

**摘要**

本迁移指南可协助您从 STMicroelectronics STM32® 平台迁移至德州仪器 (TI) AM13E230x 实时控制 MCU 生态系统。本指南介绍了 AM13E230x 内核架构、外设注意事项以及软件开发套件。本指南旨在突出两个微控制器平台系列之间的差异，并利用现有的 STM32 生态系统知识快速提升 AM13E230x 系列 MCU 的性能。

内容

1 AM13E230x 产品系列概述	2
1.1 简介.....	2
1.2 STM32G474x 与 AM13E230x MCU 的产品系列比较.....	2
2 器件引脚排列比较	4
2.1 器件引脚和信号比较表.....	4
2.2 按封装类型的器件引脚排列比较.....	16
2.3 STM32G474x 与 AM13E230x 的方框图比较.....	23
3 内核架构比较	26
3.1 CPU.....	26
3.2 嵌入式存储器比较.....	26
3.3 上电和复位总结和比较.....	28
3.4 时钟总结和比较.....	30
3.5 工作模式总结和比较.....	32
3.6 中断和事件比较.....	33
3.7 调试和编程比较.....	36
4 数字外设比较	38
4.1 通用 I/O (GPIO).....	38
4.2 串行通信外设.....	38
4.3 计时器.....	40
4.4 窗口化看门狗计时器 (WWDT).....	41
4.5 控制器局域网 (CAN).....	42
5 模拟外设比较	43
5.1 模数转换器 (ADC).....	43
5.2 比较器子系统 (CMPSS).....	43
5.3 数模转换器 (DAC).....	44
5.4 可编程增益放大器 (PGA).....	44
6 系统级迁移	45
6.1 电源、时钟、复位迁移.....	45
6.2 引导 ROM 配置的引脚.....	46
6.3 其他注意事项.....	46

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 AM13E230x 产品系列概述

1.1 简介

AM13E230x 微控制器是低成本 32 位器件，专为复杂的电器和电机控制应用而打造。运行频率高达 200MHz 的高性能 Arm® Cortex-M33 内核包括一个用于三角运算 (TMU) 的数学加速器和一个神经网络处理单元 (NPU) 人工智能 (AI) 引擎，可同时实现电机控制和 AI 模型执行。该器件上丰富的模拟集成可提供业界领先的速度、精度并降低系统成本。AM13E230x MCU 上提供的数字外设专为电机控制和 PFC 应用而打造，包括针对电器和工业电机控制定制的通信接口。AM13E23x 微控制器在 3.3V 电源域中运行，支持高达 105°C 的环境温度以及 -40°C 至 140°C 的结温范围。

AM13E230x 系列 MCU 包含具有完全模拟和数字外设集成的器件，能够让客户找到满足项目需求的 MCU，提供 7 个器件封装选项和 3 个存储器配置可供选择。AM13E230x MCU 平台将 Arm® Cortex®-M33 平台与低功耗整体系统架构相结合，使系统设计人员能够在降低能耗的同时提高性能。

有关 AM13E230x MCU 平台的更多信息，请参阅器件数据表和技术参考手册。

1.2 STM32G474x 与 AM13E230x MCU 的产品系列比较

表 1-1 详细说明了 STM32G474x 与 AM13E230x 系列微控制器器件之间的基线比较。

表 1-1. TI AM13E230x 和 STM32G474x 的比较

		STMicro STM32G474x	TI AM13E230x
内核/频率		ARM Cortex-M4F/170 MHz	ARM Cortex-M33/200 MHz
电源电压		1.7V 至 3.6V	3.3V
结温 (T _J)		-40°C 至 130°C	-40°C 至 125°C
环境温度 (T _A)		-40°C 至 125°C	-40°C 至 105°C
存储器		高达 512KB	高达 512 KB
RAM		96KB	高达 128 KB
通用 I/O (GPIO) (最大值)		38 (LQFP 48) 52 (LQFP 64) 66 (LQFP 80) 86 (LQFP 100) 107 (LQFP 128)	38 (LQFP 48) 52 (LQFP 64) 66 (LQFP 80) 86 (LQFP 100) 107 (LQFP 128)
模拟	模数转换器 (ADC)	5 个，12 位时高达 4MSPS	3 个，12 位时高达 8.9MSPS
	比较器	7x	4 个比较器子系统 (CMPSS)，带有 2 个比较器 (CMPH/C MPL)，每个子系统都包含 8 位基准 DAC
	放大器	6x	3 个可编程增益放大器 (PGA)
	数模转换器 (DAC)	4x	2 个 DAC 输出，由 CMPSS[3:2] DACL 驱动
	内部 VREF	是	是
数字通信外设	UART	2x UART 3x USART	最多 6 个，通过 UNICOMM
	I2C	4x	最多 6 个，通过 UNICOMM
	SPI	最高 4x	最多 4 个，通过 UNICOMM
	CAN-FD	3x	1x
数字控制外设	PWM 通道	最高 48x	最多 30 个 (5 个 6 通道 MCPWM 模块)
	增强型捕获模块 (eCAP)	不适用 (通过计时器模块实现)	2 个 (支持捕获和 aPWM 模式)
	增强型正交编码器脉冲模块 (eQEP)	不适用 (通过计时器模块实现)	3x

表 1-1. TI AM13E230x 和 STM32G474x 的比较 (续)

		STMicro STM32G474x	TI AM13E230x
计时器	通用	5 个 16 位 2 个 32 位	1 个 16 位 1 个 32 位
	看门狗	2x	1x
	SysTick	1x	1x
硬件加速器		FMAC、CRC、CORDIC、AES	TMU、NPU、CRC、AES
神经网络处理单元		不适用	1x NPU
安全性		CRC	AES、安全启动、CRC
低功耗		激活：100 μ A/MHz 待机 (RTC)：1.5 μ A	RUN：49mA @200MHz STANDBY：1.84mA 关断：< 5 μ A

备注

该表并未包含每个器件系列的所有功能

2 器件引脚排列比较

2.1 器件引脚和信号比较表

以下各节详细介绍了 STM32G474x 和 AM13E230x 器件系列之间的引脚对引脚和信号对信号迁移。

2.1.1 器件引脚对引脚比较

下表介绍 STM32G474x 上的引脚名称以及 AM13E230x 上的等效引脚名称。

表 2-1. STM32G474x 至 AM13E230x 引脚迁移

STM32G474x 引脚名称	AM13E230x 引脚名称	注释
PA0	PA0	
PA1	PA1	
PA2	PA2	
PA3	PA3	
PA4	PA4	
PA5	PA5	
PA6	PA6	
PA7	PA7	
PA8	PA8	
PA9	PA9	
PA10	PA10	
PA11	PA11	
PA12	PA12	
PA13	PA13	
PA14	PA14	
PA15	PA15	
PB0	PA16	
PB1	PA17	
PB2	PA18	
PB3	PA19	
PB4	PA20	
PB5	PA21	
PB6	PA22	
PB7	PA23	
PB8-BOOT0	PA24	所有 AM13E230x GPIO 均可通过硬件支持 BSL INVOKE 功能。
PB9	PA25	
PB10	PA26	
PB11	PA27	
PB12	PA28	
PB13	PA29	
PB14	PA30	
PB15	PA31	
PC0	PB0	
PC1	PB1	
PC2	PB2	
PC3	PB3	
PC4	PB4	
PC5	PB5	
PC6	PB6	

表 2-1. STM32G474x 至 AM13E230x 引脚迁移 (续)

STM32G474x 引脚名称	AM13E230x 引脚名称	注释
PC7	PB7	
PC8	PB8	
PC9	PB9	
PC10	PB10	
PC11	PB11	
PC12	PB12	
PC13	PB13	
PC14-OSC32_IN	PB14	AM13E230x 上没有 32KHz LFX TAL 输入
PC15-OSC32_OUT	PB15	AM13E230x 上没有 32KHz LFX TAL 输入
PD0	PB16	
PD1	PB17	
PD2	PB18	
PD3	PB19	
PD4	PB20	
PD5	PB21	
PD6	PB22	
PD7	PB23	
PD8	PB24	
PD9	PB25	
PD10	PB26	
PD11	PB27	
PD12	PB28	
PD13	PB29	
PD14	PB30	
PD15	PB31	
PE0	PC0	
PE1	PC1	
PE2	PC2	
PE3	PC3	
PE4	PC4	
PE5	PC5	
PE6	PC6	
PE7	PC7	
PE8	PC8	
PE9	PC9	
PE10	PC10	
PE11	PC11	
PE12	PC12	
PE13	PC13	
PE14	PC14	
PE15	PC15	
PF0-OSC_IN	PC16_X1	X1 充当 XTAL IN (晶体振荡器输入)、HFCLK_IN 或 GPIO
PF1-OSC_OUT	PC17_X2	X2 充当 XTAL OUT (晶体振荡器输出) 或 GPIO
PF2	PC18	
PF3	PC19	
PF4	PC20	

表 2-1. STM32G474x 至 AM13E230x 引脚迁移 (续)

STM32G474x 引脚名称	AM13E230x 引脚名称	注释
PF5	PC21	
PF6	PC22	
PF7	PC23	
PF8	PC24	
PF9	PC25	
PF10	PC26	
PF11	PC27	
PF12	PC28	
PF13	PC29	
PF14	PC30	
PF15	PC31	
PG0	PD0	
PG1	PD1	
PG2	PD2	
PG3	PD3	
PG4	PD4	
PG5	PD5	
PG6	PD6	
PG7	PD7	
PG8	PD8	
PG9	PD9	
PG10-NRST	PD10-NRST	nRST 仅在 AM13E230x 上提供 - 无 GPIO/多路复用模式功能
VBAT	VDD	AM13E230x 上没有 VBAT 电源域
VDD	VDD	3.3V 数字电源
VDDA	VDDA	3.3V 模拟电源
VREF-	VREFLO	负模拟电压基准
VREF_+	VREFHI	正模拟电压基准
VREF+		正模拟电压基准
VSS	VSS	数字接地
VSSA	VSSA	模拟接地

2.1.2 STM32G474x 复用功能和 AM13E230x 信号名称

下表介绍 STM32G474x 上的复用功能信号名称以及 AM13E230x 上的等效信号名称。

备注

未分配的 AM13E230x 信号表示在 AM13E230x 平台上没有与 STM32G474x 功能信号直接等效的信号。

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释
比较器输出		
COMP1_OUT	未分配	在 AM13E230x 上被 XBAR 取代
COMP2_OUT	未分配	
COMP3_OUT	未分配	
COMP4_OUT	未分配	
COMP5_OUT	未分配	
COMP6_OUT	未分配	
COMP7_OUT	未分配	
EVENTOUT		
EVENTOUT	OUTPUTXBAR_x	OUTPUTXBAR[7:0]
CAN-FD		
FDCAN1_RX	MCAN0_RX	STM32G474x 上的所有 FDCANx 均映射到 AM13E230x 上的 MCAN0
FDCAN1_TX	MCAN0_TX	
FDCAN2_RX	MCAN0_RX	
FDCAN2_TX	MCAN0_TX	
FDCAN3_RX	MCAN0_RX	
FDCAN3_TX	MCAN0_TX	
外部存储器控制器		
FMC_A0	EPIO_S0	
FMC_A1	EPIO_S1	
FMC_A10	EPIO_S26	
FMC_A11	EPIO_S27	
FMC_A12	未分配	
FMC_A13	未分配	
FMC_A14	未分配	
FMC_A15	未分配	
FMC_A16	未分配	
FMC_A17	未分配	
FMC_A18	未分配	
FMC_A19	未分配	
FMC_A2	EPIO_S2	
FMC_A20	EPIO_S20	
FMC_A21	EPIO_S21	
FMC_A22	EPIO_S22	
FMC_A23	EPIO_S23	
FMC_A24	EPIO_S24	
FMC_A25	EPIO_S25	
FMC_A4	EPIO_S4	
FMC_A5	EPIO_S5	
FMC_A6	EPIO_S6	

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号 (续)

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释
FMC_A7	EPIO_S7	
FMC_A8	EPIO_S8	
FMC_A9	EPIO_S9	
FMC_D0	EPIO_S0	
FMC_D0/FMC_DA0		
FMC_D10	EPIO_S10	
FMC_D10/FMC_DA10		
FMC_D1	EPIO_S1	
FMC_D1/FMC_DA1		
FMC_D11	EPIO_S11	
FMC_D11/FMC_DA11		
FMC_D12	EPIO_S12	
FMC_D12/FMC_DA12		
FMC_D13	EPIO_S13	
FMC_D13/FMC_DA13		
FMC_D14	EPIO_S14	
FMC_D14/FMC_DA14		
FMC_D15	EPIO_S15	
FMC_D15/FMC_DA15		
FMC_D2	EPIO_S2	
FMC_D2/FMC_DA2		
FMC_D3	EPIO_S3	
FMC_D3/FMC_DA3		
FMC_D4	EPIO_S4	
FMC_D4/FMC_DA4		
FMC_D5	EPIO_S5	
FMC_D5/FMC_DA5		
FMC_D6	EPIO_S6	
FMC_D6/FMC_DA6		
FMC_D7	EPIO_S7	
FMC_D7/FMC_DA7		
FMC_D8	EPIO_S8	
FMC_D8/FMC_DA8		
FMC_D9	EPIO_S9	
FMC_D9/FMC_DA9		
FMC_INT	EPIO_S32	
FMC_NL	EPIO_S30	
FMC_NBL0	EPIO_S16	
FMC_NBL1	EPIO_S17	
FMC_NCE/FMC_NE1	EPIO_S26	
FMC_NCE/FMC_NE2	EPIO_S27	
FMC_NE3	EPIO_S34	
FMC_NE4	EPIO_S33	
FMC_NOE	EPIO_S28	
FMC_NWAIT	EPIO_S32	
FMC_NWE	EPIO_S29	

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号 (续)

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释
高分辨率计时器/PWM		
HRTIM1_CHA1	MCPWM3_1A	
HRTIM1_CHA2	MCPWM3_1B	
HRTIM1_CHB1	MCPWM3_2A	
HRTIM1_CHB2	MCPWM3_2B	
HRTIM1_CHC1	MCPWM3_3A、MCPWM4_3A	
HRTIM1_CHC2	MCPWM3_3B、MCPWM4_3B	
HRTIM1_CHD1	MCPWM4_1A	
HRTIM1_CHD2	MCPWM4_1B	
HRTIM1_CHE1	MCPWM4_2A、MCPWM3_3A	
HRTIM1_CHE2	MCPWM4_2B、MCPWM3_3B	
HRTIM1_CHF1	MCPWM4_3A	
HRTIM1_CHF2	MCPWM4_3B	
HRTIM1_EEV1	未分配	被 XBAR 取代 (外部事件)
HRTIM1_EEV2		
HRTIM1_EEV3		
HRTIM1_EEV4		
HRTIM1_EEV5		
HRTIM1_EEV6		
HRTIM1_EEV7		
HRTIM1_EEV8		
HRTIM1_EEV9		
HRTIM1_EEV10		
HRTIM1_FLT1	未分配	被 XBAR 取代 (故障调节)
HRTIM1_FLT2		
HRTIM1_FLT3		
HRTIM1_FLT4		
HRTIM1_FLT5		
HRTIM1_FLT6		
HRTIM1_SCIN	未分配	被 XBAR 取代 - 同步输入
HRTIM1_SCOUT	未分配	被 XBAR 取代 - 同步输出
I2C		
I2C1_SCL	UC0_RX_SCL_SCLK	
I2C1_SDA	UC0_TX_SDA_PICO	
I2C1_SMBA	未分配	UNICOMM 模块中没有专用 SMBus 警报信号
I2C2_SCL	UC1_RX_SCL_SCLK	
I2C2_SDA	UC1_TX_SDA_PICO	
I2C2_SMBA	未分配	UNICOMM 模块中没有专用 SMBus 警报信号
I2C3_SCL	UC2_RX_SCL_SCLK	UC2 - SMBUS 支持
I2C3_SDA	UC2_TX_SDA_PICO	UC2 - SMBUS 支持
I2C3_SMBA	未分配	Unicomm 中没有专用 SMBus 警报信号
I2C4_SCL	UC3_RX_SCL_SCLK	
I2C4_SDA	UC3_TX_SDA_PICO	
I2C4_SMBA	未分配	Unicomm 中没有专用 SMBus 警报信号

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号 (续)

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释		
I2S2_MCK	未分配	无 I2S		
I2S3_MCK				
I2SCKIN				
IR_OUT	未分配	无红外接口 (IR)		
LPTIM1_ETR	未分配			
LPTIM1_IN1	未分配			
LPTIM1_IN2	未分配			
LPTIM1_OUT	未分配			
低功耗 UART				
LPUART1_CTS	UC0_CTS_CS0			
LPUART1_DE/LPUART1_RTS	UC0_RTS_POCI			
LPUART1_RTS_DE	UC0_RTS_POCI			
LPUART1_RX	UC0_RX_SCL_SCLK			
LPUART1_TX	UC0_TX_SDA_PICO			
OMP5_OUT	未分配	被 OUTPUTXBAR 取代		
四路 SPI				
QUADSPI1_BK1_IO0	未分配	AM13E230x 上没有 QSPI 接口		
QUADSPI1_BK1_IO1				
QUADSPI1_BK1_IO2				
QUADSPI1_BK1_IO3				
QUADSPI1_BK1_NCS				
QUADSPI1_BK2_IO0				
QUADSPI1_BK2_IO1				
QUADSPI1_BK2_IO2				
QUADSPI1_BK2_IO3				
QUADSPI1_BK2_NCS				
QUADSPI1_CLK				
串行音频接口				
SAI1_CK1			未分配	AM13E230x 上没有串行音频接口
SAI1_CK2				
SAI1_D1				
SAI1_D2				
SAI1_D3				
SAI1_FS_A				
SAI1_FS_B				
SAI1_MCLK_A				
SAI1_MCLK_B				
SAI1_SCK_A				
SAI1_SCK_B				
SAI1_SD_A				
SAI1_SD_B				
SPI				
SPI1_MISO	UC0_POCI			
SPI1_MOSI	UC0_TX_SDA_PICO			
SPI1_NSS	UC0_CTS_CS0			
SPI1_SCK	UC0_RX_SCL_SCLK			

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号 (续)

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释
SPI2_MISO	UC1_TX_SDA_PICO	
I2S2_SD/SPI2_MOSI	UC1_POCI	
SPI2_MOSI/I2S2_SD	UC1_POCI	
SPI2_NSS	UC1_CS0	
I2S2_WS/SPI2_NSS	UC1_CS0	
SPI2_NSS/I2S2_WS	UC1_CS0	
I2S2_CK/SPI2_SCK	UC1_RX_SCL_SCLK	
SPI2_SCK	UC1_RX_SCL_SCLK	
SPI3_MISO	UC3_CTS_CS0	
I2S3_SD/SPI3_MOSI	UC3_TX_SDA_PICO	
SPI3_MOSI/I2S3_SD	UC3_TX_SDA_PICO	
I2S3_WS/SPI3_NSS	UC3_CTS_CS0	
SPI3_NSS/I2S3_WS	UC3_CTS_CS0	
I2S3_CK/SPI3_SCK	UC3_RX_SCL_SCLK	
SPI3_SCK/I2S3_CK	UC3_RX_SCL_SCLK	
SPI4_MISO	UC4_POCI	
SPI4_MOSI	UC4_TX_SDA_PICO	
SPI4_NSS	UC4_CS0	
SPI4_SCK	UC4_RX_SCL_SCLK	
SPI2_SCK/I2S2_CK	UC1_RX_SCL_SCLK	
SPI3_SCK	UC3_RX_SCL_SCLK	
计时器/PWM		
TIM1_BKIN	未分配	Break1 输入 (被 XBAR 取代)
TIM1_BKIN2	未分配	Break2 输入 (被 XBAR 取代)
TIM1_CH1	MCPWM0_1A、MCPWM4_1A	
TIM1_CH1N	MCPWM0_1B、MCPWM4_1B	
TIM1_CH2	MCPWM0_2A、MCPWM4_2A	
TIM1_CH2N	MCPWM0_2B、MCPWM4_2B	
TIM1_CH3	MCPWM0_3A、MCPWM4_3A	
TIM1_CH3N	MCPWM0_3B、MCPWM4_3B	
TIM1_CH4	MCPWM0_1A、MCPWM4_1A	
TIM1_CH4N	MCPWM0_1B、MCPWM4_1B	
TIM1_ETR	未分配	ETR = 外部触发器输入 (被 XBAR 取代)
TIM15_BKIN	未分配	Break1 输入 (被 XBAR 取代)
TIM15_CH1	MCPWM3_1A、MCPWM4_2A	
TIM15_CH1N	MCPWM3_1B、MCPWM4_2B	
TIM15_CH2	MCPWM3_2A	
TIM16_CH1	MCPWM3_1A	
TIM16_CH1N	MCPWM3_1B	
TIM17_BKIN	未分配	Break1 输入 (被 INPUTXBAR 取代)
TIM17_CH1	MCPWM3_3A	
TIM2_CH1	MCPWM4_1A	
TIM2_CH2	MCPWM4_1B	
TIM2_CH3	MCPWM4_2A	
TIM2_CH4	MCPWM4_2B	

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号 (续)

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释
TIM2_ETR	未分配	ETR = 外部触发器输入 (被 XBAR 取代)
TIM20_CH1	MCPWM2_1A、MCPWM3_1A	
TIM20_CH1N	MCPWM2_1B、MCPWM3_1B	
TIM20_CH2	MCPWM2_2A、MCPWM3_2A	
TIM20_CH2N	MCPWM2_2B、MCPWM3_2B	
TIM20_CH3	MCPWM2_3A、MCPWM3_3A	
TIM20_CH3N	MCPWM2_3B、MCPWM3_3B	
TIM20_CH4	MCPWM2_1A、MCPWM3_1A	
TIM20_CH4N	MCPWM2_1B、MCPWM3_1B	
TIM20_ETR	未分配	ETR = 外部触发器输入 (被 XBAR 取代)
TIM3_CH1	MCPWM4_3A	
TIM3_CH2	MCPWM4_3B	
TIM3_CH3	MCPWM4_1A	
TIM3_CH4	MCPWM4_1B	
TIM3_ETR	未分配	ETR = 外部触发器输入 (被 XBAR 取代)
TIM4_CH1	MCPWM2_2A、MCPWM4_2A	
TIM4_CH2	MCPWM2_2B、MCPWM4_2B	
TIM4_CH3	MCPWM2_3A、MCPWM4_3A	
TIM4_CH4	MCPWM2_3B、MCPWM4_4A	
TIM4_ETR	未分配	ETR = 外部触发器输入 (被 XBAR 取代)
TIM5_CH1	MCPWM3_1A	
TIM5_CH2	MCPWM3_1B	
TIM5_CH3	MCPWM3_2A	
TIM5_CH4	MCPWM3_2B	
TIM8_BKIN	未分配	Break1 输入 (被 XBAR 取代)
TIM8_BKIN2	未分配	Break2 输入 (被 XBAR 取代)
TIM8_CH1	MCPWM1_1A、MCPWM4_2A	
TIM8_CH1N	MCPWM1_1B、MCPWM4_2B	
TIM8_CH2	MCPWM1_2A、MCPWM4_3A	
TIM8_CH2N	MCPWM1_2B、MCPWM4_3B	
TIM8_CH3	MCPWM1_3A、MCPWM4_1A	
TIM8_CH3N	MCPWM1_3B、MCPWM4_1B	
TIM8_CH4	MCPWM1_1A、MCPWM4_2A	
TIM8_CH4N	MCPWM1_1B、MCPWM4_2B	
TIM8_ETR	未分配	ETR = 外部触发器输入 (被 XBAR 取代)
TIM16_BKIN	未分配	Break1 输入 (被 XBAR 取代)
TIM17_CH1N	MCPWM3_3B	
TIM2_CH1/TIM2_ETR	MCPWM4_1A	
TIM20_BKIN	未分配	Break1 输入 (被 XBAR 取代)
TIM20_BKIN2	未分配	Break2 输入 (被 XBAR 取代)
TIM5_ETR	未分配	ETR = 外部触发器输入 (被 XBAR 取代)
UART		
UART4_RTS_DE	UC3_RTS_POCI	AM13E230x 中没有 DE (驱动器使能) 信号
UART4_DE/UART4_RTS	UC3_RTS_POCI	
UART4_CTS	UC1_CTS_CS0	

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号 (续)

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释
UART4_CTS/UART4_NSS	UC1_CTS_CS0	
UART4_RX	UC3_RX_SCL_SCLK	
UART4_TX	UC3_TX_SDA_PICO	
UART5_DE/UART5_RTS	UC4_RTS_POCI	
UART5_CTS	UC4_CTS_CS0	
UART5_RTS_DE	UC4_RTS_POCI	
UART5_RX	UC4_RX_SCL_SCLK	
UART5_TX	UC4_TX_SDA_PICO	
UCPD1_CR_S_SYNC	未分配	AM13E230x 中不支持 USB/USB 供电
UCPD1_FRSTX	未分配	AM13E230x 中不支持 USB/USB 供电
UCPD1_FRSTX1/UCPD1_FRSTX2	未分配	AM13E230x 中不支持 USB/USB 供电
USART1_CK	未分配	AM13E230x 中没有同步 UART 时钟
USART1_CTS/USART1_NSS	UC0_CTS_CS0	
USART1_DE/USART1_RTS	UC0_RTS_POCI	
USART1_CTS	UC0_CTS_CS0	
USART1_RTS_DE	UC0_RTS_POCI	
USART1_RX	UC0_RX_SCL_SCLK	
USART1_TX	UC0_TX_SDA_PICO	
USART2_CK	未分配	AM13E230x 中没有同步 UART 时钟
USART2_CTS/USART2_NSS	UC1_CTS_CS0	
USART2_DE/USART2_RTS	UC1_RTS_POCI	
USART2_CTS	UC1_CTS_CS0	
USART2_RTS_DE	UC1_RTS_POCI	
USART2_RX	UC1_RX_SCL_SCLK	
USART2_TX	UC1_TX_SDA_PICO	
USART3_CK	未分配	AM13E230x 中没有同步 UART 时钟
USART3_CTS/USART3_NSS	UC2_CTS	
USART3_DE/USART3_RTS	UC2_RTS	
USART3_CTS	UC2_CTS	
USART3_RTS	UC2_RTS	
USART3_RTS_DE	UC2_RTS	
USART3_RX	UC2_RX_SCL	
USART3_TX	UC2_TX_SDA	
DEBUG		
CRS_SYNC	未分配	AM13E230x 中没有 CRS = 时钟恢复系统
SYS_JTDI	DEBUG_JTDI	
SYS_JTDO-SWO	DEBUG_JTDO-SWO	
SYS_JTRST	未分配	AM13E230x 中没有 JTAG TRST 信号
RCC_MCO	XCLKOUT	被 XCLKOUT 取代
RTC_OUT2	未分配	AM13E230x 中没有 RTC
RTC_REFIN	未分配	AM13E230x 中没有 RTC
SYS_JTCK-SWCLK	DEBUG_JTCK_SWCLK	JTAG 时钟/SW 时钟
SYS_SWCLK-JTCK	DEBUG_JTCK_SWCLK	JTAG 时钟/SW 时钟
SYS_JTMS-SWDIO	DEBUG_TMS_SWDIO	JTAG 测试模式选择/SW 数据 IO
SYS_SWDIO-JTMS	DEBUG_TMS_SWDIO	JTAG 测试模式选择/SW 数据 IO
SYS_TRACECLK	TRACE_CLK	跟踪时钟

表 2-2. STM32G474x 复用功能与 AM13E230x 信号 (续)

STM32G474x 复用功能名称	AM13E230x 信号名称	注释
SYS_TRACED0	TRACE_DATA0	跟踪数据 0
SYS_TRACED1	TRACE_DATA1	跟踪数据 1
SYS_TRACED2	TRACE_DATA2	跟踪数据 2
SYS_TRACED3	TRACE_DATA3	跟踪数据 3

2.1.3 STM32G474x 附加功能和 AM13E230x 模拟功能

下表介绍 STM32G474x 上的附加功能信号名称以及 AM13E230x 上的等效模拟功能信号名称。

表 2-3. STM32G474x 附加功能/AM13E230x 模拟功能

STM32G474x 附加功能名称	AM13E230x 模拟功能名称	注释
OPAMP6_VOUT	PGA2_OUT	
OPAMP6_VINP	PGA2_P	
OPAMP4_VINP	PGA0_P	
OPAMP5_VINP	PGA1_P	
RTC_OUT1	未分配	AM13E230x 中没有 RTC/TAMP
OSC32_IN	未分配	AM13E230x 中没有 32KHz LFX TAL
OSC32_OUT	未分配	AM13E230x 中没有 32KHz LFX TAL
OPAMP6_VINM	PGA2_M	
RTC_TAMP2	未分配	AM13E230x 中没有 RTC/TAMP
OPAMP3_VINP	PGA2_P	
WKUP4/LSCO	未分配	
ADC1_IN10	A0_10	
ADC2_IN10	A1_10	
NRST	NRST	AM13E230x 中的 NRST 引脚上没有功能多路复用/信号
ADC12_IN6	A0_6/A1_6/CMP2	
ADC12_IN7	A0_7/A1_7/CMP2	
ADC12_IN8	A0_8/A1_8	
ADC12_IN9	A0_9/A1_9	
OPAMP2_VINM	PGA1_M	
ADC12_IN1	A0_1/A1_1/CMP0/CMP2	
ADC12_IN2	A0_2/A1_2/CMP0/PGA0_P0/PGA1_M0/ PGA2_P0	
ADC1_IN3	A0_3/CMP1/PGA0_OUT	
OPAMP2_VINP	PGA1_P	
ADC1_IN4	A0_4/CMP1/PGA0_M0	
ADC2_IN17	A1_17/CMP2_DACL/CMP0	
ADC2_IN13	A1_13/CMP2_DACL/CMP1	
ADC2_IN3	A1_3/CMP3_DACL/PGA1_OUT	
ADC2_IN4	A1_4/CMP1/PGA0_P1/PGA1_P0	
ADC2_IN5	A1_5	
ADC2_IN11	A1_11/PGA1_M1/PGA2_M0	
ADC3_IN12/ADC1_IN15	A0_15/A2_12/A0_15/CMP3/PGA1_P2/ PGA2_P1	
ADC3_IN1/ADC1_IN12	A0_12/A2_1/CMP0/PGA1_M2/PGA2_OUT	
ADC2_IN12	A1_12/CMP3/PGA2_M1	
VREFBUF_OUT	VREFHI	

表 2-3. STM32G474x 附加功能/AM13E230x 模拟功能 (续)

STM32G474x 附加功能名称	AM13E230x 模拟功能名称	注释
ADC3_IN4	A2_4/CMP3	
ADC345_IN6	A0_23/A1_23/A2_6/CMP3/ADCINCAL0	
ADC3_IN2	A2_2	
ADC345_IN14	A0_23/A1_23/A2_14	
ADC345_IN15	A0_24/A1_24/A2_15	
ADC345_IN16	A0_25/A1_25/A2_16	
ADC3_IN3	A2_3	
ADC4_IN1	A0_18	
ADC4_IN2	A0_19	
COMP5_INM	A2_17/CMP0/PGA2_M2	
ADC12_IN14	A0_14/A1_14/CMP1/CMP1/PGA0_P2/ PGA1_OUT	
ADC4_IN3/ADC1_IN11	A0_11/CMP2/PGA0_OUT/PGA1_P3	
ADC3_IN5	A2_5/CMP0/PGA2_P2/PGA0_P3/PGA1_P4	
ADC4_IN4/ADC1_IN5	A0_5/CMP2/PGA1_P5/PGA2_P3	
ADC4_IN5/ADC2_IN15	A1_15/CMP1/PGA0_P4/PGA1_OUT	
ADC4_IN12/ADC5_IN12	A0_21/A1_21/PGA0_M1	
ADC4_IN13/ADC5_IN13	A0_22/A1_22/PGA1_P6	
ADC345_IN7	A0_26/A1_26/A2_7/CMP1	
ADC345_IN8	A0_27/A1_27/A2_8/CMP1	
ADC345_IN9	A1_28/A0_28/A2_9/CMP0	
ADC345_IN10	A0_29/A1_29/A2_10/CMP0	
ADC345_IN11	A0_30/A1_30/A2_11/CMP2	
COMP7_INM	A0_20/A1_20/CMP2	
ADC5_IN1	A1_18/PGA0_OUT	
ADC5_IN2	A1_19	
UCPD1_DBCC2	未分配	AM13E230x 中没有 USB PD
USB_DM	未分配	AM13E230x 中没有 USB
USB_DP	未分配	AM13E230x 中没有 USB
UCPD1_CC2	未分配	AM13E230x 中没有 USB PD
UCPD1_CC1	未分配	AM13E230x 中没有 USB PD
RTC_TAMP3	未分配	AM13E230x 中没有 RTC/TAMP
RTC_TAMP1	未分配	AM13E230x 中没有 RTC/TAMP
OSC_IN	X1	
COMP3_INM	CMP2_M	
COMP3_INP	CMP3_P	
COMP1_INM	CMP1_M	
COMP1_INP	CMP1_P	
COMP2_INM	CMP2_M	
COMP2_INP	CMP2_P	
DAC1_OUT1	CMP2_DACL	
DAC1_OUT2	CMP2_DACL	
DAC2_OUT1	CMP3_DACL	
OPAMP1_VINM	PGA0_M	
COMP4_INP	CMP4_P	
COMP4_INM	CMP4_M	

表 2-3. STM32G474x 附加功能/AM13E230x 模拟功能 (续)

STM32G474x 附加功能名称	AM13E230x 模拟功能名称	注释
OPAMP3_VINM	PGA2_M	
COMP6_INP	CMP2_P	
COMP7_INM	CMP3_M	
COMP5_INP	CMP1_P	
COMP7_INP	CMP3_P	
COMP6_INM	CMP2_M	
OPAMP4_VINM	PGA0_VNM	
COMP5_INM	CMP1_M	
OPAMP5_VOUT	PGA1_OUT	
UCPD1_DBCC1	未分配	
PVD_IN	未分配	
RTC_TS	未分配	
OSC_OUT	X2	
OPAMP1_VINP	PGA0_P	
OPAMP1_VOUT	PGA0_OUT	
OPAMP1_VINM	PGA0_M	
OPAMP2_VOUT	PGA1_OUT	
OPAMP3_VOUT	PGA2_OUT	
OPAMP4_VOUT	PGA0_OUT	
OPAMP5_VINM	PGA1_M	

2.2 按封装类型的器件引脚排列比较

所有 AM13E230x 器件封装类型均设计为与 STM32G474x 器件的等效封装实现引脚对引脚兼容。下图详细介绍了所有 STM32G474x 兼容器件封装之间的引脚兼容性和差异。










	Compatible Pin
	Incompatible Pin
	Incompatible Power
	Pin Notificaiton
	Compatible Digital Ground (VSS)
	Compatible Analog Ground (VSSA)
	Compatible Digital Power (VDD)
	Compatible Analog Power (VDDA)
	Compatible VREF

图 2-1. 图例

			36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25			
	STM32G4	PA13	VDD	PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PB15	PB14	PB13	PB12	PB11	STM32G4			
	AM13E230x	PA13	VDD	PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PB6	PA31	PA30	PA29	PA28	AM13E230x			
37	PA14	PA14		35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		PA27	PB11	24
38	PA15	PA15	38	<p style="text-align: center;">QFN48 RGZ (VQFN) 7x7mm² 0.5mm (12x12) Digital IO: 42 Analog IO: 22</p>										23	VDD	VDD	23
39	PC10	PB10	39											22	PA26	PB10	22
40	PC11	PB11	40											21	VDDA	VDDA	21
41	PB3	PA19	41											20	VREFHI	VREF+	20
42	PB4	PA20	42											19	PA18	PB3	19
43	PB5	PA21	43											18	PA17	PB2	18
44	PB6	PA22	44											17	PA16	PB1	17
45	PB7	PA23	45											16	PB4	PB0	16
46	PB8-BOOT0	PA24	46											15	PA7	PA7	15
47	PB9	PA25	47											14	PA6	PA6	14
48	VDD	VDD	●	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		PA5	PA5	13
	AM13E230x	VDD	PB13	PB14	PB15	PC16_X1	PC17_X2	NRST	PA0	PA1	PA2	PA3	PA4	AM13E230x			
	STM32G4	VBAT	PC13	PC14 - OSC32_IN	PC15 - OSC32_OUT	PF0-OSC_IN	PF1-OSC_OUT	PG10-NRST	PA0	PA1	PA2	PA3	PA4	STM32G4			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			

图 2-2. 48 引脚 QFN : AM13E230x (RGZ) 和 STM32G474x UFQFPN48 引脚重叠

			36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25			
	STM32G4		VDD	VSS	PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PB15	PB14	PB13	PB12	PB11		STM32G4	
		AM13E230x	VDD	VSS	PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PA31	PA30	PA29	PA28	PA27		AM13E230x	
37	PA13	PA13		35	34	33	32	31	30	29	28	27	26		VDD	VDD	24
38	PA14	PA14	38	<p style="text-align: center;">LQFP48</p> <p style="text-align: center;">PT (LQFP)</p> <p style="text-align: center;">9x9mm²</p> <p style="text-align: center;">0.5mm (12x12)</p> <p style="text-align: center;">Digital IO: 38</p> <p style="text-align: center;">Analog IO: 21</p>										23	VSS	VSS	23
39	PA15	PA15	39											22	PA26	PB10	22
40	PB3	PA19	40											21	VDDA	VDDA	21
41	PB4	PA20	41											20	VREFHI	VREF+	20
42	PB5	PA21	42											19	VREFLO	VSSA	19
43	PB6	PA22	43											18	PA18	PB2	18
44	PB7	PA23	44											17	PA17	PB1	17
45	PB8-BOOT0	PA24	45											16	PA16	PB0	16
46	PB9	PA25	46											15	PA7	PA7	15
47	VSS	VSS	47											14	PA6	PA6	14
48	VDD	VDD	●	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		PA5	PA5	13
		AM13E230x	VDD	PB13	PB14	PB15	PC16_X1	PC17_X2	NRST	PA0	PA1	PA2	PA3	PA4		AM13E230x	
	STM32G4		VBAT	PC13	PC14 - OSC32_IN	PC15 - OSC32_OUT	PF0-OSC_IN	PF1-OSC_OUT	PG10-NRST	PA0	PA1	PA2	PA3	PA4		STM32G4	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			

图 2-3. 48 引脚 QFP : AM13E230x (PT) 和 STM32G474x LQFP64 引脚重叠

			48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33																		
	STM32G4		VDD	VSS	PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PC9	PC8	PC7	PC6	PB15	PB14	PB13	PB12	PB11		STM32G4																
		AM13E230x	VDD	VSS	PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PB9	PB8	PB7	PB6	PA31	PA30	PA29	PA28	PA27		AM13E230x																
49	PA13	PA13		47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34		VDD	VDD	32															
50	PA14	PA14	50	<p style="text-align: center;">LQFP64_G</p> <p style="text-align: center;">PM (LQFP)</p> <p style="text-align: center;">10x10mm² 0.5mm (16x16) Digital IO: 52 Analog IO: 27</p>															31	VSS	VSS	31														
51	PA15	PA15	51																30	PA26	PB10	30														
52	PC10	PB10	52																29	VDDA	VDDA	29														
53	PC11	PB11	53																28	VREFHI	VREF+	28														
54	PC12	PB12	54																27	VREFLO	VSSA	27														
55	PD2	PB18	55																26	PA18	PB2	26														
56	PB3	PA19	56																25	PA17	PB1	25														
57	PB4	PA20	57																24	PA16	PB0	24														
58	PB5	PA21	58																23	PB5	PC5	23														
59	PB6	PA22	59																22	PB4	PC4	22														
60	PB7	PA23	60																21	PA7	PA7	21														
61	PB8	PA24	61																20	PA6	PA6	20														
62	PB9	PA25	62																19	PA5	PA5	19														
63	VSS	VSS	63																18	PA4	PA4	18														
64	VDD	VDD	●																2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		PA3	PA3	17
		AM13E230x	VDD																PB13	PB14	PB15	PC16_X1	PC17_X2	NRST	PB0	PB1	PB2	PB3	PA0	PA1	PA2	VSS	VDD		AM13E230x	
	STM32G4		VBAT																PC13	PC14-OSC32_IN	PC15-OSC32_OUT	PF0-OSC_IN	PF1-OSC_OUT	PG10-NRST	PC0	PC1	PC2	PC3	PA0	PA1	PA2	VSS	VDD		STM32G4	
			1																2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			

图 2-4. 64_G 引脚 QFP : AM13E230x (PM) 和 STM32G474x LQFP64 引脚重叠

			60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41			
	STM32G4		PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PC9	PC8	PC7	PC6	VDD	VSS	PD10	PD9	PD8	PB15	PB14	PB13	PB12	PB11	VDD	STM32G4		
		AM13E230x	PA12	PA11	PA10	PA9	PA8	PB9	PB8	PB7	PB6	VDD	VSS	PB26	PB25	PB24	PA31	PA30	PA29	PA28	PA27	VDD	AM13E230x		
61	VSS	VSS		59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42		VSS	VSS	40
62	VDD	VDD	62																			39	PA26	PB10	39
63	PA13	PA13	63																			38	PC15	PE15	38
64	PA14	PA14	64																			37	PC14	PE14	37
65	PA15	PA15	65																			36	PC13	PE13	36
66	PC10	PB10	66																			35	PC12	PE12	35
67	PC11	PB11	67																			34	PC11	PE11	34
68	PC12	PB12	68																			33	PC10	PE10	33
69	PD0	PB16	69																			32	PC9	PE9	32
70	PD1	PB17	70																			31	PC8	PE8	31
71	PD2	PB18	71																			30	PC7	PE7	30
72	PB3	PA19	72																			29	VDDA	VDDA	29
73	PB4	PA20	73																			28	VREFHI	VREF+	28
74	PB5	PA21	74																			27	VREFLO	VSSA	27
75	PB6	PA22	75																			26	PA18	PB2	26
76	PB7	PA23	76																			25	PA17	PB1	25
77	PB8-BOOT0	PA24	77																			24	PA16	PB0	24
78	PB9	PA25	78																			23	PB5	PC5	23
79	VSS	VSS	79																			22	PB4	PC4	22
80	VDD	VDD	●	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		PA7	PA7	21
		AM13E230x	VDD	PB13	PB14	PB15	PCI6_X1	PCI7_X2	NRST	PB0	PB1	PB2	PB3	PA0	PA1	PA2	VSSA	VDD	PA3	PA4	PA5	PA6	AM13E230x		
	STM32G4		VBAT	PC13	PC14-OSC32_IN	PC15-OSC32_OUT	PF0-OSC_IN	PF1-OSC_OUT	PG10-NRST	PC0	PC1	PC2	PC3	PA0	PA1	PA2	VSS	VDD	PA3	PA4	PA5	PA6	STM32G4		
1			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			

LQFP80

PN (LQFP)

12x12mm²

0.5mm (20x20)

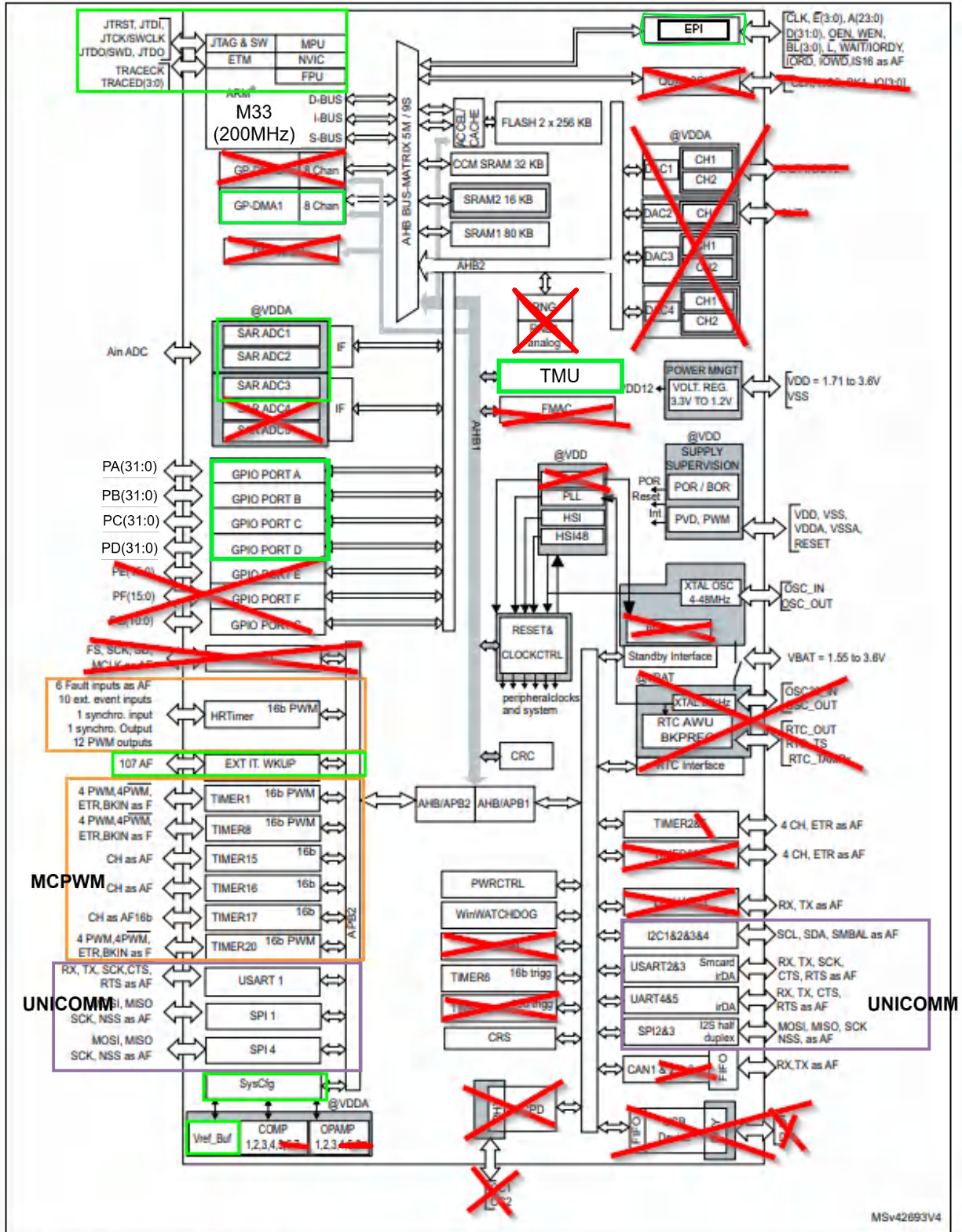
Digital IO: 66

Analog IO: 39

图 2-5. 80 引脚 QFP : AM13E230x (PN) 和 STM32G474x LQFP80 引脚重叠

- 绿色边框模块表示 AM13E230x 器件上的等效外设/功能
 - 部分绿色边框模块具有文本叠加层，用于显示 AM13E230x 外设名称
- 橙色边框模块表示 STM32G474x 上的等效计时器信号，对应 AM13E230x 上的 MCPWM
- 紫色边框模块表示 STM32G474x 上的等效串行通信接口，对应 AM13E230x 上 UNICOMM 接口的一部分

Figure 1. STM32G474xB/xC/xE block diagram



1. AF: alternate function on I/O pins.

图 2-9. STM32G474x 方框图 (带 AM13E230x 注释)

3 内核架构比较

3.1 CPU

STM32G474x 与 AM13E230x 器件之间的主要区别在于其内核 CPU。STM32G474x 具有 ARM Cortex-M4 内核，而 AM13E230x 具有 ARM Cortex-M33 内核。因此，两种器件的最大内核速度不同，这对各自器件系列的功能和特性产生深远的影响。

表 3-1. CPU 功能集比较

功能	STM32G474x	AM13E230x
架构	Arm® Cortex®-M4 内核	Arm® Cortex®-M33
最大 MCLK	170MHz	200MHz
CPU 指令缓存	32 个缓存行，每行 4 x 64 或 2 x 128 位	1KB 缓存
存储器保护单元 (MPU)	是	是
系统计时器 (SYSTICK)	是	是
硬件加速器	FMAC、AES	TMU、NPU、CRC、AES
硬件断点/观察点	8 个硬件断点 8 个硬件观察点	8 个硬件断点 8 个硬件观察点
引导例程存储器	闪存 (系统存储器)	ROM
引导加载程序存储器	系统存储器	ROM
引导加载程序接口支持	UART、I2C、SPI、USB、FDCAN	UART、MCAN、I2C
DMA	是	是

3.2 嵌入式存储器比较

3.2.1 闪存功能

以下章节详细介绍了 STM32G474x 和 AM13E230x 之间的闪存差异。

表 3-2. 闪存功能比较

特性	STM32G474x	AM13E230x
闪存	<ul style="list-style-type: none"> 高达 512KB 	<ul style="list-style-type: none"> 高达 512 KB
存储器组织	<ul style="list-style-type: none"> 单存储体模式 (读取宽度为 128 位) 双存储体模式 (读取宽度为 64 位) 	<ul style="list-style-type: none"> 1 组 - 器件存储器最大为 256KB 2 组 - 器件存储器大于 256KB
闪存等待状态	<ul style="list-style-type: none"> 默认值: 1 可配置: 0 至 4 	<ul style="list-style-type: none"> 默认值: 2 可配置: 1 至 16
闪存字大小	<ul style="list-style-type: none"> 64 位 + 8 个 ECC 位 	<ul style="list-style-type: none"> 128 位闪存字大小 (存在 ECC 时为 144 位)
编程分辨率	<ul style="list-style-type: none"> 64 位 (双字) 	<ul style="list-style-type: none"> 128 位字
多字编程	<ul style="list-style-type: none"> 32 个字 (256 字节) 	<ul style="list-style-type: none"> 2 个字 (32 字节) 4 个字 (64 字节)
擦除	<ul style="list-style-type: none"> 页擦除 存储体擦除 批量擦除 (两个存储体) 	<ul style="list-style-type: none"> 扇区擦除 (1KB) 存储体 (高达 256KB) 擦除
写保护	<ul style="list-style-type: none"> 单存储体模式 - 最多可定义 4 个区域 双存储体模式 - 最多可定义 2 个区域 	<ul style="list-style-type: none"> 静态 - 在引导时锁存并一直保持，直到上电复位 动态 - 可在运行时配置

表 3-2. 闪存功能比较 (续)

特性	STM32G474x	AM13E230x
读保护	• 是	• 否
闪存读取操作	• 64 位	• 128 位
纠错码 (ECC)	• 每个 64 位双字 8 位	• 每个 128 位字 16 位 - 高 64b 的 8 个 ECC 位 - 低 64b 的 8 个 ECC 位
安全存储器区域	• 单存储体模式 - 所有存储器 1 个 • 双存储体模式 - 每个存储体 1 个	• 否
信息存储器	• 是	• 是 (NONMAIN)
OTP 数据区域	• 用户数据的 1KB (128b 双字) OTP (一次性可编程) 字节	• 支持 (在 NONMAIN 中)
预取	• 是	• 是
CPU 指令缓存	• ICode 上 32 个缓存行, 每行 4 x 64 或 2 x 128 位 (1KB RAM)	• 1KB 缓存

AM13E230x MCU 提供具有内置纠错码 (ECC) 且高达 512KB 的嵌入式闪存程序存储器 (2 个高达 256KB 的存储体)。

3.2.2 闪存组织

闪存用于存储应用代码和数据、器件引导配置以及 TI 在工厂预编程的参数。闪存分为一个或多个存储体，每个存储体中的存储器进一步映射到一个或多个逻辑存储区域，并分配有系统地址空间以供应用程序使用。

存储器组

非易失性存储器系统支持多达 4 个闪存存储体 (枚举为 BANK0 到 BANK3)。存在的闪存存储体数量取决于器件。在 AM13E230x 器件上，一个存储体上的编程/擦除操作也将暂停向正在执行编程/擦除操作的存储体发出的读取请求，但不会暂停向任何其他存储体发出的读取请求。因此，存在多个存储体可实现以下应用案例：

- 双映像固件更新 (应用程序可以从一个闪存存储体中执行代码，同时将第二个映像编程到第二个对称的闪存存储体，而不会暂停应用程序的执行)
- EEPROM 仿真 (应用程序可以从一个闪存存储体中执行代码，第二个闪存存储体用于写入数据，而不会暂停应用程序的执行)

闪存区域

根据每个组中存储器所支持的功能，每个组中的存储器映射到一个或多个逻辑区域。有四个区域：

- FACTORY - 器件 ID 和其他参数
- NONMAIN - 器件引导配置 (BCR 和 BSL)
- MAIN - 应用程序代码和数据
- DATA - 数据或 EEPROM 仿真

具有一个存储体的器件在 BANK0 (唯一存在的存储体) 上实现 FACTORY、NONMAIN 和 MAIN 区域，并且数据区域不可用。具有多个存储体的器件也在 BANK0 上实现 FACTORY、NONMAIN 和 MAIN 区域，但包括可实现 MAIN 或 DATA 区域的其他存储体 (BANK1 至 BANK3)。所有器件都包含一个存储器映射出厂区域，该区域提供描述器件功能的只读数据以及任何出厂提供的修整信息，供应用软件使用。

3.2.3 嵌入式 SRAM

本节详细介绍了 STM32G474x 和 AM13E230x 器件上 SRAM 之间的差异。

表 3-3. SRAM 功能比较

功能	STM32G474x	AM13E230x
SRAM 大小	高达 128KB 的 SRAM，组织结构如下： <ul style="list-style-type: none"> • 80KB SRAM1 • 16KB SRAM2 • 32KB CCM SRAM 	高达 128KB 的 SRAM，分为 4 个 32KB 的 SRAM 组 <ul style="list-style-type: none"> • BANK0 : 32KB • BANK1 : 32KB • BANK2 : 32KB • BANK3 : 32KB
最大 CPU 时钟频率下的零等待状态	是	是
访问分辨率	8 位 (字节)、16 位 (半字)、32 位 (字)	8 位 (字节)、16 位 (半字)、32 位 (字)
奇偶效验检查	是	支持 (所有块均支持硬件奇偶校验)

3.3 上电和复位总结和比较

与 STM32G474x 器件类似，AM13E230x 器件具有最低工作电压，并具有相应的模块，可通过将器件或器件的某些部分保持在复位状态来确保器件正常启动。下表比较了这两个系列的实现方式以及哪些模块控制整个系列的上电过程和复位。

表 3-4. 基于上电电压电平的复位

功能	STM32G474x	AM13E230x
控制电源/复位的模块	PWR (电源) 和 RCC (复位和时钟控制) 模块	电源管理单元 (PMU) 和时钟管理单元 (CKM)
POR (上电复位)	完整的器件复位。上电时发生第一级电压释放。断电时释放最低电压电平。	引导过程的第一步。用于确定电源电压是否足以带隙基准和 BOR 电路上电，然后再使用带隙基准和 BOR 电路来确定器件电源是否达到足以使器件正确运行的电平
BOR (欠压复位)	有时可编程。设置在上电时释放复位状态或在断电时复位器件的电压电平。	确保器件的外部电源保持在适当的电平，以使包括内核稳压器在内的内部电路能够正常运行。BOR 阈值不可编程，由内部带隙电路决定。该阈值是固定的，并且始终高于 POR 阈值。
PVD (可编程电压检测器)	可提供中断的可配置电压监视器	不适用

STM32G474x 定义了不同的复位域，而 AM13E230x 器件具有不同级别的复位状态。对于 AM13E230x 器件，复位级别具有设定的顺序。当触发某一级别时，所有后续复位级别都将置为有效，直到器件释放进入 RUN 模式。下表简要说明和比较了 STM32G474x 复位域和 AM13E230x 复位状态。图 3-1 显示了所有 AM13E23x 复位状态之间的关系。

表 3-5. AM13E230x 复位状态与 STM32G474x 复位域

STM32G474x 复位状态		AM13E230x 复位域	
复位域	触发条件	复位类型	触发条件
电源复位 • 所有寄存器都复位，VCORE 域之外的寄存器除外	• POR、BOR • 退出待机或关断模式	上电复位 (POR) • 复位会关断存储器，重新启用 NRST 和 SWD，触发 BOR	• POR 电压电平阈值 • 基于 SW 的触发器 • NRST 引脚保持低电平持续 > 1s
		欠压复位 (BOR) • 复位 PMU、VCORE 和相关逻辑。触发 BOOTRST	• POR 或 BOR 电压电平阈值 • 退出 SHUTDOWN 模式
并非等效于 AM13E230x BOOTRST。电源复位后在 SYSCLK 的第四个时钟周期读取引导配置。		引导复位 (BOOTRST) • 执行引导配置例程 • 复位大多数内核逻辑和寄存器 (包括 RTC、时钟和 IO 配置) • SRAM 下电上电，导致存储内容丢失 • 触发 SYSRST	• BOR 或软件触发器 • 致命时钟故障 • NRST 保持低电平持续 < 1s
系统复位 • 除非寄存器说明中另有说明，否则将所有寄存器设置为其复位值	• 通过检查控制/状态寄存器 RCC_CSR 中的复位标志来识别源	系统复位 (SYSRST) • 复位 CPU 状态和除 RTC、LFCLK 和 SYSOSC 频率校正环路之外的所有外设 • 器件在退出时进入 RUN 模式	• BOOTRST • BSL 进入或退出 • 看门狗计时器 • 软件触发 • 调试子系统
并非等效于 AM13E230x CPURST。		CPU 复位 (CPURST) • 仅复位 CPU 逻辑 • 外设状态不受影响	• 仅限软件和调试子系统触发器
RTC 复位 • 仅复位 LSE 振荡器、RTC、备份寄存器和 RCC RTC 域控制寄存器	• 如果两个电源之前均已断电，则软件或 VDD/VBAT 上电	不适用	

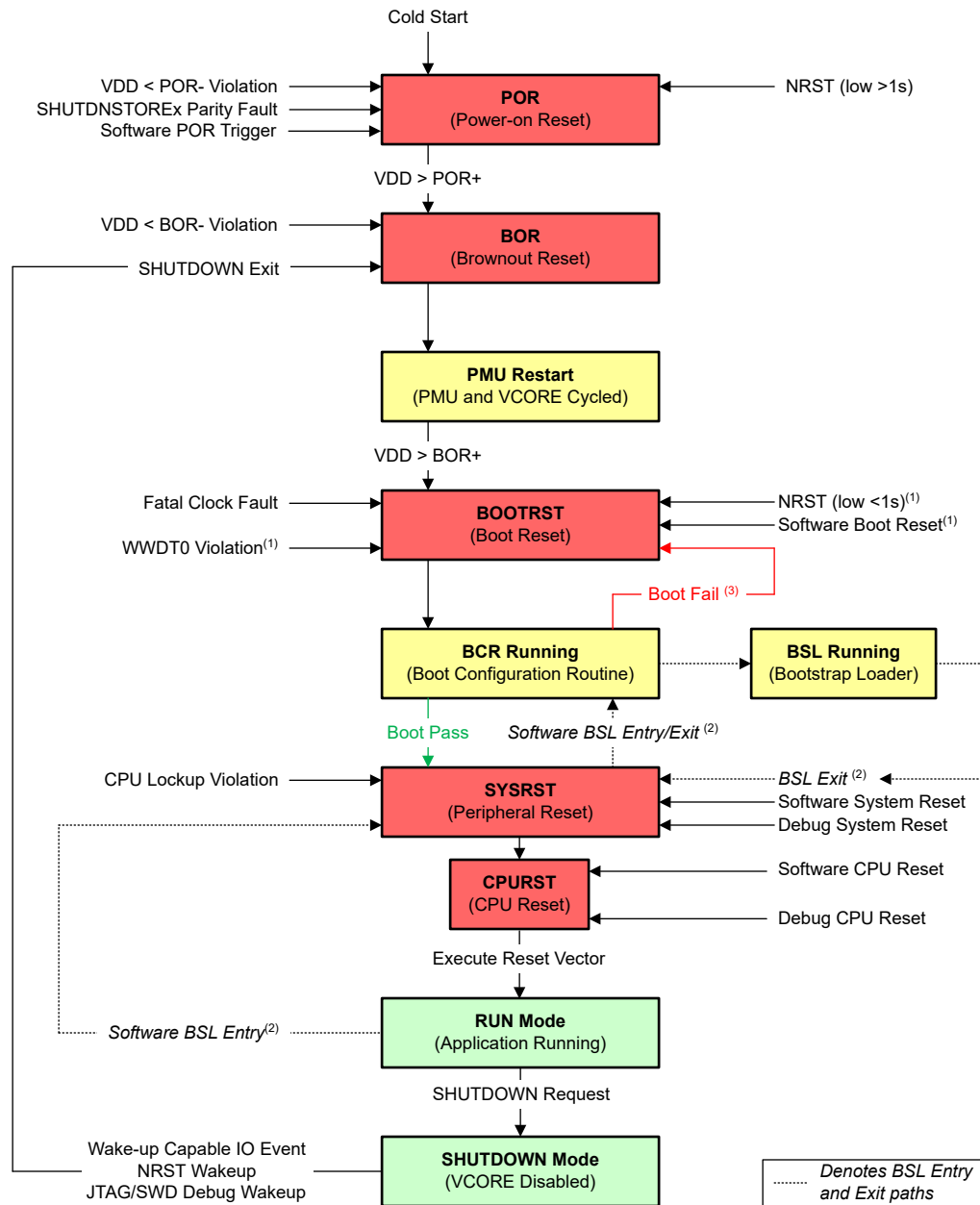


图 3-1. AM13E230x 复位级别

3.4 时钟总结和比较

AM13E230x 和 STM32G474x 依靠内部和外部时钟和振荡器生成低频至高频时钟，供器件子系统使用。本节详细介绍了这两种器件的相关时钟和振荡器。

表 3-6. 振荡器比较

振荡器类型	STM32G474x	AM13E230x
内部振荡器	HSI16 - 16MHz • 高速内部 16MHz RC 振荡器	SYSOSC - 32MHz • 系统振荡器
	HSI48 - 48MHz • 高速内部 48MHz 内部振荡器	无直接等效器件
	MSI - 100KHz 至 48MHz • 多速内部 RC 振荡器	无直接等效器件
	LSI RC - 32KHz 至 40KHz • 低速内部 RC 振荡器	LFOSC - 32.768KHz • 低频振荡器
	PLL - 高达 170MHz	SYSPLL - 高达 200MHz • 具有可编程频率的系统锁相环
外部振荡器	HSE - 4MHz 至 48MHz • 高速外部时钟 (晶体/陶瓷谐振器振荡器)	XTAL - 10MHz 至 25MHz • 外部晶体振荡器
		XTAL SE - 4MHz 至 48MHz • 外部单端振荡器
		HFCLK_IN - 4MHz 至 48MHz • 外部数字时钟
	LSE - 32.768KHz • 低速外部晶体	无直接等效器件

表 3-7. 时钟比较

时钟类型	STM32G474x 时钟	AM13E230x 时钟
系统时钟	SYSCLK	MCLK - 高达 200MHz • PD1 外设/总线的主系统时钟
	HCLK	CPUCLK - 高达 200MHz • 源自 MCLK
	不适用	ULPCLK - 高达 50MHz • PD0 外设的总线时钟
	LSI 时钟	LFCLK - 32KHz • 低频时钟
	不适用	HFCLK • 由 XTAL (SE) 或 HFCLK_IN 生成
	HCLK	HSCLK • 高速时钟
外设专用时钟	FDCAN 时钟	CAN_CLK • CAN-FD 功能时钟
外部时钟	OSC_OUT/OSC32_OUT	CLK_OUT • 时钟输出单元

表 3-8. 外设时钟源

外设	STM32G474 时钟源	AM13E230x 时钟源
ADC	SYSCLK、PLLCLK	MCLK

表 3-8. 外设时钟源 (续)

外设	STM32G474 时钟源	AM13E230x 时钟源
RTC	HSE/32、LSE 或 LSI	-
看门狗	LSI	LFCLK
CAN	HSE、PLLQCLK、PCLK	CANCLK
UART	SYSCLK、HSI16、LSE、APB1 或 APB2	MCLKDIV2
I2C	SYSCLK、HSI16、APB1 时钟 (PCLK1)	MCLKDIV2
SPI	-	MCLKDIV2
计时器	由硬件定义	MCLKDIV2

3.5 工作模式总结和比较

AM13E230x 器件上提供了两个内核电源域：PD1 和 PD0。PD1 (“开关”电源域) 在 RUN 和 SLEEP 模式下始终通电，在 STOP 和 STANDBY 模式下关闭。在 RUN、SLEEP、STOP 和 STANDBY 模式下，PD0 (“常开”域) 始终处于通电状态。PD1 和 PD0 在关断模式下都会禁用。PD1 域包括 CPU 子系统、DMA、SRAM 和 PD1 外设总线：快速外设互连、外设互连和 CPU 互连，它们分别在 MCLK、MCLK/2 和 MCLK/4 上运行。

- PD0 域包括 PD0 外设和 PD0 总线段 (PD0 互连)，该总线段在 RUN 和 SLEEP 模式下以 MCLK/4 运行，在 STOP 模式下为 4MHz，在 STANDBY 模式下为 32kHz。这一源自 MCLK/4 的时钟源称为 ULPClock。PD0 域在除 SHUTDOWN 模式之外的所有模式下均通电，可视为“常开”域
- VDDC 域包括 PD1 和 PD0

工作模式比较

STM32G474 器件具有类似的工作模式。下表对 STM32G474x 器件和 AM13E23x 器件进行了简要比较。

表 3-9. STM32G474x 器件和 AM13E23x 器件的工作模式比较

STM32G474x		AM13E230x	
模式	说明	模式	说明
运行	<ul style="list-style-type: none"> • 执行代码的主要运行状态 • 通过减慢系统时钟或将时钟门控到未使用的外设来降低功耗 	RUN	<ul style="list-style-type: none"> • CPU 主动执行代码并且可以启用任何外设。 • MCLK 和 CPUCLK 通过快速时钟源 (SYSOSC、HFCLK 或 SYSPLL) 运行。 • VDDC 域由片上 MAIN LDO 供电 • 在此模式下，所有功能在最高频率可用 • 如果需要，可以将软件配置为较低的 PLL 频率或较低的系统时钟频率以节省动态功耗
低功耗运行	<ul style="list-style-type: none"> • CPU 时钟频率降至 2MHz 以下 • 该代码从 SRAM 或闪存存储器执行 • 片上稳压器处于低功耗模式，以更大幅度地减小稳压器的工作电流 		
睡眠	<ul style="list-style-type: none"> • CPU 被禁用 (时钟门控) 	SLEEP	<ul style="list-style-type: none"> • 配置与 RUN 相同，但会禁用 CPU (时钟门控)
低功耗睡眠	<ul style="list-style-type: none"> • 从低功耗运行模式进入此模式 • 禁用 CPU 时钟 • 触发唤醒后，系统会恢复为低功耗运行模式 		
停止	停止 0	STOP	<ul style="list-style-type: none"> • PD1 电源域关闭，PD1 外设被禁用并保持保留状态 • CPU、DMA、SRAM、FLASH、PLL、XTAL 保留 • VDDC 电压降至 10%，PD0 外设以 4MHz 运行
	停止 1		

表 3-9. STM32G474x 器件和 AM13E23x 器件的工作模式比较 (续)

STM32G474x		AM13E230x	
模式	说明	模式	说明
待机	<ul style="list-style-type: none"> 通过 BOR 实现最低功耗 VCORE 域已断电 不会保留 SRAM 和寄存器内容, 但 RTC 域和待机电路中的寄存器除外 	STANDBY	STANDBY0 <ul style="list-style-type: none"> PD1 电源域关闭, PD1 外设被禁用并保持保留状态 CPU、DMA、SRAM、FLASH、PLL、XTAL 保留 VDDC 电压降至 10%, PD0 外设以 32KHz 运行
			STANDBY1 <ul style="list-style-type: none"> 与 STANDBY0 相同, 但 PD0 外设不主动提供时钟信号
关断	<ul style="list-style-type: none"> 内部稳压器关闭 PLL 和振荡器断电 不保留 SRAM 和寄存器内容 	关断	<ul style="list-style-type: none"> 内核稳压器禁用 内核时钟断电 不保留 SRAM 和寄存器内容

3.6 中断和事件比较

中断和异常

AM13E230x 和 STM32G474x MCU 都根据器件的可用外设来寄存和映射中断和异常矢量。表 3-10 中包含每个器件系列的中断矢量的总结和比较。中断或异常的优先级值越低, 优先级就越高。

对于其中一些矢量, 优先级是用户可选的。对于其他矢量, 优先级是固定的。在 AM13E230x 和 STM32G474x 中, NMI、复位和硬故障处理程序等异常被赋予负优先级值, 以指示它们始终比外设中断具有更高的优先级。在中断优先级可选的外设中, 两个器件系列均最多提供 4 个可编程优先级。

表 3-10. 中断比较

NVIC 编号	STM32G474x		AM13E230x	
	中断/异常	优先级	中断/异常	优先级
-	-	-	复位	固定: -4
-14	-	-	NMI	固定: -2
-13	-	-	HardFault	固定: -1
-12	-	-	MemManage	可设置
-11	-	-	BusFault	可设置
-10	-	-	UsageFault	可设置
-5	-	-	SVCALL	可设置
-4	-	-	DebugMonitor	可设置
-2	-	-	PendSV	可设置
-1	-	-	SysTick	可设置
-	复位	固定: -3	-	-
-	NMI	固定: -2	-	-
-	HardFault	固定: -1	-	-
-	MemManage	可设置	-	-
-	BusFault	可设置	-	-
-	UsageFault	可设置	-	-
-	PendSV	可设置	-	-
-	SysTick	可设置	-	-
0	WWDG	可设置	PMCU	可设置
1	PVD_PVM	可设置	调试	可设置
2	RTC/TAMP/CSS_LSE	可设置	闪存	可设置

表 3-10. 中断比较 (续)

NVIC 编号	STM32G474x		AM13E230x	
	中断/异常	优先级	中断/异常	优先级
3	RTC_WKUP	可设置	WWDT0	可设置
4	闪存	可设置	GPIO0	可设置
5	RCC	可设置	GPIO1	可设置
6	EXTI0	可设置	GPIO2	可设置
7	EXTI1	可设置	GPIO3	可设置
8	EXTI2	可设置	ADC0_SEQ0	可设置
9	EXTI3	可设置	ADC0_SEQ1	可设置
10	EXTI4	可设置	ADC0_SEQ2	可设置
11	DMA1_CH1	可设置	ADC0_SEQ3	可设置
12	DMA1_CH2	可设置	ADC0_DCOMP	可设置
13	DMA1_CH3	可设置	ADC1_SEQ0	可设置
14	DMA1_CH4	可设置	ADC1_SEQ1	可设置
15	DMA1_CH5	可设置	ADC1_SEQ2	可设置
16	DMA1_CH6	可设置	ADC1_SEQ3	可设置
17	DMA1_CH7	可设置	ADC1_DCOMP	可设置
18	ADC1_2	可设置	ADC2_SEQ0	可设置
19	USB_HP	可设置	ADC2_SEQ1	可设置
20	USB_LP	可设置	ADC2_SEQ2	可设置
21	FDCAN1_IT0	可设置	ADC2_SEQ3	可设置
22	FDCAN1_IT1	可设置	ADC2_DCOMP	可设置
23	EXTI9_5	可设置	MCAN	可设置
24	TIM1_BRK/TIM15	可设置	PWM0_INT	可设置
25	TIM1_UP/TIM16	可设置	PWM1_INT	可设置
26	TIM1_TRG_COM/ TIM17/TIM1_DIR/ TIM1_IDX	可设置	PWM2_INT	可设置
27	TIM1_CC	可设置	PWM3_INT	可设置
28	TIM2	可设置	PWM4_INT	可设置
29	TIM3	可设置	ECAP0	可设置
30	TIM4	可设置	ECAP1	可设置
31	I2C1_EV	可设置	EQEP0	可设置
32	I2C1_ER	可设置	EQEP1	可设置
33	I2C2_EV	可设置	EQEP2	可设置
34	I2C2_ER	可设置	UC0	可设置
35	SPI1	可设置	UC1	可设置
36	SPI2	可设置	UC2	可设置
37	USART1	可设置	UC3	可设置
38	USART2	可设置	UC4	可设置
39	USART3	可设置	UC5	可设置
40	EXTI15_10	可设置	DMA	可设置
41	RTC_ALARM	可设置	TINIE_LITE	可设置
42	USBWakeUP	可设置	EPI	可设置
43	TIM8_BRK/TIM8_TERR /TIM8_IERR	可设置	AES.INT_EVENT0	可设置
44	TIM8_UP	可设置	TIMG4_0	可设置

表 3-10. 中断比较 (续)

NVIC 编号	STM32G474x		AM13E230x	
	中断/异常	优先级	中断/异常	优先级
45	TIM8_TRG_COM/TIM8_DIR/TIM8_IDX	可设置	TIMG12_0	可设置
46	TIM8_CC	可设置	TMU_LUF_INT	可设置
47	ADC3	可设置	TMU_LVF_INT	可设置
48	FSMC	可设置	保留	可设置
49	LPTIM1	可设置	保留	可设置
50	TIM5	可设置	保留	可设置
51	SPI3	可设置	保留	可设置
52	UART4	可设置	保留	可设置
53	UART5	可设置	保留	可设置
54	TIM6_DACUNDER	可设置	保留	可设置
55	TIM7_DACUNDER	可设置	保留	可设置
56	DMA2_CH1	可设置	保留	可设置
57	DMA2_CH2	可设置	保留	可设置
58	DMA2_CH3	可设置	保留	可设置
59	DMA2_CH4	可设置	保留	可设置
60	DMA2_CH5	可设置	保留	可设置
61	ADC4	可设置	保留	可设置
62	ADC5	可设置	保留	可设置
63	UCPD1 全局中断	可设置	保留	可设置
64	COMP1_2_3	可设置		
65	COMP4_5_6	可设置		
66	COMP7	可设置		
67	HRTIM_Master_IRQn	可设置		
68	HRTIM_TIMA_IRQn	可设置		
69	HRTIM_TIMB_IRQn	可设置		
70	HRTIM_TIMC_IRQn	可设置		
71	HRTIM_TIMD_IRQn	可设置		
72	HRTIM_TIME_IRQn	可设置		
73	HRTIM_TIM_FLT_IRQn	可设置		
74	HRTIM_TIMF_IRQn	可设置		
75	CRS	可设置		
76	SAI	可设置		
77	TIM20_BRK/ TIM20_TERR/ TIM20_IERR	可设置		
78	TIM20_UP	可设置		
79	TIM20_TRG_COM/ TIM20_DIR/TIM20_IDX	可设置		
80	TIM20_CC	可设置		
81	FPU	可设置		
82	I2C4_EV	可设置		
83	I2C4_ER	可设置		
84	SPI4	可设置		
85	AES	可设置		

表 3-10. 中断比较 (续)

NVIC 编号	STM32G474x		AM13E230x	
	中断/异常	优先级	中断/异常	优先级
86	FDCAN2_IT0	可设置		
87	FDCAN2_IT1	可设置		
88	FDCAN3_IT0	可设置		
89	FDCAN3_IT1	可设置		
90	RNG	可设置		
91	LPUART	可设置		
92	I2C3_EV	可设置		
93	I2C3_ER	可设置		
94	DMAMUX_OVR	可设置		
95	QUADSPI	可设置		
96	DMA1_CH8	可设置		
97	DMA2_CH6	可设置		
98	DMA2_CH7	可设置		
99	DMA2_CH8	可设置		
100	CORDIC	可设置		
101	FMAC	可设置		

3.7 调试和编程比较

AM13E230x 和 STM32G474x MCU 均支持各种调试器硬件支持的标准调试接口。

表 3-11. 调试功能比较

调试功能	STM32G474x	AM13E230x
调试端口	<ul style="list-style-type: none"> JTAG-DP (5 引脚) SW-DP (2 引脚) 	<ul style="list-style-type: none"> JTAG-DP (4 引脚) SW-DP (2 引脚)
断点	FPB (闪存补丁断点) 单元： <ul style="list-style-type: none"> 实现硬件断点，将代码空间的代码和数据修补到系统空间 2 个字面量比较器，用于与从代码空间加载的字面量进行匹配，并重映射到系统空间中对应的区域 6 个指令比较器，用于与从代码空间获取的指令进行匹配 	BPU (断点单元)： <ul style="list-style-type: none"> 8 个比较器，当指令提取地址与编程到相应 BPU 比较器中的地址相匹配时，这些比较器用于生成调试事件
观察点	DWT (数据观察点触发器) <ul style="list-style-type: none"> 4 个比较器，可配置为硬件观察点，用于触发 ETM、PC 采样器或数据地址采样器 	DWT (数据观察点和跟踪单元) <ul style="list-style-type: none"> 4 个比较器，支持在数据地址匹配 (观察点事件) 或指令地址匹配 (PC 观察点事件) 时生成事件
处理器跟踪	否	MTB (微跟踪缓冲器) <ul style="list-style-type: none"> 基于 ARM CoreSight MTB-M33 MTB 的处理器跟踪引擎
外部迹线	否	嵌入式跟踪宏单元 (ETM) <ul style="list-style-type: none"> 流式传输完整指令程序计数器跟踪，具有 64 位周期精确的时间戳计数器
低功耗调试	是 <ul style="list-style-type: none"> 在睡眠、停机和待机模式下支持 	是 <ul style="list-style-type: none"> 在除 SHUTDOWN 外的所有模式下均支持

表 3-11. 调试功能比较 (续)

调试功能	STM32G474x	AM13E230x
EnergyTrace	否	是
外设调试	是	是
调试访问禁用	是	是

系统引导加载程序

AM13E230x 和 STM32G474x 器件在闪存中均有预留空间，其中包含用于通过各种标准接口对闪存进行重新编程的系统信息。在 AM13E230x 器件上，这被称为引导加载程序 (BSL)。

表 3-12. 系统引导加载程序功能比较

BSL 特性	STM32G474x	AM13E230x
BSL 在空白器件上启动	是	是
自动检测编程接口	是	是
安全性	<ul style="list-style-type: none"> 存储器安全和访问限制选项 	<ul style="list-style-type: none"> 访问始终受 256 位密码保护，并具有可配置的安全警报处理功能，可抵御暴力破解攻击 BSL 可以返回代码或数据区域的 32 位 CRC (最小区域大小为 1KB) 以验证编程
可定制	否	是
调用方法	<ul style="list-style-type: none"> HW：将 BOOT0 引脚设置为高电平，复位器件 软件：执行软件跳转到引导加载程序地址 	<ul style="list-style-type: none"> HW：使用用户配置的 BSL INVOKE GPIO 引脚触发 软件：执行 BSL 进入 (RESETLEVEL 0x02)
支持的接口		
UART	是	是
I2C	是	是
SPI	是	否
CAN	是	是
USB	是	否

4 数字外设比较

4.1 通用 I/O (GPIO)

下面的表 4-1 比较了 STM32G474x 和 AM13E230x 上的基础通用 I/O 系统。

表 4-1. GPIO 功能比较

特性	STM32G474x	AM13E230x
输出模式	<ul style="list-style-type: none"> 推挽 带上拉或下拉电阻的开漏 (仅适用于有限的一组引脚) 	<ul style="list-style-type: none"> 推挽
输出频率	每个引脚 4 个速度范围： <ul style="list-style-type: none"> 低 (2MHz) 中 (10MHz) 高 (50MHz) 非常高 (最高可达 100MHz, 具体取决于 VDD/负载) 	速度范围取决于 IO 类型： <ul style="list-style-type: none"> SDIO (标准驱动 I/O) <ul style="list-style-type: none"> 16MHz、32MHz HSIO (高速 I/O) <ul style="list-style-type: none"> 16MHz、24MHz、32MHz、40MHz
驱动强度	高达 20mA (每个引脚的灌电流/拉电流能力, 具体取决于 I/O 类型)	<ul style="list-style-type: none"> 低驱动: 2mA 高驱动: 6mA
输入模式	<ul style="list-style-type: none"> 悬空 上拉 下推 模拟 	<ul style="list-style-type: none"> 悬空 上拉 下推 模拟
原子位设置和复位	是	是
GPIO 锁定	是	否
快速切换	<ul style="list-style-type: none"> 每 2 个 CPU 时钟周期 	<ul style="list-style-type: none"> 每个 CPU 时钟周期
唤醒	GPIO 引脚可用作停止/待机模式的 EXTI 唤醒源	“快速唤醒”功能支持通过任意 GPIO 端口从 STOP 和 STANDBY 模式进行低功耗唤醒。
可通过 DMA 控制	否	是
用户可控制的输入干扰滤波	否	是
用户可控制的输入迟滞	否	是

备注

AM13E230x 平台的 GPIO 模块不管理完整的数字 IO 功能 (例如, 上拉、下拉或其他功能多路复用)。有关完整的数字 IO 控制详细信息, 请参阅 IOMUX。与任何其他外设类似, GPIO 的输入和输出 (具有输出使能功能) 允许 GPIO 与 IOMUX 连接以连接到 IO 引脚。

4.2 串行通信外设

STM32G474x 和 AM13E230x MCU 均有标准串行通信外设: UART、I2C 和 SPI。但是, 硬件实现和功能集在各方面有所不同。

在 STM32G474x 器件上, UART、I2C 和 SPI 是独立、单独的外设模块。

AM13E230x 引入了一种统一的串行通信外设, 称为 UNICOMM。UNICOMM 模块是一种运行时可配置的外设, 能够支持 UART、I2C (控制器)、I2C (目标) 或 SPI 通信协议。这使用户能够根据应用要求灵活地改变每个外设的实例数量。有关 UNICOMM 的更多信息, 请参阅 AM13E230x 技术参考手册中的 UNICOMM 章节。下面详细介绍 AM13E230x 上每个 UNICOMM 实例可用的功能集。

表 4-2. 每个 AM13E230x 实例可用的 UNICOMM 配置

SPG 实例	UNICOMM 实例	支持的串行协议	可用的外设类型
SPG0	UC0	UART、SPI、I2C	Basic UART、Basic SPI、Basic I2C 控制器/目标
	UC1	UART、SPI、I2C	Basic UART、Basic SPI、Basic I2C 控制器/目标
	UC2	UART、LIN、I2C、SMBUS	Basic+ UART、Advanced I2C 控制器/目标
SPG1	UC3	UART、SPI、I2C	Basic UART、Basic SPI、Basic I2C 控制器/目标
	UC4	UART、SPI、I2C	Basic UART、Basic SPI、Basic I2C 控制器/目标
	UC5	UART、LIN、I2C、SMBUS	Basic+ UART、Advanced I2C 控制器/目标

4.2.1 通用异步接收器/发送器 (UART)

表 4-3. UART 功能集比较

UART 功能	STM32G474x USART/UART	AM13E230x UNICOMM UART
DMA 存取	是	是
TX/RX FIFO 深度	8 个条目	16 个条目
硬件流控制 (CTS/RTS)	是	是
可配置数据长度	7、8 或 9 位	5、6、7 或 8 位
多处理器支持	是	是
同步模式	是	否
智能卡模式 (ISO7816)	是	支持 (Basic 实例)
单线半双工支持	是	是
IrDA 硬件支持	是	否
LIN 硬件支持	是	支持 (Basic+ 实例)
DALI 硬件支持	是	否
RS485 硬件支持	是	是
曼彻斯特编码硬件支持	是	否
低功耗模式唤醒	是	否
自动波特率检测	是	否

4.2.2 串行外设接口 (SPI)

表 4-4. SPI 功能集比较

功能	STM32G474x SPI	AM13E230x UNICOMM SPI
控制器或外设操作	是	是
DMA 存取	是	是
TX/RX FIFO 深度	4 个条目	16 个条目
支持的 SPI 格式	Motorola SPI、德州仪器 (TI)、I2S	Motorola SPI 或德州仪器 (TI)
数据位宽 (控制器模式)	4 至 16 位	4 至 16 位
数据位宽 (外设模式)	4 至 16 位	7 至 16 位
最大速度	控制器中为 75Mbit/s，外设模式下高达 41Mbit/s	50Mbit/s
多控制器支持	支持 (通过总线仲裁实现多控制器)	否
全双工传输	是	是
半双工传输 (双向数据线)	是	否
单工传输 (单向数据线)	是	否
硬件芯片选择管理	支持 (支持 NSS 硬件模式)	是
可编程时钟极性和相位	支持 (CPOL 和 CPHA)	支持 (CTL0.SPO 和 CTL0.SPH 位)

表 4-4. SPI 功能集比较 (续)

功能	STM32G474x SPI	AM13E230x UNICOMM SPI
可编程数据顺序 (MSB 优先或 LSB 优先)	是	是
硬件 CRC	支持 (多项式可配置)	否

4.2.3 内部集成电路 (I2C)

表 4-5. I2C 功能集比较

功能	STM32G474x I2C	AM13E230x UNICOMM I2CC/I2CT
控制器和目标模式	是	是
DMA 存取	是	是
TX/RX FIFO 深度	8 个条目	16 个条目
多控制器支持	是	是
标准模式 (最高 100kHz) 支持	是	是
快速模式 (最高 400kHz) 支持	是	是
超快速模式 (最高 1MHz) 支持	是	是
寻址模式	7 位和 10 位	7 位和 10 位
目标地址	双路寻址和 1 个可配置掩码	双路寻址和 1 个可配置掩码 (高级 I2CT 实例)
通用呼叫支持	是	是
可编程设置时间和保持时间	是	否
时钟延展	是	是
软件复位	是	是
可编程模拟和数字噪声滤波器	支持 (最长支持 15 个 I2C 时钟周期的数字滤波器, 可配置模拟滤波器)	支持 (Basic 实例 - 数字滤波器, Advanced 实例 - 模拟滤波器)

4.3 计时器

表 4-6. 计时器类型比较

STM32G474x		AM13E230x	
计时器名称	缩写名称	计时器名称	缩写名称
高级控制	TIM1、TIM8、TIM20	不适用	不适用
通用	TIM2-5、TIM15-17	通用	TIMG4 和 TIMG12
高分辨率	HRTIM	不适用	不适用
Basic	TIM6、TIM7	不适用	不适用
低功耗	LPTIM	不适用	不适用

备注

AM13E23x 只有 2 个计时器 (TIMG4、TIMG12)

表 4-7. 计时器功能比较

功能	STM32G474x 计时器	AM13E230x 计时器
分辨率	16 位 (大多数)、32 位 (TIM2、TIM5)	16 位 (TIMG4)、32 位 (TIMG12)
PWM	支持 (基本计时器除外)	是
捕获	是	是
比较	是	是
单次触发	支持 (在高级和通用计时器中提供)	是
向上/向下计数功能	是	是
电源模式	是	是

表 4-7. 计时器功能比较 (续)

功能	STM32G474x 计时器	AM13E230x 计时器
QEI 支持	是 (TIM1-5, TIM8)	是
可编程预分频器	支持 (16 位)	支持 (8 位)
影子寄存器模式	是	是
事件/中断	是	是
故障事件机制	支持 (在用于电机控制的高级计时器中)	支持 (在高级计时器中)
自动重新加载功能	是	是

表 4-8. 计时器模块替换

STM32G474x 计时器	AM13E230x 等效器件	原因
TIM1、TIM8、TIM20	已被 MCPWM 和 eQEP 外设取代	高级控制, 16 位分辨率, 支持 QEI
TIM2/5	TIMG12	通用, 32 位分辨率
TIM3、TIM4	TIMG4	通用, 16 位分辨率
TIM6/7	-	基本计时器
TIM15/16/17	-	通用
LPTIM	PD0 中的任何计时器	LPTIM 为 LFCLK、PD0 提供源 - AM13E23x 中的低功耗模式

表 4-9. 计时器用例比较

功能	STM32G474x 计时器	AM13E230x 计时器支持
PWM	TIM1-4、TIM8、TIM15-17 支持边沿和中心对齐 PWM。基本计时器 (TIM6/7、LPTIM) 不生成 PWM。	TIMG4 和 TIMG12
捕获	在所有通用和高级计时器上均受支持	TIMG4 和 TIMG12
比较	在所有通用和高级计时器上均受支持	仅限 TIMG4
单次触发	在所有计时器 (包括 LPTIM) 上均受支持	TIMG4 和 TIMG12
预分频器	16 位预分频器 (所有 TIMx), LPTIM 有一个 3 位预分频器	仅限 TIMG4
同步	TIM1-4、TIM8、TIM15 可作为同步链中的主/从器件	TIMG4 和 TIMG12

4.4 窗口化看门狗计时器 (WWDT)

表 4-10. WWDT 类型比较

关键组件	STM32G474x	AM13E230x
名称	1. 独立看门狗计时器 2. 窗口化看门狗计时器	窗口化看门狗计时器
缩写名称 (相同的顺序)	1. IWDG 2. WWDG	WWDT

表 4-11. 看门狗计时器功能比较

功能	STM32G474x	AM13E230x
窗口模式	是	是
间隔计时器模式	是	是
LFCLK 源	否	是
中断	是	是
计数器分辨率	12 位 (IWDG)、7 位 (WWDG)	25 位

表 4-11. 看门狗计时器功能比较 (续)

功能	STM32G474x	AM13E230x
时钟分频器	WWDG 否, IWDG 是	是

4.5 控制器局域网 (CAN)

表 4-12. CAN 比较

功能	STM32G474x FDCAN	AM13E230x MCAN
支持 CAN FD	支持 (最多 64 个数据字节)	支持 (最多 64 个数据字节)
支持 AUTOSAR 和 SAE J1939	是	是
符合 ISO 11898-1 : 2015 标准	是	是
可配置的发送 FIFO	是	是
可屏蔽中断	是	是
时钟域	两个 (APB 总线接口和 CAN 内核时钟)	两个 (CAN 时钟和主机时钟)
环回测试模式	否	是
支持断电	否	是

备注

AM13E230x 上的 MCAN 模块支持传统 CAN 和 CAN FD (具有灵活数据速率的 CAN) 协议。

5 模拟外设比较

5.1 模数转换器 (ADC)

表 5-1. ADC 功能集比较

特性	STM32G474x	AM13E230
分辨率 (位)	12	12
转换速率 (Msps)	4	6.9
过采样 (位)	16 位	16 位
硬件过采样	256x	128x
FIFO	不支持 (将数据寄存器 (ADC_DR) 与 DMA 配合使用以进行连续传输)	是
ADC 基准 (V)	内部: VREFINT (~1.2V) 外部: VRef+ 引脚或 VDDA	2.5V 或 3.3V 的可选内部基准电压 由 VREFHI/VREFLO 设定的比例式外部基准
工作电源模式	<ul style="list-style-type: none"> 独立 双路模式 深度断电 自动关闭 	<ul style="list-style-type: none"> 突发模式 过采样/欠采样模式 外部基准模式 内部基准模式
自动断电	是	否
外部输入通道	20	32
内部输入通道	VREFINT、温度传感器、VBAT	VREF、温度传感器、PGA 连接
DMA 支持	是	是
ADC 窗口比较器单元	否	否
同时采样	是	是
ADC 数量	5	3

5.2 比较器子系统 (CMPSS)

表 5-2. 比较器功能集比较

功能	STM32G474x	AM13E230x
可用的比较器	高达 7 (COMP1-COMP7)	高达 4 (CMP0-CMP3)
输出路由	<ul style="list-style-type: none"> 计时器内部 EXTI 线路 外部引脚 	<ul style="list-style-type: none"> MCPWM XBAR 输出 XBAR
同相输入源	多路复用的 GPIO 引脚	CMPx HP/CMPx LP
反相输入源	<ul style="list-style-type: none"> 多路复用的 GPIO 引脚 DAC 通道 1/2 内部 Vref (1.22V) 缓冲 Vref 分压器 <ul style="list-style-type: none"> 1/4*Vref 1/2*Vref 3/4*Vref 	<ul style="list-style-type: none"> CMPx HN/CMPx LN 12 位 DACH 12 位 DACL
寄存器锁	比较器控制和状态寄存器可以设置为写保护 (只读)。	是, 某些 COMP 寄存器 (写入时需要密钥)
窗口比较器配置	是	是
输入短路模式	是	是
工作模式	高速、中速、低功耗	不适用
快速 PWM 关断	是	是
输出滤波	消隐滤波器	数字滤波器

表 5-2. 比较器功能集比较 (续)

功能	STM32G474X	AM13E230x
输出极性控制	是	是
中断	上升沿	否
	下降沿	
	双边沿	
交换输入模式	是	否

表 5-3. 比较器可编程迟滞比较

迟滞	最小值 (mV)		典型值 (mV)		最大值 (mV)	
	STM32G474x	AM13E230x	STM32G474x	AM13E230x	STM32G474x	AM13E230x
0x	-	-6	0	0	-	6
1x	4	1	9	10	16	19
2x	7	7	18	20	32	34
3x	11	14	27	30	47	51
4x	15	19	36	41	63	70
5x	19	25	45	52	79	88
6x	23	31	54	64	95	109
7x	26	37	63	77	110	131

5.3 数模转换器 (DAC)

备注

在 AM13E230x 器件上，没有独立的专用 DAC 模块。每个 12 位基准 DACL 输出 (比较器子系统 (CMPSS LITE) 的组成部分) 都可以配置为将基准电压驱动到相应比较器的负输入端。CMPSS2 和 CMPSS3 实例还允许将低电平 DAC 输出路由到引脚以用作外部 DAC。在这种情况下，所有其他 CMPSS 模块功能都不可用，包括高 DAC、两个比较器和数字滤波器。

备注

5.4 可编程增益放大器 (PGA)

表 5-4. PGA 功能集

功能	STM32G474x	AM13E230x
输入类型	轨到轨	轨到轨
增益带宽	7-13MHz	7-15MHz
放大器配置	<ul style="list-style-type: none"> 跟随器配置模式 独立模式 (外部增益设置模式) PGA 模式 	<ul style="list-style-type: none"> 缓冲模式：PGA 在单位增益模式下工作 独立模式：PGA 作为传统的运算放大器运行 同相模式：PGA 用作同相运算放大器 减法器模式：PGA 输出电压等于两个输入之差
输入/输出路由	<ul style="list-style-type: none"> 外部引脚布线 ADC 输入 COMP 输入 	<ul style="list-style-type: none"> 外部引脚 ADC 输入 DAC 输入
故障检测	<ul style="list-style-type: none"> 外部比较器 ADC 监视 	否
斩波稳定	是	是

6 系统级迁移

以下章节详细介绍了在现有 PCB 系统中将 STM32G474x 替换为 AM13E230x MCU 时所需的迁移步骤。

备注

本节并未提供有关设计 AM13E230x PCB 系统时所有硬件设计要求的全面指南，仅提供从 STM32G474x 平台迁移到 AM13E230x 时必须考虑的要求。请参阅 *AM13E230x 硬件设计指南* 以了解更多信息。

6.1 电源、时钟、复位迁移

两个器件上电和引导微控制器所需的电源、时钟和复位方案基本相同。本节概述了各个设计方面的要求。

电源

STM32G474x 和 AM13E230x 均由 3.3V 供电。电源引脚命名约定基本相同，仅有少量差异。表 6-1 详细说明了电源迁移要求。

表 6-1. 电源引脚要求

STM32G474x 引脚	AM13E230x 引脚	迁移要求
VDD	VDD	<ul style="list-style-type: none"> 确保满足去耦电容器要求
VBAT	VDD	<ul style="list-style-type: none"> 请注意，AM13E230x 上没有 VBAT 电源域。该引脚必须由 3.3V 电源供电并具有适当的去耦电容
VDDA	VDDA	<ul style="list-style-type: none"> 确保满足铁氧体磁珠/去耦电容器要求
VREF-	VREFLO	<ul style="list-style-type: none"> 大多数情况下可以连接到 GND
VREF_+	VREFHI	<ul style="list-style-type: none"> 确保满足去耦电容器要求 请注意不同器件之间内部电压基准电平的差异
VREF+	VREFHI	
VSS	VSS	<ul style="list-style-type: none"> 数字 GND，无额外要求
VSSA	VSSA	<ul style="list-style-type: none"> 模拟 GND，无额外要求

时钟

STM32G474x 和 AM13E230x 微控制器可由内部或外部振荡器提供时钟信号。外部振荡器迁移详见表 6-2。

表 6-2. 外部时钟要求

STM32G474x 引脚	AM13E230x 引脚	迁移要求
PC14-OSC32_IN	PB14	<ul style="list-style-type: none"> AM13E230x 没有用于低频晶体的输入引脚 如有必要，移除从低频晶体到这些引脚的信号布线 PB14/PB15 可用作 GPIO
PC15-OSC32_OUT	PB15	
PF0-OSC_IN	PC16_X1	<ul style="list-style-type: none"> 可以将 10-25MHz 晶体或 4-48MHz 外部数字时钟连接到这些引脚 如果使用内部振荡器为器件提供时钟信号，这些引脚可用作 GPIO
PF1-OSC_OUT	PC17_X2	

复位/引导

表 6-3. 复位和引导引脚要求

STM32G474x 引脚	AM13E230x 引脚	迁移要求
PG10-NRST	PD10-NRST	<ul style="list-style-type: none"> 器件的低电平有效复位输入。无额外要求 在 AM13E230x 上不能用作 GPIO
PB8-BOOT0	PA24	<ul style="list-style-type: none"> 在 AM13E230x 上，引导模式/方法通过软件引导加载程序进行配置 无需从外部拉高/拉低此引脚

6.2 引导 ROM 配置的引脚

AM13E230x 引导 ROM 中默认配置了多个通信接口引脚，用于与引导加载程序 (BSL) 通信。虽然可以修改引脚分配 (有限制)，但务必注意默认引脚以及从 STM32G474x 迁移到 AM13E230x 的用户可能需要进行的更改。

表 6-4. 引导 ROM 配置的接口

AM13E230x BSL 接口	STM32G474x 引脚	AM13E230x 引脚/接口	迁移要求	其他配置
UART	PA0	PA0/UC4_RX_SCL_SCLK	<ul style="list-style-type: none"> 如果打算使用 UART 进行引导，则必须在外部接头处提供这些引脚 	<ul style="list-style-type: none"> 或者，可以修改 BSL 以支持为 UART 配置的任何 UC4 实例
	PA1	PA1/UC4_TX_SDA_PICO		
I2C	PB7	PA23/UC2_RX_SCL	<ul style="list-style-type: none"> 如果打算使用 I2C 进行引导，则必须在外部接头处提供这些引脚 	<ul style="list-style-type: none"> 或者，可以修改 BSL 以支持为 I2C 配置的任何 UC2 实例
	PB6	PA22/UC2_TX_SDA		
MCAN	PA11	PA11/MCAN0_RX	<ul style="list-style-type: none"> 如果打算使用 MCAN 进行引导，则必须将这些引脚连接到 CAN 收发器/总线 	<ul style="list-style-type: none"> 或者，可以修改 BSL 以支持任何 MCAN0 实例
	PA12	PA12/MCAN0_TX		

6.3 其他注意事项

AM13E230x 上不支持的外设

STM32G474x 上存在多个外设，但未在 AM13E230x 上实现。请查阅节 2.1.2 和节 2.1.3 中的表，以确认外设和信号类型级别的兼容性。

针对 AM13E230x 的系统重新设计

如果接口迁移较多，需要进行 PCB 重新设计，强烈建议利用 SysConfig 工具验证所有引脚分配，确保直接替代产品 AM13E230x 完全兼容所有现有的和更改后的系统要求。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月