

许瑞杰, 贾召亮, 曹彦波, 李永强, 李兆隆, 李敏, 郑川, 吴艳梅, 2020. 云南地震应急视频会议组网模式研究. 震灾防御技术, 15 (3): 581—590. doi: 10.11899/zfy20200312

# 云南地震应急视频会议组网模式研究<sup>1</sup>

许瑞杰 贾召亮 曹彦波 李永强  
李兆隆 李敏 郑川 吴艳梅

(云南省地震局, 昆明 650224)

**摘要** 本文在分析国内地震系统应急视频会议建设、组网和应用的基础上, 根据云南地震应急视频会议部署现状, 提出日常、演练和应急 3 种视频会议组网模式, 并在 2018 年 8 月 13 日、14 日 2 次通海 5.0 级地震和 2018 年 9 月 8 日墨江 5.9 级地震应急视频会议组网中进行检验, 检验结果表明, 该系统符合云南省实际情况。

**关键词:** 云南地震应急视频会议 视频会议关键参数 组网模式 通海地震 实例分析

## 引言

大地震发生时, 抢救生命为第一要务, 但高烈度区常造成供电、交通、通信等生命线工程中断, 使灾情数据获取、灾情信息提取及灾情上报与发布等工作出现困难, 严重阻碍应急救援工作。多次大地震应急实践表明, 视频会议具有快速联动的特点。在最短的时间内实现视频、语音和数据共享, 保证地震应急信息快速传递、高效处理, 是支持防震减灾工作的有效手段。

云南省是我国地震灾害损失最严重的地区之一, 地震频度高, 震级大, 分布广, 灾害重, 且地貌复杂, 山高谷深, 沟壑纵横, 河流纵横, 防震减灾工作面临严峻挑战。在中国地震局和云南省人民政府防震减灾“十五”“十一五”“十二五”等应急重大科学工程支持下, 云南省建成 1 套纵向覆盖中国地震局、云南省地震应急指挥大厅、云南省地震现场指挥部、16 个州市级地震部门、129 个县级地震部门, 横向覆盖 30 余省政府抗震救灾指挥部成员单位、省应急厅和省消防总队及其下属支队的多网段互联地震应急视频会议系统。但随着云南省震情形势日益严峻, 新形势下抗震救灾要求越来越高, 云南地震应急视频会议系统节点逐渐增加, 承担的工作越来越多、越来越杂, 逐渐出现了建设成本高、设备兼容性差、带宽速率不足等问题。因此在新形势下, 建设全时程高质量支持跨网段、多信号的应急视频会议系统成为关键问题。

<sup>1</sup> 基金项目 国家重点研发计划项目 (2018YFC1504504)

[收稿日期] 2020-01-15

[作者简介] 许瑞杰, 男, 生于 1992 年。助理工程师。主要从事应急指挥工作。E-mail: 774143003@qq.com

# 1 现状分析

## 1.1 地震部门视频会议系统现状分析

自 2000 年“十五”数字地震观测网络项目建设以来,中国地震局架设了地震行业专网,建成了 2 套地震应急视频会议系统,其中 1 套基于 H.323 标准,覆盖全国各省级地震局指挥中心(刘在涛,2010),另 1 套基于 VAST 卫星通信网,覆盖国家、省级地震局指挥中心和现场移动通信车。在中国地震局指导和省人民政府的支持下,多个省开始对地震应急视频会议系统进行升级改造,如黑龙江省建设了以省局为中心、以 10 个直属地震台站为分会场的视频会议系统(高东辉等,2014),辽宁省建设了下达 14 个县级应急指挥大厅的视频会议系统(于浩等,2016),四川省建设了以应急指挥大厅为中心,联通中国地震局、四川省委省政府、地震应急现场、外省地震局及省级相关部门、部分市(州)、县(区)视频会议系统(张翼等,2012)。随着通信技术的发展,基于 3G、4G 信号和互联网的地震现场视频会议系统逐渐得到应用,如张方浩等(2019)提出基于互联网多信道轻度集成的现场视频会议系统架构,徐年等(2015)和张洁等(2014)探讨了 3G 技术在地震视频会议中的应用。通信网的扩展导致地震应急视频会议节点增多,地震工作者对组网模式进行了探讨。张维佳等(2013)提出地震应急视频会议组网有行业网和卫星网,组网结构分为点点结构、网状结构和树状结构;郑树平等(2016)提出组网模式有单网、双网、多网和外网;林向洋等(2019)分析多层次跨网视频会议系统架构特点,着重分析跨网段“背靠背”转发优化,提出多层次树状组网结构。地震应急视频会议逐渐在地震应急、联调测试、会商讨论、远程培训等方面发挥巨大作用(郑树平,2013;孙艺等,2014;贾军鹏等,2016;郁璟贻等,2018)。

值得注意的是,视频会议已在地震系统中经历十多年的发展,单纯基于硬件的视频会议日趋饱和,逐渐出现视频会议效果不佳的问题,如设备兼容性和稳定性不足(林向洋等,2017)、带宽速率不足(许瑞杰等,2018;张方浩等,2019)等。因此,为支持跨网段、多信号的应急视频会议,部分省级地震部门开始探索云视频在地震系统中的应用,如李敏等(2017)通过搭建云视频原型,发现采用云技术的视频会议系统在连通性、扩展性和资源优化性方面具有巨大优势;杨玉永等(2017)依托移动智能终端,通过测试证明云视频具有扩展性强、多源信息融合、移动灵活的特点。

## 1.2 地震部门视频会议关键技术参数现状分析

目前地震部门采用的高清视频会议系统关键技术参数包括以下 3 个方面:①网络通信协议。国际上网络通信协议主要标准有 H.323 和 SIP,但由于 H.323 属于 ITU 标准,更易与传统电话网兼容,且推出较早,协议发展较成熟,解决了点对点及多点视频会议中如呼叫与会话控制、多媒体与带宽管理等问题,是目前主流的通信协议。②音视频编码技术。目前最新的视频编码标准为 H.265,在传输码率和占用内存方面优于 H.264,但由于高昂的专利费用和硬件性能高需求,H.264 仍是主流视频编码标准(表 1)。在宽带音频协议方面,G.719 音频由于带宽更宽、传输码率较低、运算相对简单、时延低,是主流的音频协议(毛婷,2015)。③图像标准。图像标准即图像分辨率,常见标准有 CIF、4CIF、720P、1080P 等,在 H.323 协议簇中规定了各种标准的分辨率。随着视频会议的发展,视频会议图像标准越来越趋于 720P 和 1080P。

表 1 主流视频编码标准优缺点对比表

Table 1 Comparison of advantages and disadvantages of mainstream video coding standards

机构	视频编码标准	优点	缺点
IEC	MPEG-1	不激烈的视频信号可获得较好的图像质量	动作激烈的视频易产生马赛克
	MPEG-2 (Part 2)	具有 CD 级的音质, 支持隔行扫描和逐行扫描	压缩比低, 数据量大, 不适合传输
	MPEG-4	压缩率高, 兼容性好	专利费用较高
ITU-T	H.261	不激烈的视频信号可获得较好的图像质量	动作激烈的视频易产生马赛克
	H.263	能提供更好的图像质量、更低的速率, 安装方便, 可方便进行二次开发	限制了图像输入格式
	H.264	具备超高压缩率, 压缩率为 MPEG-2 的 2 倍, 为 MPEG-4 的 1.5 倍, 利于传输, 纠错能力高, 专利费用低	对硬件要求较高
	H.265	更低传输速度实现普通高清音视频传送, 同样的画质和码率, H.265 较 H.264 占用的存储空间少 50%—60%	专利费用高昂, 对硬件要求高

## 2 组网模式研究

### 2.1 部署情况

在 2005 年中国地震局“数字地震观测网络项目”、2009 年“云南地震安全工程”和 2015 年“云南省全面加强预防和处置地震灾害能力建设 10 项重点工程”的支撑下, 建成了 1 套分布式多网段互联的地震应急视频会议系统, 该系统由省局指挥中心、现场工作队和州市县级指挥中心组成(图 1), 其中省局指挥中心部署 5 套视频会议终端、3 套 MCU, 现场工作队部署 4 套视频会议终端, 州市县级指挥中心共部署 145 套视频会议终端, 州市级指挥中心部署 16 套 MCU 设备。该系统现有 173 套视频会议设备, 穿透 5 个通信网(表 2)。通过地震行业网实现国家中心-省级中心-州市中心-县区中心的 4 级视频联动, 其中各州市配置 1 套 MCU 设备, 可自行完成州市组会。通过卫星网实现省局指挥中心和现场工作队的互联互通, 同时使用互联网作为前后方互通的手段, 通过电子政务网实现与 30 余家省级抗震救灾指挥部成员单位的互联互通, 通过消防系统专网实现与云南省应急厅和云南省消防总队及下属支队的互联互通。

表 2 云南省地震应急视频会议系统终端

Table 2 Yunnan earthquake emergency video conference system terminal

组成部分	终端品牌	数量/套	网段
省局指挥中心	宝利通 HDX8000	1	行业网
	宝利通 HDX7000	1	行业网
	宝利通 MCU	3	行业网
	中兴 T600	1	电子政务网
	华平 CS1900	1	消防系统专网
	小鱼易连	1	互联网

续表

组成部分	终端品牌	数量/套	网段
现场工作队	小鱼易连	1	互联网
	宝利通 HDX7000	2	卫星网
	华为 TE	1	卫星网
州市县级指挥中心	宝利通 HDX7000	145	行业网
	宝利通 MCU	16 (州市部门)	行业网

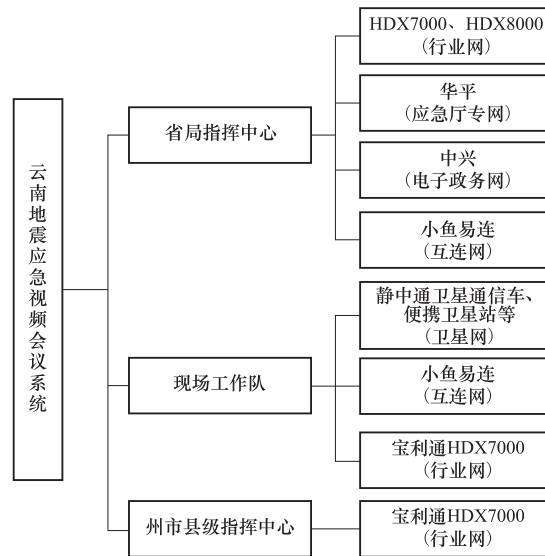


Fig. 1 Yunnan earthquake emergency video conference system

## 2.2 日常模式

日常模式用于日常点名、政务会议、学术讲座、视频会商等。视频会议有点对点组网和多点组网 2 种连接方式，使用网络包括行业网、电子政务网和消防系统专网。每周通过电子政务网和消防系统专网与省政府总值班室和省应急厅联调点名，有时服务于应急管理部或中国地震局组织的各类应急讲座和重大政务会议，台站、州市地震部门甚至县级地震部门通过 MCU 级联的方式参与讲座。日常模式下的视频会议以行业网多点连接为主（图 2），该模式下虽然点多，但通信信道多为地震行业网，因此音视频通信质量高，传输稳定。

## 2.3 演练模式

演练模式主要分为月演练、季度演练和年度演练，其中月演练通过卫星网联通云南省地震局灾害应急指挥中心与现场工作队；季度演练通过 MCU 将 2 个不同网段的各终端联通，包括处在行业网内的西南片区各后方指挥大厅和卫星网内的各现场工作队；年度演练由中国地震局组织，连接下属各省局地震局和成员单位，定期与省应急和消防总队进行演练测试。演练模式包括以下特点：①跨网段互联，实现卫星网与行业网的互联；②多点连接，进行季度演练时，至少连接 3 家单位；③演练模式通信质量不稳定，延迟波动大（图 3）。因后方指

挥部与现场工作队通过卫星网进行联通，易受天气和环境影响，尤其是在阴雨天和遮挡物较多的地区，常出现声音和视频卡顿现象。

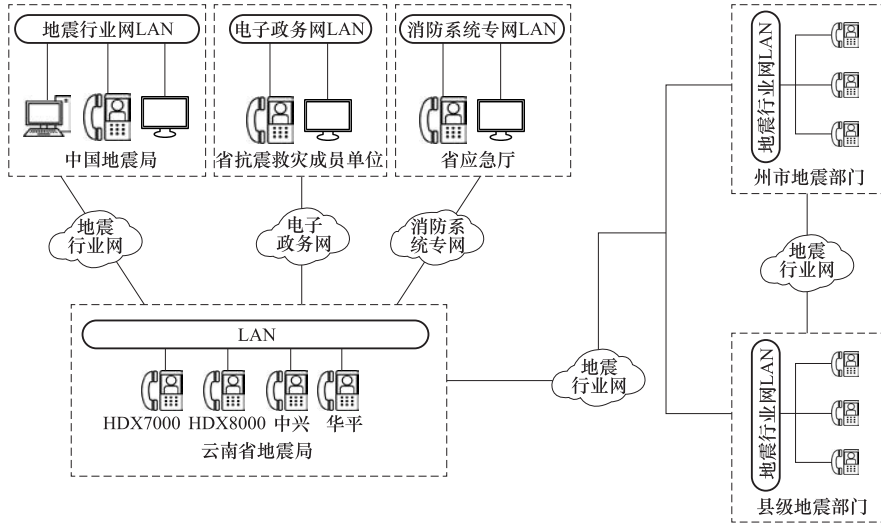


图 2 日常模式拓扑图

Fig. 2 Topology diagram of daily mode

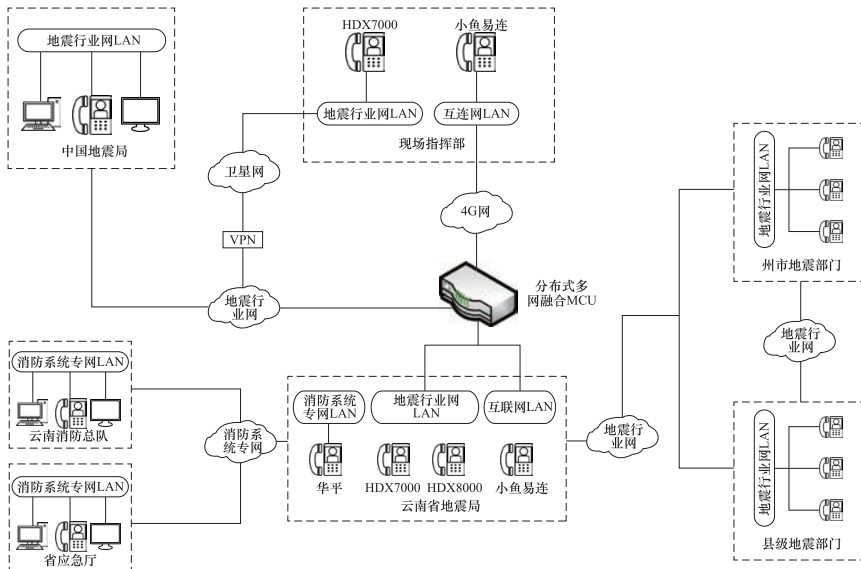


图 3 演练模式拓扑图

Fig. 3 Topology diagram of drill mode

### 2.4 应急模式

地震应急期间连接的单位主要有应急管理部、中国地震局、州市地震局、县地震局、现场指挥车、省政府应急办等，连接的网段有行业网、卫星网、互联网和电子政务网，因此，应急模式为多点跨网段连接。破坏性地震发生时，由中国地震局统一组会，连接国家应急管理部、云南省后方指挥部、云南省现场工作队、州市地震部门和县级地震部门。同时，云南

省后方指挥部作为单个节点，分别通过电子政务网和消防系统专网加入省抗震救灾指挥部视频会议和应急厅视频会议系统，图 4 为应急模式拓扑图。

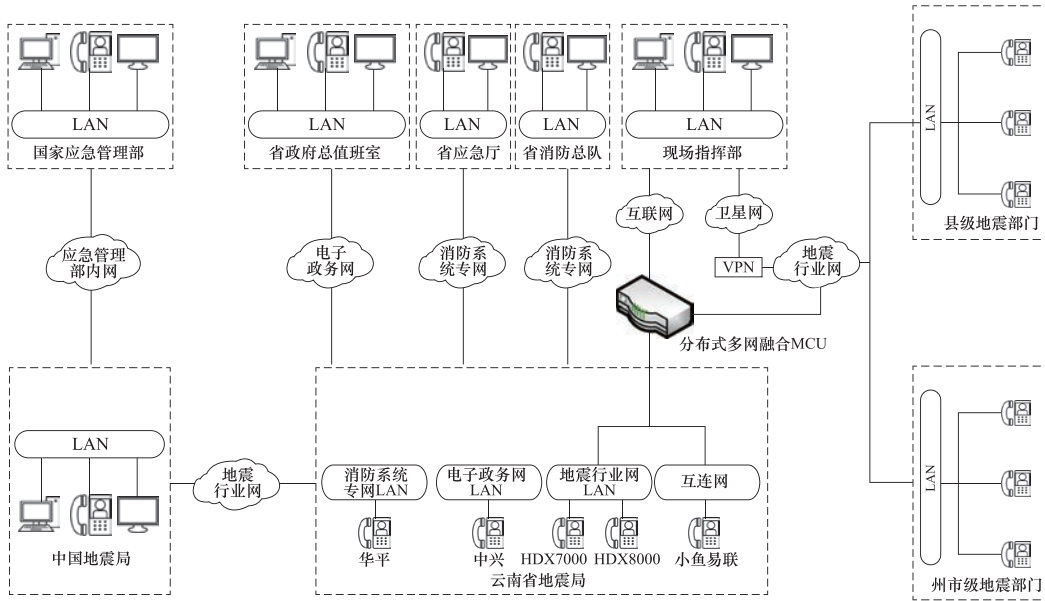


图 4 应急模式拓扑图

Fig. 4 Topology diagram in emergency model

应急模式关键点如下：

(1) 音视频矩阵转发信号。基于卫星网和互联网的视频会议采用网络穿透的方式接入行业网，实现与基于行业网视频会议的互联互通。出于网络安全考虑，根据“背靠背”原理，基于电子政务网和消防系统专网的视频会议将音视频信号并入音视频矩阵，将所有网段视频会议信号并入音视频矩阵，通过音视频矩阵相互转发的方式实现不同网段视频会议系统的互通。

(2) MCU 组会模式的选择。MCU 需在 CP 模式和 COP 模式中选择，CP 模式和 COP 模式均可将多个终端图像进行整合，形成多画面图像，再将多画面图像发送给不同终端，但 COP 模式存在终端分类，而 CP 模式不分类。在相同的硬件资源下，CP 模式更灵活，对终端呼叫速率、协议和分辨率没有要求，且每个终端专门分配 1 组独立的处理资源，适合终端类型丰富、融合不同网络通信的多点视频会议，因此是地震应急的首选模式。

(3) 呼叫速率的统筹。目前云南地震应急视频会议各网段带宽在理论上能支持高清甚至超清视频会议，但在应急期，接入互联网的设备多，现场应急、监测、灾情等各种数据信息均在行业网上传输，导致互联网和行业网资源不足以保障视频会议效果。尤其是现场通信受天气、地理环境、卫星信号覆盖强弱度、道路通行能力等因素的制约较大，8MB 的带宽难以保障视频会议效果，需统筹利用地面网络。电子政务网和消防系统专网接入设备少，且视频联通为单点模式，视频效果良好。针对上述问题，后方指挥部需对行业网和互联网资源进行分配，保障行业网和互联网至少有 35MB 带宽用于视频会议系统；现场工作队所在地政府协调电信部门提供互联网专线，通过 VPN 设备穿透接入行业网，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，而电子政务网和消防系统专网资源充足，无须进行分配，各网段呼叫速率见表 3。

表 3 各网段呼叫速率

Table 3 Call rate of each network segment

网段	带宽/M	最大呼叫速率	实际呼叫速率范围
行业网	100	10MB/s	0—3MB/s
互联网	100	10MB/s	0—3MB/s
卫星网	8	819.2kB/s	0—512kB/s
电子政务网	50	5MB/s	0—4MB/s
消防系统专网	100	10MB/s	0—4MB/s

通过上述方式实现各级单位视频会议的互联互通，同时配合视频矩阵和数字调音台，将数字电视信号、工位计算机信号、苹果盒子信号、华为盒子信号等其他外接设备信号接入音视频矩阵，最终实现云南地震应急视频会议系统跨网段、多信号的互联互通。

### 3 应用分析

2018 年以来，云南省相继发生了 3 次 5.0 级以上破坏性地震，前后方视频会议系统在指挥决策、灾情获取、信息上报等方面发挥了重要作用。2018 年 8 月 13 日、14 日云南通海发生 2 次 5.0 级地震后，中国地震局应急指挥中心通过 MCU 使用 CP 模式将台网中心、台网中心办公室、云南省后方指挥部、地震现场工作队、玉溪市防震减灾局和通海县防震减灾局联通（图 5、图 6（a））。2018 年 9 月 8 日墨江 5.9 级地震发生后，中国地震局应急指挥中心通过 MCU 使用 CP 模式将台网中心、云南省后方指挥部和地震现场工作队联通，并通过音视频矩阵转发应急管理部信号，同时后方指挥部联通云南省总值班室，通过音视频矩阵转发的方式并入视频会议（图 6（b）、图 7）。

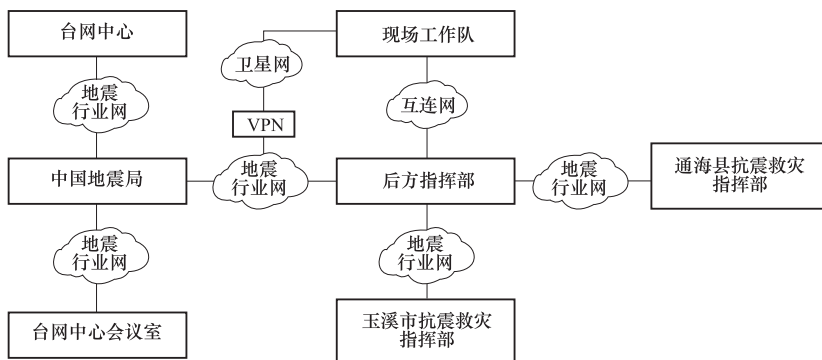


图 5 通海地震连接节点示意图

Fig. 5 Schematic diagram of Tonghai earthquake connection nodes

在通海地震应急保障中，云南省后方指挥部、玉溪市防震减灾局和通海县防震减灾局采用 2MB/s 呼叫速率，现场工作队采用 2 套设备，其中 1 套用卫星网穿透行业网，另 1 套用互



联网以 1MB/s 的呼叫速率并入中国地震局组建的视频网络, 快速形成国-省-市-县 4 级联通。应急期间发现基于行业网的节点视频会议效果良好, 但现场 2 套视频设备视频效果较差, 甚至出现马赛克现象。这是因为采用 VPN 穿透行业网时, 中间节点多, 延迟高, 且互联网资源被占用。在墨江地震应急保障中, 后方指挥部使用中兴终端通过电子政务网采用 2MB/s 的呼叫速率联通省抗震救灾指挥部, 使用宝利通终端通过行业网采用 2MB/s 的呼叫速率联通中国地震局, 同时采用音视频矩阵实现电子政务网和行业网视频会议的互联互通。现场工作队总结通海地震应急保障经验, 按照应急模式, 采用 2 条 100MB 宽带, 1 条用于业务工作, 1 条用于视频会议, 实现专网专用, 视频会议专线至少有 35MB 的带宽。整个应急期间, 前后方视频会议效果良好。



图 6 视频会议连接情况

Fig. 6 Video conference connection

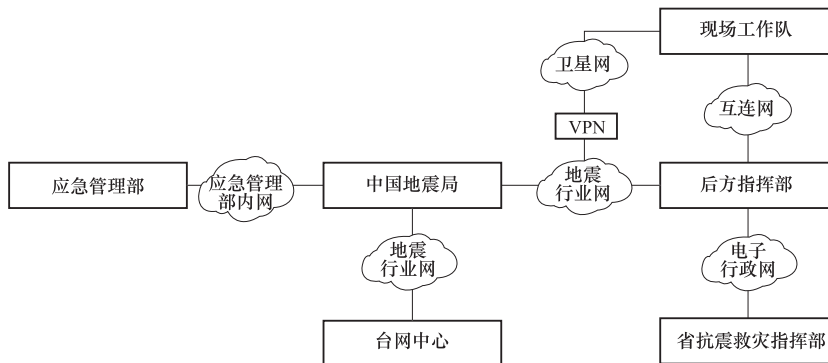


图 7 墨江地震连接节点示意图

Fig. 7 Schematic diagram of the Mojiang earthquake connection nodes

## 4 结论

本文分析了地震部门应急视频会议系统的发展现状, 以云南省地震应急视频会议系统为例, 分析日常、演练和应急 3 种视频会议组网模式及 3 个应急模式关键点。通过 2018 年 8



月 13 日、14 日 2 次通海 5.0 级地震和 2018 年 9 月 8 日墨江 5.9 级地震对应急视频会议系统进行了检验, 表明该系统符合云南省实际情况。

云南地震应急视频会议系统应急模式取得了较好的实际应用效果, 但该系统基于硬件设备, 具有一定局限性。随着 5G 技术的普及, 将为视频会议提供高可靠、低延时、高质量的网络保障, 且高扩展性和高兼容性的移动智能终端简化了视频会议终端设备, 高便捷性、高可靠性和高融合性的云视频是今后视频会议发展的趋势, 将云视频引入地震系统是今后研究的重点。

## 参考文献

- 高东辉, 姜博, 李大伟等, 2014. 黑龙江省地震台站软件视频会议系统建设与应用. 防灾减灾学报, **30** (4): 82—86.
- 贾军鹏, 李振波, 吕国军等, 2016. 河北省地震应急高清视频会议系统的建设与应用. 中国应急救援, (4): 60—64.
- 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. 地震研究, **40** (4): 655—660.
- 林向洋, 高小跃, 吴天安等, 2019. 应急管理部多层次视频会议系统跨网段转发技术. 地震地磁观测与研究, **40** (4): 138—145.
- 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. 中国地震, **33** (4): 798—811.
- 刘在涛, 吴天安, 郑通彦等, 2010. 全国地震应急视频会议系统建设及应用. 地震地磁观测与研究, **31** (04): 119—125.
- 毛婷, 2015. G. 719 音频编码器的改进. 北京: 北京理工大学.
- 孙艺, 于浩, 刘琳婷等, 2014. 辽宁省地震应急指挥中心互联平台在地震应急救援中的应用. 防灾减灾学报, **30** (3): 101—104.
- 徐年, 章熙海, 高飞等, 2015. 地震应急指挥车现场应急通信技术系统的设计与实现. 智能计算机与应用, **5** (1): 5—8.
- 许瑞杰, 李兆隆, 曹彦波, 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. 四川地震, (2): 35—38.
- 杨玉永, 董翔, 娄世平等, 2017. 云视频会议在现场应急指挥中的应用. 电视技术, **41** (11—12): 220—224.
- 于浩, 耿晨, 蒋越等, 2016. 视频会议系统在地震应急中的应用. 防灾减灾学报, **32** (3): 91—94.
- 郁璟贻, 张海涛, 罗桂纯等, 2018. 地震应急视频会议系统的建设与应用. 中国应急救援, (5): 31—34.
- 张方浩, 李永强, 曹彦波等, 2019. 基于云技术的云南地震现场应急指挥技术系统优化. 地震研究, **42** (2): 257—264.
- 张洁, 潘丹, 何琳等, 2014. 基于 3G 信号的地震现场无线视频会议系统. 中国科技信息, (17): 126—127.
- 张维佳, 姜立新, 李晓杰等, 2013. 全国地震应急视频会议系统组网模式. 地震地磁观测与研究, **34** (3—4): 188—194.
- 张翼, 林洋, 唐姝娅, 2012. 四川地震应急指挥大厅技术系统集成及应用. 四川地震, (4): 34—37.
- 郑树平, 丁小牛, 高翔, 2013. 山西省地震应急视频会议系统建设与应用. 山西地震, (4): 41—43.
- 郑树平, 丁小牛, 高翔, 2016. 不同组网模式下的地震应急视频会议系统. 信息技术, (6): 173—176.

## **Research on the Networking Mode of Yunnan Earthquake Emergency Video Conference**

Xu Ruijie, Jia Zhaoliang, Cao Yanbo, Li Yongqiang, Li Zhaolong,  
Li Min, Zheng Chuan and Wu Yanmei

(Yunnan Earthquake Agency, Kunming 650224, China)

**Abstract** Based on the analysis of the construction, networking and application of emergency video conferencing in domestic seismic systems, this paper proposes three video conferencing networking modes for daily, drill and emergency according to the current situation of Yunnan emergency video conferencing deployment. On May 13 and 14, 2018, the two 5.0-magnitude earthquakes in Tonghai and the August 9, 2018 Mojiang 5.9 earthquake emergency video conference network were verified and tested.

**Key words:** Yunnan earthquake emergency video conference; Key parameters of video conference; Networking mode; Tonghai earthquake; Case analysis