

深度信息技术（精品）专辑

第三期

- 工业互联网
- 鸿蒙操作系统
- 指令系统
- 云原生
- IPv6
- 开源的发展前景

中国开源软件推进联盟
二〇二一年六月二十一日

深度信息技术（精品）专辑（第三期）

- 工业互联网
- 鸿蒙操作系统
- 指令系统
- 云原生
- IPv6
- 开源的发展前景

中国开源软件推进联盟（COPU）

二〇二一年六月二十一日

目录

■ 工业互联网

- 于辰涛：开源技术赋能工业互联网产业实践..... 3
- 编者的话¹：来自工业和信息化部的两则信息.....13

■ 鸿蒙操作系统

- 陆首群：谈鸿蒙.....15
- 欧建深：开源开放构建 OpenHarmony.....18

■ 指令系统

- 胡伟武：自主和兼容的 LoongArch 指令系统.....32

■ 云原生

- 杨海明：云原生技术推动数字化转型.....42

■ IPv6

- 李星：把握历史机遇，推进 IPv6 发展..... 48

■ 开源的发展前景

- 编者的话：开源的发展前景..... 61
- Jim Zemlin：开源世界 迷人的未来..... 62

¹ COPU 编者：陈伟、鞠东颖，2021.6

工业互联网

开源技术赋能工业互联网产业实践

于辰涛

联想集团技术院士、首席科学家、副总裁

2021/6

从工业3.0到工业4.0：企业数字化转型势在必行

第三次工业革命

利用电子技术和信息技术实现制造过程自动化



第四次工业革命

以物联网技术，大数据技术和工业智能推动工业全要素生产率提升



德国 2011



美国 2012



中国 2015



投资 & 工艺 驱动

以规模、成本、效益为竞争核心
以企业为中心
线性 & 闭环式发展



创新 & 数据 驱动

以客制化体验、创新型交付为竞争核心
以用户为中心的柔性生产
工业互联网驱动阶跃式、颠覆式发展

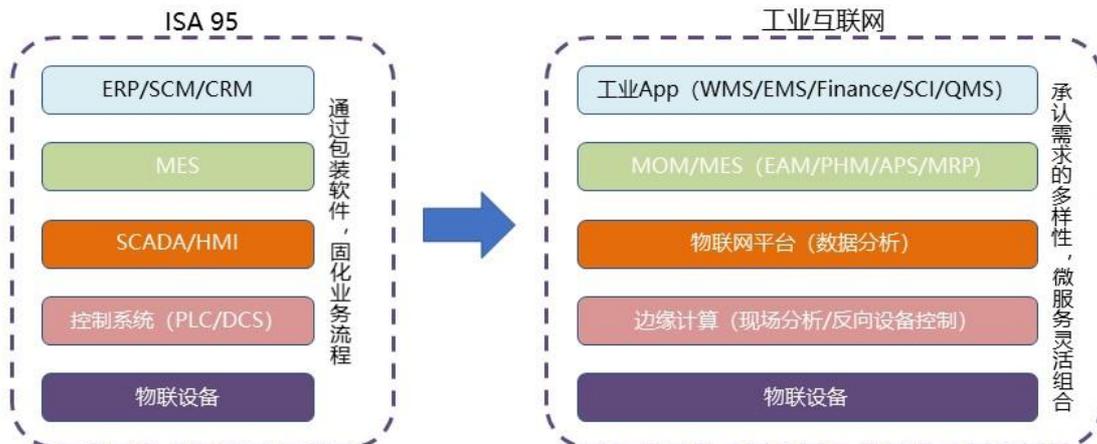
智能制造数字化转型面对的小问题



目标

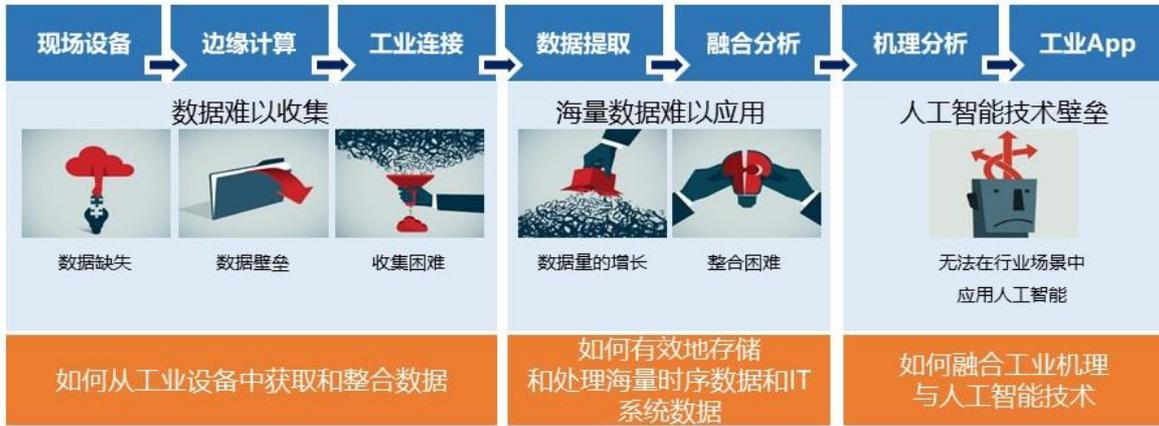
- 卓越供应链运营
- 优化智能制造能力
- 制造创新与赋能
- 上下游供应商协同
- 高效客户服务

制造业数字化转型，推动以工业互联网为核心的新型工业软件转型



从传统边缘控制过程转向工业物联+工业数据+工业智能+工业应用 全过程平台，解决企业数字化或智能化转型的基础设施问题，重新构建工业信息化架构

工业互联网助力企业数字化和智能化转型的三大挑战

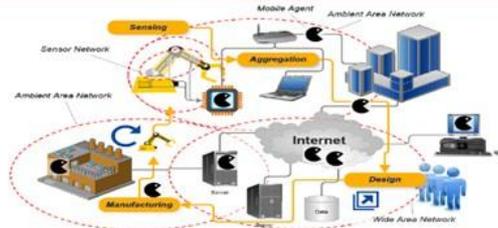


依托于工业互联网, 联想初步构建了面向全球业务的企业数字化转型赋能平台



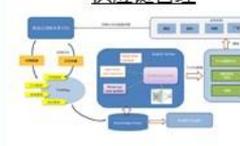
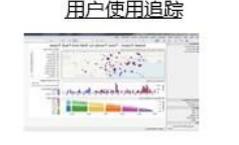
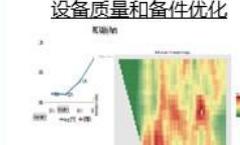
| 信息化 | 自动化 | 两化融合 | 信息化总投资 |
|--|------------------------------|---|--------|
| 600+信息系统 2万+各类数据表 12000+开发者和数据用户 | 31个工厂, 物联网数百个组态软件和现场生产集中控制系统 | 数十万数字化生产设备, 全景实时监控, 组建数百个工业机理模型和微服务 14PB存量数据, 每天增量30TB 500+数据智能应用场景 | 5亿美元 |
| 全球供应链25强: 连续5年唯一上榜的中国企业-联想 | | | |

- 全球业务整合: 通过IOT整合分布在全球30+品牌, 联想是中国企业中全球化启动最早、完成最好的公司
- 生产制造: 全球化生产体系, 年生产突破1亿台设备, 每天60~100万台生产能力, Think产品柔性生产占比90%+
- 供应链: 中国最好的供应链企业, 全球供应商数百万, 渠道300000+

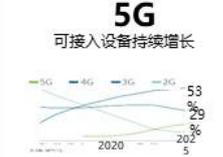
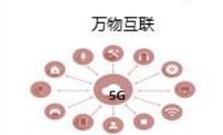


支撑500多个工业互联网场景优化实践

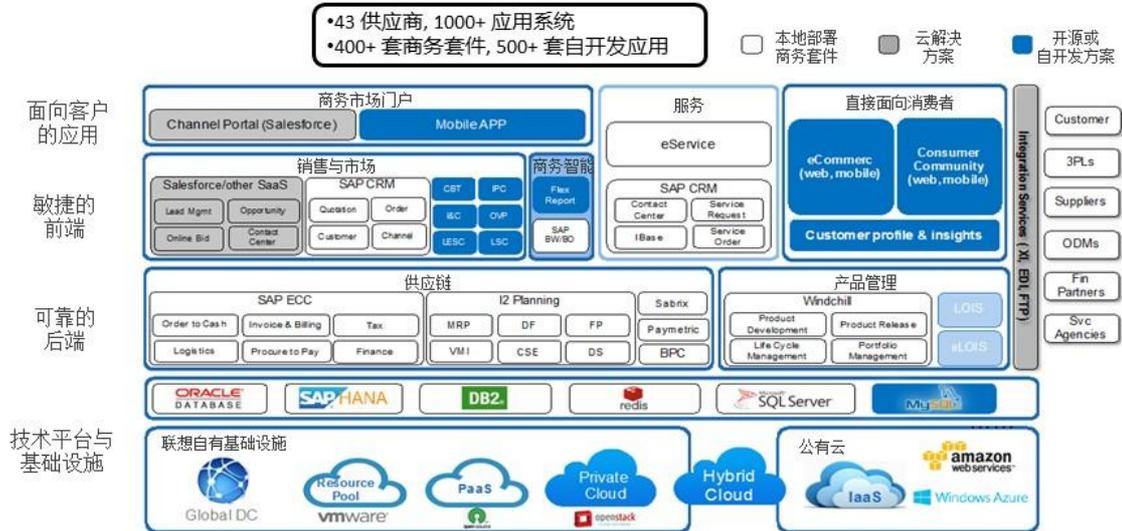
-全面提升产品研发，生产，供应链，客服等关键环节的运营效率

| | | | |
|--|---|--|---|
| <p>产品研发管理</p>  <p>10s内全球亿级设备的产品追踪和量化分析能力</p> | <p>生产制造优化</p>  <p>70%产品个性化定制生产，数万个配置组合</p> | <p>供应链管理</p>  <p>供应链预测准确性提升10~20%</p> | <p>销售渠道管理</p>  <p>超过200万家，全球渠道和经销商潜在商机挖掘，提升商用业务效率</p> |
| <p>用户使用追踪</p>  <p>用户使用全程闭环，通过ID打通全球亿级设备</p> | <p>客户服务优化</p>  <p>20分钟内，全球全网用户舆情和用户反馈监测，并做出响应</p> | <p>设备质量和备件优化</p>  <p>2000+部件的全面备件优化，实时监控产线，优化制程</p> | <p>用户洞察</p>  <p>亿级用户的画像，千种不同用户标签，细分目标用户</p> |

依托于开源技术创新，联想自研产品涵盖工业互联网多个核心技术领域

| | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| <p>5G 5G</p> | <p>物联网</p> | <p>区块链</p> | <p>自动化</p> | <p>人机协同</p> | <p>数字孪生</p> | <p>数字化平台</p> | <p>大数据分析</p> | <p>人工智能</p> | <p>AR/VR</p> |
| <p>5G 可接入设备持续增长</p>  <p>万物互联</p>  <p>数据的高速传输</p>  <p>速率提升 增强信号功率 基于NFV，网络功能虚拟化</p> | <p>边缘计算 边缘智能</p> <ul style="list-style-type: none"> 新型边缘存储与管理技术 边缘计算引擎与边缘计算框架 边缘设备的轻量级智能算法库 核心边缘计算硬件 <p>丰富的网络连接能力</p>  <p>广泛的设备接入能力</p>  | <p>物联网 智能增强的工业机理</p>  <p>数字孪生</p>  <p>新型时序数据库</p>  <p>History Time-series Relation ai Log DB Object DB</p> | <p>大数据 高级数据分析</p> <p>诊断分析 描述分析 预测分析 规范分析</p> <p>后验 洞察 预见 智慧</p> <p>数据建模</p>  <p>数据湖</p>  <p>IT Data OT Data Social Data</p> | <p>人工智能 智能规划与智能决策</p>  <p>智能规划 智能优化 智能决策</p> <p>AR/VR</p>  <p>智能感知</p>  <p>机器视觉 NLP 融合传感</p> | | | | | |

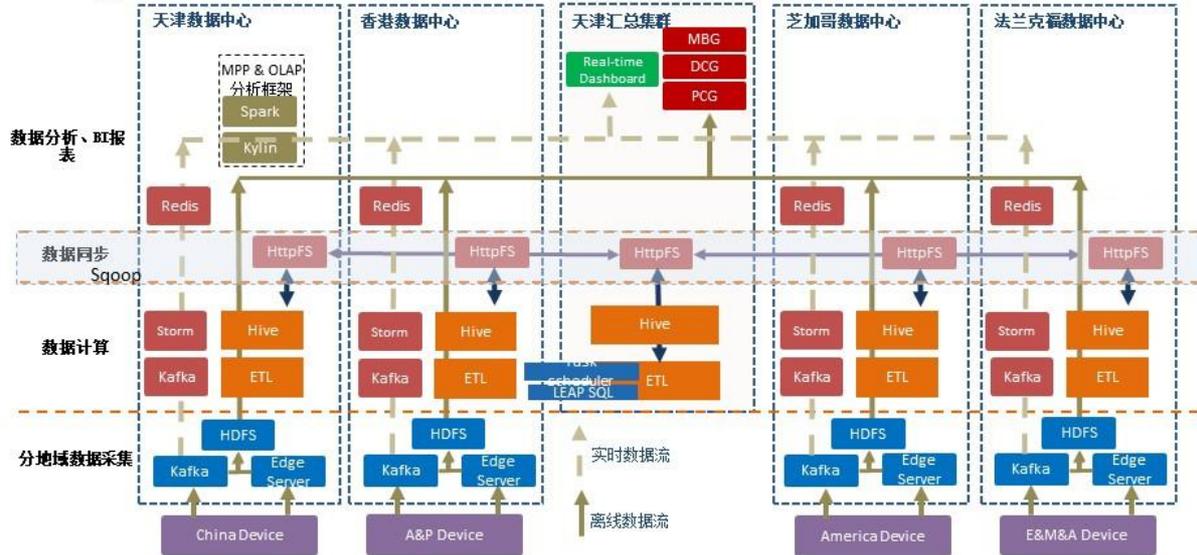
以联想举例，大型企业IT的推进工业互联网，上千个应用系统重构



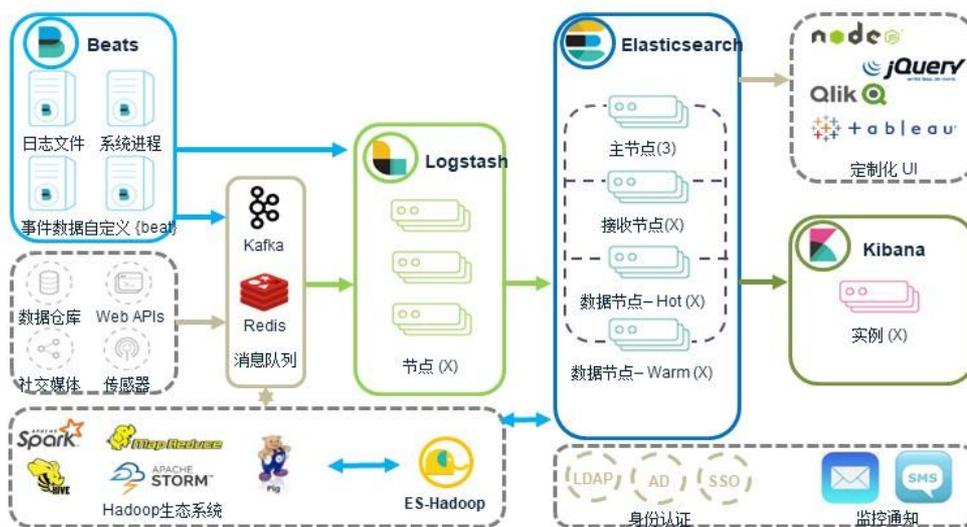
联想开源系统使用情况，广泛使用数百个开源组件

- 开源数据库
 - MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Greenplum, MongoDB, Cassandra等
- 云计算
 - Kubernetes, OpenStack, ZooKeeper, Ansible, SpringCloud等
- 大数据
 - Hadoop, Spark, Flink, Storm, Hue, Oozie, Ambari, Solr等
- AI
 - Tensorflow, Caffe, Mahout, OpenCV, Torch, Deeplearning4j, Neo4j等
- 应用框架后端
 - Nginx, Node.js, Redis, RabbitMQ, Kafka, MemCache, ELK等
- 应用框架前端
 - React, VUE, Angular, Granfana, Echart, Jquery, Three.js, Flutter等

基础设施：多个分立的小规模集群，每个承担不同的计算任务



基础设施：引入ELK，构建全面的日志数据采集和实时分析的能力



基础设施：整合各种开源方案，实现全面的系统资源业务监控能力

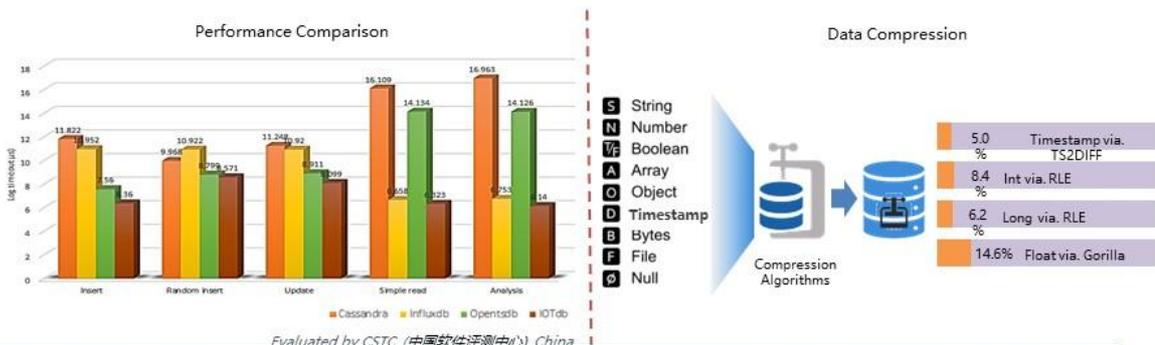
- 采用多种开源和定制化的监控工具，从基础架构层到应用层进行端到端的监控，可以在5分钟内发现故障，并通过短信、邮件等多种方式报警，并由7×24小时服务的运维团队在第一时间响应。

| 监控层 | 监控目标 | 监控参数 |
|-------|------|--|
| 基础架构层 | 服务器 | CPU, Disk, Memory, I/O |
| | 数据库 | SQL Performance, DB Usage, Running parameters |
| | 网络 | Bandwidth, Ping Delay, F5, Firewall, Switch statistics |
| 应用层 | 标准服务 | Http, SSH, Download Etc. |
| | 定制化 | Login, Register, Pay Etc. |

| 监控工具 | 监控点 | 报警手段 |
|----------------|----------------|----------------------|
| Zabbix/Falcon | 服务器/存储/数据库/应用等 | 邮件 网页 短信 电话 |
| Cacti | 带宽监控 | |
| Smokeping | 网络质量监控 | |
| Capacity Watch | 容量监控 | |
| NetworkBench | 全球网络性能监控 | |

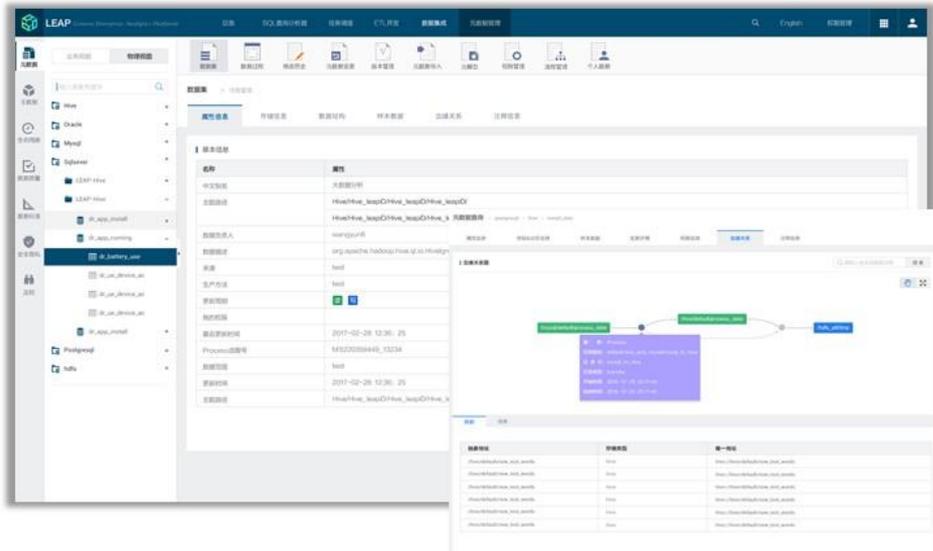


数据平台：工业时序数据库IOTDB，支持跨平台高效存储和低功耗运行



- 与清华大学共同研发的开源Apache IoTDB (Apache顶级项目) 实现了跨平台存储，可高速运行在低功耗的边缘设备上，获北京市科技进步一等奖；
- IOTDB是业界最高性能的工业时序数据库,性能超过大多数主流时序数据库, 包括KairosDB, Hbase, OpenTSDB, InfluxDB, Druid等
- 支持动态索引和缓存, 提供存储和查询效率, 单机最高性能超过6000000点/秒
- 支持高可靠和高压缩比, 工业数据压缩比超过25倍

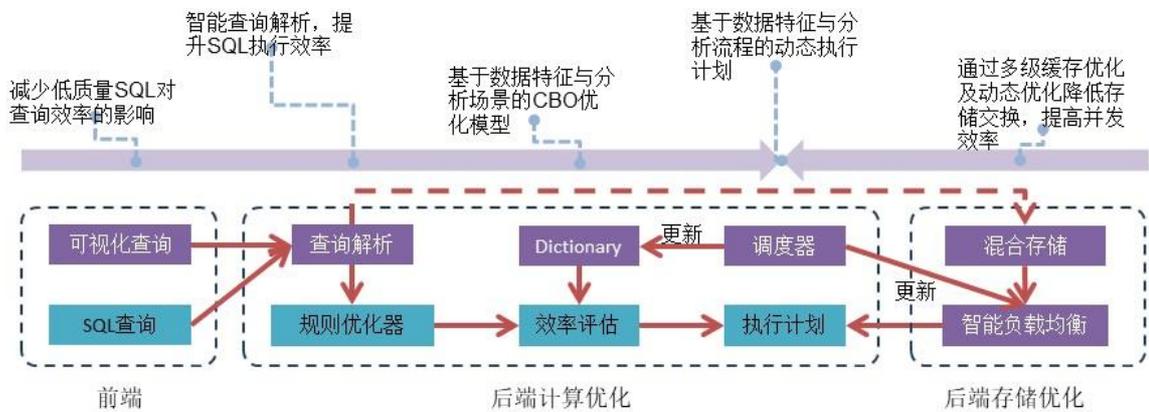
数据管理：实现数据资产的字典化管理，支持数据接口发布/分享



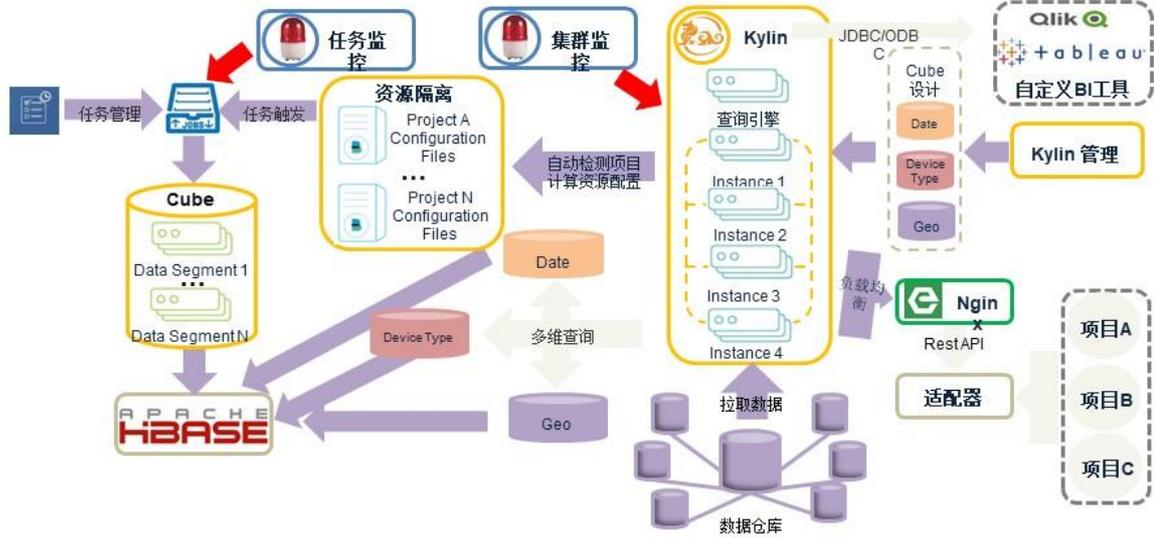
元数据平台

- ✓ 元数据管理：提供LEAP平台内全部元数据信息的集中、可视化管理，实现对元数据信息的快速定位、查询与检索；
- ✓ 数据质量管理：构建数据标准、数据质量校验规则及质量分析报告；
- ✓ 数据生命周期管理：实现对数据的分级定位，从采集到销毁的全生命周期跟踪及管理；
- ✓ 血缘分析与影响分析

业务分析：即时分析时，CPU/IO/Networking在分布式集群上满负荷运行，比开源实现效能提升10x~50x



数据展现：开源Cube计算增强，提升报表工具性能，实现业务报表快速构建能力



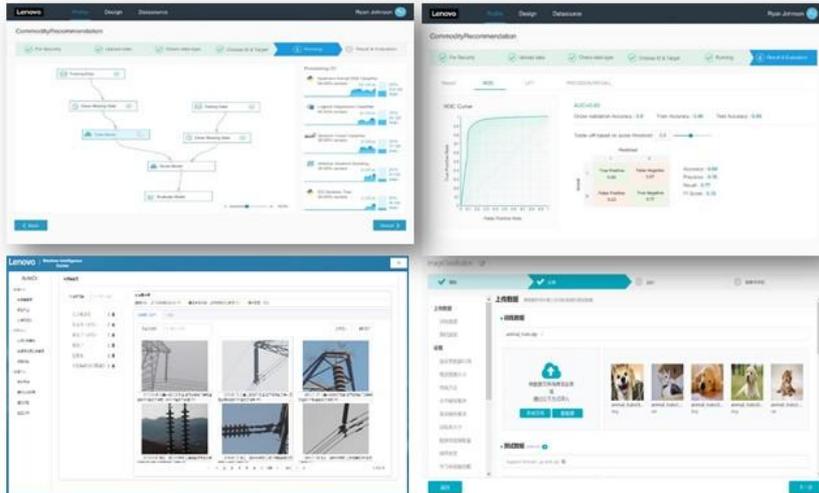
数据计算：低代码流计算引擎，简化IT/OT数据接入与混合分析



Screenshot of the LooptOT interface showing a table of data processing components.

- 120+计算函数
- 10+聚合算法
- 20+数据过滤方法
- 10+数据列操作
- 滚动/滑动窗口计算组件
- 数据点接入组件
- 数据处理组件
- 数据输出组件
- 数据预览
- 自定义消息通知
- 基于SDK扩展组件
- 自定义函数扩展
- 实时运行监控
- 在线设计、检查、调试、跟踪

AI计算：简化模型训练+丰富的预置行业模板，支撑广泛的AI场景



- 自动化机器学习模块提供完善的用户引导流程，为业务人员提供无门槛、自动化使用平台。全自动化机器学习工具，迅速建立AI学习能力，无需机器学习相关背景也可以通过机器学习挖掘数据价值
- 平台提供自然语言分析、关键词提取、图像分类等多种深度学习及行业通用模板，并可以对结果进行可视化展示；

19 19

总结

- 企业数字化转型依赖于大量IT应用重构，传统包装软件是无法实现多样性的定制需求的
- 依托于开源技术，通过微服务架构和低代码工具，重塑企业IT基础能力
- 开源技术需要大量的改造和增强，并不是最新的最好，而是选择最适合的

编者的话：来自工业和信息化部两则信息

1. 国内已涌现出 100 余个工业互联网平台，其中跨行业跨领域平台达到 15 个，连接设备数超过 7000 万台（套），工业 App 超过 59 万个；
2. “5G+工业互联网”在建项目超过 1500 个，成为工业互联网创新最为活跃的领域之一。

鸿蒙操作系统

谈鸿蒙

陆首群

中国开源软件推进联盟名誉主席

2021. 6. 5

6月2日召开开源鸿蒙 2.0 发布会（后来我才获知华为将鸿蒙捐献给基金会孵化，这次发布会是开放原子开源基金会主办的）。我应邀写一篇点评鸿蒙的文章，原拟作为发布会的暖场视频。我同情华为受到美国政府以举国之力的无理蛮横打压，并称道华为鸿蒙的抗压创新精神！

发布会后，大家都在热议鸿蒙，我也想谈谈对鸿蒙的一些看法：

①华为研发鸿蒙（后来命名）操作系统是抗压创新了不起的举措，鸿蒙的研发成功是一件了不起的成就。

②在肯定鸿蒙研发成功的同时，也要看到鸿蒙尚存一些短板有待完善。

③我前几年就认为，华为的鸿蒙是受谷歌 Fuchsia (OS) 跨平台设计思路的启发（Fuchsia 的设计思路影响中外），后来有所创新（华为后来提出多场景、分布式总线架构的概念），这一点是不容否认的。

④Fuchsia 以万物互联为目标，先从微内核、物联网（IoT）的跨平台起步，华为也是如此！

⑤后来 Fuchsia 将目标聚焦于智能手机和 PC（桌面系统），企图将跨平台从 IoT 扩大到手机、PC 网络。这时的 Fuchsia 操作系统开始把与手机、PC 的配套作为重点，目的是取代安卓、iOS，甚至还企图取代 Windows。手机版、PC 版 Fuchsia 虽然早已测试成功做出配套样机（如 Nexus 6p、NUC 等），但迟迟未能量产，其原因是跨平台兼容性尚有盲点，Fuchsia 技术尚不成熟（两年前我与 LF 两位 Fellow Linus 和 Greg 在“炉边谈话”时，他们一致认为 Fuchsia 虽然搭配手机、PC 测试成功，但其技术尚未成熟）。

⑥下面重点谈鸿蒙及其发展：

a. 开源的鸿蒙应是物联网（IoT）版的操作系统（微内核，分布式总线架构，IoT 多场景），设计是成功的，如果说开源的鸿蒙也是手机版的鸿蒙，目前对此是有很大争议的，有人说手机版就是一套完全不同的闭源系统或是一个 AOSP。

b. 为什么手机版不能像 IoT 版一样构成一个多场景的开源鸿蒙？鸿蒙在 IoT 版上创造了解决与其不同硬件平台通信的优势，但在手机版上遇阻，过去我曾说过，手机版的场景没有那么简单，在这些复杂的大场景中存在着难以绕过去的很厚的专利墙。

c. 我曾赞扬华为提出的多内核的创新概念。我建议手机板鸿蒙（叫不叫鸿蒙均可）目前可采用基于 Linux 宏内核的 Linux 操作系统，它是开源的，且具有避开专利墙的丰富经验，解决与其不同硬件平台通信的能力，保持通信畅通。

d. 至于采用微内核、将 IoT 版鸿蒙扩充到手机版鸿蒙（绕过专利墙，解决与其硬件终端通信连接问题），可以缓一步徐徐图之。

e. 两年前我曾与 Linux 创始人、IEEE-CS(计算机先驱奖)获得者 Linus 谈到 Fuchsia 时，他认为 Fuchsia 的技术尚未成熟（在测试成功后可能还需几年磨练才能走向成熟）。这是值得今天的 IoT 版鸿蒙走向成熟时值得借鉴的。

f. 手机版鸿蒙操作系统最大的问题是生态建设问题，目前的 HMS 只适用于国内，尚走不到国外去！如果要开发国际版的手机鸿蒙，在生态建设方面尚需下功夫（吸引国际志愿开发者前来共同开发）。

开源开放的构建OpenHarmony

OpenHarmony工作委员会成员 欧建深

主要内容

一、技术

OpenHarmony2.0 版本能力展示、架构、特征

- 开源开放 每个人的OpenHarmony
- OpenHarmony 治理架构
- 兴趣组介绍
- 社区共建成果

二、开源开放 每个人的OpenHarmony

- 治理架构
- 组织形式
- 工作委员会年度目标
- 参与共建方式
- 使用及学习

主要内容

一、技术

OpenHarmony 2.0 版本能力展示、架构、特征

- 开源开放 每个人的OpenHarmony
- OpenHarmony 治理架构
- 兴趣组介绍
- 社区共建成果

二、开源开放 每个人的OpenHarmony

- 治理架构
- 组织形式
- 工作委员会年度目标
- 参与共建方式
- 使用及学习

OpenHarmony 2.0 Canary版本能力展示



引用社区开发者分享文章：<https://harmonyos-m.51cto.com/posts/5136>

OpenHarmony是什么

- 开放原子开源基金会（简称“基金会”）于2020年9月接受华为捐赠的智能终端操作系统基础能力相关代码，随后进行开源，并根据命名规则为该开源项目命名为 OpenAtom OpenHarmony（简称“OpenHarmony”）。
- 全球有兴趣、有需要的组织和个人都可以参与该项目。迄今为止，该项目已有240多位贡献者
- 最新的版本为OpenHarmony 2.0 Canary

OpenHarmony 2.0 新增能力

版本概述

当前版本在OpenHarmony 1.1.0的基础上，增加标准系统版本，具备的主要功能如下：

- 新增22个子系统，支持全面的OS能力，支持内存大于128M的带屏设备开发等。
- 提供系统三大应用：桌面、设置和SystemUI。
- 提供全新的OpenHarmony应用框架能力、Ability Cross-platform Engine能力。
- 提供JS应用开发能力。
- 提供媒体框架，支持音视频功能开发。
- 提供图形框架能力，支持窗口管理和合成，支持GPU能力。

OpenHarmony 特征



硬件互助，资源共享

主要通过下列模块达成

- 分布式软总线
- 分布式数据管理
- 分布式任务调度
- 设备虚拟化



一次开发，多端部署

OpenHarmony提供用户程序框架、Ability框架以及UI框架，能够保证开发的应用在多终端运行时保证一致性。一次开发、多端部署，多终端软件平台API具备一致性，确保用户程序的运行兼容性。

- 支持在开发过程中预览终端的能力适配情况（CPU/内存/外设/软件资源等）。
- 支持根据用户程序与软件平台的兼容性来调度用户呈现。



统一OS，弹性部署

OpenHarmony通过组件化和组件弹性化等设计方法，做到硬件资源的可大可小，在多种终端设备间，按需弹性部署，全面覆盖了ARM、RISC-V、x86等各种CPU，从百KB到GB级别的RAM。

OpenHarmony技术架构



主要内容

一、技术

- OpenHarmony2.0 版本能力展示
- 特征
- 架构

二、开源开放 每个人的OpenHarmony

- 治理架构
- 组织形式
- 工作委员会年度目标
- 参与共建方式
- 使用及学习

开源开放 每个人的OpenHarmony



OpenHarmony项目捐赠人

A类捐赠人



B类捐赠人

虚位以待

C类捐赠人



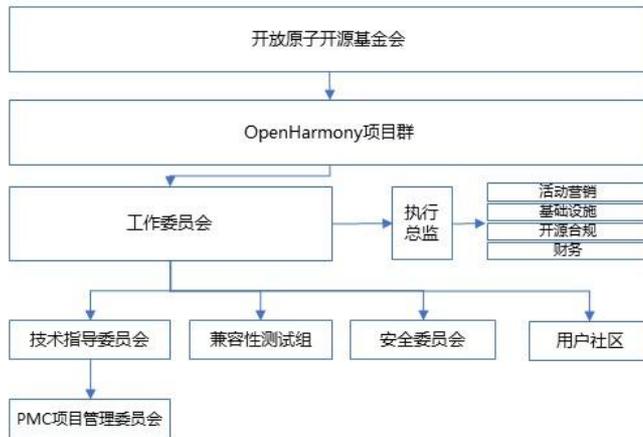
特殊捐赠人



欢迎加入



OpenHarmony项目群组织架构



OpenHarmony项目群管理制度（章程）



回答：
 如何加入？
 如何贡献？
 如何出版本？

https://www.openharmony.cn/#/become_donor



OpenHarmony项目群的愿景和使命

愿景： 打造开放的、全球化的、创新自驱动的面向多智能终端、全场景的分布式操作系统，构筑可持续发展的开源生态系统。

使命： OpenHarmony 项目群依托了操作系统技术和源码的核心代码及组件，以开放治理的方式聚合芯片开发者、方案开发者、产品开发者、应用开发者及各种使用者，持续赋能代码使用者和共建者。

项目关系

OpenHarmony 项目群在遵守开放原子开源基金会章程的前提下进行治理和运作。

工作委员会下设三种组织

| 组织 | 输出 | 组成 | 成立审批流程 | 场所 | 基础设施依赖 | 现有组织 |
|------------|----------|-------|-------------|--|--------------------------|--|
| 兴趣组 SIG | 代码 | 研发 | PMC审批 | Gitee sig仓 微信群 邮件列表 其他自定义 | Gitee CI/CD 邮件列表系统 | OHBoard sig DevOps sig |
| 工作组 | 业务 支撑 | 业务 | 工作委员会审批 | 微信群 邮件列表 其他自定义 | 邮件列表系统 | 营销WG 兼容性WG 法务WG 官网WG 开发者发展WG 教育WG |
| 子项目 | 生态 成果 | 研发+业务 | PMC+工作委员会审批 | 项目官网 Gitee项目仓 邮件列表 OpenProject在线 其他自定义 | Gitee CI/CD 邮件列表系统 | 轻手表子项目 全应用芯片适配子项目 |

基金会/OpenHarmony项目群年度BP概览



社区路标

OpenHarmony社区版本发布计划：

| 迭代计划 | 版本号 | 版本构建 | 版本转测试 | 版本测试完成 |
|------|-----------------------|------------|------------|------------|
| IT1 | OpenHarmony 2.3 beta | 2021/7/21 | 2021/7/21 | 2021/7/27 |
| IT2 | OpenHarmony 3.0 LTS | 2021/9/22 | 2021/9/22 | 2021/9/28 |
| IT3 | OpenHarmony 3.1 beta1 | 2021/11/17 | 2021/11/17 | 2021/11/23 |
| IT4 | OpenHarmony 3.1 beta2 | 2022/1/10 | 2022/1/10 | 2022/1/17 |

- 路标：<https://gitee.com/openharmony/community/blob/master/release-management/OpenHarmony-RoadMap.md>
- 版本：由TSC根据章程规则决定

欢迎参与社区共建（2.3 特性清单-第一批9个需求）

OpenHarmony 2.3 beta版本特性清单：

状态说明：discussion(方案讨论，需求未接受)，Reject(未纳入版本)，developing(开发中)，Testing(测试中)，Accepted(已验收)

第一批需求列表：

| no | issue | feature description | status | sig | owner |
|----|--------|--------------------------------|------------|----------------------|--------------|
| 1 | I3ICFO | 【分布式数据管理】提供数据库内容的删除能力 | developing | SIG_DataManagement | @widecode |
| 2 | I3ICH0 | 【分布式数据管理】提供统一的HAL文件系统操作函数实现 | developing | SIG_DataManagement | @widecode |
| 3 | I3ICG4 | 【分布式数据管理】提供相关数据存储的原子操作能力 | developing | SIG_DataManagement | @widecode |
| 4 | I3ICGH | 【分布式数据管理】提供二进制Value的写入读取能力 | developing | SIG_DataManagement | @widecode |
| 5 | I3HX0V | 【HiLog】L1系统HiLog功能增强 | developing | SIG_BscSoftSrv | @shenchenkai |
| 7 | I3INEZ | 【AI子系统】AI引擎支持基于共享内存的数据传输 | developing | SIG_AI | @armylee0 |
| 8 | I3NSPB | 【轻量级图形】UIKit组件支持margin/padding | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 9 | I3NSZH | 【轻量级图形】圆形/胶囊按钮支持缩放和白色蒙层动效 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |

欢迎参与社区共建（第一批84个已规划特性）

| | | | | | |
|----|---------|---------------------------------------|------------|----------------------|-------------|
| 70 | ISSQRN | 【软总线】L1软总线支持WiFi UDP消息通信 | developing | SIG_SoftBus | @yinyouzhan |
| 71 | ISSQTI | 【软总线】L1软总线支持WiFi UDP组网 | developing | SIG_SoftBus | @yinyouzhan |
| 72 | ISSQUA | 【软总线】L1软总线支持WiFi发现连接 | developing | SIG_SoftBus | @yinyouzhan |
| 73 | ISQE85 | 【驱动子系统】LO支持HDF框架 | developing | SIG_DriverFramework | @zianed |
| 74 | ISSNVQ | 【轻量级图形】DFX维测能力：UIKit支持显示控件轮廓 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 75 | ISSNSWY | 【轻量级图形】ScrollView/List支持通过弧形进度条展示滑动进度 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 76 | ISSNSZZ | 【轻量级图形】支持开关按钮/复选框/单选按钮动效 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 77 | ISSNSO6 | 【轻量级图形】UIKit支持点阵字体产品化解耦 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 78 | ISSNSZ1 | 【轻量级图形】UI框架提供统一多后端框架支持多芯片平台 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 79 | ISSNSY0 | 【轻量级图形】支持A4/A8、LUT8、TSC图片格式作为输入 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 80 | ISSNTOR | 【轻量级图形】支持多语言字体对齐 | developing | SIG_GraphicsandMedia | @niulihua |
| 81 | ISSSNIP | 【轻内核子系统】LO支持三方组件MbedTLS编译 | developing | SIG_Kernel | @kkup180 |
| 82 | ISSSNKK | 【轻内核子系统】LO支持三方组件curl编译 | developing | SIG_Kernel | @kkup180 |
| 83 | ISSSMI1 | 【分布式数据管理】支持轻量级设备上分布式数据对象跨设备同步到手机/PAD | developing | SIG_DataManagement | @widocode |
| 84 | ISSINGO | 【编译子系统】build_lite支持开源软件的通用patch框架 | developing | SIG_CompilersRuntime | @taiyipei |

欢迎参与社区共建（3.0 LTS版本17个已规划特性）

OpenHarmony 3.0 LTS版本特性清单：

状态说明：discussion(方案讨论，需求未采纳)、Reject(未纳入版本)、developing(开发中)、Testing(测试中)、Accepted(已验收)

| no | issue | feature description | status | sig | owner |
|----|---------|--|------------|----------------------|-----------------|
| 1 | ISSNDR | 【图形子系统】avatar窗口合成器适配surfaceview等控件 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @tz-230 |
| 2 | ISSNIQ2 | 【图形子系统】avatar窗口适配 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @tz-230 |
| 3 | ISSNAJK | 【图形子系统】图形子系统提供系统级的BufferQueue管理，memory接口适配 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @tz-230 |
| 4 | ISSNV2 | 【图形子系统】图形子系统提供系统级的BufferQueue IPC适配 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @tz-230 |
| 5 | ISSNMO8 | 【媒体子系统】支持音频数据输出 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zhu-mingliang |
| 6 | ISSMPP5 | 【媒体子系统】支持相机数据采集 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zhu-mingliang |
| 7 | ISSMQ3 | 【媒体子系统】支持音视频编解码、适配硬解插件 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zhu-mingliang |
| 8 | ISSNN1Z | 【应用程序框架】轻量级实现设备授权动态授权机制 | developing | SIG_Appframework | @autumn |
| 9 | ISSNSV5 | 【OPX子系统】【HiEvent】L1系统HiSysEvent功能 | developing | SIG_BusSoftSrv | @shenchenkai |
| 10 | ISSN88 | 【OPX子系统】【HiDumper】LiteOS_M系统信息Dump工具 | developing | SIG_BusSoftSrv | @pcwln01 |
| 11 | ISSN98 | 【OPX子系统】【HiBoxDetector】LiteOS_M虚拟机内存检测框架 | developing | SIG_BusSoftSrv | @pcwln01 |
| 12 | ISSNTV7 | 【OPX子系统】【HiBoxDetector】LiteOS_A虚拟机内存检测框架 | developing | SIG_BusSoftSrv | @pcwln01 |
| 13 | ISSNTJF | 【轻内核子系统】内核支持traca功能 | developing | SIG_Kernel | @kkup180 |
| 14 | ISSNTG3 | 【轻内核子系统】pagecache功能完善 | developing | SIG_Kernel | @kkup180 |
| 15 | ISSNTAZ | 【安全】轻量级实现设备授权动态授权机制 | developing | SIG_Security | @scuteehuangjun |
| 16 | ISSN88 | 【软总线】【RPC】支持RPC对象跨进程串行化 | developing | SIG_SoftBus | @yinyouzhan |
| 17 | ISSQ2G8 | 【应用程序框架】轻量级应用实现entity标签 | developing | SIG_Appframework | @autumn |

欢迎参与社区共建 (3.1 beta版本18个已规划特性)

OpenHarmony 3.1 beta1版本特性清单:

状态说明: discussion(方案讨论, 需求未接受), Reject(未纳入版本), developing(开发中), testing(测试中), Accepted(已验收)

| no | issue | feature description | status | sig | owner |
|----|--------|-----------------------------------|------------|----------------------|-----------|
| 1 | IGN69 | 【Sensor】霍尔传感器数据上报 | developing | SIG_HardwareMng | @hhz |
| 2 | IGN6P | 【Sensor】重力传感器数据上报 | developing | SIG_HardwareMng | @hhz |
| 3 | IGN76 | 【Sensor】磁力计传感器数据上报 | developing | SIG_HardwareMng | @hhz |
| 4 | IGN77 | 【Sensor】环境光传感器数据上报 | developing | SIG_HardwareMng | @hhz |
| 5 | IGN8H | 【Sensor】陀螺仪传感器数据上报 | developing | SIG_HardwareMng | @hhz |
| 6 | IGN96 | 【Sensor】加速度传感器数据上报 | developing | SIG_HardwareMng | @hhz |
| 7 | IGNTOO | 【多模输入子系统】服务框架 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zianed |
| 8 | IGNTR7 | 【多模输入子系统】输入管理器 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zianed |
| 9 | IGNTS8 | 【多模输入子系统】窗口状态管理 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zianed |
| 10 | IGNTT2 | 【多模输入子系统】事件采集与分发 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zianed |
| 11 | IGNTLA | 【多模输入子系统】多模事件分发到合适的窗口上 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @zianed |
| 12 | IGNTTQ | 【ACE子系统】支持VS多模能力 | developing | SIG_AppFramework | @borne |
| 13 | IGNIAP | 【图形子系统】图形环境统一接口, 适配HDI adapter层接口 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @lr-230 |
| 14 | IGNIPD | 【图形子系统】图形合成器适配HWC驱动 | developing | SIG_GraphicsAndMedia | @lr-230 |
| 15 | IGNTDP | 【电话服务】支持轻量级mbed TLS协议栈 | developing | SIG_SoftBus | @rain_myf |
| 16 | IGNTEK | 【电话服务】wif服务支持SIM模式 | developing | SIG_SoftBus | @rain_myf |
| 17 | IGNTFH | 【电话服务】Wif管理服务支持AP模式 | developing | SIG_SoftBus | @rain_myf |
| 18 | IGNTGS | 【电话服务】Wif服务支持LINUX内核 | developing | SIG_SoftBus | @rain_myf |

每个任务均有模板, 尽可能详细展示意图, 便于大家参与



gitee 开源软件 企业版 高校版 博客 8周年 不用贴代码也能轻松拿大奖 | 用「慕课网」分享优秀开源项目, 赢 HK\$ 键盘 >>

开源项目 > 鸿蒙开源项目 > 底层组件

OpenHarmony / utils_native_lite

代码 Issues Pull Requests Wiki 统计

Issues / 详情

使用统一的HAL文件系统操作函数实现

已完成 #3130 需求 吴丁花聚 创建于 2021-04-12 12:00

【需求价值】:
背景: LO上设备类型较多, 文件系统不统一, OS提供了统一的接口, 在轻量级KV开发时需要使用系统提供的统一的HAL文件系统操作函数
价值: 应用程序使用统一的HAL文件系统接口开发可减少OEM厂商适配工作量。

【需求描述】:
为开发者提供支持轻量级的数据库持久化能力, 使用统一的HAL文件系统操作函数实现

【方案描述】:
在轻量级KV中使用系统提供的统一的HAL文件系统操作函数HalFileOpen, HalFileClose, HalFileRead, HalFileWrite, HalFileDelete, HalFileStat, HalFileSeek的实现。

【验收标准】:
在轻量级KV中使用系统提供的统一的HAL文件系统操作函数

附件

如果想参与共建, 提交代码, 实现这几个函数就可以了



参与贡献办法

参与贡献

贡献代码

开始之前

签署开发者原创声明

您必须先签署“开发者原创声明”，然后才能参与社区贡献。

请点击这里签署，查看签署状态。

行为准则

OpenHarmony是一个开源社区，它完全依赖于社区成员友好的开发和协作环境。所以在参与社区贡献之前，请先阅读并遵守OpenHarmony社区的行为准则。

找到感兴趣的SIG

如何参与SIG (Special Interest Group) 特别兴趣小组，请参考SIG治理章程。

开始贡献

如何贡献代码，请参考贡献代码。

贡献文档

如何贡献文档，请参考贡献文档。

社区沟通与交流

有关详细信息，请参考社区沟通与交流。

参与流程及办法



https://www.openharmony.cn/#/ebooka?url=%3A443%2Fhtml_from_md%2F1622534708521&name=%E5%8F%82%E4%B8%8E%E8%B4%A1%E7%8C%AE

使用与学习 -- 236位共建伙伴，非常丰富的教学资源

基金会组织“520携手共建OpenHarmony教育新征程”成果分享会

第一天: <https://mp.weixin.qq.com/s/HP0rKpbhAh-hCioeRAodxQ>

第二天: https://mp.weixin.qq.com/s/75VRAbtd1Jx_9SYqCpS0fA

分享会回放: <https://meeting.tencent.com/user-center/shared-record-info?id=a501ffa5-6b5f-49a0-8b47-6337d9e2f50e>



- ✓ 少儿编程
- ✓ 中小学青少年
- ✓ 大学教学讲义
- ✓ 视频课程/文章
- ✓ 应用开发样例
- ✓ 硬件开发样例
- ✓ 代码使用
- ✓ 代码解读
- ✓ 开发板

便于学习，系统性整理成册，每月更新

开放原子开源基金会正在筹建
OpenHarmony教育兴趣组
已聚集236位共建伙伴共建

清华大学、北京大学等
16个共建伙伴已提交贡献
使用与学习经验

每月汇聚成册，已有44页



欢迎任何人下载电子版
<https://gitee.com/openharmony/docs/tree/master/zh-cn/resources>

试点纸质邮寄订阅，
(仅面向全国老师/学生)
欢迎扫码报名



欢迎提交，内容贡献地址：<https://gitee.com/openatom-university/openharmony-oer/tree/feature>

翻开一页，感受一下



欢迎任何人下载电子版
<https://gitee.com/openharmony/docs/tree/master/zh-cn/resources>

试点纸质邮寄订阅，
(仅面向全国老师/学生)
欢迎扫码报名



欢迎提交，内容贡献地址：<https://gitee.com/openatom-university/openharmony-oer/tree/feature>

总结：欢迎使用发现问题，欢迎共建繁荣生态



Thank You, 欢迎持续关注



“开放原子”
微信公众号



“OpenAtom OpenHarmony”
微信公众号

开放原子基金会官网: openatom.org

OpenHarmony 官网:
openharmony.cn (建议国内用户访问)
openharmony.io (建议海外用户访问)

指令系统

自主和兼容的 LoongArch 指令系统

胡伟武

龙芯中科技术股份有限公司、中国科学院计算技术研究所

一、打通技术链堵点，构建信息产业新发展格局

十九届五中全会提出“构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”。回顾我国计算机事业发展史，二十世纪五十年代我国开始发展计算机事业，在封锁的情况下打破封锁，完全自主但没有市场化，实现了计算机事业的国内小循环。从二十世纪八十年代开始，我国计算机事业加入国际大循环，成为世界工厂，计算机研发工作从 CPU 和操作系统两大核心技术退出。本世纪以来，尤其是党的十八大以来，我国开始发展 CPU 和操作系统技术和产业，并以此为基础构建独立于 Wintel 体系(Windows 操作系统和 Intel CPU)和 AA 体系 (ARM CPU 和 Android 操作系统)的安全可控的信息技术体系和产业生态，形成信息产业的国内大循环。

信息产业大循环可以分为三个主要环节。一是基于自主 IP 核的芯片研发。一个芯片的性能、成本、功耗、安全性主要是由其中的 IP 核决定。龙芯团队经过二十年的积累，研制出包括系列化 CPU 核心、GPU 核心、内存控制器、高速接口等上百种各类 IP 核。最新推出的 3A5000 处理器使用 12nm 工艺，单核通用处理性能已经高于使用 7nm 工艺的引进 ARM 技术的处理器。二是基于自主指令系统的软件生态。目前，我国信息产业构建在以 Wintel 体系和 AA 体系为代

表的国外平台上，国家安全和产业发展受制于人，需要基于自主指令系统构建软件生态。三是基于自主材料设备的生产工艺。境内生产工艺 14nm 已经稳定量产，7nm 也基本研发成功，但是集成电路材料和设备还受制于人，相信我国集成电路材料和设备受制于人的问题在“十四五”期间会有初步缓解，在“十五五”期间能够有根本性缓解。

指令系统是软件生态的基础。基于 X86、ARM 等国外指令系统可以研制产品，但不可能构建自主的信息产业体系，就像中国人可以使用英文写文章，但不可能基于英文构建中国的民族文化。历史正赋予我们千载难逢的信息产业自主化机会，如果我们这代人以自主的名义大力发展基于 X86、ARM、MIPS、RISC-V 等国外指令系统的所谓“自主 CPU”并占据了涉及国家安全和国民经济安全的应用领域，反而成为子孙后代进行信息产业自主化的障碍，那是没法向子孙交代的。

二、龙芯指令系统架构 Loongarch

我国的 CPU 研发采用兼容指令系统还是自主研发指令系统是学术界和产业界长期争论的一个话题。兼容指令系统的优点是具有良好的软件生态，缺点是长远发展受制于人。自主指令系统则反之。龙芯中科技术股份有限公司基于近 20 年的 CPU 研制和生态建设积累推出了充分考虑兼容需求的龙芯自主指令系统架构（Loongson Architecture，简称 Loongarch）。龙芯架构包括基础部分、向量扩展、虚拟化和二进制翻译扩展等扩展部分，共计指令近 2000 条，具

有自主研发、技术先进、兼容生态等特点。

龙芯架构继承了精简指令集计算机（RISC）的设计传统，其指令长度固定且编码格式规整，大多数指令为三操作数，仅有访存指令可以访问内存。龙芯架构按照地址空间大小可分为 32 位和 64 位两个版本，分别简称为 LA32 和 LA64，LA64 应用级向下二进制兼容 LA32。下面从组成部分、指令编码、主要特点及对二进制翻译的支持几个方面对龙芯架构做更进一步介绍。

（一）Loongarch 组成部分

龙芯架构采用基础部分加扩展部分的模块化组织形式。基础部分包含 300 多条指令，已定义的扩展部分包括：虚拟化扩展（Loongson Virtualization，简称 LVZ）、二进制翻译扩展（Loongson Binary Translation，简称 LBT）、向量扩展（Loongson SIMD Extension，简称 LSX）和高级向量扩展（Loongson Advanced SIMD Extension，简称 LASX）等。

龙芯架构的基础部分包含用户态和核心态两方面内容。用户态部分定义了常用的整数和浮点数指令，能够充分支持现有各主流编译系统生成高效的目标代码。核心态部分在处理器特权等级、例外和中断处理、存储管理以及配套的控制状态寄存器等方面给出了明确规范，能够充分支持目前主流的各类 Unix 操作系统。

龙芯架构的虚拟化扩展部分定义了一系列硬件支持特性，可以提升系统虚拟化实现的性能，涉及处理器虚拟化、内存虚拟化和 I/O 虚拟化三个方面。具体内容包括客户机专用的运行模式和特权资源、

例外分级处理、TLB（Translation Lookahead Buffer）两级地址翻译支持以及中断虚拟化等。

龙芯架构的二进制翻译扩展部分引入了一系列硬件特性，进而以软硬件协同的方式大幅度提升跨指令系统二进制翻译执行效率。

龙芯架构的向量扩展部分定义了一系列单指令多数据（SIMD）指令，利用数据级并行性提升程序执行性能。向量扩展部分可进一步分为 128 位的向量扩展（LSX）和 256 位的高级向量扩展（LASX）。

（二）Loongarch 指令编码

龙芯架构中的所有指令长度均为 32 位，且要求指令地址 4 字节边界对齐，当指令地址不对齐时将触发取指地址错例外。龙芯架构中所有寄存器操作数域都从指令的 0 比特开始从低到高依次摆放，操作码都是从指令的 31 比特开始从高到低依次摆放，立即数域则位于寄存器域和操作码域之间。龙芯架构包含 3 种不含立即数的编码格式 2R、3R、4R，以及 6 种含立即数的编码格式 2RI8、2RI12、2RI14、2RI16、1RI21、I26。图 1 给出了这 9 种典型编码格式的具体定义。

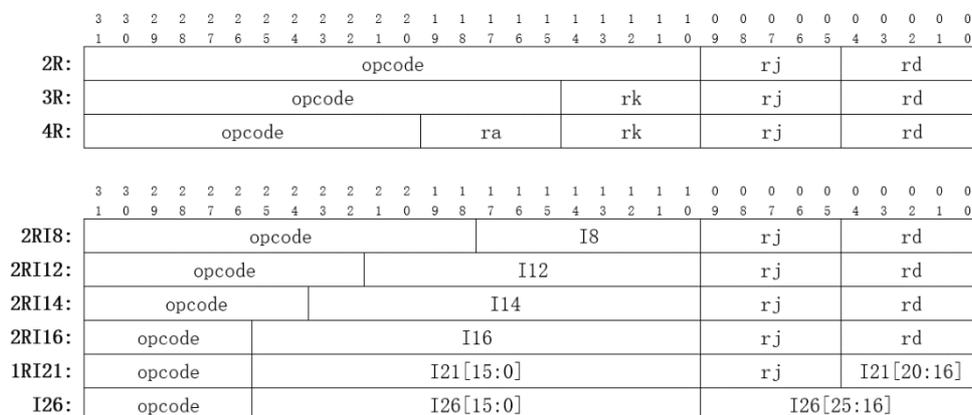


图 1 龙芯架构指令编码格式

（三）Loongarch 特点

龙芯架构在设计时充分利用后发优势，摒弃了传统指令系统中部分不适当当前软硬件发展趋势的陈旧内容，同时积极吸纳了近年来指令系统设计领域先进的技术发展成果。与龙芯 CPU 原来实现的 MIPS 指令系统相比，Loongarch 具有以下特点：

(1) 取消转移延迟槽设计，且整数乘除运算的结果将直接写入通用寄存器而非单独的乘除结果寄存器。这些在早年间用于简化微结构设计的指令集特性不仅不利于当前高性能处理器结构设计而且给软件人员带来困扰。

(2) 去除了陷阱指令和进行溢出判断的运算指令。在当前主流编程语言开发的应用中，需用此类指令的情况已很少见，可以替换为等价的简单指令序列进行处理。

(3) 引入基于 PC 的运算指令，为间接跳转指令添加立即数偏移并增加相对 PC 跳转指令的偏移范围。结合这些调整，将显著改善位置无关代码中长跳转和数据访问的指令（序列）的执行效率，能够大幅度减小 GOT 表的规模，从而降低因 GOT 表规模过大带来的维护和访问开销。

(4) 增加原子访存修改指令，解决传统 LL/SC 指令在大规模并发执行情况下失效重试开销急剧增加的问题。

(5) 由硬件负责所有流水线冲突的处理，允许普通访存指令的地址非对齐访问，由硬件维护指令和数据 Cache 之间的数据一致性。这些功能简化了软硬件的界面，降低了应用迁移的成本。

(6) 计时系统的计时频率恒定，不再随处理器核频率变化而变

动，消除处理器动态功耗管理导致系统计时偏差。

(7) 取消地址空间的固定分段方式以及地址段与特权等级、映射方式间的固定绑定，代之以单一平整 (flat) 寻址空间且所有存储管理配置信息软件均可动态调整。

(8) 支持控制寄存器的原子修改以简化系统软件实现。大幅拓展处理器核内控制寄存器寻址空间，为指令系统核心态的后续演进解除束缚。规范处理器核外控制器并使用独立的寻址空间，将各种多核多路系统的底层硬件信息封装为固定统一格式呈现给软件。

(四) Loongarch 对二进制翻译的支持

二进制翻译技术是实现跨指令系统兼容的重要手段。二进制翻译技术在宿主机(host)上用软件模拟出一个目标机/客户机(guest)指令系统兼容的 CPU 来，从而在宿主机上执行客户机的二进制代码，达到兼容的目的。如在 MIPS 计算机上模拟 X86 指令系统，从而实现与 X86 兼容。二进制翻译的最大问题是效率问题，用软件模拟的 CPU 比硬件直接实现的 CPU 慢很多。如在 MIPS 计算机上使用二进制翻译的方法运行 X86 二进制程序，比起把该程序直接从源代码编译成 MIPS 指令并在 MIPS 计算机上执行，运行速度一般有数量级的差异。

通过硬件支持和软硬件协同可以有效提高二进制翻译的效率。虽然不同的通用指令系统结构在功能上都是完备的，可以通过指令组合实现各种复杂的功能，但指令的具体定义不同，翻译起来就会走弯路。例如，X86 的每条运算指令都要产生 EFLAG 标志位，如果用 MIPS 指令来模拟产生 EFLAG 标志，至少需要几十条指令，如果在

Loongarch 中增加专门产生 EFLAG 的指令，则翻译起来就可以做到一一对应。又如，访存指令都需要进行虚实地址转换，从 X86 到 MIPS 的二进制翻译中，要先把 X86 的虚地址转换成 X86 的物理地址，再把 X86 的物理地址作为 MIPS 的虚地址转换成 MIPS 的物理地址，上述转换过程如果由软件实现，需要十多条指令，如果在 Loongarch 的 TLB 中增加一些特定的支持，就可以直接把 X86 的虚地址翻译成 Loongarch 的物理地址，彻底消除虚实地址转换的额外开销。此外，龙芯架构还增加了对 X86 浮点寄存器栈寻址模式的支持，以及增加若干便签寄存器用于二进制翻译系统临时存储数据以提高二进制翻译性能，等等。

三、龙芯架构的软件生态

软件生态是龙芯指令系统架构能否成功的基础和关键。为了构建龙芯架构软件生态，除了迁移 BIOS 和操作系统内核到 Loongarch，还需要 3+3 的主要编译系统。第一个“3”是三个 C 编译器，包括 GCC、LLVM 和 GoLang。第二个“3”是三个重要虚拟机，包括 Java 虚拟机、JavaScript 虚拟机和.NET 虚拟机。目前上述 3+3 的主要编译系统均已完成到 Loongarch 的迁移。

作为一种新型指令系统，在其原生软件生态成熟之前，Loongarch 将借助二进制翻译实现与 X86、ARM、MIPS 等指令系统应用的二进制兼容来弥补其早期应用生态的不足。下图 2 给出了 Loongarch 软件生态的结构。作为 Loongarch 的原生软件生态的补充，需要构建从 MIPS 到 Loongarch 的体系结构翻译器 LATM(Loongson

Architecture Translator from MIPS), 从 X86 到 Loongarch 的体系结构翻译器 LATX(Loongson Architecture Translator from X86), 从 ARM 到 Loongarch 的体系结构翻译器 LATA (Loongson Architecture Translator from ARM)。Loongarch 体系结构翻译器和前人工作的区别在于在 Loongarch 定义时就充分考虑多种指令系统二进制翻译的需求, 强调更加紧密的软硬件协同, 大幅提高了跨指令系统二进制翻译的效率。

| | | | |
|-------------------------|--------------------|------------------------------|---------------------|
| Loongarch Linux apps | MIPS Linux apps | X86 Windows/Linux apps | ARM Android apps |
| | LAT from MIPS | LAT from X86 | LAT from ARM |
| Linux on Loongarch | | | |
| Loongarch | | | |

图 2. 龙芯 CPU 运行 X86、ARM 和 MIPS 应用的总体思路

四、最新进展和近期计划

2020 年以来, 龙芯新研 CPU 不再支持基于 MIPS 的指令系统, 全面支持 Loongarch 架构。目前, 支持龙芯架构的龙芯 3A5000 等多款处理器芯片已经流片成功。在 3A5000 上成功运行了完整的 Linux 操作系统, 并通过二进制翻译技术高效运行原有龙芯计算机上的 MIPS 应用、X86 计算机 Linux 和 Windows 系统上的各种应用。实测结果表明, 把 SPEC CPU2000 编译成 MIPS 和 Loongarch, Loongarch 的动态指令数比 MIPS 少 15%-20%。从 MIPS 到 Loongarch 的二进制翻译系统效率达 90%以上。从 X86 到 Loongarch 的二进制翻译系统

正在优化过程中。上述测试结果表明，实现兼顾自主和兼容的指令系统是可行的。

龙芯中科高度重视与龙芯架构相关的知识产权工作，委托国内第三方知名知识产权评估机构对龙芯架构进行深入细致的知识产权评估。从 2020 年二季度开始，双方投入上百人月，将 Loongarch 与 ALPHA、ARM、MIPS、POWER、RISC-V、X86 等国际主要指令系统有关资料和几万件专利进行深入对比分析。2021 年初，评估机构出具报告认为：（1）Loongarch 在指令系统设计、指令格式、指令编码、寻址模式等方面进行了自主设计。（2）Loongarch 指令系统手册在章节结构、指令说明结构和指令内容表达方面与上述国际上主要指令系统存在明显区别。（3）Loongarch 架构未发现对上述国际上主要指令系统中国专利的侵权风险。

龙芯中科已经公开发布 Loongarch 的基础架构指令系统手册。待完成包括境外专利分析在内的进一步知识产权评估后，龙芯中科将发布更完整的 Loongarch 指令系统手册。龙芯中科还将联合产业链伙伴在适当的时间建立龙芯开放指令系统联盟，在联盟成员内免费共享 Loongarch 及有关龙芯 IP 核。

云原生

云原生技术推动数字化转型

中国联通 杨海明

云原生（Cloud Native）技术带动的产业发展势头迅猛，云原生俨然已成为提升云计算使用效能，推动企业深度上云用云，实现数字化转型的关键支撑，成为打造数字经济发展新动能的重要保障。

云原生技术的诞生伴随着多变的内外部环境不断影响和重塑着企业信息化的大环境。新的竞争环境对企业的 IT 能力建设提出更高要求，如何构建和完善基础设施以满足 IT 建设中的多样化挑战也是采用云原生技术的一个核心要素。

随着云计算技术的落地，K8s 和 Docker 等开源技术逐渐普及，也推动了云原生技术思维的快速落地。集成平台纳管跨数据中心的海量资源成为一个趋势，基于 K8S 与 Docker 构建智能化基础设施，通过统一服务集成框架，提供：大数据、物联网、人工智能与安全等相关能力，并以多租户的方式向用户在线开放，实现快速交付和弹性扩缩容，赋能用户一线生产经营，助力企业实现数字化转型。

一、云原生不是一个技术而是一系列技术架构的改变

虽然云原生的定义各有描述，但本质上，所有的云原生应用具有以下四个特征：采用容器化的资源承载调度、基于微服务架构的 PaaS 提高灵活性和可维护性、DevOps 支持持续迭代和运维自动化，利用分布式多云平台设施实现弹性伸缩、动态调度、优化资源利用

率。

第一，容器管理资源调度能力。云原生平台通常需要先进的容器化技术，实现对 K8S 与 Docker 的统一管理，基于传统基础设施可快速构建 K8S 集群，并且以多租户形式对多 K8S 集群进行统一纳管，降低 K8S 与容器使用门槛，提高企业云原生基础设施使用与运维效率。

第二，基于微服务架构的 PaaS 能力。项目构建过程中常用的中间件数据库能力、大数据能力、安全能力、人工智能能力、物联网能力都包含在内，传统 PaaS 框架由于受开发框架所限，虽然具有相应的能力，但在使用中，面对使用峰值时往往出现资源不够的情况，但受限于成本压力，又不能按照峰值使用准备资源。采用微服务的架构，不仅仅可以实现资源的弹性伸缩；更重要的是，可以通过服务的拆分，找到规模扩展的瓶颈，从而根据具体受限制的组件进行弹性伸缩。此外，围绕云原生技术具有大量的云原生生态的开源组件能力，将开源组件能力相关的监控、日志、备份、可视化参数设定、Dashboard 等运维功能进行封装与编排，组件拉起同时获得相关运维功能；使用了 Helm 与 Ansible-Playbook 等基于云原生技术的编排与封装方式，可分别在容器化与虚拟化的环境中快速拉起，满足用户多种需求。

第三，提供 DevOps 能力。现代的云原生技术平台不仅提供了从研发部署，到中间的持续集成、持续交付，再到最后的发布以及后续的监控等在内的一站式服务能力；同时也提供了可视化、可配置、

可自由定制的流水线的功能，针对每个环节，实现开发人员、运维人员诉求的自由定制。并且，云计算集成平台也提供了 UI 测试、性能测试，以及集成测试等多方面的测试工具，可以方便我们在整个持续的 CI/CD 过程中直接调度相应的能力，完成测试相关诉求。

第四，分布式云的多云管理能力。云计算技术发展到现在，IaaS 层面的技术已经逐渐普及，大的云计算资源提供商也逐渐清晰。在新的时代，充分发挥云服务提供的优势资源能力和行业差异化优势，并实现数据存储的安全高效成为新的热点。作为业务方：一方面要在云服务提供商中进行选择，找到投入产出比动态最优的服务商；另一方面，最为行业差异化使能的需求，需要找到最佳的合作伙伴；最重要的，还需要将产出的数据找到合适的存储能力提供者。在这三方面的诉求下，分布式云需要更好的多云管理、PaaS 行业能力、以及安全可靠低成本的存储能力。

二、云原生技术提升了应用构建的能力

除了四个核心能力特性的变革外，云原生技术带来应用构建过程中还有两大突出的创新点。带动了集成技术和容器网络技术的突出发展。

第一是多样化能力组件的集成。在应用层面，云原生技术首次实现了软件集成的能力。在云原生体现架构下，通过统一服务集成框架，定义了一套标准化的服务集成接口，涵盖服务的全生命周期管理（查询、开通、变更、退订等），快速对接各类能力组件，实现异构能力组件的统一纳管、自助拉起、弹性伸缩和在线开放，形成

了“能力众筹”的技术生态，为租户充分赋能。

第二是容器集群间网络互通。容器集群间的通信需通过更加灵活的组网能力，实现平台纳管的分散在若干数据中心的异构资源，相应的能力组件也部署在不同数据中心的不同集群中，通过网络插件，实现了多集群共用一套网络，解决了数据中心内部不同集群间以及跨数据中心的不同集群间网络的应用互通问题。

三、云原生技术在各大企业中得到了大量的实践

云原生技术首先在新兴互联网企业得到了广泛的实践，同时，也逐渐渗透进入传统企业，并得到了进一步的发展。

以互联网头部厂商京东为例，京东集团每年大促都会面临海量数据增长和流量冲击，整个交易流程包括：从前端零售体系的网站和订单，到支付体系的结算和支付，再到营销体系的搜索和推荐等，到后端物流体系的仓储和配送，以及客服体系的客服和售后等，各个体系的 IT 系统都面临着巨大的负载压力。因此，京东从很早开始使用云原生技术构建应用。“京东目前运营着全球最大规模的 Docker 集群、Kubernetes 集群，是目前全球容器化最彻底的互联网企业之一。”

阿里云在云原生技术的使用上，充分认识到虚拟机依然是给第三方提供服务的主要 IT 资源形态，但也意识到云原生技术的广泛发展前景以及新能力生态都基于云原生技术。因此在内部 PaaS 上进行了比较广泛的云原生升级改造，将一些新业态的 PaaS 能力在云原生技术上开发，实现了云原生技术和虚拟机技术之间的完美平衡。

联通集团虽然是传统的企业，但也积极应对新时代 IT 的挑战，联通集团不仅仅通过云原生技术将内部 B 域 CB 系统全部云化，同时带动整个 B 域的开发测试都转到云原生的大环境中。另外，针对有独立环境需求的 IT 环境（如 M 域），联通集团研发了云计算集成平台，解决计算和存储资源使用不均衡、弹性调度不足、支撑和运维效率低、迭代周期长等问题。作为数字化转型的底座，对内实现提供智能化数据基础设施，跨四大数据中心完成资源异构纳管，节点超过 2000 个，容器规模超过 2.3 万；对外，面向数字政府、智慧城市、工业互联网等行业领域输出整体解决方案及新基建能力，赋能客户高质量发展。

四、云原生技术未来的发展方向

随着云原生时代的到来，整个 IT 行业将全面积极拥抱云原生技术实现企业及各行业的数字化转型，在当前成果基础上，有以下几个方向值得继续关注。“基础设施即代码”、“Serverless 与 FaaS”、“安全容器”、以及低代码等方向，将是下一代云原生技术的重点发展方向。云原生技术将不再是一个领域的一个技术点，而是各个合作伙伴共同推进的云原生技术生态和行业落地。

IPv6

把握历史机遇，推进 IPv6 发展

清华大学 李星 教授

互联网协议第六版（IPv6）是互联网升级演进的必然趋势，网络技术创新的重要方向，网络强国建设的基础支撑。

20 世纪 80 年代初，IPv4 协议成为互联网的基础协议。在设计之初，IPv4 被要求能承载一千万用户，事实上，IPv4 具有 40 亿个网络地址。但是，上个世纪九十年代初工程师们意识到，40 亿的地址是不够用的。从 1992 年开始到 1997 年，国际互联网标准化组织 IETF 经过不断的研究和试错，在各国研究人员的共同努力下，发布了 IPv6 协议。IPv6 拥有 2^{128} 个地址，相当于地球上每一个平方米可以获得 10^{26} 个地址。

与 IPv4 相比，IPv6 协议具备以下特点：

(1) 具有海量的地址空间。为物联网和万物互联的新一代网络应用提供了可能。

(2) 具有更加聚类的全球路由表。

(3) 增强对组播的支持和对流服务质量的控制和保障。

(4) 支持自动配置的支持（如无状态地址自动配置 SLAAC）。

(5) 具有更高的安全性（如对 IPSec 协议的支持）。

(6) 具有更好的功能扩充性（如对分段路由 SRv6 的支持）。

在这些特点中，IPv6 海量的地址空间无疑是最重要，也是最刚需的性质。美国科学基金会（NSF）2016 年的一项预测显示：1980

年代，每十人平均拥有一台计算机；到 2016 年，每个人平均拥有十台计算机；而到 2051 年，大约每个人平均将拥有一千台计算机。在云计算、物联网等各种新技术的广泛应用下，全球对 IP 地址的需求量极大，未来全球对 IPv6 的需求将会持续升温；而在互联网核心技术演进历程中，IPv6 也将越来越受瞩目。

2016 年 11 月，IETF 最高领导层 IAB 在发表的关于支持 IPv6 发展的重要声明中指出，未来的新协议要全部在 IPv6 基础上进行优化，而不需要考虑与 IPv4 的长期兼容。这是互联网发展过程中一个非常重要的里程碑，表明 IPv6 成为互联网技术无可争议的发展趋势和方向。

CERNET2：全球规模最大的纯 IPv6 网络

中国教育和科研计算机网 CERNET 于 1994 年建成运行，是中国自行设计和建设的第一个采用 TCP/IP 协议的全国性计算机互联网络。

1998 年，CERNET 先行一步跟踪下一代互联网的研究与应用，建立了中国第一个下一代互联网 IPv6 试验网络 CERNET-6BONE。2004 年，CNGI-CERNET2 主干网开通。CERNET2 全面支持 IPv6 协议，连接了我国 20 个城市的 25 个核心节点，是世界上首个也是规模最大的纯 IPv6 大型互联网主干网。之所以选择纯 IPv6，在于当时我们的想法是：要完成互联网架构本质的创新，就需要在一个完全不同于现有模式的网络环境下进行研究。

由于 IPv6 与 IPv4 不兼容，当时无论是 IETF 的技术建议还是各

国政府的政策都还是双栈模式，采用纯 IPv6 是非主流的大胆选择。有意思的是 2020 年，美国管理和预算办公室（OMB）发布了 IPv6 部署和使用指南。尽管指南比我国于 2017 年底两办发布的《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》晚了不少，但它却明确提出，双栈模式未来将难以维护，要向纯 IPv6 网络迁移。现在回头看，纯 IPv6 是未来的必然趋势。CERNET 从一开始就顶着各种非议一直坚持纯 IPv6 网络的建设，这一步无疑是走对了。

2016 年，CERNET2 二期建设项目启动，并于 2020 年底通过验收。CERNET2 二期建设项目完成了 CERNET2 主干网升级，升级后的 CERNET2 主干网采用纯 IPv6 技术，核心节点增加到 41 个，覆盖的省/自治区/直辖市从 20 个扩展到全国 31 个，主干带宽从 2.5G/10G 升级到 100G，主干网总带宽从 127.5G 升级到 4130G。

总的来说，CERNET2 主干网总体技术路线是以 IPv6 为技术核心的自主创新，遵循以下几个原则：第一，在协议选择上，采用纯 IPv6。第二，在设备选择上，每个节点采用混合厂家的设备组网，既有国产设备，又有进口设备。第三，在网络设计上，尽量设计成一个复杂的网络。原因是 CERNET2 是实验网，复杂才能不断发现问题进行创新。第四，在激励机制上，通过高性能的网络、免费使用等策略在校园推广 IPv6 的使用。第五，在安全上，采用源地址认证。第六，在过渡上，采用 IPv4 over IPv6 隧道和无状态翻译 IIVI 技术。

FITI：面向未来互联网研究和探索

目前教育网有三张大网：学术互联网 CERNET，下一代互联网示

范网络 CERNET2 和未来互联网试验设施 FITI。未来网络试验设施国家重大科技基础设施：未来互联网试验设施 FITI 于 2021 年 4 月 20 日开通，以纯 IPv6 技术为主，覆盖全国 31 个省、自治区和直辖市，旨在为我国研究和设计未来互联网体系结构提供国际领先的开放性试验环境。FITI 可为各类用户提供未来互联网物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层的试验服务。

目前开通的 FITI 高性能主干网连接全国 35 个城市 40 所高校核心节点，主干网核心节点间的最高带宽达 200G，实现了与国内外 IPv4/IPv6 试验设施的互联互通。

与 CERNET 和 CERNET2 相比，FITI 的特点是更加面向全国各类科研单位的未来互联网研究和探索。当前世界上绝大多数互联网试验平台都属于模拟仿真平台。这些平台往往没有真实的流量和真实的路由表，基于理想化的设定，不能直面互联网波涛汹涌的安全形势，因此也很难历练出真正经得起打磨和落地的互联网技术，往往只用于支持一些学术研究。基于此，FITI 在设计时的一个重要基本理念就是：一定是全球互联网的一部分，要有真实的互联网环境，同时能支撑试验。也就是说，所有用户在 FITI 上所创建的试验环境都是真实的，有真实的 IP 地址和真实的自治域（AS）号码。

2021 年 4 月，FITI 获得 APNIC 分配的 /20 超大规模 IPv6 地址块，一举使我国 IPv6 地址总数跃居全球第一。2021 年 5 月，FITI 获亚太互连网络信息中心 APNIC 分配的 4096 个自治域号码，使我国拥有的自治域号码资源数量从全球第十二位上升至第三位，并使

FITI 成为全球自治域号码最多的试验网络，使其可以同时支撑 4096 个异构网络的超大规模未来互联网试验环境。

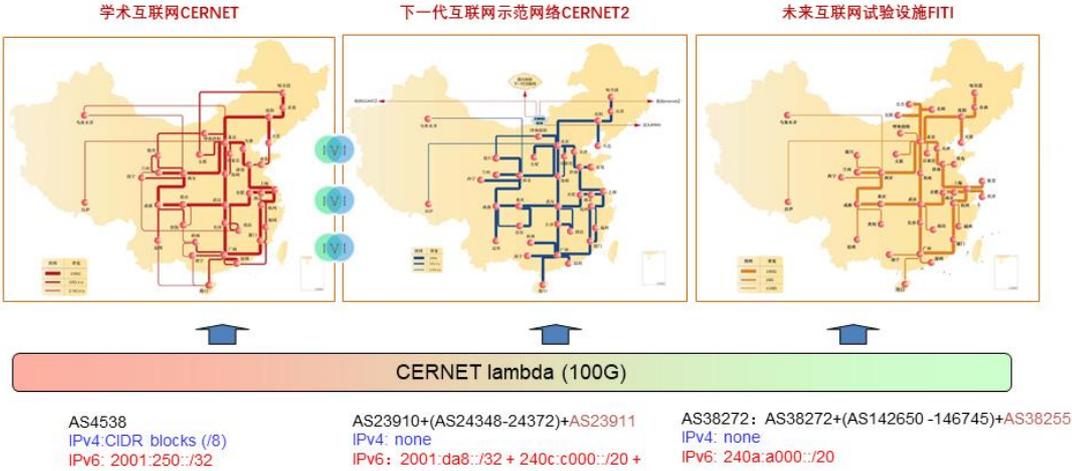


图 1 CERNET 三代主干网

SAVA：突破下一代互联网体系结构的安全可信问题

无论是 CERNET2 主干网还是 FITI 主干网，都同时支持下一代互联网真实源地址验证体系 SAVA。

SAVA 主要用于解决下一代互联网的可信安全问题。针对互联网长期缺乏有效的真实源地址验证，使得假冒源地址横行的重大安全隐患，清华大学于 2005 年在国际上首次提出真实源地址验证体系结构 SAVA (Source Address Validation Architecture)，设计实现了接入、域内和域间三个层次的源地址验证算法，并开展了规模试验和部署。支持互联网真实源地址的精确定位和地址溯源，突破了下一代互联网体系结构的安全可信关键核心技术。

SAVA 体系结构属于国际首创，拥有四大创新点：一是提出分而治之、端网协同的下一代互联网真实源地址验证体系结构 SAVA；二

是提出地址同步、多模异构的真实源地址接入验证方法 SAVA-A (Access); 三是提出路由同步、动态过滤的真实源地址域内前缀验证方法 SAVA-P (Prefix); 四是提出多域同步、协作信任的真实源地址域间验证方法 SAVA-X (eXternal)。

IVI : 引领全球互联网向 IPv6 平滑过渡

由于 IPv6 的设计者过于理想主义，没有注意到 IPv4 与 IPv6 将长期共存这个现实问题，放弃了与 IPv4 的兼容。换言之，它们之间无法进行平滑的“升级换代”，这是 IPv6 从上个世纪九十年代提出到现在，二十年多来一直难以大规模普及的重要原因之一。IPv6 规模部署，必然涉及不兼容的 IPv4 网络和 IPv6 网络的过渡问题。由 IPv4 向 IPv6 过渡，可以采用双栈技术、隧道技术和翻译技术。“双栈技术”不具备激励机制，因为绝大多数人都等待着别人投资进行 IPv6 改造。“隧道技术”本身不独立，必须和“双栈技术”同时使用。“翻译技术”能够以更低的成本率先建设纯 IPv6 网络，并通过翻译器与 IPv4 互联网互联互通，是最好的选择。但由于 IPv4 协议和 IPv6 协议并不兼容，具有最大的技术难度。

清华大学提出的无状态翻译技术 (IVI) 属于国际首创，其基本技术概念可以归结为三点：第一，IPv4 和 IPv6 本身不兼容，不可能真的“互通”。第二，翻译互通的基本原理是：通过翻译器将真

实的 IPv4 计算机映射成虚拟的 IPv6 计算机，同时通过翻译器将真实的 IPv6 计算机映射成虚拟的 IPv4 计算机，使得在互相不兼容的 IPv4 和 IPv6 协议空间内，分别有真实的计算机和虚拟的计算机进行端对端的通信。第三，如何实现 IPv4 对 IPv6 的翻译是关键。IPv6 地址为 128 位，一个 IPv6 的子网就有 64 位，可以轻易地表示 32 位的 IPv4 地址，但如何用有限的 IPv4 地址表示 IPv6 是基于算法表示和解决的，这才是 IVI 最大的突破点。

无状态翻译技术（IVI）已成为 IETF 互联网国际标准，获得 9 个 IETF 的 RFC，被其他 RFC 标准引用达 171 次（截至 2021 年 7 月 1 日），对于引领全球向 IPv6 下一代互联网过渡具有重要意义。

IPv6 的安全和 DNS 的安全

1、IPv6 和网络安全

在互联网的安全问题上，可以说任何设计都不可能是完美无缺的，无论是什么样的网络架构都会存在安全问题，在它真正大规模使用前，安全问题不会全部暴露。

相比 IPv4，IPv6 在设计之初，其安全性已经是一个被重视改善的目标；IPv6 中加入了许多新的安全功能。我国率先提出的源地址认证技术（SAVA）就能够使 IPv6 比 IPv4 具有更强的安全性、可信

任性和溯源能力。

此外，IPv6 具有海量的地址资源，可以建立具有更好连通性的网络基础设施。从这个意义上说，具有更好的安全性。

2、DNS 和网络安全

关于 DNS 的安全问题一直被各种解读。6 月底，美国司法部关闭了多家与伊朗相关的网站，让业界对 DNS 根域名服务器的安全问题更加关注。

美国之所以能关闭伊朗相关网站，原因是被关闭的伊朗网站注册在美国 Verisign 公司所运行管理的顶级域名之下，Verisign 公司在相关域名解析信息上进行了直接修改操作。

当然，关闭某一国的网站并不意味着能让任何一国断网。互联网域名服务是互联网的重要应用服务，但不是互联网的基本功能。没了域名服务器，互联网基本也能保持工作，域名服务器是途径不是目的地。互联网最基本的访问方式是按 IP 地址在访问，域名解析最后还是解析至某一个 IP 地址上。

此外，尽管全球只有 13 个正式的根服务器，但却有几百个影子根服务器，日常大部分访问并不是到这 13 个根服务器，而是影子根服务器，它们同样可以承担全球根服务器的功能。全球互联网根域

名服务器运行者，不可能同时关闭所有的根服务器，包括影子服务器。因此，域名安全的本质不是根域名服务器，而是域名到 IP 地址映射数据本身的安全性和可信任性。

根服务器系统咨询委员会（Root Server System Advisory Committee，RSSAC）主席 Fred Baker 在去年的一次大会上的一个回应可以做一个参考，当时他回应“根服务器的管理机构可以轻易地修改根区文件的内容，甚至可移除特定的顶级域。假如服务器通过修改配置，拒绝响应用户所发起的查询请求”这一说法时表示，这种说法某种程度上可算是成立的。但通过验证 DNSSEC 的数字签名，可轻易发现此类篡改行为。一旦 DNSSEC 校验失败，便可得知解析结果并非源自互联网号码分配机构（IANA），被篡改的内容也会被直接抛弃。因此，尽管理论上而言，根服务器节点可修改根区文件数据，但修改后无法通过 DNSSEC 数字签名的校验。

开放和开源是互联网的基本文化和精神

国际互联网标准组织 IETF 的宣言是：“我们拒绝国王，拒绝总统，拒绝选举。我们相信的是粗略共识和可以运行的代码”。

开放是互联网的基本文化和精神。互联网标准制定遵循以下几点原则：

(1) 开放参与

任何个人都可以向 IETF 提交标准草案 (Draft)。标准决策过程中的多元参与增强了多利益相关方的合法性。“Open source (开放源码)”也是遵循这一原则。

(2) 流程透明

从草案 (Draft) 到标准 (RFC)，全程记录邮件收发并公开会议记录。如果你要在互联网上做点事，符合透明开放，就能经得起考验。

(3) 公开发表

通过 IETF 网站向全社会免费发布 RFC。流程透明、公开发表提供了公众监督及问责的机会。

(4) 免费使用

标准制定者自愿放弃专利，免知识产权费。互操作性促进互联网的创新和变革。从专有协议到提供了互操作性的开放的互联网标准，是一场显著的社会技术变革。

免费发布和免知识产权费的互联网标准，提供了开放性和互操作性的传统。正是这种始终如一的开放性规则，促进了互联网软硬

件创新的飞速发展。同时，互联网标准制定的关键词还有“开放”、“自下而上”、“技术自愿采用”、“功能互操作性”、“全世界可达”等特性。还有两个关键词非常值得一提，那就是：“能够竞争的时候就尽量竞争”，“只有需要合作的时候才合作”。因为经过竞争打拼出的标准才具备生命力。

同时，有一点需要强调，学术研究和工程标准的过程一定是开放的、国际化的。若自创一套与国际不兼容的网络技术，例如 IPV9 等所谓自主创新的网络，将不符合“构建以合作共赢为核心的新型国际关系，打造人类命运共同体”的我国基本国策。

以创新思维把握 IPv6 发展机遇

今后的十年是 IPv6 普及的十年，但不能用 IPv4 的思维来考虑 IPv6。在硅谷有一种说法，做集成电路的时候，要学会浪费晶体管，这是摩尔定律决定的；做网络的时候，要学会浪费带宽，这是光和无线通信技术的发展速度决定的。做 IPv6 的时候，要学会浪费 IPv6 地址，这是由 IPv6 地址空间的规模决定的。

当前，我国正加紧推进 IPv6 规模部署的国家战略。放眼未来，IPv6 下一代互联网将是未来社会信息基础设施的重要组成部分和未来互联网的主要创新平台。IPv6 是网络空间发展不可逾越的阶段，

它虽然不是下一代互联网的全部，但它是下一代互联网的基础，这样重大的互联网发展时机不容我们错过。要总结经验并抓住机遇，以创新思维继续推进下一代互联网研究。

还有一点，要创新提供环境、留出空间。在 IPv6 的创新上，为了激发年轻的工程师对 IPv6 的研究与应用，从 2015 年开始，中国教育和科研计算机网和赛尔网络有限公司设立“赛尔网络下一代互联网技术创新项目”，该项目由赛尔公司提供资金，主要资助 CERNET 会员单位中已经接入 IPv6 下一代互联网的高校学生开展下一代互联网技术与应用服务方面的创新研究，培养互联网创新人才，促进我国下一代互联网技术与应用的发展。目前项目已成功举办了 5 届：370 多所高校、8800 余名师生提出 1500 余项申请；共立项批复共 680 项（含滚动支持），合同要求主要成果开源，已申请专利 262 项、软著 299 项，发表论文 1100 余篇。

最后，有一点结论：开源为 IPv6 提供了新平台，IPv6 为开源提供了新机遇。实践是检验真理的唯一标准，开源给基于 IPv6 的研究与应用提供了验证环境，而 IPv6 比 IPv4 空间大很多，在上面可以出现很多与 IPv4 不一样的东西，做开源的工程师，将有更多机会和空间做出更多新的尝试。

开源的发展前景

编者的话²：开源的发展前景

《开源世界 迷人的未来》是 Linux 基金会执行董事 Jim Zemlin 先生在“第 16 届开源中国开源世界高峰论坛”上作的一篇报告。

观察 Linux 基金会在推动开源发展历程中走出了三步曲：第一步，开发了 Linux 内核，随后开发衍生的 Linux 操作系统（社区版），如 Mint、Deepin、Cent OS、Fedora、Ubuntu、Linux Lite、openSUSE 和 Slackware 等；第二步，跨界开发了或支持孵化深度信息技术，如：云原生+Kube、超级账本/区块链、人工智能等；第三步，就是 Jim 讲的《开源世界 迷人的未来》，继续跨界开发：边缘计算、金融科技、公共卫生（抗击疫病大流利）、LFX（开源水晶球）、开源项目安全管理平台、软件许可管理许可标准（SPDX）和开源办公室最佳实践等。

LFX 是 Linux 基金会历时 5 年构建的一个工具，用多方维度去窥探开源项目成不成功，欠缺什么，如开源社区活跃度、媒体宣传度、多元贡献度、生态大小等，帮助大家了解一个开源项目并知道如何攻关迎接挑战。LFX 里面也含各种帮助的方案，包括资金众筹等。

² COPU 编者：陈伟、鞠东颖

开源世界 迷人的未来

——在第 16 届开源中国开源世界高峰论坛上的报告

Linux 基金会 执行董事 Jim Zemlin

大家早上好，我是吉姆·泽姆林，Linux 基金会的执行董事。我在加州纳帕的家中与大家见面。不能亲自到场见到大家，我真的很难过。

中国开源软件推进联盟的活动是我每年最喜欢参加的活动，我喜欢来中国，在夏天这个时间和我的挚友陆教授，以及全世界成千上万参与开源的开发人员一起，新冠疫情带来了一段艰难的时期，很高兴看到疫情终将过去。疫苗正在全球推行，我们希望能在不久的将来再次见到大家。

我首先要去的地方，就是去中国拜访我的朋友，听听他们在中国发生的一切，并分享 Linux 基金会正在进行的许多工作，也是我今天想分享的内容。

2021 是特殊的，我们不仅走出了新冠疫情，我们还要庆祝 Linux 基金会历史上和开源的一个重要里程碑。今年是 Linux 项目的 30 周年纪念，很难想象 30 年前，在芬兰赫尔辛基的一间宿舍里，一个年轻的大学生 Linus Torvalds 开始了一个项目，他称这个项目为 Linux。30 年后，它是人类历史上最重要、最大规模的共享技术。我们真的

很高兴该项目迎来了第 30 周年，一想到 Linus Torvalds 以及成千上万的开发者，已经连续工作了 30 年来维持这一重要的共享投资，这很了不起。我们都能从中受益，无论我们是谁，无论我们为谁工作，无论我们住在哪里，Linux 现在驱动着世界上绝大多数的计算系统，无论是超级计算机、云计算、汽车系统和消费电子嵌入式系统，Linux 确实是世界上大多数技术的基础。

30 多年来，它取得了这样的成功，想想都令人震惊，我想祝贺所有致力于 Linux 的人不管这些所作贡献的大小，他们都为这个伟大的集体创新做出了贡献任何人都可以免费使用，以满足任何他们认为合适的目的，除了庆祝这个了不起的 Linux 30 周年的里程碑，Linux 基金会本身一直致力于让大量的新项目进入我们的组织，这些项目在全球有成千上万的开发人员和机构一起协作，部份亮点包括使用开源来帮助新兴行业解决大问题。

例如我们的 AgStack 项目，AgStack 是一个智能农业平台，可以用来做精准农业和来帮助了解天气模式帮助种植庄稼，帮助种植，帮助提供更有用的用水，并产生真正的影响，不仅仅是农民从他们的作物中获得的产量多少，还包括通过用水和其他地区的使用，影响农业对气候的效应。

我很高兴这个行业决定加入 Linux 基金会，并在 Agstack 项目上合作，除了 AgStack 我们已经其他行业的力量加入 Linux 基金会，另一个例子是我们的 FINOS 基金会，FINOS 基金会是一个由世界上最大的金融服务公司创建的基金会开源项目。的确是这样，大

银行正在合作创建开源技术，提高我们所有人的效率，如何存款和共同创造财富。

过去一年中，我们的开源项目在抗击疫情方面也取得了进展，我们 Linux 基金会的公共卫生基金会已经成为世界范围内联系人追踪和显示通知软件的基础，现在我们正在进行一个疫苗认证项目，这样就可以以一种尊重隐私的方式和我们的同行，一起交换疫苗接种、遵守性和信息。如果你有兴趣了解 Linux 基金会的公共卫生基金会是如何帮助抗击此类疫情的，并想建立一个共享的开放式软件库来对抗未来疫情，请去查阅 Linux 基金会的公共卫生基金会。

我们看到新的共享倡议不仅仅是源代码，我们有一个新项目叫做 FinOps 基金会，FinOps 是一个关于共享数据和最佳实践的组织，让您在财务的角度了解如何管理云原生，了解在云上运行软件的财务负担以及如何让以上事情更加有效率。这些只是我们正在做的开源工作中的一小部分。

此外，我们正在为我们的开源项目制定更好的基线，我们认为在 Linux 基金会上有一件事是非常重要的，即确保开发实践适用于开源项目，开源在社会中扮演的角色是否相称和平等。因为开源对我们所有人都很重要，以安全的方式开发软件，以一种信任的方式，以一种知识产权，代码所有权共享的方式被理解，这一点非常重要并且符合行业标准且可以保证该项目是以有效的方式完成的。

为此，Linux 基金会创建了一整套工具可供开源项目或组织利用，为这些项目本身创造更好的结果，这些工具包括更有效的协作，

提供指导计划，面对面见面会。这些工具提供了失去追踪的知识产权，自动化代码贡献过程的有效方法，通过合同和协议自动签署版权转让和许多更多的服务，我们提供了一个完整的安全框架来扫描开源项目检查漏洞，让开发者注意到漏洞，甚至建议修复这些错误，以证明这些集体项目的安全性。就在这个月，我们将在我们的 LFX 安全平台推出新功能，它可以检测代码中的秘密，并防止它们意外地与他人共享。除此之外，我们正在努力改进开源项目的运行方式，为来自不同背景的人提供一个更友善的环境，无论他们来自哪个国家、国籍或种族，还有更多。我真的鼓励你们所有人去 Linux 基金会的网站或者去登录网址：[LFX.DEV](https://lfx.dev)，使用这些工具进行测试，你将能够很快地看到不同的开源项目，安全性，那些项目的发展他们的开发速度如何变化，有多少人参与这些项目，最重要的是你如何参与这些开源项目，我们对 Linux 基金会的 LFX 平台感到非常兴奋，在未来的几个月或几年里，你将会听到更多关于这个平台的消息。

最后，我很高兴地说，Linux 基金会正在前进，不仅仅是共享源代码、共享数据和共享最佳实践，但我们也在投资我们制定标准的能力，我们认为共享代码、共享标准和共享数据的组合，所有这些构成了我们如何通过 Linux 基金会的联合开发基金会的合作，以实现创新成果的范围。

我们现在是世界上最大的标准开发组织之一，包括开放媒体联盟在内的标准，还有我们的 SPDX 标准，SPDX 是一个工作站的软件，是一种软件数据交换标准，它允许你创建一个软件材料清单，并在

你的供应链上进行交换，这是 ISO 认可的国际标准并将帮助创建以更加无缝且可靠的方式共享软件，以一种可靠的方式了解你未来会运行的软件，我认为这是我们可以改进的地方，不仅是通过更好的安全性，了解你在生产系统中运行的软件，提高集体信任，也包括一些其他事情，比如软件许可证及合规性以及帮助你理解你正在运行的开源软件，以便参与那些上游的开源项目，我鼓励大家也看看 Linux 基金会网站上的 SPDX 规范。

最后，我很高兴地说，我们会继续合作，尽管疫情在世界各地的组织和个人中传播，中国仍然是我们合作中的重要组成部分。你知道我已经说过一遍又一遍，我还会继续这样说，开源作为一种免费的公共产品是基于以下事实，我们都可以分享开源的开发和使用，这与你来自哪里，为谁工作，住在哪里无关。我认为有机创新来自于开源，最重要的是，Linux 已经诞生 30 周年，人们当初甚至认为它不会超过 20 年或 15 年，它的存在证明了我们可以同时竞争且集体帮助彼此，不要忘记，开源可能是非零和游戏的最好例子之一，开源让你可以同时帮助自己 and 他人。它带来了数以亿计美元的集体投资，我们都用它来解决一些世界上最困难的问题。

最后我想说的是，Linux 基金在此愿与你们所有人在中国合作，帮助大家更好地参与全球的开源社区，我们有各种各样的项目可以帮助大家理解，如何既在开源社区工作又使用开源项目，为你的组织或为你自己创造精彩的开源产品和服务。我们有各种各样的培训项目，可以教会大家如何在自己的组织中创建一个开源程序办公室，

这样你就可以有效地参与和使用开源代码。我们的培训将帮助你了解如何在开源项目中进行最安全的最佳实践，可以帮助你了解具体的技术，如 Kubernetes 它正在改变云应用程序构建和维护的方式或者仅仅是关于开源如何工作的简单的开源基础知识，比如你使用的是什么工具，在源头上使用什么知识产权许可管理它。

作为你的朋友，我们都在 Linux 基金会并随时最近准备帮助大家，了解更多关于开源的知识，并与全球的同行一起工作。无论你在这个奇妙的开源世界中身处何方。

我很抱歉我今天没法与大家亲自见面，我真的很期待很快再见到大家。明年这个时候我很有信心我会来到现场，我最期待的是和我的良师益友陆教授握手。

谢谢大会邀请我，接着请大家享受大会接下来的活动。



敬请关注联盟微信公众号
COPU开源联盟

中国开源软件推进联盟秘书处

电话：+86 010-88558999

联盟公共邮箱：office@copu.org.cn

联盟官网：<http://www.copu.org.cn>

地址：北京市海淀区紫竹院路66号赛迪大厦18层