

DOI: 10.5846/stxb201211081566

秦晓楠, 卢小丽, 武春友. 国内生态安全研究知识图谱——基于 Citespace 的计量分析. 生态学报 2014, 34(13): 3693–3703.

Qin X N, Lu X L, Wu C Y. The knowledge mapping of domestic ecological security research: bibliometric analysis based on citespace. Acta Ecologica Sinica 2014, 34(13): 3693–3703.

国内生态安全研究知识图谱 ——基于 Citespace 的计量分析

秦晓楠*, 卢小丽, 武春友

(大连理工大学管理与经济学部, 大连 116023)

摘要: 以 CSSCI 中 2000—2011 年 299 篇生态安全研究论文为研究对象, 采用文献共被引网络、关键词共现网络及突现词分析, 以信息可视化手段, 对国内生态安全研究现状进行了分析。研究发现, 目前国内生态安全研究已完成了基础理论和研究体系的架构, 但研究网络过于集中, 前沿分支较少。生态安全研究起源、生态安全基础理论、生态风险评价、生态系统评价、土地生态安全研究是国内生态安全研究的主要知识群组。国内生态安全研究主题集聚成 3 条核心路径: “生态安全基础理论研究”路径、“生态安全-生态系统评价-区域生态安全评价-生态预警”路径、“生态安全-生态风险评价-农村资源生态系统-土地生态安全研究-生态预警”路径。生态预警及土地生态安全研究成为当前生态安全的研究前沿, 生态安全研究更趋向于对特色性的生态系统进行分析与评价。

关键词: 生态安全; Citespace; 知识群组; 演化路径; 生态预警

The knowledge mapping of domestic ecological security research: bibliometric analysis based on citespace

QIN Xiaonan*, LU Xiaoli, WU Chunyou

Faculty of Management and Economics, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China

Abstract: Research into ecological security has aroused the widespread attention of scholars. The many differences in ecosystem type, number, spatial distribution and ecological evolutionary process has caused domestic scholars to be continuously innovating. In recent years, alongside enhancements to the basic theory and improvement in research systems, ecological security research has formed different research centers and broken new frontiers. This paper synthesizes information visualization methods, bibliometric methods and data mining algorithms and visualizes the development process and structural relationship of ecological security research using the information visualization analysis software, Citespace II. The research uses data from 299 articles about “ecological security” in the CSSCI database during 2000—2011. Using the co-citation network analysis and burst detection, we analyze the domestic research status of the ecological security research field. The results reveal that domestic research falls into categories of basis theories and system construction: the study of the origin of ecological security; ecological security basic theory; ecological risk assessment; ecological system assessment; and land ecological security, which form the main knowledge groups of domestic ecological security research. The ecological security co-citation network provides visual displays of the evolution path among the knowledge groups of ecological security research. This indicates that ecological security research formed the evolution of knowledge and theory, reflecting the coherence and extension of ecological security research. In short, “the study of the origin of ecological security” is at the

基金项目: 国家自然科学基金(71320107006, 71373035); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(DUT13RW419)

收稿日期: 2012-11-08; 网络出版日期: 2014-02-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dlqinxn@126.com

edge of the network, showing some independence and is less associated with the follow-up study. "Ecological security basic theory" is in the network center and shows the basis theories of ecological security research. This shows a close correlation with the surrounding "ecological risk assessment" and "ecological system assessment" which are closely linked to "ecological security basis theory". These are extended theories and the frontier branch of "ecological security basis theory". "Land ecological security" is the frontier branch of "ecological risk assessment". It has developed "ecological risk assessment" research and has provided the practical application of those theories. But the co-citation network also indicates that these research networks tend to be more centralized and have poor extension ability. Domestic ecological security research themes cluster into three core evolution routes "the basic theoretical research of the ecological security". It indicates that ecological security research has gradually developed the basic theories and expanded ecological security concepts "ecological security, ecosystem assessment, the regional ecological security assessment, ecological security alarm". It indicates that research topics begin with macro research into common eco-system assessment, which is then refined for the regional eco-system assessment "ecological security, ecological risk assessment, rural resources ecosystem assessment, land ecological security, ecological security alarm". It indicates that ecological security research has been refined and applied to agro-ecosystems assessment. "Ecological security alert" and "land ecological security" are the current research frontiers. Ecological security research will be more likely to analyze and assess special ecological systems and further strengthen ecosystem scales and functional classification. Ecological security research will tend to create a dynamic, diverse ecosystem and strengthen research in ecosystem evolution and related research in the economy, human activity and ecosystems.

Key Words: ecological security; citespace; knowledge groups; evolution routes; ecology alert

随着人口数量的增长和社会经济的快速发展,人类社会对资源和环境的压力不断增加,生态环境恶化对人类生存和发展构成了严重威胁。在此背景下,生态安全研究引起了学者的广泛关注。由于生态系统的类型、数目、空间分布与配置及生态演化过程存在诸多差异,国内学者针对生态安全的研究也在不断进行着创新。近年来,随着理论基础的加强及研究体系的完善,生态安全研究领域形成了多样化的研究中心和前沿分支。因此,识别生态安全研究的经典理论及知识聚类,辨析生态安全研究的起源与演进脉络,探究生态安全研究的前沿热点及未来延伸趋势,有利于构建一个生态安全研究的理论库,为学者剖析生态安全的研究现状及开拓新的研究前沿提供理论参考和借鉴。

本文基于 2000—2011 年 CSSCI 数据库的文献源,选择信息可视化分析软件 Citespace II,综合了信息可视化方法、文献计量方法和数据挖掘算法,以可视化的方式显示生态安全领域的发展进程与结构关系。从多元、分时、动态的视角出发,对生态安全科学文献进行信息挖掘,分析生态安全的知识基础、研究主题和前沿,明确生态安全研究的演化路径和发

展趋势。

1 数据与方法

随着信息化社会的加速发展和网络应用的推广,学者们通过对文献数据信息绘制科学知识图谱来实现学科知识的可视化,借此进行研究理论增长、研究范式转换、学科领域演进以及学科结构辨识等方面的研究。常见的信息可视化分析软件有 ArnetMiner(专家检索系统)、PaperLens(数据关系挖掘)、TDA(Thomson data analysis)和 Citespace 等。与其它软件相比,Citespace 软件融合了聚类分析、社会网络分析、多维尺度分析等方法,侧重于探测和分析学科研究前沿的演变趋势、研究前沿与其知识基础之间的关系,以及不同研究前沿之间的内部联系。本文以生态安全相关文献数据为研究对象,利用 Citespace II 软件,对被引(Cited)文献和引文(Citing)进行相应数据挖掘和计量分析,提炼出生态安全研究领域的知识基础,把握生态安全研究的最新进展、前沿热点、演化路径和未来趋势,为相关研究提供依据。

为了保证原始数据全面、准确并具有较高的解

释度,本文以中文社会科学引文索引(CSSCI)(2000—2011年)为数据源,以“生态安全”为关键词进行检索,共获得文献299篇及1034条去除自引的

施引文献。对所得文献数据进行初步的年度分布统计分析(图1)、学科分类分析(表1)和文献出版来源分析(图2),形成了生态安全研究领域的初步认知。

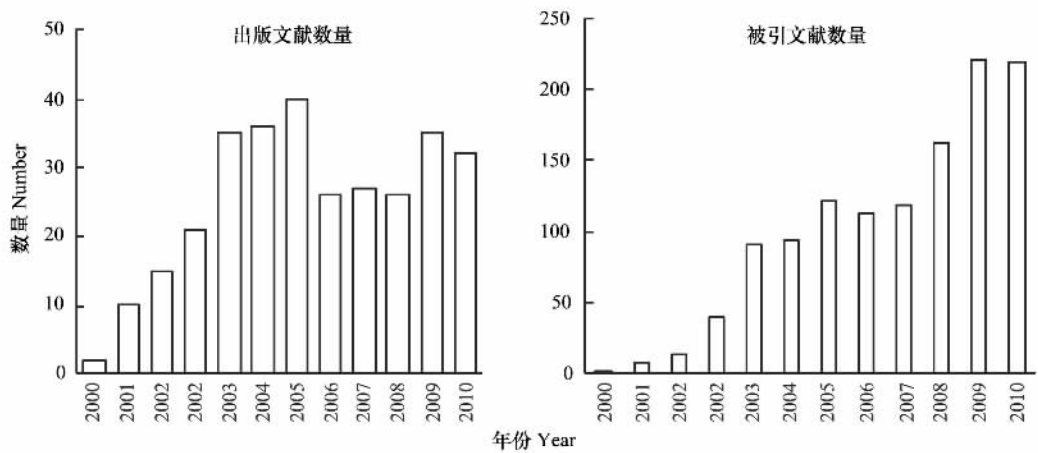


图1 生态安全研究文献出版数量及被引数量的时间分布图

Fig.1 Time diagram of ecological security research literature and quoted literature quantity

表1 生态安全研究文献的学科分类

Table 1 Ecological security research literature's subject category

学科类别 Subject category	文献比例/% Proportion
环境科学 Environmental Science	31.00
农学 Agronomy	28.00
经济管理学 Economic management	12.90
生物学 Biology	8.10
地理学 Geography	7.60
其他 Others	12.40

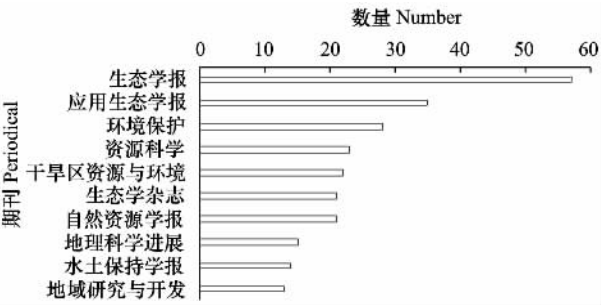


图2 前10位被引文献出版来源统计

Fig.2 The top ten published literature resources statistics

可见,在观察期内(2000—2011年),国内生态安全研究相关的文献和被引文献数量在2001—2006年期间稳步增长,表明该期间生态安全研究的热度和受重视程度在不断上升,生态安全问题引起了学者的广泛重视。在2007—2008年间生态安全研究文献的出版及引文数量均有所下降,表明生态安全

研究出现了短暂的停滞,研究进入瓶颈阶段。2009—2011年生态安全研究的文献数量及引文数量又迅速增长,代表着生态安全研究开始复苏,再次成为重要的研究热点。从研究的学科分布来看,目前主要集中于环境科学(31.0%)、农学(28.0%)、经济管理学(12.9%)等领域,生态安全研究成为多学科共同关注的研究主题;按被引文献出版来源来看,排名前十位的被引期刊来源皆是以生态环境、资源保护研究为主题,该结果反映生态安全研究的权威文献主要集中于生态、环境及资源相关的研究层面,在经济和社会维度上的研究尚未充分展开。

2 生态安全研究的文献计量分析

2.1 知识群组识别

研究领域可以被概念化为从研究前沿到知识基础的时间映射。原始数据中的被引文献组成了该研究领域的知识基础,而相应的引文则形成了研究前沿^[1]。因此,知识基础的聚类 and 演变研究是辨析研究前沿的基础,能够揭示研究前沿演变的重要知识转折点,并明确研究前沿之间的关联。本研究利用前文确定的数据样本,绘制基于文献共被引网络的“生态安全”研究领域的知识结构图谱,辨析“生态安全”研究领域的理论结构。具体操作方式如下:时间切割设置为1a,主题词来源同时选择标题、摘要、系索词和标识符,主题词类型选择名词短语,节点类

型选择被引文献, 阈值选择以 TOP35 为阈值, 其余时段切割值由线性插值赋值。运行 CitespaceII 软件得到可视化网络相应的网络时区图, 包括 289 个节点和 1185 条连线。网络时区图中中心度与被引频次较高的节点如图 3 所示。

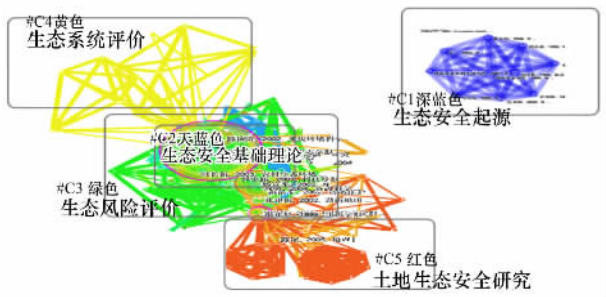


图 3 生态安全研究的文献共被引网络图谱
Fig. 3 The ecological security co-citation network map

从文献共被引网络图谱(图 3)来看,生态安全研究呈现出典型的研究初期状态:研究网络集中性较强,网络重叠度较高,研究分支较少。图谱中节点文献间呈现较强的关联度,彼此之间具有较强的解释性。且部分关键节点文献处于知识群组的交界处,在群组间起到承上启下的作用,为后续研究提供了理论支持和方向指引。从共被引连线分布来看,生态安全研究领域的共被引网络呈现出清晰的知识群组区划及组间的强关联度,研究围绕关键节点形成了多个文献聚类,并以相同颜色的连线展示出彼此的关联。结合文献共被引网络图谱(图 3)及关键节点文献信息(表 2),本文将生态安全研究领域划分为生态安全起源、生态安全基础理论、生态风险评价、生态系统评价、土地生态安全研究 5 个知识群组。

表 2 生态安全研究文献共被引网络中节点文献信息表

Table 2 The node information of ecological security co-citation network

作者 Author	时间 Time	文章名称 Paper Title	期刊 Periodical
#C1	深蓝色	生态安全起源 未出现中心度>0.01 的关键节点文献	首次被引时间 2000—2001
#C2	天蓝色	生态安全基础理论	首次被引时间 2002—2003
肖笃宁	2002	论生态安全的基本概念和研究内容 ^[2]	应用生态学报
左伟	2002	区域生态安全评价指标与标准研究 ^[3]	地理学与国土研究
杨京平	2000	全球生态村运动述评 ^[4]	生态经济
陈国阶	2002	论生态安全 ^[5]	重庆环境科学
#C3	绿色	生态风险评价	首次被引时间 2004—2006
吴国庆	2001	区域农业可持续发展的生态安全及其评价探析 ^[6]	生态经济
崔胜辉	2005	生态安全研究进展 ^[7]	生态学报
曹新向	2004	区域土地资源持续利用的生态安全研究 ^[8]	水土保持学报
付在毅,许学工	2001	区域生态风险评价 ^[9]	地球科学进展
马克明	2004	区域生态安全格局:概念与理论基础 ^[10]	生态学报
左伟	2003	区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究 ^[11]	土壤
邹长新	2003	生态安全研究进展 ^[12]	农村生态环境
郭中伟	2001	建设国家生态安全预警系统与维护体系 ^[13]	科技导报
唐先武	2002	关注中国的生态安全 ^[14]	科技日报
曲格平	2002	关注生态安全之二:影响中国生态安全的若干问题 ^[15]	环境保护
任志远	2005	陕西省生态安全及空间差异定量分析 ^[16]	地理学报
Costanza R	1997	Value of the world's ecosystem services and natural capital ^[17]	Nature
#C4	黄色	生态系统评价	首次被引时间 2007—2008
王根绪	2003	生态安全评价研究中的若干问题 ^[18]	应用生态学报
郭秀锐	2002	城市生态系统健康评价初探 ^[19]	中国环境科学
陈东景	2002	西北内陆河流域生态安全评价研究 ^[20]	干旱区地理
陈浩等	2003	荒漠化地区生态安全评价——首都圈怀来县为例 ^[21]	水土保持学报
杨庆媛	2003	西南丘陵山区土地整理与区域生态安全研究 ^[22]	地理研究
杜巧玲等	2004	黑河中下游绿洲生态安全评价 ^[23]	生态学报

续表

作者 Author	时间 Time	文章名称 Paper Title	期刊 Periodical
#C5	红色	土地生态安全研究	首次被引时间 2009—2011
俞孔坚	1999	生物保护的景观生态安全格局 ^[24]	生态学报
刘勇	2004	区域土地资源生态安全评价——以浙江嘉兴市为例 ^[25]	资源科学
张虹波	2007	黄土丘陵区土地资源生态安全及其动态评价 ^[26]	资源科学
张虹波	2006	土地资源生态安全研究进展与展望 ^[27]	地理科学进展
吴次芳	2004	土地资源安全研究的理论与方法 ^[28]	应用生态学报

#C1 聚类(图 3 图谱边缘深蓝色连线网络): #C1 知识群组是国内生态安全研究领域中最先达到研究阈值的聚类群组——“生态安全起源”群组。“起源”群组中文献的首次被引时间在 2000—2001 年之间,文献总量较少,中心度较低,与其他聚类节点的连接较弱。通过原文献研究发现,该群组的研究集中在“生态安全理念推介”和“环境与生态交叉研究”两个方面。其中生态安全理念推介是从经济安全与政治安全的角度诠释生态安全的价值与地位,而“环境与生态交叉研究”主要借助国外生态环境保护研究成果与经验,从洪涝灾害、泥石流灾害、农业灾害等角度展开研究。可见,国内生态安全研究初期把生态安全等同于“环境安全”和“资源安全”,研究大部分局限于生态学、地理学的研究领域,较少涉及生态系统与社会经济要素的关联,对后续生态安全研究的影响较弱。

#C2 聚类(图 3 图谱中心浅蓝色连线网络): #C2 知识群组——“生态安全基础理论”群组初次被引时间大多是在 2002—2003 年之间,节点呈现出较高的中心性,并与周边有着密集的连接线,形成了具有较强凝聚力的研究网络。在生态安全基础理论奠基阶段,研究集中在基础概念与理论的探讨及研究体系的架构,形成了丰富的成果和结论,对后续研究具有较强的解释度。该阶段扩展了生态安全概念的认知,从单一的自然生态系统研究扩展到包含“社会系统”“经济系统”的综合研究。在研究体系构建上,提出生态系统评价、生态系统服务功能以及生态安全预警 3 个方面作为生态安全研究的主要内容。知识群组中中心度最高的 3 个节点文献是整个共被引网络的关键节点,分别为 2002 年肖笃宁发表的《论生态安全的基本概念和研究内容》^[2]、2002 年左伟发表的《区域生态安全评价指标与标准研究》^[3]、2002 年杨京平发表的《生态安全的系统分析》^[4]。其中《论生态安全的基本概念和研究内容》^[2]转引频

次 62 次,且节点外围呈现紫色圆圈,表明该文献在整个研究领域中具有显著的影响力。文章围绕人类发展的“安全”与“风险”的辩证关系把生态安全定义为“人类在生产、生活和健康等方面不受生态破坏与环境污染等影响的保障程度”。该概念得到了学者的普遍认可,为后续生态系统评价提供了重要的研究视角和研究工具。

#C3 聚类(图 3 图谱中心浅绿色连线网络): #C3 知识群组为“生态风险评价”聚类群组,其首次共被引时间是 2004—2006 年。图谱分析显示,“生态风险评价”知识群组中节点数目众多,中心度分布较为均衡,与 #C2 知识群组有着较强的关联,基本上形成了对 #C2 聚类外部的包围,呈现出共被引网络重叠。该阶段有关生态安全的研究已进入了活跃期,形成了多态的研究中心,产生了丰富的成果和结论。#C3 聚类群组从“生态风险”的角度对生态安全研究的理论和方法进行探索和论证,在整个研究领域起到承上启下的作用,其主要研究成果包括 3 个方面:首先,将生态风险的研究解析为格局与过程两个维度,对生态系统进行静态分布和动态演化的研究和评价。其次,广泛采用“生态安全阈值”法对生态风险进行评价,探索普适性的生态安全标准,促进生态系统安全横向比较。第三,生态预警成为生态风险研究领域的热点,围绕《建设国家生态安全预警系统与维护体系》^[13]形成了中心度较强的研究聚类。

#C4 聚类(图 3 图谱左上角黄色连线): #C4 知识群组为“生态系统评价”,首次共被引时间是 2007—2008 年。其 3 个关键节点文章与 #C2 网络有着密集的连接,呈现出共被引网络重叠。由此可见, #C4 知识群也是“生命安全基础理论”知识群组的研究分支,其研究主要是从生态风险(脆弱性、压力)与生态健康(恢复性、完整性、活力)两个角度进行生态系统评价。#C4 知识群组把指标体系的建立作为生态安全评价研究的基础和重点,群组中有大量关于

指标体系构建研究的国外文献引用,并根据中国特色进行了指标的修正,研究主要针对不同类型、不同尺度的生态系统采用适合的评价指标体系进行评价。

#C5 聚类(图 3 图谱右下角红色连线):#C5 知识群组——“土地生态安全研究”处于图谱的外缘位置(其首次共被引时间是 2009—2011 年),与#C3 聚类有着较强的关联,其关键节点文献《生物保护的景观生态安全格局》^[24]和《区域土地资源生态安全评价》^[25]处于两个聚类的交界处,标记出两个知识群组之间的知识流动路径。因此,#C5 聚类可被视为是生态风险评价的理论延伸和实际应用,该聚类主要是在农村资源评价研究、区域生态安全研究的基础上进行土地生态安全研究,研究倾向于采用景观生态格局、土地利用覆盖率等地理学科的理念和方法,剖析土地资源生态影响机理,构建土地资源生态安全评价指标体系,进而识别不同状态的土地利用模式,塑造土地利用的安全格局。

鉴于上面的分析,生态安全文献共被引网络形成了知识和理论的流动与继承脉络,体现出生态安全研究的连贯性和延展力,并直观的展示出生态安全研究领域内知识群组之间的演进脉络(图 4)。

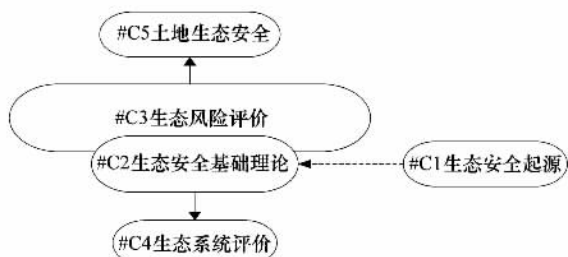


图 4 生态安全研究的知识群组演进脉络

Fig. 4 The evolution path of ecological security information-groups

结合共被引图谱分析,生态安全研究领域聚类的知识群组数量不多,构成的演化路径相对较短。#C1 聚类(生态安全起源)处于网络的边缘,呈现出一定的独立性,与后继研究关联性不强;#C2 聚类(生态安全基础理论)处于网络中心,与周边关联性紧密,是整个生态安全研究领域的理论基础;#C3 知识群组(生态风险评价)和#C4 知识群组(生态系统评价)都与#C2 知识群组有着紧密的联系,是#C2 知识群组的理论延伸,成为生态安全研究领域的前

沿分支;#C5 知识群组(土地生态安全研究)是#C3 知识群组的分支,是#C3 研究理论的深化及在实践中的应用。

2.2 研究主题的演化路径识别

研究主题的分布及演化能够直观地体现不同时序内的热点领域、分析视角、研究方法的变化。而关键词作为学术论文研究主题的精炼表达,其关联性一定程度上可以揭示学科领域中知识的内在联系。鉴于此,本文通过关键词共现分析来鉴别生态安全研究的主要研究方向和热点,并对该研究领域主题结构的发展变化做出判断。具体操作方式如下:时间切割设置为 1a,节点类型选择关键词,阈值选择以 TOP25 为阈值,运行 Citespace II 得到关键词共现网络图谱。然后通过 PathFinder 算法对网络进行修剪与合并,得出关键词共现的关键路径(图 5)及关键词分布表(表 3),修剪后的图谱共包含关键词节点 209 个,连线 310 条。

2.2.1 研究主题辨识

关键词中心度反映了其在整个关键词共现网络中的重要性,代表了一定时期内核心的研究主题。本文按照中心度对关键词共现的关键路径图谱中的关键词进行筛选(表 3),从而对各个时期的生态安全研究主题进行辨识。

首先,生态安全研究在 2000—2002 年间处于刚刚起步阶段。在此阶段研究主题集中在生态安全理念的引入,从环境保护、可持续发展等研究领域演化出生态安全研究的基础概念。“生态安全”、“可持续发展”、“生态环境”等 3 个关键词呈现出较强的中心度,是整个研究领域的核心节点。“生态安全”关键词的周边密布着各个时期的共现网络,表明其一直作为该研究领域的热点。“国家生态安全”、“区域生态安全”等关键词代表着生态安全研究的基础性概念和理论。“可持续发展”、“生态环境”是对“生态安全”理念的推介,生态安全作为国家安全的新课题,与国防安全、经济安全具有同等重要的战略意义。

生态安全研究在 2003—2005 年间得到了迅速的发展,研究进入繁荣时期,产生了多样化的研究主题及复合、发散的研究网络。根据共现词网络分析,该时期出现了较多关键词数目,并具有相对均衡的中心度。对关键词信息表进行分析发现,这个时期

的研究主题主要集中在“生态系统评价”以及“中小尺度生态安全研究”。其中生态系统评价研究中“指标体系”呈现出较高的中心度,成为生态系统评价的主要方法。中小尺度生态系统研究侧重于生态系统尺度及类型区分,主要针对“城市”、“土地”、“农业”等特色的生态系统进行研究与评价。

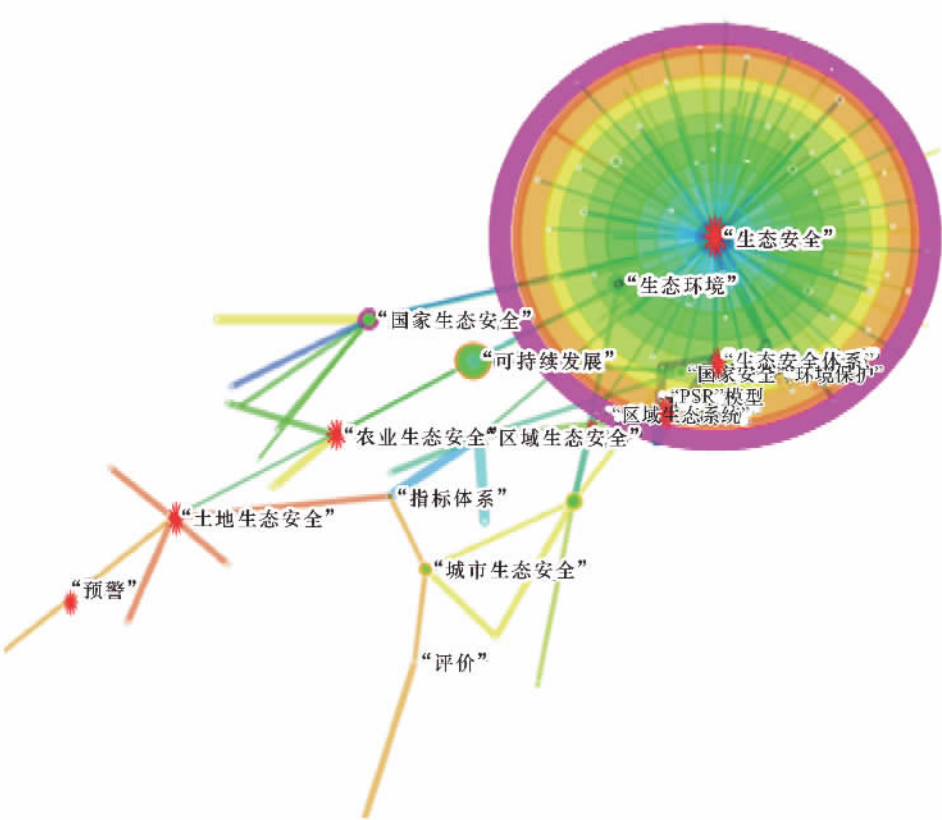


图 5 生态安全研究领域研究主题演化路径

Fig. 5 The research themes` evolution path of ecological security research

表 3 生态安全研究领域关键词共现网络的关键词中心性排序列表

Table 3 The keyword centre index rank of ecological security Co-occurrence network

年份 Year	关键词 Key word	中心度 Centre	年份 Year	关键词 Key word	中心度 Centre
2000	生态安全	1. 08	2004	生态安全评价	0. 07
2000	生态安全体系	0. 04	2004	城市生态安全	0. 04
2000	环境保护	0. 02	2004	区域生态系统	0. 02
2001	国家生态安全	0. 11	2005	土地生态安全	0. 09
2002	区域生态安全	0. 07	2005	农业生态安全	0. 04
2002	可持续发展	0. 06	2005	PSR 模型	0. 02
2002	生态环境	0. 05	2009	评价	0. 02
2002	国家安全	0. 02	2010	预警	0. 02
2003	指标体系	0. 03			

2006—2008 年间作为生态安全研究的转折点,有关生态安全的研究出现了短暂的停滞,进入了酝酿期。共现词图谱中没有显示出具有较强中心度的关键词。在 2009—2011 年生态安全研究出现了新的突破,但关键词呈现出中心度较小且数量较少的特征。这表明生态安全研究主题进入到了分支拓展的阶段。通过关键词信息表分析,该时期主要的关键词有“评价”、“预警”。该结果表明,生态安全评

价研究成为该时期的研究热点,尤其是对中小尺度生态系统风险评价研究成为主要研究方向。同时,研究进一步进行生态预警的理论探索,引入了生态学、地理学等多样的研究方法,并展开了广泛的实证研究。

2.2.2 研究主题的演化路径

基于关键词中心度研究与关键词共现网络的关键路径分析,对主干理论演进的主要路径进行了标注,展现生态安全研究领域主题演变(图5)。从关键词共现图谱来看,具有相近研究方向的关键词在图谱中的位置相对靠近,本文借用关键词共现连线的颜色,梳理出生态安全研究3条重要的演化路径

“生态安全基础理论”研究路径。在生态安全研究的各个阶段,研究主题逐渐对生态安全基础理论和概念进行深化、扩展。结合关键词共现网络,可以看出生态安全研究初期集中在“生态安全”、“国家生态安全”等基础概念的引入,塑造该领域的研究内涵及理论框架。随着研究的发展,研究主题逐渐细化成为“城市生态安全”、“土地生态安全”、“农业生态安全”等分支,引领生态安全研究向微观、特色的方向转移,促使生态安全的研究结论及成果的实践与应用。

“生态安全-生态系统评价-区域生态安全评价-生态预警”研究路径。该路径主要描述生态安全评价的研究演化:研究主题从宏观的、共性的生态系统评价的探索,逐渐细化到特色的区域生态系统评价,并在不同尺度生态系统进行实证研究。区域生态安全研究旨在辨识区域生态系统的风险要素,对整个生态系统健康性进行综合评析。在此研究的基础上,研究主题引入生态预警的理念,从时间维度深化生态系统评价的研究成果,探索生态系统的演化趋势,促使生态安全研究进入到新的发展领域。

“生态安全-生态风险评价-农村资源生态系统-土地生态安全研究-生态预警”研究路径。该路径是生态安全研究的特色分支,代表着生态安全研究在农业生态系统上的细化及应用。结合关键词共现图谱,可以看出农村生态安全研究是基于农村生态系统脆弱性的特色,进行农业生态系统风险辨识,逐渐转移到土地资源生态安全研究。近年来,其研究主题也引入了生态预警的理念,结合农业生态风险的

研究,把生态安全预警研究的成果应用到农业生态系统中,对农业生态系统的脆弱因素进行监控,探索特色的农业系统预警理论及方法。

2.3 研究前沿辨识

研究前沿的识别与追踪能够为研究者提供学科研究的最新演化动态,预测研究领域的发展,识别需要进一步探索的问题。在研究中,前沿往往采用代表该研究内容的词汇或短语出现次数的变化进行分析^[29]。相对于传统的高频主题词分析,突现主题术语更适合探测学科发展的新兴趋势和突然变化。在分析突现主题术语时,可利用突现词探测技术和算法,通过考察关键词词频时间分布,从中探测出频次变化率高的主题词。具体步骤:时间切割设置为1a,节点类型选择关键词,主题词类型选择名词短语,结合软件自带的突现检测算法,阈值选择以TOP35为阈值,然后运行Citespace II。导出Citespace II中的数据,整理出生态安全研究领域的突现词信息表(表4)。

表4结果显示,生态安全研究前沿显著划分为4个阶段:

(1) 2000—2002年期间,生态安全研究处于研究初期,产生了大量具有突现度与中心度的突现词,表明生态安全一经提出就成为学术研究的热点,形成多样化的研究中心。“生态安全”中心度为0.27,是整个研究网络的中心节点,但没有呈现出较高的突现度。而“周边环境安全”、“经济安全”和“环境安全”等呈现出较高的突现度。可见,初期的生态安全研究是作为国家安全、可持续发展等研究领域的前沿分支,并随着研究的发展逐步进行着自身特色的概念界定与理念推广。

(2) 2003—2005年期间,突现词的数目下降,且呈现出突现度的平均分布,该结果表明生态安全研究逐步拓展自身的研究网络,催生了不同的研究分支。从突现词列表上可以看出,该时期主要的前沿分支集中在“生态系统评价”与“区域生态系统研究”上。生态安全研究呈现出从宏观的、笼统的研究走向微观的、具体的发展趋势。

(3) 2006—2008年期间,生态安全研究领域没有突现出新的研究前沿,表明在经历了2000—2005年期间的推广期和活跃期后,生态安全研究进入酝酿阶段。

表 4 生态安全研究关键词共现网络突现词信息表

Table 4 The burst words' information of ecological security keyword co-occurrence network

年份 Year	关键词 Key Word	突现度 Burst	年份 Year	关键词 Key Word	突现度 Burst
2000	环境保护	3.8	2003	区域生态安全	2.65
2000	生态环境	5.38	2003	生态安全格局	2.65
2000	WTO	2.70	2004	城市生态安全	2.67
2000	土地资源	3.71	2004	生态系统评价	3.02
2000	生态安全	2.57	2004	评价	2.83
2000	可持续发展	2.00	2005	外来物种	3.64
2002	国家安全	3.75	2009	土地生态安全	3.28
2002	长江流域	3.39	2009	PSR 指标	3.03
2002	环境安全	2.58	2010	预警	3.76
2002	周边环境安全	12.58	2011	环境监测	2.81
2002	经济安全	11.24			

(4) 2009—2011 年期间,此阶段生态安全研究领域出现了四个突现度较高的关键词,集聚成为新的研究分支。从突现词列表上来看,“预警”突现度为 3.76,体现出针对预警理论的探讨和预警系统建立的研究急剧增加,进而凝聚成该时期的研究前沿。“环境监测”成为该时期预警研究的主要研究手段及方向。“土地生态安全”突现度是 3.28,并呈现出相对较高的中心度,形成了该时期的一个研究热点。其现阶段的研究一方面侧重于土地系统本身健康性和可持续性,另一方面是强调土地生态系统为人类提供稳定的生态服务的能力。另外,“PSR”指标体系呈现出较高的突现度,其作为常用的生态系统评价指标体系构建方法,采用系统分解法将生态系统分解为“压力”、“状态”、“反映”等子系统,综合考量了生态系统本身状况变化以及生态系统与社会经济系统之间互动的影 响。

突现词分析结果表明,生态安全研究呈现两个发展方向:首先是针对特色生态系统的评价与研究。生态安全研究将进一步加强对生态系统的尺度限定和功能分类,在此基础上进行特色的生态系统安全性研究与评价,其中不同类型生态资源系统、不同尺度生态环境系统都将成为生态安全研究的对象。其次是针对生态安全系统化进行研究。生态安全研究将倾向于塑造动态的、多元的生态系统,加强对生态演化过程的研究,丰富产业经济、人文活动与生态系统的相互作用评价。

3 结论及建议

本文利用信息可视化软件 Citespace II 对十多年来国内 CSSCI 中生态安全研究的文献信息进行了可视化分析。通过绘制生态安全研究文献共被引网络图谱得到研究演进中的关键节点文献,辨析出共被引网络集聚的 5 个生态安全知识群组,并识别出知识群组之间的理论发展与知识演进路径。通过对关键词共现网络的分析,识别出各个时期的研究主题及其核心演变路径。进一步分析突现词列表,识别当前国内生态安全的研究前沿。本文研究发现,目前生态安全研究呈现如下特点:

(1) 国内生态安全研究领域已经形成了较为完整的研究网络,既有作为研究基础的关键节点文献,又有表现研究发展脉络的共引连线,为后续生态安全学科知识与理论的延续与发展打下了坚实的基础。

(2) 国内生态安全研究已从宏观的、共性研究转向区域的、特性研究,研究重视对生态系统研究尺度、系统类别的区分,土地生态安全和城市生态安全成为生态安全的研究前沿。

(3) 生态安全研究把生态系统格局和生态演化过程结合起来进行分析与评价,重视社会维度、经济维度对自然生态系统的影响。生态系统评价成为架构生态安全知识群组网络、研究主题演化路径的重要核心,生态预警研究成为生态安全领域高度系统化的研究热点。

相较而言,国外的生态安全研究与国内研究在

研究方向、研究尺度上存在较大的差异。国外的相关研究主要集中于辨识生态安全系统外部的冲突及压力,解析外部压力与生态安全系统间的互动,并注意到人文社会系统演变对生态脆弱性的影响。其研究的尺度大多是在全球或是国家层面上,研究对象主要是针对发展中国家及处于贫困和边缘化的国家。近年来,国内生态安全研究取得了较大的发展,集聚了多样化知识基础及热点主题,构建了统一的研究理念和方法。然而,国内的生态安全研究仍然处于起步阶段,研究大部分集中在基础理论的探讨和研究结论的实证检验上,其研究尺度集中在区域水平上。总体看来,国内生态安全研究缺乏研究领域拓展和延伸,研究前沿缺乏多态化的探索及深入化的拓展。后续研究要在加强基础理论的实证检验及实践应用的基础上,进一步增强研究领域的延展,注重于研究分支的开拓,从而使国内生态安全研究形成广泛、系统的研究脉络和知识体系。

References:

- [1] Chen C M. Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2004, 101 (S1): 5303-5310.
- [2] Xiao D N, Chen W B, Guo F L. On the basic concepts and contents of ecological security. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(3): 354-358.
- [3] Zuo W, Wang Q, Wang W J, Liu J J, Yang Y P. Study on regional ecological security assessment index and standard. *Geography and Territorial Research*, 2002, 18(1): 67-71.
- [4] Yang J P. Review of Global Eco-village Movement. *Ecological Economy*, 2000: 46-48.
- [5] Chen G J. On ecological security. *Chongqing Environmental Science*, 2002, 24(3): 1-3, 18-18.
- [6] Wu G Q. Ecological safety and assessment of regionally sustainable agriculture development. *Ecological Economy*, 2001, (8): 22-25.
- [7] Cui S H, Hong H S, Huang Y F, Xue X Z. Progress of the ecological security research. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(4): 861-868.
- [8] Cao X X, Guo Z Y, Ge H C. Study on ecological security of regionally sustainable utilization of land resources. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2004, 18(2): 192-195.
- [9] Fu Z Y, Xu X G. Regional ecological risk assessment. *Advance in Earth Sciences*, 2001, 16(2): 267-271.
- [10] Ma K M, Fu B J, Li X Y, Guang W B. The regional pattern for ecological security (RPES): the concept and theoretical basis. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(4): 761-768.
- [11] Zuo W, Zhou H Z, Wang Q. Conceptual framework for selection of an indicator system for assessment of regional ecological safety. *Soils*, 2003, 35(1): 2-7.
- [12] Zou C X, Shen W S. Advances in ecological security. *Rural Eco-Environment*, 2003, 19(1): 56-59.
- [13] Guo Z W. To build the early warning and maintaining system of national ecological security. *Science and Technology Review*, 2001, (1): 54-56.
- [14] Tang X W. Qu Geping: Attention to China's ecological safety. *Coastal Environment*, 2002, (5): 12-13.
- [15] Qu G P. Strategic points and countermeasures of ecological safety in China. *Environmental Protection*, 2002, (8): 12-13.
- [16] Ren Z Y, Huang Q, Li J. Quantitative analysis of dynamic change and spatial difference of the ecological safety: The case of Shaanxi province. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(4): 597-606.
- [17] Costanza R, Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387(15): 253-260.
- [18] Wang G X, Cheng G D, Qian J. Several problems in ecological security assessment research. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(9): 1551-1556.
- [19] Guo X R, Yang J R, Mao X Q. Primary studies on urban ecosystem health assessment. *China Environmental Science*, 2002, 22(6): 46-50.
- [20] Chen D J, Xu Z M. Study on assessment of the ecological security in the continental watersheds in Northwest China—a case study at the middle reaches of Heihe River watershed, Zhangye Prefecture. *Arid Land Geography*, 2002, 25(3): 219-224.
- [21] Chen H, Zhou J X, Lu Z C, You L Y, Lu J F. Evaluation of ecological security in desertification region in desertification region in Huailai County. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 17(1): 58-62.
- [22] Yang Q Y. A study on the issue of land consolidation and eco-security in hilly and mountainous regions of Southwest China. *Geographical Research*, 2003, 22(6): 698-708.
- [23] Du Q L, Xu X G, Liu W Z. Ecological security assessment for the oases in the middle and lower Heihe river. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(9): 1916-1923.
- [24] Yu K J. Landscape ecological security patterns in biological conservation. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(1): 8-15.
- [25] Li Y, Liu Y Z, Xu P. Evaluation on ecological security of regional land resources: A case study of Jiaxing City, Zhejiang Province. *Resources Science*, 2004, 26(3): 69-75.
- [26] Zhang H B, Liu L M, Zhang J L, Zhu Z Q. A dynamic assessment of ecological security of land resources in Loess hills region. *Resources Science*, 2007, 29(4): 193-200.

- [27] Zhang H B, Li L M. Main progress and prospects of land resource ecological security research. *Progress in Geography*, 2006, 25 (5): 77-85.
- [28] Wu C F, Chen M Q. Complexity of land ecosystem. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(6): 753-756.
- [29] Barnett J. Security and climate change. *Global Environmental Change*, 2003, 13(1): 7-17.
- 参考文献:**
- [2] 肖笃宁, 陈文波, 郭福良. 论生态安全的基本概念和研究内容. *应用生态学报*, 2002, 13(3): 354-358.
- [3] 左伟, 王桥, 王文杰, 刘建军, 杨一鹏. 区域生态安全评价指标与标准研究. *地理学与国土研究*, 2002, 18(1): 67-71.
- [4] 杨京平. 全球生态村运动述评. *生态经济*, 2000, 4(4): 46-48.
- [5] 陈国阶. 论生态安全. *重庆环境科学*, 2002, 24(3): 1-3, 18-18.
- [6] 吴国庆. 区域农业可持续发展的生态安全及其评价探析. *生态经济*, 2001, (8): 22-25.
- [7] 崔胜辉, 洪华生, 黄云凤, 薛雄志. 生态安全研究进展. *生态学报*, 2005, 25(4): 861-868.
- [8] 曹新向, 郭志永, 雒海潮. 区域土地资源持续利用的生态安全研究. *水土保持学报*, 2004, 18(2): 192-195.
- [9] 付在毅, 许学工. 区域生态风险评价. *地球科学进展*, 2001, 16(2): 267-271.
- [10] 马克明, 傅伯杰, 黎晓亚, 关文彬. 区域生态安全格局: 概念与理论基础. *生态学报*, 2004, 24(4): 761-768.
- [11] 左伟, 周慧珍, 王桥. 区域生态安全评价指标体系选取的概念框架研究. *土壤*, 2003, 35(1): 2-7.
- [12] 邹长新, 沈渭寿. 生态安全研究进展. *农村生态环境*, 2003, 19(1): 56-59.
- [13] 郭中伟. 建设国家生态安全预警系统与维护体系——面对严重的生态危机的对策. *科技导报*, 2001, (1): 54-56.
- [14] 唐先武. 曲格平: 关注中国的生态安全. *沿海环境*, 2002, (5): 12-13.
- [15] 曲格平. 关注生态安全之三: 中国生态安全的战略重点和措施. *环境保护*, 2002, (8): 12-13.
- [16] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析. *地理学报*, 2005, 60(4): 597-606.
- [18] 王根绪, 程国栋, 钱鞠. 生态安全评价研究中的若干问题. *应用生态学报*, 2003, 14(9): 1551-1556.
- [19] 郭秀锐, 杨居荣, 毛显强. 城市生态系统健康评价初探. *中国环境科学*, 2002, 22(6): 46-50.
- [20] 陈东景, 徐中民. 西北内陆河流域生态安全评价研究——以黑河流域中游张掖地区为例. *干旱区地理*, 2002, 25(3): 219-224.
- [21] 陈浩, 周金星, 陆中臣, 尤联元, 卢金发. 荒漠化地区生态安全评价——以首都圈怀柔县为例. *水土保持学报*, 2003, 17(1): 58-62.
- [22] 杨庆媛. 西南丘陵山区土地整理与区域生态安全研究. *地理研究*, 2003, 22(6): 698-708.
- [23] 杜巧玲, 许学工, 刘文政. 黑河中游绿洲生态安全评价. *生态学报*, 2004, 24(9): 1916-1923.
- [24] 俞孔坚. 生物保护的景观生态安全格局. *生态学报*, 1999, 19(1): 8-15.
- [25] 刘勇, 刘友兆, 徐萍. 区域土地资源生态安全评价——以浙江嘉兴市为例. *资源科学*, 2004, 26(3): 69-75.
- [26] 张虹波, 刘黎明, 张军连, 朱战强. 黄土丘陵区土地资源生态安全及其动态评价. *资源科学*, 2007, 29(4): 193-200.
- [27] 张虹波, 刘黎明. 土地资源生态安全研究进展与展望. *地理科学进展*, 2006, 25(5): 77-85.
- [28] 吴次芳, 陈美球. 土地生态系统的复杂性研究. *应用生态学报*, 2002, 13(6): 753-756.