

2019年第4期  
总第141期

1983年创办 2019年12月编印

# 福建通信科技

FUJIAN TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY

## 《福建通信科技》编委会

编委会主任:陈荣民

编委会委员:乐朝平

葛松海

杨 暉

蔡晓东

卢 军

黄志斌

梁章林

陈星耀

苏凯雄

刘苏军

黄荔红

吴 刚



## 目 录 CONTENTS

### 专家视点

- 运营商云计算升级之路.....  
.....段建祥 胡华伟 吴德承 (01)
- HEVC中率失真复杂度优化的编码模式决策.....  
.....黄 博 陈志峰 (05)

### 热点追踪

- 规建管一体化在滨海新城智慧城市建设中的探讨.....  
.....潘巧燕 (17)
- 五阶窄带可调频超导滤波器.....  
.....崔鸿羽 (27)

### 经验交流

- 加密云数据中基于标记向量的高效语义搜索方案.....  
.....杨书略 陈坤华 (31)
- 认知无线网络中的组密钥协商协议.....  
.....蓝友枢 (38)

# 《福建通信科技》 与时俱进!

主管单位：福建省通信管理局

主办单位：福建省通信学会

福建省互联网协会

福建省信息通信行业协会

福建省邮电规划设计院有限公司

总 编：陈星耀

副总编：邵 冲

主 编：林 炜

责任编辑：赖蔚萍 赛 波

编 印：福建省邮电规划设计院有限公司

《福建通信科技》编辑部

通信地址：福州市五四路111号宜发大厦9楼

电子信箱：laiwp@fjpd.com

网 址：www.icfj.cn

电话号码：(0591)87879622

邮政编码：350003

闽内资准字K第111号

( 内部资料 免费交流 )

# 福建通信科技

FUJIAN TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY

## 目 录 CONTENTS

### 史 海 钩 沉

华为，福州电信的老朋友——华为公司早期在福州的发展历程  
.....陈汉耀（43）

### 专 题 讲 座

5G+工业互联网的融合创新发展.....  
.....赖大进（47）

### 闽 台 资 讯

通信：福建省正式提供“携号转网”服务.....  
.....（51）

台湾：台湾要严审5G、AI关键技术外流...  
.....（55）

电信：福建首次运用电信5G向全球直播手术.....  
.....（56）

移动：“海上丝绸之路”的起点城市迎来5G港口新试点...  
.....（59）

联通：福建联通与福建广电网络共同发布“沃·爱家”融  
合新产品.....（63）

协会：省信息通信行业协会召开会员座谈会.....  
.....（69）

# 运营商云计算升级之路

段建祥 胡华伟 吴德承

## 一、运营商云业务的背景和服务对象

全球云服务已形成，未来十年将持续增长，成为数千亿美元的大市场。世界潮流，浩浩荡荡，顺我者昌，逆我者亡。IT 软硬件厂商，不管以前多强，没有在云计算占有一席之地，可能都将消亡。中国云服务市场拐点来到，由导入期进入高速发展期。企业客户将全面使用云，预计将由 2016 年 20% 提高到 2021 年 70%，云作为今后企业的核心战略，大数据、物联网、人工智能都将云作为基础设施

通信运营商利用自己的网络优势、机房优势、运维人才优势进入到云业务这个市场，主要为政府和企业提供云服务，让客户在 IT 基础设施方面的设备和人力成本大幅减小。客户不需要购买服务器，租用即可、秒级部署和开通；不需要硬件工程师，有系统安装、运维报告服务；不需要网络工程师，根据需要配置安全策略；不需要数据管理员，提供自动化的数据库服务；不需要做通用服务的开发，网站、APP 所需的服务都提供。具体业务和能力为：

IaaS：计算资源、存储资源、网络资源

PaaS：开发套件、SDN、负载均衡、数据库、云安全、数据分析等

SaaS：短信服务、CA 认证服务、域名服务等

## 二、运营商的云服务有何价值

运营商根据自身特点为客户提供的云业务具备以下五大特点：

- 为企业提供安全、可靠、高速、低时延、经济的多种入云选择
- 高达百 G 级的云间高速满足企业跨省跨域高速互联的需求
- 云池与全国 IDC 机房互联，可与企业自建私有云快速无缝打通，满足企业客户构建混合云诉求
- 提供丰富的企业应用和公共服务能力满足企业上云对应用的需求
- 整合自身平台和生态合作伙伴能力，提供完整的行业解决方案，加速企业行业转型

## 三、电信运营商如何做、有何特点

### (一) 做什么

对于运营商，他们希望抓好网络上云、IT 上云、业务上云。这三个上云概括起来叫全面上云的智能云改工程。

1、业务上云。应用系统云化是指企业内的应用

### 作者简介：

**段建祥**，南京邮电大学工学学士，华中科技大学电子与信息工程硕士、北京大学 EMBA，教授级高级工程师，原中国电信福建公司总经理，中国电信集团科学技术委员会常委，福建师范大学、福州大学、福建农林大学客座教授，福建互联网经济促进会会长。曾获得原邮电部突出贡献专家称号，享受国务院政府特殊津贴，近几年连续两次获得国家科学技术进步二等奖。拥有 30 多年通信企业管理和运营的丰富经验。

**胡华伟**，中国电信福建分公司网络运营支撑中心高级工程师，主要研究方向为云计算和 AI。

**吴德承**，中国电信福建分公司云业务事业部云计算专家，高级工程师。

软件/系统迁移到云计算平台承载运行。通过应用系统云化,可实现系统能力线性扩展,减少对供应商硬件、软件维保,技术支持,以及功能开发方面的强依赖,实现技术能力内化,节省投资和运维成本。基于云计算资源池和云管理实现底层资源的集中管理,业务可以专注实现业务功能的敏捷开发、上线、变更,从而快速实现业务需求。

2、企业上云。云是承载企业转型的基础,牵引提速降费、统领互联网+、承载物联网网络、事关流量经营,是行客的制高点、商客的新抓手。传统产业数字化转型的目标,就是利用物联网、大数据、人工智能技术全面升级生产、物流、销售等业务过程。这就要求企业先要有满足新模式运行的基础设施,所以企业上云非常重要。以云平台为基础,企业就可以通过信息流带动技术流、资金流、人才流、物流,有效整合优化设计、生产和市场资源,实现产业链上下游的高效对接与协同创新,重塑生产组织方式和创新机制。

对于云服务商而言,企业上云的市场发展空间非常大。根据中国信息通信研究院发布的《中国公共云发展调查报告(2017年)》显示:使用公有云的企业数量大幅提升,占比达到27%。在已使用公有云的这些企业中,仍然有接近七成的企业应用及数据迁移上云比例在30%以下。企业上云这种规模迁移趋势,对传统通信运营商提出全新的要求。以云网融合为优势,从提供通信解决方案向DICT解决方案升级是运营商业务发展创新的必然之路。正是在这种背景下,中国电信抓住数字经济转型机遇,提出了“智能云改,助力数字中国建设”的战略。

3、IT上云。要真正实现业务基础、业务智能,还必须IT上云,提升运营智慧化水平。对未来数字化运营商的最重要的一个定义标准,就是有没有在内部的组织管理体系和业务交付平台上实现真正的数字化、软件化。过去几年,中国电信做了非常多

的准备,实现了全集团的集约上云,通过这一系列的变革,取得了网络云化的阶段性成果,把B域、O域和M域打通,真正能够实现数据的集中、平台的开放、管理的优化。

## (二)有何特点

与互联网厂商主流的公有云服务对比,中国电信“天翼云”的竞争差异点主要来自两个方面:云网融合和安全可信。

1、所谓“云网融合”,系指云和网高度协同,互为支撑,互为借鉴的一种概念模式。云计算业务的开展需要强大的网络能力的支撑,包括云间互联和专线入云;另一方面,网络内容的分发同样要云计算基础设施的支撑,向网络边缘推进云资源节点部署。

2、“安全可信”则是中国电信天翼云全力打造的另一个差异竞争点。作为百年央企,中国电信在云业务合规性方面一直积极跟进国家标准规范。在安全管理工作中,天翼云构建了“5S”安全体系,从系统、保密、持久、标准和服务五大板块打造安全可靠的云生态。目前,天翼云已经通过了中央网信办网络安全审查,并获得了国内外包括可信云服务、ISO27001、CSA-STAR等重要机构的评审和认证。与互联网云厂商相比,中国电信天翼云作为云服务的“国家队”,在安全护航数字中国建设进程中发挥不可替代的重要作用。

具体产品:天翼云为用户提供云主机、云存储、云备份、桌面云、专享云、混合云、CDN、大数据等全线产品,同时为政府、医疗、教育、金融等行业打造定制化云解决方案,是政府企业客户的首选云服务商。天翼云还为“互联网+”在各行业落地以及“大众创业、万众创新”提供坚实的承载。

## 四、运营商云改的主要风险、困难和对策

企业基础架构“上云”是当今主流的一种形态,在使用新技术尝探业务支撑的过程中,必然业务引



入大量风险因素，这些风险主要包含新技术风险、网络风险、安全风险和应用风险。

**新技术风险：**资源池化会引入大量新技术，如虚拟化、云管理平台、X86 平台、Linux 维护人员面临新技术的挑战，需要不断加强在新技术上的学习和培训应对。

**网络风险：**资源池化会带来物理资源共享问题，网络架构必须进行适应安全性改造，以防止网络安全问题扩大化，网卡 VLAN 封装、二层隔离、三层 VPN、安全域设计等技术已经成熟，需要在资源池化时同步实施安全架构改造。

**安全风险：**资源池化后，虚拟机在物理机上共享 CPU、内存等资源，如果遇到攻击或系统崩溃，容易造成越界安全问题，此问题由虚拟化层 OS 来进行控制，避免此风险必须进行详细模拟安全场景 POC 验证，以避免越界风险。

**应用风险：**资源池模式会产生 OS 迁移问题，应用可能从高安全的 AIX 操作系统迁移到 Linux 或 Windows 平台，建议资源池优先采用安全性更高的 Linux 平台，同时严格进行操作系统加固，封闭不需要的端口，并及时进行系统补丁更新等措施，以控制应用迁移的安全风险。

#### （一）面临的困难：

1、目前企业 ICT 市场需求正在快速“云化”升级，竞争加剧。互联网和 IT 设备厂商都在跟进，阿里、腾讯、百度、华为、浪潮等纷纷推出了自己的云服务。“云改”要求运营商在云服务提供方面，跟上互联网及 IT 业界快速更新迭代的步伐。互联网云服务厂商已经开始对旧有的 ICT 市场进行“降维”打击，在很多政府、企业的 IT 项目投标中，越来越多出现云厂商的身影。2017 年初轰动一时的厦门政务云“腾讯 1 分钱投标”事件，就是一个例子。云厂商的解决方案，比起传统 ICT 堆砌设备的做法，对客户的吸引力不可同日而语。例如，同样是公共

视频监控服务，运营商还在推以租代建的全球眼产品，阿里云则推出融合了云计算、AI 和物联网的“城市大脑”方案。没有强大的有竞争实力的云服务，运营商无法保持 ICT 市场的持续增长。

2、ICT 解决方案中，生态力量至关重要。没有软件和信息化服务，单独的云基础设施是无法发挥作用的。而目前由于运营商在云服务市场的弱势，ISV 开发者和生态力量快速向互联网云服务商聚集。早期使用公有云服务的主要是中小企业建站市场，企业通过网站、微信公众号、APP 等提供互联网服务。阿里云抓住这波需求，吸引了大量开发者，在短短几年迅速成长为国内首屈一指的公有云厂商。在政企客户市场营销时，很多企业级软件在互联网公有云厂商有大量的部署案例，已经充分磨合。当前，很多这类软件使用电信 ICT 解决方案，需要重起炉灶，部署时间长。

3、研发能力是电信运营商云改关键能力，使用商用软件和平台，成本居高不下，在激烈的市场竞争中没有话语权，成本和规模成线性关系，无法通过规模的扩大，实现利润的增长。没有自主研发，就难以做好云运营服务。无法和其他运营商形成差异化竞争。自主研发是建立网络差异化的关键。

#### （二）运营商的对策：

运营商“云改”产品创新的重点是打造差异优势，按“云网融合”要求推进产品重构。“云网融合”架构核心是以运营商传统的固定网络(FTTx)、专线、移动网络(4G/5G)以及物联网等为基础，基于丰富的网络及 IDC 资源，自有的云业务平台，再结合运营商在政企领域丰富的 TO B 产品经验，例如企业组网、IoT、视频会议、视频通信等能力，为企业提供丰富的应用。最终通过天翼云统一的 B2B 平台及入口，为客户提供一站式的政企 B2B 产品及服务能力。

加快生态赋能，需要加强生态合作体系。基于

云网和开放的能力平台，携手行业应用开发者和生态合作伙伴形成各类行业解决方案，为不同企业和行业客户提供与行业深度契合的整体解决方案。统筹整个集团对外合作力量（包括号百、创新、政企SI合作等），优先引入能够以天翼云为平台的合作伙伴，围绕天翼云打造云产品应用。突出云与信息化应用解决方案融合，提供“云+网（络）+终（端）+（应）用+服（务）”一站式服务。对云生态伙伴的合作进行分类，分为引入期、合作期、融合期，对每个阶段的合作伙伴给予不同的政策对待。对于云生态圈优质合作伙伴，应给予合作伙伴相应的优惠权益，在资源优惠予以匹配。

电信云秉持产品是核心，研发是关键理念。后续加强夯实基础产品能力，实现产品能力全面化，适配更多业务场景。深化云网融合内涵，强化应用能力和基础能力的融合。生态运营，打造“云+网+应用”能力优势。

## 五、展望 5G 时代的云服务

随着物联网、大数据、人工智能等技术的发展成熟和广泛应用，终端、网络和云服务将更加紧密的融合在一起，未来将是一个智能化、移动化、万物互联的时代。对于运营商行业，未来三五年 to C 市场最大的变量是 5G，to B 市场的核心则在云网融合服务。把握准两端两侧，才能有更好的途径去拉动业务增长，才能更好的把握和互联网企业的竞争合作和差异化优势。

通过 5G 技术发展及网络建设，运营商可充分利用 5G 网络切片等新技术，突破固定网络的束缚，整合从核心到边缘的云服务资源能力，为无人驾驶、智慧城市、智慧医疗等众多垂直领域提供端到端的按需智能网络，在智能终端和云服务之间灵活的提供海量、实时、可靠的移动网络服务，实现网随云变、云随网动。“云改”之路，一往无前。

## 工信部：全国已开通 5G 基站 12.6 万个

12月23日，全国工业和信息化工作会议在京召开。工业和信息化部党组书记、部长苗圩作了题为“坚定不移贯彻新发展理念 以更大力度推进制造强国和网络强国建设”的讲话。

会议指出，今年我国面对国内外风险挑战明显上升的复杂局面，较好地完成全年目标任务。网络强国建设取得扎实进展，正式启动 5G 商用，全国开通 5G 基站 12.6 万个。

今年，我国网络提速降费年度任务超额完成，“携号转网”全国实行，IPv6 基础设施全面就绪。电信普遍服务试点扎实推进。精心组织农村宽带网络专项整治。整治骚扰电话、清理“黑宽带”、打击“黑广播”“伪基站”和 APP 侵害用户行为等取得明显成效。

此外，我国 5G 手机芯片投入商用，存储器、柔性显示屏量产实现新突破；两化深度融合明显加快，深入实施工业互联网创新发展战略，“5G+工业互联网”512 工程启动。加快智能制造标准体系建设。推广服务型制造、共享制造等新业态新模式，探索人工智能“揭榜挂帅”机制，启动建设长三角工业互联网一体化发展示范区、人工智能和车联网先导区，大数据、区块链等创新应用日趋丰富。

会议透露，预计全年全国软件和信息技术服务业收入增长 15%，电信业务总量（上年不变价）增长 20%，互联网行业收入增长 20%。

来源：中关村在线

# HEVC 中率失真复杂度优化的编码模式决策

黄博 陈志峰

(福州大学物理与信息工程学院 福建 福州 350108)

**摘要:** 新一代视频编码标准 HEVC 引入了比之前编码标准更为灵活的块划分结构以及更为丰富的模式, 显著提高了视频压缩效率, 但同时也带来了编码器的高计算复杂度, 并阻碍了它的广泛应用。因此, 对 HEVC 编码器进行复杂度优化具有非常重要的意义。但是, 大部分现有研究没有有效权衡 RD 性能损失与复杂度。为了解决这一问题, 本文首先以明确数学方式定义了兼顾 RD 性能与复杂度的代价准则, 并将 RD 性能-复杂度优化问题转化为受约束的子集选择优化问题; 接着, 通过借鉴分类方法学, 本文将优化问题求解过程简化为寻找特征空间的自适应阈值函数, 以极低的复杂度实现了最优解; 同时, 本文方法具有高度通用性, 可以用于设计各种模式的快速算法, 比如 CU 深度预选和提前终止算法, PU 模式提前终止算法, TU 树决策快速算法, 并可以达到 RD 性能与编码器复杂度的全局最优。将本文方法应用于参考软件 HM 中, 与现有方法相比, 本文提出的算法可以在相同的 RD 性能损失下节约 2-10% 的编码时间, 在相同的复杂度下 BD-rate 可以提升 0.1-1%。除此之外, 本文方法还具有可以根据不同 RDC 权衡需求灵活调整复杂度的优点。

## 一、引言

随着高清以及超高清电视的普及, 短视频分享和直播应用的兴起, 视频已成为人们生活中最主要的媒体形式。但未经处理的视频数据量庞大, 特别是那些具有高分辨率以及高帧率的视频, 对传输带宽以及存储造成了巨大压力。视频编码可以有效压缩数据, HEVC 为目前主流的视频编码标准, 与以往的编码标准相比, 其能够在同等视频质量下节约更多码率。HEVC 的高压缩效率主要归功于, 其采用更为灵活的四叉树块划分结构并引入了丰富的模式, 例如各种尺寸的编码单元 (CU) 和变换单元 (TU), 以及帧间对称和非对称的预测单元 (PU) 模式等等。HEVC 编码器常用率失真优化 (RDO)

技术, 从候选编码模式中选择最佳模式, HEVC 支持的模式众多, 为每一个候选模式计算率失真代价又十分耗时, 这导致了 HEVC 编码器复杂度普遍很高。

为了提高编码器的实时性要求, 目前已有很多研究通过减少 RDO 遍历模式数量, 来降低 HEVC 编码器复杂度。这类文献一般采用两种方法。一种是模式预选方法, 也就是在编码前估计可能的模式, 在编码时只遍历这些可能的模式, 代替遍历所有可用模式。在对 CU 深度进行预选时, 文献常利用编码参数或特征来设计算法减少 RDO 遍历的 CU 深度, 例如文献【1】中提出的时域和空域已编码 CTU 的深度范围和模式信息, 文献【6】中提出的像素点

## 作者简介:

黄博, 2019 年博士毕业于福州大学, 研究兴趣是视频编码和计算机视觉。

陈志峰, 2010 年博士毕业于美国佛罗里达大学, 目前是福州大学物理与信息工程学院教授, 主要研究方向视频编码, 无线传输, 机器学习。

运动矢量方差,文献【11】中提出的同位CTU的像素方差值,文献【12】中提出的sobel算子的边缘特征,文献【22】中提出的深度的后验概率等。还有很多文献提出预选PU模式。例如文献【8】提出根据CU大小预选候选PU模式,文献【9】提出利用父层CU最佳PU模式来预选子层PU模式。除此之外,文献【11】还利用相邻块运动信息来预先设定ME过程中的运动搜索范围和遍历的参考帧范围。

另一种方法是在遍历模式过程中提前终止,现有文献通过预设条件来判断当前模式是否足够好,当满足预设条件时提前终止模式选择。在进行CU划分提前终止时,通常使用一些特征来设计预设条件,比如,文献【2】提出的失真残差分布,文献【4】提出的两层运动估计预测划分后的率失真代价,文献【4】提出的率失真代价分布参数,文献【3, 18, 17】提出的后验概率等。也有一些研究使用SATD【16】等特征提前终止TU划分。还有一些研究利用残差异常值信息【5】或利用不同PU模式被选择为最佳模式的概率【15】等终止PU模式的选择过程等。由于帧间预测中merge模式被选择为最佳模式的概率很高,因此还有一些方法则对merge模式【9】【14】进行提前检测,在满足条件时同时终止剩余PU模式选择和CU划分过程。另外,还有一些研究为了最大程度减少复杂度,也会将这两类方法结合起来使用【2, 5, 7, 9, 11, 12】。

这些文献除了致力于减少编码器复杂度外,也都将RD性能损失作为算法设计考虑的主要因素之一。上述文献虽然都试图结合RD性能损失和复杂度以做出最优判断,但可惜的是这些现有研究并没有最优、通用、灵活的权衡二者:

1) 在判断是否要跳过某些模式时,现有文献没有严格定义兼顾RD性能和复杂度的优化目标函数,因此无法实现RDC(Rate-distortion-complexity)最优的模式选择。例如文献【3】和【17】采用判断后

验概率小于给定的固定阈值的方法来选择是否跳过CU深度,虽然减少了复杂度,但是跳过后验概率小的CU深度可能会导致RD性能极大的下降,导致RDC性能不能达到最优。这是因为后验概率小不等于RDC代价小,一方面,可能跳过后验概率小的CU深度比不跳过造成的RDC代价更大,另一方面,对于同样的后验概率,不同的编码块所对应的RDC代价可能也不一样,阈值应随着编码内容和RDC代价自适应地调整。

2) 现有文献在设计算法时,通常仅为指定模式,比如针对CU,PU或TU的编码模式,权衡RD性能损失和复杂度。由于方法缺少通用性,难以直接用于其他模式快速算法中,例如文献【1】针对CU深度提出的快速算法不能直接用于PU模式选择等。

3) 另外,随着设备和应用的多样化,有些设备或应用要求复杂度更低,有些要求编码RD性能更好,而绝大部分现有文献提出的方法,并不能根据这些需求灵活地调整在编码过程中两者之间的相对重要性【1-10】。

在针对H.264标准进行研究的文献中,有少量研究提出结合RDC进行联合优化【33-34】,但这些文献在模式选择时未对RD性能损失有严格明确数学定义,并且针对上一代标准建立的简单模型难以直接应用于拥有更为丰富模式的HEVC当中。为了弥补现有研究中的不足,本文综合考虑率失真性能和复杂度之间的权衡,提出RDC最优的编码模式决策方案。具体贡献如下:

1、本文在权衡RD性能损失与复杂度时,将RD性能-复杂度优化问题转化为受限约束的子集选择优化问题,以数学方式明确定义了RD性能损失和复杂度。(数学定义和子集选择)

2、本文通过引入贝叶斯风险,使得编码模式决策方法实现RDC总代价最优。并进一步,借鉴分类方法将优化决策过程简化为在特征空间寻找自适应

的阈值函数，最终极大简化了子集选择的复杂度。  
(最优化+低复杂度)

3、我们对于不同的 RDO 过程，例如 CU 划分，PU 模式选择，TU 树决策过程，分别提出了时域、空域、频域不同的特征，可以实现最优的 RDC 代价，并且结合阈值分界线实现各自的自适应阈值函数。  
(特征+阈值)

4、本文提出的 RDC 优化方法具有通用性，我们将其应用在 CU，PU 和 TU 的编码模式选择中，由于本文方案中的所有算法都使用统一的率失真-复杂度权衡标准，因此整体方案在应用时能够实现全局最优。(通用性和全局最优)。

5、本文提出的整体方案可以通过调节权衡参数来满足不同应用环境对复杂度的不同要求，具有很强的实用价值。(灵活性)。

## 二、问题定义

### 2.1 HEVC 中的模式

与之前的编码标准类似，HEVC 依旧采用了基

于块的混合编码结构，如图 1 所示。图像在编码前首先分割成数个互不重叠的 CTU，CTU 为二叉树结构。二叉树的每个结点被称为 CU，CU 是最基本的编码单元，HEVC 中定义 CU 最大尺寸为 64，最小尺寸为 8，尺寸大小分别对应着 CTU 划分深度 0-3，每个 CU 可以划分成四个等大的正方形子 CU，当 CU 为深度 3 时不再划分。PU 为最基本的预测单元，每个 CU 拥有最多 8 种不同的帧间 PU 模式以及 2 种帧内 PU 模式，这些 PU 模式按照指定顺序逐一遍历。帧间 PU 需要完成 merge 模式和运动估计选择出最佳的运动矢量，帧内 PU 需要遍历 33 种角度预测，以及 DC 和 Planar 模式选择最佳帧内预测模式。在完成预测后，CU 的残差要以变换单元 (TU) 为单位进行变换量化、反变换反量化等处理过程，TU 则以当前 CU 为根节点进行二叉树划分。这里描述的 CU 深度，PU 模式，TU 大小等都被统称为 HEVC 的编码模式。

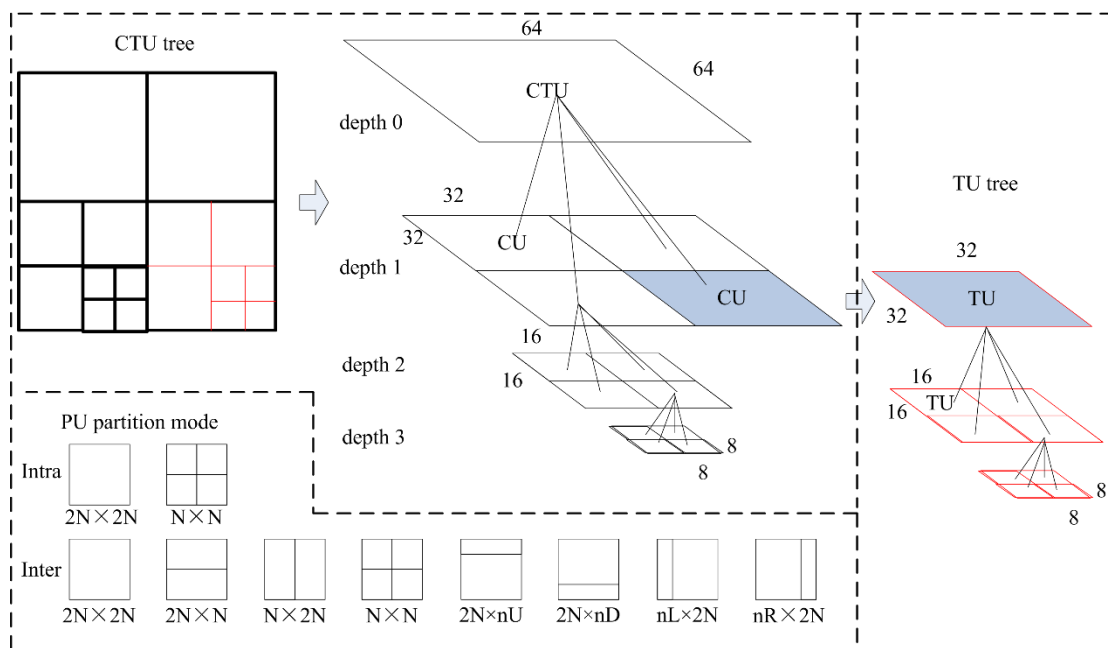


图 1: HEVC 中的编码模式

2.2 传统率失真优化过程简述

典型编码器（例如 HM）常用率失真优化技术（RDO）来从上述众多候选编码模式中选择出最佳模式，RDO 用于权衡“表示内容所用的比特数”和“使用这些比特数对应的失真”二者的关系，可以描述为给定目标码率下最小化失真问题，即

$$\begin{aligned} \min_{\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_K\}} \sum_{i=1}^K D(\theta_i) \\ \text{s. t. } \sum_{i=1}^K R(\theta_i) \leq R_T \quad (1) \end{aligned}$$

其中 $R_T$ 代表目标码率， $K$ 表示单元的个数。 $\theta_i$ 为第*i*个单元某种编码模式，例如图1中的CU深度，PU模式，TU大小等，以及这些编码模式的组合。 $D(\theta_i)$ 和 $R(\theta_i)$ 分别代表第*i*个单元使用模式 $\theta_i$ 编码后产生的失真和码率，二者都为非零正数。在引入拉格朗日算子 $\lambda$ 变成无约束优化问题后，编码器可以通过计算出编码模式组合集合 $\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_K\}$ 中每种候选编码模式组合的率失真代价，选择最小的率失真代价对应的编码模式组合为最佳模式组合，即

$$\{\theta_1^*, \theta_2^* \dots \theta_K^*\} = \arg \min_{\{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_K\}} \left\{ \sum_{i=1}^K D(\theta_i) + \lambda \sum_{i=1}^K R(\theta_i) \right\}$$

以CU划分为例，当假设CU单元的编码模式选择相互独立时【35】，可以将公式（1）转换成分别求每一单元的最佳模式 $\theta_i^*$ ，即

$$\theta_i^* = \arg \min_{\{\theta_i\}} J(\theta_i) = D(\theta_i) + \lambda \cdot R(\theta_i)$$

其中 $\{\theta_i\}$ 表示CU深度的全集， $J(\theta_i)$ 表示率失真代价。为了标注方便，我们在接下来的描述中省略下标*i*，即用 $\theta$ 来表示编码模式。

2.3 考虑复杂度的RDO

传统编码器通过计算所有候选编码模式的率失

真代价来选择最佳模式，虽然RD性能很好，但每个模式的D和R都需要经过预测、变换、量化、反变换、反量化和熵编码才能获得，复杂度很高。减少候选模式数量可以有效减少编码复杂度，但会造成RD性能损失。

为了能够优化复杂度和RD性能损失之间的权衡，本文将减少候选模式转化成一个集合选择问题，并提出RDC优化方法。在HEVC典型编码器的RDO过程中，以HM编码器为例，所有候选模式组成全集 $\{\theta\}$ ，当应用快速算法时，部分模式从集合中被排除，此时RDO使用的候选模式集合就不再是全集 $\{\theta\}$ ，而是它的子集 $\{\theta\}_S$ 。例如，当 $\theta$ 表示CU深度时有全集 $\{\theta\} = \{0,1,2,3\}$ ，在CU跳过深度0时，相当于 $\{\theta\}_S = \{1,2,3\}$ ，为CU判断是否跳过深度0，相当于在 $\{1,2,3\}$ 和 $\{0,1,2,3\}$ 中做出选择。 $\{1,2,3\}$ 或 $\{0,1,2,3\}$ 被称为候选模式集合，本文使用 $S$ 来表示候选模式集合。与采用全集的典型编码器相比，采用不同 $S$ 进行RDO后RD性能损失和复杂度都不尽相同，因此需要找出一个最优的集合，使得编码器在某一复杂度下的RD性能损失最小。使用 $S$ 进行RDO的时间定义为 $T(S)$ ， $S$ 进行RDO的RD性能损失定义为 $\Delta J(S) = J(S) - J_{HM}$ ，其中 $J(S)$ 为采用集合 $S$ 进行编码的率失真代价， $J_{HM}$ 为HM中使用全集编码后的率失真代价。在给定一个总目标复杂度 $T_T$ 时，同样以CU划分为例，寻找最优集合的过程可以描述为下面受约束优化问题，

$$\begin{aligned} \min_{\{S\}} \Delta J(S) \\ \text{s. t. } T(S) \leq T_T \quad (2) \end{aligned}$$

其中 $\Delta J(S)$ 和 $T(S)$ 分别表示CU使用集合 $S$ 进行RDO后的RD性能损失和编码时间。那么最优集合



可以通过下式获得:

$$S^* = \arg \min_{\{S\}} U_S = \Delta J_S + \lambda_c T_S \quad (3)$$

其中 $U_S$ 代表使用集合 $S$ 的RDC代价, 带有下标的 $\Delta J_S$ 和 $T_S$ 分别表示 $\Delta J(S)$ ,  $T(S_i)$ 。

本文提出的率失真-复杂度优化方法与传统RDO都属于优化问题, 但二者目标不同。RDO的目标是在给定候选模式集合时, 从集合中选择出率失真代价最小的模式。而本文提出的率失真-复杂度优化方法目标是, 为RDO过程选择一个RDC代价最优的候选模式集合。另外需要特别说明的是, 在率失真-复杂度优化方法中, 拉格朗日乘子 $\lambda_c$ 作为调节因子, 用于调整复杂度和RD性能之间的权衡关系,  $\lambda_c$ 的不同取值, 对应着不同的权重关系。 $\lambda_c = 0$ 意味着最小化RD性能损失, 并且不考虑复杂度, 例如参考软件HM。 $\lambda_c \rightarrow \infty$ 意味着最小化复杂度, 忽视RD性能损失。当方案集成了针对不同模式的多个快速算法(例如文献【4】整合了CU深度, PU模式快速算法), 若各个算法之间的权衡关系不统一, 则相当于每个算法都对应着一个不同的 $\lambda_c$ 。当每个算法中复杂度和RD性能之间的权衡关系不同时, 显然整体方案不能实现全局最优。接下来, 我们将基于定义, 在给定一个全局 $\lambda_c$ 时设计不同模式的快速算法, 使整体方案可以实现全局最优【35】。

### 三、本文提出的CU深度预选算法

本文提出的RDC优化方法在应用时, 为了进一步减少子集选择的复杂度, 在本节, 我们借鉴分类方法学, 将优化决策过程简化为寻找特征空间的自适应阈值函数。在一些典型编码器中, CU划分过程耗时最多。因此, 本文将提出的RDC优化方法首先应用在CU划分中, 作为应用的一个例子。其中, 在3.1节提出了基于时域特征的CU深度预选算法, 为了进一步提高算法准确度, 我们在时域特征基础

上提出融合空域内容特征的CU深度预选算法, 这部分将在3.2节描述。在3.3节中, 我们将算法的设计归纳成三个步骤, 后续提出的其他模式快速算法, 都按照这三个步骤进行设计。

#### 3.1 基于时域特征的CU深度预选算法

##### 3.1.1 结合率失真和复杂度的代价函数

CU深度0是RDO过程第一个遍历的深度, 本节提出的深度预选算法以深度0为例设计。在HM编码器中, 每个CTU都会遍历深度0。为了减少编码复杂度, 如果跳过深度0不会引起过多RD性能损失, 那么深度0就可以从候选模式集合中排除。依据第二节中的定义, 未跳过深度0对应遍历的候选深度集合为 $S_0 = \{0, 1, 2, 3\}$ , 跳过深度0对应的集合为 $S_1 = \{1, 2, 3\}$ , 是否跳过深度0相当于从 $S_0$ 和 $S_1$ 中选择出RDC代价最小的集合。选择时, 需要先根据公式(3)分别计算出两集合 $S_0$ 和 $S_1$ 对应的RDC代价。 $S_0$ 未进行缩减, RDO使用 $S_0$ 作为候选模式集合不会造成RD性能损失, 根据定义有 $\Delta J_{S_0} = 0$ , 因此RDC代价 $U_0$ 为

$$U_0 = \lambda_c T_{S_0} \quad (4)$$

其中 $T_{S_0}$ 表示使用 $S_0$ 进行RDO的时间。 $S_1$ 中不包括深度0, 因此RDO使用 $S_1$ 作为候选模式集合可能会存在RD性能损失, 根据定义有 $\Delta J_{S_1} = J_{S_1} - J_{HM}$ , 本文将 $\Delta J_{S_1}$ 简写为 $\Delta J$ , 此时RDC代价 $U_1$ 为

$$U_1 = \Delta J + \lambda_c T_{S_1} \quad (5)$$

其中 $\Delta J$ 的意义为跳过0层与未跳过0层的率失真代价差值。 $T_{S_1}$ 表示使用 $S_1$ 进行RDO的时间。根据(4)和(5), RDC代价由遍历候选CU深度集合的时间和RD性能损失两部分组成, 对于不同内容的视频, 集合的RDC代价可能不同, 为此本文通

过实验统计视频内容变化对 $T_{S_0}$ ,  $T_{S_1}$ 和 $\Delta J$ 的影响。本文采用第六节中所述的配置进行实验,分别统计四个序列中1000个CTU的 $\Delta J$ ,  $T_{S_0}$ 以及 $T_{S_1}$ 。为了更好地比较三者,我们将数据归一化到同一数量级,使每组数据的均值相同,归一化后的实验结果如图3-1,图例中分别展示了三者的方差。从图3-1可以看出, $T_{S_0}$ 和 $T_{S_1}$ 的方差要远小于 $\Delta J$ ,这说明内容的变化对RD性能损失的影响要比对编码时间的影响大的多,因此在比较两集合的RDC代价时,可以忽略内容对 $T_{S_0}$ 和 $T_{S_1}$ 的影响。

基于上述实验结果,在RDO过程中对于给定非

零的 $\lambda_c$ ,  $U_1$ 会随着 $\Delta J$ 变化而变化,本文根据公式(5)得到 $U_1(\Delta J)$ 函数如图3(b),  $U_0$ 相对于 $\Delta J$ 的变化为常数,根据公式(4)得到 $U_0(\Delta J)$ 的函数如图3(a)。最优集合的RDC代价函数 $U^*(\Delta J)$ 取二个函数中较小值,函数如图3(c)。当 $\Delta J = \Delta J_{TH}$ 时,  $U_0(\Delta J_{TH})$ 与 $U_1(\Delta J_{TH})$ 相等,在图中作为一个转折点。假设已知 $\Delta J$ , 直接通过比较 $U_0(\Delta J)$ 和 $U_1(\Delta J)$ 就能判断出是否要跳过0层。然而用于指导 $S_1$ 和 $S_0$ 选择的 $\Delta J$ 值需要在RDO结束之后才能获得,这导致了“Chicken-egg-dilemma”。

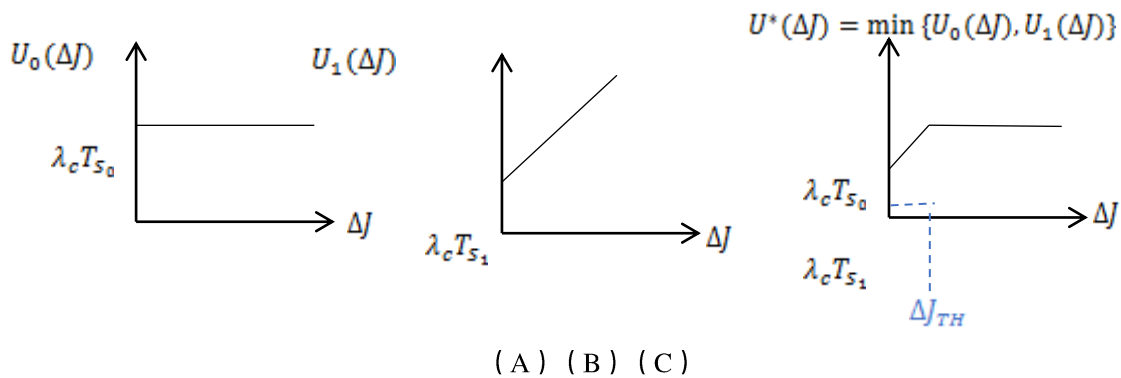
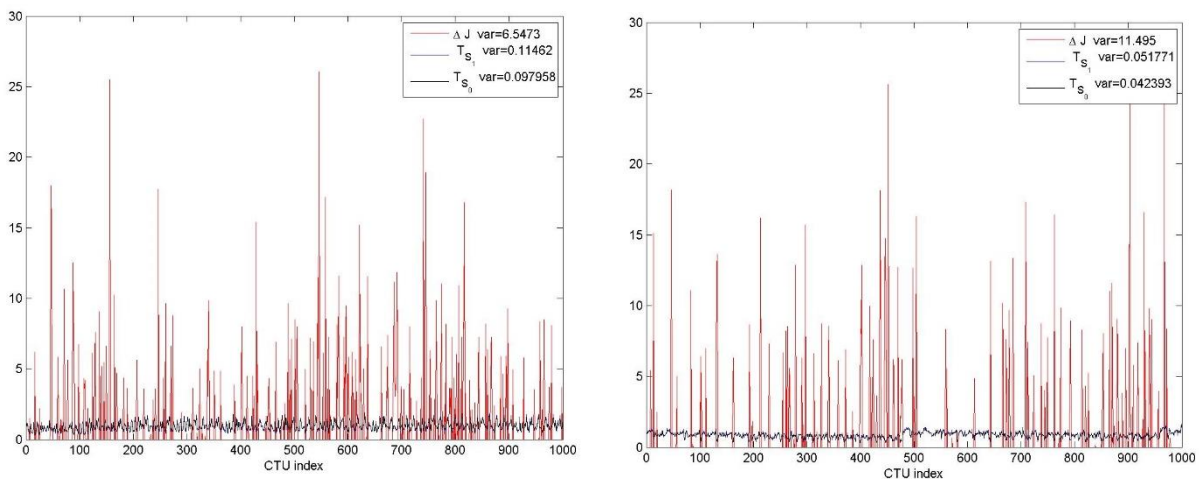


图3 不同集合的代价与最优集合的RDC代价





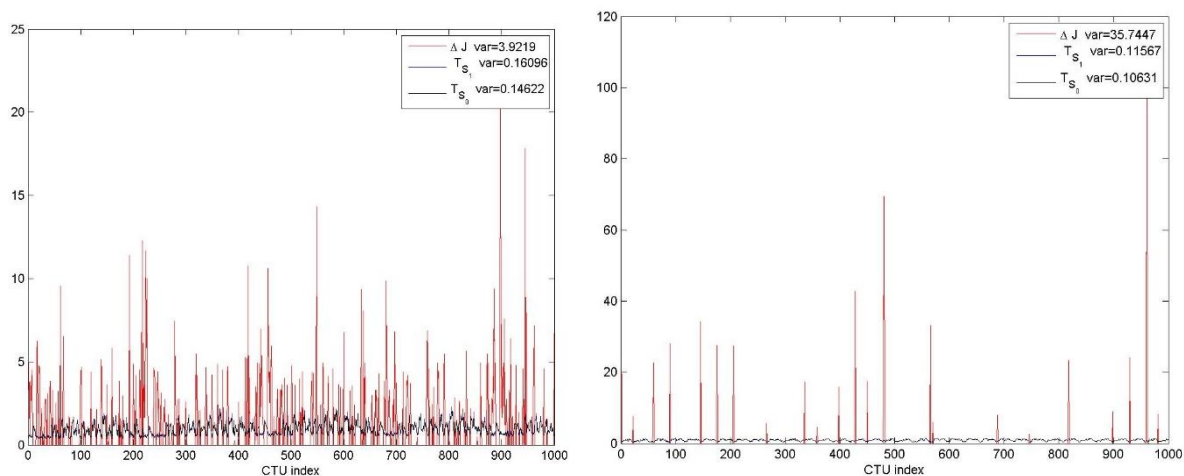


图 3-1 BasketballDrill 序列, Kimono 序列, KristenAndSara 以及 Cactus 序列中, 前 1000 个 CTU 的  $\Delta J$ ,  $T_{S_1}$  和  $T_{S_0}$  数值以及它们的方差。

### 3.1.2 内容特征的选择

如前文所述, 对候选模式集合  $S_0$  和  $S_1$  的选择取决于  $U_0$  和  $U_1$  的比较。根据定义, RD 性能损失  $\Delta J$  需要分别使用  $S_1$  以及  $S_0$  进行 RDO 过程后才能获得, 这额外增加了编码复杂度, 与本文节约 RDO 过程复杂度的目的相悖。为了解决这个问题, 在本节, 我们提出一个低复杂度方法, 在 RDO 过程前估计出集合  $S_1$  的 RD 性能损失  $\Delta J$ 。根据图 3-1 可知, 视频内容影响  $\Delta J$  的取值, 那么在不同内容下,  $\Delta J$  可能不同, 接下来本文将提出合适的内容特征来估计  $\Delta J$ 。

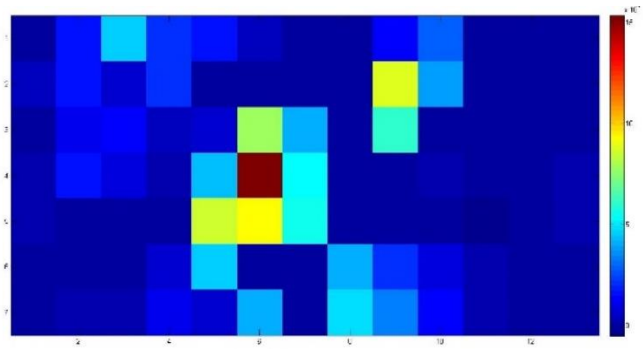
通常视频前后帧的内容存在很强的相关性, 第  $n-1$  帧 (如果存在的话) 的同位 CTU 的率失真代价信息可以较好的预测第  $n$  帧的 CTU 的内容特点 [1], 因此一个简单的方法是, 使用  $n-1$  帧同位 CTU 的  $\Delta J^{n-1}$  来估计当前 CTU 的内容特点, 根据统计得到当前块的  $\Delta J^n$  后验概率分布  $p(\Delta J^n | \Delta J^{n-1})$ 。但是, 用  $\Delta J^{n-1}$  作为内容特征有一些美中不足, 不能良好体现内容的复杂程度。虽然当  $\Delta J^{n-1} > 0$  时可以推导出深度 0 率失真代价小, 也就是内容比较简单, 但是,

当  $\Delta J^{n-1} = 0$  时, 即最佳深度为非 0 层, 此时  $\Delta J^{n-1}$  因为没有办法体现非 0 层率失真代价相对 0 层率失真代价的减少程度, 从而无法反映出内容的复杂程度。

因此, 本文提出新的内容特征, 定义为  $\Phi^{n-1} \triangleq J_0^{n-1} - J_1^{n-1}$ , 其中  $J_0^{n-1}$  表示同位 CTU 只做深度 0 的率失真代价,  $J_1^{n-1}$  表示同位 CTU 跳过深度 0 的最佳率失真代价, 并在图 3-2 中展示了  $\Phi^{n-1}$  取值与内容复杂程度的关系。图 3-2(A) 展示了 BasketballDrill 序列第三帧的 CTU 内容以及用 HM 编码后的 CTU 最佳划分, 图 3-2(B) 中展示了图 3-2(A) 中每个 CTU 对应的  $\Phi^{n-1}$  值, 其中颜色条从深蓝到深红分别表示  $\Phi^{n-1}$  数值从小到大。从图 3-2 中的两图可以很明显可以看出, 具有复杂人物运动的 CTU, 其  $\Phi^{n-1}$  的值很大, 较为复杂的篮球部分  $\Phi^{n-1}$  数值中等, 另外, 对于十分平滑的背景部分, 有  $\Phi^{n-1}$  值很小。以上实验结果和分析充分说明,  $\Phi^{n-1}$  比  $\Delta J^{n-1}$  更能全面描述内容的特点。



(A)内容及其划分



(B) 对应的  $\Phi^{n-1}$

图 3-2 BasketballDrill 序列第三帧的 CTU 划分以及每个 CTU 对应的  $\Phi^{n-1}$

### 3.1.3 RDC 代价估计以及最优集合的选择

在选择内容特征  $\Phi^{n-1}$  后, 本文根据第六节中描述的配置, 在编码时记录下  $\Phi^{n-1}$  和  $\Delta J^n$ , 统计得到  $\Delta J^n$  的后验概率分布  $p(\Delta J^n | \Phi^{n-1})$ , 如图 4。从图 4 可以看出, 不同  $\Phi^{n-1}$  下  $p(\Delta J^n | \Phi^{n-1})$  具有不同特点。当  $\Phi^{n-1}$  小于 0, 说明同位 CTU 内容非常简单, 由于前后帧内容具有相关性, 因此当前 CTU 跳过 0 层的 RD 性能损失可能较大, 这时后验概率分布的均值较大, 并近似高斯分布; 当  $\Phi^{n-1}$  值接近于 0, 说明当前 CTU 的  $J_0^n$  和  $J_1^n$  可能很接近, 那么  $\Delta J^n$  可能接近于 0, 此时后验概率分布均值变小, 并近似服从拉普拉斯和高斯混合分布; 随着  $\Phi^{n-1}$  值逐渐增大, 表示内容越来越复杂, 跳过深度 0 不再引起 RD 性能损失,  $\Delta J^n$  为 0 的概率逐渐接近于 1, 后验概率分布近似拉普拉斯分布。

文献【3, 17, 18】将给定特征下是否划分的条件概率作为后验概率, 但在这种后验概率相同时,  $\Delta J^n$  的分布可能不同, 这会导致 RDC 代价不一样。因此, 本文用给定特征下  $\Delta J^n$  的后验概率分布  $p(\Delta J^n | \Phi^{n-1})$ , 来计算两个集合贝叶斯风险, 也就是 RDC 代价的后验期望值, 表示为

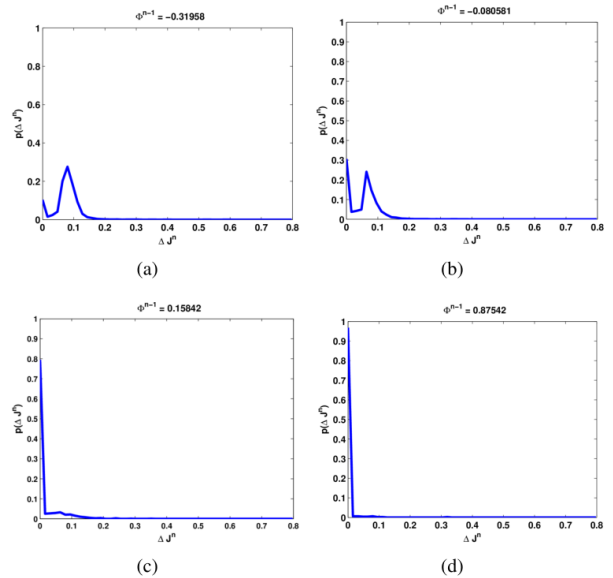


图 4 给定  $\Phi^{n-1}$  的  $\Delta J^n$  后验概率分布

$$E[U_0(\Delta J^n) | \Phi^{n-1}] = \int U_0(\Delta J^n) p(\Delta J^n | \Phi^{n-1}) d\Delta J^n = \lambda_c T_{S_0}$$

$$\begin{aligned} E[U_1(\Delta J^n) | \Phi^{n-1}] &= \int U_1(\Delta J^n) p(\Delta J^n | \Phi^{n-1}) d\Delta J^n = \int (\Delta J^n + \lambda_c T_{S_1}) p(\Delta J^n | \Phi^{n-1}) d\Delta J^n \\ &= E[\Delta J^n | \Phi^{n-1}] + \lambda_c T_{S_1} \end{aligned} \quad (6)$$

此时, 可以通过比较上述两个 RDC 代价的后验期望值来为当前 CTU 估计出最优集合  $S^*$ , 即

$$S^* = \arg \min_{\{S_0, S_1\}} \{ E[\Delta J^n | \Phi^{n-1}] + \lambda_c T_{S_1}, \lambda_c T_{S_0} \} \quad (7)$$

$T_{S_0}$ 和 $T_{S_1}$ 的差值为深度0的编码时间, 定义为

$$T_0 = T_{S_0} - T_{S_1} \quad (8)$$

结合(7)和(8), 可以得到如下判断: 当 $E[\Delta J^n | \Phi^{n-1}] < \lambda_c T_0$ 时, 最优集合为 $S_1$ ; 当 $E[\Delta J^n | \Phi^{n-1}] > \lambda_c T_0$ 时, 最优集合为 $S_0$ , 因此只要将 $E[\Delta J^n | \Phi^{n-1}]$ 与 $\lambda_c T_0$ 进行比较, 就可以得到最优集合, 从而判断是否要跳过深度0。

理论上, 为了获取 $E[\Delta J^n | \Phi^{n-1}]$ , 依据公式(6), 需要已知后验概率 $p(\Delta J^n | \Phi^{n-1})$ 的分布函数。但实际应用时, 我们只需要提前拟合出 $\Delta J^n$ 的后验概率分布均值 $\mu^{\Delta J}$ 与 $\Phi^{n-1}$ 之间的函数即可, 写做 $\mu^{\Delta J} = h(\Phi^{n-1})$ 。这样做的好处是, 在简化了计算过程的同时, 避免了后验概率分布函数拟合不准确所造成的判断误差。此时最优集合可以写为

$$S^* = \begin{cases} S_0 & h(\Phi^{n-1}) \geq \lambda_c T_0 \\ S_1 & h(\Phi^{n-1}) < \lambda_c T_0 \end{cases} \quad (8-1)$$

在本节中, 我们提出使用内容特征 $\Phi^{n-1}$ , 在RDO过程前以较低的复杂度估算出集合的RDC代价, 最终完成是否要跳过深度0的判断。但是, 选择最优集合依然引入了额外计算公式(8-1)的复杂度, 在接下来的3.1.4节中, 本文将设计一个简单的方法, 在几乎不增加额外计算复杂度的情况下判断是否要跳过深度0。

### 3.1.4 阈值的分析

在3.1.3节中已经证明, 比较 $\mu^{\Delta J}$ 与 $\lambda_c T_0$ 就可以得到RDC代价最优的集合。 $\mu^{\Delta J} = h(\Phi^{n-1})$ 中的 $h$ 在编码前拟合得到,  $T_0$ 在代价比较中近似为常数(在3.1.1节中已经说明), 因此, 决定集合选择的因素仅为 $\Phi^{n-1}$ 和 $\lambda_c$ 。本文依据这两个因素, 设计了一种低复杂度方法, 只需查表和简单的比较过程, 就可以得到RDC代价最优的集合。

为了更好的解释本节提出的方法, 我们先将是

否要跳过深度0等价为一个分类问题, 如上所述, 影响分类的因素为 $\Phi^{n-1}$ 和 $\lambda_c$ 。图4-1中描绘了在不同 $\lambda_c$ 下CTU的分类情况, 这些CTU来自不同序列, 内容不尽相同, 图中红色点代表CTU根据RDC代价选择跳过深度0, 绿色点代表选择不跳过深度0。在给定 $\lambda_c$ 时, 这些CTU根据他们各自内容特征 $\Phi^{n-1}$ 的不同被分为了两类; 对某一个CTU, 当 $\lambda_c$ 变化时, 它的分类结果也会发生变化。随着 $\lambda_c$ 值变大, 某个CTU会从不跳过深度0变成跳过深度0。图中两种类别的边界处有 $h(\Phi^{n-1}) = \lambda_c T_0$ , 可以推导出 $\Phi^{n-1}$ 的阈值 $\Phi_{th} = f(\lambda_c T_0)$ , 阈值为 $\lambda_c$ 的函数。当已知 $f$ 并给定一个 $\lambda_c$ , 这时只要将 $\Phi^{n-1}$ 与 $\Phi_{th}$ 比较, 就可以为CTU判断是否要跳过0层。若想要改变编码复杂度, 只需要通过设定不同的 $\lambda_c$ 从而改变特征的阈值, 就可以达到调整的目的。在实际应用中, 上述这种方法只需要特征与阈值简单的比较就能够得到RDC代价最优的判断, 极大简化了RDC代价的计算过程。更进一步, 本文将 $f$ 设计成查找表, 最小化获取特征阈值的计算复杂度。

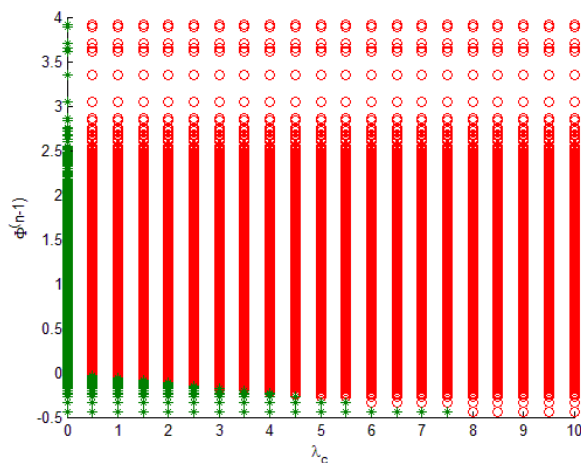


图4-1 RDC代价最优的集合, 随 $\lambda_c$ 和 $\Phi^{n-1}$ 的变化图

### 3.2 融合空域特征的CU深度预选算法

在上一节中提出的深度预选方法利用了时域信

息,使用 $\Phi^{n-1}$ 作为内容特征。虽然大部分情况下前后帧内容具有高度相关性,特别是对于静止的背景部分,但视频中的物体是运动的,并且还会出现场景切换。为了更能适应内容的变化,本文在利用时域信息基础上提出结合空域信息,进一步提高估计 $\Delta J^n$ 的准确度。

### 3.2.1 空域特征

对帧间预测来说,运动信息是决定 CU 深度的重要内容特征。内容的运动需要运动估计后才能获得,但运动估计复杂度过高。由于相邻块通常具有类似运动特点,因此 HEVC 引入 AMVP 技术[27],即在进行运动估计之前,利用空域相邻块的运动信息,为当前块预测出最可能的运动矢量( $mvp^*$ )。 $mvp^*$ 对应的 $SAD_{mvp^*}$ 可以良好地帮助我们估计出内容的运动的复杂程度,当 $SAD_{mvp^*}$ 很小,说明当前内容的运动比较统一;反之,说明可能内容的运动比较复杂。为当前 CTU 获取 $SAD_{mvp^*}$ 的过程如下。在

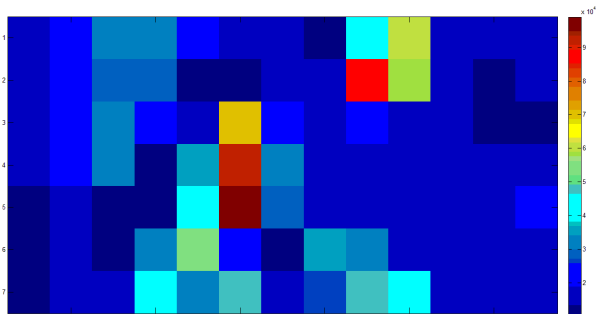
运动估计前,需要先按照一定规则获取空域相邻已编码块的 MV 构建一个列表,编码器遍历 AMVP 候选列表,为每一个候选 MVP 计算 $SAD_{mvp}$ ,计算公式如下

$$SAD_{mvp} = \sum_{j=1}^{N_{CTU}} \sum_{i=1}^{N_{CTU}} |org(i, j) - ref(i + mvp_x, j + mvp_y)|$$

其中 $N_{CTU}$ 为 CTU 的边长。 $org(i, j)$ 为 $(i, j)$ 位置的原始像素, $ref(i + mvp_x, j + mvp_y)$ 为前一帧参考像素,其中 $mvp_x$ 和 $mvp_y$ 分别为 MVP 的水平方向和垂直方向的数值。 $SAD_{mvp^*}$ 为候选列表中所有 mvp 对应 $SAD_{mvp}$ 的最小值。本文将其平均到像素,得到 $MAD_{mvp^*} = \frac{1}{N_{CTU}^2} SAD_{mvp^*}$ 。为了说明 $MAD_{mvp^*}$ 能够反应内容特点,本文在图 5-1 中展示了 BasketballDrill 序列第三帧每个 CTU 的 $MAD_{mvp^*}$ ,从图中可以看出较大的 $MAD_{mvp^*}$ 对应着运动较为复杂的视频内容,反之亦然。



(A)内容及 CU 划分



(B) 对应的 $MAD_{mvp^*}$

图 5-1 BasketballDrill 序列第三帧的 CTU 划分以及每个 CTU 对应的 $MAD_{mvp^*}$

### 3.2.2 RDC 代价估计以及阈值的选择

3.1.2 节中提出的时域特征 $\Phi^{n-1}$ 和本节中提出的空域特征 $MAD_{mvp^*}$ ,二者都能良好反应内容的特点,本文将两者结合作为时空域特征。这样做的好处是,在时域特征不可用时,编码器可以根据空域特征做出判断;在空域特征不可用时,例如图像左上角 CTU,此时可以利用时域特征做出判断。当两

者都可用时,相比较单一特征,时空域特征对 $\Delta J^n$ 的估计将会更加准确,我们将结合理论分析以及实验结果进行证明。

依据信息熵理论,当使用时域特征 $\Phi^{n-1}$ 时,给定 $\Phi^{n-1}$ 下 $\Delta J^n$ 的条件熵可以表示为 $H(\Delta J^n | \Phi^{n-1})$ ,当使用时空域特征时,条件熵可以表示为 $H(\Delta J^n | \Phi^{n-1}, MAD_{mvp^*})$ ,在给定 $\Phi^{n-1}$ 的基础上,已



知  $MAD_{mvp}$  而引起  $\Delta J^n$  不确定度的缩减量可以用互信息来表示, 写为  $I(\Delta J^n; MAD_{mvp} | \Phi^{n-1}) = H(\Delta J^n | \Phi^{n-1}) - H(\Delta J^n | \Phi^{n-1}, MAD_{mvp})$ 。由于  $I(\Delta J^n; MAD_{mvp} | \Phi^{n-1})$  是非负的, 因此可以推出有  $H(\Delta J^n | \Phi^{n-1}) \geq H(\Delta J^n | \Phi^{n-1}, MAD_{mvp})$ , 同理也可以推出  $H(\Delta J^n | MAD_{mvp}) \geq H(\Delta J^n | \Phi^{n-1}, MAD_{mvp})$ 。这说明理论上, 在给定某一特征时, 已知另一个内容特征, 在总体上会降低对  $\Delta J^n$  的不确定度。

在实验中, 本文使用内容特征下  $\Delta J^n$  的后验概率

分布均值作为的估计值。图 5 中做出了不同特征取值下 RD 性能损失  $\Delta J^n$  的后验概率分布。蓝色线对应着时空域特征, 红色线对应着单一特征, 大部分情况下, 使用时空域特征的后验概率分布方差会更小一些, 意味着对  $\Delta J^n$  的估计会更加准确。进一步, 在表 7 中分别展示了在单一特征以及时空域特征下, 估计值与真实值之间的均方误差 MSE, 实验结果显示, 使用时空域特征对应的 MSE 更小。

上述的理论以及实验充分说明, 引入时空域特征对  $\Delta J^n$  的估计将更加准确。

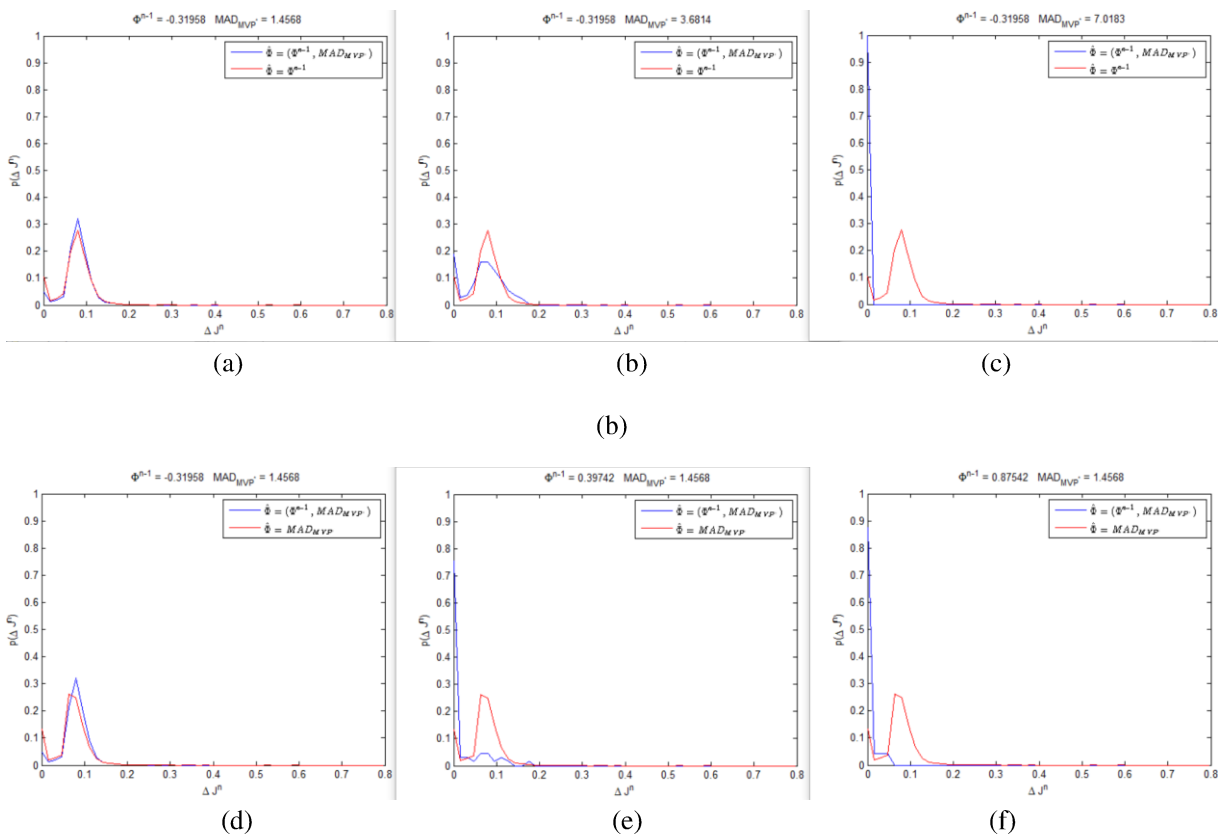


图 5  $p(\Delta J^n | \Phi^{n-1}, MAD_{mvp})$  和  $p(\Delta J^n | \Phi^{n-1})$   $p(\Delta J^n | MAD_{mvp})$

表 7 不同快速算法中, 分别采用不同内容特征, RD 性能损失估计值与真实值之间的均方误差

	CU深度预测算法			CU提前终止算法			PU快速算法			TU快速算法		
	时域	MVP	两个特征	MAD_L	Rmvd	两个特征	satd_max	MATD	两个特征	satd_max	MATD	两个特征
BasketballDrill (832*480)	0.0012	0.0012	0.0008	0.1538	0.2041	0.0957	0.2096	0.1979	0.1053	1.6237	1.6174	0.8707
KristenAndSara (1280*720)	0.0011	0.0013	0.0009	0.0064	0.0070	0.0048	0.1032	0.1111	0.0652	2.3936	1.8638	0.9756
Cactus (1920*1080)	0.0011	0.0012	0.0009	0.0642	0.0716	0.0512	0.0813	0.0845	0.0606	1.9591	1.6462	1.1151
Kimono (1920*1080)	0.0024	0.0023	0.0018	0.0108	0.0103	0.0080	0.3349	0.3342	0.2770	1.4126	1.4970	0.7183

无论是只采用时域特征还是使用时空域特征，由于待解决的问题依然为判断是否跳过 CU 深度 0，因此集合的 RDC 代价函数  $U_0(\Delta J^n)$  和  $U_1(\Delta J^n)$ ，以及 RDC 代价估算和比较的过程都与 3.1 节中描述的一致。在 3.1.4 节中，当使用单一特征时，特征阈值函数满足约束条件  $\Phi_{th} - f(\lambda_c T_0) = 0$ 。在本节，使用时空域特征后，分类结果与  $MAD_{mvp}$ 、 $\Phi^{n-1}$  和  $\lambda_c$  三者有关，我们通过预先拟合得到特征阈值函数  $F_{cp}(\lambda_c, \Phi_{th}, MAD_{th}) = 0$ ，在应用时，只要将特征带入阈值函数与 0 比较大小，就可以判断是否要跳过深度 0。

### 3.3 小结

在本节提出的针对 CU 深度 0 预选算法使用 RDC 优化方法实现了最优，本文提出的 RDC 优化方法具有通用性，也可以应用于除深度 0 外其他深度的 CU 划分，以及 PU 模式选择和 TU 树决策当中。对任何模式设计快速算法，都可以等同为一个集合选择问题，并使用本文定义的 RDC 优化方法求解。求解的步骤总结如下：

1、根据算法的设计思路设置对应的候选模式集合，并根据 RDC 优化方法的定义得到代价函数。

某个单元 (CU, PU 或者 TU) 的所有候选模式组成集合  $S_{full}$ 。跳过某些模式，对应候选模式集合用  $S_{fast}$  表示。上述集合各自对应的 RDC 代价函数为， $U_{full} = \lambda_c T_{full}$ ， $U_{fast} = \Delta J_{fast} + \lambda_c T_{fast}$ ，其中  $T_{full}$ ，和  $T_{fast}$  分别表示  $S_{full}$  和  $S_{fast}$  的编码时间， $\Delta J_{fast}$  表示  $S_{fast}$  的 RD 性能损失。

2、选择内容特征  $\Phi$ 。特征可以选择多个，通常情况下，使用的特征更多，估计的准确度会越高。

3、取不同内容特征下，后验概率分布  $p(\Delta J_{fast} | \Phi)$  的均值作为  $\Delta J_{fast}$  的估计值，并将两个集合贝叶斯风险的计算和比较简化为特征与阈值的比较过程，特征阈值函数  $F(\lambda_c, \Phi_{th}) = 0$  则通过提前拟合得到。

最后，将特征带入阈值函数  $F$ ，通过判断  $F$  与 0 的大小，来判断哪一个集合为 RDC 代价最优的集合。

值得注意的是，对于多个特征，高维特征空间的边界线的确定可以通过 SVM [37] 或是神经网络训练 [36] 等方法得到边界，或者，通过对边界的直接拟合得到  $F$  [38]。本文在接下来的第四节中提出 CU 深度提前终止算法，以及 PU 模式提前终止算法和 TU 树决策快速算法，所有算法都按照这三个步骤进行设计。

## 四、结论与展望

在这篇文章中，我们首先将 RDC 优化问题转化为受限约束的子集选择优化问题，以明确数学方式定义了 RD 性能与复杂度，用于指导每一个单元做出最优的选择。接着，通过引入贝叶斯风险，将最优问题的求解方法简化为寻找特征阈值函数。本文提出的 RDC 最优的编码模式决策方案可以灵活应用于具有不同复杂度要求的硬件平台，相比现有研究更能满足不同应用下的不同要求，非常具有实用价值。

# 规建管一体化在滨海新城智慧城市建设中的探讨

潘巧燕

(福建省邮电规划设计院有限公司 福建省福州市 350002)

**摘要:** 首届数字中国建设峰会在福州举行,滨海新城作为数字中国峰会的永久会址,其作为福州新区核心区,规划定位为区域科研中心、大数据产业基地、创新高地。因此,在滨海新城的城市建设中,有必要创新思路,通过统一的大数据平台建设,打通规划、建设、管理的数据壁垒,改变传统模式下规划、建设、城市管理脱节的状况,将规划设计、建设管理、竣工移交、市政管理进行有机融合,管理需求在规划、建设阶段就予以落实。本文运用 GIS、BIM 和传感器网络等现代信息技术,通过对福州滨海新城规建管一体化平台的建设,探讨如何实现规、建、管统筹协调和资源共享,在建设城市过程中同步形成与实体城市“孪生”的数字城市,为精细化城市管理提供技术支撑,积累城市大数据资产,为智慧城市更为广阔领域的应用奠定基础。

**关键词:** 智慧城市、人工智能、建筑信息模型 BIM、城市信息模型、地理信息系统、物联网

## 1、引言

2018年4月22日至24日,首届数字中国建设峰会在福州举行。习近平总书记在向数字中国建设峰会的贺信中提到,党的十九大描绘了决胜全面建成小康社会、开启全面建设社会主义现代化国家新征程、实现中华民族伟大复兴的宏伟蓝图,对建设网络强国、数字中国、智慧社会作出战略部署。峰会以“以信息化驱动现代化,加快建设数字中国”为主题,展示我国电子政务和数字经济发展最新成果,交流数字中国建设体会和看法,进一步凝聚共识,必将激发社会各界建设数字中国的积极性、主动性、创造性,推动信息化更好造福社会、造福人民。

滨海新城的福州数字中国会展中心将成为数字中国峰会的永久会址,根据省委省政府、福州市委

市政府的决策部署,福州滨海新城将按照“数字中国”示范区目标打造智慧新城。滨海新城作为福州智慧城市发展的先行先试区,其在“一张白纸”的基础上,因此,滨海新城应积极探索规建管一体化的可行性。滨海新城的建设应充分借鉴国内其他新城新区的建设经验,按照“现代化国际滨海新城、福州新区核心区、产城融合发展的宜居宜业智慧城市”的定位,坚持“城建先行、产业同步、民生至上”的发展策略,创新引领,政府主导、市场运作、自求平衡、滚动发展。以规建管一体化为抓手,借用 BIM+3D GIS 等新技术手段,探索城市规划、建设、管理的新思路,助力打造智慧、绿色和韧性的滨海新城。

## 2、传统业务平台问题及解决思路

### 2.1 传统建设存在问题及分析

#### 作者简介:

**潘巧燕**,高级工程师。多年从事电信宽带数据网、业务网等基础网络的规划设计、管理咨询等领域的规划、可研及课题工作,擅长编制信息化类可研、设计等咨询项目,并具有丰富的信息系统项目管理经验。

1、城市规划、城市建设、城市管理信息化建设模式不一，有待打破壁垒

城市规划建设与管理需要一种立体化的管理模式，将传统、被动、分散的管理转变为现代、主动、系统的管理，具有方便、快捷、有效等特点；但是，随着信息化管理在不同部门、领域的运用，信息化管理同样存在一定的不足，各业务域信息化体系缺乏统一的规划，运行模式不统一，各部门及系统各自为政，互相独立，运行成本较高，造成资源的浪费。

### 2、滨海新城建设规划管理协调手段传统

根据《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理若干意见》，将“城市双修”即生态修复、城市修补作为城市发展建设的主要任务，传统的审查手段在景观规划协调方面存在难以忽视的弊端，基于二维的效果图审查模式在景观协调中存在直观性不够、定性定量分析能力不足等严重瓶颈，需要通过三维技术手段，引入三维规划审批的方式解决区域景观规划审批中的矛盾。同时，伴随滨海新城的快速建设，传统的城市地下管线二维管理模式，已根本无法满足管理部门对地下管网、管线大数据信息分析、表达、应用的实际需要。

3、城市建设工程监管数据采集缺乏有效手段，真实性与及时性不足

城市建设监管层面，虽然初步建立了覆盖全市的建筑市场监管与工程监管系统，但数据采集方式多为手工填报模式，特别是滨海新城工程现场项目数据的采集没有有效实时传输至监管平台系统，滨海新城也未建立基于 BIM、GIS 等技术的可视化管理。

### 4、城市管理的信息化水平还需要进一步加强

规划、建设、管理各相关部门均已建设或正在新建信息化相关的业务系统，能够实现智慧城市信息化管理，但信息化实际应用水平不够灵活与创新，需要进一步加强。例如，可以运用 BIM 与 3D GIS 平台，实现精确、敏捷、高效的城市管理模式，通

过现代信息化的手段，实现规建管内容的绿色化、精确化，实现由粗放管理到精细管理的转变。

为此，滨海新城规建管一体化平台在规划设计时需要充分考虑数据共享与交换的需求，使系统能够提供多源异构数据共享的完整解决机制，从而能够在一体化平台上整合各部门现有的各种数据，实现各部门信息及其他资源的交换与共享，并进行业务协同建设，通过规建管一体化做为抓手，借用 BIM+3D GIS 等新技术手段，探索城市建设管理的新思路，提升行政效能，实现规划建设管理的一体化。

### 2.2 解决思路

在使用现有信息化应用和数据资源共享下，实现了部分业务系统的监管信息化，但从滨海新城定位和规划、建设、管理需求看，需要统筹推进新区规建管工作，创新和实现规建管一体化，提高城市规划、建设、管理过程监管信息的准确性、反馈速度、协同能力，进一步提升和加强集成监管效率，高效的完成滨海新城的建设。

从规划阶段来看，滨海新城现有的城市规划、土地规划和发展规划等各自为政，规划一致性无法得到保障，规划过程无法高效协同，规划审批效率不高，规划成果质量难以保障。滨海新城规划建设指挥部下的规划局，急需创新规划工作方式和管理模式，将各自为政的多张图通过信息化集成为“一张蓝图”，基于一张蓝图进行规划设计、会议会审、并联审批等，提升审批效率与质量。同时通过一张蓝图系统，进行规划成果展示、辅助项目选址及冲突分析，保证规划数据落地，提升规划管控能力，解决空间规划冲突，并推演城市发展，让土地资源 and 空间利用更集约，方案更科学，决策更高效。面对滨海新城大规模的建设需求，规划局还急需建设三维可视化的地下规划辅助审查系统，对地下管线、项目修建性规划进行可视化浏览以及分析，推演城市建设与管理的合理性，提升审查的科学性以及审



批效率。

从建设阶段来看,现有的多个行业信息化系统之间存在着信息不互通,信息交互困难。同时由于项目参建方多,建设周期内信息收集、传递、分析和共享难度大,信息不对称,建设监管存在决策支撑不足问题。滨海新城规划建设指挥部下的建设局,需要通过 BIM、物联网、大数据等信息技术,创新建设监管模式。建设局一是要建设数字化的建设工程监管系统,对项目施工许可、质量、安全、绿色施工进行监管,同时支持信用评价。对重大项目项目,需要通过 BIM 提升过程精细化监管能力,对项目人员、进度、质量、安全进行管理,对现场塔吊等设备进行实时监控,构建建设监管一张网,实现对建设工程项目建造过程监督和竣工交付的全生命周期智慧监管,全面提升工程项目监管效能。

从管理阶段来看,现有城市管理工作各自为政,缺乏整体统筹。在城市建设工程反复性开挖及重复性的建设,造成严重浪费;同时对涉及民生的城市生命线及重大市政基础设施缺乏安全运行监测、预警及突发事件应对能力。滨海新城规划建设指挥部下的管理局急需通过建立城市信息模型及结合物联网技术,对城市生命线、水环境进行实时监控,及时敏捷掌控城市安全、生态环境突发事件,并做到指挥调度多单位进行协同处理,做到事前预控,以及多级协同应急处理,实现城市治理一盘棋,将城市管理精细到“细胞级”治理水平。

### 3、规建管一体化总体设计思路

#### 3.1 建设目标

在滨海新城建设过程中,通过探索城市规划建设管理一体化业务,充分利用 BIM 和 3D GIS、云计算、大数据、物联网和智能化等先进信息技术,同步形成与实体城市“孪生”的数字城市。通过搭建以 3D GIS、BIM 等图形引擎为核心的“城市 CIM 时空信息云平台”,基于统一的标准与规范,集

成并建立集基础地理数据、各类规划数据、多规融合成果数据、项目建设数据等“城市时空信息模型数据库”,实现滨海新城规划、建设、管理全过程的数字资源集中管理与应用、信息互通与共享,保证一张蓝图的有效性和实时性。

在统一的城市 CIM 时空信息模型基础上,基于规建管一体化平台,在规划阶段构建“规划业务管理系统”“一张蓝图信息系统”、“地上地下规划辅助审查系统”,实现城市规划一张图,实现规划业务高效审批,支持规划信息联动与共享、冲突检测与决策支持,让土地资源和空间利用更集约,方案更科学,决策更高效;通过构建建造阶段“行业数字化综合监管”和“基于 BIM 的重大项目监管系统”,实现城市建设监管一张网,采用物联网及现场智能监测设备等技术手段,与工程现场数据实时互联,实现对建设工程项目从设计图纸审查、建造过程监督和竣工交付的全生命周期智慧监管,全面提升工程项目监管效能;通过构建运营管理阶段的“城市环境监测系统”、“城市生命线检测系统”、“城市防洪防涝监测系统”,实现城市治理一盘棋。实时监测城市运行状态,敏捷掌控城市安全、应急、生态环境突发事件,事前控制,多级协同,将城市管理精细到“细胞级”治理水平。

在统一的城市 CIM 时空信息模型基础上,基于规建管一体化平台,并与各阶段业务系统数据实现实时互联,构建“基于 CIM 的规建管一体化监测平台”,实现城市规划,建设,管理统一运营监管,保障多风险实时监测与预警、各部门信息共享、工作高效协同联动,真正达到智慧城市。

#### 3.2 设计原则

建议按照“总体规划、分步建设、统一标准、统筹对接”的原则推进智慧工程应用体系建设。

##### 1、系统的顶层设计

系统建设方案是在结合目前实际滨海新城管理

现状的前提下,明确项目建设总体目标、重点目标、阶段目标的基础上,运用发展的眼光,综合考虑技术发展趋势着眼于未来,充分考虑城市规划、建设、运营阶段的业务特点,及参与各方的业务需求和管控重点,满足城市规建管全生命期一体化管理需求基础上,进行总体规划。避免系统建设过程中出现重复建设和信息孤岛,保证建设目标的顺利实现。

### 2、分级分阶段建设

在系统建设过程中采取一刀切的方式显然是不科学的,根据业务特点和各单位的管理水平,采取分批、分级建设的策略。规建管一体化项目贯穿了城市的规划、建设、管理多个阶段,在每个阶段都有独特的信息化建设需求和内容。每个信息化系统建设内容也划分为很多子系统或模块,系统之间有业务关联和数据交换共享需求。

### 3、执行统一建设标准

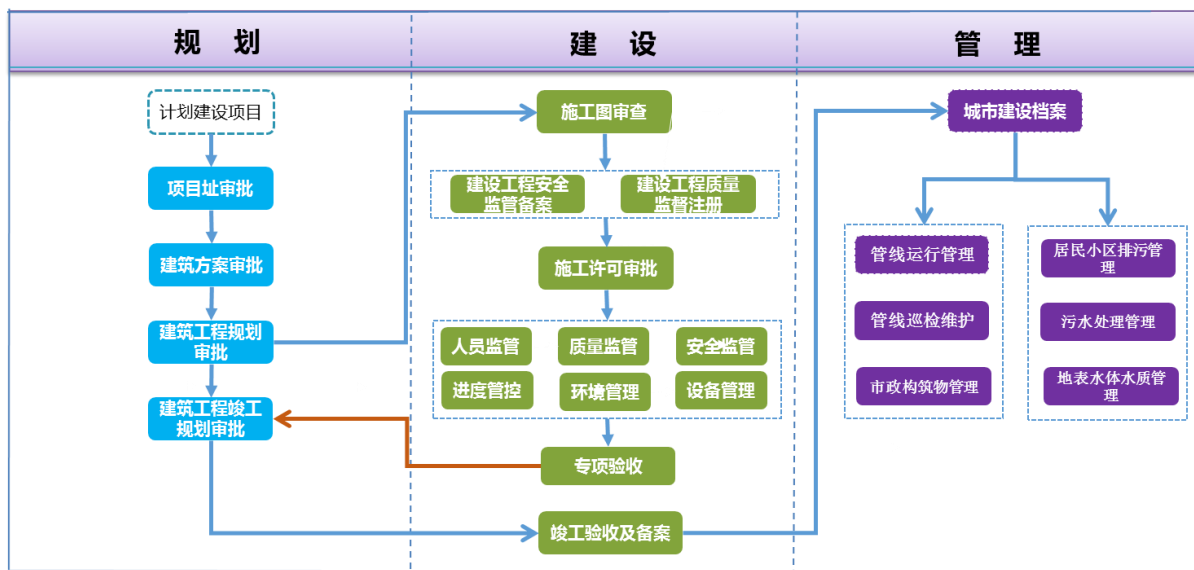
由于平台对接个子系统或各委办局的信息化程

度、硬件配置层次不齐,为了能满足平台数据的一致性要求,有必要在建立的平台接口技术标准和和管理标准,确保系统信息的完整性和时效性,同时,严格按照标准形成和不断完善项目的管理,也为后期建设的项目工程提出标准化的技术要求。

### 4、统筹对接内外系统

为更好支撑管理,在基础上层面,需要对基于视频监控、RFID 识别等物联网手段与现场管理结合,实现数据的及时采集;基于 BIM 技术实现以模型为核心的成本、质量、安全和人员的精细化管理;基于大数据技术实现各项目数据的汇总、分析和统计,为监管提供决策依据;基于云计算搭建管理平台,实现统一的监管界面;基于移动技术实现监管的及时性和高效性。因此,需要统筹各种不同的技术手段,提供统一、灵活的连接层进行灵活配置和统筹管理。

### 3.3 规建管总体流程分析



规建管一体化业务流程图

在规划阶段,规划局依据发改立项的项目,基于已入库的城市规划、土地规划、环境规划等,对项目选址、建筑方案、建设工程规划进行审批,提出修改意见。相关单位进行修改后,规划局再次审

核,直至符合规划要求,并进行规划数据入库。当建设工程竣工后,规划局对项目进行建设是否符合规划进行专项验收,保证规划真正落地。

在建设阶段,建设局对施工图进行备案审查,

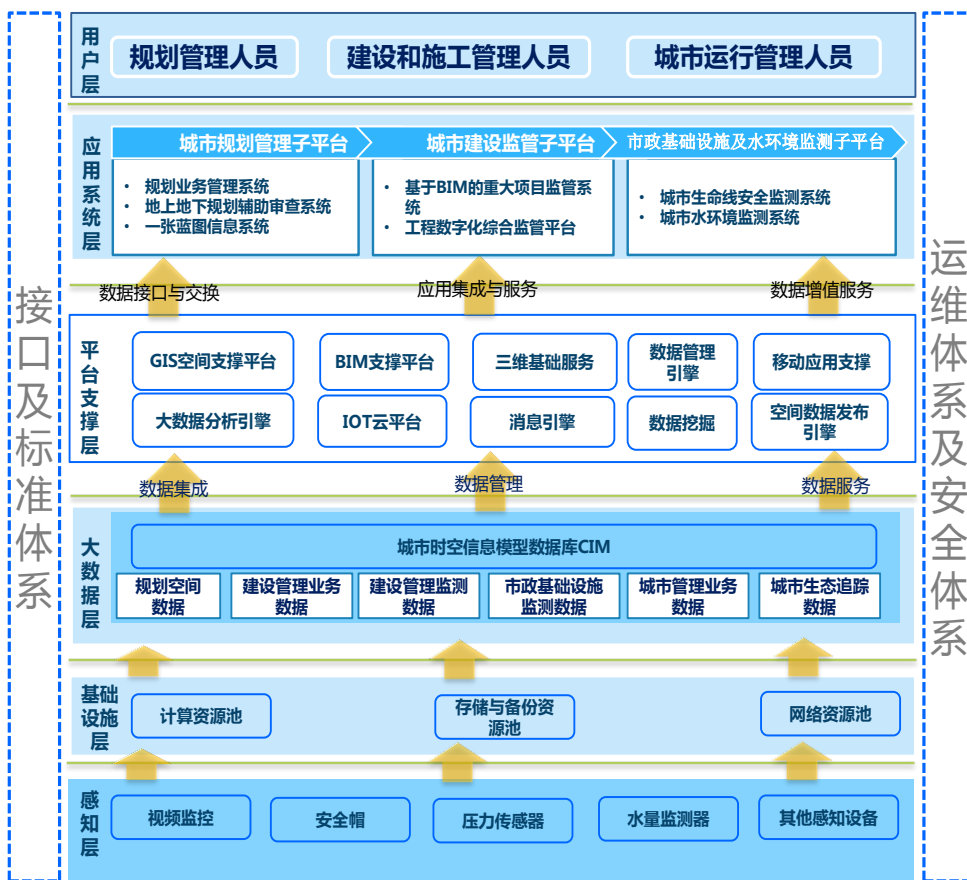
并对建设单位的安全备案申请、质量监督申请进行审批，并在审批通过后对施工许可证进行审批和发放证书。在项目建设过程中，建设局对项目的人员、进度、质量、安全、设备、绿色施工进行监管，进行双随机检查和处罚记录，并在竣工后进行质量监督评价和信用打分。在竣工阶段，进行专项验收和竣工备案验收，并将验收备案资料移交城建档案馆。

在管理阶段，管理局对城市生命线进行管理，包括燃起、给排水、市政构筑物等进行管理和日常巡检，对发现的问题协调权属单位或运营单位进行

解决处理。同时对城市环境进行管理，包括居民小区排污、污水处理、地表实质进行实时监测与巡查管理，保证城市环境符合相关要求，为城市人群提供舒适、健康的环境。

### 3.4 总体逻辑架构

在滨海新城智慧城市顶层设计的总体框架下，结合平台的数据来源与共享应用需求，采用分层架构的思想，设计的总体逻辑架构如下图所示，包括感知层、基础设施层、数据层、平台支撑层、系统应用层和用户层。



福州滨海新城规建管一体化平台总体逻辑架构图

## 4 规建管一体化建设方案

### 4.1 城市时空信息模型数据库（CIM）

城市时空信息模型（CIM）数据基础即是平台涉及的规划、建设、管理等数据，模型的形成是通

过这些数据有效的关联与协同，通过合理的数据关联，建立城市地上地下事物历史与现状的全生命周期的监管。

规划阶段 CIM 模型集成土地、城市规划等多规数据的控制线信息及其他相关要求与依据，建立城

市三维体量模型,辅助规划编制、多规冲突检测、规划监管等,提高规划科学合理。在项目审批阶段,建立建筑物 BIM 设计模型,对地上及地下建设项目立项、供地、规划许可进行三维可视化辅助审批,提高规划审批并及时更新建筑及基础设施信息模型;

建设阶段 CIM 模型集成建筑及基础设施项目的施工许可、质量安全监管、过程监管、竣工备案等审批和监管信息,并在施工过程中随着施工进度更新建筑施工 BIM 模型,在竣工阶段上传竣工 BIM 模型及相关竣工数据,与 CIM 模型实现动态合成,保证城市信息模型的动态更新和时效性,为后续运用维护打下基础;

运营阶段 CIM 模型集成市政管网、水环境、污水排放等设施的实时监控数据,并实现物联网设备的空间定位与信息可视化集成,将多元数据在同一区域内作用,通过数据的空间位置及属性信息,将多元数据进行关联,可更全面详实的对主体对象进行表达,通过多元数据的历史、现状以及位置信息,可对主体对象在时间和空间维度进行全方位的浏览与监管分析。

#### 4.2 城市规划管理子平台

##### 1、规划业务管理系统

规划业务管理系统的建设内容包括:基础平台建设(统一信息门户、业务基础平台、CAD-GIS 平台)、规划业务管理子系统、CAD 图形编辑子系统、规划会议会审系统、规划效能监控子系统和运维管理系统。

##### 2、一张蓝图信息系统

一张蓝图信息系统的建设内容包括:规划支持决策系统、规划冲突分析系统、项目选址会商系统、数据入库管理系统等。

其中,规划支持决策系统实现规划编制成果数据、基础数据和其他规划数据的展示、浏览、查询、分析,为智慧决策提供科学数据和分析支撑等功能。

规划冲突分析系统实现地块与各种规划数据之间以及各种规划数据之间的冲突智能检测与分析功能。

项目选址会商系统通过建立一套项目选址会商流程,在对项目审批之前组织规划、国土、环保等各部门对待建项目的选址情况进行线上意见会商,主动消化项目的前期选址矛盾,推进项目的可落地、可实施,在后续项目审批过程中,可以大幅提高业主申报项目的审批效率。

数据入库管理子系统面向数据库管理人员,基于 C/S 架构,实现各类规划数据的输入、输出、入库及动态更新管理等,具体包括数据编辑、数据输出、空间数据入库、空间数据更新等功能。

### 3、地上地下规划辅助审查系统

#### ◇数字沙盘

数字沙盘模块含三维浏览展示、二三维联动、智能标注等功能,三维浏览展示提供整个系统基本操作模块,包括对场景浏览、控制和视角的切换等操作,针对三维窗口的地图操作,包括正常的场景平移、旋转、定位、天气控制、特定场景和动画导航等功能。这些功能可以让三维方案与现状一起以多种视角,在多种尺度下进行研判。

#### ◇三维规划数据管理

三维规划数据管理模块用于三维规划项目和方案的创建与管理,主要针对于窗口收件后规划项目和报件方案的创建、编辑、模型数据和附件材料的导入、管理等业务工作。可从本地导入规划方案的三维模型(3DMAX 模型)到场景中,并实现任意角度的浏览和查看;对于指定方案,可以进行建筑对象的高度、位置、朝向、体量的调整,实现方案的动态调整,为规划审批提供及时直观的方案效果。具体功能包括项目生成、方案生成和方案编辑三部分。

#### ◇三维规划审查决策

三维规划审查决策模块包含方案审批核查、竣

工审查、区域控高审查、立面审查等功能。通过对于同一报件项目的多个方案,根据实际的使用环境,实现从不同角度、不同方位来观察各个规划设计方案,比较不同方案对城市景观,对周围建筑的影响,以直观的方式评估各个方案的优缺点,便于使用者分析和判断最优化的方案。并能将设计方案周边的控制性详细规划、城市设计、指标等信息,与设计方案通过多个场景的融合模拟,进行综合的研判,研判规划设计方案与上位规划约束的相容性。

#### 4.3 城市建设监管子平台

##### 1、建设工程数字化综合监管系统

通过先进信息技术手段以简化、智能化方式,辅助行业主管部门实现对建设工程项目从项目报建、图纸审查、施工过程、竣工交付全生命周期的高效监管,推动行业管理从粗放型监管向效能监管、规范监管和联动监管转变。

在城市 CIM 时空信息云平台上构建建设工程数字化综合监管系统,可与省网上办事大厅、省工程建设监管信息系统进行数据对接和信息共享,实现市场与现场的联动。建设工程数字化综合监管系统向下接入项目工地,通过项目工地的项目管理系统、智慧工地系统、物联网监测等采集项目的质量、安全、绿色施工等数据。对项目部无信息化系统的,可以采取人工录入方式进行监管数据填报。

住建委、审图机构、质监站、安监站、建设单位、勘察设计、监理、施工等单位,可以通过建设工程数字化综合监管系统,实现对质量、安全文明施工、竣工备案等业务的协同联动,以及全程督办,实现“放管服”的变革目标,降低市场主体的市场运行的行政成本,促进市场主体的活力和创新能能力。

##### 2、基于 BIM 的重大项目监管

在城市 CIM 时空信息云平台上构建基于 BIM 的重大项目监管系统,可与重大项目直接对接,数据获取方式有两种:一是直接对接工地现场各种传感

设备,通过物联网采集现场的人员、设备、物资、视频等信息;二是与项目现场各种信息系统对接,从系统中采集需要的信息。

基于从项目现场获取的各种信息,相关部门可对重大项目的进度、人员、质量、安全、绿色文明施工进行实时管控,并进行协同工作,及时对发现的问题进行处理,实现对重大项目建设的全程监管。

◇进度管控:通过在统一的界面集成 BIM 模型、现场视频监控、进度计划,可以直观掌握项目进展和存在的问题,便于对进度进行进化调整,保证项目进度。

◇劳务实名制管理:应用物联网技术,及时、准确掌握项目劳务人员的登记在册数量、安全教育记录、进出场时间、数量等,并与劳动力需求计划做分析,分析对进度的影响程度。

#### 4.4 市政基础设施及水环境监测子平台

##### 1、城市生命线安全监测系统

通过给地下管网布设传感器等监测设备实现对排水、给水、燃气、电力等管道涉及的运行状态参数的监测与智能分析,同步各类管网的权属业务部门等静态信息,帮助城市管理者掌握地下管网全面状态信息。及时发现问题,事前预测风险,让安全防患于未然,提高民众生活安全和幸福指数。城市生命线安全监测系统主要包括管线运行监测及应急指挥系统、管线开挖与定位管理系统以及管线巡检维护监督系统三个子系统构成。

##### 2、城市水环境监测系统

(1) 污水处理在线监测:实现对滨海新城辖区各污水处理厂、污水处理站进出口水质、流量、负荷率等污水处理情况的在线监测,并在一张底图上进行统一展示,实时掌握污水处理情况;数据展现的形式以数据与图表相结合形式,展现的时段以实时与历史相结合。

(2) 小区污水偷漏排在线监测:实现对各居民

小区排污口进出口水量、水质的在线监测,通过小区排污口进出口水量差值判断小区污水是否存在偷排漏排,并在一张底图上对各小区污水偷排漏排情况、水质情况进行统一展示,实时掌握各小区污水偷排漏排情况;数据展现的形式以数据与图表相结合形式,展现的时段以实时与历史相结合。

(3)地表水质在线监测:实现对滨海新城河流、湖泊、水上公园等主要地表水体的水质在线监测,及时掌握区域地表水体污染情况。水质监测点设置在地表水体的主要管道、沟渠、关键断面,监测指标包括水温、PH值、COD、氨氮、溶氧量、BOD、浊度等。各监测点水质监测数据在在一张底图上进行统一展示;可通过分图层、分尺度实时展现,同时建立关于水质监测专题图件按不同水体对象分别展示;数据展现的形式以数据与图表相结合形式,展现的时段以实时与历史相结合。

(4)自动报警:系统监测到各监测点的监测指标超过事先设定的阈值时,系统自动发出报警信息,以用声音,图片,文字、颜色变化等多样化、醒目方式显示,并以手机APP、短信、邮件等方式通知相关人员;提供报警信息列表,支持多方式报警信息查询浏览;可设置报警参数和阈值。

(5)水质综合分析评价:针对滨海新城的水环境特征,根据不同地表水体水文数据,构建水质综合评价和预警模型系统,运用大数据分析技术,分类、统计、计算、挖掘相关水质综合数据、历史数据,分析水质指标的变化趋势与原因,对滨海新城水环境质量进行综合评价,为制定水污染防治政策、措施提供决策支持。

#### 4.5 基于CIM的规建管一体化监测平台

基于CIM的规建管一体化监测平台是规建管一体化平台运行的大脑核心部分。是一个集规建管信息数据整合、业务联动指挥与流程督办、模拟推演与应急预案管理的综合性中心平台。

通过实时的规建管业务数据链条的传递与有效整合以及实时采集,建立统一城市信息模型数据;

基于移动终端、大屏幕及PC桌面等多种终端,使建设指挥部各级领导者能够随时、随地、及时、便捷的掌握所需的滨海新城规划、建设、管理各个阶段运行相关的各项信息。

通过各种集成技术,实现视频监控、传感网络与业务系统的智能协同,统一接入规划、建设和管理阶段各智慧园区应用系统,实时直观反映各项目规划成果、规划指标落地情况,建设工程实时进度与质量安全、绿色施工监管等状况,以及城市管理过程中的运行状态,并对异常关键指标预警监测,达到运行管理事件从自动发现预警到协同业务系统完成处理的全过程管理与实时督办,提升滨海新城建设管理和运行安全保障能力,支撑建设指挥部各部门、各系统建立快速、高效的联动协同机制;依托城市信息模型和各业务系统数据,通过各类数据的全面整合、深度挖掘、综合应用,实现城市运行的可视化、可控化、智能化、可预测及可量化评估与持续优化。

通过平台的实时监测,及时掌控城市规划数据、建设数据、3D物联感知分布及管网信息与数据(其中,物联感知数据包括燃气管网运行压力、流量等数据,供水、排水管线运行压力、流量等数据,污水处理进出口水质、水量数据,水环境监测数据,以及发生报警或系统预警事件时,相关处理数据与信息),从而强化城市管理功能,将城市管理提升至细胞级水平,助力智慧城市建设。

#### 4.6 网络承载方案

##### 1、政务外网承载业务网络模型

根据政务外网所承载的业务和服务类型的不同,在逻辑上将政务外网划分为公用网络区、互联网接入区、专用网络区三个功能区,分别提供政务外网互联互通业务、互联网业务、专用VPN业务。

功能域相互之间安全隔离,公用网络区用于实现各部门、各地区互联互通,为跨地区、跨部门的业务应用提供支撑平台;互联网接入区用于实现各级政务部门通过逻辑隔离手段安全接入互联网,提



供面向社会的公共服务和互联网访问；专用网络区是为有特定需求的部门或业务设置的 VPN 网络区域,实现不同部门或不同业务之间的相互隔离,VPN 网络区域主要为少数部门的特定业务数据传输提供安全通道。

### 2、业务平台分区方案

政务外网主要用于承载滨海新城城市建设监管子平台、市政基础设施及水环境监测子平台、基于 CIM 的规建管一体化监测平台等主要平台的系统资源,包括工程数字化综合监管系统、基于 BIM 的重大项目监管系统、城市生命线安全监测系统、城市水环境监测系统等,该部分系统承载在政务外网云云平台。同时,按照国家政务外网相关要求,根据各区的不同业务属性,各平台将分别部署在政务外网云平台的公用网络区和互联网接入区。

### 3、物联网设备接入方案

前端传感器数据包括现场的传感数据,近期均由各智慧工地平台、现场管理业务系统等收敛,并由智慧工地平台、现场管理业务系统通过公有云连入政务外网的互联网接入区。远期待市物联网基础平台建设后,这些现场的物联网数据可连入物联网基础平台,规建管一体化平台所需数据均统一从物联网平台获取。另外,各权属单位管理平台的城市生命线传感器数据(排水、燃气等)的数据,近期通过互联网从各权属单位的相关系统获取数据,后期待该部分数据统一接入政务汇聚共享交换平台后,规建管一体化平台统一从政务汇聚共享交换平台获取数据。政府部门管理平台则通过政务外网公用区获取数据及进行各应用平台和管理系统的操作,通过部署在政务外网云平台公用区,提升数据共享效率和安全级别。

根据智慧城市规划,物联网行业应用传感设备主要是部署智能网关和典型行业的传感器。采用全球地理剖分技术,在社区、街道、区、市按需部署前端智能网关、区域智能网关和核心智能网关,兼容接入城管、环保、水务、交通、消防等各委办局

的异构感知设备,实现多元信息在网格内的融合处理。

#### ◇物联网设备的网络通道设计

物联网传感器一般部署于相关行业的专用设备设施上,如井盖、路灯等,通过物联网专有通讯协议,与部署于监控杆上的传感器接收汇聚设备或智能网关进行数据交互;智能网关通过监控杆上已接入的 TCP/IP 网络与其他智能网关以及物联网接入平台等管理应用系统通讯。

智能网关根据敏感性和用途大概可以分为 3 种类型:

(1)敏感性数据:涉及到公共安全或个人隐私等敏感数据,对安全性有一定要求的,可通过监控杆上视频专网链入市政务外网;

(2)公共性数据:不涉及敏感信息的公众数据,可以直接接入监控杆上已部署的公益 WiFi 的互联网,也可根据需求通过 VPN 的方式接入互联网;

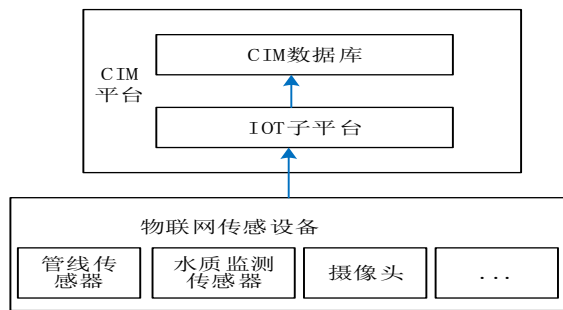
(3)特殊行业涉密数据:特殊敏感或者涉及国家秘密、政府工作秘密的物联网设备和数据,可通过预留在监控杆上多余的光纤组成物理隔离的自有网络实现数据安全互联互通。

#### ◇物联网设备数据接入方式

主要有两种:

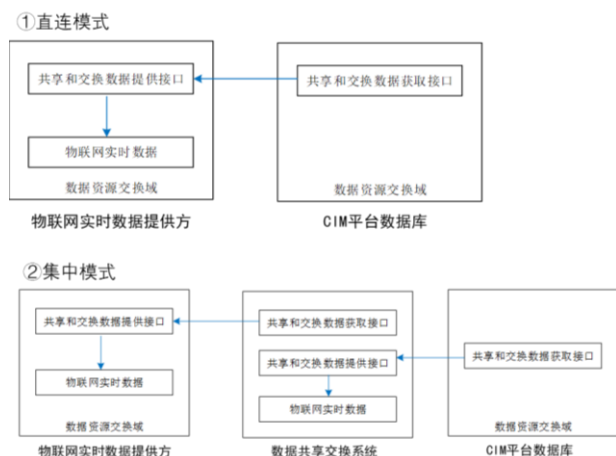
##### 1) 物联设备直接接入

该种方式主要是物联设备通过前端的接入网关(公有云端),并通过政务外网连入 CIM-IOT 平台,这种方式主要是远期的连接方式。



物联设备数据直接接入图

2) 从各权属单位/市 IOT 平台以物联网数据共享交换方式接入(近期)



物联网数据共享交换方式接入图

### 5 结束语

滨海新城作为福州新区核心区, 规划定位为区域科研中心、大数据产业基地、创新高地。因此, 在滨海新城城市建设中, 有必要创新思路, 通过统一的大数据平台建设, 打通规划、建设、管理的数据壁垒, 改变传统模式下规划、建设、城市管理脱

节的状况, 将规划设计、建设管理、竣工移交、市政管理进行有机融合, 管理需求在规划、建设阶段就予以落实, 迫切需要运用 GIS、BIM 和传感器网络等现代信息技术, 建立起福州滨海新城规建管一体化平台, 实现规、建、管统筹协调和资源共享, 在建设城市过程中同步形成与实体城市“孪生”的数字城市, 为精细化城市管理提供技术支撑, 积累城市大数据资产, 为智慧城市更为广阔领域的应用奠定基础。

### 参考文献

1. 《智慧城市评价模型及基础评价指标体系 第 1 部分: 总体框架及分项评价指标制定的要求》(GB/T 34680.1-2017);
2. 《智慧城市评价模型及基础评价指标体系 第 3 部分: 信息资源》(GB/T 34680.3-2017);
3. 《智慧城市顶层设计指南》(GB/T36333-2018);
4. 《智慧城市——顶层设计与实践》人民邮电出版社;

## 工信部: 力争 2020 年底实现全国所有地级市覆盖 5G 网络

全国工业和信息化工作会议在京召开。工业和信息化部党组书记、部长苗圩作了题为“坚定不移贯彻新发展理念 以更大力度推进制造强国和网络强国建设”的讲话。

会议提出, 2020 年, 要稳步推进 5G 网络建设, 深化共建共享, 力争 2020 年底实现全国所有地级市覆盖 5G 网络。继续做好网络提速降费, 在扶贫助残领域实施精准降费。抓好骚扰电话综合整治等重点工作, 抓好携号转网服务质量。

本次会议提出了 2020 年七个方面的重点工作任务:

一是贯彻“六稳”部署, 确保工业经济运行

在合理区间

二是突出协同攻关, 提升产业基础能力和产业链水平

三是聚焦重点领域, 加快制造业高质量发展

四是着眼融合发展, 拓展数字经济发展新空间

五是健全制度体系, 增强企业发展信心和竞争力

六是提升治理能力, 促进信息通信业高质量发展

七是深化改革开放, 营造有利于高质量发展的良好环境

来源: 央视网



# 五阶窄带可调频超导滤波器

崔鸿羽

(中国联通东南研究院 福建 福州 350200)

**摘要:** 本文设计了一款五阶窄带可调频超导滤波器,在超导微带电路中加入了电调可变电容器件,通过改变电容值来改变滤波器中心频率。本工作所设计的滤波器采用对称多折线加载变容二极管的谐振器,整体为平行耦合结构,滤波器物理电路采用2英寸0.5mm厚度铝酸钡为基底的铋钡铜氧超导薄膜制作,实现了从235MHz-250MHz的连续频率可调,实际测试插入损耗在2.51-9.64dB之间,带宽在0.5-0.9MHz之间,带外抑制优于70dB。除插入损耗较大以外,测量结果和仿真结果有着良好的一致性。

**关键词:** 超导薄膜;窄带宽;可调频滤波器。

当今高温超导材料以其优良的性能被越来越多的行业所应用,其制作而成的高温超导滤波器具有带边陡度高、带外抑制好、插入损耗小等优点,可以在现代无线通信系统中接收机性能的提升上发挥良好的作用,目前超导滤波器已经运用在诸多方面中,譬如气象雷达<sup>[1]</sup>、空间通信<sup>[2]</sup>、天文探索<sup>[3]</sup>等。其中可调频滤波器对于多频带通信系统有着不可或缺的作用,而且已经有比较多的设计方法来调谐滤波器的中心频率:列如 N. Sekiya、Y. Nakagawa 等人<sup>[4]</sup>在谐振器的开口端放置额外的电垫来调谐滤波器的中心频率;Ying Jiang、Bo Li 等人<sup>[5]</sup>提出了一种使用共面波导螺旋输出谐振器上的双极变容二极管来调谐超导滤波器的中心频率;M. Ohsaka, S. Takeuchi 等人<sup>[6]</sup>提出采用介质调谐板来改变滤波器的中心频率等等。就目前的研究工作来看,调频滤波器的工作频率都高300MHz,并且阶数不高于3阶。大部分的可调频滤波器阶数低,同时带宽较宽,其频率选择性的优势难以充分体现,所以本工作重点在高阶数、窄带宽方面进行了尝试。

设计一款五阶高阶窄带滤波器,其工作频率在

甚高频,首先要考虑如何有效减小谐振器尺寸,需要选择合适的微带结构来设计谐振器;其次如何有效保证在滤波器尺寸小型化的同时,处理好各个谐振器之间的耦合。而根据以往经验,高阶窄带滤波器在加工制造方面也较低阶宽带滤波器的难度更大。

本文中,提出了利用对称多折线的谐振器结构以及在谐振器末端加载变容二极管来实现滤波器的可调频功能。此高温超导滤波器的阶数为5阶,并且在235MHz-250MHz之间可以连续调频。

## 1、滤波器设计

### 1.1 滤波器综合

本文所设计的滤波器采用切比雪夫低通滤波器原型,结构为半波长微带谐振器耦合结构,滤波器的阶数确定为5阶。

在设计滤波器之前,首先要明确滤波器的设计要求,工作频率及带宽,其次根据设计要求来建立滤波器模型,并进行综合,确定滤波器的耦合矩阵,搭建滤波器的等效电路模型,作为滤波器物理电路的设计基础。再次通过电磁场仿真软件,确定谐振

## 作者简介:

崔鸿羽,男,2019年6月毕业于天津理工大学,光学工程专业,工程硕士,研究方向为高温超导滤波器设计。2019年8月进入中国联通东南研究院工作,当前为物联网终端工程师。

器结构、馈线结构、耦合间距，进而确定整体物理电路。最后实际贴片进行组装测试。

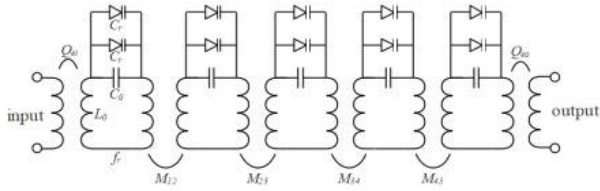


图 1 滤波器等效电路示意图

图 1 中  $M_{i,i+1}$  为相邻谐振器之间的耦合系数，通过滤波器综合设计得到的耦合矩阵：

$$\begin{bmatrix} 0 & 0.00225457 & 0 & 0 & 0 \\ 0.00225457 & 0 & 0.001520094 & 0 & 0 \\ 0 & 0.001520094 & 0 & 0.001520094 & 0 \\ 0 & 0 & 0.001520094 & 0 & 0.00225457 \\ 0 & 0 & 0 & 0.00225457 & 0 \end{bmatrix}$$

其中  $Q_{ei} = Q_{eo} = 325.6057469$ ,

$$f_0 = 242.5\text{MHz}。$$

以上理论数据作为确定滤波器的结构电路设计依据，下文将着重描述滤波器的具体设计过程。

### 1.2 谐振器设计

滤波器以 2 英寸,0.5mm 厚度的铝酸镧 ( $\text{LaAlO}_3$ ) 为衬底，其介电常数为 23.75。谐振器作为滤波器的基本构成单元，因为设计的超导滤波器的工作频率较低，受限于 2 英寸超导薄膜的面积，需要更复杂的结构来减小谐振器尺寸；本工作采用对称多折线谐振器结构，计算微带线长度参数主要基于等式(1)：

$$L = \frac{\lambda_0}{2} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (1)$$

其中  $c$  为自由空间中的电磁波速度， $f_0$  为所设计谐振器的中心频率， $\epsilon_{eff}$  是微带衬底有效介电常数。注意此处  $f_0$  取为所设计调频滤波器的工作频率上限，在确定谐振器的结构之后，考虑到本文所设

计的谐振器需要通过改变电压从而改变变容二极管的电容值使得最终构成的超导滤波器具有可调频功能，最终确定单个谐振器的结构如图 2：

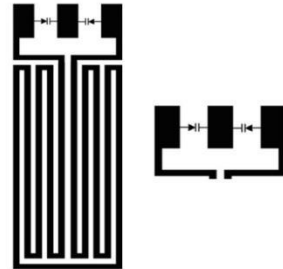


图 2 谐振器结构与变容二极管结构示意图

通过改变变容二极管的电容值来使谐振器的中心频率  $f_r$  变化基于公式(2)

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_0(2C_r + C_0)}} \quad (2)$$

其中  $C_r$  为变容二极管的电容值， $f_r$  是谐振器的中心频率， $L_0$  为谐振器微带电路的分布电感， $C_0$  为谐振器电路的分布电容，二者可以认为是不变的。在设计微带电路时，通过改变  $C_r$  使得谐振器的中心频率发生变化，采用 Sonnet 软件仿真计算得到谐振器在 2.19pF 时中心频率为 242.5MHz。

### 1.3 端口位置以及谐振间隙的确定

滤波器端口位置的确定，也是通过电磁场仿真工作来实现，设计依据是滤波器综合得到的外部品质因数  $Q_e$ 。输入输出端外部品质因数  $Q_e$  的计算基于公式(3)

$$Q_e = \frac{f_r}{BW_{-3dB}} \quad (3)$$

其中  $BW_{-3dB}$  为中心频率为  $f_r$  的谐振器仿真波形的 3dB 处的带宽如图 3 所示。

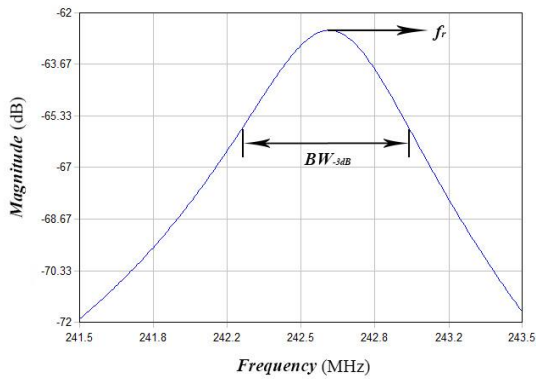


图3 3dB处带宽示意图

通过改变输入输出端口的馈线位置来符合所有要求的外部品质因数  $Q_e$ 。即外部品质因数  $Q_e$  与端口到谐振器底部距离  $R$  直接相关，其端口结构形式如图4所示。

通过 Sonnet 软件仿真计算得到谐振器工作频率为 242.5MHz 时， $R$  的值为 1.07mm。

之后两平行耦合谐振器间的耦合系数由两者间的间距确定，根据上文给出的耦合矩阵，结合电磁场仿真结果，可以确定谐振器的间距。

计算相邻谐振器之间的耦合系数  $M_i$ ， $M_{i+1}$  基于等式(4)：

$$M_{i,i+1} = \frac{f_1^2 - f_2^2}{f_1^2 + f_2^2} \quad (4)$$

其中  $f_1$ 、 $f_2$  是两个耦合谐振器的谐振频率，其数值由软件仿真结果得到；所设计谐振器之间的耦合与其间距  $d$  有直接的关系，其谐振器间距的结构示意图见图4。

通过 Sonnet 软件仿真计算得到谐振器相邻耦合间距为  $d_1 = d_4 = 1.7mm$ ， $d_2 = d_3 = 2.06mm$ 。

#### 1.4 滤波器电路仿真

按照以上的设计步骤，通过协同仿真技术，可以设计出滤波器的整体物理电路结构。可调频五阶窄带高温超导滤波器如图4所示，采用铝酸镧为基

底，带宽为 0.5MHz，谐振器的线宽为 0.2mm。在仿真中，微带电路设置为理想导体，可变电容设置为理想电容，得到的仿真结果如图5所示，滤波器的调谐范围为 235MHz-250MHz，插入损耗小于 0.1dB。

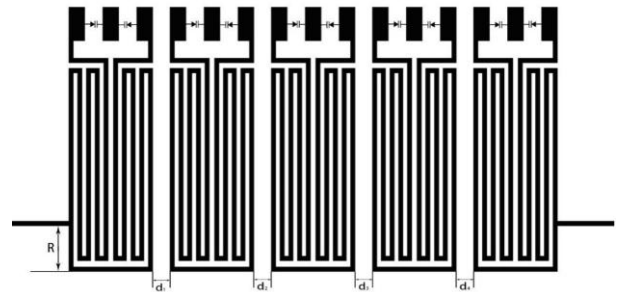


图4 滤波器结构示意图

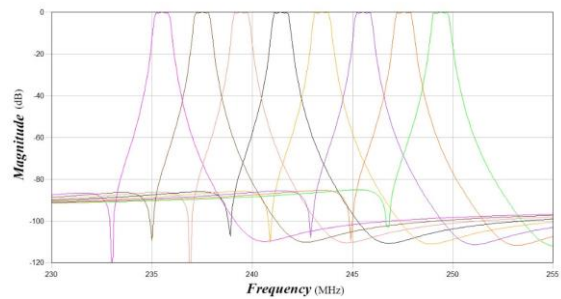


图5 滤波器仿真结果示意图

## 2、滤波器的制造和测量分析

本文所设计高阶窄带可调谐滤波器制作在 2 英寸直径、0.5mm 厚的铝酸镧晶片上，微带电路由双面镧钡铜氧(DyBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>)超导薄膜加工而成，该超导滤波器被封装在镀金铜屏蔽盒中，输入输出端口采用标准 SMA 连接器连接，测试仪器为安捷伦 8753ES 矢量网络分析仪，通过真空泵提供滤波器工作真空环境，斯特林制冷机降温至 70K，使超导薄膜材料进入超导态，通过对变容二极管外加偏压的调节，使电容在 1.5pF-2.94pF 间变化，超导滤波器的射频性能测试结果如图6所示：

通过图3和图4进行比对，可以发现滤波器的带外抑制和带边陡度都有一个较好的拟合度，但是在插损方面差异性比较大。由于本工作所用电磁场仿真软件中所涉及的集总元件二极管设定为理想器

件,不能将器件的  $Q$  值的影响考虑进来。我们依照实际测试结果数据,通过在滤波器理论综合软件中对单个谐振器  $Q$  值倒推的方式,计算得出在不同的频率下,谐振器的实际  $Q$  值,如下表 2 所示。根据多年对超导材料及超导滤波器的设计开发经验,造成插入损耗差异的直接原因在于变容二极管的  $Q$  值与超导材料相比还是太低,与窄带滤波器要求的高  $Q$  值还有一定的差距,即使微带电路部分采用了高温超导材料,滤波器的插入损耗还是不能让人完全满意。

表 1 为本文所做工作与其他学者所做工作进行

表 1 本文工作与其他学者工作对比表

参考	滤波器阶数	调频范围(MHz)	C (pF)	插入损耗(dB)	带宽 (MHz)
[5]	2 HTS	274.1-317.7	0.2-1.1	0.08-0.7	5.14±0.06
[7]	2, HTS	924.5-1030.8	0.2-1.1	0.16-1.41	23.8±0.3
[8]	3	2250-2555	0.63-2.67	2.4-3.78	189.2±6
[9]	2	374-747	0.6-4.6	3-3.6	55.5±11.5
[10]	3	1900-2520	0.3-2.22	1.5-2.7	31.5±1.5
本工作	5 HTS	235-250	1.5-2.94	2.51-9.64	0.7±0.2

表 2 不同工作频率下推算出谐振器  $Q$  值:

工作频率 (MHz)	249.6	247.5	245.4	243.3	241.2	239.1	237.5	235.6
插入损耗 (dB)	2.51	2.72	3.29	3.83	4.56	5.46	6.85	9.64
谐振器 $Q$ 值	4600	4200	3500	2950	2450	2050	1600	1120

通过表 1 可以清晰的看出,在低频率,高阶数以及窄带方面,本文设计工作都达到了预期的效果。从表 2 可以得出,滤波器随工作频率的降低其插入损耗变大,实际是随电容值的变大而变大,即谐振器的  $Q$  值随二极管的电容值的增大而降低,而谐振器的  $Q$  值基本由变容二极管的  $Q$  值决定。滤波器插入损耗为 5.46dB 时,谐振器的  $Q$  值也已经达到了 2000 以上。所以目前来看,在高阶窄带的滤波器上使用变容二极管调频的设计时,如何提升谐振器  $Q$  值将是今后工作的努力方向。

### 3 结论

对比:

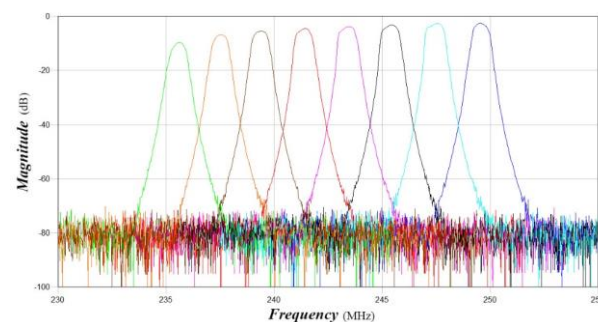


图 6 滤波器测试结果示意图

本文设计了一款五阶窄带可调频超导滤波器,首先介绍了该滤波器的设计方案和设计过程,通过滤波器的实际制作与测试,实现了滤波器工作频率在 235-250MHz 频段间的连续可调;除了受限于调频电容元件的品质因数而导致插入损耗不太理想之外,滤波器带外抑制和带边陡度的测量结果都与仿真结果有着较好的吻合性,在频段内连续可调、高阶数、低频率以及窄带方面也完成了设计工作的目标。

# 加密云数据中基于标记向量的高效语义搜索方案

杨书略 陈坤华

(国家计算机网络与信息安全管理中心福建分中心 福州 350000)

**摘要:** 本文综合域加权得分、相关度分数、语义相似度, 计算出更精确的文档得分。针对云服务器中数据量大、关键词多的特点, 将文档向量分段并创建维度较小的标记向量, 标记向量的每一维代表文档向量的每一段。通过标记向量能够快速过滤无关文档, 提高搜索效率。实验结果表明: 本文所提出的方案支持多关键词语义模糊搜索, 且能够有效提升搜索效率。

**关键词:** 云计算安全; 可搜索加密; 语义相似度; 域加权得分; 标记向量;

## 1 引言

云计算的发展使得越来越多的用户将自己的数据托管到公有云服务器。为了保障数据安全和个人隐私, 一些用户会将敏感数据加密后存储到云端, 如私密邮件、个人电子医疗记录、公司财报等。当使用这些数据时, 只能将所有密文数据下载至本地并解密使用。然而面对海量的云端数据规模, 这种全文下载的方式将带来巨大开销。一个解决方法是先对云端密文数据进行检索, 只传回最相关的数据。因此, 如何针对云端密文数据进行搜索成为亟待解决的问题。

Song 等<sup>[1]</sup>率先开始进行可搜索加密技术的研究, 为解决密文检索的问题提供了思路。但之前的方案只支持精确关键词搜索, 具有较大局限性。因此, Li 等<sup>[2]</sup>提出模糊关键词可搜索加密方案, 实现了针对字符的模糊搜索。为了增强方案的灵活性, Fu 等人

<sup>[3]</sup>实现了语义模糊搜索方案。但是这些方案没有将域加权得分与语义相似度关联计算, 搜索结果不够精确。

为了改善搜索结果的排序效果, 得到更精确的文档集合以及提高搜索效率, 本文提出了一种基于标记向量的高效多关键词语义模糊排序可搜索加密方案, 主要贡献如下:

1) 多关键词语义模糊搜索: 对查询词进行语义拓展, 并计算查询词与拓展词的相似度, 然后对拓展词择优进行查询。

2) 支持搜索结果的精确排序: 结合域加权评分、语义相似度和相关度分数, 能够取得精确的搜索结果。

3) 高效的搜索方法: 将文档向量进行分段处理, 创建了维度较小的标记向量。通过标记向量能够快速过滤大量无关文档, 极大提高搜索的效率。

## 作者简介:

**杨书略**, 福建师范大学网络空间安全专业博士研究生, 通信中级工程师, 信息安全等级测评师, 长期从事网络安全风险评估、密文检索研究工作, 现在在国家计算机网络与信息安全管理中心福建分中心任职。

**陈坤华**, 毕业于东华大学检测技术与自动化装置专业, 硕士学位, 通信中级工程师, CISP(注册信息安全工程师), 信息安全等级测评师, 长期从事网络安全风险评估和攻防技术研究工作, 现在在国家计算机网络与信息安全管理中心福建分中心任职。

## 2 方案结构

### 2.1 基础方案

本文首先介绍包含语义搜索、结果排序等功能的基础方案。然后在增强方案中引入标记向量，介绍提高搜索效率的方法。

1) Setup: 数据所有者随机产生一个  $n$  比特的指示向量  $S$  和两个  $n \times n$  的可逆矩阵  $\{M_1, M_2\}$ ，密钥  $SK$  由三元组  $\{S, M_1, M_2\}$  组成；并生成一个加密文档的密钥  $sk$ 。

### 2) Index ( $F, SK$ ):

抽取关键词：数据所有者对文档集合  $F = (f_1, f_2, \dots, f_m)$  抽取关键词，得到关键词集合  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 。

计算词频权重  $wf_{i,f}$  和逆文档频率  $idf_i$ ：本文参考  $tf$  亚线性尺度变换方法<sup>[4]</sup>计算  $wf_{i,f}$  和  $idf_i$ 。

计算域加权得分  $Y$ ：本方案文档标题为域<sup>[5]</sup>  $zone_1$ 、摘要为域  $zone_2$ ，正文为域  $zone_3$ 。权重系数分别是  $k_1 = 0.5$ ， $k_2 = 0.3$ ， $k_3 = 0.2$ ，满足  $\sum_{i=1}^3 k_i = 1$ 。令  $s_i$  为查询词和第  $i$  个域的匹配得分， $s_i = 1$  为匹配， $s_i = 0$  为不匹配，由  $Y = \sum_{i=1}^3 k_i s_i$  得出域加权得分  $Y$ 。

加密文档向量：基于向量空间模型，数据所有者为每个文档  $f_i$  生成一个文档向量  $\bar{D}_i$ ，如果文档  $f_i$  中包含关键词  $w_j$ ，则将  $\bar{D}_i[j]$  设置为  $(Y_{ij} \cdot wf_{i,f} \cdot idf_i)$ ，否则设置为 0。接着， $\bar{D}_i$  根据指示向量  $S$  分裂成  $\bar{D}_i'$  和  $\bar{D}_i''$ ：如果  $S$  的第  $j$  位为 0，则将  $\bar{D}_i'[j]$  和  $\bar{D}_i''[j]$  设为与  $\bar{D}_i[j]$  相等的值；如果  $S$  的第  $j$  位为 1，则将  $\bar{D}_i'[j]$  和  $\bar{D}_i''[j]$  设为随机值，只要这两个随机值的和等于  $\bar{D}_i[j]$ 。然后，使用密钥  $SK$  中的转置矩阵进行加密，为每个密文文档  $c_i$  建立一个子索引  $I_i = \{M_1^T \bar{D}_i', M_2^T \bar{D}_i''\}$ 。最后，数据所有者将索引集  $I = (I_1, I_2, \dots, I_m)$  传给云服务器。

3) Encrypt ( $F, sk$ ): 数据所有者使用对称加密算法对  $F = (f_1, f_2, \dots, f_m)$  进行加密，得到密文集合

$C = (c_1, c_2, \dots, c_m)$  并上传云端。

### 4) Trapdoor ( $\Lambda, SK$ ):

关键词语义拓展：授权用户输入  $u$  个关键词  $\Lambda = (q_1, q_2, \dots, q_u)$ 。基于 WordNet<sup>[6]</sup> 语料库创建语义拓展树。WordNet 中含有名词、动词、形容词、副词这四类实词。在语义拓展阶段进行同义词、上义词和下义词拓展。根据参考图 1 与 Lin<sup>[7]</sup> 的方法，计算查询词  $q_i$  和拓展词  $\alpha_{ij}$  之间的语义相似度  $Z_{ij}$ ，选择前  $\sigma$  个留下，得到语义拓展集合  $Q = (q_1, q_2, \dots, q_u, \alpha_1, \dots, \alpha_\sigma)$ 。

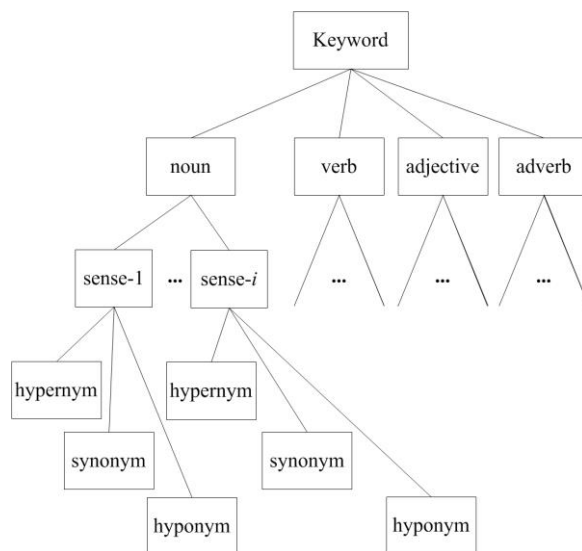


图 1 语义拓展树

加密查询向量：根据  $Q$  创建查询向量  $\bar{Q}$ ，如果  $w_j \in Q$ ，则将  $\bar{Q}[j]$  设置为  $Z_j$ ，否则设置为 0。用创建文档索引时类似的方法，将  $\bar{Q}$  分裂为  $\bar{Q}'$  和  $\bar{Q}''$ ：如果指示向量  $S$  的第  $j$  位为 0，则将  $\bar{Q}'[j]$  和  $\bar{Q}''[j]$  设为随机值，只要这两个随机值的和等于  $\bar{Q}[j]$ ；如果  $S$  的第  $j$  位为 1，则将  $\bar{Q}'[j]$  和  $\bar{Q}''[j]$  设为与  $\bar{Q}[j]$  相等的值。然后，使用密钥  $SK$  中的可逆矩阵进行加密，生成陷门  $T_w = \{M_1^{-1} \bar{Q}', M_2^{-1} \bar{Q}''\}$ 。最后，将  $T_w$  上传到云服务器。

### 5) Query ( $I, T_w, k$ ): 云服务器接受 $T_w$ 后，和每



个文档的索引  $I_i \in I$  计算相关度分数,排序后传回前  $k$  篇文档。文档得分计算公式如下:

$$\begin{aligned}
 I_i \cdot T_w &= \{M_1^T \overline{D}_i', M_2^T \overline{D}_i''\} \cdot \{M_1^{-1} \overline{Q}', M_2^{-1} \overline{Q}''\} \\
 &= \overline{D}_i' \cdot \overline{Q}' + \overline{D}_i'' \cdot \overline{Q}'' \\
 &= \overline{D}_i \cdot \overline{Q} \\
 &= \sum_{j=1}^n (Y_{ij} \cdot wf_{i,f} \cdot idf_i) \cdot Z_j
 \end{aligned} \tag{1}$$

6) Decrypt ( $C, sk$ ): 授权用户使用  $sk$  对 top- $k$  篇密文文档解密获得明文。

如图 2, 本文以文档  $f_i$  为例进一步说明。为了简化说明, 假设关键词集合有 6 个关键词, 即  $W = (w_1, w_2, \dots, w_6)$ 。首先, 生成文档  $f_i$  的文档向量  $\overline{D}_i$ 。由于文档  $f_i$  包含关键词  $w_2$  与  $w_4$ , 因此需要分别计算  $w_2$  与  $w_4$  的域加权得分以及相关度分数, 并将  $\overline{D}_i[2]$  设置为  $(Y_{12} \cdot wf_{i,f} \cdot idf_i)$ ,  $\overline{D}_i[4]$  设置为

$(Y_{14} \cdot wf_{i,f} \cdot idf_i)$ 。接着, 将  $\overline{D}_i$  分裂成  $\overline{D}_i'$  和  $\overline{D}_i''$ , 并生成安全索引  $I_i = \{M_1^T \overline{D}_i', M_2^T \overline{D}_i''\}$ 。

假设用户输入查询关键词  $\Lambda = (q_1, q_2, q_3)$ , 对  $q_1$  进行语义拓展, 得到拓展关键词  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ , 分别计算其对应的语义相似度  $(Z_1, Z_2, Z_3)$ ,  $q_1$  本身的语义相似度即为 1。然后, 创建查询向量  $\overline{Q}$ , 假定  $w_2 = q_1, w_3 = \alpha_1, w_6 = \alpha_2$ , 则分别将  $\overline{Q}[2], \overline{Q}[3], \overline{Q}[6]$  设置为 1、 $Z_1, Z_2$ 。由于  $\alpha_3 \notin W$ , 因此舍弃  $Z_3$ 。 $q_2, q_3$  的操作与  $q_1$  同理。接着, 将  $\overline{Q}$  分裂成  $\overline{Q}'$  和  $\overline{Q}''$ , 并生成陷门  $T_w = \{M_1^{-1} \overline{Q}', M_2^{-1} \overline{Q}''\}$ 。

根据公式(1), 并结合图 2 可以看出, 云服务器通过密文运算  $I_i \cdot T_w$ , 实际上等价于通过计算内积的方式得到了文档  $f_i$  的得分  $\overline{D}_i \cdot \overline{Q}$ , 由此实现了支持精确排序的多关键词语义模糊可搜索加密。

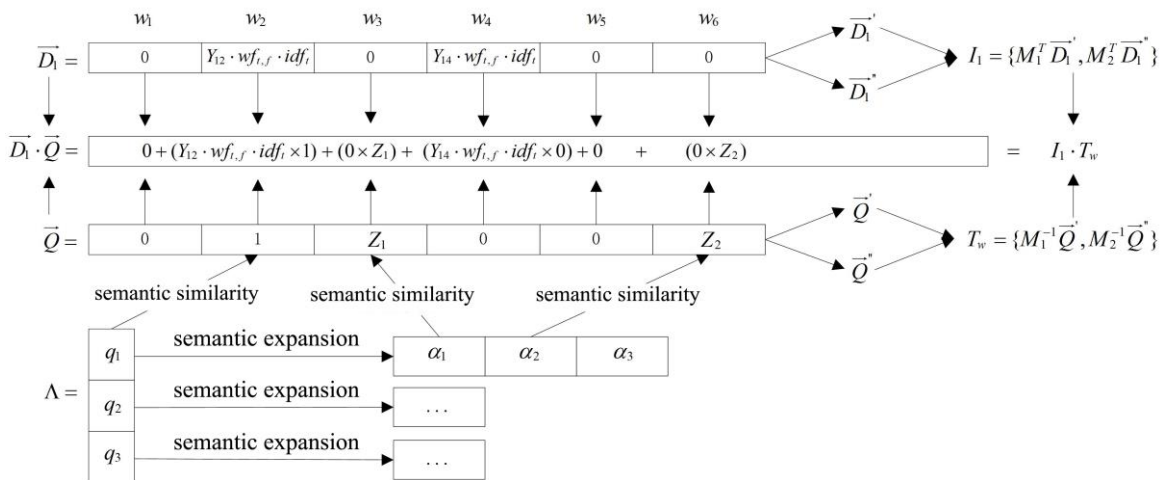


图 2 基础方案的流程

### 2.1 增强方案

本文考虑为每个文档向量  $\overline{D}_i$  创建一个维度较小的标记向量  $\overline{B}_i$ , 对文档先进行有效的过滤。云服务器借助标记向量  $\overline{B}_i$ , 无需对每一篇文档进行公式(1)的内积运算, 而是先快速淘汰大量无效文档, 筛选出候选文档。然后对候选文档进行内积计算并得到有效文档, 大大提高了搜索效率。在基础方案的基础上, 增强方案添加了如下内容:

1) Setup: 数据拥有者随机地产生一个  $\lambda$  比特的指示向量  $S'$  和两个  $\lambda \times \lambda$  的可逆矩阵  $\{M_3, M_4\}$ , 密钥  $SK'$  由三元组  $\{S', M_3, M_4\}$  组成。

2) Index: 首先, 创建标记向量  $\overline{B}_i$ 。将文档向量  $\overline{D}_i$  平均分为  $\lambda$  段, 如果某个段内的值全为 0, 则这个段标记值为 0, 否则标记值为 1, 最终得到标记向量。例如表 1 所示, 文档向量  $\overline{D}_i$  长度为 23 比特 (即字典集有 23 个词)。将  $\overline{D}_i$  分为  $\lambda=5$  段, 第一段为

00000，因此其标记值为 0；第二段为 01000，因此其标记值为 1。以此类推，注意到最后三个比特 000 直接成为一段，其标记值为 0。最后得到标记向量  $\overline{B}_1=01010$ 。

然后，合并相同的标记向量，创建标记向量倒排索引。为了能够快速过滤无关文档，将所有的标记向量构建为如表 2 的倒排索引 TableB。其中， $E_{Bi}$  表示标记向量  $\overline{B}_i$  的密文形式；而  $id_j$  表示文档标识符。表 2 中每一行  $id_j$  对应的标记向量都是行首的  $I_{Bi}$ ，令同一行的文档标识符集合为  $ID_{Bi}$ 。因此， $TableB=\{E_{Bi}, ID_{Bi}\}$ 。

例如表 1 中的  $\overline{D}_3$ 、 $\overline{D}_4$  的标记向量相同，即  $\overline{B}_3 = \overline{B}_4 = 10000$ ，只需保留一个标记向量  $\overline{B}_3$ ，并将其加密为  $E_{B3}$ 。因此，在表 2 中的第三行， $id_3$  和  $id_4$  都只对应一个标记向量  $E_{B3}$ ，且  $ID_{B3}=(id_3, id_4 \dots)$ 。

在海量数据集中，大量的文档只对应一个标记向量，查询时只需要针对一个标记向量进行相应运算，就可以判断大量文档是否符合查询需求，减小了计算开销。

加密标记向量  $\overline{B}_i$  的方法与加密文档向量  $\overline{D}_i$  类似。 $\overline{B}_i$  根据指示向量  $S'$  分裂成  $\overline{B}_i'$  和  $\overline{B}_i''$ ：如果  $S'$  的第  $j$  位为 0，则将  $\overline{B}_i'[j]$  和  $\overline{B}_i''[j]$  设为与  $\overline{B}_i[j]$  相等的值；如果  $S'$  的第  $j$  位为 1，则将  $\overline{B}_i'[j]$  和  $\overline{B}_i''[j]$  设为随机值，只要这两个随机值的和等于  $\overline{B}_i[j]$ 。使用密钥  $SK'$  中的转置矩阵进行加密，得到  $E_{Bi}=\{M_3^T \overline{B}_i', M_4^T \overline{B}_i''\}$ 。

最后，数据拥有者将新的索引集合  $I'=(I_1, I_2, \dots, I_m, TableB)$  上传到云服务器。其中， $I_i=\{M_1^T \overline{D}_i, M_2^T \overline{D}_i\}$  已经在基础方案中计算得到。

表 1 向量范例

Identifier	File vector, search vector, mark vector					
$id_1$	$\overline{D}_1$	00000	01000	00000	00100	000
	$\overline{B}_1$	0	1	0	1	0
$id_2$	$\overline{D}_2$	00000	10001	00000	00000	000
	$\overline{B}_2$	0	1	0	0	0
$id_3$	$\overline{D}_3$	00010	00000	00000	00000	000
	$\overline{B}_3$	1	0	0	0	0
$id_4$	$\overline{D}_4$	01000	00000	00000	00000	000
	$\overline{B}_4$	1	0	0	0	0
	$\overline{Q}$	00000	01000	00000	00000	000
	$\overline{B}_Q$	0	1	0	0	0



表 2 TableB 范例

Mark vector	Identifier		
$E_{B1}$	$id_1$	$id_8$	...
$E_{B2}$	$id_2$	$id_{16}$	...
$E_{B3}$	$id_3$	$id_4$	...
...	...	...	...
$E_{Bi}$	...	...	...

3) Trapdoor: 首先, 授权用户同样为查询向量  $\vec{Q}$  构建标记向量  $\vec{B}_Q$ 。

然后, 加密查询标记向量  $\vec{B}_Q$ 。将  $\vec{B}_Q$  分裂为  $\vec{B}_Q'$  和  $\vec{B}_Q''$ : 如果指示向量  $S'$  的第  $j$  位为 0, 则将  $\vec{B}_Q'[j]$  和  $\vec{B}_Q''[j]$  设为随机值, 只要这两个随机值的和等于  $\vec{Q}[j]$ ; 如果  $S'$  的第  $j$  位为 1, 则将  $\vec{B}_Q'[j]$  和  $\vec{B}_Q''[j]$  设为与  $\vec{B}_Q[j]$  相等的值。使用密钥  $SK'$  中的可逆矩阵进行加密, 生成查询标记向量的陷门  $\Upsilon_B = \{M_3^{-1}\vec{B}_Q', M_4^{-1}\vec{B}_Q''\}$ 。

最后, 授权用户将新的查询陷门  $T = (T_w, \Upsilon_B)$  上传到云服务器进行搜索, 其中  $T_w = \{M_1^{-1}\vec{Q}, M_2^{-1}\vec{Q}\}$  已经在基础方案中计算得到。

4) Query: 云服务器接受陷门  $T$  后, 首先用  $\Upsilon_B \in T$  和 TableB 中的标记向量  $E_{Bi}$  计算内积, 计算公式如下:

$$\begin{aligned}
 E_{Bi} \cdot \Upsilon_B &= \{M_3^T \vec{B}_i', M_4^T \vec{B}_i''\} \cdot \{M_3^{-1} \vec{B}_Q', M_4^{-1} \vec{B}_Q''\} \\
 &= \vec{B}_i' \cdot \vec{B}_Q' + \vec{B}_i'' \cdot \vec{B}_Q'' \\
 &= \vec{B}_i \cdot \vec{B}_Q
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

显然, 如果  $E_{Bi} \cdot \Upsilon_B = 0$ , 则说明该文档不包含要查找的关键词, 因此可以快速过滤掉这些无效文档, 缩小了搜索范围; 如果  $E_{Bi} \cdot \Upsilon_B \neq 0$ , 则说明该文档有可能包含要查找的关键词, 只需要针对这些文档进行公式(1)的内积运算, 就可以快速得到 top- $k$  篇相关文档。

例如针对表 1 的向量范例进行搜索, 表 1 对应的 TableB 为表 2 中深色格子部分。首先分别计算  $E_{B1}$ 、

$E_{B2}$ 、 $E_{B3}$  和  $\Upsilon_B$  之间的内积。由于  $E_{B3} \cdot \Upsilon_B = \vec{B}_3 \cdot \vec{B}_Q = 0$ , 因此通过 TableB, 直接淘汰  $E_{B3}$  所对应的文档  $id_3$ 、 $id_4$ 。由于  $E_{B1} \cdot \Upsilon_B = \vec{B}_1 \cdot \vec{B}_Q \neq 0$ ,  $E_{B2} \cdot \Upsilon_B = \vec{B}_2 \cdot \vec{B}_Q \neq 0$ , 因此  $E_{B1}$ 、 $E_{B2}$  对应的文档可能包含用户感兴趣的关键词, 需要进一步计算它们的文档向量  $I_1$ 、 $I_2$  与  $T_w$  的内积。然后, 根据公式(1), 计算出  $I_1 \cdot T_w = \vec{D}_1 \cdot \vec{Q} \neq 0$ ,  $I_2 \cdot T_w = \vec{D}_2 \cdot \vec{Q} = 0$ 。此时可以进一步判断文档  $c_1$  包含要查找的关键词, 而  $c_2$  并不包含要查找的关键词。云服务器只需返回密文文档  $c_1$  给用户即可。更具体的搜索算法可以参考算法 1。

算法 1. 增强方案的 Query.

输入: 索引  $I' = (I_1, I_2, \dots, I_m, \text{TableB})$

陷门  $T = (T_w, \Upsilon_B)$

返回的文档数量  $k$

输出: top- $k$  篇相关文档  $C' = (c_1, c_2, \dots, c_k)$

- ① for each  $E_{Bi} \in \text{TableB}$  do
- ② if  $E_{Bi} \cdot \Upsilon_B \neq 0$  then
- ③ for each  $id_i \in ID_{Bi}$  do
- ④  $Set_0 = Set_0 \cup id_i$
- ⑤ end for
- ⑥ end if
- ⑦ end for
- ⑧ for each  $id_i \in Set_0$  do
- ⑨ 找到  $id_i$  对应的文档索引  $I_i$
- ⑩  $score_i = I_i \cdot T_w$
- ⑪ if  $score_i \neq 0$  then
- ⑫  $Set_1 = Set_1 \cup (id_i, score_i)$
- ⑬ end if
- ⑭ end for
- ⑮ for each  $id_i \in Set_1$  do
- ⑯ 将  $id_i$  按照其对应  $score_i$  从大到小排序
- ⑰ 找到  $id_i$  对应的密文文档  $c_i$
- ⑱  $C' = C' \cup c_i$

19 end for

20 return top- $k$  篇相关文档  $C' = (c_1, c_2, \dots, c_k)$

**优势分析:** 在针对 2139 篇文档、12811 个关键词的试验中, 用户每次进行查询时, 对这些文档需要进行  $2139 \times 12811 \approx 2.7 \times 10^7$  次的内积运算, 并且查询耗时 1553ms;

在增强方案中 ( $\lambda=300$ ), 首先需要通过标记向量过滤无关文档。由于在 TableB 中, 已经将标记向量由 2139 个合并为 1433 个, 因此对标记向量进行了  $1433 \times 300 \approx 4.3 \times 10^5$  次的内积运算。通过标记向量过滤了大量无关文档后, 对文档向量只进行了  $137 \times 12811 \approx 1.8 \times 10^6$  次的内积运算。因此增强方案共需要进行  $4.3 \times 10^5 + 1.8 \times 10^6 \approx 2.2 \times 10^6$  次的内积运算, 耗时 121ms。增强方案的计算开销和时间开销约为基础方案或 MRSE<sup>[8]</sup> (Multi-keyword Ranked Search over Encrypted Cloud Data) 方案的 1/12。

### 3 实验与分析

本文使用 IEEE 等英文论文作为测试数据集, 使用 Java 编程语言, 环境为 Windows 7, 64 位台式机, 处理器主频为 2.80GHz, 内存 4GB。基于 WordNet 3.0 语义库, 采用包含 Lin、Resnik、WuAndPalmer、LeacockAndChodorow 等多种经典相似度算法的软件包 JWS (Java WordNet Similarity), 并选用 Lin<sup>[7]</sup> 算法计算语义相似度。为了方便得到关键词的信息内容, 使用了 WordNet-InfoContent-2.1<sup>[9]</sup>, 配合 WordNet 语料库计算语义相似度分数。本实验将基础方案、增强方案与 MRSE 方案进行比较。除特别声明, 增强方案中的标记向量  $\bar{B}_i$  维度 (即文档向量  $\bar{D}_i$  的分段数) 均取  $\lambda=100$ 。

#### 3.1 方案对比

表 3 显示本方案具有更丰富的搜索功能。表 3 中  $M$  为文档数量,  $N$  为关键词数量,  $M'$  为通过标记向量过滤后剩余的文档数量,  $K$  为标记向量数量,  $\lambda$  为标记向量维度。由于在云环境中,  $K \ll M$ ,  $\lambda \ll N$ ,

因此本方案为了存储标记向量, 其存储开销略大于方案 [3][8]。且由于  $M' \ll M$ , 可得  $M'N + K\lambda < (M' + K)N < MN$ , 因此相较于方案 [3][8], 本方案的搜索开销更小。

表 3 方案对比

功能	Xia[10]	Fu[11]	Cao[8]	Fu[3]	本方案
多关键词	否	否	是	是	是
域加权评分	否	否	否	否	是
语义拓展	是	是	否	是	是
语义相似度	是	是	否	否	是
结果排序	是	是	是	是	是
存储开销	$O(N)$	$O(N)$	$O(MN)$	$O(MN)$	$O(MN + K\lambda)$
搜索开销	$O(N)$	$O(1)$	$O(MN)$	$O(MN)$	$O(M'N + K\lambda)$

#### 3.2 索引

基础方案和 MRSE 方案的索引创建时间相同, 这是因为二者的向量维度皆为  $n$ 。而增强方案中由于标记向量的维度通常较小, 因此创建和加密标记向量的时间开销非常小。而且索引仅在数据拥有者上传数据时创建一次, 能以很小的代价换取查询的高效性。

#### 3.3 语义拓展与加密查询向量

图 3 表示语义拓展时间随查询词数量的变换趋势, 语义拓展时间随查询词数量增加而增加。图 4 是加密查询向量  $\bar{Q}$  的时间随关键词数量的变换趋势。关键词数量越多, 则查询向量  $\bar{Q}$  的维度  $n$  越大, 加密查询向量的时间越多。图 4 显示本方案在加密查询向量时, 几乎不会产生额外的时间开销。

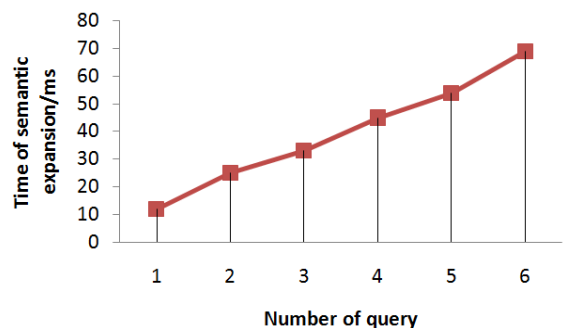


图3 语义拓展时间

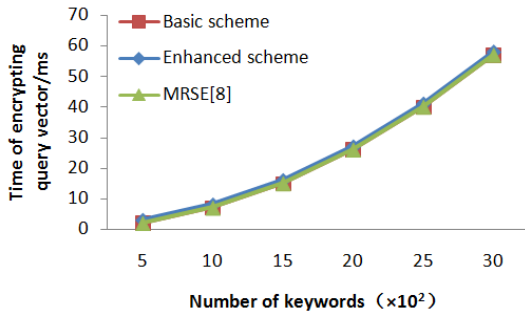
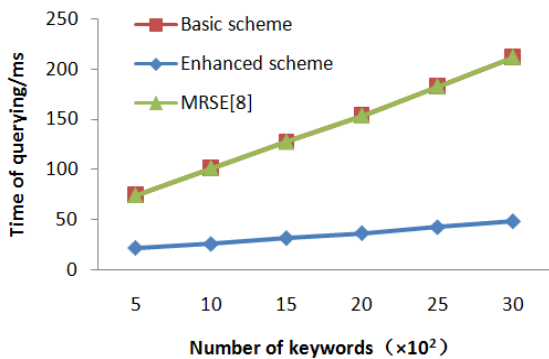


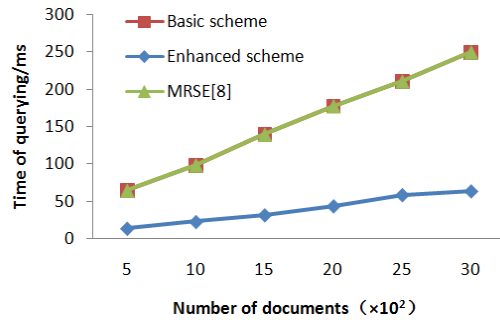
图4 加密查询向量时间

### 3.4 查询

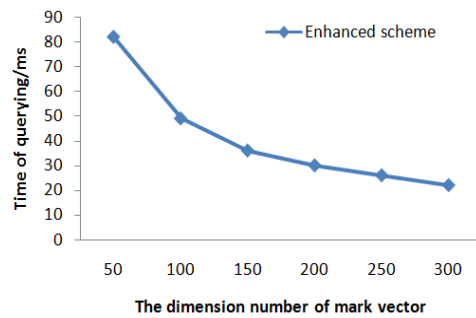
由图 5(a)、5(b) 均可以看出, 基础方案和 MRSE 方案的查询时间相同, 这是由于二者的向量维度皆为  $n$ , 需要进行内积操作的位数相同。而图中显示增强方案的查询时间要明显小于基础方案和 MRSE 方案。因为增强方案中创建的标记向量, 能够快速过滤无关文档, 大大提高了查询效率, 减少了查询的时间开销。图 5(c) 表示给定关键词数量  $n=3000$ , 文档数量  $m=1000$  时, 查询时间随标记向量  $\overline{B}_i$  的维度  $\lambda$  (即文档向量  $\overline{D}_i$  的分段数) 的减小趋势。由图可知,  $\lambda$  为 50 时, 查询时间约 80ms;  $\lambda$  为 300 时, 查询时间进一步减小, 仅仅约 20ms。



(a) The number of documents  $m=1000$



(b) The number of keywords  $n=1000$



(c) The number of keywords  $n=3000$ ,

图5 查询时间

## 6 总结

本文结合域加权得分、相关度分数和语义相似度, 计算出了精确的文档得分。然后将文档向量分段并创建标记向量, 快速过滤无关文档, 提高了搜索效率。通过分析和实验表明: 本文实现了加密云数据中基于标记向量的高效语义搜索方案, 取得了更全面的功能, 有效提高了搜索效率。

# 认知无线网络中的组密钥协商协议

蓝友枢

福建省科学技术信息研究所、福建省信息网络重点实验室

**摘要:**近年来,利用无线信道的随机性来安全地提取密钥的物理层安全技术引起了人们的极大兴趣。由于直接将传统的密钥交换技术引入认知无线网络而不考虑信道选择的效率问题是不合适的,因此提出了一种适合在认知无线网络中的密钥交换协议,首先利用拓扑位置对网络进行分组,然后组内密钥利用无线信道的随机性,提取信道特征生成密钥,最后通过旅行商问题,节点之间的通信交互可以选择一条最优路径。理论分析表明,该协议可以有效防止第三方攻击者的攻击,并提高共享密钥协商过程的效率。

**关键词:**认知无线网络;组密钥;信道切换;旅行商问题

## 1 引言

随着无线网络的不断发展,用户需求在得到满足的同时也面临了许许多多的问题。一方面,为了满足用户日益增长的业务需求,出现了许多不同标准和结构的无线网络,由于标准结构的不同,异构网络之间的通信问题日益严重;另一方面,无线频谱资源是非常宝贵的,但是传统的管理方式都是静态的,频谱资源利用率不高,所以存在频谱短缺问题。在这些背景下,认知无线电技术应运而生。认知无线电是指设备能够检测到环境的变化,改变其自身的工作方式以满足网络的需求。认知无线电是基于软件无线电技术的,通过软件更新下载的方式来重新配置终端设备,使之能够适应网络环境的改变。而认知无线网络是由支持认知无线电技术的终端,一些与之相关的基础设施和控制策略组成的。认知无线网络应该具备有一系列的感知过程<sup>[1]</sup>,通过在现有的网络层次结构上添加新的认知模块来实现对网络的认知和融合。与传统的无线网络相比,认知无线网络又带来了新的安全问题,其

中通过破坏信道传输,达到增加传输延迟,降低网络性能的攻击尤为突出,如密钥耗损攻击利用链路层的频繁更换信道带来的时延,攻击传输层的会话密钥<sup>[2,3]</sup>。科研人员提出多种类型的安全技术来抵抗各种恶意的攻击,如安全定位技术、入侵检测技术、安全路由技术和密钥管理技术等<sup>[1]</sup>。其中密钥管理技术作为其他安全技术的基础被广泛而深入的研究。由于认知无线网络中用户会不断的进行频谱切换,这种动态频谱的特性使得认知无线网络和传统的无线网络在密钥交换协议的设计上有很大的差别。用户在网络中有多个信道可供选择,因此需要考虑在高效的信道选择的基础上设计安全的密钥交换协议。本文通过分析认知无线网络中信道选择效率的问题,进行区域的划分,为每个区域协商一个组密钥,提高区域内用户的通信效率。

## 2 相关工作

### 2.1 信道切换

在认知无线网络中,频谱共享的模型主要包括三类:动态专用模式、开放共享模式以及分级接入频谱

## 作者简介:

蓝友枢,毕业于福州大学金融系,学士学位、工程师,长期从事网络通信技术研究、网络安全技术研究与产品开发。现在福建省科学技术信息研究所任职。

模式<sup>[5]</sup>。开放共享模式也称为频谱共用,在开放共享模式中,允许网络中所有节点以开放共享的方式使用频谱。但是开放频谱策略使得认知用户可以自由的使用频谱资源,这就需要通信双方协商相同的信道,而这一过程则会带来传输时延,影响链路层占用通信介质,除此之外,也为路由选择带来更大的变化,路由选择时不仅要考虑节点的跳数,而且还要考虑所选路径上信道的切换次数。

如图1所示,假设用户S1和S2进行通信,存在有两条不同的路径。从图中可明显看出,路径S1→m1→m2→S2节点的跳数要少于路径S1→m3→m4→m5→S2,但是第一条路径的切换次数却要比第二条路径多,因此在选择路径的时候不能只是单一考虑节点跳数的多少,要进行综合考虑。由于组密钥建立协议是建立在通信协议的基础之上,所以信道切换也给组密钥建立协议带来新的问题,需要进行更深入的研究。

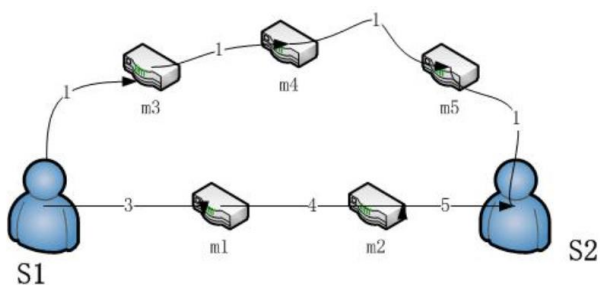


图1 认知无线网络的信道切换

## 2.2 无线信道特征

研究表明,无线信道具有短时互易性、空间唯一性、快速时变性与不可预测性等内在的特性。由于这些特性是可以随着通信双方的不同或者通信双方位置的改变而改变,所以可以从这些内在特性中提取到相同的信道特征值,从而生成相同的密钥,以保障通信双方的通信安全,具体如下:

(1) 短时互易性:根据通信原理知识可知,在测试时间间隔很短的时候,通信双方测量到的信道响应

是相同的;

(2) 空间唯一性:通信双方之间的通信信道特征唯一的。一般来说,当攻击者距离合法接收者的距离大于波长的一半时,攻击者对信道的测量值是不同的;

(3) 不可预测性:无线信道的周围环境的变换以及无线信号的快速衰减具有随机性和不可预测性,所以无线信道的特征也是随机和不可预测的。

## 2.3 密钥交换协议

文献[6]结合 Diffie-Hellman 密钥交换和非认证组密钥协商协议的优点,重新设计一种适合认知无线网络的密钥交换协议。本文则在文献[6]的基础上进行改进,利用物理层无线信道的随机性,短时互易性,空间唯一性等优点,通过提取无线信道的特征来生成组密钥。同时利用文献[6]旅行商问题选择路由最优路径的思想,来为组密钥协商设计一个最优的节点通信路径。

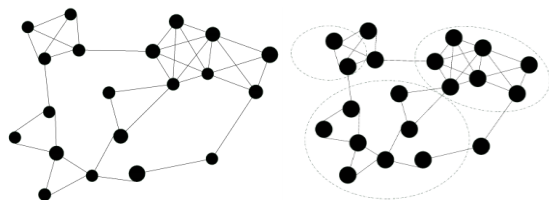
## 3 认知无线网络组密钥交换协议

为了将组密钥协商协议高效地应用在认知无线网络中,根据认知无线网络的特性改进了组密钥协商协议,提高协议在网络中的运行效率。通过将网络进行分组,在组内执行密钥交换协议。该协议包括两个部分,分别为网络分组和组内组密钥协商。假设所有参与的节点都是诚实可靠的,网络在进行密钥协商的时间内节点保持静止,网络拓扑保持不变。

### 3.1 网络分组

文献[6]提出一个网络分簇的方法,本文将利用网络分簇的思想,对认知无线网络进行划区域分组,将网络分成多个组,由节点自组织选择一个节点作为该组的第一个节点,即主节点,分组的规则依据拓扑位置信息。 $un\_nodes=\{M_1, M_2, \dots, M_n\}$ 为未处理节点集合; $select\_nodes=\emptyset$ 为已处理节点集合; $d(N_i)$ 为节点度; $C_i$ 为每一组设置的主节点; $|I|$ 求集合内节点数量; $C_j=unit(C_j, C_i)$ 为将  $C_j, C_i$  合并为一个组,组的主节

点为  $C_i$  ; threshold 为允许组存在的最少节点数阈值。如图 2 所示的是初始的一个网络拓扑情况, 其中网络依据节点度的大小选择一个节点当做组中的主节点, 主节点选择他的邻居节点作为组内成员, 完成网络分组。如果某个组的成员数量小于预定值, 则将其并入其他节点数量较少的组。



(a) 初始网络拓扑 (b) 分组

图 2 网络分组

### 3.2 组密钥协商

当节点形成动态组时, 需要在通信节点之间共享共用组密钥以保证组通信。在这一小节当中, 我们提出了一个有效的时隙式往返协议, 用于组间密钥生成。由于每个节点要与下一个节点进行交互, 下一个节点继续同他的邻居节点交互, 直到最后一个节点, 而最后一个节点有需要与开头的第一个节点进行交互, 然后再往前重复以上过程, 这就需要设计一条好的路径, 使得节点有好的交换效率, 该问题可以归结为一个哈密顿回路问题。如图 2 所示, 将网络分成三个组, 上面两个组具有哈密顿回路, 通过主节点选择一个哈密顿回路即可, 而下方的组中显然没有哈密顿回路, 可以使用旅行商问题解决该问题。根据文献[6]的思想可知每条边上的权重  $w = \lambda |f_{nodei} - f_{nodej}|$  代表信道切换次数, 显然切换次数越少越好。

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij}, \quad x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{旅行商访问城市 } i \text{ 后紧接访问 } j \\ 0 & \text{否则} \end{cases}$$

虽然旅行商被证明是一个 NP 完全问题, 但是由于一个区域内节点的数目较少, 所以可以在短时间内

得到旅行商问题的最优解。本文采用了分支限界法求解 TSP 问题, 算法描述如下:

#### 算法描述

- 1.按广度优先搜索遍历解空间树;
- 2.在遍历过程中, 对处理的每个结点  $v$ , 通过限界函数去估计该结点向下搜索可能达到的完全解的目标函数的可能取值范围。将该范围作为限界函数  $\text{bound}(v_i)=[\text{down}_i, \text{up}_i]$ ;
- 3.选择可以让目标函数取到极值的结点优先进行广度搜索。然后在不断地区调整搜索的方向, 使得找到问题解的时间最短。

为了方便理解, 我们先假设一个场景, 某个区域内有 5 个用户要进行组密钥的协商, 要设计一个最优的通信路径使得 5 个用户在协商的过程中信道切换的次数达到最短。具体场景如图 3 所示, 权值代表两个用户之间通信时信道切换的次数。

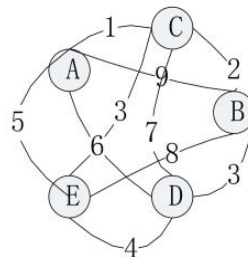


图 3 认知无线网络场景

#### a) 创建该网络的实例矩阵

$$c[i][j] = \begin{bmatrix} \infty & 9 & 1 & 6 & 5 \\ 9 & \infty & 2 & 3 & 8 \\ 1 & 2 & \infty & 7 & 3 \\ 6 & 3 & 7 & \infty & 4 \\ 5 & 8 & 3 & 4 & \infty \end{bmatrix}$$

b) 取上、下界: 注意到该矩阵的特点, 每条满足要求的回路在矩阵中的每一行每一列有且只有一个元素与之对应。首先我们计算问题的上界, 以主节点 A 作为起始节点, 每次从节点 A 发出多条边中, 选择没有遍历过的最小信道切换次数的节点作为下一个通信的节点。在这个问题当中, 从节点 A 出发, 经过



A→C→B→D→E→A, 路径长度为 1+2+3+4+5=15 作为上界, 即最短路径要小于等于 15。对于下界, 最简单的办法是将矩阵每一行的最小值进行相加即 1+2+1+3+3=10, 也就是最短路径要大于等于 10。所以 TSP 问题完全解界限[10,16]。

c) 开始进行遍历: 在问题求解过程中, 部分解的目标函数的下界为 (已经经过的路径总长的两倍+从起点到最少的未遍历过的节点的信道切换次数+从终点到最少的未遍历的节点的信道切换次数+通信/未通信节点的最少信道切换次数) 除以 2 并向上取整。遍历的过程如图 4 所示, 可以得出最优的通信路径为 A→C→B→D→E, 信道切换次数为 1+2+3+4+5=15。

具体组成员  $M_1, M_2, \dots, M_n$  的共享组密钥协商的过程算法如下:

a) 主节点利用上面提到的旅行商算法, 按照其步骤计算得到组内给个节点之间进行信息交互的最优路径 path, 发送给组内的每个成员, 主节点作为开始的第一个节点。

b) 组内成员接收路径 path, 根据路径可以得到自己的上一跳邻居节点和下一跳邻居节点。

c) 由通信原理的知识可知<sup>[7]</sup>, 在第一轮,  $M_1$  传输信号  $x_1(t) = e^{j(\omega_c(t-t_1)+\varphi_1)}$  给  $M_2$ , 其中  $\varphi_1$  是在  $[0, 2\pi]$  上随机选择的。 $M_2$  利用 ML 估计准则估计得出  $\varphi_{12}$  和  $\omega_{12}$ ,  $\varphi_{12}$  是  $\varphi_1 + \theta_{12}$  的估计值。类似的在第  $i$  轮,  $M_i$  传输信号  $x_i(t) = e^{j(\omega_c(t-t_i)+\varphi_{(i-1)i})}$  给  $M_{i+1}$ ,  $M_{i+1}$  利用 ML 估计准则估计得出  $\varphi_{i(i+1)}$  和  $\omega_{i(i+1)}$ ,  $\varphi_{i(i+1)}$  是  $\varphi_{(i-1)i} + \theta_{i(i+1)}$  的估计值。在第  $n+1$  轮,  $M_1$  传输信号  $x_1'(t) = e^{j(\omega_c(t-t_{n+1})+\varphi_1')}$  给  $M_n$ ,  $M_n$  利用 ML 估计准则得出  $\varphi_{1n}$  和  $\omega_{1n}$ 。在  $n+2$  轮,  $M_n$  传输信号  $x_n'(t) = e^{j(\omega_c(t-t_{n+2})+\varphi_{1n}')$  给  $M_{n-1}$ ,  $M_{n-1}$  利用 ML 估计准则  $\varphi_{n(n-1)}$  和  $\omega_{n(n-1)}$ , 重复以上过程直到交互到节点  $M_1$ 。

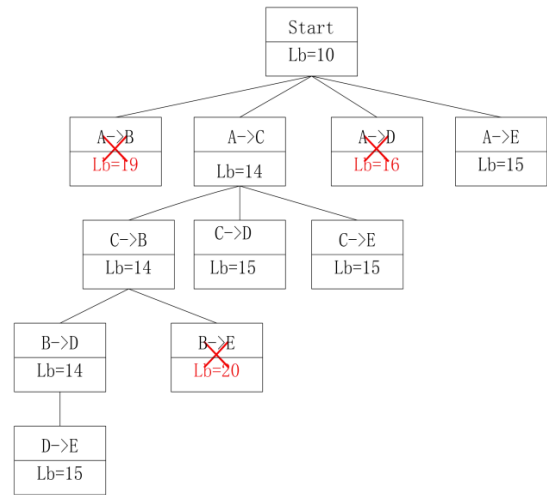


图 4 遍历过程图

d) 在经过上面的交互之后, 第  $i$  个成员可获得  $\varphi_i = (\varphi_1 + \theta_{1,2} + \theta_{2,3} + \dots + \theta_{(i-1)i}) + (\varphi_1' + \theta_{1,n} + \theta_{n,n-1} + \dots + \theta_{(i+1)i}), 1 < i < n$

第  $n$  个成员可获得

$$\varphi_n = (\varphi_1 + \theta_{1,2} + \theta_{2,3} + \dots + \theta_{(n-1)n}) + (\varphi_1' + \theta_{1,n})$$

而主节点也就是时隙往返过程中的第一个节点获得

$$\varphi_1 = (\varphi_1 + \varphi_1' + \theta_{1,2} + \theta_{2,3} + \dots + \theta_{(n-1)n} + \theta_{n,1})$$

e)  $M_i (i=1, 2, \dots, n)$  可以通过量化将  $\varphi_i$  转化成  $\log_2 q$  比特, 重复以上过程, 假设密钥长度为  $|K|$ , 则经过  $|K|/\log_2 q$  轮之后, 每个节点可以生成大小为  $|K|$  的组密钥。

f) 组内成员等待在主节点进行组间密钥交换协议。

通过上面的步骤协商组密钥成功, 同时也减少通信时的信道切换次数, 使整个密钥协商过程更高效。

1) 安全性: 本文所提出的组密钥协商协议的安全性基于空间去相关假设而得到保证, 即对于与通信双方位于不同位置的对手几乎不可能获得用于密钥生成的相同信道响应, 这是大多数利用信道随机性进行比特提取的密钥生成协议中的一个常见假设, 并且已经通过实际的实验 (包括文献[8][9]) 进行了验证。考虑到组密钥的生成, 只有当敌手位于几乎与所有组节点

完全相同的信道响应。基于无线通信理论[7]，离网络节点至少  $\lambda/2$  的实体经历到节点衰落信道在统计上独立于通信节点之间的信道。而组内密钥利用无线信道的唯一性和随机性保证攻击者无法获取有用的信息，所以组内密钥是安全的。

2)可行性：在密钥交换协议的第一阶段，组内利用信道随机性来生成组密钥；第二阶段，通过主节点获取组内的局部的拓扑图，按照指定的路径进行节点之间通信交互；第三阶段，组内的密钥交换可以应用到认知无线网络中。

3)高效性：通过旅行商算法，为组密钥节点之间的协商找到一条最优的路径，使信道切换次数达到最小，大大提高了节点之间的通信效率。

#### 4 结束语

本文分析了认知无线网络相较于传统的无线网络中出现了新的安全以及密钥交换问题。当网络的规模较大的时候，由于认知用户会进行信道切换，这样就会存在信道切换时延。同时认知无线网络中认知用户还要进行频谱的选择，因此传统单一的密钥交换协议不能应用在认知无线网络当中。在分组的基础上，结合传统密钥交换协议的优点，设计一个适合大规模的认知无线网络的密钥交换协议，通过利用旅行商问题来为节点交换选择了一个最优路径，提高了密钥交换效率。

## 中国广电 5G 网络第一阶段建设已启动 将采用 SA 模式组网

全在 12 月 19 日举行的 2019 通信产业大会暨第十四届通信技术年会上，中国广电网络有限公司（以下简称“中国广电”）技术发展研究处副处长李爽表示，广电 5G 将采用 SA（独立组网）方式进行，同时广电 5G 网络第一阶段建设已于今年第四季度正式启动。

李爽介绍，目标业务方面，中国广电将立足于全国 2.6 亿有线电视家庭用户资源，做大做强融合媒体主业，推进全媒体服务，在物联网、车联网等 2B 服务领域，充分发挥 5G 新特性，赋能千行百业万家。

在 5G 架构和发展路径方面，中国广电将以有线无线协同，包括广电通信协同、传播监控协同，推进广电差异化发展。

在频谱使用方面，中国广电将采用 700M+4.9GHz+未来毫米波的组合，支撑全业务服务，包括实现协同覆盖的策略。

此前，多家媒体证实，中国广电与国家电网公司将在 5G 领域展开合作，目前正有序推进，最快年底合作方案就会出炉。

来源：网易科技

# 华为，福州电信的老朋友

## ——华为公司早期在福州的发展历程

陈汉耀

华为公司，现在地球人都知道。我想说说它早期的故事，特别是在我们福州与电信公司共同发展的往事。

### 一、引入华为小交换机后成立驻福州办事处

华为1987年创立于深圳，初期通过代理销售香港鸿年公司生产的HAX-100模拟小交换机起步。当时，华为公司创始人任正非亲自带着技术资料甚至样机，奔走推销。在福州，华为公司通过与福州电信局通信技术发展有限公司合作、经福州电信局小交换机管委会批准，使得HAX-100小交换机入围福州电信电话网使用。此举帮助了华为公司渡过了公司创立之初的艰难岁月，也为华为获得了最初的资本积累，也为华为后期在福州的业务发展开创了良好的开端。但是，单靠代理销售可能可以比较好地存活下去，而想要发展壮大确是几乎不可能的事。于是，1989年，华为公司就开始程控小交换机的自主研制。起初利用国内企业的散件、贴牌组装24门的模拟小交换机，取名BH-01，1991年12月，首批3台BH-01交换机包装发货。1990年，华为开始自主研发面向酒店与小企业的PBX技术，1992年成功自主研发出HJD-48系列小型模拟空分程控用户交换机，容量延伸到了100-500门，形成不同容量规格的系列化产品，并在酒店与小企业的进行商用推广。

顺便提一下，当时华为负责研发的核心人物叫郑宝用，他是华为曾经的“二号人物”。郑宝用是一个带

有传奇色彩的人，福建长乐人，1964年出生，毕业于华中理工大学（现在的华中科技大学），后来考上了清华大学的博士。他具有浓浓的乡情，不仅专心致力于华为公司产品的研发工作，还非常关心、关注福州乃至福建省的电信网络发展，是福建电信的好朋友老朋友。

1992年，华为的HJD-48程控用户交换机批量进入市场，当年产值即达到1.2亿元，利润则过千万。为了进一步开拓市场，华为公司在福州成立了“华为驻福州办事处”，张建国同志任第一任主任，后来相继有任树禄、李强、张林……等各位主任。他们辛勤工作、努力开拓福州和福建市场。开始大力推广使用HJD-48小交换机，为福州一大批的工厂、企事业单位安装HJD-48小交换机，解决了他们电话装机难打电话难的问题。同时，用HJD-48小交换机替换许多单位的纵横制小交换机，不仅节约了电力能源、机房空间，电话用户数量和通信功能及通话质量也提高到一个新的水平，为各个企事业单位的发展提供了帮助、做出了贡献。

在代理销售HAX-100和推销华为的HJD-48程控用户交换机的过程中，创始人任正非看到了中国电信行业对程控交换机的需求和渴望，同时他也看到整个国内市场被外国公司所把持。当时国内使用的所有通信设备几乎都是依赖进口，民族企业在其中完全没有立足之地。此时，国内在局用数字程控交换机技术

### 作者简介：

陈汉耀，高级工程师，原省电信公司网络建设中心负责人，先后在省邮电工程公司、福州电信局、省电信公司从事通信工程施工、机房设备维护、工程设计、工程管理工作。

上基本是空白，数字程控电话交换机的市场被国外厂商完全垄断，即当时所谓的“七国八制”。中国通讯市场上总共有8种制式的机型，分别来自7个国家：日本的NEC和富士通、美国的朗讯、加拿大的北电、瑞典的爱立信、德国的西门子、比利时的BTM公司和法国的阿尔卡特。为了民族工业崛起，以巨龙通信、大唐电信、中兴通讯、华为技术为首的“巨大中华”几家通信设备制造企业形成了民族品牌的骄傲，但国内还没有出现能够完全挑战国际巨头的企业。为此，大家都不约而同地选择了“农村包围城市”的战略方法，华为是最先实行农村包围城市的战略策略的企业之一。基层的业务市场打开了其发展的通道，使得华为迈入了增长速度最快的企业之一。

## 二、华为大型程控交换机在福州顺利开通

1993年初，华为2000门的大型数字程控交换机C&C08研发成功，在浙江义乌完成了开通试运行。1994年8月，华为公司用准SDH技术将多个模块连接起来，成功研制出了首台C&C-08万门局用数字程控电话交换机，全面通过广东省邮电科学研究院测试鉴定，之后在江苏邳州开通。1995年，C&C08交换机通过邮电部的生产定型鉴定。

由于C&C-08机的价格比国外同类产品低了2/3，功能与之类似，具有极高的性价比、技术竞争力和推广应用适应性，C&C-08数字程控电话交换机的市场前景十分可观。

对于C&C-08程控交换机，现在入行搞通信的年轻人中，几乎很少有人知道它。但是，对于很多90年代在行的通信人来说，这个词非常熟悉，它甚至代表了特殊的意义。说起C&C-08程控交换机对华为的意义，绝对可以称之为“巨大”——它是华为早期自主研发的核心成果，是帮助华为咸鱼翻身的“爆款”产品，它是当今华为公司成为万亿帝国的奠基之石。不仅是华为，对于整个中国通信产业来说，C&C-08程控交换机也有非同寻常的意义。据说，C&C-08这个命名

是通过内部征名得来的，且颇具特殊含义的。C&C-08有两层含义：一是Country&City(农村&城市)，即农村包围城市之意，C&C-08程控交换机特别适用于我国广大的农村电信市场，当然，也适用于城市之中；二是Computer&Communication(计算机&通信)，这个好理解，因为程控交换机就是计算机程序控制的电话交换机通信设备。至于08嘛，并没有什么具体的特殊含义，估计广东深圳的人那个时候喜欢数字“8”的缘故，只是讨个吉利。也许是因为当时国内自主研发的数字程控电话交换机中，最牛的是巨龙集团的数字程控电话交换机——04机，结果几年后，04机就死掉了。所以，起名字也是很有讲究的——哈哈。

当时的邮电系统内部对这款中国自主研发的产品还是表示了很大的期望，也给予了很大的容忍空间。尽管初期的产品有许多的不足，但大家都给予了宽容，并没有过分挑剔，反而给予了许多的改进意见和建议，帮着华为公司改进提高C&C-08机的产品质量。

1995年，C&C08交换机通过邮电部的生产定型鉴定。这一年，恰逢中央提出电话“村村通”计划，给C&C08机的发展提供了宝贵的契机和广阔的市场。华为把C&C-08机作为自己农村包围城市战略的拳头产品，在技术上已经达到了当时的国际先进水平，具有很强的竞争力，使之在通信行业立稳脚跟，为国产通信设备赢得了广泛的声誉。

上个世纪九十年代的福州电信，处在电话业务大发展时期，电话待装户特别多，尤其是郊区农村的待装户数量巨大。为了尽快解决福州电信的大量待装问题和本地网村村通计划，福州电信局于1995年夏抽调建设、维护部门的技术人员组成4人考察小组赴深圳华为公司总部，实地综合考察了C&C-08程控交换机的生产和产品性能。经过考察，考察组认为C&C-08程控交换机设备技术先进、性能稳定、可先在福州本地网中使用。经过福州电信局领导层集体讨论研究同

意、时任华为福州办事处主任李强的努力和华为公司本部的大力支持，决定在福州电信局引入第三型号市话端局交换机（此时福州市话交换机全部为日本的F-150、长途交换机为比利时阿尔卡特的S-1240），也是第一台国产局用数字程控电话交换机——C&C-08数字程控交换机。第一个国产C&C-08万门交换母局安装于福州三叉街电信楼内，用以解决福州仓山、三叉街、盖山镇一带的电话待装户（后续扩容还下挂“谢坑”等C&C-08机模块局）。在双方的共同努力下，于1995年第三季度，设备安全及时运抵福州，投入紧张的安装施工和测试。经过双方工程技术人员紧张有序的安装测试，于1995年底顺利开通投入运营和装机放号，使那一带的居民在春节前能高高兴兴的装新机过新年！通过运营使用，C&C-08程控交换机的各种优越性能和功能，得到业界内外的认可与好评。因此，C&C-08程控交换机很快就在福州本地网中的闽侯等县区拓展开来，乃至后期福建全省都陆续开始安装并广泛使用。

C&C08交换机，按照“多网并存、互联互通、保护投资、平滑过渡”的思路，有力地支持电信网向综合化、智能化、移动化方向发展。值得注意的是，C&C08机的研发成功不仅是一款单一型号产品的成功，更重要的是，它提供了一个产品平台。华为后来的所有产品，包括传输，移动，智能，数据通信等，都是在这个平台上发展起来的，都能看到C&C08的影子。如果没有C&C08，就没有后来不断丰富产品线。在人才培养方面，C&C08机项目也堪称是华为的黄埔军校。

### 三、华为配套通信电源系统遍布福州城乡

通信电源系统是电信网的基础设施，为了助力本地网和接入网建设，满足通信网络配套发展的需求，华为公司在推出HJD-48小交换机之后，又推出PS-48系列电源系统。PS-48系列电源系统采用DSP技术，是高可靠、高功率密度、高性能全数字化的通

信电源系统，适用于接入、传输、铁路小站、无线基站等通讯网络。在当时，特别适合于中小交换局、农村交换局、接入网和传输中继站以及与HJD-48小交换机配套用于机关企事业单位等。PS-48系列通信电源系统符合CE、UL、TLC等多种国内外标准，也适用居民区环境一体化机柜设计，可内置蓄电池，有效节省机房空间；具有超宽的输入电压适应范围（80~300Vac），电网适应能力强，这一点在当时的农村电网中使用，凸显出其优势；整流模块的工作温度范围宽（-40℃~70℃），额定效率高达91%以上。PS-48的通信电源系统的另一个显著特点是完善的防雷设计，使之具有很强的抗雷击能力，非常适合于农村和严重雷暴雷击地区使用。PS-48通信电源系统的推出，解决了福州电信机房通信电源品种单一的局面。它不仅具有很强的价格竞争力、更重要的是解决了模块局、接入点小容量通信电源设备选型问题，解决了在郊区郊县农村雷暴雷击严重的难题，为福州市内电话和农村电话通信以及本地网建设提供了有利的技术支撑和基础保障。

后来，为了专注通信网络技术与产品的研究、开发、生产与销售，华为公司又把PS-48系列通信电源系统技术转让给美国艾默生公司，并与之合作配套运用于电信网。

当然，事物总是不断发展的。为了适应通信业的迅速发展，华为公司又再次研发推出自身的电源新产品——华为TP48-600通信电源系列。它是组合式电源系统，通过调整安装整流模块的数量，可灵活应用于固网接入点、中心机房、室内基站、BSC等场景。通过实现本地操作、后台网管等方式实现环境监控、异常告警、电池管理、整流模块及配电管理等功能。该组合电源的操作和维护采用多项优化的维护性设计，使得维护简单方便。操作和维护方面，支持上进线、上出线，支持前维护。整流模块和监控模块均支持热插拔，维护监控模块时不会影响正常供电。内部各模

块能独立拆卸维护。目前已是运营商的首选产品。在福州电信已得到广泛应用。

#### 四、华为光传输设备取代进口产品挺进福州

在推出 C&C-08 程控电话交换机之后, 1996 年, 华为又推出综合业务接入网和光网络 SDH 传输设备, 系列化体系化地全面解决本地网建设方案。

华为光传输设备有 OptiX155/622H、OptiX Metro 500、OptiX Metro 100、OptiX 2500+(Metro 3000) STM-16 MADM/MSTP、OptiX 10G(Metro 5000) STM-64 MADM、OptiX OSN1500 智能光传输系统、OptiX OSN2500 智能光传输系统、OptiX OSN3500 智能光传输系统、OptiX OSN7500 智能光传输系统等系列。还有 OptiXManager T2000 子网级网络管理系统。

OptiX155/622H (Metro-100) 设备的关键特性是能提供 STM-1/STM4 接口和 PDH-E1 接口, 具有丰富的业务接口和比较大的交叉能力。速率可以从 STM1 在线提升到 STM4。交叉容量是 26X26 vc4 全交叉。可接入 PDH、SDH、以太网、64K 等业务类型, 在同一设备中进行 PDH、SDH、以太网等多业务的混合传输。具备高度的集成, 易于安装和多电源接入, 对中国电信用来传送接入末端的业务, 具有免安装免调试特性、缩短工程建设周期和降低网络运营成本等特质。

上世纪九十年代, 福州本地网的传输网设备包含 PDH 和 SDH, PDH 已逐步进入淘汰进程。光传输设备除了有少量的日本富士通的 PDH 和德国西门子的 SDH 外, 基本上都是美国朗讯公司的 SDH 产品, 所以, 价格一直难以降抵, 建设和运营成本居高不下。

1996 年, 华为公司推出 OptiX 155/622H (Metro-100) 后, 福州电信局就及时积极引入使用。利用华为 SDH 设备丰富的业务接口和较大的交叉能力, 在本地接入网建设中构建多个光传输环网, 逐步替换原有的 PDH 传输设备, 并形成有效的光环保护。此举对福州本地网和接入网的建设、网络运行安全及业务发展提供了有力保障。由于华为 SDH 传输设备优越的性能和低廉的价格、及时的供货和优质的售后服务, 不仅为福州电信的网络建设节省了大量成本, 也极大加快了建设速度并拓宽了电信业务, 扩大了网络规模。光传输环的投入, 提高了网络运行的稳定性和安全性。如今, 华为的光传输设备不仅在接入网和本地网中普遍使用, 而且在骨干网一二级干线中也获得广泛使用。华为公司的各种高中低端通信设备也在中国电信的各专业领域的不同层面广泛使用, 有力支撑中国电信的网络发展和安全高效运行。

长期以来, 华为公司和福州电信携手共进、不忘初心、不辱使命、砥砺前行。在合作中, 建立起深厚友谊, 成为老朋友、好朋友, 在共建中获得了共赢!

如今华为是全球领先的 ICT (信息与通信) 基础设施和智能终端提供商, 致力于把数字世界带入每个人、每个家庭、每个组织, 构建万物互联的智能世界。业务遍及 170 多个国家和地区, 服务世界 30 多亿人口。从创立到如今的 30 多年的发展历程, 实现了愿为中华的崛起而为之的“中华有为”的华为愿景。依据环境的变化, 从始而终都让华为公司处于一个发展的进程中, 华为始终是中国企业发展史上的一面旗帜。



# 5G+工业互联网的融合创新发展

赖大进

(福建省邮电规划设计院有限公司, 福建福州, 350003)

## 一、前言

我国高度重视5G与工业互联网融合发展。5G的商用正恰逢互联网发展进入下半场,即消费互联网深化和工业互联网起步阶段,也是人工智能和大数据技术发展势头正旺的阶段,5G将推动消费领域和产业领域出现新应用,还会开拓我们目前想象不到的新业态。5G作为新一代信息通信技术,将推动工业互联网的发展,助力更多产业转型升级。2017年11月,国务院印发的《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》明确指出5G将作为工业互联网的网络基础设施,提出开展适应工业互联网应用的5G网络技术实验,推进5G在工业企业的应用部署。

## 二、5G是工业转型升级不可或缺的支撑技术

我国已步入工业4.0时代,工业企业面临个性化生产和服务化转型的挑战,5G网络作为新一代移动通信系统,其特有的百兆以上的传输速率、毫秒级时延和高可靠性,使其与工业各环节融合成为可能。5G技术的出现为工业企业提供了柔性化生产线及智能化的生产工具,促进工业企业与用户、供应链之间建立联系,推动工业生产向智能化、高端化、服务化转型。

### 2.1 5G重构了工业互联网的价值

5G网络的出现推动了云计算、大数据和人工智能的快速发展,是发展实体经济和数字经济的基础,重构了工业互联网的价值。工业互联网将云计算、大数

据及人工智能结合,通过数字化映射物理世界,优化生产流程,通过分析工业设备反馈的参数数据,对设备进行主动预测性维护,从而提高生产速率,促进整个行业转型升级。

通过5G技术,工业互联网不仅可以分享移动互联网中的海量资源,还可以通过5G网络的移动窗口随时随地交互信息,实现工业互联网与移动电子商务的融合。5G的商用将会彻底改变传统工业制造业领域固有的专用制造方式,使工业制造领域不仅是产品的生产基地,还是为广大消费者提供个性化定制产品的直销基地。5G技术的发展将会给工业制造业带来大量的技术创新和跨界融合,造就了大规模的个性化生产,推动工业制造业的模式由制造型走向服务型,全面普及新业态,推动生产力进一步提升。5G环境下的工业互联网将会愈来愈重视个性化需求和多样化服务。

### 2.2 5G拓展工业互联网应用场景

5G网络特有的大带宽、低时延、高速率的特征以及智能泛在、感知泛在和连接泛在的特点,不只具有消费应用的前提,更能够促进经济的发展,工业互联网的内涵是数字化、网络化和智能化,通过5G+工业互联网技术,将催生全新的工业生产体系,推动工业制造业走向高质量发展的道路。

在发展工业互联网的同时利用5G技术,将会使工业互联网的应用场景得到拓展。一是实现感知覆盖,

## 作者简介:

**赖大进:**福建省邮电规划设计院有限公司企业发展咨询研究院管理咨询中心主任,高级工程师,通信与信息系统硕士,长期从事数字经济研究、政府及企业信息化规划咨询、信息网络运维咨询、企业战略与业务咨询、营销渠道咨询、通信市场调研、工程评估、投资增资可研等工作。

利用 5G 技术大量收集工厂生产时产生的实时运行数据,通过大数据和人工智能技术,降低生产本和能源消耗,提升产品质量,达到优化生产决策的目的;二是实现柔性化生产,针对用户个性化需求,利用云化机器人和智能物流等方式,使生产线高度灵活化,促进生产方式协同、灵活;三是实现人机协作,未来的工业生产场景中需要用到大量的智能机器人,未来的智能机器人不仅需要具备指令传输功能,还要具备复杂的视觉和触觉同步传输功能,这些功能的实现对人机协调提出了更高的要求。

### 三、5G+工业互联网的融合应用

5G 网络技术在催生大量的技术创新的同时,推动工业互联网从以计算机为基础设备的自动化模式走向以互联网为基础的智能化生产模式,使工业互联网覆盖的范围从工业制造业领域扩展到医疗、金融及智慧城市等领域,扩大了工业互联网覆盖的广度和深度,构建了新型的、满足消费者需求的工业生产和流通形式,推动工业互联网迈入万物互联的新时代。

#### 3.1 5G 改变商业模式

工业企业能够通过将 5G 技术与自身产品结合的方式获取与客户交互的入口,全方位检测和监控产品状态,为客户提供更有针对性的服务,促使工业企业的商业模式发生变革,推动工业企业由生产型企业向服务型企业转变。例如广西柳工利用 5G+MEC 的 19 毫秒左右端到端超低时延和百兆上传速率实现装载机远程控制及作业环境监控达到高效低时延的目的,从而丰富其商业模式,一方面柳工可采用向客户租借设备的方式提供服务,即客户无需支付大额资金购买设备,只需要根据设备的使用时长进行缴费;另一方面柳工也可以通过收集设备相关信息,如车辆使用状况、车辆工作年限及设备故障发生率等信息,为客户提供诸如定期更换零部件、定期保养提醒等增值服务,推动企业从设备制造商向服务提供商转型。

过去几年,全球机器人市场出现拐点,由高速增

长转为低速增长,机器人产业已进入深度调整阶段,通过融合 5G 技术、工业互联网及人工智能等与机器人技术,将激发机器人应用领域,有望重塑机器人产业,扩大供给及需求的扩大。以医疗机器人为例,今年 3 月份,中国人民解放军总医院成功完成全国首例远程人体收入,让远在海外的神经外科专家基于 5G 网络传输的高清画面远程操控手术器械,为身在北京的患者实施了帕金森病“脑起搏器”植入手术。同年 6 月,北京积水潭医院院长田伟通过 5G 技术同时远程操控两台天玑骨科手术机器人,为身在浙江嘉兴和山东烟台的两名患者实施手术。5G 技术的发展将大幅度提升数据传输的实时性和完整性,极大地提高机器人智能化水平和精准操控能力,提升机器人行业发展潜力,促进医疗机器人行业萌芽和成熟。

#### 3.2 5G 改变生产方式

利用 5G 技术实现设备、人员及环境的全方位互联互通及设备的远程实时控制,推动工业生产方式走向智能化、无人化、网络化及协同化。因 5G 技术能满足远程操作岸桥吊车所需要的 20 毫秒端到端低时延和 30 路高清视频回传的需求,青岛港利用 5G 技术实现一人远程操控四台岸桥吊车,不仅有效改善了员工的工作环境,还能节约大约 75% 的人力成本,有力推动了无人码头的实现;又如杭汽轮在对产品进行质检中利用 5G+3D 建模功能实现智能化检测,将发动机叶片质量检测的时间由小时级缩短为分钟级,促进发动机叶片质量检测由抽检模式转换为全检模式,在供应链中对产品零件的检测由入库检测转化为供应商出厂远程检测,实现了供应链实时协同的功能,减少零部件返厂的概率,确保各工序快速开展,提升整体效率。

#### 3.3 5G 节约解决专家资源稀缺问题

通过 5G 与专家系统结合,实现专家远程实时在线指导的功能,利用专家远程指导将大幅度缩短设备维修时间。例如广西玉柴公司通过利用 5G+AR/VR 实

现远程装维功能,使得一线工作人员在5G网络环境下能通过AR终端与指挥中心的专家进行双向视频通话,指挥中心专家借助一线运维人员采集到的现场图像信息,指导其进行设备维修,不仅能有效的解决专家资源稀缺问题,还能提升平均运维响应时间。

将5G应用于医疗健康领域,将有效解决医疗发展的区域限制,提高医疗和诊断水平、降低医疗支出、减少看病时间,平衡医疗资源分配不均衡问题。在5G技术下,医生可以很快调取图像信息、开展远程会诊及手术,有助于打破我国医疗水平分布严重失衡,尤其是偏远地区医疗资源极度匮乏的局面。北京清华长庚医院成功开展首例5G远程医疗手术是5G技术在医疗领域的成功应用。长庚医院实时连线深圳市人民医院,利用5G+AR/VR功能进行术前方案研讨、术中病灶确认和路径标注,通过线上无缝互动对远在深圳的肝胆外科医生进行指导。瑞金医院通过5G+AR/VR实现腹腔镜手术直播,让无法亲临现场的医学生能清楚地看到主刀医生的所有操作,加速基层外科医生的培养。

#### 3.4 5G 改变巡检方式

5G与超高清的结合可以使设备巡检情况通过网络实时传送到云端识别,提升了设备巡检的质量和效率。例如华为联合荷兰运营商KPN、ABB等企业研发出小型5G工业机器人,并将其运用于鹿特丹壳牌炼油厂进行石油和天然气线路的检测。5G工业机器人利用其超高清摄像机检测管道区,并将实时管道数据传送到数字工厂腐蚀分析平台进行处理,有助于及时识别高风险腐蚀区并确定最佳纠正方案,降低因错误估计地下管道位置而导致管道破损事件发生的机率。

4G时代及以前对输电线路采用人工巡检方式,不仅检查设备缺陷的效率低,而且因输电线路大多位于深山老林,蛇、虫、蚁等小动物活动频繁,工人巡检时经常容易被小动物咬伤,另外,输电嫌线塔、导线及绝缘子等设备位于高空,高空爬塔作业的安全风险

较大。将5G移动网络与巡检机器人结合,一方面可利用5G低时延的特性对巡检机器人进行移动/飞行控制,降低人工成本和安全风险,提高巡检效率,另一方面还能利用5G大带宽特性降低高清视频图像及时回传到指挥中心做分析处理,提升运维效率。

#### 四、5G+工业互联网融合应用的制约因素

虽然5G与工业互联网融合应用对工业制造转型升级起到至关重要的作用,且存在广阔的应用前景,但由于5G技术发展存在一定制约因素,要想大规模推广落地还需一段时间。

##### 4.1 尚需突破基础设施和商业模式等多重限制

从当前我国工业发展阶段基本面考虑,我国众多企业仍处在由工业2.0向工业3.0的过渡阶段,很多生产设备和生产线还没有完成数字化改造,在利用5G技术转型升级之前需要先完成生产设备及生产线的数字化改造,这不但导致工业企业对5G应用的需求受限,而且从工业企业的成本考虑,目前我国人工成本较低,机器大规模代替人工的动力还不是特别强烈。就些因素都会相应延后5G与工业互联网融合应用的部署。

从5G建设运营角度考虑,目前我国乃至全球的5G与工业互联网融合都处于起步阶段,运营商并没有在工厂内部署和运维5G网络的经验,也没有特别清晰的商业模式和合作方式,这将导致运营商放缓在工厂内部署5G网络的步伐,也将直接导致5G融合应用落地推广困难。

##### 4.2 尚需搭建工业互联网安全保障体系

在工业互联网体系中,数据是核心,网络是基础,安全是保障。工业互联网的安全保障体系包括设备安全、网络安全和数据安全。只能解决了安全问题,工业互联网才会放心应用5G技术。

(1) 设备安全:与传统工业领域中的设备相比,工业互联网的终端设备智能化程度更高,设备的状态感知力和逻辑运算能力也强于传统设备。在5G技术

的推动下,设备组网更加灵活,面对工业设备智能化和网络化的发展趋势,5G网络需要在网络层面做好设备接入的认证管理,否则将可能导致通过终端设备进行网络入侵。

(2)网络安全:区别于传统工业,工业互联网的网络安全不仅包括工厂内有线及无线的网络安全,还包括工厂外与工厂实现互联的公共网络安全。为了提高生产效率,工业互联网可是承担从需求到交付甚至是运维阶段的端到端的服务,工业网络向着扁平化和无线化方向发展,接入的终端种类更加丰富,海量连接造成工业互联网的安全边界向外扩张,因此在5G网络环境下,将面临更加多样化的网络安全问题,包括系统入侵、信息泄露、恶意程序等。

(3)数据安全:不同于传统工业的数据,工业互联网的数据是大量、多维和双向的,并且数据会在IT层、OT层及工厂内外双向流动。工业领域的业务应用更加复杂、数据种类和保护需求更加多样,数据流动方向和路径也愈加复杂,不仅要求网络具有高可靠性和低时延性,而且对重要的工业数据和用户数据保护的难度也会增加。在5G环境下,通过网络切片技

术实现数据之间的安全隔离,可以为各类数据提供差异化的安全保障能力,切片的安全性同样会影响数据的安全。

### 五、结语

5G+工业互联网的融合创新发展,将有利推动制造业从单点局部的信息应用向全面数字化、网络化和智能化转变,带动基础电信行业转型升级,从而产生巨大的叠加倍增效应。虽然5G+工业互联网的融合应用还存在一些制约因素,但随着我国政府从“加强5G+工业互联网关键技术标准突破、夯实5G+工业互联网产业基础支撑、培育5G+工业互联网融合创新应用、推进5G+工业互联网开放共赢发展”等方面大力推进5G与工业互联网发展再上一层楼,5G应用正由生产外围、视频监控、巡检安防、物流配送等场景应用向产品的设计仿真、生产控制、质量监测、安全生产等各个环节深层次延伸。除汽车、通信与电子制造、机械、轨道交通、航空、化工、家电、钢铁等制造业外,矿工、港口、能源等领域也成为当前利用5G技术改造工业互联网内网的重点,从而推动工业化与信息化在更广泛、更深程度、更高水平上实现融合发展。

## 发改委公布国家企业技术中心2019年评价结果: 五家通信企业获评“优秀”

全国国资委官网日前发布《国家发展改革委办公厅关于发布国家企业技术中心2019年评价结果的通知》,公布了国家企业技术中心2019年评价结果。

90家企业技术中心得分在90分及以上,评为优秀;1359家企业技术中心评价得分在65分至90分(不含90分)之间,评为良好;82家企业技术中心评价得分在60分至65分(不含65

分)之间,评为基本合格;7家企业技术中心评价得分在60分以下,评为不合格。25家因企业自身原因未上报评价材料。

5家通信企业的企业技术中心获评“优秀”,分别是华为技术有限公司、烽火通信科技股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司。

来源:极客网

# 闽台资讯

## 福建省正式提供“携号转网”服务

11月27日,全国“携号转网”正式提供服务启动仪式在北京举行,我省同日正式向全省移动电话用户提供“携号转网”服务。自11月10日全省“携号转网”服务进入试运行以来,至28日全省已成功办理携号转网用户7426户,携转成功率达99.16%,成功携转数量在全国26个省份(除5个先行试点省份)中排名第5。

全省信息通信业为向用户提供高质量的“携号转网”服务,全力做好以下工作:一是统筹安排。建立工作职责清单,明确通信管理机构、基础电信企业的具体职责,层层压实,责任到人。二是建立畅通的沟通机制。成立以省通信管理局分管副局长为组长,各基础电信企业一把手为副组长的“携号转网”协调小组,牵头抓总,下设工作专班协调解决“携号转网”服务工作中出现的业务规范、服务宣传、网络支撑、用户申诉等各类问题。三是抓早抓细。全行业在过去的258天里,抢抓系统开发、网络改造、联调联测、试运行检验,据初步统计,我省三家基础电信企业已就此增加投入5467万元,建设改造系统200项,完成网内网间调测9280项,累计进行号码测试55654次,为全省“携号转网”服务正式上线提供了坚实保障。四是加强明察暗访。试运行期间,省市各级通信管理机构多批次组队赴营业厅开展体验式督查,收集一线信息,对检查中发现的各类问题要求立行立改。

福建省通信管理局深入贯彻落实全国“携号转网”有关部署要求,及时通报试运行期间各企业存在的问题并明确整改要求。省通信管理局党组成员、副局长何强近日强调指出:各企业要继续提高政治站位,以向用户提供高质量的“携号转网”服务来落实全国“两会”精神,践行“以人民为中心”的发展思想;要全面排查薄弱点,加强培训宣贯,精准落实相关规定和实施细则,以此为契机,提升服务质量,严禁将“携号转网”服务作为企业经营性指标进行考核,违者严查问责;要强化责任担当,认真履行好企业主体责任,一

切以服务为本,不得作为营销手段、不得人为设置障碍、不得干扰用户选择,以更优质贴心的服务,保障用户携得了、转得快、用得好。

(省通信管理局 陈拓)

## 福建省通信管理局深入海岛革命老区开展漠视侵害群众利益问题专项整治

10月16日,福建省通信管理局党组成员、副局长何强带队赴福州市连江苔菴镇东洛村,开展“漠视侵害群众利益问题专项整治工作”专题调研。

连江东洛岛为我国革命老区和我省第三批(海岛)电信普遍服务试点项目行政村,岛上原先信息通信困难,在我省信息通信业攻坚努力下,目前已实现海岛通光纤宽带及4G网络覆盖,发展宽带用户198户,成为福州首个海上有线宽带覆盖点。

调研组此行向村委书记详细询问了东洛岛基本情况,尤其是岛内网络使用和运行维护情况,听取了当地电信运营企业关于用户投诉申诉处理情况及农村网络建设情况的汇报,并深入当地村民家中了解宽带网络日常使用的情况,收集用户对网络覆盖的需求及建议。此外,调研组赴连江苔菴镇横滕基站开展检查,了解基站运维情况和工程质量。

何强副局长就信息通信业继续做好“漠视侵害群众利益问题专项整治工作”提出了三点工作要求:

一是坚持落实“漠视侵害群众利益问题专项整治工作”,争取共享电力海底电缆纤芯,进一步提高跨海路由稳定性,将优质服务作为企业发展之根本。二是依托水产大县资源优势,结合5G技术思考智慧渔业应用探索,加强海域场景的应用试点。三是强化科技引领,助力革命老区焕新力,宣传海岛旅游,为乡村振兴注入不竭动力。

(省通信管理局 陈拓)

## 福建省在全国电信和互联网行业网络安全管理职业技能竞赛中喜获佳绩

近日,“2019年中国技能大赛——全国电信和互联网行业网络安全管理职业技能竞赛”总决赛在西安圆满收官,福建省喜获佳绩,福建省通信管理局荣获优秀组织者奖、优秀工作者奖各1项,企业代表荣获特等奖1项、一等奖5项、三等奖6项。

此次竞赛紧扣“新时代 新技能 新梦想”主题,坚持“以赛促学、以赛促训”目标要求,结合电信和互联网安全技术特征和发展趋势,围绕大数据、5G、区块链、物联网等新技术新应用,搭建了企业办公网、区块链应用、智能家居和数据安全应用等四大场景,重点考察了选手漏洞挖掘、安全运维、应急响应、团队协作等方面的综合能力。竞赛规格之高、规模之大、选手之多、内容之新、覆盖面之广,均创中国通信企业协会办赛以来历史新高。

福建省通信管理局高度重视本次竞赛筹备推优工作,于9月4日举办了第三届福建省网络安全职业技能竞赛(全国赛选拔赛),为全国竞赛选拔输送了优秀的网安人才精英,并得到竞赛组委会高度认可。本次竞赛是对我省网络安全从业人员技能水平的一次有效检验,进一步促进我省网络安全高技能、高素质人才培养,推动我省网络安全人才队伍体系建立。

(省通信管理局 陈拓)

## 厦门通信业圆满完成第28届中国金鸡百花电影节通信保障任务

11月18日至23日,第28届中国金鸡百花电影节首次在厦门市举办。厦门市通信管理局作为本届电影节执委会协调保障组成员单位,以高度的政治责任感,精心组织厦门通信业为电影节提供优质高效、全面安全的通信服务,圆满完成通信保障任务。

### 一、强化领导,落实组织保障到位

在接到保障任务的第一时间,厦门市通信管理局积极响应,组织各基础电信企业、铁塔公司成立保障专项工作组,建立全天候通信保障工作体系,制定详细的网络、服务保障方案及极端情况应急预案,紧抓“网络、信息化、服务”三大主线,以全覆盖、严落实、勤监测为标准,立足“更精、更快、更优”,开展各项网络优化和保障工作,确保电影节

期间参加活动的用户拥有良好的通信体验。

### 二、未雨绸缪,确保网络保障到位

根据厦门市委市政府电影节保障部署要求,厦门市通信管理局未雨绸缪,确保通信网络保障到位。一是加强重点区域无线网络提质增速。针对典礼现场、新闻中心、下榻酒店等重要活动场所提前进行清网排障,重点核查4G/5G网络、WIFI网络及硬件设备的运行情况,加强巡检优化,三家基础电信企业累计投入维护技术人员达500多人次。二是克服时间紧工期短的困难,争分夺秒抢抓施工窗口期,在主场馆海峡大剧院建设期间组织各通信企业加快通信配套建设,做到传输光缆一次性到位,跟进4G网络覆盖建设,并提前部署5G相关建设。

### 三、运筹帷幄,应急通信保障到位

在电影节开幕前两周,保障组主动与央视电影频道团队对接,提前了解央视直播计划,安排专人查勘和测试直播场地,保证所有场所、酒店通信满足电影频道及组委会的相关需求。一是按照直播区域梳理出重要活动场所13个、酒店4个,并将动车站、机场、地铁等交通枢纽和环岛路、环岛干道等主要干道同步纳入重点保障范围,根据现场需求及时开通导演组、摄影棚、电影节网络直播、场馆办公等重要地点各类专线47条,5G基站25个,采用双IP、双路由、双设备、双时钟、双保护的“五双保障”,确保网络通信不中断。二是各通信企业围绕会场区域内人员大规模聚集的特殊情况,对主场馆保障区域进行了紧急扩容,部署开通应急保障设备51台,应急通信车7辆,并调动应急保障车4辆、卫星电话17台在外围待命,累计投入现场保障人员276人、后台保障人员427人,出动应急通信车73车次。

### 四、全力以赴,圆满完成保障任务

通过精心组织和各方共同努力,厦门通信业圆满完成电影节开幕式、提名者表彰仪式、红毯仪式、颁奖典礼暨闭幕式等4场重大活动,以及论坛、展映等90场配套系列活动通信保障任务。保障期间,各通信企业均实现零重大网络事故、零重大安全事件、零重大客户投诉,各保障区域内,通信网络运行平稳,各项重点保障业务指标正常。特别是11月23日闭幕式当晚,海峡大剧院及周边4G峰值用户数最



高达到 14889 人,现场未出现通信拥塞,各项指标都保持平稳状态,用户感知良好。

(省通信管理局 陈拓)

### 南平市通信业扎实推进“漠视侵害群众利益问题专项整治工作”

近日,工业和信息化部“漠视侵害群众利益问题专项整治工作”指导组深入南平市顺昌兴源村、延平黄墩村开展实地调研检查,现场听取了县区运营企业农村网络服务情况汇报,与村委和村民座谈了解宽带服务需求,入户调研宽带应用情况。指导组充分肯定了南平专项整治工作所取得的成效,并要求当地要进一步加强农村网络日常维护,切实保障用户正常使用。南平市信息通信业以此次调研为契机,出实招、下苦功,持续加大力度做好农村网络日常维护、提升服务申诉满意度、推进信息惠民建设、强化应急通信保障。

一、优化网络覆盖,做好日常维护。实施农村宽带网络“除盲补点”建设,截至目前,南平全市所有行政村均实现光纤宽带和 4G 网络通达。基础电信运营企业通过实施现场维护分片包干到人机制,对区域内网络和设备故障进行大排查、大摸底,及时更换老旧设备,优化网络通信路由,从源头降低网络故障发生率。专项整治开展以来,A、B 两类基站故障处理及时率达 100%。

二、完善流程机制,提升服务感知。基础电信运营企业高效率完成故障申诉处理,16 小时前申告的故障,当天内修复;16 时后申告的故障,24 小时内修复;因自然灾害等不可抗力原因无法在时限内处理的,及时制定工作计划,组织人员加快修复。建立维护计分考核机制,强化对农村装维人员奖罚考核,不断提升装维人员服务意识,确保故障修复上门及时,服务满意。

三、推进信息惠民,助力乡村振兴。争取国家和省市政策支持,获取财政补助资金 1155 万元,在全市建成 77 个农村信息化示范村,全面提升了农村党建、教育、医疗和电子商务发展水平,促进了信息消费水平提档升级。在武夷山黄柏村,通过对村委和茶叶生产基地进行视频实时联网监控,有效提升了平安农村建设水平,促进了农业增产、农民增收。

四、做好应急保障,强化应急管理。强化应急通信保障,扎实做好新中国成立 70 周年、台风“米娜”等应急通信保障工作。利用普遍服务试点招标剩余资金,为全市农村配备 154 部具有自主知识产权的“天通一号”卫星电话。在今年

7 月洪灾期间,顺昌县仁寿镇公众通信、交通道路完全中断时,卫星电话成为政府联系外界的唯一手段,发挥了重大作用。

(省通信管理局 陈拓)

### 福建省通信管理局 实为农村群众用网纾困解难

线路设备老旧、宽带覆盖率低、网络信号弱、应用成本高是农村现代化建设的短板,也是农村群众热切期盼解决的问题。福建省通信管理局深入贯彻落实习近平总书记重要指示批示精神,结合“不忘初心、牢记使命”主题教育部署要求,把做好农村电信普遍服务工作后半篇文章融入到“漠视侵害群众利益问题专项整治”工作中,全面加强农村网络基础设施日常维护、保障农村网络正常使用,把践行初心使命变成解决群众操心事、烦心事的自觉行动,不断增强人民群众获得感、幸福感、安全感。

一是精心组织周密部署,全面摸清农村网络情况。成立整治专项工作领导小组,研究出台实施方案,建立工作联络和信息报送机制,省通管局作为代表在工信部专项整治电视电话会议上作交流发言;组织召开专项整治工作部署会,全面压实企业整治的主体责任,做到整治任务明确、措施到位、责任到人。局党组成员分别深入海岛、革命老区、海上营业厅、习近平总书记曾经挂点的扶贫村等地开展调研,对全省 14502 个行政村光纤宽带和 4G 网络覆盖情况进行再调查、再核清,全面摸清农村网络覆盖情况和农村群众用网需求。

二是加强巡检动态监测,改善农村群众用网条件。加强对农村网络设备、线路运行状态的监测和现场巡检,全行业出动人员 2 万余人次,完成隐患线路排查 800 余公里,安全隐患排除 1100 余处,从源头降低故障发生,确保农村光网安全畅通,保证人民群众用网安全。加快推进农村通信基础设施整治,改善农村人居环境,累计投入资金 3700 万元,完成 905 个行政村废弃杆塔、线路清理。持续加强网络覆盖动态监测,完成 4769 个行政村在电信普遍服务平台的点亮监测,今年年底将完成全省所有建档立卡贫困村的点亮监测。

三是建立机制加强分析,快速解决农村用户申诉问题。全面梳理故障申告处理机制,明确全流程的工作时限、责任部门。对用户申诉原因(网络质量差、网络覆盖弱、网络维护慢等)单列统计,及时响应群众投诉的热难点问题。全力提升故障申诉处理效率,有效保障用户权益,我省 12300

电信申诉中心增设农村地区用户申诉专席,快速解决农村用网申告;12300平台收到用户申诉件由原2个工作日转企业处理缩短为当天处理,企业反馈处理情况时长由10个工作日缩短为5个工作日,12300平台答复用户时长由30天缩短为10个工作日。目前,基础电信企业共收到农村网络故障类投诉10.5万件,平均修障时长8.2小时,用户处理满意度达98%。

四是强化覆盖和应急保障,保障农村群众用网和安全。加强农村网络的“补盲增强”工作,及时做好革命老区村网建设,提出覆盖建设方案。建立健全通信保障、通信恢复应急工作机制,充分利用普遍服务试点招标剩余资金,为全省农村地区配备388部“天通一号”卫星电话,在今年南平市仁寿镇遭遇洪灾出现公众通信、交通道路完全中断时,天通卫星电话成为政府联系外界的唯一手段,有效助力抢险救灾,切实保障群众生命财产安全。专项整治以来,全省出动工程保障人员8882人次,应急车辆3176台次,抢修基站1303个,抢修光缆428公里。

五是深入推进网络扶贫,信息化建设惠及农村。对接省扶贫办,将携手相关部门对全省建档立卡贫困户实施通信资费优惠。同时助力教育部门,推进全省中小学(含教学点)联网攻坚行动,实现全省中小学(含教学点)宽带接入与提速双100%。会同省残联在全国率先推出助残资费优惠措施。推动农村“建网”和“用网”协调发展,全省先后建成了信息化示范村265个,有力提升农村党建、教育、医疗等水平,助力平安农村、美丽乡村建设和农村电子商务快速发展,带动农业增产、农民增收,促进农村信息消费水平的提升。

(省通信管理局 陈拓)

### 省通信管理局办公室联合电信用户申诉受理中心赴省气象局交流学习巾帼文明岗创建成果

为进一步提高巾帼文明岗创建水平,推动创建活动更加广泛、深入、扎实地开展。11月1日下午,省通信管理局办公室联合电信用户申诉受理中心赴省气象局开展“巾帼文明岗”交流学习活动。

省通信管理局办公室和电信用户申诉受理中心一行人对省气象局服务中心成功创建为“全国巾帼文明岗”工作情况进行了观摩和学习,参观了省气象局的演播室、职工活动中心、国家气候站等活动场所。在交流座谈会上,省气象局工作人员对创岗情况、活动开展等方面进行详细介绍,双方

深入开展交流探讨。

通过本次的交流学习,省通信管理局办公室和电信用户申诉受理中心将积极学习借鉴优秀单位的经验做法,不断弘扬女性时代风采,使巾帼文明岗创建工作不断规范化、制度化、科学化,更好地发挥巾帼文明岗示范引领作用。

(省通信管理局 陈拓)

### 福建省提前实现学校联网攻坚行动目标

为推动“宽带网络校校通”,加快实现公共基础教育均等化,福建省通信管理局积极与省教育厅联合制定工作计划,结合智慧学校建设,以联网攻坚行动为抓手,着力提升全省中小学校教育信息化基础设施建设水平,全面改善中小学(含教学点)网络覆盖不足、接入带宽较低的现状,积极推进“互联网+教育”发展。

根据省教育厅信息反馈,我省已全面完成学校联网攻坚行动,实现全省中小学(含教学点)宽带接入与提速双100%,提前实现教育部、工信部提出的“到2020年底前,中小学(含教学点)宽带接入率达到98%以上、出口带宽达到100Mbps以上”学校联网攻坚行动目标。

(省通信管理局 陈拓)

### 福建省通信管理局反诈工作成效显著 建省公安厅致信感谢

近日,福建省通信管理局收到福建省公安厅送来的感谢信,对福建省通信管理局在打击治理电信网络新型违法工作中卓有成效的作为表示感谢。

感谢信指出,福建省通信管理局积极协助省反诈骗中心对涉诈信息线索开展预警和处置,为福建防范打击电信网络新型违法犯罪工作提供了重要的技术支撑取得显著成效,实现“两降两升”(财产损失数和发案数同比下降,破案数和抓获人员数同比上升)工作目标。

据统计,今年1-9月,反诈系统共计拦截诈骗电话3.18亿次,拦截诈骗号码287万个,通过反诈系统累计劝阻受害群众4.63万人,为人民群众挽回经济损失4.07亿元。

福建省通信管理局党组书记、局长张丽娟表示,将一如既往地支持协助公安机关打击治理电信网络诈骗,希望双方群策群力,继续携手推进有关工作,减少人民群众的财产损失,营造我省安定和谐的社会发展环境。

(省通信管理局 陈拓)

### 福建省以满分成绩获得工业和信息化部 应急通信信息报送测评第一名

近日,工业和信息化部应急通信保障中心组织开展了2019年下半年应急通信信息报送测评工作,福建省以满分成绩位居15个参测省份中位居第一名,也是唯一取得满分的省份。

此次测评旨在做好新中国成立70周年庆祝活动通信保障及各类突发事件应对工作,落实部应急通信信息报送的要求,围绕“应急联络人接通情况”“信息报送反馈时间”和“信息报送内容完整性”三方面展开,覆盖15个省(自治区、直辖市)的60个省级企业、708个地市级企业。福建省通信管理局组织部署,省电信、移动、联通、铁塔四家参测单位认真参与,以满分成绩取得本次测评第一名的优异成绩。

福建省通信管理局高度重视应急通信信息报送工作,高效落实相关工作。一是组织学习《工业和信息化部应急通信保障中心关于开展2019年下半年应急通信信息报送测评工作的通知》(应急中心函〔2019〕133号),做好测评方案的贯彻落实;二是制定应急联络人联络制度,做到专人对接、责任到人;制定并实施24小时值班、每日安全事件零报告等制度,确保新中国成立70周年重大活动期间,网络安全保障万无一失;三是及时跟进基站静态数据统计报送工作,梳理更新全省通信基站关键数据,积极督促各企业及时、准确、合规地完成数据报送工作;四是组织安全生产和应急保障专项检查,对企业强化应急值守、加强通信设施保护、执行封网作业、妥善处置突发事件、做好信息报送等工作提出进一步的要求,确保“隐患穷尽、问题归零”。

(省通信管理局 陈拓)

### 台湾要严审5G、AI关键技术外流

为落实对台湾民众“同等待遇”的承诺,由国台办等20个相关部门共同推出《关于进一步促进两岸经济文化交流合作的若干措施》(《26条措施》),并自公布日起施行。这《26条措施》内容涵盖台商投资,包括台企可与大陆企业同等参与5G、AI、半导体等高科技产业投资建设。

据台湾媒体报道,针对中国大陆的惠台措施,台湾地方官员表示,之前已经表示要加强资金和技术人才管控,如今更要加码,严审5G、AI、半导体等前瞻性基础设施关键项目。

针对台湾业界的关切,大陆5G技术更加领先,市场更

大,合作可以互惠互利,台湾地方官员表示,半导体政策比较明确(投资建厂必须比台湾本地制程工艺落后),5G和AI要从个别计划中审视评估,看是够有关键技术外流。

不过,据笔者了解,台湾目前尚无拿得出手的、值得外流的5G和AI关键技术,已经成为国际科技竞争中的边缘角色。台湾地方官员如是表态,无非坐井观天,徒增笑料而已。

来源:IT之家

### 台媒:迎苹果5G iPhone,台湾供应链全面扩产

据中国台湾经济日报援引PhoneArena消息,苹果看好明年新iPhone支持5G后带来的换机潮,预计明年新iPhone总销量可达1亿部,高出市场预期25%。

业界人士指出,如今,在各大手机厂商相继推出5G手机时,苹果仍未推出5G iPhone,许多苹果用户也在观望。一旦明年5G iPhone开售,销售状况可期。

对于相关传闻,苹果供应链均不予置评。市场原本预估,明年新iPhone销量约为8000万部。

据悉,苹果上一次大换机潮发生在首次推出大尺寸屏幕的iPhone 6时。iPhone 6的火爆销售从发布一直延续到第二年一季度,累计总销量超过两亿部。

来源:新浪网

### 台湾计划开放4.9GHz频段用于测试5G服务

据《台北时报》报道,台湾地区计划向公共和私营组织发放4.8GHz至4.9GHz频段的100MHz频谱,以测试下一代移动技术5G的潜在应用。

这一分配将与提供给移动运营商的用于一般通信服务的5G频谱区隔开。计划得到批准后,有兴趣的各方可以申请试用该频段。

此举旨在给公共和私营部门长达两年的时间来测试各色物联网、人工智能和智慧城市服务,并计划于2021年或2022年为该专用频段颁发运营许可。

来源:集微网

### 全球半导体设备2020年迎来复苏,中国台湾成最大市场

国际半导体设备与材料协会(SEMI)发布报告表示,全球半导体制造设备销售额将从去年的历史峰值644亿美

元下降至 2019 年的 576 亿美元，但将在 2020 年复苏并在 2021 年创下新高。

SEMI 称，2020 年全球半导体设备市场可望回温，销售额将增长 5.5% 达到 608 亿美元。且随着主要设备制造商投资 10 纳米以下设备，特别是用于晶圆代工和逻辑半导体领域，2021 年还将进一步扩展，创下 668 亿美元的新高记录。

此外，今年中国台湾将取代韩国成为最大的设备市场，其增长率将达到 53.3%，领先于世界。

SEMI 预计，先进逻辑半导体、晶圆代工与中国大陆新投资计划都将推动 2020 年全球半导体设备市场复苏。欧洲市场设备销售额将猛增 45.9%，达到 33 亿美元。

预计明年中国台湾仍将是第一大设备市场，其销售额为 154 亿美元，中国第二，为 149 亿美元，韩国第三，为 103 亿美元。如果宏观经济改善，贸易紧张局势在 2020 年消退，则可能会有更大的上涨空间。

到 2021 年，SEMI 所能追踪到的部门都将呈现增长态势，内存支出的恢复也将全面迈进。预计中国大陆将以超过 160 亿美元的设备销售额跃升首位，其次是韩国和中国台湾。

来源：c114

### 台湾 5G 频谱竞标金额已超 106 亿元：3.5GHz 频段抢破头，1.8GHz 无人问津

据台湾媒体报道，台湾 5G 频谱竞标已经进入第九天，竞价达到 80 个回合，暂时得标价格为 455 亿新台币（约合 106 亿人民币），超过底价 300 亿新台币的 51.7%，超过地方政府规划的 400 亿新台币大关，也超过“加码版”的 440 亿元新台币。

此前，台湾地方政府在年度预算中，将 5G 频谱拍卖收益定为 400 亿新台币，约合 90 亿元人民币。几大运营商很不满意，认为会抬高 5G 产业链成本，台湾地方政府一方面表示理解，另一方面加价 40 亿新台币，提升到 440 亿新台币。

其中，最热门的 3.5GHz 频段，27 个单位频宽中，得标价达到 442 亿新台币，相比底价上升 82%。

而另外两块频谱，28GHz 频段出价保持不变，暂时标金为 13.39 亿新台币；1800MHz 频段则没有运营商投标。

本次 5G 频谱竞标前六天可以说不温不火，之所以在近三年突然变得激烈，缘于主管机构启动了“加速机制”，三

天增长了 90 亿新台币。

分析人士认为，预计本次 5G 竞标将在 100 个回合内完成，总金额超过 500 亿新台币。

来源：中新网

### 福建首次运用电信 5G 向全球直播手术

近日，在广州白云国际会议中心召开的中华医学会神经外科分会第十八次学术会议上，来自福州分会场的福建医科大学附属协和医院神经外科陈春美教授团队，借助中国电信 5G 网络进行了 6 台脊柱脊髓精准微创手术的现场直播，为广州主会场现场专家提供远程教学及手术示范，并向全球进行网络直播，手术取得了成功。

为保证手术数据及视频实时、稳定、高效传输，并与主会场实现实时互动交互，中国电信福州分公司为福建医科大学附属协和医院提供全天候两地双路由 5G 网络保障，在直播手术室部署两个 5G 室分 pRRU（射频拉远单元），还安排维护人员到现场实时保障。

手术结束后，陈春美教授表示：“利用电信稳定的 5G 快车道，能将颈椎、腰椎的微创技术向全球传播，更好地分享我们脊柱微创的理念，保障病人的颈腰椎健康。今天展示的只是 5G 的最基本运用，随着 5G 信号的进一步覆盖和稳定，将来 5G 可应用于遥控手术，甚至遥控机器人手术，使更多患者受益。”

（福建电信 新闻中心）

### 厦门分公司完成电影节通信保障

第 28 届中国金鸡百花电影节在福建厦门举行，中国电信厦门分公司以高度的政治责任感，精心组织、上下合力为电影节提供了优质高效、全面安全的通信服务，圆满完成了国家权威电影评奖活动的通信保障任务。

高效率推进。一方面成立了党员先锋保障队，纵向统筹开通、联调、优化、倒换、演练、驻点等保障工作；横向沟通政府、主办方等层面，快速响应支撑需求，梳理任务清单。另一方面倒排计划，制定应急保障预案。

高质量执行。一是加强重点区域无线网络提质增速。针对典礼现场、新闻中心、下榻酒店等重要活动场所，提前进行清网排障，重点核查 4G/5G 网络、WiFi 网络及硬件设备的运行情况。二是在会展中心主要场馆开通 5G 室分，并进行测速调试。三是根据现场需求及时开通导演组、摄影棚、

电影节网络直播、全场馆办公等重点电路 10 余路、网络设备 10 余台，以提高网络可靠性。

高强度作业。一方面全程驻点海峡大剧院，对场馆内外进行通信备勤，准备阶段出动保障 30 余人次、巡检优化 10 人次，并于颁奖典礼与闭幕式当日加派驻点保障人员。另一方面按应急预案实施动态监测，关注网络运行质量与核心网设备相关指标。

(福建电信 新闻中心)

### 泉州分公司助力 5G+工业互联网产业发展

日前，福建泉州分公司成功承办泉州市工业互联网建设应用推进会暨供需对接会，吸引了重点工业互联网技术服务商及大型行业骨干企业代表共 250 余人参会。

会上，泉州分公司与工业互联网骨干企业签订了重大项目合作协议。会议还从网络、平台、安全三大体系，邀请了多位 5G+工业互联网领域专家作了《5G 应用与工业互联网创新》《5G 与工业互联网——中国电信工业互联网创新实践》等主题演讲，为与会企业带来了生动精彩的技术讲解和应用推介。

作为网络强国、“数字泉州”、智慧社会建设主力军，今年以来，泉州分公司率先推进泉州市 5G 网络连片覆盖，实施 5G+光宽“双千兆”城市建设，加快新一代信息基础设施建设，并积极在 5G+工业互联网领域展开项目对接、场景试验，支撑泉州市加速提升“互联网+智能制造”应用和服务水平。

下阶段，泉州分公司将以此次大会为契机，进一步围绕市委、市政府“数字泉州”建设要求，运用“5G+云+网+边”的云网融合独特能力，以先进通信技术为公共服务、传统企业转型升级赋能，更好地服务数字经济壮大发展。

(福建电信 新闻中心)

### 莆田分公司与市公安局合作助力城市文明出行

近日，福建莆田分公司与莆田市公安局合作，上线“114 移车便民服务项目”。之后将由莆田分公司 114 热线 24 小时在线承接福建省内车牌在莆田地区的公众移车服务，有效为市民解决移车难、投诉难等问题，进一步助力城市文明出行。

近年来，随着城市机动车保有量迅速增长，因移车类问题拨打 110 报警求助的数量日益增加。114 移车便民服务平台建立后，市民有移车需求时，可直接拨打 114，由 114 客

服在线登记车牌和地址信息，后台系统将会以自动语音和短信两种方式通知车主移车，并将通知结果以短信形式告知求助者，针对两次系统呼叫都未成功联系车主的情况，114 会再次通过人工呼叫的方式通知车主。以上数据接口全程加密，相关数据以“只进不出”的方式进入公安专网查询并发起通知，保障车主的个人信息安全。

自 114 移车便民服务平台运行以来，平台已成功登记移车需求超 4.5 万单，日均登记量达 600 单以上，为广大市民的出行创造便利条件，进一步缓解了停车难、出行难等情况，助推文明城市建设。

(福建电信 新闻中心)

### 泉州分公司推进 5G 智慧制造示范产业园

日前，福建泉州分公司与九牧厨卫、华为公司签订战略合作协议，共同推进全省首个 5G 智慧制造示范产业园落户永春县。

5G 智慧制造示范产业园通过 5G 技术赋能，将在智慧生产、远程操控、机器视觉、智慧园区、工业互联网等领域开辟新的应用空间。本次签约标志着泉州分公司联手九牧厨卫、华为公司推动智慧制造进入 5G 时代，通过携手打造 5G 智慧工厂，实现 5G 技术与工业产业的深度融合，为制造业转型升级注入更多活力。

通过战略合作，泉州分公司将充分运用“5G+云+网+边”的云网融合独特能力，发挥平台优势、研发优势、数据安全优势和管理优势和生态圈运营优势，携手九牧厨卫、华为公司共同促进业务发展和应用延伸，开创优势互补、资源共享、互利共赢的合作新局面，更好地服务数字经济的壮大发展。

(福建电信 新闻中心)

### 福建开通首个电信联通共享 5G 基站

近日，为贯彻电信和联通集团 5G 共建共享政策，中国电信福建厦门分公司与中国联通厦门分公司深度沟通、快速响应，于 10 月 10 日下午在厦门分公司江头电信大楼成功开通福建省首个 5G 共建共享基站。这不仅标志着双方网络建设进入全面合作的新阶段，也进一步加速了厦门 5G 商用进程。

据了解，本次 5G 共享基站由厦门电信承建，采用 100MHz+100MHz 独立载波模式，实现了在原本建有的 5G 基站基础上，能为联通覆盖区域的用户提供 5G 网络信号的

目标,且双方基站载波逻辑独立、互不影响,充分发挥了各自的频谱优势。经现场实地测试验证,各项指标均达到预期要求,共享站下双方5G测速下行均超1Gb-ps,高效实现了5G网络覆盖,并为下阶段双方5G网络建设和运维创造了更大的发展空间。

(福建电信 新闻中心)

### 顺昌分公司:多措并举提升农村用户网络满意度

近日,工信部“漠视侵害群众利益问题专项整治工作”落实情况专项调研指导组到福建顺昌县郑坊镇兴源村进行“漠视侵害群众利益问题专项整治工作”落实情况调研。通过工作汇报、村委及村民代表座谈、现场调研,中国电信顺昌分公司农村网络保障响应及用户服务工作给工信部调研指导组留下良好印象并得到满意评价。

优化网络覆盖,提升保障能力。近年,通过农村基站补盲、光纤宽带入村等方式加强乡镇网络建设,全县130个行政村天翼信号、光宽带网络全部覆盖到位。实施现场综合化维护工作包片到人机制,快速落实区域内的网络巡查和设备故障排查恢复,对发现的隐患及时采取防护措施。

完善流程机制,提升服务感知。农村区域全面执行“当日装、当日修、慢必赔”承诺,10000号派单16点前申告的故障,当天内修复;16点后申告的故障,24小时内修复;未按时修复的,给予用户赔偿。制定红黄白牌机制以及星级评定办法,成立装维星级评定工作组,实行动态管理,确保用户对修障上门时间满意、服务过程满意、服务速率满意,提升农村用户故障处理满意率。

加强信息化服务,助力乡村振兴。结合兴源村实际需求,在以普服信息化村为核心的基础上,涵盖平安乡村、视频监控、智慧WiFi、智慧音箱等模块化内容,通过网站版、手机版(手机App)、微信版、天翼高清等多种渠道展现信息化内容。

做好应急保障,解决燃眉之急。今年7月,顺昌县仁寿镇受持续暴雨影响,通信全阻,顺昌分公司组织应急抢险队先后奔赴桂溪村等4个受灾严重的行政村,抢通13条主干光缆、110个基站;设置免费电话点,提供天翼手机,让灾区群众及时向亲人报平安,得到政府和群众的一致好评。

(福建电信 新闻中心)

### 永春分公司深化“党建翼联”推动业务发展

福建泉州永春分公司积极探索“支部党建+美丽乡村”发展模式,逐步深化社区“党建翼联”合作,于近期成功通过“党建翼联”拓展天翼看家、居家养老等业务。

聚焦智慧社区,助力社区治理。泉州永春分公司紧抓当地“城中村”社区面积广、综治监控覆盖面小的痛点,在积极与社区支部达成“党建翼联”合作的基础上,以助力社区提升安全管理能力为着力点,制订天翼看家安防监控服务方案,成功获得客户认可,进而签订社区信息化团购协议,带动智慧家庭业务规模发展。

聚焦智慧养老,服务居民生活。泉州永春分公司针对社会各界普遍关注的社区养老问题,加强探索“互联网+护理服务智慧养老”新兴服务模式,携手县老龄委为社区80岁及以上低保老人提供居家养老关怀服务,并组织支部党员深入“党建翼联”社区一线,为老人提供“送到家门口”的贴心服务。

聚焦美丽乡村,丰富合作内涵。泉州永春分公司基于社区个性化特点,积极探索多元化合作方式,例如,助力花石社区打造党员服务站、助力卧龙村开展综治平安宣传等,有效通过“党建翼联”实现优势互补、合作共赢,提升“党团争先锋服务在一线”主题实践活动成效,让党团先锋力量更好地进基层、进一线。

(福建电信 新闻中心)

### 晋江分公司打造智慧公共停车系统

日前,福建晋江峰公司运用物联网、天翼云等信息化优势技术,聚焦市区主要车流密集区,建设1523个智能停车位,成功打造了全市智能停车服务管理系统。系统正式启用当天,全市停车位用量达860个,停车次数达3738次,停车位周转率由原先的10小时/次提高至52分钟/次,大幅度提高了公共资源利用率。

据悉,该智能停车管理系统具有三方面特色功能:一是停车位引导系统。围绕晋江市道路规划实际,依次在主干道、支路、停车场的显眼位置设置电子引导屏,注明周边剩余车位数量,由远及近逐步引导车主找到合适位置停车,减轻路面压力,提高车位使用率。二是停车位管理系统。为每个停车位编号,并安装物联网地磁感应设备,对车位使用状态进行24小时检测,如有车辆停入,地磁感应设备将自动发送信号到管理中心,并于5分钟后开始计费,实现停车位



统计自动化、收费智能化,降低人工管理成本。三是数据处理中心。利用10T级天翼云容灾备份能力,部署250核云主机,对停车系统数据进行自动备份、快速处理和实时通知,如车辆停入超过5分钟不扫码,系统将提醒路段巡检员进行现场核实,并对车主发送微信、短信和电话提醒,确保用户规范停放车辆,实现公共资源合理有效使用。

(福建电信 新闻中心)

### 福建公司农村通信网络专项整治行动出成效 农村用户通信故障处理时长大幅压缩

为深入开展“不忘初心、牢记使命”主题教育,今年9月,中国电信福建公司在全省开展“坚决杜绝漠视侵害群众利益,切实保障农村网络设施正常使用”专项整治行动,通过多措并举,专项整治取得了显著成效,对比前后数据显示:农村用户服务申告平均处理时长压缩18小时;宽带故障平均处理时长压缩1.3小时;4G故障平均处理时长压缩7小时,用户满意率提升了两个百分点。

9月13日,中国电信福建公司成立了由总经理任组长,网络运营部、市场部、客户服务与质量监督部、网络发展部等部门领导和业务骨干为组员的专项工作组,就“坚决杜绝漠视侵害群众利益,切实保障农村网络设施正常使用”专项整治工作方案进行具体部署,明确专项整治工作贯彻执行的过程、管控目标,各市分公司同步联动,确保专项整治落实到位。

在具体举措方面,中国电信福建公司主要采取以下做法:

对加强农村网络日常运行维护、提升故障处理及时率、提升用户投诉响应效率、做好农村应急通信保障、持续提升农村普遍服务和网络覆盖水平等方面进行工作细分,建立工作机制,确保任务全面落地并取得实效。

开展农村地区网络、电源、线路、基站、光交箱、光分设备全面巡视工作,确保农村光纤网络安全畅通、各类设备稳定运行;更换老旧OLT(光线路终端)设备162台、ONU(光网络单元)928台、光缆3.6皮长公里,从源头降低故障发生率;利用技术手段开展基站自动巡检,提前发现隐患、排除隐患,有效降低故障发生率。

提升一线人员的业务技能。在全省9个市分公司搭建9个现场综合化实操基地和75个装维实训基地,组织现场综合化和装维技能培训,打造“工匠型”综合维护队伍;加强

“传帮带”,通过师傅带徒弟的方式,一对一帮助新员工、转型员工快速提升技能;举办海西天翼杯装维技能竞赛,以赛促训,提升装维操作技能;对农村一线装维人员开展智慧家庭工程师培训,总计达3324人次。

扩大农村宽带“当日修”承诺区域范围。全省19977个农村网格中,有13984个网格属于“当日修”承诺区域(占比为70%),覆盖76%的农村用户,承诺区域提升了10个百分点;其中厦门、南平农村宽带全面实现“当日修”。

在专项整治过程中,一线装维员工以高度的责任感和使命感,克服困难、甘于奉献,用行动诠释中国电信“用户至上、用心服务”的理念。

10月10日上午,安溪分公司接到故障报警,龙涓乡后洋开发区周边宽带用户陆续出现断网现象,管线项目部林连标立刻带领抢修人员驱车70多公里前往排查,发现后洋街道因沿街一店面凌晨发生火灾,造成多条AP光缆不同程度烧伤,受损光缆影响宽带用户达157户。因光缆没有全部烧断,部分用户还可以正常使用,为不影响其他用户的正常使用,抢修人员现场采用预先布缆、分两头同时逐条割接的方案,减少用户同时故障数及中断时间。由于方案合理、处理及时,用户对整个抢修过程表示满意。

据介绍,中国电信福建公司后续将进一步强化执行《电信服务规范》、“当日装、当日修、慢必赔”三项服务承诺,拓展用户服务渠道,加强全省农村网络基础设施日常维护保养,及时修复用户故障,为广大农村用户提供高质量、高可靠的网络服务。

(福建电信 新闻中心)

### “海上丝绸之路”的起点城市迎来5G港口新试点

近日,福建移动与泉州太平洋码头签署“5G港口”战略合作协议,共同打造5G信息化示范港口。泉州作为“21世纪海上丝绸之路先行区”,港口贸易对本土品牌“走出去”起着至关重要的作用。石湖港区是泉州湾“海上丝绸之路”的重要贸易集装箱枢纽港,已成为东南亚地区最大的石材交易市场。此次战略合作协议的成功签署,将有效助推5G技术在智慧港口的深度融合,加快赋能数字化港口,带动泉州港湾产业经济增长。

据了解,该项目旨在通过实现5G信号港口全覆盖,建立散杂货码头操作系统并探索多场景应用,为港口生产作业、办公运营、仓储物流、对外服务提供下行超过800Mbps,上行超过60Mbps的5G无线通信服务,实现对港口货箱的位置管理、动态管理和全程跟踪,提升港口安全生产效率和

作业能力。

此外,针对石湖码头当前多应用场景对于无线网络性能及数据安全性的需求,未来规模化应用后,可以在5G移动信号全覆盖的前提下,实现基于视频远程控制的起重机远程操作及无人理货场景;实现车联场景,包括驾驶辅助、司机危险驾驶行为预警等应用;实现大数据流量监控场景的应用,满足大带宽、多并发要求;实现实时语音速传,解决数字高频高时延问题,满足石湖码头散货作业要求;5G网联无人机提升港口管理服务效能,促进港口数字化转型升级,包括无人机全天候自主巡逻,视频实时回传,也可远程遥控,码头泊位水深探测,港口限制区域巡视监测。

目前,该项目已启动石湖港试点区域5G网络覆盖建设。下阶段,泉州移动将积极响应国家5G战略工作部署,探索港口生产中自动驾驶、远程控制、智能理货、互联网+等信息化新应用,努力提升港区的生产作业能力,进一步推进“海丝泉州”建设,打造海外“一带一路”智慧港口标杆。

(福建移动 杨潇)

### 福建移动5G+云VR助力智慧党建

近日,福建移动成功和福州市罗源县政府签订合同,利用5G+云VR技术打造虚拟现实党建馆,并采用“1+N”融合方案,利用5G将云视讯、移动云服务等引入党建课堂,打造科技型智慧党建,使党建工作更加生动直观,让党员获得身临其境的感受,更好地提升学习兴趣、加强学习力度和学习效果。据了解,这是国内运营商云VR平台在行业应用领域获得的首个商用合同,具有良好的示范性和规模复制性,将为云VR商用打开全新空间。

据悉,本次合作福建移动采用“党建云服务”信息化方案,通过“5G+云+专线”为党员政治生活馆提供5G网络和WiFi网络全覆盖,并通过云专线,提供云桌面、云存储和云管理等多项服务。实现了以下三个模块:一是党建云VR,包含“虚拟展馆漫游”、“庄严时刻”、“红色经典”等多个板块,党员可以通过VR以沉浸式、互动性的体验学习,浏览包括古田会议旧址等7个红色圣地,回归VR开国大典、三中全会、十九大开幕等重大时刻,观看包括红色老电影经典片段,通过VR技术让历史书本中的图画和文字“活起来”让党员更加深切感悟党的艰辛历程,凝心聚力,锤炼党性提高素养。二是党建云视讯,云视讯作为集远程会议、远程监控、远程授课、远程直播(户外直播)、远程协助和远程交互6大功能为一体的视讯交互系统,搭载5G技术,可实现区县—乡镇(街道)—村(社区)等多级会场的快速接入,实现党员活动中心与政府相关部门更好的互动、学习、工作汇报,最大限度发挥了视频会议价值,真正实现无死角、全覆盖、零距离,深受基层党员干部的欢迎。三是党建公众号,结合本次党建云VR红色教育内容,将党建馆的展示内容,

浓缩入党建公众号中展示,专题网页形式播放,让无法去展馆实地的党员也可以学习党建知识。

2018年,福建移动利用5G网络试点和千兆宽带入户的契机,为实现网络、业务、品质的全方位领先,积极探索Cloud VR业务,在7月18日试商用发布了“和·云VR”业务,福州成为了全球首个拥有家庭云VR的城市。2019年,中国移动“双千计划”加快实施,在布局5G+VR产业领域先迈一步、迈实步、跨大步,联合华为公司在福建省内多个城市和重要区域部署了优质5G网络,包括福州核心城区、罗源台商投资区、厦门鼓浪屿、厦门大学、厦门机场、莆田湄洲岛、长乐滨海新城等,为VR在多领域、多区域的应用提供了网络基础。云VR便于布放和统一管理的突出优势与5G大带宽、低时延、广覆盖特性的结合,在医疗、教育、培训等众多行业领域显现出独特的价值。罗源“党建云服务”是运营商云VR业务在家庭以外的场景首次签订正式商用合同,验证了福建移动5G网络及“和·云VR”业务平台能力,标志着云VR服务和产业链的日渐成熟。运营商云VR业务在行业应用领域的规模商用,值得期待。

(福建移动 杨潇)

### 福建移动打造省内首个5G智慧园区

近日,福建移动携手厦门火炬高新区管委会、信息集团,共同在厦门软件园三期建成省内首个5G智慧园区,使园区内企业不仅率先体验5G带来的便利,更积极探索5G创新应用,拓展数字经济新空间。

作为厦门市政府“5G联合创新实验室”牵头单位,福建移动厦门分公司依托该平台,通过建设5G基站,实现园区5G网络全覆盖,平均速率600Mbps以上,并搭建“软件园5G联合创新中心”,大力推进5G与人工智能、物联网、云计算、大数据和边缘计算的融合创新,为企业提供5G开发研究的技术平台,降低研发成本。截至目前,园区内美亚柏科、网宿科技、造梦科技、根号叁等多家企业已加入5G联合创新中心,开启5G新技术、新应用的研发,并在软件园三期展厅展示各自企业新奇好玩的5G应用,使参观者对5G技术“高带宽、低时延、广连接”的特性有了更深刻的理解。

随着软件园三期进入“5G时代”,园区也成为5G应用的绝佳测试场所。其中,一大典型案例是,由福建移动厦门分公司、厦门公交集团、清华大学和信息集团联合打造的5G微循环网约公交就在软件园三期做测试。

高峰期“打车难、打车贵”,与公交车“高峰拥挤、站点往返步行距离长”,一直是阻碍市民出行习惯从私家车向

公共交通迁移的关键。在5G微循环网约公交项目中,福建移动充分发挥基于移动信令的大数据分析技术优势,协助厦门市公交集团动态跟踪每日的市民出行轨迹,实现网约公交车的科学部署与合理投放,切实降低能耗。在实际车辆接单过程中,借助基于5G边缘计算的分级决策技术,将下单乘客的实时定位与微循环车辆的精准投放相结合,通过对车辆速度、道路情况、接驳需求进行有机匹配,有效缩短每单乘客的等待时间。市民仅需下载APP,即可在家预约公交车,上车时扫描二维码即可乘车,还可通过手机实时查看网约5G微循环公交记录。“用户点点手机发送乘车需求,数据上传到后台后,系统会自动安排公交车次,并为司机规划好行车路线。”厦门公交集团的陈景元介绍说,借助5G技术,这一复杂流程在短短数秒内就能搞定。

后续,福建移动将持续先行先试,营造有利于创新创业创造的良好环境,加速5G创新应用研发,推动5G产业与实体经济的融合发展。

(福建移动 杨潇)

#### 福建移动智能充电桩为电动车加把“安全锁”

扫码充电、充满自动断电、手机操作自行结束充电。近段时间,福建移动漳州分公司电动车智能充电桩悄然“住”进了市区的一些住宅小区,方便安全的操作得到了不少市民的点赞。

近年来,全国发生数起因电动车充电起火引发的重大灾害,已引起社会各界高度关注。福建移动漳州分公司全省率先开展智能充电插座产品孵化,智能充电插座系统具备自助扫码、充满自动断电、限流限压、过温保护等涉及消防安全的智能控制能力。系统部署在移动云,具有三级等保安全保障,且通过移动自有运营,确保用户数据安全。同时,在管道通信层上发挥NB-IOT网络优势,实现“云-管-端”三层专业级别通信保障。

据悉,漳州移动面向各级机关企事业单位以及全市物业小区提供智慧物联网电动车充电解决方案。这套方案在终端硬件方面,具有外壳阻燃、充满自动断电、过压过流保护等涉及安全性能的专业机构检测报告,且具有降温防火灾专利。应用软件方面,具有电池检测功能、大数据监测管理等十余项软件著作权。目前还支持微信、支付宝、银联等手机支付。

通过移动大数据平台看到,上面显示着用户数、充电桩

群分布、实时充电数据、每个桩群的充电情况等信息。下一步,还将对系统进行智能化升级,例如通过提取经常异常断电的对象,发送信息主动提醒车主检查充电器、电池。

在万科璟园,作为受惠业主黄先生表示:“这种智能充电桩比老式充电插头要安全方便得多。以前电动车充电要经常到停车场拔插头,遇到节假日,出门游玩或者晚起,常常会忘记,导致充电时间过长,影响电池和充电器使用寿命,还存在安全隐患。现在不但能通过手机随时随地断电,还能充满自动断电、实时计费、手机缴费,真是太方便了。”

值得一提的是,漳州移动还与市县(区)政府、消防安监、市银监局、市教育局、市交通局等单位合作,并通过案例辐射银行、中小学院校、医院卫生院、中小企业等170余家集团客户超2000台插座,有效改造集团单位电动自行车停车充电环境。

(福建移动 杨潇)

#### 移动5G赋能 闽西老区开启电力“新时代”

福建龙岩古田是全国红色旅游革命圣地,国网电力总部已将“古田智慧能源小镇项目”列为国家级25个能源互联网综合示范项目之一。福建移动龙岩分公司和国网龙岩供电公司开展全面战略合作,聚焦古田小镇开通首批5G站点,闽西老区成功开启电力“新时代”。

据了解,这是双方开展5G合作的一大“成果”,双方还签订《5G+泛在电力物联网战略合作协议》,共同成立电力行业省内首个5G应用研究实验室,迅速推进5G+输电线路无人机智能巡检、5G+变电站机器人智能巡检、5G+配电自动化终端、5G+配电10kV线路差动保护、5G+配电房视频综合监视等方面的合作。

据悉,为解决海量电力终端广覆盖、大带宽、低延时接入的问题,下阶段,双方将携手推进更多典型场景应用研究和示范。在智能用电管理、智慧能耗、智能充电桩、移动式现场作业管控、应急指挥调度等领域,展示更多炫酷的5G+智能电网应用,为经济转型、社会进步、民生改善提供强劲“动能”。

(福建移动 杨潇)

#### 福建移动助建村级微权力“互联网+监督”平台

日前,福建移动助力龙岩市武平县纪委搭建的村级微权力“互联网+监督”平台进入试运行阶段。该

平台包含重要村财收支、村级工程项目、村干部亲属涉权事项三个内容,由乡镇党委牵头抓总,乡镇纪委做好督促检查,确保下辖村相关信息准确、及时录入系统。

该平台面向公众开放查询监督,公众通过县政府主办的“i武平”APP或微信公众号,进入村级微权力“互联网+监督”模块,即可查看所关心的信息,对有疑问的事项可进行投诉举报。该平台的建立,让村级微权力在阳光下运行,加强基层廉政风险防控,有效预防和解决群众身边的不正之风和腐败问题,有力提升基层治理和村务管理的科学化水平。

村级微权力监督插上“科技的翅膀”,也推动基层纪委工作提质增效。“自从有了这个平台,我们再也不用手工一页页翻找材料啦,直接登录查询,所有信息一目了然!”武平县纪委小钟如是说。据了解,工作人员可通过手机或电脑端登录平台,按项目或乡镇迅速定位,便捷查询信息。了解基层情况、监督执纪问责,变得更加智能。

据悉,在武平县试点期间,村级微权力“互联网+监督”平台成效初显。下阶段,福建移动将持续升级优化平台模块及其相关产品,为政府部门实施“互联网+”管理装上更强大的技术引擎。

(福建移动 杨潇)

### 福建移动助力“5G智慧机场”建设

随着国家加速部署5G网络,福建移动与厦门高崎机场管理方牢牢把握战略发展契机,于近日在候机楼内建成福建省内首个机场5G体验区,并实现高崎机场5G信号全覆盖,为“5G智慧机场”建设奠定坚实基础。

据了解,厦门高崎机场停机坪总面积77万平方米,2018年全港客运量达2655.3万人次,货邮吞吐量34.55万吨,飞行总架次19.33万架次,是中国东南沿海重要的区域性航空枢纽、中国十二大干线机场之一。一直以来,高崎机场及周边地区的移动信号覆盖工程,受限于区域内复杂的行政管理体制、民航局无线电管理监管以及隔离区内外严格的施工安全管控机制,停机坪信号覆盖始终不尽如人意。随着机场管理房、航空公司和地勤保障机构信息化水平的日益提升,“无线智慧机场”需求变得十分迫切。

立足5G技术发展契机,根据机场实际需求与应用需要,

福建移动与厦门高崎机场建立联合工作小组,针对历史遗留的弱覆盖、高投诉地区开展详细的路面信号测试普查工作,充分了解机场无线作业热点区域,并集合机场特殊的限高、限重情况,合理选址、设计机场通信基站工程。同时,集中力量组织60人突击队,利用夜间停飞、停业“窗口期”抓紧施工,以“见缝插针”式建设模式,在不到1个月的时间内,顺利完成厦门机场航站楼出发大厅、以及全停机坪的优质5G网络覆盖,有效解决了信号弱覆盖问题,为智慧机场打造了坚实的网络通信基础平台。

在此基础上,福建移动充分与产业链伙伴合作,为厦门机场提供“一揽子”5G前沿技术解决方案。针对机场对电信业务高安全、高可靠性的要求,搭建部署了一套边缘计算系统,实现无线业务高安全路由;基于高精度定位、车辆控制、航班大数据的5G分级自动驾驶调度解决方案系统,与机场ACDM大系统有机整合,改善机场现有依赖人工手动统计、各部门分散运营的车辆调度管理机制,大幅提升运行效率;针对一直困扰机场方的停机坪区域高频检修需求、传统有线监控无法覆盖机场远机坪端等问题,提出了远程5GVR、5G机器人应用方案,实现有效、便捷调度远端专家技术力量,并通过5G+4K多路视频回传,在应急指挥时有效回传现场画面,使安全防范更加智慧化。

此外,福建移动还在厦门高崎机场候机楼内建设省内首个机场5G体验区,为乘客提供VR观看飞机起降、机器人互动、5G手机、5G机械臂猜拳等一系列应用项目,与机场方共同打造人文、高科技的出行体验。

后续,福建移动将继续推进5G+人工智能、边缘计算、切片网络、精准定位等前沿技术在民用航空生产领域的深度应用,打造“5G智慧机场”合作新标杆,为2022年厦门新机场设计、建设,提供先进信息化技术应用实践的宝贵经验。

(福建移动 杨潇)

### 刷脸时代,福建移动助力福州幼儿园打造校园智慧安防

以忘带卡为由冒充学生家长接孩子,小孩未在家长接送下自行离开园区,入园登记信息随意填写后无法有效验证……以上种种校园安全隐患将统统说再见啦。近日,福建移动为福州市的部分幼儿园量身打造了一套校园智慧安防平台,为孩子在校安全保驾护航,为幼儿园营造安全、便捷的教育环境,开启了福州幼儿园从刷卡跨入刷脸时代!

近年来,幼儿园侵童、伤童等恶性事件时有发生,这些校园安全隐患问题日益成为家长、公众媒体关心的热点问

题。而目前国内幼儿园普遍采用接送卡考勤机，不仅存在只认卡不认人的缺陷，而且家长又经常忘记带卡或丢卡，导致儿童接送存在安全隐患问题，让园长头痛、成为园区一块心病！

针对以上问题，福建移动与合作伙伴联合打造了一套校园智慧安防系统，它采用“人脸抓拍终端+人脸识别分析服务器+统一监管系统”的服务模式，构建了幼儿园、家长、政府教育管理机构以及运营商四位一体的防护安全体系，是时下最热门 AI 人工智能技术和移动互联网两项技术的一个应用，主要由人脸识别系统、语音播报系统、微信公众号、云端技术和闸机控制系统五大部分组成。

记者看到，“校园智慧安防系统”安装在幼儿园入口处，家长不再需要传统的接送卡，而是通过人脸识别系统刷脸入场。当记者一行人刷脸欲进入时，接送机器人伸出了“机械臂”拦截入园，同时大声发出“陌生人！陌生人！”的语音播报提示园区有陌生人进入。现场的工作人员介绍，本台采用最新的人脸识别人工智能技术，实现对孩子和家长的人脸识别，在入园时对陌生人第一时间告警，拒绝陌生人进入园区，在离园时，对家长和孩子两个人脸一起识别，判断是否为儿童监护人，杜绝孩子被冒认。当儿童单独离园时，监控系统就会自动报警，第一时间通知传达室保安和班级老师。

不仅如此，为了彻底解决临时委托他人接送孩子的安全隐患难题，临时被委托人只要拍照自己头像发给监护人，监护人在微信公众号上的接送人列表里添加头像照片，临时被委托人即可入园去接孩子，次日可删除，操作简单方便。而且该系统还重点增加了黑名单(拐卖儿童等罪犯)监控管理，可对接公安局重点人员人像库，针对此类人员进行重点预警。

学前教育作为国民教育的基础和开端，是为终身学习和全面发展奠定基础的重要阶段。福建移动一直致力于以通信科技助力教育行业发展，助力实现幼儿园的信息化管理、打造健康安全的园区环境，该系统的应用推广深受幼儿园园长欢迎，实现福建省政府要求“智慧校园、平安先行”的目标，呵护学生健康成长。真正做到了让园长省心、家长放心、孩子开心。

(福建移动 杨潇)

### 福建联通与福建广电网络共同发布“沃·爱家”融合新产品

12月8日，由福建联通与福建广电网络集团共同打造的智慧家庭“沃·爱家”融合产品，在全省广电网络优质服务示范月活动启动仪式上正式发布上市。福建联通总经理欧阳恩山、福建广电网络集团董事长张远、福建联通副总经理

张毅等各方嘉宾共同出席发布仪式。



新推出的“沃·爱家”融合套餐，针对家庭用户对手机移动数据流量、优质电视节目收视、家庭宽带 WiFi 上网等三大刚性需求，充分融合了电视高清直播和互动点播、超大手机流量和通话时长、智能网关和百兆专享宽带、手机爱家 app 应用和超大定向流量等信息化服务内容，产品更优、资费更省，让用户“一次购买全业务服务”。新套餐的推出不仅满足了百姓多样化信息服务需求，还将使家庭用户每月的信息消费进一步降低，让百姓真正享受到信息技术快速发展带来的丰硕成果。



启动仪式后，各方嘉宾共同参观了联通 5G 沃爱家体验区和湖里营业厅智慧家居生活馆，详细了解“沃·爱家”产品特点和资费优势，并现场体验了智能音箱、智能路由器等多款智能家居设备。





近年来,福建联通与福建广电网络始终坚持以人民为中心,践行为民服务宗旨,持续推动双方战略合作,充分发挥各自优势,共同打造基于智慧家庭的全方位通信信息服务,为用户提供更优质的移动网络服务和更丰富的电视宽带资源服务。

目前,“沃·爱家”融合新产品已经在全省同步上市,用户可通过拨打 10010 或 96311,关注福建联通或福建广电网络官方微信进行业务预约,到福建联通或福建广电网络的营业厅办理。活动期间进行预约,还可参与抢靓号送千元礼包活动。

(福建联通 柯研)

### 厦门联通助力鹭岛成为“5G之城”

在 2019 中国国际信息通信展览会上,中国联通宣布在包括福州、厦门、泉州等全国 50 个城市开启 5G 商用。目前,中国联通已经从打造精品网络、培育应用生态、推动终端发展等各方面,为 5G 商用做好了充分的准备。

几天来,厦门联通湖里区联通营业厅人头攒动,这里举办 5G 正式商用暨华为尊享用户品鉴会,吸引了众多 5G 发烧友和“花粉”前来观摩,同步发售国内首款获得入网许可的 5G 双模手机,意味着 5G 正式走进厦门市民生活。



活动过程中,各方嘉宾及市民争相来到营业厅展示台进行手机和网络下载体验,真实地感受到联通 5G 智能极速的优异表现。市民刘先生成为厦门联通首位 5G 用户,享受 5G 丰富的会员权益包括 5G 视频会员特权、音乐/阅读特权、优惠购折扣特权、任性领特权,轻松享受 VR、4K 超清、AR、视频彩铃等体验,率先体验联通 5G 智慧生活。



据工作人员介绍,中国联通全新发布的 5G 套餐在原有 4G 套餐的基础上进一步升级,提供更多的流量、更丰富的内容权益。套餐分为 129 元、159 元、199 元、239 元、299 元、399 元和 599 元七个档位,包含的流量从 30GB-300GB 不等。5G 套餐用户还享专属会员权益。如 VR、4K 超清、AR、视频彩铃等 5G 视频会员特权,沃阅读、沃音乐等音乐/阅读特权、优惠购折扣特权等等。



随着 5G 商用开启,厦门联通将更加积极探索开展 5G 规模实验,以技术创新为引擎,通过开放合作与产业链共同努力、协同创新,共同构建开放合作的“5G+”生态圈,助力鹭岛成为“5G之城”。

(福建联通 柯研)

### 福州联通携手华为举办 Mate30 系列 5G 手机品鉴会

11 月 1 日上午,福州联通抓住华为 Mate30 系列 5G 的开售时间点,在福州鼓楼区东街联通营业厅二楼举行了华为 Mate30 系列 5G 手机品鉴会,活动吸引了众多想率先体验 5G 粉丝,现场气氛十分火爆。





活动现场,主持人向到场的用户介绍中国联通面向 5G 正式商用推出的 5Gn+VR、5Gn+云游戏、5Gn+超高清视频、5Gn+视频彩铃等全新 5G 业务。让用户了解到中国联通就 5G 商用,已经从打造精品网络、培育应用生态、推动终端发展等各方面,做好了充分的准备。

活动结束后,现场用户进入 5G 体验区,近距离尝鲜 5G 手机。目前营业厅已有华为 Mate20 X、三星 N9760、VivoIQOO Pro、Vivo NEX3、小米 9Pro 等多款 5G 手机供用户选购。



通过举办 5G 手机品鉴会,增强了用户对 5G 的进一步了解,让用户在第一时间领略了 5G 的魅力,也使用户对联通 5G 商用有了更多的期待。

(福建联通 柯研)

### 宁德联通温福高铁(福建段)网络优化有效提升用户感知

近日,经过三个月专项优化,福建联通完成温福高铁(福

建段)沿线 4G 站点单站验证、连续性优化工作,指标跟踪、参数优化、天馈调优、故障处理等功能的验证及开通优化工作。

据悉,福建联通对温福高铁(福建段)网络优化工作进行精心规划,福州片区网优中心成立专项优化团队,与沿线各分公司网优人员全面启动单站验证、路段连续性优化工作,并不断的探寻研究新技术新应用,在沿线分公司有力支撑下,站点故障、天馈整治调整得到快速的处理,保障了优化工作的开展。

同时,为保证用户在高速移动场景中的上网体验,宁德联通对高铁站点进行切换短板分析,通过大量数据比对分析,精心准备小区合并方案,将多个物理小区合并为一个逻辑小区,使用户在上网体验时减少切换次数,降低掉话,增加覆盖。实施完成后统计显示下载平均速率提升 7Mbps,切换成功率提升 1.5 个百分点,有效提升平均吞吐量和小区性能,在减少切换次数的同时提升用户对上网速率的感知。

此次优化完成拉网测试 21 次,测试里程约 6400 公里,天馈调整、故障排查处理 100 多次,邻区优化 236 条、小区合并 210 个、功率调优 12 次、PCI 优化 4 次、切换及重选等参数调整 98 次。专项优化团队对温福高铁进行测试,数据显示,网络良好覆盖率、下载速率实现赶超目标。联通 4G 网络良好覆盖率达到 97.24%,平均下载速率达到 20.1Mbps,下载速率 18.73Mbps。4G 流量占比 74%较 7 月份提升 6 个百分点,用户感知提升明显。

(福建联通 柯研)

### 福建联通助力永春水利局实现无人机全自动“智慧巡河”

由福建联通为泉州永春县水利局打造的网联无人机智慧机库系统正式投入使用,成为国内首个将 4G/5G 技术与无人机库等技术在智慧水利领域的运营商。



福建联通数字天空项目技术人员介绍,网联无人机智慧机库系统是保障无人机自动连续运行的基础设施,为无人机提供安全存储、快速充电、飞行调度、状态监控等功能支撑,实现无人值守的从自动起飞、自动巡航、自动拍摄、自动回巢充电再到自动起飞作业的一整套无人值守的作业流程。水利部门河长制平台可借助该系统,推行空地结合、人机结合智慧巡河新模式,让无人机担任“巡河员”,全方位、无死角观察河道情况,让河长制的实施更加便捷高效。采用了4G/5G技术的网联无人机智慧机库具备四大优势特点:

一键起飞,自动作业——各级河长、河长办工作人员可根据需要,预先设定巡河轨迹,无人机将按照设定轨迹自动巡河,节省了人力,一些人和船不便到达的河流“死角”和盲区也将得到有效的巡查,进一步拓展巡河范围、提高巡河效率。

自动更换电池,自动充电——传统无人机的作业受限于电池,导致作业效率不高,网联无人机智慧机库作为无人机的充电坪,无人机在智慧机库中可实现自动更换电池,自动充电,一旦巡航时电池电量达到临界值,无人机可自行在电量耗尽前飞回机库充电。全过程无需人员到现场更换电池,完美解决自动续航问题。

现场画面实时回传——利用4G/5G网联大带宽、低时延、高连接的网络特性,完成监管河道4G/5G对空网络覆盖,经过无人机挂载30倍变焦摄像头对前端数据采集,采集的数据由蜂窝网络模组、4G/5G蜂窝基站及核心网链路回传至视频服务器,无人机在巡河过程中,现场画面实时回传至水利部门,工作人员可在电脑上查看无人机拍摄的实时画面。数据显示,现场搭建的5G网络上行带宽达80Mbps以上,下行带宽达800Mbps以上,保证了无人机飞行以及直播画面快速传输的要求。

现场问题定点拍摄——网联无人机在自动巡河过程中,工作人员还可在监控室内通过操纵杆实现无人机升降、镜头拉伸,对可疑点、敏感点进行确认,并拍摄现场画面,为河流问题及时发现、现场证据即时保留提供有力支撑。

近年来,福建联通致力于探索研究无人机与4G/5G、云计算、大数据、人工智能等前沿技术结合,通过打造对空精品网络,构建网联无人机、智慧机库、无人机监管和行业应用平台,全面推动无人机组网化、智能化应用。后期,福建联通数字天空项目团队还将针对河道采集的数据,进行图像比对、视频识别等技术分析,更有效地解决河道治理的河道

污染、非法截流、非法侵占、非法采砂“四乱行为”。

随着项目的不断深入,福建联通将以更加积极主动的姿态,全力探索网联无人机创新业务,并赋能政务、民生、通信、环保、国土、交通、安防等众多行业,为各个行业提供智能化、多样化、高效化的解决方案,全面助力“数字中国”建设。

(福建联通 柯研)

### 福建联通以“互联网+”手段助力构建矛盾纠纷多元化解机制

12月4日,在第6个国家宪法日这个特殊日子里,福建联通“贯彻党的十九届四中全会精神,构建矛盾纠纷多元化解平台”发布会在福州隆重召开。会上,福建省内首个“矛盾纠纷多元化解平台——慧合解”正式发布。



福建联通表示,矛盾纠纷化解体系作为国家治理体系的重要组成部分,党和国家领导人提出加强社会治理体系和治理能力的建设,构建和完善矛盾纠纷多元化解体系,坚持和发展新时代“枫桥经验”为创新互联网时代群众工作机制指明了方向。福建联通率先从公司内部着手,建立起分层分级矛盾纠纷化解机制,自主研发的“矛盾纠纷多元化解平台——慧合解”形成了以各级党组织为主、省市公司分级负责、法律中心为支撑保障的四级调解工作体系,平台预设了五类常见矛盾纠纷场景,畅通诉求通道、规范协调机制、做到了矛盾问题早发现、早预防、早处置,从源头上预防和减少了矛盾,成为化解公司内外部矛盾纠纷的“防火墙”和“减压器”。

当前社会矛盾纠纷处理机制是社会治理制度的重要组成部分,完善社会矛盾纠纷多元预防调处化解综合机制,“将矛盾化解在基层”是构建共建共治共享社会的应有之义和必然要求。尤其在当下互联网发展迅速的时代,矛盾与意见既在线下,也在线上,这对创新群众工作方法也提出了更高的

要求。

据联通开发人员介绍,依托中国联通东南研究院强大研发能力,福建联通充分利用网络化、数字化、智能化等创新技术手段,打造一个集咨询、协商、调解、存证、法规检索五大服务功能于一体的在线社会纠纷多元化化解服务共享平台。平台还支持多方视频调解、类案比对、区块链电子存证、语音转文字、语义解析、自动生成笔录、自动生成协议等功能,为各方提供更多元、更便捷、更高效的纠纷化解方式。在纠纷调解时,按分级分层的调解机制,平台可以快速有效地构建起专业化、行业化分级分层调解组织体系,真正实现了企业问题企业解,社会问题社会解,专业问题专家解,线下问题线上解的目标。



据悉,平台不仅服务于企业,还能为政府相关部门提供服务,按照互动联动、资源据共享的原则,整合多方资源,合理配置社会各类解纷资源,为政府提供数据和应用服务。以“互联网+多元化治理”的新模式,有效提升基层的社会治理体系与治理能力的现代化水平,具有很强的社会推广价值。

(福建联通 柯研)

### “精心准备,用心服务” 福建联通圆满完成省内多个大型活动通信服务保障工作

11月15至17日,2019年(第十二届)厦门国际动漫节在厦门软件园三期金海豚广场和诚毅北大街举办。动漫节展会面积约4万平方米,规划展位520个,吸引国内外近200家动漫游戏企业参展。

福建联通厦门市分公司全程对本次动漫节进行通信服务保障。在动漫节举办前,厦门联通提前对金海豚广场和诚毅北大街及其周边进行了无线网络情况测试。考虑到动漫节时金海豚广场和诚毅北大街的人流量骤增,片区网络优化中

心与建维联动,紧急开通一个新建站点,同时开通了应急车并提前对动漫节周边的3个基站的5个小区进行了二载波和2100扩容,此后对动漫节保障区域所有小区进行了负载均衡调整,确保了动漫节期间网络运行平稳。

动漫节举办期间,厦门片区网络优化中心,安排了保障小组在现场及后台进行网络保障。期间,3/4G网络运行正常,各项性能指标优秀:3G接通率99.63%,3G掉话率0.00%,4G接通率99.84%,4G掉线率0.09%,VoLTE接通率99.33%,VoLTE掉话率0.00%,满足保障期间用户容量和感知需求。动漫节现场实测峰值下载速率在97.2Mbps,上传速率平均在40.1Mbps左右。话务吸收方面,动漫节保障期间3G话务量834.79ERL,VoLTE话务量26.24ERL,4G流量1681.90GB,整个保障期间未出现网络拥塞情况。

11月17日,2019环福州·永泰国际公路自行车赛大众精英赛在福州拉开帷幕,来自16个国家和地区的22支队伍将展开激烈比拼,争夺各个奖项的冠军。

赛前,福建联通福州市分公司联合多家合作单位对现场覆盖情况进行多次路测、摸查、评估,对话务量以及用户规模进行多次预估,针对人群密集区域开通应急通信车,保证现场通信正常。现场高峰期实测速率基本保持在100M以上,赛区域高峰期数据流量137.99GB,同比增长30.04%,无线接通率99.84%,用户感知指标优秀。

除了做好比赛期间的网络保障,联通客服人员还用热情周到时的服务为前来参赛外国选手办理了流量号卡,满足他们通信服务需求,选手们在离开时,向耐心提供的服务的联通工作人员竖起了大拇指,为联通的服务点赞。

11月17日,2019年国际射联步手枪世界杯总决赛在莆田举行。此次赛事是国际射联步手枪世界杯总决赛时隔10年之后再度在我国举办。

福建联通莆田市分公司提前对莆田体育训练基地及悦华酒店等重要区域内的基站设备运行状态、室分天馈系统、传输带宽等网络各个环节进行全方位健康检查,并联合网建、网优、无线维护等多专业,先后完成莆田市体育公园、体育训练基地、悦华酒店等活动现场网络优化,共涉及24个站点,40个小区网络优化,累计完成测试35次测试,整改隐患2处。

测试数据显示,保障区域4G网络测试下载峰值速率达到了75.9Mbps,上传峰值速率达到46.4Mbps,体育中心网络下载峰值速率达到了122Mbps,上传峰值速率达到

36Mbps, 最大限度地保障赛事期间各项行业应用的顺利运行和用户上网的完美体验, 圆满完成网络保障任务。

(福建联通 柯研)

### 福建联通圆满完成2019年环东山湾中国汽车拉力锦标赛通信保障

12月6日-8日, 备受瞩目的2019年环东山湾中国汽车拉力锦标赛在漳州东山开赛, 作为本年度赛事的收官之战, 吸引了包括CCTV5在内的国内外上百家媒体、和来自全国各地上万名汽车运动爱好者, 上演了一场“速度与激情”的体育盛会。



作为赛事主要合作伙伴, 福建联通漳州市分公司提早启动部署, 多级联动, 精心组织, 详细制定保障方案, 提前对“三县四地七个赛段”进行网络测试和优化, 完成全程280.89公里赛道、演播区和观众区的网络摸排测试分析。



为保障赛事直播的稳定流畅和现场观众良好的网络感知, 确保在赛前完成保障站点开通, 建维人员攻坚克难、抢抓时间, 在短短13天内完成云霄、诏安、东山三县24个新建基站的顺利开通, 并率先在东山开通首个5G基站, 及时

为赛事直播提供5G网络保障。

比赛当日, 活动现场实测5G速率高达1Gbps。

(福建联通 柯研)

### 福建联通“匠心护航”第五届“海上丝绸之路”国际旅游节

12月6日, 第五届“海上丝绸之路”(福州)国际旅游节(简称“海丝国际旅游节”)拉开大幕, 作为本次旅游节首个重磅活动“海丝连世界·欢乐游福州”花车巡游也在开幕当晚惊艳登场。这场狂欢盛宴从花海公园出发, 沿着南江滨西大道一直绵延到美墩路。



福建联通福州市分公司在接到通知后即刻启动活动通信保障程序。精心组织、用心策划, 对沿线所有大网站点进行了专项扩容, 并按照现场5G高清直播需求, 在多个会场总计布置CPE和5G手机。同时, 安排专人点对点保障, 实现移动机位报道需要。经过保障团队联调, 5G机位测试下载速率突破1Gbps, 为确保万无一失, 保障团队在人员密集场点也布置了多辆应急通信车, 不仅为5G通信提供电力支撑, 也提高了现场用户的4G使用体验。



数据显示,活动期间实时监控保障指标、视频流媒体业务各项 KQI 指标及用户感知指标良好,福建联通圆满完成“海丝国际旅游节”首场保障任务

(福建联通)

### 省信息通信行业协会召开会员座谈会

10月23日上午,省信息通信行业协会召开了部分新会员企业座谈会。福建米客网络科技有限公司、福州软件园产业服务有限公司、福建思步网络科技有限公司、福州趣玩网络科技有限公司、福建极推科技有限公司、福建华博教育科技有限公司、福建大泽网络科技有限公司、福建滴咚共享科技股份有限公司、福建省天晴互动娱乐有限公司等代表参加了座谈会。会议陈松年副会长主持。

座谈会上,陈松年副会长从协会的基本情况、服务内容、工作机制、协会党建及协会荣誉五个方面对协会作了简要介绍。各会员代表也踊跃发言,结合各自企业当前开展的业务和实际情况、就企业发展过程中遇到的问题,进行了讨论和交流,并对协会工作提出了宝贵的意见和建议。

杨会长指出,与会企业从不同层面借助互联网新的技术,开发新业态,创造出新的运营模式。希望会员企业在5G时代,把握机遇,迎接挑战,发展更快更好,为信息通信业健康发展贡献力量。对今后的发展,杨会长提出四点意见:一、进一步优化营商环境,不断激发市场活力。二、进一步增强市场主体信心,大力拓展国内、国际市场。三、进一步推动转型创新,培育壮大新的增长点。四、协会要进一步帮助企业解决困难,尤其民营企业和中小企业,保持企业的平稳增长。

(福建省信息通信行业协会 张兴丽)

### “惠企政策进百园入万企”软件企业专场活动成功举办

11月15日,由福建省工业和信息化厅主办,福建省信息产业商会联合福建省中小企业服务中心承办,福建省信息通信行业协会、福建省数字工业协会、等共同协办的福建省

“惠企政策进百园入万企”软件企业专场活动,在福建省中小企业服务中心成功举办。活动吸引了我省软件行业高管、信息行业专家、相关协会代表等近100人到场。福建省信息通信行业协会副会长陈松年出席了会议。

会上,省中小企业服务中心副主任苏爱琴作了“迎挑战、谋发展”为主体的政策宣讲,重点介绍我省支持中小企业发展“十条措施”,以及我省应用“互联网+”构筑企业直通省领导的快速通道——“政企直通车”平台。帮助并引导参会企业用好用活惠企政策,并通过“直通车”平台,咨询政策、反映问题、提出建议、表达诉求,实现中小企业又好又快发展。

福州市商务局电商处处长刘景秀,针对目前软件行业发展面临的共性难题,进行“福州市服务外包政策”专题解读。系统介绍了什么是服务外包,以及福州市相关的服务外包政策,并详细解读软件企业如何获取扶持资金。帮助软件企业深入了解惠企政策,推动解决软件企业面临的发展问题。

福建建达律师事务所律师张翥琦,对“劳动用工的五大法宝”进行法律知识专题解读,帮助企业规范劳动用工,助力企业知法懂法守法用法。

活动特邀福建帝视科技副总经理罗鸣、希达投资咨询师回宝祥老师作精彩讲座。

(福建省信息通信行业协会 张兴丽)

### 省协会举办 2019 年第二期

#### 通信工程建设现场施工管理人员培训班

为进一步满足信息通信建设企业需求,协会于11月25日至27日在福州举办第二期通信工程建设现场施工管理人员培训班。本次培训由福建省邮电工程有限公司林必华老师授课,培训学员160余人。协会及时有效的为业内企业提供了较好的培训服务,同时也为相关企业下一步开展信息通信建设企业服务评价工作提供了基础工作支撑。

(福建省信息通信行业协会 张兴丽)



## 福建省邮电规划设计院有限公司 网络咨询团队介绍

福建邮电规划设计院有限公司企研院网络咨询研究团队致力于通信网络的咨询与设计领域，以“通信网络技术的前导者”为定位，以“科学咨询和精准设计”为核心，为运营商、企业、政



府等组织提供规划、可行性研究、评估、勘察、设计、咨询等相关咨询服务，业务涵盖核心网、数据网、IDC、传送网、接入网、无线网、云计算等专业领域。

在长期的科学咨询规划和精准设计的实践基础上，团队积累了丰富的行业经验和行业数据，形成了庞大的数据通信数据库和案例信息库，具备领先的行业数据分析和规划方法，团队拥有先进的设计理念、设计工具、及设计方法；并采用高度贴近客户需求的长期服务模式，为运营商、政府、企业定制化专业化、智能化的设计、规划方案，充分满足客户的价值需求。

网络咨询团队负责人是具领先的数据网络技术全领域知识经验、深谙信息通信行业运营管理、技术实力突出的公司学科带头人，团队成员均为信息通信技术类、管理类高学历专业人才，具有多年从业经验，网络咨询团队业已成为省内、国内知名的专家型咨询队伍。

自网络咨询组成立以来，团队先后承担了大量管理咨询项目，其中较具代表性的有：省级电信公司、市级电信公司、通服公司可行性研究分析、数据网络规划、业务评估、财务规划、设计查勘、通信行业相

关咨询、满意度调查、通信工程后评估等，及政府通信业发展规划、信息化规划、高新技术发展规划等。专业服务水平及咨询成果得到委托方的肯定和认可，规划咨询成果连续12年获

得集团中国电信集团优秀奖，获得国家级优秀通信工程咨询成果奖1项，部级优秀通信工程咨询成果奖2项，省级优秀通信工程咨询成果奖4项，省级通信工程优秀设计2项。

当前，我国数据通信技术正处于4G到5G+智能化发展的转型阶段，智能化数据网络已成为行业的需求，利用信息通信技术及互联网平台，使5G网络能力向多维度延伸，极致连接能力影响所有行业，面对日新月异的互联网、物联网和云网融合等新技术及数字化商业变革浪潮，国内许多传统大型企业纷纷走上数据化、智能化的转型之路，亟需制定市场和客户导向的战略规划并建立起配套的组织结构和运行机制，政府也亟需依托信息化推进“放管服”转型。

因此，国内市场对基于信息化战略管理和企业运作的咨询需求相当旺盛。对于网络咨询团队而言，我们需要洞察国家新方针、社会及相关行业发展的最新发展方向，持续开展新技术学习、研究新商业模式、新商业模式和网络理论，把握发展脉搏，为客户提供更高品质的网络咨询和规划设计服务。