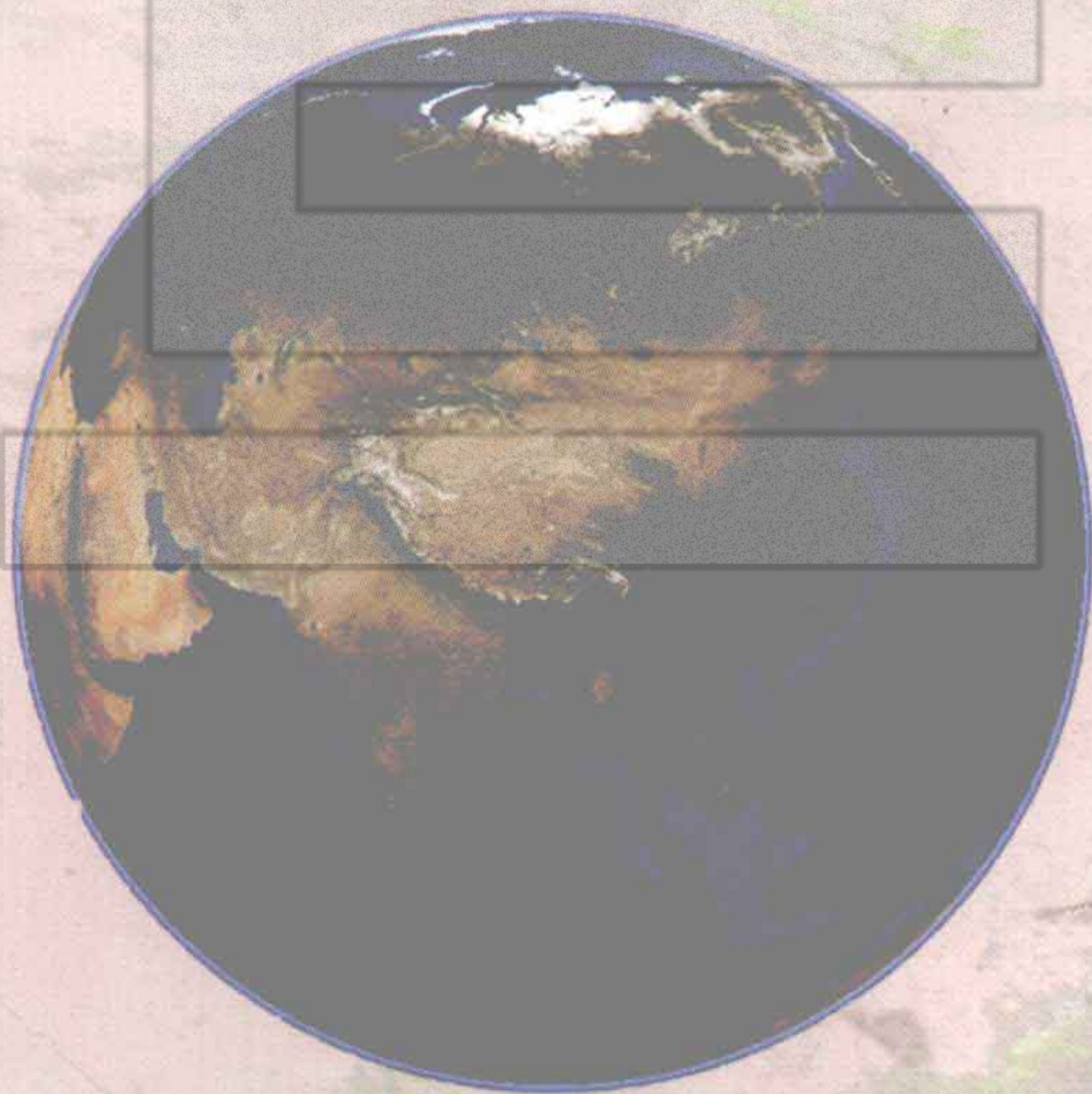




绿洲遥感

Remote Sensing for Oases

塔西甫拉提·特依拜 主编



绿洲遥感

Remote Sensing for Oases

主 编 塔西甫拉提·特依拜
副主编 丁建丽

图书在版编目(CIP)数据

绿洲遥感/塔西甫拉提·特依拜主编.—乌鲁木齐:
新疆人民出版社,2008.9
ISBN 978-7-228-11937-0

I. 绿… II. 塔… III. 遥感技术—应用—绿洲—
土地资源—研究—新疆 IV.P208 F327.45

中国版本图书馆CIP 数据核字(2008)第 146697 号

责任编辑 卢 艳
版式设计 王 洋

出版 新疆人民出版社
地址 乌鲁木齐解放南路 348 号
邮编 830001
发行 新疆人民出版社
电话 0991-2813860(编辑部)
0991-3652362(发行部)
印刷 乌鲁木齐昊坤彩印有限公司
开本 787×1092 1/16
印张 16.75
字数 280 千字
版次 2008 年 9 月第 1 版
印次 2008 年 9 月第 1 次印刷
印数 1~1000 册
定价 60.00 元

地图审核:新疆维吾尔自治区测绘局
审图号:新 S(2007)318 号

前言

绿洲是在干旱气候下形成的,以荒漠为背景基质、具有较高的第一性生产力的非地带性景观。其形成、演变过程可粗略地定性划分为天然绿洲和人工绿洲两类,它是干旱荒漠区的组成成分之一,育于荒漠却又异于荒漠,与荒漠构成对立统一体,在一定条件下可以互相转化,而绿洲与荒漠的交错地带,即是这种转化活动程度最剧烈、表现最突出的地区。近几十年来,随着人口急剧膨胀和科技水平的提高,人类正以空前的速度和规模改变着绿洲区域的自然生态系统,由于绿洲生态系统的先天脆弱性,产生了许多生态环境问题。因为绿洲是干旱区所特有的一类生态单元,是干旱区人类生存和生产的核心场所,其生态环境稳定与否,直接关系到绿洲能否实现人口、资源与环境的可持续发展。

在人类活动导致的各种生态环境问题中,土地利用/覆盖变化(Land Use and Land Cover Change,LUCC)过程起着决定的作用。土地覆盖是支撑地球生物圈和地圈的许多物质流、能量流的源和汇,所以由人类土地利用活动造成的土地覆盖改变必然影响生态系统的结构和功能,对区域气候、水热资源及生物多样性等产生重大影响。因此,土地利用/覆盖变化将会导致绿洲生态的变化。由于过程产生格局,格局作用于过程,所以土地利用/覆盖变化而形成的区域 LUCC 空间格局将是改变和维持绿洲生态环境稳定与否的重要原因之一。

当前,国际上对土地利用/覆盖变化的研究方兴未艾。众多的国家政府机构、科研部门与社会团体均在关注着发生在其周围的土地利用/覆盖变化。由于中国西部干旱区境内丰富的农业后备资源和矿产资源的存在,在国家经济建设重点逐渐西移的过程中,这种开发活动还将更深程度地进行下去。因此,经济发展与区域 LUCC 及其相应的生态环境效应的矛盾将进一步加剧。在这种形势下,生态环境问题与经济发展如何融合于区域持续发展框架之内,便是一个很实际的研究课题。虽然国内探讨绿洲问题研究较多,但手段较为单一、结论多属定性、尺度过大、深度不够。通过应用遥感和 GIS 技术,结合多学科知识,从土地利用/覆盖变化这一角度探讨绿洲生态环境问题可以很好地弥补这些不足。

土地利用/覆盖变化是一个跨学科领域的研究课题,涉及了十分广泛的

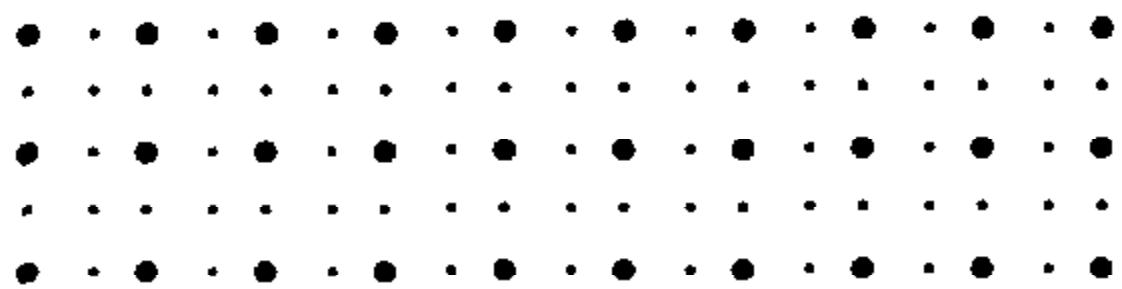
内容,并且是一个与时空尺度密切关联的问题。本书围绕着绿洲土地利用/覆盖变化的相关内容,如绿洲土地利用/覆盖变化的遥感测量方法、动态信息提取方法、情景预测与模拟模型建立及其应用,土地利用/覆盖变化与绿洲生态安全预警,土地利用/覆盖变化驱动力机制,以及“3S”技术在土地利用/覆盖变化研究中的应用,干旱区绿洲未来时期的土地利用/覆盖变化评价及合理调控等方面都进行了系统性研究与总结。这些研究将补充和完善干旱区生态环境调控体系与管理模式,为西部地区的开发和建设提供科学支撑。以期为建立绿洲稳定、高效、可持续发展模式提供依据。

由于土地利用/覆盖变化研究内容的复杂性,再加上本书的主要内容是在作者所从事的相关研究工作的成果基础上提炼而成,因此在内容的系统性、完整性与代表性方面可能不尽完善,我们借此抛砖引玉,真诚地希望广大学者、专家与同仁能在这一领域进行更多的交流与合作,同时对本书的缺点与不足提出宝贵的意见。

本书的出版得到国家自然科学基金(40261006),绿洲创新团队群体计划(XJEDU2004G04)以及自治区高校科研计划项目(XJEDU2004I06)的支持,在此一并表示感谢。

编者

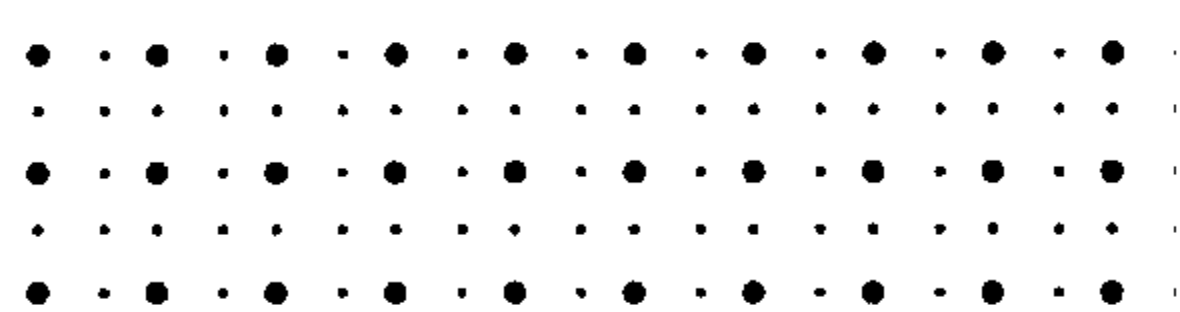
于 2008 年 6 月



目 录

第一章	遥感技术在绿洲地区应用的研究现状	(001)
第一节	土地利用与土地覆盖的关系	(004)
第二节	国外研究概况	(010)
第三节	国内发展概况	(014)
第四节	结论与讨论	(018)
第二章	研究区概况与土地利用发展沿革概述	(023)
第一节	研究区自然地理和社会经济状况	(023)
第二节	研究区景观分区	(038)
第三节	研究区土地利用发展沿革	(042)
第四节	结论与讨论	(049)
第三章	干旱区绿洲遥感测量技术与方法	(051)
第一节	干旱区绿洲地物光谱及其遥感技术应用的特点	(051)
第二节	干旱区典型地物光谱噪声分析及消除	(060)
第三节	遥感多源数据融合算法比较研究	(065)
第四节	利用图像结构信息提高城市地物模式识别精度的研究	(076)
第五节	干旱区植被覆盖变化信息提取方法研究	(087)
第六节	利用分形理论对土地覆盖变化趋势的遥感定量研究 ...	(098)

第四章 绿洲土地利用遥感研究	(118)
第一节 遥感技术在土地利用/覆盖变化研究的基本进展	(119)
第二节 土地覆盖变化及其遥感动态监测	(124)
第三节 遥感技术在干旱区土地覆盖变化研究中的应用	(127)
第四节 3S 技术在干旱区 LUCC 生态环境变化影响研究	(132)
第五节 热红外遥感信息反演技术在干旱区 LUCC 中的应用 ...	(143)
第六节 于田绿洲—荒漠交错带土地利用/覆盖变化的社会 驱动力研究	(151)
第七节 于田绿洲耕地变化驱动机制研究	(159)
第八节 于田绿洲—荒漠交错带土地利用变化的人地关系研究	(166)
第五章 干旱区绿洲生态与环境遥感应用	(177)
第一节 基于 3S 技术的绿洲—荒漠交错带生态环境安全研究	(177)
第二节 生态安全的评价方法与手段	(181)
第三节 验证	(194)
第四节 生态环境安全预警系统的建立	(203)
第五节 结论与展望	(212)
第六节 基于“3S”技术的于田绿洲湿地动态变化研究	(215)
第七节 干旱区土地利用/覆盖变化对绿洲稳定性影响研究	(222)
第六章 干旱区绿洲遥感模型与模拟	(236)
第一节 干旱区 LUCC 情景模拟模型构建方法	(236)
第二节 干旱区绿洲 LUCC 马尔柯夫过程分析	(241)
第三节 绿洲变化过程情景模拟存在问题的研究	(254)



第一章

遥感技术在绿洲地区应用的研究现状

西部干旱区农业自然资源、能源和矿产资源极为丰富,组合良好,是世界上尚未大规模开发的资源宝库之一,也是我国 21 世纪重要的资源接替区。随着国家经济建设重点西移,西部已成为我国经济增长的重要支点。然而,这一区域生态环境极为脆弱、自然灾害十分频繁,人类活动诱发的土地荒漠化、土壤盐渍化、草地退化、河湖水质恶化、生物多样性减少等一系列生态环境问题日趋严重,使资源的开发利用受到严重制约,直接影响我国西部以资源基地建设为中心的经济发展格局。面对我国资源短缺、人口剧增、粮食安全等一些重大社会问题,西部干旱区生态环境的改善有助于缓解我国社会经济发展所承受的巨大压力。因此,加强西部干旱区生态环境研究对我国经济建设意义深远(符徐滨,1996)。

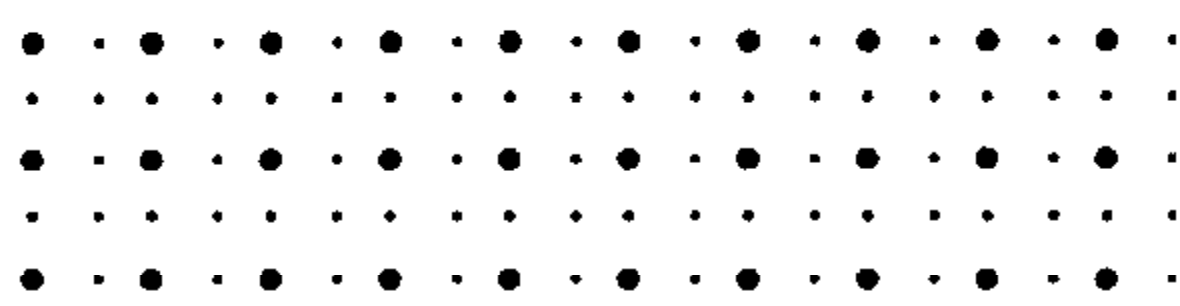
中国西部干旱区以深居内陆的地理区位、干燥的大陆性气候、山盆相间的地貌格局、广泛发育的内陆流域、荒漠性的土壤植被在各种生态类型组合中独具特色。同时,该区巨型山盆体系下的山地生态系统垂直分异明显,荒漠类型复杂多样,绿洲景观特色鲜明,是研究山地、绿洲、荒漠生态系统的天然实验室。绿洲作为干旱、半干旱地区的一种独特的生态单元,是维系干旱地区人类生存、活动与发展的基本场所。绿洲是在干旱气候下形成的,以荒漠为背景基质、具有较高的第一性生产力的非地带性景观,其形成、演变过程可粗略地定性划分为天然绿洲和人工绿洲两类,它是干旱荒漠区的组成成分之一,育于荒漠却又异于荒漠,与荒漠构成对立统一体,在一定条件下可以互相转化。而绿洲与荒漠的交错地带,即是这种转化活动程度最剧烈、表现最突出的地区(史培军,2000; Antonio DI Greyono,1997; 丁建丽,2002)。在全球环境恶化,能源



趋于枯竭,人口急剧膨胀的今天,绿洲经济的发展和人口、资源与环境之间的不协调日益加剧,并且严重威胁绿洲自身的稳定性和未来的可持续发展。因此,深入系统地研究这个独特的生态环境区域单元,将会促进多学科交叉与融合,在干旱区绿洲学研究的方法理论上有所创新和突破(Vitousek PM, 1997)。

今天,全球环境变化已成为世界性的焦点问题,在以此为中心的大量研究论题中,土地利用与土地覆盖变化(LUCC 或 LU/LC)具有特殊的重要意义。这是因为:在引起生态环境变化的众多驱动因素中,人类活动无疑具有举足轻重的作用。但是由于人类活动对于地球系统的影响机理异常复杂,很难予以直接揭示。所以人们从综合影响出发,选择了最能表述这一过程的土地利用与土地覆盖变化机制,以此作为上述全球环境变化研究的切入点和立足点(Turner II BL,1993)。LUCC 不仅是人地相互作用过程的最终体现,也是地球表层系统最明显的景观标志。它的变化不仅对全球辐射平衡和能量流的改变产生了巨大深远的影响,而且对生物地球化学循环、水循环的改变和生态复杂度的影响也不容忽视。不仅如此,通过这些生态环境效应累积,LUCC 还潜在地影响到全球食物保障和世界农林生产支持系统的可持续性。因此,研究 LUCC 的时空变化及其与导致这种变化的驱动力之间的因果反馈关系,不仅能够有效地揭示人地系统相互作用的内在机制,而且可以以此来预测其未来发展趋势,从而采取相应的对策(Ojima DS, 1991)。国际地圈生物圈计划(IGBP)和国际全球变化的人文因素计划(IHOP)等各大国际性研究计划表明,要制定区域可持续发展战略,就必须深入了解人类赖以生存的地球系统与人类生产利用系统之间相互作用的基本过程,就必须重视 LUCC 的研究(Belward,1996)。

由于从全球及洲际尺度对 LUCC 进行研究往往掩盖和忽视了地区性差异,因此在区域和地方尺度上的典型区域研究便显得很有意义,它们为土地利用变化的综合研究提供了非常丰富的区域信息。所以选择典型地区作为案例研究,成为 LUCC 研究领域的一个重要发展方向(Tureet II BL,1995)。这种研究通过揭示地球表层 LUCC 的空间特征、时间特征和生态环境效应,定量诊断其驱动因素,并预测在环境、人口、经济、技术、社会及政治等因素变化的背景下,未来 LUCC 的趋势和生态环境效应,从而进行土地利用的科学规划和合理配置,维护土地的可持续利用以及生态环境的改良,为区域的可持续发展决



策提供服务。典型区域案例研究不仅将人类所面临的现实生态环境问题与基础研究结合起来,也是参与全球环境变化研究的具体途径和对该研究的贡献与补充(Bockstae LN, 1999)。塔里木盆地南部绿洲 LUCC 及其生态环境影响研究正是为认识和了解整个中国的各种引起土地覆盖变化的动力学驱动因素而进行的典型区研究。之所以选择这一区域,主要原因在于该地区大规模、高强度的开发历史远较东部季风区短,但因其自然系统发育上的先天不足,这种开发所带来的环境问题,无论是种类还是强度都不亚于季风区。由于其境内丰富的农业后备资源和矿产资源的存在,在国家经济建设重点逐渐西移的过程中,这种开发活动还将更深程度地进行下去。因此,经济发展与区域 LUCC 及其相应的生态环境效应的矛盾将进一步加剧。在这种形势下,生态环境问题与经济发展如何融合于区域持续发展框架之内,便是一个很实际的研究课题(温刚,1998;王秀兰,2000)。

全球环境变化所引起的干旱区绿洲各类生态环境问题中,绿洲稳定性研究是最为核心和关键的,因为绿洲是干旱区所特有的一类景观,是干旱区人类生存和生产的核心场所,其稳定与否,直接关系到绿洲能否实现人口、资源与环境的可持续发展。绿洲的稳定性就是确保绿洲生态系统的能流、物流、人流、信息流处在良性循环状态。绿洲的稳定在本质上由其内部与外部生态系统的结构、功能及生态过程决定,但同时也受气候变化等环境因素和水热等资源分配的影响。目前绿洲内部的次生盐渍化和外围的风沙侵袭是威胁绿洲安全与稳定的两个重大隐患(李小建,2001)。

本研究根据塔南地区自然条件和具体情况,为了深入探讨“绿洲 LUCC 变化对绿洲稳定性影响定量研究”这一主题,选择典型内陆河流域,将山地—绿洲—荒漠系统作为一个有机整体,利用多期卫星影像和其他相关数据定量化研究其格局时空变化以及相应生态环境效应及其驱动机制;并以绿洲为核心,水土资源变化过程为主线,从绿洲内部的次生盐渍化防治,绿洲外部交错带的风沙危害消除,以及生态系统与局地气候的相互作用等方面来探讨绿洲的动态稳定性,利用定量遥感技术和实测数据从宏观和微观两种尺度上提出维持绿洲生态系统稳定的机理和安全的调控机制;在此基础上,构建指标体系对绿洲稳定性予以客观定量评价,最后对绿洲人口、资源与环境可持续进行了定量方法的探讨。这些研究将补充和完善干旱区生态环境调控体系与管理模式,为西部地区的开发和建设提供科学支撑(摆万奇,1997;顾朝林,1999; Lee

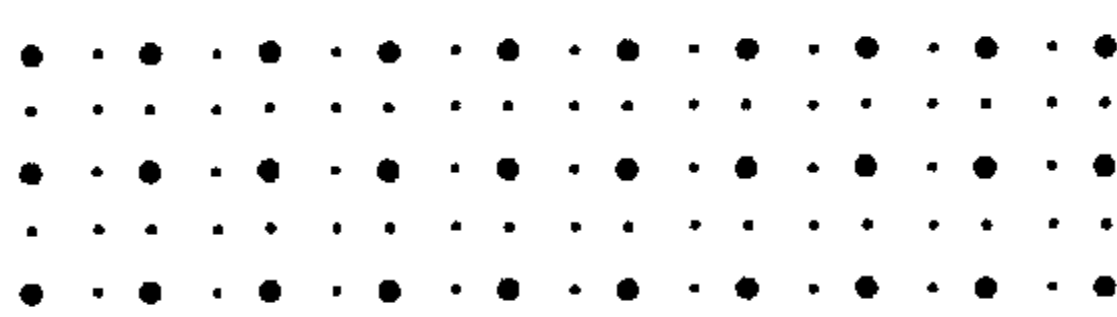
WT,1922), 以为建立绿洲稳定、高效、可持续发展模式提供依据。

本研究基于国家基础研究项目(973)第八子课题“西部生态环境演变与调控研究”(G1999043508), 国家自然科学基金项目“塔里木盆地南部绿洲LUCC变化及其环境影响”(40261006), 自治区高校科研重点项目“新疆土壤盐渍化遥感研究、生态环境变化及其可持续发展”(XJEDU2004I04)和“塔里木盆地绿洲土壤盐渍化遥感定量研究”(XJEDU2005I07)。

第一节 土地利用与土地覆盖的关系

土地利用是指人类有目的地开发利用土地资源的一切活动, 如农业用地、工业用地、交通用地等都是土地利用的概念, 而土地覆盖一般指地球表面当前所具有的自然和人为影响所形成的覆盖物, 包括地表植被、土壤、冰川、湖泊、沼泽、湿地及道路等。土地覆盖具有特定的时间和空间属性, 其形态和特征可在多种时空尺度上变化, 而且产生变化的原因也具复杂多样性, 并因此引起一系列的生态环境效应。由于土地利用与土地覆盖研究根植于人地关系理论之中, 因此, 长期以来土地利用/土地覆盖变化的研究成为不同学科研究领域中的活跃内容(因而其定义也有多种形式, 取其一般性, 不作比较)。

自从人类产生以来, 就开始了土地利用的历史。尤其是近一个世纪以来, 随着人口的增长和技术的进步, 人类对土地利用的范围不断扩大、强度不断加剧。人类通过不断发展农业、工业、服务业和国际贸易等, 来满足日益增长的人类需求, 从而改变了地表的形态、生物化学循环和生物物种的平衡, 造成了全球气候的显著变化和生物物种不可逆转地减少。目前, 地球上1/2到1/4的土地已经被人类的开发和利用所改变, 从而对整个生态系统的结构和机能造成了实质性的影响, 并且改变了生态系统同大气、水生系统和周边土地的相互作用(Vitousek PM, 1997)。因此, 研究土地利用/土地覆盖变化对认识整个生态系统的结构和变化(全球变化), 具有至关重要的作用。迄今为止, 绝大部分的土地覆盖变化是由人类对土地的利用所引起的, 其影响远远大于任何自然因素的作用。因此, 抛开人类的土地利用及其驱动机制来谈土地覆盖的变化是没有意义的。要研究土地利用对土地覆盖变化的作用, 必须综合考虑社会、经济、文化等多种驱动机制, 同时还要兼顾土地利用的生物物理特性及影响。



土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是一个多学科研究领域,其主要目的在于了解和预测对全球变化和可持续发展具有重要影响的土地利用/土地覆盖变化动态。LUCC 研究的主要议题包括以下几个方面:①土地覆盖变化格局;②土地利用变化过程;③全球和区域综合模型;④建立地表过程及其驱动力数据库。土地利用/覆盖变化是全球变化研究关注的核心之一,它对气候变化、生物多样性问题以及人类—环境关系的可持续性等具有重要作用,因此被看做是全球变化的重要原因或驱动函数。

一、土地利用/土地覆盖变化的提出

进入 20 世纪 90 年代以后,在全球环境变化研究领域逐渐加强了对土地利用/土地覆盖变化(LUCC)的研究工作。这主要与该领域具有全球影响的两大组织“国际地圈与生物圈计划”(IGBP)和“全球环境变化人文计划”(IHDP)的推动有关。两组织积极推动这方面的工作原因有二:其一,土地利用/土地覆盖变化在全球环境变化和可持续发展中占有重要的地位。其二,地球系统科学、全球环境变化及可持续发展涉及自然和人文多个方面的问题,在这方面加强自然与社会科学的综合研究,已成为两大学科领域的共识。然而由于跨学科综合研究的难度,迄今未见成功的实例。在全球环境变化问题中,土地利用/土地覆盖变化可以说是自然与人文过程交叉最为密切的问题(Turner II BL,1993)。因而隶属“国际科学联合会”(ICSU)的 IGBP 和隶属于“国际社会科学联合会”的(ISSC)的 IHDP,希望以此为突破口,推动全球问题的综合研究。1991 年,IGBP 和 IHDP 两大组织组建特别委员会,调查自然科学家和社会科学家联手进行 LUCC 研究的可行性。在特别委员会作出肯定的结论的基础上,IGBP 和 IHDP 决定建立联合“核心项目计划委员会”(CP-PC),并于 1993 年发表了题为《联合土地利用和全球土地覆盖变化》的报告(Turner II BL,1993),该报告不仅介绍了特别委员会的主要研究成果,更强调指出了 LUCC 研究的下一步计划。该计划具体分三步实施。即:①根据社会—经济驱动力的不同建立土地覆盖变化分类体系;②进行典型的实例研究,从而建立社会—经济形态和土地利用覆盖变化分类的基础;③在认清土地利用和土地变化的各种人类驱动力的基础上,建立 LUCC 模型,并且考虑 LUCC 模型与其他全球环境变化模型的整合。该报告还特别强调了研究 LUCC 的人类驱动力所必需的数据资源。

二、LUCC 研究的总体目标

LUCC 的根本目标在于深入了解土地利用与覆盖之间在区域尺度上的相互变化,这是因为与全球变化相伴的一些效应在区域水平上最为重要。此外,只有在区域水平上才能深入了解那些导致土地利用和覆盖发生变化的人类决策的性质,政策的干预通常也只有在区域水平上才是可能和有效的。又因为土地利用和土地覆盖研究中越来越多地涉及自然和社会科学的综合运用,因此,该学科的宗旨和范围可以概括为“从自然到人文和从全球到区域”。这种研究取向反映在 IGBP 和 IHDP 近年来更多地强调自然与社会科学的结合以及将全球变化研究集中在区域层面的变化上。

三、LUCC 研究的方法论

土地利用/土地覆盖变化的综合研究水平需要将描述性方法、基于土地经营者行为(agent based)的方法和系统/结构方法所获取的知识结合在一起。描述性方法是一种定性方法,它对 LUCC 基本情况的描述为评价其他方法的有效性和准确性提供了基础。其优点还在于可以确定和分析对 LUCC 具有重要影响的许多随机事件。基于土地经营者行为的方法和系统方法有赖于建立明晰的模型和实际验证,前者试图从土地经营者个体的日常决策行为中找出共性和规律。这种方法的核心是强调作为土地经营者的人在决定土地利用决策中的重要性,并从其决策行为中寻找普遍的动机。系统/结构的方法,则是试图了解对土地利用决策具有决定作用的社会组织和制度。社会组织和制度在不同空间和时间尺度上的相互作用可以将局部情况与全球过程联系在一起。描述性方法、基于土地经营者行为的方法和系统/结构的方法可以以一定的方式结合起来。正是这种考虑确定了 LUCC 科学计划的研究重点,采取的研究策略是将不同学科背景的研究人员很好地组织,各自有所侧重地使用这三种方法。同样地,LUCC 的研究议题也建立在两个认识论传统之上:①“通过观察和描述加以认识”(归纳法);②“通过模拟加以认识”(演绎法);③“通过综合加以认识”(辩证法)。LUCC 研究的丰富性就在于它处于不同科学传统的多种界面上,当前的目标是将这些传统和方法有机地结合起来,以加深对人类—环境关系主要方面的认识。

四、LUCC 科学计划实施要点和驱动机制研究

1995 年,IGBP 和 IHDP 委托研究土地利用/土地覆盖变化的“核心项目计划委员会”和“研究项目计划委员会”(CPPC/RPPC LUCC),发表了《土地利用/土地覆盖变化科学研究计划》。该计划提出了土地利用/土地覆盖变化的三个研究重点(见图 1-1),即①土地利用变化机制的案例比较研究,旨在加深对地区土地利用动态变化的理解,在地区范围内建立经验模型;②土地覆盖变化机制的直接观测和诊断模型研究;③区域和全球模型研究,旨在通过改进现有模型和建立新模型,分析各种驱动因子,预测土地利用的变化。另外,该计划还强调了数据库建设和尺度研究的重要性。

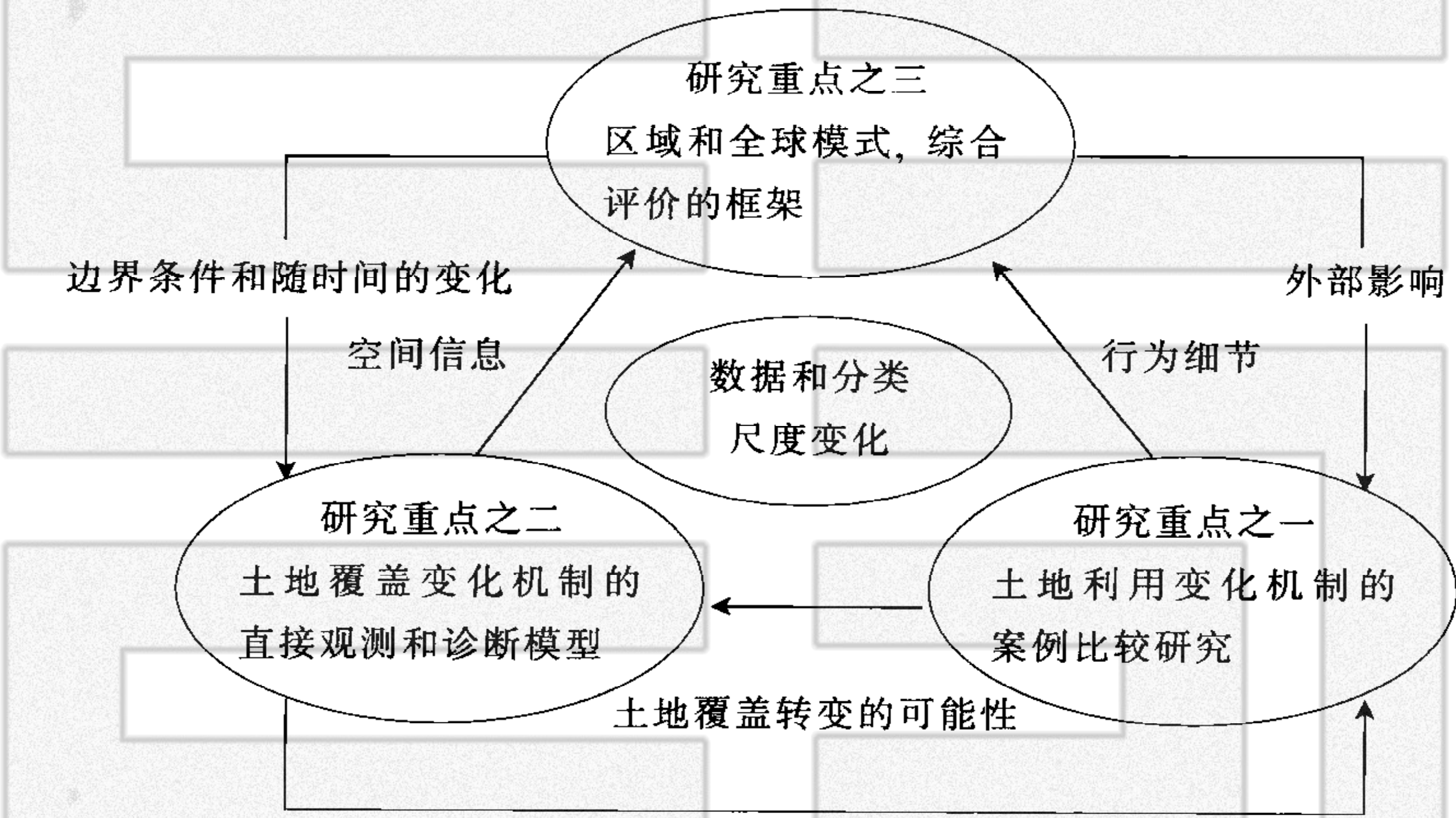


图 1-1 LUCC 科学研究计划结构图(引自文献,稍改动)

1999 年,IGBP 和 IHDP 发表了《土地利用/土地覆盖变化研究实施策略》(以下简称《实施策略》)。报告针对三个研究重点提出了一系列的任务来引导各项研究,使之最终达到 LUCC 的长期目标(见表 1-1)。《实施策略》号召各个领域的科学家(人文生态学家、土地经济学家、遥感/地理信息系统专家、LUCC 模型专家和致力于综合评价的专家)加强合作。这一系列任务的提出,无疑为各个领域的科学家在 LUCC 研究中提供了突破口,成为各个领域的科学家进行协作研究的纽带。



表 1 - 1 Lucc 研究重点和任务(引自文献,稍改动)

方 面	研究重点之一	研究重点之二	研究重点之三
	土地利用变化机制 案例比较研究	土地覆盖变化机制 直接观测和诊断模型	区域和全球模型 整合评价
实施策略	通过案例研究,在全球范围内,对标准化研究区域的土地利用变化和土地管理进行分析	通过对解释变量的直接观察和测量,开发土地覆盖的经验诊断模型	利用对研究重点之一和之二的分析,发展区域或全球的整合和诊断模型和建模
实施任务	1.1 理解土地利用决策 1.2 从过程分析到模式分析:把地方的土地利用决策和区域或全球过程联系起来 1.3 可持续的和脆弱的景观	2.1 土地覆盖变化,热点区域或危险区域 2.2 把每个研究单元赋予社会属性 2.3 从模式分析到过程分析	3.1 重温和对以往的和目前的区域模型研究 3.2 区域 Lucc 模型所采用方法的要点 3.3 Lucc 变化和联动系统的动态变化 3.4 重要环境议题的景观构建和评价

其中,土地利用/土地覆盖变化的机制对解释土地覆盖的时空变化和建立土地利用/土地覆盖变化的预测模型起到关键作用,是整个全球性环境变化研究计划对土地利用/土地覆盖项目的要求,因而也是研究的焦点问题。历史时期土地覆盖的变化大都是人类通过土地利用活动造成的。因此,分析社会经济因素对土地利用的作用被摆在重要位置(温刚,1998)。影响土地利用变化的社会经济因素可分为直接因素和间接因素(王秀兰,2000)。间接因素包括六个方面:人口变化、技术发展、经济增长、政经政策、富裕程度和价值取向。它们通过直接因素作用于土地利用,后者包括:对土地产品的需求、对土地的投入、城市化程度、土地利用的集约化程度、土地权属、土地利用政策以及对土地资源保护的态度等。应当指出,影响土地利用的直接和间接的社会经济因素多种多样,与土地利用间的相互关系亦非简单的线性关系,而且具有很大的区域差异。为解释土地利用/土地覆盖的全球变化,必须进行广泛的区域性案例研究。此外,在不同的时间尺度上,各种因素的作用也存在很大的差异。因此,对土地利用/土地覆盖机制的研究须综合自然和社会多学科的知识和方法,建立模型。还应落实到空间上,即与地理信息系统相结合。目前,这样的模型尚处于探索之中。像资源环境研究领域的其他问题一样,最大的挑战来自于问题的复杂性。

土地利用/土地覆盖变化的社会经济与环境驱动因子间在不同的空间和

时间尺度上错综复杂的相互关系,使这种变化具有较大的不确定性。显然,驱动因子—土地利用—土地覆盖系统的变化机制不是单一的模型所能刻画的。因此,需要采取多种手段进行综合研究(李小健,2001):①在许多地区甚至全球范围内,市场对土地和土地产品的需求对土地利用/土地覆盖变化的影响越来越大,而且这种趋势仍在持续。因此,许多土地利用/土地覆盖变化宏观模型的建立往往以经济学为理论基础,以农、林、牧等与土地资源利用最为密切的产业为重点,从资源和产品的市场供需及生产者和消费者的利益等角度分析土地利用的变化机制和土地覆盖的变化趋势。②各有关经济部门与土地利用/土地覆盖变化的关系,目前已存在一些模型。如农业的土地利用问题,以往的研究较为深入。应充分利用现有的模型,并在土地利用与土地覆盖变化、土地改良及土地退化的联系等方面对其进行补充和改进。③借助遥感和地理信息系统手段建立的土地覆盖空间变化模型,具有实时、空间表达详尽与全球环境变化的其他模型连接容易等优点,通过对土地覆盖变化的遥感观测,结合土地利用变化的地面调查,可以建立驱动因子。土地利用/土地覆盖变化的诊断模型以及今后5~20年土地覆盖变化的经验性预测模型。④在未来50~100年的土地覆盖变化中,人类的土地利用活动将起到最主要的作用。因此对自然和社会经济各种因素作用下的土地使用者和管理者的行为分析,是建立土地利用和土地覆盖变化模型的重要组成部分。这类分析通过区域性案例进行,为全球模型的建立提供依据,并可对后者进行验证。LUCC模型是深入了解土地利用和覆盖变化机制的重要手段,其作用和目的可以概括为:对土地利用和覆盖变化情况进行描述、解释、预测和制定对策。摆万奇将LUCC模型归类为两类模型:植被模型将每个植物个体当做独特的实体加以模拟,考察其在正常情况或受干扰情况下整个生命周期的动态过程,所有个体组合在一起就可以得到整个群落的结果(摆万奇,1997)。引入社会驱动力的LUCC模型将环境变化(包括土地利用变化)与其多种社会驱动力联系在一起的著名例子是Ehrhch的模型: $I = PAT$ 该公式表明,环境变化(I)是人口(P)、贫富状况(A)和技术(T)共同作用的结果。该公式所反映的只是一种高度抽象情况下的土地利用变化与社会驱动力的关系,并不能说明更多的具体问题。

LUCC模型有以下发展趋势:新一代的LUCC模型应该能够模拟LUCC的主要社会经济和自然驱动力,包括从LUCC到驱动力和全球变化的主要反馈关系;具有明确的空间关系,能够以适当的空间分辨率,比较好地预测长期的

(50 ~ 100 年)土地利用和覆盖变化及有关的生物物理参数,如植被特征、资源的积聚和退化等;能够更好地认识 LUCC 与其主要驱动力之间的关系在局部、区域和全球尺度上的动态和后果;充分考虑土地利用和覆盖变化对政策、技术进步、人口增长、经济发展、市场变化等社会变量的灵敏性。此外,还应注意信仰、意识等文化因素的影响;发展新的 LUCC 建模方法,是 LUCC 模型能够与其他类型的全球变化模型,特别是气候模型建立联系。

为了提高 LUCC 模型的预测能力,IGBP/IHDP 的 LUCC 研究计划提出了两条途径:一是对现有的从区域到全球尺度的农业、草地和林业模型进行评估,补充修改后用来预测短期的 2 ~ 3 年的土地利用和覆盖变化;其次,LUCC 建模工作的长期目标是建立具有良好的理论基础和灵活性,能够把各种方法结合在一起的新的模型系列。在世界范围,土地利用和覆盖变化受市场的影响越来越大,因此,以经济理论为基础建立新模型是一个很好的思路。LUCC 驱动力及其变化对土地利用和覆盖的影响在不同尺度上具有不同的表现,因此,在构造区域和全球 LUCC 模型中,必须仔细考虑驱动力的类型、空间特征和时间尺度等问题,建立的模型应该能够说明在区域、国家和全球水平的相互作用。

第二节 国外研究概况

国外利用遥感技术对 LUCC 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 的论文《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相片进行区域范围土地调查与制图研究,此后,航空相片被迅速推广到地质勘测部门及区域范围 LUCC 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 LUCC 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(Marchner FJ. , 1959; Anderson, JR. , 1961)。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