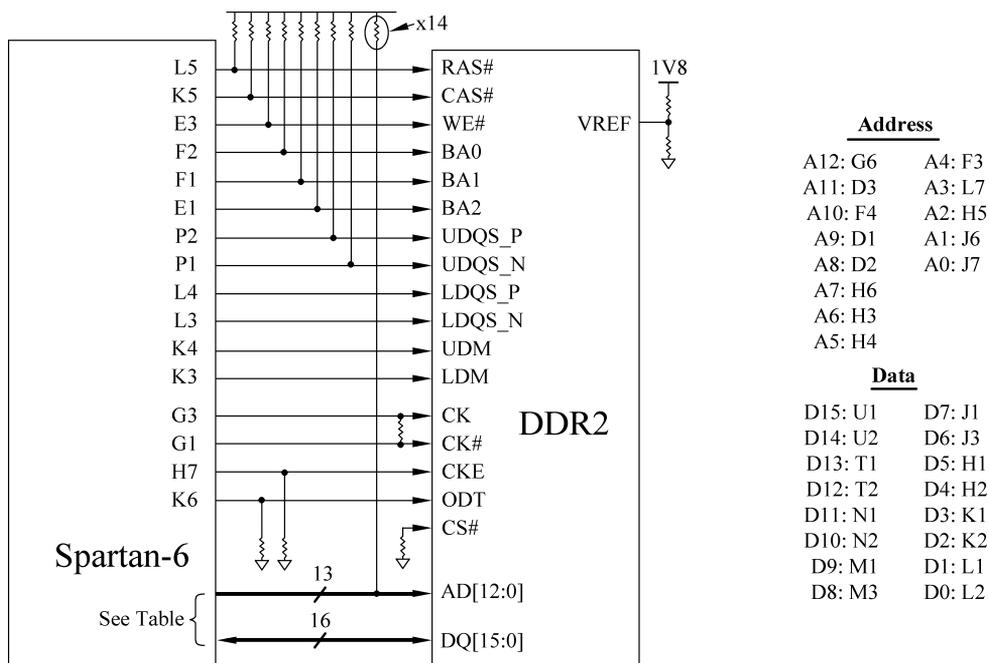


图 3-9

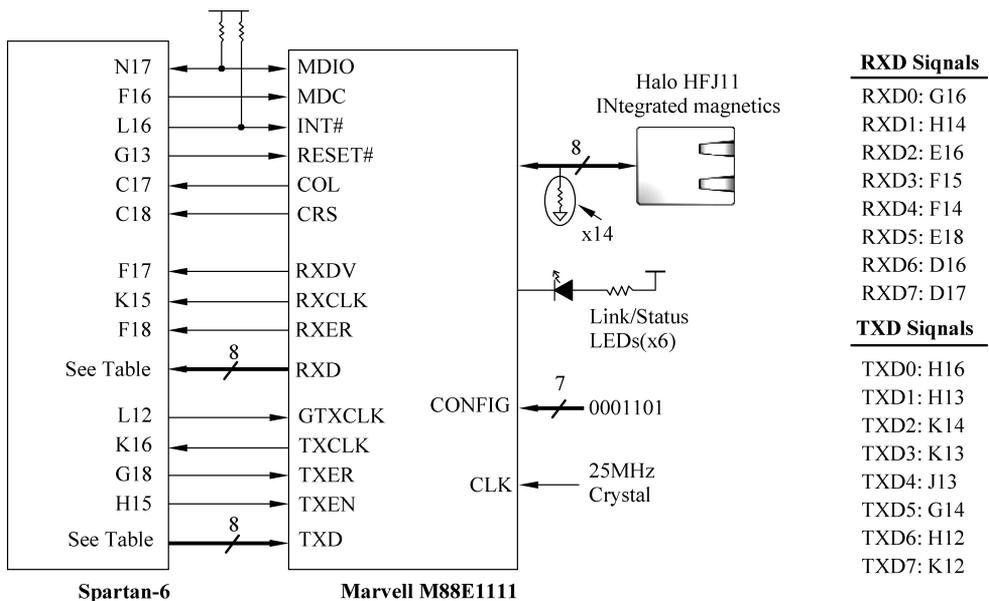


图 3-10

指示,在接口边有六个 LED(8~13)用来指示以太网速度和数据传输方向。

3.2.7 HDMI 接口

Atlys 还有一个特点是它的视频输出不再支持 VGA 信号,而是采用了如图 3-11 所示的 HDMI(高清多媒体接口)。总共有 4 路 HDMI 接口,详见表 3-5。

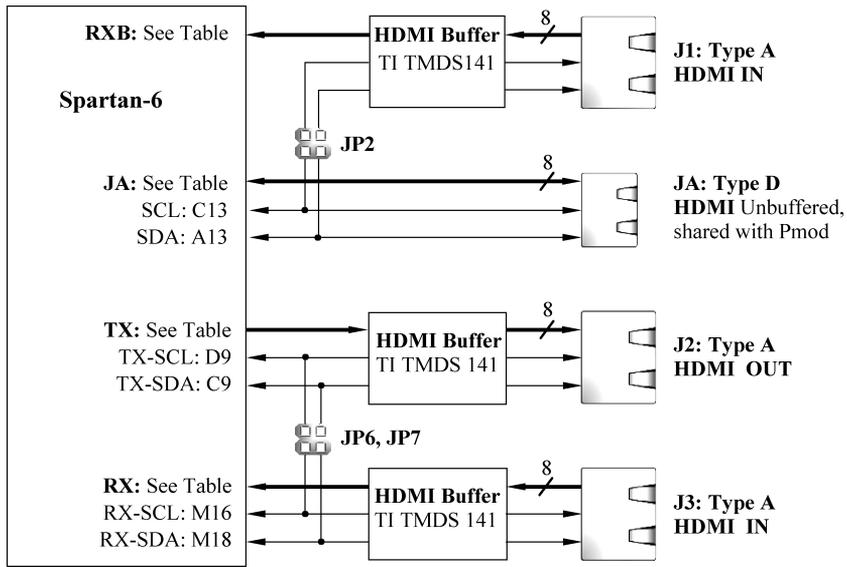


图 3-11

表 3-5

HDMI Type A Connectors				HDMI Type D	
Pin/Signal	J1: IN	J2: Out	J3: IN	Pin/Signal	JA: BiDi
1;D2+	B12	B8	J16	1;HPD	JP3*
2;D2_S	GND	GND	GND	2;RES	VCCB2
3;D2-	A12	A8	J18	3;D2+	N5
4;D1+	B11	C7	L17	4;D2_S	GND
5;D1_S	GND	GND	GND	5;D2-	P6
6;D1-	A11	A7	L18	6;D1+	T4
7;D0+	G9	D8	K17	7;D1_S	GND
8;D0_S	GND	GND	GND	8;D1-	V4
9;D0-	F9	C8	K18	9;D0+	R3
10;Clk+	D11	B6	H17	10;D0_S	GND
11;Clk_S	GND	GND	GND	11;D0-	T3
12;Clk-	C11	A6	H18	12;Clk+	T9
13;CEC	NC	0K to Gnd	NC	13;Clk_S	GND
14;RES	NC	NC	NC	14;Clk-	V9
15;SCL	C13	D9	M16	15;CEC	VCCB2
16;SDA	A13	C9	M18	16;Gnd	GND
17;Gnd	GND	GND	GND	17;SCL	C13**
18;5V	JP4*	5V	JP8*	18;SCA	A13**
19;HPD	1K to 5V	NC	1K to 5V	19;5V	JP3

* 跳线可与电源 Vdd 断开。

** 通过 JP2 与 J1 I2C 共享数字信号。

其中 2 路带驱动输入接口、1 路带驱动的输出接口以及不带驱动的接口(通常用作输出)。3 个带驱动的 HDMI 接口都是采用 HDMI A 型接口,另一路则采用了 HDMI D 型接口,都是 19pin 信号,尺寸不一样,HDMI D 型接口相对更大一些。

HDMI 驱动芯片采用了 TI 公司的 HDMI 中继器 TMDS141RHAR,最高支持 1080p 高清视频,板上芯片编号 IC1,IC2。

3.2.8 AC97 编码器

Atlys 上的 AC97 音频编码器采用 TI 的 LM4550VH,这款解码芯片已过时,目前已经停产,只支持 AC97 2.1 规范,板上芯片编号 IC3,如图 3-12 所示。

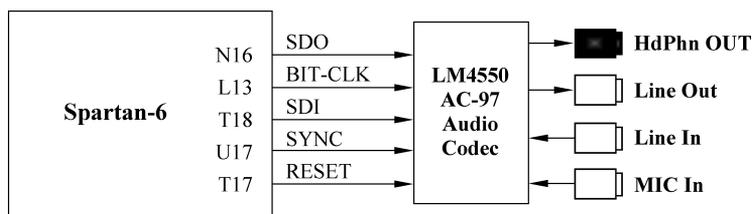


图 3-12

3.2.9 板载 100MHz 时钟

Atlys 采用了 100MHz 板载晶振。通过 FPGA 的 2 个时钟管理单元和 4 个 PLL 产生各种频率时钟,板上芯片编号 IC12,如图 3-13 所示。

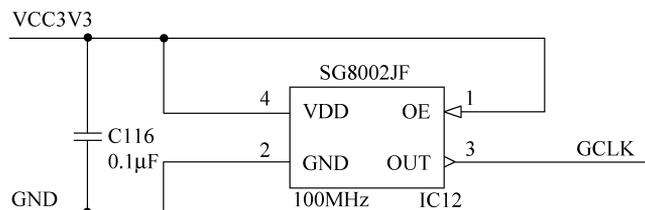


图 3-13

3.2.10 USB PROG

USB 的编程下载接口采用了 Micro USB 接口。

图 3-14 如图 3-15,USB 控制芯片采用了常用的 Cypress CY7C68013A USB 控制器(板上芯片编号 IC4),支持高速 USB2.0。CY7C68013A 与 FPGA 的 JTAG 接口和 FIFO 相连,通过 USB 口可以实现下载程序和数据传输。同时 I2C 接口与电流检测 LTC2481 相连,因此通过 USB 也能获得开发板的功耗。可惜 CY7C68013A 的固件并没有开放。

CY7C68013A 还配备了 Microchip 公司的 128KB EEPROM 24AA128,板上芯片编号 IC5,通过跳线 JP9 控制 EEPROM(默认 EEPROM 没有连接),见图 3-16。

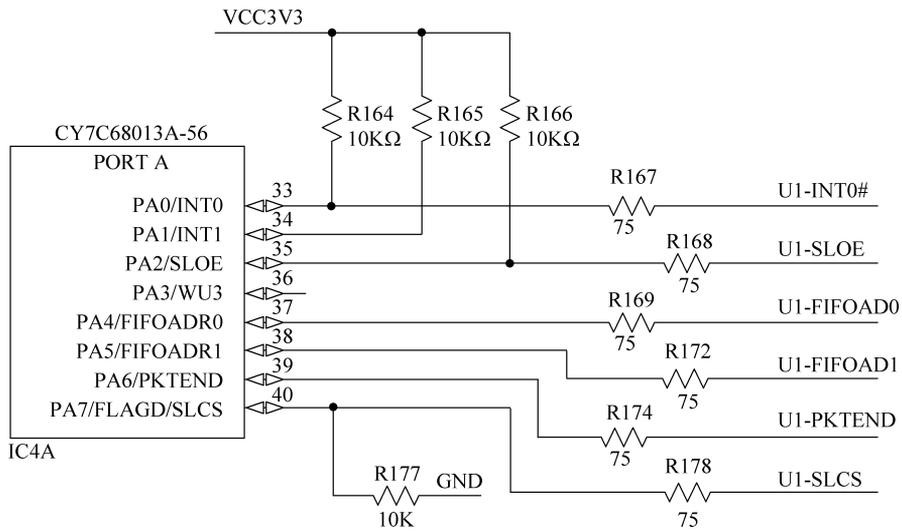


图 3-14

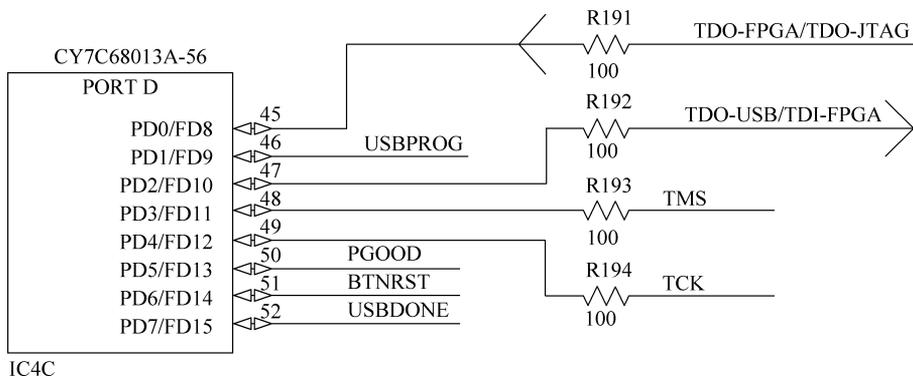


图 3-15

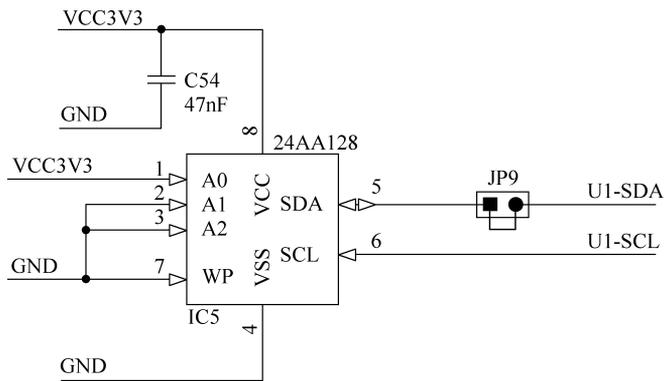


图 3-16

3.2.11 USB-UART

Atlys 上还有一个 Micro USB 接口 J17, 作为 USB-UART 接口。USB 接口边都有丝印, 以防止接错。

采用了 EXAR 公司的 USB-UART 芯片 XR21V1410IL16 如图 3-17, 支持全速 USB 2.0, 板上编号 IC7。

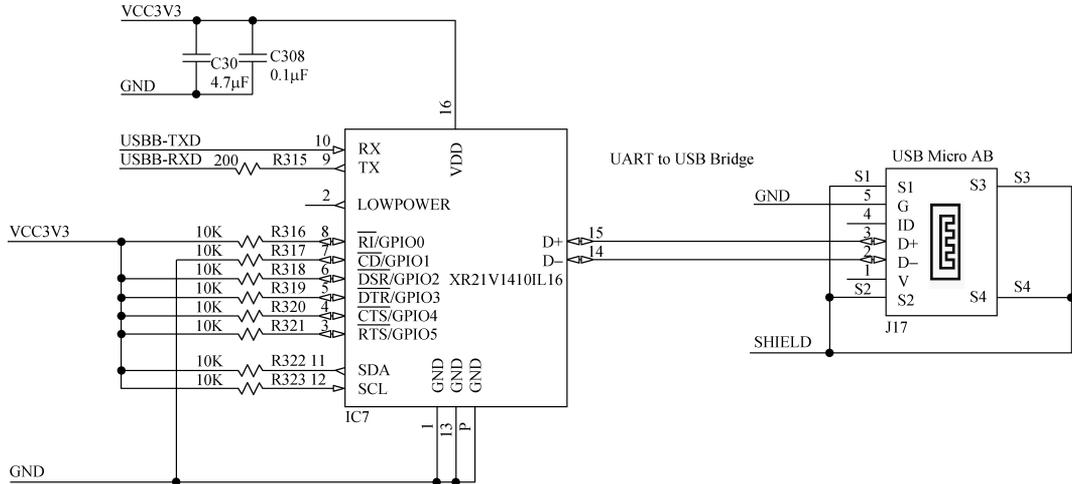


图 3-17

3.2.12 USB HID

Atlys 上有一个 USB A 型主控制口 J13, 其 USB 控制芯片也是采用 Microchip 公司的 PIC24FJ192GB106。板上芯片编号 IC6, 见图 3-18。

该芯片主要作为 USB HID 主控制器连接鼠标或者键盘, 同时与 FPGA 通过 2 线串行通信, 所以可以外接 USB 存储器作为 FPGA 配置下载程序。

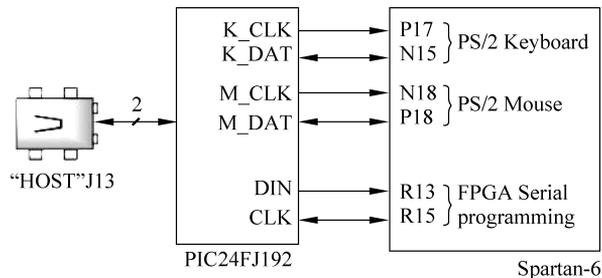


图 3-18

3.2.13 GPIO 外设

如图 3-19 所示, 作为一个开发板 Atlys 上也包含一些常用的基本外设如拨码开关、按键和用户 LED, 用来做 GPIO 的控制学习。Atlys 上的 FPGA 用户 I/O 资源并不多, 其 GPIO 外设主要有 8 路开关、8 路 LED 和 6 路按键详见表 3-6。

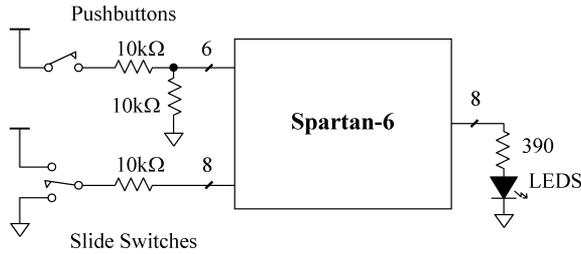


图 3-19

表 3-6

按 键		拨码开关		LED	
BTNU	N4	SW0	A10	LD0	U18
BTNC	F5	SW1	D14	LD1	M14
BTNR	F6	SW2	C14	LD2	N14
BTNL	P4	SW3	P15	LD3	L14
BTND	P3	SW4	P12	LD4	M13
BRST	T15	SW5	R5	LD5	D4
		SW6	T5	LD6	P16
		SW7	E4	LD7	N12

3.2.14 扩展连接器 PMOD

受限于 FPGA 的 I/O 资源, Atlys 的扩展连接器相对来说显得较少, 其上只有一个 Pmod 接口, $2 \times 6 = 12$ 脚插座见图 3-20、图 3-21。Pmod 插座的信号是与 D 型 HDMI 接口信号共用的, 详见表 3-7。

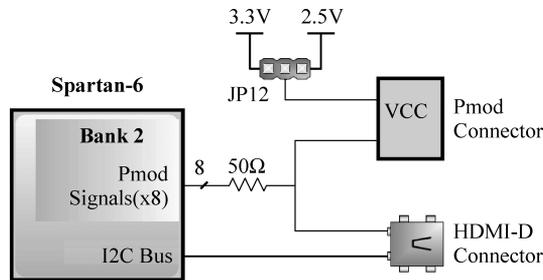


图 3-20

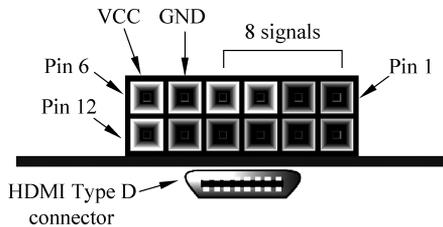


图 3-21

表 3-7

Pmod Pinout		HDMI Type D Pinout			
JA1	T3	D0+	R3	SCL	C13
JA2	R3	D0-	T3	SDA	A13
JA3	P6	D1+	T4	CEC	Vcc
JA4	N5	D1-	V4	RES	Vcc
JA7	V9	D2+	N5	HPD	5V
JA8	T9	D2-	P6	DDC	GND
JA9	V4	CLK+	T9		
JA10	T4	CLK-	V9		

3.2.15 扩展连接器 VHDC

Atlys上还有一个 68pin 的高速扩展连接器 VHDC(如图 3-22 所示),支持 SCSI-3 总线传输协议,信号传输速率能达到几百兆位。VHDCI 包括 40 个数据信号,8 个电源信号和 20 个地信号。数据信号组成 20 个阻抗控制信号对见表 3-8。

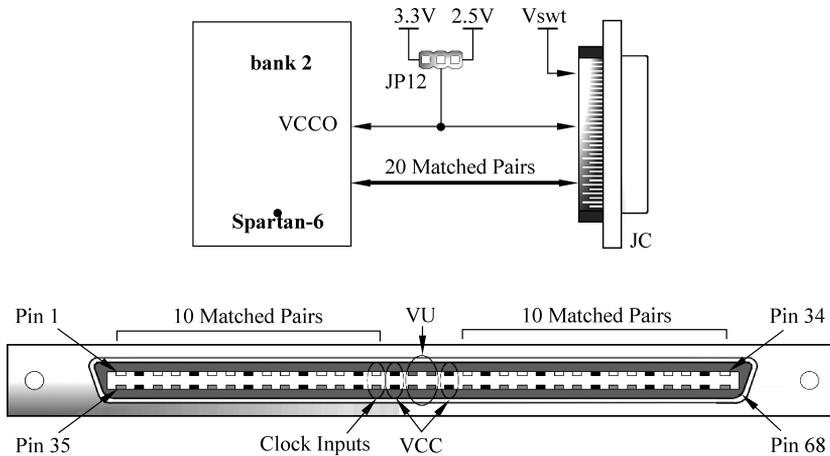


图 3-22

表 3-8

VHDC Connector Pinout							
IO1-P	U16	IO1-N	V16	IO11-P	U10	IO11-N	V10
IO2-P	U15	IO2-N	V15	IO12-P	R8	IO12-N	T8
IO3-P	U13	IO3-N	V13	IO13-P	M8	IO13-N	N8
IO4-P	M11	IO4-N	N11	IO14-P	U8	IO14-N	V8
IO5-P	R11	IO5-N	T11	IO15-P	U7	IO15-N	V7
IO6-P	T12	IO6-N	V12	IO16-P	N7	IO16-N	P8
IO7-P	N10	IO7-N	P11	IO17-P	T6	IO17-N	V6
IO8-P	M10	IO8-N	N9	IO18-P	R7	IO18-N	T7
IO9-P	U11	IO9-N	V11	IO19-P	N6	IO19-N	P7
IO10-P	R10	IO10-N	T10	IO20-P	U5	IO20-N	V5

FPGA 所有与 VHDCI 信号连接的管脚都处于 I/O bank2。跳线(JP12)能选择 I/O bank2 的供电为 3.3V 或者 2.5V。

3.2.16 软件工具

Digilent 提供了一个独特强大的调试工具 Adept。可以配置 Xilinx 逻辑器件,初始化扫描链,对 FPGA,FLASH 进行编程,还具有开发板的自检校验功能和 I/O 扩展功能。可以在 Digilent 官网免费下载。