

# 中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2023年5月/第5期

准印证号：(粤B)L011030048

## 视点

06 5G+工业互联网，开启全连接工厂新时代

09 协同推进园区网与现场网建设，实现5G全连接工厂



## 专题：5G全连接工厂

12 “1+N” 5G专网模式，推动5G从园区网深入现场网





第27卷/第05期  
总第416期

中兴通讯技术 (简讯)  
ZHONG XING TONG XUN JI SHU (JIAN XUN)  
月刊 (1996年创刊)  
中兴通讯股份有限公司主办

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》顾问委员会

主任: 刘健  
副主任: 孙方平 俞义方 张万春 朱永兴  
顾问: 柏钢 方晖 李伟正 刘金龙  
陆平 胡俊勍 华新海 王强  
王全

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑委员会

主任: 林晓东  
副主任: 黄新明  
编委: 丁翔 黄新明 姜永湖 柯文  
刘爽 林晓东 马小松 施军  
孙彪 魏晓强 杨兆江 朱建军

#### 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

总编: 林晓东  
常务副总编: 黄新明  
编辑部主任: 刘杨  
执行主编: 方丽  
发行: 王萍萍

主办单位: 中兴通讯技术杂志社  
编辑: 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部  
发行范围: 国内业务相关单位  
印数: 5000本  
地址: 深圳市科技南路55号  
邮编: 518057  
发行部电话: 0551-65533356  
网址: <http://www.zte.com.cn>

设计: 深圳市奥尔美广告有限公司  
印刷: 深圳市旺盈彩盒纸品有限公司  
印刷日期: 2023年05月25日



柏钢  
中兴通讯副总裁, RAN产品副总经理

## 5G全连接工厂, 奠定数字化转型的基石

实体经济特别是制造业是我国经济的根基所在。当前我国正处于制造大国向制造强国迈进的重要关口期, 各行业一直持续推动智能化、网络化、绿色化、数字化发展, 加快发展数字经济, 支撑产业升级。2022年8月, 工信部印发《5G全连接工厂建设指南》, 为5G全面赋能工业行业注入了新的活力。中兴通讯在践行5G赋能行业数字化转型过程中, 始终秉承“建一张最全面的网, 建一朵最灵活的云”的发展理念, 与产业伙伴和客户一起实现产业数字化的价值增长。

在“5G+工业互联网”领域, 5G在数字化转型中发挥的作用分为两个阶段: 第一个阶段是“行业虚拟专网”即“园区网”, 第二个阶段是“生产现场网”。在2022年“绽放杯”入围项目中, 有62%的参赛项目采用了虚拟专网。截至2023年2月底, 中国已部署超过238万个5G基站, 使用5G虚拟专网为行业信息化赋能, 可以最大化网络价值, 降低企业使用成本。随着5G应用向智能制造、智慧钢铁、汽车制造、港口物流等领域不断深入, 5G应用逐步向生产领域延伸, 这类应用的共同点是对网络时延、抖动、可靠性要求极高, 同时需要永远在线的远程运维。中兴通讯联合行业伙伴一起适时推出了面向生产域的专用产品和解决方案, 将生产域的数字化转型进一步推向深入。

在“5G+工业互联网”的大潮中, 中兴通讯将以开放、包容的姿态, 参与到各个生态组织的合作中, 以“云+网”为载体, 为行业筑基, 为企业赋能。

# 目次

中兴通讯技术（简讯）2023年第05期



## “1+N” 5G专网模式， 推动5G从园区网深入现场网

中兴通讯和三大运营商以及各行业伙伴一起进行了5G应用的广泛实践和优化迭代，摸索出“1张园区网+N个现场网”的5G专网模式，带领5G应用逐步从园区网深入现场网。

### 视点

- 06 5G+工业互联网，开启全连接工厂新时代  
汪竞飞
- 09 协同推进园区网与现场网建设，实现5G全连接工厂  
费腾

## 专题：5G全连接工厂

- 12 “1+N” 5G专网模式，推动5G从园区网深入现场网  
倪燕子，束裕
- 16 5G现场网，赋能工业制造数智化升级  
何继青，韦立
- 19 5G+云化PLC，推进工控变革  
胡浩

- 22 5G工业基站，助力5G深入工业产线  
黎云华
- 24 深入5G专网场景化应用，Mini5GC助力OT域核心生产  
李春峰
- 26 5G双域专网解决方案，实现ToBToC业务双网融合  
赵琼鹰，陆强
- 28 双发选收提供高可靠业务保障，助力5G现场网确定性  
陆志恩，王峥
- 30 5G融合定位解决方案，赋能高危场景安全管理  
王红欣，束裕
- 32 数字星云助力产业数字化转型  
崔卓，任军

## 解决方案

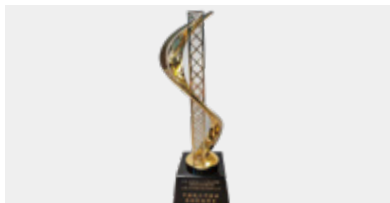
- 34 5G远程驾驶，助力港口轮胎吊自由周转  
汤红
- 36 露天矿5G专网方案，助力无人矿卡规模应用  
周建华



## 成功故事

- 38 武钢有限：打造5G全连接工厂行业标杆  
刘嘉
- 40 ToBeEasy方案助力棋盘井煤矿智简运维  
张亚飞，张博

## 02 新闻资讯



## 中兴通讯获“2022境外可持续基础设施项目”称号 全球范围内贯彻可持续发展理念

4月11日，由中国对外承包工程商会主办的“第一届国际工程ESG管理论坛”及颁奖典礼在北京成功举行。中兴通讯凭借菲律宾DITO项目在ESG方面的突出贡献，荣获“2022境外可持续基础设施项目”称号。

本次论坛作为“国际可持续基础设施促进机制”（MISIP）项下的重要活动，旨在进一步倡导ESG理念，帮助企业提升ESG管理水平，改进企业在境外项目中的ESG实践。

## 中兴通讯助力中国电信打造更普惠的天翼云电脑服务

4月26—30日，第二届中国电信云生态大会在福州海峡国际会展中心举办。大会作为第六届数字中国建设峰会的重要组成部分，中国电信以“国云筑基，智算引擎”为主题，发布最新科技创新成果及生态建设成果。会上，中兴通讯展出全系列云电脑终端，结合天翼云电脑平台，全面

赋能企业、家庭、个人，满足多场景电脑上云需求。

近年来，中国电信持续深耕云网融合，加快推进算力设施建设和升级，积极打造基于广域网运营的创新型云电脑，促进云网资源和新型终端消费，全面拓展云电脑CHB领域业务新场景，为用户提供更普惠的云电脑服务，促进数字经济蓬勃发展。

中兴通讯作为中国电信的优质合作伙伴，为中国电信提供极具竞争力的云电脑终端支持，其中驭风、玲珑、扶摇全系列云终端上架中国电信集团终端库，成为中国电信吸引客户、提升客单价、增加客户粘性的爆款产品，实现规模销售。



## 山东联通联合中兴通讯验证5G 4.3Gbps速率 助力淄博烧烤节

4月29日—5月3日，首届淄博烧烤节隆重开幕。为配合淄博烧烤节顺利举办，山东联通联合中兴通讯在淄博完成3.5G 300MHz带宽的5G三载波聚合端到端商用验证，测试结果显示：三载波的叠加峰值速率达4.3Gbps，单用户峰值速率最高可达3.2Gbps，是常规5G网络速率的3~4倍，彰显了极致的5G性能，为即将拉开序幕的淄博烧烤节奠定坚实通信网络基础。

## 武钢有限、武汉联通和中兴通讯荣获《通信世界》2023年十大“5G专网典型应用方案与实践标杆”

4月23日，《通信世界》全媒体举办的“2023 5G专网融合创新发展论坛”上，中兴通讯、武汉钢铁5G全连接工厂项目荣获十大“5G专网典型应用方案与实践标杆”，意在进一步扩大5G应用场景，推动5G行业应用规模复制。

## 中兴通讯巨满昌当选ETSI NFV技术指导委员会副主席

中兴通讯无线标准专家巨满昌成功当选ETSI NFV技术指导委员会副主席，持续为全球自智网络领域发展贡献中兴力量。

ETSI是当前自智网络相关最重要的四大标准组织（TM Forum、CCSA、3GPP SA5、ETSI）之一。NFV也是ETSI最具标准影响力的标准工作组之一，在全球范围内最早提出NFV理念，目前是该领域影响力最大、最权威、参与成员最多的国际标准组织。

## 中兴通讯一季度实现净利26.4亿元 同比增长19.2%

4月21日，中兴通讯发布2023年第一季度报告。报告内容显示，2023年1—3月，公司实现营业收入291.4亿元，同比增长4.3%；归母净利润26.4亿元，同比增长19.2%；扣非归母净利润24.5亿元，同比增长25.7%；经营性现金流净额达23.3亿元，同比增长95.9%。

2023年，外部环境依旧复杂多变，为企业经营带来挑战。对此，中兴通讯确定“精准务实，稳健增长”的经营策略，通过业务上精准定位，



资源上高效投放，以及持续优化流程，不断增强公司面对不确定性的预判力、免疫力和适应力。

基于长期积累的ICT全栈核心能力，公司围绕网络、算力、云网融合为全球客户构建全面高效的数字底座，充分把握数字经济建设、人工智能应用带来的发展机遇，2023年一季度整体业绩实现稳健增长。

其中，运营商网络在逐步提升无线、有线关键产品市场份额的同时，持续拓展与运营商在算网、云网融合上的合作，推进服务器及存储、新型数据中心、数据中心交换机、数字能源等创新产品的快速上量。

政企业务方面，在光传输产品保持增长态势的同时，服务器及存储正快速突破金融、互联网等行业并形成

规模应用，成为政企业务的重点增长引擎。数据中心、数据通信、数据库等产品也逐渐成长为国内政企市场上的主力军。依托公司数字化能力沉淀的“数字星云”平台，持续为智能制造、低碳园区、智慧港口、交通运输等应用场景赋能。

消费者业务在构建全场景智慧生活2.0方面持续发力，发布搭载第四代屏下摄像的个性影像旗舰nubia Z50 Ultra，全球首款AI裸眼3D平板电脑nubia Pad 3D等多款首创新品。中兴5G MBB&FWA数据终端产品持续全球领先。家庭信息终端营业收入保持双位数增长，智慧家庭继2022年底发布新品AX5400Pro+后，2023年一季度推出新品小方糖路由器，持续丰富产品矩阵。

### 中兴通讯光网络双第一！ 200G连续两年增速第一， 400G同比增速第一

全球分析机构Omdia对外发布2022年第四季度《超100G相干光设备端口市场份额报告》。报告显示，2022年中兴通讯200G端口延续了2021年的强劲发展态势，实现全球发货量第二，增速蝉联第一。与此同时，公司400G long haul端口正实现快速上量，2022年第四季度发货量同比增速第一。

截至目前，中兴通讯光网络产品已在全球100多个国家大规模应用。

### 中兴通讯亮相第二十九届中国国际广播电视信息网络展览会

4月19日，第二十九届中国国际广播电视信息网络展览会（CCBN2023）在北京首钢会展中心盛大举行。中兴通讯以“新视界 新生态”为主题，展示打造网络新智慧、丰富数字新生活、激活产业新动能等内容，诠释中兴通讯如何依托自主创新的云网基础设施，赋能智慧广电开拓媒体创新。

### 重庆移动携手中兴通讯完成双智协同网络商用首发

4月，重庆移动联合中兴通讯完成了5G双智协同网络的商用首发。双智协同网络将网络级的“智能互操作”和用户级的“智能编排”有机结合起来，同时实现网络性能最优和用户体验最优。现网1000多个小区开启双智协同网络的能力后，超过76%的5G小区都进行了互操作参数的有效自动优化调整，同时低速率用户占比降低。

## 上汽集团、联创汽车电子与中兴通讯深化战略合作

4月22日，上海汽车集团股份有限公司（以下简称“上汽集团”）、联创汽车电子有限公司（以下简称“联创汽车电子”）与中兴通讯股份有限公司（以下简称“中兴通讯”）达成深化战略合作。同期，联创汽车电子和中兴通讯成立联合创新中心并联合发布T-BOX产品方案。

本次联合发布的T-BOX产品方案，是基于中兴通讯车规级4G模组进行的整机设计与研发。该4G模组内置符合AEC-Q100的自研车规级芯片，遵循IATF16949:2016标准设计，可实现全球范围的网络连接，具备独家网络优化和诊断方案，提供丰富接口，支持信息安全，满足主机厂不断降本增效的需求。

## 中兴通讯数字星云2.0发布 数据、算法、算力能力全方位升级

4月12日，中兴通讯2023年度云网生态峰会在深圳召开，中兴通讯副总裁陆平在会上发布数字星云2.0，以数据要素驱动数智转型。

此次发布的数字星云2.0，将帮助企业行业变局之下实现数据要素驱动的数字化转型，在数智时代占得先机。数字星云2.0针对数智时代三大要素——数据、算法、算力全面升级，在数字资产交易、敏捷开发、集成使能以及技术领域能力四个方面更智慧、更聪明。

针对数据要素，数字星云2.0提供更强大的接入集成、计算存储、数据治理和共享交易能力。针对算法要素，

数字星云2.0一方面提供了更多的高价值算法，另一方面提供强大的开发工具，让开发更快更省心。针对算力要素，数字星云2.0作为软件平台，可以在数据处理、AI训练、AI推理部署三大环节，帮助企业节省算力资源、提升算力使用效率。

在成本方面，数字星云2.0部署更敏捷，运维更省心，形态更灵活，综合成本比1.0更低。

数字星云2.0将与合作伙伴一道，共同开拓大企业数字化、城市生命线、低碳园区、5G全连接工厂、城轨大数据、港口数字化、智慧口岸、水利数字孪生等市场，实现共赢。



## 中兴通讯发布全球首款5G云笔电“驭风2”

4月12日，中兴通讯在深圳举办2023年度云网生态峰会，会上发布了全球首款5G云笔电——中兴云电脑“驭风2”，搭载超强“中国芯”，内置标准5G模组，极致轻薄，缤纷配色，为用户提供更个性化的选择。

## 河北移动携手中兴通讯和联发科技完成SmartDuplex时频互补CA业界首次商用验证

4月，河北移动携手中兴通讯和联发科技（MediaTek）完成Smart Duplex时频互补CA的业界首次端到端商用验证。实测结果显示，单用户的下行速率可达2011Mbps，上行速率达1068Mbps，同时端到端时延降低到3.48ms。Smart Duplex时频互补CA带来的上下行超高速率和端到端超低时延，可一站式满足各种行业应用的多元化需求。

## 中兴通讯助力广东省完成全球首个长航时大载荷无人直升机应急通信系统实战演练

4月，中兴通讯助力广东省应急厅与通管局完成世界上第一个利用长航时大载重无人直升机基站进行应急通信的演练，通过积极探索ICT技术应对新形势下的突发应急响应与救援需求，针对“断路、断电、断网”极端场景导致的救援力量难以及时、精确、针对性地展开和部署，解决“看不见、呼不通、听不到”的重大难题，用数字化为国土筑起安全防线。

## 多款重磅新品及解决方案发布

### 中兴通讯举办2023年度云网生态峰会

4月12日，2023年度中兴通讯云网生态峰会在深圳成功举办。本届峰会以“筑路数字经济，共赢云网生态”为主题，邀请政府领导、行业领袖、专家及近千家合作伙伴代表出席，围绕如何加速行业数字化转型，拥抱数字化变革、探索数字经济发展新动能等议题展开深入探讨。

中兴通讯总裁徐子阳在开幕致辞中指出，随着数字中国建设整体框架的提出，以及ChatGPT、文心一言等AI创新应用的推出，数字技术与社会经济融合发展的浪潮正席卷而来，作为“数字经济筑路者”，中兴通讯将勇担时代使命，通过强化ICT端到端的全栈核心能力，构建更高效的数字底座，打通经济

社会发展的信息“大动脉”。

深圳市人民政府副秘书长黄强在致辞中表示，希望中兴通讯积极融入深圳发展战略，发挥行业龙头企业引领作用，加大原创性、引领性科技攻关力度，着力突破一批关键核心技术，在网络与通信、数字化转型等赛道上当好排头兵，为深圳加快建设中国特色社会主义先行示范区作出新的更大贡献。深圳市政府将为包括中兴通讯在内的广大企业提供更加优质的服务、更加广阔的舞台。

主论坛外，本届峰会还同期举行了金融、电力、交通、政务、大企业、商业等行业分论坛及服务论坛、终端峰会。

### 中兴通讯携手AIS在泰国举办服务器新品发布会



近日，中兴通讯携手泰国业界领先的智能数字网络提供商AIS在泰国成功举办服务器G5系列新品发布会。

此次，中兴通讯共发布了5款服务器新品，包括R5200 G5高密度服务器、R5300 G5全场景通用服务器、R5500 G5海量存储服务器、R6500 G5异构算力服务器和R8500 G5高性能服务器。G5系列服务器新品支持液冷散热，具备高密度算力、灵活扩展、异构算力、海量存储、稳定可靠等特性。

### 中兴通讯携手巴西Multi PRO完成智慧家庭云平台SCP商用部署

近日，中兴通讯携手巴西Multi PRO在巴西率先完成了智慧家庭云平台（smart cloud platform, SCP）的商用部署。中兴通讯SCP平台可以提供家庭Wi-Fi网络的可视化管理、远程调优、主动运维等功能，有效助力巴西家庭宽带品质的升级和家庭网络体验的提升。

### 中兴通讯交换机、路由器产品Q4国内份额跃升第二

国际数据中心IDC（International Data Corporation）发布2022年第四季度《中国以太网交换机市场跟踪报告》和《中国路由器市场跟踪报告》。报告显示，2022年中兴通讯交换机和路由器产品市场份额增速第一。2022年第四季度，中兴通讯数据中心交换机运营商市场排名升至国内第二；中兴通讯路由器产品市场排名升至国内第二。

### 中兴通讯联合杭州电信试点基于XGS-PON全光网络的4K多视角直播

4月，中兴通讯联合杭州电信在杭州某知名直播基地完成XGS-PON现网应用试点。本次试点通过XGS-PON OLT+FTTR全光组网+XGS-PON Wi-Fi 6 AX3000网关，接入多路专业摄像机和4K Full NDI（network device interface）直播系统，为直播基地每个直播间提供全光超千兆大上行企业宽带接入，实现4K多视角和VR高品质直播演示。

# 5G+工业互联网， 开启全连接工厂新时代



汪竞飞

中兴通讯无线ToB规划总监

2022年8月，工信部发布《5G全连接工厂建设指南》（以下简称“指南”），这是继《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》后在5G赋能行业方面的又一重要指导意见。《指南》明确提出建设“产线级”“车间级”“工厂级”全连接工厂，形成生产单元的广泛连接、信息（IT）运营（OT）的深度融合。

在实现全连接工厂的诸要素中，5G和工业互联网是最核心的要素。其中，工业互联网直接为企业IT&OT业务系统服务，而5G网络则是工业互联网运行的重要保障。

## 工业互联网在高速发展的同时面临巨大挑战

在近年来数字经济大潮推动下，工业互联网发展迅速，据树根互联预测：工业互联网平台连接设备将由2021年的7600万台增长至2025年的1.8亿台，对应工业互联网连接设备市场规模约360亿元。同时平台系统解决方案将为工业互联网解决方案服务商带来更多的增量收入。

在规模发展的同时，工业互联网平台建设也

凸显出一些问题。

当前工业互联网的典型应用以单一环节的数字化改造为主，没有形成统一的建设方案，“单点”业务还可能会进一步为企业数字化转型带来更多信息孤岛。此外，传统企业的IT、OT网络往往由不同厂家建设，并由独立的部门分别管理，在企业内部也形成了一道“墙”，企业数字化改造仍处在初级阶段。

目前企业生产域网络仍然以工业以太网为主，复杂的有线连接对于企业网络部署和柔性化改造都是一大压力。

绝大部分企业不具备生产现场边缘上云的能力。智能制造的流程和规模越发复杂，越需要各系统间数据的融合和开放，在工业核心的OT域，当前主流工业控制都是传统厂家成熟的系统，系统间不能兼容和互通。对于企业来说，最有价值的资产是数据，目前“七国八制”的数据现状，使得企业难以将数字资产积累下来，难以进行流程优化和迭代改进。

## 5G赋能工业互联网

5G的引入，可以极大地解决工业互联网目前



所面临的问题：从连接层面看，可实现“人机料法环”的应连尽连，统一孤岛数据；从网络层面看，5G全新的组网架构，媲美工业以太网的高可靠性、高稳定性的网络，保障了工业核心OT域的生产要求；5G天然具备云边协同能力，企业可以自主部署应用，改变工控厂家数据“七国八制”的局面。

无处不在的5G网络，可以实现全连接工厂“人机料法环”生产要素应连尽连，第一次用统一的解决方案将生产过程的各系统连接在一起，成为工业数字化全面转型升级的基础。生产要素的应连尽连包括人员的连接、自动化设备的连接（机械臂、数控机床等）、物料的连接、制造管理控制系统的连接、生产环境数据的连接等。

### 5G提供多层次全连接组网

“5G全连接工厂”明确定义了工业互联网的连接层次，包含“工厂级”“车间级”“产线级”三级。

在传统工厂的网络建设中，往往首先建设的是“工厂级”的“园区网”，该网络的特点是：解决了工厂IT网络和部分生产网络上云的问题，网络覆盖范围比较广，大多数情况下，园区网络与公众用户网络是共享的。

随着连接的领域向“车间级”“产线级”拓展，以共享方式为主的“园区网”就不再适用，

在车间和产线级，最需要解决的问题是OT域的可靠连接以及本地的算力部署的“现场网”。另外，与“园区网”尽可能由一张网解决所有连接问题不同，“现场网”是针对特定的OT域业务定制的，有多个不同种类的OT域场景，就会有多张定制的“现场网”。

5G网络提供了丰富的组网框架，针对“园区网”采用兼容运营商网络的组网方式，在园区内下沉UPF；针对“现场网”采用一体化超融合组网方式，在车间/产线本地完成组网（见图1）。

### 5G无线通信技术更具灵活性、可靠性

工业互联网通信协议目前业界主要有三种技术：现场总线技术、工业以太网技术及无线技术。对比三种技术，现场总线技术具有较高的可靠性，工业以太网技术具有较大的传输速率，无线技术具有较便携灵活的部署方式。

现场总线技术主要提供现场传感器到控制器、控制器到执行器或控制器与各输入输出控制分站间进行数据通信的支持。

工业以太网遵从TCP/IP框架，具有接口简单、协议开放、可靠性高、传输速率快、互通便捷等优势。

以5G为代表的无线通信主要优点是不需要布置供电线路，而且能够连接更多监测和控制点。5G和TSN结合，将TSN部署于控制器到现场设备

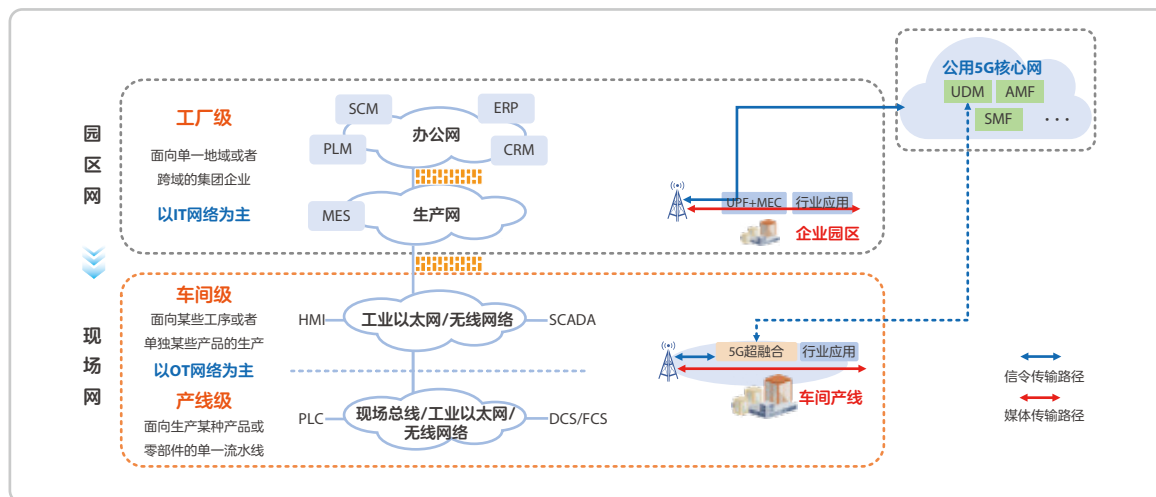


图1 5G“园区网”+“现场网”

之间，可实现控制信号的高质量确定性时延传输；将TSN部署于控制器之间，实现协同信号的高精度同步传输；将TSN部署于IT网络与OT网络之间，可实现生产数据向信息系统的上传以及控制管理信息向生产设备的下发。

### 5G算网协同，为全连接工厂灵活定制算力

得益于5G网络的开放性，5G网络天然具备“云、边、端”的协同算力。工业企业在一次性投入建设5G网络的同时，也可以同时部署靠近企业生产现场的算力。企业依据“工厂级”和“车间+产线级”不同场景的算力需要，可灵活选配5G网络的算力资源，将最适合的业务系统就近部署，最大程度减少因网络迂回带来的时延损失。与此同时边缘算力部署位置在企业园区内，从管理域上划分属于企业管理范畴，可以按照企业的安全策略统一管理算力资源及上层应用，减少了数据安全风险。

在工业互联网具备了灵活的算力条件后，对于企业的OT域核心业务，将会有更多的选择，可以不仅仅局限于既有工控企业的封闭系统方案，更有机会可以使用新兴的开放系统方案，从而可以不断积累生产数据，持续优化和提效。

### 5G+工业互联网，催化产业新蓝海

在全连接工厂拉动下，5G和工业互联网协同发展，不仅提升了工业互联网的价值和渗透率，更能促进整个全连接工厂新兴产业链的发展。

#### 工业设备上云

设备上云是工业互联网发展的必然选择。根据工信部对“十大双跨”工业云平台设备平均接入数的统计，平均接入设备数从2018年的57万台增长到2022年的140万台，年复合增长率超150%。

工业边缘计算网关在底层将现场设备封装成web服务，通过工业网络联接到工业数据平台中。边缘网关+云平台组成的云到端的平台型解决方案，越来越成为企业数字化转型的主流，由

此可以解决传统数据管理带来的数据孤岛问题。

### 工业网关在增长的同时可获得高溢价

根据工信部数据，我国2020年重点工业互联网云平台连接设备数约为6200万台；根据《“十四五”国家信息化规划》，得益于5G网络的深入建设，工业互联网上云设备数将由2020年的13.1%上升至2025年的30%，达到1.81亿台，增速可观。

工业通信设备与商用通信设备应用场景不同，其部署场景较为苛刻。因此，工业通信设备在元器件、产品用材、稳定性、配套软件选型方面相比通用设备有一定差别，同样规格的工业通信设备是通用设备价格的2~3倍，工业终端可获得更高的溢价。

### 工业控制，自主可控

目前工业互联网市场主要被国外品牌所占据，市场占有率达43%，头部企业包括西门子、罗克韦尔、Belden（百通赫斯曼）等。传统工业控制企业深耕行业多年，客户黏性强，铸就了较高的市场壁垒；通过为工业客户提供整体解决方案，使得工业客户端到端应用被锁定在产品生态内。国内公司致力于构建开放系统打破垄断，但多数企业仍处在初创期，市场占有率较低。

5G技术使得网络架构更加扁平化，给工业互联网新兴厂商带来发展机遇。初创公司可以基于5G网络构建云化PLC系统，通过5G工业网关传输PLC控制指令，打破传统工控系统的垄断。基于5G的无线控制系统可节约布线工作量的40%，基于5G网络的云端PLC+本地IO联动的系统，可以使工控系统硬件整体节约30%。

中兴通讯是5G网络全球领导者之一，目前已携手全球90多个运营商、500多个合作伙伴开展了广泛的5G创新应用探索，形成了大量行业创新应用用例。在数字化转型、“全连接工厂”的建设大潮中，中兴通讯始终是运营商和行业企业最有力的合作伙伴。ZTE中兴



费腾

中兴通讯无线产品规划总工

# 协同推进园区网与现场网建设， 实现5G全连接工厂

2022年8月，工信部下发了《5G全连接工厂建设指南》（下文简称《指南》），不仅明确了5G全连接工厂的定义，还对5G全连接工厂的建设内容和建设原则提出了明确要求。本文围绕《指南》中对全连接工厂5G网络建设的要求和原则，通过归纳应用场景，分析关键要求，讨论全连接工厂5G网络的构成，提出产业链各方协同推进全连接工厂5G网络建设的一些建议。

## 5G全连接工厂应用场景和关键要求

依据《指南》中的“遵循规律，需求导向”的建设原则，聚焦重点行业和典型业务，我们归纳总结切实需要引入5G网络的主要场景，可以分为以下几个大类：

- 可移动：业务连接会大范围移动，无法采用

有线连接；典型业务有AGV、无人矿卡、无人集卡、无人机巡检、定位/可穿戴/AR等；

- 易磨损：业务连接会摆动/旋转，有线因磨损易断线停产；典型业务有天车远控、岸桥远控、采煤机远控等；
- 泛连接：业务连接数量大，数据量少，采用有线成本高；典型业务有环境/设备监控、差动保护/光伏面板控制等；
- 难改造：业务场景特殊，较难实施环境或设备改造以敷设网络线缆；典型业务有化工厂安全监控、机器视觉等。

针对上述适用场景，要支撑行业客户的数字化转型，5G网络应满足下列关键要求：

- 全覆盖：要保证整个工厂范围内，手机、平板、手环等设备都接入5G网络，才能普遍应用定位、AR辅助作业等技术，实现更完善的安全管理、更高效的生产作业；

- **高可靠**：上岸桥远控、天车远控钢水运输等业务都是生产的关键环节，5G网络故障会直接影响生产作业的安全和效率，所以网络必须具有高可靠性；
- **高性能**：上岸桥远控、机器视觉质检等业务，对传输时延、带宽有远高于公用移动网络的刚性要求，5G网络必须提供确定性的保障，而不是尽力而为的服务；
- **低成本**：要实现工厂全覆盖，要提供成百上千个设备的网络连接，单位面积及单个连接上的成本必须足够低，才能获得广泛应用；而且成本不仅包括设备、部署等CAPEX的部分，也包括能耗、运维等OPEX的部分；
- **易部署**：制造行业在数字化转型中，需要支持柔性生产，即生产线能便捷地调整和移动，5G网络覆盖也必须随产线一起调整和移动；依赖外部人员执行不仅成本高，而且周期长，这种场景下5G网络必须支持由企业人员自行调整部署；
- **易运维**：在工厂逐步实现数字化转型的过程中，应用5G网络的业务会不断增加和调整，依赖外部专业网络运维人员进行业务部署/调整/监控，不仅成本高，而且周期长，另外很多行业有特别的人员准入要求，这就要求5G网络必须提供企业客户自助运维的能力。

### 5G园区网与5G现场网

面对上述挑战，完全基于现有公用移动网络，很难满足高可靠、高性能、易部署的要求；完全新建专用网络，也很难满足全覆盖、低成本的要求。可见要建设真正能用、好用、可商用的全连接工厂5G网络，要落实《指南》在建设原则中要求的“注重实效，有序推进”，结合公网和专网，各取所长，形成面向全连接工厂的5G园区网（主要对应“工厂级”）和面向全连接工厂的

5G现场网（主要对应“产线级”和“车间级”），共同组成面向全连接工厂的5G网络。

#### 5G园区网

5G园区网以5G公网为基础，使用5G公网频段，为工厂提供全域连续覆盖的通信网，支持公网用户和专网用户的接入，通过设置公网切片、专网IT域切片、专网OT域切片实现公网隔离及专网内分域隔离。针对专网业务更高的性能要求，通过资源预留、差异化保障，实现更低时延、更大带宽、更高可用性；针对专网业务更高的安全要求，通过业务数据本地分流，保障业务数据不出园区；通过用户接入域的准入控制，保障公网用户无法访问专网内容。

5G园区网整体由运营商负责运维管理。为了让行业客户及时了解专网业务的运行状态，运营商开放专网业务的性能统计数据。为了提升专网业务部署和开通的效率，运营商向行业客户开放部分配置业务属性和业务要求的接口，允许行业客户在签约权益范围内自行配置和调整专网业务。

5G公网规划和建设时，不一定考虑了专网业务需求和分布，在规划5G园区网时需考虑：

- 当5G园区网仅在容量或覆盖方面不能满足需求时，应当按需增加站点，使用5G公网频段，补齐覆盖和容量；
- 当5G园区网受限于频段、组网架构等因素，在可用性、时延、确定性保障等方面无法满足部分有极致要求的专网业务时，就需要新建5G现场网以支撑OT域业务对网络性能的要求。

#### 5G现场网

5G现场网由专用网络设备组成，使用专用频段，仅为特定业务的作业区域提供覆盖；仅允许特定业务接入，通过CAG（closed access group）、UAC（unified access control）等准入

控制技术禁止公网用户接入，最大化降低网络服务的不确定性。业务保障方面，针对特定业务的可用性、时延等要求，结合业务特征，选择匹配的网络架构、帧格式等小区配置，调度策略等业务参数，实现特定业务的极致SLA保障；主要采用物理隔离的方式来实现网络安全，除单独部署5G基站之外，还可单独部署UDM、AMF、SMF、UPF，以匹配行业客户对网络安全的需求。运维管理方面，通信专业性要求不高的工作，如设备开通、业务部署等，由行业客户负责；通信专业性要求较高的工作，如复杂故障定位、覆盖调优、整体性能优化等，由运营商负责。网络规划方面，5G现场网规模远小于公网，网规人工成本占比远大于公网，为保证商用竞争力，必须提升操作效率，最小化人力投入。可采用以下技术提升网络规划效率：

- 远程化：外包采集环境照片和激光点云数据，远程完成环境建模；
- 自动化：基于环境模型、业务SLA，自动构建数字孪生网络，输出网络配置；
- 预配置：网络设备进场前预装版本和参数配置，实现现场即插即用。

## 5G全连接工厂协同建设建议

全连接工厂的建设就是充分集成新一代信息技术，深度融合信息技术（IT）和运营技术（OT），充分利用数据要素和创新应用的过程。其中5G网络的建设同样需要行业企业、电信运营商、网络设备商、终端制造商的共同参与，就需要依据《指南》在建设原则中要求的“融合创新，协同发展”，组织各方共同探索。同时因为5G园区网和5G现场网在各方面都有很大的差异，开展推进时应充分考虑两者的实际情况。

5G园区网基于5G公网建设，不涉及新机型，相关专网隔离、专网组网、业务保障等方案已比较成熟，具备大规模部署的基本条件，只是

行业客户对5G技术不熟悉，缺少部署5G网络的规范和案例参考。因此，现阶段推进5G园区网的主要建议是：

- 对齐规范：聚焦重点行业，由行业专家、电信企业、网络设备商、终端制造商一同制定行业5G园区网规范，包括行业特定的场景基线（覆盖、组网、业务），以及5G园区网能力基线（网络能力、终端能力），进而推动形成行业标准。
- 组织验证：组织包括行业应用、终端、5G网络各方的端到端实验室测试及行业现场测试，验证行业5G园区网规范的有效性。
- 推进行标：基于已验证的行业5G园区网规范，在CCSA等标准组织中，争取更多行业专家和厂商的共识，形成产业链各方均认可的行业标准。

5G现场网是新建专用网络，在组网、性能、运维等方面都与公网有很大的差别。虽然新设备、新架构、新技术已具备预商用或早期商用的能力，但面向规模商用还不完善。因此，现阶段推进5G现场网的主要建议是：

- 积极应用：针对5G园区网无法满足，且行业客户有明确需求的场景，积极部署5G现场网，验证新设备、新架构、新技术的实际效果；
- 现场拉通：针对5G现场网尚未满足的需求，组织电信运营商、网络设备商、终端制造商一同研讨解决方案，敏捷开发迭代，现场验证方案。

综上所述，建设全连接工厂5G网络的过程中，应先基于公网建设5G园区网，实现全域连续覆盖；再依据实际需求建设5G现场网，支撑核心业务连接。当前产业链各方应聚焦重点行业，拉齐5G园区网方案，以横向推广5G全连接工厂的初期建设。同时也应积极探索5G现场网的新架构、新技术，不断完善保障OT域业务的能力，以纵向深化5G支撑更多行业场景。ZTE中兴

# “1+N” 5G专网模式， 推动5G从园区网深入现场网

中兴通讯和三大运营商以及各行业伙伴一起进行了5G应用的广泛实践和优化迭代，摸索出“1张园区网+N个现场网”的5G专网模式，带领5G应用逐步从园区网深入现场网。



倪燕子  
中兴通讯RAN产品方案  
总监



束裕  
中兴通讯无线行业方案  
规划首席专家

**工**业不仅仅是国民经济的主导，更是社会经济发展的基础。近年来，我国陆续出台“5G应用‘扬帆行动’计划”“‘5G+工业互联网’512工程”等战略计划，促进产业各界进行5G与工业互联网的融合创新。“5G+工业互联网”已逐渐成为加速中国新型工业化进程的重要支撑。

多年来，中兴通讯和三大运营商以及各行业伙伴一起进行了5G应用的广泛实践和优化迭代，摸索出“1张园区网+N个现场网”的5G专网模式，带领5G应用逐步从园区网深入现场网，将“5G全连接工厂”的理念从工厂级、车间级到产线级，逐级落到实处，助力“5G+工业互联网”的深入拓展。

## 为什么需要5G现场网

中国一直在推动产业转型升级，加强自主创

新，发展高端制造、智能制造，期望把智能制造融入千行百业，助推传统产业在转型升级中提质增效。为贯彻和支撑国家的产业转型升级战略，工业和信息化部联合多部门，于2022年8月印发《5G全连接工厂建设指南》，旨在进一步推动“5G+工业互联网”融合应用由“外围应用”向“生产核心”渗透，深入推动产业转型升级。

与此同时，钢铁、矿山、港口、冶金、制造等各行业，都在由龙头企业牵头，积极研究和实践数字化转型之路。比如钢铁工业加大了信息化、数字化、网络化、智能化的投入力度，行业数字化发展水平明显提升。目前，国内超过80%的钢铁企业在推动智能制造，钢铁龙头骨干企业已基本完成产线级基础自动化、过程控制系统、生产执行系统、制造管理系统自上而下纵向集成的四级体系。

5G作为一种无线技术，将助力生产域应用由浅入深地“剪辫子”，摆脱线缆限制。深入生产



域，对5G技术来说，是机遇也是挑战。生产应用的确切性要求很高，仍需要产业链的不断探索和提升。对于行业客户来说，5G的高性能和无线化将从根本上改变其生产方式，助力实现柔性生产，带来产能、效益、人力、安全等多方面的价值潜力；对于运营商来说，应用越深入，价值潜力越大，用户粘性越高，将开辟出一片新的价值蓝海。

生产域应用有着其特有的诉求，首先，生产域应用对确定性有极致要求，而现有的园区网保障能力依托于大网，难以应用各种严苛的确定性保障措施；其次，每个现场网是一个最小的数据自治单位，数据的产生/接收/处理都需要在现场网自闭环，从而最大限度地保障连续性和安全性，而园区网数据依托于远端公有云，或者是下沉到园区级的数据闭环，难以匹配生产现场数据的自闭环；此外，一部分现场网，特别是部分产线需要在集成商预集成，并能随着产线的移动而

自由迁移，不受大网影响，而园区网服务于多个业务，甚至服务于公网用户，难以匹配产线的预集成和迁移。因此，直接依托园区网去服务生产现场，存在诸多限制，难以匹配生产域的特有诉求。我们推荐在现有园区网的基础上，按需叠加生产现场网，即构建1张园区网+N个现场网的“1+N”分层5G专网模式，从而更好地服务于生产域。

## 现场网的核心需求和挑战

PLC (programmable logic controller) 是工业控制的基石，PLC改造是数字化转型的关键。传统的现场工控网都是以PLC为核心，通过有线网络（工业以太网、现场总线等）连接现场各环节设备。传统现场工控网数字化转型面临的主要问题是：部署调整难，有线网络部署难，容易故障，产线调整困难，柔性程度低，无法匹配业务

的升级换代；经济成本高，传统PLC生态封闭，七国八制，供应商定期升级软硬件收费昂贵；国产化程度低，存在卡脖子风险。

我们在多个行业展开场景化应用改造的摸索实践：钢铁无人天车场景，移动的天车和后台自动化控制系统可借助5G实现PLC北向“剪辫子”，从而让无人天车的部署更加便捷，也避免了线缆随天车移动带来的诸多隐患和故障点；物流自动分拣场景，分拣机各设备之间需要协同配合，常规大型自动控制中心有数千点位的PLC的协同控制，借助5G实现主从PLC“剪辫子”，可极大简化物流中心的线缆部署，是自动化分拣系统升级的最佳方式；3C电子制造场景，生产任务随订单调整，柔性需求高，借助5G可实现PLC控制和设备之家的南向“剪辫子”，让整个产线实现无线化部署，利于柔性化生产。

综合各典型现场网场景，我们发现，5G要服务车间级和现场级的生产域网络，面临三大挑战：

- 性能保障难：随着5G“剪辫子”的逐级深入，性能保障难度加大，比如，南向PLC需

要超低时延保障；

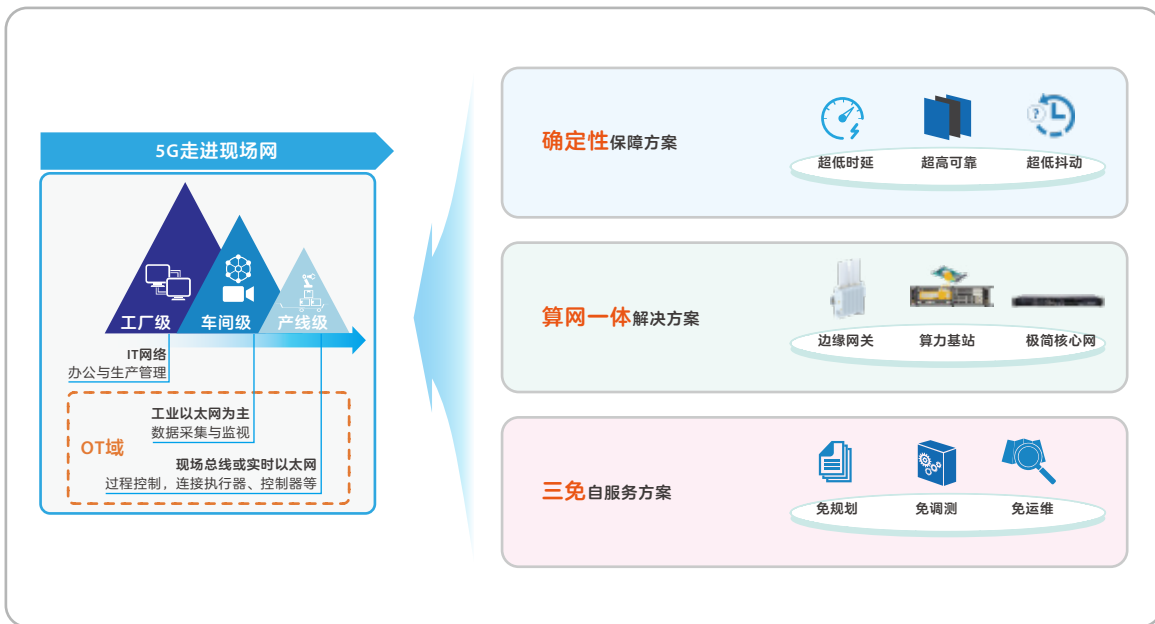
- 云网业兼顾：行业应用通过5G“剪辫子”后，便于业务集中部署，云化是当前的发展趋势，需要考虑如何同时兼顾5G网络+云平台+云化PLC等多样化应用；
- 运维门槛高：5G“剪辫子”为行业应用提供了便利，但传统5G网络复杂，技术门槛高，难以匹配行业客户自运维需求。

### 中兴通讯5G现场网的三大核心方案

通过项目的摸索实践，针对5G现场网三大挑战，中兴通讯提出了5G走进生产域的三大核心方案：确定性保障方案、算网一体解决方案、三免自服务方案（见图1）。

#### 分级的业务确定性保障方案

生产域的常规应用，包括数据采集、AGV、PLC北向等业务，对时延可靠性的需求大多在20ms@99.99%级别，针对这类业务，我们建议通过本地分流和双发选收FRER等组网增强来提升网



▲图1 5G现场网三大核心方案





我们针对现场网提供边侧和端侧的算网一体化产品方案，支撑现场网应用的按需部署：在边侧，提供基于NodeEngine的业界首款算力基站，构建本地边缘云；在端侧，推出系列化5G边缘网关，可以对接工业现场各种产业设备，同时内置算力，可以为各种应用提供基础的算力平台。

络能力，同时引入一系列功能，包括小SR周期、智能预调度、保守MCS等提升空口能力，再基于业务精准识别、精准调度、精准度量来匹配不同业务进行精准保障。

随着“剪辫子”的深入，针对PLC南向这类应用，时延可靠性需求往往 $<10\text{ms}@99.999\%$ ，同时抖动要求高。针对这类业务，我们还需要引入URLLC来提供超低时延超高可靠性，同时还需要引入TSN来保障1ms级的抖动。

### 算网一体，提供一站式解决方案

行业数智化转型，应用是关键。为了实现各类行业应用的灵活、便捷、低成本部署，云化是当前的趋势，行业赋能同时需要云、网、业，三者缺一不可。为此，我们针对现场网提供边侧和端侧的算网一体化产品方案，让算力从园区级延伸到现场级，支撑现场网应用的按需部署：在边侧，基于NodeEngine的业界首款算力基站，通过在基站BBU内插入算力单板，可以快速将普通基站升级为算力基站，构建本地边缘云，实现应用按需部署，从而把5G基站和工业应用融为一体；在端侧，我们推出了系列化5G边缘网关，不仅提供丰富的接口，可以对接工业现场各种产业设备，同时内置算力，可以为视频编码、PLC控制

等提供基础的算力平台。

### 三免网络管理，降低5G行业专网导入门槛

为了降低行业导入门槛，中兴通讯开发了一系列使能现场网自部署的特性功能，包括免规划、免调测、免维护。

- 免规划：对现场人员无技能要求，采用3D激光雷达扫描、建模、生成地图，基于数字孪生实现站点仿真规划，仅需1天完成网络规划，规划效率提升6倍以上；
- 免调测：通过版本/参数预装、行业综测仪调测，实现小时级开通，实现10倍的效率提升；
- 免维护：通过ToBeEasy方案，我们为行业客户提供端到端网络和业务可视化呈现，故障自动定界，从而实现无人值守的业务自运行和免运维。

中兴通讯和运营商以及产业链合作伙伴一起，在制造、物流、港口、矿山等多个行业进行了5G现场网的探索。后续，中兴通讯依托自身实践积累的“5G+工业互联网”融合创新能力，将继续积极与生态链各方合作，持续为垂直行业赋能，助力中国制造智能化转型和产业升级。ZTE中兴

# 5G现场网， 赋能工业制造数智化升级



何继青  
中兴通讯无线ToB方案  
总监



韦立  
中兴通讯核心网ToB规划  
总监

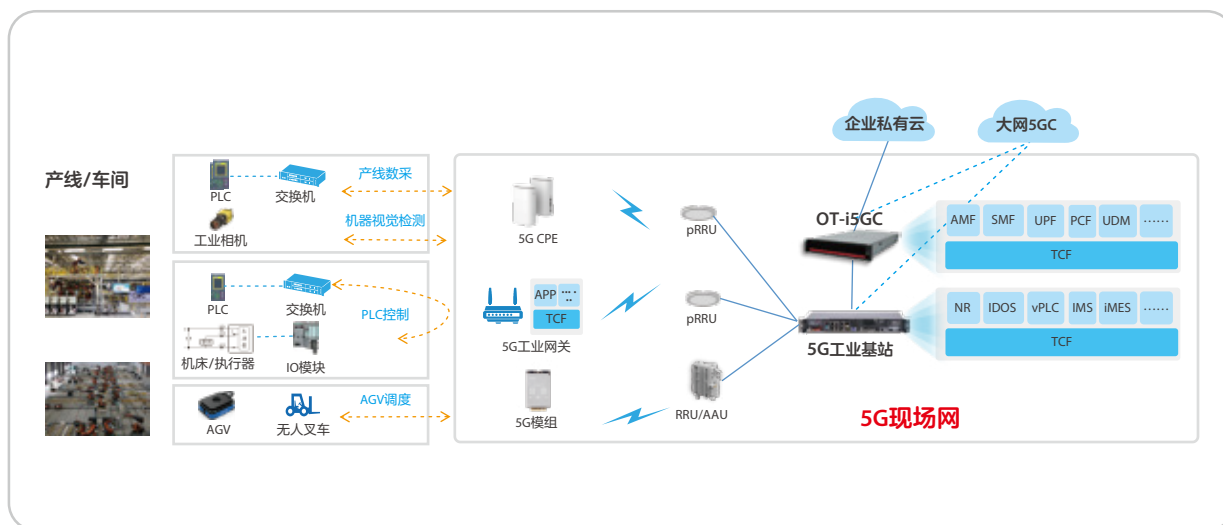
**近**十年来，我国智能制造发展取得长足进步，但多数企业还处于智能化转型初期。截至2021年底，我国工业制造企业设备联网率只有28.78%，生产数据自动采集率为40.1%，全流程质量追溯仅有16.97%，大量生产要素还没有实现联网。要实现生产现场大量设备的联网，现有以有线技术为主的工业以太网和现场总线需要做非常大的改动，如增加端口和设备、重新布线、重新配置等，工作量大且复杂、周期长、成本高，对生产影响大。在原有工业网络基础上，引入5G现场网，并无缝融合，工业企业智能化升级改造将变

得更平滑、更快捷、成本更低。

## 什么是5G现场网

5G现场网是指部署在产线、车间等生产现场，连接人、机、料、法、环、测等生产要素，实现数据采集、工业控制、生产管理等核心生产环节应用的实时处理和本地闭环，OICT融合（operational, information, communication）的5G网络。5G在工业领域的应用已从生产外围辅助环节逐步深入至生产核心控制环节，5G现场网将加速5G在生产核心环节的深层次拓展，赋能





▲图1 5G现场网端到端网络架构

工业制造柔性化、数字化、智能化升级。

## 5G现场网解决方案

针对产线/车间OT业务流本地实时闭环、生产节拍周期短、工艺流程自动衔接、柔性制造产线频繁调整等行业特点，中兴通讯打造了端、网、云、业、维融合的5G现场网解决方案（见图1），为工业制造核心生产业务提供一站式、低时延、低抖动、高可用的确定性无线网络，满足生产制造柔性化、数字化、智能化升级的需求。

5G现场网具有以下特点：

- 云网一体，业务本地闭环：工业专用i5GC、5G工业基站和智能5G工业网关基于TCF（TECS cloud foundation）电信级云网底座，支持MES（制造执行系统）、WMS（仓储管理系统）、SCADA（数据采集与监视控制系统）、云化PLC（可编程逻辑控制器）等第三方工业应用平台按需部署，实现生产设备到平台路径最短架构最优、OICT深度融合、生产设备之间的业务闭环。
- 内生确定性网络能力：5G现场网内生URLLC增强、5G LAN、TSN（时间敏感网络）、双

发选收（frame replication and elimination for reliability, FRER）、单板/网元/链路备份、高精度室内定位等端到端确定性网络能力，可为工业控制等核心生产业务提供确定性能力保障。

- 轻量化设备、极简组网：基于电信级5GC平台，轻量化5G核心网i5GC只保留必选5G网络功能，采用合一VNF（virtualized network function）设计，简化内部通信机制，最简只需要单台服务器。工业基站和智能工业网关针对工业行业特性实现了高度集成、超融合和工业级高可靠。基于端到端的5G LAN二层通信能力，5G网络不需要部署和设置隧道类设备，实现“设备一跳到平台”的极简组网，并传统有线生产网络无缝对接和平滑替代。
- 多工业协议一站式接入：工业级智能5G工业网关（SmartEdge 6100），支持RS-485/232、CAN、以太网等有线或Wi-Fi接入方式，支持CANBus、Modbus、EtherCAT、OPC UA、S7 Comm等各种工业协议，可与各类工业设备无缝对接。
- 客户免规划、免调测、免运维：3D激光环境

中兴通讯5G现场网解决方案专为5G进入生产核心环节打造，具有轻量极简、云网一体、内生确定性和客户自服务等特点，以云网底座支撑生产要素全面连接，生产环节和业务流程全面打通，是产线/车间级5G全连接工厂建设的首选方案，赋能工业制造数字化、智能化升级。

勘测、三维建模和面向业务的网络预规划，实现客户免规划；出厂前软件版本预安装，现场开箱即用、一键改配、小时级开通，实现客户免调测；以业务为核心，纳管终端和业务，可视化呈现和自动维优，实现客户免运维。

### 5G现场网应用实践

5G现场网解决方案适用于产线级、车间级5G全连接工厂建设，聚焦工业生产OT域应用，实现生产要素广泛连接，信息（IT）运营（OT）深度融合，赋能工业制造数字化、智能化转型。中兴通讯联合运营商和行业伙伴在工业制造领域进行了广泛的实践。

#### 产线全生命周期服务

某装备制造生产线集成和服务提供商在为客户提供的产线上部署5G现场网，连接产线设备，实时采集产线设备数据，结合其自研的智能制造数据服务平台，为产线装配调试、运行管理、效能管理、能耗管理、预测性维护、健康评估等提供产线全生命周期服务。5G现场网除提供低时延、高可靠端到端确定性能力外，还为智能制造数据服务平台和数采等应用提供算力和部署环境，实现产线网业一体化部署，IT/OT融合，产线业务本地实时闭环。

#### 产线/车间集中控制

某物流自动化装备及系统集成商，为客户提供的物流自动分拣线包括20多套硬件PLC和多台工控服务器，线体主PLC与分拣小车上的从PLC之间通过Wi-Fi+漏波电缆方式实时通信，稳定性差，成本高，维护麻烦。采用5G现场网改造后，线体多个硬件PLC云化后部署在工业基站上，分拣小车上的从PLC云化后部署在智能5G工业网关上，线体主PLC与分拣小车上的从PLC之间通过5G实时通信，从而实现了多个PLC云化集中控制，节省了大量的PLC和工控服务器，降低了成本，提高了可靠性。

#### 自动化生产

中兴通讯南京滨江工厂5G QCell生产车间，基于5G现场网络，实现了从原材料到成品的自动化生产，降低了人力成本，提升了产品合格率，提高了生产效率。主要应用场景包括5G+AGV、5G+机器视觉、5G+SMT贴片、5G+数据采集、5G+云化PLC、5G高精度室内定位等。

中兴通讯5G现场网解决方案专为5G进入生产核心环节打造，具有轻量极简、云网一体、内生确定性和客户自服务等特点，以云网底座支撑生产要素全面连接，生产环节和业务流程全面打通，是产线/车间级5G全连接工厂建设的首选方案，赋能工业制造数字化、智能化升级。ZTE中兴

# 5G+云化PLC，推进工控变革

**工**业PLC (programmable logic controller) 是工业控制的基石，常见形态是可编程的现场专用硬件模块，集成了输入输出和数据处理功能。多年以来PLC技术更新缓慢，其对应的工业以太网协议还形成了七国八制不能互通的格局。在IT/CT技术飞速发展、工业智能应用快速增长的背景下，工业4.0提出了云化PLC架构。在云化PLC架构中，物理PLC被拆分，一部分处理功能虚拟化后上升到工业边缘云，本地保留分布式控制单元和I/O (input/output)。云化PLC架构的提出，改变了工业中核心的控制架构，其影响相当深远。

从演进角度看，softPLC是在原物理PLC基础上软硬件解耦，不绑定特定硬件；云化PLC则进一步虚拟化和集中化。虚拟化带来边缘云及现场分布式的算力需求；集中化则对连接便利性、可用性提出了更高的要求，如果保持工业交换机有线方式组网，网络会有更多层级，也更加复杂。云化PLC需要新的算力方案，以及更优的网络解决方案。



**胡浩**  
中兴通讯RAN产品ToB规划架构师

## 中兴通讯5G+云化PLC解决方案

基于5G NodeEngine (NE) 算力基站+SmartEdge



(SE)工业边缘网关，中兴通讯推出了5G+云化PLC解决方案（见图1），该方案也是中兴数字星云现场网Digital Nebula SITE的核心构成部分。方案基于算网平台架构，提供算力部署、无线连接、实时性保障及业务协同能力。

### 算网平台架构

算网平台架构指在基站及网关上同时提供网络能力及算力。如图1所示，是典型工厂的车间/产线级5G网络的网元部署位置，正好匹配云化PLC等工业边缘应用的部署位置，适合做设备融合。和独立的算力硬件相比，5G网络融合算力提高了集成度，降低了建设成本。

算网平台提供云原生的算力底座，支持第三方云化PLC适配和部署，亦可为现场工业应用如数采处理、机器视觉等提供一体化部署；支持云边协同，可以统一管理和部署APP，开通效率高，扩展性强。

在部署和使用模式上，对于实时性要求高的PLC运动控制业务，就近分布式部署在5G网关，基于南向有线接入，分布在车间和产线各处；对

于大多数PLC业务，可以集中容器化部署，部署在车间基站的算力平台上，集中控制与分布式执行中间的连接可通过5G做实时性和确定性保障；同时平台支持5G LAN功能，可承载L2/L3的MQTT、OPC-UA、modbus/TCP、EtherCAT、PN-RT、Ethernet/IP等工业以太网协议。

在安全方面，我们从算力基站对外安全、算力引擎和其他硬件单元安全、算力引擎内安全等不同层面，全面考虑，保障云化PLC应用安全和数据安全。

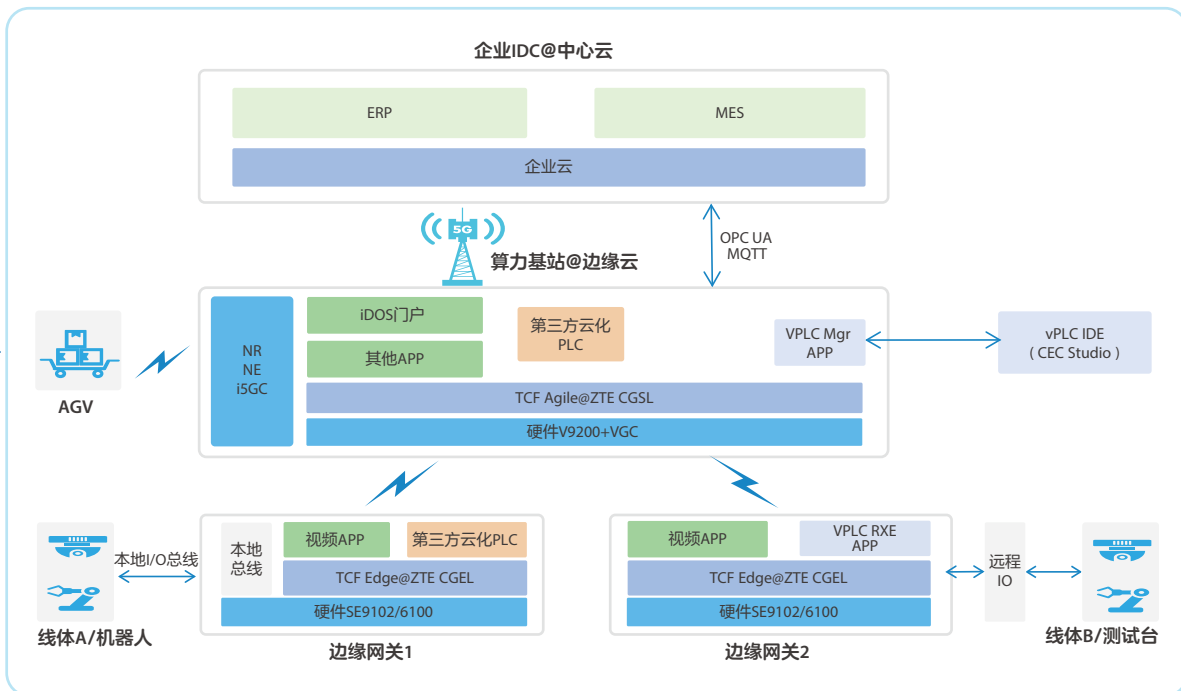
### 实时性保障

云化PLC的控制端与被控端周期性执行程序并给对端发包，对PLC程序的实时执行和网络实时通信有要求。

CT（cycle time）指标为PLC程序定期执行的时间周期，按业务需求可大致分为：

- 强实时业务，如运动控制，CT要求<4ms；
- 实时业务，如工业制造流水线等，CT要求为4ms~50ms；
- 非实时业务，如数据采集，CT要求为50ms~

图1 中兴通讯5G+云化PLC解决方案





中兴通讯的5G+云化PLC解决方案已经在钢铁翻包机场景、天车远控场景、电子制造测试产线场景、生产物流缓存线场景、快递物流分拣等场景参与实施过云化PLC业务，积累了丰富的应用经验。

100ms。

在实时执行方面，与硬件PLC相比，中兴通讯算网平台在算力上有数量级的提升，因此可以更快执行代码。我们同时提供ZTE RTOS（实时操作系统），包括适合基站算力的CGSL（电信级服务器linux）和适合网关的CGEL（电信级嵌入式linux）。ZTE RTOS已经广泛应用在工业现场，包括高铁、电力、机器人场景。

在实时通信方面，除CT外还需关注ST（survival time）指标，对应第一包未收到后的通信链路存活时间。5G网络采用常规eMBB时延增强技术，可以通过预调度、特殊帧结构、频选等方式提升一定的空口时延分布的确定性；中兴通讯算网平台支持内生TSN确定性，可采用双链路FRER（双发选收）、智能ST保障等功能来提升时延分布确定性，主动规避干扰导致的连续丢包，避免PLC业务断链，可匹配绝大部分实时PLC需求。后续引入URLLC特性，性能可进一步提升。

### 云化PLC业务协同能力

中兴通讯端到端5G+云化PLC解决方案，更利于网络性能和业务表现的协同提升。云化PLC集中部署后，保持原有交互流程可能会给业务带来影响。比如原先近端多次频繁交互，集中部署拉远后可能就会影响实际业务。要解决这个问题，我们可以使用算网平台的控制消息代理功

能，减少远程交互频次；中兴通讯也可以协同PLC开发者，从业务流程、通信机制等方面做分析和适配。

### 市场进展

工业4.0提出10年后的2022年11月，全球最大的softPLC厂商codesys发布了云化PLC产品，标志着云化PLC市场的启动。国内在智能制造、工业互联网、PLC设备老化更新、国产化、5G应用的多重驱动下，近两年云化PLC得到广泛关注，传统OT巨头/国内OT厂家/运营商联合企业，相继在钢铁、工程车辆远控和电子制造等行业做了实际试点或研究。

中兴通讯的5G+云化PLC解决方案已经在钢铁翻包机场景、天车远控场景、电子制造测试产线场景、生产物流缓存线场景、快递物流分拣等场景参与实施过云化PLC业务，积累了丰富的应用经验。

中兴通讯5G+云化PLC解决方案可助力实现控制的全连接以及安全可维，并推动工控协议的归一化；让开发者不受原有物理PLC资源局限，程序架构更加灵活合理；帮助工业客户实现控制的集中部署和持续优化，降低生产系统CAPEX。我们相信，5G网络技术以及云化PLC的应用，将共同推进工业控制系统的变革。ZTE中兴

# 5G工业基站，助力5G深入工业产线



黎云华  
中兴通讯RAN产品规划  
总工

**随**着“5G+工业互联网”工作走向深入，5G网络对加快提升传统制造业效率、实施制造业数字化转型起着越来越大的作用。“5G+工业互联网”已成为助推工业向数字化、智能化、绿色化转型升级的重要力量。

现阶段，5G已逐步从辅助生产的工业园区网方案向融入产线的工业现场网方案快速迈进。在5G与工业现场生产业务流程控制磨合匹配的过程中，很多行业头部客户提出了“生产产线控制室一律集中，离开现场”、PLC控制“剪辫子”的需求。上位机集中上移带来的数据不出车间、网络性能需要媲美有线网络，催生出了对5G网络的确定连接、可靠保障、网业协同、算网一体等多方面新要求。

针对这些需求，中兴通讯提出了基于NodeEngine

的工业基站解决方案。一方面，在传统基站网络连接的基础上，扩展提供确定连接能力增强保障，为5G深入工业产线OT（operational technology）域提供可能；另一方面，通过提供极简开通、灵活组网、集成云化PLC等能力，可以确保价值投资。

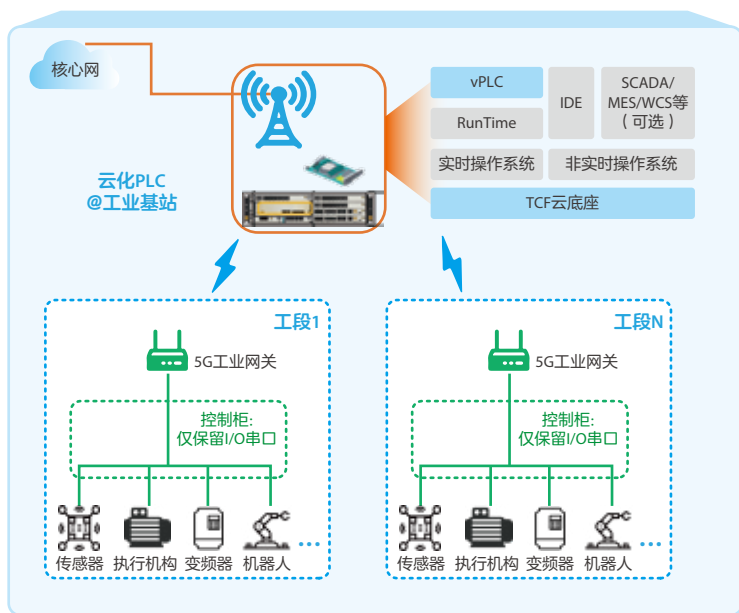
5G工业基站针对工业产线PLC无线化、集中化要求，通过在传统基站上新增一块算力单板，打造云网业一体化基站，提供精准时钟同步、连接能力增强、确定时延保障、集中式云化PLC等功能（见图1）。

## 内生确定：提供“准时、准确”的数据传输服务

所谓内生确定是指在工业基站与5G工业网关之间，提供“准时、准确”的数据传输服务。通过采用时钟同步（终端与网络）、精准门控（消除抖动）、双发去重（降低时延，增加可靠性）、PLC报文的优先级及调度时机编排（将不同优先级报文进行TSN优先级的映射）等技术，与5G空口增强技术融合而形成的特色方案。

## 可靠自治：提升数据传输可靠性

工业现场5G组网方面，通过工业网关提供双模组连接，在工业网关与工业基站之间采用双频组网，启用双发选收FRER技术，使数据传输可靠性大幅提升。同时，工业基站还提供“孤站自治”能力，可以在基站与5GC核心网控制面断链情况下，保持已有业务的惯性运行。



▲图1 工业基站方案示意图





在“中国制造2025”及“5G+工业互联网”等政策、技术的双轮趋动下，OT、IT在现场网络领域融合化、归一化趋势日渐显现。中兴通讯南京滨江5G工厂，持续探索“5G工业现场网方案”在智能制造领域的应用落地。

### 网业协同：使能网络精准协同适配业务

工业现场有PLC控制、AGV搬运、机器视觉、数据采集等各种业务场景，涉及的业务类型多、差异大，无线网络要实现业务的精细化保障，首先要了解业务对网络传输的要求。工业基站具备“精准识别”能力，通过引入AI算法，借助分析数据流，动态识别业务类型，从而自动匹配QoS模板要求。还可以进一步识别业务流的特征包，比如PLC业务的ST周期，视频业务流的I帧/P帧，以及包的大小、周期、达到时间等特性。然后将这些特性与空口调度技术结合，做精细化处理，使能网络去协同适配业务，以期达到精准协同效果。

### 算网一体：实现集中云化PLC，共享算力平台

现有工业产线，传统物理PLC作为设备数据和IT网络信息处理等应用系统之间的桥梁，起到了关键的数据结构化和逻辑控制的作用。但也暴露出一些弊端：首先，不同厂商PLC之间协议不开放，软件定义的柔性制造所需的协同、扩展需要上升到应用系统，带来时延和业务可靠性问题。其次，不同厂商的私有现场总线不兼容，现场设备层与PLC紧耦合，推高了企业的运维运营成本。最后，企业数智化转型带来现场网络的智能化和大数据等新型业务需求，传统PLC作为专用设备，其算力难以支持视觉类数据处理业务，一般都要通过增加专用的工业计算机、服务器来

解决，这进一步带来现场组网的复杂性。

基于上述痛点，工业基站提供算网一体方案，基于通用硬件算力实现了PLC业务和机器视觉、数据分析等业务共享算力平台，PLC IO功能可延伸到工业网关，与工业基站的内生确定能力一起，把IT、OT网络归一化，实现现场网络的扁平化组网，利于现场设备的东西向协同和南北向交互，从而实现多业务融合协同。

在“中国制造2025”及“5G+工业互联网”等政策、技术的双轮趋动下，OT、IT在现场网络领域融合化、归一化趋势日渐显现。中兴通讯南京滨江5G工厂，持续探索“5G工业现场网方案”在智能制造领域的应用落地。在QCell装配生产线，基于工业基站方案，结合5G工业网关，构建了一套现场网络业务平台，基于该平台完成现场OT域南向设备/总线的统一接入管理，提供云化PLC运行时及视觉检测等IT服务能力，实现了制造线体的逻辑控制、电子围栏等机器视觉应用及北向数据接口服务。

5G工业基站方案，可充分发挥5G网络优势，解决工业以太网网络层级多、故障点多、业务调整难等问题，实现PLC“剪辫子”；促进生产控制从当前的PLC本地多点位、离散管理方式上升到集中一体化、高效管理方式；推动业务逻辑从传统PLC多厂家不兼容、封闭生态模式，走向云化PLC的软件化、开放生态模式；使工业现场网从当前的信息孤岛、OT本地操控，走向OICT融合，柔性灵活制造，更快走向生产数智化时代。ZTE中兴

# 深入5G专网场景化应用， Mini5GC助力OT域核心生产



李春峰  
中兴通讯专网产品规划  
经理

随着5G网络的规模部署和5G新技术的商用，5G在使能行业数字化转型的道路上发挥着越来越大的作用，5G行业专网的发展趋势也逐渐清晰。5G深入工业、政企、智能生产领域专网，成为工业数字化转型和“数智化”社会变革核心驱动力，已是业界共识，而专网产品的落地为运营商和企业客户的数字化转型扫清障碍，成为5G赋能生产域的核心手段。

中兴通讯核心网持续演进，推出系列化专网核心网产品：基于云网业维一体化集成需求，推出通用版iCube产品；面向行业5G核心网专网专用，推出标准版i5GC产品，最简单台2U服务器可部署整套5G核心网；面向行业现场、油气勘探、应急救援、矿山防爆等极限场景，于2022年10月发布一款手提箱大小的超轻量核心网产品Mini5GC，深度赋能行业数字化创新。

## Mini5GC产品亮点

中兴通讯Mini5GC产品具有超小超轻、超简组网、超高集成的特点，灵活适配各种场景，超快组网。

- 极致精简，轻松构建5G核心网

Mini5GC架构精简，通过将通用网络功能融合裁剪，网络通信和资源占用得到双优化，从而实现1台1U服务器即可部署轻量化5G核心网。该服务器尺寸缩至A3纸张大小，重量减轻到5kg以内，100W功耗，对机房供电无特殊要求，可适

配任意机房机架；超高集成，业界同等尺寸性能最高，可支持2000用户、5Gbps转发能力，可谓小体积、大性能。因此该设备可灵活适配矿井防爆、柔性工位以及车载部署需求。

- 软硬一体化交付，小时级业务快速开通

首先，行业可按需功能定制，实现工业确定性增强。Mini5GC可按需部署5G LAN实现工业终端之间直接支持以太网二层通信；基于TSN实现确定性网络转发、高精度时钟同步；通过URLLC、双发选收（FRER）实现超低时延通信、超高可靠网络传输。此外，Mini5GC提供超过100个业务模板，行业可按需选配，通过固化配置，出厂前软硬件预集成安装、打通First call，设备整机出厂，到达现场之后，一键改配、自动拨测，实现小时级业务快速开通上线。Mini5GC还可实现业务免运维，提供本地运维和集中运营两种方案，行业客户可按需选择。

## Mini5GC助力煤矿开采智能化改造

Mini5GC从中兴通讯公网核心网产品衍生而来，具备成熟的4G/5G接入功能，跟随3GPP标准和公网5GC产品持续演进，给运营商和行业用户提供5G LAN、TSN、FRER等确定性精准网能力，为行业持续赋能。Mini5GC除了实现工业车间产线的柔性组网，还能为煤矿智能化发展提供核心技术支撑，适用于高清视频、无人驾驶、智能传感器、融合语音、巡检机器人等矿区应用场景，



中兴通讯Mini5GC产品具有超小超轻、超简组网、超高集成的特点，  
灵活适配各种场景，超快组网。

满足网络带宽、网络时延、网络可靠性及边缘计算能力的要求。

陕西某煤矿率先吹响了煤矿智能化改造的号角，联合中兴通讯打造井下综采工作面智能化创新解决方案，探索5G与智慧矿山深度融合的发展路径。

煤炭生产过程包括建井、掘进、综采、运输、洗选等工序，工作环境覆盖井上井下，主要困难有三方面：

- 工作面环境复杂。井下空间受限，环境多尘多水，大型设备频繁移动，光缆、电缆容易被刮断，造成生产安全隐患，影响工作效率和转场效率。
- 井下终端设备复杂，包括摄像机、传感器、控制器、机器人、可穿戴设备、手机等，而且设备接口协议各异，缺乏统一标准和平台，难以集中接入与管理。
- 安全性要求高，生产数据要求不出园区，井下相关设备有防爆要求。

为了满足矿山应用场景，煤矿矿区井下部署1套中兴通讯轻量化防爆Mini5GC，完成井下综采工作面5G全覆盖。中兴通讯Mini5GC能够满足井下特殊部署环境和安全防爆要求，实现井下生产相关数据本地卸载，视频采集及人员管理数据上送到园区数据中心，同时支持接入井上语音系统，园区所有网络统一管理，业务体验一致。煤层工作面的5G无线传输是现代煤矿开采技术的一次革新，有助于改善工人的工作环境，提高综采生产效率，降低工人劳动强度。

煤矿智能化是煤炭工业高质量发展的核心技



▲超小型核心网产品Mini5GC

术支撑。此煤矿是1000万吨级特大型国有煤矿，也是国家首批71个智能化示范矿之一。本案例树立了煤矿智能化建设标杆，为全国煤矿改造起到示范作用，这也是5G从管理域走向生产域的一次成功实践。

截至目前，中兴通讯Mini5GC已在矿山、交通、制造、政务等五大典型领域开展试点验证。其中，与陕西智引科技、黄陵矿等多方合作，Mini5GC以超小超轻、超低功耗，获得矿用防爆认证，灵活部署于矿井，为井下业务提供就地分流，业务KPI更优；联合广东应急指挥中心及广东移动，部署车载5G专网，Mini5GC直接部署于应急消防车，业务可即时构建，为消防现场提供实时大带宽回传，为高效精准救援提供米级高精度定位服务。

未来，中兴通讯将携手更多产业伙伴，将产品创新与商业模式创新相结合，助力运营商深耕数智化发展，加速5G产业繁荣。ZTE中兴

# 5G双域专网解决方案， 实现ToBToC业务双网融合



**赵琼**  
中兴通讯RAN产品ToB规划架构师



**陆强**  
中兴通讯CCN产品规划经理

**随**着5G专网业务不断拓展，越来越多的企业和机构都建设了自己的5G专网，如校园、政务、医疗、文旅以及产业园区等行业。此类企业出于办公及业务数据的保密性需求，通常会建设企业专用的私网，内部员工使用个人手机通过5G网络访问企业内部网络，需要通过登录VPN等方式来实现，操作复杂，存在安全隐患。因此这些客户希望通过5G网络替代或协同企业已有的Wi-Fi网络，使得企业员工使用个人手机卡在不换卡、不换号的情况下，既能正常访问互联网，又能在企业园区内访问企业应用，并且数据不出企业内网。

中兴通讯结合行业客户互联网业务和企业业务访问需求，提供灵活的5G双域专网解决方案，为行业客户提供无感的互联网业务和企业业务的平滑衔接，实现ToC和ToB业务的双跨融合，并满足不同应用场景的部署需求。

## 基于ULCL的5G双域专网解决方案

基于ULCL (uplink classifier) 的5G双域专网采用ULCL分流解决方案，其功能是将上行业务数据按照过滤器要求转发到不同的PDU (protocol data unit) 会话锚点，将该UE的多个锚点下行数据合并。使用ULCL分流，此时主锚点在大网UPF上，辅锚点在(园区)边缘UPF上，园区本地流量通过边缘UPF分流到园区内网。

企业员工默认通过大网UPF进行正常的流量转发。当用户位置移动到园区内时，触发TA

(timing advance) 更新消息，SMF (session management function) 会将此更新事件向PCF (policy control function) 请求策略更新。PCF下发策略更新后触发UL-CL流程，在用户原有会话中插入一个边缘UPF，从而实现用户会话由边缘UPF进行本地分流，未命中的数据依然回传至大网UPF进行处理。

该方案的优势为：

- 用户在园区可继续使用公网DNN (data network name)，终端无感知，用户体验好；
- 用户在分流区域内(园区或归属地)能同时访问企业内网和互联网；
- 用户在漫游时可继续访问互联网，互联网流量无需回归属地。

该方案存在一些限制因素：

- 园区业务不支持4G和漫游场景接入。3GPP协议未支持4G场景下使用ULCL功能，对漫游场景支持也不全，因此园区用户在4G覆盖范围内无法使用ULCL访问内网。
- 园区终端由运营商按ToC用户统一规划，因此对接园区内网规划可能存在地址冲突，需要采用NAT (network address translation) 隔离。

## 基于算力基站的5G园区双域专网解决方案

中兴通讯算力基站5G园区双域专网解决方案，是主要面向校园、医院、工业园区等场景下的

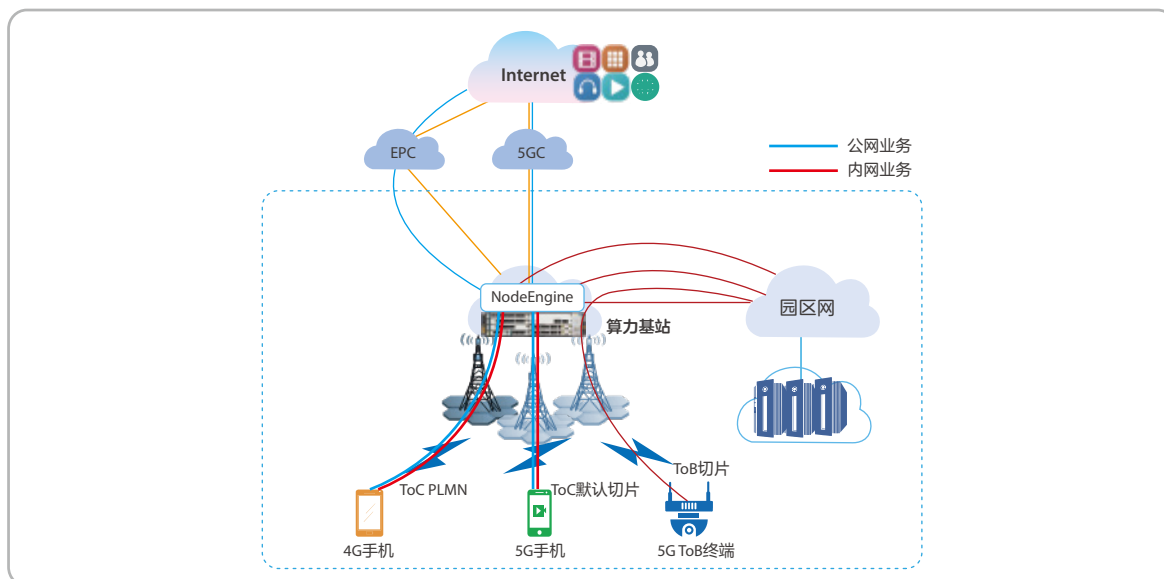


图1 算力基站5G园区双域专网解决方案

极简专网解决方案，仅需在现网基站里部署一块计算单板，就可以快速开通行业专网服务，有效降低项目的部署成本，缩短部署周期，如图1所示。

中兴通讯算力基站的5G园区双域专网解决方案，在现有基站BBU里增加一块计算单板，实现4G/5G融合接入，基于PLMN、S-NSSAI、目的IP地址等规则分流，同时满足4G/5G ToB/ToC业务及5G ToB业务的接入，既实现ToB业务不出企业园区，又实现ToC用户同时访问互联网和本地企业内网的需求。

#### ● 降低时延，优化业务体验

相比于通过公网VPN访问园区内部工业应用、在线培训等业务，采用算力基站5G园区双域专网解决方案，极大缩短访问路径，降低业务访问时延。同时5G可实现室内室外连续覆盖，容量更大，抗干扰能力强，移动性更好，相比公网VPN访问，一跳直达，可极大提升业务访问体验。

#### ● 4G/5G多业务融合本地接入

一套算力基站，可同时支持4G/5G网络接入，支持多业务同时接入企业内网，既满足4G/5G个人手机的ToB/ToC业务接入本地内网，又满足5G ToB终端及业务的企业内网接入，满足现有4G终端用户的本地接入需求，保护4G网络投资。

#### ● 无感分流，安全可控

方案实现无感分流，一机一卡接入，企业员工可同时访问互联网和企业内网，算力基站本地分流，对企业用户签约特定RFSP（RAT/frequency selection priority），通过对RFSP标识用户进行有效识别，实现对特定企业用户的公专网的协同访问和有效管控，仅签约的企业用户可以访问企业内网业务。

中兴通讯5G双域专网解决方案已在多个校园、园区商用部署。2021年9月，中兴通讯联合运营商在武汉某高校完成ULCL双域专网的部署。2022年8月，中兴通讯联合运营商在内蒙古某企业园区完成算力基站5G园区双域专网部署，一套算力基站实现园区4G/5G下园区专网及园区企业用户的同时接入。

随着5G的高速发展，基础设施建设进一步完善，园区场景下Wi-Fi被5G替代是大势所趋。基于核心网的ULCL分流和算力基站5G园区双域专网方案有效解决了园区网的局限性，4G/5G融合的网络接入，拓展了方案的应用场景。作为全球领先的综合通信解决方案提供商，中兴通讯将一如既往，积极响应客户需求，与合作伙伴共同携手，不断完善5G双域专网解决方案，助力5G+行业的深度融合，助力行业的数字化、自动化、智能化转型。ZTE中兴

# 双发选收提供高可靠业务保障， 助力5G现场网确定性



陆志恩  
中兴通讯RAN产品ToB规划  
架构师



王峥  
中兴通讯CCN产品5G专网  
规划总监

**I** 业现场网络的稳定可靠运行是生产企业稳定生产、提升效率的重要因素，这就需要5G网络进入到垂直行业OT生产域以后，能长时间连续地高可靠运行。大部分智能制造工厂要求现场网络保障7×24小时不间断且满足一定QoS性能的稳定运行。

为了保障5G工业现场网端到端的业务确定性，可以通过异构网络的部署以及异构网上所承载的业务数据冗余传输方式，来实现端到端的业务级高可靠保障。目前增强业务数据传输可靠性，有两种实现方式：分组数据汇聚协议冗余机制（packet data convergence protocol, PDCP）和双发选收冗余机制（frame replication and elimination for reliability, FRER）。

通过PDCP冗余机制，将工业数据在不同的无线载波上进行冗余传输；该方式支持载波聚合和双连接两种模式，减少因无线干扰导致的空口数据丢包，保证数据的完整性和实时性。

双发选收冗余机制支持单终端双PDU会话、双终端FRER（双发选收）两种方式，即在两个独立的用户面承载通路上进行数据冗余发送，发送端进行数据的复制，接收端进行数据的去重和重组，进一步减少因传输网络、核心网处理等环节的数据丢包导致的业务受损，提升端到端数据传输的可靠性。

双发选收（FRER）通过两条独立的无线链路，在汇聚侧实现数据的优收转发，既规避了空口无线链路的偶发干扰导致重传甚至丢包，也规

避了单UE突发异常引起的业务中断，是端到端提升业务可靠性的方案，适合在无线环境复杂、网络可靠性要求高的钢铁、港口、矿山等行业的控制类业务中应用。在现有终端可靠性的基础上，中兴通讯基于自研的智能边缘网关SE9102，在不改变物理层实现架构的基础上，提出了三种双发选收方案。

- 模式一：基于SmartEdge边缘计算网关+ NodeEngine算力单板

基于SmartEdge（SE）边缘计算网关和NodeEngine（NE）算力单板的双发选收功能，上行业务通过网关SE9102进行数据复制，并通过两个5G模块分别进行发送，在NodeEngine侧进行汇聚选收转发；下行业务在NE网络侧进行复制处理后，工业网关SE9102的两个模组同时收取数据并进行去重转发（见图1）。

在某钢铁热轧厂无人行车项目中，在厂房内部署多套专属Pad小站，打造3.5GHz和2.1GHz独立异频物理双网。在每台行车上部署SE网关，同时接入控制（1路PLC报文）和视频数据（2路高清IP摄像头），结合NodeEngine算力基站，构建异频双发优收通道。为控制数据配置专有切片，配合NodeEngine的EdgeQos保障，控制数据在双发选收通道时延效果达到20ms@99.99%，较单频可靠性提升2个9，助力企业实现行车现场操作无人化。

- 模式二：基于SmartEdge边缘计算网关+ MEC Platform边缘计算平台



为了保障5G工业现场网端到端的业务确定性，可以通过异构网络的部署以及异构网上所承载的业务数据冗余传输方式，来实现端到端的业务级高可靠保障。

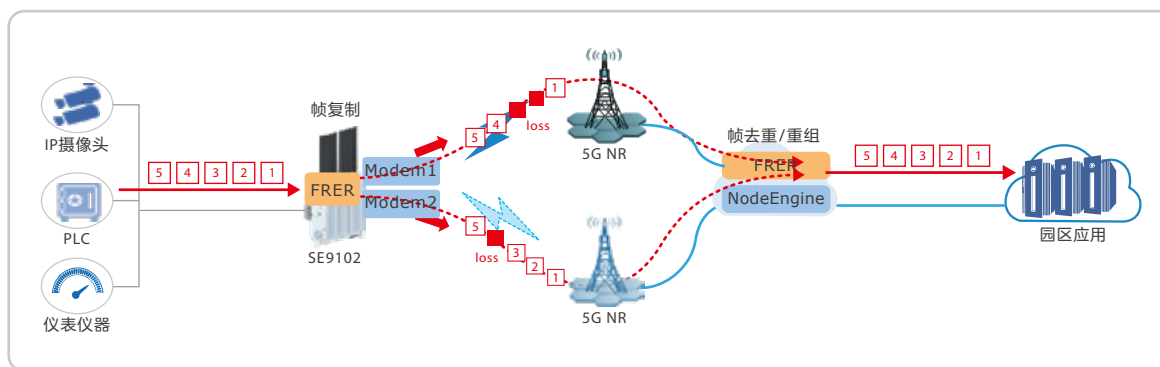


图1 基于SE+NE的双发选收组网图

基于SE+MEP的双发选收功能，通过MEC Platform (MEP) 内部bridge模块与UPF建立隧道。上行业务通过边缘网关SmartEdge进行数据复制，并通过2个5G模块分别进行发送，在MEP侧进行汇聚选收转发；下行业务在MEP侧进行复制处理后，边缘网关SmartEdge的2个模组同时收取数据并进行去重转发。

中兴通讯参与国内某大型钢厂的5G智慧工厂建设，将核心网5GC (AMF、SMF、UDM、UPF) 控制面及用户面网元下沉到钢厂的分区，实现5G专网深度覆盖；满足智慧铁水运输、热轧部成品无人化运输改造、炼钢部板坯库行车定位及智能库管、热轧部成品卷库无人行车改造等生产控制系统5G网络应用的需要。同时建设无线2.6G+4.9GHz双频专网，结合SE+MEP双发选收功能，保证用户业务对网络可靠性、低时延的需求。

- 模式三：基于SmartEdge边缘计算网关+UPF核心网用户面

前面介绍的两种双发选收组网方式，需要在网络侧部署NE网元或MEC服务器网元，在一定程度上提高了部署成本。我们基于现有的5G网络组网节点，在未来可以支持将FRER内置到UPF中，并且实现UPF+热备功能，当主用UPF故障，业务平滑切换至热备UPF，终端无需下线。此方案产品集成度较高，减少对外部的依赖，降低了部署成本；同时减少网络节点，简化网络，提升网络可靠性，适合应用于在园区网有UPF下沉的场景。

双发选收 (FRER) 方案是解决5G网络进入企业生产控制领域，保障业务可靠性的重要方案之一。在实际组网中，可以基于5G+Wi-Fi、5G+有线、5G双平面等异构组网架构，然后通过FRER双发选收冗余传输机制，提升业务端到端数据包传输成功率，保证数据准确收发的可靠性，解决ToB行业应用场景时延、可靠性、可用性等业务确定性保障问题。 ZTE中兴

# 5G融合定位解决方案， 赋能高危场景安全管理



**王红欣**  
中兴通讯RAN产品规划  
工程师



**宋裕**  
中兴通讯无线行业方案规划  
首席专家

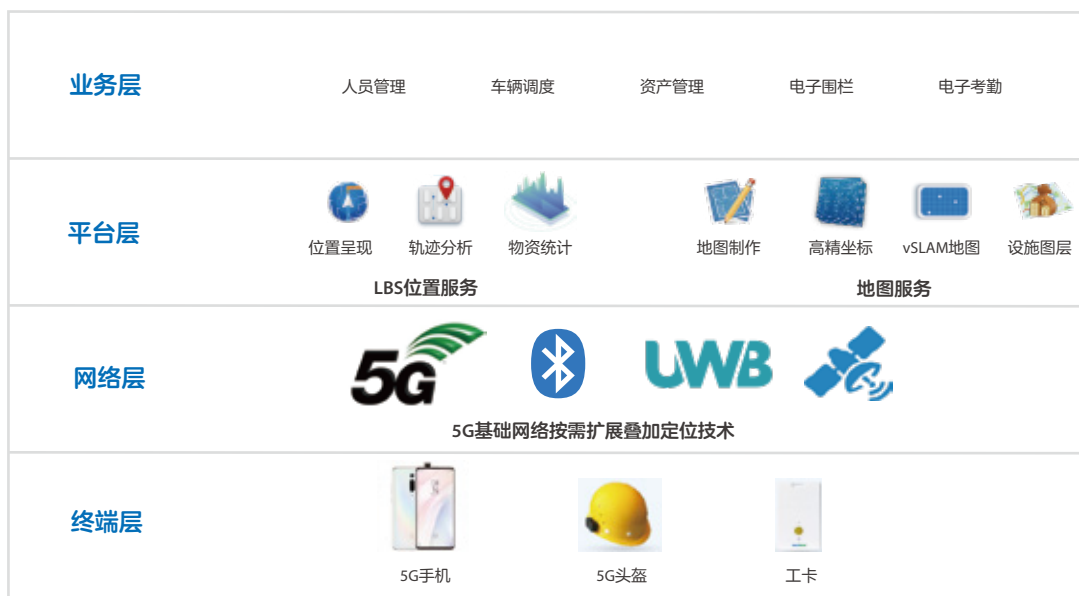
**企**业安全与生产紧密相关，安全生产是企业发展的基石。国家应急管理部、工业和信息化部于2021年开始联合推动“工业互联网+安全生产”行动，旨在指导建设涵盖各重点行业（化工、钢铁、有色、石化等）的安全生产信息化监测预警系统，为企业安全生产工作把关。要落实安全生产、保障人员安全，就必须做到人员位置可视、危险区域可管、应急响应可控，人员定位管理系统成为很多企业的选择。

传统定位主要以卫星、蓝牙、UWB等定位技术为主，存在一些局限性：在多个建筑中间以及办公楼、厂房、车间等室内区域，卫星定位遮挡

严重，定位精度恶化；蓝牙、UWB定位间距小，所需硬件设备多，成本高，后期维护复杂；尤其是化工装置区、钢铁厂房等高危场景施工均需严格审批，现场施工布线难，取电难，工程周期长；此外，蓝牙、UWB、卫星等传统定位系统仅提供定位能力，无法兼顾大带宽无线网络需求。

面向重点行业高危场景定位需求，中兴通讯联合产业上下游位置服务合作伙伴，洞察行业需求、场景特征，基于5G专网，融合多种定位技术，结合边缘算力，构建5G融合定位解决方案，面向企业提供定位服务。

如图1所示，5G融合定位解决方案架构分为



▲ 图1 5G融合定位解决方案示意图





面向企业的位置服务需要考虑地图构建、端到端系统集成等方面，涉及终端、网络、平台、地图、应用集成等领域，中兴通讯积极同合作伙伴一起，协同提供端、网、云、业架构的端到端定位解决方案，进行方案构建和完善，并逐步验证，推进方案成熟。

4层，包括终端层、网络层、平台层、业务层。

终端层，指被定位对象携带的终端。终端首先要考虑便携性，我们提供多种形态的定位终端，如手机、安全帽等形态的5G终端，还可提供基于蓝牙、UWB等方式的工卡式终端。同时，随着5G RedCap定位芯片的问世，轻量化、低功耗、低成本终端形态将进一步丰富，5G定位方案将适应更多场景需求。

网络层，完成定位测量，是位置服务的基础。方案基于5G蜂窝多种定位算法，同时融合传统定位算法，灵活适应各种场景的定位测量。如化工装置区、钢铁厂房等场所以钢结构为主，并有许多大型金属设备及支架，这种环境下，信号遮挡严重，要考虑定位测量影响，同时存在很多镂空区域，定位需兼顾垂直维度。针对各种复杂环境，基于5G网络，方案根据其环境特性采用UTDOA、AOA、ECID等多种定位算法，兼顾成本和精度，提供多种定位技术和算法融合，为企业人员定位管理系统提供位置基础。

平台层，包括LBS位置服务和地图服务两部分。LBS位置服务提供基于网络层测量数据的位置解算，并可以提供基础的位置、轨迹等功能；地图服务主要针对封闭园区或室内场景场所，提供地图制作渲染、位置信息融合呈现等。其部署位置灵活，可根据企业已有云边架构或者企业自身情况，灵活按需选择集中和分布式部署方式。

业务层是企业服务门户，提供面向企业的应

用服务，是企业数字化平台建设的一部分，包括人员管理、车辆管理、电子考勤、电子围栏等服务，同时也可进一步结合数字孪生技术，对人、设备、环境全面感知，将厂区生产系统运行与企业人员管理结合。业务层和平台层解耦，灵活集成对接，企业的数字化平台可直接调用平台层进行应用服务呈现，也可直接使用平台层开放的位置数据，根据企业实际的业务需求实现面向企业的位置服务。

面向企业的位置服务需要考虑地图构建、端到端系统集成等方面，涉及终端、网络、平台、地图、应用集成等领域，中兴通讯积极同合作伙伴一起，协同提供端、网、云、业架构的端到端定位解决方案，进行方案构建和完善，并逐步验证，推进方案成熟。截至目前，已完成在工业制造、交通枢纽、化工园区、医院等多个行业不同场景的5G蜂窝定位技术的端到端商用落地验证；和业界领先的UWB企业进行深度合作，率先推出5G+UWB深度融合方案，并推动商用验证以及落地；和产业链合作伙伴一起推动位置服务接口标准化，并完成和多家业务应用的集成对接；推动终端合作伙伴，丰富5G终端形态。

中兴通讯将继续紧密和合作伙伴协作，进一步推动5G定位端到端产业链发展，面向重点行业的高危场景，提供端到端全场景的基于5G网络的融合定位解决方案，推动定位管理系统快速落地，为企业安全管理赋能，为企业数字化转型建设助力。ZTE中兴

# 数字星云助力产业数字化转型



**崔卓**  
产业数字化方案部副总经理



**任军**  
中兴通讯产业数字化方案部架构师

**在** 数字经济浪潮下，中国产业数字化在数字经济的占比逐年增长，2016—2021年从77%增长到81.5%，但相比发达国家，如德国的产业数字化占比高达91.3%，中国还有较大差距，中国产业数字化还有很大的发展空间。

产业数字化面临发展机遇同时，也面临巨大挑战，主要有以下几点：

- 数字化认知和系统性顶层设计的挑战：企业在面临大量新兴技术和与以往生产工艺流程不同的生产体系革新时，对数字化如何建设、如何形成数字经济认知不一，很难形成系统性的建设思路和顶层设计。
- 联通数据孤岛的挑战：企业数字化过程中要解决多个传统孤立系统数据和能力互通问题，并在改造过程中保证原有的信息系统与新建系统长期共存，这给本来就很复杂的企业信息化系统改造带来更大困难。

- 多变的应用需求与开发效率低下的挑战：企业数字化需要开发大量的新业务，传统依赖专业软件工程师的开发模式成本高周期长，无法适应变化的业务需求。
- 使用新技术与人员能力不足的挑战：高速演进的数字技术给企业的转型带来技术门槛，云、大数据、AI、区块链等数字技术越来越复杂，掌握这些技术需要投入大量人力和资源，这增加了企业应用学习和开发难度，并可能为此付出很多探索的弯道成本。

中兴通讯从自身数字化转型的实践，以及多年来在大型企业、典型垂直行业、复杂城市治理等领域的探索和积累，构建数字星云解决方案。数字星云基于精准云网技术，提供一整套赋能企业数字化转型的工具和规范，包括全栈技术（Enabler）、集成服务（InOne）、开发平台（Studio）、数字资产运营（Market）四大模块（见图1）。数字星云系统地描绘了一个企业



图1 中兴通讯数字星云解决方案架构

在数字化时代的体系架构和演进方向，可以作为企业数字化转型的建设参考。

“Enabler”是中兴通讯将自身和合作伙伴的技术能力沉淀下来，包括大数据、AI（算法模型）、XR引擎、区块链等业界先进技术，通过标准化简单易用接口开放给企业应用开发者，降低数字化转型技术门槛和研发成本，最终帮助各行各业实现数字化转型。

“InOne”简单地说就是数字总线，实现数据类、能力类、消息类等不同种类数字资产的汇聚和开放，帮助客户打通企业内信息孤岛，实现跨IT、OT，跨新老系统的互通，同时也实现物联网数据汇聚和企业各种数据入湖。

“Studio”是提升开发效率的工具平台、研发环境，既为专业开发者提供了一站式DevOps工具链，从研发管理层面提升开发运维效率，同时也提供了多种低代码开发工具，将普通业务人员升级为开发人员，让更加了解需求的人能够快速开发企业应用，加速企业的业务创新。

“Market”的作用是为企业提供统一门户，对数字资产进行一站式浏览、申请、审批、开通，实现资产在公司内和关联企业间，最大范围、方便受控的交易与复用，提升企业资源使用效率。

总结起来，数字星云赋能企业数字化转型具有“多、快、好、省”四大特点：

- “多”是指数字星云的能力全面、伙伴云集：数字星云Enabler提供全面的ICT技术，InOne支持数千种行业终端的接入；在此基础上，数字星云还拥有500多家合作伙伴的生态圈，可以集成全域合作伙伴的技术能力，全面助力客户的数字化转型。
- “快”是指数字星云Studio可以帮助客户和合作伙伴快速开发，实现敏捷业务创新；Enablers提供开箱即用的技术组件，帮助开发者解决技术难题，缩短新技术上线时间。
- “好”是指数字星云性能卓越、智能安全。2021年中兴通讯首批通过工信部“数字化可信服务商”认证，2022年5月首批通过工信

部企业智慧运营服务能力评估，以及多项权威认证，实现智能可预测、安全自主可控的全域能力。

- “省”是指数字星云能帮助企业资产复用、节省成本。数字星云Enabler实现了基础能力共享，节省技术投入；InOne有效支持企业新旧系统并用，实现立而不破，节省改造成本；Market可以让数据、能力组件等各种数字资产在企业内外部实现共享复用，多方面为企业节省成本。

基于数字星云，中兴通讯已经在工业、冶金钢铁、交通、矿山、数字城市等多个行业探索了上百个创新应用。比如在南京滨江工厂，中兴通讯基于5G网络+数字星云实现了生产线数据采集和控制、AI质量检测、智能仓储、AGV转运，以及园区智慧安防、能耗优化、便捷通行、安全生产等，实现整个园区的数字孪生，打造了行业标杆。

在工业领域，除了南京滨江智能制造基地，中兴通讯还携手格力电器（郑州）打造5G+MEC智慧工厂，助力晶澳太阳能实现光伏制造升级等，相关案例获得了联合国WSIS冠军奖、工信部绽放杯全国一等奖、世界5G大会十大案例等诸多行业大奖。

在矿山领域，基于数字星云提供智慧矿山综合方案，全面助力山能、平煤、陕西中煤等矿山头部客户实现安全生产和效率提升。

在数字政府和智慧城市领域，中兴通讯基于数字星云为政府客户提供安全高效的城市数字孪生、社区智慧、一网统管等数字化方案。

在大企业领域，基于数字星云以及数字化转型方法论，中兴通讯为中信海直、南京港口集团等客户提供数字化转型整体咨询服务。

中兴通讯基于数字星云平台，广泛发展合作伙伴建设企业数字化生态，使得数字星云自身可持续迭代和升级，成为一个可生长的数字生态系统。未来，中兴通讯也将继续秉持共智共赢的理念，携手生态伙伴蕴育数字化的璀璨群星，共同助力千行百业的数字化转型和高质量发展。ZTE中兴

# 5G远程驾驶， 助力港口轮胎吊自由周转



汤红  
中兴通讯无线ToB方案  
总监

**轮**胎吊是集装箱码头重要的垂直运输工具，实现港口堆场内集装箱的周转。目前轮胎吊已演进到远程驾驶，这大大改善了驾驶员的工作条件。远程驾驶给网络部署带来了极大的挑战，一方面要满足多路高清视频的大带宽实时回传，另一方面要满足控制指令的极低时延与极高可靠性要求，同时网络还要满足轮胎吊以15km/h速率运动的移动性要求。

此外，与固定轨道运行的轨道吊不同，轮胎吊运行线路并非绝对直线，更关键的是，轮胎吊需要在不同箱区与堆场间转场工作，这使得基于光纤的有线连接无法适用。

## 基于波导管的Wi-Fi网络方案及其局限性

目前业界的一种解决方案是利用基于波导管的Wi-Fi网络进行连接，Wi-Fi信号通过固定在地面的波导管进行传输，Wi-Fi信号经波导管缝隙泄漏出来。这种方式虽然避免了线缆限制，但由于泄漏信号太弱，轮胎吊运行轨迹必须沿波导管管道行进，同样限制了轮胎吊的移动范围。此外，基于波导管的方案还有如下问题：首先波导管传输距离在50m以内，轮胎吊运行过程中需要在多个波导管之间切换，会导致信号传输中断；其次，当多个轮胎吊业务在同一波导管内传输时，由于Wi-Fi信道的冲突机制，会导致业务质量下

降；第三，当轮胎吊在多个箱区与堆场之间转场时，需要横穿港区内马路，波导管信号无法覆盖，无法实施远程驾驶。

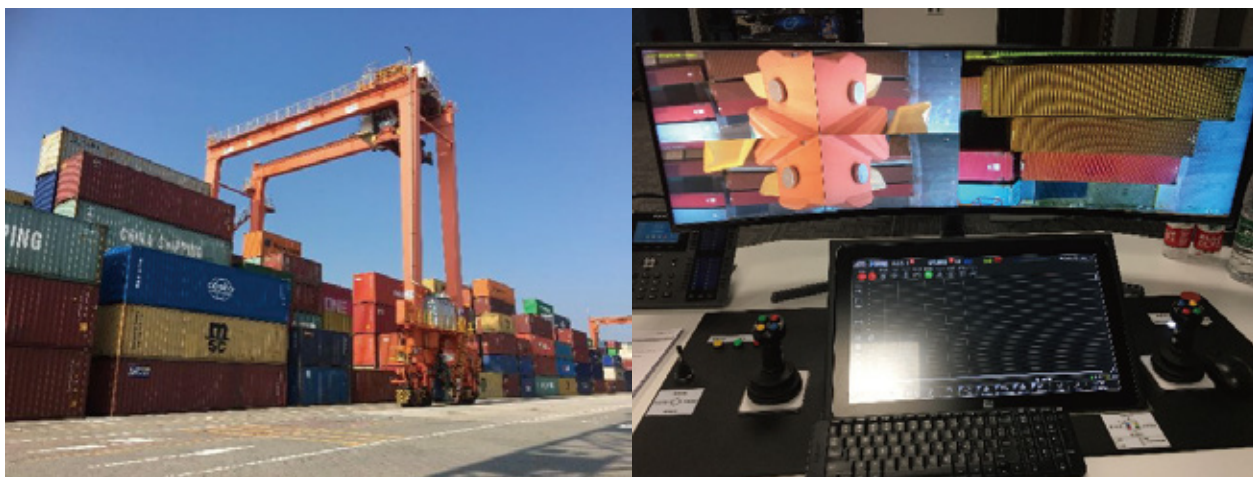
## 5G无线远程驾驶方案

5G因其上行大带宽、低时延、高可靠以及切片隔离与SLA精准保障等特性，受到港口用户的关注，并在港口应用场景中广泛应用。但针对港区轮胎吊远程控制，5G网络仍面临如下挑战：多路高清视频回传对网络上行带宽的挑战、控制指令的双向收发对网络时延与可靠性的挑战，以及多台轮胎吊同时远程控制引发的并发业务的挑战。

中兴通讯面向港口的5G远程驾驶方案走在业界前沿，通过SuperMIMO、SuperCell、1帧碰撞消除、双发选收FRER（frame replication and elimination for reliability）、基于算力基站的本地分流等技术和方案克服了上述难点，为轮胎吊远程控制提供先进的无线远程驾驶解决方案。

### ● Super MIMO满足视频回传大带宽需求

轮胎吊远程控制的高清视频实时回传需要网络提供上行大带宽能力。通常一个400m的箱区有2~4台轮胎吊工作，每台轮胎吊有4~6个摄像头进行视频回传，最多同时有24路高清视频，结合1帧碰撞概率，上行瞬时速率需求最大可达到250Mbps以上。以3.5GHz频段的100MHz频谱资源为例，在实际应用中，通常按180~200Mbps作



▲ 轮胎吊远程驾驶应用场景

为上行容量估算，无法完全满足传输需求。中兴通讯SuperMIMO技术通过多天线合并消除小区边界，通过空分复用技术提升频谱资源利用率，小区容量最大可提升4倍，充分满足轮胎吊远程驾驶的视频回传上行大带宽需求。

● SuperCell保障网络传输低时延高可靠要求

轮胎吊远程控制控制指令传输对网络的时延与可靠性要求非常高，通常情况下，要求指令的双向传输时延在20ms以内，可靠性在99.99%以上。中兴通讯采用SuperCell技术，通过将多个相邻小区组成一个逻辑小区，消除了小区间的干扰，扩大了小区覆盖范围，减少了小区切换次数，保障了轮胎吊远程控制指令的低时延高可靠要求。

● 创新技术全方位助力远程控制精确应用

基于中兴通讯独有的算力基站、自研功能软件以及工业级边缘网关设备，可以进一步助力5G在轮胎吊远程控制中的应用。针对视频优化，采用I帧碰撞消除技术，通过在边缘网关上优化视频编解码算法，取消周期性I帧设计，或在算力基站上部署AI应用，识别存在I帧碰撞的摄像头，给出

I帧周期调整建议，从而大大降低视频对网络带宽的瞬间冲击。针对控制指令，采用双发选收FRER技术，即将同一路信号在边缘网关上经过两个不同的频点分别发送至算力基站，由FRER软件模块选择最优信号，大大降低了对单一空口的依赖，同时，基于不同频点的FRER功能也避免了同覆盖的不同小区同时切换的问题，解决了轮胎吊跨箱区与堆场转场远程控制的痛点。此外，基于算力基站的本地分流功能，可以将轮胎吊远程控制业务流快速从基站侧卸载到园区本地，减少了业务经核心网UPF的路径，将网络侧时延降低到10ms以内。算力基站的本地分流还可以与核心网下沉UPF分流互为备份，增加了网络的健壮性。

中兴通讯基于5G的远程驾驶方案与技术，目前正在多个港口进行试点验证，该技术除了应用于港口轮胎吊远程驾驶外，还可以应用于港口的轨道吊、岸桥、无人集卡等远程驾驶场景。此外，5G远程驾驶方案还可广泛应用钢铁、冶金等行业的天车远程控制，矿山无人矿卡的远程驾驶等场景，有着广泛的应用前景。**ZTE中兴**

# 露天矿5G专网方案， 助力无人矿卡规模应用



周建华  
中兴通讯RAN产品ToB规划  
架构师

**随**着机器视觉、自动驾驶、远程操控、5G无线通信等新技术成熟应用，露天矿山智能化升级正在快速演进，行业提出了“安全性、少人化、无人化”的智能化发展目标。5G矿山专网作为移动智能装备的连接基础设施，已广泛深入到矿山核心生产域。

## 露天矿山智能化催生无线通信需求

露天矿，常见的有露天煤矿和山坡型石材矿山。在露天煤矿，通过采掘剥离表土，形成一座几十到数百米深的巨大矿坑，挖掘埋藏在坑底的煤层并运输到储煤区。在山坡型矿山，自上而下开采石材并运输到山下卸料区。露天煤矿作业流程有穿爆、采装、运输等，在少人化、无人化改造过程中，引入了无人矿卡运输、远程操控电铲、辅助设备监控、车辆智能化管控等新型业务。有线光缆无法满足矿卡等车辆的移动性需求，从而催生了对5G无线网络的需求。

露天矿面积广阔，从2平方千米到数十平方千米，核心工作面会缓慢推进，逐渐离开基站覆盖范围，需要对部分基站进行搬迁并重新规划部署。露天矿的无人矿卡、电铲、挖掘机、运土车等大型装备，一般有几十到数百辆，对网络的上行容量要求较高，远程控制指令传输要求低时延高可靠。此外，露天矿山的生产安全性和可靠性

要求较高，在有高产能任务指标时，要求24小时全天候生产，网络故障会极大影响开采效率和经营效益。

## 露天矿山5G组网与覆盖方案

中小型露天矿山一般采用混合专网，在矿区建设独立UPF资源池，容灾备份，保障生产业务数据不出园区。公网和专网共享5G基站，通过切片技术进行业务逻辑隔离。部署PRB资源预留功能，为专网业务预留高优先级空口资源。大型露天矿山安全等级要求极高，一般采用独立专网方案，独享基站和核心网，与大网物理隔离，提供最高等级的安全保障。矿山典型业务流程和5G解决方案如图1所示。

露天矿山各功能区环境和需求不同，要进行分区域网络规划：在矿坑或大型工作平台，重叠覆盖和同频干扰严重，需要进行超级小区设计，避免频繁切换和同频干扰；在运输道路上，要进行线路覆盖，减少小区切换，保障车辆连续行驶的业务体验；在生活区和煤炭洗选区，对整个区域覆盖，满足大量终端的广覆盖需求。

针对露天矿工作面缓慢移动的场景，中兴通讯的拖车式可移动基站产品已得到应用。该产品集成天线、基带、桅杆一体，天线支持升降，最高达18m，抗风能力强。可移动基站灵活机动，可以快速完成基站搬迁和网络恢复。

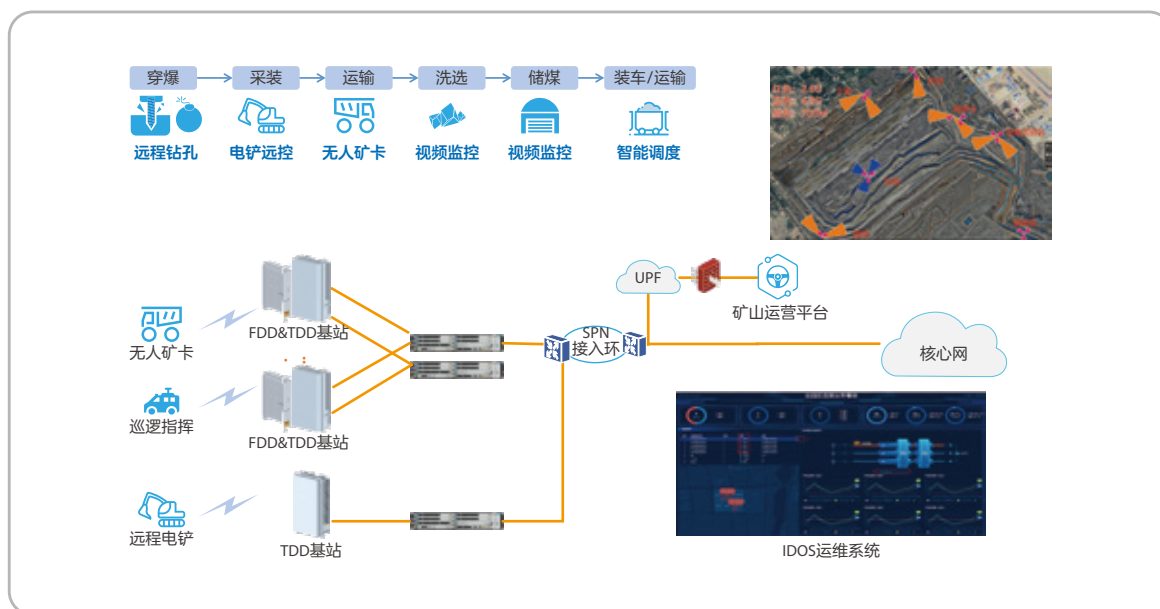


图1 露天矿山业务流程和5G组网覆盖方案

## 5G增强技术，保障露天矿山连续高强度作业

矿山的5G组网和覆盖方案，完成了基础网络架构搭建，为了满足矿山高速率、高可靠、高强度作业的需求，还需要设计并开启一系列5G增强技术。

FDD+TDD双频组网，利用FDD和TDD不同的特性进行覆盖互补，应对不断变化的矿山环境。在无人矿卡移动时，通过频率间互操作策略，使矿卡接入合适的频点，动态负载均衡。双频组网也提升了网络可用性，避免单频网络故障影响生产业务。

无人矿卡、远程电铲等核心生产业务，控制指令传输应用双发选收FRER (frame replication and elimination for reliability) 帧复制和消除技术，以实现无缝冗余传输，提供低时延高可靠的保障。当矿卡自动驾驶遇到故障需要远程接管时，中兴通讯业界领先的超低时延视频传输技术，将视频端到端时延从300ms左右降低到80ms以内，纠错、抗丢包等视频技术保障了清晰度和流畅性，提升了远程驾驶体验。

针对露天矿山无人矿卡、远程电铲的上行大容量需求，在超级小区组网下，应用SuperMIMO技术增强上行，将4个分布式部署的8T8R RRU组建成一个32T32R的多天线系统。在MIMO系统下，多节点联合收发。在保障无人矿卡连续自动驾驶的前提下，提升上行容量可以满足多路视频的流畅回传。

此外，中兴通讯提供面向露天矿山场景和业务的一体化运维系统IDOS。IDOS管理矿山5G终端、基站、UPF、核心网和生产业务，端到端呈现业务流链路各节点状态和性能指标;通过设定保障要求、质量监控、问题识别、问题定界定位构建闭环的SLA保障功能，使得5G专网更好地服务露天矿山生产作业。

中兴通讯已协助运营商在新疆、内蒙古、陕西、安徽等多个露天矿山部署了5G专网方案，并通过商用验收，部分项目的自动驾驶矿卡已经实现安全员下车，达到真正无人化。随着远程电铲、远程挖掘等业务的持续孵化，5G专网将助力露天矿山智能化水平持续提升。ZTE中兴



# 武钢有限： 打造5G全连接工厂行业标杆



刘嘉  
中兴通讯产品规划总监  
(无线)

**武**钢有限公司（以下简称武钢有限）是新中国成立后兴建的第一个特大型钢铁联合企业。2016年，宝钢集团有限公司与武汉钢铁集团公司实施联合重组，合并后的宝武集团有限公司是我国现代化程度最高、最具竞争力的钢铁联合企业，为全球特大型现代化钢铁联合企业。从2021年开始，武汉联通、中兴通讯与武钢有限合力建设5G全连接工厂。武钢有限全连接工厂是湖北省首个5G专属核心网和承载网下沉至企业园区的项目，先后落地5G+无人行车、5G+智能铁水调度、5G+检修高危作业监控、5G+生态环保等多个数字经济应用场景。

## 全连接工厂“1+N+X”模式初步形成

钢铁行业的主要生产环节包括选料、炼铁、炼钢、连铸、轧钢，以及能环、物流、质量管理等。现阶段钢铁行业信息化水平参差不齐，很多环节仍旧依靠人工操作，生产制造效率较低。中

兴通讯聚焦钢铁企业高效生产、安全生产、节能降耗等方向，提供丰富和专业的5G+工业互联网应用。

宝武集团从2019年开始逐步推广工业智慧智造，恰逢5G技术发展成熟，应用5G技术赋能钢铁智造成为必然之选。经过两年的探索实践，武钢有限已初步形成“1+N+X”的5G建设和应用模式。

### “1”个专属核心网

传统面向ToC的核心网难以满足行业用户提出的多样性需求，专属5GC下沉到武钢有限园区，可满足企业物理设备、数据安全隔离的需求，确保业务数据完全不出园区。5GC专网专用，还可以为ToB用户提供更低的业务时延和更好的SLA保障服务。

### “N”个5G共享基站

目前武钢有限园区内已建成63个5G共享基站（不含5G专享站点），园区内5G覆盖率达95%以上，是国内最大规模的5G企业专网之一。园区内



的5G基站通过网络共享的方式，一方面满足园区内ToC用户的网络需求，另一方面利用网络切片等技术满足园区内普通ToB用户的业务需求。目前已实现园区内环境监测、设备状态监控、高清视频回传等非生产类业务承载，日均5G数据流量达4TB。

### “X”个工控专网

ToB网络的行业应用场景，尤其涉及生产域的业务场景对于时延、可靠性等网络能力的要求严格，提供高性价比的确定性网络连接已成为ToB网络的核心能力之一。

在武钢有限的5G网络建设中，针对生产域的不同业务场景，在不同的分厂内按需构建工控专网，利用中兴通讯5G工控算力底座提供“端”“边”“云”“网”“业”相融合的一体化解决方案，并提供端到端的业务连接监控。5G工控算力底座各部分的典型能力如下：

- 工控网关SE9102，是中兴通讯5G工控算力底座中“端”“边”的重要组成，在武钢有限项目应用中，同时接入PLC和高清IP摄像头，可提供控制数据高可靠传输和高清视频的低时延回传；工业级的产品设计，防护等级达到IP66，可满足武钢有限各类严苛环境的要求。
- 双频5G网络（2.1GHz+3.5GHz），通过独立的物理设备，最大程度上保证“网”的安全可靠。现场可模拟多达十余种网络故障，保证无线链路单点故障对业务无影响。即使在基站回传链路中断时，现场已有业务仍可保持24小时以上。
- 结合工控网关SE9102和NodeEngine算力基站，构建异频双发优收通道，网络时延达到99.99%@20ms，较单频网可靠性提升2个9，业务数据通过NodeEngine算力基站可实现车间内的本地分流和处理，完美实现了“网”“业”融合。
- IDOS R88智能数字化运维门户，主要面向企

业用户，可以提供轻量化、即插即用、端到端、智能化的极简运维系统，实现对业务场景的端到端可视化监控，展示故障告警等异常问题时同步提供SLA保障等自运维功能。在武钢有限的专网内与NodeEngine算力基站实现“云”“网”融合部署，不需要额外的硬件，即可实现快捷开通部署。

### 5G带来无限可能

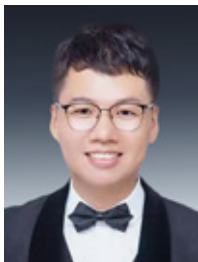
2022年11月，中国5G+工业互联网大会在湖北武汉召开，本届大会由工业和信息化部、湖北省人民政府共同主办，以“数融万物 智创未来”为主题，展示了我国“5G+工业互联网”融合发展的最新成果。中兴通讯、武汉联通携手武钢有限联合打造的“基于5G工控专网的武钢无人化应用”入选大会典型应用标杆案例。

中兴通讯为武钢有限打造的专属5G工控算力底座，在满足工业控制对网络的高可靠性要求时，进一步推动IT域、CT域和OT域的融合，已实现无人行车业务在热轧、冷轧、硅钢等多个生产车间的规模落地。通过打通车载PLC到WMS库管系统的控制通道，并辅以现场运行的实时视频，实现行车现场的无人化自动控制，从而大幅提升行车运行的安全系数和整体效率。未来5G工控算力底座还将在智慧钢水运输、无人堆取料机更多的核心生产领域进行推广应用。

武钢有限做为国内钢铁行业的龙头企业，不断加强5G技术在核心生产领域的渗透，逐步由单点场景建设向产线、车间、园区、企业等系统化综合性应用迈进。中兴通讯将同武汉联通一起，持续完善5G工控算力底座的端边云网融合能力，在武钢有限实践更多生产域业务场景，携手武钢有限打造5G全连接工厂的行业标杆，并将“武钢模式”应用于更多的钢铁企业，全力服务于冶金钢铁行业的数智化转型，助力冶金钢铁行业的长期高质量发展。ZTE中兴

# ToBeEasy方案

## 助力棋盘井煤矿智简运维



**张亚飞**  
中兴通讯RAN产品ToB运维  
规划架构师



**张博**  
中兴通讯RAN产品方案  
经理

**随**着5G网络规模的日益扩大和相关技术的快速发展，以高性能5G通信网络为核心基础的融合应用，已成为各行各业在产业信息化发展、智能化演进路线中的首选方案。棋盘井煤矿隶属神华蒙西煤化股份有限公司，设计生产能力300万吨/年，属于大型煤矿企业。棋盘井煤矿顺应趋势，计划应用5G网络进行生产业务的赋能管理，逐步实现煤矿生产的智能化。

### 深挖细研，探究矿区运维痛点

通信网络设备的稳定、生产业务的可管可靠是矿区管理运维的核心要求。对于基本场景，运营商可依托既有的5G网络，通过公网切片等多种方式，将5G的核心特性和价值快速赋能行业应用。在这些场景下，采用针对性的网络管理、维护、优化、监控手段，便可构建面向企业的运维服务方案。但煤矿场景因涉及井下等封闭空间，覆盖及管理比较特殊。井上直接利用5G公网能力，而井下需要进行独立5G专网建设，井下的生

产作业、智能化应用、通信保障将全部依赖于独立专网所提供的核心业务能力。基于这种公网和专网混合的场景，如何有效管理网络中的各种设备，提供直观、简化、快速的操作维护方式并具备快速恢复业务的能力，自然成为能否顺利开展相关业务应用的必要条件。

内蒙古联通、棋盘井煤矿和中兴通讯的专家组针对煤矿行业进行深入广泛调研，经分析，矿区运维的主要诉求如下：

- **专网专管**：井下专网规模虽小，但涵盖无线、核心网、有线、终端等齐套设备，安装空间受限，成本节约等要素，需要一体化管理。
- **业务可控**：井下采煤、传送运输等远程操控对时延/可靠性有高要求，需要对各种业务监控保障。
- **运维智简**：井下设备安装环境恶劣，需要网络支持运维极简、自动化。出于安全生产和连接稳定性的要求，需要远程监控设备，并具备快速故障恢复的能力，能对问题进行界定、远程运维，减少下井次数。

- 能力对接：系统可以对接矿区已有的软件和应用，便于系统集成、按需调用。

## ToBeEasy极简运维解决方案，以简驭繁

基于以上需求分析，棋盘井煤矿亟需一套智能便捷的运维方案，能够一体化管理多种网端设备，从业务应用视角出发端到端运维，并具备远程管控、恢复定位、开放对接等系统能力。通过深入沟通，内蒙古联通决定与中兴通讯协作，联合在矿区部署中兴通讯ToBeEasy极简运维解决方案，协同大网管理系统，实现全面的系统运维。

中兴通讯ToBeEasy极简运维解决方案是面向ToB行业的一套完整的网业协同运维产品，包括设备一体化运维系统UME R88、企业业务极简运维门户IDOS R88等；支持集约管理、轻量部署、业务端到端管理、SLA业务保障、智能排障、定界定位、能力开放等功能。

### ● UME R88设备运维系统

UME88设备运维系统提供跨无线、核心网、承载、固网等端到端的设备管理能力，支持告警、性能、配置、安全、拓扑、巡检等统一专业运维及业务开通、切片生命周期管理、大屏监控、智能故障预测和根因分析等端到端运维功能，支持OPEN API能力开放对接。

### ● IDOS R88业务运维门户

IDOS R88业务运维门户基于云原生技术，面向企业连接业务，采用连接业务视角、终端视角、专业网络视角等多维度运维视角剖析网络和业务状态，实时监测业务健康度以及SLO指标劣化趋势，预测风险，基于问题风险进行业务SLA

保障，端网维业协同，保障业务连接正常运行，用IT化服务方式为运营商和企业提供简单、直观、智能化的运维和能力开放服务。

## 方案部署应用，助力矿区智简运维

评估矿区的组网及运维需求，现有的公网设备由公网网管管理，矿井新增的无线和承载网等专网设备由UME R88设备运维系统管理，矿区的连接业务则由IDOS R88业务门户运维。

- 公网基站：井上宏站连接到公网5GC，通过基站级MEC实现5G的分流；井下Qcell连接i5GC，由UME R88管理；
- 专网基站：连接到i5GC，归属本地UME R88，不接公网；
- SPN：连接专网基站的SPN归属本地UME R88，其他SPN归属公网网管；
- NE：随BBU嵌入单板，支持下沉分流，IDOS R88随NE融合部署。

基于ToBeEasy方案，可快速实现网络设备的一体化管理，通过大屏展示、拓扑可视等功能，实现故障监控、业务可控，助力矿区运维的极简高效，保证网络稳定、业务可靠。

ToBeEasy运维解决方案作为面向ToB行业场景的一体化融合、智能化极简运维方案，可以灵活赋能应用于各种混合、专网等场景，通过公网与矿区专网的系统协同管理，实现了网络协同、管理协同、极简运维、降本节能，助力矿区智慧运维、生产提效，为煤矿的智能化发展保驾护航。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在