



Gowin_EMPU(GW5AS-25)快速开发 用户手册

MUG1186-1.2, 2024-09-05

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。

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.....	70
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，

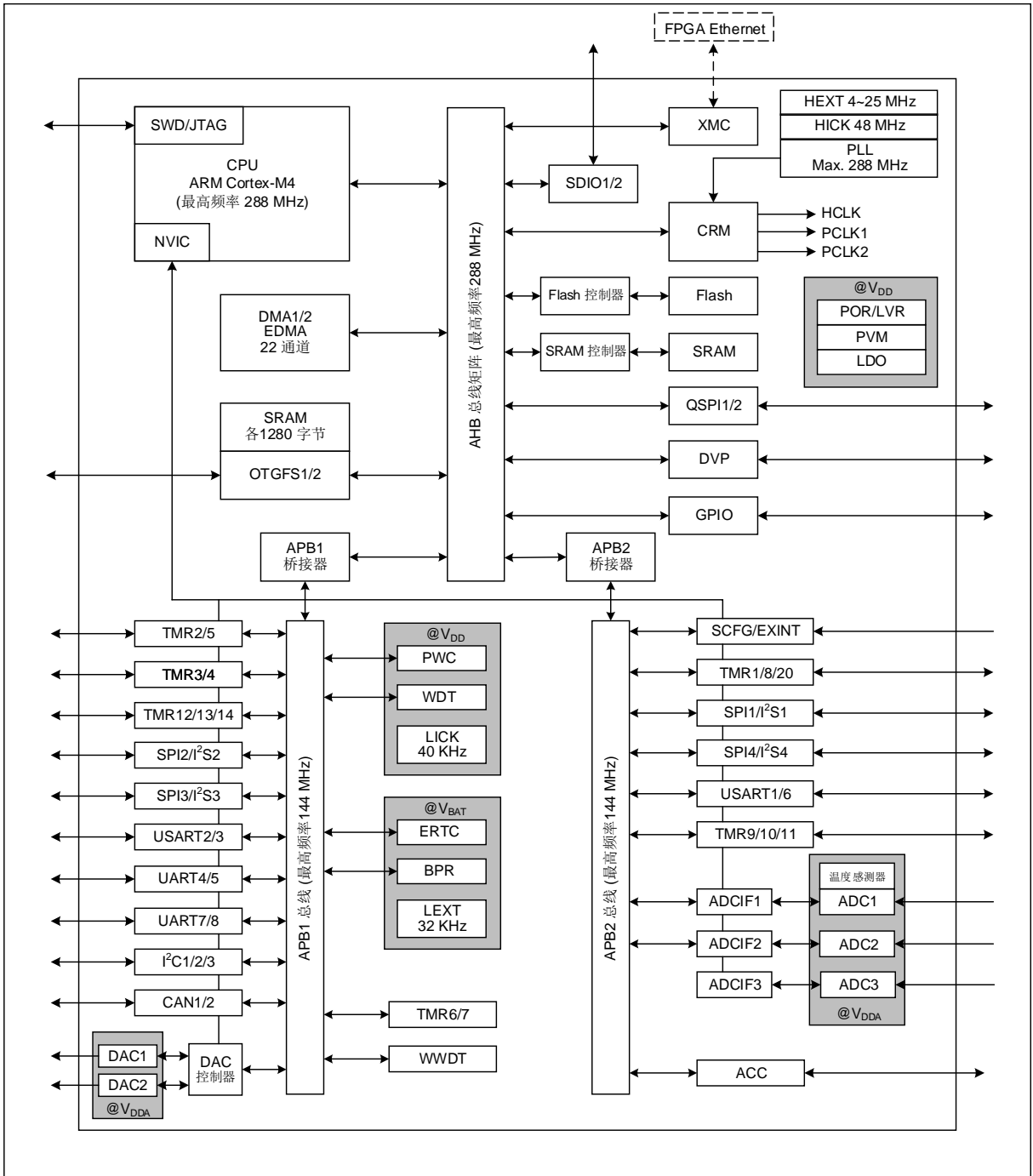
带校准功能

- 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\FIash\AN0014_AT32 系列 flash_application_note_ZH_V2.0.2.pdf ...\\sdk\artery\lap_note\FIash\AN0014_FLASH_Application_Note_V2.0.2.zip ...\\sdk\artery\lap_note\FIash\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_MCU

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\\ZW\\AN0029_Memory_read_and_write_while_CPU_executing_On_AT32_MCU_ZH_V2.0.0.pdf ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZW\\AN0029_Memory_read_and_write_while_CPU_executing_On_AT32_MCU_V2.0.0.zip ...\\sdk\\artery\\lap_note\\ZW\\AN0029_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

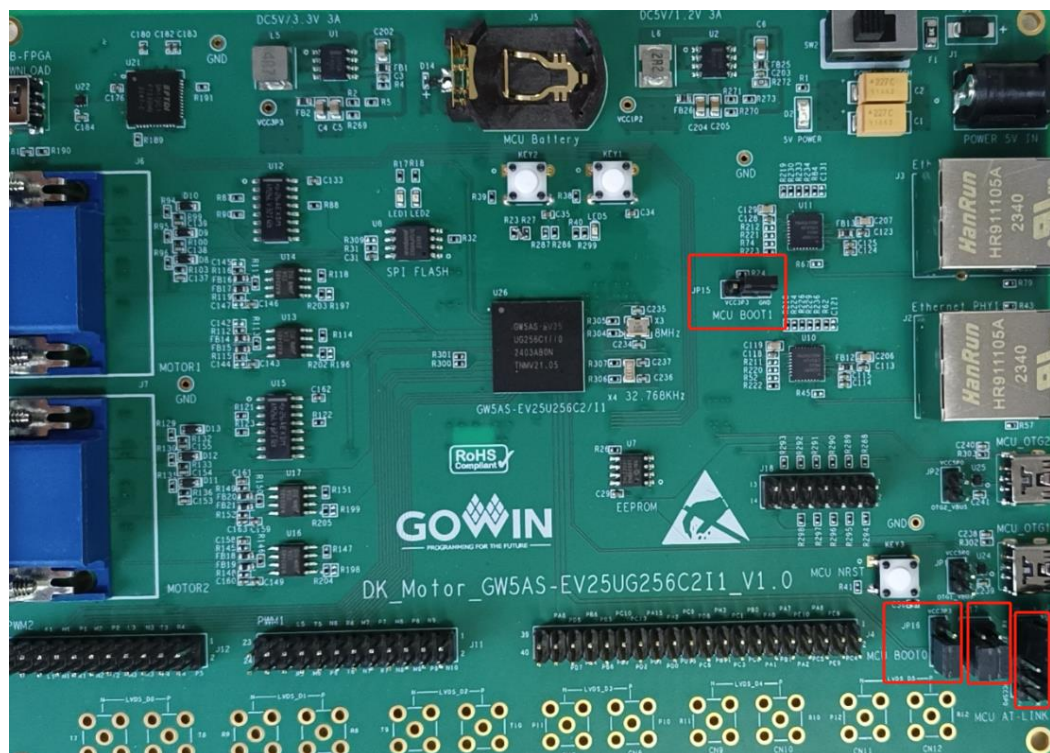
常见问题	SDK/下载位置
FAQ0008	...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0008_Keil_IAR 项目内 Jlink 无法找到 IC 问题_V2.0.1.pdf ...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0008_J-Link_cannot_find_IC_EN_V2.0.1.pdf https://www.arterytek.com/file/download/134 https://www.arterytek.com/file/download/135
FAQ0009	...\\sdk\\artery\\faq\\FAQ0009_J-Link 下载代码异常说明_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

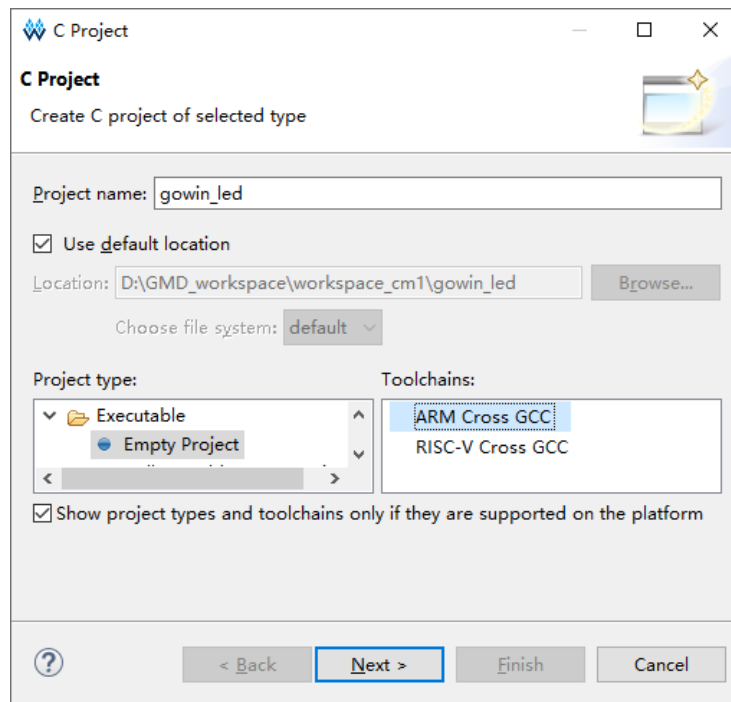
创建工程

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”。

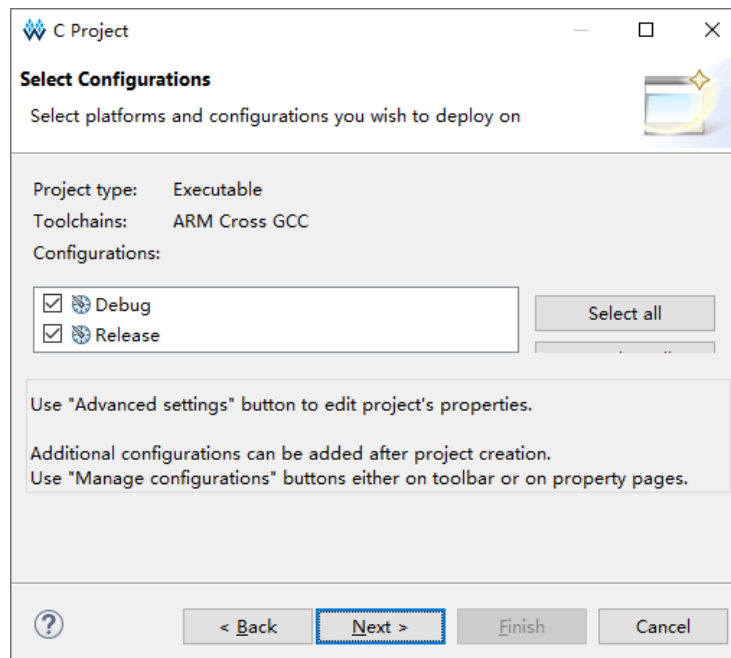
图 4-1 创建工程



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

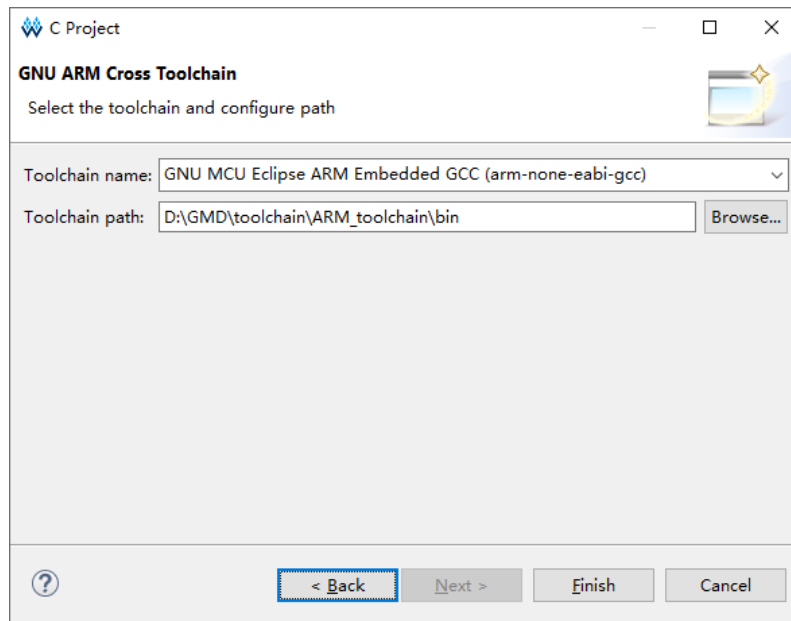


选择编译工具链和路径

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** 视图中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** 视图中选定当前工程，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

在 **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

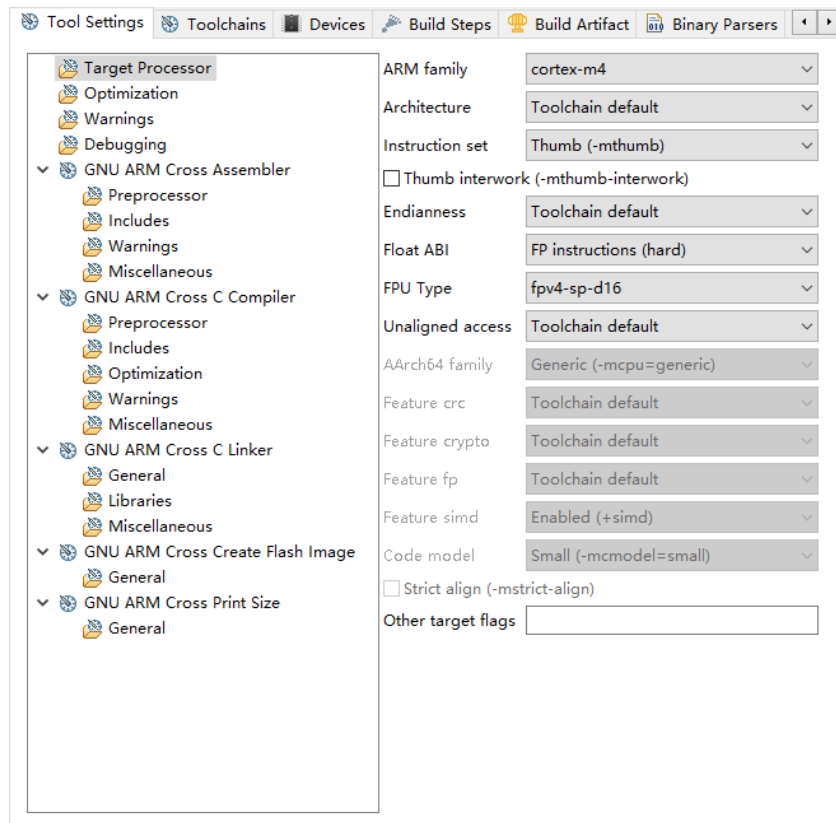
配置 Target Processor

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



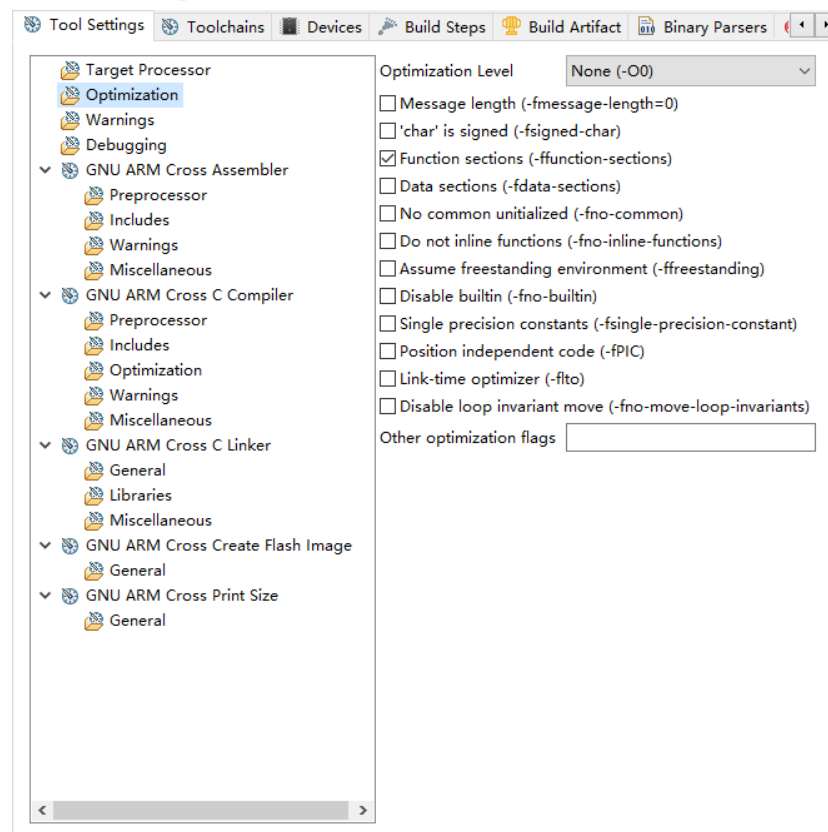
配置 Optimization

配置 “Optimization” 选项如图 4-5 所示。

例如：

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

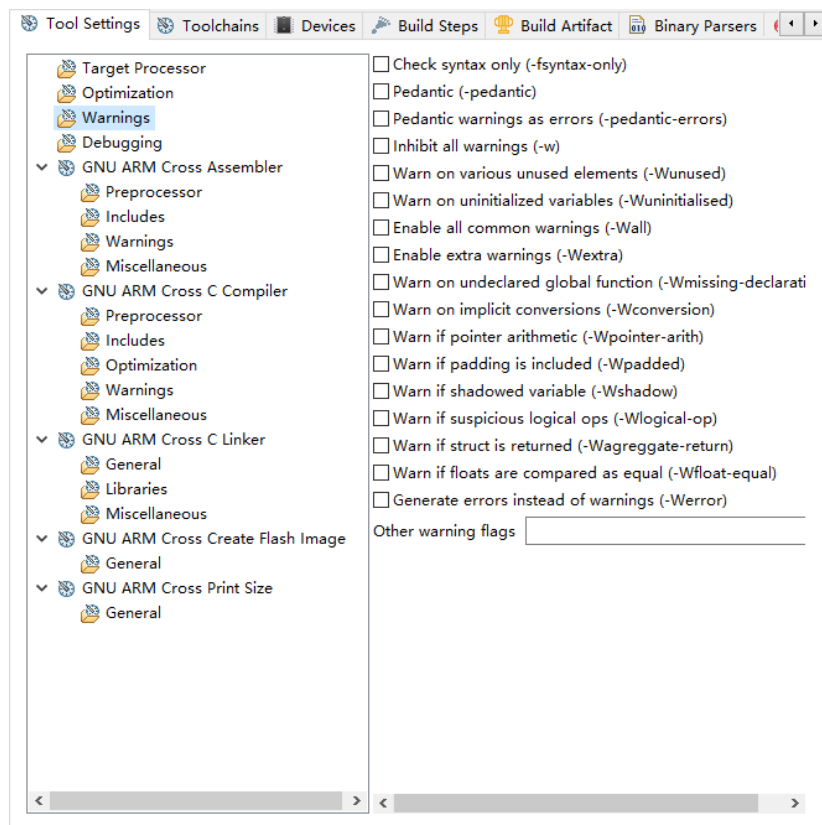
图 4-5 配置 Optimization



配置 Warnings

配置“Warnings”选项如图 4-6 所示。

图 4-6 配置 Warnings



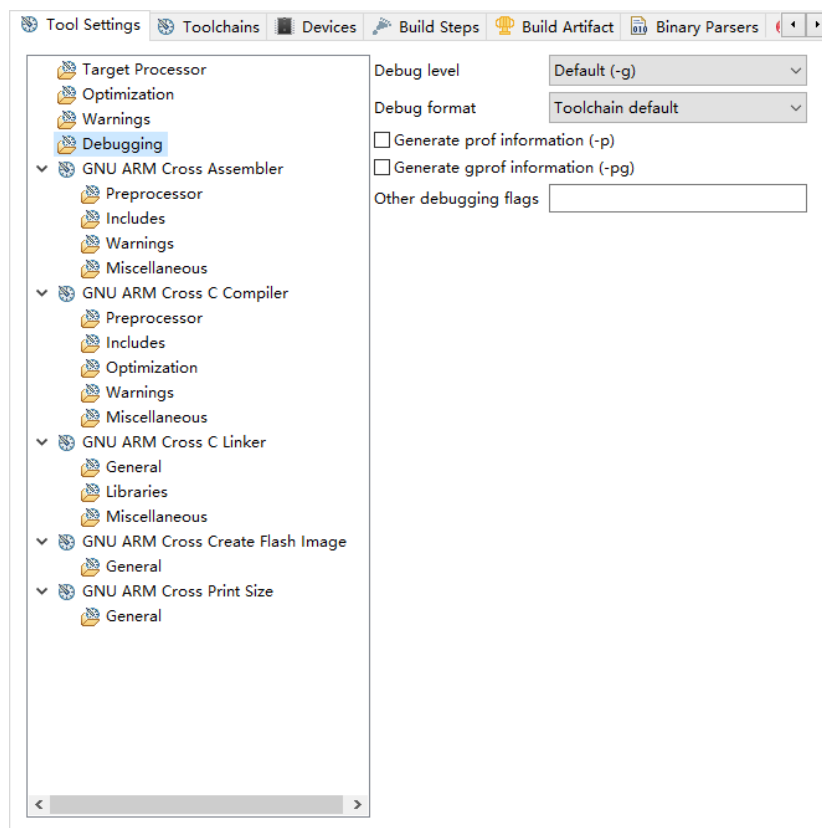
配置 Debugging

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。

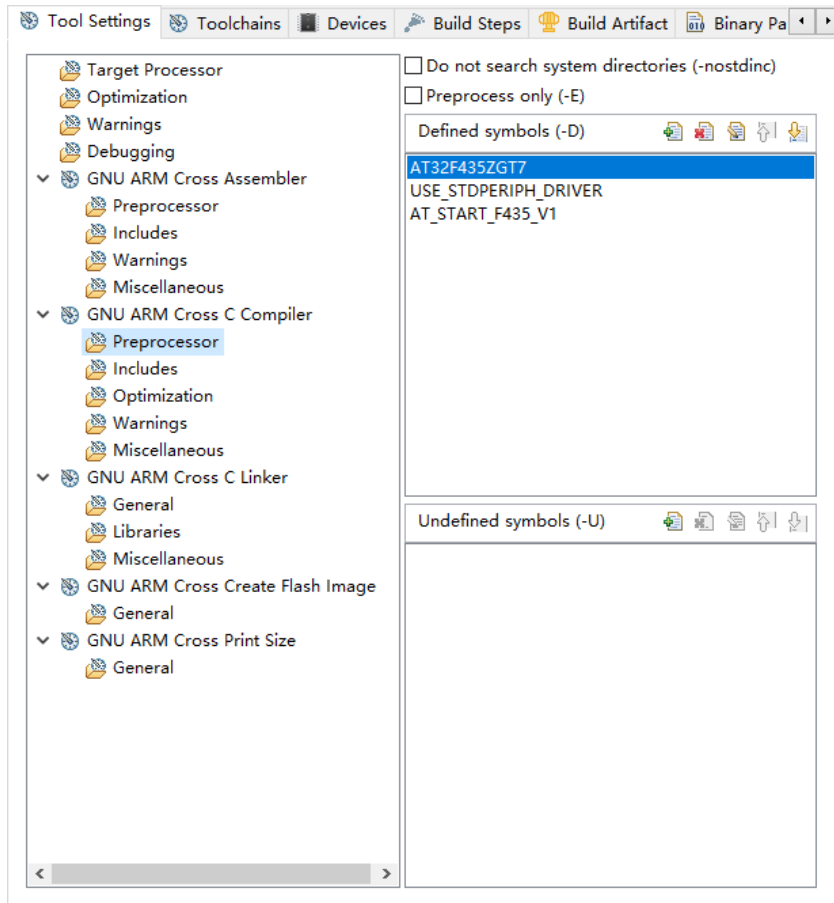
例如：

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：

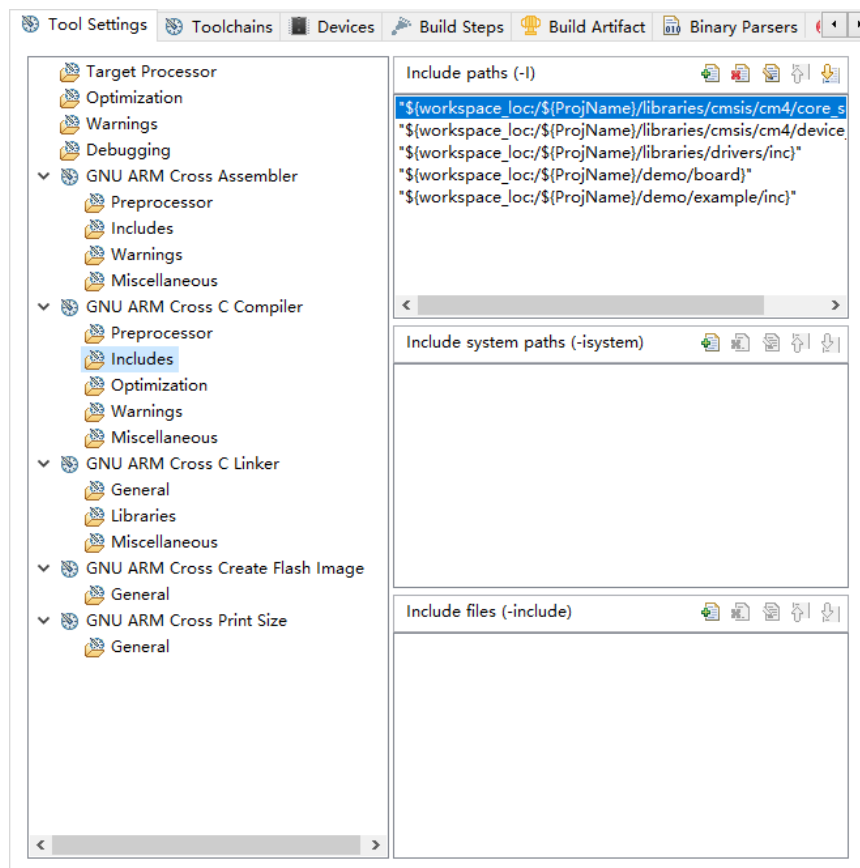
```

“${workapce_loc}/${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”

```

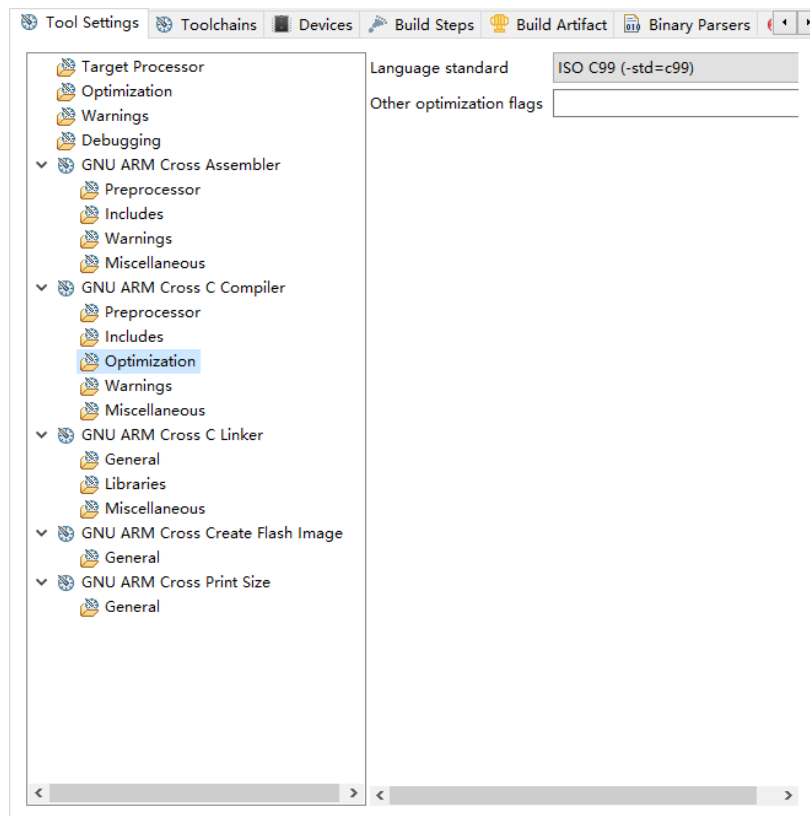
图 4-9 配置 GNU ARM Cross C Compiler > Includes



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

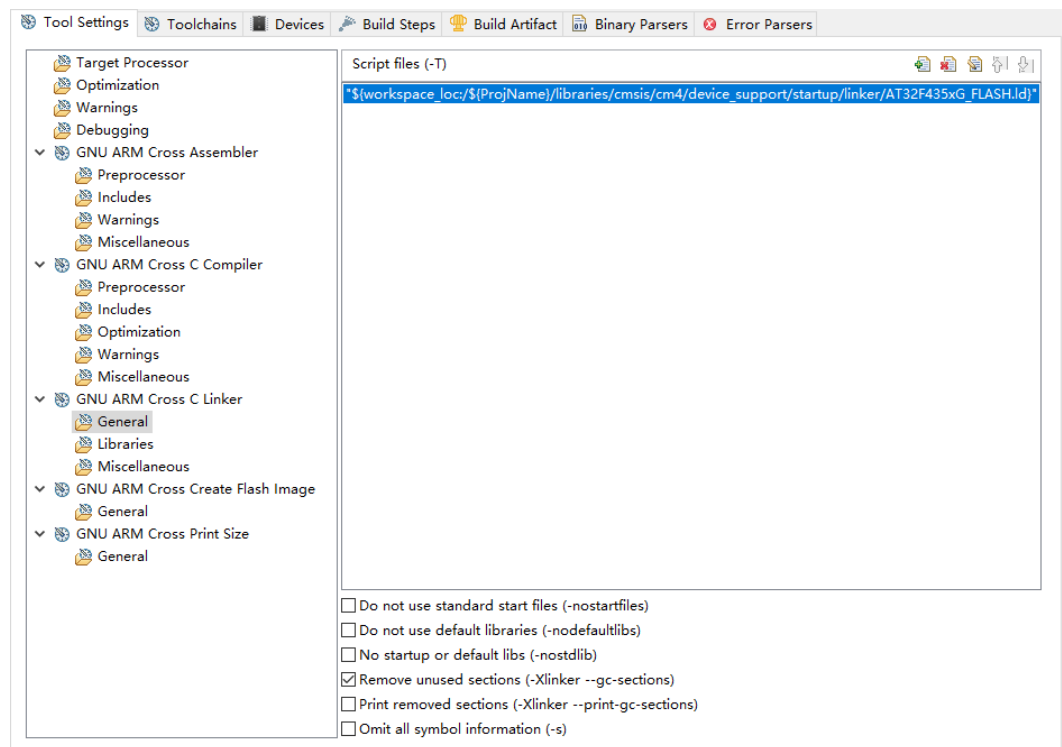
配置 GNU ARM Cross C Linker

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/ink/AT32F435xG_FLASH.Id”
```


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

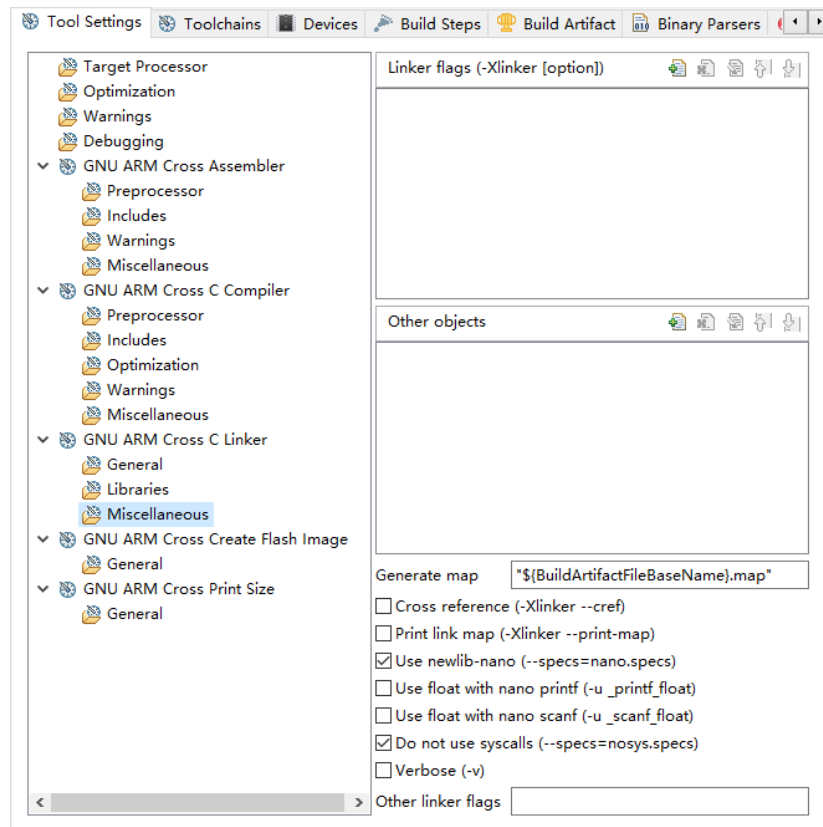


配置“GNU ARM Cross C Linker > Miscellaneous”选项如图 4-12 所示。

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



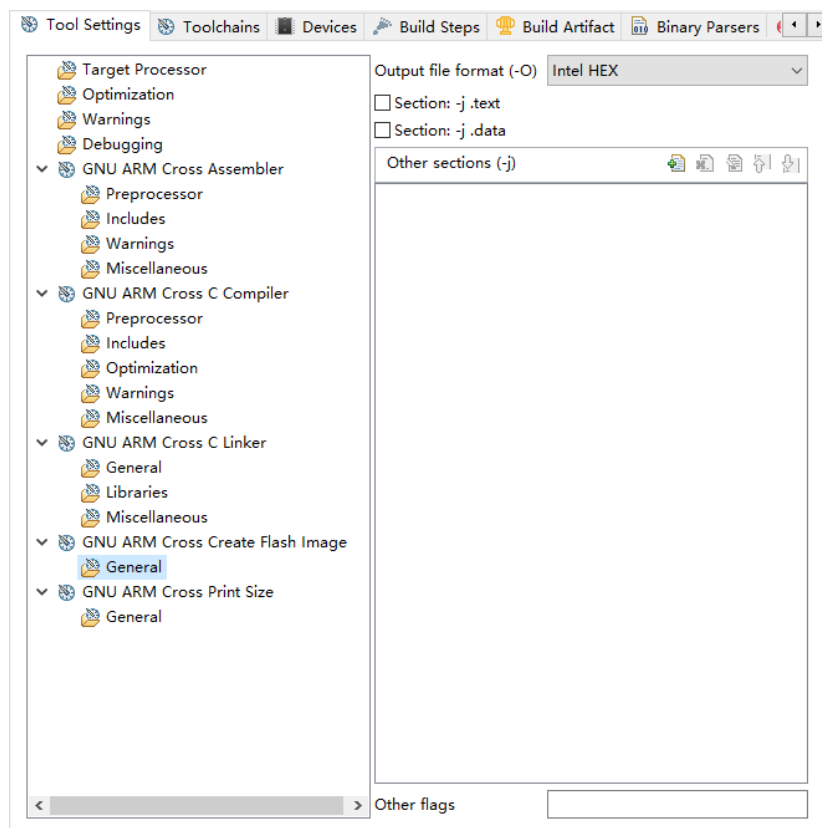
配置 GNU ARM Cross Create Flash Image

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



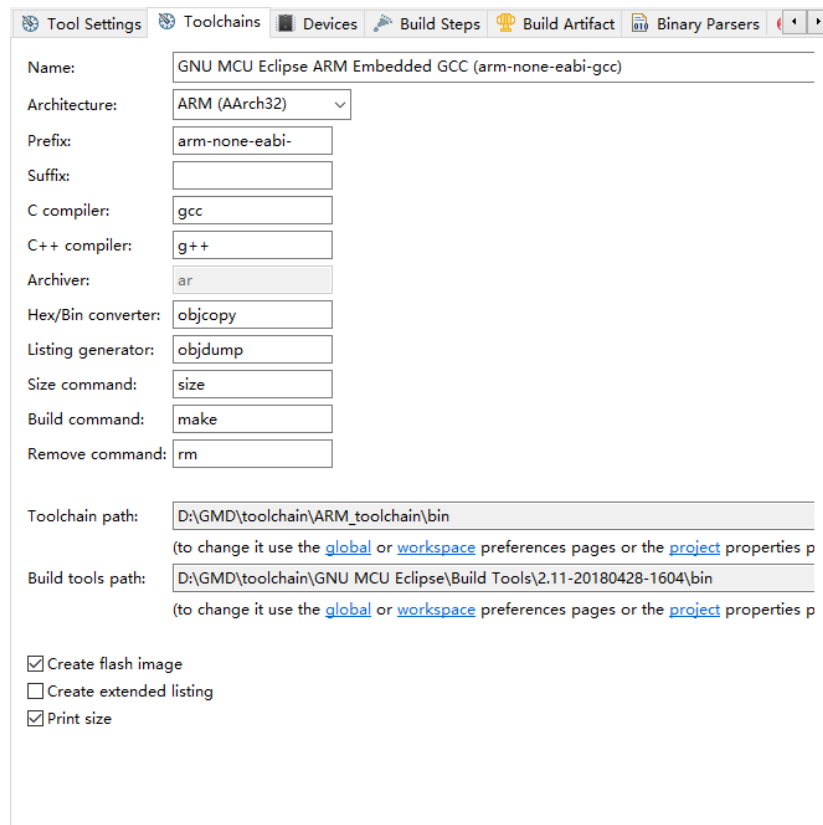
配置 Toolchains

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



The screenshot shows the 'Toolchains' configuration window in Eclipse. The 'Name' field is set to 'GNU MCU Eclipse ARM Embedded GCC (arm-none-eabi-gcc)'. The 'Architecture' is set to 'ARM (AArch32)'. The 'Prefix' is 'arm-none-eabi-'. The 'C compiler' is 'gcc', 'C++ compiler' is 'g++', 'Archiver' is 'ar', 'Hex/Bin converter' is 'objcopy', 'Listing generator' is 'objdump', 'Size command' is 'size', 'Build command' is 'make', and 'Remove command' is 'rm'. The 'Toolchain path' is 'D:\GMD\toolchain\ARM_toolchain\bin' and the 'Build tools path' is 'D:\GMD\toolchain\GNU MCU Eclipse\Build Tools\2.11-20180428-1604\bin'. The 'Create flash image' and 'Print size' checkboxes are checked, while 'Create extended listing' is unchecked.

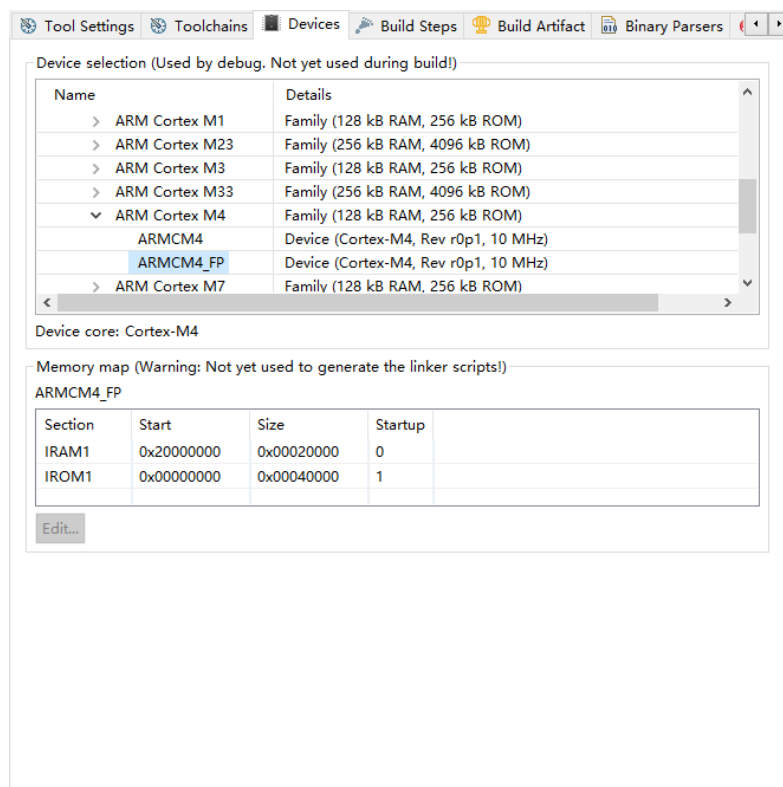
配置 Devices

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



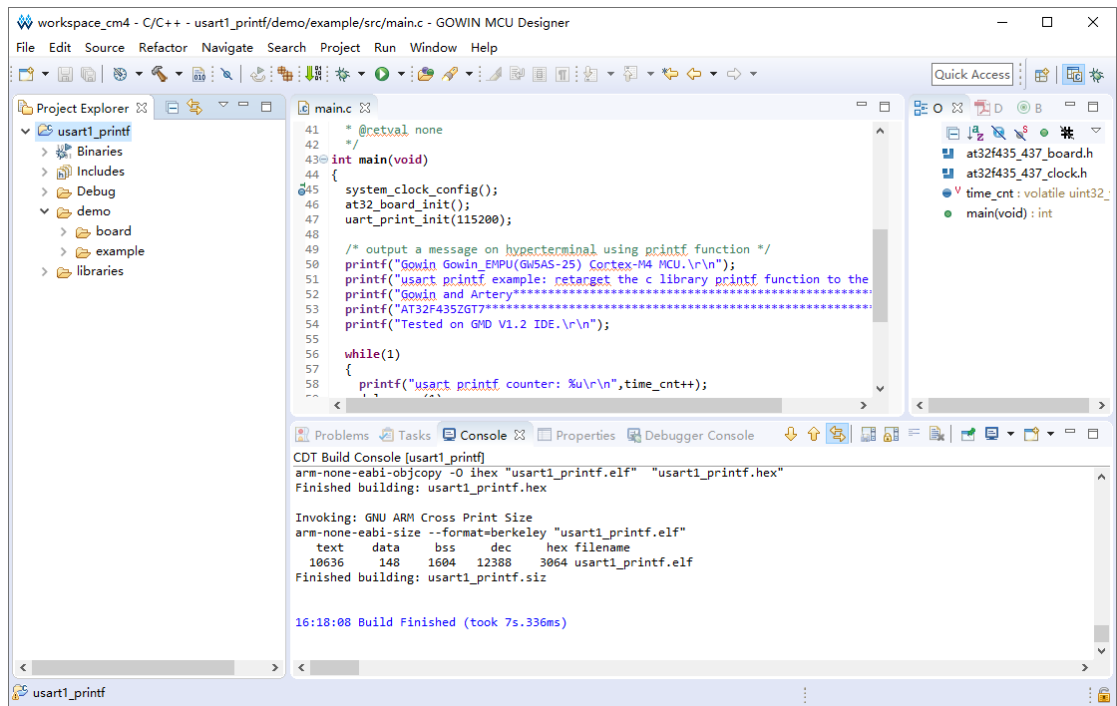
完成软件工程选项配置和代码编写后，编译当前软件工程，单击工具栏 Build “” 或 Build All “”，或菜单栏 “Project > Build Project” 或 “Project > Build All” 编译产生软件编程设计 HEX 文件，如图 4-16 所示。

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。

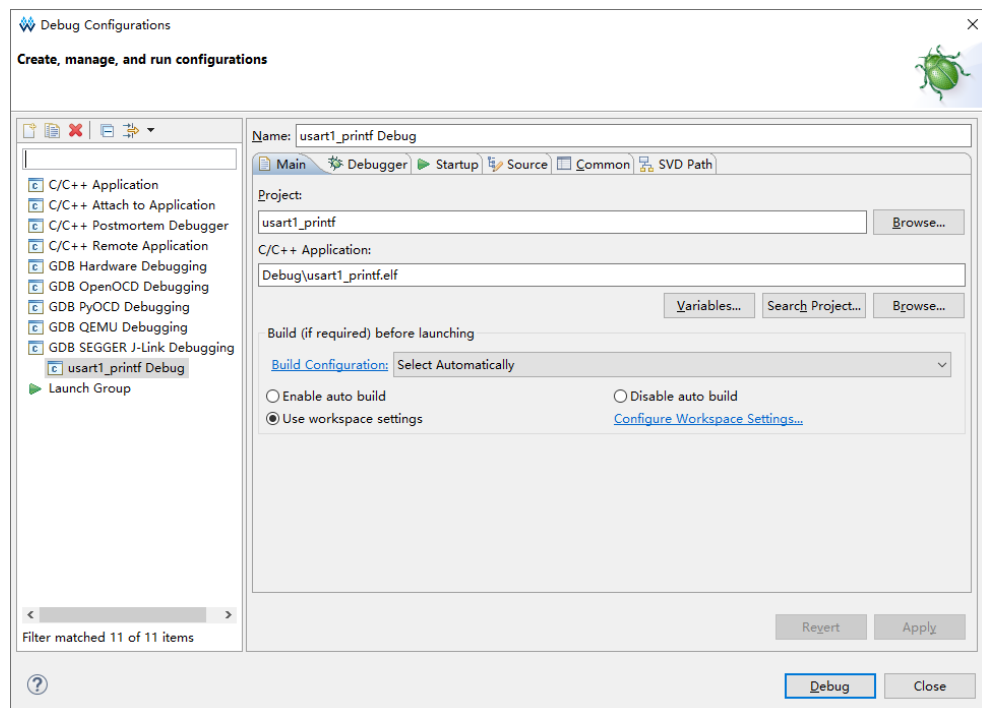
单步调试流程包括：

- 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。

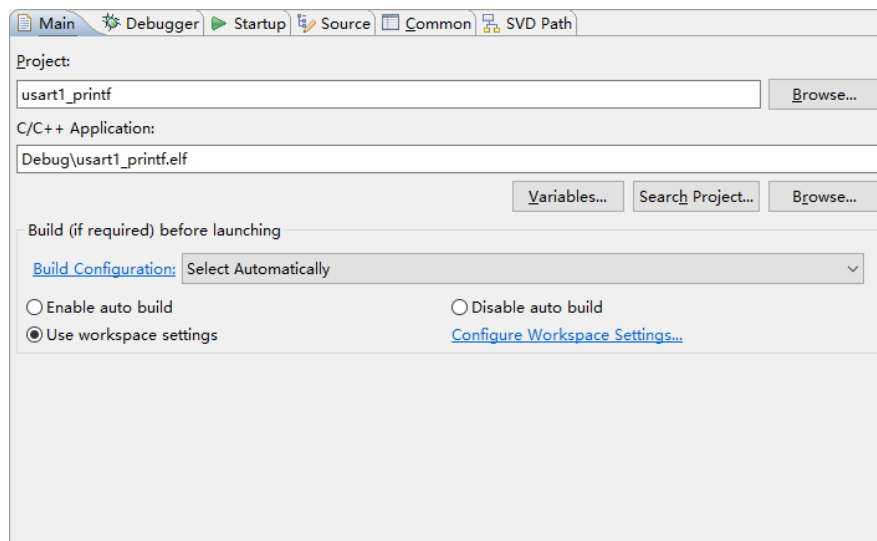
图 4-19 建立单步调试选项



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



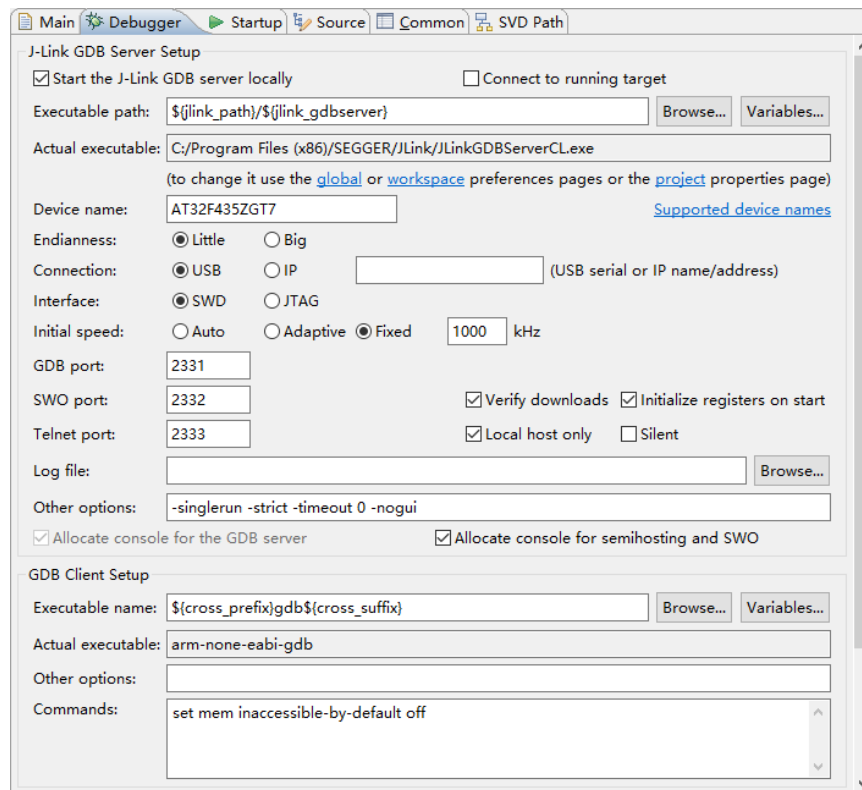
2. 配置 Debugger 选项

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



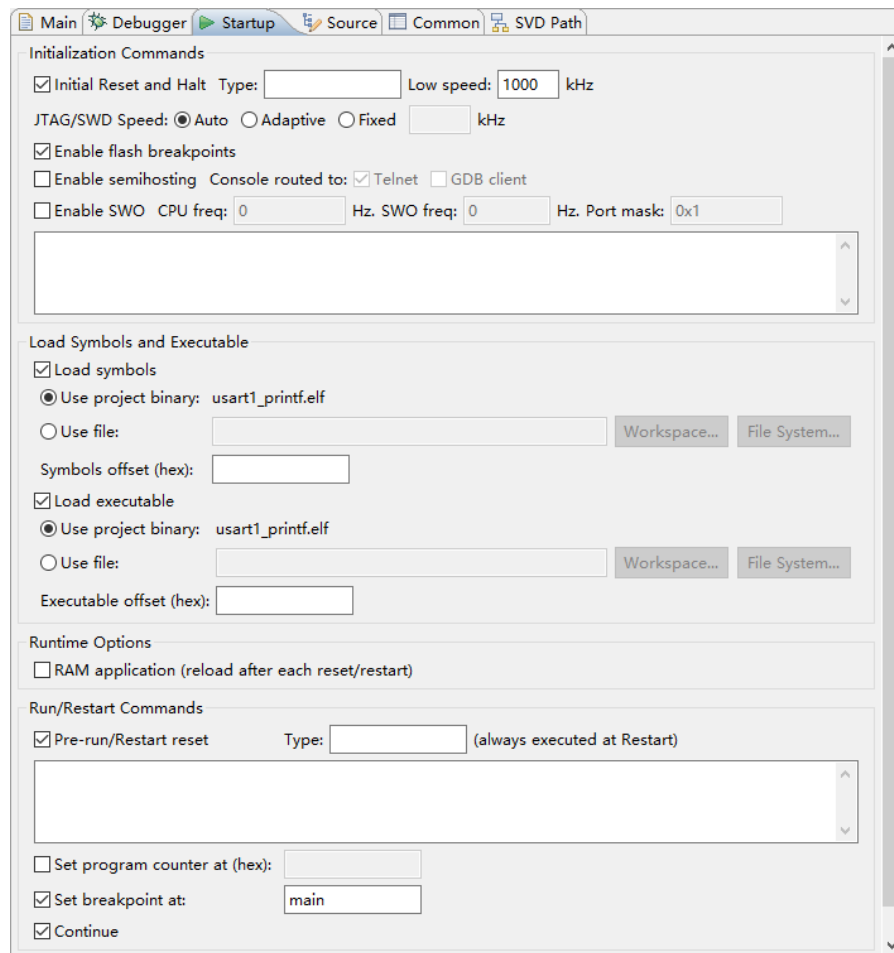
3. 配置 Startup 选项

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


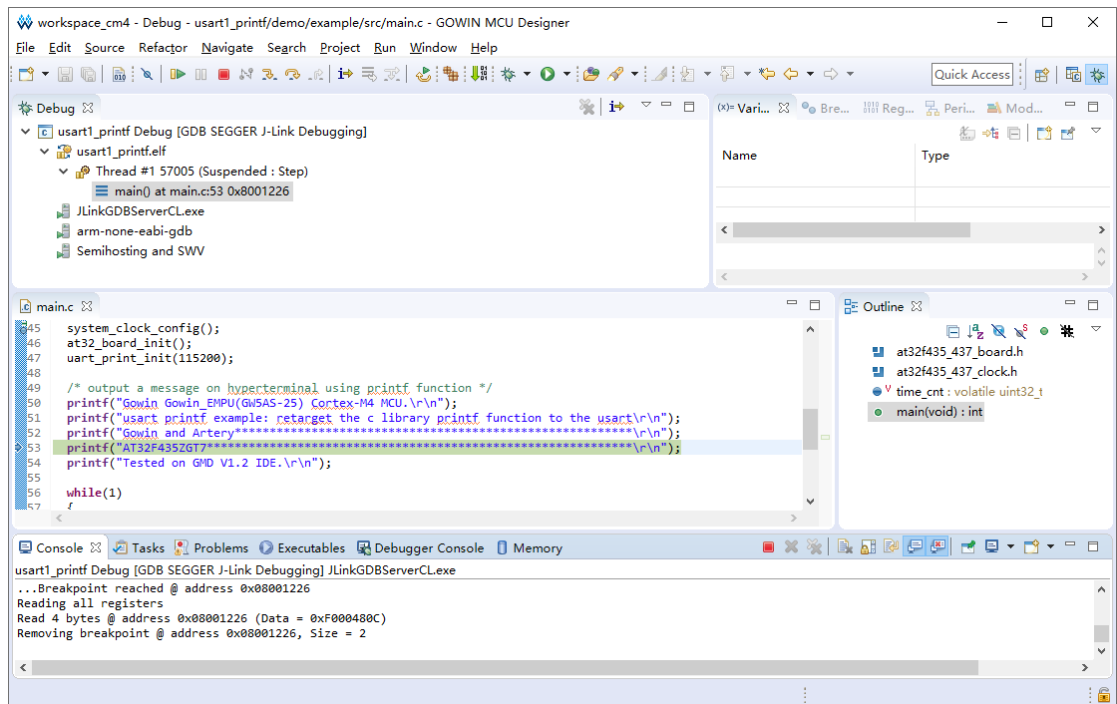
单击工具栏 Debug “”，选择当前软件工程的 Debug 配置，单击进入单步调试状态，执行断点设置、单步调试、复位和运行等操作，如图 4-23 所示。

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

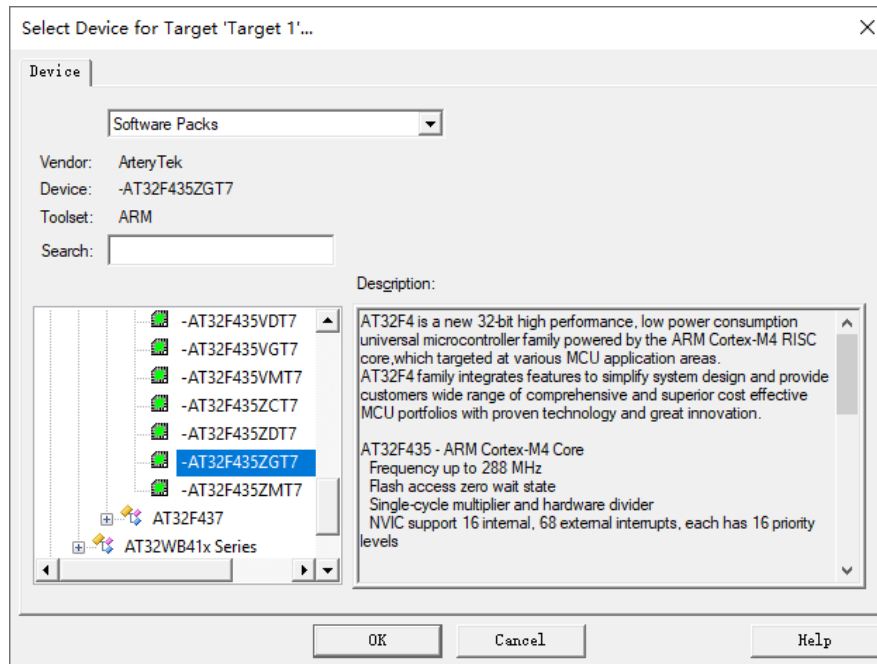
包：...\sdk\ltery\pack\Keil5_AT32MCU_AddOn_V2.3.3_EN.zip，解压提取文件 ArteryTek.AT32F435_437_DFP.2.1.9.pack，双击安装即可。

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

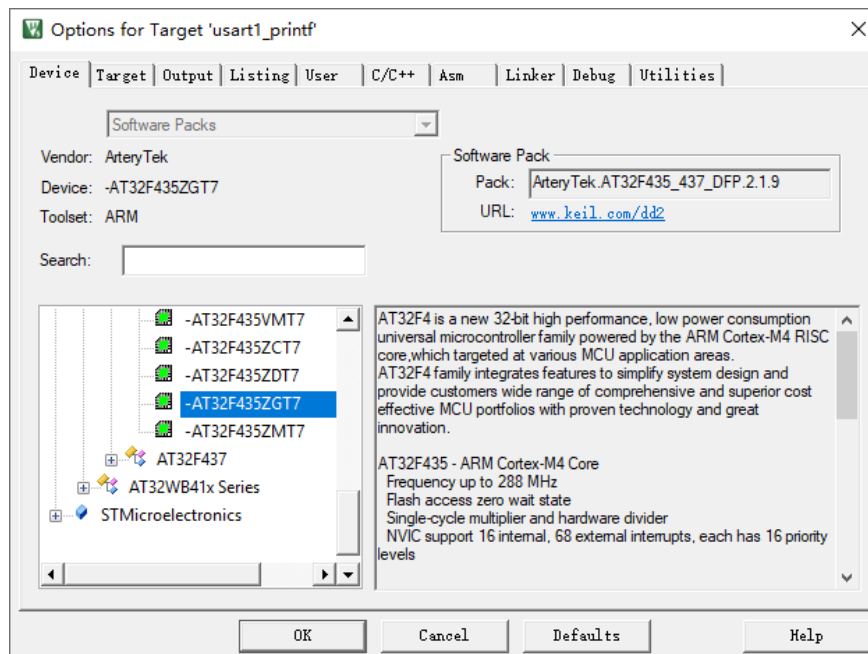


5.2.2 配置选项

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：

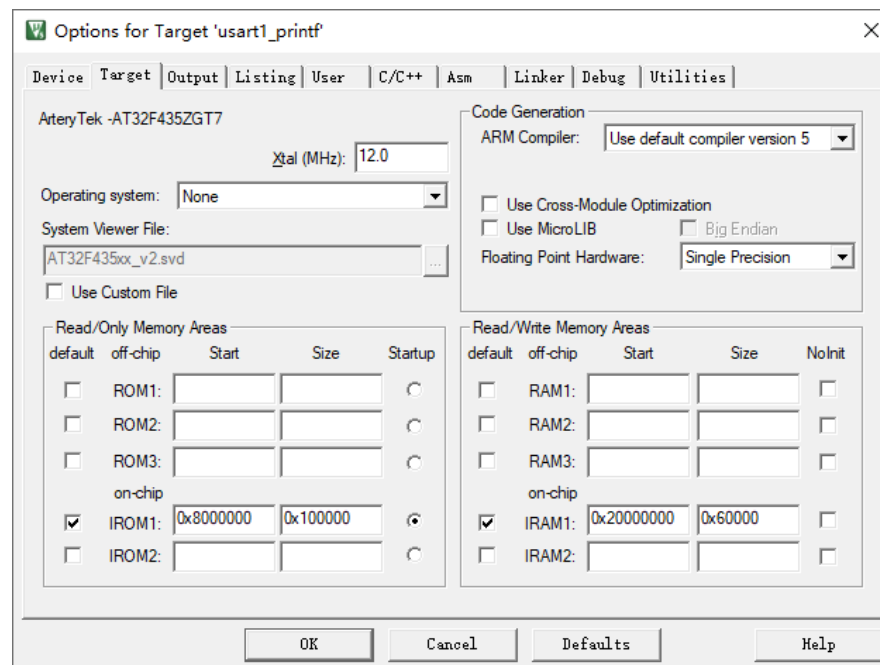
IROM1：

- 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。

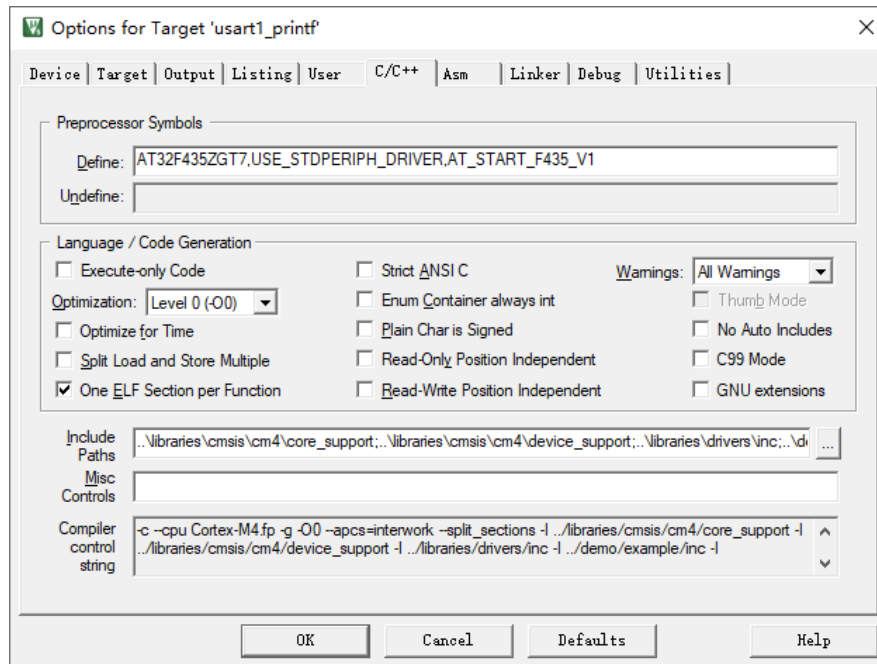
例如：

AT32F435

USE_STDPERIPH_DRIVER

AT_START_F435_V1

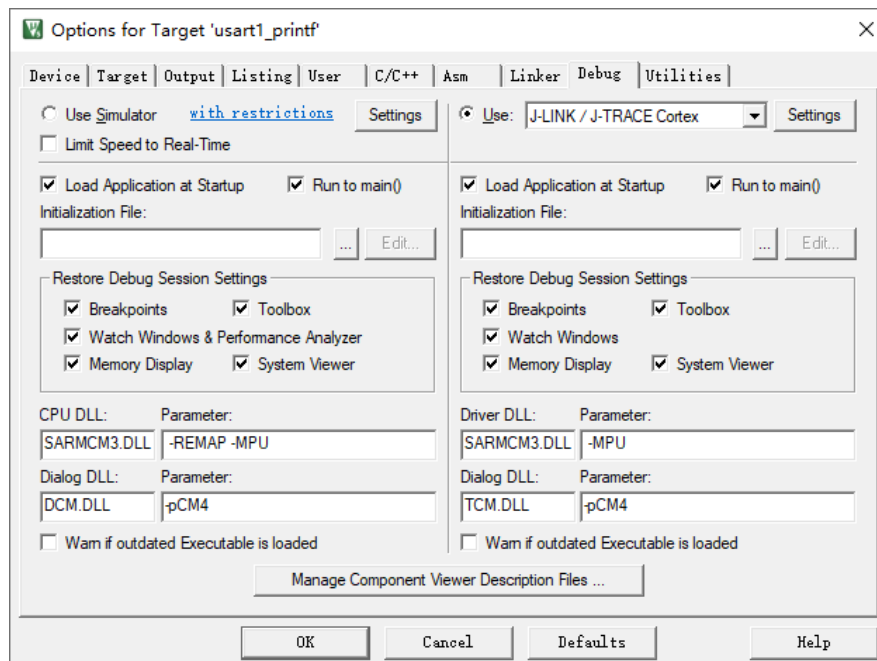
图 5-4 配置 C/C++



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

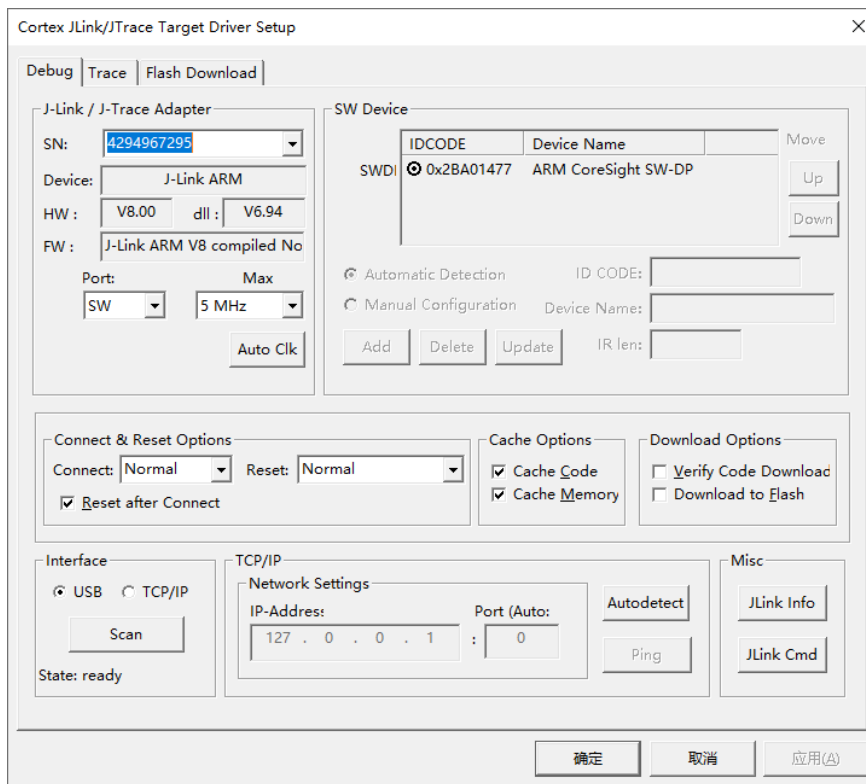


参照表 3-2 的方式连接 J-Link 仿真器后，单击“Settings”，配置 J-Link/J-Trace Target Driver，如图 5-6 所示。

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：

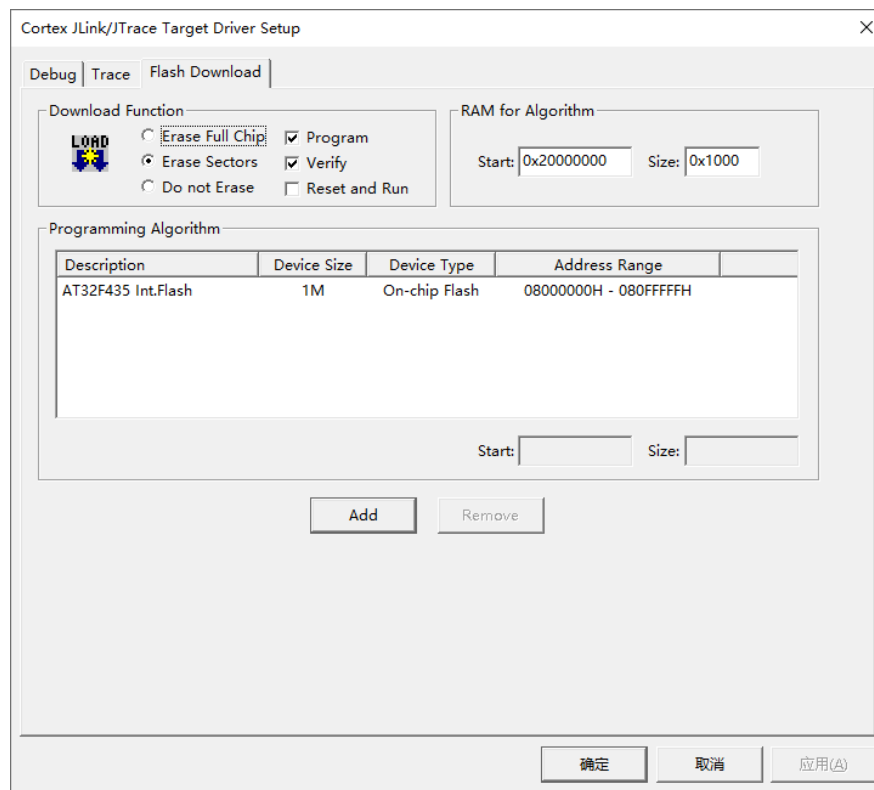
下载功能：

- Erase Sectors
- Program
- Verify



Flash 编程算法：

- 1M


图 5-7 配置 Flash



5.2.3 编译

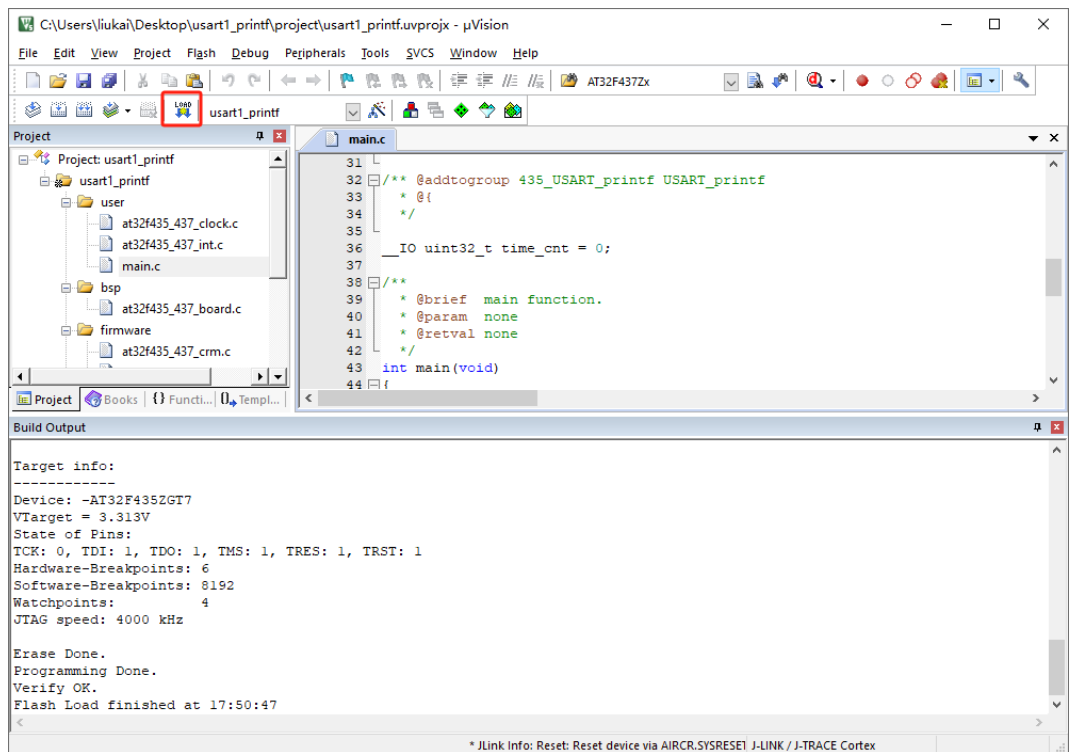
完成软件工程选项配置和代码编写后，单击“Build”（）或“Rebuild”（），编译当前软件工程。

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。


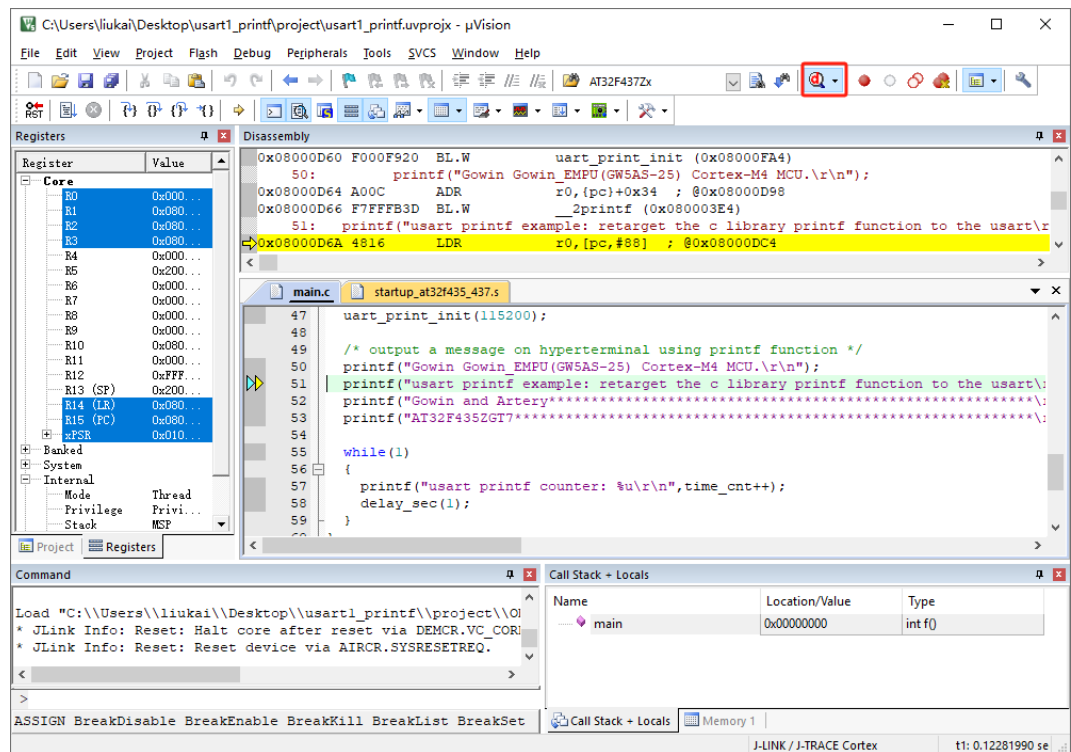
直接单击“Start/Stop Debug Session”（），进入单步调试，如图 5-9 所示。

图 5-9 单步调试



5.3 参考设计

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_printf

...\\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_async

...\\sdk\gowin\ref_design\MCU_RefDesign\MDK_RefDesign\xmc_sync

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

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	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	QSPI2_SCK / SPI4_MOSI / I2S4_SD / USART6_CTS / EMAC_MII_TXD0 / EMAC_RMII_TXD0 / XMC_A24
XMC_A[25]	P2-166	PG14	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

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

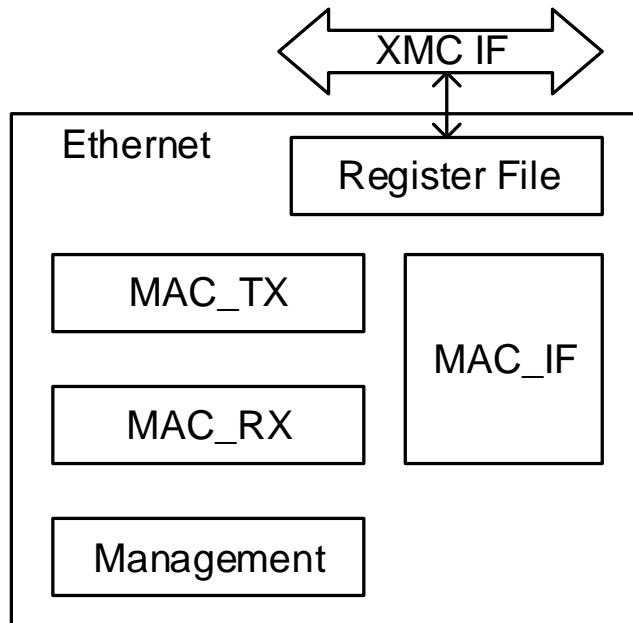
Ethernet 的工作频率取决于当前的工作模式，参考如下：

- 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

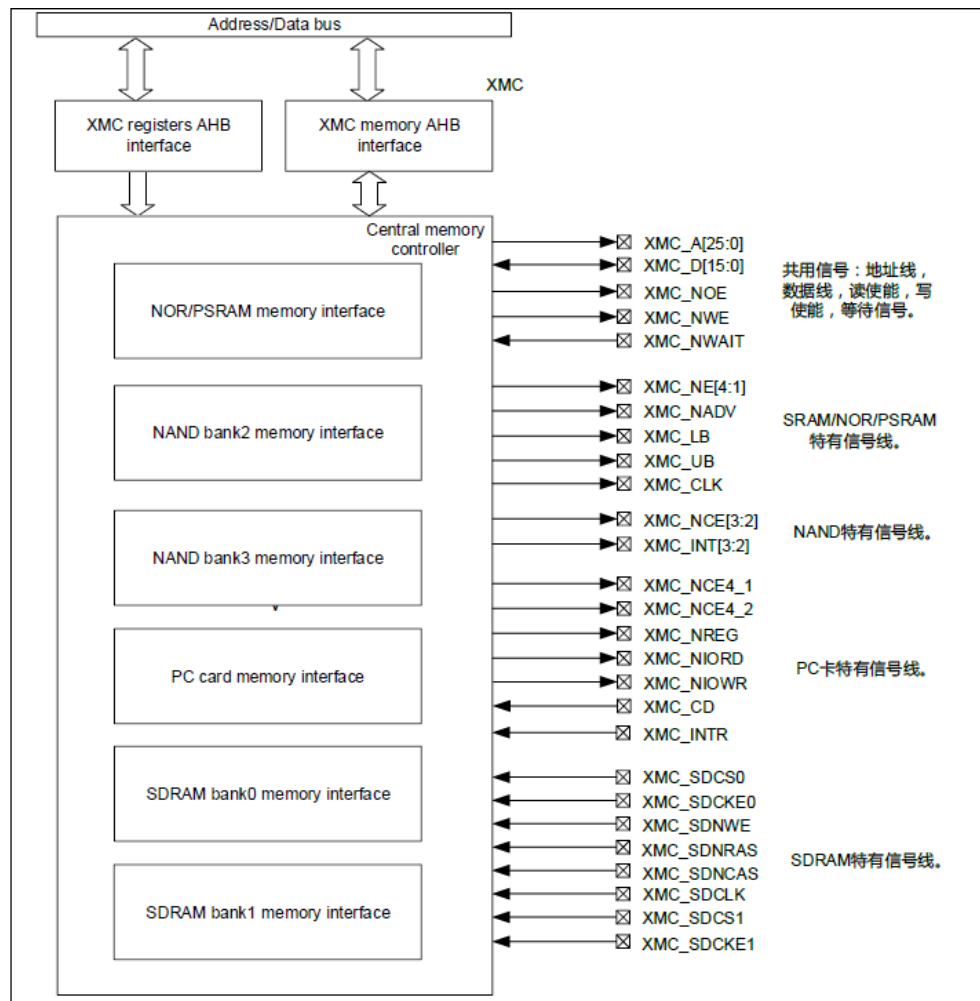
8.1 功能描述

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。

图 8-1 XMC 功能框图



8.3 信号描述

Gowin_EMPU(GW5AS-25)支持 XMC 同步复用和异步复用模式，XMC 接口的信号描述如表 8-1 所示。

表 8-1 XMC 信号描述

名称	位宽	I/O	描述
XMC_CLK	1	in	时钟信号
XMC_NE	1	in	片选信号
XMC_NADV	1	in	地址锁存或地址有效信号
XMC_NOE	1	in	输出使能信号
XMC_NWE	1	in	写使能信号
XMC_NWAIT	1	out	等待信号
XMC_LB	1	in	字节选择信号
XMC_UB	1	in	字节选择信号
XMC_A	[25:16]	in	地址总线

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
```

