

# 基于遥感图像的快速震害预测

王淮峰<sup>1</sup>, 翟永梅<sup>2</sup>, 陈 希<sup>3</sup>

1. 同济大学 结构工程与防灾研究所, 上海 200092;
2. 同济大学 上海防灾救灾研究所, 上海 200092;
3. 同济大学 建筑工程系, 上海 200092)

摘要: 通过一个研究实例, 介绍了利用 IKONOS 遥感图像后处理结合实地调查获取研究区域内建筑物结构形式、楼层数、占地面积等信息, 并应用震害矩阵进行快速震害预测的方法。

关键词: 震害预测; 遥感图片; 震害矩阵

中图分类号: P315.9 文献标识码: A

## 0 引言

震害预测指全国或某一地区在地震危险性分析、地震区划或小区划、工程建设易损性的基础上, 对未来某一时段因地震可能造成的人员伤亡和(构)筑物、工程设施破坏等经济损失及其分布的估计。它是制定地震减灾规划、地震应急方案等可为政府科学决策提供依据的一项基础性工作。

目前的震害预测一般采用对建筑物逐栋或抽样进行调查, 再建立震害矩阵进行预测的方法, 这种方法可以得到比较详细的数据, 但是工作量巨大, 投资额高, 全国只有少数城市进行了相关研究。为了能更快、更便捷地进行震害预测, 本文建议利用遥感图片结合实地调查的方法获得研究区内建筑物结构形式、高度、面积等数据, 然后应用建筑物分类清单、易损性等级和震害矩阵的方法进行震害预测。本文进行的工作对于政府应急预案的制定、避难场所的规划、以及地震灾害发生后紧急救援中的人员物资调配具有重要的指导意义及参考价值<sup>[1-4]</sup>。

## 1 研究实例

以下通过一研究实例对此快速震害预测方法进行说明

### 1.1 研究区域概况

本研究区域是成都的一住宅小区, 共有建筑 27 幢, 大都是砖混结构。

### 1.2 建筑物信息提取

用 ENVI、AutoCAD、MapInfo 对已有遥感图片进行处理, 以获得建筑物信息。

1) 对研究区域建筑物进行编号。

2) 为了提高运算速度, 用掩模把遥感图片中研究区域以外的区域去除。

3) 用归一化植被指数识别出植被覆盖的区域, 并制成掩模去除植被干扰。

植物叶片组织对蓝光(波长 470 nm)和红光(波长 650 nm)强烈吸收, 而对绿光和红外光强烈反射。叶片中心的海绵组织和叶片背面组织对近红外辐射(波长 700~1 000 nm)反射较强。从红光到红外光, 裸地反射率较高但增幅很小。植被覆盖越高, 红光反射越小, 近红外光反射越大。红光吸收很快达到饱和, 而近红外光反射随着植被增加而增加。为了强化红光(RED)和近红外光(NIR)的差别来描述植被状况, 归一化植被指数(NDVI)就被定义为:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (-1 \leq NDVI \leq 1) \quad (1)$$

当其是正值时, 表示有植被覆盖, 且随覆盖度增大而增大。因此, 可以用归一化植被指数识别出植被覆盖的区域。

4) 对建筑物的影子进行采样、统计, 以设定适合的灰度门限值提取出所有建筑物的影子。

由于噪声、分辨率不足等的影响, 提取出的影子很凌乱、支离破碎, 因此, 反复使用图像处理中的“腐蚀”、“膨胀”、“开操作”、“闭操作”、“区域填充”等操作

作,并设定合适的空间门限值去除噪声,使得到的建筑物影子完整、规则、符合实际情况,然后制成矢量图<sup>[5-6]</sup>。

5)将矢量图导入到 AutoCAD 中,用一组平行于太阳光的平行线穿过影子的矢量图,被其截取的线段认定为建筑物的影子高度(导入 MapInfo 可查得其值)。

通过实地调查知 1 号楼为 5 层,假设所有楼楼层高度一样,通过以下公式可求出所有建筑物的层数。

$$n_i = \frac{n_1}{l_1} \times l_i \quad (2)$$

式中: $n_i$  为第  $i$  幢楼的楼层数( $i=1, 2, 3 \dots$ );

$l_i$  为第  $i$  幢楼的影子高度( $i=1, 2, 3 \dots$ )。

6)在 MapInfo 中人工画出各建筑的轮廓线,并查询出各建筑的占地面积。

7)通过楼层数、地理位置、分布规则、纹理等判定结构类型。判定原则如下:

(1)老旧民房一般地块会比较破碎、凌乱,一般为 1~2 层。

(2)仓库和厂房一般比较整齐、规则,体型较大,一般为 1~2 层高。

(3)沿街的建筑,尤其是沿重要街道的建筑,多为商场、办公楼、机关、医院或学校等,一般多层为框架结构,高层为巨型结构。

(4)住宅小区一般多层为砖混结构,高层为抗震墙或框架—抗震墙结构。

本研究区域为一住宅小区,故 2~7 层判定为砖混结构,8~9 层判定为钢筋混凝土结构,10 层以上判定为抗震墙或框架—抗震墙结构。统计结果见表 1。

8)通过已有经验和数据,结合现场调查建立震害矩阵<sup>[7-8]</sup>。

目前结构易损性分析方法中是以地震烈度、地震峰值加速度及基反应谱等作为地震动输入参数,本文采用的是地震烈度易损性矩阵。依照结构形式和建筑材料,我国现有房屋建筑可分为 21 类,它们在抗震性能上有明显的差异。在同一类房屋建筑中,由于设防标准等原因,其地震易损性也存在着差异,所以在同一类建筑中又分了若干种。按上述原则划分,目前现有建筑共有 21 类 168 种。但是在实际震害预测工作中很多种结构的信息很难取得,并且有些结构的易损性矩阵(震害矩阵)很接近,根据尹之潜的方法将相近的结构放在同一组内,共分为 A, B, C 和 D 四组。

表 1 结构统计结果

建筑物编号	楼层数	结构形式	占地面积 / m <sup>2</sup>	建筑面积 / m <sup>2</sup>
1	5	砖混	746	3 730
2	5	砖混	789	3 945
3	5	砖混	417	2 085
4	6	砖混	263	1 578
5	6	砖混	242	1 452
6	3	砖混	344	1 032
7	6	砖混	586	3 516
8	5	砖混	485	2 425
9	6	砖混	657	3 942
10	5	砖混	487	2 435
11	5	砖混	488	2 440
12	5	砖混	651	3 255
13	5	砖混	481	2 405
14	5	砖混	627	3 135
15	5	砖混	507	2 535
16	6	砖混	332	1 992
17	6	砖混	654	3 924
18	5	砖混	384	1 920
19	4	砖混	405	1 620
20	4	砖混	394	1 576
21	3	砖混	413	1 239
22	3	砖混	425	1 275
23	10	抗震墙	251	2 510
24	7	砖混	591	4 137
25	5	砖混	696	3 480
26	5	砖混	519	2 595
27	5	砖混	445	2 225

在本研究区域,将抗震墙结构的建筑的易损性等级归为 A 类,将砖混结构的建筑的易损性等级归为 B 类。震害矩阵见表 2、3。

表 2 基本烈度为 VII 度地区 A 类结构的震害矩阵(%)

烈度	完好	轻微破坏	中等破坏	严重破坏	毁坏
VI	88	12	0	0	0
VII	75	23	2	0	0
VIII	55	33	10.3	1.5	0.2
IX	35	30.5	25.5	7.5	1.5
X	15	20.5	40.5	16.5	7.5

表 3 III 类地区基本烈度为 VII 度地区 B 类结构的震害矩阵(%)

烈度	完好	轻微破坏	中等破坏	严重破坏	毁坏
VI	66.97	26.08	5.42	1.36	0.17
VII	63.37	23.11	8.97	3.60	0.96
VIII	48.25	24.12	16.27	8.25	3.10
IX	28.67	22.97	23.39	16.08	8.90
X	8.42	14.04	24.43	28.05	25.06

## 2 展望

建筑物的震害是地震灾害的主体部分, 合理地  
对建筑物进行震害预测并制定抗震防灾规划是减轻  
城市地震灾害的有效措施。随着遥感图片的分辨率  
不断提高, 基于遥感图片并结合实地调查的震害预

测, 可以大大节省工作量, 降低现场调查的难度, 加  
速震害预测工作的进度。

但也仍然存在着一些问题, 比如: 如何使程序自  
动识别建筑物边界, 以提高工作进行速度; 如何更加  
准确判定建筑物结构形式; 如何提高数字图像处理  
的精度使获得的建筑物信息更加精确等。

### 参考文献:

- [1] 张玲, 周翠英, 王锋吉, 等. 山东地区各分区地震应力场特征分析[J]. 华北地震科学, 2004, (4): 12-15.
- [2] 王金辉, 王方建, 祝培刚. 遥感技术在潍坊地区地壳稳定性评价中的应用[J]. 华北地震科学, 2007, (4): 11-17.
- [3] 董翔, 肖兰喜, 杜宪宋, 等. 基于网络的山东地震灾情收集分析处理系统[J]. 华北地震科学, 2007, (3): 6-10.
- [4] 王晓青, 王龙, 章熙海, 等. 汶川 8.0 级地震震害遥感定量化初步研究——以都江堰城区破坏为例[J]. 地震, 2009, (1): 174-181.
- [5] 阮秋琦, 阮宇智. 数字图像处理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 420-452.
- [6] 李小娟, 刘晓萌, 胡德勇, 等. ENVI 遥感影像处理教程[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.
- [7] 尹之潜, 杨淑文. 地震损失分析与设防标准[M]. 北京: 地震出版社, 2004.
- [8] 尹之潜. 结构易损性分类和未来地震损失估计[M]. 北京: 地震出版社, 1995.

## Rapid Prediction of Earthquake Disaster of Buildings Based on Remote Sensing Images

WANG Huai-feng<sup>1</sup>, ZHAI Yong-mei<sup>2</sup>, CHEN Xi<sup>3</sup>

(1. Institute of Constructional Engineering and Disaster Prevention, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Shanghai Institute of Disaster Prevention and Relief, Tongji University, Shanghai 200092, China;

3. Department of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** A method, which can be used to rapidly predict earthquake disaster of buildings, was introduced by a research example. Remote sensing images and field survey were utilized to get the information including structural style, number of stories and area. Then earthquake disaster matrix was used to predict the disaster.

**Key words:** prediction of earthquake disaster of buildings; remote sensing images; earthquake disaster matrix