



气候和土地利用/覆被变化 对滇金丝猴的影响研究

李 丽 著



科学出版社

气候和土地利用/覆被变化 对滇金丝猴的影响研究

李 丽 著

云南财经大学



科学出版社

北 京

内 容 简 介

以全球温度增加、降水变化和气候变异性加大等为特征的气候变化对野生动物种群、生境和生态系统产生重大影响,野生动物保护和区域经济发展之间的相互平衡是解决野生动物保护的关键问题。本书在国家自然科学基金资助下,以滇金丝猴所在的滇西北地区为研究对象,利用景观生态学和空间模型,分析了气候变化下未来农用地的变化情景,模拟和评估人口增长及社会经济发展条件下,土地利用/覆被变化对滇金丝猴生境未来空间分布格局的影响,并提出了确保滇金丝猴种群栖息地生态安全的对策。

本书适合从事气候变化、野生动物保护、生物多样性模拟等方面的专业人员阅读,同时也可以作为生物多样性保护、气候变化影响和适应、可持续发展等相关方面研究生的参考书籍,对自然保护区管理人员也有一定的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

气候和土地利用/覆被变化对滇金丝猴的影响研究/李丽著. —北京:科学出版社, 2016.1

ISBN 978-7-03-045456-0

I. ①气… II. ①李… III. ①气候变化-环境影响-金丝猴-研究-云南省②土地利用-环境影响-金丝猴-研究-云南省③土地-覆盖-环境影响-金丝猴-研究-云南省 IV. ①Q959.848

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 198941 号

责任编辑:张会格 白 雪/责任校对:郑金红

责任印制:张 伟/封面设计:北京铭轩堂广告设计有限公司

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京京华虎彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年1月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016年1月第一次印刷 印张:7 1/8

字数:144 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

近年来,由于自然和人类活动的干扰,特别是工业化进程的加速,全球气候发生了显著变化,它不仅影响着人类赖以生存和发展的基础,还威胁着人类社会的持续发展。全球气候变化研究已成为目前国际科学的热点之一。在气候变化条件下,对于景观格局中人工斑块的动态变化规律的研究,是对自然植被空间格局研究的必要补充,是科学准确地预测珍稀濒危动物生境未来空间分布格局的基础,将为设计气候变化避难所、生态廊道、保护热点区等并制定相应保护对策措施等工作提供科学依据。

本书通过分析景观格局中人工斑块在气候变化条件下的动态变化规律,模拟和评估人口增长与社会经济发展条件下,土地利用/覆被变化对滇西北地区滇金丝猴生境未来空间分布格局的影响。从人为干扰的角度,把农用地作为人为干扰的重要指标,根据气象模拟数据、地形分析数据、调查统计数据、遥感影像数据等,将 Matlab 数学统计软件与地理信息系统(GIS)技术相结合,分三步进行农用地变化的情景模拟:首先,建立自然环境因子情景下农用地适宜性综合评价指数模型,研究农用地适宜性综合评价指数分布特征及潜在农用地适宜性综合评价指数的空间分布,进而探讨农用地适宜性等级变化与滇金丝猴栖息地保护的关系;然后,根据社会情景因素建立农用地需求预测模型,预测 2050 年研究区农用地需求量;最后,结合两个模型制定农用地相应的转换原则,进而模拟未来农用地变化情景,以确保猴群栖息地的生态安全,为研究区制定生物多样性保护行动提供辅助决策。

主要研究内容及结果如下。

(1) 通过定量模拟 2050 年滇西北地区气候要素的分布估计得出:分布区内呈温度自北向南递增而降水量自北向南递减的分布格局。与 1995~2004 年近 10 年的气候要素分布现状对比,区内呈北部增温大、南部增温小,且北端与东南端水量增幅最大、西北端降水量增幅最小的分布特点。

(2) 在研究区内, 人工栽培植被在海拔为 1400~2100m、温度为 24~26℃、降水量为 1220~1241mm、180°~225°的南坡方向、坡度为 1°~2°及干燥度指数为 1.04~1.46 区间内农用地覆盖率达到最大值, 也就是说在各驱动因子的这些特定区间内, 更适宜人工栽培植被发育, 人们也较多地在这些区间内进行生产活动。

(3) 建立 2050 年农用地适宜性综合评价指数模型, 模拟出研究区 2050 年农用地适宜性综合评价指数的空间格局。结果显示: 不适宜(农用地适宜性综合评价指数 < 1000) 和勉强适宜(1000 ≤ 农用地适宜性综合评价指数 < 1500) 农用地主要分布于研究区北部, 共占研究区总面积的 90.5%; 中等适宜(1500 ≤ 农用地适宜性综合评价指数 < 2000) 和高等适宜(农用地适宜性综合评价指数 ≥ 2000) 农用地基本分布在南部, 高等适宜区域仅占整个研究区域总面积的 0.68%, 多分布在澜沧江和金沙江河谷附近及南部的坝区; 相比于 2004 年, 适宜性综合评价指数等级增加的农用地主要分布在沿江地带和丽江市境内的 226 省道金沙江河流沿线、黎明段一线及维西县境内 225 省道沿线。

(4) 2050 年不适宜等级的农用地占滇金丝猴各种群栖息地面积增加到总面积的 90% 以上, 但是, 同洛河头\施坝、格花箐\响古箐两个种群仍有不到 0.3% 的中等适宜地在种群栖息地范围内; 到 2050 年, 大部分种群距离高等适宜地和中等适宜地的最小差距将大幅度增加。拉沙山种群, 大坪子种群, 弄资河头、巴迪河头、归龙种群受农用地适宜性综合评价指数潜在威胁最强。

(5) 根据社会情景因素建立农用地需求预测模型, 预测 2050 年研究区农用地需求量。采用阻滞增长模型(logistic retarded growth model) 对维西县人口进行预测, 结果为 19.37 万人。按照粮食产量与耕地面积的关系来预测耕地需求量, 到 2050 年维西县耕地需求量为 123.5km², 2050 年研究区耕地需求量为 454.4km², 与 2004 年相比, 耕地需求量需要增加 13.48%。如果农用地与耕地同比增加, 到 2050 年, 农用地的面积也将增加 13.48%, 为 1736km², 才能满足当地由人口因素的变化而引起的农用地需求。

(6) 结合以上两个模型, 定制了三种农用地转化原则, 根据 2004 年研究区遥感影像解译出来的农用地分布, 模拟未来三种农用地变化情景, 其中情景三是对滇金丝猴种群保护比较有效的方案。

基于以上研究结果, 针对当前农用地分布格局存在的问题, 提出管理农用地的措施和建议, 为研究区制定生物多样性保护行动提供辅助决策依据。

本书的出版得到国家自然科学基金项目“气候变化压力下滇金丝猴生境特征与动态模拟”的资助。目前气候变化-土地利用-珍稀濒危物种的保护正越来越受到关注, 本书的出版只是抛砖引玉, 研究还需深入和强化。

李 丽

2015年6月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 气候变化与物种保护	1
1.2 气候-土地利用/覆被变化研究	2
1.2.1 土地利用/覆被变化研究	3
1.2.2 气候变化-人类活动与土地利用/覆被关系	5
1.2.3 土地利用/覆被变化的研究方法	7
1.3 滇金丝猴栖息地保护	12
1.3.1 野生动物栖息地保护现状	12
1.3.2 “3S”技术在野生动物生境中的应用	13
1.3.3 滇金丝猴的分布和数量	15
1.3.4 生境特征	17
1.3.5 滇金丝猴栖息地保护现状	17
1.3.6 气候变化对滇金丝猴栖息地的影响	20
1.4 立题依据	21
1.5 研究技术路线	22
第 2 章 研究区域与研究方法	24
2.1 研究区域	24
2.1.1 地理位置	24
2.1.2 气候条件	24
2.1.3 地形与地质	26
2.1.4 河流与水文	26
2.1.5 土壤与植被类型	26
2.1.6 物种分布	28
2.1.7 社会经济、人口及产业发展概况	28
2.2 研究方法	30
2.2.1 数据来源	30
2.2.2 农用地适宜性综合评价指数模型的建立	32

2.2.3	农用地需求量模型	44
2.2.4	未来农用地情景模拟	47
2.2.5	居民点分布对滇金丝猴栖息地的影响	47
2.2.6	研究区域地震带及地质灾害分析	47
第3章	结果与讨论	49
3.1	气候模拟	49
3.1.1	温度变化趋势分析	49
3.1.2	降水变化趋势分析	50
3.1.3	模拟可信度和误差估计	51
3.2	农用地变化对滇金丝猴栖息地的影响	53
3.3	农用地需求量模拟	70
3.4	未来农用地情景模拟	73
3.4.1	农用地最适宜情景	73
3.4.2	以现有农用地为中心, 向外扩充情景	74
3.4.3	生态安全目标情景	75
3.5	居民点布局对滇金丝猴种群栖息地的影响	76
3.5.1	居民点与滇金丝猴种群栖息地分布特征影响因子分析	76
3.5.2	农村居民点分布影响因素分析	78
3.5.3	滇金丝猴种群栖息地分布影响因素分析	81
3.5.4	农村居民点适宜性评价	84
第4章	结论	98
	参考文献	100

第 1 章 绪 论

1.1 气候变化与物种保护

近年来, 由于自然和人类活动的干扰, 特别是工业化进程的加速, 全球气候发生了显著变化, 它不仅影响着人类赖以生存和发展的基础, 还威胁着人类社会的持续发展。全球气候变化研究已成为目前国际科学研究的热点之一。

全球气候变化是现今最严重的环境问题, 其生态响应不仅会导致濒危物种的灭绝, 还会造成不同层面的生态效应。

从 20 世纪 80 年代开始, 联合国政府间气候变化专门委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 的 5 次评估结果显示: 自 1861 年以来, 全球表面平均温度 (陆地和海面近表层气温的平均值) 呈上升趋势, 北半球降水与气压带具有明显的增减规律, 南半球没有类似的系统性降水变化; 而年降水量却呈现出一种略有减少的趋势。IPCC (2013) 同时根据不同排放情景预测, 21 世纪的全球平均升温会在 $1.1\sim 6.4^{\circ}\text{C}$, 而高山地区的气候变化速度甚至会比此预期还要高。

中国自 1960 年以来, 气候呈明显的变暖趋势, 对中国暖冬现象在未来不同排放情景下的气候变化评估表明, 中国在 2000~2020 年平均气温大约每 10 年增高 0.2°C , 观测到的动植物物种灭绝的风险将会增大。如果考虑到气溶胶和 CO_2 共同作用, 预计到 2020~2030 年, 全国平均气温将升高 1.7°C (杨侃等, 2007), 到 2050 年全国平均气温将上升 2.2°C 。随着全球变暖, 今后几十年内气温升高, 降水增加, 但新增降水远不能补偿由气温升高而引起的蒸发强度增加所需要的水分。水热条件的变化将直接影响物种的分布, 温度上升会驱使物种向高海拔、高纬度地区迁移, 到 2100 年如果平均气温升高 4°C , 物种的垂直分布可能沿海拔梯度上移 500m, 或者水平分布向高纬度方向移动 500km (Thuiller, 2007)。就目前的研究情况来看, 由于区域性的差异, 气候变化趋势受到众多因素的影响, 各区域

之间呈现出变化不一致性。

气候变化造成全球平均气温升高,并诱发全球生态系统的许多变化,成为生物多样性和物种保护最严重的威胁因子之一(IPCC, 2013)。水热条件变化将直接影响物种分布。过去数十年里,许多植物的分布都有向极地扩张的现象,而这很可能就是气温升高的结果(Parmesan and Yohe, 2003)。一些极地的和苔原冻土带的植物都受到气候变化的影响,正在逐渐被树木和低矮灌木所取代(ACIA, 2005)。北半球一些山地生态系统的森林林线明显向更高海拔区域迁移(Meshinev et al., 2000; Walther et al., 2005)。受气候变化影响,过去几十年,中国森林的分布也发生了较大变化。例如,祁连山山地森林面积减少 16.5%,林带下限由 1900m 上升到 2300m,森林覆盖度减少 10%(王根绪等, 2002)。在气温升高的背景下,分布在大兴安岭的兴安落叶松与小兴安岭及东部山地的云杉、冷杉、红杉等树种的可能分布范围和最适分布范围均发生了北移(刘丹等, 2007)。植被环境变化必然会对该地区野生动物物种分布产生影响,主要体现在自然生境破碎化、食物资源减少、生境干旱、资源的可利用度减少等。因此,气候变化导致植被分布范围变化(Fodern et al., 2007; Parmesan and Yohe, 2003; Root et al., 2005; Walther et al., 2005),所引起的自然生境的改变是当前野生动物保护所面临的最直接威胁,植被生境的变化,将使珍稀特有物种丧失速率加快,分布较为广泛的物种将变得更加常见(Juan et al., 2008)。气候变化特别是气温升高引起的物种北移由于山地地理阻隔而很难发生,同时原有山地生态系统特有的多样性生境和物种栖息地将进一步破碎化,从而致使当地物种栖息地大大缩小而导致物种的灭绝(Xu et al., 2009)。

1.2 气候-土地利用/覆被变化研究

土地利用是指人类根据土地的特点,按一定经济和社会目的,采取一系列生物和技术手段,对土地进行的长期性或周期性的经营活动(IPCC, 2007),而土地覆盖是“地球陆地表面和近地面层的自然状态,是自然过程和人类活动共同作用的结果”(Eric et al., 2009)。土地利用和土地覆被有着密切的联系,土地利用是土地覆被变化的外在驱动力,土地覆被反过来又影响土地利用的方式,两者

在地表构成一个统一的整体 (Walther, 2010)。

气候和土地利用/覆被变化的关系是全球变化研究的一个重点 (方精云等, 2000), 植被的动态变化与气候因子有相关性 (陈海等, 2004), 因此气候变化为土地利用/覆被的改变提供了一种潜在的驱动力 (刘纪远等, 2003)。高志强和刘纪远 (2006) 研究表明气候变化不仅影响了中国植被分布, 更进一步影响了植物群落的生长状况。罗玲等 (2009) 研究表明, 气候变化成为东北地区草地归一化植被指数 (NDVI) 增加的主要原因之一; 降水是促进针叶林和农作物生长的决定性因素, 同时为灌丛和沼泽夏季生长的抑制因子。

气候变化可以通过改变光照、温度、降水等条件来改变作物的光温生产潜力或者气候生产潜力而引起农用地利用等级的改变。同时还可以通过土地适宜等级去改变适宜农用地的种植面积 (云雅如等, 2008; Cai et al., 2011)。

1.2.1 土地利用/覆被变化研究

对土地利用/覆被时空变化过程的估计, 往往首先将其与驱动因子相联系, 分析土地利用和土地覆被的时空变化与导致这种变化驱动力之间的内在关系, 从而有效地揭示人地系统相互作用的内在机制, 并以此来预测其未来发展趋势, 为合理利用土地资源、保护生态环境、促进社会的可持续发展提供科学依据。

土地利用和土地覆被变化驱动力, 是指导致土地利用方式和目的发生变化的主要生物因素和社会经济因素, 是土地利用变化的动力因素。土地利用/覆被变化的驱动力包括自然驱动力 (陆汝成等, 2009) 和社会驱动力 (陈莹和王国杰, 2005; 田光进和郭建国, 2008)。气候、土壤、水文等被认为是主要的自然驱动力。社会经济因素可分为直接因素和间接因素, 间接因素包括 6 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; 直接因素包括: 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、土地利用政策及土地资源保护的态度等。

国外所开展的驱动力研究, 主要是在全球和区域两个层次进行的 (邱炳文和陈崇成, 2008)。重点对热带雨林、牧草地、农业用地、城市用地等土地利用类型的变化原因进行分析, 以及就人口、政策等因子对土地利用驱动机制进行研究。随着研究的深入, 研究者逐渐认识到简单的关系研究已不能很好地解释土地利用

的现有格局,提出应注重驱动力的综合研究,注重理论和方法的创新(陈逸敏等,2010),以期通过对大量不同区域、不同尺度案例的分析与比较,探讨土地利用与覆盖变化的动力学机制(王金亮和陈姚,2004)。在这一指导思想下,典型地区、热点地区及环境脆弱区的研究在全球范围内广泛开展。其中,关于人类驱动力方面,对哪些是主要驱动力的认识还未统一。Morgan等(1992)认为人类方面的驱动力主要有人口、技术水平、富裕程度、政治经济结构等;Ehrlich等(1997)指出,人口、富裕程度和技术是研究人类驱动力的主要方面;迪力夏提·阿不力孜(2009)指出,人类驱动力应包括人口、收入、技术、政治经济状况和文化。人口增长与土地利用变化之间的关系一直是土地利用变化机制研究的重要内容,也是到目前为止研究较多的一个方面。中国、美国和印度三国科学院就专门以人口增长作为研究重点,开展了“人口增长与土地利用变化的相互作用”研究,分别选取中国的珠江三角洲和江西吉泰盆地、美国的芝加哥地区和佛罗里达南部、印度的 Kerala 和 Haryana 进行比较研究。所有关于土地利用变化的研究也都会探讨人口增长对土地利用变化的影响。但是,迄今为止,对人口增长与土地利用变化之间的确切关系尚难定论(Fodern et al., 2007)。

鉴于土地利用和土地覆被变化(land-use and land-cover change, LUCC)研究的关键是要弄清驱动力及其驱动机制,我国学者广泛应用多种系统分析与数理统计方法从各个角度开展了 LUCC 驱动力研究。

(1)从总体上探讨我国土地利用变化及其驱动力(徐昔保等,2008)。例如,方精云等(2000)从土地利用基本竞争模型出发,对现阶段土地利用变化驱动力进行宏观分析;王学志等(2009)利用 GIS 手段对土地利用变化及其影响模型也进行了分析。

(2)对耕地资源变化的驱动力进行分析研究(吕威,2011)。我国人多地少,面对耕地资源减少的严峻趋势,引起耕地变化的驱动力研究受到广泛的重视,研究区域大到全国范围、小到县市级行政区域(秦大河等,2007)。Qin等(2010)以河北省曲周县为例,探讨了集约化农区种植业土地利用变化的驱动力。

(3)对土地退化特别是沙漠化等的驱动力进行研究。土地资源退化是目前我国土地资源利用面临的严峻问题,只有查明土地退化的原因才能从根本上遏制土

地退化的发生,如刘瑜等(2010)对我国土壤风力侵蚀状况及其驱动力的研究。

(4) 对经济发达地区土地利用/覆盖变化驱动力的研究(田光进和邬建国, 2008)。改革开放以来,特别是发达地区经济的发展带来了土地利用/覆盖的快速发展,如何协调经济发展和土地生态环境之间的矛盾是迫切需要解决的问题,不少学者针对这一情况做了分析和探讨,如刘家福等(2009)分析了深圳市土地利用变化的驱动力,指出人口增长、外资的投入和第三产业的发展是特区内城镇用地扩大的主要外在驱动力。杨侃等(2007)对黄河三角洲土地利用/覆被变化进行驱动力分析后得出:20世纪50年代以前,自然因素如气候因子、风暴潮及黄河改道等是土地利用/覆被的主要驱动力;到了80年代以后,虽然该地区土地利用/覆被变化会受到人口增长、经济发展等因素的影响,而主导社会驱动因子是人类活动,如不合理用水,过度开垦林草、荒地等农业开发利用活动导致的。

(5) 对“热点地区”、环境脆弱区与典型地区土地利用/覆盖变化驱动力的研究(蔺卿等, 2005; 何素芳等, 2002; Syphard et al., 2005)。例如,许吟隆等(2007)对喀斯特山区土地利用变化人类驱动力的研究。闫冠华等(2011)对疏勒河流域的4种主要土地利用类型(耕地、草地、林地、荒漠化土地)变化驱动力,以及与土地沙漠化之间的关系进行了分析研究,指出制约和影响土地利用水平及结构的因子主要是自然要素,而人为因素则对现代土地利用变化的驱动作用影响深刻。这样的地区往往是土地利用/覆盖变化比较典型的地区,重视对这些地区的研究一方面为指导区域土地合理利用提供参考,另一方面为全球土地利用/覆盖变化驱动力研究提供典型案例。可以看出,我国的土地利用/覆被变化研究既与国际上LUCC研究相统一,又与我国土地资源利用的特点相符合,但还需进一步认识土地利用/覆被变化研究的复杂性,提出新的研究论题,揭示其内在规律。

1.2.2 气候变化-人类活动与土地利用/覆被关系

土地是自然环境系统和社会条件系统相互作用的产物,具有一定的自然属性和经济价值属性。自然系统对土地的作用是一个累积过程,只有当土地覆被变化达到一定规模,才可能产生对气候的影响,气候变化以后又反馈到自然系统中,从而影响土地覆被的变化;人类活动是土地利用变化的一个直接驱动源,人类根据自己的目的将土地本身转换成所需要的用地类型,或者进行维护,以维持整个

影响土地利用的人口因素很多,主要是人口总量、人口城市化水平、人口消费观念及人口的用地水平等(谢红梅,2009)。众多学者从微观角度去分析人口变化与土地利用变化之间的关系。廖顺宝和李泽辉(2003)以西藏自治区为例,陈忠升等(2010)以新疆和田河流域、塔里木河流域为例分别进行了研究,由于区域之间的差异性,得到的结果仍未统一。

综上所述,由于不同区域土地利用的驱动机制存在一定差异,所以驱动力研究主要是通过大量的区域性个案进行比较研究,没有确定的研究技术和方法,得到的结论也尚未统一。但是可以确定的是:气候变化作为一个重要的自然因子,是土地利用/覆被变化背景因子,同时它们之间存在着复杂的相关关系。另外,人口因素将会使土地利用/覆被变化更复杂。在今后的研究中,对这两个因子的定量化将会提高研究精度。

1.2.3 土地利用/覆被变化的研究方法

影响土地利用/覆被变化的因素有很多种,能够正确反映这种变化的一个主要因素就是研究方法选择。定性分析法和定量分析法是目前土地利用/覆被变化的主要研究方法。

1. 定性分析法

由于土地利用问题本身的复杂性及驱动因子数据来源的困难性,定性分析必不可少。定性分析是指通过对研究客体概念、特点及其相关因素的分析对土地利用变化的驱动力进行定性描述。较早期的土地利用变化及其驱动力的分析多采用这种方法。此法本身往往是根据土地利用变化及其驱动因子的一些直观的、表面的现象和关系进行简单的因果关系分析或者曲线拟合,从而描述性地说明研究区域土地利用变化趋势。例如,Ehrlich等(1997)提出的描述性概念模型——PAT模型就是在定性分析的基础上,用模型化的方法结合人文因素对土地利用/覆被变化影响的研究,即“随着人口数量的变化,供人类生活、生存所需的耕地资源数量在不断发生变化。因此,耕地的生态环境背景质量发生着相应的变化。不同区域,由于人口数量不同,耕地的生态环境背景质量亦有明显的差异等”。目前,定性分析法已成为驱动力研究的基础,成为人类逻辑思维直接作用于土地这一研

究客体的表达方式。

2. 定量分析法

定量分析是指通过对研究客体自然因素及社会经济因素的分析来对土地利用/覆被变化的驱动力进行定量描述。目前它在人们研究土地利用/覆被变化驱动力时应用较多。主要包括以下几种具体的研究方法。

1) 统计分析法

统计分析法主要是从土地利用变化与所确定的影响因子数值间的统计关系来筛选确定主导驱动因子。其优点在于能够使复杂问题简单化,易于抓住复杂系统中矛盾的主要方面,因此,在土地利用变化驱动力研究,特别是大量典型地区案例研究中得以广泛应用。但不难看出,是否能够准确、全面选择参与统计分析的指标是该方法能否成功应用的关键。

2) 系统分析法

系统分析法是指在研究土地利用变化的驱动力时应用系统论理论和方法,把各个驱动因素看成一个完整系统探讨其整体与部分、结构与功能的关系。其优势在于有效地克服了单因子分析的假定性,与土地这一系统复杂性相适应,在研究深圳市土地利用变化时将驱动力分为两大类,自然因素如气候、水文、土壤等,社会因素如人口变化、技术进步、价值观念等,以系统论观点,初步回答了土地利用变化动力源、驱动力系统内部分力与合力的关系等问题,并通过系统动力学对深圳市土地利用的长期变化趋势做了定量分析,取得了较好的研究效果。

3) 模型化分析法

定量化和模型化是整个土地利用变化驱动力研究的趋势。应用该方法进行驱动力研究是指通过对土地利用变化驱动因子与变化过程之间的简化、拟合、验证等,达到去伪存真的目的,实现对驱动因子筛选、对驱动过程模拟和对未来过程预测。但目前,土地利用变化本身的复杂性、跨学科研究、数据的定量化和标准化及建模方法复杂等问题制约了定量模型研究的发展。土地利用/覆被变化预测模型主要分为以下三类。

一是经验模型。

包括灰色数列预测模型、灰色系统综合预测模型、马尔科夫随机过程等三种模型。灰色数列预测模型方法简单,易于实现,而且对数据质量要求不高,缺点是只适用于短期预测,对于中长期预测有较大偏差;灰色系统综合预测模型,是在分析与研究系统变量间相互关系的基础上,通过建立灰色动态模型群进行求解预测(刘纪远等,2003;陈海等,2004)。马尔科夫随机过程是一种特殊的随机过程,通过确定各土地利用/覆被类型之间的初始状态矩阵和转移矩阵,得到它们之间的转移概率矩阵,预测未来土地利用/覆被的变化,能定量说明土地利用类型之间的相互转化状况,而且可以揭示不同土地利用类型之间的转移速率,但是缺乏空间概念(刘家福等,2009)。

二是机理模型。

包括机理模型、多元回归模型(汪雪格等,2009)、系统动力学预测模型、人工神经网络预测模型。回归分析是研究因变量与自变量之间变动比例关系的一种方法,最终结果是建立某种经验性回归方程,土地利用变化受自然、社会、经济、文化等多因子影响,因而一般建立多元回归模型对土地利用进行预测。系统动力学预测模型通过区域土地利用系统结构分析,选取适当因素建立它们之间的反馈关系,在此基础上建立一系列微分方程构建系统动力学方程,系统在不同参数和不同策略因素输入时的系统动态变化行为和趋势进行模拟与预测,实现区域土地系统的动态仿真,为决策者提供决策支持(高志强和刘纪远,2006)。人工神经网络预测模型通过在土地利用结构影响因子与土地利用结构之间建立非线性映射关系,实现土地利用结构的预测。

机理模型是在一定假设条件下,根据主要因素相互作用的机理,对它们之间的平衡关系的数学描述。

多元回归模型是根据多个自变量与因变量之间的变动关系,进而建立它们之间的数学关系。该模型对研究区域土地利用/覆被变化预测的常用方法通常包括多元线性回归模型和多元非线性回归模型。

系统动力学预测模型是通过系统(或子系统)的信息、物质、能量的流动结构与功能建立一系列微分方程,从而构建系统动力学方程,该方法常用于处理人