

中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2022年1月/第1期
准印证号：(粤B)L011030048

内部资料
免费交流

视点

04 固基展翼，扬帆远航/徐子阳

06 5G技术创新，助力网络价值最大化/柏钢



专题：5G扬帆，强基赋能

09 做最懂行业的网，助全面数智的业/汪竞飞，韩营



扫码体验移动阅读



第26卷/第01期
总第400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

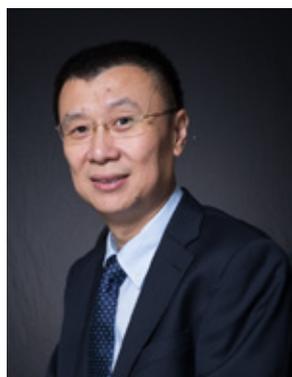
主任: 林晓东
副主任: 黄新明
编委: 陈宗琼 丁翔 胡俊劼 黄新明
刘群 刘爽 林晓东 马金
王全 杨兆江

《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: 2022年01月25日



柏燕民
中兴通讯RAN产品总经理

深耕专网，助5G扬帆

目前全球已建成180多个5G商用网络，其中中国已建设100多万个5G基站，占全球5G基站总数的70%以上。5G不仅要服务传统的ToC用户，作为新型基础设施更要赋能千行百业，促进各行各业数字化转型。

中兴通讯从2018年开始深入行业数字化转型一线，在电力、矿山、钢铁、港口、智能制造、轨交、化工、医疗、教育等领域积累了丰富的经验。我们深刻地认识到，除了网络连接能力之外，网络与应用的紧密结合以及为各行业提供针对性解决方案更是数字化转型能否成功的关键。面向各行业不同场景对网络的不同需求，中兴通讯创新性地提供多层次解决方案。一方面，根据不同行业的需要，中兴通讯推出适合特殊环境专网需要的系列化基站设备，如NodeEngine、本安Qcell、游牧式基站等。其次，中兴通讯将网络能力以原子能力集合的方式呈现给行业，各企业可以根据业务需要灵活进行原子能力的组合。除此之外，我们还将网络优势与行业应用相结合，打造出了一批针对行业特征的5G应用，如天车远控、机器视觉识别等，解决了行业数字化转型中的痛点问题。更进一步，中兴通讯针对不同行业需求提供整体解决方案，方便行业客户进行落地和复制。

经过长期的探索和积累，5G行业应用正在从创新迭代阶段走向规模化发展阶段。中兴通讯与全球90多家运营商、500多个合作伙伴联手进行了大量5G行业应用创新探索。

行而不辍，履践致远，中兴通讯将在工信部“扬帆”行动计划的指引下，与运营商和产业伙伴一起继续深耕网络、积极进取，共扬帆、征远航，为中国数字化经济建设贡献力量。

目次

中兴通讯技术（简讯）2022年第01期



做最懂行业的网，助全面数智的业

截至2021年11月，中国已建成5G基站数超过139.6万个，5G终端连接数达4.97亿户。经过长期的探索和积累，5G行业应用也从创新迭代阶段走向规模化发展。工业制造、能源、文旅、智慧城市等领域，越来越多的5G应用案例涌现，人们可以切身体会到5G对实体经济改造升级的价值。

视点

04 固基展翼，扬帆远航/徐子阳

06 5G技术创新，助力网络价值最大化/柏钢

专题：5G扬帆，强基赋能

09 做最懂行业的网，助全面数智的业/汪竞飞，韩莹

13 端到端精准能力提升，助力5G专网从可用走向好用——中兴通讯
精准无线2.0解决方案 /费腾，倪燕子

16 网云业一体化的游牧式基站/刘振，毛文勇

18 5G超低时延视频解决方案，让远程控制“所见即所得”
/赵琼鹰，黎云华

20 中兴通讯AI视频传输方案，破解多视频并发卡顿难题
/孙杨军，景晓玺

22 以简驭繁，打造行业运维新范式——中兴通讯
ToBeEasy极简运维方案 /胡春玲，赵丁

24 5G室内融合定位方案助力垂直行业数字化转型
/曹长江，王红欣

26 5G智慧杆，助力行业应用部署/乔凤蛟，刘汉彩

解决方案

28 港口5G专网设计方案/周建华

30 5G专网为智慧矿山打造安全高效的网络基座/王晓明

32 5G+工业互联网，助力钢铁行业数智化转型升级
/刘嘉，束裕



成功故事

34 三一重工的数字化转型之路/周冲

36 5G赋能智慧港口，打通海运物流“任督二脉”
/丁成远

40 矿山专网2.0助力大海则煤矿智能化再升级/何光明



全球首个“大熊猫保护5G消息应用”正式发布

2021年12月，在大熊猫国家公园四川管理局和大自然保护协会指导下，中国移动四川公司（以下简称：四川移动）、中兴通讯、大汉三通联合宣布全球首个大熊猫保护5G消息应用——熊猫驾到（Panda's coming）正式发布，在大熊猫国家公园德阳管理分局正式应用。

“熊猫驾到”5G消息应用，充分发挥5G消息“强触达、高效率、广流量”的优势，并与护林员巡护、公众参与熊猫保护互动和景区数智化运营相结合，助力以熊猫为代表的生物多样性保护和栖息地可持续发展。

中兴通讯入选富时社会责任指数系列

近日，中兴通讯A股入选富时社会责任指数系列（FTSE4Good Index Series）。至此，中兴通讯A股和H股均被纳入富时社会责任指数系列。

富时社会责任指数是一项在全球范围内得到广泛认可的社会责任投资指数，旨在衡量企业在环境、社会和公司治理等方面的杰出表现，并为负责任的投资提供一系列基准和交易指数。此次入选，进一步证明了国际社会对中兴通讯在环境、社会和公司治理等方面努力的肯定。

一直以来，中兴通讯都将完善公司治理与坚守合规经营，作为企业长远发展的核心保障。

经过多年发展，公司治理方面，通过数字化的手段，中兴通讯已经形成了相对完备的风险管理及内部控制管理办法，并成功完成了业务连续性（BCM）

体系的建设和导入。在保障公司经营的连续性、提升公司流转效率以及降低公司经营风险上，发挥着重要作用。

合规经营方面，中兴通讯始终坚持诚信经营，将合规管控嵌入公司的各项业务流程，以建立与公司业务实践相一致的一流合规管理体系，与全球客户、供应商及其他业务合作伙伴一起实现可持续发展。

从2020年开始，中兴通讯便围绕“数字经济筑路者”的战略定位，在推动数字经济发展、助力绿色节能减排等方面，持续输出自己的原子能力。不仅在日常的办公和生产运营中，通过生产技艺及设备的改造升级，实现了提质增效、节能减排，还通过对供应链的绿色管理、打造绿色云底座产品、输出数字化转型经验等方式，助力行业合作伙伴共同实现绿色可持续发展。

中兴通讯入选2021年A股上市公司可持续发展价值年度榜单

2021年12月23日，由财经杂志主办的“2022财经可持续发展高峰论坛”在北京举行。会上正式公布了2021年A股上市公司可持续发展价值“义利99”年度榜单，中兴通讯位列榜单第二。

“义利99榜单”指以上市公司可持续发展价值评估模型为工具，以沪深300成分股为对象，以社会、经济和环境综合效益为内容，其可持续发展价值量化得分居前99的上市公司。

中兴通讯中标中国电信2021年核心路由交换设备集采

近日，中国电信公布统谈统签类核心路由交换设备（2021年）集中采购项目核心路由器（CR）CR-A1、CR-A2标包中标结果，中兴通讯核心路由器ZXR10 T8000以30%份额中标CR-A1（单机）标段，排名第二；同时以综合排名第一成绩中标CR-A2（集群）标段。此次采购设备将为中国电信骨干网163C（Core，核心）打造超级核心网元节点。

中兴通讯与东软睿驰达成战略合作，共同打造新一代车用操作系统

近日，中兴通讯股份有限公司与东软睿驰汽车技术（上海）有限公司签署战略合作框架协议，达成全面战略合作伙伴关系。双方将在产品研发、生态协同、项目方案等方面开展合作的同时，共同打造符合市场需求的车用操作系统，携手与芯片合作伙伴推动建立国产高性能汽车电子生态联盟，加快国产车用操作系统的开发应用与成熟落地。



“基于5G尊享专网的野外智能节点油气勘探系统”项目荣登第四届“绽放杯”5G应用征集大赛总决赛榜首

2021年12月，由工信部主办的第四届“绽放杯”5G应用征集大赛全国总决赛在深圳圆满落幕。由中国石化物探院、江苏移动南京公司和中兴通讯联合打造的“基于5G尊享专网的野外智能节点油气勘探系统”项目，历经多轮遴选，最终从12281个参赛项目中脱颖而出，斩获全国总决赛一等奖第一名。

5G网络具备海量接入、G比特级传输、公里级广覆盖能力，是目前唯一可支持大规模智能节点勘探作业的通信技术。基于车载的5G尊享专网方案，大大提高了油气勘探的作业效率，降低资源和人力投入成本，综合作业效率约提升500%。

中兴通讯与Ooredoo集团续签战略合作协议

2021年12月，中兴通讯与Ooredoo集团续签框架合作协议，将为Ooredoo集团提供无线接入、云核心网、承载网及4G/5G CPE终端等设备以及相关的实施集成服务。

作为Ooredoo集团主要的服务和网络设备供应商之一，中兴通讯与Ooredoo集团在阿尔及利亚、突尼斯和印度尼西亚均有合作，为其提供无线网络、光网络DWDM、FTTX、IP、云原生分组和语音核心软件、CPE终端

和微波以及交钥匙管理服务。近期，中兴通讯又与Ooredoo集团就阿尔及利亚和印度尼西亚的微波和IPRAN项目达成合作。

“此次与中兴通讯新签署的框架协议，标志着我们之间的合作更进一步”，Ooredoo集团CPO Christian Linhart说，“中兴通讯是电信与信息技术领域的全球领导者之一，Ooredoo与中兴通讯在前沿网络上的广泛合作，将会为Ooredoo用户带来丰富的数字生活。”

中兴通讯携手中国移动首次完成NB-IoT R16新功能测试验证

近日，中兴通讯与中国移动合作首次完成NB-IoT R16系列增强功能测试验证，包括UE专用DRX、辅载波CQI上报等功能。其中UE专用DRX功能允许NB-IoT用户设定更短的DRX周期（最短可支持320ms），与2G现网DRX周期（470ms）相比，DRX周期降低30%，有助于NB-IoT的端到端时延进一步降低。

中兴通讯固网终端全球累计发货量超4亿台

近日，中兴通讯宣布，截至2021年11月数据显示，中兴通讯固网终端全球累计发货已超过4亿台，2021年实现爆发式增长，单年全球发货量突破6000万台。根据全球知名咨询机构Dell’Oro Group发布的2021年第三季度固网宽带产品全球市场份额报告显示，中兴通讯PON CPE获季度发货量及季度销售额双料冠军。

中兴通讯汽车操作系统通过ASIL-D级汽车功能安全产品认证

2021年12月，SGS通标标准技术服务有限公司向中兴通讯股份有限公司汽车操作系统GoldenOS微内核产品颁发了ISO 26262 ASIL-D级汽车功能安全产品认证证书。此认证是业界最高等级认证，标志着中兴通讯汽车操作系统已能够全面支撑汽车行业最为严苛的功能安全场景需求。

固基展翼，扬帆远航



徐子阳
中兴通讯总裁

编者按：12月6日，2021中国联通合作伙伴大会在线上召开。中兴通讯总裁徐子阳发表了主题演讲，分享中兴通讯在5G大应用方面的实践与思考。

过 去两年多的时间，无论5G网络的建设发展规模，还是泛5G技术赋能行业数智化转型的探索和创新方面，中国都已经走在了世界前列，而且得益于市场和技术的互相促进，可以预见这种引领趋势不可逆转。今天，很荣幸能够在联通合作伙伴大会上，向各位嘉宾分享中兴通讯在5G大应用方面的实践与思考。

5G行业应用百花齐放，数智化转型探索进入深水区

首先，让我们回顾一下5G应用如火如荼开展的概况：冶金铸造行业，首个商用5G钢铁专网在湛江宝钢落地；智能制造行业，“用5G制造5G”的经验赋能格力转型升级；智能采矿行业，5G智能化综采面保障生产安全；智慧港口行业，5G提升港口自动化作业水平；智慧电力行业，5G覆盖电网“发输变配用”全流程；智能轨交行业，5G助力打造广州领航城市；智慧教育和智慧

医疗行业，5G让稀缺优质资源触手可及；文化旅游领域，5G助力实现足不出户云看天下；智慧城市领域，5G守护绿水青山赋能高效治理；融合媒体领域，5G实现远隔千里的全息异地访谈；智慧体育领域，5G助力全运会多视角沉浸式直播……

在产业界各方共同努力下，5G行业应用百花齐放、百家争鸣。中兴通讯也携手联通深度合作，取得丰硕成果，不仅实现了从0到1的突破，也开始从1到N的复制。

随着泛5G赋能行业数智化转型的探索进入到深水区，尤其是OT域（生产域），不同业务对云网基础设施的能力提出了更高的要求，如高带宽强交互、异构计算、实时性、确定性、绿色、安全等；同时，场景的碎片化，也带来投入产出、规模效益等商业模式方面的挑战。面向“大应用”，回归到商业本质，我们认为有三类核心问题需要解决，即如何实现“差异化”“货币化”“集约化”，以市场和创新双轮驱动，助力5G扬帆远航。

面向市场竞争，构筑差异化能力

“人无我有，人有我优”是市场竞争中的不二致胜之道。未来是“数据为中心”的世界，针对构筑差异化核心能力，我们建议考虑三个维度，即分别对应到“数据处理”“数据交换”和“服务编排”，既追求深耕单一纵深领域求极限，亦主张立体高效协同获得效率和效益最大化。

首先，对于“数据处理”，由于算力多样化需求激增以及摩尔定律面临失效，单纯依赖通用计算（CPU）已经难以为继，领域定制不可或缺。结合不同场景、不同类型应用的特点，从“芯”定制，针对高通量、低时延的网络和存储数据进行硬件加速，软硬协同满足性能提升的要求，从而构筑高效能核心引擎。

其次，从“数据交换”的角度，泛在的数据和应用必然催生泛在接入的需求，同时要求网络突破尽力而为的传统模式，支撑不同连接质量保障的泛在接入。双千兆高速接入、SD-WAN高效率入云、边缘算力灵活按需部署、TSN等确定性保障等技术应运而生，同时数据中心互联亦可通过全光互联以及IP+光的协同调度，保证高通量、低时延的数据传输。

数智化基础设施的使命是数智化服务。多样化算力、泛在的连接和丰富的数据智能与安全能力，叠加不同地理位置、多设备厂商、不同专业领域与多云环境，如此复杂的系统又需要向用户提供简单的服务入口，离不开“算网能”高阶编排大脑。高阶大脑采用统一的原子能力API管控，屏蔽多厂家网络设备、多云环境的差异，可为普通用户和垂直行业用户实现快速、按需的融合服务。

聚焦商业逻辑，加速货币化进程

如果说任何新的市场领域，可能都要经历招、选、押、赢四个阶段，那目前，泛5G应用显然已经进入到“押赢”的下半场。商业的生命力

来源于价值创造，如果我们希望加速新型基础设施投入的货币化进程，就需要在百花齐放的场景中，聚焦更加契合客户的痛点和刚需的那些应用，“雪中送炭”永远胜于“锦上添花”。这里我们列举了一些这类应用，比如“机器视觉”提质增效，“云化AGV”打造柔性产线，“云化PLC”在突破国外市场垄断的同时，打破数据黑盒，增强弹性、柔性和韧性，助力全局优化和安全可控。

回归经营本质，探索集约化路径

从赚到钱到盈利，到实现良性可持续发展，集约化是必经之路，也就是我们必须有能力实现“规模化基础上的定制化”。这就需要兼顾能力的“驭繁就简”和为客户的“量体裁衣”。我们主张，将网络和算力基础设施能力做原子化封装，对云能力做组件化封装，根据不同场景和应用，支持便捷调用和灵活组合，形成基本应用，在此基础上再做二次创新，从而实现能力复用。场景创新中，有新的通用业务能力又可以抽象沉淀，不断丰富拓展底座能力，形成能力的快速迭代和持续进化。

携手价值共创，共建热带雨林

如果我们希望构筑数字时代的热带雨林，数字基座则是丰沃的土地，“网、云、数、智”技术有机融合为一个整体，为数字化转型赋能，支撑数字经济、数字生活、数字治理所需的各类应用。

中兴通讯深耕ICT领域36年，具备端到端的全域的技术和创新积累。底层有芯片设计、算法积累、架构创新，基础软件领域有自主研发的操作系统和数据库，基础设施涵盖网络和算力全系列产品，云能力组件和应用用例亦有丰富实践。我们愿意做数字经济筑路者，向下扎根，把最难的事情做到最好，同时开放自身的所有核心原子能力，全心助力运营商和合作伙伴向阳生长。ZTE中兴

5G技术创新， 助力网络价值最大化



柏钢
中兴通讯RAN产品副总经理

随着5G应用从B2C市场扩展到B2B市场，更多新技术新方案将不断发展突破，满足客户和应用需求。中兴通讯一直将创新作为可持续发展的重要基石，在关键技术上不断取得突破，帮助产业伙伴和客户获得更多的扩展功能，通过获得更高的容量、增强的性能，以及网络效率的大幅提升，助力实现无线网络价值最大化。

全球领先供应商助力全球5G成功



前全球5G商用正在全速发展。根据2021年9月最新GSA报告，139个国家或地区的465个运营商正在投资5G网络，72个国家和地区的180家运营商已经推出5G业务。其中中国是5G商用规模最大、最先进的国家。据中国政府最近公布的数据，截至2021年9月底，中国5G基站总数达到115.9万个。同时，5G终端连接数达到4.5亿。5G SA网络已经覆盖了中国所有城市，每用户数据流量DOU比4G高50%。

作为全球领先的无线产品和解决方案供应商，中兴通讯已经与全球90多家运营商展开5G合作。根据Dell 'Oro最近发布的统计报告，2021

年第二季度中兴通讯全球5G基站发货份额为27%。

回顾历史，技术创新和突破支撑了人类社会的伟大进步，促进了社会经济、文化和生活的相互关系和相互依存。中兴通讯自三十年前成立以来，一直将创新作为可持续发展的重要基石，在关键技术上取得突破。2007年，公司推出业界首个SDR基站，引入软件定义无线电技术，从此电信进入了超宽带、多载波、多模式的新时代。2008年，基于SDR技术，中兴通讯提出完整的Uni-RAN解决方案，进一步简化网络，为客户节省总拥有成本。2014年，中兴通讯提出“5G技术4G化”创新理念，推出业界首个基于Pre5G AAU的Massive MIMO技术。该技术快速获得业界认可规模商用，并在2016年世界移动大会上荣获技术

创新双料大奖。现在，Massive MIMO基站已经成为5G主流部署站型。

基于多年形成的创新基因，中兴通讯提出了丰富的创新解决方案，如Ultra Broadband RRU、Cloud Radio、Magic Radio、IT BBU等。未来，我们将继续创新，因为我们相信只有创新才能为客户带来发展，创造更大的价值。

5G发展提供更大价值空间

5G的关键使命是为垂直市场创造新的价值，5G为运营商开拓行业市场、实现网络价值的最大化提供了机遇。

在5G基础网络方面，中兴通讯利用创新解决方案获得卓越体验，努力实现网络价值的最大化。随着5G建设的发展，针对全球5G部署呈现

出从室外到室内、从单频到多频、从中低频到高频的趋势，中兴通讯提出了一系列创新方案：针对室外场景的SSB1+X方案，有效提升高层建筑的覆盖范围；针对室内场景的SuperMIMO方案，将SuperCell、MU-MIMO和联合波束赋形技术结合起来。2019年提出创新的FAST解决方案，今年已升级为FAST+，以进一步提高在多频率网络架构下的用户体验。中兴通讯高频方案解决了行业应用场景容量大的问题，尤其是上行业务需求增长带来的挑战。中兴通讯也是业界首家支持1D3U大上行帧结构、单用户上行速率960Mbps的厂商。

2021年中兴通讯又创新推出业界首款无线智能编排解决方案。方案基于AI引擎，通过BBU内置的智能和异构计算能力提供多维网络感知，提升用户体验和网络效率。用户编排将用户作为编排对象，实现用户的智能引导和调度；网络编排利用



网络资源作为编排对象，实现频谱、帧结构和波束的编排。这是后5G时代运营商发展5G网络的强大工具。中兴通讯与多家运营商联合验证，成绩优异。未来，我们将探索联合编排和意图驱动编排，实现更高的网络性能和用户体验。

目前绿色低碳、节能降耗方案已成为业界关注的焦点。中兴通讯持续开发低功耗产品和功能，并于2019年推出PowerPilot解决方案。解决方案基于以下四种概念：基于场景的策略，不影响容量和覆盖KPI的节能策略，不同频段、不同制式网络的协同，AI技术。截至目前，PowerPilot解决方案已在全球30多个运营商商用部署。

面对B2B市场的个行业碎片化的需求和挑战，捕捉关键需求并开发支持这些需求的能力是非常重要的。针对不同行业客户快速部署需求，中兴通讯推出业界首款采用基站内置边缘计算引擎的轻量级B2B解决方案NodeEngine，只需要在基站中插入一块单板，一小时配置和激活。NodeEngine对垂直市场有广泛的吸引力。该产品已在10多个行业和60多个商业项目中得到应用。

与运营商不同，许多垂直行业客户通常没有专门的大型运营团队。中兴通讯ToBeEasy运营和管理解决方案，既是端到端解决方案，又轻量级且简化，具有嵌入式智能故障预测和解决能力。这缓解了许多企业对网络资源进行故障排除的噩梦，这不是他们的专业知识，也不是他们的主要业务。因此，企业可以更加关注自己的业务和服务。

凭借强大的网络和各种升级或新服务，5G正在帮助塑造更加便捷和愉悦的数字生活方式。5G也在改变着很多行业，很多项目已经启动和运行，还有很多项目正在试验中。由工业和信息化部主办的“绽放杯”5G应用征集大赛已经举办了四届，全国5G应用创新案例超过1万个，在工业、医疗、教育、交通等多个行业领域发挥了赋能作用，呈现地域广、行业多、业务逐步深入的特点。

从消费者到垂直行业，5G在使数字经济成为社会重要组成部分方面发挥着举足轻重的作用。

以终为始，面向未来

中兴通讯认为，人工智能不是新事物，但未来AI有望成为5G高级网络中的核心功能，AI和无线技术将相互结合起来发展。5G先进网络设计将更好地支持人工智能，AI将进一步完善5G先进网络。AI功能可在网络中的不同位置构建。

面向5G-Advanced/6G时代，中兴通讯推出的另一项关键技术是ZTE RIS（可重构智能表面）。通常情况下，利用来自普通材料的电磁信号反射，无线信道可以被认为是被动的或固定的。但是，对于RIS材料，无线信道可以被视为活动或可重构的。因此，它能够极大地改善整个无线系统的性能。例如，如果将RIS和5G结合起来，潜在的优势包括站点和功耗减少30%。RIS现已成为业界对5G演进的一项关键技术，中兴通讯与中国电信、中国联通和中国移动进行了试点，将技术从实验室转向外场测试。

而6G的需求比现在的5G更具有挑战性。例如，单小区吞吐量达1Tbps，连接密度每立方米超过100个。6G目前较活跃的研究领域包括频率，如基于区块链的频率共享，以及更高的频率Tera赫兹；空间利用是另一个重要研究领域，如虚拟光滑小区和空间收敛等；在空中接口方面，AI将紧密集成到MIMO技术中，无线信道将变得更具灵活适应性和可配置性；传感网络和通信网络将进一步融合；网络运营的概念和逻辑将进一步从管理多个硬件和软件转向管理多个服务。

面向未来技术演进，中兴通讯坚持以价值为核心，以解决问题为导向，和产业链密切合作，不断创新、迭代、探索和实践，促进全行业融合发展，助力网络价值最大化。 ZTE中兴

做最懂行业的网， 助全面数智的业

中兴通讯 汪亮飞，韩营

截至2021年11月，中国已建成5G基站数超过139.6万个，5G终端连接数达4.97亿户。经过长期的探索和积累，5G行业应用也从创新迭代阶段走向规模化发展。工业制造、能源、文旅、智慧城市等领域，越来越多的5G应用案例涌现，人们可以切身体会到5G对实体经济改造升级的价值。





汪竞飞
中兴通讯无线ToB规划
总监



韩莹
中兴通讯RAN产品5G行业
市场总监

2021年7月，工业和信息化部等十部门联合印发《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》，开创中国5G应用创新发展的新局面。《行动计划》明确提出未来3年中国5G发展的目标，分别从标准体系构建、产业基础强化、信息消费升级、行业应用深化、社会民生服务、网络能力强基、应用生态融通、安全保障提升等方面提出了8大专项行动。同时为了进一步促进《行动计划》的落地实施，在专项行动中设置了4大重点工程，包括实施5G应用标准体系构建及推广工程、面向行业需求的5G产品攻坚工程、5G应用创新生态培育示范工程和5G应用安全能力锻造工程，重点明确了主要突破方向，以及需要产业各方合力推动的重大事项。

在5G应用于行业的探索实践过程中，不同行业场景千差万别，各行业的不同应用对网络能力的要求也不相同，为此，中兴通讯联合业界各行业伙伴，打造“专网架构→原子能力→解决方案”三层模型，将行业场景的需求与网络能力进行匹配，从而实现网对业的支撑。

探索专网架构

经过一段时间的探索，针对5G的专网架构，在多个行业已形成一定的共识。5G专网需要根据不同的应用场景和客户需求进行定制化设计，并充分考虑公网专网隔离度、部署成本、部署时间、运维模式等各方面因素。5G专网可分为三种模式：公网共用、公网专用、专网专用（见图1）。

- **公网共用**：利用网络切片等相关技术，为客户提供一张时延和带宽有保障的、与基础网络普通用户数据隔离的虚拟专有网络，通过灵活配置网络切片和资源预留等技术，按需为专网用户提供带宽、时延保障，及其他网络能力和服务；5G公网共用专网模式适用于覆盖范围广泛的专网业务，例如智能电网、智慧城市、智慧景区、新媒体、车联网等场景。
- **公网专用**：以本地数据分流技术为基础，通过MEC（Mobile Edge Computing）下沉或部署站点级算力引擎NodeEngine，为行业

图1 5G专网建设模式

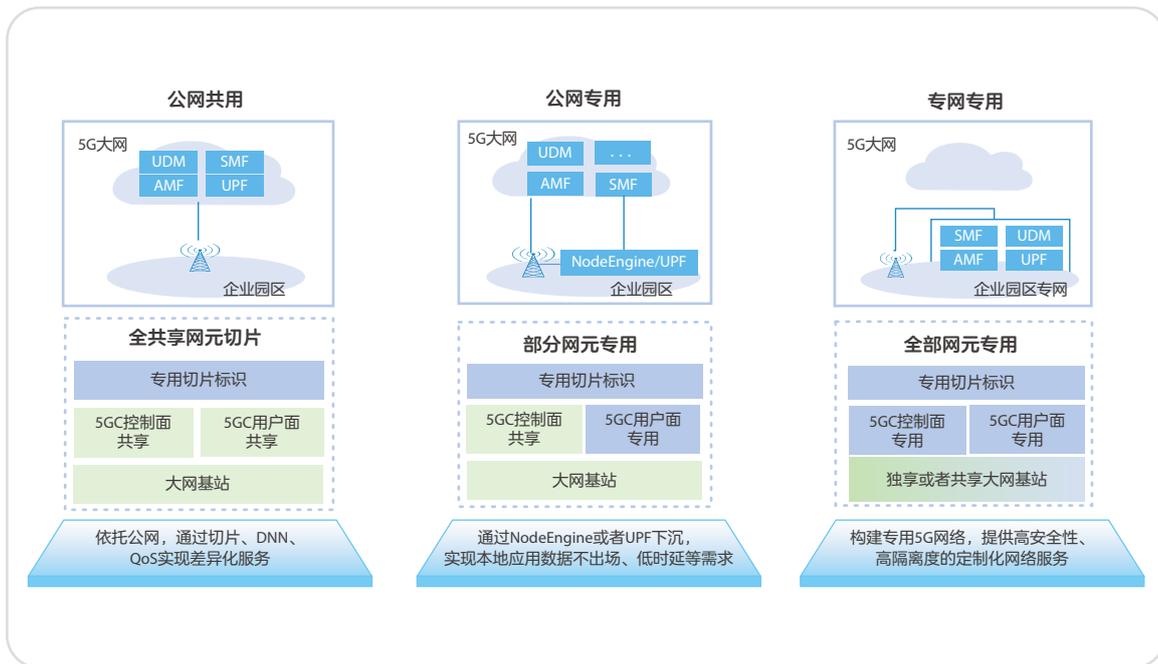




图2 无线核心原子能力

用户提供一张增强带宽、低时延、数据不出园区的5G专网；5G公网专用专网模式适用于局域园区，如工业制造、港口、交通物流、高端景区、城市安防等。

- **专网专用**：采用专无线设备和小型化核心网设备，为行业用户构建一张端到端专建、物理独享的5G专用网络，实现用户数据与运营商公众网络数据完全隔离，且不受公众网络影响，满足行业用户大带宽、低时延、高安全、高可靠的数据传输需求；5G专网专用模式适用于局域封闭区域，如矿井、油田、核电、大型工业园区等。

构建核心原子能力

为了匹配千行百业差异化的网络需求，中兴通讯5G网络面向垂直行业领域，构建全面、灵活的核心原子能力，打造可复制的解决方案，服务于各行各业（见图2）。

在无线侧，中兴通讯开发了高频设备、防爆/本安设备等硬件形态设备，创新提出了Qcell链形组网，业界首创开发了极简边缘算力NodeEngine，支持即插即用，提供本地分流、本

地互联互通等功能。

在核心网侧，中兴通讯提供轻量化5GC，包括通用型iCube、紧凑型iCube、单机型i5GC；最简单的一台2U服务器即可部署一套5G核心网，以极小空间、极低能耗提供极简的5G网络。

在运维管理方面，中兴通讯ToBeEasy方案提供一站式集成云网运维，五合一网管助力实现云网一体端到端高效交付、即插即用轻量化部署，轻松实现行业应用的可视可管，使行业客户可以像操作光猫一样自主运维无线网络。

与此同时，原子能力可以为智能电网、工业控制等行业提供时延低至10ms、可靠性达99.999%的精准业务保障能力；在工业等需要大带宽回传的场景，可提供上行Gbps级速率；5G+X融合定位方案满足从米级到厘米级不同等级的定位需求。

积累场景化解决方案

中兴通讯通过与行业龙头企业合作，摸索形成场景化的解决方案，并共同制定行业应用规范以及综合行业解决方案，从而形成一系列可复制的专网方案，实现从1到N的快速推广，辐射10多

在网业协同方面，中兴通讯构建了一系列5G专网解决方案，包括：视频回传、远程控制、机器视觉、云化PLC、AGV等典型业务。这些方案可直接在电力、矿山、港口、钢铁、制造、轨交、化工、商超等多个行业应用。

个行业方向，包括：电力、煤矿、制造、港口、钢铁、石化、轨交、商超、医院、校园等。

不同行业的不同场景，对5G网络的需求也大不相同。如电力行业的配网差动保护业务需要超低时延和超高可靠性，但其智能制造业务则需要上行大带宽保障机器视觉质检；港口行业需要同时提供低时延控制和上行大带宽保障岸桥远控等。针对这些应用场景，需要从覆盖设计、组网设计、切片隔离设计、特殊需求产品设计等多方面综合考虑，精确匹配需求。

为了应对行业刚性的业务需求，中兴通讯提出了全方位的网络能力提升解决方案，包括Gbps级超大上行速率、10ms@99.999%级的业务保障、系统“0中断”的高可用、亚米级的高精定位、纳秒级的高精授时等，提供全方位的SLA保障。

针对行业特色的场景需求和不同行业的认证门槛，中兴通讯推出一系列面向行业的定制化产品，包括系列化云网柜、防爆设备、本安设备、小型化BBU、免pBridge的QCell、算力引擎NodeEngine、边缘视频网关、游牧式基站等，全方位助力行业差异化专网的构建。

针对无线专网规划，中兴通讯以业务SLA保障为目标，即确保行业应用的上/下行速率、时延和可靠性，针对多维度场景，构建网络规划仿真和网络建设模型，支撑“网随业动”的网络需求和安全保障。在应用提效工具方面，为网络规

划、建设、优化/维护和质量管理各环节提供全面的ToB网络生命周期管理工具。

在网业协同方面，中兴通讯构建了一系列5G专网解决方案，包括：视频回传、远程控制、机器视觉、云化PLC、AGV等典型业务。这些方案可直接在电力、矿山、港口、钢铁、制造、轨交、化工、商超等多个行业应用。

中兴通讯目前已携手全球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。秉承价值为本、问题驱动，中兴通讯在深度上“量体裁衣，端到端开掘”，在专网设计之初就直击行业痛点，让企业一键贯穿端网业，弥合跨界鸿沟，轻松实现高效运维；在广度上“需求多变，点到面拓展”，以5G原子能力的灵活组合，打造可快速复制、定制的行业模板，在行业合作中拓展广度；在远度上“统筹联动，多面体延展”，加强推动跨部门、跨行业、跨领域标准化重要事项的统筹联动。未来中兴通讯将持续在这三个维度纵深推进，加速产业升级进程。

中兴通讯作为5G网络设备的重要提供者，也是网络服务于行业数字化转型的积极实践者，以“做最懂行业的网、助全面数智的业”为奋斗目标，面对千行百业千差万别的需求，化繁为简、和而不同，为行业精准赋能。 ZTE中兴

端到端精准能力提升， 助力5G专网从可用走向好用

——中兴通讯精准无线2.0解决方案

5G在全球范围内持续加速。和前面几代移动技术所承载的使命不同，5G的历史使命是赋能千行百业，促进各行各业的数字化转型。5G行业应用的成功，是5G成功的关键，也是运营商转型成功的关键。

2021年是5G行业应用商用元年，全行业齐心协力为促进5G赋能行业和行业成就5G而努力。中兴通讯于2021年初推出了5G精准无线解决方案，该方案贯穿精准规划、精准切片、精准识别、精准调度、精准度量、精准运维，通过全流程的精准，给5G无线网络从ToC的“尽力而为”向ToB的

“言出必行”指明了转型的路径。历经一年的实践，中兴通讯持续深耕行业需求，推出了一系列匹配行业痛点的创新方案，并全面升级精准无线解决方案至2.0版本，包括：面向10大行业的精准专网顶层设计和模板方案，将精准规划深入到每个行业；精细化的资源分配，实现切片资源更精细、更精准的预留；无线行业大脑的加持助力网随业动，智能灵活、高效精准地保障业务性能；ToBeEasy赋能专网精准运维。精准无线2.0方案通过端到端精准能力的提升，助力5G专网从可用走向好用，切实服务好全行业（见图1）。



费腾

中兴通讯RAN产品ToB
研发规划总工



倪燕子

中兴通讯RAN产品方案总监



▲图1 中兴通讯精准无线2.0方案

精准规划2.0：深入十大行业，做最懂行业的网

精准规划1.0提出了ToB和ToC规划的3大差异：覆盖设计标准从面到点、需求模型从一维到三维、无线场景从假设到明确。精准规划2.0在实践的基础上，进行了两大提升：

- 借助仿真平台和大数据平台，将ToB的规划特性从理论落到实处

ToB的精准网络规划需基于单用户和单业务最小颗粒度进行，传统的通过估算的方式无法匹配ToB需求，中兴通讯推出针对ToB的仿真平台和大数据平台，将ToB的规划特性从理论落到实处。

中兴通讯全球仿真平台可构建丰富的网络场景，支持基于1~5m高精度电子地图和射线跟踪模型仿真，支持室内外协同仿真和基于MR或者路测数据校正，对网络覆盖能力进行精准预测；支持信道模型构建和不同场景下的承载构建、终端用户位置和轨迹导入，通过蒙特卡洛仿真预测每个终端可获得速率。仿真支持场景包括工业园区、航空覆盖、无人机巡检、海面覆盖、隧道等。

中兴通讯大数据平台可进行精准网络智能规划和业务编排，大数据平台采集多维度网络数据，通过海量数据分析，进行栅格级网络覆盖和速率预测，快速判断网络是否满足ToB业务质量需求；对于无法满足业务要求的栅格，按照最优策略进行自动网络增强规划，输出规划方案。

- 深入十大行业完成行业专网顶层架构设计

2021年9月底，中兴通讯发布了面向十大行业5G专网的《ToB场景化专网设计白皮书》，重点聚焦电力、煤矿、制造、港口、钢铁、石化、轨交、医院等十大行业方向，给出每个专网的顶层架构设计，以及对应的一揽子5G网络设计方案，包含一系列面向垂直行业定制的创新产品和

技术，如系列化云网柜、矿井防爆设备、轨交用小型化BBU、去PB（pBridge）的QCell、园区基站级算力引擎NodeEngine、可移动专网游牧式基站等，结合全面提升、灵活组装的大上行、低时延、高可靠、高精定位等核心原子能力，助力5G在各行各业从1到N的复制落地。

精准切片2.0：精细的资源分配

切片资源的保障是业务保障的基础。相对于只能使用共享资源的切片，如果能为切片预留资源，就可避免因资源受限影响业务体验，为ToB业务提供确定性的资源保障，从而保障SLA（Service Level Agreement）。

然而随着5G在垂直行业的发展，需要部署的专网切片越来越多，而小区资源有限，无法满足专网切片预留资源的需求。中兴通讯精准切片2.0支持分时段日历化的资源预留，从而使小区可部署更多的专网切片，在保障业务体验的前提下，成倍提升网络效率，提升专网的商用竞争力。

精准保障2.0：无线行业大脑助力网随业动

相较于ToC的无差异化参数设置以及尽力而为的服务，初期的ToB专网通过“切片+5QI”实现业务的差异化调度，从而保障不同应用的SLA。但是“切片+5QI”基于服务签约和静态参数配置的方式，存在一些明显的缺点：QoS签约、SIM卡、CPE、行业设备必须严格绑定，任何不匹配或者变更都会影响业务保障；所有业务新增/调整都要通过核心网修改签约。为此，中兴通讯业务精准保障2.0引入了基于AI的无线行业大脑，助力业务自动识别、闭环精准调度，从而让业务保障的便捷性和精准度都再上一个台阶。

精准识别

中兴通讯无线行业大脑创新性地引入了基于AI的业务流智能动态识别功能，在园区实现本地业务动态细分识别，本地化二次签约，从而为园区不同应用提供更具针对性的业务流级的服务保障。园区SIM卡只需要默认签约，并且SIM卡、CPE、行业设备之间支持任意搭配，只要业务上线，无线行业大脑就能自动分析数据流，即可完成业务的精准识别，大大简化运营商的签约流程和业务部署，行业应用部署提效10倍以上。

精准调度

在完成业务的精准识别后，由无线行业大脑加持的无线网络根据业务识别结果，匹配最佳的业务导引和调度策略，并基于业务流级KPI精准度量的结果进行闭环调度优化，指导基站进行无线参数调整，并进行了多方位的细化能力增强：

- 精细化的业务特征识别和调度：无线行业大脑不仅可以识别业务流的类型，还可以进行更精细化的业务特征识别，并针对业务特征匹配无线资源调度功能和参数，进一步提升无线资源的使用效率。例如针对视频业务流，系统可以识别出视频业务流中I帧和P帧对应的数据包，并进一步识别出对应的包周期、包大小、包到达时间，从而引导基站针对视频业务流中的I帧P帧细分执行不同的调度策略；通过这样更精细化的业务特征识别，可以实现更精细的业务体验保障。
- 业务编排，I帧避撞：行业应用中包含大量的视频业务，如视频监控、机器视觉、远程操控等。通常视频业务流是由I帧和P帧构成的，当网络中多个视频业务并发时，就会出现多个I帧在同一时刻传输，即发生了I帧碰撞。极限场景下，对网络上行带宽的要求瞬间会达到几百兆甚至上千兆，这时借助无线行业大脑，在业务智能识别的基础上，分析

I帧/P帧并有序编排业务，能够实现业务错峰传送，高效利用网络带宽能力。

精准运维2.0：ToBeEasy专网专用的可视化运维系统

为了满足ToB领域的运维需求，中兴通讯依托丰富的网络运维专业经验，通过引入云原生等新兴技术架构，推出ToBeEasy运维解决方案。该方案聚焦ToB场景的连接业务，以IT化服务的方式开通和管理业务，为ToB领域提供轻量化、端到端、即插即用、智能化、可视化的运维平台，助力运营商和企业用户轻松组网、智简运维。

- 简化网络运维：通过多域合一的一体化系统管理，自动完成端到端网络资源配置，自适应业务需求，故障定位更精确，提高运维效率，使得轻量化的端到端切片管理和端到端的业务管理成为现实。
- 强化业务运维：实现业务的自动快速开通，提供更高的可靠性和更低的故障率。一键开通，系统自动完成差异化特性和参数的配置，实现“网随业动”；主动式智能风险预测及问题定界定位手段，有效保障企业连接业务运行的高可靠性。
- 业务开放赋能：提供能力开放，满足企业业务及专网网络设备的运营运维；支持API编排和小程序开发，助力低代码自开发，实现行业赋能，业务随需而动。

5G网络是行业发展的坚强基石，而如何更好地服务垂直行业，需要5G能力的持续强化和提升去匹配行业需求。精准无线就是中兴通讯深耕行业并匹配行业需求的关键支撑能力，精准无线2.0方案将助力5G专网从可用走向好用，助力5G从管理域走向核心的生产域，最终助力行业实现真正的数字化转型。 ZTE中兴

网云业一体化的游牧式基站



刘振
中兴通讯RAN产品规划
总监



毛文勇
中兴通讯RAN产品规划
总工

随着5G业务进一步发展以及5G在ToB场景的深入应用，传统基站无法满足特殊场景中对基站灵活移动、业务低时延、部署敏捷的要求。中兴通讯针对特定场景的需求，从基站回传、本地分流和配套系统三个方面对传统基站进行改造升级，实现了网云业一体化高度集成、低成本、部署敏捷的游牧式基站。

游牧式基站应用场景

游牧式基站主要应用的场景包括应急通信、电竞赛、矿山通信、ToB业务演示、智慧工地等。

- **应急通信**：在洪灾、地震、台风和泥石流等自然灾害过后，原有供电、传输和无线通信设备损坏，通信瘫痪，部署游牧式基站能够快速恢复移动通信系统。另外，在满足公网通信需求的同时，可选配NodeEngine设备，连接本地应急指挥系统，将容量较大的图像、视频等发送到本地应急指挥系统，不仅保障应急指挥数据的安全，还可节省基站回传带宽。
- **电竞赛**：在电竞赛场所临时部署游牧式基站，NodeEngine连接电竞赛服务器，可满足电竞赛大容量、低时延要求。
- **矿山通信**：矿山地理环境多样，业务众多。车辆调度、设备数据采集、视频监控相关数据可通过NodeEngine传到本地服务器，不仅降低了时延，还降低了回传带宽的要求，同时矿场人员可通过游牧式基站接入网络和外界通信。
- **ToB行业业务演示**：在5G行业业务探索过程

中，可在企业部署游牧式基站，使用NodeEngine对接企业的应用服务器，在真实5G网络中研究5G在具体ToB行业的应用。

- **智慧工地**：在建筑工地上部署游牧式基站，游牧式基站NodeEngine对接本地视频监控和远程操控平台。通过视频监控可实时检测扬尘、噪声、工程车辆运行状态，识别未佩戴安全帽等违规行为；通过远程操控无人汽车，保障人员安全。

游牧式基站方案

游牧式基站从回传方案、本地分流方案、配套系统方案三个方面对传统基站进行改造，基站回传方式灵活多样，集成基站分流功能，实现低时延和数据不出场、配套系统灵活，便于移动和部署。

游牧式基站可同时为公网用户和专网用户提供服务。公网用户接入游牧式基站后，通过游牧式基站、核心网可访问互联网；专用用户接入游牧式基站后通过游牧式基站、NodeEngine连接本地服务器，数据不出场，降低时延的同时保障了数据安全。

游牧式基站主要由无线模块、回传模块、本地分流模块及配套设备4部分组成，如图1所示。

无线方案

无线模块包括基带和射频两部分，基带部分为通用设备，射频部分根据宿主站情况及游牧式基站部署的位置，可灵活选配iMacro和Qcell设备。需要注意的是采用CPE Relay回传时宿主站和游牧式基站需采用异频组网方式，避免产生较大的干扰。

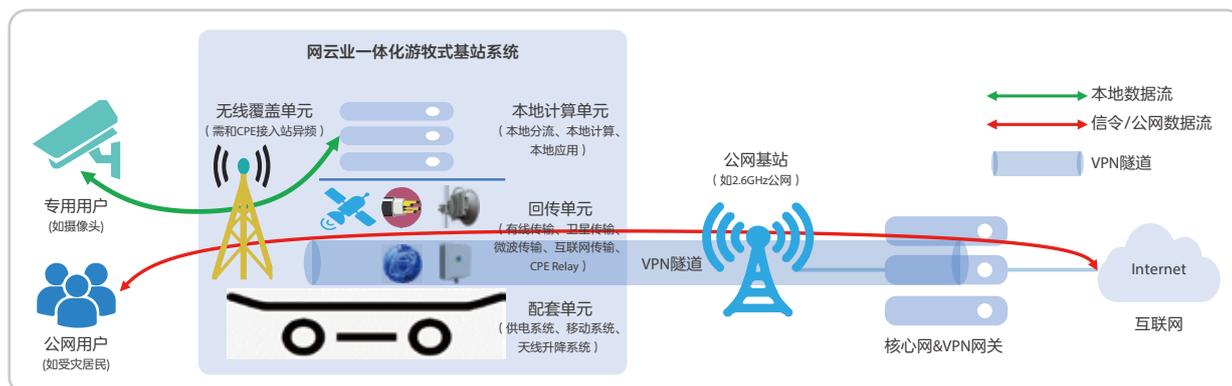


图1 游牧式基站系统架构

回传方案

游牧式基站回传可采用光纤回传、Internet回传、CPE Relay回传、微波回传、卫星回传等多种回传方式。光纤回传、微波回传和卫星回传为通用回传方案，此处不再赘述。

3GPP协议在R16定义了5G无线回传方案IAB（Integrated Access and Backhaul）。但IAB是基于CU（Centralized Unit）和DU（Distributed Unit）物理分离架构，对CU和DU间的F1接口进行无线回传，不仅涉及软件改动还需要新增硬件设备，产业链也不成熟。目前采用CPE Relay回传方案，使用室外CPE（Customer Premise Equipment）做回传设备，网络侧部署一台VPN（Virtual Private Network）网关。游牧式基站侧和VPN网关建立VPN隧道，回传CPE、宿主站和VPN网关间的数据都封装在VPN隧道中传输。游牧式基站侧发起建立VPN隧道的设备可为回传CPE、游牧式基站或专用路由器设备，三种建立VPN隧道的方式原理相同，各有优势。

Internet回传方案和CPE Relay回传原理相同，可由游牧式基站或专用路由器发起建立VPN隧道。

游牧式基站部署时根据实际场景及现场具备的回传条件，选择不同的回传方式，优选有线回传。

NodeEngine方案

NodeEngine方案是在基站BBU机框内插入一块计算单板，将本地分流功能下沉到基站，满

足低时延和数据不出场需求，同时可集成算力和云平台，实现能力开发和应用本地部署需求。NodeEngine具有业务时延低和保证数据不出场、即插即用、快速部署、按需扩充、与基站共运维等优势。

算力下沉到基站，基站成为数据传输的锚点。NodeEngine一边通过空口与应用终端通信，另一边通过专线和应用服务器交互。NodeEngine以其特有的超低时延特点，能够满足低时延交互、远程控制、视频传输等业务需求；还可以面向企业用户提供门户级应用App，通过可视化管

配套方案

游牧式基站配套方案高度集成室外机柜、回传设备、移动车体、升降杆等，具有占地省、应用灵活、部署敏捷等特点。

室外机柜不仅能够安装通信主设备，还能安装电池，满足没有市电情况下的供电需求；移动车体除自带移动轮外，还自带稳定支腿，不用固定基础地面，即可抗5级风；升降杆采用铝合金材质，支持自动/手动升降系统，最高可升至6米，确保天线挂高满足网络覆盖和CPE回传要求。

网云业一体化游牧式基站有着广泛的应用场景，随着5G和ToB业务的进一步结合，游牧式基站将会在更多的领域得到应用。ZTE中兴

5G超低时延视频解决方案， 让远程控制“所见即所得”



赵琼鹰
中兴通讯RAN产品规划
总工



黎云华
中兴通讯RAN产品规划
总工

远程控制一直是工业生产中保障人员安全、提升生产效率、实现生产协同的必要手段。目前工业生产的大多数远程控制基于有线网络，虽然有有线网络稳定，但也存在一些问题，如灵活性较差，尤其难以支持天车、岸桥、无人集卡等大范围移动的特种设备。另一方面，要实现远程控制，不仅需要可靠的网络保证操控的实时性、灵敏度，还需要足够清晰度、低时延的视频回传提供视觉支撑，以达到“所见即所得”。然而现有的远程控制视频回传基于传统视频画面，在经过摄像头编码处理、网络传输、后台视频服务器转码、显示端解码后，端到端的时延非常高，时延往往超过500ms甚至秒级，导致后端操控端的视频画面出现严重的延迟，从而容易出现误操作和事故的发生。

通过引入5G低时延视频解决方案，可以将视频端到端时延减少到80ms以下，大大提升了远程

操控体验，操控迟滞感明显消失。利用5G网络的低时延，实时回传现场视频画面，操作人员在集中操作室进行远控操作，一个工人可同时远程控制操作多台设备，大大提升远程操控的安全性及工作效率。

中兴通讯5G低时延视频解决方案，借助于低时延视频网关Smart Edge 9102（以下简称“SE9102”）设备，将音视频的编码从摄像头移到视频网关上，通过强大的硬件编码及低时延视频算法，减少了端侧的视频处理时延（见**图1**）。同时，视频在5G空口的传送能够根据无线信道的质量自适应调整传输速率。此外，通过部署在NodeEngine上的低时延视频服务软件，实现多路视频解码、高速分发与并发，配合视频软硬件播放端，极大降低了视频的端到端传输时延。

SE9102是中兴通讯针对远程控制场景推出的5G超边缘计算网关，具有高可靠性、高集成度的

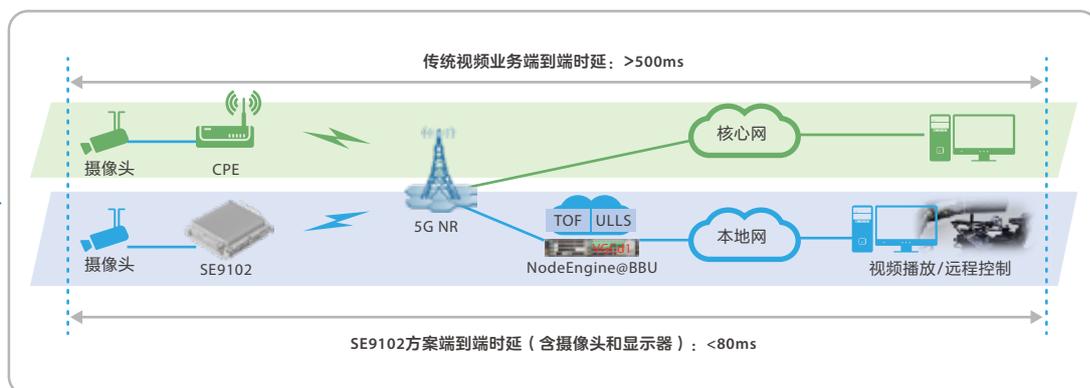


图1 中兴通讯5G低时延视频解决方案



中兴通讯5G超低时延视频解决方案在云南神火铝业成功应用，并获得2021年绽放杯“一等奖”。

特点，内置双5G/IP等多网络模块，支持SDI/IP GE/CAN/RS-232/RS-485等丰富的物理接口；可提供多路1080P/4K视频编码，具有毫秒级超低时延视频实时回传、工业I/O设备接入能力。中兴通讯基于SE9102+NodeEngine的5G超低时延视频解决方案，实现5G网络下高清视频和控制信号的低时延传输，满足远程操作控制系统、设备控制系统、工业AI视觉和生产控制业务系统间数据的高效传递。

● 低延迟视频技术

视频端到端延迟是影响用户体验的重要因素，为了降低延迟，在每一个视频处理的环节都采用低延迟技术，包括视频采集、ISP（Image Signal Process）、视频编码、打包、传输、缓冲、解码、渲染、显示。SE9102采用高性能的FPGA芯片完成视频ISP和编解码，通过超低延时帧结构设计、编码流水线优化以及低延时码率控制，实现毫秒级别的超低延时编解码算法处理。

● 网络感知

方案通过实时探测网络状态，持续对网络业务进行感知。NodeEngine通过人工智能引擎及业务感知引擎进行AI深度学习，以得出业务类型及业务特征，如丢包率、延迟、抖动等参数，并判断当前网络的状态，识别网络质量的等级，感知网络是否拥塞，计算当前可用带宽，通过这样更精细化的业务特征识别，可以实现更精细的业务体验保障。

● 智能调度

在网络感知基础上，通过NodeEngine，进一步地动态调整基站预调度的起始时间，匹配实际业务数据上行发送的时刻，以进一步减少上行

数据传输时延。比如视频传输中，对于丢包率要求不同的I帧和P帧，可智能选择不同的调度策略，从而消除I帧碰撞。

● 抗丢包技术

当网络处于拥塞状态，则启动抗丢包策略，不同的丢包率和不同延迟条件下，启动不同的FEC（前向纠错）和ARQ（自动重传请求）策略，以达到最佳的体验质量为优化目的，平衡抗丢包所带来的视频带宽的占用和延迟的增加。

● 动态码率控制

当网络处于拥塞状态，则根据网络感知的质量，动态调整视频的传输质量。如动态调整视频编码器的码率，或根据视频流的优先级，关闭优先级低的视频流，减少带宽占用以消除拥塞，当网络质量恢复时，则切换到高质量视频。

中兴通讯5G超低时延视频解决方案在云南神火铝业成功应用，并获得2021年绽放杯“一等奖”。云南神火天车以前均采用人工控制方式，普遍存在人工成本高、效率低、危险性高以及天车资源争夺等管理问题。通过对氧化铝仓库五台天车的PLC（Programmable Logic Controller）改造，安装在天车车身、墙壁的高清摄像头通过5G超边缘计算网关提供低时延视频以及天车的控制信号回传，从而实现操作员在操作室进行远程实时控制，大幅提升管理效率，也改善了操控人员的工作环境。

作为全球领先的综合通信解决方案提供商，中兴通讯5G低时延视频解决方案已在港口、矿山、冶金、工业等多个行业，通过和行业龙头联合进行实践，积累经验，进而复制辐射到其他企业，推动5G应用从1到N的落地。 **ZTE中兴**

中兴通讯AI视频传输方案， 破解多视频并发卡顿难题



孙杨军
中兴通讯RAN产品方案
经理



景晓捷
中兴通讯RAN产品规划
总监

视频类业务是ToB应用中最常见的业务类型之一，广泛应用在智能安保、岸桥/天车远控、无人驾驶、自动控制等各个领域，为矿山、港口、工业园区、轨交等场景提供可视化服务。随着视频类专网规模的不断扩大，多视频并发传输的情况经常出现，如何确保此场景下视频流畅传输、减少卡顿，是关系到用户体验好坏乃至应用可用性的重要问题。基于此，中兴通讯提出了基于AI的智能化视频传输方案，有效解决多视频并发卡顿这一业界难点。

传统解决方案及弊端

典型视频帧分为I帧与P帧。I帧是一种自带全

部信息的独立帧，P帧为帧间预测编码帧，表示的是这一帧与前一帧的差别。由于I帧本身所需传输带宽远远高于视频流典型码率，多视频并发时，多个I帧在同一时刻传输（称之为I帧碰撞）就会导致传输链路拥塞，引起视频卡顿。传统I帧碰撞问题有以下几种解决办法：

- 重启视频业务

通过重启视频业务可以使得I帧的发送时间随机化，进而避免多个视频业务在相同时刻进行I帧传输；但此方法会直接引起视频业务中断，严重影响用户体验。

- 提升传输优先级

通过提升视频业务的传输优先级，使得传输资源优先分配给视频业务，以保障视频业务的传



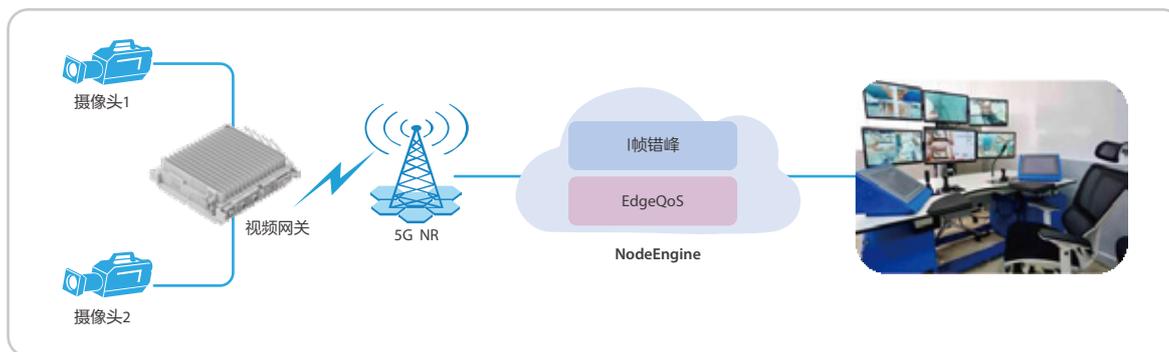


图1 中兴通讯视频网关+NodeEngine视频传输保障方案

输带宽需求；此方法会抢占其他业务的传输资源，导致其他低优先级业务用户体验变差。

- 拉长I帧周期

在分辨率、帧率、并发视频数等参数都不变的情况下，拉长I帧传输周期也可以降低I帧碰撞概率；但是I帧传输周期拉长也存在一些问题，比如视频延迟会相应变大，同时新加入用户等待视频刷新的时间也会变长，使用户体验变差。

- 提升网络传输保障带宽

为了满足预期的碰撞解决率目标，也可以提升网络传输带宽，满足同时传输的最大I帧数，进而避免多视频并发卡顿；此种方法虽可将I帧碰撞问题控制在一个可控的范围内，但无法动态调整带宽，降低了网络带宽利用效率。

中兴通讯视频网关+NodeEngine视频传输保障方案

中兴通讯从视频传输基本原理出发，对相关卡顿原因进行了深入分析，创新性提出视频网关+NodeEngine视频传输保障方案（见图1）。该方案以视频网关为基础，与中兴通讯独创的基站级MEC方案——NodeEngine相结合，有效解决ToB业务中多视频并发卡顿的问题。

- 基于AI的I帧错峰功能

通过在NodeEngine上部署基于AI的I帧错峰应用，有效解决I帧碰撞问题，同时降低视频业务对小区的空口容量需求。

具体落地中，可通过AI学习算法掌握I帧并发模型，当检测到I帧数据冲突出现时，通知视频网关将部分I帧数据周期进行调整，使其错峰分配到其他时段，实现削峰填谷，进而降低对网络传输带宽的要求。

此方法直接在基站侧实现，可灵活适配网络实际情况，有效提升带宽使用效率，值得大力推广。

- 中兴通讯自研视频传输算法

视频网关采用了基于中兴通讯自研视频传输算法，重新对视频流数据进行编码及传输控制，革命性地取消了周期性I帧设计，从根本上消除了I帧冲突的可能性。该算法同时采用前向纠错、动态码率等先进技术，能够动态适配空口传输带宽，具有良好的抗丢包、防卡顿特性。

视频传输算法自带纠错和重传的闭环控制功能，无需网络层重传，可有效降低空口容量需求，可进一步和NodeEngine的EdgeQoS功能结合，通过对不同的视频帧进行精细化保障，进而更加高效地利用实时空口容量，实现视频又好又省的传输。

随着5G应用的蓬勃发展，可视化、高清化、无人化已成为ToB专网必不可少的重要功能，视频类应用势必越来越多地出现在各类行业场景中。中兴通讯AI视频传输方案为多视频并发卡顿问题提供了完整的解决思路，将助力5G深入各行各业，实现更大价值。 ZTE中兴

以简驭繁，打造行业运维新范式

——中兴通讯ToBeEasy极简运维方案



胡春玲
中兴通讯网管策划经理

5G行业市场空间巨大，在国内竞争格局稳固、C端业务增长较为缓慢的大背景下，B端业务的营收增量已成为决定运营商未来发展的关键因素。ToB面向千行百业，业务种类繁多，传统以“网络”为中心的分域运维管理模式难以适应ToB行业的需求，需要探索一种新的运维思路。

思考：ToB行业运维的诉求

行业组网，麻雀虽小五脏俱全，网络形态和设备组合多样，企业要快，运营商要省，需要一种更加轻量化和简化的管理方式；业务的多样性和企业客户的可观、可管诉求，需要一种可以将网络管道能力以行业应用业务的视角进行呈现的、近似IT管理的、能够快速掌握并直面业务的管理方式；而随着行业应用越来越多，如何充分利用5G基础网络优势，快速满足新业务生长的需求，则需要一种简单便捷的方式，使业务能够驱动网络。

因此，一个轻量部署、面向业务管理、智简运维、开放赋能的一体化系统更适用于ToB行业5G专网的管理和运维。

创新：ToBeEasy极简运维方案

中兴通讯依托数十年专业运维的经验，以行业应用实际需求为抓手，在现有的网络运维解决

方案基础上，推出ToBeEasy极简运维方案（图1），为保障ToB应用提供更多的选择、更灵活的手段。

ToBeEasy极简运维基于运维分层化、IT化的理念，采用云原生等新兴技术架构，以网络管理为基础，以业务管理为核心，辅以原子能力开放，为运营商和企业提供多层次、多维度的运维解决方案。ToBeEasy极简运维方案主要包括三大部分：

- UME R88集中运维系统：简化网络运维，提供跨无线、核心网、云资源、承载网、固网、终端CPE的端到端的管理能力，支持告警、性能、配置、安全、日志、拓扑等专业运维功能，支持对云资源的管理和监控，包括虚拟机云、容器云等多种云形态，真正实现云网融合管理。
- IDOS企业运维门户：增强业务运维，面向企业连接业务，采用业务视角、连接视角、切片视角、终端视角、专业网网络视角以及行业App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（服务等级目标）指标劣化趋势，提前预测风险，保障ToB园区业务连接的正常运行，用IT化的方式为运营商和企业提供直观、简单、智能化的运维，以及能力开放服务。
- ZXeLMT本地网络专业运维：从单网元维度，为专业运维用户提供专业化运维，具备

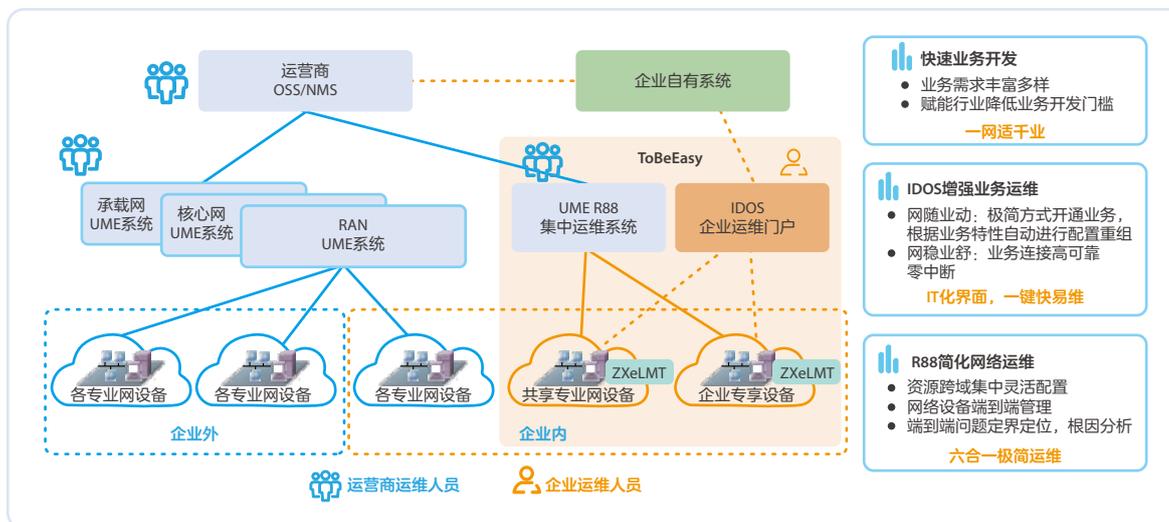


图1 中兴通讯ToBeEasy极简运维方案

现场一键式开通、数据配置、信令跟踪、性能监测、故障诊断、分析等能力，使用户在没有部署UMe R88专业运维系统的场景下也可以使用该工具完成站点开通、部署和运维，提供了运维系统选择的灵活性。

5G技术赋能行业的过程，也是将传统封闭的CT领域打开，融入IT域的过程。对ToB专网的运维管理，不仅要管理端到端的网络设备，更关注依托5G网络开展的行业应用，需要像管理IT设备一样更直观、便捷地管理企业连接业务。中兴通讯ToBeEasy极简运维方案面向行业网络，具有以下特性：

- **集约管理：**支持终端CPE、无线、核心网、边缘计算、云资源、承载网和固网等端到端的统一管理；
- **业务驱动：**面向企业行业业务需要，以IT化服务的方式开通和管理ToB企业连接业务，通过直观易懂的方式进行运维；
- **六合一轻量部署：**提供轻量化、低成本、开箱即用的一体化部署，硬件数量减少60%，空间占用减少60%；
- **一键开通：**系统出厂版本预装，现场适配参数快速开通，开通时间由天级缩短为小时级；业务一键端到端开通，小时级完成新业务部署；

- **智能化运维：**主动式预防运维，实时监测网络和业务健康状态，潜在隐患早识别，保障业务“零中断”；业务故障一键恢复，网络故障快速定界定位，并给出指导建议，疑难故障快速转发专业运维人员，实现业务快易维；
- **开放赋能：**面向运营商和企业提供能力开放，通过开放网络设备能力、企业连接业务管理能力、云管能力以及行业App部署能力，满足运营商和企业对ToB企业连接业务及ToB专网网络设备的运营运维诉求；支持API编排和小程序开发，助力企业和运营商实现低代码自开发，实现行业赋能，业务随需而动；
- **极致安全：**以通信网络的专业安全管理能力为基础，结合各行业相关安全保障标准要求，提供完善的权限管理、数据保护、安全域隔离等一系列能力，为运营商和企业提供可靠、可信、可控的业务环境。

中兴通讯从2021年9月提出ToBeEasy极简运维方案以来，已经与国内外多家运营商、企业集成商，以及企业合作，在多个行业领域部署，帮助运营商和企业简化网络管理、节省运维成本，加快企业的数字化转型。 ZTE中兴

5G室内融合定位方案

助力垂直行业数字化转型



曹长江
中兴通讯RAN电力解决方案总监



王红欣
中兴通讯RAN产品规划高级工程师

5G大带宽、低时延、海量连接的特性丰富和增强了社会基础信息服务，促进整个社会迈向万物智能互联时代。除了信息通信服务，位置服务也是信息社会一项重要的基础服务需求。随着5G全球规模部署和垂直行业应用的蓬勃发展，业界对5G高精度定位及5G融合带外定位技术的需求更为迫切。

移动通信网具有室内室外全覆盖、终端丰富、业务应用承载能力强等特性，是较为理想的基础定位平台载体。3G/4G时期已有移动网络定位技术出现，如小区辅助定位和OTDOA等，并在终端和应用侧有较多带外定位应用融合技术探索（如GPS/AGPS），较好地满足了C端常规定位应用的需求。但在定位精度、定位速度、单用户多定位技术LBS融合等方面存在较多的问题，在应对垂直行业B端客户多样化的需求方面存在较大的差距。5G融合定位为有效解决这些问题带来曙光。

5G室内融合定位需求迫切

定位服务应用场景可以简要划分为室外定位和室内定位两大类。得益于多年来卫星定位、蜂窝辅助定位、电子地图产业及上层应用的发展，以卫星定位+通信网辅助定位的室外位置服务架构已较为成熟。5G室外定位以持续提升室外基站定位精度为主，现在已有UTDOA/RTT等多种提升定位精度和系统容量的技术开始商用导入。

但在室内定位领域，由于GPS卫星信号无法覆盖，而且室内场景复杂，一直缺少一种主导性定位技术平台。一些局域性室内定位技术，如Wi-Fi定位、蓝牙定位、UWB定位、激光红外及视觉定位等，局限在某一局部场景，业界亟需一种无处不在、即时可得、终端普适的高精度室内定位服务平台，同时又能把各种既有的带外定位网络融合统一纳管起来。

中兴通讯5G室内融合定位解决方案

为了满足室内场景下统一定位的现实需求，中兴通讯创新性提出5G室内融合定位解决方案，该方案整体框架如图1所示。

5G室内融合定位采用中兴通讯最新5G室内定位基站，可以提供全场景下的5G高精度室内定位基础服务。5G NR定位基站利用5G大带宽和多波束的特性，支持ECID、UTDOA等多种定位技术。ECID定位算法可以实现1/4~1/3站间距，UTDOA理想状态下最高可达到1m定位精度。

在此基础上，针对常用的其他室内定位系统（如蓝牙、UWB），中兴通讯5G基站提供级联接口，可以快速级联对接带外蓝牙/UWB定位系统，实现5G+UWB或蓝牙AOA融合定位。带外定位基站与5G智能化室分设备融合共部署，充分复用5G基站的供电资源、传输资源，即插即用，并且可复用后期维护资源，提供亚米级别定位服务，

5G蜂窝一网两用，共用运营商小基站实现亚米级高精度定位



图1 中兴通讯5G室内融合定位整体方案

蓝牙AOA可达到30~50cm定位精度，UWB可达到20~30cm定位精度。

在定位LBS (Location Based Services) 服务引擎部署方面，基于中兴通讯创新提出的NodeEngine基站侧算力引擎，只需在现网BBU上嵌插一块算力单板即可快速使BBU变成智能边缘基站，可以快速部署包括RAN侧本地LBS服务在内的各种增值服务，包括5G定位引擎、UWB/蓝牙定位引擎、LBS定位业务等；与此同时，无论是5G定位引擎还是UWB/蓝牙定位引擎，都可以提供统一的位置开放能力接口，对接第三方应用服务，更加灵活地满足行业的位置服务需求。

推进5G定位商用化进程

中兴通讯联合运营商，以及定位产业链合作伙伴，积极推进5G融合室内定位解决方案的商用化进程，在商场、交通枢纽、智能制造等多种场景下进行商用化试点。

广州地铁广州塔站项目采用5G Qcell高精度室内融合定位，为用户提供位置业务应用。管理者使用终端打开地图，可以实时查看5G终端的位置，并可以通过大数据平台查看人员热力图、人流分布情况等。同时系统提供开放API接口与第三方应用对接，为顾客提供精准的室内导航、优

惠推送等位置服务。

广州正佳广场为典型的大型商超，运营商仅进行无线侧系统升级即快速开通了5G定位服务，方案支持最新的R16定位技术，定位精度达到2m@LOS。同时该项目实现本地LBS服务器与运营商移动大数据平台的完美对接，实现不动核心网即可快速实现5G本地定位业务拉通。

云南神火项目采用5G+MEC+定位+数字孪生的应用，由5G+MEC提供园区云网服务，蓝牙技术提供位置服务，打造了5G+工业互联网在有色金属加工领域的应用典范。整个方案将先进的5G、室内定位、可视化等技术与现代管理技术结合，对工厂内的人、设备、环境进行全面感知，将厂区庞大的环境建立高效连接，通过数字孪生技术，完成园区铝锭堆场、空压站、化验室、维修车间、氧化铝储运等区域的3D建模，结合园区人与物的生产定位信息，将厂区生产系统运行与企业管理结合，实现企业的优化运行、控制和管理，为园区的人员管理、设备物资管理提供服务。

中兴通讯后续将持续和定位产业链伙伴开展方案创新，深化5G定位和传统卫星、蓝牙/UWB等定位技术的融合，开展多场景下多种5G定位技术验证，形成多场景融合的定位能力，提供位置服务端到端解决方案，赋能行业数字化转型。ZTE中兴

5G智慧杆，助力行业应用部署

中兴通讯5G智慧杆解决方案，通过专业的结构设计和热设计，为5G通信设备提供安全可靠的工作环境。精心的外观设计，使得5G设备与灯杆完美融合，与周边环境和谐共处；可扩展的软硬件系统，使得智慧杆可以适应5G应用的发展。



乔凤蛟
中兴通讯配套产品总工

随着5G的商用，面对海量且更加密集化规模部署的5G站址需求，具备“一杆多用”的5G智慧杆成为5G站址载体的最佳选择。5G智慧杆一方面作为智慧城市的数据入口，集成智能照明、移动通信、城市监测、交通管理、信息交互和城市公共服务等功能，另一方面满足了5G基站大量布局的需求。而5G设备的有效部署和环境融合问题，则成为智慧杆建设面临的首要难题。

中兴通讯5G智慧杆解决方案，通过专业的结构设计和热设计，为5G通信设备提供安全可靠的工作环境。精心的外观设计，使得5G设备与灯杆完美融合，与周边环境和谐共处；可扩展的软硬件系统，使得智慧杆可以适应5G应用的发展。

可靠的结构设计

5G智慧杆由于增加了5G设备，风荷载大幅增加且重要性比普通灯杆更高，需要依照通信杆的相关要求进行设计。对于通信杆类高耸结构，风荷载起控制作用，首先根据5G智慧杆所在区域，确定基本风压及计算风荷载，然后进行结构设计，结构校核采用专业的有限元分析软件，最后依据分析软件输出的基础反力进行基础设计。

为了将5G设备更好地和灯杆融合，需要对智

慧杆上的5G设备进行必要的伪装，同时尽量减少5G设备带来的风荷载增加幅度，并满足5G设备对信号衰减、散热、安装及维护等方面的需求。基于此，中兴通讯专为灯杆上的5G设备设计了杆顶单元。中兴通讯杆顶单元采用勒洛三角形外观，有效降低杆顶单元的风载体型系数和杆顶单元的重量；采用优质复合材料，不仅满足5G天线对信号覆盖的要求，还能满足长期户外环境使用的要求；设置专用维护门，可方便地进行设备的安装和维护；底部设置的特殊调节装置，便于安装，且在安装完成后可进行水平方位角的调整。

由于5G智慧杆搭载多种智慧终端及5G设备，其供电系统及终端管理设备与普通灯杆相比大幅增加，中兴通讯设计了杆底式设备仓和附杆式设备仓，满足不同场景需求。杆底式设备仓为这些设备提供安装位置的同时，保障杆底仓尺寸最小，与灯杆整体相协调；附杆式设备仓杆体开洞尺寸往往大于规范建议尺寸，但是其杆底仓所在位置是杆体中受力最大的部分，因此中兴通讯采用有限元分析软件对其杆底仓进行有限元仿真分析，保证结构的可靠性。

专业的热设计

5G设备属于有源设备，部署在杆顶单元和杆



刘汉彩
中兴通讯配套产品方案
总监

底设备仓时，需要充分考虑设备对散热的要求，使仓体能够为设备提供一个适宜的运行环境。

中兴通讯5G智慧杆顶仓在设计过程中充分考虑了杆顶仓内部空间、设备安装方向、进风口的面积等对散热的影响，凭借多年通信设备设计经验，辅以专业的热仿真设计软件，结合实际测试结果，在设备仓尺寸、重量、外观三者之间找到了平衡。

中兴通讯5G智慧杆底部设备仓，将5G设备和其他设备分仓部署，避免其他设备散发的热量对5G设备散热产生不利影响；采用优化风道设计、增加温控单元等措施，确保底部设备仓的散热能够满足设备的要求。

可扩展的软硬件系统

目前智慧杆市场还处于发展初期，未来随着5G应用的发展，无论是智慧杆的杆体还是智慧杆的管理平台都不可避免地存在扩容需求。因此在智慧杆方案设计时，杆体采用可扩展结构，有设备扩容需求时，用配套的连接支架安装即可，不影响智慧杆的外观；在管理平台架构设计时，采用三层架构，实现了多个功能模块在一个平台上统一管理，且可根据需求增加功能模块的管理，同时还可对接不同功能硬件设备的软件、系统或平台，打造具有可扩展性且全面集成的智慧杆解决方案。

环境融合的外观设计

在外观方面，中兴通讯5G智慧杆杆体采用一体成型的铝合金型材，独特的阳极氧化处理，让表面细腻抗刮划，尽显精湛的工艺工业设计；整



体造型设计时，根据智慧杆使用的场景精心设计了多款智慧杆的造型；配色方面选用了和环境高度融合的色彩，让智慧杆与周围环境做到“形”“色”“境”完全融合。

目前中兴通讯5G智慧杆已在国内外实现商用，并获得客户好评。随着5G与各行业的深度融合，中兴通讯将继续与产业链上下游伙伴紧密合作，使5G智慧灯杆运用在更多的场景中，助力5G网络发展，加速5G ToB应用落地。ZTE中兴

港口5G专网设计方案



周建华
中兴通讯RAN产品规划
高级工程师

港口是全球航运的重要枢纽，港口的生产作业效率和其自动化、智能化程度息息相关。2019年中国5G正式发牌以来，5G在港口集装箱码头的应用也逐步开展。港口的生产安全要求高、物理环境复杂、业务需求多样，5G大网方案在容量、覆盖、时延可靠性等方面，无法满足港口的多场景业务需求。中兴通讯在深刻理解港口各项复杂业务场景的基础上，针对性提出了港口5G专网设计方案，并在多个港口项目进行了落地验证，具备规模复制的条件。

智慧港口业务的5G网络需求

港口作业流程分为垂直运输系统和水平运输系统两类，作业流程依次为岸桥垂直运输、集装箱理货、场内水平运输、龙门吊垂直运输。

安全和高效是港口运营商的基本诉求，智慧港口主要包含如下业务场景：

- 离岸海面锚地的通信
海面锚地一般距离岸边20km以上，货轮进港前停泊在锚地，处理申报、联检、领航、靠泊等系列工作，需要进行通话和数据回传。
- 岸桥远程操控和智能理货
岸桥安装20多台摄像头和PLC，驾驶员在办公室远程操控岸桥。智能理货系统自动识别箱号、残损等信息，理货员远程完成理货工作。岸桥高度50m，视频上行流量高，PLC（Programmable Logic Controller）操控要求低时延高可靠。
- 无人集卡和龙门吊远程操控
无人集卡在码头和集装箱堆场之间运输集装

箱，并实时回传车辆状态和视频数据。遇到特殊情况，远程人员接管驾驶，排除障碍。堆场堆叠的集装箱严重遮挡和反射无线信号。随着物流周转，集装箱堆叠高度在0~20m变化，高度较低时，无线信号越区干扰严重。堆场的龙门吊远程操控原理和岸桥类似，网络要求低于岸桥。

- 无人机巡检
港口重视安全生产，由于占地面积大，岸桥和船舶高达百米，人工巡检难度大且低效。无人机在120m空中，可以快速完成大范围巡检，通过高清视频回传和图像识别，及时发现安全隐患。

独立专网筑基，无线网络分层立体覆盖

港口的业务种类多，对网络容量、时延、安全和可靠性要求高。一般选择独立专网架构：无线基站专用，专用UPF（User Plane Function）或小型化5GC下沉到港口园区内。实现用户数据不出港口、无线网络精准规划、业务体验精准保障。

港口的无线覆盖场景多样，需要分层设计网络覆盖（见图1）。

- 地面道路和堆场0~20m的覆盖，满足无人集卡、龙门吊业务需求。选用RRU外接窄波束天线对道路进行覆盖，降低对相邻道路的下行干扰；多RRU合并超级小区技术，规避同频干扰，提升集卡业务感知。
- 码头泊位50m左右高度的覆盖，满足岸桥、智能理货业务需求。在20多米高的灯杆安装64通道AAU对岸桥进行覆盖，通过配置垂直波束，精准覆盖50m高的岸桥，降低水平波束对邻区的干扰。

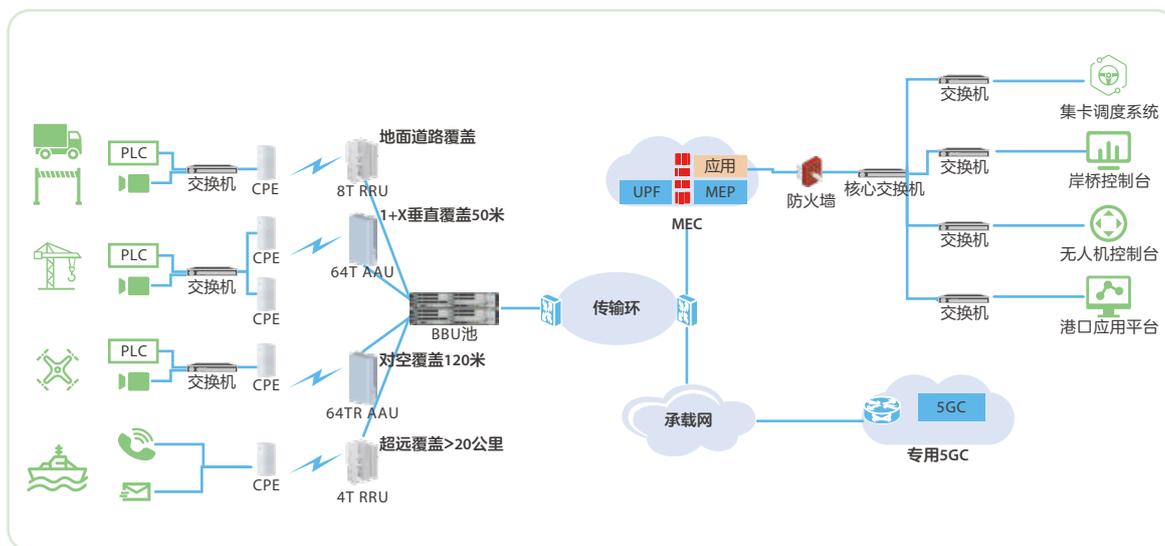


图1 港口5G典型组网方案

- 低空120m左右高度的覆盖，满足无人机巡检的业务需求。选用AAU对空覆盖，根据链路预算和仿真，精准规划站点，实现空域无缝覆盖，抑制邻区干扰，保障无人机大范围安全飞行。
- 海面20km以上超远覆盖，满足锚地船舶的通信需求。根据理论模型计算，在80~100m海拔高点建站，视距覆盖船只；选用低频段，传输损耗小；并通过PRACH覆盖增强，满足20km以上海面的通信需求。

高可用和差异化调度策略，保障多种类业务体验

港口生产作业是全天候的，因故障导致停工会带来较大损失，港口5G专网设计必须要考虑高可用方案。端到端网络可用性等于网络各节点可用性的乘积，所以需增加网络每个节点的可用性。在网络接入端，部署双CPE终端建立双链路，支持主备模式和负荷分担模式，使得端侧设备可用性提升。同时，5G与港口原有的光纤网络组成无线和有线互备链路，提升可用性的同时保护了港口原有的网络建设投资。在网络系统侧，

可部署单板级和网络级备份方案，单板级要支持电源板、基带板、主控板的备份。网络级要支持BBU和RRU级的备份，建设双频双层无线网。当主用设备出现故障时，通过主备倒换快速恢复网络，极短时间内恢复生产。

港口的业务种类多，网络需求差异较大，默认的网络配置下会出现业务之间争抢网络资源的现象，导致网络拥塞，业务体验下降。可通过网络切片将不同类型业务隔离，切片内配置不同的无线算法参数，实现不同业务的差异化保障。针对远程岸桥的控制业务，可预留PRB提供资源保障，配置用户级预调度降低时延，保守调度提升传输可靠性；针对视频回传类业务，可配置高目标BLER，提高QoS调度权重；针对实时性要求不高的数据回传业务，配置低优先级QoS，可被其他高优先级业务抢占资源。

中兴通讯港口5G专网设计方案已在多个港口进行部署验证，远程岸桥、智能理货、无人集卡、无人机和海面超远覆盖等一批业务在5G专网下通过了试点验证、压力测试，并逐步扩大应用规模。一张懂港口的5G定制专网，将提升港口智能化水平，助力港口高效运营。 [ZTE中兴](#)

5G专网为智慧矿山

打造安全高效的网络基座



王晓明
中兴通讯无线产品方案
经理

矿产资源是国民经济建设与社会发展的重要物质基础。我国矿产资源主要包括煤炭和有色金属，其中煤炭在我国能源体系中发挥着基础性保障作用。矿山生产环境恶劣，工作环境复杂，安全生产一直是矿企的重中之重，通过数字化转型实现无人少人生产是矿企努力追求的方向。5G网络以其低时延大宽带大连接的能力，可以实现矿山生产环节的智能感知、泛在连接、精准控制，催成熟工作面智能采掘、巷道智能巡检等多个智慧矿山应用场景，为矿山数字化转型提供坚实的网络基础。

矿山网络情况较为复杂，分为井上和井下，井下部分又有巷道和工作面，有大量的环境监控信息、各类设备的状态信息/操控信息等数据需要传输。不同应用场景对网络需求各有侧重，比如工作面智能采掘，需要网络提供极高的上行带宽以传送大量的高清监控视频流，以及低时延高可靠特性保障命令准确及时下发；而巷道单兵通信以及井下车联网，则需要网络提供良好的覆盖。此外，矿山通信系统还有一些普适的要求，比如设备安全、数据安全等。因此在设计矿山专网时，需要在产品形态、覆盖方案、网络架构、网络特性等几个方面综合考虑。

产品形态

煤矿企业对下井设备有着严格的安全要求，所有下井设备必须通过防爆认证，获得相关的煤

矿安全证书。中兴通讯与业界领先的矿山行业集成商合作，选择适合煤矿井下部署和使用的低功率皮基站（Qcell）进行结构散热和耐压隔离方面的优化改造，共同推出了隔爆型防爆5G基站产品。优化和改造后的隔爆型防爆5G基站产品综合体积重量可以较原来减少50%，支持挂墙安装，有效节省巷道内的占用空间；扁平的贴壳散热设计，散热效率提升40%，防止高温导致的器件失效，提高设备运行稳定性。同时为了更好地服务矿山企业，中兴通讯联合领域内专业的企业和机构进行了本安防爆基站的研制，为矿企提供体积更小重量更轻的井下5G解决方案。

覆盖方案

井下巷道是一个狭长而且封闭的空间，宽度、高度不一，空间受限严重，无线传播环境特殊。针对这种典型的线状覆盖场景，在每个5G皮站的点位，向左右两个方向各拉一面定向天线覆盖两个方向。井下基站的覆盖半径随频段选择、巷道环境、业务要求而不同，一般2.6G/3.5GHz在100~300m左右。中兴通讯与合作伙伴一道首次把700MHz频段引入井下，实测700MHz覆盖距离大约是2.6G/3.5G的3~4倍。

网络架构

矿山5G专网在选择组网方案时通常会考虑独

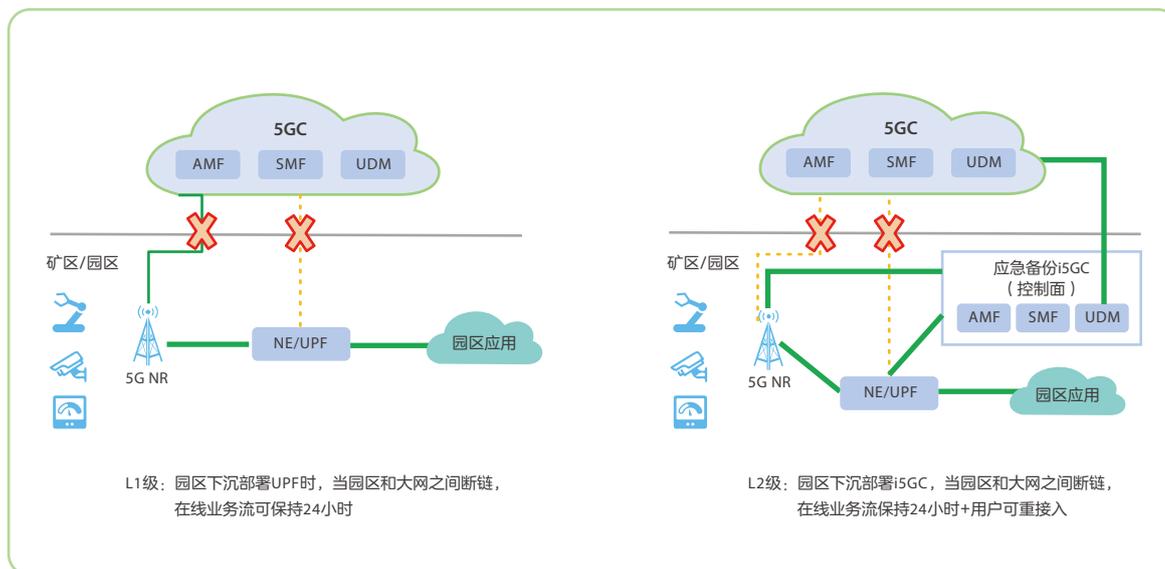


图1 矿山专网断链保活方案

立专网、混合专网两种模式。独立专网由企业自主建设，专网专用。独立专网可以为矿山用户提供与公网物理隔离的端到端网络设备，信令和数据不出园区，保障矿山数据的高度安全。混合专网方案可以通过与运营商公网共享网络资源，降低专网建设成本，同时通过UPF（User Plane Function）下沉满足矿山数据不出园区的需求。

为了帮助矿山企业快速构建井下专网，中兴通讯推出了直接在基站侧进行本地分流的NodeEngine方案。该方案避免了核心网下沉所需要的复杂对接流程，简单高效，并可以进一步降低通信时延。

网络特性

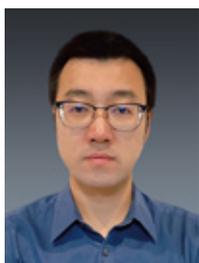
矿山专网需要配置一些运营商公网不需要的特性。针对很多矿山应用场景的大上行带宽要求，中兴通讯开发了支持上行大带宽的帧结构，与合作伙伴实地验证，在100MHz带宽下获得大于600Mbps的峰值上行速率。

此外，矿山专网对可靠性要求非常高，业主要求即使对外通信链路中断，专网承载的业务仍然可以继续。为此中兴通讯提出了两级网络容灾

解决方案，确保断纤不断网（见图1）。一级容灾是指在基站部署NodeEngine或核心网UPF下沉到矿区，当出现传输链路故障而导致核心网和矿区内无线系统控制面和用户面连接断开时，确保已经进入网络的终端和应用能保持而不影响生产作业；二级容灾更进一步，在矿区本地部署备份i5GC控制面系统，当出现传输链路故障，专网自动切换到本地i5GC进行工作，确保已经进入网络的终端和应用能保持的同时，新接入用户也不受影响。

中兴通讯联合运营商和第三方集成商，已经与多个矿企进行了5G专网部署实践。在晋煤赵庄矿，通过深入井下掘进面的5G专网，实现了全国首例远程操控智能掘进试点；在大海则煤矿，实现了首个井下700MHz频段的5G覆盖，大大降低了井下覆盖所需基站数目；联合富家凹煤业，完成国内首个5G+综采面远程控制+全景视频融合；与山能集团合作，验证了NodeEngine方案在井下就近分流快速构建本地专网的能力。未来，随着更多的5G+应用场景被发掘，5G赋能会更深入渗透到煤矿的生产各环节，而中兴通讯将继续提升5G专网的成熟度，为矿山智能化转型贡献力量。ZTE中兴

5G+工业互联网， 助力钢铁行业数智化转型升级



刘嘉
中兴通讯RAN产品方案
经理

钢铁行业正处于数字化转型升级的关键期，5G较有线网络具有灵活、易部署、高可靠、大连接等特点，以5G为基础的工业互联网，为钢铁行业自动化、智能化升级带来新路径。如何提升生产效率、工艺水平和安全生产等方面的能力是钢铁制造企业关心的重要问题。中兴通讯针对钢铁行业的业务特点，提出面向钢铁行业的5G专网设计方案，并在多个项目中部署应用，获得行业的高度认可。

行业新挑战，专网高要求

钢铁行业作为典型的大型工业，生产流程复杂，钢铁冶炼需要经过炼铁-炼钢-轧制-热处理等一系列冶金工艺过程，存在人员现场操作多、能耗过高等问题。为贯彻落实国家《中国制造2025》行动纲领，围绕实现制造强国的战略目标，根据工业互联网、5G+钢铁行业的政策引领，钢铁行业作为重要的基础工业行业，亟需推动5G在钢铁行业的应用发展。

5G专网要为钢铁行业服务，必须面对一系列挑战。首先，钢铁厂房内大型设备及各种机械较多，会对5G信号造成阻挡，有些厂房中还存有Wi-Fi、微波等其他无线系统，会对5G信号造成干扰。其次，钢铁厂内部环境较为恶劣，存在高温、多尘等情况，对设备的环境适应性提出较高要求。

另一方面，行业对5G网络和终端的安全性要求较高，需要满足接入控制、安全访问等方面要

求。另外，钢铁行业的生产通常是全年不间断进行的，用于支撑生产的网络设备也要满足365天×24小时的全天候不间断服务要求，网络的高可用性也是钢铁行业5G专网的一个基本要求。

钢铁行业专网设计

针对特大型钢铁企业业务隔离、网络安全性高要求，中兴通讯提供独立专用的无线基站和小型核心网设备，中兴通讯独有的NodeEngine平台，通过基站进行本地分流，可直接对接钢铁企业厂区车间内网及业务服务器，实现生产类业务的本地终结，确保5G专网安全、灵活、快速地融入钢铁企业的工业互联网。

为了克服钢铁厂房内大型设备多、钢结构多、电磁环境复杂等恶劣条件，中兴通讯综合运用精准规划、智能干扰检测、协同算法等技术，保障5G专网在复杂网络环境下的网络性能。在网络规划阶段，精细化站点位置设计，在传统网络传播模型基础上，针对钢铁园区环境特性修正链路预算、仿真模型，评估业务场景的覆盖和容量需求，提出站点级精准网络规划方法论。在网络交付和优化阶段，精确捕捉外部干扰的时间-频率特征，对系统收集的干扰数据及业务行为信息进行大数据分析，通过机器学习算法寻找该环境下的最优资源配置方法，并结合精准的智能调度算法和数据打孔机制有效规避外部干扰，确保高业务体验。



在提高网络可用性方面，从网络级、链路级、节点级、单板级等不同级别制定整体方案，实现端到端的可用性提升。通过调研分析，优化工程方案，选择条件较好的点位部署5G设备。中兴通讯自研的工业网关SE 9102，防护等级可达IP66，能够适应钢企多种室内外场景。SE 9102内置双Modem，支持数据的双发选收功能，数据通过两条异频链路发送，有效避免空口链路的偶发干扰导致的重传或丢包。配合NodeEngine平台的数据去重功能，相较于双CPE+AR路由器的方案，设备数量更少，进一步降低设备故障的风险，解决5G终端可用性难题。

应用推广

中兴通讯联合运营商与钢铁头部企业三方合

作进行的5G智慧钢铁探索，经过应用场景选择、5G网络规划与建设、网络与业务测试，于2020年6月正式开启商用，目前，5G专网已经覆盖厂区12.5平方公里，并在多个应用场景实现钢企业务提升，如厚板厂PLC（可编辑逻辑控制器）远程控制与视频监控、机械臂远程控制、皮带机器人巡检、危险区域巡检与视频监控、AR检修远程指导等。独立园区专网保证了企业数据完全在园区内部流转，同时通过切片规划与业务隔离等技术手段，为厂区内公网用户提供5G网络服务。中兴通讯还与多个行业头部企业展开合作，在天车远控、带钢表面质检、无人铁水运输、云化PLC等应用场景进行深入探索。

未来，中兴通讯将携手更多的合作伙伴，推进钢铁智能制造和安全生产，搭建少人化、无人化智慧钢厂，为打造钢铁强国贡献力量。 [ZTE中兴](#)



三一重工的数字化转型之路



周冲
中兴通讯RAN产品规划
总监

面对工程机械和制造业的数字化转型，三一重工要么翻船要么“翻身”——不能实现数字化升级就可能翻船，转型升级成功就能翻身，成长得更加强大。2018年，三一集团董事长梁稳根在发布三一重工的数字化转型战略时，提出了著名的“两翻”理论，这反映了传统制造业面临的困境以及三一拥抱数字化升级的决心。

时隔三年，三一重工在数字化转型之路上进展如何？

数字化转型刻不容缓

在全球工程机械制造领域，三一重工是绝对的行业巨头。其业务覆盖全球150多个国家和地区，混凝土机械产品稳居世界第一品牌，大吨位起重机械、履带起重机械、港口机械等产品稳居中国第一。

工程机械的生产模式是典型的离散制造模式，主要特点是离线为主、流程为辅、装配为重点，面临着设备种类多、互联难度大、数据流贯

通难、生产线衔接弱、严重依赖人工操作等问题，严重制约了生产效率的提升。因此，工程机械制造向数字化、网络化、智能化发展已成为新一轮科技和产业革命变革主要方向，工程机械行业“智造升级”迫在眉睫。

正是在这样的形势下，三一重工以“不翻身，就翻船”的决心来推进数字化转型，通过数字化、网联化、共享化和数据安全来“赋智”，从而实现少人化、无线化、快捷、按需生产，让产业有序“增值”。

2019年，三一重工决定投资近百亿元，对旗下的数十座工厂进行数字化改造。截至2021年上半年，三一重工已有11座数字化工厂建成达产，产能提升70%、制造周期缩短50%、自动化率提升至90%。

NodeEngine智简专网，赋能常熟5G智能工厂

2021年，三一重工与中国电信、中兴通讯在常熟三一产业园联合建设了5G数字化工厂，实现

了工厂内部设备的互联互通、快速组网，以及数据的精准采集等功能，提升了产业园内华威履带等下属企业的生产效率。

三一重工在常熟工厂的5G专网基于中国电信的“比邻模式”，并采用了中兴通讯的轻量化NodeEngine站点级边缘计算解决方案。基于NodeEngine方案，仅需在基站内插入一块单板，一个小时就可以完成网络部署。

NodeEngine主要功能是在基站侧进行本地分流，实现内网数据一跳直达，满足行业应用在5G网络下的低时延、高带宽、高安全性等需求。在此基础上，NodeEngine还支持本地互通、无线定位、QoS保障等扩展功能，并可实现算力资源、网络策略以及服务能力的开放，为行业应用的扩展提供更多潜能。

基于NodeEngine方案，三一重工常熟工厂实现了5G+数据采集、5G+视频监控、5G+机器视觉、5G+智慧仓储等功能，并将其用于产品的机加工、涂装、组装等多个环节的生产工艺。

5G+数据采集可将生产过程中产生的海量数据实时传输到本地数据中心，经过分析、诊断后制定维护、管控策略，从而通过优化生产工艺，并使能预测性维护来减少设备等待时间和故障时间。

5G+视频监控使得企业可以智能识别、调度人员、物料、设备，提升管理和生产效率，并且能在出现意外时自动告警，保障人员和生产安全。

5G+机器视觉则帮助工厂实现了智能下料、多机协同作业、危险生产环节无人化、自动装配、智能质量检测等功能，人工成本降低了64%，产品不良率也下降了14%。

5G+智慧仓储提升了无人AGV小车的连接质量，能确保时延不超过10ms，实现了AGV运输作业、调度控制的高速稳定运行，将仓储管理效率增加了50%，整体成本降低了20%~30%。

据测算，数字化升级后设备的故障停机时间减少了50%，设备作业率从35%提升到75%，并在没有新购设备的情况下实现了产能翻番。



成功经验规模复制，智能制造改变世界

长风破浪会有时，直挂云帆济沧海。近年来，通过不断地摸索创新，三一重工克服了数字化转型之路上的重重困难，终于迎来了常熟5G智能工厂等多个项目的成功。

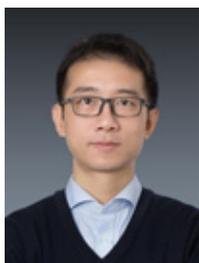
近日，在以“中国基本盘”为主题的首届中国制造业领袖峰会上，三一凭借行业领先的智能制造实力，斩获2021年度数字化转型大奖之“标杆工厂奖”，是重工业行业唯一获奖企业。

后续三一重工将以点带面，规模推广5G+智能制造成功经验，加速全国多地的5G智能工厂建设，并实现能力外溢，对产业链外协厂家进行赋能，共同成长。

“我们认为智能制造是三一事业发展的一个良好的机会和基座，并且它是一种非常新的工业文明。智能制造将深刻地改变人类社会，改变这个世界。”对于现阶段三一重工在数字化转型之路上的巨大成就，董事长梁稳根如是说。三一重工正朝着在“十四五”末实现3000亿销售额、3000名工人、30000名工程师的“3个3”数字化转型战略目标加速前进，引领中国制造转型升级，守好实体经济基本盘，助力中国从“制造大国”向“智造强国”迈进。 ZTE中兴



5G赋能智慧港口， 打通海运物流“任督二脉”



丁成远
中兴通讯产业数字化方案
部交通市场总监

天津港是世界上等级最高的人工深水港，“一带一路”的海陆交汇点和新亚欧大陆桥经济走廊的重要节点。

在2021年3季度全球港口累计完成集装箱吞吐量统计中，天津港位列世界十大港口第八位，增幅位列全球十大港口首位。

2018年以来，中兴通讯联合天津联通等合作伙伴，以5G技术为抓手，助力天津港攻克世界性智慧港口建设难题，使其成为全球首家通过“边生产、边改造”实现全堆场轨道桥自动化升级的集装箱码头，加速领跑世界一流智慧港口建设。

三年耕耘，打造天津港5G精品网

2018年起，中兴通讯联合天津联通、行业合

作伙伴积极开展天津港区5G网络基础建设，打造港机5G自动化商用解决方案，提升码头作业效率，实现智慧港口、绿色港口的建设目标。

标准化5G精品网络建设

在5G网络建设方面，以RSRP \geq -95dBm和上行边缘速率 \geq 100Mbps为标准，在天津港北疆集装箱码头共建设7个4G基站、9个5G基站，主要覆盖无人集卡行驶道路；在东疆太平洋码头建设4个4G/5G基站，主要覆盖龙门吊和岸桥运行区域。为满足5G业务规模化商用需求，2021年已经完成14个5G基站的部署，计划2022年新建6个5G基站加强业务覆盖能力。新基站充分考虑现场传播环境，覆盖岸桥的扇区采用1+X方案进行立体覆盖，满足岸桥高约50m的低空覆盖需求以及集装箱堆高6层约15m的水平运输覆盖需求。同时，



为解决天津港外海锚地的船舶通信问题，在港口100m高地开展超远海面覆盖试点，以满足港口27km范围内海域无线网络覆盖，用于进港引导船、海关安检船的白名单信息传输，未来将延伸到距离陆地超过50km海域。

5G技术创新解决方案

中兴通讯5G ToB能力持续提升，在港口的5G岸桥远控、5G智能理货、5G水平运输等自动化领域充分实践，孵化出5G VPN、5G双链路、低时延视频合成、统一终端管理、业务异常分析等创新产品和解决方案，推动5G真正满足港口的自动化生产商用运营要求。同时，中兴通讯联合合作伙伴重构新一代基于5G技术的港口自动化生产作业体系，实现天津港高效、协同发展和信息化的全面升级，为港口行业开展5G应用提供了可持续运营的样板示范。

天津港5G精品网络项目得到工信部、信通院等权威机构的高度认可，2020年7月通过工信部

评测，获得“工业互联网试点示范项目成效报告”，2021年9月通过中国信息通信研究院泰尔实验室“端到端时延、时延稳定性、上下行网络带宽、视频传输质量”等4项指标测试，测试结果均满足现场业务应用要求，并优于预定指标体系门限，成为信通院5G典型场景应用示范项目。

探索5G智慧港口常态化商用之路

中兴通讯基于5G标准化网络与创新解决方案赋能天津港自动化生产，协助岸桥实现港机远程操控、内集卡自动驾驶、智能理货和智能加解锁站自动控制需求，全面提升港口作业效率，实现5G信息技术与港口应用的契合。

● 5G港机远控

2021年9月，中兴通讯在天津港五洲国际码头312#岸桥实现了全球首个5G岸桥远控常态化商用验证，将5G专网作为岸桥光纤网络的备份，将岸桥现场画面及吊装情况实时回传至远程控制室，



利用PLC远程控制实现陆侧“一键着箱”，完成岸桥吊装作业，提升港口运行效率。天津港5G岸桥远控操作时延<20ms，持续稳定的5G作业连续运行300小时以上，整体效率提升了20%，并已推广到4台岸桥的规模化商用。

- 5G自动驾驶集卡

2019年，中兴通讯助力天津港打造的5G智能无人集卡业务示范，是全球首个获批建设的港口自动驾驶示范区。目前示范区已经实现25辆5G智能集卡的常态化商用，通过搭载5G CPE，在接到TOS（码头生产作业管理系统）指令后，进行装卸船作业对接和平面运输，完成无人化移箱工作。自动驾驶集卡在5G的支持下实现自动驾驶、移动视频监控和巡查功能，提升了车辆的安全管理能力和巡检效率。天津港5G智能集卡目前已经

实现5000余小时的常态化运行，累计工作历程大于20000km，作业循环次数超过3000个，安全运输集装箱4500箱，是全球首个投入实际作业的港口一体化平面运输系统。

- 5G智能理货

2021年，中兴通讯联合合作伙伴，通过5G高清视频回传与AI视觉分析技术，采用OCR（Optical Character Recognition，光学字符识别）在装卸船、堆放、理货、验残、提箱、出关环节对集装箱箱号、装卸提箱状态、有无铅封、箱体残损、舱位/拖车号等信息收集及识别，与云端装箱智能理货系统进行实时交互，实现按需码放货物、品质定级、实时分拣等功能的自动化和智能化。以高清视频叠加AI视觉分析技术进行实时采集、核对，有效减少现场人机交叉作业带

天津港项目的成功实践获得行业高度认可，是工信部2019年工业互联网示范项目，荣获2019年首届世界5G大会应用创新揭榜赛一等奖，入选2020年GSMA中国5G垂直行业十大应用案例集，获选ICT中国2021优秀案例最佳解决方案案例，在第四届绽放杯标杆赛中荣获金奖。

来的安全隐患，全面提升理货效率与服务质量，完成4台岸桥场景部署，稳定运行6个月，实测上行速率大于70Mbps，节约人力75%，作业效率提升30%。该项目成为国内首家集装箱智能理货系统内外理一体化运行样板点。

● 5G智能锁站

2021年10月，中兴通讯成功实现2台集装箱地面智能解锁站的5G业务，通过5G传输三维激光视觉扫描定位系统和六轴自动机器人的拆解锁状态信息，全流程监管装拆锁作业，保障作业安全，打通无人自动化码头的关键堵点，是全球首台集装箱地面智能解锁站业务示范。

天津港项目的成功实践获得行业高度认可，是工信部2019年工业互联网示范项目，荣获2019年首届世界5G大会应用创新揭榜赛一等奖，入选2020年GSMA中国5G垂直行业十大应用案例集，获选ICT中国2021优秀案例最佳解决方案案例，在第四届绽放杯标杆赛中荣获金奖。

持续优化ICT能力，助力港口数字化转型

5G技术应用后会对港口应用系统产生革命性影响。在业务类型方面，通过5G的特性，将进一步丰富港口业务应用模式，提高港口生产效率；在终端方面，为适应港口需求，将推进终端发展，包括手持类终端、终端模组、CPE等；在平台方面，5G将促进港口各类信息化业务的融合，促进平台的统一和完善；在组网方面，未来将实现有线局域网、本地政企专网、5G网络以及物联网等多类技术的融合拓展。

5G、云计算、大数据等新一代ICT技术与码头的结合，为港口智慧化提供了全新解决方案，为未来港口打开了全新的想象空间。依托5G业务商用这一全新契机，中兴通讯正在加速港口信息与业务的全面融合，吸引物流、商流、信息流、货流、人流等航运要素集聚，为港口数字化转型奠定坚实的根基。 ZTE中兴



矿山专网2.0助力 大海则煤矿智能化再升级



何光明

中兴通讯产业数字化方案部
能源市场总监

大海则煤矿是中煤陕西榆林能源化工有限公司煤化工项目的配套资源矿井，建设规模1500万吨/年，是中煤集团打造蒙陕亿吨级煤炭基地的重要组成。作为国家首批71个智能矿山示范矿井之一，大海则煤矿秉持着高起点、高标准的要求，致力于建设成为全国智能化标杆矿井，打造中煤集团“智能化名片”。

聚焦井下专网痛点，打造最懂矿的网

随着煤炭信息化和工业化融合加速推进，以5G为代表的信息基础设施加快建设。但“5G专网1.0”普适性较低，仍面临诸多挑战：

- 5G专网以单频（2.6GHz、3.5GHz）组网为主，5G组网方式的建設成本相对较高，在煤矿采掘工作面、拐弯、上山/下山、起伏、死

角等复杂场景下难以实现井下5G全覆盖；

- 井下工业控制环网、视频监控环网、安全监控环网三网并存，数据相互独立，急需统一承载，提高稳定性及运维管理效率；
- MEC/UPF（User Plane Function）下沉方式难以解决整体数字化转型和碎片化需求之间的矛盾，需要新型云网架构促进5G与煤矿核心产业深度融合。

中兴通讯联合中煤科工集团智能矿山有限公司、中煤信息技术（北京）有限公司及中国广电、中国移动、中煤陕西公司等合作攻关，创新采用5G 700MHz+2.6GHz融合组网方案。方案中700MHz基站（井下RRU）仅接入本地专网核心网（云网融合平台）提供专网5G覆盖服务。2.6GHz频段基站（pRRU）采用MOCN（Multi-Operator Core Network）方式同时接入本地专网核心网，同时支持接入运营商公网核心网，

提供公/专网两种方式的5G覆盖服务。

结果显示,700MHz+2.6GHz融合组网在整体网络架构、传输抖动性及稳定性方面优于传统5G单频组网,为井下5G高清视频通话、采掘、运输、机电设备运行和“一通三防”等提供更优质的信号保障。700MHz+2.6GHz融合组网方案的落地标志着煤矿智能化发展进入“5G专网2.0”时代,为构建矿井智能化应用系统集群、推动煤矿高质量发展奠定坚实基础。

产业深度融合,助矿全面数智的业

5G 700MHz+2.6GHz融合组网矿山专网2.0方案,让大海则煤矿实现了“五+N”的突破,真正改变了煤炭行业“苦、脏、累”的形象。

- 实现井下5G VoNR全国首通,支持公专网无缝切换。实现了“一张电话卡连接矿山工人的工作与生活”,解决“5G 1.0”时代的煤矿井下调度难的问题。
- 全国首次使用基于云网架构的“三网合一”硬隔离切片网络。将工控网、视频监控网络、5G承载网统一承载,三网可根据业务量需求自行调整带宽,最小可实现10Mbps带宽切片;煤矿井下线缆维护工作转移至后台进行,大大节省了人力维护成本,提升了运营效率和安全性。
- 全国首次使用5G 700M基站在采煤工作面部署,超强的绕射能力及抗干扰能力让采煤工作面实现了5G单站全覆盖;工作面内无光缆,真正意义上实现“剪辫子”。
- 全国首次采用700MHz+2.6GHz融合组网进行网络覆盖。5G 700M单基站边缘上行吞吐率大于10Mbps每用户时,覆盖距离达1600~1800m,较传统5G单频组网延时降低35%,降低5G建设成本40%以上;让中小型煤矿也

能建设5G+智能化矿山,解决了“5G专网1.0”时代煤矿网络建设难、成本高的问题。

- 首次采用“云、雾、边三级弹性算力架构体系”。边缘级算力基于基站的本地分流和算力下沉,结合边缘算力控制器,实时智能分析/识别,与PLC联动,实施紧急启停;基于UPF在矿区内分流和卸载数据,实现煤矿人员、设备、环境的全面互联,支撑矿井采、掘、机、运、通、给排/水、能耗、洗选、经营管控等雾级计算;云级算力依靠矿企集团级的煤矿云平台,结合IoT、视频、大数据及AI中台,打造煤炭行业新型工业物联网平台,助力煤炭企业IT和OT数字化转型。三级算力体系解决了煤矿整体业务融合难、标准混乱等问题。
- 方案结合700MHz+2.6GHz融合组网的优势特性,推动了煤矿5G+矿用无人机、无人驾驶、自主运输、远程工业控制、无人采掘、人员精确定位、机器人系统集群的N个应用。

强化创新驱动,加快矿山数字化转型

大海则煤矿5G融合组网创新方案可复制性强,可快速推进矿山行业智能化转型。2021年9月,大海则项目举办评审会,项目得到与会专家的一致认可:5G 700MHz+2.6GHz融合组网达到国内领先水平,且项目初具规模,基础设施基本完善,场景丰富,为全国煤炭行业5G+智能矿山建设树立典范。

煤矿智能化建设是煤炭行业实现跨越式发展的又一历史契机。未来中兴通讯将持续创新实践,携手合作伙伴强化煤矿智能化顶层设计,打造煤矿智能化创新生态圈,助推我国煤炭生产技术和装备双领跑,助力新时代经济双循环的新发展格局。**ZTE中兴**

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在