

黑龙江科技学院引进高层次人才
科研启动基金项目(06-09)资助

土地利用 生态环境效应研究

——以哈尔滨市为例

STUDY ON ECO-ENVIRONMENTAL EFFECT OF LAND USE
—TAKING HARBIN CITY AS EXAMPLE

王兰霞 著



中国大地出版社

黑龙江科技学院引进高层次人才
科研启动基金项目(06-09)资助

土地利用生态环境效应研究

——以哈尔滨市为例

王兰霞 著

中国大地出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

土地利用生态环境效应研究 / 王兰霞著. —北京: 中国大地出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 80246 - 251 - 9

I. 土… II. 王… III. ①土地利用—研究—哈尔滨市
②生态环境—研究—哈尔滨市 IV. F321.1 X321.235.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 130922 号

责任编辑: 刘玉英 赵 芳

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083

电 话: 010 - 82329127 (发行部) 010 - 82329120 (编辑部)

传 真: 010 - 82329024

网 址: www.chinalandpress.com 或 www.中国大地出版社.中国

印 刷: 北京纪元彩艺印刷有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/32

印 张: 8

字 数: 200 千字

版 次: 2009 年 8 月第 1 版

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1—1000 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 80246 - 251 - 9 / F · 347

定 价: 36.00 元

版权所有 · 侵权必究

序

土地是人类赖以生存和发展的自然资源基础。土地利用是人与自然交叉最为密切的环节。人类对土地的利用过程也就是对生态环境的干预过程。土地利用以及由此导致的土地覆盖变化必然影响生态系统的结构和功能。土地利用/土地覆被变化(简称 LUCC)过程对维持生态系统服务功能起着决定性的作用。不同的土地利用方式、格局、强度和集约度会产生不同的生态环境效应,对生态环境带来不同程度的影响。如毁林开荒、毁草开荒导致土地沙化、盐碱化面积增加,农药、化肥等施用量的增加造成水土污染,坡耕地开垦造成土壤侵蚀等。20 世纪 90 年代以来,我国所采取的一系列对退化生态系统恢复重建的措施已初见成效,对遏制日益加剧的生态环境问题起到了重要的作用。但是,伴随着工业化、城镇化的快速发展,我国土地资源供给的稀缺性与其社会需求的增长性之间呈现失衡的发展趋势,土地资源的非农化倾向不断增强,造成耕地、林地、草地、湿地等具有重要生态价值用地的大量流失。同时,在经济利益的驱动下,严重忽视土地利用的生态效益和社会效益,致使土地资源的不合理利用现象时有发生,由此而引起的土壤侵蚀、土壤污染等土地退化生态环境问题日益突出,形成制约社会经济可持续发展的重要障碍。

20 世纪 90 年代以来,全球环境变化研究领域的两大组织

——国际地圈与生物圈计划和全球环境变化人文组织积极推动对土地利用/土地覆被变化的研究。目前，相关研究在国内外普遍开展，业已成为全球变化研究的前沿和热点问题。在关注LUCC 驱动机制与模型预测、动态监测的同时，与土地利用相关的土地质量变化及其生态环境效应、土地利用的生态环境安全格局问题也受到普遍关注，使得土地利用及其生态环境效应成为科学研究领域的热点问题。目前这方面的研究多集中在微观和小流域尺度上，主要关注土地利用/土地覆被变化的气候、水文效应以及对土壤养分和生物多样性的影响等方面。由于问题的复杂性，目前对土地利用/土地覆被变化生态环境效应的综合分析和评价仍处于探索中。

2005 年 10 月召开的党的十六届五中全会提出“要加快建设资源节约型、环境友好型社会”，首次把建设资源节约型和环境友好型社会确定为我国国民经济和社会发展中长期规划的一项战略任务。环境友好型社会，就是全社会都采取有利于生态环境保护的生产方式、生活方式、消费方式，建立人与环境良性互动的关系。反过来，良好的环境也会促进生产、改善生活，实现人与自然和谐。建设环境友好型社会，就是要以环境承载力为基础，以遵循自然规律为准则，以绿色科技为动力，倡导环境文化和生态文明，构建经济、社会、环境协调发展的社会体系，实现可持续发展。

土地利用规划是为满足社会经济发展目标，依据区域的自然和社会经济条件，在空间和时间上对土地资源进行合理的分配和合理的组织。土地利用规划只有坚持优先保护农田和各种生态环境用地、保护自然生态系统的原则，才能成为实现土地可持续利用和社会经济可持续发展的重要手段。国务院办公厅转发国土资源部《关于做好土地利用总体规划修编前期工作

意见的通知》（国办发〔2005〕32号）在谈到深入研究解决规划修编中土地利用的重大问题时，明确指出要研究如何协调土地利用和生态环境建设的问题，要求按照保护和改善生态环境的原则，围绕保持土地资源可持续利用的目标，研究提出统筹环境保护和生态建设的土地利用调控指标和政策建议。重点是深入分析资源供给、环境容量等限制因素，研究土地利用方式、空间布局对生态环境的影响，提出环境友好型土地利用模式，研究提出有利于环境保护和生态建设的土地利用调控指标和空间管制措施。

哈尔滨是黑龙江省省会，地处东北亚中心位置，是第一欧亚大陆桥和空中走廊的重要枢纽，是我国东北北部政治、经济、文化中心，也是我国省辖市中面积最大、人口居第二位、城市化水平较高的特大城市。自上一轮哈尔滨市土地利用总体规划（1996～2010年）实施以来，较快速的经济的发展使土地利用方式、结构和布局发生了显著变化，用地规模不断扩大，耕地非农化趋势不断加剧，土地的不合理利用引起的土壤侵蚀、土壤污染等问题日趋严重，草地、湿地等重要自然生态系统的功能有退化的趋向，导致生态环境质量下降，土地利用引发的生态环境问题不容忽视。如果不及时采取有效措施进行合理调控，这些将成为制约社会经济可持续发展的重要障碍。

正式基于上述背景，王兰霞博士结合其博士学位论文，通过查阅国内外关于土地利用生态环境效应相关研究的大量文献，在已有研究工作的基础上，收集了大量的哈尔滨市土地利用及其生态环境相关的数据资料，并进行理论总结、系统分析、静态和动态评价、调控方案拟定和对策措施制定等研究，本文的研究成果不但具有重要的理论意义，而且具有广泛的应

用价值。

与国内外同类主题著作和书籍相比，本书有如下特点和独到之处：

(1) 理论和方法体系的系统性强。通过对土地自身特性、土地利用变化及生态环境演化过程的系统分析，深入剖析土地利用与生态环境的关系，系统阐述土地利用对生态系统的服务功能以及生态环境质量的影响、土地利用生态环境调控等基本概念的深刻内涵，为后续的研究奠定坚实的概念基础；系统阐述了土地可持续利用理论、系统理论、调控理论和生态经济协调理论以及土地利用变化监测的遥感和地理信息系统技术与方法及其在本研究中的应用，确定了土地利用生态环境效应研究的理论和方法体系。

(2) 内容结构的层次性强。先后进行哈尔滨市土地利用生态环境协调分级、土地利用生态环境分区并进行生态服务价值空间差异评价，进行哈尔滨城区土地利用变化遥感监测及其生态环境效应分析，进行哈尔滨市域土地利用动态分析及生态环境效应评价、哈尔滨市土地利用生态环境调控研究，实现静态和动态分析评价相结合。

(3) 实践性和应用性强。本书针对研究区土地利用和生态环境特征及问题，构建了哈尔滨市土地利用生态环境协调分级和土地利用生态环境分区的两套指标体系，并分别运用物元评价模型和模糊聚类模型，构建了土地利用生态环境效应空间差异评价的理论和方法体系，将对哈尔滨市土地利用总体规划的编制和实施起到重要的推进作用。

王兰霞博士多年来一直从事土地科学的科研和教学工作，有着良好的专业素养和扎实的专业基础，科研实践经验丰富，富于开拓进取精神，科研成果丰硕。但土地科学博大精深，土

地科学的新观点、新技术、新成果层出不穷，我国土地科学又处在蓬勃发展和深入拓展阶段。期望本书的出版能对我国区域土地可持续利用规划的编制和研究提供新的理论基础和可操作性的行动指南，期望获得学术界和同仁们的关注和指正。

东北农业大学教授、博士生导师 梁学庆
黑龙江省土地学会副理事长
2009年7月6日于哈尔滨

前 言

土地是人类赖以生存和发展的资源基础,人类对土地利用过程也是对生态环境的适应和干预过程。土地利用是生态环境变化的动力,不同的土地利用方式、格局、强度会对生态系统服务功能带来不同程度的影响。随着社会经济的迅速发展,土地由于过度开发利用出现不同程度的退化现象,导致生态环境质量下降,土地生态环境问题已成为制约社会经济可持续发展的重要障碍。哈尔滨是黑龙江省省会,自上一轮土地利用总体规划(1996~2010年)实施以来,较快速的经济发展使其土地利用结构和布局发生了显著变化,城区用地规模不断扩大,耕地非农化趋势不断加剧,土壤侵蚀、土壤污染等问题日趋严重,草地、湿地等重要自然生态系统功能有退化的趋向,土地利用引发的生态环境问题不容忽视。目前,哈尔滨市正处于经济转型期,伴随着区域经济的加速发展,土地利用与生态环境的矛盾日益突出,因此,通过合理的土地利用调控改善生态环境质量尤为关键。

目前,国内外还没有形成区域土地利用生态环境效应研究理论体系的情况下,本书将哈尔滨市作为研究对象,针对其土地利用与生态环境现状和问题,进行哈尔滨市土地利用与生态环境协调分级;进行土地利用生态环境分区,基于生态服务价值核算进行土地利用生态环境效应的空间差异评价;在土地利

用变化的遥感监测、调查、分析基础上进行土地利用变化的生态环境效应动态评价；提出基于经济效益和生态效益“双赢”的土地利用优化调控方案，并从观念创新、技术创新、制度创新、管理创新的角度探索哈尔滨市土地利用生态环境调控的政策和措施。本书对构建土地科学的完整研究体系奠定基础，对哈尔滨市及类似区域的土地利用总体规划的创新研究和实践提供科学依据，从而对促进人地关系协调和社会经济的可持续发展都具有重要的理论价值和实践意义。

研究以土地利用对生态环境的影响为出发点和核心，以土地利用的生态服务价值核算为基础，遵循理论阐述—系统分析—静态评价—动态评价—优化调控的主线，在对目前土地利用与生态环境相关研究成果进行系统总结的基础上，对土地利用、生态系统、生态环境等相关概念的内涵进行系统阐述，并以土地可持续利用理论、系统理论、调控理论、生态经济协调理论以及土地利用变化监测的遥感和地理信息系统技术及其在本研究中的应用，作为研究的理论和方法基础。从哈尔滨市的自然生态环境及社会经济环境要素与特征入手，系统分析其土地利用结构与布局特征，剖析目前存在的主要土地生态环境问题，包括土壤侵蚀和土壤污染在内的土地退化问题、湿地萎缩和生态功能下降问题等，为土地利用生态环境效应评价和调控奠定基础。根据土地利用生态环境协调的总目标，构建土地资源潜力、土地社会经济状态、土地生态环境压力3个准则层和14个指标的评价体系，运用层次分析法确定权重，运用物元评价模型进行土地利用生态环境协调分级，将哈尔滨市土地利用生态环境协调程度分为优秀、良好、一般、较差4个级别，在此基础上揭示了11个县级行政单元在土地利用生态环境协调方面的空间差异。根据哈尔滨市域内县级行政单元的自然环

境条件、社会经济发展、土地利用结构、生态环境问题差异,选取资源、生态环境、经济发展和社会发展共4个指标组,总计20个具有代表性的指标,运用模糊聚类方法进行土地利用生态环境分区,分成西部松嫩平原农牧复合生态区、北部小兴安岭林农复合生态区、东北部三江平原农牧复合生态区、东南部张广才岭林农复合生态区。以生态系统服务功能价值理论和方法为基础,根据不同土地利用类型的生态价值系数测算土地利用生态环境分区的生态服务价值,结果表明,哈尔滨市域内的人口、土地利用、生态环境与社会经济发展在空间分布上极不均衡,特别是西部松嫩平原农牧复合生态区最为显著,从而为制定分区的土地利用生态环境调控对策提供依据。选择土地利用变化显著的哈尔滨市城区作为典型地区,基于 Landsat TM/ETM⁺ 遥感影像数据和地理信息系统空间分析技术,获得不同时期的土地利用变化信息,在此基础上对土地利用变化的生态环境效应进行分析。结果表明,哈尔滨城区土地利用结构发生了重要变化,耕地、建设用地、盐碱地和沙地等面积逐步扩大,草地面积迅速减少,林地面积略有减少,湿地发生显著变化,大部分湿地被开垦,还有部分湿地转化为草地、盐碱地等,这些变化给该区的生态环境带来了巨大的负效应。依据土地利用动态变化模型,以哈尔滨市域的县级行政单元为数据统计单位,进行1996年和2006年两期土地利用数量、结构、程度等方面变化的分析,从生态服务价值变化的空间分布、不同类型生态服务功能价值变化、不同土地利用类型生态服务价值变化等方面,进行土地利用变化的生态环境效应评价,结果表明,哈尔滨市生态服务总价值变化趋势与全国和全省的差异较大,1996~2006年间其生态服务总价值减少了1.17%。引用弹性系数的概念,计算生态价值系数的敏感性指数(CS),

以确定生态服务总价值随时间的变化对于生态价值系数的依赖程度,结果表明,相对于生态价值系数(VC)来说,研究区总的生态服务价值是缺乏弹性的,因此,研究土地利用变化对生态服务总价值变化的影响具有重要的意义。在讨论土地利用生态环境调控的目标及其实现途径的基础上,应用多目标规划方法基于生态效益和经济效益最优进行哈尔滨市土地利用结构优化,结果表明,增加草地、湿地等生态环境用地的比重,有利于提高生态系统服务总价值和改善生态环境质量。同时,提出土地利用生态环境调控措施,包括完善土地生态环境技术支撑体系、完善土地生态法规体系、建立土地生态经济政策体系、强化土地复合生态管理、制定土地利用生态环境分区管理措施等,从而有助于减缓土地利用的生态环境压力,实现土地可持续利用。

2005年以来,我国新一轮的土地利用总体规划修编逐渐从试点阶段发展到在全国范围内开展,2007年哈尔滨市进入土地利用总体规划修编的前期专题研究阶段,土地利用与生态环境专题受哈尔滨国源土地房地产估价有限公司委托,由著者主持研究。在研究过程中,收集了大量的关于哈尔滨市土地利用及其生态环境相关的数据资料,为研究工作的开展奠定了基础。本书是在著者的博士论文基础上修订而成,期待本书的出版能为土地科学的发展贡献一点微薄之力。

著 者

2009年7月5日

目 录

1	绪 论	(1)
1.1	研究背景	(1)
1.2	研究目的与意义	(4)
1.2.1	研究目的	(4)
1.2.2	研究意义	(6)
1.3	国内外研究综述	(7)
1.3.1	国外研究进展	(7)
1.3.2	国内研究现状	(12)
1.3.3	国内外现有研究评述	(19)
1.4	研究内容和研究方法	(20)
1.4.1	研究内容	(20)
1.4.2	研究重点和难点	(22)
1.4.3	研究方法	(23)
2	土地利用生态环境效应研究的基本概念	(25)
2.1	土地利用的内涵	(25)
2.1.1	土地的概念和基本属性	(25)
2.1.2	土地利用的概念和内涵	(27)
2.2	生态系统及服务功能价值	(29)
2.2.1	生态系统的概念	(29)
2.2.2	生态系统服务功能	(30)
2.2.3	生态系统服务功能价值	(33)

2.3	生态环境及其要素组成	(35)
2.3.1	生态环境的概念	(35)
2.3.2	生态环境的要素组成	(36)
2.4	土地利用生态环境效应	(37)
2.4.1	土地利用与生态环境的关系	(37)
2.4.2	土地利用对生态环境质量的影响	(38)
2.4.3	土地利用对生态系统服务功能的影响	(40)
2.5	土地利用生态环境调控	(41)
3	土地利用生态环境效应研究的理论基础和技术 支持	(45)
3.1	土地可持续利用理论	(45)
3.1.1	可持续发展的内涵	(46)
3.1.2	土地可持续利用理论	(46)
3.2	系统理论	(48)
3.2.1	系统论概述	(48)
3.2.2	系统论的应用	(49)
3.3	调控理论	(50)
3.3.1	生态平衡及其调控理论	(51)
3.3.2	调控理论的应用	(52)
3.4	生态经济理论	(54)
3.4.1	生态经济学基本原理	(54)
3.4.2	生态经济协调理论概述	(55)
3.4.3	生态经济协调理论的应用	(57)
3.5	本研究的技术支持和方法	(58)
3.5.1	RS 和 GIS 技术	(59)
3.5.2	土地利用动态变化监测方法	(60)

4	哈尔滨市土地利用与生态环境系统分析	(63)
4.1	自然生态环境及社会经济环境	(63)
4.1.1	自然生态环境	(64)
4.1.2	社会经济环境	(70)
4.2	哈尔滨市土地利用现状	(72)
4.2.1	土地利用总体特征	(72)
4.2.2	土地利用结构	(74)
4.2.3	土地利用布局	(77)
4.3	土地生态环境问题	(81)
4.3.1	土地退化问题	(81)
4.3.2	土壤污染问题	(89)
4.3.3	湿地生态问题	(92)
4.3.4	森林生态问题	(96)
4.3.5	土地盐碱化问题	(97)
5	哈尔滨市土地利用生态环境协调分级	(99)
5.1	土地利用生态环境协调分级概述	(99)
5.1.1	土地利用生态环境协调的内涵	(99)
5.1.2	土地利用生态环境协调分级的依据 和目的	(100)
5.1.3	土地利用生态环境协调分级的思路	(101)
5.2	土地利用生态环境协调分级的指标体系建立	(101)
5.2.1	指标体系建立的原则	(102)
5.2.2	指标体系的构建	(103)
5.3	土地利用生态环境协调指标权重确定的方法	(107)
5.3.1	层次分析法	(108)

5.3.2	均方差方法	(111)
5.4	土地利用生态环境协调物元评价模型	(112)
5.4.1	物元理论及其对区域土地利用生态环境 评价的适用性	(112)
5.4.2	土地利用生态环境协调评价的复合物元 模型	(113)
5.4.3	土地利用生态环境协调评价经典域及节 域的确定	(113)
5.4.4	土地利用生态环境协调待评物元的确定	(116)
5.4.5	单指标关联度和综合关联度计算及评价 等级确定	(118)
5.5	哈尔滨市土地利用生态环境协调分级结果	(119)
5.5.1	土地利用生态环境协调分级指标数据来源	(119)
5.5.2	土地利用生态环境协调分级指标权重结果	(119)
5.5.3	土地利用生态环境协调分级结果分析	(120)
6	哈尔滨土地利用生态环境分区及生态价值评价	(125)
6.1	土地利用生态环境分区概述	(125)
6.1.1	土地利用生态环境分区目的和意义	(125)
6.1.2	土地利用生态环境分区原则	(126)

6.2 土地利用生态环境分区方法	(128)
6.2.1 土地利用生态环境分区指标体系的建立	(128)
6.2.2 土地利用生态环境分区的模糊聚类方法	(131)
6.3 哈尔滨市土地利用生态环境分区结果评述	(132)
6.3.1 西部松嫩平原农牧复合生态区	(133)
6.3.2 北部小兴安岭林农复合生态区	(134)
6.3.3 东北部三江平原农牧复合生态区	(135)
6.3.4 东南部张广才岭林农复合生态区	(136)
6.4 哈尔滨市土地利用生态价值空间差异评价	(139)
6.4.1 生态服务价值评估方法	(139)
6.4.2 土地利用类型的确定	(140)
6.4.3 不同土地利用类型的生态价值系数确定	(141)
6.4.4 土地利用生态环境分区生态价值空间差异评价	(142)
7 哈尔滨城区土地利用遥感监测及生态环境效应分析	(145)
7.1 数据基础与技术准备	(146)
7.1.1 数据基础	(146)
7.1.2 技术平台	(148)
7.1.3 土地利用与覆被分类系统及遥感图像解译标志建立	(149)
7.2 遥感信息提取技术流程	(149)
7.2.1 数据预处理	(149)
7.2.2 遥感影像信息表征	(154)
7.2.3 遥感影像分类	(154)