

# 基于5G MEC方案的智慧港口建设研究

宋仕斌<sup>1,2</sup>,王秋起<sup>3</sup>

- (1.四川公众项目咨询管理有限公司,四川成都 610058;  
2.四川大学锦江学院电气与电子信息工程学院,四川眉山 620860;  
3.中国通信服务股份有限公司,北京 100071)

**【摘要】**航运港口受全球疫情和同质化竞争加剧的影响,传统通信技术接入的码头信息网络系统难以满足港口集疏运体系运行和业务发展的需要,智慧港口建设迫在眉睫。基于UPF下沉和5G MEC云平台部署,利用5G宏站或小基站实现港区自动化设备超高带宽、超低时延、超大连接功能,利用UL CL-UPF实现本地网与大网数据按需分流,提供快速、安全、高可靠性的定制化端到端5G网络切片运营,确保智慧港口数据安全。

**【关键词】**智慧港口;5G AGV;UPF;MEC;网络切片;SLA

**【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.02.001】**

**【中图分类号】**TN929.5

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**2095-7661(2022)02-0001-04

## Research on Smart Port Construction Based on 5G MEC Scheme

SONG Shi-bin<sup>1,2</sup>, WANG Qiu-qi<sup>3</sup>

- (1. Sichuan Public Project Consulting & Management Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, China 610058;  
2. School of Electrical and Electronic Information Engineering, Jinjiang College, Sichuan University, Meishan, Sichuan, China 620860; 3. China Communications Service Co., Ltd., Beijing, China 100071)

**Abstract:**Shipping ports are affected by the global epidemic and intensified homogeneous competition. The terminal information network system connected to traditional communication technology is difficult to meet the needs of the operation of port collection and distribution system and business development, and the construction of smart ports is imminent. Based on UPF sinking and 5G MEC cloud platform deployment, 5G macro station or small base station is used to realize ultra high bandwidth, low latency, large connection function of port automation equipment. UL CL-UPF is used to realize the on-demand shunt of local network and large network data and provide fast, secure and high-reliable customized end-to-end 5G network slice operation to ensure the data security of the smart port.

**Keywords:**smart port; 5G AGV; UPF; MEC; network slicing; SLA

随着航运港口业务高速发展和市场激烈竞争,港务管理数智化转型升级和智慧港口建设是必然趋势。推进港区自动驾驶、港口多式联运系统实现全程“一单制”,线上业务、电子单证及全程物流可视化等成为智慧港口新需求。5G MEC、5G VGA、北斗卫星定位、物联网、AI及端到端网络切片等技术应用为智慧港口发展带来新要素、新动力。

## 1 国内外智慧港口建设现状及发展趋势分析

新型冠状病毒肺炎疫情持续影响世界经济,航运集装箱吞吐量增速减缓。由“港方市场”向“货方市场”转变的市场格局逐步形成,物流行业产业链、供应链运作模式加速向数字化、智能化和平台化演进,世界各国加快智慧港口建设。智慧港口的核心要义是通过新兴技术应用和商业模式创新的

**【收稿日期】**2022-05-04

**【作者简介】**宋仕斌(1976—),男,四川成都人,四川公众项目咨询管理有限公司高级工程师、一级建造师,四川大学锦江学院特聘副教授,本科,研究方向:5G无线技术及应用、算力网络、工业互联网。

深度融合,实现港口运营智能化、物流协同化和组织圈生态化,促进物流、信息流和资金流三流合一,全面优化港口运行效率、提高服务质量、延伸价值创新链<sup>[1]</sup>。

### 1.1 国外智慧港口发展现状

全球主要城市港口积极探索转型升级,持续赋能差异化的价值创造和竞争优势。荷兰鹿特丹港继续加强腹地运输网络优势,通过构建基于Portbase的互联信息平台为物流企业提供“物流及相关应用的一站式超市”服务。新加坡港口的“2030战略”以智能操作、智慧运营践行智能、高效、安全和绿色的发展理念。德国汉堡港利用易北河重要水系制定潮汐能利用和疏浚方案保护生态环境,促进智慧港口与智慧城市协同发展。

### 1.2 国内智慧港口发展现状

根据《中国航务周刊》2021年度“十大智慧港口力量”报道<sup>[2]</sup>,上港集团全力推进智慧港口建设,在洋山港广域主干网络上采用光纤通信技术重构大型港口传输网络架构,全球首次实现100公里以外超远程控制港口大型设备作业,完成“隔空取物”;广州港采用商用高精度卫惯组合导航系统进行港口场景部署成为全球首个基于北斗高精度定位的智慧港口;“智能水平运输机器人(ART)+水平运输边装卸堆场+单小车岸桥+地面智能解锁站”核心工艺的推广应用,使天津港成为全球首个“智慧零碳”码头。2021年,在加快建设智慧港口,加速推动数字化、智能化、低碳化转型上,港口领域相关企业各显神通,推动港航领域创新、绿色、高质量发展,为引领全球“码头革命”提供中国方案<sup>[2]</sup>。

### 1.3 智能港口发展趋势

基于5G MEC(Multi-access Edge Computing,多接入边缘计算)方案和物联网、大数据、云计算、人工智能、算力网络等新技术在智慧港口的融合应用,必将持续推动智慧港口数字化、智能化、自动化技术创新,进一步集成、整合、优化物流链上下游资源,促进智慧港口智能化运营、国际贸易和商务运行高效协同,构建创新、开放、和谐发展的港口业务生态圈,持续提升港口物流效率、服务品质和核心竞争力,为城市港口经济转型升级、创新发展注入新动能。

## 2 5G MEC平台集成方案

随着5G网络架构持续演进,用户可以通过Wi-Fi、GPON、2G/3G/4G/5G无线接入等多种方式接入5G核心网,5G核心网进行统一的接入管理和信令控制,数据经过MEC平台转发,通过MEC应用实现

相应业务功能。5G MEC是融合计算、存储、网络、应用等核心能力的开放平台,为客户就近提供低时延、边缘智能云计算服务,在实时业务、智能应用、数据优化、敏捷连接、隐私保护与信息安全等方面满足千行百业数智化转型发展需要。

### 2.1 5G MEC架构及分流方案

5G核心网通过服务化架构等技术实现控制面(CPF)与用户面(UPF)分离,控制面功能由AMF、SMF等多个网络功能承载,用户面功能由UPF实现数据转发。电信运营商通常在MEC服务器中集成UPF用户面转发功能,实现MEC业务的本地接入或本地分流。在3GPP R15标准中,5G端到端架构将MEC本地分流按客户需求和业务特性进行设计,提出了基于上行分类器(Uplink Classifier, UL CL)实时动态本地网分流方案,如图1所示。AMF负责接入和移动性管理,SMF负责会话控制,UPF负责用户面数据转发。UL CL完全是网络侧行为,UL CL-UPF是负责本地分流的UPF,主要完成本地业务识别和根据策略配置通过UPF PDU session Anchor 2将本地流量转发到数据网络DN。要求内容服务器部署在港区内部,用户通过港区部署的用户面UPF将内容直接转发给服务器,实现港口园区大流量业务主要在本地产生产、本地终结,重要数据“不出港”,实现基于5G MEC的低时延、高带宽的虚拟局域网体验。

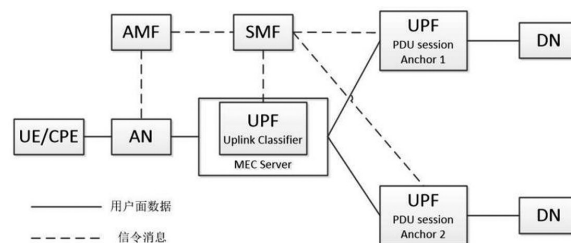


图1 5G MEC架构UL CL分流方案图

### 2.2 5G MEC平台集成方案

5G MEC平台包含FW、NAT等网络功能,针对不同的MEC商业场景集成不同的第三方业务应用,如图2所示。边缘MEC节点与核心网(5GC)高效协同实现了无线网、核心网和MEC平台能力开放。无线网络能力开放API实现无线接入网(RAN)与MEC API网关高效协同,将用户小区、承载带宽和位置信息等信息开放给本地业务应用。核心网(5GC)的能力开放提供MEC API网关向中心NEF获取用户业务控制、计费 and QoS等管理策略。MEC平台能力开放实现AI、IPSec、编解码转换等各种应用的功能供本地业务应用,主要完成MEC平台和MEC应用以及外部应用之间的数据交互。

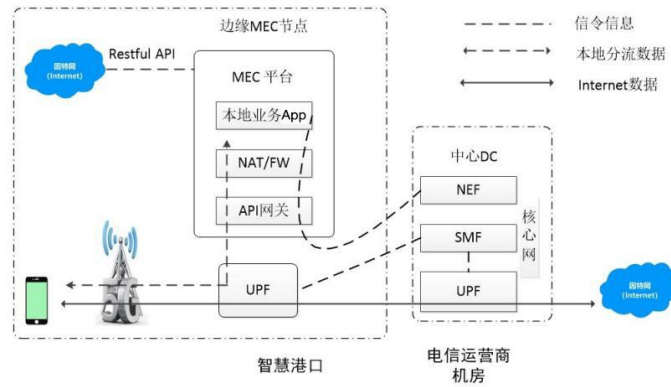


图2 5G MEC平台集成应用方案图

### 3 基于5G MEC平台的智能港口解决方案

#### 3.1 智能港口需求分析

典型港口包括码头泊位、船舶进出港、岸桥装卸货、集卡无人水平运输、码头堆场等业务场景，涉及计费、商务交易、海关、税收等综合管理系统。

智慧港口建设急需融合“新基建”，从基础设施、调度指挥、生产作业、商务服务、多式联运、降本提质、安全管理等方面系统重构创新的应用场景，如图3所示。数字化赋能业务，提升核心竞争力，形成高效、便捷的港航物流协同发展的生态系统<sup>[1]</sup>。

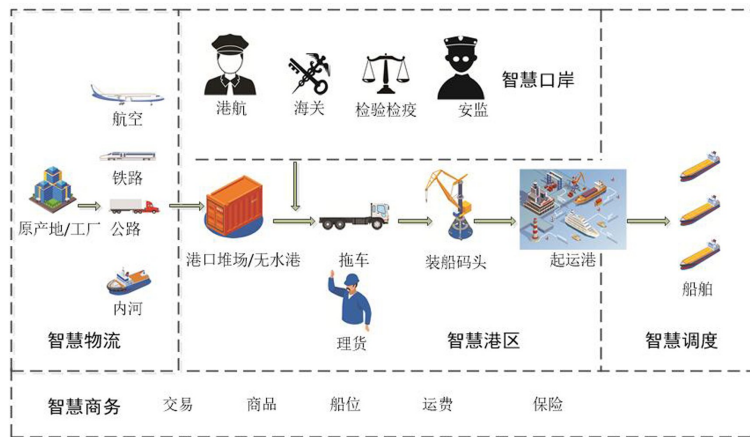


图3 智慧港口场景布局图

传统港口视频监控等系统采用光纤有线网络连接难以满足可移动性和高效实时交互需求，港口码头采用Wi-Fi网络覆盖信号质量稳定性差。5G网络具备大带宽、低时延、广连接的特性，使得5G AGV在视频流上传、调度位置等信息互通、厂区内大规模部署的情况下具有更好的网络技术支持<sup>[4]</sup>。5G宏站或5G小基站以及IP承载网、5GC核心网以高速率、高可靠和优良的移动性能等特性满足智慧港口eMBB、URRLC和mMTC业务场景需要(如表1)，通过端到端5G网络切片技术实现为不同业务场景提供定制化服务。基于5G网络切片的智慧港口业务在国内厦门威海、青岛前湾、宁波舟山等大型港口均有部分场景已成功上线，比如集装箱自动化码头、岸桥远程控制等场景已投入正常运营<sup>[5]</sup>。通过5G核心网UPF部分功能下沉港区，港区中心机房部署MEC服务器，实现港区内外数据按需分流和低时延物联网服务。

表1 智慧港口典型业务场景5G网络性能需求分析表

业务场景	上行(UL)带宽	传输时延	定位精度	可靠性
无线视频监控	>5 Mbit/s	<10 ms	图像实时回传	300—500路视频同时接入
5G AGV运输车	>5 Mbit/s	<7 ms	25 mm	99.999%
集卡无人驾驶	>5 Mbit/s	<20 ms	25 mm	99.999%
岸桥远程操控	>30 Mbit/s	<20 ms	25 mm	99.999%
集装箱货物安检	>5 Mbit/s	无特殊要求	无特殊要求	99.999%
物联网数据采集	<200 kbit/s	无特殊要求	无特殊要求	99.999%，大量传感器终端接入
普通移动用户	>2 Mbit/s	无特殊要求	无特殊要求	确保正常通话

### 3.2 智慧港口5G MEC部署逻辑模型

智慧港口建设采用5G宏站与5G小基站相结合组网实现码头5G信号连续广域覆盖,从无线接入网、IP承载网和5GC核心网实现5G端到端网络切片SLA的QoS保障,智慧港口5G MEC部署逻辑模型如图4所示。其中,电信运营商的控制面网元AMF、SMF以及互联网数据大网业务的UPF等部署在运营商核心机房,UL CL-UPF和MEC共同部署在港口码头机房机架式服务器上。用户接入网管DCN通过IP专线方式对MEC实施控制管理,并通过MEC平台管理器和业务编排器对MEC业务应用和MEC云平台进行有效管理。上行分类器(Uplink Classifier, UL CL)实时动态进行数据流量识别与分流处理,按需将数据分流到港区私有云和MEC中。MEC尽量靠近码头侧摄像机区域部署,设备轻型化以减少对安装空间和供用电需求。5G MEC基于云化平台的网络架构优化部署,通过MEC与编排器灵活交互完成业务应用的上线和管理,通过与核心网控制面(CPF)高效按需交互实现能力开放、策略控制、切片运维和安全管理,满足智慧港口各种场景业务发展需要。

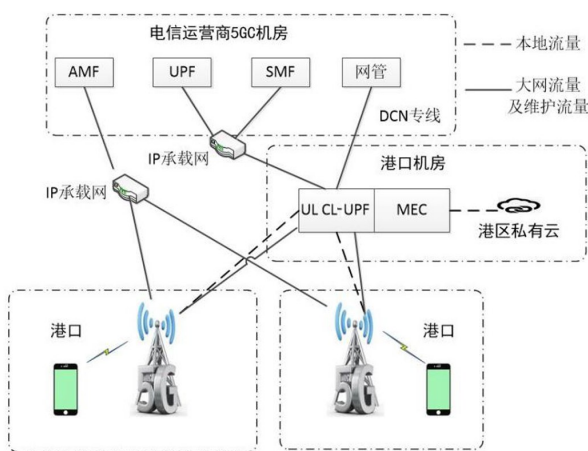


图4 智慧港口5G MEC部署逻辑模型图

### 3.3 物理组网案例

根据智慧港口5G MEC部署逻辑理论模型,以华为公司IP承载网、5GC核心网和MEC服务器等产品配置方案为例设计的智慧港口5G MEC物理组网架构如图5所示。用户通过5G宏站或5G小基站将码头摄像机、AGV小车等物联网设备采集数据发送到网络侧,通过PTN IP接入网接入到核心网交换机CE6865上。UL CL-UPF和MEC平台及应用共同部署在码头本地机房的三台RH2288 V5机架式服务器上。RH2288 V5服务器通过三级交换机CE6865实现本地接入。码头的本地港区私有云通过接入CE6865交换机实现业务交换。5G SA核心

网控制面通过IP承载网和MEC进行互联完成信令流量和业务流量的交互。RH2288 V5等设备通过CE6865交换机连接到码头的网管数据通信网实现远程操作维护,包括MANO对MEC平台及应用进行生命周期管理。U2020对网络性能统计和配置,通过两个25 Gbit/s物理接口实现数量流量转发,完成I层管理流量和业务流量高效交互,eSight对网络设备状态进行监控,确保5G MEC平台QoS保证。

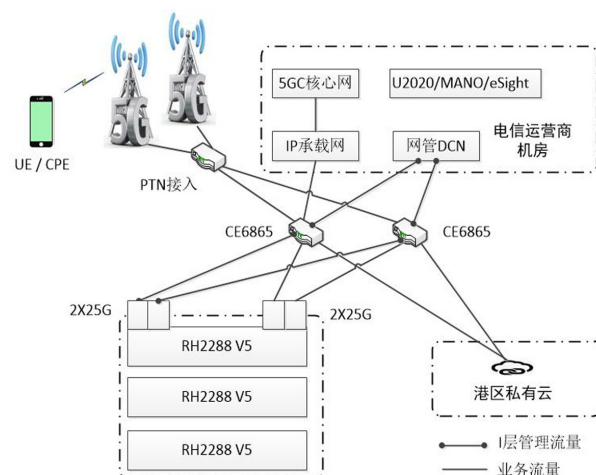


图5 5G MEC物理组网案例图

## 4 结语

随着互联网、大数据、区块链、人工智能等技术飞速发展,以现代高新技术为依托,打造技术密集型、知识密集型的智慧港口,成为21世纪现代港口在竞争中赢得主动权的重要举措<sup>[1]</sup>。本文对国内外智慧港口建设现状和发展趋势进行了研究。利用5G宏站或小基站无线信号的高带宽、低时延、多连接、广域覆盖特性和5G核心网部分UPF功能下沉到港口码头中心机房构建“5G+MEC”云平台。通过“UPF+MEC”解决方案实现了业务数据不出港区,与港区私有云高度集成部署实现本地数据与大网业务按需分流,为实现创新发展、卓越运营和生态系统价值最大化的智慧港口建设提供了参考方案。

## 【参考文献】

- [1]孙丹妮.智慧港口“智”在何处? [N].中国水运报,2022-03-23(005).
- [2]张敏.十大智慧港口力量[J].中国航务周刊,2022(1):50-53.
- [3]张欣.国际港口发展趋势与上海智慧港口建设[J].张江科技评论,2022(1):38-39.
- [4]杨东.5G工业自动化导航AGV技术分析[J].通信与信息技术,2022(1):59-61.
- [5]董月滋,毛斌宏.5G网络切片在智慧港口的应用研究[J].广东通信技术,2022(3):56-59.