

江苏十方通信股份有限公司源于中移鼎讯通信股份有限公司，该公司为中国移动控股，中兴通讯、华为等六家股份公司共同发起成立的。因中国移动集团对中移鼎讯业务进行调整，保留原有终端业务，非终端业务全部剥离。为了保证业务和人员平稳过渡，2010年10月，由中移鼎讯江苏分公司原有部分管理人员共同出资成立了江苏十方通信有限公司，整体承接了所有非终端业务和人员，保留了原有的非终端业务管理团队。经江苏省工商行政管理局核准，2017年1月10日“江苏十方通信有限公司”变更为“江苏十方通信股份有限公司”，公司注册资金6740万元，有员工近3000人，业务立足于江苏，辐射上海、安徽、浙江、山东、江西、云南、青海等多个省市。

业务涵盖运营商网络服务，包括通信工程勘察设计、施工、网络系统集成、代维服务，包括无线基站安装测试、监控工程、宽带接入、光通信传输、数据通信、EPON、WLAN以及社会政企客户通信工程服务以及运营商ICT业务、运营商铁塔基础设施建设、租赁业务等；

运营商运营服务业务包含江苏移动营业厅综合业务、终端产品、卡类业务、C类集团业务、小额充值业务等；

运营商呼叫服务业务包括江苏移动呼叫服务外包，中国移动专业基地外呼业务及其他政府、企业外呼项目等。



中国电信南通分公司 Hello 5G, 赋能新南通



市委市政府领导视察12345



苏通产业园5G创新应用合作签约



南通市民体验5G



南通中远海运海工5G创新应用合作签约

近年来，中国电信南通分公司在集团和省公司的领导下，在市委、市政府的支持下，抢抓发展机遇，不断加快全市信息基础设施的投资建设，积极推动智能信息化的开发应用，深入探索和实践以“云网融合，万物互联”为主要特征的智慧城市支撑服务体系，为南通打造互联网枢纽，发展数字经济奠定了坚实基础。

一是打造六大基础信息通信设施建设领先工程，为建设长江经济带战略支点和上海大都市北翼门户城市夯实网络基础。中国电信南通分公司紧密围绕市委市政府关于南通争先发展的战略部署和要求，主动担当南通信息化建设的排头兵，建成了“城乡全覆盖，电信就是快”的高速光纤宽带网络、“高铁不掉线，流量不限量”的精品4G+网络、“全国DCI节点，辐射华东地区”的五星级数据中心、“大容量、广覆盖、低功耗、低成本”的NB-IoT新一代物联网、高速畅达的国际互联网专用通道和南通直通上海信息互联通道。

二是推进智能信息化开发应用，为提升产业发展、城市服务、交通枢纽三大能级注入创新动能。中国电信南通分公司持续提升物联网、云计算、大数据的融合开发能力，为智慧南通、数据南通、行业发展、产业升级、民生应用提供更加智能、更加便捷的服务。在智慧政务方面，助力打造12345政府公共服务新平台，承担市12345在线平台的话务运营管理、基础业务运行、系统支撑维护，助力政情民意大数据系统研发和智慧平台建设；在智能制造方面，助力工信局推进“千企上云”工程，通过云网融合、云+应用的创新实践和推广，助力一批企业完成云改迁移，帮助其有效降低运营成本，提升生产运营效率；在智慧教育、医疗等方面，为中小学提供综合通信、教学教务、校园管理、校园安全等综合校园信息化服务，利用云计算技术，为瑞慈医院、妇幼保健院等医疗服务机构提供医疗影像云和远程诊断等平台服务。

三是加快推进5G规划建设和创新应用，为打造华东地区特色大数据产业集聚区贡献电信力量。中国电信南通分公司对全市700多平方公里的现网资源开展全面、细致的摸查，推进5G基站规划建设，覆盖全市重要热点区域，包括主城区、大型CBD商圈、医院、交通枢纽及高校等高流量区域，并已相继开通了市行政中心、狼山、濠河景区、南大街电信大厦商圈等多个场所的5G业务进行用户体验，让南通率先拥抱5G。



不忘初心
践行使命
笃定前行
保驾护航

岁月不居，时光如流。2019年江苏信息通信行业以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，紧扣江苏高水平发展目标，不忘初心，砥砺前行，统筹推进发展、监管、安全各项工作，取得累累硕果。

2020年是全面建成小康社会和“十三五”规划的收官之年，也是江苏通信网络强省建设的关键之年，做好江苏信息通信业发展与监管各项工作至关重要。展望新年，江苏信息通信业发展的机遇与挑战并存，任重而道远。新年伊始，我国大范围发生新型冠状病毒疫情，湖北武汉等地采取了封城闭店、限制人流等措施隔离病毒的传播，但江苏信息通信人不停步，默默地挑起更大的重担，展现了通信人的责任和担当。我们发挥行业优势，挖掘自身在云计算、工业互联网、5G等方面的潜能，充分运用新一代信息技术支撑防疫之战，为取得防疫之战的胜利保驾护航。春节后，江苏省通信管理局出台《关于信息通信业复工复产保畅通的指导意见》，倡导企业率先复工复产，为抗击疫情做出通信人的特殊贡献。

2020年我们将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会及中央经济工作会议精神，规划和组织好本年度江苏信息通信工作，以优异的成绩交出“十三五”的答卷。其基本思路可以概括为：围绕“一个中心”、抓住“两条主线”、健全“三大体系”。

围绕“一个中心”：紧紧围绕建设“网络强省”这一中心，利用5G发展的新机遇，落实省政府支持5G发展的政策，加快构建新一代信息通信基础设施，为推动江苏走在高质量发展前列提供新动能。抓住“两条主线”：一是推进5G网络全面建设和应用发展，促进5G在重点行业的高效应用；二是提升农村地区网络质量和用户使用体验。健全“三大体系”：一是健全工业互联网安全发展体系；二是健全网络安全综合保障体系；三是健全基础设施共建共享共维体系。

在新的一年里，我们将围绕大局，践行初心使命，坚持稳中求进，不断改革创新，聚力制造强省、网络强省建设，强化信息通信管理手段和能力，融入深度发展，无惧任何困难，守护通信畅通。在当前疫情严峻形势下，我们将只争朝夕，不负韶华，以高度的责任心和强烈的使命感，做好对各领域的服务支撑工作，加强行业监督检查，有序地推进复工复产，保障人民群众生活生产通信畅通，助力我省夺取疫情防控和经济社会发展的双胜利。同时，我们要立足本职，紧抓行业机遇、坚定信心、勇于担当、攻坚克难，以更加饱满的热情，更加昂扬的斗志，扎实地推进江苏信息通信业的高质量发展，为推进“两聚一高”新实践，建设“强富美高”新江苏做出更大贡献！

《江苏通信》主编



03 刊首语 PREFACE

特别策划 SPECIAL TOPIC

- 06 2020年江苏省通信管理局的新年致辞与工作展望
- 07 2020年中国电信江苏公司的新年致辞与工作展望
- 08 2020年中国移动江苏公司的新年致辞与工作展望
- 09 2020年中国联通江苏公司的新年致辞与工作展望
- 10 2020年中国铁塔江苏公司的新年致辞与工作展望
- 11 2020年中国通服江苏公司的新年致辞与工作展望
- 12 2020年南京邮电大学的新年致辞与工作展望



5G 天地

- 14 基于无人机灯光秀创新保障及5G应用无人机测试优化研究 / 王新, 宋峻, 张国光, 汤浩然
- 19 面向5G现网网络性能管理系统设计与实践 / 钮远
- 25 5G时代电梯室内分布系统解决方案探讨 / 陈宜漂, 安刚

CONTENTS

无线通信

- 28 LTE 多载波负载均衡研究与应用 / 赵煜, 梅立鑫, 周奕昕
34 利用栅格数据优化 VoLTE 覆盖策略 / 程长春

量子通信

- 39 一款基于量子通信技术的新型无人驾驶车载安全通信模块 / 彭鹏

传送网

- 41 利用传输网管快速定位本地光缆故障与衰耗 / 丁成章
45 OTN 网络承载政企业务浅析 / 陈鹏, 袁萍, 李震林

大数据

- 48 大数据采集与存储技术生态及方案选型的探讨 / 吴超

云计算

- 54 EBID 网上竞价云平台在通信退网设备绿色回收处置中的应用 / 吕冬阳

电源与节能

- 59 数据中心后备冷源蓄冷节能运用的实践 / 姜宁

咨询与智库

- 62 经济效果评价在运营商 IDC 建设投资决策中的应用 / 陈珏全, 杨璇, 吴杰明
66 江苏省信息通信产业的影响因素研究 / 姚龚平, 夏婷婷, 黄志华, 娄欢

- 70 《江苏通信》2020 年技术业务类论文栏目设置与征稿方向



双月刊 公开发行

主管单位 江苏省通信管理局
主办单位 江苏省通信学会
协办单位 江苏省通信行业协会
江苏省互联网协会
中国电信股份有限公司江苏分公司
中国移动通信集团江苏有限公司
中国联合网络通信有限公司江苏省分公司
中国铁塔股份有限公司江苏省分公司
江苏省通信服务有限公司
中移铁通有限公司江苏分公司
南京邮电大学

支持单位 南京铁马信息技术有限公司
南京欣网通信科技股份有限公司
公诚管理咨询有限公司
中邮建技术有限公司
江苏亨通光纤科技有限公司
江苏十方通信股份有限公司

编委会主任 袁瑞青
副主任 董涛 周毅 方一明 李工
杨震 刘立斌 王鹏 姚岳
朱新煜
委员 任光裕 白学任 华仁方 黄克新
邵彪宁 魏刚 马利 魏海彬
余冰 郭光亮 陈兵 许公全
乔振 马晓勇 林敬涛 王鹰
戴源

主编 朱新煜

副主编 任光裕 王鹰 戴源

责任编辑 陈喆 王玉

编辑出版 《江苏通信》编辑部

发行单位 江苏省通信学会

地址 南京市中山北路 301 号

《江苏通信》编辑部

邮编 210003

电话 025-85030087 83342299

电子信箱 jstxy@jsca.gov.cn (综合稿)
jstx@jsca.gov.cn (技术稿)

国内统一连续出版物号 CN32-1782/TN

广告经营许可证 3200004030687

广告代理 南京苏瑞文化传播有限公司

印刷单位 江苏新华日报印务有限公司

出版日期 2020 年 2 月

定价 11.8 元

声明:稿件自录用之日起,其专有出版权和信息网络传播权即授予本刊,同时许可本刊转授合作第三方使用。若作者对此有异议,请在来稿时声明,本刊将作适当处理。

2020年江苏省通信管理局

新年致辞



时间之河，川流不息。在中华民族传统的新春佳节即将到来之际，我谨代表江

苏省通信管理局，向所有关心支持江苏信息通信业发展的朋友们，向广大读者朋友们，向江苏信息通信从业者，致以新春的美好祝福！

刚刚过去的2019年，全省信息通信行业以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，推动行业高质量发展取得新进展。全行业加速推进5G商用，年底江苏已开通5G基站15000余个，“携号转网”工作规范推进，地市通管办工作重整行装再出发，信息通信消费环境持续改善，网络安全技术能力不断提升，全行业圆满完成了春节、两会、庆祝新中国成立70周年活动应急通信保障工作。全省电信业务收入增速达到3.0%，位居全国第一。这一年我们共同奔跑，我们都是“追梦人”！

2020年的新春佳节，本是家人团聚的美好时刻，但一场突发的新冠肺炎疫情来势凶猛，这是一场看不见硝烟的战争。全体江苏信息通信业坚决扛起责任，充分发挥行业优势，在防控疫情的前沿战场上，众志成城、共克时艰，用初心谱写战“疫”壮歌，用担当筑牢防控堤坝，用行动书写新年的篇章。

今年是全面建成小康社会和“十三五”规划收官之年，我们将克服疫情对行业发展的不利影响，聚力制造强省、网络强省建设，强化信息通信管理手段和能力，跑出行业发展加速度，扎实推动江苏高质量发展走在前列，奋力谱写“强富美高”新江苏建设的新篇章！

2020年元月20日

江苏省通信管理局党组书记、局长

工作展望

2020年是全面建成小康社会和“十三五”规划的收官之年，江苏省通信管理局将对标中央经济工作会议精神和全国工业和信息化工作会议提出的重要工作任务，结合江苏经济社会发展实际，以促进制造强省、网络强省建设为抓手，提高信息通信支撑效能。2020年工作基本目标和思路是：

一是推进行业持续健康发展。2020年行业发展基本目标是：电信业务总量增长20%以上，电信业务收入增长2%以上，年底实现县以上城市通达5G信号，宽带用户总数增加300万户，达到4200万户。

二是聚力制造强省、网络强省建设。加速5G网络建设和应用发展，会同省有关部门齐抓共管，协同推动省政府支持5G发展政策切实落地，把江苏建成5G布局最广泛、质量最好的地方，促进5G在重点行业的应用，实施“5G+工业互联网”512工程。优化提升网络供给质量，提高农村地区网络服务水平，继续抓好网络提速降费，持续提升IPv6服务能力，研究推动区块链技术应用。

三是加强信息通信管理手段建设。

推进工业互联网安全发展，用好国家工业互联网安全技术保障平台江苏分平台，持续强化工业互联网平台、标识解析节点、工业互联网资产安全事件监测预警；健全网络安全综合保障体系，加强域名、IP地址、网站准入和接入管理，推进系统建设，发挥行业管理职能作用，实现在反诈、应对网络安全威胁、网站备案等领域的协同监管；健全基础设施共建共享共维体系，依托共建共享资源信息管理系统加强日常监督。

四是提升信息通信管理能力。融合协同推进管理能力建设，综合施策、综合检查，减轻企业负担，发挥大数据管理作用。提升应急通信保障能力，继续做好重要时期保障工作。加强各市通管办和省互联网行管中心工作，延伸信息通信管理到地市、到中小企业，完善省市联动协同的信息通信管理协调体系，不断提高管理效能。

五是全力支撑打赢疫情防控阻击战。强化通信应急保障，加强网络覆盖，保障通信服务质量，特别是做好防疫定点医院的通信网络保障，全力保障党政军

机关、医疗卫生、疫情防控、公共应急等部门及有关公共服务平台的通信畅通；做好大数据支撑服务，运用大数据支撑和服务疫情态势研判；加强服务工作，在疫情防控期间组织企业落实好保障通信畅通、提供在线服务、视频会议系统免费、通信故障在线指导等服务承诺。

六是推进行业管理各项工作。深化“放管服”改革，加强事中事后监管，推进“双随机、一公开”，以基础电信企业和大型互联网企业为对象，抓好校园市场规范、通讯信息诈骗整治、骚扰电话整治等专项工作，健全“携号转网”服务体系，确保提供“携得了、转得快、用得好”的“携号转网”服务；强化服务监督管理，以用户申诉、举报、信访处理工作为重点，及时发现企业经营和服务中暴露的新问题，采取措施予以规范和解决，提升行业服务水平；强化安全生产管理，落实“管行业必须管安全”的要求，提升全行业抓好安全生产的责任感、使命感，全面压实安全生产责任，建立行业安全生产通报制度，推动问题隐患的整改落实。

2020年中国电信江苏公司

新年致辞



鼠为生肖首，春乃岁时先。时值鼠年新春，我谨代表中国电信江苏公司，向广大读者、电信客户、合作伙伴及所有关心支持中国电信发展的朋友们，致以新春的

美好祝福！

刚刚过去的2019年，是非凡的、难忘的一年。我们不忘初心，砥砺奋进，以可喜成绩献礼新中国70周年华诞。经营发展稳中有进，用户规模不断壮大；助力网络强省建设富有成效，移动网、宽带网、物联网等网络品质口碑深入人心；信息服务能力不断增强，5G成功上市商用，云网融合加快推进，新兴业务生态圈越来越繁荣；智慧服务持续优化，客户满意度明显提升；央企责任切实履行，提速降费、携号转网、通信保障、扶贫攻坚等有效落实；企业面貌焕然一新，全系统荣获“江苏省文明行业”……为了让人民群众在信息化发展中有更多获得感、幸福感、安全感，我们一直在努力。

2020年，我们将高举习近平新时代

中国特色社会主义思想伟大旗帜，紧扣江苏省高水平全面建成小康社会目标，坚决扛起央企政治和经济担当，融入发展大局，践行初心使命，以实干托举新的梦想，用奋斗成就美好未来，为江苏省高质量发展走在前列，为新时代“强富美高”新江苏建设作出新的更大贡献。

当前，一场疫情始料未及，牵动着每个人的心。生命重于泰山，疫情就是命令，防控就是责任。面对这场硬仗，我们坚定信心、同舟共济、科学防治、精准施策，众志成城坚决打赢疫情防控阻击战！

最后，祝愿《江苏通信》越来越精彩！祝愿江苏信息通信业携手共进，不负韶华，不断书写行业高质量发展新篇章！

2020年元月

中国电信江苏公司党委书记、总经理

董清

工作展望

2020年，是全面建成小康社会和“十三五”规划的收官之年，也是中国电信江苏公司实现健康可持续发展的关键之年。江苏公司将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，认真落实省委省政府和中国电信集团各项决策部署，按照“党建统领、守正创新、开拓升级、担当落实”总体思路，践行初心使命，加快转型发展，扎实推动企业健康可持续发展迈上新台阶。

一、坚持党建统领，全面加强党的领导。持续深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想。深化理论武装，不断领会精神实质和丰富内涵，融入发展大局，坚决扛起央企政治和经济担当。“聚焦五气、聚合五力”，持续加强党的领导和党的建设。一体推进“不敢腐、不能腐、不想腐”，抓实党风廉政建设责任制，完善监督体系，巩固风清气正的企业政治生态。

二、推进云网融合，助力网络强省建设。发力新一代信息通信基础设施建设，提升核心能力。在持续优化高质量宽带网、4G网的基础上，加大投资力度，深化共

建共享，加快打造高质量5G网络，实现地级城市市区连续覆盖、县城及乡镇差异化覆盖、重点场景室内覆盖。进一步加大云改力度，加快云网融合进程，推动网络智能化升级，打造电信网络的核心能力。

三、加快5G引领，促进经济转型升级。进一步发挥电信在5G产业发展中的引领和主导作用，加快5G与物联网、大数据、云计算、人工智能等新技术的深度融合，推进5G在经济与社会发展各领域的广泛应用，积极联合交通、教育、能源、医疗、金融、媒体等各行各业，加快创新步伐、加大融合力度，打造一批行业应用标杆项目，扩展一些新型的产业业态和商业模式，赋能经济社会发展。

四、践行用户至上，提升客户服务品质。践行以人民为中心的发展思想，从用户需求出发创新产品供给，从用户感知出发提升服务品质，更好满足广大用户的信息通信需求。进一步优化宽带、移动等产品服务，加强新技术应用，积极打造差异化服务能力。坚持“客户为1，其他为0”，打造“客户说了算”的服务评价标准，持之以恒狠抓客户服务。始终坚持规范经营、

诚信经营，继续落实好携号转网、国资新政、普遍服务等要求，努力为用户提供“用得上、用得起、用得好”的信息和网络服务，让万物互联的智慧化生活加快走入江苏千家万户。

五、积极主动作为，切实履行央企责任。加强扶贫攻坚，加大精准扶贫投入和工作力度，完成盐源、涟水定点扶贫和对口支援任务。推进区域一体化合作，紧抓长三角区域一体化、长江经济带国家发展战略机遇，加强区域合作，高标准推进信息基础设施互联互通。进一步完善网络安全防护体系，筑牢安全屏障。加强数据安全重点管控，持续做好信息安全防护。继续全力以赴做好应急通信和重要通信保障任务，认真开展“扫黄打非”、防范打击通讯信息诈骗等专项治理工作。

新的一年，中国电信江苏公司肩负新的使命，迈向新的征程，将高举习近平新时代中国特色社会主义思想伟大旗帜，锐意进取，接续奋斗，以扎扎实实的工作成效，为网络强国建设、经济社会发展和人民美好生活作出新的贡献！

2020 年中国移动江苏公司

新年致辞与工作展望



时序更替，岁月流金。值此新春佳节之际，我谨代表江苏移动，向长期以来关心支持公司发展的各级党委和政府部门、广大客户以及社会各界人士表示衷心的感谢！

2019年，是克难奋进的一年。面对较大经营压力，江苏移动上下众志成城，埋头苦干，推动各项工作不断进步，取得了来之不易的成绩。一是坚定扛起政治责任。全面从严治党，狠抓反腐倡廉，干部员工合规意识不断增强，高质量发展观念更加深入人心。二是务实履行经济责任。在保证可持续发展的基础上，用户、收入、利润规模稳步提升，实现了国有资产保值增值。三是积极践行社会责任。贯彻以人民为中心的发展思想，争做网络强国、数字中国、智慧社会建设主力军，确保提速降费、携号转网要求扎实落地，推动工业化和信息化融合发展，助力我省产业结构优化，网络、产品、服务品质不断提升，

客户满意度持续改善。

风正时济，任重道远。2020年，是技术迭代和产业转型的关键一年。新时代孕育新机遇，新使命更待新作为。江苏移动上下将坚定信心，顺势而为，做细做深做实各项工作，努力走出高质量发展的新路。

一是着力打赢疫情防控攻坚战。疫情就是命令，防控就是责任。江苏移动将提高站位，切实把思想和行动统一到习近平总书记重要指示精神上来，将打赢疫情防控阻击战作为当前最重要的政治任务，把做好防控疫情作为践行初心使命、体现责任担当的试金石和磨刀石，全力以赴做好通信、服务、防控“三保障”工作，确保人民群众、干部员工的生命安全和身体健康，维护社会大局稳定。

二是着力推动公司高质量发展。江苏移动将按照高质量发展要求，全面做到稳中有进、进中提质。加快建设5G精品网络，大力推动5G融入千行百业。强化融合融通融智运营，实现规模提量、发展提质；加快能力合力活力建设，深化价值经营，培育增长动能；强化目标牵引，优化资源配置，促进开源节流。

三是着力提升客户服务品质。江苏移动将坚持以人民为中心的发展思想，把满足客户需求作为工作出发点和落脚点，与时俱进提升服务质量和水平，着力解决客户的操心事、烦心事、揪心事；推进品牌焕新升级，营造品牌时代感、价值感、归属感；完善客户服务体系，将服务质量

管控全面嵌入业务流程，切实保障客户权益。

四是着力深化社会责任履行。江苏移动将继续深化提速降费、携号转网等惠民举措扎实落地，构建良好的客户关系；不断巩固漠视侵害群众利益问题专项整治成果，持续提升农村地区网络质量和服务水平。进一步增强网络信息安全责任意识，完善网络安全防护体系，营造清朗网络空间。坚持内外部协作，整合各方政策、资源和能力，不断加大各项扶贫工作力度。

五是着力提升党建工作质量。江苏移动将牢牢把握新时代党的建设总要求，以提升党建工作质量作为着力点，推进党业融合，深化反腐倡廉，真正树正气、提士气，以高质量党建引领保障高质量发展。始终把学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想作为重大政治任务，进一步增强“四个意识”，坚定“四个自信”，做到“两个维护”；抓好纪检监察体制改革，一体推进“三不腐”，持续推动党风廉政建设和反腐败工作体系落地做实，营造风清气正干事创业的良好环境。

考验如火，淬炼真金。在充满机遇与挑战的新一年，让我们将更加紧密地团结在以习近平总书记为核心的党中央周围，围绕中央和上级党委各项决策部署，万众一心，风雨兼程，不负韶华，勇做有梦想的信仰者、有胆识的开拓者、有韧劲的拼搏者，奋力谱写全面建成小康社会、推进“强富美高”新江苏建设的壮美篇章！

中国移动江苏公司党委书记、董事长、总经理

周 毅

2020 年中国联通江苏公司

新年致辞与工作展望



令人难忘的、充满艰辛的2019年刚刚过去，富于挑战的、充满希望的2020年已经到来。十年-Decade，百年-Century，对每个人来说都是屈指可数、不容错过的。

过去的一年，江苏联通在集团公司党组的坚强领导下，公司上下以习近平新时代中国特色社会主义思想 and 十九大精神为指导，加强政治建设，一体化推进主题教育、巡视整改和中心工作，打造“江苏联通精神”；提升自主能力，坚定不移推进公众互联网化运营转型和产业互联网能力创新，积极建设“五新联通”，为江苏联通高质量发展打下基础。这些成绩的取得，都离不开各级党委、政府、社会各界、广大客户的关爱与支持，在这里向各位表示最诚挚的感谢与敬意！

岁与时驰，又是新年，变化的岁月里，不变的，是我们的初心。2020年是全面建成小康社会的收官之年，也是5G商用、

携号转网实施后行业发展的关键之年，更是江苏联通坚定转型、加快发展的奋斗之年。江苏联通全体干部员工将进一步团结起来，认真贯彻落实集团公司“提价值、谋发展、重基础、有激情”的工作要求，以钉钉子精神抓好各项工作的落地执行。

一是坚持党建统领，融入中心。加强党的政治建设，以习近平新时代中国特色社会主义思想武装头脑，从学懂弄通做实，到往心里去、往深里悟、往实里做，树牢“四个意识”，坚持“四个自信”，做到“两个维护”。认真贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中、四中全会、中央经济工作会议精神，及网络强国、扶贫攻坚、长三角一体化等系列重要决策部署。坚持把党建融入中心，统领公司各项工作。

二是打造精品网络，助力制造强省建设。在持续优化高质量宽带网、4G网的基础上，深化共建共享，加快打造高质量5G网络。加快VoLTE业务推广，全面提升语音质量。进一步加大云改力度，加快云网融合进程，推动网络智能化升级，打造网络核心能力。

三是推进5G应用，赋能经济社会发展。加快5G与工业互联网、物联网、大数据、云计算、人工智能等新技术的深度融合，深化与工业企业的合作力度，推进5G在经济与社会发展各领域的广泛应用，积极联合交通、教育、能源、医疗、金融、媒体等各行各业，打造行业应用标杆项目，扩展新型的产业业态和商业模式，赋能经济社会发展。

四是坚持以人民为中心，提升用户幸

福感。进一步优化宽带、移动等产品服务，加强新技术应用，积极打造差异化服务能力。始终坚持规范经营、诚信经营，继续落实好提速降费、携号转网、提升农村地区网络服务能力等工作要求，努力为用户提供“用得上、用得起、用得好”的信息和网络服务。

五是以安全为要务，努力营造清朗网络空间。加强数据安全重点管控，持续做好信息安全防护。着力提升大数据、云计算、移动互联网、物联网以及关键信息基础设施的安全防护能力。强化应急响应，认真做好重要时期重大活动的通信保障工作，确保网络运行正常。积极配合有关部门开展网络环境专项整治，共建清朗网络空间。

2020年的春节，疫情突如其来，猝不及防，江苏联通以高度的政治站位，强烈的社会责任感，坚定履行通信企业的社会职责，充分发挥行业优势，全力做好通信网络和业务支撑以及服务保障，为坚决打赢疫情防控阻击战贡献全部力量。疫情还没有结束，战斗还在继续，江苏联通将始终坚定不移把党中央各项决策部署落到实处，始终坚定不移奋斗在抗击疫情的第一现场，始终坚定不移以战疫为中心，为用户提供强大的通信保障与服务保障，为疫情单位全方位赋能，联防联控联手共写战疫壮歌！江苏联通也将始终致力于推动江苏省通信行业和谐稳健发展、为推进全省经济社会信息化进程做出自己最大的贡献！

中国联通江苏公司党委书记、董事长、总经理

2020 年中国铁塔江苏公司

新年致辞与工作展望



时序更新，新春伊始，挥别载入史册的 2019 年，我们抵达继续逐梦奋进的 2020 年。

回顾往昔，2019 年是建国 70 周年，也是江苏铁塔深入贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想，全面贯彻中央和上级单位各项决策部署，有序推动各项工作上台阶、上水平的一年。这一年，江苏铁塔不忘初心、牢记使命，坚持客户导向、市场导向和价值导向，高擎共享旗帜，深化转型发展，推动“一体两翼”战略落地，助力“强富美高”新江苏建设。我们牢固树立行业命运共同体意识，以降本增效为出发点，积极协同电信运营企业，统筹 5G 等信息通信基础设施共建共享；我们践行新发展理念，做大行业共享的同时又拓展了社会共享，在电力、交通、环保、水利等行业形成了规模共享发展；我们坚持服务客户和服务社会有机统一，切实履行社会责任，全力做好每一次抢险救灾和重大活动通信应急保障。

金戈铁马闻征鼓，只争朝夕启新程。

面对突发的新型冠状病毒感染肺炎疫情，江苏铁塔以“战疫情、抓发展、强管理”全面推进 2020 年工作：

一是牢固树立“生命重于泰山，疫情就是命令，防控就是责任”理念，把打赢疫情防控阻击战作为当前重大政治任务。提高政治站位，强化使命担当，江苏铁塔始终把人民群众和员工的生命安全、身体健康放在第一位，全面动员、全面部署、全面加强各方面各领域各环节工作，切实扛起疫情防控责任，在疫情防控阻击战中当先锋作表率，协同省内电信运营企业全力以赴做好疫情防控指挥、收治定点医院、重点人群聚集场所的通信保障工作。

二是以降本增效为出发点，积极协同电信运营企业，凝神聚力推动 5G 信息通信基础设施集约化建设。江苏铁塔将以高质量统筹省内移动通信基础设施建设运营的“国家级梯队”为角色定位，紧扣“江苏数字经济发展”这一中心，持续不断优化建设方案，加快建设技术层面的突破与革新，力促 5G 与垂直行业的融合发展，早日形成较为成熟的 5G 商用环境。主动联合 5G 产业链上的各方力量，进一步加强对接电信运营企业，开展全方位、多领域的深度合作，为 5G 应用和产业发展夯实起飞“跑道”。努力把江苏建成全国第一个 5G 全覆盖省份。

三是深入探索共享信息通信基础设施资源的新模式和新领域，多维度丰富开放共享内涵。江苏铁塔将在已实现共享的行业领域挖掘可共享的潜力所在，利用好铁塔的资源储备优势，深化转型发展，强化市场导向，多措并举迭代升级共享模式，

着力推动由行业共享向社会共享转变，真正意义上实现“通信塔”与“社会塔”无缝切换。统筹“社会塔”、“社会电”和“社会管道”，把资源储备优势真正转化为低成本、高效率的共享优势。在尚未到达的共享行业领域，时刻关注市场需求，打磨产品、优化服务，培育提升市场竞争力，强化自身的企业品牌建设并主动输出。

四是对内强化精益化管理，对外积极发挥协同、融合作用，助力营造行业良好氛围。紧紧围绕“两型企业”目标，全面推进管理提升，抓住关键环节，补短板、强弱项，向管理要效益、以管理促发展，加快推动公司走向成熟。重点以两个电子化对账（电费的电子化对账、营收数据的电子化对账），与电信运营企业有效配合，建立高效的营收对接模式，赢得客户信任，提高营收工作效率。同时作为电信行业制度创新与格局再造的使命担当，江苏铁塔切实履行社会责任，坚定不移以促进行业共同稳定繁荣为发展目标，在支撑做好地方通信行业管理办公室工作的同时，发挥自身优势以及管理协调作用，加深与各界价值伙伴的联系与交流，协同构建和谐共赢的行业生态。

新的一年，我们将更加紧密地团结在以习近平总书记为核心的党中央周围，全面贯彻落实中央和上级党委各项决策部署，只争朝夕、不负韶华，万众一心加油干、以实干笃定前行，勇做新时代中国特色社会主义的践行者，为推进江苏信息化高质量发展、推动强富美高新江苏建设、实现“两个一百年”奋斗目标、实现中华民族伟大复兴的中国梦做出更大贡献！

中国铁塔江苏公司党委书记、总经理

2020 年中国通服江苏公司

新年致辞与工作展望



庚子年初，一场狙击新冠肺炎疫情的“战役”正在全国火热开展。疫情就是命令，防控就是责任。根据党中央、国务院统一部署和上级党组织具体要求，中国通信服务江苏公司奋力投身医院、隔离点等通信建设、保障维护等项目超过 100 个，高效出色完成包括“贵阳小汤山”、“威海小汤山”、“盐城火神山”、“广州小汤山”、“济宁小汤山”、“鄂州小汤山”、“北京亦庄隔离点”、“徐州东店子传染病医院”、“三亚 301 医院”等地的通信设计、建设、物资调拨等任务。在这场看不见硝烟的战斗中，公司已累计分 5 批次驰援武汉 10 万双防护手套、6000 只韩国 KF94 防护口罩、4000 副护目镜、1000 千克乙醇消毒液、4675 双防护鞋套等防疫物资，以实际行动履行国企的责任与担当。

回顾 2019、展望 2020，我们怀揣信心与坚毅，砥砺前行，新时代的曙光照亮大地，青青草地，留下一行奋斗者的脚印，留下一缕缕追求者的履痕。

2019 年，公司以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入学习宣传贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，以党的建设统领企业发展全局，实现了“稳中有进、进中提质”良好态势，公司综合实力迈上新台阶。

过去一年，在社会各界的大力支持下，公司业务收入与利润实现了“双提升”，收入规模突破 150 亿元，市场覆盖全国 31 个省市区，在广袤的祖国大地上，都有江苏通服人忙碌的身影、奋斗的足迹。

过去一年，公司连续 6 年荣获中国数字服务外包领军企业（TOP10），100 多项省部级以上荣誉，旗下有 6 家专业公司成为高新技术企业，政企业务新增超过 1000 万元的大项目 59 个……公司“新一代综合智慧服务商”品牌进一步打响，在无锡世界物联网博览会期间，省委书记莅临展台肯定公司创新成果，成功举办智慧物联高峰论坛，公司精彩亮相第七届江苏互联网成果大会，以“5G 与社会”为主题承办第四届青年学术论坛等，展现了公司面向多行业、融入新技术的专业实力。

天下之势不盛则衰，天下之治不进则退。2020 年，我们将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，按照“价值引领，稳中求进，高质量发展”总要求，坚持“新一代综合智慧服务商”定位，聚焦价值创造，深化企业改革，提升治企能力，推进企业高质量发展。

一是以高质量党建促进公司高质量发展。公司将提高政治站位，把企业工作放到党和国家工作大局中去审视、部署和推动，切实履行党建工作第一责任人的责任要求。不忘初心方能行稳致远，牢记使命才能开辟未来。公司上下将认真贯彻落实习近平总书记关于网络强国、网信安全等重要论述，聚焦公司改革、转型、发展的重点难点，“学思践悟”，以高质量主题教育，实现党建工作和生产经营深度融合，推动企业高质量发展。

二是面向新定位，开启大市场 2.0 战略。公司将坚持“新一代综合智慧服务运营商”定位，踏准主航道，不断打开市场发展空间。在运营商市场，全力把握 5G 机遇，以双轮驱动 + 智慧应用为中心，主动适应共建共享带来的新变化，积极关注广电、垂直行业运营商等趋势；在政企市场，重点任务找差距、抓落实、打长板，强化综合智慧服务能力建设，积极跟进安全、大应急等新赛道；

在海外市场，践行海外 3.0 战略，承接海外拓展新任务。

三是夯实组织基石，打造高质量人才队伍。公司将着力构建人才生态、打造组织生态、塑造生态文化，激发人才主观能动性和潜能，高效推进多层次人才培养工程，持续开展跨公司交流任职，构建省公司、专业公司和业务单元“三级人才培养架构”，努力锻造一支忠诚干净担当、制度意识强的干部队伍，夯实企业高质量发展的基石。同时，坚持发展依靠员工、发展为了员工、关心关爱员工，关注员工物质和精神生活，让广大干部职工共享企业改革发展的成果。

四是优化制度流程，不断提升治企能力。围绕“聚焦价值创造、提升治企能力”主题，坚持问题导向，强化基础管理，发挥好党组织在制度体系中的作用，继续推进管理理念、管理方法和管理手段创新，处理好经营绩效与内部管理的关系，切实提高管理效率和水平。同时，不断完善治理结构和决策机制，深化精细管理和提质增效，加强风险防范和合规经营，不断提升企业治理水平，从制度治理层面，有力保障“从打赢一仗，到仗仗打赢”。

五是扎实推进企业党风廉政建设和反腐败工作。公司将强化完善对权力运行的监督和制约，一体推进“三不”机制，实现党风廉政建设和反腐败工作高质量发展。同时，公司将准确把握中央、上级对党风廉政建设和反腐败工作的部署，贯彻落实各项任务安排，突出政治监督，强化同级监督，着力发现和纠正政治上的温差、落差、偏差，防治基层党建工作“两张皮”问题，充分发挥各方作用，健全管理监督体系，形成监督合力。

追逐梦想，我们勇毅笃行；叩问初心，我们任重道远。2020 的奋斗已经开启，我们将只争朝夕，不负韶华，以创新为帆、以实干为桨、以梦想为岸，奋力开辟高质量发展崭新征程，驶向更广阔的星辰大海！

中国通服江苏公司党委书记、总经理

姚岳

2020 年南京邮电大学

新年致辞



日月开新元，天地又一春！值此辞旧迎新的美好时刻，我谨代表南京邮电大学并以我个人的名义向长期关心、支持学校事业发展的各界人士致以诚挚的问候和美好的祝福！

工作展望

2020 年是“十三五”规划的收官之年，也是一流学科和高水平大学建设的关键之年，全校上下要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面推进世界一流学科和江苏高水平大学建设，为“十四五”学校事业发展奠定坚实基础。学校 2020 年工作展望如下：

一、统揽全局，开创党建工作新局面。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和全国教育大会精神，树牢“四个意识”，坚定“四个自信”，坚决做到“两个维护”。坚持和加强党的全面领导，坚持党要管党、全面从严治党，以党的政治建设为统领，强化责任担当，为推进学校转型发展提供坚强政治保证、思想保证和组织保证。

二、深化改革，谋划事业发展新路径。准确研判学校发展面临的新形势、新任务、新困难，客观总结学校“十三五”期间取得的主要成绩、宝贵经验，精准剖析“十三五”期间学校存在的短板和不足，科学谋划“十四五”期间学校发展的主要目标、发展理念、主要任务和重大举措，努力建成电子信息领域特色鲜明的高水平大学。

三、强化特色，优化学科建设新布局。努力提升世界一流学科和江苏高水平大学建设水平，全力冲刺，争取以优异成绩迎接

即将过去的 2019 年是不平凡的一年。全体南邮人共同见证了新中国成立 70 周年的历史时刻，共同缅怀五四先驱崇高的爱国情怀和革命精神。循着先辈走过的道路，在习近平新时代中国特色社会主义思想的指引下，深入开展了“不忘初心、牢记使命”主题教育，用光荣的红色校史和校友的感人事迹凝聚起南邮人矢志报国的使命担当。

2019 年，是南京邮电大学高质量发展的一年：国家世界一流学科与江苏高水平大学建设稳步推进，在国内外主要大学评价排行榜中稳居全国百强，材料科学、化学、计算机科学、工程学 4 个学科进入 ESI 全球学科排名前 5%，其中材料科学、工程学进入全球排名前 4%。再添“千人计划”外国专家，“万人计划”、“百千万人才工程”领军人才、“国家优青”青年学者；南邮

学子用量子通信技术的研究成果首次斩获“挑战杯”全国特等奖并捧得优胜杯；在电子信息类专业实施工程教育认证全覆盖，9 个专业入选国家一流专业；获教育部高等学校科学研究优秀成果奖技术发明二等奖；联合国两位专门机构的最高负责人万国邮政总局长比沙尔·侯赛因、国际电联秘书长赵厚麟，国家邮政局局长马军胜齐聚南邮，共同见证邮政快递大数据技术与应用研究中心揭牌成立，等等。不负初心、不负光阴，南邮人凝心聚力、奋楫前行，不断绘就高质量发展新蓝图。

征程万里风正劲，重任千钧再出发。新的一年，南京邮电大学将与通信行业全体同仁携起手来，为江苏通信事业高质量发展而不懈奋斗！

南京邮电大学校长

国家“双一流”建设终期考核；积极推动 ESI 学科建设位次提升；全力做好新一轮博士点申报准备；做好全国第五轮学科评估迎评工作；深入实施人文社科提升计划，鼓励新兴交叉学科发展。

四、人才强校，汇集师资队伍新力量。在一流学科人才特区着力引进能牵头完成重大项目、国家奖项的领军人才；积极对接国家各类人才计划，打造一流人才团队，加快实施青年人才发展计划，加快形成结构合理的人才梯队；优化高层次人才考核机制，提升高层次人才贡献度；完善教师聘用、管理、考核机制，激发教师队伍活力。

五、立德树人，提升人才培养新质量。切实加强师德师风建设，落实教授全员为本科生上课，做好 2020 级本科培养方案制（修）订工作，全面落实立德树人根本任务，加强思政课程和课程思政建设，切实推进 OBE 教学改革；推进一流本科专业建设，扎实做好国家“双万计划”入选项目的建设；提高学生创新能力，确保在“互联网+”等标志性学科竞赛取得突破；深化研究生培养模式改革，切实提升研究生生源质量；完善教学质量保障体系，强化教学监控与评估工作专业化建设。

六、集成优势，力争科学研究新突破。积极培育重大重点项目，实现国家“杰青”、

“优青”和人文社科类重大重点项目突破，力争获得国家级重大重点科研项目持续增长；全面挖掘科研潜力，大力提升国自基金项目立项总数和经费总量。积极服务国家和地方战略需求，加快科技成果转化，提高校地研究院、大学科技园的绩效水平。

七、开放办学，推进国际化建设新进程。扩展国际学术交流、海外招才引智渠道，提高师资队伍国际化水平；积极拓展与国外名校实质性合作，提升国际合作平台；继续推动与国际名校的三个月以上学生培养项目以及“一院一校”特色项目；加强留学生管理服务，提高留学生培养质量。

八、加强保障，筑牢公共服务新支撑。积极拓展办学空间，提高筹资能力；积极开展校企、校地合作共建项目，拓展办学资源；做好国家虚拟仿真实验教学项目申报工作，推进大型仪器设备的开放共享；推进 5G 全国物联网示范高校建设，提高校园信息化水平。

九、引领价值，实施文化育人新工程。深入挖掘南邮红色校史资源，推动南邮红色基因进校园、进教材、进课堂，发挥优秀传统文化、红色革命文化的育人功能。完善校园文化设施建设，丰富校园物质文化；深入实施校园文化建设计划，积极打造校园文化品牌。

武汉加油!中国加油!

生命重于泰山!疫情就是命令!防控就是责任!

江苏省通信管理局主管
江苏省通信学会主办
《江苏通信》编辑部出版

众志成城 战疫情

保护好自己
就是保护好大家

做好防御工作

少出门

戴口罩

不聚集

勤洗手

保持通风

不造谣不信谣不传谣

众志成城 抗击肺炎

《江苏通信》公益广告

2019 年度“嘉环杯”获奖论文二等奖

基于无人机灯光秀创新保障及 5G 应用 无人机测试优化研究

王新 宋峻 张国光 汤浩然

中国联通江苏省南京分公司

摘要: 本文主要介绍了中国联通南京分公司在青奥眼无人机灯光秀中提供的 4G 网络服务, 包括青奥眼周边 4G 网络详细的质量和容量优化方案, 尝试使用创新技术克服干扰问题和容量问题, 保障期间利用 5G 360 度 VR 直播灯光秀盛况提高品牌价值, 并引入 PRA 工具, 在保障过程中实现智能监控, 从而节省人力开销, 提高工作效率。

关键词: 专网承载; 5G 无人机测试; 智能监控; 5G VR 直播

0 研究背景

无人机灯光表演为 2019 年青奥艺术灯会最大亮点, 600 架无人机腾空而起, 五彩的灯光秀展示了南京长江大桥、莫愁女、双子楼、古城墙等南京标志性符号, 为南京市民和外地游客奉上一场视觉盛宴。此次无人机灯光秀由南京联通独家提供网络资源, 为有效保障本次活动的网络环境, 并且能最大化地节省成本, 需在保障过程中应用新手段、新技术。

1 保障过程

1.1 保障面临的挑战

保障主要面临以下三个方面的挑战:

(1) 高并发: 600 架无人机同时升空并进行动作变换、灯光变化等一系列指令, 业务并发率达 100%; 青奥眼景点游客众多, 且有大量联通用户观看灯光秀, 加剧了网络负荷。

(2) 高干扰: 无人机表演高度达 100 米以上, 高空信号杂乱, 质量差; 青奥眼周边站点密集, 同频干扰大; 青奥眼

周边楼宇密集, 无线环境复杂, 导致网络重叠覆盖高。

(3) 低时延: 无人机动作要求整齐划一, 对网络时延要求较高, 要求同步误差低于 10ms; 观众观看灯光秀时进行图片发送、视频直播等网络互动, 要保证感知流畅, 网络零卡顿。

1.2 保障优化思路

为应对灯光秀带来的挑战, 团队从业务高并发、质量高干扰、感知低时延等方面针对性地提升优化区域内的 4G 网络覆盖、容量和质量, 以确保灯光秀期间 4G 网络的稳定。

1.2.1 利用 RF 优化解决下行重叠覆盖

如图 1 所示, 用户 1 和用户 2 都位于小区 A、B 的边缘交界区域, 且同时使用相同的频段。用户 1 正在接收基站 A 为其发送的下行有用数据, 由于基站 B 也正在用相同的频段为用户 2 发送下行数据, 因此基站 B 此时发送的数据就成为了用户 1 的下行干扰。可通过 RF 优化手段控制覆盖, 严格控制人流密集区主控小区的覆盖范围, 规避重叠覆盖, 提升网络质量, 优化速传时延, 改善用户感知。

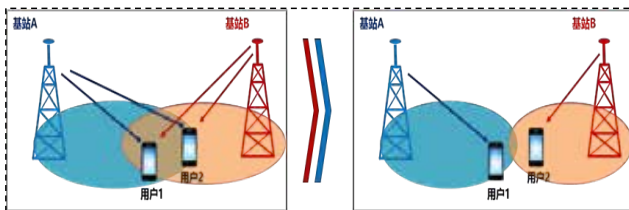


图 1 RF 优化方案示意图

1.2.2 利用异频组网解决高并发业务

如图 2 所示, 多用户进行业务时, 并发情况高, 相互间产生的干扰也更大, 造成 PRB (Physical Resource Block, 物理资源块) 利用率高, 影响小区内所有用户感知。就解决方案来说,

可以利用异频组网分担用户。多载波组网分流密集区主控小区的用户承载, 规避因用户数集中造成的互相干扰, 提升网络容量的同时, 改善用户感知。



图2 异频组网解决高并发示意图

1.2.3 利用小区间协调干扰技术解决高干扰

ICIC (Inter-Cell Interference Coordination 小区间干扰协调) 是解决同频组网时, 小区间干扰问题的技术。概括来说是一种根据 LTE 各小区无线资源 (PRB 的时域资源、频域资源、功率资源) 的使用情况及小区边缘的负荷情况, 协调分配本小区与邻区的时频资源并控制信号发射功率的技术。ICIC 能够有效地规避、降低小区间存在的同频干扰问题, 提高小区边缘速率、覆盖及信噪比。

ICIC 主要使用软频率复用技术 (SFR) 来解决小区边缘的干扰问题。SFR 核心的思想是将频率复用和功率控制相结合, 小区中心的用户可以使用全部的频带资源, 但是要对其

功率加以控制; 小区边缘的用户可以全功率使用全部的频带资源。

如图 3 所示, 用户 A1 和 E1 在小区的边缘交界区域, 为避开干扰, 基站 A 为 UEA1 分配 f_3 频率, 基站 B 为 UEB1 分配 f_2 频率。由于小区边缘距离小区中心较远, 基站为 UEA1 和 UEB1 提供较高的发射功率; 而 UEB3 位于基站 B 的小区中心, 基站 B 为 UEB3 分配和 UEA1 一样的频率 f_3 , 只要基站 B 将 f_3 频率的发射功率低于一个阈值, 就不会产生同频干扰。此外, 由于小区与小区中心之间的距离一般都比较大, 处于各自小区中心的 UEA2 和 UEB2 也可以使用基站低功率发射的相同 f_1 频率, 而不必担心小区之间形成干扰。

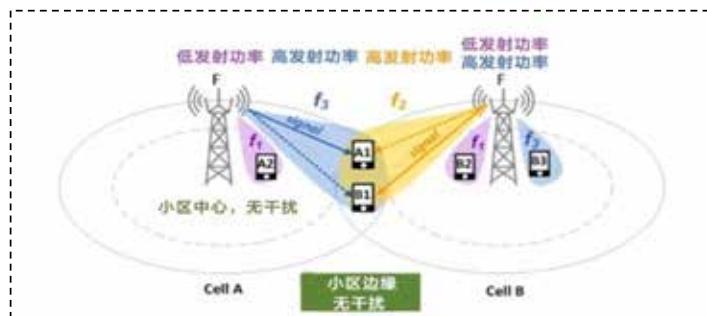


图3 软频率复用技术方案示意图

1.2.4 专网承载解决容量问题

只让无人机承载在专网小区, 其它观众用户不能接入专网小区, 但无人机能接入观众接入的小区, 从而保证了飞行过程的稳定性和安全性, 避免由于现场观众突发占用无线资源造成无人机无资源可用。

1.3 优化方案

优化方案主要有以下几个方面:

(1) 容量优化: 如图 4 所示, 铁塔金沙江西街 C 扇区扩容 L2100 小区, 作为专用扇区覆盖 200 米高空域, 同时对铁塔金沙江西街 A/C 扇区以及铁塔城南水泥厂北绿化带 A 扇区扩容 L1800 20+10M 多载波, 增加网络容量。



4G小区名	方案	下行频点	下行信道带宽
城南水泥厂北绿化带 FL_A_1	现网	1650	20M
城南水泥厂北绿化带 FL_A_2	扩容	1506	10M
金沙江西街 FL_A_1	现网	1650	20M
金沙江西街 FL_A_2	扩容	1506	10M
金沙江西街 FL_C_1	现网	1650	20M
金沙江西街 FL_C_2	扩容	450	20M
金沙江西街 FL_C_3	扩容	1506	10M

图4 覆盖空中区域硬件扩容示意图

(2) 专网承载: 协调核心网, 部署专用 TAC 位置区, 并将 600 架无人机 SIM 信息配置于专属 TAC, 设置普通用户禁止接入。

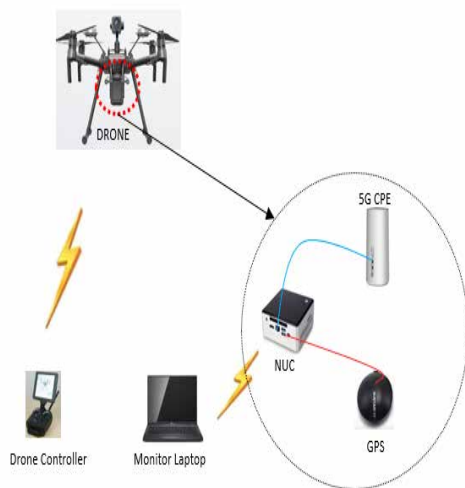
(3) 参数优化: 针对青奥眼周边 5 个干扰小区, 进行功率参数优化, 合理控制范围, 收缩覆盖范围, 减小对主控小区的干扰; 针对 3 个服务小区, 适当提升功率, 加强无人机空域的信号强度, 提升无线质量。

(4) 射频优化: 调整金沙江西街 A/B/C 小区, 控制覆盖范围并加强灯光秀区域覆盖; 调整果园路一期 LDA/B 小区、江心洲小学 B 小区、青奥能源中心 A/C 小区, 减少重叠覆盖, 提升质量; 优化调整后区域内重叠覆盖率降低到 5% 以下, 无线质量得到明显提升。

1.4 创新保障手段

1.4.1 5G 应用无人机测试, 构筑通信产业低空数字化

随着无人机产业的飞速发展, 无人机的创新应用与通信



产业呈现出紧密结合的发展趋势。无人机可以实现设备监管、航线规范, 促进空域的合理利用, 产生巨大的经济价值。同时, 5G 技术具备的超高带宽、低时延、高可靠、广覆盖、大连接等特性如果进一步与无人机特性相结合, 将构建出强大的低空数字化技术领域, 促使通信生产效率大幅提升。江苏联通网优中心协同网建部、南京分公司, 携手华为在南京眼进行无人机无线网络测试应用研究, 重点测试传统路测无法到达的区域, 记录不同高度的 5G 覆盖、质量、速率、时延、误码等关键指标参数, 开展水域、空间立体覆盖网络研究分析, 为国内各家运营商中首次应用。

对南京眼大桥中心半径 400 米范围内不同高度空域进行测试, 分别在 20 米、40 米、60 米、80 米、100 米五种不同高度的空域进行无人机覆盖评估, 测试组网和效果图如图 5 所示。从 3D 覆盖图可以直观地看出不同高度的网络信号覆盖情况, 不仅为 4G 网络提供研究数据, 还为 5G 业务空域信号分析提供了很高的参考意义。

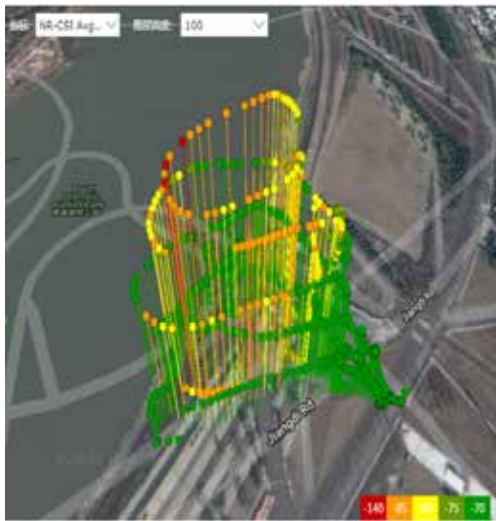


图 5 无人机测试组网和 3D 覆盖效果图

1.4.2 5G VR 直播, 提高品牌价值

采用 5G 网络进行 VR 现场直播无人机灯光秀是“VR 直播”业务的又一次成功应用, 让部分员工可以足不出户就能欣赏青奥灯光秀的壮美。

5G 网络以用户为中心, 通过 CoMP、Massive MIMO、网络切片等技术, 保证用户随处体验 100Mbps, 5G 大带宽、低时延、大连接的特性使万物互联的同时, 将推动智慧生活的进一步发展, VR 业务将在互动教学、远程医疗等方面具有较大的应用空间。南京联通作为江苏省内国家发改委 5G 唯一落地试点城市, 江北新区、长江大桥、玄武湖、雨花台、南京眼、

新街口等区域都已部署了 5G 网络覆盖, 测试速率达 2.6Gbp。

1.4.3 引入 RPA 工具, 实现智能监控

为了能够快速、多频次的了解无人机编排飞行任务期间的移动网络负荷、用户数、用户感知等 KPI 指标, 江苏联通组织专业团队, 探索 AI 工人智能领域, 并自主研发 RPA(Robotic Process Automation, 机器人流程自动化) 工具。如图 6 所示, RPA 定时从专业网管获取指标数据, 并通过自动化程序进行数据分析, 按不同场景、粒度, 通过大屏与微信发布指标结合地理化信息呈现。



图6 智能监控原理图

2 保障效果

2.1 网络保障效果

本次保障使600架无人机飞行姿态和灯光控制信息零重传,无人机间的同步误差控制在10ms以内;下行单用户平均速率5Mbps以上,上行单用平均速率1Mbps以上;游客发送图片、视频感知良好,无卡顿现象。具体可以从以下三个方面指标看出:

(1) 负载均衡: 经过精细的参数优化,反复的均衡策略验证和无人机专网承载,实现了合理分流。无人机准备时间段是18:00-20:00,起飞实际点为20:15,飞行历程共计10分钟,

从图7平均用户变化趋势图来看,策略很好地把控了飞行区域占用的用户数,而又不影响观赏区用户;

(2) 干扰控制: 结合现场实际无线环境,优化周边同频邻区干扰,且实施异频组网后,保障区域内主服务小区下行SINR值良好,上行底噪干扰值最忙时约-105dbm左右,用户感知良好;

(3) 感知速率: 实施合理负载均衡策略方案且有效控制干扰质差等问题,使得整个活动期间单用户速率良好,600架无人机飞行姿态和灯光控制信息零重传。下行单用户平均速率5Mbps以上,上行单用平均速率1Mbps以上。

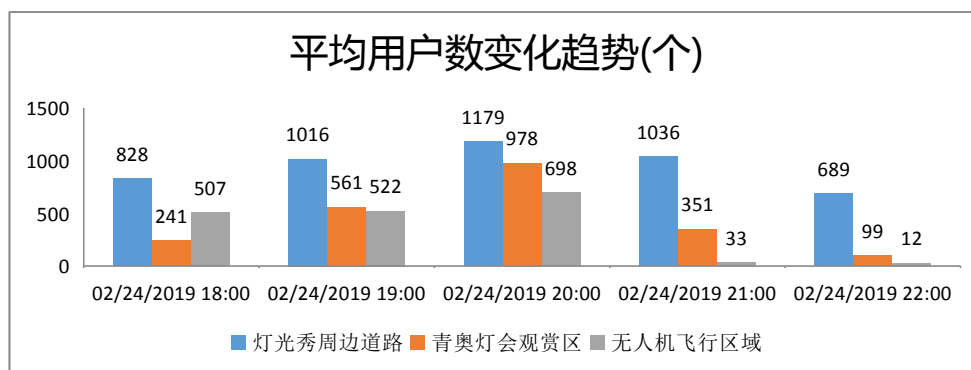


图7 平均用户变化趋势图

2.2 保障的经济效益

本次保障首创项目模式运作,并且首次展开了商务领域的谈判,通过与主办方多次的沟通、协商,明确双方权利职责。对内来看,本次保障首次对成本进行逐项摸底排查,形成保障项目报价清单,最后达成了合同协议,直接为公司创造经济效益。

3 经验分享

3.1 用户特点

无人机保障与其他聚会型保障最大的区别是并发业务高,用户100%并发,且对时延要求极强。另外保障区域不属于传统的地面覆盖,而是高空环境,对无线覆盖要求更精确。

3.2 干扰特点

从图8可以看到拟合上行干扰与用户数的线性关系,可以发现,当用户低于100人时,上行干扰值稳定在-115dbm以下;当用户超过150人时,上行干扰明显抬升;当用户达到200人时,上行干扰值高于-110dbm;当用户超过300时,则上行干扰接近-105dbm左右。

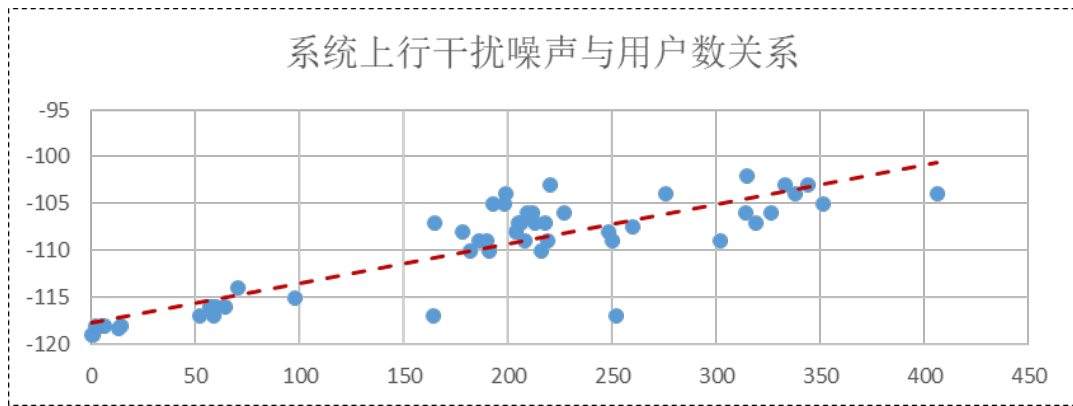


图8 流量增长阶段划分

进一步分析干扰发现，100个RB资源中干扰严重的区域 80以上资源受干扰影响较小，如图9所示。主要集中在5~35之间；轻微干扰区域主要集中在35~80之间；

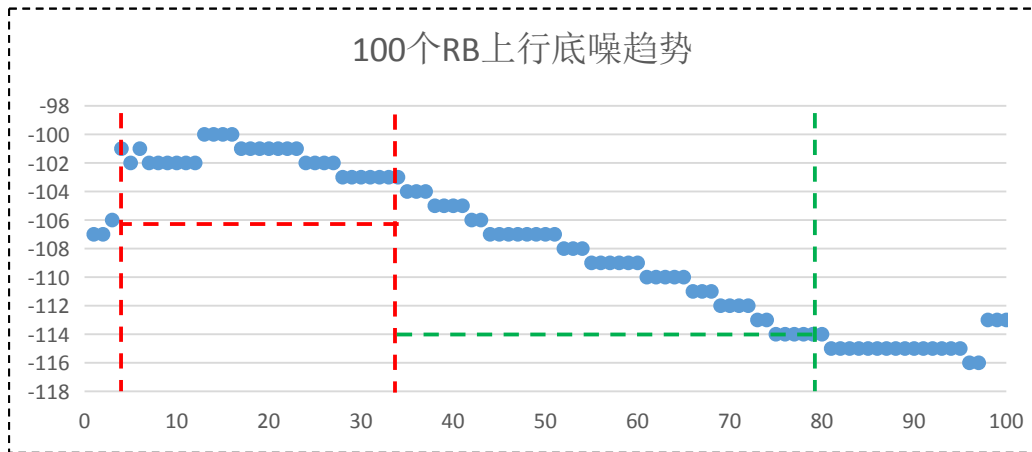


图9 流量增长阶段划分

3.3 专网的承载

利用核心网的专网承载设置可以避免观众占用到无人机主占小区资源，让专网承载无人机业务，规避观众突发对无人机造成干扰。

4 总结

由于前期保障方案准备充分，南京联通圆满完成无人机灯光秀保障工作，并从中总结了几点经验，期望对后续网络

保障工作有一定的指导和借鉴意义。

(1) 高并发业务保障中，建议采用异频组网和专网承载，既可以解决容量问题，保证网络稳定性，又可以降低干扰；

(2) 严格控制邻区间重叠覆盖率，以免影响主控小区下用户业务质量，以及速传时延；

(3) 多载波间用户合理分配，建议配置负载均衡用户门限为200人，避免因用户过多造成的上行干扰抬升。

(收稿日期：2019-07-05；

技术审稿：陈美娟；责任编辑：王玉)

2019 年度“嘉环杯”获奖论文三等奖

面向 5G 现网网络性能 管理系统设计与实践

钮 远

中国移动通信集团江苏有限公司

摘 要: 5G 建网初期, 为全面提升网络品质和服务能力, 本文基于信令大数据探索“1+4”项关键能力以及 5G 网络性能管理方案。其中, “1”项基础能力, 即“NSA 组网采集能力”; “4”项性能管理能力, 包括面向新网络具备“NSA 关键性能指标监控分析能力”, 面向新用户具备“双连接下单用户感知溯源能力”, 面向新业务具备“eMBB 业务场景体验评估能力”, 面向新终端具备“5G 终端库自构建和在网评估能力”。目前, 系统已在江苏南京、苏州、无锡三个 5G 商用市上线, 有效支撑日常 5G 网络运维。

关键词: 5G; NSA 组网; 性能管理; 信令监测

0 引言

5G (the 5th generation mobile communication technology, 第五代移动通信技术) 建网初期采用了 NSA(Non Standalone, 非独立组网) 方案, 控制面由 4G(the 4th generation mobile communication technology, 第四代移动通信技术) 网络承载, 保证移动性。用户面在 4G 网络和 5G 网络建立双连接, 数据存在多条转发路径。那么, 面对复杂的组网, 如何实现 4G/5G 的关联分析和快速隔离? 如何识别 VR (Virtual Reality, 虚拟现实) /AR(Augmented Reality, 增强现实技术) 等新业务并开展主动式业务质量分析? 这就要求我们在网络建设的同时探索 5G 业务体验管理方案。

1 整体思路和系统架构

针对 NSA 组网方案, 基于信令大数据, 本文探索“1+4”项关键能力, 以弥补 5G 建网初期传统网管系统的不足, 系统架构见图 1。“1”项基础能力, 即“NSA 组网采集能力”; “4”项性能管理能力包括: 面向新网络, 具备“NSA 关键性能指标监控分析能力”; 面向新用户, 具备“双连接下单用户感知溯源能力”; 面向新业务, 具备“eMBB(Enhanced Mobile Broadband, 增强移动宽带) 业务场景体验评估能力”; 面向新终端, 具备“5G 终端库自构建和在网评估能力”。



图 1 系统框架

2 NSA 组网基础采集能力

5G 网络部署架构分为独立组网和非独立组网，现网组网架构采用非独立组网 NSA Option3x。NSA 3x 组网对于 eNodeB(Evolved Node B, 4G 基站)影响较小，综合利用了 5G 初期 LTE 的广度覆盖和 5G 新技术提供的大带宽。信令面连接由 eNodeB 与 EPC(Evolved Packet Core, 演进的分组核心网)建立，EPC 与 gNodeB(next generation NodeB, 5G 基站)间的信令面消息通过 eNodeB 转发；用户面连接由 gNodeB 与 EPC

建立，EPC 与 UE 间的部分 5G 流量可以通过 gNodeB 分流给 eNodeB。

采集点分析：现网信令监测探针可以采集到 eNodeB 与 EPC 间的 S1-MME 信令面和 S1-U 用户面流量以及 gNodeB 与 EPC 间的 S1-U 用户面流量。需要考虑 5G 用户面流量识别方案，通过静态配置 gNodeB 地址识别。

解析协议扩展：对于信令监测系统来说，没有新增的采集点和新的协议解析，只是原有协议面向 5G 做了扩展，对应的字典表新增字段用于 5G 相应的上层分析，如表 1 所示。

表 1 DPI 协议变更汇总

采集接口	协议变更分析
S1-MME	UE network capability 中增加了终端 5G 相关的能力支持的指示位
	EPS network feature support 中增加了是否限制双连接的指示位
	在 E-RAB 建立消息中增加指示 NR 基站 IP 地址字段
	新增 Secondary RAT Data Usage Report 流程，上报用户 5G 流量
S11	create session request 消息携带双连接标识网络能力
	新增 Secondary RAT Data Usage Report 流程，上报用户 5G 流量

3 NSA 性能管理能力

3.1 NSA 关键性能指标监控能力

3.3.1 NSA 关键性能指标监控

通过分析 NSA 控制面关键流程以及新增流程，从接入

性、保持性、完整性三个维度构建 NSA 关键性能指标体系。通过梳理控制面信令失败码定界规则以及网元 / 用户 / 小区多维聚类，总结 8 大问题场景，进行劣化指标的自动定界，如图 2 所示。



系统视图见图 3，主界面 GIS(Geographic Information System, 地理信息系统)呈现市级、小区级等关键性能指标，

可针对关键性能指标设置预警；针对劣化的指标进行明细下钻以及失败场景初步定界。



图3 系统视图

性能告警案例：无线侧原因导致 E-RAB 修改指示成功率低。

问题描述：E-RAB 修改指示成功率平均在 99.5% 以上，6月17日和6月19日指标劣化超 1pp 告警。

问题定位：下钻分析劣化时间点的明细，发现 E-RAB 修改指示失败 84% 集中在无线侧超时。典型超时失败流程基站发送 ERAB 修改指示，20s 无响应后重发或者发送释放消息，携带原因值 tS1relocoverall-expiry。通过聚类定位，发现劣化小区集中在邓府山社区四期 LF-1、邓府山社区四期 LF，优化后指标恢复正常。

3.1.2 劣化站点主动挖掘

非独立组网，5G 基站没有 S1-C，信令面承载在 LTE，用户面分流走 4G 或者 5G。基于信令开展劣化站点的主动优化，如图 4 所示。针对 NSA 4G 锚点站，通过控制面 Attach 附着、E-RAB（Evolved Radio Access Bearer，演进的无线接入承载）修改流程中无线侧失败进行 TOP 质差锚点站聚类；针对 NSA 5G 站日流量超过 10GB 的站点，通过下行峰值速率、TCP 重传率聚类 TOP 质差 5G 站，周粒度开展主动优化。

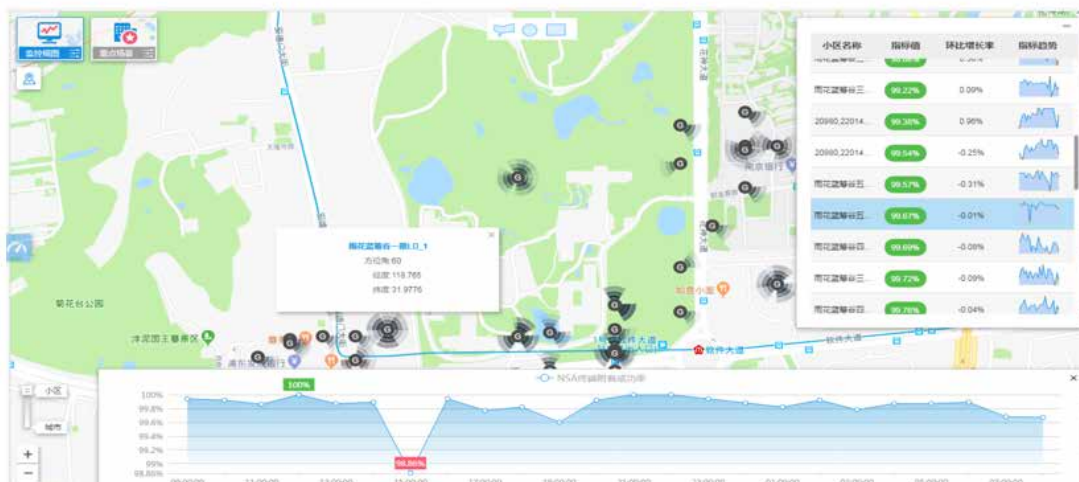


图4 NSA周劣化站点聚类

3.2 双连接下单用户感知溯源能力

通过单用户多接口关联，完整回溯投诉用户指定时间段全量信令流程。在 NSA 3x 架构下，单用户感知溯源需要考虑如下特性：

(1) 双连接下用户面多路径一体化呈现。用户面新增分流场景，5G 终端和 4G 无线网、5G 无线网之间建立双连接，数据在终端与 EPC 之间可通过三条路径传输（终端 --gNB—EPC、终端 --eNB—EPC、终端 --eNB--gNB--EPC）。为有效定位业务异常，用户面流程回溯时需进行多数据转发路径整合，按唯一的用户号码将全部业务单据关联，单据中填写每时间段对应网元信息。

(2) 控制面新增承载迁移流程的前序关联。针对 Option3X 组网方案，5G 基站没有 S1-C，LTE 承载控制面，保证移动性。接入流程相较 LTE 附着后面增加承载迁移流程。由于现网信令采集没有包含 X2 接口，通过增加对 E-RAB 修

改指示的前序流程的标记和分析，间接反映 UE 双连接建立情况。

溯源案例：配置错误导致附着失败。

问题描述：用户投诉 5G 终端无法注册 5G 网络。

问题定位：通过回溯信令（图 5），发现该用户存在多次附着失败，附着失败原因均为 MME 返回 #15(No Suitable Cells In tracking area，本位置区无合适小区)。针对历史单据进行分析发现，现网由于 #15 原因值导致的 Attach 失败全部发生在 PLMN（Public Land Mobile Network，公共陆地移动网）为 46001 的小区，同时这些小区的 Attach Request 附着请求也全部都是失败，失败原因均为 #15。进行问题定位后发现，上述发生附着失败的站点属于新建站点。新建站点由于 PLMN 配置错误导致 5G 终端在附着过程中 MME 返回 Attach Reject，同时携带 #15 原因值，修改站点配置之后，5G 终端附着成功。

投诉用户信令回溯，定位到失败原因为#15(No Suitable Cells In tracking area)

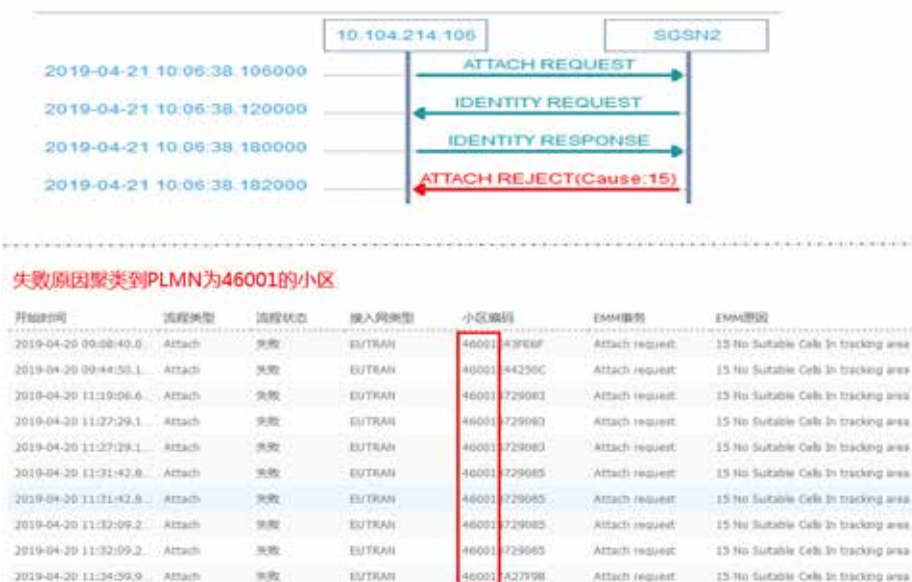


图 5 单用户投诉溯源案例

3.3 eMBB 场景新业务体验评估能力

NSA 组网方案主要为了满足 5G eMBB 业务场景需求，针对 eMBB 典型 VR 视频、云游戏进行业务特征分析和体验建模。

3.3.1 VR 视频业务特征分析及体验建模

以优酷 VR 业务特征为例（图 6），VR 视频播放是 HTTP(hypertext transport protocol，超文本传输协议)多流，为 TS(Transport Stream，传输流)复用机制。业务交互首先通过 HTTP 获取目录文件，后续根据目录信息获取 TS 视频

切片数据。对于 TS 视频，典型做法通过解码目录文件获取视频各切片基本信息，然后跟踪每个视频切片的下载情况，基于当前时间与下载切片的累计播放时长判断卡顿发生。该算法适用在没有拖拽/暂停等理想视频顺序播放场景。通过测试发现实际卡顿发生期间，TS 的重传特性更能表征卡顿。实际发生卡顿时间点，有明显的同一切片发生连续多次下载请求的信令特征。基于上述特征识别卡顿分片数，即相同编号的视频切片文件重复请求下载，超过设定阈值则认为卡顿切片，将该片记为卡顿。



图6 VR 视频业务特征

3.3.2 云游戏业务特征分析及体验建模

目前 VR 游戏多为本地游戏，主要数据都是在游戏安装时下载到本地，在本地渲染。未来游戏发展方向为云游戏，渲染在云端完成，节省本地 GPU(Graphics Processing Unit, 图形处理器)资源，但是对带宽需求很大。针对格来云游戏开展业务特征研究,如图7所示。格来云游戏类似于网页游戏，

游戏运营方在服务器端进行画面渲染并通过网络传输到玩家手机。云游戏过程是TCP(Transmission Control Protocol, 协议)。从传输波形图可以看出，传输行为为持续不断地下行数传，同时上行和服务交互频繁，其中部分流体现为周期性探测行为。通过机器学习云游戏心跳流数传特征，在此基础上计算上下游的时延指标。

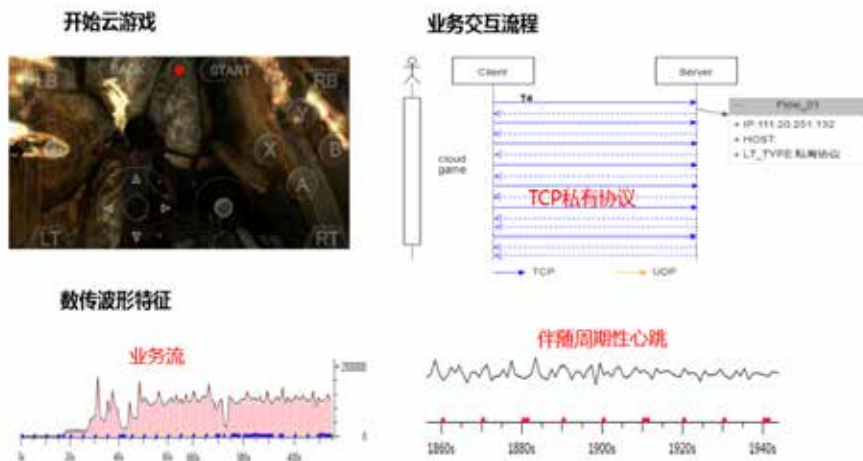


图7 云游戏业务特征

3.4 5G 终端库自构建及在网表现评估能力

现网 5G 终端较少，能掌握到的 5G 终端数据更少。表现在 5G 终端库没有有效维护起来，5G 终端的能力集没有全面获取的途径，5G 终端在网表现主要依赖于人工拨测。

3.4.1 基于信令数据自学习 5G 终端库

通过 DPI 深度解析信令，提取各关键信元的取值，识别

5G 终端并获取终端所支持的能力（见图 8）。

- 步骤 1: 通过终端上报的双连接能力识别 5G 终端；
- 步骤 2: 通过解码 Attach request 附着请求的 UE network capability 终端网络能力等信元获取 5G 终端能力；
- 步骤 3: 通过 S1-U UserAgent (用户代理) 字段提取终端机型信息回填。



图 8 5G 终端库自学习

3.4.2 5G 终端在网表现评估

基于信令，对现网活跃 5G 终端从控制面和用户面两个维度开展质量评估（见表 2）。目前 NSA 5G 终端数量较少，终

端网络性能指标差异不明显。随着商用后 5G 终端增多，将持续开展跟踪分析。

表 2 5G 终端在网表现

终端型号	接入类指标				业务类指标				
	剔除用户原因的附着成功率	erab 修改指示请求成功率	TCP 重传率	TCP 乱序率	页面响应成功率	页面时延指标	峰值下行速率	峰值上行速率	
HUAWEI MATE 20 X	97.98	99.37	0.01	0.00	98.32	126.95	47487	97397	
Axon10 Pro(5G)	100	96.10	0.02	0.02	93.22	94.58	2646	7037	
V1916A	100	100	0.06	0.08	100	126.94	653	5464	
PCCT30	100	100	0.03	0.02	100	159.29	2642	6657	
HUAWEI 5G CPE 1.0	98.14	98.67	0.02	0.00	99.38	182.29	43296	68036	
FR01	100	100	0.02	0.01	98.39	200.27	4749	39944	
NEX S	100	100	0.07	0.03	100	94	842	1508	
mix3(5G)	100	100	0.01	0.00	100	79.24	2412	95398	

4 总结

面对 5G 建网初期复杂的组网方案，基于信令大数据，本文探索了“1”项基础能力和“4”项性能管理能力，弥补了 5G

建网初期传统网管系统的不足。目前系统已在江苏南京、苏州、无锡三个 NSA 商用市应用，有效支撑了日常运维。

（收稿日期：2019-08-07；

技术审核：丁飞；责任编辑：王玉）

5G 时代电梯室内分布系统 解决方案探讨

陈宜漂 安刚

中通服咨询设计研究院有限公司

摘要: 对于室内通信建设,由于电梯场景阻挡严重,宏站信号无法有效覆盖,所以,良好的电梯信号可以提升运营商口碑和品牌竞争力。但是电梯场景用户量少,停留时间短,数据量不高,如何降低电梯投资成本并提高电梯覆盖效益,具有重大意义。本文提出无线电梯直放站覆盖电梯解决方案,以供参考。

关键词: 5G; 电梯直放站; 室内分布

0 引言

随着5G时代的商用,室内分布系统的部署越来越迫切,而5G丰富的业务特性,使得5G时期室内容量需求进一步增长,业界预测未来超过85%的业务发生在室内。室内一些空旷,隔间少,阻挡小的区域,5G信号覆盖可以通过5G宏站部署解决;对于5G容量需求高的区域,诸如学生公寓、医院、高级酒店等场景,可以通过部署光纤数字化的5G室内分布系统解决。但是对于室内分布系统中的电梯场景,由于其对宏站信号屏蔽严重,而建设数字化5G室内分布系统覆盖电梯投资大,投资回报率低,因此如何经济有效地解决电梯5G信号覆盖,具有重要意义。本文提出无线电梯直放站解决电梯5G信号覆盖,解决当前电梯覆盖遇到的建设难点和投资痛点的问题。

1 传统电梯覆盖方案

1.1 传统电梯覆盖方案简介

传统的电梯覆盖方式以RRU或光纤直放站作为信源,沿电梯井道每3-4层安装1副天线进行覆盖,或电梯厅部署天线。还有基于这两种覆盖方案的变形,比如采用近端机远端机的光纤直放站方案,电梯井道采用网线部署,或者使用漏缆等。但无论如何,这些方案都需要新增信源以及电梯井道布放线缆,需要相应的传输配套。

1.2 传统电梯覆盖方案缺点分析

传统电梯覆盖方案主要存在以下几方面问题:

(1) 协调任务重。涉及信源设备安装、天线安装、光缆路由、馈线部署等,需要和电梯公司或者物业公司协调的

施工点多。

(2) 施工困难,建设周期长。需要安装信源设备,敷设光缆以及建设相应的传输配套,且电梯井道敷设馈线和安装天线施工难度大。

(3) 馈线连接,5G信号损耗大。这是传统DAS向5G演进所面临的最大挑战。5G频段高,传统DAS方案不适合用于5G覆盖。

(4) 投资高,投资回报率低。一方面信源成本高;另一方面需要相应的传输配套,配套建设成本高,如果采用光纤数字分布系统,造价更高。实际上电梯场景人员滞留时间短,容量需求小,产生的经济效益低,造成投资回报率低。

2 新型无线电梯直放站覆盖方案

2.1 新型无线电梯直放站构造

对比现有方案的缺点,新型无线电梯直放站要具备以下特性:

- (1) 施工节点少,施工简单;
- (2) 无馈线设计,电梯井无线缆敷设;
- (3) 不新增信源;
- (4) 无传输配套;

本文提出二级放大新型无线电梯直放站,室外到电梯井内设计一级直放站,电梯井到电梯轿厢设计二级直放站。无线直放站全部采用有源设备,接收天线和发射天线用光电复合缆作为传输介质,不再使用无源器件和同轴电缆。新型无线电梯直放站设计成二级放大的优点在于:

- (1) 通过分级放大,减少每级放大器的增益,更容易满足直放站增益与隔离度的要求;
- (2) 符合电梯覆盖场景,高层电梯井使得一级放大信

号无法有效覆盖电梯轿厢，通过将电梯井的无线信号接收并放大馈送到电梯轿厢，覆盖效果更好。

(3) 方便引电，电梯井上方是电梯机房，一级直放站安装在电梯机房，二级直放站安装在电梯轿厢，电梯机房和电梯轿厢接电方便。

根据不同层高的电梯，新型无线电梯直放站的组成结构不一样，具体分为以下三类：

对于低层电梯，新型无线电梯直放站采用一级放大无线直放站覆盖，由无线接收模块、信号放大器、无线发射模块组合起来，如图 1 所示。



图 1 低层无线电梯直放站结构图

(2) 对于中高层电梯，采用二级无线直放站覆盖，由电梯机房的一级无线接收模块、有源信号放大器模块、无线

发射模块和电梯轿厢上的二级无线接收模块、二级有源信号放大器、二级无线发射模块组成，如图 2 所示。



图 2 中高层无线电梯直放站结构图

2.2 新型无线电梯直放站原理

新型无线电梯直放站采用有源天线作为接收和发射天线，信号放大器使用 220V 交流电，采用光电复合缆作为传输介质。总体来说分为 3 个模块：信号接收模块、信号放大模块、信号发射模块。5G 无线信号经过信号接收模块，将

无线射频信号转换为光电信号，光电信号经过光电复合缆传输到信号放大器，放大后的光电信号经过光电复合缆到达信号发射模块，发射模块将光电信号转换为射频信号发射出去。图 3 是无线电梯直放站工作原理图。



图 3 无线电梯直放站工作原理

2.3 新型无线电梯直放站覆盖方案

一级直放站接收天线安装在楼顶信号接收良好的位置，要求四周无遮挡，如电梯机房顶部。发射天线安装在电梯井顶部，有源信号放大器安装在电梯机房，接 220V 交流电。二级直放站的接收天线和有源信号放大器安装在轿厢顶上。二级直放站的发射天线安装在轿厢内，二级直放站接收天线将电梯井内一级直放站馈入的宏站或微站信号放大，通过轿厢内的发射天线将信号发射到电梯内，实现电梯内信号良好覆盖，如图 4 所示。对于低层电梯，没有二级放大，轿厢单元上不需要装二级直放站，通过一级直放站的发射天线覆盖电梯即可使轿厢内信号达到覆盖要求，如图 5 所示。

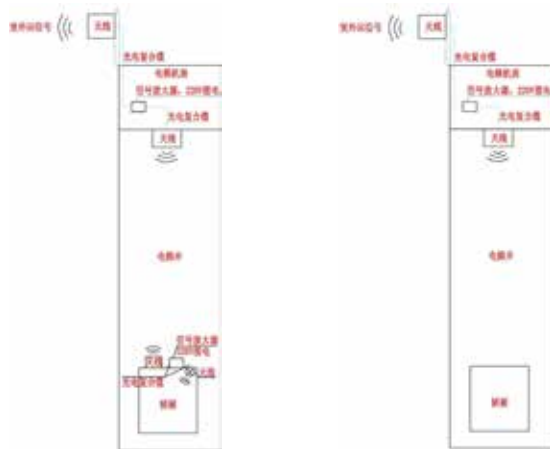


图 4 新型无线电梯直放站中高层覆盖示意图

图 5 新型无线电梯直放站低层覆盖示意图

3 新型无线电梯直放站分析

3.1 新型无线电梯直放站优点

概括起来，新型无线电梯直放站主要具有以下优点：

(1) 全套系统不再使用馈线作为信号传播媒介，适合未来 5G 部署，解决了传统室内分布系统馈线覆盖方式对 5G 信号衰减大的问题。

(2) 不需要设计传输配套，节约传输资源。5G 部署按照 C-RAN 机房组网，对缓解 C-RAN 组网的纤芯资源压力具有重大意义。

(3) 投资小，施工方便，建设周期短。不新增信源和对应的传输配套，各设备模块安装简单，电梯井内无线直放站，能够实现快速建网。

(4) 全为有源设备，便于监控故障点，方便维护。

3.2 新型无线电梯直放站指标要求

(1) 增益要求

直放站的引入会降低宿主基站接收机的灵敏度，进而影响宿主基站的覆盖面。接收机灵敏度跟噪声系数、信号带宽、解调信噪比等有关，一般来说灵敏度越高（数值越低），说明其接收微弱信号的能力越强，但也带来容易被干扰的问题。对于接收机来说，灵敏度能满足使用要求即可。接收机灵敏度 S 计算公式如下：

$$S = -174 + NF + 10 \log(R * BW) + SNR + IM - DiversityGain \quad (1)$$

其中 NF 为接收机规定的最大噪声系数，是设备（单级设备，多级设备，或者是整个接收机）输入端的信噪比与这个设备输出端的信噪比的比值。 $R * BW$ 是接收机的每个信道带宽， SNR 是根据所选择的调制和编码方案要正确解调时所需最低的信噪比。 IM 是实施余量，包括分集损伤， $DiversityGain$ 表示分集增益。

假设直放站施主天线接收到的 5G 信号为 Rx ，5G 基站输出功率为 Tx ，则链路损耗为 $Tx - Rx$ ，无线直放站上行增益 Gu ，无线直放站产生的白噪声为 No ，噪声系数 Nf ，则直放站到基站接收机功率为：

$$Ne = No + Nf + Gu - (Tx - Rx); \quad (2)$$

上行信号对基站的增量噪声为 ΔN ：

$$\Delta N = 10 * \log\left(1 + 10^{\frac{Nf - NF + Gu - (Tx - Rx)}{10}}\right) \quad (3)$$

对于二级级联直放站，用 Gu_2 、 $Tx_2 - Rx_2$ 表示二级直放站的增益和二级直放站到一级直放站的链路损耗，为简化计算，假设每级直放站具有相同的级联噪声系数，即：

$$Gu - (Tx - Rx) = Gu_2 - (Tx_2 - Rx_2) \quad (4)$$

则二级直放站上行信号对基站的增量噪声 ΔN 级为：

$$\Delta N_{级} = 10 * \log\left(1 + 2 * 10^{\frac{Gu - (Tx - Rx)}{10}}\right) \quad (5)$$

满足以下公式：

$$Ne < S + \Delta N; \quad (6)$$

满足 (4) 式时，无线直放站产生的噪声淹没在接收机噪声下，无线直放站的噪声不会对宿主基站产生影响；进一步可以分析直放站级联对宿主基站接收机灵敏度的影响。

(2) 隔离度要求

无线直放站上行增益 Gu ，下行增益为 Gd ，上行隔离度和下行隔离度分别为 Iu 和 Id ，根据直放站自激条件，以下两者同时满足才会产生自激：

$$Gd + Gu - (Id + Iu) >= 0; \quad (7)$$

$$\phi Gd + \phi Gu + \phi Id + \phi Iu = 2n\pi (n=0, 1, 2, \dots); \quad (8)$$

因此直放站隔离度满足 $Id + Iu > Gd + Gu$ ，即可避免自激。实际使用中施主天线与重发天线的隔离度比直放站增益大于 15dB，才能稳定工作。

3.3 新型无线电梯直放站对宿主基站容量的影响

由于电梯内人流较少，一般一部电梯满载不超过 15 人，每人在电梯内的流量平均 20M/S，假设 5G 市场占有率最高的运营用户数占比 70%，用户并发率 50%。有规定，电梯从底层到顶层在空载情况下运行时间不超过 1 分钟，假设电梯满载运行区间平均 30 秒，则一部电梯给宿主基站额外增加的流量为 3150M，增加的容量远小于 5G 单载波容量，因此不会导致宿主基站网络拥堵。

3.4 新型无线电梯直放站共建共享展望

电梯空间狭小，电梯信号建设需要电梯公司或者物业配合，因此电梯覆盖要解决共系统共建问题，实现共建共享。新型无线电梯直放站的信号接收模块和信号发射模块按照共建共享要求设计，使信号接收模块和信号发射模块同时支持各家运营商 5G 信号的调制解调，同时满足不同运营商的 5G 频段隔离度要求，实现一家承建，多家共享的目标。

4 结束语

本文在 5G 正式商用的背景下，结合电梯覆盖场景，在考虑电梯人流、话务量特点以及电梯覆盖的必要性情况下，提出 5G 无线直放站电梯覆盖新型方案。方案给出了新型无

(下转第 44 页)

2019 年度“嘉环杯”获奖论文一等奖

LTE 多载波负载均衡研究与应用

赵煜 梅立鑫 周奕昕

中国联合网络通信有限公司江苏省分公司

摘要: 当前 LTE 网络流量快速增长, 资源需求也随之快速增长, 使得 LTE 网络资源短缺成为普遍问题。除此之外, 由于用户的移动与业务分布在区域上具有不平衡性, 导致资源局部紧张, 部分用户体验下降。再有, 在异频组网中, 当小区处于高负载状态时, 能将高负载小区的 UE 转移到低负载小区中, 提升业务接入成功率的同时, 改善用户业务感受, 提高整个资源利用率。本文对移动负载平衡的算法流程及性能展开研究, 重点研究了交叠场景的负载均衡方案, 并在 LTE 流量暴涨、投资有限的情况下, 进行优化方法的探索, 解决部分高负荷的问题。

关键词: 负载均衡; 站内同扇区均衡; 站内扇区间均衡; 站间均衡

0 引言

随着高清视频和 2I2C 业务的发展, 联通 LTE 网络用户规模及数据业务流量增长迅速, 部分业务热点区域对 LTE 网络容量提出了更高的要求。根据业务发展情况和容量要求, 联通

重点对工业区、校园等热点区域进行了载波扩容。扩容后, 流量增长和用户体验与多载波间均衡情况有很大关联, 通过负载均衡参数差异化设置, 可以改善整体用户感知。负载均衡的应用场景主要分为异频和异系统两大方面, 本文重点研究异频负载均衡, 如图 1 所示。

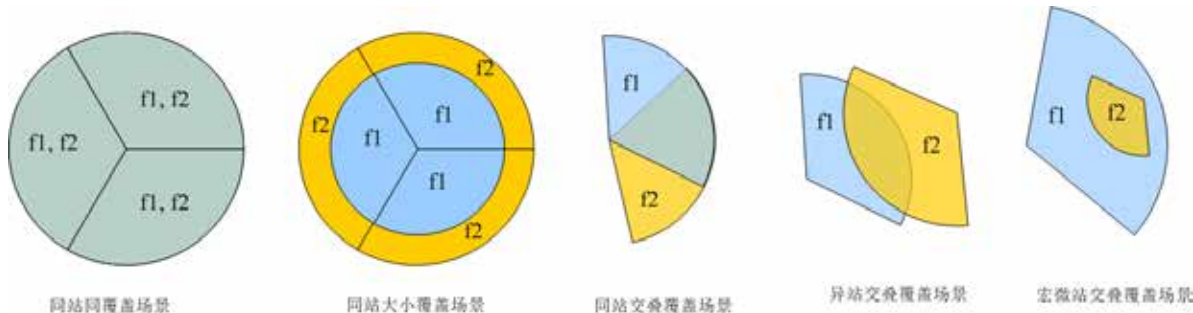


图 1 异频负载均衡应用场景

1 负载均衡算法和原理介绍

系统内移动性负载均衡 (Mobility Load Balancing, MLB) 将重叠覆盖的异频 (包含异模式) 小区负载重新分配, 提升整个

网络资源利用率, 保证业务的 QoS 水平和用户体验。MLB 通过切换或重选将业务从高负载小区转移到资源利用率低的小区。

LTE 负载均衡流程如图 2 所示。

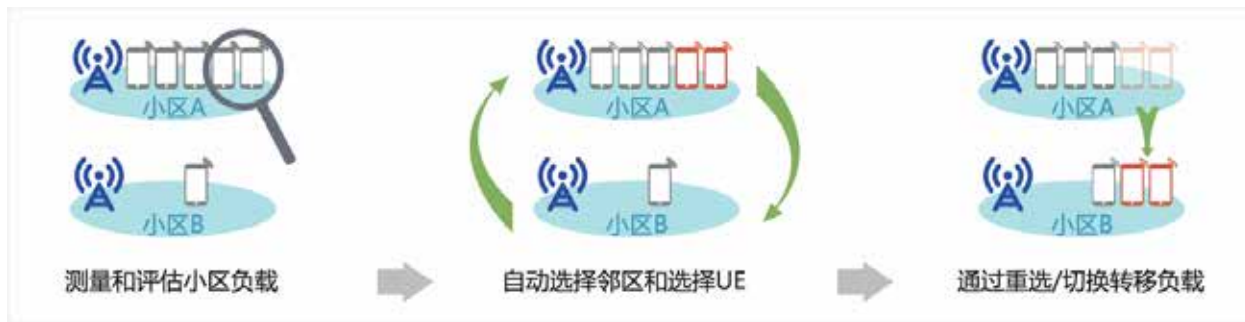


图 2 LTE 负载均衡流程

1.1 触发 / 停止负载均衡

负载均衡大多以用户数触发为条件，当用户数满足触发条件时，触发异频负载均衡，转移同步态和空闲态的用户。

用户数负载均衡触发条件：连续 5 秒周期内，小区同步态用户数 \geq 异频负载均衡用户数门限 + 负载均衡用户数偏置，则触发异频同步态用户数负载均衡。

用户数均衡停止条件：连续 5 秒内小区同步态用户数 $<$ 异频负载均衡用户数门限 (InterFreqMlbUeNumThd)，停止异频同步态用户数负载均衡。

1.2 选择目标小区

异频 MLB 目标小区选择需要同时具备如下条件：

基站参数中异频负载均衡开关打开；

与目标均衡小区配置正确的异频邻区关系；

异频频点参数中将可均衡的外部频点配置为“允许目标频点为负载均衡频点”；

关于目标邻区的重叠覆盖标识，如果其中一个异频邻区配置成“是”，则只会向该小区均衡，不向其他邻区均衡。在不确定同覆盖的情况下，所有邻区的该参数可设置为“否”；

站间均衡 X2 链路需配置且可用，用于获取目标基站的 PRB 利用率和用户数等资源；

目标小区的电平需高于负载均衡 A4 门限；

(服务小区 - 邻小区 PRB 利用率差值) $>$ 负载差门限，且邻区 InterFreqMlbUeNumThd - 邻区同步态用户数 > 0 的小区，或 (服务小区同步态用户数 - 邻区同步态用户数) / 服务小区同步态用户数 $>$ 用户数差值门限 (UeNumDiffThd) 的小区。

1.3 负载均衡执行

不选择均衡的 UE：负载均衡执行阶段选择不处于 CA 状态、没有建立 QCI1 的业务、不处于惩罚阶段的用户。

移出 UE 的个数限制：每异频负载评估周期 (InterFreqLoadEvalPrd) 内转移的最大 UE 个数不能超过负载均衡最大切换出的用户数 (MlbMaxUeNum)。

当收到的切换请求消息携带的负载平衡切换原因为“Reduce load in serving cell”时，目标小区不做接纳判断，按照正常切换流程处理；当收到的原因为“Resource Optimisation Handover”时，如果目标小区 PRB 利用率或同步态用户数处于潜在高载状态，或者负载平衡触发状态，则目标小区回复切换拒绝响应消息 HANDOVER PREPARATION FAILURE，否则按照正常切换流程处理。

1.4 负载均衡应用场景

(1) 用户数空闲态平衡负载，需同时满足如下四个条件。

覆盖场景：一个异频频点下仅一个目标小区；

业务场景：不同小区的业务满足独立同分布，即大小包业务的比例相同；

速度场景：小区中以静止或慢速移动用户为主；

组网场景：站内场景或两端均为同厂家设备且部署 X2 链路的站间场景。

(2) 用户数连接态平衡负载，同时满足如下四个条件。

覆盖场景：一个异频频点下有任意数量的目标小区；

业务场景：有重叠覆盖的异频小区业务满足独立同分布，即大小包业务的比例相同；

速度场景：静止或慢速移动用户为主；

组网场景：站内场景或两端均为同厂家设备且部署 X2 链路的站间场景。

2 当前使用的负载均衡方案

异频负载均衡按照触发方式，分为基于 PRB 利用率和基于用户数两种。现网主要使用基于用户数的负载均衡，且使用场景主要为同站同扇区，如图 3 所示。

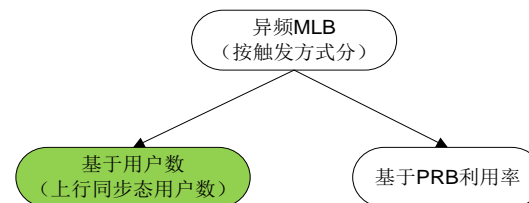


图 3 现有负载均衡方式

2.1 同覆盖场景载波间倾向性负载均衡方案

根据扩容后评估情况，L2100 (2100Mhz 频段 LTE 小区) 由于同频干扰小，空口质量明显较优，资源效率高，实际承载能力强，对多载波空口质量差异较大的场景，根据实际空口吞吐能力进行载波均衡，达到感知速率基本均衡的目的，超过两载波场景应用思路一致。

整体思路：

(1) 互操作策略优化。通过调整空闲态重选、异频测量及切换参数，控制实际驻留范围，同时 L2100 小区覆盖边缘信号质量高于 L1800 (1800Mhz 频段 LTE 小区)，实现小区边缘用户倾向性驻留 L2100，有利于用户感知提升；

(2) MLB 倾向性配置。相对放宽 L1800 小区的 MLB 启动门限、选择用户条件、差值门限等参数，并配置差异性的小区能力缩放因子，控制 L1800 易于分担至 L2100，达到与实际空口能力匹配。

由于各多载波扩容小区的实际用户分布、负荷、空口质量各不相同，需要实施适应性的参数配置，通过典型小区参数配案举例，说明参数整体方案：

(1) L1800 侧参数配置方案（各参数可以根据实际情况优化调整）：

小区重新优先级 - 异频 / 异系统测量启动门限 4->14，空闲态提前启动异频测量；

异频频点设置，频率偏置 0->6，空闲态倾向性重选；

基于覆盖的 A1/A2 设置，A1 事件门限 -105->-101，A2 事件门限 -112->-105，基于覆盖 A4 触发门限 -105->-107，基于负载的异频 A4 触发门限（毫瓦分贝）从 -103 到 -107dBm；

异频空闲态 MLB 用户数门限 100->150，异频负载均衡用户数门限 70->30，用户数差值门限 15->20；负载均衡用户选择 PRB 门限 15%，MLB 小区能力缩放因子 10。

(2) L2100 参数配置方案（各参数可以根据实际情况优化调整）：

基于覆盖的 A1/A2 设置，A1 事件门限 -105，A2 事件门

限 -112，基于覆盖 A4 触发门限 -105，基于负载的异频 A4 触发门限（毫瓦分贝）从 -103；

异频空闲态 MLB 用户数门限 100->150，异频负载均衡用户数门限 70->100，用户数差值门限 15->20；负载均衡用户选择 PRB 门限 15%，MLB 小区能力缩放因子 100。

2.2 同覆盖场景载波间倾向性负载均衡案例

(1) 中新城 B 扇区扩容 L2100 后，属于同扇区 2 个载波同覆盖场景。

L2100 的用户数和流量较高，感知速率低；L1800 用户数和流量较少，感知速率高。

(2) 通过 MLB 参数调整使 L1800 和 L2100 用户数和感知速率达到均衡。

调整 L1800 小区 A1、A2 为 -101、-105，使其尽早启动异频测量；

根据载波间倾向性负载均衡策略，评估各载波吸收用户数与速率的关系，调整 L1800 小区用户数门限为 40，L2100 均衡用户数门限调整为 60，均衡用户数偏置统一设置为 10。

表 1 调整前后负载均衡门限

时间	小区名称	基于A4A5异频A1 RSRP触发门限	基于A4A5异频A2 RSRP触发门限	基于覆盖的异频RSRP触发门限	基于负载的异频RSRP触发门限	异频负载均衡用户数门限	负载均衡用户数偏置
调整前	SZ_GSQ_HW_中新城_FL_B_1	-108	-112	-105	-103	150	10
	SZ_GSQ_HW_中新城_FL2100_B_1	-108	-112	-105	-103	150	10
调整后	SZ_GSQ_HW_中新城_FL_B_1	-101	-105	-107	-107	40	10
	SZ_GSQ_HW_中新城_FL2100_B_1	-105	-112	-105	-103	60	10

MLB 参数调整后，L2100 和 L1800 小区感知速率趋于平衡，如图 4 所示。

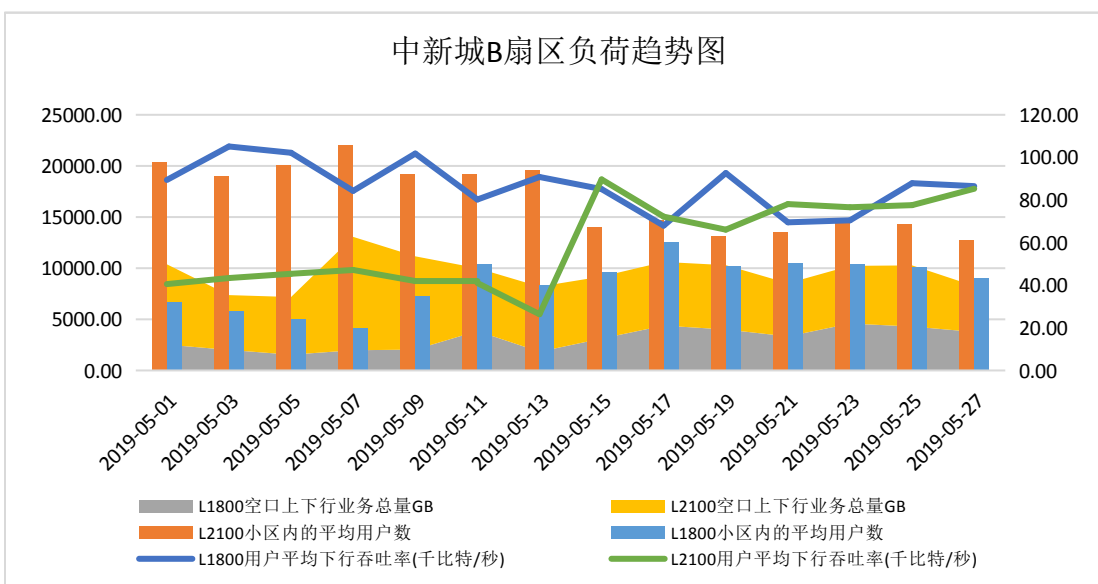


图 4 调整前后负荷趋势对比

2.3 小结

由于同频干扰较小形成的信号质量优势，L2100 小区承载用户的能力明显高于 L1800。根据空口能力进行倾向性负载均衡参数设置，而不是简单的小区平均承担用户，可在现有带宽条件下，提高资源利用效率，缓解流量压抑，提升用户感知。

针对扩容后同覆盖场景（同站同覆盖场景、同站大小覆盖场景），采用基于用户数的倾向性负载均衡方案，可以有效释放流量，提升用户感知。但是针对同站交叠覆盖场景、异站交叠覆盖场景或宏微站交叠覆盖场景，负载均衡方案未

进行验证。

3 交叠覆盖场景负载均衡方案

3.1 交叠覆盖场景负载均衡功能验证

3.1.1 交叠覆盖场景负载均衡参数配置方案

交叠覆盖场景、两载波同带宽情况下，基于用户数的负载均衡参数基本配置（用户数、基于负载的异频 RSRP 触发门限可根据实际情况调整）如表 2 所示。

表 2 基于用户数的负载均衡参数基本配置

参数 ID	参数名称	现网配置值	备注
CellReselPriority	小区重选优先级	6	推荐配置相同的优先级
CellRelsePriority	异频频点小区重选优先级	6	
MlbTargetInd	负载均衡目标频点标识	ALLOWED	推荐配置为允许作为 MLB 频点；
MlbInterFreqHoEventType	MLB 异频切换触发事件类型	EventA4	连接态用户 MLB 切换采用 A4 事件
MlbAlgoSwitch	负载均衡算法开关	InterFreqMlbSwitch=-1、 InterFreqBlindMlbSwitch=0	开启基于负载交互的 MLB，即需要先评估源小区与目标小区的负载
MlbTriggerMode	负载均衡触发模式	UE_NUMBER_ONLY	
InterFreqUeTrsfType	异频负载均衡转移 UE 类型	IdleUE-1, SynchronizedUe-1	同时开启空闲态 & 连接态用户数 MLB
InterFreqIdleMlbUeNumThd	异频空闲态 MLB 用户数门限	70	空闲态用户数 MLB 触发门限，FDD 配置为 50
MlbUeNumOffset	负载均衡用户数偏置	10	负载均衡用户数偏置，防止 MLB 算法触发与退出乒乓；
InterFreqLoadEvalPrd	异频负载评估周期	30	异频负载评估周期；
InterFreqMlbUeNumThd	异频负载均衡用户数门限	70	链接态用户数 MLB 触发门限，FDD 配置为 70
OverlapInd	重叠覆盖标识	YES	小区互配邻区时，都配置重叠覆盖标识为 yes
UeNumDiffThd	用户数差值门限	15	源小区与目标小区用户数差值比例，用户数差值比例大于此值才能选择为负载均衡目标小区；
CellCapacityScaleFactor	小区能力缩放因子	10	默认配置 10，多吸收用户的载波一般设置为 50 或 100
T320ForLoadBalance	用于负载平衡的 T320 定时器	min30	空闲态用户数均衡 UE，RRC 连接释放消息中设置的小区重选优先级参数有效的长度。
FreqSelectStrategy	负载均衡频点选择策略	FAIRSTRATEGY	连接态用户数 MLB 在目标频点集中随机选择频点作为目标频点；
MlbUeSelectPRBThd	负载均衡用户选择 PRB 门限	15	连接态用户数 MLB 选择目标 UE，PRB 利用率需要小于此门限；
MlbMaxUeNum	负载均衡最大切换出用户数	3	一次转移出的最大用户数

参数 ID	参数名称	现网配置值	备注
MlbHoCellSelectStrategy	负载均衡触发的切换小区选择策略	PERMIT_NON_STRONGEST_CELL	允许 UE 切换向非最强小区
InterFreqLoadBasedHoA4ThdRsrp	基于负载的异频 RSRP 触发门限	-105	连接态用户数 MLB, 目标小区信号质量需要满足的门限, 实际触发值与 InterFreqHoA4TrigQuan 的配置相关
InterFreqLoadBasedHoA4ThdRsrq	基于负载的异频 RSRQ 触发门限	-18	
InterFreqMlbBlindHo	异频负载均衡盲切换方式	关	连接态用户数 MLB 不采用盲切换的方式, 而是采用测量的方式进行切换

3.1.2 同站交叠覆盖场景验证

相城区正源悦庭 1 号楼楼顶基站 A、B、C 三个扇区属于同站存在交叠覆盖的场景, 进行验证。从 KPI 指标看, 同站负载均衡功能已生效。SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭 1 号楼

楼顶 -C-1 小区流量、用户数、下行 PRB 利用率均下降; SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭 1 号楼楼顶 -A-1 和 SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭 2 号楼楼顶 -B-1 小区流量、用户数、下行 PRB 利用率均上升;

表 3 同站负载均衡指标趋势

日期	基站名称	小区名称	用户数负载均衡触发的异频切换准备尝试次数	用户数负载均衡触发的异频切换执行成功次数	用户数负载均衡触发的异频切换执行成功次数	空口上下行业务总量GB	空口上指全带宽平均CQI	CQI<=6比例(%)	小区内平均用户数	小区内最大用户数	用户平均下行速率(Mbps)	下行PRB平均利用率(%)	无线接通率(%)	E-RAB掉话率(ALL)	切换成功率(簇内%)
2019-05-19	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-A-1	0	0	0	11.4	11.9	4.8	25.7	45	20.6	25.4	99.9	0.10	99.9
2019-05-20	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-A-1	0	0	0	8.4	11.8	6.1	27.5	46	17.8	20.0	99.9	0.09	99.9
2019-05-21	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-A-1	0	0	0	10.7	11.6	6.0	25.1	40	24.6	21.4	99.8	0.10	99.9
2019-05-22	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-A-1	0	0	0	12.6	11.2	8.5	32.3	56	16.1	29.5	99.9	0.17	99.8
2019-05-23	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-A-1	0	0	0	13.3	11.3	7.9	30.3	55	19.2	27.4	99.9	0.09	99.9
2019-05-19	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭2号楼楼顶-B-1	0	0	0	8.8	12.2	3.4	16.8	29	29.4	17.0	100.0	0.00	100.0
2019-05-20	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭2号楼楼顶-B-1	0	0	0	9.9	11.5	4.7	21.3	34	25.2	20.9	100.0	0.08	99.9
2019-05-21	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭2号楼楼顶-B-1	0	0	0	8.1	11.4	6.9	22.9	37	23.8	18.0	100.0	0.04	100.0
2019-05-22	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭2号楼楼顶-B-1	0	0	0	10.3	11.2	5.5	22.0	35	21.7	23.4	100.0	0.00	99.9
2019-05-23	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭2号楼楼顶-B-1	0	0	0	9.5	11.2	7.4	21.7	36	19.8	23.8	100.0	0.00	99.9
2019-05-19	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-C-1	0	0	0	25.7	12.1	6.5	131.6	186	1.7	95.3	99.8	0.12	99.8
2019-05-20	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-C-1	0	0	0	23.5	12.2	5.6	132.8	187	2.2	90.7	99.8	0.09	99.8
2019-05-21	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-C-1	0	0	0	26.1	12.2	6.0	131.4	183	1.6	96.3	99.7	0.05	99.8
2019-05-22	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-C-1	261	261	256	22.8	11.8	7.4	121.6	164	1.7	94.0	99.7	0.07	99.9
2019-05-23	相城区正源悦庭B1F风机房基站机房	SZ_XCQ_U_相城区正源悦庭1号楼楼顶-C-1	255	255	252	23.1	11.9	6.6	120.3	173	1.9	93.5	99.7	0.13	99.9

3.1.3 异站 / 宏微站交叠覆盖场景验证

本文选择的场景为 L1800 的宏站小区 (频点为 1650) 向有同覆盖的 L2100 BOOKRRU (频点为 450) 做站间负载均衡。

从 KPI 指标看, 站间负载均衡功能已生效。L1800 宏站小区流量、用户数、下行 PRB 利用率均下降; L2100 BOOK 小区流量、用户数、下行 PRB 利用率均上升。

表 4 站间负载均衡指标趋势

日期	小区名称	流量Gbit	平均CQI	CQI<=6比例	小区内平均用户数	小区内最大用户数	下行速率Mbps	上行速率Mbps	下行PRB利用率(%)	无线接通率(%)	掉话率(ALL)	切换成功率(簇内%)	用户数负载均衡触发的异频切换准备尝试次数	用户数负载均衡触发的异频切换执行成功次数	用户数负载均衡触发的异频切换执行成功次数
2019-04-23	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	29.9	11.5	4.7	64.4	91	12.1	3.5	55.3	100.0	0.09	99.9	0	0	0
2019-04-24	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	33.4	12.0	3.9	64.3	90	10.2	3.5	61.3	99.9	0.09	99.9	0	0	0
2019-04-25	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	26.8	11.9	4.1	57.9	87	14.6	2.8	48.0	100.0	0.06	99.8	0	0	0
2019-04-26	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	29.0	11.8	3.8	58.7	81	15.1	3.5	49.5	99.9	0.10	99.9	0	0	0
2019-04-27	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	34.1	11.8	5.0	63.2	86	13.7	2.9	59.6	100.0	0.04	99.9	0	0	0
2019-05-07	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	29.8	10.6	5.0	44.7	66	13.7	2.7	52.9	100.0	0.13	99.9	45	45	45
2019-05-08	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	24.6	11.5	6.2	43.8	61	12.1	1.9	50.6	100.0	0.06	99.9	45	45	45
2019-05-09	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	27.4	11.5	3.9	47.3	66	13.8	2.2	51.0	100.0	0.16	100.0	47	47	47
2019-05-10	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	24.6	11.5	6.4	49.2	67	12.0	2.2	51.3	100.0	0.06	99.9	46	46	46
2019-05-11	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	28.0	11.1	6.2	48.6	77	12.5	2.5	54.4	100.0	0.16	99.9	56	56	56
2019-05-12	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	23.6	10.8	6.1	48.7	81	13.7	2.7	46.9	100.0	0.10	99.9	60	60	60
2019-05-13	SZ_KS_HV 湖湾小区102号12号楼顶1 FL A 1	23.3	12.0	5.0	47.1	73	17.8	2.6	39.6	100.0	0.11	99.9	61	61	61
L1800宏站	站间负载均衡前流量平均	30.0	11.8	4.3	61.7	87.0	13.5	3.2	54.7	100.0	0.1	99.9	0	0	0
L1800宏站	站间负载均衡后流量平均	25.9	11.3	5.1	47.1	70.1	13.6	2.4	49.4	100.0	0.1	99.9	50	50	50
L1800宏站	均值	-4.2	-0.5	0.8	-14.6	-16.9	5.1	-0.8	-5.4	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	50.0
2019-04-23	BOOK3个	60.5	11.6	6.4	91.3	24	16.8	2.8	11.4	100.0	0.05	100.0	0	0	0
2019-04-24	BOOK3个	59.1	11.6	5.8	86.2	21	19.2	2.2	10.9	100.0	0.05	100.0	0	0	0
2019-04-25	BOOK3个	55.2	11.7	6.3	85.4	19	21.7	2.2	8.6	100.0	0.03	100.0	0	0	0
2019-04-26	BOOK3个	55.2	11.7	5.8	87.9	25	14.8	2.2	11.7	100.0	0.05	99.9	0	0	0
2019-04-27	BOOK3个	79.1	11.3	6.9	96.7	25	17.9	2.8	12.9	100.0	0.02	100.0	0	0	0
2019-05-07	BOOK3个	61.3	11.9	4.5	186.1	29	24.2	2.5	10.4	100.0	0.02	99.9	0	0	0
2019-05-08	BOOK3个	78.1	11.8	5.5	115.4	27	21.2	2.3	13.3	100.0	0.05	100.0	0	0	0
2019-05-09	BOOK3个	66.7	12.0	4.9	194.0	23	25.2	2.3	10.9	100.0	0.04	100.0	0	0	0
2019-05-10	BOOK3个	71.2	11.7	5.7	113.6	26	22.5	2.3	12.1	99.9	0.05	100.0	0	0	0
2019-05-11	BOOK3个	75.3	11.8	5.2	117.0	28	21.4	2.4	12.9	100.0	0.04	100.0	0	0	0
2019-05-12	BOOK3个	80.0	11.6	4.9	137.8	23	24.7	2.3	12.3	100.0	0.06	100.0	0	0	0
2019-05-13	BOOK3个	75.9	11.7	5.1	118.0	26	21.5	2.3	12.9	100.0	0.05	100.0	0	0	0
L2100BOOK	站间负载均衡前流量平均	60.0	11.6	6.0	91.5	22.4	18.1	2.4	11.3	100.0	0.0	100.0	0	0	0
L2100BOOK	站间负载均衡后流量平均	72.4	11.8	5.0	116.3	21.4	23.0	2.3	12.1	100.0	0.0	100.0	0	0	0
L2100BOOK	均值	12.4	0.2	-1.0	24.8	-4.6	-4.9	-0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3.2 交叠覆盖场景载波间防止乒乓切换参数配置方案 覆盖的切换条件，而产生乒乓切换问题，参数配置方案如表 5 所示。

通过优化 L1800 与 L2100 载波间切换参数（基于覆盖 & 负载的 A1、A2 和 A4 门限），避免因同时满足基于负载与

表 5 防止乒乓切换参数设置

频段	基于覆盖 A1	基于覆盖 A2	基于覆盖 A4	基于负载 A4	负载平衡触发判决周期 (秒)	用于负载平衡的 T320 定时器 (min)
L1800	-101	-112	-105	-107	5	30
L2100	-105	-112	-105	-103	5	30

3.3 交叠覆盖场景负载均衡效果评估

现网选择了同站交叠覆盖场景和宏微站交叠覆盖场景进行了验证，由于验证的站点数较少，样本量少，交叠覆盖场景负载均衡效果仅供参考。

(1) 高负荷（负载均衡）小区：

忙时流量下降 12% 左右；

忙时小区平均用户数下降 13% 左右；

忙时下行 PRB 利用率下降 3.4%；

忙时下行感知速率提升 4%。

(2) 低负荷（负载均衡目标）小区：

忙时流量增长 16% 左右；

忙时小区平均用户数增长 22% 左右；

忙时下行 PRB 利用率增长 2.6%；

忙时下行感知速率保持不变。

3.4 推荐使用场景

高负荷场景，满足以下几个条件时，可以开通。

3.4.1 覆盖场景条件

一个异频频点下有任意数量的目标小区；

两个异频小区存在一定范围的重叠覆盖区域，其中异频

小区的信号强度大于 -105dBm。

3.4.2 业务场景条件

两个异频小区的重叠覆盖区域，有一定数量的业务和用户分布；

有重叠覆盖的异频小区业务尽量满足独立同分布，即大小包业务的比例尽量相近。

3.4.3 速度场景条件

静止或慢速移动用户为主，比例尽量大于 70%。

4 结束语

基于用户数的交叠覆盖场景负载均衡功能均生效，且具有一定的负荷分担效果。在非绝对高负荷且存在异频频点的区域，可以结合网络的实际覆盖、实际业务和用户分布情况，开启基于用户数的负载均衡功能。先通过优化手段降低该区域网络负荷，提高资源利用效率，缓解流量压抑，提升用户感知。

（收稿日期：2019-07-04；

技术审核：方勤松；责任编辑：王玉）

2019 年度“嘉环杯”获奖论文三等奖

利用栅格数据优化 VoLTE 覆盖策略

程长春

中国电信股份有限公司连云港分公司

摘要: 随着 LTE 网络建设的不断深入, 中国电信已经完成 LTE 网络的基站建设。在江苏城区已实现 L1.8G、L2.1G、L800M 的多层覆盖, 农村已实现 L1.8G 和 L800M 的两层覆盖。本文利用 MDT 栅格数据, 从网络覆盖、切换参数、网络负荷等方面分析、优化 L1.8G 和 L800M 的分层策略。

关键词: 栅格; 分层策略; 切换

0 引言

随着中国电信不限流量套餐的深入和 VoLTE 的商用, LTE 网络的业务分层策略也在不断的尝试和应用。由于 L1.8G 和 L800M 的站点规模、无线路径损耗、频宽等存在差异, 使得二者的覆盖存在较大差异。本文在如何利用 L1.8G 的容量优势和 L800M 的覆盖优势, 避开 L1.8G 的覆盖劣势和 L800M 的容量不足上, 进行了一些尝试; 并根据 MDT 栅格数据, 分析 L1.8G 和 L800M 的弱覆盖区域的分布, 提出相应的优化策略, 在沙河、杨集、浦南等乡镇进行验证比较。

1 栅格数据

栅格数据就是将无线网络的覆盖区域, 按照一定的大小将网络分割成有规律的网格, 每一个网格称为一个栅格, 并通过相应的无线性能参数来表征栅格的属性。

RSRP 连片差栅格定义: 在 $Ave_mr_ltescrsrp < -105dBm$ 的栅格中, 差栅格内的总采样点数 ≥ 200 , RSRP 连片差栅格城镇和郊农的连片数分别是 3 和 10。

CQI 连片差栅格定义: 在 $Ave_mr_ltescrsrp > -105dBm$ 且 $CQI < -3$ 的栅格中, CQI 连片差栅格城镇和郊农的连片数分别是 5 和 10。

2 LTE 切换的基本原理

切换: 当移动终端 UE 在无线连接态 RRC Connected 时, 从一个小区移向另一个小区, 源小区的信号越来越弱, 为使业务连续不中断, 需要将终端从源小区切换到目标小区, 继续享受网络提供的服务。在 UE 第一次进入 RRC Connected 状态时, 基站侧下发第一条 RRC Reconfiguration 消息中给 UE 配置

切换测量事件。当 UE 移向邻小区时, UE 测得邻小区的信号强度与服务小区的信号强度, 当满足测量事件的上报条件时, UE 就发送测量报告给服务小区; 服务小区向最强邻区请求切换资源, 最强邻区启动接纳控制, 允许进入则切换, 否则服务小区询问次强邻区; 当 UE 收到服务小区携带移动控制信息的 RRC Reconfiguration 消息, 开始切换。

而 UE 在 RRC Idle 态从一个小区移向另一个小区所进行的过程叫做小区重选。

EUTRA 系统内移动性管理测量的事件描述:

(1) A1 事件: 服务小区质量高于一个绝对门限, 用于关闭正在进行的频间测量和去激活 gap;

进入条件 A1-1: $Ms-Hys > Thresh$; 离开条件 A1-2: $Ms+Hys < Thresh$ 。

(2) A2 事件: 服务小区质量低于一个绝对门限, 用于打开频间测量和激活 gap;

进入条件 A2-1: $Ms+Hys < Thresh$; 离开条件 A2-2: $Ms-Hys > Thresh$ 。

(3) A3 事件: 邻区质量比服务小区高于一个门限, 用于频内 / 频间的基于覆盖的切换; 进入条件 A3-1: $Mn+Ofn+Ocn-Hys > Ms+Ofs+Ocs+Off$;

退出条件 A3-2: $Mn+Ofn+Ocn+Hys < Ms+Ofs+Ocs+Off$ 。

(4) A4 事件: 邻区质量高于一个绝对门限, 用于基于负荷的切换;

进入条件 A4-1: $Mn+Ofn+Ocn-Hys > Thresh,n$;

离开条件 A4-2: $Mn+Ofn+Ocn+Hys < Thresh,n$ 。

(5) A5 事件: 服务小区质量低于一个绝对门限 1 ($Serving < threshold1$) 且邻区质量高于一个绝对门限 2 ($Neighbour > threshold2$)。用于频内 / 频间的基于覆盖的切换。

进入条件 A5-1: $Ms+Hys < Thresh1, sMn+Ofn+Ocn-Hys > Thresh2$;

离开条件 A5-2: $Ms-Hys > Thresh1, sMn+Ofn+Ocn+Hys < Thresh2$ 。

3 L1.8G和 L800M 的网络覆盖与负荷比较

3.1 L1.8G 和 L800M 覆盖比较

根据 COST 231-Hata 模型, 800MHz 频段相比 1.8GHz 频段, 路径损耗更小, 传播能力更强。在相同的无线环境下, 800M

的路径损耗比 1.8G 少约 12dB, 从而使得同样的站点 L800M 的覆盖范围远大于 L1.8G。表 1 是浦南、沙河、杨集三个乡镇的 L1.8G 和 L800M 的站间距比较, L800M 的站间距大约是 L1.8G 的两倍左右。

$$L_{\text{损耗}} = 46.3 + 33.9 \lg f - 13.82 \lg h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \lg h_b) \lg d + C_m$$

表 1 三个乡镇 L1.8G 与 L800M20 站间距比较

区域	L1.8G RRU 数	L1.8G 站间距 (米)	L800M RRU 数	L800M 站间距 (米)
浦南	33	1032	6	2420
沙河	18	970	9	1252
杨集	60	1220	9	3148

现网 L1.8G 与 L800M 同站址站点实际的 MDT 栅格覆盖图如图 1 所示。左图为 L1.8G 的栅格图, 右图为 L800M 的

栅格图, 在同样电平值下, 右图 L800M 的覆盖范围远大于 L1.8G 的覆盖, 证明了 L800M 覆盖上的优势。

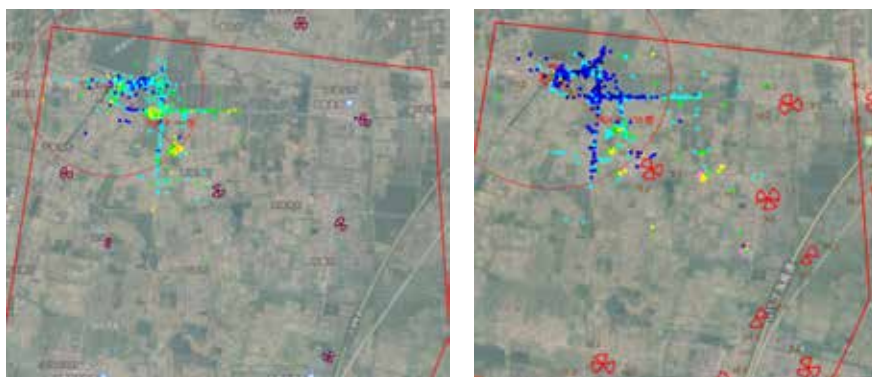


图 1 L1.8G 与 L800M MDT 覆盖栅格比较

根据 MDT 栅格数据分析, 以图 2 中沙河 (左)、浦南 (中)、杨集 (右) 三个乡镇为例, 图中蓝色扇区图标为 L1.8G 基站 (应该是彩色出版), 红色扇区图标为 L800M 基站, 棕色点

为 L800M RSRP 低于 -110dBm 的 20 米栅格, 红色点为 L800M RSRP 低于 -114dBm 的 20 米栅格。在蓝色纯 L1.8G 站点附近存在较多的 L800M 的差栅格。



图 2 沙河 (左)、浦南 (中)、杨集 (右) 三个乡镇 RSRP 连片差栅格

三个乡镇的 L1.8G 和 L800M 的 20 米栅格的覆盖统计数 低于 L1.8G。
据如表 2 所示，可以看出 L800M RSRP 大于 -105dBm 的比例

表 2 三个乡镇 L1.8G 与 L800M20 米栅格覆盖比较

区域	L1.8G RSRP 均值 (dBm)	L1.8G RSRP 大于 -105dB 比例	L800M RSRP 均值 (dBm)	L800M RSRP 大于 -105dB 比例	L800M RSRP 大于 -114dB 比例
浦南	-88.296	96.3	-94.434	84.4	96.5
沙河	-92.225	95.1	-93.781	88.2	98.7
杨集	91.25	96.5	-94.54	-86.5	98.4

由于实际无线环境的差异，建筑物高度、密度的不同，站点的密度、分布位置的不同，用户使用业务的不同等，使得 L1.8G 和 L800M 在三个乡镇的网络覆盖中的 MDT 差栅格区域不完全重合。从图 2 和表 2 可以看出三个乡镇的 L800M 的整体覆盖弱于 L1.8G，同时纯 L1.8G 站点附近存在 L800M 的弱覆盖栅格，说明 UE 由 L800M 切向 L1.8G 的切换门限值低，

不能及时切向 L1.8G。

3.2 L1.8G 和 L800M 负荷比较

现网 L1.8G 的带宽配置为 15M，L800M 的带宽配置为 5M。表 3 为三个乡镇两个频点的 RRU 忙时的下行流量和下行 PRB 资源利用率的比较。可以看出 L800M 承载话务的能力较 L1.8G 弱，随着流量的上升，PRB 资源利用率急剧上升。

表 3 三个乡镇 L1.8G 与 L800M 负荷比较

频段	区域	平常单 RRU 周忙时累计下行流量 (MB)	平常下行 PRB 忙时平均利用率 %	春节单 RRU 周忙时累计下行流量 (MB)	春节下行 PRB 忙时平均利用率 %
L1.8G	浦南	11364.56	12.85	12194.11	13.85
L1.8G	沙河	20445.55	25.11	22700.90	22.02
L1.8G	杨集	8633.68	9.83	12742.95	10.49
L800M	浦南	2930.74	30.60	2833.39	30.98
L800M	沙河	10068.53	47.08	12318.85	60.05
L800M	杨集	4830.67	26.98	8081.58	51.96

4 VoLTE 语音分层策略及优化

4.1 现网 VoLTE 语音分层策略

- (1) UE 在 1.8G 发起 VoLTE 业务，建立 QCI1；
- (2) eNB 给 UE 下发针对 L800M 的测量，如果主服务小

区 L1.8G 信号低于 -43dBm，邻区 L800M 信号高于 -109dBm，eNB 下发 RRC 重配置指示 UE 通过 A5 事件切往 L800M；

- (3) 如果不满足门限，UE 留在原频点继续 VoLTE 业务；
- (4) 现网的策略配置参数如表 4 所示。

表 4 现网 VoLTE 语音分层配置参数

参数大类	参数名	英文名	1.8G/2.1G/2.6G	800M	备注
测量参数	基于业务的切换开关	hoBaseServiceSwch	通用策略	关闭	
	基于业务类型切换的语音接纳开关	voiceAdmtSwch	打开	打开	
	PerQCI 测量配置开关	perQCIMEasSwch	打开	打开	
	PerQCI 策略配置索引组 ID	perQCIStrategyGrpCfg	1	0	
UE 系统内测量参数	A5-1 (测量配置号 130)	A5-1	-43	—	基于业务的异频切换测量配置门限 1
	A5-2 (测量配置号 130)	A5-2	-109	—	基于业务的异频切换测量配置门限 2

参数大类	参数名	英文名	1.8G/2.1G /2.6G	800M	备注
UE 系统内测量参数	A1 (测量配置号 (12))	A1	-105	-105	基于语音业务关闭频间测量
	A2 (测量配置号 (22))	A2	-109	-109	基于语音业务打开频间测量
	A1 (测量配置号 (10))	A1	-105	—	1.8G, GROUP1 关闭异频测量门限
	A2 (测量配置号 (20))	A2	-109	—	1.8G, GROUP1 打开异频测量门限
	A5-1 (测量配置号 (80))	A5-1	-50	—	1.8G 切往 800M 服务小区门限
	A5-2 (测量配置号 (80))	A5-2	-114	—	1.8G 切往 800M 邻小区门限
	A1 (测量配置号 (18))	A1	—	-50	800M, GROUP1 关闭异频测量门限
	A2 (测量配置号 (28))	A2	—	-114	800M, GROUP1 打开异频测量门限
	A5-1 (测量配置号 (88))	A5-1	—	-50	L800 切出服务小区门限
	A5-2 (测量配置号 (88))	A5-2	—	-109	L800 切出邻小区门限

按照现有覆盖策略，VoLTE 业务采用分层覆盖，即 VoLTE 起呼后启动测量。只要 L800M 的信号强度好于 -109dBm，QCII 将切换到 L800M 上，不考虑 L1.8G 的信号是否好于 L800M。而实际网络中 L1.8G 的站点数量大于 L800M，同样 RSRP 门限值下，L1.8G 的覆盖在三个乡镇好于 L800M。按现有策略，三个乡镇纯 L1.8G 站点附近存在较多的 L800M 的弱覆盖区域。

图 3 图 4 是沙河镇 VoLTE 路测时 UE 占用的频点分布和 RSRP 接收信号强度分布。红圈为 L1.8G 和 L800M 共站，其余为纯 L1.8G 站点。数据业务按照 L1.8G 信号强度小于 -109dBm，L800M 大于 -114 dBm，完成 L1.8G 向 L800M 的切换。L800M 信号强度小于 -114dBm，L1.8G 大于 -109 dBm，完成 L800M 向 L1.8G 的切换。整个测试主要占用 L800M，在纯 L1.8G 站点附近没有及时切换，形成 L800M 的弱覆盖。



图 3 沙河 VoLTE 测试占用频点分布



图 4 沙河 VoLTE 测试 RSRP 信号强度

根据现有的覆盖策略，VoLTE 语音业务基于业务分配的切换存在切换失败问题。表 5 为三个乡镇基于业务策略的

切换统计结果，存在切换失败。

表 5 三个乡镇基于业务的切换请求统计

区域	VoLTE 基于业务的切换请求次数	VoLTE 基于业务的切换成功次数	VoLTE 语音异频切换请求次数	VoLTE 语音异频切换成功次数
浦南	334	331	347	343
沙河	382	378	385	381
杨集	560	555	721	714

L800M 的覆盖范围大、弱覆盖区域较 L1.8G 多，带宽配置只有 5M，还要承载一部分的其他数据业务，PRB 资源利用率高于 L1.8G。从表 6 中可以看出三个乡镇现网 L800M 的底噪、QCI1 的上下行的丢包率均高于 L1.8G，业务质量低于 L1.8G。

表 6 三个乡镇 L1.8G 与 L800M CQI 与丢包率比较

区域	L1.8G CQI 均值 (dB)	L1.8G CQI>7 比例	L1.8G-QCI1 上行空口丢包率 (%)	L1.8G QCI1 下行空口丢包率 (%)	L800M CQI 均值 (dB)	L800M CQI>7 比例	L800M QCI1 上行空口丢包率 (%)	L800M QCI1 下行空口丢包率 (%)
浦南	10.686	96.4	0.03	0.02	8.65	75.1	0.09	0.04
沙河	11.085	97.2	0.07	0.01	9.76	87.6	0.11	0.07
杨集	11.353	97.5	0.03	0.05	7.33	52.7	0.12	0.05

4.2 VoLTE 覆盖策略优化

(1) 优化思路

- 继续充分利用 L800M 的覆盖范围大的优势。
- 充分考虑 L800M 的带宽只有 5M、容量小、话务承载能力弱、话务负荷变化幅度大、底噪容易抬升等不足，降低 L800M 的负荷。
- 充分考虑现网 L1.8G 站点数量多、容量大、话务承载能力强等优势。
- 以差栅格 RSRP-105dBm 的标准要求作为相应的判决门限。

(2) 优化策略

- 采用基于覆盖的 VoLTE 语音分层，降低 A5-1 判决门限，在 L1.8G 信号强度好的覆盖区域选用 L1.8G 信号，在 L1.8G 信号较弱的区域将 QCI1 切换到 L800M。
- 优化、提升 L800M 切往 L1.8G 的判决门限，使得 L1.8G 信号强度好的区域，L800M 提前发起切换，降低 L800M 的基站负荷。

· 由原先 L1.8G 和 L800M 分别覆盖整个区域改为 L1.8G 和 L800M 互为补充覆盖。

模拟示意图 5，黄色区域为 L1.8G 基站的覆盖，蓝色区域为 L800M 的覆盖范围。

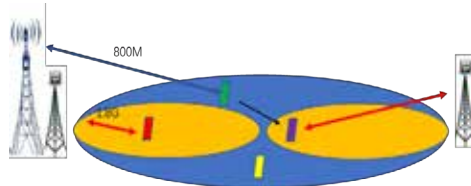


图 5 优化策略示意图

4.3 优化效果比较

参数优化前后，分别对三个乡镇进行 VoLTE 语音业务和数据业务的拉网测试，测试指标有 RSRP（接收信号强度）和 SINR（信噪比）。其中覆盖率统计标准按 RSRP>math>=-105\text{dBm}&\& SINR>math>=-3\text{dB}</math> 进行统计，相关比对结果如表 7 所示。通过相关参数的优化，使得 UE 在 VoLTE 语音、数据业务的覆盖率、RSRP、SINR 等指标均有不同程度地提升。

表 7 参数优化前后测试指标对比

业务	区域	优化前			优化后		
		RSRP(dBm)	SINR(dB)	覆盖率	RSRP(dBm)	SINR(dB)	覆盖率
VoLTE 语音	浦南	-88.56	10.74	97.05%	-88.59	11.22	99.28%
	沙河	-88.25	9.61	93.64%	-80.81	12.17	99.73%
	杨集	-96.48	8.79	84.29%	-91.48	9.23	87.65%
数据业务	浦南	-88.59	11.22	99.28%	-87.31	11.68	97.78%
	沙河	-88.56	14.61	87.15%	-90.09	11.44	98.66%
	杨集	-85.66	12.38	98.35%	-84.25	12.81	98.40%

表 7 中沙河镇数据业务测试的 RSRP、SINR 优化前比优化后好，原因是优化前的测试在好点路线重复较多，导致采样点 RSRP、SINR 均值统计高。

和 L800M 分别覆盖整个区域改为由 L1.8G 和 L800M 补充覆盖，使终端 UE 尽可能地使用信号强度好的频点。在不增加基站资源的情况下，有效改善了覆盖区域的网络指标，对后续的网络优化和提升设备的资源利用有借鉴意义。

5 总结

通过对 VoLTE 分层策略的优化调整，使得原先由 L1.8G

(收稿日期：2019-09-24；

审稿专家：陈美娟；责任编辑：王玉)

一款基于量子通信技术的新型无人驾驶车载安全通信模块

彭 鹏

中通服咨询设计研究院有限公司

摘 要: 随着计算机技术和人工智能技术的发展,在市场和技术的双重驱动下,无人驾驶技术近年来得到了井喷式的发展。无人驾驶车辆和后台控制系统间的信息交互基本处于明文或弱加密状态,极易受到网络攻击,使车辆行驶过程中出现不安全的情况。本文基于量子通信技术,提出一款针对无人驾驶车辆的车载安全通信模块,将无人驾驶车辆和后台控制系统之间的交互信息进行加密,保护信息传输过程中的安全性和完整性,从而保证无人驾驶车辆在传输过程中的安全。

关键词: 无人驾驶;量子通信;通信模块

0 引言

随着无线通信技术的大规模发展,无人驾驶技术近年来得到快速发展,无人驾驶车辆将成为一个重要且有巨大市场的新型领域。无人驾驶是人们对安全出行需求的基础上出现的,因此安全性需求尤为重要。目前无人驾驶车辆和后台控制系统之间的信息交互基本都处于明文或弱加密状态,极易受到网络攻击和数据窃取,一旦数据遭到恶意攻击,会造成严重的人身伤害和财产损失。

本文研究了利用量子保密通信技术开发一款无人驾驶车辆量子安全通信模块,由车载系统(即量子安全通信模块)和后台控制系统组成。车载系统支持国际主流加密/解密算法,通过对信息的加密来保证无人驾驶车辆和后台控制系统之间信息交互的安全性,确保无人驾驶车辆行驶过程中的安全,降低针对无人驾驶车辆的恶意网络攻击的可能。

1 背景

随着计算机数据处理能力的不断提高和人工智能的持续发展,无人驾驶近年来得到了快速发展,全球主要传统汽车生产厂商(特斯拉、奔驰、福特等)和主流互联网企业(谷歌、苹果、百度等)等纷纷加入到无人驾驶技术和车辆研发的行列中。

无人驾驶是基于人们对更加安全出行需求基础上出现的。在著名旅游景区,每逢节假日往往人头攒动,对安全驾驶的需求非常之高;在大型港口等场景,往往需要大量的车辆在固定的场所内按照固定路线进行频繁的往返,对无人驾驶的安全性

需求进一步凸显。

在4G无线通信技术的大规模发展和即将到来的更大带宽的5G技术商用的背景下,我国无人驾驶技术近年来得到了快速发展,无人驾驶车辆的信息安全将成为一个重要且有巨大市场的新型领域。

2 量子安全通信模块功能构成

2.1 系统构成

无人驾驶车辆的安全控制系统由车载系统(即量子安全通信模块)和后台控制系统组成。量子安全通信模块主要对无人驾驶车辆的数据(位置信息、调度控制信息等)进行加密,由车辆通过自身的通信系统模块传递至后台控制系统,简要示意图如图1所示。

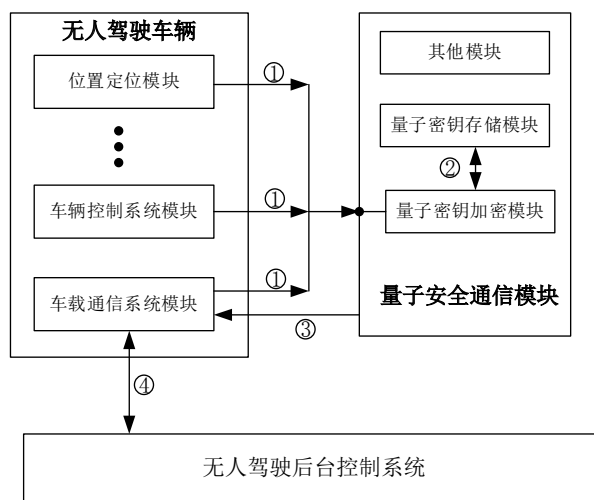


图1 无人驾驶车辆安全控制系统

无人驾驶车辆包含位置定位模块、车辆控制系统模块、车载通信系统模块等；量子安全通信模块主要包含量子密钥存储、量子密钥加密等功能。如图 1 所示，其中的主要工作流程描述如下：

(1) 无人驾驶车辆的位置定位、控制系统等模块产生的数据分别输出至量子密钥加密模块；

(2) 量子密钥加密模块从量子密钥存储模块中调取量子密钥，并对输入的数据进行加密；

(3) 量子加密模块将加密后的数据输出至车载通信系统模块；

(4) 车载通信系统模块将密文数据输出至后台控制系统，从而保证无人驾驶车辆的行驶安全。

2.2 关键技术

(1) 无人驾驶车辆数据的加密实现

采用量子密钥加密模块对无人驾驶车辆的信息进行加密，支持 AES-128、AES-192、AES-256、DES、3DES 等国密标准算法，同时支持 SM1、SM3、SM4 等国家密码局标准算法。

(2) 量子密钥的更新

量子安全通信模块内有专门的物理区域对量子密钥进行存储，该密钥的存储可采用两种方式：

量子密钥预置充注：量子安全通信模块生产时，采用大容量专用存储 FLASH，通过专用设备预置量子密钥，用于后期数据加密；

量子密钥离线充注：量子安全通信模块生产时，无需采用大容量专用 FLASH，通过专用设备预置量子密钥以及量子安全通信模块预置 USB 等对外物理接口，当预置量子密钥剩余不多时，可以采用专用 UKey 等设备进行离线量子密钥充注。

(3) 量子密钥存储技术

量子密钥存储采用专门的存储设备来进行安全存储。

量子密钥存储设备采用四层密钥管理机制进行管理，分别为主密钥、次主密钥、传输密钥和数据密钥。通过密钥分类管理机制，使得量子密钥层次清晰，达到合理管理的目的。

量子密钥管理服务管理所有量子密钥、用户和设备密码，有着较高的安全性。密钥管理的各项功能都是通过相应的安全机制来实现。密钥的安全管理机制是整个密钥管理系统的核心，在安全实用的原则下控制密钥的使用权限。其中“中心站点量子密钥管理服务”是用来管理所有量子密钥存储设

备和量子密钥应用设备之间的对称量子密钥的；“应用站点量子密钥管理服务”管理该站点用于应用设备认证所需的量子密钥。量子密钥管理功能包括加密卡加解密服务、密钥生成（包括量子随机数发生器生成）、密钥分发、密钥导入、密钥存储、密钥更新、密钥销毁、密钥读取等。

通过以上功能实现了对量子密钥整个生命周期的管理。基于“明文密钥只能存在加密设备内部”的原则，使用加密卡加解密服务保障量子密钥在整个生命周期中的安全。

(4) 量子认证安全技术

量子认证安全技术是基于对称密钥体系，通过量子密钥的安全分发，使得认证双方同步拥有相同的量子对称密钥。将量子密钥技术与对称密码认证体系相结合，对访问系统的各种应用进行安全认证和访问控制，并在授权许可的生命周期内提供量子会话密钥的分发服务。

量子安全服务中心是量子密钥分发平台的核心，其中的量子认证安全服务模块相当于大脑神经中枢，安全有序地控制着整个量子密钥分发平台的运行。量子认证安全服务模块的功能主要分为认证授权服务、业务处理服务。

认证授权服务是量子安全服务中心对外的统一访问入口，对访问中心的用户和设备进行认证，要求访问中心的用户和设备都具有合法性，且用户与设备具有匹配性，是中心安全防护措施中不可或缺的一环。所有非认证授权的访问将不能通过该系统，同时认证授权服务支持多业务并发处理机制。

业务处理服务是量子安全服务中心为解决认证许可生命周期内用户和设备业务请求的功能模块。其中包括会话密钥协商、量子密钥分发、量子密钥管理等，所有向中心提交的业务申请统一由量子认证安全服务受理，并作为主控者调度量子密钥分发服务、量子密钥管理服务和量子密钥充注机来实现相关业务。

3 结束语

本文以无人驾驶车辆为主要对象，研究了一款基于量子通信技术的新型无人驾驶车载安全通信模块，用于将无人驾驶车辆与后台控制系统之间的交互信息进行加密，保证信息的安全性和完整性，确保了无人驾驶车辆在工作过程中不会因受到网络攻击而不能正常工作。

(收稿日期：2019-10-17；

技术审核：胡芳仁；责任编辑：王玉)

利用传输网管快速定位本地光缆故障与衰耗

丁成章

中国电信镇江分公司

摘要: 光缆故障传统由现场人员巡视查找,需要数小时才能发现故障;本文研究了将光缆串接,用带有 OTDR 功能的单板定位光缆故障点和衰耗点,只需 2 分钟就可快速定位。

关键词: 光缆故障; OTDR

0 概述

传统上,一旦发生光缆故障,只能由传输维护人员根据网管上的告警,估测故障可能发生的范围,再通知光缆局现场巡视查找。等到最终发现光缆障碍点,往往需要数小时,有些光缆故障比较隐蔽,更是难以找到障碍点。如故障发生在夜间,查找时间更长,导致光缆故障不能快速得到处理,影响整个网络的安全。

中兴 OFM 单板提供了类似 OTDR 的功能,通过 OFM 单板的内置探测激光器,发送探测光,利用光纤瑞利散射及菲涅尔反射原理探测光纤插损变化的大小和位置,并将检测数据上报网管。其可以实现以下功能:(1)在网管上提供直观的图形化仪表界面;(2)实现光纤故障定位,实时监控;(3)灵活设置不同的工作模式与检测参数,用于不同范围的光纤状态检测。

将本地光缆串接在一起,可以实现传输网管快速定位多个光缆故障点,一般只需要 2 分钟就可以准确定位,省去了光缆局现场巡视查找故障点的时间,使整个光缆障碍处理时间大大缩短。

所以,可以利用中兴 OFM 单板使传输网管成为本地光缆故障快速定位的平台。

1 方案

(1) 选用中兴公司的 OFM 单板,一个单板插四个 OTDR 模块。

(2) 将中兴 OFM 单板部署在枢纽楼中兴 100G 设备上,调测通过。

(3) 将镇江地区本地光缆按地域分为四个部分:

a. 东片光缆,将枢纽楼-丁卯、谏壁、大港、扬中三茅等地光缆找出一根空闲光纤串接。

b. 北片光缆,将三茅宫-金山、金山-新民洲、新民洲-高桥、高桥到世业洲等地光缆找出一根空闲光纤串接。

c. 南片光缆,将官塘、三山、荣炳、宝堰、上会、上党、谷阳等地光缆找出一根空闲光纤串接。

d. 西片光缆,将丹徒新区、蒋乔、石马、高姿等地光缆找出一根空闲光纤串接。

(4) 中兴 OFM 单板插 4 个模块,每一个模块对接一路光缆。预先将各个光缆串接点断开,测试光缆长度和衰耗,记录下来。一旦某个地方光缆中断,就可以在 OTDR 网管测试出断点距离,并与之前的测试值比较,确定出断点的准确位置,通知光缆局现场处理。

以东路光缆为例:预先测试出丁卯、谏壁、大港、扬中三茅等串接点距离指挥楼的断点距离和衰耗值,假设是 14KM(5db 衰耗)、22KM(9db 衰耗)、40KM(14db 衰耗)、52KM(18db 衰耗)。再将丁卯、谏壁、大港、扬中等地光缆串接。一旦东片光缆故障,此时通过传输网管中兴 OFM 单板提供的 OTDR 测试功能,测试出距离指挥楼断点距离 49.5KM,与之前测试值对比,很容易判断故障点在距离扬中三茅 3KM 的位置。光缆局人员无须查勘寻找光缆故障,直接到故障点处理障碍,节省了数小时的查勘找障时间。有时光缆并没有断,仅仅是衰耗比较大,像这种隐蔽故障,现场人员很难发现障碍点。此时根据中兴 OFM 单板测试出的衰耗值,与预先测试出的各个断点的衰耗值比对,也比较容易找出故障点。

2 OFM 单板与 OTDR 测试仪表的测试比较

OFM 单板初次使用,性能到底如何,到底准确不准确需

要测试之后并与 OTDR 仪表对比才能确定。

以东片环为例，OTDR 仪表精度更高，一些小的跳接点也会测试出来，见下图 1。图 2 为 OFM 单板测试图，只有一些比较大的衰耗点才能测试出来。但是经过测试对比，光纤的

长度和衰耗基本一致，中间的主要跳接点一致，OFM 单板测试完全可以代替 OTDR 作为在线测试光缆的断点和衰耗点的工具。

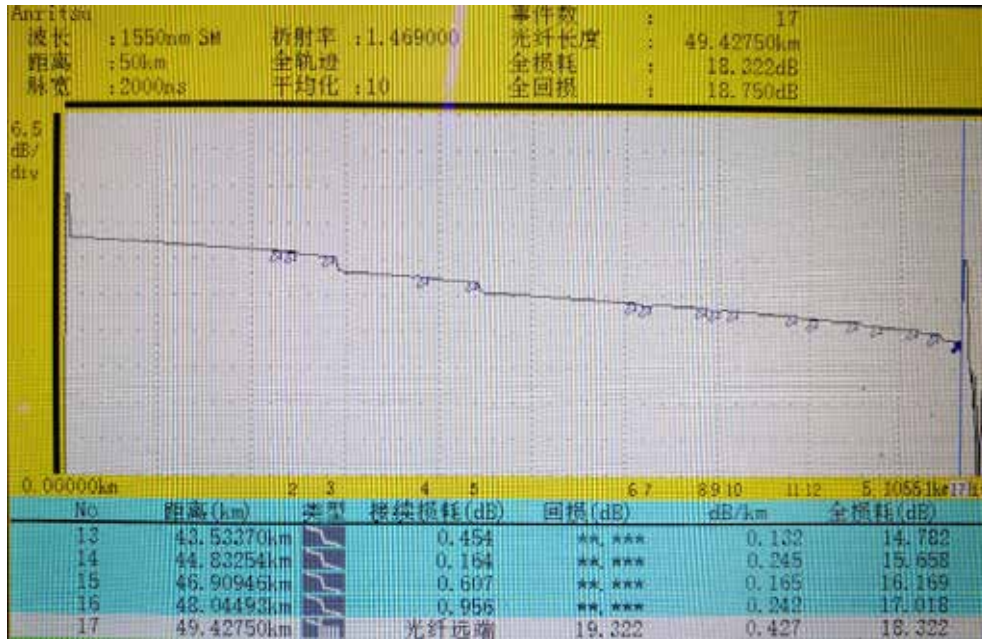


图 1 OTDR 仪表测试距离及衰耗

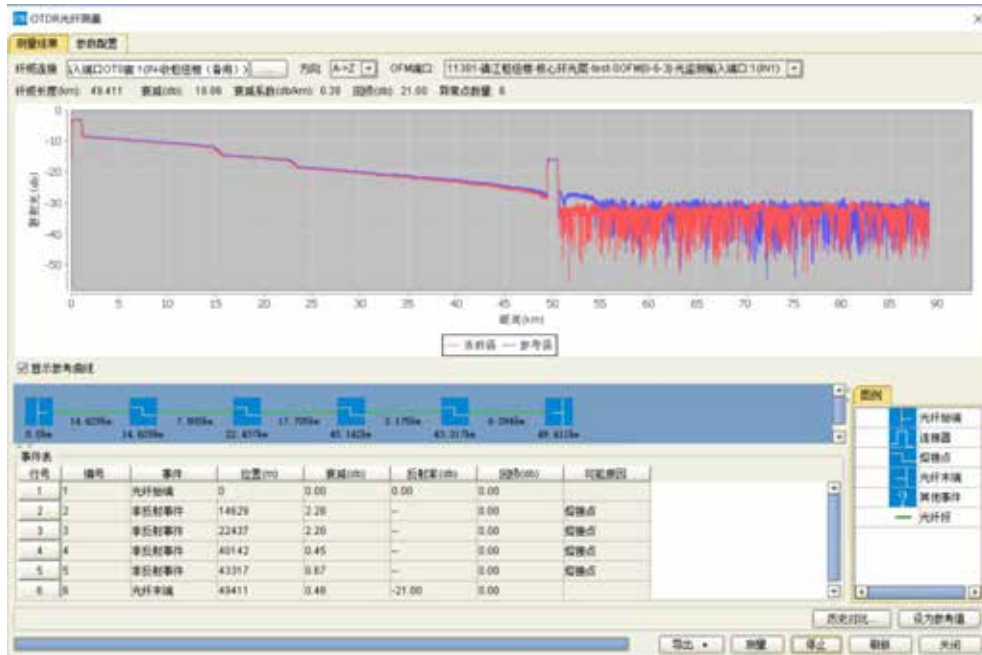


图 2 OFM 单板测试图

3 测试方法

3.1 手动测试

3.1.1 测试断点

在网管上发现东片光缆中断，对应模块启动手动测试，发现距离 48.05 公里的某位置中断。根据之前测试的结果，

如下表 1，可知断点在大港扬中三茅 48 芯光缆上距离扬中三茅 1.45 公里的地方。根据之前 OTDR 仪表测试的数据制作的节点距离与衰耗，根据图 3，可以看出正是在大港扬中三茅光缆第三个光交箱处断开。通知现场人员直接到第三光交

接箱断点处处理，可以快速有效地处理光缆障碍，最终只需 30 分钟就修复了光缆，而传统上这类障碍至少需要花费 3.5 小时，相当于提前 3 小时就修复了障碍，提高了网络的安全和用户的感知。

表 1 东片光缆断点衰耗表

局向	电力路丁卯 64 芯光缆	丁卯谏壁 48 芯光缆	谏壁石桥 64 芯光缆	石桥大港 64 芯光缆	大港扬中三茅 48 芯光缆
距离 km	14.63	22.44	40.11	43.31	49.50
衰耗 db	3.44	7.73	13.83	14.78	18.85

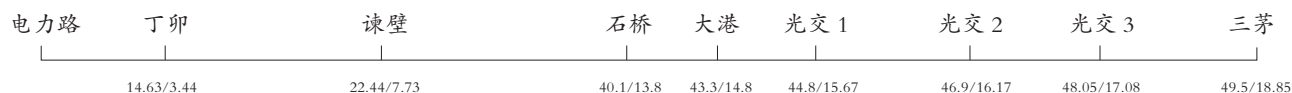


图 3 东片光缆全长各节点距离与衰耗

3.1.2 测试衰耗

针对光缆没有中断，仅仅是衰耗增大，可以通过在线测试，看当前衰耗与历史衰耗的历史对比，判断在多少公里处衰耗增大，直接通知现场人员处理，缩短现场处理时间。

3.2 自动测试

可以设置自动测试模式，间隔 15 分钟周期测试。一旦发现光缆中断立即查看历史数据，可以省去在线测试时间，直接通知现场处理障碍，见下图 4 所示。

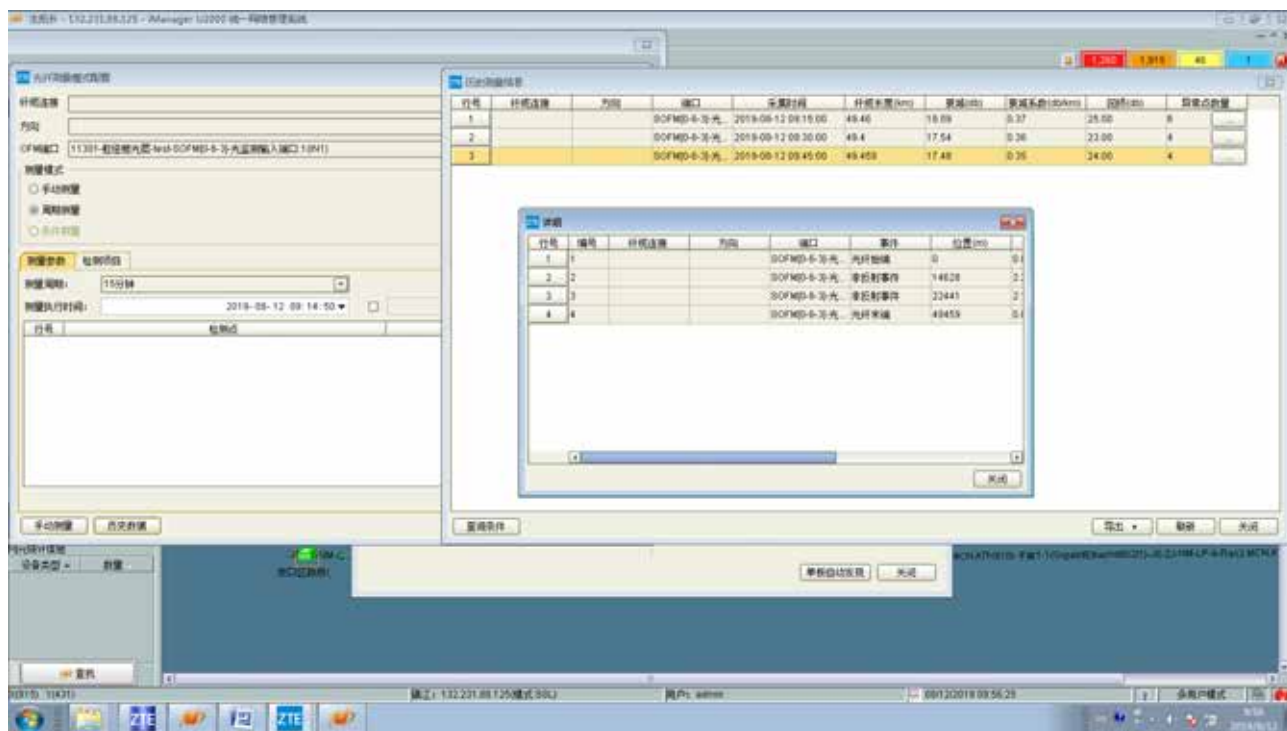


图 4 光缆中断周期测试图

3.3 条件测量

在网管上设置虚拟纤缆连接后，可以启用条件测量。在条件测量上增加外纤对应的端口，将输入光功率劣化和光纤总衰

减劣化选中。详见图 5。一旦端口无光，系统将启动自动测试，在历史信息中可以查看断点位置，现场人员可直接到场处理，缩短故障时间。

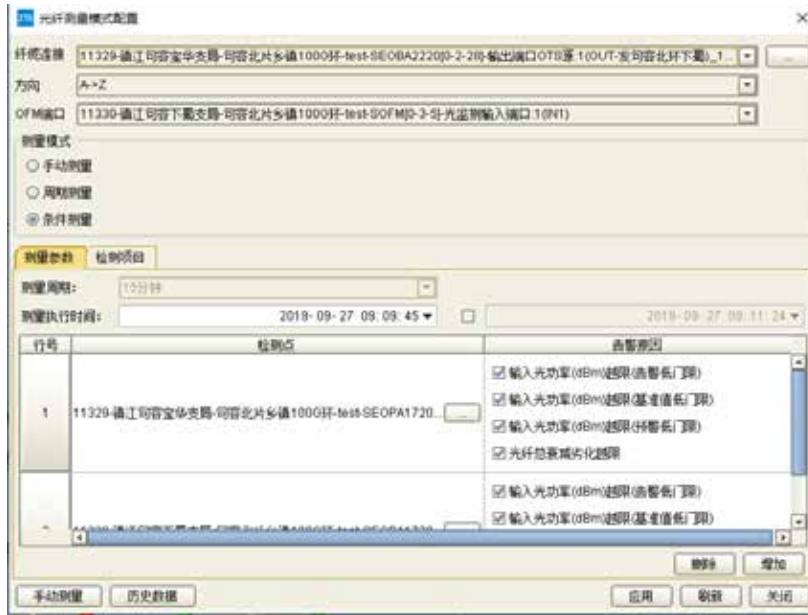


图 5 条件测量设置图

4 总结

利用带有 OTDR 功能的单板,将需要测试的光缆串接起来,可以以较低的成本在线测试光缆的断点和衰耗。与历史值比较,只需 2 分钟左右,就可以定位光缆的断点距离和衰耗点

的位置,减少了现场人员巡查故障点的时间,节约了光缆故障修复时间,提高了光缆障碍的及时修复率。

(收稿日期:2019-11-15;
技术审核:胡芳仁;责任编辑:王玉)

(上接第 27 页)

线电梯直放站在低层电梯,中高层电梯两种不同电梯场景下的直放站构造。针对无线直放站对宿主基站的影响,分析了新型无线电梯直放站增益和隔离度指标要求。全套直放站不再使用馈线和无源器件,适应未来高频段通信技术发展需求。5G 无线直放站构造简单可行,对于低成本快速建设电梯 5G

网络具有重要指导意义。5G 网络建设各运营商处于同一起跑线,快速建设 5G 网络覆盖对运营商提高市场竞争力,保持网络优势,具有重要意义。

(收稿日期:2019-2-06;
技术审核:龚永平;责任编辑:王玉)

OTN 网络承载政企业务浅析

陈鹏 袁萍 李震林

中国电信股份有限公司南京分公司

摘要: OTN 网络体系成熟之后, 逐渐成为承载政企业务的重要方式之一。本文从 SDH 网络存在的瓶颈、OTN 网络的技术特点以及承载政企业务所具备的优势, 阐述了使用 OTN 网络的必然趋势, 介绍了几种可行的 OTN 网络承载方案, 并对几种方案的适用场景和保护方式等进行了横向对比。

关键词: 政企业务; OTN 网络; 大颗粒带宽; 开通

0 引言

OTN 即光传送网 (Optical Transport Network)。SDH 的电层处理机制与 WDM 的传送能力相结合, 产生出 OTN 技术。1999 年 2 月 OTN 的 G.872 建议获得通过, OTN 体系架构完成, 并且经过多年发展逐渐成熟完善。在网络 IP 化趋势对传输网络的要求越来越高的今天, OTN 逐渐成为继 SDH 之后的新一代传输网络体制。OTN 特有的高带宽、端到端管理、灵活的组网能力和安全的光层保护, 使其为政企业务的承载提供了另一条高效而可靠的途径。

1 传输网络现状及存在问题

SDH 网络面对 FE/GE 专线快速增长所面临的问题如下:

(1) 带宽较小: 随着 10M~100M 专线成为主流, 10G 网络不足以支撑快速增长的更大颗粒的专线。

(2) 弹性不足: 客户接口由 E1 变为 FE/GE, 固定管道不能高效地满足带宽变化诉求, 且扩展受限。

(3) 组网不灵活: 主要支持 P2P 业务拓扑, 对 P2MP/MP2MP 业务支持不足。

(4) 技术停滞: 技术支持基本停止, 现网 SDH 设备也进入生命周期末期。

总之, 由于 SDH/MSTP 网络采用 TDM 的技术, 在电路带宽、组网方式和端到端网络管理方面已经无法很好地支持客户不断提速和端到端高效灵活的组网要求, 难以符合网络发展趋势。

2 OTN 网络技术特点

(1) 支持大容量远距离传输: 目前 OTN 100G 的技术已较为成熟, 400G 容量的设备也在研发之中。由于采用了特殊编码以及前向纠错, OTN 可以实现几百甚至上千公里的长距离无中继传输。

(2) 支持多种业务接口: 基于 ITU-T G.709 的 OTN 帧结构可以支持多种客户信号的映射和透明传输, 包括 SDH、ATM、以太网等。

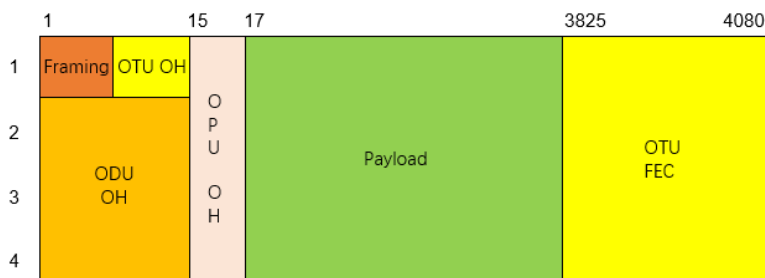


图 1 G.709 帧结构

(3) MS-OTN 组网灵活: 支持 P2P/P2MP/MP2MP 的业务场景, 通过 OTN 帧结构、ODUk 交叉和多维度可重构光分插复用器 (ROADM) 的引入, 增强了组网能力。

(4) 完善的保护机制: OTN 可以提供线性保护、子网

连接保护 (SNCP)、共享保护环、光电联动 ASON 等多种网络保护方式。

(5) 强大的运行、维护、管理能力: OTN 提供了和 SDH 类似的开销管理能力, OTN 光通路 (OCh) 层的 OTN

帧结构增强了该层的数字监视能力。另外 OTN 还提供了六层嵌套串联连接监视 (TCM) 功能, 使得端到端和多个分段能够同时进行性能监测。

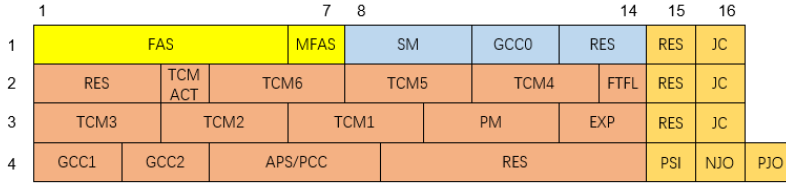


图 2 ODUk 开销中的 TCMi (i=1~6) 字节

3 OTN 网络承载政企业务的优势

(1) 能够实现业务快速开通: 由于 OTN 网络容量大、传输距离远, 使用 OTN 网络承载政企业务可以解决大量长距离跳纤、熔纤、测距离、测衰耗等工作, 缩短业务开通时长。

(2) 解决光纤紧张问题: 由于 OTN 网络占用光纤资源少, 因此在光纤紧张的地区也能完成业务开通。

(3) 支持多种业务种类: OTN 可以支持多种上层业务或协议, 如 SONET/SDH、ATM、Ethernet、IP、PDH、FiberChannel、GFP、MPLS、OTN 虚级联、ODU 复用等, 同时支持端到端和端口汇聚组网方式, 能够满足政企用户多种多样的业务需求。

(4) 提供刚性管道, 业务隔离: OTN 具备刚性管道的能力, 提供给政企用户独享的带宽体验。无论是注重时延和抖动的语音业务还是注重误码率的数据、视频业务, OTN 刚性管道相比其他弹性管道都具有巨大优势。

(5) 可根据需求在端口速率范围内灵活升级带宽: 无须查找可用资源, 也无须重新配置全程路径, 只要在已经分配

的资源范围内改变限速条件, 即可灵活调整用户带宽。

(6) 可根据各种用户要求, 提供不同级别的保护机制:

光线路保护: 采用并发选收的原理, 对客户侧或者线路侧光通道进行保护。包括光线路 1+1 保护、光线路 1:N 保护。

子网连接保护 SNCP: 可基于 ODUk 实现子波长级通道 1+1 保护。包括 1+1 SNCP/I、1+1 SNCP/N、1+1 SNCP/S 保护。

环网保护技术: 包括单向光通道保护倒换 UPSR、双向光通道共享保护倒换 BPSR、光子网链接保护等。

4 解决方案

根据政企用户的业务范围和组网需求, 使用 OTN 技术组网可以分成以下几个场景:

场景一: 客户所申请业务 (GE/10GE) 无设备及双光路保护需求, 采取用户裸纤就近接入局端, 局端以 C (C130 或 C210) 板接入完成中继层的 OTN 传输。



图 3 解决方案场景一

(2) 场景二: 客户所申请业务 (100M 电口) 无需设备一光猫予以实现。承载, 且无双光路保护需求, 可以参照场景一, 在用户端加



图 4 解决方案场景二

(3)场景三: 客户所申请业务(100M/GE)需要设备承载, 且有双光路保护需求, 用户就近局端接入新建 1800II 型设备(LDGF 配置 2GE 光口 +2FE 电口)。对于 100M 业务而言需要

两端均新建设备, 而对于 GE 业务而言可以一端 1800II 型设备, 一端就近局端接入 C130 单板。

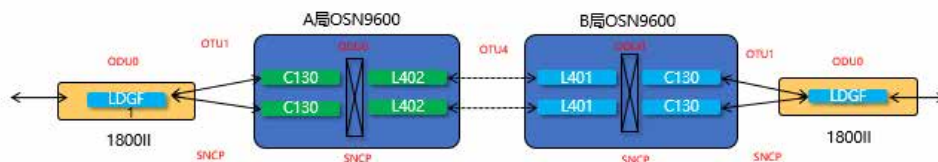


图 5 解决方案场景三

(4) 场景四: 客户端所申请业务(100M 以上非 OTN 标准速率 ---150M、200M、300M 等)需要设备承载, 且有双光路保护需求, 可采取用户就近局端接入新建 1800V 型设备(限

速在 EGS4 或 EG10 单板实现)。用户业务 P2P 结构单条业务开通时建议配置 EGS4 单板, 用户业务 P2MP 结构时建议中心点配置 EG10 单板。

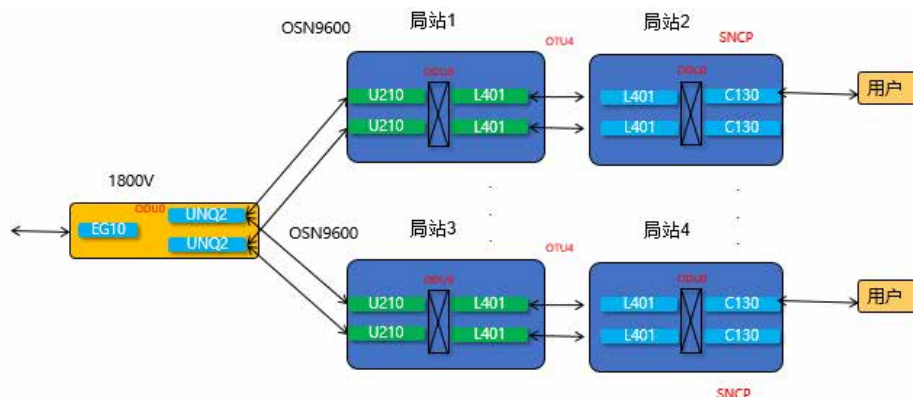


图 6 解决方案场景四

四种解决方案场景的横向对比表

场景	场景一	场景二	场景三	场景四
适用业务速率	GE/10GE	100M	100M/GE	100M 以上非标准速率
是否支持双路由保护	否	否	是	是
组网结构	点到点	点到点	点到点	点到点或点到多点

5 结束语

OTN 网络以其容量大、支持业务种类多、组网灵活、提速快捷、保护机制完善等特点, 越来越成为政企业务承载的首选方案。本文基于现有的网络条件, 总结了几种切实可行的使用场景, 并已经在生产实践中得到应用。将来, 随着全

国范围内 OTN 政企专网的建成投入使用, 以及用户端设备的功能完善, 还可以探索出更多的 OTN 技术组网方案, 进一步快速高效地响应政企用户的业务使用需求。

(收稿日期: 2019-10-28;
技术审核: 方勤松; 责任编辑: 王玉)

大数据采集与存储技术生态及方案选型的探讨

吴超

江苏省通信管理局

摘要: 本文重点阐述了在传统数据处理方式已经不能满足业务需求的大环境下, 大数据的采集、存储方案生态圈、技术特点及适用场景, 并在此基础上给出了相关应用建议。

关键词: 大数据; 采集存储; 生态评估; 技术对比

0 引言

大数据时代, 如何才能从丰富的数据矿藏中开采出更多价值? 以石油开采来类比大数据分析, 首先考虑的不是如何炼油(分析数据), 而是如何获取优质原油(高效地采集与存储数据)。

本文围绕三个问题展开: 在大数据环境下, 传统的数据采集、存储方式还适用吗? 现有哪些优质高效有前途的技术方案? 我们该如何选择?

1 大数据的挑战

数据采集方面, 传统工具有 ftp、scp、rsync、wget、curl 等, 它们通常源于少量主机之间的文件传输或同步的业务需求, 虽然在断点续传、压缩传输或者自动同步等方面有一定造诣, 但这些基于抽样分析的方法采集海量数据时如同“在汽车时代骑马一样”, 效率、性能低下, 不能满足业务需求。

数据存储方面, 传统文件系统适应不了纷繁的数据类型, 同时关系型数据库执迷于精确的 ACID 属性, 导致大量非结构化、混杂的数据被丢弃, 无法利用。

综上, 传统的以技术为中心的数据处理方式已不能满足业务需求。为了实现对海量数据的分布采集、高效存储、交互查询、实时分析、深度挖掘等功能, 需要采取以数据为中心的新方案。

2 新技术的应用

根据信息通信行业咨询翘楚 Gartner 公司近年来发布的新兴技术成熟度曲线, 业界对大数据概念的炒作已进入尾声, 大数据技术正在走向“成熟”阶段。

开源社区、商业公司、学术界、极客们围绕着数据处理提出了种类繁多的解决方案, 并站在自己立场上, 对技术方案发表了各种声音的争论。基于软硬件投资、学习成本的考量, 我们希望采用“廉价的”“有前途”的技术方案; 根据开源“圣经”《大教堂与集市》中经典理论, “如果有足够多的 beta 测试者和合作开发者, 几乎所有问题都会很快显现, 然后自然有人会把它解决”; 参考业界实践派专家的观点, 新技术兴衰是社区、企业、用户之间“战略、利益、技术、实践”综合较量的结果。

基于以上三点, 为了全面、发展地看待各方案, 首先站在用户、开发者、外围支持者的视角, 从用户规模、技术水平、兼容性三个维度, 对备选技术进行生态评估; 然后筛选出使用广泛、开发活跃、兼容性好的方案进行技术介绍; 最后在方案对比的基础上, 结合应用场景提出相关建议。

2.1 分布采集方案

目前常见的大数据采集技术包括 Flume、Kafka、Splunk Forwarder、Logstash、Fluentd、Chukwa、Scribe 等, 我们该如何取舍?

(1) 生态评估

对上述技术生态进行评估如表 1 所示。

表 1 大数据采集技术生态评估

技术方案	用户规模	技术水平	兼容性
Scribe	星级 ★	★	★
	理由概述	Facebook 2008 年发布，用于其内部收集运维数据，功能单一；需要用户自行实现采集代理功能，工作量较大；目前用户较少。	项目诞生过早，容错、负载均衡等考虑较少。虽支持 Thrift 接口框架；但依赖包较多，兼容性不好。
Splunk Forwarder	星级 ★★	★★★	★
	理由概述	Splunk 公司的明星产品；部署、维护简单；以炫酷图表展现分析结果；每天免费试用 500M 的商业策略引来大量试用者、买家。	功能丰富；是运维数据分析细分市场的主导者。商业软件，开发较封闭。
Logstash	星级 ★★	★★	★★
	理由概述	项目诞生较早(2009 年)，后被 Elasticsearch 公司收购；部署、升级有一定工作量，用户需有一定基础；ELK 生态圈带来一定用户，但同时用户被相似产品分流。	功能上看齐 Splunk；但 JVM 消耗过多内存，且性能较差。ELK 生态圈成员，插件支持较丰富；可与 Redis 结合提升可靠性。
Fluentd	星级 ★★	★★	★★
	理由概述	项目诞生于 2011 年；架构、配置均与 Flume 很像，产品定位与 Logstash 近似，用户被分流。	稳定性、内存消耗略优于 Logstash。兼容下游的 Docker 容器、Elasticsearch。
Flume	星级 ★★★	★★★	★★★
	理由概述	由 Cloudera 公司首创，2011 年 10 月完成组件及架构重构，2012 年 6 月从 Apache 孵化器毕业；部署、维护简单；用户数量多。	不断更新、功能完善的 Apache 社区顶级项目。部署很灵活；可采集多种数据；兼容多种下游工具。
Kafka	星级 ★★	★★★	★★★
	理由概述	由 LinkedIn 公司首创，2012 年 10 月从 Apache 孵化器毕业；部署、维护有一定工作量，使用者需有一定基础；用户多发展快。	更新较快、功能完善的 Apache 社区顶级项目。部署较灵活；可采集多种数据；兼容多种计算框架。
Chukwa	星级 ★	★★	★★★
	理由概述	2013 年从 Apache 孵化器毕业；适合超大规模数据采集、分析；起了大早赶了晚集，用户有限。	性能很好，更新较快，功能较完善。可兼容很多其他 Hadoop 生态组件。

(2) 技术对比

根据上述评估，我们选取 Flume、Kafka 两种优秀的方案，在技术分析的基础上，对适用场景及优缺点进行深入分析。

Flume 是 Apache 社区中一款可高效收集、聚合、移动海量日志数据的工具。不同数据源的数据“原油”流经 Flume 这个“水槽”(Flume 单词的原义)，最后汇入数据存储系统中。Flume 工具部署、维护简单，可根据业务需求进行灵活扩展。

Kafka 是一个分布式的消息“发布—订阅”系统，它作为消息生产者与消费者之间的代理人(broker)解耦了这两个角色，实现了消息的高效“按需供给”。Kafka 被广泛用于采集网页访问量、网页内容等活动数据以及服务器 CPU 使用率、服务日志等运营数据。

功能方面，上述两种方案都比较成熟，详细比较见表 2。

表 2 备选采集方案功能对比

技术方案	优点	缺点
Flume	拦截器组件提供数据检查功能，利于有效采集；针对下游 HDFS 存储做了特定优化；部署、维护工作量少；扩容、改造灵活。	不支持副本事件，节点宕机时事件访问受限；老版本吞吐率性能一般。
Kafka	消息按主题组织，便于管理、使用；分区机制利于负载均衡，吞吐率大，实时性好；框架通用性强。	用户可能需要自行开发生产者、消费者代码；故障定位较复杂。

性能方面，数据采集属于“I/O 密集型”业务，即相比与 CPU、内存、网络流量等因素，系统 I/O 受限于低效的磁盘随

机读写物理性能，更易成为整个采集系统吞吐率的性能瓶颈。Kafka、Flume 均支持在内存中进行数据传输，此时两者性能

都极高。下面仅讨论当数据规模超过集群内存容量，需要进行大量磁盘读写操作时的场景：（A）Kafka 精妙的设计保证其进行高效的顺序读写操作，在到达磁盘物理性能瓶颈之前，写磁盘平均速率随着输入数据吞吐率的增加线性增长；（B）Flume 在实时性、吞吐率上比 Kafka 逊色不少，但可通过调整批量处理参数（Batch Size），以增加时延的代价，一定程度上提高吞吐率；（C）两者都支持通过增加硬件数量的横向扩展方式，提高系统吞吐率。

（3）应用建议

方案选型时，需综合考虑业务需求、预算经费、自身技术等因素：（A）当仅需要对服务器访问记录、网络设备告警等运维数据进行采集、分析时，预算充裕的用户推荐 Splunk、Datadog 等一站式商业解决方案；有一定技术基础、想节约预算的用户可考虑 Flume、Logstash；（B）当数据源既有日志数据又有流数据，从方便运维、扩容的角度，建议使用 Flume；（C）如果采集数据将被多个业务系统使用、业务实时性要求很高或者需要错峰、流控时，建议使用 Kafka；（D）Kafka 与 Flume 也常常“强强联合”：一种典型应用将 Kafka 作为数据源，Flume 作为采集代理；此外也可以先部署 Flume1.6.0 版本采集数据，今后业务有实时性要求时，将 Kafka 作为一种传输渠道

（channel），把采集后数据汇入下游存储系统；此外还可以将 Flume 采集的数据存入 Kafka 主题中供业务程序拉取。

具体部署时，需要权衡高吞吐与低时延、容错性与冗余性这两对矛盾。例如，通过数据压缩传输、分批次传输的方法，以增加时延的代价，降低对系统网络、I/O 等资源的消耗。此外，数据采集过程中也可以尝试发挥人的作用，例如为准确、及时地采集宏观经济数据，Premise 公司采用线上线下相结合的方式。其中线下部分鼓励大众贡献各种价格数据，这种众包方式受到资本青睐。

2.2 高效存储方案

对海量数据采集、清洗后，我们既要确定采用什么方式将数据长期保存起来，又要考虑以哪种方案组织管理数据以及供业务查询使用，还得权衡是否需要以内存存储、管理来提高性能。下文将分别对大数据存储系统、数据库技术方案进行评估比较。

（1）生态评估

大数据存储系统多得令人眼花缭乱，既有云服务商 Amazon 的 S3、老牌存储服务商 EMC 的系列产品和解决方案，又含开源社区的 HDFS、Swift、Ceph，还包括高校孵化出的 Alluxio。对这些技术生态进行评估如表 3 所示。

表 3 大数据存储系统生态评估

技术方案	用户规模	技术水平	兼容性
Simple Storage Service	星级 ★★★ 理由概述 简称 S3，是 Amazon 公司 2006 年针对开发者推出的云存储服务；可解放开发人力，使其专注于上层业务；存储可靠，按用量收费，使用方便；虽受价格战影响，但用户依旧很多。	星级 ★★★ 重新定义了对象存储；可靠性高，性能优良，易于扩展，方便迁移。	星级 ★★ Amazon AWS 服务体系的一部分，兼容 Amazon 生态圈的其他服务。
HDFS	星级 ★★★ 理由概述 设计参考 Google GFS，2006 年加入 Apache 社区下 Hadoop 项目，是其核心组件之一；成功案例多，优化方案丰富；用户规模庞大。	星级 ★★★ 顶级商业公司及强势大数据生态圈鼎力打造。	星级 ★★★ 已是大数据文件系统事实上的标准。
EMC 系列产品和解决方案	星级 ★★ 理由概述 为了满足 Web2.0 应用丰富的存储需求，EMC 公司于 2008 年推出了 PB 级对象存储平台 Atmos；2010 年收购 Isilon，定位 PB 级文件存储；2014 年推出 ECS，布局 ZB 级存储；均可横向扩展；市场拓荒早，产品种类全，高端用户多。	星级 ★★★ 高端产品与解决方案；提供极佳的数据保护；支持 PB—ZB 级各类数据存储。	星级 ★★ 兼容 EMC 联邦 VMware、Pivotal、RSA 等多款产品；支持 Hadoop；支持与 S3 双向迁移。
Swift	星级 ★★ 理由概述 2010 年加入 OpenStack 社区，可为虚拟机及计算服务 Nova 提供镜像存储；是 S3 的开源实现；用户被相似产品分流。	星级 ★★★ 支持多租户模式；技术成熟，成功案例多。	星级 ★★ OpenStack 生态圈组件，可兼容其死对头 CloudStack。

技术方案	用户规模	技术水平	兼容性
	星级 ★	★	★★★
Ceph	理由概述 项目开源早（2006年），但稳定较慢（2012年才发布第一个稳定大版本），现由 RedHat 主推；架构有特色，独一无二地同时支持文件、对象、块存储；使用灵活，易于扩展；项目长期不够稳定，缺少大规模应用案例，用户观望多使用少。	社区被红帽公司把持；代码难懂、耦合过高，质量广受争议；成功案例少，待实践验证完善。	可兼容 AWS、OpenStack 生态组件；合入 Linux2.6.34 内核；站在“软件定义存储”、“超融合”概念风口。
	星级 ★★	★★	★★★
Alluxio	理由概述 2013年诞生于 AMPLab(原名 Tachyon),是 Spark 同门师弟,基因优秀;定位明确,就是为了将海量数据从计算模型中抽象独立出来;得益于 Spark 生态圈壮大、内存和 SSD 变得便宜,正迅速崛起。	性能优秀;有经典案例参考;比较年轻,部分辅助功能待改进。完善	兼容 HDFS、S3、Swift 等底层存储系统,及 MR、Spark 等上层计算框架。

大数据数据库技术外延更广。按适用业务场景分为事务型（追求高效读写的事务处理能力）、分析型（追求高吞吐、高扩展能力）、兼顾型；按数据存储模型主要包含关系型、键值对型、面向列的、面向文档、图形数据库；按设计原则又分为 ACID、C/A/P 三选二、兼顾型。典型的大数据数据库演进及分类如表 4 所示。

表 4 常见大数据数据库分类

技术方案	适用业务场景		数据存储访问模型	设计原则	推动力量 (包含技术与资本)
	事务型	分析型			
MySQL	√		关系型	ACID	MySQL 社区、Oracle
ClustrixDB	√		关系型	ACID	Clustrix、红杉资本等风投
Dynamo		√	键值对	AP	Amazon
Riak		√	键值对	AP	Basho、Yahoo 日本
Redis		√	键值对	CP	Redis、EMC 联邦
GemFire	√	√	键值对	兼顾	Pivotal
HANA	√		面向列	ACID	SAP
BigTable		√	面向列	CP	Google
HBase		√	面向列	CP	Hadoop 生态圈传统势力
Cassandra		√	面向列	AP	DataStax、凯鹏华盈等风投
Spanner	√	√	面向列	兼顾	Google
Kudu	√	√	面向列	兼顾	Cloudera、Hadoop 新兴势力
CouchDB		√	面向文档	AP	IBM、Rackspace
CouchBase		√	面向文档	CP	CouchBase、Accel 等风投
MongoDB		√	面向文档	CP	MongoDB、红杉等风投
SequoiaDB		√	面向文档	CP	巨杉软件、启明创投等
Neo4j	√		图数据库	ACID	Neo 科技、3 轮小型风投

根据上表分类，将选择具有代表性的扩展 MySQL、HBase、Cassandra、MongoDB、Redis、Kudu 进行生态进行评估，详见表 5。

表 5 大数据数据库技术生态评估

技术方案	用户规模	技术水平	兼容性
扩展的 MySQL	星级 ★★★ 理由概述 传统的开源关系数据库，是海量事务业务场景下的成熟解决方案；熟悉的配置与操作，参考案例多，用户基础广。	★	★
HBase	星级 ★★ 理由概述 是 Google BigTable 的克隆版，也是 Hadoop 生态圈的元老；虽然早期版本不够稳定，但成功案例较多，有一定技术基础的用户可以参考着填坑；目前版本较稳定，用户规模较大。	★★	★★★★
Cassandra	星级 ★★ 理由概述 Facebook 2008 年发布，2010 年初从 Apache 孵化器毕业；其数据模型参考 BigTable、分布式架构参考 Dynamo；只有一种节点，配置简单；有一定规模的早期用户，但被 HBase 分流，且在中国推广慢。	★★	★★
MongoDB	星级 ★ 理由概述 2009 年 2 月诞生的一款面向文档的数据库；适合 JSON 等格式数据存储及查询，是早期的 NoSQL 明星；由于性能等原因，用户被分流、规模有限。	★★	★
Redis	星级 ★★ 理由概述 2009 年 4 月诞生的一款基于内存的键值对数据库；既有工业界的参考案例，又有《Redis 实战》等大量经典教材，环境搭建、配置、使用上手快；有一定用户基础。	★★	★★
Kudu	星级 ★ 理由概述 设计思路源于 Google Spanner 论文，由 Cloudera 公司于 2015 年 9 月底发布，2016 年 7 月从 Apache 孵化器毕业；有 Google、小米等参考案例；用户规模较小但发展较快。	★★★	★

(2) 技术对比

根据上述评估，将选取 S3、HDFS、Alluxio、HBase 几种优秀的方案进行详述。

S3 是 Amazon 公司 AWS 云存储服务的重要组成部分，是对象存储的典型代表。S3 采用扁平的数据组织结构，将对象数据保存在“存储桶”（Bucket）中，并给用户基于 HTTP 的 REST 风格数据访问、操作接口。该存储形态能够方便地进行横向扩展，以适应大量用户高并发访问的场景；但是不支持随机位置读写操作，只能读取、写入或覆盖整个文件。

HDFS 起源于 Google 的 GFS 论文，是一种易于扩展的分布式文件系统。HDFS 基于“移动计算比移动数据更经济”的设计理念，可构建在大量廉价机器上，节约大量建设扩容投资；另一方面，其具备可靠数据容错能力，有效减少运营维护成本。HDFS 伴随着 Hadoop 生态圈的壮大不断完善，目前已支

持 Parquet 存储格式，可对嵌套数据进行高效列式存储，即将合入 ErasureCoding 纠错编码使冷数据冗余成本大幅减少。

HBase 起源于 Google 的 BigTable 论文，是构建在 HDFS 之上高性能、高可靠、易扩展的大数据列族式存储数据库。其适合存储海量稀疏数据，可以通过版本检索到历史数据，解决了 HDFS 不支持数据随机查找、不适合增量数据处理、不支持数据更新等问题。常用于存储超大规模的实时随机读写数据，如存储互联网搜索引擎数据。

Alluxio 原名 Tachyon，是以内存为中心的虚拟分布式存储系统。其核心思想是将存储与计算分离。Alluxio 介于底层存储系统（如 HDFS、Amazon S3、OpenStack Swift）与上层计算框架（如 Spark、MapReduce、Apache Flink）分离，使 Spark 等框架更专注于计算，从而达到更高的执行效率。

上述四种大数据存储方案详细比较如表 6 所示。

表 6 数据存储方案比较

技术方案	应用场景	优点	缺点
S3	适合投资少、发展快、用户高并发访问的业务场景。	对象存储方式能够方便地进行横向扩展，以适应大量用户高并发访问的场景。	不支持随机位置读写操作，只能读取、写入或覆盖整个文件。
HDFS	适合大文件一次写入、长期存储、顺序读取的场景；适合批处理。	支持上万个节点的 ZB 级海量数据存储；具有高容错性；支持多种数据编码。	不支持并发写入、文件随机修改；不适合 ms 级低延时数据访问；不适合小文件存储。
HBase	适合海量数据随机读、写的业务场景；适合存储海量稀疏数据。	数据按列存储，可减低系统 I/O，提高查询并发度；支持数据随机查找；支持增量数据处理。	仅能通过主键或主键范围检索数据，不适合检索条件较多的复杂查询场景。
Alluxio	适合大规模内存计算下的存储。	通过数据缓存，提高了存储、计算的效率；将存储与计算解耦，架构清晰简洁。	该技术较新，部分功能有待完善；选择该方案对技术积累和研发能力要求较高。

(3) 应用建议

方案选型时，首先需要综合考虑业务需求变化、原始数据规模、实时分析需求、存储周期、软硬件开发及运维成本等因素，再进一步明确存储方案：(A) 对业务中断时间、业务恢复时长、数据一致性要求都极高的金融等行业，可根据业务量考虑购买 EMC、IBM 等厂商的存储软硬件产品，在此基础上选择 Teradata、IBM 的方案做进一步数据挖掘；(B) 对于启动资金有限、需求灵活多变、规模可能激增的创业公司，建议以“轻资产”的方式运营。可购买 Amazon、微软、阿里等的云服务，集中精力进行业务开发和市场推广；(C) 对于 TB 数据级别数据，一致性要求不高并且需要进行实时查询的场景可考虑 Redis，一致性高且追求高吞吐量的场景可考虑 GemFire。不建议用低性能的 CouchBase、Memcached；(D) 对于 PB 数量级存储、计算、虚拟化服务提供商，建议搭建自己的 OpenStack 环境，采用 Swift、Cinder 等存储方案，以快速满足定制化需求；(E) 对于 PB—ZB 级别历史数据、需要进行关联查询、批量计算的业务场景，建议搭建 Hadoop 环境，采用 HDFS 存储方案；(F) 对于 PB 级别数据、追求低延迟随机读写的场景，例如对海量网页数据做进一步提取、修改的，建议采用 HBase 数据库。非专家级用户不推荐在生产环境使用 Kudu、Kylin 等新兴方案。

在此基础上，根据业务场景进一步选择合适的存储模式：

(A) 如果业务首要考虑数据完整性与可靠性，行存储具备了天然的优势，列存储只有增加磁盘并改进软件后才能接近该目标；(B) 以长期保存数据为主的应用，可考虑写入性能较

高的行存储模式；(C) 需要对大数据做深入挖掘分析的场景，特别是数据源为扁平的关系型数据或者复杂的嵌套数据时，建议使用读取性能优秀的列式存储。

具体部署时，可根据自身预算水平、技术能力，选择服务商一揽子解决方案，集成商负责建设维保，利用开源框架自建自维，在开源代码基础上自主开发等建设与维护模式。

3 小结与展望

本文回顾了主流的大数据采集与存储技术诞生、发展、对抗、衰落的历史，梳理了其中老牌的商业公司、初创的明星企业、大小的开源社区、学术界、极客之间的纠葛与合作，从生态角度进行了宏观对比与评估；同时本文选取优秀、通用的方案进行了较详尽的介绍，并结合具体应用场景给出了技术选型及应用部署的相关建议。

展望未来，物联网、智能制造等新兴产业的崛起，将提供更大规模、更多类型的海量数据源，大数据采集方案将结合更廉价的采集设备、更灵活的组网部署、更有效的数据清洗；同时随着内存、SSD 等高效存储介质的性能提升，内存存储技术将进一步发展与普及；业务形态方面，大数据技术将与商业智能、机器学习等新兴技术更紧密地结合，采集、存储等底层技术将随之进一步演进。

(收稿日期：2019-11-8；

技术审核：龚永平；责任编辑：王玉)

EBID 网上竞价云平台在通信退网设备绿色回收处置中的应用

吕冬阳

中通服节能技术服务有限公司

摘要: 本文重点聚焦 EBID 网上竞价云平台在通信退网设备绿色回收处置中的应用, 通过基于互联网的网上竞价云平台, 提供通信退网设备管理和网上竞价服务, 有助于供方与回收企业之间进行透明、公平的交易, 防范价值流失和环境污染, 更好地促进资源循环利用, 建设资源节约型、环境友好型社会。

关键词: 网上竞价; 退网设备; 绿色回收; 资源循环

0 引言

节约资源和保护环境是我国的基本国策, 我国大力倡导发展循环经济, 建设循环可持续的国民经济体系和资源节约型、环境友好型社会。通信企业退网设备具有较高的回收利用价值, 是循环经济的热点, 而且退网设备处理、处置不当会严重污染环境。因此, 通信企业加强通信退网设备绿色回收处置管理, 防范价值流失和环境污染, 显得十分迫切。作为这一环节的有力保障, 网上竞价云平台应运而生。

1 EBID 网上竞价云平台 and 通信退网设备绿色回收处置的由来

中国电信积极响应“节能减排”国策要求, 通过自身的研究、实践、总结、推动等一系列的努力工作, 走出一条把企业发展与节能减排目标相互和谐发展的产业之路。2009年, 中国电信拥有铅酸蓄电池 1200 万只, 每年需要报废更换约 130 万只, 铅价值约 6 亿元, 折合铅约 5 万吨。在此背景下, 江苏电信成立退网设备绿色回收处置研究组, 中通服节能技术服务有限公司、江苏中博拍卖有限公司积极参与通信退网设备绿色回收处置管理流程的研究制定, 并研发成功 EBID 网上竞价云平台。经过不断完善和改进, 平台有力保障了通信退网设备的绿色回收处置流程和规范。

2 EBID 网上竞价云平台在通信退网设备绿色回收处置流程中的作用

通信退网设备绿色回收处置的含义主要有两点, 一是规

范废回收、处置过程, 避免环境污染, 保护生态环境。二是对退网设备进行资源回收和循环利用, 变废为宝, 促进资源循环利用最大化, 避免资源浪费, 防范价值流失。

网上竞价云平台正是针对此目的而研发的互联网+管理软件, 实现对退网设备的回收处置流程进行规范化管理。一方面, 平台对退网设备回收处理企业进行入围资质和定期评审, 从制度上规避二次处置不规范造成的环境污染, 最大限度地实现资源高效和循环利用, 体现社会责任。另一方面, 通过建立公平、开放、透明的规则, 增加交易透明度。根据市场时价来进行成交, 从而避免暗箱操作, 促进回收价格最优化, 更好地发挥和提升退网设备资产价值, 避免国有资产流失和灰色利益输送, 实现闲置和废旧设备处置产业链的多赢局面。

3 EBID 网上竞价云平台的服务内容

EBID 网上竞价云平台以通信退网设备为交易标的, 以价格竞争为核心, 利用互联网在网站公开发布将要招标的物品或服务的信息, 通过远程竞争投标方式确定成交价格。服务流程包括接收委托、网上公告、资格预审、签订竞拍备忘录、组织勘样、网上竞拍、拍卖中止、中标通知、实物回收、文件归档等。

3.1 可用于竞价平台的通信退网设备主要种类

光进铜退: 退网铜缆, 退网电力缆; 固话退网: TDM 交换设备, PSTN 退网电路板, 退网配套电源设备; 退网终端设备; 废旧蓄电池; 废旧铁塔; 无线设备: 3G 退网设备; 其他各类退网设备及工程余料。

3.2 服务流程

网上竞价服务流程包括接受委托、网上公告、资格预审、文件归档等，如图 1 所示。
 签订竞拍备忘录、组织勘样、网上竞拍、中标通知、实物回收、

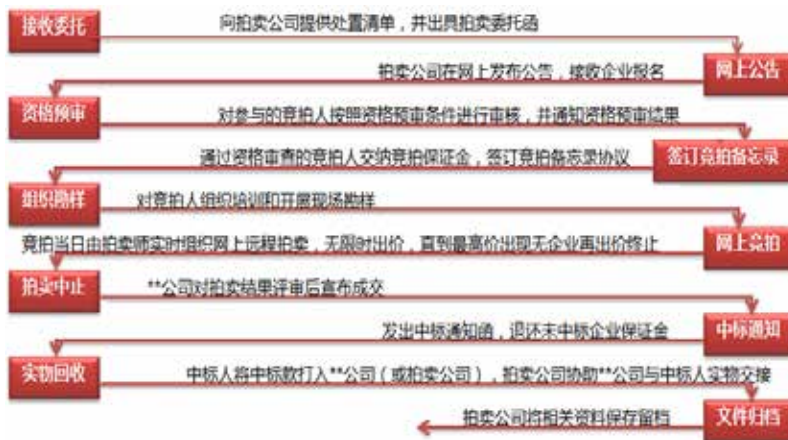


图 1 网上竞价服务流程

3.3 竞价人资质审核管理

通过平台专业知识把关，针对国家不同废旧物资制定符合规范和环保要求的资质门槛，既可避免竞价人过少导致竞争不充分，也可避免竞价人过多导致恶性竞争。

具体来说，一般物资需具备废品回收资质；电路板需具备 HW49 许可证；废旧电池需具备废铅回收与处理、HW31 许可证；运输过程需具备危险品运输资质；废旧电池等危险废品转移需到环保部门备案并办理危险废物转移联单。

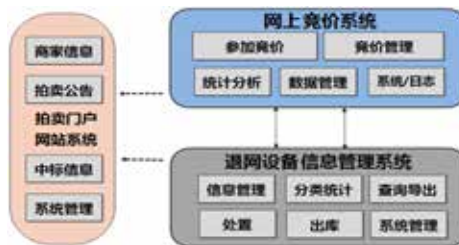


图 2 EBID 网上竞价云平台的组成

4 EBID 网上竞价云平台的实现方案

4.1 EBID 网上竞价云平台的组成

网上竞价云平台由 3 个子系统组成：拍卖门户网站系统、网上竞价系统、退网设备信息管理系统。各子系统之间协同工作、共享数据，共同提供平台服务功能，如图 2 所示。

4.2 拍卖门户网站系统

拍卖门户网站系统，包含拍卖公告、拍卖信息、拍卖文件下载、在线拍卖、在线报名等功能，系统支持微信、短信、email 接口，提供资金支付接口。网站采用响应式高端网站设计，兼容各主流终端浏览器，更好地适应客户群体，给网站带来更多访问流量。前台显示部分采用 H5+CSS+JS 架构，如图 3 所示。



图 3 拍卖门户网站系统的组成

4.3 网上竞价系统

网上竞价系统为网上竞价的所有参与者提供一个信息交互、事务控制的 IT 平台,是以数据(含竞买人、委托人、竞价往来保证金、竞价项目立项、项目明细、收费与退费及管理)为基础,以流程管理驱动加微信企业号移动交互相结合的云平台。

管理者可以对所有网上竞价的项目内容、收入、过程、结果全盘掌握。各级管理者按照相应权限,可以远程登录平台,操作各种功能,还可以根据地区、人员、时间、编号、废品类别等方式,对各项数据进行分类统计。

4.3.1 功能模块介绍

系统管理:主要功能就是用户权限、用户信息的管理,以及用户操作记录的查看。

桌面管理:同时支持 PC 和移动终端,按照不同的用户权限提供不同的用户桌面、视图等。移动终端采用 html5 交互页面。

微信交互:IM(即时信息)交互平台,微信企业号回调、控制。实时向微信企业号中用户发送信息并接受用户信息。

数据管理:竞价项目牵涉的各类数据采集(录入、导入),包括竞买人、委托人、竞价项目、项目明细等基础数据;对报名的回收企业进行管理,收集信息,资格审查。

竞价项目管理:包括项目创建、流转、批准、保证金管理中/流标处理、归档、流程管控等。对每一个项目进行立项以及登记委托方的拍卖信息;再根据每一个项目统计报名单

位、保证金付款信息、报名费等;每个项目竞价结束后,登记中标单位以及未中标单位,并退还保证金;发起收费与退费流程管理,电子流程审核,最后打出签字表格,走流程退款。

财务管理:包括保证金、报名费、佣金等相关处理,统计报名单位、保证金付款信息、报名费等。

统计分析:可以按照不同组合条件进行查询、统计、分析,包括竞拍次数、成交量、退款汇总、收费汇总等,满足各类用户的管控需求,并支持深度数据挖掘与整理。

4.3.2 系统构架

系统基于 B/S 架构,WINDOWS/Linux 平台通用;MYSQL 数据库;Tomcat 等基于 Java 平台的 JSP Web 服务器;html5 技术快速开发、部署移动客户端应用;Java 通信+微信企业号收发控制。系统配备 2 台服务器,包括内网服务器和外网服务器。在内网服务器上发布 Web 服务程序+数据库;在外网服务器上发布“微信企业号”回调程序+数据库+控制。采用多级权限管理、短信/微信认证等相关安全措施,确保系统安全稳定。

管理人员依据各种权限从内网访问 Web 网站,进行各类数据录入、修改、查询、统计。通过手机微信上的“微信企业号”从外网服务器开放端口,与内网服务器交互。

4.3.3 网上竞价规则

网上竞价规则包括时间规则、报价规则、显示规则、入围规则,如图 4 所示。



图 4 网上竞价规则

4.3.4 网上竞价系统的主要界面

网上竞价系统的基本界面包括拍卖公告和拍卖厅界面,

如图 5 所示。不同的竞价用户点击进入各自的拍卖厅,在实时交易界面上进行竞价,如图 6 所示。



图5 网上竞价系统的拍卖公告和拍卖厅界面



图6 网上竞价实时交易界面

4.4 退网设备信息管理系统

退网设备信息管理系统旨在配合各地通信企业退网设备的拍卖业务，加强辖区各单位退网设备的管理力度，实现对本企业内部退网设备详细、清晰的统计与管理，使退网设备的管理及相关信息能够高效、及时、详细、可控、可查地进行。信息管理系统与网上竞价系统相关联，对于需要拍卖的物资有一个详细、明了的掌握。退网设备处置不仅支持拍卖方式，还支持置产置换等多种方式，给用户丰富的功能应用。

退网设备信息管理系统包含系统管理、信息管理、分类统计、查询导出、设置处置状态等功能模块。

系统管理：功能就是用户权限、信息的管理，以及用户操作记录的查看。操作用户包含大区管理员、地区管理员、普通用户。大区管理员可以操作分类统计、查询导出、设置处置状态；地区管理员可以操作分类统计、查询导出、设置处置状态，但只能对所在地区进行这三个功能的操作；普通用户可操作信息管理、分类统计这两个功能。

信息管理：包含了信息的录入、编辑、删除、导出。

分类统计：包含了物资按设备类型进行数量统计的功能。可以选择区域、设备处置状态，分地区、状态查询。

查询导出：包含了按条件查询相应物资信息，并导出成

Excel 表格的功能。

设置处置状态：可根据 Excel 文件中的数据进行处置状态的设置。

5 EBID 网上竞价云平台的应用成果

5.1 市场需求

随着通信市场需求变化、技术更迭、老旧设备退网、高能耗设备淘汰以及光纤到户的推进，设备更新闲置量和报废量大幅增加。互联网宽带接入端口继续保持“光进铜退”态势，xDSL 端口年减少 3903.7 万个；固定长途交换机容量年减少 193.3 万路端，局用交换机容量年减少 81421.3 万门，接入网设备容量年减少 2466.5 万门；还有大量废旧铜缆、蓄电池、报废铁塔等退网，退网设备、物资年规模超百亿元。

5.2 EBID 网上竞价云平台的主要客户

回收企业：平台数据库内注册回收商 600 多家。单次项目最多报名数量超 100 家，电缆项目平均报名数量约 40-50 家。

电信：中国电信集团 20 多个省均已采用信息通信设备循环利用交易平台进行废旧物资网上竞价拍卖处置。

铁塔：中国铁塔集团发文要求各省份择优选择 EBID 网上竞价云平台，进行废旧物资拍卖处置。

联通：总部牵头实现平台与集团层面业务接口在线对接。目前已成功组织江苏、上海、广东、辽宁、吉林、天津、山西、内蒙古、安徽、贵州等省废旧物资拍卖会。

5.3 EBID 网上竞价云平台的年成交总数与成交金额

拍卖年成交总数以 2017 年为例，举办拍卖会 400 多场，平台每月举行拍卖会超 50 场，覆盖全国 20 多个省份，如图 7 所示。拍卖成交金额逐年递增，目前已超过 20 亿元，累计拍卖退网设备超 100 亿元，如图 8 所示。



地区	总数	电缆	电池及综合类
新疆	8944.00	96.61%	3.39%
江苏	103674.18	93.47%	6.53%
安徽	6453.13	78.01%	21.99%
广西	5288.50	90.00%	10.00%
黑龙江	740.00	0.00%	100.00%
海南	1626.00	59.51%	40.49%
湖北	15698.50	96.82%	3.18%
宁夏	5356.00	97.34%	2.66%
江西	10396.00	95.74%	4.26%
上海	7562.85	60.10%	39.90%
湖南	3457.00	82.64%	17.36%
浙江	48685.00	91.53%	8.47%
云南	1874.00	100.00%	0.00%
陕西	3588.00	100.00%	0.00%
西藏	90.00	0.00%	100.00%
四川	1897.00	0.00%	100.00%
山西	374.00	0.00%	100.00%
广东	12.87	0.00%	100.00%
贵州	54.13	0.00%	100.00%
天津	3.09	0.00%	100.00%

图 7 拍卖成交总数统计



图 8 平台交易年成交额增长示意图

5.4 取得的效益

规模效益明显：通过退网设备集中处置，形成规模效益，价值提升明显，避免同类退网物资处置过于分散，因量小而

无法价值最大化。

绩效提升明显：平均溢价水平电缆 5%-15%；蓄电池 10%-20%；铁塔类 20%-30%；其他综合类 60%；最高溢价率

（下转第 65 页）

数据中心后备冷源蓄冷节能运用的实践

姜宁

中国移动江苏公司南京分公司

摘要: 本文利用电力供应优惠期(谷段或平段),通过蓄冷罐系统蓄冷来实现制冷系统电力负荷的削峰填谷。在数据机房投运前期,冷量需求低、轻负载运行时,通过蓄冷罐系统进行充冷、放冷来节约能源,避免冷机低效/不稳定(喘振)运行,同时节约一定费用。

关键词: 蓄冷罐; 节能运行

0 引言

目前,4G技术已经全面普及,并逐步向5G技术过渡,随之而来的是数据中心大规模的建设。众所周知,数据中心具有高能耗的特点,而数据中心的耗能主要由信息设备、空调系统、电源系统及其他功能配套系统四部分组成。在传统数据中心运行中,空调系统能耗约占数据中心总能耗的40%,所以随着空调技术日益更新,降低数据中心能耗,打造绿色节能数据中心已逐渐从设想变为现实。目前,越来越多的数据中心在建设时放弃传统的直膨式风冷机房空调,采用水冷机房空调或间接蒸发冷机房空调,以追求更低的PUE值。

另一方面,随着社会经济的发展,人们对于电力的需求越来越大,电力供应矛盾愈加突出。2010年11月,发展改革委、电监会等六部委联合印发《电力需求侧管理办法》,针对电力需求侧提出了十六项定性或定量的管理和激励措施,其中提到“将推动并完善峰谷电价制度,鼓励低谷蓄能”等内容,

并于2011年1月1日起实施。那么,如果数据中心空调系统可以充分利用谷电运行,在降低数据中心能耗同时,还可以大幅度减少数据中心的运行费用。所以本文以南京市溧水区某数据中心空调系统实践情况为例,进行后备冷源蓄冷系统节能运用的分析。

1 后备冷源蓄冷节能运用分析

大型数据中心大多选用承压水罐作为灾备的应急冷源,为了更好的提高数据中心中央空调的能效比,充分利用现有的设备(或者新增部分设备),通过制定合理的水蓄冷运行策略,改变原有的运行模式,利用现有的峰谷的电价差,降低系统能耗,提高系统的综合COP值,具有现实意义。一般而言,数据中心的设备负荷加载是个渐进过程,数据中心运行初期,蓄冷系统完全可以考虑用于节能运行,其运行模式为“谷段及平段电价时蓄冷,峰段电价时放冷”,模式如图1所示。



图1 蓄冷系统运行模式

以江苏移动某数据中心机房楼为例,该机房楼位于南京市溧水区,其中一期工程建筑面积10000平方米,地上五层,其中首层主要作机电设备用房,二层机房备用,三至五层作数据机房使用。冷冻水机组选用六台自然冷源风冷螺杆冷水机组,冷水机组安装在楼顶天面。为防止市政电网断电影响数据机房正常运行,机房选用1个60m³蓄冷罐作为后备冷源。具体设备参数详见表一。

1.1 实际运行与分析

自2016年起,工作人员开始对蓄冷罐进行有效利用,以减少系统的运行费用,对该运用模式的节能性进行了探索。

蓄冷罐放冷初始温度为7℃,经过长时间节能运行测试得出终止温度为14℃,机房温度未有明显波动,比热容取4.187,那么蓄冷及放冷冷量为:

$$Q=CM\Delta T$$

$$=60*1000*4.187*7=1758540\text{kg}=488.48\text{kwh}$$

其中,C是比热容;M是物质质量; ΔT 是进出水温差。现有的设备情况如表1所示。

表 1 设备情况

名称	参数	蓄（放）冷时间
风冷冷水机组	功率：344kw 制冷量 1050kw	27.91min
冷冻水泵	功率：30kw，扬程 32m，流量 220 m ³ /h	27.91min
应急循环水泵	功率：11kw，扬程 8m，流量 300 m ³ /h	39.08min
应急蓄水罐	有效容积为 60m ³	—

2016年南京市峰谷电价政策如表2。

表 2 南京市峰谷电价

时段	时间	电价 /kWh
谷时段	0:00~8:00	0.22 元
平时段	12:00~17:00 21:00~24:00	0.67 元
峰时段	8:00~12:00 17:00~21:00	1.22 元

设备及耗电情况如表3。

表 3 设备及耗电情况

设备	功率 (kw)	耗电 (kwh)	峰段电费 (元)	平段电费 (元)	谷段电费 (元)
主机	344	160.02	195.22	107.21	35.2
冷冻水泵	30	13.96	17.03	9.35	3.07
放冷泵	11	7.16	8.74	4.8	1.58

蓄冷节能运行的具体操作流程为晚间低谷电价 0:00~8:00 期间运行 27.91 分钟蓄冷；8:00~12:00 期间运行 39.08 分钟放冷；12:00~17:00 电价为平段时运行 27.91 分钟进行蓄冷；晚间 17:00~21:00 期间运行 39.08 分钟放冷。

(1) 蓄冷节能运行费用为一次谷段蓄冷、一次平段蓄冷和两次峰段放冷运行费用之和：谷（主机 + 冷冻泵）+ 平（主机 + 冷冻泵）+ 峰（放冷泵 + 放冷泵）

$(35.2 \text{ 元} + 3.07 \text{ 元}) + (107.21 \text{ 元} + 9.35 \text{ 元}) + 8.74 \text{ 元} + 8.74 \text{ 元} = 172.31 \text{ 元}$

(2) 常规工况运行费用相当于两次峰段蓄冷费用之和，为：
峰（主机 + 冷冻泵）*2

$(195.22 \text{ 元} + 17.03 \text{ 元}) * 2 = 424.5 \text{ 元}$

(3) 蓄冷节能运行模式下节省的运行费用为：
 $424.5 \text{ 元} - 172.31 \text{ 元} = 252.19 \text{ 元}$

(4) 年蓄冷节能运行模式下节省的运行费用为：
 $252.19 \text{ 元} / \text{天} * 365 \text{ 天} = 92049.35 \text{ 元}$ 。

为实现蓄冷时停止一套主机运行的功能，在系统中还需增加一套阀门，如图 2 所示。



图 2 主机系统图

如上文所述,由于蓄冷水罐容积比较小,每天蓄冷放冷时间仅有 27.91 分钟 $\times 2=55.82$ 分钟,虽然每天放冷 2 次,利用低谷电、平段电进行蓄冷,但是每年节省的运行费用并不多。所以要节约更多费用,需要考虑增加蓄冷罐。

1.2 增加蓄冷水罐的可行性分析

考虑到数据中心需要安全可靠的运行,数据中心冷冻水主机多为冗余设计,按照现有备用冷机的蓄冷能力条件,如果要采用水蓄冷系统移峰填谷的功能,减少系统的运行费用,那么就需加大蓄冷水罐的容积。根据目前系统的情况,有一台 1050KW 备用机组可改造成水蓄冷系统,那么蓄冷水罐的容积如表 4 所示。

表 4 蓄冷水罐容积

序号	项目	单位	计算公式	取值或计算值	备注
A	主机制冷量	kw	额定制冷量	1050	单台主机
B	低谷蓄冷时间	h	/	8	/
C	最大蓄冷量	kwh	$C=A \times B$	8400	总蓄冷量
E	水池蓄冷终了温度	$^{\circ}\text{C}$	/	7	/
F	水池放冷终了温度	$^{\circ}\text{C}$	/	14	/
G	蓄冷温差	$^{\circ}\text{C}$	$G=F-E$	7	/
H	蓄冷水池有效容积	m^3	$H=C \times 0.86 \div G$	1032	/
I	蓄放冷完善度计算值		/	95%	有效利用系数
J	蓄冷水槽名义容积	m^3	$J=H \div I$	1086	选用 450 m^3 和 650 m^3 各一个
K	钢制蓄冷罐尺寸	m^3	根据实际情况设计	1100	

蓄冷水罐增容后运行的具体操作流程为低谷电价 0:00~8:00 期间运行 8 小时,向两个蓄冷水罐同时蓄冷; 8:00~12:00 期间运行 4 小时放冷; 12:00~17:00 平段电价运行 5 小时,向 650 m^3 蓄冷水罐进行蓄冷; 晚间 17:00~21:00 期间运

行 4 小时放冷。

蓄冷节能运行费用为一次谷底蓄冷、一次平段蓄冷和两次峰段放冷运行费用之和,即:

$$(344+30) \times 8 \times 0.22 \text{ 元} + (344+30) \times 5 \times 0.67 \text{ 元} + 11 \times 18.2 \times 1.22 \text{ 元} = 2155.38 \text{ 元}$$

部分时段需启用两台防冷泵,加快放冷。常规工况运行费用相当于两次峰段蓄冷费用之和,即:

$$(344+30) \times 13 \times 1.22 \text{ 元} = 5931.64 \text{ 元}$$

蓄冷节能运行模式下节省的运行费用为:

$$5931.64 \text{ 元} - 2155.38 \text{ 元} = 3776.26 \text{ 元}$$

年蓄冷节能运行模式下节省的运行费用为:

$$3776.26 \text{ 元} \times 365 \approx 137.83 \text{ 万元}$$

根据目前数据机房运行现状分析,数据机房的负载总是逐步增加的,如采用常规工况,难免出现大马拉小车的情况,造成更大的能源浪费,运行费用也会更加高昂。若蓄冷罐增容,则可在全天使用谷、平段电价运行制冷系统,实现 1500 m^3 机房的供冷需求。

2 结论

本文对数据中心机房空调后备冷源蓄冷节能运用进行了分析,对其使用特点和可行性进行了归纳和总结,整理出一

套切实可行的降低空调运行费用的方式方法。同时对南京移动某数据中心机房楼空调系统进行了改造分析,对空调系统节能改造进行了实践及推论。

经过对江苏移动南京分公司数据中心机房楼空调系统运行的实例分析,可以看出空调系统蓄冷节能运行,可大大降低运行费用,特别是投运前期(负荷轻时),具有良好的经济效益,同时对国家电网电力资源峰、谷平衡做出了贡献,体现了良好的社会价值。本文在对数据中心冷冻水空调运行提供参考的同时,希望对该节能运行模式进行交流与探讨,特别是在放冷时,有二次泵系统,在运行中涉及频率、循环流量(蓄冷罐放冷流量),以及如何控制放冷时小于正常运行流量等问题。

以不降低制冷系统安全可靠为原则,以节能降耗为目的,数据中心配置蓄冷系统,是目前积极探讨并推广的最佳节能运行模式之一。

(收稿日期: 2019-09-02;

技术审核: 李晓红; 责任编辑: 王玉)

经济效果评价在运营商 IDC 建设投资决策中的应用

陈珏全 杨璇 吴杰明

江苏移动信息系统集成有限公司

摘要: 本文基于某运营商 IDC 数据中心改造项目,以测算投资回收期为基准,提出应用增量投资回收期等互斥方案评估项目全寿命周期的盈利能力,为投资决策提供多维度且更科学的决策依据。

关键词: 工程经济;效果评价;IDC 建设;投资决策

0 引言

随着“互联网+”的不断深化,云计算、大数据、物联网等技术广泛应用,5G、人工智能日趋成熟,越来越多的政府机构、企业改变了传统自建 IT 基础设施的观念,纷纷往“云”上迁移,由此带来了 IDC 数据中心需求的爆发式增长。中国电信、中国移动和中国联通三大运营商为应对市场需求,均积极投资开展了 IDC 数据中心的建设。

运营商的投资决策关系到国有资产的保值增值,更依赖于投资收益、风险评估等综合评价。本文拟将工程经济评价中常用的经济效果评价内容和指标体系应用到运营商 IDC 数据中心建设的决策分析中,通过多指标、多方法、全周期的评价,在既有投资回收期单一指标测算的基础上增加多个评价维度,以提高投资决策的科学化水平,落实投资精细化管理的目标。

1 经济效果评价的内容和主要方法

经济效果评价是指对评价方案计算期内各种有关技术经济因素等数据进行调查、分析、预测,对方案的经济效果进行计算、评价,通过分析比较各方案的优劣,确定最佳方案的过程。从定义中可以看出,经济效果评价包含两个递进的层次含义:一是对单一方案进行分析和评价,确定方案是否可行;二是对多方案的优劣进行对比分析,遴选最优方案。

投资方案经济效果评价的内容主要包括盈利能力分析、偿债能力分析、财务生存能力分析和抗风险能力评价。其中盈利能力分析是指项目建成投产后的盈利能力和盈利水平;偿债能力分析是指偿还各类债务资金的能力;财务生存能力是指能否形成足够的现金流以维持项目的持续运营;抗风险能力是指项目建成后是否具备足够的抵抗项目正常运营的潜

在风险能力和水平。

当前主要运营商均拥有充足的现金流,在各类项目投资建设中直接使用自有资金而不使用债务资金,因此,偿债能力分析、财务生存能力分析以及抗风险能力分析在运营商项目建设过程中运用不多。运营商目前最关注的是项目建成后的投资回收情况。

结合经济效果评价的定义和内容,以及运营商关注的项目投资回收情况,IDC 数据中心建设的经济效果评价主要围绕方案可行性分析和方案遴选两方面进行。

2 IDC 建设项目经济效果评价实例

本文结合江苏地区某运营商近期开展的某 IDC 数据中心改造工程实际情况,基于上述经济效果评价内容和方法,分析论证改造方案的可行性,并优选改造方案。

2.1 拟改造 IDC 数据中心现状

拟改造 IDC 数据中心(以下简称 IDC-S)为该运营商所属的在营数据中心。因该数据中心关键基础设施逐步进入替换期,因此计划开展整体改造,实现设备更新和数据中心的提档升级。

2.2 改造方案初步设计

通常 IDC 建设项目涉及建筑安装、市电引入、暖通系统、给排水工程、动力电源、消防、电气照明、传输管线等多个专业。因 IDC-S 数据中心为在营状态,为尽可能减少对业务运营的影响,改造方案设计时按照尽可能减少基建工程的原则进行。

综合考虑市场需求,结合 IDC-S 的外市电容量、现有空调、电源以及负荷情况,项目针对可改造区域制定了两套设计方案。主要区别在制冷方案的选择,方案一采用风冷空调,

方案二采用水冷空调。

所示。

经初步测算，两种方案所需投资以及新增机架数如表 1

表 1 两种方案投资测算表

投资构成	方案一（风冷空调）	方案二（水冷空调）
建筑工程投资（万元）	1,633.00	1,633.00
大小机电配套投资（万元）	1,704.00	1,704.00
大机电配套投资（万元）	-	2,850.00
小机电配套投资（万元）	3,579.00	3,579.00
新增机架数（个）	710	710
单机架投入（万元）	9.74	13.75

2.3 方案经济效果评价

首先对两个方案各自的可行性进行分析测算，如均可行，则需按照互斥方案开展方案对比分析，优选可行性更高的方案。

2.3.1 单独评价——可行性分析

方案一采用风冷空调，先期一次性投资 6916 万元；方案二采用水冷空调，先期一次性投资 9766 万元。

结合市场价格数据，预计 3KW 机架年租金为 6 万元，5KW 机架年租金为 7.92 万元，IDC-S 机房的 3KW 和 5KW 机架的综合单机架年租金约 6.5 万元。同时，结合既有运维数据测算，采用风冷空调的机架的年运维成本为 3.32 万元，采用

水冷空调的机架年运维成本为 2.80 万元。按上述租金和运维成本数据，分别测算两种改造方案的项目投资回收期。

投资回收期测算是工程经济效果评价中最基本也是最简单的一种效果评价方法，它主要分析项目收回初始投资并获取收益的能力。按照是否考虑资金的时间价值，投资回收期又分为动态回收期 and 静态回收期。

(1) 静态投资回收期——不考虑资金的时间价值

在测算项目的静态投资回收期时，项目建成后各年的净收益是关键指标。

如各年净收益均相同，则用公式 1 算出回收期：

$$P_t = \frac{TI}{A} \quad \text{公式 1}$$

如项目建成投产后各年的净收益不相同，则用公式 2 进行计算。

$$P_t = (\text{累计净现金流量出现正值的年份数} - 1) + \frac{\text{上一年累计净现金流量的绝对值}}{\text{出现正值年份的净现金流量}} \quad \text{公式 2}$$

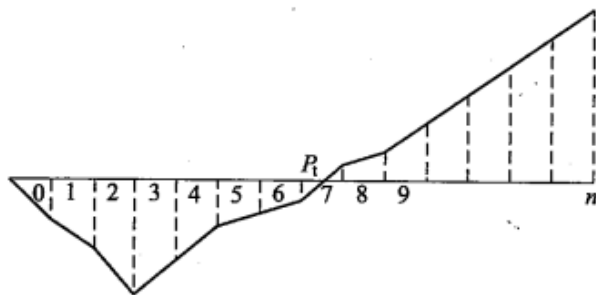


图 1 投资回收期测算原理示意图

(2) 动态投资回收期——考虑资金的时间价值

在静态回收期计算的原理基础上，同时考虑资金的时间价值，运用折现、等值等方法，按照一定的贴现率（折现率）进行测算，计算得到项目的动态投资回收期。

同时，因 IDC 数据中心改造完成后不可能直接实现全部销

售，需要在一定的销售周期后才能达到设计的满负荷运行状态，也就是机架全部销售完毕。因此，在进行测算时，按照 8% 的贴现率并设定改造完成后第一年对外销售 60%，第二年对外销售 90%，第三年达到 100%。

据此进行测算，动态回收期和静态回收期的结果如表 2 所示。

表 2 两种方案投资回收期测算表

收入及投资回收期	方案一（风冷空调）	方案二（水冷空调）
单机架年租金收入（万元）	6.50	6.50
单机架投入（万元）	9.74	13.75
单机架年运维成本（万元）	3.32	2.80
动态回收期（年）	4.0	4.7
静态回收期（年）	3.1	3.7

从投资回收期看，两个方案均可在正常的生命周期内收回项目改造投资。但方案一的动态回收期是 4.0 年，小于方案二的 4.7 年，所以，从投资回收期的角度看方案一为最优方案。

但投资回收期的测算没有全面考虑整个 IDC 数据中心正常运营期内的现金流量，只是间接考虑投资回收之前的效果，不能反映投资回收之后 IDC-S 的运营和盈利情况。

因此，单纯从投资回收期的角度选择方案一存在一定缺陷，而这正是当前运营商进行投资决策上存在的最主要的问题，即重点关注投资是否能够按期收回，忽视了投资回收之后项目持续运营所带来的收益规模。同时，IDC-S 改造完成后，销售情况也是基于当前市场的预估，真实的销售状况可能受到市场需求、竞争态势、政策因素、技术迭代等多种因素的影响，这会对真实的收入测算带来负面影响。所以，采用投资回收期进行经济效果评价时存在的一个不容忽视的缺陷，因此，需要进行多方案经济效果的对比分析，通过多维度评定，才能更为科学准确地辅助决策。

2.3.2 互斥评价——遴选方案

所谓互斥评价，是指虽然建设项目有多个设计方案可供选择，但最终建设时只选择其一进行实施。对于 IDC-S 改造项目，必须在方案一（风冷空调）和方案二（水冷空调）中作出选择，不能同时兼顾两个方案。

互斥型方案经济效果评价通常分为两个步骤。一是考察各个方案自身的经济效果，即进行绝对（经济）效果检验；二是考察方案的相对最优性，称为相对（经济）效果检验。上节已对 IDC-S 改造项目的两个方案进行过绝对效果检验，结论表明两个方案在绝对经济效果的评价上均可行。

工程经济评价中，互斥方案静态分析常采用增量投资收益率、增量投资回收期、年折算费用、综合总费用等评价方法进行评价。其中增量投资收益率和增量投资回收期的测算原理是一致的；年折算费用和综合总费用的测算原理是一致的。本文分别选用增量投资收益率和年折算费用进行测算。

（1）应用增量投资收益率评价

增量投资收益率的测算公式如下：

$$\text{增量投资收益率 } R_{(2-1)} = \frac{\text{甲方案的年经营成本 } C_1 - \text{乙方案的年经营成本 } C_2}{\text{乙方案的投资额 } I_2 - \text{甲方案的投资额 } I_1} \times 100\% \quad \text{公式 3}$$

当增量投资收益率 > 基准收益率，投资额大的方案可行；反之投资额小的方案可行。

方案一年经营成本为单机架 3.32 万元，710 个机架的年经营成本为 2357.2 万元；方案二年经营成本为单机架 2.80 万

元，710 个机架的年经营成本共计 1988 万元。方案一的投资额为 6916 万元，方案二的投资额为 9766 万元。套入公式（公式 3），计算可计算得到：

$$R_{(2-1)} = \frac{2357.2 - 1988}{9766 - 6916} \times 100\% = 12.95\% \quad \text{公式 4}$$

因基准收益率设定为 8%，增量投资收益率为 12.95%，大于基准收益率，因此，通过增量投资收益率进行互斥方案进行评价，应优选方案二开展项目建设。

（2）应用年折算费用评价

项目年折算费用的测算公式见公式 5，年折算费用最小的方案为最优方案。

$$\begin{aligned} \text{方案的年折算费用 } Z_j &= \frac{\text{方案的总投资额 } I_j}{\text{基准投资回收期 } P_e} + \text{方案的年经营成本 } C_j \\ &= \text{方案的总投资额 } I_j \times \text{基准收益率 } i_c + \text{方案的年经营成本 } C_j \end{aligned} \quad \text{公式 5}$$

将方案一和方案二的投资额和年经营成本数据套入公式，可知，方案一年折算费用为 2910.48 万元，方案二年折算费用 2769.28 万元。方案一的年折算费用大于方案二，从年折算费用评价维度上来看，应优选方案二。

2.4 方案选择建议

单纯从投资回收期的角度看，因方案一（风冷空调）的回收期较方案二（水冷空调）的回收期短 0.7 年，应选择方案一（风冷空调）。投资回收期指标容易理解，计算也比较简便，投资回收期的长短在一定程度上显示了运营商投入资本的周转速度。显然，周转速度愈快，回收期愈短，风险愈小，盈利愈多。这对于资金相对短缺或未来的情况很难预测的项目是特别有用的。

但通过开展互斥方案评价，将评价焦点从投资回收放大到回收投资并获益，而且将评价周期从投资回收周期扩大到项目正常运营的全寿命周期来看，增量投资收益率和年折算费用两个测算维度均是方案二优于方案一。

IDC-S 项目属于运营商投资的生产经营性项目，考虑到运营商现阶段现金流相对充裕，在确保投资回收无风险的前提下，可以重点关注所投项目正常经营所带来的回报。因此，本文建议投资决策时应更注重项目整个生命周期内的盈利。也就是说，应用工程经济效果评价的相关方法进行评价后，

建议决策者选择方案二开展项目建设。

3 结束语

IDC 市场竞争日趋激烈，无论是三大运营商还是大型互联网企业，均在全力推动 IDC 业务的发展。IDC 数据中心作为典型的资本密集型项目，对运营商投资决策的正确性和科学合理性提出了很高的要求。

当前主要运营商在项目投资决策上通过设定一个通用的收益率（贴现率、折现率）并粗略预测项目运营期内的各年收入，这种方法存在一定不足。一是选取的通用收益率不能准确地反应项目所处行业的平均收益水平；二是运营期内的收入基于预测，没有科学预测市场需求变化等因素带来的潜在风险；三是投资回收期和净现值指标仅关注投资回收期的长短，对投资回收后的运营收益未做测算，不能真实反应项目全生命周期内的盈利水平。

本文探索了将增量投资收益率和年折算费用评价方法应用到 IDC-S 项目的两个可选方案中，并得出结论，力图为 IDC-S 项目的投资决策提供更为科学合理的决策依据。

（收稿日期：2019-9-11；

技术审核：黄卫东；责任编辑：王玉）

（上接第 58 页）

达 300%。

效率提升明显：平台操作每个项目仅需 7 天时间，降低了仓储占用成本与管理成本。

5.5 客户满意度

委托人满意：平台为委托人提供管理经验分享、项目咨询、方案设计、材料准备、寻找买家等全过程服务，流程规范、价格满意、节省工作量。平台在全国信息通信行业具有很高的品牌知名度，每月至少有 2 到 3 个省份的通信企业加入平台，运作退网设备处置。

回收商满意：操作规范，资质审查、手续办理、材料准备一次性完成；平台主动提供信息推送、协调看样和咨询服务；回收商项目信息获取成本低、参与激情高；平台有 600 多家高级会员，长期关注平台的拍卖会。

6 结束语

本文首先介绍了 EBID 网上竞价云平台的由来，分析了平台在通信退网设备绿色回收处置流程中的作用。接着介绍了平台服务内容，详细分析了拍卖门户网站系统、网上竞价系统、退网设备信息管理系统的组成、功能模块、系统架构、网上竞价规则、主要界面。最后介绍平台应用成果，通过实践证明 EBID 网上竞价云平台在通信退网设备绿色回收处置中起到不可或缺的作用，有助于供方与回收企业之间进行透明、公平的交易，提高交易效率，防范价值流失和环境污染，更好地促进资源循环利用，以实现建设资源节约型、环境友好型社会的初心。

（收稿日期：2019-10-23；

技术审稿：张伟；责任编辑：王玉）

江苏省信息通信产业的影响因素研究

姚龚平 夏婷婷 黄志华 娄欢

中通服咨询设计研究院有限公司

摘要: 5G 时代来临, 通信技术不断精进, 江苏省 ICT (Information Communication Technology, 信息通信技术) 行业持续发展。本文在探索江苏省 ICT 技术发展影响因素的过程中, 通过建立 VAR 模型, 对江苏省通信技术的影响因素进行了分析, 证明了教育、科技和对外开放程度三个指标都对江苏省通信技术发展起到了推动作用。在此背景下, 本文进一步给出了促进 ICT 发展的对策和建议。

关键词: ICT; VAR 模型; 动态效应

0 引言

2019 年 6 月 6 日上午, 工信部正式发放 5G 商用牌照, 标志着我国正式进入 5G 时代。在 5G 技术投入商用的背后, 是通信和信息技术不断发展的量变引起的通信方式迭代的质变。

江苏省信息化建设一直走在全国前列。2017 年中国信息通信研究院发布了《衡量信息社会——中国分省 ICT 发展指数 (IDI) 排名及分析》研究报告。其对我国 31 个省的 IDI (ICT Development Index, 信息通信技术发展指数) 进行了测算, 江苏省 IDI 指数位列前五, 与国际主要城市相比, 我省的 IDI 指数也处于领先水平。ICT 蓬勃发展的背后, 是江苏省科技、教育、经济等综合实力共同作用的结果。关于 ICT 发展水平与各评价指标的关系, 学术界也有很多研究。郭美晨利用增长核算模型, 研究证明了 ICT 发展对经济发展的促进关系; 林少章通过研究 ICT 的现状与出口绩效的关系, 证明了 ICT 发展与企业绩效的正向联系; 金春华通过研究 ICT、经济 and 环境的多元关系, 认为三者可以组成一个相互促进的系统, 协同发展。

现有研究大多聚焦在 ICT 与经济发展的关系之间, 并且只研究了 ICT 对某一指标的单向关系。实际上多产业的影响往往是双向的, 其余领域的发展情况也会对 ICT 的发展产生影响。因此, 本文聚焦江苏省通信信息技术的影响因素, 探究 ICT 发展的深层原因, 从教育、科技以及对外开放三方面展开研究, 分析 ICT 与三者的影响关系, 并提出对策和建议。

1 实证分析

1.1 研究方法

利用 VAR (vector auto-regression 向量自回归) 模型进行

定量分析来看, 模型用所有自变量滞后值组成的函数来解释每一个自变量, 适合于分析多因素影响和双向因果关系, 避免了多元线性回归的独立性问题。模型可以准确地刻画出多因素的长期影响关系, 通过分析时间序列的趋势, 指导和预测未来的动态走势。VAR 模型的基本形式定义为:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + A_p y_{t-p} + B X_t + \mu_t$$

y_t 为内生变量, X_t 为外生变量, p 为滞后阶数, μ_t 为误差向量。

1.2 数据来源和选取

本文主要研究教育、科技以及对外开放程度对 ICT 的影响关系, 所以用大学及以上学历人数占总人数的比例 (edu) 来刻画教育水平, 用高新技术产值 (tec) 来刻画科技水平, 用进出口总额 (iae) 来刻画对外开放水平, 用信息化发展总指数 (idi) 来刻画 ICT 水平。数据均采集自《中国统计年鉴》和《江苏统计年鉴》中 2002 年 -2017 年的年度数据。

1.3 模型设定

在 VAR 模型中, 为了消除变量的异方差性, 对高等教育比例、高新技术产值、进出口总额、信息化发展指数做对数处理, 分别记做 $\ln edu$ 、 $\ln tec$ 、 $\ln iae$ 、 $\ln idi$ 。这样就将对三个领域和 ICT 相互影响关系的研究, 转化为对四个对数化指标的研究, 如表 1 所示。

表 1 模型中变量的选取

领域	指标	符号
教育	高等教育比例	edu
科技	高新技术产值	tec
对外贸易	进出口总额	iae
ICT	信息化发展指数	idi

1.4 模型拟合分析

1.4.1 单位根检验

VAR 模型是平稳序列建模技术，建立的前提是各变量的平稳，或者各变量在差分后平稳。为避免出现伪回归现象，一定要对各变量进行平稳性检验。本文采用 ADF 检验法分

别对 lnedu、Intec、lniae 和 lnidi 进行单位根检验，结果如表 2 所示。

表 2 单位根检验结果

指标	ADF 值	临界值 (5%)	概率值	平稳性
lnedu	-4.0352	-3.1199	0.0104	平稳
Intec	-4.4834	-3.081	0.0038	平稳
lniae	-5.7927	-3.081	0.0004	平稳
lnidi	-3.7355	-3.081	0.0152	平稳

由上表可以看出，四个变量在 5% 显著性水平下均通过了 ADF 检验，都为平稳时间序列。

1.4.2 滞后阶数的确定

接着建立四个变量的 VAR 模型，为保证模型能够较为

准确地反映各变量的动态关系，滞后期的确定尤为重要。滞后期的选择影响到解释和预测变量长期关系的准确度，其选择的不同对分析总结也有很大影响。通过多次调整和检验，滞后期的选择结果如表 3 所示。

表 3 滞后阶数测定结果

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	57.48975	NA	5.65E-09	-7.64139	-7.45881	-7.6583
1	108.1631	65.15150*	4.54e-11*	-12.5947	-11.68180*	-12.6792
2	126.6158	13.18047	7.34E-11	-12.94511*	-11.3018	-13.09723*

通过观察发现，在滞后期为 1 时，LR、FPE 和 SC 三个检测标准的后面都带有“*”，是多个滞后期选项中“*”最多的，故确定滞后期为 1。

1.4.3 变量外生性检验

此目的在于检验模型中变量的滞后值对被解释变量是否存在显著性影响。这里采用格兰杰因果检验的方法，考察 lnedu、Intec、lniae 对 lnidi 的预测效果，结果如表 4 所示。

表 4 格兰杰因果检验结果

	F-Statistic	Prob.	是否接受原假设
lnidi 不是 Intec 的格兰杰原因	0.00034	0.9856	接受
Intec 不是 lnidi 的格兰杰原因	13.7068	0.003	拒绝
lniae 不是 lnidi 的格兰杰原因	4.57106	0.0538	拒绝
lnidi 不是 lniae 的格兰杰原因	0.72977	0.4097	接受
lnedu 不是 lnidi 的格兰杰原因	2.1464	0.1686	接受
lnidi 不是 lnedu 的格兰杰原因	10.8278	0.0065	拒绝

由上表可以看出：

- (1) lnidi 不是 Intec 的格兰杰原因，说明 ICT 的发展对科技无影响；
- (2) Intec 是 lnidi 的单向格兰杰原因，说明科技进步对 ICT 发展有影响；
- (3) lniae 是 lnidi 的单向格兰杰原因，说明对外开放水平对 ICT 发展有影响；
- (4) lnidi 不是 lniae 的格兰杰原因，说明 ICT 发展对对外开放水平无影响；

(5) lnedu 不是 lnidi 的格兰杰原因，说明教育水平对 ICT 发展无影响；

(6) lnidi 是 lnedu 的格兰杰原因，说明 ICT 发展对教育水平有影响。

1.4.4 模型稳定性分析

在模型初步建立之后，需要对模型的稳定性进行进一步检验，VAR 模型的特征根如图 1 所示。可以看出所有特征根都落在单位圆内，说明模型具有一定的稳定性。

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial

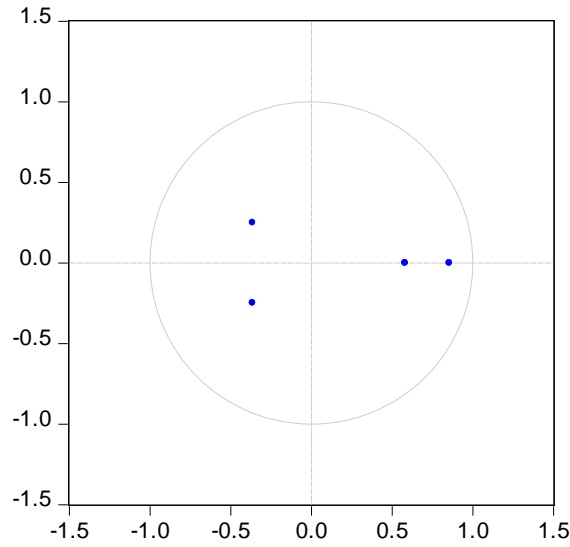


图 1 VAR 模型单位根检验

1.4.5 脉冲响应分析

下面利用脉冲响应分析来描绘 lnedu、ln tec、lniae 和 lnidi 的双向影响关系。如图 2 所示，左侧三幅图分析了面对

lnedu、ln tec、lniae 的冲击下，lnidi 的响应情况；右侧三幅图分析了面对 lnidi 的冲击，lnedu、ln tec、lniae 三个变量的响应情况。

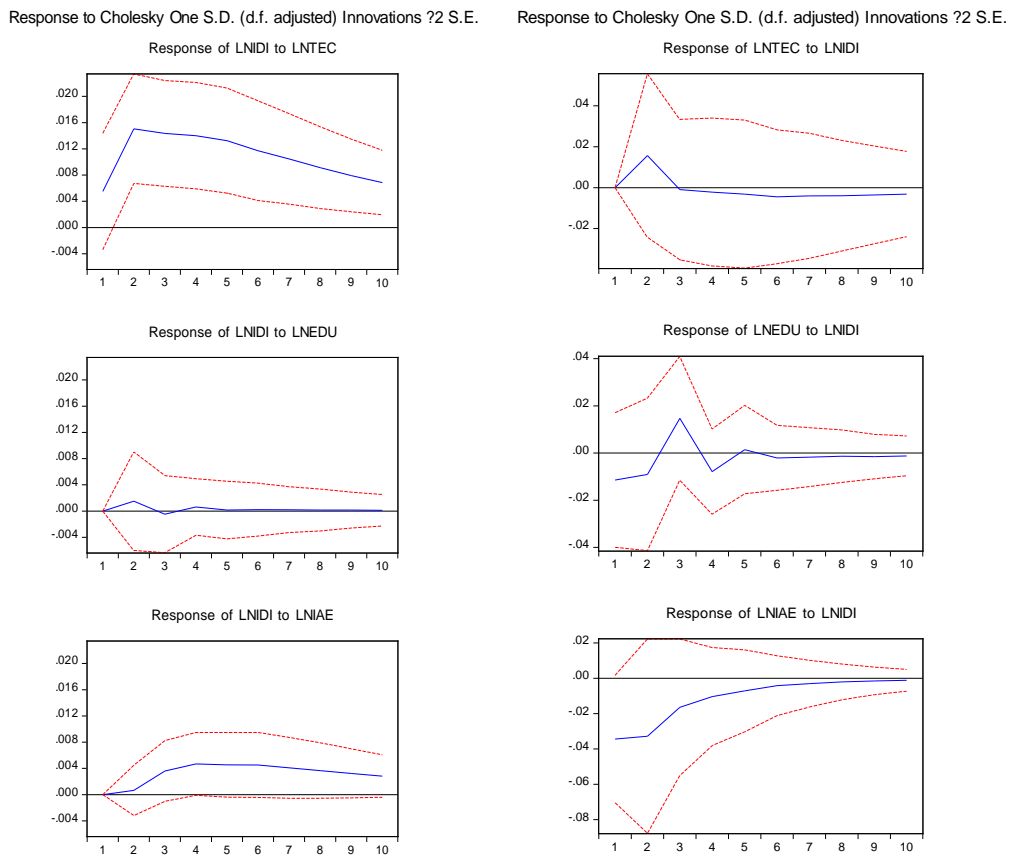


图 2 脉冲响应分析

左一图为 Inidi 对 Intec 冲击的响应情况。可以看出第一期 Inidi 对冲击的响应为负，第二期达到正向冲击的最大值 0.0151，接下来正向响应程度逐步放缓。

左二图为 Inidi 对 Inedu 冲击的响应情况。第一期到第五期 Inidi 对冲击的响应在 0 附近上下震荡，从第六期开始冲击响应无限接近于 0。

左三图为 Inidi 对 Iniae 冲击的响应情况。响应从 0 开始，在第四期到第六期到达最大值，接下来放缓，慢慢向 0 趋近，总体上都为正向冲击。

右一图为 Intec 对 Inidi 冲击的响应情况。Inidi 在第二期受到最大的正向冲击影响，到达了 0.018；接着在第三期受到冲击的响应为 0；接下来一直受到 Intec 的轻微负向冲击。从第二期到第十期的总体冲击影响接近于 0。

右二图为 Inedu 对 Inidi 冲击的响应情况。从第一期到第二期，Inidi 受到 inedu 的负向冲击；第三期到达了正向冲击的最大值 0.01；第四期到第六期 inidi 受到 intec 的冲击在 0 附近上下震荡；第七期开始趋向于平稳并接近于 0。

右三图为 Iniae 对 Inidi 冲击的响应情况。冲击的影响一直为负，但渐渐趋向于 0，从长远来看，Iniae 可能会慢慢对 Inidi 产生正向的冲击。

总体而言，教育、科技、对外开放水平的提高对 ICT 的发展都有提振作用，ICT 的发展对这三方面的影响则不是很明显。

1.4.6 方差分解分析

为了解各个变量对 Inidi 解释程度，采用方差分解分析，考察 Inedu、Intec、Iniae 对 Inidi 的解释程度，分析结果如表 5。

表 5 方差分析结果

Period	S.E.	LNTEC	LNIDI	LNIAE	LNEDU
1	0.08033	9.741608	90.25839	0	0
2	0.106447	47.04939	52.46278	0.075664	0.412165
3	0.128132	60.00152	37.94517	1.733105	0.320207
4	0.143829	66.55683	29.59295	3.561578	0.288643
5	0.15536	70.32621	24.71837	4.712548	0.242873
6	0.163977	72.2655	21.83764	5.678848	0.218014
7	0.170244	73.46665	20.0091	6.322134	0.202112
8	0.174855	74.20662	18.81415	6.788184	0.191048
9	0.178226	74.6873	18.00874	7.120184	0.183778
10	0.180693	75.01128	17.45404	7.356059	0.178622

可以看出 Intec 对 Inidi 的解释程度始终很高，并且有上升的趋势，在第十期达到了 75%。Iniae 的解释程度也在不断上升，最后保持在 7% 左右。而 Inedu 对 Inidi 的解释程度则比较小，这与之前脉冲响应分析的结果相一致。

此结果说明科技水平和对外贸易水平能够很好的解释 ICT 发展水平，而民众的受教育水平对 ICT 的解释程度则比较低。

2 结论和建议

本文通过研究 2002 年 -2017 年的数据，建立了平稳时间序列的 VAR 模型，证明了教育、科技以及对外开放程度和 ICT 发展之间存在一定的双向因果关系。其中科技水平和对外开放水平对 ICT 的影响尤为明显。目前来看，教育对 ICT 的推动作用还存在很大的提升空间，ICT 对三者的反向作用则不是很明显。为了更好地促进 ICT 技术发展，本文给出如下对策和建议：

(1) 加大教育方面的投入

在保证义务教育推进的同时，加快覆盖高等教育。教育是一个长期过程，虽然在十期的模型中，教育对 ICT 的影响程度不高，但长远来看，教育对 ICT 的提振作用是根本性的。长期投入教育，能为 ICT 发展积蓄力量。与此同时，ICT 的发展对教育水平的提高也有正面作用，加大教育方面的投入，有助于形成产学研相互促进的正向循环。

(2) 加快产业升级

扶持高新技术产业，引导传统产业向高科技、高附加值方向发展。科技是影响 ICT 发展水平的最重要因素之一，通过高新技术产业的发展可以拉动 ICT 水平的不断提高。

(3) 扩大科技领域对外开放

对外开放水平是影响 ICT 发展的重要因素，提升对外开放水平，学习和交流国内外先进技术，是促进 ICT 快速发展的正确道路。

(收稿日期：2019-05-05；

技术审核：陈立梅；责任编辑：王玉)

《江苏通信》2020年技术业务类论文 栏目设置与征稿方向

栏目设置原则：关注趋势，聚焦热点，回应关切，系统全面，科学细分，期有重点，学术为本，亦重实践，既重基础，更重前瞻，科普园地，交流平台，服务行业，助力发展，近创精品，远创核心。

一、5G 天地（或：6G 展望）

1、5G 建设与发展：5G 网络规划与建设；5G 技术研发；5G 应用场景；5G 标准制定；5G 商用态势。

2、6G 展望：前瞻、研究与探索。

（当期重点为 5G 时，栏目用“5G 天地”。当期重点为 6G 时，栏目用“6G 展望”。）

二、无线通信

1、4G 建设：4G 技术研发；VoLTE；4G 网络规划；4G 网络建设。

2、卫星通信与导航。

3、无线网优与运维。

4、无线局域网；室内分布；WIFI。

5、无线专网：电力无线专网，政务无线专网，广电无线专网等，建设与业务应用。

6、其他无线通信：集群通信；可见光通信，等等。

三、网络技术

1、网络重构：软件定义网络（SDN）；网络功能虚拟化（NFV）。

2、核心网：多媒体子系统（IMS）研究与建设；移动核心网等研究与建设。

3、三网融合：IPTV 技术、业务与发展等。

4、网络管理：技术，研发，应用等；

5、信令网：技术、应用等。

6、业务网：技术，研发，应用等。

7、IT：架构，技术，开发，实践，应用等；

四、互联网

1、下一代互联网（IPv6）：IPv6 研究、部署与应用。

2、IP 承载网：路由器；交换机等。

3、工业互联网：工业互联网技术、应用与发展；产业互联网等。

4、互联网+

5、农业互联网

6、软件研发：技术，研发，应用等。

五、物联网

1、窄带物联网（NB-IoT）；eMTC；LoRa；

2、物联网技术、应用与发展等；

3、车联网。

六、区块链

区块链：科普，技术，研发，应用等。

七、量子通信

量子保密通信：科普，技术，研发，应用等。

八、传送网

- 1、传输基础理论：研究与发展。
- 2、传输与接入技术：OTN, N*100G, ROADM, SDON, PTN 等。GPON, EPON, 等。
- 3、管道与线路：技术研究，工程实践等。
- 4、本地宽带：城域网，本地接入网。
- 5、光纤到户：建设，实践等。

九、大数据

- 1、大数据：技术，业务，应用，发展等；
- 2、数字经济：研究与实践。

十、云计算

云计算：业务，技术，应用，发展等。

十一、数据中心

- 1、数据中心：咨询，规划，建设，运营，认证，评测等。
- 2、模块化组合式机房：咨询，规划，建设，运营等。
- 3、电信机房 DC 化。

十二、智慧城市与智慧社会

- 1、智慧城市：发展态势，总体规划，顶层设计，分项设计，系统集成，建设实践等。
- 2、智能城市：发展态势，工程设计，系统集成，建设实践等。
- 3、数字城市：发展态势，工程设计，系统集成，建设实践等。
- 4、智慧政务：研究，建设，应用等。
- 5、智慧交通；研究，建设，应用等。
- 6、智慧环保；研究，建设，应用等。
- 7、智慧旅游；研究，建设，应用等。
- 8、智慧农业；研究，建设，应用等。
- 9、智慧物流；研究，建设，应用等。
- 10、智慧水利；研究，建设，应用等。
- 11、智慧灯杆：多功能智能杆，技术、发展、工程实践等。

十三、人工智能

- 1、人工智能（AI）基础技术：算法研究、增强现实（AR）、虚拟现实（VR）、基础框架等；
- 2、人工智能行业应用：图像识别、语音识别、语义识别、无人驾驶、自动运维等；
- 3、网络人工智能；技术，研发，应用等；
- 4、机器人：技术，研发，应用等；。

十四、网信安全

- 1、网络安全：态势分析，技术研发与应用；
- 2、信息安全：态势分析，技术研发与应用；
- 3、数据安全：态势分析，技术研发与应用。
- 4、应用安全：态势分析，技术研发与应用。

十五、电源与节能

- 1、通信电源：技术与发展，工程与实践；
- 2、建筑电气：技术与发展，工程与实践；
- 3、空调与节能：技术与发展，工程与实践。
- 4、合同能源管理。
- 5、能源互联网。
- 6、智能电网：智能化；DCIM 等。

十六、铁塔与共建

- 1、铁塔建设：无线网络站址规划；一塔多用。
- 2、共建共享共维：多运营商铁塔共建共享共维；通信铁塔与电力塔共建共享；通信基础设施共建、共享、共维；信息基础设施共建、共享、共维。

十七、信息通信规划

- 1、信息通信基础设施空间规划：国土空间规划信息通信专篇；信息通信基础设施空间规划；相关研究等。
- 2、网络基础设施空间规划：网络基础设施空间规划，相关研究等。
- 3、信息通信发展规划：各层级经济与社会五年发展规划中信息通信专篇或专章；相关研究。
- 4、行业发展专项规划：部级、省级信息通信业发展规划，专题研究；区域发展规划中信息通信发展规划，专题研究。

十八、标准化

- 1、信息通信相关国家标准：研究、编制、推广等；
- 2、信息通信相关行业标准：研究、编制、推广等；
- 3、信息通信相关地方标准：研究、编制、推广等；
- 4、信息通信相关团体标准：研究、编制、推广等；

十九、咨询与智库

- 1、信息通信工程咨询：信息化工程咨询与研究；通信工程咨询与研究等。
- 2、全过程咨询：信息通信建设项目全过程工程咨询之理论、方法、实践等。
- 3、项目管理：项目总承包管理，PPP，BOT 之理论与实践等。
- 4、信息通信与法治：依法推进信息通信行业发展与管理，依法管理之理论与实践等。
- 5、人工智能社会影响：与现有法律法规一致性、社会伦理研究等；
- 6、建设环评：信息通信工程建设环境评估等。
- 7、智库：前面所列所有方面服务于党委、政府、人大、政协、运营商、服务商、设备商等政企机构之建言献策、咨询研究、立法建议等。

《江苏通信》编辑部
2020年2月6日星期四

中国通信建设第三工程局有限公司

CHINA COMMUNICATIONS CONSTRUCTION THIRD ENGINEERING BUREAU CO. LTD

关于我们

中国通信建设第三工程局有限公司创立于1950年，注册于湖北武汉，现隶属中国通信建设集团有限公司，是一家涵盖通信施工、维护、渠道、设施管理、IT应用和运营支撑服务等多个领域各大板块的信息化领域生产性服务企业。

三局是信息通信网络的主要建设者、支撑者，为信息化生活提供全面优质的服务，为各大运营商、社会各界政企客户提供通信工程信息化、智能化、智慧化的多项专业领域服务。

三局是中国最具品牌影响力的通信服务提供商之一，具有丰富的项目实施、管理经验，有着强大的网络优化及支撑能力。

三局拥有员工3000余名，注册资本1.505亿元，总资产超过10亿人民币。

三局拥有员工2909名，注册资本1.505亿元，总资产超过9亿人民币。

我们的资质

通信工程施工总承包	壹级	通信网络代维（外包）资质等级证书（综合代维专业、通信线路专业、装维专业、铁塔专业、通信基站专业）	甲级	地基基础工程专业承包	叁级
电子与智能化工程专业承包	壹级	建筑工程施工总承包	叁级	建筑机电安装工程专业承包	叁级
有线广播电视工程企业	壹级	电力工程施工总承包	叁级	城市及道路照明工程专业承包	叁级
安防工程企业设计施工维护服务能力	壹级	机电工程施工总承包	叁级	信息系统集成及服务资质证书	叁级
通信信息网络系统集成企业服务评价能力	甲级	钢结构工程专业承包	叁级	承装（修、试）电力设施许可证	四级

我们的案例

完成干线光缆敷设和设备安装31352多公里
承建“川气东送”工程、坦桑尼亚ICT光缆骨干传输网一期获国家优质工程金奖。
中国南极科学考察站卫星通信网络系统工程

中国电信湖北（国家）宽带研发中心IDC机房项目
武汉天河机场交通中心通信、信息、智能弱电工程
贵州省贵阳至瓮安高速公路机电项目

业绩与荣誉（摘要）

国家质量等级最高奖——银质奖
建筑行业最高等级奖——鲁班奖
2018-2019年度通信网络运营维护服务用户满意企业
2019年度工程建设诚信典型企业
施工、运维服务、系统集成领域AAA级信用企业
高新技术企业
2019年度局级优质工程奖41项
2018年度湖北省优质通信工程项目奖4项
2016-2017年度武汉市守合同重信用企业
2017年度全国优秀施工企业



地址：湖北省武汉市汉口解放大道784号 邮编：430022
电话：027-85412950 传真：027-85837773
网址：www.cltcc-3.com

运用4G/5G+人工智能+云技术，创造美好智慧工程 工程云视频管理系统的应用

中邮建技术有限公司

摘要：

随着中国通信业务不断扩大，相关工程建设也随之增加。同时，随之而来的施工环境复杂、人员背景复杂、地点分散、安全施工管理难、文明施工监管难、人员调度管理难、事后调查取证难等问题就突出呈现出来了。当面对这些问题的时候，传统的视频监控监管手段已不能满足当前日常管理需求。

根据当前情况，中邮建技术有限公司采用视频无线传输、AI 人工智能、大数据及云平台等新一代技术，构建以视频图像 + 人工智能为核心的工程云视频管理系统，从而打造一个更智能化、可视化，构建出一个开放式、多功能、综合化的智能管理系统。

关键词：工程云；4G/5G；人工智能；云平台；

0 前言：

工程云视频管理系统具备可视化、智能化、实战化为特点的新一代管理系统。该系统针对移动视频监控领域存在的问题和痛点，对系统架构进行了全新的设计和研发，在原有传统安防监控基础上，创新性地融入了全新 AI 技术。平台秉承高安全、高可靠、高性能、跨区域、易管理一体化服务的设计理念，能够满足快速施工企业对人员及行为分析监控，极大规范现场人员的行为规范及降低事故发生率。

1 整体方案：

工程云视频管理系统架构



工程云视频管理系统由电脑端 Web 平台和移动端 APP 组成，并基于 4G/5G 无线视频图像传输、人工智能、大数据、云平台等多种先进技术，构建的 AI 实景式、网格化管控，通过前端增强感知、异构数据汇聚、空间坐标测算、设备联动通信、标签交互封装、界面融合呈现等方法，实现在统一门户下完成城市多个施工区域的管控业务现场监控及数据采集、平台统计及分析形成闭环流程，建立施工过程管理、互联协同、安全监控体系，并通过对所采集的数据进行挖掘和分析，提供预测预案，实现对工地的可视化、远程智能化管理。

1.1 系统功能：

提高现场施工作业安全性，从事后“治”提升到事前“防”；集预、管、控为一体，实时上报、快速处理 事务精细化管理，做到“问题”自动识别，事后有据追查，过程精准管控。

产品界面图



功能如下:

1.2 系统优势:

1. 线上监管: 将传统的施工过程无监管, 通过便携式监控设备把施工过程搬到线上进行实时监管;
2. 自主巡检、智能分析: 根据制定路线进行自主巡检, 并通过 AI 人工智能来识别现场工作人员在施工的过程或操作是否存在不规范行为。当报警事情发生后, 可在后期继续跟踪同类事件发生情况。从而为管理者在制定安全规范提供良好的数据支撑。
3. 远程调度与对讲: 可通过设备进行远程喊话, 调度现场施工与指导。通过实时视频进行查看, 如果不合理施工就可以进行立即纠正。
4. 互联互通、智能感知: 本系统使用 AI 人工智能、大数据、移动应用和智能应用、云平台等先进技术, 来打通数据之间的互联互通, 形成横向到边、纵向到底的数据交互关系, 避免信息孤岛和数据死角出现。这样可让系统数据及信息进行共享, 可让施工现场更加感知与透彻、互通互联更全面、智能化更深入, 从而能大大提升现场作业人员的管控和工作效率。
5. 增强管理水平: 有助于实现施工现场“人、机、料、法、环”各关键要素实时、全面、智能的监控和管理, 有效支持了现场作业人员、项目管理者、企业管理者各层协同和管理工作。
6. 提升监管和服务能力: 通过“工程云视频管理系统”的应用, 可及时发现安全隐患, 也可提升施工质量, 实现质量溯源和劳务实名制管理, 促进大数据的建立, 有效支撑行业主管部门对工程现场的质量、安全、人员的监管和服务。
7. 为政府监管部门、企业、项目各级承包商提供对进度、安全质量、劳务安全、环境等方面关键信息的即时感知能力、及时决策能力和有效干预能力。

1.3 产品创新

1. 人工智能 本系统使用了当前较为先进人工智能技术, 并开发实现了“安全帽佩戴检测、陌生人违规闯入检测、烟火检测、工服着装检测、人员聚集、施工过程中接打电话违规检测、人员跌倒检测”等功能。从而实现施工现场进行“预、管、控”全方位、全过程的一体化措施。
2. 无线视频传输: 利用先进的 4G/5G 技术, 把前端视频监控设备采集到工地实时视频传输至监控中心。



系统网络拓扑图

2 结束语:

工程云视频管理系统, 整个系统部署简单、随走随用。不受地域环境气候限制。并且系统能够实现预警智能化, 事情可视化、视频信息结构化、指挥无遗漏, 调度无延时, 非常贴近实际作用场景。



公诚管理咨询有限公司成立于二〇〇〇年三月,是中国通信服务股份有限公司(上市代号:0552.HK)旗下的专业子公司,中国通信企业协会通信工程建设专业委员会监理工作部副主任委员单位。公司主营业务是信息系统工程、房屋建筑工程、市政公用工程、机电安装工程、项目咨询管理、通信工程监理以及招标代理、工程咨询服务,可为客户提供全专业、全过程的工程建设管理和咨询服务,是国内工程建设管理与咨询服务领域专业最为齐全的企业之一。

2018年11月29日,公诚咨询喜获由国家住房和城乡建设部颁发的工程监理综合资质,标志着公诚咨询的资质能力已迈入全国监理行业的前列。可承担所有专业工程类别建设工程项目的工程监理业务,可以开展相应类别建设工程的项目管理、技术咨询等业务。2019年7月公诚咨询成功入选广东省全过程工程咨询试点单位。

公诚咨询现有员工总数8000余名,是国内最早参与3G、4G、云计算、物联网、IDC等前沿信息技术网络建设的企业。参与公安视频监控、交通红绿灯卡口、亚运安保系统、上海世博会信息系统等多个项目的监理工作。迄今为止,已累计服务80000多个单项工程,工程合格率100%,优良率95%,公司多次获得“全国先进监理企业”称号,2019年业务收入近16亿元,现已发展为国内规模最大、实力最强、专业覆盖最广的工程项目建设管理咨询企业。

合而精进、韧而笃行,行业前端,领航未来。我们将继续坚持技术创新与管理创新,不断提升“公诚”品牌影响力及管理咨询服务品质,做中国领先的工程项目建设管理专家。

