

ALINX 黑金
AC7010/AC7020 核心板
用户手册



文档版本控制

文档版本	修改内容记录
REV1.0	创建文档
REV1.1	修正 SD_CD 的管脚定义
REV1.2	PL 时钟使用 50Mhz 的晶振

版权申明：

本手册版权归属芯驿电子公司(上海)有限公司所有, 并保留一切权力。非经本公司(书面形式), 同意, 任何单位及个人不得擅自摘录或修改本手册部分或全部内容, 违者我们将追究其法律责任。

感谢您购买黑金开发板, 在使用产品之前, 请仔细地阅读该手册并且确保知道如何正确使用该产品, 不合理的操作可能会损坏开发板, 使用过程中随时参考该手册以确保正确使用。

此手册不断更新中, 建议您使用时下载最新版本。

软件版本：

本手册使用 Xilinx 官方提供的 Vivado 版本, 请从 Xilinx 网站下载正确的版本和使用我们提供的软件版本安装。

黑金官网：

[Http://www.alinx.com.cn](http://www.alinx.com.cn)

黑金动力社区:

<http://www.heijin.org>

黑金官方淘宝店：

<http://oshcn.taobao.com>

联系方式：

021-67676997

目 录

文档版本控制.....	2
版权申明：.....	3
软件版本：.....	3
一、简介	6
二、结构尺寸	8
三、电源	9
四、ZYNQ7000.....	11
1) JTAG 接口.....	12
2) FPGA 供电系统.....	13
3) ZYNQ 启动配置.....	14
五、时钟配置.....	15
5.1 PS 系统时钟源.....	15
5.2 PL 系统时钟源.....	16
六、PS 端的外设	17
6.1 QSPI FLASH.....	17
6.2 DDR3 DRAM.....	18
6.3 千兆以太网接口	22
6.4 USB2.0	24
6.5 USB 转串口	26
6.6 SD 卡槽	28
6.7 用户 LED	29
6.9 复位按键.....	30
七、PL 端的外设	31
7.1 用户 LED.....	31
7.2 扩展口 J10.....	32
7.5 扩展口 J11.....	34
7.5 扩展口 J12.....	37

黑金基于 XILINX ZYNQ7000 开发平台的两款核心板 2017 款正式发布了，型号为：AC7010 和 AC7020（工业级）。它们的开发平台是 XILINX 的 Zynq7000 SOC 芯片的解决方案。它采用 ARM+FPGA SOC 技术将双核 ARM Cortex-A9 和 FPGA 可编程逻辑集成在一颗芯片上。AC7010 核心板采用的是 Xilinx 的 Zynq7000 系列 XC7Z010-1CLG400C 作为核心处理器，AC7020 核心板则采用的工业级的 XC7Z020-2CLG400I 芯片。在 ARM 端扩展了丰富的外设接口，如千兆以太网，USB2.0，串口，SD 卡等等。另外核心板扩展出大量的 IO 到外面的 3 个连接器，其中包含 PL 的 94 个 IO 口（47 对 LVDS 差分）和 PS 的 8 个 MIO 口。对于需要大量 IO 的用户，此核心板将是不错的选择，对于二次开发来说，也非常适合

核心板设计上坚持“精致、实用、简洁”的设计理念，它不但适合于软件工作人员的前期的软件验证，也适合于硬件开发人员的硬件设计即软硬件的系统协作，加快项目的开发进程。

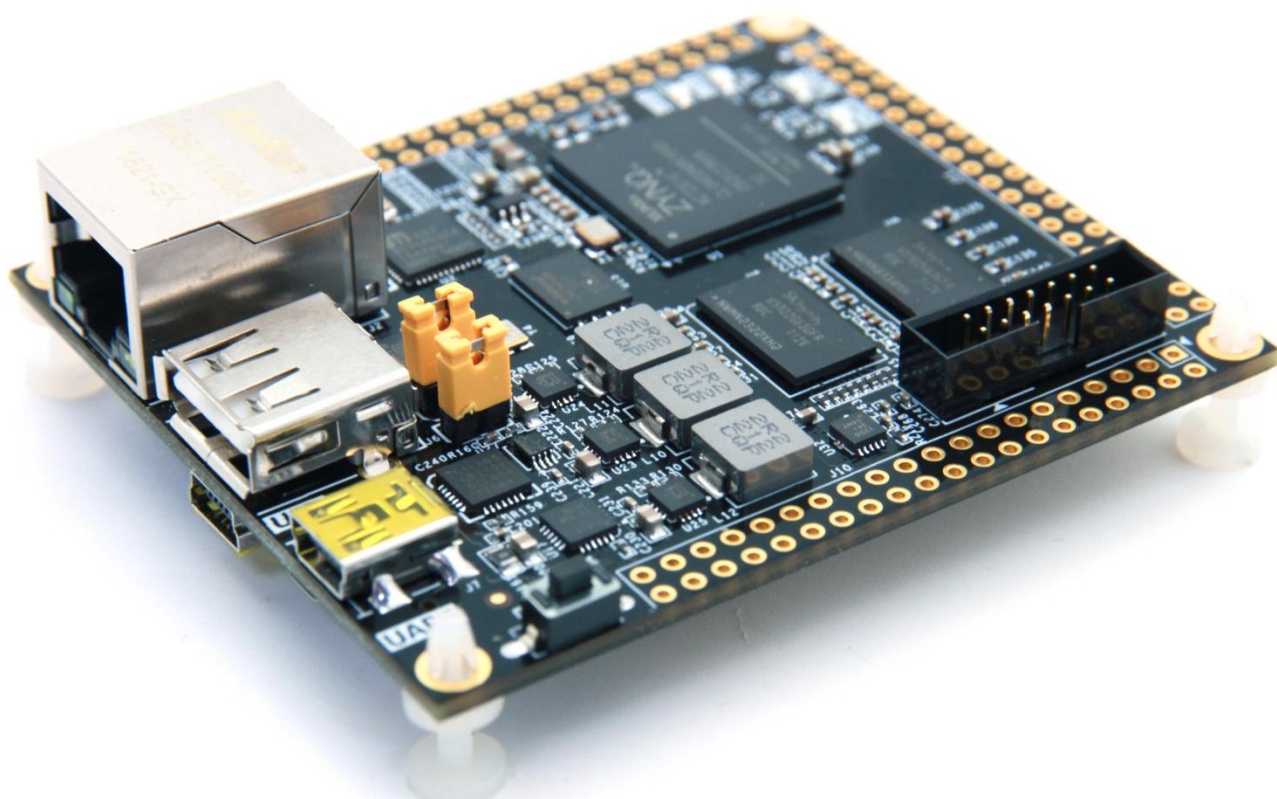


图 1-1 ZYNQ 核心板全貌

一、简介

在这里，对这款 ZYNQ7000 核心板 AC7010/AC7020 进行简单的功能介绍。

此款核心板使用的是 Xilinx 公司的 Zynq7000 系列的芯片，AC7010 采用 Zynq7000 的 XC7Z010-1CLG400C 芯片，AC7020 采用 Zynq7000 的 XC7Z020-2CLG400I 芯片，这两款芯片是管脚兼容的，都是 400 个引脚的 FBGA 封装。ZYNQ7000 芯片可分成处理器系统部分 Processor System (PS) 和可编程逻辑部分 Programmable Logic (PL)。

在 AC7010/AC7020 核心板上，ZYNQ7000 的 PS 部分搭载了丰富的外部接口和设备，方便用户的使用和功能验证；PL 端的 IO 口全部引出到板边的 2.54mm 连接器上，用于用户的扩展。另外核心板上有一个 7 x 2 的 JTAG 连接器，可以通过黑金的 Xilinx USB Cable 下载器对核心板进行下载和调试。图 1-2 为整个 AC7010/AC7020 整个系统的结构示意图：

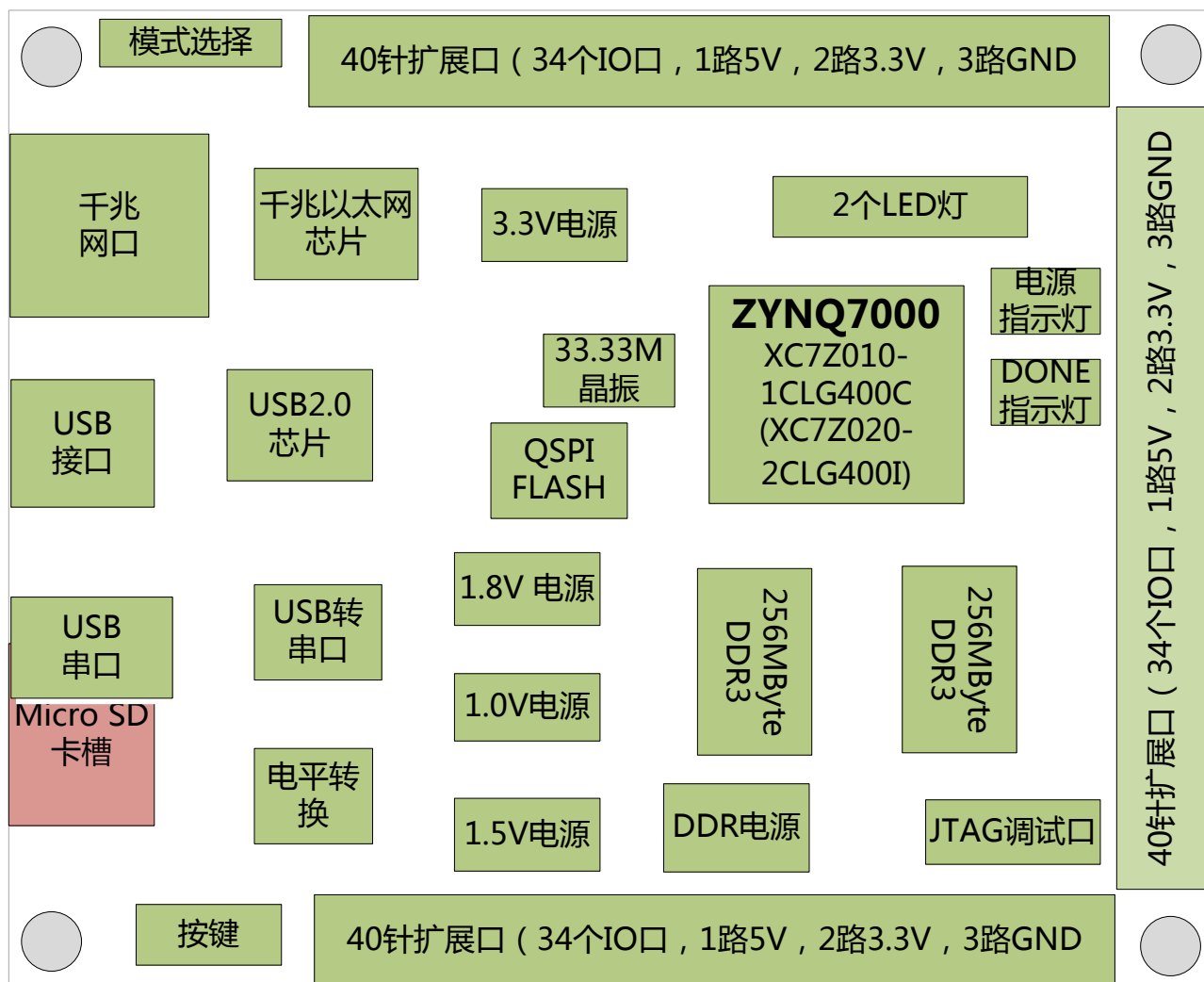


图 1-2 AC7010/AC7020 结构示意图

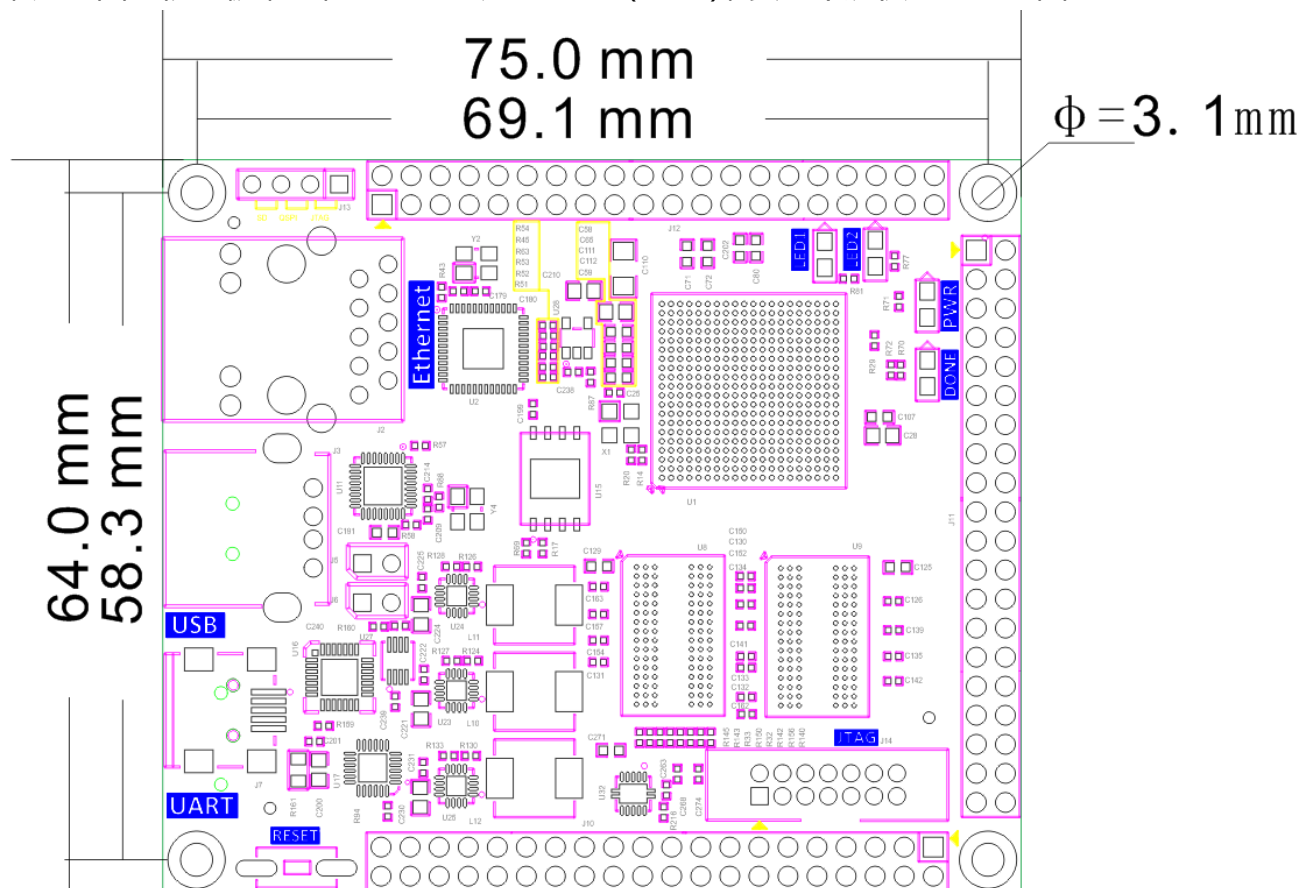
通过这个示意图，我们可以看到，我们这个开发平台所能含有的接口和功能。

- USB 5V 电源供电,或者扩展口 5V 供电，最大电流不超过 500mA;

- Xilinx ARM+FPGA 芯片 Zynq-7000 XC7Z010-1CLG400C (AC7020 为 XC7Z020-2CLG400I) ;
- 两片大容量的 2Gbit(共 4Gbit)高速 DDR3 SDRAM,可作为 ZYNQ 芯片数据的缓存 , 也可以作为操作系统运行的内存;
- 一片 256Mbit 的 QSPI FLASH, 可用作 ZYNQ 芯片的系统文件和用户数据的存储;
- 一路 10/100M/1000M 以太网 RJ-45 接口, 可用于和电脑或其它网络设备进行以太网数据交换;
- 一路高速 USB2.0 HOST 接口, 可用于核心板连接鼠标、键盘和 U 盘等 USB 外设;
- 一路高速 USB2.0 OTG 接口(背面) , 用于和 PC 或 USB 设备的 OTG 通信;
- 一路 USB Uart 接口, 用于和 PC 或外部设备的串口通信;
- 2 个用户发光二极管 LED, 1 个 PS 控制 , 1 个 PL 控制;
- 1 个复位按键 , 用于 CPU 复位 ;
- 板载一个 33.333Mhz 的有源晶振 , 给 PS 系统提供稳定的时钟源 , 一个 50Mhz 的晶振为 PL 逻辑提供额外的时钟信号 ;
- 3 路 40 针的扩展口 (2.54mm 间距) , 用于扩展 ZYNQ 的 PL 部分和 PS 部分的 IO。可以接 7 寸 TFT 模块、摄像头模块和 AD/DA 模块等扩展模块 ;
- 一个 14 针的 JTAG 口 (2.0mm 间距) , 用于对 ZYNQ 系统进行调试和下载。 ;
- 1 路 Micro SD 卡座(核心板背面) , 用于存储操作系统镜像和文件系统。

二、结构尺寸

核心板的尺寸为精简的 75mm x 64mm, PCB 采用 8 层板设计。板子四周有 4 个螺丝定位孔, 用于固定核心板, 定位孔的孔径为 3.1mm(直径), 资料中提供 dxf 结构图。



三、电源

电源输入：核心板供电电压为 DC5V，核心板单独工作时，请通过 USB 线连接到电脑的 USB 口来给核心板供电。配合底板时，也可以通过扩展口对核心板进行供电，如果通过底板对 AC7010/AC7020 核心板进行供电时，请把板上的 0Ω 电阻（R161）去掉。请不要用其他规格的电源，以免损坏核心板。核心板上的电源设计示意图如下：

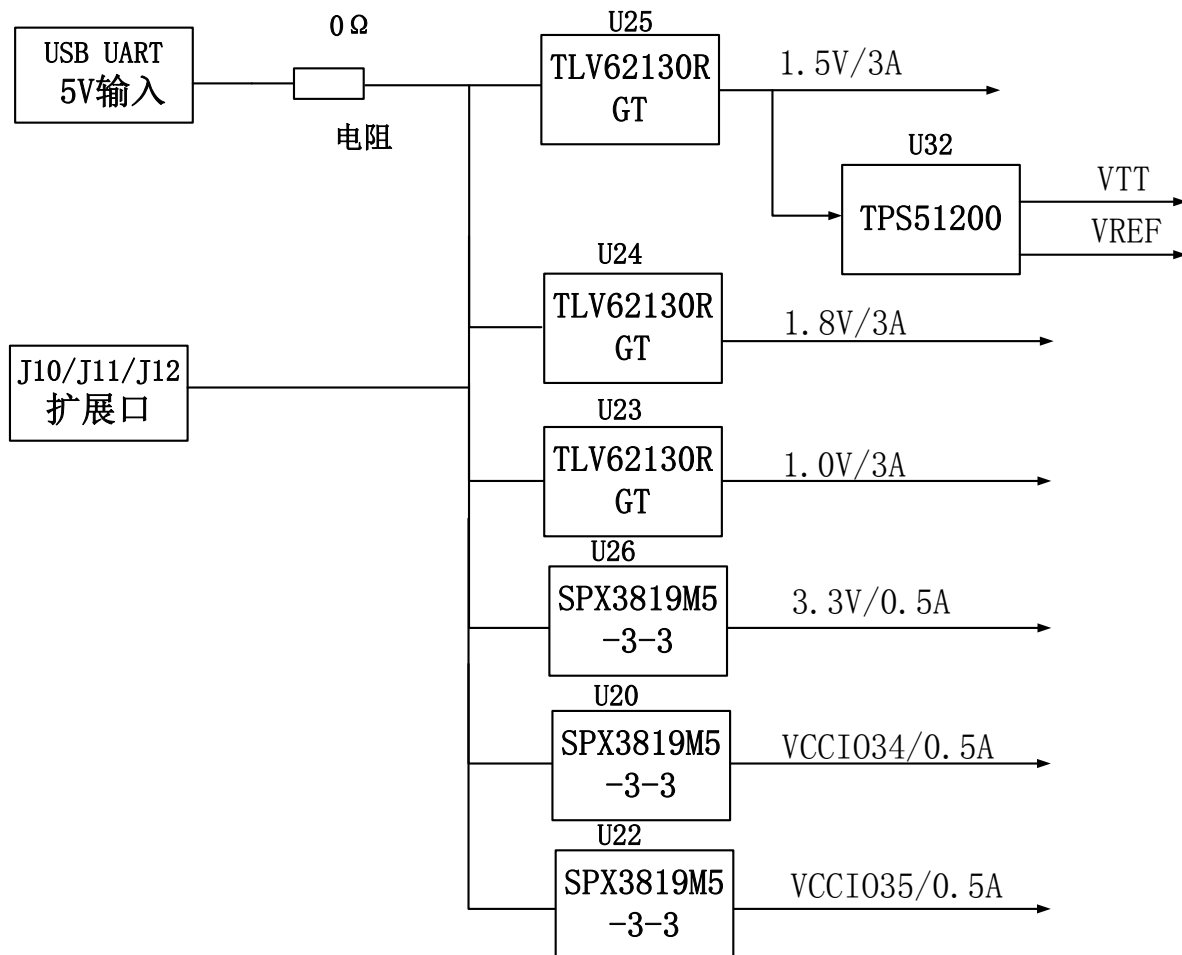


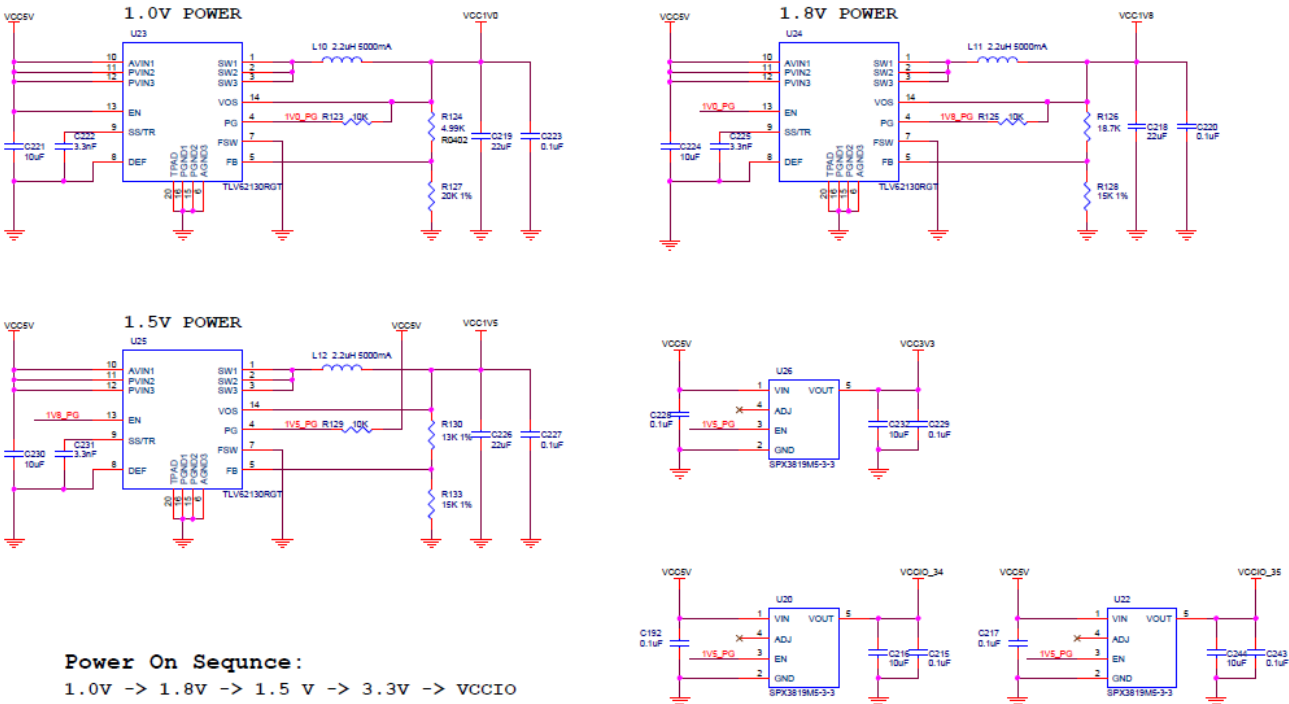
图 3-1 原理图中电源接口部分

核心板通过+5V 供电，通过三路 DC/DC 电源芯片 TLV62130RGT 转化成+1.5V，+1.8V，+1.0V 三路电源，每路输出电流可高达 3A。通过三路 LDO SPX3819M5-3-3 产生 3.3V，VCCIO34 和 VCCIO35 电源，VCCIO34 是针对 ZYNQ 的 BANK34 进行供电，VCCIO35 是针对 ZYNQ 的 BANK35 进行供电。通过更换其它的 LDO 芯片，使得 BANK34 和 BANK35 的 IO 适应不同的电压标准。+1.5V 通过 TI 的 TPS51200 生成 DDR3 需要的 VTT 和 VREF 电压。各个电源分配的功能如下表所示：

电源	功能
----	----

+3.3V	ZYNQ VCCIO, 以太网, 串口, HDMI, RTC, FLASH, EEPROM 以及 SD card
+1.8V	ZYNQ 辅助电压, ZYNQ PLL, ZYNQ Bank501 VCCIO, 以太网, USB2.0
+1.0V	ZYNQ的核心电压
+1.5V	DDR3, ZYNQ Bank502
VREF, VTT	DDR3
VCCIO34	ZYNQ Bank34
VCCIO35	ZYNQ Bank35

因为 ZYNQ 的 PS 和 PL 部分的电源有上电顺序的要求，在电路设计中，我们已经按照 ZYNQ 的电源要求设计，上电依次为 1.0V -> 1.8V -> 1.5 V -> (3.3V, VCCIO34,VCCIO35)。图 3-2 为电源的电路设计：



四、ZYNQ7000

核心板使用的是 Xilinx 公司的 Zynq7000 系列的芯片，型号为 XC7Z010-1CLG400C(AC7020 为 XC7Z020-2CLG400I)。芯片的 PS 系统集成了两个 ARM Cortex™-A9 处理器，AMBA®互连，内部存储器，外部存储器接口和外设。这些外设主要包括 USB 总线接口，以太网接口，SD/SDIO 接口，I2C 总线接口，CAN 总线接口，UART 接口，GPIO 等。PS 可以独立运行并在上电或复位下启动。ZYNQ7000 芯片的总体框图如图 4-1 所示

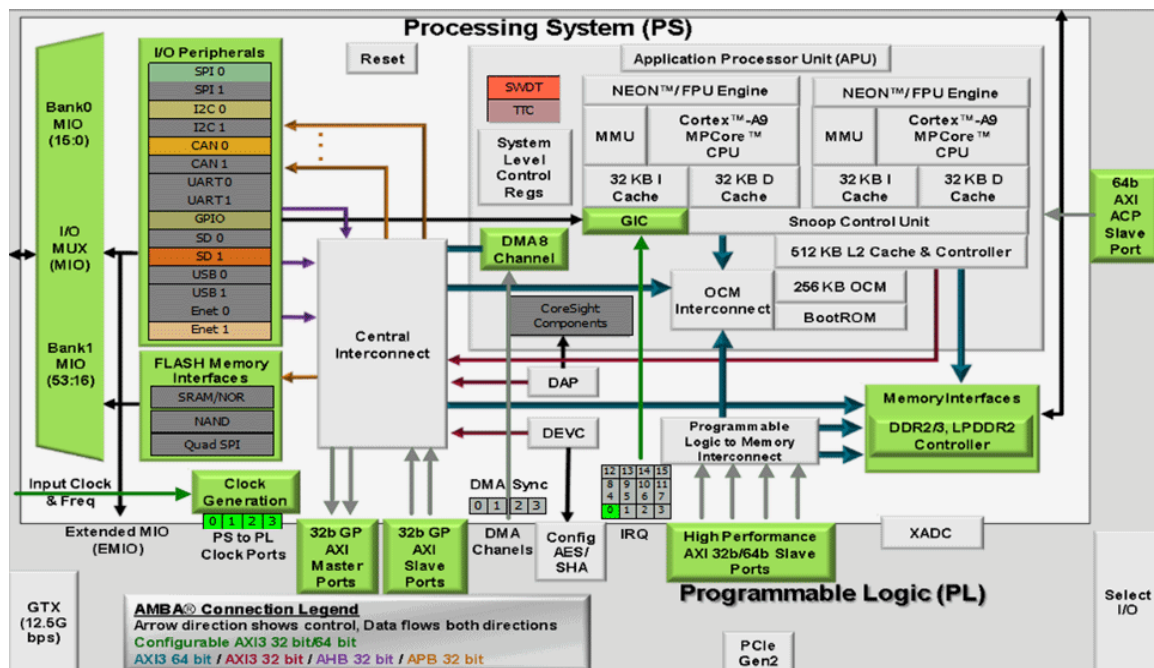


图4-1 ZYNQ7000芯片的总体框图

其中 PS 系统部分的主要参数如下：

- 基于 ARM 双核 CortexA9 的应用处理器
- 每个 CPU 32KB 1 级指令和数据缓存，512KB 2 级缓存 2 个 CPU 共享
- 片上 boot ROM 和 256KB 片内 RAM
- 外部存储接口，支持 16/32 bit DDR2、DDR3 接口
- 两个千兆网卡支持：发散-聚集 DMA，GMII，RGMII，SGMII 接口
- 两个 USB2.0 OTG 接口，每个最多支持 12 节点
- 两个 CAN2.0B 总线接口
- 两个 SD 卡、SDIO、MMC 兼容控制器
- 2 个 SPI，2 个 UARTs，2 个 I2C 接口
- 4 组 32bit GPIO，54 (32+22) 作为 PS 系统 IO，64 连接到 PL
- PS 内和 PS 到 PL 的高带宽连接

其中 PL 逻辑部分的主要参数如下：

- 逻辑单元 Logic Cells : 28K ;
- 查找表 LUTs:17600
- 触发器(flip-flops):35200
- 乘法器 18x25MACCs : 80;
- Block RAM : 240KB ;
- 两个 AD 转换器,可以测量片上电压、温度感应和高达 17 外部差分输入通道, 1MBPS

XC7Z010-1CLG400C (或 XC7Z020-2CLG400I) 芯片为 BGA 封装, 400 个引脚, 引脚间距为 0.8mm。再次说明一下 BGA 管脚, 当我们使用 BGA 封装的芯片以后, 引脚名称变为由**字母+数字**的形式, 比如 E3, G3 等等, 因此我们在看原理图的时候, 看到的**字母+数字**这种形式的, 就是代表了 BGA 的引脚。图 4-2 为核心板所用的 XC7Z010 芯片实物图。



图4-2 XC7Z010芯片实物

1) JTAG 接口

首先我们来说 AC7010/AC7020 核心板的 JTAG 调试接口 (J14), 用户可以通过连接黑金的 Xilinx USB Cable 下载器来调试和下载 ZYNQ 的程序。图 4-3 就是 JTAG 口的原理图部分, 其中涉及到 TCK, TMS, TDO,TDI 这四个信号, 这四个信号分别连接到 Zynq7010 (Zynq7020)芯片的 BANK0 的 JTAG 管脚上 (TCK_0,TMS_0,TDO_0 和 TDI_0)。

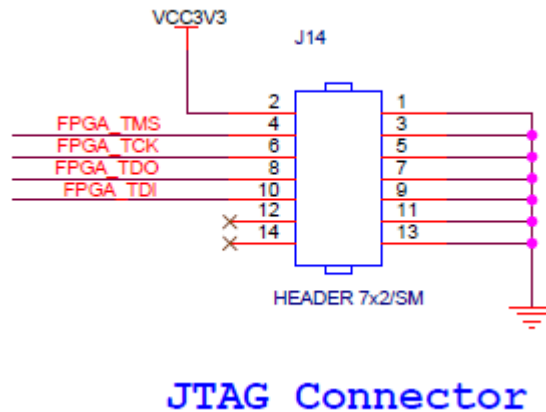


图4-3 原理图中JTAG接口部分

JTAG 接口采用 14 针的 2.0mm 标准的连接器 ,图 4-4 为 JTAG 接口在核心板上的实物图



图4-4 JTAG接口实物图

2) FPGA 供电系统

接下来，我们说一下 AC7010/AC7020 的电源设计部分。ZYNQ 芯片的电源分 PS 系统部分和 PL 逻辑部分，两部分的电源分别是独立工作。PS 系统部分的电源和 PL 逻辑部分的电源都有上电顺序，不正常的上电顺序可能会导致 ARM 系统和 FPGA 系统无法正常工作。

PS 部分的电源有 VCCPINT、VCCPAUX、VCCPLL 和 PS VCCO。VCCPINT 为 PS 内核供电引脚，接 1.0V；VCCPAUX 为 PS 系统辅助供电引脚，接 1.8V；VCCPLL 为 PS 的内部时钟 PLL 的电源供电引脚，也接 1.8V；PS VCCO 为 BANK 的电压，包含 VCCO_MIO0，VCCO_MIO1 和 VCCO_DDR，根据连接的外设不同，连接的电源电源也会不同，在 AC7010/AC7020 核心板上，VCC_MIO0 连接 3.3V，VCCO_MIO1 连接 1.8V，VCCO_DDR 连接 1.5V。PS 系统要求上电顺序分别为先 VCCPINT 供电，然后 VCCPAUX 和 VCCPLL，最后为 PS VCCO。断电的顺序则相反。

PL 部分的电源有 VCCINT, VCCBRAM, VCCAUX 和 VCCO。VCCPINT 为 FPGA 内核供

电引脚 ,接 1.0V ;VCCBRAM 为 FPGA Block RAM 的供电引脚 ;接 1.0V ;VCCAUX 为 FPGA 辅助供电引脚, 接 1.8V ; VCCO 为 PL 的各个 BANK 的电压 , 包含 BANK13 , BANK34 , BANK35 ,在 AC7010/AC7020 核心板上 ,BANK 的电压连接 3.3V,其中 BANK34 和 BANK35 的电压可以通过更换 LDO 芯片来调整 IO 的电平。PL 系统要求上电顺序分别为先 VCCINT 供电 ,再是 VCCBRAM, 然后是 VCCAUX , 最后为 VCCO。如果 VCCINT 和 VCCBRAM 的电压一样 ,可以同时上电。断电的顺序则相反。

3) ZYNQ 启动配置

AC7010/AC7020 开发平台支持三种启动模式。这三种启动模式分别是 JTAG 调试模式,QSPI FLASH 和 SD 卡启动模式。ZYNQ7000 芯片上电后会检测响应 MIO 口的电平来决定那种启动模式。用户可以通过核心板上的 J13 的跳线来选择不同的启动模式。J13 启动模式配置如下表 4-1 所示。


J13	跳帽位置	启动模式
	连接左边两个引脚	SD Card
	连接中间两个引脚	QSPI FLASH
	连接右边边两个引脚	JTAG

表4-1 J13启动模式配置

五、时钟配置

AC7010/AC7020 核心板上为 PS 系统提供了有源时钟，PL 逻辑部分的时钟可以通过 PS 部分的 PLL 来产生，或者也可以由 50Mhz 的晶振来提供时钟源，从而实现 PS 系统和 PL 逻辑的单独工作。

5.1 PS 系统时钟源

ZYNQ 芯片通过核心板上的 X1 晶振为 PS 部分提供 33.333MHz 的时钟输入。时钟的输入连接到 ZYNQ 芯片的 BANK500 的 PS_CLK_500 的管脚上。其原理图如图 5-1 所示：

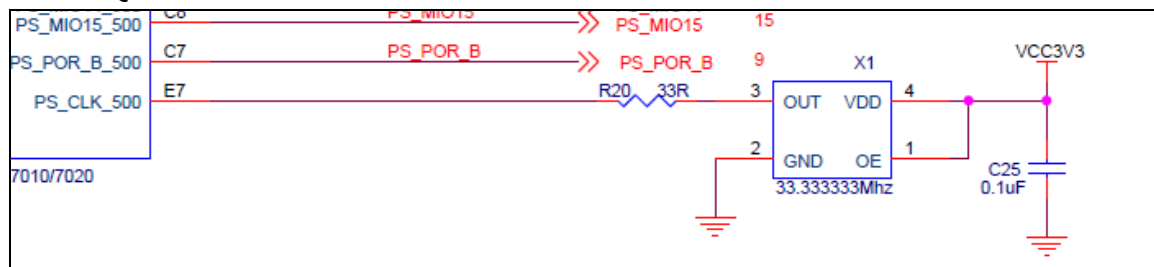


图5-1 PS部分的有源晶振

图 5-2 为有源晶振实物图

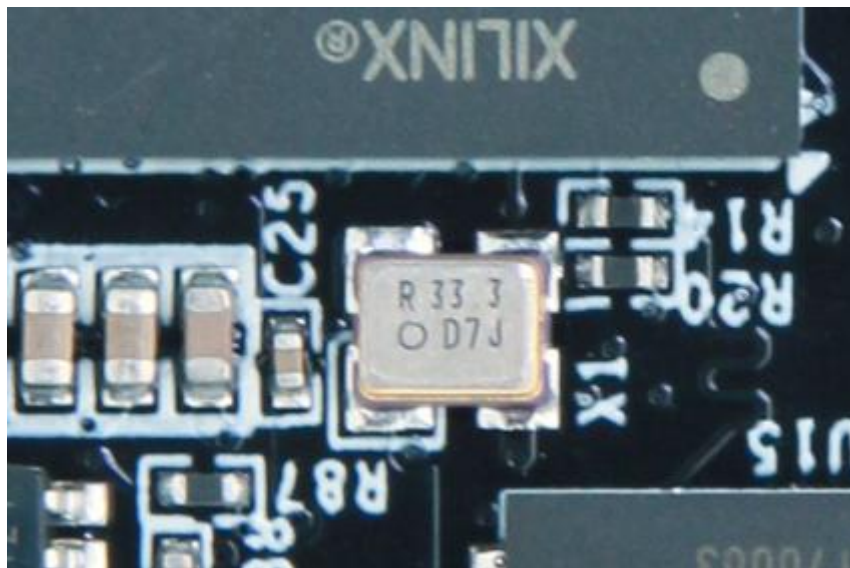


图5-2 33.333Mhz有源晶振实物图

时钟引脚分配：

信号名称	ZYNQ 引脚
PS_CLK_500	E7

六、PS 端的外设

因为 ZYNQ 是由 ARM 系统 PS 部分和 FPGA 逻辑 PL 部分组成，核心板上有些外设是连接到 PS 的 IO 上，有些外设是连接到核心板的 PL 的 IO 上。首先我们先对 PS 部分连接的外设做介绍。

6.1 QSPI Flash

核心板配有一片 256MB 大小的 Quad-SPI FLASH 芯片，型号为 W25Q256，它使用 3.3V CMOS 电压标准。由于 QSPI FLASH 的非易失特性，在使用中，它可以作为系统的启动设备来存储系统的启动镜像。这些镜像主要包括 FPGA 的 bit 文件、ARM 的应用程序代码以及其它的用户数据文件。QSPI FLASH 的具体型号和相关参数见表 6-1。

位号	芯片类型	容量	厂家
U6	W25Q256BV	32M Byte	Winbond

表6-1 QSPI Flash的型号和参数

QSPI FLASH 连接到 ZYNQ 芯片的 PS 部分 BANK500 的 GPIO 口上，在系统设计中需要配置这些 PS 端的 GPIO 口功能为 QSPI FLASH 接口。为图 6-1 为 QSPI Flash 在硬件连接示意图。

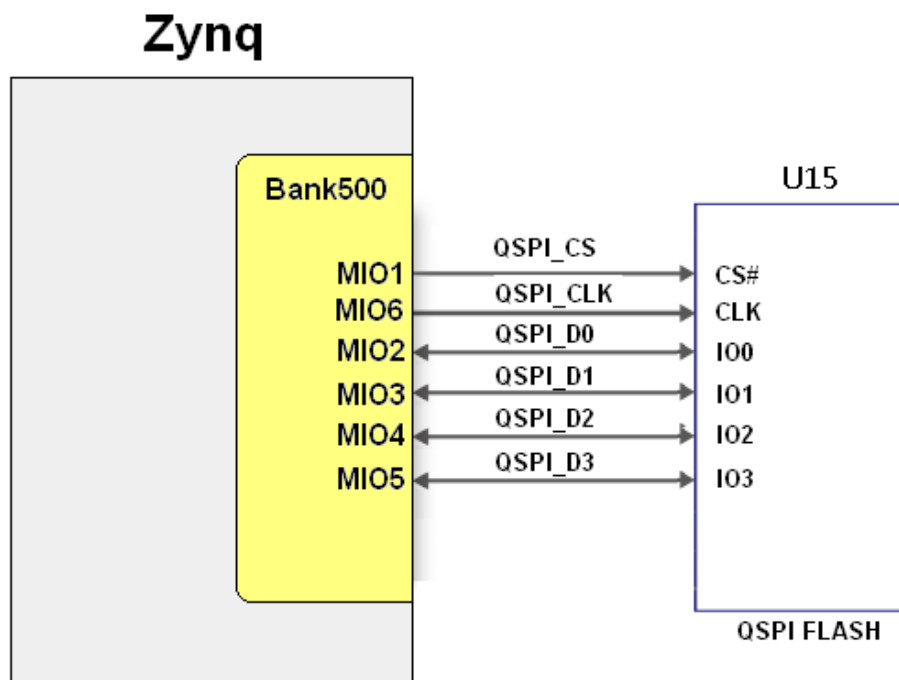


图6-1 QSPI Flash连接示意图

图 6-2 为 QSPI FLASH 的实物图



图 6-2 QSPI FLASH 实物图

配置芯片引脚分配：

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号
QSPI_CLK	PS_MIO6_500	A5
QSPI_CS	PS_MIO1_500	A7
QSPI_D0	PS_MIO2_500	B8
QSPI_D1	PS_MIO3_500	D6
QSPI_D2	PS_MIO4_500	B7
QSPI_D3	PS_MIO5_500	A6

6.2 DDR3 DRAM

AC7010核心板上配有两个SKhynix(海力士)的2Gbit(256MB)的DDR3芯片(共计4Gbit), 型号为H5TQ2G63FFR-RDC (兼容美光的MT41J128M16HA-125)。AC7020核心板配备的两个SKhynix 4Gbit工业级的DDR3芯片 (共计8Gbit), 型号为H5TQ4G63AFR-PBI (兼容美光的MT41J256M16RE-125)。

DDR的总线宽度共为32bit, DDR3 SDRAM的最高运行速度可达533MHz(数据速率1066Mbps)。该DDR3存储系统直接连接到了ZYNQ处理系统 (PS) 的BANK 502的存储器接口上。DDR3 SDRAM的具体配置如下表6-1所示。

表6-1 DDR3 SDRAM配置

核心板	位号	芯片类型	容量	厂家
-----	----	------	----	----

AC7010	U8,U9	H5TQ2G63FFR-RDC	128M x 16bit	SKhynix
AC7020	U8,U9	H5TQ4G63AFR-PBI	256M x 16bit	SKhynix

DDR3 的硬件设计需要严格考虑信号完整性，我们在电路设计和 PCB 设计的时候已经充分考虑了匹配电阻/终端电阻,走线阻抗控制，走线等长控制，保证 DDR3 的高速稳定的工作。

DDR3 DRAM 的硬件连接示意图如图 6-2 所示:

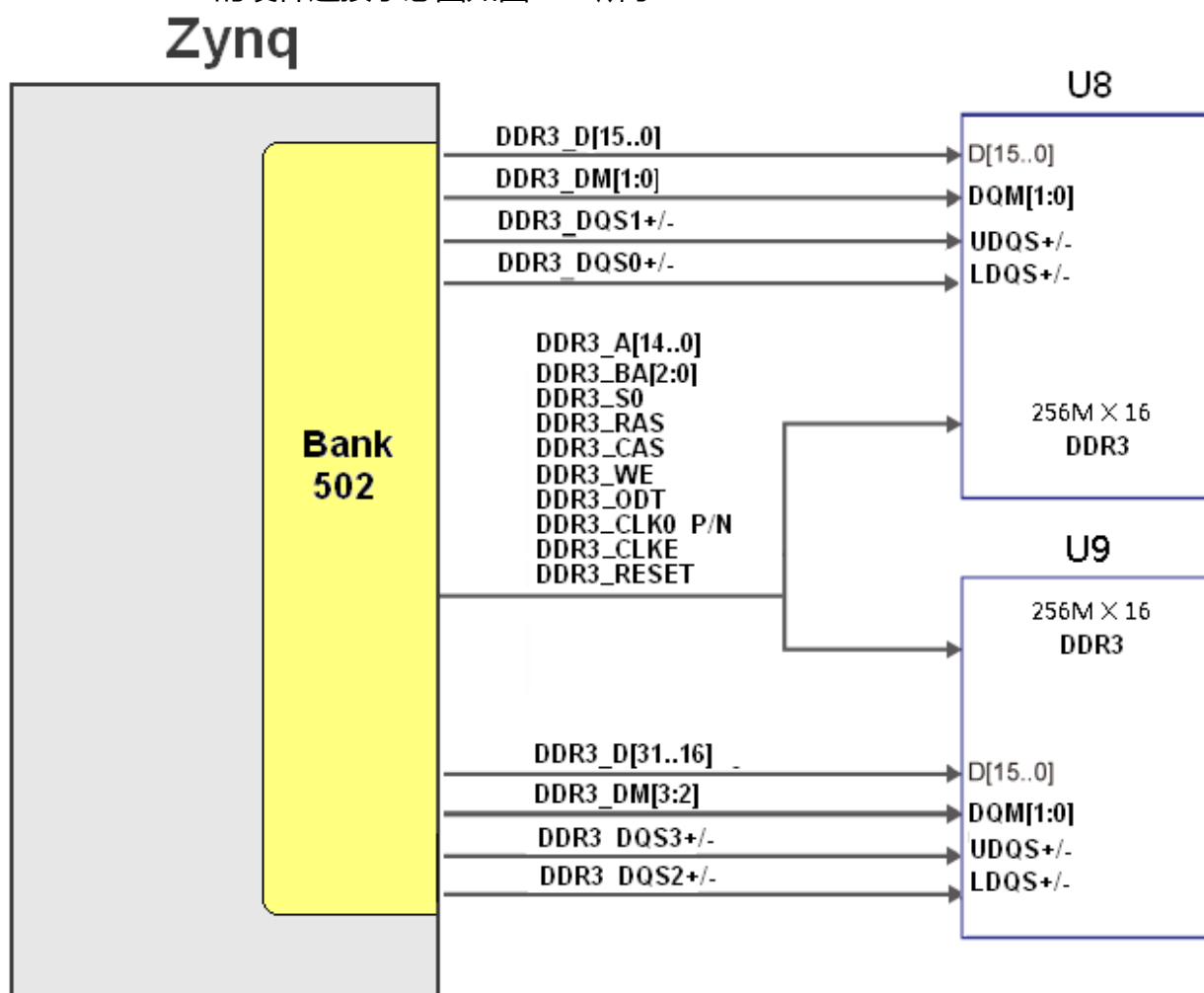


图6-2 DDR3 DRAM原理图部分

图 6-3 为 AC7010 核心板上的 DDR3 DRAM 实物图

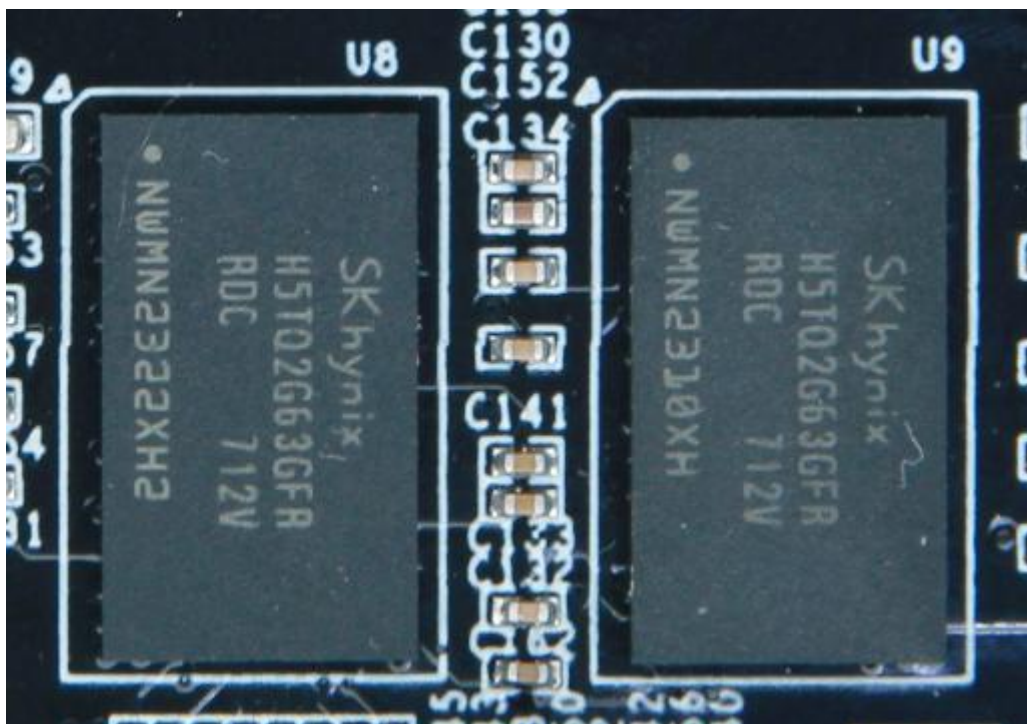


图 6-3 DDR3 SDRAM 实物图

DDR3 DRAM 引脚分配：

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号
DDR3_DQS0_P	PS_DDR_DQS_P0_502	C2
DDR3_DQS0_N	PS_DDR_DQS_N0_502	B2
DDR3_DQS1_P	PS_DDR_DQS_P1_502	G2
DDR3_DQS1_N	PS_DDR_DQS_N1_502	F2
DDR3_DQS2_P	PS_DDR_DQS_P2_502	R2
DDR3_DQS2_N	PS_DDR_DQS_N2_502	T2
DDR3_DQS3_P	PS_DDR_DQS_P3_502	W5
DDR3_DQS4_N	PS_DDR_DQS_N3_502	W4
DDR3_DQ[0]	PS_DDR_DQ0_502	C3
DDR3_DQ [1]	PS_DDR_DQ1_502	B3
DDR3_DQ [2]	PS_DDR_DQ2_502	A2
DDR3_DQ [3]	PS_DDR_DQ3_502	A4
DDR3_DQ [4]	PS_DDR_DQ4_502	D3
DDR3_DQ [5]	PS_DDR_DQ5_502	D1
DDR3_DQ [6]	PS_DDR_DQ6_502	C1
DDR3_DQ [7]	PS_DDR_DQ7_502	E1

DDR3_DQ [8]	PS_DDR_DQ8_502	E2
DDR3_DQ [9]	PS_DDR_DQ9_502	E3
DDR3_DQ [10]	PS_DDR_DQ10_502	G3
DDR3_DQ [11]	PS_DDR_DQ11_502	H3
DDR3_DQ [12]	PS_DDR_DQ12_502	J3
DDR3_DQ [13]	PS_DDR_DQ13_502	H2
DDR3_DQ [14]	PS_DDR_DQ14_502	H1
DDR3_DQ [15]	PS_DDR_DQ15_502	J1
DDR3_DQ [16]	PS_DDR_DQ16_502	P1
DDR3_DQ [17]	PS_DDR_DQ17_502	P3
DDR3_DQ [18]	PS_DDR_DQ18_502	R3
DDR3_DQ [19]	PS_DDR_DQ19_502	R1
DDR3_DQ [20]	PS_DDR_DQ20_502	T4
DDR3_DQ [21]	PS_DDR_DQ21_502	U4
DDR3_DQ [22]	PS_DDR_DQ22_502	U2
DDR3_DQ [23]	PS_DDR_DQ23_502	U3
DDR3_DQ [24]	PS_DDR_DQ24_502	V1
DDR3_DQ [25]	PS_DDR_DQ25_502	Y3
DDR3_DQ [26]	PS_DDR_DQ26_502	W1
DDR3_DQ [27]	PS_DDR_DQ27_502	Y4
DDR3_DQ [28]	PS_DDR_DQ28_502	Y2
DDR3_DQ [29]	PS_DDR_DQ29_502	W3
DDR3_DQ [30]	PS_DDR_DQ30_502	V2
DDR3_DQ [31]	PS_DDR_DQ31_502	V3
DDR3_DM0	PS_DDR_DM0_502	A1
DDR3_DM1	PS_DDR_DM1_502	F1
DDR3_DM2	PS_DDR_DM2_502	T1
DDR3_DM3	PS_DDR_DM3_502	Y1
DDR3_A[0]	PS_DDR_A0_502	N2
DDR3_A[1]	PS_DDR_A1_502	K2
DDR3_A[2]	PS_DDR_A2_502	M3
DDR3_A[3]	PS_DDR_A3_502	K3

DDR3_A[4]	PS_DDR_A4_502	M4
DDR3_A[5]	PS_DDR_A5_502	L1
DDR3_A[6]	PS_DDR_A6_502	L4
DDR3_A[7]	PS_DDR_A7_502	K4
DDR3_A[8]	PS_DDR_A8_502	K1
DDR3_A[9]	PS_DDR_A9_502	J4
DDR3_A[10]	PS_DDR_A10_502	F5
DDR3_A[11]	PS_DDR_A11_502	G4
DDR3_A[12]	PS_DDR_A12_502	E4
DDR3_A[13]	PS_DDR_A13_502	D4
DDR3_A[14]	PS_DDR_A14_502	F4
DDR3_BA[0]	PS_DDR_BA0_502	L5
DDR3_BA[1]	PS_DDR_BA1_502	R4
DDR3_BA[2]	PS_DDR_BA2_502	J5
DDR3_S0	PS_DDR_CS_B_502	N1
DDR3_RAS	PS_DDR_RAS_B_502	P4
DDR3_CAS	PS_DDR_CAS_B_502	P5
DDR3_WE	PS_DDR_WE_B_502	M5
DDR3_ODT	PS_DDR_ODT_502	N5
DDR3_RESET	PS_DDR_DRST_B_502	B4
DDR3_CLK_P	PS_DDR_CKP_502	L2
DDR3_CLK_N	PS_DDR_CKN_502	M2
DDR3_CKE	PS_DDR_CKE_502	N3

6.3 千兆以太网接口

AC7010/AC7020 核心板上通过 Micrel 公司的 KSZ9031RNX 以太网 PHY 芯片为用户提供网络通信服务。以太网 PHY 芯片是连接到 ZYNQ 的 PS 端 BANK501 的 GPIO 接口上。KSZ9031RNX 芯片支持 10/100/1000 Mbps 网络传输速率，通过 RGMII 接口跟 Zynq7000 PS 系统的 MAC 层进行数据通信。KSZ9031RNX 支持 MDI/MDX 自适应，各种速度自适应，Master/Slave 自适应，支持 MDIO 总线进行 PHY 的寄存器管理。

KSZ9031RNX 上电会检测一些特定的 IO 的电平状态，从而确定自己的工作模式。表 6-2

描述了 GPHY 芯片上电之后的默认设定信息。

配置 Pin 脚	说明	配置值
PHYAD[2:0]	MDIO/MDC 模式的 PHY 地址	PHY Address 为 011
CLK125_EN	使能 125Mhz 时钟输出选择	使能
LED_MODE	LED 灯模式配置	单个 LED 灯模式
MODE0~MODE3	链路自适应和全双工配置	10/100/1000 自适应，兼容全双工、半双工

表 6-2 PHY 芯片默认配置值

当网络连接到千兆以太网时，FPGA 和 PHY 芯片 KSZ9031RNX 的数据传输时通过 RGMII 总线通信，传输时钟为 125Mhz，数据在时钟的上升沿和下降样采样。

当网络连接到百兆以太网时，FPGA 和 PHY 芯片 KSZ9031RNX 的数据传输时通过 RMII 总线通信，传输时钟为 25Mhz。数据在时钟的上升沿和下降样采样。

图 6-4 为 ZYNQ 与以太网 PHY 芯片连接示意图：

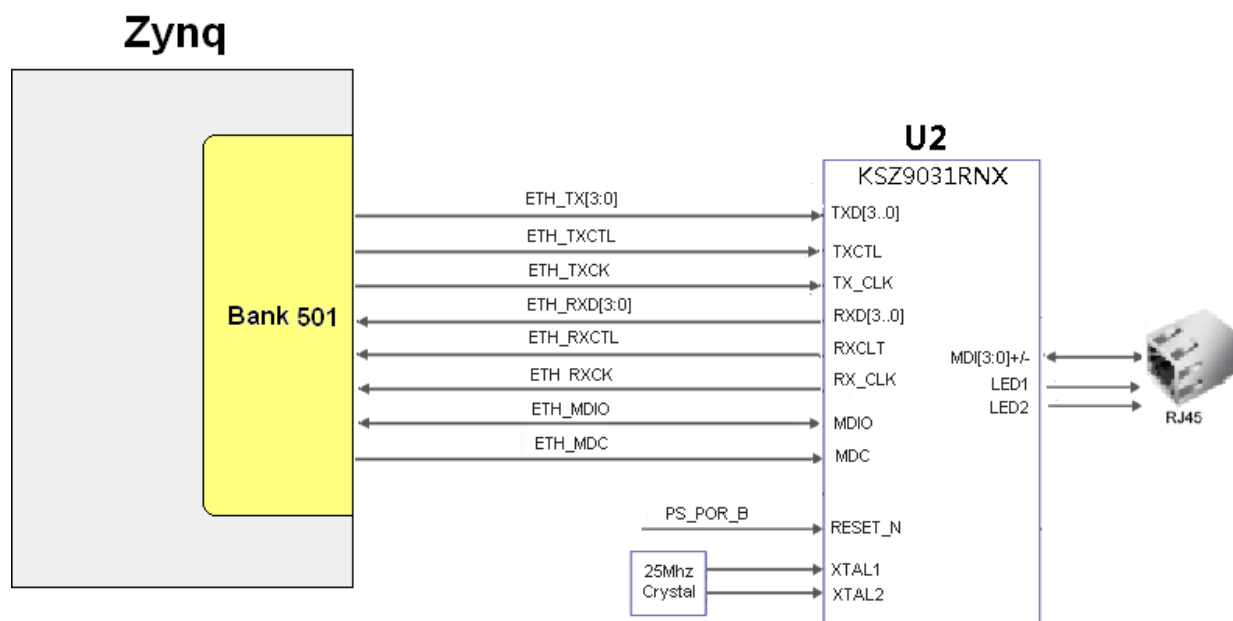


图 6-4 FPGA 与 PHY 连接示意图

图 6-5 为以太网 PHY 芯片的实物图

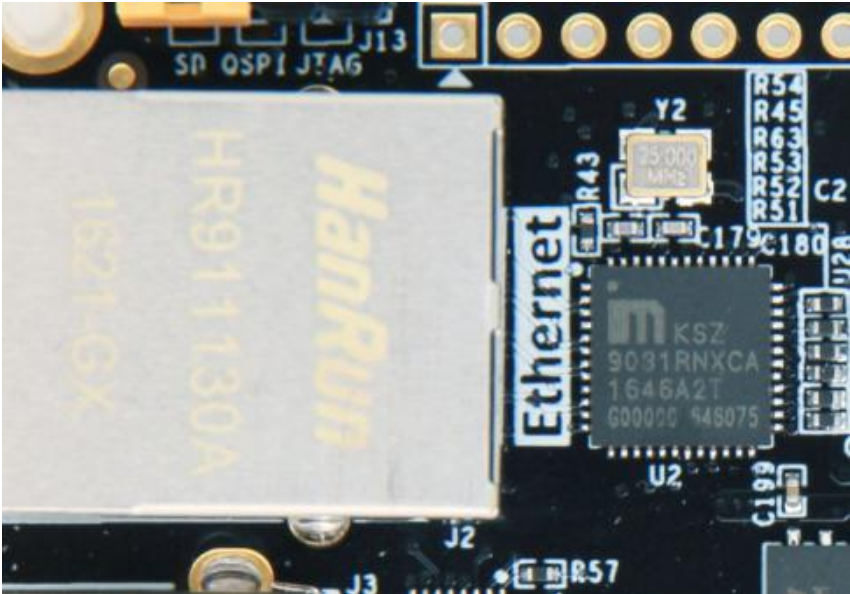


图 6-5 以太网 PHY 芯片实物图

以太网引脚分配如下：

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号	备注
ETH_TXCK	PS_MIO16_501	A19	RGMII 发送时钟
ETH_TXD0	PS_MIO17_501	E14	发送数据 bit 0
ETH_TXD1	PS_MIO18_501	B18	发送数据 bit1
ETH_TXD2	PS_MIO19_501	D10	发送数据 bit2
ETH_TXD3	PS_MIO20_501	A17	发送数据 bit3
ETH_TXCTL	PS_MIO21_501	F14	发送使能信号
ETH_RXCK	PS_MIO22_501	B17	RGMII 接收时钟
ETH_RXD0	PS_MIO23_501	D11	接收数据 Bit0
ETH_RXD1	PS_MIO24_501	A16	接收数据 Bit1
ETH_RXD2	PS_MIO25_501	F15	接收数据 Bit2
ETH_RXD3	PS_MIO26_501	A15	接收数据 Bit3
ETH_RXCTL	PS_MIO27_501	D13	接收数据有效信号
ETH_MDC	PS_MIO52_501	C10	MDIO 管理时钟
ETH_MDIO	PS_MIO53_501	C11	MDIO 管理数据

6.4 USB2.0

AC7010/AC7020使用的USB2.0收发器是一个1.8V的，高速的支持ULPI标准接口的USB3320C-EZK。ZYNQ的USB总线接口和USB3320C-EZK收发器相连接 ,实现高速的USB2.0

Host模式和Slave模式的数据通信。USB3320C的USB的数据和控制信号连接到ZYNQ芯片PS端的BANK501的IO口上，一个24MHz的晶振为USB3320C提供系统时钟。

核心板上为用户提供了两个 USB 接口,一个是 Host USB 口，一个是 OTG USB 口。分别为扁型 USB 接口(USB Type A) 和微型 USB 接口(Micro USB), 方便用户连接不同的 USB 外设。用户可以通过核心板上的 J5, J6 的跳线实现 Host 和 OTG 的切换。表 6-3 为模式切换说明：

表 6-3 USB 接口模式切换说明

J5, J6 状态	USB 模式	说明
J5 和 J6 安装跳线帽	HOST 模式	核心板作为主设备，USB 口连接鼠标，键盘，USB 等从外设
J5 和 J6 不安装跳线帽	OTG 模式	USB 口连接电脑时，核心板作为从设备。

ZYNQ处理器和USB3320C-EZK芯片连接的示意图如6-6所示：

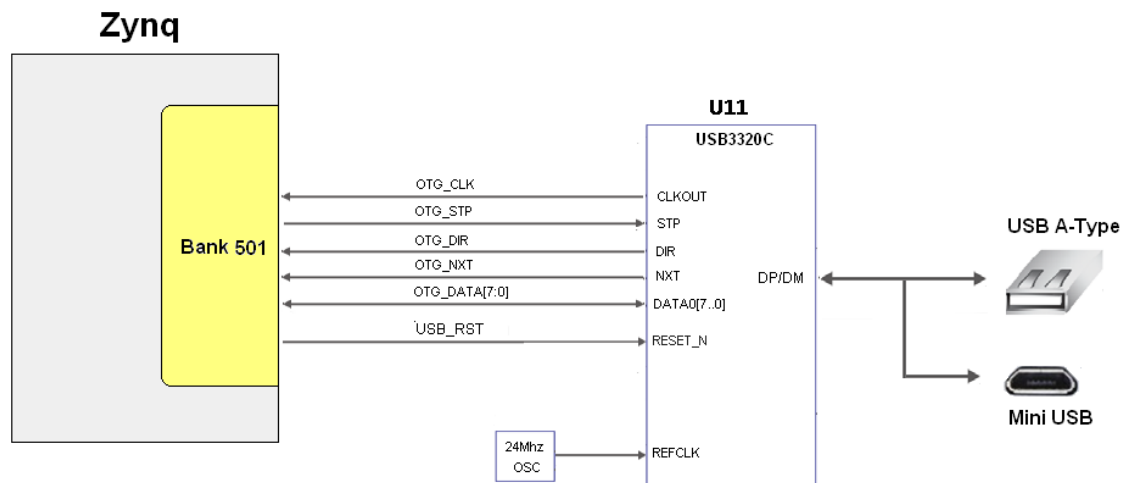


图 6-6 Zynq7000 和 USB 芯片间连接示意图

图 6-7 为 USB2.0 部分的实物图，U11 为 USB3320C，J3 为 Host USB 接口, J4 为 OTG USB 接口。跳线帽 J5 和 J6 用于 Host 和 OTG 模式的选择。

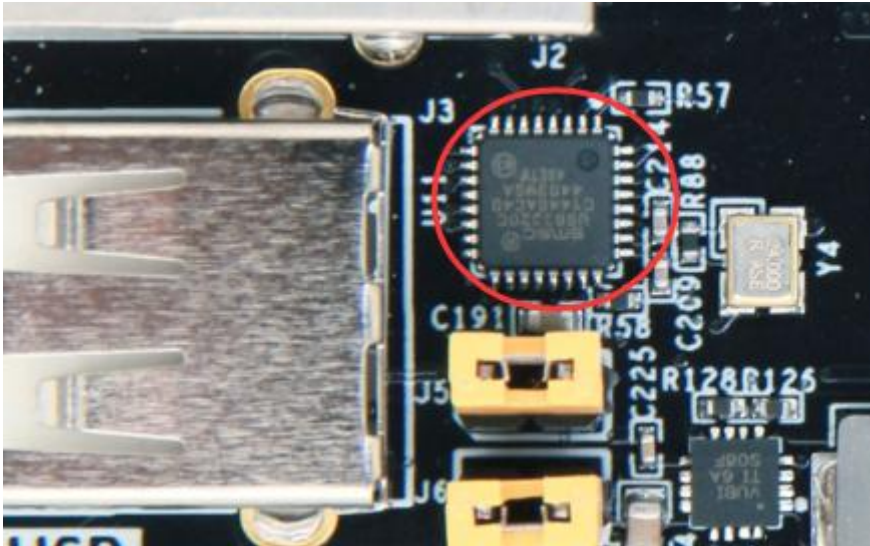


图 6-7 USB2.0 部分的实物图

USB2.0 引脚分配：

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号	备注
OTG_DATA4	PS_MIO28_501	C16	USB 数据 Bit4
OTG_DIR	PS_MIO29_501	C13	USB 数据方向信号
OTG_STP	PS_MIO30_501	C15	USB 停止信号
OTG_NXT	PS_MIO31_501	E16	USB 下一数据信号
OTG_DATA0	PS_MIO32_501	A14	USB 数据 Bit0
OTG_DATA1	PS_MIO33_501	D15	USB 数据 Bit1
OTG_DATA2	PS_MIO34_501	A12	USB 数据 Bit2
OTG_DATA3	PS_MIO35_501	F12	USB 数据 Bit3
OTG_CLK	PS_MIO36_501	A11	USB 时钟信号
OTG_DATA5	PS_MIO37_501	A10	USB 数据 Bit5
OTG_DATA6	PS_MIO38_501	E13	USB 数据 Bit6
OTG_DATA7	PS_MIO39_501	C18	USB 数据 Bit7
OTG_RESETN	PS_MIO46_501	D16	USB 复位信号

6.5 USB 转串口

AC7010/AC7020核心板采用Silicon Labs CP2102GM的USB转UART芯片, USB接口采用Micro USB接口，用户可以用一根Micro USB线连接到PC上进行串口通信。

UART的TX/RX信号与ZYNQ EPP 的PS BANK501的信号相连，因为该BANK的VCCMIO设置为1.8V，但CP2102GM的数据电平为3.3V，我们这里通过TXS0102DCUR电平转换芯片

来连接。CP2102GM和ZYNQ连接的示意图如图6-8所示：

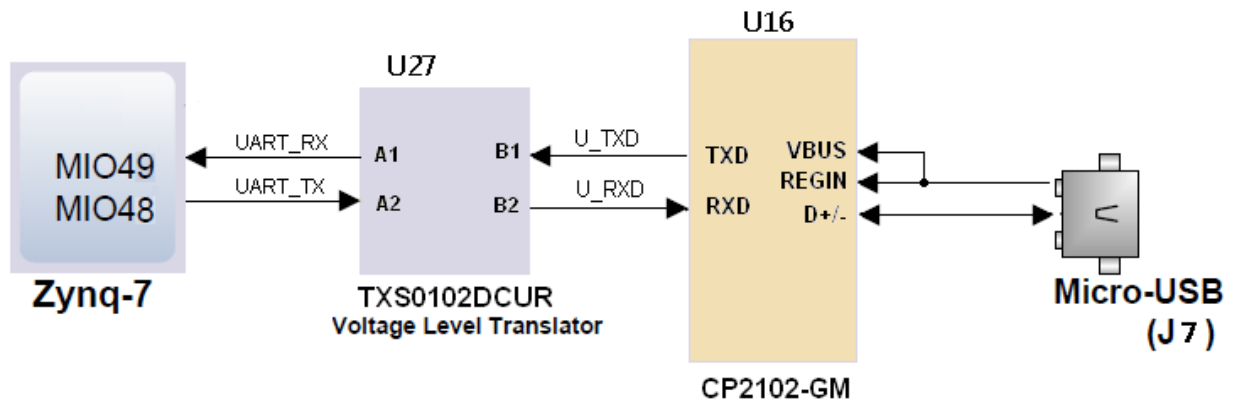


图 6-8 CP2102GM 连接示意图

图 6-9 为 USB 转串口的实物图

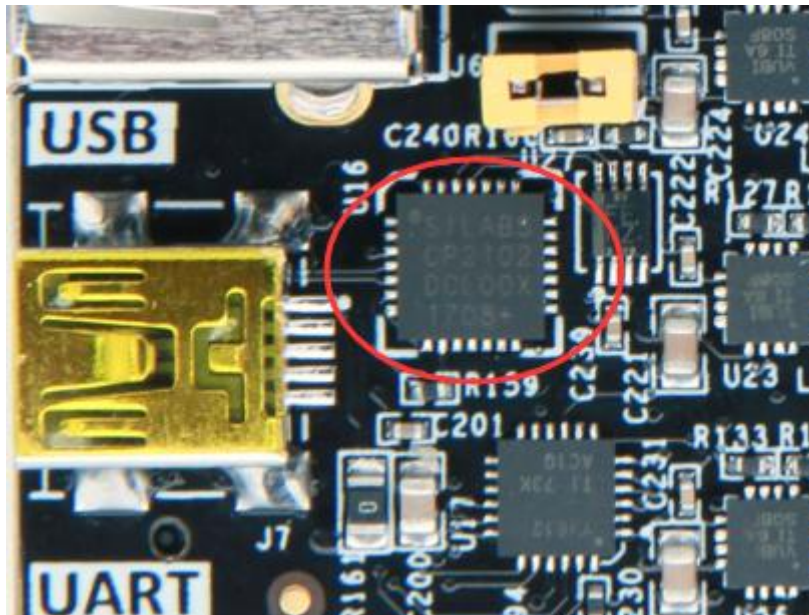


图 6-9 USB 转串口实物图

ZYNQ 串口引脚分配：

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号	备注
UART_TX	PS_MIO48_501	B12	Uart数据输出
UART_RX	PS_MIO49_501	C12	Uart数据输入

Silicon Labs 为主机 PC 提供了虚拟 COM 端口（VCP）驱动程序。这些驱动程序允许 CP2102GM USB-UART 桥接设备在通信应用软件（例如，TeraTerm 或超级终端）显示为一个 COM 端口。VCP 设备驱动程序必须在 PC 主机与 AC7010/AC7020 核心板建立通信前进

行安装。

6.6 SD 卡槽

AC7010/AC7020核心板包含了一个Micro型的SD卡接口，以提供用户访问SD卡存储器，用于存储ZYNQ芯片的BOOT程序，Linux操作系统内核，文件系统以及其它的用户数据文件。

SDIO信号与ZYNQ的PS BANK501的IO信号相连，因为该BANK的VCCMIO设置为1.8V，但SD卡的数据电平为3.3V，我们这里通过TXS02612电平转换器来连接。Zynq7000 PS和SD卡连接器的原理图如图6-10所示。

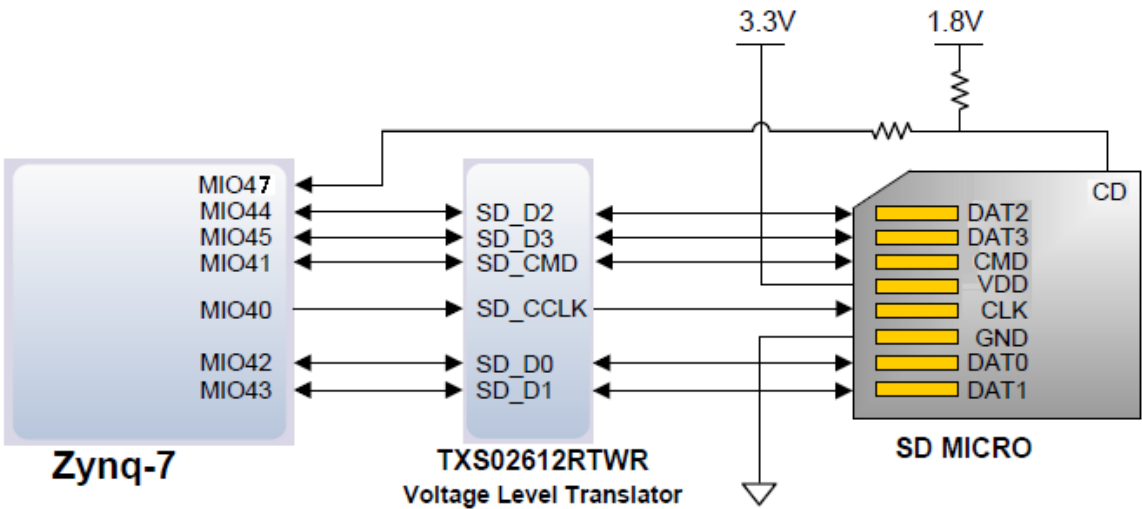


图 6-10 SD 卡连接示意图

SD 卡槽在核心板的背面，图 6-11 SD 卡槽实物图

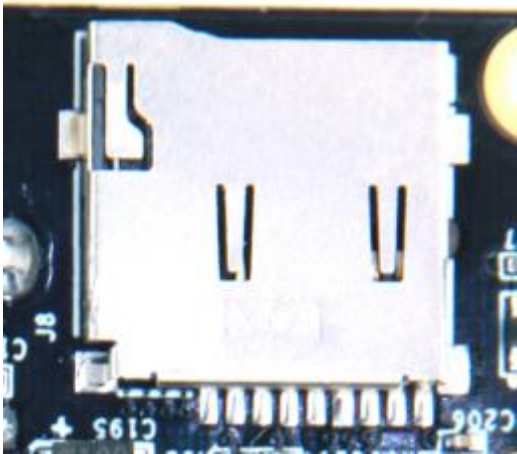


图 6-11 SD 卡槽实物图

SD 卡槽引脚分配

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号	备注
------	----------	----------	----

SD_CLK	PS_MIO40	D14	SD时钟信号
SD_CMD	PS_MIO41	C17	SD命令信号
SD_D0	PS_MIO42	E12	SD数据Data0
SD_D1	PS_MIO43	A9	SD数据Data1
SD_D2	PS_MIO44	F13	SD数据Data2
SD_D3	PS_MIO45	B15	SD数据Data3
SD_CD	PS_MIO47	B14	SD卡插入信号

6.7 用户 LED

AC7010/AC7020 核心板上，PS 部分的 BANK500 IO 上连接了 1 个 LED 发光二极管，用户可以使用这个 LED 灯来调试程序。当 BANK500 IO 电压为高时，LED 灯熄灭，当 BANK500 IO 电压为低时，LED 会被点亮。ZYNQ BANK500 IO 和 LED 灯连接的示意图如图 6-14 所示：

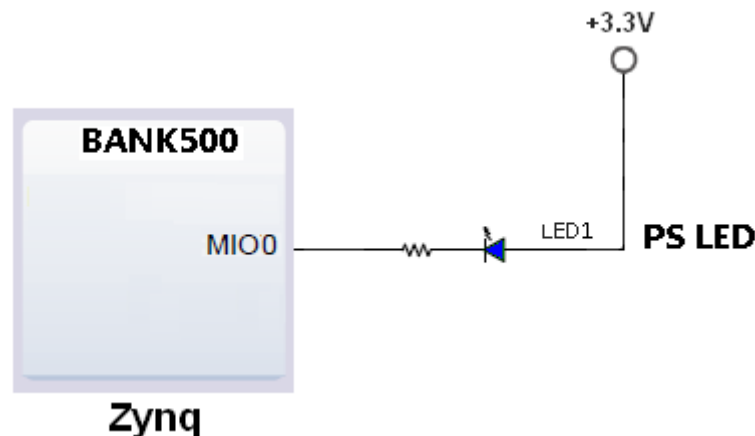


图 6-14 Zynq-7000 和 LED 灯连接示意图

图 6-15 为 PS 的 LED 灯实物图

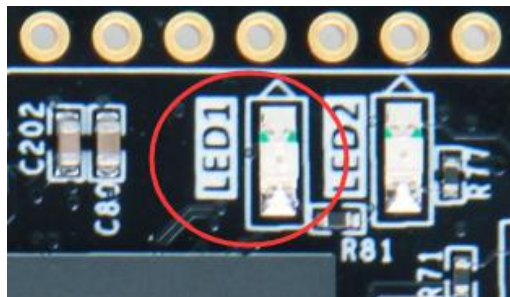


图 6-15 PS 的 LED 灯实物图

PS LED 灯的引脚分配

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号	备注
------	----------	----------	----

MIO0_LED	PS_MIO0_500	E6	PS LED1灯
----------	-------------	----	----------

6.9 复位按键

AC7010/AC7020 核心板上，通过一个复位按键(RESET)对整个 ZYNQ 系统进行复位，复位信号连接到 PS 端的复位管脚 PS_POR_B_500 上。用户可以使用这个用户按键来手动复位，设计中当复位按键按下，复位信号为低，ZYNQ 芯片复位，当按键松开，ZYNQ 芯片开始正常工作。 复位按键连接的示意图如图 6-16 所示：

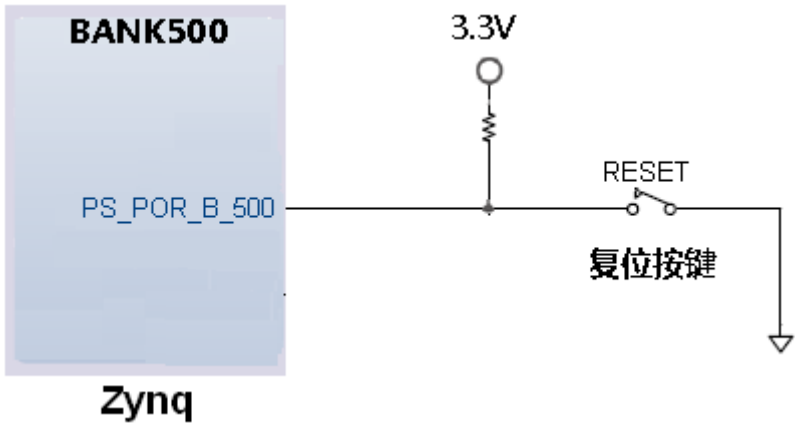


图 6-16 Zynq-7000 和按键连接示意图

图 6-17 为 PS 的按键实物图

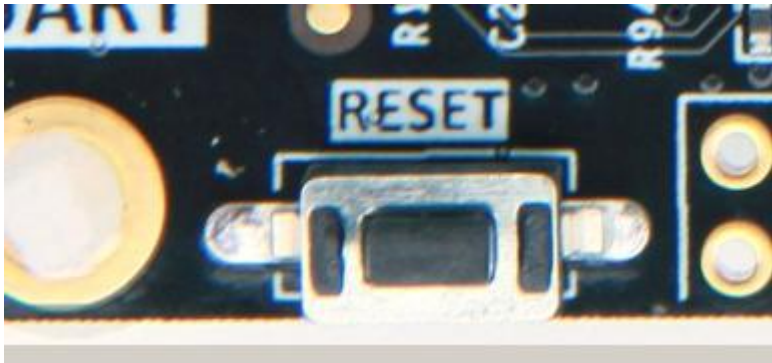


图 6-17 PS 的按键实物图

复位的引脚分配

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号	备注
PS_POR_B	PS_POR_B_500	C7	RESET复位按键

七、PL 端的外设

下面我们再对 PL 部分（FPGA 逻辑部分）连接的外设做一下介绍。

7.1 用户 LED

AC7010/AC7020 核心板的 PL 部分也连接了 1 个 LED 发光二极管。PL 端 LED 部分的原理图如图 7-1，LED 灯的信号连接到 PL 部分 BANK34 的 IO 上。当 PL 部分 BANK34 的 IO 引脚输出为逻辑 0 时，LED 会被点亮，出为逻辑 1 时，LED 会被熄灭。

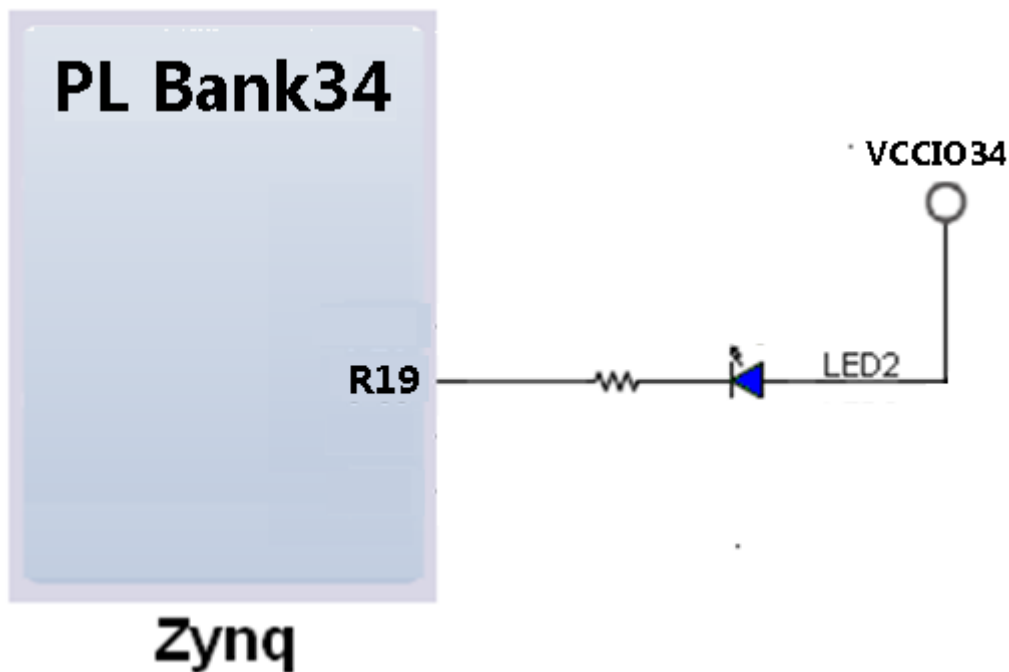


图 7-1 PL 用户 LED 原理图

图 7-2 为这 PL LED 灯的实物图

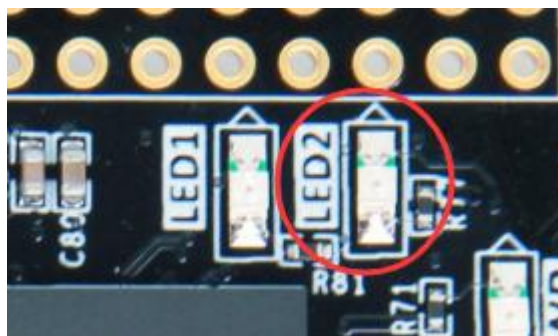


图 7-2 PL 用户 LED 实物图

PL 用户 LED 引脚分配：

信号名称	ZYNQ 引脚名	ZYNQ 引脚号	备注
LED2	IO_0_34	R19	PL用户LED2灯

7.2 扩展口 J10

扩展口 J10 为 40 管脚的 2.54mm 的双排连接器接口，为用户扩展更多的外设和接口，默认为不焊的，用户可以根据需要自己焊接双排排针或者排母。J10 接口上包含 5V 电源 1 路，3.3V 电源 2 路，地 3 路，IO 口 34 路。在 34 个 IO 口信号中，其中有 26 个 IO 是连接到 ZYNQ PL 的 BANK34 的 IO 上，在 PCB 设计上以差分对方式引出，默认电平为 3.3V，用户可以通过更换核心板上的电源芯片(U20)改变 BANK34 的 IO 的电平标准；另外有 8 个 IO 口是连接到 PS 端的 MIO 上，电平标准为 3.3V。

扩展口的 IO 切勿直接跟 5V 设备直接连接，以免烧坏 FPGA。如果要接 5V 设备，需要接电平转换芯片。

扩展口(J10)的电路如图 7-3 所示：

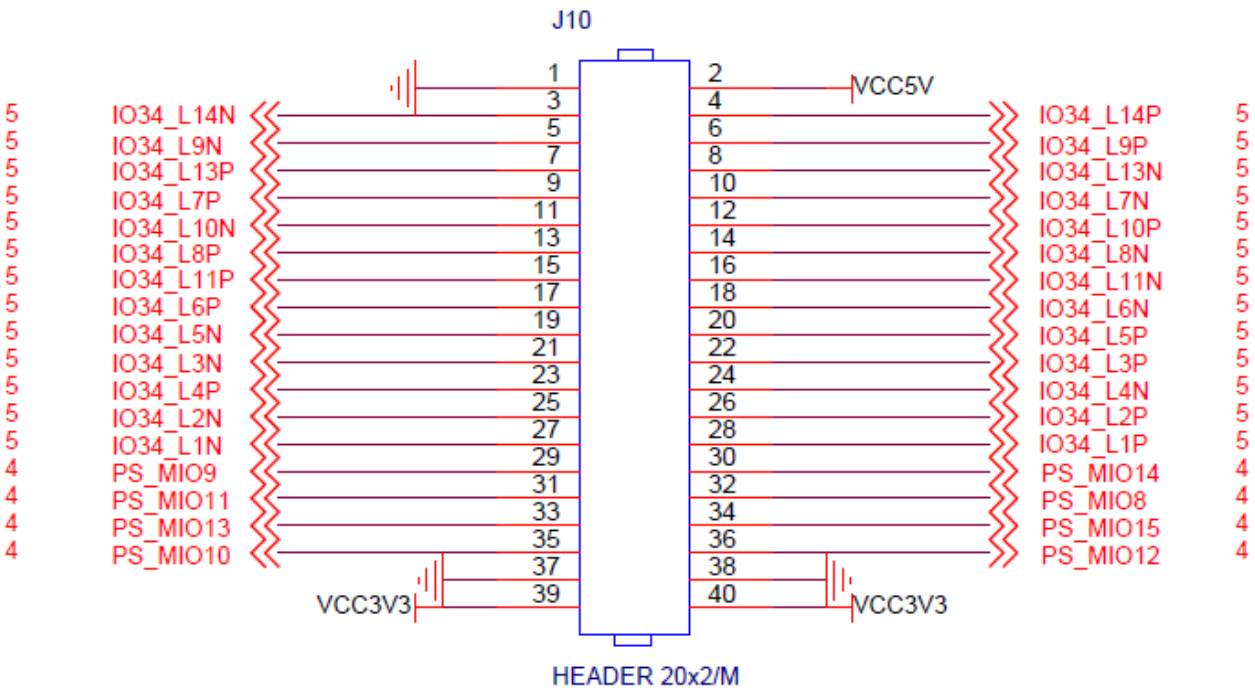


图 7-3 J10 扩展口原理图

图 7-4 为 J10 扩展接口实物图。



图 7-10 J10 扩展接口实物图

J10 扩展接口引脚分配

J10 管脚	信号名称	ZYNQ 引脚号
PIN1	GND	-
PIN2	+5V	-
PIN3	IO34_L14N	P20
PIN4	IO34_L14P	N20
PIN5	IO34_L9N	U17
PIN6	IO34_L9P	T16
PIN7	IO34_L13P	N18
PIN8	IO34_L13N	P19
PIN9	IO34_L7P	Y16
PIN10	IO34_L7N	Y17
PIN11	IO34_L10N	W15
PIN12	IO34_L10P	V15
PIN13	IO34_L8P	W14
PIN14	IO34_L8N	Y14
PIN15	IO34_L11P	U14
PIN16	IO34_L11N	U15
PIN17	IO34_L6P	P14
PIN18	IO34_L6N	R14
PIN19	IO34_L5N	T15
PIN20	IO34_L5P	T14
PIN21	IO34_L3N	V13
PIN22	IO34_L3P	U13
PIN23	IO34_L4P	V12
PIN24	IO34_L4N	W13
PIN25	IO34_L2N	U12
PIN26	IO34_L2P	T12
PIN27	IO34_L1N	T10
PIN28	IO34_L1P	T11

PIN29	PS_MIO9	B5
PIN30	PS_MIO14	C5
PIN31	PS_MIO11	C6
PIN32	PS_MIO8	D5
PIN33	PS_MIO13	E8
PIN34	PS_MIO15	C8
PIN35	PS_MIO10	E9
PIN36	PS_MIO12	D9
PIN37	GND	-
PIN38	GND	-
PIN39	+3.3V	-
PIN40	+3.3V	-

7.5 扩展口 J11

扩展口 J11 也为 40 管脚的 2.54mm 的双排连接器接口，为用户扩展更多的外设和接口，默认为不焊的，用户可以根据需要自己焊接双排排针或者排母。J11 接口可以直接连接黑金提供的模块，比如 **ADDA 模块，液晶屏模块，千兆以太网模块，音频输入输出模块，矩阵键盘模块，500W 双目视觉摄像头模块**。J11 接口包含 5V 电源 1 路，3.3V 电源 2 路，地 3 路，IO 口 34 路。34 个 IO 口的信号连接到 ZYNQ PL 的 BANK34 和 BANK35 上，在 PCB 设计上以差分对方式引出，电平默认为 3.3V。扩展口 J11 的 IO 可以通过更换核心板上的 VCCIO34 和 VCCIO35 的电源芯片 (SPX3819M5-3-3) 来改变 IO 的电平。

扩展口的 IO 切勿直接跟 5V 设备直接连接，以免烧坏 FPGA。如果要接 5V 设备，需要接电平转换芯片。

扩展口(J11)的电路如图 7-11 所示

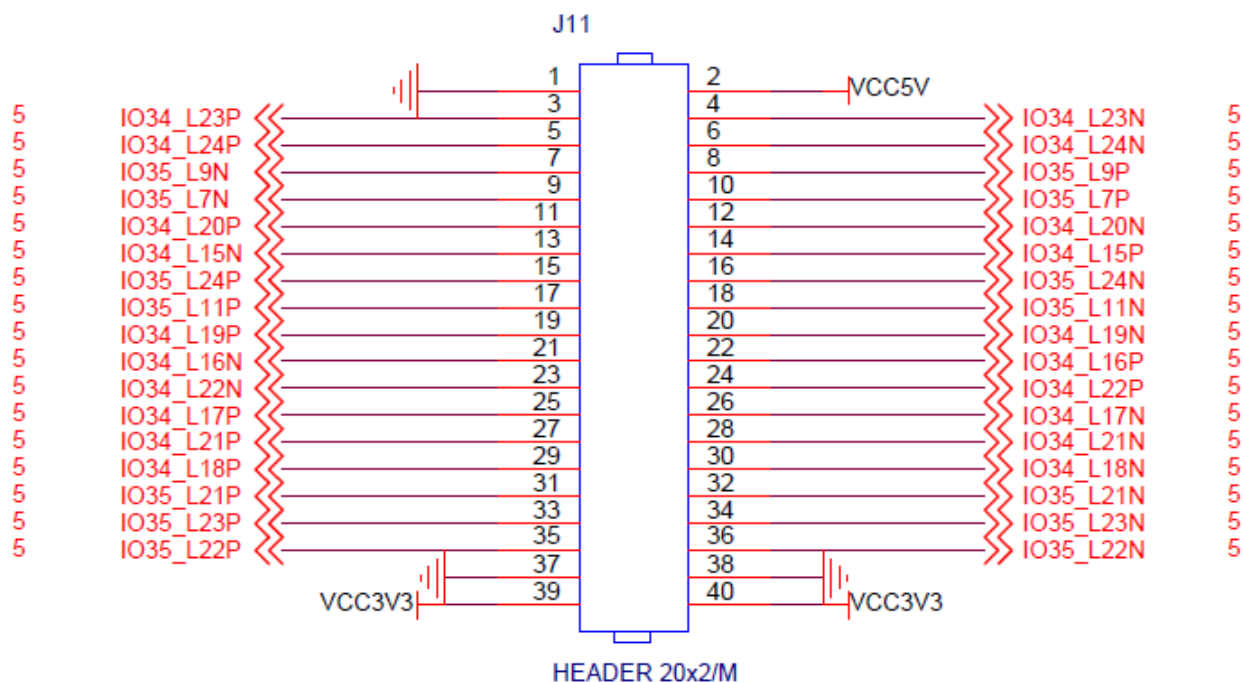


图 7-11 J11 扩展口原理图

图 7-12 为 J11 扩展接口实物图。

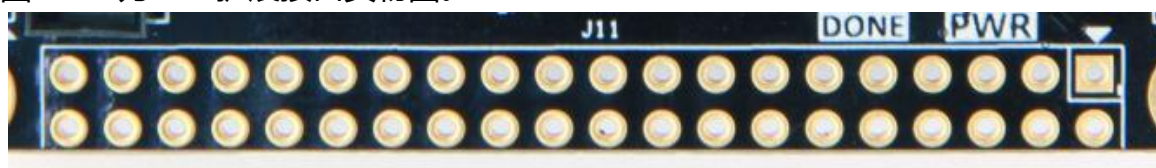


图 7-12 J11 扩展口实物图

J11 扩展口引脚分配

J11 管脚	信号名称	ZYNQ 引脚号
PIN1	GND	-
PIN2	+5V	-
PIN3	IO34_L23P	N17
PIN4	IO34_L23N	P18
PIN5	IO34_L24P	P15
PIN6	IO34_L24N	P16
PIN7	IO35_L9N	L20
PIN8	IO35_L9P	L19
PIN9	IO35_L7N	M20
PIN10	IO35_L7P	M19
PIN11	IO34_L20P	T17

PIN12	IO34_L20N	R18
PIN13	IO34_L15N	U20
PIN14	IO34_L15P	T20
PIN15	IO34_L24P	K16
PIN16	IO34_L24N	J16
PIN17	IO34_L11P	L16
PIN18	IO34_L11N	L17
PIN19	IO34_L19P	R16
PIN20	IO34_L19N	R17
PIN21	IO34_L16N	W20
PIN22	IO34_L16P	V20
PIN23	IO34_L22N	W19
PIN24	IO34_L22P	W18
PIN25	IO34_L17P	Y18
PIN26	IO34_L17N	Y19
PIN27	IO34_L21P	V17
PIN28	IO34_L21N	V18
PIN29	IO34_L18P	V16
PIN30	IO34_L18N	W16
PIN31	IO35_L21P	N15
PIN32	IO35_L21N	N16
PIN33	IO35_L23P	M14
PIN34	IO35_L23N	M15
PIN35	IO35_L22P	L14
PIN36	IO35_L22N	L15
PIN37	GND	-
PIN38	GND	-
PIN39	+3.3V	-
PIN40	+3.3V	-

7.5 扩展口 J12

扩展口 J12 也为 40 管脚的 2.54mm 的双排连接器接口，为用户扩展更多的外设和接口，默认为不焊的，用户可以根据需要自己焊接双排排针或者排母。J12 接口可以直接连接黑金提供的模块，比如 **ADDA 模块**，**液晶屏模块**，**千兆以太网模块**，**音频输入输出模块**，**矩阵键盘模块**，**500W 双目视觉摄像头模块**。J12 接口包含 5V 电源 1 路，3.3V 电源 2 路，地 3 路，IO 口 34 路。34 个 IO 口的信号连接到 ZYNQ PL 的 BANK35 上，在 PCB 设计上以差分对方式引出，电平默认为 3.3V。扩展口 J12 的 IO 可以通过更换核心板上的 VCCIO35 的电源芯片 (SPX3819M5-3-3) 来改变 IO 的电平。

切勿直接跟 5V 设备直接连接，以免烧坏 FPGA。如果要接 5V 设备，需要接电平转换芯片。

扩展口 J12 的电路如图 7-13 所示

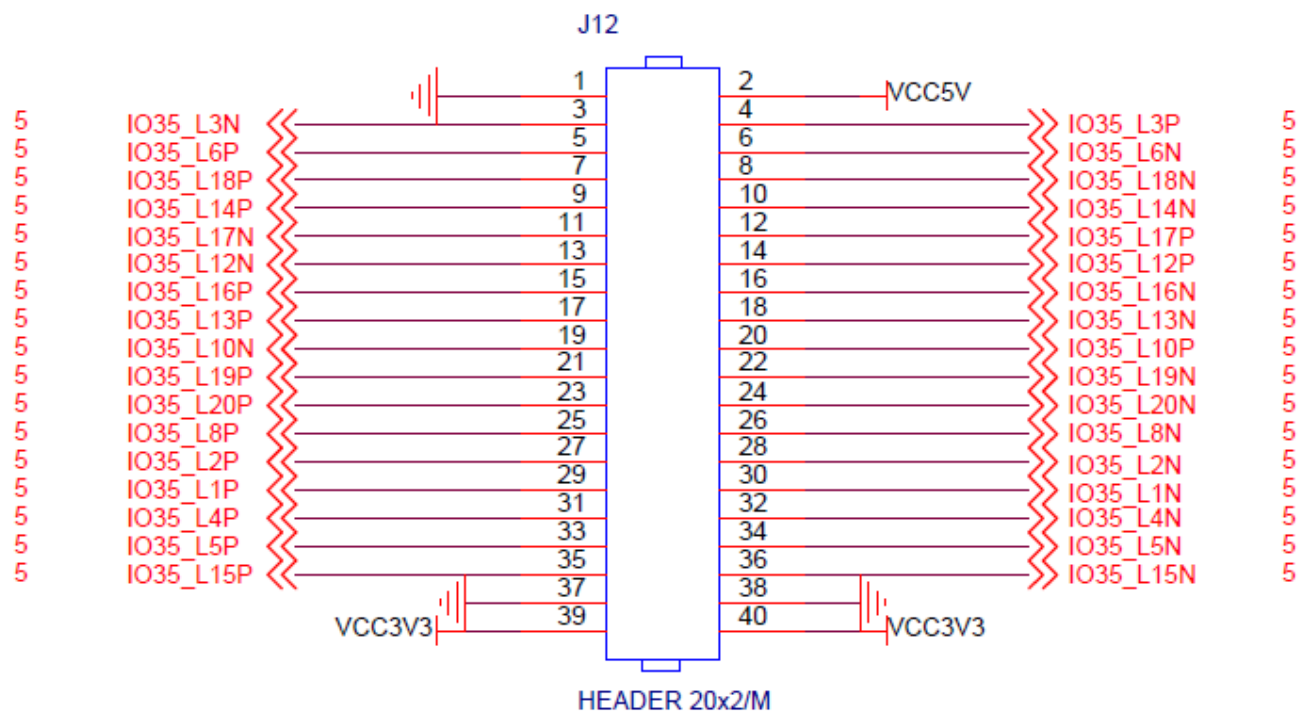


图 7-11 J12 扩展口原理图

图 7-14 为 J12 扩展口实物图。

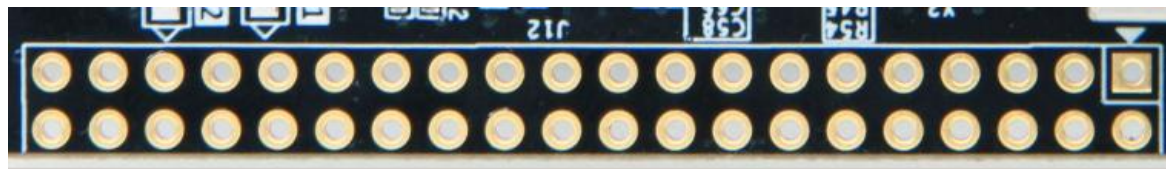


图 7-12 J12 扩展口实物图

J12 扩展口引脚分配

J12 管脚	信号名称	ZYNQ 引脚号
PIN1	GND	-
PIN2	+5V	-
PIN3	IO35_L3N	D18
PIN4	IO35_L3P	E17
PIN5	IO35_L6P	F16
PIN6	IO35_L6N	F17
PIN7	IO35_L18P	G19
PIN8	IO35_L18N	G20
PIN9	IO35_L14P	J18
PIN10	IO35_L14N	H18
PIN11	IO35_L17N	H20
PIN12	IO35_L17P	J20
PIN13	IO35_L12N	K18
PIN14	IO35_L12P	K17
PIN15	IO35_L16P	G17
PIN16	IO35_L16N	G18
PIN17	IO35_L13P	H16
PIN18	IO35_L13N	H17
PIN19	IO35_L10N	J19
PIN20	IO35_L10P	K19
PIN21	IO35_L19P	H15
PIN22	IO35_L19N	G15
PIN23	IO35_L20P	K14
PIN24	IO35_L20N	J14
PIN25	IO35_L8P	M17
PIN26	IO35_L8N	M18
PIN27	IO35_L2P	B19
PIN28	IO35_L2N	A20
PIN29	IO35_L1P	C20
PIN30	IO35_L1N	B20
PIN31	IO35_L4P	D19

PIN32	IO35_L4N	D20
PIN33	IO35_L5P	E18
PIN34	IO35_L5N	E19
PIN35	IO35_L15P	F19
PIN36	IO35_L15N	F20
PIN37	GND	-
PIN38	GND	-
PIN39	+3.3V	-
PIN40	+3.3V	-