

中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2023年06月/第06期

准印证号：(粤B)L011030048



VIP访谈

06 MTN：做数字非洲的领头羊

专题：400G光网络

10 筑东数西算“主动脉”，迎算力新时代

13 400G及以上速率光传送标准进展

封面 | MTN集团首席技术信息官
人物 | Mazen Mroue

内部资料 免费交流



扫码体验移动阅读



第27卷/第06期
总第417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 胡俊劫 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
梁大鹏 刘爽 林晓东 马小松
施军 孙彪 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06月15日



李强
中兴通讯副总裁, 承载网产品线总经理

400G新引擎构筑数字时代新基建

在5G+AI+云为关键字的数字时代, 数据已成为一种新型生产要素, 与土地、资本并列, 将会产生巨大价值。

随着用户在网时间增长, 网络视频流量占比将突破70%; 伴随业务云化继续深入, 分布式的云基础设施将带来更多的云间流量。因此, 新一代承载网需优先考虑支持400GE的IP路由器和大容量长距离的400G光传输系统。

在IP路由器领域, 400GE相对传统方案, 速率提升三倍, 每比特功耗减少15%, 弥合业务增长和资源增加之间的剪刀差。2023年中兴通讯发布的高密度400GE单板, 提升容量并有效保证成本效率, 支撑业务长期发展。

在光传输领域, 配合路由器的带宽升级, 有四项关键能力: 第一, 单波速率提升, 从当前的单波100G/200G升级到400G, 且400G~1.2T按需可调; 第二, 频谱从C波段扩展到C+L波段, 保持80波不变, 单纤容量从8T/16T提升至32T; 第三, 不减少传输距离, 基于现有光纤实现与100G/200G相当的传输能力; 第四, 通过光电协同, 保证传输网络的低时延和高可靠。

中兴通讯于今年2月携手中国移动完成全球首个400G QPSK现网试点, 传输距离创纪录, 实现基于G.652.D光纤的5616km的无电中继高速传输, 充分证明400G QPSK在当前骨干光网长距传输方面的优势。

今年将是400G承载网规模商用元年, 400G承载网覆盖城域和骨干等多种场景, 通过对承载相关的业务功能进行重装升级, 实现简洁、敏捷、开放、融合、安全、智能的新型信息基础设施, 形成一体化供给/运营/服务的完整体系, 推动网络能力从“尽力而为”向“准时准确”演进, 夯实数字时代新基石, 释放数字经济发展新动能。

目次

中兴通讯技术（简讯）2023年第06期



MTN：做数字非洲的领头羊

非洲最大的移动网络运营商MTN于2021年初启动了“雄心2025”战略，旨在为非洲的进步提供领先的数字解决方案。MTN集团首席技术信息官Mazen Mrroue分享了他的团队如何通过新的技术框架PACE来加速“雄心2025”目标的达成以及转型过程中面临的挑战。他还谈到了非洲未来数字化转型的前景以及对包括中兴通讯在内的合作伙伴的期望。

VIP访谈

06 MTN：做数字非洲的领头羊
汤彦彬

专题：400G光网络

10 筑东数西算“主动脉”，迎算力新时代
欧阳建平

13 400G及以上速率光传送标准进展
武成宾，童玲玲

16 400G相干光器件发展现状和趋势
沈百林，王会涛

18 基于OTDR+GIS的光纤故障智能化定位系统
魏登攀

20 光层OAM技术：现状、应用与趋势
吴琼，冯振华

解决方案

25 基于uSmartNet的自智网络方案实践
邹伟，蒋师，张鹏

成功故事

28 中兴通讯助力中国移动完成全球首个400G QPSK
现网试点
高扬

30 土耳其移动Turkcell：部署全球首个商用12THz超宽
频谱波分光网络
许永康



媒体转载

32 中兴通讯王泰立：400G QPSK技术路线确立，
筑算力网络全光底座
刘定洲

34 创造超长距离光传输纪录，中国移动携手产业链
开启400G新时代
刁兴玲

ESG专栏

37 践行可持续发展理念，中兴通讯海外项目ESG
案例分享
成伟，杨艳

02 新闻资讯

中兴通讯R5300 G5服务器刷新SPEC CPU性能测试世界纪录

5月，国际标准性能评估组织SPEC (Standard Performance Evaluation Corporation) 发布最新测试结果显示，中兴通讯最新产品R5300 G5服务器，凭借优异性能，打破SPEC CPU 2017测试世界纪录。

在SPEC网站上公开的测试结果中，中兴通讯R5300 G5服务器以1010分/977分，刷新了SPECrate 2017_int_peak/base测试成绩，创造了整形运算性能测试成绩新的世界纪录。

SPEC成立于1988年，是由斯坦福大学、清华大学、微软等全球几十所知名大学、研究机构、IT企业组成的第三方应用性能权威测试组织，旨在确立、修改以及认定一系列服务器应用性能评估的标准。

中兴通讯TECS云平台连续三年斩获GlobalData Leader评级

5月，全球ICT行业数据分析和咨询公司GlobalData发布2023年最新NFVI和电信云评级报告，中兴通讯NFVI产品TECS (Tulip Elastic Cloud System, 郁金香弹性云系统) 再次获得六大维度全满分Leader评级，实现三连冠。

该报告对全球排名前六的云厂商在方案架构 (Solution Architecture)、电信级功能 (Carrier Grade Features)、管理 (Management)、市场动力 (Market Momentum)、性能 (Performance)、专业服务 (Professional Services) 六大维度进行了全面评估，中兴通讯在全部六个维度均获满分，实现Leader评级三连冠，位列第一。

GlobalData指出中兴通讯TECS产品优势在于：架构先进，适用于多样化的云化场景，助力运营商降低成本并确保平滑演进。TECS双核云平台提供容器、虚拟机和裸金属资源的统一部署管理，一套架构同时支持虚拟机和容器按需切换，灵活应对不确定的容器化业务模型，按需向云原生平滑演进，扩容替代新建，共享存量资源池，提升资源利用率，缩短上线时间。

GlobalData报告认为，中兴通讯NEO智能云卡构建以DPU为中心的新型计算架构，实现计算、网络、存储和安全的卸载与加速，减轻CPU负担，提升系统整体性能，可广泛用于CT和IT云场景。

中兴通讯宣布加入“科学碳目标倡议” (SBTi)

5月24日，在中兴通讯第七届年度“创兴日”主题论坛上，中兴通讯宣布加入“科学碳目标倡议” (SBTi) 并举行承诺函签署仪式。

科学碳目标倡议 (SBTi) 是全球最具影响力的减排机制之一。根据倡议要求，中兴通讯将设定近期基于科学的减排目标和长期净零目标，在5—10年内达成与1.5°C温升限制路径一致的温室气体减排目标，并最迟于2050年前达到净零排放。

中兴通讯发布首款墙面路由器

5月23日，中兴通讯正式发布首款墙面路由器——晴天墙面路由器。

晴天墙面路由器采用技术难度更高的内置天线，机身整体造型简约、流畅，机身厚度仅20mm，纤薄轻巧。配置方面，该款产品支持Wi-Fi 6技术，配有4个千兆网口，支持3000M无线速率；同时拥有中兴通讯专利MESH组网技术加持，适应多种应用场景。

中国平煤神马集团与中兴通讯达成战略合作

5月，中国平煤神马控股集团有限公司与中兴通讯战略合作框架协议签约仪式在平顶山市举行。双方将聚焦产业数字化转型升级和数字产业化创新发展，围绕“智能矿山、智能工厂、智慧企业”的产品开发和项目实施展开全面合作。



中兴通讯斩获下一代光网络论坛“最佳5G传输设备商”大奖

5月31日，在法国举办的全球下一代光网络&5G传输论坛（NGON&5G Transport）上，中兴通讯斩获“年度最佳5G传输设备商”（5G Transport Vendor）大奖，充分证明中兴通讯光网络解决方案和产品在5G传输方面的综合实力获得了业界高度认可。

下一代光网络&5G传输论坛是全球光传输专业领域最重要的论坛之一。该论坛奖项旨在表彰供应商在光传输与5G传输领域的贡献。



中兴通讯再次荣登《财富》中国ESG影响力榜

5月，《财富》发布“2023年中国ESG影响力榜单”，中兴通讯凭借其在绿色发展、社会责任、公司治理方面做出的卓越努力，继2022年之后再次荣登榜单。

“2023年中国ESG影响力榜单”是《财富》在去年创立榜单之后的第二次制榜，申报企业涉及行业广泛且均为业界头部，充分显示各大企业和投资者对ESG这一商业理念保持积极的信念和热情。

在绿色发展方面，中兴通讯近年来积极参与全球脱碳经济转型，通过绿色企业运营、绿色供应链、绿色数

字基础设施、绿色行业赋能四大维度铺设“数字经济林荫路”，争取实现企业自身早于2030年实现碳达峰，早于2060年实现碳中和，并助力各行各业快速步入绿色发展通道。

公司通过提高产品能效、引入智能光伏及智能锂电储能等绿色能源等措施减少无线站点、电信机房、数据中心的碳足迹，2022年实现售出产品使用排放单位能耗同比下降超过14%，实现产品售出使用排放总量同比减少4.9%；公司采用“用5G制造5G”、黑灯工厂等模式制造产品，生产单台产品产生的二氧化碳排放降低9.3%。

广东联通携手中兴通讯在深圳完成SuperMIMO载波聚合技术首个商用部署

5月，广东联通携手中兴通讯在深圳岗厦北地铁站实现首个基于3.4G+3.5G的双载波SuperMIMO+CA（多载波聚合）方案商用部署。

岗厦北站是国内最大地铁站，日均客运量近30万人次。同时，岗厦北站也是典型的大容量超密组网场景。方案实施后，单用户峰值速率达2.6Gbps，平均用户体验速率达2 Gbps，整体小区容量最大提升4倍。

浙江电信携手中兴通讯持续深化5G时空认知技术 全域提升用户感知

5月，中国电信浙江公司携手中兴通讯在杭州完成5G时空认知技术多小区深度协作的商用验证，有效抑制小区间干扰，大幅提升5G用户上下行体验。

其中，单用户下行体验速率提升高达35~41%、上行体验速率提升达50%~95%，小区上行边缘速率可提升至10Mbps以上，充分满足用户对视频通话、直播、沉浸式业务的泛在优质体验需求。

中国移动携手中兴通讯完成子带全双工的首次外场验证

5月，中国移动研究院、浙江移动及浙江移动宁波分公司联合中兴通讯，在宁波完成子带全双工技术的首次外场验证。

本次验证在浙江亿太诺气动工业有限公司的生产车间进行，验证结果显示单用户上行吞吐量可提升至672Mbps，同时空口端到端时延可降低至5.3ms。

中兴通讯发布2022年度可持续发展报告： 以数智创新塑造可持续未来

中兴通讯发布2022年度可持续发展报告，报告全面展现了2022年中兴通讯践行“数字经济筑路者”战略定位，积极履行企业社会责任，助力社会数智化转型升级、促进数字经济发展、贯彻可持续发展理念、贡献全球社区以及稳步推进企业治理的成果及未来计划。自2009年起，中兴通讯已连续十五年每年主动向社会发布可持续发展报告。

深耕底层技术创新，助力全球数字经济高质量发展



2022年，外部环境复杂多变。在诸多压力、挑战和不确定性中，数智化已经成为一个确定性的关键要素。面对数字经济发展的关键期，中兴通讯不断加深科技创新实力，用创新的ICT科技产品及解决方案支撑全球数字化转型。

中兴通讯总裁徐子阳在报告中表示：“中兴通讯将继续坚守‘数字经济

筑路者’生态定位，坚持‘把最难的事情做到最好’，以更大的决心、耐心和恒心，携手全行业合作伙伴积极探索开拓，从而让原子和比特加速聚变，迸发出新的能量，助力经济高质量发展，让人类拥有更加美好的世界。”

报告指出，中兴通讯坚持自主创新，向下扎根，在芯片、算法、架构、数据库以及操作系统等领域持续投入，夯实根基，不断强化核心竞争力。截至2022年年底，中兴通讯拥有8.5万余件全球专利申请、历年全球累积授权专利约4.3万件。根据全球知名投资管理公司仲量联行（JLL）发布的报告中显示，中兴通讯位列全球专利布局第一梯队，是全球5G技术研究、标准制定的主要贡献者和参与者。

积极践行低碳战略，迈向可持续发展未来

中兴通讯深刻践行可持续发展理念，全力参与全球脱碳经济转型，积极赋能垂直行业节能减排，助力各行各业快速步入绿色发展通道，以绿色低碳姿态迈向可持续发展未来。

中兴通讯执行副总裁、首席运营官谢峻石在报告中表示：“我们积极践行低碳战略，潜心铺设‘数字经济林荫路’，在公司既定‘双碳’目标下，搭建公司级项目联合团队，系统推进十大减碳项目。”



中兴通讯通过绿色企业运营、绿色供应链、绿色数字基础设施、绿色行业赋能四大维度铺设“数字经济林荫路”，持续加大企业生产运营节能减排力度，助力运营商打造端到端绿色低碳网络。2022年，中兴通讯在保持营收增长的同时，温室气体排放量（范围1&2&3）同比下降7.48%，实现售出产品使用排放单位能耗同比下降超过14%，实现产品售出使用排放总量同比减少4.9%；公司采用“用5G制造5G”、黑灯工厂等模式制造产品，实现单台5G产品生产的二氧化碳排放降低9.3%，生产用电同比下降7.13%以上。同时，中兴通讯积极发展能源数字化，包括AI能源云、绿色发电、智能储能等，加速助力碳中和，并在多个领域携手500多家行业合作伙伴广泛开展创新实践，为行业市场探索节能减排和运营提效的技术赋能之路，加速千行百业数字化转型。

作为基础设施供应商的中兴通讯始终积极努力，为社会环境改善做出

贡献。2022年，中兴通讯凭借在气候变化方面的优异表现，获得全球环境信息研究中心(CDP)“A-”评级，获颁CDP中国2022“环境领导力奖”。此外，2022年，中兴通讯获得SGS颁发的ISO 14604-1:2018温室气体排放核查声明书，成为中国通信行业首批导入并推行该标准的企业。

5月24日，中兴通讯宣布加入“科学碳目标倡议”(SBTi)并举行承诺函签署仪式，根据倡议要求，中兴通讯将设定近期基于科学的减排目标和长期净零目标，在5—10年内达成与1.5°C温升限制路径一致的温室气体减排目标，并最迟于2050年前达到净零排放。

作为可持续发展的践行者，中兴通讯积极践行节能减排行动，并凭借先进ICT技术积累与优势，携手有共同目标的伙伴开展绿色低碳行动，推动全产业链朝着“双碳”目标前进，为可持续未来贡献力量。

保持开放透明，助力生态伙伴共同成长

中兴通讯致力于为行业和客户提供安全可信的产品和服务，持续对标行业安全标准，以开放透明的态度获得外部认可和信任，全球首家获得德国联邦信息安全办公室(BSI)NESAS CCS-GI安全认证，并完成ISO 9001、TL 9000、QC 080000、ESD、ISO 45001、

ISO 14001、ISO 22301等各管理体系的认证审核，认证地点包含公司多个主要研发中心和制造基地，认证的产品范围覆盖公司主要产品类别。

此外，中兴通讯致力于完善供应商责任管理，落实负责任采购，通过供应商CSR认证、风险评估、现场审核及培训赋能等工作，督促供应商建立并有效运行CSR管理体系，并在2022年，结合公司整体碳中和战略，启动供应商双碳审核工作，并对109家供应商实施双碳审核，与供应商合作伙伴共同成长。

推动科技向善，肩负企业社会责任



作为全球化企业，中兴通讯多年来坚持贯彻可持续发展理念，积极践行企业社会责任，将爱与责任传递到全球多国，帮助全球各地人民实现可持续发展，展现中兴通讯作为跨国企

业的责任与担当。

中兴通讯公益基金会成立以来，已开展教育、医疗、扶贫等157余个公益项目，受益人超10万人。截至2022年底，共有注册员工志愿者8063名，累计志愿服务19746.5小时。中兴通讯公益基金会连续六年获得中基透明指数(FTI)满分，并荣获感动深圳关爱行动“十佳公益机构”“十佳创意项目”等奖项。2022年，中兴通讯共开展志愿者服务248场，积极持续投入发展乡村振兴事业，累计在全国23个县开展产业帮扶、人居环境提升、消费帮扶等36个公益项目，直接受益超过6万人。

近年来，中兴通讯凭借其在ESG和可持续发展方面的成绩获多方认可。2022与2023年，公司蝉联两年入选了《财富》首份中国ESG影响力榜单。同时，中兴通讯于2022年入选恒生A股、恒生内地及香港可持续发展企业指数成份股，荣膺中国企业社会责任年会“年度责任治理”奖项和《财经》“可持续发展贡献”奖，还入选了福布斯全球最佳女性友好企业榜单。

面向未来，中兴通讯将继续坚守“数字经济筑路者”生态定位，在全球范围内贯彻可持续发展理念，实现社会、环境及利益相关者的和谐共生，并携手全行业合作伙伴积极探索开拓，向阳生长，以数智创新塑造可持续未来。

MTN：做数字非洲的领头羊

采编 汤彦彬



MTN集团首席技术信息官
Mazen Mroue



非洲最大的移动网络运营商MTN于2021年初启动了“雄心2025”战略，旨在为非洲的进步提供领先的数字解决方案。MTN集团首席技术信息官Mazen Mroue分享了他的团队如何通过新的技术框架PACE来加速“雄心2025”目标的达成以及转型过程中面临的挑战。他还谈到了非洲未来数字化转型的前景以及对包括中兴通讯在内的合作伙伴的期望。

您曾在乌干达、尼日利亚和加纳等多个国家市场工作过，拥有丰富的行业经验，您近年来观察到的行业主要变化是什么，MTN将如何进行转型？

近年来，大多数非洲市场，特别是MTN开展业务的市场，在各自的环境中都经历了重大的积极变化。其中一个重大变化是技术的快速进步，特别是在移动、互联网和金融科技领域。随着经济实惠的智能手机和互联网越来越普及，使用在线服务的人数大幅增加，包括很多之前未联网的人群，这为企业扩张业务和商业转型创造了新的机会。

另一个重大变化是创业和创新领域的增长，越来越多的年轻人开始创业，开发创新的解决方

案，以应对当地的需求和挑战。这一趋势在科技领域尤为明显，涌现出许多初创企业，为金融科技、教育、医疗保健、交通和农业等领域提供解决方案。

此外，电信基础设施投资的成功促进了经济增长和发展，成为吸引外资和改善营商环境的典范，这进一步促进了经济增长。同时，疫情期间移动数据使用量激增，我们发挥了重要的支撑作用，使客户和学生能够远程工作和学习，这加速了数字化转型的趋势和进程。

我们将继续将MTN定位为一家成长型公司，致力于成为一家以连接和平台为核心的公司，优先发展金融科技和数字业务，以实现下一阶段的可持续成功和增长。我们对共同努力推动“雄心2025”战略感到鼓舞。这个战略包含四个明确的

战略重点：建设最大、最有价值的平台，提供行业领先的互联互通运营，创造共享价值以及加快资产组合转型。

作为技术战略框架 PACE 和“雄心 2025”战略的主要推动者，您认为 MTN 作为非洲最大的电信巨头在转型中面临的主要挑战是什么？您认为这种转型将对网络演进产生怎样的影响？

作为 MTN 集团技术团队，我们最近更新了我们的技术战略框架和运营模式。经过深入分析，我们推出了 PACE 框架，以加快实现“雄心 2025”战略。该框架通过确定 15 个战略支柱，以一流且具有差异化的技术平台和体验为基础，使我们在连接性和平台方面实现可持续增长，从而支撑总体目标的实现，即“为非洲的进步提供领先数字

解决方案”。我们正在积极努力将我们的业务转变为平台业务，加速传统和新垂直领域平台的增长，包括数字业务、金融科技、网络即服务、API 市场（Chenosis）和 B2B。考虑到全球主要的技术分布趋势，这是一个必要的过渡，一些运营商也在朝这个方向转型——作为 MTN，我们有很大的机会继续引领非洲大陆的数字化转型。

与此同时，仍有一些挑战需要解决，例如一些地区的基础设施不足，以及一些市场快速的技术变革带给我们的挑战。作为一个不断发展的行业的市场领导者，我们需要继续投资于新技术和服务，以保持竞争力，这是一条昂贵的路线，而且不容易证明其合理性。因此，在我们积极投资新技术的同时，需要加快商业活动，以实现可持续和可盈利的增长。

MTN 在应对变化方面一向十分成功，我们相信，凭借正确的战略、投资和合作伙伴，我们可以继续发展并取得长期成功。



“ 非洲市场目前正在进行一项重大的数字转型计划，技术迅速进步，不同行业和领域越来越多地采用数字解决方案。未来五年，这一趋势将继续受到几个因素的推动，其中包括提供更多经济实惠的互联网接入和移动连接。

您对未来五年非洲地区的数字化转型有何展望？您对MTN在这一过程中应该扮演的角色有何看法？MTN的基础网络实力如何使其在电信领域脱颖而出？

非洲市场目前正在进行一项重大的数字转型计划，技术迅速进步，不同行业和领域越来越多地采用数字解决方案。未来五年，这一趋势将继续受到几个因素的推动，其中包括提供更多经济实惠的互联网接入和移动连接。随着越来越多的人接入互联网，对数字服务和解决方案的需求将会增加，包括金融科技、电子商务和在线教育。

在过去的几年里，MTN投入巨资建立一流的网络，使用户能够利用连接服务获得数字解决方案。我们还投资了4G和5G等先进技术，以确保我们的网络能够支持日益增长的高速率低时延需求，支持比互联网接入更先进的业务，为推动不同市场的数字和金融普惠计划做出贡献。

我们相信，凭借网络和技术优势，我们已经成功地在连接领域建立了显著的竞争优势，基于这一优势，我们可以为消费者、企业和批发商客户提供先进的金融科技、数字和电子商务解决方案。

今天，超过60%的非洲人口年龄在25岁以下。到2030年，非洲青年预计将占全球青年人口的40%左右。非洲日益增加的精通技术的年轻人口将在推动数字转型方面发挥重要作用，他们会更多地使用数字设备，并对采用新技术和解决方案更加开放。因此，非洲未来几年的数字转型前景是积极的，有重要的增长和发展机会，但这需要 we 继续投资于数字基础设施和系统，这对利

用现有机会非常关键。

作为10多年的战略合作伙伴，您如何看待与中兴通讯的合作？为了更好地应对挑战，MTN对中兴通讯在未来的合作中有何期待？

总体而言，供应商生态系统在支持我们在所有市场的业务增长和发展方面发挥着关键作用。我们坚信，找对合作伙伴，一切皆有可能。我非常感谢包括中兴通讯在内的所有战略合作伙伴近年来为MTN所做的辛勤工作。在困难的宏观经济环境下，我们保持了韧性，并在合作伙伴持续的支持下，持续实现了稳健的运营和业务表现。我非常感谢这种伙伴关系，并对未来充满期待。

您对中兴通讯在整个非洲地区转型的机会和实力有何建议？

我们希望我们的供应商和合作伙伴，包括中兴通讯，在供应链生态系统中保持稳健和灵活，助力我们在非洲的业务增长。我们致力于通过商业成功和履行企业社会责任，来改变我们的商业格局。我们鼓励合作伙伴增加对研发的投资，以降低成本和提高效率，从而提升所有市场，特别是低ARPU市场的互联网普及率、金融和数字包容性。我们鼓励合作伙伴促进可持续发展和社会责任，与具有相似价值观和实践的供应商合作有助于我们实现ESG目标。我们还呼吁我们的合作伙伴投资建设国家能力，并在我们开展业务的非洲市场有效利用当地人才。 ZTE中兴

筑东数西算“主动脉”， 迎算力新时代



欧阳建平
中兴通讯有线产品规划
总监

数字化转型成为落实网络强国、数字中国、智慧社会战略的重要举措，在国家“新基建”“东数西算”等重大战略背景下，畅通全光运力大动脉，实现超宽绿色区域协同互联，是建设“算力+ICT网络”一体化新型数字基础设施的重要一环。在DCI的带宽需求下，迫切需要大容量超长距的光网络，持续挑战香农极限。亟需从当前100G/200G升级至400G，满足数据中心长距高速互联需求。同时，为了保障千行百业对网络的极致时延需求，需要构建分级时延圈。为响应国家对碳达峰、碳中和目标，在网络升级及演进时，还需考虑低碳方案。通过优化布局实现区域协同，用比特换取瓦特，实现绿色可持续的有效增长。

基于上述需求，中兴通讯推出Real 400G+ OXC方案，打造超宽扁平绿色算力光底座。

大带宽超长距：Real 400G是骨干长距传输最佳选择

近年来，运营商已规模部署200G系统，其传输距离与100G系统相当而系统容量更大，技术与器件均已成熟。同时，运营商开始部署400G 16QAM，但其传输性能受限，主要面向城域网、

本地网的应用，还无法支撑骨干网应用。

400G骨干网部署应用需要满足两个条件：一是具有和100G/200G长距相近的传输能力，特别是在现有G.652光纤的系统中；二是能支撑80波的系统容量，保证传输速率提升之后系统的容量同步提升。

中兴通讯推出基于C+L的Real 400G方案，可实现100Gbps~1.2Tbps速率按需调整，在骨干400G长距场景下，传输距离相比业界当前方案提升60%。Real 400G方案在传输性能方面实现大幅提升，主要源于三大技术的演进及突破。

一是高速光电器件，带宽全面升级，包括数字电芯片DSP、模拟电芯片TIA/Driver、光芯片调制器及解调器；支持波特率从原来的96GBd提升到130GBd，以保障系统支持1.2T超高单波速率。

二是3D硅光封装技术突破，实现高编码方式下更优性能。传统2D封装采用方式为水平走线，传输距离较远性能较差；3D封装采用硅通孔技术，可实现垂直堆叠走线方式，性能优。以400G速率为例，相比2D方案距离提升10%。



三是新方案对算法进一步优化,从而实现场景最佳适应能力。传统算法支持固定点波特率可调,在容量和距离适配方面存在限制; Flex Shaping 2.0算法支持波特率连续可调,从而实现最佳场景匹配。

同时Real 400G通过波段扩展和系统功率管理等技术,助客户构建更简洁的C+L波段400G光系统,从而实现骨干网容量从原来的80x100G/200G升级到80x400G,容量翻倍。

波段扩展技术继承DWDM思想,进一步在传统C波段之外扩展L波段用传输带宽,通过提高光纤传输的波道数量来提升单纤传输容量。在光系统核心器件方面,光放大器和波长选择开关最为关键。光放大器以掺铒光纤放大器(erbium-doped fiber amplifier, EDFA)为主,目前L波段的放大的技术瓶颈已经突破,且通过现网测试验证。波长选择开关采用最新的高分辨率硅基液晶技术,业内已经将工作频带扩展到L波段。随着技术难点的攻克,扩展波段光器件供应链的发展进度符合预期,新一代C6T&L6T的12THz宽频光

系统进入商用阶段。

系统功率管理方面,由于C+L系统中存在强烈的SRS(stimulated raman scattering)功率转移,在未进行功率调节前,系统末端单波功率平坦度劣化严重,无法满足系统应用需求。采用C+L光功率管理策略对EDFA的增益和增益斜率进行调整后,系统的功率平坦度、OSNR(optical signal to noise ratio)平坦度、最小OSNR均显著提升。C+L系统还需要采用填充波配置,使系统时刻保持满配状态,降低业务动态增减对已有业务的影响。在新增或删除波道时,只需用业务信号与填充波进行“真假替换”即可,业务开通调测方便快捷。自动功率调节算法和填充波配置已经在现网测试中得到充分验证。

超低时延: OXC构建分级超低时延圈

对光网络的另一个迫切需求是极致的时延体验。以DC为中心,构建分级超低时延圈,能够打通全光入云运力大动脉,满足千行百业对极致时

中兴通讯已联合国内运营商完成浙江宁波到贵州贵安C+L波段400G QPSK现网测试，跨越浙江、江西、湖南、贵州4省，基于现有G.652光纤，实现全程2808km无电中继传输，并创造了5616km现网最远传输纪录，最大化保护投资并提升部署效率。

延的迫切需求。

云间互联包括国家级DC、省级DC、边缘DC内部的东西向互联，以及三级DC之间的南北向连接。这就要求网络以云为中心，形成各级低时延圈，实现云间快速敏捷调度。

光网络架构从原来的分层分环向Mesh化扁平架构演进，具体举措包括梳理光缆直连路由、减化层次结构、消除迂回路由，以及OXC简运维。

中兴通讯提供三大光层OXC方案：LITE OXC、双子架OXC、集群OXC云化全连接。

LITE OXC方案，聚焦低维度、高集成度方案，降本提效；方案支持16个光方向，同时支持无业务上下站点单独组网，降低网络投资。

双子架OXC方案，支持东西向分离方案，安全可靠；支持最多32个光方向，可将存在保护关系的业务部署在不同子架，避免单子架故障所有业务全阻，提升网络的生存性。

集群OXC方案，支持大于32维光方向站点的全云化连接。目前我们根据现网需求分析，超过32维的站点比例较低，约在2%左右，因此对高维度的需求还不是很急迫。但随着云化程度的进一步加深，高维度是未来发展的趋势，未来将推出更高集成度单板如48维、64维，以实现节点无阻调度。

绿色低碳，用比特换瓦特

在绿色低碳方面，中兴通讯OXC方案主推高

效绿色多方向云间互联，以1000个站模型为例，可以实现年降低381万度电，减排3322吨，相当于每年植树22万棵。此外，创新地在网元内置AI，动态优化网络能效，深挖节能降碳潜能，实现节能模式的一键部署、数据安全可靠、节能效果可视。

此外，中兴通讯通过先进工艺制程芯片，每代降耗20%+，进一步优化器件能效；通过AI赋智动态调整，降低15%+的网络能耗，多层次全方位地实现光网络的绿色低碳发展。

中兴通讯已联合国内运营商完成浙江宁波到贵州贵安C+L波段400G QPSK现网测试，跨越浙江、江西、湖南、贵州4省，基于现有G.652光纤，实现全程2808km无电中继传输，并创造了5616km现网最远传输纪录，最大化保护投资并提升部署效率；在系统容量方面，400G QPSK配合C+L 12THz波段，满足干线系统80波400G组网需求，实现现网单纤容量从16Tbps到32Tbps的倍增，提升光纤资源的利用率，降低机房空间占用率。

当前OXC技术也已经成熟，并逐步广泛应用。截止目前，中兴通讯OXC方案已服务于22个省份干线及本地网。

中兴通讯致力于筑牢算力网络全光底座，为数字经济发展贡献力量，促进“东数西算”工程全面发展，以开放、创新、合作、共赢为基本模式，共绘数字智能世界美好蓝图。ZTE中兴

400G及以上速率光传送标准进展

伴 随数据中心网络的广泛建设和“东数西算”战略的推进，光网络的带宽需求以20%以上的高速率增长，驱动光传送网持续向更高速更大容量演进。目前，单波100G/200G的波分系统已经在运营商骨干网络中规模商用，单波400G系统从城域网走向骨干网，成为业界关注和应用的焦点。伴随400G光传送标准在各标准组织基本成熟，B400G成为各标准组织新的热点课题。

光传送标准组织总览

光传送技术涉及的国际标准组织主要包括ITU-T SG15、OIF、IEEE802.3以及各类MSA (multi source agreement)，各国际标准组织的分工及与光传送设备对应关系如图1所示。

光传送的客户设备输出的100/200/400/800GE以太网接口规范由IEEE802.3制定；波分设备与客户设备连接的客户侧光模块相关标准由OIF/MSA制定；波分设备涉及的业务信号封装和光传送系统，系统规范由ITU-T SG15制定，其中

ITU-T SG15 Q5涉及光纤，Q6涉及波分系统和光器件，而Q11规范OTN的帧结构、映射等技术；线路侧光模块的实现由OIF/MSA制定。

光传送的国内标准组织主要为CCSA TC6 WG1和WG4工作组。WG1规范的波分设备具有很高的权威性，基本反映了国内三大运营商的需求和设备商的能力，而WG4主要规范不同速率不同应用的光模块标准。

400G及以上速率光系统标准进展

OIF近年来在400G和800G相干光系统标准化方面走在了各标准组织的前列。2022年，OIF完成了400ZR标准规范。目前正在进行800G LR和ZR的规范，包含光系统参数、FEC、DSP和OTN映射等技术，预计2024年底完成。OIF的标准进展对ITU-T和IEEE802.3的800G标准化的技术动向有着重要影响。

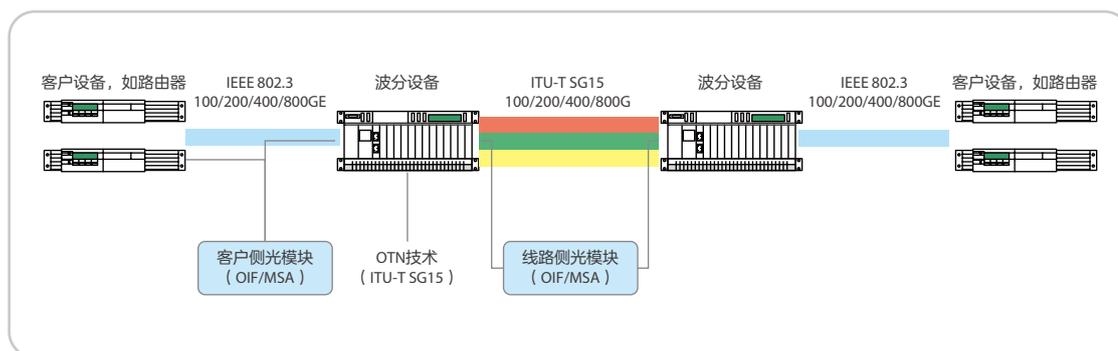
IEEE802.3在以太网接口的规范方面有着绝对的权威性。IEEE802.3正在规范800G/1.6T以太网接口，包括单通道100G和200G两种路线的不同



武成宾
中兴通讯标准预研总工



童玲玲
中兴通讯标准预研高级工程师



▲图1 光传送设备涉及国际标准组织关系图

传输距离接口。值得一提的是，2023年针对800G的10km应用是采用基于IMDD（intensity modulation and direct detection）还是相干技术方案，在IEEE802.3dj项目进行了多次激烈的讨论，最终802.3dj决定针对800G 10km设置两个项目目标，分别采用不同的技术方案。可以看到，随着单通道速率的提升，相干技术正在不断下沉和扩大其应用场景。

ITU-T SG15 Q6工作组自2018年发布100G DWDM规范后，在400G/800G的标准化方面进展缓慢。其根源是ITU-T致力于规范多厂家兼容的DWDM系统，并试图寻找一种判定发射机质量的参数，而对于相干调制的DWDM系统，很难有满意的效果。2023年2月，在Q6的会议上决定重新启动400G的标准化，并对800G的标准持开放态度。同时Q6未来C+L扩展波段的需求在800G DWDM的应用得到认可，Q6在400G和800G标准化中的作为值得期待。

CCSA TC6 WG1在400G光系统方面先后完成了《N×400G光波分复用（WDM）系统技术要求》《城域N×400G光波分复用（WDM）技术要求》

《C波段扩展的光波分复用（WDM）系统技术要求》系列行标，涵盖400G骨干、城域以及扩展C波段的应用，调制格式主要规范了2×200Gbit/s PM-16QAM/PM-QPSK、400Gbit/s PM-16QAM。

同时随着DSP（digital signal processing）和高性能FEC（forward error correction）技术的发展以及运营商的建网需求，这两年立项了《N×400Gbit/s超长距离光波分复用（WDM）系统技术要求》和《城域N×800Gbit/s光波分复用（WDM）系统技术要求》两项行标，将规范基于120Gbd以上的QPSK调制格式的WDM光系统，并启动了800G城域网的研究，使得国内在长距离和高速DWDM标准化方面走在了前列。

而CCSA TC6 WG4近三年来先后完成了400G强度调制和相位调制两种技术的7项系列标准，并启动了800G光模块的标准化，来支撑光系统标准的应用需求。

400G及B400G OTN标准进展

ITU-T SG15 Q11工作组作为OTN技术的主要



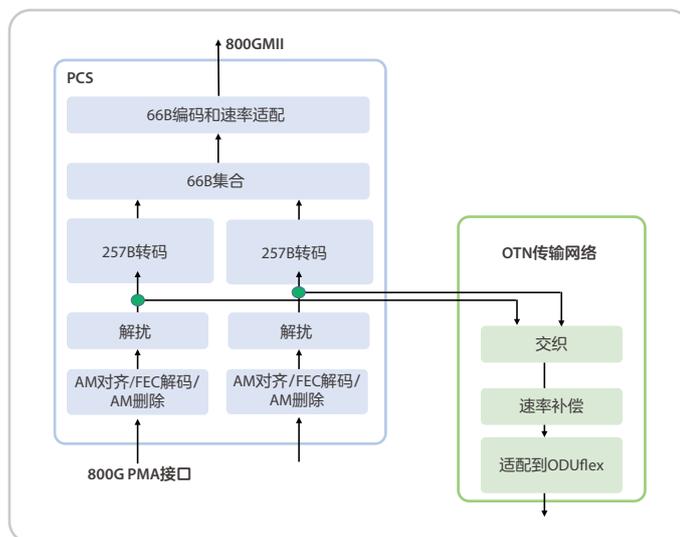
400G

标准制定者，在B400G OTN标准上达成了分阶段讨论的共识，第一阶段主要聚焦于800G OTN标准的制定，主要聚焦在如何承载800GE以太网业务和800G FlexO接口技术等方面，预计在2023年年底完成相关标准的制定；第二阶段则聚焦在800G以上的OTN接口技术，这将会作为2023年后标准讨论的一个重点。

在第一阶段的工作，ITU-T SG15 Q11已经达成了诸多共识。在承载IEEE802.3规范的800GE客户业务方面，确定了ODUflex (800G) 速率以及800GE到OTN映射的参考点，从800GE以太网接口恢复的2条257B格式的数据流，按照257B的粒度进行交织形成一条数据流。同时为了解决257B带来的对齐和MTTFPA (mean time to false packet acceptance) 问题，将ODUflex 4×3808行净荷划分为整数倍的257B块和38bit的填充，其中32bit用于承载CRC32完成相关错误标记功能。为了简化ODUflex和以太网接口时钟的倍频关系，还需要对该条257B数据流进行速率补偿，以弥补在800GE以太网处理中删除的AM速率。对比400GE而言，为了节省传输带宽，并拉近以太业务速率和OTN速率之间的差距，加大以太业务和OTN速率使用相同模块的可能，800GE到OTN映射参考点由66B码流变更为257B码流。从800GE PMA接口到OTN传输网的处理功能如图2所示。

在FlexO接口技术方面，根据传输距离不同，区分为FlexO-x-RS短距接口和FlexO-x-D<fec>长距接口。其中FlexO-x-RS短距接口在G.709.1规范，主要用于域内和域间互联，传输距离通常在40km以下。FlexO-x-D<fec>接口在G.709.3规范，主要用于相干接口长距互联，传输距离通常为100~450km。

在短距接口标准方面，确定先修订G.709.1，定义通用FlexO-8帧结构、速率、开销和映射技术，同时也为了其他标准组织如OIF或OpenRoadm更方便地进行相关帧结构的引用。由于B100G FlexO能够很好地支持到800G速率，确定800G FlexO接口继续重用基于1280×5140的



▲图2 800GE到OTN的处理功能示意图

FlexO帧结构。其中新增的相关映射技术包括以太业务直接映射复用到FlexO-xe的路径。该业务路径相较于传统B100G的映射复用路径减少ODUflex通道层和OTUCn复用段，允许复用多路100GE/200GE/400GE或者1路800GE映射直接到FlexO-xe。

在长距接口标准方面，相较于400G FlexO接口而言，随着单端口800G的传输带宽增加，在传输相同的距离的前提下，对光器件和模块的要求更严苛，所以在原来FlexO-x-DO全速率接口上增加降速接口FlexO-xe-DO接口，除了减少OTN复用层次外同时还降低了FlexO-x-DO接口DSP帧导频信号插入频率。这种接口主要适用于点对点的以太业务复用传输，而不支持OTUCn或ODUflex传输，对比于OIF 800ZR接口，可通过FlexO 3R再生功能扩展传输距离。

总体而言，400G速率的光传送标准在国内外标准组织基本完成，基于128GBd以上的QPSK调制的DWDM长距应用是标准的重点；而B400G以上速率包括800G乃至1.6T成为ITU-T、OIF、IEEE802.3和CCSA等国内外标准组织的研究热点，调制格式、映射技术、扩展C+L光系统、高性能FEC等将成为标准化的关键技术。ZTE中兴

400G相干光器件发展现状和趋势



沈百林
中兴光电子高级工程师



王会涛
中兴光电子规划总工

密

集波分复用技术已进入单波400G相干通信传输时代。单波400G有多种调制格式，如64GBd-PM-16QAM、96GBd-PM-16QAM-PS、128GBd-PM-QPSK，调制格式阶数越高，光信噪比要求越高，传输距离越短。相干光器件是相干通信的核心器件，包括相干光源和相干收发器件。相干收发器件按信号波特率可分为64GBd、96GBd和128GBd几种。64GBd相干光器件实现单波400G短距传输（PM-16QAM），128GBd相干光器件实现单波400G长距传输（PM-QPSK）。96GBd被认为是过渡速率，本文将着重介绍64GBd和128GBd相干光器件发展现状和趋势。

现状

相干光源包括固定波长激光器和波长可调谐激光器。固定波长激光器应用于点到点的短距传输系统，满足应用需求的前提下大幅降低成本。

波长可调谐激光器应用于密集波分复用系统，关键指标包括线宽、功率、功耗、调谐范围、调谐速度，其中128GBd应用有C+L双波段需求。波长可调谐激光器按原理分外腔激光器和集成激光器，均可以满足当前商用需求，器件成本很大一部分来自于复杂的生产组装和测试定标。外腔激光器为增益芯片和外腔滤波器芯片的集成，可以单芯片实现双波段功能；集成激光器需要设计双波段芯片切换方案。波长可调谐激光器主流采用热调方案实现波长调谐，调谐时间为百秒量级。波长可调谐激光器的行业标准为OIF-iTLA实施协议，封装尺寸朝小型化方向演进，同时，朝窄线宽（目标100kHz）、高功率（>+16dBm）、低功耗（<3W）、更快速调谐时间不断优化。

相干收发器件是指包括光芯片、电芯片、承载基板/管壳和其他辅助元件的光电集成器件，实现相干调制和解调功能。相干收发器件的核心是光芯片，光芯片材料有硅光、磷化铟和薄膜铌酸锂等3种，其特性如表1所示。其中，硅光是当

材料	技术成熟度	成本	功耗	调制插损	驱动器摆幅要求	调制带宽	探测带宽	单片C+L能力	尺寸	集成能力	封装友好性	发送端0dBm出光方案
硅光	成熟	低	中	大	高	<60 GHz (当前); ~90 GHz (理论)	~60 GHz (当前); >200 GHz (理论)	支持	小	接收+发送, 光源外置	支持非气密封装	配置单通道EDFA/SOA实现
磷化铟	成熟	中	中	中	中	~80 GHz (当前); ~150 GHz (理论)	~80 GHz (当前); ~150 GHz (理论)	不支持	中	接收+发送, 可集成光源, 外置偏振管理	需气密封装, 需制冷	片上集成SOA实现
薄膜铌酸锂	新材料	中	较低	中	中	~110 GHz (当前); >200 GHz (理论)	—	有望支持	中	发送, 光源外置	支持非气密封装	插损优于硅光

▲表1 光芯片材料特性比较



相干光器件实现400G短距传输，处于商用上升期；128GBd相干光器件实现400G长距传输，处于商用启动期。为满足400G相干光传输系统更低成本、更高容量、更长距离的需求，相干光器件将朝着标准化、小型化、高波特率、高性能等技术方向演进。

前小型化可插拔模块的主流选择；薄膜铌酸锂属于新材料和新技术，当前尚未产品化，有望在128GBd时代广泛应用。

发展趋势

相干光模块和光器件的封装形态发展趋势是标准化，以满足开放式光网络中互联互通需求，也有利于降低设计和制造成本。低功耗短距离相干光模块主流封装标准为QSFP-DD，大功率长距离高性能相干光模块主流为CFP2封装。在标准发展方面，器件级有分立光器件（ICR/CDM）和收发集成光器件（IC-TROSA）协议，以及相干光源iTLA协议；模块级有单跨短距离互联互通的64GBd-PM-16QAM 400ZR协议、多跨段互联互通的64GBd-PM-16QAM的400G Open ZR+和Open ROADM等MSA（multi source agreement）协议。

相干光模块采用小型化可插拔封装将成为主流，收发器件形态从分立向集成发展。数通模块采用QSFP-DD封装，电信模块CFP2封装成为主流。当前400G相干QSFP-DD模块可实现硅光器件和单通道EDFA的集成，应用于低功耗的短距离传输场景。硅光器件集成DSP芯片，采用微电子封装技术将是趋势，也就是光电共封装技术概念，即光芯片、模拟电芯片和DSP芯片共基板封装，实现高速信号更优的传输质量，在高波特率信号传输时尤为重要；磷化铟器件集成窄线宽可调谐激光器将是趋势，中长期内仍将存在分立器件和

集成器件两种形态，高速信号采用柔性电路板接口将是趋势；长期来看，薄膜铌酸锂器件和硅光的异质集成将是趋势。

相干400G传输从城域短距离向长途传输演进，促使相干收发器件波特率从64GBd迈向128GBd。2022年全球市场64GBd相干光器件约20多万只，2022年底Omdia预测未来五年相干400G模块的年复合增长率约为50%。2023年有128GBd相干光模块的现网试验报道，预计基于128GBd-PM-QPSK的400G长途传输技术即将成熟，2025年将规模商用。产业界64GBd相干收发器件现状是硅光为主，磷化铟为辅，在128GBd时代将导入薄膜铌酸锂材料。

随着相干收发器件速率或带宽的提升，光电协同设计成为趋势，以提高光电性能。相干收发器件中光芯片、电芯片以及基板/管壳的封装结构影响高速信号的传输质量，一般来说，小型化用BGA非气密封装，其他封装用FPC接口。光器件中电芯片带宽峰化将是必要功能，通过对光芯片、电芯片（以及DSP芯片）、基板的光电协同设计来保证光器件整体带宽的满足需求。

总体而言，64GBd相干光器件实现400G短距传输，处于商用上升期；128GBd相干光器件实现400G长距传输，处于商用启动期。为满足400G相干光传输系统更低成本、更高容量、更长距离的需求，相干光器件将朝着标准化、小型化、高波特率、高性能等技术方向演进。ZTE中兴

基于OTDR+GIS的光纤故障

智能化定位系统



魏登攀
中兴通讯OTN管控市场代表

400G OTN网络承载巨量的业务，而光纤是400G OTN光网络的核心载体，光纤故障对用户业务的影响面很大，修复效率直接影响着最终用户的体验。

引起光纤故障的原因很多，比如工程施工被挖断、刮风下雨被树枝挂断，或路面因载重货车重压变形而造成光纤劣化故障。当光纤故障引起OTN网络出现线路中断或劣化越限告警，传统处理流程是：OTN系统上报告警，通过声光告警提醒维护人员；维护人员发现告警，并判断故障原因；确定是光纤故障后，通知外线维护人员前往故障光缆两端的任一机房；外线维护人员用OTDR (optical time-domain reflectometer) 仪

表进行故障点测距，根据测距结果，结合外线光缆信息，人工分析大致定位故障区域；前往定位区域，寻找故障点并修复。这种传统的处理方式，故障定位不及时，定位准确度不够，很难做到快速修复光缆、恢复业务。

为实现光纤故障定位的全自动化，加快修复效率，中兴通讯开发了基于OTDR+GIS (geographic information system) 的光纤故障智能化定位系统。该系统方案主要包括智能化网管、OTDR单板、GIS地图三个主要要素，其中智能化网管是整个系统方案的核心和大脑。OTDR负责故障点距离的检测，GIS地图提供地图信息，智能化网管负责告警和数据的运算和分析，并把最终定位结果在可视化地图中呈现 (见图1) 。

当光纤出现故障后，该系统的运作流程如下：

- 检测和分析告警。光纤故障会引起各服务层以及所有经过的业务故障，此时会上报大量告警。系统一开始并不能判断是光纤故障，也可能是激光器故障、单板故障等。智能化网管系统收到告警后首先通过声光告警提示维护人员，同时启用规则和经验，通过AI智能判断，分析各类告警之间的关联性，定位根源原因，确定为光纤故障。
- 启动OTDR检测。网管系统确定光纤故障后，立即触发OTDR单板对故障线路光纤进行检测。OTDR单板通过光的散射和反射等特性，对光纤故障点的相对距离进行检测。



▲图1 光纤故障智能化定位系统方案架构



OTDR单板类似普通业务单板，可以插在任何通用槽位，再增加网管软件功能包和GIS地图数据，不需要改造网络就可以实现光纤智能化故障定位功能，可以快速复制部署到OTN网络。



图2 GIS地图中显示的故障点信息

- 智能分析和结果显示。OTDR检测出的是OTDR到故障点的距离，还无法精确定位故障点，需要智能化网管系统进一步分析处理。网管系统根据OTDR测试结果和OTN网络的拓扑信息，综合光纤光缆信息、标石信息、绕纤盘纤补偿信息等，通过AI智能分析和计算，得出光纤故障点的经纬度，并结合GIS地图信息，把光纤故障点在地图中显示（见图2）。
- 故障修复。外线维护人员根据准确的故障点定位信息，快速到位，完成修复。

光纤故障智能定位系统解决了运维的及时性和效率两方面的问题，定位效率提升90%以上。以运营商某市公司为例，光纤故障智能定位系统部署前，每次故障发生后，网管中心维护人员大约10分钟分析和判断故障，然后通知外线维护人员前往对应机房测量。外线维护人员平均需要40分钟才能到达机房开展测试，10分钟左右完成测

试并分析出光纤大致故障位置，总体定位耗时1小时左右。光纤故障智能定位系统部署后，故障发生后约5分钟内就完成故障分析，自动分析出具体故障点位置并通知维护人员，定位全程节约了55分钟左右，定位效率提升90%以上。外线维护人员不用去机房测试，直接奔赴故障点，加快了抢修效率。同时，也节省了大量的车辆使用，测试仪表维护、折旧等运维费用。方案部署后，该市一级线路每年光缆线路故障约30次，每年节省车辆使用，测试仪表的维护、折旧及人力成本等超过10万元。

OTDR单板类似普通业务单板，可以插在任何通用槽位，再增加网管软件功能包和GIS地图数据，不需要改造网络就可以实现光纤智能化故障定位功能，可以快速复制部署到OTN网络。该功能的广泛应用，能全面加快光网络线路故障的恢复，提升网络的健壮性，降低运维成本，助力运营商给用户提供更优质的服务体验。ZTE中兴

光层OAM技术：现状、应用与趋势



吴琼
中兴通讯光网络系统工程



冯振华
中兴通讯光网络预研工程

光 通信网络在信息时代发挥了关键作用，极大促进了人类社会的发展和创。随着“工业2.0”“数字经济”“元宇宙”等概念的提出，数字时代正逐步拉开帷幕，扩展现实（XR）、全息通信、智慧交互等新型应用对网络的带宽和服务品质的要求越来越高，光通信网络将面临持续的扩容压力和大规模扩容后的运维挑战。

随着全光网络的广泛部署，光层业务的灵活调度和实时感知显得愈发重要。目前波分复用网络的OAM（operation, administration, maintenance）以成熟度高的电层OAM为主。然而电层OAM精细度难以支撑庞大复杂的光传输系统，尤其是对于全光交叉网络，光层OAM缺失的问题格外突出，传统依赖人工调测和优化光路系统的方式不仅费时费力，还极易出错。因而，成熟的光层OAM技术对于提升波分光网络的智能化水平至关重要。

本文将介绍光层OAM相关的光层开销技术、光层性能检测技术与光层性能自动优化等关键技术及其研究现状，结合光网络智能化的发展目标，展示了光层OAM技术在超大容量灵活业务快速开通部署和强业务自愈能力的智能在线运维上的应用，并总结了未来光层OAM技术的发展趋势。

光层OAM关键技术

光层OAM的实现主要依赖于光层开销、光层性能检测和光层性能自动优化等关键技术。

光层开销技术

对于光层开销，目前G.709标准只定义了标识

与告警指示的定义、承载方式（OSC，optical supervisory channel），没有对帧结构进行详细定义。在实际系统运行过程中，主要使用电层开销，光层开销机制未被有效利用，只有将业务下路到电层才能读取开销信息，在全光传输过程中随路开销就无法发挥作用。

常见的光层随路开销承载方式有光层调顶和OSC两种。OSC一般部署在OTS（optical transmission section）段，主要用于承载传统DCN（data communication network）的管理开销，只能处理OTS或OMS（optical multiplex section）粒度的光层开销，无法处理OCh（optical channel with full functionality）粒度的光层开销，而且在OSC单纤双向部署场景下，没有OSC的业务方向就会出现随路开销缺失的情况。

借助光层调顶技术，可以构建完善的光层随路开销体系，在OCh层使用调顶，可以构建OCh层随路开销通道，同样地，在OTS/OMS层使用调顶，也可以构建OTS/OMS层随路开销通道。OCh层调顶与OTS/OMS层调顶结合，或者OCh层调顶与OSC结合，都可以构建完善的光层随路开销体系，实现足够精细的光层管理，弥补传统DCN网络在光层性能检测、故障定位以及业务调度上的不足，全方位提升光层OAM能力。

光层随路开销最大的优势是不需要借助复杂的IP路由关系即可实现随路开销与业务的绑定，从而实时感知光层的连接状态与物理性能，甚至可以借助光层随路开销管道来承载光层OAM信令，这让整个光层的感知、分析和调控都可以集中在物理层甚至是统一的通用光电芯片上实现，为光层智能化的实现创造了可能。

光层性能检测技术

常见的光层性能检测包含频谱检测、光功率检测与在线OSNR (optical signal to noise ratio) 检测。

频谱检测是利用光/电滤波器将待测信号的不同频率分量分离检测的方法,常用方法有光域频谱检测和电域频谱检测两种。

频谱检测器可以感知光路上的频谱均衡状态,辅助控制器完成频谱不均衡损伤的优化,结合光层开销技术,可以实现全光层的自动优化。此外,高分辨率的频谱检测器还可用于感知ASE (amplified spontaneous emission) 噪声引起的谱形变化,从而检测OSNR。

光功率检测技术是光层性能检测技术中应用和部署最广泛的技术,按检测颗粒度,通常分为总光功率检测和通道光功率检测两种。总光功率检测,一般使用“光电探测器+电路放大+模数转换器采集”的组合直接检测光路上所有波长(含ASE底噪)的总光功率,总光功率检测点在

光路上所有板卡中均有部署,可以用来感知光路板卡之间的连接损耗;值得一提的是,在光放大的输入和输出端部署总光功率检测点,可以辅助光放大器完成自动增益控制。通道光功率检测,常见方法有三种:OCM模块扫描频谱积分法、相干光模块内相干混频检测法与调顶检测法,前两种方法相对成熟,但受限于成本和集成度,难以大规模大范围部署,而调顶检测法可以将通道光功率检测跟总光功率检测的部署统一,大大简化光层的功率检测方案。此外,基于调顶的光功率检测时延在毫秒量级,可以实时感知OCh粒度的连接损耗,极大地提升光层的功率管理效率,同时也满足快速通道LOS (loss of signal) 检测要求,基于调顶的通道光功率检测体系可以快速感知和定位风险或故障链路。

在线OSNR检测,指在不中断业务的情况下完成该业务OSNR的测量。早期的波分复用系统(通常指10G系统)中,由于分配的频谱栅格远大于信号带宽,相邻的通道之间不存在频谱交



叠，而且底噪也不受滤波影响，因此通常使用带外插值的方法完成噪底和OSNR估计。后期随着40G和100G系统的商用部署，受ROADM站点滤波效应和相邻通道串扰的影响，带外底噪再也无法代表通道内真实的噪声水平，传统的带外插值估计方法完全失效，因而在线OSNR检测成为光层性能检测的一大难点。

OSNR检测的本质在于信号光与ASE噪声的定量分离，而根据两者的光学差异可以实现分离：如信号光是相干光源，ASE噪声则是非相干光源，采用延迟干涉甚至是受激布里渊效应等非线性方法即可实现分离；再比如信号光由两路正交偏振态的信号组成，而ASE噪声的偏振态则是随机的，采用偏振归零法也可以实现分离。然而，以上光学类方法普遍受环境的影响很大，如干涉效应对环境温度与细微振动很敏感，而信号偏振态也受环境影响而快速变换，因此，该类方法目前很难商用部署。另外一类方法基于数值与统计的差异实现信号与噪声的分离：如DSP类方法，通过解调信号或者利用信号相关噪声不相关的统计特性实现分离；如谱比较类方法，通过比较噪声引起的频谱数值差异实现分离。该类方法已经广泛部署于现有网络中，DSP类方法已内置于大部分主流相干光模块中，只能用于端到端OSNR的检测，且对非线性和滤波效应等ASE噪声以外的损伤很敏感，而谱比较类方法已通过商用OCM (optical channel monitor) 模块部署于光网络各节点中，可以检测任意节点之间的OSNR，能够弥补DSP类方法检测覆盖范围的不足，但检测精度严重依赖于OCM的频谱分辨率。

基于光纤链路的参数估计方法，即根据光纤链路中检测到的光功率和提前标定的光纤链路参数等信息，结合光纤和光放大器的物理模型，可以估算出光纤链路中任意位置处的OSNR，该方法在功率检测的基础上无额外硬件部署要求，检测覆盖范围大且无死角，与基于调顶的光功率检测方法结合还能极大地提升OSNR检测效率，将光层的感知能力提升到一个全新的层次。

光层性能自动优化技术

利用对发对收的两个OTU (optical transponder unit) 之间构建的波长标签所使用的物理信道可以实现光层OAM开销信息的两端交互，从而实现光层性能的闭环优化。如在光层OAM开销信息中写入谱形特征以及频谱均衡 (含预加重和分片整形等) 等参数，可以不借助传统信令网，完成收发端频谱不平衡损伤感知与端到端穿通优化联动，从而实现全光层业务频谱的自动均衡，解决动态可重构光网络中因滤波损伤和通道内功率不平坦引起的光层业务传输性能的劣化问题。

利用光层OAM随路开销或者传统的DCN连接实现上下游通道功率与OSNR的交互，如果以毫秒级的低时延性能开销实现，就可以让光路上每一个OTS/OMS段都具备独立的实时输入输出性能感知能力，每一个OTS/OMS段都可以根据输入输出的通道功率与OSNR的变化做出快速调整与优化，从而为全光层的通道功率与OSNR自动优化创造了可能。通道功率与OSNR自动优化一般有四种可选的策略：

- 目标功率与功率平坦度优先策略：给各站点的发送端和接收端设定固定的目标功率，优先将业务波长功率调节至设定目标功率，同时不能超过目标功率的最大偏差和功率平坦度指标约束；
- OSNR余量与复用段OSNR平坦度优先策略：每个复用段均以OSNR平坦度最优为调节目标，同时需满足每条业务的OSNR余量不低于最低门限要求；
- OSNR余量与单位比特能耗优先策略：每条业务在满足OSNR余量要求的前提下，以能耗最低为优化目标，可通过调节收发端光模块参数和光路功率来降低设备功耗；
- 多目标混合优化策略：将多种优化策略中的优化目标按不同权重叠加到一起，形成一个新的混合目标作为优化方向，能够达到多目标平衡的效果。



利用光层OAM随路开销或者传统的DCN连接实现上下游通道功率与OSNR的交互，如果以毫秒级的低时延性能开销实现，就可以让光路上每一个OTS/OMS段都具备独立的实时输入输出性能感知能力，从而为全光层的通道功率与OSNR自动优化创造了可能。

光层OAM技术应用

光层OAM技术在光层业务的开通部署和在线运维阶段均可以发挥重要作用。

超大容量、灵活业务快速开通部署

在超大容量、灵活业务的开通部署阶段，由于大量的光交叉节点连纤关系复杂，人工操作很容易失误，因而需要连纤关系自动发现方法来确认连纤关系和质量。借助光层调顶技术，既可以发现并检验连纤关系，还可以通过调顶检测的光功率来计算连接损耗，可以大大简化开局光纤连接阶段的人工操作与检验环节。

在完成连纤自动发现需要新建业务时，可以通过光层随路开销来辅助完成光路连通性校验，同时使用光层性能自动优化技术实现光层业务传输性能的快速优化，如可以通过通道内频谱自动均衡技术解决因滤波损伤和通道内功率不平坦引起的光层业务传输性能的劣化问题，通过通道功率与OSNR自动优化技术将光层业务的通道功率与OSNR调至最优状态，如可以选择功率平坦度最优、OSNR平坦度最优或者单位比特能耗最优等优化策略。全光层的性能快速感知与自动优化技术，可以减少跨层协议与信令交互，能够显著提升业务开通部署效率。

强业务自愈能力的智能在线运维

智能在线运维要求在不需要人力干预的情况

下，系统能够处理网络突发状况，保持客户业务的稳定性。

当发生光缆老化、弯折、挤压、振动等光层性能劣化事件时，光路损耗发生变化，从而导致光层业务性能劣化，此时，基于光层OAM的快速性能感知单元能够及时发现这一功率和衰减量变化并完成自动优化，维持在线业务的功率水平，保证客户业务的可靠传输。当发生WSS (wavelength selective switch) 通道波长指派、衰减量设置等光层业务动态调整事件时，光路频谱不均衡损伤发生变化，从而导致光层业务性能劣化，此时，基于光层OAM的快速性能感知单元能够及时发现这一频谱不均衡损伤的变化并完成频谱自动均衡，维持在线业务的频谱均衡水平，保证客户业务的可靠传输。

当光层性能劣化到无法达成在线优化目标时，如断纤故障，需要触发业务恢复动作，首先得完成恢复路由的计算，在计算恢复路由时，需要合理避开有性能风险或故障的链路，而光层OAM感知单元在实时感知业务风险或故障的同时，能够快速定位出风险或故障链路位置，刚好能够辅助提升算路的效率和光网络资源的利用率，在业务重路由之后，也能基于光层OAM的快速性能感知和优化机制完成业务的快速恢复，提升客户业务的服务质量。

技术分析展望

调顶技术的随路特性与极致的通道性能检测

能力，使其在光层OAM技术的演进中扮演着越来越重要的角色。基于调顶的光层OAM技术当前需要解决物理层的技术难题。主要体现在调顶载频等关键物理层参数的选取上，载频选取过高，受非线性SRS (stimulated raman scattering) 影响，调顶信号会对不同波长形成较大串扰，长距传输场景应用受限；载频选取过低，受色散引起的功率衰落影响，调顶信号经过长距离传输后接收灵敏度与功率检测精度均会劣化，需要选取合适的载频，将非线性SRS和色散功率衰落的影响降到最低，并且能同时满足以下应用要求：

- 满足G.652、G.654和G.655等色散与非线性差异较大的光纤传输场景，需在不同光纤传输场景下达到非线性SRS与色散功率衰落的平衡；
- 满足200G QPSK、400G QPSK等大波特率业务的长距离传输场景，需解决大波特率业务色散功率衰落严重的问题；
- 满足C+L扩容需求，需预留足够多的频谱资源用于调顶载频的分配，并保证多载频检测时的高接收灵敏度要求，通常-30dBm以下。

当前基于调顶技术实现的光层随路开销缺陷主要有两点：

- 中间节点只能读取调顶信息，不具备改写能力，因而暂时无法自成体系，进而独立实现光纤链路自动发现与快速故障定位等光层OAM基础需求；
- 在保证不影响主光业务性能的前提下，调顶的速率最多只能做到Kbps量级，因而调顶通道无法承载大带宽低时延类型开销，其应用范围严重受限。

为了发挥出调顶随路开销在光层OAM中的最大作用，需将其与电层开销、光监控信道OSC等传统开销机制协作，取长补短。而多级开销协同涉及到不同技术特点的多级开销接口的定义及规范，对传统DCN网络架构也会形成较大冲击。当前，我们仍然需要挖掘更多光层OAM开销协同技术的应用，其应用价值与实现代价需要进一步

探讨。

未来光层OAM技术将会朝三个方向演进：

- 构建更加完善的光层开销体系：光标签技术提供了一种光通道层随路开销传输渠道，为光层开销体系的完善开辟了新的局面，新的光通道层开销的定义将会引入新的光层OAM功能，随着光层开销的不断完善，光层OAM的功能也会日趋成熟。
- 构建更加快捷的光层感知网络：光标签技术提供了一种板上集成的光通道层性能快速检测方法，高度集成的特点便于其在光网络中广泛部署，随着基于光标签功能的光层感知网络的全面部署，光通道层性能的感知将会变得无时无刻无处不在，海量光层性能数据的采集将会为光层智能化引擎提供更为实时可靠的决策依据。
- 构建全连接的光层一体化OAM平台，OSC随路开销与光标签随路开销的结合、“OSC+光标签+OPM (optical performance monitoring) + OTDR (optical time domain reflectometry)”等光检测与随路开销功能的融合，并最终出现硬件集成与芯片定制化的产品形态，整个光层的所有感知与开销功能均统一集成于同一光层OAM功能单元内，而光路上所有的光层OAM功能单元均通过统一的光层随路开销连接到一起，互相之间能够进行实时性能等信息的共享和管控信令的传递，就像一个整体一样，全连接的光层一体化OAM平台必定会将光层智能化提升到一个新的层次。

综上所述，光层OAM技术是光网络运维的核心，是光层智能化的基础，具有广阔的发展与应用前景。当前仍需要关注光层感知和开销通道的物理实现与部署，在解决物理层实现问题之后，需要进一步考虑光层所有感知与开销功能的融合，赋予光层自主感知、分析、优化的自治能力，最终才能实现真正的光层智能化。 ZTE中兴

基于uSmartNet的自智网络 方案实践

进入5G时代，通信网络从服务于人走向全面服务于数字化社会，各行业都在积极探索数字化转型道路。数字经济增长给电信产业带来了新的机遇，也给网络运维运营、降本增效等方面带来了挑战。自智网络成为电信行业认可的发展方向，运营商大都把自智网络的系统化构建和演进，作为其发展的核心战略，并制定了自智网络目标愿景与实现路径。

中兴通讯积极参与自智网络产业实践，2019年即推出uSmartNet自智网络全域解决方案。该方案基于VMAX智慧中台产品，构建包括基础系统、网络协同和业务协同的跨域协同自智系统。VMAX智慧中台利用“数据、AI、技术”三平台提供数据驱动、AI赋能和通用技术能力，并通过可视化开发融合、数据处理融合和任务调度融合，形成统一的大数据和AI界面及融合能力；各能力中心则通过持续沉淀和开放“规建维优营”全方位能力，实现能力的共享复用，并赋能智能运维和智慧运营的多个场景，推动应用创新和快速上线。

2022年，部分运营商已经完成新一轮自智网络建设与评级，向全面L3迈进，局部实现L4突破，积极探索数字化转型。在中国移动自智网络建设中，uSmartNet协助在需求预测、端到端业务质量劣化检测、语音感知跨域分析、数据感知跨域分析等近50个跨域单域场景实现全面达成L3。

跨域单域协同应用实践

本专题实现网络故障自动闭环：基于运维经验和AI算法构建故障诊断模型，自动下发策略对网络故障进行诊断，识别根告警；依据诊断结果分析故障原因，通过下发恢复脚本或自动派单实现网络故障自动化闭环。

选取VoNR典型业务场景，由VMAX智慧中台一键投诉处理/业务质量监控发现问题，触发端到端问题定界。若VMAX定界为无线侧问题，且结合MR判断为覆盖类根因，VMAX智慧中台将下发问题小区列表至AAPC（adaptive antenna pattern change，天线权值自适应），进行优化区域设置、最优权值估算；再发指令给UME实现问题闭环自动处理，并对处理效果实施效果评估。

基于VoNR业务的跨域单域协同方案已在沿海某省落地，实现了VoNR质差小区自优化闭环管理流程，极大地提升了网络优化效率。

4G/5G容量预测应用实践

需求预测是基于历史数据和未来预判得出的有理论依据的结论，有利于运营商对未来网络用户数、流量的增长做决策参考；其次，需求预测能为网络扩容、网络资源调配起推荐作用，有助于网络部门识别未来网络资源瓶颈，减少受业务的波动影响。



邹伟
中兴通讯网络技术研发中心
大数据总工



蒋师
中兴通讯网络技术研发中心
大数据总工



张鹏
中兴通讯大数据市场策划总监



5G语音业务质量跨域分析，基于全量4G/5G信令数据采集，支持从信令全流程、重要接口、关键阶段、跨域关联、呼损原因等多视角端到端分析，服务于运营商“占得上、打得通、接得快、不掉话、听得清”的语音业务质量管控体系。

基于AI算法的容量预测，综合考虑时间序列的趋势因素、周期性变化因素和特殊因素（如节假日等），根据历史数据进行模型训练，生成AI模型，预测各网元未来时刻的业务量，助力提前识别网络资源瓶颈。基于历史时间序列的自然趋势增长预测模型算法，支持统计学习算法（线性回归算法、加性回归算法、Theta算法、指数平滑算法、分位数回归算法和组合预测算法等）、机器学习算法（LightGBM算法等）、深度学习算法（LSTM算法）等。

该方案已在中国移动九天平台孵化区发布，某沿海发达省份使用该方案对2022年节假日保障场景进行预测，业务量预测值和现实值的差距小于5%，比前一年节日保障场景预测准确率提升75%；多个省份调用了该能力，月调用次数16.45万。

端到端业务质量劣化检测应用实践

基于移动语音、上网、短信等连续N（ $N \geq 7$ ）小时/天粒度的端到端业务质量指标数据（如成功率、速率、时延类指标），通过n-sigma、SARIMA等算法，根据每个指标的周期性、波动性等特征进行匹配，输出有异常的业务质量指标及发生时间列表，可用于业务质量指标的异常检测。

劣化检测可以广泛应用于Web、Video、Game、VoNR、EPSFB、VoLTE、AR/VR、5G专

网、核心网等场景的业务感知异常识别。除单场景应用外，还可直接应用于跨域协同分析等领域，以及用户综合投诉等场景，实现业务闭环，进而提高运维效率。

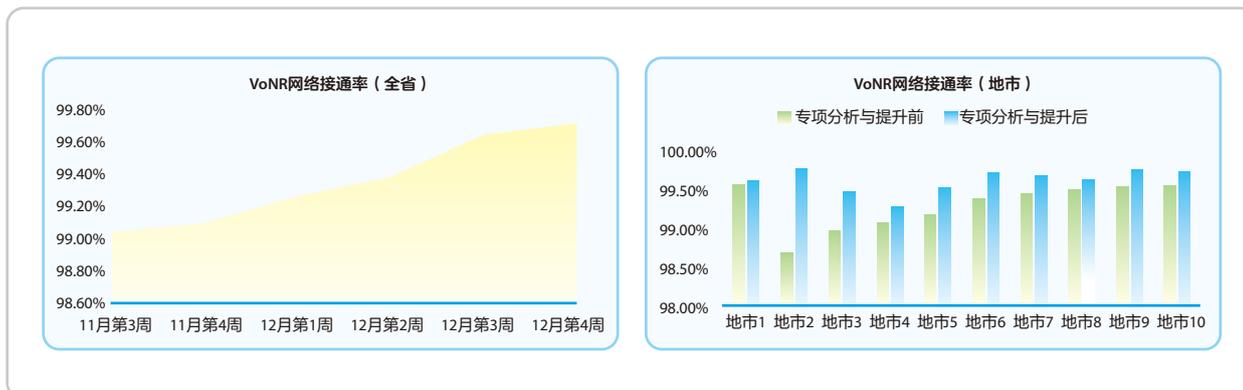
该方案已在中国移动九天平台孵化区发布，基于用户感知指标模型，面向业务、网元具备按需配置告警监控能力，实现质差识别分钟级输出，并以告警形式对接三方系统，输出质差劣化告警，经验证质差识别准确率93%；多个省份调用了该能力，月调用次数46.72万。

5G语音业务质量跨域分析应用实践

5G语音业务质量跨域分析，基于全量4G/5G信令数据采集，支持从信令全流程、重要接口、关键阶段、跨域关联、呼损原因等多视角端到端分析，服务于运营商“占得上、打得通、接得快、不掉话、听得清”的语音业务质量管控体系。

以未接通类问题为例，按照原因、网元、位置、用户、终端、全流程第一拆线、SIP第一拆线、编码等8个维度聚类分析，方案可精准指导质差根因定位。而对于语音质量类问题，可根据关键接口上下行质差特征界定到无线、5GC及IMS三域。

5G语音业务质量跨域分析支撑中国移动多个省份相关子场景自智评级达成L3，同时某省在该



▲图1 某省VoNR网络接通率变化趋势



▲图2 某省数据业务质量指标变化趋势

项能力支撑下，高效定位VoNR未接通问题，再进一步联合省公司网管中心、无线优化中心进行问题处理后，VoNR接通率得以明显提升，用户语音感知有效改善（如图1所示）。

5G数据业务质量跨域分析应用实践

依托VMAX智慧中台，基于异常检测和劣化预测模型能力，针对实时发现的质量问题，基于历史数据通过AI算法动态调整指标门限，如干扰度门限、QoE/KQI/KPI质差门限等。通过多维细粒度分析，提供不同时段精准质差门限能力；通过AI算法针对TOP业务小类构建专家经验库，提升界定定位准确度。

建立了多维感知评估体系，涉及指标高达

5000+，覆盖主流业务及应用如网页、视频、游戏及头部APP。中部某省利用其开展重点业务感知专项分析，云游戏RTT时延、HTTP业务上下行速率等明显改善，有效提升用户数据业务感知（如图2所示）。

中兴通讯基于uSmartNet构建跨域协同的数智大脑，打造端到端自智网管系统，支撑客户实现网络智能化和智慧运营，并已在2022年中国移动自智网络建设实践中初见成效。2023年，中兴通讯将持续深化L3能力的生产实践，在跨域单域协同、业务质量跨域分析等方面加大规模应用，同时继续在业务质差定位、用户投诉预测、用户投诉定界等方面探索L4升级路径，全力协助运营商进行数智化转型升级。ZTE中兴



中兴通讯助力中国移动

完成全球首个400G QPSK现网试点



高扬
中兴通讯有线产品规划
主管

随着时代发展，基础网络已从关注网络性能向关注用户体验转变，东数西算工程、5G业务、垂直行业应用、政企专线等场景对带宽和时延提出了更高要求。因此，骨干传送网在提升单波传输速率的同时，也要具备传输更远距离的能力，从而达到提升系统传输容量、延长传输距离、减少局间中继、降低网络中继时延的目的。

400G全光网技术是骨干传送网下一代代际演进核心技术，可深度满足算力网络对基础网络大带宽、低时延的需求。该技术可分为三代，第一代是波特率为64Gbd，支持16QAM城域传输，已经商用；第二代是波特率约为96Gbd，支持16QAM-PCS中长距传输，在小规模试点；第三代波特率达到130Gbd，支持QPSK超长距干线传输，即将具备商用能力。中国移动作为100G和200G应用部署的先行者，始终走在研究400G技术队伍的前列。同时中兴通讯也对400G重点投

入，配合运营商在产品研发、网络验证等方面做了大量的工作。

从2018年开始，中国移动经历5年4次实验室验证和2次现网试点，在400G传输领域持续进行系统研究和探索，并取得了显著成果。2021年底以前，受限于光器件成熟度限制，中国移动主要聚焦于16QAM及16QAM-PCS的研究。2021年底开始将研究方向转向400G QSPK。

试点方案

2023年初，中兴通讯助力中国移动完成全球首个400G QPSK（Quadrature Phase Shift Keying，正交相移键控）现网试点。为确保达到试点目标，主要采取以下措施：

- 为确保满足实际开通要求，所有光放段均预留一定余量。
- 试点全部采用现网光纤、非等跨大衰减真实

本次中兴通讯助力中国移动完成400G QPSK现网传输验证，充分验证了前期对400G QPSK技术理论能力的预期，必将推动400G网络建设步伐。

跨段，较实验室等效跨段测试更具说服力；放大器以EDFA（掺铒光纤放大器）为主，更符合现网维护习惯。

- 采用多波调谐配置，1个可调谐真波+39个填充波，遍历C6T波段验证各通道性能。

在此次试点中，采用中兴通讯大交叉容量光传输旗舰商用产品ZXONE 19700，该设备基于业界首款支持130G波特率的400G QPSK模块，借助32维OXC及支线路分离电交叉400G板卡，采用现网广泛应用的G.652.D常规光纤，跨浙江、江西、湖南、贵州四省、涉及45个光放段，实现总长度达2808 km的超高速传输，同时完成全球首个陆缆5616km现网最远传输，创造400G QPSK无电中继现网传输距离世界纪录。此次成功试点证明400G QPSK技术已基本成熟并向商用化进一步迈进。

客户收益

此次试点的成功，可有效推动中国移动在东西部数据中心之间实现400G高速互联，加载算力业务，完成东数西算、东数西训、东数西存、东数西渲等算力应用。

- 采用400G QPSK方案，传输距离更远，可减少中继站点，降低网络时延。同时在本次试点中采用的130G波特率光模块可支持400G 16QAM/16QAM-PCS及QPSK等多种调制方式，实现DCI、城域网、省干网及国干网等

全场景覆盖，为全网部署打下基础。130G波特率光模块有多家主流供应商在研/供货，市场竞争更充分，成本优化空间更大，可有效减少建网成本。

- 采用C6T+L6T光系统，保证速率升级的同时，系统容量倍增，可有效延长网络寿命，减少客户投资。在100G QPSK时代，80波只需要C波段4THz带宽，进入200G QPSK时代，80波需要占用6THz频谱，对应扩展到C++波段，而进入400G QPSK时代后，80波系统将要占用12THz带宽，意味着需要配合L++波段。
- 采用自动功率优化（APO）算法，实现了C+L系统开局调测快人一步、稳态性能优人一等的目标。
- 沿用现网光纤、机房等基础设施，可节约建网成本，同时实现了网络快速部署。对于G.652.D光纤及EDFA放大实际光纤链路，仅需配合L波段设备部署和功率管理算法即可达到1500km以上的传输距离，可满足绝大多数应用需求。

本次中兴通讯助力中国移动完成400G QPSK现网传输验证，充分验证了前期对400G QPSK技术理论能力的预期，必将推动400G网络建设步伐。未来，中兴通讯将携手全球运营商筑牢算力网络全光底座，推动新一代光通信技术演进，共促数字经济新发展。 **ZTE中兴**



土耳其移动Turkcell:

部署全球首个商用12THz超宽频谱波分网络

中兴通讯助力土耳其移动Turkcell在土耳其第四大城市布尔萨完成业界首个具备12THz超宽频谱演进能力的OTN网络部署。该项目将大幅提升土耳其移动在当地网络的带宽容量，实现用户业务快速接入，显著提升用户体验。



许永康
中兴通讯产品规划主管
(有线)

土耳其移动Turkcell是土耳其领先的综合通信和技术服务公司，通过其移动和固定网络为客户提供语音、数据、电视服务以及增值个人和企业服务，总部位于伊斯坦布尔。随着5G网络流量呈爆发式增长，网络对带宽需求增长，土耳其移动亟需建设一张增强型城域波分网络，以满足客户需求。土耳其移动携手中兴通讯启动建设其布尔萨城域波分网络。

在该网络中，中兴通讯为土耳其移动提供基于1T背板带宽的强大OTN平台，大幅提升网络传

输容量。中兴通讯ZXONE 9700设备是一款面向100G和超100G的统一交换OTN设备，适用于骨干核心层以及城域网络，可充分满足土耳其移动对大颗粒数据业务的透明传输、灵活调度、汇聚处理以及对业务管理监控的需求。本项目还采用了ZXMP M721设备。ZXMP M721是中兴通讯开发的紧凑型OTN产品，适用于城域网的汇聚层和接入层。其集成度高、接入业务灵活，有效节约了机房面积和电源功耗，显著降低运行和维护费用。

超100G OTN是支撑新业务发展的必然选择，

中兴通讯为土耳其移动提供基于1T背板带宽的强大OTN平台，大幅提升网络传输容量。中兴通讯ZXONE 9700设备是一款面向100G和超100G的统一交换OTN设备，适用于骨干核心层以及城域网络，可充分满足土耳其移动对大颗粒数据业务的透明传输、灵活调度、汇聚处理以及对业务管理监控的需求。

本项目采用200G PS-16QAM系统来满足土耳其移动城域网传输要求。通过电域整形技术提高传输能力，从而实现超长距传输，并支持平滑演进至400G。新技术的应用实现了超100G传输能力的显著提升。

同时，中兴通讯在该城域WDM网络中预置C+L波段耦合器，可支持土耳其移动快速、平滑地向多波段演进。传统C波段频谱带宽约4THz，而C+L波段频谱带宽可增至12THz，相比标准80波C波段可提升两倍系统容量，在不增加光纤资源投资的前提下，实现更强的传输能力，充分满足其未来数据网络对带宽的需求。

此外，中兴通讯提供主控单元、电源模块单元、时钟单元1+1冗余保护和WASON (WDM automatic switch optical network) 等多重保护机制，大幅提升业务可靠性及网络智能化水平；部署CDC-F ROADM方案，大幅提升波长利用率，

精简业务上下路单元单板数量，简化网络运维难度。中兴通讯还提供光功率自动均衡技术实现通道层和复用段层功率均衡；利用OTDR (optical time domain reflectometer) 实现几分钟内的光纤故障定位，从而实现光纤自动保护和恢复。运维方面，中兴通讯采用ZENICE ONE系统对网络进行管理，支持业务快速自动开通，提供南北向开放接口提升互通能力，自动化主动运维提升了效率，提高了用户体验。该项目的成功商用将加速土耳其移动未来5G网络发展进程。

中兴通讯帮助土耳其移动建立了超宽频带的波分光网络，实现更强的传输能力，提供便捷的运维，充分满足其未来数据网络对带宽的需求。中兴通讯始终密切关注光网络发展方向及运营商的核心需求，并致力于在通信技术领域持续探索和创新。未来，中兴通讯将与土耳其移动继续密切合作，助力土耳其实现网络数字化转型。ZTE中兴

中兴通讯王泰立： 400G QPSK技术路线确立， 筑算力网络全光底座

摘自《C114通信网》 作者：刘定洲

3月2日，在浙江宁波举办的“光网筑底，算力扬帆——中国移动算力网络400G全光网技术试验阶段总结暨产业推进研讨会”上，正式发布世界最长距离400G光传输现网技术试验网络，并提出加快推进400G高速光传输产业发展的倡议。

这张试验网横跨浙江、江西、湖南、贵州四省，涉及45个光放段，实现5616km超长距离陆地实时现网传输。中国移动也因此明确了400G QPSK（正交相移键控）作为长距骨干技术方案。

作为中国移动的重要合作伙伴，中兴通讯全程参与了中国移动向400G迭代升级的壮丽旅程。在研讨会期间，中兴通讯承载网产品副总经理王泰立接受C114等媒体采访，畅谈了400G技术演进、400G与算力网络联动等热门话题。

“东数西算”呼唤400G骨干网

我国在去年2月正式启动“东数西算”工程，如今已满一年。一年时间里，东数西算的战略价值已经得到产业界的广泛认同，无论是网络产品、算力产品都有大量企业布局。其中，光网络作为算力网络的底层基础设施，重任在肩。

王泰立认为，当前以算力网络为特性的新时代，对光网演进提出新挑战及需求。主要包括三个方面：

一是如何满足数据激增带来的带宽需求。从Omdia数据流量预测看，2019—2024年CAGR达28%，在东数西算大背景下，骨干光网对带宽需求最为紧迫，亟需从当前单波100G/200G升级至400G，满足数据中心长距高速互联需求。

二是如何保障提速不减距，以降低建网成本。从现网100G/200G骨干光网场景看，长距需求占比约为56%，在400G技术选择时需要考虑超长距离传输能力，做到提速不减距，以减少中继数量，降低网络投资。

三是如何保障性能及响应双碳战略。东数西算工程除了带宽需求外，对时延、PUE等也提出明确指标，要求全国DC枢纽间时延小于20ms，同时为响应国家碳达峰、碳中和目标，在网络升级及演进时，需考虑低碳方案。

这一观点可以说是中兴通讯推进400G的大方向思考。据了解，中国移动运营着全球最大100G OTN网络，同时在算力网络建设方面先行一步，多次强调算力网络是未来发展的“重中之重”，并在运营商中率先向400G演进。中兴通讯



本次中兴通讯联合中国移动完成400G QPSK现网传输验证，充分验证了前期我们对400G QPSK技术理论能力的预期。基于130G波特率的光电器件将成为下一代高性能传输性的核心技术及主流选择，成为骨干网从100G QPSK、200G QPSK向400G QPSK演进超长距传输方案的最佳选择。

王泰立

中兴通讯承载网产品副总经理

也对400G重点投入，配合中国移动在产品研究、网络验证等方面做了大量的工作。

400G创新技术验证

王泰立介绍，在配合中国移动骨干网迭代的过程中，中兴通讯提出了多个400G创新技术。最具代表性的，一是“Real 400G”，二是12THz带宽商用技术方案。

Real 400G，即单波400G QPSK与100G/200G相当的传输能力，提速不减距，以降低建网成本。在光器件方面，130G波特率相比96G波特率市场竞争更充分，成本优化空间更大，基于130G波特率的高性能光器件既是支持400G QPSK的技术基础，也成为下一代骨干网从200G迈向400G长距传输的最佳选择。在调制方面，采用400G 16QAM/16QAM-PCS及QPSK等调制方式，传输速率100G~1.2Tbps按需随选，配合不同频谱宽度，实现骨干、城域及DCI不同场景容量与距离的最佳适配。

而从11THz向12THz的频谱扩展，一直是近年业界一大技术难点和热点。中兴通讯通过新掺杂设计、新pump方案及控制算法，解决L6THz

光放大器性能劣化的问题；基于背景波填充技术，解决增减波长时、光功率转移及性能劣化；采用多级、多点APO自调整，解决系统运行时光功率不均衡问题，最终实现一个简洁的C+L波段Real 400G光路系统。

“本次中兴通讯联合中国移动完成400G QPSK现网传输验证，充分验证了前期我们对400G QPSK技术理论能力的预期。基于130G波特率的光电器件将成为下一代高性能传输性的核心技术及主流选择，成为骨干网从100G QPSK、200G QPSK向400G QPSK演进超长距传输方案的最佳选择。未来我们将持续推进超高速光器件的技术发展，通过大规模应用，降低整体网络成本及功耗。”王泰立表示。

通过倡议，中国移动展现了向400G迭代的战略决心。中兴通讯也将推进基于C6T+L6T超宽谱波的400G QPSK现网长距离测试与商用落地。推进超高速率、超长距离、超大容量、超宽频谱、数字孪生、AI智能等关键技术研究突破，助力OTN网络向大带宽、低时延、高效灵活、安全可靠演进，实现算力网络全光高速互联和敏捷灵活调度。 ZTE中兴

创造超长距离光传输纪录， 中国移动携手产业链开启400G新时代

摘编自《通信世界网》 作者：刁兴玲

当前，数字经济成为驱动我国经济发展的关键力量，算力成为核心生产力。随着信息通信技术的飞速发展以及4K、8K、VR、AR业务的层出不穷，网络流量越来越大，骨干网亟待扩容。目前400G与算力网络成为业界关注的重点。作为产业链领头羊，中国移动的动向备受业界关注。

算力网络，光网先行。光网络是算力网络的重要基础和坚实底座，是中国移动算力网络创新试验示范网（CFITI）的重要内容。中国移动运营着全球最大的100G OTN网络，也在持续推动100G向400G的演进，近日中国移动在400G关键技术试验方面取得了突破性进展。

意义重大：400G全光网技术攻关及试验取得标志性成果

横跨浙江、江西、湖南、贵州四个省，涉及45个光放段，实现5616km超长距离陆地实时现网传输……400G QPSK（正交相移键控）无电中继现网传输距离创造新纪录！中国移动在近日举行的“光网筑底，算力扬帆——中国移动算力网络400G全光网技术试验阶段总结暨产业推进研讨会”上，正式发布了世界最长距离400G光传输现网技术试验网络。

作为中国移动算力网络创新试验示范网

（CFITI）新技术试验的重要环节之一，400G全光网技术攻关及试验目前取得了系列标志性成果。

一是明确了400G QPSK（正交相移键控）作为长距骨干技术方案。收敛调制格式是400G面临的首要问题，通过理论分析、试验研究，结合传输距离、器件和产业继承性、产业链支持等因素，骨干长距传输最终确定为应聚焦在QPSK技术路线发展。

二是采用C6T+L6T波段实现80波大容量系统。中国移动联合业界提出，400G系统应将光纤波段由C波段扩展至全新的C+L波段，总宽度扩展到12THz，攻关L6T光放大器、多波段功率均衡等技术难点并完成原型系统试验研究。

三是沿用现有光层基础设施满足长距传输需求。研究表明，400G QPSK可沿用G.652.D+EDFA（掺饵光纤放大器）方案，达到1500km以上的传输距离，可满足绝大多数应用需求。未来基于G.654.E光纤，可进一步增加约50%以上的传输距离。

四是带动产业全面推进400G核心技术自主可控。通过牵引400G QPSK与C6T+L6T技术，全面推进130G波特率调制器、高性能DSP（数字信号处理器）及算法、L6T光放大器及WSS（波长选择开关）等关键核心组件实现国产化。

此次验证的算力网络400G全光网技术是骨干传送网下一代代际演进核心技术，可深度满足算力

网络对于基础网络高带宽、低时延、灵活调度能力提升需求。中国移动计划建设部副总经理丁宏庆表示：“400G全光网技术试验将对下一步工程建设起到先导性作用，对于后续投建意义重大。”

长距400G QPSK商用之路拉开帷幕

“本次发布400G技术试验阶段性成果，提出了长距400G QPSK技术路线，是光传输技术从100G向400G代际演进的重要里程碑。”中国移动研究院副院长段晓东表示。此次400G全光网超长距光传输试验，成功验证了400G QPSK的技术性能，为后期商用化做好了技术准备。

“在‘东数西算’工程、国家‘双碳’目标指引下，我国骨干光网络已迎来400G建设的黄金发展期，将更好地满足数据、算力和算法的高速无阻联接。光网络作为‘算力网络’的关键一环，需要向‘全光高速互联’和‘全光灵活调度’两大方向纵深发展。”中兴通讯副总裁、技术规划总经理赵志勇表示。

在中国移动集团级首席专家、中国移动研究

院基础网络技术研究所所长李晗看来，400G技术应满足中短距（城域和部分省干）与长距（骨干）两大传输距离需求。中短距应用重点考虑频谱效率，长距应用重点考虑传输性能，折中评估三大路线的应用场景。400G技术路线选择应综合考虑“性能、产业、自主可控”因素，进行技术路线选择——性能满足应用需求，产业支持度高、技术生命周期长，自主可控、降低风险。

早在2018年，中国移动便已联合产业合作伙伴研究400G。5年来，历经4次实验室验证和2次现网试点，中国移动已就400G进行持续性的系统研究和攻关。2018年到2021年11月，中国移动基于16QAM重点推动PCS。从2021年12月便推动QPSK走向成熟。

中兴通讯承载网产品副总经理王泰立表示，中兴通讯于2023年初助力中国移动率先实现C+L波段12THz 400G QPSK现网验证，长距400G QPSK商用之路由此正式拉开帷幕。该项目基于130G波特率的Real 400G方案，真正实现基于“QPSK编码”超长距技术的传承，真正实现400G多样化调制方式及全场景覆盖，并带动行业光器件产业链向可



400G全光网的构建将为算网业务的更快传输、更大容量、更低时延提供有力支撑。400G的发展离不开产业界的携手努力，中国移动在会议现场携手产业链提出“加快推进400G高速光传输产业发展”的倡议。

持续性方向发展。

在此次试点中，中兴通讯提供大交叉容量光传输旗舰商用产品ZXONE 19700，该设备基于业界首款支持130G波特率400G QPSK模块，借助32维OXC及支线路分离电交叉400G板卡，采用现网广泛应用的G.652.D常规光纤，跨浙江、江西、湖南、贵州四个省、涉及45个光放段，实现总长度达2808km的超高速传输，同时完成全球首个陆缆5616km极限传输，创造400G QPSK无电中继现网传输距离记录。王泰立表示，此次成功试点证明400G QPSK技术已基本成熟，为商用部署做好技术准备，将助力中国移动在东西部数据中心之间实现400G高速互联，加载算力业务，完成“东数西算”“东数西训”“东数西存”“东数西渲”等算力应用。

产业链携手共进，七大倡议加速400G光传输产业发展

400G全光网的构建将为算网业务的更快传输、更大容量、更低时延提供有力支撑。400G的发展离不开产业界的携手努力，中国移动在会议现场携手产业链提出“加快推进400G高速光传输产业发展”的倡议。

- 第一，加速推动400G QPSK技术成熟，并在骨干长距传输商用。

- 第二，加速推动130GBd光电器件规模商用进程，并收敛具体波特率数值。
- 第三，持续提升相干DSP自主可控能力，并进一步向绿色、低功耗演进。
- 第四，加速推动光层器件从C波段向L波段拓展，全面支持12THz光谱宽度，包括ITLA、CDM、ICEDFA及WSS等。
- 第五，提升智能规划及自动化均衡能力，克服SRS带来的功率转移影响。
- 第六，推进G.654E超低损耗光纤支持更低截止波长，并加快部署。
- 第七，加速拉曼等新型线路放大技术成熟和应用，克服大跨段和超长距覆盖难题。

“技术上的突破是需要产业界携手努力。只有产业链形成合力，产业和生态共进，突破技术瓶颈，才能取得进一步发展。下一步中国移动将重点考虑维护和繁荣400G生态，让道路越走越宽。”丁宏庆如是说。

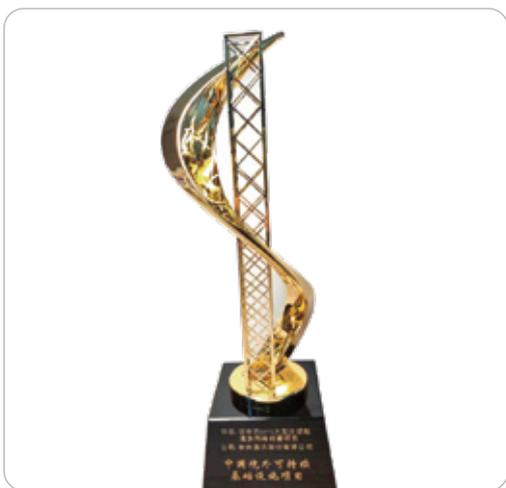
会上，中兴通讯、华为、烽火等产业链合作伙伴表示，将继续携手中国移动，加速推动新型全光网技术创新和演进，共同推动400G商用进程，让400G全光底座早日服务千行百业。

相信在产业界的携手努力下，400G时代将开启，400G网络的构建将为整个算力网络打造智宽全光底座，实现算力无处不在、无所不达，保障智能数字世界蓬勃发展。ZTE中兴

践行可持续发展理念， 中兴通讯海外项目ESG案例分享

当今时代，面对复杂多变的全球政治经济形势，如何建立更具韧性的社会经济体系和更为广阔的可持续发展空间，已经成为全球面临的共同议题。数字经济已成为全球各国促进经济复苏，重塑竞争优势的关键力量。各行各业的数智化正在推动产业革命，加速社会进步。数字新基建作为可持续发展的新引擎，正在扮演着愈发关键的角色，而通信企业也在这一进程中发挥着重要作用。

作为一个业务覆盖160多个国家和地区，服务全球1/4以上人口的综合通信信息解决方案提供商，中兴通讯坚持“数字经济筑路者”的定



▲ 中兴通讯菲律宾DITO项目荣获“2022境外可持续基础设施项目”称号

位，注重可持续发展对企业发展的重大价值，将可持续发展理念融入公司运营的各个环节，并在全球业务经营中积极践行。菲律宾DITO项目就是其中的代表案例，中兴通讯凭借菲律宾DITO项目在ESG（environmental, social, and corporate governance）方面的突出贡献，荣获中国对外承包工程商会评选的“2022境外可持续基础设施项目”称号。

过去30年，菲律宾仅有两家主流电信运营商，缺乏竞争的市场环境导致薄弱的电信基础设施难以满足当地数字经济的发展。2019年7月，DITO公司获得电信牌照，计划建设一张投资金额达2570亿比索的全国第三张网络，这使其成为菲律宾电信史上规模最大、时间和质量要求创新高的项目之一。DITO计划5年内完成4G/5G移动服务和光纤宽带服务的全国覆盖，通过为菲律宾人民提供高性价比、高质量的通信网络产品和服务，加速社会数字化转型，缩小数字鸿沟，创造就业机会，推动经济可持续发展。中兴通讯是该项目的核心设备供应商和EPC（Engineering procurement, and construction）总承包商。经过18个月的一期项目建设，2021年3月，DITO正式发布商用网络。截至2023年一季度，用户数已突破1300万。

ESG理念强调企业要注重生态环境保护、履行社会责任、提高治理水平，打造一个更美好、更安全、更可靠、更可持续发展的世界。下面以DITO项目为例来阐述中兴通讯海外业务在ESG领



成伟
中兴通讯全球服务项目
管理经理



杨艳
中兴通讯全球服务品牌
经理

域的最新实践。

环境因素：绿色创新，呵护生态

在环境方面，ESG着重考虑企业经营对环境的影响，例如企业环境政策、员工环保意识、温室气体排放等。企业需要在其经营中制定相关目标和措施，以减少其活动对环境的影响。在绿色发展方面，中兴通讯积极参与全球脱碳经济转型，通过绿色企业运营、绿色供应链、绿色数字基础设施、绿色行业赋能四大维度铺设“数字经济林荫路”，助力各行各业快速步入绿色发展通道。

在DITO项目中，中兴通讯菲律宾项目团队从项目整体规划、创新产品和方案应用，到网络工程建设及网络运维等各领域，积极践行中兴通讯的绿色发展理念。

在项目整体规划和产品方案创新方面，中兴通讯项目团队启用了多项5G创新应用技术，积极开展5G+创新绿色实践，网络设备能耗持续降低。例如，采用PowerPilot智能节能方案，较以往的常规方案节能效果提升一倍。项目采用GaN+技术配合硬件算法改进，可使5G基站的功能

放效率达到55%以上，配以新材料和超轻架构打造的V型仿生散热齿AAU，可提升20%的散热效率。能源产品的选型采用铁锂电池而非铅酸电池，减少环境污染，增加能量密度，降低占地面积。无线基站形态采用多样化极简站点方案，如机房变机柜、机柜变杆站、推行塔上放设备、灯杆站等，大幅减少基站占地面积，降低机房租赁成本，有效降低能源消耗，根据实际情况可以实现零占地、零线损、零制冷功耗的全部设备上杆的极简站点，从而达成较常规方案减少碳排放25%~30%的目标。

作为一个自然灾害频发的国家，项目执行期间菲律宾遭遇了50年一遇的火山爆发、最强台风“天鹅”等20多次台风袭击、10多次5级以上地震以及大半年雨季造成的洪涝灾害，加之全球疫情蔓延，给项目交付带来极大困难。中兴通讯基于iEPMS数字化交付平台、端到端自动化智能工具和远程交付管理系统的云交付模式，在项目中发挥了巨大作用。“零接触”“即时满足”的云交付把简单留给现场，把复杂问题留给远程专家，接近50%的云交付率在最大程度保证网络建设人员健康安全的同时，确保了项目的正常执行。



▲中兴通讯菲律宾DITO项目数据中心基础设施建设



疫情中兴通讯多次在各社区进行物资捐赠

处于热带雨林气候带的菲律宾共有大小岛屿7000多个，使其具有丰富的生物多样性。如何让科技与自然和谐共生？在网络交付过程中，通信基站选址的首条原则就是要避开环境保护区或生态敏感区，降低对生态的影响。同时，设计方案中对基站的基础设计严格控制占地区域，减少环境影响。在施工方案中规范了施工前、施工中和施工完成后各阶段对现场环境进行清理和整理的要求，明确施工过程中的建筑垃圾、包装等全面清理和倾倒原则，从细节做起，降低施工对当地生态环境的影响。通过严格的执行，中兴通讯DITO项目在菲律宾建设了3000多座基站，从未因环境原因被居民或相关机构投诉。

社会因素：和谐共生，践行社会责任

社会因素是指企业对社会的影响，例如企业产品安全、人才培养、劳动权益、健康安全、公益慈善及企业与相关方的共生关系等。作为数字基建代表企业，要发挥基础技术研发创新与商用优势，培养创新人才，加速社会数字化转型，同时联合客户、各界伙伴、社区、组织等积极构建和谐共生的生态系统。

中兴通讯菲律宾项目秉承公司科技向善原

则，积极为社区贡献力量。在项目交付的3年多里，中兴通讯积极挖掘当地资源，与材料供应商、工程服务商等建立良好合作关系。中兴通讯在当地采购大量的工具材料、服务以及物流仓储服务，总价值达数亿美元。同时，项目交付过程中带动了当地大量的就业，高峰期招聘了本地员工超过900人，并有超过1000支队伍6000余人的分包商团队支持项目，带动下游供应商间接就业岗位超过8000人，累计创造约15000个就业岗位，并培养了800多名本地通信技术专业人才，带动了当地各个产业的发展。

本地化战略也是中兴通讯在海外持续推进和落地的一个基础政策。针对本地员工的成长和激励，中兴通讯菲律宾项目专门建立FLIP方案（Filipino Localization Improvement Program）。FLIP方案旨在在公司内部挖掘和培养出一批高素质、高能力、高潜力的本地员工，为当地网络发展贡献价值。

同时，中兴通讯一直重视员工多元化以及员工权益，严格遵守项目所在国的法律法规，确保员工在招聘、雇佣、薪酬福利、培训、晋升等方面享有平等权利。

菲律宾第三家运营商DITO的发展和崛起，给当地电信市场注入了新的活力，中兴通讯有幸参

与并见证了这一过程。菲律宾电信资费持续调整，由2018年的47比索/GB降到当前17比索/GB，数据套餐资费大幅下降，民众人均数据量消费大幅增长，消费人群稳步扩大。随着网络的不断完善，网络体验逐年提升，菲律宾国家移动带宽从2019年的35Mbps提升到2023年的52Mbps，全球网络排名从2019年的84名提升到79名。随着第三张移动网络的建成，菲律宾的数字化转型在逐步实现，作为参与方，中兴通讯也在其海外业务经营中获得了成功。

在圆满达成项目交付目标的同时，中兴通讯注重在当地的生态建设，聚焦重点业务进行联合创新，积极参与行业协会活动，关注高校企业创新合作，协同合作伙伴进行赋能以及组织多项公益活动等。通过建立融合、共赢的生态环境，不仅促进企业在当地可持续的发展，也为当地社会贡献更多力量。近年来，中兴通讯在当地与IPMA（国际项目管理协会）、PMAP（人力资源管理协会）、PSQ（Philippine Society for Quality）、IABC（International Association of Business Communicators）等多家国际组织签署战略合作或成为企业会员。在与本地多所知名高校签署战略合作协议中，实现了校园招聘、共建实验室、定性培养、优才奖学金、贫困助学金以及双语人才特招等，在满足公司本地化的同时也为菲律宾的通信科技人员培养贡献力量。

治理因素：精准务实，打造经营韧性

治理因素是考虑企业的公司治理，例如可持续发展治理架构制定、业务连续性管理、风险管理、内控管理等。中兴通讯致力于打造高韧性组织，通过数字化手段，形成相对完备的风险管理及内部控制管理办法，并持续完善业务连续性体系建设和导入。同时，公司始终将合规管控嵌入各项业务流程，并建立了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。

菲律宾DITO项目作为公司TOP级项目，遵循中兴通讯的可持续发展规划，从商机阶段开始合规管控，实行三级运作模式，确保运营管理合规经营。

- 建立法务合规管理：对接当地法务、税务和法规，与本地律所协同建立本地合规风险地图，防范运营风险；
- 税务合规规划：对接本地律所，遵从当地法律，强化过程法律遵从管理，不断完善制度，解决流程断点，提升业务水平；
- 建立人才引领管理：重点引入本地高端人才，组织高校合作培养，与行业协会合作建设本地健康安全管理体系并通过ISO 45001职业健康安全管理体系认证；
- 建立客户信任管理：确保交付目标的达成和交付质量保障，让客户不仅成功建设一张通



▲ 中兴通讯与菲律宾理工大学（PUP）签署战略合作协议



ESG作为衡量企业可持续经营内生能力的综合指标，不仅为碳中和目标的达成提供基本保障，更是企业实现自身可持续发展能力的重要路径支持。

信网络，同时支撑客户成功运营，实现客户和中兴通讯的共赢和可持续发展；

- 建立社会责任规划：通过对贫困社区捐赠、疫情期间社区和医院捐赠食品药品、高校设立贫困学生助学金等举措，履行企业社会责任，提升在当地的社会认同感；
- 建立合作伙伴责任管理：通过供应商CSR认证、风险评估、现场审核及培训赋能等工作，督促供应商建立并有效运行CSR管理体系，促进价值链伙伴持续发展；
- 建立绿色发展管理：在本地采购绿色、环保、低碳的物料，合理管控资源及能源消耗，降低碳排放，优化废弃物管理，助力循环经济，降低企业运营对环境的影响。

中兴通讯根据菲律宾项目的特点，经过项目治理委员会的批准采取了多项创新管理模式，包括审计先行、常态化BCM（业务连续性）管理机制、季度自查自纠内控管理等，通过各业务线的自查、总部审计等多种方式从法律法规遵从、合规遵从、公司流程遵从、项目管理规范遵从等，全方位对项目交付过程进行监控，确保了项目始终保持正确的方向，为项目交付的成功保驾护航。同时在内部建立了风险地图分析机制，定期对内部业务进行自查，对高发风险进行评估，刷新风险地图，对持续在其中的风险进行重点监控，设置常态预防举措直至风险消除。

DITO项目对菲律宾数字化建设做出的贡献得到了众多国际行业协会和组织的认可，也荣获了多项国际荣誉，包括PMI（中国）2021年杰出项

目奖、亚太W.Media大型IDC创新奖、亚太Asia Leaders Awards的最佳通信公司奖和杰出人物奖、亚太Asia Technology Excellence Awards的IDC创新奖和通信基础设施建设奖等。

总结

ESG作为衡量企业可持续经营内生能力的综合指标，不仅为碳中和目标的达成提供基本保障，更是企业实现自身可持续发展能力的重要路径支持。在践行这一目标的过程中，也为公司技术改革、绿色技术创新等提供了更多经验与发展的空间。坚持绿色可持续发展，是作为一家全球化企业的责任和担当。

通过中兴通讯在菲律宾的数字新基建项目实践可见，完善环境指标可以为企业进行绿色技术创新带来发展；同时，企业社会表现充分体现了企业的综合影响力，在拓展业务的过程中进一步拓宽了合作和融资渠道；此外，通过各维度的综合治理让各方形成了健康的共生关系。公司在践行ESG理念的同时，也获得了业务上的成功及长期健康的发展。

作为数智产业不可或缺的力量之一，中兴通讯将保持战略定力，稳健经营，对内坚持深化自身数字化转型，对外坚守“数字经济筑路者”定位，致力于“让沟通与信任无处不在”，携手全行业合作伙伴积极探索开拓，助力经济高质量发展，实现全球绿色可持续发展，让人类拥有更加美好的世界。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在