

引用格式: 蓝曼, 林爱文, 金添, 等. 中国自然资源核算评估研究知识图谱量化分析[J]. 资源科学, 2020, 42(4): 621-635. [Lan M, Lin A W, Jin T, et al. Quantitative analysis of knowledge maps of natural resources accounting and assessment research in China based on CiteSpace[J]. Resources Science, 2020, 42(4): 621-635. ] DOI: 10.18402/resci.2020.04.03

# 中国自然资源核算评估研究知识图谱量化分析

蓝曼, 林爱文, 金添, 罗丽婷

(武汉大学资源与环境科学学院/地理信息系统教育部重点实验室, 武汉 430079)

**摘要:**为理清自然资源核算评估领域的研究线索、研究动态, 本文基于WOS和CNKI数据, 利用CiteSpace文献计量软件, 分析了国际自然资源核算评估研究的国家分布、国际热点及国内研究的核心作者分布、研究机构分布, 并重点探析了国内自然资源核算评估研究的热点变迁。结果表明: ①在该研究领域, 美国是发文量第1的国家, 中国次之, 中国、澳大利亚的国际合作影响力高; ②国际研究主要涵盖各类资源要素的估测方法、开发利用、管理保护等方面; ③国内研究涉及了多个学科领域, 仍未形成稳定的核心作者网络, 各机构的合作关系受地域限制较大; ④国内研究热点围绕具体政策的编制要求, 经历了建立、发展、完善3个阶段; ⑤除国内外普遍关注的不可再生资源及清洁能源外, 国内关于渔业资源的研究颇多, 并对中国特有的中药资源进行了调研; “生态系统服务”已经构成国际研究的一个重要方面, 国内则是近几年才把生态价值纳入探讨。本文成果有助于全面认识中国自然资源核算评估领域的整体发展阶段特征、学科前沿, 并为未来自然资源核算评估研究的理论和方法实践提供参考。

**关键词:**自然资源核算评估; 研究热点演变; 知识图谱; 文献计量; CiteSpace

DOI: 10.18402/resci.2020.04.03

## 1 引言

自然资源(Natural Resources)是人类可以利用的、自然生成的物质与能量<sup>[1]</sup>。通常按耗竭性可将自然资源划分为耗竭性资源和非耗竭性资源; 按人类历史尺度上的可更新性, 可将自然资源分为可更新(流动性)资源、不可更新(储存性)资源及恒定性资源; 《中国自然资源手册》将自然资源分为9类, 包括土地、森林、草地、水、气候、矿产、海洋、能源及其他资源<sup>[2]</sup>。

自然资源核算评估(Natural Resources Accounting and Assessment)是自然资源稀缺和可持续发展背景下衍生的重要命题。起初, 资源核算的概念诞生于西方市场经济国家, 主要是源于对资源有限和经济增长极限的担忧<sup>[3]</sup>, 以期采用基于统计核算的方法对自然资源进行管理。1978年, 挪威统计局率

先进行了资源环境核算工作<sup>[4]</sup>, 芬兰、美国、英国等发达国家也先后在此方面进行了有益探索<sup>[5]</sup>。其中, 以荷兰统计局提出的环境与国民经济核算矩阵(NAMEA)<sup>[6]</sup>和联合国公布的综合环境经济核算体系(SEEA)<sup>[7]</sup>最具影响力。中国有关自然资源核算的讨论开始于20世纪80年代<sup>[8]</sup>, 较为系统的研究工作是始于1992年世界环境与发展大会的召开<sup>[9]</sup>。中国科学技术名词审定委员会将资源核算认定为“政府等管理主体对一定空间和时间内的某类或若干类资源, 在其真实统计和合理评估的基础上, 从实物、价值和质量等方面, 运用核算帐户和比较分析等, 来反映资源变化情况的行为或过程”。其中涉及各自然科学领域的包含资源潜力评估、持续能力评估、承载能力评估等在内的资源评估<sup>[10]</sup>。自然资源核算评估, 本质上就是针对某类或若干自然资

收稿日期: 2019-10-08; 修订日期: 2020-01-14

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(18ZDA040)。

作者简介: 蓝曼, 女, 湖北武汉人, 硕士研究生, 主要研究方向为生态补偿与自然资源核算评估。E-mail: lanman@whu.edu.cn

通讯作者: 林爱文, 男, 湖北罗田人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为区域发展与土地利用。E-mail: awlin@whu.edu.cn

源进行估算,以达到合理开发、利用、保护自然资源的目的。

国内对自然资源核算评估的研究已历经了30余年的发展,为进一步深化自然资源核算评估研究的理论方法体系,一些专家学者对国内外自然资源核算评估的文献进行了梳理。封志明等<sup>[9]</sup>从自然资源核算研究的历史进程和方法进展出发,探讨了自然资源资产负债表编制的框架设想与可能路径;孔含笑等<sup>[10]</sup>讨论了国内外自然资源核算的研究进展与争议问题,并提出解决争议的未来工作展望;张秋琴等<sup>[12]</sup>分析了国外自然资源核算评估的经验,认为当前国内自然资源评价工作应对自然资源有统一分类标准。这些成果有助于我们从各个角度厘清国内外自然资源核算评估研究的总体情况,但面对大量的文献数据,传统定性文献分析方法具有一定局限性,不能全面客观地展现这一领域研究的前沿趋势,而基于大数据的文献计量分析则能在一定程度上解决这些问题。近年来,信息计量学的发展为大数据文献群的可视化分析提供了有效途径。例如,美国德赛尔大学陈超美教授开发的CiteSpace可视化软件能够分析处理大量文献数据,使文献计量分析成为可能。因此,本文以知识图谱量化和文献计量分析为研究方法,CiteSpace为分析工具,以自然资源核算评估为主题,对相关中英文文献分别进行分析处理。首先,探析国际自然资源核算评估研究的国家分布和国际热点,能够帮助认识世界各国的发文情况与合作关系及这一领域的学科前沿;其次,对国内自然资源核算评估研究的时空分布和热点变迁进行研究,有助于全面认识国内核心作者和研究机构的发文情况与合作关系、中国在这一领域的整体发展阶段和演化特征;最后,对国内外研究进行对比分析,可以为未来中国自然资源核算评估研究的理论和方法实践提供参考。

## 2 研究方法与数据来源

### 2.1 分析方法与工具

知识图谱能够显示知识单元或知识群之间网络、结构、互动、交叉、演化、衍生等诸多隐含的复杂关系<sup>[13]</sup>,可以宏观地看到问题的关键,进而更加有针对性地进行文献研究,提升研究效率。本文所采用的CiteSpace可视化软件(版本号为5.6.R1)能通过作者、研究机构、国家、关键词等的共现分析、共

被引分析呈现共词网络和引文网络图谱,可视化、多方位地展示发文数量、合作分布、研究热点等概况,帮助研究者筛选重要信息。

文中主要用到的分析指标包括中介中心性(Betweenness Centrality)、关键词聚类(Keywords Clustering)和突现词(Burst Term)。中介中心性是体现节点重要程度的指标,表示该节点担任其他两个节点之间最短路径的数目<sup>[14]</sup>。一个节点的中介中心性越高,表明其在网络中的影响力越大,通常将中介中心性大于等于0.1的节点视为关键节点<sup>[15]</sup>。关键词能充分体现文章的研究内容以及研究者在特定领域广泛关注的主题,对关键词进行聚类分析,能较好反映该领域的研究热点。突现词是指频次出现快速增长的研究前沿术语,由于其随时间分布的动态变化特性,突现词比关键词更能准确揭示研究前沿<sup>[13]</sup>。

### 2.2 数据来源及处理

国际数据以科学引文索引(SCI)数据库Web of Science的核心数据库为检索平台,在高级检索中输入“TS=(“resource\* accounting” OR “resource\* assessment” OR “resource\* estimation” OR “resource\* valuation”)”进行检索,语种为“English”,文献类型设定为“Article”,检索年限为“全部年限(1900—2019年)”,引文索引限定为“SCI-EXPANDED”“SSCI”,共检索出2290条结果。

国内数据以中国知网(CNKI)数据库为检索平台,以“资源核算”“资源评估”“资源估算”“资源估价”为主题进行检索,文献类型限定为“期刊”,文献来源类别限定为“核心期刊”“CSSCI”“CSCD”,检索年限为“不限年”至“2019年”,共检索出1279条结果。

通过人工筛选剔除了目录、访谈、征稿、通知等条件不符的文献,最终得到英文文献1799篇,中文文献949篇。CNKI数据库相关文献最早从1992年开始,WOS数据库相关文献从1976年开始,截止日期均为2019年7月1日。

## 3 结果与分析

### 3.1 国内外自然资源核算评估研究主要特征分析

#### 3.1.1 国家分布

为明确国际自然资源核算评估研究的发文情况与合作特征,在CiteSpace中新建工程(New),对WOS文献进行分析处理,将功能选择区的节点类型

2020年4月

(Node Types)设置为国家(Country),得到国家分布网络图谱(图1)。节点越大表示发文量越大,节点间的连线越粗表示联系越紧密。

从图1中可以看出,美国、中国是自然资源核算评估领域发文量最多的2个国家,分别发文399、268篇,美国的发文量为中国的1.5倍左右;英国(137)、澳大利亚(129)和加拿大(122)的发文量均在120篇以上;西班牙(98)、意大利(74)、印度(74)、德国(67)的发文量均大于60篇;法国(49)、丹麦(46)、瑞士(32)等其余10个国家的发文量均大于20篇。从合作关系来看,国家合作网络的密度为0.1715,各国间的连线较为紧密,说明自然资源核算评估领域的国际合作较强。

为探明各国在国际上的影响地位,对发文量排名前20的国家中介中心性进行统计(表1)。

通过表1的中介中心性可知,中国(0.25)、澳大利亚(0.20)、意大利(0.16)、丹麦(0.12)、加拿大

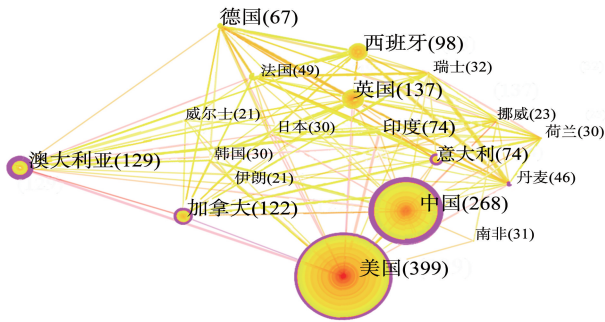


图1 自然资源核算评估研究国家分布图

Figure 1 Country distribution of natural resources accounting and assessment research

(0.11)及美国(0.10)是国际自然资源核算评估领域具有关键影响的6个国家。其中,中国、澳大利亚的国际影响力尤为明显,中介中心性达到了0.2以上;美国、加拿大发文量虽高,但中介中心性却没有明显优势;相较之下,意大利、丹麦发文量虽不如美国和加拿大,但其中介中心性相对较高,更注重国际间的合作影响。

### 3.1.2 国际热点

基于WOS文献,将CiteSpace的节点类型设为关键词(Keywords),采用图谱聚类算法进行自动聚类(Find clusters),并使用对数似然法(Log-likelihood)提取聚类标签,得到国际自然资源核算评估研究关键词聚类图谱(图2)及聚类信息表(表2)。

从图2可以看到,国际自然资源核算评估领域的研究热点包含“风速”(#0)、“径流预报”(#1)、“波浪能资源评估”(#2)、“森林资源调查”(#3)、“森林退化”(#4)、“高原集水区”(#5)、“能源开发”(#6)、“风力资源”(#7)、“提供生态系统服务”(#8)、“未知前景”(#9)10个方面。

表2中,各个聚类包含的节点个数在10~61之间,轮廓值由0.575~0.942不等。一般情况下,轮廓值大于0.5,聚类就是合理的<sup>[15]</sup>,故聚类结果具有一定可取性。表的最后一列罗列出聚类中对数似然比由高到低排名前5的关键词,有助于了解各聚类涵盖的内容。通过关键词“碳密度图”“三维地质建模”“监测森林砍伐”“水资源综合管理”“风能用途”“波浪能开发”等,结合近5年高频被引文献,不难得出,国际自然资源核算评估研究主要涵盖了森

表1 国际自然资源核算评估研究排名前20国家中介中心性统计表

Table 1 Betweenness centrality of the top 20 countries in international natural resources accounting and assessment research

排序	国家	发文量/篇	中介中心性	排序	国家	发文量/篇	中介中心性
1	美国	399	0.10	11	丹麦	46	0.12
2	中国	268	0.25	12	瑞士	32	0.08
3	英国	137	0.05	13	南非	31	0.00
4	澳大利亚	129	0.20	14	日本	30	0.01
5	加拿大	122	0.11	15	韩国	30	0.01
6	西班牙	98	0.08	16	荷兰	30	0.05
7	意大利	74	0.16	17	挪威	23	0.04
8	印度	74	0.01	18	威尔士	21	0.00
9	德国	67	0.09	19	伊朗	21	0.00
10	法国	49	0.06	20	巴西	20	0.00

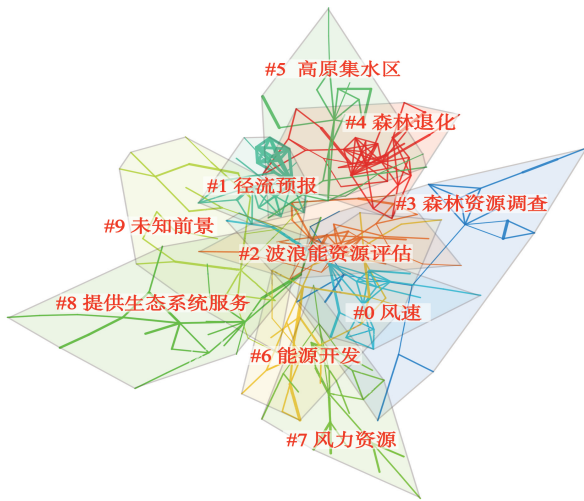


图2 国际自然资源核算评估研究关键词聚类图

Figure 2 Keywords clustering of international natural resources accounting and assessment research

林<sup>[16,17]</sup>、矿产<sup>[18,19]</sup>等存量资源及风<sup>[20,21]</sup>、水<sup>[22,23]</sup>、波浪能<sup>[24]</sup>等流量资源的估测方法<sup>[25,26]</sup>、管理保护<sup>[27]</sup>、开发利用<sup>[28]</sup>等方面。

### 3.1.3 国内核心作者分布

在CiteSpace中新建工程(New),对CNKI文献进行分析处理,将节点类型设置为作者(Author),得出中文文献发文量第一的作者发文16篇,作者合作

网络的密度为0.0165。对国内自然资源核算评估研究的核心作者进行认证,根据普赖斯定律: $M \approx 0.749 \sqrt{N_{\max}}$  ( $M$ 为核心作者的最低文献数; $N_{\max}$ 为发文最多的作者发文量)<sup>[29]</sup>,计算出中文文献的核心作者发文数应不少于3篇。在CiteSpace中除去发文量小于3篇的作者,得到中文核心作者合作网络图谱(图3)。结果显示,国内自然资源核算评估领域的核心作者共36位,各作者的发文量加和结果为182,占文献总数的19%,稳定的合作网络该值需达到50%<sup>[30]</sup>,表明国内学者间的合作还有待加强。

通过图3,结合各作者的研究领域进行分析,可知发文量最大的作者陈新军主要致力于海洋渔业资源评估的研究<sup>[31-38]</sup>,与官文江、朱江峰、耿喆形成了一个小型合作网络;陈作志和张魁2人的成果也是围绕海洋渔业资源评估<sup>[39,40]</sup>;刘绍平、陈大庆、刘红艳等则主要针对江河鱼种的资源量和资源利用展开<sup>[41-43]</sup>,这3个合作网核心作者的研究领域属于海洋科学和水产学的范畴。杨艳昭、闫慧敏、封志明等形成的合作网络人数最多且联系紧密,他们的研究主要围绕自然资源资产负债表的编制展开<sup>[9,44-52]</sup>;沈镛、何利、陶建格等学者的合作网络也是以自然

表2 国际自然资源核算评估研究关键词聚类信息表

Table 2 Information of keywords clustering in international natural resources accounting and assessment research

聚类号	聚类名称	节点个数	轮廓值	关键词(对数似然比, $p$ 值)
#0	风速	61	0.575	风速(99.39, 1.0E-4); 风力发电机(82.71, 1.0E-4); 声雷达测量(73.2, 1.0E-4); 风能用途(73.2, 1.0E-4); 高山地形(73.2, 1.0E-4)
#1	径流预报	49	0.717	径流预报(84.59, 1.0E-4); 水库运行性能评价(84.59, 1.0E-4); 中期(80.72, 1.0E-4); 运行太阳辐射预报(80.72, 1.0E-4); 水资源监测系统(76.85, 1.0E-4)
#2	波浪能资源评估	38	0.835	波浪能资源评估(132.83, 1.0E-4); 波浪能资源(91.12, 1.0E-4); 波浪能开发(78.26, 1.0E-4); 高分辨率(78.26, 1.0E-4); 地理空间数据库(78.26, 1.0E-4)
#3	森林资源调查	35	0.770	森林资源调查(82.45, 1.0E-4); 半干旱环境(82.45, 1.0E-4); 布基纳法索(82.45, 1.0E-4); 小样本组合(82.45, 1.0E-4); 国家级森林资源评估(82.45, 1.0E-4)
#4	森林退化	35	0.689	森林退化(72.99, 1.0E-4); 监测森林砍伐(72.99, 1.0E-4); 二氧化碳排放(67.73, 1.0E-4); 碳密度图(67.73, 1.0E-4); 热带森林砍伐(67.73, 1.0E-4)
#5	高原集水区	34	0.720	高原集水区(106.1, 1.0E-4); 综合建模工具箱(106.1, 1.0E-4); 水资源评估(82.76, 1.0E-4); 南非(58.98, 1.0E-4); 水文模型不确定性评估(58.98, 1.0E-4)
#6	能源开发	29	0.738	能源开发(63.29, 1.0E-4); 节能潜力(57.99, 1.0E-4); 二氧化碳减排(57.99, 1.0E-4); 扩展非径向DEA方法(57.99, 1.0E-4); 水文地质条件(52.72, 1.0E-4)
#7	风力资源	17	0.912	风力资源(73.46, 1.0E-4); 英国城市(73.46, 1.0E-4); 城市风能(66.04, 1.0E-4); 英国主要城市(66.04, 1.0E-4); 分析模型(66.04, 1.0E-4)
#8	提供生态系统服务	12	0.931	提供生态系统服务(58.44, 1.0E-4); 水资源综合管理(58.44, 1.0E-4); 因地制宜的规模化(55.72, 1.0E-4); 微藻生物燃料生产设施(55.72, 1.0E-4); 综合评估(55.72, 1.0E-4)
#9	未知前景	10	0.942	未知前景(63.17, 1.0E-4); 预测制图(63.17, 1.0E-4); 矿产前景(63.17, 1.0E-4); 栾川地区(56.33, 1.0E-4); 三维地质建模(56.33, 1.0E-4)

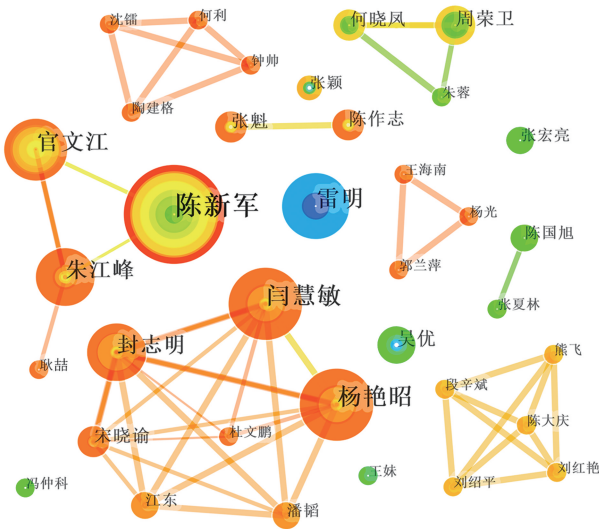


图3 自然资源核算评估研究中文核心作者合作网络图

Figure 3 Chinese core author cooperative network of natural resources accounting and assessment research

资源核算研究进展及自然资源资产负债表编制问题为核心<sup>[11,53-55]</sup>,其学科视角均隶属地理学和经济  
 学。何晓凤、周荣卫、朱蓉的研究主要针对风能资源  
 评估问题<sup>[56-61]</sup>;陈国旭和张夏林共同探究了矿产  
 资源的储量评估问题<sup>[62,63]</sup>;王海南、郭兰萍、杨光  
 的合作网对于中药资源评估进行了一系列设计和探

讨<sup>[64-66]</sup>,表明自然资源核算评估研究在大气科学、地  
 质学、中药学领域也有所拓展。

从上述分析可以看出,自然资源核算评估领域  
 还没有形成稳定的核心作者网络,这是由于不同学  
 科学者的研究领域不一致、同学科学者的合作网  
 之间缺乏联系所导致的结果。时至今日,尤其自党的  
 十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革  
 若干重大问题的决定》将作为生态系统和聚居环  
 境的环境资源纳入自然资源的范畴以来,自然资源  
 核算评估更是涵盖了经济、资源、环境、生态等各  
 个方面的内容,不难得出,只有作者间跨学科、大  
 尺度的合作交流才能促成和完善自然资源核算评估  
 体系。

3.1.4 国内研究机构分布

研究机构的发文与合作情况有助于探明某领  
 域研究的力量分布。基于CNKI文献,将CiteSpace  
 的节点类型设为机构(Institution),得到国内研究机  
 构的合作网络图谱(图4)。

由图4可知,上海海洋大学海洋科学学院产  
 出的文章量最大,接下来依次为中国科学院地理科学  
 与资源研究所、中国科学院大学、北京林业大学经

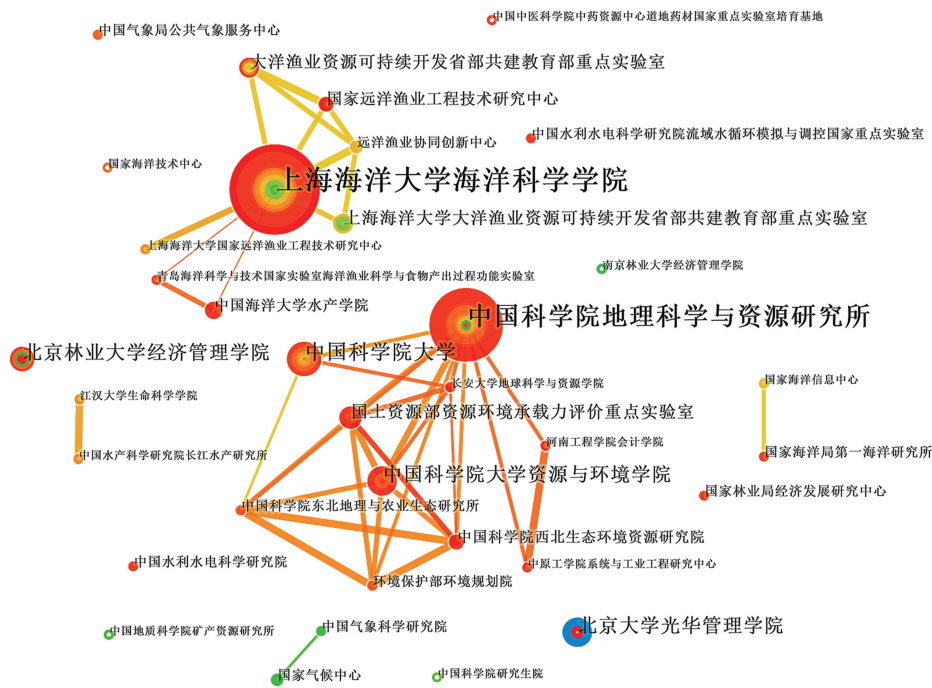


图4 国内自然资源核算评估研究机构合作网络图

Figure 4 Institution cooperation network of natural resources accounting and assessment in China



2020年4月

由图5可以看出,国内自然资源核算评估研究的核心期刊文献最早发表于1992年,随后这一领域的文献数量呈现波动性上升趋势,文献量的波动性变化与政策文件高度相关。根据研究文献年度分布特征,大致可以将国内自然资源核算评估研究热点演变划分为3个时期:①1992—2003年,这一阶段文献数量总体较少,增幅较为平缓,1994年(9篇)国务院批准了国内第一个国家级可持续发展战略《中国21世纪人口、环境与发展白皮书》<sup>[67]</sup>,文献量产生一个小的起伏,并于1998年达到这一时期的高峰值(26篇);②2004—2013年,这一阶段文献数量增长幅度较上一阶段有所提高,尤其自2004年国家统计局、国家环保总局正式联合开展绿色GDP研究工作,随后2006年文献数(49篇)迅速增长到2004年的两倍多(24篇);③2014—2019年,是文献数量增长最不平稳,同时也是增幅最大的一个阶段,2013年底(42篇)党的十八届三中全会提出了建立全国和地方自然资源资产负债表制度,使自然资源核算评估研究再一次受到重视,文献量迅速增长,并于2018年达到最大值(81篇)。

在CiteSpace中对CNKI文献进行分阶段处理,设置节点类型为关键词(Keywords),将时间切片(Time slicing)先后设为1992—2003、2004—2013、2014—2019,分别得到3个时期的关键词网络图谱,以全面认识国内自然资源核算评估研究各阶段演化特征。

### 3.2.2 以国民经济可持续发展为重心的自然资源核算评估体系建立阶段(1992—2003年)

经CiteSpace统计,1992—2003年排名前10的

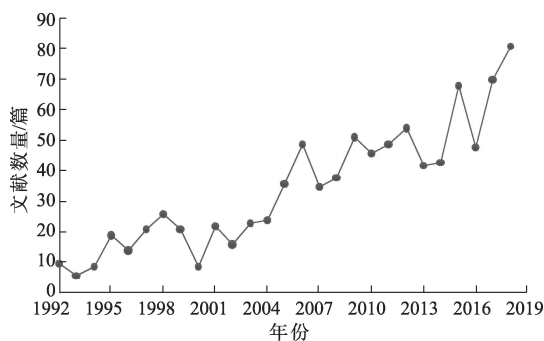


图5 国内自然资源核算评估研究文献量年度分布图

Figure 5 Annual number of publications of natural resources accounting and assessment research in China

关键词为:资源核算(14次)、国民经济核算体系(12次)、经济(10次)、核算(10次)、资源(8次)、森林资源(6次)、水资源(6次)、可持续发展(6次)、投入产出核算(5次)、资产(5次)。

这一阶段的研究主要围绕“资源核算”“国民经济核算体系”两大核心(图6)。“资源”“经济”与“环境”3个节点联系紧密;“森林资源”“水资源”“生物资源”“矿产资源”“风能资源”“海冰资源”“耕地资源”在图中均有所体现。学者着重探讨自然、环境资源要素的经济价值,以及如何将自然资源核算纳入国民经济核算体系、如何进行自然资源资产化管理等。各资源要素中,“森林资源”得到了相对较为系统的研究,其内容包含“林木资产”“森林资产”“林价”等方面。还可发现,这一时期的自然资源核算评估研究主要围绕“实物量”这种容易被准确计算的内容,“核算”是使用频率更高的主题词。与此同时,国民经济核算基于“投入产出核算”的模型方法,也呈现于关键词网络图谱中。

在“可持续发展”的背景下,探究自然资源与经济联系的联系为这一时段相关研究的大势所趋。一味发展经济,会造成自然资源开发过度、利用不当等一系列问题。若想尽可能减轻人类社会现代化进程中伴随的自然资源稀缺、环境污染等负面影响,完成国民经济可持续发展的目标,就需要将自然资源视为最重要的国有资产<sup>[68]</sup>,并将资源环境核算纳入国民经济核算体系,从而更加全面客观地评价经济社会发展的状况和潜力、强化资源资产的权属管理、确立资源的有偿占有和使用制度<sup>[69]</sup>。然而,此时的资源核算工作仅只是一种认识论上的突破,与之相关的研究零星分散;资源核算虽然可以反映资源的消长,但并不能完全解决资源利用、环境破坏等现实问题。因此,国内自然资源核算评估研究起初10年的工作可以归结为以国民经济可持续发展为重心的摸索建立阶段。

### 3.2.3 以绿色GDP核算为重心的自然资源核算评估体系发展阶段(2004—2013年)

2004—2013年排名前10的关键词为:绿色GDP(34次)、风能资源(21次)、GDP(20次)、评估(18次)、核算(18次)、资源评估(17次)、可持续发展(13次)、数值模拟(12次)、风能资源评估(11次)、资

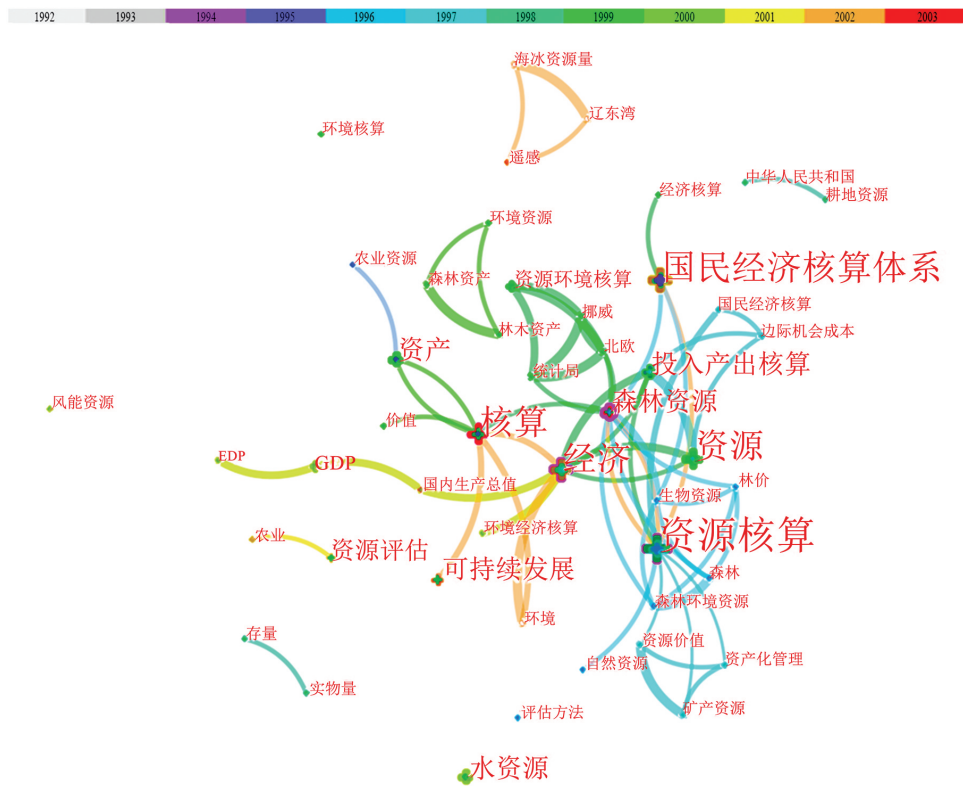


图6 1992—2003年国内自然资源核算评估研究关键词网络图谱

Figure 6 Keyword network of natural resources accounting and assessment research in China, 1992-2003

源量(11次)。

“绿色GDP”引领了这一时期的研究热潮,“可持续发展”仍旧是不变的主题(图7)。各资源要素中,“风能资源”得到的讨论最多,作为一种无污染的可再生能源,科学估算风能潜力及其空间分布是国家发展的一项重要基础工作<sup>[70]</sup>;在“森林资源”核算体系继续健全的同时,“矿产资源”核算同比上一时期受到了更多的关注,如“煤炭资源采矿权”、基于“数字矿山”和“矿床模型”进行“矿产资源储量动态估算”等;“水资源”不再独立于网络之外,开始与“国民经济核算体系”“绿色核算”挂钩。方法上,图谱中出现了基于“SEEA”的“资源估价”模型;“遥感”作为一种时效快、监测范围广的技术手段,也体现在关键词网络之中。以“绿色GDP”为界,图的上半部分延续了上个阶段的内容,以“核算”为重心,下半部分则是围绕“评估”展开。

绿色GDP是国际社会探讨资源与经济的紧密联系的一个产物,国内绿色GDP的核算工作基本都是借鉴和仿效国外的先进经验,以探讨综合环境与

经济核算体系(SEEA)居多。SEEA的概念最早在1991年被提出<sup>[71]</sup>,它的原则是在国民账户体系(SNA)中扣除人类经济活动的资源环境成本,将自然环境分解分类后进行分别计算,历经了SEEA-1993、SEEA-2000、SEEA-2003和SEEA-2012四个发展阶段。SEEA的核算具有较好的弹性,便于世界各国根据收集资料的难易程度发展出适宜本国的绿色GDP核算体系<sup>[72]</sup>,故而成为国内学者广泛讨论的对象。但是,多年来对绿色GDP的争议一直尚未平息,一方面,环境和自然资源的价值如何进行正确估算?各学科领域的研究者从各自的学科视角出发,逐渐丰富了相应的模型、方法及理论体系,也仅仅反映了绿色GDP的一个部分的内容;另一方面,绿色GDP不能完全适用于中国以政府为主导的宏观管理模式,同样无法从根本上解决资源问题。综上所述,2004—2013年,国内研究在自然资源核算的基础上发展出了自然资源评估的内容,这10年是以绿色GDP为核心的自然资源核算评估体系实践发展的阶段。



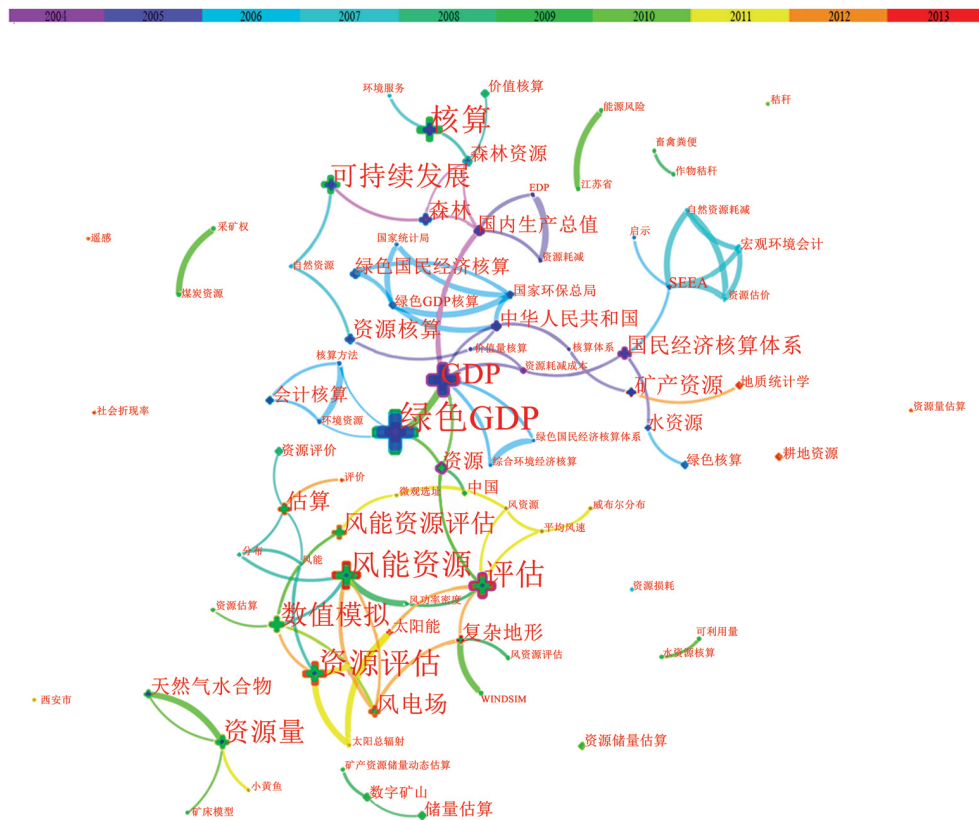


图7 2004—2013年国内自然资源核算评估研究关键词网络图谱

Figure 7 Keyword network of natural resources accounting and assessment research in China, 2004-2013

### 3.2.4 以自然资源资产负债表编制为重心的自然资源核算评估体系完善阶段(2014—2019年)

2014年至今间排名前10的关键词为:资源评估(48次)、自然资源资产负债表(23次)、资产负债表(10次)、波浪能(9次)、风资源评估(8次)、评估(8次)、自然资源资产(7次)、风电场(7次)、资源量(7次)、地质统计学(6次)。

“国民经济核算体系”不再出现于这一阶段的关键词网络图谱中,取而代之的中心话题是“资源评估”和“自然资源资产负债表”(图8)。自然资源资产负债表是党的十八届三中全会提出的崭新课题,是对传统国民经济核算体系、绿色GDP核算体系的改进和完善,也是将生态文明建设纳入法制化、制度化轨道的一个重要突破口<sup>[1]</sup>。由此,“生态文明”“生态足迹”作为区别于前两个阶段的一个要点,开始出现在关键词网络图谱中。此外,更多资源类型被估算,如“中药资源”“气候资源”“渔业资源”“旅游资源”等;“水资源核算”以资产负债表的

编制为契机得到了详细探讨。方法上,各学科领域都发展出适用于各资源要素的评估模型,如风能资源评估的“WRF模式”、矿产资源核算的“块体模型”、渔业资源评估的“生物量动态模型”等,学科间的交叉比上一阶段有所增多。

自然资源资产负债表的编制主要基于会计学的思想,同时涉及了统计学、资源科学、生态学、管理学等学科的内容。由于现在自然资源资产负债表的编制尚处于摸索阶段,相关理论基础和方法体系还不完善,没有形成一个统一的体系,与此同时,其学科属性也不明晰,发展方向尚有些混乱。对此,相关学者尝试对其学科属性进行了界定,认为这是一门跨越自然科学、社会科学和思维科学三大部类的新兴应用学科<sup>[73]</sup>。这种学科性质的交叉,恰好可以促进各领域间的合作交流,使原本孤立于各自学科的研究成果逐步凝结成一个整体。此外,自然资源核算中的会计学复式记账制度,可以明晰地方发展的资源环境代价,约束各级领导干部的发展

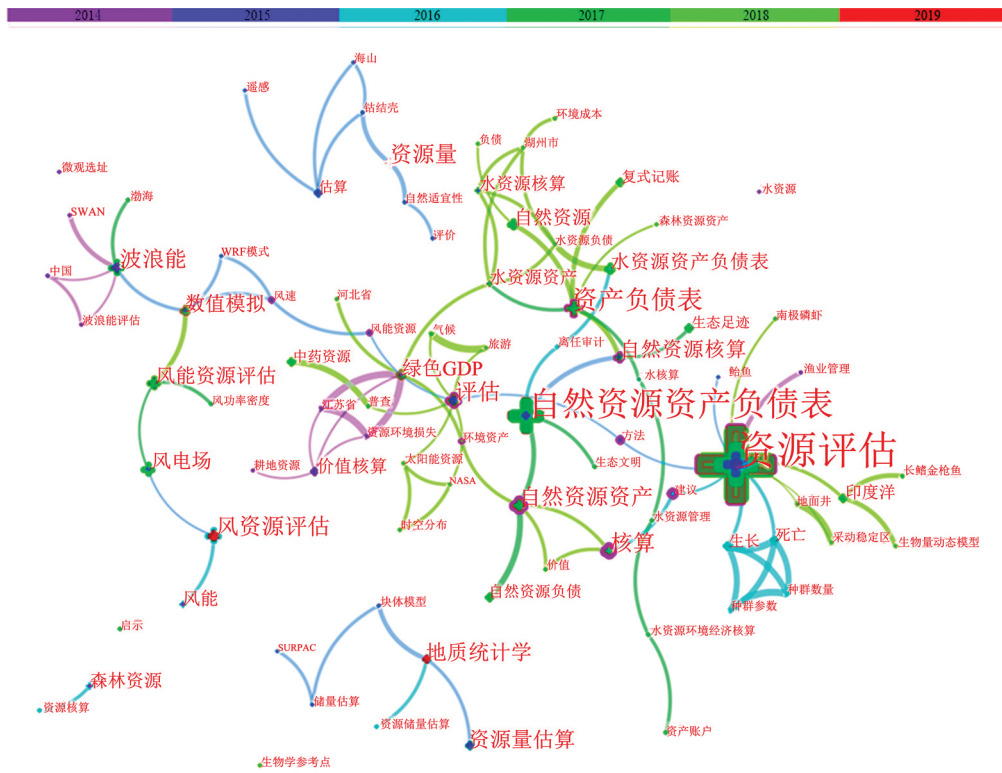


图8 2014—2019年国内自然资源核算评估关键词网络图谱

Figure 8 Keyword network of natural resources accounting and assessment research in China, 2014-2019

观<sup>[53]</sup>,对地方政府的资源环境管理进行“问责”。国民经济核算体系和绿色GDP核算,主要基于统计模式,其用途更多是为了准确呈现国家经济发展水平,相较之下,党的十八届三中全会提出的“探索编制自然资源资产负债表,对领导干部实行自然资源资产离任审计”的管理模式更加符合中国的国情,并且有助于从源头上解决国内的资源问题。综上,2014—2019年的自然资源核算评估研究,进一步添加了新的资源要素,力图通过自然资源资产负债表使自然资源核算评估体系更加完善。

### 3.3 国内外自然资源核算评估研究对比分析

综观3个阶段,国内自然资源核算评估研究始终是以政策和具体资源要素为核心。对比国际研究,国内外研究热点相对一致地对矿产、风能资源给予了较高的关注度,中国在发展的各个阶段中也分别对森林、水、波浪能资源进行了讨论。各个国家为了适应自身的发展,在对资源环境核算体系的探索过程中都存在着一定异同,其中相同的方面就集中在世界各国普遍关注的不可再生资源及清洁

能源的研究工作上;不同之处在于,国内对具体资源要素的研究是在此基础上,对渔业资源的研究颇多,并对中国特有的中药资源进行了核算评估,本质上还是国家为了推动国民经济可持续发展,围绕政策核心而延伸出来的研究内容。再者,西方发达国家在自然资源核算评估工作上的起步较早,国际研究往往更能反映学科前沿,“生态系统服务”已经构成国际自然资源核算评估研究的一个重要方面。国内其实也早有对生态系统服务的探讨,但这些研究主要集中在生态学、环境学领域,直到自然资源资产负债表的编制要求把生态价值维护成本纳入资源环境负债,才使得生态价值真正意义上在自然资源核算评估领域延伸。

## 4 结论

本文基于WOS和CNKI数据,利用CiteSpace文献计量软件,对国际自然资源核算评估研究的国家分布、国际热点及国内研究的核心作者分布、研究机构分布进行了分析,并重点探析了国内自然资源核算评估研究的热点变迁,全面认识了中国自然

2020年4月

资源核算评估领域的整体演化情况和发展阶段。主要结论如下:

(1)整体来看,美国是发文量最多的国家,中国次之,美国的发文量为中国的1.5倍左右,中美之间还存在一定差距。在合作关系上,世界各国间的合作关系较强,中国、澳大利亚、意大利、丹麦、加拿大和美国是具有关键合作影响的6个国家。其中,中国、澳大利亚的国际影响力尤为明显。

(2)国际研究热点包含“风速”“径流预报”“波浪能资源评估”“森林资源调查”“森林退化”“高原集水区”“能源开发”“风力资源”“提供生态系统服务”“未知前景”10个方面。主要涵盖森林、矿产等存量资源及风、水、波浪能等流量资源的估测方法、管理保护、开发利用等方面。

(3)国内研究的学科尺度跨越较大,海洋科学、水产学、地理学、经济学、大气科学、地质学、中药学等学科都涉及了相关资源核算评估的讨论。国内仍未形成稳定的核心作者网络。以中国科学院地理科学与资源研究所为核心的合作网络和以上海海洋大学海洋科学学院为核心的合作网络,是国内研究的主要力量。各机构间的合作关系较弱,研究机构间的合作关系受地域限制较大。

(4)国内研究热点分为3个阶段:1992—2003年以国民经济可持续发展为重心的自然资源核算评估体系建立阶段,2004—2013年以绿色GDP核算为重心的自然资源核算评估体系发展阶段,2014—2019年以自然资源资产负债表编制为重心的自然资源核算评估体系完善阶段。

(5)对比而言,国内外研究热点相对一致地对矿产、风能资源给予了较高的关注度。国内研究主要是以国民经济核算、绿色GDP、自然资源资产负债表等具体政策的编制要求为核心,向各学科领域延伸。除世界各国普遍关注的不可更新资源及清洁能源外,国内关于渔业资源的研究颇多,并对中国特有的中药资源进行了核算评估。“生态系统服务”已经构成国际研究的一个重要方面,国内则是近几年才把生态价值纳入自然资源核算评估领域的探讨。

未来国内的自然资源核算评估研究可以将生

态系统服务功能价值评估与自然资源价值估算结合起来,在丰富自然资源的生态学价值的同时也能添加自然生态系统的经济学讨论;针对同种资源,确立统一的核算方法;针对不同资源,不同学科背景的学者应以自然资源资产负债表的编制为纽带,加强合作沟通。

### 参考文献(References):

- [1] 孙鸿烈. 中国资源科学百科全书[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 石油大学出版社, 2000. [Sun H L. China Encyclopedia of Resources Science[M]. Beijing: Encyclopedia of China Publishing House, China University of Petroleum Press, 2000.]
- [2] 程鸿. 中国自然资源手册[M]. 北京: 科学出版社, 1990. [Cheng H. Handbook of Natural Resources in China[M]. Beijing: Science Press, 1990.]
- [3] Smith V K. The evaluation of natural resource adequacy: Elusive quest or frontier of economic analysis?[J]. Land Economics, 1980, 56(3): 257-298.
- [4] 吴优. 挪威和芬兰的资源环境核算[J]. 中国统计, 1998, (5): 39-40. [Wu Y. Resources and environment accounting of Norway and Finland[J]. China Statistics, 1998, (5): 39-40.]
- [5] 世界环境与发展委员会. 我们共同的未来[M]. 国家环保局外事办公室, 译. 北京: 世界知识出版社, 1990. [WECED. Our Common Future or Brundtland Report[M]. Foreign Affairs Office of Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, Trans. Beijing: World Affairs Press, 1990.]
- [6] 徐渤海. 中国环境经济核算体系CSEEA研究[D]. 北京: 中国社会科学院, 2012. [Xu B H. China Environmental Economic Accounting System Research[D]. Beijing: Chinese Academy of Social Sciences, 2012.]
- [7] 联合国欧洲委员会, 国际货币基金组织, 经济合作与发展组织, 等. 综合环境经济核算SEEA-2003[M]. 高敏雪, 译. 北京: 经济科学出版社, 2003. [UNEC, IMF, OECD, et al. Integrated Environmental and Economic Accounting 2003[M]. Gao M X, Trans. Beijing: Economic Science Press, 2003.]
- [8] 于连生, 李静红, 陈琪琳, 等. 自然资源功能价值论初探[J]. 环境科学, 1995, 16(6): 40-42. [Yu L S, Li J H, Chen Q L, et al. Theory on the functional values of natural resources[J]. Environmental Science, 1995, 16(6): 40-42.]
- [9] 封志明, 杨艳昭, 李鹏. 从自然资源核算到自然资源资产负债表编制[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(4): 449-456. [Feng Z M, Yang Y Z, Li P. From natural resources accounting to balance-sheet of natural resources asset compilation[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2014, 29(4): 449-456.]
- [10] 蔡运龙. 自然资源学原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000. [Cai Y

- L. Principles of Natural Resources Science[M]. Beijing: Science Press, 2000.]
- [11] 孔含笑, 沈镭, 钟帅, 等. 关于自然资源核算的研究进展与争议问题[J]. 自然资源学报, 2016, 31(3): 363-376. [Kong H X, Shen L, Zhong S, et al. Research progress and controversial issues of natural resources accounting[J]. Journal of Natural Resources, 2016, 31(3): 363-376.]
- [12] 张秋琴, 吴春岐. 国外自然资源核算评估经验及启示[J]. 中国土地, 2019, (2): 49-51. [Zhang Q Q, Wu C Q. Experience and enlightenment of natural resources accounting and assessment abroad [J]. China Land, 2019, (2): 49-51.]
- [13] 陈悦. 引文空间分析原理与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2014. [Chen Y. Principle and Application of Citation Spatial Analysis [M]. Beijing: Science Press, 2014.]
- [14] 罗家德. 社会网分析讲义(第二版)[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2010. [Luo J D. Social Network Analysis Lecture (2nd Edition) [M]. Beijing: Social Science Literature Press, 2010.]
- [15] 林德明, 陈超美, 刘则渊. 共被引网络中介中心性的 Zipf-Pareto 分布研究[J]. 情报学报, 2011, 30(1): 76-82. [Lin D M, Chen C M, Liu Z Y. Study on Zipf-Pareto distribution of the betweenness centrality of a co-citation network[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2011, 30(1): 76-82.]
- [16] Payn T, Carnus J M, Freer-Smith P, et al. Changes in planted forests and future global implications[J]. Forest Ecology and Management, 2015, 352: 57-67.
- [17] Kim D H, Sexton J O, Townshend J R. Accelerated deforestation in the humid tropics from the 1990s to the 2000s[J]. Geophysical Research Letters, 2015, 42(9): 3495-3501.
- [18] Petersen S, Kraeschell A, Augustin N, et al. News from the seabed: Geological characteristics and resource potential of deep-sea mineral resources[J]. Marine Policy, 2016, 70: 175-187.
- [19] Drielsma J A, Russell A J, Drnek T, et al. Mineral resources in life cycle impact assessment: Defining the path forward[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2016, 21(1): 85-105.
- [20] Noorollahi Y, Yousefi H, Mohammadi M. Multi-criteria decision support system for wind farm site selection using GIS[J]. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 2016, 13: 38-50.
- [21] Karthikeya B R, Negi P S, Srikanth N. Wind resource assessment for urban renewable energy application in Singapore[J]. Renewable Energy, 2016, 87: 403-414.
- [22] Krysanova V, White M. Advances in water resources assessment with SWAT: An overview[J]. International Association of Scientific Hydrology Bulletin, 2015, 60(5): 771-783.
- [23] DeNooyer T A, Peschel J M, Zhang Z X, et al. Integrating water resources and power generation: The energy-water nexus in Illinois [J]. Applied Energy, 2016, 162: 363-371.
- [24] Besio G, Mentaschi L, Mazzino A. Wave energy resource assessment in the Mediterranean Sea on the basis of a 35-year hindcast [J]. Energy, 2016, 94: 50-63.
- [25] Garg S K, Combs J. A reformulation of USGS volumetric "heat in place" resource estimation method[J]. Geothermics, 2015, 55: 150-158.
- [26] Simoes T, Estanqueiro A. A new methodology for urban wind resource assessment[J]. Renewable Energy, 2016, 89: 598-605.
- [27] Castellazzi P, Martel R, Rivera A, et al. Groundwater depletion in Central Mexico: Use of GRACE and InSAR to support water resources management[J]. Water Resources Research, 2016, 52(8): 5985-6003.
- [28] Cao X C, Ren J, Wu M Y, et al. Effective use rate of generalized water resources assessment and to improve agricultural water use efficiency evaluation index system[J]. Ecological Indicators, 2018, 86: 58-66.
- [29] 宗淑萍. 基于普赖斯定律和综合指数法的核心著者测评: 以《中国科技期刊研究》为例[J]. 中国科技期刊研究, 2016, 27(12): 1310-1314. [Zong S P. Evaluation of core authors based on price law and the comprehensive index method: A case study of Chinese Journal of Scientific and Technical Periodicals[J]. Chinese Journal of Scientific and Technical Periodicals, 2016, 27(12): 1310-1314.]
- [30] 肖黎明, 肖沁霖. 国内外绿色创新研究进展与热点: 基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 资源开发与市场, 2018, 34(9): 1212-1220. [Xiao L M, Xiao Q L. Study on progress and hot issues of green innovation at home and abroad: Visual analysis based on Cite Space[J]. Resource Development & Market, 2018, 34(9): 1212-1220.]
- [31] 石永闯, 陈新军. 小型中上层海洋鱼类资源评估研究进展[J]. 海洋渔业, 2019, 41(1): 118-128. [Shi Y C, Chen X J. A review of stock assessment methods on small pelagic fish[J]. Marine Fisheries, 2019, 41(1): 118-128.]
- [32] 官文江, 高峰, 陈新军. 卫星遥感在海洋渔业资源开发、管理与保护中的应用[J]. 上海海洋大学学报, 2017, 26(3): 440-449. [Guan W J, Gao F, Chen X J. Review of the applications of satellite remote sensing in the exploitation, management and protection of marine fisheries resources[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2017, 26(3): 440-449.]
- [33] 徐洁, 陈新军, 官文江. 适用于短生命周期种类资源评估模型的研究现状与展望[J]. 海洋湖沼通报, 2015, (3): 113-124. [Xu J, Chen X J, Guan W J. Review on stock assessment models and methods of short-lived species[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2015, (3): 113-124.]
- [34] 焦敏, 陈新军. 自然资源价值核算理论在海洋渔业资源中的应用[J]. 海洋湖沼通报, 2014, (3): 75-81. [Jiao M, Chen X J. Application of natural resources value accounting theory into marine fisheries resources[J]. Transactions of Oceanology and Limnology, 2014, (3): 75-81.]
- [35] 官文江, 田思泉, 朱江峰, 等. 渔业资源评估模型的研究现状与展望[J]. 中国水产科学, 2013, 20(5): 1112-1120. [Guan W J,

2020年4月

- Tian S Q, Zhu J F, et al. A review of fisheries stock assessment models[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2013, 20(5): 1112-1120.]
- [36] 官文江, 高峰, 雷林, 等. 渔业资源评估中的回顾性问题[J]. *上海海洋大学学报*, 2012, 21(5): 841-847. [Guan W J, Gao F, Lei L, et al. Retrospective problem in fishery stock assessment[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2012, 21(5): 841-847.]
- [37] 王雅丽, 陈新军, 李纲. 资源价值核算理论在渔业资源中的应用[J]. *上海海洋大学学报*, 2012, 21(2): 272-279. [Wang Y L, Chen X J, Li G. Application of resource accounting theory into fishery resource[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2012, 21(2): 272-279.]
- [38] 陈新军, 曹杰, 田思泉, 等. 鱿鱼类资源评估与管理研究现状[J]. *上海海洋大学学报*, 2009, 18(4): 495-501. [Chen X J, Cao J, Tian S Q, et al. Review on stock assessment and management of the squids[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2009, 18(4): 495-501.]
- [39] 张俊, 邱永松, 陈作志, 等. 南海外海大洋性渔业资源调查评估进展[J]. *南方水产科学*, 2018, 14(6): 118-127. [Zhang J, Qiu Y S, Chen Z Z, et al. Advances in pelagic fishery resources survey and assessment in open South China Sea[J]. *South China Fisheries Science*, 2018, 14(6): 118-127.]
- [40] 耿平, 张魁, 徐姗楠, 等. 鱼类自然死亡系数评估研究进展[J]. *中国水产科学*, 2018, 25(3): 694-704. [Geng P, Zhang K, Xu S N, et al. Assessment of natural mortality coefficients in fish stocks: A review[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2018, 25(3): 694-704.]
- [41] 刘红艳, 熊飞, 段辛斌, 等. 长江上游江津江段铜鱼种群参数和资源量评估[J]. *自然资源学报*, 2016, 31(8): 1420-1428. [Liu H Y, Xiong F, Duan X B, et al. Estimating population parameters and abundance of coreius heterodon in Jiangjin Section of the upper Yangtze River[J]. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(8): 1420-1428.]
- [42] 田辉伍, 岳兴建, 陈大庆, 等. 怒江东方墨头鱼资源量和死亡参数的估算[J]. *生态学杂志*, 2012, 31(1): 235-240. [Tian H W, Yue X J, Chen D Q, et al. Estimation of stock biomass and mortality parameters of oriental sucking barb (*Garra orientalis*) in Nujiang River of Sichuan Province, Southwest China[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2012, 31(1): 235-240.]
- [43] 任玉芹, 王珂, 段辛斌, 等. 水声学探测在江河鱼类资源评估中的技术分析[J]. *渔业现代化*, 2010, 37(2): 64-68. [Ren Y Q, Wang K, Duan X B, et al. Technical analysis of acoustic survey in the river water fish resource evaluation[J]. *Fishery Modernization*, 2010, 37(2): 64-68.]
- [44] 杜文鹏, 闫慧敏, 杨艳昭. 自然资源资产负债表研究进展综述[J]. *资源科学*, 2018, 40(5): 875-887. [Du W P, Yan H M, Yang Y Z. A review of natural resource asset balance sheets[J]. *Resources Science*, 2018, 40(5): 875-887.]
- [45] 闫慧敏, 杜文鹏, 封志明, 等. 自然资源资产负债的界定及其核算思路[J]. *资源科学*, 2018, 40(5): 888-898. [Yan H M, Du W P, Feng Z M, et al. The definition and accounting approaches towards natural resource liabilities[J]. *Resources Science*, 2018, 40(5): 888-898.]
- [46] 宋晓谕, 陈玥, 闫慧敏, 等. 水资源资产负债表表式结构初探[J]. *资源科学*, 2018, 40(5): 899-907. [Song X Y, Chen Y, Yan H M, et al. Initial research into an accounting framework for a water resource balance sheet[J]. *Resources Science*, 2018, 40(5): 899-907.]
- [47] 薛智超, 闫慧敏, 杜文鹏, 等. 自然资源资产负债表编制中土地资源过耗负债的核算方法研究[J]. *资源科学*, 2018, 40(5): 919-928. [Xue Z C, Yan H M, Du W P, et al. A study on liabilities accounting methods for excessive consumption of land resources when compiling natural resource asset balance sheets[J]. *Resources Science*, 2018, 40(5): 919-928.]
- [48] 闫慧敏, 封志明, 杨艳昭, 等. 湖州/安吉: 全国首张市/县自然资源资产负债表编制[J]. *资源科学*, 2017, 39(9): 1634-1645. [Yan H M, Feng Z M, Yang Y Z, et al. First report of the national natural resources balance sheet for Huzhou City and Anji County[J]. *Resources Science*, 2017, 39(9): 1634-1645.]
- [49] 杨艳昭, 封志明, 闫慧敏, 等. 自然资源资产负债表编制的“承德模式”[J]. *资源科学*, 2017, 39(9): 1646-1657. [Yang Y Z, Feng Z M, Yan H M, et al. The pattern of compilation of the natural resources balance sheet for Chengde City[J]. *Resources Science*, 2017, 39(9): 1646-1657.]
- [50] 封志明, 杨艳昭, 闫慧敏, 等. 自然资源资产负债表编制的若干基本问题[J]. *资源科学*, 2017, 39(9): 1615-1627. [Feng Z M, Yang Y Z, Yan H M, et al. Issues regarding the compilation of the natural resource balance sheet[J]. *Resources Science*, 2017, 39(9): 1615-1627.]
- [51] 陈玥, 杨艳昭, 闫慧敏, 等. 自然资源核算进展及其对自然资源资产负债表编制的启示[J]. *资源科学*, 2015, 37(9): 1716-1724. [Chen Y, Yang Y Z, Yan H M, et al. Natural resources accounting and the natural resources balance sheet[J]. *Resources Science*, 2015, 37(9): 1716-1724.]
- [52] 薛智超, 闫慧敏, 杨艳昭, 等. 自然资源资产负债表编制中土地资源核算体系设计与实证[J]. *资源科学*, 2015, 37(9): 1725-1731. [Xue Z C, Yan H M, Yang Y Z, et al. Design and empirical study of a land resource accounting system for natural resources asset balance-sheet compilation[J]. *Resources Science*, 2015, 37(9): 1725-1731.]
- [53] 沈镭, 钟帅, 何利, 等. 复式记账下的自然资源核算与资产负债表编制框架研究[J]. *自然资源学报*, 2018, 33(10): 1675-1685. [Shen L, Zhong S, He L, et al. Research on accounting and balance sheet of natural resources with double-entry bookkeeping[J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(10): 1675-1685.]
- [54] 陶建格, 沈镭, 何利, 等. 自然资源资产辨析和负债、权益账户设

- 置与界定研究: 基于复式记账的自然资源资产负债表框架[J]. 自然资源学报, 2018, 33(10): 1686-1696. [Tao J G, Shen L, He L, et al. Analysis of natural resource assets and establishment and definition of liability and equity accounts: Based on framework of natural resources balance sheet with double-entry bookkeeping [J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(10): 1686-1696.]
- [55] 何利, 沈镭, 陶建格, 等. 基于复式记账的自然资源资产负债表平衡关系研究[J]. 自然资源学报, 2018, 33(10): 1697-1705. [He L, Shen L, Tao J G, et al. Research on equilibrium relation of natural resources balance sheet based on double-entry bookkeeping [J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(10): 1697-1705.]
- [56] 周荣卫, 何晓凤. 海面动力学粗糙度参数化方案对近海风资源评估结果的影响[J]. 自然资源学报, 2015, 30(3): 513-522. [Zhou R W, He X F. Influence of different sea surface dynamical roughness parameterization method on wind energy resource assessment in offshore area[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(3): 513-522.]
- [57] 方艳莹, 徐海明, 朱蓉, 等. 基于WRF和CFD软件结合的风能资源数值模拟试验研究[J]. 气象, 2012, 38(11): 1378-1389. [Fang Y Y, Xu H M, Zhu R, et al. Study on numerical simulation of wind energy resources based on WRF and CFD models[J]. Meteorological Monthly, 2012, 38(11): 1378-1389.]
- [58] 周荣卫, 何晓凤, 朱蓉. MM5/CALMET模式系统在风能资源评估中的应用[J]. 自然资源学报, 2010, 25(12): 2101-2113. [Zhou R W, He X F, Zhu R. Application of MM5/CALMET model system in wind energy resource assessment[J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(12): 2101-2113.]
- [59] 程兴宏, 朱蓉, 何晓凤, 等. 基于GIS技术的陆上风能资源开发制约因素分析: 以甘肃省酒泉风电基地为例[J]. 资源科学, 2010, 32(7): 1272-1279. [Cheng X H, Zhu R, He X F, et al. Analysis of constraints on utilization of wind energy resources at overland wind farms based on GIS: A case in Jiuquan City, Gansu Province[J]. Resources Science, 2010, 32(7): 1272-1279.]
- [60] 何晓凤, 周荣卫, 朱蓉. MM5与CFD软件相结合对复杂地形风资源模拟初探: 以鄱阳湖地区为例[J]. 资源科学, 2010, 32(4): 650-655. [He X F, Zhou R W, Zhu R. A study on wind resources in complex terrain simulated by the combination of MM5 and CFD software[J]. Resources Science, 2010, 32(4): 650-655.]
- [61] 李泽椿, 朱蓉, 何晓凤, 等. 风能资源评估技术方法研究[J]. 气象学报, 2007, 65(5): 708-717. [Li Z C, Zhu R, He X F, et al. Study on the assessment technology of wind energy resource[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2007, 65(5): 708-717.]
- [62] 陈国旭. 传统资源储量估算信息化研究现状及发展方向[J]. 金属矿山, 2013, (5): 105-109. [Chen G X. Research progress and development trends of informatization for traditional mineral resource estimation[J]. Metal Mine, 2013, (5): 105-109.]
- [63] 陈国旭, 吴冲龙, 张夏林, 等. 支持多金属的矿产资源储量估算方法研究[J]. 中国矿业, 2009, 18(4): 99-101. [Chen G X, Wu C L, Zhang X L, et al. Study on realization of mineral resources and reserves estimation system supporting polymetal[J]. China Mining Magazine, 2009, 18(4): 99-101.]
- [64] 金安琪, 杨光, 黄璐琦, 等. 中药资源评估的理念设计[J]. 中成药, 2018, 40(11): 2583-2586. [Jin A Q, Yang G, Huang L Q, et al. Idea design of Chinese medicine resources assessment[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2018, 40(11): 2583-2586.]
- [65] 张泽坤, 张小波, 杨光, 等. 中药资源评估方法探讨[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(15): 3223-3227. [Zhang Z K, Zhang X B, Yang G, et al. Discussion on assessment method of Chinese medicine resources[J]. Chinese Journal of Chinese Materia Medica, 2018, 43(15): 3223-3227.]
- [66] 郭兰萍, 张泽坤, 张小波, 等. 中药资源评估的背景及总体设计[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(14): 2845-2849. [Guo L P, Zhang Z K, Zhang X B, et al. Background and overall design of Chinese medicine resources assessment[J]. Chinese Journal of Chinese Materia Medica, 2018, 43(15): 3223-3227.]
- [67] 奚洁人. 科学发展观百科辞典[M]. 上海: 上海辞书出版社, 2007. [Xi J R. Encyclopedia of Scientific Outlook on Development [M]. Shanghai: Shanghai Lexicographical Publishing House, 2007.]
- [68] 钱阔, 曹克瑜. 自然资源资产核算及纳入国民经济核算体系的理论认识[J]. 经济研究参考, 1997, (65): 29-29. [Qian K, Cao K Y. Theoretical understanding of natural resources assets accounting and incorporation into national accounting system[J]. Review of Economic Research, 1997, (65): 29-29.]
- [69] 李金昌. 资源核算及其纳入国民经济核算体系初步研究[J]. 中国人口·资源与环境, 1992, 2(2): 25-32. [Li J C. Preliminary study on resources accounting and bringing it into the system of national economic accounting[J]. China Population, Resources and Environment, 1992, 2(2): 25-32.]
- [70] 廖顺宝, 刘凯, 李泽辉. 中国风能资源空间分布的估算[J]. 地球信息科学, 2008, 10(5): 551-556. [Liao S B, Liu K, Li Z H. Estimation of grid based spatial distribution of wind energy resource in China[J]. Geo-Information Science, 2008, 10(5): 551-556.]
- [71] Bartelmus P, Stahmer C, Tongeren J V. Integrated environmental and economic accounting: Framework for a SNA satellite system [J]. Review of Income and Wealth, 1991, 37(2): 111-148.
- [72] 雷健. 国际比较视角环境与自然资源评估方法评述[J]. 生产力研究, 2009, (6): 116-123. [Lei J. A review of the assessment methods of environment and natural resources from the perspective of international comparison[J]. Productivity Research, 2009, (6): 116-123.]
- [73] 刘明辉, 孙冀萍. 论“自然资源资产负债表”的学科属性[J]. 会计研究, 2016, (5): 3-8. [Liu M H, Sun J P. Review of discipline attribute of “natural resource balance sheet”[J]. Accounting Research, 2016, (5): 3-8.]

# Quantitative analysis of knowledge maps of natural resources accounting and assessment research in China based on CiteSpace

LAN Man, LIN Aiwen, JIN Tian, LUO Liting

(School of Resource and Environmental Sciences / The Key Laboratory of Geographic Information System,  
Wuhan 430079, China)

**Abstract:** Using the literature from the Web of Science (WOS) and the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) databases and the CiteSpace software as an analytical tool, this study analyzed the national distribution and hotspots of the publications from international natural resources accounting and assessment research, and core author distribution and research institution distribution of the research in China, with a special focus on the hotspot changes of natural resources accounting and assessment research in China. The following results were derived: (1) In this field, America is the country with the highest number of research articles, followed by China. China and Australia have high influence in international cooperation. (2) International research mainly covered the estimation methods, development and utilization, management and protection of various resource elements. (3) Domestic research involved many fields. A stable core author network has not been formed. The cooperation relationship of each institution was greatly restricted by the region. (4) According to the requirements of specific policies, Chinese research hotspots can be divided into three stages including establishment, development, and improvement. (5) In addition to the non renewable resources and clean energy that are generally concerned at home and abroad, China has done a lot of researches on fishery resources, and studied the unique resources of traditional Chinese medicine; “ecosystem services” has become an important aspect of international research, while it is only in recent years that the ecological value has been included in the discussion in China. The results are helpful for a comprehensive understanding of the overall developing stages and the frontiers of the natural resources accounting and assessment research in China, providing a reference for the theoretical and methodological developments of future research.

**Key words:** natural resources accounting and assessment; research hotspot changes; knowledge map; bibliometrical method; CiteSpace