

CAICT 中国信通院

边缘计算助力工业互联网创新发展

王哲

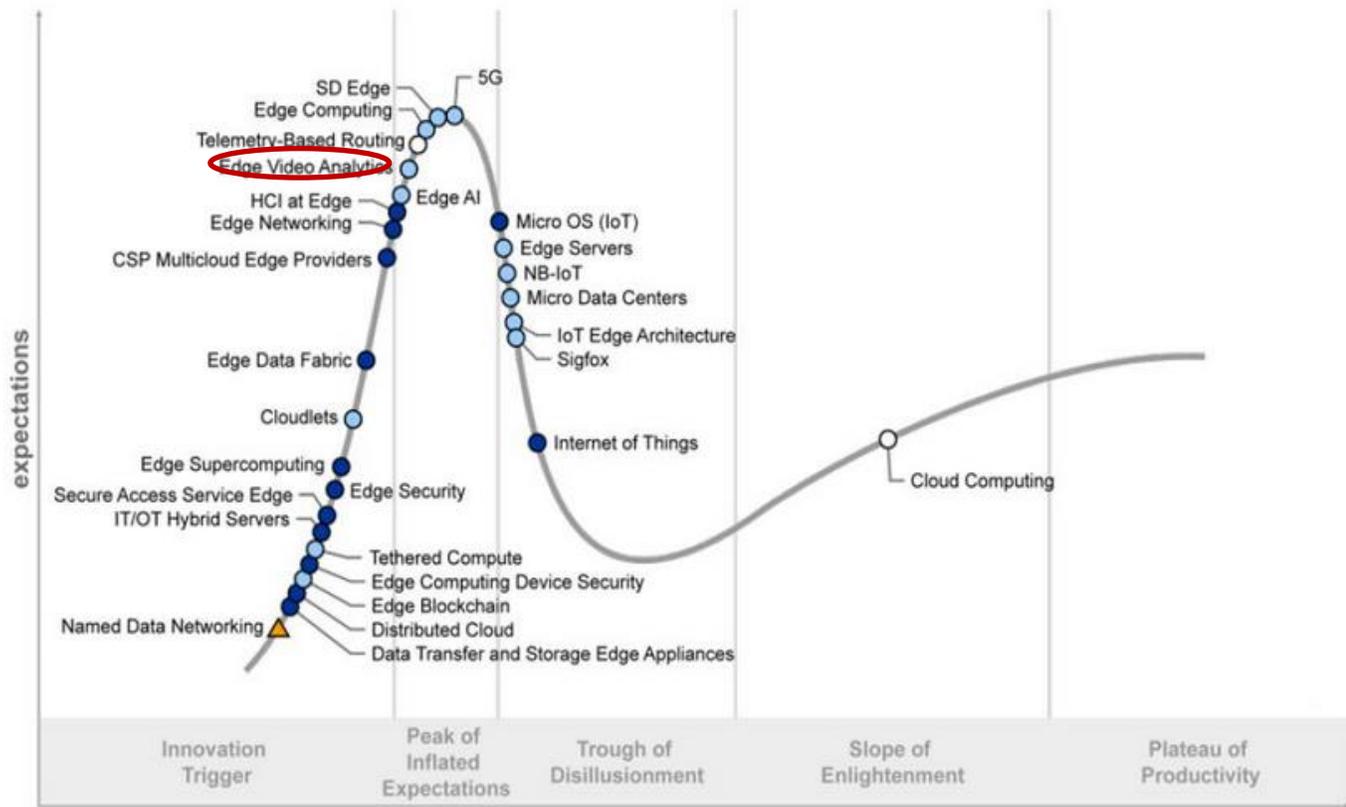
2020年11月



中国信息通信研究院
<http://www.caict.ac.cn>

Gartner、IEEE等权威机构均将边缘计算作为2020年重要技术方向

Hype Cycle for Edge Computing, 2019



边缘计算从技术概念期进入期望峰值期

2020年
十大战略科技
发展趋势

以人为中心

智能空间



超自动化



边缘赋能

谷歌学术关键词为“边缘计算”的文章数量



➤ 将边缘计算列入产业数字化转型中的**关键环节**、**核心技术**、**潜在产业**、**应用蓝海**进行统筹部署

- 韩国各大运营商针对边缘计算在VR/AR、车联网、无人机与安防监控等场景的应用进行试点。
- 韩国目前已经在8个主要城市建设多接入边缘计算（MEC）中心。

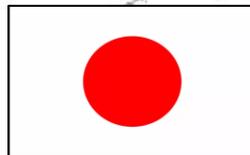
支持手段：专项申请、设施建设、标准研制、产业联盟、试点应用

- 2017年至2026年欧洲在边缘计算领域的投资支出将达到1850亿美元；
- 欧洲Networld 2020将边缘计算作为重要研究部分列入其中；
- 欧洲成立欧洲边缘计算产业联盟，以促进边缘计算在行业数字化转型过程中的应用。

- 成立Edgecross联盟推动边缘计算在垂直行业落地。

- 美国国家科学基金会和美国国家标准局将边缘计算列入项目申请指南，持续推进边缘计算部署研究；
- 美国工业互联网产业联盟（IIC）设立边缘计算工作组，深入研究工业互联网边缘计算参考架构。

中国信通院



我国高度重视边缘计算的重要地位，大力推进边缘计算在工业互联网、车联网领域的技术、标准和产业发展。

工信部印发《**关于推动工业互联网加快发展的通知**》，鼓励相关单位在时间敏感网络、**边缘计算**、工业智能等领域加快技术攻关

国务院出台《**关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见**》，明确提出要“促进**边缘计算**、人工智能、增强现实、虚拟现实、区块链等新兴前沿技术在工业互联网中的应用研究与探索。”

工信部印发《**工业互联网综合标准化体系建设指南**》，加快建立统一、综合、开放的工业互联网**边缘计算标准体系**

工信部编制印发《**国家车联网产业标准体系建设指南**》，其中信息通信分册中规划了**基于边缘计算的信息通信平台类标准**。

边缘计算

工信部编制印发《**车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划**》，加快推动**多接入边缘计算**、网络功能虚拟化等技术在产业中的应用

工信部印发《**工业互联网网络建设及推广指南**》，支持企业、科研机构、高校，**针对边缘计算等新型网络技术**，联合建设网络技术测试床，开展基础通用关键技术、标准、设备、解决方案的研制研发、试验测试等工作

工信部印发《**工业和信息化部关于工业大数据发展的指导意见**》，推动人工智能、区块链和**边缘计算**等前沿技术的部署和融合。

工信部印发《**“5G+工业互联网”512工程推进方案**》，加快工业级5G芯片和模组、网关，以及工业**多接入边缘计算**（MEC）等通信设备的研发与产业化

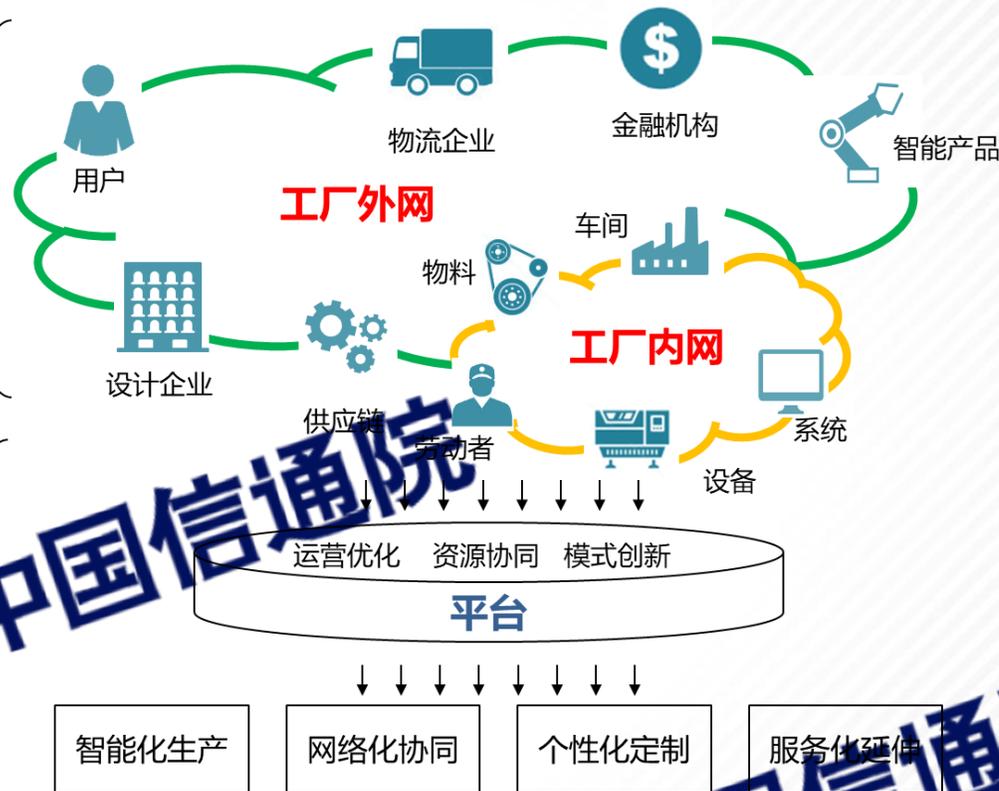


什么是工业互联网

工业互联网是新一代信息通信技术与工业经济深度融合的全新工业生态、关键基础设施和新型应用模式，通过人、机、物的全面互联，实现全要素、全产业链、全价值链的全面连接，将推动形成全新的工业生产制造和服务体系

网络基础设施

新兴业态与应用

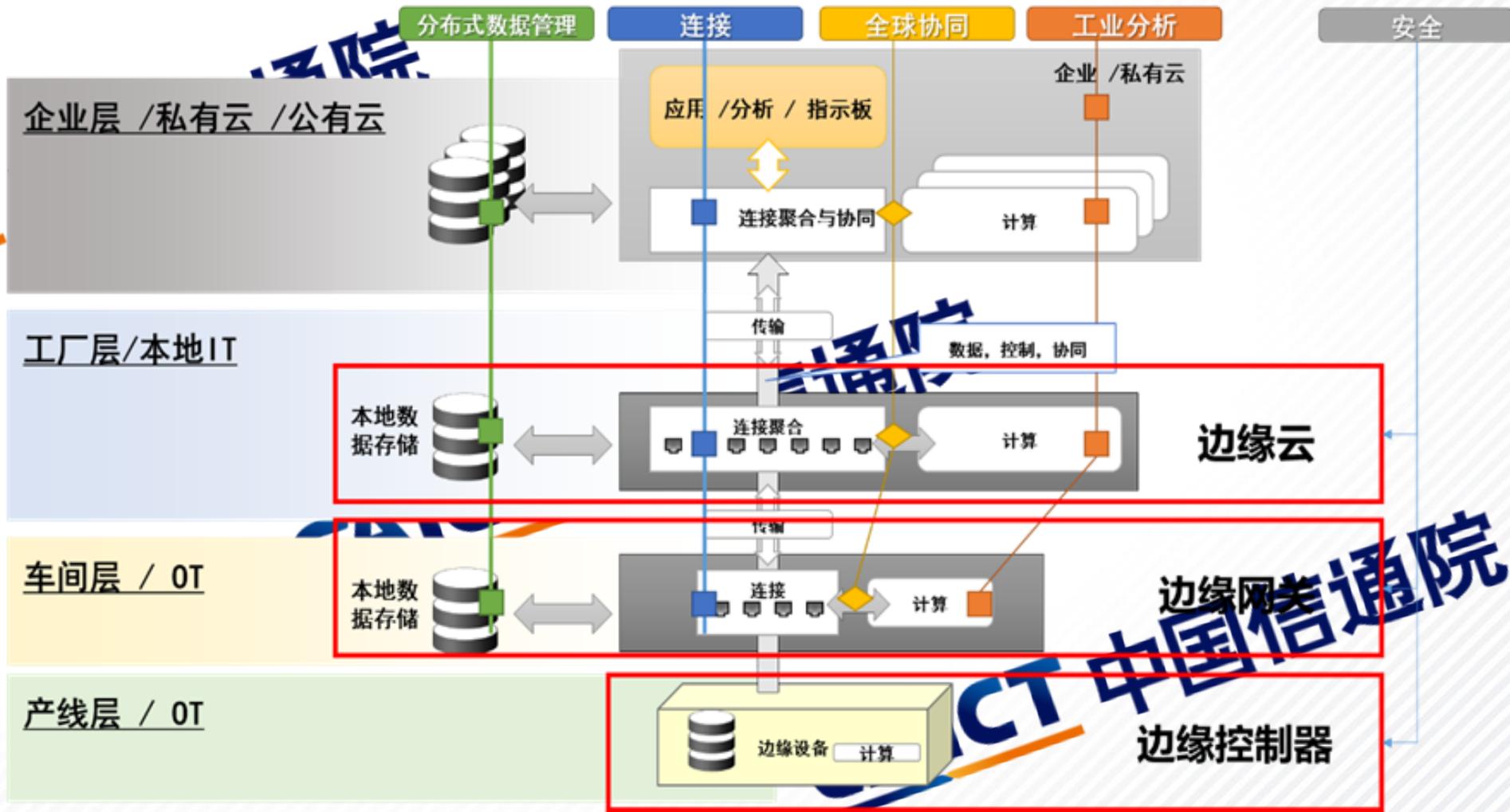


应用创新

- 第四次工业革命的战略必争
- 深化“互联网+先进制造业”的重要基石
- 制造业高质量发展的关键基础设施

CAICT 中国信通院 边缘计算是工业互联网IT和OT的重要融合点

边缘计算在靠近物或数据源头就近提供边缘智能服务，在实时性和可靠性能够满足工业互联网的发展要求，从而有效支撑工业生产网络化协同、智能化交互等新模式。



CAICT 中国信通院 边缘计算促进“云边网端”协同



边云协同

计算资源的动态分布、按需高效分配，计算迁移

- **软件平台:** 导入云理念、云架构、云技术；端到端实时、协同式智能、可信赖、可动态重置
- **硬件平台:** 异构计算, ARM+X86+GPU+FPGA+...
- **核心能力:** 边云协同、边缘智能

边缘计算

- **位置:** 靠近数据源头
- **能力:** 提供计算、存储、网络、应用
- **价值:** 连接、实时、数据优化、智能、安全

边网融合

实现计算、网络、存储等多维度资源的协同调度及全局优化

- **软件功能:** 动态资源管理, 实现用户的就近接入和服务的负载均衡, 适应服务的动态性。
- **核心硬件:** AI+CT融合芯片、设备, Scale-Out融合架构
- **实现方式:** 与5G、TSN等协同部署

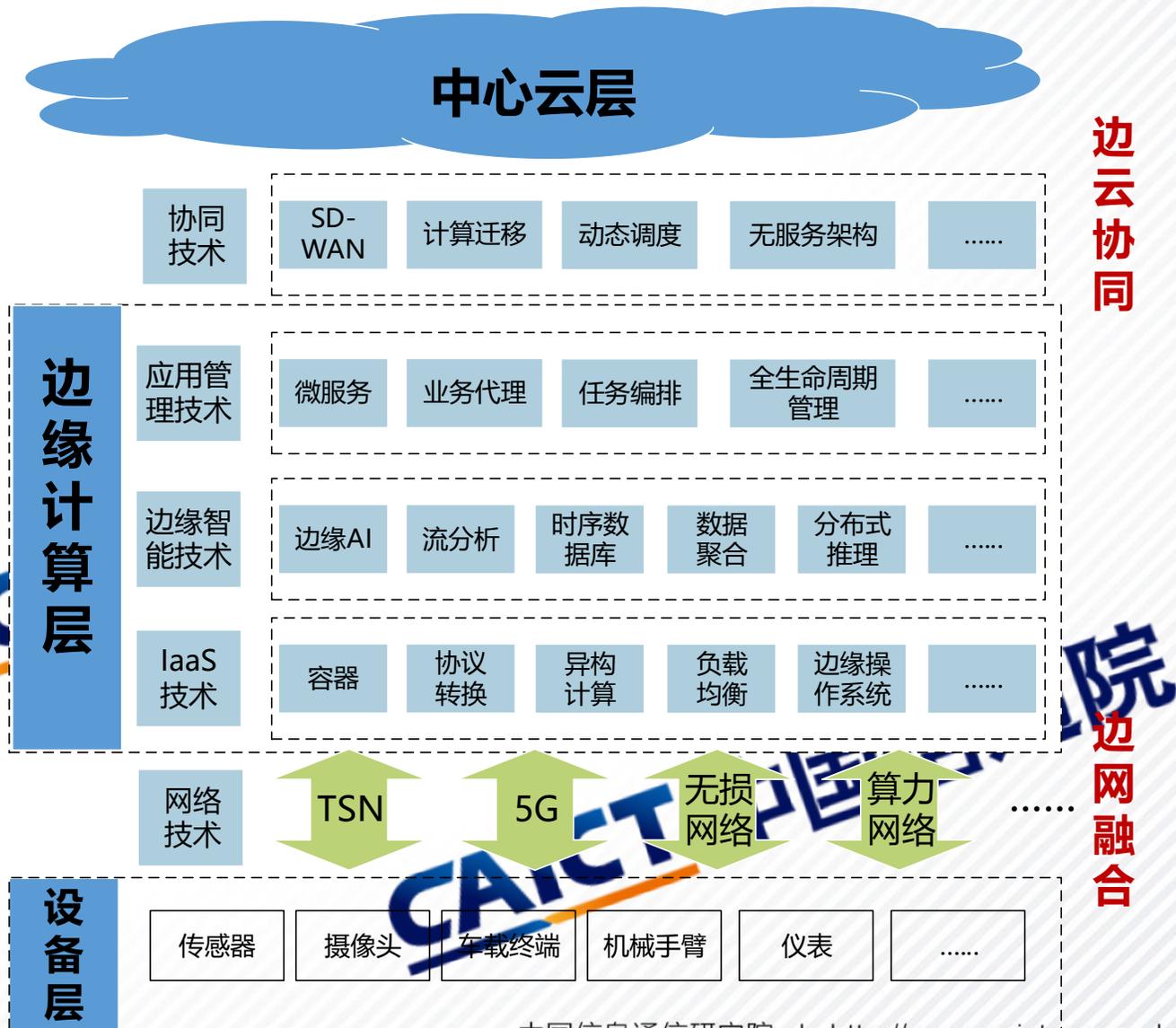
三大原生技术

硬件通用化，软硬解耦，软件定义行业应用

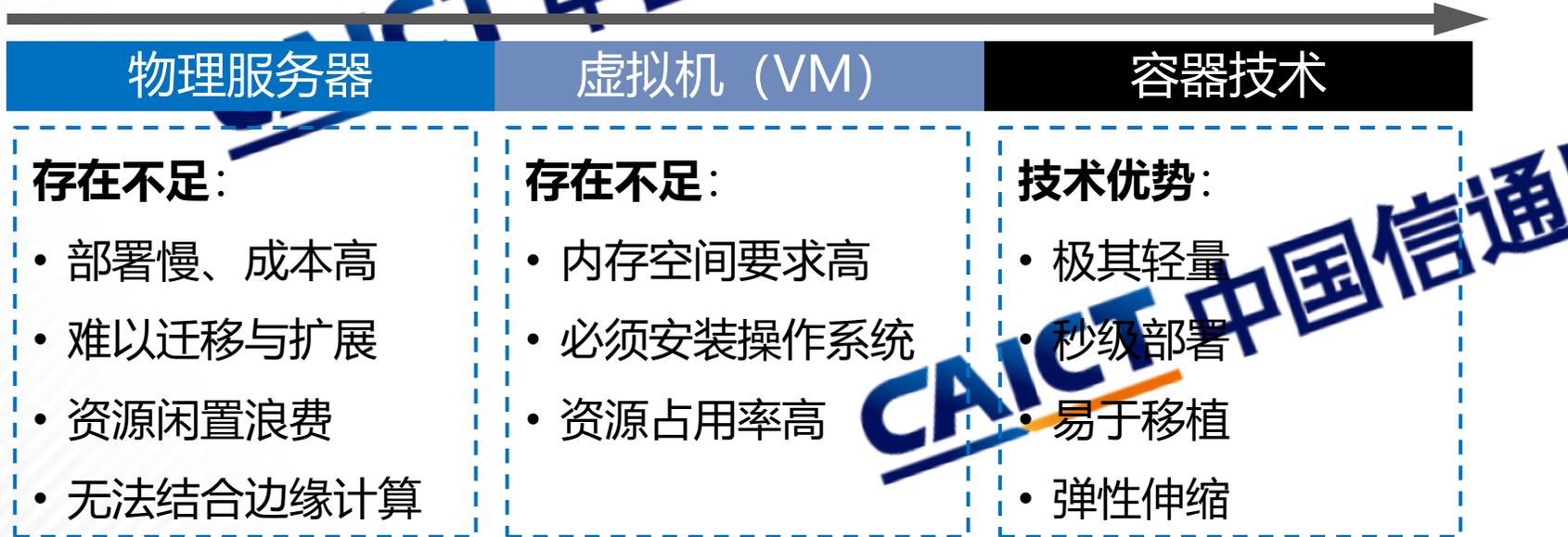
趋势一： 基于边缘侧特点，边缘智能、计算迁移等边缘原生技术不断涌现，加速应用开发创新

趋势二： 云原生技术不断轻量化并持续下沉，为边缘侧提供与云上一致的功能和体验，推动边云协同

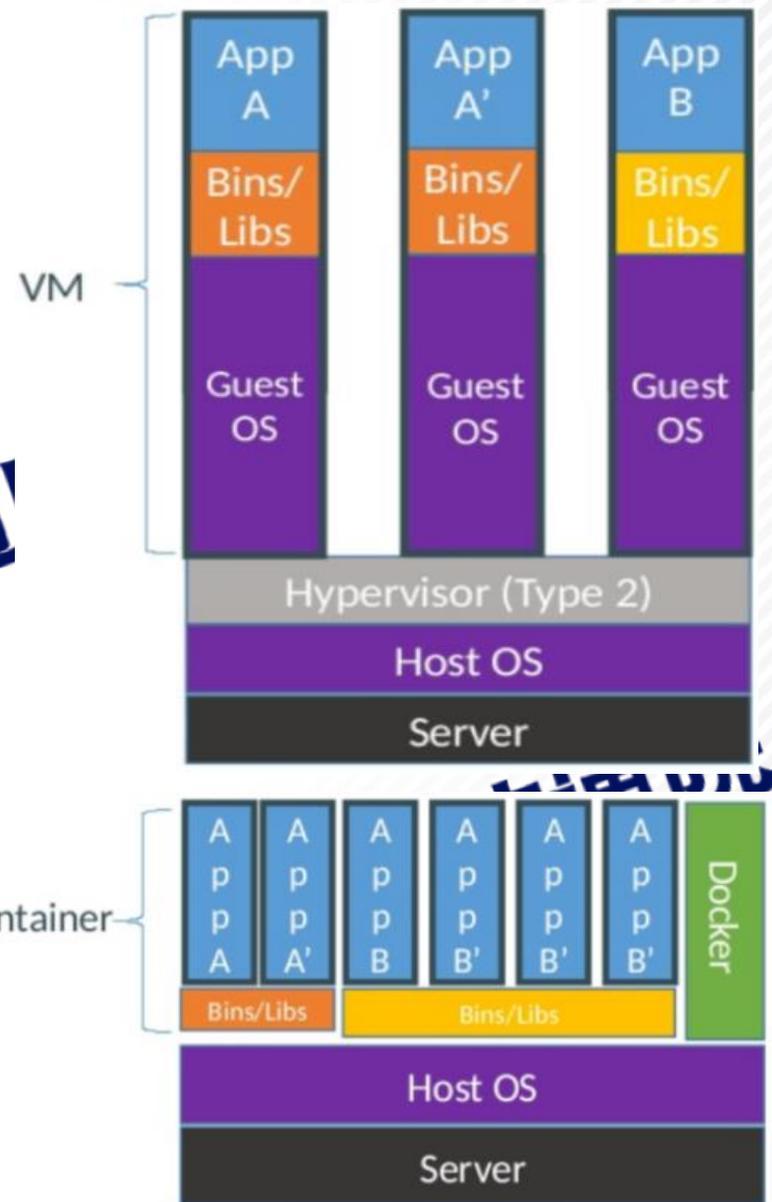
趋势三： 边缘计算与网络技术不断融合，为业务需求和计算资源之间提供敏捷的连接建立和调整能力



- **轻量级的容器技术**成为边缘计算微服务化应用的最佳载体，帮助边缘计算侧大规模定制化批量更新和升级应用，全局监控及分布式管理边缘设备，实现多维智能调度，保障边缘数据及时传输和处理的能力。



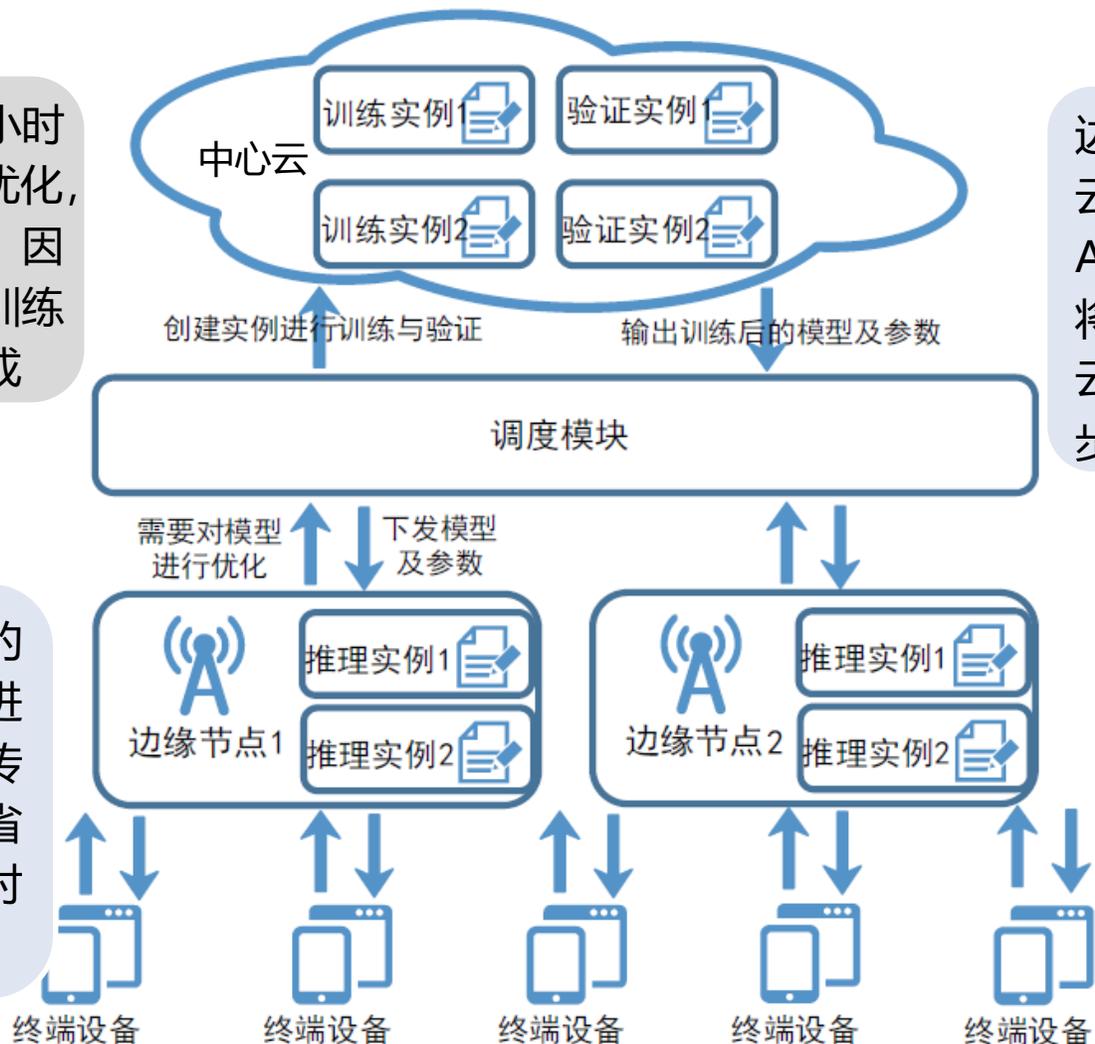
- Kubernetes (K8s) 作为容器集群管理系统，可以实现容器集群的自动化部署、自动扩缩容、维护等功能，正在不断轻量化并向边缘侧部署。



➤ 边缘智能是边缘计算与人工智能融合的新范式，促进本地化洞察和实时响应

AI模型训练需要小时到天量级的迭代优化，需要大量的算力，因而现阶段的模型训练一般都在云端完成

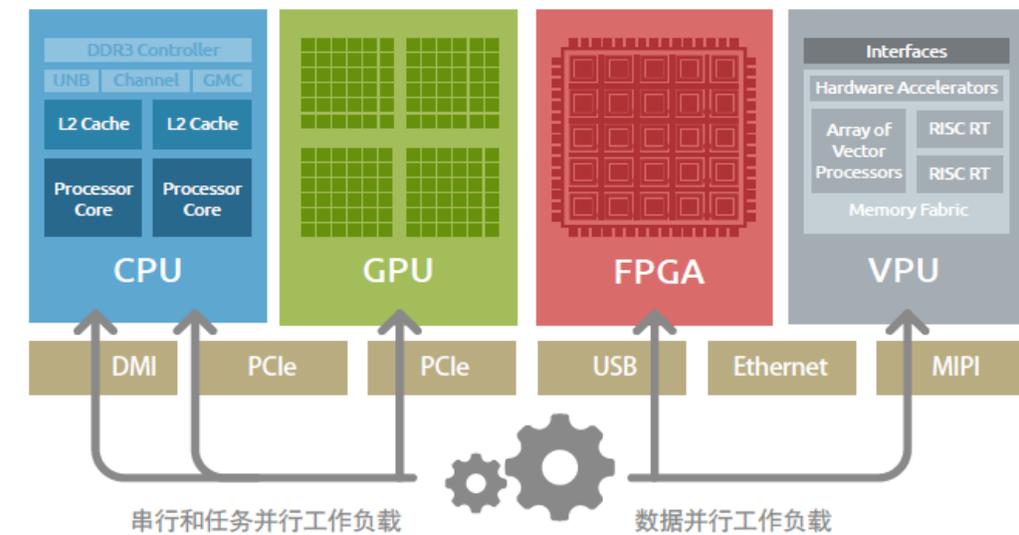
AI模型需要海量的大数据，在边缘进行预处理后再上传至云端，可以节省网络资源，降低时延



边缘侧执行云端下发的AI模型，并将结果反馈云端，进一步优化

支持异构计算能力

- 满足碎片化产业和差异化业务的需求
- 提升资源利用率，支持灵活部署和调



融合需求

- TSN解决了边缘计算对于工厂内数据采集的时延问题，让业务系统真正向现场级延伸成为可能。边缘计算和TSN协同部署保证了**边缘计算数据采集传输的实时性和可靠性**，实现多厂商设备的互联互通。
- 边缘计算助力TSN向智能化、协同化演进，实现网络资源动态调度

标准化进程

2006 IEEE组建AVB任务组
关注音视频领域

2006

2012 IEEE AVB任务组更名为TSN TG
技术适用场景视频音频数据领域延伸到汽车领域，并进一步推广至工业领域

2012

2015 IEEE 新TSN任务组成立
• Interworking TG 与 TSN TG 合并成为新的 TSN 任务组。
• 开展TSN在**运营商骨干网**和**前传网络领域**的研究

2015

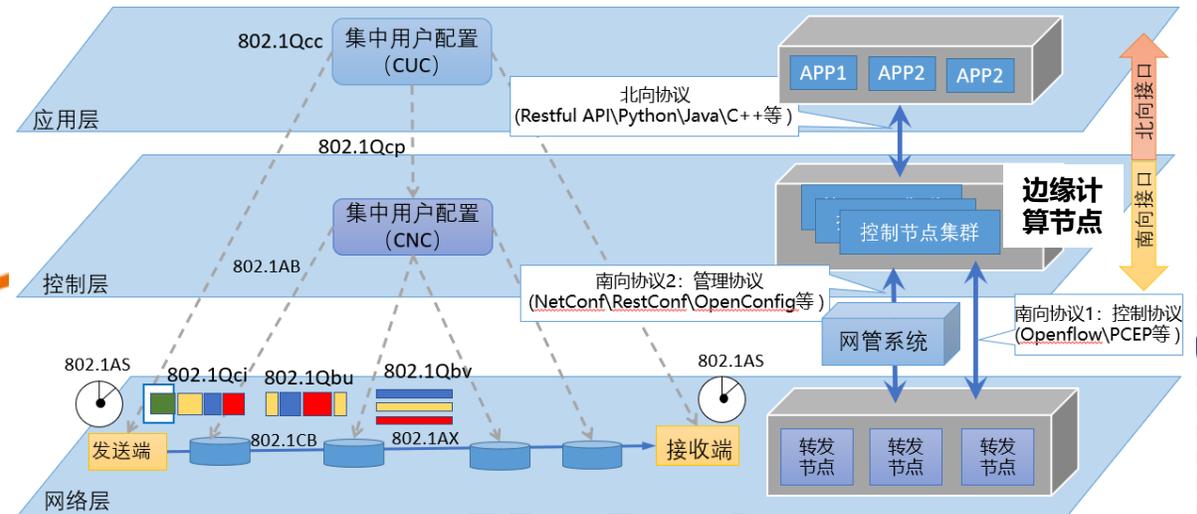
2017 IEEE TSN各垂直领域进展
• 201904 :
✓ 启动**车载领域**研究(P802.1DG Draft0.1)
✓ 运营商骨干网领域更新(P802.1Qcj Draft1.0)
• 201906:
✓ 前传网络领域更新(P802.1CMde Draft1.0)

2017

2019 IEEE&IEC联合成立60802
专注于TSN在工业领域的研究

2019

融合架构



趋势

TSN未来将可能为所有工业通信创建一个统一的基础，为边缘计算提供更好的网络支撑。边缘计算实现网络资源的调度优化，为TSN提供动态分配网络资源提供基础计算能力。



- ETSI、IEEE、IEC、ITU、3GPP、CCSA、All等国际及国内标准组织均成立边缘计算标准研究组或对边缘计算标准立项，覆盖总体架构、关键技术、核心设备要求、测试方法等关键领域。

01

形成边缘计算参考架构标准

- ETSI MEC组《MEC003: Framework and Reference Architecture》
- ITU-T SG20立项《IoT requirements for Edge computing》
- CCSA ST8《工业互联网边缘计算 总体架构与要求》
- CCSA TC5《5G核心网边缘计算总体技术要求》
- CCSA TC10《物联网云边协同参考框架》

02

开展边缘计算关键技术、设备规范等标准研究

- ETSI MEC联合牵头《MEC010: MEC Management: Application lifecycle, rules and requirements management》
- IEEE P2805围绕《Self-Management protocols for edge computing node》等标准进行立项
- 《工业互联网边缘计算 边缘节点模型与要求》
- 《工业互联网边缘计算 网络要求》
- 《工业互联网 边缘计算与时间敏感网络融合架构技术规范》
- 《物联网边缘计算网关技术要求》
- 《5G核心网边缘计算平台计算要求》
-

CAICT 中国信通院 边缘计算生态初步构建，产业链上下游企业积极参与

产业上游：
边缘计算产品制造商



产业中游：
基础设施运营商



产业下游：
应用及终端提供商



- 设备厂商积极投入，边缘计算产品形态不断丰富，逐步形成了从芯片到整机的边缘计算产品全栈。

- 电信运营商、CDN厂商等对已有机房进行改造升级，部署边缘计算基础设施

- 边缘计算应用场景遍地开花，各类新应用、新终端不断涌现。

➤ 边缘计算为运营商提供面向行业和企业数字化转型的超越连接的市场机会

国际运营商积极部署面向不同场景的边缘计算试点项目，促进应用生态不断繁荣

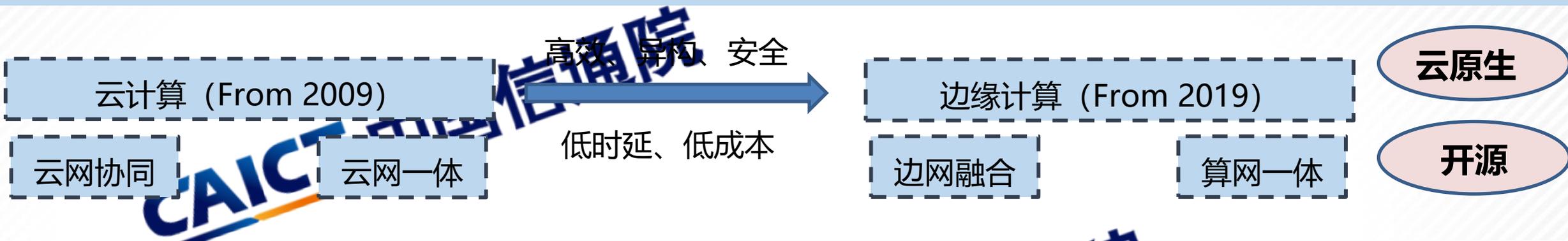
- ◆ **GSMA**联合全球22家运营商发起了Operator Platform项目，全球运营商合作构建电信边缘云平台。
- ◆ **AT&T**：建立边缘计算测试区，测试增强移动沉浸式媒体体验的方法，无人驾驶等边缘计算应用。
- ◆ **Version**：通过网络设施中的MEC设备测试人脸识别、视频实时处理等应用。

国内运营商积极打造边缘计算开放平台，孵化5G MEC业务生态

- ◆ **中国移动**：成立中国移动边缘计算开放实验室，已经超过100家企业入驻，同时构建面向边缘计算PaaS服务-Sigma平台为开发者提供170余项API，并发布Pioneer300计划促进边缘计算生态的跨行业发展。
- ◆ **中国联通**：2020年发布首张MEC规模商用网络并成立边缘云开放实验室，向开发者提供服务，扩大生态合作伙伴圈，同时推出CUC-MEC边缘计算平台并设计EdgePOD一体化边缘解决方案。
- ◆ **中国电信**：推出自研MEC平台，同时基于5G SA试商用网络打造MEC开放实验环境，在各行业开展5G+MEC应用合作创新。

面向2B市场，结合5G网络提供定制、分级、多样的服务模式，满足客户“按单点菜”的灵活商业模式

➤ 计算能力从中心走向边缘，云计算厂商联合电信运营商等打造形成云网边协同的核心能力。



阿里云2020年启动首个边缘计算云原生开源项目OpenYurt，深度挖掘“边缘计算+云原生落地实施”诉求，打造云、网、边、端一体化的协同计算体系。



百度云

百度发布 DuEdge 开源平台，并建立智能边缘计算框架BAETYL，同时提供边缘计算+AI 能力。



微软推出了开源 Azure IoT edge 的边云协同边缘计算框架，全面布局edge生态，同时收购专注5G和边缘计算公司Affirmed Networks，2020年与AT&T在洛杉矶推出首个Azure Edge Zones



亚马逊AWS Greengrass 边缘计算平台，并推出基于5G的AWS Wavelength边缘运算服务。并与全球主要的电信业者结盟，包括Verizon、Vodafone、SK Telecom与KDDI等。

➤ 通过打造“设备+平台”一体化供给转变，提升产品的市场占有率和企业自身的边缘计算技术升级。

设备厂商	边缘控制器	边缘网关	边缘云	边缘计算平台
华为		Altas 500	FusionCube 500	KubeEdge
联想		MAS-100	IPC-600	Leaplot
浪潮			NE5260M5	云熠边缘计算平台
和利时	MC9200	LE5405		HolliEdge
研华	WISE-5580	WebOP-2000G		WISE-PaaS

- 边缘计算作为ICT和OT的关键融合点，其技术能力及重要性得到了产业界的广泛认同，但在实际应用过程中仍然存在标准体系尚不完善，缺乏第三方可信、开放的测试环境，产业呈现碎片化发展等问题。

1、不同场景及业务对边缘计算提出差异化需求

- 边缘计算应用场景众多且差异化较大，针对多样化需求，边缘计算产品种类也是“五花八门”，存在巨大的性能及功能差异性，需要根据部署位置、场景及业务需求对边缘计算产品进行分级分类，为企业设备选型提供参考。

2、边缘计算产品缺乏通用的技术要求标准

- 现有边缘计算各类设备形态结构异构混杂，设备接口、数据的标准不一致，相互之间无法互认，跨厂商的互联互通和互操作存在巨大挑战，需要针对接口、数据协议、网络能力等方面建立统一的技术要求。

3、边缘计算商业模式尚不清晰

- 成熟商业模式是边缘计算规模部署的前提，边缘计算靠近企业环境的部署形式为企业、运营商和解决方案供应商带来了多种合作模式的可能性，但当前边缘计算基础设施资金投入大，市场回报不确定，参与者将难以应对基础设施建设的投入

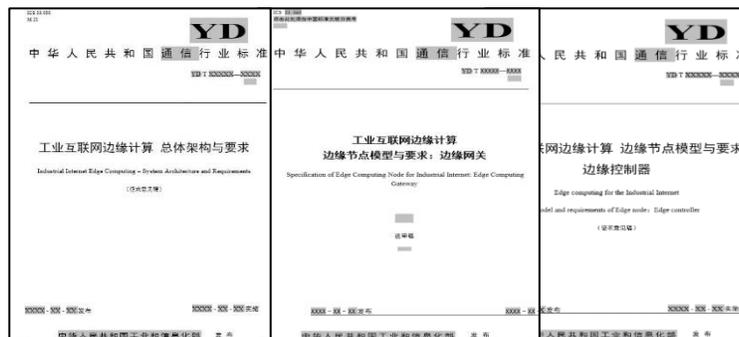
4、边缘计算供需对接渠道尚未打通

- 边缘计算产品研制及应用部署需要产业界多方合作开展探索，但目前各个垂直行业独自探索应用模式，相关产业呈现碎片化发展，产业链上下游联系不够紧密，需要建立高效便捷的供需对接渠道。

CAICT 中国信通院“边缘计算标准件计划” 打造产品研制及采购选型的风向标

➤ 2020年，中国信通院联合产业各方发起“边缘计算标准件计划”，启动我国首个边缘计算产业促进项目。

已形成标准草案10余项，围绕边缘计算产品能力形成15类一级评测指标及60类二级评测指标。



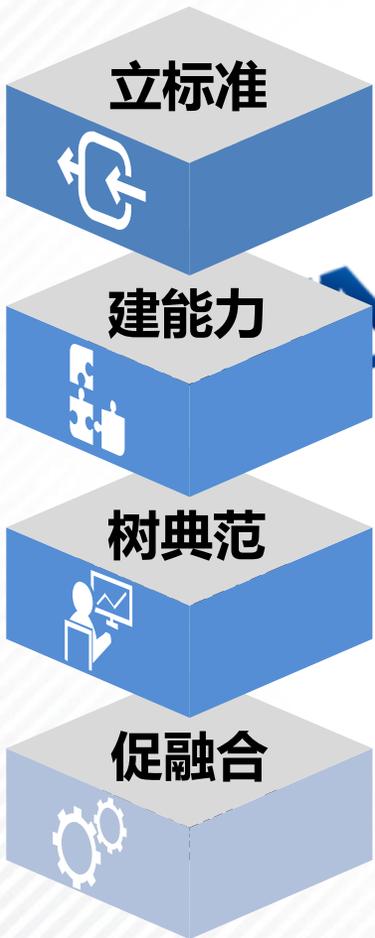
软件功能评测				
运维功能评测	服务管理功能评测	资源管理功能评测	设备管理功能评测	安全功能评测
分布式协同功能评测	边缘协同功能评测	边缘协同功能评测	计算迁移功能评测	身份认证功能评测
边缘智能功能评测	虚拟化功能评测	异构计算功能评测	任务编排功能评测	隐私保护功能评测
边缘存储分析功能评测	数据预处理功能评测	时序数据库功能评测	数据分析功能评测	数据加密功能评测
边缘控制功能评测	运动控制功能评测	PLC控制功能评测	数据转换功能评测	安全功能轻量化部署功能评测
边缘网络功能评测	接入功能评测	协议解析功能评测	协议转换功能评测

硬件设备能力评测			
压力评测	计算性能评测	能耗评测
可靠性评测	存储性能评测	稳定性评测

2020年10月，“边缘计算标准件计划”首批评测结果正式发布



产品评测持续征集中



建立健全边缘计算标准体系，全面推进国际、国家、行业以及联盟系列标准

- 围绕工业互联网边缘计算新技术、产品新形态，研制相关标准
- 联合AII、ECC及产业各界发布白皮书、研究报告等，2020年将发布《流程行业边缘计算解决方案白皮书》等

建设首个工业互联网边缘计算创新实验室，建立标准试验验证平台

- 针对边缘计算应用及技术研究需求，逐步建设**工业互联网边缘计算创新实验室**
- 联合产业各方推进“**边缘计算标准件计划**”，加快推进边缘计算产品研制、评测与推广应用

树立工业互联网边缘计算典型示范案例，推动应用创新实践

- 举办边缘计算应用开发者大赛、供需对接论坛等活动，积极推动产业协同创新
- 组织展边缘计算典型应用遴选，形成一系列具备行业复制推广效力的应用模式，为企业提供部署参考

以工业互联网产业联盟、边缘计算产业联盟等组织为纽带，构建产业生态

- 促进**工业互联网边缘计算与5G、TSN等关键技术**的融合创新，打造“边缘计算+TSN”融合测试床
- 与 Edgecross、IIC、ECCE 等国际边缘计算组织在技术融合、成果交流、标准研制等方面展开广泛合作

欢迎产业各方积极参与！

CAICT 中国信通院

感谢聆听



中国信息通信研究院
<http://www.caict.ac.cn>