

无线政务专网演进与建设研究

Study on Evolution and Construction of Wireless Government Affair Private Network

许锐,曹华梁,张宏远(上海邮电设计咨询研究院有限公司,上海200092)

Xu Rui, Cao Hualiang, Zhang Hongyuan (Shanghai Posts & Telecommunication Designing Consulting Institute Co., Ltd., Shanghai 200092, China)

摘要:

梳理了国内外无线政务网发展概况,分析其网络演进和运营中的问题。通过对当前国内无线政务网业务及其对网络的需求考察,论证政务专网建设和发展的必要性。进一步分析对比当前宽、窄带无线专网实现技术,给出宽窄融合的网络演进和技术选型建议,并结合现网运营经验给出运营模式建议。最后给出保障无线政务网建设运营顺利落实的实施建议。

关键词:

无线政务专网;TETRA;PDT;B-TrunC;5G切片
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.08.008
文章编号:1007-3043(2021)08-0034-09
中图分类号:TN929.5
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

It summarizes the development of wireless government network at home and abroad, and analyzes the problems in its network evolution and operation. Through the investigation of the current domestic wireless government network business and its demand for the network, it demonstrates the necessity of the construction and development of government private network. Further more it analyzes and compares the current wide-band and narrow-band wireless private network implementation technology, and gives suggestions on the network evolution and technology selection of wide and narrow convergence. At the same time, combined with the existing network operation experience, the operation mode suggestions are given. Finally, the implementation suggestions to ensure the smooth implementation of wireless government network construction and operation are given.

Keywords:

Wireless government affair private network; TETRA; PDT; B-TrunC; 5G slicing

引用格式:许锐,曹华梁,张宏远. 无线政务专网演进与建设研究[J]. 邮电设计技术,2021(8):34-42.

1 概述

无线政务专网是为政府部门无线办公专门建设的通信网络,在应急救援、公共安全事务处置、日常公务等方面实现快速、便捷的移动化处理。无线政务专网可采用独立建设物理网络、专网专用的方式,也可以共享公网资源、通过VPN、5G切片等方式实现逻辑专用网络,本文主要研究政务专网的前一种方式,狭义的政务专网。

指挥调度类业务是无线政务网中比重大、有别于

公网通信特征的典型业务,加之无线政务通信对地区内移动性的要求,无线政务专网主要采用集群通信技术,4G时代从窄带语音和短消息为主的集群扩展到多媒体和更广泛的数据集群技术,并增加了无线宽带传输功能。由于集群通信的工作频段有限,为有效利用频率资源、节约建设投资,统筹各政府部门需求,通过群组设置,用一张无线政务网承载多部门用户和业务,称为无线政务共网,为无线政务网的主流模式。

我国多地集群政务共网运营10多年以来,在日常城市管理、应急联动、重大活动保障、包括新冠疫情的精准防控等方面发挥了重大的作用。而这期间,无线专网技术和应用、基于公共移动网的政务应用随着移

收稿日期:2021-06-16

移动互联网和移动物联网的快速发展也有了很大的改观,公共安全和应急部门已明确了窄带技术的选型和用频,而部分现网也暴露出运营机制问题。近年来多地政府提出和推进“一网统管”类政务信息化建设,无线政务网作为移动通信方式的政务网承载手段如何演进和发展,包括宽带无线政务业务的实现、窄带无线专网存在的必要性、各政府部门间网络使用的协同性、作为非盈利目的的网络如何应对营收问题以及可持续的运营模式选取等,成为目前必须面对和决策的问题。

2 国内外无线政务专网概况

2.1 国内无线政务专网建设运营概况

我国各地政务网早期主要采用TETRA窄带数字集群技术,截至2015年6月底,TETRA在中国已经建成的网络接近350个,使用终端设备超过50万部。其中政务网约占3%、公安网占15%、武警占4%、地铁公安网占9%,总计政务类达31%;轻轨、地铁网占43%、机场网占10%、港口网占8%、煤矿、石化网占4%、其他占4%;在所有TETRA终端中,政务网用户终端约占40%。

2008年开始公安部牵头研发了我国自主知识产权的专用数字集群系统PDT技术,作为TETRA等窄带集群的升级替代方案,首先在公安系统内推广。截至2019年中,全国共有29个省(区、市)、291个地(市)公安局开展了PDT系统建设,已建在建系统300余套、基站1万余个、配备终端60万余部。应急部成立以后,2019年工信部规划了370MHz频段给应急管理部门使用,适用PDT技术。同年在800MHz数字集群通信系统频率使用规划中新增基于PDT技术体制的系统。

自2012年开始,我国陆续在北京、天津、南京、深圳和海南、湖北、山东、安徽、江西的部分地区开展LTE政务专网试验,2014年开始正式发布了基于LTE的B-TrunC宽带多媒体数字集群行业标准,2015年工信部正式许可了1.4GHz最大20MHz带宽的无线宽带政务网频率,推动了全国多个省市地区宽带无线政务专网的建设。宽带无线政务专网可以实现岗位管理和随时随地的执法办公,地(市)公安部门根据实际情况选择了多种宽窄融合的建设方式,提供了更加贴近实战的场景。截至2019年6月,全国共建B-TrunC宽带无线专网687张,用户数超30万户;其中公众服务和公共安全类网络150多张、终端约19万部,承载定制

业务应用约200种。

应急保障方面,随着其重要性不断提升,除了窄带无线指挥调度专网的体系化建设,宽带无线专网也发挥着积极作用。依托其强大的无线宽带数据能力和融合的多媒体宽带集群调度功能,可以为快速准确地处置突发事件带来更大的便利:移动监控提供全新的现场信息获取手段,移动应急指挥中心满足了全城指挥调度的工作方式,各部门彼此联系、信息共享、相互协同。

综上,国内各地源于差异化的历史和建设契机,形成了几种典型的无线政务网组合模式:主要有以南京、西安等为代表的PDT+B-TrunC模式,以北京为代表的TETRA+B-TrunC模式。此外地方公安、应急等部门有独立建设宽带集群系统做专项应用。另有尚无宽带专网建设的地区。

2.2 国外无线政务专网建设运营概况

由于无线网络具有灵活、便捷接入优势,世界多国把无线政务专网作为有线政务网的必要补充。国外无线政务专网的重点应用是应急救援,美国、英国、日本、法国、挪威等均在全国建设了专用应急通信网络,其中英国、美国、日本均建有覆盖全境的宽带应急专网,其他发达国家以窄带应急专网为主,下面就几个典型国家案例略作介绍。

英国无线应急服务网主要用于英国消防队、警察局、救护车等紧急救援部门,网络采用TETRA技术,由英国运营商Airwave Solutions提供。

日本无线防灾网为多网复合结构。中央防灾无线网是日本防灾通信网的“骨架网”,包括移动通信网和卫星通信网,在应急救援场景下疏通中央政府与地方及政府间的不同网络;消防防灾无线网连接消防署与都道府县,由地面系统与卫星系统构成;防灾行政无线网分为县级防灾无线网和市级防灾无线网,用于都道府县和市町村与指定行政机关及防灾机构之间的通信,目前已延伸到街区一级;此外,还建设了水防、紧急联络、警用、防卫、海上保安、气象等专业类型的通信网。日本无线防灾网由市、县、中央各自建设,单独运营,各个网络之间都互通。

2001年之前,美国各州独立建设应急通信网络。2001年“911”事件后到2012年,美国公共安全部门一直对建立全国统一的应急通信专网FirstNet进行可行性研究,2012年国会批准立项开发、建设和运营全国范围内的宽带应急网络,由AT&T承担建设运营,采用

700 MHz 频率、计划建设 33 000 个 LTE 基站,辅以卫星地球站及移动通信车,覆盖全国 99% 的区域,用户数达 2 500 万。2017 年全美 50 个州全部加入,2018 年又加入了一些海外的岛屿。2020 年 4 月 FirstNet 由地方改为统一中央控制机制。FirstNet 并采用系统软件开源方式丰富生态链。

德国应急通信网 BOSNET 采用 TETRA 技术,2008 年开始进行网络部署,2013 年投入使用,2016 年实现全国 99% 的覆盖,全网有 5 000 个基站,2018 年在网用户数达到 80 万,预计 2020 年将达到 130 万~150 万。BOSNET 由专门的政府机构 BDBOS 负责网络规划、建设、运营、管理,由阿尔卡特朗讯公司(现诺基亚公司)负责运维。

丹麦应急无线网 SINE 由国家安全部的应急通信中心建设,同样采用 TETRA 技术,2010 年建成并投入运营,约 500 个基站,覆盖 99.5% 的国土,终端约 14 500 个。SINE 由摩托罗拉承建和运营,丹麦政府规定所有应急事务都必须使用 SINE,包括公安、消防、救护、空军、国土卫队、海事安全管理局、应急管理局以及为公共安全提供服务的私人公司。

新加坡在 2013 年用 TETRA 系统替换了全国性 TETRAPOL 公共安全网络,为警察及民防部队提供无线通信服务,系统工作在 410~430 MHz,截至 2015 年用户达 45 000 个。

2.3 专网运营模式

综合国内外案例,无线政务专网运营模式主要有以下 3 种。

a) 自建自维。典型的如公安部主导建设的全国性 PDT 专网,公安部为此申请了专项资金,由各地(市)财政负责落实。专网资产归属和运维责任均在公安部门。

b) 第三方代建代维。如北京政务物联数据专网由北京市经济和信息化委员会政务网络管理中心负责管理及未来运营,首都信息发展股份有限公司(以下简称“首信公司”)负责网络投资垫付、建设、运营、维护,政府通过购买服务的方式、每年支付分期偿还的建设资金和服务费,之后系统归政府所有。政府部门用户需要向北京市经济和信息化委员会提交业务申请,通过审批后方可使用网络;武汉、南京、成都宽带无线政务专网等也是采用此模式。美国 AT&T 对 FirstNet、英国 EE 对 ESN、丹麦摩托罗拉对 SINE 也属于这类模式,日本政务网也有运营商参与建设。区别在

于这几个国家的承建和代维方主要为公网运营商,我国的第三方机构本身并无运营资质;此外如 AT&T 也同时经营政务用户外的其他业务。一般可由政府通过公开招标购买政务网建设、运营和维护服务,政府拥有政务网的所属权。

c) 专网运营商模式。如天津、广东、河北的 1.4 GHz 频段无线宽带网采用专网运营模式,由北讯电信投资、建设、运营和维护,北讯电信采用市场方式经营,目前提供政务和其他社会业务。

3 我国无线政务专网存在的问题

我国现有无线政务专网存在如下问题。

a) 网络建设和归属分散,缺乏顶层设计。800 MHz TETRA 和 1.4 GHz B-TrunC 分别是较普遍采用的窄带和宽带政务共网,但同时消防、公安等机构也多有自建专网的情况,另工信部明确了 370 MHz 归应急部使用,可采用 PDT 技术。政务用户业务未能完全实现统筹共网,也难以同步向宽带演进。

b) 网络品质有待提升,技术和应用的先进性不足,用户使用满意度有欠缺。因网络的非盈利性质、小众市场传统设备商设备价格昂贵和政府资金的紧张,集群政务共网多有存在室外和重要场所室内的弱覆盖、网络升级不及时、功能服务不完整等问题。很多地区主用的政务专网仍只有 2G 时代技术、不支持宽带应用,导致政务用户或自建临时区域性宽带无线专网,或搭载于运营商公网,服务品质难以保障;同时政务用户自行寻求第三方平台资源配套宽带业务,存在可靠性和安全性隐患。无线宽带政务网缺位的城市无线宽带应用明显落后和有序,用户对宽带政务应用的诉求无法充分满足。

c) 网间互通性差,共网效应不足,无线政务信息化效率有待提升。TETRA 系统受技术体制限制,不同 TETRA 系统间、与其他系统均不能互通,加诸管理因素影响,窄带政务专网间无法共享信息和实现联合指挥调度。面对公安、应急系统全国范围联网的要求,只能新建网络实现,大大降低了政务共网的效应,也无法适应城市运行管理“一网统管”的新趋势。PDT 和 B-TrunC、及与公网之间具有良好的互通性,但由于不同系统专网终端不通用,新旧系统更迭、用户迁移需要复杂的部署。频谱和网络资源不能充分利用,也降低了信息化效率。

d) 专网经营难度大。政务网经营来自财政经费,

网络业务负荷(尤其窄带网络)除个别区域和时段外远低于公网,本身就有相当的经营难度。如再发生政务、商用共网和运营模式、责任分工不明晰的情况,可能导致运营方雪上加霜。

e) 宽带政务网频段未能充分发挥作用。部分地区1.4 GHz频段未给政务网使用,导致这些地区宽带政务网难以推进。

4 无线政务网业务需求与建设必要性

4.1 无线政务业务需求分析

各政府部门对无线政务专网有共性也有个性化的业务需求。根据无线专网业务功能的系统分类,主要有语音集群、宽带数据传输、多媒体集群、集群数据等几类。其中语音集群包括单双工或全双工语音单呼、语音组呼;多媒体集群包括视频单呼、同源视频组呼、视频推送转发、视频上传、叠加视频的语音组呼;集群数据包括实时短数据、组播广播短消息。

综合上述业务需求,主要包括以下几个方面。

a) 无线集群调度和移动指挥。除了目前集群政务共网可提供的窄带语音集群调度,还需要多媒体短消息、视频单呼、同源视频组呼、多媒体信息推送转发和上传、叠加视频的语音组呼等宽带集群功能,以增强对现场事态的感知和信息共享能力,从而实现更高效的指挥调度。各政务部门在处置突发事件时,常常需要将指挥中心搬到现场,同时和后方指挥部保持联系。故该指挥中心业务要求是一个收集前线各节点数据、分析整理并与后台交互、进而进行调度指挥的移动指挥系统。

b) 多媒体数据采集和回传。政务物联网应用需要图像、视频采集数据的无线宽带回传,多媒体移动办公需要宽带移动网支持。随着城市治理精细化水平和多部门快速统筹协调要求的提升,无线多媒体信息通信成为必要的政务工作手段。如公安部门因远程执法要求,需要记录现场执法影像和声音,回传警务平台作为执法证据保存,同时该数据可用来比对后台数据,及时发现逃嫌疑人等。随着数据应用领域的扩展和数据分析能力的提升,对图像清晰度要求逐步提高,因此要求数据采集和回传能力也相应提高。

c) 可靠性和安全性服务。当面临人群聚集、自然灾害及重点保障等关键任务时,需保证业务通信的可靠性,以便应急指挥调度顺利开展。部分政务业务有较高的数据安全保密要求,需要完整的安全策略乃至

专用的物理通道。

d) 跨网信息互通。如上海市“一网统管”的政务策略代表了新时期各地政府管理的趋势,依托市大数据资源平台,全面融合轨道交通、道路实况、公共卫生、食品安全、水电气、金融、市场监管、经济社会风险等数据资源,联通市级主要业务系统,建设市、区、街镇三级架构的城运中台,实现城市生命体征的全量、实时感知,形成应用枢纽、指挥平台、赋能载体“三合一”,增强快速发现、快速反应、快速处置能力,实现“一屏观天下、一网管全城”。由此将有更多场合需要各政务管理机构联合处置、协同工作,目前正在各级市政部门推广政务微信等政务外网应用。同时公安、应急等部门已有从中央到各省市全国性联网的需求。

e) 终端融合。无线通信的宽带化使得终端应用多样化,“一网统管”要求各网络应用间实现互通,故跨网呼叫、调度和信息互通的需求越来越多;部分对安全性要求不高的用户则希望专网和公网终端融合。提高终端的兼容性可有效提高无线政务业务的效率,宽窄融合、公专融合已是大势所趋。

4.2 无线政务业务对网络的需求分析

为了满足前述业务的承载需求,无线政务网应满足如下要求。

a) 无线宽带接入。窄带数字集群网仅能满足语音集群和短数据类业务,图像和视频回传、多媒体集群等业务的应用需要使用移动宽带专网或公网来承载。

b) 安全性。部分政务业务的数据保密需求,要求网络提供可靠的鉴权认证、加密算法、数据完整性检查等网络安全机制,需要专网或在公网部署特殊的安全策略实现。此外,政务应用需要卫星定位和导航功能,从安全形势要求,定位和导航应支持北斗系统。

c) 可靠性。网络容量承载和配套设施的高冗余配置,硬件设备的无故障工作时间,软件功能的稳定性,产生故障时的排障能力和容错运行能力等,均反映了网络的可靠性。无线政务业务由于其定位的特殊性,需要高于公网的可靠性来保障。

d) 互操作性。在多张政务承载网络共存条件下,要实现跨网信息互通、联合调度等功能,应选择接口开放性好、与其他网络互通性好的系统。

e) 终端融合。现有TETRA集群政务共网和公网的终端不兼容,给通信带来很大的不便。而多模融合终端可同时满足丰富的应用和跨网指挥调度需求,也

是提高政务网可用性的重要手段。

f) 网络需求的多样性。为了满足各机构业务需求,语音集群、多媒体集群等业务必须承载于有集群功能的专网中,定位、短消息、宽带数据回传等业务可根据需要承载于专网或公网上,其中有拥塞保障和特殊安全保密要求的需全部或局部承载于专网。

4.3 无线政务网建设的必要性综述

集群政务共网在各政府部门的日常城市管理、重大活动保障、突发公共事件应对、应急救援处置中扮演着重要角色,对后续发展普遍提出了宽带无线政务业务承载的需求。因无线政务专网采用专用的频段提供集群指挥调度服务,具有公众移动通信网无法替代的功能特征和高可靠性、高安全性的业务保障能力;而目前仅有TETRA集群政务共网的地区则无法满足宽带化、智能化和多网融合通信的需求,有必要向开放的宽带专网方向演进,满足无线政务需求的同时为后续与国家应急、公安网络互通奠定基础。

5 无线政务网建设运营选型

5.1 宽带无线政务网技术选型

宽带无线专网实现技术可分为以下几种。

5.1.1 B-TrunC

B-TrunC (Broadband Trunking Communication) 是由宽带集群产业联盟组织制定的基于TD-LTE的“LTE数字传输+集群通信”专网宽带集群系统标准,是我国科研机构和设备厂家自研的技术标准。《基于LTE技术的宽带集群通信(B-TrunC)系统总体技术要求(第一阶段)》等4项国家标准已于2019年发布,B-TrunC已于2016年成为ITU-R推荐的集群空中接口标准。第2阶段的标准也即将发布,第2阶段的标准定义了本地组网、多核心网、漫游组网和接入网共享4种架构,已基本完成宽窄带融合组网架构的技术要求并在逐步测试认证中,支持与PDT和公网的互通。国内产业链丰富,支持B-TrunC/PDT/公网终端共模。

B-TrunC支持宽带数据传输、增强语音集群调度、多媒体集群调度、集群数据业务和集群补充业务,支持终端、基站、核心网和应用系统的端到端开放和互联互通。系统的话权申请时间和语音组呼建立时间指标分别达到200和300 ms。根据工信部频率使用政策,该技术主要用于1.4 GHz(1 447 MHz~1 467 MHz)和1.8 GHz(1 785 MHz~1 805 MHz)2个频带:其中1.4 GHz明确用于政务、公共安全、社会管理、应急通信等

业务,使用10/20 MHz 2种信道带宽;1.8 GHz要求用于交通(城市轨道交通等)、石油等行业专用通信网和公众通信网,信道带宽使用1.4/3/5/10 MHz。截至2019年7月,全球已部署1 205张B-TrunC专网,其中国内有687张。

5.1.2 MCPTT(Mission Critical Push To Talk)

MCPTT目前为3GPPLTE/5G标准的一部分,基于IMS和MBMS架构、控制应用服务器(MCPTT Server)和终端上的客户端应用软件实现增强型的PTT服务,适用于执行关键任务的场景,支持鉴权、组附属、组管理、组呼、单呼、优先级呼叫、发言权控制、位置上报等功能。采用该技术需要对现有公网系统做升级改造,新增网元多,IMS实现复杂,应用层实现灵活但业务时延大,LTE时期其话权申请和端到端组呼建立时间指标分别要求达到300和1 000 ms,性能不及B-TrunC。

3GPP在R13中实现集群语音功能MCPTT,R14覆盖了语音、集群视频MCVIDEO和集群数据MCDATA业务,5G阶段预计在R17制定。MCPTT产业尚不够成熟并有待商用验证。

5.1.3 基于公众移动宽带网络的简单应用层实现方式

该方式只增加PTT应用服务器、通过应用层实现,不改变基础网络架构,仅能提供部分数据集群功能。该方式没有统一的业界标准,均为私有接口实现,各运营商都有提供;应用层的实现方式影响时延,并与公网用户共享网络资源,性能保障低。专网集群用户也有在专网覆盖不良的区域以公网PTT方式接续、作为专网手段的补充。

5.1.4 基于公众移动通信网的宽带数据传送

目前也有采用公网做宽带数据传送实现专网应用的方式,不要求集群功能或集群功能通过窄带系统实现,但共享宽带公网的可靠性和安全性性能不高,5G时期的网络切片技术有望提供更有保障的网络资源共享方式。

结合网络资源能力,按照需求分配网络资源,通过5G端到端切片在一个物理的5G网络基础上虚拟出政务网业务切片子网。每个端到端的切片网络由无线网、核心网及传输网子切片组成,切片网络可以通过端到端的切片管理系统管理。

如图1所示,利用5G公网构建专网切片,无线接入网和承载网通过QoS策略部署切片功能,核心网侧运营商部署业务控制、用户面等通用功能,并为特定切片部署接入控制、鉴权、用户数据等专用功能。

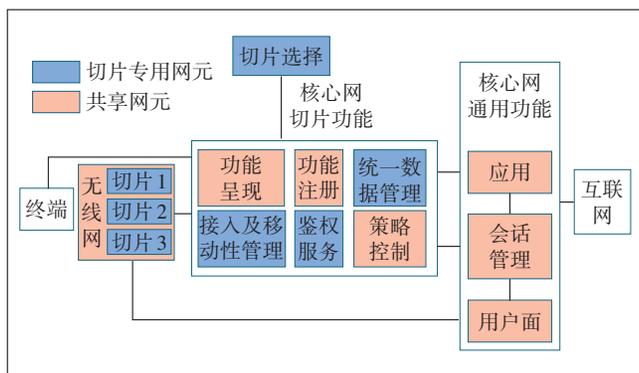


图1 5G网络切片部署系统示意图

5G之前的移动公网采用VPN技术提供行业用户特殊保障和高等级安全要求的承载。VPN作为基于路由的通道技术实现网络级的传输专用隧道,其安全性与VPN的实现技术、加解密协议及VPN运维管理密切相关。移动网络采用IPSec技术实现移动终端与不同业务网络的数据连接,利用IKEv2进行相互认证、建立和维护安全关联,需要终端和网络设备支持IPSec。5G网络通过切片技术提供行业用户独享的逻辑资源和可定制的安全策略。5G网络切片的创建、修改和终止是5G管理系统提供的管理服务的一部分,运营商和切片用户都可参与网络切片安全的管理,网络各方通过相互身份验证和授权保证业务安全。在5G切片网络中也可以叠加VPN网络。如5G切片的核心网部署在运营商侧,则这个切片网络的安全性取决于运营商的安全管理能力;对于安全性要求高的切片网络,可以把核心网切片功能单元部署在用户侧提供个性化的安全策略部署。5G切片网络的安全机制提供了运营商和行业用户更灵活配置和维护网络安全的能力,较4G网络可以为行业应用提供更方便和更高品质的安全保障。支持5G切片功能的3GPP R16标准于2020年7月发布,业界正积极推进其商用验证和落地。

5.2 窄带无线政务网技术选型

目前窄带政务网可用的主流技术包括以下几种。

5.2.1 TETRA(Terrestrial Trunked Radio)

TETRA是欧洲电信标准组织(ETSI)制定的数字集群通信系统标准,基于数字时分多址、采用小区制,可提供多个群组的调度功能、短数据服务、分组数据服务以及数字化的全双工移动电话服务。

TETRA的信道带宽为25 kHz,双工间隔为10或25 MHz,调制方式为 $\pi/4$ DQPSK,调制信道比特率为36 kbit/s,语音编码速率为4.8 kbit/s,接入方式为每信

道4个时隙,每时隙速率为7.2 kbit/s,每信道数据速率为2.4~28.8 kbit/s;提供移动直通模式,支持单呼和组呼,一个移动台可以作为其他移动台的中继;呼叫建立时延为500 ms,支持在超负荷时通信。

我国数字集群网络建设早期广泛采用TETRA技术,其中Motorola为最主要的设备供货商。该制式没有面向宽带的演进方式,并且其接口封闭,不仅不支持不同厂家交换机和基站设备的混合组网,也不支持异厂家交换机之间的互通,多厂家组网及网间互通依赖相关厂家的接口开放许可和测试配合,往往伴随开发工作量和高昂的资金代价,制约了设备选型和多系统融合互通的实现,并缺乏多模终端研制的产业能力。此外国外设备商有不支持国内用户自主加密的情况,存在通信安全隐患。

TCCA(TETRA and Critical Communications Association)和3GPP展开合作,将关键任务功能引入LTE,作为其宽带化的发展方向,即前述MCPTT。目前主要在标准化阶段,3GPP R15已经基本实现了TETRA的功能,仍有一些增强功能的标准化还将持续到2021年后,功能实验验证正在进行中;预计2022—2030年进入宽带广泛部署期。此外双方推进的集成解决方案允许TETRA和LTE以统一的方式互通,集成不限于应用层,支持2种技术的基站都连接到同一个核心网和数据库;这一工作还在3GPP R15和R16标准化,完成时间待定。

5.2.2 PDT(Professional Digital Trunking)

PDT标准是我国自主知识产权的集群通信标准,具有大区制覆盖、频谱资源利用率高、网络扩展性强、安全保密性强、性价比高、可兼容模拟系统等优点。PDT采用TDMA方式,每载频双时隙,信道间隔为12.5 kHz,双频间隔为10 MHz,调制方式为4FSK,每信道速率为9.6 kbit/s,采用数字语音压缩技术。

PDT业务功能丰富、可扩展、向后兼容,同时系统和终端成本较低,网络建设速度较快。PDT支持异厂家系统交换机之间的互通并定义了开放的交换机和基站的接口,有效地解决了多网融合通信问题,支持全国范围的联网。在满足基本业务的同时,增加了同播、动态频率资源管理等创新功能。PDT支持与B-TrunC专网及运营商公网之间的互通。

PDT标准主要定位于公共安全、公共事业、工商业等专业用户群体。全国除少数地区早先建有一定规模的公安TETRA网络外,大部分公安数字集群已建成

PDT网络,主要工作在350 MHz频段。2019年工信部明确将370 MHz频段中的39对12.5 kHz带宽的无线电频率规划给应急管理部门使用,并在800 MHz数字集群通信系统的频率使用规划中新增了基于PDT技术体制的系统。

5.2.3 DMR (Digital Mobile Radio)

DMR是由ETSI为满足欧洲各国的中低端专业及商业用户对移动通信的需要而设计制订的开放性标准。DMR系统目前主要用于公共事业和商业应用领域,包括公用事业、学校、医院、酒店、牧业等行业。

DMR标准采用TDMA双时隙多址方式,12.5 kHz信道间隔、4FSK调制方式、数据传输速率为9.6 kbit/s。DMR支持语音通信、数据传输和其他补充服务,具有高效利用频谱资源、大区制组网方式、模拟/数字兼容的优点。相较其他数字集群技术,DMR功能简易,只支持组呼;系统和终端成本较低,终端发射功率大,采用低频组网建设速度快,总体运维成本较低。适用于森林、草原等地广人稀的大面积区域覆盖或大规模用户但专网通信功能要求不高的业务。

5.3 无线政务网技术选型建议

根据前述分析,归纳几种主流政务专网可用的集群技术、关键特性如表1所示。

表1 各集群标准技术参数对比表

参数	窄带PDT	窄带TETRA	宽带B-TrunC
频段	350 MHz、370 MHz、800 MHz	350 MHz、370 MHz、800 MHz	1.4 GHz、1.8 GHz
多址方式	TDMA	TDMA	OFDMA/SC-FDMA
容量能力	12.5 kHz×16载波/32信道	25 kHz×8载波/32信道	1.4/3/5/10/20 MHz
数据速率	9.6 kbit/s/信道	28.8 kbit/s/信道	上行50 Mbit/s、下行100 Mbit/s/20 MHz
呼叫建立时延	300 ms	500 ms	300 ms
通话语音质量	低于TETRA	高	高
调度管理	低于TETRA,不支持全双工呼叫	高	高
可靠性	低于TETRA	高,系统高冗余设计	高
安全性	公安部加密算法	加密算法受ETSI控制	包括鉴权、空口加密及端到端加密等一套完备的安全机制
国产技术标准	是	否	是
兼容国产加密	是	否	是
国产设备商	丰富	较少	丰富
终端现状	丰富,支持多模融合终端,价格低于TETRA	成熟,不支持融合终端, Motorola终端价格昂贵	多种可选,价格稍高,支持与PDT/公网LTE的融合终端

基于前述的用户、业务分析和技术对比,对无线政务网的技术选型和发展建议如下。

a) 对目前仅有TETRA集群政务网的,考虑如下几条演进路线。

(a) 新建PDT替代TETRA,同时新建B-TrunC,构建PDT+B-TrunC双层专网,公网宽带辅助。部署PDT网络作为新的窄带政务网,建成后将现有TETRA网用户做迁移,需新建PDT基站并替换所有用户终端,可借助应急部门370 MHz PDT的建设契机或视地方用频情况利用800 MHz中的空余带宽资源部署;同时新建1.4 GHz B-TrunC专网,并与PDT互通融合,作为下一时期宽+窄的双层专网,专网覆盖不足的区域以公网为补充。其优点是PDT系统开放性好、与其他窄带和宽带系统互通性能好、加密功能完善、售后保障高,可自然承接国家应急部和公安部对地方的建设和指挥调度要求;但需要新建窄带和宽带的双重投入,资金压力较大。370 MHz的优势是可利用370 MHz PDT成熟的产业链,较800 MHz完成覆盖所需站点少,与外地应急系统终端通用,并便于消防总队部分DMR终端直接软件升级入网;缺点是仅有372~375/382~385 MHz频段2×3 MHz中的39对频率,其总带宽为975 kHz,每对频率支持的信道数为TETRA系统的一半,如容量能力不足以支撑全部政务用户,需要在370 MHz频点不足处采用370/800 MHz双频网;800 MHz目前可用的频段带宽相对充裕(806~816 MHz/851~861 MHz),但该频段PDT产业链尚在起步阶段,建站规模和投资将大于370 MHz;未来用户规模扩大情况下可将800 MHz TETRA及仍在用的350 MHz TETRA重耕为PDT。届时可实现PDT/B-TrunC双模及PDT/B-TrunC/公网三模终端。未来业务逐步转向宽带专网,再考虑800 MHz频段的宽带重耕。

(b) 新建B-TrunC网络,逐步替代TETRA,公网宽带为辅。继续保持和维系800 MHz TETRA现网,新建1.4 GHz B-TrunC专网,给现有TETRA用户配备1.4 GHz B-TrunC终端,一段时期内完成用户和业务向宽带专网的迁移。同时在专网覆盖不良的偏远和室内区域可切换到公网,将公网作为备用和补充。该方案的优点是一步到位,提供政务网用户可靠品质的语音、短消息和宽带专网服务,但在1.4 GHz网络建成前TETRA网络仍需维系,尽管省去了窄带专网建设投入,但较高频段的宽带网络建设投资压力仍较大。

(c) PDT/TETRA+公网宽带,局部B-TrunC补充。

目前不少政务机构已将无线宽带业务承载于运营商公网,并且5G网络预计可提供更好的行业应用安全性,可采用窄带集群网做基础承载+宽带公网提供智能化宽带化应用的组合模式,并在个别重点保障等特殊需求区域部署B-TrunC专网用于高可靠性、高安全性政务业务需求。如此可以降低网络建设的压力,节约财政投入,资金允许的条件下可如路线(a)中新建PDT网络。这一模式下,对有保障要求的部门宽带专网服务只能采取自建网络方式。

综上,数字集群TETRA和PDT、B-TrunC及公网终端不兼容,更换技术体制将需要新建一张网络及规模化的终端替换;未来随着B-TrunC、5G专网或公网切片等宽带专网覆盖的逐步完善、业务需求的多媒体化、网络和终端技术的提升、设备成本的下降,业务重心将逐步转向宽带专网,这时再考虑窄带频率资源的重耕。TCCA也建议用户可在宽带专网商用部署稳定3年后,从2025年开始关闭窄带网络。因此对无线政务业务需求高、资金允许的地区,推荐路线(b),可分步实施,从重点区域的宽带覆盖开始,在TETRA的维系期内逐步扩大覆盖和进行业务转移,未来向5G专网演进。路线(c)适用于资金不足的情况,但对严格要求专网环境的部门存在明显的不足;在不要求宽带专网全覆盖的情况下,新建PDT至少可保证政务用户有专网可用,有可靠和安全的底线。

b) 对于兼有TETRA和B-TrunC政务网的,对TETRA网络的处置策略参照a),即根据资金情况完善B-TrunC或新建PDT,替代TETRA覆盖。

c) 未来演进一方面关注B-TrunC的5G演进和3GPP R17关键任务进展,双方有可能融合演进,根据业务需求和频谱资源条件适时向5G专网迭代;同时跟进5G公网切片实现,升级公专结合模式。

5.4 无线政务网运营模式建议

无线政务专网运营方通常与政府签订政务网服务协议,采用政府购买服务的方式;建议政府统一管理政务用户或明确政务用户管理政策、委托专网运营方代管。新建PDT网络或其他宽带专网可采用政府自建自维或委托第三方代建代维的模式,根据各地无线政务网运营经验,建议采用代建代维方式以减少政府管理负担。政府和第三方在用户管理方面的具体界面划分也可有以下2种方式。

a) 第三方承建和运维网络,由政府负责用户组织、管理和内部经费结算,支付第三方建设运维经费。

b) 政府明确用户组织、管理和资费政策,由第三方负责网络建设运维、对接用户和收取通信费,政府和第三方之间平衡通信业务收入和建设运维成本进行最终结算。

在专网仅开展无线政务业务时,以上2种方式在资金使用上没有本质区别,方式b)可减轻政府用户管理的负担,但在统筹推进、审批政府人员使用政务网,以及响应政府机构、人员调整带来的用户情况变动,简化结算等方面,方式a)更有效,推荐方式a)。

此外,根据以往经验,当一次性建设投资规模比较大时,先期可由第三方垫资建设,政府分年支付抵偿,数年后网络资产转至政府,后续只付运维费。

原则上只要公平合理,多种模式均可采用。关键点在于首先应定位政务网为非盈利性,保障政务安全高效运行的必要投入;其次应明确宽、窄带政务网使用频段,并通过招投标方式选拔有稳定可靠运营经验者独家或分区承担专网建设和运维;第三,无论政府和第三方的用户管理界面何在,关键在于对建维费用和资费水平的合理性评估,可以通过组织年度的审计评估,明确政府支出的价格。此外,可鼓励运营者在保证政务业务安全的基础上开展政务增值服务,一定规模收益内,收益归运营者,超过之上设定比例补贴政务网基础运营,提高运营者积极性,推动政务信息化创新。并可学习FirstNet创建合作生态的做法,拉动产学研一体、共同打造政务网生态链。

6 无线政务网建设运营实施建议

为有效推动和保障无线政务网的建设运营,提出如下实施建议。

a) 明确专网频段定位,保障网络发展基础资源。保障1.4 GHz等政务网专用频段的可用性,尤其对宽带业务,1 447~1 467 MHz频段为工信部规划用于政务、公共安全、社会管理、应急通信的频段,应避免用于其他用途,政务网无频率可用。未来随着业务发展,申请获得800 MHz PDT频谱使用许可,构建800 MHz+1.4 GHz双频宽带政务专网;并适时申请5G专网频段。

b) 分区域分期建设、加强共建共享、充分利用现有网络和配套资源,节约建设投入。专网设备和终端单价高于公网,而与公网终端成本主要由公众用户承担不同,专网终端本身也在专网建设运营资金内,与网络设备、基础配套一起构成投资需求,大中型城市

一张政务网初步覆盖的建设总投资在亿级到几十亿级,对政府形成较大的资金压力。可考虑先行建设重点政务区域,如中心城区/城区和主干道、重点保障场所等,尤其宽带专网建设,可随城市建设、活动保障节奏逐步扩展覆盖区域;其次重视共建共享,如PDT应优先利旧TETRA站址建设,并可考虑利旧传输接入设备,B-TrunC则参与移动通信公网基站基础设施共建共享;并协同公网运营商和地方管线资源所有方,尽量利用现有管道资源,降低工程复杂度和造价。

c) 建立政务网建设运营的健康经营机制,推动政府设立专项资金给予支持。政务网用于公共事务管理、应急救援和各类活动保障,业务特点与商用公网有很大不同,其中关键任务类业务往往具有时间突发性和地点的不确定性,但要求随时随地的高可靠网络支持;并且政务业务并非类型越丰富、业务量越大越好,而是以简洁高效、快速处置为宗旨。根据国内外运营政务和应急专网的经验,难以像公网那样靠网络自身运营维持建设维护投入;而作为公益事业,权衡其作用和价值,应作为政府的一项信息化管理投入。因而建议积极推动政府设立无线政务网建设运营维护的专项资金,间接提升城市管理和服务能力。

d) 800 MHz、1.4 GHz专网基站纳入通信基础设施共建共享站点规划,新建、改造公共建筑预留室内覆盖部署资源。将窄带政务专网基站建设纳入各年站址规划,由铁塔公司等通信基础设施运营商统筹考虑共建共享资源预留,其中TETRA/PDT站点站高通常高于公网基站,可根据具体情况选择共享或独立建设;室内覆盖系统则应根据场点重要性和专网室内信号情况确定是否预留。在地方通信配套设施相关标准规范中提出要求,如上海市已在地方标准《数字无线专用对讲通信系统工程技术标准》和《公共建筑通信配套设施设计规范》中分别纳入了对800 MHz和1.4 GHz专网室内覆盖系统部署的配套资源要求,此后在新建和改造公共建筑、铁塔公司等通信基础设施运营商牵头的室内覆盖系统改造/扩容工程中均应同步考虑政务网接入的需求,对有必要建设室内覆盖系统的预留部署资源,信息通信管理部门应推动和保障落实。然而专网室内覆盖场点规模与公网不可比,在覆盖盲区应提供用户切换到公网、通过PTT客户端软件延续群组任务的功能,实现数字集群和PTT功能APP之间的联合调度。

e) 无线政务网用户体系化管理。如前所述,伴随

着政务运行管理的体制化,政务网的用户管理亦应体系化,专网系统中用户设置应与政府机关体系架构对齐,随职能组织群组功能,统一调度指挥,按层级推送和共享数据,为有序、高效的政务运行管理构建网络通信基础。政府应组织各级机构加入政务网,明确要求承载于无线政务网的业务范围,如信息敏感类、应急救援类、带宽保障类、集群功能类等,按照政务应用种类做出规范,各级政府机构和政务网运营方配合落实。

f) 无线政务网建设运维管理规范化。无线政务网的建设、运维和经营可通过招投标方式选拔相关经验丰富、经营可靠的1家或多家企业分工承担(如分区域建设运营);选择运营者时应考虑政务网用途、业务的敏感性和安全性因素。政府应合理评估建设投资和运营成本,分期审批、拨款;或运营方根据批复或合同先行垫资,政府分年返还支付。在此模式下,无线政务网的所有方为政府,运营方代建代维,政务机构“免费”使用网络,使用许可通过政府专项通信经费和用户入网机制由政府管理或运营方按约定规则代管。网络建设应按政府类项目遵照相关规范流程进行,组织阶段性审计和评估,以便及时发现问题、优化无线政务网运行和管理机制。

g) 鉴于国际形势的变化,建议加快我国自研B-TrunC/PDT制式的无线政务网的建设完善。

h) 积极推动、参与5G政务切片实施标准制定,升级公专结合模式,增强公网效用、节约化专网投入。

i) 借鉴FirstNet经验,搭建应用平台,吸纳高校、科研单位、有技术实力的政务机构等社会资源共建合作生态,丰富和完善无线政务网应用。

参考文献:

- [1] Mission Critical Push To Talk (MCPTT) over LTE: 3GPP TS 22.179 [S/OL]. [2021-01-25]. <https://www.3gpp.org/ftp/Specs>.
- [2] LTE宽带集群通信(B-TrunC)产业发展白皮书(2017年)[EB/OL]. [2021-01-25]. <https://max.book118.com/html/2017/1123/141215657.shtm>.
- [3] B-TrunC系统(第2阶段)总体技术要求(送审稿)[S]. 北京:CC-SA, 2018:4-14.

作者简介:

许锐,教授级高级工程师,博士,主要从事无线通信网络规划设计工作;曹华梁,工程师,硕士,主要从事无线通信网络规划设计工作;张宏远,高级工程师,博士,主要从事核心网规划设计工作。