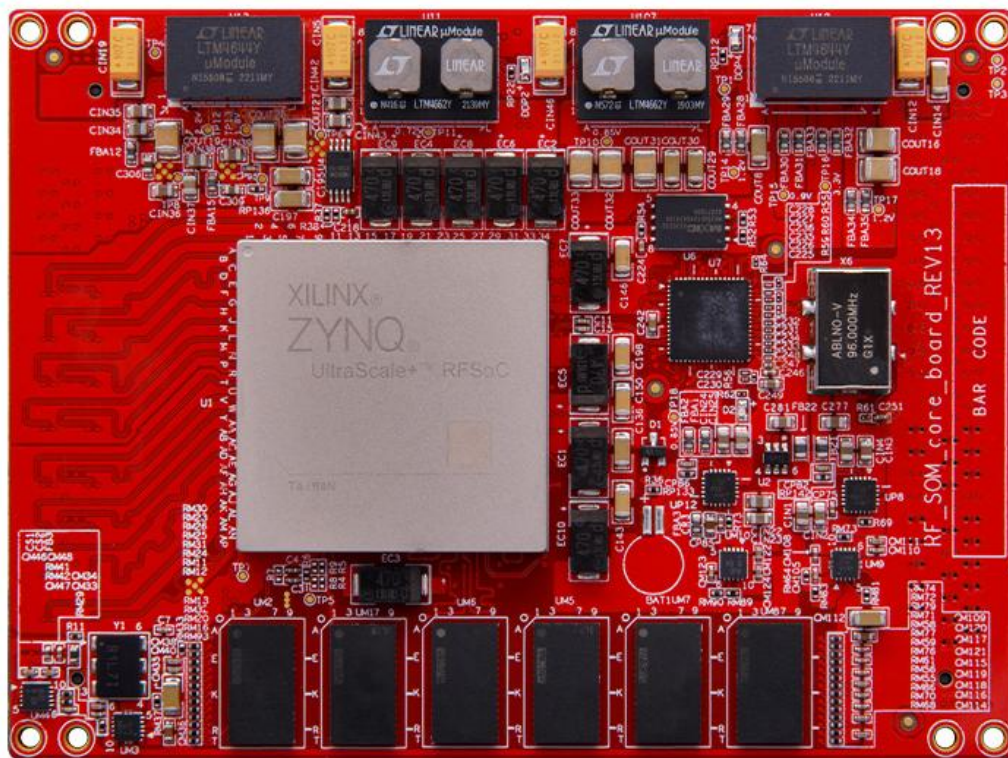


RFEVM 开发平台

ACRF47用户手册

Rev. 1.0



修订记录

版本	修订日期	修订内容
1.0	2023年07月7日	V1.0 初始版本

目 录

AXRF47 用户手册	1
修订记录	2
目 录	3
1 ACRF47 核心板	4
1.1 简介	4
1.2 ZYNQ 芯片	5
1.3 DDR4 SDRAM	6
1.4 QSPI FLASH	8
1.5 EEPROM	10
1.6 时钟配置	10
1.7 PS-GTR 接口	12
1.8 PCIe Gen4 接口（需要搭配 PCIe 载卡）	13
1.9 RF-ADC 接口	14
1.10 RF-DAC 接口	14
1.11 电源	15
1.12 结构图	16
1.13 连接器管脚定义	17

1 ACRF47 核心板

1.1 简介

ACRF47 核心板的 ZYNQ 芯片是基于 XILINX 公司的 Zynq™ UltraScale+™ RFSoc Gen3 系列 ZU47DR-2FFVE1156I。

这款核心板使用了 6 片 Micron 公司的 DDR4 芯片 MT40A512M16，其中 PS 端挂载 4 片 DDR4，组成 64 位数据总线宽度。PL 端挂载 2 片 DDR4，组成 32 位数据总线宽度。每片 DDR4 容量为 1GB。DDR4 SDRAM 的最高运行速度可达 1200MHz（数据速率 2400Mbps）。另外核心板上也集成了 1Gbit 大小的 QSPI FLASH 用于启动存储配置和系统文件。

为了和底板连接，这款核心板的 2 个 400Pin 的板对板连接器扩展出了 PS 端的 USB3.0 接口、千兆以太网接口、SD 卡接口、M.2 接口以及剩余的 MIO 接口；也扩展出了 4 对 PS MGT 高速收发器接口；以及 PL 端的 1 路 QSFP28 接口、1 路 SFP 接口和其余 IO。

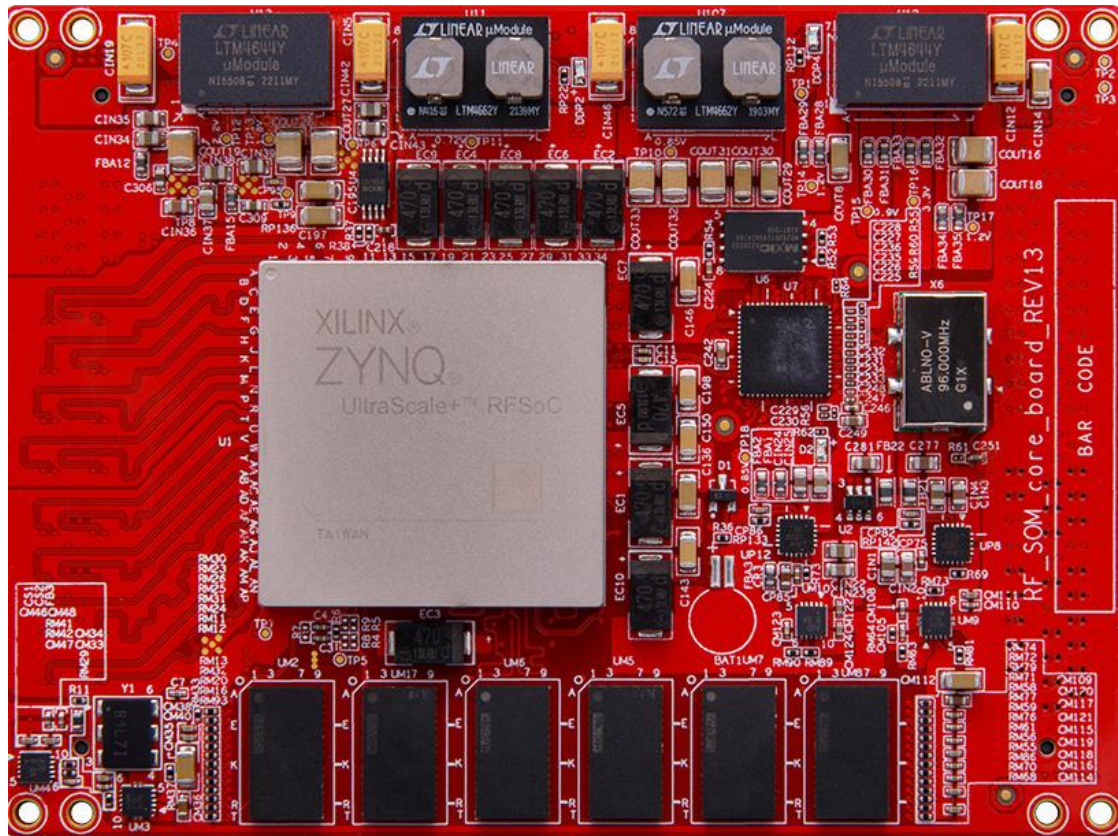


图 2 ACRF47 核心板正面

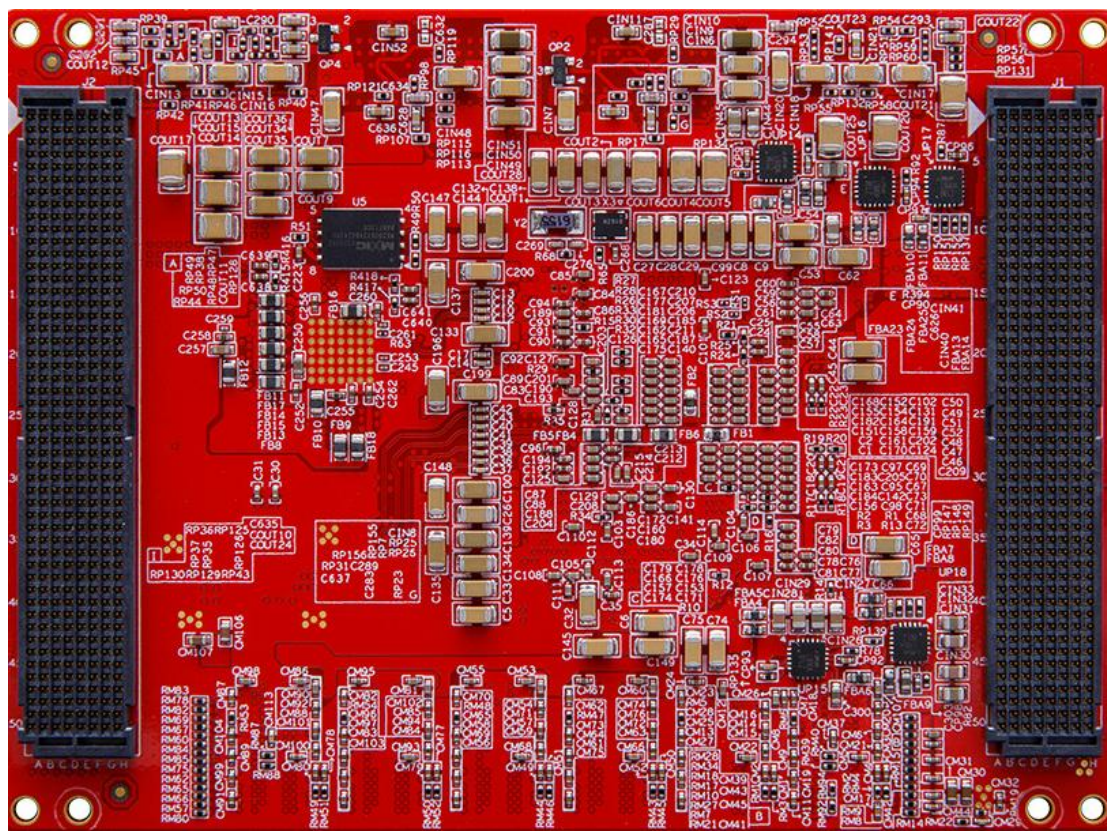


图 3 ACRF47 核心板背面

1.2 ZYNQ 芯片

ACRF47 核心板使用的是 Xilinx 公司的 Zynq™ UltraScale+™ RFSoc Gen3 系列的芯片，型号为 ZU47DR-2FFVE1156I。可编程逻辑部分的 FPGA 资源可提供高吞吐量数字信号处理 (DSP) 和 IP 核，例如数字上/下变频 (DUC/DDC) 内核。通过软件无线电开发架构应用程序编程接口和 FPGA 基础架构更容易实现 FPGA 加速。这有助于您快速启动和运行，以便您可以专注于增值 IP。用于快速傅立叶变换 (FFT) 和有限脉冲响应 (FIR) 滤波器等常用功能的 FPGA 系统是一个很好的起点。然后，您可以使用首选的硬件描述语言 (HDL) 将自己的 IP 块添加到模块化架构中除了系统的 FPGA 架构部分，Xilinx UltraScale+ RFSoc 还配备了四个板载应用处理单元 (APU) 和两个实时处理单元 (RPU)，适用于需要板载嵌入式操作系统进行独立操作的应用。

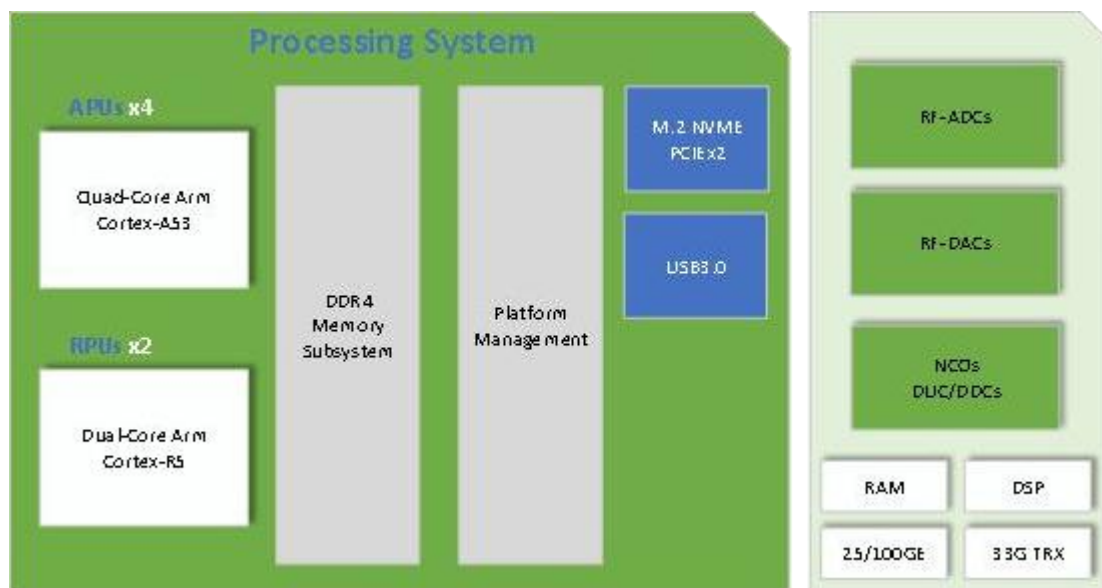


图 4 RFSOM 硬件系统框图

ACRF47 可以支持 AD/DA 通道全差分引出，用户可根据需要定义射频调理电路，支持直流、交流耦合，支持 PALNA 放大器调理电路。也可以支持选配射频前端，支持 LO 变频器、双工器、PA、LNA 等。

1.3 DDR4 SDRAM

ACRF47 核心板上配有 6 片 Micron（镁光）的 1GB 的 DDR4 芯片，型号为 MT40A512M16GE-083E，其中 PS 端挂载了 4 片 DDR4，组成 64 为数据总线带宽。PL 端挂载 2 片 DDR4，组成 32 为数据总线带宽。PS 端的 DDR4 SDRAM 的最高运行速度可达 1200MHz（数据速率 2400Mbps），4 片 DDR4 存储系统直接

连接到了 PS 的 BANK504 的存储器接口上。PL 端的 DDR SDRAM 的最高运行速度可达 1200MHz（数据速率 2400Mbps），2 片 DDR4 连接到了 FPGA 的 BANK65、66 的接口上。PS 端和 PL 端 DDR4 SDRAM 的具体配置如下表所示。

表 1 DDR4 SDRAM 配置

位置	位号	芯片型号	容量	厂家
PS	UM5,UM6,UM7,UM8	MT40A512M16GE-083E	512x16bit	Micron
PL	UM1,UM2	MT40A512M16GE-083E	512x16bit	Micron

PS 端的 DDR4 的硬件连接方式如下图所示：

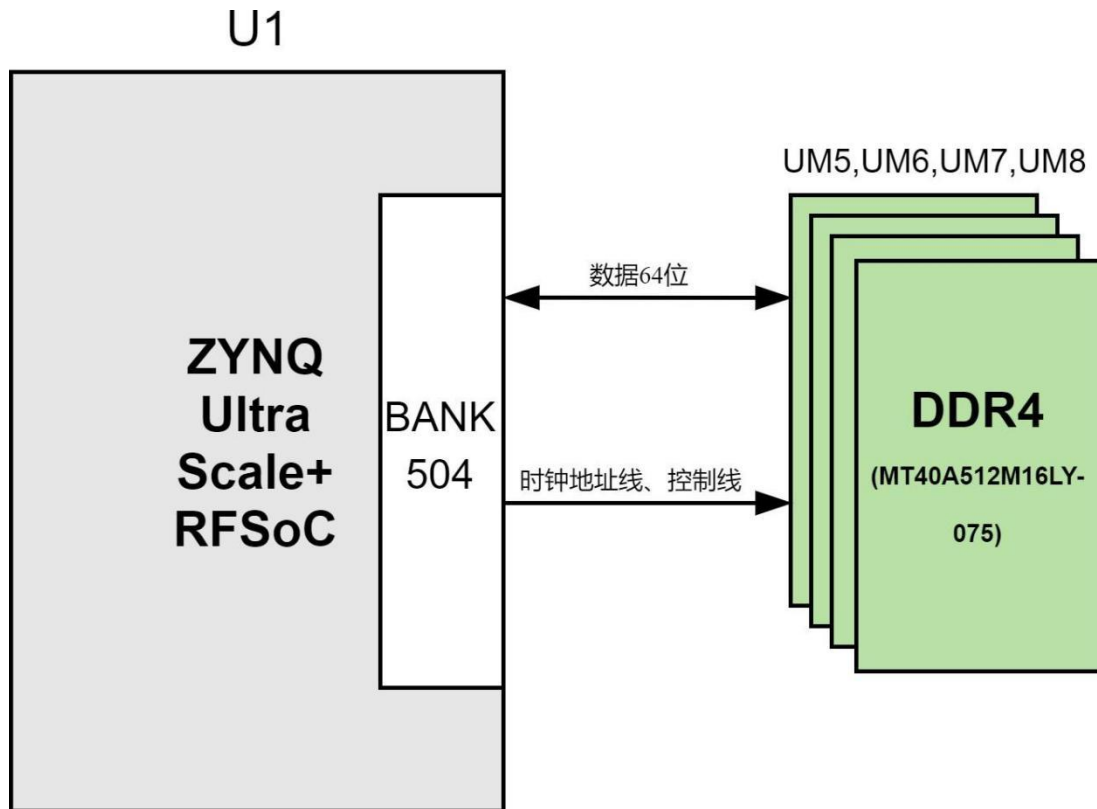


图 5 PS 端 DDR4 SDRAM 连接示意图

PL 端的 DDR4 SDRAM 的硬件连接方式如下图所示：

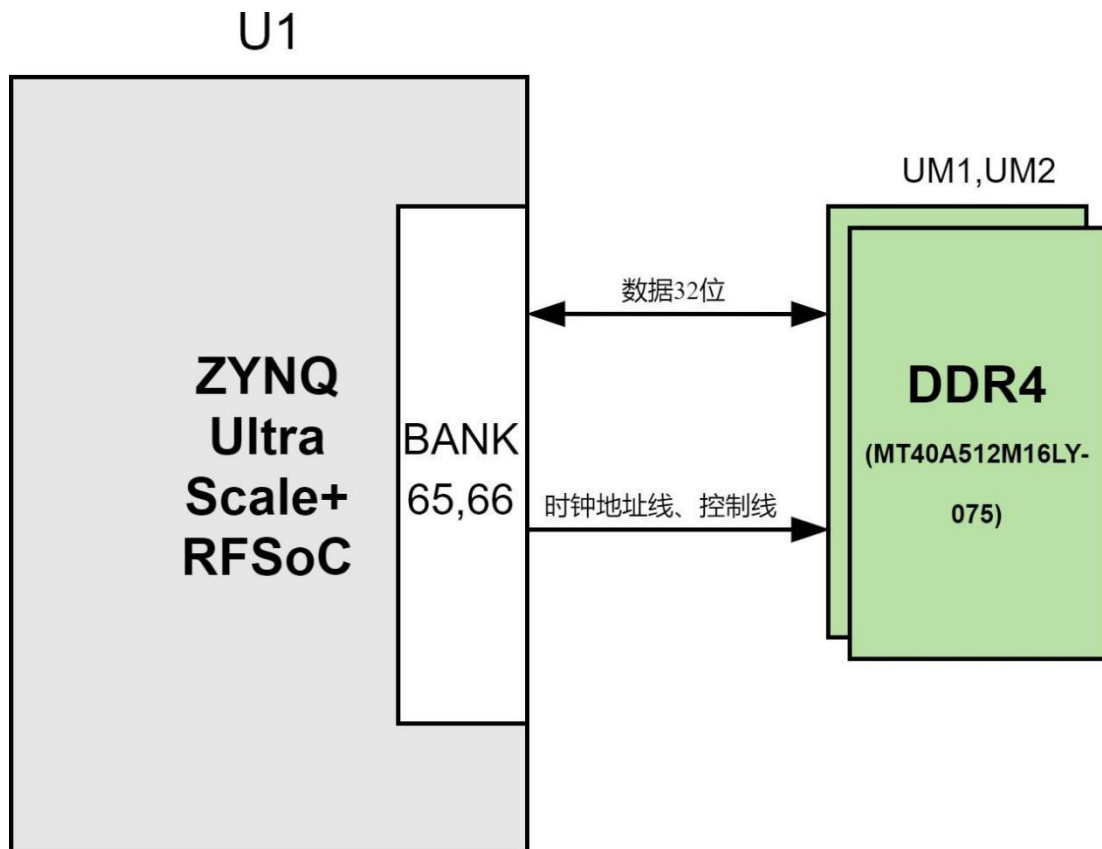


图 6 PL 端 DDR4 SDRAM 连接示意图

1.4 QSPI FLASH

ACRF47 核心板配有 2 片 512Mbit 大小的 QUAD SPI FLASH 芯片组成 8 位带宽数据总线，FLASH 型号为 MT25QU512ABBIEW9-0SIT，它使用 1.8V 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它的用户数据文件。QSPI FLASH 的具体型号和相关特性见下表。

表 2 QSPI FLASH 型号和参数

位置	位号	芯片型号	容量	厂家
PS	U5,U6	MT25QU512ABBIEW9-0SIT	512M bit	镁光

QSPI FLASH 连接到 ZYNQ 芯片的 PS 部分 BANK500 的 MIO 上，在系统设计中需要配置这些 PS 端的 MIO 功能为 QSPI FLASH 接口。

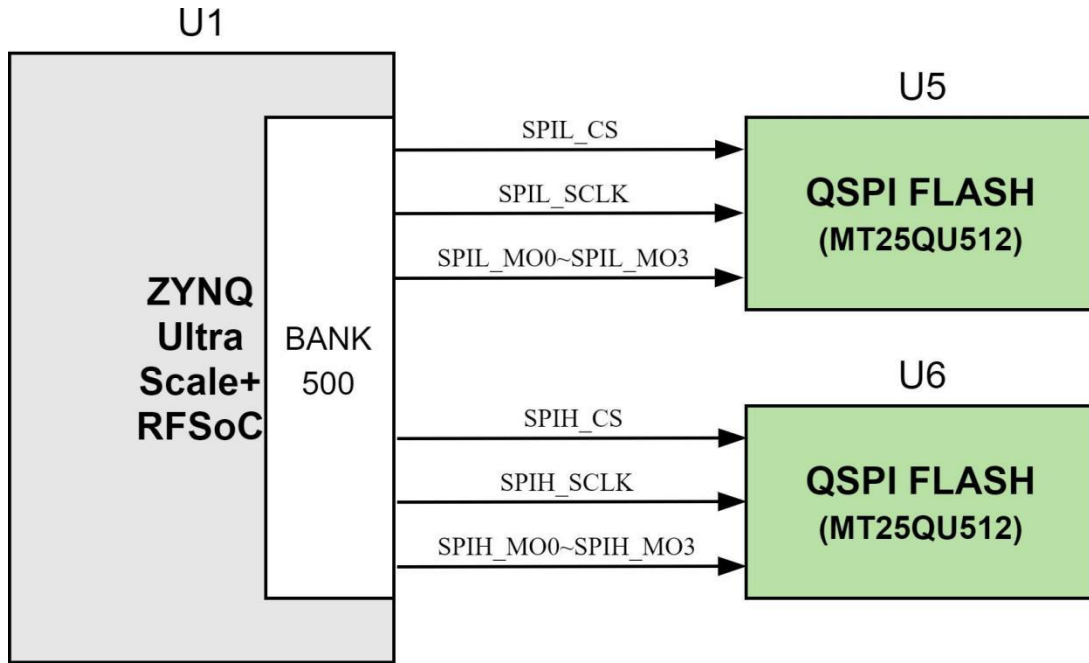


图 7 QSPI FLASH 连接示意图

表 3 配置芯片引脚分配

信号名称	引脚名	引脚号
SPII_SCLK	PS_MIO0	J17
SPII_MO1	PS_MIO1	J18
SPII_MO2	PS_MIO2	J16
SPII_MO3	PS_MIO3	K16
SPII_MO0	PS_MIO4	G15
SPII_CS	PS_MIO5	H18
SPIH_CS	PS_MIO7	K17
SPIH_MO0	PS_MIO8	E15
SPIH_MO1	PS_MIO9	F15
SPIH_MO2	PS_MIO10	C15
SPIH_MO3	PS_MIO11	G16
SPIH_SCLK	PS_MIO12	B15

1.5 EEPROM

ACRF47 核心模块上板载了一片 EEPROM，型号为 AT24CM01，容量为1Mbit，通过 IIC 总线连接到 PS 端进行通信。

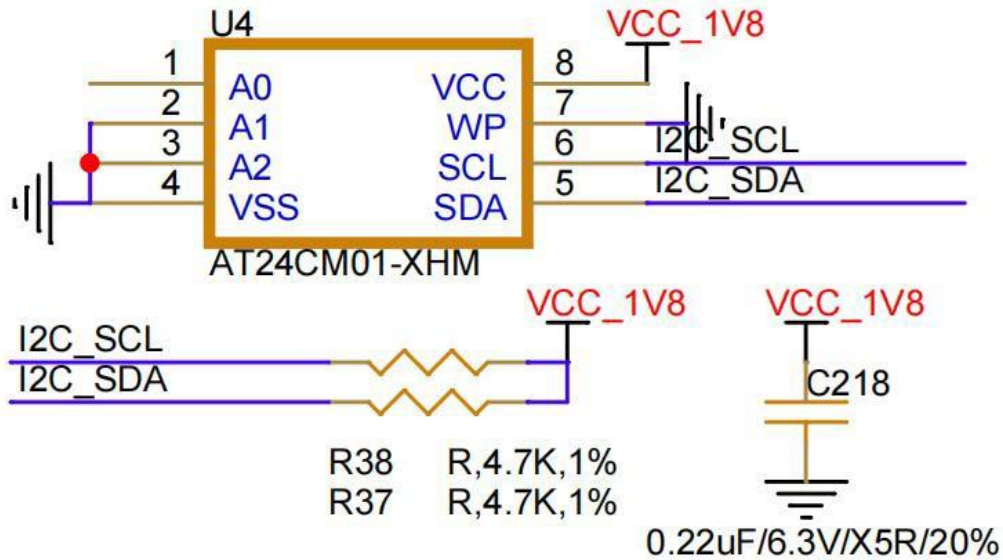


图 8 EEPROM 硬件原理图

表 4 EEPROM 引脚分配

信号名称	引脚名	引脚号	备注
IIC_SDA	PS_MIO25	B17	I2C 数据信号
IIC_SCL	PS_MIO24	A17	I2C 时钟信号

1.6 时钟配置

核心模块上提供双晶振时钟，系统时钟默认使用 33.3333MHz 有源晶振，封装 3.2x2.5mm。晶体 32.768KHz，驱动 ACRF47 内部 RTC 电路。时钟电路设计的示意图如下图所示：

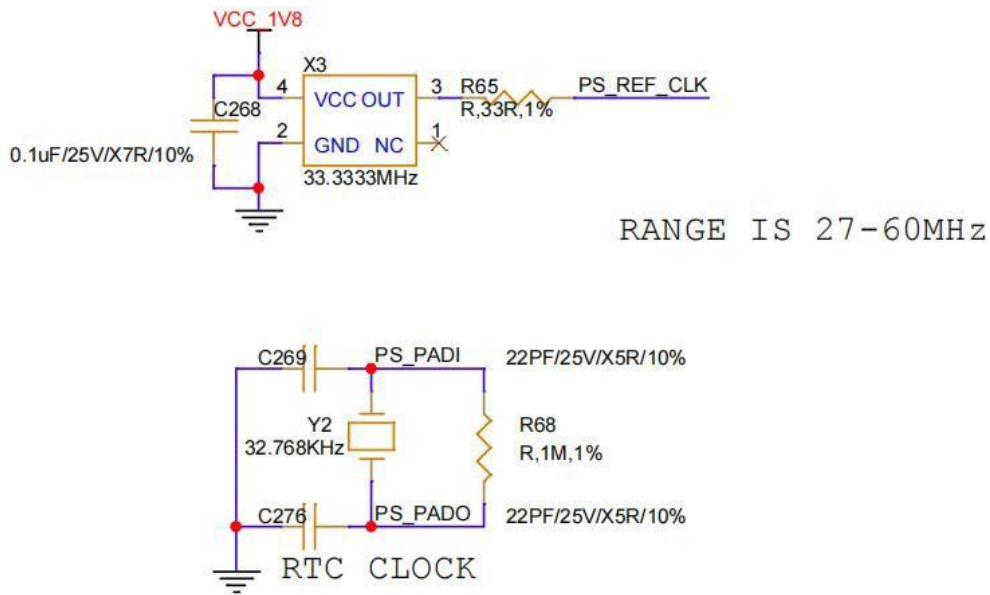


图 9 晶振原理图

核心模块系统采用 LMK04828 时钟芯片分配各个模块所需时钟，主晶振采用 19.2MHz 高稳 OCXO。支持 GTY 恢复时钟，支持外部参考时钟的输入与 SYSREF 输入，可实现多模块并联形成更大规模相参射频通道。

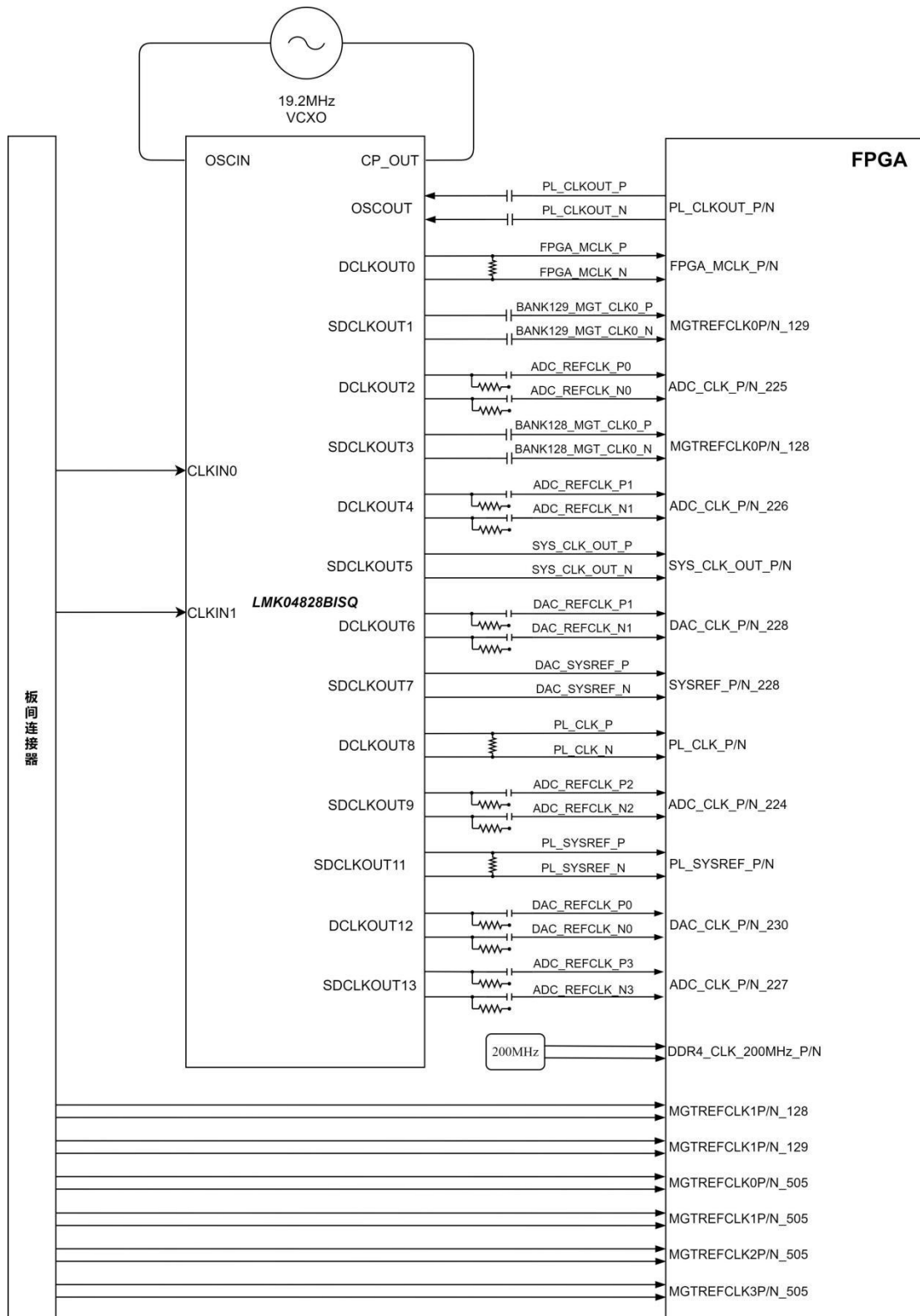


图 10 时钟分配连接示意图

1.7 PS-GTR 接口

ACRF47 核心模块的 PS 端 GTR 高速 BANK 未进行任何使用，全部通过连接器拉出，支持数据速率最高 6.0Gb/s，可以当作 PCIE Gen2 的 x1、x2、x4 使用，

也可以作为 SATA 使用，支持 1.5Gb/s、3.0Gb/s、6Gb/s 数据速率，也可以支持 DP 接口以及 USB3.0 接口等其它应用。

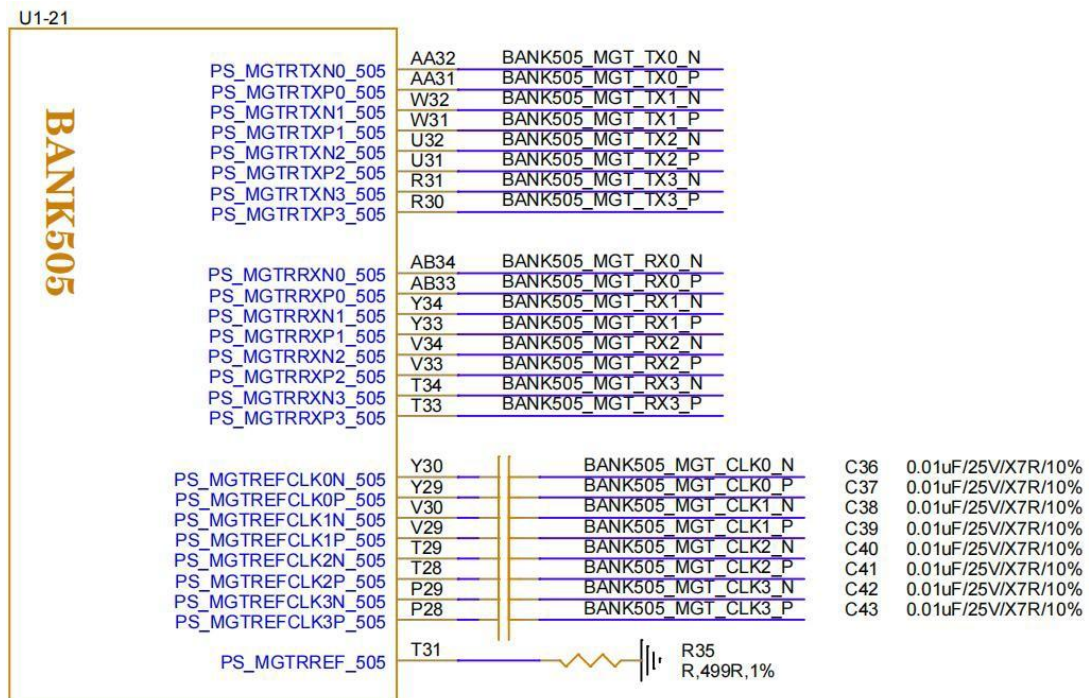


图 11 PS 端 GTR 高速收发器映射图

1.8 PCIE Gen4 接口（需要搭配 PCIe 载卡）

ACRF47 支持 GTY 高速收发器，利用高速收发器，可以实现 PCIe x8 Gen4.0，数据速率高达 16.0Gb/s，也支持 100G 光纤接口互联。方便用户二次开发，设计风险小，方便灵活。

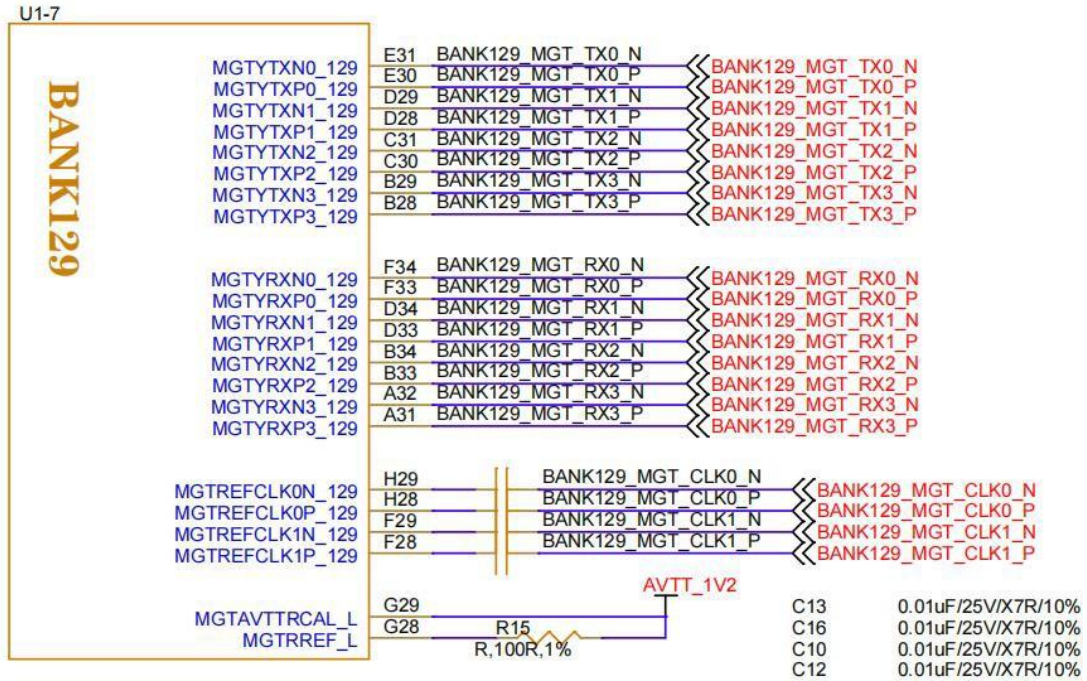


图 12 高速收发器映射图

1.9 RF-ADC 接口

ACRF47 核心模块使用的FPGA 芯片是 Zynq™ UltraScale+™ RFSoc Gen3 系列业界唯一单芯片自适应无线电平台，芯片集成了 14-bit 的 RF-ADC，最大采样率可达 5GSPS，并且 VCM 信号也引出至连接器，方便用户调节共模电压。

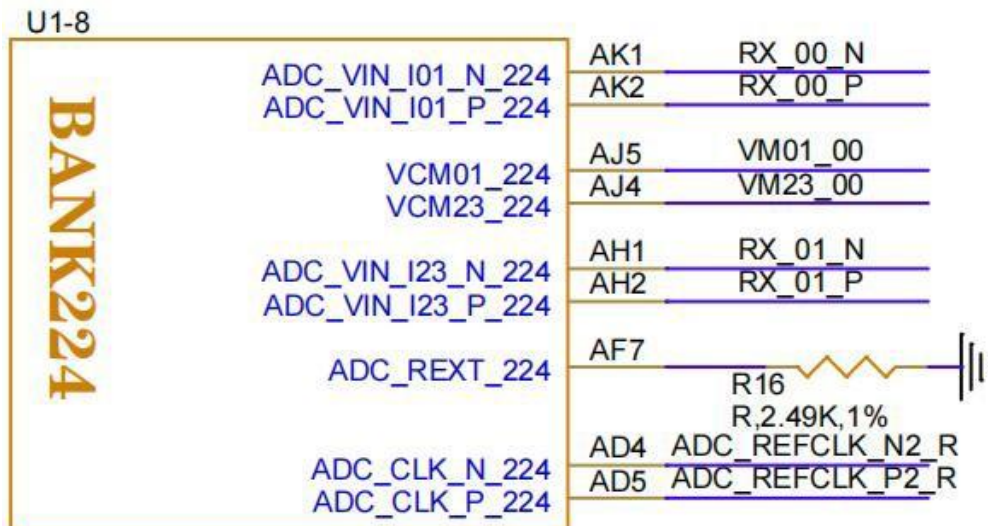


图 13 RF-ADC 接口示意图

1.10 RF-DAC 接口

ACRF47 核心模块使用的FPGA 芯片是 Zynq™ UltraScale+™ RFSoc Gen3 系列业界唯一单芯片自适应无线电平台，芯片集成了 14-bit 的 RF-DAC，最大采样率可达 9.85GSPS。

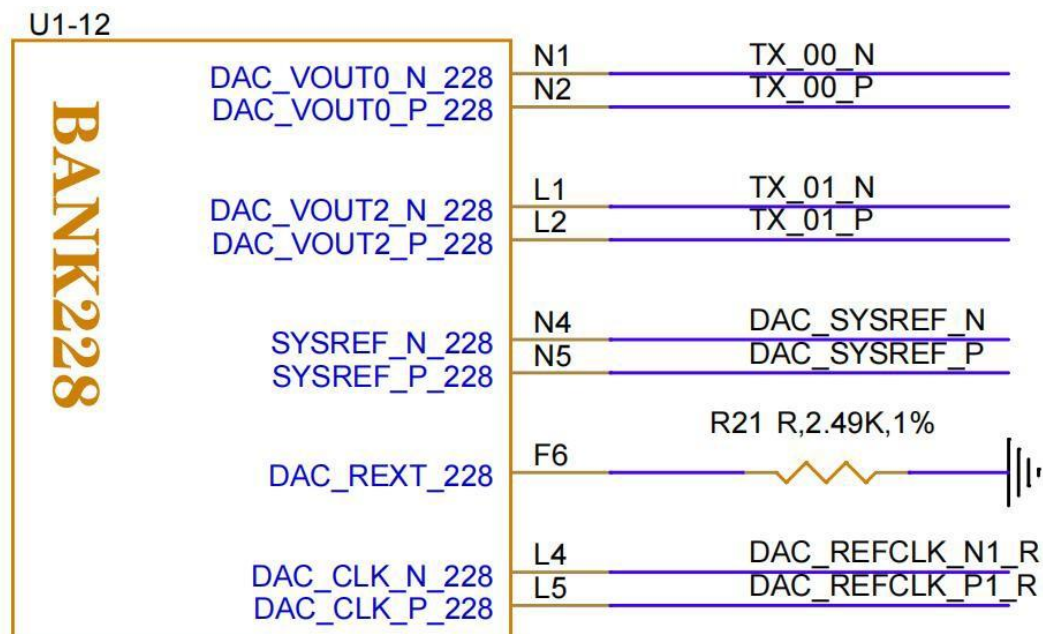


图 14 RF-DAC 接口示意图

1.11 电源

ACRF47 核心板采用直流 5V 供电，通过连接器底板给核心板供电。ACRF47 核心板典型功耗 60W。5V 系统电源通过降压型稳压器变换不同的电压驱动板卡上的 FPGA 以及其它电路，板卡 ADC 与 DAC 的供电由线性低压 LDO 提供，具有较好的电源抑制（PSRR）。

核心模块的扩展 IO BANK 接口电平图下：

BANK	电平 (V)	备注
BANK89	从底板提供	HD_BANK 支持 1.2~3.3V (HD I/O only) at ±5%
BANK128	MGTY	PCIE Gen4 信号
BANK129	MGTY	PCIE Gen4 信号
BANK501	从底板提供	MIO BANK 支持 1.8V、2.5V, and 3.3V at ±5%
BANK502	从底板提供	MIO BANK 支持 1.8V、2.5V, and 3.3V at ±5%
BANK503	1.8V 固定	配置管脚输出，模式选择，系统复位信号
BANK505	PS_MGTR	未进行任何定义，高速信号管脚和时钟信号全部拉出至连接器

ACRF47 核心板的电源设计框图如下所示：

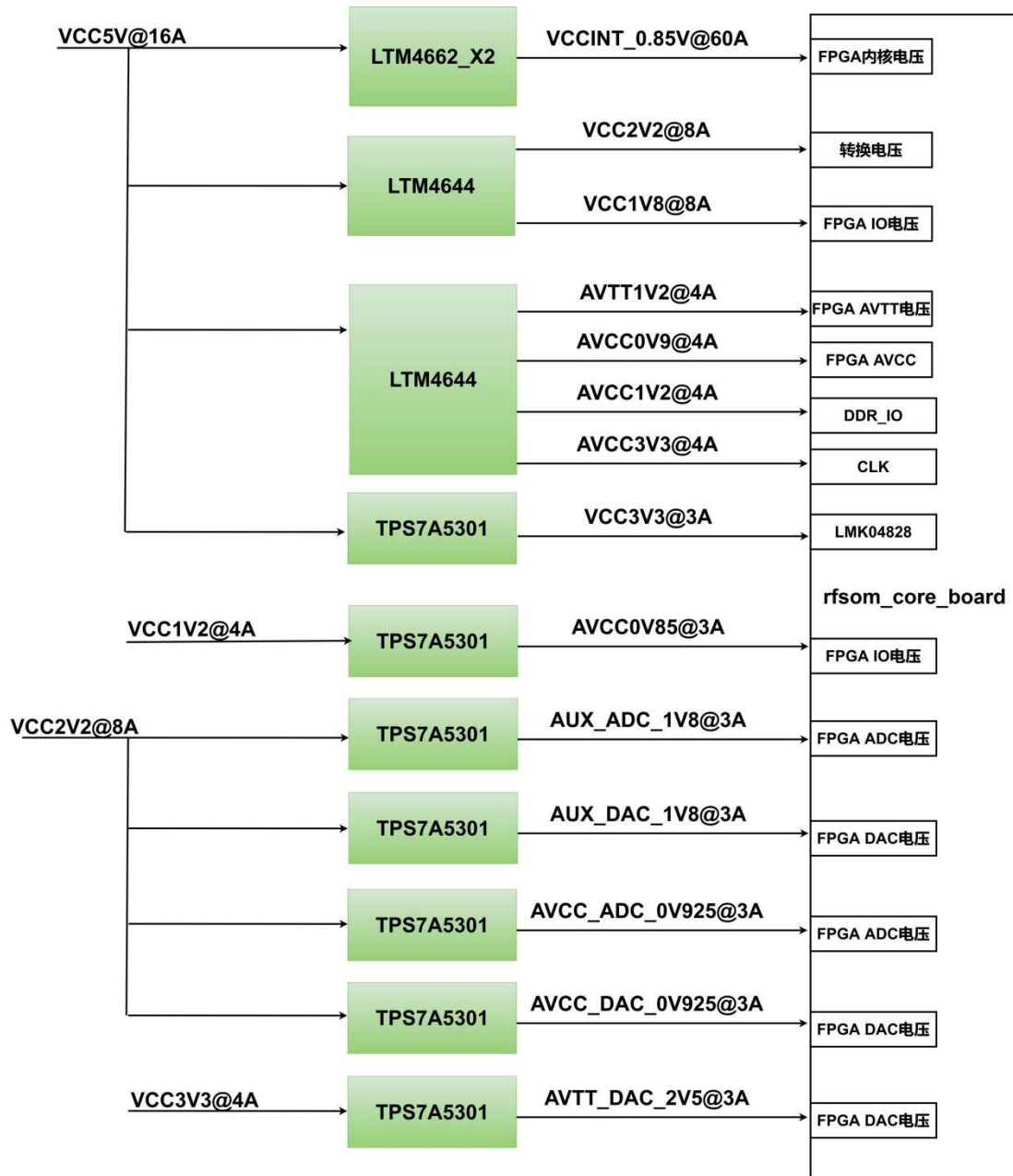


图 15 ACRF47 核心板电源设计框图

1.12 结构图

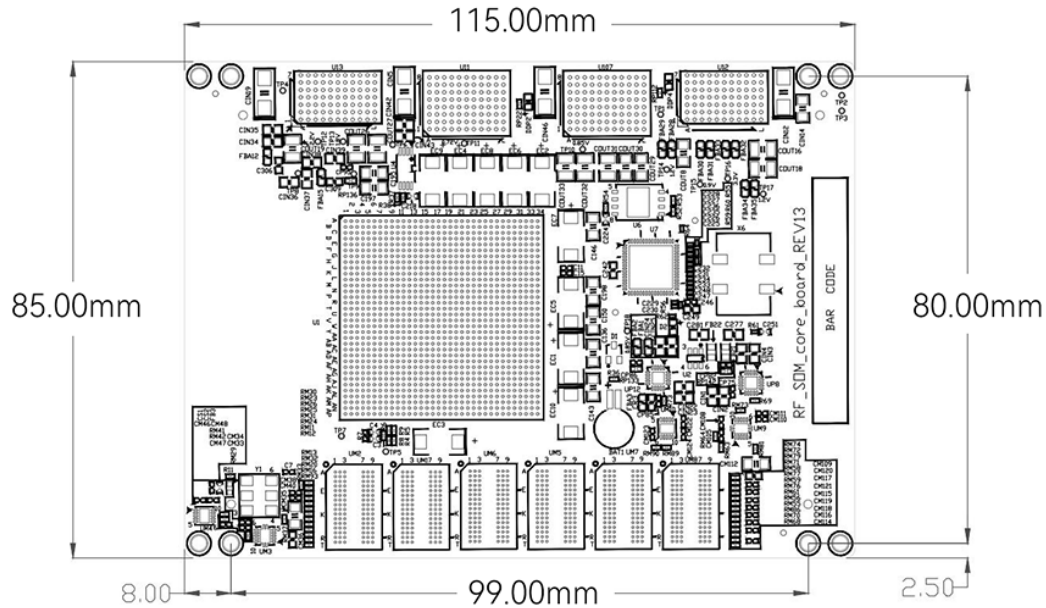


图 16 ACRF47 核心模块正面图

1.13 连接器管脚定义

核心板一共扩展出 2 个高速扩展口，使用 2 个 400Pin 的板间连接器（J1、J2）和底板连接，连接器使用 Samtec 公司的 LPAM_50_01_0_L_08_2_K_TR 连接器。

连接器信号定义如下所示：

表 5 J1 连接器信号定义

标号	信号网络	标号	信号网络	标号	信号网络	标号	信号网络
A1	GND	B1	VCC_5V	C1	VCC_5V	D1	VCC_5V
A2	GND	B2	VCC_5V	C2	VCC_5V	D2	VCC_5V
A3	GND	B3	GND	C3	GND	D3	GND
A4	GND	B4	GND	C4	GND	D4	GND
A5	GND	B5	GND	C5	GND	D5	GND
A6	GND	B6	GND	C6	GND	D6	GND
A7	GND	B7	BANK89_IO_L1P	C7	BANK89_IO_L1N	D7	GND
A8	GND	B8	GND	C8	GND	D8	BANK89_IO_L2P

A9	GND	B9	BANK89_IO_L3P	C9	BANK89_IO_L3N	D9	GND
A10	GND	B10	GND	C10	GND	D10	BANK89_IO_GC_L5P
A11	GND	B11	BANK89_IO_GC_L7P	C11	BANK89_IO_GC_L7N	D11	GND
A12	GND	B12	GND	C12	GND	D12	BANK89_IO_GC_L6P
A13	GND	B13	BANK89_IO_L4P	C13	BANK89_IO_L4N	D13	GND
A14	GND	B14	GND	C14	GND	D14	BANK89_IO_L9P
A15	GND	B15	GND	C15	GND	D15	GND
A16	GND	B16	GND	C16	GND	D16	GND
A17	GND	B17	GND	C17	GND	D17	GND
A18	GND	B18	TX_06_P	C18	TX_06_N	D18	GND
A19	GND	B19	GND	C19	GND	D19	GND
A20	GND	B20	GND	C20	GND	D20	GND
A21	GND	B21	GND	C21	GND	D21	GND
A22	GND	B22	TX_04_P	C22	TX_04_N	D22	GND
A23	GND	B23	GND	C23	GND	D23	GND
A24	GND	B24	GND	C24	GND	D24	GND
A25	GND	B25	GND	C25	GND	D25	GND
A26	GND	B26	TX_02_P	C26	TX_02_N	D26	GND
A27	GND	B27	GND	C27	GND	D27	GND
A28	GND	B28	GND	C28	GND	D28	GND
A29	GND	B29	GND	C29	GND	D29	GND
A30	GND	B30	TX_00_P	C30	TX_00_N	D30	GND
A31	GND	B31	GND	C31	GND	D31	GND
A32	GND	B32	GND	C32	GND	D32	GND
A33	GND	B33	GND	C33	GND	D33	NC
A34	GND	B34	RX_06_P	C34	RX_06_N	D34	GND
A35	GND	B35	GND	C35	GND	D35	GND
A36	GND	B36	GND	C36	GND	D36	GND
A37	GND	B37	GND	C37	GND	D37	NC

A38	GND	B38	RX_04_P	C38	RX_04_N	D38	GND
A39	GND	B39	GND	C39	GND	D39	GND
A40	GND	B40	GND	C40	GND	D40	GND
A41	GND	B41	GND	C41	GND	D41	NC
A42	GND	B42	RX_02_P	C42	RX_02_N	D42	GND
A43	GND	B43	GND	C43	GND	D43	GND
A44	GND	B44	GND	C44	GND	D44	GND
A45	GND	B45	GND	C45	GND	D45	NC
A46	GND	B46	RX_00_P	C46	RX_00_N	D46	GND
A47	GND	B47	GND	C47	GND	D47	GND
A48	GND	B48	GND	C48	GND	D48	GND
A49	GND	B49	GND	C49	GND	D49	GND
A50	GND	B50	GND	C50	GND	D50	GND

表 6 J1 连接器信号定义

标号	信号网络	标号	信号网络	标号	信号网络	标号	信号网络
E1	VCC_5V	F1	VCC_5V	G1	VCC_5V	H1	GND
E2	VCC_5V	F2	VCC_5V	G2	VCC_5V	H2	GND
E3	GND	F3	GND	G3	GND	H3	GND
E4	GND	F4	GND	G4	GND	H4	GND
E5	GND	F5	GND	G5	GND	H5	GND
E6	GND	F6	GND	G6	GND	H6	GND
E7	GND	F7	BANK89_IO_L12P	G7	BANK89_IO_L12N	H7	GND
E8	BANK89_IO_L2N	F8	GND	G8	GND	H8	GND
E9	GND	F9	BANK89_IO_GC_L8P	G9	BANK89_IO_GC_L8N	H9	GND
E10	BANK89_IO_GC_L5N	F10	GND	G10	GND	H10	GND
E11	GND	F11	BANK89_IO_L10P	G11	BANK89_IO_L10N	H11	GND
E12	BANK89_IO_GC_L6N	F12	GND	G12	GND	H12	GND

E13	GND	F13	BANK89_IO_L11P	G13	BANK89_IO_L11N	H13	GND
E14	BANK89_IO_L9N	F14	GND	G14	GND	H14	GND
E15	GND	F15	GND	G15	GND	H15	GND
E16	GND	F16	GND	G16	GND	H16	GND
E17	GND	F17	GND	G17	GND	H17	GND
E18	GND	F18	TX_07_P	G18	TX_07_N	H18	GND
E19	GND	F19	GND	G19	GND	H19	GND
E20	GND	F20	GND	G20	GND	H20	GND
E21	GND	F21	GND	G21	GND	H21	GND
E22	GND	F22	TX_05_P	G22	TX_05_N	H22	GND
E23	GND	F23	GND	G23	GND	H23	GND
E24	GND	F24	GND	G24	GND	H24	GND
E25	GND	F25	GND	G25	GND	H25	GND
E26	GND	F26	TX_03_P	G26	TX_03_N	H26	GND
E27	GND	F27	GND	G27	GND	H27	GND
E28	GND	F28	GND	G28	GND	H28	GND
E29	GND	F29	GND	G29	GND	H29	GND
E30	GND	F30	TX_01_P	G30	TX_01_N	H30	GND
E31	GND	F31	GND	G31	GND	H31	GND
E32	GND	F32	GND	G32	GND	H32	GND
E33	GND	F33	GND	G33	GND	H33	GND
E34	GND	F34	RX_07_P	G34	RX_07_N	H34	GND
E35	NC	F35	GND	G35	GND	H35	GND
E36	GND	F36	GND	G36	GND	H36	GND
E37	GND	F37	GND	G37	GND	H37	GND
E38	GND	F38	RX_05_P	G38	RX_05_N	H38	GND
E39	NC	F39	GND	G39	GND	H39	GND
E40	GND	F40	GND	G40	GND	H40	GND
E41	GND	F41	GND	G41	GND	H41	GND

E42	GND	F42	RX_03_P	G42	RX_03_N	H42	GND
E43	NC	F43	GND	G43	GND	H43	GND
E44	GND	F44	GND	G44	GND	H44	GND
E45	GND	F45	GND	G45	GND	H45	GND
E46	GND	F46	RX_01_P	G46	RX_01_N	H46	GND
E47	NC	F47	GND	G47	GND	H47	GND
E48	GND	F48	GND	G48	GND	H48	GND
E49	GND	F49	GND	G49	GND	H49	GND
E50	GND	F50	GND	G50	GND	H50	GND

表 7 J2 连接器信号定义

标号	信号网络	标号	信号网络	标号	信号网络	标号	信号网络
E1	VCCO_501	F1	VCC_5V	G1	VCC_5V	H1	GND
E2	VCCO_501	F2	VCC_501	G2	VCC_5V	H2	GND
E3	GND	F3	GND	G3	GND	H3	GND
E4	GND	F4	CLKIN0_P	G4	CLKIN0_N	H4	GND
E5	SYSREF_IN_N	F5	GND	G5	GND	H5	GND
E6	GND	F6	GND	G6	GND	H6	GND
E7	GND	F7	BANK501_PS_MIO37	G7	BANK501_PS_MIO34	H7	GND
E8	BANK501_PS_MIO36	F8	GND	G8	GND	H8	GND
E9	GND	F9	BANK501_PS_MIO41	G9	BANK501_PS_MIO38	H9	GND
E10	BANK501_PS_MIO39	F10	GND	G10	GND	H10	GND
E11	GND	F11	BANK501_PS_MIO43	G11	BANK501_PS_MIO44	H11	GND
E12	BANK501_PS_MIO45	F12	GND	G12	GND	H12	GND
E13	GND	F13	BANK501_PS_MIO48	G13	BANK501_PS_MIO51	H13	GND
E14	BANK501_PS_MIO47	F14	GND	G14	GND	H14	GND
E15	GND	F15	BANK501_PS_MIO58	G15	BANK501_PS_MIO60	H15	GND
E16	BANK501_PS_MIO59	F16	GND	G16	GND	H16	GND

E17	GND	F17	BANK501_PS_MIO63	G17	BANK501_PS_MIO62	H17	GND
E18	BANK501_PS_MIO55	F18	GND	G18	GND	H18	GND
E19	GND	F19	BANK501_PS_MIO64	G19	BANK501_PS_MIO65	H19	GND
E20	BANK501_PS_MIO71	F20	GND	G20	GND	H20	GND
E21	GND	F21	BANK501_PS_MIO75	G21	BANK501_PS_MIO70	H21	GND
E22	BANK501_PS_MIO74	F22	GND	G22	GND	H22	GND
E23	GND	F23	JTAG_TDI	G23	PS_ERROR	H23	GND
E24	BANK501_PS_MIO77	F24	GND	G24	GND	H24	GND
E25	GND	F25	PS_MODE2	G25	PS_MODE0	H25	GND
E26	PS_MODE1	F26	GND	G26	GND	H26	GND
E27	GND	F27	NC	G27	NC	H27	GND
E28	JTAG_TCK	F28	GND	G28	GND	H28	GND
E29	GND	F29	BANK129_MGT_RX1_P	G29	BANK129_MGT_RX1_N	H29	GND
E30	BANK129_MGT_RX2_N	F30	GND	G30	GND	H30	GND
E31	GND	F31	BANK129_MGT_TX2_P	G31	BANK129_MGT_TX2_N	H31	GND
E32	BANK129_MGT_TX3_N	F32	GND	G32	GND	H32	GND
E33	GND	F33	BANK505_MGT_CLK0_P	G33	BANK505_MGT_CLK0_N	H33	GND
E34	BANK129_MGT_TX0_N	F34	GND	G34	GND	H34	GND
E35	GND	F35	BANK505_MGT_CLK3_P	G35	BANK505_MGT_CLK3_N	H35	GND
E36	BANK505_MGT_CLK2_N	F36	GND	G36	GND	H36	GND
E37	GND	F37	BANK128_MGT_RX1_P	G37	BANK128_MGT_RX1_N	H37	GND
E38	BANK128_MGT_RX2_N	F38	GND	G38	GND	H38	GND
E39	GND	F39	BANK128_MGT_TX2_P	G39	BANK128_MGT_TX2_N	H39	GND
E40	BANK128_MGT_CLK1_N	F40	GND	G40	GND	H40	GND
E41	GND	F41	BANK128_MGT_TX0_P	G41	BANK128_MGT_TX0_N	H41	GND
E42	BANK128_MGT_TX1_N	F42	GND	G42	GND	H42	GND
E43	GND	F43	BANK505_MGT_TX2_P	G43	BANK505_MGT_TX2_N	H43	GND
E44	BANK505_MGT_TX1_N	F44	GND	G44	GND	H44	GND
E45	GND	F45	BANK505_MGT_RX2_P	G45	BANK505_MGT_RX2_N	H45	GND

E46	BANK505_MGT_RX3_N	F46	GND	G46	GND	H46	GND
E47	GND	F47	BANK129_MGT_CLK1_N	G47	BANK129_MGT_CLK1_P	H47	GND
E48	BANK505_MGT_RX0_N	F48	GND	G48	GND	H48	GND
E49	GND	F49	GND	G49	GND	H49	GND
E50	GND	F50	GND	G50	GND	H50	GND