



Gowin_EMPU(GW5AS-25)快速开发 用户手册

MUG1186-1.2.1, 2024-11-22

版权所有 © 2024 广东高云半导体科技股份有限公司

GOWIN高云、Gowin、GOWIN、云源以及高云均为广东高云半导体科技股份有限公司注册商标，本手册中提到的其他任何商标，其所有权利属其所有者所有。未经本公司书面许可，任何单位和个人都不得擅自摘抄、复制、翻译本档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

免责声明

本文档并未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止反言或其它方式授予任何知识产权许可。除高云半导体在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外，高云半导体概不承担任何法律或非法律责任。高云半导体对高云半导体产品的销售和 / 或使用不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等，均不作担保。高云半导体对文档中包含的文字、图片及其它内容的准确性和完整性不承担任何法律或非法律责任，高云半导体保留修改文档中任何内容的权利，恕不另行通知。高云半导体不承诺对这些文档进行适时的更新。

版本信息

| 日期 | 版本 | 描述 |
|------------|-------|---|
| 2024/04/19 | 1.0 | 初始版本。 |
| 2024/06/07 | 1.1 | 删除 10/100M 以太网 MAC (EMAC)。 |
| 2024/09/05 | 1.2 | <ul style="list-style-type: none">● 支持 Ethernet 外设；● 更新参考设计；● 更新 Artery 原厂开发资料。 |
| 2024/11/22 | 1.2.1 | 新增表 6-1 信号描述中的注释。 |

目录

| | |
|-------------------------|-----------|
| 目录 | i |
| 图目录 | iv |
| 表目录 | vi |
| 1 关于本手册 | 1 |
| 1.1 手册内容 | 1 |
| 1.2 相关文档 | 1 |
| 1.3 术语、缩略语 | 1 |
| 1.4 技术支持与反馈 | 2 |
| 2 功能简介 | 3 |
| 2.1 功能描述 | 3 |
| 2.1.1 特性 | 3 |
| 2.1.2 功能框图 | 5 |
| 2.2 硬件板材 | 6 |
| 2.3 软件工具 | 7 |
| 2.4 软件固件库 | 9 |
| 2.5 器件包 | 9 |
| 2.6 参考手册 | 10 |
| 2.7 常见问题 | 26 |
| 3 板材支持 | 27 |
| 3.1 板材选择 | 27 |
| 3.2 板材设置 | 28 |
| 4 GMD 软件支持 | 29 |
| 4.1 软件安装与配置 | 29 |
| 4.2 软件使用流程 | 29 |
| 4.2.1 创建工程 | 29 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 4.2.2 配置选项..... | 31 |
| 4.2.3 编译..... | 43 |
| 4.2.4 下载..... | 44 |
| 4.2.5 单步调试..... | 46 |
| 4.3 参考设计..... | 50 |
| 5 Keil5 软件支持..... | 51 |
| 5.1 器件包安装..... | 51 |
| 5.2 软件使用流程..... | 51 |
| 5.2.1 创建工程..... | 51 |
| 5.2.2 配置选项..... | 52 |
| 5.2.3 编译..... | 56 |
| 5.2.4 下载..... | 56 |
| 5.2.5 单步调试..... | 57 |
| 5.3 参考设计..... | 58 |
| 6 信号描述..... | 59 |
| 7 Ethernet..... | 69 |
| 7.1 简介..... | 70 |
| 7.1.1 特征..... | 70 |
| 7.1.2 工作频率..... | 71 |
| 7.1.3 结构框图..... | 71 |
| 7.1.4 功能描述..... | 71 |
| 7.2 寄存器定义..... | 72 |
| 7.2.1 寄存器定义..... | 72 |
| 7.2.2 寄存器描述..... | 73 |
| 7.3 驱动函数定义..... | 79 |
| 7.3.1 驱动函数定义..... | 79 |
| 7.3.2 驱动函数描述..... | 80 |
| 7.4 参考设计..... | 81 |
| 8 XMC 接口设计..... | 82 |
| 8.1 功能描述..... | 82 |
| 8.2 功能框图..... | 82 |
| 8.3 信号描述..... | 83 |

| | |
|-----------------|----|
| 8.4 参考手册..... | 84 |
| 8.5 参考设计..... | 84 |
| 8.5.1 同步复用..... | 84 |
| 8.5.2 异步复用..... | 85 |

图目录

| | |
|--|----|
| 图 2-1 功能框图 | 6 |
| 图 3-1 板材选用 | 27 |
| 图 4-1 创建工程 | 30 |
| 图 4-2 选择平台配置类型..... | 30 |
| 图 4-3 选择编译工具链及路径 | 31 |
| 图 4-4 配置 Target Processor | 32 |
| 图 4-5 配置 Optimization | 33 |
| 图 4-6 配置 Warnings | 34 |
| 图 4-7 配置 Debugging | 35 |
| 图 4-8 配置 GNU ARM Cross C Compiler > Preprocessor | 36 |
| 图 4-9 配置 GNU ARM Cross C Compiler > Includes | 37 |
| 图 4-10 配置 GNU ARM Cross C Compiler > Optimization..... | 38 |
| 图 4-11 配置 GNU ARM Cross C Linker > General..... | 39 |
| 图 4-12 配置 GNU ARM Cross C Linker > Miscellaneous..... | 40 |
| 图 4-13 配置 GNU ARM Cross Create Flash Image | 41 |
| 图 4-14 配置 Toolchains | 42 |
| 图 4-15 配置 Devices..... | 43 |
| 图 4-16 编译 | 44 |
| 图 4-17 ICP 软件工具 | 45 |
| 图 4-18 下载 | 45 |
| 图 4-19 建立单步调试选项..... | 46 |
| 图 4-20 配置 Main 选项 | 47 |
| 图 4-21 配置 Debugger 选项 | 48 |
| 图 4-22 配置 Startup 选项..... | 49 |
| 图 4-23 启动单步调试..... | 50 |

| | |
|---------------------------|----|
| 图 5-1 器件选择 | 52 |
| 图 5-2 配置 Device | 52 |
| 图 5-3 配置 Target | 53 |
| 图 5-4 配置 C/C++ | 54 |
| 图 5-5 配置 Debug | 54 |
| 图 5-6 配置 J-Link | 55 |
| 图 5-7 配置 Flash | 56 |
| 图 5-8 下载 | 57 |
| 图 5-9 单步调试 | 58 |
| 图 7-1 Ethernet 结构框图 | 71 |
| 图 8-1 XMC 功能框图 | 83 |

表目录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 表 1-1 术语、缩略语 | 1 |
| 表 2-1 软件开发工具 | 7 |
| 表 2-2 软件固件库 | 9 |
| 表 2-3 器件包 | 9 |
| 表 2-4 参考手册 | 10 |
| 表 2-5 常见问题 | 26 |
| 表 3-1 板材设置 | 28 |
| 表 3-2 与 J-Link 仿真器连接 | 28 |
| 表 6-1 信号描述 | 59 |
| 表 7-1 寄存器定义 | 72 |
| 表 7-2 ETH_TX_DATA Register | 74 |
| 表 7-3 ETH_RX_DATA Register | 74 |
| 表 7-4 ETH_TX_LENGTH Register | 74 |
| 表 7-5 ETH_TX_EN Register | 74 |
| 表 7-6 ETH_TX_FAIL Register | 75 |
| 表 7-7 ETH_TX_IS Register | 75 |
| 表 7-8 ETH_TX_IC Register | 75 |
| 表 7-9 ETH_TX_IE Register | 75 |
| 表 7-10 ETH_RX_LENGTH Register | 76 |
| 表 7-11 ETH_RX_IS Register | 76 |
| 表 7-12 ETH_RX_IE Register | 76 |
| 表 7-13 ETH_RX_IC Register | 76 |
| 表 7-14 MIIM_OP_MODE Register | 77 |
| 表 7-15 MIIM_PHY_ADDR Register | 77 |
| 表 7-16 MIIM_REG_ADDR Register | 77 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 表 7-17 MIIM_WR_DATA Register | 77 |
| 表 7-18 MIIM_RD_DATA Register | 78 |
| 表 7-19 MIIM_IS Register..... | 78 |
| 表 7-20 MIIM_IE Register..... | 78 |
| 表 7-21 MIIM_IC Register | 78 |
| 表 7-22 MIIM_OP_EN Register..... | 79 |
| 表 7-23 ETH_MODE Register | 79 |
| 表 7-24 驱动函数定义 | 79 |
| 表 7-25 init 函数定义 | 80 |
| 表 7-26 eth_tx 函数定义 | 80 |
| 表 7-27 miim_write 函数定义..... | 80 |
| 表 7-28 miim_receive 函数定义..... | 81 |
| 表 7-29 eth_set_mode 函数定义 | 81 |
| 表 8-1 XMC 信号描述 | 83 |

1 关于本手册

1.1 手册内容

本手册内容包括功能描述、硬件板材、软件开发工具、原厂开发资料、GMD/Keil5 软件支持、信号描述、XMC 接口、Ethernet 以及参考设计等，描述了如何快速建立、配置、下载和调试硬件工程和软件工程，以及快速查找原厂开发资料，旨在帮助用户快速掌握 Gowin_EMPU(GW5AS-25)的开发方法，节省开发时间，提高开发效率。

注！

Gowin_EMPU(GW5AS-25)系统级封装了 Artery 的 Cortex-M4 MCU AT32F435。

Gowin_EMPU(GW5AS-25)为 Gowin 对 Cortex-M4 MCU 的命名方式，表示 GW5AS-25 系列 FPGA 产品内部系统级封装的 Cortex-M4 MCU。AT32F435 为 Artery 原厂的 Cortex-M4 MCU 器件型号。

1.2 相关文档

通过登录高云半导体网站 www.gowinsemi.com 可以下载、查看以下相关文档：[DS1105](#)，[GW5AS-25 器件数据手册](#)。

1.3 术语、缩略语

本手册中的相关术语、缩略语及相关释义如表 1-1 所示。

表 1-1 术语、缩略语

| 术语、缩略语 | 全称 | 含义 |
|--------|-------------------------------|----------|
| DMA | Direct Memory Access | 直接内存访问 |
| DSP | Digital Signal Processor | 数字信号处理器 |
| FPGA | Field Programmable Gate Array | 现场可编程门阵列 |
| FPU | Float Point Unit | 浮点运算单元 |
| MCU | Micro Controller Unit | 微控制器单元 |
| MPU | Memory Protection Unit | 存储器保护单元 |

| 术语、缩略语 | 全称 | 含义 |
|--------|----------------------------------|----------|
| RISC | Reduced Instruction Set Computer | 精简指令集计算机 |
| SIP | System In Package | 系统级封装 |
| XMC | External Memory Controller | 外部存储器控制器 |

1.4 技术支持与反馈

高云半导体提供全方位技术支持，在使用过程中如有疑问或建议，可直接与公司联系：

网址：www.gowinsemi.com.cn

E-mail：support@gowinsemi.com

Tel: +86 755 8262 0391

2 功能简介

2.1 功能描述

Gowin_EMPU(GW5AS-25)集成最新一代嵌入式 ARM®内核 Cortex-M4。

2.1.1 特性

ARM® Cortex®-M4 是最新一代的嵌入式 ARM®内核处理器，它是一款 32 位的 RISC 高性能处理器，具有优异的代码效率，卓越的计算性能和先进的中断系统响应。该处理器支持一组 DSP 指令，能够实现有效的信号处理和复杂的算法执行。它配有的单精度 FPU 可加速浮点运算并防止饱和。

Gowin_EMPU(GW5AS-25)的功能特性如下：

- 内核：带有 FPU 的 ARM®32 位的 Cortex®-M4 MCU
- 最高 288 MHz 工作频率，带存储器保护单元（MPU），内建单周期乘法和硬件除法
 - 内建浮点运算单元（FPU）
 - 具有 DSP 指令集
- 存储器
 - 1024 K 字节的内部闪存存储器
 - sLib：将指定的主存储区设为执行代码安全库区，此区代码仅能调用无法读取
 - 384 K 字节的 SRAM
 - 具有 16 位数据总线的外部存储器控制器（External Memory Controller, XMC）：支持 CF 卡、SRAM、PSRAM、NOR、NAND 和 SDRAM 存储器
 - 多达 2 个 QSPI 接口，用于连接外部 SPI 闪存存储器或 SPI RAM 扩展，支持地址映射模式

- XMC 作为 LCD 并口，兼容 8080/6800 模式，可以在 FPGA 支持 Ethernet 外设扩展
- 电源控制（PWC）
 - 2.6V 至 3.6 V 供电
 - 上电复位（POR）、低电压复位（LVR）、电源电压监测器（PVM）
 - 低功耗模式：睡眠、深睡眠和待机
 - VBAT 为 LEXT、ERTC 和 20 个 32 位的电池供电寄存器（BPR）供电
- 时钟和复位管理（CRM）
 - 4 至 25 MHz 晶振（HEXT）
 - 内置经出厂调校的 48 MHz 高速内部时钟（HICK），25 °C 达 1 % 精度，-40 °C 至 +105 °C 达 2.5 % 精度，带自动时钟校准（ACC）功能
 - PLL 可灵活配置倍频和分频系数
 - 32 kHz 晶振（LEXT）
 - 低速内部时钟（LICK）
- 模拟模块
 - 3 个 12 位 5.33 MSPS A/D 转换器，多达 24 个外部输入通道；分辨率 12/10/8/6 位可调；硬件过采样最高达 16 位分辨率
 - 温度传感器（VTS）、内部参考电压（VINTRV）、VBAT 电池电压监控（VBAT/4）
 - 2 个 12 位 D/A 转换器
- 直接内存访问（DMA）
 - 2 个通用型 DMA 和 1 个增强型 EDMA 控制器
 - 合计 22 通道
- 多达 94 个快速 GPIO
 - 所有 GPIO 可以映像到 16 个外部中断（EXINT）
 - 几乎所有 GPIO 可支持 5V 输入信号
- 多达 18 个定时器（TMR）
 - 多达 13 个 16 位和 2 个 32 位定时器，每个定时器最多达 4 个用于输入/输出/PWM/脉冲计数的通道
 - 2 个看门狗定时器（一般型 WDT 和窗口型 WWDT）
 - 系统滴答定时器：24 位递减计数器
- ERTC：增强型 RTC，具有自动唤醒、闹钟、亚秒级精度及硬件日历，

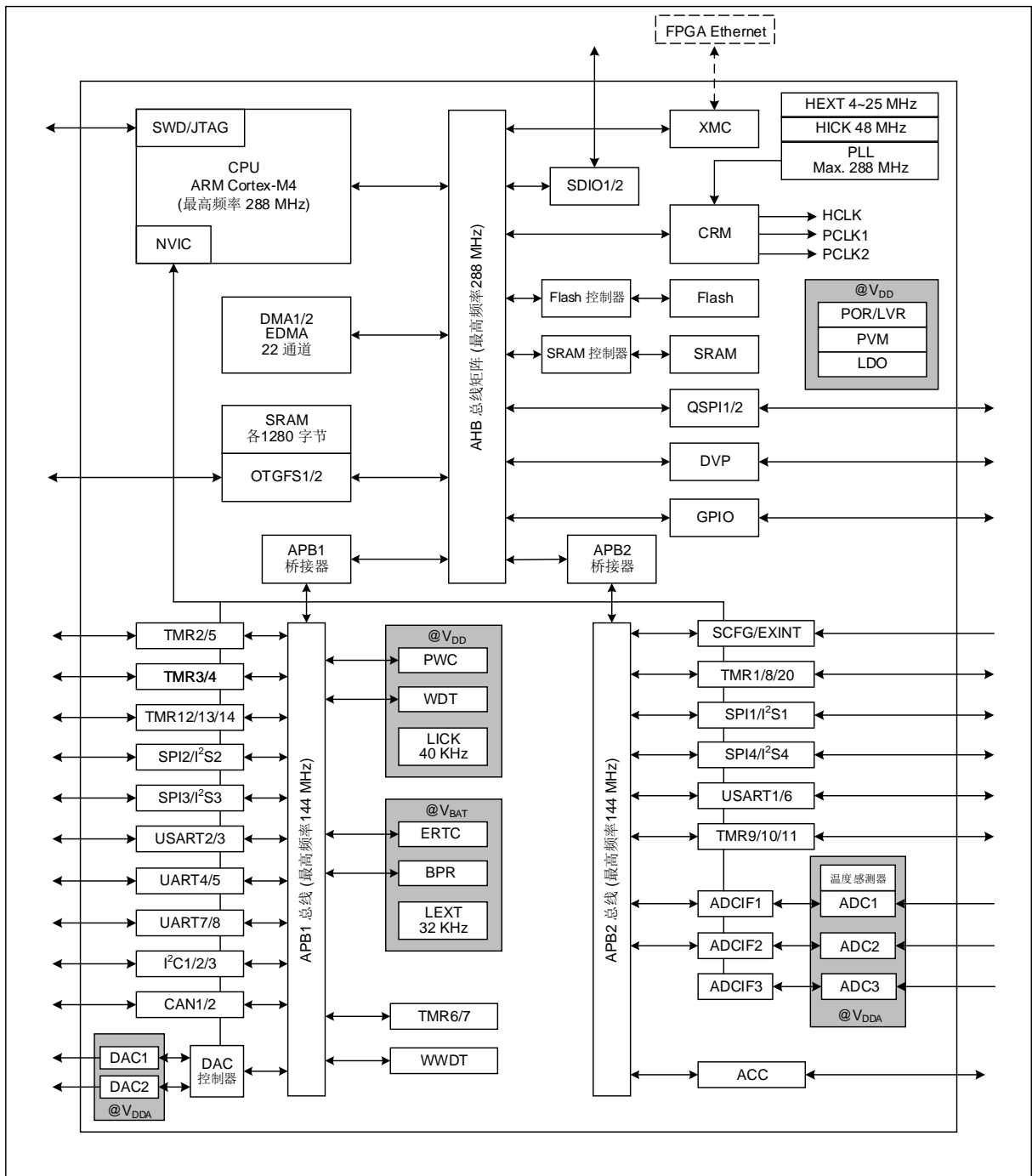
带校准功能

- 多达 23 个通信接口
 - 多达 3 个 I2C 接口，支持 SMBus/PMBus
 - 多达 4 个 USART/4 个 UART 接口，支持 ISO7816、LIN、IrDA 接口、调制解调控制和 RS485 驱动使能，支持 TX/RX 可配置引脚互换
 - 多达 4 个 SPI 接口（36 M 位/秒），4 个均可用为 I2S 接口，其中 I2S2/I2S3 支持全双工
 - 多达 2 个 CAN 接口（2.0B 主动）
 - 多达 2 个 OTG 全速控制器，设备模式时支持无晶振（Crystal-less）
 - 多达 2 个 SDIO 接口
 - 红外发射器（IRTMR）
- 8~14 位数字摄像头并口（DVP）
- CRC 计算单元
- 96 位的芯片唯一码（UID）
- 调试模式
 - 串行线调试（SWD）和 JTAG 接口
- 温度范围：-40 至+105 °C

2.1.2 功能框图

Gowin_EMPU(GW5AS-25)的功能框图如图 2-1 所示。

图 2-1 功能框图



2.2 硬件板材

- DK_Motor_GW5AS-EV25UG256C2I1_V1.0
GW5AS-EV25UG256C1/I0
GW5AS-25 A 版

2.3 软件工具

Gowin_EMPU(GW5AS-25)的开发工具包括 Gowin、ARM、Artery 三方的软件开发工具如表 2-1 所示。

注！

如有更新版本（本次更新版本截至 2024/08/08），请在 Artery 网站下载更新：

<https://www.arterytek.com/cn/product/AT32F435.jsp>

表 2-1 软件开发工具

| 开发工具 | SDK/下载位置 |
|------------------------------|---|
| Gowin_V1.9.10.01 (64-bit) | Gowin 软件工具 http://www.gowinsemi.com.cn |
| GMD_V1.2 | Gowin 软件工具 http://www.gowinsemi.com.cn |
| ARM Keil MDK V5 | ARM 软件工具 https://developer.arm.com |
| ICP | Artery 软件工具 ...\sdk\artery\tool\Artery_ICP_Programmer_V3.0.18.zip https://www.arterytek.com/file/download/2275 |
| ISP | Artery 软件工具 ...\sdk\artery\tool\Artery_ISP_Programmer_V2.0.14.zip https://www.arterytek.com/file/download/1764 |
| AT32 IDE | Artery 软件工具 Windows: https://www.arterytek.com/file/download/1741 Linux: https://www.arterytek.com/file/download/1740 |
| New Clock Configuration | Artery 软件工具 Windows: ... \sdk\artery\tool\AT32_New_Clock_Configuration_Win32-x86_64_V3.0.14.zip Linux: ... \sdk\artery\tool\AT32_New_Clock_Configuration_Linux-x86_64_V3.0.14.zip https://www.arterytek.com/file/download/1831 https://www.arterytek.com/file/download/1772 |
| I2C Timing Configuration | Artery 软件工具 ...\sdk\artery\tool\Artery_I2C_Timing_Configuration_V2.0.8.zip https://www.arterytek.com/file/download/1774 |
| CAN BitRate Configuration | Artery 软件工具 ...\sdk\artery\tool\Artery_CAN_BitRate_Configuration_V1.0.01.zip https://www.arterytek.com/file/download/1734 |
| AT32 Work Bench | Artery 软件工具 |

| 开发工具 | SDK/下载位置 |
|---------------------------|---|
| | Windows: ...sdk\artery\tool\AT32_Work_Bench_Win-x86_64_V1.0.09.zip Linux: ...sdk\artery\tool\AT32_Work_Bench_Linux-x86_64_V1.0.09.zip https://www.arterytek.com/file/download/1752 https://www.arterytek.com/file/download/1750 |
| AT32 IDE Project Generate | Artery 软件工具 Windows: ...sdk\artery\tool\AT32IDE_Project_Generate_Win32-x86_64_V1.0.01.zip Linux: ...sdk\artery\tool\AT32IDE_Project_Generate_Linux-x86_64_V1.0.01.zip https://www.arterytek.com/file/download/1793 https://www.arterytek.com/file/download/1792 |
| Bootloader | Artery 软件工具 ...sdk\artery\tool\Bootloader_EN_V2.0.2.zip https://www.arterytek.com/file/download/1728 |

- ICP

ICP Programmer 是为了让用户更方便的使用 Artery 的 MCU 而开发的一款图形界面应用程序。使用该应用程序，用户须通过 AT-Link 仿真器或者 J-Link 仿真器来操作 Artery 的 MCU 设备。

- ISP

ISP Programmer 是为了让用户更方便的使用 Artery 的 MCU 而开发的一款界面应用程序。使用该应用程序，用户可以通过 UART 端口或者 USB 端口配置操作 Artery 的 MCU 设备。

- AT32 IDE

支持 AT32 MCU 的基于 Eclipse 开发的跨平台 ARM 嵌入式系统的软件开发环境。

- New Clock Configuration

支持 AT32 MCU 的时钟配置。

- I2C Timing Configuration

支持 I2C 时序配置工具。

- CAN BitRate Configuration

支持 AT32 MCU CAN 波特率配置工具。

- AT32 Work Bench

AT32 MCU 图形化配置软件，生成初始化 C 代码。

- AT32 IDE Project Generate

把 MDK 工程转换为 AT32 IDE 工程。

- Bootloader

包含 ISP 协议文档。

2.4 软件固件库

Gowin_EMPU(GW5AS-25)的软件固件库由 Artery 提供，支持 AT32F435 底层驱动源代码，以固件库（Firmware Library）呈现如表 2-2 所示。

注！

如有更新版本（本次更新版本截至 2024/08/08），请在 Artery 网站下载更新：

<https://www.arterytek.com/cn/product/AT32F435.jsp>

表 2-2 软件固件库

| 软件固件库 | SDK/下载位置 |
|------------------|---|
| Firmware Library | ...\\sdk\\artery\\bsp\\AT32F435_437_Firmware_Library_EN_V2.1.8.zip https://www.arterytek.com/file/download/2211 |

2.5 器件包

Gowin_EMPU(GW5AS-25)的器件包由 Artery 提供，包括 ARM Keil4 MDK、ARM Keil5 MDK、IAR、Segger 等软件的器件包如表 2-3 所示。

注！

如有更新版本（本次更新版本截至 2024/08/08），请在 Artery 网站下载更新：

<https://www.arterytek.com/cn/product/AT32F435.jsp>

表 2-3 器件包

| 器件包 | SDK/下载位置 |
|--------|--|
| Keil4 | ...\\sdk\\artery\\pack\\Keil4_AT32MCU_AddOn_V2.2.9.zip https://www.arterytek.com/file/download/1678 |
| Keil5 | ...\\sdk\\artery\\pack\\Keil5_AT32MCU_AddOn_V2.3.3.zip https://www.arterytek.com/file/download/1692 |
| IAR | ...\\sdk\\artery\\pack\\IAR_AT32MCU_AddOn_V2.2.2.zip https://www.arterytek.com/file/download/1694 |
| Segger | Windows: ...\\sdk\\artery\\pack\\Segger_AT32MCU_AddOn_Win32-x86_64_V2.0.11.zip Linux: ...\\sdk\\artery\\pack\\Segger_AT32MCU_AddOn_Linux-x86_64_V2.0.11.zip https://www.arterytek.com/file/download/1696 https://www.arterytek.com/file/download/1695 |

2.6 参考手册

Gowin_EMPU(GW5AS-25)的参考手册由 Artery 提供，包括数据手册、编程指南、入门指南、勘误手册、应用笔记、参考例程等如表 2-4 所示。

Gowin 仅提供本手册，旨在帮助用户快速入门。

注！

如有更新版本（本次更新版本截至 2024/08/08），请在 Artery 网站下载更新：

<https://www.arterytek.com/cn/product/AT32F435.jsp>

<https://www.arterytek.com/cn/support/index.jsp?index=1>

<https://www.arterytek.com/cn/support/index.jsp?index=2>

表 2-4 参考手册

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|--------|--|
| 数据手册 | |
| 数据手册 | ...\\sdk\artery\doc\datasheet\DS_AT32F435_437_V2.12_CH.pdf ...\\sdk\artery\doc\datasheet\DS_AT32F435_437_V2.12_EN.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1976 https://www.arterytek.com/file/download/1977 |
| 编程指南 | |
| 编程指南 | ...\\sdk\artery\doc>manual\RM_AT32F435_437_CH_V2.06.pdf ...\\sdk\artery\doc>manual\RM_AT32F435_437_EN_V2.06.pdf https://www.arterytek.com/file/download/2055 https://www.arterytek.com/file/download/2056 |
| 入门指南 | |
| 入门指南 | ...\\sdk\artery\doc\start\AN0128_AT32F435_437_Get_started_guide_ZH_V2.0.4.pdf ...\\sdk\artery\doc\start\AN0128_AT32F435_437_Get_started_guide_EN_V2.0.3.pdf ...\\sdk\artery\doc\start\AN0083_AT32_MCU_M4_Start_Guide_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\doc\start\AN0083_AT32_MCU_M4_Start_Guide_EN_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\doc\start\AN0176_AT32IDE_Quickly_Start_Guide_ZH_V1.0.0.pdf ...\\sdk\artery\doc\start\AN0176_AT32IDE_Quickly_Start_Guide_EN_V1.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1562 https://www.arterytek.com/file/download/1563 https://www.arterytek.com/file/download/1573 https://www.arterytek.com/file/download/1574 https://www.arterytek.com/file/download/718 https://www.arterytek.com/file/download/1662 |
| 勘误手册 | |
| Errata | ...\\sdk\artery\doc\errata\ES0003_AT32F435_437_Errata_Sheet_ZH_V2.0.11.pdf |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|-----------|--|
| | ...\\sdk\\artery\\doc\\errata\\ES0003_AT32F435_437_Errata_Sheet_EN_V2.0.11.pdf https://www.arterytek.com/file/download/2232 https://www.arterytek.com/file/download/2233 |
| 应用笔记 | |
| XMC | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\XMC\\AN0068_PSRAM_SRAM_XMC_HW_advice_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\XMC\\AN0068_PSRAM_SRAM_XMC_HW_advice_EN_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\XMC\\AN0106_AT32_MCU_XMC_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\XMC\\AN0106_AT32_MCU_XMC_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/760 https://www.arterytek.com/file/download/761 https://www.arterytek.com/file/download/1303 https://www.arterytek.com/file/download/1304 |
| sLib | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\sLib\\AN0081_AT32F435_437_Security_Library_Application_Note_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\sLib\\AN0081_AT32F435_437_Security_Library_Application_Note_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/590 https://www.arterytek.com/file/download/591 |
| FPU | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\FPU\\AN0037_How_to_use_FPU_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\FPU\\AN0037_How_to_use_FPU_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/515 https://www.arterytek.com/file/download/516 |
| FreeRTOS | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\FreeRTOS\\AN0025_FreeRTOS_on_AT32_MCU_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\FreeRTOS\\AN0025_FreeRTOS_on_AT32_MCU_V2.0.4.zip https://www.arterytek.com/file/download/1323 https://www.arterytek.com/file/download/1324 |
| RT-Thread | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\RTThread\\AN0067_RT-Thread_porting_to_AT32_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\RTThread\\AN0067_RT-Thread_porting_to_AT32_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/561 https://www.arterytek.com/file/download/562 |
| WDT/WWDT | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\WDT\\AN0045_AT32_WDT_WWDT_Application_Note_ZH_V2 |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|-------|---|
| | .0.1.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\WDT\AN0045_AT32_WDT_WWDT_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/534 https://www.arterytek.com/file/download/535 |
| ERTC | ...\\sdk\artery\lap_note\ERTC\AN0047_AT32_ERTC_Application_Note_ZH_V2.0.2.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\ERTC\AN0047_AT32_ERTC_Application_Note_V2.0.2.zip ...\\sdk\artery\lap_note\ERTC\AN0047_AT32_ERTC_Application_Note_EN_V2.0.2.pdf https://www.arterytek.com/file/download/538 https://www.arterytek.com/file/download/539 https://www.arterytek.com/file/download/540 |
| TMR | ...\\sdk\artery\lap_note\TMR\AN0085_AT32_MCU_TMR_Start_Guide_ZH_V2.0.3.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\TMR\AN0085_AT32_MCU_TMR_Start_Guide_EN_V2.0.3.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1294 https://www.arterytek.com/file/download/1295 |
| DVP | ...\\sdk\artery\lap_note\DVP\AN0087_AT32_MCU_DVP_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\DVP\AN0087_AT32_MCU_DVP_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1555 https://www.arterytek.com/file/download/1554 |
| QSPI | ...\\sdk\artery\lap_note\QSPI\AN0088_AT32_MCU_QSPI_Application_Note_ZH_V2.0.5.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\QSPI\AN0088_AT32_MCU_QSPI_Application_Note_EN_V2.0.5.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1632 https://www.arterytek.com/file/download/1631 |
| SDRAM | ...\\sdk\artery\lap_note\SDRAM\AN0089_AT32_MCU_SDRAM_Application_Note_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\SDRAM\AN0089_AT32_MCU_SDRAM_Application_Note_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/605 https://www.arterytek.com/file/download/606 |
| EDMA | ...\\sdk\artery\lap_note\EDMA\AN0090_AT32F435_437_EDMA_Application_Note_ZH_V2.0.2.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\EDMA\AN0090_AT32F435_437_EDMA_Application_Note_E |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|------------------|---|
| | N_V2.0.2.pdf https://www.arterytek.com/file/download/607 https://www.arterytek.com/file/download/608 |
| I2C | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\I2C\\AN0091_AT32F435_437_I2C_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\I2C\\AN0091_AT32F435_437_I2C_Application_Note_V2.0.1.zip https://www.arterytek.com/file/download/1365 https://www.arterytek.com/file/download/1366 |
| PI | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PI\\AN0092_AT32F435_437_Performance_Improve_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PI\\AN0092_AT32F435_437_Performance_Improve_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1301 https://www.arterytek.com/file/download/1302 |
| PO | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PO\\AN0004_Performance_Optimization_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PO\\AN0004_performance_optimization_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PO\\AN0004_Performance_Optimization_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/436 https://www.arterytek.com/file/download/437 https://www.arterytek.com/file/download/438 |
| ADC | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ADC\\AN0093_AT32F435_437_ADC_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ADC\\AN0093_AT32F435_437_ADC_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ADC\\AN0074_How_to_enhance_AT32_ADC_accuracy_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ADC\\AN0074_How_to_improve_ADC_accuracy_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/612 https://www.arterytek.com/file/download/613 https://www.arterytek.com/file/download/765 https://www.arterytek.com/file/download/766 |
| USB Host Library | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\USBHostLib\\AN0094_AT32_MCU_USB_Host_Library_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\USBHostLib\\AN0094_AT32_MCU_USB_Host_Library_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1556 |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|--------------------|--|
| | https://www.arterytek.com/file/download/1557 |
| CAN | <p>...\sdk\artery\lap_note\CAN\AN0095_AT32_MCU_CAN_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf</p> <p>...\sdk\artery\lap_note\CAN\AN0095_AT32_MCU_CAN_Application_Note_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\lap_note\CAN\AN0095_AT32_MCU_CAN_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/619</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/620</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/621</p> |
| GPIO | <p>...\sdk\artery\lap_note\GPIO\AN0096_AT32F435_437_GPIO_Application_Note_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\lap_note\GPIO\AN0073_AT32_HDMI_CEC_By_GPIO_Simulation_ZH_V2.0.1.pdf</p> <p>...\sdk\artery\lap_note\GPIO\AN0073_AT32_HDMI_CEC_By_GPIO_Simulation_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\lap_note\GPIO\AN0073_AT32_HDMI_CEC_By_GPIO_Simulation_EN_V2.0.1.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1373</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/762</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/763</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/764</p> |
| USB Device Library | <p>...\sdk\artery\lap_note\USBDeviceLib\AN0097_AT32_MCU_USB_Device_Library_Application_Note_ZH_V2.0.3.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/753</p> |
| OTGFS | <p>...\sdk\artery\lap_note\OTGFS\AN0098_AT32F435_437_OTGFS_Application_Note_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1375</p> |
| USART | <p>...\sdk\artery\lap_note\USART\AN0099_AT32_MCU_USART_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf</p> <p>...\sdk\artery\lap_note\USART\AN0099_AT32_MCU_USART_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1575</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1576</p> |
| PWC | <p>...\sdk\artery\lap_note\PWC\AN0100_AT32_MCU_PWC_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf</p> <p>...\sdk\artery\lap_note\PWC\AN0100_AT32_MCU_PWC_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1629</p> |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|---------|--|
| | https://www.arterytek.com/file/download/1630 |
| DAC | ...\\sdk\artery\lap_note\DAC\AN0101_AT32_MCU_DAC_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\DAC\AN0101_AT32_MCU_DAC_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1558 https://www.arterytek.com/file/download/1559 |
| SPI/I2S | ...\\sdk\artery\lap_note\SPI_I2S\AN0102_AT32_MCU_SPI_I2S_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\SPI_I2S\AN0102_AT32_MCU_SPI_I2S_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1617 https://www.arterytek.com/file/download/1618 |
| DMA | ...\\sdk\artery\lap_note\DMA\AN0103_AT32F435_437_DMA_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\DMA\AN0103_AT32F435_437_DMA_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/631 https://www.arterytek.com/file/download/632 |
| EXINT | ...\\sdk\artery\lap_note\EXINT\AN0104_AT32_MCU_EXINT_Application_Note_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\EXINT\AN0104_AT32_MCU_EXINT_Application_Note_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1619 https://www.arterytek.com/file/download/1620 |
| SDIO | ...\\sdk\artery\lap_note\SDIO\AN0105_AT32_MCU_SDIO_Application_Note_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\SDIO\AN0105_AT32_MCU_SDIO_Application_Note_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1621 https://www.arterytek.com/file/download/1622 |
| ACC | ...\\sdk\artery\lap_note\ACC\AN0107_AT32_MCU_ACC_Application_Note_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\ACC\AN0107_AT32_MCU_ACC_Application_Note_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1623 https://www.arterytek.com/file/download/1624 |
| CRC | ...\\sdk\artery\lap_note\CRC\AN0109_AT32_MCU_CRC_Application_Note_ZH_V2.0. |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|--------|---|
| | 2.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\CRC\\AN0109_AT32_MCU_CRC_Application_Note_V2.0.2.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\CRC\\AN0109_AT32_MCU_CRC_Application_Note_EN_V2.0.2.pdf https://www.arterytek.com/file/download/639 https://www.arterytek.com/file/download/640 https://www.arterytek.com/file/download/1653 |
| Flash | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Flash\\AN0014_AT32 系列 flash_application_note_ZH_V2.0.2.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Flash\\AN0014_FLASH_Application_Note_V2.0.2.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Flash\\AN0014_AT32 MCU flash_application_note_EN_V2.0.2.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1581 https://www.arterytek.com/file/download/1582 https://www.arterytek.com/file/download/1583 |
| DSP | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\DSP\\AN0036_DSP_Instruction_and_Library_on_AT32_ZH_V 2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\DSP\\AN0036_DSP_Instruction_and_Library_on_AT32_V2.0.1 .zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\DSP\\AN0036_DSP_Instruction_and_Library_on_AT32_EN_V 2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/512 https://www.arterytek.com/file/download/513 https://www.arterytek.com/file/download/514 |
| MODBUS | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\MODBUS\\AN0131_Modbus_on_AT32_MCU_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\MODBUS\\AN0131_Modbus_on_AT32_MCU_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\MODBUS\\AN0131_Modbus_on_AT32_MCU_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/675 https://www.arterytek.com/file/download/676 https://www.arterytek.com/file/download/677 |
| Random | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Random\\AN0175_AT32_MCU_Make_Random_Number_ZH_ V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Random\\AN0175_AT32_MCU_Make_Random_Number_V2.0 .0.zip https://www.arterytek.com/file/download/777 https://www.arterytek.com/file/download/778 |
| CRM | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\CRM\\AN0084_AT32F435_437_CRM_Start_Guide_ZH_V2.0. |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|------------|--|
| | 5.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\CRM\AN0084_AT32F435_437_CRM_Start_Guide_EN_V2.0.4.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1633 https://www.arterytek.com/file/download/1634 |
| Bootloader | ...\\sdk\artery\lap_note\Bootloader\AN0008_Jump_To_Boot_Memory_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\Bootloader\AN0008_Jump_To_Boot_Memory_V2.0.1.zip ...\\sdk\artery\lap_note\Bootloader\AN0008_Jump_To_Boot_Memory_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/447 https://www.arterytek.com/file/download/448 https://www.arterytek.com/file/download/449 |
| EEPROM | ...\\sdk\artery\lap_note\EEPROM\AN0002_EEPROM_Emulation_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\EEPROM\AN0002_EEPROM_Emulation_V2.0.1.zip ...\\sdk\artery\lap_note\EEPROM\AN0002_EEPROM_Emulation_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/431 https://www.arterytek.com/file/download/432 https://www.arterytek.com/file/download/433 |
| ESD | ...\\sdk\artery\lap_note\ESD\AN0034_Hardware_design_guide_of_the_ESD_protection_of_the_USB_connector_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\ESD\AN0034_ESD_protection_design_for_USB_interface_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/507 https://www.arterytek.com/file/download/508 |
| GUIX | ...\\sdk\artery\lap_note\GUIX\AN0080_AT32_MCU_On_GUIX_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\GUIX\AN0080_AT32_MCU_On_GUIX_V2.0.0.zip ...\\sdk\artery\lap_note\GUIX\AN0080_AT32_MCU_On_GUIX_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/588 https://www.arterytek.com/file/download/589 https://www.arterytek.com/file/download/1869 |
| IEC60730 | ...\\sdk\artery\lap_note\IEC60730\AN0041_AT32_IEC_60730_CLASSB_LIB_ZH_V2.3.3.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\IEC60730\AN0041_AT32_IEC_60730_CLASSB_LIB_EN_V2.3.2.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1599 https://www.arterytek.com/file/download/1601 |
| OTP | ...\\sdk\artery\lap_note\OTP\AN0032_One_Time_Programming(OTP)_ON_AT32 MCU_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\OTP\AN0032_One_Time_Programming(OTP)_ON_AT32_MC |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|-------------|--|
| | U_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\OTP\\AN0032_One_Time_Programming(OTP)_ON_AT32_MC U_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/501 https://www.arterytek.com/file/download/502 https://www.arterytek.com/file/download/503 |
| PrintfDebug | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PrintfDebug\\AN0015_Printf_Debug_Demo_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PrintfDebug\\AN0015_Printf_Debug_Demo_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PrintfDebug\\AN0015_Printf_Debug_Demo_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/466 https://www.arterytek.com/file/download/467 https://www.arterytek.com/file/download/468 |
| PWM | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PWM\\AN0031_PWM_Input_Test_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PWM\\AN0031_PWM_Input_Test_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\PWM\\AN0031_PWM_Input_Test_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/498 https://www.arterytek.com/file/download/499 https://www.arterytek.com/file/download/500 |
| ThreadX | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ThreadX\\AN0079_AT32_MCU_On_ThreadX_OS_ZH_V2.0.0. pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ThreadX\\AN0079_AT32_MCU_On_ThreadX_OS_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ThreadX\\AN0079_ThreadX_OS_On_AT32_MCU_EN_V2.0.0. pdf https://www.arterytek.com/file/download/586 https://www.arterytek.com/file/download/587 https://www.arterytek.com/file/download/1868 |
| Trace | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Trace\\AN0028_Quickly_Trace_HardFaultHardler_ZH_V2.0.1. pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Trace\\AN0028_Quickly_Trace_HardFaultHardler_V2.0.1.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\Trace\\AN0028_Quickly_Trace_HardFaultHardler_EN_V2.0.1. pdf https://www.arterytek.com/file/download/486 https://www.arterytek.com/file/download/487 https://www.arterytek.com/file/download/488 |
| USBAudio | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\USBAudio\\AN0013_AT32_USB_Audio_Development_Note_Z H_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\USBAudio\\AN0013_AT32_USB_Audio_Development_Note_V 2.0.0.zip |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|---------|--|
| | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\USBAudio\\AN0013_AT32_USB_Audio_Development_Note_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/741 https://www.arterytek.com/file/download/742 https://www.arterytek.com/file/download/743 |
| ZbarLib | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZbarLib\\AN0126_QR_Decode_By_Zbar_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZbarLib\\AN0126_QR_Decode_By_Zbar_Library_V2.0.2.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZbarLib\\AN0126_QR_Decode_By_Zbar_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/664 https://www.arterytek.com/file/download/665 https://www.arterytek.com/file/download/1782 |
| ZW | ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZWAN0029_Memory_read_and_write_while_CPU_executing_On_AT32_MCU_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZWAN0029_Memory_read_and_write_while_CPU_executing_On_AT32_MCU_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZWAN0029_Memory_read_and_write_while_CPU_executing_On_AT32_MCU_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/492 https://www.arterytek.com/file/download/493 https://www.arterytek.com/file/download/494 |
| 参考例程 | |
| ACC | ...\\sdk\\artery\\example\\ACC\\SC0056_AT32_Usage_of_ACC_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\ACC\\SC0056_AT32_Usage_of_ACC_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\example\\ACC\\SC0056_AT32_MCU_ACC_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1157 https://www.arterytek.com/file/download/1158 https://www.arterytek.com/file/download/1159 |
| ADC | ...\\sdk\\artery\\example\\ADC\\SC0027_AT32F4xx_ADC_Usage_of_Internal_Temperature_Sensor_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\ADC\\SC0027_AT32F4xx_ADC_Usage_of_Internal_Temperature_Sensor_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\example\\ADC\\SC0027_AT32Fxx_ADC_internal_temperature_sensor_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/859 https://www.arterytek.com/file/download/860 https://www.arterytek.com/file/download/861 |
| CAN | ...\\sdk\\artery\\example\\CAN\\SC0032_AT32F系列_CAN通讯模式使用_ZH_V2.0.1.pdf |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|--------------|--|
| | <p>...\sdk\artery\example\CAN\SC0032_AT32F4xx_CAN_Usage_of_Communication_Mode_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\CAN\SC0032_AT32Fxx_CAN_communication_mode_EN_V2.0.1.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/874</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/875</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/876</p> |
| CAN_Filter | <p>...\sdk\artery\example\CAN_Filter\SC0034_AT32F 系列_CAN 过滤器使用_ZH_V2.0.1.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\CAN_Filter\SC0034_AT32F4xx_CAN_Usage_of_Filters_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\CAN_Filter\SC0034_How_to_use_AT32Fxx_CAN_filter_EN_V2.0.1.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/880</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/881</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/882</p> |
| CAN_Loopback | <p>...\sdk\artery\example\CAN_Loopback\SC0033_AT32F 系列_CAN 回环模式使用_ZH_V2.0.1.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\CAN_Loopback\SC0033_AT32F4xx_CAN_Usage_of_Loopback_Mode_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\CAN_Loopback\SC0033_AT32Fxx_CAN_loopback_mode_EN_V2.0.1.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/877</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/878</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/879</p> |
| DAC | <p>...\sdk\artery\example\DAC\SC0045_AT32F4xx_DAC_Dual_Channel_Triangular_Wave_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\DAC\SC0045_AT32F4xx_DAC_Dual_Channel_Triangular_Wave_V2.0.0.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\DAC\SC0045_AT32F4xx_DAC_dual_channels_output_waveforms_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/906</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/907</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/908</p> |
| DFU | <p>...\sdk\artery\example\DFU\SC0083_AT32F435_437_DFU_Demo_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\DFU\SC0083_AT32F435_437_DFU_Demo_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\DFU\SC0083_AT32F435_437_DFU_Demo_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1168</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1169</p> |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|------------|---|
| | https://www.arterytek.com/file/download/1170 |
| DMA | <p>...\sdk\artery\example\DMA\SC0052_AT32F4xx_DMA_Usage_of_Flexible_Mapping_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\DMA\SC0052_AT32F4xx_DMA_Usage_of_Flexible_Mapping_V2.0.0.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\DMA\SC0052_AT32F4xx_DMA_flexible_mapping_mode_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/936</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/934</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/935</p> |
| EmberGL | <p>...\sdk\artery\example\EmberGL\SC0108_EMBERGL_On_AT32F437_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\EmberGL\SC0108_EMBERGL_On_AT32F437_V2.0.0.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\EmberGL\SC0108_EMBERGL_On_AT32F437_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1089</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1090</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1091</p> |
| I2C_EEPROM | <p>...\sdk\artery\example\I2C_EEPROM\SC0099_AT32F4xx_simulates_EEPROM_through_I2C_communication_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\I2C_EEPROM\SC0099_AT32F4xx_simulates_EEPROM_through_I2C_communication_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\I2C_EEPROM\SC0099_AT32F4xx_simulates_EEPROM_for_I2C_communication_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1246</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1247</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1248</p> |
| IEC_60730 | <p>...\sdk\artery\example\IEC_60730\SC0131_AT32F435_437_IEC_60730_CLASSB_LIB_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\IEC_60730\SC0131_AT32F435_437_IEC_60730_CLASSB_LIB_V2.0.1.zip</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1909</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1910</p> |
| MPU | <p>...\sdk\artery\example\MPU\SC0016_AT32F4xx_Usage_of_MPU_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\MPU\SC0016_AT32F4xx_Usage_of_MPU_V2.0.1.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\MPU\SC0016_AT32F4xx_MPU_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/830</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/831</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/832</p> |
| PWM | ...\sdk\artery\example\PWM\SC0012_AT32F4xx_TMR_7_PWM_Output_ZH_V2.0.0. |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|----------------|---|
| | pdf ...\\sdk\\artery\\example\\PWM\\SC0012_AT32F4xx_TMR_7_PWM_Output_V2.0.1.zip ...\\sdk\\artery\\example\\PWM\\SC0012_AT32F4xx_TMR_7_PWM_Output_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1449 https://www.arterytek.com/file/download/1450 https://www.arterytek.com/file/download/1451 |
| QSPI_NandFlash | ...\\sdk\\artery\\example\\QSPI_NandFlash\\SC0116_AT32_QSPI_Access_NAND_FLASH_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\QSPI_NandFlash\\SC0116_AT32_QSPI_Access_NAND_FLASH_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\example\\QSPI_NandFlash\\SC0116_AT32_QSPI_Access_NAND_FLASH_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1530 https://www.arterytek.com/file/download/1531 https://www.arterytek.com/file/download/1532 |
| RTC_ERTC | ...\\sdk\\artery\\example\\RTC_ERTC\\SC0017_AT32F4xx_RTC_ERTC_Clock_Select_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\RTC_ERTC\\SC0017_AT32F4xx_RTC_ERTC_Clock_Select_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\example\\RTC_ERTC\\SC0017_AT32F4xx_RTC_ERTC_clock_select_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1452 https://www.arterytek.com/file/download/1453 https://www.arterytek.com/file/download/1454 |
| SPI_DMA | ...\\sdk\\artery\\example\\SPI_DMA\\SC0003_AT32_SPI_Master_Slave_TX_RX_by_DMA_ZH_V2.0.2.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\SPI_DMA\\SC0003_AT32_SPI_Master_Slave_TX_RX_by_DMA_V2.0.2.zip ...\\sdk\\artery\\example\\SPI_DMA\\SC0003_AT32_SPI_Master_Slave_TX_RX_by_DMA_EN_V2.0.2.pdf https://www.arterytek.com/file/download/791 https://www.arterytek.com/file/download/792 https://www.arterytek.com/file/download/793 |
| TMR_Cascade | ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Cascade\\SC0025_AT32F4xx_TMR_Cascade_Synchronization_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Cascade\\SC0025_AT32F4xx_TMR_Cascade_Synchronization_V2.0.1.zip ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Cascade\\SC0025_AT32F4xx_TMR_Cascade_Synchro |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|--------------|--|
| | nization_V2.0.1.zip https://www.arterytek.com/file/download/850 https://www.arterytek.com/file/download/851 https://www.arterytek.com/file/download/852 |
| TMR_Input | ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Input\\SC0023_AT32F4xx_TMR_Input_Capture_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Input\\SC0023_AT32F4xx_TMR_Input_Capture_V2.0.1.zip ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Input\\SC0023_AT32F4xx_timer_input_capture_mode_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1210 https://www.arterytek.com/file/download/1211 https://www.arterytek.com/file/download/1212 |
| TMR_Mode | ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Mode\\SC0002_AT32_TMR_External_Clock_Mode_B_Hang_Mode_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Mode\\SC0002_AT32_TMR_External_Clock_Mode_B_Hang_Mode_V2.0.1.zip ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Mode\\SC0002_AT32_TMR_External_Clock_Mode_B_Hang_Mode_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/785 https://www.arterytek.com/file/download/786 https://www.arterytek.com/file/download/787 |
| TMR_Parallel | ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Parallel\\SC0024_AT32F4xx_TMR_Parallel_Synchronization_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Parallel\\SC0024_AT32F4xx_TMR_Parallel_Synchronization_V2.0.1.zip ...\\sdk\\artery\\example\\TMR_Parallel\\SC0024_AT32F4xx_TMR_Parallel_Synchronization_V2.0.1.zip https://www.arterytek.com/file/download/847 https://www.arterytek.com/file/download/848 https://www.arterytek.com/file/download/849 |
| UCOSII | ...\\sdk\\artery\\example\\UCOSII\\SC0146_AT32_UCOSII_Transplant_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\UCOSII\\SC0146_AT32_UCOSII_Transplant_V2.0.0.zip https://www.arterytek.com/file/download/2305 https://www.arterytek.com/file/download/2306 |
| UCOSIII | ...\\sdk\\artery\\example\\UCOSIII\\SC0065_AT32_移植 UCOSIII_ZH_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\UCOSIII\\SC0065_AT32_UCOSIII_Transplant_V2.0.3.zip ...\\sdk\\artery\\example\\UCOSIII\\SC0065_AT32F4xx_UCOSIII_EN_V2.0.0.pdf |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|--------------|---|
| | https://www.arterytek.com/file/download/1503 https://www.arterytek.com/file/download/1504 https://www.arterytek.com/file/download/1505 |
| USB_HOST_HUB | ...\\sdk\\artery\\example\\USB_HOST_HUB\\SC0117_AT32F435_437_USB_Host_Support_HUB_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\USB_HOST_HUB\\SC0117_AT32F435_437_USB_Host_Support_HUB_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\example\\USB_HOST_HUB\\SC0117_AT32F435_437_USB_Host_Support_HUB_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1533 https://www.arterytek.com/file/download/1534 https://www.arterytek.com/file/download/1535 |
| USB_HOST_UVC | ...\\sdk\\artery\\example\\USB_HOST_UVC\\SC0106_AT32F435_437_USB_HOST_UVC_DEMO_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\USB_HOST_UVC\\SC0106_AT32F435_437_USB_HOST_UVC_DEMO_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\example\\USB_HOST_UVC\\SC0106_AT32F435_437_USB_HOST_UVC_DEMO_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1198 https://www.arterytek.com/file/download/1199 https://www.arterytek.com/file/download/1200 |
| USB_MSC_HID | ...\\sdk\\artery\\example\\USB_MSC_HID\\SC0102_AT32F4xx_USB_Composite_MSC_HID_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\USB_MSC_HID\\SC0102_AT32F4xx_USB_Composite_MSC_HID_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\example\\USB_MSC_HID\\SC0102_AT32F4xx_USB_Composite_MSC_HID_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1192 https://www.arterytek.com/file/download/1193 https://www.arterytek.com/file/download/1194 |
| USB_MSC_SDIO | ...\\sdk\\artery\\example\\USB_MSC_SDIO\\SC0095_AT32F435_437_USB_MSC_SDIO_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\USB_MSC_SDIO\\SC0095_AT32F435_437_USB_MSC_SDIO.zip ...\\sdk\\artery\\example\\USB_MSC_SDIO\\SC0095_AT32F435_437_USB_MSC_SDIO_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/1183 https://www.arterytek.com/file/download/1184 https://www.arterytek.com/file/download/1185 |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|-----------------|--|
| USB_OTG | <p>...\sdk\artery\example\USB_OTG\SC0105_AT32F435_437_OTG1_Host_OTG2_Device_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_OTG\SC0105_AT32F435_437_OTG1_Host_OTG2_Device_V2.0.0.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_OTG\SC0105_AT32F435_437_OTG1_Host_OTG2_Device_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1195</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1196</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1197</p> |
| USB_UVC | <p>...\sdk\artery\example\USB_UVC\SC0115_AT32F435_437_UVC_Camera_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_UVC\SC0115_AT32F435_437_UVC_Camera_V2.0.0.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_UVC\SC0115_AT32F435_437_UVC_camera_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1527</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1528</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1529</p> |
| USB_VCP | <p>...\sdk\artery\example\USB_VCP\SC0140_AT32_USB_Composite_VCP_MSC_HID_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_VCP\SC0140_AT32_USB_Composite_VCP_MSC_HID_V2.0.0.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_VCP\SC0140_USB_composite_VCP_MSC_HID_EN_V2.00.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1927</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1928</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1929</p> |
| USB_Video_Class | <p>...\sdk\artery\example\USB_Video_Class\SC0091_AT32F4xx_USB_Video_Class_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_Video_Class\SC0091_AT32F4xx_USB_Video_Class_V2.0.0.zip</p> <p>...\sdk\artery\example\USB_Video_Class\SC0091_AT32F4xx_USB_Video_Class_EN_V2.0.0.pdf</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1180</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1181</p> <p>https://www.arterytek.com/file/download/1182</p> |
| WDT | <p>...\sdk\artery\example\WDT\SC0014_AT32F4xx_Usage_of_WatchDog_ZH_V2.0.0.pdf</p> <p>...\sdk\artery\example\WDT\SC0014_AT32F4xx_Usage_of_WatchDog_V2.0.1.zip</p> |

| 参考手册 | SDK/下载位置 |
|------|--|
| | ...\\sdk\\artery\\example\\WDT\\SC0014_AT32F4xx_WDT_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/822 https://www.arterytek.com/file/download/823 https://www.arterytek.com/file/download/824 |
| WWDT | ...\\sdk\\artery\\example\\WWDT\\SC0015_AT32F4xx_Usage_of_Window_WatchDog_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\example\\WWDT\\SC0015_AT32F4xx_Usage_of_Window_WatchDog_V2.0.1.zip ...\\sdk\\artery\\example\\WWDT\\SC0015_AT32F4xx_Usage_of_Window_WatchDog_V2.0.1.zip https://www.arterytek.com/file/download/825 https://www.arterytek.com/file/download/826 https://www.arterytek.com/file/download/827 |

2.7 常见问题

Gowin_EMPU(GW5AS-25)的常见问题由 Artery 提供，本手册只列出几个与 J-Link 仿真器下载与单步调试相关的常见问题如表 2-5 所示。

注！

如有更新版本（本次更新版本截至 2024/08/08），请在 Artery 网站下载更新：

<https://www.arterytek.com/cn/product/AT32F435.jsp>

<https://www.arterytek.com/cn/support/index.jsp?index=0>

表 2-5 常见问题

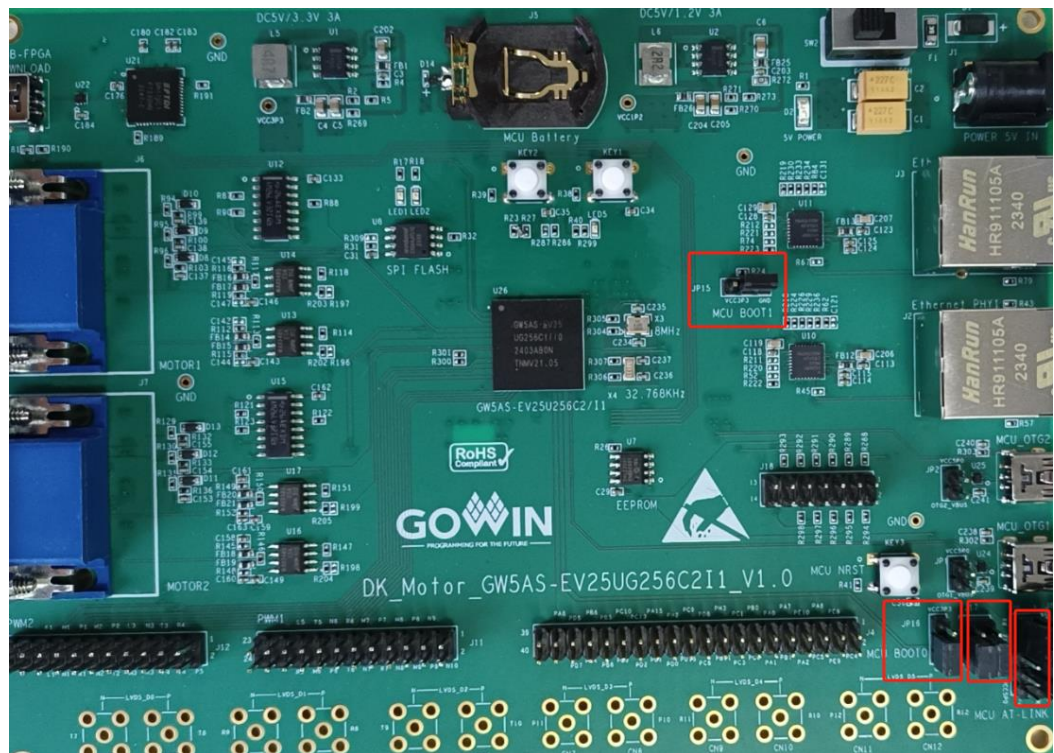
| 常见问题 | SDK/下载位置 |
|---------|--|
| FAQ0008 | ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0008_Keil_IAR 项目内 Jlink 无法找到 IC 问题_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0008_J-Link_cannot_find_IC_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/134 https://www.arterytek.com/file/download/135 |
| FAQ0009 | ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0009_J-Link 下载代码异常说明_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0009_J_Link_failed_to_download_code_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/136 https://www.arterytek.com/file/download/137 |
| FAQ0132 | ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0132_JLink 手动添加 Artery MCU_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0132_JLink 手动添加 Artery MCU_V2.0.pdf ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0132_How_to_add_Artery_MCU_into_JLINK_EN_V2.0.0.pdf https://www.arterytek.com/file/download/375 https://www.arterytek.com/file/download/374 https://www.arterytek.com/file/download/376 |

3 板材支持

3.1 板材选择

选用板材 DK_Motor_GW5AS-EV25UG256C211_V1.0 如图 3-1 所示。

图 3-1 板材选用



3.2 板材设置

启动模式引脚、串口/USB1、复位引脚的设置如表 3-1 所示。

表 3-1 板材设置

| 功能 | 引脚 | 设置方法 |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 启动模式 BOOT0 和 BOOT1 | BOOT0 = 0 BOOT1 = 0 | JP16-2 和 3 跳线帽短接 JP15-2 和 3 跳线帽短接 |
| 串口 USART1 | J8-8: TX J8-10: RX | J17-2 和 4 跳线帽短接 J17-1 和 3 跳线帽短接 |
| USB OTG1 | X_OTG1_VBUS X_OTG1_ID | J17-3 和 5 跳线帽短接 J17-4 和 6 跳线帽短接 |
| MCU 复位 | KEY3 | - |

下载/调试引脚与 J-Link 仿真器的连接方法如表 3-2 所示。

表 3-2 与 J-Link 仿真器连接

| JTAG/SWD | 板材引脚 | J-Link 引脚 |
|----------|------|--------------------------|
| SWDIO | J8-3 | J7 |
| SWCLK | J8-5 | J9 |
| GND | J8-9 | J4、6、8、10、12、14、16、18、20 |

4 GMD 软件支持

高云 GMD 软件支持 Gowin_EMPU(GW5AS-25)的软件编程设计。

4.1 软件安装与配置

高云半导体网站提供 GMD 软件安装包下载：

<http://www.gowinsemi.com.cn/prodshow.aspx>


GMD 软件安装与配置，请参考 [SUG549, GOWIN MCU Designer 用户指南](#)。

4.2 软件使用流程

使用 GMD 软件进行 Gowin_EMPU(GW5AS-25)软件编程设计，需要创建工程、配置选项、编写代码、编译、下载和单步调试。

4.2.1 创建工程

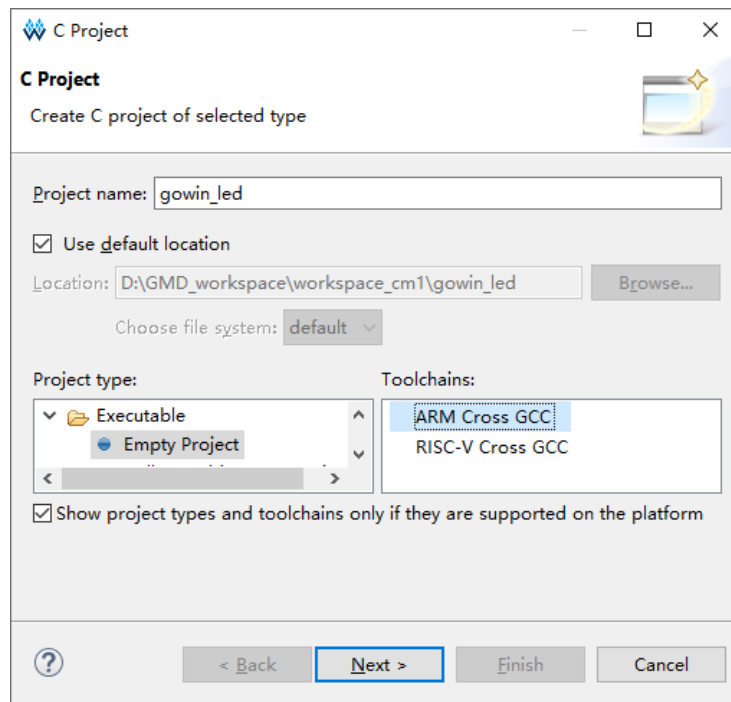
创建工程

选择工具栏“New” () 或菜单栏“File > New > C Project”如图 4-1 所示。

例如：

- 建立项目名称和项目位置；
- 选择项目类型“Empty Project”；
- 选择编译工具链“ARM Cross GCC”。

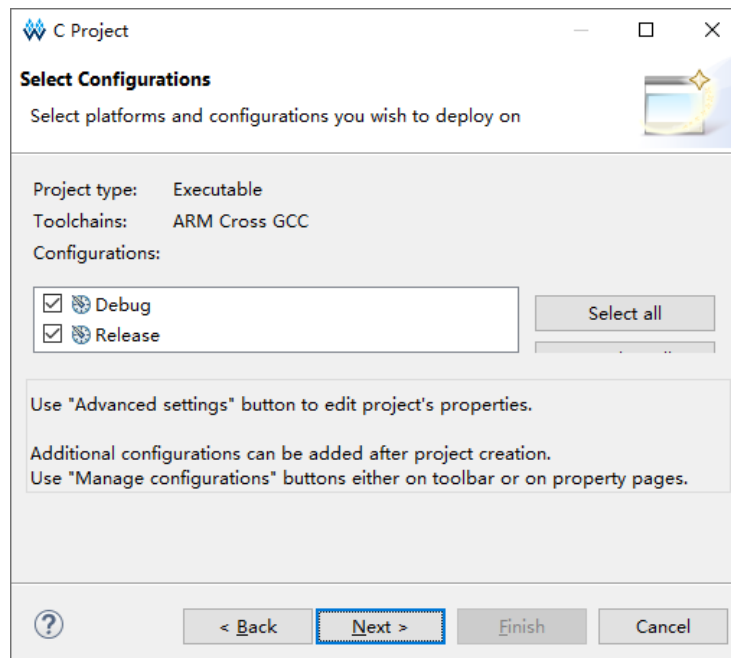
图 4-1 创建工程



选择平台配置类型

选择平台配置类型“Debug”和“Release”如图 4-2 所示。

图 4-2 选择平台配置类型

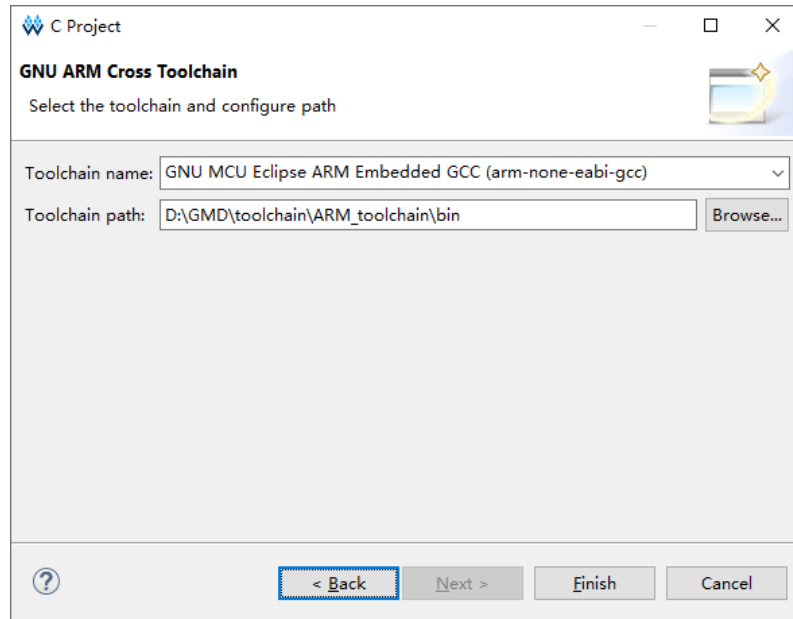


选择编译工具链和路径

选择编译工具链“GNU MCU Eclipse ARM Embedded GCC (arm-none-eabi-gcc)”及其所在路径，推荐默认配置 Toolchain name 和

Toolchain path 如图 4-3 所示。

图 4-3 选择编译工具链及路径



建立软件项目

完成软件工程创建后，在 **Project Explorer** 视图选择新建的项目工程，添加软件项目结构与代码，加入软件编程设计。

在 **Project Explorer** 视图选定当前工程，右键选择“Refresh”选项，可以自动更新当前软件工程的项目结构和代码。

4.2.2 配置选项

Project Explorer 视图中，选定当前软件工程，右键选择“Properties > C/C++ Build > Settings”，配置当前软件工程的参数选项，包括：

- Target Processor
- Optimization
- Warnings
- Debugging
- GNU ARM Cross Assembler
- GNU ARM Cross C Compiler
- GNU ARM Cross C Linker
- GNU ARM Cross Create Flash Image
- Toolchains
- Devices

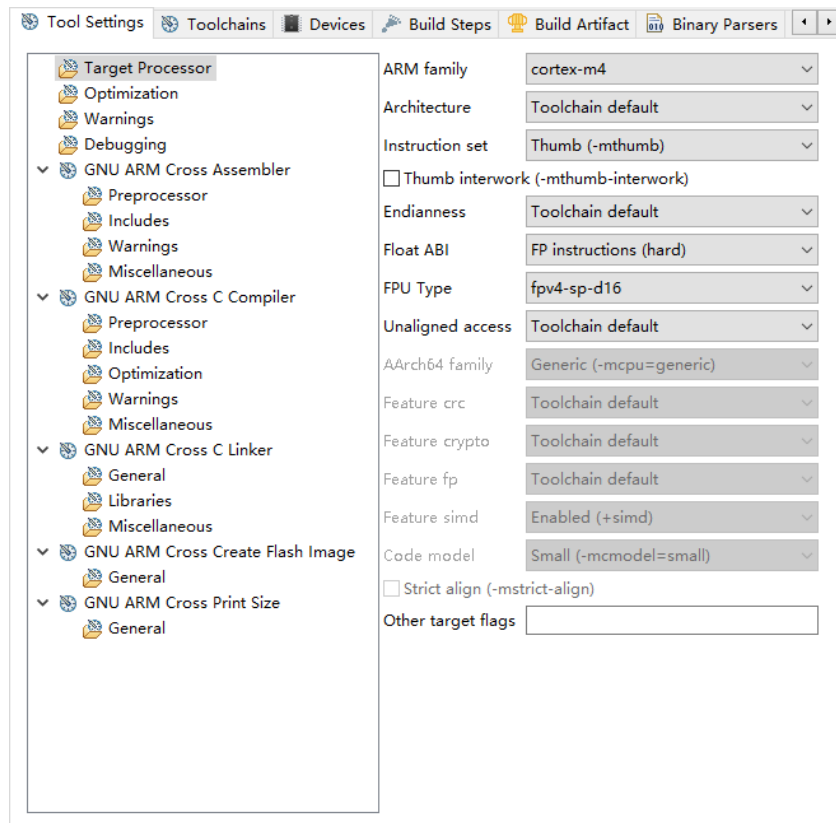
配置 Target Processor

配置 “Target Processor > ARM family、Float ABI、FPU Type” 等选项如图 4-4 所示。

例如：

- ARM family: cortex-m4
- Float ABI: FP instructions (hard)
- FPU Type: fpv4-sp-d16

图 4-4 配置 Target Processor



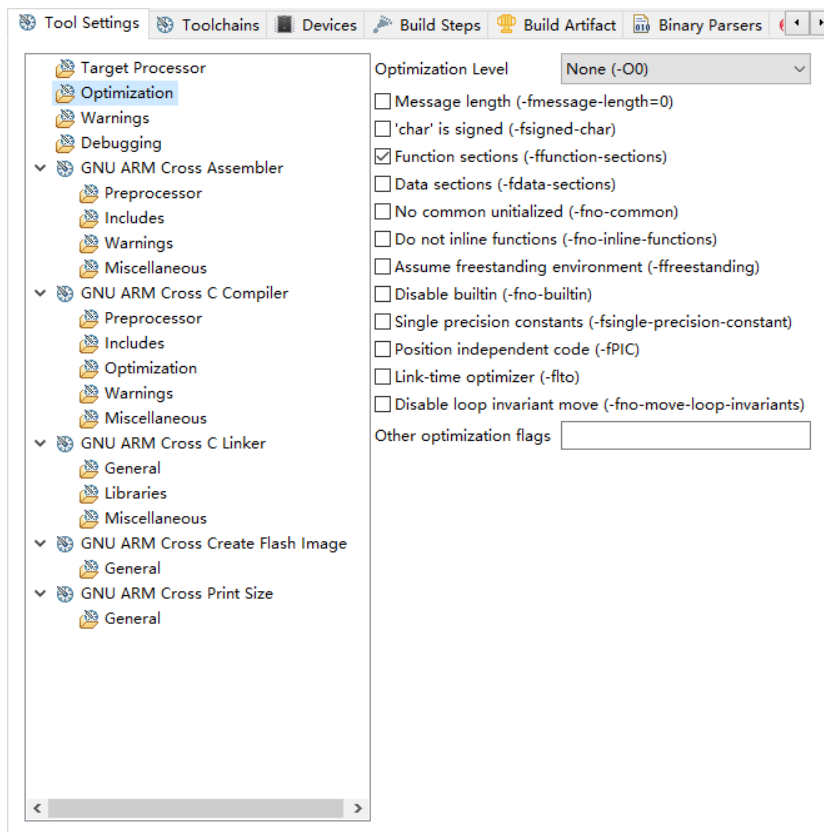
配置 Optimization

配置 “Optimization” 选项如图 4-5 所示。

例如：

- Optimization Level: None (-O0)
- Function sections (-ffunction-sections): 勾选

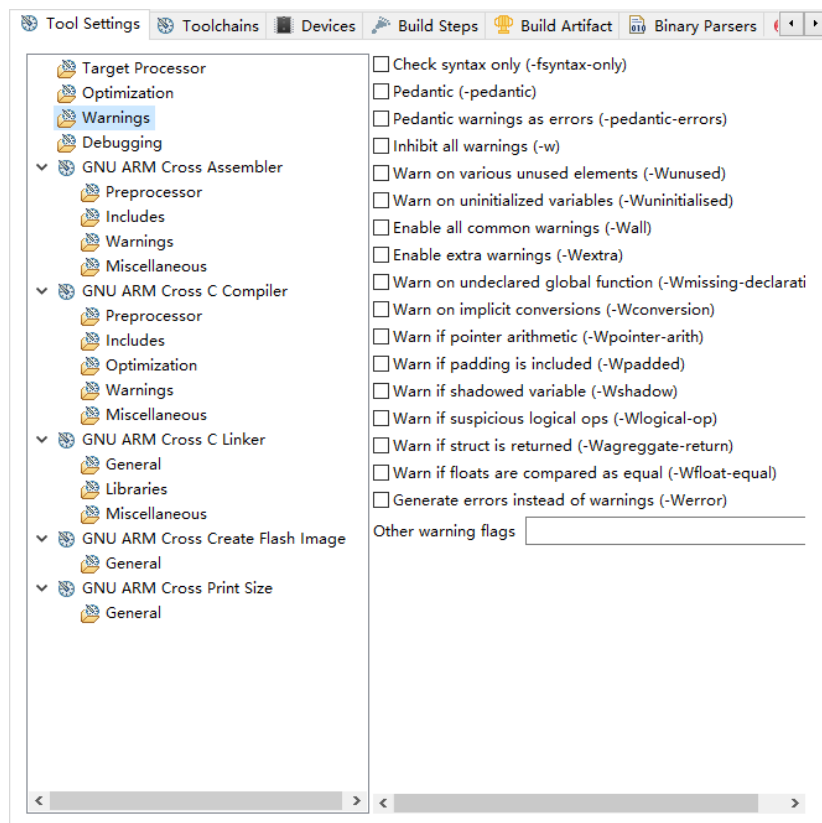
图 4-5 配置 Optimization



配置 Warnings

配置 “Warnings” 选项如图 4-6 所示。

图 4-6 配置 Warnings



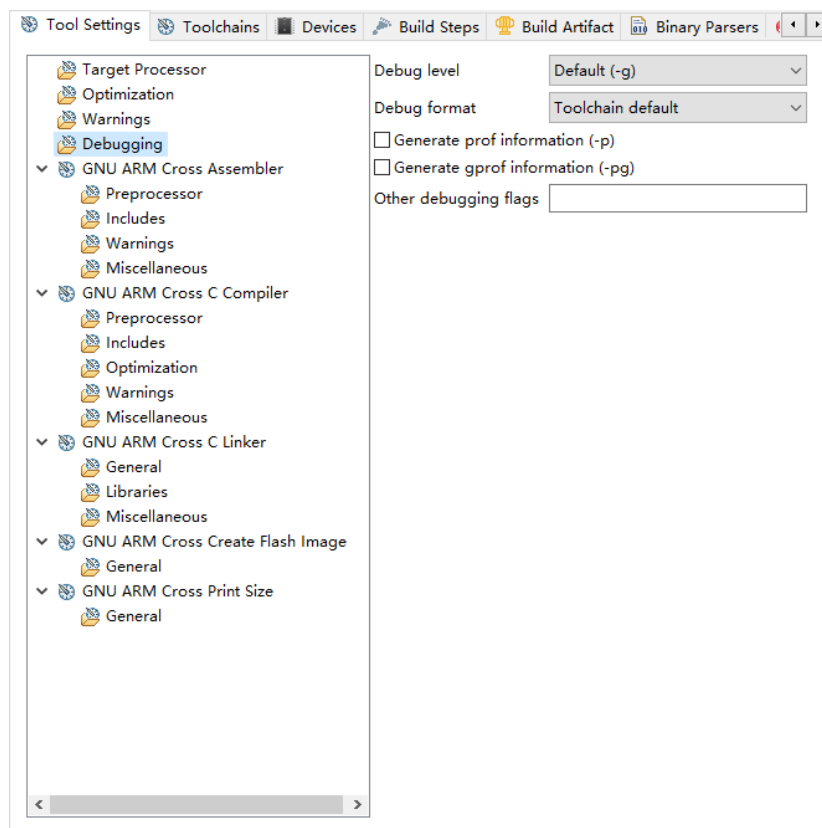
配置 Debugging

配置“Debugging”选项如图 4-7 所示。

例如：

Debug level: Default (-g)

图 4-7 配置 Debugging



配置 GNU ARM Cross C Compiler

配置“GNU ARM Cross C Compiler > Preprocessor > Defined symbols (-D)”选项如图 4-8 所示。

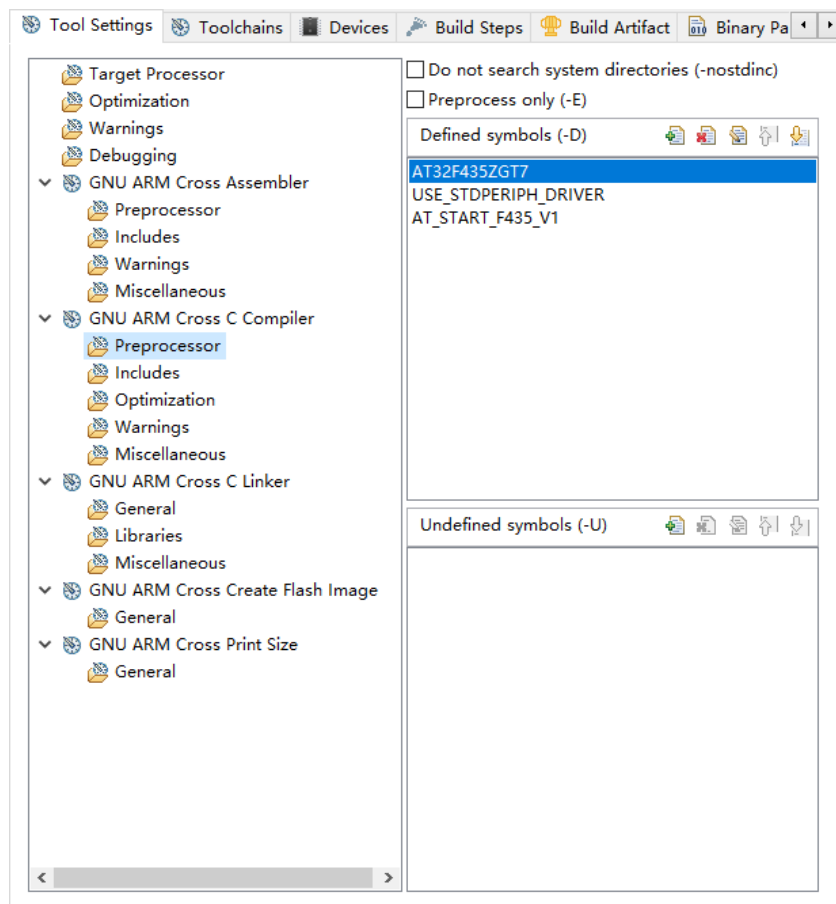
例如：

AT32F435

USE_STDPERIPH_DRIVER

AT_START_F435_V1

图 4-8 配置 GNU ARM Cross C Compiler > Preprocessor



配置 “GNU ARM Cross C Compiler > Includes > Include paths (-I)” 选项如图 4-9 所示。

例如：

“\${workapce_loc}/\${ProjName}/libraries/cmsis/cm4/core_support”

“\${workapce_loc}/\${ProjName}/libraries/cmsis/cm4/device_support”

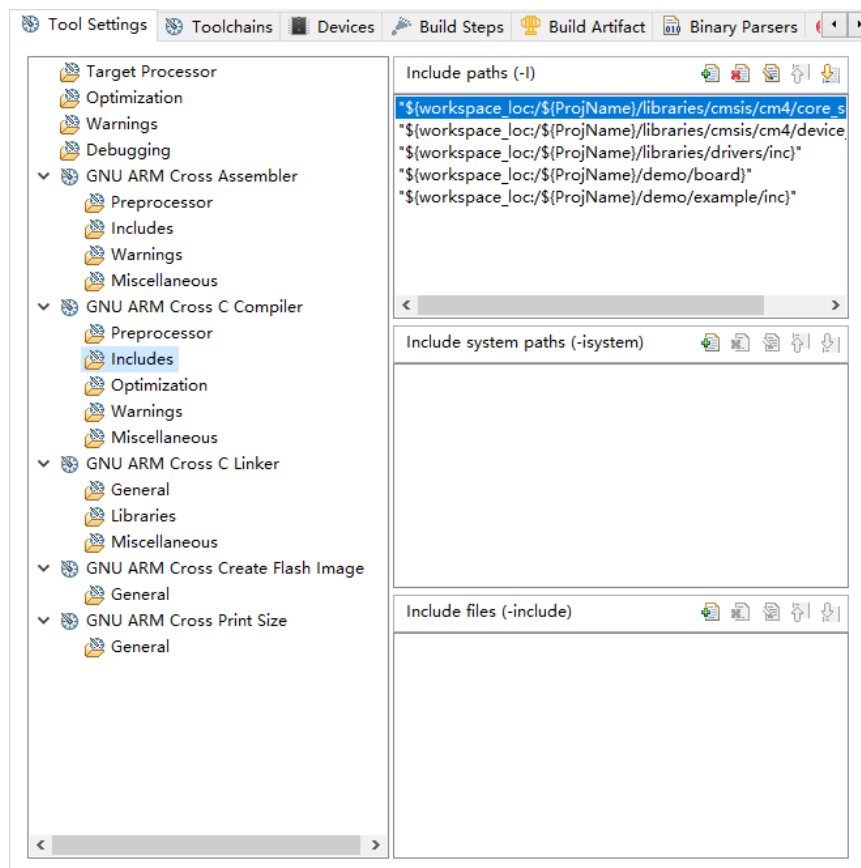
”

“\${workapce_loc}/\${ProjName}/libraries/drivers/inc”

“\${workapce_loc}/\${ProjName}/demo/board”

“\${workapce_loc}/\${ProjName}/demo/example/inc”

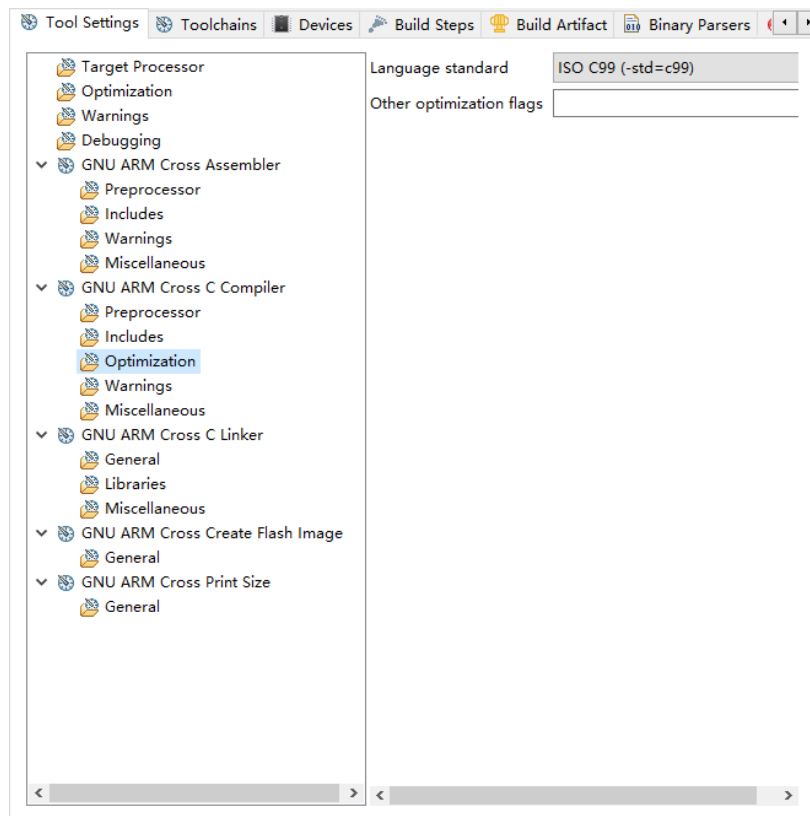
图 4-9 配置 GNU ARM Cross C Compiler > Includes



配置“GNU ARM Cross C Compiler > Optimization”选项如图 4-10 所示。

例如：

Language standard: ISO C99 (-std=c99)

图 4-10 配置 GNU ARM Cross C Compiler > Optimization

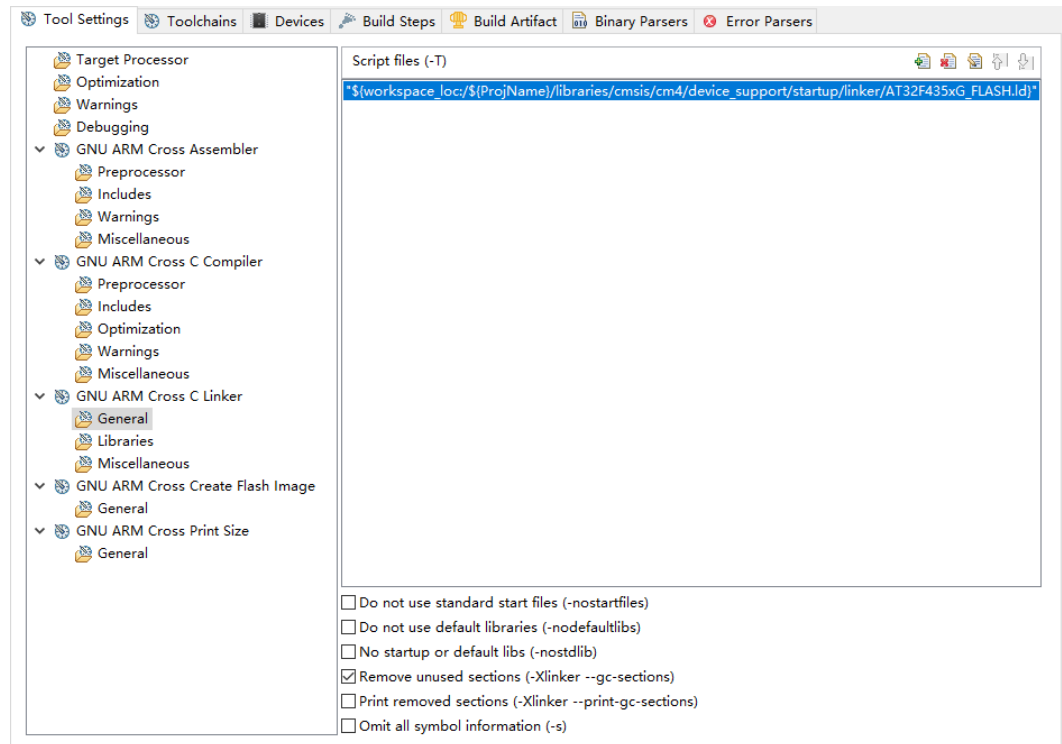
配置 GNU ARM Cross C Linker

配置“GNU ARM Cross C Linker > General > Script files (-T)”选项，如图 4-11 所示。

例如：

```
“${workspace_loc:${ProjName}/libraries/cmsis/cm4/device_support/inkin/AT32F435xG_FLASH.Id}”
```


图 4-11 配置 GNU ARM Cross C Linker > General

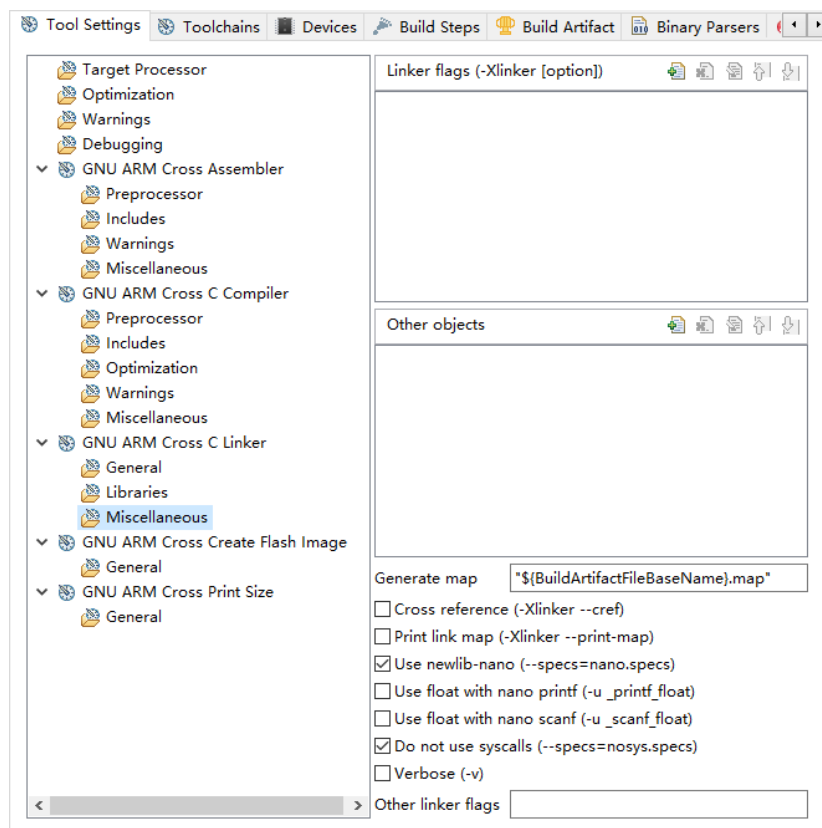


配置“GNU ARM Cross C Linker > Miscellaneous”选项如图 4-12 所示。

例如：

- Use newlib-nano (--specs=nano.specs): 勾选
- Do not use syscalls (--specs=nosys.specs): 勾选

图 4-12 配置 GNU ARM Cross C Linker > Miscellaneous



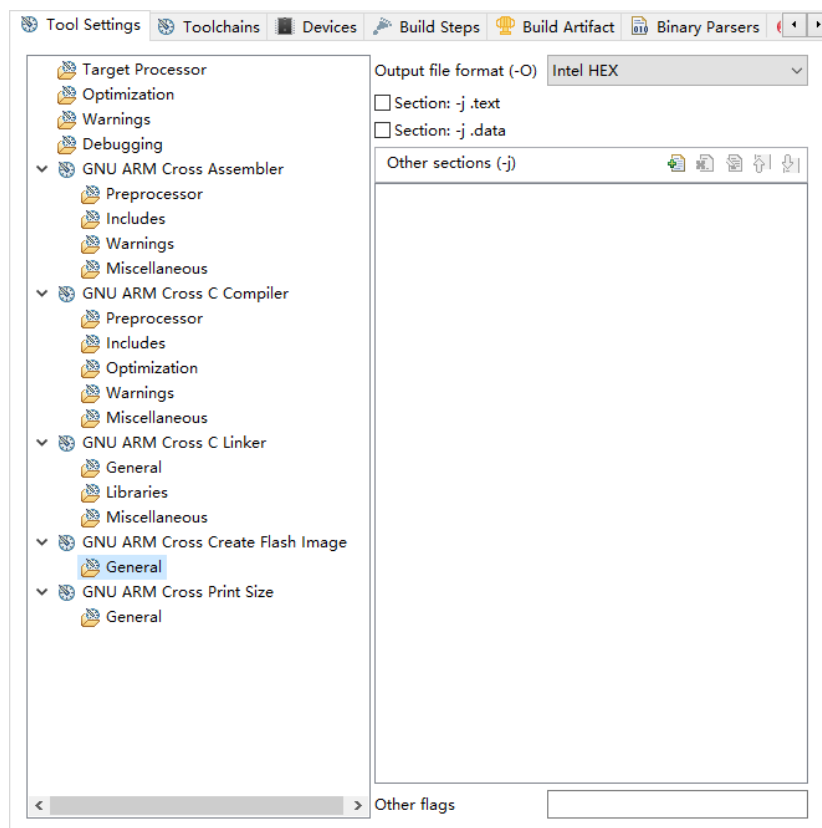
配置 GNU ARM Cross Create Flash Image

配置“GNU ARM Cross Create Flash Image > Output file format (-O)”选项如图 4-13 所示。

例如：

Output file format (-O): Intel HEX

图 4-13 配置 GNU ARM Cross Create Flash Image



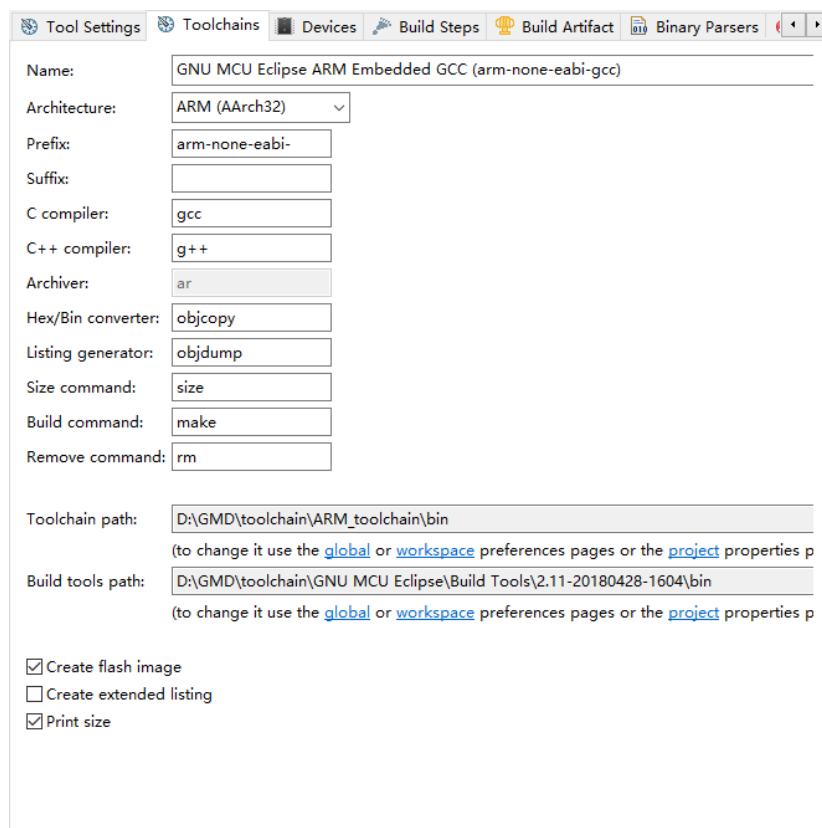
配置 Toolchains

配置“Toolchains”选项如图 4-14 所示。

例如：

- C compiler: gcc
- C++ compiler: g++
- Toolchain path: D:\GMD\toolchain\ARM_toolchain\bin
- Build tools path: D:\GMD\toolchain\GNU MCU Eclipse\Build Tools\2.11-20180428-1604\bin
- Create flash image: 勾选
- Print size: 勾选

图 4-14 配置 Toolchains



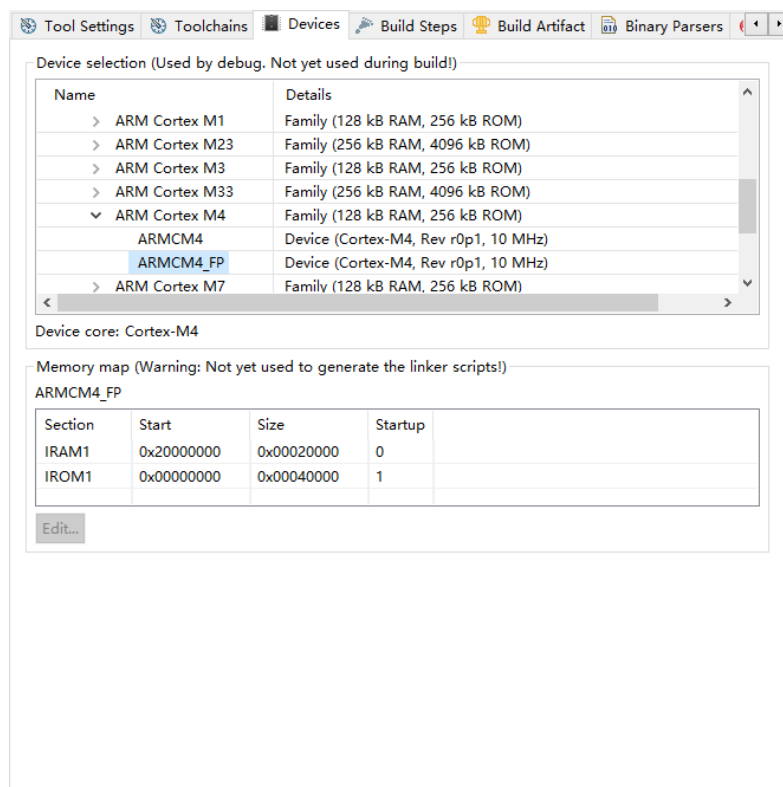
配置 Devices

配置“Devices”选项如图 4-15 所示。

例如：

Devices > ARM > ARM Cortex-M4 > ARMCM4_FP

图 4-15 配置 Devices



4.2.3 编译



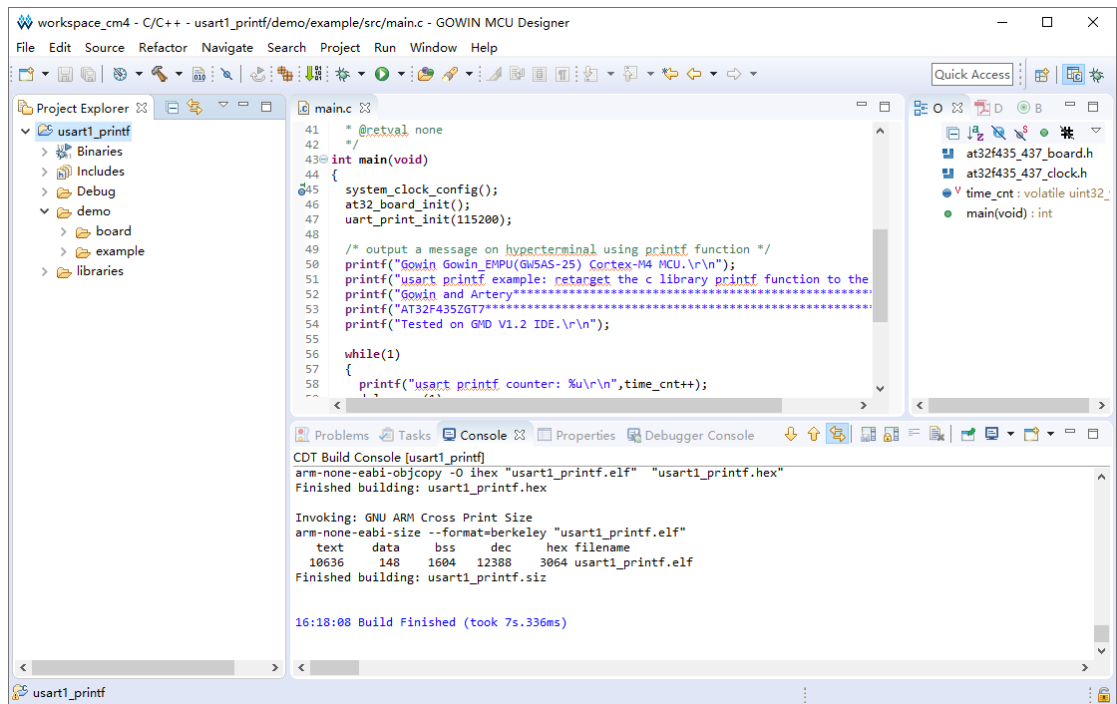
完成软件工程选项配置和代码编写后，编译当前软件工程，单击工具栏 Build “” 或 Build All “”，或菜单栏 “Project > Build Project” 或 “Project > Build All” 编译产生软件编程设计 HEX 文件，如图 4-16 所示。

图 4-16 编译



4.2.4 下载

完成软件工程编译后，参照表 3-2 的方式连接 J-Link 仿真器后，使用 ICP 软件工具，下载软件编程设计 HEX 文件，如图 4-17 和图 4-18 所示。

以管理员身份运行 ICP 软件工具：

- 切换仿真器类型为 J-Link，单击“连接”；
- 添加要下载的软件编程设计 HEX 文件，界面会显示文件信息、存储器信息等；
- 单击“下载”。

图 4-17 ICP 软件工具



图 4-18 下载



4.2.5 单步调试

完成软件编程设计 HEX 文件下载后，如果用户软件编程设计出现问题，可以使用 J-Link 仿真器单步调试当前软件编程设计。

注！

单步调试前，请参照表 2-5 常见问题的 FAQ0009 和 FAQ0132 配置 Segger J-Link 驱动软件的 Artery 器件。

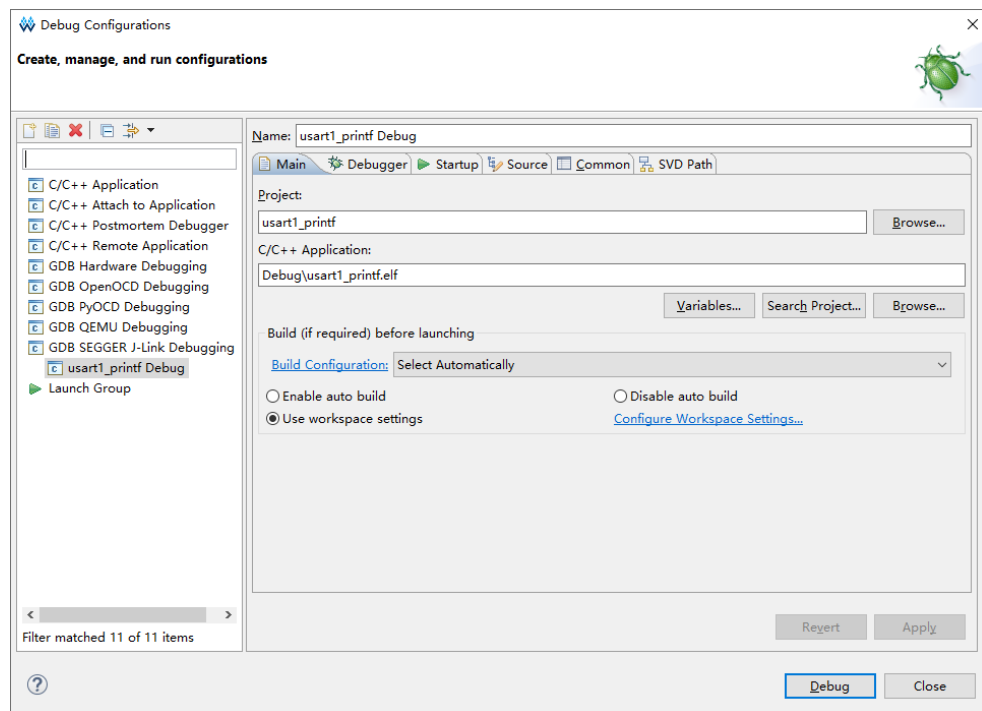
单步调试流程包括：

- 配置单步调试选项
- 连接调试仿真器
- 启动单步调试

配置单步调试选项

选择菜单栏“Run > Debug Configurations > GDB SEGGER J-Link Debugging”，右键选择“New”选项，建立当前软件工程的调试配置选项，如图 4-19 所示。

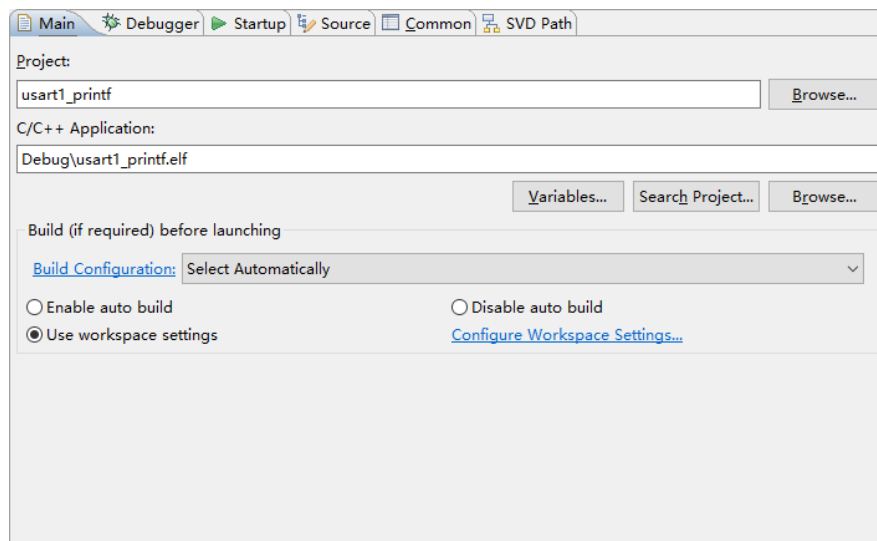
图 4-19 建立单步调试选项



1. 配置 Main 选项

选择已建立的单步调试选项的“Main”选项，配置当前调试软件工程的 Project 和 C/C++ Application 等选项，如图 4-20 所示。

图 4-20 配置 Main 选项



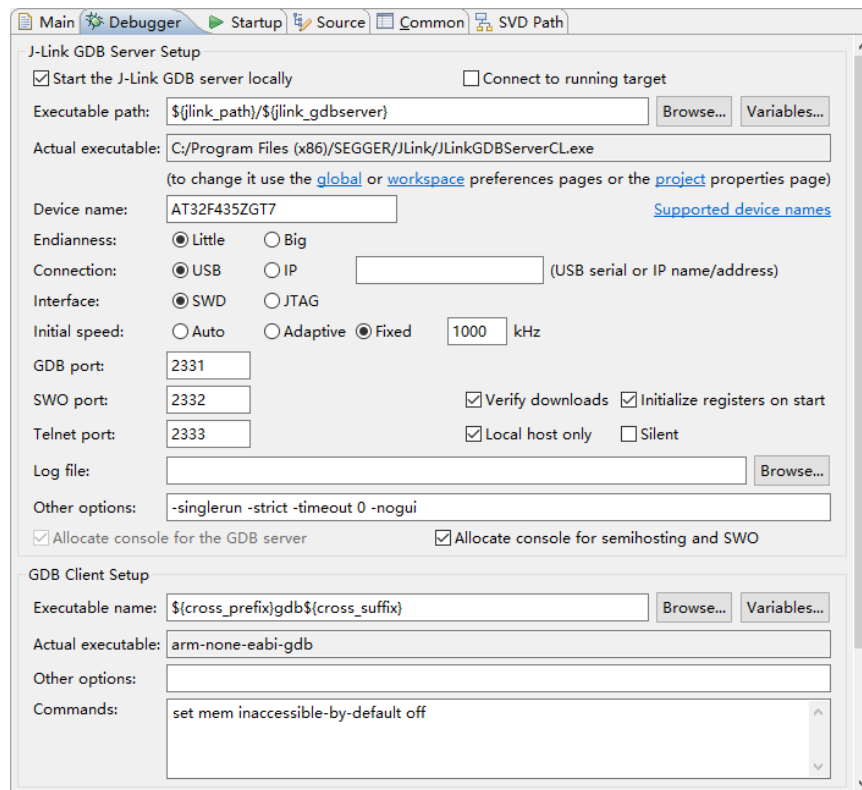
2. 配置 Debugger 选项

选择已建立的单步调试选项的“Debugger”选项，配置当前调试软件工程的 J-Link 和 GDB 等选项，如图 4-21 所示。

例如：

- Device name: AT32F435 或-AT32F435（如果已使用过 ICP 软件工具）
- Endianness: Little
- Connection: USB
- Interface: SWD
- Verify downloads: 默认勾选
- Initialize registers on start: 默认勾选
- Local host only: 默认勾选

图 4-21 配置 Debugger 选项



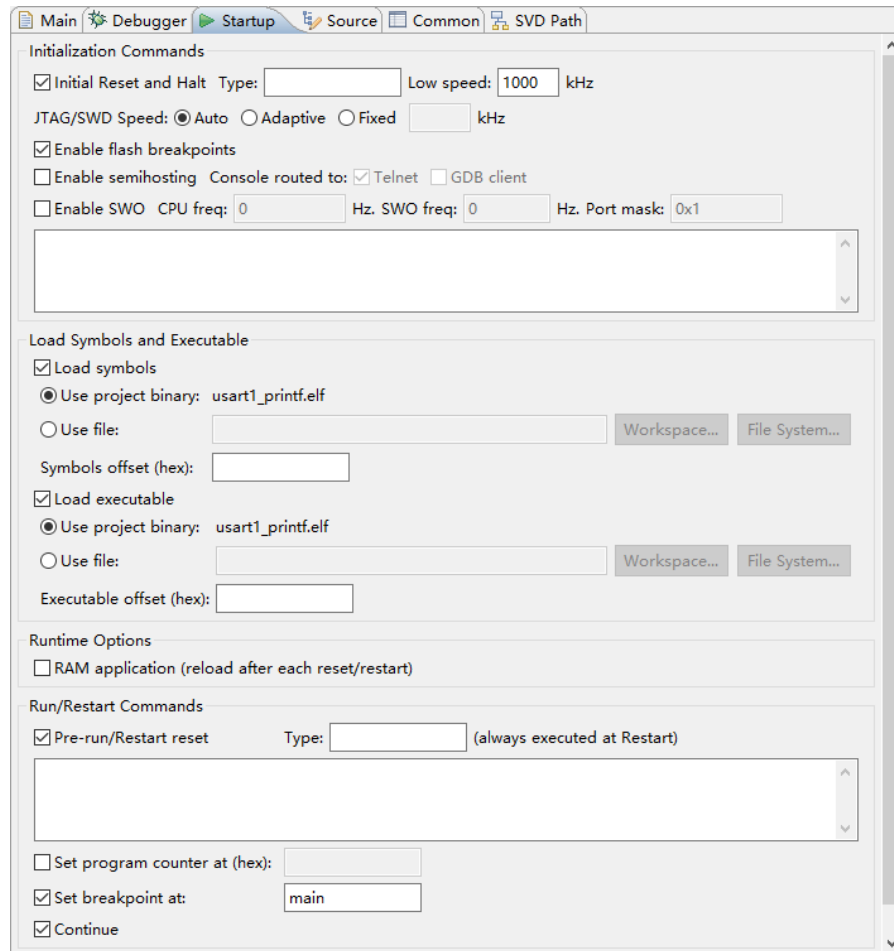
3. 配置 Startup 选项

选择已建立的单步调试选项的“Startup”选项，配置当前调试软件工程的 Startup 等选项，如图 4-22 所示。

例如：

- Enable semihost: 不勾选；如果勾选，控制台可能会输出乱码
- Enable SWO: 不勾选；如果勾选，控制台可能会输出乱码
- Pre-run/Restart reset: 勾选
- Set breakpoint at: main: 勾选
- Continue: 勾选

图 4-22 配置 Startup 选项



启动单步调试


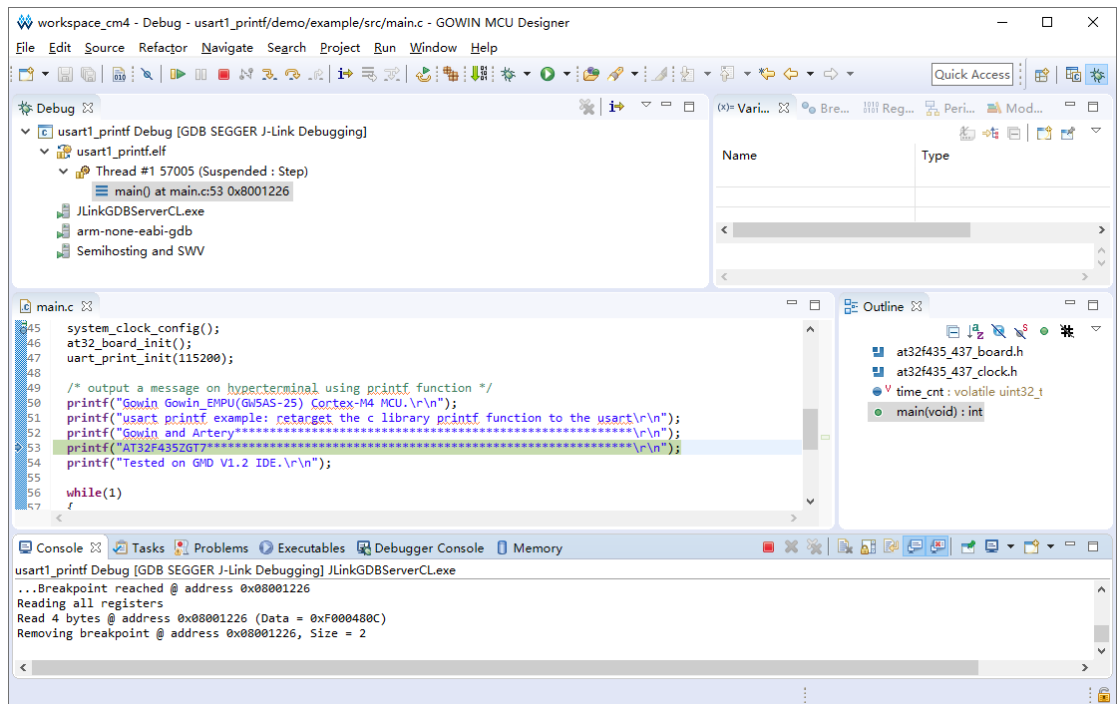
单击工具栏 Debug “”，选择当前软件工程的 Debug 配置，单击进入单步调试状态，执行断点设置、单步调试、复位和运行等操作，如图 4-23 所示。

图 4-23 启动单步调试



4.3 参考设计

Gowin_EMPU(GW5AS-25)支持 GMD（已测试软件版本：V1.2）软件
 的软件编程参考设计，通过点击此链接 [Gowin EMPU\(GW5AS-25\) V1.1.zip](#) 获取如下参考设计：

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\usart1_printf

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\freertos

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\rt_thread_nano

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\ucos_iii

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\usb_otg

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\xmc_async

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\xmc_sync

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\xmc_ethernet

5 Keil5 软件支持

对于 ARM Cortex-M4 MCU，传统的通用的方式是使用 Keil5 软件。本节重点描述如何使用 Artery 提供的 Keil5 软件的器件包，在 Keil5 软件中支持 Gowin_EMPU(GW5AS-25)，Keil5 软件的安装和使用本手册不在描述。

5.1 器件包安装

Artery 器件

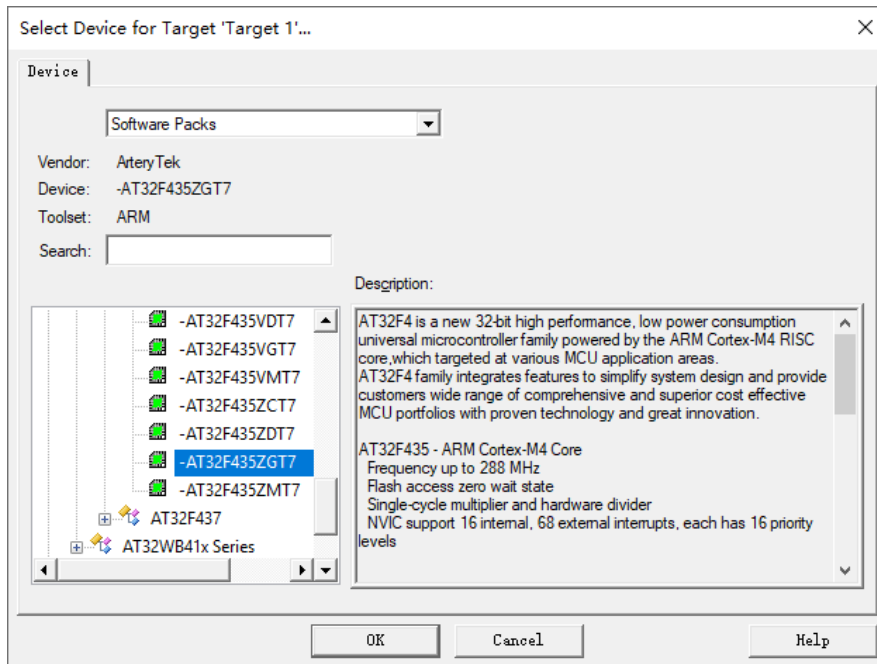
包：...\sdk\lately\pack\Keil5_AT32MCU_AddOn_V2.3.3_EN.zip，解压提取文件 ArteryTek.AT32F435_437_DFP.2.1.9.pack，双击安装即可。

5.2 软件使用流程

5.2.1 创建工程

安装 Artery 器件包后，Keil5 软件就会看到 Artery AT32F435 系列器件，当创建工程时请选择器件“AT32F435”，如图 5-1 所示。

图 5-1 器件选择

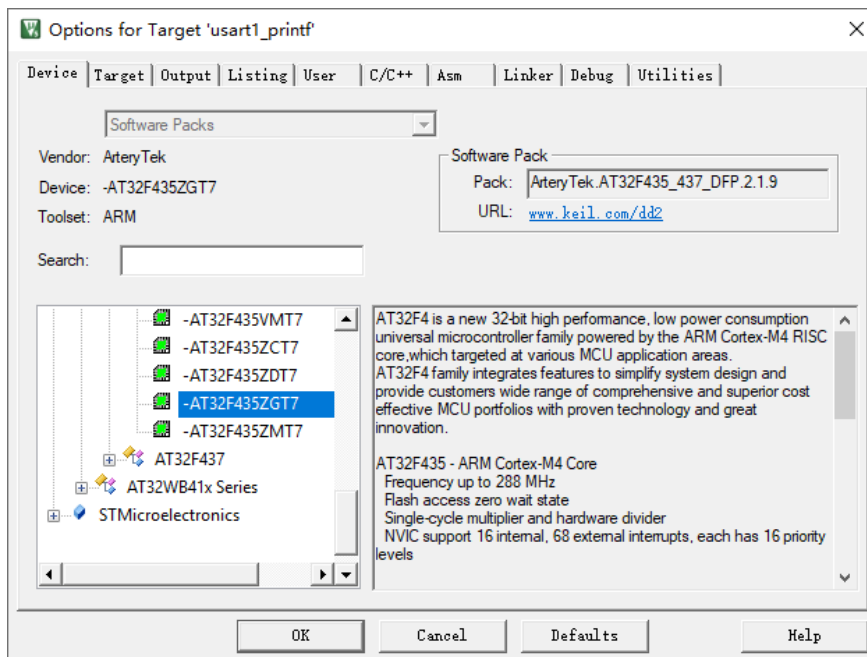


5.2.2 配置选项

配置 Device

如上述过程创建工程后，“Device”选项显示器件为“AT32F435”，软件包为“ArteryTek.AT32F435_437_DFP.2.1.9”，如图 5-2 所示。

图 5-2 配置 Device



配置 Target

“Target”选项的 IROM1 和 IRAM1 自动关联器件 AT32F435 的内存设置，如图 5-3 所示。

例如：

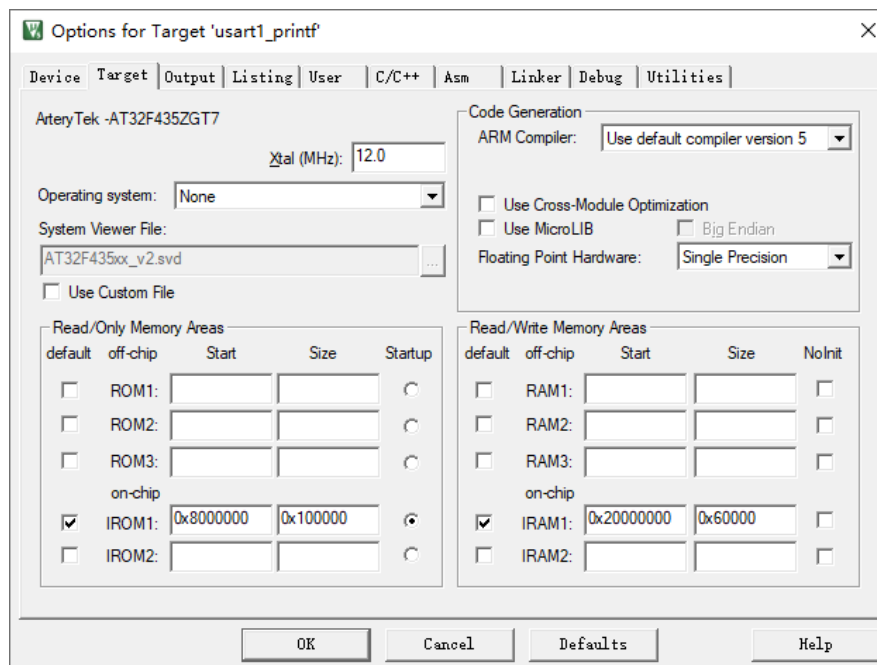
IROM1：

- 起始地址：0x8000000
- 大小：0x100000

IRAM1：

- 起始地址：0x20000000
- 大小：0x60000

图 5-3 配置 Target



配置 C/C++

配置 “C/C++ > Preprocessor Symbols > Define” 和 “Include Paths” 选项，如图 5-4 所示。

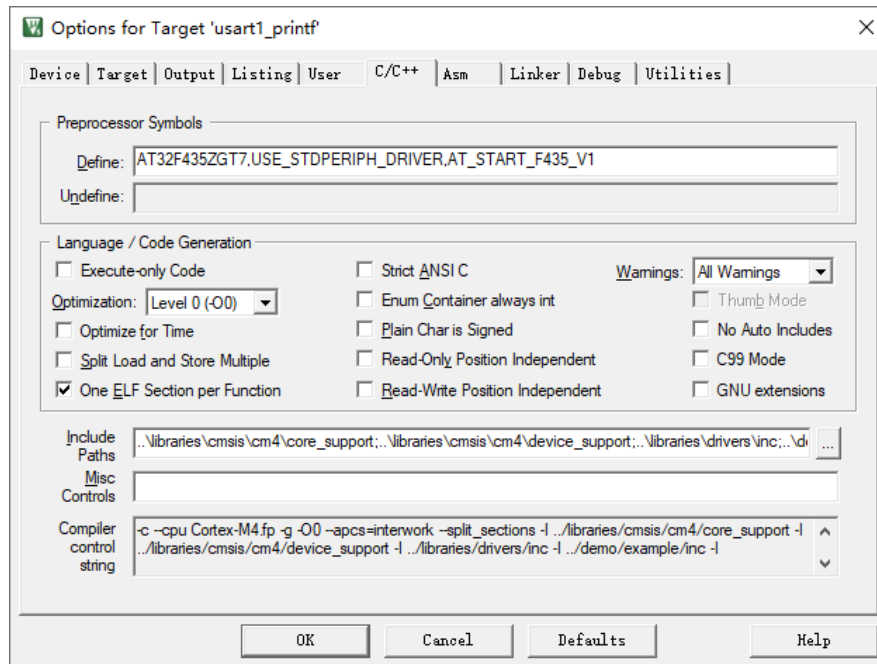
例如：

AT32F435

USE_STDPERIPH_DRIVER

AT_START_F435_V1

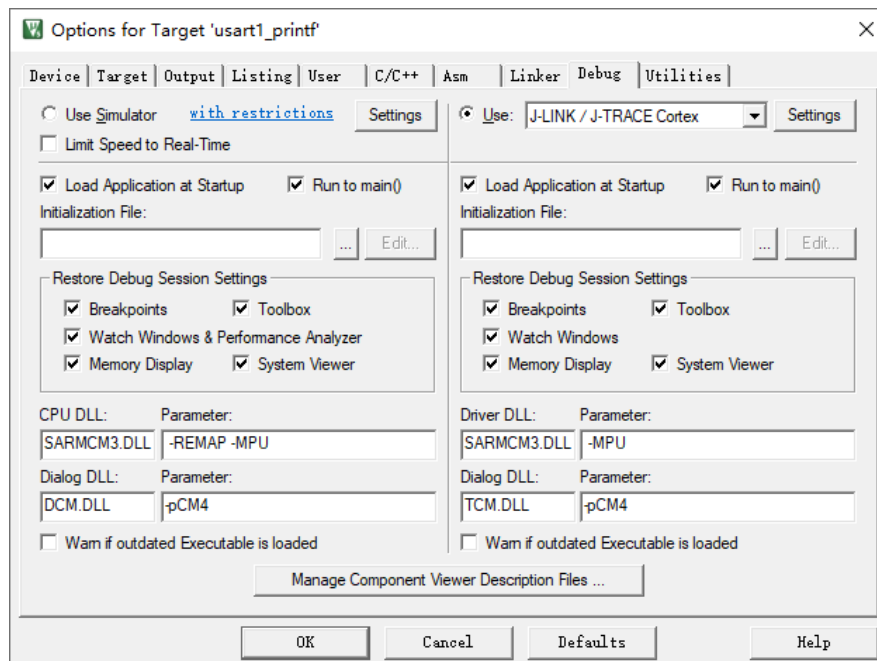
图 5-4 配置 C/C++



配置 Debug

如果使用 J-Link 仿真器，配置“Debug > J-LINK/J-TRACE Cortex”选项，如图 5-5 所示。

图 5-5 配置 Debug

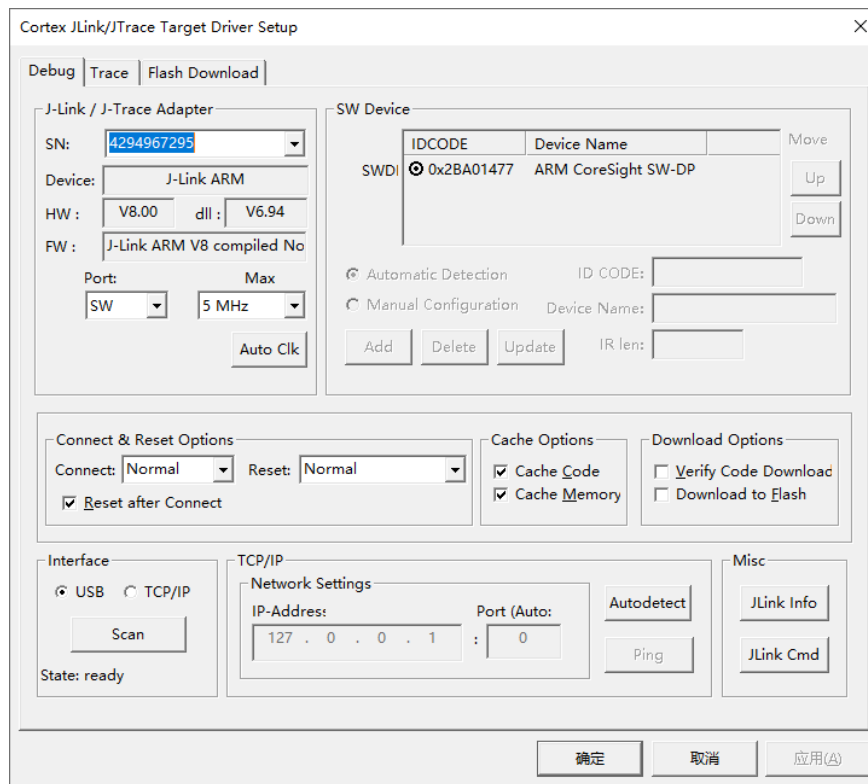


参照表 3-2 的方式连接 J-Link 仿真器后，单击“Settings”，配置 J-Link/J-Trace Target Driver，如图 5-6 所示。

例如：

- Port: SW
- SWD IDCODE: 0x2BA01477

图 5-6 配置 J-Link



配置 Flash

配置“Utilities > Settings”选项，选择 Flash 下载方式和编程算法，如图 5-7 所示。

例如：

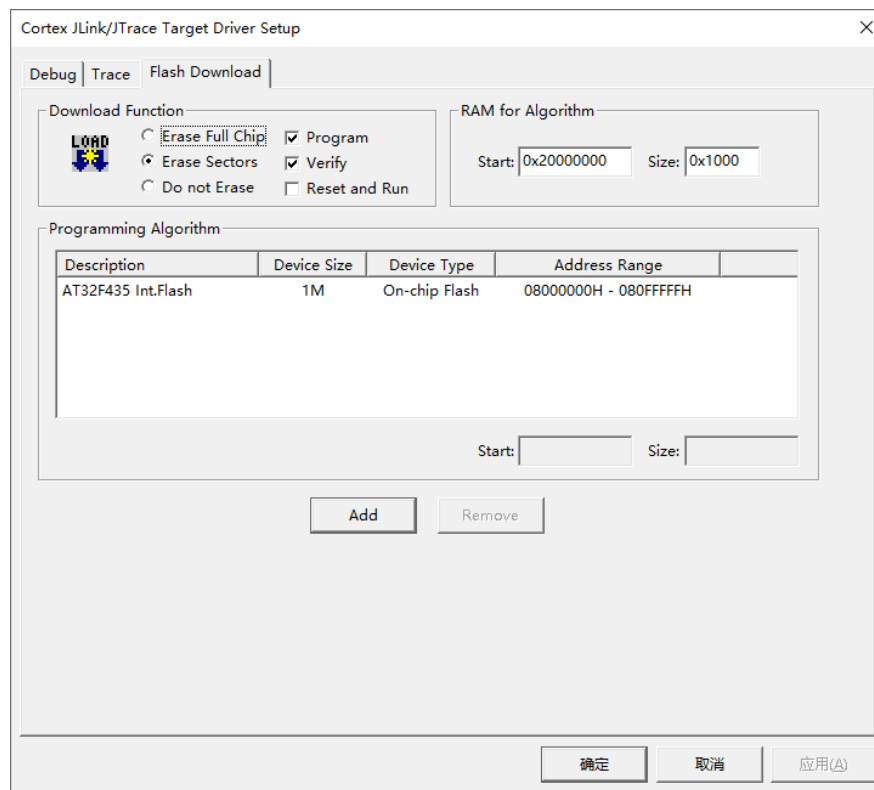
下载功能：

- Erase Sectors
- Program
- Verify



Flash 编程算法：

- 1M


图 5-7 配置 Flash



5.2.3 编译

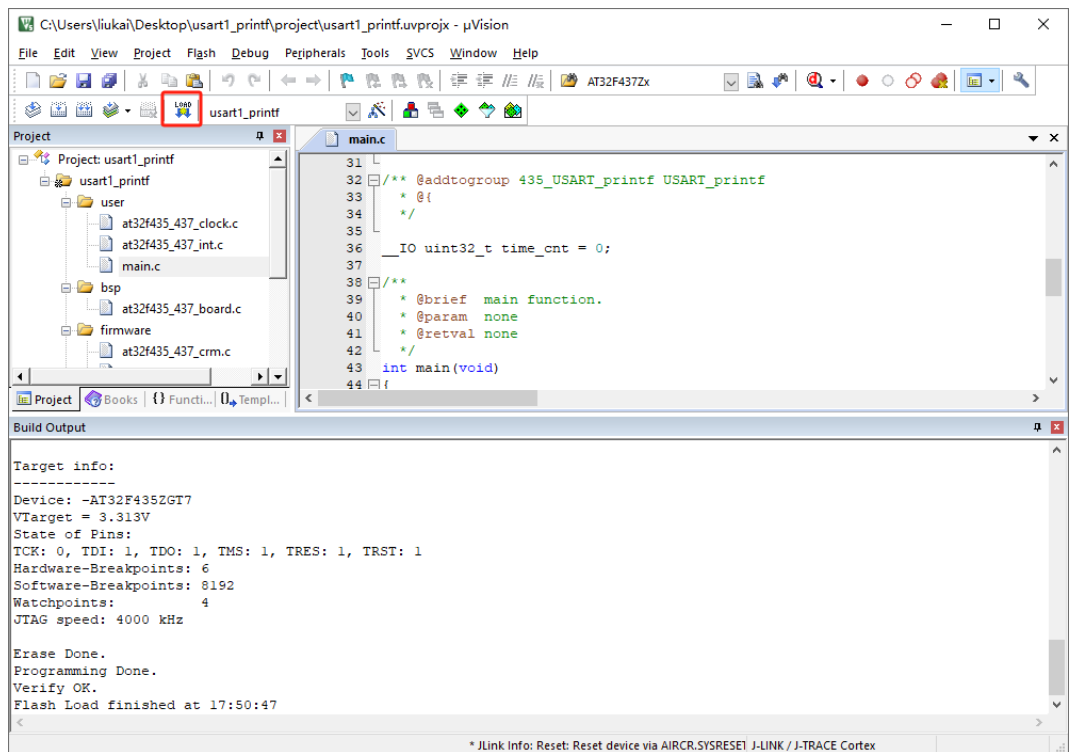
完成软件工程选项配置和代码编写后，单击“Build”（）或“Rebuild”（），编译当前软件工程。

5.2.4 下载

完成软件工程编译后，检查是否已正确连接 J-Link 仿真器，单击“Download”（），下载软件程序设计，如图 5-8 所示。

下载完成后，按下板材的 KEY3 按键（即 MCU NRST），复位 MCU，运行程序。

图 5-8 下载



5.2.5 单步调试

完成软件编程设计下载后，如果用户软件编程设计出现问题，可以使用 J-Link 仿真器单步调试当前软件编程设计。


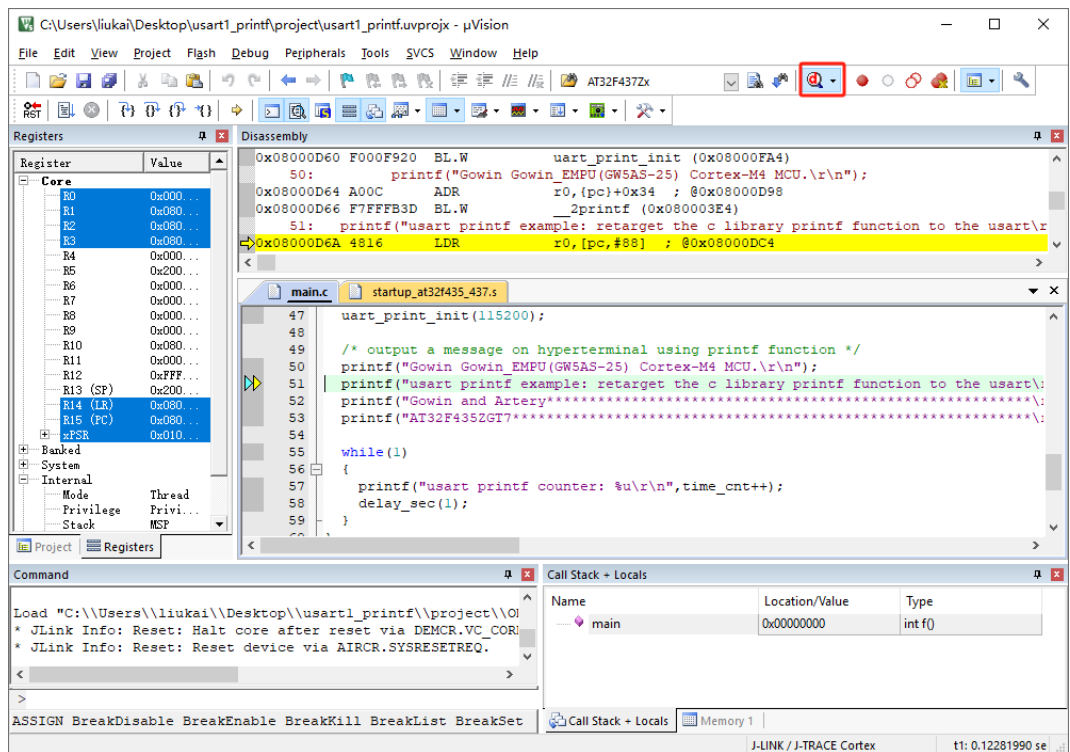
直接单击“Start/Stop Debug Session”（），进入单步调试，如图 5-9 所示。

图 5-9 单步调试



Gowin_EMPU(GW5AS-25)支持 Keil5（已测试软件版本：V5.26）软件的软件编程参考设计，通过点击此链接 [Gowin EMPU\(GW5AS-25\) V1.1.zip](#) 获取如下参考设计：

```

...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\usart1_pri
ntf
...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\freertos
...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\rt_thread_
nano
...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\ucos_iii
...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\usb_otg
...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\xmc_asyn
c
...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\xmc_sync
...\\sdk\\gowin\\ref_design\\MCU_RefDesign\\MDK_RefDesign\\xmc_ethe
rnet

```

6 信号描述

Gowin_EMPU(GW5AS-25)信号描述如表 6-1 所示。

表 6-1 信号描述

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|-----------|-----------------------|--------------------------|--|
| XMC_CLK | P2-152 | PD3 | SPI2_SCK / I2S2_CK / SPI2_MISO / USART2_CTS / QSPI1_SCK / XMC_A8 / XMC_CLK / DVP_D5 |
| XMC_NE | P2-164 | PG12 ^[1] | QSPI2_IO1 / SPI4_MISO / USART6_RTS_DE / CAN2_TX / XMC_NE4 |
| XMC_NADV | P2-176 | PB7 | TMR4_CH2 / TMR8_BRK / I2C1_SDA / SPI4_SCK / I2S4_CK / USART1_RX / QSPI2_IO1 / XMC_NADV / DVP_VSYNC / SDIO1_D0 |
| XMC_NOE | P2-153 | PD4 | SPI2_MOSI / I2S2_SD / USART2_RTS_DE / XMC_A9 / XMC_NOE |
| XMC_NWE | P2-34 | PC2 | TMR20_CH2 / SPI2_MISO / I2S2_SDEXT / UART8_TX / SDIO2_D2 / EMAC_MII_TXD2 / XMC_SDCS0 / XMC_NWE |
| XMC_NWAIT | P2-159 | PD6 | SPI3_MOSI / I2S3_SD / USART2_RX / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|-----------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | XMC_A11 / XMC_NWAIT / DVP_D10 |
| XMC_LB | P2-180 | PE0 | TMR4_EXT / TMR20_EXT / UART8_RX / XMC_LB / XMC_SDDQML / DVP_D2 |
| XMC_UB | P2-181 | PE1 | TMR1_CH2C / TMR20_CH4 / UART8_TX / XMC_UB / XMC_SDDQMH / DVP_D3 |
| XMC_A[16] | P2-101 | PD11 | I2C2_SMBA / USART3_CTS / QSPI1_IO0 / XMC_A14 / XMC_SDBA0 / EMAC_MII_RXD2 / XMC_A16_CLE |
| XMC_A[17] | P2-102 | PD12 | TMR4_CH1 / I2C2_SCL / USART3_RTS_DE / QSPI1_IO1 / XMC_A15 / XMC_SDBA1 / EMAC_MII_RXD3 / XMC_A17_ALE |
| XMC_A[18] | P2-103 | PD13 | TMR4_CH2 / I2C2_SDA / UART8_TX / QSPI1_IO3 / XMC_SDCLK / XMC_A18 |
| XMC_A[19] | P2-3 | PE3 | TMR3_CH1 / TMR20_CH2 / XMC_A19 / DVP_D9 |
| XMC_A[20] | P2-4 | PE4 | CLKOUT1 / TMR3_CH2 / SPI4_CS / I2S4_WS / TMR20_CH1C / XMC_A20 / DVP_D4 |
| XMC_A[21] | P2-5 | PE5 | TMR3_CH3 / TMR9_CH1 / SPI4_MISO / TMR20_CH2C / XMC_A21 / DVP_D6 |
| XMC_A[22] | P2-6 | PE6 | TMR3_CH4 / TMR9_CH2 / SPI4_MOSI / I2S4_SD / TMR20_CH3C / XMC_SDNRAS / XMC_A22 / DVP_D7 |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|-----------|-----------------------|--------------------------|---|
| XMC_A[23] | P2-2 | PE2 | TMR3_EXT / SPI4_SCK / I2S4_CK / TMR20_CH1 / QSPI1_IO2 / XMC_SDNCAS / EMAC_MII_TXD3 / XMC_A23 |
| XMC_A[24] | P2-165 | PG13 ^[1] | QSPI2_SCK / SPI4_MOSI / I2S4_SD / USART6_CTS / EMAC_MII_TXD0 / EMAC_RMII_TXD0 / XMC_A24 |
| XMC_A[25] | P2-166 | PG14 ^[1] | QSPI2_IO0 / SPI4_CS / I2S4_WS / USART6_TX / QSPI1_IO3 / EMAC_MII_TXD1 / EMAC_RMII_TXD1 / XMC_A25 |
| XMC_D[0] | P2-107 | PD14 | TMR4_CH3 / I2C3_SCL / UART8_RX / XMC_D0 |
| XMC_D[1] | P2-119 | PC6 | TMR3_CH1 / TMR8_CH1 / I2C1_SCL / I2S2_MCK / USART6_TX / XMC_A0 / SDIO1_D6 / DVP_D0 / XMC_D1 |
| XMC_D[2] | P2-145 | PC11 | TMR5_CH3 / I2S3_SDEXT / SPI3_MISO / USART3_RX / UART4_RX / QSPI1_CS / SDIO1_D3 / DVP_D4 / XMC_D2 |
| XMC_D[3] | P2-146 | PC12 | TMR11_CH1 / I2C2_SDA / SPI3_MOSI / I2S3_SD / USART3_CK / UART5_TX / SDIO1_CK / DVP_D9 / XMC_D3 |
| XMC_D[4] | P2-68 | PE7 | TMR1_EXT / UART7_RX / QSPI2_IO0 / XMC_D4 |
| XMC_D[5] | P2-47 | PA3 | TMR2_CH4 / TMR5_CH4 / TMR9_CH2 / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|-----------|-----------------------|--------------------------|--|
| | | | I2S2_MCK / USART2_RX / QSPI2_IO3 / SDIO2_CMD / EMAC_MII_COL / XMC_D5 |
| XMC_D[6] | P2-50 | PA4 | SPI1_CS / I2S1_WS / SPI3_CS / I2S3_WS / USART2_CK / USART6_TX / SDIO2_D4 / SDIO2_D0 / OTGFS2_SOF / DVP_HSYNC / XMC_D6 |
| XMC_D[7] | P2-51 | PA5 | TMR2_CH1 / TMR2_EXT / TMR8_CH1C / SPI1_SCK / I2S1_CK / USART6_RX / QSPI2_IO2 / SDIO2_D5 / SDIO2_D1 / XMC_D7 |
| XMC_D[8] | P2-75 | PE11 | TMR1_CH2 / SPI4_CS / I2S4_WS / UART5_RX / XMC_D8 |
| XMC_D[9] | P2-76 | PE12 | TMR1_CH3C / SPI1_CS / I2S1_WS / SPI4_SCK / I2S4_CK / XMC_D9 |
| XMC_D[10] | P2-78 | PE13 | TMR1_CH3 / SPI1_SCK / I2S1_CK / SPI4_MISO / XMC_D10 |
| XMC_D[11] | P2-79 | PE14 | TMR1_CH4 / SPI1_MISO / SPI4_MOSI / I2S4_SD / XMC_D11 |
| XMC_D[12] | P2-81 | PE15 | TMR1_BRK / SPI1_MOSI / I2S1_SD / XMC_D12 |
| XMC_D[13] | P2-92 | PB12 | TMR1_BRK / TMR5_CH1 / I2C2_SMBA / SPI2_CS / I2S2_WS / SPI4_CS / I2S4_WS / SPI3_SCK / I2S3_CK / USART3_CK / CAN2_RX / EMAC_MII_TXD0 / EMAC_RMII_TXD0 / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|----------------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | OTGFS2_ID / XMC_D13 |
| XMC_D[14] | P2-99 | PD9 | USART3_RX / EMAC_MII_RXD0 / MAC_RMII_RXD0 / XMC_D14 |
| XMC_D[15] | P2-100 | PD10 | USART3_CK / EMAC_MII_RXD1 / EMAC_RMII_RXD1 / XMC_D15 |
| GND | D13 | V _{SS} | 数字地 |
| VCC_MCU | D12 | V _{DD} | 数字电源 |
| VCCIO_MCU | J10 | V _{DD} | 数字电源 |
| VCCIO_MCU | M13 | V _{DD} | 数字电源 |
| VBAT_MCU | N12 | V _{BAT} | 电池供电电源 |
| X_BOOT0 | R16 | BOOT0 | - |
| X_NRST | J16 | NRST | 器件复位输入 / 内部复位输出 (低电平有效) |
| X_PA0 | E16 | PA0 | TMR2_CH1 / TMR2_EXT / TMR5_CH1 / TMR8_EXT / I2C2_SCL / USART2_CTS / UART4_TX |
| X_PA1 | E15 | PA1 | TMR2_CH2 / TMR5_CH2 / I2C2_SDA / SPI4_MOSI / I2S4_SD / USART2_RTS_DE / UART4_RX / QSPI1_IO3 |
| X_PA10 | T13 | PA10 | TMR1_CH3 / SPI2_MOSI / I2S2_SD / I2S4_MCK / USART1_RX / I2C1_SDA / OTGFS1_ID / DVP_D1 |
| X_PA11/USB_DM1 | T14 | PA11 | TMR1_CH4 / I2C2_SCL / SPI2_CS / I2S2_WS / SPI4_MISO / USART1_CTS / USART6_TX / CAN1_RX / OTGFS1_D- / DVP_D2 |
| X_PA12/USB_DP1 | T15 | PA12 | TMR1_EXT / I2C2_SDA / SPI2_MISO / USART1_RTS_DE / USART6_RX / / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|--------|-----------------------|--------------------------|--|
| | | | CAN1_TX / OTGFS1_D+ / DVP_D3 |
| X_PA13 | K15 | PA13 (JTMS/SWDIO) | JTMS / SWDIO / IR_OUT / SPI3_MISIO / OTGFS1_OE |
| X_PA14 | L14 | PA14 (JTCK/SWCLK) | JTCK / SWCLK / SPI3_MOSI / I2S3_SD / USART2_TX |
| X_PA15 | L15 | PA15 (JTDI) | JTDI / TMR2_CH1 / TMR2_EXT / SPI1_CS / I2S1_WS / SPI3_CS / I2S3_WS / USART1_TX / USART2_RX / QSPI2_IO1 / QSPI2_IO2 / XMC_NE2 / XMC_NCE3 |
| X_PA2 | D16 | PA2 | TMR2_CH3 / TMR5_CH3 / TMR9_CH1 / USART2_TX / SDIO2_CLK / XMC_D4 |
| X_PA6 | C16 | PA6 | TMR1_BRK / TMR3_CH1 / TMR8_BRK / SPI1_MISO / I2S2_MCK / USART3_CTS / TMR13_CH1 / QSPI1_IO0 / SDIO2_D2 / SDIO1_CMD / DVP_PCLK / SDIO_D6 |
| X_PA7 | D15 | PA7 | TMR1_CH1C / TMR3_CH2 / TMR8_CH1C / SPI1_MOSI / I2S1_SD / TMR14_CH1 / QSPI1_IO1 / XMC_SDNWE / SDIO2_D3 / SDIO2_D7 |
| X_PA8 | T11 | PA8 | CLKOUT1 / TMR1_CH1 / I2C3_SCL / USART1_CK / USART2_TX / OTGFS1_SOF / SDIO1_D1 / XMC_A4 |
| X_PA9 | T12 | PA9 | TMR1_CH2 / I2C3_SMBA / SPI2_SCK / I2S2_CK / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|----------------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | USART1_TX / I2C1_SCL / QTGFS1_VBUS / SDIO1_D2 / DVP_D0 |
| X_PB0 | E14 | PB0 | TMR1_CH2C / TMR3_CH3 / TMR8_CH2C / I2S1_MCK / USART2_RX / SPI3_MOSI / I2S3_SD / USART3_CLK / QSPI2_IO0 / QSPI1_IO0 / SDIO1_D1 |
| X_PB1 | D14 | PB1 | TMR1_CH3C / TMR3_CH4 / TMR8_CH3C / SPI2_SCK / I2S2_CK / USART3_RTS_DE / QSPI1_SCK / QSPI2_SCK / SDIO1_D2 |
| X_PB10 | A14 | PB10 | TMR2_CH3 / I2C2_SCL / SPI2_SCK / I2S2_CK / I2S3_MCK / USART3_TX / QSPI1_CS / QSPI1_IO1 / SDIO1_D7 / XMC_NOE |
| X_PB11 | G13 | PB11 | TMR2_CH4 / TMR5_CH4 / I2C2_SDA / USART3_RX / QSPI1_IO0 |
| X_PB13 | G15 | PB13 | TMR1_CH1C / I2C3_SMBA / SPI2_SCK / I2S2_CK / SPI4_SCK / I2S4_CK / I2C3_SCL / USART3_CTS / CAN2_TX / OTGFS2_VBUS |
| X_PB14/USB_DM2 | H14 | PB14 | TMR1_CH2C / TMR8_CH2C / I2C3_SDA / SPI2_MISO / I2S2_SDEXT / USART3_RTS_DE / TMR12_CH1 / OTGFS2_D- / SDIO1_D6 / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|----------------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | XMC_D0 |
| X_PB15/USB_DP2 | H15 | PB15 | ERTC_REFIN / TMR1_CH3C / TMR8_CH3C / I2C3_SCL / SPI2_MOSI / I2S2_SD / TMR12_CH2 / OTGFS2_D+ / SDIO1_CK |
| X_PB2 | A15 | PB2/BOOT1 | TMR2_CH4 / TMR20_CH1 / I2C3_SMBA / SPI3_MOSI / I2S3_SD / QSPI1_SCK / SDIO1_CK |
| X_PB3 | N14 | PB3 (JTDO) | JTDO / TMR2_CH2 / I2C2_SDA / SPI1_SCK / I2S1_CK / SPI3_SCK / I2S3_CK / USART1_RX / UART7_RX / QSPI1_IO3 / DVP_D4 / SWO |
| X_PB4 | R14 | PB4 (NJTRST) | JNTRST / TMR3_CH1 / I2C3_SDA / SPI1_MISO / SPI3_MISO / I2S3_SDEXT / UART7_RX / SDIO1_D0 / DVP_D5 |
| X_PB5 | N15 | PB5 | TMR3_CH2 / I2C1_SMBA / SPI1_MOSI / I2S1_SD / SPI3_MOSI / I2S3_SD / USART1_CK / UART5_RX / CAN2_RX / XMC_SDCKE1 / DVP_D10 / SDIO1_D3 |
| X_PB6 | P15 | PB6 | TMR4_CH1 / I2C1_SCL / I2S1_MCK / SPI4_CS / I2S4_WS / USART1_TX / UART5_TX / CAN2_TX / QSPI1_CS / XMC_SDCS1 / DVP_D5 / SDIO1_D0 |
| X_PB8 | P16 | PB8 | TMR2_CH1 / TMR2_EXT / TMR4_CH3 / TMR10_CH1 / I2C1_SCL / SPI4_MISO / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|-------------------------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | UART5_RX / CAN1_RX / QSPI2_CS / SDIO1_D4 / DVP_D6 |
| X_PB9 | N16 | PB9 | IR_OUT / TMR2_CH2 / TMR4_CH4 / TMR11_CH1 / I2C1_SDA / SPI2_CS / I2S2_WS / SPI4_MOSI / I2S4_SD / I2C2_SDA / UART5_TX / CAN1_TX / QSPI1_CS / SDIO1_D5 / DVP_D7 |
| X_PC0 | F16 | PC0 | I2C3_SCL / UART7_TX / SDIO2_D0 / XMC_SDNWE |
| X_PC1 | F15 | PC1 | I2C3_SDA / SPI3_MOSI / I2S3_SD / SPI2_MOSI / I2S2_SD / UART7_RX / SDIO2_D1 |
| X_PC10 | M14 | PC10 | TMR5_CH2 / SPI3_SCK / I2S3_CK / USART3_TX / UART4_TX QSPI_IO1 / SDIO1_D2 / DVP_D8 |
| X_PC13 | M16 | PC13 | - |
| X_PC14 / X_OSC32_IN | L16 | PC14 / LEXT_IN | - |
| X_PC15 / X_OSC32_OUT | K16 | PC15 / LEXT_OUT | - |
| X_PC3 | F14 | PC3 | SPI2_MOSI / I2S2_SD / UART8_RX / QSPI2_IO1 / SDIO2_D3 / XMC_SDCKE0 / XMC_A0 |
| X_PC4 | B16 | PC4 | TMR9_CH1 / I2S1_MCK / USART3_TX / QSPI1_IO2 / XMC_SDCS0 / SDIO2_CK / XMC_NE4 |
| X_PC5 | C15 | PC5 | TMR9_CH2 / I2C1_SMBA / USART3_RX / QSPI1_IO3 / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|--------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | XMC_SDCKE0 / SDIO2_CMD / XMC_NOE |
| X_PC8 | J15 | PC8 | TMR3_CH3 / TMR8_CH3 / I2S4_MCK / TMR20_CH3 / UART8_TX / USART6_CK / QSPI1_IO2 / XMC_A2 / SDIO1_D0 / DVP_D2 |
| X_PC9 | J14 | PC9 | CLKOUT2 / TMR3_CH4 / TMR8_CH4 / I2C3_SDA / UART8_RX / QSPI0_IO0 / XMC_A3 / OTGFS2_OE / SDIO1_D1 / DVP_D3 |
| X_PD0 | K13 | PD0 | SPI4_MISO / SPI3_MOSI / I2S3_SD / SPI2_CS / I2S2_WS / CAN1_RX / XMC_A5 / XMC_D2 |
| X_PD1 | L13 | PD1 | SPI2_SCK / I2S2_CK / SPI2_CS / I2S2_WS / CAN1_TX / XMC_A6 / XMC_D3 |
| X_PD15 | J13 | PD15 | TMR4_CH4 / I2C3_SDA / XMC_D1 |
| X_PD2 | M15 | PD2 | TMR3_EXT / USART3_RTS_DE / UART5_RX / XMC_A7 / SDIO1_CMD / DVP_D11 / XMC_NWE |
| X_PD5 | P13 | PD5 | USART2_TX / XMC_A10 / XMC_NWE |
| X_PD7 | R13 | PD7 | USART2_CK / XMC_A12 / XMC_NE1 / XMC_NCE2 |
| X_PD8 | H13 | PD8 | USART3_TX / XMC_D13 |
| X_PE10 | C13 | PE10 | TMR1_CH2C / UART5_TX / QSPI2_IO3 / XMC_D7 |
| X_PE8 | B14 | PE8 | TMR1_CH1C / UART4_TX / UART7_TX / |

| 信号名称 | Gowin 引脚名称 (UG256) | Artery 引脚名称 (LQFP100) | 复用功能 |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|---|
| | | | QSPI2_IO1 / XMC_D5 |
| X_PE9 | B13 | PE9 | TMR1_CH1 / UART4_RX / QSPI2_IO2 / XMC_D6 |
| X_PH0/X_OSC_IN | H16 | PH0/HEXT_IN | I2C1_SDA |
| X_PH1/X_OSC_OUT | G16 | PH1/HEXT_OUT | I2C1_SCL |
| X_PH2 | K14 | PH2 | TMR5_CH1 / I2C2_SCL / UART4_RX / QSPI_IO0 |
| X_PH3 | G14 | PH3 | TMR5_CH2 / I2C2_SDA / UART4_TX / QSPI1_IO1 |
| X_VREF_P3/X_VREF_P2/X_VREF_P1 | E13 | V _{REF} | 参考电压 |

注!

^[1] XMC 接口必须使用的信号，Gowin 在 Artery 原厂 LQFP100 封装基础上引出的 LQFP144 封装的信号。

7 Ethernet

7.1 简介

Gowin_EMPU(GW5AS-25)包含一个 XMC 接口的 Ethernet 外设。该 Ethernet 外设基于 FPGA Fabric 逻辑实现的 Gowin Triple Speed Ethernet MAC IP，与 Cortex-M4 MCU 通过 XMC 接口互连，实现 10/100/1000 MHz Ethernet 功能。

7.1.1 特征

- 支持 XMC 接口
- 支持 MII/GMII/RGMII 接口
- 符合标准 IEEE802.3
- 支持 10/100/1000M 速率
- 支持全双工和半双工模式，半双工模式下支持冲突检测
- 支持用户可选是否自动添加和校验 CRC
- 支持自动添加 pad 功能
- 支持以太网帧分类统计
- 支持以太网帧错误统计
- 支持 IFG 可配置功能
- 支持 Jumbo 模式
- 支持全双工模型下的 Flow Control
- 支持 Management 接口 mdc、mdio

7.1.2 工作频率

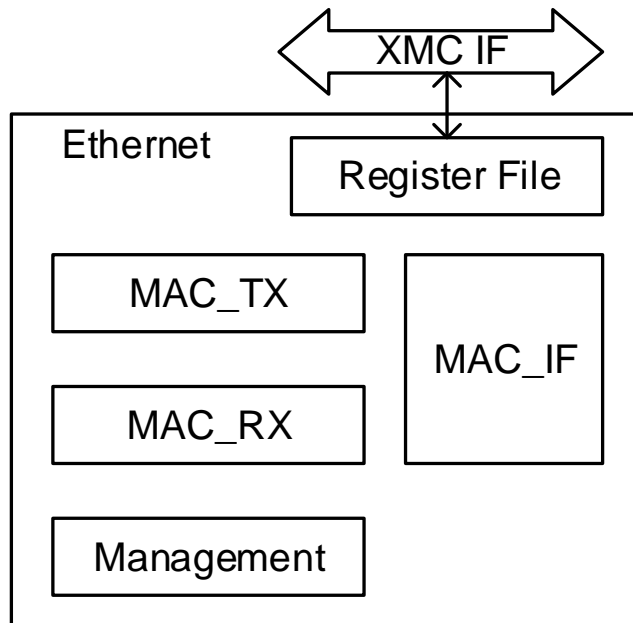
Ethernet 的工作频率取决于当前的工作模式，参考如下：

- 当配置为 RGMII 模式时，工作频率支持 1000/100/10MHz
- 当配置为 GMII 模式时，工作频率支持 1000MHz
- 当配置为 MII 模式时，工作频率支持 100/10MHz
- 当配置为 GMII/MII 模式时，工作频率支持 1000/100/10MHz

7.1.3 结构框图

Ethernet 结构框图如图 7-1 所示。

图 7-1 Ethernet 结构框图



7.1.4 功能描述

Ethernet 主要包含 MAC_IF、MAC_RX、MAC_TX、Management、Register File 等模块。

MAC_TX 模块实现用户数据格式到以太网数据格式的转换，并实现 CRC、PAD、Flow Control、帧统计等功能。

MAC_RX 模块实现以太网数据格式到用户数据格式的转换，并实现 CRC、Flow Control、IFG 配置、帧统计、错误指示等功能。

MAC_IF 模块实现以太网数据适配各种 MAC 接口功能，如 RGMII、GMII、MII。

Management 实现以太网管理接口 MDC、MDIO 功能，方便用户配置 PHY IC。

Register File 实现与 Cortex-M4 MCU 交互的寄存器定义。

7.2 寄存器定义

7.2.1 寄存器定义

Ethernet 寄存器定义如表 7-1 所示。Ethernet 寄存器定义位于 `xmc_ethernet\demo\example\inc\xmc_ethernet.h`。

表 7-1 寄存器定义

| 地址偏移 | 寄存器名称 | 描述 |
|-------------|---------------|--|
| 0x000~0x5FF | ETH_TX_DATA | Transmit Data Register |
| 0x000~0x5FF | ETH_RX_DATA | Receive Data Register |
| 0x600 | ETH_TX_LENGTH | Transmit Data Length Register |
| 0x602 | RESERVED0 | Reserved |
| 0x604 | ETH_TX_EN | Transmit Enable Register |
| 0x606 | RESERVED1 | Reserved |
| 0x608 | ETH_TX_FAIL | Transmit Failed Status Register |
| 0x60A | RESERVED2 | Reserved |
| 0x60C | ETH_TX_IS | Transmit Interrupt Status Register |
| 0x60E | RESERVED3 | Reserved |
| 0x610 | ETH_TX_IC | Transmit Interrupt Clear Register |
| 0x612 | RESERVED4 | Reserved |
| 0x614 | ETH_TX_IE | Transmit Interrupt Enable Register |
| 0x616 | RESERVED5 | Reserved |
| 0x618~0x67F | RESERVED_1 | Reserved |
| 0x680 | ETH_RX_LENGTH | Receive Data Length Register |
| 0x682 | RESERVED6 | Reserved |
| 0x684 | ETH_RX_IS | Receive Interrupt Status Register |
| 0x686 | RESERVED7 | Reserved |
| 0x688 | ETH_RX_IE | Receive Interrupt Enable Register |
| 0x68A | RESERVED8 | Reserved |
| 0x68C | ETH_RX_IC | Receive Interrupt Clear Register |
| 0x68E | RESERVED9 | Reserved |
| 0x690~0x6FF | RESERVED_2 | Reserved |
| 0x700 | MIIM_OP_MODE | Management Interface Operation Mode Register |

| 地址偏移 | 寄存器名称 | 描述 |
|-------|---------------|--|
| 0x702 | RESERVED10 | Reserved |
| 0x704 | MIIM_PHY_ADDR | Management Interface Physical Address Register |
| 0x706 | RESERVED11 | Reserved |
| 0x708 | MIIM_REG_ADDR | Management Interface Register Address Register |
| 0x70A | RESERVED12 | Reserved |
| 0x70C | MIIM_WR_DATA | Management Interface Write Data Register |
| 0x70E | RESERVED13 | Reserved |
| 0x710 | MIIM_RD_DATA | Management Interface Read Data Register |
| 0x712 | RESERVED14 | Reserved |
| 0x714 | MIIM_IS | Management Interface Interrupt Status Register |
| 0x716 | RESERVED15 | Reserved |
| 0x718 | MIIM_IE | Management Interface Interrupt Enable Register |
| 0x71A | RESERVED16 | Reserved |
| 0x71C | MIIM_IC | Management Interface Interrupt Clear Register |
| 0x71E | RESERVED17 | Reserved |
| 0x720 | MIIM_OP_EN | Management Interface Operation Enable Register |
| 0x722 | RESERVED18 | Reserved |
| 0x724 | ETH_MODE | Ethernet Operation Mode Register |

7.2.2 寄存器描述

以下各节详细描述 Ethernet 寄存器定义。

寄存器类型缩略语概括如下：

- RO: Read-only
- R/W: Readable and writable
- WO: Write-only

ETH_TX_DATA 寄存器 (0x000~0x5FF)

ETH_TX_DATA 寄存器用于发送数据。ETH_TX_DATA 寄存器定义如表 7-2 所示。

表 7-2 ETH_TX_DATA Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|--------|------|------|---------------|-------|
| TxData | 15:0 | WO | Transmit data | 0x0 |

ETH_RX_DATA 寄存器 (0x000~0x5FF)

ETH_RX_DATA 寄存器用于接收数据。ETH_RX_DATA 寄存器定义如表 7-3 所示。

表 7-3 ETH_RX_DATA Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|--------|------|------|--------------|-------|
| RxData | 31:0 | RO | Receive data | 0x0 |

ETH_TX_LENGTH 寄存器 (0x600)

ETH_TX_LENGTH 寄存器用于保存发送的数据量。ETH_TX_LENGTH 寄存器定义如表 7-4 所示。

表 7-4 ETH_TX_LENGTH Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|-----------|-------|------|----------------------|-------|
| - | 15:11 | - | Reserved | - |
| TxDataLen | 10:0 | R/W | Transmit data length | 0x0 |

ETH_TX_EN 寄存器 (0x604)

ETH_TX_EN 寄存器用于开启发送功能。ETH_TX_EN 寄存器定义如表 7-5 所示。

表 7-5 ETH_TX_EN Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|------|------|------|--|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| TxEn | 0 | R/W | Transmit enable 0: Disable 1: Enable | 0x0 |

ETH_TX_FAIL 寄存器 (0x608)

ETH_TX_FAIL 寄存器用于返回发送异常状态。ETH_TX_FAIL 寄存器定义如表 7-6 所示。

表 7-6 ETH_TX_FAIL Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|--------|------|------|---------------------------|-------|
| - | 15:3 | - | Reserved | - |
| TxLate | 2 | R/W | Transmit late status | 0x0 |
| TxEx | 1 | R/W | Transmit excessive status | 0x0 |
| TxFail | 0 | R/W | Transmit failed status | 0x0 |

ETH_TX_IS 寄存器 (0x60C)

ETH_TX_IS 寄存器用于返回发送中断状态。ETH_TX_IS 寄存器定义如表 7-7 所示。

表 7-7 ETH_TX_IS Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|-------|------|------|---------------------------|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| TxInt | 0 | RO | Transmit interrupt status | 0x0 |

ETH_TX_IC 寄存器 (0x610)

ETH_TX_IC 寄存器用于清除发送中断。ETH_TX_IC 寄存器定义如表 7-8 所示。

表 7-8 ETH_TX_IC Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|----------|------|------|--------------------------|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| TxIntClr | 0 | WO | Transmit interrupt clear | 0x0 |

ETH_TX_IE 寄存器 (0x614)

ETH_TX_IE 寄存器用于开启发送中断。ETH_TX_IE 寄存器定义如表 7-9 所示。

表 7-9 ETH_TX_IE Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|---------|------|------|--|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| TxIntEn | 0 | R/W | Transmit interrupt enable 0: Disable 1: Enable | 0x0 |

ETH_RX_LENGTH 寄存器 (0x680)

ETH_RX_LENGTH 寄存器用于保存接收的数据量。
ETH_RX_LENGTH 寄存器定义如表 7-10 所示。

表 7-10 ETH_RX_LENGTH Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|-----------|------|------|---------------------|-------|
| RxDataLen | 15:0 | RO | Receive data length | 0x0 |

ETH_RX_IS 寄存器 (0x684)

ETH_RX_IS 寄存器用于返回接收中断状态。ETH_RX_IS 寄存器定义如表 7-11 所示。

表 7-11 ETH_RX_IS Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|-------|------|------|--------------------------|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| RxInt | 0 | RO | Receive interrupt status | 0x0 |

ETH_RX_IE 寄存器 (0x688)

ETH_RX_IE 寄存器用于开启接收中断。ETH_RX_IE 寄存器定义如表 7-12 所示。

表 7-12 ETH_RX_IE Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|---------|------|------|---|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| RxIntEn | 0 | R/W | Receive interrupt enable 0: Disable 1: Enable | 0x0 |

ETH_RX_IC 寄存器 (0x68C)

ETH_RX_IC 寄存器用于清除接收中断。ETH_RX_IC 寄存器定义如表 7-13 所示。

表 7-13 ETH_RX_IC Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|----------|------|------|-------------------------|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| RxIntClr | 0 | WO | Receive interrupt clear | 0x0 |

MIIM_OP_MODE 寄存器 (0x700)

MIIM_OP_MODE 寄存器用于管理接口操作模式。MIIM_OP_MODE 寄存器定义如表 7-14 所示。

表 7-14 MIIM_OP_MODE Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|--------|------|------|-------------------------------------|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| OpMode | 0 | R/W | Management interface operation mode | 0x0 |

MIIM_PHY_ADDR 寄存器 (0x704)

MIIM_PHY_ADDR 寄存器用于管理接口物理地址。MIIM_PHY_ADDR 寄存器定义如表 7-15 所示。

表 7-15 MIIM_PHY_ADDR Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|---------|------|------|---------------------------------------|-------|
| - | 15:5 | - | Reserved | - |
| PhyAddr | 4:0 | R/W | Management interface physical address | 0x0 |

MIIM_REG_ADDR 寄存器 (0x708)

MIIM_REG_ADDR 寄存器用于管理接口寄存器地址。MIIM_REG_ADDR 寄存器定义如表 7-16 所示。

表 7-16 MIIM_REG_ADDR Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|---------|------|------|---------------------------------------|-------|
| - | 15:5 | - | Reserved | - |
| RegAddr | 4:0 | R/W | Management interface register address | 0x0 |

MIIM_WR_DATA 寄存器 (0x70C)

MIIM_WR_DATA 寄存器用于管理接口写数据。MIIM_WR_DATA 寄存器定义如表 7-17 所示。

表 7-17 MIIM_WR_DATA Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|--------|------|------|---------------------------------|-------|
| WrData | 15:0 | R/W | Management interface write data | 0x0 |

MIIM_RD_DATA 寄存器 (0x710)

MIIM_RD_DATA 寄存器用于管理接口读数据。MIIM_RD_DATA 寄存器定义如表 7-18 所示。

表 7-18 MIIM_RD_DATA Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|--------|------|------|--------------------------------|-------|
| RdData | 15:0 | RO | Management interface read data | 0x0 |

MIIM_IS 寄存器 (0x714)

MIIM_IS 寄存器用于管理接口获取中断状态。MIIM_IS 寄存器定义如表 7-19 所示。

表 7-19 MIIM_IS Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|---------|------|------|---|-------|
| - | 15:2 | - | Reserved | - |
| OpEnd | 1 | RO | Management interface operation end status | 0x0 |
| RdValid | 0 | RO | Management interface read data valid status | 0x0 |

MIIM_IE 寄存器 (0x718)

MIIM_IE 寄存器用于管理接口开启中断。MIIM_IE 寄存器定义如表 7-20 所示。

表 7-20 MIIM_IE Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|-----------|------|------|---|-------|
| - | 15:2 | - | Reserved | - |
| OpEndEn | 1 | R/W | Management interface operation end enable | 0x0 |
| RdValidEn | 0 | R/W | Management interface read data valid enable | 0x0 |

MIIM_IC 寄存器 (0x71C)

MIIM_IC 寄存器用于管理接口清除中断。MIIM_IC 寄存器定义如表 7-21 所示。

表 7-21 MIIM_IC Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|------------|------|------|--|-------|
| - | 15:2 | - | Reserved | - |
| OpEndClr | 1 | WO | Management interface operation end clear | 0x0 |
| RdValidClr | 0 | WO | Management interface read data valid clear | 0x0 |

MIIM_OP_EN 寄存器 (0x720)

MIIM_OP_EN 寄存器用于管理接口开启操作。MIIM_OP_EN 寄存器定义如表 7-22 所示。

表 7-22 MIIM_OP_EN Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|------|------|------|---------------------------------------|-------|
| - | 15:1 | - | Reserved | - |
| OpEn | 0 | R/W | Management interface operation enable | 0x0 |

ETH_MODE 寄存器 (0x724)

ETH_MODE 寄存器用于设置工作模式，包括双工模式和速度。
ETH_MODE 寄存器定义如表 7-23 所示。

表 7-23 ETH_MODE Register

| Name | Bit | Type | Description | Reset |
|------|------|------|--|-------|
| - | 15:3 | - | Reserved | - |
| Mode | 2:0 | R/W | Duplex mode and speed: 000: Full duplex and 100MHz 001: Full duplex and 1000MHz 010: Full duplex and 10MHz 100: Half duplex and 100MHz 110: Half duplex and 10MHz | 0x0 |

7.3 驱动函数定义

7.3.1 驱动函数定义

Ethernet 驱动函数定义如表 7-24 所示。Ethernet 驱动函数定义位于 xmc_ethernet\demo\example\xmc_ethernet.c。

表 7-24 驱动函数定义

| 驱动函数 | 描述 |
|--------------|----------------|
| init | 初始化 Ethernet |
| eth_tx | 发送数据 |
| miim_write | 管理接口写数据 |
| miim_receive | 管理接口接收数据 |
| eth_set_mode | 设置工作模块，双工模式和速度 |

7.3.2 驱动函数描述

以下各节详细描述 Ethernet 的驱动函数定义。

init

init 函数定义如表 7-25 所示。

表 7-25 init 函数定义

| | |
|-----|--|
| 原型 | int32_t (*init)(uint8_t* rx_ptr, uint32_t* rx_data_length, uint32_t* miim_rd_ptr) |
| 描述 | 初始化 Ethernet |
| 参数 | rx_ptr: 指向接收数据缓存区的指针 rx_data_length: 指向接收数据量的指针 miim_rd_ptr: 指向管理接口读数据缓存区的指针 |
| 返回值 | 如果发生执行错误, 返回一个负值 |

eth_tx

eth_tx 函数定义如表 7-26 所示。

表 7-26 eth_tx 函数定义

| | |
|-----|--|
| 原型 | int32_t (*eth_tx)(uint8_t* tx_message, uint32_t tx_length) |
| 描述 | 发送数据 |
| 参数 | tx_message: 指向发送数据缓存区的指针 tx_length: 发送的数据量 |
| 返回值 | 如果发生执行错误, 返回一个负值 |

miim_write

miim_write 函数定义如表 7-27 所示。

表 7-27 miim_write 函数定义

| | |
|-----|--|
| 原型 | void (*miim_write)(uint8_t miim_phy_address, uint8_t miim_reg_addr, uint16_t miim_wr_data) |
| 描述 | 管理接口写数据 |
| 参数 | miim_phy_address: 管理接口物理地址 miim_reg_addr: 管理接口寄存器地址 miim_wr_data: 管理接口写的的数据 |
| 返回值 | 无 |

miim_receive

miim_receive 函数定义如表 7-28 所示。

表 7-28 miim_receive 函数定义

| | |
|-----|---|
| 原型 | void (*miim_receive)(uint8_t miim_phy_address, uint8_t miim_reg_addr) |
| 描述 | 管理接口接收数据 |
| 参数 | miim_phy_address: 管理接口物理地址 miim_reg_addr: 管理接口寄存器地址 |
| 返回值 | 无 |

eth_set_mode

eth_set_mode 函数定义如表 7-29 所示。

表 7-29 eth_set_mode 函数定义

| | |
|-----|---|
| 原型 | void (*eth_set_mode)(uint32_t eth_mode) |
| 描述 | 设置工作模块，双工模式和速度 |
| 参数 | eth_mode: 工作模式，包括 ETH_FULL_DUPLEX_100M: Full duplex and 100MHz ETH_FULL_DUPLEX_1000M: Full duplex and 1000MHz ETH_FULL_DUPLEX_10M: Full duplex and 10MHz ETH_HALF_DUPLEX_100M: Half duplex and 100MHz ETH_HALF_DUPLEX_10M: Half duplex and 10MHz |
| 返回值 | 无 |

7.4 参考设计

通过点击此链接 [Gowin EMPU\(GW5AS-25\) V1.1.zip](#) 获取如下参考设计：

...\sdk\gowin\ref_design\FPGA_RefDesign\xmc_ethernet

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\MDK_RefDesign\xmc_ethernet

...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\xmc_ethernet

8 XMC 接口设计

8.1 功能描述

XMC 是一个将 AHB 传输信号与外部存储器信号相互转换的外设，支持的外部存储器有静态随机存储器 SRAM、NOR Flash、PSRAM、NAND Flash、PC 卡和同步动态随机存储器 SDRAM，另外 XMC 接口还可以用于 LCD 屏。

8.2 功能框图

XMC 接口分为 4 个类型，每个类型驱动不同的存储器，对应使用的引脚部分相同，部分不同，如图 8-1 所示。

| 名称 | 位宽 | I/O | 描述 |
|-------|--------|-------|---------------|
| XMC_D | [15:0] | inout | 数据总线/地址数据复用总线 |

8.4 参考手册

请参阅表 2-3 的数据手册和应用笔记“XMC”。

8.5 参考设计

Gowin_EMPU(GW5AS-25)提供同步复用与异步复用的 XMC 接口参考设计。

8.5.1 同步复用

通过点击此链接 [Gowin_EMPU\(GW5AS-25\) V1.1.zip](#) 获取如下参考设计：

```
...\sdk\gowin\ref_design\FPGA_RefDesign\xmc_sync  
...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\MDK_RefDesign\xmc_sync  
...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\xmc_sync  
程序运行结果如下所示。
```

```
Cortex-M4:AT32F435  
Synchronous PSRAM mode of XMC interface.  
rxbuffer[0] is 1224  
rxbuffer[1] is 1234  
rxbuffer[2] is 1244  
rxbuffer[3] is 1254  
rxbuffer[4] is 1264  
rxbuffer[5] is 1274  
rxbuffer[6] is 1284  
rxbuffer[7] is 1294  
data is right
```

8.5.2 异步复用

通过点击此链接 [Gowin EMPU\(GW5AS-25\) V1.1.zip](#) 获取如下参考设计:

```
...\sdk\gowin\ref_design\FPGA_RefDesign\xmc_async
```

```
...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\MDK_RefDesign\xmc_async
```

```
...\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\GMD_RefDesign\xmc_async
```

程序运行结果如下所示。

```
Cortex-M4:AT32F435
Asynchronous PSRAM mode of XMC interface.
rxbuffer[0] is 1224
rxbuffer[1] is 1234
rxbuffer[2] is 1244
rxbuffer[3] is 1254
rxbuffer[4] is 1264
rxbuffer[5] is 1274
rxbuffer[6] is 1284
rxbuffer[7] is 1294
data is right
```

