

遥感水利应用技术丛书

洪涝灾害遥感

监测评估方法与实践

黄诗峰 陈德清 李小涛 等著

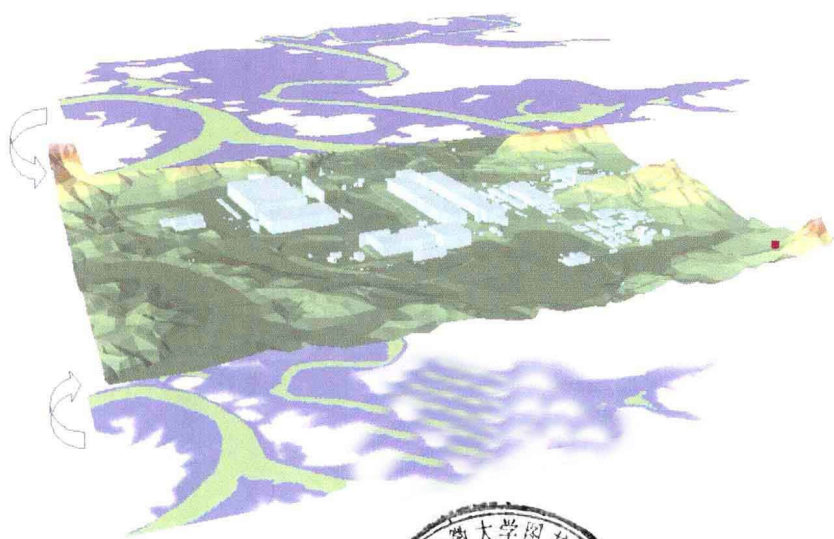


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

遥感水利应用技术丛书

洪涝灾害遥感 监测评估方法与实践

黄诗峰 陈德清 李小涛 孙涛 李景刚 徐美 等著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是多年洪涝灾害遥感监测评估工作实践的全面总结,其内容包括洪涝灾害遥感监测评估原理、指标、模型及方法,监测评估系统的设计与实现,1998年以来应用遥感技术开展洪涝灾害监测评估的典型实例等。本书理论先进,技术实用,资料翔实,内容丰富,对洪涝灾害遥感监测评估相关工作具有较好的理论与实践指导意义。

本书可供从事防洪减灾和遥感技术应用等方向的科研、业务和应用开发人员使用,也可供相关专业高校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

洪涝灾害遥感监测评估方法与实践 / 黄诗峰等著

· 一 北京:中国水利水电出版社,2012.12

(遥感水利应用技术丛书)

ISBN 978-7-5170-0502-5

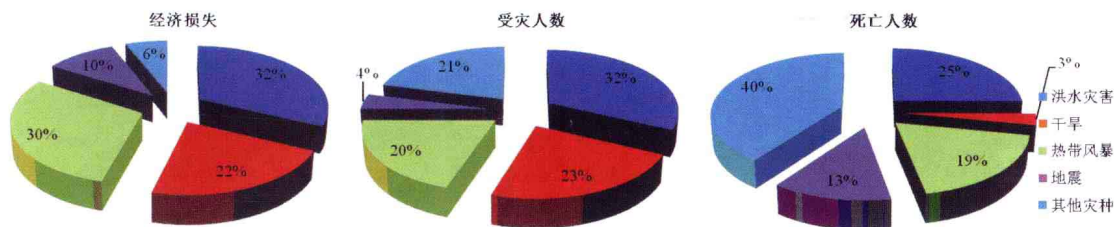
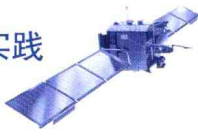
I. ①洪… II. ①黄… III. ①遥感技术—应用—水灾—监测—评估方法 IV. ①P426.616

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第315600号

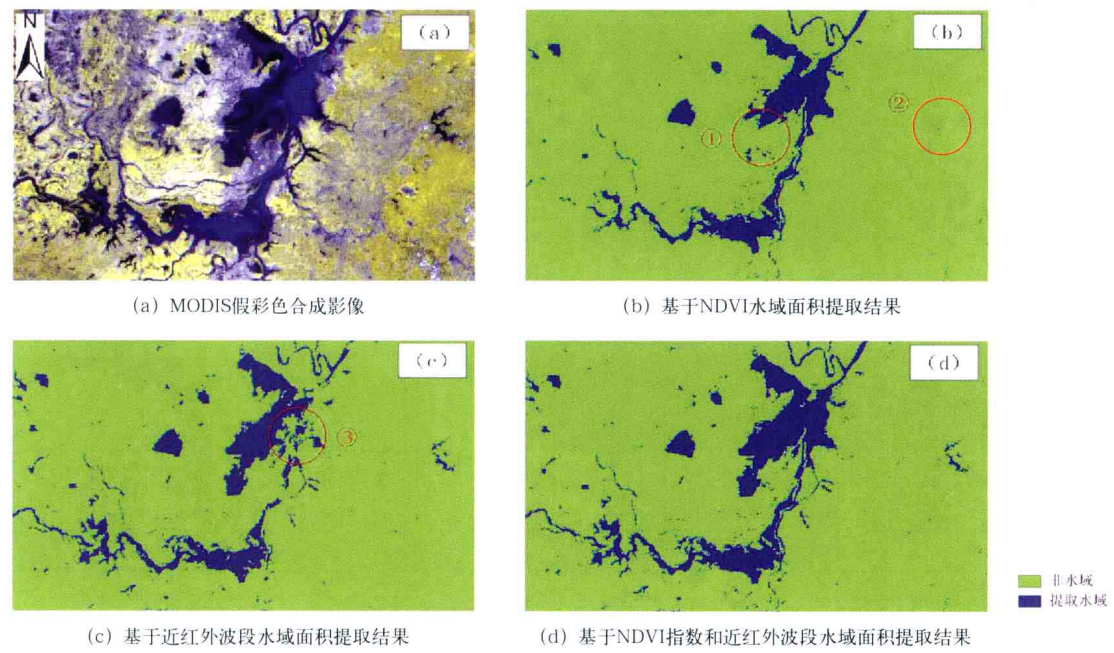
书 名	遥感水利应用技术丛书 洪涝灾害遥感监测评估方法与实践
作 者	黄诗峰 陈德清 李小涛 等 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 10.75印张 255千字 4插页
版 次	2012年12月第1版 2012年12月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	40.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

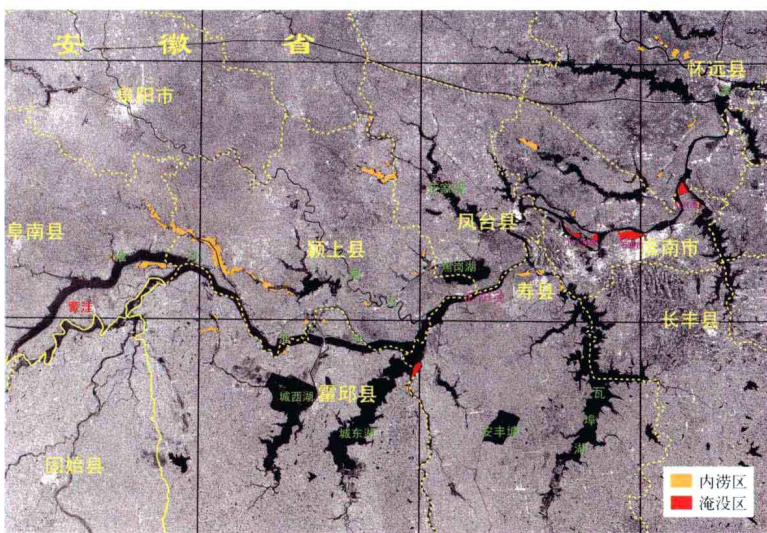
版权所有·侵权必究



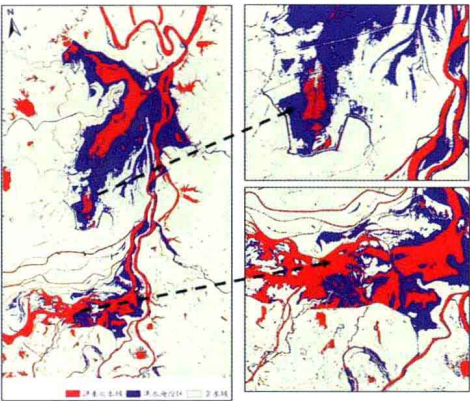
彩图1 1970—2007年全球重大自然灾害损失中各灾种所占比重



彩图2 洞庭湖区不同规则下的MODIS水域面积提取结果对比图



彩图3 淮河中上游RADARSAT影像水体提取结果图



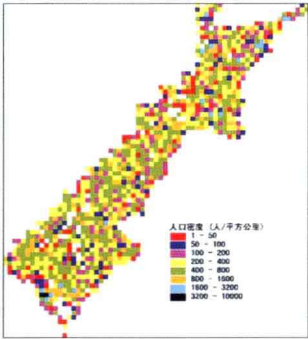
彩图4 洞庭湖区基于分类后比较法的洪水淹没区提取结果



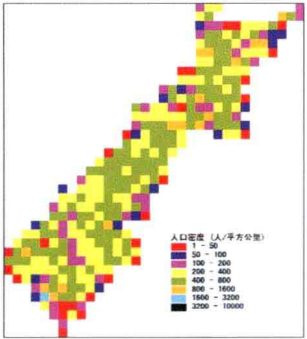
彩图5 洪灾评估相互关系示意图



(a) 1km栅格表达

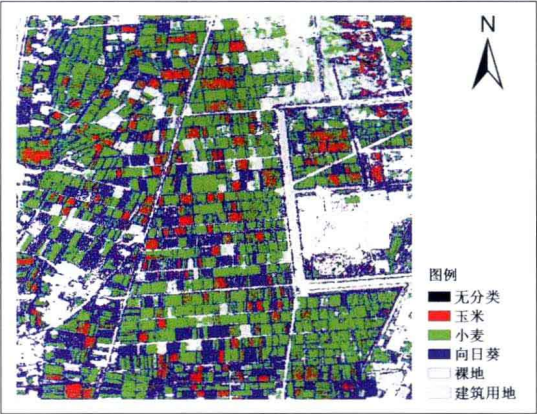


(b) 2km栅格表达

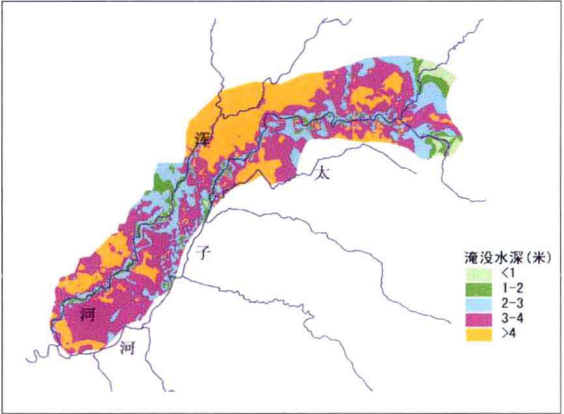


(c) 4km栅格表达

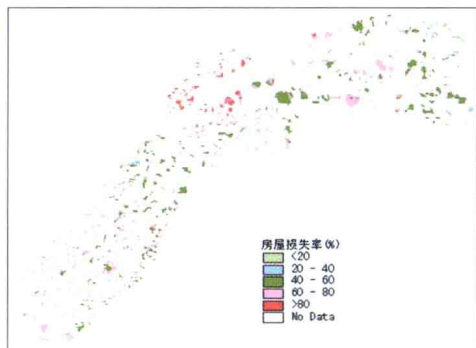
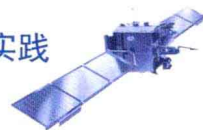
彩图6 栅格表达的人口密度图



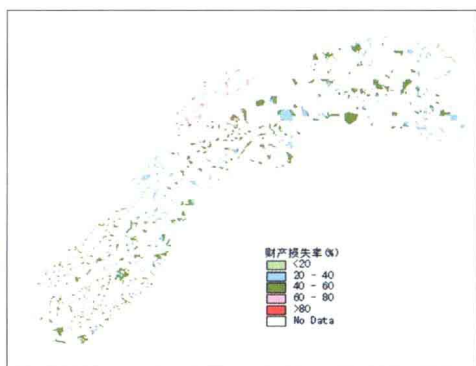
彩图7 农作物种类解译结果图



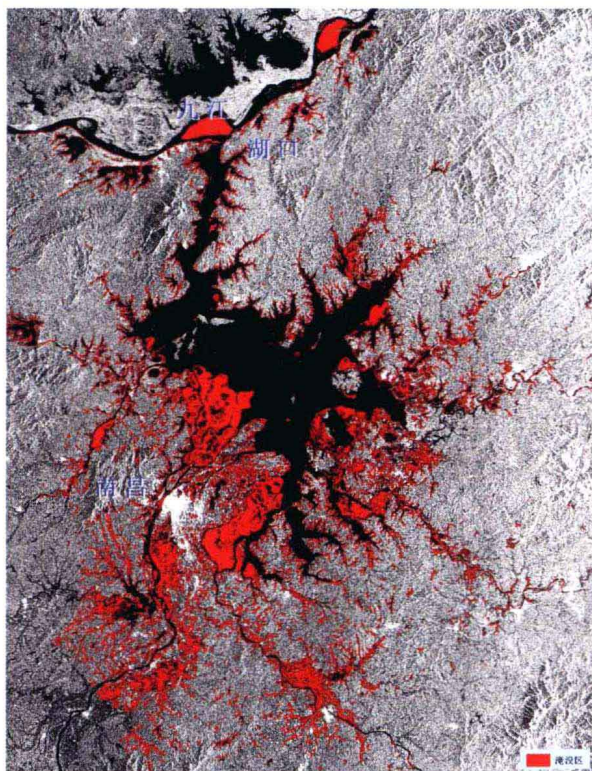
彩图8 淹没水深空间分布的模拟结果
(1960年辽东洪水)



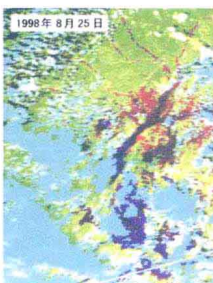
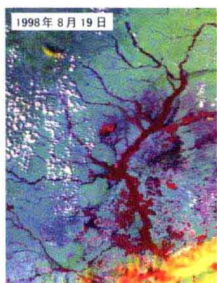
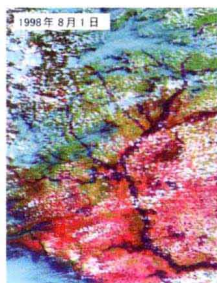
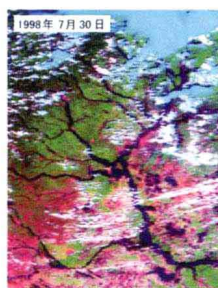
彩图9 房屋损失率的空间分布



彩图10 家庭财产损失率的空间分布

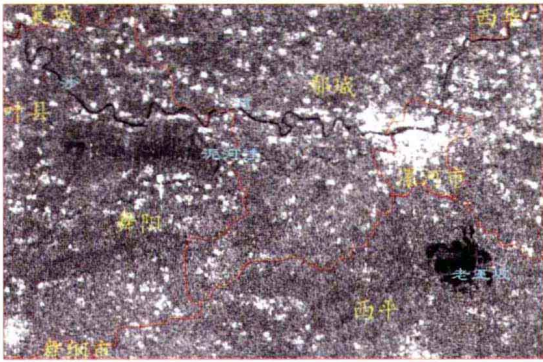


彩图11 1998年长江干流武汉至安庆段及鄱阳湖地区
洪涝灾害遥感监测图

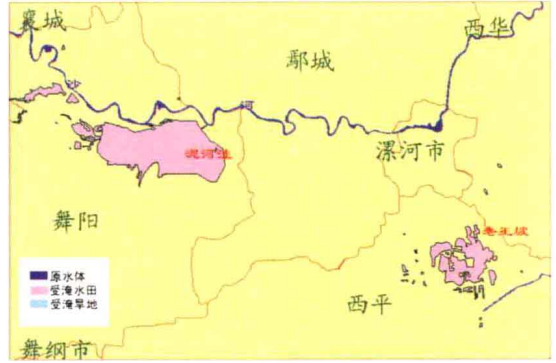
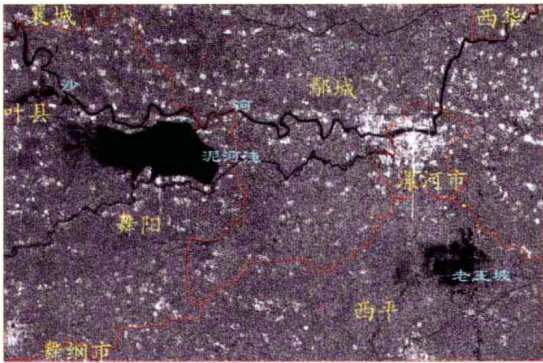


彩图12 1998年嫩江洪水遥感动态监测图

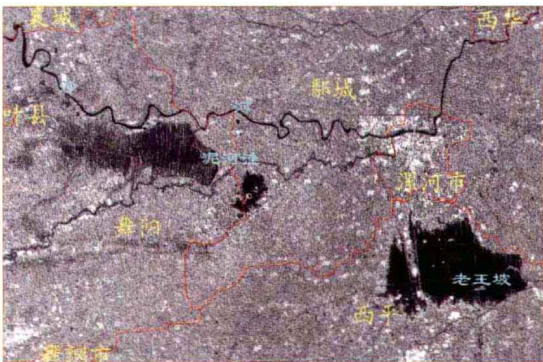
洪涝灾害遥感监测评估方法与实践



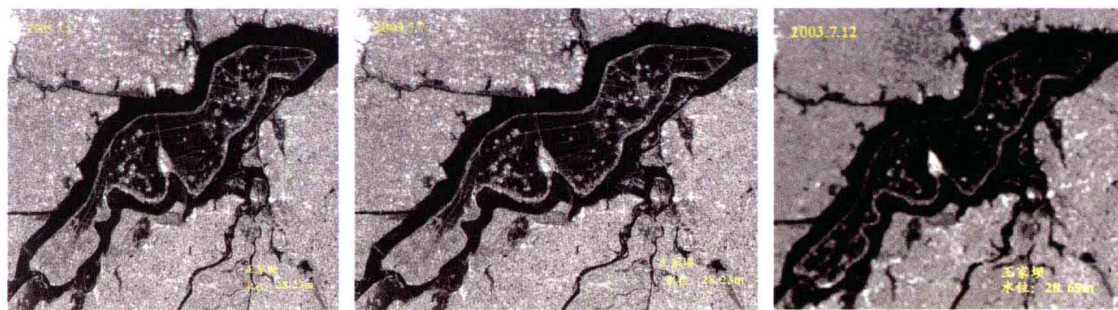
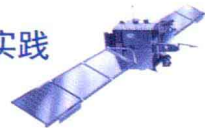
彩图13 淮河泥河洼滞洪区2000年6月26日开闸分洪后遥感影像及监测专题图（7月1日影像）



彩图14 淮河泥河洼滞洪区2000年7月5~8日第二次开闸分洪后遥感监测图（7月8日影像）



彩图15 淮河泥河洼滞洪区2000年7月15日第四次开闸分洪后遥感监测图（7月20日影像）

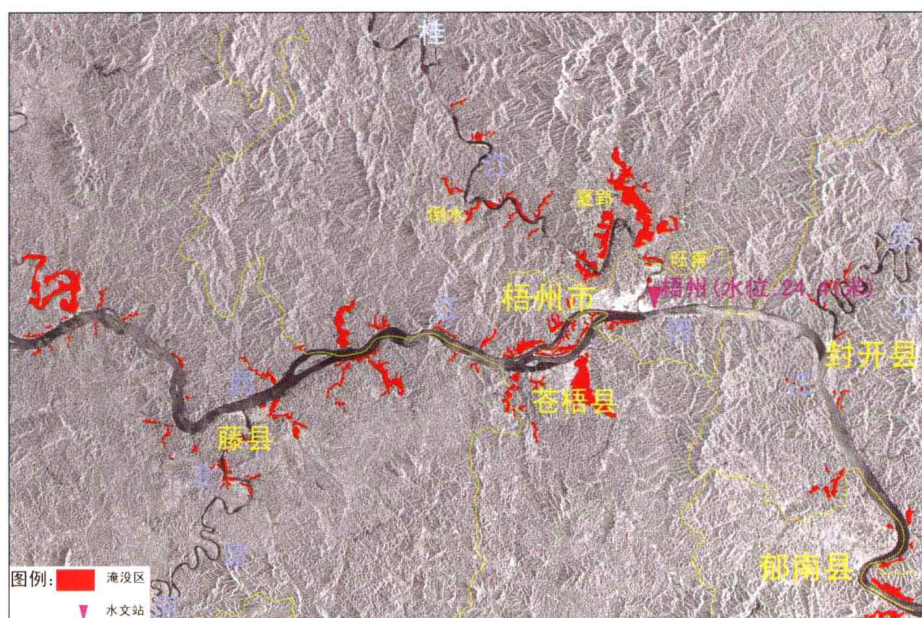


(a) 2003年7月5日17时22分

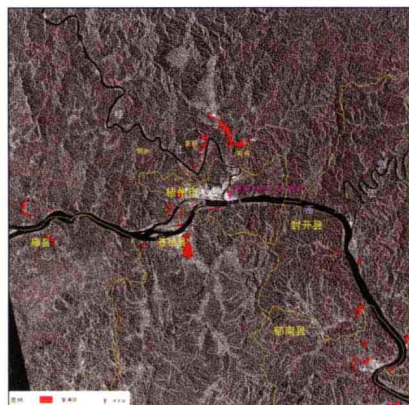
(b) 2003年7月7日6时11分

(c) 2003年7月12日18时18分

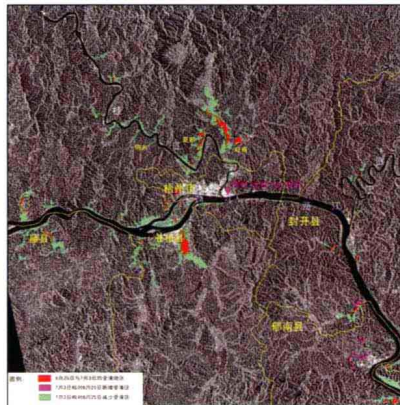
彩图16 蒙洼蓄洪区淹没状况发展变化遥感监测对比图



彩图17 2005年6月25日广西梧州地区洪涝灾害遥感监测图



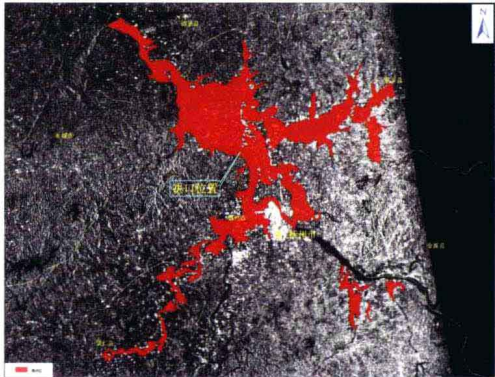
彩图18 2005年7月3日广西梧州地区洪涝灾害遥感监测图



彩图19 2005年广西梧州地区两次洪涝灾害遥感监测结果对比图



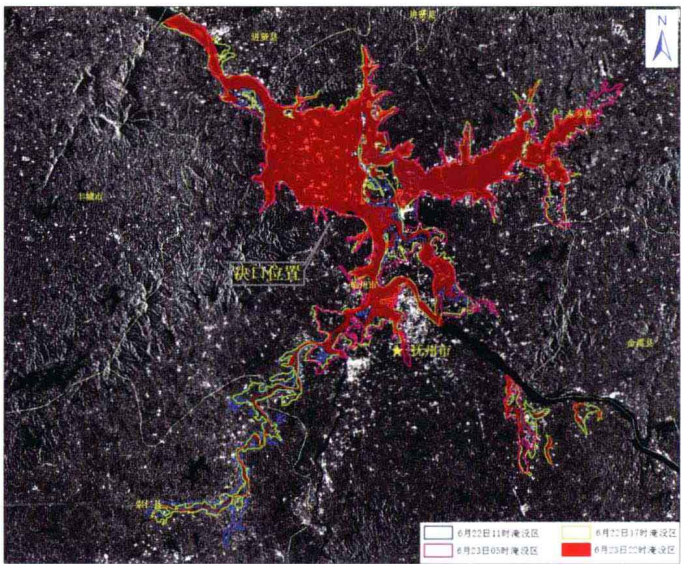
彩图20 2010年6月22日11时江西抚河唱凯堤决口洪水淹没范围遥感监测图



彩图21 2010年6月22日17时江西抚河唱凯堤决口洪水淹没范围遥感监测图



彩图22 2010年6月23日5时江西抚河唱凯堤决口洪水淹没范围遥感监测图



彩图23 江西抚河唱凯堤决口洪水淹没范围遥感动态监测图

序



洪涝灾害一直占我国频发的自然灾害之首。从20世纪80年代以来，空间技术在洪涝灾害领域的应用也一直伴随着与洪涝灾害作斗争的理念和需求的更新而不断发展。

其间，对洪涝灾害从单纯的监测发展到了评估；评估从灾中、灾后发展到了灾前，可以为调度决策提供依据了；遥感数据源从可见光、红外发展到了微波以及多源遥感的融合；反应时间从几天发展到了几小时，从分散的技术发展到了集成的系统；从基于国外软件发展到了自主开发的软件。我有幸亲历了这一历程的多个阶段，想当年要花很多时间处理图像、提取信息、准备本底资料、绘制专题图，而现在可以半自动地在很短的时间内完成，不仅让我回想起当年通宵达旦地加班的情景，更从心底里泛起极大的欣慰。当我退出一线后，始终在关注我年轻的同事们的脚步，本书的作者，他们接过了担子，完善了很多技术环节，尤其是用自主开发的软件建成了洪涝灾害监测评估系统，从技术层面上讲已经可以用于业务运行，这是值得庆贺的，也是我要感谢的，可以说是他们实现了我多年的宿愿。当然，这个历程永远也不可能画上句号，但可以说现在是可以画个逗号的时候了，这本书是到了该问世的时候了。

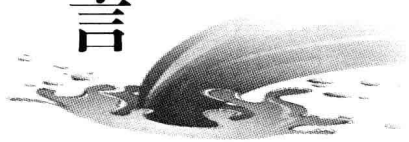
空间技术在此领域的应用和发展从一开始就是与防汛抗洪的实际应用紧密结合的，上面提到的每个发展历程都是在实际需求的推动下一步步实现的，灾前评估可以说是一个典型的例子，还使水利行业中常用的水文水力学模型有了发挥的空间。这是一个与实际应用紧密结合的过程，也是空间技术发展的一个见证。它与我国自主对地观测能力的大幅度提升以及正在逐步完善的军民资源共享等大环境和大平台的发展有很大的关系。没有基础地理信息的完善，没有航天、航空、无人机等多种手段的支撑，再好的洪涝灾害监测评估系统也只能束之高阁。

本书介绍了洪涝灾害监测评估的原理、标准、模型、方法、监测评估系统的设计和实现以及应用实例，是作者们长期实际工作的总结，为我们提供了分享洪涝灾害监测评估发展历史与成果的机会。我更希望更多的应用部门来认识、试用，直至应用他们开发的系统。

李纪人

2012 年 11 月

前言



我国国土辽阔，自然地理条件复杂，降水时空不均，洪涝灾害发生频繁、损失严重。据《中国水旱灾害公报》统计，近 20 年来我国平均每年因洪涝灾害造成的直接经济损失超过 1000 亿元。其中 1991 年发生夏季江淮地区持续性洪涝，直接经济损失 779 亿元；1998 年发生长江流域及松花江、嫩江流域的特大洪涝灾害，直接经济损失超过 2550 亿元，2010 年发生甘肃舟曲特大山洪、泥石流以及江西唱凯堤溃坝洪水，直接经济损失达到 3745 亿元。我国洪涝灾害范围广、频度高、突发性强、损失大，已成为制约社会经济可持续发展的重要因素之一。

在防洪减灾研究中，必须积极引进当今社会最新科研成果。水利部提出要“以高新技术改造水利传统产业，以水利信息化带动水利现代化”。遥感技术具有宏观、快速、动态、经济等特点，可以广泛应用于洪涝灾害监测与评估工作中。尤其是进入 21 世纪后，随着信息技术和传感器技术的飞速发展，现代遥感技术已经进入一个能动态、快速、多平台、多时相、高分辨率地提供对地观测数据的新阶段，已成为洪涝灾害监测与评估的重要支撑手段。

尽管遥感技术早在 20 世纪 80 年代开始应用于洪涝灾害监测研究中，但总体上案例分析较多，系统总结偏少。作者先后参加了“九五”国家科技攻关重中之重项目“重大自然灾害监测与评估业务运行系统的建立”、社会公益研究专项资金项目“洪涝灾害的监测预报与风险管理系统研究”及“水旱灾害遥感监测预警技术体系研究与建立”、863 计划项目“巨灾链型灾害遥感监测与预警一体化关键技术”，以及“十一五”国家重大科技支撑计划项目“基于遥感的堰塞湖快速识别与基础信息平台建设”等，开展了 1998 年长江、松花江大洪水、2000 年淮河上游洪水、2003 年和 2007 年淮河大洪水、2005 年西江洪水以及 2008 年汶川地震堰塞湖、2010 年舟曲滑坡泥石流等遥感监测工作。本书在多年洪涝灾害遥感监测工作实践的基础上，系统提出洪涝灾害遥感监测评估的理论与方法，并介绍了自主开发的洪涝灾害遥感监测评估系统以及自 1998 年以来应用遥感技术开展洪涝灾害监测评估的实例。

全书共包括 7 章内容。第 1 章概述，介绍了我国洪涝灾害情况，分析了遥

感在防洪减灾中的作用，总结了洪涝灾害遥感监测评估现状与趋势，由黄诗峰、李景刚撰写。第2章洪涝灾害遥感监测评估原理，对遥感技术进行了介绍，分析了洪涝灾害监测评估数据源选择，提出了洪涝灾害遥感监测评估原理，由徐美、李景刚撰写。第3章洪涝灾害遥感监测评估指标，从洪涝灾害自然特征和社会特征出发，建立了洪涝灾害遥感监测评估指标体系，由孙涛、陈德清撰写。第4章洪涝灾害遥感监测评估模型，介绍了基于遥感、GIS技术的洪涝淹没范围、淹没水深和淹没历时计算方法，由李景刚、徐美、李小涛撰写。第5章洪涝灾害灾情评估方法，介绍了基于GIS的洪涝灾害灾情评估模型，由陈德清撰写。第6章洪涝灾害遥感监测评估系统的设计与实现，在前述章节基础上，从系统构架、数据库构架及系统功能等方面来介绍洪涝灾害遥感监测评估系统的设计与实现，由黄诗峰、孙涛、李小涛撰写，参加者还有徐美、龙飞、臧文斌。第7章洪涝灾害遥感监测评估系统运行与实例，介绍了1998年后主要典型大洪水遥感监测评估实例，由李小涛、徐美撰写。全书由黄诗峰统稿，硕士研究生盖乐参加了部分文字和图幅修改工作。

本书编写过程中得到了中国水利水电科学研究院李纪人教授的大力支持和热忱指导，并为本书作序。特别指出的是，作者承担的“九五”科技攻关项目“重大自然灾害监测与评估业务运行系统的建立”及“十五”社会公益研究专项资金项目“洪涝灾害的监测预报与风险管理系统研究”，均是在李纪人教授指导下完成的，在此表示感谢。

由于编写时间仓促，作者水平有限，不当之处恳请读者批评指正。

作 者

2012年11月

目 录

序

前言

第1章 概述	1
1.1 我国的洪涝灾害	2
1.1.1 我国洪涝灾害成因	2
1.1.2 我国洪涝灾害时空特点	3
1.1.3 我国洪涝灾害损失概况	4
1.2 遥感在防洪减灾中的作用	5
1.2.1 灾前背景数据库的建设及更新	5
1.2.2 灾前预警	5
1.2.3 灾中监测	5
1.2.4 抢险救灾	6
1.2.5 灾害评估	6
1.2.6 建立洪灾模型	6
1.3 洪涝灾害遥感监测评估现状与趋势	7
1.3.1 研究现状	7
1.3.2 发展趋势	9
1.4 洪涝灾害遥感监测评估技术思路	12
参考文献	14
第2章 洪涝灾害遥感监测评估原理	16
2.1 遥感技术概述	16
2.1.1 遥感技术应用优势	16
2.1.2 常用遥感数据介绍	17
2.1.3 高分辨率遥感数据介绍	18
2.1.4 主要遥感卫星及传感器介绍	20
2.2 洪涝灾害监测评估遥感数据源及其选择	38
2.3 洪涝灾害遥感监测评估基本原理	40
2.3.1 洪涝灾害监测评估灾前业务流程	40
2.3.2 洪涝灾害监测评估灾中业务流程	41
2.3.3 洪涝灾害监测评估灾后业务流程	42

参考文献	43
第3章 洪涝灾害遥感监测评估指标	44
3.1 洪涝灾害特征分析	44
3.1.1 洪涝灾害自然属性	45
3.1.2 洪涝灾害社会经济属性	46
3.2 指标制定原则	48
3.3 洪涝灾害遥感监测指标	50
3.3.1 洪涝灾害遥感监测指标内涵	50
3.3.2 洪涝灾害遥感监测指标内容	51
3.4 洪涝灾害灾情评估指标	53
3.4.1 人口	53
3.4.2 受淹土地利用	54
3.4.3 房屋	54
3.4.4 农作物	54
3.4.5 洪灾经济损失	55
3.4.6 传染病与疫情	55
3.5 监测和评估指标适用范围	56
参考文献	57
第4章 洪涝灾害遥感监测评估模型	58
4.1 基于遥感影像的水体提取	58
4.1.1 水体光谱特性	58
4.1.2 主要水体提取方法	59
4.1.3 基于光学传感器的水体提取	68
4.1.4 基于雷达影像的水体提取	72
4.2 洪水灾害淹没范围的遥感分析	74
4.2.1 分类后比较法	75
4.2.2 光谱直接比较法	75
4.3 基于GIS技术的洪水淹没水深和淹没历时计算	78
4.3.1 淹没水深计算	78
4.3.2 淹没历时计算	80
4.4 区域洪涝遥感监测评估本底调查方法	80
4.4.1 本底水体	81
4.4.2 承灾体	81
参考文献	82
第5章 洪涝灾害灾情评估方法	86
5.1 基于灾害统计方法的灾情评估	86
5.1.1 区域灾害等级评估	86

5.1.2	历史洪灾评估	86
5.2	基于遥感和 GIS 技术的洪灾灾情评估技术方法	87
5.2.1	洪涝灾情成灾因子分析	87
5.2.2	洪灾影响与灾情评估方法	90
5.2.3	洪灾影响与灾情评估的技术流程	91
5.3	受灾体信息获取及空间化技术	92
5.3.1	人口指标及空间化方法	95
5.3.2	农作物及空间化方法	103
5.3.3	房屋、私有财产及空间化方法	103
5.3.4	防洪工程及空间化方法	105
5.3.5	土地利用及空间化方法	106
5.4	洪灾影响与损失评估实例	108
5.4.1	洪灾简单影响评估——鄱阳湖区实例分析	108
5.4.2	洪灾受灾程度与经济损失评估——浑太流域实例分析	110
	参考文献	113
第 6 章	洪涝灾害遥感监测评估系统的设计与实现	115
6.1	系统需求分析	115
6.1.1	水利业务需求分析	115
6.1.2	系统的开发目的	116
6.2	系统总体设计	116
6.2.1	系统的设计原则	116
6.2.2	系统开发与运行环境设计	118
6.2.3	系统总体架构设计	118
6.3	系统功能设计	118
6.4	系统数据库设计与建设	119
6.4.1	空间数据库设计与建设	119
6.4.2	关系数据库设计与建设	121
6.5	系统实现	124
6.5.1	总体介绍	124
6.5.2	主要功能介绍	124
6.5.3	系统技术特点	127
	参考文献	130
第 7 章	洪涝灾害遥感监测评估系统运行与实例	131
7.1	洪涝灾害遥感监测评估业务流程	132
7.1.1	任务启动和指令下达	132
7.1.2	准备工作	132
7.1.3	遥感监测数据获取	132

7.1.4 遥感数据处理 133

7.1.5 洪涝灾情监测 134

7.1.6 洪涝灾情评估 134

7.1.7 成果分析和报告编写 135

7.1.8 监测评估成果上报 135

7.1.9 后续检查和验证 135

7.2 1998 年长江松花江洪水 135

7.2.1 1998 年长江洪水遥感监测与评估 135

7.2.2 1998 年松花江洪水遥感监测与评估 139

7.3 2000 年淮河上游洪水遥感监测与评估 143

7.3.1 2000 年淮河上游洪水概况 143

7.3.2 洪水遥感监测评估分析 144

7.4 2003 年淮河流域洪水遥感监测与评估 146

7.4.1 2003 年淮河流域洪水概况 146

7.4.2 洪水遥感监测评估分析 147

7.5 2005 年广西西江洪水遥感监测与评估 156

7.5.1 2005 年广西西江洪水概况 156

7.5.2 洪水遥感监测评估分析 156

7.6 2010 年江西抚河唱凯堤决口遥感监测与评估 159

7.6.1 2010 年江西抚河唱凯堤决口概况 159

7.6.2 洪水遥感监测评估分析 160

参考文献 161