

破坏性地震的应急通信需求与应用初探^{*}

赵恒, 白仙富, 张方浩, 苗云西, 陈征山

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

摘要: 通过分析 $M_s 5 \sim 6$ 、 $M_s 7 \sim 8$ 及 $M_s 8$ 以上地震案例造成的地面通信受损规律, 剖析不同震级地震应急通信的主体通讯业务, 针对目前地震行业的通信技术系统现状, 探讨了地震应急通信开展方式。

关键词: 破坏性地震; 应急通信; 地面通信; 卫星通信

中图分类号: P315.95

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2012)01-0139-06

0 引言

在破坏性地震发生后, 综合利用各种通信资源, 以保障救援、紧急救助、灾害评估等得以顺利进行所需的通信手段和方法, 总称为地震应急通信。

破坏性地震发生后, 会对地面通信手段造成不同程度的破坏, 破坏的程度因地震等级、地理环境等因素而异。地震应急工作将产生大量灾情信息、救灾决策意见等, 前后方的各种信息交流是地震应急救援工作一个重要环节, 震后的应急通信至关重要。研究破坏性地震造成的地面通信破坏规律, 探讨应急通信的相关应用, 对震后的应急通信工作开展具有现实意义。

目前, 主体通信根据传输载体由地面通信设施及卫星通信构成, 地面通信设施作为常用的通信方式具有便捷、覆盖广、资费低等特点, 但在破坏性地震中, 地面通信设施往往会遭到不同程度的损坏; 卫星通信具有全球覆盖性, 环境要求较低, 不受灾害、气候等因素影响, 而且安全、稳定等特点。对比两者的特点可以看出, 破坏性地震的应急通信工作应结合使用两者, 研究如何更合理搭配使用, 对提高应急通信效率具有重要意义(林智慧, 李磊民, 2007; 郭宝, 高谦, 2007)。

随着通信技术的逐步发展, 震后的应急通信手段日趋完备, 同时地震工作者对应急通信的要求也日益提高。通过“九五”、“十五”的建设, 地震行业的应急通信技术系统逐步完善, 为震后的应急通信工作奠定了较好基础。在破坏性地震

达到一定程度时, 地震行业需开展灾区现场的灾害评估、预测、监测、救援等工作, 虽然各项工作对应急通信的要求不一, 但总体来看应急通信的主要业务包括语音通信、数据传输、视频会议。研究如何应用地面通信与卫星通信相结合的方式来提高应急通信业务的保障能力具有现实意义(李大辉等, 2001)。

1 地震对地面通信的影响及卫星通信需求分析

破坏性地震发生后, 对灾区的通信会造成不同程度的影响: (1) 地震使通信磁场受到影响; (2) 地震造成通信设备的损坏; (3) 震后灾区的通信量激增, 通信设施超负荷运转, 通信成功率降低。地面通信设施包括通信机房、基站、光纤、节点、宽带等, 无线网络包括 GPRS、CDMA 及近年发展起来的 3G 业务。

1.1 $M_s 5 \sim 6$ 地震的通信状况总结与分析

笔者选取 2003 年以来云南省发生的 5 ~ 6 级地震震例进行地面通信设施破坏的统计分析, 见表 1。

由表 1 可以看出: (1) GPRS、CDMA 等基本承受不了海量数据的传输业务, 3G 业务应引入使用; (2) 语音通信基本正常, 但在烈度 VII 度以上区域存在一定盲区; (3) 地面网络基本正常; (4) 应急通信主体依托地面通信, 卫星通信可作为极端条件下的备用手段。

1.2 $M_s 6 \sim 7$ 地震的通信状况总结与分析

对 2003 年以来云南省发生的 $M_s 6 \sim 7$ 地震震

^{*} 收稿日期: 2011-06-28.

基金项目: 2011 年度地震行业科研专项“西南地震应急对策新模式与关键技术研究(201108013)”资助。

例进行地面通信设施破坏统计分析, 见表 2。

由表 2 可以看出: (1) 地震造成的地面通信破坏比重大, 具有明显的区域性特征, 在低烈度区地面通信能保持基本正常; (2) CDMA、GPRS 基本不可支撑海量数据传输业务, 电信 3G 业务在低烈度区可正常使用; (3) 语音业务除高烈度区外, 基本能正常使用; (4) 地面网络在 VII 度及以下区域基本正常; (5) VIII 度及其以上区域需要卫星通信支持。

1.3 $M_s7 \sim 8$ 地震的通信状况总结与分析

7 ~ 8 级地震均会造成灾区在数天甚至更长时间内的通信彻底瘫痪。如 1988 年 11 月 6 日云南澜沧—耿马 7.6、7.2 级地震和 1996 年 2 月 3 日云南丽江 7.0 级地震, 分别导致澜沧、耿马、丽江 3 个县城通信完全中断。1995 年 1 月 17 日日本阪神

7.2 级地震致使灾区通信中断, 而周围地区通信量激增为平时的 50 倍, 通信系统处于瘫痪状态。日本政府动用自卫队机载卫星系统才将灾区信息传出。2010 年青海玉树 7.1 级地震造成杂多、囊谦县电信固定网不通: 全州 44 个 C 网基站中有 22 个基站退服, 218 个小灵通基站中有 209 个退服; 中国移动: 全州 98 个基站有 34 个正常、64 个阻断; 中国联通: 全州联通基站 37 座 (其中 3G 基站 4 座), 地震造成 15 个基站退服 (其中 3G 基站 1 座) (李永强等, 2007)。经紧急修复, 震后第二天, 主要区域的通信能保持基本正常。

由以上分析可得出: (1) 地震造成的通信设施破坏范围较广, 随着科学技术的发展, 震后恢复效率明显提高; (2) 语音业务在极灾区大范围中断或拥堵, 通信成功率偏低; (3) 无线网络在

表 1 $M_s5 \sim 6$ 地震地面通信设施破坏统计及地面通信业务分析
Tab. 1 Statistics of the damaged ground communication equipments and analysis
of the ground communication work of $M_s5 \sim 6$ earthquakes

发震时间 年-月-日	地点	震级 M	烈度	通信设施完好度	语音	地面网络	无线网络
2003-11-15	云南鲁甸	5	VII	总体完好	正常	正常	拥堵
2003-11-26	云南鲁甸	5	VII	总体完好	正常	正常	拥堵
2004-08-10	云南鲁甸	5.6	VIII	局部破坏	局部瘫痪	局部毁坏	不能使用
2004-10-19	云南保山	5	VI	完好	正常	正常	速率低
2004-12-26	云南楚雄	5	VI	完好	正常	正常	速率低
2005-01-26	云南思茅	5	VI	完好	正常	正常	速率低
2005-08-05	云南会泽	5.3	VI	完好	正常	正常	速率低
2005-08-13	云南文山	5.3	VI	完好	正常	正常	速率低
2006-01-12	云南墨江	5.2	VI	完好	正常	正常	速率低
2006-07-22	云南盐津	5.1	VI	完好	正常	正常	速率低
2006-08-25	云南盐津	5.1	VII	总体完好	正常	正常	速率低
2008-08-20	云南盈江	5	VII	总体完好	正常	正常	速率低
2008-08-21	云南盈江	5.9	VII	总体完好	正常	正常	速率低
2010-02-25	云南元谋	5.1	VI	完好	正常	正常	高速电信 3G

表 2 $M_s6 \sim 7$ 地震地面通信设施破坏统计及地面通信业务分析
Tab. 2 Statistics of the damaged ground communication equipments and analysis
of the ground communications work of $M_s6 \sim 7$ earthquakes

发震时间 年-月-日	地点	震级	烈度	通信设施完好度	语音	地面网络	无线网络
2003-07-21	云南大姚	6.2	VIII	区域性破坏	VII 度及以下区域总体正常	VII 度及以下区域总体正常	基本不可用
2003-10-16	云南大姚	6.1	VIII	区域性破坏	VII 度及以下区域总体正常	VII 度及以下区域总体正常	基本不可用
2007-06-03	云南宁洱	6.4	VIII	区域性破坏	紧急修复后总体正常	VII 度及以下区域总体正常	低烈度区域可用, 速率低
2008-08-30	云南攀枝花	6.1	IX	区域性破坏	IX 度区局部中断总体正常	VII 度及以下区域总体正常	低烈度区域可用, 速率低
2009-07-09	云南姚安	6.0	VIII	区域习惯破坏	总体正常	VII 度及以下区域总体正常	低烈度区域电信 3G 可用, 速率较高

早期的地震中基本不可用，在近年来的地震中 3G 通信可起到一定支撑作用；（4）地面网络极灾区属于瘫痪状态，紧急修复后可有限使用；（5）对卫星通信具有较大依赖性。

1.4 8 级以上巨震的通信状况案例——汶川地震

据不完全统计，在汶川地震中受损的有线交换局为 616 个，无线基站累计受损 16 507 个，传输光缆损毁达 10 960 皮长公里。

由于突发的巨大通话量超过了交换设备的设计极限值，四川全省移动通信的 3 个交换机全部阻塞，许多人不得不通过短信的方式和家人联系。在地震中，共 2 300 个移动通信基站受损，一些受灾严重的地区通信完全中断，几大通讯运营商的网络全部告急。

由上可得出推论：在 8 级以上巨震的影响下，极灾区的通信业务遭受毁灭性破坏，基于地面通信设施的蜂窝移动电话、地面宽带、无线宽带等业务处于全面瘫痪状态。语音、数据、视频会议通信业务全面依赖以卫星信道平台为主的通信保障。

2 地震行业应急通信技术系统现状

随着“十五”项目建设，地震行业已初步建立涵盖全国 20 多个省（市）的现场应急指挥技术系统。主要建设以云南、四川、新疆、甘肃为代表的车载集成式现场应急指挥技术系统，以及以山西、山东、广东等为代表的箱体式现场应急指挥技术系统（帅向华等，2009；姜立新等，2004）。

从应急指挥技术系统的主体构成来看（图 1），应急通信的重要性不言而喻。小应急通信的语音、数据、视频会议三大业务来看，系统的主体通信方式可概括为：

（1）VSAT 卫星通信：利用亚太 IV 号卫星信道资源，带宽 8 M，支撑视频、语音、数据通信的各项业务。

（2）海事卫星通信：包含 MINI - M4、BGAN - 500 等终端，支撑语音为主，数据为辅的业务应用。

（3）亚星语音通信终端：支撑语音通信。

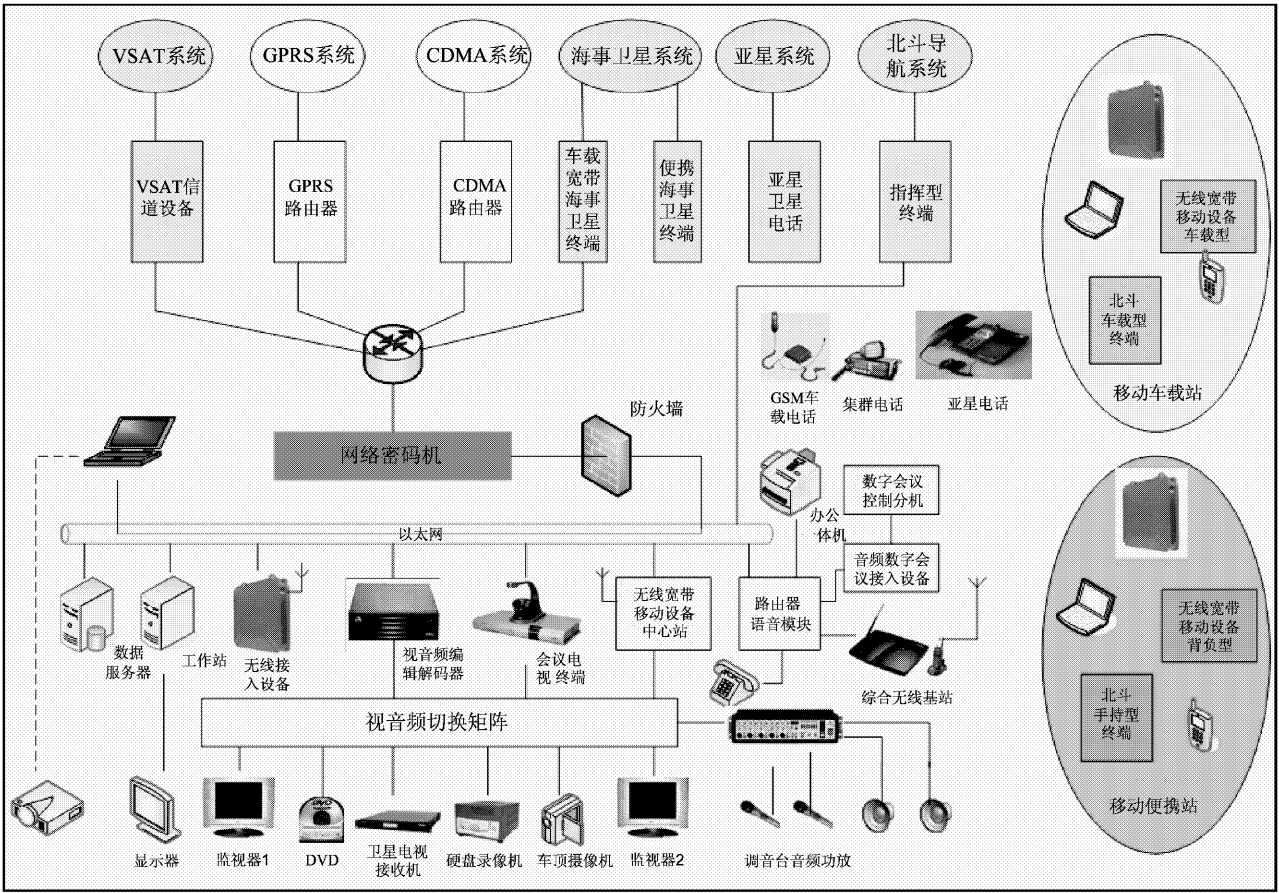


图 1 现场应急指挥技术系统构成图

Fig. 1 Technology system structure diagram of post - earthquake field emergency command

(4) 北斗移动通信: 以国内的北斗卫星为通信信道的定位、文传系统, 支撑定位、简单文本信息传输等业务开展。

(5) CDMA/GPRS: 逐步被 3G 技术取缔, 支撑语音、数据、视频会议业务。

(6) 地面网络: 包括目前国内各大运营商的地面宽带网络, 支撑数据、视频会议。

(7) 蜂窝移动语音: 基于国内几大运营商的蜂窝移动电话通信, 支撑语音业务。

现场通信技术系统包含了目前现有的通信设备或手段, 面对震后通信设施破坏, 应急通信要求日益提高的局面, 应急通信工作的组织与开展是我们面临的一个问题。

3 地震应急通信应用简析

目前配备的硬件设施已经具备一定的应急通信保障基础。面对突发、多变的破坏性地震事件, 研究应急通信工作的组织和开展方式, 保障 3 大核心业务的正常开展, 以提高应急通信的效率。

3.1 $M_s5 \sim 6$ 地震的应急通信主要业务

从 $M_s5 \sim 6$ 的地震震例可看出, 该震级等级地震造成的通信环境受损普遍轻微, 依托灾区现有的地面通信条件即可实现主体应急通信通信保障工作, 卫星通信作为备用手段, 可支撑极端条件下的通信业务开展。

(1) 数据传输业务

发生 $M_s5 \sim 6$ 地震后, 震区大部区域地面网络或 3G 网络一般正常, 传输信道推荐以地面宽带网络 (ADSL、网通等)、3G 技术为主, 该方式稳定高效, 带宽较宽, 传输速率较高, 可满足地震灾区海量信息的数据传输业务。在 VIII 度及其以上极端区域, 地面宽带、3G 网络存在一定概率的中断, 需要 VSAT 卫星提供网络 (图 2)。

(2) 语音通信业务

发生 $M_s5 \sim 6$ 地震后, 蜂窝移动电话的地面基站基本正常, 偶有中断现象, 或发生通信量剧增导致通信成功率低的情况。因此以蜂窝移动电话为主, 海事卫星电话、亚星电话、VSAT 卫星电话可在极端区域使用 (图 3)。

(3) 视频业务

可依托地面网络或 3G 作为信道开展视频会议业务, 极端条件下使用 VSAT 卫星网络 (图 4)。

3.2 $M_s6 \sim 7$ 地震的应急通信主要业务

从 $M_s6 \sim 7$ 的地震震例可看出, 在该震级等级地震下, 通信环境受损具有区域性特征, 地面通信在 VIII 度以下区域可正常使用, 在 VIII 度及其以上区域需卫星通信来支撑应急通信业务开展。

(1) 数据传输业务

$M_s6 \sim 7$ 地震对地面网络或 3G 基站的破坏一般发生在高烈度区, VIII 度以下区域选择以地面宽带网络 (ADSL、网通等) 或 3G 为主, VIII 度及其以上区域可使用 VSAT 卫星通信网络传输, 业务流程参见图 2。

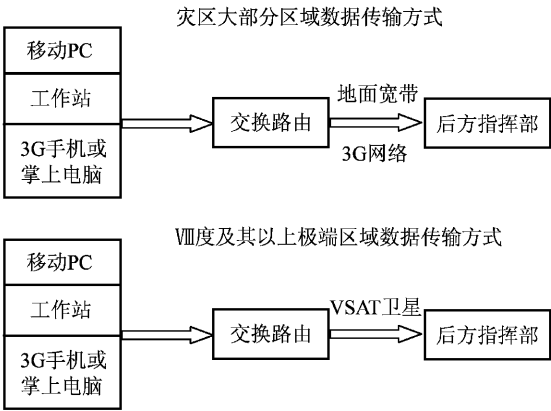


图 2 应急通信数据传输示意图
Fig. 2 Schematic diagram of data transmission of the emergency communication

(2) 语音通信业务

$M_s6 \sim 7$ 地震时, 蜂窝移动通信基站受损具有区域性特征, VIII 度以下区域主要以基于地面基站的蜂窝移动电话通信 (通用手机) 为主, VIII 度及其以上区域使用海事卫星电话、亚星电话、VSAT 卫星电话进行语言通信, 业务流程参见图 3。

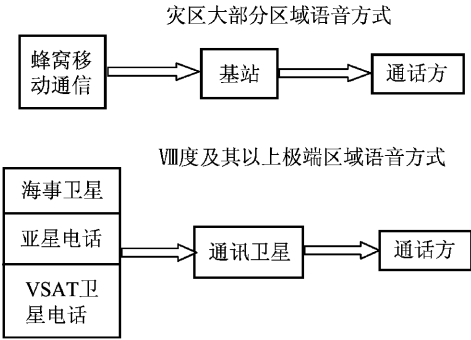


图 3 应急通信语音通话模式
Fig. 3 Voice call mode of the emergency communication

(3) 视频业务

VIII 度以下区域视频业务依托地面网络或 3G 技术开展，VIII 度及其以上区域使用 VSAT 卫星网络，业务流程参见图 4。

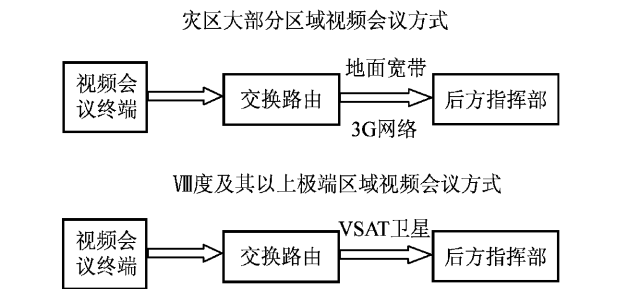


图 4 应急通信视频会议模式

Fig. 4 Video conference mode of emergency communication

3.3 $M_s7 \sim 8$ 地震的通信应对简析

从 $M_s7 \sim 8$ 的地震震例可看出，在该震级等级地震下，地面通信设施受损范围较大，卫星通信应全面支撑应急通信主体业务的开展。

(1) 数据传输业务

VSAT 卫星网络作为数据传输主要手段，在 VIII 度以下区域可使用地面宽带网络或 3G 技术，在 VIII 度及其以上区域则需 VSAT 卫星通信提供支持，业务流程参见图 5。

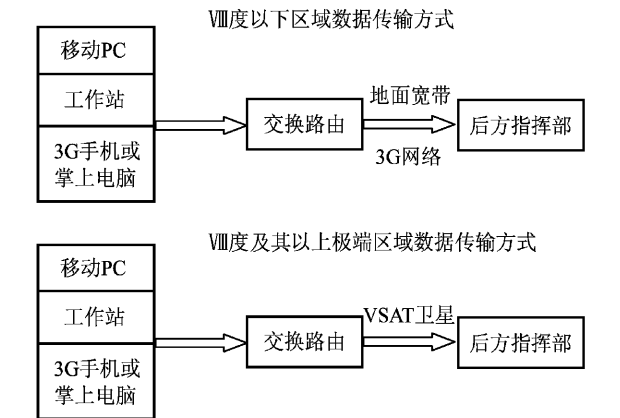


图 5 应急通信数据传输示意图

Fig. 5 Schematic diagram of data transmission of emergency communication

(2) 语音通信业务

在 VII 度及其以上区域的语音通信业务以海事卫星电话、亚星电话、VSAT 卫星电话为主，在

VIII 度以下区域可使用基于地面基站的蜂窝移动电话，业务流程参见图 6。

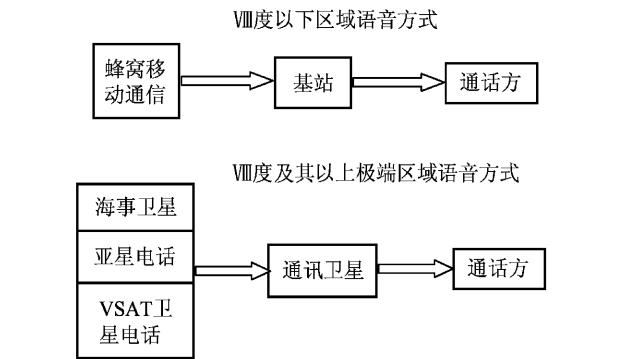


图 6 应急通信语音通话模式

Fig. 6 Voice conference mode of emergency communication

(3) 视频业务

在 VII 度及其以上区域的视频业务以 VSAT 卫星网络为主要方式，在 VIII 度以下区域可使用地面网络或 3G 技术，业务流程参见图 7。

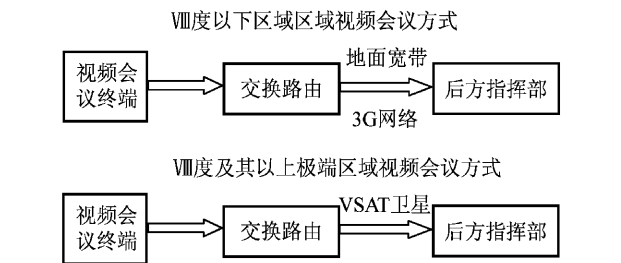


图 7 应急通信视频会议模式

Fig. 7 Video conference mode of emergency communication

3.4 M_s8 以上巨震的通信应对简析

从 M_s8 以上的地震震例可看出，在该地震等级地震下，地面通信设施破坏比重大、范围广，卫星通信应全面支撑应急通信主体业务的开展。

(1) 数据传输业务

M_s8 以上地震下，应急通信工作的开展区域大多属于高烈度区，VSAT 卫星应作为数据传输主要手段，在 VIII 度以下区域可使用地面网络或 3G 技术进行数据传输，业务流程参见图 5。

(2) 语音通信业务

M_s8 以上地震中，蜂窝移动基站大比例损坏，语音通信涵盖地震所有灾区，在高烈度区应以海

事卫星电话、亚星电话、VSAT 卫星电话为主,在 VIII 度以下区域可使用基于地面基站的蜂窝移动电话进行语音通信,业务流程参见图 6。

(3) 视频业务

高烈度区域的视频业务以 VSAT 卫星网络为主要方式,在 VIII 度以下区域可使用地面网络或 3G 技术,业务流程参见图 7。

4 结语

破坏性地震造成通信环境受损是必然现象,由于震级、地理条件、应急通信方式等因素,应急通信工作存在较多不明确性,本文简要分析了地震应急通信主体业务的开展方式,但地震应急通信工作应结合地震特点及灾区特点,开展行之有效的有效的工作。

随着科学技术的持续发展,目前应急通信手段日趋丰富、先进,地震应急通信应科学、合理采用现时的各类通信技术或设备,更有效地开展应急通信工作。

参考文献:

- 郭宝,高谦. 2007. GPRS 通信保障及应急方案分析[J]. 现代通信, (3):77-80.
- 姜立新,吴天安,刘钊,等. 2004. 地震现场应急指挥技术系统的结构与实现[J]. 地震,24(3):35-41.
- 李大辉,吴耘,任镇,等. 2001. 卫星通信技术在 earthquake 现场中的应用[J]. 地震,24(1):43-46.
- 李永强,曹刻,赵恒,等. 2007. 云南地震应急卫星通信技术的系统集成与应用[J]. 地震研究,30(1):93-98.
- 林智慧,李磊民. 2007. 卫星通信的技术发展及应用[J]. 现代电子技术,30(3):38-39.
- 帅向华,姜立新,刘钊,等. 2009. 地震应急指挥技术系统设计与实现[J]. 测绘通报, (7):38-42.

Requirement and Application Preliminary Study of the Emergency Communication of the Destructive Earthquakes

ZHAO Heng, BAI Xian-fu, ZHANG Fang-hao, MIAO Yun-xi, CHEN Zheng-shan
(Earthquake Administrator of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract

We analyze the different damage pattern of ground communication which caused by $M_s 5 \sim 6$, $M_s 6 \sim 7$, $M_s 7 \sim 8$ and $M_s > 8$ earthquakes respectively and the main communication work of emergency communications of destructive earthquakes with different magnitude. Finally, we discuss the way of developing the earthquake emergency communication based on the current situation of the communication technical system in the earthquake profession.

Key words: destructive earthquakes; emergency communication; ground communication; satellite communication