



CUBE-Net

新网络 新服务 新生态



北京 2022 年冬奥会官方合作伙伴
Official Partner of the Olympic Winter Games Beijing 2022

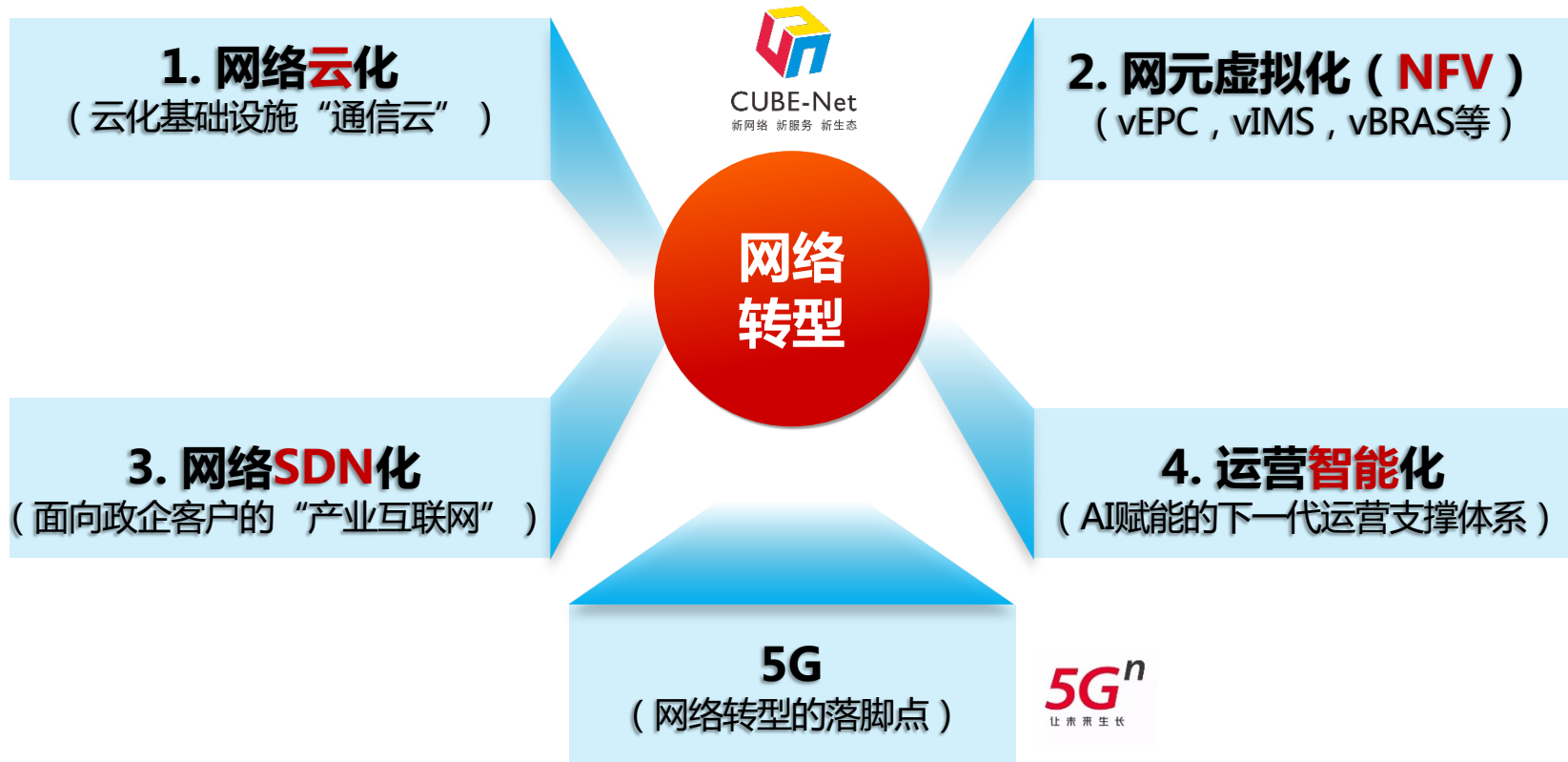
中国联通的开放网络研究与实践

中国联通 唐雄燕

2020年9月9日

中国联通网络转型推进方向：以网络“四化”转型，成就5G未来

2015年中国联通发布新一代网络CUBE-Net 2.0白皮书，明确网络转型的架构和目标



中国联通网络转型与SDN/NFV发展历程



CUBE-Net
新网络 新服务 新生态

发布CUBE-Net 2.0，
确立中国联通未来网
络架构和方向

拥抱开源，成为
ONOS董事。在天
津开展全球首个基
于ONOS的本地企
业专线试验

发布“中国联通产业互
联网（CUII）技术体系
和服务产品”，启动IP承
载网SDN升级

与多家国际运营商联合
试点CORD，发起中国
CORD产业联盟

技术试点：vBRAS，
vDC，vIMS，SD-
IPRAN，vCPE

在广东发布SD-IPRAN产
业互联网智能专线

国内首个三层解耦的NB-
IoT虚拟化核心网vEPC建设

在广东、上海、河南等
省开通云专线

与阿里云等合作开通基于
CUII的CloudBond®云联网

山东枣庄vBRAS局的商用

SDN：推广基于产业互联网CUII
的**云网一体**服务；推广基于SDN
的各类智能专线业务

NFV：建设虚拟化核心网vEPC、
vIMS；推广vBRAS部署

云：开展**通信云**规划和建设，开
展**边缘云**规模试点

运营智能化：打造面向网络云化
的**新一代网络运营支撑系统**

组织：成立**联通智能网络中心**

云网一体服务产
品：云联网，SD-
WAN，SD-OTN

5G核心网（5GC）

边缘云

网络AI
(CUBE-AI)

开源与白盒试点
(CORD, P4, O-RAN)

2015年

架构研究年

2016年

技术试点年

2017年

商用实践年

2018年

应用推进年

2019年

5G元年

5G发牌一周年，彰显中国速度



2019年6月6日，5G牌照发放



2020年4月，中国联通5G覆盖珠峰大本营

- ❑ 2020年8月我国5G基站累计达到**48万个**，预计年底有望达到70万个，将覆盖全国所有地级以上城市。截至8月底，5G终端连接数已超过1亿。
- ❑ 5G SA成为中国5G发展的路线选择
- ❑ GSMA预计，2020至2025年间，中国运营商基于移动业务的资本支出将达到1800亿美元，其中约90%被用于5G网络建设

2020年7月3日，5G R16版本正式冻结，继R15版本的eMBB场景外，补齐了uRLLC、mMTC场景

SDN/NFV发展与网络开源相伴而生

Timeline of ONF and ON.Lab merger:

- 2012**: ONF (Open Networking Foundation) logo.
- 2016**: ONF and ON.Lab merge. Text: "2016年10月, ONF 和 ON.Lab 合并".
- 2016**: CORD (Central Office Re-architected as a Datacenter) logo.
- 2014**: ONOS (Open Network Operating System) logo.
- ON.LAB** logo.

Timeline of ECOMP and OPEN source:

- 2016**: OPEN source logo.
- 2017**: ECOMP 开源 logo.



ONAP 2017
OPEN NETWORK AUTOMATION PLATFORM

OPEN DAYLIGHT 2013

CLOUD NATIVE COMPUTING FOUNDATION

OPNFV 2014 2019

Open Source MANO 2016

O-RAN ALLIANCE 2018

TELECOM INFRA PROJECT 2016

MEF LSO
LIFECYCLE SERVICE ORCHESTRATION

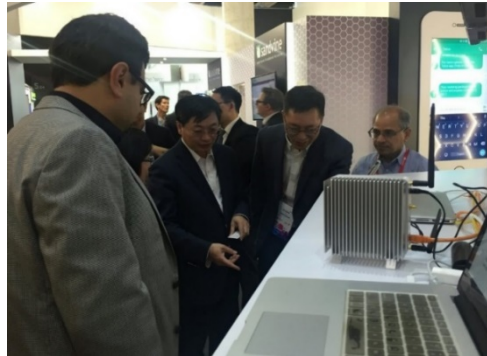
broadband forum

中国联通与ONF

In 2015, China Unicom joined ONOS/ON.Lab as a founding member



April 23, 2015

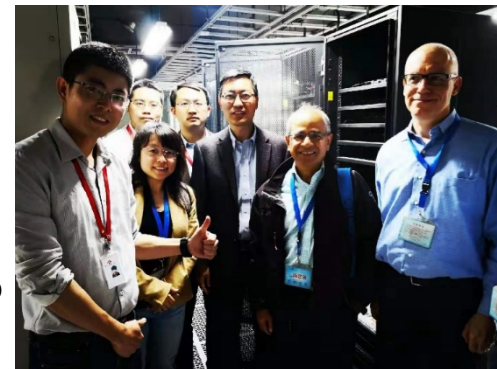


March 2017, MWC
President Lu visited ONF booth

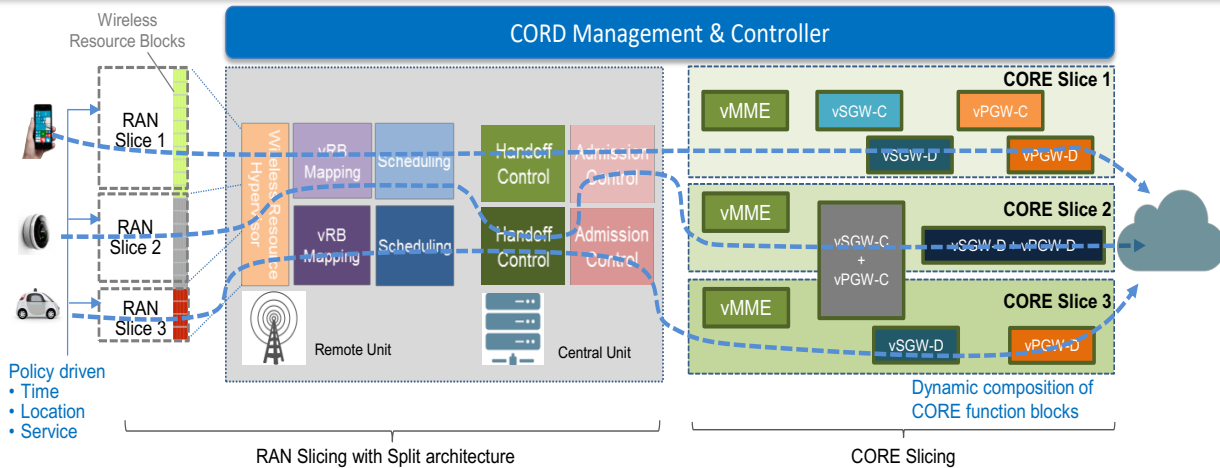
July 2017
EVP Shao's Office



April 9, 2019
China Unicom CORD Lab



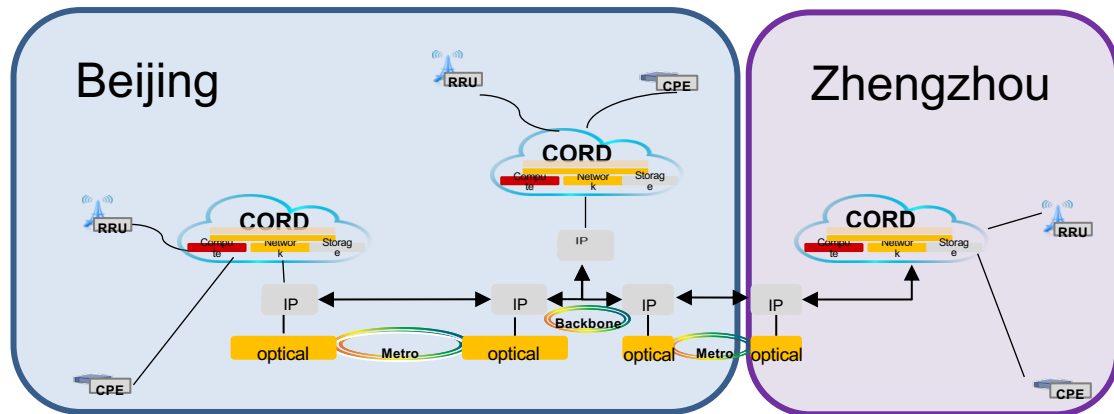
中国联通CORD实验环境



➤ Multi-access CORD实验环境包括在北京和郑州部署的共3套M-CORD系统；

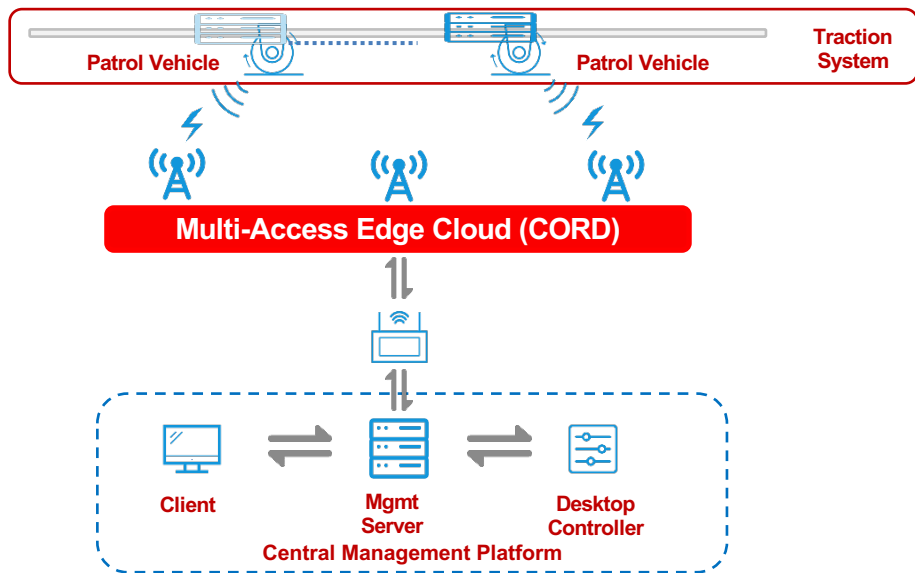
➤ 3套M-CORD系统通过L2VPN /L3VPN实现连接，并支持微服务架构对CORD之间的业务进行全局协同；

➤ 系统支持端到端的网络切片能力



CORD行业应用：山西晋能 “专网+边缘接入” 解决方案

- 2019年：基于ONF的开源CORD平台，提供4/5G的无线接入，实现巡检机器人高带宽、高稳定的无线连接，满足智能传感器数据实时回传要求，还利用部署在平台中的电厂应用分析系统和边缘人工智能技术，对相关的数据进行智能处理和分析，实现电厂管理的智能化和可视化。



中国CORD产业联盟 (CCIA)

➤ 中国CORD产业联盟由中国联通于2016年发起建立，旨在推动CORD和开源开放理念在中国的发展

2016 联盟成立&技术论坛



2017 技术峰会



2018 全球网络技术大会



2019 ONF技术研讨会及
全球网络技术大会



中国联通与ONF合作的新内容

- 中国联通建立了基于K8S的CORD 6.0试验床，研发基于开源软件的边缘云平台
- 2019年10月24日-25日，中国联通联合ONF举办了“中国联通&ONF开源项目启动会”。启动**SD-RAN** (Software Defined - RAN)、**MAEC** (Multi-Access Edge Cloud)、**白盒交换机**三个项目









北京 2022 年冬奥会官方合作伙伴
Official Partner of the Olympic Winter Games Beijing 2022



垂直行业是5G最重要的应用领域，5G行业专网有多种实现方式

- 根据网络定制化程度，分为**物理独立专网**、**公网切片专网**、**公网共享专网**等服务能力，为客户提供特定区域覆盖、数据可靠传输、业务安全隔离、设备可管可控的基础连接网络，满足客户在组织、指挥、管理、生产、调度等环节的通信服务需求。

服务能力	物理独立专网	公网切片专网	公网共享专网			
	<ul style="list-style-type: none"> 专用行业基站，物理隔离，突破矿山、石化等特殊场景 	<ul style="list-style-type: none"> 通过切片实现隔离，解决广域专网需求 	<ul style="list-style-type: none"> 公网、私网共用网络，数据本地卸载分流 按需部署用户现场专享型MEC平台 			
无线网	5G基站 (室外/室内)	5G基站 (室外/室内)	5G基站 (室外/室内)			
核心网	UPF/MEC	UPF/MEC	UPF			
	AMF/SMF	AMF/SMF	AMF/SMF			
应用	 集群通信	 切片	 数据分流	 边缘算力	 速率增强	 低时延

名词解释：

AMF：Access and Mobility Management Function，接入和移动管理功能

SMF：Session Management Function，会话管理功能

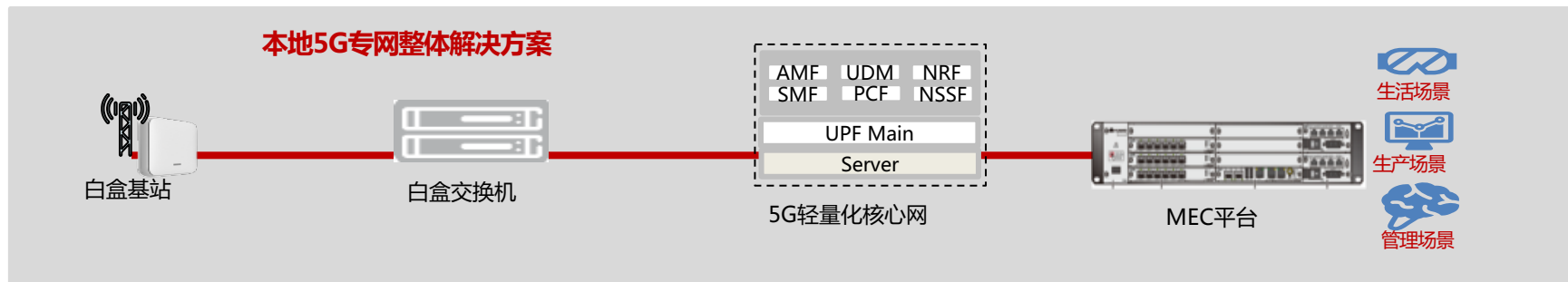
UPF：User Plane Function，用户面管理功能

私有部署

公有部署

5G专网：基于白盒和开源打造开放的“定制网络”

- 2B市场碎片化、产品非标化，大型政企的定制化网络需求，需要差异化的本地服务（本地基础设施、边缘云、差异化管道、频率、基站、建维服务等）。定制化网络服务将是2B市场的战略型业务；
- 打造开放化定制专网，实现网络能力的开放，可以更快捷地满足行业用户的个性化需求。



硬件基础平台趋向统一，开放网元接口，分层智能优化，提升网络端到端协同能力；统一管理和编排，通过可编程化保障业务灵活性。

开放无线网络O-RAN

■ **O-RAN联盟**：推动无线设备实现接口的开放，积极研究开源、白盒参考设计，并提高联合创新能力，降低产业成本。O-RAN核心技术特征是无线系统设备切分为标准子系统组件，分层独立研发

O-RAN联盟自2018年6月成立以来，发展迅速

- **24家运营商、137家产业公司加入（截至2020.2）**
- 成立OSC开源社区，12个开源项目
- 正式发布18本规范
- 发布白盒参考设计3套
- 16个原型演示（2019年三大通信展）
- 成立TIFG焦点组



2019年11月9日，中国移动、中国电信、中国联通三大运营商携手成立O-RAN测试与集成中心

O-RAN解耦架构

■ O-RAN联盟正在为开放RAN定义架构和API

- 由运营商组成，帮助推进open RAN进程



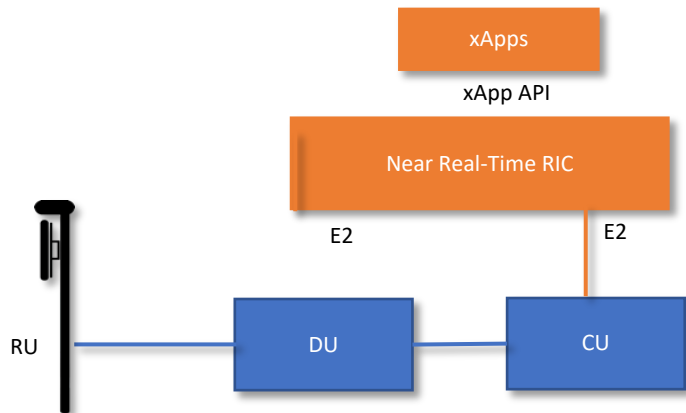
O-RAN联盟正在定义一个解耦的RAN架构

■ 其目标不仅仅是支持单纯的RU/DU/CU解耦

- 而是多供应商的RIC和多样化的xApps

■ 运营商正在支持SD-RAN项目来构建开源RIC

- 一个通用的开源RIC将促进多供应商xApps和广泛的互操作性



RIC (RAN Intelligent Controller)

SD-RAN项目愿景

■ 构建符合O-RAN架构和规范的开放式软件组件

- 构建RAN控制器 – μ ONOS-RIC ;
- 为RAN构建示例xApps，并定义接口，完全授权xApps控制RAN
 - xApps将控制关键的RAN功能，而传统基站上这些功能是供应商专有的；
 - 通过xApps，应用AI和机器学习来优化RAN（对运营商有巨大价值）；
 - 运营商需要一个能够与多供应商的RAN平台协同工作的xApps市场；
 - 期望采用多供应商和开放的xApps；

■ 为ONF运营商和其他公司提供多供应商的开放RAN解决方案

- 解决方案包括闭源的RAN组件



SD-RAN研究进展

■ SD-RAN项目正在研究

- 基于ONOS的nRT-RIC(μ ONOS-RIC)
- 示例xApps (从切换和负载均衡开始)

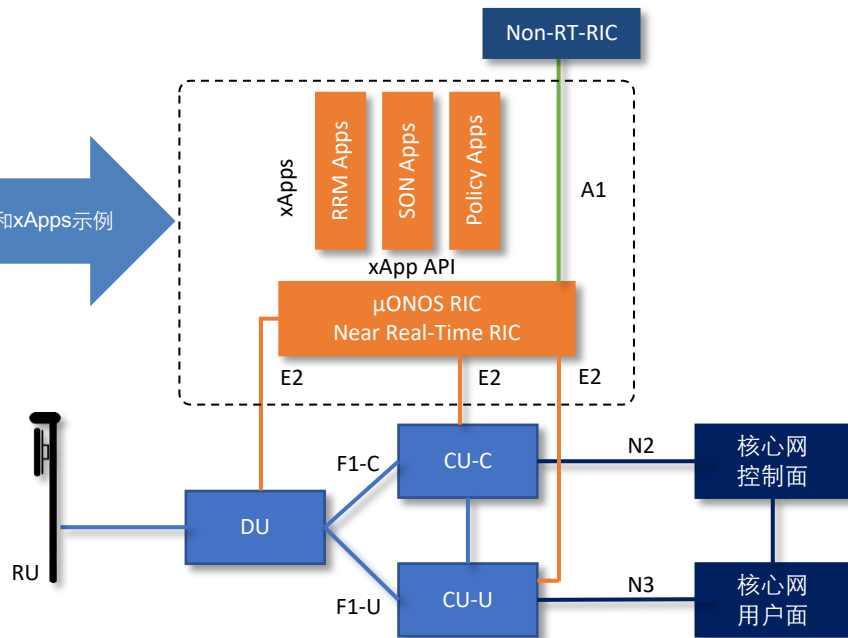
■ SD-RAN目标

- 用nRT-RIC xApps证明可能性
- 加快O-RAN架构的应用
- 加快可互操作的O-RAN组件的可用性
- 促进xApp生态和产业的创建

■ SD-RAN将遵循O-RAN和3GPP标准

- 任何扩展都将与运营商合作贡献给O-RAN

SD-RAN nRT-RIC和xApps示例



- nRT-RIC和xApps融入ORAN架构和愿景
- xApps负责增强功能 (如handover), 这些功能过去一直是嵌入基站的供应商专有功能

中国联通的开放无线接入网研究

- 研究基站白盒化和虚拟化存在的关键性问题，实现软、硬件参考设计，推动白盒基站参考设计和联合研发，探索白盒基站低成本解决方案，并在现网试点部署白盒基站，验证成熟度。

标准与开源工作

- 制定开放前传接口标准，为基站前传解耦采购奠定基础；
- 参与ONF、TIP组织，启动5G白盒室内微站开源项目；

原型设计与研发

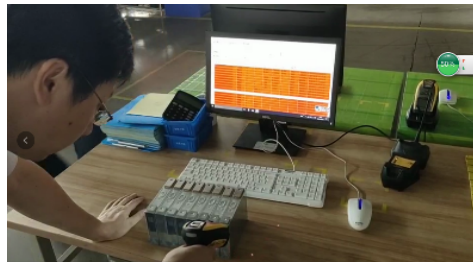
- 完成白盒室外微站硬件设计，可为垂直行业客户提供定制化的解决方案；
- 评估基站设备全国产化的可行性，制定自主可控实施计划；

应用与落地推广

- 在雄安建成业界最大云化接入网试验网；
- 推动白盒基站在某制造企业工厂内的落地应用



白盒基站原型产品



5G智能工厂应用试点

中国联通的轻量化核心网和白盒UPF研究

- 推动N4接口解耦，研发白盒UPF和轻量化核心网原型机，探索不同软硬件平台和专网场景的部署方案；
- 搭建虚拟化平台试验环境，构建自动化测试平台；

轻量化核心网

- 完成业内首个轻量化核心网的技术标准；
- 完成轻量化核心网的企业标准制定，引导产业需求；
- 推动产品研发，率先启动业界功能性能评估；
- 率先完成国内轻量化核心网专网方案的试点落地；

白盒UPF

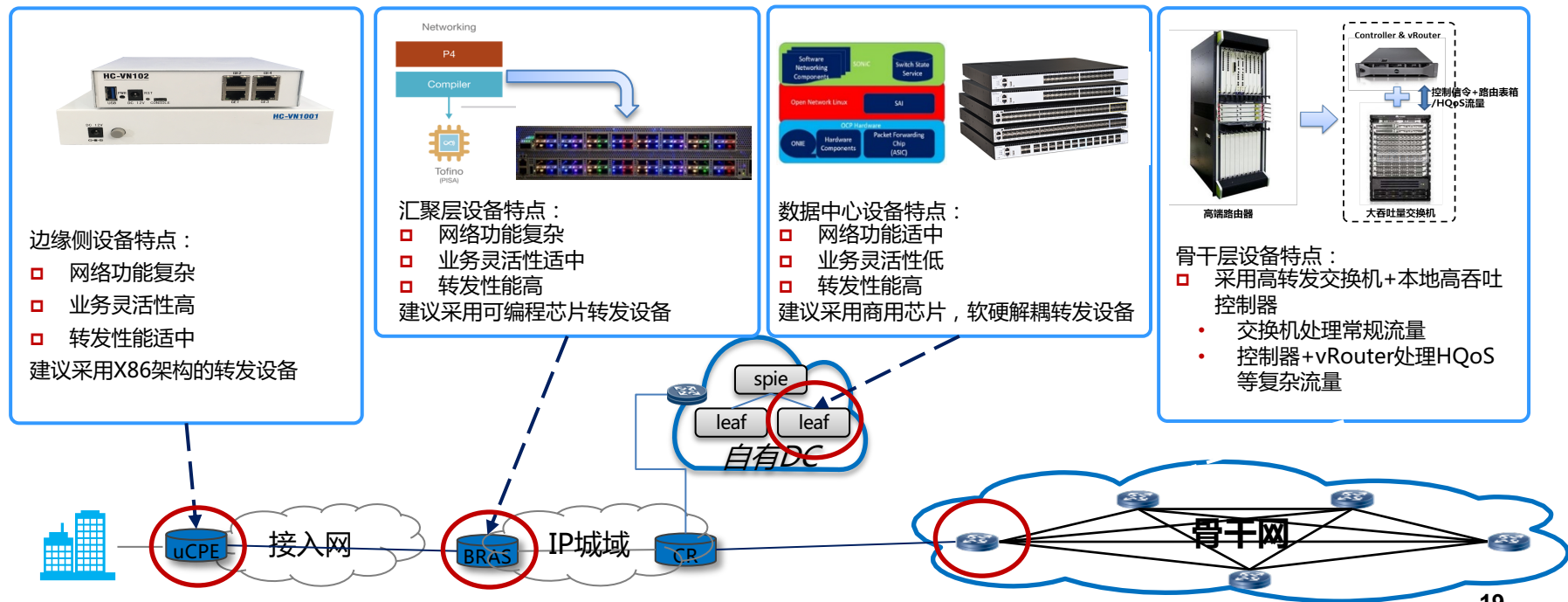
- 制定N4接口解耦及白盒UPF企业标准3本；
- 三家运营商联合发布《白盒UPF联合认证体系》；
- 率先组织白盒UPF及N4接口兼容性测试，覆盖14家设备厂商；

原型系统验证

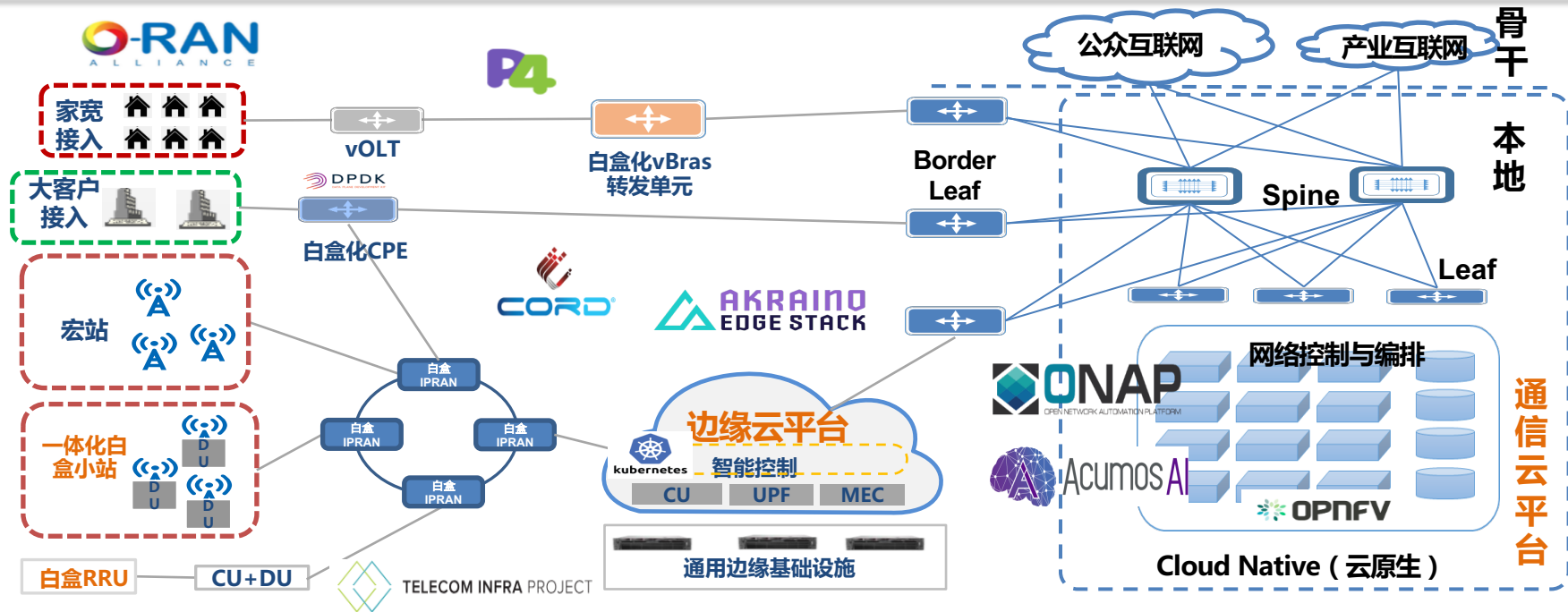
- 完成轻量化核心网和白盒UPF系统架构和功能模块的设计，制定技术规范书进行设备联合研发；
- 搭建虚机/容器虚拟化平台，部署虚拟化形态的轻量化核心网和白盒UPF，与白盒基站、MEC平台形成端到端的5G试验网；
- 构建自动化测试平台，组织厂家进行白盒UPF和轻量化核心网测试。

中国联通的白盒转发设备研究

- 根据联通网络演进需求定制白盒样机设备，基于开源软件开发适配软件系统，推动基于白盒交换机转发面的虚拟化加速产品开发



展望：面向未来，构建基于开源与白盒的云原生网络



- 开放与开源是网络IT化转型的重要趋势
- 基于开源与白盒，打造新一代云原生网络，培育新的产业生态和业务模式，对于运营商既有吸引力，也存在技术、运营与产业生态的巨大挑战



CUBE-Net

新网络 新服务 新生态



北京 2022 年冬奥会官方合作伙伴
Official Partner of the Olympic Winter Games Beijing 2022

谢谢！

唐雄燕 tangxy@chinaunicom.cn