

西安市土地利用变化 及热岛效应

韩 玲 张 瑜 王晓峰 赵永华 著



科学出版社

西安市土地利用变化及热岛效应

韩 玲 张 瑜 王晓峰 赵永华 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以城市土地利用和热岛效应为主线,利用遥感技术和GIS技术,对西安市地表温度进行定量反演与验证;引入移动窗口分析法,对西安市城市热岛效应边缘进行定量研究与验证,分析城市热岛效应与城市化扩张的相关关系;提出热岛分布指数,探讨西安市城市热岛效应与地表覆盖的内在分布规律以及一种城市热岛效应的综合定量评价指标;定量研究多个影响因子对城市热岛效应的贡献率大小问题;自主构建横向GM关联模型和改进后的纵向UHI-G-ES预测模型并预测西安市城市热岛效应趋势。通过土地利用变化的生态效应研究,基于元胞自动机(CA)模型对西安市建设用地进行动态模拟。

本书可供资源环境遥感、生态学、自然地理等专业的研究生和专业技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

西安市土地利用变化及热岛效应 / 韩玲等著. —北京: 科学出版社, 2018. 4

ISBN 978-7-03-056709-3

I. ①西… II. ①韩… III. ①城市土地—土地利用—研究—西安②城市热岛效应—研究—西安 IV. ①F299.274.11②X16

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第043016号

责任编辑: 韩 鹏 刘浩旻 / 责任校对: 张小霞

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 铭轩堂

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>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年4月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年4月第一次印刷 印张: 10 1/4

字数: 230 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

当今全球化发展的进程中，快速城市化成为全球闻名进步的主要趋势之一，城市化的表现之一便是越来越多的自然景观被城市用地取而代之。城市化这一动态过程极大地改变了生态系统的结构和功能，城市生态环境也发生了剧烈变化，尤其是西部河谷城市生态脆弱性更加突出。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，如何优化国土空间开发格局、加大自然生态系统和环境保护力度，是十八大报告中提出建设生态文明的主要任务。

西安市位于关中平原，是我国西北最大城市，也是最为典型的河谷型城市，区内由北至南地貌差异显著（高原、平原和山地）、土地覆盖/利用类型迥异。西安市是景观格局演变与生态效应研究的天然试验场。以西安市为研究区，具有典型性，研究成果可以直接指导西安市以及类似地区可持续发展的实践。

本书共8章。第1章介绍了土地利用变化的生态效应及其国内外研究进展；第2章分析了西安市城乡建设用地时空扩展模式，并对其驱动因素进行了深入研究；第3章基于元胞自动机（CA）模型对西安市建设用地进行了动态模拟；第4章利用多期遥感影像对现实地表温度进行了反演，定量探讨了地表温度和下垫面的关系；第5章基于移动窗口分析方法对西安市热岛效应的边界进行划分；第6章基于热岛分布指数对城市热岛效应进行了探析；第7章在热岛效应的影响因素分析基础上，基于灰色关联方法定量分析了热岛效应与城市化进程之间的关系；第8章基于多元模型定量预测了探讨了西安市热岛效应。

本书写作分工如下：第1章王晓峰、韩玲、勒斯木初、张明明；第2章勒斯木初、张明明、王晓峰、韩玲、王茸茸；第3章王晓峰、张明明、勒斯木初、王茸茸；第4章韩玲、赵永华、张瑜；第5章韩玲、张瑜；第6章韩玲、张瑜，第7章张瑜、韩玲，第8章张瑜、韩玲。全书由韩玲，王晓峰统稿并校稿。

由于作者水平，书中难免有不足之处，敬请读者不吝批评、指正。

韩 玲

2017年8月6日

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 研究意义	1
1.2 国内外研究进展	3
1.3 研究区的地理位置	5
参考文献	6
第2章 西安市城乡建设用地时空扩展及驱动因素研究	11
2.1 数据来源及其处理	11
2.2 研究方法	12
2.3 建设用地扩展分析	13
2.4 建设用地密度分析	14
2.5 驱动因素分析	16
2.6 本章小结	20
参考文献	21
第3章 西安市城市建设用地动态模拟	23
3.1 研究方法	23
3.2 利用 CA-Markov 模型模拟 2015 年西安市建设用地	27
3.3 模拟精度验证	37
3.4 2020 年、2025 年建设用地预测	38
3.5 1975 ~ 2020 年西安市土地利用类型变化趋势	39
3.6 1975 ~ 2020 年西安市建设用地变化趋势分析	40
3.7 本章小结	41
参考文献	42
第4章 西安市地表温度的遥感反演	44
4.1 数据预处理	44
4.2 基于多期影像的西安市地表温度遥感反演	45
4.3 地表温度与城市下垫面的关系	61
4.4 本章小结	67
参考文献	67
第5章 西安市城市热岛效应的边界确定	69
5.1 移动窗口分析法的原理	69
5.2 基于移动窗口分析法的城市热岛效应边界提取	70
5.3 边界提取精度验证	93

5.4 西安市城市热岛效应时空特征分析	97
5.5 本章小结	103
参考文献	103
第6章 西安市热岛分布指数研究	105
6.1 西安市地表覆盖分类	105
6.2 城市热岛效应等级划分	110
6.3 热岛分布指数的提出	111
6.4 西安市多期热岛分布指数计算	112
6.5 基于热岛分布指数的城市热岛效应分析评价	121
6.6 本章小结	124
参考文献	124
第7章 西安市城市热岛效应影响因素研究	126
7.1 城市热岛效应的影响因素确定	126
7.2 基于灰色关联度的城市热岛效应影响因子定量研究	131
7.3 城市热岛效应与城市化进程的关系分析	135
7.4 本章小结	137
参考文献	138
第8章 西安市城市热岛效应模拟预测模型研究	139
8.1 常见预测模型比较	139
8.2 基于 GM (0, N) 模型的城市热岛效应横向关系模型构建	142
8.3 基于改进的 GM (1, 1) 模型的纵向模拟预测模型 GM-E-UHI 构建	146
8.4 本章小结	154
参考文献	155

第1章 绪 论

1.1 研究意义

1.1.1 城市化是全球变化之一，我国处于快速城市化阶段

城市是人类活动最为密集的区域之一 (Boori and Amaro, 2010)。在当今全球化发展的进程中，快速城市化和工业化被认为是 21 世纪最具影响力的社会现象之一，也是全球进入新的历史发展阶段所面临的重大挑战。城市化也称为城镇化，是指随着一个国家或地区社会生产力的发展、科学技术的进步以及产业结构的调整，其社会由以农业为主的传统乡村型社会向以工业（第二产业）和服务业（第三产业）等非农产业为主的现代城市型社会逐渐转变的历史过程。城市化过程包括人口职业的转变、产业结构的转变、土地及地域空间的变化，其主要表现之一便是越来越多的自然景观被城市用地取而代之。近年来，我国城市呈现快速增长态势（任志远等，2006；杨永春和杨晓娟，2009），正处于快速城市化和工业化阶段。研究表明，1978 ~ 2009 年我国的城镇化率由 17.92% 上升到 46.6%，年均提高 0.9 个百分点（戴均良，2010），并且，据估计，中国城镇化率到 2045 年将达到 70%，2050 年达到 73%，甚至高达 75 %（李秀彬，2009）。剖析城市化进程，解决城市化相关问题，未来关于城市化的相关研究显得尤为重要。

1.1.2 城市生态问题凸显，严重威胁城市的可持续发展

目前，城市化这一动态过程极大地改变了相关地区生态系统的结构和功能，城市生态环境也发生了剧烈变化，尤其是西部河谷城市生态脆弱性更加突出（潘竞虎和任梓菡，2012），且面临着土地资源不足和人口迅速增长的压力（任志远等，2006），以及生物多样性下降、暴雨洪水风险加大等一系列问题，严重威胁城市的可持续发展和居民的生活质量（Kong et al., 2012；Suriya and Mudgal, 2012；俞孔坚等，2012）。脆弱的生态环境、有限的自然资源、低下的生态系统服务能力与不断增长的社会需求是我国尤其是西部地区生态环境与社会经济之间的主要矛盾（陈宜俞，2011）。面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，如何优化国土空间开发格局、加大自然生态系统和环境保护力度，是中国共产党第十八次全国代表大会报告中提出建设生态文明的主要任务，是未来环境研究的重中之重。

1.1.3 基于土地利用格局变化的生态效应研究是解决区域可持续发展的有效途径

景观生态学既是学科,也是方法。景观生态学是研究在一个相当大的区域内,由许多不同生态系统所组成的整体(即景观)的空间结构、相互作用、协调功能及动态变化的一门生态学新分支。景观生态学给生态学带来新的思想和新的研究方法。随着研究的深入,复合景观生态学构成了景观生态学新的学科增长点(傅伯杰等,2008)。从“局地景观生态学研究”走向“对区域联合互动研究”是景观生态学研究的重要方向(李秀珍等,2007)。目前,不少学者引进景观生态分析方法,利用景观生态指数探索、研究了城市化进程中的区域生态景观的发展变化(潘竞虎和石培基,2008;刘沁萍等,2013),结果表明,利用景观指数能够定量分析区域内的生态景观变化情况。景观中格局与过程相互作用表现出一定的景观功能,而这种相互作用和功能表现又随时间和空间尺度的不同产生差异,景观具有多功能性,多种景观功能的协调和优化是景观管理所寻求的基本目标(Lovell et al., 2010),因此,景观多功能性和多功能景观的研究成为国际上景观综合研究的重要学科生长点之一(Wu, 2012;傅伯杰等,2008),系统研究城市化发展对景观格局及其生态环境的影响,评价城市生态、生产用地的服务功效及空间演化(李锋等,2011;周忠学,2011;Strohbach and Haase, 2012;Kadish and Netusil, 2012),从景观格局角度揭示城市热岛效应、生态用地流失、生态服务功能演化和区域生态安全耦合等系列问题,探讨不同城市功能区生态空间优化模式,对于城市健康发展与区域生态安全具有重要意义。

1.1.4 西安市是我国西北最大的城市,具有典型性

西安市位于关中平原,南承秦岭山地,北接黄土高原,属暖温带半湿润大陆性季风气候,冷暖干湿四季分明,是我国西北最大城市,区内河网密集,也是最为典型的河谷型城市,西安市境内海拔高度差异悬殊位居全国各城市之冠,区域内由北至南是3个地貌差异显著、土地覆盖/利用类型迥异的典型地区。近30年来,随着社会经济的快速发展,以及“家庭联产承包”“西部大开发”“退耕还林还草”“城镇化”“一线两带”,和“大关中经济圈”等战略与政策的实施,区域景观变化剧烈(郝慧梅和任志远,2009)。由于城市主体发育既受到周边山脉的限制,又受到谷内河流的分割,其地域空间狭窄且完整性差,受到河谷地形及其周围山地或丘陵较为强烈的直接限制。社会经济发展和人口规模的扩大对该区不同空间的土地利用产生了深刻而有差别的影响(潘竞虎,2011),并产生了严重的生态问题(Zhao et al., 2009;王新杰等,2010)。尤其是为了建设国际化大都市,西安市由原来传统的农业城市发展到基本成熟的城市化地区。同时,为了改善环境,西安市加大了生态建设力度。西安市是景观格局演变与生态效应研究的天然试验场。以西安市为研究区,其具有典型性,研究成果可以直接指导西安市和类似地区可持续发展的实践。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 城市化过程对土地利用格局变化的影响

城市是以人类活动为主导的社会-经济-自然复合生态系统(王如松, 2009)。城市化是一种强烈的地表人类活动过程, 与资源、环境和生态之间相互耦合、相互制约(李双成等, 2009)。城市景观的研究主要集中在城市景观格局、动态变化及其驱动机制方面等(张振龙等, 2009)。主要集中在以下三方面:

1) 基于遥感影像解译与景观制图分析, 利用 Fragstats、Patch 等景观统计模型, 比较不同时期景观格局指数的差异, 以及城市景观格局变化的影响因子成为常用的手段(Wu, 2010; 张金兰等, 2010)。然而, 由于缺乏对景观格局与生态过程之间关系的深刻理解, 很容易发生景观格局指数误用或滥用的情况(吕一河等, 2007)。

2) 城市景观格局演变与空间扩展模式研究(Buyantuyev et al., 2010; 周锐等, 2011; 姚士谋等, 2009; 刘小平等, 2009)。Dietzel 等(2005)认为城市空间扩张可分为外部发散和内部填充两个阶段; 新城市主义将城市的发展总结为填充式开发、再开发, 以及新的生长区和卫星城(唐相龙, 2008; 张振龙等, 2009); Camagni 等(2012)指出城市空间扩展的类型有5类: 填充、外延、沿交通线开发、蔓延和卫星城市。顾朝林和陈振兴(1994)认为中国城市的空间扩展主要有轴向扩展和外向扩展两种形式, 分为圈层式、“飞地”式、轴间填充式和带状扩展式几个阶段; 刘纪远等(2003)认为城市用地空间扩展类型有填充型、外延型、廊道型和卫星城型。总体来看, 对城市景观演变模式的研究比较充分, 但关注重点建设用地扩展模式, 缺乏对生态用地等景观类型演变的研究。

3) 景观格局变化驱动力研究是理解人类活动与景观格局演化关系的基础。城市化过程中, 人类活动对土地资源的干扰往往表现为从低缓平原向高海拔陡峻山地递减的趋势(卜心国, 2008), 并且不同用地类型在城市化过程中所受到的空间胁迫不同, 城市扩张既受到了空间可达性的约束, 也受到了社会经济因素的影响, 如人口、经济、土地政策等(杨叶涛, 2010)。自20世纪末景观格局演变驱动因子研究成为热点以来, 已经积累了大量的案例研究素材(Li et al., 2013; Schneeberger et al., 2007)。但由于其问题导向型的特征, 学者在研究时大多拘泥于个案本身, 既缺乏对某一类相似景观格局变化驱动力的归纳, 也较少进行跨时空对比, 对于主导驱动力的时间尺度和空间尺度效应, 尤其是主题尺度效应的关注不足, 并且对于驱动因子识别和驱动机制的研究尚没有形成相对成熟的研究范式。驱动因子的识别多以定性描述为主, 定量分析相对缺乏, 且主要以相关关系分析为手段(吴健生等, 2012)。加强多学科综合是景观格局驱动力研究的必然趋势(李秀彬, 2009)。

1.2.2 土地利用格局变化的生态效应进展

城市人口大量增加和工业生产规模化集中, 导致城市不透水面增加、内涝加剧、热岛效应增强、城市湿地面积急剧缩小、生物多样性丧失, 特别是严重影响了生态系统为人类

提供生命支持和福利的生态系统服务的能力(周忠学, 2011; Nuissl and Haase, 2009; Caradot, et al., 2011), 所有这些均与城市土地利用格局变化密切相关, 突出表现在生态系统服务、城市热岛效应和生态用地流失等方面。

1) 城市化对生态系统服务影响的研究: 城市化发展对生态系统服务价值有明显影响(王晓峰, 2009), 城市生态系统服务价值总量随土地利用强度的增强呈现逐年增加的趋势, 主要原因是土地利用强度的变化与供给服务和文化服务呈正相关关系, 而与调节服务和支持服务呈负相关关系(石龙宇等, 2010)。在城市化地区, 城市化导致生态系统的初级生产力(NPP)发生显著变化, 在有些区域NPP下降, 但在干旱区的干旱年份NPP则上升, 同时, 城市化导致生态系统的NPP空间异质性增强(Deyong et al., 2009; Tian et al., 2010; Xu et al., 2012); 还有一些学者分析了城市化与人类供给和需求、与生态足迹强度之间的关系等(刘某承等, 2010)。

2) 城市化对生态系统物质流动和能量循环过程的影响研究: 城市发展导致的景观斑块化和自然栖息地退化改变了生态系统的能量流动和营养循环(Alberti, 2005), 影响生态系统有机物质的分解速度等(Chadwick et al., 2006); 其中, 城市热岛效应是城市人口聚集和景观格局演变的最直接的影响, 将会影响到城市生态功能和人居环境健康(Jusuf et al., 2007; Li et al., 2009; Sun et al., 2012)。而城市湿地等景观对城市热环境具有一定的调控和抑制作用, 并且湿地形状、位置和大小可以反映城市冷岛强度(Sun et al., 2012; Onishi et al., 2010; Papangelis et al., 2012), 城市绿化覆盖率越高, 降温效应越明显, 但不透水面积比例提高会增强城市热岛效应(Xiao et al., 2007; Imhoff et al., 2010)。近年来, 城市景观格局与地表热环境的定量关系研究逐渐得到重视, 并成为指导城市景观设计和规划的重要依据。研究表明, 在绿地覆盖率相当的情况下, 大斑块绿地降温效应明显高于小斑块绿地(陈辉等, 2009; Ma et al., 2010; 谢苗苗等, 2011), 但是绿地和水体对气温的调节作用往往存在一个阈值, 只有在该阈值范围内的景观才能发挥出最大的气温调节功能(朱春阳等, 2011), 而且绿地和水体斑块的形状也会影响热岛效应的强弱(Chang et al., 2007)。一些研究也发现城市景观的空间位置及其空间邻接关系也会对热岛效应产生显著影响(Li et al., 2011; Sun et al., 2012b), 并且城市下垫面的变化对热环境有明显的影响(冯晓刚和石辉, 2012)。

1.2.3 城市生态用地与城市生态安全

如何通过城市生态用地的合理规划与设置探讨控制城市环境灾害发生, 实现城市生态安全是目前大家关注的热点(Pauleit et al., 2005; 俞孔坚等, 2009)。土地利用/土地覆被是影响暴雨洪水过程的一个重要因素(袁艺等, 2003; Suriya and Mudgal, 2012)。在城市化水平不断提高的背景下, 以城镇用地大面积增加、生态用地和农业用地大面积流失为特点的城市化过程, 对暴雨径流和洪水过程产生了显著影响, 使得最大洪峰流量和洪量加大、汇流时间缩短。但研究发现降雨本身并不是洪涝灾害日趋严重的主要原因, 而以城镇用地的大量增加、生态用地和农业用地的大面积减少为主要特征的快速城市化过程成为城市洪涝灾害爆发的主因(袁艺等, 2003)。在土地资源有限而城市扩张迅猛的情况下, 在发展与保护双重压力下, 科学判别和界定城市扩张背后的生态用地底线并给予合理保护,

最终建立科学合理的生态空间，对于城市生态系统健康和可持续发展具有重要的理论和现实意义 (Nuissl et al., 2009)。城市生态用地集成了多种生态功能，也是生态系统稳定和区域生态安全的重要保障 (Lovell and Johnston, 2009)。俞孔坚等 (2009) 从土地的地表属性和空间属性两个方面界定了生态用地的内涵，并以北京市为例，模拟了北京城镇格局扩张的生态环境效应，指出了北京基于“低水平生态安全格局”的城镇发展格局，以及所需要的生态用地底线 (俞孔坚等, 2010)。

利用景观空间模型对景观格局进行优化并实现生态用地科学管理是近年来一个重要的发展趋势。除了利用元胞自动机等模型外，已有大量相关模型，如 PLM (patuxent landscape model) 景观模型，能够阐明不同管理和气候情景下流域的生态效应 (Voinov et al., 2007)；InVEST (integrated valuation of ecosystem services and tradeoffs) 用于计算生态系统服务的生物物理量 and 价值量，可用于生态系统服务的建模和决策支持；GUMBO (global unified metamodel of the biosphere) 模型是第一个包括动态地球系统内部人类技术、经济生产和福利，以及生态系统物品和服务之间动态反馈的全球模型 (Boumans et al., 2002)。模型研究的优势是可以融合多源空间信息，并结合生态系统服务评估，为生态用地规划、管理与生态空间优化提供决策支持。

1.3 研究区的地理位置

西安市位于渭河流域中部关中盆地，是西北地区最大的城市，介于 $107^{\circ}40' \sim 109^{\circ}49'E$ 和 $33^{\circ}39' \sim 34^{\circ}45'N$ 。西安市辖境东西长约 204 km，南北宽约 116 km，面积为 10106.1 km^2 。本书以西安市部分区县为研究区域 (图 1.1)，西安市平均海拔为 400 ~ 500 m，南接秦岭

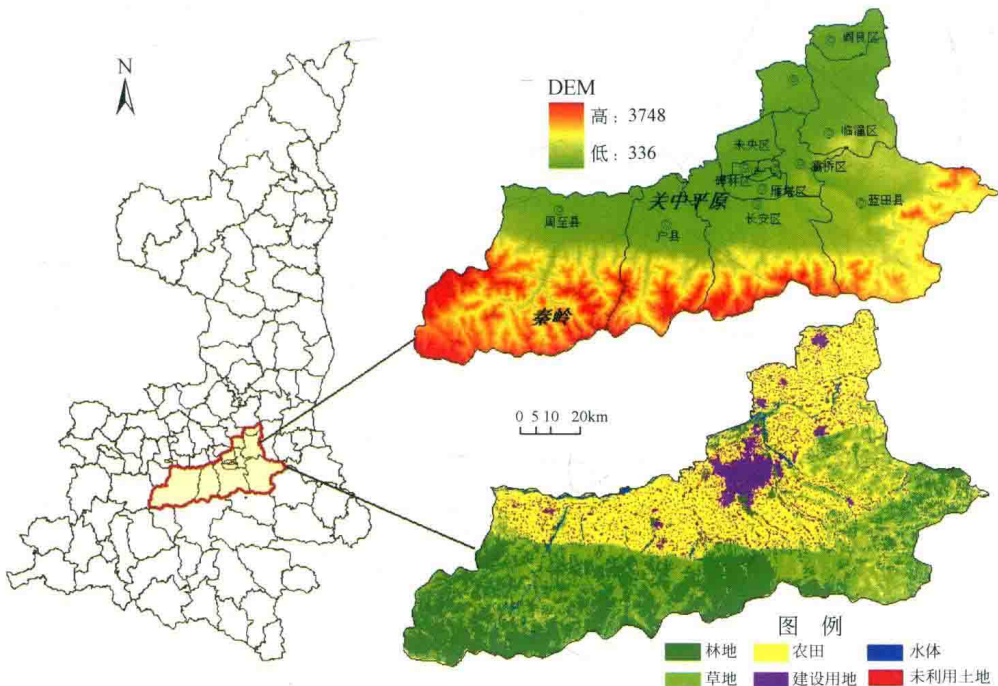


图 1.1 研究区位置图 (左)、地形与行政区划图 (右上) 和土地利用图 (右下)

北麓,北临渭河和黄土高原,地势南高北低。西安市属于东亚暖温带大陆季风性气候,四季冷暖、干湿分明, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 4400°C ,年平均气温为 $6.4\sim 14.9^{\circ}\text{C}$,年平均降水量为 743.7 mm ,平均蒸发量为 898.9 mm ,年平均相对湿度为 $70\%\sim 73\%$,全年日照时数为 $1983.4\sim 2267.3\text{ h}$ 。北部平原以耕地、园地、城镇建设用地和文物遗址保护用地为主,占市域土地总面积的 45.4% ,土地利用效益较高。南部秦岭山地以林地、草地、未利用土地为主,占市域土地总面积的 54.6% ,是全市的自然生态保护用地。

参考文献

- 卜心国,王仰麟,沈春竹,等.2008.深圳市地形对土地利用动态的影响.地理研究,28(04): 1011-1021.
- 陈百明,张凤荣.2011.我国土地利用研究的发展态势与重点领域地理研究,30(1): 1-9.
- 陈辉,古琳,黎燕琼,等.2009.成都市城市森林格局与热岛效应的关系.生态学报,29(9): 4865-4874.
- 陈宜俞.2011.中国生态系统服务与管理战略.北京:中国环境科学出版社.
- 戴均良,高晓路,杜守帅.2010.城镇化进程中的空间扩张和土地利用控制.地理研究,29(10): 1822-1832.
- 冯晓刚,石辉.2012.西安城市热环境格局的动态演变.生态学杂志,(11): 2921-2925.
- 冯彦,康斌,杨丽萍.2012.将被广泛接受的指标作为河流健康评价关键指标的可行性分析(英文). Journal of Geographical Sciences, (1): 46-56.
- 傅伯杰,吕一河,陈利顶,等.2008.国际景观生态学研究新进展.生态学报,(2): 798-804.
- 顾朝林,陈振光.1994.中国大都市空间增长形态.城市规划,18(6): 45-50.
- 郝慧梅,任志远.2009.基于栅格数据的陕西省人居环境自然适宜性测评.地理学报,(4): 498-506.
- 角媛梅.2009.哀牢山区梯田景观多功能的综合评价.云南地理环境研究,20(6): 7-10.
- 李迪华,王春连.2012.国土生态安全格局底线.城市空间设计,(3): 6-9.
- 李锋,叶亚平,宋博文,等.2011.城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变——以常州市为例.生态学报,(19): 5623-5631.
- 李双成,刘金龙,张才玉,等.2011.生态系统服务研究动态及地理学研究范式.地理学报,66(12): 1618-1630.
- 李双成,赵志强,王仰麟.2009.中国城市化过程及其资源与生态环境效应机制.地理科学进展, 28(1): 63-70.
- 李秀彬.2009.对加速城镇化时期土地利用变化核心学术问题的认识.中国人口资源与环境,19(5): 1-5.
- 李秀珍,胡远满,贺红士,等.2007.从第七届国际景观生态学大会看当前景观生态学研究的特点.应用生态学报,18(12): 2915-2916.
- 刘纪远,王新生,庄大方,等.2003.凸壳原理用于城市用地空间扩展类型识别.地理学报,58(6): 885-892.
- 刘某承,李文华,谢高地.2010.基于净初级生产力的中国生态足迹产量因子测算.生态学杂志, 29(3): 592-597.
- 刘沁萍,杨永春,田洪阵.2013.基于景观生态视角的兰州市城市化空间模式定量研究.干旱区资源与环境, 27(1): 1-4.
- 刘小平,黎夏,陈逸敏,等.2009.景观扩张指数及其在城市扩展分析中的应用.地理学报,64(12):

1430-1438.

- 刘摇莉. 2011. 以多功能为目标的森林模拟优化系统 (FSOS) 的算法与应用前景. 应用生态学报, 22 (11): 3067-3072.
- 陆大道. 2011. 人文-经济地理学的方法论及其特点. 地理研究, 30 (3): 387-396.
- 吕一河, 陈利顶, 傅伯杰. 2007. 景观格局与生态过程的耦合途径分析. 地理科学进展, (3): 1-10.
- 潘竞虎, 石培基. 2008. 河谷型城市城乡交错带景观格局空间特征分析——以兰州市安宁区为例. 西北师范大学学报: 自然科学版, 44 (2): 103-107.
- 潘竞虎, 任梓菡. 2012. 基于景观格局和土壤侵蚀敏感性的兰州市生态脆弱性评价. 土壤, 44 (6): 1015-1020.
- 潘竞虎. 2011. 兰州市景观生态格局热环境效应研究. 兰州大学博士学位论文.
- 任志远, 李晶, 王晓峰. 2006. 城郊土地利用变化与区域生态安全动态. 北京: 科学出版社.
- 石龙宇, 崔胜辉, 尹锴, 等. 2010. 厦门市土地利用/覆被变化对生态系统服务的影响. 地理学报, 65 (6): 708-714.
- 史培军, 宋长青, 景贵飞. 2002. 加强我国土地利用/覆盖变化及其对生态环境安全影响的研究. 地球科学进展, 17 (2): 161-168.
- 宋志军, 刘黎明. 2011. 北京市城郊农业区多功能演变的空间特征. 地理科学, (4): 427-433.
- 唐相龙. 2008. 新城市主义及精明增长之解读. 城市问题, 1: 87-90.
- 王如松. 2009. 弘扬生态文明深化学科建设. 生态学报, 29 (3): 1055-1067.
- 王晓峰. 2009. 榆林市土地生态系统服务功能价值测评. 地球科学与环境学报, 31 (3): 302-305.
- 王新杰, 薛东前, 延军平, 等. 2010. 西安市城市化与生态环境动态关系分析. 地球与环境, (1): 43-48.
- 吴健生, 王政, 张理卿, 等. 2012. 景观格局变化驱动力研究进展. 地理科学进展, 31 (12): 1739-1746.
- 肖笃宁, 李秀珍. 1997. 当代景观生态学的进展和展望. 地理科学, 17 (4): 356-364.
- 谢苗苗, 王仰麟, 付梅臣. 2011. 城市地表温度热岛影响因素研究进展. 地理科学进展, 30 (1): 35-41.
- 杨永春, 杨晓娟. 2009. 1949~2005 年中国河谷盆地型大城市空间扩展与土地利用结构转型——以兰州市为例. 自然资源学报, (1): 37-49.
- 姚士谋, 陈爽, 吴建楠, 等. 2009. 中国大城市用地空间扩展若干规律的探索. 地理科学, 29 (1): 15-21.
- 俞孔坚, 李海龙, 李迪华, 等. 2009. 国土尺度生态安全格局. 生态学报, 29 (10): 5163-5175.
- 俞孔坚, 王思思, 李迪华. 2012. 区域生态安全格局: 北京案例. 北京: 中国建筑工业出版社.
- 俞孔坚, 王思思, 乔青. 2010. 基于生态基础设施的北京市绿地系统规划策略. 北京规划建设, (3): 54-58.
- 袁艺, 史培军, 刘颖慧, 等. 2003. 土地利用变化对城市洪涝灾害的影响. 自然灾害学报, (3): 6-13.
- 张金兰, 欧阳婷萍, 朱照宇, 等. 2010. 基于景观生态学的广州城镇建设用地扩张模式分析. 生态环境学报, (2): 410-414.
- 张盼盼, 胡远满. 2008. 多功能景观研究进展. 安徽农业科学, 36 (28): 12454-12457.
- 张润森, 濮励杰, 文继群, 等. 2012. 建设用地扩张与碳排放效应的库兹涅茨曲线假说及验证. 自然资源学报, 27 (5): 723-733.
- 张振龙, 顾朝林, 李少星. 2009. 1979 年以来南京都市区空间增长模式分析. 地理研究, (3): 817-828.
- 甄霖, 魏云洁, 谢高地, 等. 2010. 中国土地利用多功能性动态的区域分析. 生态学报, 30 (24): 6749-6761.

- 周华荣. 2005. 干旱区湿地多功能景观研究的意义与前景分析. 干旱区地理, 28 (1): 16-20.
- 周锐, 苏海龙, 胡远满, 等. 2011. 不同空间约束条件下的城镇土地利用变化多预案模拟. 农业工程学报, 27 (3): 300-308.
- 周忠学. 2011. 城市化对生态系统服务功能的影响机制探讨与实证研究. 水土保持研究, 18 (5): 32-38.
- Alberti M. 2005. The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review*, 28 (2): 168-192.
- Assessment M E. 2003. *Ecosystem and Human Well-Being*. Washington D C: Island Press.
- Boori M S, Amaro V E. 2010. Land use change detection for environmental management: using multi-temporal, satellite data in the Apodi Valley of northeastern Brazil. *Applied GIS*, 6 (2): 1-15.
- Boumans R, et al. 2002. Modeling the dynamics of the integrated earth system and the value of global ecosystem services using the GUMBO model. *Ecological Economics*, 41 (3): 529-560.
- Buyantuyev A, Wu J, Gries C. 2010. Multiscale analysis of the urbanization pattern of the Phoenix metropolitan landscape of USA: time, space and thematic resolution. *Landscape and Urban Planning*, 94 (3-4): 206-217.
- Camagni R, Gibelli M C, Rigamonti P. 2002. Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. *Ecological Economics*, 40 (2): 199-216.
- Caradot N, Granger D. 2011. Urban flood risk assessment using sewer flooding databases. *Water Science and Technology*, 64 (4): 832-840.
- Chadwick M A, Dobberfuhl D R, Benke A C, et al. 2006. Urbanization affects stream ecosystem function by altering hydrology, chemistry, and biotic richness. *Ecological Applications*, 16 (5): 1796-1807.
- Chang CR, et al. 2007. A preliminary study on the local cool-island intensity of Taipei city parks. *Landscape and Urban Planning*, 80 (4): 386-395.
- Deyong Y, Hongbo S, Peijun S, et al. 2009. How does the conversion of land cover to urban use affect net primary productivity? A case study in Shenzhen city, China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (11): 2054-2060.
- Dietzel C, Herold M, Hemphill J J, et al. 2005. Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: empirical links to urban theory. *International Journal of Geographical Information Science*, 19 (2): 175-195.
- Imhoff M L, Zhang P. 2010. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. *Remote Sensing of Environment*, 114 (3): 504-513.
- Jusuf S K, et al. 2007. The influence of land use on the urban heat island in Singapore. *Habitat International*, 31 (2): 232-242.
- Kadish J, Netusil N R. 2012. Valuing vegetation in an urban watershed. *Landscape and Urban Planning*, 104 (1): 59-65.
- Kong F, Yin H, Nakagoshi N, et al. 2012. Simulating urban growth processes incorporating a potential model with spatial metrics. *Ecological Indicators*, 20: 82-91.
- Li JJ, et al. 2009. Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. *Ecological Complexity*, 6 (4): 413-420.
- Li X, Zhou W, Ouyang Z. 2013. Forty years of urban expansion in Beijing: what is the relative importance of physical, socioeconomic, and neighborhood factors? *Applied Geography*, 38 (0): 1-10.
- Liu J, Dietz T, Carpenter S R, et al. 2007. Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317 (5844): 1513-1516.

- Lovell S T, Johnston D M. 2009. Designing Landscapes for Performance Based on Emerging Principles in Landscape Ecology. *Ecology and Society*, 14 (1): 44.
- Lovell S T, Nathan C A, Olson M B, et al. 2010. Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: an evolving framework to evaluate the design of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 103 (5): 327-341.
- Ma Y, et al. 2010. Coupling urbanization analyses for studying urban thermal environment and its interplay with biophysical parameters based on TM/ETM+ imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 12 (2): 110-118.
- Nuissl H, Haase D. 2009. Environmental impact assessment of urban land use transitions—A context-sensitive approach. *Land Use Policy*, 26 (2): 414-424.
- Onishi A, Cao X. 2010. Evaluating the potential for urban heat-island mitigation by greening parking lots. *Urban Forestry & Urban Greening*, 9 (4): 323-332.
- Papangelis G. 2011. An urban “green planning” approach utilizing the Weather Research and Forecasting (WRF) modeling system. A case study of Athens, Greece. *Landscape and Urban Planning*, 105 (1-2): 174-183.
- Pauleit S, Ennos R, Golding Y. 2005. Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change—a study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*, 71 (2): 295-310.
- Şahin Ş, Bekişoğlu Ü. 2009. Landscape planning and management strategies for the Zir Valley, near Ankara, Turkey. *Environmental Geology*, 57 (2): 297-305.
- Schneeberger N, Bürgi M, Hersperger A M, et al. 2007. Driving forces and rates of landscape change as a promising combination for landscape change research—an application on the northern fringe of the Swiss Alps. *Land Use Policy*, 24 (2): 349-361.
- Stockdale A, Barker A. 2009. Sustainability and the multifunctional landscape: an assessment of approaches to planning and management in the Cairngorms National Park. *Land Use Policy*, 26 (2): 479-492.
- Strobbach M W, Haase D. 2012. Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: Analysis of patterns in a European city. *Landscape and Urban Planning*, 71 (2): 295-310.
- Sun R, Chen A, Chen L, et al. 2012. Cooling effects of wetlands in an urban region: the case of Beijing. *Ecological Indicators*, 20: 57-64.
- Suriya S, Mudgal B. 2012. Impact of urbanization on flooding: the Thirusoolam sub watershed—a case study. *Journal of Hydrology*, 412: 210-219.
- Tian H, Chen G, Liu M, et al. 2010. Model estimates of net primary productivity, evapotranspiration, and water use efficiency in the terrestrial ecosystems of the southern United States during 1895-2007. *Forest Ecology and Management*, 259 (7): 1311-1327.
- Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J, et al. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277 (5325): 494-499.
- Voinov A, Farley J. 2007. Reconciling sustainability, systems theory and discounting. *Ecological Economics*. 63 (1): 104-113.
- Wu J. 2010. Urban sustainability: an inevitable goal of landscape research. *Landscape Ecology*, 25 (1): 1-4.
- Wu J. 2012. Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park workshop. *Landscape Ecology*, 28 (1): 1-11.
- Xiao R B, et al. 2007. Spatial pattern of impervious surfaces and their impacts on land surface temperature in Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences*. 19 (2): 250-256.

- Xu C, Li Y, Hu J, et al. 2012. Evaluating the difference between the normalized difference vegetation index and net primary productivity as the indicators of vegetation vigor assessment at landscape scale. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184 (3): 1275-1286.
- Zhao C, Zhang Q, Ding X, et al. 2009. Monitoring of land subsidence and ground fissures in Xian, China 2005-2006: mapped by SAR interferometry. *Environmental Geology*, 58 (7): 1533-1540.

第2章 西安市城乡建设用地时空扩展及驱动因素研究

城镇化过程中的城乡建设用地动态演变最为显著,是土地利用变化研究的焦点之一(黄季焜等,2007;罗妮等,2014)。我国正处在城镇化快速发展时期,据联合国预测,2020年中国超过一半的人口将居住在城镇地区,2050年这一比例预计可能会达到70%左右(Grimm et al., 2008; Cohen, 2004)。快速城市化进程加剧了耕地资源的流失,如沿海各省(市)2010年的土地指标在2001年已经用完(李双成等,2009),同时城镇建设用地规模在不断扩大,而农村建设用地并未按照理论预期有所减少(李效顺,2008),伴随着城乡建设用地的增加,不透水面也随之增加,城市内涝等环境问题也有所加剧。城乡建设用地内部结构和布局不尽合理,集约节约利用水平较低,城镇扩张造成的生态环境恶化等问题普遍存在(罗妮等,2014)。人多地少的基本国情决定了中国今后和未来都必须面对建设用地与耕地保护这一日趋尖锐的矛盾(黄季焜等,2007)。城乡建设用地的统筹规划与利用是实现城乡统筹的关键内容之一(Deng et al., 2010),开展区域城乡建设用地扩张的时空规律与驱动机制研究对于加深对城市化本质的理解,提高土地利用效率、合理规划区域土地利用、制定科学的土地政策,促进区域可持续发展等具有一定的现实意义。

城乡建设用地变化及驱动机制是国内外研究的热点领域(Wu et al., 2013; Montgomery, 2008)。其中,城市土地利用变化与经济、人口、政策等因素的关系有着密切关注(Liu et al., 2005; Yin et al., 2011; Bbtisani and Yarnal, 2009);国内集中在城镇扩展(郝凤明等,2009;渠爱雪和仇方道,2013;刘润润等,2013)、居民点变化(田光进等,2003;周伟等,2011)和城乡建设用地增减挂钩(林国斌等,2012;王婧 et al., 2011)等方面,并且研究主要集中在北京(Li et al., 2013; Kuang et al., 2009)、上海、武汉(Wang et al., 2012)等特大城市及京津唐(Tan et al., 2005)、珠江三角洲(Ye et al., 2013)和长江三角洲(Tian et al., 2011)等东部沿海经济发达地区。由于城乡建设用地概念界定与统计口径不一致(林坚,2009),尤其是2000年以来我国大规模撤县设区,城市周边广大农村地区也纳入了市辖区范围,城市扩展与乡村城镇化同时并起,城乡界线变得模糊,以传统的二元分法不能准确地反映现代城市地域结构特征(王海鹰和张新长,2012),城乡建设用地内部结构演变以及城镇建设用地和农村居民点变化的影响因素研究尚属薄弱环节,尤其是西部城乡建设用地相关研究有所欠缺。本书从城乡统筹视角出发,基于遥感和GIS空间分析技术,在网格窗体基础上对西安市开展城乡梯度建设用地变化及驱动机制研究,旨在掌握西安市城乡梯度建设用地扩展的时空特征和总体演变规律,不仅有地域性意义,而且对全国城市,尤其是西部城市,也具有补充和指导意义。

2.1 数据来源及其处理

本书收集了30m DEM数据,西安市1:25万行政区划图,1975年、1990年、2000