

# 2021中国边缘计算产业研究报告 | 重磅发布

Original 边缘计算中文社区 边缘计算中文社区 2021年12月30日 09:02

## 前言

边缘计算随着5G、IOT、AI等相关技术演进越来越引人瞩目，关于边缘计算的讨论也越来越多，但是涉及边缘计算的定义、边缘市场的规模、边缘技术的成熟度和边缘玩家的分布的系统性介绍却比较少，本文希望通过一系列的多角度分析，从边缘计算的定义、市场预测、技术架构和玩家分类，系统性的盘点边缘计算的不同维度，盘点中国边缘计算现状和未来。边缘计算随着5G、IOT、AI等相关技术演进越来越引人瞩目，关于边缘计算的讨论也越来越多，但是涉及边缘计算的定义、边缘市场的规模、边缘技术的成熟度和边缘玩家的分布的系统性介绍却比较少，本文希望通过一系列的多角度分析，从边缘计算的定义、市场预测、技术架构和玩家分类，系统性的盘点边缘计算的不同维度，盘点中国边缘计算现状和未来。

## 系列回顾

2020年边缘计算中文社区发表了《2020中国边缘计算产业研究》，通过一系列的多角度分析，从边缘计算的定义、市场预测、技术架构和玩家分类，系统性的盘点2020年边缘计算的不同维度，从定义、技术、市场三个角度盘点边缘计算现状和未来。第一章“边缘定义的真与假”主要从边缘计算的概念提出、完善和演进出发，分析不同机构对边缘计算的定义阐述，并总结出对边缘计算的定义。第二章“边缘技术的重与轻”主要从边缘计算的实现出发，根据WAN和PAN网络的不同，对于“重边缘”和“轻边缘”进行分解，同时根据不同边缘垂直行业的技术成熟度，对于技术所处阶段进行了剖析。第三章“边缘市场的大与小”，分析相关的国际预测数据，并针对一直缺少的中国市场规模，根据相关模型进行了一定程度的预测和展望，进而分析了华为、阿里巴巴、九州云、航天云网、海康威视、亮风台等在不同领域的典型的玩家。

在2021年，我们将从三大边缘交付模式分析出发，回顾2021年的产业玩家布局、国家引导趋势、行业落地进展、业务成本动向，展望2022年的趋势。

## 2021年边缘计算发展概述

从2014年边缘计算的首次提出，虽然边缘计算已经将近发展了7年的时间，但是一直处于概念演进、标准演进和落地形式探索的阶段。2021年，边缘计算的发展形态已经逐渐明朗，传统巨头和新兴企业沿着**物联网、4G/5G、CDN的既有熟悉领域，逐步升级和跨越到了边缘设备（IoT轻边缘）、边缘云（5G MEC重边缘）和云边缘（CDN升级的重边缘）三大领域的竞争。**

*边缘计算发展回顾：*

## 1 2014年

2014年，高通工程总裁（Qualcomm VP of engineering）Karim Arabi 在IEEE DAC 2014 Keynote 中，以及2015年的MIT的MTL Seminar的受邀演讲中，宽泛的定义边缘计算为云之外的在网络的边缘侧的所有计算，更具体的定义是云之外的需要实时数据处理的应用程序（Instant Data）。

## 2 2015年

ETSI第一次提出了MEC 的验证框架（Proof of Concept Framework），经过近5年的演进，相关标准体系也逐渐清晰

## 3 2016年

Forrester对边缘的定义包含了对WAN和PAN的理解，它对边缘计算的定义是“边缘计算和IOT是一种将泛在连接扩展到物理世界的革命性技术”

## 4 2017年

Gartner的提升了对Edge Computing这一领域的重视，Gartner VP Thomas J. Bittman发表博客，认为“边缘将吃掉云”。

## 5 2018年

Gartner认为“从云到边缘”是被列为十大战略性科技发展趋势之一

## 6 2019年

边缘计算再一次登上Gartner的趋势榜单

## 7 2019年

阿里云发布CDN进化的ENS分布式云平台，腾讯发布边缘计算基础设施 ECM，中国联通MEC正式商用，中国移动、中国电信相继在MEC产业进行布局

## 8 2020年

中国联通5G MEC 正式商用，成为全球第一家商用5G MEC边缘平台

## 9 2020年

腾讯发布边缘接入和加速平台（TSEC）、边缘计算机器（ECM）、物联网边缘计算平台(IECP)

## 10 2020年

由中国信息通信研究院、中国移动、中国联通、华为、腾讯、紫金山实验室、九州云和安恒信息等八家发起业界首个 5G 边缘计算开源平台 EdgeGallery

## 11 2021年

中国电信、中国联通、阿里云、百度云、腾讯云、京东云、UCloud、九州云、字节跳动、Intel、浪潮、联想等单位发布了《“边缘计算+”技术白皮书

2021年边缘计算的发展，我们将从**交付形态、模式困境、攻守布局、行业落地和产业合围**五个方面进行分析。

**(一) 三分天下，三种边缘计算模式的定型**

**(二) 破茧前夜，边缘升华关键难点的突破**

**(三) 内外有别，CDN和5G MEC的边缘攻守**

**(四) 能否绽放，行业落地1到N的挑战**

**(五) 分进合击，产业链条逐渐合围**

### 一、三分天下：边缘计算模式的定型

在《2020中国边缘计算产业研究报告》的总结中，我们将边缘计算划分成了重边缘和轻边缘。在重边缘领域，还存在两种细分形态的交付模式：一种是运营商从5G演进角度发展的MEC边缘云模式，另外一种CDN服务延伸出来的云边缘模式。**2021年是CDN云边缘、5G MEC边缘云、边缘网关这三种交付形态的定型之年。**

三种交付模式中，核心的区别在于**形态的大小和网络类型**，以及由此导致的**性能、覆盖性、易用性**等方面的区别。

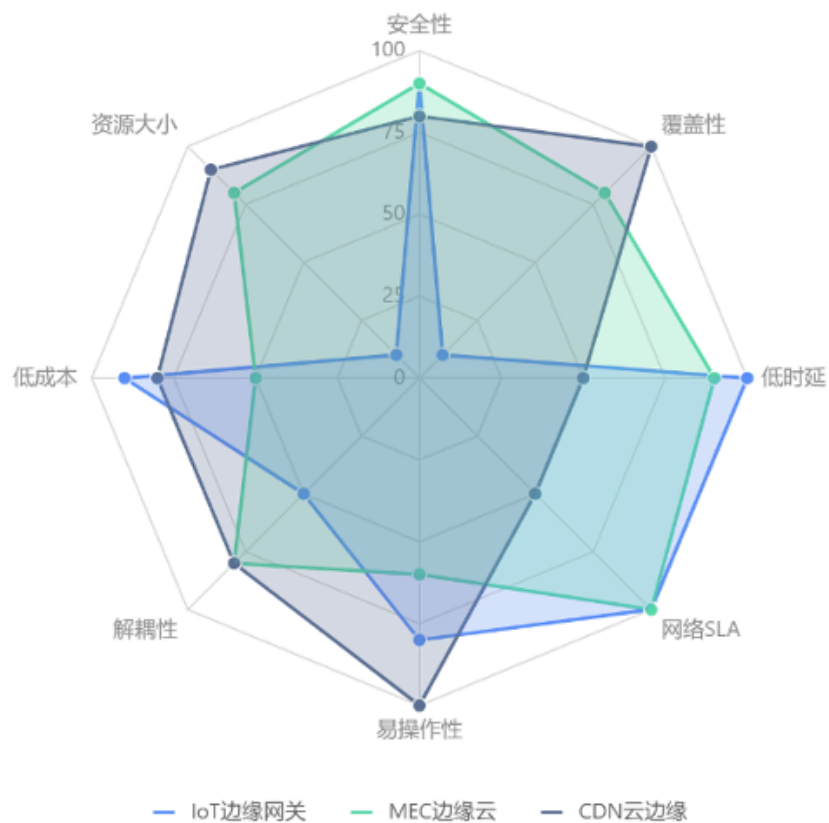


图 1 三种模式的优劣分析

CDN云边缘基于互联网访问，资源规模相对较大；5G MEC边缘云依赖特殊5G UPF的分流方式，中等规模资源；而边缘网关则更多通过工业协议、有线或者NB-IoT的方式进行管理或者通信，资源一般按照一台或者多台PC机级别硬件组成。三种模式更多的区别如下表所示：

	CDN 云边缘	5G MEC 边缘云	边缘网关
历史形态	CDN	无	工控机
玩家	CDN 厂家：网宿、Fastly 等，公有云：阿里、腾讯的 CDN 业务部门	运营商，如联通、移动、电信等；基于 MEC 的技术和服务商，如华为、中兴、九州云等	工控机玩家：研华、航天云网等，公有云：AWS SnowBall, 阿里 IoT 一体机
部署位置	互联网后面，不同城市间访问优化	通信基站后面，互联网前面，城市内访问优化	通信基站前面，车间内访问优化
放置位置	IDC 机房	通信机房	以挂壁等形式放置于产线旁边
通信协议	WAN (5G、4G、有线)	WAN (5G)	PAN (Zigbee/LoRa/Bluetooth) NB-IoT 等
延时	单个区域内固网访问 5~20ms 同运营商蜂窝网络访问 20~30ms 跨运营商蜂窝网络访问 30~60ms 网络稳定性相较其他两种模式稍差	5~20ms 网络较稳定	5~10ms 网络较稳定
Internet	可达	一般不可达	一般不可达
通信接口	IP 网络接口	IP 网络接口	比较丰富的工业物理接口，如 RS232/RS485/RS422/USB/CAN 等
计算能力	以数据中心服务器组件的集群，一般具备数千个 CPU 物理核、数 PB 级别内存和 PB 级别存储	以数据中心服务器组件的集群，一般具备数百个 CPU 物理核、数百 TB 级别内存、PB 级别存储	以台式机服务器的单体，一般具备 4~8 个物理核 CPU，32~64GB 内存，1~2TB 存储
GPU 处理能力	配置相应的 GPU 处理集群	配置相应的 GPU 处理集群	受限于一体机插槽，一般不提供
空间延展性	覆盖空间大 (Wide Area)，全球	覆盖空间中 (Wide Area)，城市级别	覆盖空间小 (Local Area)
访问和交互	复制云的交互模式，但是能力上仅限于容器和虚拟机等模式	受限于 5G 网络的安全防护能力和接口成熟度，在边缘分流能力开放等能力上还有一定限制	两种模式，一种是企业内网访问管理界面，另外一种是通过互联网可达的中心管理平台实现管理

表格 1 三种模式的实现方式比较

CDN云边缘、5G MEC边缘云和边缘网关三种模式不同特性，在具体落地场景上存在一定领域的重叠，**CDN云边缘优势在于跨城市的加速，5G MEC边缘云优势在于城市内加速和一定的空间覆盖性，但是需要进一步优化终端访问的成本和普适性（如人网的开通）；边缘网关的优势在于制造领域的近端采集，但是在带宽和空间覆盖性上导致无法覆盖某些场景。**

大类	子类	CDN 云边缘	MEC 边缘云	IoT 边缘网关
视频加速	跨国视频加速	●		
	跨省视频加速	●		
	场馆直播	○	●	
云游戏	手机端玩 PC 游戏	●	●	
	VR 课堂	○	○	●
	AR（低精度/低互动模型）	●	○	
	AR（高精度/高互动模型）	○	●	
智慧工厂	AI 质检（固定初级算法）		○	●
	AI 质检（高级算法，动态训练）		●	○
	人体体态识别		●	○
	AGV 小车控制		●	○
	IoT 采集		○	●
智能场馆	场馆信息采集		○	●
	BIM（大屏展示）		○	●
	BIM（手机端展示）		●	○
	无人机巡检	○	●	
	机器人巡检	●	●	
智慧交通	RSU 路测信息采集和数据融合		●	○
	精准地图	○	●	
	单车智能升级	○	●	
	云控平台（监控）	●	○	
	云控平台（控制）	○	●	

表格 2 典型业务场景下三种模式的适配分布（●最优方式 ○次优方式）

## 二、破茧前夜，边缘升华关键难点的突破

虽然三种边缘交付模式逐渐成熟，但是每种模式也存在各自的挑战，需要产业界面进一步在技术和生态上进行突破。

CDN云边缘的困局，在于机房“近在眼前”和网络“远在天边”的问题，在移动模式下**物理距离近但是无法转成为网络就近**，在延时、SLA确定性和带宽成本上无法达到5G MEC模式的能力。MEC边缘云的挑战在于**如何提供更便捷的用户体验，同时又能够符合5G的安全管理要求**，以及面向**2C领域、城市百万级别的手机（人网而非物网）的边缘访问开通**。边缘网关的困局主要集中在**解耦性和品牌分散**。

大类	CDN 云边缘	MEC 边缘云	IoT 边缘网关
易操作性	-	1) 业务面开通公网访问的安全管控问题 2) 手机端访问边缘的技术挑战 3) 公网 IP 分配只能用户管理, 不能用于业务面	IoT 边缘网关的品牌分散导致的统一管理挑战
安全性	-	公网接入带来的 MEC 单个边缘机房的风险	1) 工业网关由于算力弱, 自身相关的安全能力有一定挑战 2) 边缘网关统一通过公网进行管理带来的风险
覆盖性	-	-	1) 空间覆盖性弱, 无法覆盖厂区或者跨厂区 2) 边缘网关芯片模组成本影响 5G 化改造
低时延	物理距离近无法转换为网络延时低	-	-
网络 SLA	SLA 的不确定新	-	-
解耦性	-	-	某些边缘网关采取软硬一体的模式, 产生软硬解耦问题; 解耦后由于一些实时性要求, 需要底层相关底座进行改造

表格 3 三种模式的挑战

面对这些挑战, 三种模式也在2022年突破瓶颈可能的方式, CDN云边缘在移动模式难以突破的现实条件下, 可以**基于固网做更多优化**。MEC边缘云可以通过**多种方式提升用户体验**, 并在2C端进行**园区、学校、厂区级（非城市级别）的人网开通尝试**。IoT边缘网关在5G模组成本逐渐降低情况下, 可以通过**集成5G终端模组提升空间覆盖性**, 同时提升上层应用和底层硬件的解耦性。

	CDN 云边缘	MEC 边缘云	IoT 边缘网关
突破模式	1) 将业务发展重点放在视频加速、游戏加速等公网模式上 2) 和固网整合, 实现固网访问模式下的类 MEC 边缘性能实现和确定性保障	1) 在业务侧通过公网访问 5G MEC 模式存在挑战难以突破的模式下, 通过 VPN 模式优先支持管理层的公网接入管理, 提升用户体验。 2) 通过开通类似公有云自助服务控制台模式, 开放 MEC 的使用模式。 3) 2C 人网访问模式, 无法在城市级别统一开通, 但是可以在某些学校、园区等相对万级别终端的条件下开通 4) 通过 MEC 底层网络的 SDN 方式, 结合虚拟专线和城域网方式实现云边协同模式 5) 加速 N4 解耦和 MP2 接口商用集成	1) 通过植入 5G 模组或者通过 5G CPE 方式, 和 MEC 整合, 实现空间扩展性 2) 通过云原生技术, 实现工业网关应用和硬件解耦, 实现底座的统一性和应用的多样性 3) 承载边缘网关的硬件针对实时性做优化, 并把它变更成通用能力



表格 4 2022年三种模式可能的突破模式

三、内外有别，CDN和5G MEC的边缘攻守

在2021年，随着一批原CDN厂商借着边缘计算炒作的降温，以及5G的发展，越来越多分析机构、公有云厂商意识到**利用5G网络通道和分流能力方面的优势**，给于更多的关注和布局。同时，在5G MEC边缘云布局的运营商，也通过优化自身自助服务、开放接口能力，打造类似公有云的开放性、便捷性和按需使用的模式。

CDN云边缘的优势在于城市间的加速，但是单个城市内区域性大流量和低延时问题无法有效解决，特别是在提供确定性的业务访问能力。CDN云边缘的代表模式，具体演进方式上，国内外厂商有一定区别。

Forrester的边缘报告，一直以CDN厂商为主，Fastly是领导者象限厂商之一。不过近期《Forester Now, The Four Edges Of Edge Computing》(Forrester , Hopkins Brian, 2021)的报告中，Forrester也将边缘扩展到了包含5G MEC 的Provider Edge和边缘网关的Operations Edge。我们选取Fastly和国内阿里云ENS的模式做一个对比，来说明CDN延伸的云边缘模式在体验上还处于初步发展阶段。

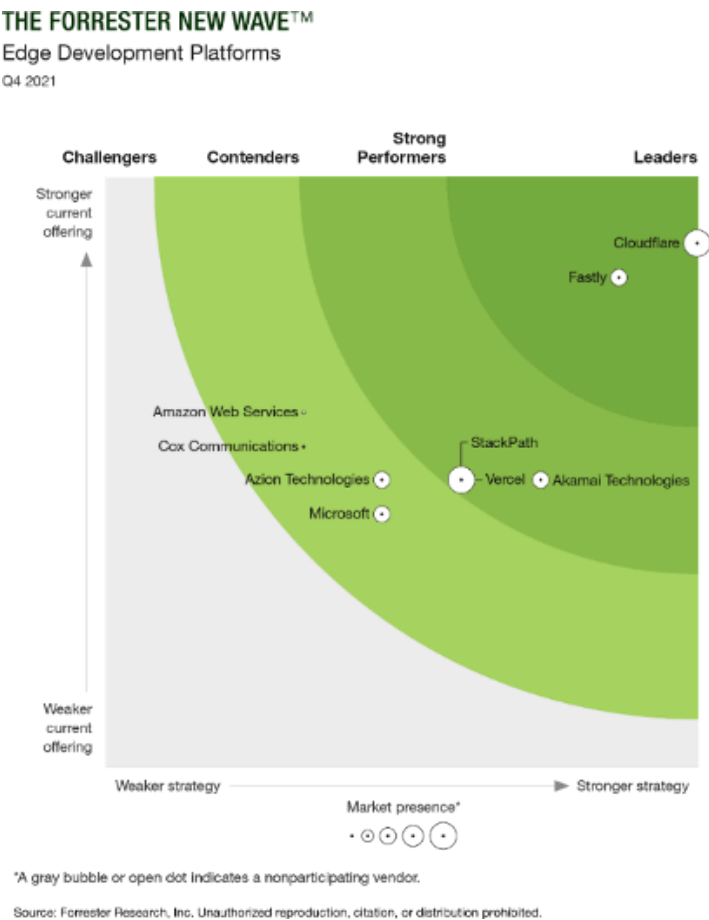


图 2 2021 Forrester Edge Development Platforms



国外厂商（如Fastly）的交付模式和国内厂商（如阿里ENS）有所差异。Fastly Edge Serverless Computer提供SDK和CLI，只提供Serverless的实例，不提供相关的实例操作界面。

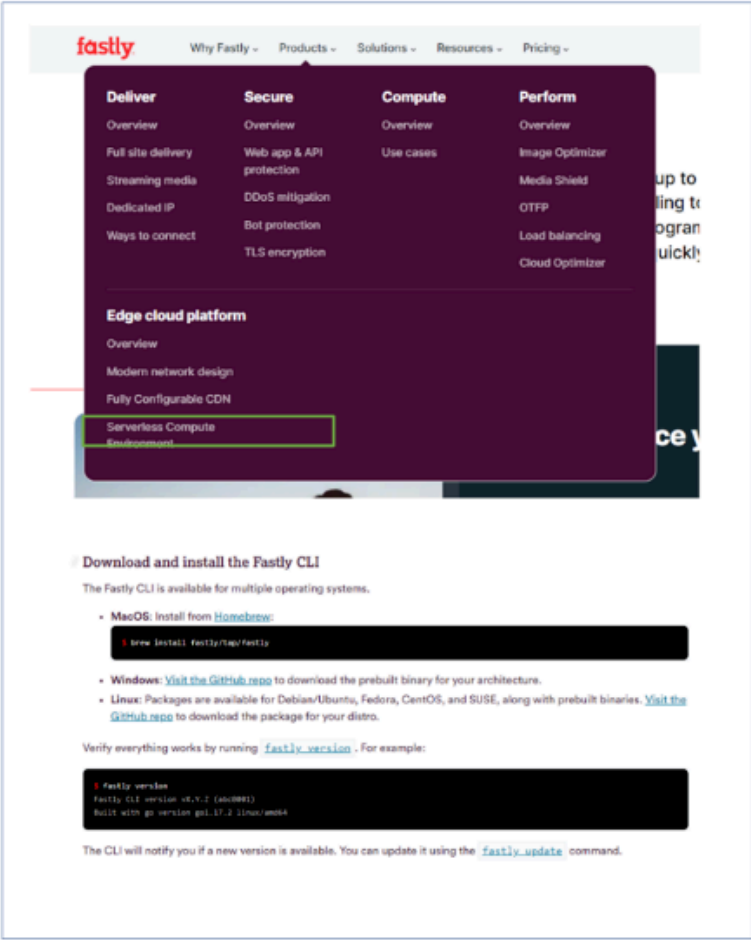


图 3 Fastly的 Edge Serverless Computer

和Fastly不同，阿里ENS不提供SDK，在实例上更加丰富，支持Serverless 和虚拟机模式，提供和公有云ECS类似的管理界面。

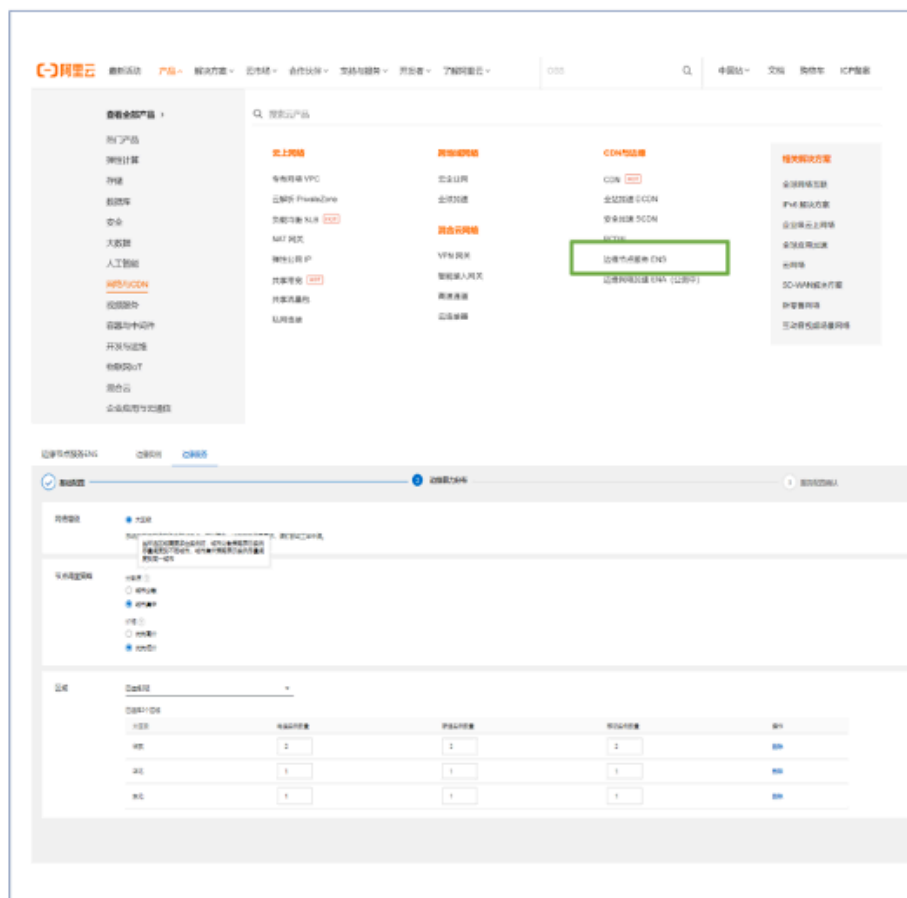


图 4 阿里云CDN与边缘服务中的ENS服务

简单的说，阿里的模式相当于把公有云的ECS/ECI 服务移植到了边缘，而Fastly没有公有云的束缚，直接封装了云原生的发布方式。

我们从以上两个典型厂商的分析可以得出，CDN云边缘的服务还处于初步发展阶段，阿里云ENS提供的城市集中或者城市分散模式，具备一定体验上的创新性，但是归根结底，这一模式还只是代表了跨城市之间的边缘加速。

**CDN云边缘更大的问题在于，物理距离的缩短，没有形成网络距离（进而导致网络时延）的必然缩短，在车联网、手机等移动场景下，离确定性能、低延时和大带宽的城市内移动的边缘服务存在一定差距。**

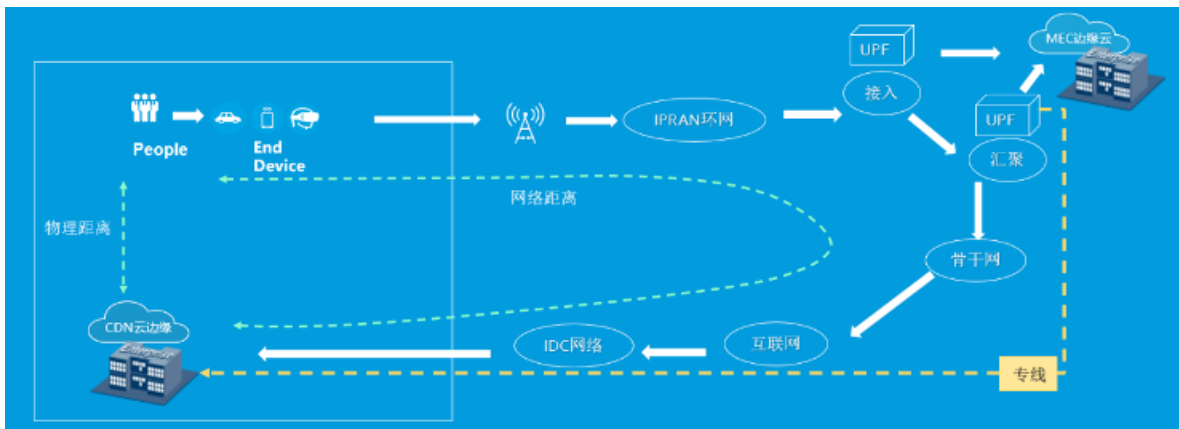


图 5 CDN云边缘：物理距离的缩短没有形成网络距离的必然缩短

CDN云边缘要利用5G的边缘性能，技术上是可以行的，一种实现方式是将5G UPF的分流以LBO(Local Break Out)模式、通过虚拟专线或者物理专线拉到CDN所在的IDC机房，但是这种模式的产生两方面挑战：

**安全挑战：**5G网络管理上的挑战，运营商如何防止流量变相流失、5G暴露到公网如何安全如何防护等问题

**商业博弈：**更为根本性的挑战在于商业上的冲突，在这种模式下**CDN将对运营商的5G的商业规划冲突。运营商一直想摆脱“哑管道”模式，一旦这种分流模式开通，运营希望通过5G技术改变格局的策略将落空，可能重蹈4G模式下远离业务的“纯管道”、增量不增收的困局。**

回顾2021年，我们看到了更多的公有云厂商在5G上的不同的节奏，既有进攻，也有停滞。国外厂商我们看到的更多的是进攻。12月1日 在AWS re:Invent 会议上，亚马逊宣布以预览版的形式推出“AWS Private 5G”AWS推出的5G专网 (AWS, 2021)。

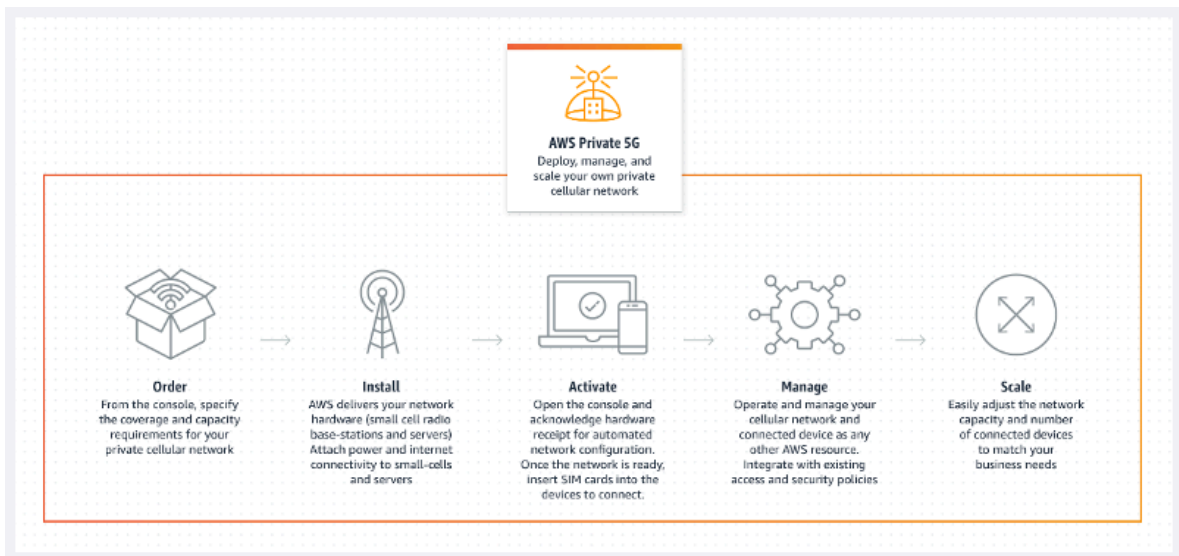


图 6 AWS 5G专网

但是在国内，我们看到的是一定程度的停滞。2021年阿里云的公开资料中，把重点转移到了4个基于边缘云ENS的核心商业应用场景（CDN on ENS、视图计算 on ENS、云游戏 on ENS以及云智能终端on ENS）。然而回到两年前的2019年3月，阿里ENS提出的1.0升级到2.0的规划中，进化核心却是就是引入5G MEC。简单的说，经过两年的演进，阿里云ENS往5G MEC演进遇到了一定的停滞，把重心转移到了商业能力承载上。



图 7 2019年 阿里ENS2.0的核心是引入5G MEC

运营商的借助5G专网模式MEC边缘云获得了一定的企业级市场之后，也开始着力解决5G MEC用户体验和生态的问题，主要包括**边缘应用生态的构建**、独有5G边缘能力显示暴露（边缘分流、终端黑白名单、边缘API网关）、**类似公有云ECS\VPC\EBS的自助能力优化**等，对标公有云用户体验提升MEC的交付。

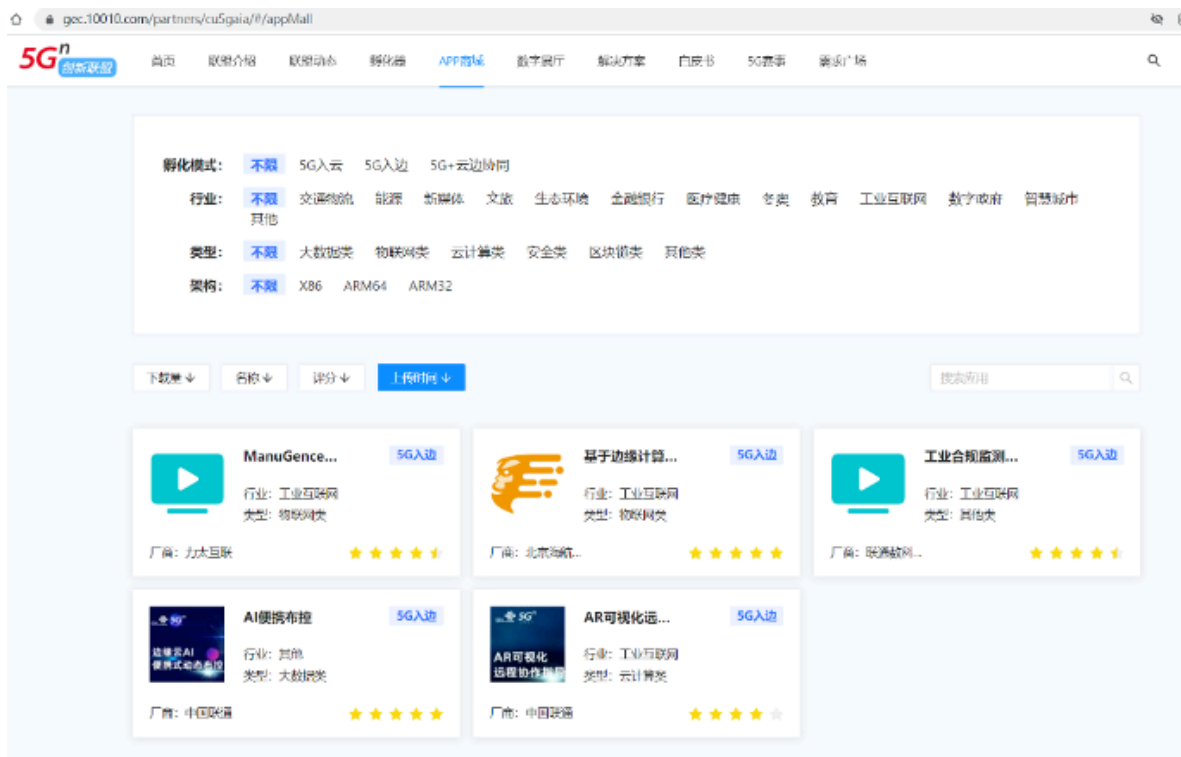


图 8 中国联通“5G入边”应用市场

运营商2021年，也基于自身公有云产品线，进军以CDN厂商主导的云边缘市场。**不过这一领域运营商和公有云或者CDN厂商差异性不明显，未来竞争格局还存在极大的不确定性。**

2021年云边缘（CDN）和边缘云（5G MEC）厂商之间的攻守格局，有相互延伸、交错竞争的趋势。发展的核心在于，**运营商“5G带边（MEC）”的拒守，和互联网厂商“5G入边（CDN）”的渴求。**这一拉锯目前局势尚未明朗，虽然运营商高层有拒绝再次沦为“哑管道”的清醒战略定力，以及在MEC交付体验上持续优化，**但互联网厂商具备资本助力下敏锐嗅觉，同时利用三大运营商间隙实现各个击破，或者借助各省诸侯业绩压力寻找区域性的局部破口，**都是屡试不爽的突破方式。这一拉锯最终胜败的发展，还有待2022年的进一步观察。

#### 四、能否绽放，行业落地1到N的挑战

2021年，中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出要“构建基于5G的应用场景和产业生态”。工业和信息化部联合中央网信办、国家发展和改革委员会9部门印发《5G应用“扬帆”行动计划（2021-2023年）》（工信部联通信〔2021〕77号，下称《行动计划》）对边缘产业的发展，对MEC边缘云是个比较重要的利好信息。

序号	指标	指标含义	指标值
1	5G 个人用户普及率(%)	5G 用户普及率=5G 移动电话用户数/全国人口数。其中，5G 移动电话用户数是指使用 5G 网络的个人用户。	40
2	5G 网络接入流量占比(%)	5G 网络接入流量占移动互联网接入总流量的比例。	50
3	5G 在大型工业企业渗透率(%)	在生产经营等环节中开展 5G 应用的大型工业企业数在我国大型工业企业总数中的占比。	35
4	5G 物联网终端用户数年均增长率(%)	行业企业 5G 物联网终端用户数年均增长率。	200
5	每万人拥有 5G 基站数(个)	全国每一万人平均拥有的 5G 基站数量。	18
6	5G 行业虚拟专网数(个)	利用 5G 公网为行业企业构建的 5G 虚拟网络数目。	3000
7	每重点行业 5G 示范应用标杆数(个)	每个重点行业遴选的 5G 示范应用标杆数量。	100

图 9 5G扬帆行动计划关键性指标。来源：(赵小飞, 2021)

《行动计划》的主要目标，是在5G商用两年来的规模化发展期，基于从0到1的突破的样板间，持续推动5G实现从1到N的跨越，形成规模化的商品房。赋能5G应用重点领域，包含15个5G应用的细分领域和3大行动：

1.新型信息消费升级行动包括了2个领域（5G+信息消费和 5G+融合媒体）

2.行业融合应用深化行动包括9个领域（5G+工业互联网、 5G+车联网、5G+智慧物流、5G+智慧港口、5G+智能采矿、5G+智慧电力、5G+智能油气、5G+智慧农业、5G+智慧水利）

3.社会民生服务普惠行动包括4个领域（5G+智慧教育、5G+智慧医疗、5G+文化旅游、5G+智慧城市）。

在2021年“5G+工业互联网”领域的实践非常集中，相关案例也在过去几年的绽放杯比赛中，在2022年，“**5G+智能采矿**”、“**5G+车联网**”、“**5G+智慧医疗**”三个重点领域的突破值得关注。

• **5G+智能采矿**：井下井上存在3G、4G、Wifi、工业环网、UWB、VOIP甚至是小灵通等网络技术，在某西部产煤市近百个煤矿企业的统计中，**全市近百个煤矿15%左右使用4G技术，80%左右采用2G/3G/小灵通/Wifi等，5%左右大型煤矿在尝试融合5G技术**。通过这些网络连接着瓦斯灾害监控、水文监测、顶板监测、主运输系统、排水自控、通风机、压风机等不同作业系统。煤矿矿井的网络的稳定性问题，容易造成煤矿系统的干扰、延迟、掉线等因素。**5G边缘云可以在巷道监控、综采面监控、智能掘进面、机器人洞室自动巡检和AI预警方面发挥作用，IoT边缘网关可以掘进面无人作业、远程控制等领域发挥能力**。华为在2021年重点押注这一领域，任正非曾亲自到山西考察“智慧矿山”，随后华为成立了“煤矿军团”，旨在对智慧矿山模式进行重点突破。**这一领域的主要挑战是包括井下特殊防爆配套的成熟、井下组网的稳定性和总体成本。**

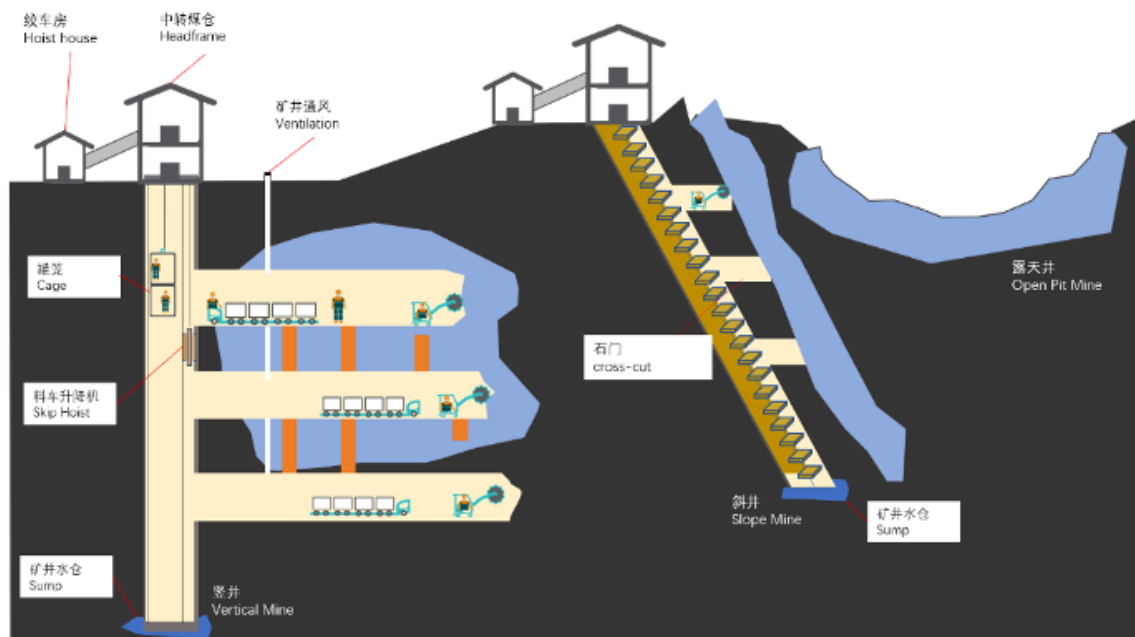


图 10 典型矿山场景图

• **5G+车联网**：车联网、V2X、无人驾驶等技术，这几年在众多领域获得了发展，但是由于前几年5G能力在路测覆盖、车端预装都还没有成熟，因此大部分实践都存在三大局限：单车智能、有线路测数据融合和“云-端”架构。随着5G的普及和5G+MEC边缘技术的成熟，能够单车自动驾驶水平L2/L3级提升到具备车路协同的L4等级，将基于专线IoT边缘网关的RSU改造成具备更大数据传输能力的5G RSU，将“云-端”架构进化成“云-边-端”架构，在精准地图、AI算力、OTA应用和车路协同上具备更好的体验。这一领域的主要挑战是车侧的5G改造、车路数据的漫游同步和服务覆盖性问题。

• **5G+智慧医疗**：2021年的第四届“绽放杯”是最不同于往届一次大赛，在大赛方向上，更强调方案可复制性和推广性，也强调商业价值和社会价值。这次比赛中，医疗行业涌现众多案例，基于5G的眼耳鼻喉疾病远程诊断、疑难危重新生儿急救转诊、发热人群监测、核酸检测等项目都获得了一等奖。这些标杆性项目除了利用5G大带宽、低时延、移动性，5G的安全性和稳定性也在医疗领域的实践中，得到了体现和发挥。这一领域未来的主要挑战在于医联体跨域数据传输、医疗信息安全保障和医疗设备终端改造问题。

虽然有政策“人工催熟”重大利好，但是边缘计算真正的价值回归，还有赖于行业落地的“需求生长和深耕”。需求的挖掘、基于边缘计算的创新和价值落地，在2021年虽有所进展，在2021年将会更加深入。

## 五、分进合击，产业链逐渐合围

产业链的成熟最终的目标是实现价值回归，即符合落地客户的实际需要，同时相关产出高于投入。要实现这一目标有三个要素，包括相关服务模式的成熟度、成本的合理性和业务落地的



**价值体现。**产品和服务的演进是一个动态的过程，我们把相关的模式，按照发展和演进的时间长度做了归类，大致可以看出不同模式的成熟程度。

#### • 发展超过3年或者3年以上的模式

1) 互联网公有云和运营商基于优势的布局：**公有云基于优势布局CDN云边缘**，面向 2C 的视频、游戏行业拓展业务，**运营商则基于5G抓手拓展MEC 边缘云**，更多面向2B企业的数字化转型和升级。

2) 传统通信设备厂商布局5G MEC：**华为、中兴、爱立信和诺基亚**几大主流核心网厂商根据自身核心网的优势，**基于自身5G核心网延伸到边缘MEC场景**。

3) 开放软件商布局中立的5G MEC：如专注开放架构的云计算厂商**九州云**，将业务扩展到“云+边”的模式，**提供解耦、中立的5G MEC平台和服务**，以及积极拓展如智能亚运场馆、天津智能车路协同等垂直行业领域。

4) 物联网厂商/工控机向IoT边缘网关进军：如**航天云网、研华科技、涂鸦**等，推出**具备一定应用推送的边缘网关一体机**。

#### • 发展2年左右的模式

1) CDN厂商的资源以主机和容器方式显示化：如网宿、白山云科技和阿里ENS类似，基本把原来的CDN 机房的资源**通过主机/容器方式显式地暴露为服务**。白山云也额外提供了类似Fastly的Function@Edge能力

2) 互联网公有云和运营商的交错演进：运营商发展分布式云，以及公有云发展5G MEC的能力。

#### • 发展1年左右的模式

1) 无线小基站厂商向MEC进军：一些小基站/核心网厂商也从**无线基站领域跨越到5G MEC边缘领域**，如4G/5G无线方案的佰才邦，和顺为在pre-A轮投资了艾灵网络，专注5G边缘方案。

2) 开源发展和开放生态的导入：如EdgeGallery开源项目，具备应用导入、应用扫描、应用商店的开放能力，**在运营商体系内作为5G MEC生态整合的平台**已经取得一定进展。

在边缘计算的交付成本上，2021年主要进展在终端成本、管道成本和边缘池成本也更为优化：

1) **终端-5G模组的成本持续降低**：2019年，5G模组的价格大概是4G模组的9倍，**2021年5G模组的价格大概是4G的5~6倍，预计到2023年5G模组的成本将会下降到2019年4G模组的成本水**

平 (搜狐, 2021)。2021年我国共有 463 款 5G 终端获得进网许可, 其中 354 款为手机, 99 款为车载终端等其它终端。手机价格已经下探至 1000 元以下, **5G 模组价格已经下探至500 元** (李雁争, 2021)。5G模组的成本的降低, 有利于相关产业整体的成本降低, 5G的行业覆盖和技术能力也能够得到更大发挥。

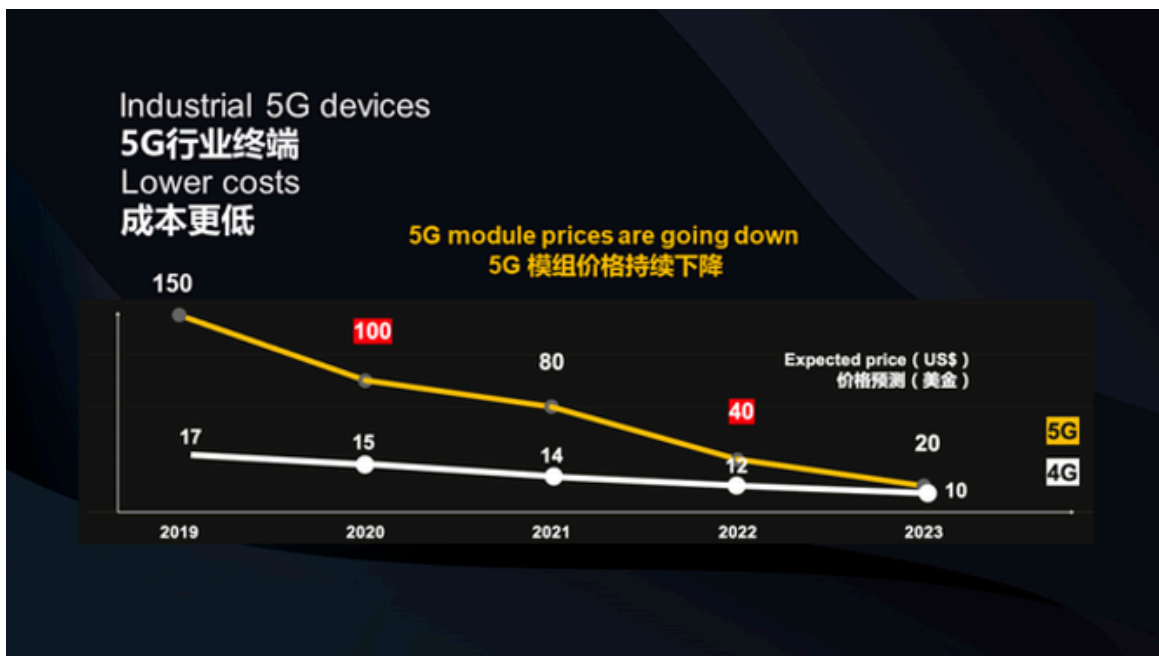


图 11 5G模组成本趋势 来源: 华为

**雁飞5G模组-数传版 (M.2)**

2021.05.25 15:08 预售  
2021.06.01 10:08 开售

**¥499 (含税)**

尊享联通5G流量福利, 最高赠送15GB/片联通流量。

**产品特性**

- 全球5G+4G全网通模组
- 为智能边缘计算MEC开发
- 支持5G/4G/3G/2G
- 支持5G/4G/3G/2G
- 支持5G/4G/3G/2G
- 支持5G/4G/3G/2G
- 支持5G/4G/3G/2G
- 支持5G/4G/3G/2G

**基本参数**

- 封装: M.2 2280
- 尺寸: 30 x 52 x 2.3mm
- 工作电压: 1.2V~4.5V, 典型1.2V
- 工作温度: -30~+75°C
- 存储温度: -40~+85°C
- AT指令: 标准3GPP AT指令集
- 天线数量: 4根
- 支持: 5G/4G/3G/2G

**SA最高速率: 1.8Gbps(DL) / 370Mbps(UL) 支持: 4G/3G**

**成本下降35%** **功耗下降30%** **速率调优20%**

图 12 联通雁飞模组价格降低到500元以下 来源: 联通数科

2) **管道-5G MEC边缘分流成本低于互联网带宽成本**: 5G MEC的边缘分流成本对比互联网带宽成本有明显优势, 特别是在特大带宽的边际成本上。

• 边缘带宽单位成本优势明显，**共享模式下单位成本在50~70元/月/Mbps左右，专供模式下单位成本在40~60元/月/Mbps左右**，起点带宽一般布局共享边缘分流以100Mbps起步，典型独享专网典型流量为5/10/15/20/30 Gbps，但是，随着带宽的增长，边际成本也跟着降低（注：以上数据根据市场列表价格分析，非特殊渠道价格和大客户价格）；

• 公有云的带宽起点较低（1Mbps起卖，一般最大带宽超过2Gbps），但是随着带宽的增长，单位成本较高，**小带宽模式下价格在50~60元/月/Mbps左右，超过100M的带宽基本在70~80元/月/Mbps左右**，而且随着带宽增长，**边际成本也微幅增长**（见下图）。

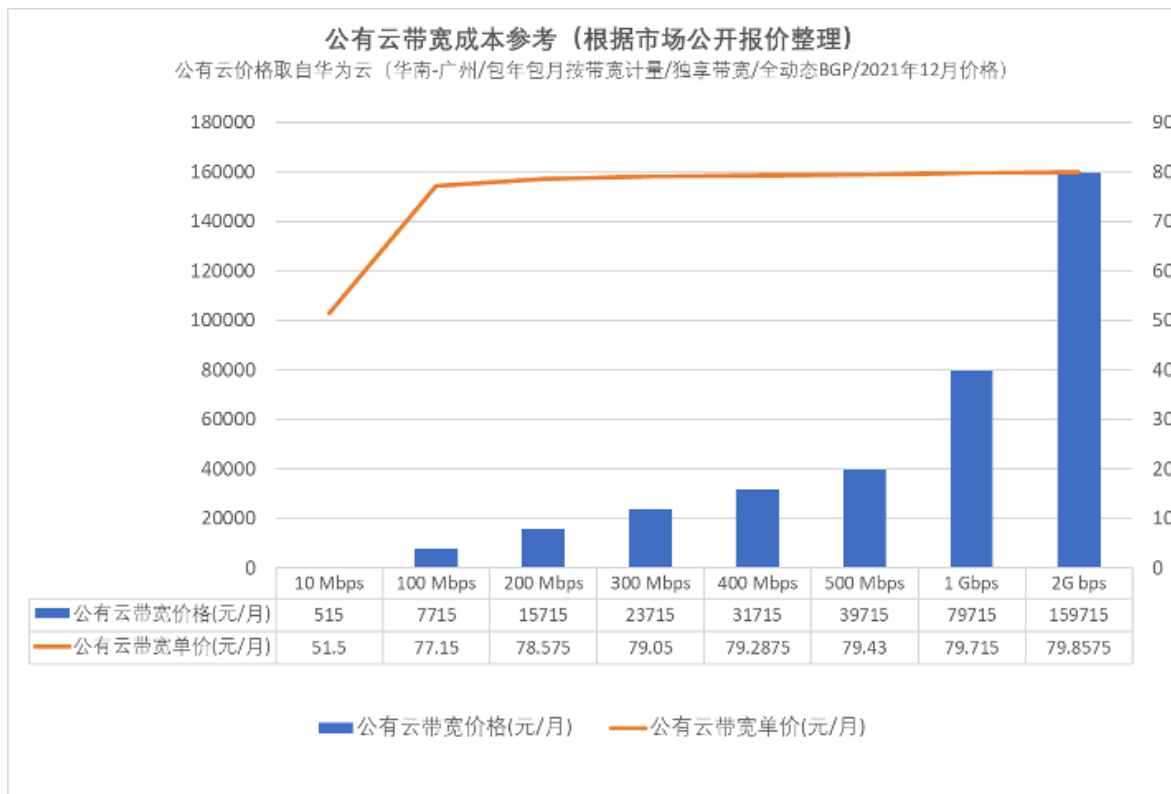


图 13 公有云价格参考（2021年）

• 边缘云的成本接近公有云成本：在边缘部署的边缘云的成本，相较于公有云，虽然单数据中心的规模效益不大，但是由于边缘机房数量更多，在总体资源提供的成本上，也开始接近公有云。

## 总结

2021年是边缘计算新兴概念经历炒作期顶点后由热转温、价值回归由虚变实的一年。这一年中，边缘计算的交付模式逐渐清晰，产业链布局的演进方向趋于聚焦，边缘计算的价值在行业落地更加务实。展望2022年，我们预测，边缘计算作为一种区别于WAN和LAN的中间新型入口，补足云和端各自不足，结合AI、数据、终端等能力，一方面将持续在工业、民生、文娱等传统领域推进数字化升级，另外一方面，也将会看到更多的业务形态催生和商业模式的拓展。关于中国边缘计算的发展，我们将会在2022年底再次总结和回顾。

## 参考资源

1. AWS. (2021). AWS Private 5G. 检索来源: [https://aws.amazon.com/private5g/?nc2=h\\_qL\\_re\\_nw](https://aws.amazon.com/private5g/?nc2=h_qL_re_nw)
2. Forrester, Hopkins Brian. (2021年5月6日). The Four Edges Of Edge Computing. 检索来源: [forrester.com: https://www.forrester.com/report/title/RES175514](https://www.forrester.com/report/title/RES175514)
3. Forrester, Jeffrey Hammond. (2021年10月27日). The Forrester New Wave™: Edge Development Platforms, Q4 2021. 检索来源: [forrester.com: https://www.forrester.com/report/the-forrester-new-wave-tm-edge-development-platforms-q4-2021/RES176402](https://www.forrester.com/report/the-forrester-new-wave-tm-edge-development-platforms-q4-2021/RES176402)
4. 李雁争. (2021年8月31日). 工信部刘郁林: 5G模组价格已经下探至500元. 检索来源: 新浪科技: <https://finance.sina.com.cn/tech/2021-08-31/doc-iktzscyx1476425.shtml>
5. 搜狐. (2021年5月31日). 直降35%! 5G模组价格下探至500元以内, 将给业界带来怎样的冲击?. 检索来源: 搜狐: [https://www.sohu.com/a/469565796\\_219833](https://www.sohu.com/a/469565796_219833)
6. 赵小飞. (2021年5月2日). 重磅! 深入解读工信部发布的《5G应用“扬帆”行动计划》, 未来三年的KPI都定了. 检索来源: [sohu.com: https://www.sohu.com/a/464248401\\_160923](https://www.sohu.com/a/464248401_160923)

## 相关阅读: 《2020中国边缘计算产业研究报告》| 重磅发布



### 边缘计算中文社区

边缘计算中文社区, 国内第一互动社区, 关注边缘计算生态构建, 助力产业共赢。

48篇原创内容

公众号



关注“边缘计算中文社区”, 了解更多行业资讯!

# 边缘计算中文社区

关注边缘计算中文社区微信公众号  
留言回复加群，即可参与互动交流



识别二维码，一键关注

[边缘计算](#) 48   [5g](#) 3   [云计算](#) 6   [MEC](#) 30   [边缘计算产业报告](#) 6

[边缘计算 · 目录](#)

[上一篇](#)

Verizon和谷歌云在5G移动边缘计算领域开展合作

[下一篇](#)

IDC支出指南预测2022年全球边缘计算的投资将有两位数的增长