

Migrating from SXX32F030 to AT32F421

前言

这篇迁移指南旨在帮助您分析从现有的SXX32F030器件迁移到AT32F421器件所需的步骤。本文档收集了最重要的信息，并列出了需要注意的重要事项。

要将应用程序从SXX32F030系列迁移到AT32F421系列，用户需要分析硬件迁移和软件迁移。

支持型号列表：

| | |
|------|------------|
| 支持型号 | AT32F421xx |
|------|------------|

目录

| | | |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| 1 | AT32F421 与 SXX32F030 异同 | 4 |
| 1.1 | 相同点概述 | 4 |
| 1.2 | 差异点概述 | 4 |
| 2 | 硬件迁移 | 5 |
| 3 | 软件迁移 | 6 |
| 3.1 | 外设对比 | 6 |
| 3.2 | 存储器映射 | 7 |
| 3.3 | 功能区别 | 8 |
| 3.3.1 | CRM | 8 |
| 3.3.2 | CRM PLL | 8 |
| 3.3.3 | DMA | 8 |
| 3.3.4 | 中断向量 | 9 |
| 3.3.5 | GPIO | 10 |
| 3.3.6 | ADC | 10 |
| 3.3.7 | SPI | 11 |
| 3.3.8 | I2C | 11 |
| 3.3.9 | USART | 11 |
| 3.3.10 | PWC | 11 |
| 3.3.11 | 安全库区保护 | 11 |
| 3.3.12 | GPIO 5V 容忍管脚兼容 | 11 |
| 4 | 版本历史 | 13 |

表目录

| | |
|----------------------|----|
| 表 1. 差异点概述..... | 4 |
| 表 2. 硬件引脚兼容性 | 5 |
| 表 3. 外设兼容性..... | 6 |
| 表 4. 存储器映射关系差异 | 7 |
| 表 5. CRM 差异 | 8 |
| 表 6. DMA 差异 | 8 |
| 表 7. 中断向量差异 | 9 |
| 表 8. GPIO 差异 | 10 |
| 表 9. ADC 差异 | 11 |
| 表 10. 文档版本历史 | 13 |

1 AT32F421 与 SXX32F030 异同

AT32F421系列微控制器基本兼容SXX32F030系列，同时强化许多功能的关系，有些许地方与SXX32F030不同，详述于本文档。

1.1 相同点概述

- 管脚定义：相同封装管脚定义相同。为扩增的外设作管脚复用定义延伸
- 编译工具：完全相同，例如Keil、IAR

1.2 差异点概述

表 1. 差异点概述

| | AT32F421 | SXX32F030 |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| 内核 | Cortex-M4 支持硬件 DSP 功能 | Cortex-M0 |
| 系统时钟 | 主频 120 MHz, AHB/APB 120 MHz | 主频 48 MHz, AHB/APB 48 MHz |
| 低功耗唤醒(调压器处于低功耗模式) | 450 μ s | 最大 9 μ s |
| Standby 唤醒 | 1250 μ s | 60.4 μ s |
| Flash 容量 | 64 KB | 256 KB |
| SRAM 容量 | 16 KB | 32 KB |
| 启动程序代码区 (Boot Memory) | 4 KB, 支持对闪存内容进行 CRC 校验 | 12 KB |
| 闪存 16-bit 写入时间 | 40 μ s | 53.5 μ s |
| 闪存扇区擦除时间 | 6.4 ms | 30 ms |
| 闪存整片擦除时间 | 8 ms | 30 ms |
| SPI | SPI1/SPI2 都支持 I2S 功能 | 不支持 I2S 功能 |
| 安全库区设定 | 支持 | 无 |
| 启动程序代码区作为主存扩展使用 | 支持 | 无 |
| 用户系统数据区 | 256 Bytes | 16 Bytes |
| ADC | 2 Msps (max. ADCCLK = 28MHz) | 1 Msps (max. ADCCLK = 14MHz) |
| 内核电压 | 1.2 V 操作电流更低 | 1.8 V |
| ESD 参数 | HBM: 6 kV, CDM: 1000 V | HBM: 2 kV, CDM: 500 V |
| 运行模式 | 7.5 mA@48 MHz | 22.0 mA@48 MHz |
| 睡眠功耗 | 5.7 mA@48 MHz | 14.0 mA@48 MHz |
| 深度睡眠功耗 | 210 μ A | 7.9 μ A |
| 待机功耗 | 3.6 μ A | 4.8 μ A |

2 硬件迁移

AT32F421与SXX32F030系列的各引脚基本上相兼容，只有与SXX32F030CC极少数的引脚存在差异，转化起来极其方便，详细信息如下表。

表 2. 硬件引脚兼容性

| AT32F421 | | SXX32F030CC | |
|----------|-----|-------------|-----------------|
| QFP48 | 引脚 | QFP48 | 引脚 |
| 35 | PF6 | 35 | V _{SS} |
| 36 | PF7 | 36 | V _{DD} |

3 软件迁移

3.1 外设对比

AT32F421在外设部分和SXX32F030相对比有些外设还是存在有一定的区别，且有些相对来说算是一个全新的设计。故针对这些外设需在应用层级的程序开发中进行修改或参考新外设驱动进行全新开发。

表 3. 外设兼容性

| 外设 | AT32F421 | SXX32F030 | 兼容性 | | |
|------------------|----------|-----------|---|----------|------|
| | | | 特性 | 引脚排列 | 固件驱动 |
| SPI | 有+ | 有 | SXX32F030: 提供两个FIFO，4位到16位数据大小可供选择 AT32F421: SPI支持I ² S功能，支持I ² S的WS线与Data实时同步，AT32F421的SPI波特率最高支持50 MHz | 相同 | 部分兼容 |
| WWDT | 有 | 有+ | 特性相同 | N/A | 完全兼容 |
| WDT | 有 | 有+ | 增加了窗口模式 | N/A | 部分兼容 |
| DEBUG | 有 | 有 | 特性相同 | N/A | 兼容 |
| CRC | 有 | 有+ | 增加了反转功能和初始CRC值 | N/A | 部分兼容 |
| EXINT | 有 | 有+ | 某些外设能够在停止模式下生成事件 | 相同 | 部分兼容 |
| DMA | 有 | 有 | 1个具有5个通道的DMA控制器 | N/A | 部分兼容 |
| TMR | 有 | 有+ | 增强 | 相同 | 部分兼容 |
| PWC | 有 | 有+ | V _{DDA} 可以大于V _{DD} ，内核采用1.8 V模式 | 对于同一特性相同 | 部分兼容 |
| CRM | 有++ | 有 | 主频、AHB、APB频率提高，CLKOUT增强 | 相同 | 部分兼容 |
| USART | 有 | 有+ | 独立时钟源选择，超时特性，从停止模式唤醒 | 相同 | 部分兼容 |
| I ² C | 有 | 有 | SXX32F030: 支持由硬件管理通信事件，FM+，从停止模式唤醒，数字滤波器 AT32F421: 支持1 MHz速率 | 相同 | 部分兼容 |
| ADC | 有 | 有+ | 模拟部分相同，但有新的数字接口 | 相同 | 部分兼容 |
| RTC | 有++ | 有 | 具有备份域寄存器 | 相同 | 兼容 |
| FLASH | 有++ | 有 | 选择字节扩展到256个字节，增加安全库区功能，增加系统存储器区域作为主存扩展使用功能，支持按字节、半字节和字访问 | N/A | 部分兼容 |
| GPIO | 有 | 有 | - | 相同 | 兼容 |
| CMP | 有 | N/A | - | N/A | N/A |
| SCFG | 有 | 有 | - | N/A | 部分兼容 |

3.2 存储器映射

因性能上的考量和优化，AT32F421在架构上进行了更深层次的调整。相对于SXX32F030而言，外设地址和总线的排列分布有一定的区别，下面就详细的列出地址映射区别和总线所属关系。

表 4. 存储器映射关系差异

| 外设 | SXX32F030 | | AT32F421 | | 结论 | |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|
| | 总线 | 基址 | 总线 | 基址 | | |
| CRC | AHB1 | 0x40023000 | AHB | 0x40023000 | 相同 | |
| FLASH | | 0x40022000 | | 0x40022000 | 相同 | |
| CRM | | 0x40021000 | | 0x40021000 | 相同 | |
| DMA | | 0x40020000 | | 0x40020000 | 相同 | |
| GPIOF | AHB2 | 0x48001400 | | 0x48001400 | 相同 | |
| GPIOC | | 0x48000800 | | 0x48000800 | 相同 | |
| GPIOB | | 0x48000400 | | 0x48000400 | 相同 | |
| GPIOA | | 0x48000000 | | 0x48000000 | 相同 | |
| DEBUG | APB | 0x40015800 | CPU core | 0xE0042000 | 不相同 | |
| TMR17 | | 0x40014800 | APB2 | 0x40014800 | 相同 | |
| TMR16 | | 0x40014400 | | 0x40014400 | 相同 | |
| TMR15 | | 0x40014000 | | 0x40014000 | 相同 | |
| USART1 | | 0x40013800 | | 0x40013800 | 相同 | |
| SPI1 | | 0x40013000 | | 0x40013000 | 相同 | |
| TMR1 | | 0x40012C00 | | 0x40012C00 | 相同 | |
| ADC | | 0x40012400 | | 0x40012400 | 相同 | |
| USART6 | | 0x40011400 | | N/A | 不相同 | |
| EXINT | | 0x40010400 | | 0x40010400 | 相同 | |
| SCFG | | 0x40010000 | | 0x40010000 | 相同 | |
| CMP | | N/A | | 0x40010000 | 相同 | |
| PWC | | 0x40007000 | | APB1 | 0x40007000 | 相同 |
| I ² C2 | | 0x40005800 | | | 0x40005800 | 相同 |
| I ² C1 | | 0x40005400 | | | 0x40005400 | 相同 |
| USART5 | | 0x40005000 | | | N/A | 不相同 |
| USART4 | | 0x40004C00 | | | N/A | 不相同 |
| USART3 | | 0x40004800 | N/A | | 不相同 | |
| USART2 | | 0x40004400 | 0x40004400 | | 相同 | |
| SPI2 | | 0x40003800 | 0x40003800 | | 相同 | |
| WDT | 0x40003000 | 0x40003000 | 相同 | | | |
| WWDT | 0x40002C00 | 0x40002C00 | 相同 | | | |
| RTC | 0x40002800 | 0x40002800 | 相同 | | | |
| TMR14 | 0x40002000 | 0x40002000 | 相同 | | | |
| TMR7 | 0x40001400 | N/A | 不相同 | | | |
| TMR6 | 0x40001000 | 0x40001000 | 相同 | | | |
| TMR3 | 0x40000400 | 0x40000400 | 相同 | | | |

3.3 功能区别

本章节描述AT32F421系列与SXX32F030系列在各外设功能上的差异。

3.3.1 CRM

- AT32F421与SXX32F030对比在CRM部分有以下区别。

表 5. CRM 差异

| RCC | AT32F421 | SXX32F030 |
|--------|---|--|
| HICK | 48 MHz RC除频6, 48 MHz RC | 8 MHz RC |
| HEXT | 4-25 MHz | 4-32 MHz |
| HICK14 | N/A | 用于ADC |
| CLKOUT | ADCCLK、SYSCLK、LICK、 LEXT、HICK、HEXT、PLL/2、 PLL/4 | HICK14、SYSCLK、HICK、 HEXT、PLL/2、PLL、LEXT、 LICK、HICK48 |

3.3.2 CRM PLL

- AT32F421在系统时钟配置流程中，CRM PLL配置和使能之前需要根据实际所使用的PLL时钟源来对参考时钟配置表PLL_FREF参数进行配置(寄存器CRM_PLL[26:24])。

3.3.3 DMA

- AT32F421与SXX32F030对比在DMA部分有以下区别。

表 6. DMA 差异

| 外设 | DMA请求 | AT32F421 | SXX32F030 | 结论 |
|--------|--|--|--|----|
| TMR17 | TMR17_UP TMR17_CH1 | DMA_Channel1/DMA_Channel2 DMA_Channel1/DMA_Channel2 | DMA_Channel1/DMA_Channel2 DMA_Channel1/DMA_Channel2 | 相同 |
| TMR16 | TMR16_UP TMR16_CH1 | DMA_Channel3/DMA_Channel4 DMA_Channel3/DMA_Channel4 | DMA_Channel3/DMA_Channel4 DMA_Channel3/DMA_Channel4 | 相同 |
| TMR15 | TMR15_UP TMR15_CH1 TMR15_TRIG TMR15_COM | DMA_Channel5 DMA_Channel5 DMA_Channel5 DMA_Channel5 | DMA_Channel5 DMA_Channel5 DMA_Channel5 DMA_Channel5 | 相同 |
| USART1 | USART1_Rx USART1_Tx | DMA_Channel3/DMA_Channel5 DMA_Channel2/DMA_Channel4 | DMA_Channel3/DMA_Channel5 DMA_Channel2/DMA_Channel4 | 相同 |
| SPI1 | SPI1_Rx SPI1_Tx | DMA_Channel2 DMA_Channel3 | DMA_Channel2 DMA_Channel3 | 相同 |
| TMR1 | TMR1_UP TMR1_CH1 TMR1_CH2 TMR1_CH3 TMR1_CH4 TMR1_TRIG TMR1_COM | DMA_Channel5 DMA_Channel2 DMA_Channel3 DMA_Channel5 DMA_Channel4 DMA_Channel4 DMA_Channel4 | DMA_Channel5 DMA_Channel2 DMA_Channel3 DMA_Channel5 DMA_Channel4 DMA_Channel4 DMA_Channel4 | 相同 |
| ADC | ADC | DMA_Channel1 DMA_Channel2 | DMA_Channel1 DMA_Channel2 | 相同 |

| 外设 | DMA请求 | AT32F421 | SXX32F030 | 结论 |
|-------------------|--|--|--|-----|
| I ² C2 | I2C2_Rx I2C2_Tx | DMA_Channel5 DMA_Channel4 | DMA_Channel5 DMA_Channel4 | 相同 |
| I ² C1 | I2C1_Rx I2C1_Tx | DMA_Channel3 DMA_Channel2 | DMA_Channel3 DMA_Channel2 | 相同 |
| USART2 | USART2_Rx USART2_Tx | DMA_Channel5 DMA_Channel4 | DMA_Channel5 DMA_Channel4 | 相同 |
| SPI2 | SPI2_Rx SPI2_Tx | DMA_Channel4 DMA_Channel5 | DMA_Channel4 DMA_Channel5 | 相同 |
| TMR6 | TIM6_UP | DMA_Channel3 | DMA_Channel3 | 相同 |
| TMR3 | TMR3_UP TMR3_CH1 TMR3_TRIG TMR3_CH3 TMR3_CH4 | DMA_Channel3 DMA_Channel4 DMA_Channel4 DMA_Channel2 DMA_Channel3 | DMA_Channel3 DMA_Channel4 DMA_Channel4 DMA_Channel2 DMA_Channel3 | 相同 |
| USART3 | USART3_Rx USART3_Tx | N/A | DMA_Channel3 DMA_Channel2 | 不相同 |

3.3.4 中断向量

- AT32F421与SXX32F030对比在中断号及中断向量部分区别不大。

表 7. 中断向量差异

| 位置 | AT32F421 | SXX32F030 | 结论 |
|----|---|---------------------|----|
| 0 | WWDT | WWDG | 相同 |
| 1 | PVM | Reserved | 相同 |
| 2 | ERTC | RTC | 相同 |
| 3 | FLASH | FLASH | 相同 |
| 4 | CRM | RCC | 相同 |
| 5 | EXINT0_1 | EXTI0_1 | 相同 |
| 6 | EXINT2_3 | EXTI2_3 | 相同 |
| 7 | EXINT4_15 | EXTI4_15 | 相同 |
| 8 | Reserved | Reserved | 相同 |
| 9 | DMA_CH1 | DMA_CH1 | 相同 |
| 10 | DMA_CH2_CH3 | DMA_CH2_CH3 | 相同 |
| 11 | DMA_CH4_CH5 | DMA_CH4_CH5 | 相同 |
| 12 | ADC_CMP | ADC | 相同 |
| 13 | TMR1_BRK TMR1_UP TMR1_TRG TMR1_COM | TIM1_BRK_UP_TRG_COM | 相同 |
| 14 | TMR1_CH | TIM1_CC | 相同 |
| 15 | Reserved | Reserved | 相同 |
| 16 | TMR3 | TIM3 | 相同 |
| 17 | TMR6 | TIM6 | 相同 |
| 18 | Reserved | Reserved | 相同 |

| 位置 | AT32F421 | SXX32F030 | 结论 |
|----|----------|--------------|-----|
| 19 | TMR14 | TIM14 | 相同 |
| 20 | TMR15 | TIM15 | 相同 |
| 21 | TMR16 | TIM16 | 相同 |
| 22 | TMR17 | TIM17 | 相同 |
| 23 | I2C1_EVT | I2C1 | 不相同 |
| 24 | I2C2_EVT | I2C2 | 不相同 |
| 25 | SPI1 | SPI1 | 相同 |
| 26 | SPI2 | SPI2 | 相同 |
| 27 | USART1 | USART1 | 相同 |
| 28 | USART2 | USART2 | 相同 |
| 29 | Reserved | USART3_4_5_6 | 不相同 |
| 30 | Reserved | Reserved | 相同 |
| 31 | Reserved | Reserved | 相同 |
| 32 | I2C1_ERR | Reserved | 不相同 |
| 33 | Reserved | Reserved | 相同 |
| 34 | I2C2_ERR | Reserved | 不相同 |

3.3.5 GPIO

- GPIO部分AT32F421相较于SXX32F030，主要区别在于AT32F421在输出配置下不支持内部上下拉。

表 8. GPIO 差异

| GPIO | AT32F421 | SXX32F030 |
|-----------|----------------|----------------------|
| 输入模式 | 悬空 PU PD | 悬空 PU PD |
| 输出模式 | PP | PP PP+PU PP+PD |
| | OD | OD OD+PU OD+PD |
| 功能复用 | PP | PP PP+PU PP+PD |
| | OD | OD OD+PU OD+PD |
| 20 mA吸入能力 | 不支持 | 支持 |

3.3.6 ADC

- AT32F421与SXX32F030对比在ADC部分有以下区别

表 9. ADC 差异

| ADC | AT32F421 | | SXX32F030 |
|-------|--|---|--|
| 通道数 | 15通道+3内部通道 | | 16通道+2内部通道 |
| 转换模式 | 序列/反复/分割/抢占自动转换 | | 单一/连续/间断/扫描 |
| 分辨率 | 12位 | | 12位 |
| 最大采样率 | 2 MSPS | | 1 MSPS |
| 外部触发 | 普通组 TMR1 CH1 TMR1 CH2 TMR1 CH3 TMR3 TRGOUT TMR15 CH1 EXINT line11 SWSTR | 抢占组 TMR1 TRGOUT TMR1 CH4 TMR3 CH4 TMR15 TRGOUT EXINT line15 SWSTR | 外部事件 TIM1_TRGO TIM1_CC4 TIM3_TRGO TIM15_TRGO |

3.3.7 SPI

- AT32F421剔除了SXX32F030上的部分SPI的如下功能特性：

- NSS的脉冲模式和TI模式配置。
- 数据帧长度的可编程控制。
- Tx/Rx FIFO缓冲区。

AT32F421增加了如下特性：

- SPI支持I2S功能
- 支持I2S的WS线与Data实时同步
- AT32F421的SPI波特率最高支持50 MHz

3.3.8 I2C

- AT32F421内置的I2C外设相比于SXX32F030的有较大的区别。二者在结构、特性和编程上都不同，因此I2C部分的代码需要重新编写后才可以在AT32F421上运行。

3.3.9 USART

- AT32F421内置的USART外设相比于SXX32F030的USART有较大的区别。二者在结构、特性和编程上都不同，因此USART部分的代码需要重新编写后才可以在AT32F421上运行。

3.3.10 PWC

- AT32F421与GX32F330相比剔除了PA2和PC5作为WKUP pin的功能。
- AT32F421与GX32F130相比增加了深度睡眠模式下的内部电压调节器的额外低功耗模式。

3.3.11 安全库区保护

- 提供了安全库区(sLib)的功能，以防止重要的IP-Code被终端用户的程序做修改或读取，进而达到保护的的目的。

3.3.12 GPIO 5V 容忍管脚兼容

- AT32F421芯片提供更多5V电压输入容忍引脚，仅有引脚PC14、PC15、PF0、PF1不具5V电压

- 输入容忍特性，这些引脚输入电平不可超过 $VDD + 0.3V$ 。
- 其他引脚皆为5V电压输入容忍。

4 版本历史

表 10. 文档版本历史

| 日期 | 版本 | 变更 |
|------------|-------|--|
| 2022.02.25 | 2.0.0 | 最初版本 |
| 2022.10.18 | 2.0.1 | 新增PWC的“WKUP pin功能”及“内部电压调节器的额外低功耗模式”内容 |

重要通知 - 请仔细阅读

买方自行负责对本文所述雅特力产品和服务的选择和使用，雅特力概不承担与选择或使用本文所述雅特力产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为雅特力授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在雅特力的销售条款中另有说明，否则，雅特力对雅特力产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途(及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况)，或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

雅特力产品并非设计或专门用于下列用途的产品：(A) 对安全性有特别要求的应用，如：生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；(B) 航空应用；(C) 汽车应用或汽车环境；(D) 航天应用或航天环境，且/或(E) 武器。因雅特力产品不是为前述应用设计的，而采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向雅特力发出了书面通知，风险由购买者单独承担，并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

经销的雅特力产品如有不同于本文档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致雅特力针对本文所述雅特力产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大雅特力的任何责任。

© 2022 雅特力科技 (重庆) 有限公司 保留所有权利