

遥感技术在城市发展 与规划中的 综合应用研究 与实践

陈明辉 黎夏 黄燕 曹文海 黄滢冰 黎海波 著



武汉大学出版社
WUHAN UNIVERSITY PRESS

本书得到了东莞市科学技术协会、国家自然科学基金面上项目（41371376）、国家重点研发计划重点专项项目（2017YFA0604402）联合资助。

遥感技术在城市发展与规划中的 综合应用研究与实践

陈明辉 黎夏 黄燕 曹文海 黄滢冰 黎海波 著



武汉大学出版社
WUHAN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

遥感技术在城市发展与规划中的综合应用研究与实践/陈明辉等著.
—武汉:武汉大学出版社,2017.10
ISBN 978-7-307-19631-5

I. 遥… II. 陈… III. 遥感技术—应用—城市规划—研究
IV. TU984—39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 201969 号

责任编辑:鲍玲 方慧娜 责任校对:汪欣怡 版式设计:马佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:虎彩印艺股份有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:26.5 字数:628千字 插页:1

版次:2017年10月第1版 2017年10月第1次印刷

ISBN 978-7-307-19631-5 定价:69.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

从 20 世纪 60 年代 Evelyn L. Pruitt 提出“遥感”一词至今，遥感技术已广泛应用于农业、林业、军事、生态、环保、城市与区域规划等领域，为人类提供了从多维和宏观角度认识世界的新手段。随着信息技术和传感器技术的快速发展，遥感影像成为一种可靠且不可替代的空间数据源，遥感及相关技术在科学、商业、资源管理等领域发挥着越来越重要的作用，并作为一门新兴的独立学科飞速发展。

城市化是人类社会发展的必然趋势，改革开放以来，我国城市化高速发展，但城市化过程中也带了一系列严重的环境和生态问题。本书将理论方法和数据分析有机结合，探讨遥感技术在快速城市化地区城市发展和规划研究中的应用，定量分析其城市发展的演变规律和存在问题，为其进一步城市升级提供指导依据；同时，对从事研究城市发展的科研人员和城市规划设计人员具有一定的参考价值。

本书共分为十一章：第一章简要介绍城市遥感基础理论、技术和城市发展研究模型；第二章从土地资源利用角度出发，利用遥感等新兴空间分析方法，挖掘各种土地利用类型的变化趋势和规律，并分析东莞市的增量和存量土地情况；第三章从生态资产评估出发，定量分析东莞市生态资产的演变情况，并利用统计模型模拟东莞市未来十年生态资产变化趋势；第四章从生态保护入手，进行东莞市生态本底调查、生态控制线内涉嫌违法用地监测及“小山小湖”生态资源管护研究，为城市生态安全提供建议；第五章研究东莞市热环境的时空演变格局，揭示东莞市热环境空间分布模式的形成机制，并提出缓解对策；第六章着眼于城市内涝问题，挖掘东莞市主城区排水管网现状、内涝成因，构建暴雨洪水管理 (SWMM) 模型，并进行内涝点分布与积水时长、排水管承载能力的多情形模拟和排水管网淤积模拟分析，以服务于市区管网整改、内涝治理等辅助决策；第七章定量化研究城市轨道交通对区域空间结构和景观格局的影响，利用神经网络代替转换规则构建 CA 模型，模拟和预测轨道交通影响下的东莞市空间演变，为城市规划提供参考；第八章从经济产业、交通网络、土地资源、水资源和城市空间结构演变等角度入手，揭示东莞城市空间的现状与不足，并模拟预测东莞市的经济增长、土地利用、水资源供需和人口规模；第九章探讨遥感技术在文物保护中应用的关键技术，并对东莞市历史文化资源建库、历史建筑数字化保护与管理平台功能进行介绍；第十章利用遥感技术对东莞市总体规划 (2000—2015) 实施动态监测；第十一章着重介绍基于遥感的城乡规划动态监测平台功能，为其他城市加强城市信息化的建设、提高城乡规划行政管理能力提供参考。

全书由陈明辉、黎夏、黄燕、曹文海、黄滢冰、黎海波编写，陈明辉、黄燕统稿。本书部分内容来源于国家自然科学基金面上项目 (41371376)、国家重点研发计划重点专项

项目(2017YFA0604402)、住房和城乡建设部 2015 年科学技术项目计划(2015-K8-026)等住房和城乡建设部科技立项课题。部分研究成果也得到了中山大学广东省城市化与地理环境空间模拟重点实验室团队的大力帮助和协助,我们在书中还引用了其他专家、学者的研究成果,在此一并表示衷心的感谢。此外,特别感谢欧阳南江先生、黄宇东先生、陈巡先生、陈志军先生、张汝春先生、肖洪先生、蔡格红先生以及裴志武先生对本书提出的宝贵建议与大力支持。本书可以顺利出版还要感谢武汉大学出版社给予的指导和帮助。限于时间和编写者的水平,书中难免出现疏漏和错误,敬请广大读者批评指正。

陈明辉

2017 年 7 月于东莞

目 录

第一章 城市遥感基础理论	1
1.1 遥感与城市研究	1
1.1.1 遥感的概念	1
1.1.2 发展历程	2
1.1.3 遥感技术在城市研究中的应用	2
1.2 遥感图像处理	4
1.2.1 遥感图像预处理	4
1.2.2 图像增强	5
1.2.3 遥感信息提取	5
1.2.4 精度评价	6
1.3 地理信息系统	6
1.4 城市发展智能模拟与优化	7
1.4.1 城市发展模拟工具	7
1.4.2 城市发展人工智能算法	9
第二章 遥感在土地资源中的应用	12
2.1 土地利用历史演变	12
2.1.1 遥感数据	12
2.1.2 数据处理	13
2.1.3 土地利用现状变化	16
2.1.4 土地利用结构变化	16
2.2 存量土地现状	21
2.2.1 增量土地分析	22
2.2.2 “三旧”改造用地分析	25
2.2.3 存量土地分析	27
第三章 遥感在生态资产评估中的应用	30
3.1 遥感数据及处理	30

3.1.1	数据简介	30
3.1.2	数据处理	31
3.2	生态资产评估	32
3.2.1	评估内容及体系	32
3.2.2	生态资产评估方法	35
3.2.3	生态评估指标计算	37
3.3	生态资产计算	98
3.4	生态资产变化分析	100
3.4.1	1988—2006 年各生态系统生态资产变化	100
3.4.2	1988—2006 年各镇生态资产变化分析	108
3.4.3	1993—2006 年各镇人均生态资产变化	115
3.5	生态资产模拟预测	119
3.5.1	研究方法	120
3.5.2	数据介绍	120
3.5.3	模拟结果与预测	121
第四章	遥感在生态保护中的应用	124
4.1	生态资源本底调查	124
4.1.1	生态资源本底概况	124
4.1.2	东莞市生态本底现状分析	125
4.2	生态控制线动态监测	132
4.2.1	遥感及规划相关数据	132
4.2.2	监测流程及判别标准	134
4.2.3	内业提取及内业核查	136
4.2.4	外业核查方法及标准	142
4.2.5	监测结果分析	146
4.2.6	基于 CORS 系统的外业核查	150
4.3	城市“小山小湖”生态资源识别、评估与管护研究	153
4.3.1	研究思路与数据处理	154
4.3.2	“小山小湖”生态资源分析	157
4.3.3	生态资源存在的问题及挑战	172
4.3.4	“小山小湖”生态资源保护建议	174
第五章	遥感在城市热环境中的应用	177
5.1	数据及研究内容	177
5.2	技术路线	178
5.2.1	基于栅格数据结构的 GIS 空间分析技术	179

5.2.2 热力景观指数的计算方法	179
5.2.3 城市生态环境格局热环境效应的驱动机制研究方法	179
5.3 城市空间热环境时空演变	180
5.4 城市热岛效应演变	181
5.5 热岛效应驱动力分析	183
5.6 水域景观对热岛的影响	185
5.6.1 水域景观与非水域温度特点	185
5.6.2 水域景观与建筑物热场特点	186
5.6.3 水域景观对建筑物热场影响	187
5.7 对策分析与建议	188
5.7.1 城市热场影响因素	188
5.7.2 城市热场缓解措施	189
第六章 遥感在市政水环境中的应用	192
6.1 数据及技术路线	194
6.2 现状问题分析	195
6.2.1 地形及水位触发排水问题	195
6.2.2 人工湖萎缩蓄水能力减弱	197
6.2.3 城市化导致径流系数增大	197
6.3 排水管网承载力分析	198
6.3.1 案例区 SWMM 模型的构建	198
6.3.2 多情景内涝点分布与积水时长模拟分析	198
6.3.3 多情景下排水管承载能力分析	207
6.3.4 内涝点特征和成因分析	224
6.3.5 排水管网淤积模拟分析	225
6.3.6 内涝整治工程完成后的作用分析	228
第七章 遥感在城市交通中的应用	231
7.1 轨道交通对区域空间结构的影响	233
7.1.1 轨道交通周边土地利用比例变化规律	233
7.1.2 轨道交通对居民地变化的影响	236
7.1.3 轻轨对工业分布的影响规律	245
7.2 轨道交通对区域景观格局的影响	247
7.2.1 轨道交通建设使周边地区土地总体聚集程度提高	247
7.2.2 轨道交通建设使城镇居民地聚集程度提高	247
7.2.3 轨道交通建设使工业用地的聚集程度降低	249
7.2.4 轨道交通建设使农村居民地趋于规则化	249

7.2.5 实例分析——轨道交通 R2 线沿线和站点 500m 缓冲区景观格局分析	251
7.3 轨道交通影响下的城市空间演变模拟及预测	253
7.3.1 基于神经网络的 CA 模型构建	253
7.3.2 基础数据选取	254
7.3.3 预测结果与分析	257
第八章 遥感在城市发展中的应用	259
8.1 数据来源及处理	259
8.1.1 遥感数据及处理	259
8.1.2 统计数据来源	263
8.2 经济产业结构变化分析	264
8.2.1 经济高速增长,成就与矛盾并存	264
8.2.2 产业与劳动力结构——“二三一”结构	267
8.2.3 经济增长要素:依赖劳动力与资本,科技进步贡献率较低	268
8.2.4 经济增长要素投入不均,总体呈现“西多东少”格局	271
8.2.5 产业结构普遍升级,经济总量分布与要素投入相符	273
8.3 交通网络系统发展分析	275
8.3.1 道路里程不断增加,交通路网逐步完善	275
8.3.2 交通网络节点快速增加,经济发达镇区尤为显著	276
8.3.3 镇区可达度不断提高,镇区之间联系得到加强	280
8.4 土地资源结构演变分析	282
8.4.1 建设用地扩张迅速,农田果园大量流失	282
8.4.2 景观空间格局变化明显,斑块形状趋向平整化	292
8.4.3 土地利用经济效益逐年提高,但区域之间存在较大差异	294
8.5 水资源结构演变分析	295
8.5.1 水资源稀缺、供给有限	295
8.5.2 工业用水和生活用水比较多,各镇区用水量差异大	296
8.5.3 水资源污染问题突出,工业废污水排放严重	297
8.6 城市空间结构演变规律	299
8.6.1 城市快速扩张,建设用地面积迅猛增长	299
8.6.2 “辐射式”——“圈层式”——“跳跃式”演变模式	300
8.6.3 城市空间扩张无序、布局分散	303
8.6.4 城市扩张强度差异大,区域发展不均衡	306
8.6.5 交通干线两侧土地开发密集,影响范围逐渐扩大	306
8.6.6 依赖劳动力、外源型经济“粗放”发展	308
8.7 城市空间现状与不足	312
8.7.1 “充分放权、自下而上”城市化发展模式——功能区划破碎无序	312

8.7.2 经济格局——“四强三弱两崛起”	313
8.7.3 建设用地布局空间散乱，土地利用效益低下	315
8.7.4 暂住人口为主的人口结构，农村居民的城镇化进程滞后	317
8.7.5 居住空间城乡混杂，镇区居住水平差异大	320
8.7.6 生态敏感用地面积大，后备土地资源不足	322
8.7.7 交通网络区域协调性差，公共交通发展滞后	324
8.8 城市发展模拟预测	325
8.8.1 经济增长预测	325
8.8.2 土地利用结构模拟	328
8.8.3 水资源供需预测	335
8.8.4 人口规模估算	339
第九章 遥感在文物保护中的应用	345
9.1 东莞市历史建筑概况	345
9.1.1 历史建筑类型	345
9.1.2 历史建筑分布	348
9.2 研究内容与技术路线	353
9.2.1 研究内容	353
9.2.2 技术路线	354
9.2.3 历史建筑数字化成果目录	354
9.3 具体实施内容	356
9.3.1 数据采集及成果建库标准规范	356
9.3.2 历史建筑数据采集方法	372
9.3.3 历史建筑数据处理与建库	376
9.3.4 历史建筑数字化保护与管理平台功能	382
第十章 遥感在规划实施中的应用	388
10.1 城市总体规划概况	388
10.2 总规强制性内容	390
10.3 总规实施动态监测	391
10.3.1 卫星遥感影像资料概况	392
10.3.2 涉及城市规划强制性内容的疑似变化图斑提取及分析	392
第十一章 基于遥感的城市规划管理监测平台建设	397
11.1 建设背景	397
11.2 建设目标	397
11.3 平台功能模块	398

11.3.1	空间信息资源管理模块.....	398
11.3.2	空间信息动态演变模块.....	399
11.3.3	规划差异对比分析模块.....	400
11.3.4	总规实施动态监测模块.....	400
11.3.5	生态控制线动态监测模块.....	400
11.3.6	违章建筑与用地动态监测模块.....	400
参考文献.....		403

第一章 城市遥感基础理论

1.1 遥感与城市研究

1.1.1 遥感的概念

“遥感”一词最先由美国学者 Evelyn L. Pruitt 于 1960 年提出，1962 年在“环境科学遥感”讨论会上被正式引用(梅安新，等，2001；孙玉英，等，2006)。遥感即遥远感知，是利用地面、高空和外层空间各种平台上先进的对地观测系统收集和获取地表各种信息，并通过数据的传输和对其进行的后续处理、分析、复原和反演地表各种现象和过程，实现研究地面物体形状、大小、位置、性质及其与环境相互关系的一门现代化应用技术科学(陈述彭，1990)。

遥感是一门对地观测综合性技术，它的实现既需要一整套的技术装备，又需要多种学科的参与和配合，因此，实施遥感是一项复杂的系统工程。根据遥感的定义，遥感系统主要由以下四大部分组成(全国城市规划执业制度管理委员会，2011)：

1. 信息源

信息源是遥感需要对其进行探测的目标物。任何目标物都具有反射、吸收、透射及辐射电磁波的特性，当目标物与电磁波发生相互作用时会形成目标物的电磁波特性，为遥感探测提供了获取信息的依据。

2. 信息获取

信息获取指运用遥感技术装备接收、记录目标物电磁波特性的探测过程。信息获取所采用的遥感技术装备主要包括遥感平台和传感器。其中，遥感平台是用来搭载传感器的运载工具，常用的有气球、飞机和人造卫星等；传感器是用来探测目标物电磁波特性的仪器设备，常用的有照相机、扫描仪和成像雷达等。

3. 信息处理

信息处理指运用光学仪器和计算机设备对所获取的遥感信息进行校正、分析和解译处理的技术过程。信息处理的作用是通过通过对遥感信息的校正、分析和解译处理，掌握或清除遥感原始信息的误差，梳理、归纳出被探测目标物的影像特征，然后依据特征从遥感信息

中识别并提取所需的有用信息。

4. 信息应用

信息应用指专业人员按不同的目的将遥感信息应用于各业务领域的使用过程。信息应用的基本方法是将遥感信息作为地理信息系统的数据源,供人们对其进行查询、统计和分析利用。遥感的应用领域十分广泛,最主要的应用有:军事、地质矿产勘探、自然资源调查、地图测绘、环境监测以及城市建设和管理等。

遥感技术的发展及其在地学上的应用使地学的常规研究方法和程序发生了根本性的变化。遥感对地理学研究在时间和空间域里提供着丰富的地理现象和地理过程及其相互联系的信息,它从电磁波辐射相互作用的机制出发,获取信息是客观的、可定量的(童庆禧,1994),很大程度上避免了传统地理学研究方法的主观因素的作用,因而有的人将遥感称为地理科学研究的技术工具学科(钱强新,1991),是重要的城市规划信息源(吴晓莉,2001)。

1.1.2 发展历程

遥感技术发展历程可分为三个阶段:第一阶段是从1840—1850年中后期的有记录的地面遥感阶段;1858—1956年是空中摄影遥感阶段;1957年以后,人类进入了航天遥感阶段,遥感技术也随之有了重大进步。卫星遥感技术系统得到广泛运用,1975年至今美国共发射8颗Landsat卫星,2013年2月11日,美国航空航天局(NASA)成功发射Landsat-8卫星,1986年至今法国SPOT民用遥感卫星已发射6个,Landsat和SPOT卫星都主要用于地球资源调查和大气监测等方面。Quickbird卫星于2001年10月由美国DigitalGlobe公司发射,是目前世界上最先进的民用商业高分辨率卫星,Quickbird卫星寿命长,成图影像质量很好,数据采集能力优秀,已广泛用于土地利用变更、城市规划建设、资源调查、环境监测等领域。近些年来欧洲空间局发射的ERS系列卫星,日本发射JERS系列,加拿大发射的RADARSAT-1、RADARSAT-2等卫星系列,其中大部分都已变成商业卫星,这些商业卫星发展促使航天遥感技术进入新的阶段(章琨,2011)。

近年来,新型遥感卫星不断升入太空,提供了更多、更快的遥感信息源。美国的7号陆地卫星LANDSAT-7的ETM传感器新增了一个全色波段,其空间分辨率从TM的30m提高到15m;法国的SPOT1、SPOT2、SPOT4和SPOT5卫星能提供20m、10m、5m、2.5m不同级别的空间分辨率;IKONOS和Quickbird,其最高空间分辨率分别为1m和0.62m。从而使得遥感技术在城市研究中的应用前景更加广阔(彭光雄,2004)。

我国卫星遥感技术发展取得很大的成绩,在陆地、气象、海洋三个领域都有遥感卫星,如中巴地球资源卫星、风云系列卫星等,这些卫星为我国资源调查及环境监控等领域作出了巨大贡献,已广泛应用于城市建设、城市规划、城市监测等方面。

1.1.3 遥感技术在城市研究中的应用

遥感以城市为对象,获取城市基础数据,具有视野广阔、不受地物阻隔、快速准确、形象直观等特点,获取的信息宏观特征突出、整体性好、可比性强,还具有多维的特点,

因此,便于对城市进行全方位分析研究(李东,2000)。遥感技术是获取城市生态环境、城市建设与管理所需信息的先进技术手段(刘平,2008),可以为城市的环境保护、环境质量评价、城市规划、城市绿化、城市交通规划等提供科学依据(张碧帆,2005)。

1. 遥感技术在城市自然条件调查中的应用

城市的自然条件主要指地形、地貌、地质构造、土壤、植被、水系、资源等,应用遥感图像对这类宏观现象进行分析判读,可迅速编制图件、获取数据,指导城市进行合理布局(李东,2000;张碧帆,2005)。

2. 遥感技术在土地利用调查中的应用

彩红外航片能够客观真实地反映地物特征,且宏观性强,能为城市土地利用调查提供翔实的信息,既能满足用地分类要求,又比传统调查方法准确,且工作周期短,节约人力,减少大量外业工作(李东,2000)。

3. 遥感技术在城市规划动态监测中的应用

城市规划研究城市的未来发展、城市的合理布局和综合安排城市各项工程建设的综合部署,是城市建设和管理的重要依据。随着城市发展速度的加快和空间结构的复杂化,传统数据采集手段很难满足规划及管理的需要,遥感技术能为城市规划提供城市空间描述的数据源,还可以辅助城市空间布局分析、城市变化监测及规划实施情况检查(沙晋明,等,1998;江涛,等,1999;李志中,等,1999;吴健平,等,2003),及时发现是否存在违法建设的现象。

4. 遥感技术在城市交通研究中的应用

通过城市交通状况调查,获取同一瞬间城市交通的总体状况,全面分析不同路段机动车辆的密度、流量、平均车速及其空间分布规律,研究找出造成城市交通堵塞的主要原因,并提出缓解措施(程之牧,等,1996)。

5. 遥感技术在城市绿地调查中的应用

利用遥感影像对不同种类绿地植被进行判读解译,是一种现实可信的手段。通过划分绿地类型,制定解译标志,识别出不同种类绿地植被,计算出绿化面积并对城市绿化覆盖率按等级进行划分,完成城市绿化现状图和绿化覆盖率图(郎鸿儒,1993)。

6. 遥感技术在水环境污染监测中的应用

根据遥感影像上水体颜色差异来研究水体污染。目前,遥感技术在水环境污染监测中的应用,主要集中在对水体浑浊度、热污染、富营养化、石油污染等方面(陈光明,等,1991;刘红,等,2013)。观察遥感图像上波峰出现的位置区域,能够清楚地了解水体浑浊度的变化;采用热红外遥感技术对水温变化进行时空监测,根据影像上的热辐射信息,能够准确地识别热污染的分布,较好地完成对热污染的监测和评价;从遥感影像上观察石

油泄漏的时空分布特点和扩散规律,实现对石油污染的快速准确的监测。

7. 遥感技术在大气污染监测中的应用

遥感技术能够快速定位大气污染源,获得全面的综合信息,从时空角度定量分析大气污染的变化,为大气污染监测提供科学手段,包括对大气气溶胶的监测、有害气体的监测和城市热岛效应的监测(吴建平,等,2003)。

1.2 遥感图像处理

遥感图像处理是对遥感影像进行辐射校正、几何纠正、镶嵌、图像增强、投影变换、特征提取、分类及各种专题处理等一系列操作,以达到预期目的的技术(杨凯,等,1988)。

1.2.1 遥感图像预处理

1. 辐射校正

辐射校正指对由于外界因素、数据获取和传输系统等因素产生辐射误差进行校正,消除或改正图像数据中依附在辐射亮度中的各种失真过程。按校正后的结果可分为绝对辐射校正和相对辐射校正(梅安新,等,2001;韦玉春,等,2007;邓书斌,等,2008;孙家柄,2013)。

绝对辐射校正通过辐射传输模型将影像上地物灰度值转换为地物反辐射亮度或反射率,它需要获取影像过境时的地表测量数据,并考虑地形起伏等因素来校正大气和传感器的影响,目前大多数遥感图像都无法满足上述条件。相对辐射校正通过选择一个参考影像,将同一地区的其他不同时相影像和参考影像进行灰度匹配校正,使得不同影像同一地物相同灰度值代表其相同的反射辐射亮度或反射率,从而减小传感器、大气条件和太阳辐射的影响,又称为多时相遥感图像的光谱归一化(史培军,2003)。

2. 几何校正

由于传感器平台的高度、姿态、速度、地球自转及大气折射等因素的影响,使得原始图像发生几何失真,几何校正的目的是消除这些因素造成的畸变,越来越多的图像数据提供者会自动处理一些或者所有必要的几何校正(Lillesand,2015)。几何校正分为几何粗校正和几何精校正。

3. 图像融合

图像融合是将低空间分辨率的多光谱图像或高光谱数据与高空间分辨率的单波段图像重采样生成一幅高分辨率多光谱图像的遥感图像处理技术,使得处理后的图像既有较高的空间分辨率,又具有多光谱特征(刘冈明,等,1998;邓书斌,2014)。常用的图像融合方法包括 HSV 变换、Brovey 变换、Gram-Schmidt Pan Sharpening、主成分(PC)变换、Color

Normalized(CN)变换等,根据被融合图像的特征和融合目的选取合适的融合方法。

4. 图像镶嵌

图像镶嵌是在一定的数学基础控制下,把多景相邻遥感图像拼成一个大范围、无缝的图像的过程(邓书斌,2014),图像镶嵌可以去除冗余信息,压缩信息存储量,从而更加有效地表达信息量。

5. 图像裁剪

图像裁剪是裁剪出研究范围内的遥感影像,常用方法有按行政区划边界或自然区划边界进行图像裁剪(邓书斌,2014)。

1.2.2 图像增强

图像增强是通过增加图像中不同地物某些特征的差异,来提高遥感图像的目视解译性能和视觉效果(Lillesand,2015)。主要包括对比度增强、空间滤波、边缘增强和傅里叶分析及多光谱变换等方法。

1.2.3 遥感信息提取

遥感信息提取即图像解译,是对遥感图像上的地物特征进行综合分析、比较、推理和判断,最后提取出地物目标信息的过程,常用方法为目视解译和计算机信息提取。

1. 目视解译

遥感图像目视解译也称目视判读,是以地物的几何特征和光谱特征的空间反映为判读依据,用人工的方法判读遥感影像,提取目标地物信息的过程。目视解译法是遥感应用中无可替代的组成部分,将与地学分析方法长期共存、相辅相成(陈述彭,1990;陈述彭,等,1997)。

目视判读要遵循“先宏观、后微观,先整体、后局部,勤对比,多分析”的原则。熟悉地物在不同波段的光谱特性、了解地物在不同波段合成影像的表现、熟悉影像解译标志,有助于提高影像目视判读的精度。

2. 图像分类

图像分类是利用计算机通过模式识别理论,分析图像中反映同类地物的光谱、空间相似性和异类地物的差异,进而将遥感图像自动分成若干地物类别(戴昌达,等,2004),又称遥感图像计算机信息提取技术(邓书斌,2014)。自动识别分类技术大大提高了遥感信息提取速度,一般分为监督分类和非监督分类(梅安新,等,2001;赵英时,2003),此外,还有基于专家知识的决策树分类和灰度分割分类等其他分类方法。

(1) 监督分类

监督分类又称训练场地法,是在已知类别的训练场地上提取各类训练样本,通过选择特征变量、确定判别函数或判别规则,从而把图像中的各个像元点划归到各个给定类的分

类方法(林培, 1990; 傅肃性, 2002; 梅安新, 等, 2001; 李石华, 等, 2005; 孙家柄, 2013)。与警察判别函数和判别规则不同, 监督分类的方法有最大似然法、最小距离法、费歇尔线性判别法等(潘建刚, 等, 2004)。

(2) 非监督分类

非监督分类又称聚类分类, 是在没有先验类别作为样本的情况下, 根据图像本身的统计特征和自然点群的分布情况划分地物类别的分类方法(宣勇, 等, 2004)。

在监督分类中, 先定义信息类别, 然后检查它们的光谱可分性; 在非监督分类中, 先确定光谱可分的类别, 然后定义它们的信息类(Lillesand, 2015)。监督分类和非监督分类经常综合使用, 发挥各自的优点, 从而提高分类的效率和精度。

(3) 基于专家知识的决策树分类

基于专家知识的决策树分类是基于遥感图像数据及其他空间数据, 通过专家经验总结、简单的数学统计和归纳方法, 获得分类规则并进行遥感分类。分类规则易于理解, 分类过程符合人的认知过程(邓书斌, 2014)。将地理信息系统和专家系统组合, 能够发挥更大的作用(蔡宏, 2006)。

1.2.4 精度评价

分类后的精度评价是进行影像分析的重要环节, 直到评价精度后分类才算完成(Lillesand, 2015)。分类误差矩阵(又称混淆矩阵或列联表)可以用来描绘样本数据的真实类别属性和识别结果的关系(米爱中, 等, 2017), 是最常用的分类精度评定方法, 利用混淆矩阵进行定量分析的主要参数有总分类精度及 Kappa 系数(张采芳, 等, 2015; 张辉, 2013)。

1.3 地理信息系统

地理信息系统(Geographic Information System, GIS)起源于 20 世纪 60 年代, 以地理空间数据库为基础, 借助计算机软硬件, 对地理空间数据进行科学管理、综合处理和有效分析, 解决复杂的规划、决策和管理问题。GIS 能将通过遥感、地图制图、测绘和摄影测量等方式获取的数据整合起来, 经过数据编辑和投影变换, 变成结构化数据, 存储到地理空间数据库中, 并对地理空间数据库的数据进行空间查询和空间分析, 用 GIS 软件进行交互展示, 最后以制图或表格等形式输出和展示, 应用到实际领域中。

空间分析是地理系统的核心功能, 也是地理信息系统与其他计算机系统的根本区别, GIS 具有以下三方面特征(陈述彭, 等, 1999): ①具有采集、管理、分析和输出多种地理信息的能力, 具有空间性和动态性; ②由计算机系统支持进行空间地理数据管理, 并由计算机程序模拟常规的或专门的地理分析方法, 作用于空间数据, 产生有用信息, 完成人类难以完成的任务; ③计算机系统的支持是地理系统的重要特征, 因而使得地理信息系统能快速、精确、综合地对复杂的地理系统进行空间定位和过程动态分析。

GIS 技术能使城市规划管理工作科学化、规范化, 高效率综合处理各种社会信息, 保证资料的完备性、现时性和资料信息共享(彭光雄, 2004), 在资源管理与配置、城市规