

土地覆盖及土地利用遥感研究进展

柳海鹰¹, 高吉喜¹, 李政海²

(1. 中国环境科学研究院生态所,北京 100012; 2. 内蒙古大学自然资源研究所,呼和浩特 010021)

摘要: 简要综述了国内外遥感技术在土地覆盖和土地利用方面研究的进展及新数据库的开发应用情况,并对本世纪该领域可能出现的新动向作了初步分析,为可持续发展决策提供客观准确的资料数据,可成为指导政府行为的重要依据。

关键词: 土地覆盖; 土地利用; 遥感技术

中图分类号: TP 79 : S 127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 070X(2001)04 - 0007 - 06

0 引言

土地覆盖一般指地球表面所具有的自然和人文影响所形成的覆盖物,包括地表植被、土壤、冰川、湖泊、沼泽、湿地及建筑物和道路等。土地覆盖具有特定的时间和空间属性,其形态和状态可在多种时空尺度上变化,而且变化的原因也是复杂多样的。一个地区的土地覆盖状况受该地区气候条件、土壤条件、植被状况、地理地质环境和景观格局的影响,同时也受人类对土地利用方式和强度的影响。由于土地覆盖和土地利用与人类的生产生活密切相关,所以长期以来,土地覆盖及土地利用的研究成为自然科学研究领域的一个重要分支。

应用遥感技术监测土地覆盖,其实质就是根据不同时相的遥感影像,通过信息提取,快速准确地监测获取各时段的土地覆盖信息及其变化状况。目前,如何合理地利用土地资源是重要的研究课题。利用遥感技术进行全球和区域性的土地覆盖和土地利用的研究已取得突破性进展。

1 国外概况

国外利用遥感技术对土地覆盖和土地利用的研究至少可以追溯至 20 世纪 20 年代。以美国为例,早在 1922 年, Lee 的《从空中看到的地球表面》就表述了利用遥感手段研究自然景观与人类活动关系的可行性和重要性,但当时航空摄影技术主要用在拍摄地面军事目标和地形勘测等方面。第二次世界大战后,出现了更为广泛和系统的利用航空像片进行区域范围土地调查与制图研究,此后,航空像片被迅速推广到地质勘测部门及区域范围内土地覆盖和土地利用等方面,这一阶段的研究成果也载入了有关文献(Anderson, 1961)。20 世纪 50 年代以来,随着空间技术的迅猛发展,出现了从宇宙空间进行侦查或探测的航天遥感技术,后来由于

保密级逐渐放宽,航天遥感在国民经济各部门中得到广泛应用,人们开始探讨利用遥感资料进行大范围土地覆盖和土地利用制图的可行性,包括发展适用于遥感数据特点的土地分类系统及分类方法(Marschner,1959;Anderson,1976)。20 世纪 60 年代后期,美国密执安环境研究所对土壤、岩石和植被等进行了大量的波谱测试工作,证明了地球资源卫星在勘测、监视和管理地球资源等方面效果显著。

20 世纪 70 年代美国发射的第一颗人造陆地卫星(Landsat)开创了利用卫星遥感技术进行大范围土地覆盖和土地利用调查的新纪元。此后,各国学者纷纷致力于探讨利用卫星遥感技术动态监测土地利用变化的方法,一些国家发展了基于土地覆盖的净初级生产力估算(NPP)等技术。随着航天技术和计算机技术的发展,使得在大范围内进行土地覆盖和土地利用详细调查成为可能,但此时的土地覆盖遥感工作主要基于传统的土地覆盖制图理论方法,着重对土地类型分析解译以及相应的光谱特征描述,很少涉及土地覆盖与其它自然景观要素的联系。此外,土地覆盖和土地利用分类系统也因地因时因人而异,因此很难相互进行比较和转换。1973 年 Rorse 等探讨了“植被指数”的概念;1979 年 Tucker 证明了在所有植被指数中,NDVI 是最普遍适用的。进入 20 世纪 80 年代后,人们已在洲际范围内利用气象卫星数据进行土地覆盖的研究,并取得了有效成果(Tucker, et al,1985;Townshend, et al,1987)^[18]。应用 AVHRR 数据进行全球和洲际尺度的植被变化和土地利用研究始于 1981 年,最早应用多时相 AVHRR 植被指数(NDVI)进行洲际尺度的土地覆盖研究的是 Tucker 和 Townshend,他们分别对非洲(tucker,1985)和南美洲进行了研究(Townshend,1994)。Cihar 等研究了 NOAA/AVHRR 数据的多波段组合方案,并进行了加拿大北方地区土地覆盖分类。1980~1986 年,美国农业部、国家海洋大气管理局、宇航局和商业部开展了全球性的农业和资源空间遥感调查计划(LACIE),建成了集成化的运行系统,完成了美国 1:100 万比例尺和全球范围的土地覆盖数据集。

进入 20 世纪 90 年代,土地利用和土地覆盖变化引起了国际组织和世界各国的普遍关注,人们对土地覆盖及其特征的含义有了新的理解和定义,土地覆盖不再是单一的土地和植被类型,而是土地类型及其具有的一系列自然属性和人文特征的综合体,包括土地类型和植被冠层的密度、植被生长季节的动态特征、生长季累积生物量、地表覆盖的生物物理特征量和人文对土地利用及人文建筑等。此外,该综合体还包括与土地覆盖类型密切相关的生态环境要素,如植被所处的生态区域、地形与气候条件和土壤理化性质等。这种具多维空间信息的以土地覆盖类型为核心的综合体概念不仅可以从理论上更加准确、完整地刻划地表覆盖和土地利用特征,而且在实际应用方面也有十分重要的意义。1991 年,美国国家地质测绘局(USGS)建立了基于生物物候模型的土地覆盖特征数据库;欧共体 1992 年以来开展了利用遥感技术监测欧共体国家耕地、农作物变化的大型计划(MARS);加拿大实现了利用遥感、地理信息系统对全国实现周期性的宏观资源调查、更新与制图。此后,全球土地覆盖类型识别(Ruth Defries, 1995)、陆地生态系统 NPP 估算(Stith T Gower, 1999)等各类土地覆盖研究新方法也纷纷兴起。Ringrose 应用 GIS 和遥感技术进行了博茨瓦纳南部植被变化研究,Miguel - ayanz 等人运用 GIS 结合地形数据进行交互式分类研究。在此基础上,为适应全球变化以及资源环境、人口和发展等研究的迫切需要,人们开始着手建设基于 NOAA - AVHRR 数据覆盖全球或大区域的遥感数据集,目前已经建成或正在建设的此类数据库有:① GAC(Global Area Coverage)数据和 GVI(Global Vegetation Index)数据集;② 基于 GAS 数据改进的 GIMMS 数据集;③ 中等分辨率的

NOAA 数据集;④全球 1 个经纬度间距的土地覆盖类型图(Defries, Townshend, 1994);⑤利用陆地资源卫星数据开发的美国本土 48 个州的土地覆盖和土地利用数据库(Volgamman, et al, 1998)。1995 年,具有全球影响的两大国际组织‘国际地圈与生物圈计划(IGBP)’和‘全球变化人类影响和响应计划’将土地利用和土地覆盖列为全球环境变化研究的核心项目。在此影响下,美国、日本等国也纷纷制订了自己的土地利用和土地覆盖变化研究计划。人类第一次利用卫星数据研制开发了具有统一分类方法、统一数据处理规范并具有统计精度评价结果的全球 1 km 空间分辨率土地覆盖数据库(Loveland, et al, 1998)^[18]。加拿大、澳大利亚这些疆域辽阔的国家,在经济活动少的荒漠区使用卫星资料监测,在人口稠密地区使用航空遥感方法;法国将卫星遥感资料作为土地监测的辅助资料配合航空遥感和地面调查作样点布设;美国及西欧一些国家为泰国、墨西哥等第三世界国家制作中小比例尺的土地利用图^[8]。

当前,国际上大范围内土地覆盖和土地利用遥感技术发展的特点是美国处于领先地位,苏联落后于美国,然后是西欧、加拿大、日本等国,许多第三世界国家都把遥感技术作为关键技术,在土地覆盖和土地利用中加以采用。总之,遥感技术在全球性土地覆盖和土地利用、大地构造、大陆漂移、板块构造中起着越来越重要的作用^[5]。

2 国内概况

建国以来,党中央国务院对查清国家资源环境状况一直给予高度重视,经过了三个五年计划的科技攻关,遥感和地理信息系统技术在土地覆盖和土地利用领域已取得了重大进展。“六五”期间,在国务院统一部署下完成了全国县级土地详查,在各省区编制的 1:50 万(少数边远省区为 1:100 万)土地利用图的基础上,历时 9a 完成了包括 61 幅彩色图的《1:100 万中国土地利用图》;在东北农业区以航空遥感为基本手段完成了 1:1 万土地利用调查图,西部地区利用卫星遥感与航空遥感结合的方法完成了 1:5 万(部分典型县级)、1:10 万~1:50 万(省级)土地利用调查图。1983~1986 年期间,北京大学与内蒙古大学共同完成了“遥感在内蒙古草场资源调查中的应用研究”项目,编写了内蒙古 12 个盟(市)近 118 万 km² 的草场资源报告,绘制了 1:35 万~1:50 万土地利用现状图、草场类型图、植被图、土壤图、地貌图、农业气候资源类型图、流域下垫面类型图、地表水资源分布图、生态区域图、地下水资源丰度图(仅限兴安盟与伊克昭盟)、草原沙漠化现状图(仅限呼盟)、土地类型与利用动态图(仅限哲里木盟和赤峰市)等。“七五期间”,我国在黄土高原和三北防护林遥感调查等大型应用工程项目中相继建成了一批数据库,如林业部研制的全国森林资源数据库;中科院的中国国土基础信息系统、黄土高原水土流失信息系统、黄河下游洪水险情预警信息系统、黄河三角洲区域信息体系、洞庭湖堤区域信息系统、三北、京津唐地区生态信息系统;高校遥感联合中心的三川河流域区域治理与开发信息系统;北京师范大学的区域土地适宜性评价信息系统;华东师范大学的县级地理信息系统;南京大学的省、市、县区域规划与管理信息系统等。中科院‘八五’重大遥感项目‘全国资源环境遥感宏观调查与动态分析’就是运用最新遥感技术和 GIS 技术在短时间内(约 2a 左右)快速查清全国主要土地资源及环境要素的数量及其分布,同时建立了国家资源环境基本数据库,并进行部分试点区包括城市化、沙漠化、水土流失及耕地变化等内容的动态研究,完成了全国 1:400 万地理单元图,东部 1:25 万、西部 1:50 万基本地理单元图,为全国实现多时期资源环境动态分

析奠定了基础。1986~1990年,中科院遥感应用研究所利用多时相卫星和航空遥感图像、地面实测数据和水文气象资料,开展黄河流域典型地区遥感动态研究,建立了黄河流域典型地区水土资源定量、半定量动态分析方法,为黄河流域水力发电、农田灌溉和管理、河口改道和决策做出了重要贡献。

到目前为止,我国已利用 1:25 万卫片完成全国和分省土地总面积的统计,全国 1:200 万土地利用卫星影像图,1:5 万主要城市土地利用现状卫星影像图等^[9]。此外,我国还研制和发展了全国范围内土地覆盖和土地利用、洪水预警、救灾对策等方面的软件系统、专家系统及一批数据库。刘卫国、刘纪远等应用 GIS 与遥感复合技术进行了植被分类研究。此外,朱启疆(1991)进行了基于遥感数据根据植被季相变化的植被分类研究,提高了分类精度。基于遥感与 GIS 技术,国家环保局 2000 年完成了‘西部遥感调查’项目。目前我国正在开发和研制中国土地覆盖和土地利用监测系统及其它区域性的土地资源和植被遥感应用的重要项目。

3 研究方法

当前,土地覆盖和土地利用的研究方法可概括为遥感信息与非遥感手段所获得的物质信息的复合。即在地面考查和认识地物的基础上,对处理过的卫星图像进行目视解译,辅以地学分析和多种图像处理技术,把卫星影像作为复合信息,进行多专业的综合解译。具体来说,可以采用景观格局分析、梯度分析和聚类分类方法。根据研究对象的空间尺度和指标,可以采用不同的遥感平台数据。对于国家级尺度或更大尺度的生态区域,极轨卫星 NOAA/AVHRR 数据即可满足要求。可利用 AVHRR 的 1、2 通道数据进行植被指数 $NDVI$ 的计算,结合 $NDVI$ 的季相变化,很容易进一步提取土地利用和土地覆盖信息,进行土地利用和土地覆盖类型分类。对于景观尺度的土地利用和土地覆盖格局和变化研究,Landsat 数据也是十分有效的,如中国科学院遥感应用研究所进行的‘中国资源环境遥感宏观调查与动态研究’,主要采用 Landsat 数据,建立了我国资源与环境基础背景数据。其中各种影响因素的因子分析则需要地面调查与遥感数据对应分析方法进行,利用全球定位系统(GPS)、各台站的气象资料、典型样地的植被覆盖状况以及社会经济发展情况,在计算机软件 and 硬件的支持下,以一定的格式输入、存储、检索、显示和综合分析应用,从而实现因子分析的目的。其中,地面调查工作的粗细程度依土地覆盖和土地利用图的比例尺而定。当然,为了更好地说明人为活动对土地覆盖时空格局、土地利用状况的影响,还应该对土地的生产与生态适宜性进行研究。这就需要在野外调查中,选择有代表性的生态环境,分别研究常见的各种地形对水、热的再分配效应,主要土壤的肥力状况、生产能力以及在某种土地利用方式和强度下发生荒漠化的可能性,主要地表基质(如壤土、粘土、沙土等)的水、热特点与物质循环特点,主要植被类型的生产能力、稳定性以及它们对土壤覆盖变化的指示作用。根据这些地面研究,建立土壤适宜性评价指标体系和建立评估模型。最后,通过在三维立体高程图上叠加土壤图、植被图和土地利用图,通过信息要素提取,实现区域范围内生产适宜性评价,从而阐明造成土地覆盖变化的原因。目前,利用数理统计方法结合人工解译仍是大尺度进行遥感分类的主导方法,即分层分类法。显然这种方法具有算法成熟、充分利用人机交互和影响等特点,然而其用时长,解译结果因人而异,在较大程度上不具备可重复性,因此很难相互进行比较和转换。这些局限性影响了迅速、准确、客观地获取大面积土

地覆盖信息。

近年来,土地遥感分类的新方法主要包括人工智能神经网络分类方法(Moody, Strahler, 1993)^[19]、分类树方法(Hansen, et al, 1996)^[19]、变化分析方法、多重主成分分析方法、多元数据的专家系统和计算机识别法。其中,变化分析、多重主成分分析、分类树及神经网络方法目前已经取得了一些经验,而专家系统与计算机识别方法由于代价太大,在全球和大区域土地覆盖遥感应用的领域中还未见报道。

4 结论与展望

卫星遥感技术以宏观、综合、快速、动态、准确的优势为地球资源调查、局部地区及区域的环境变化监测乃至全球变化研究提供了先进的探测与研究手段,标志着土地覆盖信息获取和分析处理方法的一场革命,必将进一步促进土地覆盖在区域和全球尺度上研究内容的深化。

随着计算机技术的发展,新的分类方法将逐步运用到大面积的土地覆盖和土地利用研究中,“3S”技术和地面常规实测数据的配合使用是今后土地覆盖和土地利用遥感监测的发展趋势。当前,遥感技术正在向‘多尺度、多频率、全天候、高精度、高效快速’的方向发展^[12]。可以预言全球和区域土地覆盖和土地利用的遥感应用研究将更加科学化、量化、实用化。

参考文献

- [1] 陈全功. NOAA/AVHRR 资料用于草原监测的研究[J]. 中国农业资源与区划, 1998, (5).
- [2] 濮静娟. 遥感图像目视解译原理与方法[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- [3] 孙家柄, 舒宁, 关泽群. 遥感原理、方法和应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1997.
- [4] 张仁华. 实验遥感模型及地面基础[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [5] 中国科学院内蒙古草原生态系统定位站. 草原生态系统研究(第一集)[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [6] 吴传钧, 郭焕成. 中国图例利用[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [7] 冯筠, 黄新宇. 遥感技术在资源环境监测中的作用及发展趋势[J]. 遥感技术与应用, 1999, 14(4): 59 - 70.
- [8] 上海科学技术情报研究所编. 国外遥感技术的发展[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1979.
- [9] 黎勇奇, 吴振鑫, 晓岸. 遥感与图像判读[M]. 北京: 高等教育出版社, 1986.
- [10] 李博, 史培军. 开展草地畜牧业动态监测研究, 实现草地信息管理现代化—中国北方草地畜牧业动态监测研究(一)[C]. 北京: 中国农业出版社, 1993.
- [11] 李四海, 恽才兴. 土地覆盖遥感专题的分层提取方法及其应用[J]. 遥感技术与应用, 1999, 14(4): 23 - 28.
- [12] 林培. 农业遥感[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1990.
- [13] 内蒙古草场资源考察队. 内蒙古草场资源应用研究(一、二)[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1986 - 1987.
- [14] 内蒙古三北防护林遥感调查队. 再生资源遥感研究—内蒙古草原牧场防护林区[M]. 北京: 万国学术出版社, 1991.
- [15] Anderson J R. Toward more effective method of obtaining land uses data in geographic research [J]. The Professional Geographer, 1961, (13): 15 - 18.
- [16] Belcher D J. A Photo - Analysis Key for the Determination of Ground Conditions [J]. Cornell University Acta, 1951, (6).
- [17] Tucker C J, Townshend J R G, Goff T E. Africa land cover classification using satellite data [J]. Science, 1985, 227: 369 - 375.
- [18] Vogelmann J E, Sohl t, Howard S M. Regional characterization of land cover using multiple sources of data [J]. Photographic Engineering & Remote Sensing. 1998, 64(1): 45 - 57.
- [19] Wylie B K, Harrington J A, Prince S D. Satellite and ground - based pasture production in Niger (1986/1988) [J]. Int. J. Remote Sens., 1991, 12(6): 1281 - 1300.

THE ADVANCES IN THE APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY TO THE STUDY OF LAND COVERING AND LAND UTILIZATION

LIU Hai - ying¹, GAO Ji - xi¹, LI Zheng - hai²

(1. Institute of Ecology, Chinese Research Academy of Environment Science, Beijing 100012, China 2. Institute of Natural Resource, Inner Mongolia University, Huhhot, 010021, China)

Abstract: As a synthetic surveying method, the remote sensing technology was developed vigorously in 1970's. At present, remote sensing is being used widely in many fields, such as agriculture, forestry, water conservancy, geology, geography, meteorological forecast, marine surveying, and environment control. In this paper, the authors have summarized the significance, method and prospect of the application of remote sensing technology to the study of land covering and land utilization. With further improvement, remote sensing technology will surely serve as an important means for providing the governments with data of sustainable development.

Key words: Land covering ; Land utilization ; Remote sensing technology

第一作者简介:柳海鹰(1975-),女,内蒙古赤峰市人,2001年毕业于内蒙古大学生态与环境科学系,获硕士学位,现主要从事区域生态、环境保护方面的研究。

(责任编辑:肖继春)



第十三届全国遥感技术学术交流会 暨国家遥感中心成立 20 周年学术论坛胜利闭幕

以‘新世纪遥感奋进与创新’为主题的‘第十三届全国遥感技术学术交流会暨国家遥感中心成立 20 周年学术论坛’于 2001 年 10 月 14 日在福建省福州市落下帷幕。

会议由中国气象学会卫星气象委员会、中国宇航学会遥感专业委员会、中国空间学会遥感专业委员会、中国参加亚洲遥感协会全国委员会、中国地理学会环境遥感分会、中国地质学会遥感地质专业委员会等 10 多个学会共同主办,中国气象学会卫星气象学委员会和福建省空间信息工程研究中心承办。大会由中国科学院院士、本次大会主席童庆禧和国家科技部高新司副司长、国家遥感中心主任郑立中主持。参加本次盛会的有来自各省(自治区)的 200 多名代表,会议共收到论文 179 篇,优选 80 篇编入《中国遥感奋进创新二十年——学术论文集》。会议就遥感技术、图像处理及应用等专题进行了分组讨论,选出青年优秀论文 7 篇。

(本刊编辑部)