



视频边缘计算白皮书

(2020 年)

中国移动研究院

前 言

本白皮书对视频边缘计算的发展背景、产业环节、相关产品进行了详细研究分析，提出了中国移动视频边缘计算能力框架愿景，希望能够为产业在视频边缘计算相关技术、产品和解决方案等方面提供参考和指引。

本白皮书的版权归中国移动研究院所有，未经授权，任何单位或个人不得复制或拷贝本建议之部分或全部内容。

目 录

目 录	1
1. 视频边缘计算发展背景.....	2
1.1 边缘计算重塑运营商网络价值.....	2
1.2 边缘计算场景丰富，设备数量巨大.....	2
1.3 视频是边缘计算主要负载.....	3
2. 视频边缘计算产业环节.....	4
3. 视频边缘计算产品.....	4
3.1 专用芯片.....	4
3.2 专用硬件设备.....	5
3.3 软件产品.....	6
3.4 边缘计算平台.....	6
3.5 现存问题.....	7
4. 视频边缘计算能力框架.....	8
4.1 视频边缘计算能力功能需求.....	8
4.2 视频边缘计算能力框架愿景.....	9
4.3 视频边缘计算能力框架价值.....	9
5. 展望	10
缩略语列表.....	12
参考文献.....	13

1. 视频边缘计算发展背景

边缘计算产业联盟对边缘计算定义是，在靠近物或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，就近提供边缘智能服务。由此，部分计算压力可以不必再传递至数据中心，而被分担于网络边缘，部分隐私数据也可存储于本地、分析处理于本地。边缘计算产业联盟同时定义了对于边缘计算的参考架构，包含了设备、网络、数据与应用四域，平台提供者主要提供在网络互联（包括总线）、计算能力、数据存储与应用方面的软硬件基础设施。

相比于集中部署的云计算服务，边缘计算解决了时延过长、汇聚流量大等问题，为实时性和带宽要求较高的业务提供更好的支持。随着 5G 和工业互联网的快速发展，新兴业务对边缘计算的需求十分迫切。

1.1 边缘计算重塑运营商网络价值

边缘计算的目标是在靠近数据

输入或用户的地方提供计算、存储和网络带宽。而且边缘计算是云计算之后的下一个竞争高地，根据多家机构的预测边缘计算将成为新的潜在千亿级规模市场。

在端侧，算力受限于功耗、成本、空间和环境等约束，造成高成本，低算力，高功耗，而云端网络时延大，不可控，实时性不满足，长距离大带宽传输成本过高，造成延时大，带宽需求大。而边侧则将网络连接能力下沉到边缘，才能实现算力在端云之间流动，兼具端云优势。

1.2 边缘计算场景丰富，设备数量巨大

边缘计算有网络侧和现场级两种主要形态。相对于传统云计算，网络侧边缘计算以服务器形态为主，部署在网络位置较低的机房中。而现场级边缘计算的多元异构嵌入式设备、PC、小微服务等形态部署在用户现场。在设备数量上，现场级边缘计算设备是边缘计算的重要市场，现场级边缘计算接入数量数以亿计。

1.3 视频是边缘计算主要负载

边缘计算近年快速发展，边缘计算的主要应用集中在视频领域。边缘计算的核心优势“传输低延时、大带宽，计算高性能”天然满足泛视频应用处理需要。不论是在视频监控、智慧城市、工业互联网，还是生活娱乐，行业应用等领域，视频均作为边缘计算的主要负载。

在视频监控领域，应用场景主要有人脸识别、车辆识别、视频结构化等。人脸识别和车辆识别需要在卡口等位置进行车牌图像处理和车辆认证。而视频结构化则通过对视频智能分析，获取描述信息。

在智慧城市领域，应用场景主要有智慧灯杆，智慧园区和智慧楼宇等。智慧灯杆通过灯杆增加摄像头等传感器，收集、分析获取到的图像视频等数据。智慧园区和智慧楼宇则通过增加摄像头等数据采集设备，实现视频采集、监控及智能处理。

在工业互联网领域，应用场景主要有工业质检、工业协同控制、园区物流等。工业质检通过产品视频数据采集，进行缺陷检测。工业协同控制通过工业机器视觉网关/边缘云实现多机器协同控制。园区物流可以通过无人车实现物料运送和工业园区人

员运送。

在生活娱乐领域，应用场景主要有高清视频、智慧家庭安防、云游戏、vCDN等。对于超高清视频领域，需要通过边缘计算对视频传输业务进行优化。智慧家庭安防则构建了一种基于边缘计算的视频图像预处理技术，通过对视频图像进行预处理，去除图像冗余信息，使得部分或全部视频分析迁移到边缘处，由此提高视频分析的速度。云游戏通过AR/VR云端渲染提高性能，降低终端成本。vCDN是一种虚拟化高清视频等内容源的CDN网络，可以通过边缘数据中心进行灵活部署。

在行业应用中，应用场景包括智慧校园，智慧企业，智慧政务等。通过视频边缘计算实现智慧教育、课堂直播、智慧考场，本地智慧考勤、企业内部视频采集及处理，以及医院、图书馆等公共部门视频采集及业务处理。

如何构建一套统一的视频边缘计算能力框架，模块化的应用于视频边缘计算各个场景，并解决上述场景中出现的各类问题，是业界讨论的一个话题。

2. 视频边缘计算产业环节

视频边缘计算已经发展为一个庞大的产业，许多研究机构和研究报告从网络、服务层级等角度对边缘计算进行分层和梳理，本报告从产业参与者的视角将视频边缘计算产业环节分为视频采集、边缘设备、平台、算法五个环节，其中边缘设备包括芯片、硬件和软件三部分。

芯片是指用于处理复杂计算的微处理器，包括 CPU、VPU、MPU、GPU 等。硬件主要是指边缘 AI 盒子及通用服务器。软件运行在硬件设备上，完成编解码、渲染等视频处理以及 AI 推理，平台负责对视频边缘设备进行管理，平台上层包括算法以及应用等。



图 1 视频边缘计算产业环节

3. 视频边缘计算产品

3.1 专用芯片

专用芯片一般泛指所有用来加速 AI 应用，特别是基于神经网络的视频深度学习应用的硬件。从云到边

到端的各种场景都需要 AI 运算能力，因此也都需要 AI 加速。但是在不同的场景下，对 AI 加速的需求又有很大差别。随着边缘计算的快速发展，各大互联网巨头、传统 IC 制造商、

Startup、IP 供应商均开展专用芯片研发。

边缘侧专用芯片以推理为主，同时有训练需求。边缘侧专用芯片多采用“通用处理器+AI 加速单元+视频处理单元”的架构，但各厂商芯片的架构和实现不同。典型边缘专用芯片包括：Intel 推出的 VPU 芯片 Myriad X，计算性能约 1TOPs，支持 MIPI 视频接入，支持视频编码，功耗 1W。瑞芯微推出的多核 ARM 芯片 RK3399pro，具有片上 NPU，性能约 2-3TOPs，支持图形处理，具有视频解码器和编码器。华为主推的专用芯片（基于 ARM 核）晟腾 310AI 处理器，八位整数精度（INT8）下的性能约 16TOPs，支持高清视频解码，功耗 8W。国内厂商如寒武纪、地平线、比特大陆、依图、云天励飞、鲲云、燧原等，国外厂商如 Google、Nvidia、AMD、XILINX 等公司也都推出了专用芯片。

3.2 专用硬件设备

专用硬件设备包括边缘 AI 盒子和通用服务器，是边缘计算的主要设备形态，主要面向视频处理，承载视频 AI 算法，适配视频监控、智慧园区、视觉理解、新零售等应用场景。

目前主流专用硬件设备包括：

百度自研硬件（EdgeBoard）EM-BOX 视频分析边缘计算盒，其中预置安全帽/烟火/电子围栏技能，采用 SOC 芯片，性能约 2.4 TOPS，可支持 4-8 路摄像头。

腾讯基于 Intel、Nvidia 解决方案的优图盒子，推出不同配置边缘 AI 盒子，实现人脸识别等 AI 算法，应用在新零售等场景中。

阿里云物联网边缘视频智能一体机 AI-Box，具备连接前端各类摄像头，适配各种视频协议、在本地做视频 AI 分析计算、运维管理等功能，支持 128-256 路视频，同时运行 8-40 个任务。

Nvidia 为边缘应用发布高性能解决方案 JETSON AGX XAVIER，适应视觉测距、传感器融合、定位与地图绘制、障碍物检测场景，计算性能约 32TOPS。

比特大陆基于自研芯片 BM1684 的边缘计算产品 SE5 计算盒，性能约 17TOPS，16 路高清视频处理能力，38 路 1080P 硬件解码与 2 路编码。中科视语推出的分析视频监控中安全行为的安全行为分析终端，支持 4-8 路视频流实时处理，10 余种 AI 算法。

华为面向边缘应用推出的 Atlas

500 智能小站，具有 16TOPS 计算性能，支持 16 路视频处理可以在边缘环境广泛部署，满足在安防、交通、社区等应用。

华为面向边缘应用推出的 Atlas 500 Pro 智能边缘服务器，具有最高 256TOPS 计算性能，支持最大 256 路视频处理，支持云边协同。

浪潮推出首款符合 OTII 标准的边缘服务器 NE5260M5 采用了电信设备标准，仅有传统标准服务器深度的 1/2 稍多，可以直接与电信设备混合部署在通信中心机架上，支持 2 颗即将上市的英特尔最新的高可扩展处理器，16 个 DIMM，6 个 PCI-E 插槽，6 块 2.5 寸硬盘，2 个 M.2 SSD，在有限的空间限制下，仍然具有十分理想的扩展性，可以满足智能制造、物联网等多种边缘计算应用的需求。

3.3 软件产品

芯片配套开发环境及 SDK 是边缘设备的基础必备软件，主要功能包括支持 AI 模型运行、支持 AI 模型开发。当前，芯片或者边缘 AI 盒子均需在各自供应商的开发环境和运行 SDK 环境下使用。

百度、阿里等同硬件厂商合作，

提供 SDK 以便落地推广自有视频 AI 能力，引入视频流量。常见的软件产品包括 Nvidia GPU 的基础运行环境，包括 CUDA 等。Intel CPU 的基础运行环境，包括 OpenVino、NCSDK 等。ARM CPU 基础运行环境，包括 ARM-NN 等。华为专用芯片的基础运行环境，包括 Mind Studio、MindSpore 等。比特大陆专用芯片的基础运行环境，包括 BMNN SDK 等。寒武纪专用芯片的基础运行环境，包括 Cambricon NeuWare、CNStream、CNRT 等。百度 AI 能力，能力提供离线人脸比对 SDK、语音翻译 SDK、拍照翻译 SDK 等。阿里 AI 能力，Link Visual 设备端 SDK 提供了网络摄像机（IPC）接入阿里云视频边缘计算智能服务的基础 API。

3.4 边缘计算平台

边缘计算平台对视频边缘设备进行的管理，支持视频能力的下沉，正逐步成为视频边缘计算的主要产品和服务。典型的视频边缘计算平台包括阿里推出的视频边缘智能服务以及华为推出的智能边缘平台。两款平台的功能对比如下表所示，可以看出阿里推出的视频边缘智能服务（LinkVisual）支持视频流上云、存储、转发、视频 AI 等功能，提供丰

富的视频算法以及云边协同（算法云端训练、云端下发、边缘计算推理）服务。旨在帮助视频设备厂商、方案商与服务提供商，快速将存量或者新增的摄像设备上云。华为推出的智能

边缘平台满足客户对边缘计算资源的远程管控、数据处理、分析决策、智能化的诉求，为用户提供完整的边缘和云协同的一体化服务。

表 1 边缘计算平台对比

厂商	平台	解决问题	设备侧	处理器支持	操作系统支持	平台侧	主要功能
阿里	视频边缘智能服务	帮助视频设备厂商、方案商与服务提供商，快速将存量或者新增的摄像设备上云	合作厂商集成 SDK	阿里与设备厂商合作定制*	Linux	集成云端 SDK	设备管理； 视频流接入； 消息传递
华为	智能边缘平台	满足客户对边缘计算资源的远程管控、数据处理、分析决策、智能化的诉求	开放硬件安装边缘节点软件	X86、 Arm32、 Arm64	Linux	客户开发应用，自行训练AI模型或者使用华为提供AI模型	节点管理； 设备管理； 应用管理； 消息路由

3.5 现存问题

通过上面的芯片、设备、软件及平台层面的分析可以看出，目前视频边缘计算尚存在一些制约应用发展的问题：

视频边缘计算芯片型号多，这些芯片架构和实现不同，指令集也不同，彼此之间不兼容。这就迫使 AI 模型训练移植、视频应用开发需要在诸多芯片中进行选型，一旦选型确定，就很难更换专用芯片。

芯片版本升级快，兼容性差。由于专用芯片目前仍处于早期发展，架

构、指令、接口各方面均不稳定，芯片升级不平滑将导致 AI 模型重训练移植、视频应用开发修改等问题。

边缘 AI 盒子种类众多，形态各异，不同厂商的盒子不兼容。当多元设备同时存在，且数量增大时，AI 模型适配/下载/更新，设备监控/管理，数据收集/上传等均成为视频边缘计算普及的瓶颈。

不同边缘 AI 盒子开发涉及不同开发环境和 SDK，对于模型训练工程师和视频应用开发工程师存在学习成本，且导致 AI 模型版本、视频应用版本混乱。

4. 视频边缘计算能力框架

为抢夺视频边缘计算的巨大市场，互联网公司、算法类公司纷纷推出专用硬件设备，用于承载和推广自有视频 AI 能力。同时，视频边缘计

算也暴露出设备种类繁多、应用落地困难、运营维护成本高等一系列问题。在中国移动，大视频也已成为重要战略之一，大视频技术、能力及产品是当前公司重要发展方向。

4.1 视频边缘计算能力功能需求

在视频边缘计算领域，需要将云端视频及 AI 能力结合网络优势，下沉至边缘侧和端侧。根据具体业务场景，提供多边缘设备/专用芯片支持、AI 能力上线、AI 能力下发、视频计

算、边缘设备管理、边缘设备消息通信、边缘设备注册、边缘设备状态监控、设备配置、设备状态监控、平台设备监控、数据获取、模型训练、边缘模型训练、应用托管、算法入驻、平台页面等功能。

表 2 视频边缘计算能力功能需求

需求功能	功能说明	需求功能	功能说明
多边缘设备/AI芯片支持	支持模型在不同AI芯片实现的边缘设备上运行	设备状态监控	完善设备资源、运行情况监控
AI能力上线	支持AI模型提交至平台，并自动适配至边缘设备	平台设备管理	从平台操作完成设备配置等
AI能力下发	边缘设备从平台获取AI能力	数据获取	边缘设备上报数据至平台
视频计算	边缘设备获取视频，完成视频解码，并做AI处理	模型训练	平台对数据进行清洗标定，完成模型训练
边缘设备管理	支持边缘设备的平台统一管理	边缘模型训练	在边缘设备进行分布式训练，实现联邦学习
边缘设备消息通信	支持边缘设备与平台的消息交互	应用托管	为泛视频业务开发商提供运行环境，支持边缘设备使用其应用
边缘设备注册	边缘设备注册到平台，以实现视频智能处理服务	算法入驻	引入第三方AI模型，支持边缘设备自助选购
边缘设备状态监控	设备资源、运行情况监控	平台页面	可视化操作页面
设备配置	可视化设备配置		

4.2 视频边缘计算能力框架愿景

中国移动提出视频边缘计算能力框架，希望将云端的视频及 AI 能力延伸到各类边端设备，为应用提供统一的边缘侧视频 AI 计算能力，满足边缘计算中“场景更适配、计算更智能、设备更多样、管理更便捷、价格更低廉”的客户诉求。

中国移动希望通过该框架，解决边缘侧各类应用视频处理中出现的

智能处理、编解码、传输等问题，实现云端视频 AI 能力向边缘侧端侧下沉落地，兼容和管理多种类型的边缘侧端侧 AI 设备，上线提供视频 AI 处理服务，研发质检、VR 等典型应用，最终形成泛视频接入、边缘设备管理、AI 能力下沉、端边 AI 推理、边缘联邦学习、数据特征和模型上云的闭环。视频边缘计算能力框架如下图所示。

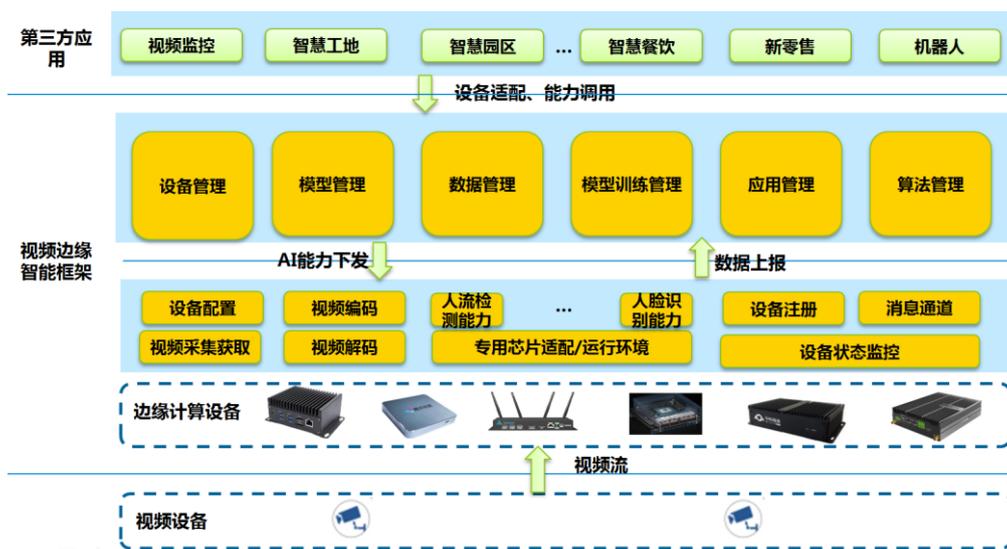


图 2 视频边缘计算能力框架愿景

4.3 视频边缘计算能力框架价值

视频边缘计算能力框架有助于

视频及 AI 能力下沉，面向泛视频用户、应用开发商、边缘设备/芯片商、AI 模型算法商提供不同服务，降低视频边缘智能处理成本。

对于泛视频业务客户，可以为其

提供边缘侧设备服务，满足其业务需求，同时降低其业务应用成本和功能升级成本；对于泛视频应用开发商，可以为其提供更多可用设备、芯片、AI 模型，降低其开发成本，提供应用托管服务，降低其运维成本；对于边缘 AI 盒子/专用芯片商，可以支持其硬件设备，降低硬件设备开发门槛，为其芯片/设备引入更多 AI 能力和更多应用场景；对于 AI 模型算法商，可以为其 AI 模型提供更多可运行设

备，扩大其模型使用场景，上线 AI 模型商城，增加其模型使用量及收入。

视频边缘计算能力框架作为连接泛视频用户、应用开发商、边缘设备/芯片商、AI 模型算法商的中间平台，商业模式丰富，可能的商业模式包括边缘设备销售、视频边缘应用租用、AI 算法商城/销售、应用托管，以及未来对数据收集利用、联邦学习模型优化升级等。

表 3 视频边缘计算能力商业模式

	视频边缘设备销售	视频边缘应用租用	视频AI算法能力销售	视频应用托管	视频AI算法商城	数据收集利用	联邦学习/模型升级
泛视频业务客户	√	√				√	√
专用芯片/设备商	√		√				
泛视频应用开发商			√	√			
视频AI模型算法提供商					√	√	√

注：√表示合作伙伴可以选择的商业模式

中国移动希望通过视频边缘计算能力框架，联合产业界各方，与边缘芯片、设备、应用及算法各家厂商，共同开展视频边缘计算技术、产品研

发及应用拓展，共同针对泛视频业务共性需求制定完整的智能边端服务解决方案，构建视频边缘计算生态。

5. 展望

边缘计算领域各大厂商已经重点开展视频边缘计算产品开发，目前

已经出现了一批形态丰富的视频边缘计算产品。一方面，随着行业应用

场景的持续丰富，视频边缘计算在不断发展，专用芯片、专用硬件设备、软件产品、视频边缘计算平台等将成为关注热点，另一方面，设备种类繁多、应用落地困难、运营维护成本高等一系列问题也制约着视频边缘计算的发展。

中国移动提出视频边缘计算能力框架愿景，希望能通过该能力框架构建视频边缘计算生态环境，通过丰

富的商业模式，激活视频边缘计算产业各环节，为泛视频用户、应用开发商、边缘设备/芯片商、AI 模型算法商提供不同服务以及合作模式。

中国移动愿与合作伙伴一起在视频边缘计算领域持续探索和创新，拓展更多行业场景，提供更丰富的行业应用解决方案，构建和完善视频边缘计算生态。

缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
AI	Artificial Intelligence	人工智能
API	Application Programming Interface	应用编程接口
CUDA	Compute Unified Device Architecture	统一计算设备架构
ECC	Edge Computing Consortium	边缘计算产业联盟
GPU	Graphics Processing Unit	图形处理器
MEC	Mobile Edge Computing	移动边缘计算
NPU	Neural Network Processing Unit	神经网络处理器
OS	Operating System	操作系统
SDK	Software Development Kit	软件开发工具包
VPU	Video Processing Unit	视频处理单元

参考文献

- [1]边缘计算方法与工程实践, 中国工信出版集团, 2019
- [2]中国移动边缘计算技术体系白皮书, 中国移动, 2019
- [3]移动边缘计算安全研究, 边缘计算社区, 2020
- [4]边缘计算如何赋能视频行业, 边缘计算社区, 2020
- [5]边缘数据中心的需求分析和核心技术研究, 全国边缘计算学术研讨会论文集, 2019
- [6]边缘计算产业联盟, <http://www.ecconsortium.org/>, 2020

编写单位及作者

中国移动通信集团公司研究院： 喻炜、杨蕾、杨晓伟、郭勤