

# 汶川地震灾害地图集编制工程

陈 军<sup>1</sup>, 史培军<sup>2</sup>, 王东华<sup>1</sup>, 赵 勇<sup>1</sup>, 王静爱<sup>2</sup>,  
刘连友<sup>2</sup>, 戴昌礼<sup>3</sup>, 曾文军<sup>3</sup>

(1. 国家基础地理信息中心, 北京 100048; 2 北京师范大学, 北京 100875; 3. 成都地图出版社, 成都 610100)

[摘要] 《汶川地震灾害地图集》综合应用先进的地图与地理信息可视化方法, 较为系统地描述与表达了汶川特大地震的孕灾环境、承灾体、致灾因子、灾情评估等, 反映了从灾害发生、灾后救援、到灾后重建的有关过程, 为政府应对巨灾、相关科学研究、灾后恢复重建、公众科普教育等提供了翔实的参考依据与文献资料。介绍了该地图集设计和编制的总体思路、内容结构、表示方法以及工程组织实施方法。

[关键词] 汶川地震灾害地图集; 地理信息可视化; 编制工程

[中图分类号] P283 [文献标识码] A [文章编号] 1009 - 1742(2009)08 - 0024 - 06

## 1 前言

地图集在灾害信息的时空表达等方面独具优势, 是挖掘灾害数据、直观反映地震灾害系统的有效手段<sup>[1~3]</sup>。我国专家曾编制《中国自然灾害系统地图集》、《中国历史地震图集》等<sup>[4,5]</sup>, 但对单次地震灾害主要停留在文字、图片的记录与描述, 尚无一部全景记录从灾害发生、灾后救援到灾后重建整个过程的地震灾害综合地图集, 给地震灾害研究留下了缺憾。2008年6月, 科技部、国家测绘局、民政部、国家发展和改革委员会等部门商定, 联合编制一部全面反映汶川特大地震情况的《汶川地震灾害地图集》(以下简称地图集)。其目的是记录汶川特大地震从灾害发生、灾后救援、到灾后重建的有关过程, 图说汶川特大地震灾害的灾情与特点, 展现政府及社会各界在灾害发生后的快速响应, 描述灾后恢复重建的规划蓝图。

## 2 总体设计思路

该地图集编制是一项大型空间制图工程, 涉及到图集总体与分项设计、资料收集处理、地图编辑、

印刷出版等诸多技术环节, 政策性强、技术复杂、工作量大, 如图1所示。地图集设计和编制确定了“自然与社会并重, 时空与统计并举, 宏观与微观结合, 结构与风格创新”的原则, 综合地应用了先进的地图与地理信息可视化表达技术, 充分集成利用了有关方面的权威资料和信息, 以系统地反映汶川特大地震灾害的时空分布与过程。

### 2.1 系统地反映汶川特大地震灾害的时空分布与过程

以灾害成因、灾情评估、应急响应和恢复重建为主线, 对汶川地震灾害发生、灾后救援、灾后重建等有关过程进行空间化描述和表达。灾害是社会与自然综合作用的产物, 其成因主要是通过孕灾环境、承灾体、致灾因子反映。灾情是地震对环境系统、人类系统与结构系统造成的损失, 主要通过灾区人员伤亡、财产损失和资源与环境损毁等进行评估。应急响应和恢复重建则应详实记录党和政府、社会各界在地震发生后全力以赴进行应急救援、转移安置的有关过程, 反映重建规划、对口支援等有关情况。

[收稿日期] 2009 - 05 - 05; 修回日期 2009 - 06 - 17

[作者简介] 陈 军 (1956 - ), 男, 安徽霍邱县人, 国家基础地理信息中心教授, 研究方向为国家基础地理信息建模、更新与服务; E-mail: chenjun@nsdi.gov.cn

2.2 充分集成利用有关的权威资料和信息

根据地图集表达主题的需要,图集编制部充分利用来自有关权威部门和机构的数据与信息,以确保地图集内容的准确性与权威性。其中包括国家减灾委员会和科技部抗震救灾专家组取得的大量

宝贵的灾情评估数据及相关成果<sup>[6]</sup>,国家发展改革委员会牵头制定的《汶川地震灾后恢复重建总体规划》<sup>[7]</sup>,民政部系统采集、分析处理并发布的权威的灾情信息,国家测绘局获取和提供了大量基础地理信息数据及遥感影像<sup>[8]</sup>等。

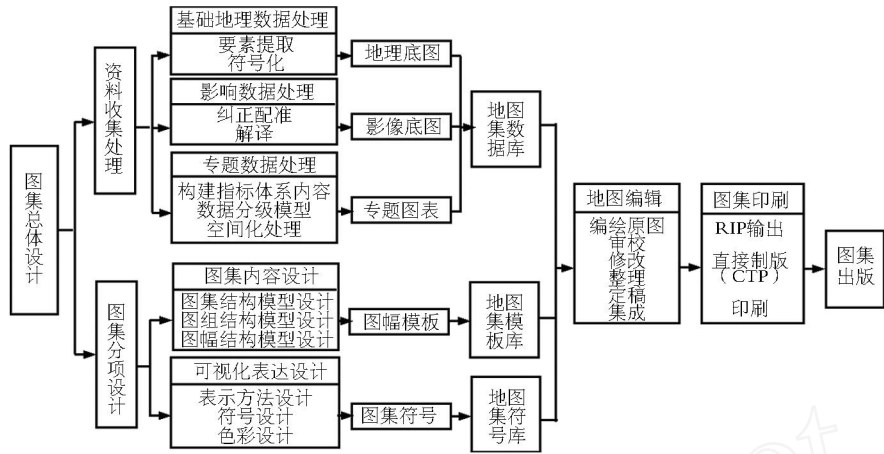


图 1 图集编制的总体技术路线

Fig 1 Outline of the disaster atlas engineering

2.3 综合应用先进的地图与地理信息可视化方法

综合运用地理信息、遥感、数字制图等技术,将地图、影像、三维景观、图片、图表、文字等多种表达方式有机结合,努力地创新地震灾害的地图设计及表示方法,力求地图表现形式新颖、通俗易懂,版面构图生动活泼、均衡有序,形象客观地表达汶川特大地震灾害的基本特征,实现科学性、实用性、史料性和艺术性的有机结合。

3 图集内容结构

该地图集旨在充分反映汶川特大地震的自然与社会双重属性,图说汶川特大地震灾害的灾情、特点和规律,分析地震灾害对灾区社会经济和可持续发展的危害和影响,总结政府及社会各界在灾害发生后的响应能力,展现灾后恢复重建蓝图。因此在总体结构编排上设计了序图、孕灾环境、承灾体、致灾因子、灾情评估、灾害响应、恢复重建、附录等 8 个图组 44 个主题,每个主题的内容则围绕着灾害系统的特点进一步展开。同时,根据汶川地震震区的空间格局,设计了四级制图区域。

3.1 图集总体结构编排

序图反映汶川地震在中国的地理位置、灾区范围以及综合灾情;孕灾环境反映汶川地震灾害的自然环境,包括灾区的自然条件、地质构造、地表覆盖等基本情况;承

灾体反映直接受到地震灾害影响和损害的社会和经济系统,包括人类本身和各种物质与精神财富,以及自然资源和生态环境;致灾因子反映汶川地震灾害主要触发因素的时空分布,主要是地震、地质灾害与水灾、滑坡、崩塌、泥石流、堰塞湖等因素;灾情评估包括综合灾情评估、极重灾区灾情评估和重灾区灾情评估,以反映与表达灾区人员伤亡、财产损失和资源与环境损毁的时空格局;灾害响应主要记录了党和政府、社会各界在地震发生后全力以赴进行的有关应急救援、应急转移安置等情况;恢复重建反映汶川地震灾区重建规划、对口支援等有关情况;附录主要收录《汶川地震灾后恢复重建条例》及图集编制的有关事项说明(见图 2)。

3.2 四级制图区域划分

根据汶川特大地震的特点,按照受灾影响区、重灾区、极重灾区、重灾县(市、区)划分了四级制图区域,即受灾影响制图区域、重灾区制图区域、极重灾区制图区域以及分县(市、区)制图区域,如图 3 所示。受灾影响制图区域覆盖四川、陕西和甘肃三省共 417 个受灾县范围,总面积约  $50 \times 10^4 \text{ km}^2$ ;重灾区制图区域覆盖 41 个重灾县范围,约  $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ ;三是极重灾区制图区域,涉及四川省 10 个县,面积约  $2.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其中重灾区、极重灾区以及分县的灾情时空分布是地图集的重点表达对象,共有图幅 125 幅,占总图幅数的 55 %。

汶川地震灾害图集 (8个图组, 44个主题)							
序图	孕灾环境	承灾体	致灾因子	灾情评估	灾害响应	恢复重建	附录
中国地图 中国地势 受灾范围与程度	地质构造 地质地貌 气候水文 土壤生物	人口 城镇 交通通信 水利电力 资源 经济	地震 地质灾害与水灾 滑坡 崩塌 泥石流 堰塞湖	综合灾情评估 人口损失 住房损失 农业损失 工业损失 服务业损失 基础设施损失 社会事业损失 居民财产损失 土地资源损失 自然生态损失 文物损失 极重灾区-汶川 县.....(共计 10个县) 重灾区-理县 .....(共计41 个县)	应急救援 应急救助 全国哀悼日 应急转移安置 科技支撑 灾害监测 国际救援	重建规划 对口支援	汶川地震 灾后恢复 重建规划 条例  编制说明
3个主题	4个主题	6个主题	6个主题	14个主题	7个主题	2个主题	2个主题

图 2 图集内容结构示意图

Fig 2 Content and structure of the disaster atlas

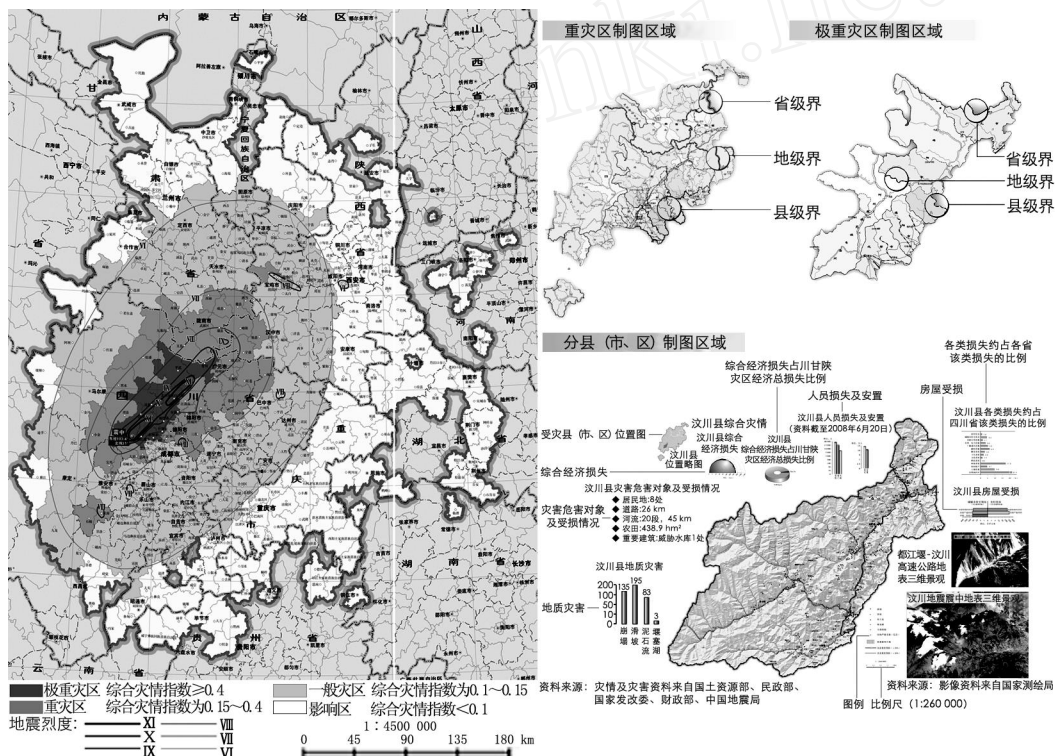


图 3 四级制图区域示意图

Fig 3 Four levels of cartographic units

## 4 主要表示方法

与传统地图集相比,本地图集在信息源、表达方式等方面有所发展,采取了多样性和创新性的表现形式,设计了符合特大地震灾害特点的色彩与符

号方法等。

### 4.1 采用多样性和创新性的表现形式

针对图集内容复杂、涉及专题广泛的情况,地图集以专题地图为主,以影像图、统计图表、照片、文字为辅,采用了多单元混合编排的表现方式,充

```

graph LR
    Root[汶川地震灾害地图集表示方法] --> A[孕灾环境表示法]
    Root --> B[致灾因子表示法]
    Root --> C[承灾体表示法]
    Root --> D[灾情评估表示法]
    Root --> E[恢复重建表示法]
    A --> A1[定位符号法]
    A --> A2[质底法]
    A --> A3[线状符号法]
    A --> A4[范围法]
    A --> A5[等值线法]
    A --> A6[量底法]
    A --> A7[比值分级法]
    A --> A8[分区统计图法]
    A --> A9[定位图表法]
    A --> A10[动线法]
    B --> B1[定位符号法]
    B --> B2[质底法]
    B --> B3[线状符号法]
    B --> B4[范围法]
    B --> B5[等值线法]
    B --> B6[量底法]
    B --> B7[比值分级法]
    B --> B8[分区统计图法]
    B --> B9[定位图表法]
    B --> B10[动线法]
    C --> C1[定位符号法]
    C --> C2[质底法]
    C --> C3[线状符号法]
    C --> C4[范围法]
    C --> C5[等值线法]
    C --> C6[量底法]
    C --> C7[比值分级法]
    C --> C8[分区统计图法]
    C --> C9[定位图表法]
    C --> C10[动线法]
    D --> D1[定位符号法]
    D --> D2[质底法]
    D --> D3[线状符号法]
    D --> D4[范围法]
    D --> D5[等值线法]
    D --> D6[量底法]
    D --> D7[比值分级法]
    D --> D8[分区统计图法]
    D --> D9[定位图表法]
    D --> D10[动线法]
    E --> E1[定位符号法]
    E --> E2[质底法]
    E --> E3[线状符号法]
    E --> E4[范围法]
    E --> E5[等值线法]
    E --> E6[量底法]
    E --> E7[比值分级法]
    E --> E8[分区统计图法]
    E --> E9[定位图表法]
    E --> E10[动线法]
  
```

白鹿镇震后地表三维景观

白鹿镇在彭州市的位置

#### 4.2 强调色彩庄重素雅

灾情评估

极重灾区——北川羌族自治县

汶川地震灾害图集  
WENCHUAN ZIYEN ZAIHAJI TUJI

汶川

北川羌族自治县综合灾情

北川羌族自治县位置图

北川羌族自治县房屋倒塌严重

北川羌族自治县城区完全坍塌的房屋

北川羌族自治县各类损失约占四川省该类损失的比率

损失类别	比率 (%)
农村住房	1.3
城镇非住宅用房	1.3
农村住房	5.6
水利	1.9
农业	0.9
牧业	3.2
林业	4.2
工业	3.2
商业	8.3
旅游业	12.4
交通	3.8
电力	8.3
通信	14.4
其他	15.2
自然保护区	15.2

北川羌族自治县人员伤亡及安置

项目	数量
死亡人数	15000
安置人数	15000

(资料截至2008年6月20)

北川羌族自治县灾害危害对象及受损情况

- ◆ 居民地: 20%
- ◆ 道路: 7.5%, 13.2 km
- ◆ 河流: 23.5 km, 其中堵江25处
- ◆ 农田: 200 hm<sup>2</sup>
- ◆ 重要建筑: 威胁水库1处

北川羌族自治县地震灾害

灾害类型	数量 (处)
崩塌	121
滑坡	122
泥石流	21
重大地质灾害	25

北川羌族自治县经济损失

单位: 亿元

北川羌族自治县经济损失占川陕陕灾经济总损失比例

约5.9%

8451亿元

北川羌族自治县房屋受损

房屋类型	数量 (处)
城镇非住宅用房	15000
农村住房	15000
房屋严重受损	15000
房屋倒塌	15000

单位:  $\times 10^4$  m<sup>2</sup>

灾情及灾害资料来源: 国土资源部、民政部、国家发展和改革委员会、财政部、中国地震局

2009年第 11卷第 8期 27

4.3 采用统一的地震灾害符号系统

利用象征性手法设计和完善地震、崩塌、滑坡、泥石流和堰塞湖等地质灾害符号,形成了相对统一的地震灾害符号系统。图 7 给出了符号系统设计工艺流程。

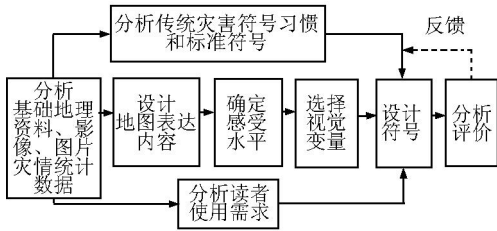


图 7 符号设计工艺流程  
Fig 7 Outline of the symbolic design

5 图集编制的工程组织与实施

为了做好该地图集编制工程的组织实施,科技部、国家测绘局、民政部、国家发展和改革委员会等部门联合成立了图集编委会,国家减灾委—科技部抗震救灾专家组、国家基础地理信息中心、民政部国家减灾中心、北京师范大学民政部—教育部减灾与应急管理研究院、成都地图出版社等单位承担了图集编制和印刷出版的各项具体工作。近百位科技人员团结协作,大胆创新,克服了重重困难,仅用了短短 6 个月的时间就圆满完成了通常需要两到三年时间才能完成的图集设计与编制工作,创下了快速编制高水平综合性地图集的纪录,成为我国多部门、多单位联合开展地图编制工作的又一个成功范例。

值得说明的是,在地图集编制过程中采取了多层次质量控制措施。一是编图过程中加强质量检查,有关编辑人员负责地图设计质量的把关,审校人员负责内容审校,对包括地理要素、专题内容、图片和文字、图面合理性和完整性、图集整体的系统性

和一致性等进行检查;二是聘请专家进行审查,包括专家预审、专家会议评审等;三是提交有关方面进行地图审查和出版审定,前者是对图集进行版图和保密等审查,后者是按照《图书质量保障体系》三审制度,对地图集进行出版审定。这些措施确保了地图集无论是在内容质量、编校质量、印装质量以及成图和显示的视觉效果上都达到了精品地图的目标。

《汶川地震灾害地图集》已于 2009 年 2 月由成都地图出版社正式出版。它是我国第一部以地图形式真实记录地震灾害全过程的综合性图集,具有很高的史料文献和参考教育价值。

致谢:《汶川地震灾害地图集》编制与出版是国家多部门紧密联合、科技人员通力协作和共同努力的成果,其他有关部门、单位及人员也对图集编制出版给予了大力支持,在此一并表示感谢。

参考文献

[1] 陈 昱. 现代地图集设计与研究 [M]. 北京:科学出版社, 2005  
[2] 祝国瑞. 地图设计与编绘 [M]. 武汉:武汉大学出版社, 2005  
[3] 周 湛. 地图记录大地震——从中国历史地图集看大地震 [N]. 中国测绘报, 2008 - 07 - 29 (7)  
[4] 史培军. 中国自然灾害系统地图集 [M]. 北京:科学出版社, 2003  
[5] 图集编委会. 中国历史地震图集 [M]. 北京:中国地图出版社, 1990  
[6] 国家减灾会科技部抗震救灾专家组. 汶川地震灾害综合分析与评估 [M]. 北京:科学出版社, 2008  
[7] 国家发展改革委员会. 汶川地震灾后恢复重建总体规划 [N]. 光明日报, 2008 - 08 - 13 (10 - 12)  
[8] 陈 军,何超英,朱 武,等. 汶川抗震救灾的地理信息综合应急服务 [J]. 地理信息世界, 2008, 6 (6): 7 - 11

(下转 96 页)

- [5] Zhu Wang Hopf bifurcation in a SMB power system with SSR [J]. IEEE Tran on power System, 1996, 11 (3): 1579 - 1584
- [6] 邓集祥,刘广生,边二曼.低频振荡中的分枝研究[J].中国电机工程学报,1997,17(6):391 - 394
- [7] Hassard B D, Kazarinoff N D, Wan Y H. Theory and Application of Hopf Bifurcation Cambridge [M]. UK: Cambridge University Press, 1981
- [8] 李光琦.电力系统暂态分析[M].北京:水利电力出版社, 1995: 184 - 194

## The nonlinear singularity phenomenon of low frequency oscillation in power system

Ma Jinglan, Wang Wei, Wan Jingsheng, Zhang Yongli

(Beijing Institute of Petro-chemical Technology, Electric Engineering Department, Beijing 102617, China)

**[Abstract]** LFO (Low Frequency Oscillation) is a main aspect that affects power system stability. In this paper, the inherent reason that causes LFO is discussed. With Hopf bifurcation theory, it is analyzed that the nonlinear singularity phenomenon happens close to the critical points in a single-infinite power system of four-rank model. The study indicates that because of the Hopf bifurcation, singularity phenomenon in the power system happens close to the critical points, which affects the steady bound.

**[Key words]** LFO; bifurcation theory; nonlinear; singularity

(上接 28页)

## Atlas design and production of Wenchuan Earthquake disaster

Chen Jun<sup>1</sup>, Shi Peijun<sup>2</sup>, Wang Donghua<sup>1</sup>, Zhao Yong<sup>1</sup>,  
Wang Jing'ai<sup>2</sup>, Liu Lianyou<sup>2</sup>, Dai Changli<sup>3</sup>, Zeng Wenjun<sup>3</sup>

(1. National Geomatics Center of China, Beijing 100048, China; 2. Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. Map Publishing House of Chengdu, Chengdu 610100, China)

**[Abstract]** The atlas of Wenchuan Earthquake disaster was published in the beginning of 2009. It provides a comprehensive presentation of mechanism governing the devastating quake, the major disaster caused, the emergency response, and the reconstruction plan. Advanced spatio-temporal representation techniques were used integrally in the design and production of the atlas, such as remotely sensed images, three dimensional digital models, and specific symbols for earthquake disaster. The atlas is considered as a fundamental material and scientific reference for the study of natural catastrophes, disaster recovery, and public awareness of natural disasters. This paper gives a brief introduction of the design concept of the atlas and its relevant methodology, major contents, spatial-temporal representation techniques, as well as the organizational strategy.

**[Key words]** atlas of Wenchuan Earthquake disaster; visualization of geo-information; design and production