

中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2021年5月/第5期
准印证号：(粤B) L011030048

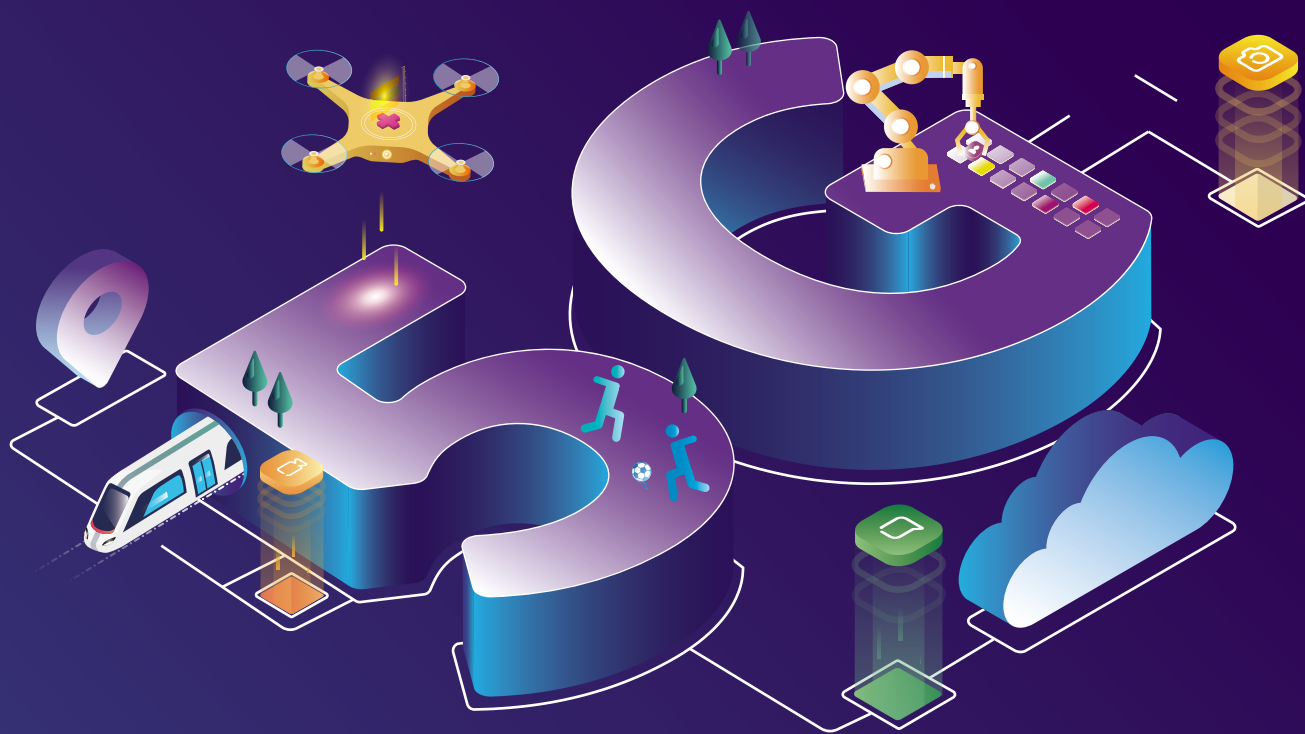
内部资料
免费交流

VIP访谈

02 云南神火铝业：打造全国一流的
有色金属智慧工厂

视点

05 5G商业成功之路



专题：5G赋能行业

08 云网筑基，引领行业应用向纵深发展



扫码体验移动阅读



第25卷/第05期
总第392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 陈新宇 方晖 刘金龙
陆平 洪功存 衡云军 王强

《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: 陈宗琮 丁翔 胡俊劼 黄新明
姜文 刘群 林晓东 马金
王全 杨兆江

《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: 10000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: 2021年5月25日



刘金龙
中兴通讯系统产品MKT及方案部总经理

5G筑路数字经济，创新引领行业变革

作为国家新基建的“C位”，5G网络建设如火如荼并逐渐“出圈”。随着国家政策的引领以及产业各界的全力推进，“5G不仅仅是一种通信技术”已成为全社会的共识，5G建设对数字经济发展的推动也逐现成效。

工信部部长肖亚庆在2021年两会期间接受媒体采访时表示：“5G不是单纯的通信网络，5G建设重点在应用，它和各行各业相联系，其应用场景随着网络推广也会不断增多。”5G已从基础的通信网络建设快速向生产生活领域纵深发展，各类创新的融合应用正依托5G技术，不断优化迭代。5G以一业带百业，将成为我国数字经济的倍增器。

作为领先的通信信息服务提供商，中兴通讯致力于用5G改变人们的生产生活方式。为此我们深入行业，与合作伙伴共同探索如何利用确定性的5G专网与边缘云计算、人工智能、大数据、创新终端相结合，加速行业创新，促进产业升级。

在5G云网基础设施领域，中兴通讯化繁为简，利用精简的积木化云网融合架构为行业客户搭建精准云网基础设施；通过开放的通用能力平台，在数据采集、传输、处理、应用方面进行方案整合，为客户提供一站式5G云网解决方案。

在业务应用领域，中兴通讯依托5G引领创新，在工业、能源、交通、金融、文旅等领域积极布局，从生产安全、降本增效、体验提升等行业数字化转型的典型需求切入，研发一系列产品方案，精准服务客户，全面推进社会步入智能化时代。

筚路蓝缕，玉汝于成，中兴通讯愿携手全球合作伙伴，以科技力量共筑数字经济繁荣，共促和谐发展！

目次

中兴通讯技术（简讯）2021年/第5期



云南神火铝业： 打造全国一流的有色金属智慧工厂

2020年6月，云南神火与中国移动、中兴通讯正式达成战略合作，携手打造全国一流的绿色水电铝智能化工厂。云南神火智慧工厂办公室主任、生产部副部长王攀接受了我们的采访，为我们介绍了云南神火5G智慧工厂的整体规划、建设情况，以及5G融合创新如何改变了有色金属行业的生产方式。

VIP访谈

02 云南神火铝业：打造全国一流的有色金属智慧工厂 /赵洪涛，郭婷

视点

05 5G商业成功之路 /屠嘉顺

专题：5G赋能行业

08 云网筑基，引领行业应用向纵深发展 /陈朝晖

11 行业创新云，匠心服务数字化转型 /魏立平，陆志峰

13 保护核心数据资产，赋能5G行业内生安全
/王庆，许秀莉

17 5G工业自然导航AGV，助力企业实现精益生产、
柔性制造 /郑光燕，钟钰

20 5G云XR空间计算，重塑信息交互形态 /江洪峰

22 基于MEC的通用机器视觉平台：让5G更懂制造
/李阳，黄勇

25 5G智能矿山，助力矿山迈入数字化时代 /丁志强

28 5G使能，电网更绿色更智能 /周承飞

31 智能路口：超边缘算力赋能交通管理数字化升级 /张晨

34 “云”启未来，中兴通讯双核云平台引领智慧城轨
/汪君强



成功故事

36 极致滨江：智造升级，变革从自己开始 /符志宏

39 5G+工业互联网助力鞍山钢铁生产数字化升级
/马恒

云南神火铝业： 打造全国一流的有色金属智慧工厂

采编 赵洪涛，郭婷

云南神火铝业有限公司（以下简称“云南神火”）是河南神火集团的控股子公司，于2018年成立。依托国家电解铝产能置换转移政策和当地丰富的水电资源，云南神火在文山州富宁县投资兴建了90万吨绿色水电铝材一体化项目。2020年6月，云南神火与中国移动、中兴通讯正式达成战略合作，携手打造全国一流的绿色水电铝智能化工厂。云南神火智慧工厂办公室主任、生产部副部长王攀接受了我们的采访，为我们介绍了云南神火5G智慧工厂的整体规划、建设情况，以及5G融合创新如何改变了有色金属行业的生产方式。



云南神火水电铝工厂



王攀，云南神火智慧工厂办公室主任：

我们希望携手中国移动、贵阳铝镁设计院以及中兴通讯这样的头部企业，持续探索和深入实践，为有色金属冶炼行业智能化建设积累经验，促进有色金属冶炼产业的数字化转型，同时以科技力量汇聚资源，带动西部地区数字经济发展。

云南神火智慧工厂已全面进入建设阶段，当初选择5G边缘云打造智慧工厂的初衷是什么？

有色金属冶炼行业是典型的流程工业，设备种类繁多、工艺复杂、工况环境严酷。而冶金企业自动化水平参差不齐，环保和安全生产形势严峻，整体生产组织缺乏柔性。

进入工业4.0时代，如何提高资源利用率，实现精准管理以及生产智能化转型发展是我们的当务之急。2019年，公司成立了以董事长王洪涛同志为组长的智能化工厂建设领导小组，规划通过一站式智慧工厂整体架构设计，满足云南神火当前需求的同时预留未来科技发展的兼容能力。2020年，我们和中国移动、中兴通讯经过充分研讨论证，认为5G的高性能可以构建连接机器、物料、人、信息系统的先进网络，实现工业数据的全面感知、动态传输、实时分析，形成科学决策与智能控制。我们一致达成了建设5G边缘云智能化工厂的目标，以中国移动、中兴通讯的5G优势结合云南神火的行业积累，实现降本增效、产能优化。

云南神火5G智慧工厂的整体规划是怎样的？目前建设到哪个阶段？

云南神火5G+智慧工厂立足绿色发展的理念，以1张精品5G园区专网为依托，设立1个可视化“指挥大脑”，通过4个数字工业基础平台向上支撑各种创新应用孵化，使生产管理各环节数据可视、可管、可控，打造绿色节能、精细可控的智慧化生产体系。整个项目分为三个阶段：第一阶段，信息基础设施建设，构建信息化底座；第二阶段，平台及创新应用建设，构建能力中心；第三阶段为深化智能阶段，实现智能分析及决策辅助。

目前第一阶段已顺利完成。我们依托中国移动及中兴通讯12个5G基站的建设，搭建了园区MEC边缘平台，形成云网一体的智慧底座；在此基础上实现了智能安防系统、厂区道路测速系统、应急指挥系统、车辆管理系统等基础系统的建设。

第二阶段智慧工厂“指挥大脑”的建设也在积极部署中，包括工业互联网平台、数字孪生中台以及六个业务场景的5G创新应用，预计在今年8月可以完成。

您刚才提到的六个业务场景的5G创新应用，具体都解决了云南神火哪些难题，带来了什么价值？

当前我们已经上线六个业务的5G应用，分别是：电解槽漏液检测、空压机房视觉抄表、传送带跑偏裂纹视觉监测、中频炉铁溶液精准分析、天车远程操控以及5G融合定位。

电解槽漏液检测：电解槽结构复杂，云南神火铝业拥有660多个电解槽，测温点总数超过7万且分布不规则，目前我们通过5G结合电耦合测温以及光纤应变测温手段，完成恶劣环境下超高密度终端传感器的接入，实现了超长时间0°C到350°C高温的在线检测。

空压机房视觉抄表：云南神火有8台空压机，空压机缺少数据接口，需安排人工每小时手工抄表记录，效率低且难以形成信息共享，预警不及时。我们利用5G大带宽能力结合视觉分析，自动读表并形成数字报表看板，实现集中监测和实时告警，提高了工控管理效率。

传送带跑偏裂纹视觉监测：云南神火有11段架高20米的独立天车传送带，用于运输电解铝原料，为减少粉尘污染均是密封管廊。传统模式下，需在皮带空转时由安全员打开管廊人工检测皮带是否跑偏或存在裂纹。利用5G大带宽能力结合视觉分析，我们根据需求在任意点位部署监测终端，减少了皮带空转降低生产效率的情况，也避免了人工检测的安全隐患。

中频炉铁溶液精准分析：电解铝阳极铸造，铁溶液为1400°C时浇筑成品率最高。受困于侵入式温度传感器在超高温环境下只能使用一周的问题，传统基本靠人工经验通过溶液表面颜色辨别温度，存在误差，生产工艺无法保障。通过5G高上行能力，结合机器视觉方法，我们实现了便捷

精准测温及集中监测，有效提升了铸造工艺，也避免了温度过高而造成的有线部署线路易老化的问题。

5G天车远程集中操控：负责重型物料运输的轨道天车，属于移动场景，无法安装有线网络，Wi-Fi信号又不够稳定，只能采用人工控制，不仅成本高、效率低、危险性高，也无法形成整体调度。我们利用5G的低时延及高上行带宽能力，解决了天车通信问题，将PLC控制信号以及视频信号实时回传至操控室，实现天车的远程集中操控和统筹调度，大幅提升管理效率，也改善了操控人员的工作环境。

5G融合定位：我们通过5G+蓝牙及超声波增强定位手段，部署了包含人员管理、电子围栏、巡检过程实时显示、应急救援等功能模板的智能系统，实现园区人员分布、人车物运行轨迹、高危区域侵入告警的精细化管理，达到安全生产和人员管理的可视可控。

最后，请您介绍一下云南神火智慧工厂的未来规划。

当前云南神火已经结合自身发展战略制定了《云南神火铝业有限公司5G+MEC智能化工厂建设（2020—2022）规划方案》，并在云南省工信厅建设备案。云南神火5G智慧工厂将坚持以5G+工业互联网平台以及数字孪生中台为能力核心，不断提升自动化装备以及智能化管理水平。

我们希望携手中国移动、贵阳铝镁设计院以及中兴通讯这样的头部企业，持续探索和深入实践，为有色金属冶炼行业智能化建设积累经验，促进有色金属冶炼产业的数字化转型，同时以科技力量汇聚资源，带动西部地区数字经济发展。 ZTE中兴

5G商业成功之路



屠嘉顺

中兴通讯NFV/SDN首席科学家

据 GSA统计，截至2020年11月，全球有407家运营商129个国家/地区正在投资5G，其中49个运营商122个国家/地区已推出符合3GPP标准的5G服务。截至2020年底，全球5G用户数约有1.7亿。5G网络给普通消费者带来前所未有的eMBB（Enhanced Mobile Broadband）体验，消费者可以体验到数百兆的持续接入速度，极限速率可达1Gbps，而传统4G网络只有数十兆的接入速度。可以说，5G网络已经通过大规模的端到端商用，证明了5G技术确实达到了预期技术目标（eMBB），是一个成功的网络技术。

根据历史经验，新的网络技术带来的网络容量和用户体验提升，是运营商提升ARPU值、实现网络价值变现的重要手段。以较早商用5G的韩国市场为例，截至2020年底，三家运营商（LGU+、SKT和KT）共发展5G用户1200万，占全部用户数16.8%的5G用户消费了40%的总流量，三家运营商的营收全部实现增长。其中LGU+实现收入增长5.8%，主要的贡献来自利用无限流量计划和内容丰富的应用（云游戏、VR/AR内容、高清视频流）刺激普通消费者的流量花费。可见5G网络的eMBB能力确实可以促进

普通消费者市场进一步发展，并能帮助运营商实现收入增长目标，这让全球运营商和5G投资者看到了曙光。但同时也要看到，在目前面向消费者的流量包商业模式下，5G网络的流量单价急剧下降，若未来没有出现流量消费的“杀手级应用”，5G网络面向普通消费者的营收增长和投资回报可能将是一个缓慢的长期过程。

利用5G新特性，开拓行业移动专网营收新空间

5G三大技术新特性除了eMBB还有URLLC（Ultra Reliable Low Latency Communications）和mMTC（massive Machine Type Communications），后两个新特性显然是针对物联网和行业应用需求定义的。

传统行业专网目前使用的有线工业网络和Wi-Fi网络缺乏移动接入特性，在实际应用中存在巨大的限制。当5G网络具备高可靠、低时延、大带宽以及广连接的特性后，将使能各行各业呈现百花齐放的应用。例如制造业、交通、采矿、医疗、运输等行业，借助5G的高可靠和低时延接入的机器人、AGV、无人机不仅可以大幅提高工作

效率，降低成本，还可以替代人在极端的环境下工作，降低工伤的发生概率。而mMTC在智慧城市、能源以及环境保护等行业的应用也将助力这些行业发生全新的变革。行业领先的咨询机构Omdia对未来几年的行业移动发展做出了预测（见图1），到2025年，行业应用中支持5G的设备将达到1.75亿。

从行业角度看，拥有一个为自己企业应用定制的专属网络是最理想的方案。在5G以前，专属移动网只能采用专用的频点、专用的物理设备构建一个专用的物理网络。这不仅极其昂贵，频点在大多数国家也无法被中小企业获得。5G的网络切片技术、NFV/SDN、端到端自动编排技术，

让运营商可以利用公众网络的资源为成千上万个企业定制专属SLA的专有网络，这为运营商开辟了一个全新的ToB业务收入来源。运营商向企业销售一个定制的网络服务，定制网络的KPI包括用户数、可靠性级别、带宽、时延等多个参数。对于企业来说，可聚焦自己的主流业务，而购买运营商的专业5G网络服务，不仅网络服务的可靠性、专业性有保障，成本也会更低。对于运营商来说，开拓高价值的优质企业用户显然是一块全新的蓝海市场。

2020年7月，中国移动举行5G专网启航计划发布会，正式宣布进入企业移动专网市场。中国移动推出“优享、专享、尊享”三种差异化5G专

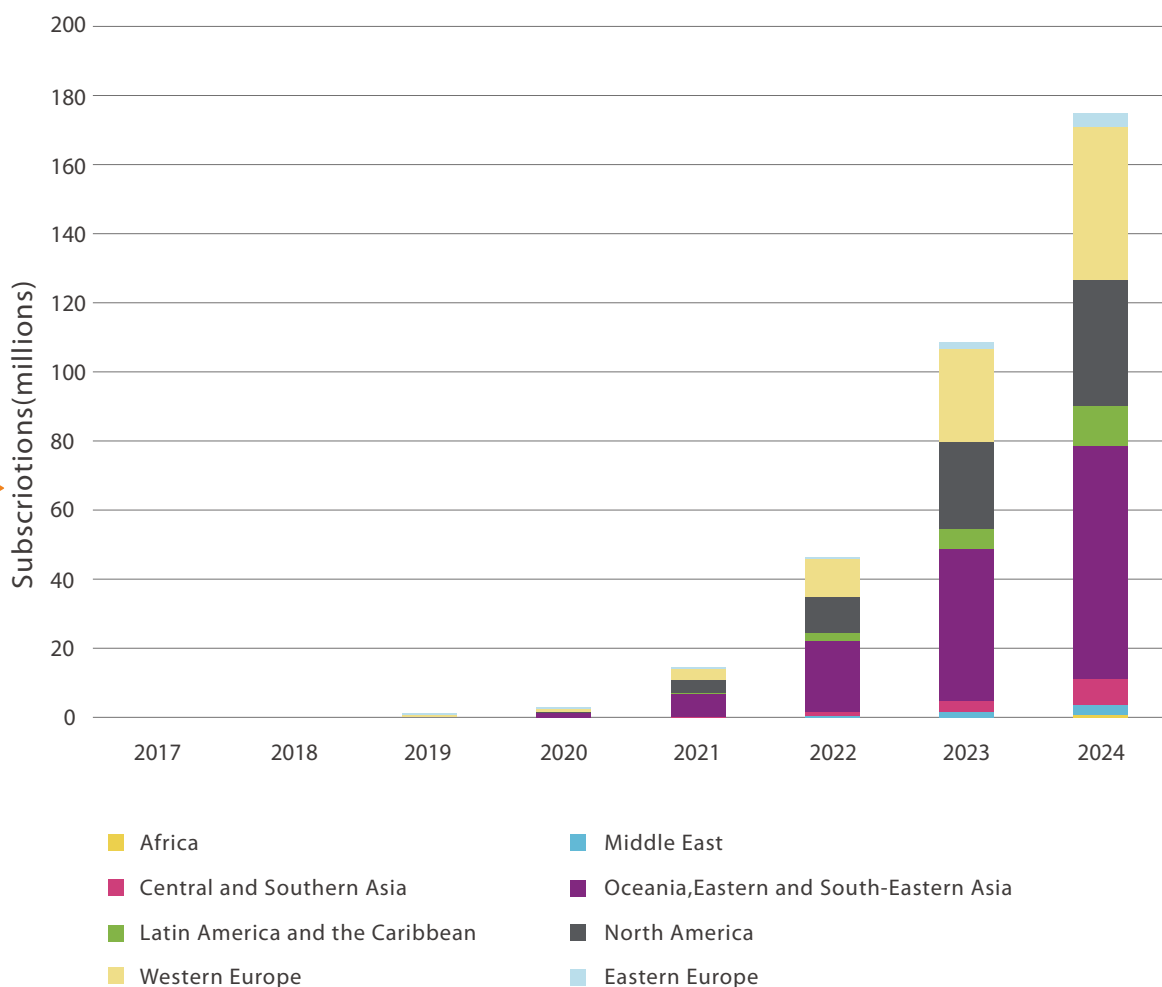


图1 行业移动连接的市场预期 (Omdia)

网模式，帮助行业客户构建安全可靠、性能稳定、服务可视的定制化专属网络，并为行业客户提供一站式业务全流程5G专网运营服务。

当然，运营商开拓面ToB行业专有网络服务市场，要建立在对企业需求的深入了解上，需要实现5G网络和千万种企业应用的紧密整合和集成，也有赖于移动物联网的产业成熟。这要求电信行业花大力气去开拓与企业客户的新型合作伙伴关系，探索新的ToB商业模式。

服务数字经济是5G变现的中长期目标

人类社会已经开始步入数字化社会，而COVID-19疫情将加速这个过程。据中国工业和信息化部数据，2019年德国、英国、美国数字经济GDP比重全球排名前三，占比分别为63.4%、62.3%和61.0%，中国数字经济规模为35.8万亿元，占GDP比重达36.2%。数字经济已成为社会发展的强劲引擎，仍然具备巨大的发展空间。以“无处不在的网络”和“无处不在的云服务”为核心的数字基础设施将成为数字经济长期发展的基石。

相比传统网络技术，5G大规模引入了云计算、AI、大数据等数字技术，运营商在实现5G网络升级和商用的过程中，实际上就实现了自身的数字化转型。运营商在部署5G的过程中部署了大量的中心和边缘云，其中边缘云是目前稀缺的数字基础设施。边缘云不仅可以服务5G，也可以为行业应用提供本地化的、更可靠、更安全和更快响应的云服务。与此同时，运营商为了更加高效、自动化和节能地运营5G网络而构建的AI、大数据引擎，实际上是一种也可以面向行业销售的PaaS（Platform as a Service）云服务。特别是，运营商本身强势的网络结合自身的云提供的端到端确定性的云网一体化数字基础设施，相比目前传统的“尽力而为”的公有云有着巨大的性能优势，受到了行业用户的欢迎。

2020年11月，中国电信发布《云网融合2030技术白皮书》，以网为基础、云为核心、网

随云动、云网一体为原则，为数字经济定义了一个不断迭代的数字基础设施愿景。

中兴通讯助力运营商开拓5G行业市场

截至2020年底，中兴通讯在全球联合多个主流运营商在工业、交通、能源、政务、新媒体等领域，发展了超过500家垂直行业合作伙伴，联合探索了近百个5G创新行业应用场景，在全球范围内开展超过60个示范行业专网项目。

面向数字化转型巨大的市场机会，中兴通讯提出一揽子云网融合解决方案——精准云网方案，帮助电信运营商构建服务行业客户数字化转型的全新云网平台。精准云网以“分布式精准云”和“确定性精准网”来实现云随需生、网随云动，以“全局协同”“极简维护”和“端到端内生安全”提供全面保障。精准云网目前已应用在钢铁冶金、电子制造、矿山、电力、车联网、轨交、港口、智慧城市、金融等领域，在为企业提效降成本的同时，也给运营商开拓了一片增长迅速的全新收入蓝海。

结束语

5G的应用场景不仅定位于面向消费者的移动互联网，同时也定位于面向行业的移动物联网和工业互联网。5G网络的变现和商业成功，不仅要大力拓展以ARPU为核心的个人消费市场，更要积极拓展面向企业的专有网络服务市场。

长远来看，以工业4.0和智慧城市为代表的数字经济将带来天量的投资并将持续发展多年，国内外的OTT巨头都已经开始涉足和布局数字经济。如果运营商仍然坚守网络自身，很可能会错失数字基础设施的巨大商机，流量再大也难免沦为价值链底端的“哑管道”。定位于构建数字经济基础设施，做数字经济的“筑路者”，发挥5G云网融合的优势，推动全社会的数字化转型，这可能才是5G变现的正确方向和对未来社会的意义。 ZTE中兴

云网筑基， 引领行业应用向纵深发展



陈朝晖
中兴通讯行业解决方案
资深专家



今天，数字经济已经成为全球经济发展最具活力的部分。ICT作为数字传输和处理的关键技术和基础设施，其重要性日益凸显，被定位为数字经济时代的核心新型基础设施。通过构建坚实的云网基础，提高行业对计算能力、连接能力的易获得性，将有助于行业数字化应用的创新，而随着这一创新进程向纵深发展，必将使得行业的数字化转型进入深水区，呈现出百花齐放的快速发展局面。

产业数字化转型趋势加速

信息革命催生的数字经济经历了近30年的发展，已成为全球经济发展的亮点。据信通院《全球数字经济新图景（2020年）》的数据，数字经济的GDP占比连年提升，2019年已经占到41.5%，同比提升1.2个百分点。在增速方面，全球数字经济名义增速达到5.4%，高于同期GDP名义增速3.1个百分点。可见，发展数字经济已成为拉动经济增长、缓解经济下行压力、带动经济复苏的关键手段。

产业数字化是数字经济的主战场。数字经济首先是信息通信部门的产业化，即数字产业化。

随后融合渗透推动产业的转型升级，拉动产业数字化发展，并逐渐成为数字经济的重要内容。2019年，产业数字化占数字经济比重达到84.3%，在高收入国家、发达国家中占比更高。产业数字化规模是不同国家数字经济差距的主要来源，也成为各国拉动经济增长的核心动力。

数字化转型成为构建产业竞争优势的确定性方向，而世界政治经济局势波动加剧使得产业数字化转型趋势加速。数字化转型的本质是利用数据、算法和算力，优化资源配置，赋能企业降本、增效、提质，构建新型的竞争优势。这使得数字化转型成为确定性的共识和大多数企业的主要选择。而国际经济、科技、文化、安全、政治等格局发生深刻调整，以及2020年发生的全球疫情，更加速了这一趋势。一方面，数字化的医疗应用有效助力抗击疫情；另一方面，疫情期间，线下业务线上化、远程化、数字化成为主要运作方式，催生了云办公、云教育、云直播等创新应用，促进了传统业务与服务的数字化转型。



精准云网筑路数字经济

产业数字化转型需要经历“上云、用数、赋智”三阶段过程。上云，通过云计算重构企业IT基础架构，打破传统孤立系统的数据孤岛，实现数据的流通；用数，即将数字作为企业的核心业务，实现企业业务流程的数字化；赋智，通过提供可复用共享的业务AI模型能力，打造AI业务解决方案算法中台，并以场景为着力点，快速构建和发布企业智能化应用。

云计算按需提供数据存储、计算所需算力，网络提供数据流动的“高速公路”，是数字经济的核心基础设施，而5G的大规模发展使得电信运营商成为提供这一新型基础设施的核心力量。中国移动发布“优享、专享、尊享”专网，中国电信发布“致远、比邻、如翼”定制网，中国联通发布“虚拟专网、混合专网、独立专网”；利用规模商用的5G网络，三大运营商均面向不同应用场景推出专网方案和产品，并推进云、网、边、

端、业的融合，赋能行业数字化转型。

中兴通讯作为全球领先的ICT解决方案提供商，在2020年发布精准云网解决方案，以系列化创新技术和运营商携手筑路数字经济。

为满足数字化转型对连接的确定性需求，中兴通讯携手运营商构建网络极简、极致体验、极致性能、极致效率的5G基础网络，并借助端到端网络切片、上行增强、边缘QoS控制、智能AMC、分级冗余备份等创新技术，实现带宽、时延、可靠性的端到端精准，满足垂直行业的差异化业务需求，提供精准网络服务。

上行大带宽是垂直行业的关键需求，中兴通讯通过多维度技术综合应用，提供超高上行带宽能力。以机器视觉为例，为了实现检测的准确性，需要提供单点200Mbps的上行带宽，4~6个工业相机需要1Gbps左右，通过载波聚合、1D3U帧结构、毫米波等技术，提供最大超过4Gbps（毫米波+1D3U帧结构）上行能力。

行业应用对通信的可靠性有很高要求，中

中兴通讯NodeEngine和i5GC方案提供分级可靠性。制造业、港口、矿山等生产作业环境要求生产不中断，通过在NodeEngine上部署EdgeQoS和智能AMC，可以动态识别业务特征，实现无线传输的智能精准控制；在链路层和网络层，基于极简的i5GC、PDCP复制、UPF冗余等技术，提供分级容灾，实现高可靠；在设备层，提供满足防爆、工业级的产品，保障网络运行的可靠性。

为满足不同应用场景多样性算力的需求，需要提供不同形态的硬件产品和按需匹配的云底座，中兴通讯面向全场景灵活提供配置最优、性能最优、成本最优的行业云解决方案，并支持弹性扩展。中兴通讯基于TECS云底座提供行业云，实现了PaaS层解耦，分为云基础设施层和技术服务层。两者可以循环迭代优化，不断提升性能，并根据需要做轻量化的部署，真正为企业实现低成本部署，业务快速迁移上云，上线周期平均缩短75%；同时基于其同源底座和弹性伸缩的特性，做到一点成功、多点复制。

面向不同部署场景，中兴通讯提供菜单式云网一体硬件产品。小型园区，在5G BBU上增加单板，不用建机柜即可实现安装简便、开箱即用的现场级边缘云服务；大中型园区，紧凑型的云网柜提供端到端全栈，一站式云网服务，不用建机房即可满足园区云网需求；对有IT/CT资源隔离要求的大中型园区，提供云柜、网柜分离的产品；对超大规模的园区和行业，提供高配的云柜、网柜产品，满足10万级终端规模接入，并支持良好的性能扩展性。

价值驱动，引领行业数字化向纵深发展


中兴通讯致力于做数字经济的筑路者，立足行业实践，以价值驱动，从可快速复制的视频媒体类场景到定制化要求较高、价值也较高的工业生产场景，以及对时延、可靠性要求苛刻的高价值应用场景，均展开了应用探索，逐渐引领行业

数字化向纵深发展。

基于5G大带宽的业务，如数据采集、移动巡检、高清视频等，基础能力成熟，应用场景多，可快速复制。2019年，5G导入初期，中兴通讯在千岛湖成功实践智慧治水业务，为实现下姜村水域的智能化管理、立体化监测提供了可靠保障。2020年春节，中兴通讯助力央视完成鼠年春晚5G+8K超高清远程直播，为观众带来全新的视听体验，为超高清直播行业应用带来强大动能。

远程控制、机器视觉等业务在产业领域应用广泛，但对上行带宽和时延要求高，定制程度高，应用价值高。中兴通讯在盐田港部署5G专网和边缘云，深入生产系统，实现岸桥远控，大幅提高生产效率。在南京滨江5G智能制造基地，中兴通讯的机器视觉应用于产品质量检测，极大提升了检测效率。中兴通讯和云南神火集团合作，基于工业互联网平台提供天车远控、能耗分析、视觉检测、预测维护等创新应用，提升生产效率10%以上。

电网的差动保护业务对网络时延和可靠性要求极高，同时对电网稳定运行的价值也很高。中兴通讯与中国移动、南方电网合作，在广州完成差动保护业务的商用测试验收，同小区50+真实5G活跃用户，基于PRB硬切片和5G精准网络的电力虚拟专网，实测配网差动业务空口授时精度小于1 μ s，通道端到端时延小于12ms，长时间运行0丢包。高度确定性的网络指标满足配网差动业务应用要求。

中兴通讯践行数字经济筑路者定位，以精准云网为数字经济发展奠定坚实的ICT基础，并深入实践，将极致云网能力和行业应用融合起来，为行业创造真正价值。从融入行业到被行业接受，中兴通讯和500多家合作伙伴一起，已经打造超过100项行业创新应用，并将继续探索行业数字化转型深水区，成为行业可靠合作伙伴，加速产业数字化进程。 

行业创新云，匠心服务数字化转型

技术发展驱动数字经济（包括数字产业化和产业数字化）的增长，而产业数字化将成为数字经济下一波发展浪潮的核心。云计算、5G、AI等技术，满足了行业数字化转型需求，将成为数字经济发展的关键驱动引擎。

数字化转型体现企业与客户、合作伙伴相连接的产品、服务、制造、销售等交易能力，是一系列组织、流程和技术的变革。企业数字化转型分三个阶段，即面向办公、研发、生产、运营等全业务场景的“上云、用数、赋智”。其中企业上云是第一步，是数字化的基础。在数字化转型过程中，数据作为生产要素，基本条件是数据在各业务应用场景能流通，需要从竖井式的系统建设向“云计算”架构转变，即业务上云。企业的营销、供应链等业务面向外部用户和合作伙伴，

往往又会以混合云等方式建设，需要一个具有异构云管理能力的可灵活定制的行业云。

中兴通讯高效灵活的组件化行业创新云，为行业快速转型筑基，提供轻量化、硬件加速、能力复用的基础设施，具备全栈创新和内生安全，为数字化转型提供全方位安全，保障数字化业务发展。

行业云组件化，为行业快速转型筑基

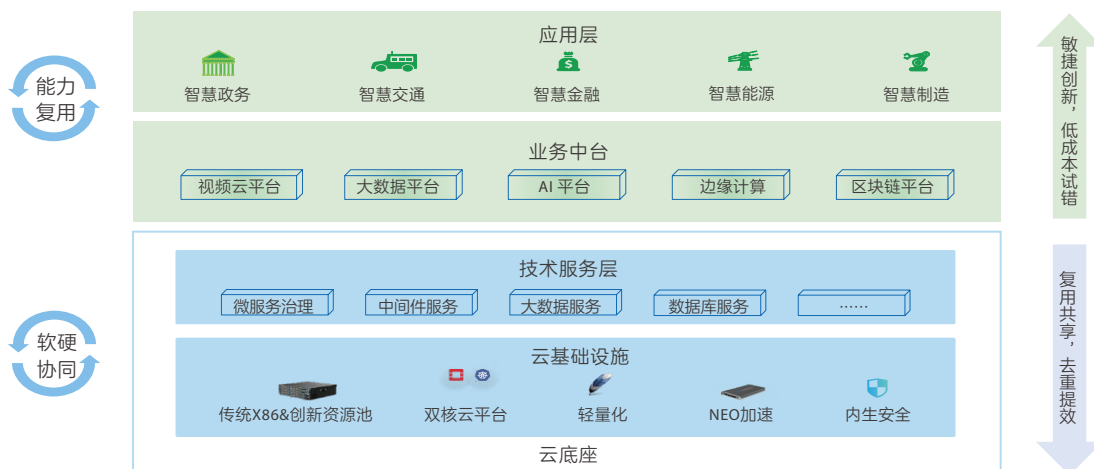
数字化转型是一个循序渐进、不断摸索的过程，在这个过程中，存在技术创新、用户需求变化、业务创新周期短等动态复杂的外部因素，同时考虑到各行业的数字化需求，中兴通讯在云平台产品方案规划之初，便以“复用共享、去重提效、敏捷创新、低成本试错”为原则，打造“组件化、模块化”的行业云（见图1）。



魏立平
中兴通讯资深战略规划师



陆志峰
中兴通讯政府&金融行业市场总监



◀ 图1 行业创新云架构

中兴通讯TECS云底座满足各行业云的需求，主要由云基础设施层和技术服务层组成。

- 云基础设施层：包括服务器、存储、网络、安全、加速硬件等物理设备，构成云资源的基础设施，同时全面满足技术创新要求。云资源池对基础设施层的物理设备进行虚拟化，通过OpenStack、Kubernetes双引擎的深度融合，支持大规模部署，为行业应用提供可靠的虚拟机、容器和裸金属资源，满足不同场景下的资源部署需求；支持硬件和软件SDN解决方案以满足各种规格资源池的SDN需求；提供基于Web方式的管理系统，实现对计算、存储和网络虚拟化的管理，并对外提供统一的云服务。
- 技术服务层：大数据、AI、分布式数据库提供公共服务，支持快速创新；支持容器化部署、可视化编排、流程自动化，使行业应用及服务创新更便捷，快速迁移上云，上线周期平均缩短75%；系统按需线性扩容，部署简单，及时满足业务增长需求。

中兴通讯TECS云底座通过轻量化、硬件加速、双核等能力进一步强化技术服务层，激活全网算力。软件与硬件协同，实现灵活部署，能力复用，持续提升资源利用效率和应用协同效率。这些能力加上全栈网创适配、量子加密数据传输安全、异构云管理等能力，通过组件化积木式搭建，充分满足行业云建设需求。

全栈创新、内生安全，为转型提供全方位保障

全栈创新云与传统云底座架构一致，支持多云管理、容灾多活、业务快速迁移和全方位安全保障等能力，支持与自主芯片、服务器、操作系统、中间件、数据库、应用等网创产品的适配。底层已全面支持适配ARM、海光等芯片服务器，支持麒麟、统信、新支点等国产化操作系统，上层已与多家网创数据库、中间件、应用软件厂商

进行适配，助力各行业在关键领域核心技术竞争力方面实现质的提升，构建网创生态体系，形成核心技术全生态产业的新格局。

内生安全实现网络安全向服务化转型，适应数字化业务转型对安全保障的更高要求。方案通过零信任安全架构构建以身份为中心的精细化动态访问控制机制，从功能驱动模式转变为数据驱动模式，对业务的访问实行多因素强身份认证，控制访问主体的最小权限，实时评估访问主体的信任等级，并动态调整访问策略，实现精准的无边界访问控制；通过云资源的统一管理以及软件定义安全，实现安全资源池化，基于各种安全功能组件，灵活定制和实现网络边界以及内部安全域间的安全防护功能，提高业务上云安全防护的灵活性，实现公有云、私有云和混合云安全一体化防护；数据安全从静态的资产保护转变为在数据流动下构建动态风控体系，对信息流转全生命周期进行管理，并加强行为监控与审计，对于高保密要求的数据传输，通过量子安全通信服务提供安全加密；围绕高级威胁的攻击过程，结合威胁情报，从动态行为捕获和异常流量两个角度出发，提供全面、智能化检测机制，通过将安全事件处置经验剧本编排化，联动各类安全工具，提升事件调查处置、威胁狩猎、漏洞闭环、防御缓解等工作的处置效率，标准化工作流程，安全绩效度量，最终形成安全运营自动化体系。

中兴通讯创新云在政务、金融、交通、能源等多个行业成熟商用：与湖南省政府合作建设省级政务云，是国内首个用三地四中心架构的双活省级政务云平台；与中信银行合作建设国内首个基于自主可控分布式架构的金融云；参与了杭州、太原等城市轨交云线路业务建设。

中兴通讯结合IT企业全领域的产品能力和技术经验，强化在芯片、数据库、操作系统及其云网基础设施上的能力和优势，基于平台组件与合作伙伴一起提供更好的应用场景方案，匠心服务行业数字化转型。 ZTE中兴

保护核心数据资产，赋能 5G行业内生安全

5G为行业引入了新的网络架构和商业模式，同时也带来了新的安全挑战。如何满足企业用户的网络安全需求，并保护用户的核心数据资产尤其重要。

通过对5G安全风险和行业用户实际需求分析，本文提出从网络管道安全、核心数据资产安全、行业应用安全三个维度构建5G立体化安全防御体系；并基于内生安全的技术研究，提出了有效保障5G行业应用的安全机制。

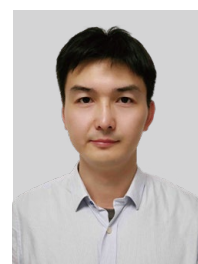
5G立体化安全防御体系

5G时代，网络攻击的手段更先进，攻击形式也越来越多样化。由于5G的资产价值提升，攻击收益扩大，与3G/4G网络相比，更易受到勒索病毒、高级可持续威胁攻击防御（APT）等针对性

攻击；同时，由于5G的能力开放、移动边缘计算（MEC）应用场景引入、物联网接入等，都扩大了网络的攻击面。

5G采用基于服务的架构（SBA），采用了软件定义网络（SDN）、虚拟化、边缘计算等新技术新架构，导致网络管道风险加剧；同时由于网络资产数量级增长，IT与CT不断融合，更加需要全方位、多层次的安全防护。

在5G行业应用中，5G承担着管道的职责，首先要考虑5G网络端到端的安全；其次，安全保护的重点是核心数据资产；与此相适应，不同的垂直行业对安全的能力要求不同，提供开放安全能力也成为5G行业应用必须考虑的问题。我们从构建端到端安全管道、保障核心数据资产安全、赋能行业内生安全三个维度出发，提供开放的安全服务能力，共同形成5G立体化安全防御体系，如图1所示。



王庆
中兴通讯网络安全规划部部长



许秀莉
中兴通讯网络安全产品部经理

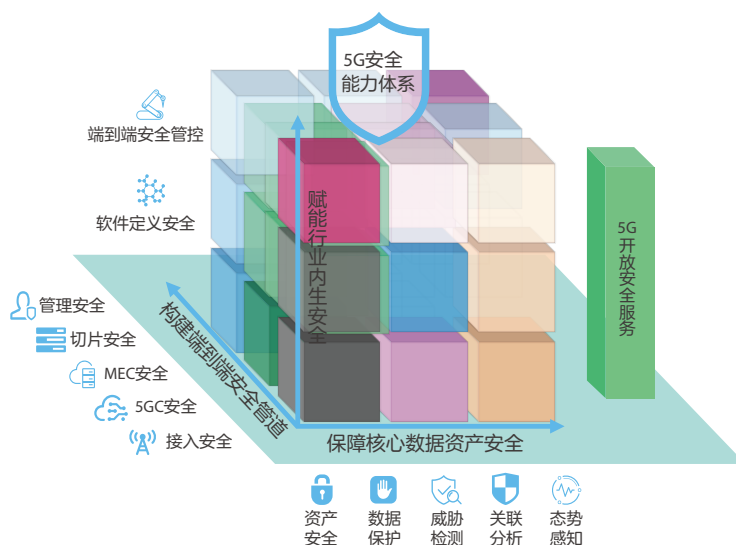
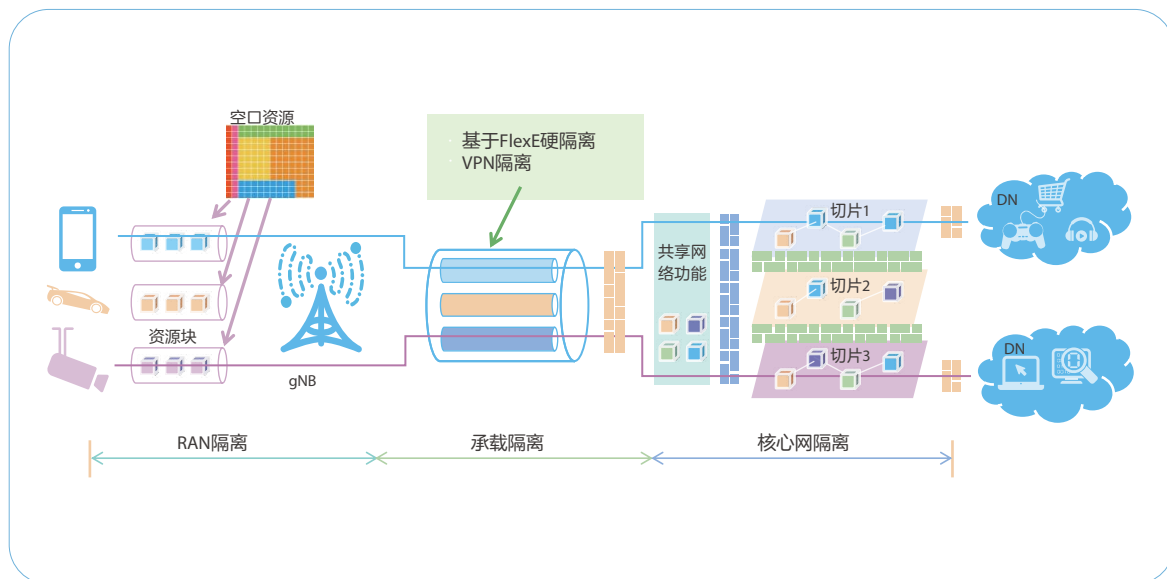


图1 5G立体化安全防御体系

图2 端到端切片隔离机制



5G为行业应用提供安全保障

互联网的设计初衷是开放性，这也导致网络安全问题频发。未来的产业互联网将会连接工业、金融、能源、交通等重要领域的高价值资产，安全问题尤为重要。5G网络从端到端管道安全、核心数据资产安全、内生安全等多方面为行业应用提供安全保障。

端到端的安全管道

端到端的管道安全，可从接入安全、5GC（5G核心网）安全、MEC安全、切片安全、管理安全等方面来考虑。其中，5G网络切片不但能够为不同服务等级的业务提供网络架构的定制，为不同的应用业务实现灵活的资源编排和调度，还能提供多种安全级别的网络隔离能力，为终端提供端到端的安全通道。

由于网络切片之间的资源共享性和网络可编程接口的开放性，对网络切片安全带来挑战。端到端切片安全的隔离机制，成为贯穿整个5G端到端安全的纽带。端到端切片隔离机制如图2所示。

网络切片在无线接入网侧的隔离主要面向无线频谱资源以及基站处理资源。无线频谱从时

域、频域、空域维度被划分为不同的资源块，用于承载终端和基站之间的数据传输。

网络切片在承载侧的隔离可通过软隔离和硬隔离两种方案实现。软隔离方案基于现有网络机制，通过虚拟专网（VPN）方式实现。硬隔离方案则引入柔性以太网（FlexE）技术，实现FlexE分片。网络切片的承载隔离也可以使用软隔离和硬隔离结合的方案，在对网络切片使用VLAN实现逻辑隔离的情况下，进一步利用FlexE分片技术，实现在时隙层面的物理隔离。

核心网切片隔离包括切片接入安全、公共网络功能（Network Function, NF）与切片NF安全、切片间安全等。切片接入安全保证接入网络的用户终端是合法的，通过接入策略控制来应对访问类风险。公共NF与切片NF安全可通过相互认证，实现切片内NF与切片外公共NF之间的相互可信。对切片间安全，不同的切片要尽可能隔离，保证每个切片都能获得相对独立的资源，以便一个切片异常后不会影响到其他切片。

5G核心网的安全还包括切片在虚拟网络功能（Virtual Network Function, VNF）间的安全，及核心网与数据网之间的安全。这些安全可通过相互认证、安全隧道等方式实现。

保障核心数据资产安全

对于5G网络的数据保护，应从终端、网络、业务应用各个层面对数据作分析，采用一系列技术和管理手段来作保护。同时，也需要通过安全管控、实时采集和监测网络中的安全事件，对各类事件做关联分析，找出攻击的最终来源，通过与安全设备联动防御，实现整体的闭环控制，保护行业核心数据资产的安全。

其中，接入安全是企业安全的第一道门户，特别是企业的网络系统，接入安全能够保证用户的网络不被恶意攻击。多重接入认证和信息加密，从5G标准上对接入认证做了增强设计。

多重保障机制为具备不同安全能力的终端提供不同场景的接入认证方式，保证接入网络的用户合法性；同时也提供双向认证机制，保证用户和网络之间的互信可通。不同的业务可灵活配置不同级别的认证策略或策略组合，以满足不同行业的接入安全需求，为企业网络数据安全提供不同层次的端到端安全保障。多重保障机制如图3所示。

在面向海量连接应用、终端数量多但安全级

别要求不高的情况下，终端接入时，仅配置采用基本的接入网络认证即可；在处理低时延高可靠类型业务的情况下，比如无人驾驶，不仅需要基本的网络认证，还需要切片认证及数据网络认证，以保障端到端的安全。除了提供网络层安全之外，当用户终端接入到对安全性要求极高的特定业务时，还可以提供用户终端到业务应用的IPSec (Internet Protocol Security) VPN或SSL (Secure Socket Layer) VPN，保障业务传输数据的通道安全。

内生安全为行业应用提供安全保障

最早的安全设计基于边界防御的思想，在边界上部署防火墙、入侵防御、防毒墙等系列化的安全设备。然而一旦边界被突破，黑客将长驱直入。针对边界防御的缺陷，业界提出了分层的纵深防御体系。分层防御措施虽然提高了攻击的成本，但是各层安全设备之间却相互孤立，缺乏协同。

中兴通讯针对安全防护存在的问题，提出三点一面的内生安全机制。一方面安全嵌入到业务

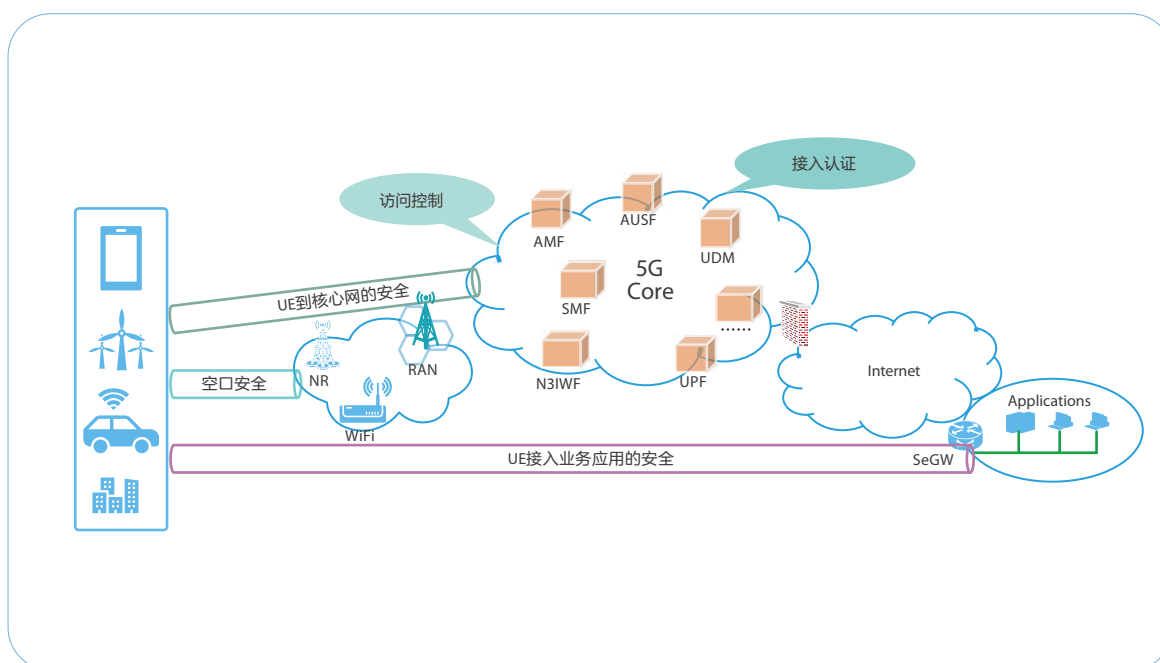
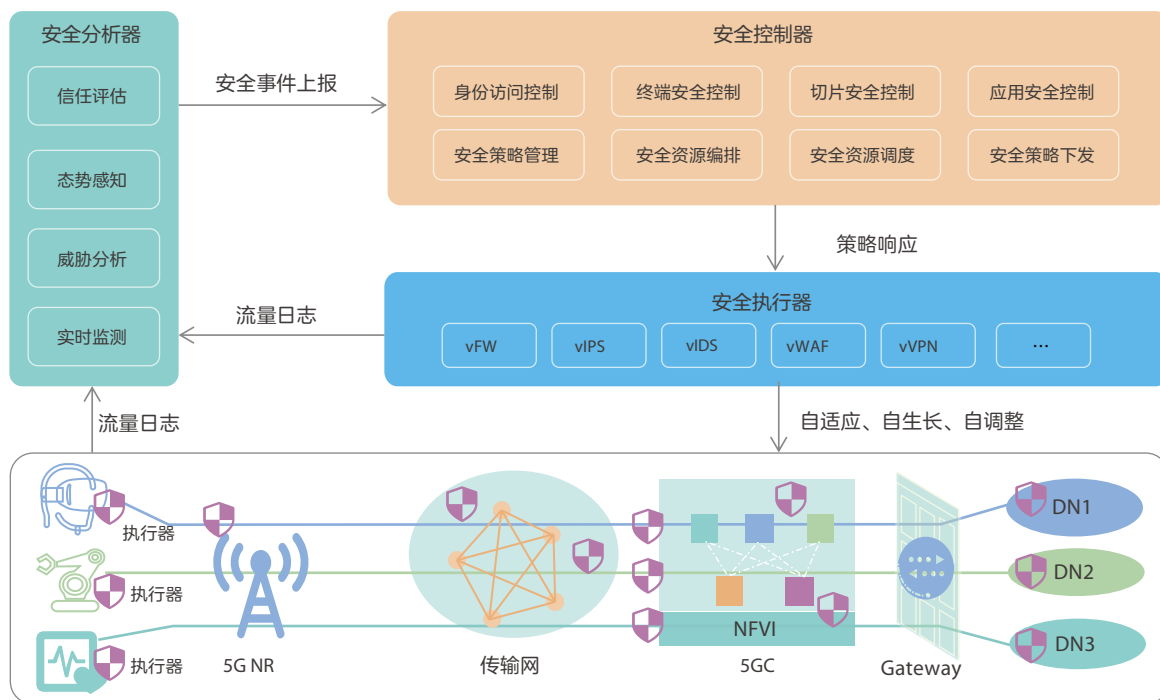


图3 多重机制保障企业端到端数据安全

图4 三点一面的内生安全体系



流程设计中，与业务深度融合，随业务自动生长、自动调整；另一方面，通过实时监测和对系统安全事件的分析，快速定位问题的根源，再通过系列安全组件的联动防御，形成整体的协作，构建自适应的内生安全机制。三点一面的内生安全机制如图4所示。

三点一面的内生安全机制将安全平面分为安全控制器、安全执行器及安全分析器三部分。其中，安全控制器是全网安全控制中枢，通过能力开放引擎，向应用开放切片的安全控制功能，实现端到端安全策略的自动下发以及各安全资源的动态调度、灵活组合，以满足垂直行业的个性化需求。

安全执行器是安全策略执行单元，在控制器的统一调度下，执行具体的安全功能。安全执行器在部署时可体现为软件定义的安全组件。

安全分析器通过能力开放引擎，收集切片的安全事件，感知全网安全事件并集中处理，发现和定位各种攻击来源，上报给控制器；通过策略联动，安全控制器根据安全分析器的结果，

对安全执行组件根据行业应用需求进行编排与调度，实现全网的安全管控；由此实现安全事件自动响应。

三点一面的内生安全随业务自生长，并随业务迁移，通过策略联动，实现端到端安全的闭环控制，达到为行业应用提供内生安全保障的目标。

总结

随着5G的规模商用以及在垂直行业中的普及，行业应用将会吸引更多的恶意攻击，工业制造、能源、交通、金融等关键领域的高价值资产将成为首要的攻击目标，并可能给国家、社会和企业带来巨大的风险。5G在为行业用户提供通信基础网络的同时，需在管道安全的基础上进一步加强行业核心资产的安全保障，使行业应用真正落到实处。中兴通讯通过立体化的安全防御及三点一面的内生安全机制，实现安全与行业应用的深度融合，以业务为中心，随业务自生长、自响应、自迁移，真正为行业的安全提供切实的保障。 ZTE中兴

5G工业自然导航AGV，助力企业实现精益生产、柔性制造

AGV (Automated Guided Vehicle, 自动导航车) 作为一种无人化智能物流解决方案, 可显著解决因市场外部环境、人力资源情况而引起的企业韧性不足的问题, 并优化生产安全、提升生产效率、优化企业价值链, 在生产、物流、巡检等场景应用日益广泛, 并在传统汽车、家电制造等主要领域基础上, 向其他行业辐射。

AGV本身的移动性使得其和无线网络的应用相辅相成, 5G时代来临, 使得AGV技术有了更快的发展和进步。AGV技术主要包括导航技术、机电技术、通信技术等。

AGV的导航技术

AGV的导航技术主要分两类, 车外预定路径和非预定路径。早期AGV多采用车外预定路径的方式, 通过磁条、二维码等形式在AGV需要行驶的路径上铺设信息媒介物, 来进行车辆自身定位和导航。该方式尽管车体价格低廉、技术方案成熟, 但对复杂的工业环境并不友好: 首先, 媒介物的铺设使得场地部署成本较高且上线周期较长; 其次, 在工业场景中媒介物会因污损、老化而给企业带来额外的维护和保养成本; 再者, 媒介物与路线的更改十分繁琐, 无法满足柔性化产线的需求。

随着近年来MEMS (Micro-Electro-Mechanical System, 微机电系统) 传感器、激光雷达、移动系统级芯片等硬件基础设备及SLAM (Simultaneous Localization and Mapping, 即时定位与地图构建) 算法的进步和发展, 采用非预定路径的自然导航类AGV于2015年前后登上历史舞台, 并以极快的增长速度逐渐替代磁条、二维码等技术的AGV。激光SLAM与视觉v-SLAM为主的同步定位与地图构建技术, 利用多种传感器终端实现现场地图的扫描构建以及机器人对运行过程中自身姿态、位置的感知, 这两个过程同步进行并互相循环求解, 使AGV的无侵入式部署成为可能。新技术所带来的部署成本大幅降低、上线周期短、更好地适配生产现场的柔性化需求等特性, 成为企业自动化升级的首选。

中兴通讯5G工业自然导航AGV采用自主导航技术, 同时支持激光和云化增强的视觉导航定



郑光燕
中兴通讯AGV战略规划师



钟钰
中兴通讯AGV综合方案总监

位，适应更多使用场景，最大限度发挥各方案优势（见图1）。

AGV的机电技术

AGV的机电技术囊括了AGV的导航、驱动、动力、安全控制等多个环节。随着现代控制技术和机电系统的发展，使得AGV控制系统更微型，整机决策更智能，动力系统更强劲，运动方式更多样。

以中兴通讯5G工业自然导航AGV为例，运动底盘采用舵轮全向的运动机构，可以在通道狭窄的现场进行原地转弯等运动操作。同时，AGV控制系统算力的增强和算法的引入还使得AGV运动底盘具有了更高可信度的控制方案。可以说AGV的机电系统是AGV使用的最基础保障，而AGV应用不断成熟与扩展的根本也正是因为AGV

机电系统性能的不断增强与完善。

AGV的通信技术

AGV通过更高算力的微处理器、数据量更大的传感器和更先进的机电结构来实现闭环控制。因此，AGV的内部通信逐渐采用工业以太、USB等先进技术替换传统的总线、COM串口来提供更可靠、更高性能、更通用的通信。AGV对外部的无线通信技术，早期类似于遥控器的红外呼叫器，逐步发展为Wi-Fi、4G，甚至5G网络进行数据互通和任务调度。

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。传统AGV采用Wi-Fi通信模式，在工业区域内，存在AP切换时延大、易掉线等问题。

图1 中兴通讯5G工业自然导航AGV使用激光+视觉融合定位导航方式



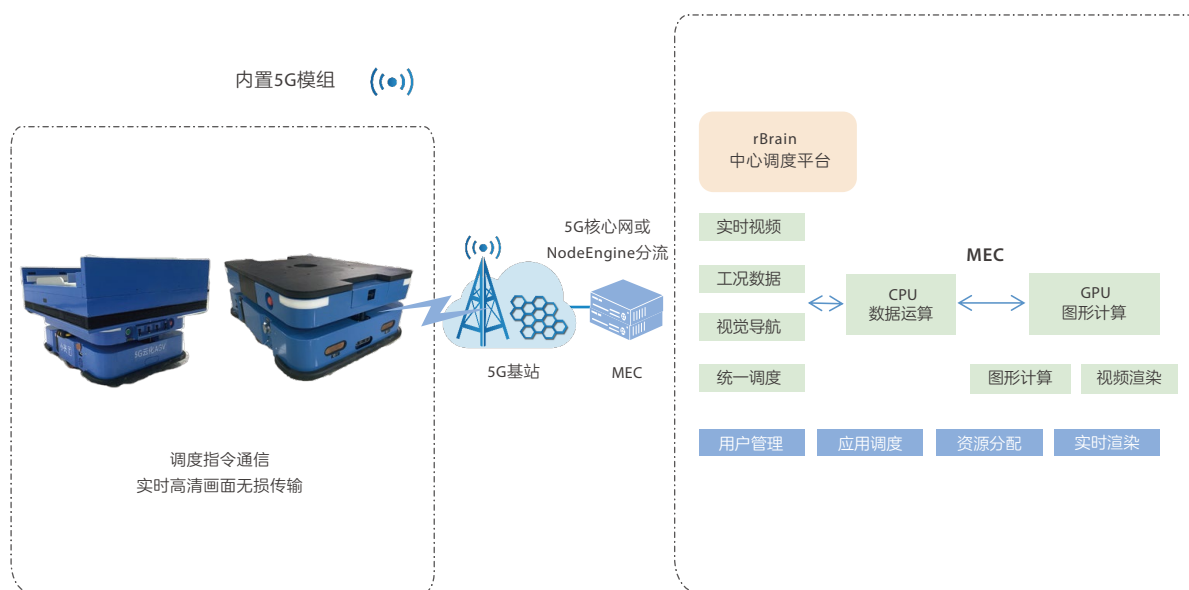


图2 中兴通讯5G工业自然导航AGV组网模式图

5G网络能够有效解决切换问题。

中兴通讯5G工业自然导航AGV在各项目部署过程中，积累了丰富的端到端网络打通经验（基本部署模式见图2）。中兴通讯利用企业现行5G企业虚拟专网实测，在掉线率方面，5G AGV较传统Wi-Fi式AGV低80%，可靠性有显而易见的提升，同时在调度任务下发、控制指令下发、任务完成信号上传、位置信息报送等关键环节业务平均时延全部小于20ms。与此同时，5G与边缘计算节点MEC强绑定，中兴通讯5G AGV调度系统rBrain平台在5G工业边缘云上部署，使得AGV的调度系统兼具私有化部署数据安全、性能可靠和公有化部署弹性灵活、敏捷经济的特点。MEC的引入还可以在无需升级5G AGV硬件的前提下，处理回传的视频流，完成巡检、多车联动、人体行为识别等更多扩展功能。

中兴通讯5G工业自然导航AGV

在5G与行业融合进程中，中兴通讯面对自身

及其他制造企业需求，投入研发打造业界首批集成5G模组的工业自然导航AGV载重平台ZXAGV_T260。这些需求包括：在智能上下料、自动配送、成品入库等典型的业务场景中，需要更加柔性的产线物流；同时生产、物流区域逐渐迈向更大规模，对网络的确定性要求越来越高等。中兴通讯工业自然导航AGV载重平台ZXAGV_T260从创新研发到成熟商用，内部培育近3年，实现多项指标业界领先。中兴通讯5G工业自然导航AGV采用激光+视觉+惯性导航融合定位导航模式，充分放大新型非预定路径导航各方式优势；并支持基于MEC端的视频云化增强功能，使之可成为具有极强自主能力、AI避障、智能决策的AMR（Automated Mobile Robot，自主移动机器人）。

目前，中兴通讯5G工业自然导航AGV已在中兴通讯南京滨江全球5G智能制造基地、长沙某终端制造工厂、南京某加工装备制造厂等多个项目中投入使用，大幅提升运输周转效率，助力客户实现精益生产、柔性制造。 ZTE中兴

5G云XR空间计算，重塑信息交互形态



江洪峰
中兴通讯XR产品市场总监

XR（扩展现实）是指通过计算机技术和可穿戴设备产生的一个真实与虚拟组合的、可人机交互的环境，包括虚拟现实（VR）增强现实（AR）、混合现实（MR）等多种形式。在5G和云计算技术的双重加持下，XR产业正在快速发展。5G云XR业务基于5G大带宽、低延迟等技术特点，可以实现数字和物理世界的社交属性的充分放大，实现基于共同的物理空间和虚拟空间分享信息，在工业生产、新媒体、泛文娱等领域受到越来越多的关注。而作为5G云XR核心算法之一的空间计算技术也越来越受到业界重视。

5G云XR空间计算概述

空间计算是指一系列先进技术，包括高精度点云地图、增强现实、人工智能等，通过这些技术可以实现人、物、机器和空间的无缝交互，构建数字孪生体，优化工作和交互流程，加强实时协作。

5G云XR与空间计算技术结合，将数字化模型、数据等数字内容与特定时间、位置和环境联系起来，实现基于移动的实时可见性和数据洞察，变革信息交互方式，提升工作效率和生产能力。

5G云XR空间计算赋能行业数字化创新

5G云XR结合空间计算将带来全新的信息交

互方式和信息媒介形式，并逐步成为工业、媒体、泛文娱等各行业场景中连接现实世界和数字世界的基础设施，实现人、物、场景和数据资产的互联，助力行业数字化创新与转型（见图1）。

空间计算加强工业协作，提升生产效率

随着工厂、工业园区等场景的数字化程度越来越高，我们可以通过空间计算了解事物在空间内的位置与移动情况，通过空间分析洞察不可见因素：人、机器和空间之间的交集和关系。空间计算结合5G与XR，可以将设备3D模型、设备状态、工序流程等信息与机器、产品进行关联，提升制造商捕捉和分析数据的能力，并在运维过程中为工程师呈现更准确的可视化实时信息，提高巡检效率，降低工序风险，提升人力资源利用率。中兴通讯南京滨江5G工厂和某智能列车制造企业的5G云XR应用项目实践数据表明，生产和运维工作效率提升25%。

空间计算实现信息升维，重塑信息生产传播业态

基于空间计算的AR业务将改变媒体产品形态。迄今为止的媒体演进是一个不断升维的过程，即从文字到图片到音频到视频再到全媒体的过程。5G和AR将对媒体产品形态进行再一次升维，即全媒体形态和现实的叠加。通过在现实世界空间中的场景叠加第四维的信息层，生成一个云端信息库，人们可以通过终端识别空间场景，



图1 5G云XR+空间计算赋能行业数字化创新

检索并获取相应的第四维信息，同时也可以对云端信息和内容库进行补充和完善，不断丰富信息层的内容，进而形成一个人人都能发布、获取、交互内容的互联平台，构建一个广泛覆盖的第四维世界。

空间计算构建数字孪生景区，提供极致AR/MR游览体验

基于高精度点云地图和AR/MR技术，我们可以构建交互式数字化景区。景区通过AR导游，可以让线路呈现更加清晰易懂，同时附加景区信息、人流量信息、位置信息以及周边信息等。在景点游览时，游客还能体验MR景观、AR文物修复、个性化的智能讲解等服务，提升游览体验。AR导游更像一个私人定制导游，只需要手机接入5G网络就可以便捷地接入各种定制服务，获得景区历史背景等信息，极大地满足了游客对个性

化服务的需求。

2021年1月，在“一部手机游湖北”发布会现场，基于中兴通讯5G云XR平台ZTE XRExplore打造的MR空间，呈现了全新的虚实融合场景，楚文化中的凤凰形象在现场翩翩起舞，随着水晶球的启动，簇簇烟花在空中绚烂绽放，数字形象和真实空间融为一体，虚实交互、亦真亦幻，为参会嘉宾带来震撼的数字化视觉冲击和沉浸式体验。

ZTE XRExplore及其空间计算技术已经在中国移动、中国电信、景域集团景域智能科技等运营商和行业头部企业完成业务部署和商用交付，为用户提供了融合渲染、云识别、高精数字点云地图等核心能力与大空间多人互动、小程序AR、MR空间等应用，并通过SDK套件等方式为第三方应用提供商提供快速的应用开发环境，进而推动XR产业的生态建设和行业应用的繁荣。 ZTE中兴

基于MEC的通用机器视觉平台： 让5G更懂制造



李阳
中兴通讯工业机器视觉
方案总监



黄勇
中兴通讯工业机器视觉
战略规划总监

随着5G技术在工业互联网行业应用中逐渐普及和成熟，融合5G技术的机器视觉成为运营商ToB业务纵深发展的重要抓手。机器视觉技术落地需要依赖大量的非结构化数据的高效传输，同时分析的结果往往需要快速反馈支持现场的决策与执行，因此5G技术将进一步推动机器视觉的发展。

机器视觉面临的机遇与挑战

近几年，越来越多的企业面临招工难、用工贵的问题，一些条件艰苦的岗位甚至面临招不到人的窘境。此外，数据是工厂的“核心资产”，很多工艺和品质数据都掌握在人的经验里，随着这些“专家”的退休，企业面临着工艺传承和数据流失的风险。基于此，机器视觉技术在制造加工领域有巨大的市场需求。有机构预测，至2025年，全球范围机器视觉市场规模年均增速为7.7%，中国市场2021—2022年增速预计为10%左右。

现有机器视觉在应用中尚存在一些问题：工控机及有线部署方式下，如果企业有多场景、多产线机器视觉应用，将不得不面对重复投资以及实施成本高的问题；其次，由于厂家的异构性以及多个机器视觉子系统间的封闭独立性，造成后期的维护升级以及数据的融合难度较大；同时，

散布在各工位的算力有限，且无法云化共享，造成算力有效利用率低，进而影响视觉算法处理的效率；最后，工位部署难以实现模型的在线训练优化，进一步降低检测与识别的准确率，精度方面也受到制约。

5G时代，MEC如何赋能机器视觉

目前，机器视觉在业界主要由4种部署方式：端侧部署、公有云部署、边缘/私有云部署以及云-边-端协同部署。其中，端侧部署受限于资源环境，而公有云部署会存在数据安全性和业务实时性难以保障的问题。MEC（Multi-Access Edge Computing）在适配了网元的分布式部署基础之上，借助云化技术将集中式电信云进行边缘分布式重构，不但可满足机器视觉边缘/私有云部署，还能结合云-边-端协同部署所带来的优势。

作为5G技术的核心特征，MEC是一跳入云、实现低时延高带宽确定性网络的基础。基于MEC可以将高密度计算、高流量、低时延需求的业务就近部署，满足客户对业务安全、速率、可靠性的多重要求。

- MEC提供灵活的网络能力：无论终端是基于4G、5G，还是固网、Wi-Fi，都可以直接接入MEC，并在MEC上统一进行分析处理，企业

无需调整网络布线就能快速实现对已有产线的技术改造。另外，MEC支持边缘分流，实现流量本地化，降低承载/传输网的压力，进一步降低传输时延，保证数据不出厂。

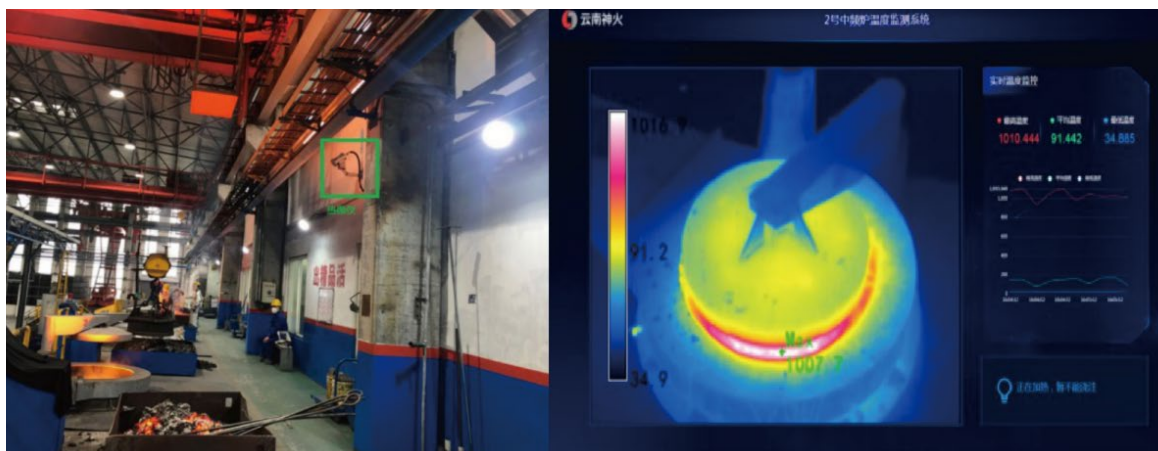
- MEC支持多态的资源能力：对于机器视觉应用，往往依赖加速硬件（GPU/FPGA）以及不同规格的裸机、虚机及容器资源，MEC可很好地满足这些需求，可极大简化现场设

备，同时支持可靠、弹性存储。

- MEC提供云边协同能力：基于MEC的云边协同，边缘节点进行AI推理和策略执行，而AI模型的训练和大数据分析类对时延敏感性较低的业务则可以部署到中心云上，为视觉检测、识别，提供更为强大的计算能力和存储能力，同时进一步平衡成本和使用效能。基于MEC的通用机器视觉平台架构见图1。



图1 基于MEC的通用机器视觉平台架构



云南神火5G+机器视觉阳极铸造温度精准分析现场图

中兴通讯5G+机器视觉应用实践

中兴通讯凭借5G网络优势，基于5G专网打造云化工业级机器视觉解决方案。方案支持工业视频图像采集、存储、分析、应用全流程，向企业、开发商和个人提供数据服务，同时支持视觉AI算法训练、计算资源调度，为算法开发者提供训练服务。

在算法层面，中兴通讯已在电子制造、钢铁冶金等重点工业领域积累了具有典型应用价值的算法库，算法库支持与第三方算法松耦合集成。同时支持ResNet、YOLOV、Faster RCNN等常用深度学习神经网络算法和经典算法工具，具有算法快速生成和定制能力。

此外，中兴通讯自研的算法模型训练平台AIE（AI Explorer）可实现可视化、拖拽式的算法模型训练任务搭建。AI深度学习建立在对大数据的训练基础上，支持算法在线训练、评估优化、发布与部署。

2020年第三届“绽放杯”5G应用征集大赛中，中兴通讯联合中国电信打造的“基于5G+MEC的分布式通用机器视觉平台”获得全国一等奖。该方案结合了中兴通讯5G+机器视觉技术优势，

以及中国电信丰富的网络和计算资源及专业运维能力，共同为工厂提供高效稳定的云化工业级机器视觉方案，助力行业升级。目前该方案已在中兴通讯南京滨江工厂和中兴通讯长沙工厂成功落地，应用场景包括AAU转接柱、螺钉检测、SMT自动叠板、点胶及PCB板检测等。据统计，经过5G MEC机器视觉系统改造后，工厂平均每班单条生产线可节省2名人力，漏检率比人工降低80%，综合良率提高5%。

此外，中兴通讯协同云南神火铝业综合应用5G+MEC+高清工业相机，针对传送皮带跑偏和裂纹实时在线检测、阳极铸造高温溶液检测、能源表计AI读数等多应用场景进行机器视觉应用落地。其中，通过机器视觉实时检测溶液温度，相比传统手段可有效将电解阳极铸造品质提升15%以上，进而在电解铝的过程中大幅降低单吨电耗，对于年产7000万吨的工厂来说，价值极大。

中兴通讯持续打造底层软件和算法平台的核心竞争力，并结合AI、深度学习以及3D视觉等先进领域能力，构筑自己的核心技术壁垒。同时在行业市场持续深耕场景化解决方案，深入探索机器视觉在工业领域的应用，满足更多工业生产场景需求。 ZTE中兴

5G智能矿山，助力矿山迈入数字化时代

我 国矿产资源丰富，据中国煤炭工业协会调查统计，截至目前，我国已建成千万吨级煤矿52处，核定生产能力8.21亿吨/年，约占全国生产煤矿总产能的1/5。矿产资源的开采和供给，是国民经济发展的可靠支撑。

为统筹推进煤矿智能化发展，深入落实“四个革命，一个合作”能源安全新战略，2020年2月，国家能源局联合国家发展改革委、应急部等8部门印发了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》（发改能源〔2020〕283号），对全国煤矿智能化建设作出系统安排部署，并明确提出到2021年建成多种类型、不同模式的智能化示范煤矿，到2025年大型煤矿和灾害严重煤矿基本实现智能化，到2035年各类煤矿基本实现智能化3个阶段的工作任务目标。

5G赋能智能矿山

基于5G的大宽带、低时延特性，将5G网络与矿山生产作业流程深度结合后，可以催生多个智能矿山应用场景，如5G+无人机巡检、5G+无人驾驶、5G+智能采掘、5G+4K高清视频等。工作人员可在煤矿调度集控中心，通过综合自动化系统、安全生产智慧管控平台等实时调控和统一管理煤矿生产，实现各场景的少人、无人运行，提升生产效率，提升煤矿生产的安全性。

- 5G+无人机巡检，依托5G网络，实现对煤矿井上和洗煤厂进行远程无人机巡检，降低人

工巡检频次，提升巡检效率和效果。而“5G+无人驾驶”则可以利用5G和云计算，实现煤矿运输小火车的无人驾驶，真正实现以物换人。

- 5G+井下4K高清摄像头，将4K超高清视频和5G技术相结合，实现煤矿超高清视频监控、远程现场的实时展示，助力矿山透明化、可视化，在减少人力成本的同时为远程掘进、智能综采提供数据基础。
- 5G+井下信息矿灯应用，可实现一键调度、群组对讲、移动广播、可视通话、远程检修、精确定位等功能，还可通过蓝牙连接激光瓦斯报警仪、智能手环等传感终端、实现移动环境监测及生命体征数据的实时上传，从而实现人与人、人与设备及人与环境的物联功能。

精准云网构筑智能矿山

在矿山智能化转型过程中，一个可靠、高效，全面互联矿山人、机、物的数据采集和信息传输网络是基础。为满足矿山通信新需求，解决煤矿生产系统化和智能化等问题，中兴通讯凭借5G端到端的产品优势，提出智能矿山5G专网方案。方案融合5G的全光组网方式，实现矿区网络全覆盖和极简部署；大带宽上行和小型化核心网等创新技术为多路视频传输和本地网络容灾备份等差异化业务提供保障；精准云三级部署，最大限度满足客户IT基础能力需求。



丁志强
中兴通讯矿山行业综合方案经理

全光融合组网，实现园区矿区全覆盖

方案采用万兆光纤环网进行融合组网，实现井上井下、有线无线、宽带窄带一张网。工业级50GE全光主干环网、FlexE灵活以太网技术，实现传输硬切片和极低时延转发，满足远程控制、应急通信等业务对高安全可靠和低时延的需求；POL全光无源接入网，属本安（本质安全）型无源网络，支持有线、Wi-Fi、5G一体化接入，创新手拉手组网方式，实现最高级别业务保护；NB-IoT、4G、5G融合无线接入网，一次部署满足多模、多频、多业务接入需求，网络分层接入与5G切片最大保障了差异化业务的质量；万兆骨干环网支持接入矿区原有工业环网，阶段部署保障矿区安全生产。5G结合人工智能、大数据等先进生产要素，实现集团办公、综合管控、融合调度、生产调度一体化管理，推动煤矿智能化发展。

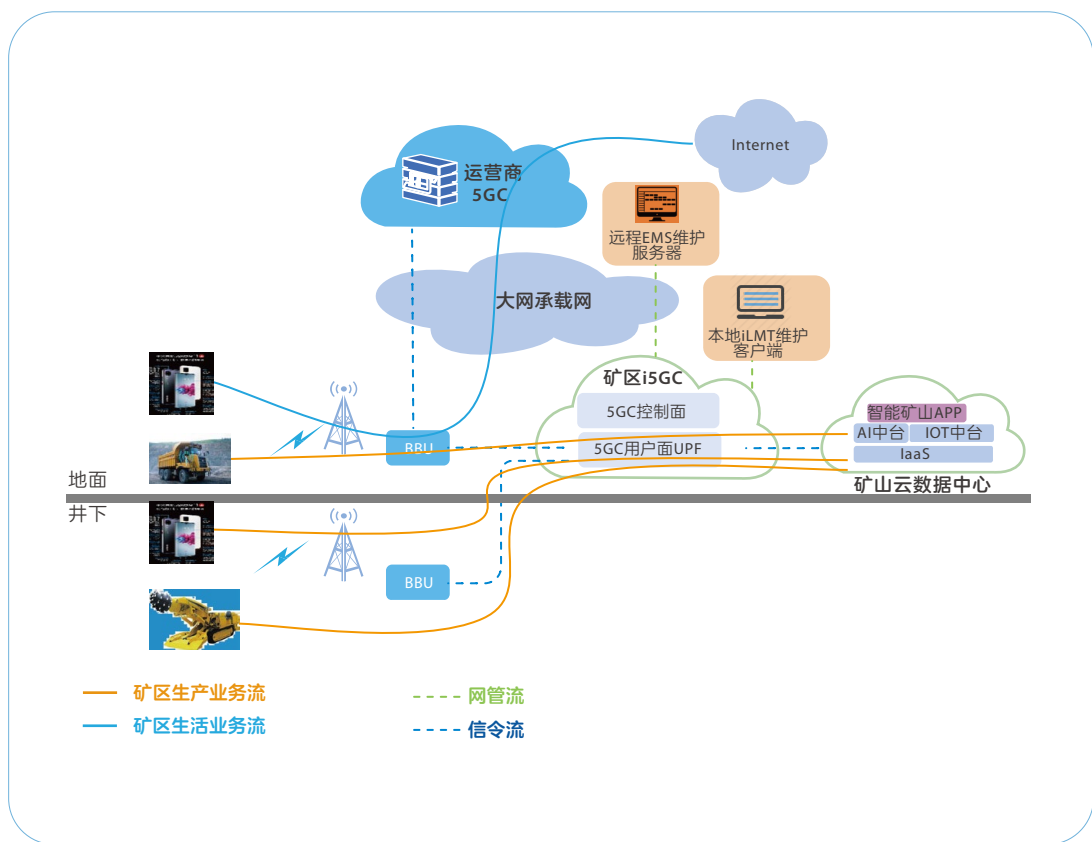
创新技术，满足矿山专网个性需求

煤矿开采环境恶劣，目前煤矿的掘进、综采主要采用本地控制方式，安全性缺乏保障，因此，掘进面、综采面的“减人”“少线”成为煤矿安全生产智能化升级改造迫切需要解决的问题。为全面满足智能矿山对通信网络的需求，中兴通讯对矿井专用网络创新性提出了1D3U技术和极简5GC。

对于矿井专用的5G网络可以采取以上行为主的帧结构（比如1D3U），矿井专网和运营商公网有很好的物理隔离，不存在不同帧结构共存带来的干扰问题。在100Mbps带宽下路测，上行峰值速率近700Mbps，满足井下60路高清视频回传带宽需求，为掘进面、综采面可视化提供技术保障。

针对矿企对信息安全的要求，可以把用户面下沉到园区，做到数据不出园区，同时降低了关键应用的端到端时延（图1）。此外，部署矿区

图1 智能矿山专网





独立极简5GC，可实现网络隔离、自主配置；核心网形成一大一小双网架构，网络可靠性更有保障，即使矿山和外界的通信中断，仍然能保证矿山本地5G网络的运行。

云网底座，夯实矿山智能化转型基础

传统矿山IT架构烟囱式建设易造成运维工作量大、资源利用率低、业务扩展困难、不满足工业现场控制要求等问题。

方案结合矿山主营业务，为矿山打造专有云，提供从IT设备、网络、IaaS、PaaS到基础中台全方位产品，各组件可积木式选择。精准云三级部署：集团-主数据中心，具备异地灾备、规模大、算力强等特点，支撑集团决策；矿区-区域数据中心，可细分为生产云和管理云，提高业务可靠性；分支机构-边缘数据中心，贴近工作面、选煤厂等生产现场，支持云边协同。全技术栈云服务提升矿山自动化能力，实现集团、矿区

及分支机构一体化管理。

创新实践，加快矿山智能化升级

中兴通讯携手运营商、煤矿行业集成商、矿企共同探索矿山的5G应用场景，致力于加快矿山智能化升级。在矿用通信设备改造上，中兴通讯与隔爆厂商合作的煤矿井下专用5G基站，已获得“安标国家矿用产品安全标志中心”颁发的煤安证书，具备下井资质；在煤矿应用场景开发上，中兴通讯联合运营商和多个领先的矿企，分别在河南、陕西、山西、安徽等地完成输煤皮带智能检测、智能巡检机器人、掘进机远程控制、无人矿卡等多个场景的技术验证和实际部署。

未来中兴通讯将持续创新实践，通过完善的矿井5G网络产品，围绕煤矿信息网络、自动化使能、智能感知技术、煤矿大数据、生态合作等方向进行拓展赋能，助力矿山智能化升级。 ZTE中兴

5G使能，电网更绿色更智能



周承飞
中兴通讯电力行业市场总工

电网挑战和需求

电力是社会经济发展的源动力，电网作为电力能源传输的媒介，是重要的基础设施。近年来，国家发布了一系列能源电力政策规划，推动我国电力行业数字化转型。根据国家《能源发展“十三五”规划》《电力发展“十三五”规划》《关于促进智能电网发展的指导意见》《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》等指导文件，为实现“安全、可靠、绿色、高效”的总体目标，围绕智能电网发输配用全环节，未来智能电网将向着清洁友好的发电、安全高效的输变电、灵活可靠的配电、多样互动的用电、智慧能源与能源互联网方向发展。

2020年第75届联合国大会上，中国提出到2030年实现碳排放峰值，到2060年实现碳中和。在电力领域，温室气体排放巨大，提升新能源的

消纳能力是电力行业率先实现“碳达峰、碳中和”的有效手段。未来，风能、光伏等新能源发电将大规模接入电网，新能源在电力中的比例将会大幅增长，并呈现部署分散的特点。特别是在配用电领域，将出现大量的微网发电装置和分布式储能系统，新的电力通信架构将挑战传统电网单向控制的模式。

电力通信网作为支撑智能电网发展的重要基础设施，保证了各类电力业务的安全性、实时性、准确性和可靠性。随着智能配电网的高速发展，智能电网未来将实现电力“最后一公里”通信保障，实现电力终端“全天候”态势感知，实现电网全域实时控制，实现海量新能源安全接入。这对电力通信网提出了更高的要求，特别是配电网的调度、保护、控制和管理迎来诸多挑战。

电网各种业务场景对网络时延、带宽、可靠性等方面有明确的要求，如表1所示。

业务场景	时延	带宽	终端数量	可靠性
同步相量测量 (PMU)	控制: <15ms; 遥测: <500ms	<10Mbps	每平方公里数十个	99.999%
配网差动保护	<15ms	<=10Mbps	每平方公里数十个	99.999%
分布式能源调控	控制: <1s; 采集: <3s	>2Mbps	千万级	控制: 99.999%; 采集: 99.9%
精准负荷控制	<20ms	<2Mbps	千万级	99.999%
智能巡检	<100ms	4~10Mbps	局部区域1~2个	99.9%
计量抄表	<200ms	>2Mbps	千万级	99.9%

表1 电网各业务场景的网络需求



图1 5G智能电网解决方案架构

当前电网主要的通信方式为电力光纤专网、公网GPRS/3G/4G、运营商宽带、PLC、各类现场总线类通信等。传统通信方案在应对越来越丰富的智能配电网业务时越来越力不从心，表现在：无线公网在线率不达标、覆盖不足、流量资费高、速率低、时延长、数据安全性差；有线方式部署成本高、难度大、施工繁琐等。通信问题已经成为智能电网发展的制约因素，而具备大连接、大带宽、低时延等技术特征的5G技术十分契合智能电网的通信新需求。

中兴通讯智能电网方案

中兴通讯作为数字经济筑路者，以创新的5G云网能力，打造智能电网整体解决方案，总体架

构如图1所示。

中兴通讯智能电网5G专网方案，率先实现多项关键创新：5G空口支持最小比例1%的PRB资源预留、SLA监测及智能优化、小于1 μ s的5G公网高精度授时、最小支持10Mbps带宽的小颗粒FlexE硬隔离切片、电力DTU分布式通信、电力专用CPE终端等。通过5G网络的优化和配置，同时利用5G切片技术满足电网业务严格安全分区要求，为电网提供稳定、可靠的“最后一公里”通信保障。

创新的电力边缘云方案，依托国产化、自主化的新云网基础设施，实现电力行业按需定制、一站式、一体化部署，实现电力MEC边缘云和电力业务应用的本地融合，打造安全可靠的云边、边边业务协同新模式。



探索实践

南方电网积极践行国家“碳达峰、碳中和”战略，制定一系列方案，推动5G技术与智能电网业务融合，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。

2019年开始，中兴通讯联合南方电网、中国移动在广州南沙打造国内最大的5G智能电网示范区，完成首个基于3GPP R16的精准授时、首个商用专用切片上线、首个5G差动保护和PMU业务正式投运。目前正在进行53个电力业务场景网络和业务测试，覆盖电网发、输、变、配、用全环节，领跑行业。

经南方电网5G示范区实践结果测算，随着5G、AI、边缘计算等技术在电网大规模应用，预

计将使得电网整体效率得到大幅提升，如：使用5G智能巡检、5G作业机器人，变电效率提升2.7倍；5G差动保护、5G精准负荷控制等业务在新能源发电、分布式储能、综合能源利用等领域大规模的应用，将快速提升电网单点故障定位、隔离和恢复的速度，大幅减少停电范围，停电时间可减少100倍以上；使用5G无人输电线路巡检手段，将大量节约人力，输电线路的巡检效率可提升80倍。

中兴通讯将通过在电力5G专网和电力边缘云的融合探索和实践，帮助电力客户优化电网通信结构、提升电力调节能力、增强新能源消纳水平、降低综合能源消耗，实现清洁能源、绿色能源的发展目标。 ZTE中兴

智能路口：超边缘算力赋能 交通管理数字化升级

公路交通是我国交通运输领域的基础行业，是社会经济发展的重要支撑和保障。当前5G、物联网、云计算、大数据、人工智能等新技术助推交通行业快速向低碳化、智能化、网联化方向发展，公路交通行业正处在数字化转型的关键节点上。

路口交通治理挑战

据统计，近年来全国每年都发生近20万起交通事故，造成大量人员伤亡和财产损失，其中发生在交叉路口的占70%左右。车辆行驶路线冲突和司机转弯视线受阻导致道路交叉路口成为交通事故的多发地段。

此外，交叉路口的局部拥堵是城市交通拥堵

问题的主要原因之一。道路拥堵通常最先发生在路网的一个关键交叉口处，而交叉路口的拥堵会影响到与之相关联的路段和相邻的交叉口，呈现“点-线-面”蔓延的趋势，甚至构成区域性交通拥堵，影响整个路网功能效率的发挥。

交通基础设施信息化、智能化，将减少路口交通安全事故，缓解城市交通拥堵的压力，是交通治理发展的必然趋势。

智能路口方案

如图1所示，中兴通讯智能路口方案以路侧智算设备为核心，旨在通过边缘计算和高度集约化路口交通电子设备，将人、车、路、环境等交通状态数据有机结合起来，使交通系统在路口甚



张晨
中兴通讯交通行业方案主管

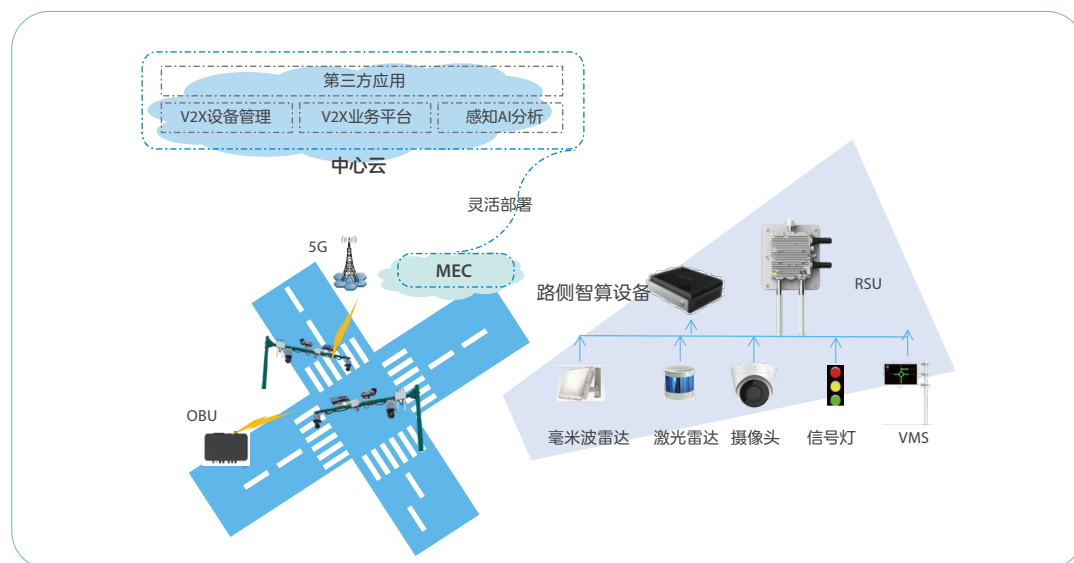


图1 中兴通讯智能路口解决方案架构

至更大的时空范围具备感知、互联、分析、预测、控制等能力，保障交通安全、提升交通系统运行效率及管理水平。

由于交叉路口场景的复杂性，路口交通治理需要减少交通安全事故的发生，保障行人通行安全，同时兼顾路网通行效率，避免车辆拥堵。智能路口方案的关键部分主要包括路口交通数据多维感知、超边缘算力实时分析、交通预警信息智能发布以及交通治理云边协同。

交通数据多维感知

路口的数字化过程首先要实时采集、收集完整的交通状态数据，获取道路关键节点各进出口车辆和行人的动态、静态信息，为交通调度和统筹控制提供必要的基础信息。道路的交通状态数据主要来源有地感、GPS及北斗、视频、雷达、信号机等。

在道路感知方面，智能路口方案支持视频帧级解析，可接入摄像头、激光雷达等多种类型的感知传感器，在不同的天气和场景下有效识别行人、车辆、非机动车、车道线等道路场景元素，获取交通参与要素的空间位置、速度、方向、类型、尺寸等多维交通状态数据，也可以基于路侧智算设备内置的AI算法进行车辆行为分析预测，智能化感知道路交通状态。

超边缘算力实时分析

边缘计算（Multi-access Edge Computing, MEC）是指在靠近物或数据源头的一侧，采用网络、计算、存储、应用核心能力为一体的开放平台，在边缘处理数据减少延迟，从而实现实时和更高效的数据处理。

面对海量的交通感知数据的实时处理和分析带来的严峻挑战，中兴通讯推出路侧智算设备ZTE EdgeAI系列产品，就近提供算力服务，为路口交通管理提供超边缘算力支持，实现交通多维感知数据的实时分析，通过内置AI算法快速计算生成实时准确预警信息。根据实际场景的算力需

求，中兴通讯智能路口方案在靠近路口侧部署边缘计算产品路侧智算设备，实现十字路口、高速公路等复杂路况场景下交通事件的毫秒级响应。

中兴通讯路侧智算设备支持一机多能以及场景自适应，可随需加载多种交通事件AI算法，适应不同客户的需求和应用场景。例如，行人过街算法能够实时捕捉即将过街的行人，智能预警过往车辆避让，适用于各类人行道口等人车混行类场景；车辆碰撞算法可以根据车辆速度和位置计算两车碰撞概率，智能预警相关车辆，适用于公路平交路口及高速出入口等车辆汇聚类场景。依托超边缘级算力部署，中兴通讯智能路口方案支持多种道路关键节点场景下车路协同智能感知及消息处理。

交通预警信息智能发布

在智能路口方案中，路侧智算设备将生成的交通预警信息通过多种方式向外广播，除了采用电子标识牌提醒方式外，还可以通过V2X（Vehicle to everything）技术将预警信息直接传递给智能网联汽车。

中兴通讯智能路口方案支持通过5G网络连接路侧智算设备与电子标识牌，5G的低时延和高可靠确保电子标识牌能够及时接收并发布交通预警信息，智能提醒过往行人车辆，帮助其获取视距外交通状态信息。

同时，智能路口方案也包含车路协同网络架构，提前布局未来自动驾驶演进方向，利用V2X技术建立V2I（Vehicle to Infrastructure）预警信息发布通道。RSU（Road Side Unit）作为C-V2X技术的路边单元，负责接收路侧智算设备下发的路况信息等实时交通预警信息，并动态播报给通行车辆OBU（On board Unit），实时向智能网联车辆推送路侧计算的路面交通状况信息。随着V2X技术的广泛应用，更高效的车路协同将提升整个路网出行效率，减少交通事故的发生。



图2 云南楚雄智能路口场景示范

交通治理云边协同

在交通效率类应用场景中，智能路口方案需要路侧边缘云与交通中心云共同实现交通信号优化和交通治理数字化升级。

例如，面对交通信号配时优化和数字孪生仿真场景，路侧智算设备在移动网络边缘提供IT服务环境和计算能力，同时上报经过处理的结构化数据。道路关键节点交通状态数据从边缘节点汇集到交通中心云，进行交通大数据分析以及数据共享，同时进行算法模型的训练和升级，将升级后的算法推送到前端路侧智算设备更新和升级。中心云计算与边缘计算紧密协同，基于路口感知的实时交通状态，共同实现红绿灯配时优化以及路口数字孪生等交通治理数字化升级，从而最大化云计算与边缘计算的应用价值。

云南落地实践

中兴通讯智能路口方案落地云南S214省道楚雄州段某平交路口，实现路口交通状态智能预警，

推动当地国省道交通治理数字化转型。

随着村组公路建设热潮，云南楚雄彝族自治州地区农村公路与S214省道形成了星罗棋布的平交路口，严重影响了主干道的通行能力。在平交路口交汇处，各个方向的车辆和行人之间相互干扰，成为影响道路交通安全和通行能力的隘路。平交路口成为S214省道交通事故的多发地，某些路口甚至还被当地群众称为“死亡路口”。云南楚雄州牟定公路分局采用中兴通讯智能路口方案，实时捕捉各个方向道路交通状态，边缘计算和车路协同共同实现平交路口治理智能化升级（见图2）。当出现路口车辆汇聚或村民过街时，主路和支路的电子标识牌以及RSU同时广播发布预警信息，智能提醒主路的过往车辆减速以及注意避让行人，帮助村民安全出行，提升路口交通安全性及通行效率。

未来，中兴通讯智能路口将赋能平交路口治理、高速路口车辆汇入管理、隧道行车安全预警、园区道路数字孪生、交通信号智能优化等场景，实现更高效、更智能、更安全的智慧交通。ZTE中兴

“云”启未来，中兴通讯 双核云平台引领智慧城轨



汪君强
中兴通讯5G行业综合方案
总监

当前，全球广泛采用以信息化促进城市轨道交通发展的战略。大规模的城市轨道交通建设、运营及管理需要信息化手段支撑，每一条线路的开通都会对整个城轨网络运营管理难度带来指数级增加，对于ICT基础设施也提出了很大的挑战。传统的信息化建设模式周期长、投资大、涉及系统多、集成和实施难度高，已无法满足当前城市轨道交通信息化发展要求。云计算技术的出现及其逐渐成熟的应用模式，符合城市轨道交通行业管理的需要，越来越多的城市在轨道交通建设时，开始引入城轨云解决方案，解决传统城轨建设的问题。

城轨云解决方案

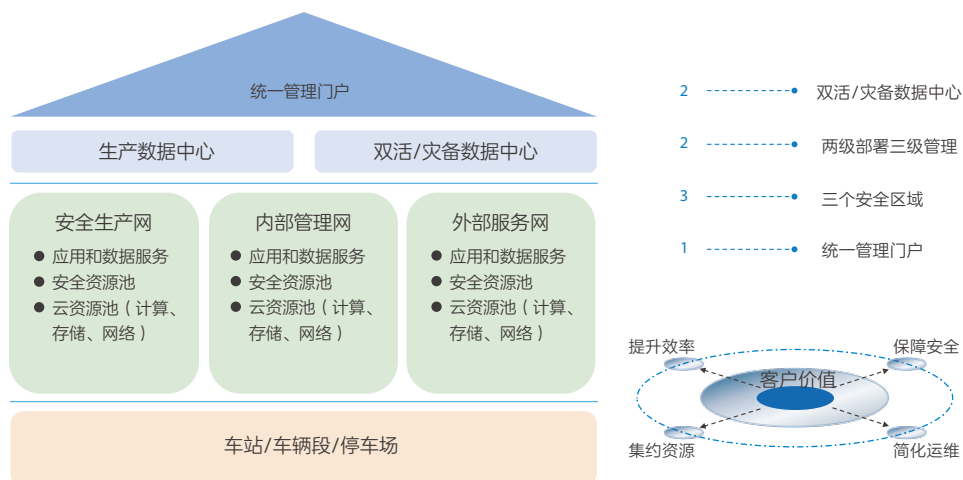
基于云计算、大数据等技术的未来演进发展趋势，以《智慧城市轨道交通信息技术架构及网

络安全规范》为依托，中兴通讯推出新一代城轨云解决方案。

城轨云整体技术架构由一个平台、两个中心、三张网组成（见图1）。云管平台对两个中心三张网络的计算、存储、网络和安全等资源统一管理。两个中心（生产、数据中心）采用双活架构设计，保证业务服务连续性。三张网络（安全生产网、内部管理网、外部服务网）承载城轨交通的全部业务系统。城轨云平台支撑运营生产信息系统、乘客服务信息系统、企业管理信息系统三大业务系统。

方案充分运用云计算、大数据等先进理念和技术，按照“集约高效、共享开放、安全可靠、按需服务”的原则，实现基础设施共建共用、信息系统整体部署、数据资源汇聚共享、业务应用有效协同，开展大数据开发利用，为地铁管理和公共服务提供有力支持，助力城轨智能化、智慧

图1 中兴通讯城轨云技术架构



化发展。

中兴通讯城轨云整体解决方案主要包括云平台、网络、容灾、安全等建设子方案。

● 云平台建设

中兴通讯TECS云平台解决方案基于OpenStack和k8S的双核融合开放架构，以整合孤立的资源为目标，提供实现硬件资源虚拟化、共享、统一管理的端到端解决方案，以弹性、灵活、高效、安全的云数据中心解决方案为用户快速开通各类业务提供支撑。

● 网络建设

城轨云网络建设按照业务不同，分成核心安全生产区、内部管理区和外部服务区三大分区，实现各业务的统一部署及未来新增线路业务快速部署和上线。

中兴通讯借助领先的网络虚拟化技术为城轨客户提供自助式服务目录和门户，支持网络资源的图形化编排、自动化部署（实例化），包括防火墙、路由器、网络、子网、负载均衡等。

● 容灾建设

根据城轨行业规划相关要求，需建设城轨云同城灾备数据中心，当主中心发生故障时确保业务正常运营。中兴通讯城轨云不但支持两个数据中心容灾/双活方案，还支持多活容灾方案。

● 安全建设

中兴通讯城轨云为城轨业务提供满足等保（2.0）3级的城轨云安全防护体系，能够按照系统的功能和重要性划分不同的安全域，并根据从外到内、从边界到中心的方式构建防护体系，以满足客户的安全需求，并能够对未知威胁及时预知、防范，智能应对各种安全威胁。

中兴通讯城轨云解决方案亮点

中兴通讯城轨云平台基于开放架构，系统高可靠、管理高效率、资源高可用、业务高弹性。

- 统一平台，高效管理，满足未来业务发展诉求
云平台通过OpenStack、k8S双引擎的深度

融合，为上层应用提供虚机、容器、裸金属资源的灵活供给；多云统一管理，实现异构云接入，满足城轨线网多云管理需求；提供丰富的PaaS能力，实现业务互通，数据共享。

- 集约建设，按需分配，提高资源利用率

基础设施资源集约建设，根据各业务系统实际需求，软硬件资源按需动态分配，动态共享，IT资源利用率从10%上升到60%+。

- 快速部署，缩短建设周期，降低投资成本

微模块结构，提供灵活的分期部署，部署时间缩短80%；容器云架构、微服务平台，支持城轨业务应用快速开发和治理。

- 极简运维，提高运维效率，降低运维成本

智能化运维工具NetInsight、Inspector等，提供网络实时全景拓扑，智能分析，快速定界网络故障；设备巡检，数据一键采集，故障定位迅速；历史趋势智能分析，及时预知风险；可视化作业编排，运维自动化；提升60%+运维效率，运营成本下降30%+。

- 安全可靠，保障业务稳定和数据安全

提供多副本、故障自愈、双活容灾等多种机制提升平台的可靠性，保障业务的连续性和数据安全。符合等保2.0“一个中心，三重防护”整体技术架构，全面防护城轨业务系统安全。

方案实践

杭州地铁3号线视频线网云平台项目中，中兴通讯通过虚拟化云平台提供计算、存储、网络虚拟化资源，利用云管软件，实现云平台内部资源的管理调度。对比传统建设方式，资源利用率提高75%，运维效率提高70%，系统处理能力得到极大提升。

截止目前，中兴通讯已服务轨交行业20余年，支撑40多个城市、100余条线路的轨道交通建设。作为智慧城轨先行者，中兴通讯将携手客户和行业合作伙伴，共同加速轨交行业数字化转型。 **ZTE中兴**

极致滨江：

智造升级，变革从自己开始



符志宏
中兴通讯5G行业规划总工

什么是智能工厂？

自 动化与控制发展数十年，智能制造、智能工厂、工业4.0等概念也热议已久。如何认识智能制造、智能工厂？我们认为，智能工厂是一个自行进化的柔性系统，通过互联互通的信息技术，能自我感知、自我学习、自我适应，实现生产洞察、决策、自动运行整个生产。智能工厂将拥有更高的响应度，使得决策更具前瞻性和预测性，大大提升生产效能，增进与供应商、客户之间的关系。鉴于技术的快速发展，智能工厂代表的是一个长期演进的过程，而不是一次性的现代化改造。

生产的互联互通、工厂的自我感知自我学习都离不开数字化，数字化是智能制造、智能工厂的基础。

中兴通讯滨江基地数字化挑战与愿景

中兴通讯是智能制造的推动者，也是智能制

造的实践者。

中兴通讯滨江全球5G智能制造基地位于南京市江宁区滨江开发区，2020年3月正式投产，仅7个多月时间，2020年总产值超过300亿元。中兴通讯秉承“用5G制造5G”理念，发挥自身既懂生产、又懂5G网络技术的优势，以极致场景驱动，志在打造5G全连接数字化工厂，实现生产、运营、管理全面极致优化的智能工厂。

中兴通讯将数字化转型定为公司级战略，公司各层级各职能部门对数字化转型战略支撑点和发展目标认识清晰，各单领域应用和IT建设节奏较快，数字化业务流程基本贯通，但跨领域数据分析决策、生产研发协同、生产计划实时预测和管理等方面仍有很大可提升空间。如：数字化MES系统部分管理粗放，设备产品会出现浪费，部分生产工序只管理到批量、按工单配料，没有管理到工序；SPI锡膏检测、贴片、回流焊、AOI自动光学检测、物料低位等预警与派单的智能分析与主动推送可进一步提升等。

以极致场景驱动智造升级

在滨江智能制造基地的智能化改造过程中，中兴通讯提出以数字化为纲，制定公司智能制造整体目标，定义细分场景，以极致场景驱动，逐步推进智造数字化升级。从客户视角，订单状态可视；从工厂生产视角，向自动化、无人化升级；从生产管理角度，向线上、在线、智能在线升级；从物流角度，以推拉结合的方式控制单板库存，AAU单板库存下降至约8小时。中兴通讯通过数字化技术构建了滨江智能工厂完整的研发协同、计划、采购、生产、物流及运维环节，形成了数字化管理闭环，推进工厂生产、运营、管理的智能升级。

自动化生产从全流程出发，统一规划，分步实施，加强模块化设计与测试平台建设，进行系列化改进，如贴片环节全自动化、装配自动化、自动贴标、AGV运送、XR远程专家，实现生产自动化和智能化，针对不同场景构建对应的业务应用，合同订单纵向贯通，生产过程透明可视，实现生产进度实时可视、风险及时预警，主动干预，任务闭环，提升客户感知。

数字大脑，让工厂学会自我思考

为了应对生产个性化、小批量化、智能化的高效自动化生产需求，中兴通讯利用传感、物联网、5G网络、边缘计算、大数据AI、机器视觉等技术，通过精准交付、智能制造、智慧物流、智慧园区等部分升级改造，实现更智能、高效、高质量的产品制造。随着工厂运营中心数字大脑各部分的逐步升级，让工厂生产学会自我思考。

工厂数字大脑通过设备智联与数据采集，建

立工厂-车间-线体-设备的数字化体系，实现生产过程数字化；通过知识建模与生产大数据分析，逐步实现智能排产、生产进度监控、生产资源管理（工装、钢网、人员状态管理和资源分配）。如人、机、料、环等要素接入运营中心，作业模式由线上演变为在线，SPI锡膏检测、贴片、回流焊、AOI自动光学检测、物料低位等情况通过大数据分析主动推送预警与派单，实现资源共享与派单提效。

数据大脑升级，离不开以智能制造执行系统iMES为核心的改造。iMES系统基于微服务架构，分级部署，支撑多工厂多模式的制造场景。企业级MES打通外部订单、生产任务调度；域级MES打通车间设备，对车间现场各系统下发执行指令，实现生产设备与系统互联互通，完成全流程的数据采集与工艺管控，实现设备可视、线体可视、物流可视，并结合边缘计算与大数据应用，拓展数字化生产与数字化运营。iMES系统的通用数字化工艺平台，实现工艺信息从前端，如研发、中试，穿透至生产一线，通过结构化的工艺设计，实现工艺参数的智能管理，集文件制作、智能归档、智能应用于一体。

5G全连接，数字化的加速器

中兴通讯滨江智能制造基地秉承“用5G制造5G”的理念，打造5G全连接工厂。5G是设备智联的基础，也是工厂数字大脑不可或缺的神经触角。5G全连接规划了16大类、40余项5G+工业融合创新应用，积极推动制造流程的重塑和变革，向智能制造演进。

目前已初步建成极致滨江智能制造示范标杆，向柔性化、智能化、少人化、无人化智能制

造工厂演进。主要应用聚焦于企业园区一体化管理和生产车间、立库的5G化改造，初步实现5G全连接工厂，部署上线的5G应用包括5G云化机器视觉类应用（来料监测、AAU转接柱/螺钉视觉识别、AAU点胶与PCB板检测、机器视觉反向引导控制机械臂）、5G云化AGV、XR远程单板维修操作指导、360度全景生产环境监控、产线数字孪生、无线看板、望闻问切机器人、5G看板、园区数字孪生、5G非接触式红外测温、园区5G巡逻机器人、5G无人扫地车等。通过智能化应用升级，滨江智能制造基地单位产值所需人力较中兴通讯其他生产制造基地低25%，取得了显著效益。

数字孪生，助力工厂透明化管理

滨江基地针对工厂生产和园区管理两种不同场景，设计了不同的数字孪生。

生产线数字孪生让生产更透明，让管理更智能。系统实时反映产线生产状况，进行生产预测、

质量追溯以及预测性维护，提供生产调度指令下发与执行和实时状态的反馈，直观监测物料和成品的流转，实现生产物料和成品在规划、生产、运营全流程数字化管理以及产线仿真优化、生产设备预测性分析等功能。

- 生产预测分析：孪生系统对生产数据进行汇总分析，形成生产数据模型库，实现对产线的多维度剖析，查优补缺，提高产能，为产线的优化策略提供全面的数据资料支撑；
- 智能设备维保：以5G为通道，基于物联网平台，搜集产线设备的运行时长、产能、运行数据等信息，并根据设备信息自动生成设备维保任务，维修保养记录线上存储，形成完整的全生命周期的设备台账，实现设备的精细化管理。

工厂园区数字孪生对园区人、设施、车辆、环境、能耗等进行数字化管理，精准运营、实现少人化，从而提高园区管理水平。系统利用视频虚实融合、激光扫描、物联网、3D成像等技术，将园区中的资产、车辆、安保、环境、视频监控、ICT网络、能耗等信息数据集成、整合、融入，实现设备联防联控监控，快速定位设备故障点，对区域内人员、资源等实现高效调配，保障管理高效、运维科学，最终实现园区运营的可视化分析、园区业务的闭环联动、园区决策仿真模拟等功能。

中兴通讯滨江智能制造基地数字化转型一直在路上。中兴通讯从自我做起，以极致场景驱动，通过点滴的积累，提升生产效率、降低次品率、增强客户体验，实现智能制造的柔性化、无人化，打造“极致滨江”智能工厂，为业界树立新标杆。 ZTE中兴



5G+工业互联网

助力鞍山钢铁生产数字化升级

鞍山钢铁集团公司是具有悠久历史的大型钢铁联合企业，为中国钢铁工业的发展壮大做出了卓越贡献。2010年5月，鞍山钢铁集团公司和攀钢集团有限公司联合重组，成立鞍钢集团。在十四五开局之年，鞍钢集团面临生产、通信设备老化，信息化和自动化生产技术滞后等一系列问题，迫切需要借助新技术提升生产效率、降低生产成本、提升管理水平。国家相关政策也驱动国内钢铁企业加快转型升级步伐，以推进国家钢铁产业战略落地。

鞍钢集团数字化转型升级路径

在数字化转型过程中，鞍钢集团紧紧把握钢铁智能制造升级路径的四个方面：第一，钢铁业务驱动，钢铁流程的生产、质量、能源、设备、物流等业务需求驱动智能制造建设；第二，信息

技术支撑，利用新兴ICT融合信息技术与传统自动化、数字化、网络化技术进行集成，支持智能制造发展；第三，以物联网平台为核心实现多维数据融合，将传统控制系统数据、工序数据、专业属性数据进行融合，充分发挥数据价值；第四，系统功能协同，传统五级控制架构朝纵向单业务云边端协同、多业务横向协同发展，实现系统高效。

随着我国5G技术的成熟和商用，“5G+工业互联网”为传统制造业智能化转型提供了最优解。特别是钢铁生产领域，因其流程长、工艺复杂、场景多样化、经济体量大的特点，成为5G应用场景落地的主要战场。5G的特性切合了钢铁企业智能制造转型的无线网络应用需求，其高性能、低时延的特点也满足了远程集控、数据采集、机器视觉、AR运营维护等垂直领域的数据传输要求。“5G+边缘工业互联网平台”则是孵化智能应用，助力智能制造的重要信息基础设施。



马恒
中兴通讯5G行业资深方案专家

业务创新，网络先行

2020年，作为中国移动第一个4.9GHz频段外场试点场所，辽宁移动鞍山分公司在鞍钢厂区建设了64个公网基站，其中首次部署多个4.9GHz基站和MEC边缘云资源池，遍布园区的基础设施为5G工业场景业务创新提供了坚实的通信基础。

2021年，鞍山移动将进一步加速在多个区域部署商用的4.9GHz基站，全方位满足鞍钢总部和各分厂业务对带宽和可靠性的严苛要求。通过新型的5G专网建设，鞍钢集团将打通OT域与IT域的连接，实现物联网和互联网融合的新型工业互联网，更好服务于工业现场。

成功试点5G+工业互联网三大业务场景

2019年起，鞍钢集团信息产业有限公司携手中兴通讯、鞍山移动，利用5G新基建基础设施，在信息技术支撑和物联网多维数据融合方面进行了实践，成功试点5G+工业互联网三大业务场景。

热轧生产线5G电机生命周期管理

鞍钢冷热轧产线有各种辊道电机需要维护，可通过5G终端和网络传输采集模拟量或数字量数据，同时通过新建MEC，实现数据分流，将采集数据上传至工程师站。工程师站将数据处理后上传云平台，分析采集的数据，输出设备评估和故

障预测，延长设备使用寿命，提升生产效率。

本项目系统应用在热轧厂1780生产线400台辊道电机上。在电机24小时不间断工作中，传感器通过采集辊道电机电流、振动、温度等运行时的状态参数，利用无线网络传送到精钢云平台。系统采用过程检测、人工智能和大数据技术，借助高速信号采集、分布式建模和专家诊断能力优势，提供基于数据建模、多元统计等过程监测方式，实现电机生命周期管理。系统上线后该生产线避免紧急停机、故障维修次数下降20%，通过管控系统提升机组作业率5%，每年节约维修费用约10万元，每年产值增加收入8750万元。

冷轧车间5G机器视觉带钢表面质量缺陷检测

该系统主要应用于工业生产线上的质量检测。生产线工业相机（后续内置5G模组）+MEC边缘计算服务器，MEC将用户面数据流分流至鞍钢云平台“精钢云”；信令流通过MEC连接5A核心网。通过多条产线共享缺陷库，提升检出率和识别率，提升工作效率，后续可推广至铝板、钢板、造纸等行业的质量检测。

本项目应用在冷轧厂4#线酸轧机组，上下两侧各安装工业相机3台，利用工业相机拍摄高清图像，每秒拍摄图片120张，生成完整图片40张，合成后的高清图像通过5G网络上传到精钢云平台，满足生产线4米/秒的高速运转速度。在云平台侧采用图像处理软件、图像拼接合成软件、缺

2021年1月，鞍钢集团全球首发一键式5G工业专网+智慧炼钢生产控制场景，并接待了工信部、发改委、市政府和移动集团等多批领导的视察。后续鞍钢集团将联合中国移动、中兴通讯，在物联网平台业务赋能工业应用、AR远程运维等多个5G场景进行规模商用试点，力争将5G创新应用从盆景向风景转化，最终向商业闭环的前景不断推进。

陷检出及识别分类算法软件执行计算，利用采集到的共享数据及机器学习模型、共享缺陷识别库、优化缺陷类别库自动判定带钢表面缺陷超出产品质量许可范围的钢卷。

方案解决了图像同步自适应、光照强度自适应、带钢跟踪自适应等多项技术难题。通过部署带钢表面质量缺陷检测，目前此生产线常规缺陷检出率达95%以上，常规缺陷识别率最高可达98%，设备稳定运行率99%。对带钢缺陷的实时检出，可降低可控重复缺陷的持续产生，减少产品表面质量人工判定易产生的异议，每条生产线每年提高经济效益400万元，可避免停机和伤辊等事故发生，每年降低成本300万元。

炼焦厂5G机器视觉皮带通廊安全监测

基于5G的机器视觉皮带通廊安全系统是视频监控系统与自动控制系统的结合，通过视觉分析给出控制建议，实现整体自动化，保障设备运行期间的安全和稳定。

本项目应用在炼焦厂皮带通廊，在100米皮带通廊部署摄像监测系统，覆盖皮带头尾部、皮带通廊出入口、皮带作业重点区域，共计16个4K高清摄像头。高清视频通过5G网络回传到精钢云平台，通过人员目标检测及动作检测、原料检测、皮带检测等内容，搭建机器视觉全监控平台，提升现场设备管控能力，保障现场工作人员安全。通过现场采集的图片分析，误检从9204张减少到15张，未出现漏检图片，检测准确率为99.99%以上。该系统每年可节省皮带维修费100万元。

2021年1月，鞍钢集团全球首发一键式5G工业专网+智慧炼钢生产控制场景，并接待了工信部、发改委、市政府和移动集团等多批领导的视察。后续鞍钢集团将联合中国移动、中兴通讯，在物联网平台业务赋能工业应用、AR远程运维等多个5G场景进行规模商用试点，力争将5G创新应用从盆景向风景转化，最终向商业闭环的前景不断推进。 ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在