

景观格局变化与 生态系统服务

范钦栋 著



科学出版社

景观格局变化生态系统服务

范钦栋 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

近几十年来,全球城市化进程在加快,地表景观变化日新月异。城市化推动了社会经济的发展,但也带来了一系列的环境问题。本书以景观格局变化来量化城市化进程,以生态系统服务来量化环境的变化,首先对景观格局变化和生态系统服务进行了介绍,随后以案例形式对景观格局变化下的生态系统服务响应进行了研究。本书选取的案例研究区属于中国城市化的代表区域,位于河南省郑州市和开封市的城市对接区,著者以景观生态学为主、多学科融合的方法,对郑汴一体化核心区域的景观格局变化及生态系统服务的响应进行了研究,有助于读者理解城市化过程对区域生态系统服务的影响,并为生态系统服务关系的分类研究和生态系统服务关系的多时段研究提供了新的思路。同时,本书在生态系统服务研究的基础上也给出了研究区生态系统服务管理的具体建议,可以为相关研究和政策制定提供参考依据。本书内容丰富、新颖,是一本值得学习和研究的著作。

本书可供各级政府决策部门、地理学和生态学相关学科研究人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

景观格局变化与生态系统服务/范钦栋著. —北京:科学出版社,2017.8

ISBN 978-7-03-053753-9

I. ①景… II. ①范… III. ①景观学—生态学—研究—河南
IV. ①Q149

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第133546号

责任编辑:刘畅 刘丹 韩书云/责任校对:王晓茜

责任印制:吴兆东/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>

北京中石油彩色印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年8月第一版 开本:720×1000 1/16

2017年8月第一次印刷 印张:11 3/4

字数:249 000

定价:69.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

近几十年来，城市化在全球快速推进，城市用地不断向外围扩展。城市化的发展推进了社会经济的发展，但也带来了一系列的环境问题，在中国乃至全球，城市化区域已经成为了生态脆弱区。本书的案例研究区属于中国城市化发展的代表区域，位于河南省郑州市和开封市的城市对接区域，是郑汴一体化的核心区域，也属于国家中心城市和自贸区的划定范围。自 21 世纪以来，研究区的景观格局发生了很大变化，但景观格局的变化程度如何，对区域生态系统服务的影响怎样，是当地政府和群众亟待了解的问题。

本书采用以景观生态学为主、多学科融合的方法，探讨研究区 2000~2015 年的景观格局变化及生态系统服务的响应问题，有助于理解城市化过程对区域生态系统服务的影响。同时，本书为景观格局变化下的生态系统服务研究提供了新的思路，如生态系统服务关系的分类研究和生态系统服务关系的多时段研究等。本书在生态系统服务研究的基础上也给出了研究区生态系统服务管理的具体建议，可以为相关研究和政策制定提供参考依据。

此外，本书在写作过程中得到河南大学丁圣彦教授、洛阳师范学院梁留科教授等的指导，同时也得到 2017 年度中国科协高端科技创新智库青年项目（No. DXB-EKQN-2017-026）；国家自然科学基金（No.41371195，No.91547209，No.51409103，No.41501466）；洛阳师范学院“旅游管理”河南省优势特色学科，中原经济区智慧旅游河南省协同创新中心，中意智慧城市合作研究室；河南大学博士后科研启动经费，河南省哲学社会科学规划项目阶段性成果（2017BYSO16）；华北水利水电大学设计学特色学科等的支持，在此一并表示衷心感谢。

由于著者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

范钦栋

2017 年 8 月

目 录

前言	
第 1 章 绪论	1
1.1 本书写作背景	1
1.2 国内外研究进展	2
1.2.1 城市化概述	2
1.2.2 景观格局研究进展	2
1.2.3 生态系统服务研究进展	7
1.2.4 景观格局变化下的生态系统服务响应研究进展	13
1.3 本书的研究内容和研究意义	15
1.3.1 研究内容	15
1.3.2 研究意义	15
1.4 拟解决的关键科学问题	18
第 2 章 研究区概况	19
2.1 地理位置	19
2.2 研究区选择依据	20
2.2.1 研究区选择的代表性	20
2.2.2 研究区选择的典型性	20
2.2.3 研究区选择的战略意义	20
2.2.4 研究区亟待解决的实际问题	20
2.3 自然地理概况	21
2.3.1 地形	21
2.3.2 气象气候	21
2.3.3 土壤和水文	21
2.3.4 主要植被	22
2.4 生态环境现状	22
2.5 社会经济概况	22
第 3 章 研究方法	24
3.1 基本方法	24
3.1.1 资料搜集与野外调查相结合	24

3.1.2	多学科理论方法相结合	24
3.1.3	定量和半定量方法相结合	24
3.2	具体研究方法	25
3.2.1	数据的来源与处理	25
3.2.2	数据的精度评价	26
3.2.3	景观格局变化及驱动力分析	27
3.2.4	景观格局的动态预测	27
3.2.5	景观格局变化下的生态系统服务评价	27
3.2.6	生态系统服务之间的关系研究	27
3.2.7	景观格局与生态系统服务的对应关系研究	27
3.3	技术路线	28
第4章	景观格局动态变化	29
4.1	景观要素分类与制图分析	29
4.1.1	景观要素分类	29
4.1.2	景观动态变化特征	29
4.1.3	景观变化热点区域分析	31
4.2	景观格局指数的选择和研究尺度的确定	33
4.2.1	景观格局指数的选择	33
4.2.2	研究尺度的确定	35
4.3	景观格局指数分析	40
4.3.1	景观水平	40
4.3.2	类型水平	42
4.4	景观要素面积转化	51
4.4.1	2005~2010年的景观要素面积转化	51
4.4.2	2010~2015年的景观要素面积转化	51
4.5	景观格局的梯度分析	52
4.5.1	梯度分析的幅度	52
4.5.2	梯度分析的结果	55
4.6	研究区总体景观格局的动态变化	58
4.7	景观格局的变化预测	59
4.8	景观格局变化的动因分析	61
4.8.1	自然因子影响	62
4.8.2	人文因子影响	63
4.9	本章小结	67

第 5 章 景观格局变化背景下的生态系统服务评价	69
5.1 生态系统服务的选择	69
5.2 碳储量服务评价	70
5.2.1 基础数据来源	70
5.2.2 数据的修正与处理	73
5.2.3 碳储量服务量化及制图	74
5.2.4 碳储量服务管理建议	78
5.3 生境质量服务评价	78
5.3.1 生境评价方法	79
5.3.2 评价参数设定	80
5.3.3 生境评价结果	82
5.4 景观文化服务评价	92
5.4.1 景观文化评价	92
5.4.2 景观文化服务管理建议	96
5.5 小麦产量服务评价	96
5.5.1 小麦产量评价	96
5.5.2 小麦产量服务管理建议	97
5.5.3 粮食生产可持续发展讨论	97
5.6 本章小结	98
第 6 章 生态系统服务之间的关系研究	100
6.1 生态系统服务之间关系的分类框架和定义	100
6.1.1 生态系统服务之间关系的分类框架	100
6.1.2 生态系统服务之间关系的定义	100
6.1.3 生态系统服务关系的研究发展方向	104
6.2 生态系统服务之间关系的多时段对比研究	104
6.2.1 以动态当量因子法为基础的生态系统服务之间关系的研究	105
6.2.2 以本书研究的 4 种生态服务为例进行分析	110
6.3 本章小结	113
第 7 章 景观格局和生态系统服务的对应关系研究	115
7.1 理论基础和数据来源	115
7.2 研究结果	116
7.3 本章小结	118
第 8 章 结论、讨论和创新点	119
8.1 景观格局研究的主要结论	119
8.1.1 景观格局变化明显,人为影响是其主要驱动力	119

8.1.2	生态系统服务总体处于下降趋势	120
8.1.3	生态系统服务之间的关系复杂	121
8.1.4	景观格局和生态系统服务之间的相关程度不一	122
8.2	景观格局研究的讨论	122
8.2.1	景观格局研究的困境和发展方向	122
8.2.2	生态系统服务研究的尺度性	123
8.2.3	生态系统服务之间关系研究的场景限制性	123
8.2.4	景观格局和生态系统服务对应关系研究的缺陷	124
8.3	景观格局研究的创新点	124
8.3.1	生态系统服务关系的多元化分类	124
8.3.2	景观格局动态变化和生态系统服务的响应	124
参考文献		125
附录		133
	基于土地利用变化下的河南省生态系统服务价值变化与模拟	133
	土地利用/覆盖变化背景下的生态系统服务分析——以河南省为例	140
	Analysis the change of ecosystem services with land use in county scale of Fengqiu, Henan Province, China	147
	Landscape pattern changes at a county scale: A case study in Fengqiu, Henan Province, China from 1990 to 2013	160

第1章 绪 论

1.1 本书写作背景

近几十年来,随着城市化的快速推进,城市用地不断向外围扩展,城市景观变化已经成为全球景观变化的重要组成之一(贾琦等,2012)。在城市化过程中,各种产业、人口、交通和建筑等要素的集聚分布迫使大量自然或半自然景观转化为城市景观(陈彩虹等,2005),地表景观格局也以前所未有的速度发生着改变。

城市化背景下的地表景观格局转化具有显著的单向性特征,即自然用地(森林等)和半自然用地(农田等)快速转化为建设用地(居住用地、交通用地等)。这种转化在短期内推进了社会经济的发展,但同时也带来了一系列问题,如土地退化、水土流失、环境污染等,使城市化区域成为生态脆弱区(邓劲松等,2008)。究其原因,是覆盖于地表的生态系统的能量流、物质流、信息流随着城市化的发展,受到人为的干扰和破坏,导致地表很多生态系统服务发生变化、转化,甚至消失(Paruelo et al., 2001; Dresser et al., 2001)。这不仅会对当地环境产生威胁,城市化背景下的景观格局变化也在区域和全球尺度上影响着生态系统的结构与服务(郭砾等,2006)。

生态系统服务是人从生态系统中获得的多种惠益,一般分为4种,即供给服务、支持服务、调节服务和文化服务(Costanza, 1997; MA, 2005)。人类的生存和发展依赖于生态系统服务的供给,即生态系统服务与人类福祉紧密相关。城市化带来的景观格局变化及生态系统服务变化已经成为全球生态学研究的前沿和热点问题(傅伯杰和张立伟,2014)。

目前,发达国家的城市化速度逐步放缓,而发展中国家的城市化却在快速发展。作为发展中国家的代表——中国,其地表景观格局在城市化的影响下不断发生着变化。研究区属于中国城市化发展的代表区域,位于河南省郑州市和开封市的城市对接地段,属于郑汴一体化的核心区域。郑汴一体化是河南省郑州市和开封市联合发展的城市化发展规划,属于中原城市群的子规划,该规划将郑州和开封两个城市通过郑开大道等一些快速交通道路连接起来,同时在区域范围内通过一些具体的政策和制度,实现物质产品及人力资源等的无差别流动,达到郑州和开封共同繁荣与互补发展(河南省发展和改革委员会,2005)。

郑汴一体化的核心区域属于中国城市化快速发展的典型区域，受人为干扰影响极大，主要受中原城市群规划、郑汴新区规划、郑汴产业带规划等的影响。本书以郑汴一体化的核心区域为实证，深入探讨城市化过程中景观格局变化对区域生态系统服务的影响。本研究主要侧重于景观格局和生态系统服务的基础理论研究，尝试为国家政策的实施提供检验依据，同时为解决中国当代城市化发展中的环境问题提供决策参考。

1.2 国内外研究进展

目前，城市化已经成为主导城市周边区域景观格局变化的重要因子(Grimmond, 2007)，而景观格局变化下的生态系统服务响应问题也已成为全球景观生态学研究的热点和核心问题。城市化带来的直接表现就是景观格局的改变，本书侧重于城市化带来的景观格局变化对区域生态系统服务的影响研究，对规划层面不做深层次研究。

1.2.1 城市化概述

城市化(urbanization)一般有两种理解：一是指人口向城市或城镇地区聚集的过程；二是农村地区转变为城市地区的过程。此即常说的人口城市化和土地城市化，而土地城市化指的就是土地景观格局的变化，即前文所述，大量自然和半自然用地转化为建设用地的过程。

发达国家的城市化已经到了后期阶段，而我国正处于城市化的快速发展期(王桂新, 2013)。我国城市化的发展，宏观上以城市群的布局为依托，具体是城乡一体化发展模式。

城市化的发展不可避免会对区域环境产生影响，Taylor Miller 早在 1990 年就指出，城市化水平决定了区域生态环境的污染状况。目前，我国快速的城市化进程使地表景观发生了巨大变化，以地表景观为依附的生态系统服务受到了强烈的人为干扰，致使区域生态环境发生了很大变化。

1.2.2 景观格局研究进展

1. 国外景观格局的研究现状

为获取景观格局在国外的研究现状，用“ScienceDirect”软件，采用“Title-Abstr-Key”搜索“Landscape Pattern”，结果如图 1-1 所示。

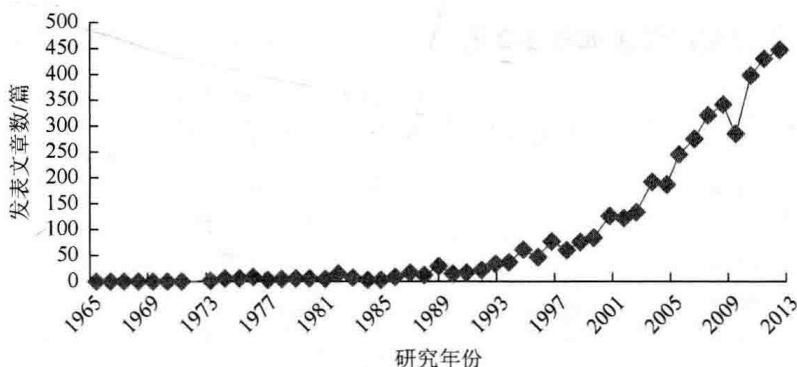


图 1-1 国外关于景观格局的研究文献数量

在国外,早在 20 世纪 50 年代就有了针对景观格局的描述性分析 (Forman and Godron, 1986)。1965~1995 年属于景观格局研究的起步阶段,研究文献从无到有,最多年份不超过 50 篇,数量化的研究方法大约从 20 世纪 70 年代才逐渐出现 (张金屯等, 2000)。1996~2013 年属于景观格局研究的快速发展期,研究文献从四五十篇增加到每年的四五百篇。

近几十年来,国外许多学者都开展了景观格局的研究工作。欧洲和北美洲作为景观生态学的起源地,引领了景观生态学的方向,代表人物有 R. T. T. Forman、M. G. Turner、E. P. Odum 等,但欧洲和北美洲在景观格局的研究上也存在一些差异,具体如表 1-1 所示。

表 1-1 欧洲和北美洲景观生态学的研究特点对比

研究特点	欧洲 (偏地理)	北美洲 (偏生态)
学科角度	多学科	单学科
量化	定量研究少	定量研究多
研究核心	以人为本	以物种为核心,以“格局—过程”为核心
研究对象	以人类占主导的景观为研究对象,乡村、城市较多	以自然景观类型和要素为研究对象,森林、草地较多

自 20 世纪 90 年代以来,国外对景观格局的研究主要集中在土地利用/覆盖变化 (LUCC) 的生态响应上。尤其在 1995 年,国际地圈生物圈计划及国际全球环境变化人文因素计划共同提出《土地利用土地覆盖变化科学研究计划》之后,LUCC 和地理信息系统 (GIS) 平台的结合已经成为景观格局研究的重要方法。

2. 国内景观格局的研究现状

为获取景观格局在国内的研究现状,采用关键词“景观格局”在中国知网进

行文献的主题搜索，结果如图 1-2 所示。

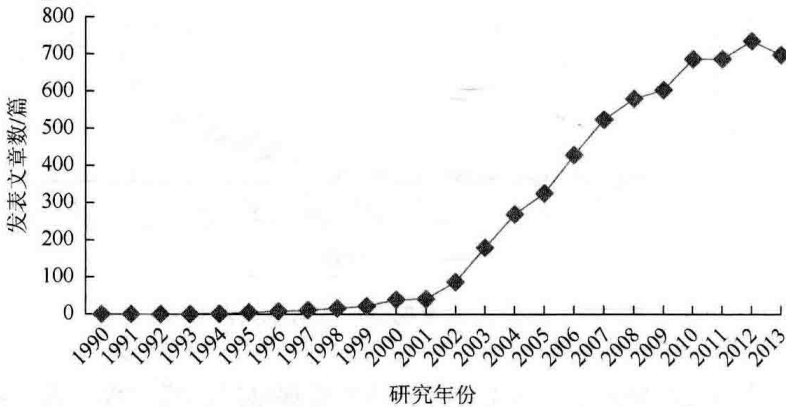


图 1-2 国内关于景观格局的研究文献数量

结合相关文献（刘颂等，2010），20 世纪 80 年代，林超、陈昌笃将景观生态学的相关概念和理论引入中国，景观格局作为其核心思想之一在学术界引起了广泛关注，此时期的研究主要为国外相关理论介绍。

1990~2000 年属于我国景观格局研究的起步阶段。1990 年，肖笃宁等发表了《沈阳西郊景观格局变化的研究》，标志着我国学者开始对景观格局进行研究。随后，傅伯杰于 1995 年在生态学报发表了《景观多样性分析及其制图研究》，对景观格局、景观格局指数及景观多样性制图进行了介绍。刘海燕（1995）介绍了 GIS 在景观生态学中的应用，尤其是在景观格局时空变化分析中的应用。王宪礼等（1996，1997）利用遥感和 GIS 在辽河三角洲地区描述了当地湿地的景观格局变化。马克明等（1998）与马克明和傅伯杰（1999）对景观格局的多样性进行了研究，并以北京东灵山森林景观为例进行了案例分析。这一时期内，我国景观格局研究的文献数量总体较少，但逐渐增多，内容多为国外研究方法的借鉴和简单景观生态学理论分析。

21 世纪以来，我国经济进入了快速发展期，城市化在全国快速推进，地表景观和生态环境发生了巨大变化，为景观格局研究提供了丰富的资源。这一时期的文献研究也出现了迅猛增长。从 2001 年的 42 篇增长至 2013 年的 695 篇。这一时期对景观格局的理论研究开始逐渐增多。例如，张秋菊等（2003）阐述了关于景观格局演变的若干问题，如演变分析方法和驱动机制等。郭晋平和张芸香（2005）提出了景观格局分析空间取样方法，即统一网格样方取样法和统一网格样点取样法，并介绍了相应的样方数值计算方法。武鹏飞等（2013）采用线性抽样和分形理论的一些指数对景观异质性进行了分析。曹伟等（2011）利用土地景观格局指数，采用粗糙集与突变级数相结合的方法对土地利用进

行景观分区。李秀珍等(2004)讨论了景观格局指标对不同景观格局的反应,评价了一些常用指标的实用性和局限性。陈利顶等(2008)指出了景观格局的发展现状和将来的5个发展方向。傅伯杰等(2005)阐述了景观格局与水土流失的尺度特征和耦合方法……我国学者在这一时期对景观格局应用的研究区域几乎覆盖了整个地表,具体如表1-2所示。

表 1-2 中国学者对景观格局的研究区域分析

研究区域	研究内容	学者
森林	伊洛河流域森林景观格局变化动态	丁圣彦等, 2003
草原	呼伦贝尔大草原 1988~2004 年景观格局时空变化的分析和评价	刘立成, 2008
农田	三江平原农业景观异质性分析及如何确定最优度的遥感尺度	温兆飞等, 2012
城市	采用景观格局转移矩阵、景观格局指数和分形理论等方法研究了厦门市半城市化地区城市化过程中(1987~2007 年)的景观格局空间演变特征, 同时进行了驱动力分析	花利忠等, 2009
湿地	以西溪国家湿地公园为研究案例, 从景观功能分类入手, 揭示了城市湿地公园的景观格局与功能特征	李玉凤等, 2011
沙漠	采用景观格局指数法对西部干旱区 1982~2000 年的景观动态特征进行了全面分析和评价	马媛等, 2004
流域	采用多尺度分析手法, 探讨景观格局对黄土丘陵和沟壑区水土流失过程的影响	王计平等, 2011

这一时期对景观格局的研究相对全面和深入。这一阶段的中后期, 出现了很多关于景观格局研究综述的文章。例如, 陈利顶等(2013)对城市景观背景下的生态效应进行了回顾, 分析了景观格局变化下的城市水热环境、生态服务及城市生态用地等研究进展, 也指出了目前研究中存在的问题。张保华等(2007)对农业景观格局的研究进行了综述, 认为农业景观格局的研究主要集中在格局的动态量化方面, 在驱动力和生态环境效应等方面的研究则是案例较多, 归纳总结和机制研究不足。尹锴等(2009)阐述了当代城市森林学研究的进展, 指出了以下几个发展方面: 景观尺度上的城市森林系统能量流动、物质循环等生态学过程研究; 城市森林景观格局演变的社会驱动力研究; 基于生态服务功能的城市森林规划研究等。

3. 景观格局研究方法

研究景观格局的成因及其生态学含义首先需要对景观格局进行量化(Turner, 2005), 目前, 景观格局定量研究方法一般分为三种, 即景观格局指数法、景观格局的模型分析法和景观动态模拟法(汪荣, 2007)。

1) 景观格局指数法

景观格局指数法是景观生态学最常用的研究方法，它采用景观指数描述景观格局及其变化 (O'Neill et al., 1988)。通过景观指数描述分析景观格局，可以使空间数据获得一定的统计性质，也可以针对不同空间尺度和时间跨度的景观特征进行分析与比较，定量监测景观格局的变化 (Turner and Gardner, 1991)。景观格局指数法一般分析包括三个水平，即斑块水平 (patch level)、类型水平 (class level) 和景观水平 (landscape level)。也有一些学者将描述景观格局的多项指数分为四大类 (刘颂等, 2009)，如表 1-3 所示。

表 1-3 常用景观格局指标分类

序号	分类	指标
1	破碎化指数	平均斑块面积、斑块数量、连接度、斑块离散度、聚集度等
2	边缘特征指数	斑块周长、边缘对比度、总边缘长度等
3	形状指数	形状指数、分维数等
4	多样性指数	Shannon 指数、Simpson 指数、景观均匀度等

手工计算景观格局常面临数据量大等困难，国内外景观格局指数法的研究一般借助一些计算机软件包来完成，常用的软件有 Spans、He、Lspa、Fragstats 等。其中，美国俄勒冈州立大学森林科学系开发的基于 GIS 平台的 Fragstats 程序包功能最强，应用最广。

采用景观格局指数法易于获得景观要素的空间特点，但是由于缺乏机理和尺度的结合，因此跳不出几何研究的范畴。景观格局指数法由于缺乏对生态过程的理解，单纯为格局指数分析，生态意义往往不明显。与生态过程结合、合适的景观格局指数选取、加入驱动因子分析是景观格局指数法深入研究的方向。

2) 景观格局的模型分析法

景观格局的模型分析法是指采用数学模型对景观格局的一些特征进行描述和分析，如空间自相关分析、半方差分析、小波分析及分形理论等。景观格局的模型分析法往往偏重于景观格局的特定特征研究，通常不能反映整体景观格局的变化。

3) 景观动态模拟法

景观动态模拟法简单来说是指研究景观格局的动态变化，其目的往往是对将来景观变化趋势的预测，常见的动态研究模型有马尔可夫、土地利用变化及效应模型 (CLUE-S)、元胞自动机、灰色系统，以及它们之间相互结合的模型等。这些模型基于不同的研究基础，在景观格局分析中各有优劣。

4. 景观格局驱动力研究

地表景观格局一直处于变化之中,是各种驱动因子在不同时空尺度上作用的结果(王计平等,2011)。

国际上通常将驱动因子分为五大类(Bürigi et al., 2004):①社会经济因子,如消费者需求、政府补贴等;②政策因子,如区域发展政策、工农业政策等;③科技因子,一般包括技术现代化、土地管理技术、信息技术等;④自然因子,一般包括气候变化、地形地貌、土壤特点、自然灾害等因子;⑤文化因子,一般包括生活方式、人口、生态意识、历史等。

国内通常将景观格局的驱动因子分为两大类:自然因子和人文因子。自然因子包括气温、降水、土壤、光照等;人文因子包括人口、政策、技术、文化等。

国际和国内对于景观格局驱动力研究以案例研究较多。例如,Jaimes等(2010)对1993~2000年的墨西哥森林景观变化的驱动力进行了研究。史培军等(2000)运用逐步回归分析判定深圳市1980~1994年景观格局变化的主要驱动因子为外资投入、人口因素和第三产业发展。齐杨等(2013)对我国长三角地区和新疆地区24个中小城市进行了景观格局对比分析和驱动力研究。

目前,关于景观格局变化的驱动力研究多采用定性的叙述,缺乏认可的定量研究方法,同时由于驱动力的研究通常要跨学科收集和处理数据,从资料的限制性及多学科结合角度来讲,研究结果精度也有待于提高。一般认为,在景观格局的管理上,对驱动力的研究往往比单纯的景观格局分析更为重要,只有对景观格局变化的驱动力有了深入理解,才能实现对景观格局的控制和模拟。

1.2.3 生态系统服务研究进展

1. 国外生态系统服务的研究现状

为获取生态系统服务国外的研究现状,用“ScienceDirect”软件,采用“Title-Abstr-Key”搜索“Ecosystem Services”,汇总分析结果如图1-3所示。

2005年以前,国外对生态系统服务的研究较少,学术文章数量增长缓慢。2005~2013年关于生态系统服务的研究处于快速增长期,研究文献从55篇增至791篇。

结合相关文献,国外对生态系统服务的研究始于20世纪70年代。1970年,联合国大学在《人类对全球环境的影响报告》中提出生态系统服务功能的概念(Wilson and Matthews, 1970)。1977年,Westman提出了“自然的服务”概念及

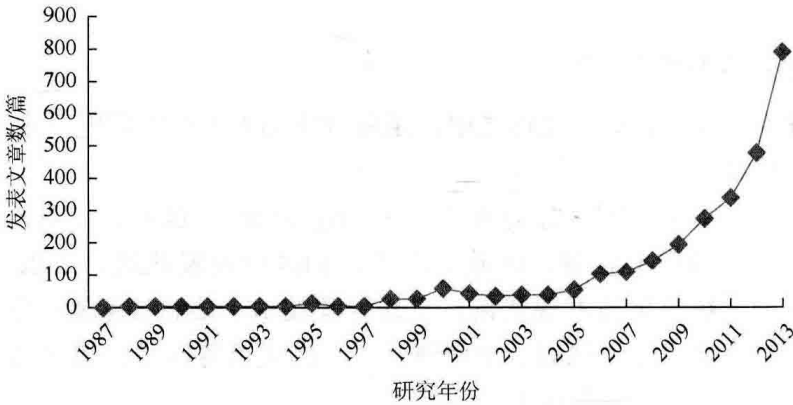


图 1-3 国外关于生态系统服务的研究文献数量

其价值评估问题。标志性的生态系统服务研究案例是 1997 年 Costanza 等在 *Nature* 上发表的 *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, 以及随后 2005 年千年生态系统评估工作组开展的生态系统与人类福祉的全球尺度研究。2005 年是国际学者研究的转折点, 之后研究成果从理论到案例都迅速增加。Daily 等在 2009 年发表文章阐述了生态系统服务在政府决策中的作用。Jenkins 等在 2010 年对湿地恢复后的生态系统服务进行了案例评估。Schneider 等在 2012 年对城市化背景下农业带的生态系统服务供给变化进行了研究。Daily 和 Matson (2008) 对生态系统服务的理论和应用进行了叙述。

自 21 世纪以来, 国外对生态系统服务的研究集中在: 生态系统服务之间权衡和集成方法研究; 生态系统服务的形成机制和变化驱动机制研究; 生态系统服务的空间制图研究 (傅伯杰和于丹丹, 2016)。

2. 国内生态系统服务的研究现状

为获取生态系统服务在国内的研究现状, 借助中国知网用主题搜索“生态系统服务”, 结果如图 1-4 所示。

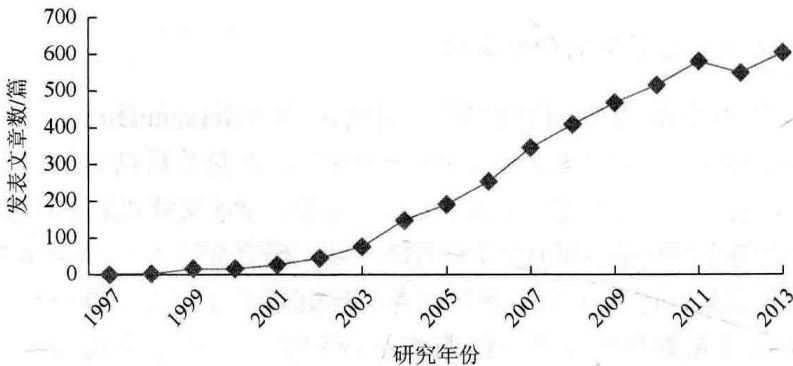


图 1-4 国内关于生态系统服务的研究文献数量

1998年以前,国内有关生态系统服务的文献非常少,在10篇以下。1999~2002年,受Costanza等文章的影响,我国学者在借鉴国外理论和案例的基础上开始对生态系统服务的简单理论和价值评定进行探索性研究。1999年,我国学者薛达元和包浩生采用费用支出法、条件价值法等方法对长白山自然保护区生物多样性的价值进行了较为详细的分析和评价。自2003年之后,尤其是2005年MA对生态系统服务的介绍之后,生态系统服务的重要性和理论方法得到学术界广泛的接受与应用,我国学者开始从多个尺度(国家、流域、区域)和不同景观类型(森林、湿地等)开展生态服务价值的评估,如表1-4所示。

表 1-4 中国学者在不同尺度和景观类型对生态系统服务的研究情况

尺度或景观类型	研究内容	学者
国家	对我国陆地生态系统的6种生态服务价值进行评估,并得到了每年的经济价值量	欧阳志云等,1999
流域	对太湖流域重污染区1999~2007年的土地利用变化进行了分析,同时对区域生态系统服务价值进行计算	李冰等,2012
区域	对陕北长城沿线地区14年的土地利用变化进行分析,并计算了区域生态服务价值的变化	王晓峰等,2006
农田	从4个角度分析了农田生态系统服务的形成机制和研究现状	尹飞等,2006
河流	对城市河流生态系统服务进行了估价和偏差分析	杨凯和赵军,2005
湿地	对长湖湿地生态系统服务价值进行了评价	吴翠等,2008
森林	利用市场价值法、替代工程法等方法定量评价了2003年我国不同省份经济林生态系统的服务价值	王兵和鲁绍伟,2009

至2013年,我国生态系统服务研究几乎涵盖了我国所有的省份,研究对象包括森林、草地、海洋、农田、荒漠等。最近,国内的研究则集中于生态系统服务对土地利用/覆盖变化的响应。例如,蒋晶和田光进(2010)对北京1988~2005年土地利用变化下的生态系统服务价值变化进行了分析。

中国生态系统服务研究起步较晚,发展迅速,但距国际先进水平还有一定差距。具体表现在:生态系统服务价值的案例研究较多,而生态系统服务形成的生态过程和机理研究较少;对国外一些跟踪性分析比较多,国内原创性成果比较少;对生态系统服务自身的特征研究比较多,与经济、社会等共同作用的研究比较少(李双成等,2011)。另外,关于生态系统服务的管理研究也很少(李文华等,2009)。

3. 生态系统服务价值评估

目前,国内外关于生态系统服务的价值评估方法大致可以分为以下两类。

第一类是传统的市场评估方法,包括直接市场法、替代市场法、模拟市场法