

专网与4G网络融合在应急通信的应用研究

闫复利 张雪凡

(上海大学通信与信息工程学院 上海 200444)

摘要: 应急通信指挥调度的快速有效决策需要多媒体信息,各个团体协同作战需要统一指挥和信息交互,目前专网之间、专网和公网之间存在割裂,信息无法有效联通融合并智能数据分析。研究以IP为基础的专网和公网信息融合,兼有卫星通信、WiFi、电脑、PAD、物联网、智能医疗、智能交通等通信网络融合,实现多媒体调度指挥中心适应现代应急通信的需求。给出了网络融合方案以及个人移动终端和PC升级对讲系统的方法,分析了网络融合的核心技术和关键技术,以网络融合在公共安全的具体应用说明网络融合的重要性,展望坚持专网发展,借助公网优势,并逐步扩大专网的覆盖范围是未来网络融合的发展方向。

关键词: 网络融合;应急通信;集群;智能数据分析;多媒体调度

中图分类号: TN91 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** D510.50

Private network with 4G network in the application of emergency communication research

Yan Fuli Zhang Xuefan

(Shanghai University School of Communication & Information Engineering, Shanghai 200444, China)

Abstract: The rapid emergency communication command scheduling multimedia information are needed for effective decision making, each group together to a unified command and information interaction, between the private network and private network, between the private network and public network, information cannot be effectively communication unify integration and intelligent data analysis. In this paper based on the IP of the private network and public network, satellite communications, WiFi, computer, information fusion PAD, Internet of things, intelligent medical, intelligent transportation, such as communication network integration, multimedia dispatching command center to adapt to the demand of modern emergency communication. Network integration scheme is proposed in this paper, as well as personal mobile terminal and PC upgrade intercom method, analyzes the core technology and key technology of network integration, network integration in the public security of specific illustrate the importance of network integration in the application of development, adhere to the private network using public advantage, and gradually expand the private network coverage, is the development direction of future network integration

Keywords: network convergence; emergency communication; trunking; intelligent data analysis; multimedia dispatching

1 引言

专网通信是关系国家安全、社会治理、灾难应急救援与指挥调度而组建的为某个部门或某几个部门联合作业的通信网络。4G LTE是第四代移动电话通信标准,属于公网范畴,主要是为社会大众提供可靠、便捷、高效、经济的话音通信业务以及数据通信业务,满足社会的生产生活社交通信需求。专网通信由模拟集群发展到数字集群,目前已有基于LTE的宽带集群。LTE宽带集群与传统的窄带集群各有优势,两者并不是绝对的竞争关系,而是可以互相依

托、互为补充的^[1]。专网通信网络建设主要以社会效益为核心,偏远的哨所关卡都建立稳定可靠的集群通信网,满足打击恐怖组织、贩毒等危害社会健康秩序的违法犯罪行为以及自然灾害突发事故的救援指挥调度。公网建设以经济效益为核心,人口密集、大都市的基站多,信号覆盖良好,在偏远的山区可能没有信号。专网使用的频率低、信道衰落小、覆盖区域大、抗毁能力强、组建网络快速、实时性好、保密性高适合应急救援与指挥调度,工信部2009年666号文件《工业和信息化部关于150 MHz、400 MHz频段专用对讲机频率规划和使用管理有关事宜的通知》规定了窄带通

信为 12.5 kHz 信道间隔,可以实现 9 600 bps 的数据速率,可以满足语音以及少量数据通信,不能实现视频多媒体通信,指挥中心不能实时清晰掌握现场的具体情况,不利于复杂紧急事故灾害现场救援。公网通信带宽比较宽,可以实现视频传输到指挥中心,使用频率高、信道衰落大、基站覆盖范围小,同样的覆盖范围基站密度比专网通信大的多,抗毁能力弱、安全性不高^[2],实时性不能保证,存在网络拥塞。文献[3]介绍了基于 PDT+LTE+3G 警用无线多媒体通信的实现方案。文献[4]介绍了 350 M 无线集群通信系统、340 M 无线图像传输系统、基于移动公网的移动警务系统、VSTA 卫星通信系统各有局限性,各个系统均不能满足公安无线多媒体通信的需求,采用 PDT+LTE 构建公安专用宽带网络。文献[5]介绍中国通信标准化协会于 2013 年 4 月 26 日在北京专家审定会一致同意通过的数字对讲机标准(征求意见稿),是 A、B、C、D 4 种体制并列,且不能互联互通。目前国内已有 PDT 标准, TETRA 标准在公安、铁路、地铁、航空等行业使用,遇到紧急情况无法互联互通,无法实现统一指挥救援与调度,本文提出网络融合通信是应急通信迫切需求,专网的数字化使专网公网融合成为现实,给出专网和公网通过 Internet 实现 IP 互联方案。

2 专网公网融合通信方案

专网利用集群服务器或集群交换机与 Internet 实现互

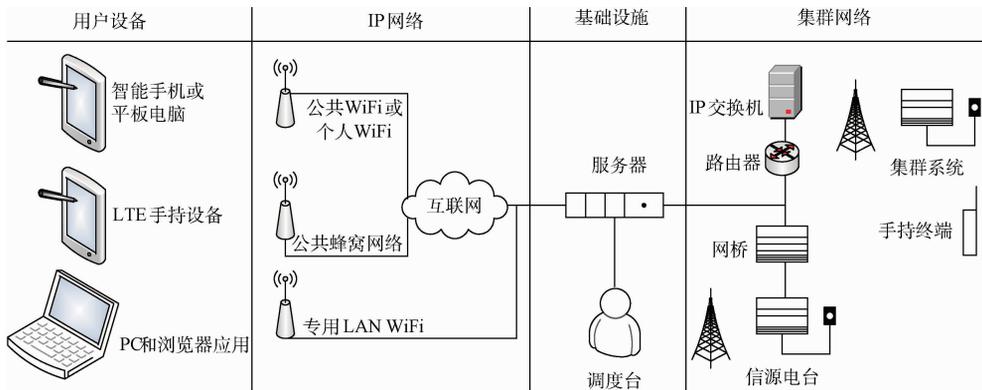


图 1 专网与公网融合方案^[6]

2.1 个人移动终端升级对讲机功能

不是所有场合都适合携带对讲机,却又确实需要接入专网系统实现即时安全的关键通信,例如民警在公共交通工具反抗。在智能个人移动终端安装 APP 即可升级为对讲机,任何人任何时任何地与某个组别或终端进行 PTT 通信,具有定位显示人机界面和在线状态以及活动信道检测功能。个人手机可以安装 APP 的界面如图 2 所示,在对话状态下按 PPT 图标即可实现呼叫与应答,并显示每次的呼叫时间,呼叫方信息显示在左方,本地信息显示在右方,可以选择回放通话内容,通过 APP 还可以实现发送文本数据以及图片、视频,并可以查看跟踪对方的地理位置信

息,调度员也可实时查询各个移动终端所处地理位置信息。联可以实现对讲终端与笔记本电脑、固定电话、个人移动终端利用现有的网络设备通联,实现多个不同制式集群系统公网之间的互相通信,满足工作人员协作的需求。传统的集群系统扩展到宽带网络,扩大了通信覆盖范围实现任意地点的无缝通信,便于部署宽带 PTT, 3G/4G LTE 和 WiFi 网络智能设备与安全的 OTT PTT 实现互联互通,通信方式选择更多,灵活性更好。专网与公网融合方案如图 1 所示,用户设备以有线或无线方式接入互联网,用户数据以及调度信息在服务器上进行交互、融合,例如调度指令和语音的融合,调度指令和视频、图片的融合,调度员语音与现场语音数据融合,集群电台信息通过信源电台以及网桥与互联网信息交互,路由器和 IP 交换机实现数据与对应信源电台的信息交互。例如 PC 对讲系统呼叫指令和信息通过 WiFi 接入互联网并转发到服务器,服务器识别后融合调度信息经过路由和 IP 交换机、网桥把 PC 对讲系统信息数据转给目的 IP 信源电台,信源电台通过无线信道与集群系统通信。手持终端应答 PC 呼叫的指令数据,经集群系统转发到信源电台,经网桥、路由以及 IP 交换机送给服务器,服务器解析并和调度信息融合后经互联网抵达对应地址的 PC 对讲系统。手持终端呼叫 PC 对讲系统的信号流向与 PC 对讲系统呼叫手持终端信号流向相反,如果是广播或组呼则无应答指令。

息,调度员也可实时查询各个移动终端所处地理位置信息。

2.2 计算机升级对讲机功能

调度中心以及固定座位的工作人员,计算机可以通过安装软件升级对讲机功能,计算机对讲系统实现通信以及调度,并可以根据需要选择监听多个通信系统的音频和应答,计算机桌面可以显示紧急呼叫以及各通信的优先级。计算机升级对讲机功能有两种方法,安装桌面通信器和浏览器访问服务器通信功能。应急调度指挥中心计算机安装桌面通信器,可以监听、发送、接收多个通信系统的音频,适用范围广泛,用户界面直观易用,可以在大部分计算

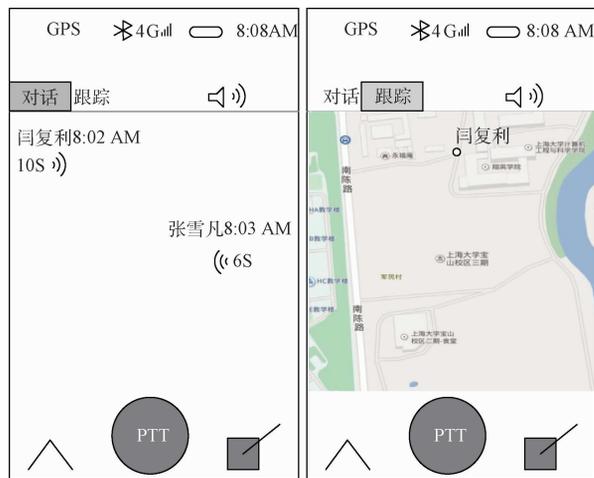


图 2 个人移动终端升级对讲功能人机界面^[6]

机和上网本运行。如果在现场指挥,可以通过浏览器远程访问服务器实现通信处理和管理。

2.3 LTE 多媒体通信

频谱资源越来越紧张,为了提高频谱利用率,以尽可能低的速率实现语音通信,因此语音速率向越来越低的方向发展,而专网数据业务量快速增长,传统的集群通信不能满足数据业务的增长。作为应急通信所需要的专用移动通信,应考虑采用语音、高速数据和视频技术,而且语音是最重要的,也是必须具备的业务^[7]。LTE 通信速率快、频谱效率高,下行可达 100 Mbps,支持多种带宽,部署灵活。应用于应急通信的 LTE 专网有两种实现方式:1)单独建网,目前存在语音能否达到专网的调度指挥水平尚不确定,缺乏相应的技术标准;2)专网实现语音调度指挥,宽带数据以及视频等多媒体通信采用 LTE,通过网关或交换控制中心实现融合。本文提出方案已应用在现场,从工程验收以及现场应用反馈可以证实 LTE 实现多媒体通信应用于应急通信是可行有效的,例如应用于以下场景:灾害现场的视频和数据解决方案主要基于 4G(LTE)通信^[8],能为行业用户提供视频墙、实时监控、视频会议、优先级等新业务功能^[9],公安融合指挥系统实现 eLTE 视频、天网视频、340 M 图传、3 G 图传、公安视频会议和视频指挥等系统的视频资源,对接入融合平台的 LTE 专网终端、公网终端、其他安装视频应用的终端和天网系统、340 M 图传系统、3 G 图传系统进行视频业务互通^[10]。

3 专网公网融合通信核心与关键技术

融合通信是为了实现统一指挥、统一调度、智能决策、可视化应急指挥、计算机辅助协同工作,以交换为核心,融合各类通信资源,依托专网进行城域网延伸,实现异地远程、异构网构、实时同步指挥调度^[11]。异构无线融合网络并不是多种无线接入技术的叠加,各个网络之间资源形式和管理机制各不相同,如何有效的管理无线资源,提升

异构无线融合网络中无线资源的有效利用至关重要^[12]。不同制式不同网络不同通信方式实现互联互通,主要通过 IP 协议实现数据流的交换,IP 协议进行源地址和目的地址的封装解析以及数据包重组整合,提供路由功能。核心技术包括点对点无线通信协议(SSPP)、软交换技术、负载均衡技术和系统安全架构^[13],TETRA 数字集群技术标准只规定了空中接口协议,对于设备内部协议没有统一标准^[14],不同厂商间 TETRA 系统互联互通存在问题。关键技术包括无线自组网技术、WiMax 宽带无线技术、卫星通信技术、网络 QoS 支持、终端定位和网络安全^[15]。WLAN 与移动网络之间无缝平滑融合^[16],物联网和 LTE 融合实现远程监控、远程医疗^[17],快速可部署性、可扩展性、可靠性和顽存性^[18],开发设计具有多网交换功能、座席调度功能、超强业务功能^[19]的 IP 互联互通设备,这些核心技术和关键技术以及异网异构的有效融合满足应急调度通信特点是网络融合必须考虑的。IP 协议核心技术如图 3 所示,IP 协议和数据重组有机结合应用到网络数据融合,数字化的语音和图像、视频、调度数据的解析和重组,可以把数据融合传输,通过数据标志位可以解析分离,可以实现不同制式、不同网络、不同优先级、不同类型的数据融合,根据实际网络提取对应标志位数据。目前专网系统数字化已经实施并开始推广使用,专网预留了 IP 接口接入互联网,同一系统专网之间通过 IP 已可以实现互联,不同制式、不同网络的数据还存在信息交互壁垒,还需要开发网络融合软件,把不同制式、不同网络的数据融合,实现任何网络的终端可以打破网络制式界限实现互联互通并根据数据优先级实现 QoS 支持。

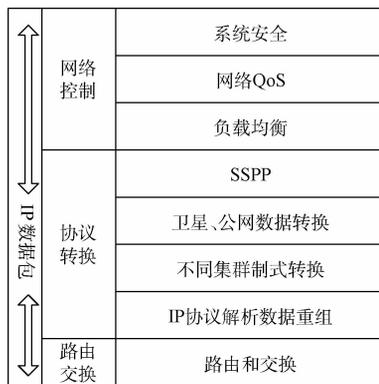


图 3 基于 IP 协议的网络融合核心技术

3.1 核心技术基于 IP 互联互通设备实现

为了实现网络融合,应开发设计 IP 互联互通融合通信的关键设备,应具有语音数据和视频数据、命令数据的处理和异网交互能力,应可以协调网络资源和管理,可以实现不同系统网络的监听与录音、强插与强拆、语音和文本广播。1)协议栈:该设备应具备内嵌 SSPP 协议栈,通过 SSPP 协议实现系统之间、终端与系统之间的通信接口,协

议满足信令控制、视频数据控制、语音数据交互等业务需求。2)软交换技术:随着信息量和现场复杂性的逐渐增加,软交换技术在互联互通设备上实现取代了大量网关,软交换技术使网络融合突破了网关功能过于集中制约发展的瓶颈,我们应通过软件实现路由、呼叫控制、资源分配、认证接入、协议处理,让它独立于传送网络,实现呼叫控制和承载网的分离。3)负载均衡技术:应嵌入负载均衡软件包,实现监控服务器的负荷情况并按照负载均衡策略进行数据流量均衡,也可实现通信负荷和信令负荷传送到不同服务器,实现信令和语音通信的优先级分级,避免数据流量过于集中造成拥塞或系统瘫痪或最基本的最重要的语音调度不及时。4)网络安全和优先级技术:该设备应具有网络终端鉴权、数据增强加密、网络防火墙等实现网络的安全性,拒绝非法用户登录使用。应具有录音接口,语音数据进行备份供今后事故分析和调度情况跟踪考核,根据事故情况和调度级别可选择视频备份,各终端设备以及网络提供强插强拆服务,调度人员可以设定服务优先级,优先级高的调度和数据可以打断优先级低的,确保指挥调度的有序有效进行。为了避免紧急现场丢失的设备被非法用户使用或入侵调度网络,设计的互联互通设备以及终端设备都应具备遥毙和激活功能,丢失的设备可以远程遥毙,使其失去一切功能,当找回终端和设备时,可以远程激活,实现设备的安全使用。5)异网异构网络广播技术:应能够提供语音和文本广播功能,当遇到紧急情况指挥调度中心可以通过异网异构的网络向各现场分中心和所有终端发起语音和文本呼叫,把最紧急重要的信息及时传递到各个终端。6)健壮性:IP互联互通设备承载的信息量大、交换任务重、功能和服务多、安全性要求高、在网络节点是关键节点,一旦出现故障网络就会瘫痪,工程应用中应采用双机备份实现网络的健壮性。目前现有的设备还没有把上述应具备的功能有机的结合,只是局部或者部分功能实现了,功能不健全,不能实现全面立体交叉的网络融合通信,我们提出把上述功能通过软件编程有机结合并应用到IP互联互通设备,实现网络融合。

3.2 网络融合通信关键技术

自然灾害、恐怖袭击、火险和大型公共事件具有紧急突发的特性,这些事件来势凶猛使人们和社会治理决策者难以估计和预料,现有的应急通信无法满足需求。现场的设备需要具有快速构建、抗毁性高、健壮性好的通信网,在没有中继和调度设备的情况下可以智能中继和自组网,实现即时协调各救援群体并把现场信息及时上报,为第一时间救援提供通信保障。在4G公网被摧毁的形势下,通过WiMax实现IP宽带无线通信,及时组成通信覆盖范围大、数据速率高的无线宽带网,实现信令语音视频数据的及时传送,便于现场指挥中心及时掌握现场的复杂形势,采用补偿和反馈克服应急救援快速移动带来的多普勒效应对通信的影响,综合运用自动重传请求和前向纠错实现可通

信靠性。卫星通信、天基通信基站在现场综合应用建立紧急通信,卫星通信覆盖范围广,机动灵活,不受地面条件限制,成本和技术要求高,在受灾面积大、地面通信全部被摧毁的情况下,卫星通信可以快速建立大范围的通信是十分重要的。例如,在四川汶川发生大地震时就通过卫星通信实现了紧急调度与救援,及时保障灾区和外界的通信。QoS意识是突发紧急情况必须考虑的,需要区别业务类型和用户优先级满足应急通信的特殊需求,流控机制要有自适应QoS支持,紧急情况下业务量剧增不能简单按照先来先服务的原则。终端定位结合地理信息系统实现救援现场搜救人员的准确定位,指挥中心可根据实际情况作出紧急调度,采用GPS或北斗定位系统进行定位,带定位系统的终端可充当信标节点,其他终端可以通过扩频测距和算法估计确定位置,扩频测距和算法估计定位可以在定位信号受限的情况下实现定位(如建筑物内或地下停车场)。建议通过现场通过IP互联互通设备把基于WiMax的IP宽带无线通信、卫星通信和天基通信、各制式集群系统、其他专网系统融合在一起,形成一张在通信需求范围内无死角的通信网络。

4 专网公网融合通信应用

网络融合的信息化,可以应用在在公共安全和打击恐怖暴力犯罪,实现科技强警。当发生安全事件,可以在第一时间准确了解掌握现场情况,果断制定应急战略决策,协调警务、消防、医疗卫生等部门协同作战,是维护社会安定和打击暴力犯罪的关键^[20]。和谐社会平安城市的建设需要融合数字化信息化的多媒体指挥调度中心,融合接处警、计算机辅助派遣警力、地理信息系统、视频监控、eLTE集群通信^[21]、视频会议等实现多媒体指挥调度,快速准确决策。指挥中心是应急调度的大脑,需要整合语音、视频、数据等各种信息资源,综合数据挖掘和分析制定策略。多媒体指挥把智能视频分析技术IVS、思科网真技术TP(一种通过结合高清晰度视频、音频和交互式组件,在网络上创建一种独特的"面对面"体验的新型技术)、专网宽带集群eLTE、TETRA集群、PDT集群、电话网、卫星通信、无人机通信中继、无人机视频监控、天基基站通信等多种通信方式融合,实现有线无线互联互通、宽带窄带系统互通、地空一体的通信和监控网络、智能化的信息处理和分析、远程视频会商与决策、指挥记录多种功能。警综系统、警用地理信息系统、智能交通、大情报多业务融合通过大屏幕统一展现,警力分布、物质资源、交通状况、现场以及周边情况一目了然,加快应急响应速度。多媒体调度指挥解决了传统报警手段单一,接警人员无法全面了解现场情况,使各部门的终端实现了互联互通从而增强了合作作战能力,实现了视频等大流量数据的传递与智能分析,各信息模块之间不再割裂,形成了互相融合与交互、综合显示一体化的格局,提高了决策效率。多媒体调度指挥中心与

Internet 有防火墙隔离,实现了网络的健壮性和安全性,避免黑客和病毒的攻击,指挥网的安全有技术保障。公共安全应急调度指挥网的组成结构可以如图 4 所示,融合了 TETRA 集群、PDT 集群、PSTN 网、4G 公网、卫星通信、有线网络、WiFi,指挥调度中心与 Internet 之间有防火墙隔离,可以保证系统的安全,指挥调度中心可以监听并录音,并可以提供数据融合服务,有大屏幕显示作视频会商,可以实现联勤和立体化、多媒体化的应急通信指挥调度。

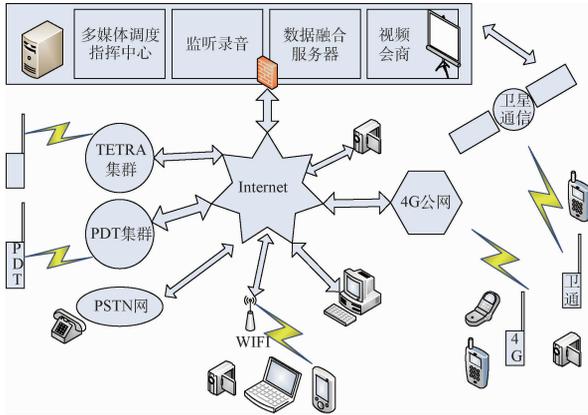


图 4 公共安全应急调度指挥网

5 结 论

目前我国的应急通信存在专网制式多且各制式不能互联互通,专网之间、专网和公网之间存在割裂,调度台工作人员通过自己对信息的理解进行跨网调度。国内外常规的指挥调度或应急通信对讲通信,一般是以同一制式或系统网络下的一个集群群组终端才能进行通信联络^[22],网络融合实现异网异构网络之间信息交互和互联互通,融合 4G 公网^[23]实现多媒体调度指挥,满足各级政府和各行业部门协同作战,顺应高效统一指挥调度的时代潮流,实现的核心思想是基于 IP 的软交换技术。现有的文献资料已有网络融合的介绍,主要是侧重某一行业某一部门的少数网络的融合^[24],本文提出的专网和 4G 公网融合兼有卫星通信、天基通信、有线通信、WiFi、电脑、PAD、物联网、智能医疗、智能交通等通信网络融合,以 IP 交换技术为核心,采用 IP 协议解析和数据重组、路由和交换、集群制式转换、专网和公网制式转换、点对点无线通信协议、负载均衡、网络 QoS、系统安全等技术为支持,实现异网异构网络融合,在紧急调度和救援时可以采用基于 WiMax 的 IP 宽带无线通信和卫星通信、天基通信基站,应用范围广、数据量大、稍加改造适合各行各业和各级政府部门,例如建立基于网络融合的政务信息系统,提升城市突发事件的联勤联动效率;在地震以及自然灾害发生时,可以快速建立网络融合通信网,用以实现各救援团体之间通信以及响应指挥中心的联络调度;可以应用到反恐作战,以实现各兵种以及公

安、治安、联防、群众之间的通信,从而实现军民共同反恐的立体化作战指挥和调度通信。结合实际情况,坚持专网发展,借助公网优势,并逐步扩大专网的覆盖范围^[25],是未来网络融合的发展方向。

参 考 文 献

- [1] 于伟峰. 宽窄带集群融合通信解决方案[J]. 电信网络技术, 2015(1):10-13.
- [2] BARBATSALOU K, SOUSA B, MONTEIRO E, et al. Mobile forensics for PPDR communications: How and why [C]. Proceedings of the 10th International Conference on Cyber Warfare and Security, ICCWS, 2015:30-38.
- [3] TANG Q J, XU X M. Wireless multimedia communication requirements for police and PDT + LTE + 3G solution [C]. Advances on Digital Television and Wireless Multimedia Communications, 2012:341-346.
- [4] 孟江生. 公安 PDT+LTE 宽窄带融合通信系统应用思考[J]. 警察技术, 2016(3):30-32.
- [5] 李进良. 数字对讲机标准存在的严重问题剖析[J]. 移动通信, 2013, (11):49-51.
- [6] WAVE 工作群组通信解决方案[EB/OL]. [2016-9-28] http://www.motorolasolutions.com/zh_cn/products/wave-work-group-communications.html#tetra.
- [7] 郑祖辉. 我国专网 LTE 的发展探讨[J]. 移动通信, 2014(1):45-47.
- [8] 蔡剑锋. 浅谈基于 4G(LTE)专网在灾害现场无线信号覆盖的应用[J]. 电子世界, 2016(11):146-149.
- [9] 贝斐峰, 李炳林, 李新, 等. 国家电网公司无线专网建设解决方案研究[J]. 移动通信, 2016, 40(4):78-83.
- [10] 吴斌, 高大鹏. 公安无线通信融合发展研究[J]. 警察技术, 2016(4):51-53.
- [11] 王楠, 李存贤. 公安应急指挥关键技术分析[J]. 警察技术, 2014(2):4-7.
- [12] 鲁栋. 异构无线融合网络中无线资源管理关键技术探讨[J]. 电子技术与软件工程, 2016(9):38-39.
- [13] 魏序康. 高速公路公网 IP 集群对讲系统解决方案[J]. 中国交通信息化, 2010(12):113-114.
- [14] 何方. 地铁 TETRA 集群无线通信系统与政务网互联方案研讨[J]. 科技创新与应用, 2014(21):32-33.
- [15] 王海涛, 朱震宇, 付鹰. 应急通信网络设计及关键技术探讨[J]. 指挥信息系统与技术, 2010, 1(2):28-33.
- [16] 韩乾. WLAN 与 LTE 的融合及协同策略[J]. 电信快报, 2014(11):40-43.
- [17] 韩滢, 程刚, 裴斐. LTE 与物联网的融合现状和发展研究[J]. 移动通信, 2014, 36(19):34-37.

(下转第 136 页)