

# 从产业视角看嵌入式系统发展趋势

Looking at the trend of embedded systems from  
an industry perspective

讲者：何小庆/Allan He

CCF ESTC 2020 成都 10月17日

# 演讲内容

1. **AI与安全**-嵌入式技术新趋势
2. **AIOT** 嵌入式应用新潮流
3. **RISC-V** 嵌入式系统新架构
4. **国产MCU** 逆势腾飞

# 人工智能已经形成较完整的生态体系



# 最新Gartner技术成熟曲线中的AI技术

## Embedded AI

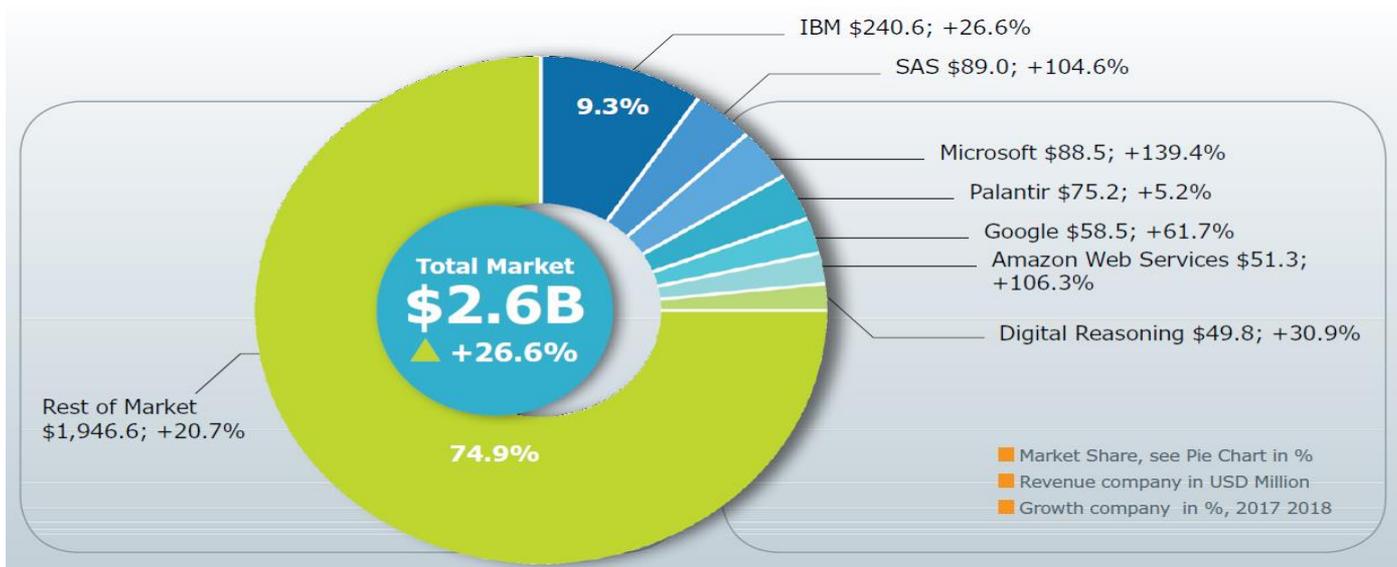
- 得益于顶级公司在超级计算机上的投入，边缘计算获得了极大的关注。随着IoT和5G时代到来，方便开发人员快速开发和部署边缘应用程序
- 使用NVIDIA **Jetson AGX Xavier**开发者工具包，可以轻松地创建和部署端到端AI机器人应用程序，以用于制造，零售，智慧城市等。**Google Coral**工具包可用于将机器学习带入边缘。
- 安全，可靠和实时的输出是现代世界的主题，边缘设备提供了这一点

## Hype Cycle for Emerging Technologies, 2020



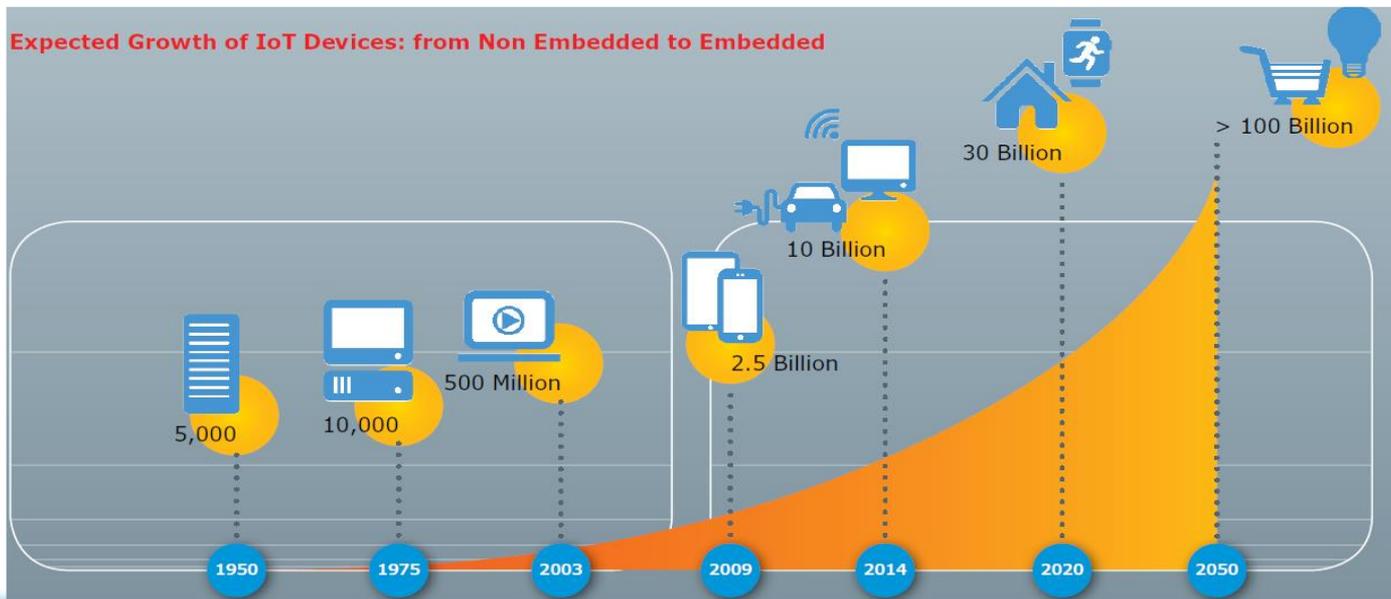
# 全球AI 软件平台活跃

- **ML和AI**成为嵌入式系统不可或缺的一部分，一个新型的市场：AI软件平台提供可用于分析各种非结构化信息的工具，例如面部识别或语音识别算法。尽管在这个新兴市场上活跃着许多小型企业，一些知名企业正在大举进军这个领域，**以亚马逊，谷歌和微软为例**，**新型市场增长速度大大超过了传统领域AI软件平台**



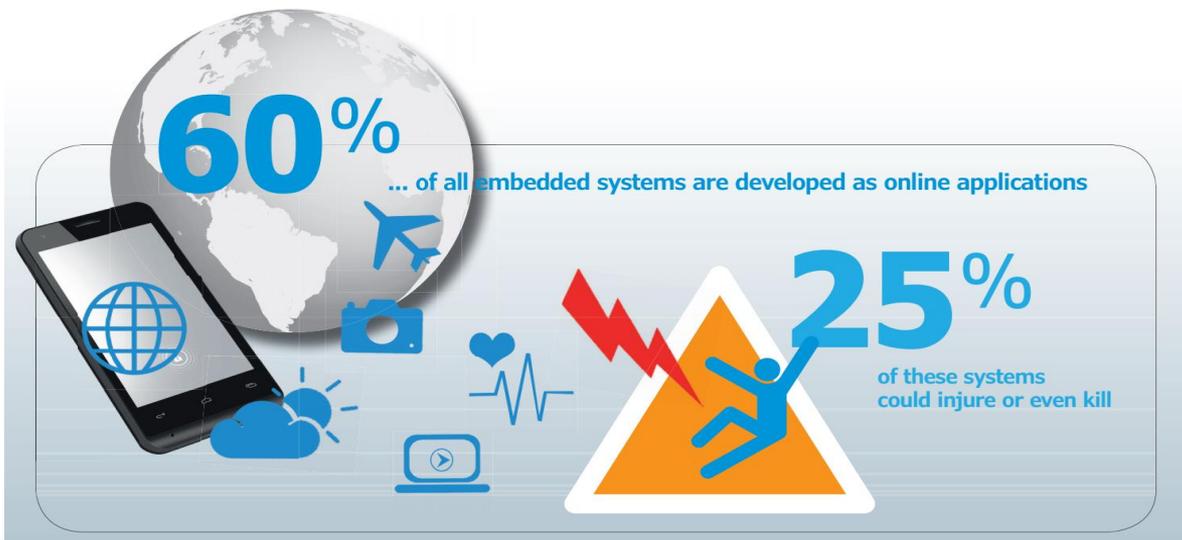
# 在线嵌入式系统（边缘计算）正在成熟

- **Embedded world**组织者说，ML和AI是2020年的“热门话题”。因为ML和AI现在可以在“**嵌入式节点**”上完成，而不是在云服务器上某个CPU上完成。这给嵌入式系统带来了新的需求，例如可以在本地解决自己的设备维护问题。Gartner注意到从在线非嵌入式系统到在线嵌入式系统（边缘计算）的发展趋势正在成熟



# 嵌入式系统的的安全性

- Barr Group 是一家咨询服务公司，帮助工程技术人开发嵌入式项目，最近它做了一个市场调查：**60%**的正在开发中的嵌入式系统都是连接到互联网上（物联网），它们之中有**25%**的系统是可能受到攻击的。**48%**受访工程师告诉Barr Group 他们没有加密他们的通讯协议



# 物联网安全问题严峻

物联网安全风险：设备暴露严重，国产替代需求迫切

全球物联网  
设备暴露总数：**5100万个**

中国物联网  
设备暴露总数：**1000万个**

2018年

全球以及国内物联网相关设备暴露情况

(数据来自 绿盟科技)

物联网安全支出：2020年将达到**24.57亿美元**



**9.12~24.57亿美金**

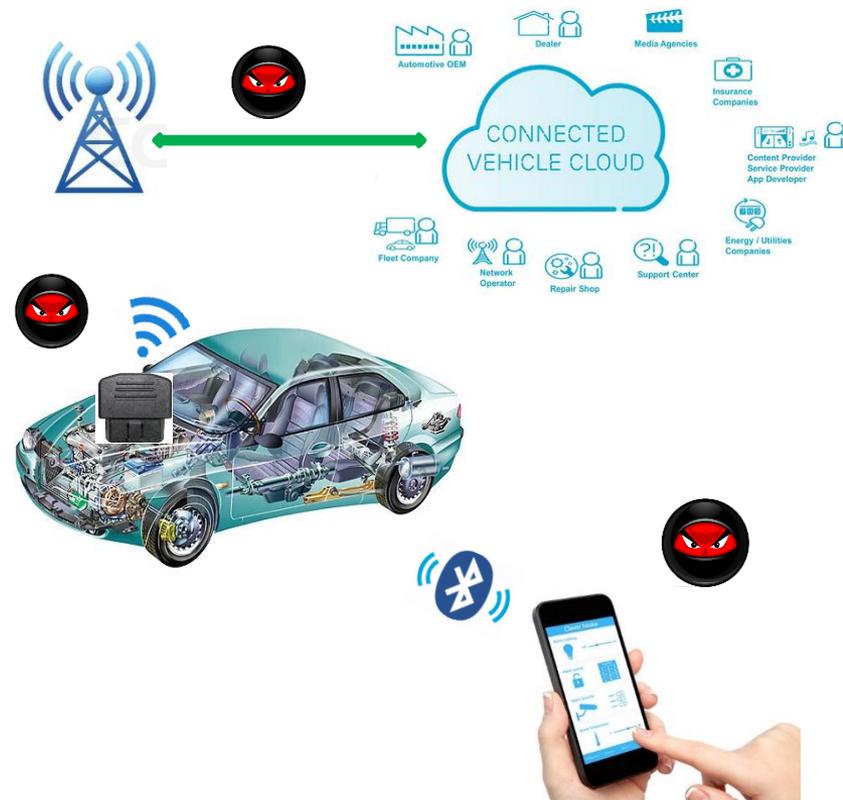
2016~2020年

全球物联网安全费用支出预测

(数据来自 Gartner)

# 物联网安全隐患复杂

- 更多日常活动因为攻击而可能终断。比如大量**可穿戴的医疗健康设备**，都通过智能手机接入互联网，攻击导致设备故障或将危机人们的健康甚至生命
- 互联网和**大数据**通过传感器收集到了大量物的信息，其内容更加广泛，一旦**信息泄漏**危害更大，比如我们驾车的**汽车的位置**，**个人信息和疾病信息**
- **电网、交通运输、核电站**和环境监测等**关键系统**若遇到黑客的攻击，将是毁灭性的危害



# 嵌入式系统趋势展望

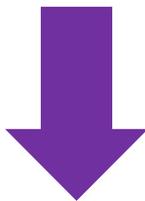


## 拥抱AI

拥抱AI 相信已是当今电子信息企业的共识。我们想让AI落地，在工厂、机场、车站、办公室、医院、教室等现实场景中发挥作用，嵌入式系统将与AI“三要素”- 算力、数据、算法合作找到合适解决方案，AI正在成为嵌入式边缘设备的属性

## 万物互联

5G时代，万物互联成为基础设施。接入节点的数量呈现几何级数的增长，接入节点的安全性成同样趋势的下降。5G时代各种通信方式比如窄带通信、近场通信等在不同场景下叠加和融合，安全之忧是一场大考



AIOT



# AIOT – 万物互联到万物智联

## ■ 什么是AIOT？

- **市场层面看**：AIOT是 AI技术与IoT在实际应用中的落地融合
- **技术层面看**：AIOT 是把AI 技术嵌入到IOT 设备之中
- **AIOT 的典型应用**

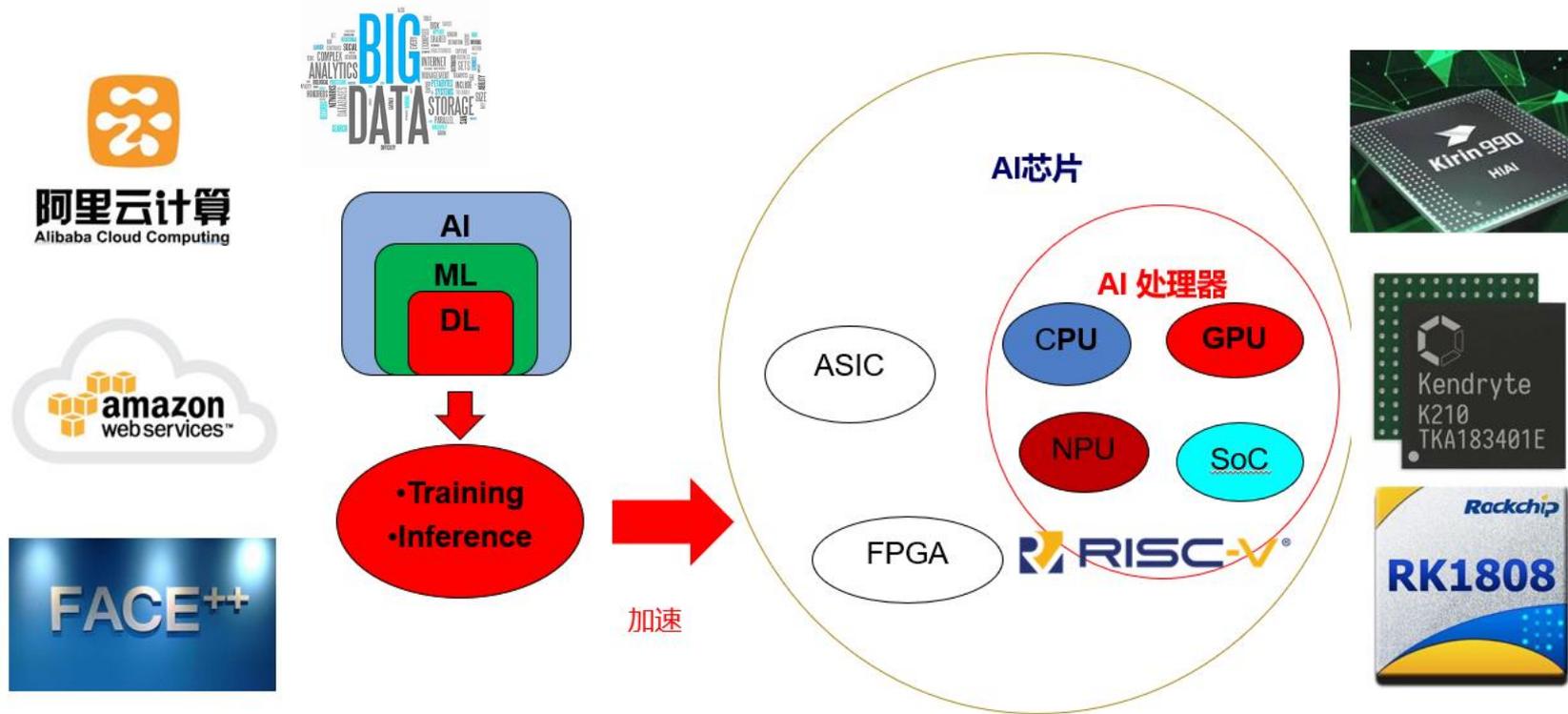


# AIOT系统的技术特征

- AIOT 系统融入了“人”，人机交互走向**人机融合**
  - **功能安全**更加重要
  - **信息安全**依然重要
- “物”从传统封闭系统走向开放互联网世界
  - 封闭系统的安全应对开放的挑战
  - 封闭系统**实时性和确定性**如何在开放系统中实现
- AIOT是在AI 技术在IoT实现-**边缘计算**是解决方案
- **AIOT ≠ AI+IOT**，是人、机、物 高度融合的物理信息系统（CPS）



# AI 芯片: AIOT 系统的灵魂



# 操作系统：AIOT基石

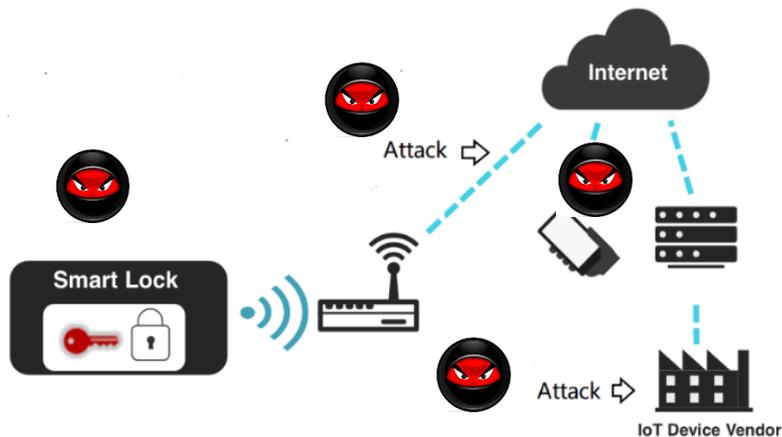
## ■ 操作系统技术面临挑战

- 自动驾驶驱动-功能安全认证 (**Safety**)
- 联网时代信息安全-形势严峻 (**Security**)
- 实时性和确定性 (低延时)
- 体系架构分布化和可伸缩性
- 支撑复杂硬件架构-多核和异构, AI 和GPU
- 内核技术 (微内核和宏内核并存)
- Linux 和 AGL (Automotive Grade Linux)
- 规模应用需要虚拟化和容器技术
- 新一代的编译技术



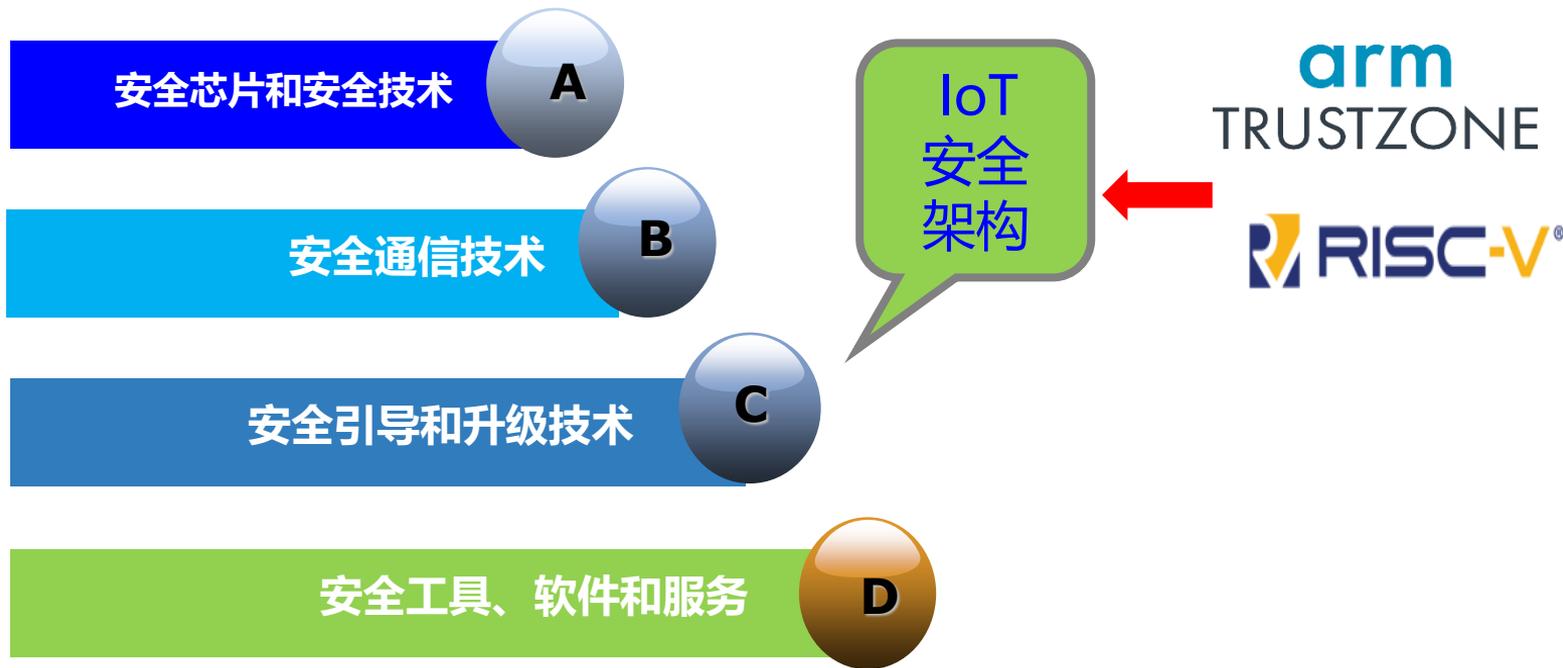
# 安全：为AIOT 保驾护航

- 物联网安全性旨在保护**代码**、**数据**和**系统功能**
  - **代码保护**是保证固件知识产权及其代码的完整性
  - **数据保护**是保证用户数据的机密性并避免身份盗用
  - **物联网资产**保护，比如健康数据和位置信息，用户账号和密码，交易记录和密钥，以及设备和用户身份等
  - **系统功能安全**应受到重视，以避免设备故障及服务故障



# IOT安全架构关键技术

构建安全物联网架构是为了应对多种形式的攻击，安全架构必须在系统中实现多种类型的安全机制，应在设备**硬件**、**软件**两个方面考虑整体安全性



# 颇具影响力的RISC-V指令集架构



RISC-V 技术上符合需求、商业成本优势明显、开源开放助力国产芯片自主可控

## 技术层面

RISC-V ISA 精简、模块化、可扩展的架构优势带来低功耗、安全、灵活和可扩展等特点，完美符合AIoT芯片需求

## 商业层面

RISC-V无指令集架构授权费、精简的指令集使得相同设计能获得更小的芯片面积从而带来成本优势

## 其他层面

RISC-V指令集架构开源、开放，任何人都可免费使用，不受管制，符合国家对处理器、芯片自主可控的需求

RISC-V是一种开放、免费、可扩展的计算机指令集架构，2010年由伯克利大学提出。2015年RISC-V基金会成立后得到迅速的发展和推广，目前已有超过300家公司和组织会员。RISC-V是一个新型、清晰、简约、开源的指令集，它以过去指令集设计所犯过的错误为鉴，目标是覆盖最小的到最快的所有计算设备

# RISC-V指令集介绍

- RISC-V指令集是**模块化**架构，每个模块使用一个英文字母来表示。I字母表示整数指令子集，它是RISC-V最基本并唯一强制要求实现的指令集。其他的指令集均为可选的模块，其代表性的模块包括M/A/F/D/C，如某款RISC-V处理器内核是RV32IMAC，即代表实现I/M/A/C指令集
- RISC-V指令集在发展变化中，32I和64I已经冻结，M/A/F/D/Q/C指令扩展是冻结了，指令集如32E,128I,LBJTPV和ZAM原子访问扩展还在开发中，**指令集扩展**是RISC-V的技术特色之一

基本指令集	指令数	描述
RV32I	47	32位地址空间与整数指令，支持32个通用整数寄存器
<i>RV32E</i>	<i>47</i>	<i>RV32I的子集，仅支持16个通用整数寄存器</i>
RV64I	59	64位地址空间与整数指令及一部分32位的整数指令
RV128I	71	128位地址空间与整数指令及一部分64位和32位的指令
<b>M</b>	8	整数乘法与除法指令
<b>A</b>	11	存储器原子（Atomic）操作指令和Load-Reserved/Store-Conditional指令
<b>F</b>	26	单精度（32比特）浮点指令
<b>D</b>	26	双精度（64比特）浮点指令，必须支持F扩展指令
<b>C</b>	46	压缩指令，指令长度为16位

# RISC-V 处理器家族

## ▪ RISC-V 处理器核

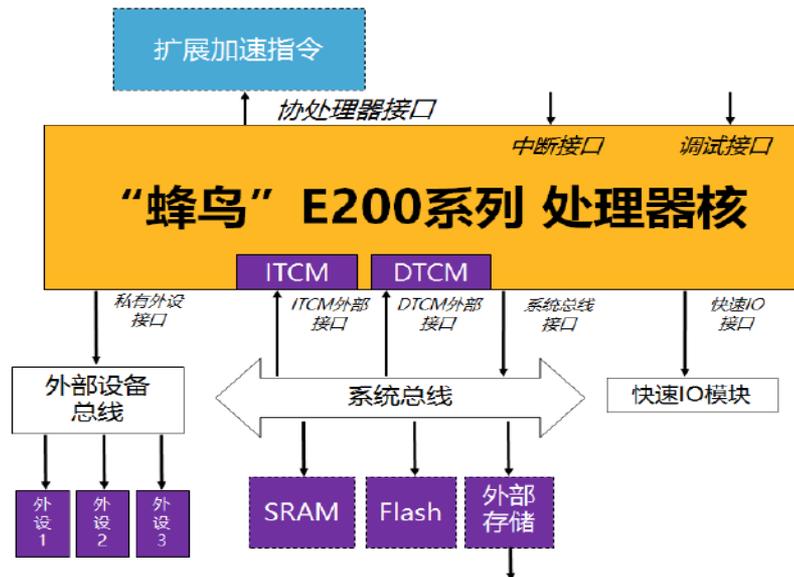
- 开源的RISC-V处理器核
  - Rocket Core、R15CY和蜂鸟E200
- 商业RISC-V 处理器核
  - SiFive、Andes和平头哥 (T-HEAD)

## ▪ RISC-V SoC平台

- 开源RISC-V 处理器SoC 平台
  - ETH Zurich PULPino 和Rocket Chip

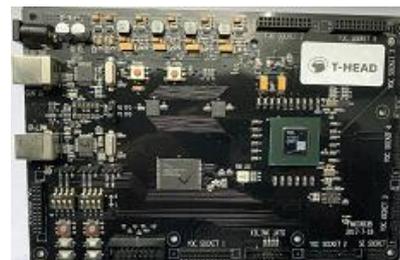
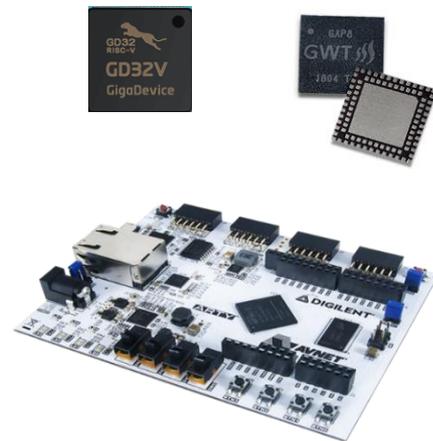
## ▪ RISC-V SoC 芯片

- GD32VF103、E310和U500、GAP8和K210



# RISC-V核、平台和芯片该如何选择呢？

- **芯片开发者可选择RISC-V Core 和SoC Platform 设计自己的芯片**
  - 比如使用 PULPino 平台开发 SoC 芯片，内核使用 RI5CY, Zero-risky，国内企业和高校研究项目在使用
- **嵌入式和物联网系统开发者可以使用 RISC-V SoC 芯片**
  - 比如选择GD32VF103 系列 芯片做嵌入式项目开发，在某些应用上功耗和性能或优于ARM 同类的芯片，开发板也有许多
- **高校和研究机构可选择开源RISC-V SoC 软核在FPGA 平台上进行教学和研究工作**
  - 比如Arty FPGA 开发板上实现一个 SiFive 开源Freedom E310 MCU ，目前相应软件工具链支持很好
  - 比如T-Head FPGA 平台实现 一个开源 wujian 100 MCU 开发



# RISC-V为 AIOT 嵌入式开发带来什么?

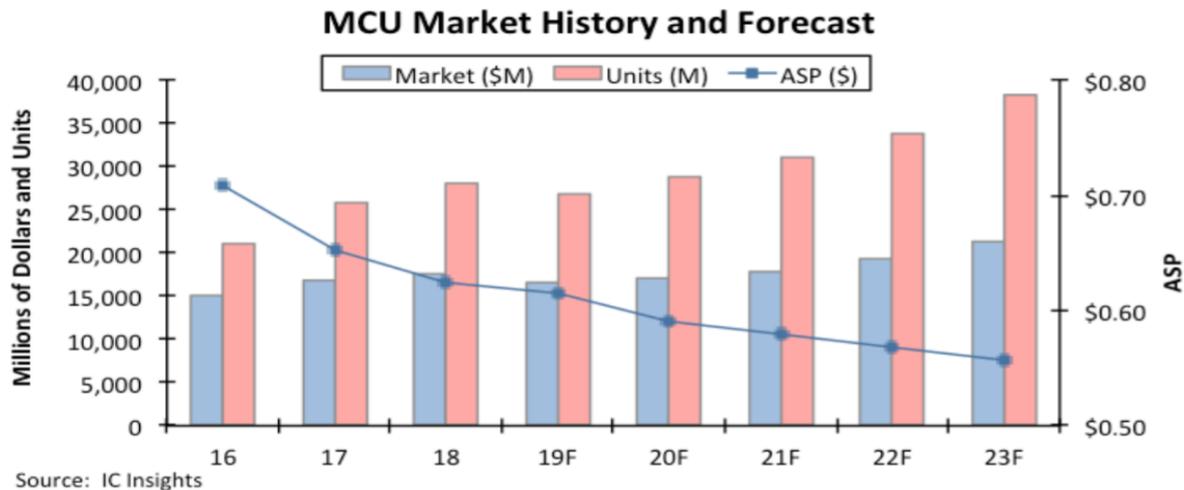
- RISC-V最大的优势是**开源和免费**
  - 开源是新的经济方式，是成功的商业之道，学习最好的途径
  - ISA开源意味着开发者可以针对特定应用场景，创造自己的芯片架构
  - 免费可以降低入门的门槛，**让草根开发者进入芯片设计**
- RISC-V 第二个优势是**简单和灵活**
  - 基础的指令集有50条，模块化的4个基本指令集让设计者开发出很简化的RISC-V CPU，功耗可以很小，代码密度低，**覆盖51-ARM A系列 处理器**
- RISC-V 第三个优势是**高效和安全**
  - 通过预留编码空间和用户指令支持扩展的指令集
  - 通过指令集扩展实现**运算加速和物联网安全**

# MCU开发在AIOT时代的变化

处理器和IP	软件和工具	生态系统
<ul style="list-style-type: none"><li>• 更高的<b>处理能力</b></li><li>• 更多的<b>安全组件</b></li><li>• 多种连接能力</li><li>• 更低功耗</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 操作系统从任务调度发 展为<b>IoT OS</b>平台</li><li>• 软件复杂度大幅增加</li><li>• 平台级软件及工具</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 各种<b>云服务公司</b>进入嵌 入式系统生态圈</li><li>• 与<b>算法公司</b>，<b>纯软件公</b> <b>司</b>合作增多</li></ul>

# 全球MCU 市场分析

- 在2019年下滑之后，预计2020年MCU市场将出现温和反弹，增长3.2%，达到约**171亿美元**，而出货量预计将增长7%以上创下了**289亿颗**的新高记录
- 2018年至2023年的复合年增长率（CAGR）为3.9%，2023年将达到**213亿美元**
- 预计未来五年，MCU单位出货量的复合年增长率为6.3%，达到**382亿颗**
- 更多传感器和设备接入 IoT，催生收入和单元增长，但32位MCU 激烈竞争**ASP**大幅降低



# 全球TOP 8 MCU 企业

- **NXP Acquires Freescale, Becomes Top MCU Supplier in 2016**

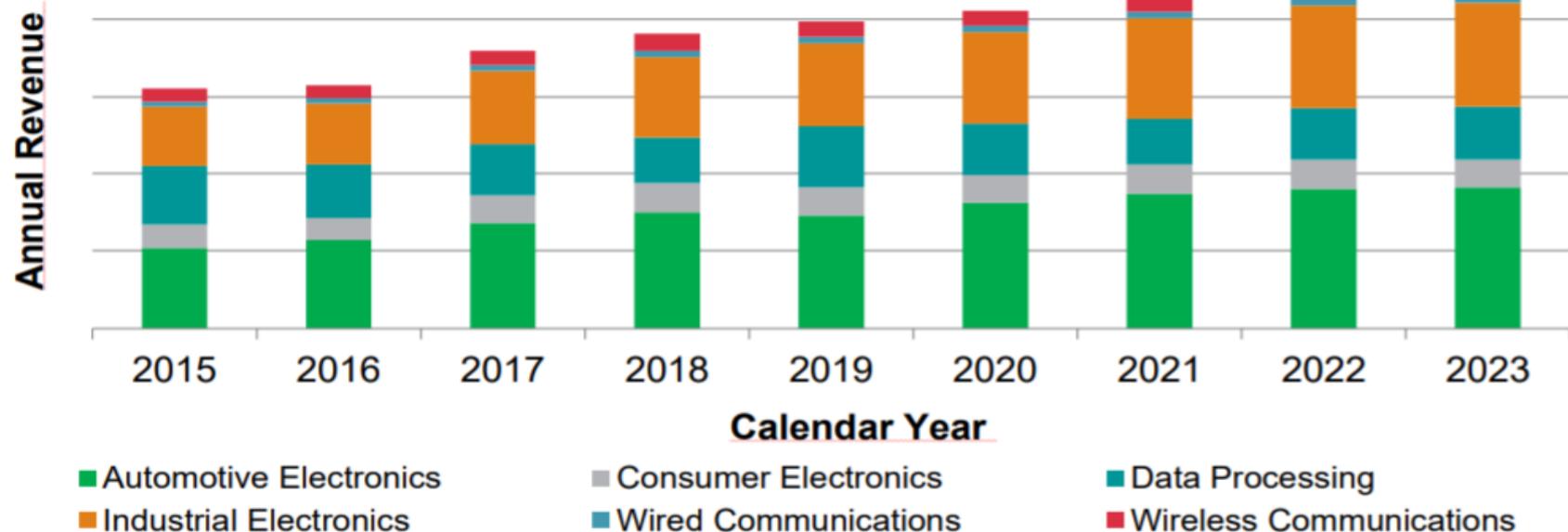
**Leading MCU Suppliers (\$M)**

2016 Rank	Company	2015	2016	% Change	% Marketshare
1	<b>NXP*</b>	1,350	2,914	116%	19%
2	<b>Renesas</b>	2,560	2,458	-4%	16%
3	<b>Microchip**</b>	1,355	2,027	50%	14%
4	<b>Samsung</b>	2,170	1,866	-14%	12%
5	<b>ST</b>	1,514	1,573	4%	10%
6	<b>Infineon</b>	1,060	1,106	4%	7%
7	<b>Texas Instruments</b>	820	835	2%	6%
8	<b>Cypress***</b>	540	622	15%	4%

数据来自：IC Insight

# 全球MCU 应用市场

## Microcontroller Market Summary

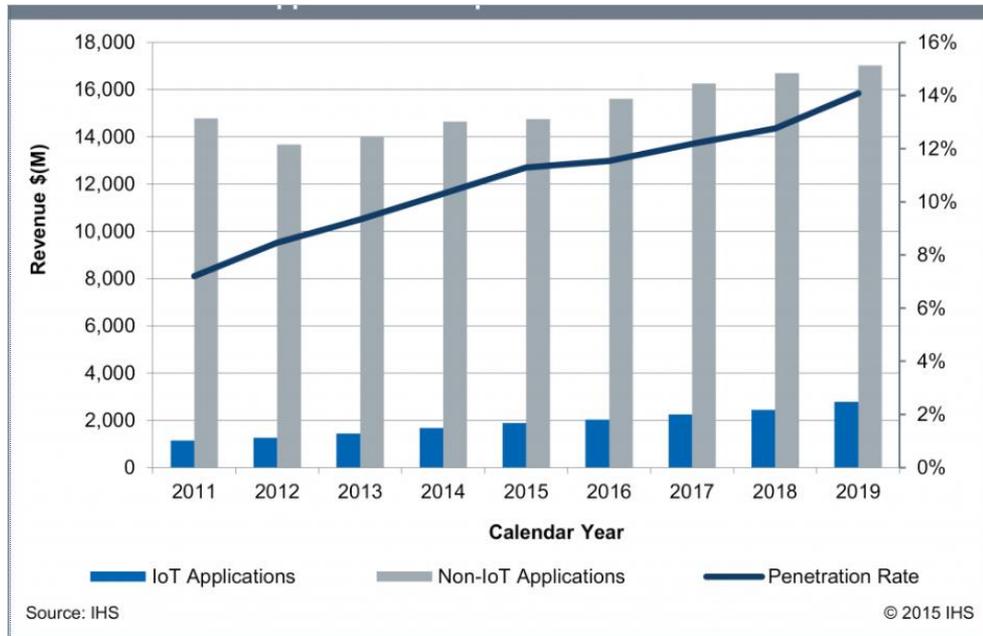


Source: IHS Markit

© 2019 IHS Markit

# 物联网推高MCU 需求

- Microcontroller market growth tied to IoT applications, **IHS**



全球物联网MCU市场：2024年需求量达47亿颗



22.47亿颗  
年增长率15%

2019-2024年  
全球物联网MCU市场销量



24.40亿美金  
年增长率10.9%

2019-2024年  
全球物联网MCU市场销售额

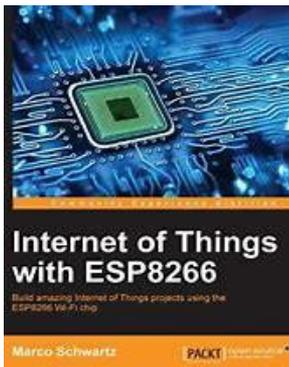
# 中国单片机35年

- 80年代初**北京工业大学**电子厂掀起了**TP801**开发热潮，同期上海和江苏等地开发了**MCS-51的单片机**开发系统，这股单片机的热潮引发了全国的智能电子大变革的时代的开始
- 1986年10月在上海复旦大学举行了第一次**全国单片机学术交流会**，这标志了中国单片机事业的开始，也由此经历了中国单片机30年辉煌发展历史
- 2016年11月，嵌入式系统联谊会举办了**中国单片机30年**纪念活动，老中轻三代单片机工作者齐聚北航回忆这段历史，共议中国单片机发展的美好前景
- **35年从无到有，从8到32位，国产MCU无处不在**



# 国产MCU的现状

- 中国市场OEM厂商需求大，ARM内核授权普及，RISC-V 兴起，在政策大力扶持的大环境下，IC产业如**“雨后春笋”**般涌现，5月新增4000家
- **生态与核心技术**是多数国产MCU弱项，多数国产MCU停留在开发板、烧写器和基础固件库老三样上。开发工具、OS和中间件依靠第三方的支撑。**传感、模拟、安全和无线**等核心技术与国外MCU大厂有较大差距，做高校计划很少
- **海外对国产MCU 了解甚少**，只有极个别平台型产品有在使用- 乐鑫ESP8266



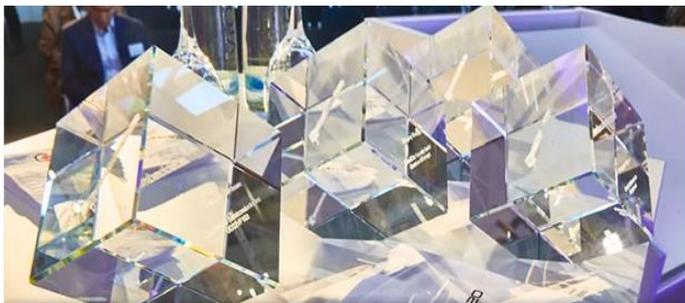
# 国产MCU 一览图



国产MCU 多而不强，没有给产业界留下印记的历史性产品

# 国产MCU发展机遇

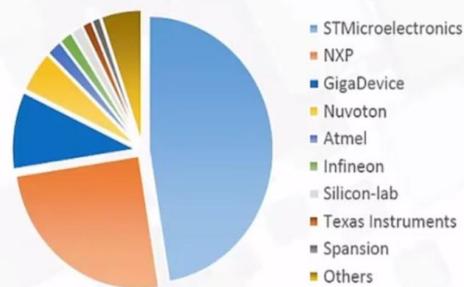
- 32位MCU 需求持续成长，国产MCU迎来了前所未有的机遇
  - **AIOT 时代**, 8/16 位MCU 的算力已达瓶颈, 32位MCU 的**价格及功耗**日渐变低带动需求
- 国产MCU开始走向前台并在国际市场崭露头角，未来**前途光明**，**道路曲折**，需脚踏实地努力



 **embeddedaward2020**  
Winner: Hardware

兆易创新 GD32VF103凭借其基于开源RISC-V指令集架构的新型Bumblebee处理器内核赢得了硬件类奖项的殊荣。

## China MCU Business and Ranking



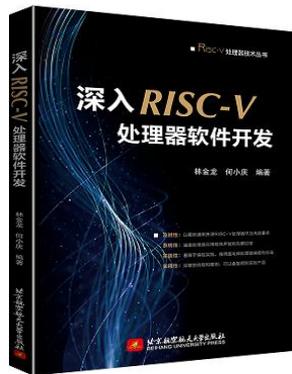
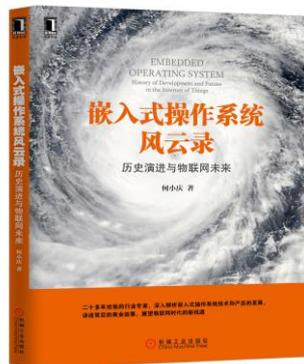
2018 China Cortex-MCU Market Share Estimation (Based on Bill to China)  
Source: IHS Markit, Mar. 2019

### 2018 China Cortex-M Market Share Estimation

1	STMicroelectronics	47.4%
2	NXP	25.2%
3	GigaDevice	9.4%
4	Nuvoton	5.1%
5	Atmel	2.0%
6	Infineon	1.7%
7	Silicon-lab	1.5%
8	Texas Instruments	1.3%
9	Spansion	1.1%
10	Others	5.3%

# 参考资料

- 何小庆 嵌入式操作系统与物联网演进之路 CSDN 2017年5月
- 何小庆 全球 MCU 市场和技术发展趋势 ELEXCON 深圳国际电子展 2017年5月
- 何小庆 全球嵌入式技术和物联网发展趋势 ELEXCON 深圳国际电子展
- 何小庆 物联网机遇前所未有，国产MCU有望出奇制胜 中国电子报 2017年7月
- 刘庆 中国MCU 市场观察 电子产品世界 2018年3月
- 刘庆 2018年中期MCU市场状况和展望 电子产品世界 2018年7月
- 王莹 MCU 厂商看好哪些新产品的特性？ 电子产品世界 2018年7月
- 何小庆 走向竞争前沿 国产MCU任重而道远 中国电子报 2018年8月
- Robervander 欧美嵌入式技术、MCU和开发工具市场分析 单片机与杂志2019.6
- 何小庆 构建基于MCU安全物联网系统 中国电子报 2019年11月
- 刘涛 32位工业级APM32通用MCU 珠海极海半导体有限公司
- Robervander 嵌入式系统中,我们正在谈论哪些应用? 单片机杂志2019年8月
- 何小庆 3种物联网操作系统分析与比较 微纳电子与智能制造杂志 2020.3
- 胡振波 RISC-V 架构与嵌入式开发快速入门 人民邮电出版社
- 何小庆 RISC-V 处理器嵌入式开发概述 单片机杂志2020年11月



即将出版



# Thank you !

@何小庆微博

[www.hexiaoqing.net](http://www.hexiaoqing.net) (演讲/书/课件和文章)

何小庆老师嵌入式视频课程(网易云课堂)



 网易云课堂

