

# Emergency Mapping Command and Dispatch System Based on Geospatial Big Data

Chaogang Wan, Yuan Kou, Xin Chen

The First Surveying and Mapping Institute of Hunan Province, Hengyang Hunan  
Email: wan\_c\_g@163.com

Received: Sep. 9<sup>th</sup>, 2019; accepted: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2019; published: Sep. 29<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

In order to solve the existing problems such as insufficient data preparation, lack of centralized management of resource teams, invisible emergency mapping process, low efficiency of emergency mapping, etc., the role of geospatial big data in emergency support is fully analyzed in combination with geographic information technology and big data technology, and an emergency support and command and dispatch decision system based on geospatial big data is established. The system consists of three modules: emergency data management, emergency mapping support and command and dispatch, and rapid mapping. It realizes a task-driven rapid emergency response mode. The actual application proves that the system greatly shortens the emergency response time, provides first-hand information for leaders to make decisions, and greatly improves the government's emergency support capability.

## Keywords

Emergency Mapping, Geospatial Big Data, Command and Dispatch, Disaster Analysis

---

# 基于地理空间大数据的应急测绘指挥调度系统

万超刚, 寇媛, 陈新

湖南省第一测绘院, 湖南 衡阳  
Email: wan\_c\_g@163.com

收稿日期: 2019年9月9日; 录用日期: 2019年9月22日; 发布日期: 2019年9月29日

---

## 摘要

为了解决当前存在的资料准备不充分、资源队伍管理不集中、应急测绘过程不可视、应急供图效率低等

问题,结合地理信息技术、大数据技术,充分分析了地理空间大数据在应急保障中的作用,建立了基于地理空间大数据的应急保障与指挥调度决策系统。系统由应急数据管理、应急测绘保障与指挥调度、快速制图三大模块组成,实现了以任务为驱动的快速应急响应模式。实际应用证明,系统大大缩短了应急响应时间,为领导决策提供了第一手资料,大大提高了政府的应急保障能力。

## 关键词

应急测绘,地理空间大数据,指挥调度,灾情分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

测绘产业和测绘科学的飞速发展,地理信息数据的采集、处理、显示、管理和应用都发生了巨大的变化,随着测绘信息化,地理信息数据的获取、数据处理、分发服务等关键技术领域不断取得重要突破,同时也带来了挑战,主要表现在两个方面:第一、地理信息数据具有了大数据特征,需要新的技术和框架进行处理。第二、地理信息化与管理向自动化、智能化方向发展,高性能的空间计算和服务向更大的服务范围、更灵活的服务形式发展。基于地理空间大数据,如何开展应急测绘保障,不断提高应急测绘响应速度,是对测绘行业提出的新要求。应急测绘保障服务体系是突发事件应急准备和应急处置、灾情评估、灾后恢复重建中的地理信息服务和测绘保障的核心与基础[1]。面对这些任务,当前应急测绘普遍存在的主要问题包括灾区基础资料准备不充分、应急测绘资源缺乏合理调度、缺乏实时监控、数据快速供图难等[2][3]。针对这些问题,文章[4][5]在定义无人机航飞任务统一描述的基础上,提出了一种无人机资源的快速调度方法,综合考虑应急测绘任务需求、优先级、时间窗、作业区域地理环境和无人机测绘资源能力等约束条件,构建最优的应急测绘无人机资源调度模型;文章[6]提出了一种 GPU-CPU 协同快速正射纠正方法,提高了应急测绘航空影像正射纠正速度;文章[7]以玉树震后测绘保障为例,对应急快速制图进行了研究,阐述了应急地图生产的内容、制图流程、主要方法,有效提高了制图效率;文章[8]考虑应急响应时间要求,设计了应急快速制图地理信息系统;数据可视化方面,文章[9]采用开源 OSG 技术,设计了一种海量地形快速渲染方案,可有效实现海量三维地形实时加载、漫游;唐川、刘传正等人[10][11][12][13][14]在重大突发地质灾害应急处置方面做了全面分析和实践。本文结合地理信息技术、大数据技术,在充分分析地理空间大数据与应急测绘保障的关系的基础上,借鉴国内应急处置经验,建立基于地理空间大数据的应急保障与指挥调度系统,为突发事件提供快速测绘资源科学调度、受灾程度分析、过程记录与归档等方面提供了一整套信息化解决方案,全面提高我省应急测绘能力与服务水平。

## 2. 应急测绘有关的地理空间大数据

应急测绘主要包含三方面的工作,一是要提前做好数据准备,针对多发易发灾害类型、时间和特点提前收集、整理重点防范地区的各类专题信息和测绘成果资料,有针对性地组织制作各种专题测绘产品;二要积极配合灾情预警,为研判灾情、决策部署提供测绘地理信息成果和技术支持;三要主动提供保障服务,要第一时间启动应急测绘保障预案,提供已有适用的各类测绘地理信息,及时开展航空摄影信息获取、实地测绘、数据处理和加工制作、地理信息系统研发等。

结合以往应急测绘工作经验，常用的地理空间大数据主要以下几类：

#### 1) 已有图件成果

主要包括两类：一类是收集已经公开出版的各种纸质或电子地图，这类地图主要以表达通用的地形要素内容为主，或者针对某一类地形要素进行重点描述，如各种图集中的政区图、交通图等；一类是本单位在日常为政府部门、行业厅局提供测绘地理信息服务或应急保障服务中所加工的电子地图。首先将对各种纸质图件和电子地图按照其表达的主题进行分类，为加快应急服务效率，必要时还可对纸质图件按照最后的打印输出指标进行扫描、电子化，并提取相关的检索信息建立图件库，便于快速查找和使用。具有空间参考的电子地图建立电子地图库。

#### 2) 基础测绘数字化成果

经过多年的数字化测绘技术体系建设，测绘部门已经生产、积累了丰富的以“4D”产品为代表的的基础测绘成果，成果全面涵盖交通、居民地、水系、境界、地貌、植被等细节信息，为应急测绘提供基础地图，是应急测绘保障最基本的信息。对这些数据按照基础地理信息数据库建设的要求进行合理的组织，便于后期快速检索、提取。

#### 3) 应急应用数据

基础测绘的数字化成果是按照一定的标准、规范生产的面向全领域的的数据，受测绘分级管理、测绘标准、数据模型、生产软件等的影响，该数据在某些特定的应急服务时具有一定的局限性，因此需要在基础测绘成果的基础上提炼出一套更贴合应急需求的应用数据，这套数据既可以用来直接进行快速出图服务，也可以为专业制图和更深层次的应用服务提供数据支撑。

此外，自发地理信息数据也将是一种重要的应急数据来源。它是以公众数据贡献为核心的地理信息，具有现势性高、语义信息丰富、细节翔实等特点，在灾害预警、救援中具有很大的应用价值。文章[15]对这类开放式地理空间数据的可用性进行评价，利用该评价方法，可以有针对性的引入此类数据，用于应急测绘中。

### 3. 应急测绘指挥调度系统建设

#### 3.1. 总体架构

系统以突发事件的发生、发展、处置为主线系统功能模块，系统能够实现突发事件快速定位、测绘资源调度、测绘车辆行驶轨迹显示、无人机现场视频回传、测绘数据服务分发等多个实用功能。系统采用 B/S 架构，应用分层架构设计，由前台、后台两个部分组成，通过 Json 实现前后端数据数据交互。

##### 1) 数据层

本系统采用先进的分布式数据库作为数据仓库，具有数据读、写速度快，性能稳定等居多优点。

##### 2) 服务层

服务层应用 SpringMVC 架构，使用 Java 语言开发，是表现层与数据层的桥梁，实现空间地理信息专题数据和业务数据读写，降低了数据库操作难度，实现空间数据的查询、显示、分析等操作。通过配置管理模块为前台提供图层目录树、分析参数，实现系统的在无需修改代码的前台下，可动态维护系统。通过实现 JT808 协议，实现 GPS 位置信息实时记录。通过 REST 为每个后台功能模块分配服务接口，接受前台传递的参数，并经过运算，将结果以 JSON 数据格式返回给表现层。

##### 3) 表现层

表现层是呈现给用户的最终形态，本系统前台部分通过采用基于 React、Redux、Sass、Leflet、Ant.design 自主研发的地图显示框架，实现界面高效交互，并通过 websocket、ajax 实现异步数据传输，提升了操作

流畅度。具备突发事件资源调度，灾前灾后影像对比，测绘成果快速发布等，并且能够通过定制 GPS 设备实现了应急测绘车轨迹记录。

## 3.2. 功能设计

### 3.2.1. 以版本为核心的数据管理

建立长效的数据更新机制，确保应急保障数据能够得到持续更新，提高信息的准确性和现势性。应急有关数据，包括应急基础数据库、事件库、专题库、电子地图库、图件库等，其中应急基础数据库、专题库、电子地图库可以实行定期更新，图件库、事件库采用动态更新。应急数据管理系统对各数据建立版本，与数据生产更新对接，每次生产更新自动产生一个数据的版本，为历史追溯提供了版本支撑。随着时间的推移可以在固定时间、合适时间对版本进行合并，产生固定版本的历史数据(如图 1 所示)。

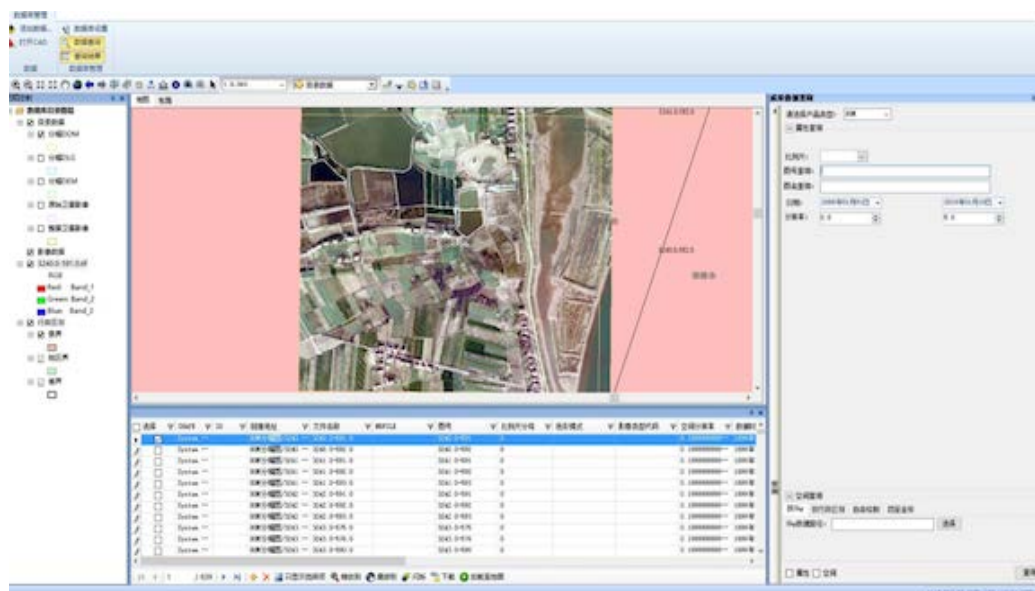


Figure 1. Fixed version of historical data  
图 1. 固定版本的历史数据

### 3.2.2. 以任务为驱动的应急响应

应急测绘保障服务主要体现在“快”，包括响应快、数据获取快、数据处理快、数据共享快等几个方面。而如何体现各阶段时效性，系统设计以任务为驱动，对任务执行的全过程进行监控，包括任务新建、下达、执行、应急车辆实时监控、现场影像回传、数据处理、共享发布等。按照应急测绘响应机制及预案，实时监控全程测绘响应时间。

#### 1) 基于 JavaScript 的 WebGIS 地图显示框架

系统是一个以地图为基础、管理业务数据和专题数据的 B/S 系统，基于 HTML5、JavaScript、REST 等新一代地图展示技术开发的地图显示引擎，在网页上加载二维影像和矢量、三维的地图。WebGIS (Web Geographical Information System) 是 Internet 技术与 GIS 技术的结合，实现地理空间数据的共享和互操作，也是 GIS 应用的重要发展方向。但目前传统 WebGIS 的局限性日益突出，如地图界面操作体验不佳、数据传输与更新模式单一、用户交互性差、数据响应速度慢及开发维护比较复杂等。同时，由于大多传统 WebGIS 是基于面向对象软件开发模型的，对系统进行维护与扩展时，由于结构与技术的限制，存在架构模块化程度低、复用性差等问题。将 JavaScript 应用于 WebGIS 大大减轻了网络传输和服务器的负担，

具有操作界面友好, 高效稳定等特点。下图是将地灾隐患点叠加在电子地图上(如图 2 所示), 并可以在线查看对应的三维数据(如图 3 所示)。

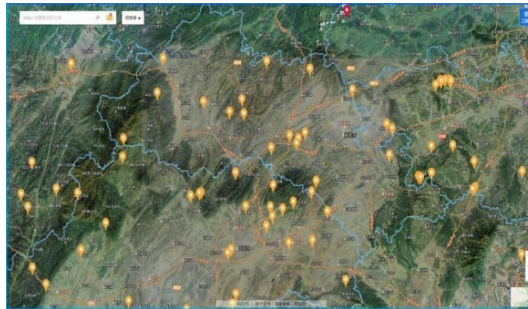


Figure 2. Land disaster potential point superimposed electronic map results

图 2. 地灾隐患点叠加电子地图结果



Figure 3. View 3D data of ground hazard points

图 3. 查看地灾隐患点三维数据

## 2) 基于 JSON 和 Thymeleaf 模板引擎的任务管理

任务管理主要包括任务新建、测绘资源调度(如图 4 所示)、任务下达、数据抽取、测绘车监控、现场视频连接、数据发布共享、灾情分析(如图 5 所示)、历史任务查询等功能。系统采用 Thymeleaf 模板引擎用于数据详情快速显示。Thymeleaf 模板的应用可以让程序实现界面与数据分离, 业务代码与逻辑代码分离, 利于系统的开发与维护。前后台交互采用 JSON 格式, 一方面具有简洁而清晰的层次结构, 易于阅读, 另一方面能验证请求和返回数据的完整性, 避免丢失。

通过对灾区获取影像进行解译, 利用 GIS 空间分析功能, 与已有的地理国情数据库、土地利用数据库等叠加, 分析得到各灾情分析指标(如图 6 所示)。



Figure 4. Mapping resource dispatch

图 4. 测绘资源调度



Figure 5. Comparison of post-disaster images  
图 5. 灾前灾后影像对比

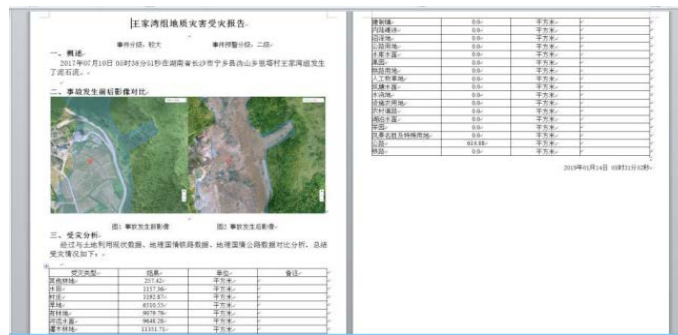


Figure 6. Disaster reports  
图 6. 受灾报告

将采集制作的高清影像、数字高程模型、倾斜摄影、720 度高空全景数据上传至服务器，实现数据的及时入库，用于后续的分析，或者供其他行业部门在线调用，达到了应急测绘保障服务成果快速共享的目的(如图 7 所示)。

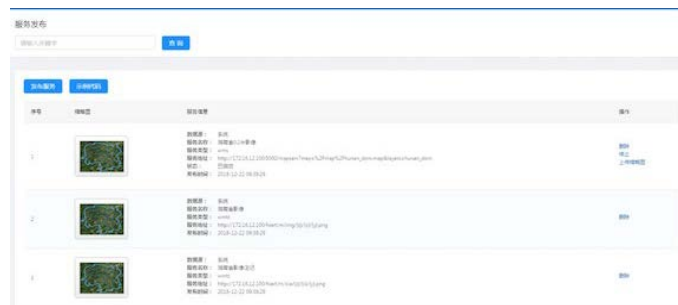


Figure 7. Results release sharing  
图 7. 成果发布共享

移动端成果推送：利用二维码，把事件信息快速推送给相关人员，系统成果更新后，不需要访问系统，扫描二维码即可了解事件(如图 8 所示)。

### 3.2.3. 快速制图

基于统一的基础地理信息数据库与应急数据库，利用 GIS 桌面软件二次开发，建立了从数据查询到整饰输出的快速制图通道。主要功能包括基础数据与图件的查询检索、数据快速选取、模板成图、快速整饰、成果输出(如图 9 所示)。



Figure 8. View panorama  
图 8. 查看全景

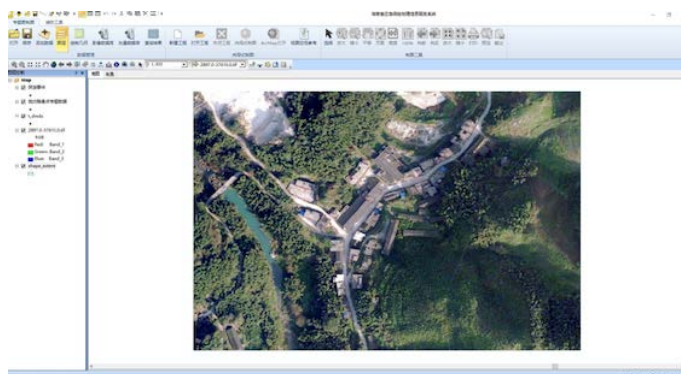


Figure 9. Output results  
图 9. 输出成果

#### 4. 关键技术

技术层面，关键难点主要表现在应急时空数据的管理与数据处理方面，与其他应急系统相比较，关键技术体现在：

1) 时空数据聚合模式。通过定义应急任务与地理信息数据的统一描述模型，并在二者本体描述模型之上建立多级语义映射，详细解析了任务需求，对应从类别、时空和统计角度提取了数据特征，实现任务与地理信息大数据高度聚合，为实现主动检索和发现有效数据集提供了一种机制。

2) 快速分发。基于地理空间大数据，建立了全省统一的应急测绘数据库管理和更新机制。通过应急数据管理系统，实现了应急资源的快速查询与检索、数据裁切、下载等功能，实现了应急数据的快速分发，提高了应急响应速度，同时可以在最短的时间内检索出适用的图件，以提供第一手基本图件资料，便于决策者第一时间确定和了解事件的发生区域和影响范围及其周边情况。

3) 快速制图。同其他制图不同的是，应急制图需要满足应急测绘保障服务的四个层次响应要求。针对不同的时效性要求，系统的快速制图软件分别设计相应的功能。通过预先编制的地图模板，可以实现应急地图的“一键成图”，同时软件提供的编辑和态势标绘等功能，能满足大多数情况下的制图要求。此外，软件提供的工程文件导出的功能，还可以将指定区域的数据及工程快速输出为其他软件可接收的格式，便于后续技术人员进一步制作更专业化的应急地图。

## 5. 结论

系统以地理信息技术、云存储、计算机与地图制图为核心技术,将三者紧密结合,用于解决应急测绘保障与指挥调度决策系统建设问题。通过精心设计,形成合理的架构,并将架构付之实践,形成了一个由应急数据管理、应急测绘保障与指挥调度、快速制图组成的系统原型。经过项目实验证实,整套系统能达到缩减资料查找时间,统一应急队伍和资源管理,实现应急测绘实时监控。同时系统利用已设计的多比例尺、多类型的地图模板,根据应急事件的位置及范围,选择与当前突发事件相适应的应急地图模板,可以实现 2 小时内成果供图、1 天内应急地图制作与出图,实现了测绘数据的快速处理与服务,缩短了应急测绘响应时间,满足各层次的应急时效性要求。

后续将针对实际需求,结合先进的人工智能、三维场景实时重建等技术,进一步扩宽应急测绘数据获取途径,提高实时监控预警能力。

## 参考文献

- [1] 汤建国,胡传文,王玲,等. 省级应急测绘保障服务体系研究[J]. 测绘通报, 2012(7): 94-96.
- [2] 朱庆,曹振宇,林琚,等. 应急测绘保障体系若干关键问题研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014, 39(5): 551-555.
- [3] 周治武,赵勇,朱秀丽,等. 国家基础地理信息中心应急测绘保障服务现状与展望[J]. 测绘通报, 2015(10): 16-19.
- [4] 张骏骁,曹振宇,朱庆,等. 面向应急测绘的无人机航飞任务统一描述[J]. 测绘地理信息, 2016, 41(3): 41-44.
- [5] 朱庆,韩会鹏,于杰,等. 应急测绘无人机资源多目标优化调度方法[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2017, 42(11): 1608-1615.
- [6] 李朋龙,邓非,何江,等. GPU-CPU 协同航空影像快速正射纠正方法[J]. 测绘地理信息, 2016, 41(2): 44-47.
- [7] 和海霞,杨思全,黄河,等. 应急遥感快速制图技术研究[J]. 国土资源遥感, 2012(3): 159-164.
- [8] 张靖,王祖亮. 陕西省应急快速制图地理信息系统研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2012, 35(10): 124-126.
- [9] 范亚兵,王明海,范亚洲,等. 一种基于 OSG 的海量地形快速渲染方法[J]. 测绘与空间地理信息, 2014(7): 190-192, 196.
- [10] 唐川. 城市突发性地质灾害应急系统探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16(3): 104-110.
- [11] 刘传正. 重大突发地质灾害应急处置的基本问题[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(3): 24-30.
- [12] 肖进. 重大滑坡灾害应急处置理论与实践[D]: [博士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2009.
- [13] 张桂荣. 浙江省突发性地质灾害预警预报系统研究及应用示范项目简介[J]. 地质科技情报, 2006, 25(3): 72, 77.
- [14] 龙世洪. 重大地质灾害应急处置实践与思考[J]. 资源环境与工程, 2007, 21(6): 654-657.
- [15] 李亚平,蔡忠亮,谢彩云,等. 一种开放式地理空间数据可用性评价方法的研究[J]. 测绘地理信息, 2017, 42(1): 83-87.