



昉·星光 2(VisionFive 2) RISC-V 单板计算机

昉·星光 2(VisionFive 2)是上海赛昉科技有限公司开发的集成 GPU 的高性能 RISC-V 单板计算机,它搭载一个 RISC-V 四核 64 位 RV64GC ISA SoC(JH-7110)处理器,工作频率最高可达 1.5 GHz。

赛昉科技成立于 2018 年,是一家具有自主知识产权的本土高科技企业,提供基于 RISC-V 指令集的 CPU IP、SoC、开发板等系列产品 and 解决方案,是我国 RISC-V 软硬件生态的领导者。

成立至今,赛昉科技已相继推出了多款基于 RISC-V 的产品,如全球已交付性能较高的处理器内核昉·天枢,全球量产的高性能多媒体处理器 JH-7110,全球性能较高的量产单板计算机 VisionFive 2。这些产品覆盖了云电脑、平板电脑、台式/笔记本电脑、网关路由等设备,涉及边缘计算、工业显示等场景,可应用在智慧家庭、智慧零售、智慧能源等行业。

3.1 JH-7110(昉·惊鸿-7110)处理器

JH-7110 是一款基于 64 位高性能四核 RISC-V CPU 的 SoC 处理器芯片,具有高性能、低功耗、高安全性的特点。

3.1.1 JH-7110 处理器简介

JH-7110 SoC 处理器芯片具有 2 MB 的二级缓存。根据实测,JH-7110 稳定工作频率达 1.5 GHz,Coremark 跑分达到 5.09,是目前市场上 RISC-V 量产芯片中性能较优的产品。

此外,JH-7110 集成 GPU,具有更强大的图像处理能力。在 400 MHz 的 GPU 工作主频下,使用业界标准的 GPU benchmark-GLmark2 测试,相比单板计算机领域应用广泛的主控芯片,JH-7110 的实测数据超过其 4 倍。

JH-7110 拥有强大的多媒体支持能力。JH-7110 集成了赛昉科技自研的低功耗 ISP 兼容主流摄像头传感器,内置图像/视频处理子系统,提供强大的 H.264/H.265 编解码能力,支持

双路 1080P@30fps 编码,1 路 4K@60fps 或 4 路 1080P@30fps 解码;支持 JPEG 编解码;显示输出可支持 2 路 4K 双屏显,6 种图层叠加显示;集成的 GPU 渲染能力可达 2400 MPixels/s。

功耗方面,JH-7110 被划分为 8 个可独立开关的电源域,CPU 频率可通过软件调节,客户可完全按照应用场景和性能需求设置最有效的芯片工作场景,以实现性能、功耗和面积(Performance,Power and Area,PPA)平衡。休眠状态下,JH-7110 功耗为 120 mW;在单板计算机应用场景,JH-7110 满负荷工作,动态功耗为 4100 mW;在软路由、网络附属存储(Network Attached Storage,NAS)的应用场景,用户不需要 GPU 和视频编码,而需要双网卡工作,用户可通过软件控制模块开关,此时实际功耗会下降到 3100 mW。

JH-7110 凭借其高性能和对 OpenCL、OpenGL ES、Vulkan 的支持,更加智能、高效。JH-7110 既能完成一系列复杂的图像/视频处理和智能视觉计算,又能满足多种边缘视觉实时处理需求。JH-7110 处理器可以应用在以下应用领域中。

- (1) 商务电子产品:个人单板计算机、家用 NAS、路由器等。
- (2) 智慧家居产品:扫地机器人、智能家电等。
- (3) 工业智能:工业机器人、无人商店、物流机器人、智能无人机等。
- (4) 公共安全:视频监控、交通管理等。

3.1.2 JH-7110 处理器内部各模块介绍

JH-7110 处理器的内部各模块如下。

1) 处理器子系统

- JH-7110 有两个 RISC-V 处理器核:四核 64 位高性能 RISC-V 处理器(U74),支持 RV64GC 指令集,4 个内核都有 32 KB 的指令和数据 L1 缓存,CPU 工作频率最高可达 1.5 GHz;具有 16 KB 指令缓存的 32 位的 RV32IMFC 指令集处理器内核(E24)。
- RV64IMAC 协处理器,带 ECC 16 KB 的 L1 指令缓存,带 ECC 的 8 KB DTIM,8 region 物理内核保护。
- 2 MB 的 L2 缓存,支持最多 16+4 个通道的双 DMA 控制器。
- 支持内核版本 5.10 和 5.15 的 Linux 操作系统。

2) 存储子系统

- 支持最高 256 KB 的 RAM。
- 双倍速率(Double Data Rate,DDR)控制器支持 1×32 通道,最高 8 GB 的 DDR,支持 DDR4/3 和 2800 Mb/s 的 LPDDR4/3,支持 2 个×16 或 1 个×32 设备。
- 四线串行外围接口(Quad Serial Peripheral Interface,QSPI)闪存控制器支持 XIP 模式和 Page 模式,独立的 1/2/4 数据宽度,支持容量高达 16 MB 的 SPI NOR Flash 和 2 GB 的 SPI NAND Flash。

3) GPU 子系统

- GPU IMG BXE-4-32。
- 支持 OpenCL 3.0。

- 支持 OpenGL ES 3.2。

- 支持 Vulkan 1.2。

4) 视频处理子系统

- 摄像头 MIPI 接口：1×2-lane MIPI CSI 接口 MIPI CSI-2 RX DPHY。

- 最高支持 1080P@30fps。

- 多达 6 个 1.5 Gb/s 通道。

- 支持 1×4D1C MIPI 传感器。

- 支持 2×2D1C MIPI 传感器,两个独立的 CSI-RX 控制器,每个控制器支持高达 4K-Pixel 的接口。

- 图像信号处理(Image Signal Processing,ISP): 支持 1 个 MIPI CSI 通道和 1 个数字视频端口(Digital Video Port,DVP)输入通道;支持高达 1080p@30fps CMOS RGB 图像传感器;ISP 核心支持。

- 坏点修复。

- R/G/B LUT,AE/AWB/AF。

- 直方图分析。

- 镜头暗角校正。

- cross-talk remove。

- Global tone-mapping。

- 2D denoise。

- 从 1/4 倍到 1 倍的无缝数字缩放。

- 视频编码器: 提供 JPEG 编解码,视频编码 H.265,支持 1080p@30fps 编码;视频解码(H.264/H.265)最高达 4K@60fps;支持多路解码;支持 I/P 型切片;高性能 CABAC 编码;支持感兴趣区域(Region of Interest,ROI)。

5) 显示子系统

- 支持视频输入: 1×DVP、1×4D2C MIPI-CSI,最高达 4K@30fps。

- 支持视频输出: 4D1C MIPI 显示输出最高达 1080p@60fps,数据速率最高达 2.5 Gb/s。

- 支持一路高达 4K@30fps 的 HDMI 2.0 接口显示。

- 支持高达 1080P@30fps 的 24 位 RGB 并行接口。

- 支持 2 个显示面板(屏幕),共享 6 个图像图层。

- 支持 1/64 倍到 64 倍(1/64 未覆盖)缩放器。

6) 连接子系统

- 2 个集成物理层(Physical Layer,PHY)的 PCIe 2.0 控制器: 支持 2 个单通道 PCIe 2.0 接口,X1 PCI Express 核心,支持每条通道 5 GT/s 的链路速率。

- 支持 High Speed 和 Full Speed USB 2.0 主机/设备模式。

- 通过使用 YT8521DH/DC 和 YT8531DH/DC 两种 PHY 模式,以太网 GMAC 支持 10/100/1000 Mb/s 自动协商的数据传输速率。

- 通过仅使用其他 PHY 模式,以太网 GMAC 支持 1000 Mb/s 的数据传输速率。
- 2 个 SDIO 3.0/eMMC 5.0 主机控制器。
- 2 个 CAN2.0 B,数据速率高达 5 Mb/s。

7) 安全子系统

- 加密引擎: 移动行业处理器接口(Mobile Industry Processor Interface,MIPI); 摄像头串行接口(Camera Serial Interface,CSI)。
- 支持 256 位随机数生成。

8) 音频 DSP 子系统

- 用于传统的音频/语音数据算法处理。
- 32 位音频 DSP,支持浮点指令。
- 96 KB DTCM,96 KB ITCM。
- 16 KB I-cache,32 KB D-cache。
- 支持内部 DMA。
- 支持片上调试(Open on-Chip Debugger,OCD)。
- 32 个中断计数。

9) 音频接口子系统

- 8 通道的内置音频(Inter-IC Sound,I2S)总线,支持 playback 和 record 功能,支持 master/slave 模式,带 DMA 接口,可用于 HDMI Audio 播放音频。
- 8 通道的 PCM TDM,支持 playback 和 record 功能,支持 master/slave 模式,带 DMA 接口。
- 提供 2 通道的 SPDIF,仅支持 playback 功能。
- 用于数字 MIC 应用的 4 通道 PDM 输入。

10) 其他系统外设

6× UART,7×I2C,7×SP,2×SDIO,1×DPI(并行 RGB 显示),7×32 位计时器,1×温度传感器,2×INTC,8×PWM 输出,1×32 位 WDT 复位输出,64×GPIO,1×DVP 传感器输入接口,3×GPCLK 输出。

3.1.3 JH-7110 处理器地址映射

本小节介绍 JH-7110 处理器的存储空间映射关系。表 3-1 是 U74 核存储映射表,表 3-2 是 E24 核存储映射表,表 3-3 是音频 DSP 存储映射表,表 3-4 是 NoC 存储映射表。

1) U74 核存储映射

表 3-1 U74 核存储映射表

起始地址	结束地址	大 小	属 性	设 备
0x00_0000_0000	0x00_0000_00FF			调试
0x00_0000_0100	0x00_0000_2FFF			保留

续表

起 始 地 址	结 束 地 址	大 小	属 性	设 备
0x00_0000_3000	0x00_0000_3FFF		RWX A	错误设备
0x00_0000_4000	0x00_015F_FFFF			保留
0x00_0110_1000	0x00_0110_1FFF	8 KB	RWX A	S7 Hart0 DTIM
0x00_0170_0000	0x00_0170_0FFF		RW A	S7 Hart0 总线-错误单元
0x00_0170_1000	0x00_0170_1FFF		RW A	U7 Hart1 总线-错误单元
0x00_0170_2000	0x00_0170_2FFF		RW A	U7 Hart2 总线-错误单元
0x00_0170_3000	0x00_0170_3FFF		RW A	U7 Hart3 总线-错误单元
0x00_0170_4000	0x00_0170_4FFF		RW A	U7 Hart3 总线-错误单元
0x00_0170_5000	0x00_01FF_FFFF			保留
0x00_0200_0000	0x00_0200_FFFF		RW A	CLINT
0x00_0201_0000	0x00_0201_3FFF		RW A	L2 高速缓存控制器
0x00_0201_4000	0x00_0203_1FFF			保留
0x00_0203_2000	0x00_0203_3FFF		RW A	U7 Hart1 L2 预取器
0x00_0203_4000	0x00_0203_5FFF		RW A	U7 Hart2 L2 预取器
0x00_0203_6000	0x00_0203_7FFF		RW A	U7 Hart2 L2 预取器
0x00_0203_8000	0x00_0203_9FFF		RW A	U7 Hart4 L2 预取器
0x00_0203_A000	0x00_07FF_FFFF			保留
0x00_0800_0000	0x00_081F_FFFF		RWX A	L2 LIM
0x00_0820_0000	0x00_09FF_FFFF		RW A	保留
0x00_0A00_0000	0x00_0A1F_FFFF		RWX I A	L2 零点装置
0x00_0A20_0000	0x00_0BFF_FFFF			保留
0x00_0C00_0000	0x00_0FFF_FFFF		RW A	PLIC
0x00_0000_0000	0x00_0FFF_FFFF			U74 内部
0x00_1000_0000	0x00_1FFF_FFFF	256 MB		外设端口
0x00_2000_0000	0x00_3FFF_FFFF	512 MB	RWX A	系统端口
0x00_4000_0000	0x04_3FFF_FFFF	16 GB		内存
0x04_4000_0000	0x08_3FFF_FFFF	16 GB	RW A	系统端口
0x09_0000_0000	0x09_7FFF_FFFF	2 GB	RWX A	系统端口
0x09_8000_0000	0x09_FFFF_FFFF	2 GB	RWX A	PCIE 配置空间+内存空间

2) E24 核存储映射

表 3-2 E24 核存储映射表

起 始 地 址	结 束 地 址	大 小	属 性	设 备
0x0000_0000	0x0000_00FF			调试
0x0000_0100	0x0000_2FFF			保留
0x0000_3000	0x0000_3FFF		RWX A	错误设备
0x0000_4000	0x015F_FFFF			保留
0x0200_0000	0x0200_FFFF		RW A	CLINT
0x1000_0000	0x3FFF_FFFF	896 MB	RW A	外设
0x4000_0000	0xFFFF_FFFF	3 GB	RWX C A	DDR,可以通过 SYSCON 重新映射到其他 3 GB 空间

3) 音频 DSP 存储映射

表 3-3 音频 DSP 存储映射表

起始地址	结束地址	大小	属性	设备
0x0000_0000	0x0FFF_FFFF	128 MB		保留
0x1000_0000	0x3FFF_FFFF	256 MB	RW A	外设和内存
0x4000_8000	0x4000_FFFF	32 KB	RWX C A	数据 RAM1
0x4001_0000	0x4001_FFFF	64 KB	RWX C A	数据 RAM0
0x4002_0000	0x4002_FFFF	64 KB	RWX C A	指令 RAM0
0x4003_0000	0x4003_7FFF	32 KB	RWX C A	指令 RAM1
0x4100_0000	0xFFFF_FFFF		RWX C A	DDR, 可以通过 SYSCON 重新映射到其他 3 GB 空间

4) NoC 存储映射

表 3-4 NoC 存储映射表

起始地址	结束地址	大小	属性	设备
0x1500_0000	0x1500_FFFF	64 KB	RW A	CNODE_MST00. CR
0x1502_0000	0x1502_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST00. CR
0x1504_0000	0x1504_FFFF	64 KB	RW A	CNODE_MST01. CR
0x1506_0000	0x1506_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST01. CR
0x1507_0000	0x1507_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST01. CR
0x1508_0000	0x1508_FFFF	64 KB	RW A	CNODE_MST03. CR
0x150a_0000	0x150a_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST03. CR
0x150e_0000	0x150e_FFFF	64 KB	RW A	BEMON_MST17. CR
0x1510_0000	0x1510_FFFF	64 KB	RW A	CNODE_MST02. CR
0x1511_0000	0x1511_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST02. CR
0x1512_0000	0x1512_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST02. CR
0x1513_0000	0x1513_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST02. CR
0x1514_0000	0x1514_FFFF	64 KB	RW A	CNODE_MST04. CR
0x1516_0000	0x1516_FFFF	64 KB	RW A	BEMON_MST04. CR
0x151b_0000	0x151b_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST09. CR
0x152d_0000	0x152d_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST06. CR
0x152e_0000	0x152e_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST06. CR
0x152f_0000	0x152f_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST06. CR
0x1536_0000	0x1536_FFFF	64 KB	RW A	BEMON_MST08. CR
0x1537_0000	0x1537_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST08. CR
0x153a_0000	0x153a_FFFF	64 KB	RW A	BEMON_MST09. CR
0x1542_0000	0x1542_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST10. CR
0x1543_0000	0x1543_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST10. CR
0x1546_0000	0x1546_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST11. CR
0x1547_0000	0x1547_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST11. CR
0x1549_0000	0x1549_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST12. CR

续表

起 始 地 址	结 束 地 址	大 小	属 性	设 备
0x154a_0000	0x154a_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST12, CR
0x154b_0000	0x154b_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST12, CR
0x154c_0000	0x154c_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST13, CR
0x154e_0000	0x154e_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST13, CR
0x154f_0000	0x154f_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST13, CR
0x1551_0000	0x1551_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST14, CR
0x1552_0000	0x1552_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST14, CR
0x1553_0000	0x1553_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST14, CR
0x1555_0000	0x1555_FFFF	64 KB	RW A	FIRDR_MST15, CR
0x1556_0000	0x1556_FFFF	64 KB	RW A	RTMON_MST15, CR
0x1557_0000	0x1557_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_MST15, CR
0x1560_0000	0x1560_FFFF	64 KB	RW A	EVMON_SLV00, CR
0x1561_0000	0x1561_FFFF	64 KB	RW A	SNODE_SLV00, CR
0x1568_0000	0x1568_FFFF	64 KB	RW A	INTRRPT_DDR, CR
0x156a_0000	0x156a_FFFF	64 KB	RW A	SNODE_SLV01, CR
0x156c_0000	0x156c_FFFF	64 KB	RW A	INTRRPT_SYS, CR
0x156d_0000	0x156d_FFFF	64 KB	RW A	SNODE_SLV02, CR
0x156f_0000	0x156f_FFFF	64 KB	RW A	INTRRPT_ISP, CR
0x1570_0000	0x1570_FFFF	64 KB	RW A	操作维护中心 (Operation and Maintenance Center, OMC) 配置和 DDR 控制器 I

3.2 VisionFive 2 RISC-V 单板计算机简介

VisionFive 2 是集成 3D GPU 的高性能量产 RISC-V 单板计算机。该单板计算机在处理器工作频率、多媒体处理能力、可扩展性等方面均为业界领先水平,其优越的性能和合理的价格使 VisionFive 2 成为有史以来性价比较高的 RISC-V 开发板。

VisionFive 2 搭载四核 64 位 RV64GC ISA 的芯片平台,工作频率最高可达 1.5 GHz,集成 IMG BXE-4-32 MC1,支持 OpenCL 3.0、OpenGL ES 3.2 和 Vulkan 1.2。VisionFive 2 提供 2/4/8 GBLPDDR4 RAM 选项,外设 I/O 接口丰富,包括 M.2 接口、eMMC 插槽、USB 3.0 接口、40-pin GPIO header、千兆以太网接口、TF 卡插槽等。VisionFive 2 不仅配有板载音频处理和视频处理能力,还具有多媒体外设接口 MIPI-CSI 和 MIPI-DSI。开源的 VisionFive 2 具有强大的软件适配性,支持 Debian 操作系统及该系统上运行的各种软件。

3.2.1 VisionFive 2 RISC-V 单板计算机组成

VisionFive 2 RISC-V 单板计算机的组成和组成单元分别如图 3-1、表 3-5 所示。

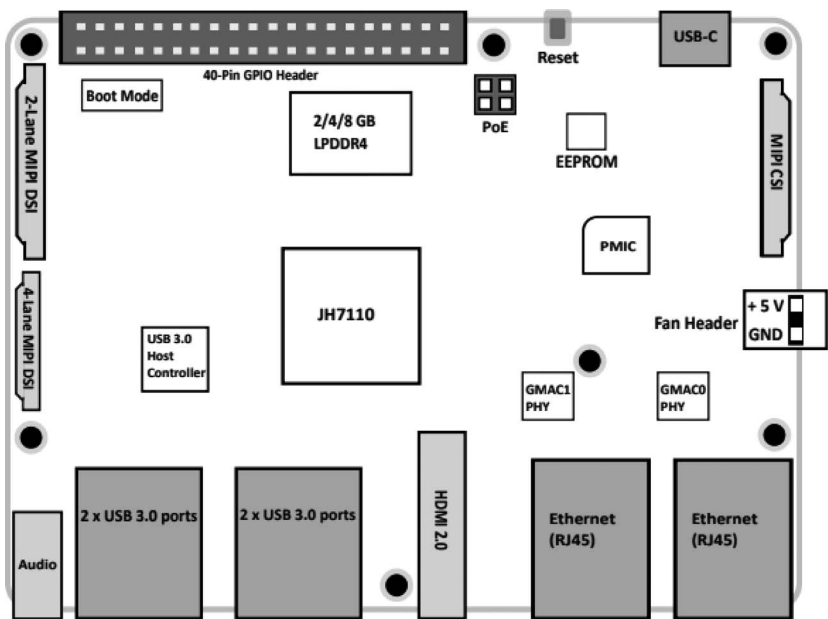


图 3-1 VisionFive 2 RISC-V 单板计算机的组成

表 3-5 VisionFive 2 RISC-V 单板计算机的组成单元

编 号	描 述	编 号	描 述
1	JH-7110 RISC-V 四核 64 位 RV64GC 指令集架构 (Instruction Set Architecture, ISA) 芯片平台	14	2×以太网接口 (RJ45)
2	有源以太网 (Power Over Ethernet, PoE) Header	15	HDMI 2.0 接口
3	启动模式 pin	16	3.5 mm 音频插孔
4	40-pin 通用编程 I/O 端口 (General-Purpose Input/Output Ports, GPIO) Header	17	2×USB 3.0 接口
5	2 GB/4 GB/8 GB LPDDR4 SDRAM	18	2×USB 3.0 接口
6	Reset 键	19	4-lane MIPI DSI
7	EEPROM	20	USB 3.0 主机控制器
8	USB-C 接口 可用于供电和数据传输	21	2-lane MIPI DSI
9	2-lane MIPI CSI	22	eMMC 插槽
10	PMIC	23	TF 卡插槽
11	2-pin 风扇接口	24	QSPI Flash
12	GMAC0 PHY	25	M.2 M-Key
13	GMAC1 PHY	—	—

3.2.2 VisionFive 2 RISC-V 单板计算机外设

1) GPIO 接口

VisionFive 2 提供了 40-pin 引脚,这些引脚既有电源、接地,也有常用的 GPIO 口。所有 GPIO 口都可以通过设置将其复用为其他功能引脚,包括 CAN 总线、SDIO、音频、DMIC、I2C、I2S、PWM、SPI、UART 等。具体的引脚分布如图 3-2 所示。

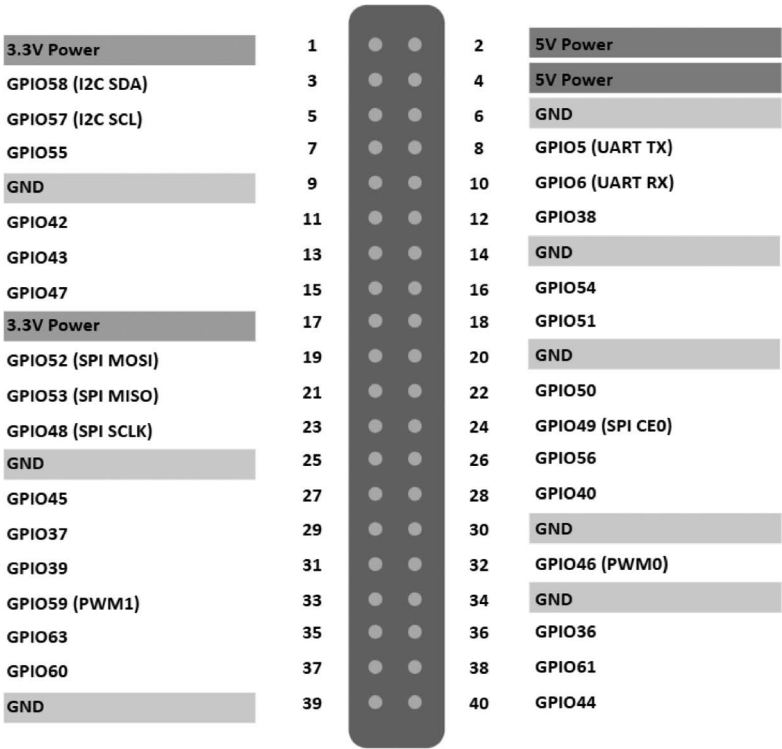


图 3-2 VisionFive 2 引脚分布

2) eMMC 插槽

VisionFive 2 为 eMMC 模块提供高速 eMMC 插槽,作为操作系统和数据存储。eMMC 插槽兼容工业标准的 pin 分布和外形尺寸。

3) 摄像头和显示接口

摄像头: VisionFive 2 提供 1 个双通道 MIPI CSI 摄像机接口,支持最高 1080P@30fps。

显示接口: 1×2-lane MIPI DSI 显示接口(最高 1080p@30fps); 1×4-lane MIPI DSI 显示接口,在单屏显示和双屏显示模式下支持最高 2K@30fps; 1×HDMI 2.0,支持最高 4K@30fps 或 2K@60fps。

4) USB Host

提供 4 个 USB 3.0 接口(通过 JH-7110 的 PCIe 2.0 1×lanes 复用)。

5) USB Device 接口

1 个 USB Device 接口和 USB-C 接口复用。

6) HDMI

提供 1 个 HDMI 接口,支持 HDMI 2.0,支持最高 4K@30fps 或 2K@60fps。

7) 音频插孔

通过 4 环 3.5 mm 耳机插孔输出模拟音频。

8) M.2 连接器

提供带有 1 个 PCIe 2.0 接口的 M.2 M-Key SSD 插槽,支持高速存储设备。

9) 千兆以太网接口

提供 2 个 RJ45 千兆以太网接口。

10) 启动模式 pin

提供专门的 pin 帮助用户在上电前配置启动模式。有四种启动模式可供选择: 1 bit QSPI NOR Flash, SDIO 3.0, eMMC, UART。

11) 4-pin PoE Header

提供 PoE 功能。PoE 在给网络设备供电的同时能传输数据、简化布线。启用 PoE 功能需要另行购买 PoE 拓展版。

12) 风扇接口

提供 1 个 2-pin 风扇接口。需要散热时,可将风扇(2-pin, 5 V)连接到相应接口处。

13) Reset 按钮

提供 1 个 Reset 按钮。需要重置 VisionFive 2 时,长按 Reset 键 3 秒以上,以确保重置成功。

3.3 快速使用 VisionFive 2 RISC-V 单板计算机

3.3.1 将操作系统烧录到 Micro-SD 卡上并扩展分区

将 Debian Linux 烧录到 Micro-SD 卡上,以便它可以在 VisionFive 2 上运行。本小节介绍将 Debian 烧录到 Micro-SD 卡上的步骤。

按照以下步骤,在 Linux 系统或 Windows 系统上烧录镜像。

(1) 使用 Micro-SD 卡读卡器将 Micro-SD 卡连接至计算机。

(2) 下载最新 Debian 镜像。

(3) 解压 .bz2 文件。

(4) 下载 BalenaEtcher。

(5) 安装并运行 BalenaEtcher(如图 3-3 所示)。

(6) 单击 Flash from file,选择解压后的镜像文件 starfive-JH-7110-VF2-< Version >.img,其中的< Version >表示 Debian 镜像的版本号。

(7) 单击 Select target,并选择连接好的 Micro-SD 卡。

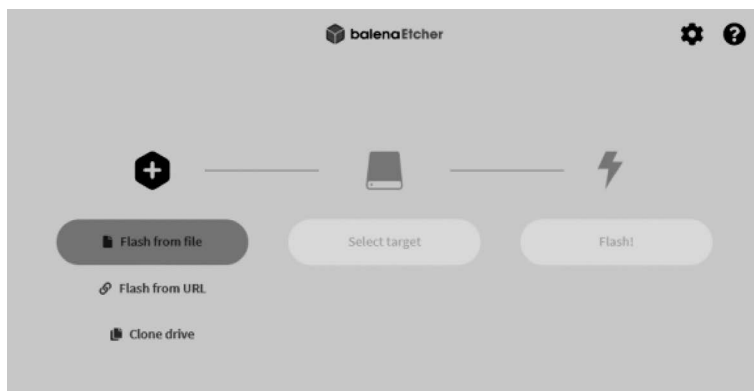


图 3-3 安装 balenaEtcher

(8) 单击 Flash! 开始烧录。

登录 Debian 后,为充分利用 SD 卡上未使用的空间,执行以下步骤,扩展 VisionFive 2 的分区。

(1) 执行以下命令,列出可使用的磁盘空间。

```
df -h
```

输出示例如下所示。

```
root@starfive:~# df -h
Filesystem Size Used Avail Use% Mounted on
udev 1.7G 0 1.7G 0% /dev
tmpfs 390M 1.7M 388M 1% /run
/dev/mmcblk1p3 4.8G 3.2G 1.6G 68% /
tmpfs 2.0G 0 2.0G 0% /dev/shm
tmpfs 5.0M 0 5.0M 0% /run/lock
tmpfs 390M 32K 390M 1% /run/user/111
tmpfs 390M 24K 390M 1% /run/user/0
```

(2) 以磁盘名作为参数运行 parted 命令。

```
parted /dev/mmcblk1
```

示例输出如下所示。

```
root@starfive:~# parted /dev/mmcblk1
GNU Parted 3.5
Using /dev/mmcblk1
Welcome to GNU Parted! Type 'help' to view a list of commands.
(parted) resizepart 3 100%
Warning: Partition /dev/mmcblk1p3 is being used. Are you sure you want
to continue?
Yes/No? Y
(parted) q
Information: You may need to update /etc/fstab.
root@starfive:~#
```

(3) 执行 `resize2fs` 命令调整 `/dev/mmcblk1p3` 分区的大小,以充分利用未使用的块。

示例命令和输出如下所示。

```
root@starfive:~# resize2fs /dev/mmcblk1p3
resize2fs 1.46.5 (30-Dec-2021)
Filesystem at /d[ 192.744328] EXT4 - fs (mmcblk1p3): resizing filesystem
from 1280507 to
31186944 blocks
ev/mmcblk1p3 is mounted on /; on-line resizing required
old_desc_blocks = 1, new_desc_blocks = 15
[ 196.934822] EXT4 - fs (mmcblk1p3): resized filesystem to 31186944
The filesystem on /dev/mmcblk1p3 is now 31186944 (4k) blocks long.
```

执行 `df -h` 命令以验证分区的新大小,并验证扩展分区(`/dev/mmcblk1p3`)的步骤是否成功。以下输出表示修改成功。

```
root@starfive:~# df -h
Filesystem Size Used Avail Use% Mounted on
udev 1.7G 0 1.7G 0% /dev
tmpfs 390M 1.8M 388M 1% /run
/dev/mmcblk1p3 118G 3.3G 114G 3% /
tmpfs 2.0G 0 2.0G 0% /dev/shm
tmpfs 5.0M 0 5.0M 0% /run/lock
tmpfs 390M 32K 390M 1% /run/user/0
```

3.3.2 更新 SPL 和 U-Boot

本小节提供更新 VisionFive 2 的第二阶段程序加载器(Secondary Program Loader, SPL)和 U-Boot 的两种方法,分别是通过 `tftpboot` 命令更新 SPL 和 U-Boot,通过 `flashcp` 命令更新 SPL 和 U-Boot。其中第二种方法仅支持镜像版本为 VF2_v2.5.0 或高于该版本的镜像。

1) 通过 `tftpboot` 命令

通过 `tftpboot` 命令更新 SPL 和 U-Boot,执行以下步骤。

(1) 部署简单文件传输协议(Trivial File Transfer Protocol, TFTP)服务器。以下是用于 Ubuntu 发行版上执行的示例命令。

```
sudo apt install tftpd - hpa
```

(2) 打开 VisionFive 2,等待它进入 U-Boot 命令行界面。

(3) 执行以下命令设置环境变量。

```
setenv ipaddr 192.168.120.222;setenv serverip 192.168.120.99
```

(4) 使用 `ping` 命令,检查主机与 VisionFive 2 的连接情况。

(5) 初始化 SPI Flash。

```
sf probe
```

(6) 更新 SPL 二进制文件。

```
tftpboot 0xa0000000 ${serverip}:u-boot - spl.bin.normal.out
sf update 0xa0000000 0x0 ${filesize}
```

(7) 更新 U-Boot 二进制文件。

```
tftpboot 0xa0000000 ${serverip}:VisionFive 2_fw_payload.img
sf update 0xa0000000 0x100000 $ filesize
```

2) 通过 flashcp 命令

通过 flashcp 命令更新 SPL 和 U-Boot, 执行以下步骤。

(1) 执行以下命令, 安装 mtd-utils 安装包。

```
apt install mtd-utils
```

(2) 通过安全复制 (Secure Copy, SCP) 将最新的 u-bootspl. bin. normal. out 和 VisionFive 2_fw_payload. img 文件移植到 Debian 系统上。

(3) 执行以下命令, 查看内存技术设备 (Memory Technology Device, MTD) 分区。

```
cat /proc/mtd
```

QSPI Flash 里的数据分区如下。

```
dev: size erasesize name
mtd0: 00020000 00001000 "spl"
mtd1: 00300000 00001000 "uboot"
mtd2: 00100000 00001000 "data"
```

(4) 根据不同分区的内容, 分别通过 flashcp 更新 SPL 和 U-Boot。

更新 SPL 的示例命令如下所示。

```
flashcp -v u-boot-spl.bin.normal.out /dev/mtd0
```

更新 U-Boot 的示例命令如下所示。

```
flashcp -v VisionFive 2_fw_payload.img /dev/mtd1
```

上述两个示例命令及对应的输出如下所示。

```
# flashcp -v u-boot-spl.bin.normal.out /dev/mtd0
Erasing blocks: 32/32 (100 %)
Writing data: 124k/124k (100 %)
Verifying data: 124k/124k (100 %)
# flashcp -v VisionFive 2_fw_payload.img /dev/mtd1
Erasing blocks: 682/682 (100 %)
Writing data: 2727k/2727k (100 %)
Verifying data: 2727k/2727k (100 %)
```

(5) 重启系统, 以使更新生效。

3.4 本章小结

本章详细介绍了 JH-7110 64 位四核 RISC-V SoC 处理器芯的特点, 内部主要组成模块的性能, 并详细说明了处理器的存储空间映射关系。随后介绍了 VisionFive 2 单板计算机的组成和板上主要外设。最后介绍了快速使用开发板的过程, 为用户今后的使用搭建好运行环境。