

基于云技术的云南地震现场 应急指挥技术系统优化^{*}

张方浩, 李永强, 曹彦波, 李兆隆, 邓树荣, 和仕芳, 杜浩国

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

摘要: 对云南地震现场应急指挥技术系统的发展现状进行了分析和概述, 总结了该系统在通信网络保障、视频会议互联互通、应急信息服务等方面存在的突出问题。针对这些问题, 利用云计算、大数据、自主卫星通信等技术, 对地震现场应急指挥技术系统进行优化升级, 并将其应用于地震应急中。结果表明: 利用云技术和云计算资源, 按照3种应用模式优化设计的地震现场应急指挥技术系统, 适合云南地震应急实际需求。

关键词: 应急指挥; 地震现场; 信息服务; 视频会议; 云计算

中图分类号: P315.952

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2019)02-0257-08

0 引言

云南省是我国地震灾害损失最为严重的地区之一, 地震灾害具有发生频率高、分布地域广、造成的损失重等特点(周光全等, 2003)。据统计, 全省129个县(区)约90%的地区遭受过Ⅵ度以上地震破坏(张方浩等, 2018)。地震灾害会造成大量人员伤亡、房屋倒塌损坏、基础设施破坏, 严重影响社会生产生活秩序, 特别严重的地震灾害会造成社会组织系统残缺以及功能丧失, 在一定程度上影响着社会经济的发展。

建立地震应急指挥技术系统, 可以大大提高政府对破坏性地震的应急反应能力, 高效调度和运用一切可能的救灾力量, 是应对破坏性地震发生、综合防御地震灾害的有效手段之一(姜立新等, 2004)。在国家“十五”重大项目“中国数字地震观测网络”的推动下, 我国建成了国家-区域-现场-州(市)四级地震应急指挥技术系统(姜立新等, 2003), 该系统是中国地震应急指挥系统不可或缺的组成部分, 是覆盖全国的地震快速响应与应急指挥体系在地震现场的延伸。在“中国数字地震观测网络”“国家地震社会服务工程”等一系列国家、省部级项目推动下, 目前全

国31个省级(直辖市、自治区)地震部门中, 有17家单位建设了车载集成的地震现场应急指挥技术系统, 4家建设了箱体集成的地震现场应急指挥技术系统, 其余单位配备了卫星通信设备、视频会议终端、移动工作站等现场工作装备, 暂未进行系统集成。随着“十五”项目的推进与完成, 云南省地震局地震现场应急指挥技术系统得到长足发展(赵恒等, 2007), 自建成以来, 在地震现场的应急指挥调度、通信保障、信息获取与处理等方面发挥了积极的作用。

近年来, 国内许多学者对地震现场应急指挥技术系统在建设和应用中遇到的问题和改进方法进行了研究, 如娄世平等(2018)基于Android智能终端设计研发了地震现场应急指挥技术系统运维信息管理平台, 以便于提升现场技术系统的运维质量, 使其在震后地震应急工作中发挥重要的通信和指挥枢纽作用。吴楠楠等(2012), 贾宁等(2016), 康江等(2017), 邓树荣等(2017)围绕各个省地震局地震现场应急指挥技术系统的功能设备、系统集成、运输平台、运维和应用模式方面进行探讨和改进。但以上研究对地震现场应急指挥技术系统核心业务视频会议保障方面的研究和讨论不多, 对地震现场需要迫切解决的应急信息服务保障尚未提及。

^{*} 收稿日期: 2019-01-03.

基金项目: 国家重点研发计划“地震应急全时程灾情汇聚与决策服务技术研究(2018YFC1504505)”资助。

现代应急通信和互联网新技术的发展推动地震现场应急指挥技术系统向高度集成、智慧服务方向发展。应急管理部成立后,国家、省(区)、地(市)、县(区)四级地震应急处置工作模式发生重大变化,对传统地震现场应急指挥技术保障提出了新的要求。本文分析总结云南地震现场应急指挥技术系统在数次地震现场应急保障工作中的应用经验和不足之处,以实用化为目标,探索云南地震现场应急指挥技术系统优化升级改造方法及应用模式。

1 现状分析

地震现场应急指挥技术系统是地震应急指挥技术系统在地震现场的延伸,是地震现场应急工作的基础平台,它是通信网络、视频会议、信息支撑服务、车载集成平台等多系统的集成。

云南地震现场应急指挥技术系统的建设大致分为3个阶段。第一阶段是从无到有开创现场应急通信保障。2002年,云南省地震局建成2套海事卫星Mini-M站、1套海事卫星M4站、1套包括指挥中心主站及现场小站在内的VSAT卫星应急通讯系统,即第一代箱体结构系统。第二阶段是车载集成实现快速响应。2007年,系统完成了车载集成的升级改造,实现了卫星接收单元的自动展开和语音动中通功能,以及数据传输、视频会议、定位文传等功能。第三阶段是全面建设发展阶段。汶川地震后,在中国地震局和云南省人民政府下达的“十一五”“十二五”重大地震应急科学工程建设推动下,充分考虑云南高原特殊的地形地貌和较为严苛的救灾环境,系统实现了重装与单兵相结合,卫星与地面线路相结合,中国地震局、省政府、省直重要职能部门、州(市)地震部门、灾害现场五位一体的互联互通。该系统具备5个主要功能:一是应急通信,系统集成VSAT卫星、海事卫星、短波通信、4G、无线图传系统,基于卫星网络实现了与国务院抗震救灾指挥中心、云南省人民政府应急指挥中心、抗震救灾指挥部成员单位应急指挥系统、州(市)应急指挥系统的互联互通。当重型装备无法进入极震区的情况下,可由现场队员携带卫星电话、短波通信终端等单兵通信装备深入灾区,

及时保障音视频和电子文档的传输。二是科技保障,系统建成了全省应急基础数据库,配备快速评估系统、出图系统、推送系统和现场灾情综合展示平台,可为抗震救灾指挥部提供科技支撑。三是灾情获取,系统配备了无人机地震灾情获取系统,可快速获取灾区灾情信息。四是会议保障,系统建设了召开指挥部会议必备的办公设备,可通过视频会议实现与后方的沟通联络和震情会商。五是后勤保障,建设了应急餐车、帐篷、睡袋等工作装备,集成了工作装备和个人装备,采用以车代库的方式,确保在震后第一时间快速出队。系统建成后为云南地区32次 $M_s \geq 5.0$ 地震的现场应急处置工作提供了重要的科技支撑。

该系统的保障服务能力与有效应对大震巨灾的需求相比,仍然存在许多薄弱环节。主要表现在以下几个方面:一是现场应急通信网络保障条件复杂多变,地面网络受指挥部所在地电信基础设施、电力供应情况等外部因素制约,卫星通信受天气、地理环境、卫星信号覆盖强弱度、道路通行能力等因素制约。故需要统筹利用地面网络和卫星通信,按照互补互备的原则,根据不同响应级别分层次做好现场通信保障工作,守住现场应急通信保障的底线。二是因技术进步和历史发展沿革,系统采用“分步式”“烟囱式”建设,导致系统之间互联互通兼容性差,尤其是视频会议系统,品牌和型号不统一,网络结构多样化,在多终端互联后易影响视频会议质量。三是现场应急信息服务保障能力不足,部门之间协同性差,信息获取有限,信息碎片化针对性不强,人工分发信息服务效率低。

2 系统优化研究

2.1 地震现场通信网络保障模式优化

云南地区发生 $M_s \geq 5.0$ 破坏性地震后,地震系统现场指挥部需要3类通信网络:分布式互联网、地震信息行业网和地震应急卫星通信网。一般情况下,互联网由指挥部所在地政府协调电信部门提供,通过专线接入指挥部会议室,提供有线及无线两种接入方式,用于现场指挥部各工作小组信息传输。地震信息行业网通过VPN设备穿透接入地震信息行业网保障现场视频会议联通及

行业内信息传输，在网络资源紧张的情况下，通过带宽分配管理设备进行网络资源的动态管理。地震应急卫星通信网由中国地震台网中心信息网络部卫星中心统一调度管理，依托租用的亚洲九号卫星转发器在日常模式下提供 4 M 带宽的卫星通信网，在应急模式下提供 8 M 带宽的卫星通信网，在灾区条件允许时，保障现场视频会议和信息传输需求。

云南省境内 94% 是山地，山川纵横交错，高山峡谷相间。从地质构造看，云南断裂构造十分发育，山高坡陡，沟谷深切，地表破碎。当境内

遭遇强震后，易引发滑坡、滚石、泥石流等次生地质灾害，造成交通、电力、通信中断，车载集成的应急通信指挥车无法在第一时间进入灾区。在这样的极端情况下，需配备背负式的卫星通信便携终端（天通一号、海事、舒拉亚）、短波电台、手持卫星电话等装备搭乘其他交通工具或徒步深入灾区进行应急通信保障。

综上，根据数次地震现场应急通信保障经验，结合云南高原山地环境特征，按照互备互补的原则，分 3 个应用模式级别配置通信模式和主要设备开展现场应急通信保障，其保障模式如表 1 所示。

表 1 3 种层级现场应急通信保障模式
Tab. 1 Three levels of communication-support modes for the post-earthquake field emergency

极震区地面通信状况	通信模式	配备的主要通信装备	网络种类
局部中断	地面为主，卫星为辅	网络和 VPN 设备、卫星电话、便携 VSAT 卫星站	互联网、行业网
部分中断	地面和卫星两者兼顾	网络和 VPN 设备、卫星电话、便携卫星终端、卫星通信车	互联网、行业网、卫星网
全面中断	卫星为主，地面为辅	网络和 VPN 设备、卫星电话、便携卫星终端、卫星通信车、短波电台、单兵图传	互联网、行业网、卫星网

2.2 地震现场应急视频会议系统优化与设计

随着地震应急指挥体系在横向纵向不断扩展，应急指挥技术系统的开放、共享、互联性不断增强，地震现场应急视频会议系统逐渐成为各级地震应急指挥技术系统应用、运维的核心业务工作（李敏等，2017）。破坏性地震发生后，地震现场应急视频会议系统将会在第一时间启动，保障各级指挥部安排部署抗震救灾工作。

2017 年 8 月 8 日、9 日，四川九寨沟、新疆精河分别发生 7.0 级、6.6 级破坏性地震，震后国务院抗震救灾指挥部副指挥长郑国光通过全国地震应急视频会议系统第一时间向发震省地震局和相关部门传达贯彻党中央、国务院重要指示和部署，并先后 7 次主持中国地震局应急指挥部会议，研究落实抗震救灾指挥部署工作，地震系统现场指挥部 5 次参会（林向洋等，2017）。地震现场应急视频会议系统已成为地震应急指挥服务保障的重要工作之一。

地震现场应急视频会议系统已经历了近 10 年的建设应用和发展，系统的设计、建设和应用日臻完善，在震后前后方震情灾情会商、指挥协调

等方面发挥了重要作用，为历次地震应急响应处置工作提供了强有力的科技保障。但应用过程中也暴露了诸多技术问题，影响了视频会议质量。在九寨沟地震应急中，通过全国地震应急视频会议系统组建的 7 次正式指挥部会议贯穿整个地震应急期。会议过程中，大部分时段各节点声音清晰，画面流畅，在第 5 和第 6 次指挥部会议中，四川地震局现场指挥部节点出现过音视频传输卡顿、不同步、声音飘忽等问题（林向洋等，2017）。林向洋等（2017）经过现场还原、实验测试和相关技术分析认为，主要原因是网络条件波动，可利用现有地震应急视频系统平台优势，结合云视频会议、4G 移动视频终端等技术，通过丰富震后应急视频通讯手段提高指挥服务能力。许瑞杰等（2018）认为九寨沟地震应急中的影响因素有 3 个，分别是视频会议设备品牌、型号均不统一，家用型网络设备抗压能力差和网络资源不足，其中网络资源不足是主要因素。解决措施如下：使用的视频会议终端品牌和型号尽量统一；备足专业网络设备；协调电信部门，做好地震时应急通讯的保障，提供高带宽网络。

地震应急视频会议系统组会模式以星形结构为主,中国地震局应急指挥中心作为主会场,受灾省(区)、州(市)、县(区)地震应急指挥中心、地震系统现场指挥部作为主要汇报节点。组建网络以地震行业专网为主,现场指挥部通过VPN穿透进行业内网参会,现场通信指挥车通过地震应急卫星网接入组会。现场指挥部这种入网参会方式,网络穿越的设备多、节点多、稳定性差,出故障不易排查;另一方面现场应急、监测、灾情等各种数据信息都在行业网上传输,并发数据量大造成网络资源紧张。传统的地震现场应急视频会议系统入网和参会模式,已不能充分保障视频会议质量和应用模式需求。

近年来,云计算、移动互联网等新技术在视频会议中的广泛应用,云视频相较于传统视频会议系统,具有较明显的优点:一是兼容性好,云视频系统并不需要抛弃传统的视频会议硬件资源,而是以现有资源为基础,通过调整构架,革新机制的方式来解决异型设备之间的互联,以便最大限度地发挥现有视频会议体系的效能。二是动态

扩展性好,云视频系统通过虚拟化部署和云计算服务,将传统的硬件视频处理资源变成可动态管理和分配的资源池,通过动态分配机制,实现平台内资源池的动态调配,规避传统方式下的单硬件环境(如单台MCU)下存在的资源不够用或使用不均衡的问题。三是组网参会方式灵活方便,对用户的使用场景、网络条件要求不高,用户只需接入互联网就能发起一个视频会议(独立的会议号),其他用户加入这个会议号,便能入网参加会议。综上所述,云视频会议系统既能满足不同终端用户对视频信息的实时沟通和快速反应能力的要求,又实现了对现有视频计算资源(主要指MCU)的整合和扩展,同时提供了优秀的资源动态分配机制(李敏等,2017)。

考虑到现场指挥部是临时性工作场所,客观条件导致指挥部选址具有随机性,现场网络资源差异大、应用场景复杂多变。笔者引入云视频技术,采用多信道、多手段、轻度集成的方式,整合现有通信网络、视频会议、音视频等设备,系统架构设计如图1所示。

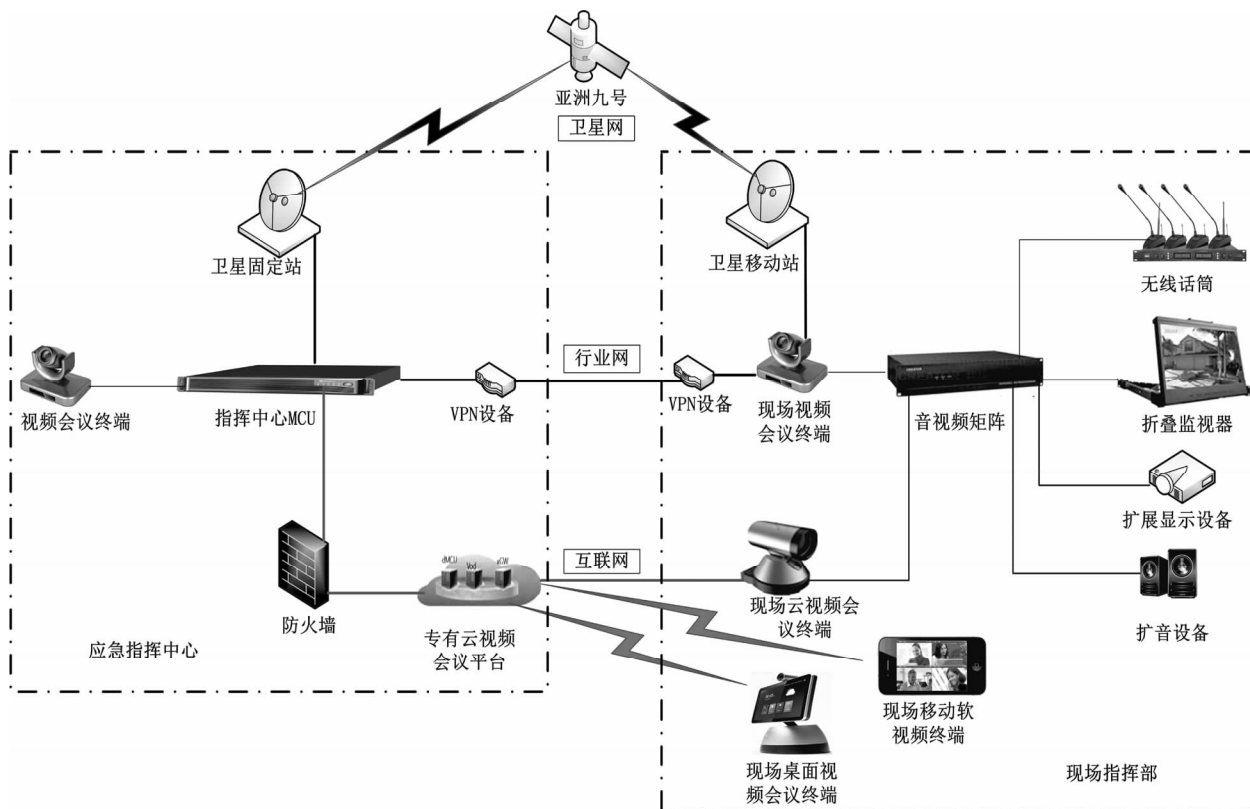


图1 地震现场应急视频会议系统优化后系统架构图

Fig. 1 Structure of the optimized video conference system of the post-earthquake field emergency

优化后的地震现场应急视频会议系统具有3个特点：一是多信道网络资源保障，整合了互联网、行业网、卫星网3种网络，通过互为备份的方式来实现保障；二是在线热备份视频会议系统，现场指挥部配备传统的硬件视频会议和云视频会议，通过独立的网络分别保障，2套视频会议系统同时接入后方指挥中心，保持实时在线的状态，其中一套设备出现故障后，不影响视频会议的正常召开；三是集中控制管理音视频信号，通过轻度集成的方式，将音视频设备进行统一集中管理，避免在信号切换过程中，来回插拔设备连接线，造成信号中断。

2.3 地震现场应急信息服务系统优化与设计

破坏性地震发生后，地震现场工作队在第一时间紧急集结，赶赴灾区开展应急处置工作。在震后的数小时至数天内的特急期内，如何为现场工作队伍在行进途中和灾区提供快速高效的网络化地震应急信息服务，为现场应急指挥决策者提供持续的技术支持和应急产品，在地震现场快速有效地收集、共享、发布各类灾情信息，成为当前地震现场应急科技保障服务面临的重要问题。

传统的地震现场应急信息服务流程是，地震发生后，指挥中心值班人员快速启动评估系统，输入地震三要素，几分钟后产出各类评估文档、

辅助决策、灾区基础背景等信息（张方浩等，2015）。指挥中心工作人员将这些信息拷贝后通过短信、微信、QQ等方式发送给现场工作人员。这样的信息服务方式需要大量的人力成本完成，并且服务对象有限、工作效率低、信息呈碎片化，使用不便。

近年来，云计算、大数据、移动互联网等新一代信息技术的发展对地震现场应急信息服务提供了新思路（郭燕等，2015）。总结和借鉴国内多次地震现场信息服务的经验，笔者利用现代通信、软硬件技术对云南地震现场应急信息服务进行优化设计。优化后的系统使用公有云计算资源，基于云计算的体系架构，充分融合地震系统现有信息资源，结合群智感知信息，震后可快速完成灾害预评估、灾区基础信息提取、应急图件生成、灾情信息收集加工处理，并形成分类信息文档，通过互联网将信息推送到现场工作人员终端设备上。现场用户可通过客户端第一时间将获取的图片、视频、文档等形式多样杂乱零散的灾情信息回传到云端，系统按照预先设定的规则和模板，对原始灾情信息进行梳理加工后，形成专题灾情报告或图件及时推送到指定服务对象终端设备上，优化设计的系统信息流程如图2所示。

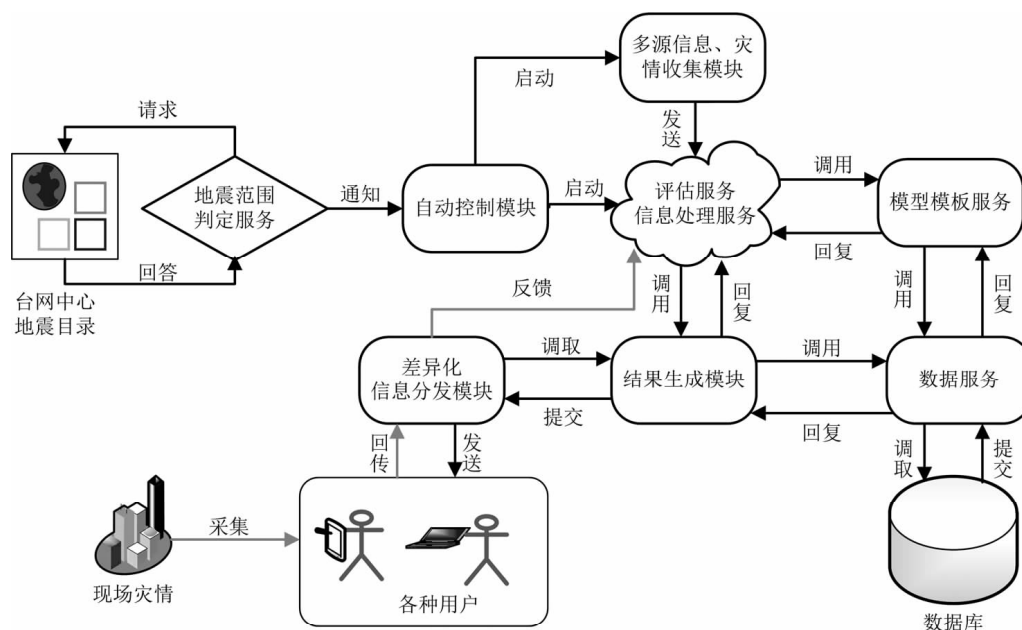


图2 优化后的地震现场应急信息服务系统信息流程图

Fig. 2 Information flow of the optimized information-service system of the post-earthquake field emergency

优化后的地震现场应急信息服务系统具有 3 个特点：一是响应速度快。系统在线实时读取中国地震台网中心发布的地震目录，判定条件成立后，自动进入评估流程，省去人工开启系统消耗的时间；系统利用云计算的动态扩容功能启动多台计算资源参与评估，大大缩短了评估所需时间；系统自动开展互联网灾情信息、应急响应信息收集工作，并对收集到的信息数据进行清洗、梳理、加工制作成专题信息报告，缩短了原来由人工在互联网上收集整理信息所花费的时间。二是服务对象广。系统将原来需要人工向现场工作人员发送信息的工作交由计算机完成，信息发送的速率和范围呈几何级增长，信息服务的效率得到极大的提升，其服务对象不再局限于特定人员，在现场的指挥者、参谋者、执行者等人员，经系统授权后即可通过移动端接收信息。三是智慧化服务。系统通过需求管理为不同服务对象提供差异化信息，利用现场灾情信息反馈机制，实现多次动态评估和信息产品制作，持续不断地为现场应急人员提供信息服务。

考虑到现场网络中断的极端情况，配套设计单机版地震快速评估系统和信息服务系统，为现场指挥部提供应急评估和信息服务保障。最终目的就是通过多种技术手段实现对现场应急信息的快速服务和保障，提升应急信息服务响应的时效性、便捷性、智能化，为地震现场应急处置工作提供重要的信息支撑和指挥决策服务。

3 实际应用和分析

在国家重点地区地震灾害风险评估与应急处置能力建设和省十项重点工程项目的支持下，云南省地震局完成了云南地震现场应急指挥技术系统优化升级和改造工作，并应用于 2018 年 8 月 13 日云南通海 5.0 级地震和 2018 年 9 月 8 日云南墨江 5.9 级地震应急工作。地震发生后，地震现场应急信息服务系统立即启动，将震区基本概况、灾害快速评估结果、辅助决策建议、现场灾情、政府响应措施、救援力量行动等信息通过互联网向地震系统现场指挥部人员发送 50 余条实时信息，为指挥部决策者、专家组、各工作组应急人员第一时间查阅灾区相关信息，了解震区灾情、救灾

实时动态提供了便利。云南省地震局现场综合保障组按照应急工作方案，携带应急通信车、优化后现场应急视频会议系统、卫星电话等装备第一时间赶赴现场。在当地政府部门协调下，电信部门为现场指挥部提供了宽带互联网，实现了无线网络全覆盖保障；依托应急通信车系统，全天候开通卫星通信信道，为指挥部提供应急卫星通信保障。系统在现场指挥部迅速建立起与省地震局、中国地震局和应急管理部的指挥通信系统，实现视频会议、信息传输、会议保障功能，确保了地震应急指挥的通畅。

基于优化后的地震现场应急视频会议系统，同时开启 2 套视频会议设备加入到中国地震局应急指挥中心组建的视频会议中，传统的硬件视频会议终端通过互联网 VPN 穿透进行业内网参会，云视频会议终端通过互联网单向映射接入参会。视频会议联通后，开展视频通话测试，在通海地震后与指挥部工作人员共用 100 M 的网络带宽资源和 1 024 kb/s 的通话速率，测试中发现，2 套设备在视频通话中偶尔会出现马赛克现象。分析其主要原因是：视频会议质量取决于互联网资源的带宽和占用状况，如果指挥部工作人员使用网络传输数据的流量过大会影响视频会议效果。为排除这种干扰，使用流量管理设备将网络资源分配为 2 条 35 M 用于视频会议，1 条 30 M 用于指挥部工作人员使用。在这样的网络模式下，我们对 2 套视频设备进行测试，发现互联网直连的云视频会议效果优于通过 VPN 穿透进行业内网传统视频会议终端。分析其主要原因如下：传统视频会议终端通过 VPN 穿透业内网参会中，受网络中间节点多、设备多的影响，会出现数据传输延迟大、丢包率高的现象，进而影响视频会议质量。在墨江地震现场应急保障中，吸取通海地震应急保障的经验，请求当地政府部门协调电信部门为指挥部提供 2 条 100 M 宽带互联网，其中一条用于视频会议，另一条用于现场指挥部工作人员使用。2 套视频会议系统经多次与后方应急指挥中心联通参会和测试，效果良好，图像和声音都清晰。

通过测试笔者认为，作为汇报节点参会的地震现场指挥部视频会议质量主要取决于网络资源的带宽和占用状况，最优的保障模式是在指挥部提供 2 条 100 M 以上宽带互联网，将视频会议系统

和工作人员使用网络分开；在单一网络资源保障模式下，遇到重要视频会议时，为确保视频会议质量应切断指挥部工作人员使用的网络，优先保障视频会议系统。

4 结论与讨论

根据云南地震现场应急指挥技术系统的发展现状和面临的问题，本文利用行业网、卫星网、互联网3种通信网络，按照互备互补的原则，分级配置优化现场通信保障模式。引入云视频技术，采用多信道、多手段、轻度集成的方式，整合现有网络资源、视频会议、音视频等设备对地震现场应急视频会议系统进行优化。采用云计算资源，基于云计算的体系架构，充分融合地震系统现有信息资源，结合群智感知信息，社会行业大数据信息，对现场应急信息的提取、加工、产出、分发等过程进行了优化。优化后的地震现场应急指挥技术系统在通海、墨江地震中的初步应用体现了其作用和价值，证明其是适合云南地震应急实际需求的。但是地震现场应急保障面临的形势和要求是不断变化的，新一代通信技术（5G）和设备（人工智能）在不断发展进步，未来在现场应急协同保障、灾情获取识别、信息服务产品制作等方面还有大量的关键技术和问题需要深入研究和探索。

为适应新形势下地震现场应急通信、科技保障以及信息互联互通的需求，应着力解决极端环境下“大而全”的车载现场应急指挥技术系统无法进入灾区的问题；现场技术系统应向模块化、多功能方向发展，既能多设备集成使用，也能单设备独立使用；现场应急设备应向便携化、小型化方向发展，对应用环境的适应能力强，避免出现小震用不着、大震用不上的尴尬局面。

地震应急信息服务系统云化是未来发展的趋势，云计算资源具有响应速度快、稳定性好、扩展性强、管理使用方便等特点。未来可以通过云计算、云服务搭建一个技术先进、功能齐全、通用性好的地震应急信息服务平台，引入互联网社会大数据、行业大数据参与地震灾害动态评估，

解决应急信息服务产品碎片化、服务对象小众化等服务保障能力弱的问题，解决如何将应急信息通过互联网送达政府机构、行业部门、社会群众等服务对象最后一公里、一公尺的问题，从而提供一种可行的技术方法。

参考文献：

- 邓树荣,曹彦波,张方浩,等.2017.基于AHP方法的云南地震现场通信技术系统应急响应模式研究[J].地震研究,40(2):277-285.
- 郭燕,陈思颖,石砚斌.2015.基于可信云服务的地震信息共享平台设计[J].防灾科技学院学报,17(3):78-83.
- 贾宁,韶丹,姬建中,等.2015.陕西地震应急通信指挥车改造和系统集成关键技术研究[J].震灾防御技术,11(2):403-411.
- 姜立新,聂高众,帅向华,等.2003.我国地震应急指挥技术体系初探[J].自然灾害学报,12(2):1-6.
- 姜立新,吴天安,刘在涛,等.2004.地震现场应急指挥技术系统的结构与设计[J].地震,24(3):35-41.
- 康江,李姜,吕国军,等.2017.河北地震现场应急通信系统关键技术研究[J].防灾减灾学报,33(4):95-99.
- 李敏,吴艳梅,李永强.2017.云视频技术在省级地震应急指挥系统中的应用探讨[J].地震研究,40(4):655-660.
- 李永强,曹刻,赵恒,等.2007.云南地震应急卫星通讯技术的系统集成与应用[J].地震研究,30(1):93-98.
- 林向洋,郑通彦,姜立新,等.2017.九寨沟7.0级、精河6.6级地震应急视频会议系统应用及问题探讨[J].中国地震,33(4):798-811.
- 娄世平,杨玉永,刘瑞峰,等.2018.基于Android智能终端的地震现场应急指挥技术系统运维信息管理平台[J].震灾防御技术,13(3):727-735.
- 吴楠楠,洪惠群,黄宏生,等.2012.福建地震现场应急通信指挥车集成改装项目的实施[J].华南地震,32(2):87-91.
- 许瑞杰,李兆隆,曹彦波,等.2018.四川九寨沟7.0级地震现场视频会议系统问题及原因探讨[J].四川地震,(2):35-38.
- 杨理臣,胡玉,郭鹏,等.2014.青海省地震应急卫星通信车改进与完善的探索[J].高原地震,26(4):58-61.
- 张方浩,邓树荣,杜浩国,等.2018.基于熵权法的云南县域历史地震灾害等级评价[J].地震研究,41(2):319-327.
- 张方浩,李永强,余庆坤,等.2015.省级地震应急信息公共服务平台设计探讨[J].震灾防御技术,10(3):657-663.
- 赵恒,周兰江,曹刻,等.2007.云南省地震局地震应急通信系统在2007年宁洱6.4级地震中的应用及发展[J].地震研究,30(4):395-400.
- 周光全,施卫华,毛燕.2003.云南地区地震灾害损失的基本特征[J].自然灾害学报,12(3):81-86.

Optimization of the Yunnan Post-Earthquake Field Emergency Command Technical System Based on Cloud Technology

ZHANG Fanghao, LI Yongqiang, CAO Yanbo, LI Zhaolong, DENG Shurong, HE Shifang, DU Haoguo
(Yunnan Earthquake Agency, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract

In this paper, we firstly give a brief introduction to the current situation of the Yunnan Post-Earthquake Field Emergency Command Technical System, and find some problems in the main parts of the system, such as communication network guarantee, video conference interconnection and emergency information service etc. . Aiming at these problems, we optimize and upgrade the the system by using cloud computing, big data, and autonomous satellite communication etc. , and applied it in some earthquake. The results show that based on cloud technique and cloud computing resources, the Yunnan Post-Earthquake Field Emergency Command Technical System optimized by the three response modes can meet the request of the earthquake emergency in Yunnan.

Keywords: emergency command; post-earthquake field; information service; video conference; cloud computing