

# RISC-V软件生态发展：前进四！

报告人： 吴伟

Lazyparser@gmail.com

2023-07-15

# 本次报告的核心观点

- **RISC-V 软件生态正从「快速发展」阶段进入「爆炸式增长」阶段**
  - **RISC-V 软件开发工程师人数从  $\geq 1w$  数量级快速增加到  $\geq 100w$**
  - **开源软件社区对 RISC-V 进入 Tier-1 的支持已经没有悬念**
  - **商业/行业软件对 RISC-V 的支持处于萌芽期，适配数量即将进入爆发阶段。**

# 报告人自我介绍

- 吴伟
  - PLCT Lab 创始人及项目总监(2019-)
  - TARSIER 团队创始人(2021-)
  - 隶属于中国科学院软件研究所
  - 不是博士(PhD)



## 跟RISC-V和开源社区有关的经历和角色

- RISC-V International 技术委员会(TSC)委员、基础架构委员会主席、RVP工作组联席主席
- RISC-V中国区联络人、RISC-V大使
- LLVM基金会理事(2022-)
- HelloGCC 社区 负责人(~2013-)
- HelloLLVM 社区 联合发起人(2018-)
- RISC-V中国社区(CNRV)核心组织者(2020-)
- RISC-V中国峰会组织者(2021-)

欢迎大家报考合肥工业大学

合肥工业大学

欢迎大家报考合肥工业大学

合肥工业大学杰出校友

欢迎大家报考合肥工业大学

希望成为合肥工业大学杰出校友

# PLCT Lab 的定位和使命

程序语言与编译技术实验室（PLCT Lab）致力于成为**编译技术领域的开源领导者**，推进开源工具链及运行时系统等**软件基础设施**的技术革新，具备**主导开发和维护重要基础设施的技术及管理**能力。与此同时，努力成为编译领域**培养尖端人才**的黄埔军校，推动先进编译技术在国内的普及和发展。

# TARSIER团队: 愿景和使命

**愿景：让RISC-V成为所有主流开源软件的Tier-1平台。**

**使命：确保所有流行的 Linux 发行版在 RISC-V 平台上平稳流畅运行，软件生态丰富性、可用性以及使用体验达到并超过X86及Arm64平台。**

战略目标2025：

- 促成主流Linux发行版将RISC-V提升为默认支持架构；
- RISC-V笔记本上的软件满足日常办公需求；
- 支撑RISC-V进入超算领域所需的所有开源软件栈。



接下来的30分钟，我们会交流的内容有

- 芯片和软件技术发展的三个观察判断
- RISC-V 的历史及现状：欣欣向荣的开源软件生态
- 做好准备，迎接一百万名RISC-V软件开发者

## 接下来的30分钟，我们会交流的内容有

- 芯片和软件技术发展的三个观察判断
- RISC-V 的历史及现状：欣欣向荣的开源软件生态
- 做好准备，迎接一百万名RISC-V软件开发者

**我们快速地过一遍，大概15分钟；然后就可以有足足15分钟进行**

- 自由问答，我会努力回答所有的问题。包括所有架构、所有OS 😊

## 长篇大论之前，先快速回答几个问题

• 问：RISC-V 指令集架构会被卡脖子么？

答：不会。

• 问：RISC-V 的软件生态建设得如何了？

答：开源生态即将追平ARM；商业软件生态处于萌芽期

# 三个基本观测（假设）

1. 摩尔定律是有极限的，而算力需求没有极限

# 三个基本观测（假设）

1. 摩尔定律是有极限的，而算力需求没有极限

顶端优势↓ | 设计成本↓ | 制造成本↓ | 设计工具↑ | 软件栈↑

领域专属架构（DSA）时代早已来临

## 三个基本观测（假设）

1. 摩尔定律是有极限的，而算力需求没有极限
2. 软件系统的复杂度是超线性增长的

# 三个基本观测（假设）

1. 摩尔定律是有极限的，而算力需求没有极限
2. 软件系统的复杂度是超线性增长的

“已经没有任何公司或主权可以独立维护所有的软件栈”

“软件吞噬世界，开源软件吞噬软件”

## 三个基本观测（假设）

1. 摩尔定律是有极限的，而算力需求没有极限
2. 软件系统的复杂度是超线性增长的
3. 有能力驾驭软件开发复杂度的开发者是有限的



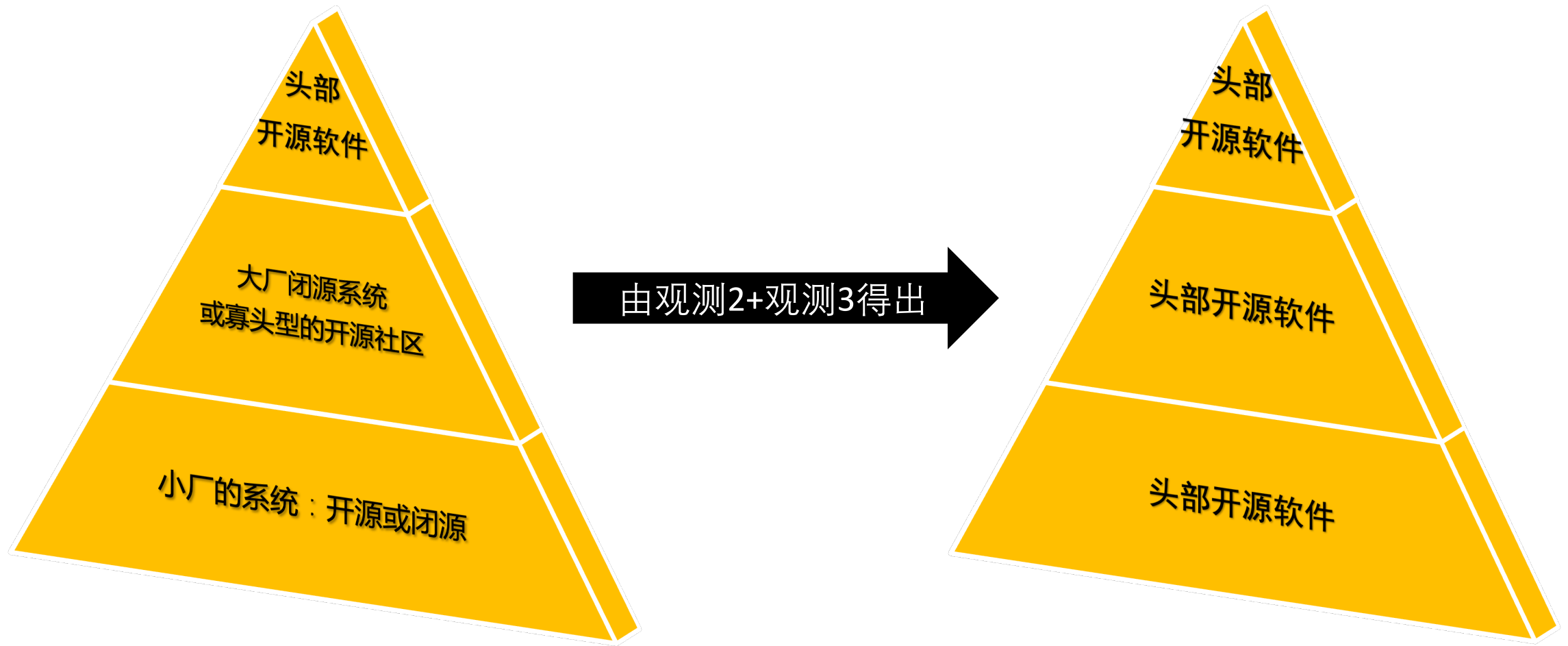
# 三个基本观测（假设）

1. 摩尔定律是有极限的，而算力需求没有极限
2. 软件系统的复杂度是超线性增长的
3. 有能力驾驭软件开发复杂度的开发者是有限的

一个细分领域一般只有头部一两个开源社区最终活跃，而那些不被上游维护的代码像是活在ICU：费用昂贵、死亡率高

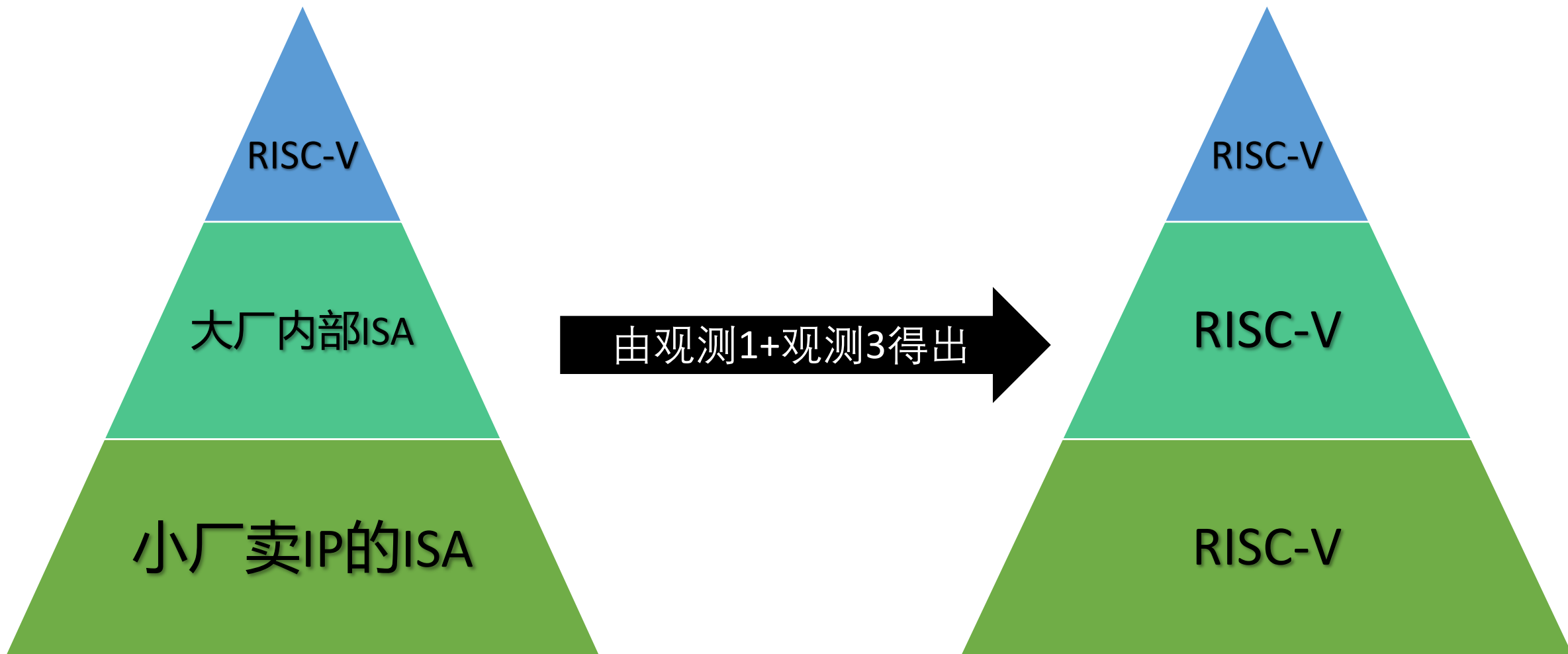
# 推论1: 开源软件吞噬一切

在开源生态基础上构筑商业软件已是常态



# 推论2: 必然会出现自由开放的指令集

还在做自研指令集的同行人，是时候重新考虑下职业规划了





## Open Software/Standards Work!

<i>Field</i>	<i>Standard</i>	<i>Free, Open Impl.</i>	<i>Proprietary Impl.</i>
Networking	Ethernet, TCP/IP	Many	Many
OS	Posix	Linux, FreeBSD	M/S Windows
Compilers	C	gcc, LLVM	Intel icc, ARMcc
Databases	SQL	MySQL, PostgreSQL	Oracle 12C, M/S DB2
Graphics	OpenGL	Mesa3D	M/S DirectX
ISA	??????	-----	x86, ARM, IBM360

RISC-V

- Why not successful free & open standards and free & open implementations, like other fields
- Dominant proprietary ISAs are not great designs

3

“Instruction Sets Want to be Free” Krste Asanovic, Professor of UCB

接下来的20分钟，我们会交流的内容有

- 芯片和软件技术发展的三个观察判断
- RISC-V 的历史及现状：欣欣向荣的开源软件生态
- 做好准备，迎接一百万名RISC-V软件开发者

已经2023年了，在座不会真的有人  
还没有接触过RISC-V吧？

# 开发者入门和 RISC-V 人才培养：在做，超用心！

中科院软件所已经初步建立起覆盖编译原理、GCC、LLVM、操作系统、链接器、虚拟机、调试器、模拟器等基础软件的教学课程，为国内学生和技术人员自学贡献一份力量。

- 循序渐进，学习开发一个RISC-V上的操作系统 <https://www.bilibili.com/video/BV1Q5411w7z5/>
- 徒手写一个RISC-V编译器 <https://www.bilibili.com/video/BV1gY4y1E7Ue/>
- 从零开始实现链接器 <https://www.bilibili.com/video/BV1D8411j7fo/>
- 从零开始的RISC-V模拟器开发 <https://www.bilibili.com/video/BV12Z4y1c74c/>
- 零基础入门 RISC-V GCC 编译器开发 <https://www.bilibili.com/video/BV1kU4y137Ba/>
- 淦！移植个V8不可能这么难！ <https://www.bilibili.com/video/BV1hp4y1t7Mx/>
- 每周技术分享：<https://space.bilibili.com/296494084>



# RISC-V: 一套自由开放的指令集标准 (Spec)

(除此之外, 再无其它)

**Software**



**ISA specification**

**Golden Model**

**Compliance**

**Hardware**

图源：Krste 演讲：RISC-V State of Union



# RISC-V Ecosystem

## Software

### Open-source software:

Gcc, binutils, glibc, Linux, BSD, LLVM, QEMU, FreeRTOS, ZephyrOS, LiteOS, SylixOS, ...

### Commercial software:

Lauterbach, Segger, IAR, Micrium, ExpressLogic, Ashling, AntMicro, Imperas, UltraSoC ...

ISA specification

Golden Model

Compliance

## Hardware

### Open-source cores:

Rocket, BOOM, RI5CY, Ariane, PicoRV32, Piccolo, SCR1, Shakti, Serv, Swerv, Hummingbird, ...

### Commercial core providers:

Alibaba, Andes, Bluespec, Cloudbear, CodaSip, Cortus, InCore, Nuclei, SiFive, Syntacore, ...

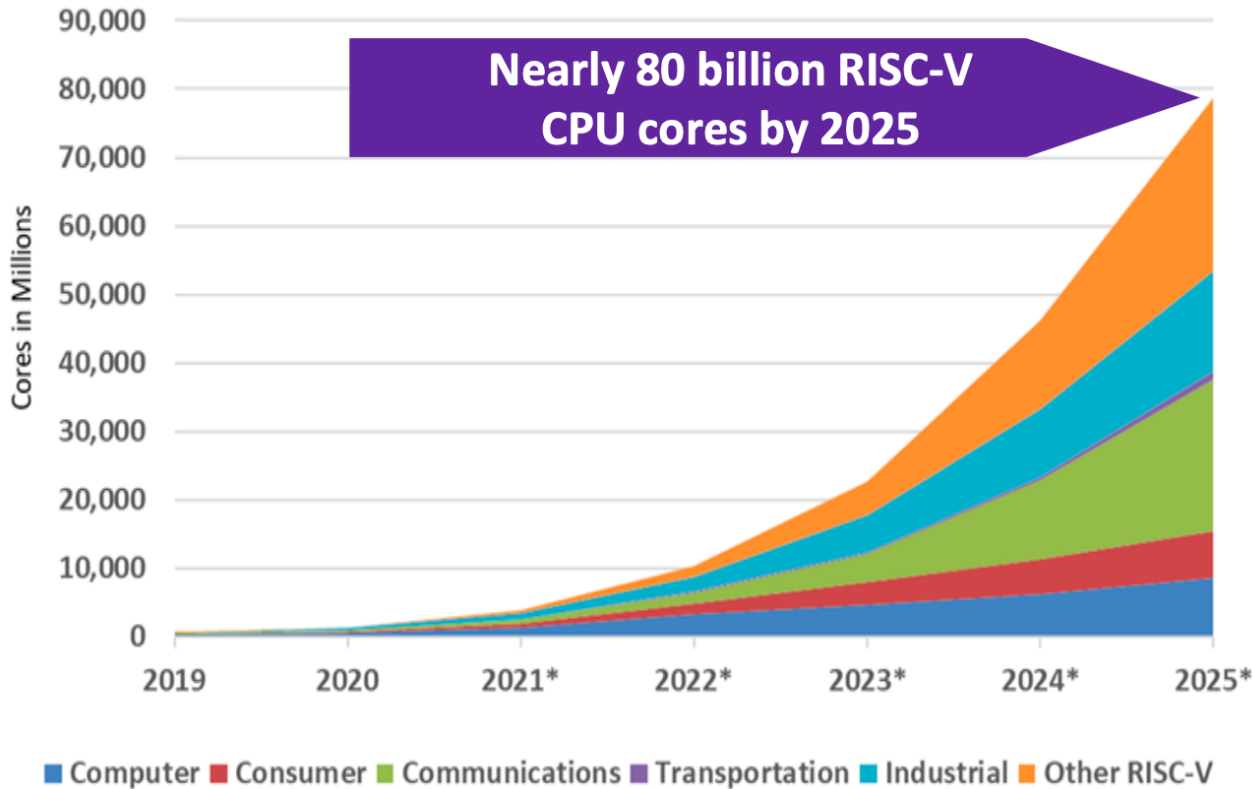
### Inhouse cores:

Nvidia, WD, +others

图源：Krste 演讲：RISC-V State of Union

RISC-V CPU core market grows 114.9% CAGR, capturing >14% of all CPU cores by 2025

2022已经有超过100亿颗RISC-V内核被部署



2018年的时候预测2025年624亿

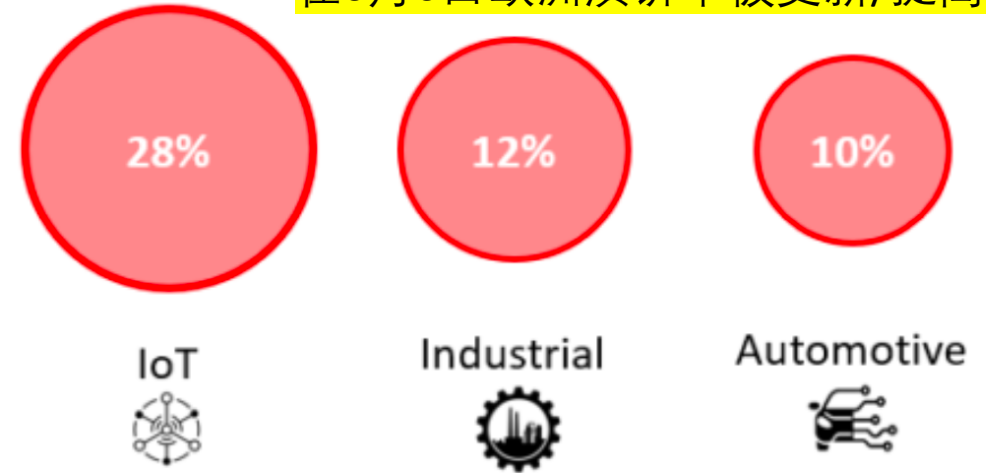
More than 12,000,000,000 RISC-V cores deployed for profit!



Source: Semico Research Corp, March 2021

RISC-V Penetration Rate by 2025

在6月6日欧洲演讲中被更新/提高



“The rise of RISC-V cannot be ignored... RISC-V will shake up the \$8.6 Billion semiconductor IP market.”

-- William Li, Counterpoint Research

Source: Counterpoint Research, September 2021

# “RISC-V will win the next round”

- RISC-V 已经成为未来的主流架构
- 任何芯片公司都应投入；  
任何软件公司都需要适配；  
同学们也应该看一看了

真·芯片大佬 →

2023年4月最新演讲：

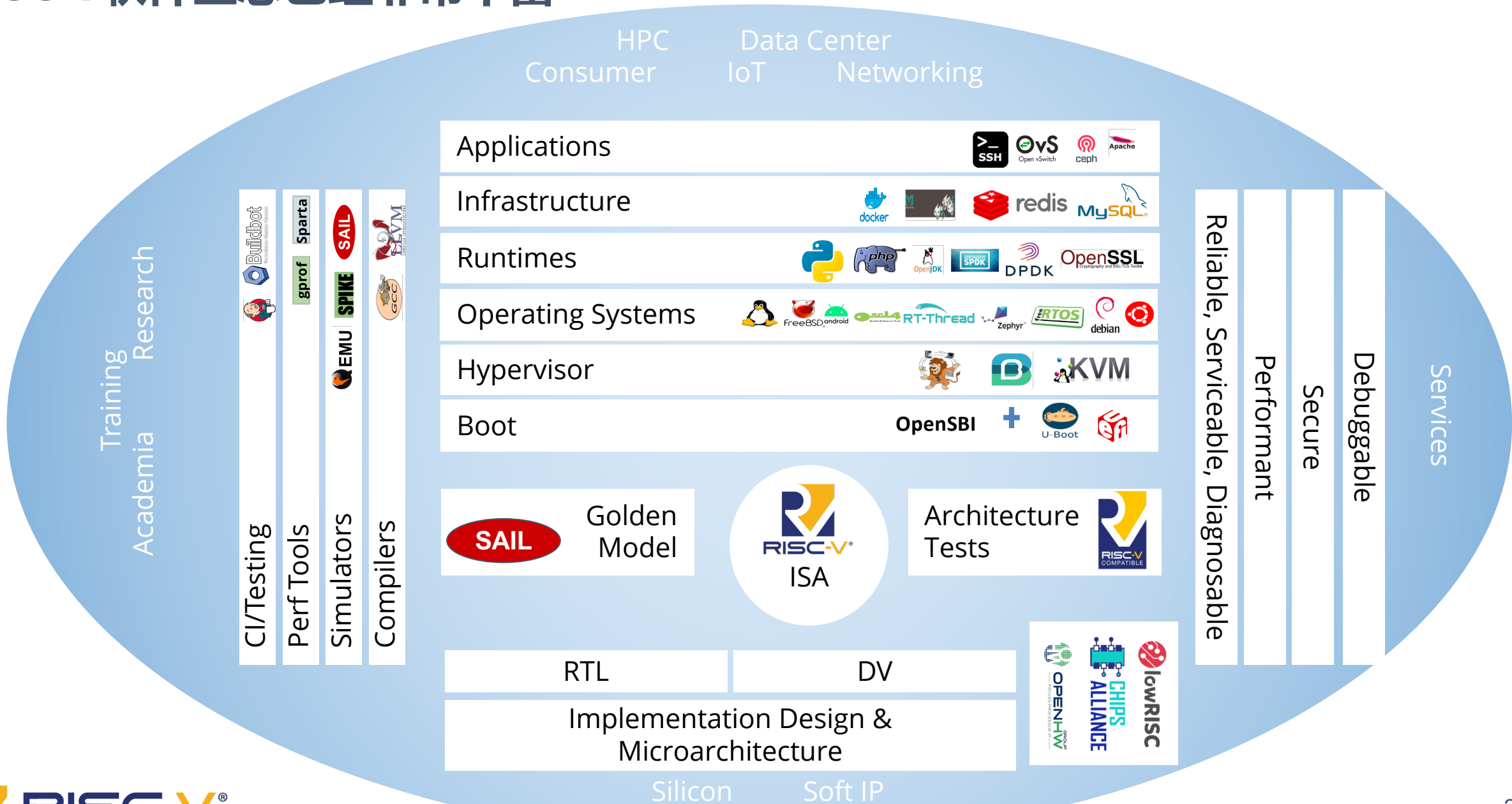
<https://www.bilibili.com/video/BV1z84y1T7Vi>

Divergence w/ Jim Keller in Bangalore

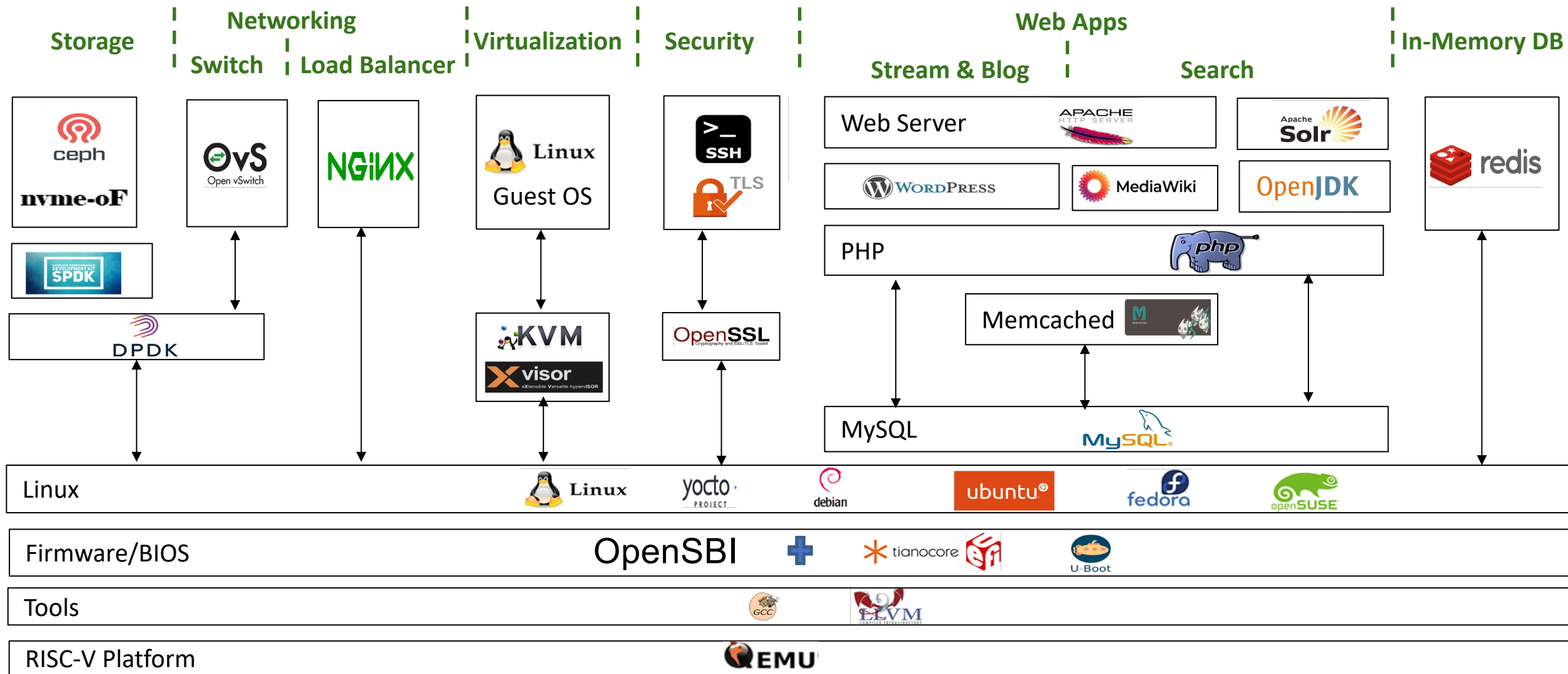
<https://www.youtube.com/watch?v=yHrdEcsr9V0>



# RISC-V软件生态已经非常丰富



# 部分常见的软件生态适配完成度展示



## **RISC-V：在合适的时间提出了足够好的设计理念， 并且开创了新的商业模式**

- 合适的时间：摩尔定律已死，DSA繁荣；软件系统规模空前庞大且还在超线性增长
- 足够好的设计：模块化的设计，灵活搭配，从最小的微控制核到最强的超算芯片都能用
- 清晰的定位和布局：自由开放的授权协议；成立RISC-V国际基金会保持利益中立
- 高度重视软件生态：从2020年开始RISC-V国际基金会转向「软件导向」
- 新的商业模式：先选择RISC-V指令集规范，再挑选硬件供应商，避免被供货商“绑架”
- 芯片设计领域实现产学研无缝衔接：学生在学校写的RISC-V设计代码毕业后甚至可以直接用



# Changing Priorities



## 2010

1. Be simple, efficient, extensible
2. Revisit legacy design decisions
3. Have basic software

***(computer-architecture-driven project)***

## 2020

1. Run all software
2. Be feature complete
  - see #1
3. Be stable
  - see #1
4. Support innovation
  - conflicts with #1,#2,#3?

***(software-driven project)***

第三届RISC-V中国峰会（2023）北京8/23开幕，欢迎投稿、报名参会！

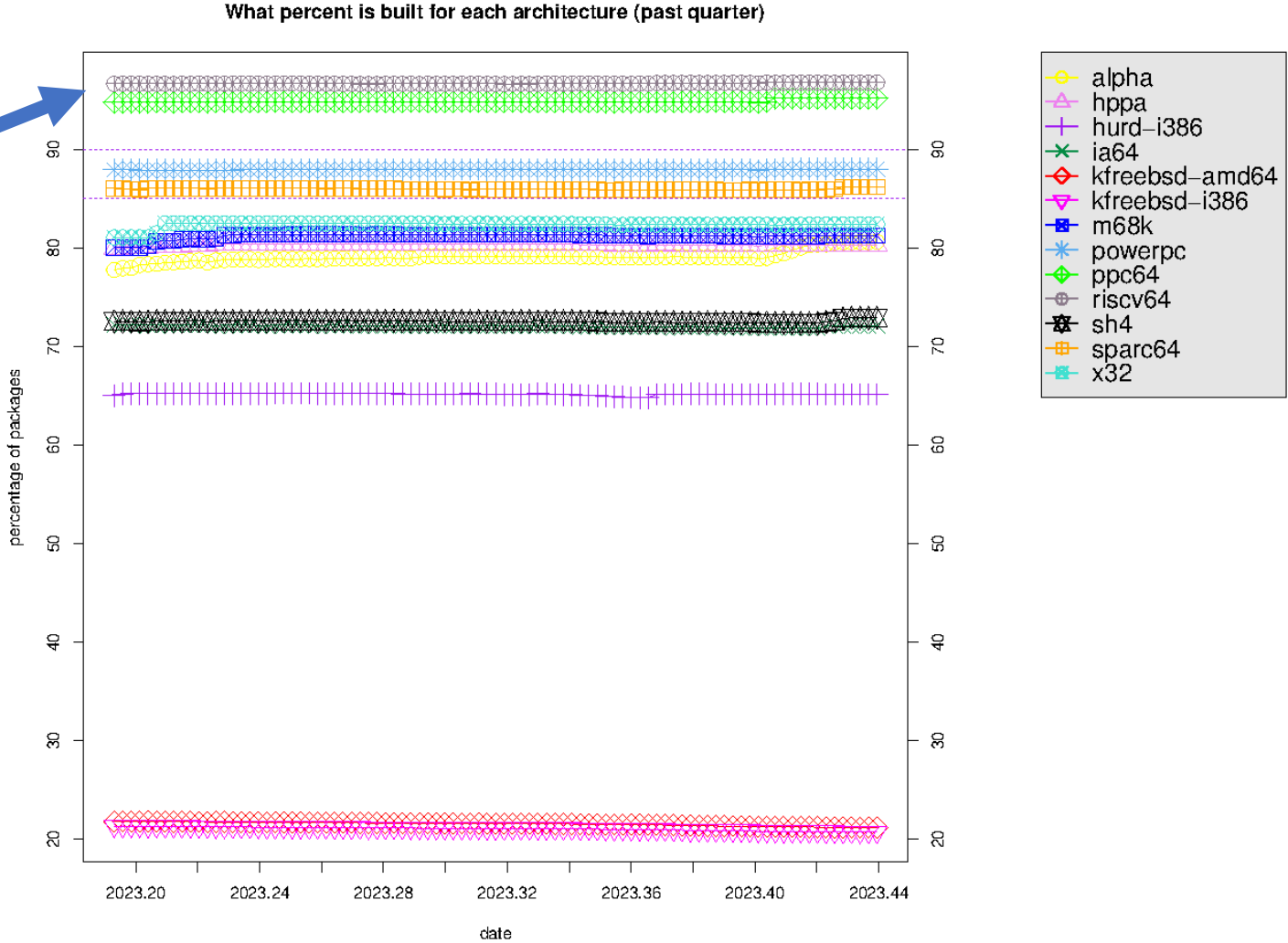


往届峰会所有演讲视频均已上线：<https://space.bilibili.com/1121469705>



# RISC-V开源软件生态：基础性的支持已经全部完成，还有大约不到 3% 的「硬骨头」

RISC-V



<https://buildd.debian.org/stats/graph-ports-quarter-big.png>

# 什么是「3%」的硬骨头，谁在啃



- 内置了 (JIT) 编译器的开源软件
  - OpenJDK、V8、Spidermonkey、LuaJIT、etc.
- 作为基础设施的Linux发行版对RISC-V架构的支持
  - Debian、Fedora、openEuler
- 需要等待RVI相关草案标准成熟的细分领域
  - 数据中心/云计算/硬件虚拟化

接下来，  
一百万名 RISC-V 开发者在哪里？

开源基础软件适配 → 商业软件生态繁荣

不仅是 Debian, 在 TARSIER 团队的辅助下, 几乎所有流行的发行版都已经有了 RISC-V 架构的支持

Ubuntu	ChromiumOS	OpenKylin	RobinOS	RT-Thread	Deepin	Fedora	Yocto	Buildroot	OpenBSD
Debian	Gentoo	Arch Linux	OpenAnolis	openEuler	<b>AOSC OS</b>	openCloudOS		OpenWRT	FreeBSD

C/C++/Fortran/Rust GNU GCC, Clang/LLVM	Java OpenJDK	JavaScript V8, Spidermonkey, JSC	WebAssembly TBD	Dart, Go, C#, etc. TBD
-------------------------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------	---------------------------

ci.rvperf.org CI for developers	OBS (tarsier-infra) OS Packaging	Koji (openkoji.iscas.ac.cn) OS Packaging	PTS / rvperf.org Tracking Perf for Improving
------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------------	-------------------------------------------------

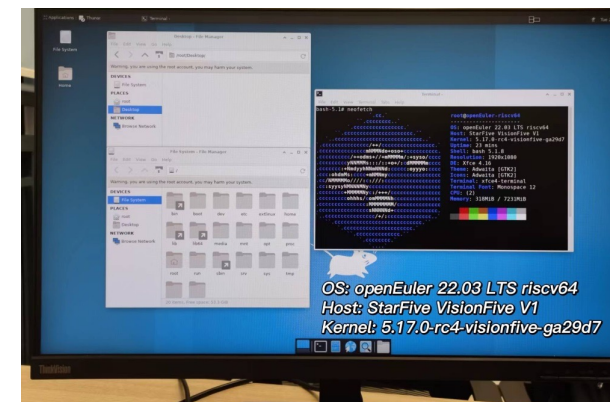
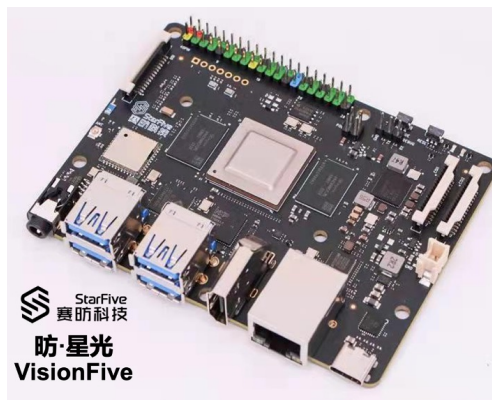
Cloud Build Bots ≥ 2000 vCores (x86)	RISC-V CI Lab ≥2000 RISC-V boards*
-----------------------------------------	---------------------------------------

Thanks StarFive for donating 10 VisionFive

感谢算能提供6套SG2042 (64核) 开发板

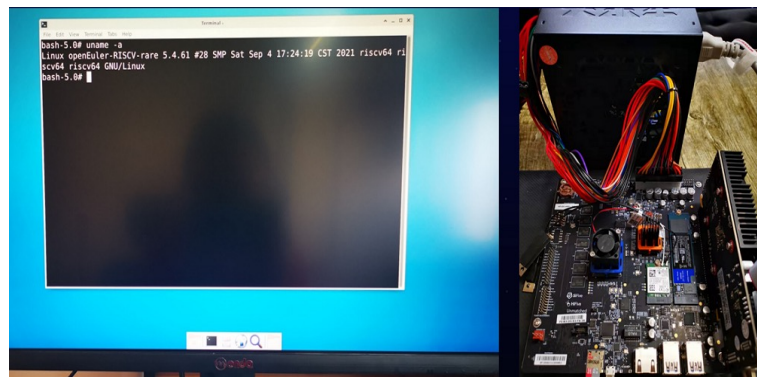
# 包括 openEuler 在内的众多 Linux 发行版已完成对流行的 RISC-V 开发板的适配支持

## Nezha D1适配

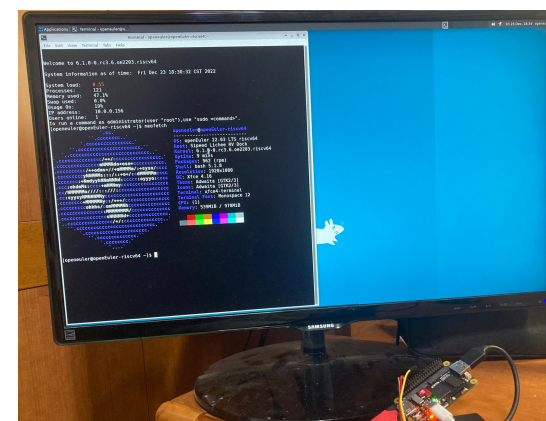


Visionfive v1 @samuel\_yuan

## SiFive Unmatched适配

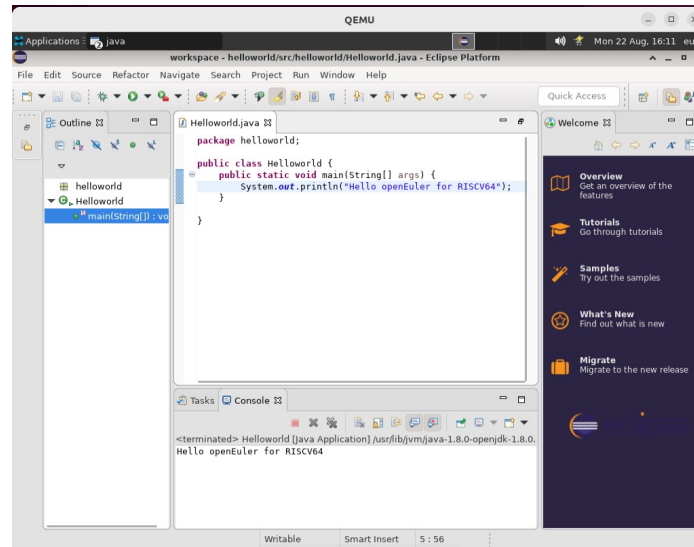
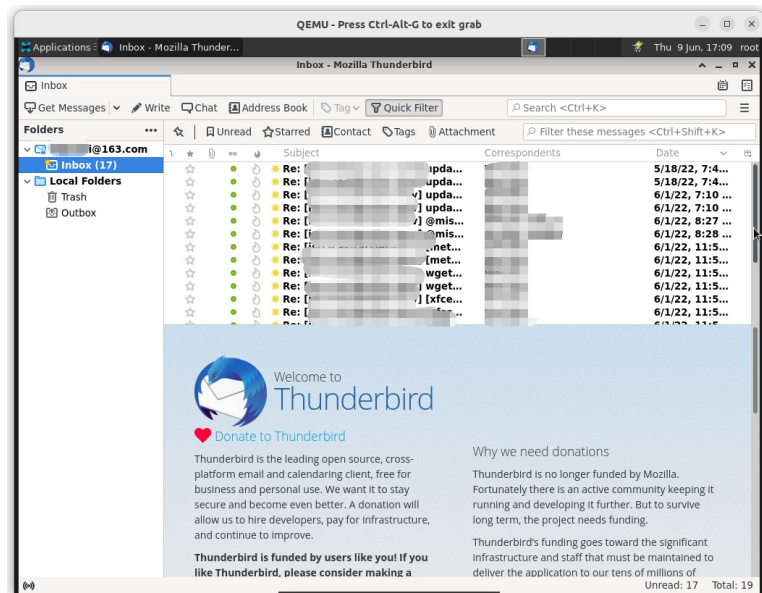
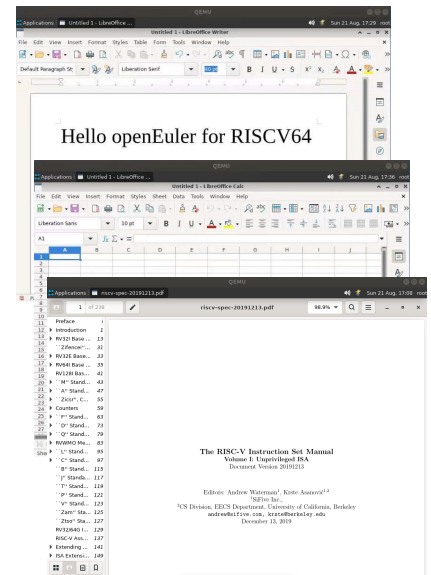
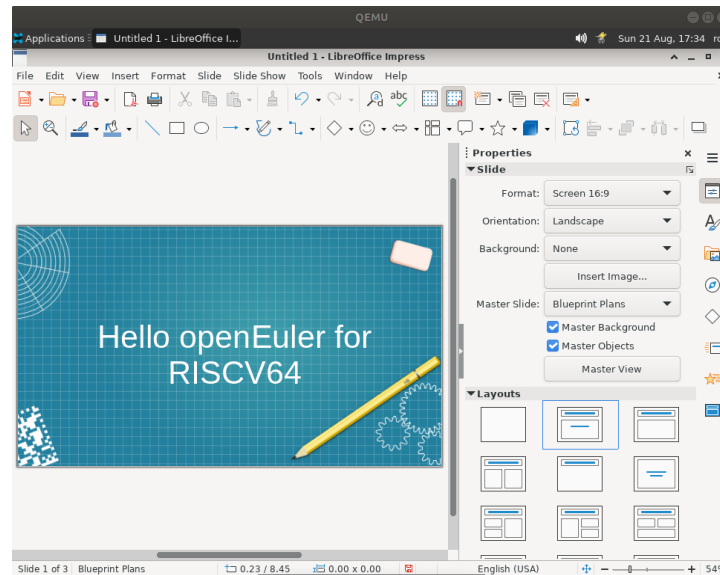


## Sipeed荔枝派Lichee RV Dock

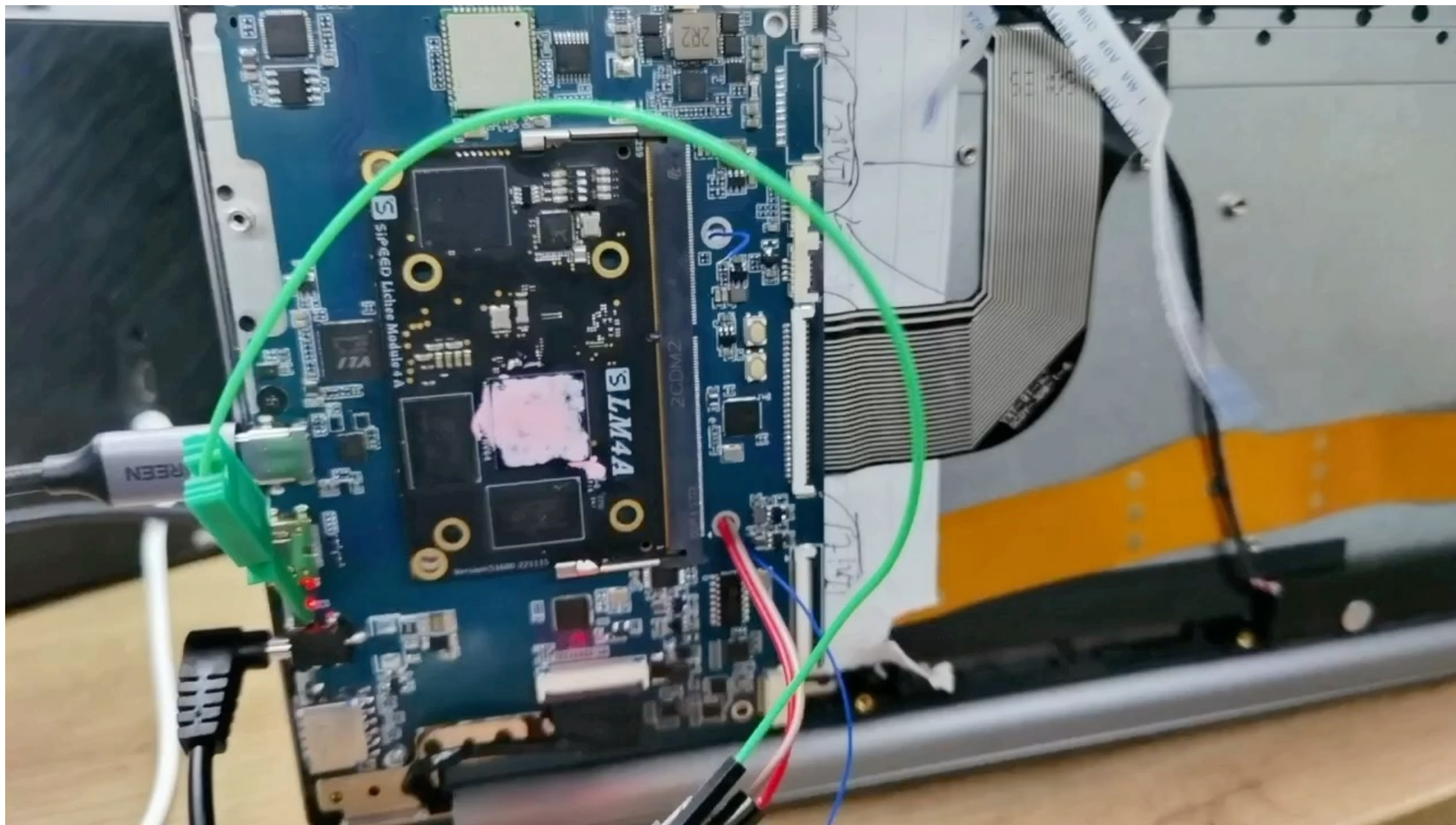


周嘉诚@ISCAS

# 办公常用的浏览器、LibreOffice、Thunderbird 等均已适配



# 又双叒叕一款 RISC-V 笔记本电脑即将上架淘宝



来源：Sipeed

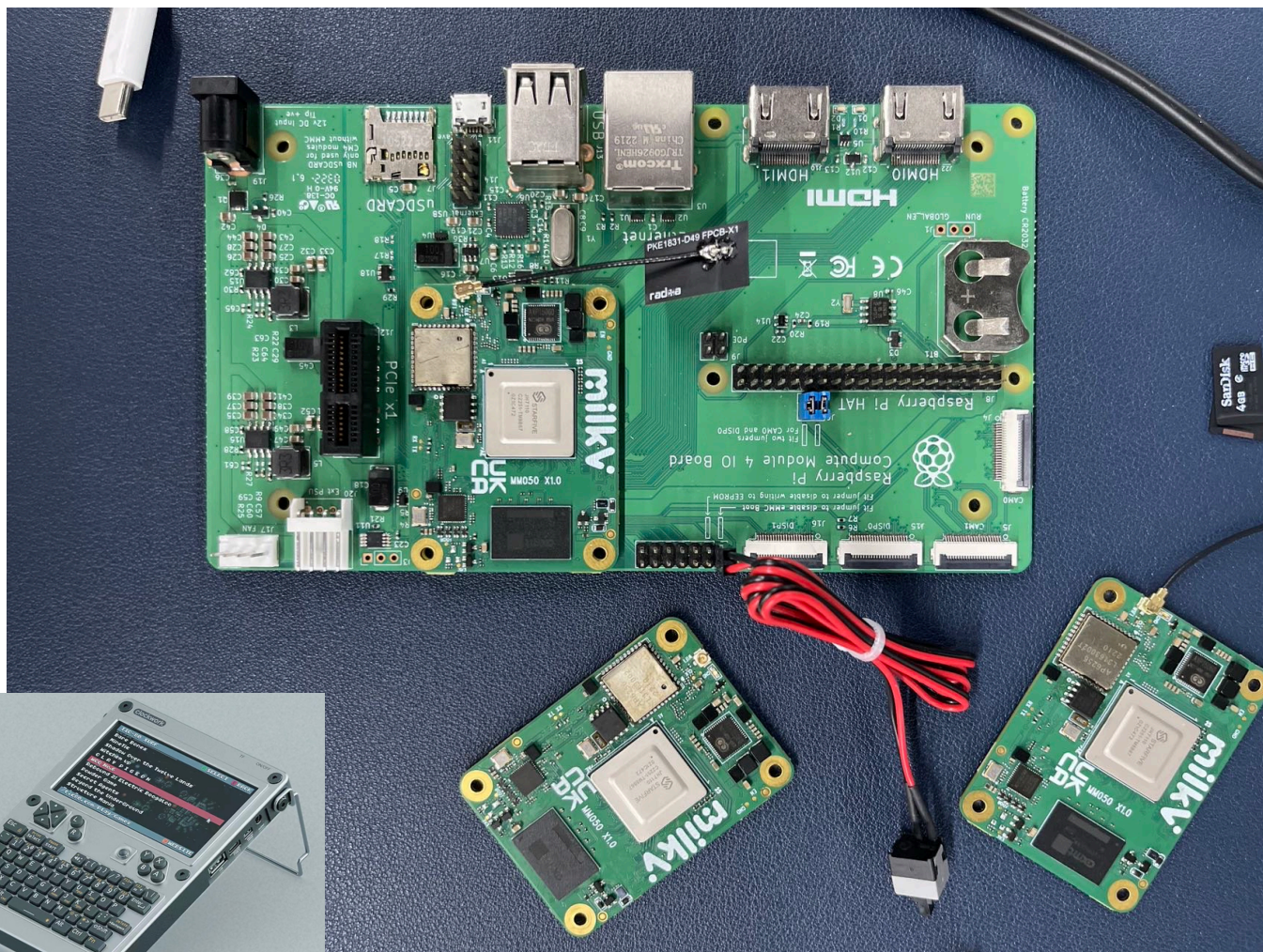
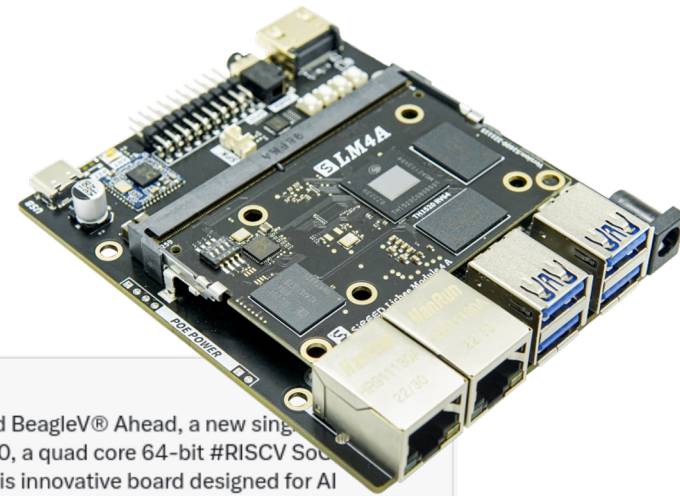
# 又双叒叕一款 RISC-V 平板即将上架淘宝



来源：Sipeed




# RISC-V 生态开发板市场：卷起来了




RISC-V @risc\_v · 9小时  
.@beagleboardorg released BeagleV® Ahead, a new single-board computer based on TH1520, a quad core 64-bit #RISCV SoC. BeagleV-Ahead. Learn more about this innovative board designed for AI applications, the IoT, and much more. [beagleboard.org/blog/2023-07-11](https://beagleboard.org/blog/2023-07-11)...

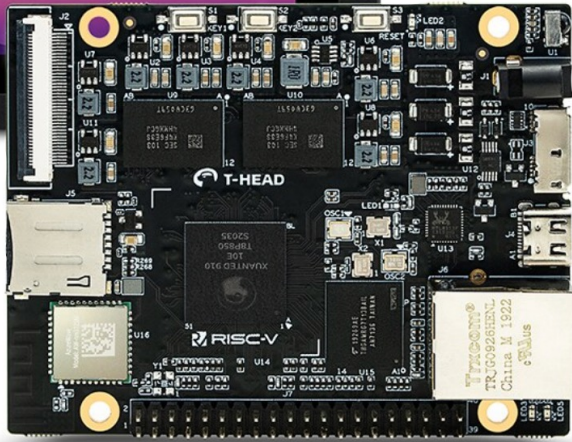
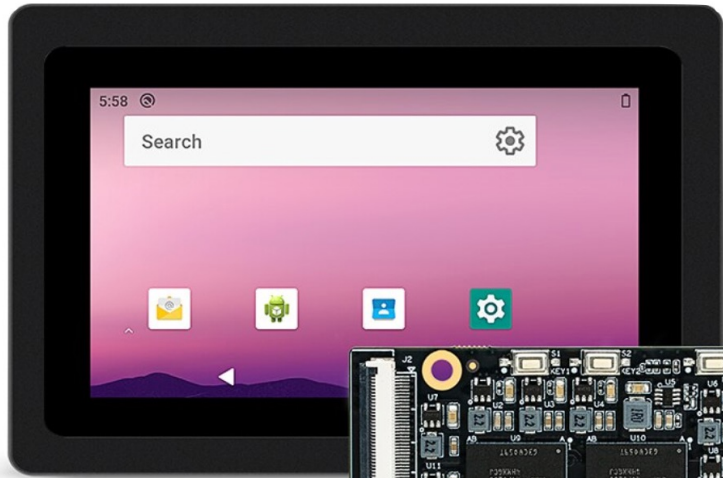
## BeagleV®-Ahead

Enabling the Future of Open Source

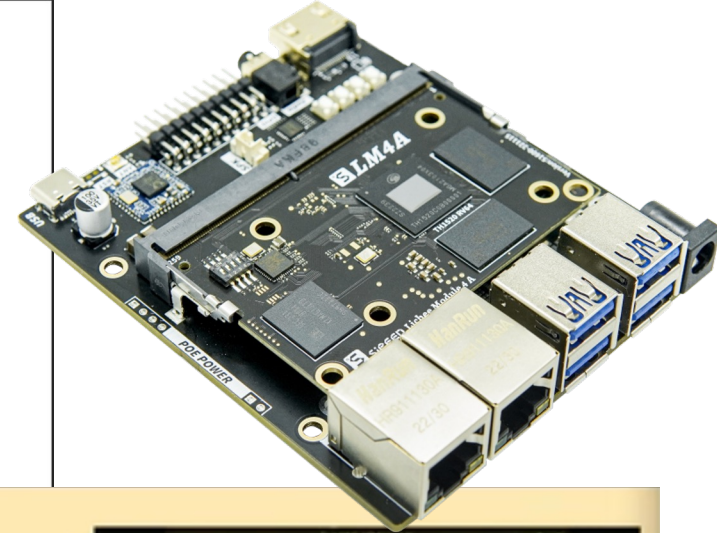


Discover 

来源：Sipeed、Milk-V、RV推特



# Android 12 running on RISC-V with optimised AI performance



<https://chipsalliance.org/announcement/2022/04/21/alibaba-cloud-announced-progress-in-p>  
<https://www.techradar.com/news/alibaba-cloud-is-close-to-getting-android-working-on-risc->

**BeagleV®-Ahead**  
Enabling the Future of Open Source

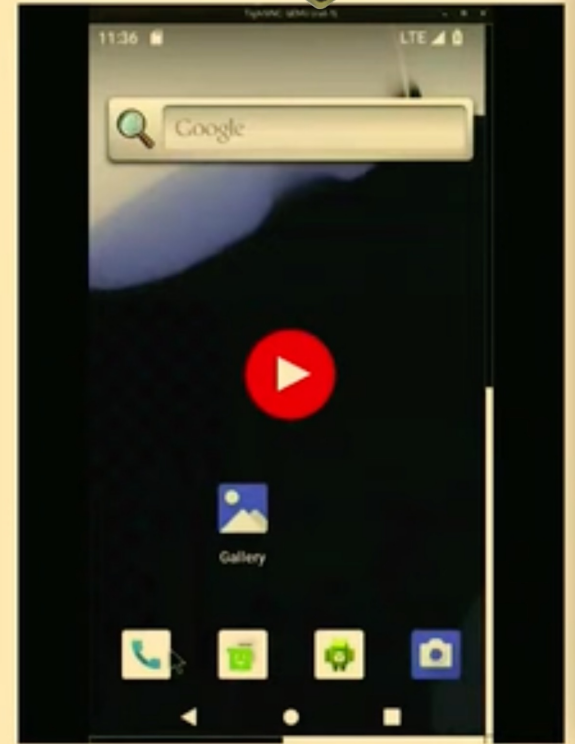
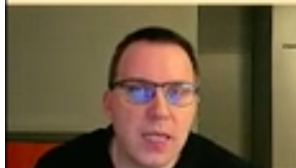


## Progress in Q1 2023

Emulator with graphics support and ART Java interpreter mode!

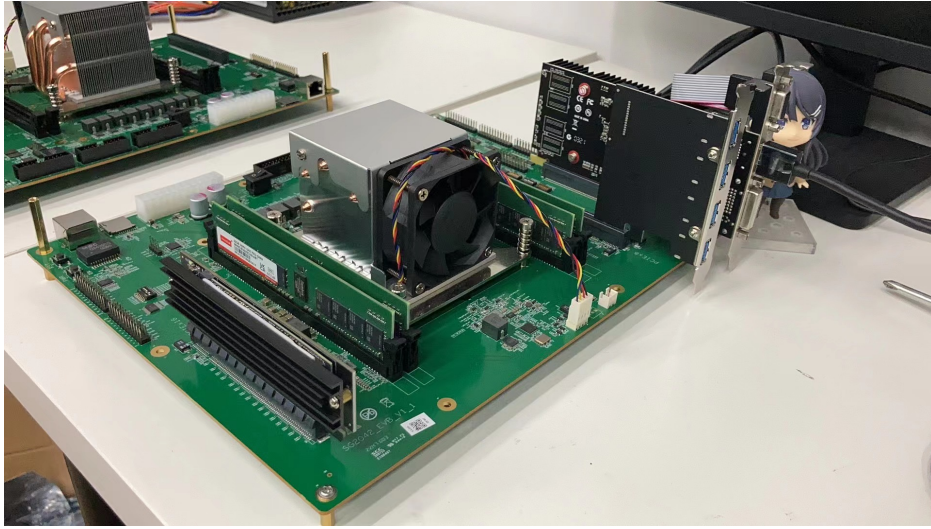
Supporting Android and ecosystem adoption of new key RISC-V specifications

- Vector extensions in QEMU, LLVM, and throughout libraries
- Continuing to pick up or extend use of Zbb (bit manipulation) optimizations



Nerds Talking to Nerds About RISC-V (Day-1)  
<https://www.bilibili.com/video/BV1z84y1T7Vi/>

# 64 核 RISC-V 高性能工作站、服务器已经开始出货了



# OpenJDK19 will natively support RISC-V

*RISC-V compiler support merged on March 24th, 2022*



<https://github.com/openjdk/jdk/commit/5905b02c0e2643ae8d097562f181953f6c88fc89>

Thursday, May 5th, 2022 | Spring 2022 RISC-V Week

17u/11u/8u backport staging repos are ready:

- <https://github.com/openjdk/riscv-port-jdk17u>
- <https://github.com/openjdk/riscv-port-jdk11u>
- <https://github.com/openjdk/riscv-port-jdk8u>

Seeded with jdk{17, 11, 8}u-dev repos respectively.

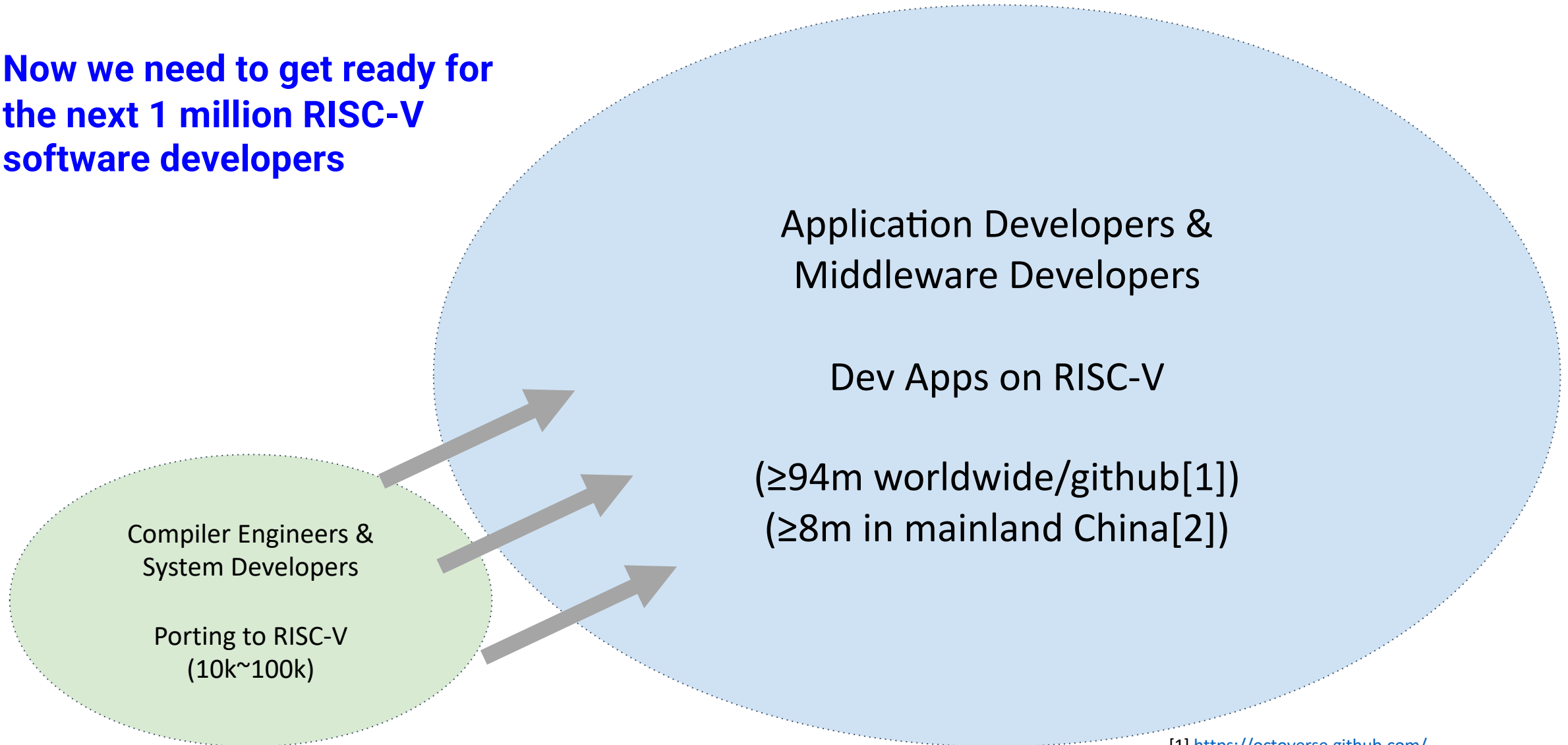
2022, 更“大”的期待: 世界超算500强

“We predict that by the end of 2025, there will be more than one RISC-V architecture machine in the world’s top 500 supercomputers.”

-- Wei Wu, Director of PLCT Lab, ISCAS

# RISC-V is the future. We're seeing it.

Now we need to get ready for  
the next 1 million RISC-V  
software developers



[1] <https://octoverse.github.com/>

[2] <https://zhuanlan.zhihu.com/p/637787110>

接下来，  
如何为一百万名 RISC-V 开发者做好准备？

开源基础软件适配 → 商业软件生态繁荣

# RISE基金会的诞生：RISC-V 全球社区的最新投入



## RISE (RISC-V Software Ecosystem)

**Mission**

- Accelerate the development of open source software for RISC-V
- Raise the quality of RISC-V Platform implementations
- Push the RISC-V Software ecosystem forward and align ecosystem partners' efforts

**Board Members**

The image shows the logos of the RISE board members. The logos are arranged in two rows. The first row includes Google, intel, Qualcomm, MEDIATEK, ANDES TECHNOLOGY, T-HEAD, and Red Hat. The second row includes Ri vos, SiFive, VENTANA, SAMSUNG, nvidia, and Imagination. The RISE logo is in the bottom left corner.

## Focus Areas

Coordination and collaboration among the RISE members is across an array of software areas to deliver high quality and high performance implementations for RISC-V.

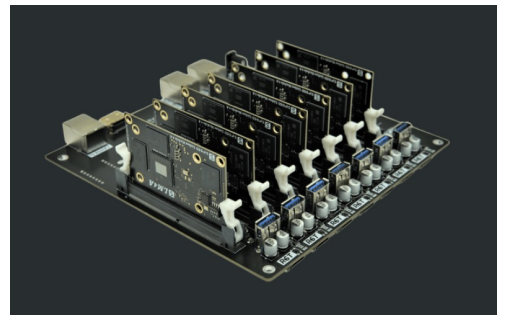
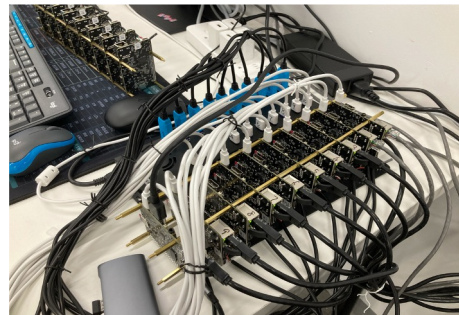
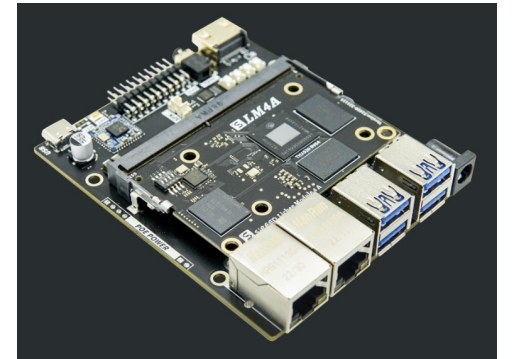
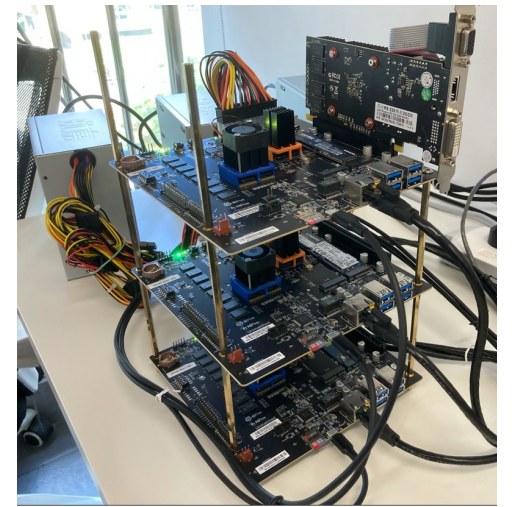
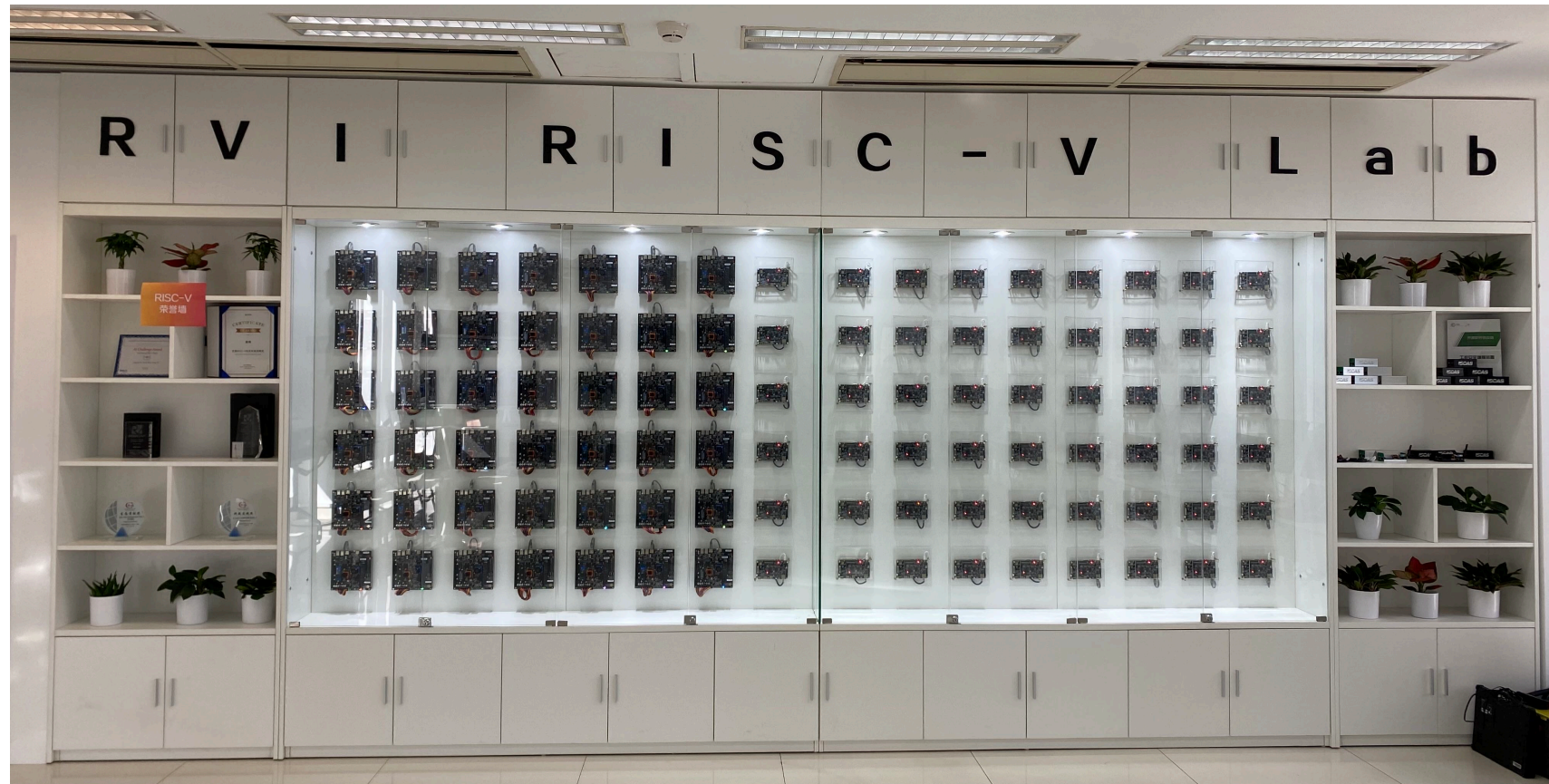
Compilers & Toolchains	LLVM, GCC
System Libraries	Glibc, OpenSSL, OpenBLAS, LAPACK, OneDAL, Jemalloc
Kernel & Virtualization	Linux, Android
Language Runtimes	Python, OpenJDK/Java, V8
Linux Distro Integration	Ubuntu, Debian, RHEL, Fedora, Alpine
Debug & Profiling Tools	Performance profiles, DynamoRIO, Valgrind
Simulator/Emulators	QEMU, SPIKE
System Software	UEFI, ACPI

The RISE logo is located in the bottom left corner of the slide.

<https://riseproject.dev/wp-content/uploads/sites/25/2023/05/RISE-Overview-1.pdf>



# RISC-V Lab : 为全球开源社区和开发者提供免费、方便的 RISC-V 实验环境



# TARSIER团队的愿景和使命

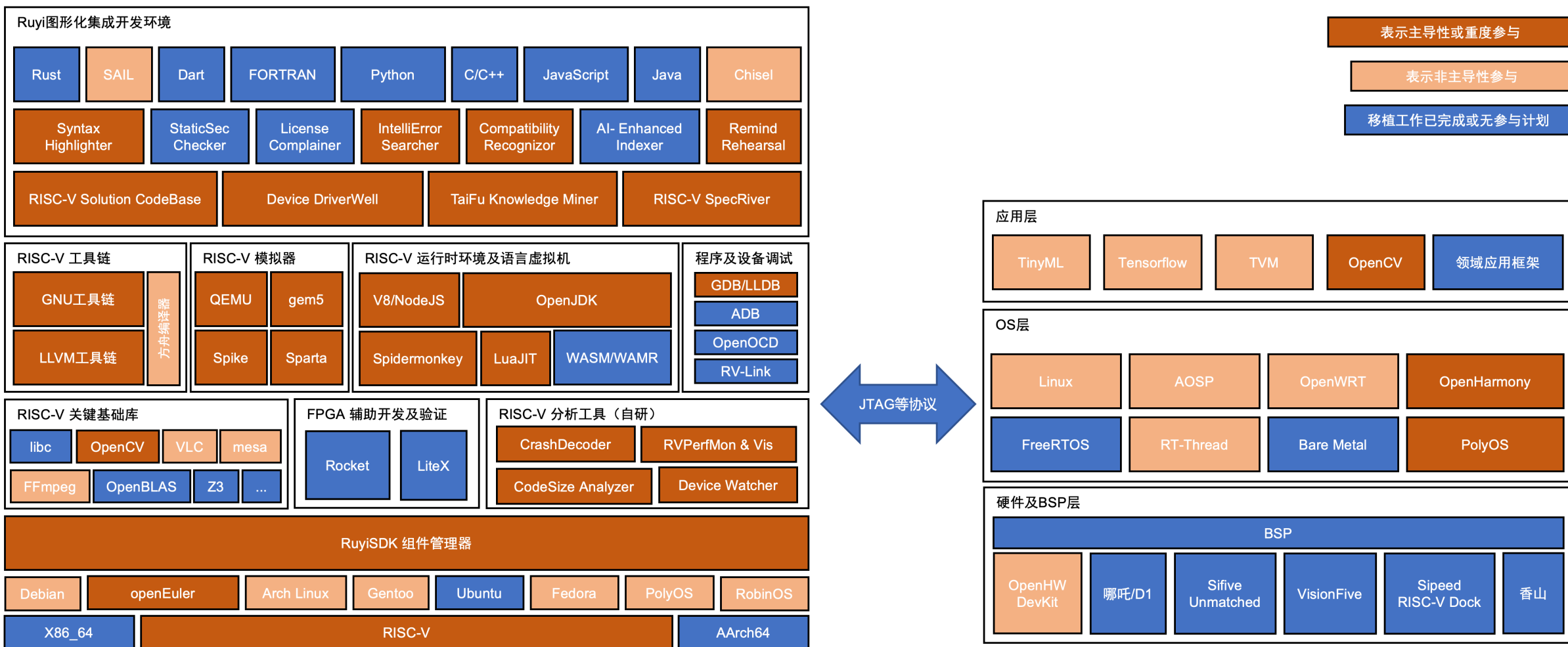
**愿景：让RISC-V成为所有主流开源软件的Tier-1平台。**

使命：确保所有流行的 Linux 发行版在 RISC-V 平台上平稳流畅运行，软件生态丰富性、可用性以及使用体验达到并超过X86及Arm64平台。

战略目标2025：

- 促成主流Linux发行版将RISC-V提升为默认支持架构；
- RISC-V笔记本上的软件满足日常办公需求；
- 支撑RISC-V进入超算领域所需的所有开源软件栈。

# 如意SDK架构示意图



(开发者环境, 原生支持 RISC-V 本地开发)

(将支持绝大多数市面可获得的RISC-V设备)

# 预见：RISC-V 生态的下一个爆发点

≥ 100 chip & OS companies | ≥ 200 app companies | ≥18 fields | ≤5 years

合作完成超过 1000 款重要行业/商业软件的移植与部署

# 谢谢各位

RISC-V是一个遍地机会的新世界，欢迎加入 😊

本PPT可以通过主办方或 <https://github.com/lazyparser/talks> 直接下载到

也可以通过 [wuwei2016@iscas.ac.cn](mailto:wuwei2016@iscas.ac.cn) 找到我

# PLCT实验室& TARSIER团队在RISC-V领域的贡献及合作机会

- **基础软件领域的「国家队」**，为国内企业和RISC-V社区提供「**开源软件公共品**」
  - ❖ 编译器领域：Clang/LLVM、GNU工具链、MLIR、gollvm、方舟编译器、
  - ❖ 虚拟机领域：V8、Spidermonkey、NodeJS、OpenJDK/RV32G、LuaJIT
  - ❖ 模拟器领域：QEMU、Spike、gem5、Sparta
  - ❖ 应用领域：OpenCV、HPC Software Stack、LibreOffice、Firefox、Chromium
  - ❖ RISC-V发行版：Debian, 龙蜥, **openEuler**, Arch Linux, Gentoo, etc.