

中兴通讯技术

简讯

ZTE TECHNOLOGIES

2021年10月/第10期
准印证号: (粤B) L011030048

内部资料
免费交流

专题: “零碳”能源网

14 中兴通讯“零碳”能源网, 助力运营商实现碳中和



视点

06 中兴通讯张万春: “四至共生” 打造绿色低碳网络

09 新基建, 新趋势, 新未来——数据中心基础设施行业洞察



扫码体验移动阅读



第25卷/第10期

总第397期

中兴通讯技术 (简报)
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 (简报)》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 (简报)》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
刘群 刘爽 林晓东 马金
王全 杨兆江

《中兴通讯技术 (简报)》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 (简报)》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10月25日



俞义方
中兴通讯高级副总裁

“零碳”能源网，零碳网络的基石

为了应对气候变暖对全球环境造成的影响，当前已有120多个国家和地区提出了碳中和目标。今年国家十四五规划着重强调了“加快新型基础设施建设”和“打造数字经济新优势”。5G网络和数据中心是新基建的两大核心引擎，伴随5G的规模商用，碳排放已成为ICT行业发展面临的严峻挑战，打造零碳网络、实现碳中和是当前各大运营商和互联网巨头的重要战略目标。

在此背景下，中兴通讯提出“零碳”能源网，深耕智能光伏、智能变换、智能锂电、智能配电、智能温控等关键技术，聚焦极简站点、绿色机房、预制全模块数据中心、能源云管理解决方案，从单一的关注网络能耗转向进一步关注绿电应用、网络能效和智能运维，大力推进ICT行业能源基础设施的四化发展：

智能光伏多样化，将光伏与储能、能源云管理和AI相结合，为站点、机房，数据中心及整个园区提供绿电引入，实现全场景平滑叠光，稳定供电的同时优化供电成本、提升运维效率，加速全网最大化应用绿色能源；智能锂电全网化，实现普通锂电的智能化升级，推进全网储能向智能锂电转变，充分挖掘储能全生命周期的价值；5G供电极简，采用极简站点模式建站，推动室内站点室外化，室外站点一柜化，再到全Pad化的演进，站点能效提升到95%以上；预制全模块数据中心集约化，将模块化、预制化理念应用于设计、生产和建造全过程，实现数据中心建设周期缩短40%、初期投资减少30%、PUE低于1.25，凸显经济效应。

中兴通讯“零碳”能源网融合5G、物联网、云计算、AI等多项新技术，引领传统网络能源基础设施的数智变革，全方位助力运营商网络向低碳、零碳演进。

目次

中兴通讯技术（简讯）2021年第10期



中兴通讯“零碳”能源网， 助力运营商实现碳中和

中兴通讯“零碳”能源网，从发电到用电，从网络建设到运行，全方位助力运营商网络向低碳、零碳演进，加速实现碳中和。

视点

06 中兴通讯张万春：“四至共生”打造绿色低碳网络/张万春

09 新基建，新趋势，新未来——数据中心基础设施行业洞察/马广积

12 碳中和促进通信网络进入绿色低碳2.0时代/胡先红

专题：“零碳”能源网

14 中兴通讯“零碳”能源网，助力运营商实现碳中和/刘明明

18 “新基建+碳中和”推动数据中心新一轮技术革新
/雷婷，许璐

21 新一代智能电源UniPower助力运营商降低TCO、
加速碳中和/范俊宁，高建凯

25 SmartLi智能锂电，开启通信储能新时代/黄元华

28 新型空调技术在数据中心的应用/谢凯，张俊凡

30 中兴通讯5G供电方案保障网络平滑演进/万全，张洁



32 快速交付，灵活扩展——预制全模块数据中心
方案与应用/刘小光，李伟波

34 AI开启数据中心智慧节能新时代 /宋兴宇，龙丽萍

成功故事

37 中国移动辛姆巴科：推动站点碳中和转型/田玮

39 用5G制造5G，打造最佳工业互联专网
/杨德，符志宏，杜华军

中国移动联合中兴通讯、浩鲸科技发布业界首个基于R16端到端SLA精准测量解决方案

近日，在2021年中国国际信息通信展览会上，中国移动联合中兴通讯、浩鲸科技发布了业界首个基于R16的QoS Monitoring端到端SLA（Service Level Agreement）精准测量解决方案，实现了5G专网端到端SLA的可视、可管、可控。

随着5G的大规模商用，如何实现5G的商业变现成为运营商面临的重要问题。其中5G网络的SLA精确测量，成为5G商业变现的关键。对5G网络精准的SLA测量可以实现网络SLA实时感知，精确故障定位，预防性网络优化；对于客户可以实现SLA的可视化，提供收费依据，加速SLA的商用变现。

中兴通讯发布两款智能触屏新品

近日，中兴通讯发布了AI一体机和小兴智能屏两款智能触屏产品，针对居家办公、在线教育、健康监测等使用场景进行差异化能力定制，为家庭用户提供更便捷、更高品质的智能交互体验。这两款新品在9月27~29日举行的2021年中国国际信息通信展览会中兴通讯展台首次亮相。

AI一体机整合儿童教育、家庭相册、办公会议和云电脑等多项功能，15吋全高清触摸屏和远场麦克风阵列，支持触控、语音、以及外接键鼠外设等多模式交互操作，还提供无线接入，可实现无线投屏，轻松实现居家云办公。

小兴智能屏是一款带屏触控智能

音箱，该款触屏音箱实现了与可视门铃的智能对讲，并支持与血压计、血糖仪、体重秤等健康设备绑定；同时，触控音箱内置了海量优质影视、戏曲等资源，并接入专业养生知识、疾病科普常识，足不出户即可健康咨询、在线问诊，是老人居家的贴心助手。



中兴通讯5G系统自动化集成方案荣获“最佳电信云策略”大奖

在5G World 2021峰会上，中兴通讯“软件定义集成”的5G系统自动化集成解决方案荣获“最佳电信云策略（Best Telco Cloud Strategy）”大奖。



中兴通讯摘得“2021年5G实力榜”九项大奖

9月27日，通信世界“2021年5G实力榜”在一年一度的行业盛会——2021北京国际信息通信展开幕之际隆重发布。中兴通讯携5G创新方案及行业应用精彩亮相展会，并一举将榜单上九项大奖收入囊中。



中兴通讯斩获“2021通信产业榜”多项荣誉

9月27日第十五届“通信产业榜”在北京隆重揭晓。凭借在无线通信领域的引领地位，在核心网领域的突出创新力和在光网络、边缘计算等细分领域的优异表现，中兴通讯斩获“2021通信产业榜——专业榜”多项殊荣。



新生长，新价值：中兴通讯亮相2021年中国国际信息通信展

9月27日，2021年中国国际信息通信展览会在北京盛大开幕。在数字化转型加速的当下，中兴通讯以“新生长，新价值”为主题参展，通过“极致5G全新价值”“致网拓云融合算力”“行业扬帆赋能生态”“持续生长智慧演进”“数字生活极致体验”五大展区，全面呈现赋能行业数字化转型的思考、实践与成果。

在“极致5G全新价值”展区，中

兴通讯展示了系列差异化创新方案，如SuperMIMO、FAST、mmWave领先技术以及业界首个无线智能编排网络方案、AIVO3.0等，助力最大化5G网络价值；全场景IP产品、智宽新光网、PON+等极具竞争力的有线产品方案打造全场景全光联接。中兴通讯将从无线网络、有线网络两方面，助力运营商精细化深耕网络覆盖，打造一张极致、成熟的5G网络，加速5G价值释放。

中兴通讯首发单载波1.2T系统方案

9月27日，在2021中国国际信息通信展览会上，全球首个单载波1.2T样机在中兴通讯展台首次公开亮相，这标志着400G超高速迈入骨干网成为现实，并为全业务高速互联奠定强有力的网络基础。

中兴通讯发布单载波1.2T系统方案并完成长距400G QPSK方案及超宽1.2T方案等系统验证。该方案采用更高速光电器件，波特率最高可达140GBaud，满足传输速率从100G到1.2T按场景的最佳匹配。此外，系统验证结果表明，在采用G.652光纤及普通光放大器条件下，400G QPSK无电中继业务传输距离可达1600km或更远，相比当前400G 8QAM方案提升100%，与当前普遍应用的200G QPSK传输距离相当。

中国移动联合中兴通讯和南瑞继保发布业界首个端到端5G TSN确定性网络

在2021年中国国际信息通信展览会上，中国移动联合中兴通讯、南瑞继保联合发布业界首个端到端5G TSN确定性网络，有力支撑了电网差动保护等电网业务，加速太阳能和风能等新能源的部署，使能绿色电网。端到端5G TSN确定性网络，能够有效解决流量冲突时造成的网络延时和抖动，与切片技术、转控分离技术等相结合，保证电网安全稳定工作。

中兴通讯与中国电信国际成功签署战略合作协议

近日，中兴通讯与中国电信国际有限公司（以下简称“中国电信国际”）在香港签订战略合作协议。中国电信国际总经理谭亦军、副总经理彭鹏、副总裁杨柳、中兴通讯高级副总裁肖明、中兴通讯（香港）有限公司营销总经理曾从刚、运营管理部机构治理区域负责人王欣等出席签约仪式。

河北港口集团与中兴通讯签署战略合作协议

近日，河北港口集团有限公司与中兴通讯达成战略合作。河北港口集团党委书记、董事长曹子玉，副总经理李冠军，中兴通讯董事长李自学、高级副总裁朱永涛等出席战略合作签约仪式。根据协议，双方将共同探索5G网络、云计算、大数据、人工智能等现代技术与港口、物流、园区等产业发展的深度融合。

中兴通讯、东南大学、中国联通联合承办第一届RIS技术论坛

9月24日，由中国电子学会通信分会主办，中兴通讯、东南大学、中国联通联合承办的“第一届智能超表面（Reconfigurable Intelligent Surface）技术论坛”在北京召开。

本次RIS技术论坛以“使能智能无线环境，重构未来移动网络”为主题，包括中国科学院院士和中国工程院院士，东南大学、清华大学、北京交通大学、浙江大学等多名资深学者，以及来自中兴通讯、中国联通、中国信通院、vivo、DoCoMo等多家企业的资深专家，业界RIS领域各机构、领导、专家等300多人参加了此次技术报告和专题研讨，还有海外顶级学者也通过线上方式与大会进行了互动。

中兴通讯荣获第四届中国质量奖提名奖

9月16日，中国质量大会暨第四届中国质量领域最高政府性荣誉——“中国质量奖”颁奖仪式在杭州举行，中兴通讯凭借“以客户为关注焦点的‘智能至简’数字化质量管理模式”荣获第四届中国质量奖提名奖。

中国质量奖于2012年设立，是我国质量领域最高荣誉，每两年评选一次，旨在表彰在质量管理模式、管理方法和管理制度领域取得重大创新成就的组织和个人，对我国各行业的质量管理具有标杆作用。

自成立以来，中兴通讯就将质量作为企业生存与发展的基石，在三十六年的发展过程中，始终坚持“以客户为关注焦点”的质量建设原则，不断从文化、组织、流程机制、技术、IT

工具等全方位完善质量管理体系。1995年，中兴通讯于业内首家通过ISO9001质量管理体系认证，并陆续获得广东省第一届政府质量奖、深圳市第二届市长质量奖。

2019年，为满足数字时代5G产品高质量和高可靠性的要求，中兴通讯创造性提出“智能至简”数字化质量管理模式。该模式以人才、技术、标准、工具和方法作为质量管理的底座，将质量内建于研发、生产、交付及服务各个环节，构建从客户需求到客户满意端到端质量管理闭环，对内通过数字化手段实现质量管理扁平化、智能化，实现“大道至简、智能至简”，对外践行“把简单留给客户”的理念，为客户提供满意、便捷的产品和服务。



山东联通携手中兴通讯率先实现基于2.1GHz的海域超远距离5G覆盖

9月30日，山东联通携手中兴通讯率先实现基于2.1GHz的海域超远距离5G覆盖，在2Mbps最低保障速率前提下5G覆盖可拉远至54公里海面，已接近理论极限距离。

中兴通讯第二届质量峰会在深圳举办

9月10日，以“开创数字化质量管理新时代”为主题的第二届中兴通讯质量峰会在深圳举办。此次峰会邀请相关主管机构、重要客户、学术专家、行业标杆、协会组织、重点合作伙伴多位嘉宾齐聚一堂，就数字经济时代下数字化质量管理发展与实践等热点话题展开探讨。

作为“数字经济筑路者”，中兴通讯将持续投入质量建设，推进数字经济发展和数字中国建设。

中兴通讯与京东集团达成战略合作

9月7日，中兴通讯与京东集团在北京举行战略合作签约仪式。京东集团执行副总裁王培暖、副总裁符庆明，中兴通讯高级副总裁朱永涛，副总裁黄义华、雷威出席签约仪式。京东集团客户合作部副总裁姜旺、中兴通讯副总裁黄义华代表双方签署战略合作框架协议。



中兴通讯人力资源管理获ISO/IEC27701:2019隐私信息管理体系国际标准认证

近日，中兴通讯人力资源管理活动顺利通过英国标准协会（BSI）审核，获得ISO/IEC 27701:2019（隐私信息管理体系）国际标准认证。

ISO/IEC 27701:2019是目前全球最具权威的隐私保护标准，旨在帮助组织有效保护和合规处理所收集的个人信息，为企业满足中国《个人信息保护法》、欧洲《通用数据保护条例》以及其他企业经营所在国家和地区的数据保护法律法规要求提供强有力的支撑。

此次认证范围覆盖中兴通讯股份有限公司人力资源部负责的集团内人力资源管理相关活动，包括招聘调配、薪酬福利、干部管理、企业文化和员工关系等。

中兴通讯与中国移动北京公司联合呈现京味5G创新峰会

9月26日，由中兴通讯、中国移动北京公司和工信出版传媒集团联合举办的“新京城、新京技、新京韵，北京5G领航城市创新峰会”在北京召开，来自工信部、国家信息中心、北京市通信管理局、英特尔、国网北京信通、当红齐天等领导嘉宾齐聚一堂，分享5G在网络建设、技术创新、民生应用上的成果，探讨5G+智慧城市建设的热点问题，共同推进5G新型融合应用的扬帆远航。会上，中兴通讯与中国移动北京公司签订了创新技术合作协议，并联合发布了业界首个基于2.6GHz商用网络下的RIS（可重构

智能超表面）级联原型验证成果，未来双方也将继续深入研究前沿创新技术。

峰会由通信世界全媒体总编辑刘启诚主持，中国电子学会理事长、工业和信息化部原党组成员、总工程师张峰，工信部信息通信发展司王存祥，北京市通信管理局副局长黄平，中国移动集团研究院副院长黄宇红，以及中国移动北京公司副总经理李长空、中兴通讯高级副总裁张万春做了精彩致辞，回顾了北京5G建设的历程和亮点，并对北京建设全球数字经济标杆城市给予了积极指导。

江苏联通携手中兴通讯深化F5G行业专网合作

近期，江苏联通与中兴通讯联合宣布，双方将基于徐州智慧园区创新合作项目，以F5G技术为底座，共同开拓园区千兆光网建设，促进园区数字化转型和业务创新，协同打造绿色“新基建”产业生态圈。中兴通讯推出的POL+5G+MEC行业专网方案，能够结合江苏联通自身优势资源，助力其在行业市场项目拓展中占据优势和主动性。

中兴通讯独家中标中国移动研究院5G游牧式基站产品

8月18日，中国移动通信有限公司研究院公布5G游牧式基站系统的中选结果，中兴通讯股份有限公司独家中标，标志着双方在ToB领域合作更进一步，助力5G扬帆计划落地到实际网络部署中。中兴通讯基于中国移动研究院的创新方案，将基站和本地算力有机结合，并扩展支持多种回传方式，形成可移动可灵活部署的5G游牧式基站产品。

中兴通讯5G ATG地空互联方案荣获世界5G大会应用设计揭榜赛大奖

9月1日，在世界5G大会上，中兴通讯推出的业界首个5G ATG地空互联方案荣获5G应用设计揭榜赛大奖。

中兴通讯是业界最早、最成熟的ATG方案设备商，具有超过10年3G/4G ATG规模商用经验。中兴通讯在5G ATG核心技术、系统性能及商用进度上，持续保持业界第一，推出业界首个5G ATG解决方案，打造千兆航空互联网高速公路。

中兴通讯张万春： “四至共生” 打造绿色低碳网络



张万春
中兴通讯高级副总裁

绿色低碳可持续发展成为时代主题

为 应对气候变化，实现绿色可持续发展，全球各国共同协作积极推动双碳战略。

2020年，中国政府向国际社会庄严承诺，中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，争取在2060年前实现碳中和。到2030年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比2005年下降65%以上。“做好碳达峰、碳中和工作”被列为2021年重点任务之一，“十四五”规划也将加快推动绿色低碳发展列入其中。

美欧日韩工业化起步早，高能耗产业已迁出，低污染、清洁能源占比高，碳吸收、存储技术先进，加上成熟完备的碳交易市场，已率先实现碳达峰。俄罗斯、加拿大、巴西是资源型国家，工业薄弱，碳达峰也容易实现。

我国还是发展中国家，又正处在工业化和城镇化高速发展阶段，以煤为主的能源体系和高碳产业结构，碳排放占全球碳排放量27%以上，碳排放的总量和强度呈现双高特点。中国距离碳达峰

时限已不足10年，从碳达峰到碳中和仅有30年，减碳任务艰巨。

通信行业减碳目标任重道远

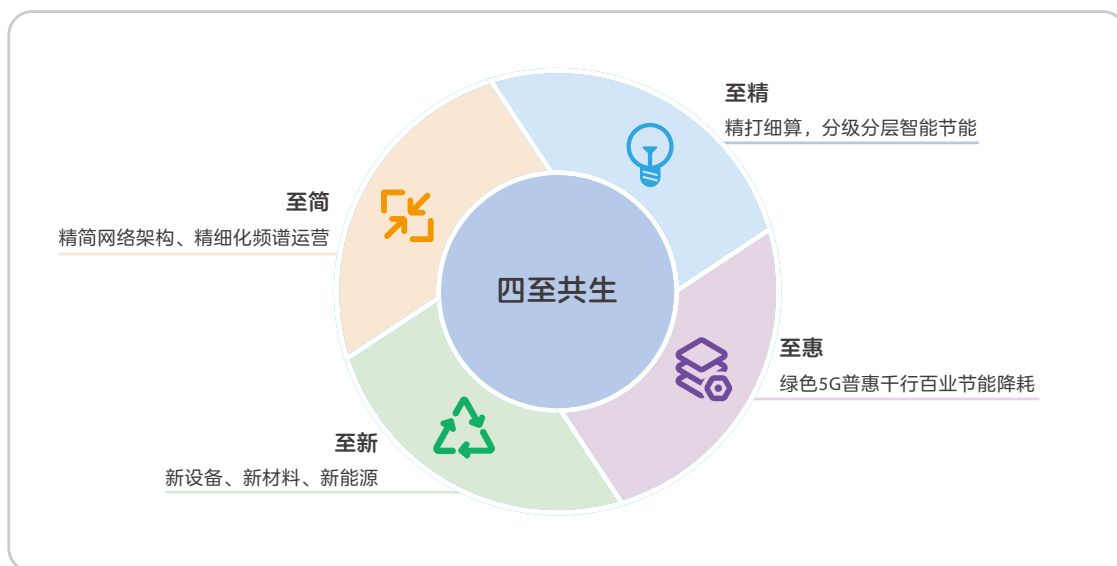
双碳战略为中国减排脱碳之路按下加速键，对高耗能行业提出减排要求，其中通信行业依据巴黎协定需在2020年到2030年减排45%。

随着通信业务量的增长，国内运营商能耗逐年增长，无线网络大规模部署使得通信行业面临更大能耗挑战。通信产业碳排结构中，70%以上来自无线接入网，占比最高。

社会经济发展、技术进步和应用需求，共同推动5G提供更高的接入速率、更大传输流量。降功耗降低成本、节能提效是整个5G产业链的共同诉求。

中兴通讯绿色创新与智慧发展共同助力碳中和

随着通信业务量的增长，国内各大运营商能耗逐年增长，5G大规模部署使得通信行业面临更



◀图1 中兴通讯“四至共生”理念，助运营商打造绿色低碳网络

大能耗挑战。针对整个行业降功耗降成本、节能提效的共同诉求，中兴通讯提出“至简、至新、至精、至惠”的“四至共生”创新理念，帮助运营商打造绿色低碳网络，并使能千行百业节能减排、提质增效（见图1）。

至简：精简网络架构、精细化频谱运营

针对网络架构的有效整合、精准规划和建设，可以有效降低碳排放，实现投资与建设精准匹配。目前共建共享已经成为当前运营商网络建设的主旋律，可提升频谱利用率，降低网络建设重复投资，降低社会能耗；高效实现5G网络覆盖，快速形成5G服务能力；节省电费，助力实现绿色5G。中兴通讯已全面支持并助力中国建成全球最大规模的共建共享5G网络，截至2021年6月，中国电信和中国联通双方累计共建5G基站超过40万个，节省建设资金超过1000亿，节约基站耗电超过100亿度。

为了不断向频谱利用要效益，实现减碳目标，中兴通讯积极推动SA后续演进，引入载波聚合、动态频谱共享、TDD与FDD协同等新技术，在深圳完成业界首个时频双聚合（FAST）商用验

证，FAST技术将频谱利益最大化。2021年中兴通讯业界率先发布业内首个无线智能编排网络，通过智能编排引擎实现频谱效率和每比特能效的动态最大化。

在传输网络上，中兴通讯全光极简网络因其大带宽、低时延、低功耗、抗干扰等特点，是低碳、环保的基础网络连接方式，通过创新的全光交叉（OXC）等技术降低能耗，构建绿色节能的超高速承载网络。

至新：新设备、新材料、新能源

中兴通讯是全球无线系统设备的核心供货商，每年交付的基站数十万计，每台基站上小小的减排措施，都将聚沙成塔，带来可观的价值。

在5G设备减排方面，中兴通讯聚焦新功放、新材料、新工艺等持续创新升级，确保能效最优。5G功放是基站核心器件，采用GaN+技术配合硬件算法改进，可使功放效率达到55%以上。在新工艺和新材料上，优化AAU导热散热性能，减低重量，采用创新的V型仿生散热齿结合新材料及超轻架构，可提升20%的散热效率，而核心路

由器采用两相液冷方案，设备整体散热效率提升2.5倍，噪音降低80%，能耗降低30%。

同时，中兴通讯提出多样化极简站点方案，提出建设模式从分布式向集中式转变，从几何叠加向逻辑集成转变，比如机房变机柜、机柜变杆站、市电变绿电等具体措施，降低机房租赁成本、电费，实现减少碳排放25~30%的目标。

对于通信网络的能源基础设施，中兴通讯提出以“绿色、高效、智能、可靠”为理念的全新“零碳”能源网，深耕智能光伏、智能变换、智能锂电、智能配电、智能温控等各项关键技术，为全球客户提供高品质的低碳、绿色能源解决方案，引领传统网络能源基础设施的数智变革，从发电到用电全方位助力全球运营商网络向低碳、零碳演进。在中国西藏昌都、阿里、日喀则地区，采用该方案充分利用太阳能资源，克服无市电、高海拔、昼夜温差大等恶劣环境影响，促进了藏区旅游经济的发展和生态保护，实现了可再生能源在绿色低碳经济的规模应用。

至精：精打细算，分级分层智能节能

随着大数据技术的日益普及，AI已经深入到无线网络规划、建设、运营、维护各个环节。在节能减排方面，AI可以多级分层实施节能智能化，确保网络能效最优。

中兴通讯无线网络PowerPilot智能节电解决方案，可实现基于话务和基于业务的智能节电。基于话务的智能节能可精准调整整网的节能参数，做到节能策略自配置、参数门限自调节、KPI回滚式自优化，有效达成网络性能和节能效果之间的平衡；基于业务的智能节电利用不同业务类型的能效差异，在保证用户体验的前提下，智能评估业务需求，并实时导航至高能效比网络中，实现整网能效最优。

中兴通讯PowerPilot解决方案基于多层AI平台，不但可实现站内感知式实时节能策略编排，还可实现站间协同式阶段性节能策略编排，实时

性、网络性能和用户体验都得到优化。按照典型网络配置测算，PowerPilot较当前通常采用的智能节电方案，节能效果可提升一倍，有效降低运营商的OPEX支出。当前，该方案已经在全国多个城市开启。比如，在西安，全场景节能比例超过20%；在天津，助力运营商一年节省400余万度电，相当于减少碳排放2000余吨。

至惠：绿色5G普惠千行百业节能降耗

针对5G网络支撑各行业应用碎片化需求，中兴通讯推出5G精准云网解决方案，为行业数智化赋能，实现提效降耗。

中兴通讯携手合作伙伴在钢铁、冶金、电子制造、港口、轨交、矿山、电力、融媒体、文旅等15个行业广泛开展5G+创新绿色实践，在全球范围内实施了超过60个示范工程。例如，云南神火5G+智能工厂（园区）全国标杆建设项目，携手打造全国一流的绿色水电铝智能化工厂，每吨铝降电耗1%~2%，节约成本超2000万/年。在奥地利，中兴通讯联合奥地利和记开展5G Bee-o-Meter的研究和试点，利用5G、视觉分析等技术改善蜜蜂的生活环境，保护生态。

中兴通讯致力于可持续发展，积极参与全球5G建设，助力运营商打造融合极简、性能极优、效率极致的基础网络。据外部机构报告显示，2021年上半年中兴通讯5G基站发货量全球排名前二，仅在中国市场就完成了30万5G基站交付，是5G规模商用的关键供货商。

中兴通讯积极践行双碳战略，助力运营商打造端到端绿色低碳网络，并持续赋能垂直行业节能减排。目前中兴通讯已布局超过500项绿色5G创新专利，用科技增效降耗，携手运营商共建绿色网络，未来持续加大新能源、新材料、新器件等方面的基础研究，实现关键技术突破，为绿色5G奠定坚实技术基础，加大5G与传统高能耗行业融合的深度与广度，为各行业提质增效、节能降耗作出贡献，助力国家双碳目标达成。ZTE中兴

新基建，新趋势，新未来

——数据中心基础设施行业洞察



马广积
中兴通讯能源产品总经理

2020年突如其来的新冠疫情成为全球经济的最大不确定性，世界经济形势复杂严峻。在此背景下，中国十九届五中全会、“十四五”规划和2035年远景目标纲要指出，要推动数字经济和实体经济深度融合，加快数字化发展，打造数字经济新优势，为构建新发展格局提供强大支撑。

数据中心是数字经济发展的基石

根 据中国信息通信研究院报告，2020年我国数字经济总体规模达39.2万亿元，较去年增加3.3万亿元，占GDP比重为38.6%，同比提升2.4个百分点，高效支撑了疫情防控和社会经济发展。驱动数字经济高速增长的核心引擎是广义的各类互联网技术，如5G、云计算、大数据、AI、物联网等，这些技术都离不开数据中心的支撑。作为新基建的重要领域之一，中国数据中心行业发展进入快车道。

“5G+云+AI”技术的发展驱动全球数据量爆增，以IDC（国际数据公司）的数据为例，2020年—2025年中国数据量预计暴增3.4倍。数据中心

作为数据的枢纽，是数字基础设施的重要载体，是数据存储、算力承载、网络连接的中心。中国数据中心未来发展空间巨大。

赛迪顾问市场研究报告指出，2020年受新冠疫情影响，全球数据中心市场规模同比下降1.6%。而中国市场受疫情影响较小，同时疫情促使企业业务向线上转移，在线办公、在线教育、网络视频、网络游戏等需求快速爆发，企业数字化转型提速，牵引了云服务和IDC需求增长。2020年中国数据中心市场规模同比增长12.4%，未来3年年均复合增长将达到12%，中国俨然成为全球数据中心市场亮点。

与此同时，“碳中和”作为国家战略和近期行业热点，是未来数据中心发展要考虑的关键要

素。碳中和对数据中心而言，不仅是社会责任和国家的承诺，更是企业核心发展经营要素之一。

数据中心基础设施面临挑战

数据中心作为算力基础设施的重要内容和数字经济的枢纽，需求与日俱增。近年，数据中心建设正围绕其业务发展的需要迅速展开，同时提出更高要求，传统数据中心建设模式转型势在必行。

首先，作为能耗大户，数据中心如何进一步降低PUE（Power Usage Effectiveness，电源使用效率），助力国家双碳战略是全行业关注的热点。

其次，随着数字化转型的加快，传统数据中心建设周期难以满足业务快速上线需求，并且扩容困难，阻碍数据中心建设发展。

第三，纵观整个数据中心生命周期，运维时间占全生命周期的80%，运维成本占数据中心整体TCO的70%左右。如何在运维阶段最大化节省成本支出，提高智能化水平，是客户关注的重点。

此外，传统数据中心安全问题凸显，60%以上宕机风险来自断电和网络安全，安全问题成为客户的核心诉求。

绿色节能、快速部署、智能运维、安全可靠成为数据中心关键发展趋势

绿色节能、快速部署、智能运维、安全可靠是未来数据中心基础设施的热点需求（见图1）。

数据中心向低碳、零碳发展

随着“碳中和”“碳达峰”被纳入国家战



图1 数据中心基础设施发展趋势

热点需求

略，数据中心PUE能耗限制将更加严格。为了减少碳排放，各种节能降耗技术，包括供配电、制冷和IT设备节能降耗技术、余热回收技术、AI智能控制调优等成为技术热点。此外，风力&水力&太阳能等可再生能源将成为数据中心传统能源的互补或者替代，促进低碳、零碳数据中心产业的发展。

中兴通讯新一代模块化数据中心提供间接蒸发冷却空调，制冷系统All-in-One，单机代替传统制冷系统复杂的管路铺设及产品类别，助力预制化数据中心方案。方案具有极致节能、极简运维、极速交付、弹性交付等特点，已入围多个互联网厂商短名单，并实现大规模交付，成为数据中心的节能利器。

模块化、预制化加快建设速度

数据业务的快速发展，对数据中心的交付时间要求越来越高。数据中心涉及的设备和系统繁杂，现场安装调试工作量大。为了满足数据中心大规模快速高效部署，数据中心产业开始探索模块化、预制化模式，采用标准化设计，工厂组装、集成、预测试，现场即插即用，实现快速安装、快速交付，并减少现场施工带来的安全隐患。

中兴通讯结合预制化、模块化理念推出预制全模块数据中心方案。该方案立足于解决数据中心土建周期长、投资大、产品交付周期长等痛点，遵循工程产品化原则，将IT机架模块化延伸到暖通、配电、管理、办公各专业模块。该方案实现数据中心快速交付，交付周期缩短40%；灵活扩展，初期投资减少30%；极致节能，能耗降低30%。

智能运维、AI等技术应用的不断深入

随着数据量的高速增长，新建数据中心以大规模、超大规模为主，大量的设备和复杂的系统为高效管理带来了挑战。数据中心正在加速实现

自动化、无人化、智能化。

中兴通讯iDCIM数据中心智能管理系统，践行数字孪生理念，应用3D可视化技术，真实还原现场环境，结合机器人巡检，减少50%运维人力，提高现场运维效率。系统提供容量管理、资产管理等功能，提升数据中心资源利用率，并结合AI技术进行能效精细化管理，充分挖掘数据中心的优化潜力，实现节能8%。

从设计、建设到运维，全面保护数据中心可靠性

数据中心的可靠性是一个系统工程，贯穿于数据中心的全生命周期，与系统规划、选址、方案设计、产品质量、工程交付水平、测试验收和运维管理密切相关。为此，行业关于数据中心的相关设计、建造、运维标准在不断完善，数据中心项目也要求严格遵循相关标准。

中兴通讯具备行业最高等级的Uptime Tier IV设计及建造能力，拥有ATD认证专家、CDCC设计师技术组专家等专家团队，可提供最专业的技术支持。其中微模块数据中心方案通过的Uptime Tier-Ready III认证是目前行业容量最大、专业最齐、应用最广的认证，包含了微模块产品和外围配套机电整体方案，最具项目实践价值。

12年发展历程，值得信赖的数据中心合作伙伴

中兴通讯从2009年进入数据中心领域，经过10多年的沉淀和发展，取得了优异的市场成绩。截至目前，中兴通讯已经为全球客户提供了10万多个IT机柜，数据中心建设面积达到110多万平方米，全球数据中心商用案例超过300个。

一枝独秀不是春，百花齐放春满园。随着新基建时代的到来，中兴通讯愿与合作伙伴协作共赢，共筑数字经济之路。ZTE中兴

碳中和促进通信网络 进入绿色低碳2.0时代



胡先红
中兴通讯能源产品总工

在中国“3060”双碳目标推动下，国内通信运营商纷纷制定了“碳达峰”和“碳中和”的目标。虽然通信网络能效持续提升，单位业务的能耗强度和碳排放强度大幅降低，但由于业务量的快速增长，通信网络的绝对能耗仍然持续增长。

通信网络基础设施碳排放分析

STBi（科学碳目标）国际组织将排放分为3类：范围一（直接排放）、范围二（间接排放）、范围三（范围二之外的其他间接排放）。对通信网络而言，碳排放涵盖了从原材料提取、设备生产制造、运输、安装、运营到报废回收的全生命周期。通信网络生命周期不同阶段产生的碳排放量不同。在使用阶段产生的碳排放最多，主要是电力能源消耗产生的碳排放（范围二），占比超过80%以上；其次是供电或备电所用的油机、运营车辆的燃油消耗产生的直接排放（范围一）。而从核心网、承载、基站等全网络端到端的能耗来看，通信基站耗能占比最大，超过70%，其次是核心网数据中心，占比超过10%，

能耗占比基本对应相应的碳排放占比。

绿色供电和节能高效是降低碳排放的主要手段

通信网络的主要碳排放来自于购买电力产生的碳排放，因此，使用绿色供电可以从源头减少碳排放，并最终实现零碳。而建设极简、节能高效的网络，可以有效降低系统运行阶段的碳排放。

绿色供电

绿色供电是通信网络实现碳中和的重要手段之一。如果通信网络的电力全部来自光伏发电等绿色能源，则可以比较容易地实现通信网络运营阶段的碳中和。

绿色供电的方案之一是通过向新能源发电企业购买可再生能源电力来实现。如欧洲运营商纷纷承诺网络供电100%来自太阳能发电等清洁能源，德国电信承诺2021年集团电力全部来自可再生能源。从2019年起，光伏和风能的度电成本已经低于全国火电的0.37元/度，通过技术创新，仍

有进一步提效空间。

绿色供电的方案之二是在数据中心或通信站点采用分布式再生能源，其中分布式光伏供电加储能是相对成熟可行的选择。但由于光伏发电的不稳定性，需要比较大的储能系统配合。此外，在市电基础上叠加分布式光伏供电可以一定比例降低碳排放，俗称“叠光”。叠光的方案也有交流叠光和直流叠光，可以根据不同的场景选择。

无论是购买绿电，还是叠光，都会带来网络建设或运营成本的上升，运营商需要做好成本和减碳之间的平衡。

极简网络

极简网络是指从网络架构到设备做到极简，极简意味着高效，可以消除浪费。

极简网络首先是架构极简，网络架构和基础供电架构减少中间冗余环节，如5G网络的C-RAN架构、一体化供电系统等。

极简网络其次是极简站点，从传统的室内站到室外机柜站，再到可以挂杆的Pad站，大幅降低站点的占地、材料消耗、制冷能耗等。

第三是极简数据中心。采用预制化、全模块化的数据中心，融合一体化的供电系统和高效的制冷系统，实现工程成本、供电制冷能耗大幅降低。

极简网络在大幅降低碳排放的同时，还可以降低网络建设和运营成本。

极致节能

随着技术的发展，5G网络能效相比4G网络有大幅提升，但更高的带宽也带来了能耗的绝对值大幅增加。采用极致节能的网络，不仅可以降低碳排放，而且可以降低网络运营成本。

极致节能首先是采用高能效的设备。先进的技术、器件、工艺可以带来设备的更高能效，如峰值效率达97%以上的通信电源系统，效率55%以上的5G基站功放等。在数据中心，采用各种高

效制冷设备和技术，如间接蒸发制冷、液冷、利用自然冷源等，可以实现数据中心PUE显著降低至1.2以下。

极致节能其次是整网协同高效节能。网络设备之间充分协同，实现整网高效。例如，4G、5G网络协同，在5G业务较少时迁移至4G网络，休眠部分5G网络；网络与业务协同，采用各种休眠、关断技术，可以有效降低基站能耗30%以上；供电系统与网络协同，根据负载动态调整工作状态等。

极致节能第三是采用智能化手段实现能效最优。叠加AI，可以使能效管理更加精细，适应各种环境条件和负载的动态变化，在整网协同的基础上更进一步降低网络能耗，并保障业务体验不降低。

利旧、低碳材料

通信网络设备使用了大量金属、塑料材料，这些材料在提取过程中产生的碳排放属于范围三排放类别。降低材料的碳排放首先是减少材料的使用，如极简的设备；其次是采用低碳材料替代现有高碳排放材料；第三是在网络改造中充分利用原有的机柜、电缆等材料；第四是对报废设备回收循环利用。

碳捕集、碳封存等措施

对于通过绿色供电、极致节能后网络仍然产生的碳排放，为实现碳中和，则需要采用碳捕集、碳封存等方法，如植树造林。“补救”措施相对成本比较高，大幅增加网络的运营成本。

绿色节能高效是通信网络持续发展的内在要求，碳中和不会对通信网络带来发展路径的变化，但对能效提出更高的要求。碳中和将提升绿色供电和节能高效的重要性，推动网络架构不断优化，节能技术持续发展，绿色供电和智能化节能应用等新技术加快发展。碳中和将促进通信网络进入绿色低碳2.0时代。

中兴通讯“零碳”能源网，助力运营商实现碳中和



刘明明
中兴通讯云视频及能源
经营部市场副总经理



气候变暖对全球环境造成了深远影响，2016年全世界170多个缔约方共同签署《巴黎气候变化协定》，

碳中和运动在全球兴起，当前全球已有120多个国家和地区提出了碳中和目标；欧盟委员会于2019年发布“欧洲绿色协议”，提出到2050年欧洲在全球范围内率先实现碳中和，《欧洲气候法》于2021年6月28日生效，将碳中和纳入法律保障，为欧盟各国在2050年实现碳中和的目标铺平了道路；2020年第七十五届联合国大会上，中国向世界郑重承诺力争在2030年前实现碳达峰，努力争取在2060年前实现碳中和。

ICT行业是全球经济发展的主力军，各大运营商和互联网巨头也将碳中和作为自身发展的重要战略目标。5G基站和数据中心是能耗大户，未来将有更多5G基站、边缘数据中心、大型数据中心的部署，传统的网络能源技术和建设模式难以满足网络低碳、零碳的需求和运营商可持续发展的需要，网络能源基础设施面临巨大挑战。

伴随着5G、物联网、云计算、AI等新技术的发展和商用，中兴通讯提出了“零碳”能源网，助力运营商实现碳中和的战略目标。零碳能源网主要包含三层架构（如图1）：产品技术层主要

包括智能光伏-绿色发电、智能变换-高效输电、智能锂电-高效储电、智能配电-精准供电、智能温控-极低耗电等低碳、零碳关键技术；综合方案层包括极简站点、绿色机房、预制全模块数据中心的全场景零碳解决方案，重构网络能源基础设施的新形态，实现运营商网络从接入到汇聚、再到核心的全网低碳、零碳部署和运行；能源云管理通过基于大数据和AI技术的统一网络能源管理平台，持续优化，进一步提升全网能效和运维效率。

实现端到端全能源链的综合节能

引入绿电是全网实现低碳、零碳的首要措施。若向电力公司购买绿电，一方面现有绿电供应容量不足，带来绿电成本增加，另一方面因电力基础设施、输电线路的建造，导致绿电的部署周期较长。当前采用因地制宜的光伏发电，对快速降碳具有优势，如纯太阳能或者太阳能+市电

5G



混合供电，方案灵活、快速部署，并能减少对电网的依赖，脱离电网独立运行，就地发电、就近供电减少线路损耗，也适合偏远或者市电不稳定地区站点大量燃油消耗和碳排放的问题解决。中

兴通讯智能光伏系统包括直流叠光和交流叠光，为站点、机房、数据中心提供绿电，实现全场景平滑叠光、自发自用、绿电上网，助力运营商网络从低碳向零碳平滑演进。针对室外站点和站点

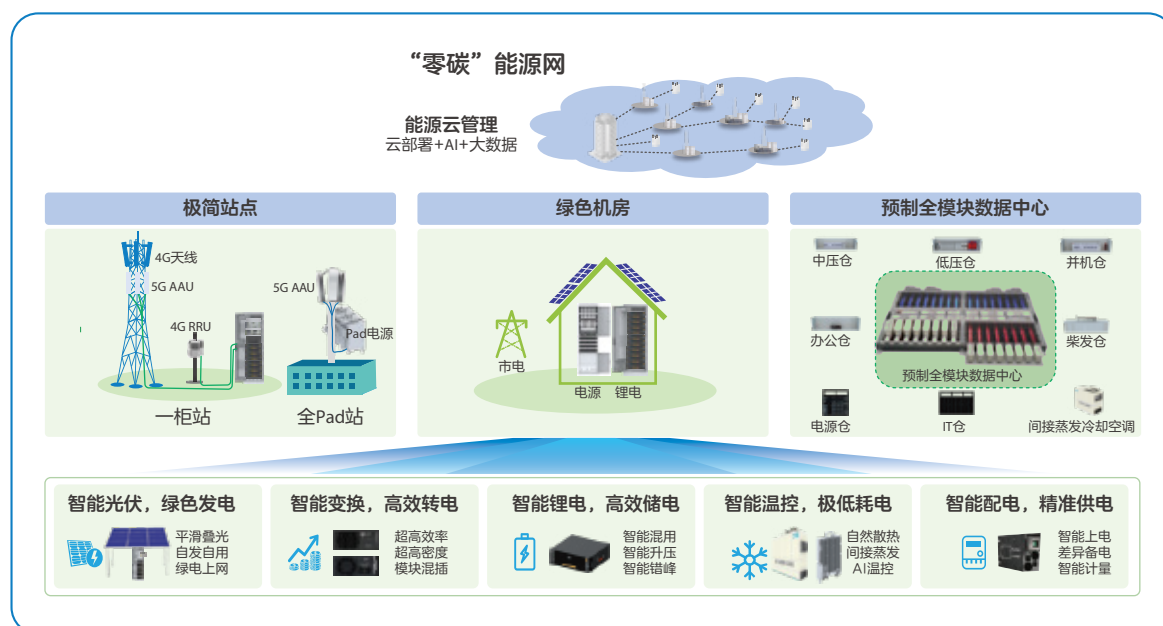


图1 中兴通讯“零碳”能源网架构

机房，可通过机柜内中兴通讯电源系统整流模块和太阳能功率模块自由混插，或直接安装太阳能功率插箱，实现中兴通讯电源或第三方电源的直流叠光改造，对电网无冲击，无需申请并网资质，项目运作周期短。针对核心机房或数据中心，通过并网逆变器实现交流叠光，优先绿电供电，冗余上网，最大化利用绿电资源。

通信电源是网络供电的主要能源设备，其功率变换效率直接影响全网能效，是全网节能的关键环节。随着5G的规模建设，全网能耗大幅上升，中兴通讯推出基于1×2U尺寸的第六代功率模块系列，包括3kW/4kW整流模块、太阳能功率模块、57V双向变换模块、280V高压直流升压模块、48V-12V/24V转换模块。3kW整流模块最高效率达98%，功率密度高达48.8W/in³，太阳能功率模块效率达98.5%，各项指标业界领先。基于新一代模块的UniPower智能电源，可以灵活混插全系列模块，电源设备的系统效率相对行业普遍水平提升近2%，同时实现多种类能源输入多制式输出、现网旧电源智能并机、免市电改造智能削峰、280V高压直流远供等功能，为运营商5G站点和机房的新建及改造提供灵活、快速部署、极简高效、平滑升级的供电方案。

5G网络站点功耗和站点数量的大幅上升对储能能量密度、充放电性能和智能化水平提出了更高的要求。传统铅酸电池能量密度低、体积大、重量重、循环寿命短、充放电效率低，以及粗放的管理和运维方式，已无法满足5G网络发展的需要，锂电池替代铅酸电池成为必然趋势。当前行业大部分厂家提供的普通锂电，由简单BMS（电池管理系统）和电芯封装，应用场景有限。中兴通讯基于功率变换、智能测控、热设计、云管理等核心技术的研发，集成全球顶级电芯推出SmartLi智能锂电。SmartLi具备智能混用、升压、并机、错峰、防盗和云管理等创新功能，满足网络全场景供电的综合方案应用，提升了整体方案的智能化水平，最大化利用绿电或市电，减少对柴油机的依赖，进一步减少燃油消耗和降低

TCO。

5G网络开始运行，高额的电费占据了OPEX的主要部分，配电环节也成为运营商网络节能的关注重点。中兴通讯推出智能配电模块，以及由智能空开组合的智能配电插箱，实现了分路控制、分路计量以及分路容量定义，可根据不同网络业务需求采取差异化的上下电管理策略、远程控制和维护，例如：基于电池放电时间、电池电压、电池容量下电，为5G设备实现差异化备电；也可进行负载分时段下电，如凌晨时段下电某些5G耗能业务。智能配电做到明明白白用电，按需供电，精准供电，实现了对负载的精细化、智能化供电管理，大大提升用电效率，降低了用电成本。

根据行业统计，传统的室外站、室内站温控能耗占比分别约10%和20%、一个PUE为1.6的典型数据中心中空调能耗占比高达30%，降低温控能耗一直是网络节能的主要方向。站点室外化和利用自然冷源，是大幅降低制冷系统能耗的有效途径。中兴通讯推出自然散热的Pad电源和Pad电池，由此构建“0”散热能耗的全Pad站；针对耗电大户数据中心，中兴通讯将间接蒸发制冷技术结合AI智能算法，不但最大化利用自然冷源，并做到智能调节、按需制冷，相比传统空调方案节能高达60%，局部PUE低至1.05。

全场景零碳解决方案：极简站点、绿色机房、预制全模块数据中心

随着电源功率密度和电池能量密度的不断提升，以及自然散热技术的应用，站点能源基础设施向集中化和小型化的新形态转变。中兴通讯通过一柜站和全Pad站构建极简站点解决方案，推动室内站点室外化，室外站点一柜化，再到全Pad化的低碳、零碳演进，让机房变机柜，多柜变一柜，一柜变“零”占地抱杆的全Pad站，站点能效从室内60%提升至室外85%，再提升到全Pad站的95%以上；对于利旧机房扩容，通过室

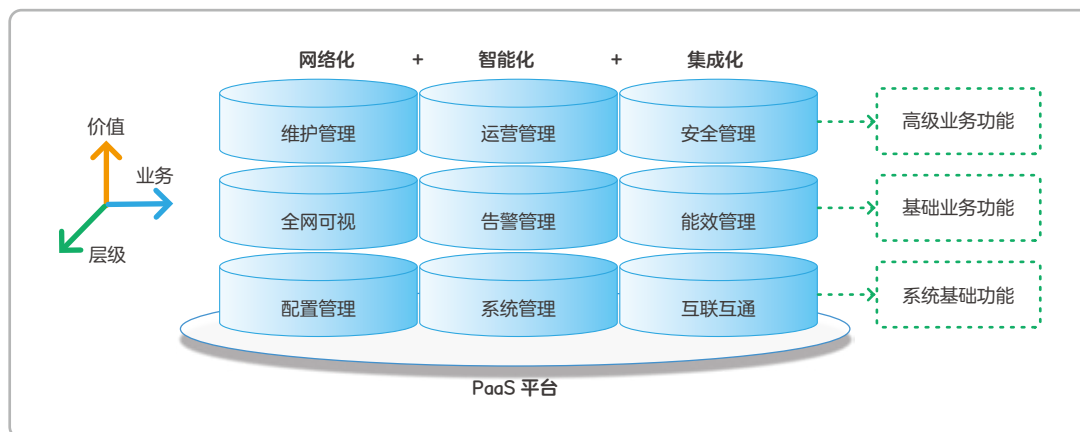


图2 中兴通讯能源云管理iEnergy业务模块

内大容量UniPower电源和大容量锂电并机，构建绿色机房解决方案，推动多机柜、多电源节能化改造，实现多种制式ICT设备集中供电，机房能效提升到75%以上。极简站点和绿色机房解决方案实现了能效大幅提升和低成本建站，同时为运营商省电费、省租金、省运维。

中兴通讯坚持自主创新，多专业的技术融合，突破传统数据中心枷锁，创新性构建了预制全模块数据中心解决方案，并将模块化、预制化的理念应用于设计、生产和建造全过程，解决传统数据中心施工复杂、建设周期长、运维难度大、运行节能困难等问题。该方案实现了极致快速：土建和机电并行施工，建设周期缩短40%；极致灵活：标准模块化设计，按需分期部署，灵活扩容，减少初期投资30%；极致节能：利用间接蒸发冷却技术和高压直流等供配电技术，PUE低于1.25，能源消耗下降30%。

能源云管理：提升能效，智能运维

随着5G网络发展，站点数量和功耗倍增、数据中心大规模建设和运行，带来了能源基础设施种类繁多，同时5G业务的多样化对能源需求的多样性和可靠性提出了更高的要求，全网能源基础设施管理复杂、运维和成本控制难度增加。

中兴通讯iEnergy管理系统是基于大数据和AI

技术的统一能源云管理平台，以全网可视、告警管理、能效管理、运营管理、维护管理、安全管理等业务为导向（如图2），实现从设备、站点到机房和数据中心全网的一体化管理。iEnergy覆盖了从发电到用电全能源链管理，通过站点内不同能源设备协同、站点与站点之间协同，支持能源网络构建，实现能源调度；通过全网多维度能效分析、评估和优化，实现整体能效最优，进一步降低用电成本。iEnergy利用数字化、AI、云技术、机器人等技术，实现了全网的智能化运维，远程巡检、预防性维护、减少故障和人工上站，提升运维效率。

总结

中兴通讯“零碳”能源网，从发电到用电，从网络建设到运行，全方位助力运营商网络向低碳、零碳演进，加速实现碳中和。“零碳”能源网不仅仅以低碳、零碳作为目标，更加注重运营商经营过程的经济效益，以绿色节能、综合提效为主要手段，助力运营商实现快速、低CAPEX建设5G和低OPEX运行、维护、管理5G网络。

信息时代瞬息万变，多种新技术蓬勃发展，中兴通讯始终与客户携手并进，持续探索，不断创新，为社会发展践行社会责任、创造财富和价值。ZTE中兴

“新基建+碳中和”推动 数据中心新一轮技术革新



雷婷
中兴通讯能源DC产品总工

2020年4月20日，发改委正式将数据中心纳入新基建范围。作为数字经济的底座，数据中心迎来了蓬勃的发展。数字基础设施的发展将带来能源需求与碳排放的增长，据统计，全国数据中心CO₂排放量近亿吨，预计2035年排放量将是2020年的两倍。在国家“碳中和”战略决策下，数据中心绿色低碳的高质量发展尤其值得关注。

道阻且长，行则将至。在新基建带来的数据中心规模增长机遇和碳中和提出的低碳减排挑战中，数据中心必须通过技术创新开启脱碳之旅。

形态解构：预制模块化数据中心加速新基建

传统数据中心的建设周期难以满足新基建的高速发展要求，需要大大缩短数据中心的建设周期。中兴通讯创新性提出预制模块化理念，通过科学颗粒度模型计算与创新产品开发，打造业界技术领先的全模块数据中心。预制化思路将设计和部分制造前置，不但可以节省项目建设时间，还能降低现场安装难度，减少施工带来的质量风险。模块化是预制化的基础，模块化数据中心从规划设计阶段就开始确立模块化的数学模型。该数学模型根据业务需求，综合考虑设计等级、电力容量、机房面积、冷负荷、机柜功率密度等各维度因素，计算出风火水电关键设备的数量和规格，配置上在经济性和可靠性之间取得最佳配

比，助力项目快速建设。

中兴通讯预制模块化数据中心产品可应用于多种场景：对于多层楼房或钢构厂房的室内场景，可以采用设备和子系统预制成撬块的多层预制全模块数据中心形态交付；对于无建筑的室外场景，可以采用将建筑与设备结合的多层集装箱数据中心形态交付（见图1）。

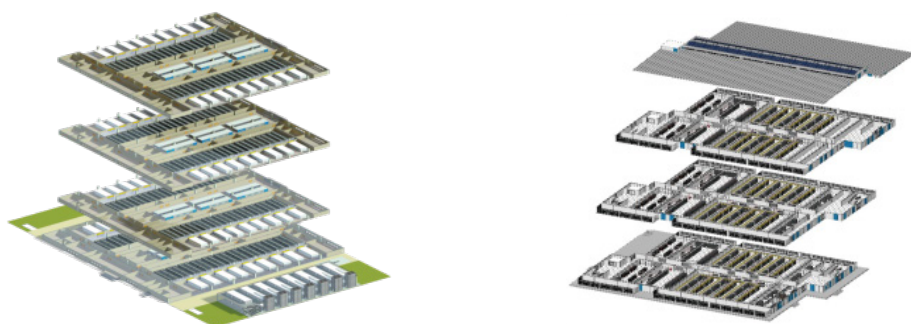
该创新方案改变传统数据中心初期投资大、建设慢等缺点，通过预制化模块化理念将工程项目产品化；采用全系统模块化标准设计，使数据中心交付加快40%，同时可按需扩容，节省初期投资30%。

空调创新：自然冷空调实现极致节能

制冷系统一直是数据中心除IT设备外的能耗大户，在节能减排和降低运营成本的双重压力下，空调的节能技术不断发展创新。随着对自然冷源的重视以及空气质量风险的控制，间接蒸发制冷逐渐在行业内形成共识，并在互联网、运营商等多个项目应用。由于主用自然冷却，间接蒸发制冷的CLF（空调用电与IT设备总能耗比值）在0.15以下，比传统方式节能近60%。间接蒸发冷却空调采用一站式交付方式无水无管进机房，免去复杂的管路铺设及设备安装与调试，非常适合新基建下快速交付需求。此外，随着单机柜功率密度的不断增加，冷板式液冷和浸没式液冷等多种创新技术会在未来几年结合数据中心规模化



许璐
中兴通讯能源DC产品总监



◀图1 预制全模块数据中心(室内场景)
及集装箱数据中心(室外场景)

应用的需求逐步成熟。

中兴通讯是国内最早在数据中心行业应用间接蒸发制冷的厂家，积累了丰富的实践经验，在此基础上首创逆流式双层喷淋加湿间接蒸发冷却空调并拥有多项核心专利。该产品通过立体式水场与风场融合，使蒸发效率高达85%，同时采用高效的空空换热芯体，通过智能化PID算法根据客户需求选择节能或节水模式，比传统空调系统空调能效提升60%以上，耗水量降低90%。由于采用模块化设计，该产品现场只需连接三管一线（给水管、排水管、风管、电源线），实现即插即用。考虑到室外长期运行，该产品配置自动清洗、智能水质监测、自动排水补水及智能防冻防霜防垢处理模块，化繁为简轻松实现运维。

配电融合：全链路模块化实现高效集约化

新基建对大数据中心提出相比传统数据中心建设更高的要求。首先是服务器存储等ICT设备的高密化演进要求促使机电配套的高密化发展，其次各地对PUE的严格要求促使产品方案必须高效节能。传统项目中变配电和电源系统成本占比

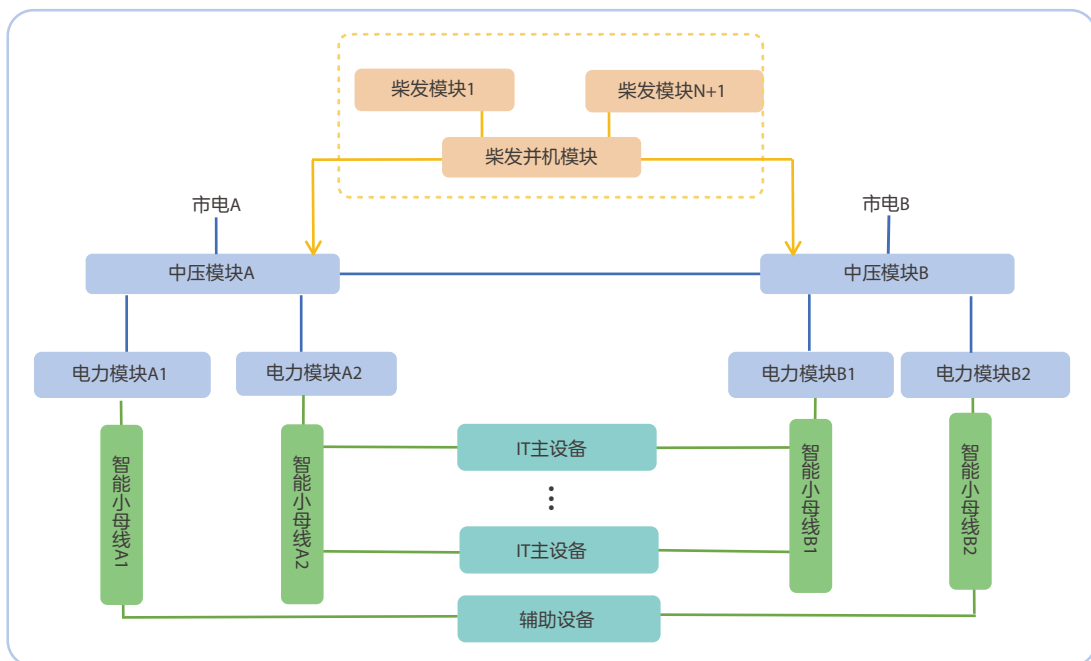
60%以上，且复杂的配电系统往往是项目建设周期中的瓶颈。相比以往数据中心对配电系统冗余度过度的高可靠性要求，新型数据中心更关心配电系统的高效简约，并要求具备对关键短板识别的系统性思维。

中兴通讯提出的全链路模块化解决方案，将柴发、变配电、电源、电池、智能小母线产品通过标准化模块化方式构建（见图2），灵活适应多种场景。ZTE FPM7000电力模块是配电系统集约化的典范，将前置中压柜、变压器、低压配电、电源产品高度融合，简化配电拓扑，缩短配电线路，节省占地面积40%；采用工厂预制，2个月可快速交付；同时该产品采用中兴通讯智能化配电监控，可实现全链路可视化，完成链路在线整定、电能质量分析、PUE测算、母排温度监测、核心部件健康评估和预防性维护。

AI加持：推动DCIM智能化管理

从数据中心全生命周期看来，运营时间是建设时间的数十倍，因此“重建设轻运营”的时代已经过去，越来越多的专业人士关注到数据中心运营阶段的智能化管理。人工智能可以通过自动

图2 全链路配电模块拓扑示意图



化和机器学习来管理、改造和改善数据中心基础设施。一方面机房智能化管理系统可以节省人力，提升可靠性，另一方面也是机房节能的有效手段。

中兴通讯iDCIM数据中心智能管理系统可提供基础设施从规划设计到运营维护的全生命周期管理，保障数据中心安全高效运行。iDCIM通过AI智能算法深度学习，实时监控系统运行数据，持续进行系统调优并给出维护策略，实现智能供电、智能散热，可帮助系统提升能效8%。数据中心对数据信息安全要求严格，该产品具有自有软件著作权证，并通过行业最严苛的公安部安全认证，从敏感数据保护、访问控制、Web安全、加固策略等方面全方位严防死守，保证系统安全运行。

风光消纳：绿色能源注入

要从根本上减少数据中心的碳排放，需要从电源输入侧加快降碳技术的研究和创新。目前可再生能源项目在全国建设已非常广泛，未来风电、光伏将进一步成为电力供应的主力军，因此

数字基础设施在项目选址阶段就要充分考虑当地风光绿色能源的利用可行性。

相比投资建设大型集中式可再生能源项目，建设分布式可再生能源项目因投资低、绿色电力所属关系清晰成为首选。企业可选择自己投资建设就地消纳，亦可外包给发电企业投资建设，数据中心和发电企业签署购电合同，享受电价折扣。

中兴通讯智能光伏系统可实现全场景平滑叠光，灵活安装在数据中心屋顶或周边空地，自发自用，绿电上网。此外中兴通讯提出光伏新能源与HVDC的直流并网，结合市电直供主备供电的创新方案，可以在确保系统可靠性基础上大幅度降低配电能耗。

在新基建、碳中和的背景下，中兴通讯通过预制化模块化实现数据中心工程产品化，采用间接蒸发冷却空调及全链路配电模块实现高度集约和节能，借助AI实现智能化管理，采用叠光方案注入绿色能源，多维度打造“绿色高效低碳”的新型数据中心。ZTE中兴

新一代智能电源UniPower

助力运营商降低TCO、加速碳中和

截至2021年7月，中国已经开通5G基站数约96万个。2021年7月，工信部、中央网信办等十部门印发《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》，到2023年每万人拥有5G基站数超过18个，由此推算到2023年底，我国5G基站数量将超过254万个。5G正加速到来，并对各行各业带来深刻影响。

运营商5G建设、运营、碳排放面临巨大挑战

5G基站功耗是同级3G、4G基站的大约3倍；若实现相同覆盖，5G基站需求数量约是4G基站数量的3~4倍。运营商在未来5G网络建设、运营、碳排放方面将面临巨大挑战。

站点功耗增加，运营商面临多重压力

5G基站功耗的增加，给运营商带来OPEX增

长和碳排放的压力。以国内某运营商为例，其2020年用电量为228.33亿kWh，CO₂排放量为13.76百万吨，净利润为208.5亿元。2021年预计将建设14.52万个5G基站；假设每个5G站点平均功耗为2.5kW，2021年新建5G基站年新增耗电、新增CO₂排放及与2020年相比增幅见表1（当前每度电CO₂排放量0.67kg）。基站用电类别一般是“一般工商业及其用电”、电压等级为“不满1千伏”，以浙江为例，不分时段的电价为0.6964元，则该运营商2021年新建5G基站新增电费为22.14亿元，占2020年净利润比高达10.62%。

按照中国到2023年底5G基站总数预计将超过254万个来计算，3年累计新增耗电达385.44亿kWh，CO₂排放量为25.824百万吨，运营商将面临巨大的OPEX、盈利和碳排放压力。

由于5G站点功耗大幅增加，在我国大约有20%的站点现有市电容量不满足5G设备供电要求。



范俊宁
中兴通讯能源Power产品
总工



高建凯
中兴通讯能源方案总监

年份	新增5G基站数 (万个)	年新增耗电 (亿kWh)	年新增CO ₂ 排放 (百万吨)	与2020年相比 耗电增幅	与2020年相比 CO ₂ 排放量增幅
2021	14.52	31.80	2.306	13.93%	16.76%

◀ 表1 国内某运营商2021年新增5G基站耗电、碳排放及相比2020年增幅

以国内某运营商为例，平均每个站点扩容市电成本约为30000元，建设周期大约需要3个月以上。

现网电源容量不足，平滑扩容困难

不论是塔商共享站点，还是运营商自有站点，5G宏站的新建和扩容，都面临着电源和电池的利旧问题。站点老旧电源和电池的品牌多、种类多，传统电源只具备整流模块扩容能力，不具备电源系统的扩容能力，而传统铅酸电池也只能整体替换，运营商的初期投资巨大，后期扩容仍然面临同样问题。从模块到系统，从空开到整个配电单元的最大化利旧、平滑扩容成为5G建站的新需求。

多运营商共享，对配电和用电管理提出更高要求

共享站点塔商的直流电源按运营商进行配电

分区及计量，每个运营商的配电路数固定，在实际接线中，常常存在运营商配电路数不够而跨区接线，导致不同运营商的用电量漏计或多计的问题；运营商配电区的空开合闸即可取电，运营商增加负载时，不用向塔商申请就可上站安装新设备，塔商的租金收益得不到保障。此外，当前塔商不能对运营商的每路设备进行远程上下电精细化管理，当设备退出服务时，需上站处理，带来额外的上站成本；5G设备功耗大，业务闲时设备还消耗大量电能，传统电源不支持单个业务定时节能下电，用电成本高。

面向5G发展的新一代智能电源UniPower

针对运营商5G网络建设、运营中的以上挑战，中兴通讯推出新一代智能电源UniPower。

UniPower基于1×2U尺寸的模块架构，包括3kW/4kW



设备分类	业务负荷	AAU平均功耗 (W)	BBU平均功耗 (W)	总功耗 (W)
5G	100%	1127.28	293.01	3674.85
	50%	892.32	293.01	2969.97
	30%	762.43	292.54	2579.83
	空载	633	293.57	2192.57
4G	100%	289.68	175.68	1044.72
	50%	273.58	174.32	995.06
	30%	259.10	171.92	949.22
	空载	222.59	169.44	837.21

表2 5G、4G基站功耗对比

整流模块、太阳能功率模块、57V双向变换模块、280V高压直流升压模块、48V-12V/24V转换模块、智能配电模块，实现了全系列模块灵活混插、多种类能源输入多制式输出、现网旧电源智能并机，免市电改造智能削峰，280V高压直流远供、智能配电等功能；整机采用模块化设计，满足前接线、前维护的要求，可灵活扩展直流配电单元和功率插箱单元。

助力运营商节能减排

通过智能叠光、错峰用电、定时通断等功能，UniPower能够显著助力运营商节能减排。

UniPower的功率模块安装槽位，可兼容安装整流模块和太阳能功率模块，实现智能叠光。假设某站点配置1个50A（3000W）的太阳能功率模块及相应的太阳能组件，平均每天发电4小时，则每天可发电12kWh，全年可发电4380kWh；光伏峰值发电时间按10:00~14:00，按浙江省电价计算，则每年可减少电费2802.76元，减少CO₂排放2.93吨。

UniPower具备智能错峰功能，可设置多个电价尖峰、高峰、低谷时段，选择每个时段的供电模式，例如在尖峰及高峰时段不使用市电，由电

池放电给负载供电，在低谷时段给负载供电、同时给电池充电。该功能可降低电网尖峰及高峰时的用电负荷，增加低谷时的用电负荷，使电网运行更平稳，可减少发、供电设备的建设投资，提高供电效率。

表2是某运营商2019年在广州、深圳对5G、4G基站的实测数据。假设某站点只有4G、5G设备，在尖峰和高峰时段不使用市电，由电池给负载供电，低谷时段由市电供电，同时给负载供电和给电池充电，电池充放电效率为92%。按照中国移动的定义：7:00~23:00为话务忙时，23:00~次日7:00为话务闲时；话务忙时假设4G设备业务负荷为100%，5G设备为30%，话务闲时4G设备为30%，5G设备为空载。按照无错峰功能时，每天电费为56.41元。按照有错峰功能时，其中尖峰和高峰时段由电池放电时，已考虑电池的充放电效率，每天电费为32.89元；与无错峰功能相比，每个站点每天可节省23.52元，每年可节省电费8584.8元；与无错峰功能相比，电费节省41.7%。

UniPower还可根据业务情况，在业务闲时关闭相关设备以降低电费。例如，在目前5G业务较少时，在业务闲时（23:00~次日7:00）关闭5G基

UniPower可灵活混插智能配电模块并扩展智能配电单元，实现了分路控制、分路计量和分路容量定义，可根据不同网络业务需要采取差异化的上下电管理策略。针对多频段、多租户共享场景，支持每一路负载的单独计量、单独下电、分时下电、远程上下电等功能，满足多业务、精细化管理的需求，同时也解决塔商多运营商租户精细化管理的问题。

站，每天可节省电能17.54kWh，节省电费6.64元；全年可节省电能6402.1kWh，节省电费2423.6元，减少CO₂排放4.29吨。

智能削峰，解决站点市电容量不足问题

UniPower具备智能削峰功能，可设置市电容量限值，当负载功耗超过该阈值时，结合锂电池高循环性能，由锂电池补充放电满足负载用电需求，当负载功耗低于该阈值时，对锂电池进行快速充电。如果站点日照条件较好，有条件建设太阳能的站点，UniPower可选配太阳能功率模块，解决市电容量不足的问题。

实现模块级、插箱级、电源系统级扩容

UniPower可根据站点老旧电源种类、可升级改造和再利用程度，以及工程割接的复杂度等现场情况进行综合评估，灵活选择扩容模式，包括整流模块扩容、功率插箱模块化扩容、功率插箱替换改造扩容，以及整机系统并机扩容等模式；配合中兴SmartLi智能锂电实现现网电源和电池容量的扩展，满足5G新增供电容量需要，最大化保护运营商现有资产，同时也为后续的旧电源和电

池替换做好准备，支持平滑扩容升级，大大降低了建站成本。

智能配电，精细化管理

UniPower可灵活混插智能配电模块并扩展智能配电单元，实现了分路控制、分路计量和分路容量定义，可根据不同网络业务需要采取差异化的上下电管理策略。针对多频段、多租户共享场景，支持每一路负载的单独计量、单独下电、分时下电、远程上下电等功能，满足多业务、精细化管理的需求，同时也解决塔商多运营商租户精细化管理的问题；UniPower的智能配电功能进一步降低了用电成本。

今年是5G建设的第3年，各运营商均加速5G网络建设。由于5G设备功耗大幅增加，运营商面临巨大的盈利压力和碳排放压力。基于对运营商需求的深刻理解，中兴通讯创新开发了新一代智能电源UniPower，解决了运营商在建设5G网络时遇到的各种能源供电问题，助力运营商降低TCO、加速碳中和。 ZTE中兴

SmartLi智能锂电， 开启通信储能新时代

5 G网络的三大场景：高带宽、低延迟及更高可靠性和大容量海量终端连接，必将为社会经济、生活带来革命性的影响。为了确保业务的稳定可靠，5G网络储能是网络供电系统中不可或缺的重要环节。传统铅酸电池存在能量密度低、体积大、重量重、循环寿命短、短时放电功率下降等不足，管理和运维方式粗放，已无法满足网络发展的需要。随着5G网络的大规模建设，锂电池以其优良的性能，替代铅酸电池已成为必然趋势。

5G网络架构对通信储能系统提出新需求

5G网络架构相比3G/4G网络有很大的变化，主要体现在宏站功耗大幅增加、末梢站点爆炸式增长、边缘数据中心的出现等，这些变化对通信储能系统提出了新的需求。

5G网络功耗大幅增加，需要储能系统快速部署

5G网络功耗相比4G大幅增加，如果使用传统铅酸电池，需要更大的站点空间，不宜于5G快速部署。以4G典型站点2kW功耗、4h备电为例，传统300Ah铅酸电池需16U空间，重量高达450kg，5G接入功耗翻番，铅酸电池由300Ah扩容至600Ah，需额外新增电池柜，重量高达900kg，导致大量站点因空间及承重不足，难以

快速部署5G设施。而铁锂电池支持大功率放电，在短时内能放出全部电量，400Ah铁锂电池即可满足5G接入备电需求，且只需16U空间，重量约180kg，可利旧原有电池舱空间，显著降低网络部署难度，同时减少电池容量过配造成的资源浪费。

5G AAU上塔，要求储能系统恒压供电

传统铅酸电池的电压随电池放电而下降，供电距离有限、电量无法完全放出。以5G AAU典型功耗1100W为例，在50m供电距离、6mm²线径时，电池仅能放出45%额定电量，损失高达55%。

存量站点扩容时，新旧储能系统需支持混用

传统铅酸电池不支持新旧电池、不同种类电池直接混用，否则会影响电池寿命，因此存量站点扩容，需对旧电池进行整体替换，造成资源浪费，亟需新的储能系统实现按需、平滑扩容，最大程度保护已有投资，减少新增投资压力。

5G网络站点峰值功耗增加，储能系统需参与削峰

5G业务峰值期间，市电容量不足，传统铅酸电池无法参与削峰，市电改造带来超长工期和高昂费用，影响5G网络的快速部署；铁锂电池具有优异的循环性能和快速充电能力，是参与削峰的最佳选择。



黄元华

中兴通讯能源Power产品
方案经理

5G网络站点数量倍增，储能系统需支持智能管理

传统铅酸电池只提供简单备电功能，无管理或管理粗放，人工上站，维护成本高。随着5G站点的大规模部署，储能系统作为网络能源基础设施的重要组成部分，管理和运维模式亟须实现远程管理和智能运维，提升能效和运维效率，降低运维成本。

SmartLi智能锂电是5G网络储能的最佳选择

当前通信行业大部分锂电池厂家提供的是普通锂电，主要由简单的BMS（电池管理系统）和电芯封装组成，智能化水平有限，不能满足5G网络快速部署、平滑扩容、智能运维、精细化管理等方面的需求。

中兴通讯基于对5G网络的深刻理解，通过功率变换、智能测控、热设计、云管理等核心技术

自研，推出SmartLi系列智能锂电产品（如图1）。SmartLi系列智能锂电具备智能升压、智能并机、智能混用、智能防盗、智能削峰、智能云管理六大智能化创新功能，满足5G网络全场景应用的新需求，提升5G网络供电综合智能化水平，最大化提高网络供电效率和降低TCO。

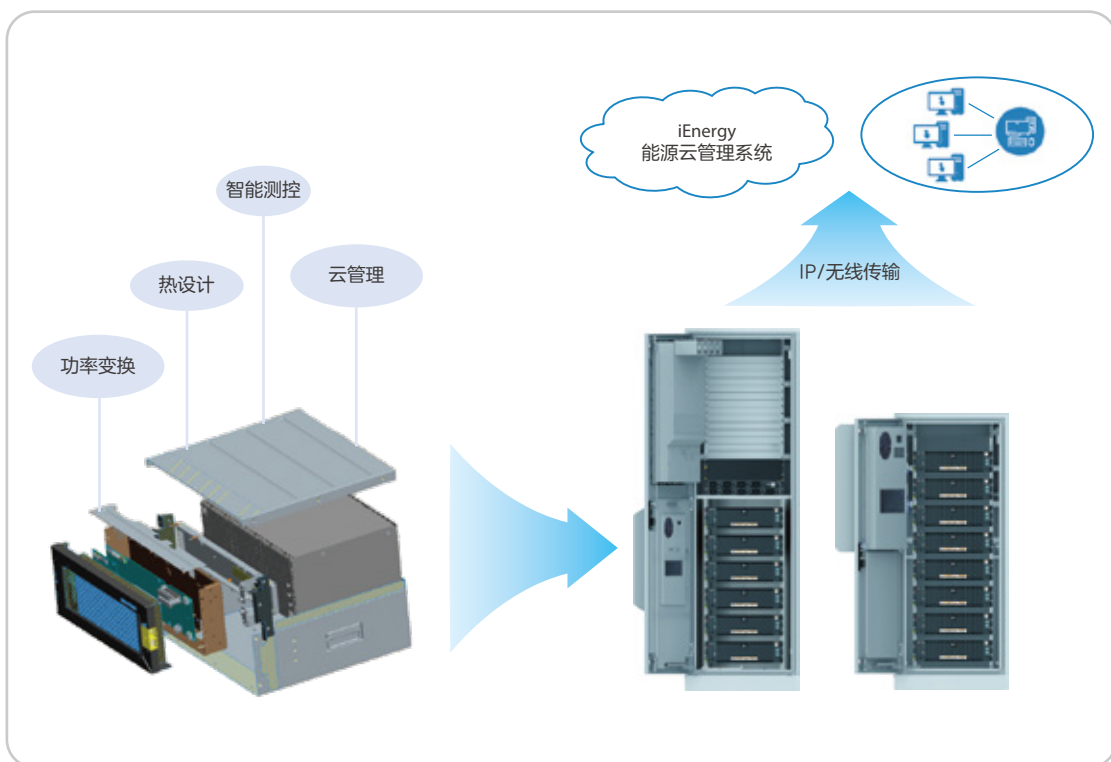
● 智能升压

5G设施拉远供电场景，SmartLi智能锂电通过与5G电源联动协同，实现57V恒压输出，放电电压不随容量下降而降低。以1100W功耗，50米供电距离，电缆截面积6mm²为例，SmartLi智能锂电57V恒压输出，100%放出电量，单组智能锂电的放电容量多于2组传统铅酸或普通锂电的放电容量。

● 智能并机

SmartLi智能锂电通过组间智能协同，对电池组进行调压限流分摊管理，实现输出功率无损智能并机。以8kW功耗1小时备电为例，普通锂电需配置3组100Ah电池，SmartLi智能锂电只需

图1 SmartLi智能锂电





配置2组100Ah，节省1组电池及电池柜。

- 智能混用

SmartLi智能锂电可自动适配不同电池组的电压，免增合路器，支持与铅酸电池、新旧锂电、普通锂电智能混用，最大化利用旧有电池，保护客户投资，适应5G网络演进分步投资；同时最大化利用锂电长循环寿命及优良性能，平衡不同性能电池的生命周期，达到TCO最优。

- 智能防盗

SmartLi智能锂电自动检测锂电池状态，当电池被盗后，能自动锁住电池输出，让电池失去使用价值。电池内部可选配GPS模块，实时定位电池的地理位置，便于快速追回。电池追回后可通过多种方式解锁激活，继续使用。

- 智能削峰

SmartLi智能锂电与中兴通讯电源产品智能协同，使得SmartLi在负载峰值时放电，实现5G网络演进时免改市电，减少投资、快速部署，解决5G基站市电容量不足的瓶颈问题。以室外站点

为例，智能削峰的总体改造成本仅为市电改造费用的1/4，经济效益明显。

- 智能云管理

SmartLi智能锂电与中兴通讯能源云管理系统iEnergy智能协同，实时掌握电池运行、故障状态，实现全网锂电状态可视；通过大数据及AI分析预测，实现全网锂电寿命精准管理、前瞻性运维，提升站点备电安全，减少无效上站，降低运维成本。

中兴通讯SmartLi智能锂电已在全球通信市场获得广泛应用。在高湿、高盐雾的海岛国家印度尼西亚、菲律宾，在炎热、严重缺电的国家巴基斯坦、利比亚，在已经规模建设5G网络的日本，SmartLi的稳定运行均得到了市场的检验。

“铅酸锂电化、锂电智能化”是通信行业储能发展的大势所趋，中兴通讯SmartLi智能锂电将助力运营商在各种环境中快速部署5G网络，推进5G商用化进程。[ZTE中兴](#)

新型空调技术在数据中心的应用



谢凯
中兴通讯能源DC产品
规划工程师



张俊凡
中兴通讯能源DC产品
规划总监

数据中心能耗现状及节能政策

近年来，随着5G、人工智能、物联网、云计算、大数据等行业的技术进步，作为新基建的“基石”，数据中心在我国的建设如火如荼，呈现蓬勃发展的趋势。但数据中心的能耗问题不得不引起重视，截至2019年年底，全国超大型数据中心平均PUE为1.46，大型数据中心平均PUE为1.55，与前两年相比水平相当。2020年中国数据中心用电量超过全国发电量2%，到2030年，占比预计翻番。

超低PUE值已成为我国数据中心建设的门槛性指标。为促进数据中心节能减排，实现绿色低碳发展，国家相关部委、北京市、上海市、天津市、广东省、深圳市等地方政府出台了一系列的限制和引导政策，2021年7月，工信部印发了《新型数据中心发展三年行动计划（2021—2023年）》，指出到2023年底，新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下，严寒和寒冷地区力争降低到1.25以下。

数据中心现有节能空调技术

数据中心是一整套复杂的设施，由各个子系统组成，不仅包括计算机系统和其他与之配套的设备（例如通信和存储系统），还包含供配电系统、空调系统、消防系统、照明系统、监控系统等多种基础设施系统。其中，空调系统在数据中心是耗电大户，约占整个数据中心能耗的30%~45%。

目前供配电系统等系统能效优化已接近瓶颈，降低空调系统的能耗是实现数据中心PUE降低的重要路径，也是最直接和最有效的措施。

现有空调系统节能可以分为三个节能层级：部件级节能、产品级节能、方案级节能。部件和产品层面的节能效果有限，对数据中心PUE的降低是杯水车薪。方案级节能是最能降低数据中心能耗的技术手段，包括提高供回水温度、提高送回风温度、封闭冷热通道、近端制冷以及利用室外自然冷源等措施。方案级节能最有效、最常用的方式是直接或间接的利用室外冷源：水侧/风侧自然冷却冷冻水系统、直接/间接新风系统、热管系统、氟泵系统、江河湖海水自然冷却系统、间接蒸发冷却系统。

其中，以间接蒸发冷却空调（简称IEC空调）为代表的新型节能空调产品近年来广泛应用在数据中心项目中。

间接蒸发冷却技术助力数据中心低碳节能

自2019年来，百度、腾讯开始在新建数据中心项目中大规模应用IEC空调，京东、快手、Ucloud等企业也有多个项目落地，同时，运营商也纷纷布局IEC空调项目。

间接蒸发冷却技术为何能够引起多个头部企业的青睐？从原理上来看，IEC空调是一种新型节能空调产品，其将新风、直接蒸发、间接换热、DX/CW辅助制冷等技术融合在一起，根据室



中兴通讯IEC空调现场实景图

外气候条件，智能选择最节能的工作模式（干工况、湿工况和混合工况）。

中兴通讯紧跟数据中心空调发展趋势，是国内最早具备IEC空调商用建设和运维经验的厂家之一，积累了大量的应用数据。中兴通讯敏锐地洞察到IEC空调将会成为绿色数据中心空调领域明星产品，近年来在IEC空调产品上投入了大量资源，自主创新，拥有多项核心专利。中兴通讯新一代IEC空调节能指标业界领先，还具有极速交付、极简运维、弹性扩容等优势：

- 极致节能：采用业内最高认证，效率高达70%的叉流式空空换热芯体；独创业内最高蒸发效率85%的逆流式双层喷淋加湿系统，提高10%以上的加湿蒸发降温能力；相较传统单一的风冷、水冷技术，整体节能60%以上，局部PUE低至1.05，节能指标业界领先；
- 极速交付：一台机组即一个制冷系统，模块化设计，工厂预制化，一站式整体交付，现场只需连接三管一线（给水管、排水管、风管、电源线），即插即用，交付时间节省58%以上；

- 极简运维：单一设备，无复杂管路维护，可实现自动化运行、芯体自动清洗、水质在线自动监测、自动排水补水、智能故障检测及智能防冻防霜防垢处理策略，轻松实现运维；
- 弹性扩容：根据客户业务需求灵活部署，适配多场景应用，减少初期投资成本。

得益于在IEC空调多年来的深耕细作，中兴通讯于2019年、2020年相继入围百度、腾讯、京东IEC空调短名单，位居2020年互联网行业IEC空调市场第一份额。

在碳达峰、碳中和的背景下，数据中心建设的增长需求和高能耗之间的矛盾已成为数据中心行业发展的主要矛盾，同时，数据中心也逐渐从资金密集型、劳动密集型走向技术密集型行业，成为下一波技术创新的制高点。中兴通讯将持续探索数据中心制冷新思路、新技术、新产品，积极参与新型节能空调产品的开发和研究，不断提升中兴通讯在数据中心暖通领域的产品竞争力，为数据中心节能减排、绿色低碳发展贡献力量。ZTE中兴

中兴通讯5G供电方案保障网络平滑演进



万全
中兴通讯能源Power产品
策划总监



张洁
中兴通讯能源Power产品
方案经理

5G基站供电面临诸多挑战

相

比2G/3G/4G网络，5G网络带来两个明显的变化：首先5G单站功耗大幅增加；其次，为了满足网络容量的增长，需要部署大量的末梢站点，站点数量大幅增加。从网络部署角度来看，5G的早期部署与4G网络共存，无论是存量站点上叠加还是新建5G站点，站点供电都面临诸多挑战。比如站点设备功耗增加，需要整体替换电源或在原站址新增机柜，整体替换存在割接困难且无法利用原有电源，新增机柜又面临占地增加的问题。

随着5G业务的增长，采用C-RAN架构建设无线网络，在机房部署BBU池成为5G基站建设的主流，对机房大电源的需求增加。受制于传统电源建设模式，现网机房电源存在供电和备电能力不足、转换效率低下等问题，而新建机房电源建设周期长、投资大。

中兴通讯5G电源新定义

结合电源产品在网服务实践经验，中兴通讯对5G演进的供电需求进行了实地勘察和综合分析，总结出5G基站部署对供电系统的四大需求：快速安装、平滑扩容、高效节能、简单运维。

- 快速安装：对存量站点的改造或搬迁，不增占地、不改市电；对新建站点，实现少占地或“零”占地；
- 平滑扩容：站点整流、配电、备电具备平滑扩容的能力，原有站点资产可以利旧；
- 高效节能：从能源利用、功率变换、温控、

输电、备电和负载消耗环节进行端到端的全链路高效设计，从整站和全网的层级考虑节能方案；

- 简单运维：5G站点数量增加，站点类型复杂，须满足5G网络建设对全网能效提升和智能运维的需求。

面对5G供电挑战，中兴通讯提出5G电源新定义。中兴通讯5G电源具备极简高效、全模块化、智能化和网络化四大特点。

5G典型场景供电方案

基于5G电源新定义，中兴通讯推出一柜站和全Pad站建站方案，助力运营商构建极简站点（如图1），全方位降低TCO。中兴通讯一柜站和Pad站建站方案可以灵活应用于存量 and 新建站点。

针对5G新建基站，一柜站方案占地面积小，可以灵活使用在户外绿地或屋顶场景。一柜站方案采用新一代UniPower智能电源和SmartLi智能锂电，无论是电源容量还是电池备电容量均可实现模块化平滑扩容，既能节省初期资金投入，又能保护后续业务扩容情况下的既有设备投资；新建屋顶或城市灯杆5G站点，屋顶和灯杆承载能力受限，可采用由Pad电源和Pad电池构建的全Pad站方案，所有设备外观相近，共享安装附件，此方案可实现一站一杆，线路损耗少，综合效率高，零占地，快速部署，免维护。

针对存量站点，中兴通讯提供灵活的5G供电方案，旨在最大化利旧现有设备，灵活部署，快速建站，高效节能。针对存量站点多种场景，中兴通讯提供相应解决方案。

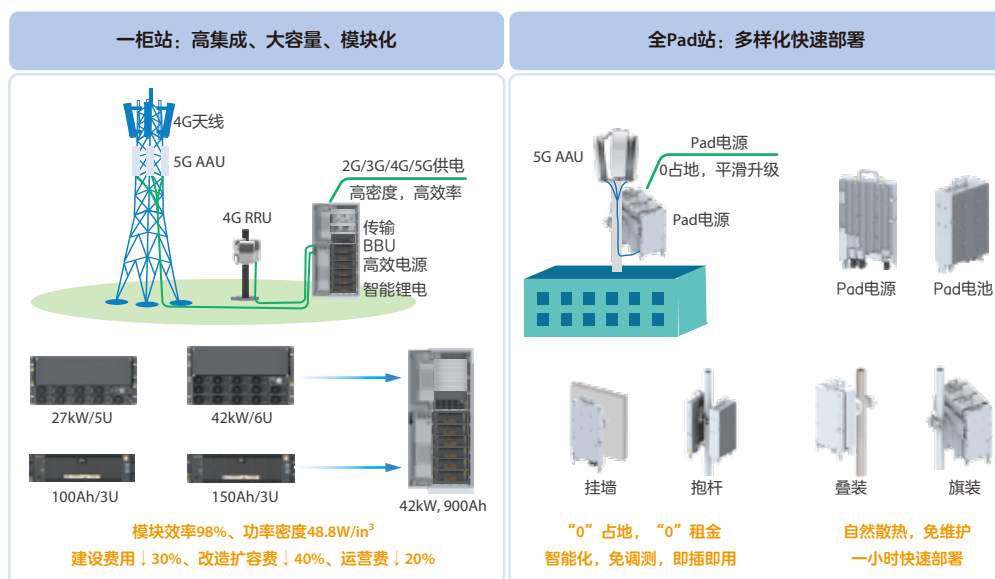


图1 中兴通讯极简站点方案

- 场景1：站点空间受限无法新增电源机柜，或AAU设备拉远距离较长

采用Pad电源就近为AAU供电，不影响现网设备供电。就近供电线路损耗少，且Pad电源自然散热，“零”温控耗电，系统端到端综合效率高达95%；采用壁挂或者杆挂等灵活安装方式，“零”占地，快速部署，免维护，特别适合楼顶分散型站点。

- 场景2：站点机房电源老旧，无法扩容，需要最大化利用旧网资产

采用旧电源插箱替换改造方案，最大化利用旧网电源资产，替换改造过程不断电操作。此方案最大化利用旧交流配电、防雷、老设备直流配电、线缆等，降低改造成本；改造不断电，简单快速；改造后系统容量、效率、功率密度提升；具备5G设备单独计量、单独下电管理的功能，为5G设备申请电费补贴提供计量依据；同时系统具备智能削峰/错峰功能，避免市电容量稍欠场景下的外市电改造，降低改造成本，以及减少电费支出。

- 场景3：现网采用C-RAN架构实施全网改造

C-RAN改造，采用大容量组合电源1000A-1800A为BBU池集中供电，对于C-RAN改造后的远端设备供电可采用全室外化改造，机房退租，采用全Pad站方案供电。通过采用BBU池集中供电且集中备电的方式，解决5G建设D-RAN模式下站址获取难、建设投资大、机柜空间不足

等问题，并且可以对供电和储能进行统一管理和调度；改造后，远端站点Pad电源和Pad电池供电，原机房、电源设备退租，节省机房与配套租赁成本。

- 场景4：站点叠加5G后，现网铅酸电池备电不足

保留原有铅酸电池备电，新增SmartLi智能锂电与铅酸混用进行备电扩容，智能锂电支持智能混用，对电池性能和寿命完全没有影响。此方案利用旧有铅酸电池，保护投资，同时模块化扩容锂电容量，未来支持平滑扩容升级。

- 场景5：站点叠加5G后，现网市电容量不足站点供电需求

当站点负载功耗达到市电容量峰值，电源系统通过智能削峰功能实现电池限流或电池放电，满足负载供电。此方案免市电改造，可降成本达78%，节省2~3月时间，实现快速部署。

随着5G建设的逐渐展开，通信基站供电系统中的电源容量、市电容量、备电、配电以及拉远供电方面都会面临挑战。中兴通讯对5G电源的新定义，既是对通信基站电源应用的趋势判断，也是中兴通讯电源长期努力的方向。目前中兴通讯通信能源产品已在全球部署超过171万套电源系统，服务于全球160多个国家和地区的386家电信运营商。中兴通讯将聚焦客户核心价值，提供更可靠、更经济的供电方案，保障网络平滑演进。ZTE中兴

快速交付，灵活扩展

——预制全模块数据中心方案与应用



刘小光
中兴通讯能源DC产品方案
经理



李伟波
中兴通讯能源DC产品策划
总监

当前，以数字化、网络化、智能化为主要特征的新工业革命和数字经济浪潮席卷全球，推动了社会快速变革。

作为数字世界底座的数据中心在全球迅猛发展。然而，传统数据中心建设和运维面临诸多挑战，包括建设周期长、初始投资大、业务扩展不灵活、能耗高、运维运营管理困难等。在这样的背景下，中兴通讯创新发展了预制全模块数据中心解决方案（如图1）。该方案将供电、制冷、消防、监控等各子系统在工厂预制集成，大大减少了现场交付的工程量，提升了项目交付的标准化水平。方案采用模块化设计，可以结合实际业务需求灵活快速地分期扩展。预制全模块数据中心在交付周期、能效水平、按需投资、智能管控等方面将数据中心设计、交付和运营提升到一个崭新的水平。

中兴通讯预制全模块数据中心解决方案

数据中心机电设施包括中低压变配电系统、

备用电源系统、不间断电源系统、机房系统、暖通系统、消防系统和弱电系统等，是一个跨空间、跨专业的综合性系统。为了提升标准化水平，提升设计、生产和交付速度，并且方便后期的运营维护，大颗粒度的预制化与模块化是基本的设计思路。

该方案应用集装箱柴油发电机，在集装箱内集成了柴发主机、控制系统、空调系统和消防系统。由于省去了动力机楼的建设和大量现场附属设备的安装，大幅度提升了交付速度。

方案采用间接蒸发冷却空调，相较于冷冻水系统，省去了复杂的管路铺设，现场施工量大大减少。通过充分利用自然冷源，间接蒸发冷却系统的方案PUE更低，符合国家与产业政策的发展方向。

中低压变配电系统设备昂贵，体积庞大，线缆连接复杂。传统施工方式难以控制工期和质量。将设备预制在集装箱内，基于集装箱为单位进行设计、生产、运输和建造，彻底解决了上述



图1 预制全模块数据中心示意图



图2 预制全模块数据中心建设项目实景

问题。基于同样的思路，将机房内的IT机柜以机柜框为单位进行模块化预制。

中兴通讯采用预制全模块数据中心的建设方案，体现出了显著的技术先进性和经济价值。

- 快速部署，交付周期缩短40%

模块化的功能部件，减少大量的设计工作量；标准化统一的产品类别，充分利用工厂生产装配的强大能力，将现场工程任务在工厂完成；而简化的模块化布局，大大减少现场安装、对接、调试时间，实现快速部署。

- 灵活扩展，减少初期投资30%

预制全模块数据中心方案，利用现有简易厂房建设数据中心，节约建筑装修成本；支持统一设计，分期扩展，减少初期投资压力。综合评估，预制全模块数据中心初期投资节省30%。

- 极致节能，能源消耗下降30%，整体PUE小于1.25

预制全模块数据中心采用间接蒸发冷却空调、HVDC+市电直供、冷热通道隔离、优化气流组织等多项综合技术和系统方案，通过充分利用自然冷源和提升过程效率的办法，整体PUE小于1.25（部分地区小于1.2）。

方案应用

2020年7月，中兴通讯预制全模块数据中心

设计方案在某互联网公司云数据中心规模应用，项目首期4个机房包间顺利完成施工并通过初验，正式移交使用（如图2）。中兴通讯专业的设计团队、产品团队和施工团队历时数月圆满完成该项目的机电总承包任务，向客户高效率、高质量地交付了一个设计合理、技术领先、工艺精湛的现代化数据中心。

该项目是预制全模块数据中心设计方案首次大规模实施，中兴通讯承担了这一艰巨任务，在全国范围内率先完成首期项目部署。扣除上半年新冠疫情和春节的停工影响，项目实际整体交付周期约4.5个月，相比传统数据中心建设方式缩短了40%。

该项目交付后，中兴通讯又陆续在华北、华东和华西多地交付预制全模块数据中心。项目全部完成后，将累计提供超过15000个机柜规模的低碳数据中心。

快速交付、灵活扩容、绿色节能和高效运维是数据中心建设的普遍诉求，预制化和模块化理念不断推动数据中心建设方案的进步。根据赛迪顾问权威发布的《2020中国互联网行业数据中心市场发展白皮书》，中兴通讯预制模块化数据中心市场份额位列第一。中兴通讯致力于打造更加先进、更加智能、快速交付的预制模块化数据中心，不断推动行业发展。ZTE中兴

AI开启数据中心智慧节能新时代



宋兴宇
中兴通讯能源DC产品
方案经理



龙丽萍
中兴通讯能源DC产品
规划工程师



电影《终结者》到AlphaGo，人工智能（AI）逐渐从科幻走进现实。

随着云计算、大数据、虚拟化等技术的出现以及计算能力的增强，AI技术日趋成熟，各行业正在经历着一场智能化变革。数据中心以其庞大的数据体量，成为AI重要的应用领域。

数据中心当前面临最紧迫的问题是能源消耗，巨额的电费已经成为数据中心高速发展的瓶颈。随着“3060”双碳目标的发布，各地陆续出台限耗政策，北京发改委近日更是发布了“史上最严”PUE管控要求。数据中心行业正在进行一场如火如荼的“碳中和”运动，绿色能源、节能技术、储能方案等成为“零碳”抓手，而AI技术在此大有用武之地。

数据中心AI节能方向

在众多节能方法中，AI因无需更多硬件的投入，并能持续节能，成为广大数据中心的选择。Google通过引入AI技术解决能耗问题，优化其数据中心的能源使用，极大降低数据中心暖通系统能耗。

为什么是暖通系统？这要回到数据中心电源使用效率PUE（Power Usage Effectiveness）的基本概念： $PUE = \text{数据中心总耗电} / \text{IT设备耗电} \approx 1 + PLF（\text{供电负载系数}）+ CLF（\text{制冷负载系数}）$ 。当前供电负载系数PLF已经提升到了极致，接近瓶颈。为了进一步降低PUE，除了对主设备进行降耗提效外，降低制冷负载系数CLF已

成为数据中心节能的重点方向。然而，与暖通系统相关的控制参数组合多达上百万种，传统调优方式只能凭借运维专家经验，对3~5个制冷参数进行调节，难以获得最优控制策略。而AI节能系统通过深度学习结合专家经验，给出最佳节能控制量组合，可以不停迭代优化，实现数据中心全生命周期智慧节能，使数据中心始终运行在能效最优的状态。

四步开启数据中心AI节能新时代

AI技术有三大能力特点：

- 数据感知：包括数据采集、存储、预处理，为AI分析提供训练和推理所需的高质量基础数据；
- AI分析：包括训练和推理两大能力，使用人工智能技术来训练数据，生成各场景所需的算法模型，为各类策略提供支撑，同时也可以使用训练出来的AI模型进行应用推理；
- 意愿洞察：实现用户意愿的识别、转译、验证和保障等功能，在自动化管控系统的配合下，精准实现用户意愿。

我们将AI的三大能力植入数据中心暖通系统节能管理，通过软硬件深度耦合，分四步（数据采集与上传、数据治理、模型训练和推理运算）实现数据中心暖通系统节能（见图1）。

数据采集与上传

AI算法依赖于数据中心提供的大量训练数

数据，数据量的多少直接决定了AI算法的准确性。数据中心各系统部署了大量传感器，可以辅助技术人员运维，并成为AI系统的触角，抓取丰富的运行数据。中兴iDCIM数据中心智能管理系统将数据中心各项基础设施进行统一管理，周期性将采集到的海量数据（包括暖通系统、电力系统、环境参数等）上传到AI系统，提供运算基础。

数据治理

数据中心的数据量庞大复杂，如何在大量数据中找到“正确”的数据，是提升AI精度的关键。中兴通讯具有多年数据中心领域经验，对数据中心各项参数指标有深刻理解。中兴通讯AI系统对采集上来的海量数据进行特征参数自动识别，并根据参数业务特性进行聚合分析，提取出影响能效指标的20多项特征值参数（如室外温湿度、冷机数量、冷冻水供回水温度等）。

模型训练

随着模糊控制、神经网络等技术的日益成熟，AI系统对真实世界的仿真愈加精确。机器学习使用算法来解析数据，将数据注入多层算法中，建立可以自主学习和做出明智决策的神经网络，利用神经网络对现实的物理世界进行模拟，实现物理世界和数字虚拟世界的交互融合。中兴通讯为了实现节能最优控制，首先对数据中心进行PUE模型训练，通过建立PUE与室外环境、IT负载、暖通系统控制参数之间的因果关系，利用神经网络对PUE进行拟合，将提取到的特征参数输入到包含多层隐含层的深度神经网络中，进行自适应学习，为数据中心在虚拟世界中建立一个数字孪生体，时刻模拟数据中心实际运行状态的PUE值。然后进行控制策略优化模型训练，建立基于强化学习的能耗最小化的策略模型，根据历史数据生成潜在控制策略，并利用PUE数字孪生

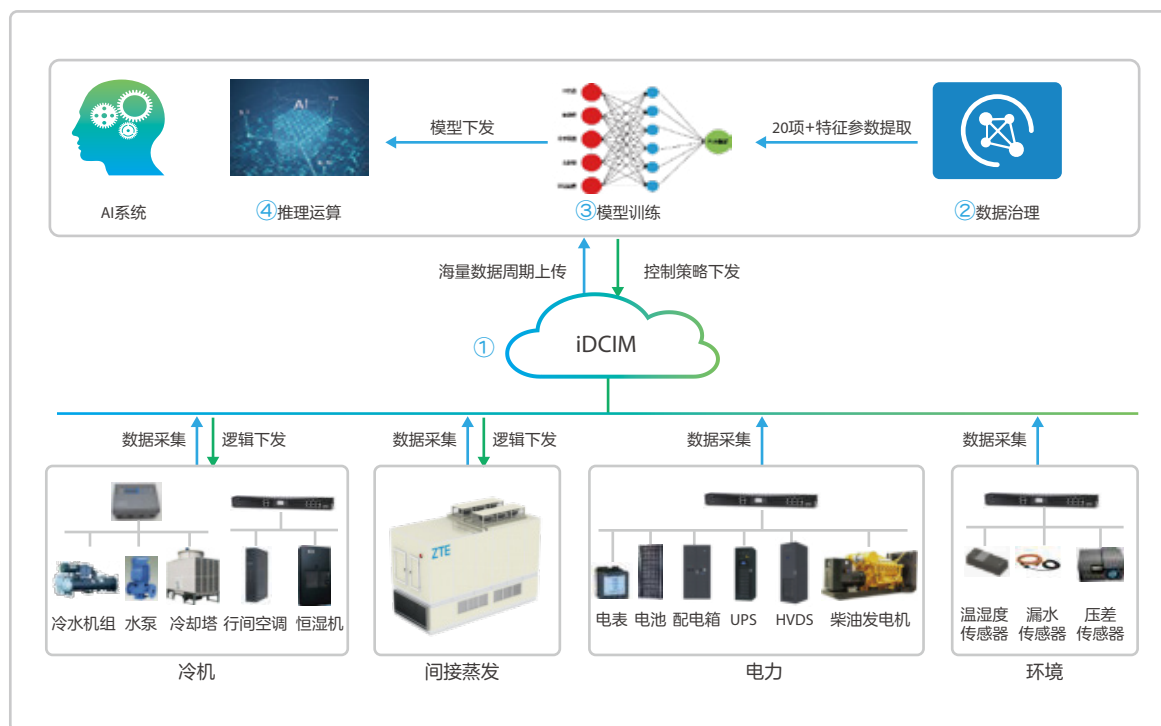


图1 数据中心AI节能逻辑图

在人工智能的时代，AI节能是数据中心实现持续化节能的最佳途径。中兴通讯基于AI的数据中心节能技术凭借高效节能、安全可靠和可持续化节能管理荣获2020年度中国IDC产业最佳节能解决方案奖。

模型对策略进行评价，结合控制策略约束条件，最终完成控制策略优化模型的训练，寻找符合约束的能效最优控制参数。

推理运算

AI系统以PUE模型为约束条件，实时采集的数据作为输入量，推理运算平台从控制参数空间（数百万种组合）以每秒1万参数组合的效率，识别出能效最优的制冷控制参数组合（比如提高水温、增加冷水机组运行数量等），下发到数据中心管理系统，通过运维专家判断控制参数的合理性，并进一步通过群控系统执行控制动作。控制参数经过AI系统、运维专家、群控系统三重过滤，确保下发质量，保障数据中心安全稳定运行。随着AI技术的日趋成熟，控制量的下发判断会逐步摆脱人的干预，实现自主运行。

数据中心AI节能优势

在人工智能的时代，AI节能是数据中心实现持续化节能的最佳途径。中兴通讯基于AI的数据中心节能技术凭借高效节能、安全可靠和可持续化节能管理荣获2020年度中国IDC产业最佳节能解决方案奖。

- 系统更节能：通过AI大数据分析，基于神经

网络的深度学习，对暖通系统参数进行提取和训练，自动学习最优运行策略，节能可达8%；

- 信息更安全：AI系统部署在客户现场，数据保存在客户本地系统，信息更安全；
- 控制更可靠：PUE模型最大误差低至0.005，精准预测数据中心能效情况；控制策略经AI系统、运维专家、群控系统三重过滤，可靠性更强，保障数据中心稳定运行；
- 优化更持久：AI系统根据数据中心实际运行情况不断进行模型训练与优化，时刻为数据中心提供最佳节能策略，实现可持续化的数据中心全生命周期能效管理。

中兴通讯具有10余年数据中心行业经验，已完成300多个案例部署，从方案设计、产品研发等多个维度为客户带来可靠的绿色数据中心解决方案。中兴通讯基于对数据中心的深刻理解，结合深厚的管控技术及算法研发经验，将AI技术赋能数据中心暖通系统节能管理，充分结合数据中心实际运行情况，挖掘数据隐藏的信息，打破制冷效率瓶颈，实现暖通系统的最优调节；通过持续优化迭代，带来8%的能效提升，实现可持续化的数据中心全生命周期高效节能，降低运营成本，为客户带来实际价值。 ZTE中兴

中国移动辛姆巴科： 推动站点碳中和转型

随着现代工业的发展，二氧化碳等温室气体排放量与日俱增，给全球生态环境带来极大的破坏。当前全球已有120多个国家和地区提出了碳中和目标，各大运营商都制定了节能减排目标和零碳计划。

辛姆巴科公司是中国移动在巴基斯坦建立的全资子公司，目前拥有用户总数超过4000万，基站数量超过14000个，为巴基斯坦绝大部分区域提供优质的4G网络服务。辛姆巴科积极响应碳中和战略，开展多项“绿色行动”推动站点碳中和转型。

现网站点节能提效需求强烈

由于巴基斯坦大部分地区缺电或市电不稳定，传统基站供电主要采用市电、油机和铅酸电池组合的供电模式。市电停电后，站点长时间依赖油机运行或电池频繁参与循环供电，不仅导致大量的燃油消耗、铅酸电池损坏比例大增，还带来大量的碳排放和高额的维护费用支出。此外随

着5G网络的建设，设备不断扩容升级，供电容量爆发式增长，现网站点能源基础设施逐渐老化，管理粗放，能源效率和运维效率低下，站点供电问题日趋凸显。据统计，辛姆巴科油费和电费在网络运营和维护费用的占比超过50%，实施节能提效、网络绿色发展的需求迫在眉睫。

中兴通讯助力辛姆巴科站点改造升级

为了进一步实现全网站点的节能和提效，优化站点可用率，满足5G网络的演进需求，辛姆巴科启动对现网站点能源基础设施的改造升级。中兴通讯作为辛姆巴科长期的合作伙伴，通过智能锂电替换、极简站点建站、叠光去油和能源云管理等一系列措施帮助辛姆巴科实现站点改造升级。中兴通讯“零碳”能源网解决方案，将“绿色、高效、智能、可靠”的设计理念贯穿站点发电、转电、储电、配电、用电各环节，实现端到端全能源链的综合节能。

站点储能系统，采用中兴通讯SmartLi智能



田玮

中兴通讯能源Power产品
方案经理



锂电替换老旧铅酸电池，循环寿命加倍，可深度参与站点供电循环，并通过电池管理单元（BMS），实现智能充放电管理，高效利用市电以保证电池备电能力，去油机效果显著，单站可节省燃油支出超过3000美元/年，减少碳排放4300kg/年，站点PAV（能源可用率）也进一步优化。此外SmartLi智能锂电自带iLock防盗功能，减少电池替换成本。

站点建设方面，通过极简一柜站方案实现供电储能一体化。凭借结构紧凑、高功率密度设计的电源、智能锂电，可将传统站点的多机柜安装简化成一柜，节约30%占地和15%的制冷功耗。通过电源的智能叠光管理和智能用电管理功能进一步提升站点能效；智能叠光，电源系统可以平滑叠加太阳能功率模块，提高站点绿色供电比例，实现站点供电结构的优化，从

而减少燃油消耗和降低站点碳排放；智能用电，利用阶梯电价进行错峰用电管理，再搭配超高效功率转换模块，降低电费成本的同时进一步提升站点能效。

部署能源云管理系统iEnergy，实现全网站点能源设施的一体化管理，通过全网多维度能效分析、评估和优化，实现整体能效最优；通过预防性维护、远程巡检、多维度运营管理等业务功能，提升网络运维效率，降低无效上站成本和站点宕站风险，降低网络维护费。

目前，中兴通讯已帮助辛姆巴科完成超过1300个站点的改造升级，提升了站点供电可靠性和站点能效，大幅减少碳排放，效果显著，为网络运营、4G和5G的可持续发展奠定了良好的基础。ZTE中兴

用5G制造5G， 打造最佳工业互联专网

中兴通讯5G智能制造基地占地近100万米²，以5G网络技术赋能5G设备生产制造，通过5G+工业互联网基础网络技术落地，实现不同典型业务场景下的5G工业互联网创新应用。滨江智能制造基地是中兴通讯联合中国电信打造的“5G+智能制造”示范工厂，2020年工业产值达302亿元，2021年计划达到350亿元，2025年扩产至600亿元，依托滨江区位优势，旨在带动周边地区产业链协同发展，形成产业集群效应，带动长三角通信制造行业的快速发展和转型升级。

中兴通讯5G智能制造-南京滨江工厂实践项目，践行“用5G制造5G”的理念，打造5G全连接工厂，围绕智能工厂数字化产线、自动化测试及各类业务数据实时交换需求，建设面向工业应用的5G融合网络，旨在通过5G超高速低时延宽带接入、边缘计算、协议适配、多源异构数据融合等网络及终端接入技术，支撑智能工厂的数字化转型升级。

多样化场景对网络提出新挑战

中兴通讯滨江智能制造基地5G全连接工厂，聚焦于企业园区一体化管理和生产车间、立库的5G化改造，规划了16大类、40余项5G+工业融合创新应用，包括5G云化机器视觉类应用、PLC控制、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、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。不同应用对网络的SLA需求差异极大（见表1）。

面对工厂复杂的环境和应用需求，要打造最佳工业专网，需要解决一系列的挑战：

- 多业务并发场景的ToB网络建网标准如何制定？
- 工业控制PLC类业务低时延+高可靠性的要求苛刻，5G网络如何满足？
- 机器视觉检视类业务的上行大带宽要求，5G网络如何满足？
- 多业务+ToB/ToC混合组网，如何确保高优先级业务的保障和安全隔离？
- 针对ToB业务如何进行感知保障？

ToB网络建模，满足业务SLA需求

滨江工厂需求场景多样，包括云化PLC类低时延+高可靠的业务应用、基于机器视觉类的大上行业务应用、基于视频+移动性的混合业务应用等，传统ToC建网方法已经无法满足业务部署的需求。我们基于ToB业务的SLA需求分析（时延、上下行速率、可靠性、业务并发等），通过高效指标建模，完成对ToB工业园区场景化建网标准的梳理；通过实测与仿真估算，基于现有5G网络存量场景，进行定制化规划改造，最终形成符合ToB业务网需求的标准化5G



杨德
中兴通讯RAN产品工程
总监



符志宏
中兴通讯5G行业产品
规划总工



杜华军
中兴通讯ToB服务方案
总工



▲ 中兴通讯滨江智能制造基地

专享专网方案。

本地分流，ToB业务安全隔离

依托中国电信江苏分公司，中兴通讯完成对整个滨江5G工厂厂区的室外5G覆盖，同时实现行政楼、员工食堂、40万米²厂房的室内5G覆盖，并且在园区机房建设2套MEC（UPF+MEP），构建5G企业虚拟专网，实现企业5G应用数据不出园区，满足

企业安全合规及对网络和终端状态的管控，又兼顾运营商全网运营。5G区域虚拟专网通过MEC和UPF下沉，业务直接部署于工厂园区的MEC边缘云，数据流本地闭环，数据本地处理，实现数据不出园区。

通过切片+5QI的合理规划，把业务划分为高优先级、普通优先级和大网业务，部署承载在不同等级的切片上，通过切片+5QI级参数和定标值的合理设定，有效满足了高优先级业务的时延和可靠性保障。

表1 各种5G业务的SLA需求 ▶

5G业务	终端	状态	上行带宽	下行带宽	时延
机器视觉-AAU质检	CPE801a	静止	22Mbps	100kbps	<50ms
机器视觉-来料检测/蒙皮投影	CPE801a	静止	100+Mbps/双帧	7Mbps	<100ms
红外测温	CPE801a	静止	14Mbps	100kbps	<50ms
远程单板维修指导	CPE801a	静止	13Mbps	11Mbps	<50ms
望闻问切机器人	CPE5001	移动	14Mbps	11Mbps	<50ms
长颈鹿机器人	CPE5001	移动	8Mbps	8Mbps	<50ms
ZTE云化AGV	模组	移动	2Mbps	100kbps	<50ms
PLC/线体控制/叠板	CPE	静止	100kbps	100kbps	<10ms
360VR全景视频	CPE	静止	20Mbps	2Mbp	<30ms
机器人（巡逻+安防）	CPE	移动	10Mbps	300kbps	<50ms
5G园区视频监控	CPE	静止	2Mbps	100kbps	<50ms

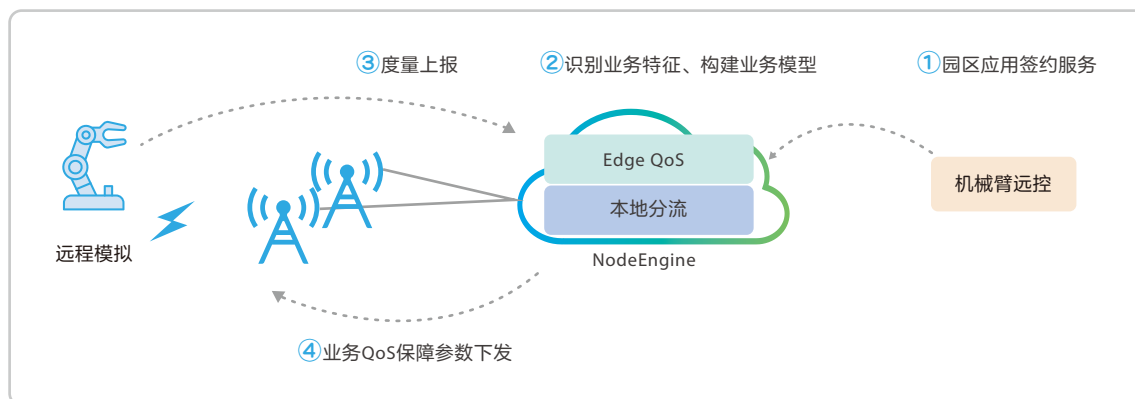


图1 NodeEngine低时延保障方案

超级小区+MU-MIMO，移动性业务+容量保障

滨江工厂有多个车间，每个车间2万米²的空旷空间，是否可以直接采用分裂小区实现大容量？通过实践发现，如简单分裂小区，终端上行业务会对邻区产生上行同频干扰，底噪抬升10dB~30dB，导致各项业务无法正常使用。经过分析和大量测试性能优化，最终园区采用超级小区方案，合并小区，消减干扰。

- 超级小区采用基带小区合并，有效控制干扰和切换，在室内场景已经得到了广泛商用；
- 多个pRRU室内覆盖多点位规模分布天线阵列，有效提升覆盖；
- 采用超级小区+空分MU-MIMO，解决中高价值区域的容量要求，商用可达2~3倍容量提升，最大可实现4倍提升。

合并小区带来带宽容量的损失，通过异频双层组网方案兼顾容量需求。底层一个小区，为移动类业务提供无切换网络；上层针对固定点容量较大、空间上距离较远的独立拆分小区，方案兼顾了大容量和移动性切换。

异频双层组网方案亮点：

- 小区容量实现扩容，带动部署更多应用；
- 不同业务实现相互隔离的弹性更大。

EdgeQoS，护航ToB业务

PLC类业务场景，线体/机械臂通过5G无线网络采集设备状态数据上传到边缘云，集中运算生成调度数据再下发机器人执行，同时还可以在远端实现线体离线升级，增强线体混合生产时调度控制的灵活性和兼容性。此业务对时延要求苛刻，需要10ms时延，通过在BBU上部署NodeEngine，提供业务流级/Packet级的QoS保障，实现工厂PLC类业务的低时延保障（见图1）。

NodeEngine方案对业务实现了精细化的EdgeQoS管控：

- 一方面通过对业务需求的智能识别，将本地业务的QoS需求通过边缘AI识别和分流，触发网络调整参数，匹配业务需求；
- 另一方面根据业务模型，动态调度需要的带宽、时延和可靠性资源，实现本地业务的差异化网络服务。

中兴通讯滨江智能制造基地通过5G技术的应用，支撑工厂精益化、自动化升级，向柔性化、智能化、少人化、无人化智能制造工厂演进。滨江工厂实现了单位产值所需人力较中兴通讯其他生产制造基地低25%，通过滨江5G全连接工厂实践，为宝钢湛江钢铁5G智慧钢厂、云南神火铝业5G边缘云智慧工厂等众多项目提供了宝贵的经验。ZTE中兴

ZTE中兴

让沟通与信任无处不在