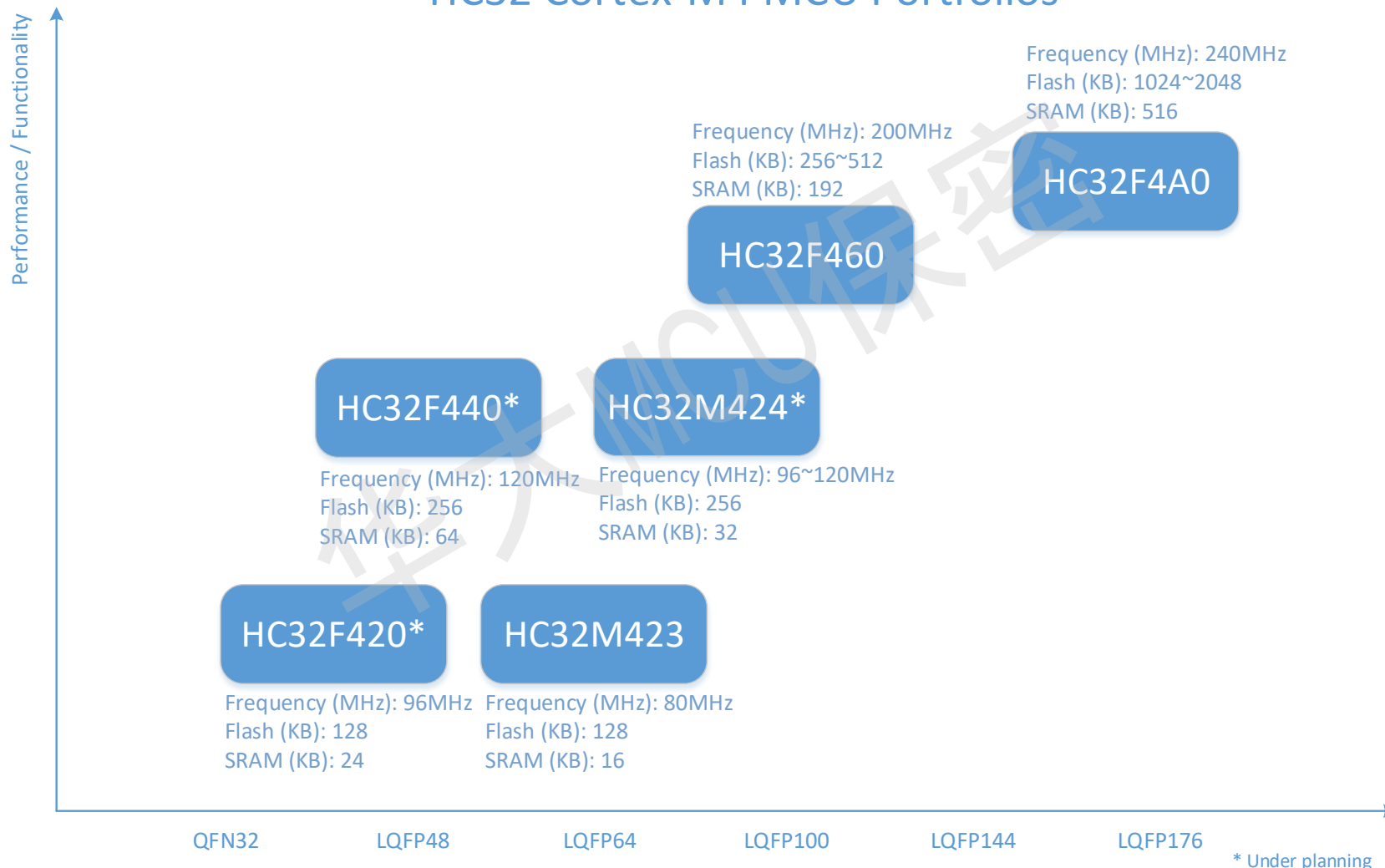


# 华大HC32F4A0产品特性介绍

华大半导体MCU事业部

2020.11

## HC32 Cortex-M4 MCU Portfolios



# HC32F4A0功能框图



## Core Platform

ARM Cortex-M4F  
Up to 240MHz  
MPU, FPU, SIMD

## System Control

Power Control  
Single Vcc power supply, VBAT, POR, LVDR, PDR

Clock Generation Unit  
XTAL, XTAL32, MPLL, UPLL, HRC, MRC, LRC

DMA\_1 (8-Ch)

DMA\_2 (8-Ch)

DCU  
(Data Computing Unit, 8-Ch)

AOS  
(Automatic Operation System)

## Memory

2MB Flash

516KB RAM

134KB OTP

## Timers

2\*16-bit basic timers

16\*16-bit General-purpose  
timers

3\*16-bit PWM times for  
motor control

4\*16/4\*32-bit Advanced PWM  
timers with HRPWM

WDT

System WDT

RTC

## Analog

3\*12-bit 2.5MSPS  
ADCs

4\*12-bit 15MSPS  
DACs

4\*CMP

4\*PGA

## Communication

10\*USART/LIN

6\*SPI +  
1\*QSPI

6\*I2C

4\*I2S

1\*DVP

1\*Eth MAC

2\*USB OTG  
(1 HS +1 FS)

2\*SDIO

2\*CAN-FD

## Security

AES-256

SHA-256  
(HMAC)

TRNG

UID

## Hardware Accelerator

MAU  
(Math Accelerator Unit)

FMAC  
(Filter Math Accelerator)

# HC32F4A0系列产品型号



产品型号	主频 (MHz)	内核	Flash (KB)	RAM (KB)	OTP (KB)	Package (mm*mm)	通用IO	最低工作电压	最高工作电压	16位定时器	32位定时器	电机控制定时器	HRPWM	12位ADC转换单元	12位ADC通道数	12位DAC通道数	比较器	放大器PGA	SPI	QUADSPI	I <sup>2</sup> C	U(S)ART	CAN	USB OTG_FS	USB OTG_HS	DMA	EXMC	DVP	Ethernet
HC32F4A0SITB-LQFP176	240	ARM Cortex-M4F	2048	516	134	LQFP176 (24*24)	142	1.8	3.6	22	4	3	16	3	28	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1
HC32F4A0SIHB-VFBGA176	240	ARM Cortex-M4F	2048	516	134	VFBGA176 (10*10)	142	1.8	3.6	22	4	3	16	3	28	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1
HC32F4A0RITB-LQFP144	240	ARM Cortex-M4F	2048	516	134	LQFP144 (20*20)	116	1.8	3.6	22	4	3	16	3	24	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1
HC32F4A0PITB-LQFP100	240	ARM Cortex-M4F	2048	516	134	LQFP100 (14*14)	83	1.8	3.6	22	4	3	16	3	16	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1
HC32F4A0SGTB-LQFP176	240	ARM Cortex-M4F	1024	516	134	LQFP176 (24*24)	142	1.8	3.6	22	4	3	16	3	28	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1
HC32F4A0SGHB-VFBGA176	240	ARM Cortex-M4F	1024	516	134	VFBGA176 (10*10)	142	1.8	3.6	22	4	3	16	3	28	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1
HC32F4A0RGTB-LQFP144	240	ARM Cortex-M4F	1024	516	134	LQFP144 (20*20)	116	1.8	3.6	22	4	3	16	3	24	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1
HC32F4A0PGTB-LQFP100	240	ARM Cortex-M4F	1024	516	134	LQFP100 (14*14)	83	1.8	3.6	22	4	3	16	3	16	4	4	4	6	1	6	10	2	1	1	16	1	1	1

- 高性能CPU，配合多主机并发总线架构，实现高算力（300 DMIPS）和高效数据处理能力
- 大容量Dual Bank Embedded Flash，支持多重数据安全机制，满足应用系统对APP的安全管理要求
- 高性能多通道模拟单元配合高性能PWM，实现多达5个以上电机FOC控制
- 多通道100ps级高分辨率PWM配合高速模拟单元，支持高精度开关电源控制
- 集成丰富的数据扩展接口，支持数据采集、显示、存储、算法处理等HMI关键应用
- 集成丰富的协处理单元，实现三角函数，数字滤波，算术运算，加密运算的硬件化
- GPIO单个端口支持多达64种外设功能可配置，支持不同类型应用的PCB布局需求
- 高可靠性，宽温度范围（-40~105°C），满足复杂工业环境应用

## ➤ 支持浮点运算功能ARM® Cortex®-M4F

- 主频最高240MHz，胜任各类复杂算法

## ➤ 嵌入式FLASH保证全领域相同的访问性能

- HC32F4A0系列搭载128位并行嵌入式大容量FLASH，相比合封SPI FLASH，访问速度提升10倍以上

## ➤ 高效Cache保证CPU 0等待执行性能

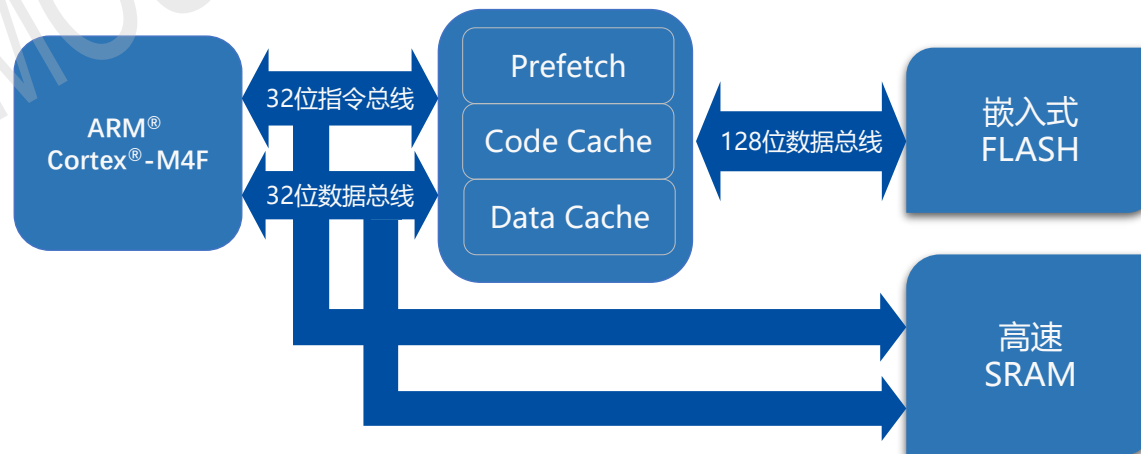
- HC32F4A0系列内置大容量高效Cache，CPU在Flash上运行时，相当于0等待执行99%以上的性能

## ➤ 40nm先进工艺完全释放CPU高速运算性能

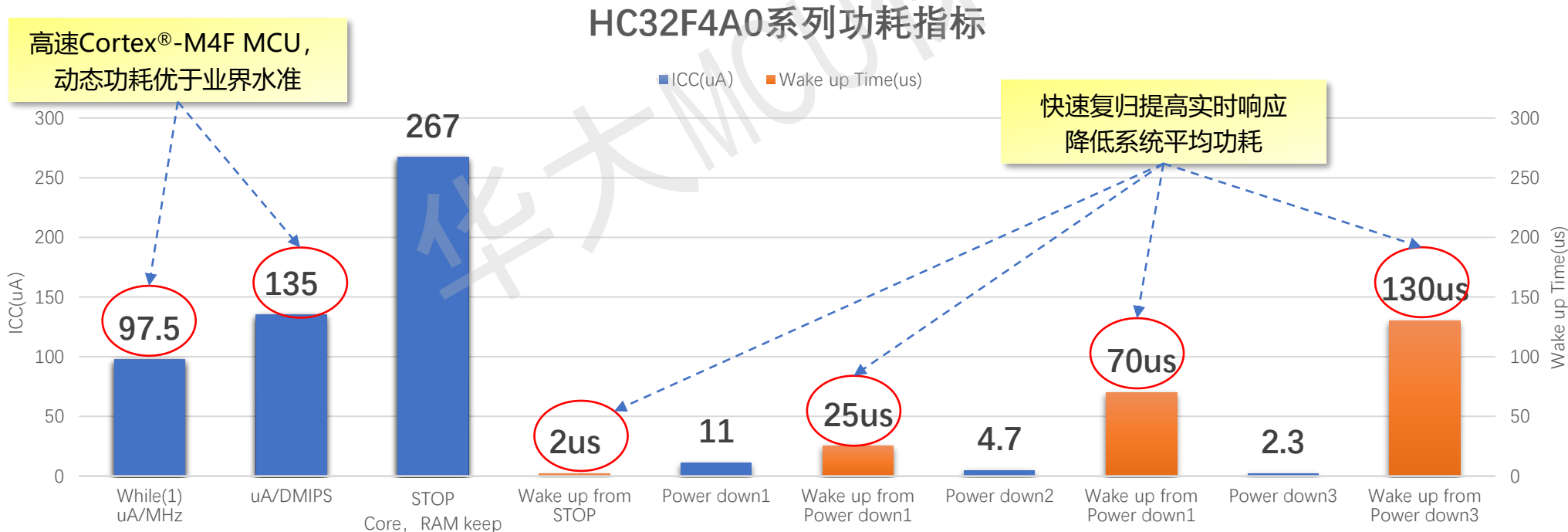
- HC32F4A0系列采用先进的40nm制程，保证ARM® Cortex®-M4F处理器完美发挥其高速运算性能

Embedded flash VS SiP SPI flash

	Embedded FLASH	SiP SPI FLASH
访问方式	128位并行访问	4线式SPI串行访问
访问性能	Typ. 640MB/s 😊	Max. 54MB/s 😞



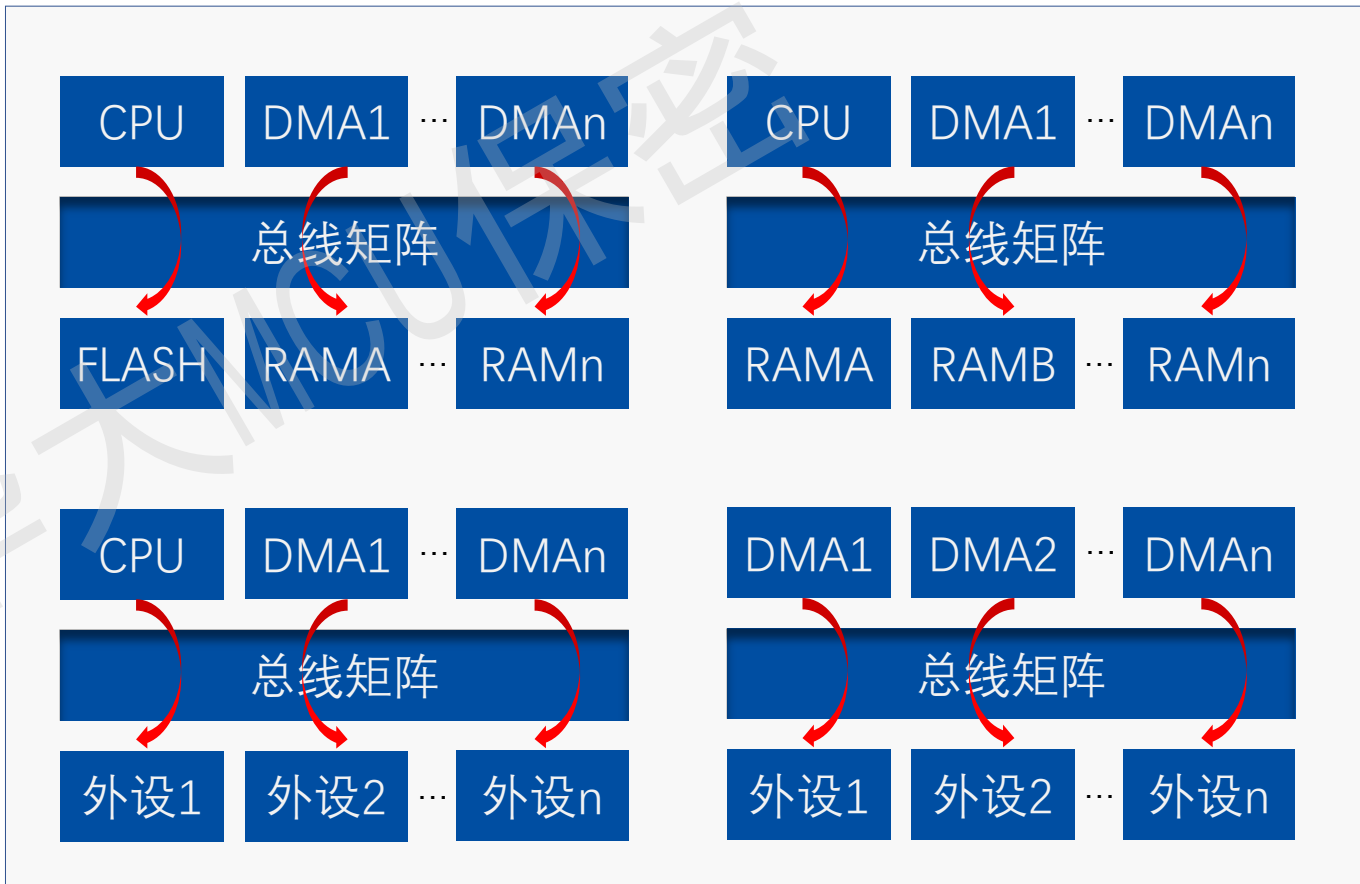
- 40nm制程显著降低动态功耗
- 多种低功耗模式，匹配各类低功耗应用得心应手
  - SLEEP模式 (CPU时钟停止外设工作模式)
  - STOP模式 (时钟停止内核电源保持模式)，支持2us快速复归
  - Power Down模式 (内核电源关闭模式)，支持25us快速复归



总线并发访问，大幅提升系统吞吐量

➤ 多重总线矩阵，支持多主机（CPU、DMA1、DMA2、USBFS-DMA，USBHS-DMA，ETH-DMA）对FLASH、RAM、外设的并发访问，提升系统执行效率

- ✓ 4组RAM总线
- ✓ 5组AHB总线
- ✓ 5组APB总线





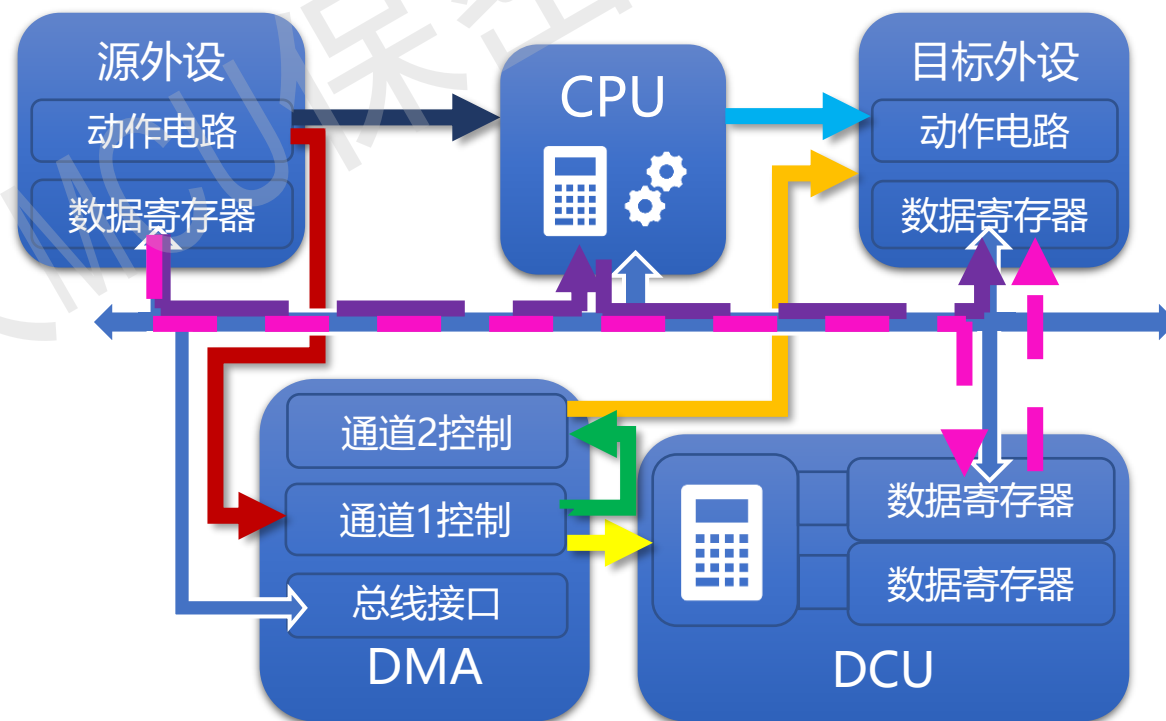
# 高效外设互联 (AOS)

➤ F4A0系列高效的外设互联系统，配合DMA及DCU(数据计算单元)，能够实现多个外设自动运行

所有外设均可作为触发源	
GPIO	TIMER
USART	DCU
DMA	CMP
ADC	...

可作为触发目标的外设	
GPIO	TIMER
ADC	DCU
DMA	OTS

使用CPU中断方式	使用自动互联方式
打断CPU主程序	无需打断CPU主程序
中断响应以及中断程序执行时间较长	响应时间短，一般不超过2个时钟周期
CPU被不断唤醒，增加功耗	CPU休眠无需唤醒，显著降低功耗

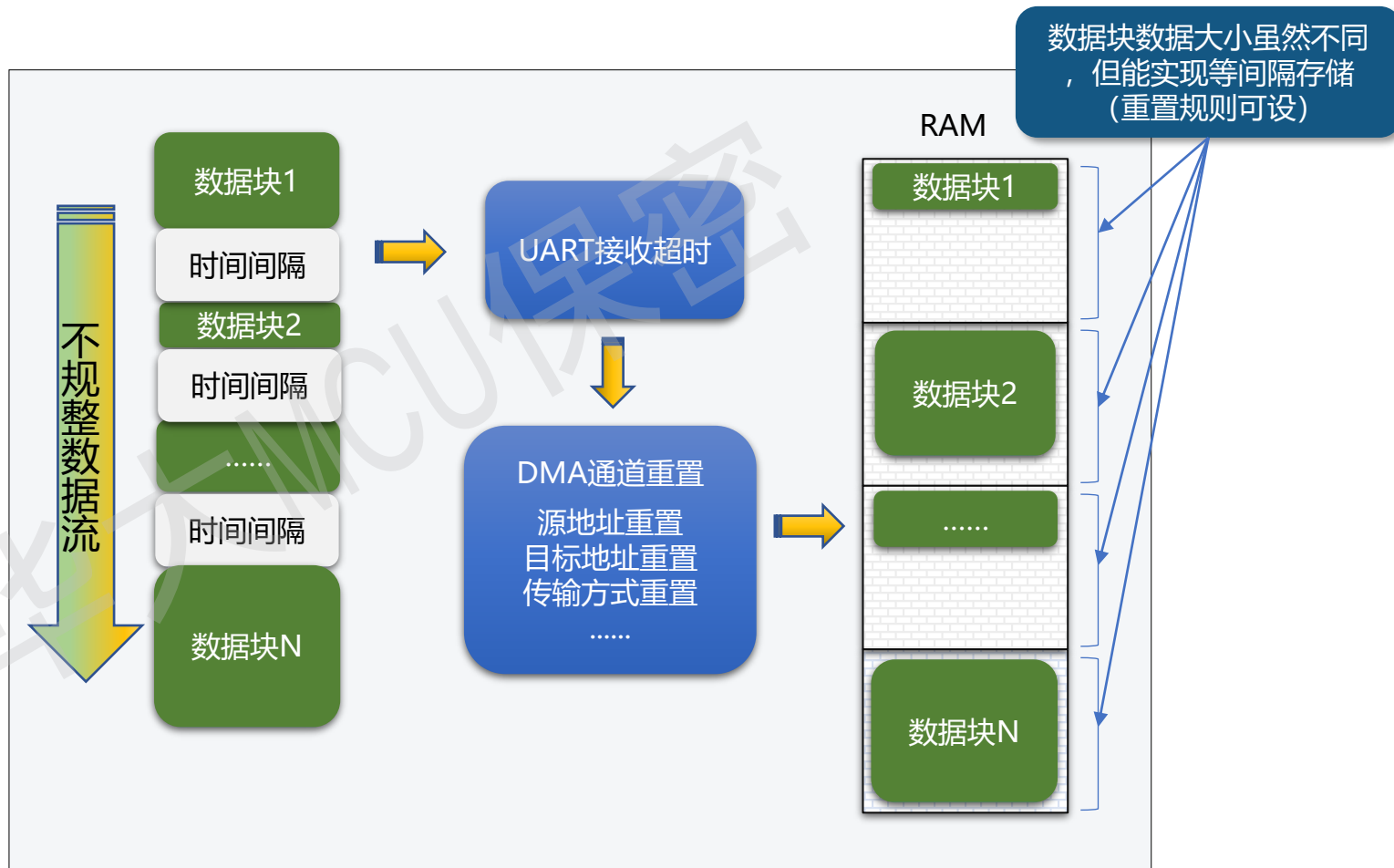


# 复杂协议数据的高效搬运 (UART+DMA)

- UART接收超时功能
- DMA通道重置功能
- DMA轻松应对连续不规则数据流的搬运

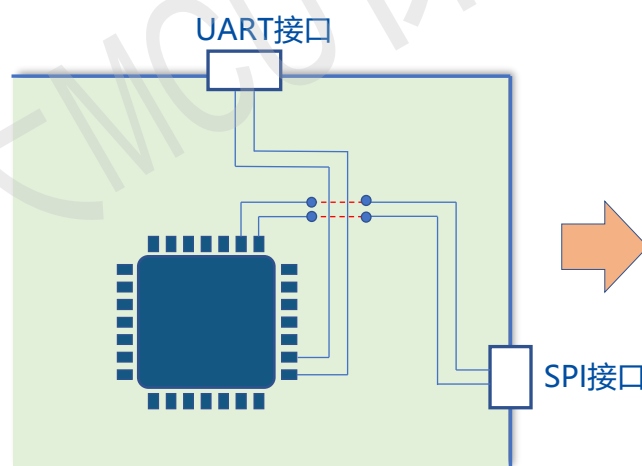
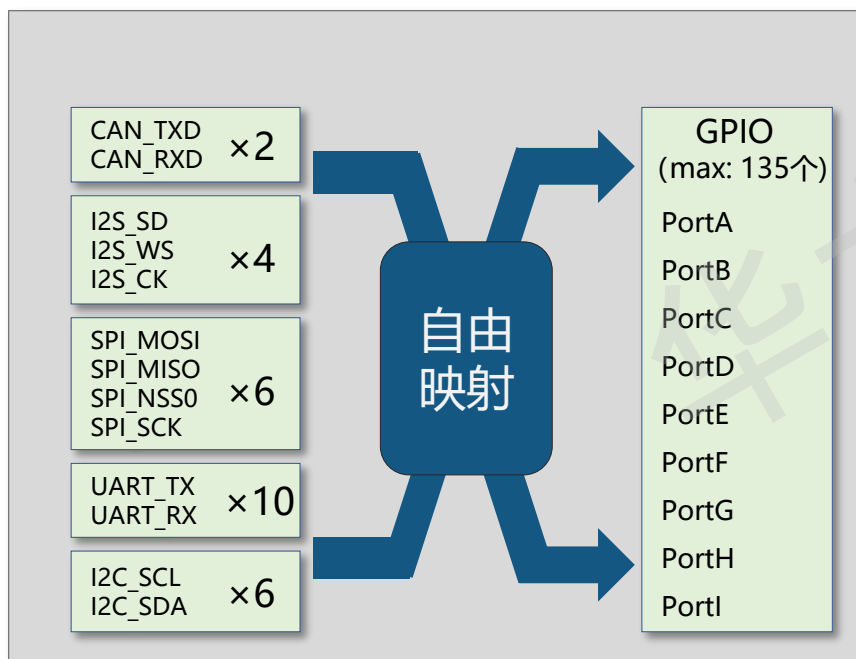
## 应用举例

- ✓ 多从站点数据轮询
- ✓ 不规整数据流转存

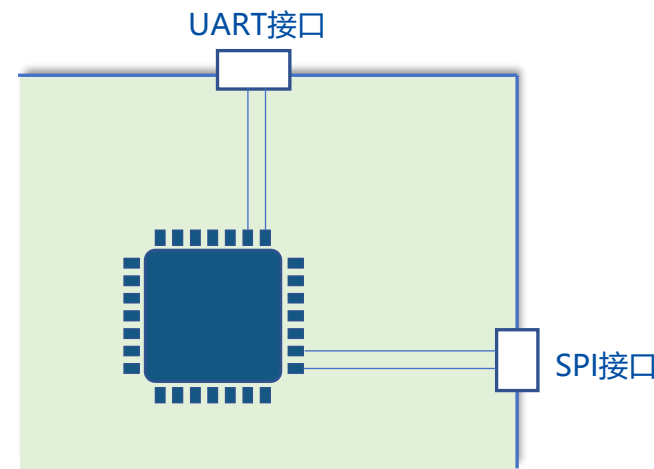


# 通信端口自由映射 (Port Mapping)

- 几乎所有GPIO支持串口通信功能自由映射
- 通信自由映射GPIO均可配置成UART, I2C, SPI, CAN, I2S中的任意端口
- 无论PCB板上串口如何分布都可以就近选择GPIO, 方便单层制板, 节约系统成本



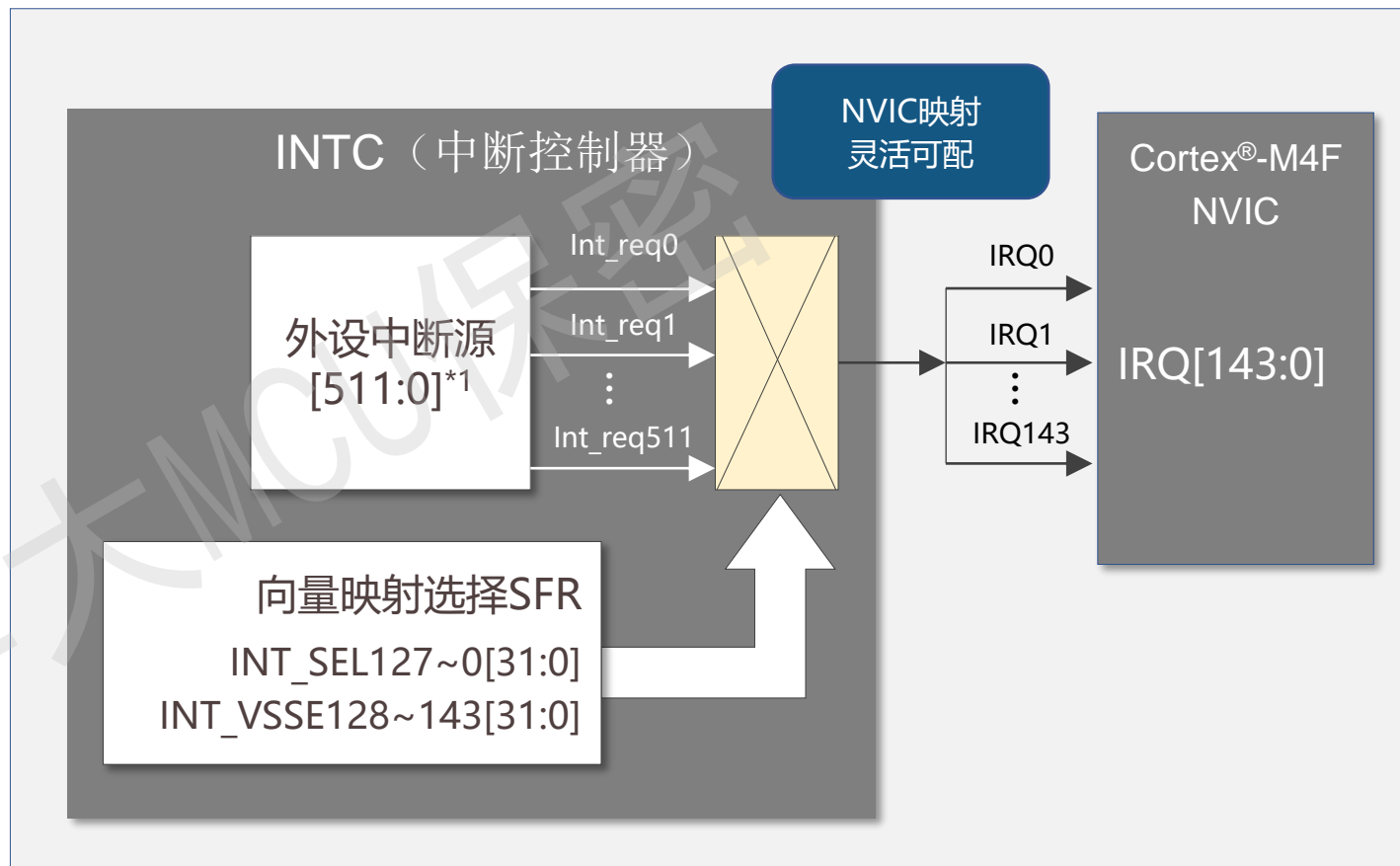
不支持串口自由映射的PCB



支持串口自由映射的PCB

# NVIC映射高度灵活可配 (INTC)

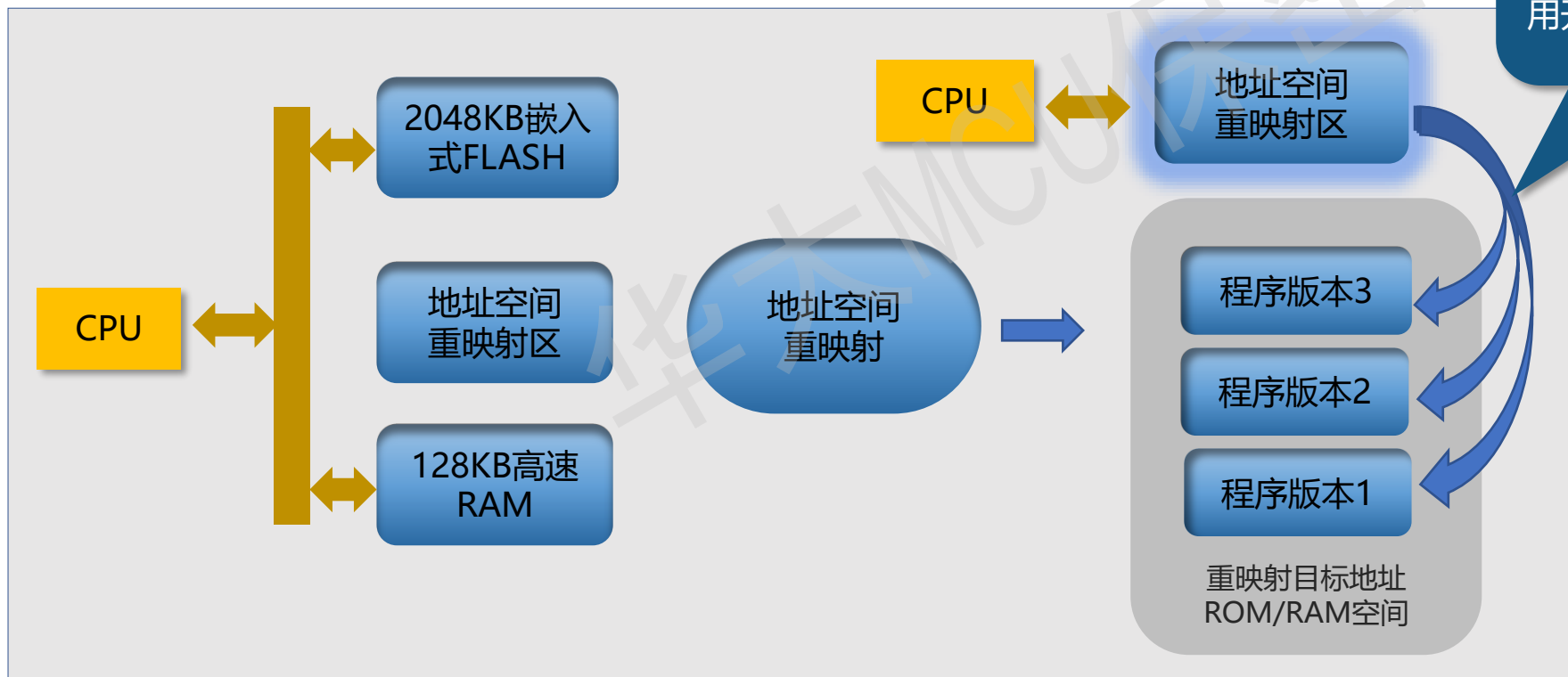
- 多达144个IRQ中断向量 (+16个CPU内核向量)
- 外设中断源多达512个\*1, 保证外设中断的独立性, 提升CPU中断处理效率
- 中断源到NVIC的映射高度灵活, 满足应用对中断资源的个性化需求
- 支持多达16个WKUP引脚唤醒Power Down模式
- 支持WFE (事件唤醒) 功能



\*1: 实际数量根据产品外设资源而定

## ➤ 存储器地址重映射功能，支持用户软件平台化开发

- 2个独立的地址重映射源地址空间，可重映射到FLASH和高速RAM的任意目标空间
- 重映射地址空间大小4KB~512KB自由可设



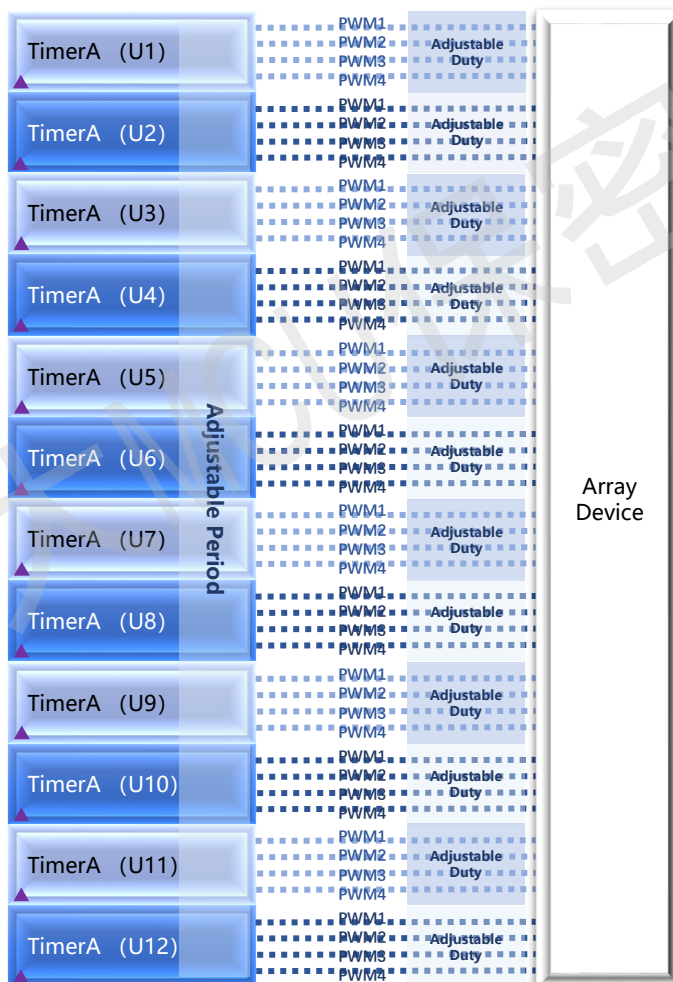
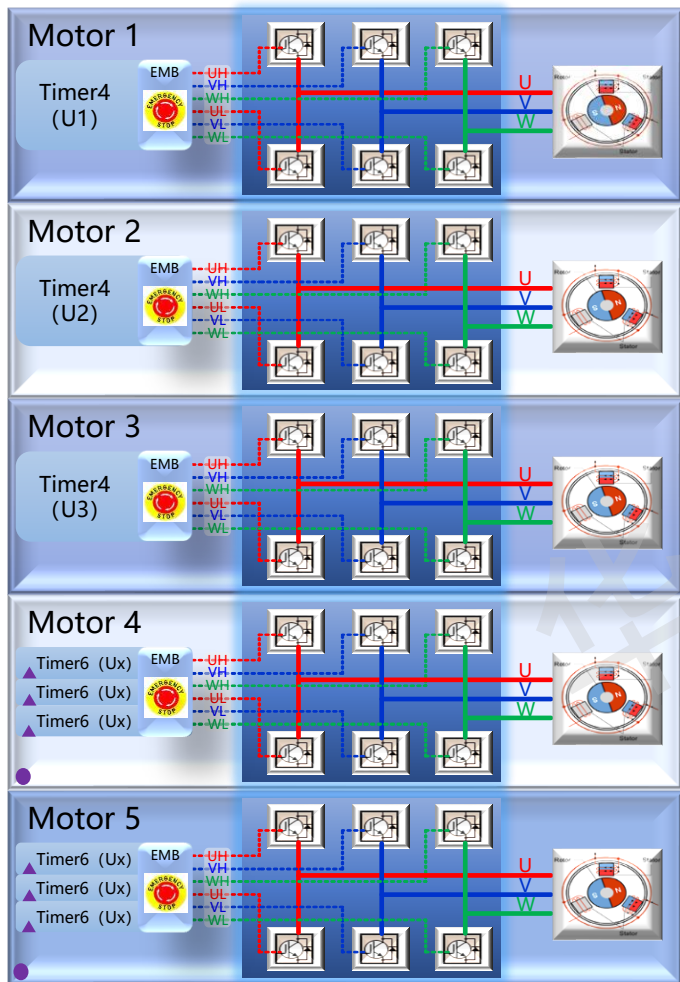
针对不同功能或版本的软件模块，只需要修改程序入口，轻松应对平台化应用开发需求

# 多功能PWM Timer (Timer4, Timer6, TimerA)

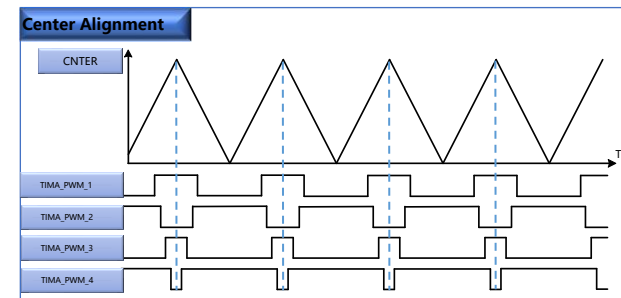


➤ 电机Timer: 34路互补PWM

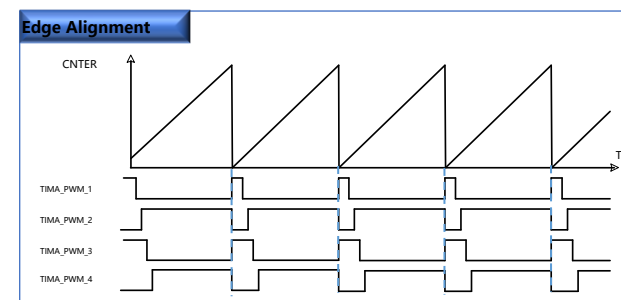
➤ 通用Timer: 48路通用PWM



Center Alignment PWM



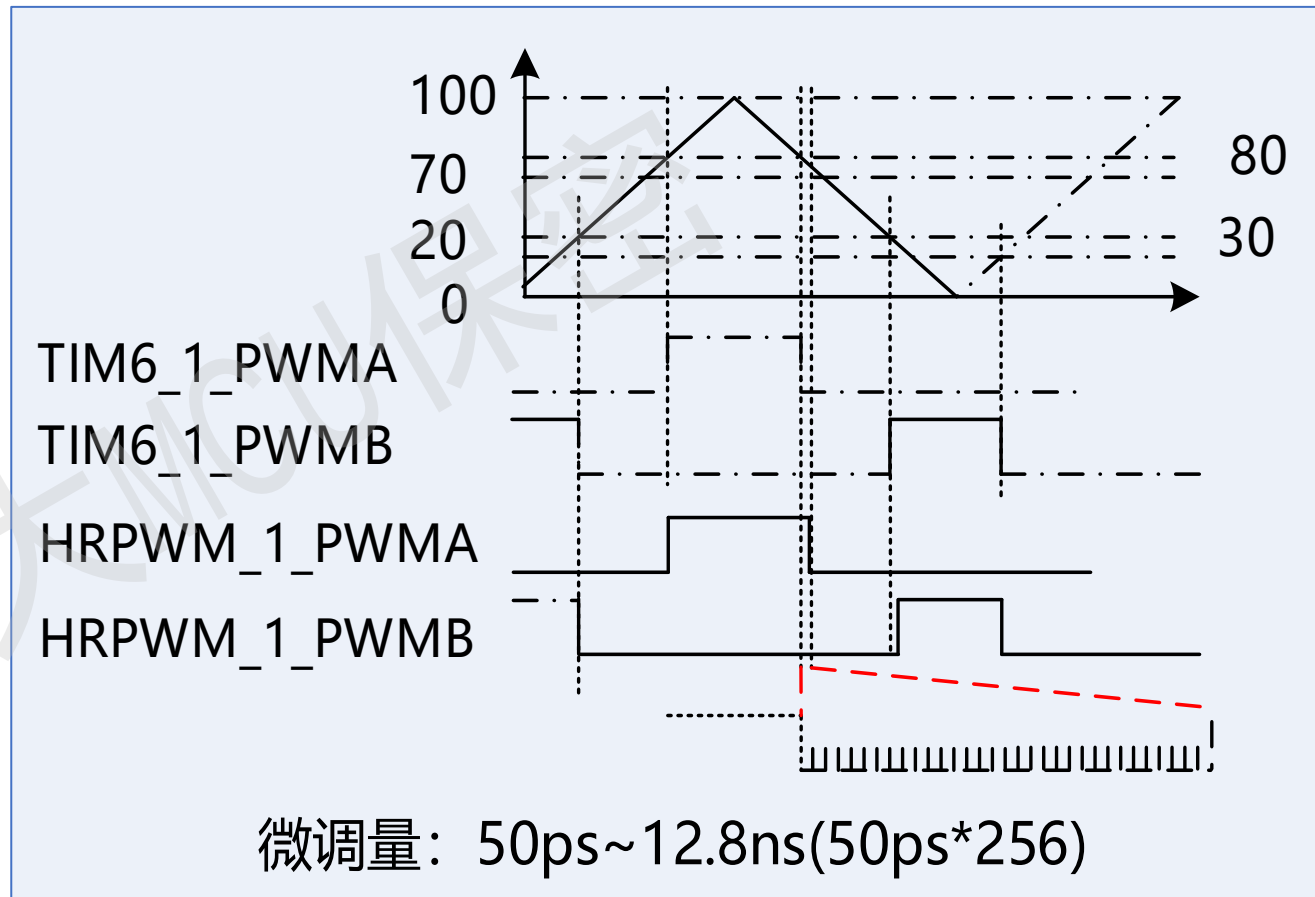
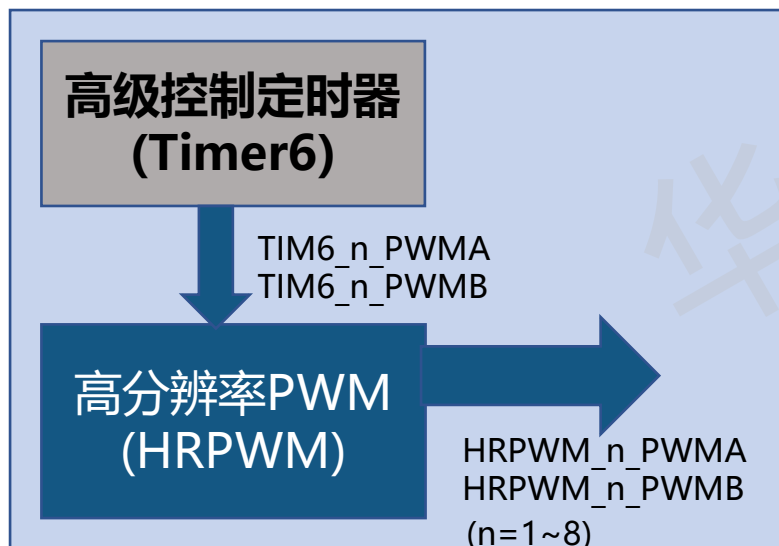
Edge Alignment PWM



- ▲ : 支持正交编码计数
- : Timer6的1~8个单元可自由组合, 控制2个电机

# High-Resolution PWM

- 最小分辨率 typ. 50ps
- 上升沿、下降沿独立调整
- 最大支持十六个通道HRPWM
- 硬件自动校准



# High-Performance PWM Control System

➤ 高算力数据处理引擎+高速度模拟特性IP+高精度PWM输出的组合，实现高性能PWM调控系统，可用于高精度电机、数字电源控制等领域。

➤ 高算力

CPU(FPU+DSP)

MAU(Sin+Sqrt)

DCU

➤ 高速度

ADC采样速度:2.5Msps

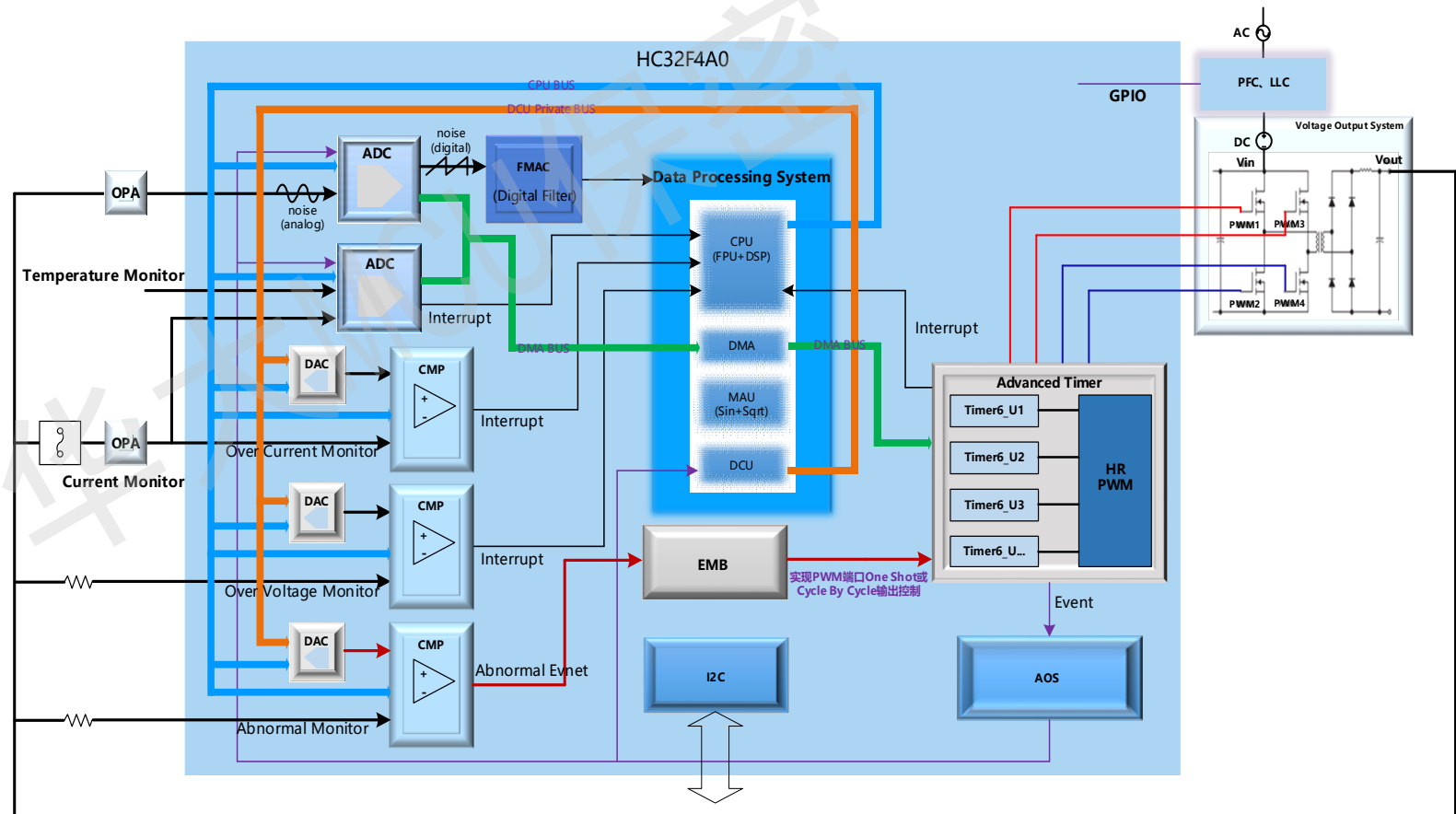
DAC转换速度:15Msps

CMP响应速度:30ns

➤ 高精度

HRPWM分辨率:<100ps

FIR数字滤波:4Ch\*16阶(可调)

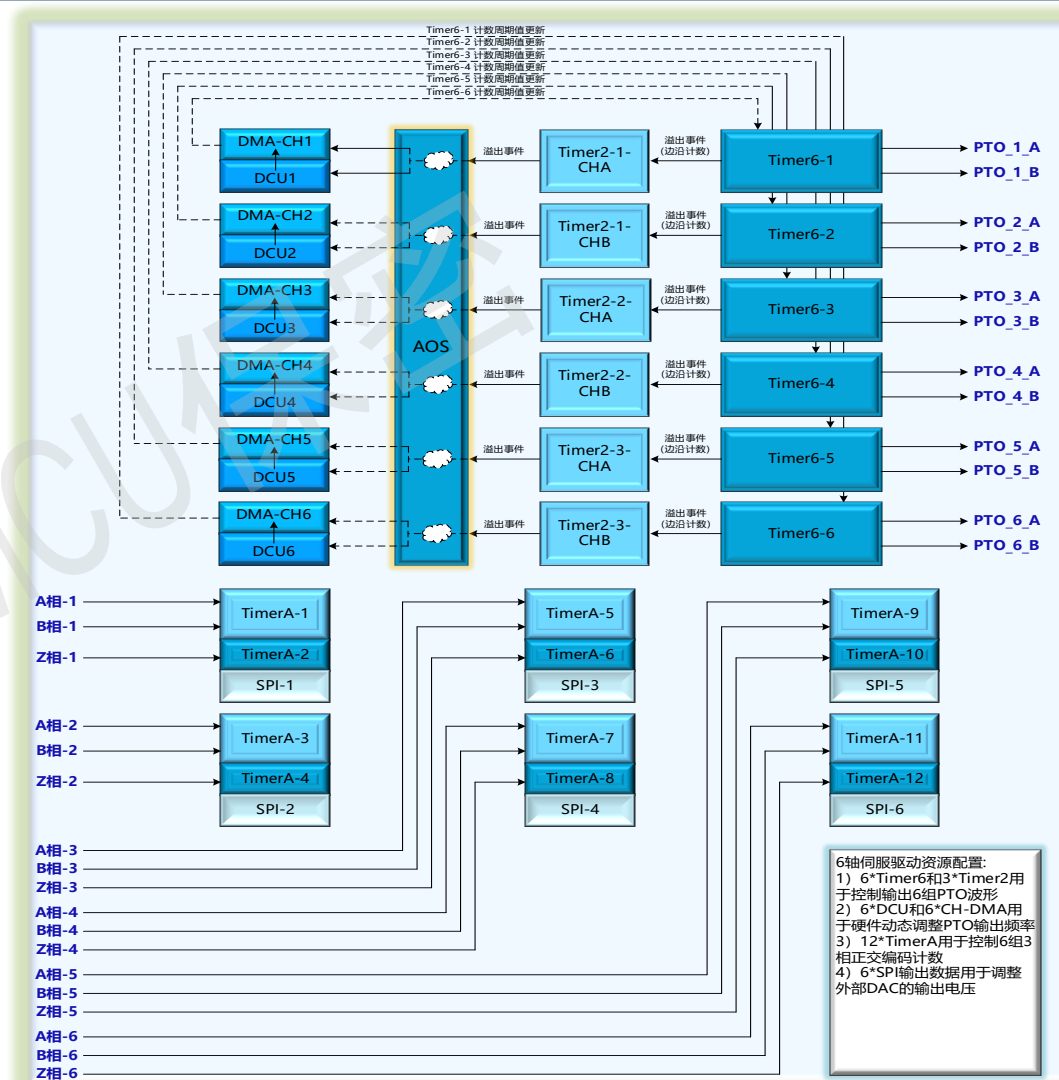




Timer2、Timer6、TimerA组合，与AOS、DCU、DMA、SPI联动，实现6组3相正交编码计数、同时实现6对正交关系PTO输出



实现6轴伺服运动控制的自动化



6轴伺服驱动资源配置:  
 1) 6\*Timer6和3\*Timer2用于控制输出6组PTO波形  
 2) 6\*DCU和6\*CH-DMA用于硬件动态调整PTO输出频率  
 3) 12\*TimerA用于控制6组3相正交编码计数  
 4) 6\*SPI输出数据用于调整外部DAC的输出电压

PTO: Pulse Train Output  
 (频率连续可调脉冲串输出)

# 以太网MAC控制器 (ETHMAC)

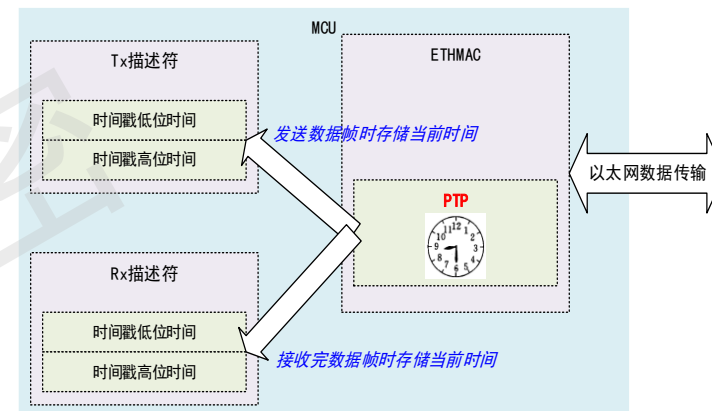
## ➤ 基本特性

- ✓ 支持MII & RMII接口
- ✓ 支持全双工 & 半双工通信
- ✓ 支持IEEE1588-2008 PTP标准
- ✓ 专用TX FIFO & RX FIFO
- ✓ 专用DMA控制器, 支持存储转发模式
- ✓ 支持TX引擎和RX引擎循环优先级及固定优先级仲裁
- ✓ 硬件支持发送、接收以太网帧时对SA、FCS、VLAN标识等字段进行插入、替换、删除处理
- ✓ 支持检测远程唤醒帧

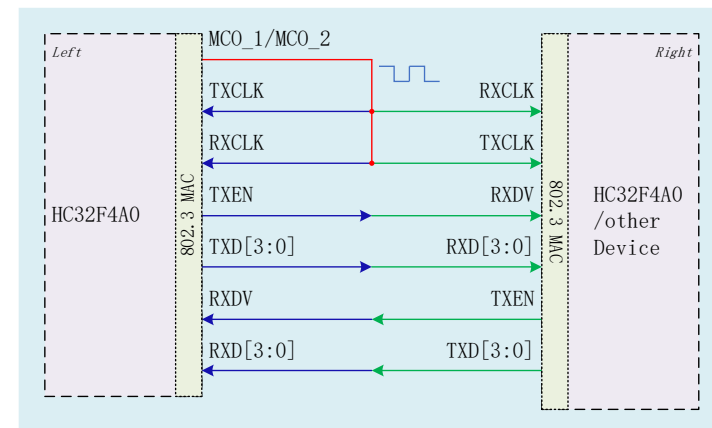
## ➤ 扩展特性

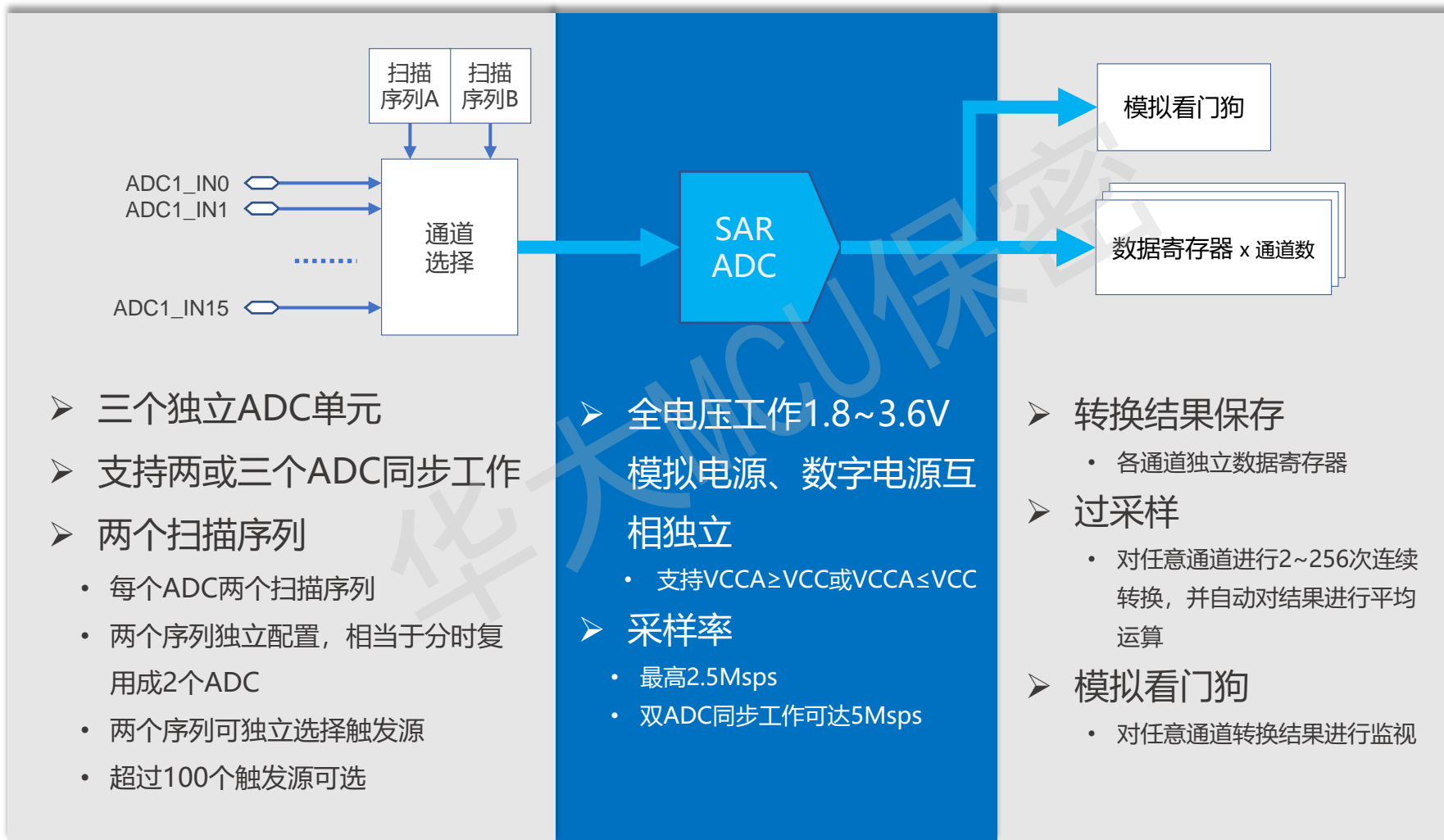
- ✓ 支持高达5个DA过滤器或4个SA过滤器
- ✓ 支持VLAN帧标识符过滤
- ✓ 支持IP、TCP/UDP的地址端口过滤
- ✓ 专用COE引擎可对IP、TCP、UDP、ICMP报文的Checksum字段做校验、插入、替换处理
- ✓ MMC计数器可对多达16个类型的网络对象进行流量统计
- ✓ 2组PPS输出

## ➤ 支持PTP功能



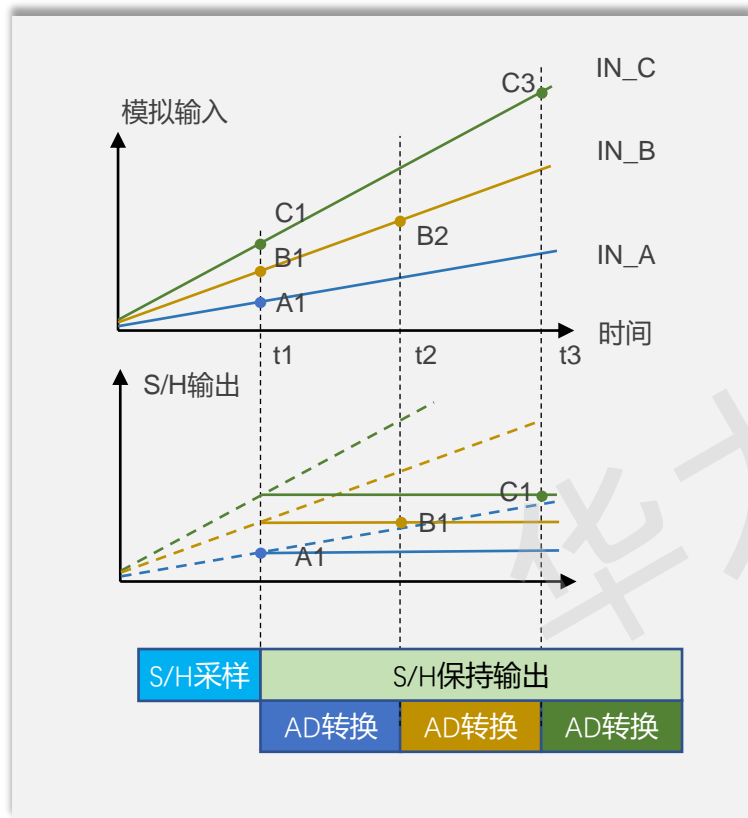
## ➤ 支持MAC直连通讯





# 3相采样保持S/H (Sampling & Hold)

➤ 支持3路采样保持器S/H，实现同时采样3路模拟量



- 使用S/H+ADC，轻松获取t1时刻的模拟量A1，B1，C1
- 不使用S/H，只能获取不同时刻t1的A1，t2的B2，t3的C3

## 应用

- ✓ 电机的三相电流反馈
- ✓ 系统的电流和电压检测

## MAU\*1ch

Math Accelerator Unit

- 1) 开方运算
- 2) 正余弦运算, 16位精度结果输出

## DCU\*8ch

Data Computing Unit

- 1) 加法运算、减法运算
- 2) 比较运算、窗口比较运算
- 3) 三角波、锯齿波数据流输出

## FMAC\*4ch

Filter Math Accelerator

- 1) 最大16级FIR运算
- 2) 16bit数据流输入、37bit结果输出

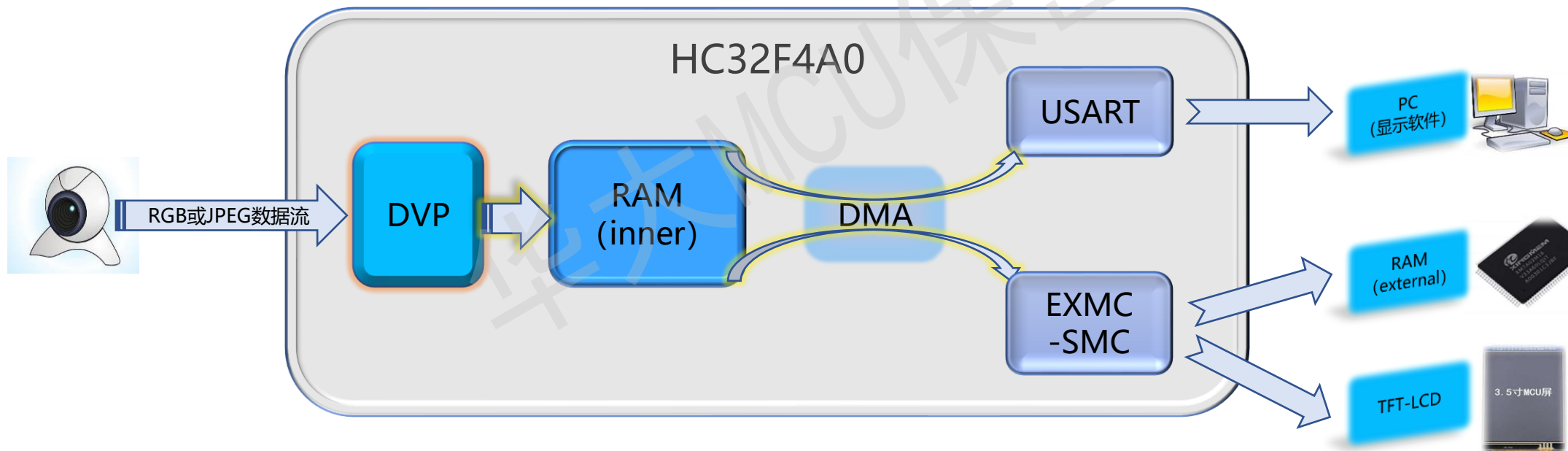
## HMAC\*1ch

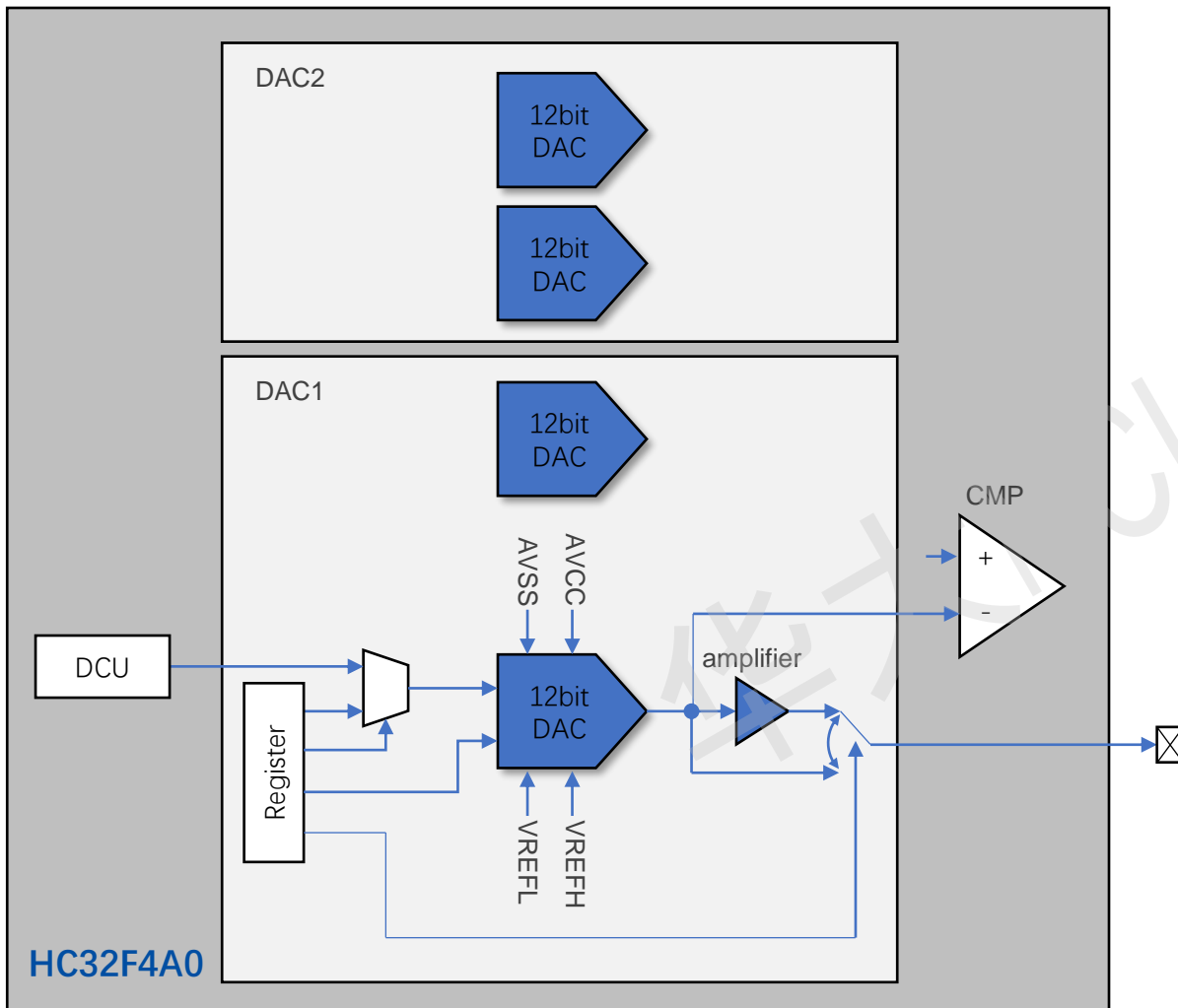
The Keyed-Hash Message Authentication Code

- 1) 硬件HMAC算法
- 2) 与DMA配合实现高速数据处理

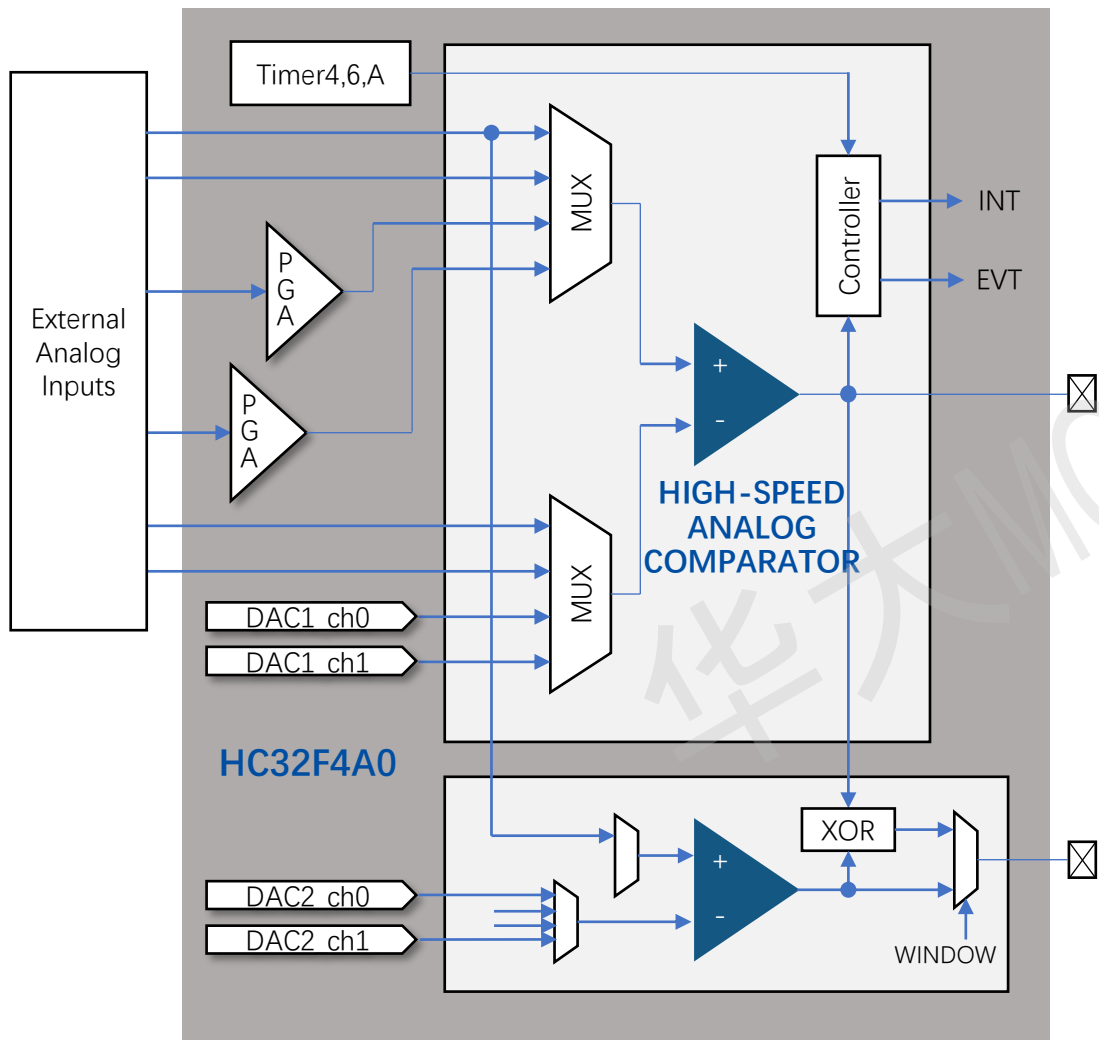
# Digital Video Port (DVP)

- 接收来自摄像头的 $F_{max}=60\text{MHz}@\text{PIXCLK}$ 的数据流 ( RGB565、YCbCr4:2:2、JPEG等格式)
- 与DMA、串口 (USART)、并口 (EXMC-SMC) 联动, 实现数据流的快速传输及算法处理





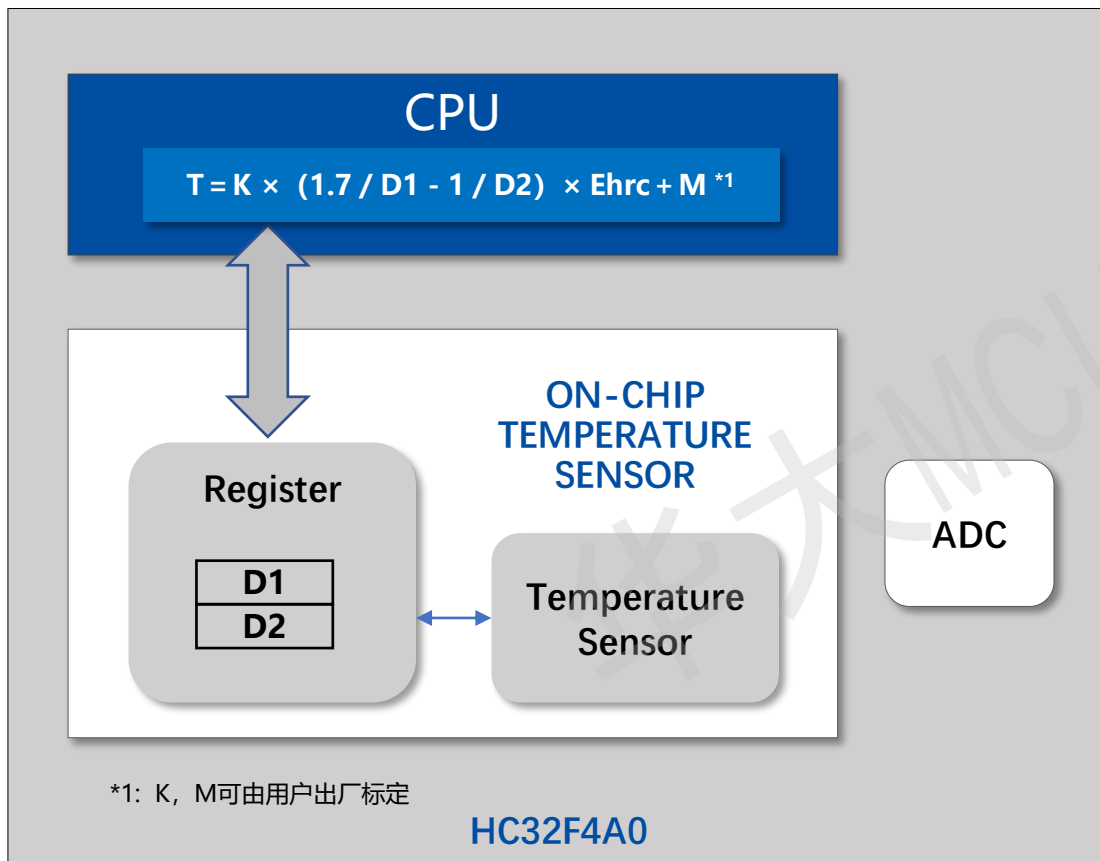
- 两个DAC单元，4个独立转换通道
- 自带输出放大器，输出可直接驱动外部负载，降低BOM
- 独立的参考电源输入端口（VREFH/VREFL），提高转换精度
- 与数据计算单元（DCU）联动实现自动输出三角波和锯齿波
- 与高速电压比较器（CMP）内部连接，15MSPS高速转换支持cycle by cycle的PWM控制



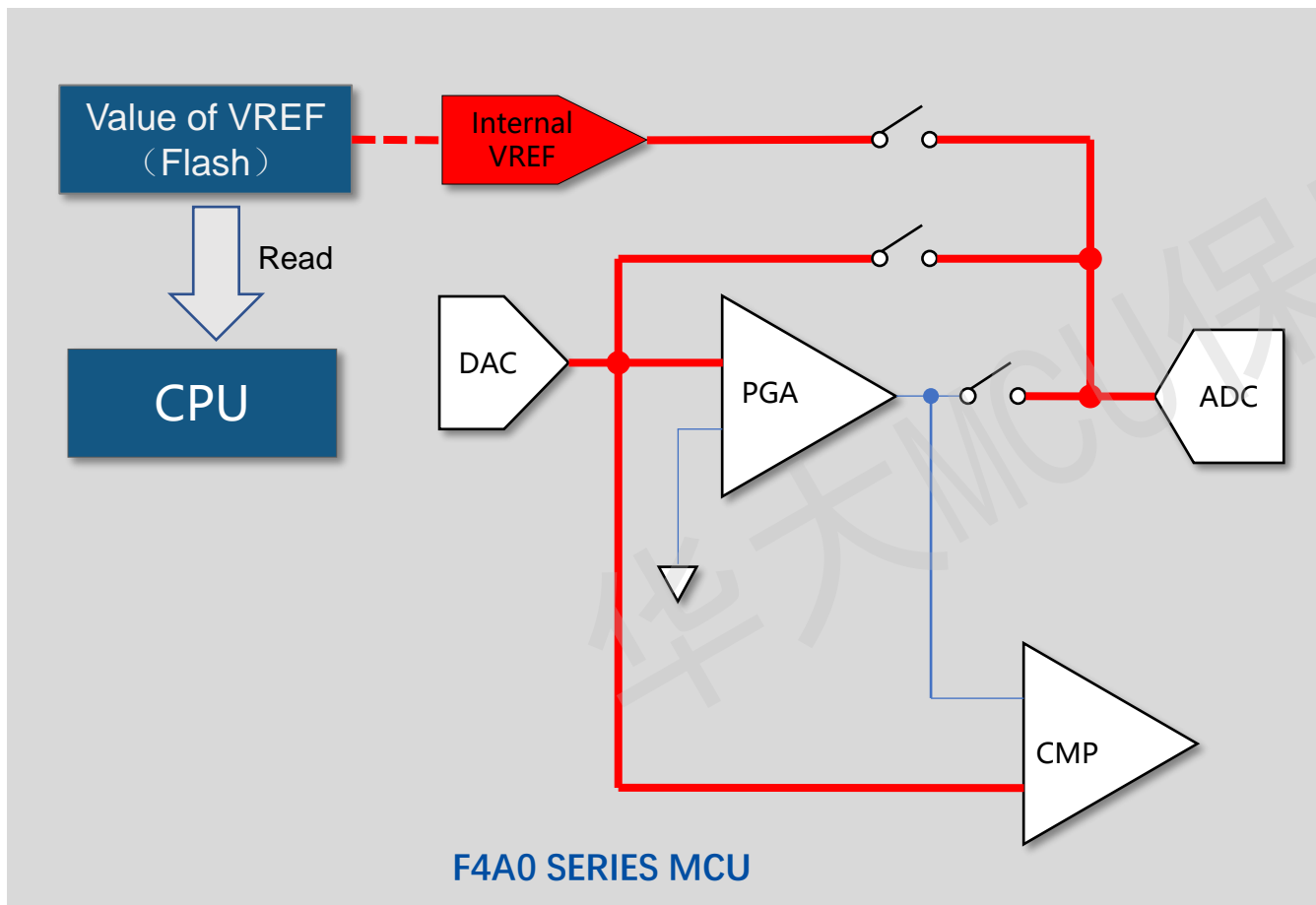
## 高速电压比较器

- 两组共4个独立比较器
- 内置4路独立基准 (DAC)
- 比较输入多路可选
- 快速响应时间: typ.30ns
- 同组两个比较器可实现窗口比较
- PWM Timer可对CMP输出开关控制





- 实时获取芯片内部温度，支持系统可靠性设计
- CPU直接读取OTS寄存器，算术运算后即可得到温度值
- 不需要ADC的参与，释放系统资源，降低运行功耗



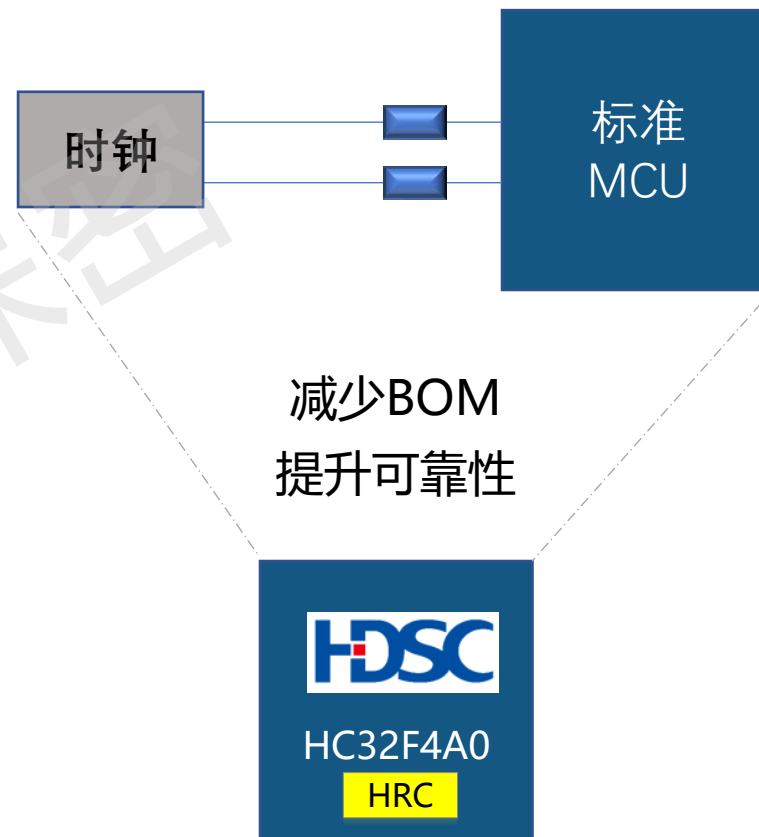
- CPU可直接从Flash读取片内高精度基准电压值 (VREF)
- 通过ADC转换VREF可以实现几乎所有模拟资源的片内校准, 无需外部基准
  - ADC
  - PGA
  - CMP
  - DAC

## ■ 高精度内置时钟源

➤ 低漂移片上振荡器, 出厂保证全温度全电压范围精度

条件		频率
VCC=1.8~3.6V	TA=-40~105°C	16/20MHz±2.0%
	TA=-20~105°C	16/20MHz±1.5%
	TA=25°C	16/20MHz±1.0%

➤ 替代外部晶振, 降低BOM, 提升可靠性

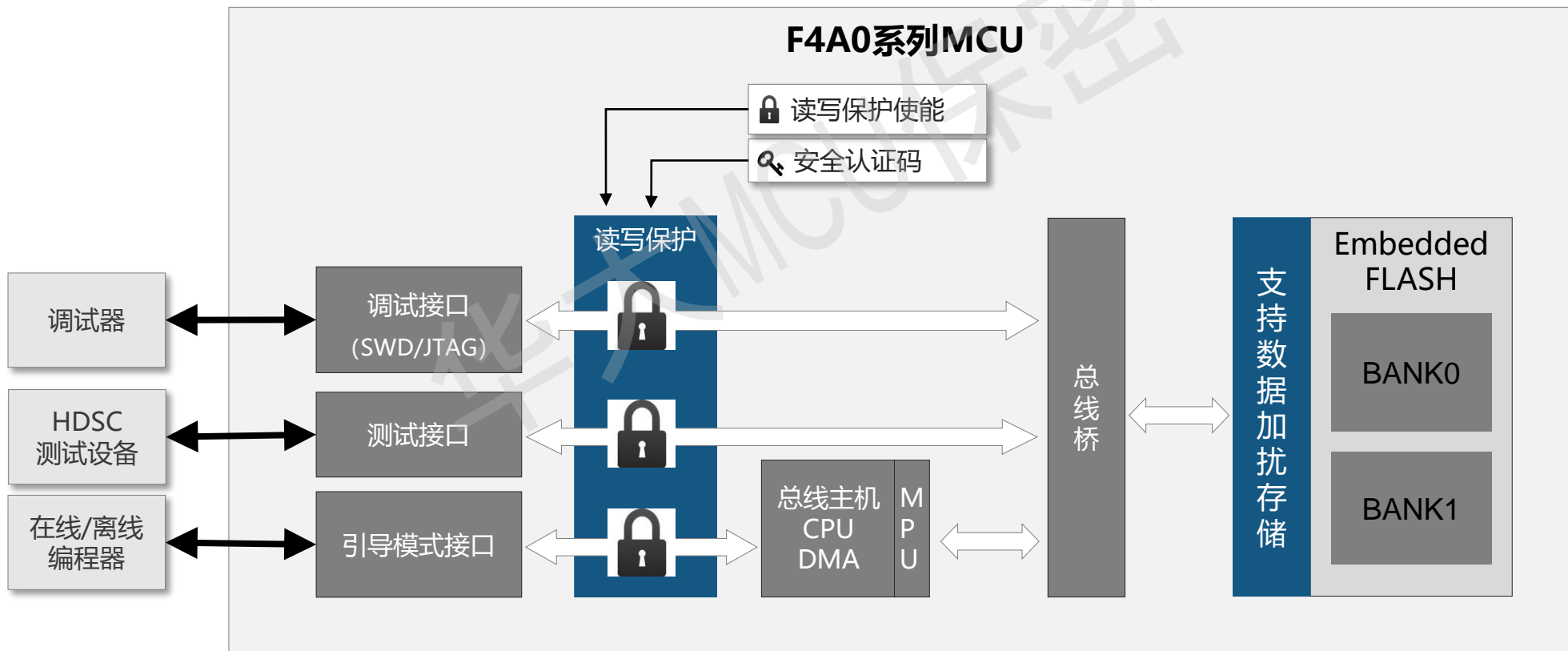


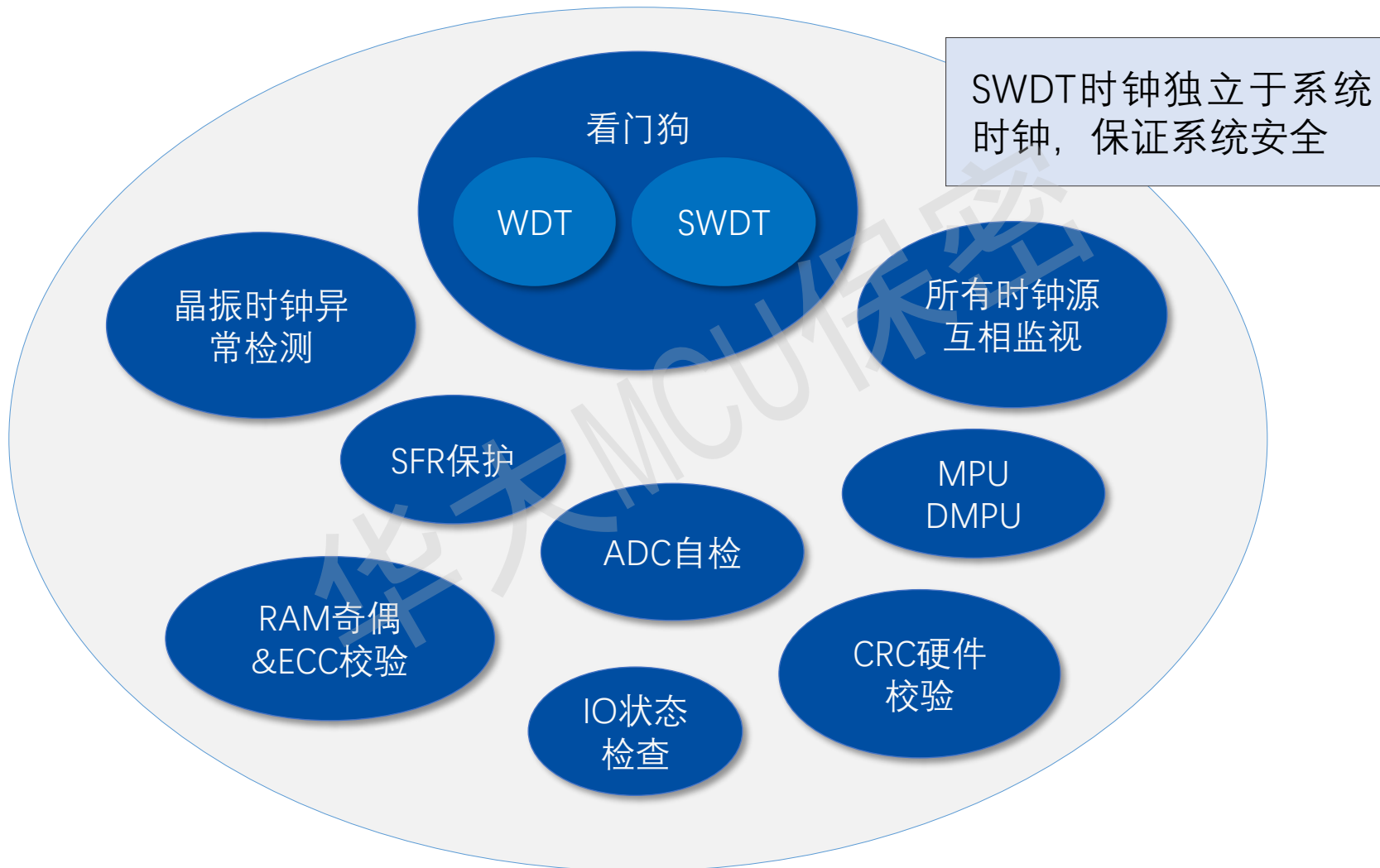
# 数据安全保障 (Flash Security)

## ➤ 读写保护机制，防止不受信任的读取及篡改嵌入式FLASH数据

- 保护级别1
- 保护级别2
- 保护级别3

※各保护级别可组合使能，实现不同等级的保护机制





# MCU参数对比

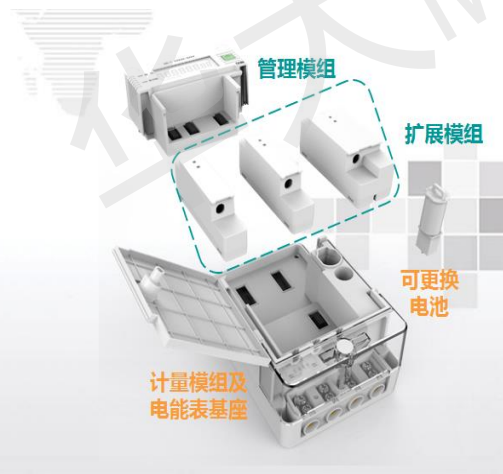


参数		HC32F4A0	xxx32F427	xx32F450
内核	CPU	Cortex-M4F	Cortex-M4F	Cortex-M4F
	主频 (MHz)	240	180	200
	DMA	2 * 8-Ch	2 * 8-Ch	2 * 8-Ch
	硬件数字处理单元	支持, 带FMAC、DCU和MAU	不支持	不支持
电源	Vcc	1.8 ~ 3.6V	1.8 ~ 3.6V	2.6 ~ 3.6V
	Flash (KB)	2048 (Dual bank)	2056 (Dual bank)	256
存储	Data Flash (KB)	0	0	1792
	SRAM (KB)	516	256	512
	Cache (KB)	4	ART Accelerator, 零等待	0
	Timer	2*16-bit Basic timer 16*16-bit General timer 4*16-bit/4*32-bit Multi-Function timer 3*16-bit Advanced timer(motor control PWM)	2*16-bit Basic timer 8*16-bit General timer 2*32-bit General timer 2*16-bit Advanced timer (motor control PWM)	2*16-bit Basic timer 8*16-bit General timer 2*32-bit General timer 2*16-bit Advanced timer(motor control PWM)
数字	HRTIM	16	0	0
	RTC	支持	支持	支持
	GPIO	142 (almost all 5V-tolerant)	140	140
	ADC	3个Unit, 28-Ch (12-bit), 2.5Msps采样率	3个Unit, 24-Ch (12-bit), 2.4Msps采样率	3个Unit, 24-Ch (12-bit), 2.6Msps采样率
模拟	DAC	4-Ch (12-bit), 15Msps	2-Ch (12-bit)	2-Ch (12-bit)
	OPA	0	0	0
	CMP	4	0	0
	PGA	4	0	0
	U(S)ART	10	4+4	4+4
通信	SPI	6	6	6
	QSPI	1	0	0
	I2S	4	2	2 (shared with SPI)
	I2C	6	3	3
	SDIO	2	1	1
	USB	1个USB OTG_FS with FS PHY 1个USB OTG_HS with FS PHY	1个USB OTG_FS with FS PHY 1个USB OTG_HS with FS PHY	1个USB OTG_FS with FS PHY 1个USB OTG_HS with FS PHY
	CAN	2	2	2
	Ethernet MAC	1	1	1
	Camera interface	1个DVP	1个DCMI	1
	EXMC	1	1路FMC	1
	其他	VBAT	支持	支持
Security		支持TRNG、AES-256、SHA-256/HMAC	不支持	不支持
工作温度		-40 ~ 105°	-40 ~ 85°或 -40 ~ 105°	-40 ~ 85°
Package		LQFP100/LQFP144/LQFP176/BGA176	LQFP100/LQFP144/LQFP176/UFBGA169/UFBGA176	LQFP100/LQFP144/BGA176

# 功耗参数对比



Symbol	Parameters XXX32F427	Parameters HC32F4A0	Description	Conditions	XXX32F427			HC32F4A0			Unit
					MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{DD}$	Supply Voltage	Supply Voltage	-	-	1.7	3.3	3.6	1.8	3.3	3.6	V
$V_{DDA}$	Analog Supply voltage	Analog Supply voltage	-	-	1.7	3.3	3.6	1.8	3.3	3.6	V
$T_a$	Operating temperature range	Operating temperature range	-	-	-40	25	105	-40	25	105	°C
$I_{DD}$	Supply current (Run mode)	Supply current (Run mode)	CPU Run mode	$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , PLL is ON, ART enable $f_{HCLK}=180MHz$ , All peripherals enabled	-	98	141	-	74	160	mA
				$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , PLL is ON, ART enable $f_{HCLK}=180MHz$ , All peripherals disabled	-	44	87	-	33	110	mA
				$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , PLL is ON, ART enable $f_{HCLK}=120MHz$ , All peripherals enabled	-	54	85	-	43	108	mA
				$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , PLL is ON, ART enable $f_{HCLK}=120MHz$ , All peripherals disabled	-	25	56	-	22	84	mA
	Supply current (Sleep mode)	Supply current (Sleep mode)	In sleep mode, only the clock of CPU core is off. All peripherals continue to operate and any interrupt/event can wake up the system.	$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , PLL is ON, CPU clock off, $f_{HCLK}=180MHz$ , All peripherals enabled	-	78	130	-	67	150	mA
				$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , PLL is ON, CPU clock off, $f_{HCLK}=180MHz$ , All peripherals disabled	-	21	76	-	26	100	mA
	Supply current (Deep-sleep mode)	Supply current (STOP mode)	1.2V domain are stopped, all oscillators are disabled. The contents of SRAM and register are preserved. No independent watchdog. Voltage regulator in Low Power/main regulator mode.	Supply current in Stop mode with voltage regulator in Low Power regulator mode.	-	290	-	-	248	-	uA
				Supply current in Stop mode with voltage regulator in main regulator mode.	-	400	-	-	396	-	uA
	Supply current (Standby mode)	Supply current (PowerDown mode)	1.2V domain power off, the LDO is shut down. HSI, HSE and PLLs switched off. The contents of SRAM and registers are (except Backup Registers) lost.	$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , LSE ON, RTC ON, Backup SRAM ON	-	3.6	-	-	6.3	-	uA
				$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , LSE ON, RTC ON, Backup SRAM OFF	-	3.1	-	-	5.8	-	uA
				$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , LSE OFF, RTC OFF, Backup SRAM ON	-	2.9	-	-	4.8	-	uA
				$V_{DD}=V_{DDA}=3.3V$ , LSE OFF, RTC OFF, Backup SRAM OFF	-	2.2	-	-	2.0	-	uA
	Supply current (VBAT mode)	Supply current (VBAT mode)	$V_{DD}$ domain is off, only $V_{BAT}$ domain is on.	$V_{BAT}=3.3V$ , LSE ON, RTC ON, Backup SRAM ON	-	1.62	-	-	2.4	-	uA
				$V_{BAT}=3.3V$ , LSE ON, RTC ON, Backup SRAM OFF	-	0.97	-	-	1.6	-	uA
$V_{BAT}=3.3V$ , LSE OFF, RTC OFF, Backup SRAM ON				-	0.74	-	-	0.9	-	uA	
$V_{BAT}=3.3V$ , LSE OFF, RTC OFF, Backup SRAM OFF				-	0.1	-	-	0.1	-	uA	







欢迎关注华大半导体官方微信

**HUADA SEMICONDUCTOR CO.,LTD.**

Y1-305, 112 Liangxiu Rd., Pudong, Shanghai, China  
T\_(8621)5135 7777 F\_(8621) 51357799

[www.hdsc.com.cn](http://www.hdsc.com.cn)

**Thanks!**