

# 5G 智慧港口行业应用解决方案

## 5G Smart Port Industry Application Solution

方琰崑(中兴通讯股份有限公司,江苏 南京 210012)

Fang Yanwei(ZTE Corporation,Nanjing 210012,China)

### 摘要:

港口经营复杂多变,信息管理系统面临诸多亟待解决的问题。5G 为智慧港口提升发展价值,介绍了 5G 智慧港口的资源能力构建模式,阐述了 5G 智慧港口的业务组网和典型业务部署,提出了智慧港口的应用解决方案,论述了智慧港口集装箱卡车的网络切片部署方案,分析了运营商作为业务使能者在智慧港口中的收入构成和盈利模式。

### 关键词:

5G;智慧港口;集装箱卡车;网络切片;盈利模式

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.07.003

文章编号:1007-3043(2020)07-0012-05

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

The port operation is complicated and changeable, and the information management system faces many problems to be solved. 5G improves the development value of smart ports. It describes the resource capability construction mode of 5G smart ports, service networking and typical service deployment of 5G smart ports, proposes the application solution of smart ports, describes the network slicing deployment solution of container trucks in smart ports, and analyzes the revenue composition and profit models of operators as service enablers in smart ports.

### Keywords:

5G; Smart port; Container trucks; Network slice; Profit model

引用格式:方琰崑. 5G 智慧港口行业应用解决方案[J]. 邮电设计技术,2020(7):12-16.

## 0 前言

当代的港口经营管理面临多方面挑战:生产作业效率较低,人工化、半自动化,作业分散、劳动密集、昼夜操作等造成数据统计困难,数据差错率较高。由于缺乏统一的智能化管理平台,当前信息化管理系统存在诸多问题。有线通信、4G、Wi-Fi、集群等多种网络和多种制式终端并存,建设及维护成本高,多终端操作复杂。基于光纤的岸桥操控部署成本高,易缠绕;大量 Wi-Fi 接入,AP 容易受环境干扰,网络质量差。

基于 4G 系统的高清视频监控尤其远程驾驶、操控作业的视频带严重不足。

2019 年 11 月 1 日,三大运营商正式上线 5G 商用套餐,这标志我国正式进入 5G 商用时代。5G 不但面向个人用户提供传统意义的电信网络服务,更重要的是面向行业用户提供快速、安全可靠的切片经营,这为行业发展提供充分的信息化保障。5G 行业应用涉及到众多场景,5G 智慧港口是其中极为重要的组成部分。

智慧港口依托 5G 构建统一的无线接入网络和统一的业务平台,实现无处不在的宽带接入,解决环境监控、高清视频、海关作业、远程控制等多业务接入场景

收稿日期:2020-05-05

需要。搭建在 5G 网络基础上的 MEC 边缘云平台提供边缘计算、存储,并可灵活集成港区各种业务套件,实现智能质量分析监控、智能排产、实时控制决策等智能化、无人操控,提升港区生产质量及效率。这为港口发展提供了巨大的社会价值和经济价值。

## 1 5G 智慧港口的资源能力构建

在 5G 智慧港口的建设中,电信运营商有多种定位选择。如果运营商仅提供管道和切片,作为连接提供者参与 5G 智慧港口建设,则运营简单,运营商承担的运营风险小,但无法实现运营转型,网络投资回报小,港区企业缺乏智慧港口业务 ICT 整合能力,不利于智慧港口行业发展;如果运营商作为业务集成者参与 5G 智慧港口建设,虽然业务集成能够带来新的服务收益,利润较高,但作为业务继承者,运营商需要对港口业务有充分的理解和把控能力,与港区和第三方服务商开展密切合作集采第三方业务,投入较大也比较复杂;如果运营商作为 5G 智慧港口的业务提供者参与进来,则需要深入了解和掌控港区业务,在充分保障港区的安全以及保密层级的情况下,渗透到具体业务运营中,这能够实现运营价值最大化,但也对运营商提出了很高的要求。

运营商通常具备较强的平台建设和运维能力,能较快推进业务拓展。如果电信运营商作为平台使能者参与 5G 智慧港口建设,则能够充分体现运营商价值,且风险也可控。综合平衡运营商资源能力、投资收益以及客户诉求,一般推荐电信运营商作为平台使能者参与 5G 智慧港口的建设。

如图 1 所示,在 5G 智慧港口业务系统中,电信运营商、港区、设备商及服务提供商共同构建业务价值链。港区和第三方服务商提供包括远程驾驶控制系统、岸桥远程控制系统、视频监控中心在内的业务应用系统并负责集成。港区拥有自己的数据中心,并采购专用终端设备,这些终端设备包括 NB 物联终端、5G 智能手机、5G 行业 CPE、5G 监控摄像头、5G 海关执法终端、5G 岸桥控制终端、自动导引车(AGV)等。

电信运营商提供无线基站、承载网、核心网等网络连接设备,以及边缘计算 MEC、数据中台、智慧港口行业套件等业务使能平台,负责网络系统端到端连接,以及云平台建设、维护。在交付上,电信运营商日常运营和维护网络、业务平台,并培养行业生态。

在基础运营方面,运营商能够发掘行业理解力及

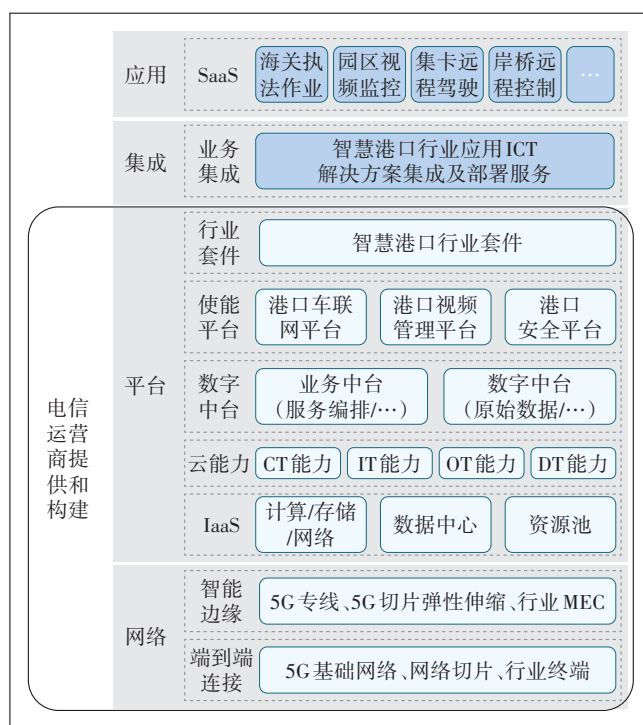


图 1 智慧港口的资源建设架构

机会点管理能力,从港口行业的宏观洞察出发,理解港口整体业务、产业生态链,识别港口数字化转型及升级的需求。

在专业建设方面,运营商作为平台使能者,具备不可替代的解决方案及商务设计能力,识别港口业务诉求,制订 5G 智慧港口行业解决方案及双赢的商务预算、报价,牢固掌握商务定价权。

在营销方面,运营商有多年的顾问式销售队伍,能够站在行业角度及客户利益的角度为客户提供专业意见及解决方案,这是智慧港口业务价值链中其他角色所难以具备的。

## 2 5G 智慧港口的业务组网和部署

3GPP 协议定义了 5G 应用的 3 种主要场景:增强型移动宽带(eMBB)业务,对网络的数据速率和转发面带宽要求较高,典型业务如超高清视频等大流量移动宽带业务;低时延高可靠(uRLLC)业务,对网络的端到端时延、安全性和可靠性要求较高,通常要求端到端时延小于 5 ms,可靠性大于 99.999%,典型业务如车联网;大连接低功耗(mMTC)业务,满足低功耗、海量连接的网络需求。

如图 2 所示,5G 智慧港口基于 eMBB 可以开展视频监控、海关执法业务,基于 mMTC 可以开展温度湿度

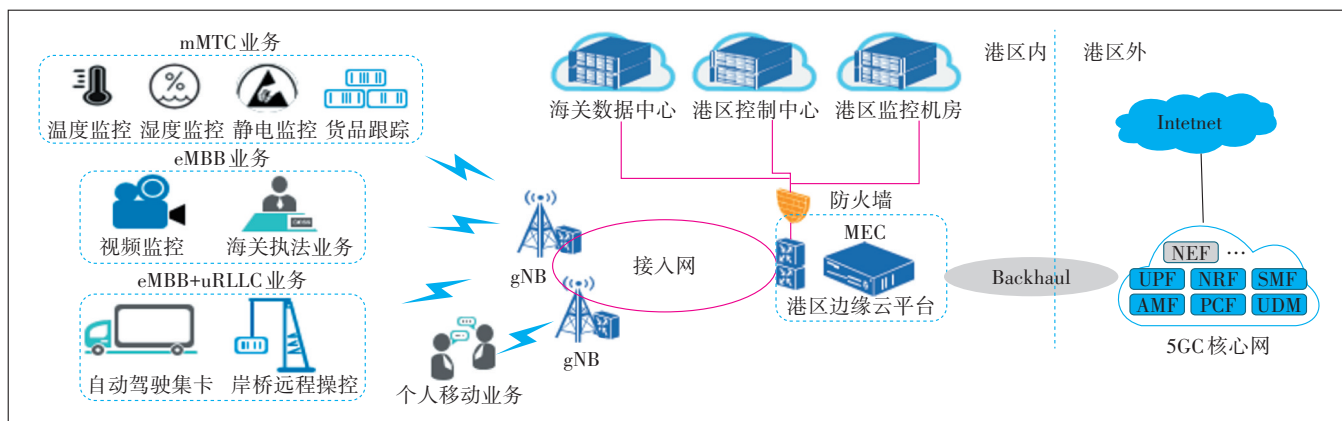


图2 5G智慧港口的业务组网和部署

监控、静电监控、物流物品跟踪等业务,基于eMBB和uRLLC可以开展自动驾驶、岸桥远程操控等业务。5G网络根据场景的QoS、时延、安全性等需求,调配网络资源分配端到端的切片,并根据网络能力,按照实际需求对切片进行组合,基于5G网络能够虚拟出具备不同特性的多个逻辑子网。

可以结合5G系统部署以及实际业务需要合理开展智慧港口的业务部署,在部署初期,建议集中开展NB-IoT物联数据采集、海关执法业务、港区视频监控等业务。

港口内外有大量运输集装箱的半挂车,通常称为集卡。在部署中期,可以逐步开展自动驾驶集卡远程控制 and 岸桥远程操控。进入发展成熟期,则可以规模部署车联网,开展网路协同集卡自动驾驶以及港区其他创新业务。

### 3 智慧港口应用解决方案

#### 3.1 应用场景

5G智慧港口的应用场景较为复杂,如表1所示,这些典型业务对网络的带宽、时延、可靠性等QoS能力要求也各不相同。

表1 智慧港口的场景和网络能力要求

应用场景	5G网络能力			
	带宽(UL上行)	时延	可靠性	覆盖范围
普通移动用户	>2M	无特殊要求	NA	全覆盖
物联数据采集	<200K	无特殊要求	NA	全覆盖
海关执法业务	>5M	无特殊要求	NA	全覆盖
园区视频监控	>5M	无特殊要求	NA	全覆盖
集装箱卡车远程驾驶	>5M	<20 ms	99.999%	全覆盖
岸桥远程操控	>30M	<20 ms	99.999%	岸桥区域

物联网数据采集目前基于NB-IoT接入,可平滑升级到5G。当前港区海关执法主要是4G网络结合Wi-Fi模式,在部分场景如集装箱内、室内往往信号不可靠,影响作业。在部署5G后,海关执法可以携带5G定制的客户前置设备(CPE),终端连接CPE进行执法作业,实现随处接入5G宽带网络,并且通过切片实现服务等级(SLA)保障。

当前园区高清视频监控通常采用光纤连接,部署成本高,监控点固定。而5G高清视频监控,随时随地低成本部署,且可实现移动监控,MEC智能化平台实现视频实时分析,提高港区生产安全水平。在商用初期,可采用CPE接入接入多路现有有线连接的视频监控系统,同时对于可升级换代的监控系统植入5G模组直接连接基站,未来全部摄像头均内置5G模组,因此岸桥远程操控单路专线按照30M带宽及20ms时延指标要求规划。当前岸桥远程控制系统主要依赖于人工操作,部分岸桥已实现基于光纤通信系统的远程操控,但部署成本高且光纤易缠绕,影响作业。而5G提供上行50M的带宽和20ms以下低时延,完全满足岸桥远程操控需求,可取代光纤系统。

当前港区自动驾驶集卡的单车智能化成本较高,现有的车载视频监控带宽不够,远程操控不可靠。5G车载高清视频监控可以设置为1080P高清甚至4K,可确保带宽和时延,实现实时准确的远程操控集装箱卡车运行,网路协同可降低自动化成本。除了eMBB切片外,集卡部署还需要V2X(车对外界的信息交换)切片。

#### 3.2 集卡解决方案与切片部署

集卡属于5G车联网综合性业务,集卡运行需要实时监测车内外情况,故障时需远程接管,需要集中调



度。集卡的路径规划需要有车对车(V2V)、车对基础设施(V2I)、车对行人()等的高可靠+低时延业务,如车队编队行驶、车辆防撞等,也需要提供车对网络

(V2N)的高带宽业务,如高清地图更新下载。如表2所示,不同场景有不同的网络能力需求,需要申请不同的切片组合。

表2 智慧港口集卡的切片解决方案

业务类型	业务场景	网络能力需求	基于5G切片的解决方案	切片类型
车车通信V2V	支持碰撞告警,车辆编队等,安全刹车距离达厘米级	时延<5ms,可靠性99.999%	通过构建5G V2X切片与MEC,提供<5ms的时延,减少碰撞风险	V2X
车路协同V2I	支持交通信息广播,信号灯预警,提高交通效率,预防拥堵	时延<10ms	通过构建5G V2X切片,提供<5ms的时延,提高协同效率	
行人告警V2P	减少港区内外交通事故	时延<10ms	通过构建5G V2X切片,提供<5ms的时延,及时预警	
地图视频V2N	支持高清视频,游戏,地图导航	带宽100M至1Gbit/s	通过构建5G V2X和eMBB切片,提供>1Gbit/s带宽	V2X,eMBB

3GPP定义了4种非公用网络(NPN),包括3种非独立组网的公众网络集成NPN(PNI-NPN),和1种独立NPN(SNPN)。集卡网络部署都属于非独立组网的NPN网络PNI-NPN。

如图3所示,信息服务类业务,包括精度地图下载、信号灯配时提醒、周边服务信息推送,需要部署eMBB和mMTC切片。港口的核心数据中心部署策略控制功能(PCF)、会话管理功能(SMF)以及统一用户数据管理(UDM)、接入和移动管理功能(AMF)等其他5G网元,仅用户面功能(UPF)部署在港口的边缘数据中心。

V2X切片。交通效率类业务包括道路车速引导、车辆路径优化、道路流量优化,需要结合MEC部署V2X切片和eMBB切片。这3类业务,港口的核心数据中心部署PCF以及其他UDM、AMF等5G网元,而SMF与UPF一起部署到港口的边缘数据中心。集卡车辆移动过程中,还可能发生跨边缘数据中心的场景,因此需开启N16a接口,以便港口的不同边缘数据中心的SMF之间进行互通。

5G智慧港口的集卡运营,有助于提升效率,只需要少量熟练操作人员即可通过操作平台监控多辆车的运行状况及接管,同时,将智能车的部分智能提升到云端,减少单车成本。

#### 4 智慧港口的盈利模式

电信运营商的盈利来自于多方面。从业务流向看,电信运营商集成第三方港口服务业务,通过平台及网络统一向港区提供智慧港口业务。从资金流来看,运营商向第三方服务商及港区收取平台集成服务费,并向港区收取网络服务费。而第三方服务商向港区收取业务服务费。同时港区还有普通个人移动业务,尽管不属于2B(To Business)行业应用收入,但作为2C(To Customer)业务可以计入运营商在港区的整体收入。

作为平台使能提供商,电信运营商收入的主要构成包括网络接入服务、平台使能服务和个人移动业务。网络连接服务费包括各种接入服务如环境监测、海关执法、视频监控、远程控制等各种接入服务业务。网络接入服务组成较多,包括环境监测、高清视频监控、海关执法作业、自动驾驶重卡、岸桥远程操控等。其中环境监测包括港区温度、湿度监测等物联网应用,自动驾驶重卡主要针对自动集卡特殊状况下的远程驾

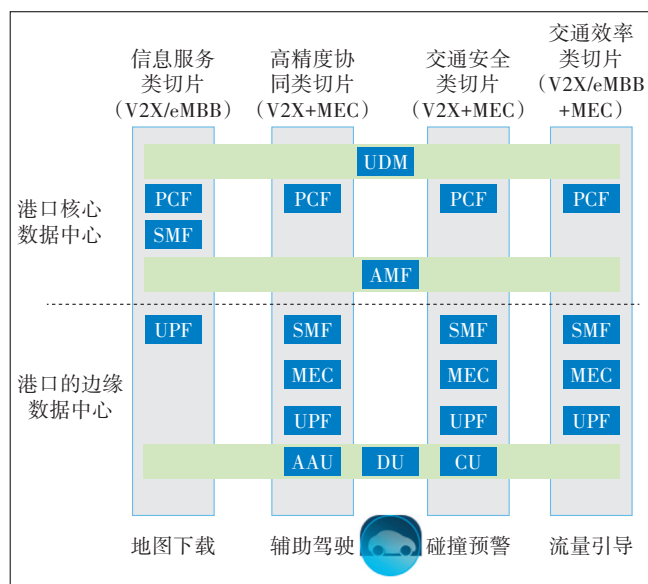


图3 智慧港口集装箱卡车的切片部署

高精度协同类业务包括车队编队行驶、远程遥控驾驶、自动泊车入位,需要结合边缘计算MEC部署V2X切片。交通安全类业务包括交叉路碰撞预警、前后车事故预警、路侧异常预警,需要结合MEC部署

驶场景,需要高清视频传送及低时延高可靠操控,建议采用10M低时延专线。岸桥远程控制需要eMBB、uRLLC等较高级别收费标准的网络服务,以实际接入数计量,并采取切片生命周期、SIM卡发放等辅助保障收费,每个岸桥需要大量4K高清摄像头辅助控制,建议岸桥搭建20路30M专线,随着应用场景丰富和接入数增长,网络接入服务收入快速增长,而岸桥业务是网络接入服务最大的收入来源,占据80%以上份额。

平台使能服务费包括云平台服务费、MEC流量带宽费、MEC计算资源费、MEC存储资源费等,其中云平台服务费包含各种数据中台和行业套件服务费,按年确定整体收费标准,一般采用软硬件license授权来保障收费。MEC流量带宽费按照每1Gbit/s吞吐能力为一个单位,而带宽计算以岸桥监控(单线25~30M)和集卡监控(单线5~10M)的带宽为主体。MEC计算资源费按照每CPU/GPU个数收费,每套服务器按照100个CPU配置计算,MEC存储资源费按照每100GB存储单位收费,假定前3年逐年增加后续趋于稳定。个人移动业务则按照5G平均ARPU值计算。

通过投资回报率(ROI)分析建模计算,电信运营商投资5G智慧港口的网络CAPEX投资主要集中在初期的3年。在CAPEX中,基站设备占据约70%的成本。每年OPEX保持平稳,其中电费占据最大比例。

由于前期网络投资支出较大,运营的前2~3年通常现金流为负值,预计接下来转正,运营5年左右累计现金流转正。随着收入的稳定和持续,投资的回收价值逐步提高,可以获得较为可观的中长期投资价值。当前预测的收入主要是基于可预见的中短期业务应用,从净现值(NPV)等评估企业投资价值的财务指标来预测,5G智慧港口投资回报主要财务指标比较理想。由于受国内外贸易往来影响,收入预测的资费模式存在诸多不确定因素。

## 5 总结和展望

2015年5月,国务院印发了部署全面推进实施制造强国的战略文件《中国制造2025》,这是中国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领,推动我国从制造业大国向制造业强国转变。作为生产、仓储、物流转运过程中的重要环节,港口的发展和运营已经进入数字化转型的关键时期。5G网络在智慧港口的建设运行中,能够充分发挥差异化性能优势,突破传统方式的局限性,极大提升自动化码头的运营效率,为改造传统人

工码头注入新动力,引发新一轮“码头革命”。

电信运营商应该充分利用5G网络和平台基础,一方面把智慧港口的成功探索,快速复制到其他港口或行业应用,实现商业模式的快速复制,另外一方面大力拓展智慧港口更多的创新应用,极大提升港口生产效率,为实现“无人港口”打下基础,体现社会价值,实现未来长期更大收益。

## 参考文献:

- [1] 李立平,李振东,方琰崴. 5G专网技术解决方案和建设策略[J]. 移动通信,2020,44(3):8-13.
- [2] 方琰崴. 5G核心网安全解决方案[J]. 移动通信,2019,43(10):19-25.
- [3] 方琰崴,陈亚权. 基于虚拟化的电信云网络安全解决方案[J]. 移动通信,2018,42(12):1-7.
- [4] 陆威,方琰崴,陈亚权. URLLC超低时延解决方案和关键技术[J]. 移动通信,2020,44(2):8-14.
- [5] System Architecture for the 5G System; Stage 2 (Release 15): 3GPP TS 23.501[S/OL]. [2020-03-08]. <https://www.iteye.com/resource/planetyang-12306091>.
- [6] 方琰崴,陈亚权,李立平,等. 5G网络切片解决方案和关键技术[J]. 邮电设计技术,2020(3):70-74.
- [7] 夏洪伟,尹霞,邓巍. 5G网络切片技术研究[J]. 邮电设计技术,2020(3):54-59.
- [8] Technical Specification Group Services and System Aspects; Procedures for the 5G System; Stage 2 (Release 15): 3GPP TS 23.502[S/OL]. [2020-03-08]. [https://www.iteye.com/resource/samuel\\_rainbow-12241289](https://www.iteye.com/resource/samuel_rainbow-12241289).
- [9] 孙悦,龙彪,王庆扬. 非公用网络在工业互联网中的部署方案探讨[J]. 移动通信2020,44(1):33-37.
- [10] 陆威,王全. 利用可信计算技术增强MEC的安全性[J]. 移动通信,2020,45(4):59-64.
- [11] 孙志刚,汪兆锋,方琰崴. 助力5G边缘计算变革巨量基础设施首当其冲[J]. 通信世界,2019(17):27-28.
- [12] 李立平,孙彪,方琰崴. 5G运营的商业模式分析[J]. 信息通信技术,2019(S1):16-21.
- [13] 方琰崴. 面向云化的电信运营转型方案、关键技术和发展策略[J]. 信息通信技术,2018(2):58-65.
- [14] 李立平,张文超,赵文贤. 5G业务解决方案及发展展望[C]//2019广东通信青年论坛优秀论文专刊,2019.

### 作者简介:

方琰崴,毕业于南京航空航天大学,中兴通讯股份有限公司电信云与核心网产品线产品规划总工、产品市场总监,高级工程师,硕士,专业方向为电信云与核心网的组网和关键技术。

