

# 36 调试支持

## 36.1 概述

FM33LC0XX芯片基于ARM Cortex-M0处理器构建，并支持相应的debug特性。通过硬件断点（breakpoint）和数据观察点（watchpoint），调试器可以在特定指令取指和数据访问时停止CPU内核运行，检视内核寄存器和系统外设状态，并根据需要恢复内核运行。

仿真调试主机通过SWD接口与FM33LC0xx芯片互联，并实现仿真调试。

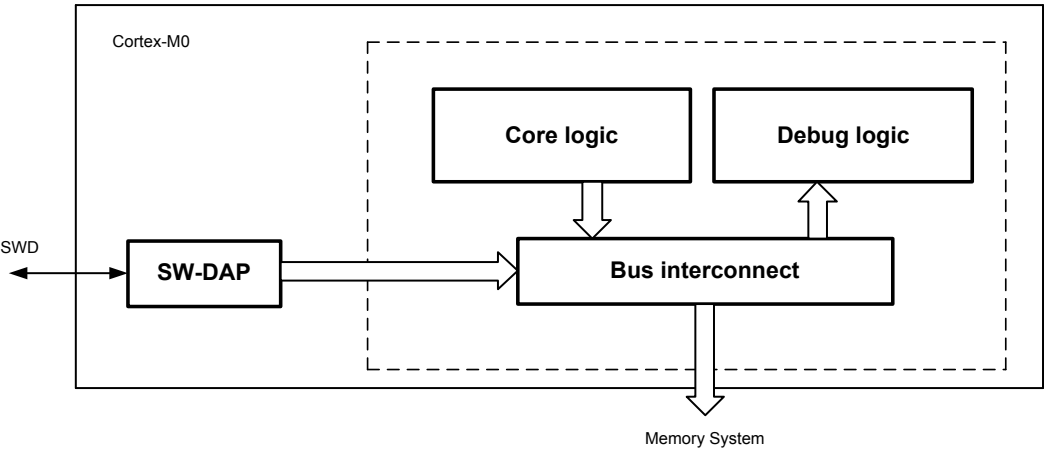


图 36-1 Cortex-M0 调试系统示意图

关于Cortex-M0内核的debug特性，请参考ARM公司的Cortex-M0技术参考手册。

## 36.2 Debug 引脚

### 36.2.1 SWD 引脚

FM33LC0xx系列MCU的SWD引脚位置如下表：

SWD pins	Debug功能	引脚定义
SWDIO	SWD数据输入/输出	PD8
SWCLK	SWD时钟输入	PD7

注意：芯片复位后PD7和PD8都默认为输入状态，与大部分GPIO不同。

### 36.2.2 上拉电阻

芯片复位后，SWDIO引脚默认使能内部上拉（约100K欧姆），SWCLK引脚默认不使能内部上拉电阻，因此用户需要在PCB上外接上拉电阻，以防止输入引脚浮空导致漏电增加。

## 36.3 SWD 接口协议

### 36.3.1 协议简介

SWD协议采用LSB-first进行数据收发。通过SWD接口，调试主机可以读写DPACC和APACC寄存器组。

SWIO每次切换数据方向时，总线上需插入turn-around时间，这段时间内主机和从机都不会驱动SWIO。在两次传输之间，主机必须将线驱动为低电平进入idle状态，或继续发送一次新传输的起始位继续传输，在一次数据包传输之后，主机也可以空闲，使线保持为高电平或由上拉电阻上拉。SWD协议没有明确的复位信号，在没有看到预期的信号时，主机或目标机将对复位进行检测。通过保持线为高电平持续50个时钟周期之后跟随一个读ID的请求，可以确保在检测到错误或复位之后重新同步成功。

### 36.3.2 传输序列

SWD每个通信传输序列包含三个部分：

- 1、包请求（8bits），由主机发送
- 2、ACK响应（3bits），由从机回发
- 3、数据传输（33bits），由主机或从机发送

其中包请求字节定义如下：

Bit	Name	描述
0	Start	起始位，必须是1
1	ApnDP	AP/DP选择 0：DP访问 1：AP访问
2	RnW	读写选择 0：写请求 1：读请求
4:3	A[3:2]	DP/AP寄存器的地址域
5	Parity	Bit0~Bit4数据的校验位
6	Stop	0
7	Park	主机不驱动，通过总线上拉，从机读为1

包请求发送后，总线上总是有1bit的turn-around时间。

ACK响应定义如下：

Bit	Name	描述
0:2	ACK	001: FAULT

		010: WAIT 100: OK
--	--	----------------------

如果主机发起读操作，或者ACK为WAIT或FAULT，则ACK之后必须插入turn-around时间。

数据传输格式如下：

Bit	Name	描述
0:31	Data	读出或写入的数据
32	Parity	32bit 数据的校验位

36.3.3 SW-DP ID code

Cortex-M0的SW-DP有一个固定的ID code：0x0BB11477

SW-DP处于非活跃状态，直到主机读取ID code。

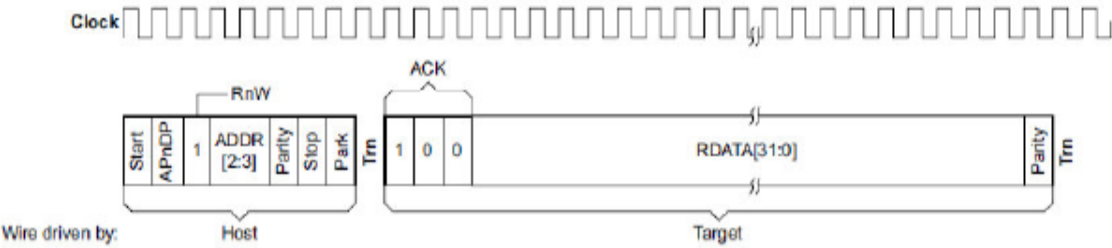
- 芯片复位，或者SWIO拉高50个SWCLK周期后，SW-DP处于RESET状态
- 拉低SWIO至少2个SWCLK周期后，SW-DP进入IDLE状态
- 当SW-DP处于RESET，主机必须先使其进入IDLE，然后对ID code寄存器进行读操作，才能激活SW-DP。否则从机会对主机的通信回应FAULT响应。

36.3.4 主机读操作

一次成功的读操作由以下三个阶段组成

- 一个8位的读数据包请求（request），从主机到目标。
- 一个3位的应答（ack），从目标到主机。成功的OK响应为100，WAIT响应为010，FAULT响应为001.
- 一个33位的数据读阶段（payload），从主机到目标。

默认情况下，在第一和第二阶段之间以及第三阶段之后有一个时钟的掉转周期，一次成功的读操作如下图。

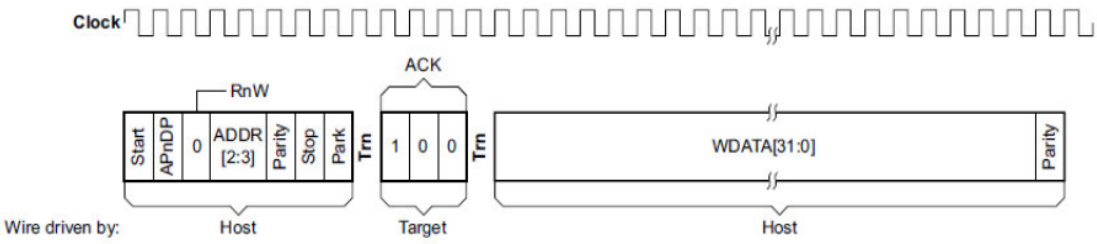


### 36.3.5 主机写操作

一次写操作由以下三个阶段组成

- 一个8位的写数据包请求（header），从主机到目标。
- 一个3位的应答（ack），从目标到主机。成功的OK响应为100，FAULT响应为001。
- 一个33位的数据写阶段（payload），从主机到目标。

默认情况下，每两个阶段之间都有一个时钟的掉转周期，一次成功的写操作如下图。



## 36.4 SWD-DP 寄存器

### 36.4.1 寄存器列表

Address (A[3:2])	DPBANKSEL	Name	Access
00	x	DHCSR	RO
		ABORT	WO
01	0x0	CTRL/STAT	RW
	0x1	DLCR	RW
10	x	RESEND	RO
		SELECT	WO
11	x	RDBUFF	RO

关于寄存器的详细说明，请参考Cortex-M0 Technical Reference Manual.

### 36.5 Core debug 寄存器

通过操作core debug寄存器可以实现内核调试。主机通过SW-DP访问以下内核调试寄存器。

Address	Name	Type	Function
0xE000EDF0	DHCSR	RW	Debug Halting Control and Status Register
0xE000EDF4	DCRSR	WO	Debug Core Register Selector Register
0xE000EDF8	DCRDR	RW	Debug Core Register Data Register
0xE000EDFC	DEMCR	RW	Debug Exception and Monitor Control Register
0xE000EE00 to 0xE000EEFF	-	-	Reserved for Debug Extension

上述debug寄存器不被系统复位影响，仅受上电复位影响。通过以下方式可以实现CPU复位后立即halt:

- 置位DEMCR寄存器的bit0 (VC\_CORRESET)
- 置位DHCSR寄存器的bit0 (C\_DEBUGEN)
- 执行系统复位

### 36.6 Debug 相关的配置项

通过配置DBG\_CR寄存器，可以设置在调试状态下，芯片内部的定时器、看门狗电路是否继续工作。详情请参见6.5.1DEBUG配置寄存器（DBG\_CR）。