
视频边缘计算 白皮书

2022

目 录

1. 面向视频领域的边缘计算	1
1.1. 边缘计算概念.....	1
1.2. 边缘计算产业生态发展.....	2
1.3. 视频领域边缘计算应用场景及需求.....	8
1.4. 边缘计算在视频领域的核心价值.....	11
2. 面向视频领域的边缘计算总体架构	13
2.1. 总体架构.....	13
2.2. 端侧视频设备.....	14
2.3. 边缘侧.....	17
2.4. 边云协同.....	24
2.5. 云端集中管理平台.....	30
2.6. 视频应用.....	32
3. 面向视频领域的边缘计算技术特征	38
3.1. 边缘设备技术特征.....	38
3.2. 边缘方案技术特征.....	41
3.3. 边缘服务技术特征.....	45
4. 面向视频领域的边缘计算技术实现	47
4.1. 流量分流.....	47
4.2. 能力开放.....	48
4.3. 计算卸载.....	49
4.4. 消息路由.....	52
4.5. 边缘视频存储.....	52
4.6. 边缘视频编解码.....	55
4.7. 边缘视频智能处理.....	57
4.8. 边缘视频处理加速.....	60
5. 面向视频领域的边缘计算解决方案	62
5.1. 运营商方案.....	62
5.2. 云服务提供商方案.....	64
5.3. 工业互联网方案.....	67

5.4. 垂直行业方案.....	70
6. 未来趋势展望.....	73
6.1. 产业生态合作与共建.....	73
6.2. 标准化建设持续推进.....	73
6.3. 边缘计算加速应用创新.....	74
7. 缩略语.....	75

1. 面向视频领域的边缘计算

1.1. 边缘计算概念

随着中国“新基建”发展步伐加快，以及 5G、物联网、人工智能、工业互联网等新型基础设施的规模化部署，国内乃至全球的众多行业迎来数字化转型的浪潮。根据专业机构预测，2020 年全球将有超过 500 亿的终端与设备联网，2022 年将有 65% 的数据在边缘数据中心存储和处理。万物互联为传统云计算集中式的处理方式带来严峻挑战，计算、存储等能力“下沉”至近用户侧成为必然趋势，边缘计算时代已然到来。

国内外边缘计算相关的标准组织和联盟从不同角度出發，提出边缘计算的定义。例如，欧洲电信标准协会从电信领域的角度，定义了多接入边缘计算（Multi-access Edge Computing, MEC），即一种在接入网络边缘提供 IT 服务环境以及云计算能力的系统。从工业互联网领域的角度出发，边缘计算产业联盟（ECC）将边缘计算定义为一种在靠近物或者数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台（架构）。

本文认为边缘计算应具备“云、网、边、端”的基本特征，通过在近用户侧部署分布式计算架构，实现存储、计算等能力“下沉”，面向不同垂直领域的众多应用场景，为用户提供低时延、广连接、大带宽、智能化的服务，满足业务实时性、数据智能化处理等行业需求。

按照边缘计算的技术实现方式，边缘计算可分为：运营商边缘、

云边缘和工业边缘三类：

- **运营商边缘：**基于运营商网络，在基站、中心机房等位置部署计算资源，提供边缘服务。
- **云边缘：**云服务商基于 CDN 节点和网络构建，通过虚拟化技术，将算力“下沉”到距离用户较近的城域内，构建边缘服务能力。
- **工业边缘：**通常在工业企业内部构建边缘基础设施，面向“人、机、料、法、环”产品质量管理全环节，部署边缘应用，实现 OT 与 ICT 的深度融合。

上述三类边缘计算已经在垂直行业的不同场景中得以广泛应用。

1.2. 边缘计算产业生态发展

在数字化浪潮的背景下，边缘计算已成为业界关注的热点。包括设备提供商、电信运营商、云服务提供商、CDN 服务商、联盟与标准组织以及垂直行业在内的相关国内外组织或单位，协作共建边缘计算产业链条，并积极推动边缘计算产业发展。

如图 1 所示，设备提供商提供了边缘计算部署所需的基础硬件和平台软件；电信运营商、云服务提供商和 CDN 服务商等相关企业结合自身技术优势，为最终用户提供边缘服务；各个垂直行业根据行业应用特点，提供用户业务需求；联盟、标准组织以及科研机构等积极推进边缘计算标准化进程，促进边缘计算产业合作共赢。

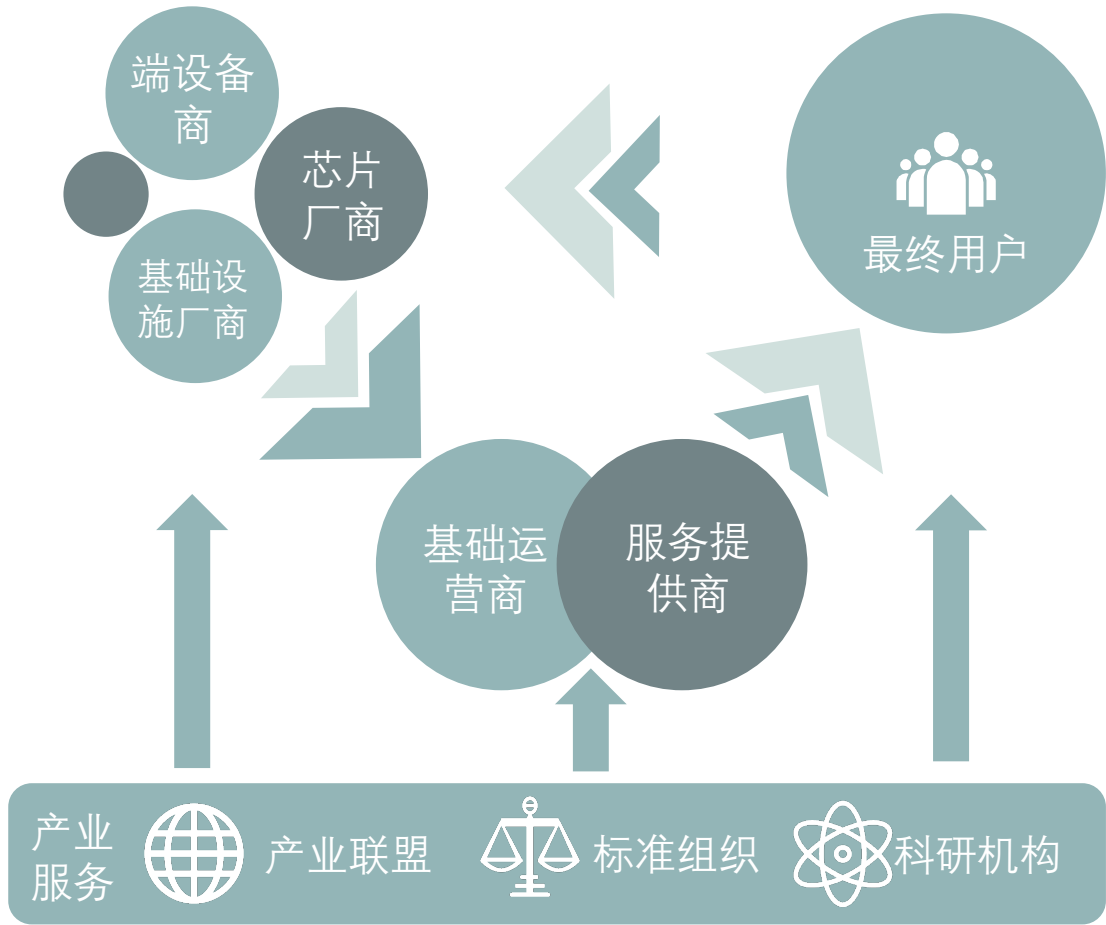


图1 边缘计算产业架构图

（1）设备提供商

设备提供商面向“端、边、云、网”边缘计算整体架构的全环节提供基础硬件以及平台软件。当前边缘计算应用场景众多，设备提供商呈现多元化特征，大致可分为：端设备商、基础设施设备商、芯片厂商等。

- **端设备商**提供摄像机、传感器、AR/VR 终端、智能设备等端侧设备，构建上行业务流量，展现边缘服务处理结果。现阶段端侧设备整体呈现高清化、智能化、协议多样化的发展趋势。
- **基础设施设备商**重点为边缘侧提供边缘服务器、边缘一体机、

边缘网关设备、边缘存储设备、边缘网络设备等基础设施设备。此外，传统的通信设备商还提供了 5G 网络设备，进一步提升边缘计算的接入能力。

- **芯片厂商**积极布局边缘智能领域，提供边缘 AI 应用所需边缘智能芯片产品，提升语音识别、文字识别、计算视觉等边缘 AI 应用开发与执行效率。

大部分设备提供商在提供硬件设备的同时，也提供运行在硬件设备上的平台软件系统。平台系统通常集成设备管理、资源管理、应用管理等平台基础能力。边缘应用和服务运行于平台软件系统之上，利用虚拟化等技术，使用硬件设备资源。

（2）电信运营商

当前 5G 商用持续推进，大视频、物联网等业务蓬勃发展，越来越多新应用对网络时延、带宽和安全性提出更高要求。行业普遍认为，多接入边缘计算（MEC）在缩短端到端业务的时延、减少大带宽视频业务对骨干网络资源的占用、满足业务与数据的本地化处理和安全管理等方面有着天然优势。运营商在网络和基础设施方面存在巨大优势，由于 MEC 需要部署到边缘，所以网络服务的能力显得尤为重要。

当前，运营商将 MEC 边缘云作为实现 CT+IT+OT 融合的锚点，基于边缘云平台结合网络联接的控制与管理能力，向应用能力和创新产品进行渗透。从技术演进角度看，运营商将抓住 5G 机遇，进一步发展云、边、端之间的协同，增强 MEC 能力，构建算力网络，使能算力

服务，加速网络业务和服务的创新。

（3）云服务提供商

云服务提供商通过“CDN 下沉”的方式将云计算能力下沉到网络边缘，并结合自身在传统云计算应用的需求与技术积累，积极拓展边缘计算应用边界。云游戏、边缘 CDN、智能安防、互动直播、视频会议等相关应用已在云服务提供的通用边缘计算平台上部署。

“边云协同”是目前云服务提供商提供的边缘方案/边缘服务的典型特征。云侧面向应用、资源、设备等对边缘计算整体架构进行集中式管理并提供大数据、人工智能等应用平台，边缘侧提供部分管理能力以及应用运行的基础环境，边缘侧与云侧通过 Internet、VPN 等形式进行通信，从智能、资源、应用等不同方面进行协同。

此外，云服务提供商还积极布局“边缘+物联网”。在云侧运行物联网平台，对接入的物联网设备以及网关设备进行统一管理，并对设备采集信息进行智能分析处理；在边缘侧通过部署边缘网关，提供强大的南北向协议转换能力，并提供一定的算力资源，可运行轻量化的应用，对设备上送信息进行智能化处理。

（4）CDN 服务商

CDN 被看作是一种广义边缘计算的典型应用。CDN 服务商借助其先发优势，积极转变传统 CDN 形态，延展服务能力，增强算力部署。

国内 5G 移动网络大规模部署，使得边缘与用户侧进行大量频繁交互式计算成为可能。在这种背景下，部署在边缘的大量分布式 CDN

节点，成为了边缘计算最早可能落地的场景资源之一，探索的方向包括基于物联网相关的高并发计算、基于机器学习相关的低延迟大带宽计算、基于实时交互的低延迟应用等。各种 CDN 现有的资源和功能将以松耦合的方式在边缘计算场景里应用。

目前 CDN 的形态逐步由传统 CDN 节点，转变为采用“通用服务器+CDN 软件”的解耦方式进行部署，并向 CDN 云化方向发展，进一步开放 CDN 节点的计算能力构建边缘计算平台。国内外 CDN 企业已将 CDN 产品升级成边缘计算服务，主打的产品除了传统的 CDN 之外，也通过 Serverless 技术提供轻量级的流量加速服务等边缘计算服务，在离用户更近的位置实时完成业务处理和响应，跟随业务变化弹性扩缩，广泛适用于低时延、实时交互、广覆盖的应用场景。

(5) 联盟与标准组织

目前国内外多个产业联盟与标准组织正在积极推进边缘计算标准化进程。

边缘计算产业联盟定位于搭建边缘计算产业合作平台，推动 OT 和 ICT 产业开放协作，促进边缘计算产业健康与可持续发展。目前已经发布《运营商边缘计算网络技术白皮书》、《边缘计算 IT 基础设施白皮书》、《边缘计算参考框架 3.0》等多项边缘计算领域白皮书。

SDN/NFV/AI 标准与产业推进委员会（SNAI）下设的 SDN 集成与互通测试组、MEC 应用推进组等，面向边缘计算领域，在白皮书、测试等方面积极开展工作。2018 年 10 月，MEC 应用推进组发布了《MEC

行业应用》白皮书，围绕多个垂直行业，探索 MEC 应用方案。

欧洲电信标准协会（ETSI）于 2014 年成立 MEC 标准工作组，该工作组致力于 CT 与 IT 融合，在无线接入网内部提供 IT 和云计算能力，通过一个多接入边缘计算环境运行应用于服务。目前已发布了包括术语、技术要求、参考框架、服务场景等 30 余项多接入边缘计算标准文档。

中国通信标准化协会（CCSA）在工业互联网、5G 核心网、车联网等方面，积极推进边缘计算标准化进程。目前已经立项《工业互联网边缘计算》系列标准、《5G 核心网边缘计算平台》系列标准、《面向 C-V2X 的多接入边缘计算》等相关标准。

（6）垂直行业

伴随移动互联网和物联网的快速发展，海量终端设备充分利用云计算中心强大的计算、存储能力，在工业、能源、医疗、教育、交通、金融等垂直行业领域得到广泛的应用。然而，采用传统云计算的集中式交互方式，增加了网络负载，对网络带宽和吞吐量提出更高的要求。

当前边缘计算在多个垂直行业中得到广泛的应用，满足大带宽、低时延和海量连接的行业业务需求。例如，在能源行业，利用边缘计算可以满足企业在移动办公、生产调度、巡检、监控等业务需求，促进能源企业降本增效，提升核心竞争力。在医疗行业，边缘计算可应用于三维影像、医疗教学、远程医疗等细分场景，改变传统的医疗模式，促进“互联网+医疗健康”的发展。未来边缘计算将应用于更多

垂直行业，不同的垂直行业需求也将进一步促进边缘计算技术的演进。

1.3. 视频领域边缘计算应用场景及需求

(1) 运营商

在全球移动产业迈向 5G 的背景下，运营商正加大力度，积极探索 MEC 技术在各种行业应用中的价值，并希望通过 MEC 和 5G 技术进一步推动 IT 与 CT 的融合。对运营商而言，可以充分利用边缘计算探索新的应用场景，发挥云、边缘、核心电信网络的集成优势，为自身提供更加广阔的发展空间。

在众多“5G+MEC”的行业应用中，视频类应用占比较大。当前，超高清视频业务在低时延、大带宽、高并发方面需求强烈，要求运营商的 MEC 节点应具备按需提供计算、存储能力，并可支持通过云边协同提升业务服务能力。新兴的 AR/VR 类业务，需要支持用户以自然的方式与虚拟环境中的物体进行交互操作的重要方式。在时延和带宽等方面，不同的沉浸体验程度对于运营商网络提出了更高的要求。

运营商利用“5G+MEC”技术可以满足多种视频类应用的需求。例如：MEC 提供差异化路由、计算与存储、运维能力实现视频的本地处理与交付，提升视频点播类业务的用户体验；通过在 MEC 平台部署多视角流媒体服务器，满足视频直播类应用对多路视频高码率无卡顿播放的需求。

(2) 云服务提供商

4G 网络的发展开启了移动互联网时代，云服务提供商在传统云

计算领域拥有大量的业务需求、技术积累和成功经验。为了满足低延迟、大带宽、低成本、本地化等业务需求，云服务提供商正在积极地改变传统“云+端”业务模式，向“云+边+端”的模式演进，支撑新时代众多新型场景落地。

云服务提供商既需要进一步提升视频点播、视频会议等传统视频应用的服务质量，也需要满足云游戏、超高清视频直播、VR/AR 等新兴视频类业务的需求。例如：互动直播类应用，要求云服务提供商根据业务流量的瞬时增长，弹性扩张计算资源，并降低带宽成本；云游戏应用需要在保障大流量视频数据传输可靠性的同时，保证游戏交互时延，避免卡顿问题。

为了满足视频类应用需求，云服务提供商一方面通过“CDN 下沉”的方式，将云服务能力下放至距离用户较近的城域内；另一方面，积极地探索与运营商 5G 网络融合，在距离用户更近的位置，提供云服务能力。

(3) 工业互联网

工业互联网以构建互联互通的网络化结构、提升自动化和智能化水平为目的，为工业企业所涉及的人、机、物提供全面并安全的数字化新模式。工业互联网的建立将促使 OT、IT 和 CT 的充分融合，并可按需将互联网云计算的相关技术和能力部署至边缘侧，以满足工业企业日益增加的适时计算需求，同时又克服了企业对数据安全的顾虑。

在各种工业互联网应用中，视频相关的应用无疑是近年来最普遍

的数字化和智能化相结合的应用场景。视频应用对大数据采集、人工智能分析、实时自动化响应都提出了较高的要求，这些恰恰是边缘计算的特长。同时，工业企业对各自数据的隐私及安全的需求也促使这些应用对网络传输和公有云方案提出了挑战，这也促进了工业企业对边缘计算和私有化网络部署的渴望。

从工业领域所涉及的人、机、料、法、环的角度，质量检测、良率控制、过程优化、预测性维护、人机协作、物流追溯、人员安全管理、环境监测、机器人等各个环节都对面向视觉的边缘计算有广泛的需求。这些通常都通过摄像头对目标进行视频采集后，可以选择性地对视频进行编解码以获取原始图像，再结合计算机视觉对视频进行分析和反馈至执行机构做相应的处理。其中，计算机视觉部分往往由多个环节组成，包括图像预处理、机器学习算法模型推理、图像后处理等多级结构。近年来神经网络和深度学习技术突飞猛进，使得视频边缘计算也得以快速发展。众所周知，深度学习往往需要同时拥有算法模型训练所需的集中式密集计算需求，也包含分布广泛的算法模型推理所需的中等计算需求，这也促进了工业互联网和边缘计算的大量部署。

(4) 垂直行业

面向视频的边缘计算在垂直行业得到广泛应用，例如医疗领域的远程医疗，远程监护等，工业领域的现场视频巡检等场景，能提高行业应用的可视化和智能化水平。

视频用于远程医疗的典型场景包括远程监测类，远程会诊类，远程指导类等。基于 5G+MEC 基础设施的发展，能够支持 4K/8K 的远程高清视频和 VR/AR 技术会诊和医学影像数据的高速同步传输与共享，并让专家在线开展会诊，提升诊断准确率和指导效率，促进优质医疗资源下沉。远程医学示教通过引入高清视频和 VR/AR 设备支持对手术示教，操作示教，以及对相关病例的直播和录播等，能让受教者的沉浸感更强，具备更多交互内容，提升效率和效果。还有视频用于远程查房使远端专家无需到现场就可以远程精准指导。

用于工业现场的巡检，辅助维修等场景是视频结合边缘计算与 AI 技术的另一个垂直应用场景。以电网运检为例，通过引入无人机、巡检机器人、智能摄像机等新型视频前端，结合智能化运检平台，智能分析决策平台等，实现从“人巡”到“智巡”变革，显著实现了电网运检模式的革新。无需进行大量人力投入，便可轻松实现对电网设备状态、人员行为、区域安全等全场景智能化监控，从而极大地提高工作效率，确保巡视不停、保障不停。

1.4. 边缘计算在视频领域的核心价值

全球行业数字化转型浪潮已经到来，边缘计算技术获得全球各行业的广泛关注。与传统的云计算不同，边缘计算技术将存储、计算、网络资源更加接近用户或设备进行部署，解决未来爆发式增长的用户和设备对传统云计算产业带来的挑战。边缘计算将广泛应用于制造、能源、交通等不同领域的多个场景，满足人民对未来科技生活的向往。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/818105133046006066>