

# 汶川地震灾区应急影像地图制作技术

陈军, 陈利军, 廖安平, 商瑶玲, 朱武

国家基础地理信息中心, 北京 100044

**摘要:** 结合汶川地震灾害应急对影像地图的需求, 针对灾区分县 1:25 000 和 1:5000 影像地图设计过程中的一些相关技术进行了试验和总结, 为今后影像地图的设计与制作提供理论和方法上的参考。

**关键词:** 影像地图, 灾害应急, 航空摄影, 遥感卫星影像

**中图分类号:** TP79 **文献标识码:** A

## 1 引言

随着遥感、计算机制图、地图数据库和多媒体等技术的迅速发展, 传统的制图技术有了重大的变革。各种通用和专业制图软件的出现大大减轻了制图者的工作量, 地图的形式和品种更加多样化, 从平面地图发展到三维地图, 从静态地图发展到动态地图, 从模拟地图发展到数字地图, 地图的地位和作用也发生了深刻变化(杜清运, 2003)。影像地图作为一种新的产品模式, 将地形、地物准确、直观、形象、全面地反映出来, 突破线划地图信息负载量和表现方法的局限(王家耀 & 王光霞, 2007; 陆明华, 2003; 何宗宜 & 刘新华, 2002)。尤其针对灾害应急期间各部门对测绘数据准确性、现势性、直观性的要求, 影像地图产品模式的出现既缩短了成图周期, 又降低了成图费用, 可以及时地提供工作用图。

利用汶川地震灾区航空影像资料和高分辨率遥感卫星影像, 采用摄影测量与遥感技术, 快速生产地震灾区正射影像, 适度叠加 1:50 000 核心要素, 形成地震灾区系列遥感影像地图, 为灾后损失评估、灾害调查与监测、灾后重建规划等工作提供及时的地理信息服务。

## 2 遥感影像和矢量数据处理

### 2.1 资料获取

#### 2.1.1 遥感影像资料

地震发生后, 各相关部门积极部署了灾区航空

摄影和遥感卫星影像的订购计划, 短短 3 个星期就获取了 11 万 km<sup>2</sup> 的航空影像资料和 77 万 km<sup>2</sup> 的高分辨率遥感卫星影像, 其中包括数码、胶片扫描等航摄资料和 SPOT5, IKONOS, QUICKBIRD, WorldView, ALOS, 福卫, 北京 1 号小卫星, CBERS02B, P5/P6 等高分辨率遥感卫星影像, 为灾区影像地图的制作提供了大量的现势性影像资料。

#### 2.1.2 矢量数据

矢量数据采用国家基本比例尺 1:50 000 核心地形要素数据, 其中交通要素采用数据精度与车载道路数据相当的 1:50 000 地形数据库更新交通整合数据; 境界数据采用各省测绘局生产的灾区县、乡等级的境界数据。

制图过程中参考各种最新出版的行政区划图册、地图集、旅游图等, 用于诸如水库、堤坝等重大水利设施及名称资料的核实, 以保证数据的现势性。

## 2.2 遥感影像数据处理

### 2.2.1 影像快速纠正

应急期间考虑到控制资料精度和只进行正射影像的生产, 影像地图的几何精度按照 1:50000 地形图精度要求, 在满足平面几何精度的前提下, 高程几何精度可适当放宽。地物点对于附近野外控制点的平面位置和高程误差不大于表 1 所列数据。特殊困难地区平面位置误差不大于 37.5m, 高程误差按表 1 相应地形类别放宽 0.5 倍, 高山地一般不再放宽。

收稿日期: 2008-09-12; 修订日期: 2008-09-20

基金项目: 国家科技支撑计划项目(编号: 2008BAK49B01, 2008BAK49B02)。

第一作者简介: 陈军(1956—), 男, 安徽人, 国家基础地理信息中心主任、教授、博士生导师, 国际摄影测量与遥感学会秘书长, 主要研究领域为地理信息系统与遥感。发表论文近 100 篇, 学术专著 1 本, 合作发表学术和科普图书 3 本。

表 1 影像地图几何精度要求

Table 1 Geometric precision of photomap

地形类别	地物点 平面位置中误差/m	高程中误差/m	
		高程注记点	等高线
平地	25	2.5	3.0
丘陵	25	4.0	5.0
山地	37.5	6.0	8.0(地形变换点)
高山地	37.5	10.0	14.0(地形变换点)

数字正射影像数据采用微分纠正模式进行生产,通过采集合理的控制点,进行航空影像空中三角测量和卫星影像外参数解算,利用已有的 DEM 数据进行微分纠正生成。

### (1) 航空影像空中三角测量

航空影像利用空中三角测量方法加密控制点并获取影像外方位元素;基于 IMU/DGPS(惯导与差分定位系统)技术的航空摄影资料采用无控制空三加密,以保证正射影像镶嵌和接边能够满足精度要求。

### (2) 遥感卫星影像外参数解算

卫星影像的外参数解算充分利用影像附带的轨道参数或 RPC 参数,有以下几种纠正方式:①严格物理模型。利用卫星影像提供的精确轨道参数,结合地面控制点,对严格轨道模型进行优化解算外参数,如法国 SPOT5 卫星影像,一般每景需要 6 个控制点即可。②RPC 模型。根据卫星影像提供的精确 RPC 参数,结合地面控制点,对 RPC 模型进行优化解算外参数,如 P5, IKONOS, QUICKBIRD, ORBVIEW, WORLDVIEW 及 ALOS 等卫星影像,根据影像覆盖范围和 RPC 参数精度不同,每景影像需要 5—8 个控制点即可。③多项式模型或其他模型。如果卫星影像无法提供精确轨道参数或 RPC 参数,则采用二次多项式或其他模型进行纠正,如北京 1 号小卫星,CBERS02B 等,一般需要 15 个以上控制点。

### 2.2.2 影像融合

采用 Pansharp 影像融合方法(PCI 软件模块)。该算法适合各种不同传感器影像之间的融合,色彩恢复好,空间信息锐化显著。其用于辅助计算的参照影像是与全色影像具有相同(近)的波谱范围的多光谱影像,不同的遥感影像具有不同的参照影像波段,如表 2。

表 2 Pansharp 融合方法中的参照影像波段设置

Table 2 The bands setting of the reference image for pansharp fusion

传感器	参照波段			
SPOT5		GREEN:1	RED:2	
IKONOS	BLUE:1	GREEN:2	RED:3	Near IR:4
QUICKBIRD	BLUE:1	GREEN:2	RED:3	Near IR:4
ORBVIEW	BLUE:1	GREEN:2	RED:3	Near IR:4
ALOS		GREEN:2	RED:3	
福卫	BLUE:1	GREEN:2	RED:3	Near IR:4
北京 1 号小卫星		GREEN:1	RED:2	
P5/P6	BLUE:1	GREEN:2	RED:3	

### 2.2.3 真彩色变换

主要针对 SPOT5 多光谱影像缺少蓝光波段,无法合成真彩色,通过波段之间的运算,人工合成似真彩色影像,以便于地物识别和视觉显示。其计算公式如下:

$$R_{New} = 0.1 \times B_1 + 0.9 \times B_2 + 0.0 \times B_3$$

$$G_{New} = 0.3 \times B_1 + 0.0 \times B_2 + 0.7 \times B_3$$

$$B_{New} = 0.1 \times B_1 + 0.1 \times B_2 + 0.8 \times B_3$$

式中: $R_{New}$ 为新的红波段, $G_{New}$ 为新的绿波段, $B_{New}$ 为新的蓝波段; $B_1, B_2, B_3$ 分别为 SPOT5 影像的 1, 2, 3 波段,即绿、红、近红外波段。

### 2.2.4 影像增强

根据影像制图的需要,还需要对影像进行直方图拉伸、对比度/色彩饱和度调整、匀光处理、锐化处理等增强处理。处理后的影像保证整体色彩饱满,色调明快柔和,无噪声、条带和花斑,地物层次分明,纹理清晰,无大块过亮或过暗区域。

## 3 影像地图总体设计与制作工艺

### 3.1 选定适合的影像地图比例尺

根据相关部门开展的灾区灾后损失评估、灾害调查与监测、灾后重建规划等任务需求,经研究表明,选择以下 3 个层次的影像地图产品,可满足基本用图:

(1)分县影像地图挂图。利用已有 SPOT5, P5 以及灾后数据,制作四川、陕西、甘肃 3 省 95 个受灾县的影像地图,实现“一县一图”,供宏观分析决策使用。图面尺寸按照 1.5m 设置宽度,调整各县在该尺寸下的合适范围,确定长度和比例尺。

(2) 全区域覆盖 1:25 000 比例尺影像地图。综合利用灾前 SPOT5, CBERS02B, P5 和灾后获取的航摄、遥感等影像资料, 制作覆盖 95 个受灾县的 1:25 000 比例尺影像地图, 满足损失评估、灾害调查与监测、灾后重建规划等工作的需要。

(3) 城镇及重点区域 1:5000 比例尺影像地图。利用已获取的灾后航空影像和高分辨率遥感卫星影像, 制作 95 个县内城镇及重点区域 1:5000 比例尺影像地图, 满足灾区城镇规划设计的需要。

### 3.2 影像底图的优先选取原则

(1) 优先选取灾后影像数据, 覆盖不全的部分, 以灾前 2.5m 的 SPOT5, P5, ALOS, CBERS02B 等融合影像进行补充。

(2) 优先选用高分辨率的航空正射影像和高分辨率遥感卫星影像数据, 选取的制图影像数据分辨率不低于(含)2.5m。

(3) 优先选用彩色影像, 相同分辨率的制图影像优先选取彩色合成的影像, 若同是全色影像, 优先选取图像质量较佳的影像数据。

(4) 优先选用成像质量好的影像, 分幅的制图影像数据云量不超过幅面范围的 20%, 并且不压盖主要地物, 如城镇区域、道路、灾害发生地等。

### 3.3 影像底图色彩调整

色彩丰富的遥感影像不利于地图符号的叠加表示(王家耀 & 王光霞, 2007; 陆明华, 2003; 何宗宜 & 刘新华, 2002), 因此, 需要对图像进行色调的微调, 将原来偏冷的色调调至中性微暖, 同时要保持植被绿色的真实感。然后降低图像的饱和度, 增加明度, 使图像退居次要的视觉层次。由于原始影像房屋的亮部和阴影对比度过于强烈, 不利于地图符号的设计, 需要调整影像对比度和分辨率。经过色调调整后的影像底图, 更加有利于地图符号的设计。

### 3.4 矢量要素的选取

影像地图中的矢量要素有着很重要的作用, 但受限于地图图幅的固定尺寸, 如何将矢量要素尽可能多的展现在影像地图上, 保证最大的载负量, 是决定影像地图质量高低的关键因素之一。地图载负量为整个影像地图图幅范围内地图符号和注记的总数量, 可以用单位面积内符号和注记的数量来量化(何宗宜, 1995)。一般在影像地图中只选取点、线状的矢量要素, 如居民地、交通、境界、水系、等高线等, 与地震有关的专题要素如滑坡、泥石流、堰塞湖等可视资料掌握情况进行表示。表 3 为各级影像地图中矢量要素的选取原则。

表 3 各级影像地图中矢量要素选取原则  
Table 3 The selection of the vector elements on image maps

影像地图 矢量要素	分县	1:25 000	1:5000
地名	选取 1:50 000 地形要素数据的行政村、乡镇、县级政府所在地、地级政府所在地一级	选取 1:50 000 地形要素数据的全部地名数据, 包括居民地地名层和自然地名层	1:50 000 地形要素数据的全部地名数据, 包括居民地地名层和自然地名层
水系	选取线状水系层的主要单、双线河流	原则上全部选取线状水系层, 但平原地区可适当取舍	只选取河流、渠道、湖泊、水库等全部水系的注记名称
铁路	选取主要铁路	全部选取	全部选取
道路	选取高速公路、国道、省道、县乡道、城区主要街道等	选取 1:50 000 地形数据库更新道路整合数据 GPS 道路数据, 对于特别密集的乡村道路可以进行取舍	选取 1:50 000 地形数据库更新道路整合数据 GPS 道路数据, 选取国、省、县乡道编号及名称, 道路附属设施名称
境界	选取到县境界一级	选取到县乡境界一级	选取到县乡境界一级
地形要素	不选取	控制点及高程点数据全部选取, 等高线选取 100m 等高距	控制点及高程点数据全部选取

### 3.5 符号和注记设计

根据影像的色调,配置适当地图符号与注记,既保证地图符号的精度,又使符号得到使用。在背景色丰富的影像地图中,注记的色彩要醒目,需要突出符号注记层的视觉层次,但颜色种类不宜过多,且不宜大面积压盖底层影像的信息。

对于点状符号和注记的色彩选用大红、品红、青色或黑色等饱和度高的纯色,配以一定宽度的白色衬边,将注记与底图隔开,达到突出的效果,使地图注记在影像图上能够清晰可见。对线状符号(主要指道路),可采用单双线的方式加以标示。

为了与影像的色彩不冲突,可对各种水系、交通、境界和地名等要素设计不同的色彩方案,其基

本原则是在尽量模拟要素自然色彩的同时,还要考虑要素的清晰表现和整体色彩的协调性。

### 3.6 矢量要素表示与冲突处理

按照符号和注记的设计要求,对矢量要素进行图面表示,具体要求参照表4。如果影像地图中出现交通要素如道路与道路、道路与铁路之间并行重合,即线划符号冲突现象,需要对这些要素进行适当地移位处理,使要素间在图面上表示得更加清晰和美观。如果图面上出现注记压盖符号,即注记冲突现象,应考虑对注记进行适当的移位,尽量放在注记点附近较为空旷的地方;若符号密集无法避开,应考虑优先避免压盖符号的级次,由高及低为注记、境界、铁路、道路、水系和等高线。

表4 矢量要素的表示与处理方式

Table 4 The representations and treatments of the vector elements on image map

影像地图 矢量要素	分县	1:25 000	1:5000
地名	居民地以符号和注记的方式进行表示	居民地和自然地名以符号和注记的方式进行表示	居民地和自然地名只表示名称,不表示点位符号
水系	依线状符号表示主要单、双线河流,只标注主要河流的名称	水系名称一般都应表示,根据河流长度,每条河流表示1—2处,注记位置一般应选择地物相对较少,宜于明显标注的地方	水系名称一般都应表示,根据河流长度,每条河流表示1—2处。双线河流等面状水系注记一般应选择在水体中标注,单线河渠等注记依据长度,表示1—2处,注记位置一般应选择地物相对较少,宜于明显标注的地方
铁路	标注主要铁路名称	铁路名称视长度进行标注	铁路名称视长度进行标注
道路	依不同大小、颜色的符号和注记进行表示,只标注高速公路、国道及省道编号或名称	公路只标注高速公路、国道及省道编号及名称。依据道路长度,每条道路表示1—2处,注记位置一般应选择地物相对较少,宜于明显标注的地方。道路不能因道路设施取舍表示而中断不连续	公路标注高速公路、国道、省道、县乡道的编号及名称。依据道路长度,每条道路表示1—2处,注记位置一般应选择地物相对较少,宜于明显标注的地方;道路附属名称注记依照影像位置确定并表示
境界	县境界依照符号表示	县乡境界依照符号表示,当境界与地物明显不合理处,应进行协调处理	县乡境界依照符号表示,当境界与地物明显不合理处,应进行协调处理
地形要素	不表示	等高线按照100m等高距表示,每500m表示计曲线并标注等高线高程注记,注记标注密度合理	控制点及高程控制点依照相应符号表示,并标注高程

### 3.7 影像地图的整饰

整饰内容包括图名、图号、图幅接图表、密级、内外图廓线及其经纬度注记、公里网线及其注记、图像

接合略图、图像情况及资料获取时间、地理位置、制作单位、坐标系、出版年代和比例尺等,可参照相应比例尺的国家基本比例尺地图图式标准(GB/T20257(2,3)-2006)。整饰后的影像地图样图见图1—图3。



图 1 分县影像地图挂图样图

Fig. 1 The sample of wall photomap of Lixian county



图 2 平武县 1:25 000 影像地图样图

Fig. 2 The sample of 1:25 000 scale photomap of Pingwu county



图3 平武县龙口镇 1:5000 影像地图样图

Fig.3 The sample of 1:5000 scale photomap of longkou town, pingwu county

## 4 讨 论

影像地图是遥感影像与地图的一种集成,融合了影像和线划符号地图的优势,是多源空间数据的复合表现(赵振家等,1996)。作为地图产品的一种表现形式,影像地图丰富翔实的内容,可以为众多行业和社会各界提供快捷实用的基础地理信息,并可以以其直观性和现势性的成果形式支持城市规划、基础设施建设、防灾减灾、环境保护、农林牧渔业规划、信息管理、国防建设等工作,是不可或缺的地理空间信息。

灾害应急期间,按照“边建设、边应用”的原则,仅用一个多月时间制作完成了灾区 95 个县的分县(市、区)影像地图 98 幅,覆盖 95 个县(市、区)的 1:25 000 影像地图 2653 幅和覆盖重点灾区的 1:5000 影像地图 2114 幅,并陆续提供给有关部门及灾区政府使用,在灾情分析评估、灾后重建规划等工作中发挥了重要作用。

影像地图不仅有传统地图的特点,而且与传统类型的普通地图、专题地图和综合性地图相比,在工艺中不仅运用计算机制图技术,还运用大量的遥

感影像处理技术。因此,在内容结构、表达手段、生产工艺上具有新的制作要求。

影像地图中影像与矢量要素的协调处理是一项重要内容(李雪梅等,2006),具体体现在遥感影像分辨率与地图比例尺之间的对应关系(杜清运)、影像地图中矢量要素内容的选取、影像色彩与矢量要素符号、注记的搭配等方面,需今后开展更进一步的理论研究和实践探索。

## REFERENCES

- Du Q Y. 2003. Status and tendency of digitai cartography. *Geospatial Information*, 12(4):3—5
- Guo S D, Lin X D, Ma T. 2004. Some key techniques research in environmental mapping using high spatial resolution remote sensed data. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 40(1):116—119
- He Z Y, Liu X H. 2002. On remotely sensed image map making. *Bulletin of Surveying and mapping*, (11):44—45
- He Z Y. 1995. Improvements of the selected index of main elements on the relief map. *Bulletin of Surveying and mapping*, 2(1):37—40
- Li X M, Pang X P, Zhao J. 2006. Harmonized disposal between vector element and image in image atlas. *Geomatics & Spatial in Formation Technology*, 2(1):105—108
- LU M H. 2003. A brief talk on design idea of image atlas of shanghai. *Bulletin of Surveying and mapping*, 7(7):49—51

Part 3: 1: 25 000, 1: 50 000, 1: 100 000 Map Pattern, National Basic Scale Map[S], GB/T 20257.3-2006

Prat 2: 1: 5000, 1: 10 000 Map Pattern, National Basic Scale Map. GB/T 20257.2-2006

Wang J Y, Wang G X. 2007. The design and study of the photomap atlas of suzhou. *Bulletin of Surveying and mapping*, 2(2): 65—69

Zhao Z J, Cheng C Q, Wu L. 1996. Research and practice on remote sensing imagery mapping on basis of GIS. *Geographic Research*, 15(2): 28—33

### 附中文参考文献

杜清运. 2003. 数字地图学发展的现状与趋势. *地理空间信息*, 12(4): 3—5

国家基本比例尺地图图式. 第2部分: 1: 5000, 1: 10 000 地形图图式 GB/T 20257.2-2006

国家基本比例尺地图图式. 第3部分: 1: 25000, 1: 50000,

1: 100 000 地形图图式 GB/T 20257.3-2006

郭仕德, 林旭东. 2004. 高空间分辨率遥感环境制图的几个关键技术研究. *北京大学学报·自然科学版*, 40(1): 116—119

何宗宜, 刘新华. 2002. 浅论遥感影像地图的制作. *测绘通报*, (11): 44—45

何宗宜. 1995. 地形图上主要内容选取指标的改进设想. *测绘通报*, 2(1): 37—40

李雪梅, 庞小平, 赵晶. 2006. 影像地图集矢量要素与影像的协调处理. *测绘与空间地理信息*, 2(1): 105—108

陆明华. 2003. 浅谈《上海市影像地图集》的设计思想. *测绘通报*, 7(7): 49—51

王家耀, 王光霞. 2007. 苏州市影像地图集的设计与研制. *测绘通报*, 2(2): 65—69

赵振家, 程承旗, 郭伦. 1996. 基于 GIS 制作遥感影像地图的研究与实践. *地理研究*, 15(2): 28—33

## Photomap producing for wenchuan earthquake disaster emergency

CHEN Jun, CHEN Li-jun, LIAO An-ping, SHANG Yao-ling, ZHU Wu

National Geomatics Center of China, Beijing 100044, China

**Abstract:** Photomap, as a kind of map that integrates the map with the remote sensing image, has the advantages of both images and Line symbol maps and is the composite of multi-source spatial data. As a formation of map product, image-rich detailed photomap can provide fast and practical geographic information for many industries and communities, and direct its current and potential application in fields such as urban planning, infrastructure construction, disaster prevention and mitigation, environmental protection, agricultural planning, information management and national defense. Therefore, it is essential geospatial information.

The Wenchuan photomap productions need to use the photogrammetric information of the earthquake-stricken area and high-resolution satellite remote sensing images. Using the photogrammetry and remote sensing technology, it needs to rapidly produce the orthoimages of the disaster areas, and moderately overlay 1: 50000 core elements of the earthquake-stricken area to form sub-county wall photomaps, the region-wide photomaps of 1: 25,000-scale and the urban and regional focus photomaps of 1: 5000-scale. It can provide geographic information services in a timely manner for post-disaster damage assessment, disaster monitoring and survey, planning, and post-disaster reconstruction work.

During the period of disaster emergency, according to the “producing as well as the application” principle, in only a month it has completed the production of 98 county photomaps of the 95 counties of whole coverage, the 2653 photomaps of 1: 25,000 scale covering 95 counties and the 2114 photomaps of 1: 5000 scale of key areas. They are being provided to the affected areas and government departments, and has played an important role in the analysis of the disaster assessment, planning, and post-disaster reconstruction work.

Comparing with traditional types of ordinary maps, thematic maps and the comprehensive maps, photomap has not only the features of the traditional map, using the computer graphics technology, but also a large number of remote sensing image processing technology. It has a new production requirement for the content structure, the means of expression and the production process.

**Key words:** photomap, disaster emergency, photogrammetry, remote sensing