

文章编号: 1007-4619 (2001) 01-0053-05

遥感与 GIS 支持下的基于网络的洪涝灾害 监测评估系统关键技术研究

刘亚岚¹, 王世新¹, 阎守邕¹, 周 艺¹, 魏成阶¹, 徐 枫²

(1. 中国科学院 遥感应用研究所, 北京 100101; 2. 国家信息中心, 北京 100045)

摘 要: 以对中国的洪涝灾害监测评估为例, 介绍了以遥感与 GIS 支持下的基于网络环境的洪涝灾害监测评估关键技术系统的工作环境、关键技术流程和技术方法。该关键技术系统以遥感和 GIS 为基础, 快速将多源数据复合, 通过网络集成了多种技术成果和数据, 进行快速、准确、连续、动态与全天候的洪涝灾害的监测与评估, 为有关部门快速了解灾情、制定救灾方案以及灾后规划等提供了重要的决策支持手段, 已在抗洪救灾工作中发挥了重要作用。

关键词: 洪涝灾害; 监测评估系统; 遥感; GIS; 网络; 关键技术

中图分类号: TP79/X43 **文献标识码:** A

1 前 言

洪涝灾害是最频发的自然灾害, 严重影响国民经济发展、危害人民生命财产安全、破坏生态环境。随着现代经济的高速发展、人类工程的增加, 洪涝灾害对人类的危害仍在加重。据国家抗旱防汛总指挥部公布的数据: 仅 1998 年在中国发生的特大洪涝灾害中, 就有 29 个省市不同程度受损, 殃及 2.23 亿人口, 死亡 3004 人, 直接经济损失达 1666 亿元。如何应用高新技术改进洪涝灾害的预测预报与灾情评估方法, 提高灾情数据的客观性与准确性, 增强防灾、抗灾和减灾能力, 越来越受到政府部门的高度重视与专家们的广泛关注^[1]。

遥感技术的发展, 为洪涝灾害的大面积、客观、实时监测与预测等提供了新的手段^[2]; 在 GIS 技术支持下, 可实现对遥感获取的灾情信息与地面实况信息的有机结合, 进行各种空间分析与专题分析^[3], 为有关部门尽快了解灾情、制定救灾方案以及灾后规划等提供重要的决策支持; 国际互连网络(Internet)技术的应用可提高信息服务水平与信息共享能力。

中国科学院遥感应用研究所和国家信息中心等

充分利用遥感与 GIS 及网络等高新技术, 通过 1997—1999 年连续三年的洪涝灾害监测, 建立了一套完整的基于网络的洪涝灾害监测评估技术系统, 在几年的抗洪救灾中发挥了重要作用。以下着重介绍系统中的关键技术和方法。

2 工作环境

该系统工作环境包括: 主机系统、服务器、586 微机系统、局域网、广域网、数字化板、绘图仪、扫描仪、磁带机、彩色喷墨打印机、激光打印机等硬件设备, 地理信息系统、图像处理系统、关系数据库系统等主要软件。网络运行环境为中国国家经济信息网。

3 关键技术流程与方法

系统关键技术是以遥感和 GIS 为基础, 快速将多源数据复合、通过网络集成多种技术成果和数据, 进行快速、准确、连续、动态与全天候的洪涝灾害监测与评估, 并使之具有较高的信息服务水平和信息共享能力。系统由三部分组成: 洪涝灾情信息生成

收稿日期: 1999-06-11; 修订日期: 2000-09-18

基金项目: 本项研究得到中国科学院院长基金、“九五”重大和特别支持项目及国家“九五”攻关“97-759”项目资助。

作者简介: 刘亚岚(1968—), 女, 助理研究员。1991年毕业于华东地质学院地质系, 获学士学位。1996年获中国科学院遥感应用研究所地图学与遥感专业硕士学位。从事过铀矿找矿航测与遥感工作, 现主要研究领域为地理信息系统在灾害遥感、环境遥感中的应用。

子系统、洪涝灾情信息网络服务子系统以及洪涝灾情信息网络用户子系统(图 1)。

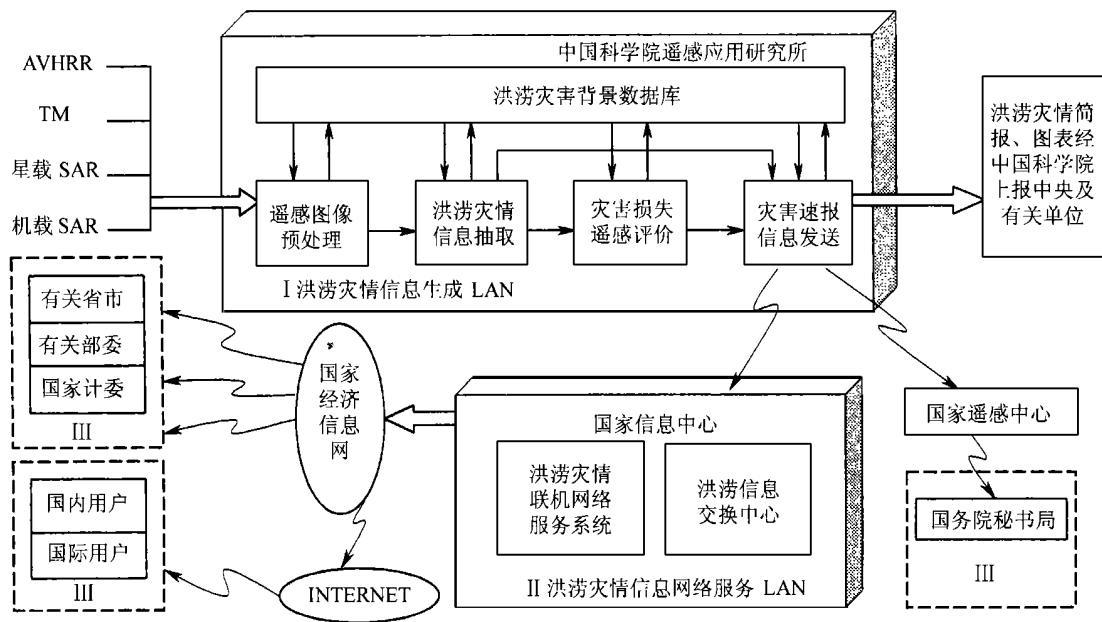


图 1 基于网络的洪涝灾害监测评估系统的技术构成

Fig. 1 The key technique structure for network-based flood disaster's monitoring and evaluating system

3.1 遥感信息源选取

洪涝灾害的监测与评估范围以中国的七大江河中下游冲积平原的泛滥区为主。陆地卫星 TM 数据、SPOT 卫星数据作为背景图像。以气象卫星 NOAA-14/ AVHRR 数据为主要信息源, 每天接受两次。天气条件恶劣时, 利用雷达卫星 SAR 数据。对灾情严重地区, 利用机载 SAR 数据进行监测与详细评估。

3.2 建立洪涝灾害背景数据库

洪涝灾害背景数据库按地理空间数据库、遥感影像数据库以及社会经济统计数据库三大类型进行组织管理。

由此建立了洪涝灾区的行政区划图、交通图、水系图、土地利用状况、河道演变、历史洪灾数据、历次洪涝灾情速报数据、水利工程和堤防建设数据、水文与气象数据、警戒水域数据、分县社会经济统计数据、影像控制点和地形图数据、灾前灾中及灾后的多时相的遥感数据等组成的洪涝灾害背景数据库, 其专题图比例尺为 1:10 万。

3.3 遥感数据预处理

采用图像处理软件对洪涝灾害监测目标区的遥感图像进行预处理, 其过程包括: 图像取景, 格式变

换、地理定位、投影变换、几何精纠正、比例尺统一、图像镶嵌、图像增强等步骤。

3.4 多源数据的复合

对多来源、多平台的遥感数据, 经过配准、重采样, 与专题图形进行比例尺统一, 同时将统计数据匹配到空间数据中。多源数据的复合, 包括遥感数据、洪涝灾情数据、专题图件数据、图形数据及统计调查数据之间的复合。它可以产生具有统一坐标的遥感影像基础数据, 并可突出某些洪涝灾情信息, 便于灾情信息的提取。

3.5 洪涝灾情信息提取与处理

洪涝灾情信息包括洪涝灾害发生与淹没的地理位置、范围、持续时间、灾情变化以及以省、市、县为行政单位的淹没损失状况等。主要形式有图像、图形、报表、报告等。

洪涝灾情信息的提取是以处理后的遥感图像或复合数据作为信息源, 依靠人机交互判读或自动跟踪技术完成:

(1) 在处理后的遥感图像上叠加警戒水域图像, 然后, 依据被淹水体与背景的光谱特征差异、色调、纹理等特征, 判别洪水淹没的边界线与范围, 生成带有警戒水域范围的洪水淹没遥感影像图;

(2) 通过洪水淹没影像图和行政区划图、土地

利用类型图的叠加, 按照需要统计洪涝淹没总面积、分县淹没面积或各种土地利用类型的淹没面积等;

(3) 比较不同时序的洪水遥感影像图, 得出洪水演进态势及各地受淹没的持续时间。

其中提取的洪涝灾情图形信息可包含警戒与被淹水体、行政单元、土地利用、社会经济统计数据等在内的诸多信息, 可以根据需要生成不同的图件供显示输出。图版 I 图 2、图 3 为气象卫星与雷达卫星监测提取的洪涝灾情信息。

3.6 洪涝灾情评估

洪涝灾情评估涉及区域环境背景、洪水特征以及社会经济等因素^[4]。因此需要使用较大比例尺的背景和灾情遥感影像图、土地利用类型图、水利工程图、地形图以及有关的社会经济统计等方面的背景数据。在背景数据库支持下, 利用 GIS 综合分析与

统计分析方法, 找出洪涝灾害发生地点、大面积灾情及其受灾程度, 同时给出耕地、林地、居民点、工矿企业等不同土地类型的灾后损失状况的详细评估, 并按省、市、县不同级别的行政单位生成定性、定位、定量的图件、汇总数据与统计报表等, 提供给有关部门, 其流程见图 4。

洪涝灾情评估结果包括: 洪涝灾害淹没状况与耕地受淹动态变化及其损失评估, 农作物受灾、成灾、绝收面积及其相应经济损失、居民点受灾评估、受灾影响的村/镇人口数目估算, 防洪工程和生命线工程损失评价, 堤防工程潜在危险性分析、重建家园功能分区规划等, 并得到评估的相应图件。图版 I 图 5 和表 1 分别是利用 1998-07-26 雷达卫星数据与多源数据复合, 对鄱阳湖及其周边地区洪涝灾情评估的分布状况与损失统计。

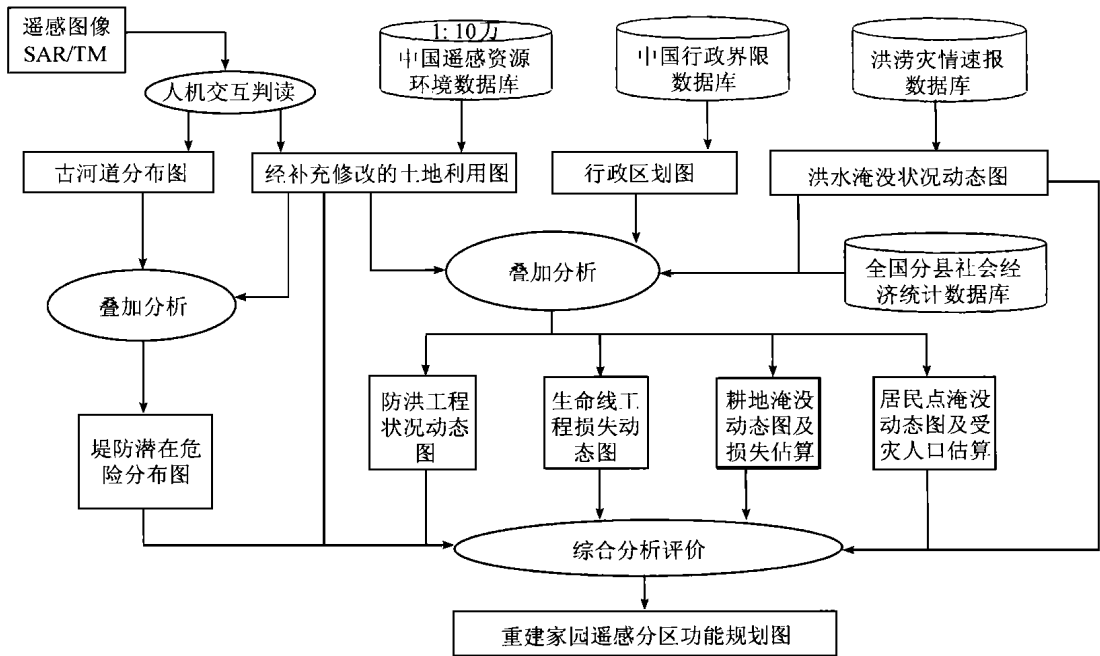


图 4 背景数据库支持下的洪涝灾情详细评估工作流程及其功能

Fig. 4 Flow diagram of network-based flood disaster evaluating in detail based on database

3.7 洪涝灾情信息网络集成技术的实现

洪涝灾情信息是通过采用 Linux 操作系统、Client/Server 结构而建立起来的异构平台的互连网络集成环境来集成的。具有平台和操作系统的无关性, 在 PC 机或工作站上, Windows、Unix 或 Macintosh 操作系统, 用户都可使用。其实现步骤包括: (1) 元数据生成与管理: 洪涝灾情监测评估结果, 通过元数据编辑器快速生成洪涝灾情元数据, 并在元数据管理系统中进行元数据的管理、更新和维护, 还能通

过元数据查询检索系统查询洪涝灾情的有关信息; (2) 洪涝灾情信息网络联机服务: 洪涝灾情信息网络服务子系统接收到灾情信息后, 实现信息编辑、主页生成、主页加载以及洪涝灾情信息查询等; (3) 洪涝灾情网络用户: 包括国内各级政府部门和单位用户以及国内外广大社会用户。由于对洪涝灾情信息在使用权限上有严格的区分和控制, 不同类型的用户只能访问其权限范围内的信息。这样就保证了信息的安全和共享的实现。洪涝灾情信息解密后, 社会用户可通过 Internet 浏览、下载和输出自己关心

的有关信息。图版 I 图 6 为洪涝灾情信息的网络查询示意图。

表 1 鄱阳湖及其周边地区各类土地洪涝淹没面积统计表*

Table 1 Flooded area statistic for landuse in Poyang region

县名	淹没总面积		旱地		水田		林地		草地		城镇用地		农村居民点		其他	
	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比	面积	百分比
	/hm ²	/%	/hm ²	/%	/hm ²	/%	/hm ²	/%	/hm ²	/%	/hm ²	/%	/hm ²	/%	/hm ²	/%
南昌市辖区	2486.8	100	863.4	34.7	1131.7	45.5	127.9	5.1	0.0	0.0	177.8	7.2	185.9	7.5	0.0	0.0
南昌县	21678.6	100	1801.7	8.3	13312.7	61.4	235.0	1.1	15.9	0.1	1.5	0.0	280.0	1.3	6031.9	27.8
新建县	58569.5	100	8164.0	13.9	23316.4	39.8	1366.9	2.3	303.0	0.5	39.1	0.1	539.9	0.9	24840.0	42.4
安义县	2562.6	100	770.4	30.1	1671.5	65.2	67.8	2.6	0.3	0.0	0.0	0.0	52.6	2.1	0.0	0.0
进贤县	25727.0	100	2026.0	7.9	17231.0	67.0	1145.7	4.5	59.7	0.2	50.2	0.2	372.7	1.4	4842.1	18.8
浮梁县	4904.3	100	437.4	8.9	2167.2	44.2	755.0	15.4	128.8	2.6	1292.2	26.3	123.7	2.5	0.0	0.0
乐平县	11672.2	100	822.1	7.0	7966.9	68.3	1273.6	10.9	322.1	2.8	392.1	3.4	895.5	7.7	0.0	0.0
九江市辖区	2652.9	100	826.7	31.2	996.9	37.6	188.2	7.1	55.7	2.1	131.5	5.0	53.1	2.0	400.8	15.1
九江县	2066.0	100	684.5	33.1	911.6	44.1	216.3	10.5	128.2	6.2	1.1	0.1	124.3	6.0	0.0	0.0
永修县	24687.7	100	5809.6	23.5	9708.5	39.3	1037.4	4.2	2.0	0.0	119.6	0.5	281.8	1.1	7728.8	31.3
得安县	2571.3	100	984.3	38.3	1204.3	46.8	149.4	5.8	13.5	0.5	117.9	4.6	101.9	4.0	0.0	0.0
星子县	12783.2	100	1472.1	11.5	2417.2	18.9	442.9	3.5	130.1	1.0	26.8	0.2	169.1	1.3	8124.9	63.6
都昌县	15492.9	100	1926.6	12.4	8907.4	57.5	1448.9	9.4	1034.3	6.7	34.5	0.2	518.8	3.3	1622.4	10.5
湖口县	3496.2	100	1300.5	37.2	1547.2	44.3	450.3	12.9	53.4	1.5	72.5	2.1	72.3	2.1	0.0	0.0
彭泽县	3190.8	100	1475.2	46.2	1260.8	39.5	274.6	9.2	18.4	0.6	56.7	1.8	85.1	2.7	0.0	0.0
瑞昌县	195.6	100	119.3	61.0	14.4	7.4	57.1	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	2.5	0.0	0.0
鹰潭市辖区	2820.4	100	39.3	1.4	2158.5	76.5	245.3	8.7	256.4	9.1	0.0	0.0	120.8	4.3	0.0	0.0
贵溪县	6252.6	100	1007.3	16.1	3302.0	52.8	1293.4	20.7	437.3	7.0	17.3	0.3	195.4	3.1	0.0	0.0
余江县	13516.8	100	1207.0	8.9	10446.2	77.3	908.5	6.7	87.3	0.6	49.1	0.4	818.8	6.1	0.0	0.0
丰城市	9700.7	100	2354.2	24.3	6940.4	71.5	106.6	1.1	14.2	0.1	0.0	0.0	211.3	2.2	74.0	0.8
余干县	81146.7	100	2424.0	3.0	56565.3	69.7	3200.3	3.9	1089.0	1.3	299.0	0.4	2280.7	2.8	15288.5	18.8

*说明:表中其它类型包括警戒水域面积。

4 结论及展望

以遥感和 GIS 为主要技术支撑的基于网络的洪涝灾害监测评估系统具有重大的实用价值:既保证了洪涝灾情快速、准确、连续、动态监测评估;又能利用网络集成环境下的基于元数据的洪涝灾害信息交换技术,提高信息共享效率与信息服务质量;通过 3 年业务运行,形成了实用化的业务运行系统,多次及时地为中央和各省市提供了重要的洪涝灾情信息,有利地支持了抗洪救灾工作。

今后进一步工作内容包括:(1)详细危险程度评价^[4];(2)洪涝灾害损失评估模型的改进:如人口、房屋倒塌、经济损失等评估模型;(3)建立实用化的洪水演进模拟与洪水动力动态模拟模型,实现洪水过程的可视化模拟^[5];(4)洪涝灾害预测预报模型研制:包括利用水文、气象、堤防建设、人文经济等方面的有关数据,预测中国和局部流域的洪水发展趋势、淹没范围及损失与救灾措施等^[6];(5)进行洪涝灾害的预测预报模拟试验。

致谢 中国科学院遥感应用研究所肖春生、武晓波以及国家信息中心张鹿、蓝文纪、吕明、张池等参加了系统的研制工作,在此表示感谢。

参考文献 (References)

- [1] Dai Changla., et al. The Theory and Practice on Monitoring and Evaluating Forestry Fire, Insect Disaster and Flood by TM[J]. Environment Remote Sensing, 1993, 8(2), 105—111. [戴昌达等.应用 TM 图像监测及评估林火、虫灾和洪涝灾害的理论与实践[J].环境遥感, 1993, 8(2): 105—111.]
- [2] Sun Yuqiu. The Present Situation of Application and Prospect in Natural Disaster Research Using Remote Sensing[J]. Remote Sensing Dynamic, 1990(3): 1—6. [孙育秋.遥感技术在我国自然灾害研究中的应用现状和前景[J].遥感技术动态, 1990(3): 1—6.]
- [3] Chen Shupeng, et al. Remote Sensing Analysis in Geoscience[M]. Beijing Mapping Press, 1990. [陈述彭等,遥感地学分析[M].北京:测绘出版社,1990.]
- [4] Wang Jinfeng, et al., Evaluating Methodology for Natural Disaster's Influence in China[M]. Beijing: Science Press, 1993, 38—79. [王劲峰等.中国自然灾害影响评价方法研究[M].北京:科学出版社, 1993, 38—79.]
- [5] Zhou Chenghu, Study on Flood Evaluating Information System[J].

Journal of Geography, 1993, 48(1): 11—17. [周成虎. 洪水灾情评估信息系统研究[J]. 地理学报, 1993, 48(1): 11—17.]

[6] Liu Jiping. Overview of the Key Technique of Flood Controlling Infor-

mation System Based GIS [J]. Remote Sensing Information, 1998 (2): 17—20. [刘纪平. GIS 支持下的防汛信息系统关键技术综述[J]. 遥感信息, 1998(2): 17—20.]

Study on the Key Technique for Network-based Flood Disaster's Monitoring and Evaluating System Using RS and GIS

LIU Ya-lan¹, WANG Shi-xin¹, YAN Shou-yong¹, ZHOU Yi, WEI Cheng-jie¹, XU Feng²

(1. Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing, 100101, China; 2. State Information Center, Beijing, 100045, China)

Abstract: Flood is the disaster most frequently occurring every year in China. How to monitor and evaluate the flood assures the objectivity, accuracy and efficiency by new technologies? It's the most urgent problem for Chinese government and experts to deal with. The Institute of Remote Sensing Applications of CAS and China State Information Center have developed Network-Based Flood Disaster's Monitoring and Evaluating System Using Remote Sensing and GIS. The system includes three parts:

1. Flood Disaster Information Generation subsystem
2. Flood Disaster Information Service subsystem
3. Network User subsystem

This System has been applied in monitoring and evaluating flood disasters in China during 1997—1999. It plays an important role in flood control and disaster mitigation, especially in floods occurring along Yangtze, Songhua and Nen Rivers in 1998. Up to now, 131 flood information reports with flood images, maps and tables for the flooded areas are provided to the State Council, relevant ministries and provincial governments. User can browse, query and download the flood information through Internet by permission.

This paper introduces the work environment, the flow of key techniques and its methodology of the system, and gives some application examples.

Key words: flood disaster; monitoring and evaluating system; remote sensing; GIS; network key technique

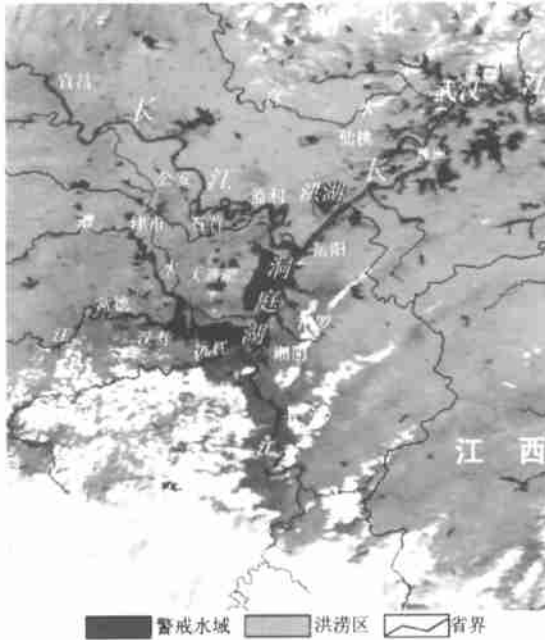


图2 洞庭湖地区气象卫星洪涝淹没分布图
 (1999-08-03 16:28)

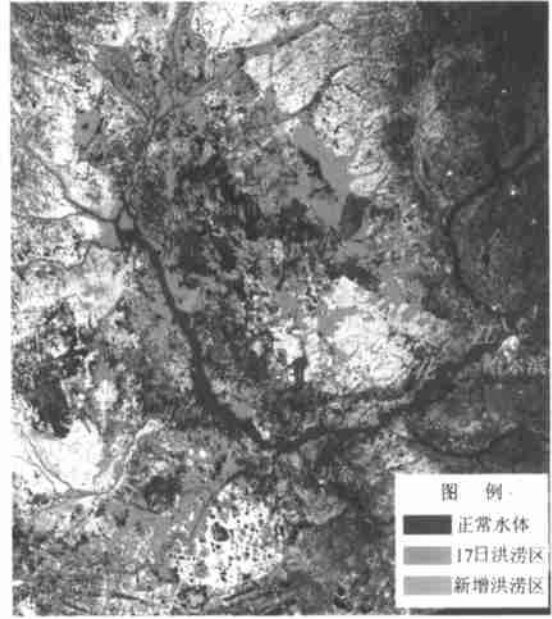


图3 嫩江、松花江地区雷达卫星洪涝淹没分布图
 (1998-08-19 22:48)

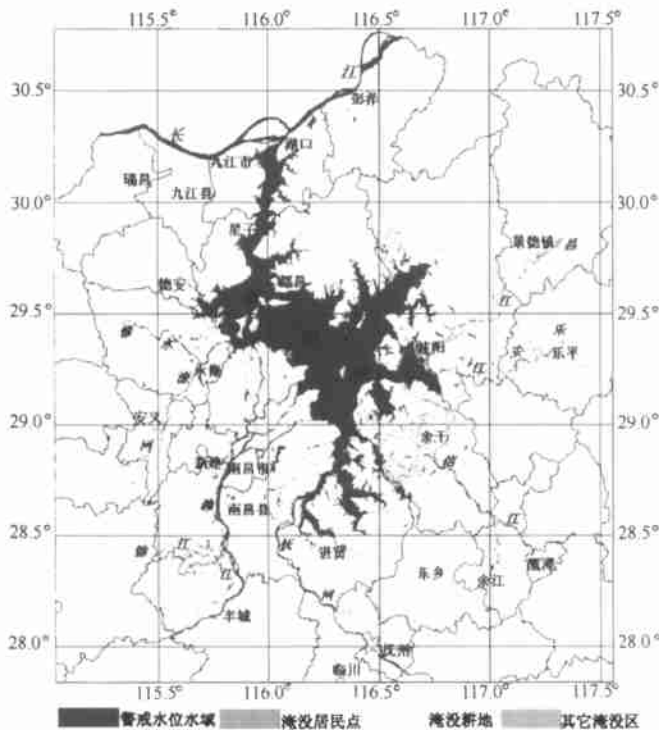


图5 鄱阳湖地区雷达卫星洪涝淹没分布图 (1998-07-26)



图6 洪涝灾情信息网络联机查询