

生态系统服务在土地利用规划研究和应用中的进展 ——基于文献计量和文本分析法

刘紫玟^{1,2}, 尹 丹^{1,2}, 黄庆旭^{1,2*}, 何春阳^{1,2}, 薛 飞³

(1. 北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室 人与环境系统可持续研究中心, 北京 100875;

2. 北京师范大学地理科学学部 自然资源学院 土地资源与区域发展研究中心, 北京 100875;

3. 北京工业大学建筑与城市规划学院, 北京 100124)

摘 要:生态系统服务与人类福祉和区域可持续发展息息相关,是区域土地利用规划的重要考量因素。为此,论文利用文献计量和文本分析法,分析了1997年以来生态系统服务概念、方法和相关高频关键词在土地利用规划研究及实践中的应用。结果表明,近年来土地利用规划研究对生态系统服务的关注度越来越高,相关论文发表量和引用量均呈逐年稳步增长趋势。1997—2017年间,共有121篇中文论文涉及生态系统服务在规划中的运用,总引用量达到2252。与此同时,从全国到地方的《土地利用总体规划》文本中,与生态系统服务相关的关键词的词频总量在升高。生态系统服务相关关键词出现的频次从1997—2010版规划的14630次增长到2006—2020版规划的25467次,增长率达到74%。其中,规划文本对供给及支持服务关注度较高,而对调节及文化服务关注度较低。未来需要进一步发展科学有效的方法,将生态系统服务应用到规划实践中,并在规划文本中加强对调节及文化服务的重视,切实为生态文明建设服务。

关 键 词:生态系统服务;土地利用规划;城市可持续性;文献计量法;文本分析法

生态系统服务是指“人类从生态系统中获得的惠益”,主要来源于生物多样性、生态系统功能和过程,是连接人类福祉和自然资本的桥梁,是达成区域可持续发展目标的重要基础(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)。生态系统服务具有重要价值,与人类福祉和区域可持续发展息息相关。

全球范围内人口数量的持续增长和经济水平的快速发展使生态系统不断受到侵占,导致许多区域生态系统服务出现退化的情形(傅伯杰等, 2014)。因此,目前中国土地利用规划研究和实践愈发重视生态系统服务概念和方法(Sutherland et al, 2006; 赵文武等, 2018)。在研究方面,自Costan-

za等(1997)在*Nature*发表生态系统服务价值研究以后,将生态系统功能服务整合进土地利用规划的研究开始涌现。例如,将生态系统服务价值核算运用到规划评价中,估算土地利用规划引起的生态系统服务价值的变化(王娟等, 2006; 唐弢等, 2007; 吴克宁等, 2008)。此外,生态系统服务的空间格局也被运用于区域自然保护区规划(肖焱等, 2011)和生态安全格局构建(彭建, 赵会娟等, 2017)。在规划实践方面,近年来开始有研究者关注规划文本中的生态环境议题。例如,田若敏等(2017)运用文本分析法分析了全国80个大中城市总体规划文本中的环境议题,发现中国城市总体规划文本中仍缺乏与环境

收稿日期:2018-07-24;修订日期:2018-12-09。

基金项目:国家自然科学基金项目(41501092);北京市科技新星项目(Z181100006218049)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41501092; Beijing Nova Program, No. Z181100006218049.]

第一作者简介:刘紫玟(1996—),女,四川达州人,博士生,主要从事城市化和城市景观可持续研究。

E-mail: Ziwen_Liu@126.com

*通信作者简介:黄庆旭(1984—),男,四川成都人,副教授,博士生导师,主要从事城市景观过程及城市可持续研究。

E-mail: qxhuang@bnu.edu.cn

引用格式:刘紫玟,尹丹,黄庆旭,等. 2019. 生态系统服务在土地利用规划研究和应用中的进展: 基于文献计量和文本分析法 [J]. 地理科学进展, 38(2): 236-247. [Liu Z W, Yin D, Huang Q X, et al. 2019. Research and application progress of ecosystem services in land use planning: A bibliometric and textual analysis. *Progress in Geography*, 38(2): 236-247.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2019.02.007

问题相匹配的政策和工具。总体看来,已有研究对生态系统服务概念和方法在中国土地利用规划研究和实践中的应用仍缺乏系统的认识。

文献计量和文本分析法为系统认识生态系统服务在土地利用规划研究和实践中的应用提供了有效途径。文献计量法把文献的特征和体系作为研究对象,采用计量方法,研究文献的变化规律、分布结构和数量关系(钟赛香等, 2014)。此方法具有客观、定量和易于比较的优势,对引导未来土地利用规划中生态系统服务相关概念和方法的应用起到了重要作用(王淑强等, 2017)。文本分析法是将非结构化的文本信息转化为结构化的定量信息,进而实现量化分析,具有客观、系统和定量的特性。由于土地利用规划文本是经由专业人员或组织严格编制和审批后发布的政府文件,其中的词汇和语义可以代表相关单位的规划内容、立场及利益,因而可以通过文本分析识别土地利用规划实践中关注的问题及其趋势(戴菲等, 2009)。文本分析法在规划设计领域应用前景广泛,但目前将其应用于规划文本中的研究还比较鲜见。事实上,通过对土地规划中的文本数据进行挖掘,能充分揭示不同区域、不同时空视角下生态系统服务相关关键词的特征,有效地扩展土地利用规划中生态系统服务的研究内涵(谢永俊等, 2017)。2种方法的有效结合不仅能推动地理学和生态学的前沿发展,还能为国家宏观决策提供客观科学的指导,具有丰富的科学意义。

本文研究目的是分析生态系统服务在土地利用规划研究与实践中的应用。首先,利用文献计量法,分析了1997—2017年间生态系统服务概念和方法在中文文献中的应用趋势和特征;然后,利用文本分析法,分析了中国各省、直辖市和省会1997—2010及2006—2020两版土地利用规划文本对生态系统服务的关注特征;最后,展望了生态系统服务在中国未来土地利用规划中的应用前景。

1 数据和方法

1.1 分析生态系统服务在土地利用规划研究中的应用

本文利用文献计量法分析生态系统服务概念在规划中的应用。以Costanza等(1997)发表在*Nature*上的文章作为起点,收集了过去20 a的中文相关文献。为保证研究的有效性,采用了4个条件对中国

知网里的论文进行筛选(获取时间2017年12月)。第一,论文的篇名、关键词或摘要中须同时包含“生态系统服务”和“规划”2个词;第二,论文中须包含对生态系统服务的定量运用或定性探讨;第三,论文收录于中国科学引文数据库(CSCD),会议论文不计入;第四,论文发表时间在1997—2017年。筛选后共62个中文刊上的121篇论文符合上述要求。

1.2 分析生态系统服务相关关键词在土地利用规划实践中的应用

本文使用文本分析法分析生态系统服务相关关键词在土地利用规划实践中的应用。一般认为,文字使用频率的变化反映了人对于事物的认知与重视程度的变化(Whorf et al, 1956; Sapir, 2004)。文本分析法将文本文字信息转换为定量的信息,从而通过某些可测量的变量得出经验性的数据和结论。

第1步,收集规划文本。我们从各省(市、自治区)的政府官方网站收集《土地利用总体规划》(以下简称总规)。这些文件是在各级行政区根据土地资源特点和国家社会经济发展要求,对土地利用的总体长期安排,是国家实行土地用途管制的基础,因而这些规划文件能够代表政府在管理中重视的内容及决策的依据。考虑到数据的可获取性和完整性,收集了1997—2010及2006—2020两版总规,共包含56份省级行政区以及50份省会城市的总规。具体地,1997—2010版总规共包含29份省级行政区及27份省会城市的总规;2006—2020版总规共包含27份省级行政区及23份省会城市的总规。其中,西藏和陕西1997—2010版总规,青海、西藏、宁夏和甘肃2006—2020版总规,以及省会城市昆明、拉萨、西宁和银川2006—2020版总规未能找到。

第2步,分析生态系统服务相关关键词在规划文本中出现的频次。在词频统计前,首先需要对文本进行分词和降维。中文分词指的是把一个较长的汉字序列切分成一个个单独的、较短的词语。随后通过降维筛选出对文本特征类别最具代表性的文本特征,以去除语气词、代词、介词、连词和副词(如“和”“在”“的”“地”“得”)的影响。本文选择分词准确度高,提取关键词多,且降维效果好的PICDATA(<http://picdata.cn/index.php>)进行分词降维。经过分词降维后,参考谢高地等(2015)、薛飞(2016)和傅伯杰等(2017)的研究,共选取了50个与生态系统服务相关的关键词(表1),并在106个总规文件中逐个统计。值得注意的是,由于生态系统服务与生态系

表1 规划文本中的生态系统服务相关关键词

Tab.1 Key words related to ecosystem services in the planning texts

类型	千年生态系统评估中的表述(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)	选取的相关高频特征词
生态系统服务	人类从生态系统中所获得的惠益	保护区、草场、草地、草原、防护林、风景、复垦、耕地、海洋、河流、红树林、洪水、湖泊、环保、环境、节能、节水、粮食、林地、林木、绿地、绿色、绿洲、牧草地、内涝、能源、农用地、侵蚀、森林、生态、生态环境、生物、湿地、树林、水土保持、水污染、水质、水资源、滩涂、梯田、土壤、退耕、退耕还林、文化、休憩、循环、园地、种树、自然保护区、自然灾害
供给服务	食物、淡水、纤维、观赏植物资源、遗传资源、生化药剂、天然药物	草场、复垦、耕地、粮食、林木、牧草地、农用地、水资源、梯田、园地
支持服务	生物多样性、养分循环、光合作用、初级生产	保护区、草地、草原、防护林、海洋、河流、红树林、湖泊、林地、绿地、绿色、牧草地、森林、生态环境、生物、湿地、树林、滩涂、土壤、园地、自然保护区
调节服务	空气质量调节、自然灾害、水量调节、气候调节、水质净化、废物处理、侵蚀调控、土壤形成、授粉、病虫害防治、人类疾病调节	草场、草地、草原、防护林、海洋、河流、红树林、洪水、湖泊、林地、绿地、绿色、绿洲、内涝、侵蚀、森林、湿地、树林、水土保持、水污染、水质、土壤、退耕、退耕还林、园地、种树、自然灾害
文化服务	游憩、生态旅游、美学价值、文化多样性、精神价值、宗教价值、知识系统、教育价值	风景、绿地、湿地、文化、休憩、园地、自然保护区

统的类型、结构和功能是相互联系的,因而表1中筛选出的一些关键词与生态系统服务直接对应,一些由于与生态系统的类型、结构和功能紧密相连,从而与生态系统服务有一定的映射关系。具体而言,部分关键词直接与千年生态系统评估(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)分类体系中的服务类型一一对应,如“自然灾害”“休憩”等词;部分关键词与生态系统服务的需求密切相关,例如“洪水”“内涝”在MEA分类中对应“调节服务”中的“水量调节”;部分关键词体现能提供生态系统服务的生态系统类型、结构和功能,例如“林地”“草地”“自然保护区”和“防护林”(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)。

第3步,分析不同类型生态系统服务的相关关键词在规划文本中的出现频次。本文使用MEA划分的4种服务类型(分别是支持、供给、调节和文化服务),分析不同类型生态系统服务的相关关键词在规划文本中出现的频次。具体而言,从上一步选择的50个生态系统服务相关关键词中筛选出词义与4种服务相关的关键词(表1)。值得注意的是,由于个别词与生态系统服务本身的意义相关,但与4种具体类型的服务不相关,因而没有被划分在分类表内,如“生态”“节能”“环保”等词。此外,一些关键词同属于多种服务类型,例如“绿地”在调节、支持、文化服务中都有涉及,因为绿地同时具有提供栖息地、气候调节以及休闲和审美价值的功能。

最后,分析生态系统服务相关关键词词频的变化。通过对比两版总规中生态系统服务相关关键

词词频的变化,重点分析了国家、省份、省会的总规中生态系统服务相关概念的重视程度的变化趋势。

2 结果与分析

2.1 生态系统服务在规划研究中的应用趋势

2.1.1 文献数量变化

1997—2017年共发表相关中文论文121篇。1997年开始出现相关论文,至2017年的16a间年均发表数量为7.6篇。从2004年开始发表文献数量一直稳步增长(图1)。其中发表文献数量最多的为2017年,共发表18篇。

从被引频次上看,121篇中文论文在16a间被引频次总计2252次,年均被引量为140.8次。论文被引频次从2004年开始有明显增长(图1)。2004年

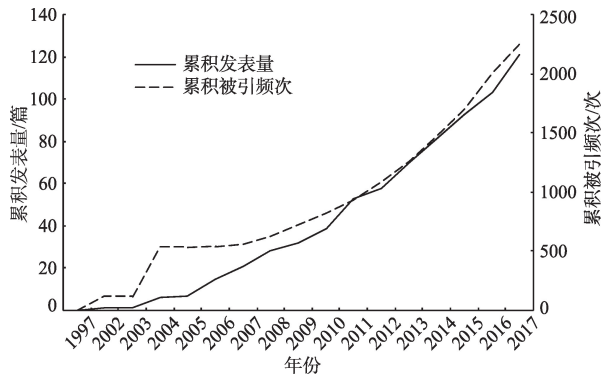


图1 1997—2017年发表论文的累积数量及累积被引频次
Fig.1 Cumulative numbers and cumulative citations of papers published for the period of 1997—2017

增长最多,增长量达到415次。2013—2017年增长较快,年均被引频次达到234.2,是整个时段年均被引次数的1.7倍。

2.1.2 发表期刊

大多数的论文发表在生态资源、水土保持和地理信息科学领域的期刊上。这一类期刊共42个,占发表期刊总数的67.7%,例如《生态学报》《水土保持研究》和《资源科学》等。同时,相关论文也出现在与农业、经济地理相关的期刊上,例如《农业工程学报》和《经济地理》等。而在城市规划相关期刊上的论文发表量最少,仅在《城市发展研究》和《城市规划汇刊》有2篇。

在62个中文期刊中,有7个期刊发表相关论文量较大,共发表44篇,占发表论文总量的36.4%(表2),其中,《生态学报》发表相关论文数量最多,共14篇,占发表论文总量的11.6%。从被引频次来看,发文量最多的7个期刊贡献了总被引频次的45.1%,篇均被引频次为23.1次,其中也有发文量少但被引频次高的情况,例如冉圣宏等(2006)在《环境科学》上发表的一篇论文被引频次高达204次,占总被引频次的9.1%。

2.1.3 科研单位和高被引文章

在作者方面,121篇论文共包含438位作者。所有作者署名均未超过3篇,95.9%的作者仅在1篇论文上署名。有10个科研单位发表至少4篇论文(表3),论文数量占总数的62.8%,即该领域少量的科研单位贡献了大部分的论文。

被引频次排名前10位的论文可分为3类(表4)。第1类是基于生态系统服务价值量的评估,包括引用量排名第1及第2在内的共7篇论文。这些论文均是针对具体城市土地利用规划实施前后生

态系统服务总价值的变化进行核算。这也反映了从2003年《中华人民共和国环境影响评价法》生效后生态系统服务价值量评估在规划评估中的应用热潮。第2类是基于生态系统服务物质质量的评估,如傅斌等(2013)基于物质质量测算的评估,采用InVEST水源涵养模型对县域生态系统的水源涵养功能进行空间制图,然后将水源涵养功能、植被减洪能力和水源地保护区进行叠加以计算水源涵养重要性指数。第3类是综述类研究,如郑华等(2013)总结梳理了生态系统服务管理面临的挑战和生态系统服务管理研究的热点领域,并提出了对生态系统服务管理的研究展望。

总的来说,从2004年开始,生态系统服务在土地利用规划中应用的相关研究越来越受到重视。相关论文从早期的对规划实施效果的后续性评估,逐渐发展到对规划的具体制定及实践操作的探索。

2.1.4 研究主题与分类

根据研究主题和方法,这121篇论文可以被分为4类(表5)。第Ⅰ类是综述性研究,共包含11篇论文。此类论文的发表时间大多在2013年之后,主要综述生态系统服务在某一研究领域的进展,例如对生态系统服务的管理(郑华等,2013)、生态系统服务制图(张立伟等,2014)和生态系统服务权衡与协同(曹祺文等,2016)的梳理和总结;还包括聚焦于城市地区的生态系统服务的研究综述,例如毛齐正等(2015)总结了不同生态系统服务对城市居民的重要性,讨论了城市生态系统服务研究在城市景观规划与设计中的重要作用。

第Ⅱ类是利用生态系统服务价值量评估区域规划实施效果,共有90篇文献属于此类。在空间上,研究的地域分布广泛,针对国家、省级、市级或

表2 发表生态系统服务在规划中应用的相关论文最多的中文期刊

期刊名称	发文量	发文量占比/%	被引频次/次	被引频次占比/%	篇均被引频次/次	2016年综合影响因子*
生态学报	14	11.57	380	16.87	27.14	2.32
水土保持研究	7	6.09	111	6.46	15.86	0.87
资源科学	5	4.35	135	7.85	27.00	2.46
中国土地科学	5	4.35	237	13.79	47.40	1.63
水土保持通报	5	4.03	32	1.09	6.40	0.74
中国人口·资源与环境	4	3.48	96	5.58	24.00	3.02
中南林业科技大学学报	4	3.48	24	1.40	6.00	1.37
合计	44	36.36	1015	45.07	23.07	—

注:*2016年综合影响因子数据来源于中国知网。

县级规划进行了评估。在时间上,包含规划实施之前及之后的阶段。处于规划实施前的研究,估算了区域土地利用变化所导致的生态系统服务价值变

表3 国内相关文献高产机构
Tab.3 Chinese institutions that top in the number of relevant papers

排名	机构	论文数量
1	北京师范大学	13
2	北京大学、南京大学	12
4	中国科学院生态环境研究中心	9
5	南开大学	6
6	北京林业大学、新疆大学、河南农业大学、中国土地勘测规划院	5
10	中国地质大学	4

化。处于规划实施后的研究,对比了区域由于规划导致的土地利用变化会如何影响区域的生态系统服务价值变化。在方法上,大多数研究参考Costanza等(1997)的核算方法、运用谢高地等(2001)和谢高地等(2003)制定的中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表进行价值量核算。具体来看,此类论文涉及的规划文本大多数是土地利用总体规划,共84篇。例如,王娟等(2006)依据1997和2001年的土地利用现状和2010年的土地利用规划,估算了河北易县土地利用规划所引起的生态系统服务价值的变化。少量论文涉及旅游度假区规划和公路网规划,例如王磊等(2008)对河南省高速公路网规划所造成的生态系统生态服务价值损失量进行了估

表4 引用量最高的10篇中文论文
Tab.4 Top 10 Chinese papers that have the largest number of citations

排名	论文题目	被引频次	年份	作者	机构	期刊名称
1	海南岛生态系统生态调节功能及其生态经济价值研究	309	2004	欧阳志云,赵同谦,赵景柱等	中国科学院生态环境研究中心	应用生态学报
2	基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价	204	2006	冉圣宏,吕昌河,贾克敬等	中国科学院地理科学与资源研究所	环境科学
3	森林生态系统管理的研究进展	118	2002	郑景明,罗菊春,曾德慧	北京林业大学	北京林业大学学报
4	基于生态系统服务功能价值理论的土地利用规划环境影响评价——以安阳市为例	107	2008	吴克宁,赵珂,赵举水等	中国地质大学	中国土地科学
5	基于生态系统服务功能价值评估的土地利用总体规划环境影响评价研究	86	2007	唐弢,朱坦,徐鹤等	南开大学	中国人口·资源与环境
6	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	83	2011	李锋,叶亚平,宋博文等	中国科学院生态环境研究中心	生态学报
7	生态系统服务功能管理研究进展	79	2013	郑华,李屹峰,欧阳志云等	中国科学院生态环境研究中心	生态学报
8	生态系统服务价值在土地利用规划中的应用	65	2006	王娟,崔保山,卢远等	北京师范大学	水土保持学报
9	1988年至2005年北京生态服务价值对土地利用变化的响应	65	2010	蒋晶,田光进	北京师范大学	资源科学
10	都江堰市水源涵养功能空间格局	64	2013	傅斌,徐佩,王玉宽等	中国科学院成都山地灾害与环境研究所	生态学报

表5 已发表论文的研究主题分类
Tab.5 Classification of research topics for the relevant published papers

分类	研究主题	规划阶段	主要方法	所需数据	空间显式	论文数量
I	综述类	—	—	—	—	11
II	基于价值量的规划评估	规划实施之前或之后	Costanza 等 (1997) 和 谢 高 地 等 (2001, 2003)的评估体系	土地利用数据	均可	90
III	基于物质质量的土地利用规划设计	规划实施之前	情景模拟、生态系统服务物质质量测算、热点分析、空缺分析等	统计年鉴、气候数据、土地利用数据等	是	14
IV	基于其他指标的土地利用规划评估与设计	规划实施之前或之后	能值评估法、组合权重赋权法等	统计年鉴、土地利用数据等	均可	6

算。值得注意的是,其中有27篇论文的分析结果是空间显式的,涉及了生态系统服务价值量的空间变化。例如阿依吐尔逊·沙木西等(2011)在库尔勒市的研究。

第Ⅲ类是基于生态系统服务物质质量,通过情景模拟或空间分析等方法,优化空间格局,划分生态功能区或保护区。与价值量评估不同,这类研究大多在规划实施之前。有些研究者量化生态系统服务物质质量,并运用到规划案例中。例如肖焱等(2011)以海南岛为例,从生物多样性、水源涵养、水资源保护、土壤保持和海岸带防护5个方面入手,利用生态系统服务空间格局进行区域自然保护区规划。房志等(2017)在生物多样性、水源涵养和土壤保持重要性评估的基础上,通过空缺分析,提出秦岭山系的保护区优化方案。也有研究者结合生态系统服务测算和土地利用变化模型来进行区域规划。例如何玲等(2016)以河北省黄骅市为研究区,采用植被净初级生产力为基础,利用元胞自动机和马尔科夫模型模拟不同情景的土地利用格局,为区域规划提供决策依据。还有研究者将生态系统服务纳入区域生态安全格局构建(彭建,赵会娟等,2017)。例如,陈昕等(2017)以广东云浮市为例,从生态系统服务重要性、生态敏感性与景观连通性来识别生态源地,进而基于“重要性—敏感性—连通性”框架为区域生态安全格局构建提供了新思路。

第Ⅳ类是运用其他指标,将区域生态系统服务整合到规划和评估中。例如马程等(2017)以北京市生态涵养区为研究区,利用能值评估方法评估该区域生态系统服务,分析各生态系统与城市系统之间的服务流动和依赖关系。傅斌等(2013)以四川都江堰市为研究范围,采用综合指数法整合水源涵养服

务、植被减洪能力和水源地保护区,反映水源涵养重要性的空间差异。彭建、杨旻等(2017)利用土地利用开发程度、人口密度和地均GDP来表征生态系统服务的需求,再分析生态系统服务供需空间分异,提出了广东省绿地生态网络建设分区方案。

2.2 生态系统服务在土地利用规划实践中的应用趋势

2.2.1 生态系统服务相关关键词的频次

生态系统服务在土地利用规划实践中的受重视程度在升高。在1997—2010版及2006—2020版总规文本中,不论是全国、各省还是省会城市,生态系统服务相关关键词的频次均呈现增加趋势(图2)。全国来看,1997—2010版总规中生态系统服务相关关键词的频次为14630次,2006—2020版总规中的频次为25467次。这10 a间,关键词频次增长了74.07%。

从省级尺度看,前后两版总规相比,大多总规也呈现生态系统服务相关关键词的频次增加的趋势。其中,25个省的总规文本中生态系统服务相关关键词的频次增长,并且13个省的总规文本中频次增长量超过全国平均值。其中内蒙古自治区的总规文本中的频次增量最多,高达701次;而上海市总规的频次增量最少,仅为11次。

从省会城市上看,生态系统服务相关关键词的频次总体也呈增长趋势。共计20个省会城市的总规中生态系统服务相关关键词的频次增长,这表明大部分省会的土地利用总体规划对生态和生态系统服务重视程度在提高。其中,12个省会城市的总规中频次增长量超越全国平均值。频次增量位居前3位的省会城市是呼和浩特、乌鲁木齐和石家庄,在总规中相关关键词的频次增量分别为654、500和

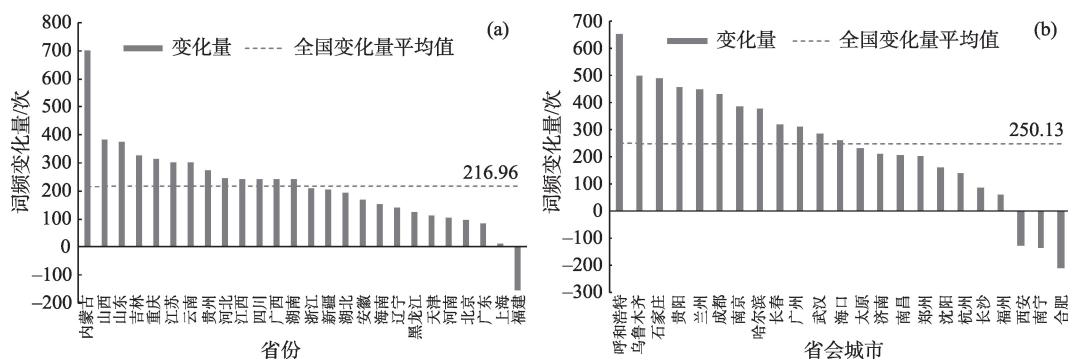


图2 省级行政区(a)和省会城市(b)1997—2010版和2006—2020版总规中生态系统服务相关关键词的词频变化

Fig.2 Word frequency changes in the key words related to ecosystem services between the 1997–2010 version and the 2006–2020 version of land use planning texts for each province (a) and provincial capital (b)

490次。

2.2.2 不同类型生态系统服务频次

两版总规对供给及支持服务比较重视,对调节及文化服务重视度较低。其中最受重视的是供给服务,支持服务次之,文化服务最少(表6)。具体地,1997—2010版总规中供给、支持、调节和文化服务相关关键词的频次比为8.2:4.4:3.0:1,2006—2020版总规中这4类服务相关关键词的频次比为5.4:2.5:1.5:1。

对比两版总规,4类服务的受重视程度均呈增

表6 1997—2010版和2006—2020版全国土地利用总规中4类生态系统服务相关关键词的词频变化

Tab.6 Word frequency changes in the key words related to four types of ecosystem services in the versions of 1997-2010 and 2006-2020 land use planning texts at the nation level

版次	供给服务	支持服务	调节服务	文化服务
1997—2010	9392	4995	3470	1146
2006—2020	12928	5999	3515	2407

长趋势。具体地,供给服务相关关键词在1997—2010版及2006—2020版总规中的频次分别为9392和12928次;支持服务相关关键词频次分别为4995和5999次;调节服务相关关键词频次分别为3470和3515次;而文化服务相关关键词频次分别为1146和2407次。

从省级尺度上,两版总规均更重视供给及支持服务,而对调节及文化服务重视度较低。从均值上看,1997—2010版及2006—2020版总规中,供给和支持服务相关关键词的频次分别是调节和文化服务相关关键词频次的3.1和3.4倍。单独观察各省,1997—2010版总规中所有29省及2006—2020版总规中所有27省,无一例外均符合这一规律。以福建为例,其1997—2010版总规中供给、支持、调节和文化的频次分别为360、246、189和73次,而最后一版中对应的频次为258、86、62和29次。此外,两版总规中,部分省份出现重视度最低的服务由文化服务向调节服务转变的情形(图3)。在1997—2010版总规

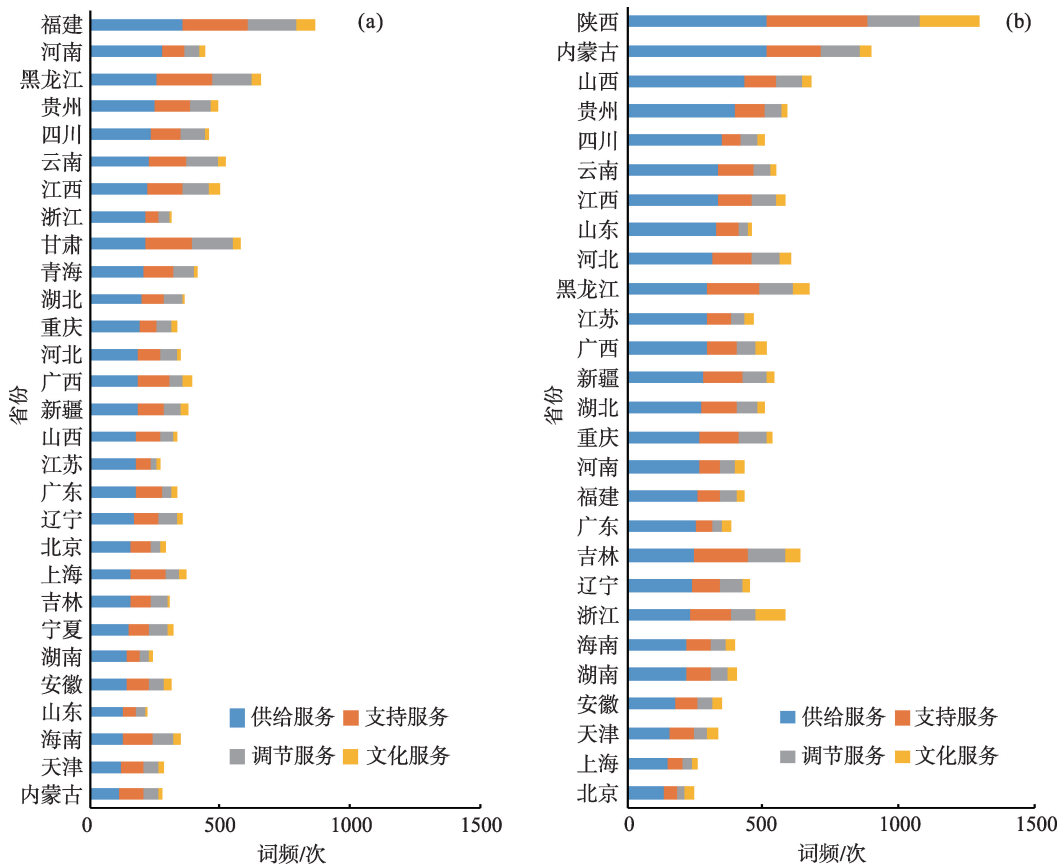


图3 1997—2010版(a)和2006—2020版(b)总规中省级行政区4类生态系统服务相关关键词的词频变化

Fig.3 Word frequency changes in the key words related to four types of ecosystem services in the versions of 1997-2010 (a) and 2006-2020 (b) land use planning texts for each province

中,所有29省的总规均显示文化服务相关关键词的词频最少。而在2006—2020版北京、浙江和陕西的总规中,文化服务相关关键词的词频均超过了调节服务的词频。

从省会城市看,两版总规也对供给及支持服务比较重视,对调节及文化服务重视度较低。从均值看,1997—2010版及2006—2020版规划中,供给和支持服务相关关键词的频次分别是调节和文化服务相关关键词频次的3.2和2.9倍。单独观察各省省会城市,1997—2010版总规中所有27个省会城市及2006—2020版总规中所有23个省会城市,无一例外均符合这一规律。以呼和浩特市为例,其1997—2010版总规中供给、支持、调节和文化4种服务的频次分别为119、84、53和17次,而后一版总规对应关键词频次分别为491、186、82和63次。此

外,两版规划中,也有重视度最低的服务从文化服务逐渐向调节服务过渡的现象(图4)。在前一版总规中,所有27个省会城市的总规中均显示文化服务相关关键词最少,而2006—2020版总规中只有13个省会会对文化服务关注最少。

3 结论与讨论

3.1 结论与展望

通过对1997年至今相关中文论文的梳理,可以发现,从2004年开始中国学术界对生态系统服务在规划中的运用的关注度越来越高,相关论文发表量和被引频次均逐年稳步增长。进一步分类发现,74%以上的论文关注规划前后生态系统服务的价值核算和对比,均属于对规划实施效果的评估。总

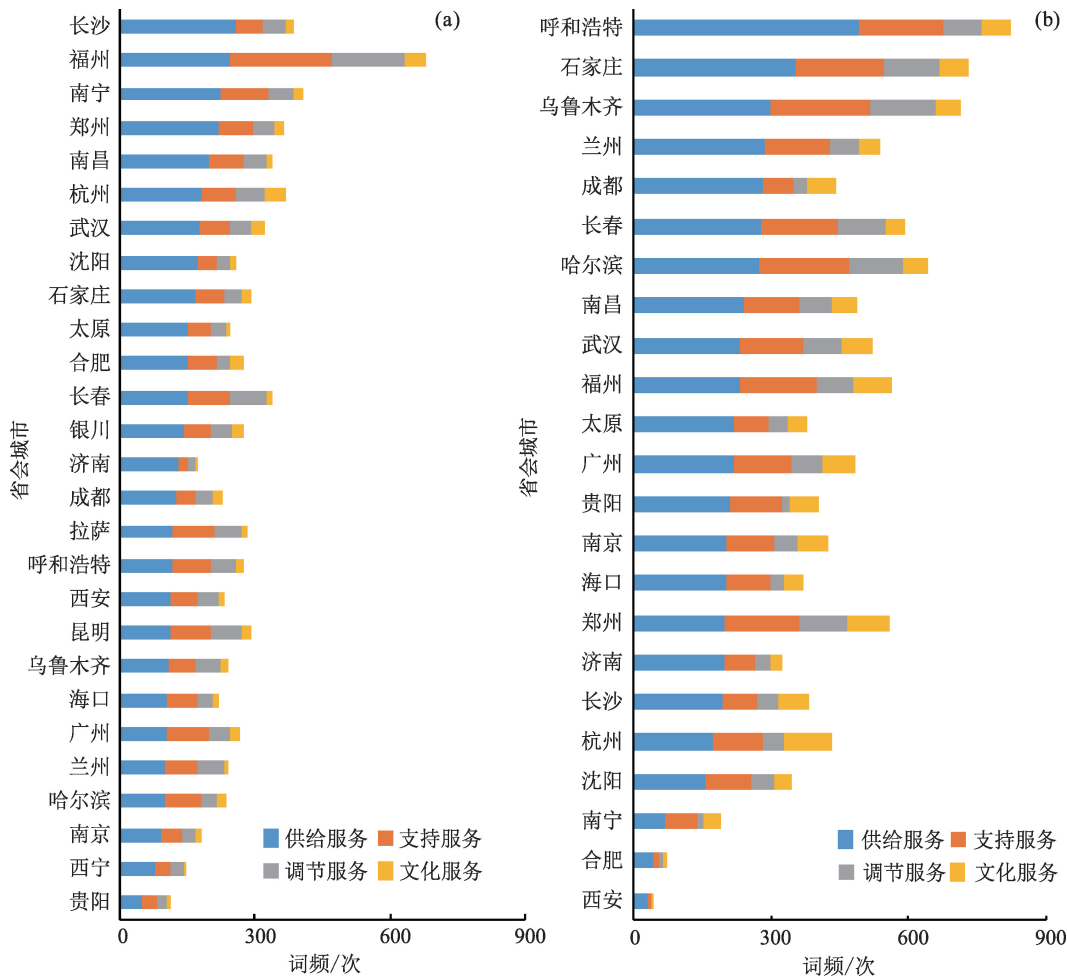


图4 1997—2010版(a)和2006—2020版(b)总规中省会城市4类生态系统服务相关关键词的词频变化
Fig.4 Word frequency changes in the key words related to four types of ecosystem services in the versions of 1997-2010 (a) and 2006-2020 (b) land use planning texts for each provincial capital

体来说,生态系统服务在土地利用规划中运用的研究内容单一,过于局限于生态系统服务价值化评估(杨光梅等, 2007)。

从2011年开始,陆续出现了基于生态系统服务物质质量的土地利用规划设计,相关研究从规划的评估逐渐向规划的前期准备和设计阶段转移。同时,也从单一的数据核算逐渐转为多种生态系统服务的空间制图。未来,生态系统服务在规划中的运用研究将更聚焦于区域关键生态系统服务,以及不同服务之间的供需与权衡。同时,由于只有少数生态系统供给服务具有实在的市场价值(如食物生产和原材料提供),更多种类的服务是非货币价值的,利用货币化市场价值进行评估具有主观性强和可比性差的问题(Costanza et al, 2017)。因而,研究者应更多关注生态系统服务物质质量测算,以及如何通过参与式规划将生态系统服务纳入规划的制定和评估中。

从全国到地方,生态系统服务受重视程度在1997—2010版及2006—2020版总规中呈升高趋势。当前生态系统服务在总规文本的基础现状与目标愿景中有较多的体现,但在行动规划和实施监管方面的重视与运用还相当缺乏。未来的政策中应注意规划的执行和实施效果,并建立起对应的监督管理系统。作为一种集中计划引导资源配置的治理方式(鄢一龙等, 2014),《土地利用总体规划》未来必将更加重视生态系统服务在区域人类福祉和区域可持续发展中的重要性,也亟需科学有效的方法,将生态系统服务的理念和方法应用到土地利用规划之中,切实为生态文明建设服务。

从不同服务类型来看,在两版总规中,最受重视的是供给及支持服务,调节及文化服务到重视程度较轻。然而,生态系统的调节和文化服务,与生态系统过程、功能和人类福祉紧密相连,在区域的生态环境和可持续发展中扮演了至关重要的角色。例如,调节服务包括调节大气质量、净化水质、防洪防涝等,对居民的健康和安全具有相当重要的意义,在未来的总规中应给予更高的关注度。近年来,党中央、国务院高度重视生态文明建设,将生态文明建设上升为国家战略。习近平总书记多次强调,“绿水青山就是金山银山”,“要加大环境综合治理力度,提高生态文明水平,下决心走出一条经济发展与环境改善双赢之路”。这表明未来的规划文本将更强调生态系统对人类的重要价值。

3.2 现有研究的不足

本文也存在一些不足。首先,本文对生态系统服务相关关键词的选择具有一定的主观性,因而现有关键词在有效表征生态系统服务方面存在不确定性。同时,文献计量方面没有包含发表在外文杂志上以中国为研究区的相关研究。由于采用的词频分析软件最多只能提取150个高频词,可能会遗漏一些与生态系统服务相关的关键词。此外,考虑到数据的完整性和时段可比性,本文没有考虑不同地区的空间规划,未来的研究中可加强对空间规划的关注与探究。

本文通过有效结合文献计量和文本分析法的方式,分析了土地利用规划中与生态系统服务相关的概念,对于引导未来土地利用规划研究和应用、扩展生态系统服务内涵等方面具有重要的科学意义,同时也推动了地理学和生态学的前沿进展。

参考文献(References)

- 阿依吐尔逊·沙木西, 金晓斌, 王千, 等. 2011. 生态系统服务价值核算在土地利用规划上的应用: 以新疆库尔勒市为例 [J]. 新疆农业科学, 48(10): 1948-1953. [Aytursun Shamxi, Jin X B, Wang Q, et al. 2011. Analysis of ecosystem service value and its use in the land planning: A case study of Korla City. Xinjiang Agricultural Sciences, 48 (10): 1948-1953.]
- 曹祺文, 卫晓梅, 吴健生. 2016. 生态系统服务权衡与协同研究进展 [J]. 生态学杂志, 35(11): 3102-3111. [Cao Q W, Wei X M, Wu J S. 2016. A review on the tradeoffs and synergies among ecosystem services. Chinese Journal of Ecology, 35(11): 3102-3111.]
- 陈昕, 彭建, 刘焱序, 等. 2017. 基于“重要性—敏感性—连通性”框架的云浮市生态安全格局构建 [J]. 地理研究, 36 (3): 471-484. [Chen X, Peng J, Liu Y X, et al. 2017. Constructing ecological security patterns in Yunfu City based on the framework of "importance- sensitivity- connectivity". Geographical Research, 36(3): 471-484.]
- 戴菲, 章俊华. 2009. 规划设计学中的调查方法6: 内容分析法 [J]. 中国园林, 25(4): 72-77. [Dai F, Zhang J H. 2009. The survey methods in planning and design 6: Content analysis. Chinese Landscape Architecture, 25(4): 72-77.]
- 房志, 徐卫华, 张晶晶, 等. 2017. 基于生物多样性与生态系统服务功能的秦岭山系自然保护体系规划 [J]. 生态学报, 37(16): 5334-5341. [Fang Z, Xu W H, Zhang J J, et al. 2017. Designing protected area systems in the Qinling Mountains based on biodiversity and ecosystem service evaluation. Acta Ecologica Sinica, 37(16): 5334-5341.]

- 傅斌, 徐佩, 王玉宽, 等. 2013. 都江堰市水源涵养功能空间格局 [J]. 生态学报, 33(3): 789-797. [Fu B, Xu P, Wang Y K, et al. 2013. Spatial pattern of water retention in Dujiangyan County. *Acta Ecologica Sinica*, 33(3): 789-797.]
- 傅伯杰, 于丹丹, 吕楠. 2017. 中国生物多样性与生态系统服务评估指标体系 [J]. 生态学报, 37(2): 341-348. [Fu B J, Yu D D, Lv N. 2017. An indicator system for biodiversity and ecosystem services evaluation in China. *Acta Ecologica Sinica*, 37(2): 341-348.]
- 傅伯杰, 张立伟. 2014. 土地利用变化与生态系统服务: 概念、方法与进展 [J]. 地理科学进展, 33(4): 441-446. [Fu B J, Zhang L W. 2014. Land-use change and ecosystem services: Concepts, methods and progress. *Progress in Geography*, 33(4): 441-446.]
- 何玲, 贾启建, 李超, 等. 2016. 基于生态系统服务价值和生态安全格局的土地利用格局模拟 [J]. 农业工程学报, 32(3): 275-284. [He L, Jia Q J, Li C, et al. 2016. Land use pattern simulation based on ecosystem service value and ecological security pattern. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 32(3): 275-284.]
- 蒋晶, 田光进. 2010. 1988年至2005年北京生态服务价值对土地利用变化的响应 [J]. 资源科学, 32(7): 1407-1416. [Jiang J, Tian G J. 2010. Responses of ecosystem service value to land use change in Beijing from 1998 to 2005. *Resources Science*, 32(7): 1407-1416.]
- 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 [J]. 生态学报, 31(19): 5623-5631. [Li F, Ye Y P, Song B W, et al. 2011. Spatial structure of urban ecological land and its dynamic development of ecosystem services: A case study in Changzhou City, China. *Acta Ecologica Sinica*, 31(19): 5623-5631.]
- 马程, 王晓玥, 张雅昕, 等. 2017. 北京市生态涵养区生态系统服务供给与流动的能值分析 [J]. 地理学报, 72(6): 974-985. [Ma C, Wang X Y, Zhang Y X, et al. 2017. Emergy analysis of ecosystem services supply and flow in Beijing ecological conservation area. *Acta Geographica Sinica*, 72(6): 974-985.]
- 毛齐正, 黄甘霖, 邬建国. 2015. 城市生态系统服务研究综述 [J]. 应用生态学报, 26(4): 1023-1033. [Mao Q Z, Huang G L, Wu J G. 2015. Urban ecosystem services: A review. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 26(4): 1023-1033.]
- 欧阳志云, 赵同谦, 赵景柱, 等. 2004. 海南岛生态系统生态调节功能及其生态经济价值研究 [J]. 应用生态学报, 15(8): 1395-1402. [Ouyang Z Y, Zhao T Q, Zhao J Z, et al. 2004. Ecological regulation services of Hainan Island ecosystem and their valuation. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 15(8): 1395-1402.]
- 彭建, 杨旻, 谢盼, 等. 2017. 基于生态系统服务供需的广东省绿地生态网络建设分区 [J]. 生态学报, 37(13): 4562-4572. [Peng J, Yang Y, Xie P, et al. 2017. Zoning for the construction of green space ecological networks in Guangdong Province based on the supply and demand of ecosystem services. *Acta Ecologica Sinica*, 37(13): 4562-4572.]
- 彭建, 赵会娟, 刘焱序, 等. 2017. 区域生态安全格局构建研究进展与展望 [J]. 地理研究, 36(3): 407-419. [Peng J, Zhao H J, Liu Y X, et al. 2017. Research progress and prospect on regional ecological security pattern construction. *Geographical Research*, 36(3): 407-419.]
- 冉圣宏, 吕昌河, 贾克敬, 等. 2006. 基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价 [J]. 环境科学, 27(10): 2139-2144. [Ran S H, Lv C H, Jia K J, et al. 2006. Environmental impact assessment of the land use change in China based on ecosystem service value. *Environmental Science*, 27(10): 2139-2144.]
- 田若敏, 张磊, 宋海泉, 等. 2017. 规划是公共政策还是公共愿景: 基于全国80个大中城市总体规划的环境议题的文本分析 [J]. 规划师, 33(5): 83-87. [Tian R M, Zhang L, Song H Q, et al. 2017. Public policy or common vision: A textual analysis of environment issue in 80 major cities' master plans. *Planners*, 33(5): 83-87.]
- 唐弢, 朱坦, 徐鹤, 等. 2007. 基于生态系统服务功能价值评估的土地利用总体规划环境影响评价研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 17(3): 45-49. [Tang T, Zhu T, Xu H, et al. 2007. Application of ecosystem services evaluation in environmental impact assessment on land-use master planning. *China Population, Resources and Environment*, 17(3): 45-49.]
- 王娟, 崔保山, 卢远, 等. 2006. 生态系统服务价值在土地利用规划中的应用 [J]. 水土保持学报, 20(1): 160-163, 180. [Wang J, Cui B S, Lu Y, et al. 2006. Application of ecosystem services value in land use program. *Journal of Soil and Water Conservation*, 20(1): 160-163, 180.]
- 王磊, 张晓峰, 周伟. 2008. 公路网规划生态服务价值损失估算方法研究 [J]. 安全与环境学报, 8(5): 76-79. [Wang L, Zhang X F, Zhou W. 2008. An innovated method for assessing the losses of ecological service value caused by roadway network construction. *Journal of Safety and Environment*, 8(5): 76-79.]
- 王淑强, 青秀玲, 王晶, 等. 2017. 基于文献计量方法的国际地理科学研究机构竞争力分析 [J]. 地理学报, 72(9): 1702-1716. [Wang S Q, Qing X L, Wang J, et al. 2017. Analysis of competitiveness of international geographic institutes based on bibliometrics. *Acta Geographica Sinica*, 72(9): 1702-1716.]

- 吴克宁, 赵珂, 赵举水, 等. 2008. 基于生态系统服务功能价值理论的土地利用规划环境影响评价: 以安阳市为例 [J]. 中国土地科学, 22(2): 23-28. [Wu K N, Zhao K, Zhao J S, et al. 2008. The environmental impact assessment of land use planning based on the theory of ecosystem services value: Taking Anyang as an example. China Land Science, 22(2): 23-28.]
- 肖焱, 陈圣宾, 张路, 等. 2011. 基于生态系统服务的海南岛自然保护区体系规划 [J]. 生态学报, 31(24): 7357-7369. [Xiao Y, Chen S B, Zhang L, et al. 2011. Designing nature reserve systems in Hainan Island based on ecosystem services. Acta Ecologica Sinica, 31(24): 7357-7369.]
- 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 2003. 青藏高原生态资产的价值评估 [J]. 自然资源学报, 18(2): 189-195. [Xie G D, Lu C X, Leng Y F, et al. 2003. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. Journal of Natural Resources, 18(2): 189-195.]
- 谢高地, 张彩霞, 张昌顺, 等. 2015. 中国生态系统服务的价值 [J]. 资源科学, 37(9): 1740-1746. [Xie G D, Zhang C X, Zhang C S, et al. 2015. The value of ecosystem services in China. Resources Science, 37(9): 1740-1746.]
- 谢高地, 张钊铨, 鲁春霞, 等. 2001. 中国自然草地生态系统服务价值 [J]. 自然资源学报, 16(1): 47-53. [Xie G D, Zhang Y L, Lu C X, et al. 2001. Study on valuation of rangeland ecosystem services of China. Journal of Natural Resources, 16(1): 47-53.]
- 谢永俊, 彭霞, 黄舟, 等. 2017. 基于微博数据的北京市热点区域意象感知 [J]. 地理科学进展, 36(9): 1099-1110. [Xie Y J, Peng X, Huang Z, et al. 2017. Image perception of Beijing's regional hotspots based on microblog data. Progress in Geography, 36(9): 1099-1110.]
- 薛飞. 2016. 面向生态系统服务的北京中心地区水系廊道研究 [D]. 北京: 清华大学. [Xue F. 2016. Research on water system corridors in Beijing central area for ecosystem services. Beijing, China: Tsinghua University.]
- 杨光梅, 李文华, 闵庆文, 等. 2007. 对我国生态系统服务研究局限性的思考及建议 [J]. 中国人口·资源与环境, 17(1): 85-91. [Yang G M, Li W H, Min Q W, et al. 2007. Reflection on the limitation of ecological service studies in China and suggestion for future research. China Population, Resources and Environment, 17(1): 85-91.]
- 鄢一龙, 吕捷, 胡鞍钢, 等. 2014. 整体知识与公共事务治理: 理解市场经济条件下的五年规划 [J]. 管理世界, (12): 70-78. [Yan Y L, Lv J, Hu A G, et al. 2014. Holistic knowledge and public affairs governance: Understanding the Five-year Plan in market economy. Management World, (12): 70-78.]
- 张立伟, 傅伯杰. 2014. 生态系统服务制图研究进展 [J]. 生态学报, 34(2): 316-325. [Zhang L W, Fu B J. 2014. The progress in ecosystem services mapping: A review. Acta Ecologica Sinica, 34(2): 316-325.]
- 赵文武, 刘月, 冯强, 等. 2018. 人地系统耦合框架下的生态系统服务 [J]. 地理科学进展, 37(1): 139-151. [Zhao W W, Liu Y, Feng Q, et al. 2018. Ecosystem services for coupled human and environment systems. Progress in Geography, 37(1): 139-151.]
- 郑华, 李屹峰, 欧阳志云, 等. 2013. 生态系统服务功能管理研究进展 [J]. 生态学报, 33(3): 702-710. [Zheng H, Li Y F, Ouyang Z Y, et al. 2013. Progress and perspectives of ecosystem services management. Acta Ecologica Sinica, 33(3): 702-710.]
- 郑景明, 罗菊春, 曾德慧. 2002. 森林生态系统管理的研究进展 [J]. 北京林业大学学报, 24(3): 103-109. [Zheng J M, Luo J C, Zeng D H. 2002. Review of researches in forest ecosystem management. Journal of Beijing Forestry University, 24(3): 103-109.]
- 钟赛香, 曲波, 苏香燕, 等. 2014. 从《地理学报》看中国地理学研究的特点与趋势: 基于文献计量方法 [J]. 地理学报, 69(8): 1077-1092. [Zhong S X, Qu B, Su X Y, et al. 2014. Progress in Chinese geography research reflected from Acta Geographica Sinica during 1934-2013: A bibliometrics analysis. Acta Geographica Sinica, 69(8): 1077-1092.]
- Costanza R, D'Arge R, de Groot R, et al. 1997. The value of the world's ecosystem service and natural capital [J]. Nature, 387: 253-260.
- Costanza R, de Groot R, Braat L, et al. 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go [J]. Ecosystem Services, 28: 1-16.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being [M]. Washington, DC: Island Press.
- Sapir E. 2004. Language: An introduction to the study of speech [M]. New York: Courier Dover Publications: 58-76.
- Sutherland W J, Armstrong B S, Armsworth P R, et al. 2006. The identification of 100 ecological questions of high policy relevance in the UK [J]. Journal of Applied Ecology, 43(4): 617-627.
- Whorf B L, Carroll J B. 1956. Language, thought and reality: Selected writings of Benjamin Lee Whorf [M]. Cambridge, MA: MIT Press: 134-159.

Research and application progress of ecosystem services in land use planning: A bibliometric and textual analysis

LIU Ziwen^{1,2}, YIN Dan^{1,2}, HUANG Qingxu^{1,2*}, HE Chunyang^{1,2}, XUE Fei³

(1. Center for Human-Environment System Sustainability (CHESS), State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology (ESPRE), Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. School of Natural Resources, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

3. College of Architecture and Urban Planning, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: Ecosystem services (ESs) are closely related to human well-being and regional sustainable development and play a fundamental role in regional land use planning. Therefore, this study used the bibliometric analysis and the textual analysis methods to examine the application of ES concepts, methods, and related key words in land use planning research and plans since 1997. The results show that in recent years, academic research has paid increasing attention to the application of ESs in land use planning. The number of publications and the citations of relevant papers have steadily increased over time. A total of 121 papers and 2252 citations were identified in Chinese literature for the period 1997–2017. Meanwhile, the total frequency of key words related to ESs is rising in the General Plan for Land Use (GPLU) texts from the national level to the provincial capital level. The frequency of key words related to ESs in the GPLU grew from 14630 in 1997–2010 to 25467 in 2006–2020, with a growth rate of 74%. In addition, the planning texts included more concerns on the provisioning and supporting services than the regulating and cultural services. In the future, we suggest that more effective methods should be developed to apply ESs to planning practice and more attention should be paid to the regulating and cultural services to serve the construction of ecological civilization.

Keywords: ecosystem services; land use planning; urban sustainability; bibliometric analysis; textual analysis