

基于 GNSS 技术的 地震应急系统和救援装备建设

赵晓林¹ 周柏贾²

(1. 北京合众思壮科技股份有限公司, 北京 100015; 2. 中国地震应急搜救中心, 北京 100049)

摘要: GNSS (卫星导航定位) 技术已广泛涉及地震行业的科学研究、系统建设和工程应用, 利用 GPS 和北斗卫星开展地震应急救援工作也日趋成熟, 当地震灾害发生时, 导航定位卫星可以辅助开展地壳形变监测、地震灾情调查和评估、决策支持和应急救援等工作。文章论述 GNSS 技术在地震科技领域的应用情况和发展趋势, 介绍基于 GNSS 技术的地震应急系统三层体系结构的建设内容, 提出卫星导航地震应急救援装备的技术特点, 对地震应急救援工作中 GNSS 技术成果转化和推广应用起到了促进的作用。

关键词: GNSS; 地震应急; 救援装备

中图分类号: TP311

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2010.02.014

Construction of GNSS Technology-based System of Earthquake Emergency and Rescue Equipment

Zhao Xiaolin¹, Zhou Baijia²

(1. Beijing UniStrong Science & Technology Co., Ltd. Beijing 100015;

2. National Earthquake Response Support Service, Beijing 100049)

Abstract: GNSS technology has been widely involved in scientific research, system construction and engineering application of seismic industry. The application of GPS and Compass satellites in emergency relief work in earthquake is mature. When the earthquake happens, navigation and positioning satellites could support the work of crustal deformation monitoring, earthquake disaster investigation and evaluation, decision support and emergency relief. This paper introduces application and development trends of GNSS technology in the field of earthquake science, introduces the construction of three-tier architecture in earthquake emergency response system based on GNSS technology, proposes the technical characteristics of satellite navigation equipments for earthquake emergency relief, and advances the achievements transformation and popularization of GNSS technology in emergency earthquake relief work.

Keywords: GNSS, earthquake emergency, rescue equipment

作者简介: 赵晓林(1982-), 男, 硕士, 主要研究方向: 卫星导航定位系统集成应用。

收稿日期: 2009年8月21日。

1 引言

纵观国内外地震应急系统技术体系，GNSS（卫星导航定位）与 GIS（地理信息系统）、RS（卫星遥感）技术已广泛应用于地震灾害现场的地理信息采集、风险评估、防灾备灾、紧急救援、重建规划等领域^[1]。2008 年，在我国南方低温雨雪冰冻灾害、“5·12”汶川 8.0 级特大地震的救灾工作中，GNSS 技术在综合减灾救灾工作中崭露头角，增强了国家灾害应急救援的科技能力，体现了切实加强地震救援工作队队伍装备保障建设的必要性。然而，我国灾害应急救援工作仍以传统的通信指挥协调方式为主，高新技术应用较少，全国范围内救援工作队伍的救援装备配备有限。尤其为灾害信息快速获取、应急响应、指挥调度、评估分析和搜索营救等工作服务和研制的便携式卫星导航应急装备因缺乏基于 3S 集成技术，而在一定程度上影响了我国灾害应急救灾指挥工作的质量和时效性。在“5·12”汶川大地震抗震救援工作中，导航定位卫星的紧急应用，有力支援了救灾应急导航和通信保障工作的持续开展，同时也从侧面反映了对我国地震应急救援体系中导航定位装备储备缺乏的担忧^[2]。GNSS 技术在我国地震应急等突发事件救援工作中的应用需求日益迫切，卫星导航定位产业在我国防震减灾事业的应用前景无比广阔，国内卫星导航定位产业链相关企业需要加强对此领域的关注与投入。

2 导航定位卫星在防震减灾中的作用

《国家防震减灾规划（2006—2020 年）》战略行动“国家地震社会服务工程”提出“建设灾情速报与监控系统，构建地震应急联动协同平台，完善国家地震救援装备和救援培训基地，提升国家地震安全社会服务能力”，结合 GNSS 技术在灾情实时获取、速报、核实和现场辅助救援的应用需求，卫星导航定位、卫星通信、卫星遥感等技术共同构成了国家防震减灾应急指挥体系中空间信息技术应用组成部分之一，在我国抗震救

灾工作中，GNSS 技术已经在灾害监测与定位报警、灾害应急指挥、危险区导航搜救、灾害损失评估等方面发挥日益重要的作用。

2.1 提高灾情数据的采集与管理能力

对于防震减灾而言，基于卫星导航定位技术的连续运行参考站和便携式应急救援装备，可以辅助地震应急管理部门在平战时期进行地震监测预报与数据分析。在地震灾害发生后，可以协助地震调查工作组开展调查和搜救工作，能够快速提供突发性灾害发生和发展的时间、空间分布位置与范围等信息，并将调查获得灾情数据实时向地震应急管理部门发布，简化业务流程，实现各级应急救援机构的资源整合与协同办公。

2.2 提高灾害应急指挥调度工作能力

导航定位系统扩展的移动位置服务可以发送实时的高精度定位坐标，提供连续、可靠、准确、高效的位置信息增值服务，在地震灾害紧急救援队和地震调查工作组中对“车辆、人员、物资”进行灾害预警、灾情速报和共享、监控指挥调度、资源监管与合理分配等。地震应急指挥中心可向随身携带导航定位装备的紧急救援队员实施灾害救援快速部署，有效保障灾区人员安全转移，救灾物资及时配送，提高地震应急响应的快速反应能力^[3]。

2.3 为灾害评估和救援决策服务提供强有力的科技支撑

导航定位卫星应急救援系统可辅助地震应急管理部门在灾害应急、灾后重建和灾民生活保障等方面开展高精度的灾情损失评估和救助工作。救灾工作队伍可以利用便携式卫星导航应急装备实时定位灾民所在区域、快速量算受灾面积、测量倒塌房屋情况、调查灾民生活情况等，并利用实时灾情数据分析评估灾害规模和灾害损失，提供救灾应急方案措施，为地震应急管理部门抗震救灾决策支持提供可靠的技术保障。

3 GNSS 地震应急系统的建设

目前，国内外针对地震应急系统建设的解决方案充分利用现代网络技术、计算机技术和多媒体技术，以资源数据库、方法库和知识库为基

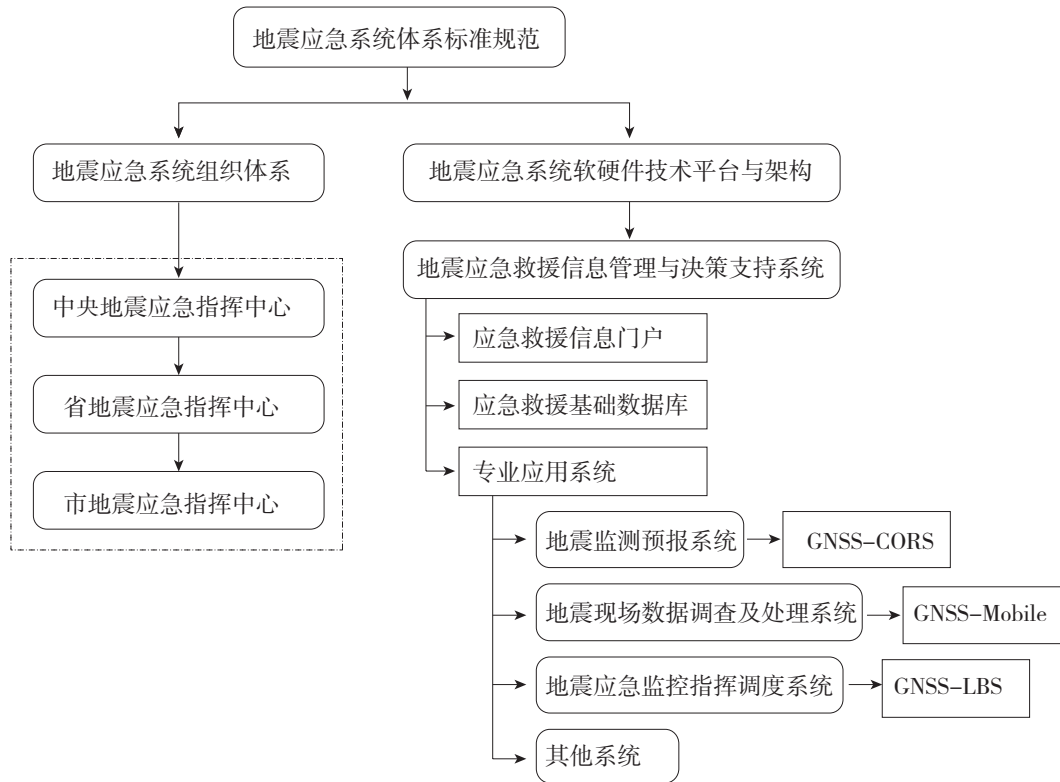


图1 GNSS 技术在地震应急系统中的应用框架

基础，以GNSS、GIS、RS、数据分析系统、信息表示系统为手段，实现对突发事件数据的实时监测、快速收集、处理分析和信息共享，对应急指挥的辅助决策以及对应急资源的组织、协调和管理控制等。其中，GNSS技术在地震监测预报、移动灾情调查、紧急救援等方面的应用是完善和扩展地震应急系统架构中“专业应用系统”不可或缺的技术组成(图1)。

此外，在地震应急系统中，应用GNSS技术的应急平台其硬件组成应能够支持GPS、北斗等多卫星兼容系统扩展。依据地震应急“组织体系”和“技术架构”分为用户层和系统层两部分。其中用户层(地震应急系统平台)包括决策层、指挥层和工作层等硬件三层结构。系统层按硬件组成可分为应急指挥中心(平台终端)、应急救援装备(指挥终端、用户终端)两部分(图2)。

3.1 决策层系统建设

各级地震应急指挥中心架设的中央、省级、市级地震应急平台，包括地震应急救援信息管理与决策支持系统的硬件建设，其中专业应用系统涉及的GNSS技术内容主要有GNSS-CORS地

震监测预报系统、GNSS-LBS地震应急监控指挥调度系统。

3.1.1 GNSS-CORS地震监测预报系统

iCORS即多星兼容连续运行参考站网络系统，是在某一区域范围内建立若干个连续运行的永久性参考站，通过网络互联，构成新一代网络化的GNSS综合服务系统，包括参考站网子系统、数据处理与管理中心、数据通信网络子系统、用

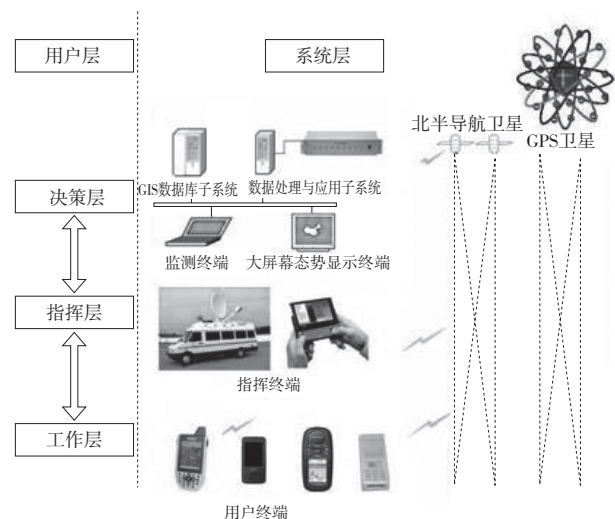


图2 GNSS 技术应用于地震应急系统三层体系结构

户服务子系统和用户应用系统。iCORS 系统不仅可为行业用户提供高精度、连续的空间基准，而且可向导航、授时、灾害防治及数据采集等部门提供各种信息共享服务，满足地震与地质灾害监测预报、滑坡监测、地壳形变与地面沉降监测、地理信息更新和气象预报、抢险救灾、移动目标监控等信息需求。

中国地震局牵头建设的“中国大陆构造环境监测网络”就是以 GNSS 技术为主，辅以各种空间技术、精密观测技术，建成覆盖中国大陆及近海的高精度、高时空分辨率的地壳构造运动监测网络，研究大陆构造环境变化规律，探求其对资源、环境和自然灾害的影响，获取中国地壳运动细部特征，服务于地震预测和科学研究，同时兼顾军事测绘、大地测量和气象预报等综合运用。项目建成后将在国家层面实现资源的共建共享，同时为气象部门提供高时空分辨率、准确和连续的大气可降水量分布及其变化图像以及我国上空电离层电子总容量变化的精细图像，对气象预报、磁暴预报、灾害性天气的警报和预报具有重要意义。

3.1.2 GNSS-LBS 地震应急监控指挥调度系统

LBS 即移动位置服务，是通过 GNSS 移动终端本身的定位功能和电信移动运营商的网络（GPRS/CDMA）获取移动目标的位置信息，在 GIS 电子地图平台的支持下，为用户提供相应服务的一种增值业务。在地震应急监控指挥调度系统中，结合 GPS 卫星定位、北斗定位与通信服务、卫星通信等技术集成应用，可以实现移动目标的实时位置监控、辅助应急指挥和资源调度，满足地震应急快速反应和进行科学指挥决策的业务需求。

3.2 指挥层系统建设

目前，地震应急指挥中心在实地救援指挥系统建设上，涵盖了地震应急指挥车、救援车、装备车、卫星通讯车、救援直升机等先进的硬件储备。随着 GNSS 技术的深入应用，对这些指挥系统可以实现高效的监控指挥，调度应用，并针对指挥官配备的便携式平板计算机，集成导航定位、移动办公、应急通信等业务功能，将只能在室内进行的应急救援决策分析搬到了灾害现场，实现

战时地震应急快速反应处理系统的移动应用^[4]。

3.3 工作层系统建设

地震灾害紧急救援队是奋战在一线的救灾工作队伍，需要配备大量专业的应急救援装备，便携式卫星导航救援装备（GNSS-Mobile）兼具专业型、小型化、手持式、多功能、低功耗、一机多用等优势，可以装备给地震救援人员用于移动灾情现场调查和数据处理、集成分析、可视化会商、灾害评估和科学考察等，辅助救援队之间、个人与应急指挥中心之间的数据通信、应急联络和信息共享。

卫星导航地震应急救援装备的技术特点是：
①单一导航定位系统终端向 GNSS 兼容系统发展，可同时接收 GPS、Glonass、北斗、Galileo 等卫星信号；
②准军事化工业三防设计，严格按照防尘、防水、防震工业级标准研制，适合极端的户外和恶劣环境应用；
③卫星导航与多种无线通讯集成，支持 GSM/GPRS/CDMA/3G 多种通信方式或卫星通信等；
④导航与应急监控系统结合，满足对人员、车辆、物资的资源管理和指挥调度；
⑤移动办公，嵌入式 GIS 实现灾情数据快速采集和更新、实时上报、应急处理、分析决策等业务功能。

3.4 信息交互和共享

依据地震现场信息共享标准，严格要求导航定位卫星地震应急系统的数据字典和质量控制，可以保障系统数据与其他地震应急子系统的无缝衔接，促进地震现场应急指挥数据共享^[5]。通过地震应急指挥中心到救援队、救援人员三层组织体系的软硬件建设，可实现从决策层到指挥层和工作层系统之间的上下级信息交互和共享，依据调查人员采集上传的灾情信息，分发至所有参与应急救援的协同单位，实现“第一时间”灾情数据共享和掌握，辅助应急指挥中心的管理者及时分析和制定应急对策，再下达工作指令至个人移动应急救援装备，达到救援工作的快速响应。

4 结 语

目前，我国防震减灾能力仍与经济社会发展不相适应，虽然服务于我国地震应急系统体系建设的 GNSS 技术和终端应用已经相对成熟，但在

地震应急行业中, 导航定位卫星市场化发展尚未普及, 面向地震灾害监测预警、地震防范处置的关键技术和应急救援装备的高新技术应用仍需不断扩充和完善, 卫星导航定位产业应更多关注防震减灾事业的可持续发展, 与地震系统成员单位共同推进地震救援卫星定位科技支撑能力的创新和提高, 推进科技成果产业化。

参考文献

- [1] Jiang Lixing, Wu Tianan, Liu Zaitao, et al. Structure and Design of Emergency Command System in Earthquake Site[J]. Earthquake, 2004, 24(3): 35 — 41. (in Chinese)
〔姜立新, 吴天安, 刘在涛, 等. 地震现场应急指挥技术系统的结构与设计[J]. 地震, 2004, 24(3): 35 — 41. 〕
- [2] Fan Benyao, Li Zuhong, Liu Tianxiang. Application and Development Proposition of Beidou Satellite Navigation System in the Rescue of Wenchuan Earthquake[J]. Spacecraft Engineering, 2008, 17(4): 6 — 13. (in Chinese)
〔范本尧, 李祖洪, 刘天雄. 北斗卫星导航系统在汶川地震中的应用及建议[J]. 航天器工程, 2008, 17(4): 6 — 13. 〕
- [3] Qu Guosheng, Lai Junyan, Ning Baokun. GPS Application in Earthquake Emergency Response and Rescue Mission[J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 2007, 2(4): 409 — 416. (in Chinese)
〔曲国胜, 赖俊彦, 宁宝坤. 卫星定位导航系统在地震应急救援中的应用[J]. 震灾防御技术, 2007, 2(4): 409 — 416. 〕
- [4] Zhang Yousheng, Zhao Zhao. System Design for Mobile Emergency Command Center[J]. Radio Communications Technology, 2008, 34(3): 48 — 51. (in Chinese)
〔张友胜, 赵钊. 移动应急指挥中心系统设计[J]. 无线电通信技术, 2008, 34(3): 48 — 51. 〕
- [5] Huang Hongsheng, Wang Xiaoqing, Sun Baitao, et al. Research on Standardization of Earthquake Field Data Sharing and Its Standards Drafting[J]. Journal of Catastrophology, 2008, 23(4): 134 — 138. (in Chinese)
〔黄宏生, 王晓青, 孙柏涛, 等. 地震现场数据共享标准化研究及其标准起草[J]. 灾害学, 2008, 23(4): 134 — 138. 〕

《中国科技资源导刊》杂志社出版基金项目 2010 年项目申请须知

为促进科技资源管理领域多出优秀成果, 提高《中国科技资源导刊》(以下简称“《导刊》”)的影响力, 培育科技资源管理领域的优秀人才, 导刊杂志社特设立“《中国科技资源导刊》杂志社出版基金项目”(以下简称“出版基金项目”)。

项目设置: 出版基金项目设“重点项目”和“一般项目”两类。重点项目每年设 2 个, 每个项目最大资助金额为 8000 元, 每个项目需提供重要研究论文 3 篇, 每个项目的承担者不少于 2 人; 一般项目每年设 4 个, 每个项目最大资助金额为 4000 元, 每个项目需提供重要研究论文 2 篇, 每个项目的承担者不少于 2 人。项目经费发放方式: 项目经费分两次发放, 首次 50% 作为项目启动费; 经专家评审, 项目结题验收合格后发放其余 50%。

申请者资格: 项目申请者应为从事科技资源管理相关领域研究的具有博士学位(包括在读博士研究生)或中级技术职称及以上的研究人员。学科范围: 科学学、图书/情报学、信息学、经济学、管理科学与工程等相关学科。

项目申请程序: 申请者自主选择项目研究方向, 自主命题, 所申请项目应属于科技资源管理及相关领域。申请截止时间为 2010 年 5 月 15 日。项目评审结果于 2010 年 6 月 1 日起公布。项目研究时间为 6 个月, 2010 年 8 月进行中检查, 2010 年 9 月 1 日前提交研究论文初稿, 2010 年 12 月 1 日前提交结题申请。研究论文提交编辑部评审通过后, 达到导刊录用标准的, 在导刊免费优先发表, 且需注明“受《中国科技资源导刊》杂志社出版基金项目资助”。

项目申请者需提供以下书面文件: 项目申请书, 身份证复印件, 职称(或学历)复印件, 学生可提供学生证复印件(由所在学校加盖公章), 近期彩色照片 3 张。项目申请书需同时提交电子版。申请材料寄送地址: 北京市西城区三里河路 54 号《中国科技资源导刊》杂志社, 邮政编码: 100045, 电话: 010 — 68514086。电子版提交地址: zgkjzydk@istic.ac.cn, 主题请注明: 申请出版基金。

附: 选题参考

重点项目: 1. 科技资源管理的基本理论问题; 2. 科技资源管理绩效评估等。

一般项目: 1. 科研装备和仪器自主创新模式与机制; 2. 创新基地的布局问题; 3. 科技资源的宏观管理与统筹协调问题等。