

# Haawking DSP特点简介

中科昊芯技术支持部  
李玉尧

20231102

# 一、HX2000简介

## 1.HX2000 是基于RISC-V内核的DSP

源自中科院专业团队，有着强大的内核处理器研发能力，有丰富的成功流片经验，有能力完成从内核到外设IP等所有芯片升级优化，保持与TI C2000 最新最强产品线的技术对标，也能满足客户的定制化需求。

- 功能及性能均较国际友商同型号产品大幅提升，并且知识产权清晰；
- 从内到外全面兼容国际友商，方案移植成本极低；
- 包括2802X、2803X、2833X、28002X、28004X、2837X、28003X等主流产品，涵盖DSP 90%以上的应用场景。



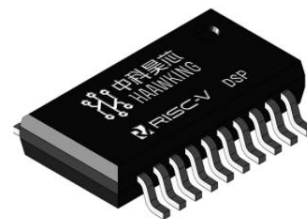
**HXS320F28027PTT**  
48引脚LQFP封装



**HXS320F280025CPNT**  
48/64/80引脚LQFP封装



**HXS320F28034PNT/PAGT**  
64/80引脚LQFP封装



**HXS320F280020SPC**  
20引脚SOP封装



**HXS320F28335PGFA**  
176引脚LQFP/PGF封装

# HX2000 VS C2000 同型号产品

	HXS320F28034PNT	TMS320F28034PNT
CPU频率	120MHz	60MHz
内核	32bit H28x	32bit C28x
片上Flash	256kB	128kB
片上SRAM	36kB	20kB
eQEP	2	1
ePWM	14CH	14CH
HRPWM	7CH/150ps	7CH/150ps
HRCAP模块	2	2
GPIO	45	45
AIO	6	6
外部中断	3	3
DMA	4CH	0
SCI	2	2
LIN	1	1
SPI	1	1
CAN	1	1
ADC	2模块/16CH	1模块/16CH
ADC转换速率	1.56Msps	4.6Msps
ADC有效位数	10.5	10.2
温度传感器	有	有
模拟比较器	3	3
温度范围	T:-40°C to 105°C	-40°C to 105° -40°C to 125°C



主频提高2倍，加速芯片代码响应时间；



FLASH容量增加至2倍，支持更多功能代码，支持多方案程序；



RAM容量提升至1.7-1.8倍，支持更多变量及FLASH拷贝代码；



增加eQEP模块，可使28027应用到伺服领域，28034应用到双电机伺服领域；



增加DMA模块，减少数据搬运对CPU的开销；



ADC具备2个转换模块，真正的双通道并行采样-转换模式；ADC有效位数高达11.0，可满足高性能控制系统需求。

# F280025

对比项	HXS320F280025	TMS320F280025
CPU频率	160MHz	100MHz
内核	32bit H28x	32bit C28x
FPU	√	√
VCRC	√	√
TMU	√	√
Fast INTDIV	√	√
CLB	√	√
UID (唯一ID)	√	√
HIC	√	√
ERAD	√	√
片上Flash	256kB	128kB
片上SRAM	44kB	24kB
eQEP	2	2
ePWM	14CH	14CH
HRPWM	14CH/150ps	8CH/150ps
eCAP	3	3
HRCAP	1	1
GPIO	39	39
AIO	16	16
外部中断	5	5

对比项	HXS320F280025	TMS320F280025
LIN	2	2
SCI	1	1
I2S	1	0
I2C	2	2
PMBus	1	1
DMA	6	6
SPI	2	2
CAN	1	1
FSI	1	1
ADC	2模块/16CH	2模块/16CH
ADC转换速率	3.45Msps	3.45Msps
ADC有效位数	11	11
温度传感器	有	有
模拟比较器	4	4
温度范围	-40°C to 105°C	-40°C to 105°C -40°C to 125°C

- 自研内核，第一款基于RISC-V的DSP架构

内核架构决定了芯片产品的性能水平，也体现了芯片设计公司的真正实力。H28x是中科昊芯基于RISC-V指令集自研的内核，针对工业实时控制领域算法特点，自定义了近百条DSP指令。

## 全部正向设计，无知识产权问题

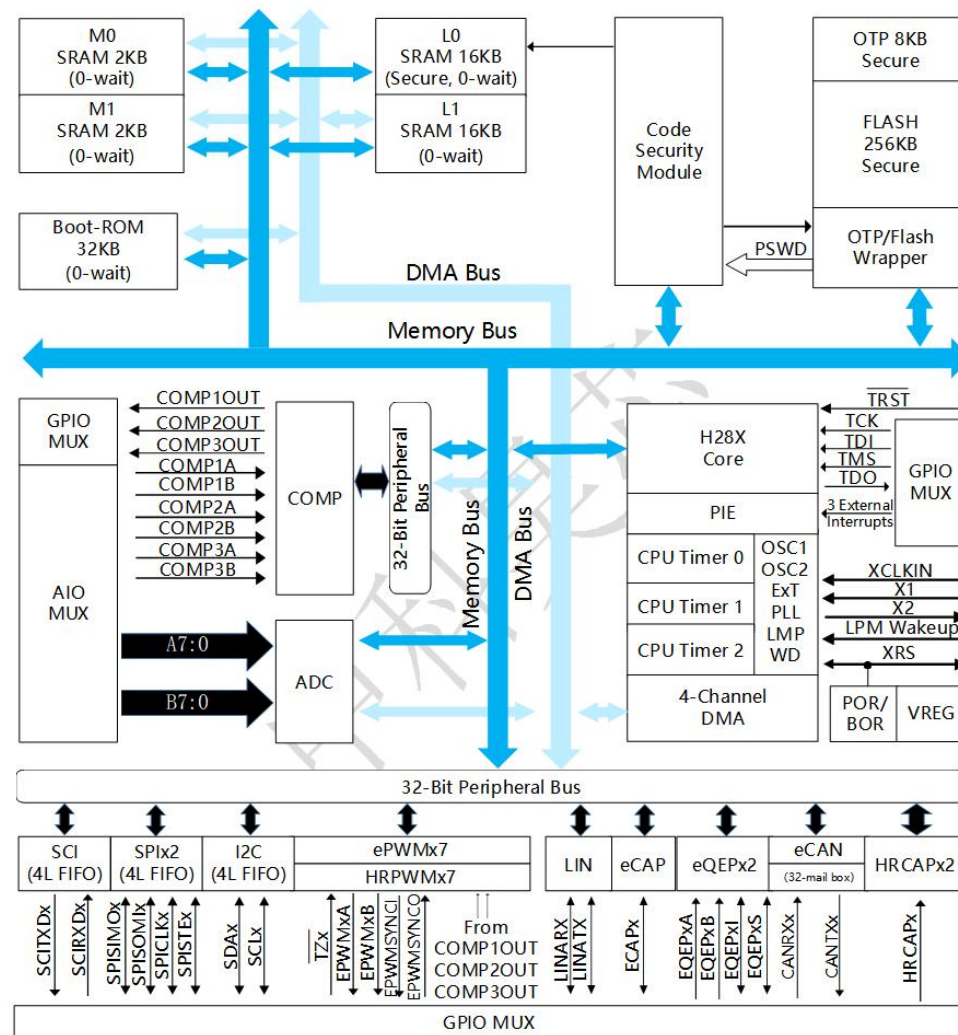
昊芯H2000系列芯片基于RISC-V开源指令集设计，外设IP全部为正向设计，无知识产权风险，可以有效保证行业大客户对合规性的要求。

## 本土设计生产，芯片国产化率100%

IP均为国产化设计，流片封测均在大陆进行，不受国际政治环境影响，保证客户供应链的稳定性。

- 完全**自主知识产权**—基于RISC-V
- 定义工业自动化细分领域**专有DSP指令集**
- 增加硬件乘法、除法器，提高计算速度
- 增大数据总线带宽，有效提升数据吞吐量
- 具有独特指令集的FIR 滤波器进一步提高数据处理速度
- 解决了国内DSP应用市场困扰多年的两个重大难题：  
**应用生态和知识产权**

### HX2000系列DSP系统架构图





业内RISC-V架构芯片对比：

	自研RISC-V内核		授权RISC-V内核	
	中科昊芯 H2000系列	沁xxxx CH32V系列	兆xxx GD32V系列	爱xx APT32F系列
内核	自研H28x内核	开源指令集	芯来科技 蜂鸟内核	平头哥 玄铁内核
产品定位	电力电子与电力传动 专用DSP	通用性MCU	通用性MCU	超低功耗MCU
产品特点	1.对标TI C2000系列 2.增强DSP指令 3.电机控制及数字电源专用函数运算加速	1.对标STM32F0,F1和F4系列 2.优化的中断机制 3.以太网MAC等	1.对标STM32F1系列 2.丰富的通信接口	1.超低功耗 2.自定义的外设
应用行业	变频器，伺服控制，数字电源，储能，白色家电等	物联网	消费电子，工业控制	消费电子、智能家居

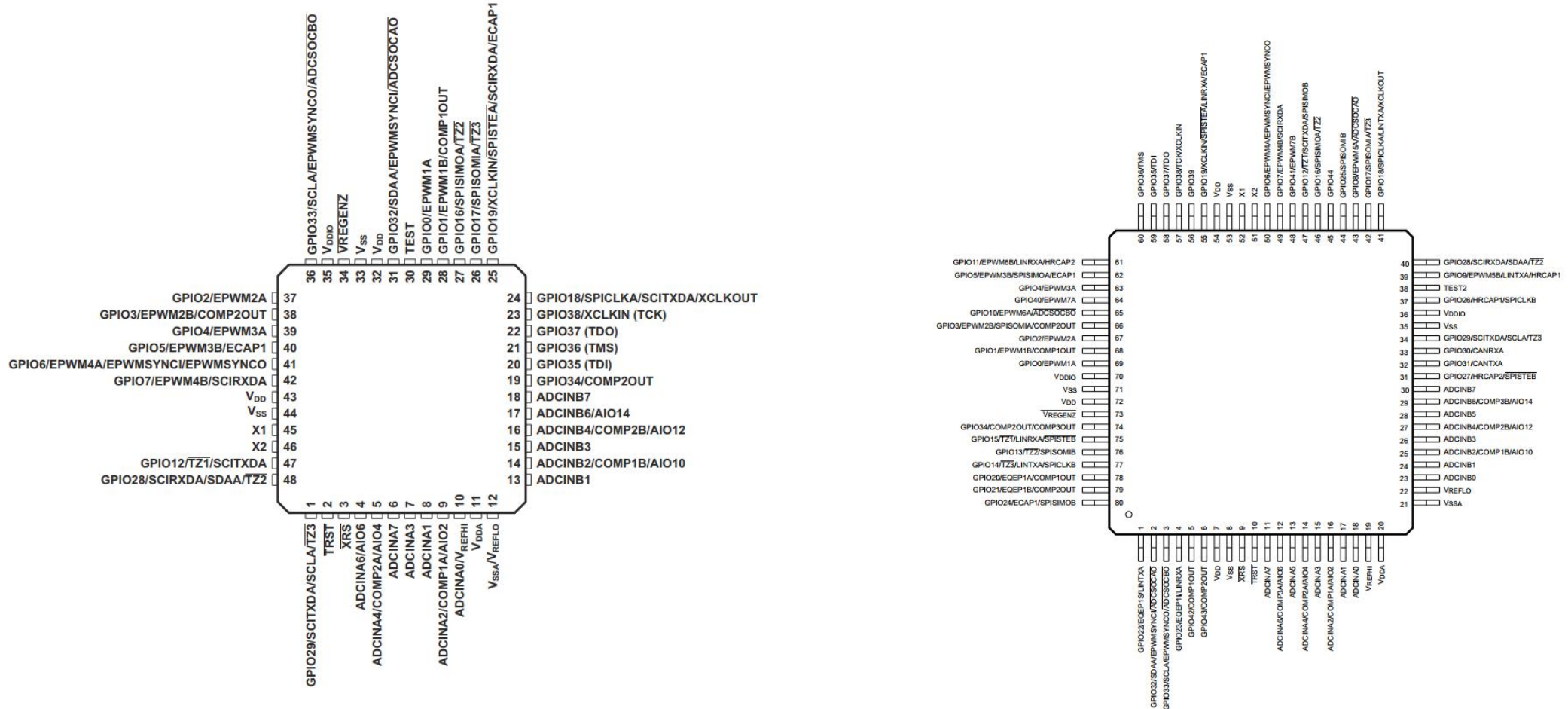
公司	指令集	集成开发环境	编译工具	调试工具
1. TI	C28x	CCS	LLVM	XDS100V2/3
2. ADI	TigerSHARC, Blackfin	VisualDSP++	GCC	EMULATOR-ADSP EMULATOR-USB & HP USB ICE
3. 进芯电子	C28x	CCS	LLVM	XDS100V2
4. 毅梁微	C28x	CCS	LLVM	XDS100V2
5. 中科昊芯	H28x (基于 RISC-V)	Haawking IDE	LLVM+GCC	HX-Link100V2/ HX-Link100V2Pro

注1: 厂商3和4指令集与厂商1兼容, 因此集成开发环境、编译工具、调试工具及烧录工具均采用厂商1。

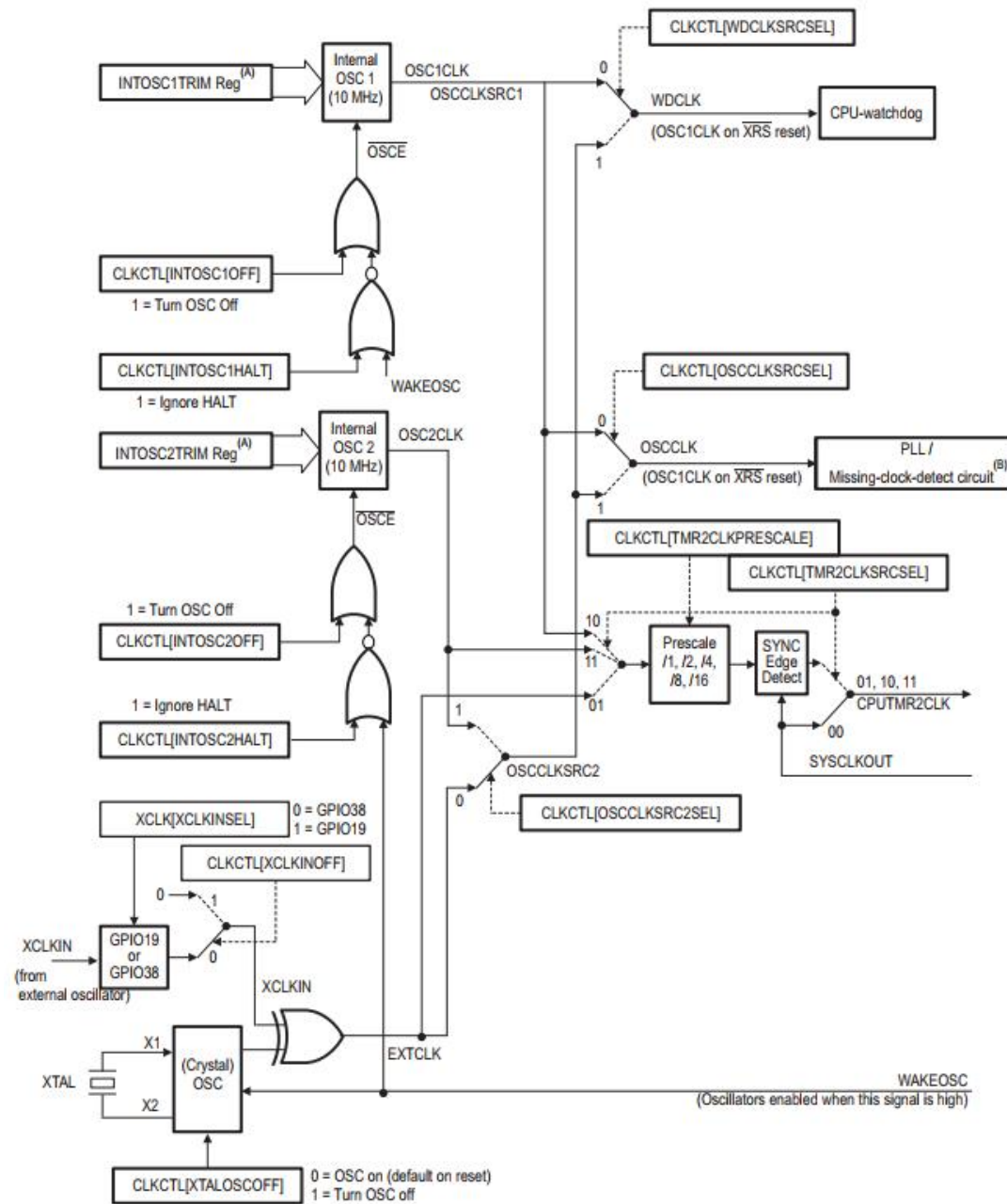
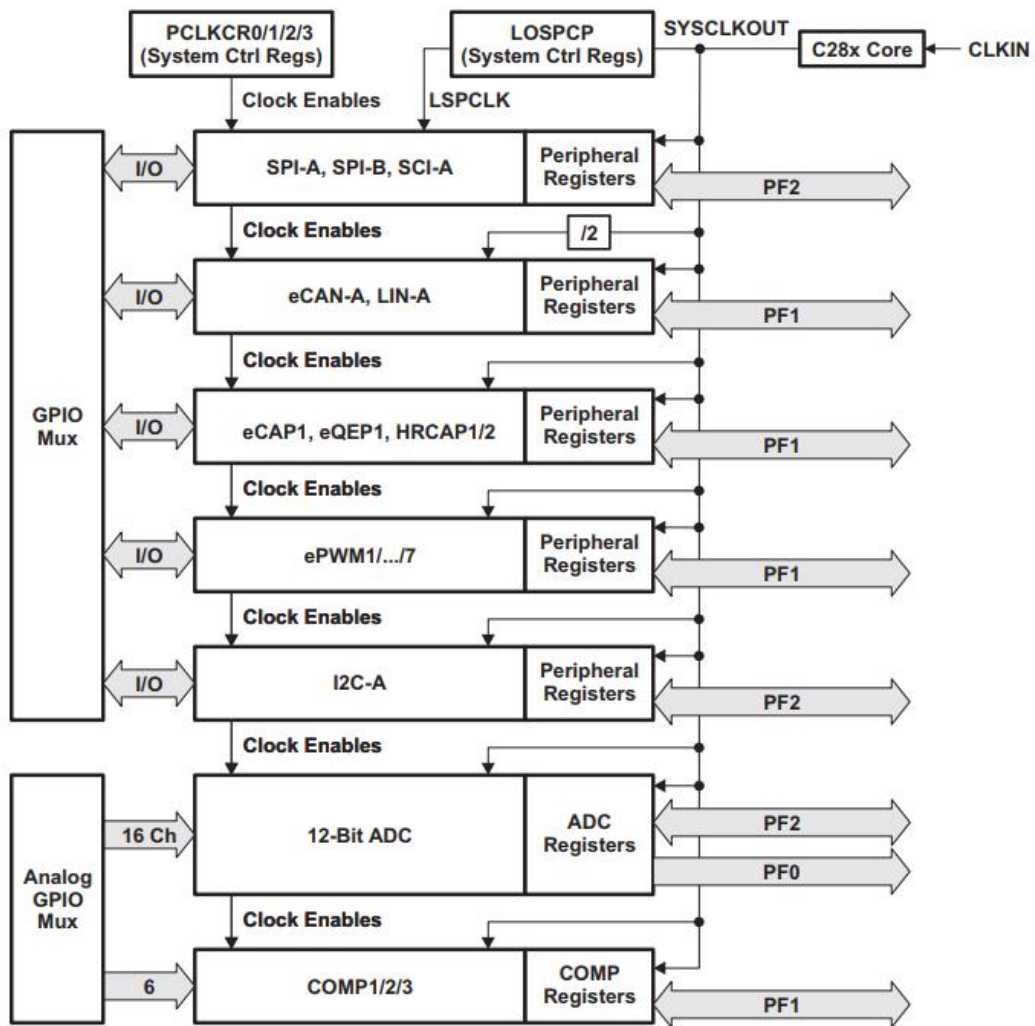
注2: 中科昊芯采用RISC-V+自定义DSP指令, HX2000系列芯片与厂商1对应型号pin-to-pin兼容。

## 2.从内到外全面兼容国际友商，方案移植成本极低

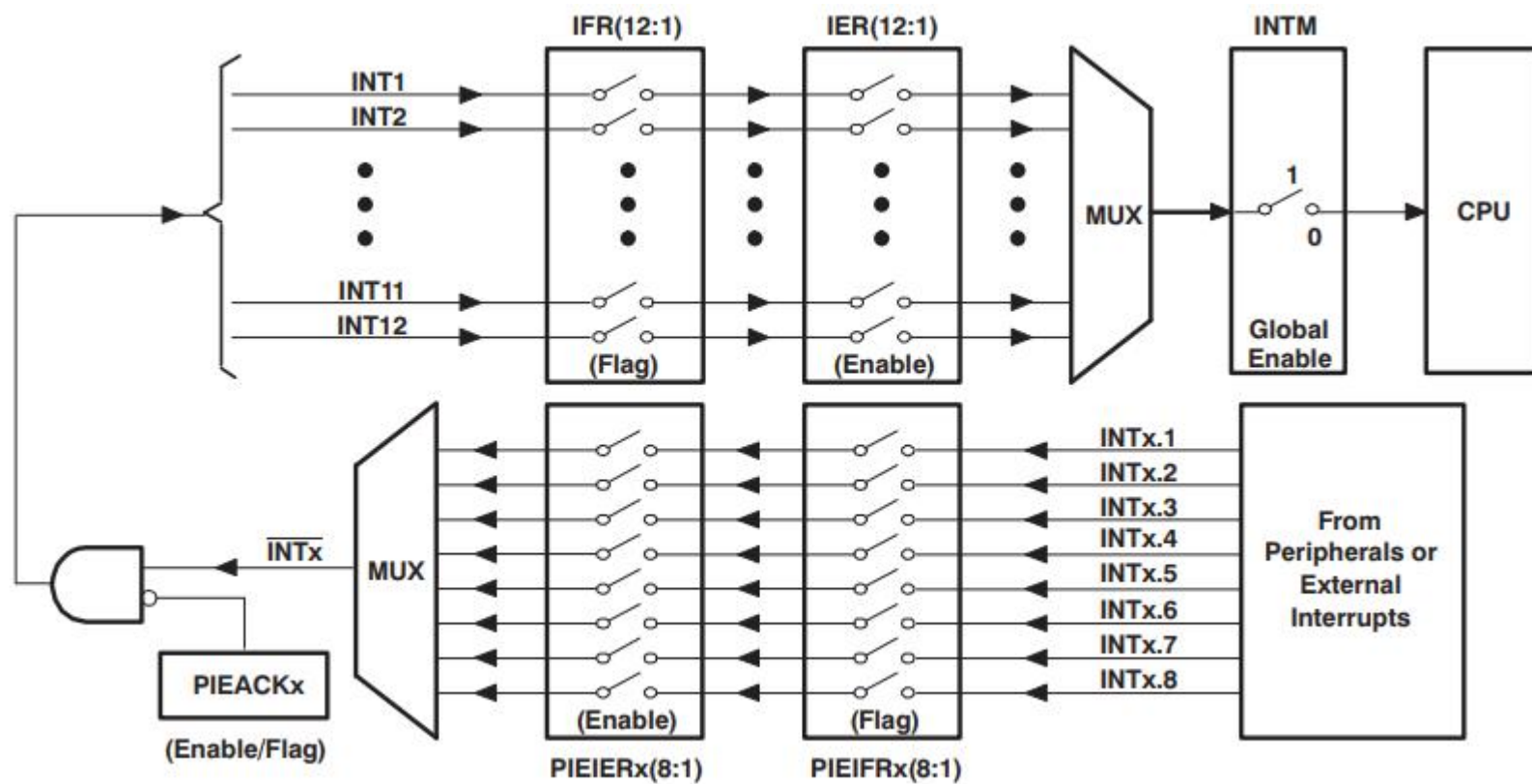
(1) 采用pin2pin设计，完全兼容国际友商定义



(2) 芯片主控和时钟结构与国际友商完全一致



(3) 中断机制与国际友商完全一致



#### (4) 寄存器功能与国际友商几乎完全一致

昊芯专业化IC设计团队，根据国际友商对标型号设计了几十项外设IP，并根据外设type实现了更新迭代，实现了对国际友商外设从功能到寄存器的全面兼容。

	28027	28034	28335	280025C	280049C
<b>SYSCTRL</b>	√	√	√	√	√
<b>CLA</b>					√
<b>FPU</b>			√	√	√
<b>TMU</b>				√	√
<b>VCRC/VCU</b>				√	
<b>BGCRC</b>				√	√
<b>DMA</b>	√	√	√	√	√
<b>DCC</b>				√	√
<b>XINTF</b>			√		
<b>ERAD</b>				√	
<b>HIC</b>				√	
<b>WatchDog</b>	√	√	√	√	√
<b>Timer</b>	√	√	√	√	√
<b>GPIO</b>	√	√	√	√	√
<b>ADC</b>	√	√	√	√	√
<b>CLB</b>				√	√
<b>COMP</b>	√	√			
<b>CMPSS</b>				√	√



	28027	28034	28335	280025C	280049C
<b>ePWM</b>	√	√	√	√	√
<b>DAC</b>					√
<b>eCAP</b>	√	√	√	√	√
<b>eQEP</b>	√	√		√	√
<b>HRPWM</b>	√	√	√	√	√
<b>HRCAP</b>				√	√
<b>SDFM</b>					√
<b>PGA</b>					√
<b>DCAN</b>				√	√
<b>eCAN</b>		√	√	√	√
<b>FSI</b>				√	√
<b>I2C</b>	√	√	√	√	√
<b>LIN</b>		√		√	√
<b>McBSP</b>			√		
<b>SCI</b>	√	√	√	√	√
<b>SPI</b>	√	√	√	√	√



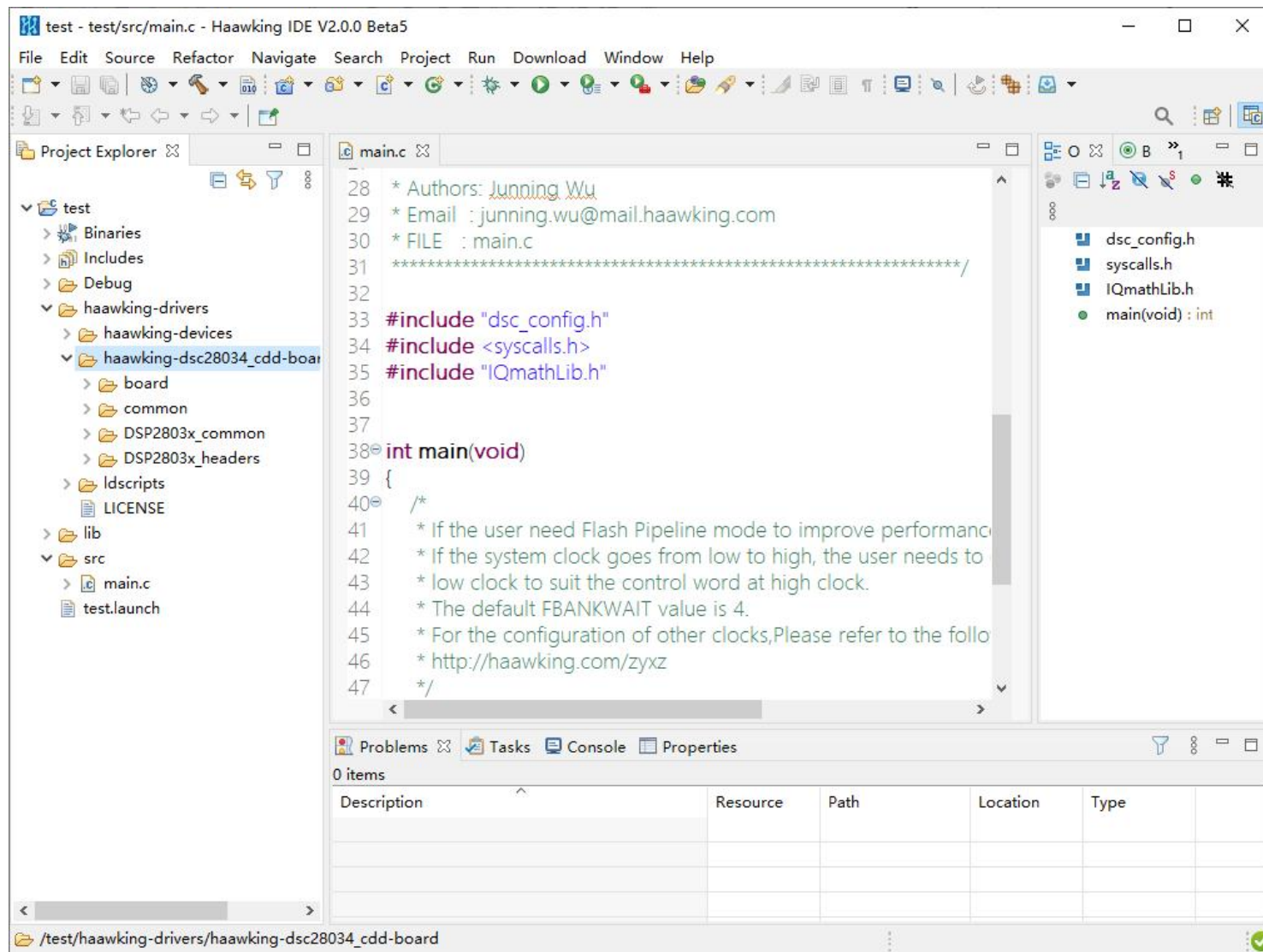
## 二、开发工具

# 1. 集成开发环境（IDE）

## （1）基于Eclipse自研

### ► Haawking IDE

- 芯片驱动
- 编译链接
- 程序烧录
- 断点调试
- 加密解密
- 实时刷新
- 波形显示



## (2) 驱动库函数完全一致

- ▼ DSP2803x\_common
  - ▼ include
    - > DSP2803x\_DefaultISR.h
    - > DSP2803x\_Dma\_defines.h
    - > DSP2803x\_EPwm\_defines.h
    - > DSP2803x\_Examples.h
    - > DSP2803x\_GlobalPrototypes.h
    - > DSP2803x\_I2c\_defines.h
    - > DSP2803x\_SWPrioritizedIsrLevels.h
    - > DSP28x\_Project.h
  - ▼ source
    - > \_DSP2803x\_usDelay.S
    - > disable\_interrupt.S
    - > DSP2803x\_Adc.c
    - > DSP2803x\_Comp.c
    - > DSP2803x\_CpuTimers.c
    - > DSP2803x\_CSMPasswords.c
    - > DSP2803x\_DefaultIsr.c
    - > DSP2803x\_ECan.c
    - > DSP2803x\_ECap.c
    - > DSP2803x\_EPwm.c
    - > DSP2803x\_EQep.c
    - > DSP2803x\_Gpio.c
    - > DSP2803x\_HRCap.c
    - > DSP2803x\_I2C.c
    - > DSP2803x\_Lin.c
    - > DSP2803x\_OTP.c
    - > DSP2803x\_PieCtrl.c
    - > DSP2803x\_PieVect.c
    - > DSP2803x\_Sci.c
    - > DSP2803x\_Spi.c
    - > DSP2803x\_SysCtrl.c
    - > DSP2803x\_TempSensorConv.c
    - > enable\_interrupt.S
    - > ier\_set.S
    - > ier\_unset.S
    - > ifr\_set.S
    - > ifr\_unset.S
    - > DSP2803x\_SWPrioritizedDefaultIsr.bc
    - > DSP2803x\_SWPrioritizedPieVect.bc

- ▼ DSP2803x\_headers
  - ▼ include
    - > DSP2803x\_Adc.h
    - > DSP2803x\_BootVars.h
    - > DSP2803x\_Comp.h
    - > DSP2803x\_CpuTimers.h
    - > DSP2803x\_DevEmu.h
    - > DSP2803x\_Device.h
    - > DSP2803x\_Dma.h
    - > DSP2803x\_ECan.h
    - > DSP2803x\_ECap.h
    - > DSP2803x\_EPwm.h
    - > DSP2803x\_EQep.h
    - > DSP2803x\_Gpio.h
    - > DSP2803x\_HRCap.h
    - > DSP2803x\_I2c.h
    - > DSP2803x\_Lin.h
    - > DSP2803x\_PieCtrl.h
    - > DSP2803x\_PieVect.h
    - > DSP2803x\_Sci.h
    - > DSP2803x\_Spi.h
    - > DSP2803x\_SysCtrl.h
  - ▼ source
    - > DSP2803x\_GlobalVariableDefs.c

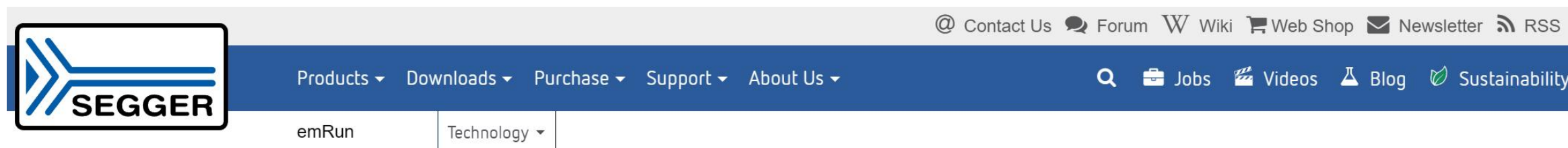
H2000芯片驱动库结构

- ▼ common
  - ▼ include
    - > DSP2803x\_Cla\_defines.h
    - > DSP2803x\_Cla\_typedefs.h
    - > DSP2803x\_DefaultISR.h
    - > DSP2803x\_EPwm\_defines.h
    - > DSP2803x\_Examples.h
    - > DSP2803x\_GlobalPrototypes.h
    - > DSP2803x\_I2c\_defines.h
    - > DSP2803x\_SWPrioritizedIsrLevels.h
    - > DSP28x\_Project.h
  - ▼ source
    - > DSP2803x\_Adc.c
    - > DSP2803x\_CodeStartBranch.asm
    - > DSP2803x\_Comp.c
    - > DSP2803x\_CpuTimers.c
    - > DSP2803x\_CSMPasswords.asm
    - > DSP2803x\_DefaultIsr.c
    - > DSP2803x\_ECan.c
    - > DSP2803x\_ECap.c
    - > DSP2803x\_EPwm.c
    - > DSP2803x\_EQep.c
    - > DSP2803x\_Gpio.c
    - > DSP2803x\_HRCap.c
    - > DSP2803x\_I2C.c
    - > DSP2803x\_Lin.c
    - > DSP2803x\_OscComp.c
    - > DSP2803x\_PieCtrl.c
    - > DSP2803x\_PieVect.c
    - > DSP2803x\_Sci.c
    - > DSP2803x\_Spi.c
    - > DSP2803x\_SysCtrl.c
    - > DSP2803x\_TempSensorConv.c
    - > DSP2803x\_usDelay.asm
    - > DSP2803x\_DBGIER.asm
    - > DSP2803x\_DisInt.asm
    - > DSP2803x\_SWPrioritizedDefaultIsr.c
    - > DSP2803x\_SWPrioritizedPieVect.c
- ▼ headers
  - ▼ include
    - > DSP2803x\_Adc.h
    - > DSP2803x\_BootVars.h
    - > DSP2803x\_Cla.h
    - > DSP2803x\_Comp.h
    - > DSP2803x\_CpuTimers.h
    - > DSP2803x\_DevEmu.h
    - > DSP2803x\_Device.h
    - > DSP2803x\_ECan.h
    - > DSP2803x\_ECap.h
    - > DSP2803x\_EPwm.h
    - > DSP2803x\_EQep.h
    - > DSP2803x\_Gpio.h
    - > DSP2803x\_HRCap.h
    - > DSP2803x\_I2c.h
    - > DSP2803x\_Lin.h
    - > DSP2803x\_NmiIntrupt.h
    - > DSP2803x\_PieCtrl.h
    - > DSP2803x\_PieVect.h
    - > DSP2803x\_Sci.h
    - > DSP2803x\_Spi.h
    - > DSP2803x\_SysCtrl.h
    - > DSP2803x\_XIntrupt.h
  - ▼ source
    - > DSP2803x\_GlobalVariableDefs.c

国际友商C2000芯片驱动库结构

### (3) 编译器采用SEGGER的emRun (RunTime Library)

SEGGER是世界著名的工具链开发企业，在嵌入式系统方面有超过30年的经验，emRun是该公司专为RISC-V嵌入式领域设计和编写的运行时库。该库有效地增强了昊芯H2000系列芯片的实时控制性能



## Who offers emRun performance?





The reference platforms for emRun are **Embedded Studio for Arm** and **Embedded Studio for RISC-V**. Embedded Studio can be used to easily evaluate performance, free of charge. In addition, a number of vendors have adopted the SEGGER runtime library. It has been integrated into the IDEs of the following (as well as by other larger corporations):





# Performance

RISC-V (32-Bit)

Test Project <sup>[1]</sup>	Runtime [Cycles]		
	emRun <sup>[2]</sup>	gcc / newlib <sup>[3]</sup>	
Floating-Point Arithmetic ⓘ	1097.4	1907.0	
Floating-Point Math ⓘ	714.03	1814.36	
Integer Arithmetic ⓘ	251.2	1041.77	
String and Memory Functions ⓘ	17141	20733	

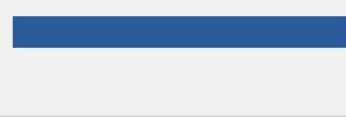
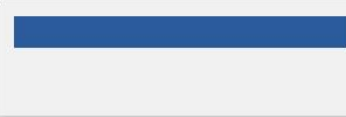




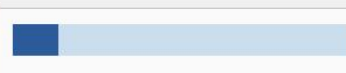
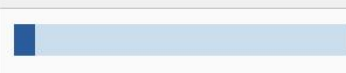
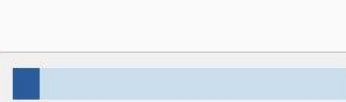
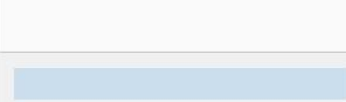
## Memory requirements

emRun offers significant savings in flash memory. This is partly due to some functions being hand-coded in assembly language, but primarily due to a structure that minimizes internal library dependencies, for example the file I/O not being linked in with printf() or scanf().

emRun also uses less static RAM due to a structure designed from the ground up for embedded systems.

Benchmark code:

```
1 int main(void) {  
2     printf("Hello World.\n");  
3     return 0;  
4 }
```

Test Environment	Test project: Simple "main" project with "printf()"	
	ROM Usage	RAM Usage
MCUXpresso <sup>1</sup> , Newlib	 31888 bytes	 2864 bytes
MCUXpresso, Redlib	 9940 bytes	 728 bytes
MCUXpresso, Newlib-nano	 9552 bytes	 416 bytes
MCUXpresso, SEGGER RunTime Library	 4392 bytes	 184 bytes
Embedded Studio <sup>2</sup> ,	 2502 bytes	 0 bytes

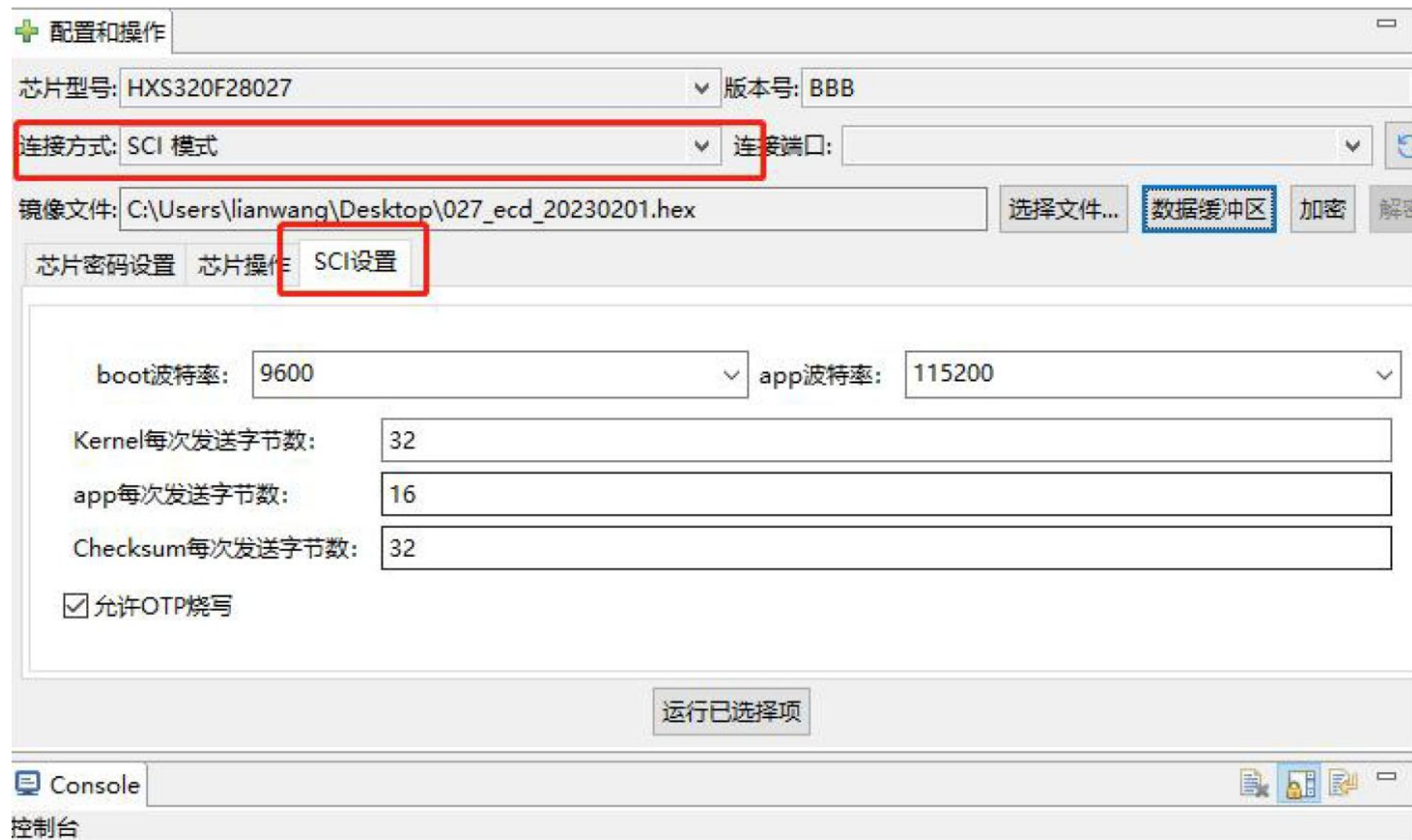
## 2.核心板，开发板工具





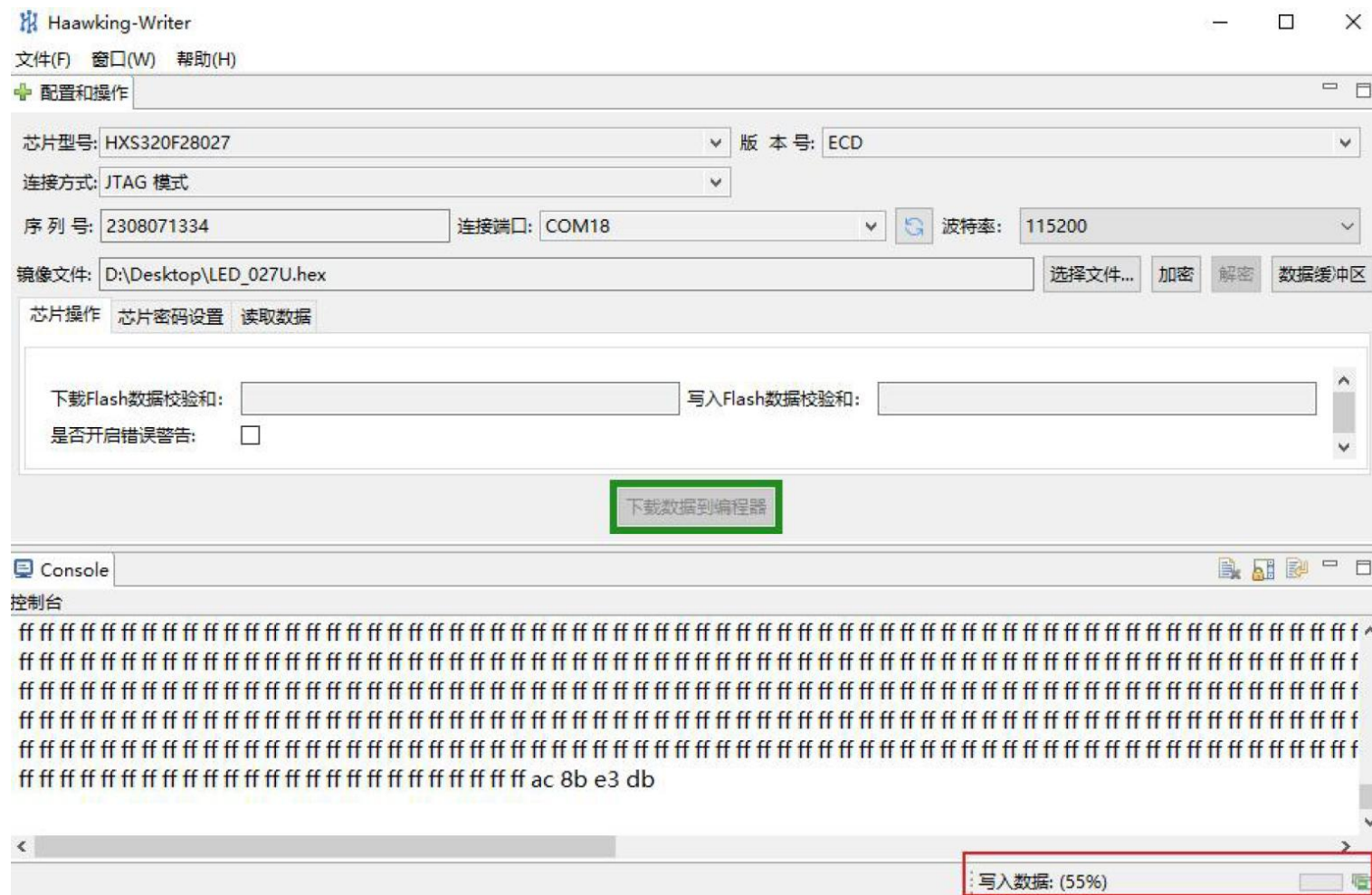
### 3. JTAG仿真器

可以配合IDE调试，也可以配合Haawking Downloader烧录



## 4. 脱机烧录器

脱机烧录器，支持JTAG和SCI烧录，  
可以配合Haawking Writer实现离线烧录





## 5. 第三方量产烧录工具



JMater3烧录平台 (南京伟福)

支持全功能, 包括Flash、OTP、配置字、读/写 (按块) 保护, 支持SWD模式。

AP8000烧录平台 (昂科)

主机支持USB和NET连接, 可将多台编程器同时烧录, 内置芯片安全保障电路, 内嵌高速FPGA。



SUPERPRO/7500 (西尔特)

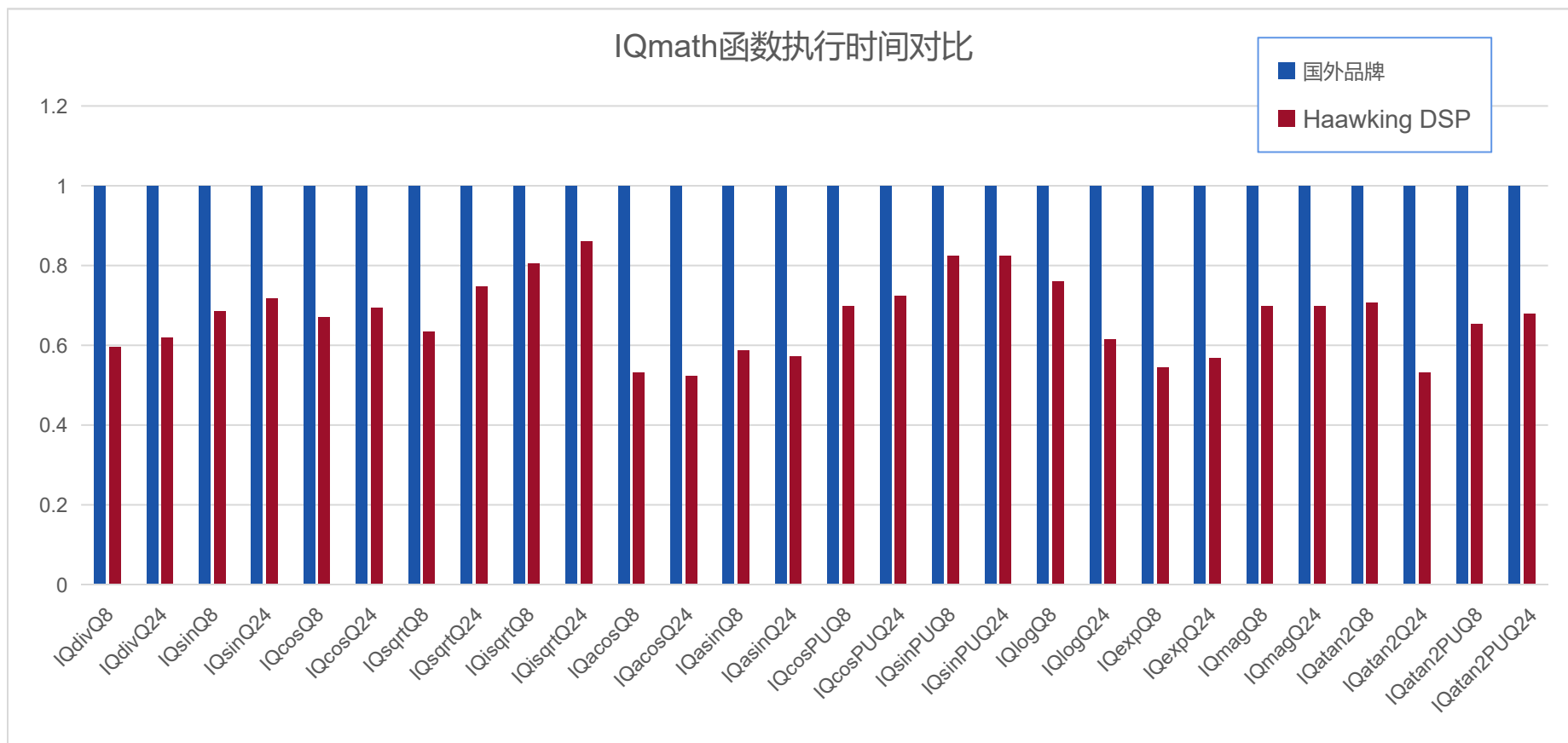
支持器件数量可调, eMMC速度提升10倍, 支持最多4颗芯片同时烧写, USB2.0及LAN双通讯接口。

## 三、性能对比

# 基于RISC-V的基础算法库

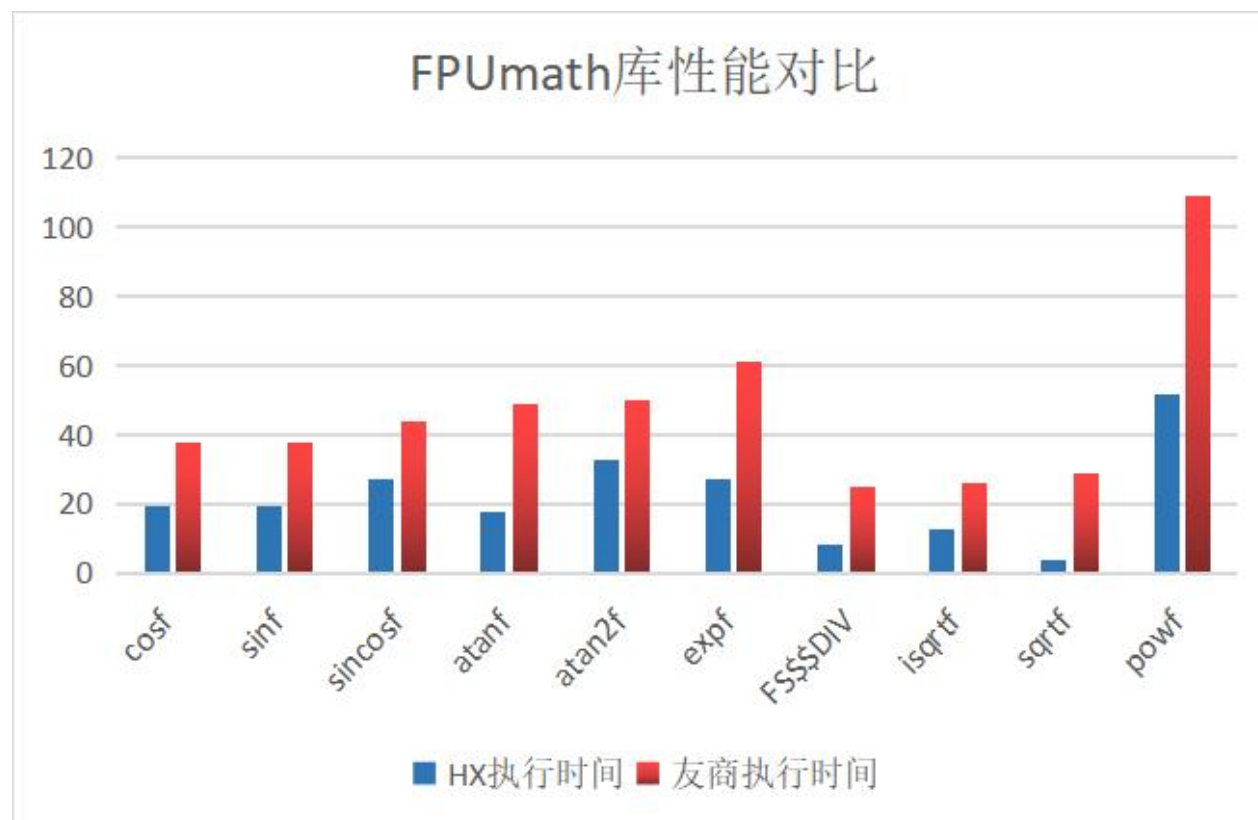
## ➤ IQmath库

自主研发了基于RISC-V架构的IQmath库，对标国外品牌T浮点库，有效提升了定点芯片的浮点计算能力  
主频为国外品牌2倍情况下



## ➤ 基础浮点库

自主研发了基于RISC-V架构的浮点库，对标友商浮点库，有效提升了FPU芯片的综合计算能力。



## ➤ 其它算法库

昊芯可提供与国际友商T完全一致的算法库，如TMU、CLA、CRC等。

**谢谢**