



# 基于RISC-V的边缘侧AI MCU芯片及其应用

(股票代码: 688262)

苏州国芯科技股份有限公司

[www.china-core.com](http://www.china-core.com)



# 目录

01

公司简介

COMPANY INTRODUCTION

02

CCR4001S介绍

CCR4001S INTRODUCTION

03

开发工具链

TOOL CHAIN



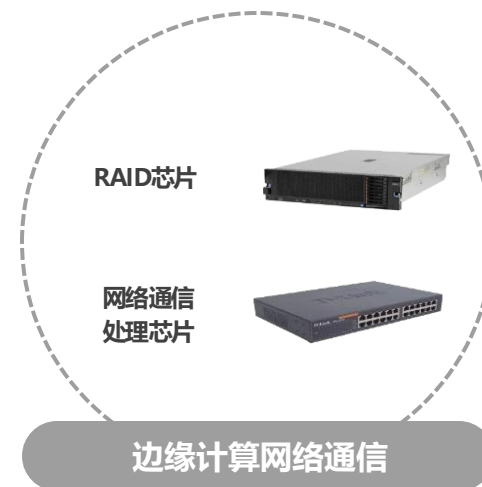
01

# 公司简介

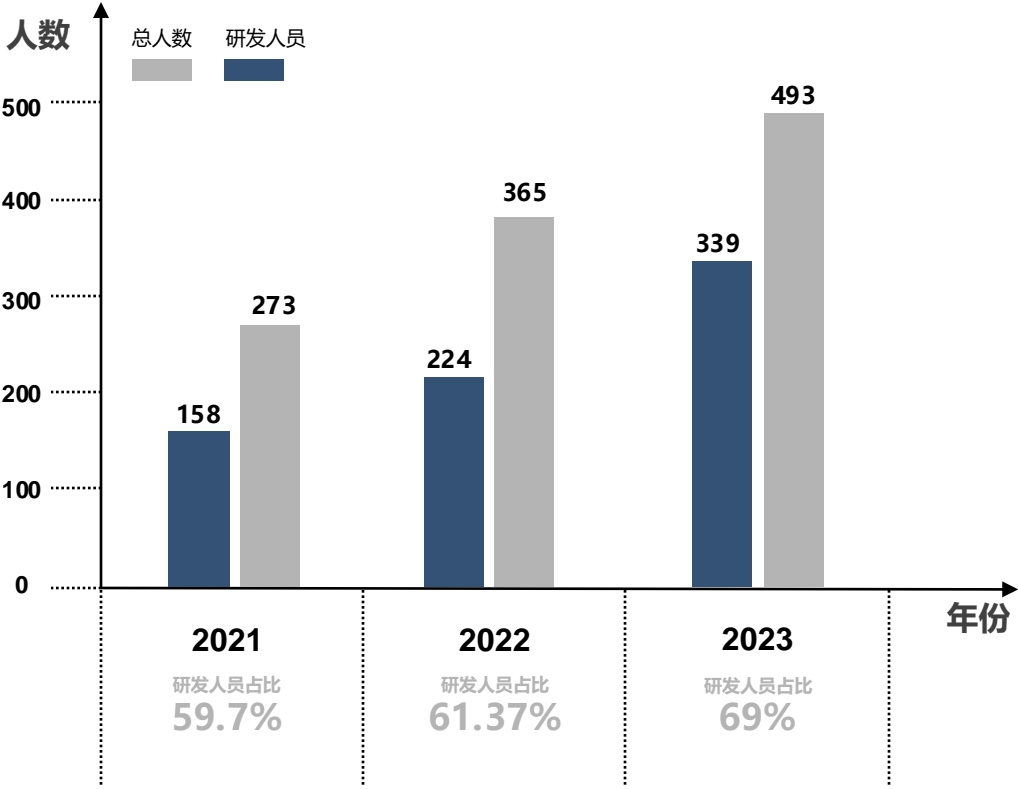
COMPANY INTRODUCTION

## 基本情况

- 国芯科技成立于2001年，注册资金33,599.9913万元，科创板上市公司，股票代码：688262（募集资金22.6亿元）
- 致力于服务安全自主可控国家战略，重点面向信息安全、汽车电子和工业控制、边缘计算和网络通信等关键领域，实现国产嵌入式CPU技术和芯片的自主可控



员工及网点分布







# 资质荣誉



**C\*Core**  
C\*Core Technology Co., Ltd.

## 国家科技项目

- 承担“核高基”国家科技重大专项5项
- 国家863计划、国家高技术产业发展项目、国家技术创新项目、工信部工业转型升级项目等数十项

## 重要荣誉与奖项

★★★  
“十年中国芯”  
最佳支撑服务企业奖  
工信部软件与集成电路促进中心颁布

★★★  
国家科学技术进步  
二等奖  
国务院颁布

★★★  
电子信息科学技术  
一等奖  
中国电子学会颁布

## 行业组织和资质认证

- 江苏省集成电路设计产业联盟副理事长
- 苏州市半导体产业联盟理事长

## 知识产权

110 项  
授权专利

106 项  
发明专利

118 项  
软件著作权

37 项  
集成电路布图设计

31 项  
商用密码产品型号证书



02

# 国芯科技CCR4001S介绍

CCR4001S INTRODUCTION

## 边缘AI芯片产品应用广泛







# CCR4001S 主要技术规格



## ➤ 处理器系统

- 32bit RISC-V 处理器 CRV4H, 典型频率230Mhz

## ➤ 存储资源

- 32bit RISC-V Core
  - ◆ 独立 **ICache** 32KB + **DCache** 32KB
- SRAM: 256 KB SRAM
- OTP: 2KB 512\*32bits
- SSI\*3 (100MHz, 支持XIP模式) SIP FLASH 2MB、支持QSPI Flash扩展
- **DDR1 (200MHz) 16bit 位宽 SIP 8/16/32 MB**

## ➤ 外设接口

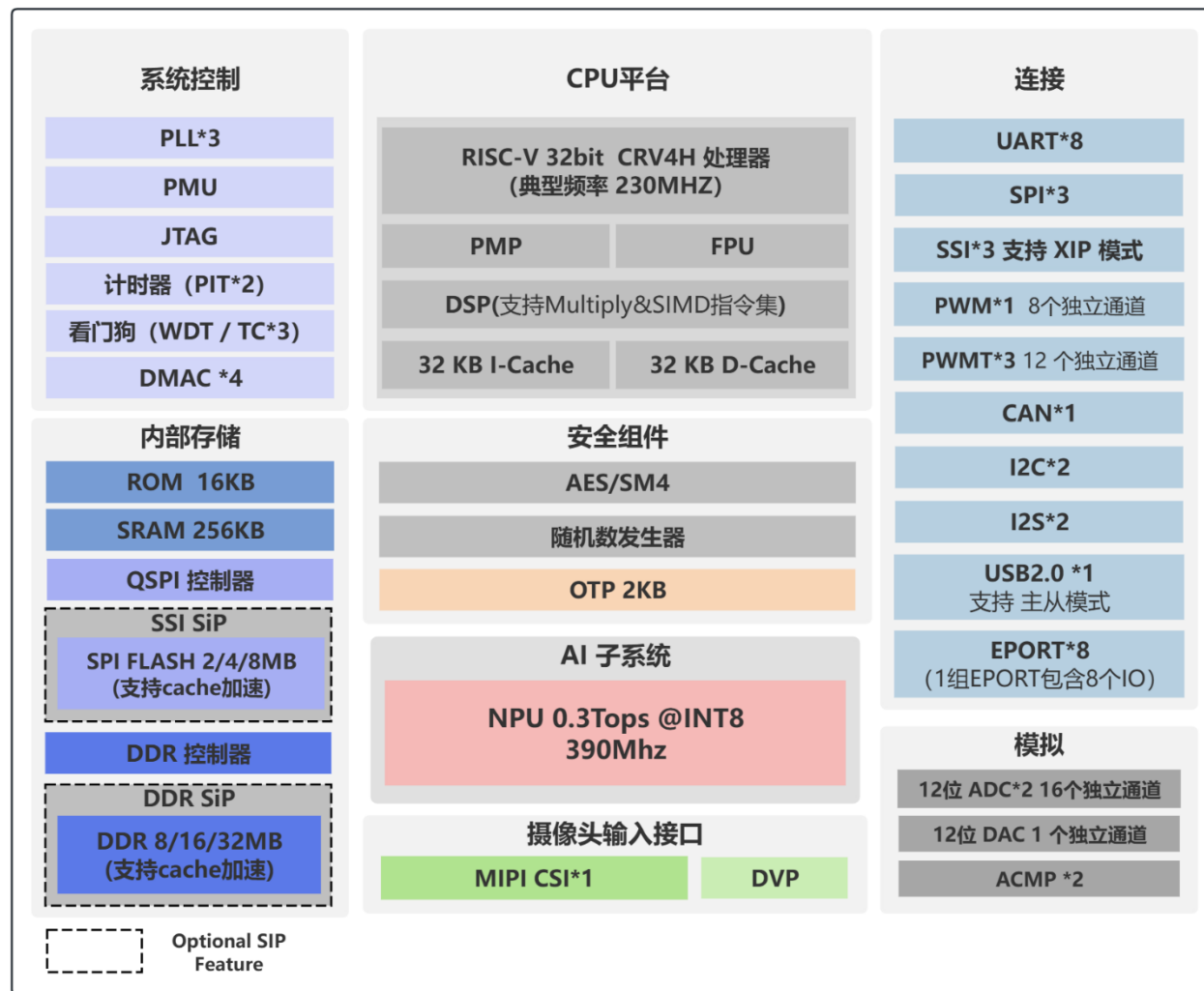
- 通讯接口: UART\*8、SPI\*3、SSI\*3、CAN\*1、I2C\*2、I2S\*2  
PWM (8 路可独立配置引脚)、PWMT\*3 (12 个独立通道)
- 高速接口: USB2.0 支持Host和Device两种模式
- 模拟外设: 12bit ADC\*16、12bit DAC\*1、ACMP\*2
- 摄像头输入接口: **MIPI CSI\*1 (200W像素)**、DVP

## ➤ 集成子系统

- AI加速子系统: **内置NPU, 性能约 0.3 TOPs @INT8**

➤ 以丰富的**IO接口资源**和**优化的功耗**满足 **摄像头 + 安全主控** 应用的需求, 同时提供出色的**CPU性能**和**AI加速能力**。

➤ 内置**国密**和国际通用密码安全算法协处理器





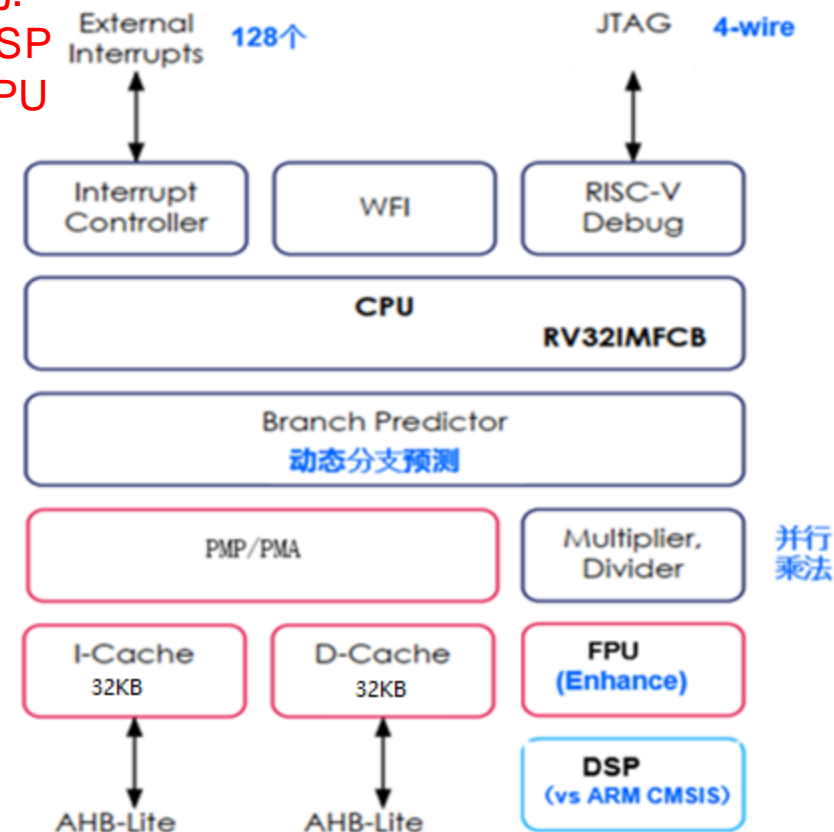
# RISC-V CRV4H 内核简介

## CRV4H配置

Feature	Property	CRV4H Available
ISA	RV32IMCB	Yes
FPU	Parallelism Floating-point unit using Tomasulo 's algorithm; Out-of-order; Parallelism up to 5 Instructions;	Yes
DSP	SIMD(26 Instructions)	Yes
	Multiply(36 Instructions)	Yes
M mode	Machine privilege level mode of operation	Yes
U mode	User privilege level mode of operation	Yes
ICaches	Size	32KB
	Number of cache ways	2
	Cache line size	16 Byte
DCaches	Size	32KB
	Number of cache ways	2
	Cache line size	16 Byte
Bus interface	AHB Lite	Yes
PMP	Number of protected memory regions	8
PMA	Number of memory regions	8
MPIC	Maximum number of interrupts	128
BP	Branch predictor with 2-bit saturation counter	Yes

针对优化:

- 扩展DSP
- 优化FPU



### CPU: RV32IMFCB

- RV32I —— 具有 32 位整数指令集, 并提供 32 个通用寄存器
- M —— 包含 4 条乘法、2条除法、2 条余数操作指令
- F —— 包含单精度浮点指令
- C —— 支持压缩指令集
- B —— 支持位操作

### DSP

- 基于扩展指令实现的DSP指令集 (兼容ARM CMSIS-DSP指令) —— 指令数36
- 基于扩展指令实现SIMD指令 (兼容ARM CMSIS-DSP指令) —— 指令数26

### FPU

- 优化浮点架构 (乱序 并行, 同时执行五条无冲突的指令)



# RISC-V CRV4H CPU性能

## CPU Dhrystone （性能基准测试、不同编译优化下）

CPU	CRV4H		
编译器	GCC 11.3.1		
程序名称	跑分	.Text (单位 Byte)	优化选项
<b>Dhrystone</b>	1.54	1341	O1
	2.22	1331	O2
	2.37	1333	O3
	1.15	<b>1017</b>	Os
	<b>2.54</b>	1325	O3,Ofast
链接器优化选项	delete unused function & data		
使用LIB	libgcc, libc, libnosys		

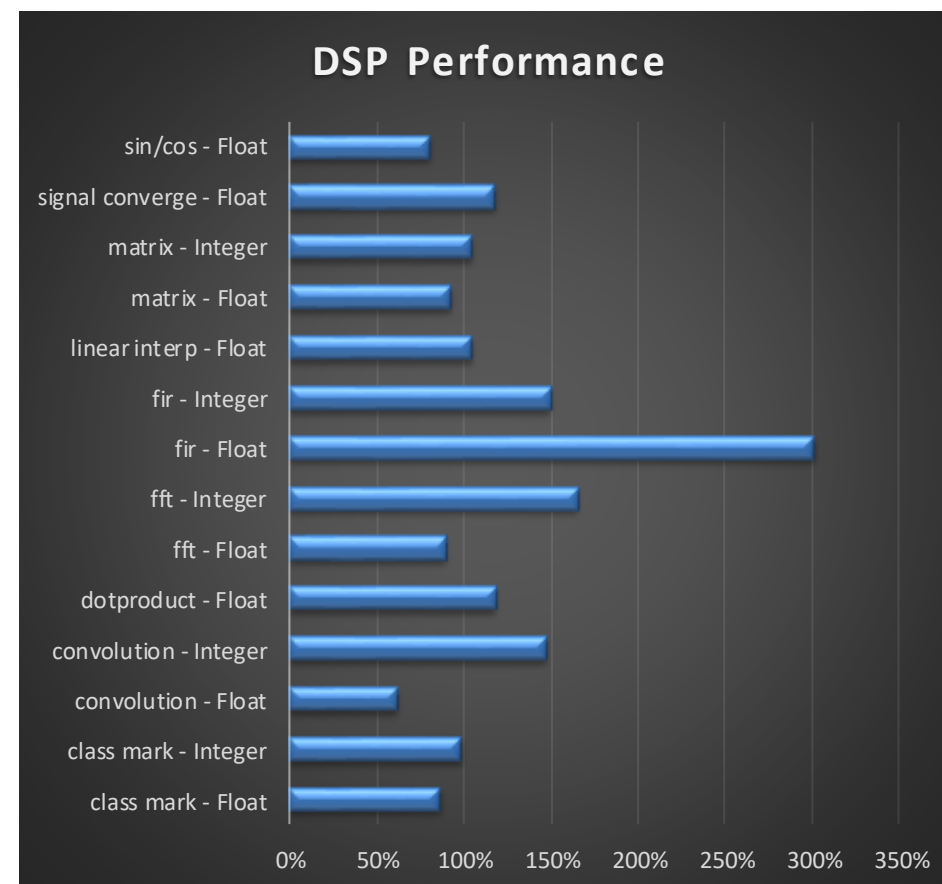
★ 代码体积最优  
★ 性能最优



# RISC-V CRV4H 扩展DSP性能

## DSP Performance Measurement

DSP Demo Function	CRV4H
class mark - Float	87%
class mark - Integer	99%
convolution - Float	62%
convolution - Integer	148%
dotproduct - Float	119%
fft - Float	90%
fft - Integer	166%
fir - Float	302%
fir - Integer	150%
linear interp - Float	105%
matrix - Float	93%
matrix - Integer	105%
signal converge - Float	118%
sin/cos - Float	81%

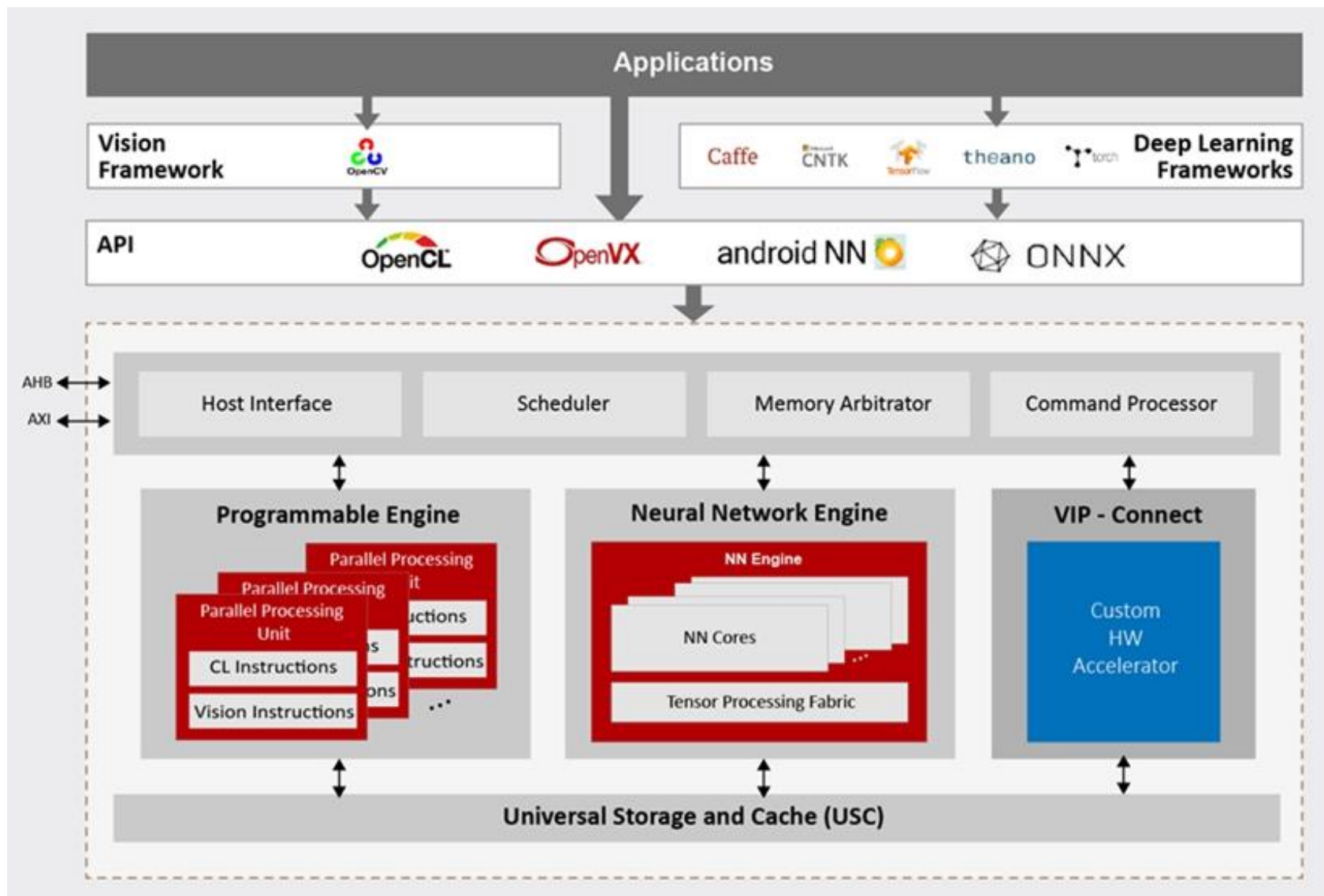






# CCR4001S NPU简介

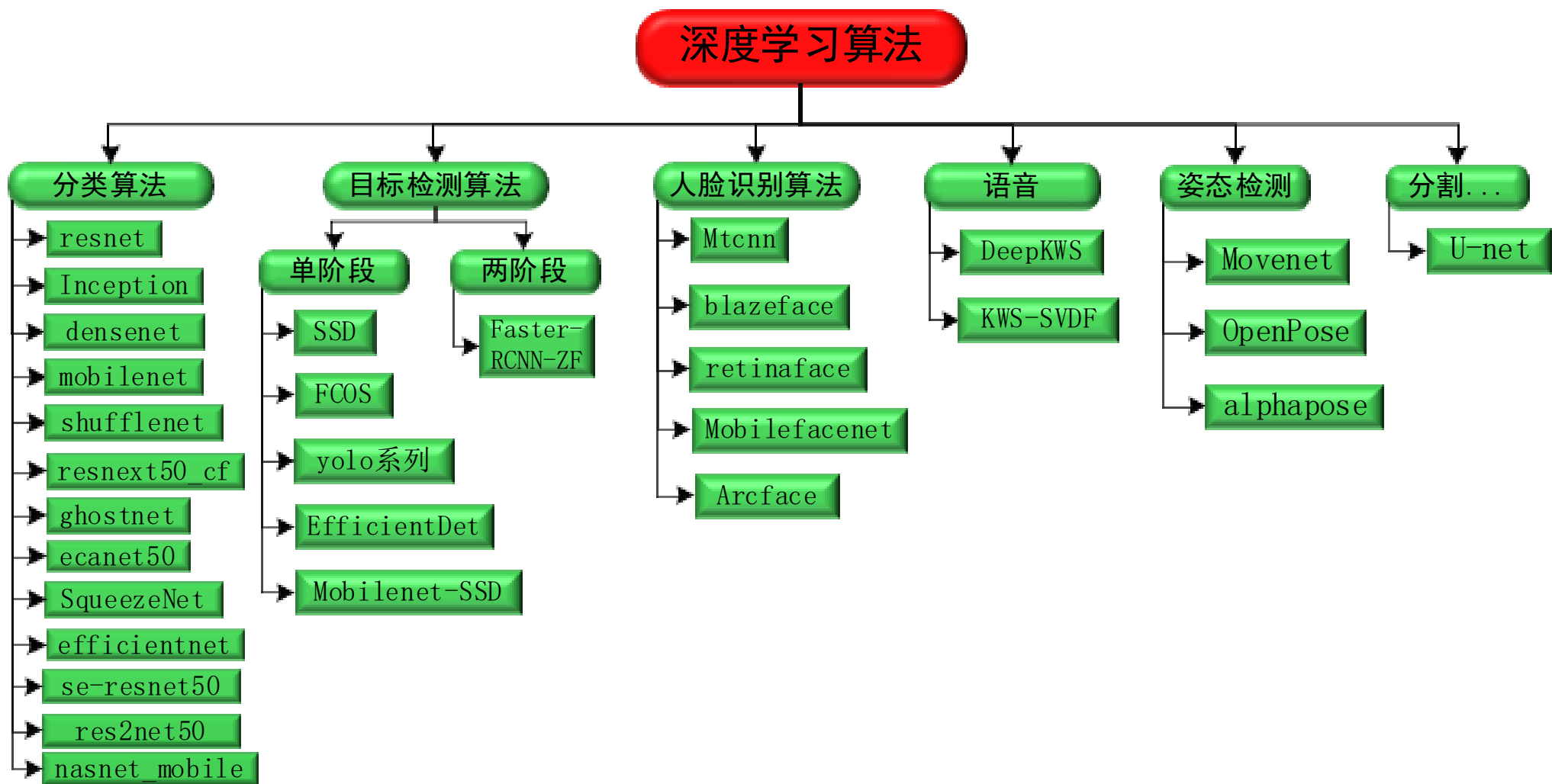
- 支持所有热门的深度学习框架：  
TensorFlow、Pytorch、  
TensorFlow Lite、Caffe、  
Caffe2、DarkNet、ONNX、  
NNEF、Keras
- 提供完整的模型部署工具，可  
快速导入客户的训练模型





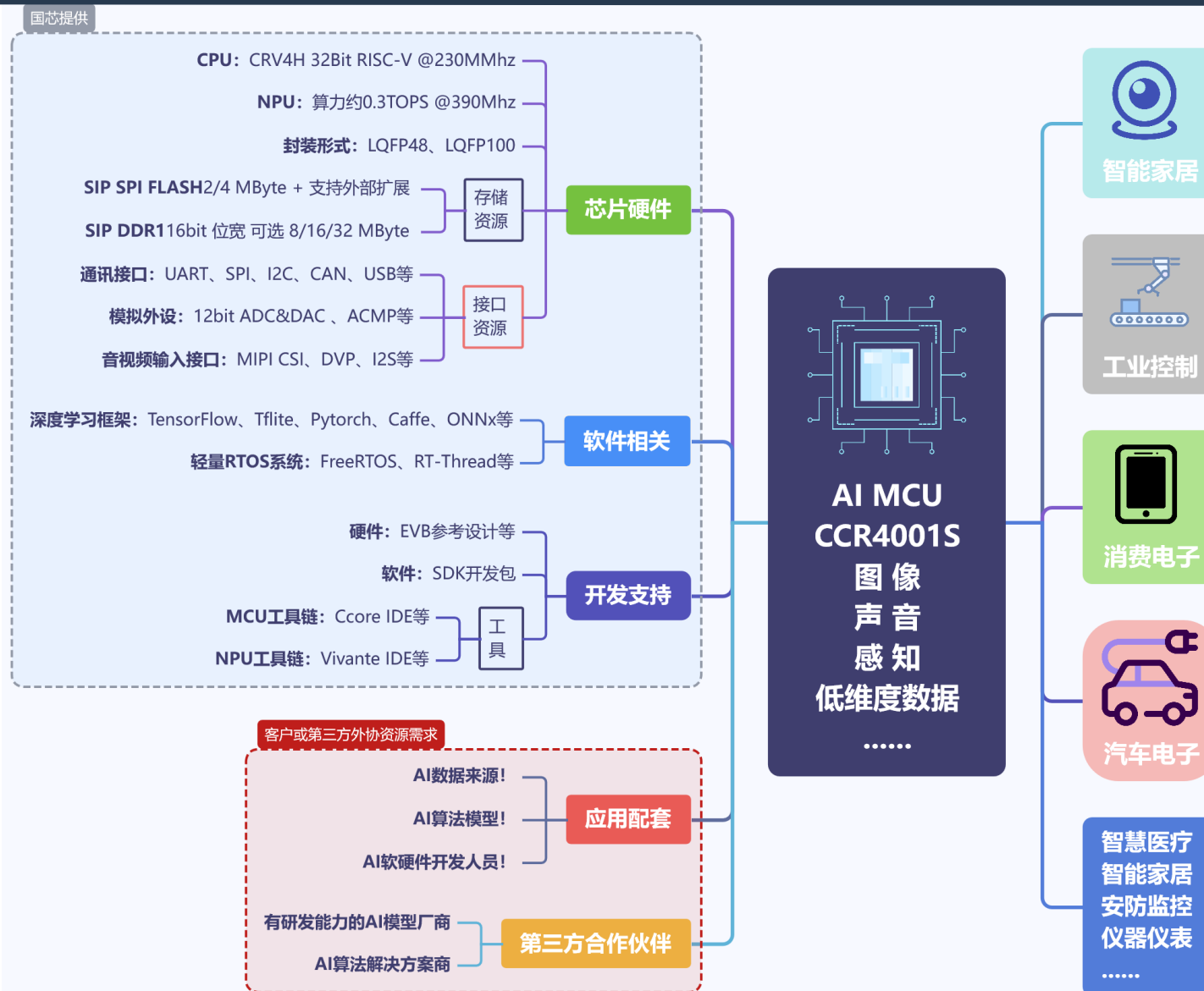
# CCR4001S支持的深度学习框架/模型

深度学习框架：TensorFlow、Pytorch、TensorFlow Lite、Caffe、Caffe2、DarkNet、ONNX、NNEF、Keras等





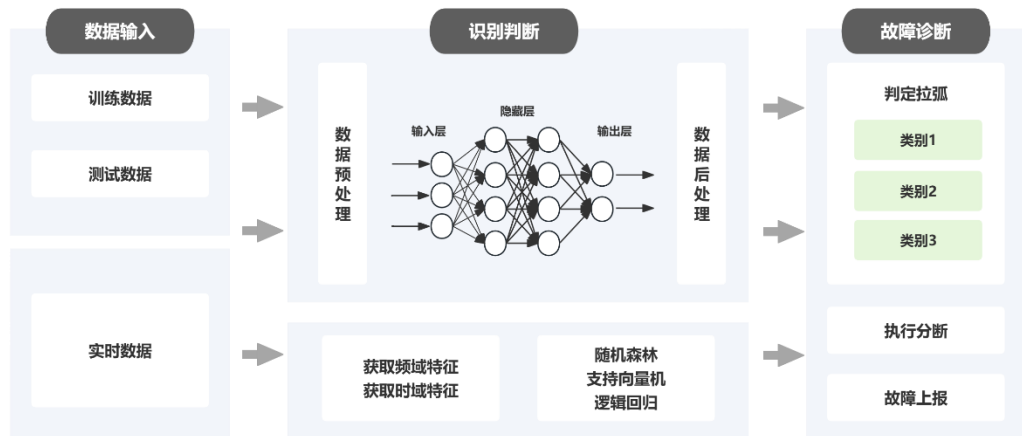
# CCR4001S产品开发配套与目标市场



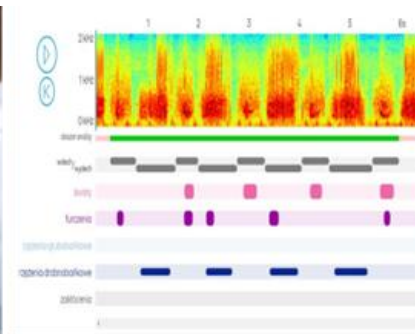


# CCR4001S典型应用场景

**C\*Core**  
C\*Core Technology Co., Ltd.



## 逆变器拉弧检测

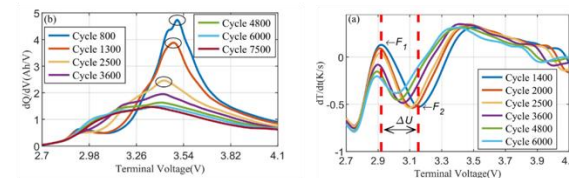
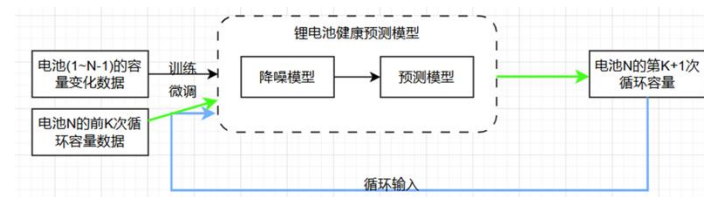


- 智能听诊器在电子听诊器的基础上加上了人工智能的技术，人工智能重点在于喂数据。
- 智能听诊器能用来辨别正常音和异常音，并根据异常音来识别病因，来给医生和病人提供参考。

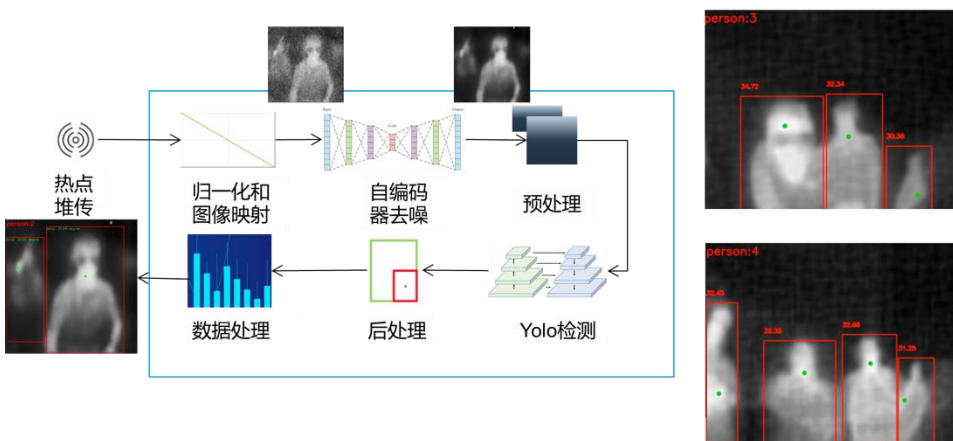
## 家庭医疗设备

将新能源汽车车端BMS和云端相连，通过云端AI算法对数据进行评估，提供更好的电池管理策略和电池故障预警功能，保障新能源汽车的安全。

- 里程智能预测
- 电池故障预警
- 电池健康检测
- 智能充电策略



## BMS



## 热电堆人员检测





# CCR4001S实测指标

**C\*Core**  
C\*Core Technology Co., Ltd.

## ➤ 处理器性能

- 典型频率: CPU 230MHz / NPU 300MHz
- 最高频率: CPU 280MHz / NPU 390MHz
- CRV4H BenchMark:
  - ◆ CoreMark: **2.42 CoreMark/MHz**
  - ◆ DhryStone: **2.54 DMPIS/MHz**

## ➤ NPU性能

- **0.23 TOPs @INT8** (NPU典型频率: 300MHz)
- **0.30 TOPs @INT8** (NPU最大频率: 390MHz)

## ➤ 功耗数据

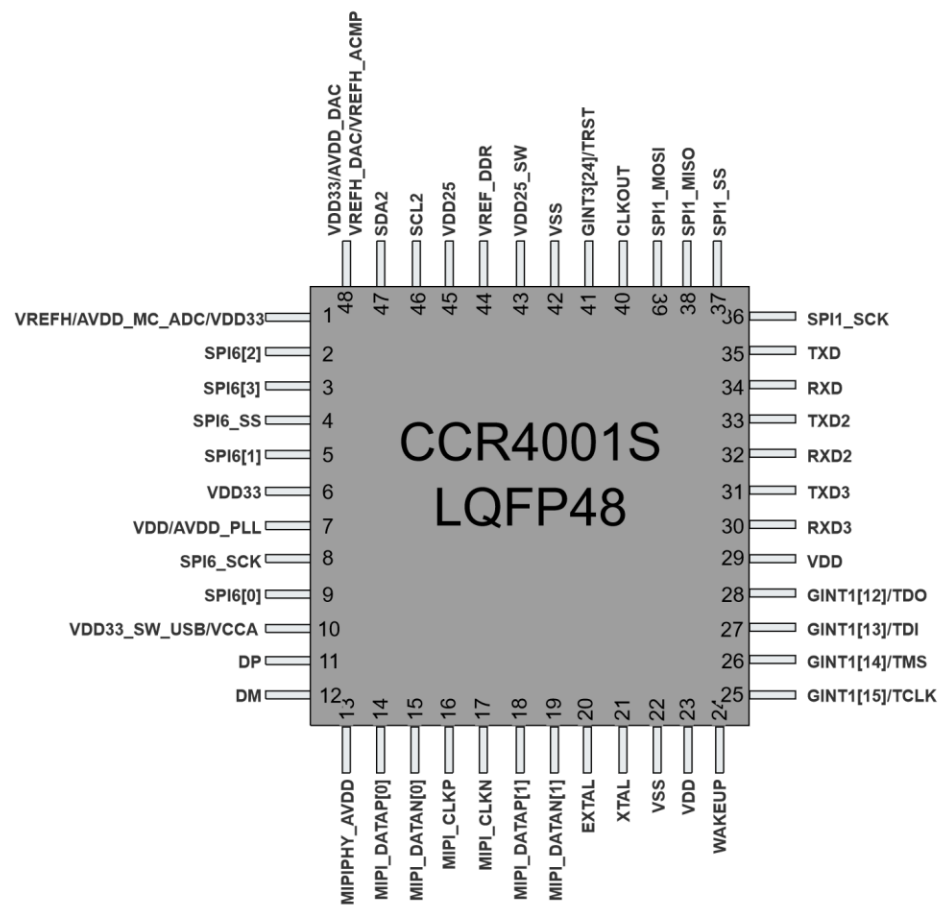
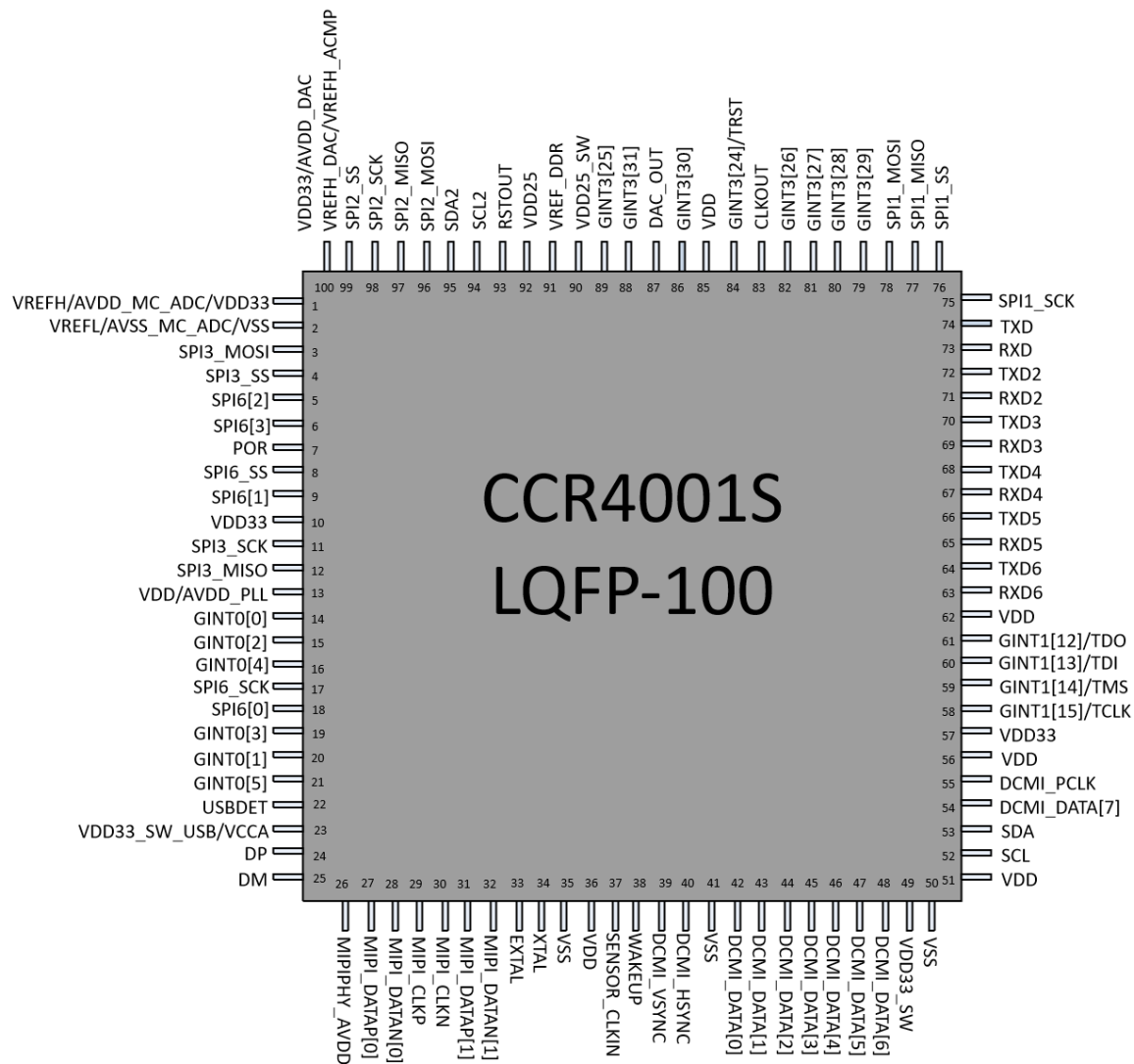
- **157.9mA @ CPU 230MHz / NPU 300MHz**
- **195.1mA @ CPU 280MHz / NPU 390MHz**
- **1mA @ LowPower**
- **2uA @ POFF2**





# CCR4001S封装选型

**C\*Core**  
C\*Core Technology Co., Ltd.



03

# CCR4001S开发工具链

TOOL CHAIN



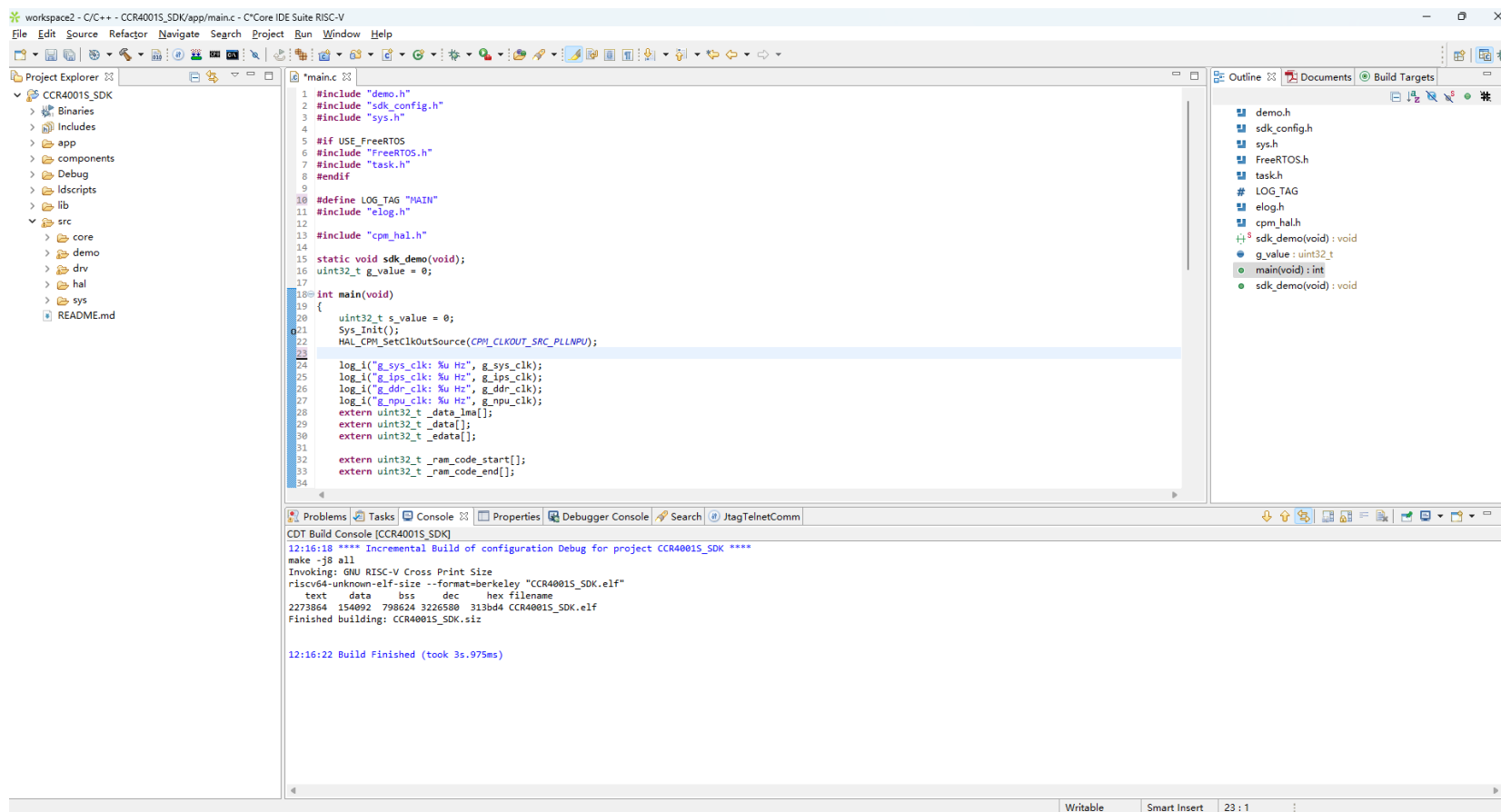
# CCR4001S编译&调试工具链

**C\*Core**  
C\*Core Technology Co.,Ltd.

IDE



C\*Core IDE Suite RISC-V



调试器



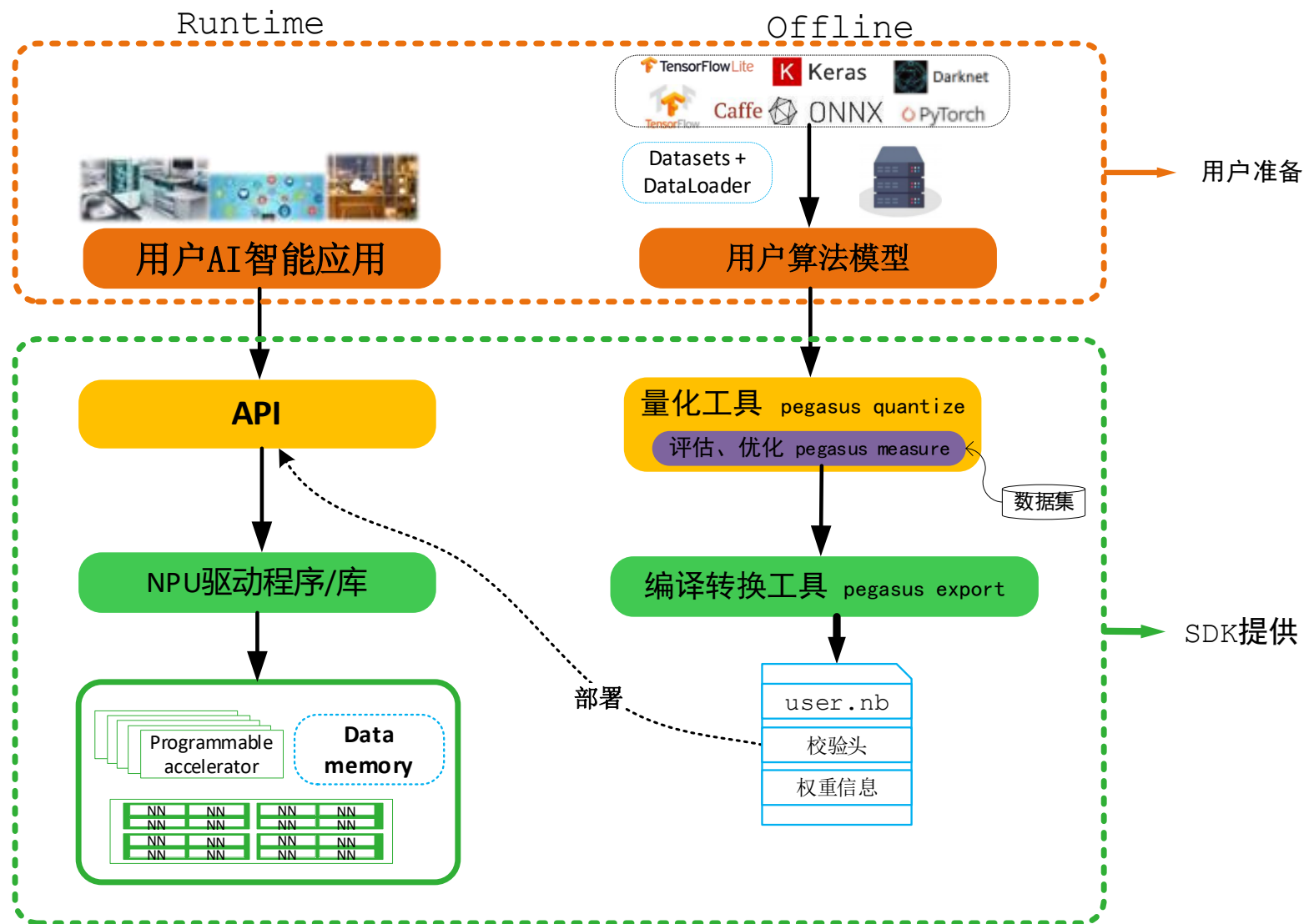
Super C\*Core ICE

完善的编译/调试工具链，根据应用需求灵活选择





# CCR4001S NPU工具链-算法模型部署



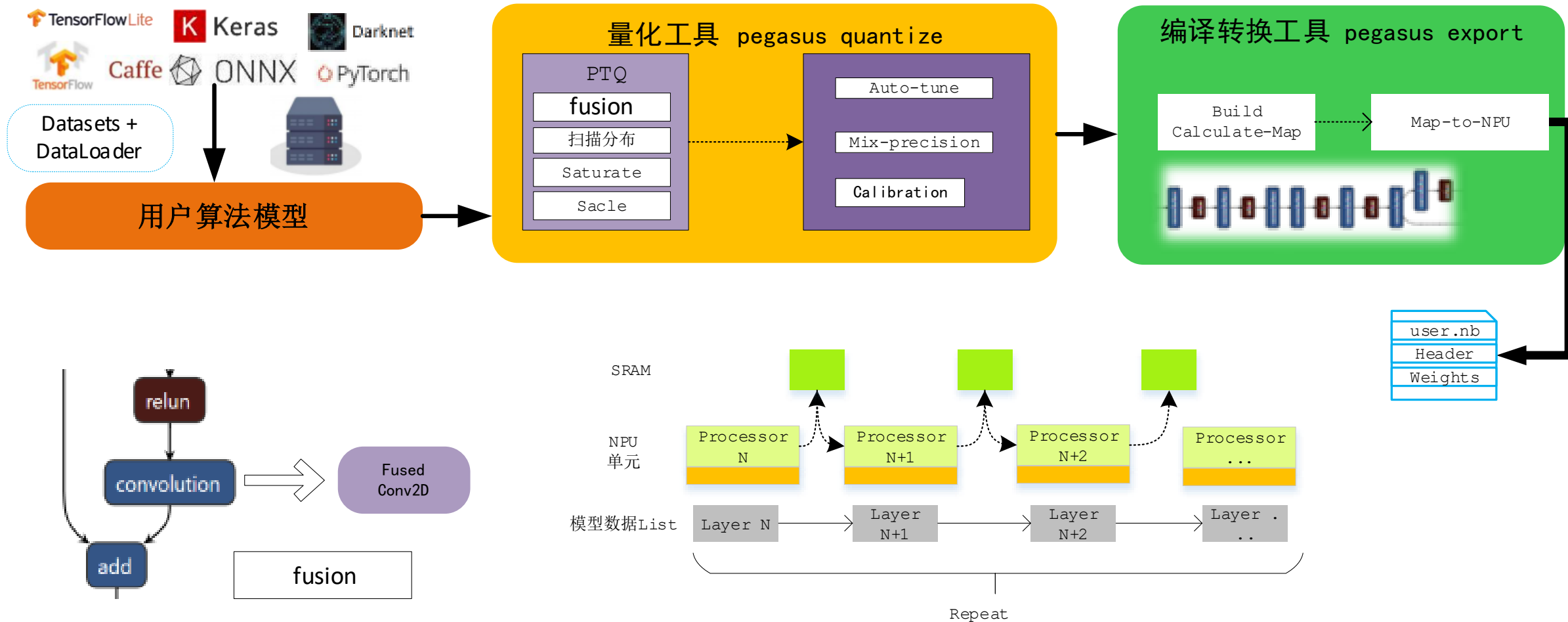
■ Offline: 处理模型

■ Runtime: 端测推理

- **pegasus quantize**: FP32转换为INT8, 缩减模型大小, 加快推理速度
- **pegasus measure**: 评估模型每一层计信息, 帮助优化
- **pegasus export**: 将模型最终导出为user.nb格式, 同时添加端测推理使用到的校验头, 包含模型计算指令和权重信息。
- **Runtime API**: 用户编写应用调用的NPU接口, 包含init, load, inference等操作。

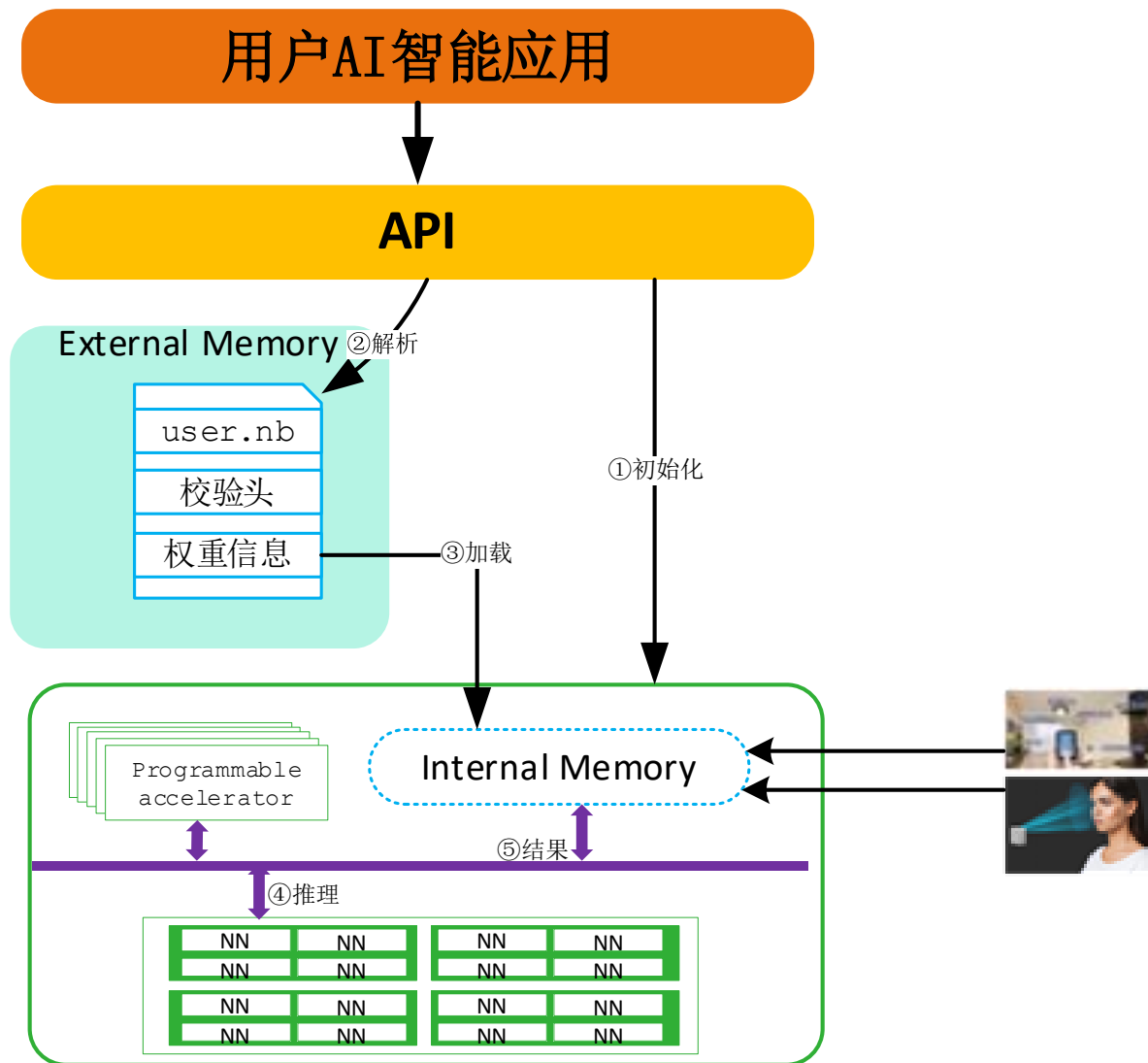


# CCR4001S NPU工具链-算法模型Offline转换





# CCR4001S NPU工具链-NPU Runtime处理过程



1.调用init API: 初始化NPU环境, 分配内存, 准备NPU processor等

2. 解析模型文件: 因模型文件不仅包含模型权重, 还有其他信息(包含crc, 模型版本、大小、模型输出输出信息、模型名称等)。

3. 调用load API加载数据: 加载权重信息, 加载推理数据 (图片或者其他格式的传感器数据)

4. 调用start\_infererence API: 触发NPU推理

5. 调用get\_result API: 获取最终推理结果



## 最后，愿国芯与您携手合作，共创双赢！

重要声明：本公司致力于为客户持续提供自主可控高可靠芯片产品，产品规格如有变化，恕不另行通知，谨以最新技术资料及线下咨询为准。