



GOTC 2023

全球开源技术峰会

THE GLOBAL OPENSOURCE TECHNOLOGY CONFERENCE

OPEN SOURCE, INTO THE FUTURE

「软件定义汽车」专场

础光操作系统

国科础石（重庆）软件有限公司 - 谢宝友

2023.05.28

CONTENTS

01. 关于础石
02. 行业痛点
03. 解决方案
04. 产品介绍

国科础石（重庆）软件有限公司成立于 2022 年 3 月，主要开展汽车基础软件产品研发及市场推广，致力于从汽车基础设施层面赋能客户，加速汽车智能化落地，是中科院、重庆市合作共建汽车软件创新研究平台的重要组成部分。目前，公司正研发具有竞争力的智能汽车基础操作系统、中间件及配套工具链产品。面向未来，公司将进一步开发智能汽车整车操作系统方案，创新发展开源开放策略、构建软件生态体系，通过核心技术研发、软件及生态发展，致力于成为具有国内国际影响力的汽车系统软件产品公司及服务企业，赋能汽车产业发展，促进软件定义汽车时代到来。



www.kernelsoft.com

Photon 础光

础光操作系统

PhotonOS

础光中间件

Photon Middleware

础光工具链

Photon Toolchain

一群热爱操作系统的有志之士

```
[net/ipv4/arp.c.arp_send,349] arp send dev=virtio-net
[net/core/dev.c.dev_queue_xmit,334] no arp, call arp_find && give up send pkt
[net/ipv4/arp.c.arp_rcv,666] arp reply: addr: hnt-1, tip: 0x0400a8c0, sip: 0x06300a8c0, is_myADDR
[net/ipv4/arp.c.arp_rcv,778] update exist entry success!
xby-debug in net/syscall.c, line 434#####
xby-debug err is 9
xby-debug in net/syscall.c, line 458#####
[main.c.utcp_client,207] connect ok!
[1/1men] task/app.elf vmem_fault_file_new_page faddr:414440 [USER DATA]
send data:1, len:9, context: hello, 1
send data:2, len:9, context: hello, 2
send data:3, len:9, context: hello, 3
send data:4, len:9, context: hello, 4
send data:5, len:9, context: hello, 5
send data:6, len:9, context: hello, 6
[net/ipv4/arp.c.arp_send,349] arp send dev=virtio-net
[net/ipv4/arp.c.arp_rcv,778] update exist entry success!
send data:7, len:9, context: hello, 7
send data:8, len:9, context: hello, 8
send data:9, len:9, context: hello, 9
send data:10, len:10, context: hello, 10
send data:11, len:10, context: hello, 11
```

责任情怀
时代变革与产业发展
激励有识之士

奋进团队
不讲学历、资历的
奋进团队



经验积累
多年行业操作
系统深耕的经验



CONTENTS

01. 关于础石
02. 行业痛点
03. 解决方案
04. 产品介绍

汽车软件全景图

汽车软件全景图 2022

编制单位：重庆汽车软件研究中心



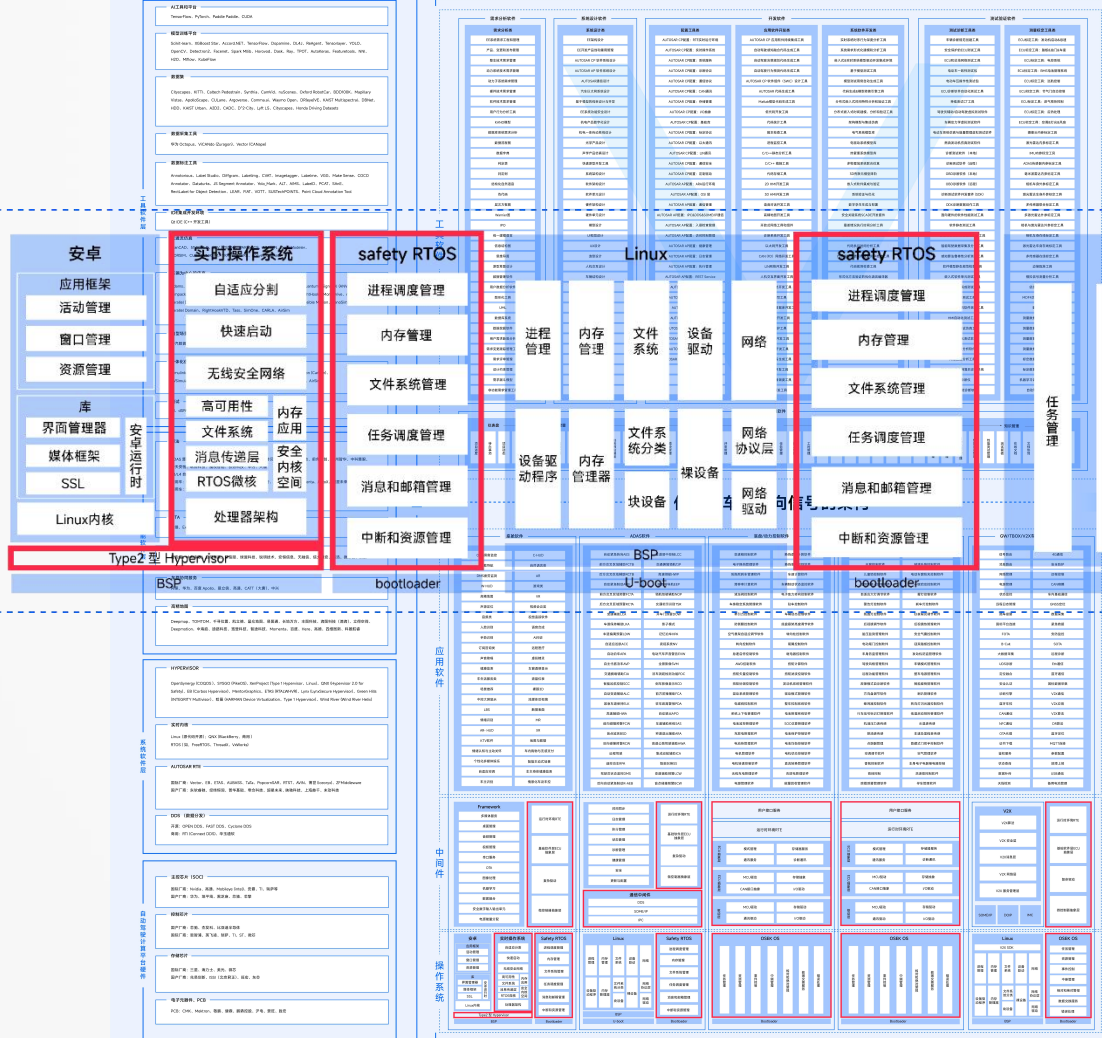
■ 国科“卡脖子”技术 ■ 重点信号链方向 ■ 国内服务的架构

生态链

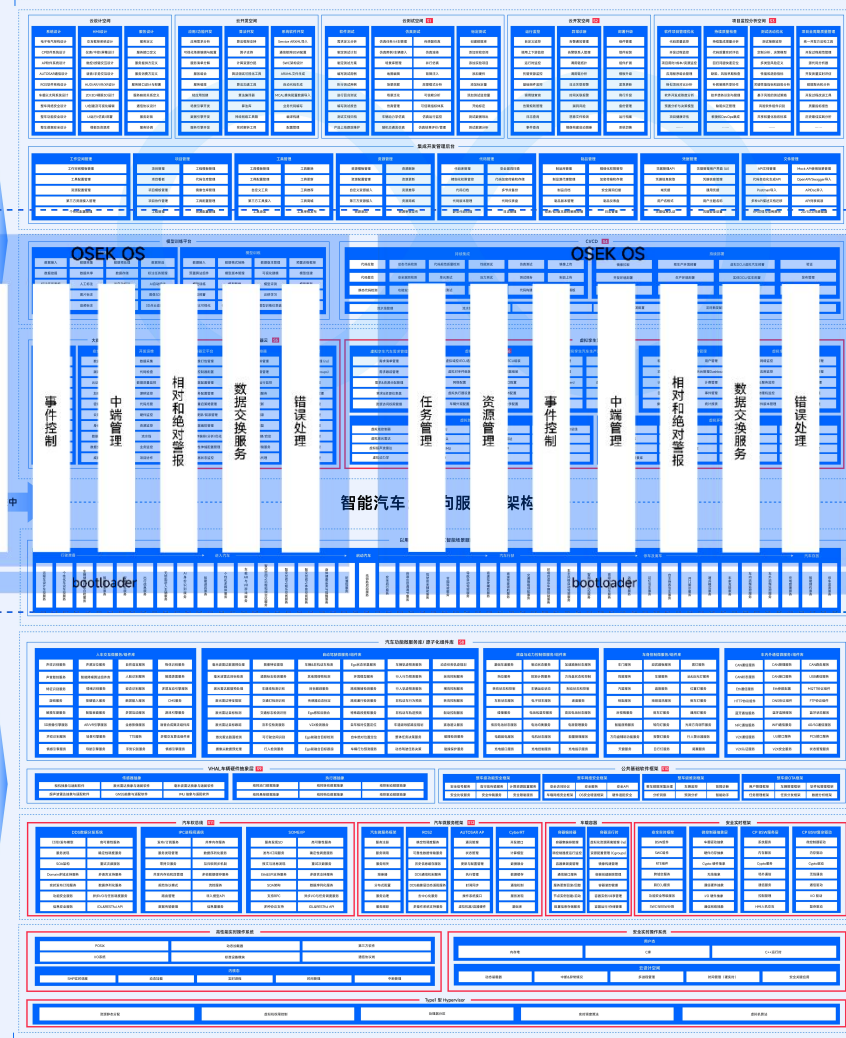
标准线

汽车软件开发V模型工具链

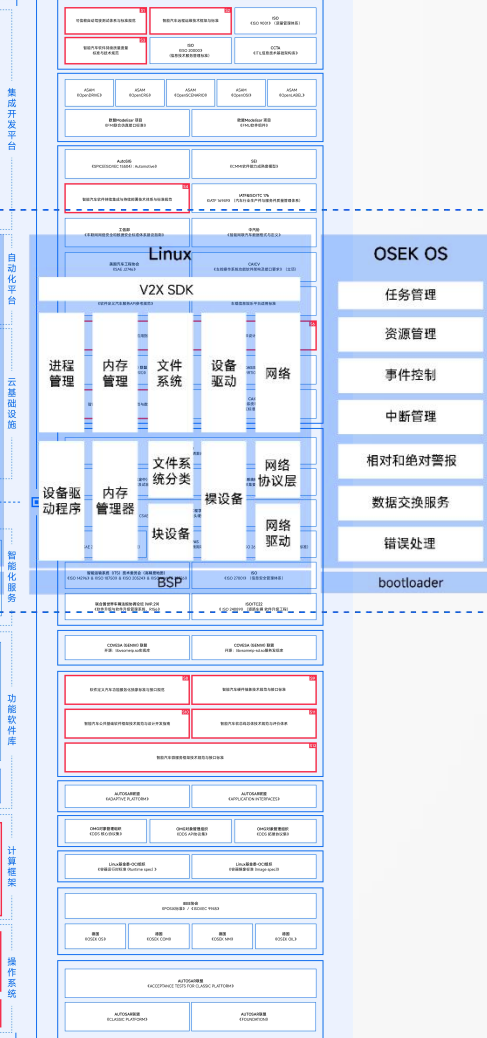
汽车软件开发云原生平台



基于信号链架构的整车软件



基于SOA架构的整车软件



操作系统

集成开发平台

自动化平台

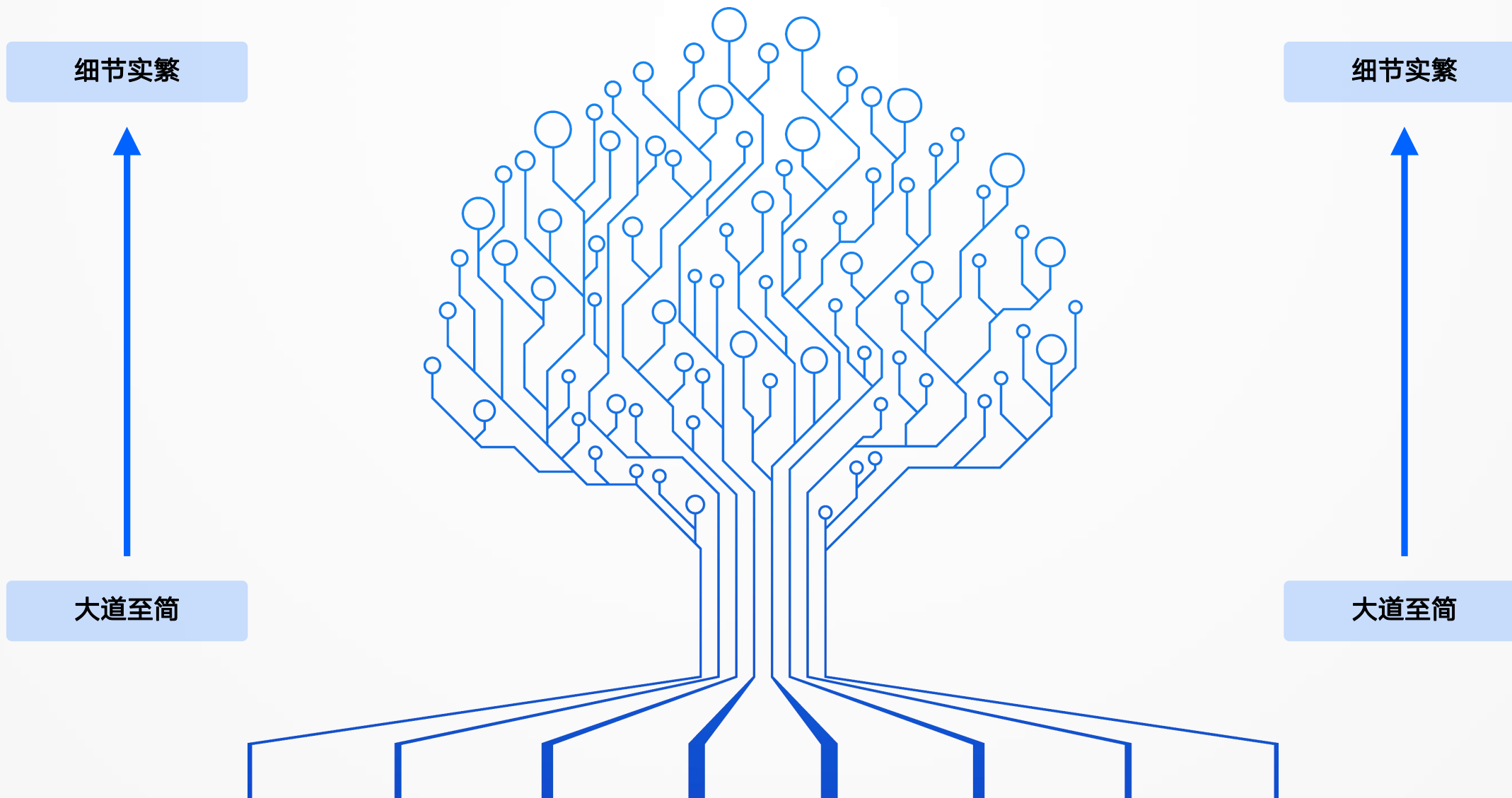
智能化服务

功能软件

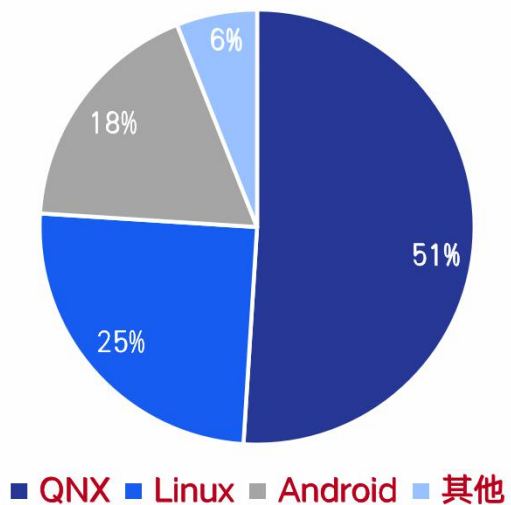
计算类

操作类

知识树体系的启示

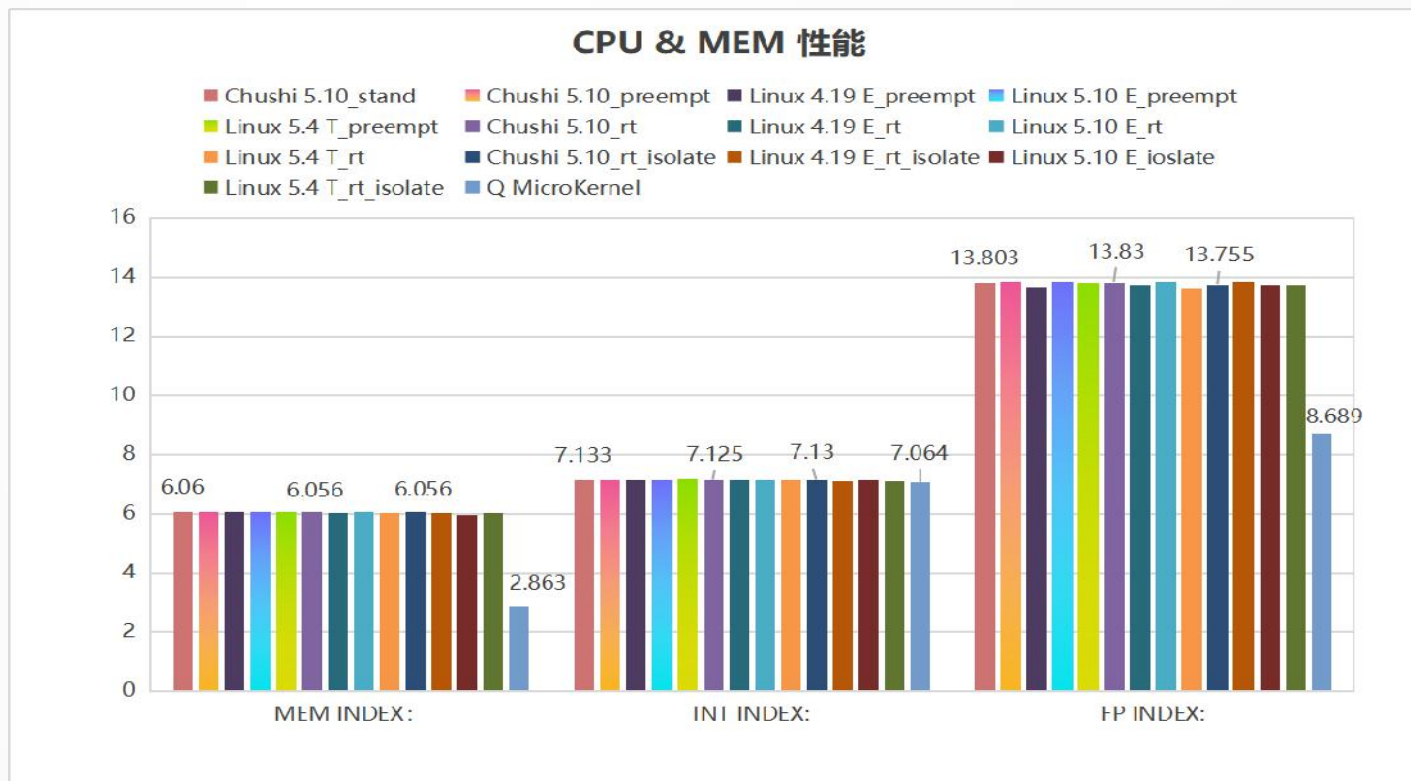


2020年汽车操作系统市占率



参照 ICVTank 统计数据，2020 年QNX 的全球汽车操作系统市场占有率遥遥领先其他操作系统，其中，QNX（51%）、Linux（25%）、Android（18%）。

CPU & MEM 性能



树莓派4B环境CPU/内存压力测试结果

汽车行业的需求



- 功能安全认证 (ASIL-B ~ ASIL-D)
- 信息安全
- 实时性/确定性
- 形式化验证

Linux的遗憾之处

- Linux的开发方式，代码规模天然无法满足功能安全认证的要求
- 多例超过20年的安全漏洞
- 经过优化实时性能达到，确定性不好保障
- 几乎不可能进行形式化验证



CONTENTS

01. 关于础石

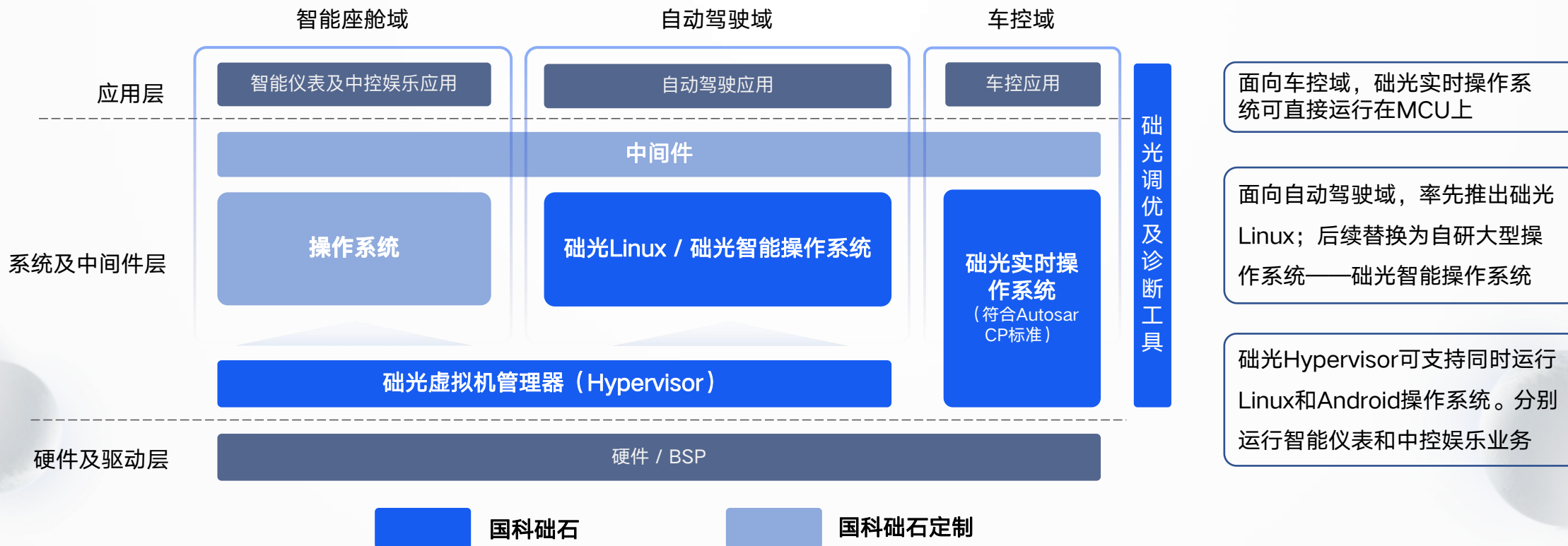
02. 行业痛点

03. 解决方案

04. 产品介绍

提供面向智能汽车全域的操作系统内核解决方案

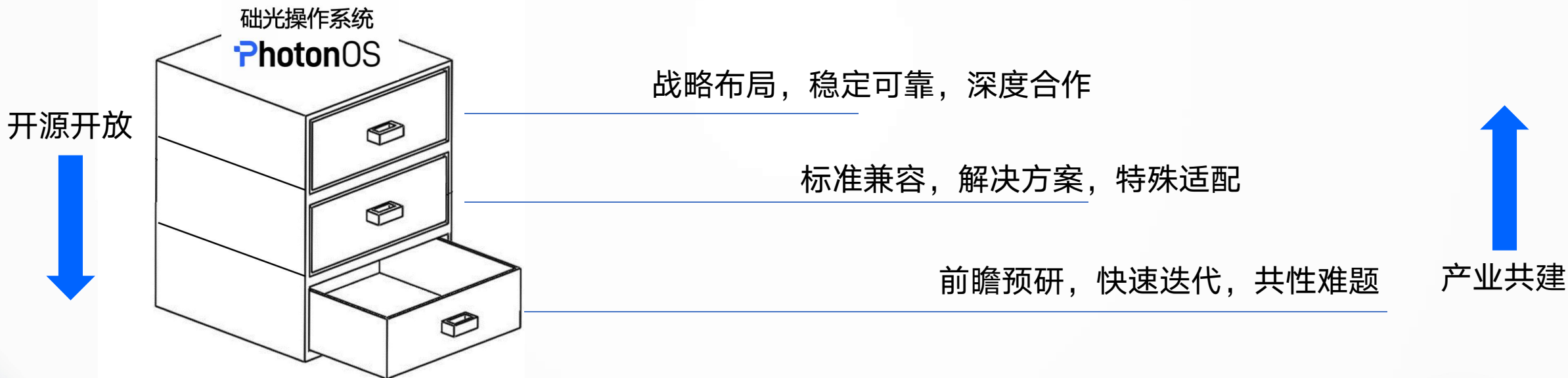
为上层应用层提供基本的底层系统功能，也为功能安全、预期功能安全、信息安全提供底层运行支撑保障



面向车控域，础光实时操作系统可直接运行在MCU上

面向自动驾驶域，率先推出础光Linux；后续替换为自研大型操作系统——础光智能操作系统

础光Hypervisor可支持同时运行Linux和Android操作系统。分别运行智能仪表和中控娱乐业务



通过开源开放，对开源社区提供成熟验证的底层技术，成为产业技术基础；

通过产业共建，在成熟基础版本上快速迭代，广泛兼容，形成更新的成熟技术；

OpenSDV TOC 项目及工作组组织形式

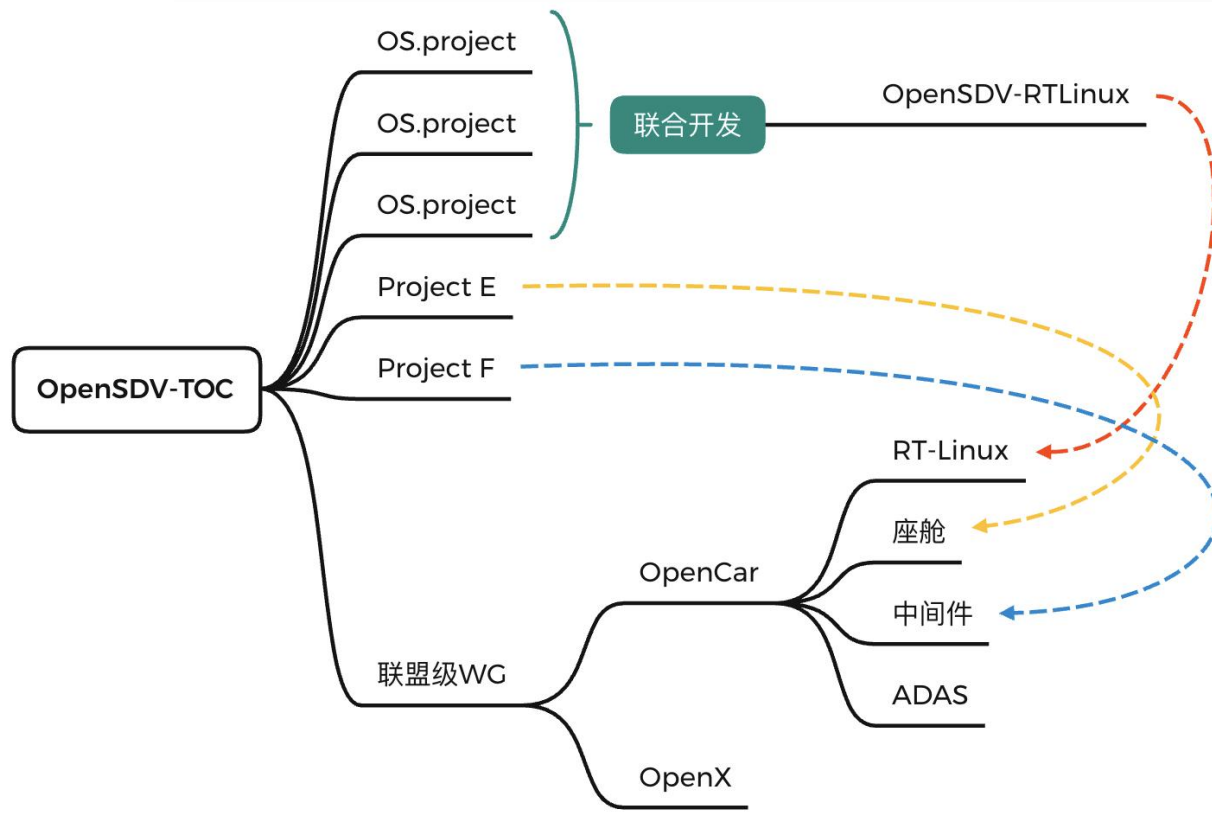


础光操作系统积极参与OpenSDV社区建设，在TOC组织下，积极贡献基础社区代码，并与联盟其他成员单位共同解决产业共性难题。

联盟项目/工作组：

联盟会通过TOC 从联盟产业的工作方向，确定几个大的研究方向和对应的工作组。

例如整车OS项目OpenCar，会从联盟已有项目中，经过TOC挑选，在不同的维度选择开源项目，填报整体工作组规划中的系统空缺，最终形成一个联盟的系统参考实现，面向产业提供开源的参考解决方案，并在后期形成标准的基础来源。



全球开源技术峰会

THE GLOBAL OPEN SOURCE TECHNOLOGY CONFERENCE

OPENS DV

合作共赢的生态共建模式

社区版本

兼容适配、解决方案、难点攻关、参考实现

芯片企业、Tire1厂商、科研机构、软件集成

Open Photon社区

产业需求

共性问题

场景要求

行业标准

安全可靠

合规可控

础光系列操作系统持续为社区贡献代码

Photon
Linux

Photon
RTOS

Photon
Hypervisor

- 共建社区发行版开发者社区
- 与社区成员共建中间件/接口标准
- 共建内核架构，并进行实时性/安全优化
- 优化周期及标准达成共识
- 指定社区回馈机制
- 向上游贡献硬件兼容/商业支持
- 商业版本定制化

www.gitee.com/kernelsoft

01

2023年Q1



础光Linux

- 开源社区长期维护及建设
- 打造一个稳定安全可靠RT linux
- 服务更多车企和芯片厂商加入
(如: 长安/芯驰等)
- 黑芝麻、X9U、展锐、瑞芯微

02

2023年Q2



础光实时操作系统

- 开源社区长期维护及建设
- 打造一个实时性强, 稳定安全可靠的AUTOSAR CP系统
- 服务更多车企和芯片厂商加入
- 黑芝麻、芯驰、地平线、英飞凌、TI

03

2023年Q3



础光虚拟机管理器

- 开源社区长期维护及建设
- 打造一个高性能, 稳定安全可靠的Type1虚拟机
- 服务更多车企和芯片厂商加入
- 瑞芯微、NXP、展锐

04

2023年Q4



础光智能操作系统

- 开源社区长期维护及建设
- 打造一个实时性强, 稳定安全可靠的兼容Linux的自动驾驶操作系统
- 服务更多车企和芯片厂商加入
- 黑芝麻、地平线、黑芝麻、瑞芯微

CONTENTS

01. 关于础石
02. 行业痛点
03. 解决方案
04. 产品介绍

优化增强的实时Linux 内核

- 在智驾和仪表系统，Linux本身优秀的可裁剪、研发便利、生态兼容上有非常好的亮点，但在功能安全、实时可靠、任务调度等内核优化上需求也非常明显。
- 基础Linux，基于开源协议与厂商共建社区版本，提供长期的技术支持，基于Linux RT 实时增强，支持云原生，主流车载芯片，为厂商提供长期安全可靠Linux系统，并积极参与OpenSDV联盟，为产业共性问题提供解决方法和贡献代码。
- 基于Linux的良好软硬件生态，对NPU/GPU/Cuda等加速硬件无缝衔接，减少厂商大量的适配和移植时间。
- 功能安全增强达到ASIL-B标准



自研自动驾驶OS

- 基础光智能操作系统，一个基于宏内核架构的操作系统，支持posix接口，兼容绝大多数Linux接口，比Linux更加轻量级
- 自研文件系统，网络协议栈
- 在Linux的基础上，解决实时性、Corner Case、确定性的问题
- 可以通过ASIL-D认证、形式化验证
- 为车厂提供一个实时性好，轻量级的自动驾驶操作系。
- 目前核心代码量已经达到20万行，和Linux 2.0版本接近，明年将达到30~50万行，达到QNX、VXWORKS的核心代码量





01

2022-06~2022-12



基础功能实现

- 与生态伙伴共建开源社区
 - 开源社区长期维护及建设
 - 打造一个稳定安全可靠RT linux
 - 服务更多车企和芯片厂商加入 (如: 长安/芯驰等)
 - 积极贡献产业联盟OpenSDV
- 多车载芯片支持
 - 黑芝麻、X9U、展锐, 瑞芯微

02

2023-01~2023-06



性能功能实现场景化 赶超业界头部玩家

- 高实时性高可靠
 - 与业界著名的商用系统进行了实时性对比评测
 - 提供常态化系统运行轨迹记录, 解决嵌入式产品分析难, 取证难, 问题追踪难痛点
 - 可靠性99.99999%

自动化驾驶定制优化

- 基于RT linux底层技术方案, 打造业内顶尖低延时自动驾驶指标
- 基于Apollo等开源社区方案, 深度定制操作系统, 在调度/内存/通信等层面解决痛点, 降低延时抖动及性能提升算力

产品化阶段

03

2023-07~2023-12



量产版本

- 主流车载芯片支持
 - 支持市场主流芯片厂商
- 实际车型验证
 - POC验证
- ASIL-B功能安全增强

量产阶段

04

2024-01~2024-12



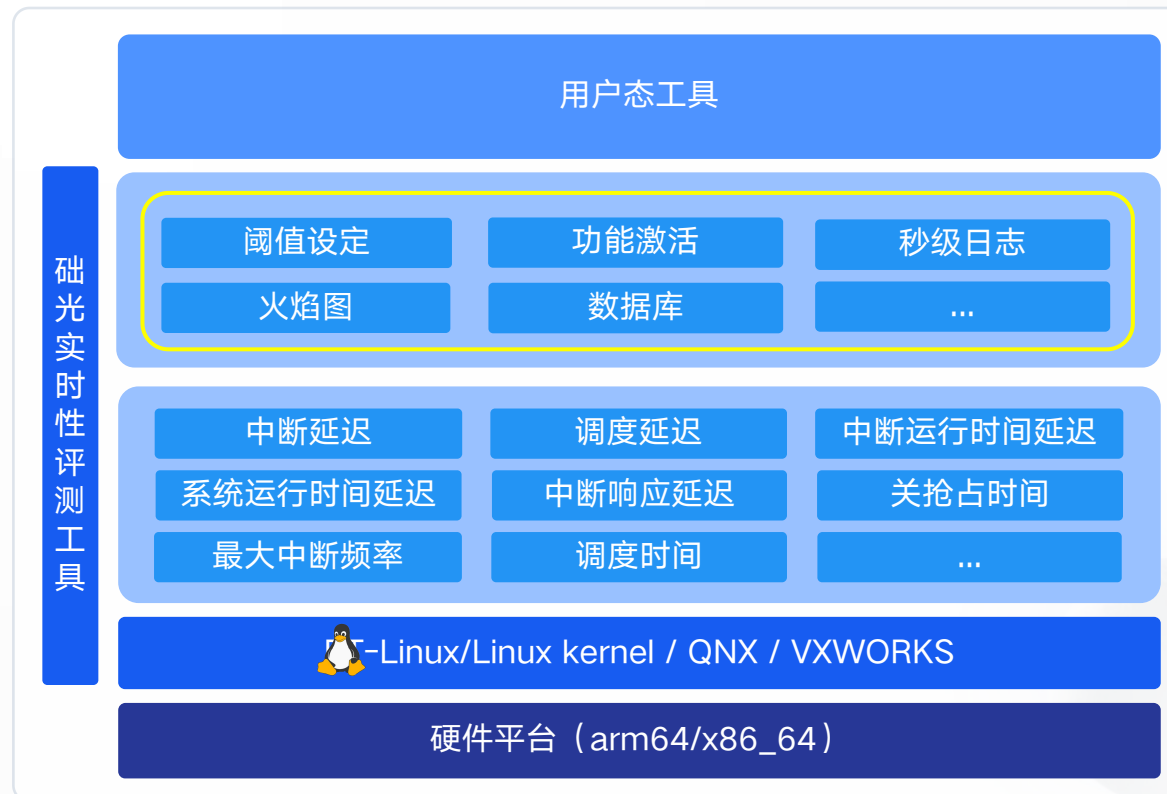
完成自主可控版本

- 正式发布完全自研版本
 - 替换Linux内核为完全自研的内核
 - 兼容部分Linux生态
- 通过功能安全认证
- 支持主流国产车规芯片

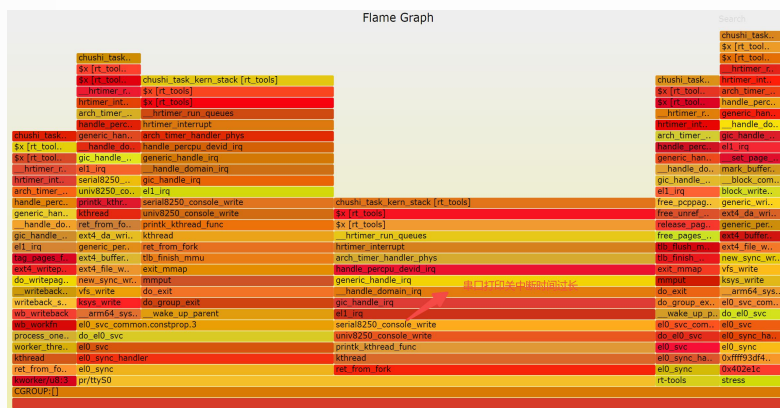
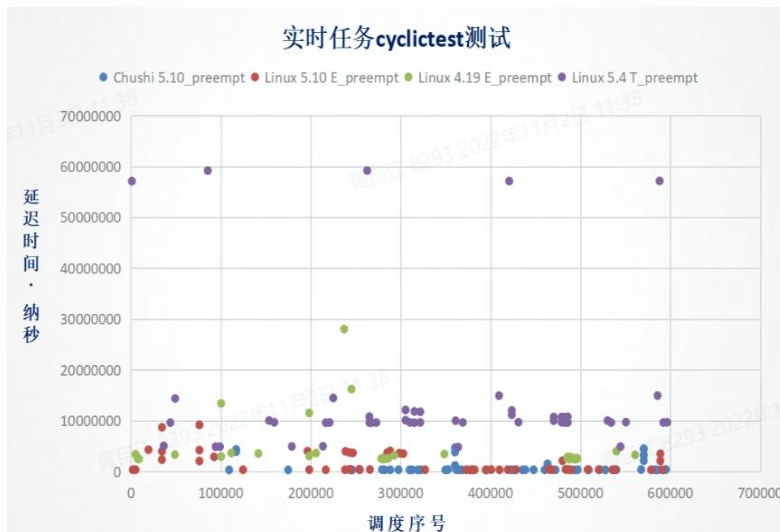
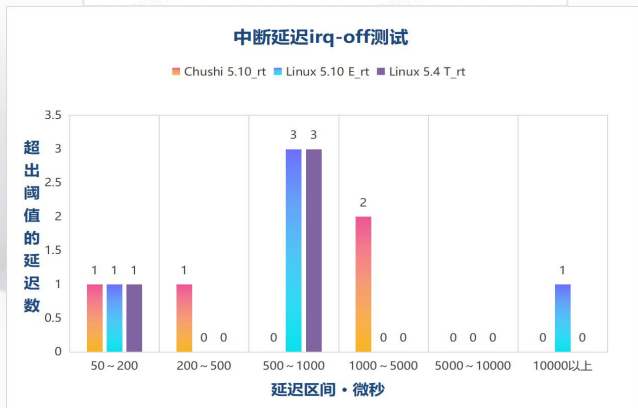
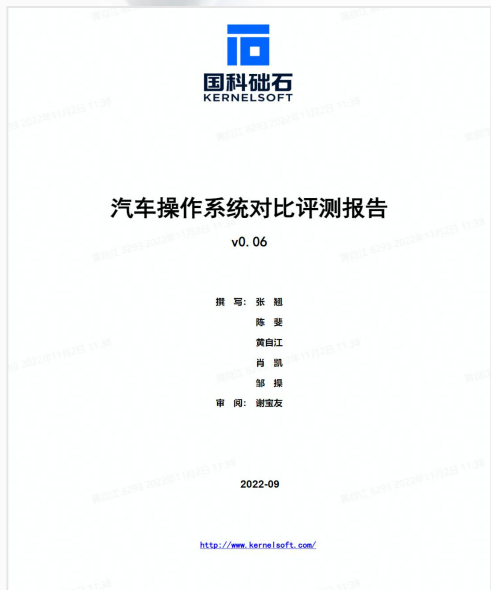
实时性及性能评测

该工具可以帮助用户**识别系统实时性异常**，并采集异常流程堆栈、进程详情等信息，尤其在识别调度延迟、中断延迟、最大关中断时长等影响系统实时性关键指标的**问题的识别、评测、调优上发挥作用**。

可以对比Linux操作系统和QNX、VXWORKS等系统实时性，并进行优化



实时性评测报告



评测工具特性

- 对比评测Linux、QNX、VXWORKS等操作系统
- 中断、调度、锁、cyclictest等测试手段，多角度多方面评测
- 丰富的压力模型
- 开销极小，不影响压力模型
- 评测结果数据可视化：支持延迟TOPN、延时分布、直方对比图、散点对比图等形式展示

核心技术

- 内核模块，在关键位置添加HOOK
- 既能微秒级评测实时性指标，又能找到延迟毛刺调用链
- 并行实时计算，提升代码性能，对测评系统微扰
- 评测方法和结果可以由第三方复现
- 支持x86、ARM架构

调优诊断工具

项目介绍

偶发性的操作系统及应用程序抖动，是一个业界难题，可能带来消费者体验问题，甚至是自动驾驶安全事故；操作系统疑难杂症复现周期长，测试环境不易复现，解决周期长，影响开发进度和上市周期；该工具用于实时常态化的对操作系统和应用程序的**性能、稳定性、业务异常抖动等问题**进行根因诊断，可提前发现系统中的Corner-Case，也可帮助用户提前发现**操作系统和应用程序异常**。

项目价值

- 可诊断 C++ / java / go / python 应用
- 可诊断操作系统内核异常事件
- 可诊断网络抖动、IO异常、硬件响应时间
- 微秒级抖动根因分析
- 可在公有云、私有云部署

核心技术

- 智能化、自动化
 - 异常诊断可实现秒级发现、诊断和上报
 - 异常诊断结果可视化
- 支持多种CPU架构
 - 支持主流ARM、x86_64架构

基石系统及应用诊断调优工具

智能诊断

秒级监控

秒级告警

自主诊断

火焰图

后端/web

...

系统检测与代理

中断延迟诊断

调度延迟诊断

容器/进程剖析

内存带宽干扰

系统指标监控

应用抖动分析

网络异常诊断

...



RT-Linux/Linux kernel

硬件平台 (arm64/x86_64)

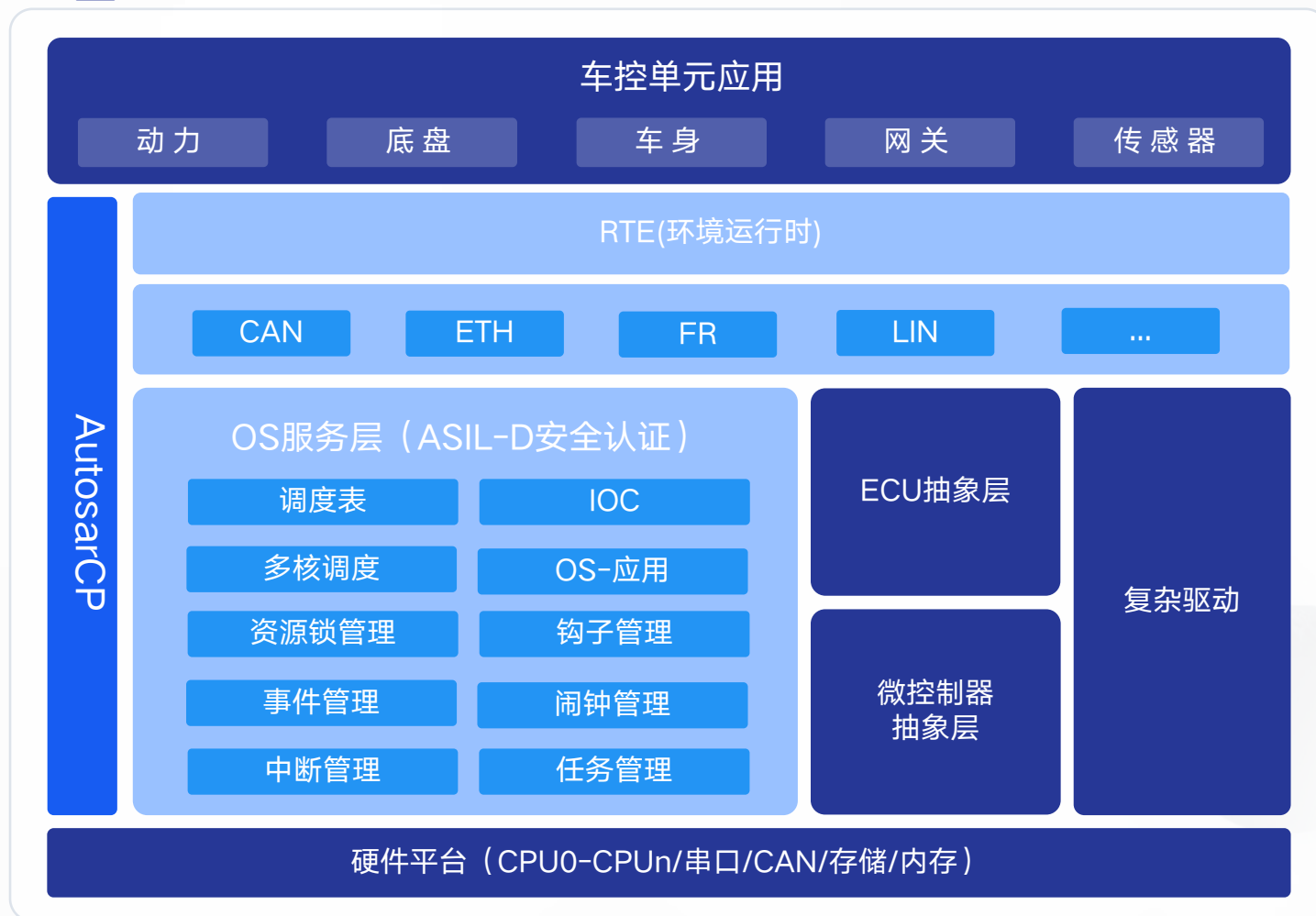


基础光实时操作系统

专用于车控的RTOS

基础光实时操作系统是一个符合AUTOSAR CP R20-11标准的车控实时操作系统。它可用于汽车动力、底盘、车身、网关和传感器控制，以及对汽车状态进行监控。核心功能可通过ASIL-D功能安全认证，代码开源开放，可以提供一个轻量级的车控系统方案，降低成本。

- PhotonRTOS
- AUTOSAR CP



拥抱开源的AutosarCP系统

高实时性

- 基于优先级调度的可抢占实时内核
- 微秒级中断响应和任务调度时间

功能安全

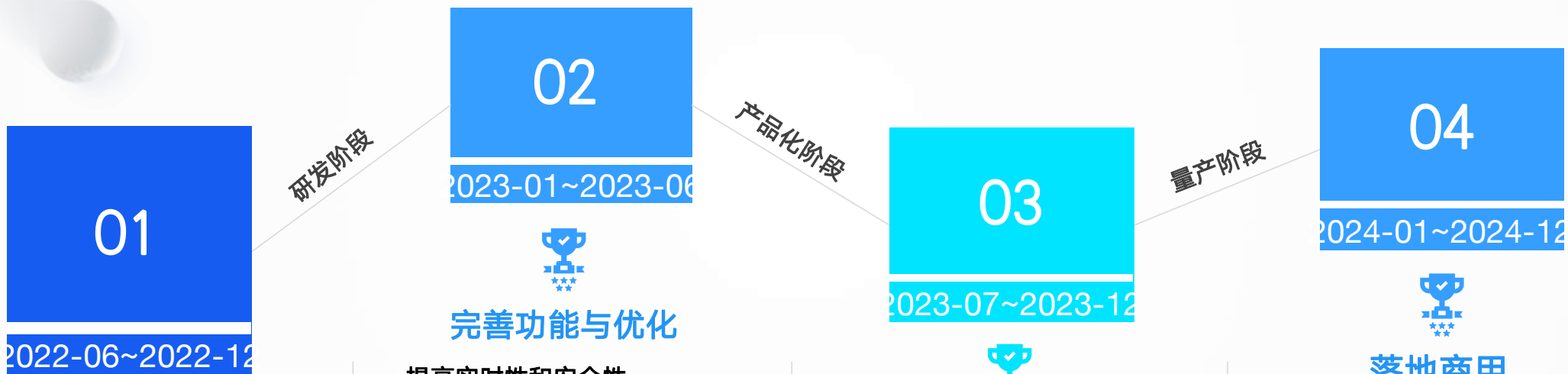
- 通过ISO26262 ASIL-D功能安全认证

高安全性

- 支持优先级天花板协议，避免死锁和优先级翻转
- 支持看门狗服务机制，避免系统卡死
- 静态内存布局，支持分区隔离

特性

- 支持多核调度
- 支持应用间通信
- FIFO优先级队列
- 抢占式调度
- 看门狗服务
- 内存分区隔离



基础功能实现

- 核心功能实现
 - 支持多核调度任务
 - 支持调度表安排任务
 - 支持OS-App隔离应用
 - 支持堆栈保护，时间和内存保护
 - 支持R20-11新标准

完善功能与优化

- 提高实时性和安全性
 - 进一步提升实时性，优化性能，研发功能安全机制
 - 7*24小时压力测试，稳定可靠
- 完善功能支持
 - 支持IOC应用间通信
 - 支持ARTI调试功能
 - 支持功能安全机制

试验与安全认证

- 车企合作
 - 联手芯片厂商，与车企POC合作
- 通过ASIL-D功能安全认证
- 适配更多硬件平台

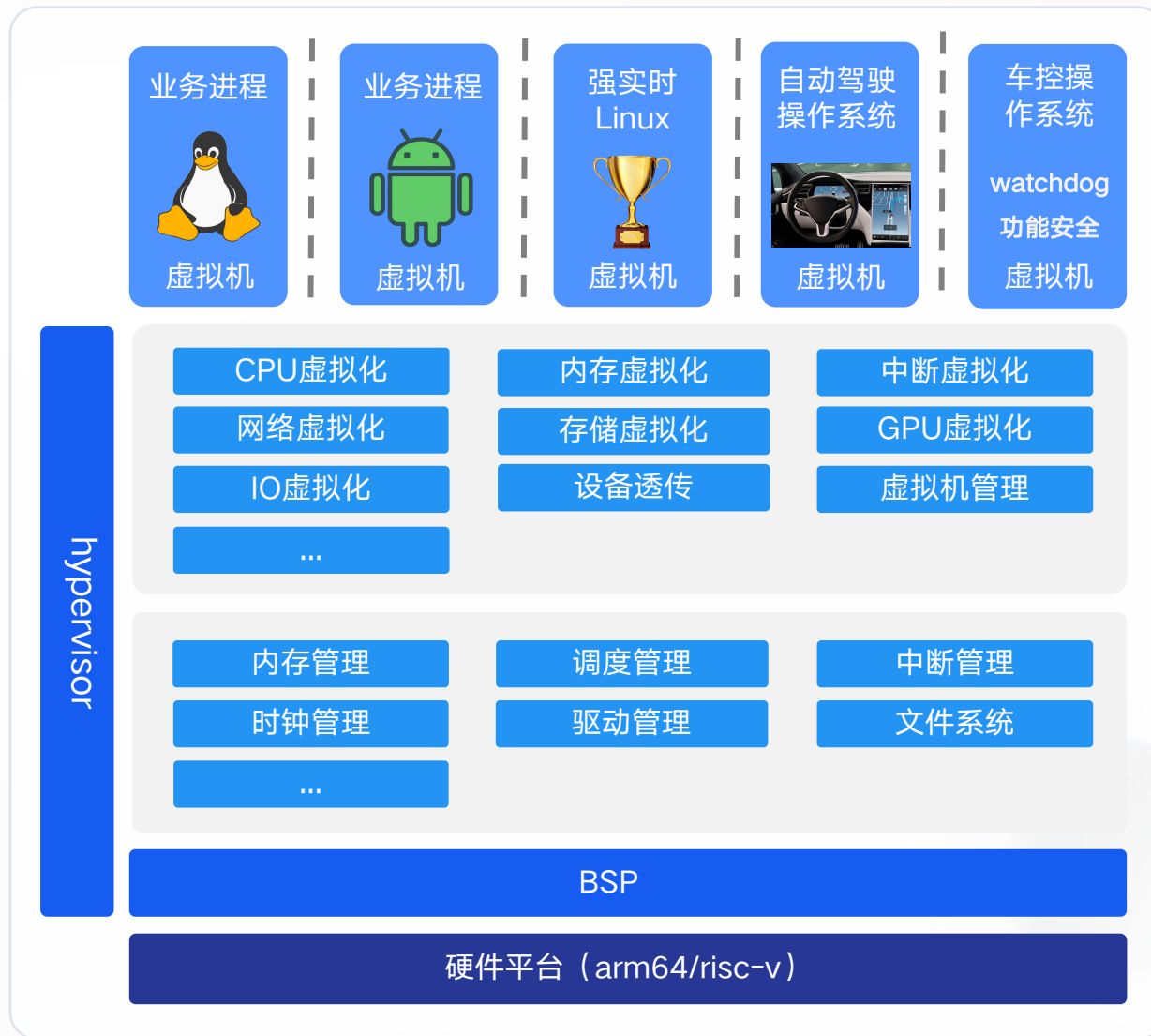
落地商用

- 与车厂合作，在量产车型上落地商用

基础虚拟机管理器(Hypervisor)

Type I Hypervisor

基础虚拟机管理器基于 I 型hypervisor技术，可支持同时运行Linux、Android和RTOS等多个虚拟机操作系统，实现CPU、内存、外设等硬件资源在操作系统间的有效隔离。



核心技术

- **高实时性**
 - 基于优先级调度的可抢占实时内核
 - 最大中断延迟不超过**50us**
 - 最大调度延迟不超过**100us**
- **高性能**
 - 虚拟化开销小，综合性能损耗低于5%
- **支持多种CPU架构**
 - 支持ARM64架构，未来支持RISC-V架构

项目价值

- **支持多种类型操作系统**
 - 支持Linux、Android和RTOS
- **为主机厂节约硬件成本**
 - 可以将仪表和中控的操作系统以虚拟化方式运行在一个SOC上，节约硬件
 - ECU的集中化减少电路板数量
 - 减少线束，减轻整车重量

安全

- **功能安全**
 - 可通过ISO26262 ASIL-D功能安全认证
 - 形式化验证
- **信息安全**
 - 支持安全可信启动



THANKS