

# 5G 行业专网设计与商业模式研究

## Study on 5G Private Network Design and Business Model

张涌,王茜硕,杨鸿宾(中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048)

Zhang Yong, Wang Xishuo, Yang Hongbin (China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China)

### 摘要:

5G专网是行业通信接入网的一种重要通信方式,介绍了5G无线专网的应用技术,重点研究了5G无线专网的关键技术、网络规划与设计、安全技术与策略、网络优化等,分析了目前5G无线专网的场景和应用,根据5G专网的特点创新提出商业模式并介绍示范应用案例,最后对未来5G专网技术规模化落地做了展望。

### 关键词:

行业专网;无线专网;5G;应用

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.06.013

文章编号: 1007-3043(2021)06-0067-06

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 5G private network is an important communication mode of the industry communication access network. It introduces the application technologies of 5G wireless private network. It focuses on the key technologies, network planning and designing, security technology and strategy, network optimization, etc. It analyzes the scene and application of 5G wireless private network. Then it puts forward the business models and introduces the demonstration cases according to the characteristics of 5G private network. Finally, the future scale implementation of 5G private network technology is prospected.

### Keywords:

Industry private network; Wireless private network; 5G; Application

**引用格式:**张涌,王茜硕,杨鸿宾. 5G行业专网设计与商业模式研究[J]. 邮电设计技术, 2021(6): 67-72.

## 1 5G行业专网发展

### 1.1 5G专网是专网的新形态

5G网络是一种全新的网络架构,它能提供10倍于4G的用户体验速率,其峰值速率高达20 Gbit/s,空口时延低至1 ms,具有99.999%的超高可靠性,可满足100万每平方千米的连接密度。5G标准对行业应用定义了mMTC海量物联网和uRLLC低时延高可靠等全新场景,推动5G由移动互联网时代迈向产业互联网时代。由于传统专网自身技术演进缓慢,建设和运营能力规模效益较差,5G专网迎合行业客户宽带化、移动

化、物联化、多业务融合发展的需求,助力行业数字化转型升级,5G行业专网是5G时代的重要产品。

5G专网利用5G组网、切片和MEC边缘计算等技术为客户提供专属覆盖、网络定制、数据隔离、质量保证的基础连接网络,实现大带宽、低时延、安全可靠的数据传输,满足客户生产、办公、管理等应用的通信服务需求。本文通过对5G专网网络技术研究,提出5G技术在行业应用典型组网方案,分析5G专网产品和商业模式,推动5G业务创新应用在行业的商业化应用。

### 1.2 行业需求驱动的专网建设

5G时代行业客户对网络的覆盖质量、时延、上行容量等有更高的要求,传统专网在成本及灵活性等方面无法满足需求,5G专网可解决上述痛点,并为垂直

收稿日期: 2021-05-08

行业深层次赋能,推动行业深层次数字化转型。

5G专网可满足垂直行业对业务多样化、数据安全化、运维自主化日益增长的需求,5G专网的需求与垂直行业应用场景高度契合,运营商在基站站址、通信网络等方面具有先天资源优势,有能力参与并引领5G专网,进而激发出新的产业、新的业态和新的模式。以电力行业专网为例,无线专网建设要求发、输、变、配、用各类设备及人员泛在接入、全程在线,全面感知电网信息和设备状态,全面实现电网末端配用电设备的实时可靠控制,最终实现能源生产和消费的信息互通共享。

以电力场景为例,为满足电力业务终端层万物互联的连接能力,打通输电业务、变电业务、配电业务、用电业务、经营管理等业务场景,5G电力创新应用重点在现有配电自动化、用电信息采集、分布式电源、电动汽车充电桩等各类业务基础上,逐渐向差动保护、精准负荷控制、实物ID、移动巡检、机器人巡检、视频

监控、AR/VR运维应用等新兴业务延伸,结合5G专网网络技术和应用场景划分,从网络性能、业务接入和安全性等维度,设定低时延高可靠、广覆盖大连接、大容量高带宽的3类业务应用场景,以实现各类终端设备的泛在接入、智能化应用。

行业用户的需求普遍呈现多样化,需要针对不同的行业业务需求匹配合理的部署方案。其中,安全要求极高的场景对专频专网有较高的依赖性,而一般场景使用公网专用部署方案可以达到较高性价比。2B的行业需求与这4个因素相关:网络部署区域、安全要求、经济承担能力和业务属性,其中部署范围、安全保障是最重要的影响因素,占比达到70%。针对2B差异化的部署场景,考虑用户安全需求、承担能力及运营商把控能力,并结合无线侧保障技术和核心网部署方案,本文总结出如图1所示的7种不同的5G行业部署方案来适配不同行业场景,在具体场景使用中可作参考。

高 ↑ 运营商把控能力	方案类别	方案说明	关键部署说明		典型使用场景	额外建网和运维成本 ↓ 高	用户安全性 ↑ 高
			无线侧	核心网侧			
	T1	QoS保障方案	QoS	共用运营商核心网	广域或者园区		
	T2	软切片保障方案	PLMN/APN或者DNN+QoS(适用于4G和5G)或切片+QoS	共用运营商核心网,按照时延需求,确定是否MEC(UPF下沉)	广域或者园区		
	T3			轻量化核心网	园区		
	T4	硬切片保障方案		共用运营商核心网,按照时延需求,确定是否MEC(UPF下沉)	园区		
	T5		PRB预留+切片+QoS	轻量化核心网	园区		
	T6	基站分频方案	基站内分频+QoS(多载波)	轻量化核心网	园区		
	T7	独立频点方案	独立频段AAU部署	轻量化核心网	园区		

图1 5G行业专网部署方案

## 2 5G行业专网设计应用

### 2.1 行业专网关键技术

5G专网利用运营商网络频谱资源及移动网络运营优势,针对工业制造、能源矿山、交通物流、港口码头、军队/监狱机构、城市安防、新媒体、医疗及大型企业等场景,为客户打造“专建专维、专用专享”的专有网络,提供以5G为核心技术的综合型专网,融合切片、MEC、Wi-Fi6等技术,为客户提供定制化的QoS保障和业务隔离的安全独立网络。

根据网络定制化程度,5G专网产品分为5G独立专网、5G混合专网、5G虚拟专网三种,为客户提供特定区域覆盖、数据可靠传输、业务安全隔离、设备可控的基础连接网络,满足客户在组织、指挥、管理、生产、调度等环节的通信服务需求。

行业专网由核心网、基站、回传网、终端、网管系统等构成,网络结构如图2所示,行业专网建设考虑定制化的行业业务需求,验证业务场景下5G网络带宽、时延、覆盖范围、容量等网络性能指标。专网的应用设计中需要重点针对业务的网络需求研究端到端网络切片方案并验证网络隔离性和安全性,分析业务适配性和业务承载性能。

### 2.2 无线和核心网络规划与流程

5G无线专网应满足业务发展需求,并与骨干通信网络协调发展。无线专网规划设计应结合行业生产、管理现状及发展目标,以业务应用需求为导向,提出规划设计思路、目标、原则和建设方案。在满足业务生产安全性的前提下,结合终端分布密度、各类通信设备资产全生命周期比选结果,建设无线专网,避免重复建设和重复投资。

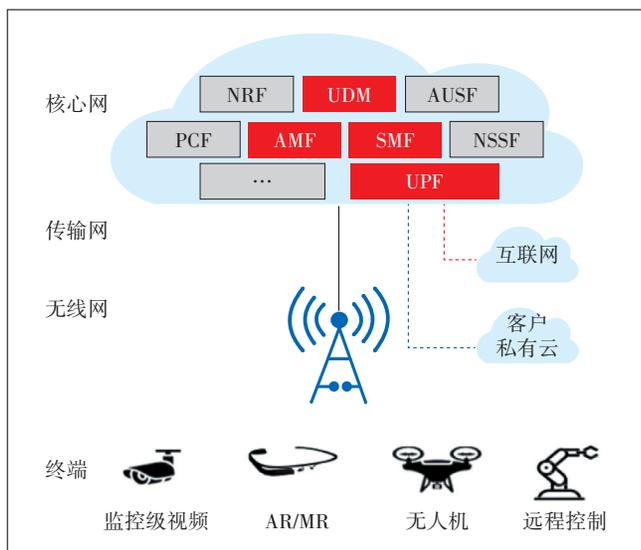


图2 5G行业专网关键技术

专网规划设计应包括业务需求分析、核心网规划、基站规划、回传网投资分析。以电力无线专网为例,在专网的设计中采用先进成熟的无线通信技术,提供安全的数据传输通道,规划建设应统筹考虑调度自动化、配电自动化、用电信息采集等业务以及无线终端、网管系统、网络安全、机房和电源部分等软硬件系统。以下是5G无线专网规划设计的主要原则。

a) 安全性原则。无线专网规划设计应以保障业务安全稳定运行为核心,实现各类业务信息在无线专网中的安全可靠传输。

b) 标准化原则。无线专网规划设计应遵循统一的技术政策、技术路线、标准规范,对系统进行标准化设计。

c) 差异化原则。无线专网规划设计应实行差异化原则,充分考虑不同区域的发展水平、业务需求、系统规模差异,合理确定建设标准和规模。

d) 经济性原则。无线专网规划设计应遵循经济性原则,充分挖掘现有通信技术以使整体成本最优。

### 2.3 专网安全方案

5G专网在应用中需要满足通信设备的安全要求,确保网络及业务的安全、完整、可用。因此需要专网提供终端、接入、传输、边缘、核心、企业边界等端到端的安全防护手段,通过系统化的安全防护管理机制实现对用户、用户组和角色的管理,分权分域等安全控制。图3是专网网络安全架构。在5G网络中通过配置TAI与专网切片的对应关系,可灵活限制终端可接入的特定位置,防止跨区冒用,避免终端设备被恶意带走后相关的企业数据泄密的风险。5G核心网策略可灵活控制终端对企业资源的访问权限,同时在原有运营商认证基础上,增强企业自主二次认证能力,防止非法接入。

以某油田为例,5G专网整体解决方案架构如图4所示。

a) 无线覆盖方案:项目初期,在采油厂保护区以北区域开通一处5G基站,依据测试模型,基站可覆盖

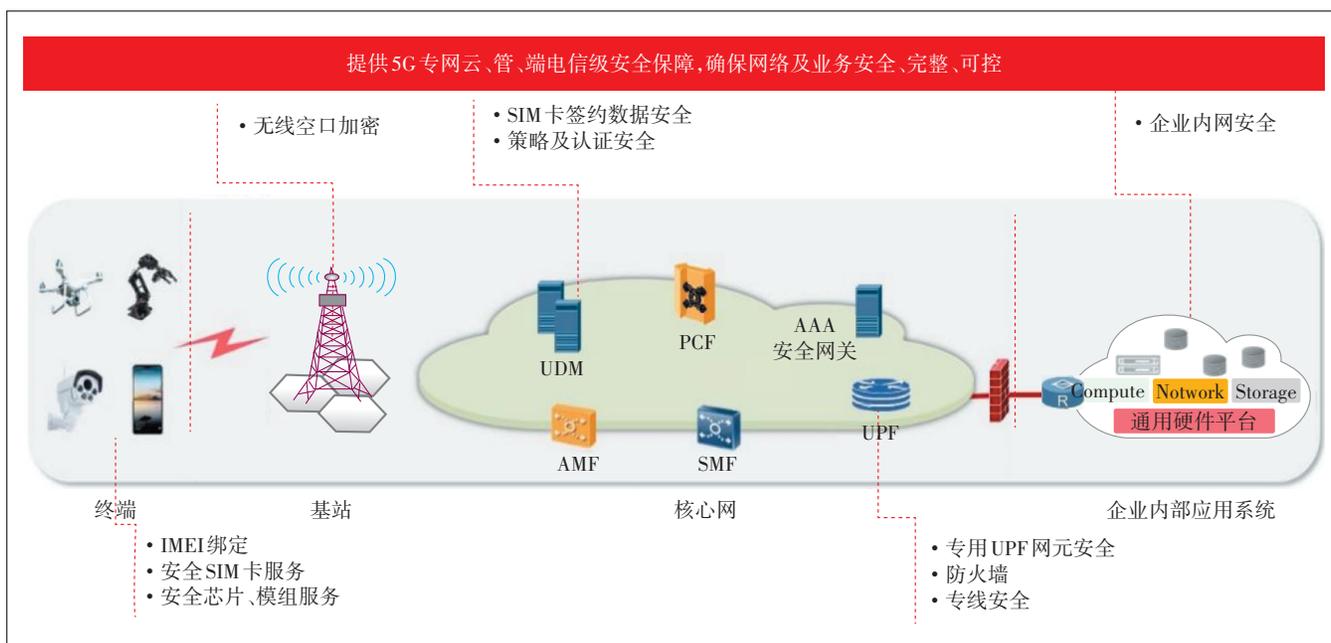


图3 端到端的5G行业专网安全方案

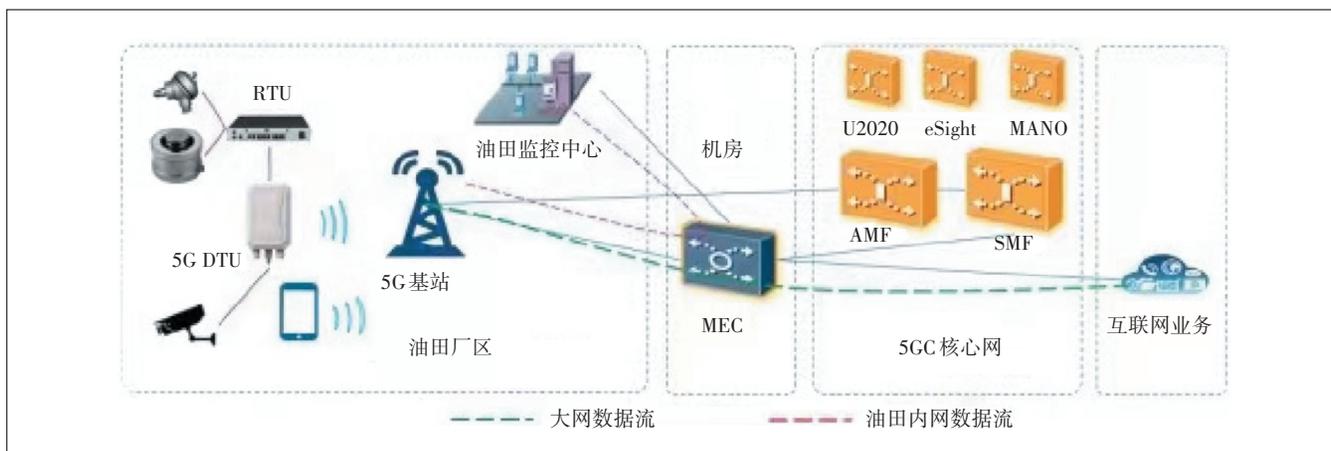


图4 5G油田专网设计案例

半径2 km以内的井场,单个基站覆盖数量可达200个。根据油井位置分布,规划了另外5个站点进行信号覆盖,基站建设完成后可基本满足保护区以北油井的5G覆盖。

b) 终端接入方案:无线压力、温度以及角位移传感器继续采用现网 Zigbee 通信方式,通过 RTU 汇聚后转换为 TCP/IP 协议与 DTU 互联通信,摄像头通过 TCP/IP 协议直接连接 DTU。DTU 装载中国联通 5G 卡后接入 5G 网络。

c) 5G 切片方案:5G 空口基于 5QI 进行业务优先级保障,5G 承载基于 DSCP 业务优先级保障,5G 核心网对用户进行 QoS 策略制定和管理。

该方案可与 2C/2H 用户共享 5G 网络资源,快速进行 2B 业务发放。用户保障基于 QoS 方案,无需改造现网,可以同时实现用户级和业务级体验保障。无线载荷、压力以及位移传感器通过 RTU 进行汇集,摄像机、DTU 以及电表等设备安装在距离油井旁十余米的立杆上,RTU 及摄像机通过双绞线连接 DTU,视频图像和传感器数据经过 DTU 接入 5G 网络。该方案在 5G 核心网上做用户策略配置,油井数据由 5G 基站转发至运营商机房的 MEC 上,与公网公众数据隔离。

### 3 5G 行业专网的商业模式

#### 3.1 专网项目商业模式

运营商在 5G 专网业务拓展中应重视运营服务,提升产品丰富性和灵活性。5G 专网属于典型的“集成+运营”类产品,集成服务包括无线网、传输网、核心网、自服务管理平台以及勘查设计、集成安装等服务。运营服务包括频谱占用、定制开发及服务、运维服务、知

识转移与培训、号卡服务等。5G 专网可根据客户需求及专网类型,灵活组合集成及运营服务。

#### 3.2 专网项目部署模式

以 5G 智慧矿山部署独立式 MEC 为例,在实际部署中 MEC 设备部署在矿山机房中,矿山专网流量进行本地卸载。企业注册用户可按企业定制需求访问不同网络,在兼顾企业专网和公网业务的同时,实现基于园区范围的网络隔离,保证了企业数据的安全性和隔离性。如图 5 所示,公网用户访问互联网按照路由①执行,专网按照路由②执行。

该专网方案通过与公网核心网对接,满足专网内用户访问公网的业务需求。同时在机房建设 MEC 边缘云,根据用户业务流特征,将访问本地网络的业务流分流到本地业务服务器,实现业务流量的本地卸载,避免流量迂回,降低用户访问时延。

#### 3.3 5G 专网应用案例

##### 3.3.1 5G 智慧矿山

在矿山场景通过在地面部署本地核心网、MEC 设备,在井下建设 IP-RAN 环网、多模 5G 基站为煤矿打造井下“一张网”的高质量网络环境,提供高速、低时延的数据传输能力,实现智能矿山的全面感知、实时互联、协同控制功能。

如图 6 所示,智慧矿山通信网采用混合 5G 专网方案承载生产类业务,在矿区部署专享基站+UPF,并部署 MEC 设备实现本地分流,具体建设内容如表 1 所示。

##### 3.3.2 5G 智慧钢厂

5G 工业专网建成后,平均网络时延将低于 15 ms,数据传输速率将提升百倍,相当于在工业园区搭建了

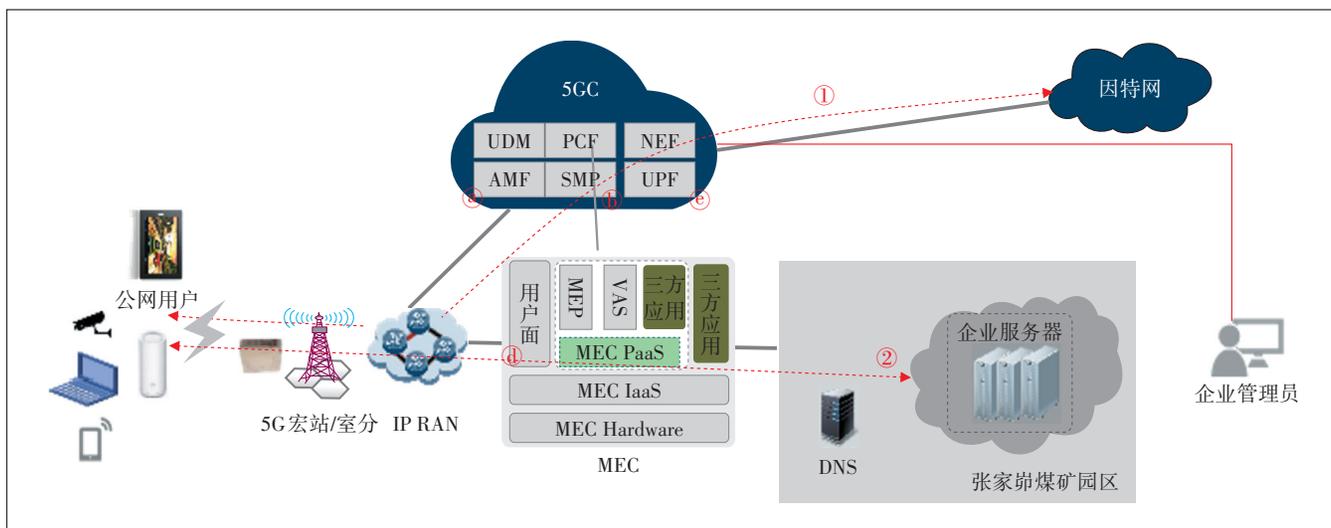


图5 5G矿山专网部署模式案例

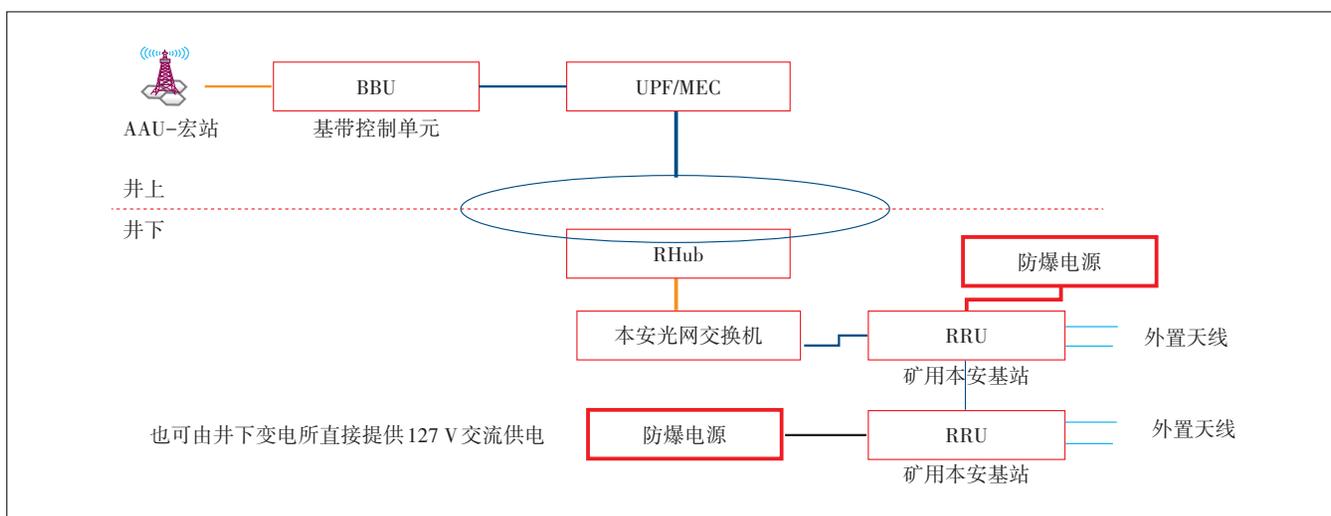


图6 某矿山塔5G专网示意图

表1 某矿山5G专网建设内容

序号	建设项目	建设内容
1	地面机房、UPF/MEC建设	机房、UPF/MEC、网络设备等
2	地面环网建设	南区、北区地面IPRAN环网
3	井下环网建设	南区、北区井下IPRAN环网
4	地面无线专网建设	地面4G、5G专网覆盖(基站共享)
5	井下无线专网建设	井下4G、5G专网覆盖(基站专用)
6	NB-IoT网络建设	地面和井下所有基站均开通
7	矿用本安型无线终端	本安型智能机、功能机

一条“无线信息高速公路”，实现实时设备状态监测、安全监控等应用。5G智慧钢厂的方案中结合5G网络、物联网等新技术，着力解决钢铁冶炼生产中的信息化应用等方面的问题。根据客户需求，生产作业场

景采用独立5G专网方案，办公生活场景采用混合5G专网方案。如图7所示，室外部署宏站设备，与中国联通大网共享使用；室内部署室分设备，客户独享。客户侧部署一体化独立核心网网元，通过MEC设备实现业务数据本地分流。方案建设内容如表2所示。

### 3.3.3 5G智慧港口

5G网络为港口高清视频回传提供了大带宽保障，为设备远程控制提供了低时延保障，在满足港口通信业务的同时，可以有效解决港口布线复杂、成本高的问题。如图8所示通过在港口部署MEC边缘云实现视频流、控制指令等业务流本地卸载，既保证了港口运营数据安全性，更进一步降低了业务传输时延。

根据客户需求，中国联通为其量身定做5G专网+

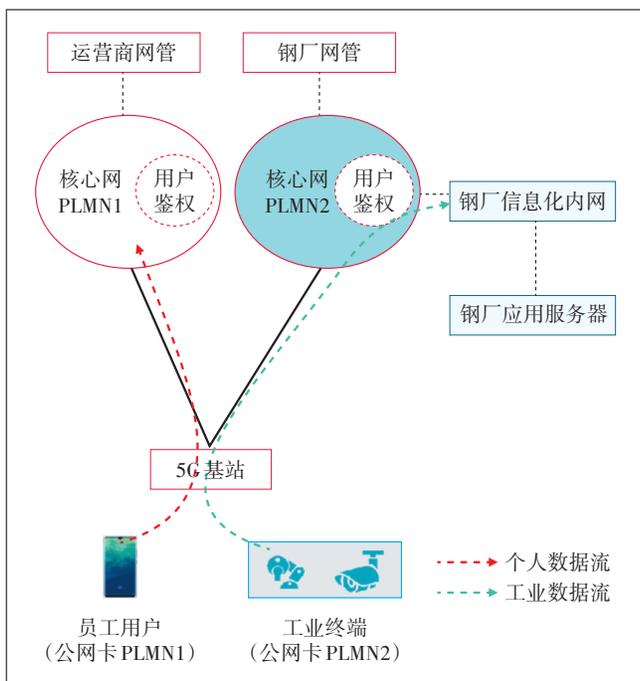


图7 5G工业专网示意图

表2 5G工业专网建设内容

序号	建设项目	建设内容
1	无线网建设	宏站、室分等
2	传输网改造	厂区内传输网新建及改造
3	核心网建设	独立整套核心网建设
4	5G工业终端合作研发	5G工业终端合作研发

MEC+CPE解决方案,实现应用本地化、内容区域化和

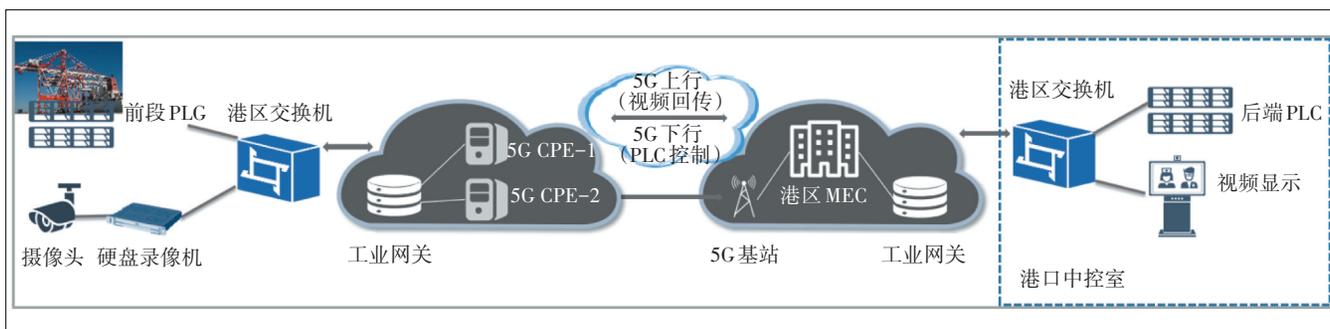


图8 中国联通智慧港口示意图

计算边缘化。此方案实现了港口设备全连接、远程控制、精准控制,大幅提高了港口设备的操作灵活性和工作效率,提升了港口作业自动化程度,减少了港口作业人员数量,降低了港口的劳动成本和作业安全隐患。

#### 4 结束语

数字化转型驱动着运营商提供差异化、定制化、融合管理的网络服务,以此确保行业关键业务高效率并行、业务数据安全以及网络管理的自主便捷。5G专网的网络定制、业务隔离、客户自服务等新能力满足垂直行业高度个性化、碎片化的需求,推动行业深层次变革。总的来看,行业的智能化升级对于5G网络的需求是非常明确的,包含了多业务承载、低时延控制、安全保障等特征。不同的应用场景具有不同的网络要求,这与行业的特征有关,也与客户定制化相关。对于5G网络建设和商业模式的弹性化提出了更高的要求。现阶段,矿山、制造等重要行业场景具备了商用的条件,在应用落地中证明了5G专网是最佳的解决方案。

#### 参考文献:

- [1] 曹津平,刘建明,李祥珍.面向智能配用电网络的电力无线专网技术方案[J].电力系统自动化,2013,37(11):76-80,133.
- [2] 王鑫,韩振东,严斌峰.基于安全隔离度的5G专网部署模式[J].

- [3] 熊菲,金翠,陆申,等.内蒙古电网电力无线专网建设方案[J].内蒙古电力技术,2020,38(1):35-39.
- [4] 李良,谢梦楠,杜忠岩.运营商5G智能专网建设策略研究[J].邮电设计技术,2020(2):45-50.
- [5] 周勇帆.对于5G技术提升高铁Wi-Fi速度的研究[J].中国新通信,2020,22(2):79-80.
- [6] 周晓娟.5G应用背景下太仓港加快建设智慧港口的对策研究[J].物流工程与管理,2019,41(12):5-8,20.

- [7] 前瞻产业研究院.2020—2025年中国专网通信行业发展前景预测与投资战略规划分析报告[R].北京:前瞻产业研究院,2020.

#### 作者简介:

张涌,毕业于复旦大学,中国联通中讯邮电咨询设计院有限公司党委书记、执行董事、总经理,主要从事信息通信网络技术研究和工程项目咨询设计管理相关工作;王茜硕,助理工程师,硕士,主要从事移动增值业务相关咨询设计工作;杨鸿宾,高级工程师,博士,主要从事政企创新业务规划、能源工业行业网络业务研究工作。