

# 北京历史地震 GIS 技术平台的建立<sup>1</sup>

任雪梅<sup>1), 2)</sup> 高孟潭<sup>1)</sup> 王 银<sup>2)</sup>

1) 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081

2) 宁夏地震局, 银川 750001

**摘要** 通过对公元 1000 年以来北京市及附近地区 6 级以上地震震害资料的收集和整理, 采用 GIS 技术, 建立了北京市历史地震的地理信息系统技术平台。本文较详细介绍了建立该技术平台的过程, 这对于今后这方面的工作有一定的参考价值。

**关键词:** 北京市 历史地震 地理信息系统 震害

## 引言

历史上北京及其邻近地区曾发生过多起破坏性地震(顾功叙, 1983), 有较丰富的资料记载和信息。许多学者从不同角度对这些地震进行了分析研究, 但由于分析技术手段的限制, 仍有许多有用的震害信息没有得到充分的应用。将地理信息系统(GIS)引入历史地震震害分析, 充分利用各类历史文献、文物中的地震震害等资料, 将提供更多、更有用的信息。近年来高孟潭(2004)等学者首先应用该技术分析和建立了 1303 年洪洞地震的 GIS 系统, 并分析了该地震的烈度异常分布的空间特征及其构造、场地条件、盆地之间的关系, 得到了较好的结果。本文对北京市及附近地区 6 级以上地震建立了 GIS 技术平台, 这对于今后进一步分析和完善这些地震的震害资料奠定了一定的基础。

## 1 1000 年以来北京市 6 级以上地震 GIS 系统的建立

### 1.1 地震资料选取

本文选取了 1000 年以来北京市及附近地区发生的 8 次 6 级以上破坏性地震(见表 1), 分别建立了每个地震的 GIS 系统。

### 1.2 基础数据及资料来源

本文主要利用 MAPINFO 软件, 建立了以上 8 个地震的 GIS 系统。其主要数据包括: 基础地理信息, 地震断层与构造信息(盆地分布), 地震等震线以及地震震害资料。

1 科技部国际合作重点项目《特大城市地震地面运动与灾害分布研究》资助

[收稿日期] 2006-03-16

[作者简介] 任雪梅, 女, 生于 1968 年。副研究员, 现为中国地震局地球物理研究所博士生。1989 年毕业于北京大学地震地质专业; 2005 年毕业于中国地震局兰州地震研究所固体物理专业并获理学硕士学位。主要从事地震活动性和地震工程学研究。E-mail: rxm1025@163.com

表 1 1000 年以来北京 6 级以上地震参数  
Table 1 Parameters of the earthquakes with  $M \geq 6.0$  in study area since 1000

时 间	地 点	震 级	$N_p$ ( $^{\circ}$ )	$E_{\lambda}$ ( $^{\circ}$ )	极震区烈度
1057 年月日不详	北京南郊	$6^{3/4}$	39.7	116.3	IX
1337 年 9 月 8 日	延庆—怀来	$6^{1/2}$	40.4	115.7	VII
1484 年 1 月 29 日	居庸关一带	$6^{3/4}$	40.5	116.5	VII—IX
1536 年 10 月 22 日	北京通县南	6	39.8	116.8	VII—VIII
1665 年 4 月 16 日	北京通县西	$6^{1/2}$	39.9	116.6	VII
1679 年 9 月 2 日	三河、平谷	8	40.0	117.0	XI
1720 年 7 月 12 日	河北怀来沙城	$6^{1/2}$	40.4	115.5	IX
1730 年 9 月 30 日	北京西郊	$6^{1/2}$	40.0	116.2	VII

基础地理信息数据包括：中华人民共和国行政区划数据，元、明和清朝时期行政区划数据，城镇，河流，湖泊。历史地图采用谭其骧（1983）主编的中国历史地图集（远古至元、明和清时期）。

震害、地震断层与构造数据包括：断层数据、地震构造数据和第四纪盆地数据以及地震震中分布图。

震害资料主要根据《中国地震历史资料汇编》（谢毓寿，蔡美彪，1983）、顾功叙（1983）主编的《中国地震目录》和《河北省地震资料汇编》（张秀梅，1990）。

### 1.3 GIS 平台的主要图层

主要图层包括：基础图层、行政区划图层、地震构造与断层分布图层、地震基本参数图层、震害分布图层以及实际等震线分布图层等。

### 1.4 GIS 平台的主要功能

信息查阅功能：GIS 平台可以显示各种相关的震害信息，包括历史文献、碑文和史料关于地震的记载，可以具体地查询每个县的影响地震烈度、理论模型烈度等相关的地理信息。

灾害空间分析功能：对灾害进行空间统计分析、将灾害的空间分布与地理要素进行相关的统计分析及将地震灾害资料与地震地质构造等资料进行相关分析。

## 2 北京历史地震 GIS 技术平台建立的工作框图

北京市历史地震 GIS 技术平台建立的主要过程，用图框可表示为图 1。

### 3 扫描历史地图的步骤和应注意的问题

#### 3.1 一般图件的扫描应注意的问题

一般图像扫描时，应注意保留图框，因为图框的线段一般是水平和垂直的，最后可根据

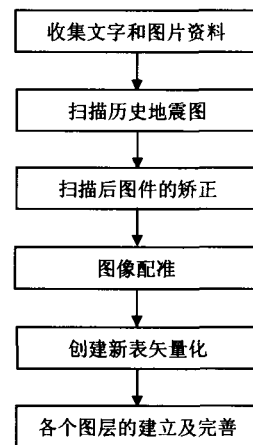


图 1 北京市历史地震 GIS 技术平台建立过程示意图

Fig. 1 A flowchart showing the establishment of GIS-based platform on historical earthquakes in Beijing

图框, 进行角度矫正; 如果不保留图框, 图像中的经纬度线不是直线, 因此无法进行矫正。

### 3.2 有中缝的图件扫描后的矫正

在《中国历史地图集》中所选取地震的图件近一半图幅较大, 占两个单页, 中部有中缝, 因此扫描后图中缝附近变形较大, 需要矫正。此时需要利用图像处理软件 (Photoshop, CoreDraw 等) 进行处理。基本步骤为: 角度矫正→分割→裁剪→合并图层等步骤, 可以使扫描后的图像不失真。

### 3.3 超大的图纸分幅扫描及矢量化

有时一幅大纸张地图需分幅进行扫描, 然后再进行拼接。具体有两种办法:

第一: 分别扫描→利用图像处理软件 (Photoshop 等) 将分幅扫描的各个位图重新拼接为一完整的位图→利用软件 MAPINFO 对拼接后的位图进行矢量化。

第二: 分别扫描→将分幅扫描的各个位图利用软件 MAPINFO 进行矢量化→矢量图层的合并。

一般第一种方法由于整个位图可能会达到几十兆甚至几百兆, 因此在矢量化过程中其显示速度较慢, 因此一般采取第二种方法。

## 4 矢量化的步骤

### 4.1 扫描图纸及控制点准备

扫描图纸的分辨率一般为 100—300 个 dpi, 图像一般以 JPG、TIF、GIF 或 BMP 的格式存放。

在图面上选好控制点, 一般选择经纬线交叉点或比较明显的特征点作为控制点。控制点不少于 3 个, 且不要分布在同一直线上, 一般对角上选择 4 个点, 中间部位任意选择几个散乱点, 准备好控制点的经纬度。同时确定图纸的投影方式和投影参数。

### 4.2 打开图像文件

“文件 File→打开表 Open Table”命令和“点阵图像”文件格式。选择一个图像文件并选择“打开”, 在出现的界面上点击“配准 Register”。

### 4.3 选择投影参数和单位 Units

点击“Projection 投影”按钮以指定图像的投影, 使用合适的投影是很重要的, 因为它会影响覆盖矢量地图图层时的图像扭曲大小。选择投影参数后, 点击“单位 Units”, 从而选择指定坐标的度量单位, 一般选择“度 Degree”, 点击“OK”按钮确定。

### 4.4 创建控制点

用鼠标单击预览图像中的一个点, “增加控制点”对话框出现。在对话框中从纸张地图上指定坐标, 在预览图像中每个控制点被“+”号标出。输入至少 3 个控制点 (如果不知道图像的投影或者图像没有投影, 则要输入更多的控制点)。单击“确定”以显示点阵图像。

**Lable:** 控制点标签, 程序自动建立, 一般不用修改。

**MapX:** 控制点的经度坐标, 需要用户输入。

**MapY:** 控制点的纬度坐标, 需要用户输入。

**ImageX:** 控制点在图像中的点阵坐标 X, 以像素为单位, 程序自动输入, 用户可以修改, 即微调控制点的位置。

**ImageY:** 控制点在图像中的点阵坐标 Y, 以像素为单位, 程序自动输入, 用户可以修改,

即微调控制点的位置。

#### 4.5 注意配准误差

配准图像后，“图像配准”对话框中可能会以像素值显示出某个控制点的误差值。该值是在图像上控制点的位置与在“增加控制点”对话框指定的坐标值之差点。应使误差尽量小。大的误差值会导致覆盖矢量数据后栅格图像不能正确与矢量数据对齐。在选择控制点时要尽可能地精确。要获得好的显示效果，应当用高分辨率显示图像。

可以通过增加更多的控制点来改进配准精度。选择“表→点阵图像→修改图像配准”命令。在“图像配准”对话框中选择“新建”按钮，然后选择另一个点。在地图窗口中选择对应点将坐标传递到配准对话框中。建议在栅格图像的中心附近或配准最差的区域增加控制点。

如果有的控制点误差较大（大于 10），则首先检查该控制点经纬度是否有误。

①在上部的列表框中选中误差较大的点；

②选择“Goto 跳到”按钮跳到预览窗口以便在窗口显示包含选中控制点的那部分图像。

③选择“Edit 编辑”按钮以显示“编辑控制点”对话框。可使用该对话框对选中的控制点编辑名称、地图坐标或栅格图像坐标。

④选择“Remove 删除”按钮以删除选中的不合适的控制点。

按照①—④步检查每个误差较大的点，确保控制点参数选择和输入正确。如果还有的点误差还比较大，应检查投影参数选择是否正确。选择合适的投影参数，直到每个控制点的配准误差小于 5 个像素。

#### 4.6 配准完毕

当确保配准无误后，选择“OK 确定”按钮，MAPINFO 在一个表文件中保存点阵图像的配准信息，并打开配准后的图像文件，点击“OK”确定。

运行“地图 Map→选项 Option（地图显示投影方式），打开地图选项对话框”，设置相应参数，一般坐标单位选取“度”，状态显示栏选择“光标位置”，其它参数依据具体需要确定。查看控制点及经纬网上的经纬度是否正确，如果误差较大，可按上一步：修改配准点。

#### 4.7 创建新表矢量化

矢量化前必须创建一个新表，本文根据需要建立了多个主要图层：基础图层，行政区划图层，地震构造与断层分布图层，地震基本参数图层，震害分布图层以及实际等震线分布图层等。今后还可以根据需要再建立多个图层。

运行“文件 File→新建表 New Table”→添加到当前图层→选择图层的名称、字符类型及长度等，可根据需要选择多个图层→选择点击“创建 Create”→选择新建表存放位置和名称，点击“保存 Save”确定→把新建图层选择为可编辑，点击“OK”，开始数值化→根据矢量化的对象，选择不同的工具进行矢量化。多次重复以上步骤，就可以完整地建立起每个地震的工作空间（GIS 系统）。公元 1679 年 9 月 2 日河北三河—平谷 8 级地震的历史记录资料较完备，其地震 GIS 系统简图见图 2。由图 2 可以看出，震害记录点分布方向为北东向，因此等震线的长轴也为北东向，但由于震害记录点分布不均匀，因此部分等震线的形状也是推测出的，并不精确。

1665 年 4 月 16 日北京通县西 6.5 级地震比河北三河—平谷 8 级地震的资料少，由图 3 可以看出，有震害记录的地点分布较稀疏，因此等震线形状的推断就较为困难，因此对进一步利用该资料分析震害的空间特征就较为困难。

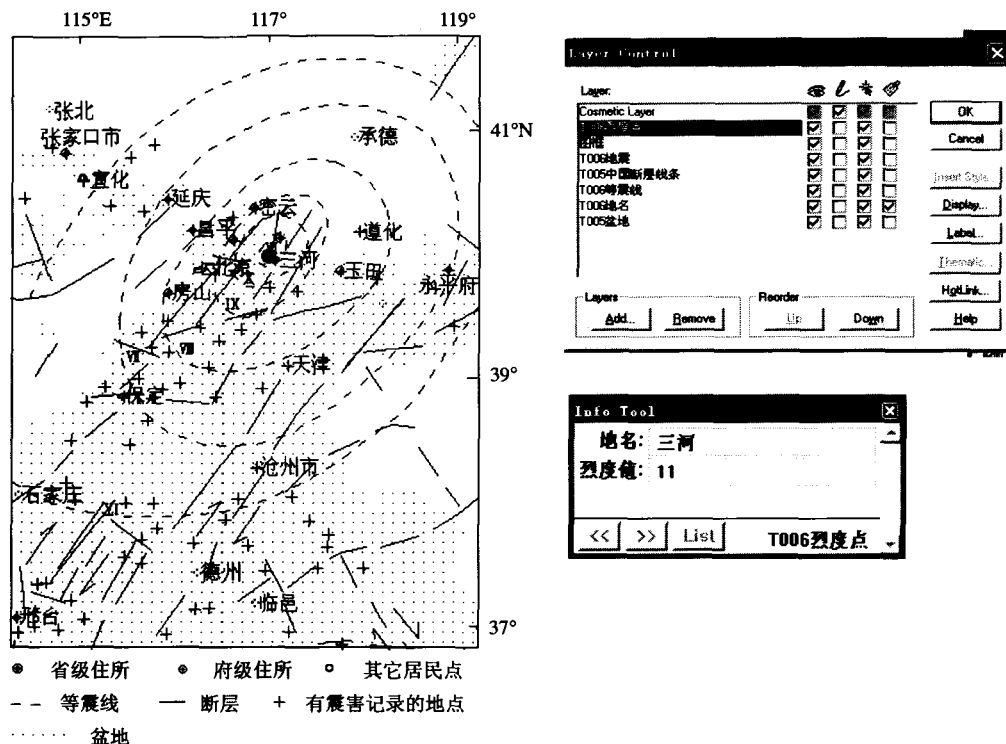


图 2 河北三河—平谷 8 级地震 GIS 系统简图

Fig. 2 An example of GIS showing the earthquake with  $M=8$  between Sanhe-Pinggu in Hebei Province

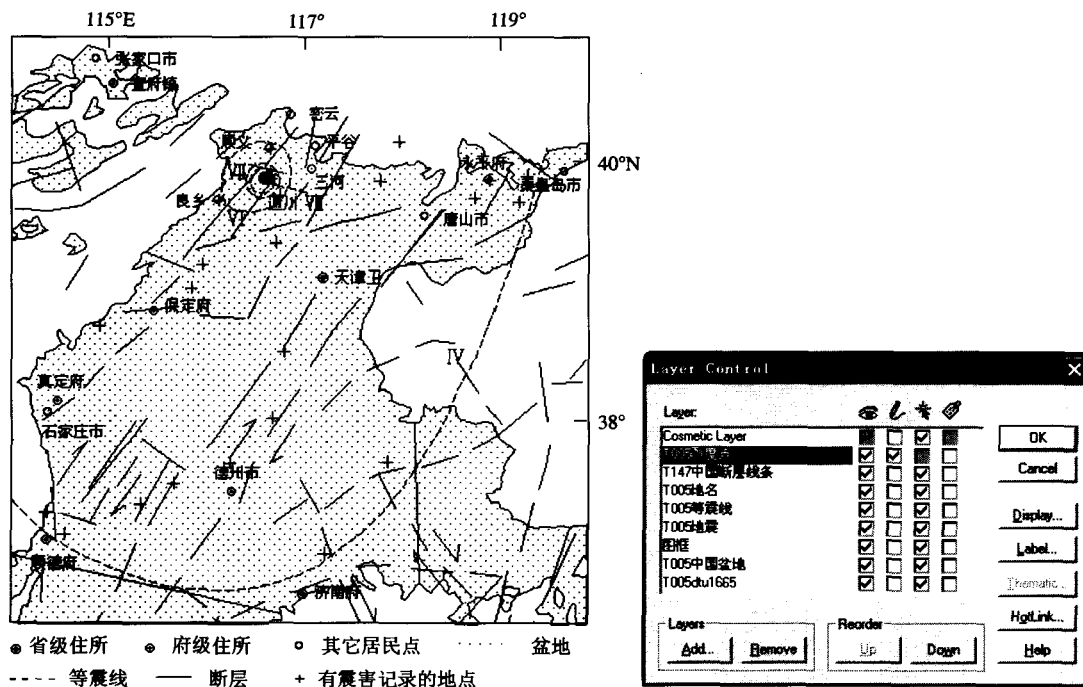


图 3 北京通县西  $6\frac{1}{2}$  级地震 GIS 系统简图

Fig. 3 An example of GIS showing the earthquake with  $M=6\frac{1}{2}$  in the west TongXian of Beijing

今后如果有关于这些地震的新的进展研究资料, 可以用 TAB 文件形式保存在该地震的 GIS 系统中, 以便充实和更新该系统, 这也是 GIS 系统的优点之一。

#### 4.8 Hotlink 工具的应用

Hotlink 工具可以通过单击对象或其标注启用相关的 URL 或与活动对象相关的文件, 该项功能在较高版本的 MAPINFO 软件中都可以找到。这项功能可以使诸多的历史资料文档与历史地震的 GIS 系统相联接, 可以方便地进行震害资料分析。

## 5 结语

北京市历史地震的 GIS 系统, 对该区域的历史地震震害资料分析, 研究北京市地震地面运动和震害预测奠定了一定的基础。通过该技术平台可以使历史地震的空间分布特征得到充分的显现, 同时可以结合历史地震的震害与场地条件、盆地、震源机制等许多具有空间分布特征地学基本参数进行分析, 从而探求地震震源特征与近源地下三维结构(如盆地结构)对地表强地面运动的影响。

## 参考文献

- 顾功叙主编, 1983. 中国地震目录(公元前 1831 年—公元 1969 年). 北京: 科学出版社.
- 高孟潭, 金学申等, 2004. 1303 年洪洞 8 级地震 GIS 系统与震害分布特征分析. 地震学报, 26(4): 363—368.
- 谭其骧主编, 1983. 中国历史地图集(远古至元、明和清时期). 上海: 地图出版社.
- 谢毓寿, 蔡美彪主编, 1983. 中国地震历史资料汇编. 北京: 科学出版社.
- 张秀梅主编, 1990. 河北省地震资料汇编. 北京: 地震出版社.

## The Establishment of A GIS-based Platform on Historical Earthquakes in Beijing

Ren Xuemei<sup>1), 2)</sup>, Gao Mengtan<sup>1)</sup> and Wang Yin<sup>2)</sup>

1) Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, Beijing 100081, China

2) Earthquake Administration of Ningxia Autonomous Region, Yinchuan 750001, China

**Abstract** By collecting and coordinating the seismic damage data of earthquakes with  $M \geq 6$  in Beijing and its adjacent area since 1000, we establish a GIS-based platform on the historical earthquakes in Beijing. The detailed process of establishment of such a platform was introduced in this paper.

**Key words:** Beijing; Historical earthquake; GIS; Damages