

一块高端工业控制终端好选择 —— SK-AM64 评估套件测评

近几年嵌入式最火的领域，各种工控网关终端绝对算得上一个。智能家电和工控设备更新换代，对控制终端提出了越来越多的要求，各老牌大厂都不断在更新自己的方案。

目前对这个领域的方案主要需求是更高的安全性、更高的集成度、更高的稳定性、更强的性能，但是开发者如何选择一款合适的方案并非易事。德州仪器（TI）新推出的 AM64X 系列方案绝对是目前此领域非常不错的代表，这次就由我带大家了解一下基于 AM64x 处理器的评估套件 SK-AM64。

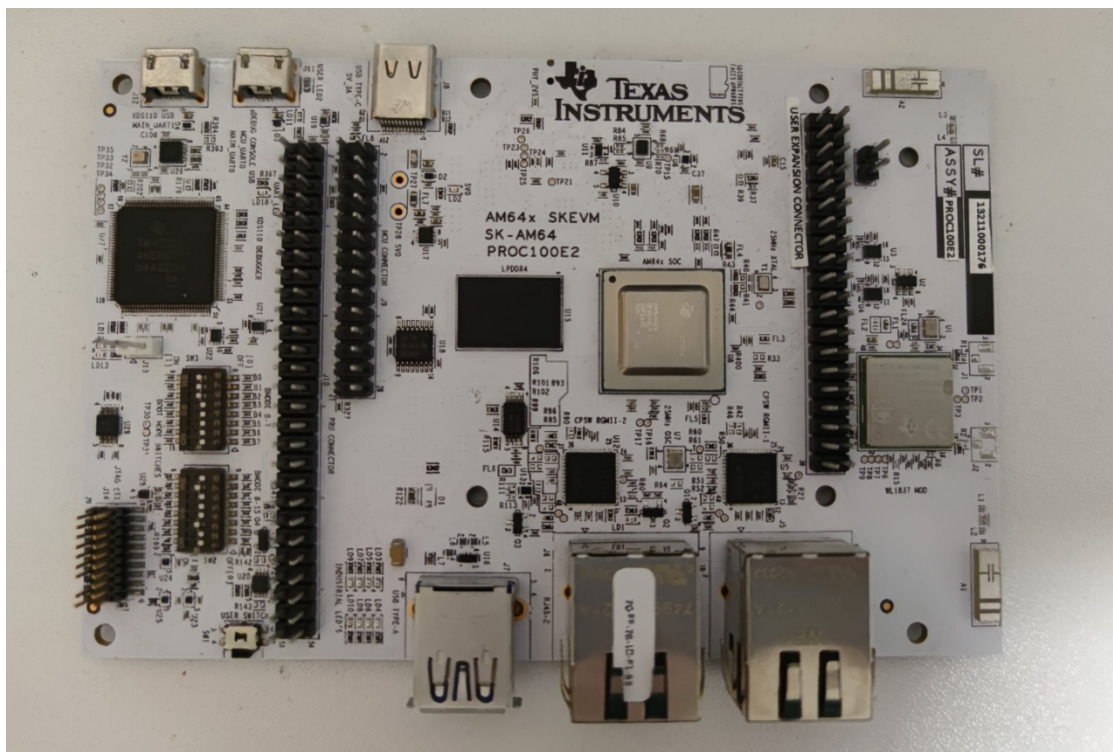
开箱视频

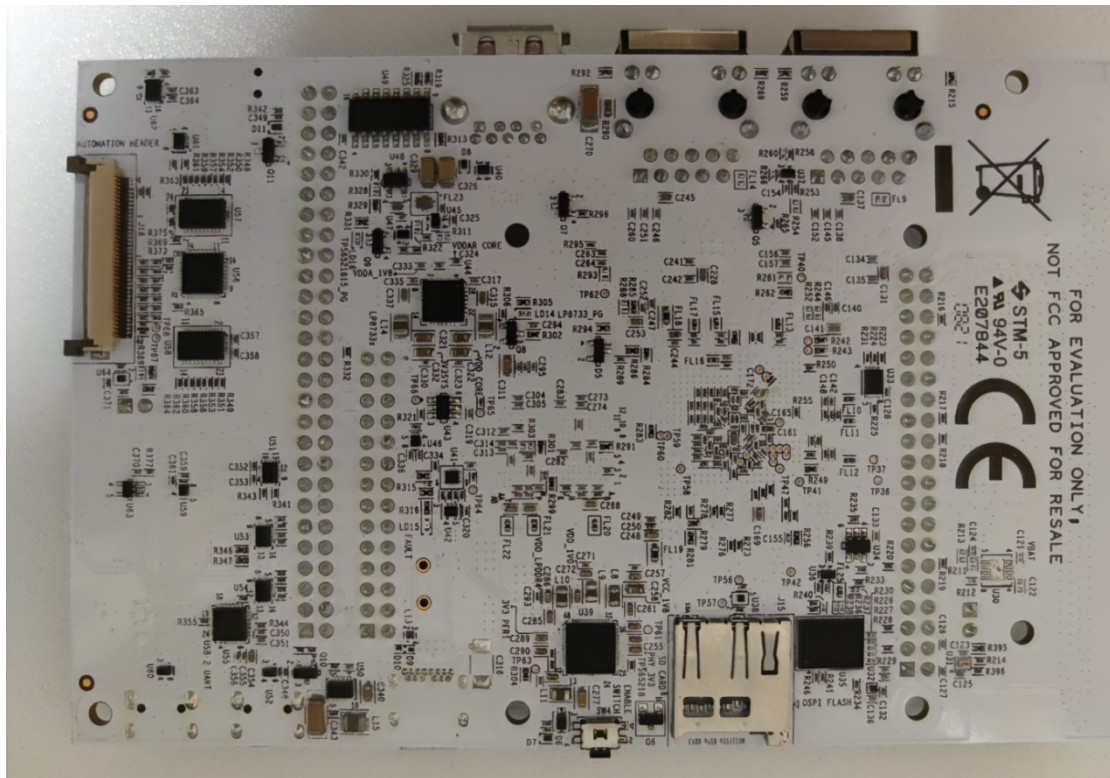
一、开箱

SK-AM64 评估套件使用纸质外盒包装，包装盒正面印着产品型号，背面是评估板板载资源的列表和简单的使用说明。



打开盒子可以看到由防静电袋装着开发板。





AM64x 入门套件是一个完整测试和开发平台，适合用于加速原型设计。

套件包括：有线和无线连接、三个扩展头、多个引导选项和灵活的调试功能。配有 TI 的 AM64x 处理器和优化的功能集，允许用户使用基于以太网的接口、USB 接口、有线串行接口以及 2.4GHz 和 5GHz 无线通信来创建商业和工业解决方案。两个板载 1Gbps 以太网端口用于有线连接，此外还有三个扩展头用于扩展板功能。此套件采用标准串行协议（如 UART、I²C 和 SPI），可用作通信网关与多个其他器件进行连接。该入门套件可通过在 A53 内核上运行 Linux 进行评估，从而可作为远程工业通信网络中的中央引擎，也适合作为可编程逻辑控制器或运动控制器。额外的嵌入式仿真逻辑允许使用标准开发工具（例如 TI 的 Code Composer Studio™）进行仿真和调试。

特性

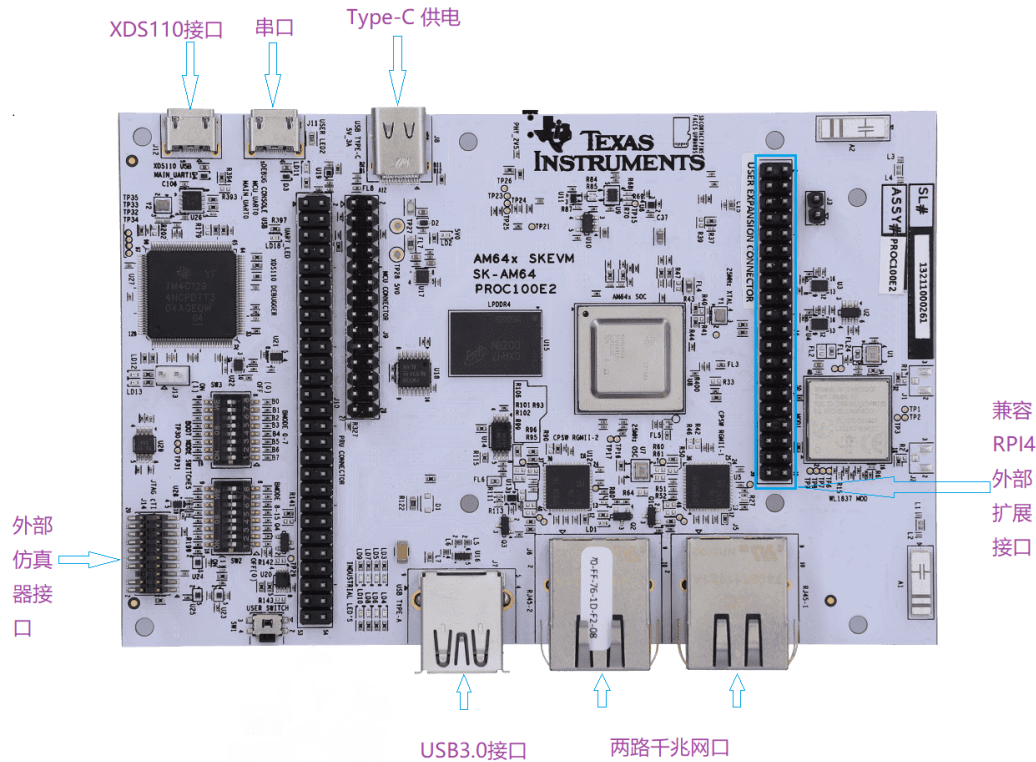
- 软件: TI Processor SDK Linux/RT Linux/RTOS 内核、Yocto 文件系统、包含 Wi-Fi® 的开箱即用例程
- 处理: AM64x, 含 2 个 Arm Cortex-A53、4 个 Arm Cortex-R5F、1 个可以做安全功能使用的 M4F, 2 个 PRU_ICSSG
- 通过 WiLink™ 8 WL1837MOD 模块实现双频带 Wi-Fi®、Bluetooth®/低功耗蓝牙 5.1; 2 个 1000/100Mbps RJ-45 以太网接口
- 连接: 可通过 micro-USB 连接 1 个 Type A USB 3.1 gen1 (超高速)、板载 XDS110 JTAG 仿真器和 3 个 UART
- 扩展和原型设计: 40 引脚 Raspberry Pi (RPI4) HAT、PRU-ICSSG 实时 I/O 和 TI-MCU 头
- 存储: 2GB LPDDR4; SK 上的可引导接口: 可移除 uSD、USB、16MB OSPI、以太网、UART

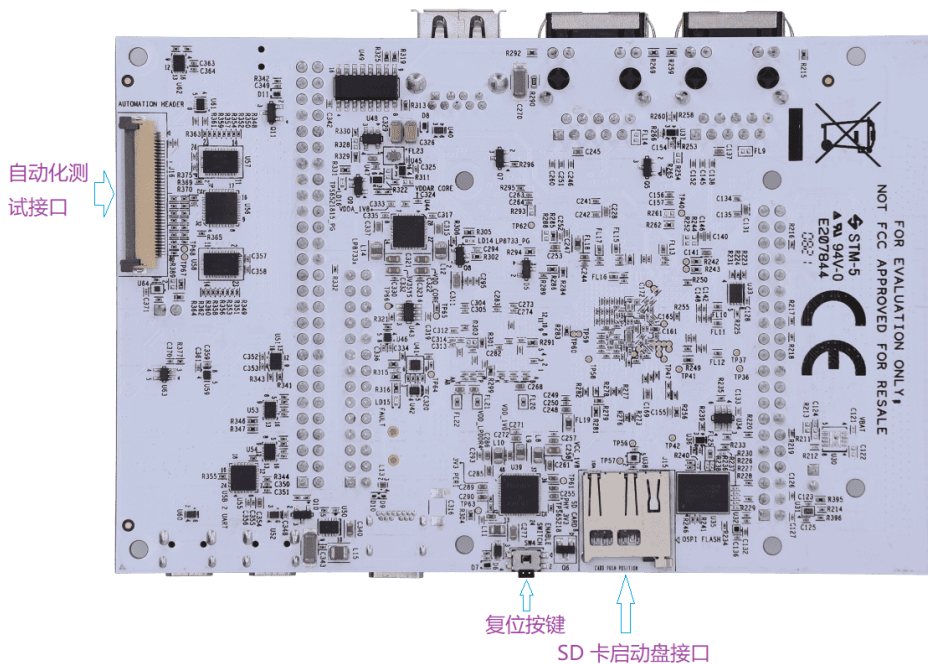
开发需要自配的硬件

- USB-C 5V 3A 电源
- USB SD 卡写入器
- Micro-SD 卡 (**16GB** 或更大)
- 用于 UART 串行通信的 USB Micro-B 电缆
- 以太网电缆 (可选)

二、硬件描述

此评估板集成了丰富的扩展接口，并且都是目前最流行的扩展接口，比如集成了兼容 Raspberry Pi 的扩展接口，这将能适配目前 Raspberry Pi 种类丰富的第三方外设模块，这将简化原型设计的难度而且更具可玩性，让开发者快速验证自己的创意。





SK-AM64 评估板板载的是 TI 的 AM6442A 处理器，此处理器的特性如下：

处理器内核：

- 1 个双核 64 位 Arm Cortex-A53 微处理器系统，性能高达 1.0GHz
- 双核 Cortex-A53 集群（具有 256KB L2 共享缓存，包括 SECEDED ECC）
- 每个 A53 内核包含具有 SECEDED ECC 功能的 32KB L1 DCache 和具有奇偶校验保护的 32KB L1 ICache
- 最多 2 个双核 Arm Cortex-R5F MCU 子系统，工作频率高达 800MHz，集成用于实现实时处理
- 双核 Arm Cortex-R5F 支持双核和单核模式
- 每个 R5F 内核 32KB ICache、32KB DCache 和 64KB TCM，总共 256KB TCM，所有存储器上都有 SECEDED ECC
- 1 个可用于安全功能的单核 Arm Cortex-M4F MCU，高达 400MHz
- 具有 SECEDED ECC 的 256KB SRAM

工业子系统：

- 2 个千兆位工业通信子系统 (PRU_ICSSG)
- 支持 Profinet IRT、Profinet RT、EtherNet/IP、EtherCAT 和时间敏感网络 (TSN) 等等
- 向后兼容 10/100Mb PRU_ICSS
- 每个 PRU_ICSSG 包含：
- 2 个以太网端口

- **MII (10/100)**
- **RGMII (10/100/1000)**
- 每个 **PRU_ICSSG** 6 个 **PRU RISC** 内核，而每个内核具有：
- 具有 **ECC** 的指令 **RAM**
- 宽边 **RAM**
- 具有可选累加器的乘法器 (**MAC**)
- **CRC16/32** 硬件加速器
- 用于大/小端字节序转换的字节交换
- 用于 **UDP** 校验和的 **SUM32** 硬件加速器
- 支持抢占的任务管理器
- 三个具有 **ECC** 的数据 **RAM**
- **8** 组 **30 × 32** 位寄存器暂存区存储器
- 中断控制器和任务管理器
- 两个用于时间戳和其他时间同步功能的 **64** 位工业以太网外设 (**IEP**)
- **18** 个 Σ - Δ 滤波器
- 短路逻辑
- 过流逻辑
- **6** 个多协议位置编码器接口
- 一个增强型捕捉模块 (**ECAP**)
- 兼容 **16550** 且具有专用 **192MHz** 时钟的 **UART**，支持 **12Mbps PROFIBUS**

存储器子系统：

- 具有 **SECEDED ECC** 的高达 **2MB** 片上 **RAM (OCSRAM)**：
- 可以按 **256KB** 的增量分成更小的存储器组，最长达 **8** 个独立的存储器组
- 每个存储器组可分配给一个内核以简化软件任务分区
- **DDR** 子系统 (**DDRSS**)
- 支持 **LPDDR4**、**DDR4** 存储器类型
- 具有内联 **ECC** 的 **16** 位数据总线
- 支持高达 **1600MT/s** 的速度
- **1** 个通用存储器控制器 (**GPMC**)
- 具有 **133MHz** 时钟的 **16** 位并行总线或
- 具有 **100MHz** 时钟的 **32** 位并行总线
- 错误定位模块 (**ELM**) 支持

片上系统 (SoC) 服务：

- 设备管理安全控制器 (**DMSC-L**)
- 集中式 **SoC** 系统控制器
- 管理系统服务，包括初始引导、信息安全、和时钟/复位/电源管理
- 通过消息管理器与各种处理单元通信
- 简化的接口可优化未使用的外设
- 数据移动子系统 (**DMSS**)
- 块复制 **DMA (BCDMA)**
- 数据包 **DMA (PKTDMA)**

- 安全代理 (**SEC_PROXY**)
- 环形加速器 (**RINGACC**)

信息安全:

- 支持安全引导
- 硬件强制可信根 (**ROT**)
- 支持通过备用密钥转换 **RoT**
- 支持接管保护、**IP** 保护和防回滚保护
- 支持加密加速
- 会话感知型加密引擎可基于输入数据流自动切换密钥材料
- 支持加密内核
- **AES** - **128/192/256** 位密钥大小
- **3DES** - **56/112/168** 位密钥大小
- **MD5**、**SHA1**
- **SHA2** - **224/256/384/512**
- 具有真随机数生成器的 **DRBG**
- 可在 **RSA/ECC** 处理中提供帮助的 **PKA** (公钥加速器)
- **DMA** 支持
- 调试安全性
- 安全软件控制的调试访问
- 安全感知调试
- 支持可信执行环境 (**TEE**)
- 基于 **Arm TrustZone** 的 **TEE**
- 可实现隔离的广泛防火墙支持
- 安全监视器/计时器/**IPC**
- 安全存储支持
- 支持 **XIP** 模式下 **OSPI** 接口的实时加密和实时认证
- 通过基于数据包的硬件加密引擎为数据 (有效载荷) 加密/认证提供网络安全支持
- 用于密钥和安全管理的安全协处理器 (**DMSC-L**), 具有用于确保安全的专用设备级互连

高速接口:

- **1** 个集成以太网交换机 (**CPSW3G**), 支持
- **RMII (10/100)**
- **RGMII (10/100/1000)**
- **IEEE 1588 (2008 附件 D、E 和 F)** 及 **802.1AS PTP**
- 第 **45** 条 **MDIO PHY** 管理规范
- 节能以太网 (**802.3az**)
- **1** 个 **PCI-Express** 第 **2** 代控制器 (**PCIE**)
- 支持第 **2** 代运行
- 支持单通道运行
- **1** 个 **USB 3.1** 第 **1** 代双角色器件 (**DRD**) 子系统 (**USBSS**)
- 一个增强型超速第一代端口

- 可配置为 **USB 主机**、**USB 外设**或 **USB 双角色器件**的端口
- 集成了 **USB VBUS 检测**

通用连接:

- **6** 个内部集成电路 (**I2C**) 端口
- **9** 个可配置的通用异步接收/发送 (**UART**) 模块
- **1** 个可配置为八通道 **SPI (OSPI)** 闪存接口或一个四通道 **SPI (QSPI)** 的闪存子系统 (**FSS**)
- **1** 个 **12** 位模数转换器 (**ADC**)
- 高达 **4MSPS**
- **8** 个多路复用模拟输入
- **7** 个多通道串行外设接口 (**MCSPi**) 控制器
- **6** 个快速串行接口接收器 (**FSI_RX**) 内核
- **2** 个快速串行接口发送器 (**FSI_TX**) 内核
- **3** 个通用 **I/O (GPIO)** 模块

控制接口:

- **9** 个增强型脉冲宽度调制器 (**EPWM**) 模块
- **3** 个增强型捕捉 (**ECAP**) 模块
- **3** 个增强型正交编码器脉冲 (**EQEP**) 模块
- **2** 个模块化控制器局域网 (**MCAN**) 模块, 具有或不具有完整 **CAN-FD** 支持

媒体和数据存储:

- **2** 个多媒体卡/安全数字 (**MMC/SD/SDIO**) 接口
- 一个 **4** 位, 用于 **SD/SDIO**;
- 一个 **8** 位, 用于 **eMMC**
- 适用于高速卡在 **3.3V** 至 **1.8V** 电压之间切换的集成模拟开关

电源管理:

- 简化电源序列
- 集成的 **SDIO LDO** 可为 **SD** 接口处理自动电压转换
- 集成了电压监控器, 可对过欠压状态进行安全监控
- 集成了电源干扰检测器, 可检测快速电源瞬变

功能安全:

- 以符合功能安全标准为目标
- 专为功能安全应用开发
- 将提供相关文档来协助进行符合 **IEC 61508** 标准的功能安全系统设计
- 质量管理主域
- 安全相关认证

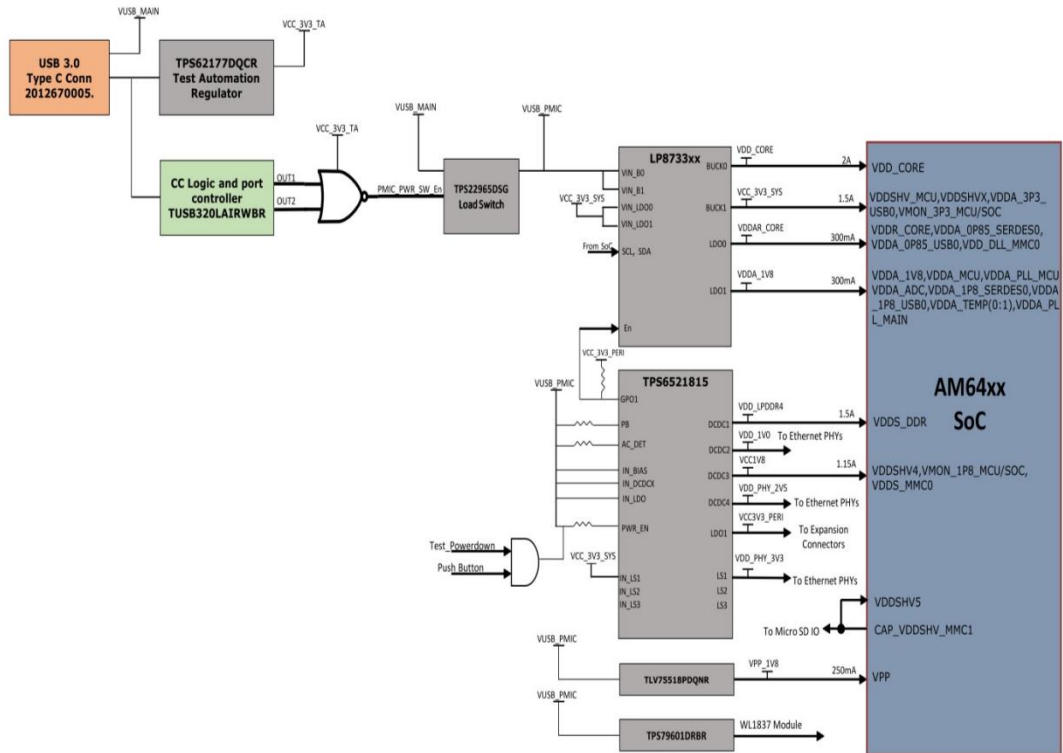
- 计划通过 **IEC 61508** 认证
- 计算临界存储器具有 **ECC** 或奇偶校验
- 部分内部总线互连具有 **ECC** 和奇偶校验
- 针对 **CPU** 和片上 **RAM** 的内置自检 (**BIST**)
- 带有错误引脚的错误信令模块 (**ESM**)
- 运行时安全诊断，电压、温度和时钟监控，窗口式看门狗计时器，用于存储器完整性检查的 **CRC** 引擎
- 独立互连
- 防火墙和超时垫圈
- 专用 **PLL**
- 专用 **I/O** 电源
- 单独复位

SoC 架构:

- 支持从 **UART**、**I2C**、**OSPI/QSPI** 闪存、**SPI** 闪存、并行 **NOR** 闪存、并行 **NAND** 闪存、**SD**、**eMMC**、**USB 2.0**、**PCIe** 和以太网接口的主引导
- **16nm FinFET** 技术
- **17.2mm × 17.2mm**、**0.8mm** 间距、**441** 引脚 **BGA** 封装

评估板可以通过使用 **Type-C USB** 接口进行供电，此接口进来后接着一颗通道控制器 **TUSB320LAIRWBR**，由此芯片完成 **Type-C** 配置通道逻辑和端口控制。

电源系统:



TUSB320LAI 的特性

- **USB Type-C™规范 1.1**
- 向后兼容 **USB Type-C 规范 1.0**
- 支持高达 **3A** 的电流通告和检测
- 模式配置
 - 仅主机 - 下行端口 (**DFP**) (供电设备)
 - 仅设备 - 上行端口 (**UFP**) (受电设备)
 - 双角色端口 - **DRP**
- 支持 **Try.SRC** 和 **Try.SNK**
- 通道配置 (**CC**)
 - **USB** 端口连接检测
 - 电缆方向检测
 - 角色检测
 - **Type-C** 电流模式 (默认、中等和高)
- **V_{BUS}** 检测
- **I²C** 或 **GPIO** 控制
- 支持频率高达 **400kHz** 的 **I²C**
- 通过 **I²C** 实现角色配置控制

说明：TUSB320 使用 CC 引脚来确定端口的连接状态和接线方向，以及进行角色检测和 Type-C 电流模式控制。TUSB320 可配置为下行端口 (DFP)、上行端口(UFP) 或双角色端口 (DRP)，因此成为各种应用的理想选择。

TPS62177DQCR 宽电压 DC-DC 降压芯片的特性

- 分布式控制系统 (DCS)- 控制的降压转换器拓扑技术
- 输入电压范围 **4.75V 至 28V**
- 静态电流典型值 **4.8μA** (睡眠模式)
- **100%** 占空比模式
- 有源输出放电
- 电源正常输出
- **500mA** 输出电流
- 输出电压范围为 **1V 至 6V**
- 典型值为 **1MHz** 的开关频率
- 无缝省电模式转换
- 欠压闭锁
- 短路保护
- 过热保护
- 采用 **2mm x 3mm 10** 引脚晶圆级小外形尺寸无引线 (WSON) 封装

说明：TPS62177DQCR 是一款高效同步降压 DC-DC 转换器，借助于 4.75V 至 28V 的宽工作输入电压，此器件非常适合于由多节锂离子电池以及 12V 和更高阻抗电源轨供电的系统，从而提供高达 500mA 的输出电流。

TPS22965DSGR 具有可调节上升时间和可选输出放电功能的负载开关的特性

- 集成单通道负载开关
- 输入电压范围：**0.8V 至 5.7V**
- 超低导通电阻 (R_{ON})
 - $V_{输入} = 5V$ ($V_{偏置} = 5V$) 时， $R_{导通} = 16m\Omega$
 - $V_{输入} = 3.6V$ ($V_{偏置} = 5V$) 时， $R_{导通} = 16m\Omega$
 - $V_{输入} = 1.8V$ ($V_{偏置} = 5V$) 时， $R_{导通} = 16m\Omega$
- **6A** 最大持续开关电流
- 低静态电流 (**50μA**)
- 低控制输入阈值支持使用 **1.2V, 1.8V, 2.5V 和 3.3V** 逻辑电路

- 可配置的上升时间
- 快速输出放电 (QOD)
- 带有散热垫的小外形尺寸无引线 (SON) 8 引脚封装
- 根据 JESD 22 测试得出的静电放电 (ESD) 性能
 - 2000V 人体模型 (HBM) 和 1000V 充电器件模型 (CDM)

说明：TPS22965 是一款单通道负载开关，可提供可配置的上升时间来尽量减小浪涌电流。

LP8733XX 具有双大电流降压转换器和双线性稳压器的特性

- 设备工作温度范围：-40°C 至 +125°C 环境温度
- 输入电压：2.8V 至 5.5V
- 两个高效降压 DC/DC 转换器：
 - 输出电压：0.7V 至 3.36V
 - 最大输出电流 3 A 每相
 - 在双相配置中添加和去除自动相位和强制多相操作
 - 双相配置中的远程差分反馈电压检测
 - 可编程输出电压压摆率从 0.5 mV/μs 到 10 mV/μs
 - 2MHz 开关频率
 - 用于降低 EMI 的扩频模式和相位交错
- 两个线性稳压器：
 - 输入电压：2.5V 至 5.5V
 - 输出电压：0.8V 至 3.3V
 - 最大输出电流 300 mA
- 可配置的通用输出信号 (GPO、GPO2)
- 具有可编程屏蔽的中断功能
- 可编程电源良好信号 (PGOOD)
- 输出短路和过载保护
- 超温警告和保护
- 过压保护 (OVP) 和欠压锁定 (UVLO)

TLV75518 具有 500mA、高 PSRR、低 IQ、低压降稳压器的特性

- 输入电压范围：1.45V 至 5.5V
- 低 I_q ：25 μ A（典型值）
- 低压降：
 - 在 500mA 下为 238mV（最大值）（ V_{out} 为 3.3V）
- 输出精度：1%（85°C 时达到最大）
- 内置软启动功能，具有单调 V_{out} 上升
- 折返电流限制
- 有源输出放电
- 高 PSRR：100kHz 时为 46dB
- 与 1 μ F 陶瓷输出电容器搭配使用时可保持稳定

说明：TLV755P 是一款超小型低静态电流、低压差稳压器 (LDO)，可提供 500mA 拉电流，具有良好的线路和负载瞬态性能。

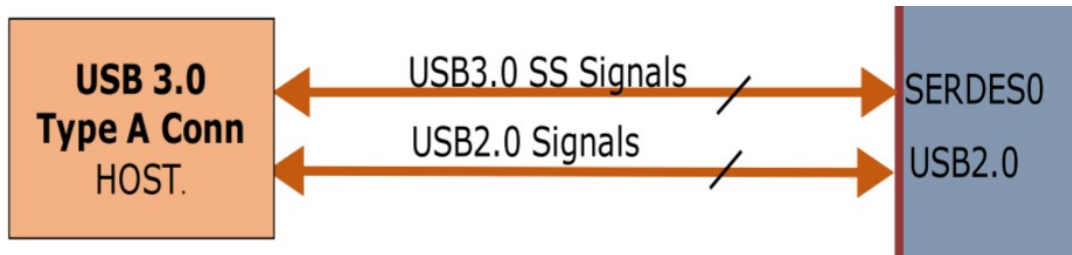
TPS6521815 具有可编程电源管理 IC (PMIC) 的特性

- 具有集成开关 FET 的 3 个可调节降压转换器 (DCDC1、DCDC2 和 DCDC3)：
 - 高达 1.8A 的输出电流
 - 输入电压范围：2.7V 至 5.5V
 - 可调节输出电压范围：0.85V 至 1.675V (DCDC1 和 DCDC2)
 - 可调节输出电压范围：0.9V 至 3.4V (DCDC3)
 - 轻负载电流状态下进入节能模式
 - 100% 占空比，可实现最低压降
 - 禁用时支持有源输出放电
- 具有集成开关 FET 的 1 个可调节降压/升压转换器 (DCDC4)：
 - 高达 1.6A 的输出电流
 - 输入电压范围：2.7V 至 5.5V
 - 可调节输出电压范围：1.175V 至 3.4V
 - 禁用时支持有源输出放电
- 2 个适用于备用电池域的低静态电流、高效降压转换器 (DCDC5、DCDC6)
 - DCDC5：1V 输出电压
 - DCDC6：1.8V 输出电压
 - 输入电压范围：2.2V 至 5.5V

- 由系统电源或备用纽扣电池供电
- 可调节通用 LDO (LDO1)
 - LDO1 : 默认电压为 1.8V , 电流高达 400mA
 - 输入电压范围 : 1.8V 至 5.5V
 - 可调节输出电压范围 : 0.9V 至 3.4V
 - 禁用时支持有源输出放电
- 具有 350mA 电流限制的低电压负载开关 (LS1)
 - 输入电压范围 : 1.2V 至 3.6V
 - 电压为 1.35V 时 , 开关阻抗为 110mΩ (最大值)
- 具有 100mA 或 500mA 可选电流限制的 5V 负载开关 (LS2)
 - 输入电压范围 : 3V 至 5.5V
 - 电压为 5V 时 , 开关阻抗为 500mΩ (最大值)
- 具有 100mA 或 500mA 可选电流限制的高电压负载开关 (LS3)
 - 输入电压范围 : 1.8V 至 10V
 - 开关阻抗 : 500mΩ (最大值)
- 带有内置监控功能的监控器可用于监测 :
 - DCDC1、DCDC2 $\pm 4\%$ 容差
 - DCDC3、DCDC4 $\pm 5\%$ 容差
 - LDO1 $\pm 5\%$ 容差
- 保护、诊断和控制 :
 - 欠压锁定 (UVLO)
 - 常开按钮监视器
 - 过热警告和关断
 - 备用电源和主电源采用独立的电源正常状态输出
 - I²C 接口 (地址 0x24) (请参阅 400kHz 时的 I²C 操作*时序要求*)

说明: TPS6521815 负责对 SOC 及外设的供电管理。

SK-AM64 评估板集成了 XDS110 调试器, 此调试器是基于 TI 的处理器 TM4C129 开发的, 并且集成了与 SOC 调试接口的电平转换, ESD 保护等功能。XDS110 取代了之前的 XDS100 仿真器, 支持所有带有 JTAG、cJTAG 和

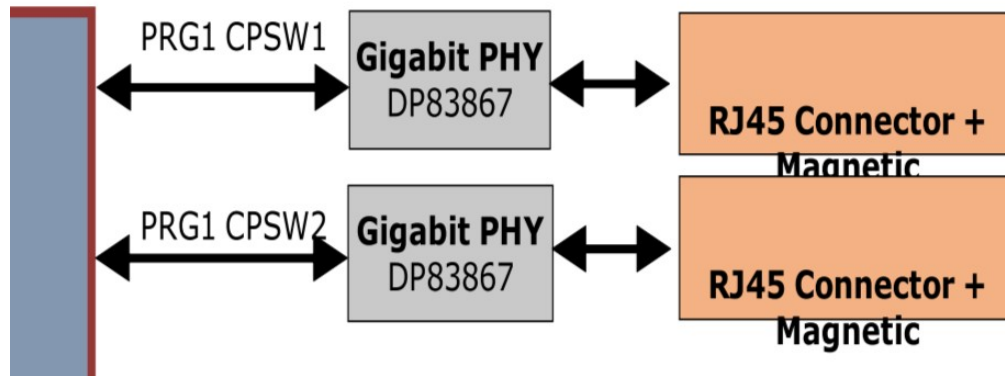


SK-AM64 支持两路千兆网口，这个功能非常适合作为工业或者智能家居的控制网关。PHY 使用的是 TI DP83867 方案，此芯片是有工业级温度范围的耐用型千兆位以太网 PHY 收发器。

DP83867 特性:

- 超低简化的千兆介质无关接口 (RGMII) 延迟 : TX < 90ns , RX < 290ns
- 低功耗 : 457mW 中的功耗数字
- 超出了 8000V IEC 61000-4-2 静电放电 (ESD) 保护等级
- 符合 EN55011 B 类辐射标准
- 在 RX/TX 上提供 16 种可编程 RGMII 延迟模式
- 集成 MDI 端接电阻中的 MDI 端接电阻
- 可编程 MII/GMII/RGMII 端接阻抗中的可编程 MAC 接口端接阻抗
- WoL (局域网唤醒) 数据包检测
- 25MHz 或 125MHz 同步时钟输出
- 支持 IEEE 1588 时间戳
- RJ45 镜像模式
- 与 IEEE 802.3 10BASE-Te、100BASE-TX 和 1000BASE-T 规范完全兼容
- 电缆诊断
- 兆位介质无关接口 (MII)、千兆位介质无关接口 (GMII) 和 RGMII 介质访问控制 (MAC) 接口选项
- 可配置 I/O 电压 (3.3V、2.5V、1.8V)
- 快速链路建立/断开模式
- JTAG 支持

千兆网框架图：



SK-AM64 同样集成了无线通信的功能，板上集成的是 TI 的 WL1837MOD 模块。此模块是 WiLink™ 8 工业双频带、2x2 MIMO Wi-Fi®、Bluetooth® 和蓝牙智能模块。

WL1837MOD 特性：

- 集成了射频 (RF)、功率放大器 (PA)、时钟、RF 开关、滤波器、无源器件和电源管理单元
- 可利用 TI 模块配套资料和参考设计实现快速硬件设计
- 工作温度：-40°C 至 85°C (工业级)
- 小封装尺寸：13.3mm x 13.4mm x 2mm
- 100 引脚 MOC 封装
- 经 FCC , IC , ETSI/CE 和 TELEC 认证的芯片天线
- Wi-Fi
- 支持 IEEE 标准 802.11a、802.11b、802.11g 和 802.11n 的 WLAN 基带处理器和 RF 收发器
- 2.4GHz 20MHz 和 40MHz 单输入单输出 (SISO) 以及 2.4GHz 20MHz 2 x 2 多输入多输出 (MIMO)，针对高数据吞吐量：80Mbps (TCP)，100Mbps (UDP)
- 2.4GHz 最大比合并 (MRC)，支持扩展范围且具备 5GHz 分集能力
- 完全校准：无需生产校准
- 4 位 SDIO 主机接口支持


- Wi-Fi 直接并发运行 (多通道、多用途)
- 和 BLE (仅适用于 WL1837MOD)
- 支持 4.1 和 CSA2
- 主机控制器接口 (HCI) 传输，用于通过通用异步收发器 (UART) 进行的 传输
- 支持子带 (SBC) 编码 + 高级音频传输协议 (A2DP) 的专用音频处理器
- 双模 和 BLE
- Bluetopia + LE 认证堆栈 (由 TI 提供)
- 主要优势
- 减少设计开销
- 通过在两极 (STA 和 AP) 上同时配置 WiLink 8，可将差别化的使用案例直接连接至不同 RF 通道 (Wi-Fi 网络) 上的其它 Wi-Fi 器件
- 用于高性能音频和视频流参考应用的一流 Wi-Fi，覆盖范围高达单根天线的 1.4 倍
- 提供多种配置方法，可一步将室内设备连接至 Wi-Fi
- 连接空闲时最低 Wi-Fi 功耗 ($< 800\mu\text{A}$)
- WLAN 滤波器上只将系统唤醒的可配置唤醒
- Wi-Fi- 单天线共存

三、开发环境

TI 官方网站上关于 **SK-AM64** 还提供了快速上手指南、用户手册、设计文档、配套 SDK 等完备的资料。评估板提供 Linux SDK 和针对实时性要求的 RT Linux SDK，并且针对 AM64x 芯片内部集成的 MCU 还提供了对应的 SDK 。

技术文档

★ = TI 精选文档

类型	标题
全部 ▾	<input type="text" value="按关键字筛选标题"/> 
★ 用户指南	AM64x Starter Kit EVM Quick Start Guide
★ 用户指南	AM64x SK EVM User's Guide (Rev. A)
应用手册	Powering the AM64xx with the TPS6521815 PMIC
证书	SK-AM64 EU RoHS Declaration of Conformity (DoC) (Rev. A)

软件开发

软件开发套件 (SDK)

[PROCESSOR-SDK-AM64X](#) – AM64x Sitara™ 处理器软件开发套件

应用软件和框架

[FNDRS-3P-LINUX](#) – Secure, customizable, Linux platform for building scalable IoT and Edge devices

设计文件

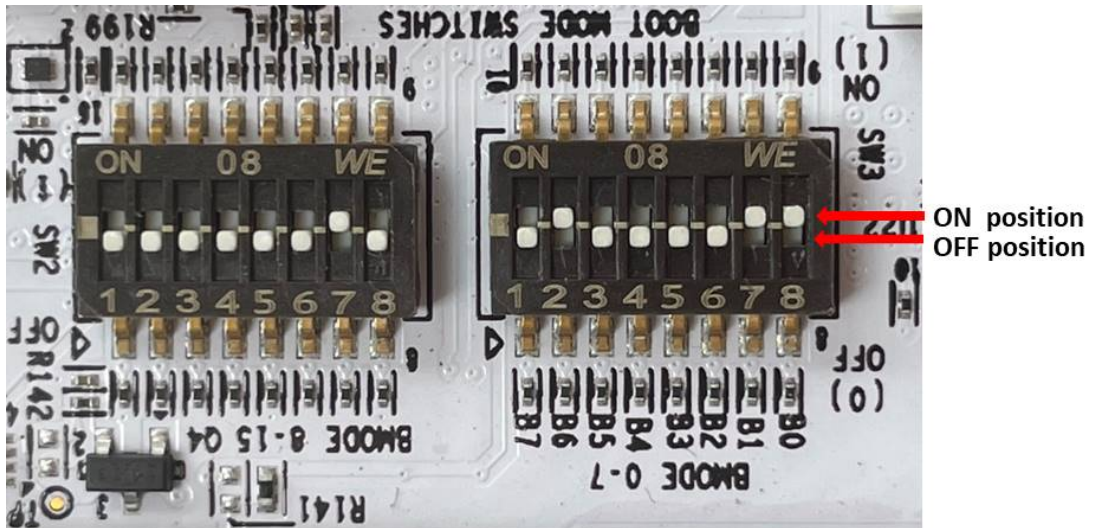
[SK-AM64 E2 Schematics](#) – SPRR432.PDF (1154 KB)

[SK-AM64 E2 Design File Package](#) – SPRCAJ5.ZIP (16235 KB)

四、上手测试

1、Linux 测试镜像 SD 烧写

SD 卡启动配置

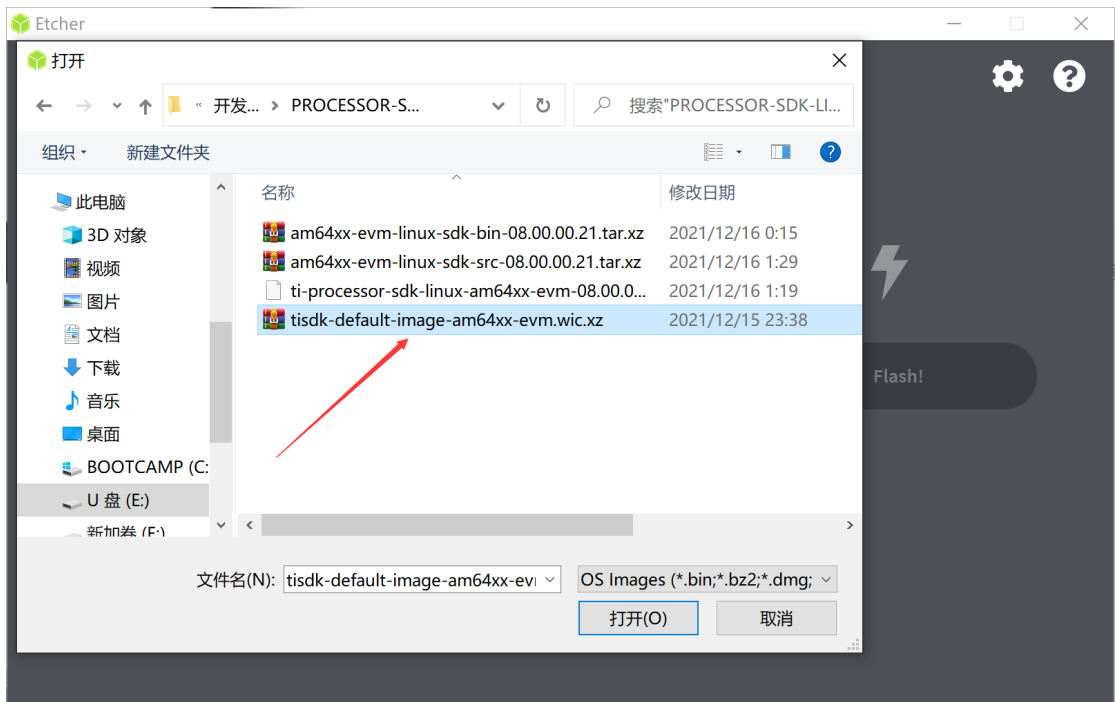
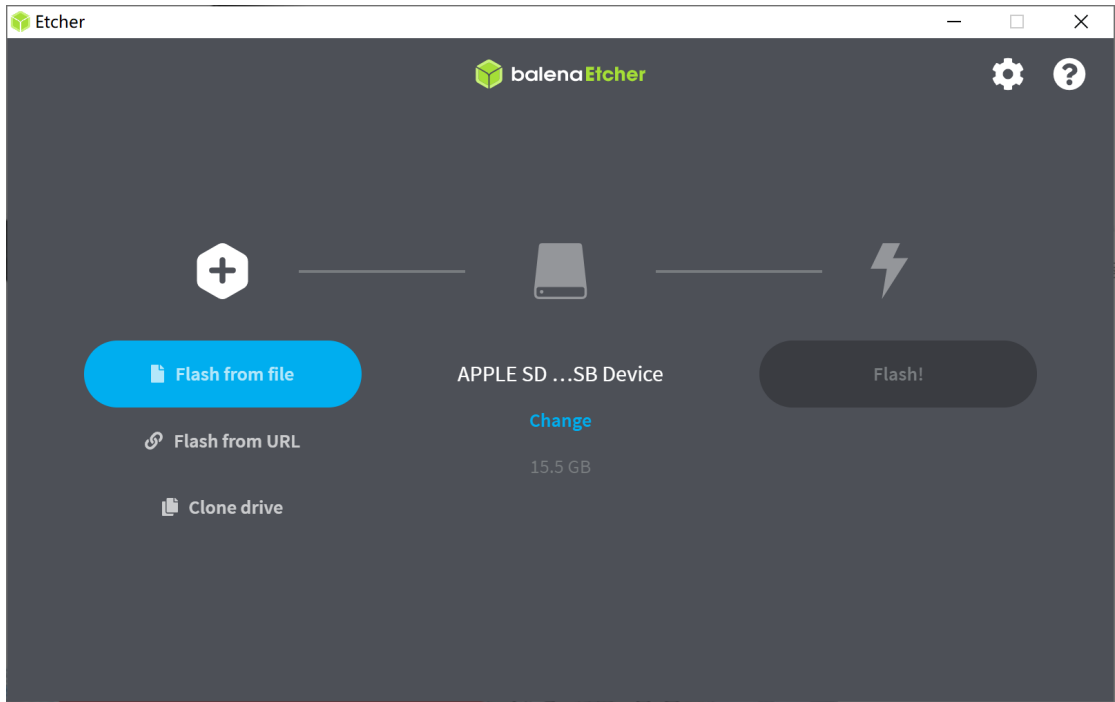


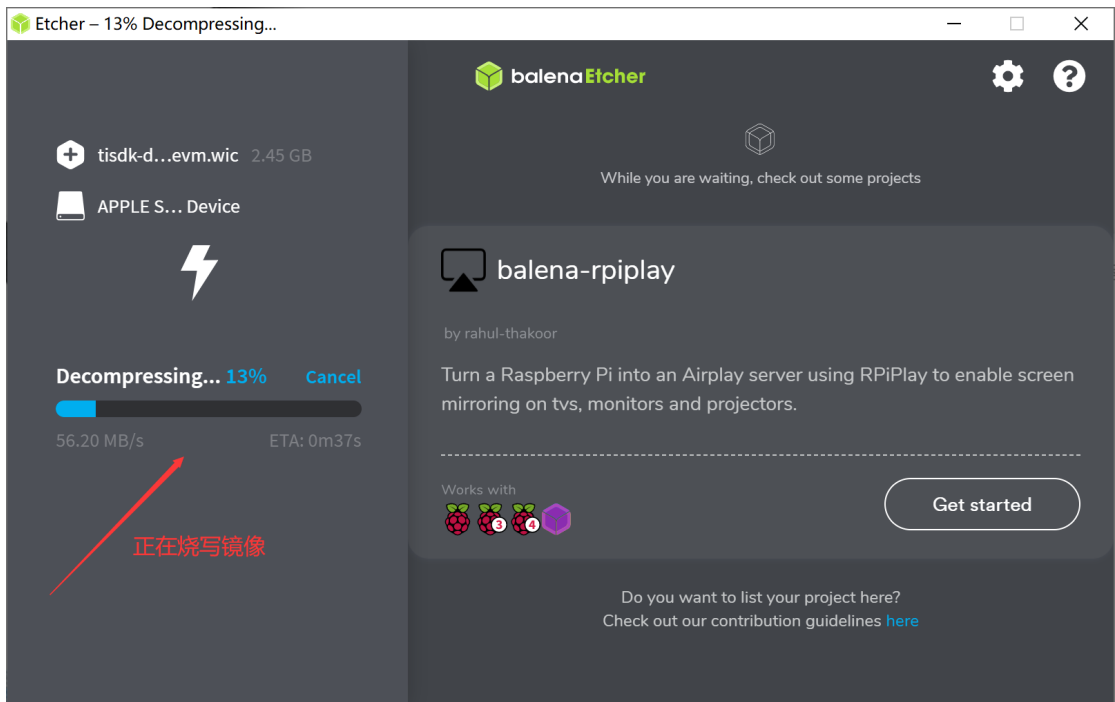
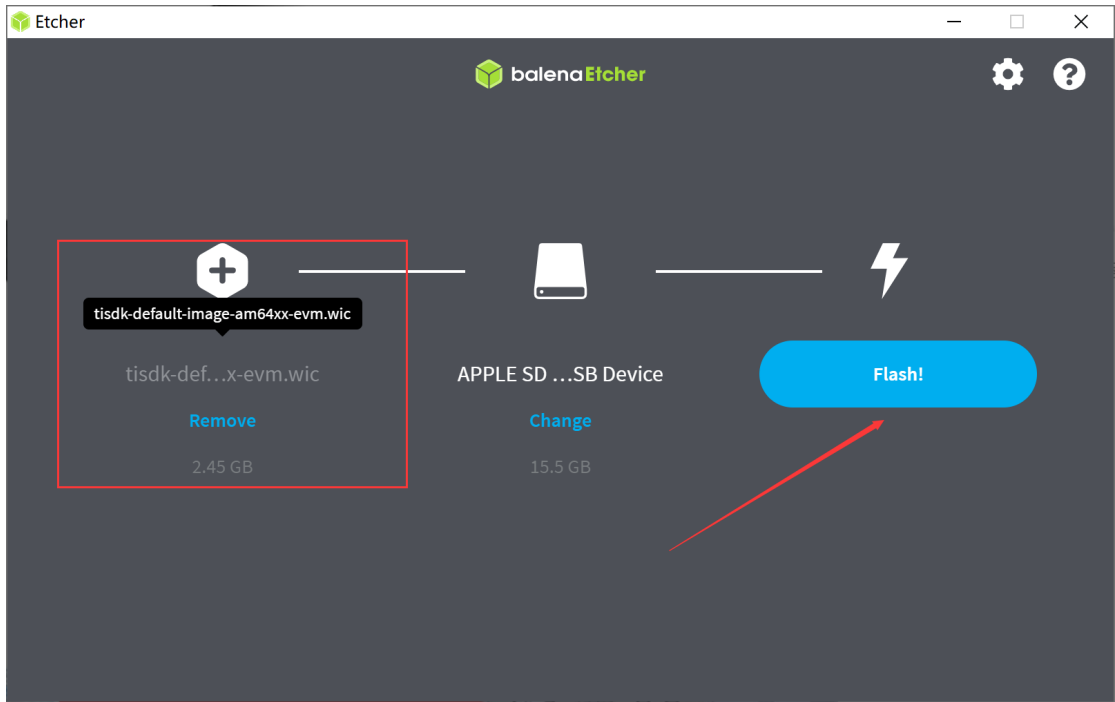
镜像名称: `tisd-k-default-image-am64xx-evm.wic.xz`

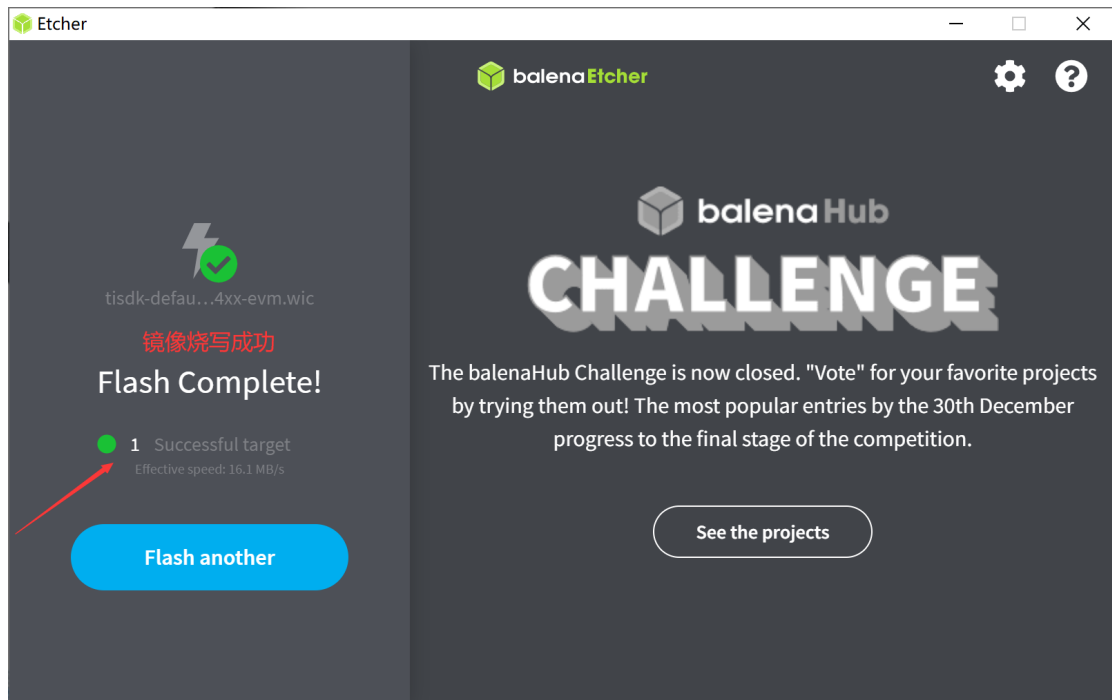
烧写软件: balenaEther

SD 大小, 官方推荐的是要大于 16G。

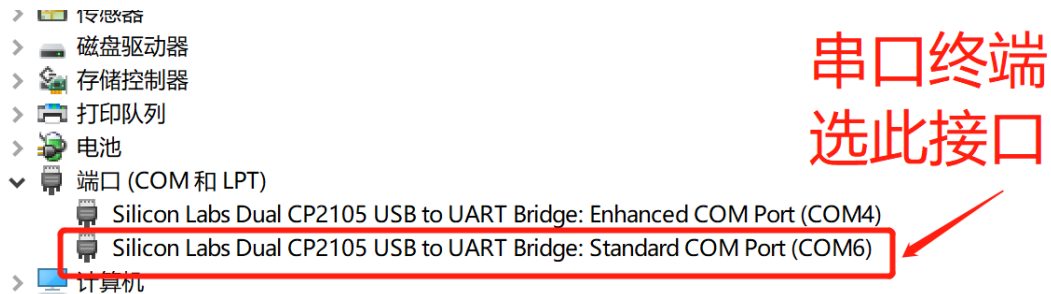
烧写过程截图:







使用 micro USB 插入到开发上的串口调试口并接入到电脑可以看到两个 USB 串口如图：



如果使用 128G 内存卡烧写的镜像，插入板子上启动后的串口终端输出如图：


```

-Boot SPL 2021.01-g53e79d0e89 (Aug 10 2021 - 21:47:42 +0000)
EEPROM not available at 80, trying to read at 81
SYSFW ABI: 3.1 (firmware rev 0x0015 '21.5.0--v2021.05 (Terrific Llam')
SPL initial stack usage: 13392 bytes
Trying to boot from MMC2
Starting ATF on ARM64 core...

NOTICE: BL31: v2.5(release):08.00.00.004-dirty
NOTICE: BL31: Built : 21:46:29, Aug 10 2021

U-Boot SPL 2021.01-g53e79d0e89 (Aug 10 2021 - 21:47:02 +0000)
SYSFW ABI: 3.1 (firmware rev 0x0015 '21.5.0--v2021.05 (Terrific Llam')
Trying to boot from MMC2

U-Boot 2021.01-g53e79d0e89 (Aug 10 2021 - 21:47:02 +0000)

SoC: AM64X SR1.0
Model: Texas Instruments AM642 SK
Board: AM64-SKEVM rev E2
DRAM: 2 GiB
MMC: mmc@fa00000: 1
In: serial@2800000
Out: serial@2800000
Err: serial@2800000
Net: eth2: ethernet@8000000
Hit any key to stop autoboot: 0
switch to partitions #0, OK
mmc1 is current device
SD/MMC found on device 1
Failed to load 'boot.scr'
1490 bytes read in 2 ms (727.5 KiB/s)
Loaded env from uEnv.txt
Importing environment from mmc1 ...
Running uenvcmd ...
1 bytes read in 1 ms (1000 Bytes/s)
Already setup.
19137024 bytes read in 745 ms (24.5 MiB/s)
50833 bytes read in 5 ms (9.7 MiB/s)
## Flattened Device Tree blob at 88000000
   Booting using the fdt blob at 0x88000000
   Loading Device Tree to 000000008ffff000, end 000000008ffff690 ... OK

Starting kernel ...

[ 0.000000] Booting Linux on physical CPU 0x0000000000 [0x410fd034]
[ 0.000000] Linux version 5.10.41-g4c2eade9f7 (oe-user@oe-host) (aarch64-non
e-linux-gnu-gcc (GNU Toolchain for the A-profile Architecture 9.2-2019.12 (arm-
9.10)) 9.2.1 20191025, GNU ld (GNU Toolchain for the A-profile Architecture 9.2

```

启动系统 15s 左右，然后输入 root 就可以登录成功，成功后如图：

```

gzip
hidapi
less
libasm1
libbfd
libdw1
libelf1
libgdbm-compat4
libgdbm6
libgettextlib
libgettextsrc
libgmp10
libidn2-0
libmpc3
libmpfr6
libreadline8
libunistring2
m4
make
nettle
parted
tar
which

```

If you do not wish to distribute GPLv3 components please remove the above packages prior to distribution. This can be done using the opkg remove command. i.e.:

```
opkg remove <package>
```

Where <package> is the name printed in the list above

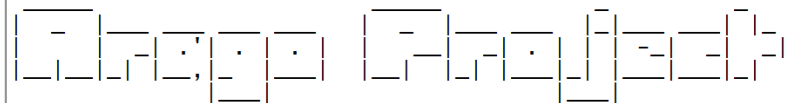
NOTE: If the package is a dependency of another package you will be notified of the dependent packages. You should use the --force-removal-of-dependent-packages option to also remove the dependent packages as well

```

*****
*****

```

```
[ OK ] Started Print notice about GPLv3 packages.
```



Arago Project <http://arago-project.org> am64xx-evm ttys2

Arago 2020.09 am64xx-evm ttys2

am64xx-evm login:

2、官方 demo 测试

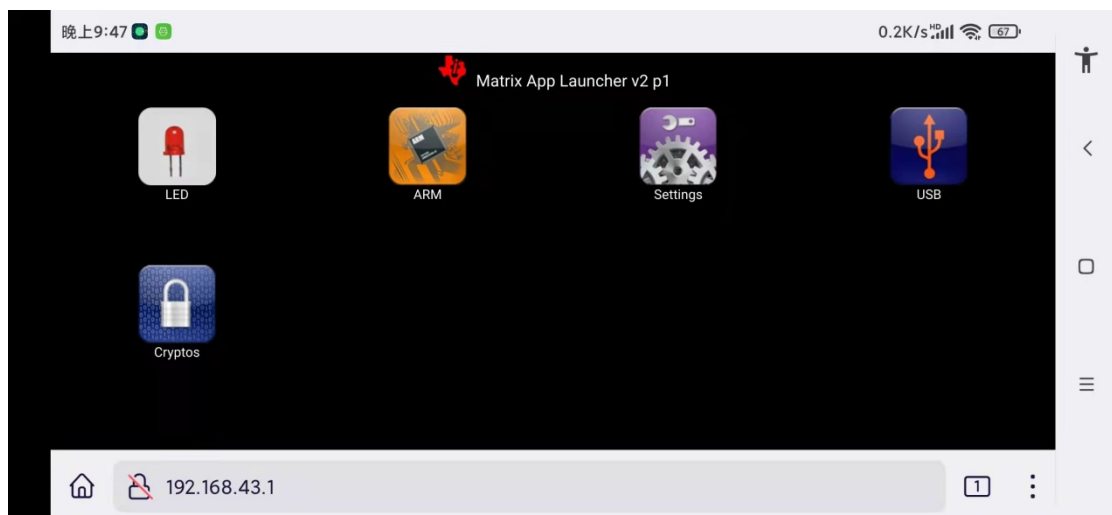
将 Linux 系统启动后，可以看到板载的 wifi 会生成一个热点名称为

“AM64xSK-APxx “，比如我的板子生成的热点如下图：

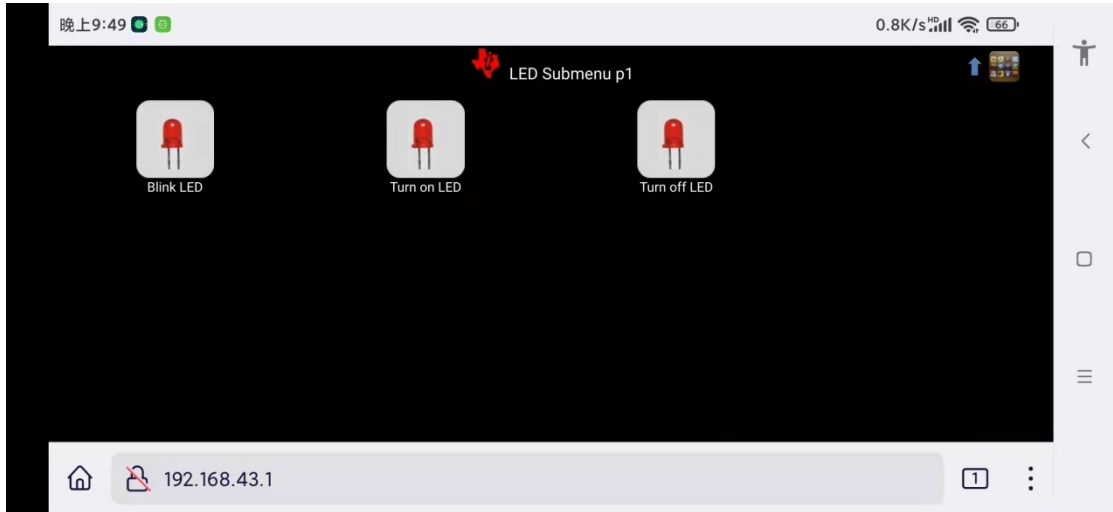


这个热点可以使用电脑或者手机连接，热点的密码为“tiwilink8”

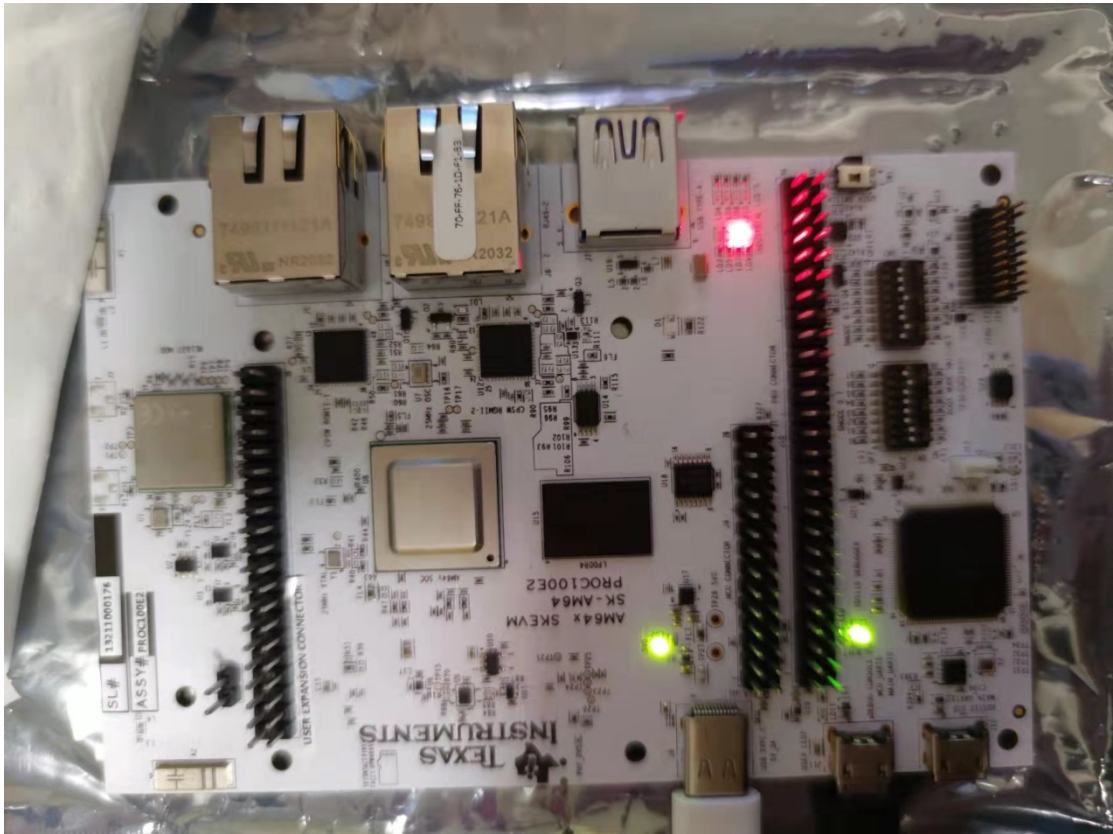
连接热点后，使用浏览器访问“<http://192.168.43.1>”这个地址，可以看到如下的操作界面：



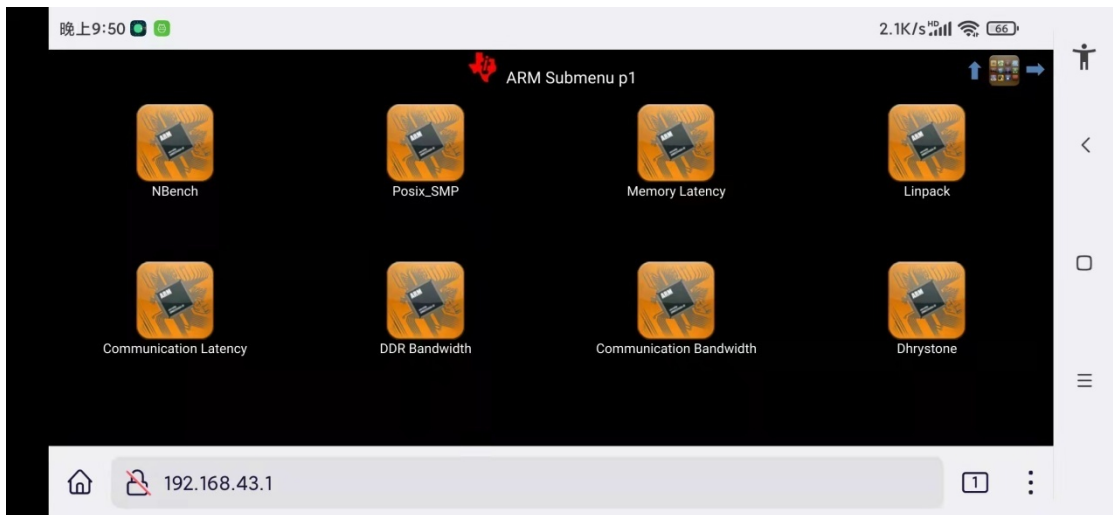
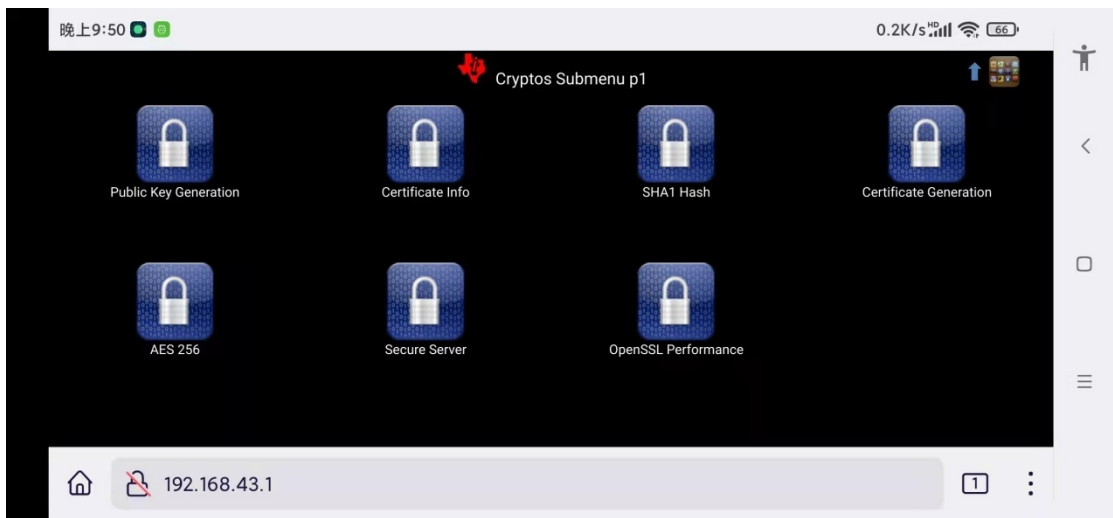
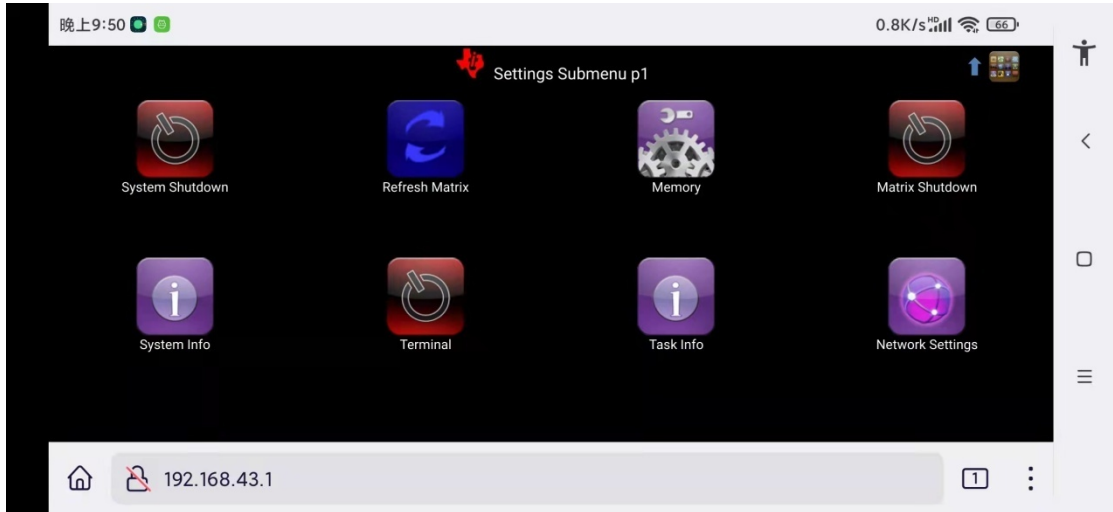
试试 LED 这个菜单，点击进入里面有三个例程用来控制 LED 闪烁、开启 LED、关闭 LED，如下图所示：



运行 LED 闪烁例程后，板子上的红色 LED 状态如下图所示：



其他菜单如图：



3、编写-测试自己的 DEMO

看了一些 TI 官方提供的这个系统镜像将 GCC 和 G++这些编译器也集成了，所以简单的程序直接可以在板子上编译，不忙着搭建交叉编译环境，所以先找了一个测试整数、浮点、圆周率得分的开源代码测试结果如下：

```
root@am64xx-evm:~/tcpTYUVImage# ./testCPU
-----
性能测试开始
整点运算测试中(运算次数为:1000000000.000000)

浮点运算测试中(运算次数为:1000000000.000000)
泰勒级数推论式计算圆周率中(运算次数为:1000000000)
排序运算中(对10000个数进行快速排序)
-----
测试结束
整点运算得分:14279.415024
泰勒级数推论式计算圆周率运算得分:3998.544530
排序运算得分:14835.782721
总得分:41444.205069
根据分数，授予您的爱机<高端>称号
```

测试代码如下：

```
#include <stdio.h>

#include <conio.h>

#include <time.h>//clock()所属头文件

const int N_qsort=10000;//快排的数据规模

const int M=20000,N=50000;//整点、浮点运算的规模

const int N_pi=100000000;//计算圆周率的运算规模

double s_int,s_float,s_pi,s_sort;

void int_comp(void);//整点运算

void float_comp(void);//浮点运算

void pi_comp(void);//泰勒级数推论式计算圆周率

void Qsort(int a[],int low,int high);//快排算法

void qsort(void);//调用快排算法的函数

void panduan();
```

```

void PAUSE();

int main(){

printf("-----\n 性能测试开始\n");

int_comp();//整点运算

float_comp();//浮点运算

pi_comp();//泰勒级数推论式计算圆周率

qsort();//快速排序

printf("-----\n 测试结束\n");

printf("整点运算得分:%f\n",s_int);

printf("泰勒级数推论式计算圆周率运算得分:%f\n",s_pi);

printf("排序运算得分:%f\n",s_sort);

printf("总得分:%f\n",s_int+s_float+s_pi+s_sort);

panduan();

PAUSE();

    return 0;

}

void int_comp(void){//整点加法

printf("整点运算测试中(运算次数为:%f)\n",(double)M*N);

clock_tstart,end;

    int i,j;

    start=clock();

    for(i=0;i<M;i++)

        for(j=0;j<N;j++);

    end=clock();

```

```
double duration=(double)(end-start)/CLOCKS_PER_SEC;

double score=(M*N)/duration;

s_int=score/10000;

//printf("整数运算测试完毕!分数:%f\n",s_int);

}
```

```
void float_comp(void){//浮点加法
```

```
printf("浮点运算测试中(运算次数为:%f)\n",(double)M*N);
```

```
clock_t start,end;
```

```
float i,j;
```

```
start=clock();
```

```
for(i=0;i<M;i++)
```

```
for(j=0;j<N;j++)
```

```
end=clock();
```

```
double duration=(double)(end-start)/CLOCKS_PER_SEC;
```

```
double score=(M*N)/duration;
```

```
s_float=score/10000;
```

```
}
```

```
void pi_comp(void){
```

```
printf("泰勒级数推论式计算圆周率中(运算次数为:%d)\n",N_pi);
```

```
int m,i=1;
```

```
double s=0;
```

```
clock_t start,end;
```

```
start=clock();
```



```

    for(m=1;m<N_pi;m+=2){

        s+=i*(1.0/m);

    i=-i;

    }

    end=clock();

    double duration=(double)(end-start)/CLOCKS_PER_SEC;

    double score=N_pi/duration;

s_pi=score/10000;

}

void Qsort(int a[],int low,int high){//快排算法

    if(low>=high) return;

    int first=low;

    int last=high;

    int key=a[first];

    while(first<last){

        while(first<last&& a[last]>=key) --last;

        a[first]=a[last];

        while(first<last&& a[first]<=key) ++first;

        a[last]=a[first];

    }

    a[first]=key;

    Qsort(a,low,first-1);

    Qsort(a,first+1,high);

}

void qsort(void){//调用快排算法的函数

```

```

int a[N_qsort],i;

for(i=N_qsort;i>0;i--) a[N_qsort-1]=i;

printf("排序运算中(对%d个数进行快速排序)\n",N_qsort);//采用最坏时间方案

clock_tstart,end;

start=clock();

Qsort(a,0,N_qsort-1);

end=clock();

double duration=(double)(end-start)/CLOCKS_PER_SEC;

double score=(N_qsort*N_qsort)/duration;

s_sort=score/10000;

}

void panduan(){

float i=s_int+s_float+s_pi+s_sort;

printf("根据分数，授予您的爱机<");

if (i>0&&i<20000){

printf("渣渣");

}

else if (i>20000&&i<30000){

printf("低端");

}

else if (i>30000&&i<40000){

printf("中端");

}

else if (i>40000&&i<50000){

printf("高端");

```

```
    }

    else if (i>50000&& i<60000){

printf("超高端");

    }

    else if (i>60000){

printf("机皇");

    }

printf(">称号\n");

}

void PAUSE(){

printf("\n 请按任意键继续...");getch();flush(stdin);

}
```

五、总结

SK-AM64 评估套件自带了 **XDS110** 调试下载器，使用 **Type-C** 口即可对电路板进行供电。板载 **AM6442A** 集成大小核，从高性能计算、实时系统控制、外设控制、有线或者无线通信控制等等，是一款集成度超高的方案。另外集成流行的树莓派外设扩展接口，大大的降低开发者做原型验证的难度。**TI** 官方网站提供了完备的开发资料，帮助用户快速上手，这样用户能够将更多的心思放到自己的应用实现上。