

# 大数据与决策研究

(政策与技术跟踪专题)

2021年第26期(总第69期)

广西壮族自治区信息中心  
广西壮族自治区大数据研究院

2021年6月17日

---

编者按：2021年6月4日，首届云边协同大会在北京召开。会上，中国信息通信研究院联合多家企事业单位共同成立“云边协同产业方阵”，发布国内首个分布式云与云边协同标准体系。“十四五”规划纲要中也提到要“协同发展云服务与边缘计算服务”。本期主要介绍云边协同相关技术情况。

## 本期要目

- ◆ 云边协同的内涵
- ◆ 云边协同九大应用场景
- ◆ 云边协同关键技术发展态势

# 云边协同的内涵

## 一、云边协同的必要性

云计算技术以廉价且大量的计算服务器提供了强大的计算能力，可以为用户和应用提供按需访问的丰富计算资源和存储资源。但云计算并不适合要求低时延、实时操作和高 QoS（服务质量）的应用，并且无法支持无缝移动和无处不在的计算覆盖，数据安全性和用户的隐私也不能得到有效保障。

边缘计算接近终端用户且地理位置分散，可以支持低时延、位置感知、高移动性和高 QoS 的应用服务。但边缘计算单元通常没有充足的计算资源、存储资源来满足海量数据的计算和存储，并且受边缘节点的低功耗、异构性和功能单一等约束，服务的质量与可靠性还会受到影响。

云计算和边缘计算作为 2 种典型的计算范式各有所长又各有所短，单独依靠云计算或边缘计算都不足以实现物联网和 5G 通信愿景。因此，需要通过合适的网络架构和控制机制充分发挥云计算和边缘计算的优势，实现计算协同。

## 二、云边协同的内涵

云边协同即实现边缘计算与云计算的协同联动，共同释放数据价值。传统的云边协同方式主要是当终端设备产生数据或任务请求后，通过边缘网络将数据上传至边缘服务器，由位于边缘计算中心的边缘服务器执行计算任务。计算量较大、复杂度较高的计算任务将由边缘计算中心向上通过核心

网迁移至云计算中心，待云计算中心完成大数据分析后再将结果和数据存储至云计算中心或将计算结果、优化输出的业务规则、模型通过核心网下发至边缘计算中心，由边缘计算中心向下通过边缘网络将计算结果传输至终端设备，边缘计算根据云计算下发的新业务规则进行业务执行和优化处理，由此实现云边协同，如图 1 所示。

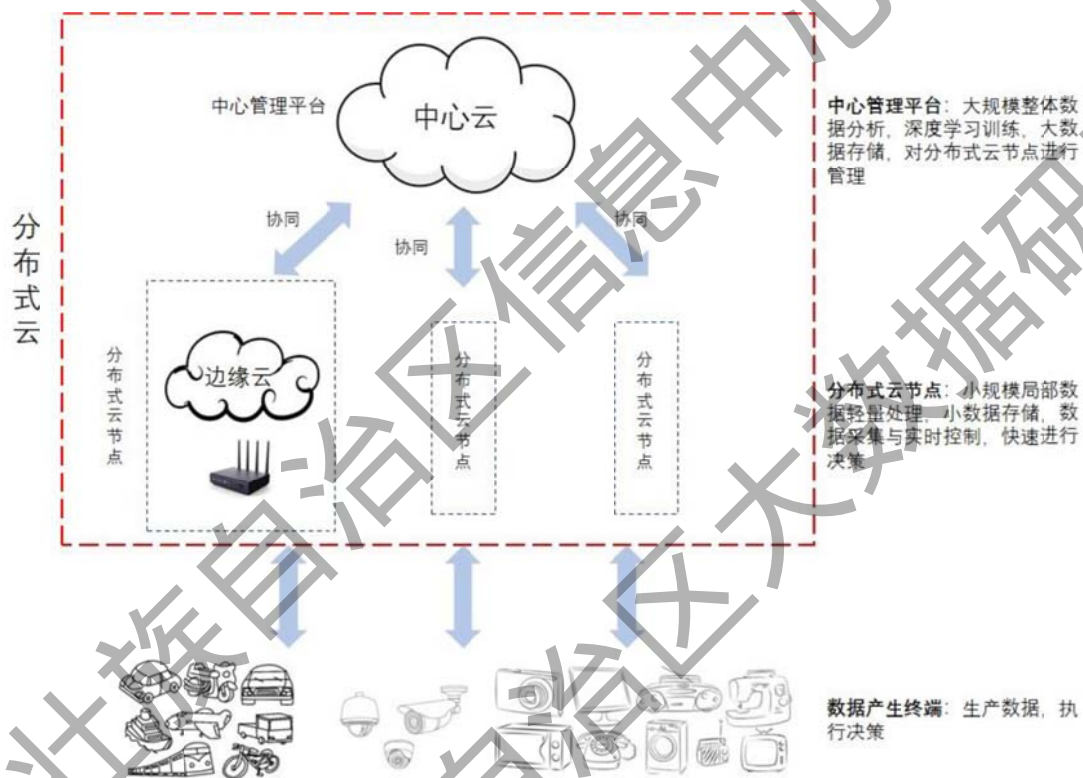


图 1 云边协同示意图

云边协同的能力与内涵主要体现在基础设施即服务 IaaS、平台即服务 PaaS 和软件即服务 SaaS 3 个层面，实现资源、管理和应用服务 3 个领域的全面协同，如图 2 所示。

(1) 资源协同：EC-IaaS（边缘计算 IaaS）与云端 IaaS 主要是对网络底层基础设施和各类资源的协同（包括计算、存储、网络 and 虚拟化资源）。

(2) 管理协同: EC-PaaS (边缘计算 PaaS) 与云端 PaaS 主要是边缘侧和云端侧计算平台服务中的数据分析、业务编排、应用部署和开放等的协同, 可实现数据、智能、应用管理和业务管理协同;

(3) 应用服务协同: EC-SaaS (边缘计算 SaaS) 与云端 SaaS 主要是用户应用层面的服务质量、服务能效等的协同, 可实现应用服务协同。

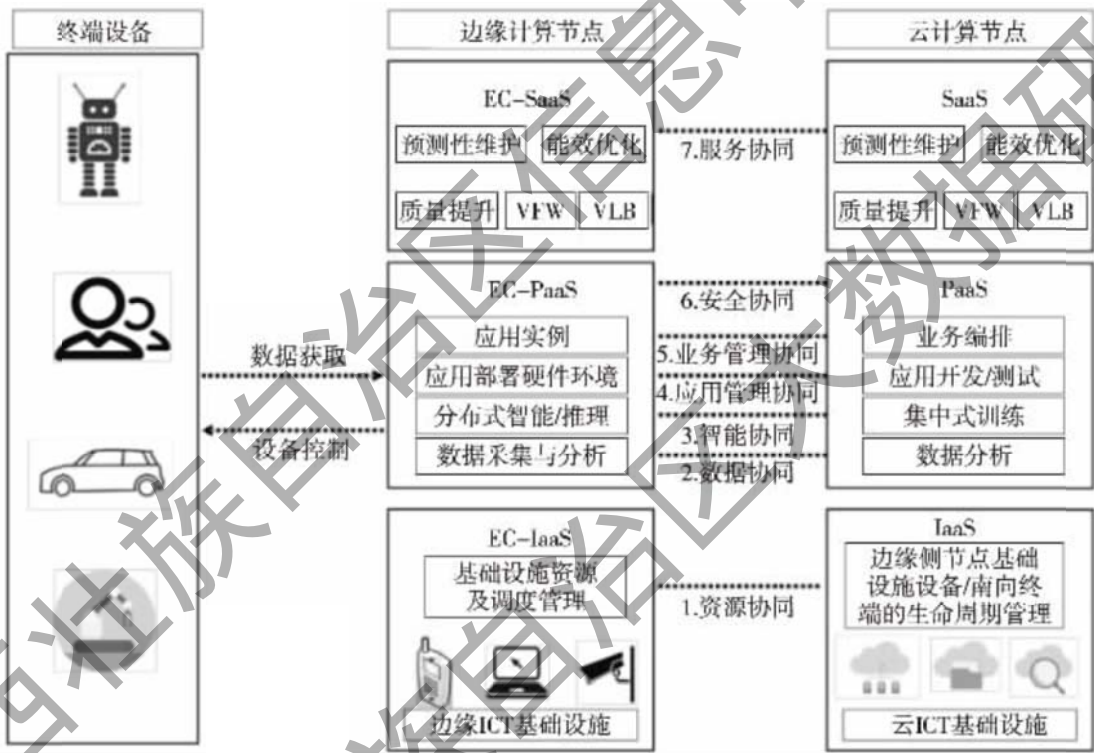


图 2 云边协同的能力与内涵

表 1 给出了详细的云边协同领域、内容和具体的协同操作。云边协同涉及 7 个方面的协同内容, 但并非任何一个场景中都涉及到所有的云边协同内容。在不同的应用场景中, 云计算和边缘计算之间的协同内容是有所差异的, 具体的协同内容需要根据具体的应用具体分析。

表 1 云边协同的能力与内涵

协同领域	协同内容	协同操作
资源协同	资源协同	边缘节点自身具有一定的资源调度管理能力，同时可以接收云端下发的资源管理与调度指令，实现与云端资源的协同
管理协同	应用管理协同	边缘节点提供应用部署与运行环境，并对本节点多个应用的生命周期进行管理调度；云端主要提供应用开发、测试环境，以及应用的生命周期管理能力
	业务管理协同	边缘节点提供模块化、微服务化的应用/数字孪生/网络等应用实例；云端主要提供按照客户需求实现应用/数字孪生/网络等的业务编排能力
	安全管理协同	基于合适的物理层和跨层技术（如动态链路自适应和自适应媒体访问调度）增强协作系统中的数据流安全性，并且云计算中心可以利用可用的历史信息 and 全网智能来指导边缘节点
应用协同	数据协同	边缘节点主要负责现场/终端数据的采集，按照规则或数据模型对数据进行初步处理与分析，并将处理结果以及相关数据上传给云端；云端提供海量数据的存储、分析与价值挖掘
	智能协同	边缘节点按照 AI 模型执行推理，实现分布式智能；云端开展 AI 的集中式模型训练，并将模型下发边缘节点
	服务协同	边缘节点按照云端策略实现部分 EC-SaaS 服务，通过 EC-SaaS 与云端 SaaS 的协同实现面向客户的按需 SaaS 服务；云端主要提供 SaaS 服务在云端和边缘节点的服务分布策略，以及云端承担的 SaaS 服务能力

### 三、云边协同计算平台

在具体实现云边协同计算过程中需要构建合适的网络架构和控制机制将其融合到一个统一的计算平台上。该平台首先需要考虑到云和边之间的资源控制和利用率最大化，其次需要考虑数据的最佳路由和任务划分，同时还应当考虑系统的可开放性和灵活性。此外，云边协同场景中的数据通常具有异构性并且数据量巨大，需要根据各级别的信息，如流量类型、位置信息、处理延迟和传输开销等决定数据的处理位置和处理设备。

为了实现云边协同，主流云服务提供商往往在已有的云计算平台基础上，将云计算能力扩展至边缘侧，在边缘侧实现通用的边缘计算环境。云计算环境和边缘计算环境都采用相同的编程模型，使得用户在开发具体应用过程中只需要考虑计算能力的差异，而不必考虑具体的部署环境。

现有的支持云边协同的边缘计算环境包括微软推出的 Azure IoT Edge、ARM 公司推出的 Mbed Edge、百度 Open Edge 和阿里巴巴 Link IoT Edge 等平台。（《基于软件定义网络的云边协同架构研究综述》）

# 云边协同九大应用场景

## 一、云边协同在 CDN 场景中的应用

CDN（内容分发网络）云边协同适用于本地化+热点内容频繁请求的场景。现阶段的 CDN 架构已经无法满足 5G 时代的应用需求，CDN 将迎来以边缘云+AI 的新发展。通过将 CDN 部署到移动网络内部，比如借助边缘云平台将 vCDN（虚拟内容分发网络）下沉到运营商的边缘数据中心中，将大大缓解传统网络的压力，并且提升移动用户视频业务的体验。对于近期热点视频和内容，可能出现本地化频繁请求，通过一次远端内容回源本地建立 vCDN 节点之后，本地区内多次请求热点内容均可从本地节点分发，提高命中率，降低响应时延。

## 二、云边协同在工业互联网场景中的应用

工业互联网作为物联网在工业制造领域的延伸，继承了物联网数据海量异构的特点。在工业互联网场景中，边缘设备只能处理局部数据，无法形成全局认知，在实际应用中需要借助云计算平台来实现信息融合，云边协同正逐渐成为支撑工业互联网发展的重要支柱。

在工业制造领域，除了云端的统一控制外，工业现场的边缘计算节点必须具备一定的计算能力，能够对终端和产品的故障进行自主判断并解决问题，及时检测异常情况，更好

的实现预测性监控，提升工厂运行效率的同时也能预防设备故障问题。同时，将处理后的数据上传到云端进行存储、管理、态势感知，以便提升边缘计算节点的检测和判断能力。此外云端也负责对数据传输监控和边缘设备使用进行管理。

### 三、云边协同在能源场景中的应用

能源互联网是一种互联网与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的能源产业发展新形态。在传统能源产业向能源互联网升级的过程中，利用云计算和边缘计算两方的优势，可以加速升级过程。

云边协同要求终端设备或者传感器具备一定的计算能力，能够对采集到的数据进行实时处理，进行本地优化控制，故障自动处理，负荷识别和建模等操作，把加工汇集后的高价值数据与云端进行交互，云端进行全网的安全和风险分析，进行大数据和人工智能的模式识别、节能和策略改进等操作。如果遇到网络覆盖不到的地区，可以先在边缘侧进行数据处理，在有网络的情况下将数据上传到云端，云端进行数据存储和分析。

### 四、云边协同在智能家居场景中的应用

智能家居综合利用互联网技术、计算机技术、遥感控制技术，将家庭局域网络、家庭设备控制、家庭成员信息交流等家庭生活有效结合，创造出舒适、便捷、安全、高效的现代化家居生活。

在智能家居场景中，边缘计算节点（家庭网关、智能终



端)具备各种异构接口,包括网线、电力线、同轴电缆、无线等等,可以对大量异构数据进行处理,再将处理后的数据统一上传到云平台。用户不仅仅可以通过网络连接边缘计算节点,对家庭终端进行控制,还可以通过访问云端,对长时间的数据进行访问。以多样化的家庭终端为载体,通过整合已有业务系统,实现家庭局域网与广域网相连,从而实现电器控制、安全保护、视频监控、定时控制、环境检测、场景控制、可视对讲等功能。

## 五、云边协同在智慧交通场景中的应用

车路协同是智慧交通的重要发展方向。车路协同系统是采用先进的无线通信和新一代互联网等技术,全方位实施车车、车路动态实时信息交互,并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车辆主动安全控制和道路协同管理,充分实现人车路的有效协同。

在智慧交通场景中,边缘计算与云计算配合,将大部分的计算负载整合到道路边缘层,并且利用 5G、LTE-V 等通信手段与车辆进行实时的信息交互。未来的道路边缘节点还将集成局部地图系统、交通信号信息、附近移动目标信息和多种传感器接口,为车辆提供协同决策、事故预警、辅助驾驶等多种服务。与此同时,汽车本身也将成为边缘计算节点,与云边协同相配合为车辆提供控制和其他增值服务。云计算中心负责收集边缘节点的数据,感知交通系统的运行状况,并通过大数据和人工智能算法,为边缘节点、交通信号系统

和车辆下发调度指令，从而提高交通系统的运行效率，最大限度的减少道路拥堵。

## 六、云边协同在安防监控场景中的应用

在智能安防场景中，将监控数据分流到边缘计算节点，从而有效降低网络传输压力和业务端到端时延。此外，视频监控还可以和人工智能相结合，在边缘计算节点上搭载 AI 人工智能视频分析模块，面向智能安防、视频监控、人脸识别等业务场景，以低时延、大带宽、快速响应等特性弥补当前基于 AI 的视频分析中产生的时延大、用户体验较差的问题，实现本地分析、快速处理、实时响应。云端执行 AI 的训练任务，边缘计算节点执行 AI 的推理，二者协同可实现本地决策、实时响应，可实现表情识别、行为检测、轨迹跟踪、热点管理、体态属性识别等多种本地 AI 典型应用。

## 七、云边协同在农业生产场景中的应用

智慧农业是农业生产的高级阶段，是集新兴的互联网、移动互联网、云计算和物联网等技术为一体，依托部署在农业生产现场的各种传感节点和无线通信网络实现农业生产环境的智能感知、智能预警、智能决策、智能分析、专家在线指导，为农业生产提供精准化种植、可视化管理、智能化决策。

在智慧农业中以智慧大棚为例，条件较好的大棚安装有电动卷帘、排风机、电动灌溉系统等机电设备，通过云端可实现远程控制功能。农户可通过手机或电脑登录云端系统，

控制温室内的水阀、排风机、卷帘机的开关；也可在云端设定好控制逻辑，云端将控制逻辑下放到边缘控制设备，边缘控制设备通过传感设备实时采集大棚环境的空气温度、空气湿度、二氧化碳、光照、土壤水分、土壤温度、棚外温度与风速等数据，自动根据内外情况自动开启或关闭卷帘机、水阀、风机等大棚机电设备。

## 八、云边协同在云游戏场景中的应用

云游戏是指所有游戏都在云端服务器中运行，云端将渲染完毕后的游戏画面压缩后通过网络传送给用户发送到终端。在终端，用户的游戏设备不需要任何高端处理器和显卡，只需要具备基本的视频解压和指令转发功能即可。

云边协同可助力云游戏实现升级。以 AR（增强现实）为例，应用程序需要通过相机的视图、定位技术，判断用户处于哪个位置以及面向哪个方向。对位置和方向信息加以分析之后，应用程序可以实时向用户提供其他信息。而当用户移动后，需要刷新该信息。边缘计算将计算任务卸到边缘服务器或移动设备上，降低平均处理的延时。“前景”的交互放在云上，“背景”则交给移动端，最终实现完整的 AR 体验。

## 九、云边协同在医疗保健场景中的应用

在医疗保健场景中，便携化、智能化和多功能化将会是医疗保健未来的发展方向。包括智能手表、智能手环在内的腕戴式健身和健康设备不仅具有步进跟踪功能，同时配合智能终端提供相关的健身、健康指标。这些边缘设备可以直接

连接到云端，或支持离线运行。一些可穿戴健康监控器可以在不连接云端的情况下本地分析脉搏等数据，医生综合云端和边缘设备数据对病人进行远程评估，并就病人的健康状况提供即时反馈。

机器人辅助手术是医疗保健中云边协同的另一个用例，这些机器人能够自己分析数据，以便安全、快速和准确地为手术提供帮助；同时将数据上传到云端，在云端进行 AI 学习，完善机器人程序，并在适当时机将学习完成的模型下发到机器人终端。（《云计算与边缘计算协同九大应用场景》）

# 云边协同关键技术发展态势

## 一、全局智能协同管理成为云边协同管理演进方向

云边协同应用场景越来越丰富，场景内容越来越复杂，要求云边协同全局管理能够快速反应，快速部署，获得最优的业务体验，全局智能协同管理将会是未来云边协同管理的演进方向。利用容器、微服务等技术快速部署和升级应用，并对边缘应用进行管理和运维；通过云端训练—边缘推理的模式实现云边协同的 AI 处理，支持多种模型发布、更新、推进，形成完整的模型闭环；提供边缘业务高可靠性机制，保证边缘节点应用数据安全传输到云端。

## 二、云原生技术向边缘下沉，边缘容器加速云边协同发展

随着云原生技术、边缘物理设备等持续升级发展，边缘容器将迎来全新升级发展：伴随云原生能力不断从云端向边缘侧下沉，边缘容器将进一步与 Serverless 等技术相结合，根据用户在不同业务场景中对容器编排和函数计算的不同需求，在边缘侧按需为用户提供“边缘容器+Serverless”的融合服务；边缘容器一体机通过软硬一体化的模式，将高性能物理设备的计算能力和边缘容器的管控调度能力有机结合，为智慧交通、智慧城市、智能制造等场景提供近场级别的高效边缘计算服务；通过边缘容器承载人工智能、区块链等新兴技术应用，在推动边缘容器技术迭代升级的同时，进一步催生全新的融合业务应用模式。

### 三、云边数据协同智能分析，有效提升数据使用效率

边缘设备时刻都在产生海量的数据，随着数据量越来越大、数据种类越来越丰富，传统的“数据采集—数据预处理—数据分析”三板斧已经无法满足各类应用场景对边缘数据处理要求。融合机器学习、深度学习技术的“云端训练+边缘推理”智能边缘数据分析是大势所趋：边缘侧采集海量数据后，在本地进行清洗预处理后上传至云端，借助云端强大的算力进行 AI 模型训练；云端在完成训练后将模型下发至边缘侧用于本地智能推理决策，提升边缘侧数据分析处理的准确性和效率，保障训练数据集的精准采集和数据预处理质量，从而形成良性循环，进一步提升数据应用效果。

### 四、技术融合推动边缘智能迈向新发展阶段

为借助边缘侧数据采集便利、实时处理计算等特点，人工智能技术逐步从中心云向边缘下沉，通过将模型在边缘和云端进行协同推理和训练，边缘智能应运而生。目前边缘智能处于产业发展的初期，面临边缘节点异构、边缘资源受限、边缘数据异构、数据样本少、安全与隐私等诸多挑战，亟需与容器编排、AI 硬件芯片、算法框架等技术融合发展。未来，学术和产业界将进一步在算法模型、开发框架、平台能力、安全隐私保护、云边协同等方面进行深入研究，将多种技术能力与边缘智能相融合，进一步推动产业落地发展。

## 五、MEC 边缘云各参与方融合发展

MEC（移动边缘计算）各参与方将利用自身优势，融合各方能力，共同打造完整的 MEC 边缘云能力。电信运营商将 MEC 平台的存储、计算能力开放给应用开发商和内容提供商，也可以将无线侧 eNB 信息封装成各种服务运行在 MEC 平台之上，开放给企业和垂直行业使用。互联网厂商借助云计算成熟的资源池化和和管理技术，将云边缘基础设施、分布式计算资源、移动网络边缘和智能终端等互联网侧计算资源进行统一化管理，达到屏蔽底层异构特性，降低互联网应用接入边缘资源门槛。同时，互联网厂商可以和电信运营商进行 MEC 能力共建和调用，打造兼容互联网边缘计算应用需求和电信 MEC 功能的开放平台。

## 六、云边协同需要更加精细化的安全体系

云边协同由于其天然的分布式场景模式，应通过更加精细化、纵深化的安全体系架构，保障终端、边缘、链路和访问控制等各维度的安全：通过结合边缘流数据采集、大数据分析、人工智能等技术，深度挖掘数据价值，辅助云边威胁情报、安全态势感知等安全手段精准施效；通过分布式防火墙、安全管理编排、安全运行监管以及应急响应恢复等机制，实现边缘安全的事前、事中、事后全生命周期防御；通过将安全与业务解耦，在边缘侧采用独立于边缘应用的安全策略库和访问控制引擎等手段，细化边缘服务接口，最小化访问控制粒度，以实现精细化的云边安全防护。

## 七、边缘物理设备技术成熟，加速构建场景化边缘基础设施

针对愈发个性化的边缘场景化需求，边缘设备服务商从多方面提升能力，打造面向场景服务的边缘基础设施。一方面，从计算能力上，边缘计算专用芯片在架构复杂度、支持 AI 算法多样化多场景适应性上将不断创新，处理器供应商正在努力添加专门的指令以便能够更好地处理混合精度算法并优化 AI 性能，支撑边缘高性能计算和边缘智能进一步在应用场景中落地。另一方面，针对不同的应用场景，例如交通、视频监控、水利、社区、工业互联网等，各服务商着力提升边缘物理设备的定制化能力，打造包括边缘微服务器、边缘 AI 服务器、边缘一体机、边缘微数据中心在内的全方位边缘基础设施。（《云边协同关键技术态势研究报告》）

---

编辑部地址：南宁市体强路 18 号广西信息中心 1412 号房

联系电话：0771-6113592

电子邮箱：dsjyjs@gxi.gov.cn

网 址：<http://gxxxzx.gxzf.gov.cn/>



扫描二维码获取  
更多决策参考信息