

# MEC边缘云能力开放研究与实践

## Research and Practice on MEC Edge Cloud Capability Opening

袁健<sup>1</sup>,徐舒<sup>2</sup>,龙湛<sup>1</sup>,潘桂新<sup>1</sup>,林作志<sup>2</sup>(1. 中国联通广东分公司,广东广州510630;2. 中国联通韶关分公司,广东韶关512000)

Yuan Jian<sup>1</sup>,Xu Shu<sup>2</sup>,Long Zhan<sup>1</sup>,Pan Guixin<sup>1</sup>,Lin Zuozhi<sup>2</sup>(1. China Unicom Guangdong Branch,Guangzhou 510630,China;2. China Unicom Shaoguan Branch,Shaoguan 512000,China)

### 摘要:

随着5G边缘云在各行业的应用从“试水区”迈入“深水区”,它对网络能力定制化、客户自服务提出了更高要求。提出了1个3层能力开放构架,该架构基于MEC平台实现各项网络原子能力的个性化定制与对外开放,并在工业互联网、智慧教育、智慧港口等行业进行大规模推广使用。

### 关键词:

5G;MEC;边缘云;能力开放

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.11.011

文章编号:1007-3043(2023)11-0055-07

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

With the application of 5G edge cloud in various industries moving from the "testing zone" to the "deep water zone", it has put forward higher requirements for customized network capabilities and customer self-service. A three-layer capability opening architecture is proposed, which is based on the MEC platform to achieve personalized customization and openness of various network atomic capabilities, and has been widely promoted and used in industries such as industrial internet, smart education, and smart ports.

### Keywords:

5G;MEC;Edge cloud;Capability opening

引用格式:袁健,徐舒,龙湛,等. MEC边缘云能力开放研究与实践[J]. 邮电设计技术,2023(11):55-61.

## 0 引言

随着5G MEC边缘云在全国推广,边缘云已成功应用于工业制造、电力、矿产、港口、交通、医疗等20多个重要行业,并打造出多个商用标杆。在AGV设备协同、AR/VR视觉、高清视频、AI安防等场景中,边缘云有效提升了企业生产效率,显著降低了生产成本<sup>[1]</sup>。随着行业数字化转型的深入推进,5G应用逐步嵌入核心生产场景,越来越多企业客户对边缘云CT与IT融合运营、网络能力开放调用和场景化一体能力整合等

方面提出共性诉求,边缘云能力亟待开放<sup>[2]</sup>。

## 1 MEC边缘云技术特点

MEC边缘云是5G时代的关键技术之一,通过在用户边缘侧设立边缘分流与算力节点,为客户提供ICT融合服务,满足车联网、云AR/VR、云游戏、无人机、高清直播、工业控制等5G新场景对网络低时延、确定性需求<sup>[3]</sup>。5G MEC边缘云概念如图1所示。MEC边缘云具有以下核心特性。

a) 高效率:通过UPF和算力下沉,实现数据本地卸载,降低传输时延,提高计算效率。

b) 易管理:结合边缘云平台和自服务控制台,轻

收稿日期:2023-09-15

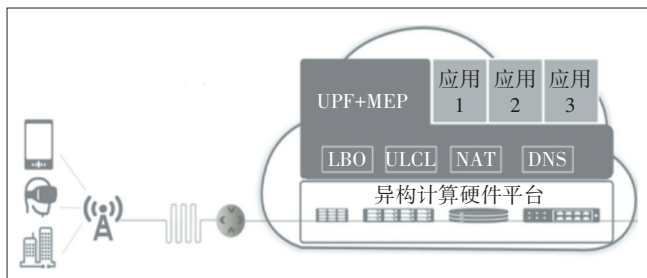


图1 5G MEC边缘云概念

松实现对网络开放能力以及边缘云资源的管理,提高客户管理效率。

c) 全生态:结合中国联通自研产品,联合合作伙伴构建开放生态,创造性地赋能垂直行业,提供丰富的行业应用<sup>[4]</sup>。

## 2 边缘云开放架构设计方案

### 2.1 边缘云开放架构设计

从运营商的角度来看,MEC边缘云是CT与IT融合的服务节点,其能力开放既包含了分流网元功能的定制和基于边缘云平台的增值能力集成开放,也包含了面向场景的一体化融合封装和开放调用<sup>[5]</sup>。为此,我们设计了一个三层能力开放构架,并在工业互联网、智能建造、智慧医疗、智慧教育、车联网、智慧港口、智慧电力、智慧物流等各行各业进行大规模推广

使用。如图2所示,该架构包括基础层、增值层和服务层。

a) 基础层:依托关键网元自研,实现无线接入、网络承载、网络分流能力定制,叠加ICT-IaaS和GPU等,按需组合提供基础能力。

b) 增值层:基于边缘云平台,围绕能力集成和运营服务,实现专网自服务、主动态势感知、5G LAN、5G定位等增值能力的开放。

c) 服务层:打造统一的边缘能力开放入口,实现面向客户自服务、创新应用调度分发、5G创新实验室测试、增值能力集成开发等多场景的一体化整合和标准调用。

### 2.2 基础网元功能定制与开放

在5G技术中,与边缘云相关的网元包括:数据转发面网元UPF和信令面核心网元AMF、SMF、UDM等<sup>[6]</sup>。如表1所示,运营商结合网元对转发性能、存储等方面需求特性进行自主研发,通过定向强化相关核心性能进行软硬件配置和裁减,降低不必要的资源开销,实现成本和能耗效益的优化,同时还可按需支持客户场景定制、国产信创适配和信令面新特性开放等需求。

### 2.3 增值能力集成开放

在5G技术中,MEC边缘云以ICT融合底座为基

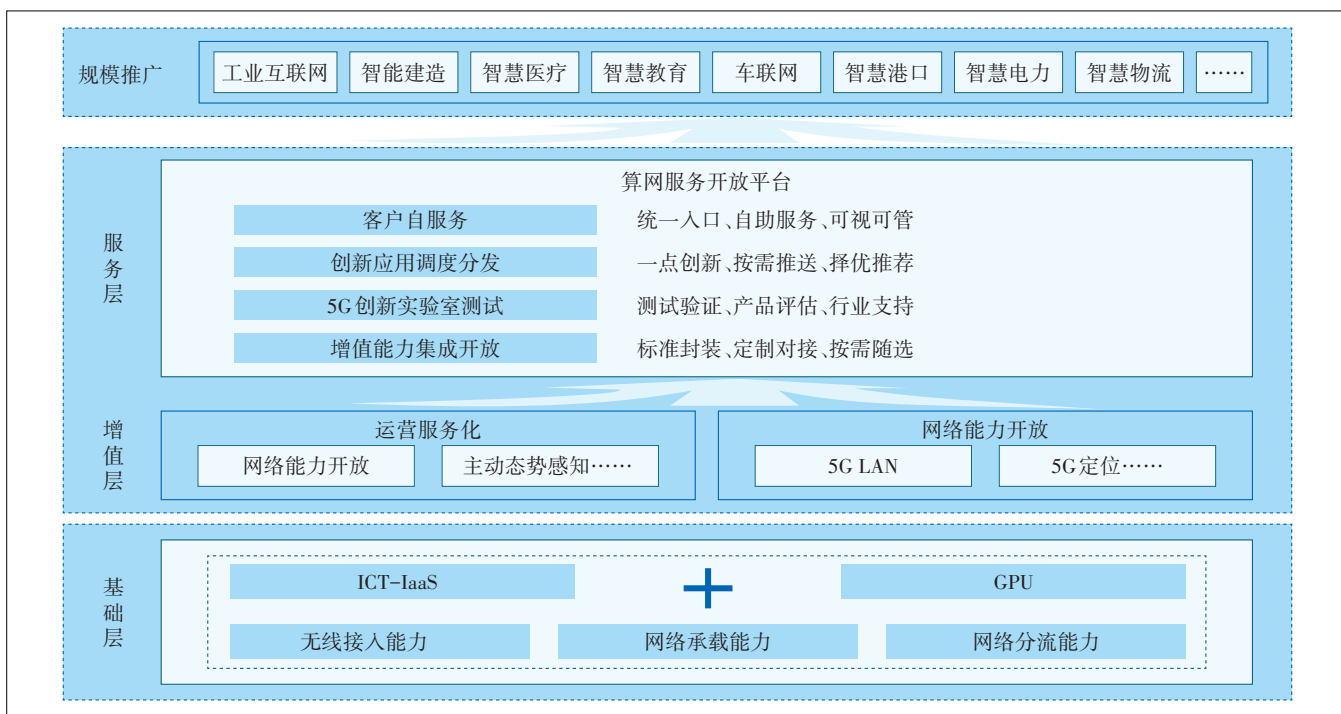


图2 MEC边缘云能力开放构架

表 1 自研网元边缘云与普通边缘云对比

对比项目	普通边缘云	自研网元边缘云
产品种类	单版本	多版本、可定制
能力定制	依赖主设备商能力供给及设备解耦	提供UPF裁剪轻量化、5GC新特性能力开放
设备适配	-	信创适配,支持国产芯片,如海光等
定价	成本较高	按需随选,同类产品成本低50%

础,从2个维度实现能力开放:一是从连接出发,融合5G LAN、融合定位、超大上行等创新技术,开放能力,为5G智慧工厂、园区安防、智能仓储等多样化场景赋能;二是从运营出发,针对客户端到端运营难点,开放一体化融合运营能力,从端到端融通、可视到开放管理能力,再到主动态势感知服务,层层递进帮助客户实现智慧运营<sup>[7-8]</sup>。

具体说来,如图3所示。在创新集成方面,开放了5G核心网新性能。通过5G LAN的末端层二组网,提升网络服务效率;通过边缘云平台与定位引擎的融合设计,实现了精准至米级的5G融合定位;通过无线载波聚合和时隙配比优化实现超大上行传送能力,基于边缘云集成配置和管理能力。在运营赋能方面:

a) 实现网络、云、终端端到端可视。基于端到端网络数据融通,展示园区内的终端、基站、机房、UPF、传输、MEC等资源及告警等信息,为客户提供一屏可视和集中监控能力。

b) 实现资源管理能力开放。打造网络资源、云资源、号卡管理等功能开放:基于Mp2接口实现边缘网络服务能力开放,包括网络分流管理、会话级带宽管

理、DNS重定向等;基于访问控制功能开放构架,面向客户自助提供各类云资源的开关起停、权限管理及安全备份服务;基于终端解耦集成,提供终端信息查询,开放终端重启等授权操作并支持定制开发。

c) 提供主动态势感知服务。依托端网联动的主动探测感知和基于大数据的智能建模,从客户专网向内部局域网延伸,实现质量分析评价和自动化响应,助力客户迈向网络自智。

## 2.4 统一服务封装和调用

MEC边缘云能力开放平台是面向行业客户提供的云网融合统一能力开放的服务门户,为客户提供边缘云开放构架中的各类自监控、自运营、自管理能力,并与行业应用、行业终端、安全服务集成融合。通过智能化、融合化服务能力,该平台可满足企业数字化转型需求,有效帮助客户提升数字化能力,降低运营成本<sup>[9]</sup>。能力开放平台构架如图4所示。

边缘云能力开放平台具有以下核心能力:

a) 统一服务门户。基于统一服务门户,提供基础网元定制开放和增值能力集成开放能力,以标准化接口封装原子能力,对外提供按需调用;同时整合面向产品全生命周期的运营管理能力,面向客户开放服务。

b) 集成与测试。集成专业化沙箱测试环境,实现对边缘云的网元、平台、增值能力、应用的一体化集成测试和验证。

c) 应用管理。基于MEC边缘云“中心+边缘”节点构架,实现边缘云应用编排、开户、计费、产品上架、

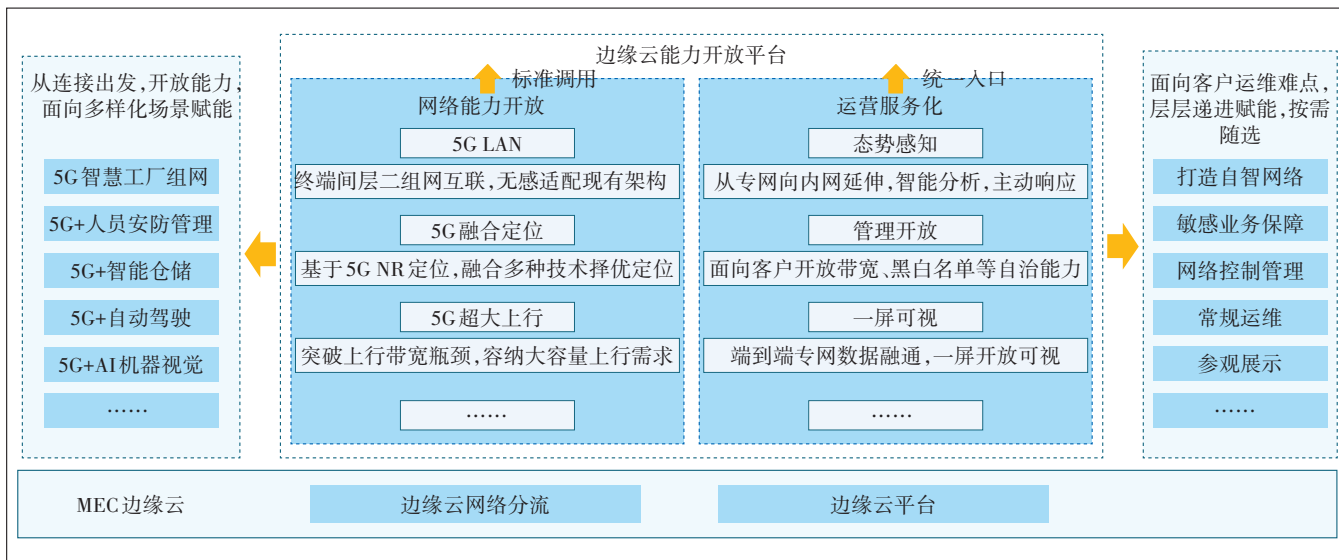


图3 MEC边缘云增值能力集成开放示意

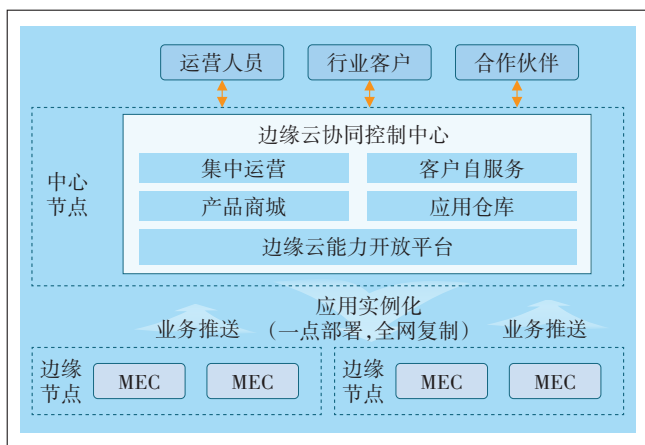


图4 能力开放平台构架

下单、运维、告警等功能的应用管理,从而快速实现“一点部署,全网复制”。

### 3 边缘云能力开放实践案例

#### 3.1 打造工业互联网5G专网,形成产业示范基地

某省联通与某企业联合打造5G+工业互联网智慧园区标杆项目,旨在解决园区面向工业OT/IT两张网烟囱式系统建设难管理以及以太网线、光纤、Wi-Fi为主的组网方式难以满足柔性制造需求等痛点<sup>[10]</sup>。该项目提出了“5个一”5G创新升级体系,即一张5G工业内网、一朵企业专属边缘云、一套端到端工业切片、一组5G工业创新应用、一个5G行业赋能平台。

如图5所示,该项目构建了一套双MEC独立下沉的5G行业虚拟专网,以满足工业生产对网络的安全隔

离、即用即有、自主可控等需求。基于独立下沉MEC,关键设备数据采集管理平台直接部署在MEC平台上,实现了就近接入和多点协同。项目的整体结构如图6所示,共分为终端层、网络层、平台层和应用层等4层。该项目采用5G+TSN、5G LAN、5G专网自服务管理平台等创新技术,实现了厂区5G专网从建网、组网、管网到用网的一站式共维共管。同时,该项目支撑了应用层质量检测、故障诊断、预测性维护、远程控制、智能巡检、辅助装配、仓储物流、安全监控等8类场景的高效运行。

在建网方面,超高可靠核心网确保当运营商网络出现故障时,厂区内5G业务正常运行,5G切片为厂区不同场景提供不同网络特性的保障服务,确保关键业务不受网络负荷的影响。在组网方面,5G 2B一朵云实现了行业专网互联网化运营,为厂区提供敏捷高效的专网服务。MEC跨域协同实现了厂区业务核心数据的上报需求。在管网方面,网络、终端、应用管理服务平台为厂区提供5G产品自监控、自运营、自管理的服务能力,最终达到可视、可管、可控、可用、可维的目标。一体化维护和远程监控体系提供无间断7×24 h监控,实现了维护服务能力开放。在用网方面,工业内网探测终端进一步确保网络的高可用能力,5G LAN支持工业设备通过厂区5G虚拟专网实现二层互联,超大上行对上行速率敏感的应用场景进行了灵活适配,边缘网络能力开放为厂区提供了基于边缘UPF的IP分流、DNS分流、带宽管理、流量控制和访问控制功能

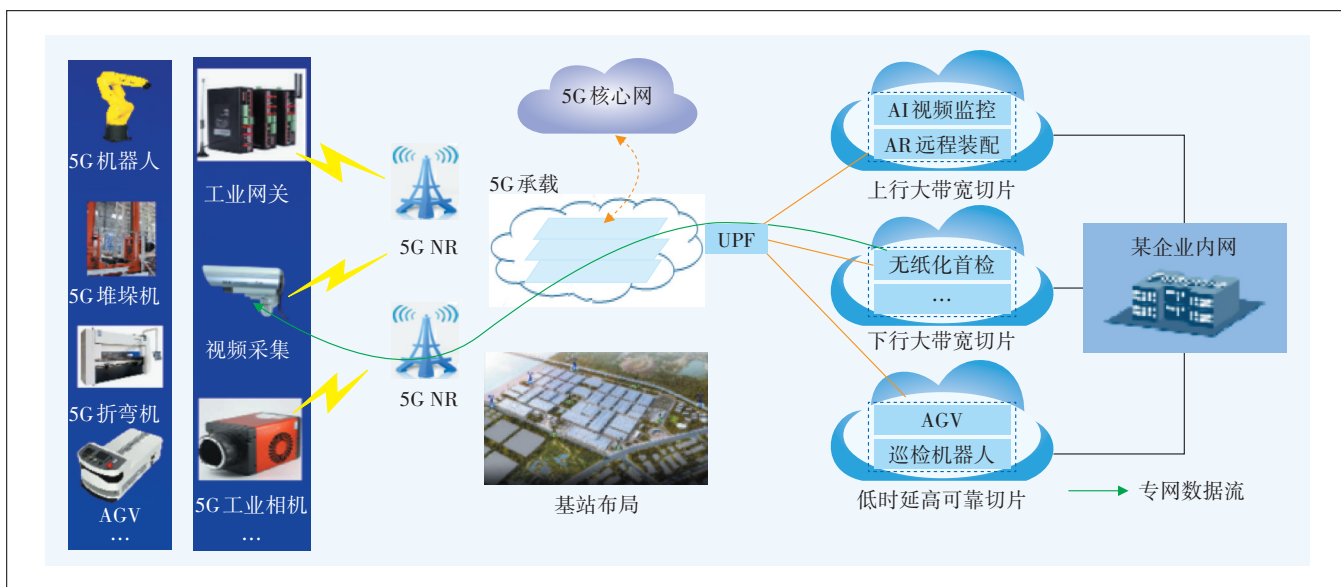


图5 某企业5G专网组网示意



图6 某企业5G专网项目整体架构

调用,可满足自主灵活调配网络的刚需,有效降低网络运营难度,提高生产效率。

在方案应用后,大幅缩短了制造产线的改造周期,时延低至9 ms,强化了网络端到端可管可控能力,流程数据共享水平全面提升,真正实现了面向柔性生产和精益管理的应用赋能。同时,某省联通依托边缘云平台,面向工业场景开放端到端数据运营能力,并集成了AR/AI等创新应用,提出了基于5G MEC边缘云的工业互联网标准解决方案,打造了产业示范基地。

### 3.2 打造5G教育专网,提供极致校内外网访问体验

针对传统VPN操作复杂、无法同时访问互联网和校园内网、上网速率低和安全性差,以及网络功能相对单一等问题,某省联通开放了上行分流器(UpLink Classifier, ULCL)技术和网络头增强能力,并基于MEC平台集成了一系列增值应用能力<sup>[11]</sup>。为了满足高校师生随时随地访问教务系统、电子图书馆、知网应用或远程上网课等需求,某省联通联合某大学打造了5G教育专网,提供轻便快捷的网络服务,实现了在移动场景下全省一张网的高速安全、不换卡不换号无感访问校内网资源和互联网内容<sup>[12]</sup>。

该项目研究基于教科网的5G绿色校园专网及其

在智慧校园中的应用,主要包括5G绿色校园专网构建以及5G智慧校园应用2个方面。项目将建成华南地区首个基于教科网的共享型5G教育行业虚拟专网,并探索基于该5G专网的智慧校园应用。

首先,项目研究了基于教科网的5G绿色校园专网组网方式,依托教科网华南地区网络中心现有的网络基础,通过在华南地区网络中心下沉部署一套教育行业共享的5G专网设备,利用ULCL技术,为接入教科网的各学校提供一种低成本、简单、快速、安全的5G专网构建方法。

其次,项目基于5G专网,结合MEC、AR/VR、人工智能、物联网、5G消息等技术,探索5G智慧校园管理平台、5G智慧消息平台、5G互动直播教学、5G节能管控系统、5G同声传译、5G智能化考场等智慧校园应用,促进了5G在教育行业的规模部署。通过在省教科网核心机房内下沉部署MEC边缘云,建设教育大数据平台、公共服务平台、AR/VR云平台、智慧学习中心,实现了区域教育资源共享与流量本地卸载<sup>[13]</sup>。

基于某省教科网以及联通5G网络基础,构建了一张“端-网-安-边-云-应用”融合协同的平台,整体框架如图7所示,主要包含一张5G教育专网、一朵5G教育区域云,以及N个5G+智慧教育特色应用。

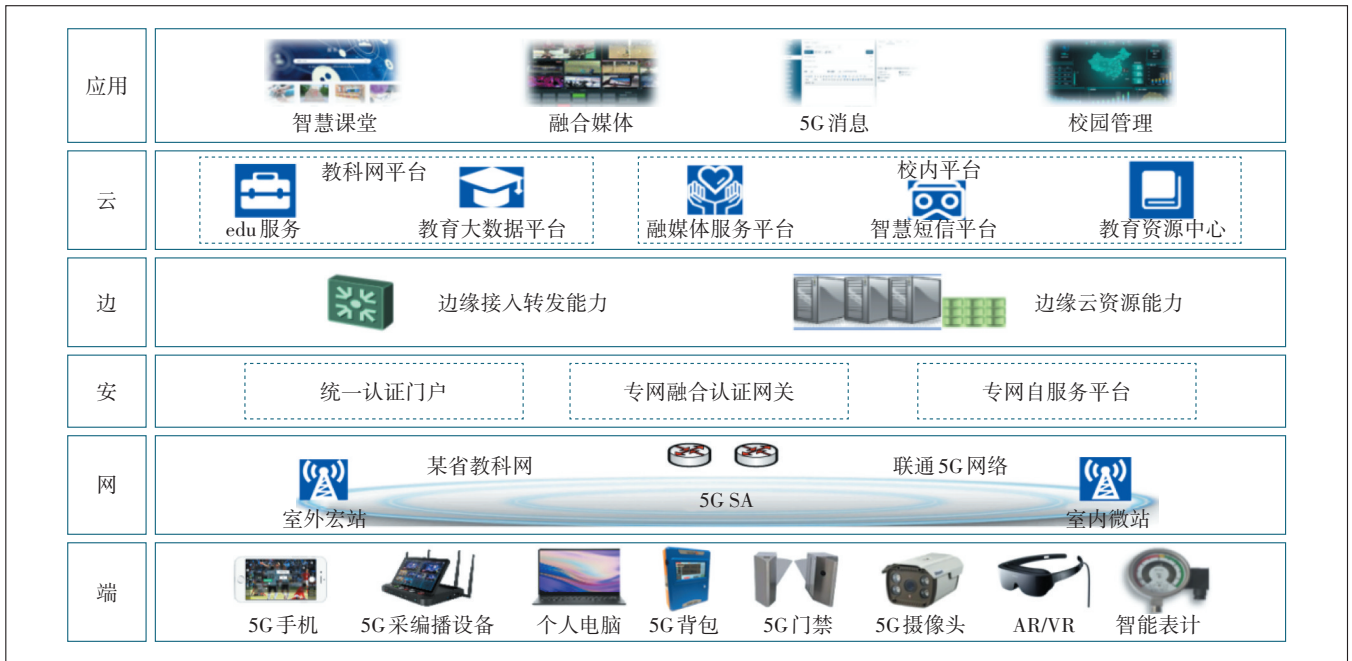


图7 基于教科网的5G教育专网及其应用项目整体框架

### 3.3 推进智慧海洋牧场建设,高标准建设需求倒逼5G赋能

在政策方面,根据《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》,国家与广东省全方位进行政策规划和部署,以拓宽海洋牧场的市场容量<sup>[14]</sup>。在需求方面,渔业养殖人工成本高、养殖风险大;渔船海上信号弱、基数大、监

管难;进出渔港监管难度大、交易数据不清晰等问题,亟需5G赋能海洋牧场建设,突破海上无网络或传统网络传输弱势问题,助力海洋牧场发展再上新台阶<sup>[15]</sup>。同时,推进可视化、信息化、智能化高标准海洋牧场的建设要求也在倒逼5G赋能。

如图8和图9所示,在某海洋牧场项目中,某省联通建设海洋牧场5G基站,打造5G专网,结合物联网、

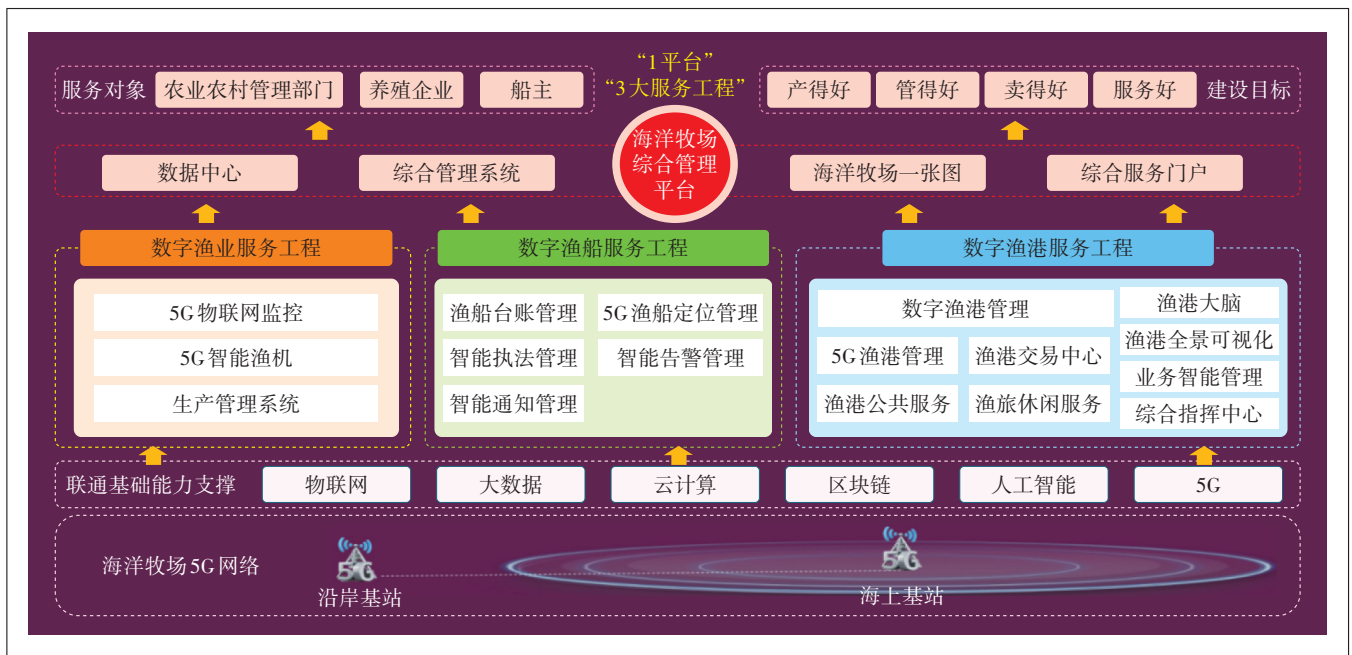


图8 某5G智慧海洋牧场服务体系架构

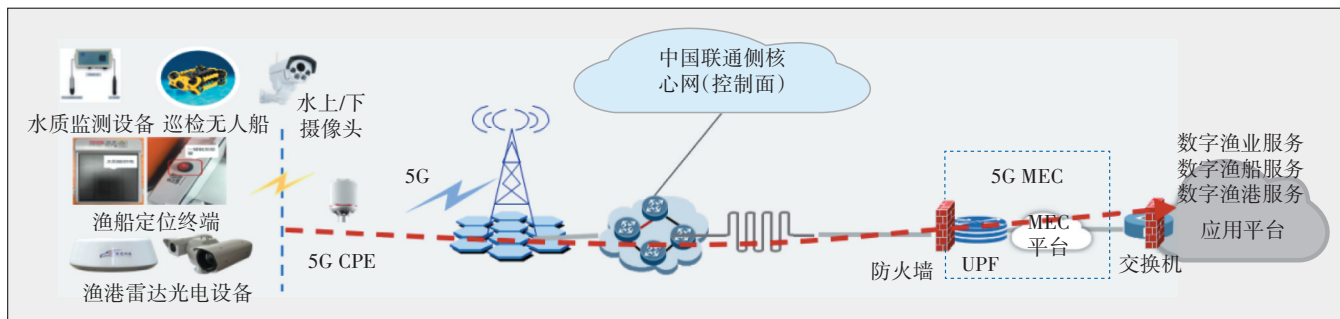


图9 某5G智慧海洋牧场专网建设方案

大数据、云计算、区块链、AI人工智能等技术,构建实用性高、示范性强的“1+3”智慧海洋牧场服务体系——1个平台(海洋牧场综合管理平台)和3个产业服务工程(数字渔业服务工程、数字渔船服务工程和数字渔港服务工程)。通过在MEC平台上部署数字渔业服务、数字渔船服务和数字渔港服务等应用平台,对内部系统进行统一编排,使所有数据和服务都能够在边缘计算节点上得到快速处理和响应,从而提高了平台应用的访问效率与稳定性。此外,MEC平台还提供了与外部第三方平台的无缝集成能力,使得智慧海洋牧场服务体系能够与其他系统进行数据共享和业务协同。

整个海洋牧场体系方案的目标是实现“产得好、管得好、卖得好、服务好”,通过建设5G智慧海洋示范产业区域,实现了渔业、渔船、渔港的创、精、智、专的生产与管理,为智慧渔业提供了有力保障,更好地服务于渔船船主、养殖企业和农业农村管理部门。

#### 4 结语

本文从新形势下 MEC 边缘云能力开放的共性需求出发,结合某省联通边缘云的实践创新,提出了一套三层能力开放构架。通过基础网元功能定制与开放、增值能力集成开放以及统一服务封装和调用,提供云网融合能力开放服务,以满足客户的各种场景需求。此外,本文以工业制造、教育行业和海洋牧场的3个案例为辅助说明,为 MEC 边缘云持续创新发展提供借鉴和参考。

#### 参考文献:

[1] 中国通信学会. 5G 专网前沿报告(2021年)[EB/OL].[2023-08-21]. <http://cicc2022.china-cic.cn/tx/Webfile/upload/2022/12-11/11-18-270666-844217901.pdf>.  
[2] 王丹,孙滔,段晓东,等. 面向垂直行业的5G核心网关键技术演进

分析[J]. 移动通信,2020,44(1):8-13.  
[3] 成静静. 电信运营商5G技术发展及应用研究[J]. 数据通信,2019(1):1-4.  
[4] China Unicom. China Unicom CUBE-Edge 2.0 and industry practice white paper[EB/OL].[2023-08-21]. <https://max.book118.com/html/2019/0406/8107010121002015.shtml>.  
[5] 成静静,潘桂新. 某电信运营商5G MEC边缘云规划建设实践[J]. 数据通信,2019(6):18-21.  
[6] 吕华章,陈丹,王友祥. 边缘云与5G网络融合部署方案与演进规划[J]. 邮电设计技术,2019(11):71-76.  
[7] 蒋林涛. 从云网融合到ICT基础设施[J]. 信息通信技术,2019,13(2):4-6.  
[8] 张杰,聂秀英. 融合中的ICT基础设施[J]. 信息通信技术,2019,13(2):38-41,57.  
[9] 陈丹,肖羽,胡翔. 运营商边缘云平台商用分析和场景案例[J]. 自动化博览,2021,38(2):37-41.  
[10] 王健全,马彰超,孙雷,等. 工业网络体系架构的演进、关键技术及未来展望[J]. 工程科学学报,2023,45(8):1376-1389.  
[11] 王志辉. 基于不同VPN技术的远程访问网络规划与实现[J]. 科技资讯,2023,21(19):26-29.  
[12] 郝立谦. 5G随行专网的安全技术研究与应用[J]. 邮电设计技术,2023(4):1-4.  
[13] 蔡子华,陈丰,郭春旭,等. 5G政务专网解决方案研究[J]. 邮电设计技术,2023(3):88-92.  
[14] 黄进. 促进现代化海洋牧场高质量发展[N]. 南方日报,2023-09-28(A01).  
[15] 何祥贤. 一种面向海洋牧场的无线通信解决方案[J]. 中国信息化,2023(10):64-65.

#### 作者简介:

袁健,毕业于上海交通大学,现任中国联通广东省分公司党委副书记、副总经理,高级工程师,主要从事通信技术研发指导与通信项目运营管理工作;徐舒,毕业于华中科技大学,高级工程师,主要从事通信项目运营管理和网络基础建设规划工作;龙湛,毕业于华南师范大学,工程师,主要从事创新网络产品设计与规划工作;潘桂新,毕业于华南理工大学,教授级高级工程师,主要从事通信技术研发与网络产品创新指导工作;林作志,毕业于南京邮电大学,工程师,主要从事通信项目运营管理和网络基础建设规划工作。