

ARM+FPGA iCore4TX 双核心工控板

硬件手册

邮箱: GINGKO@vip.163.com

论坛: <http://www.eeschool.org>

旗舰店: <http://icore.taobao.com>

电 话: 0379-69926675

银杏公司出品
第一版 2020-04-26

iCore4TX 双核心工控板简介

1. 硬件资源及特性
2. ARM 核心
3. FPGA 核心
4. 双核心连接模式
5. 电源管理
6. 时钟管理
7. 金手指与标准 50P 扩展
8. USB 转 USART 功能
9. SDRAM 存储器
10. EEPROM 存储器
11. FLASH 存储器
12. SDIO 接口 TF 卡
13. SWD 仿真接口
14. 单色 LED
15. FPGA 之 SPI FLASH 配置模式（可选）
16. FPGA 之 Slave Serial 配置模式（默认）
17. FPGA 之 JTAG 接口

1

iCore4TX 双核心工控板简介

iCore4TX异构双核心板是银杏公司推出的第四代 iCore 系列双核心板的升级产品；它具有 ARM+FPGA双核心组合，尺寸小，便携性高，可扩展性强等特点。iCore4TX使用DDR3内存条接口，丰富的扩展功能可以满足测试测量，自动控制，数据采集，自主学习等生产生活的需要。

“ARM”核心采用 CORTEX-M7内核的STM32H750IBK6芯片，最高主频可达480MHZ，性能可达1027DMIPS。“ARM”核心作为CPU角色（亦可以说成“串行”执行角色），负责功能实现、事件处理及接口等功能。芯片提供了双精度浮点单元，DSP指令集等高性能特性；其丰富的通信接口可以满足您大部分的外设扩展。

“FPGA”核心采用XILINX公司SPARTAN-6系列的FPGA XC6SLX16-2FTG256C，具有I/O 连接的高引脚数与逻辑之比，带有集成内存控制器的 800Mb/s DDR3，高达 8 个低功耗 3.2Gb/s 串行收发器，适用于大多数测试测量、数据采集、接口通信、协议栈转换、自动控制等应用。

ARM通过高速SPI与FPGA进行数据交换，时钟可达130MHz，通过DMA加持，实测传输速度优于13MB/s，高速的数据交换使得两核心之间的协同能力大大增加，它的便利性与实时性使得 iCore4TX可以应对越来越高的测试测量及自动控制类产品功能、性能的需求。

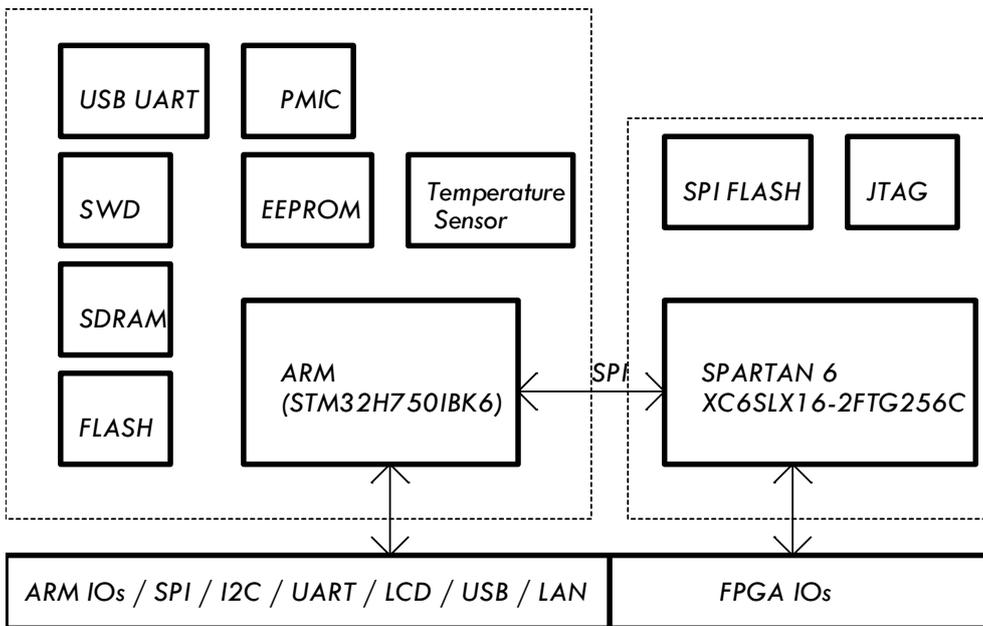


图 1 iCore4TX 双核心工控板原理框图

iCore4TX特性如下:

ARM核心 : 采用主频480M的高性能STM32H750IB

FPGA核心 : 采用XILINX公司SPARTAN-6系列的FPGA XC6SLX16-2FTG256C

ARM I/O扩展 : 多达66个高性能I/O扩展

ARM外设扩展 : 通过金手指可扩展DAC、USB2.0高速/全速、以太网、液晶、I2C、SPI、ADC、UART、CAN、一路DCDC电源等

ARM接口扩展 : 用于调试的USB转UART功能

TF卡存储扩展 : ARM SDIO接口的TF卡接口扩展

FLASH扩展 : 内置4线高速SPI NOR FLASH, 容量达8MBytes, 可用于程序代码扩展

SDRAM扩展 : ARM外扩SDRAM, 容量为32MBytes

EEPOM扩展 : ARM外扩EEPOM, I2C通信, 容量为4Kbit

ARM调试口 : 6P简化后的SWD调试接口, 可以选配转接器以适应通用的20p接口

FPGA I/O扩展 : 多达120个高性能I/O扩展与GK50标准扩展的36个I/O

Slave Serial配置 : 基于ARM的FPGA重配置功能, 可以完成FPGA固件在线更新

FPGA调试口 : 6P简化后的FPGA JTAG端口, 可以选配转接器以适应通用的10p接口

- 串行总线** : 用于ARM与FPGA连接的高速SPI串行总线
- 温度传感器** : 内置片上温度传感器, 可实时监测环境工作温度
- 金手指扩展** : 金手指包括120个FPGA扩展与66个ARM扩展, 可扩展DAC、USB2.0高速/全速、以太网、液晶、I2C、SPI、ADC、UART、CAN、一路DCDC电源等外设
- 电源管理** : 供电采用USB-UART供电与金手指外部扩展供电同时供电, 也可单独选择其中一项供电。电源管理采用AXP152, 不但保证了低功耗特性(正常工作功耗200mA左右, 5V供电), 且FPGA各BANK IO电源可编程调节。
- 电源监控** : 内置高边电流检测, 各路电压监控电路, 可实时监控电源及功耗
- 时钟频率** : 采用25M有源晶振, 向ARM与FPGA提供工作时钟

2

硬件资源及特性

序号	类	特性	描述	序号	类	特性	描述
1	ARM 特性	型号	STM32H750IBK6	16	ARM 特性	百兆以太网	可扩展
2		内核	ARM Cortex-M7	17		DMA	4 个
3		主频	480MHz	18		随机数发生器	有
4		FLASH	128KBytes	19		硬件 CRC 单元	有
5		RAM	512+16+4K Bytes	20		JPEG 图形处理	有
6		封装	UFBGA176	21		FPU 浮点单元	有
7		ADC	3x16bit 36 通道	22		RTC 时钟	有
8		DAC	2x12bit	23		DSP 指令集	有
9		定时器	22 个	24		SDIO 接口	有
10		I2C	4 个	25		调试口	6 PIN SWD 接口
11		SPI	6 个	26	FPGA 特性	型号	XC6SLX16
12		CAN	2 个	27		系列	SPARTAN-6
13		UART	4 个	28		封装	BGA256
14		USB-OTG	2 个（可扩展）	29		Block RAM	18Kb/个
15		外扩 IO	66 个（金手指）	30		配置芯片（选配）	P25Q16

序号	类	特性	描述	序号	类	特性	描述
31	FPGA 特性	JTAG	有	49	时钟	ARM 时钟	有源 25M
32		Slave Serial 配置	由 ARM 完成	50		FPGA 时钟	有源 25M
33		I/O 个数	186, 外扩 120+36	51		串口时钟	无
34				52	总线特性	总线类型	高速串行 SPI
35				53		实测读速度	13.7M 字/秒
36				54		实测写速度	13.7M 字/秒
37				55		SPI 线数	4 线
38		I/O 电平	3.3V+	56		中断线数	1 线, 触发 ARM
39	电源管理特性	输入电压	5V	57	USB-UART	接口连接器类型	贴片 MicroUSB
40		输入电流	150 mA ~300mA	58		主功能芯片	CH340E
41		板载输出	0.7~3.5V/1.2A	59		波特率 (bps)	2400~115200
42		3.3V 电流	1A	60		ARM 连接方式	USART2
43		2.5V 电流	0.3A	61		本接口对内供电	是
44		1.2V 电流	2.0A	62	其它特性	LED 指示	有
45		电源管理	有	63		温度监控	有
46		过流过压保护	有	64		AD/DA 基准源	有
47		电流电压监控	有	65			
48		供电端口	USB 接口/金手指	66			

3

ARM 核心

iCore4TX 核心板中，ARM 核心占了超过了一半的空间。经过编程开发后，ARM 微处理器负责“主控”的角色，具有强大的计算处理能力，搭配上 SDRAM、EEPROM、FLASH 等外部存储，更使得 iCore4TX 的数据处理能力大大增强。

ARM 核心相关的资源如下图 2 所示。其包含了 ARM 处理器（STM32H750IBK6）、ARM 扩展 I/O（金手指 66 个）、存储设备（TF 卡、32M SDRAM、8M QSPI FLASH、EEPROM）、温度传感器、调试接口（SWD 调试口、USB 转 UART 终端）等。

ARM 处理器（176 脚 STM32H750IB）是新一代的 Cortex-M7 内核的微处理器，主频最高可达 480MHz。其不但性能强劲，而且含有众多实用资源和丰富的外设。

ARM 外扩引脚请参考《iCore4TX 原理图》和《iCore4TX 扩展引脚示意图》两个文档。

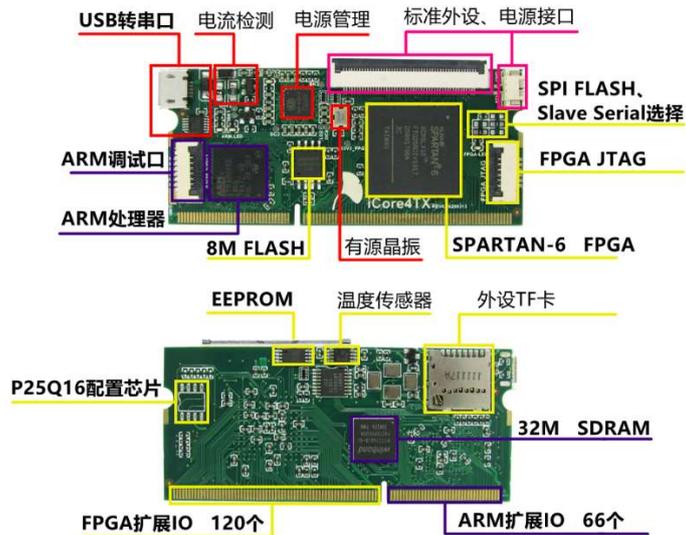


图2 双核心板板载资源

4

FPGA 核心

iCore4TX 核心板中，FPGA 核心占了很大一部分的空间。iCore4 用于产品主控板时，“FPGA”核心作为“逻辑器件”角色（亦可以说成“并行”执行角色），负责并行处理、实时性处理及逻辑管理等功能。

FPGA 核心相关的资源参照上图 2 所示。其包含了 FPGA 芯片（XC6SLX16-2FTG256C）、FPGA 扩展 I/O（金手指 120 个），GK50 标准扩展、配置选择、配置芯片（选配）、JTAG 调试口等。

“FPGA”核心采用 SPARTAN-6 系列产品 XC6SLX16-2FTG256C，具有功耗低、性能强、资源多、使用方便等优点。其采用 BGA 形式 256 脚封装，密集式封装形式使得在芯片面积较小的情况下能为用户提供较多的 I/O 引脚。

FPGA 外扩引脚请参考《iCore4TX 原理图》和《iCore4TX 扩展引脚示意图》两个文档。

5

双核心连接模式

iCore4TX 采用异构双核心串行连接模式，ARM 和 FPGA 两核心通过 SPI 串行总线方式连接。串行总线的连接方式节省了 I/O，可以省出更多的资源为客户所用，其时钟速率高达 130Mb/s，通过 DMA 加持，实测的传输速度要优于 13MB/s。除此之外，我们还在 ARM 上增加了 FPGA 中断，当 FPGA 向 ARM 申请事件时，中断信号的产生大大加快了 ARM 处理 FPGA 事件的能力，相对于轮询方式，还减少了占用 ARM 内存空间与处理事件的能力，保证了两个核心数据交换的便利性及实时性。在 FPGA 的 Slave Serial 配置模式中，ARM 控制其配置过程，实现了 FPGA 的在线可

编程。

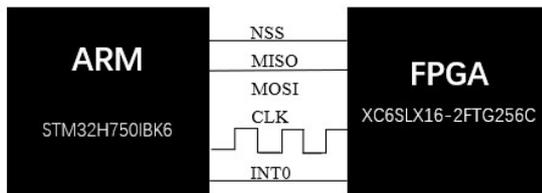


图 3 双核心连接模式结构示意图

6

电源管理

iCore4TX 系统结构虽小，但对电源的质量要求较高。iCore4TX 采用 USB-USART 供电与扩展板供电，两路电源可同时供电，提高开发板的供电能力。iCore4TX 采用专业电源管理 IC AXP152，不但保证了低功耗特性（正常工作功耗 200mA 左右，5V 供电），且 FPGA 各 BANK IO 电源可编程调节。另外，iCore 4TX 还内置高边电流检测，各路电压监控电路，可实时监控电源及功耗。

专业电源管理 IC AXP152 具有四路降压转换器与七路线性稳压器可满足 iCore4TX 各方面的电源需求。电源管理 IC 从五个方面为系统供电，同时提供电源监控和基准，如图 4 所示。系统供电的五个方面分别为：

1、数字电源：数字电源输出为 3.3V，采用高效率的 BUCK 电路，为 ARM/FPGA/SDRAM 等供电。芯片 DC-DC1 输出能力为 1A，远远大于系统所需电流。

2、FPGA 电源：FPGA 内核采用 AXP152 芯片供电，高效率的 BUCK 电路可以保证 FPGA 芯

片内核稳定运行。

3、FPGA BK2 电源：FPGA BK2 部分采用 D3V3 供电。

4、BUCK&LDO 可调电源：FPGA 各 BANK I/O 电源可通过 AXP152 程控调节。

5、ARM 模拟电压基准：STM32H750IBK6 提供独立的模拟电压基准，为片上 ADC/DAC 提供基准电压，这里我们采用 TL431 产生 2.5V 基准，供 ADC/DAC 使用。

核心板一端具有一个外部电源接口，此电源接口通过 GK50 接口直接向 GK50 扩展输出，且此接口可根据扩展板所需电压接入相应的电源。金手指带有一路 DCDC 电源，用户设计扩展时可以直接使用该独立电源接口，实现 0.7~3.5V/1.2A 的电源输出。

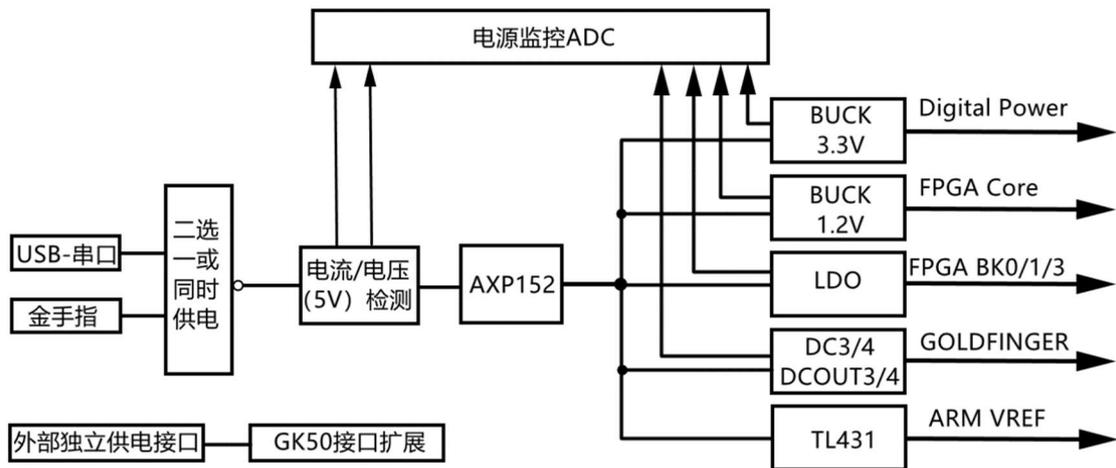


图 4 系统供电示意图

7

时钟管理

iCore4TX 双核心板包含 25M 独立的有源晶振时钟，分别供给 FPGA 和 ARM。有源晶振保证了 ARM 与 FPGA 运行的可靠性与时钟的抗干扰性。有源晶振与 ARM/FPGA 时钟管理示意图如图 5 所示。

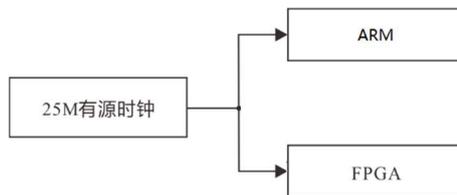


图 5 时钟管理示意图

8

金手指与标准 50P 扩展

iCore4TX 双核心工控板的引脚扩展特别灵活，采用金手指扩展（DDR3 笔记本内存条接口）与 50P GK50 标准扩展接口。iCore4TX 扩展引脚示意图如图 6 所示。

金手指采用 DDR3 笔记本内存条接口，包括 ARM 扩展 I/O 66 个，FPGA 扩展 I/O 120 个，小巧且方便，尤其是功能极为强大。可扩展 DAC 扩展输出、USB2.0 全速，高速各一个、以太网接口、真彩液晶、I2C 接口、SPI 接口、ADC、UART 与 CAN 总线等各种强大的功能。

50P GK50 标准扩展接口是银杏科技标准模块专用接口，可扩展银杏科技标准模块，给您的工作带来极大的方便与快捷。

具体外扩引脚请参考《iCore4TX 原理图》和《iCore4TX 扩展引脚示意图》两个文档。

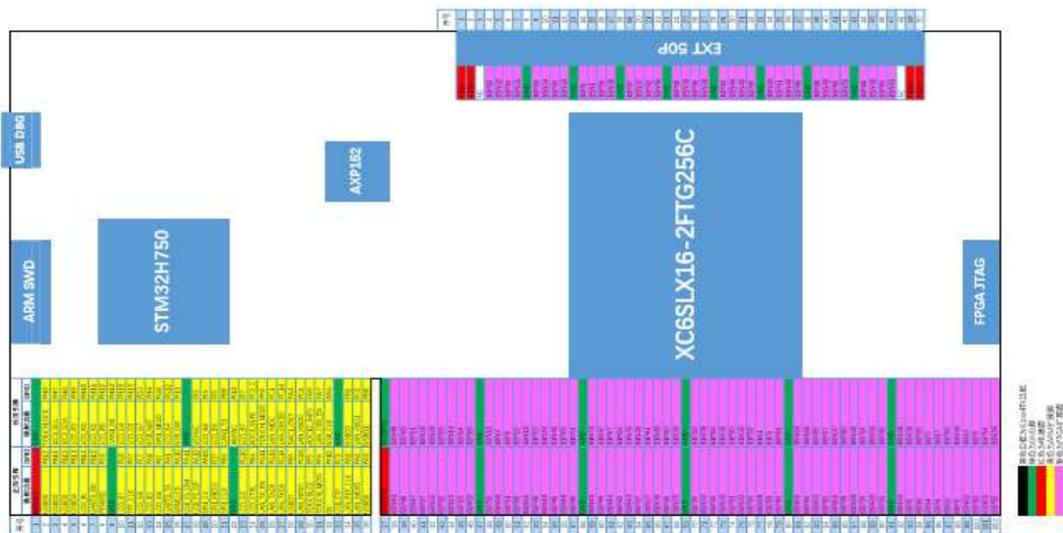


图 6 iCore4TX 扩展引脚示意图

9

USB 转 USART 功能

iCore4TX 双核心工控板通过芯片 CH340E 作为物理协议层，实现了 USB 转 USART 功能，为系统调试提供了极大的方便。其连接示意图如图 7 所示，芯片 CH340E 通过一对串口线，与 STM32 芯片中 USART2 口相连，实现 USB 接口与 USART2 口的转换。

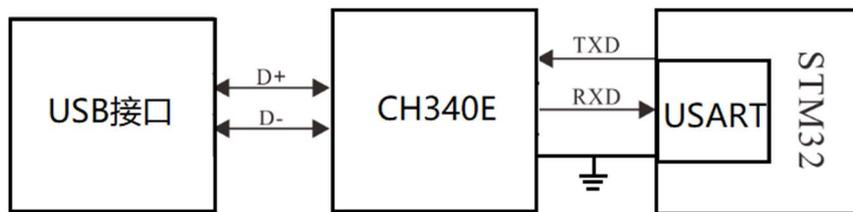


图 7 USB 转 USART 连接示意图

10

SDRAM 存储器

iCore4TX 异构双核心工控板载有一片 SDRAM，其型号为 W9825G6JB，主要用作程序缓存，液晶数据缓存等。SDRAM 与 ARM 的连接示意图如图 8 所示。

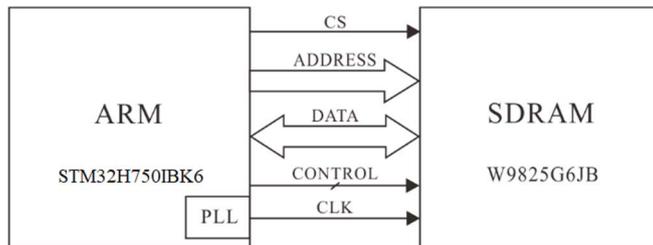


图 8 SDRAM 与 ARM 连接示意图

SDRAM 的具体指标如下表所示。

型号	W9825G6JB-6I
容量	4M X 4BANKS X 16bit = 32M Byte
BANK	4BANKS
数据宽度	16bit
封装	BGA54
速度	166MHz
电压范围	3~3.6V

11

EEPROM 存储器

iCore4TX 异构双核心工控板载有一块 EEPROM 芯片 24LC04B，通过 I2C 接口与 ARM 芯片进行通信。EEPROM 芯片可通过字节数据的擦写，长用来保存芯片配置以及其他重要数据。图 9 展示了 EEPROM 与 ARM 的连接方式。

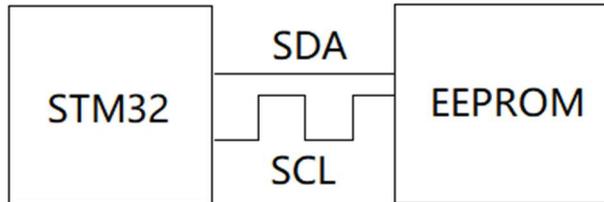


图 9 EEPROM 与 ARM 连接示意图

12

FLASH 存储器

iCore4TX 异构双核心工控板载有一块 FLASH 芯片 W25Q64BVSIG，通过 SPI 接口与 ARM 芯片进行通信。FLASH 芯片的擦写通常是以块为单位，故擦写速度较快，用户可直接将程序存储在 FLASH 中，ARM 芯片可直接读取 FLASH 里面的代码。图示展示了 FLASH 与 ARM 的连接方式。

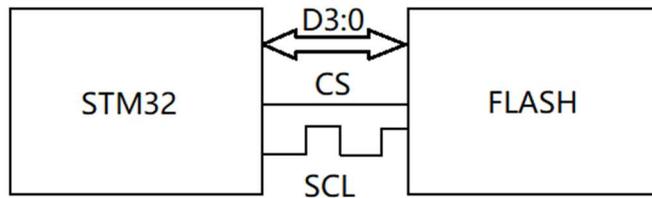


图 10 Flash 与 ARM 连接示意图

13

SDIO 接口 TF 卡

iCore4TX 异构双核心工控板上的 TF 卡，用于数据信息的存储，其通过命令线 SDIO_CMD、时钟线 SDIO_CLK 和数据总线 D[3:0]，与 STM32 芯片的 SDIO 引脚相连，其连接示意图如图 11 所示。

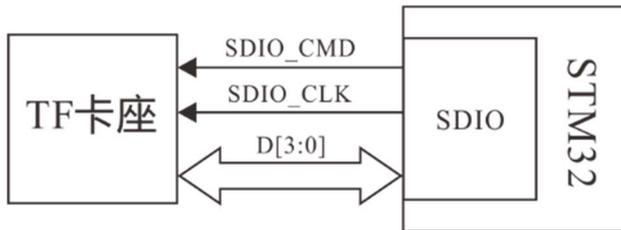


图 11 SDIO 接口 TF 卡连接示意图

14

SWD 仿真功能

由于在高速模式下 SWD 下载比 JTAG 下载更加稳定，发生数据丢失的机率也更小，所以 iCore4TX 工控板的 ARM 下载口采用 SWD。SWD 下载口又名串行总线调试接口，适用于多种仿真器。其电路连接图如 12 所示，在此电路中它需要 3 根线与 ARM 相连，分别为数据线 SWDIO、时钟线 SWCLK 和复位线 ARM_RST。

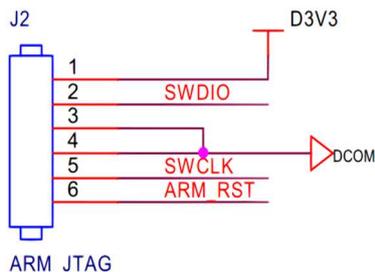


图 12 SWD 连接电路图

15

单色 LED

iCore4TX 双核心工控板带有四个红色 LED 灯，分别用来指示 USB—USART、电源、ARM 和 FPGA 的工作状态。上电后，电源指示灯常亮。若 USB-USART 有数据接收时，则 USB-USART 指示灯亮。ARM (PA9) 与 FPGA (P11) 的指示灯则需配置相应的端口控制。

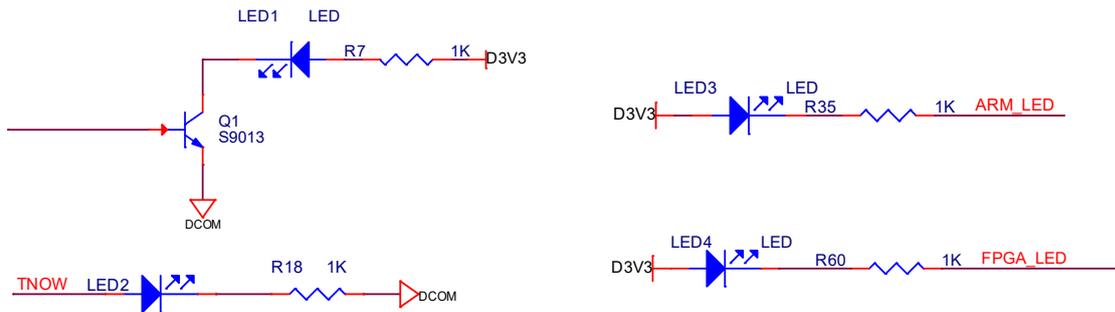


图 13 LED 连接示意图

16

FPGA 之 SPI FLASH 配置模式

iCore4TX 异构双核心工控板上的 FPGA 有两种配置模式，分别为主动配置模式（SPI FLASH）和被动配置模式（Slave Serial）。所谓 SPI FLASH 配置模式，即 FPGA 器件每次上电时作为控制器，由 FPGA 器件引导配置操作过程，它控制着外部存储器和初始化过程，从配置器件 P25Q16 主动发出读取数据信号，从而把 P25Q16 的数据读入 FPGA 中，实现对 FPGA 的编程。FPGA 通过 MOSI 引脚读取配置数据，配置数据被同步在 CCLK 上，1 个时钟周期传送 1 位数据。SPI FLASH 配置模式时零欧姆电阻连接图如图 14 所示，配置连接图如图 15 所示。

Slave Serial	SPI FLASH
	0
0	
	0

图 14 零欧姆电阻选择 SPI FLASH 配置模式连接图

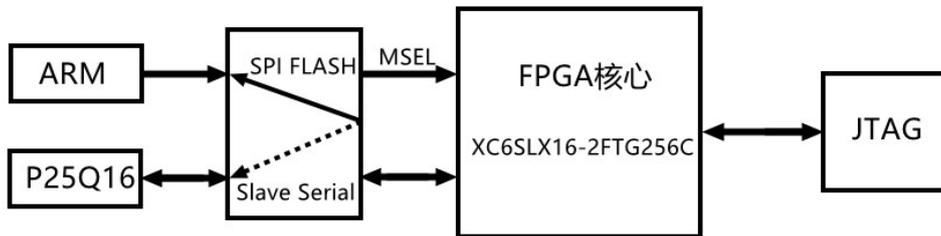


图 15 FPGA 配置模式示意图

注释：

- ① 任何情况下 JTAG 均有效；
- ② 选择 SPI FLASH 模式时，FPGA 上电通过 P25Q16 配置；
- ③ 选择 Slave Serial 模式时，FPGA 通过 ARM 芯片配置；
- ④ 若要烧写 JIC 文件到 P25Q16 里，需要选择 SPI FLASH 模式后，从 JTAG 口烧入文件。
- ⑤ 主动配置模式（SPI FLASH）可选配，两种模式切换由焊接 0 欧姆电阻控制。

17

FPGA 之 Slave Serial 配置模式

所谓 Slave Serial 配置模式，则由 ARM 控制器控制配置过程。ARM 作为控制器件，通过普通 IO 实现 Slave Serial 配置时序，实现对 FPGA 的编程。该模式可以实现对 FPGA 在线可编程，而且编程后 FPGA 立即工作，无需电源复位。Slave Serial 配置模式时零 欧姆电阻连接图如图 16 所示，配置连接图如图 17 所示。

Slave Serial	SPI FLASH
0	
	0
0	

图 16 零欧姆电阻选择 Slave Serial 配置模式连接图

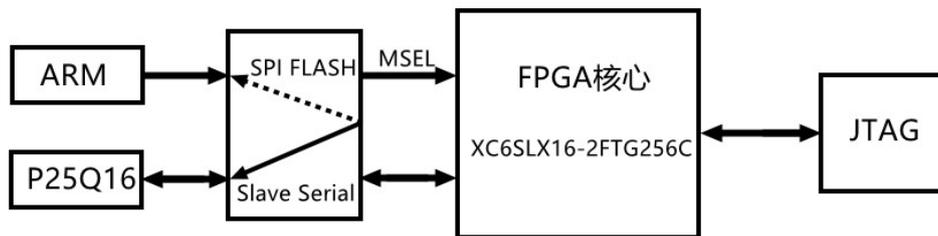


图 17 FPGA 配置模式示意图

注释:

- ① 任何情况下 JTAG 均有效;
- ② 选择 SPI FLASH 模式时, FPGA 上电通过 P25Q16 配置;
- ③ 选择 Slave Serial 模式时, FPGA 通过 ARM 芯片配置;
- ④ 若要烧写 JIC 文件到 P25Q16 里, 需要选择 SPI FLASH 模式后, 从 JTAG 口烧入文件。
- ⑤ 默认为被动配置模式 (Slave Serial), 两种模式切换由焊接 0 欧姆电阻控制。

18

FPGA 之 JTAG 接口

iCore4TX 工控板的 JTAG 接口与 FPGA 相连，即可用于芯片内部测试，还可对芯片进行在线编程。其电路连接图如图 18 所示，JTAG 接口通过电阻 33 欧与 FPGA 相连，其中电阻可以保护 JTAG 接口与 FPGA 相连的四根高速数据线，这四根线分别为：

TCK——测试时钟输入；

TDI——测试数据输入，数据通过 TDI 输入 JTAG 口；

TDO——测试数据输出，数据通过 TDO 从 JTAG 口输出；

TMS——测试模式选择，TMS 用来设置 JTAG 口处于某种特定的测试模式。

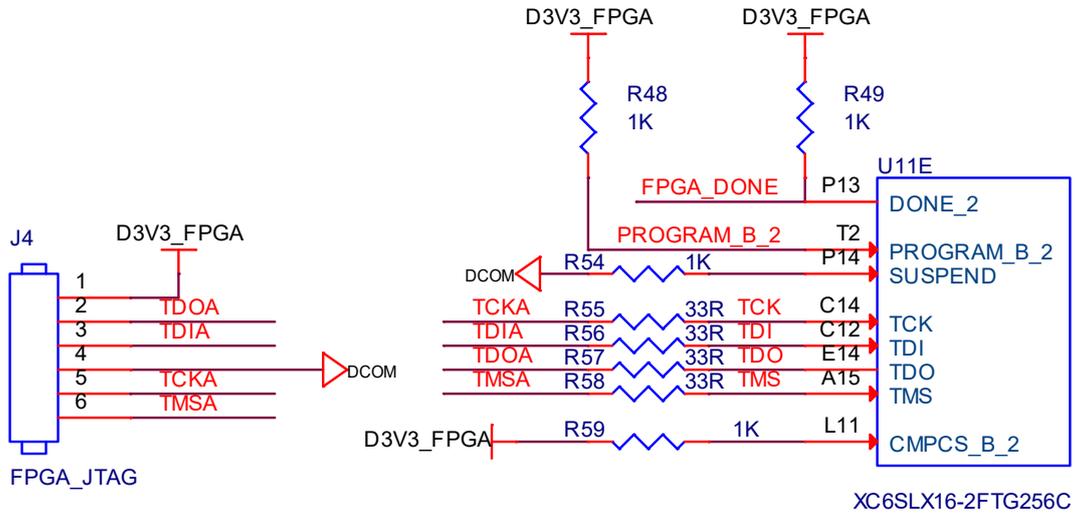


图 18 JTAG 电路连接图