



实时内核UniProton及其混合关键性部署的实践

# openEuler全新升级，成为数字基础设施开源操作系统



操作系统碎片化 导致数字基础设施产生大量“软烟囱”：**生态割裂；重复开发；协同繁琐**

**Information Technology** + **Communication Technology** + **Operational Technology**

CRM ERP BSS/OSS NFV DCS SCADA ...

**覆盖全场景应用**

从服务器，到云、到边缘计算，到CT和OT的嵌入式场景，**成为面向数字基础设施统一的开源操作系统**



全栈原子化解耦，支持版本灵活构建、服务自由组合，**这样通过一套架构，来灵活支持南向多样性设备，北向全场景应用**

**支持多样性设备**



服务器



云计算



边缘计算



嵌入式

# 首个社区共建的全场景版本openEuler22.03 LTS已正式发布，版本持续迭代和创新



代码正式开源



2019.12



## 全场景能力 持续增强

- | 服务器  | 云计算   | 边缘计算  | 嵌入式   |
|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>磁盘资源隔离，大数据性能提升30%</li> <li>应用感知调度，hbase性能提升20%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>容器/虚拟机混部，</li> <li>资源利用率15%-30%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>边云管理协同框架，</li> <li>跨边云单应用秒级发放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>提供us级软/硬实时内核</li> <li>OpenAMP混合部署模式</li> <li>分布式软总线，欧拉/鸿蒙设备互通</li> </ul> |

## 基础能力 持续创新

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <b>南向创新</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>可编程内核</li> <li>实时内核</li> </ul> | <b>openEuler DevKit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>迁移升级工具</li> </ul> | <b>BiSheng Compiler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>AI辅助自动调优</li> </ul> |
| <b>北向创新</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>容器/虚拟机混部</li> </ul>            | <b>openEuler SDK</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>嵌入式SDK</li> </ul>    | <b>openEuler DevOps</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>统一构建服务</li> </ul>   |

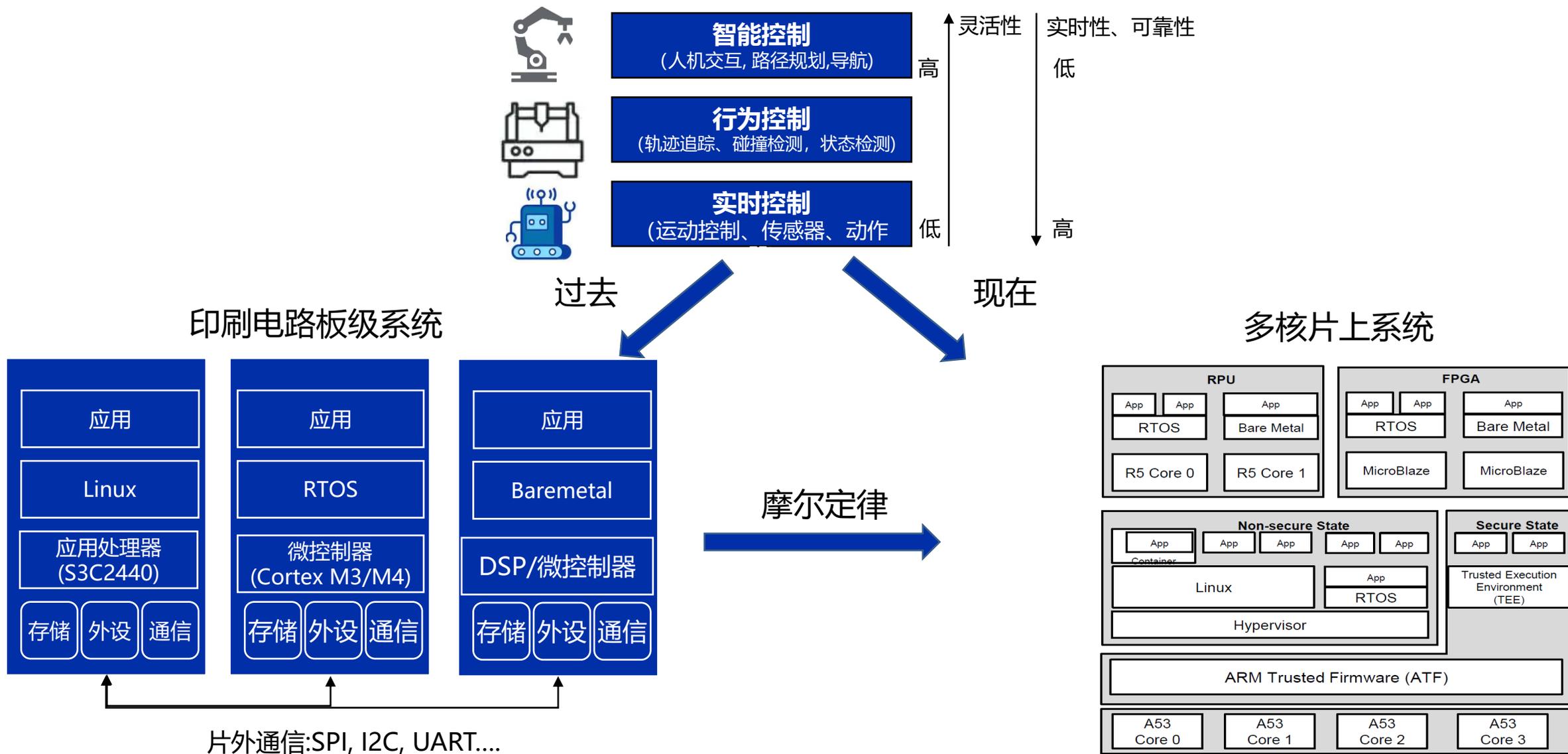
内核可编程，场景算力最佳

异构直连聚合，应用跨算力流转

分布式数据管理，数据共享

...

# 缘起：一个运动控制系统(机器人,数控机床...)

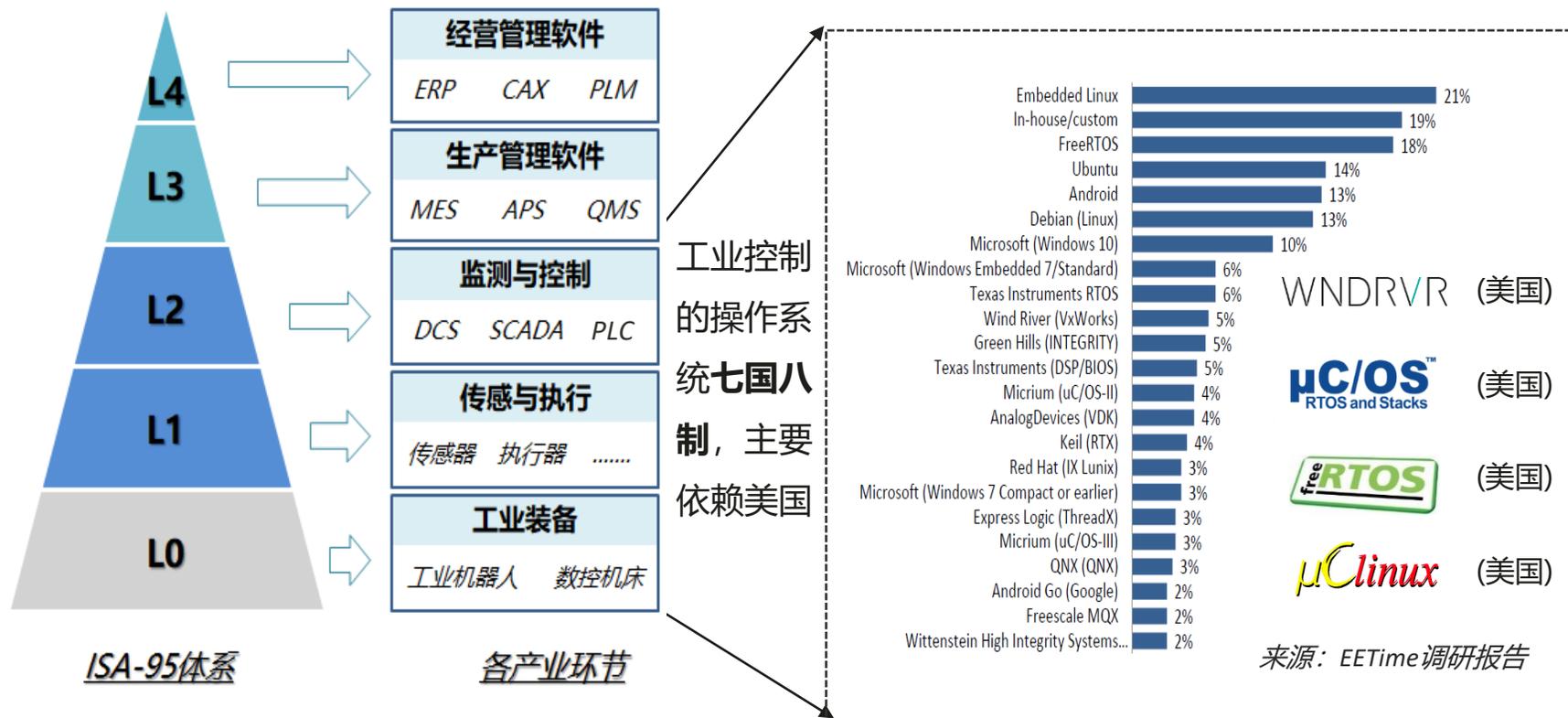


**问题：**硬件复杂、通信效率低、软件灵活性低、开发效率低、升级困难

**问题：**软件如何利用硬件，软件如何定义硬件？

# 全球嵌入式OS主要供应商来自美国，市场碎片化严重，七国八制

## 全球工业领域的操作系统大部分被美国供应商把持



- 当前全球工业、医疗、军工/航空航天，电信，汽车电子等行业，嵌入式OS大部分被美国厂商把持
- 国内嵌入式OS市场以国外厂商为主，国内厂商份额较低

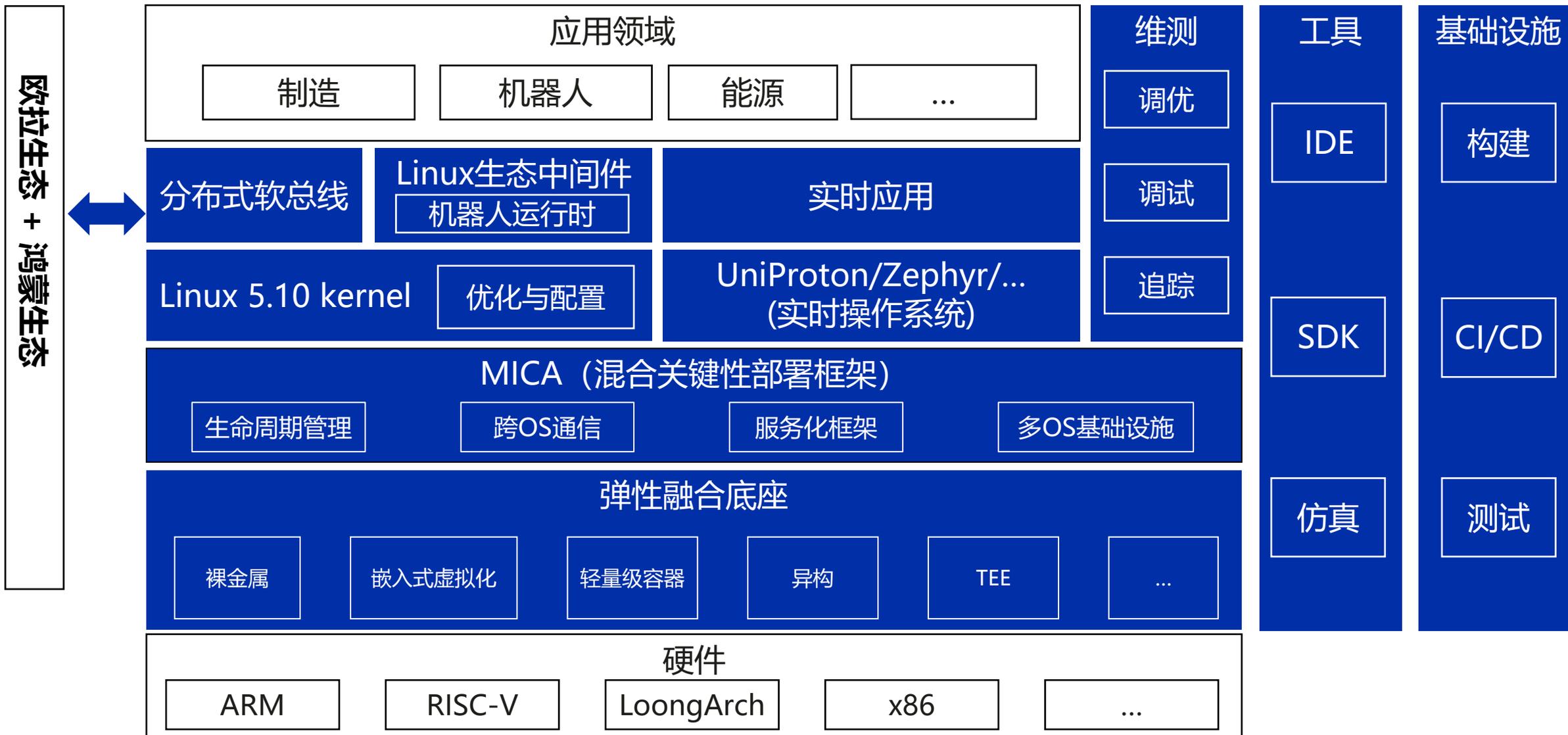
# openEuler Embedded

## 以Linux为中心的综合嵌入式系统软件平台



- openEuler Embedded适用于任何需要Linux的嵌入式系统
- Linux作为整个星系的中心, 提供**丰富生态与功能, 混合关键性系统, 分布式软总线, 基础设施**等特性吸引其他行星
- 不同的行星提供各具特色的生态: **硬实时(实时操作系统), 信息安全 (TEE), 极致性能(裸金属), 混合关键性(嵌入式虚拟化)**

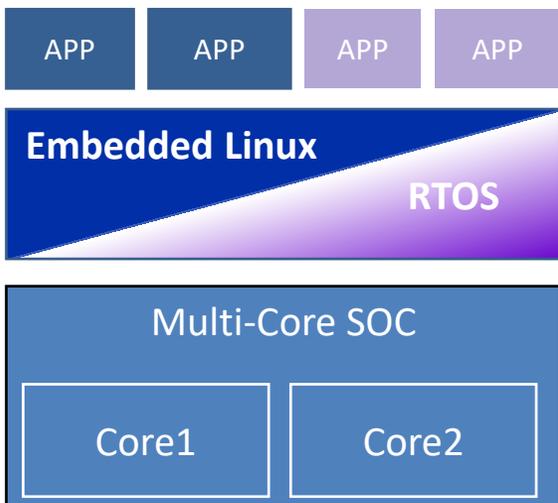
# openEuler Embedded总体架构



# openEuler Embedded的运行模式

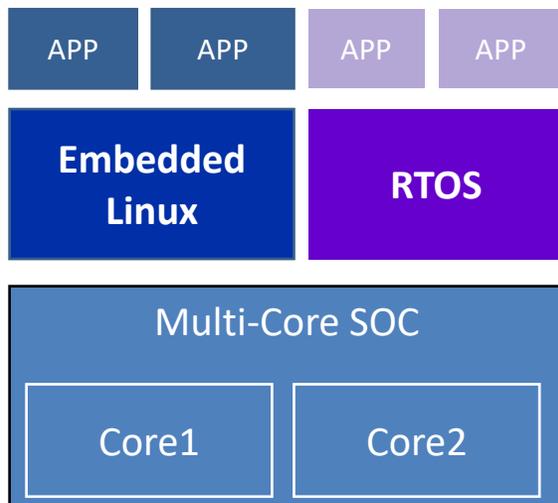


## 单一模式



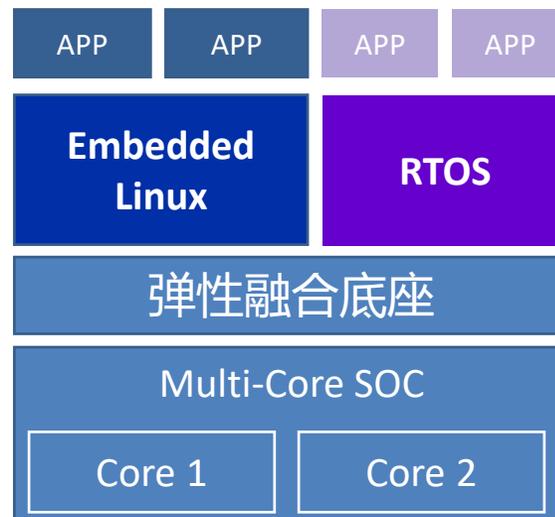
- 典型硬件: 树莓派4/MCU
- 特点: OS承担全部功能
- 不足: 无法实现分工协作

## AMP模式



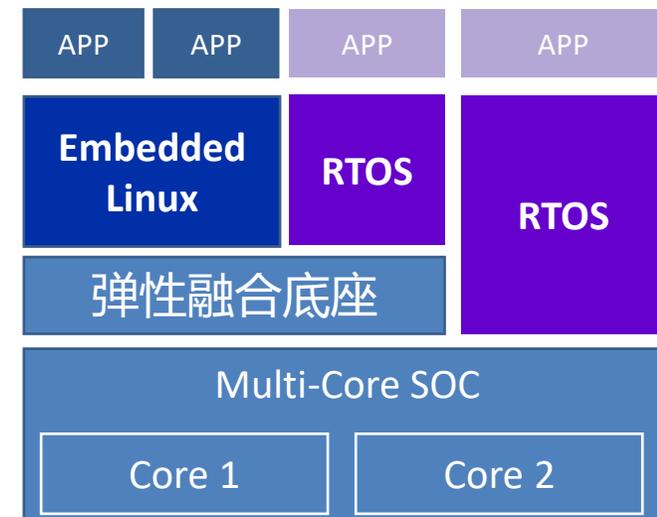
- 典型硬件: STM32MP15
- 特点: Linux和RTOS分工协作资源静态分配
- 不足: Linux和RTOS之间无法实现强隔离

## 嵌入式虚拟化模式



- 典型硬件: 树莓派 4
- 特点: Linux和RTOS分工协作
- 强隔离、资源动态分配
- 不足: 对异构支持不完善

## 融合模式



- 典型硬件: Xilinx Ultra Scale
- 特点: 异构多核, 多种运行时协同工作
- 不足: 软件栈结构复杂

**在不同模式下, openEuler Embedded始终是中心, 提供富功能、富管理、富生态**

# 混合关键系统：单节点极致“异构”算力，多种OS/runtime共同部署， OpenEuler 各尽其才，充分利用硬件资源

## 发展路径1：从分布式向集中式演进



例子：智能汽车系统



例子：虚拟PLC



### 混合关键性系统架构

## 发展路径2：节点能力和功能诉求的提升



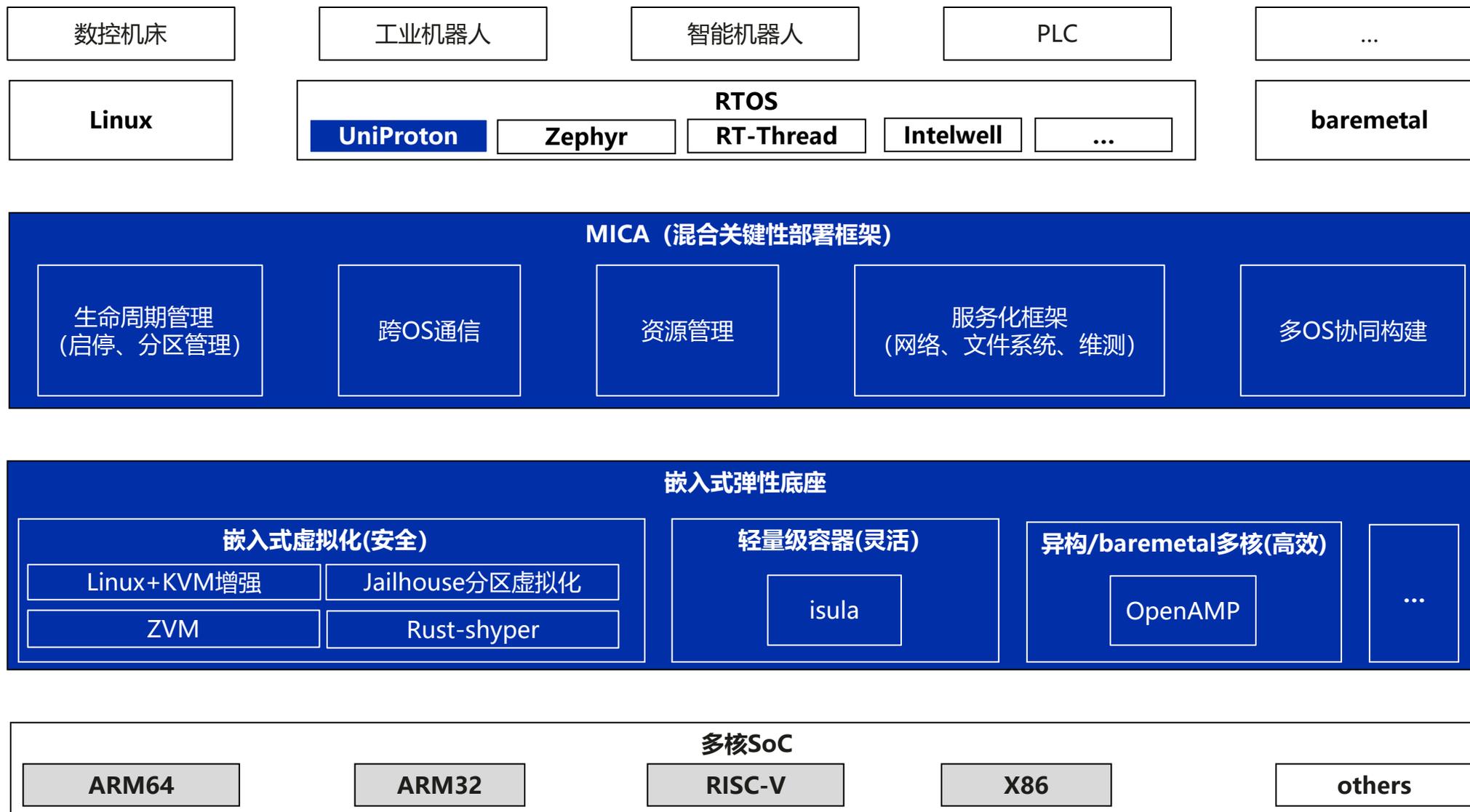
例子：AI智能机械臂



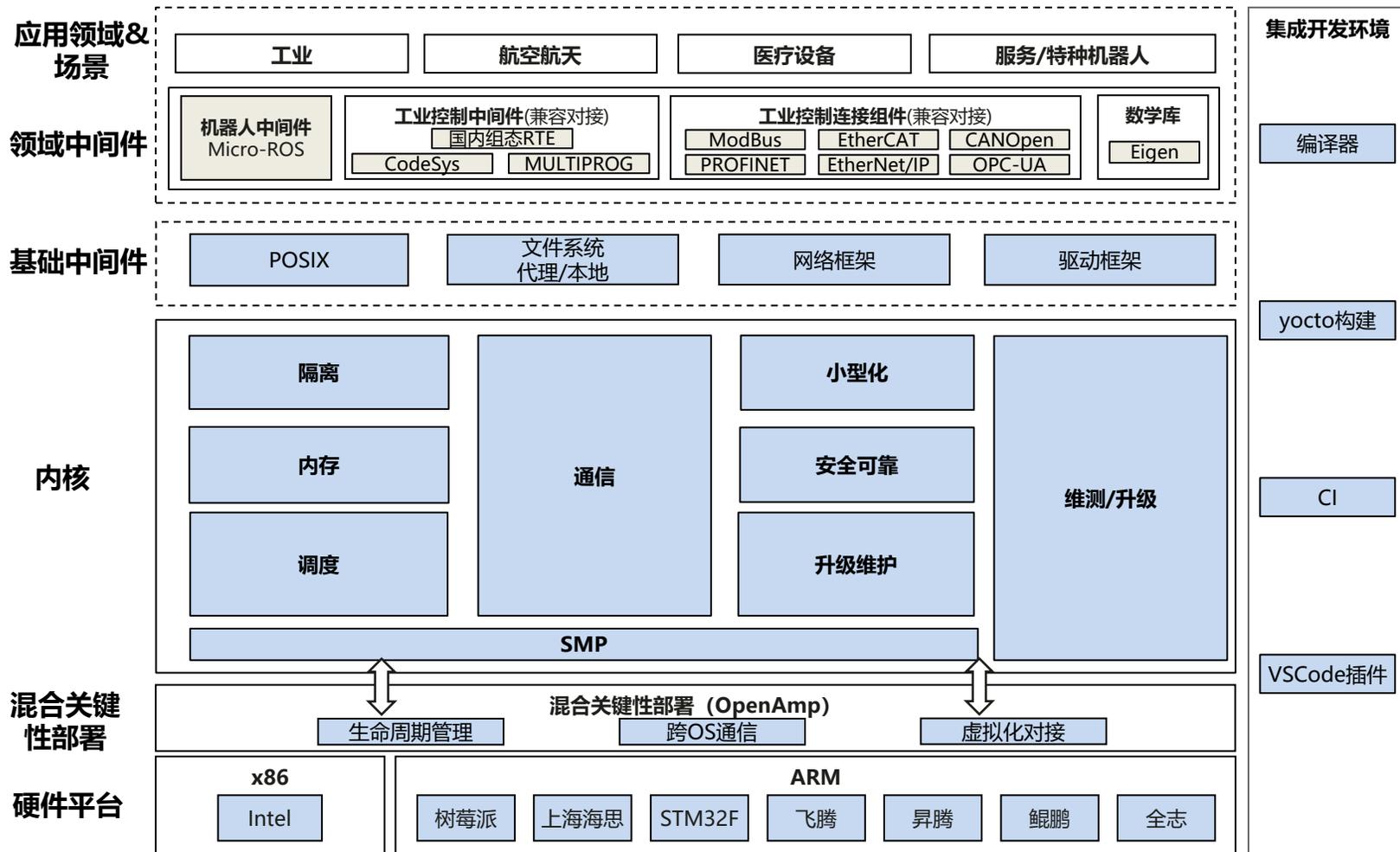
例子：无人机

- 混合关键性系统的定义：
  - 关键性(Criticality): 主要指功能安全等级，也可延申至实时、功耗、信息安全指标
  - **混合关键性系统 = 部署 + 隔离 + 调度**，首先实现多系统混合部署，再实现系统间彼此隔离保护，最后通过调度提升资源利用率
  - 学术界：更多关注**共享资源**下的混合关键调度(Mixed Critical Scheduling)，不关注隔离与保护
  - 工业界：更多关注**时空隔离**下的混合关键性部署，使得各个系统间互相隔离，资源往往是预先**静态分配**，整体利用率不高

# openEuler Embedded混合关键性系统技术架构



# 实时性：UniProton整体架构与能力沙盘



支持基于优先级的抢占和极致的任务抢占和中断延迟，支持裁剪至百KB级别。

性能规格如下(不同功能情况下，性能会有不同):

基于STM32F407 168MHz

- ✓ 上下文切换: <3us
- ✓ 任务抢占: <3us
- ✓ 信号量混洗: <7us
- ✓ 死锁解除: <9us
- ✓ 消息传递延迟: <4us
- ✓ 中断延迟: <2us

# 首批基于 openEuler 嵌入式能力的商业发行版发布



中天鲲鹏操作系统 V1.0 (欧拉版)



工业嵌入式操作系统V1.0



麒安嵌入式操作系统V3

openEuler 23.03 Embedded

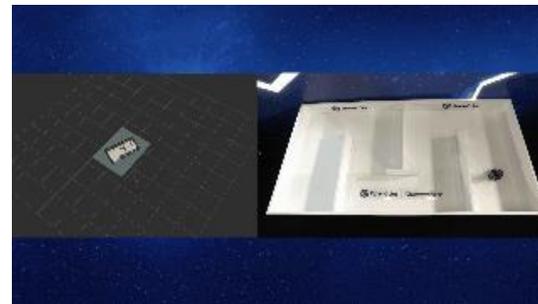
# openEuler线上展厅



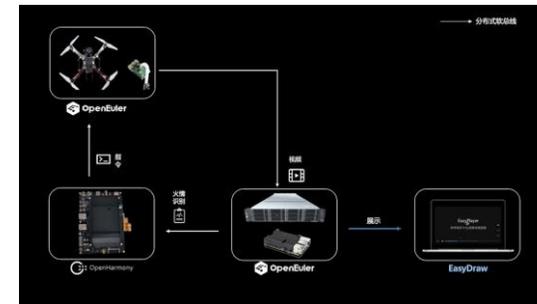
平均时延1us, 最大时延<10us  
多轴多机联动  
重复定位精度0.01毫米  
XX \* 24小时不间断测试



遥感操作机器人平台  
多传感器接入  
人手跟随体验



古月居OriginBot导航小车  
地平线旭日X3派, ROS2  
激光雷达SLAM建图和导航



无人机、边缘计算、手持终端  
openEuler ↔ OpenHarmony  
森林防火, 分布式软总线协同



更多内容见线上展厅:  
<https://www.openeuler.org/zh/interaction/summit-list/summit2022/>

openEuler Embedded使用与开发手册

<https://openeuler.gitee.io/yocto-meta-openeuler/master/index.html>

<https://openeuler.gitee.io/yocto-meta-openeuler/openEuler-22.03-LTS-SP2/index.html>

[https://gitee.com/openeuler/UniProton/blob/master/doc/UniProton\\_build.md/](https://gitee.com/openeuler/UniProton/blob/master/doc/UniProton_build.md/)

镜像下载

<https://www.openeuler.org/zh/download/>

指令集:

ARM64、ARM32、RISC-V、x86、Cortex-M

已支持芯片:

海思工业芯片Hi3093、瑞芯微RK3568、芯驰D9系列、树莓派、x86、STM32F407ZGT6

支持中:

地平线、中科院RISC-V、瑞芯微RK3588、飞腾E2000



**我参与 我做主**

### 下载体验



您可以通过以下四种方式体验openEuler操作系统



公有云



虚拟机



硬件



树莓派

### 加入贡献



请根据您的参与身份，选择签署：



个人CLA



企业CLA



员工CLA