

# 新32位ABI应用于 Zonal架构的探索

对比 Armv8-R AArch32 & Infineon TriCore

郭任

阿里巴巴达摩院 高级技术专家



# 目录

Contents

01

回顾 - 新32位 (ILP32 on RV64\*)

汇报一年来取得的进展

02


机遇 - 主流 Zonal 架构对比

对比 Armv8-R AArch32 & Infineon TriCore

03

未来 - 软件生态建设

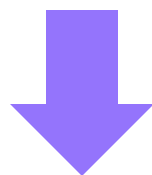
如何促进 RISC-V Zonal 架构软件生态发展?



# 01 | 回顾 - 新32位 (ILP32 on RV64\*)

汇报一年来取得的进展

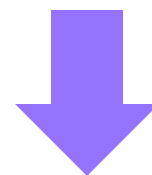
**ILP32 ABI**



**32-bit ISA**

传统32位 (32ilp32)

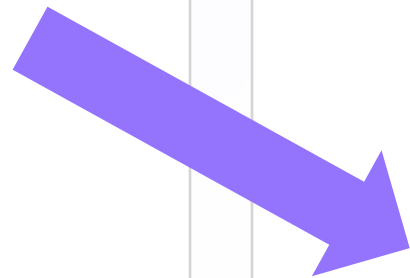
**LP64 ABI**



**64-bit ISA**

传统64位 (64lp64)

## ILP32 ABI



## 64-bit ISA

既能利用 ILP32 提升缓存和内存效率，又能使用 RV64\* ISA 指令提升性能。

历史上有很多架构都尝试过新32位，譬如：AArch64\_ilp32、x86\_x32 和 mips\_n32，但受制于传统32位硬件的普及和用户习惯，未获得 Linux 用户生态的广泛认可。因此，当我们在RISC-V上开展这项工作的时候，受到了很大质疑：过去的架构都失败了，我们为什么可以成功？

### EF\_RISCV\_N32 (新32位)



# RISC-V 新32位一年来的进展

2024.3

玄铁团队与PLCT实验室联合发布：新32位产品级开源工具链及Linux内核，针对 Linux 内核 和 RTOS。

2024.5

完成了 RISC-V 新32位 eBPF JIT 功能的开发。相比传统32位，平均性能提升2.6倍。

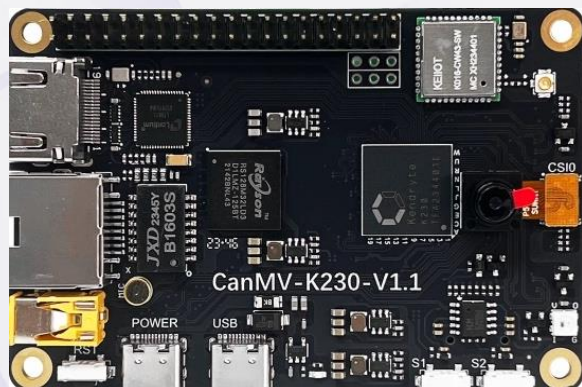
2024.7

RT-Thread 和 Nuttx 两个开源 RTOS 的上游开发主线接受了新32位ABI，并适配了 K230。

2024.8

携手嘉楠完成新32位适配玄铁 c908 生态芯片 - K230D，向产品化迈出了关键的一步。

XuanTie C908 based K230 with 512MB

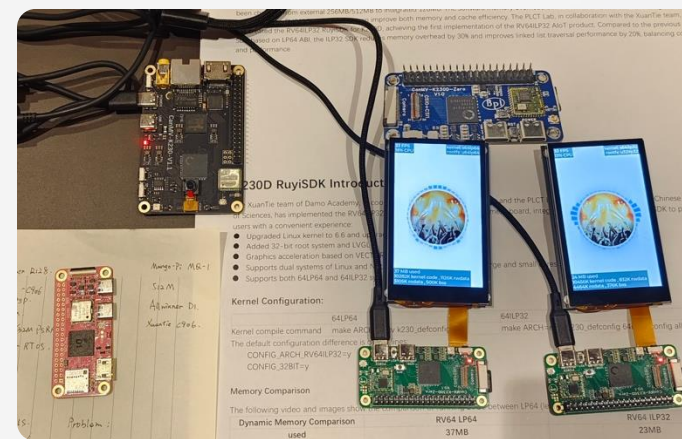


K230D - Integrated 128MB



相比传统64位，内存开销减少 30% (37MB -> 24MB)

[https://github.com/ruyisdk/k230\\_linux\\_sdk](https://github.com/ruyisdk/k230_linux_sdk)





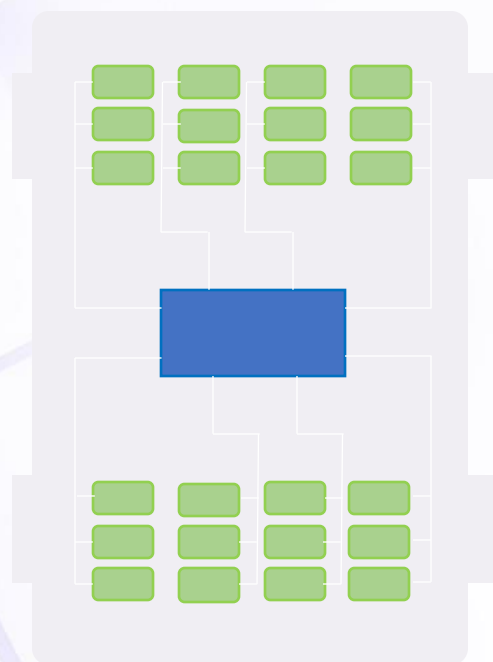
# 02 | 机遇 - 主流 Zonal 架构对比

对比 Armv8-R AArch32 & Infineon TriCore

# 汽车电子/电气架构的技术趋势

智能汽车时代，传统分布式电子/电气架构正在按功能域进行融合，Zonal 架构进一步提升集成度，集中配电，减少ECU数量，降低线束重量。

## DISTRIBUTED E/E ARCH

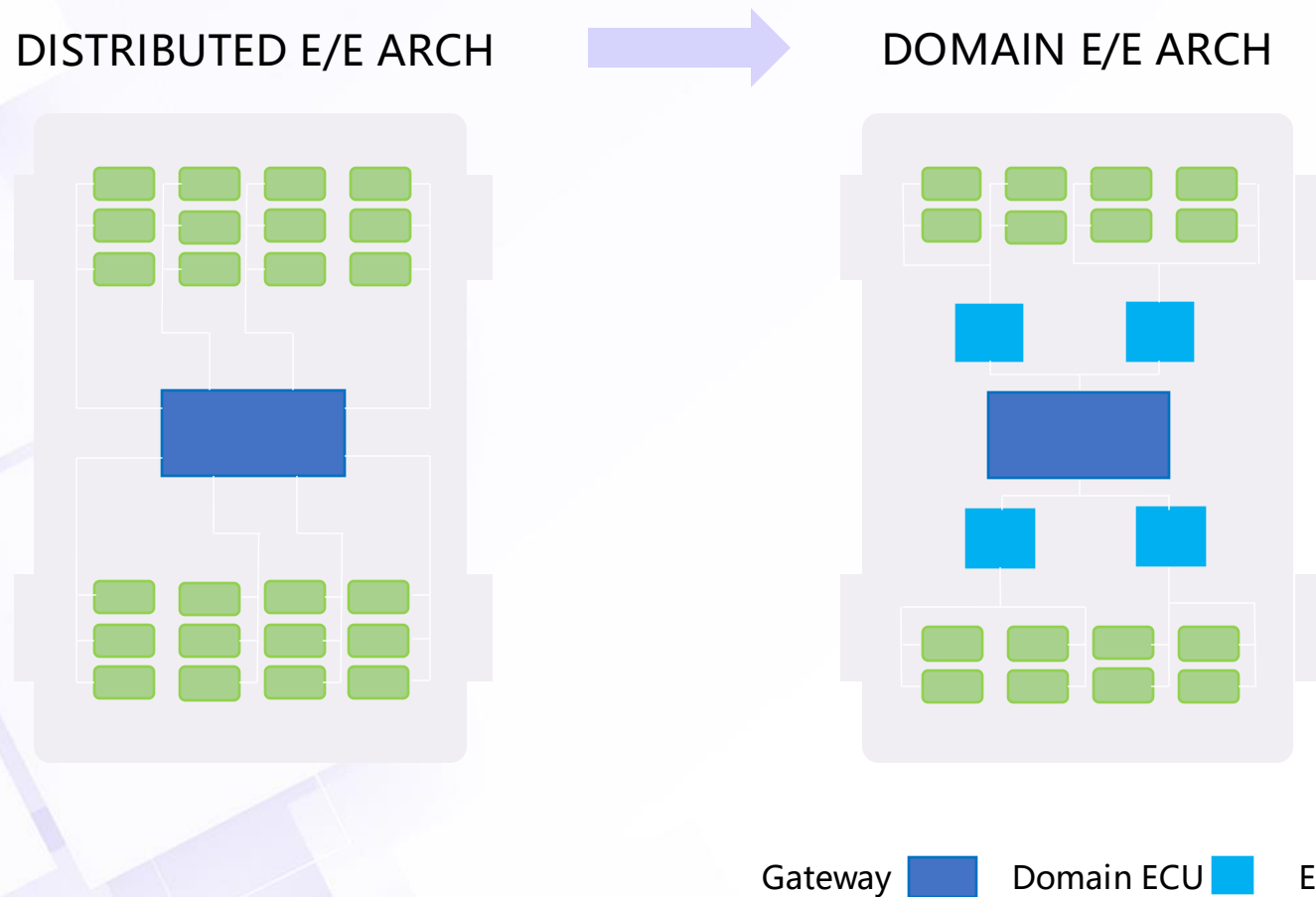


Gateway  Domain ECU  ECU 



# 汽车电子/电气架构的技术趋势

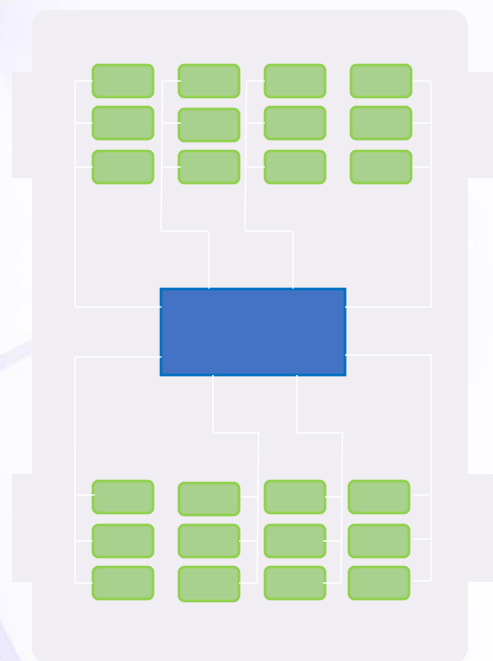
智能汽车时代，传统分布式电子/电气架构正在按功能域进行融合，Zonal 架构进一步提升集成度，集中配电，减少ECU数量，降低线束重量。



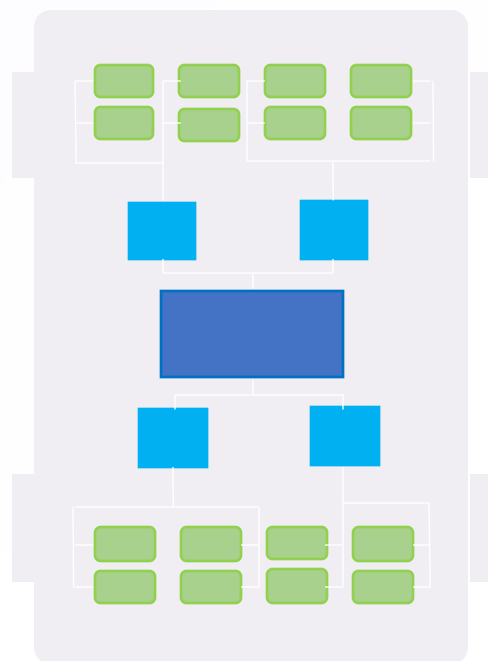
# 汽车电子/电气架构的技术趋势

智能汽车时代，传统分布式电子/电气架构正在按功能域进行融合，Zonal 架构进一步提升集成度，集中配电，减少ECU数量，降低线束重量。

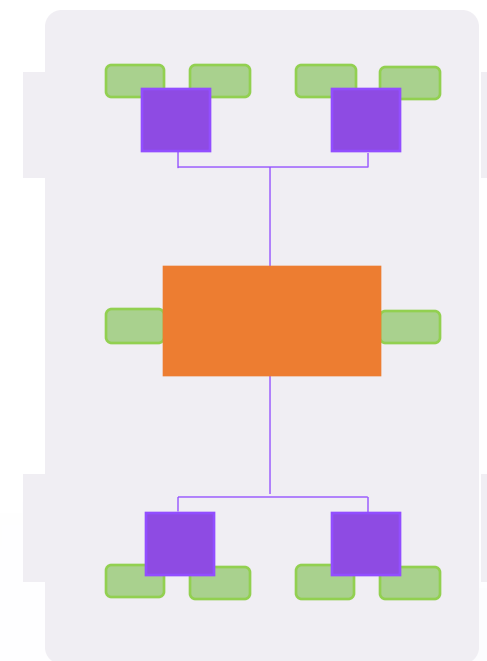
DISTRIBUTED E/E ARCH



DOMAIN E/E ARCH



ZONAL E/E ARCH



## Zonal 架构特点:

- 数据集中，提升通信效能
- 算力集中，减少 ECU 数量

Gateway  Domain ECU  ECU  Central Computer  Zone Controller 

# Zonal 架构 - CPU ISA 变革

车用ECU在向Zonal架构演进时，首先对处理器性能提出更高要求，因此，也带动了 CPU ISA 的变革：

## Infineon TriCore ISA

TriCore is a unified, 32-bit microcontroller-DSP, single-core architecture optimized for real-time embedded systems. **Most instructions executed in one cycle.**

- 32-bit architecture
- 16-bit and 32-bit instructions for reduced code size
- 16 Data GPRs
  - ① Support Floating Point
  - ② Support DSP SIMD

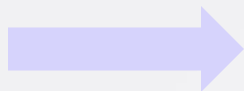
### AURIX TriCore microcontroller family:

- TC2xx(200Mhz)
- TC3xx(300Mhz) TriCore v1.6
- TC4xx(500Mhz) TriCore v1.8 (2022)

# Zonal 架构 - CPU ISA 变革

车用ECU在向Zonal架构演进时，首先对处理器性能提出更高要求，因此，也带动了 CPU ISA 的变革：

## Infineon TriCore ISA



## Armv8-R AArch32

TriCore is a unified, 32-bit microcontroller-DSP, single-core architecture optimized for real-time embedded systems. **Most instructions executed in one cycle.**

- 32-bit architecture
- 16-bit and 32-bit instructions for reduced code size
- 16 Data GPRs
  - ① Support Floating Point
  - ② Support DSP SIMD

### AURIX TriCore microcontroller family:

- TC2xx(200Mhz)
- TC3xx(300Mhz) TriCore v1.6
- TC4xx(500Mhz) TriCore v1.8 (2022)

Armv8-R is **Armv8-A Supplement**, and make for 8-stage in-order, **superscalar** pipeline with branch prediction design (16nm Above 1.6GHz. Performance).

- 32-bit architecture
- Supports the A32 and T32 instruction sets.
- 16 GPRs (only Scalar)
- 16 FVPRs (support Advanced SIMD/Neon and floating-point operations)

### Cortex-R52F(2016):

- NXP S32Z, S32E, S32N (600Mhz~1Ghz)
- Renesas RZ/N2L, RZ/T2L, RZ/T2M

### Cortex-R52+F(2022):

- STMicroelectronics Stellar G, Stellar P

# Zonal 架构 - CPU ISA 变革

车用ECU在向Zonal架构演进时，首先对处理器性能提出更高要求，因此，也带动了 CPU ISA 的变革：

## Infineon TriCore ISA

TriCore is a unified, 32-bit microcontroller-DSP, single-core architecture optimized for real-time embedded systems. **Most instructions executed in one cycle.**

- 32-bit architecture
- 16-bit and 32-bit instructions for reduced code size
- 16 Data GPRs
  - ① Support Floating Point
  - ② Support DSP SIMD

### AURIX TriCore microcontroller family:

- TC2xx(200Mhz)
- TC3xx(300Mhz) TriCore v1.6
- TC4xx(500Mhz) TriCore v1.8 (2022)

## Armv8-R AArch32

Armv8-R is **Armv8-A Supplement**, and make for 8-stage in-order, **superscalar** pipeline with branch prediction design (16nm Above 1.6GHz. Performance).

- 32-bit architecture
- Supports the A32 and T32 instruction sets.
- 16 GPRs (only Scalar)
- 16 FVPRs (support Advanced SIMD/Neon and floating-point operations)

### Cortex-R52F(2016):

- NXP S32Z, S32E, S32N (600Mhz~1Ghz)
- Renesas RZ/N2L, RZ/T2L, RZ/T2M

### Cortex-R52+F(2022):

- STMicroelectronics Stellar G, Stellar P

## RVB23 Profiles (freeze-candidate)

RVB profiles are intended to be used for customized 64-bit application processors that will run rich OS stacks, but usually as a custom build of standard OS source-code distributions.

- **64-bit architecture with ILP32 (N32)**
- 16-bit and 32-bit instructions for reduced code size
- 32 GPRs (only Scalar)
- 32 FPRs (only Float Point)
- 32 VPRs (only Vector)

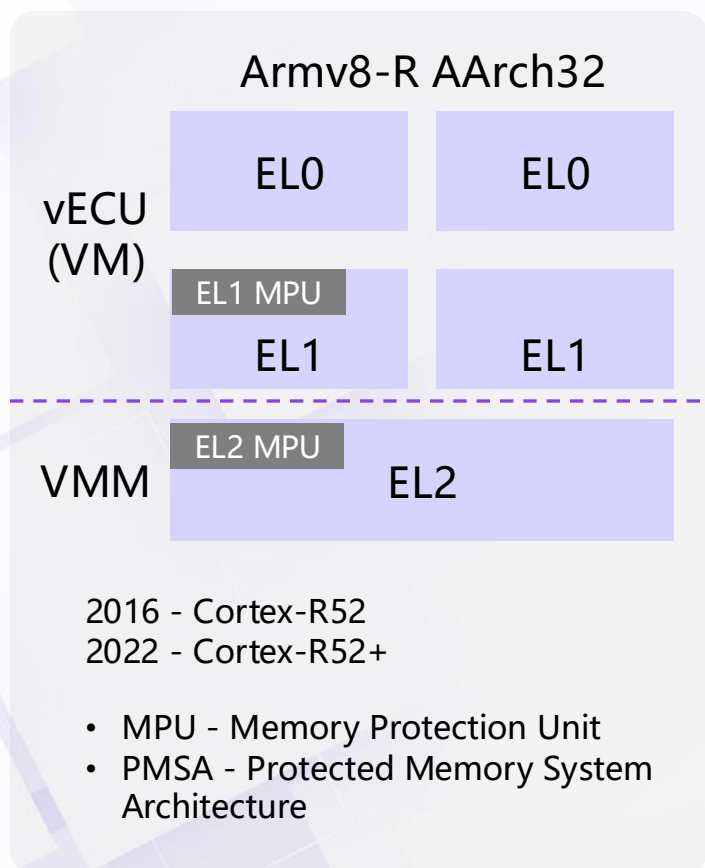
### State:

- budding

**RVB23 + N32**

# Zonal 架构 - 虚拟化

虚拟化使Zonal架构按需进行横向扩展，基于分时方法，显著增强处理器执行常规任务的吞吐量。与单纯增加物理核心数相比，虚拟化减少了任务间通信的成本，优化了软件栈结构，提高整体系统运行效率。

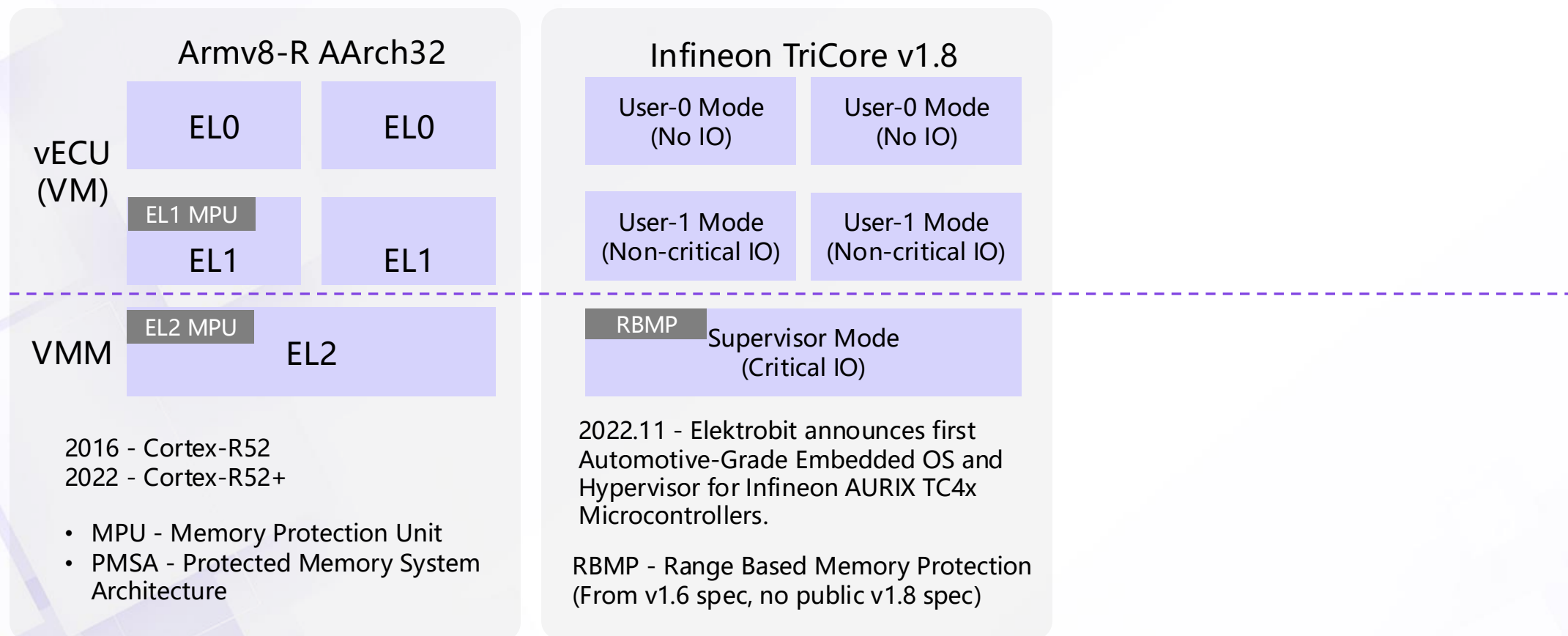


MMU



# Zonal 架构 - 虚拟化

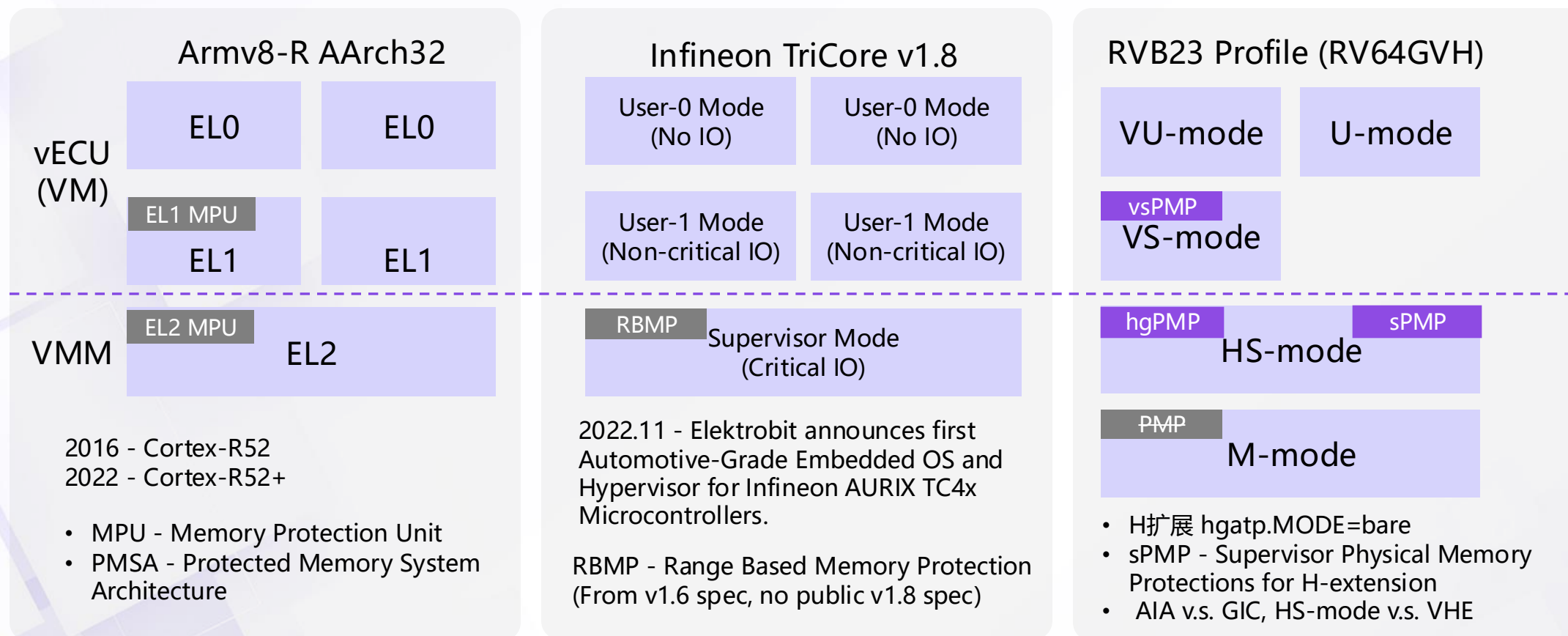
虚拟化使Zonal架构按需进行横向扩展，基于分时方法，显著增强处理器执行常规任务的吞吐量。与单纯增加物理核心数相比，虚拟化减少了任务间通信的成本，优化了软件栈结构，提高整体系统运行效率。



MMU

# Zonal 架构 - 虚拟化

虚拟化使Zonal架构按需进行横向扩展，基于分时方法，显著增强处理器执行常规任务的吞吐量。与单纯增加物理核心数相比，虚拟化减少了任务间通信的成本，优化了软件栈结构，提高整体系统运行效率。



MMU



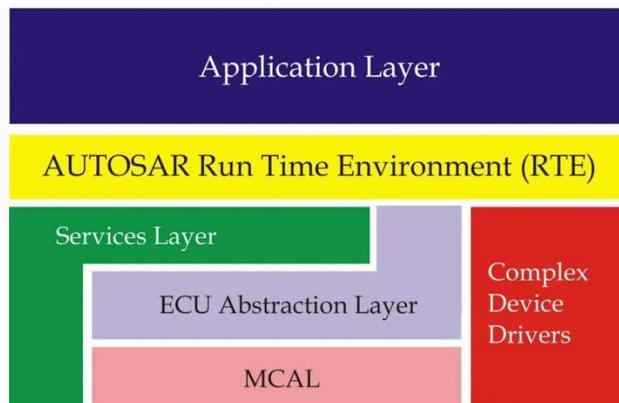
# 03 | 未来 - 软件生态建设

如何促进 RISC-V Zonal 架构软件生态发展？

# Zonal 架构 – 主流软件生态

Classic Autosar:

- 应用层
- 运行时环境
- 服务层
- ECU 抽象层
- 微控制器抽象层
- 复杂设备驱动



利用 Autosar 工具生成基础软件:

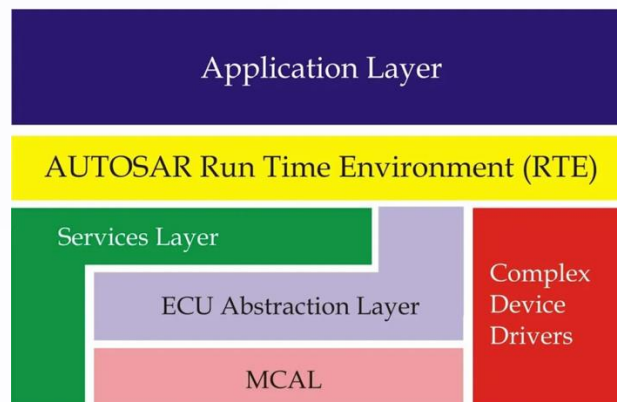
- 通信协议栈
- 存储栈
- 诊断
- 操作系统内核

遵循严格的V型开发流程，并且整个过程要进行功能安全评定。

# Zonal 架构 – 主流软件生态

Classic Autosar:

- 应用层
- 运行时环境
- 服务层
- ECU 抽象层
- 微控制器抽象层
- 复杂设备驱动



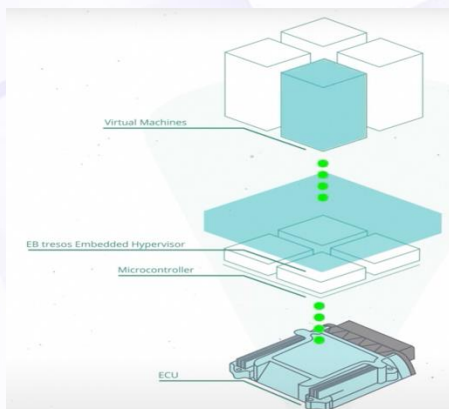
利用 Autosar 工具生成基础软件:

- 通信协议栈
- 存储栈
- 诊断
- 操作系统内核

遵循严格的V型开发流程, 并且整个过程要进行功能安全评定。

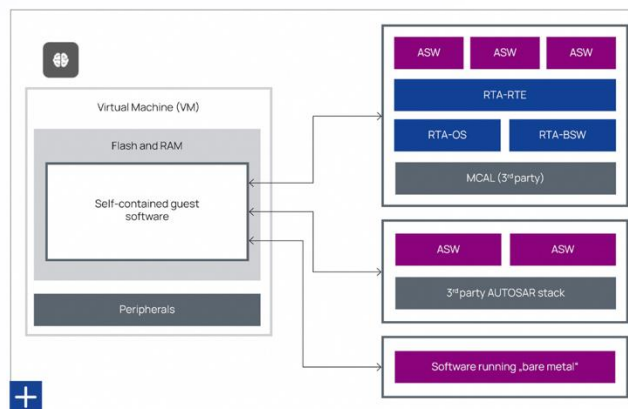
Elektrobit Automotive (德国)

- EB tresos Embedded Hypervisor



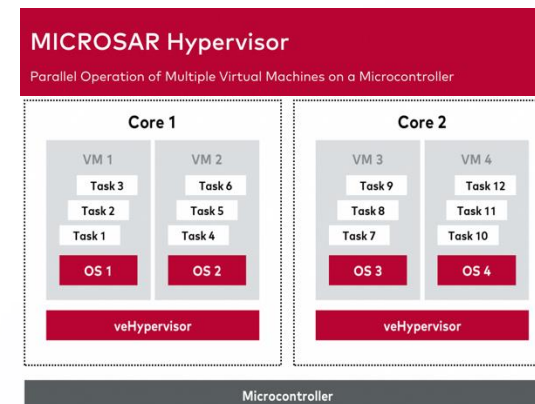
ETAS (德国)

- RTA-LWHVR – Lightweight Hypervisor



VECTOR SOFTWARE (德国)

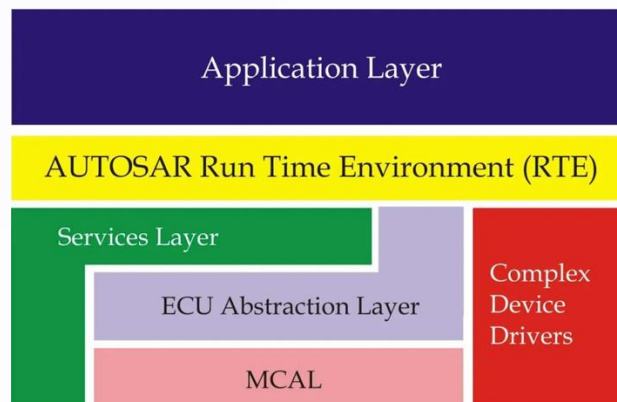
- MICROSAR Hypervisor



# Zonal 架构 – 主流软件生态

Classic Autosar:

- 应用层
- 运行时环境
- 服务层
- ECU 抽象层
- 微控制器抽象层
- 复杂设备驱动



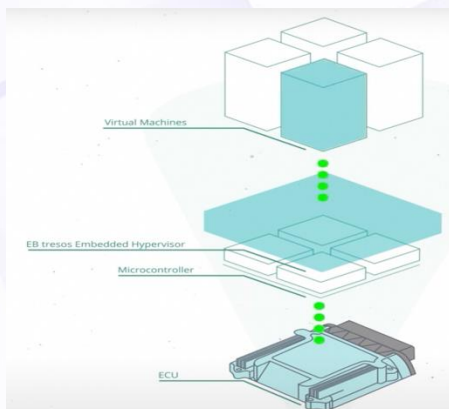
利用 Autosar 工具生成基础软件:

- 通信协议栈
- 存储栈
- 诊断
- 操作系统内核

遵循严格的V型开发流程, 并且整个过程要进行功能安全评定。

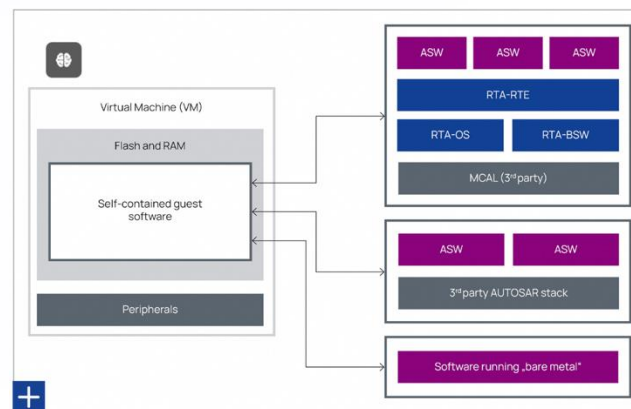
Elektrobit Automotive (德国)

- EB tresos Embedded Hypervisor



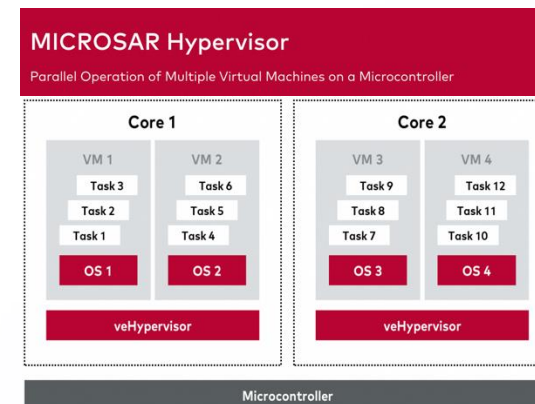
ETAS (德国)

- RTA-LWHVR – Lightweight Hypervisor



VECTOR SOFTWARE (德国)

- MICROSAR Hypervisor



RISC-V SUMMIT EU:

- Success factors & opportunities for dependable automotive applications - T. Böhm, Infineon
- Breaking the RISC-V MCUs ecosystem barriers - Giancarlo Parodi, Renesas Electronics
- Real Time additions to the CVA6 Core - Nicolas Tribie, Bosch
- Navigating Tomorrow's Roads: Aligning RISC-V to Automotive Requirements - Pedro Lopez, Quintauris (NXP, Infineon, Renesas, Bosch, Qualcomm)



# Zonal 架构 – 开源软件生态

2023年11月，中国主机厂宣布基于 seL4 构建其车用软件栈底座，相关爱好者也贡献了基于 RVB23 的 seL4 RISC-V VMM 的实现：

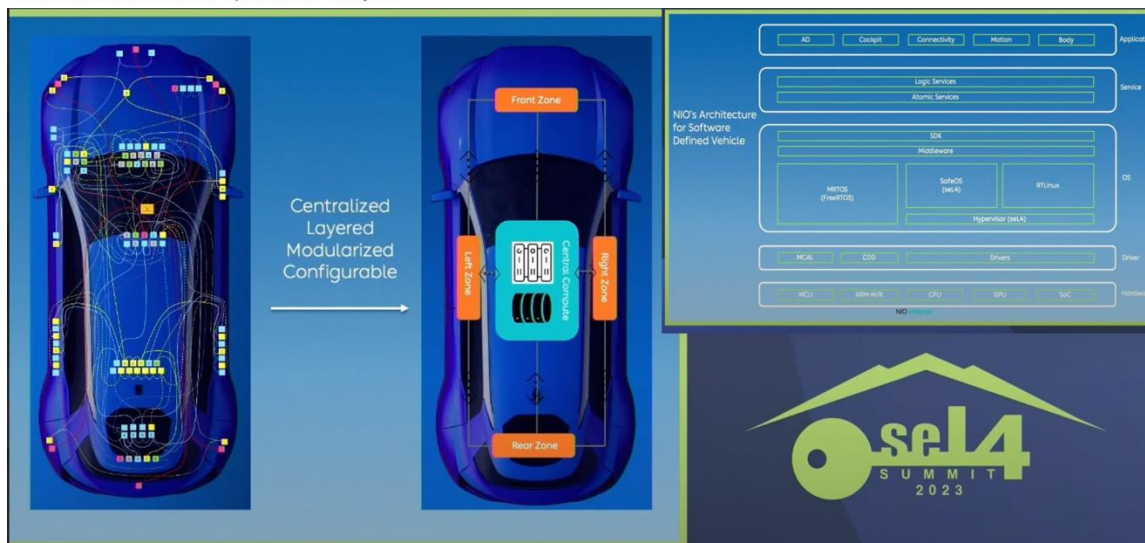
[https://github.com/SEL4PROJ/seL4\\_riscv\\_vmm](https://github.com/SEL4PROJ/seL4_riscv_vmm)

基于上述工作，我们赞助比赛鼓励大家使用新32位工具链构建基于 RVB23 + N32 ABI 的 seL4 系统。

**RVB23 + N32**

24 Nov 2023: NIO announces seL4-based SkyOS operating system

We are excited to share that NIO recently unveiled their seL4-based SkyOS operating system, designed for Software Defined Vehicles, which they have been working on relentlessly for the past two years. At the seL4 Summit 2023 Qiyan Wang, NIO's Global VP of Digital Systems, announced that NIO cars based on seL4 are planned for next year!



🔥 夺旗赛 – P2421 – 新32位Type-1 Hypervisor移植

苦芽 × XUANTIE 玄铁

编号：P2421

奖金：人民币 20000（含税）

冠军个数：1

赛题

利用 RuyiSDK 的新 32 位工具链，和内建的新 32 位 QEMU 模拟器，完成 seL4 VMM 的 rv64ilp32 ABI 的移植。

关键词：车规芯片、ZCU、Zonal Architecture、新32位、Hypervisor

产出及评分要求

- 实现在单核上，同时运行 seL4 RTOS 和 rv64ilp32 Linux。
- 根据完成度和 patch 质量进行评分。
- 由于新 32 位和传统 64 位的指令集相同，要求尽量复用 64 位的代码，在保证功能的前提下，代码越少越好。

验证平台

新 32 位 QEMU 模拟器 10

# Thank you



玄铁公众号



玄铁中文站



玄铁海外站

