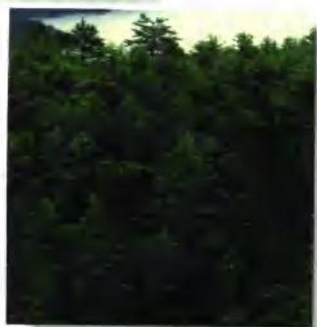


区域土地利用

土地覆盖遥感调查

华东师范大学
中青年学术著作
出版基金



吴健平 / 编著

QYU TUDI
TUDI FUGAI
YAOGAN JICHU
LIVON

.24-39

华东师范大学出版社

责任编辑 张继红

责任校对 乔惠文

封面设计 陆震伟

区域土地利用/土地覆盖遥感调查

吴健平 编著

华东师范大学出版社出版发行

(上海中山北路 3663 号 邮政编码 200062)

新华书店上海发行所经销

江苏句容市排印厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 5.75 插页 2 字数 130 千字

1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 本

ISBN 7-5617-1946-9/P·003

定价 10.00 元

内 容 提 要

本书系统介绍了区域土地利用 / 土地覆盖遥感调查的理论与方法, 包括航空遥感方法、陆地卫星遥感方法、气象卫星遥感方法、不同类型遥感数据的结合、3S 技术的结合等。在每一部分中, 分析了研究现状、研究方法以及研究进展, 介绍了新的理论与方法, 并通过实例说明不同方法的应用。

本书是作者多年科研实践的总结, 全书广泛吸取了国内外的有关研究成果, 内容充实, 既有理论总结, 又有应用实例。可作为遥感工作者的工具书, 也可作为大专院校有关学科本科生和研究生的教材或参考书。

前 言

古时候,人们就幻想能有“千里眼”、“顺风耳”来获取遥远地方的各种信息。今天,科学技术的发展使人们美好的愿望逐步变为现实。60年代以来迅速发展起来的遥感技术极大地改变了人们认识自己居住空间的手段和方法,通过对遨游在天空中的各种传感器传来的信息进行分析,我们足不出户便可了解地球上每个角落一些现象的分布和变化。

遥感技术以其宏观性、实时性、动态性等特点,已广泛应用于农、林、水、地质、地理、环境、海洋、城建、考古等部门,并产生了巨大的经济和社会效益。但随着应用的深入,人们对遥感提出了更高要求,要求识别类型更细,提取速度更快,研究结果精度更高。遥感研究的内容还很多,路还很遥远、很曲折。

土地利用 / 土地覆盖是区域规划和管理所要掌握的重要内容,同时也是开展其他遥感研究的基础信息。在我国已开展的众多区域与城市遥感综合调查中,土地利用 / 土地覆盖调查总是不可缺少的,土地利用 / 土地覆盖信息提取方法也一直是国内外遥感研究的重点。目前,关于这方面的研究成果不少,但比较多的是对某一区域研究工作的总结或对某一试验区的方法探讨;既有理论高度又有实用指导价值的系统总结不够,这在一定程度上影响了遥感应用的开展。

在攻读在职博士时,我选择了“区域土地利用 / 土地覆盖遥

感调查的理论与方法”作为博士论文,目的是想结合自己十几年的遥感实践以及国内外的研究成果进行粗浅的理论总结,意在抛砖引玉。在博士论文基础上修改的书稿有幸得到华东师范大学出版社青年出版基金的资助。

回想起自己第一次参加遥感实践是在 1982 年南京大学读本科时参加的四川渡口航空遥感调查,这是我国较早开展的一次遥感调查工作。之后,在北京大学读硕士研究生时和到华东师范大学后,在遥感方面的科研工作一直没有中断,期间得到多位导师的指导,包括刘君德、梅安新、刘树人、毛赞猷、孙亚梅等,本书稿的完成凝聚了他们辛勤栽培的心血。在与上海市气象科学研究所的杨星卫、周红妹、陆贤,上海市航空遥感综合调查办公室的程之牧、孙建中等长期合作中,受益匪浅,书稿中的一些内容反映了合作研究成果。上海师范大学的陶康华为本书稿提了很多宝贵意见。俞明兰为本书清绘了插图。张继红为本书的编辑付出了辛勤的劳动。谨在此一并表示衷心感谢。

最后还要感谢我的家人给予我的极大支持和帮助。

由于受编写的时间和水平之限,全书难免存在缺点与错误,敬请读者批评指正。

作 者

1998 年 10 月

目 次

第一章 绪论	1
第二章 航空遥感方法	7
1. 基本情况	7
2. 理论与方法	8
3. 应用实例	29
第三章 陆地卫星遥感方法	46
1. 基本情况	46
2. 陆地卫星数据	47
3. 图像校正	53
4. 基本的分类方法	59
5. 空间信息辅助分类	74
6. 基于图斑的分类	81
7. 基于神经网络的分类	86
8. 基于知识的分类	90
9. 精度分析	91
10. 分类的稳定性分析	94
11. 土地覆盖变化分析	97
12. 应用实例	99
第四章 气象卫星遥感方法	109

1. 基本情况	109
2. 图像预处理	112
3. 多时相分类	117
4. 混合像元分解	118
5. 土地覆盖变化监测	124
6. 应用实例	126
第五章 不同类型遥感数据的结合.....	138
1. 不同类型遥感数据的结合分类	138
2. 不同类型遥感数据的信息覆合	143
3. 不同类型遥感数据的互相补充	147
第六章 地理信息系统、全球定位系统与遥感 的结合.....	153
1. 地理信息系统与遥感的结合	153
2. 全球定位系统与遥感的结合	160
第七章 结束语.....	170
1. 发展展望	170
2. 亟需解决的问题	172

第一章 绪 论

土地一般是指地球表面上的陆地区域,包括陆地、岛屿和内陆水域。土地是一个综合的概念,它是包括地貌、土壤、气候、水文、植被等各种自然因素在内的自然综合体,同时也包括人类活动的作用和影响。^[1]

土地是重要的自然资源,它的最大特点是具有生产力,是农业和工业生产的物质基础;但同时,土地的生产力又是一定的。合理地利用土地可以使土地的生产力永续发挥;如果利用不合理,将会导致土地退化,生产力下降。

20 世纪以来,由于世界性的人口膨胀、资源短缺、环境恶化等一系列问题日益突出,如何协调好人类活动与土地资源关系,促进社会的可持续发展,已成为当今世界的一个重要研究任务。

土地资源合理利用的前提是要摸清土地资源状况,包括土地类型、土地利用、土地质量等。土地利用(land use)着重从人类开发利用的角度对土地的“人为世界”进行分类,通常是指耕地、林地、牧场、建设用地、交通用地等的划分^[2]。土地利用调查是合理利用土地资源、制定各项经济建设规划、改善生产布局的一项基础工作,是一项涉及面广,综合性、区域性和生产性很强的工作。

常规的土地利用调查是通过实地测绘的方法来进行,工作

量大,调查周期长。近一二十年来,国内外开始广泛应用遥感技术来进行土地利用调查。

遥感(remote sensing)技术是指以现代工具(仪器、设备)为技术手段,对目标物进行遥远感知的整个过程。遥感技术在获取地面物体信息中具有宏观性、实时性、动态性等特点,是土地利用调查的有效手段,已在许多应用中显示出明显的优越性。

例如,英国曾进行过一次英伦三岛 24 万 km² 的土地利用常规调查,当时动员了 6 000 名中小学教师,花去 6 年时间才完成,等到土地利用图绘制完成后,土地利用状况已发生很大的变化;1976 年英国应用卫星图像分析与野外调查相结合的方法,只用 4 个人 9 个月就完成了全国的土地利用调查,而且统计非常详细,大大缩短了调查的周期^[3]。

又如,上海市中心区的土地利用调查,90 年代初曾用常规方法花了 2 年多的时间才完成,但完成后的图件已不能反映 2 年后的情况;1995 年初利用航空遥感方法,只花了 2 个多月就完成了调查,并且比常规方法更加详细^[4]。

土地覆盖(land cover)是随着遥感技术的发展而出现的一个新概念,它的含义与土地利用相近,只是研究的角度有所不同^[5]。土地利用侧重于土地的社会属性;土地覆盖侧重于土地的自然属性。如对林地的划分,前者从林地的利用目的和利用方向出发,将林地分为用材林地、经济林地、薪炭林地、防护林地等;后者则根据林地生态环境的不同,将林地分为针叶林地、阔叶林地、针阔混交林地等。

由于土地覆盖是按照遥感图像所反映出的信息进行分类,但土地的某些信息(主要是社会属性信息)在遥感图像上反映不出来;同时,遥感图像上反映出的一些信息又是常规调查中无法取得的,因此,遥感调查常把土地利用和土地覆盖两者合并考

虑,建立一个统一的分类系统,统称为土地利用/土地覆盖分类体系。其中以土地利用为主的调查简称为土地利用遥感调查,以土地覆盖为主的调查则简称为土地覆盖遥感调查。表 1-1 为美国地质调查所提出的用于遥感探测的土地利用/土地覆盖分类系统。

表 1-1 用于遥感探测的土地利用/土地覆盖分类系统
(美国地质调查所 671 号通知,美国内政部,1972 年)

1. 城市和建设用地	(1) 住宅用地 (2) 商业用地 (3) 工业用地 (4) 农业用地	4. 林地	(1) 落叶林 (2) 常绿林 (3) 混交林
	(5) 运输、交通和公共事业用地 (6) 科研机构用地 (7) 狭长式和集团式用地	5. 水域	(1) 河流和航道 (2) 湖泊 (3) 水库 (4) 海湾和河口 (5) 其他
	(8) 混杂用地 (9) 空隙地及其他用地	6. 难以利用的土地	(1) 有植物生长 (2) 裸露地
2. 农用地	(1) 作物地和牧场 (2) 果园、幼林、灌木果树、葡萄园和园艺地 (3) 饲养业活动范围 (4) 其他	7. 荒地	(1) 盐滩 (2) 海滩 (3) 除海滩以外的沙地 (4) 其他
3. 放牧地	(1) 草原 (2) 热带稀树干草原 (3) 丛林 (4) 荒漠灌木	8. 苔原	
		9. 冰雪永冻带	

区域土地利用/土地覆盖调查对合理开发土地资源、因地制宜布局生产和安排建设、提高土地利用率和土地生产力等均有重要意义。同时,土地利用/土地覆盖状况又是遥感图像所反映的最直接的信息,是进行其他内容调查的基础。这主要表现在

两个方面:①在土地利用/土地覆盖分类的基础上,调查各种地类的有关特性,如农作物估产(Sridhar et al. 1994)、灾害评估(Reed 1993)等;②某些现象的分布不能直接从影像上得出,但根据土地利用/土地覆盖与这些现象的相关关系,在土地利用/土地覆盖分类的基础上,可获得这些现象的空间分布信息,如人口分布调查(Lo 1989)、畜群分布调查(Thomson et al. 1989)、渗水层与非渗水层的区分(Finch et al. 1989)等。

遥感技术按遥感平台可分为航空遥感和航天遥感,其中航天遥感又包括陆地卫星遥感和气象卫星遥感。航空遥感、陆地卫星遥感和气象卫星遥感是在不同的高度对地面进行成像,所获得的图像具有不同的空间分辨率,对应于不同的空间范围,同时,图像的成像周期也不一样。

根据土地利用/土地覆盖成图比例尺和调查目的,应选择相应的遥感方法。如大比例尺土地利用/土地覆盖图,一般比例尺是几千分之一到10万分之一,主要是配合小范围地区的全面详细调查或专题调查而编制,内容能较详细地反映土地利用/土地覆盖的特性和微域差异,这类图件主要是根据航空遥感方法来编制,其中1:5万~1:10万的图件也可采用高空间分辨率的陆地卫星资料编制。中比例尺土地利用/土地覆盖图,比例尺一般为1:10万至1:50万,往往是配合一个中范围地区的调查研究而编制,供区域规划、农业区划和国土整治参考,这类图件一般是利用陆地卫星遥感方法来编制。小比例尺土地利用/土地覆盖图,其比例尺小于1:50万,主要是配合大范围区域或全国性研究而编制,供研究宏观布局、编制大区或全国生产发展规划和经济区划、国土规划、农业区划工作参考。陆地卫星遥感和气象卫星遥感是土地调查的主要方法,其中气象卫星遥感在这方面具有很大优势和潜力。

遥感技术按接收的电磁波波段可分为紫外遥感、可见光及近红外遥感、热红外遥感、微波遥感等。其中,可见光及近红外遥感是土地利用/土地覆盖调查中最常用的遥感方法。但其他类型也都具有各自的特点,特别是微波遥感,能全天时、全天候成像,对土地利用/土地覆盖的实时调查具有重要意义,已越来越引起人们的重视。不同波段遥感数据的相互结合将使土地利用/土地覆盖遥感调查工作更加全面与深入。

地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)是近十几年里迅速发展起来的新技术,它们与遥感(RS)技术一起统称为 3S 技术。遥感与地理信息系统、全球定位系统有着密切联系。遥感技术的发展能促进地理信息系统、全球定位系统的发展,反之,地理信息系统、全球定位系统的发展也将促进遥感技术的发展。地理信息系统、全球定位系统在土地利用/土地覆盖遥感调查中的应用尽管目前还不是很广泛,但已经显示出很大的潜力。

参 考 文 献

- [1] 郭焕成. 1984. 土地利用调查与制图方法的初步研究. 地理学报, (3)
- [2] 陈传康. 1992. 土地科学和土地利用规划. 见: 土地科学与区域开发, 上海科学技术文献出版社
- [3] 马荣斌等. 1982. 遥感原理和工程地质判释. 中国铁道出版社
- [4] 吴健平等. 1997. 上海市土地利用现状航空遥感调查. 华东师范大学学报

(自然科学版), (1)

[5] 左大康主编. 1990. 现代地理学辞典. 商务印书馆. 585

Finch J et al. 1989. The application of remote sensing to estimate land cover for urban drainage catchment modelling. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management*, 3(6): 558 ~ 563

Lo C P. 1989. A raster approach to population estimation using high - altitude aerial and space photographs. *Remote Sensing of Environment*, 27: 59 ~ 71

Mukai Y, et al. 1987. Extraction of areas infested by pine bark beetle using landsat MSS data. 53(1): 77 ~ 81

Reed B C, 1993. Using remote sensing and Geographic Information Systems for analysing landscape/drought interaction. *Int. J. Remote Sensing*, 1993. 14 (18): 3489 ~ 3503

Sridhar V N, et al. 1994. Wheat production forecasting for a predominantly unirrigated region in Madhya Pradesh (India). *Int. J. Remote Sensing*, 15(6): 1307 ~ 1316

Thomson A G, C Milner. 1989. Population densities of sheep related to landsat Thematic Mapper radiance. *Int. J. Remote Sensing*, 10(12): 1970 ~ 1912

第二章 航空遥感方法

航空遥感是利用飞机(或气球)对地面物体进行摄影或扫描成像,然后根据所得的图像进行有关调查。航空遥感所得到的图像一般为高空间分辨率的图像,结构信息是图像的主要信息,这种信息较适合于目视判读,而要建立计算机判读模式则比较困难,加上航空遥感主要是进行大比例尺制图,对精度要求较高。因此,目视判读是目前土地利用/土地覆盖航空遥感调查中采用的主要方法。

在目视判读遥感图像的过程中,除了根据图像所反映出的各种信息外,还结合了判读人员对研究区域的认识。这种结合可以对一些图像上不能反映的土地的社会属性进行区分,即按土地利用分类的要求,对一个区域进行土地利用调查。土地利用和土地覆盖的目视判读方法基本一致,本章主要讨论土地利用调查。

1. 基本情况

利用航空遥感进行土地利用调查已有较长历史。1932年,美国 K.C. 麦克默里首次采用航空摄影像片绘制小区域植被与土地利用图^[1];30年代初期,美国田纳西河流域管理局根据五透镜像机拍摄的航空像片镶嵌图绘制了田纳西河流域土地利用

图^[2]。50年代,我国对一部分地区进行了大、中比例尺航空摄影,在此基础上,开展了一系列工作,其中包括土地利用调查。近一二十年来,随着航空遥感技术的发展,航空遥感已成为土地利用调查的一个重要手段。我国许多城市及区域都已利用航空遥感进行过土地利用调查。

目前,关于土地利用航空遥感调查的理论与方法从总体上来说比较成熟,大多数文献所介绍的方法基本相同^{[3][4][5]}。但是目前的研究还存在一些不足,其中最突出的就是缺少对遥感制图综合的研究。这主要表现在两个方面:①对类型界线的表示,即如何进行遥感制图综合的研究很少;②对航空遥感调查中的某些过程,如面积调查、精度分析及动态调查等,往往只是从遥感解译的结果来考虑,而没有考虑到制图综合的影响。当图像上大多数地类图斑大于最小制图面积时,即遥感制图综合程度较小时,遥感制图综合不会对遥感调查造成很大影响;而当图像上有一定数量的地类图斑小于最小制图面积,即遥感制图综合程度较大时,如果不对遥感制图综合进行研究,就会造成一些问题,如:不同的调查人员对同一地区的调查结果(包括图件和数据)往往会有很大差异,这种差异并不是判读错误造成的,从而使调查结果缺少稳定性;某些调查和分析的结果不能反映实际情况。

下面将以目前研究中的薄弱环节为重点,探讨土地利用航空遥感调查的理论与方法。

2. 理论与方法

利用目视判读方法进行土地利用航空遥感调查的工作流程如图2-1所示,其中动态分析只用于动态调查中。

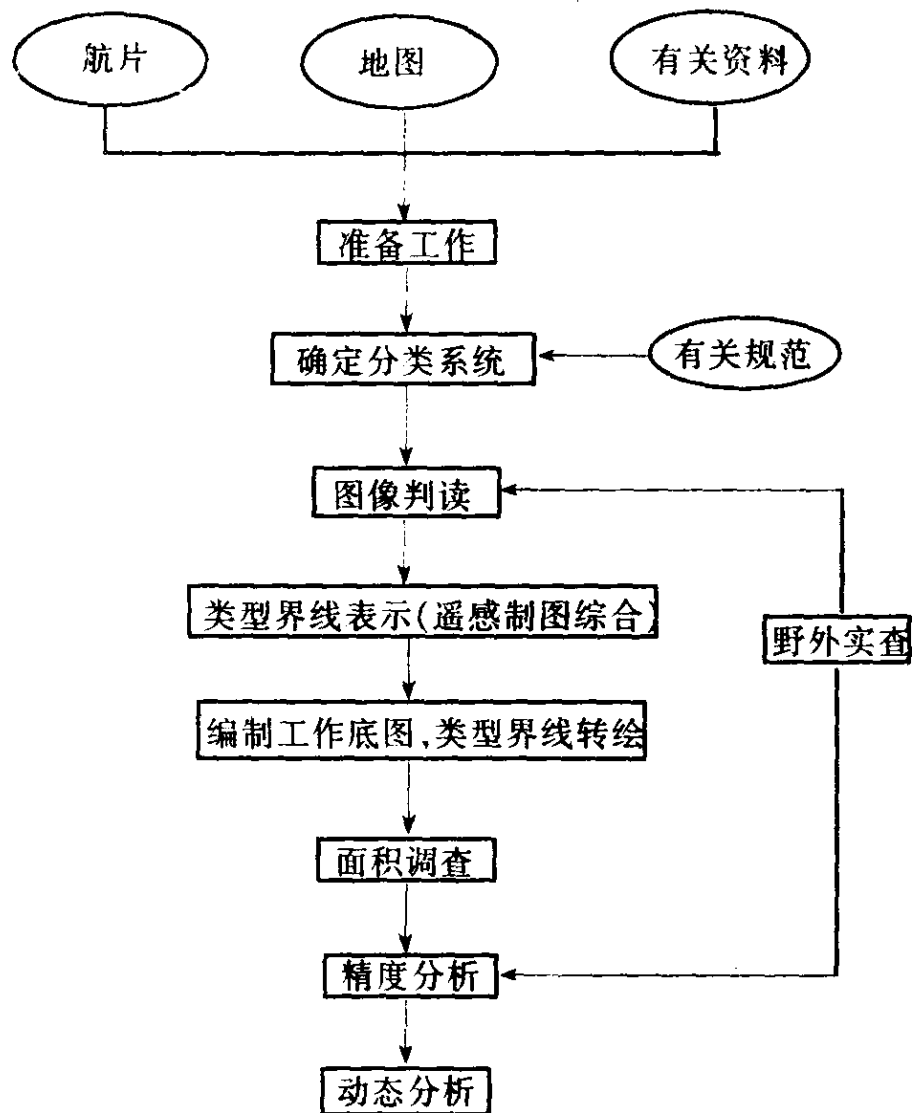


图 2-1 航空遥感调查工作流程框图

2.1 确定分类系统

土地利用类型是土地利用现状的地域组成单位，也是编制土地利用图的基本依据。因此，土地利用调查中，首先要确定土地利用分类系统，它关系到调查成果的质量和使用价值^[6]。

对土地利用分类系统的确定要从下面几个方面来考虑：

(1) 不同的调查目的，采用不同的分类系统。如用于农业区划的土地利用调查，一般采用农业区划委员会制定的分类系

统^[7]；用于城市规划的，则采用建设部制定的分类系统^[8]。

(2) 土地利用分类系统通常是多级的，分级的具体标准则与制图比例尺有关。

(3) 对各部委制定的全国性的分类系统，有时要根据研究区域的特点作一定的修改。

(4) 目前制定的分类系统大多都是从使用的角度出发来制定，并没有考虑遥感调查的局限性。在遥感图像上，不同地类的可识别率是不同的，这里所说的可识别率是指通过少量野外调查，从遥感图像上能识别出的地类面积占该地类总面积的比例。一般来说，当某一类型的可识别率低于 85% 时，就要对该类型的分类进行调整(Thomas et al. 1979)。

2.2 图像判读

在航空像片上，不同的地物有其不同的影像特征，这些影像特征是判读时识别各类地物的依据，称之为判读标志。判读标志有直接判读标志和间接判读标志两种，前者包括形状、大小、色调或颜色、阴影和落影、模式或图型以及纹理；后者则包括地物的位置及地物之间的相关关系。在图像判读前，首先要对研究区域进行调查，建立起各类土地利用类型的判读标志。表 2-1 列出了上海地区主要土地利用类型在彩红外航片上的影像特征。

表 2-1 上海地区主要土地利用类型在彩红外航片上的影像特征

土地利用类型		影 像 特 征
耕 地	水 田	图形规整，四周边为边缘光滑、交角明显、粗细均匀的蓝、青色线条(即田埂显示)所封闭。大片水田呈网格状，含水量较大的田块色调较深暗，未收割水稻呈细粒黄色，收割后的裸地为青灰色