综合研究

中国土地生态安全研究进展
——基于CiteSpace的可视化分析

韩 琭，李 扬，张 卓，高艺佳
（山东财经大学 公共管理学院，山东 济南 250014）

摘 要：［目的］分析国内土地生态安全的研究进展与未来趋势，厘清该领域研究的发展脉络，为未来理论深化与实践创新提供理论支撑与方向指引。［方法］基于中国知网（CNKI）数据库，借助CiteSpace科学图谱绘制软件，对2001—2025年国内土地生态安全研究的发文量、作者、发文机构、关键词及演进趋势进行可视化分析。［结果］①国内土地生态安全研究可划分为内涵探索、方法模型构建、多目标融合3个阶段，发文量具有显著的阶段特征，呈现从理论奠基、技术支撑再到系统协同的逻辑脉络。②核心作者以严超、张飞等为代表，合作网络较为分散；研究机构集中于中西部、西南部及东北部高校，凸显地域集聚特征与学术独立性。③研究热点由概念辨析、安全评价与预警，逐步深化至耦合协调与协同治理，与乡村振兴、“双碳”目标、美丽中国建设等国家战略深度融合。④研究范式呈现静态状态评估、动态过程模拟、复杂系统调控3个阶段逐次递进的演化过程。［结论］目前虽已形成较为系统且多元的研究体系，但在动态场景适配，跨学科方法融合及区域协同机制等方面仍存在提升空间，未来需推动研究发展规范化、场景化，并与数字技术深度融合，以支撑多重国家政策叠加下的发展需求。

关键词：土地生态安全；CiteSpace；可视化分析；研究进展；知识图谱
文献标识码：C **文章编号：**1000-288X（2026）05-0364-14 **中图分类号：**F301.2，X22

文献参数：韩琭，李扬，张卓，等.中国土地生态安全研究进展[J].水土保持通报，2026，46（5）：364-377.
Han Lu，Li Yang，Zhang Zhuo，et al. Research progress on land ecological security in China [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2026，46（5）：364-377.

DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2026.05.021 **CSTR：32312.14.stbctb.2026.05.021**

Research progress on land ecological security in China
—Visual analysis based on CiteSpace

Han Lu，Li Yang，Zhang Zhuo，Gao Yijia
（*School of Public Administration and Policy*，*Shandong University of Finance and Economics*，*Jinan*，*Shandong* 250014，*China*）

Abstract：［Objective］This study aims to analyze the research progress and future trends of domestic land ecological security，clarify the development trajectory of research in this field，and provide theoretical support and directional guidance for future theoretical deepening and practical innovation.［Methods］Based on the CNKI database，using CiteSpace scientific graph software，this study visually analyzes the publication volume，authors，contributing institutions，keywords and evolution trends of domestic land ecological security research from 2001 to 2025.［Results］① Domestic land ecological security research can be divided into three stages：connotation exploration，method model construction and multi-objective integration. The publication volume exhibits significant stage characteristics，presenting a logical progression from theoretical foundations through technical support to system coordination. ② Core authors are represented by Yan Chao，Zhang Fei and others，with a relatively dispersed collaboration network；research institutions are concentrated in universities in the central and western regions，the southwest and the northeast，highlighting regional agglomeration characteristics and academic independence. ③ Research hotspots have gradually shifted from concept clarification，security evaluation

收稿日期：2026-01-29 **修回日期：**2026-03-17 **采用日期：**2026-03-21
资助项目：国家自然科学基金青年基金项目“全程耦合视域下黄河流域土地利用碳补偿标准测度、情景模拟与机制构建研究”（42501336）
第一作者：韩琭（1982—），女（汉族），山东省淄博市人，博士，教授，主要从事土地生态安全与韧性城市等方面的研究。Email：hanlu0816@126.com。
通信作者：李扬（2002—），男（汉族），山东省泰安市人，硕士研究生，研究方向为土地生态安全与土地利用。Email：liyang020920@126.com。

and early warning to coupling coordination and collaborative governance, deeply integrating with national strategies such as rural revitalization, the "dual carbon" goals and the construction of a beautiful China. ④ The research paradigm presents an evolutionary process with three progressive stages: static state assessment, dynamic process simulation, and complex system regulation. [Conclusion] Although a relatively systematic and diversified research system has been established, there is still potential for improvement in areas such as dynamic scenario adaptation, interdisciplinary method integration and regional collaboration mechanisms. In the future, it is necessary to promote standardized and scenario-based research development, and deeply integrate it with digital technology to support the development needs arising from the overlap of multiple national policies.

Keywords: land ecological security; CiteSpace; visual analysis; research progress; knowledge graph

土地是人类生存与发展的物质基础,人地关系是贯穿人类社会发展的核心命题[1]。随着中国乡村振兴、城市更新、美丽中国建设等政策的持续推进,人类活动对土地资源的开发强度不断加大,水土流失、土地荒漠化、土壤污染及生态空间挤压等问题日益凸显,土地生态系统的结构完整性与功能稳定性在高质量发展的背景之下面临严峻挑战,其生态安全状况的优劣直接关系到经济社会能否可持续发展、粮食安全能否得到保障以及生态屏障是否稳固。2024年1月,《中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》明确提出要严守资源安全底线,将耕地和永久基本农田、生态保护红线作为调整经济结构不可逾越的红线[2]。同年8月,自然资源部印发的实施意见进一步细化要求,强调要构建国土空间开发保护新格局,完善生态保护修复全链条技术体系,以"数字化""网络化"手段提升土地生态监管效能[3]。这些政策的部署凸显了土地生态安全在中国生态文明建设中的重要地位,为土地生态保护提供了明确的政策遵循,也为学术研究指明了方向。

土地生态安全是一门集地学、生态学和环境科学等学科于一体的自然科学和社会科学的交叉学科[4],其概念由"生态安全"引申和拓展而来。国内研究不乏对土地生态安全的内涵解读,如梁留科[5]、高桂芹[6]、崔峰[7]、黄辉玲[8]、张凤太[9]等都针对土地生态安全的内涵作出了诠释,但尚未形成统一的意见。总的而言,学界对土地生态安全的内涵阐述主要包括两个方面:①土地生态系统自身处于一种安全稳定状态,系统结构和功能没有受到破坏和损伤;②土地生态系统能够为人类提供生态功能服务,满足经济社会可持续发展的需要[10]。前者侧重于土地生态系统本身的安全性,后者则倾向于人地关系[11]。因此如何深入地解读土地生态安全,是让土地生态系统更好地为人们提供优质服务的关键[12]。

当前,学界围绕土地生态安全所开展的研究主要集中于安全评价体系的构建与应用,尽管已有学者利用计量化分析方法对成果进行了系统梳理[12-13],可是,随着乡村振兴、城市更新与高质量发展等国家战略深入推进,以及数字化、信息化和大数据技术迅猛发展,亟需对既有研究成果进行系统性回顾与整合。因此,本文基于CiteSpace软件,对国内土地生态安全领域的核心文献进行可视化分析,通过构建知识图谱,系统阐释该领域的研究演进脉络、核心议题与热点趋势,旨在为未来理论深化与实践创新提供科学支撑。

1　数据来源与研究方法

数据来源于中国知网(CNKI)期刊全文数据库,检索时段为2001年1月至2025年12月(因2001年之前相关题目的核心文献较少,领域内缺乏对土地生态安全的概念界定,故选取该年份作为文献筛选起点)。为保证文献的权威性与可靠性,选取北大核心、CSSCI及CSCD作为来源类别,以"土地生态安全"为关键词进行检索,在仅选取"学术期刊"的情况下筛选出321篇有效文献,构成本文研究的文献样本。

本研究采用Excel表格、CiteSpace软件及Visio对国内土地生态安全进行文献计量分析。首先使用Excel对年发文量及各发文机构发文量进行统计。随后采用CiteSpace6.4.R2依次绘制"作者共现图谱""关键词共现图谱""关键词时区图谱"和"关键词突现图谱",并利用Visio绘制国内土地生态安全研究演进示意图。通过分析上述图表结果,对国内土地生态安全的研究进展和热点趋势进行阐述,达到系统化、可视化呈现领域研究演进特征的目的。

2　可视化结果分析

2.1　发文量分析

基于321篇国内土地生态安全领域的核心文献,可将土地生态安全领域的发展脉络大体划分为3个阶段(图1)。①2001—2008年为内涵探索阶段,该阶段整体发文量极低且波动平缓,文献量所占比例约7.79%,2001年仅1篇,2006年小幅增长至9篇,随

后又缓慢回落。此阶段“土地生态”“生态安全”等核心概念虽已萌芽,但研究热度低、成果产出少,仍属于领域内的初步探索。②2009—2018年为方法模型构建阶段,该阶段发文量显著跃升并维持高位,发文量达227篇,占比70.1%,2009年跃升至20篇,随后稳定保持在20至25篇(2017年峰值34篇),是成果集中产出的阶段。该阶段研究内容与方法渐趋体系化,涌现出“物元模型”“熵权法”“指标体系”“安全评价”等主题,领域研究进入快速发展,逐渐深化的时期。③2019—2025年为多目标融合阶段,此阶段发文量相较于上一阶段回落幅度较大,但仍维持在适中水平,研究向“耦合协调”“生态文明”等细分层次深化,整体发文量进入一个调整波动的时期。

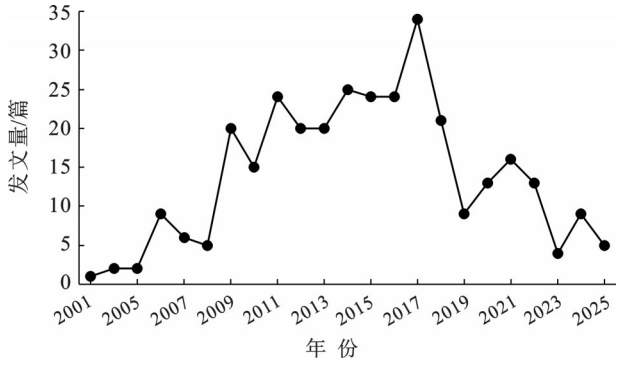


图1 2001—2025年国内土地生态安全核心文献发文量变化

Fig.1 Changes in publication volume of core literature on domestic land ecological security from 2001 to 2025

2.2 核心作者分析

在CiteSpace软件中,将时间范围设置为“2001—2025”,设置时间切片为“8”,节点类型设置为“Author”,用以生成作者合作共现网络图谱(图2),据此了解国内土地生态安全领域的重要学者。经多次参数调试,土地生态安全领域核心作者发文频次相对较低且分布分散,设置较大时间切片(8)可以聚合长周期内的合作关系网络,避免因时间切片过小所导致的合作网络过于破碎,从而更清晰地识别稳定的核心学术共同体。

根据文献计量学中的普莱斯定律[14],参照公式:

$$M = 0.749(N_{max})^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中:N_{max}为统计年间最高产作者的发文量,发表论文数在M以上的作者为核心作者,因$N_{max}=5$,可得M最大为2,即在2001—2025年间土地生态安全领域中,发表文献2篇以上的作者为该领域的核心作者。

由图2可知,作者合作共现网络图谱存在156个节点和156条连线,网络密度为0.012 9,说明领域内作者间的合作较为松散,尚未形成紧密的研究团队,研究成果分散在各个核心作者的论文上。统计年间发文量较多的作者有严超(5篇)、张飞(5篇)、张小虎(5篇)、刘友兆(5篇),曲衍波、雷国平、刘志有、任志远等作者次之,上述学者组成该研究领域的中坚力量。核心作者的研究侧重方面,严超等聚焦城市带、区县等中微观区域,开展土地生态安全的区域差异化分析,典型如皖江城市带[15]、重庆黔江区[16],同时也利用GM(1,1)模型等方法预测土地生态安全的长期演变方向[17],为区域土地利用规划提供依据。张飞等鉴于干旱区生态敏感区土地生态安全的复杂性与时空动态性,以精河县[18]、乌鲁木齐市[19]、博尔塔拉蒙古自治州[20]等干旱区典型区域为研究区开展土地生态安全评价、时空分异解析与生态风险预测,为生态敏感区土地生态安全研究的开展提供实践依据。作者合作共现网络方面,土地生态安全涉及地理、生态、管理等多学科,各学科话语体系差异大,学科间存在一定的壁垒,导致跨学科合作困难,形成较为松散的合作网络。同时,据图2可知,领域内存在多组2人以上的合作网络,分别以曲衍波、吴次芳、廖和平、雷国平等为核心,呈现“小团体式”的聚集,并且存在显著的师承效应,核心学者往往作为节点,指导学生联合发文,或主持重大项目组建跨校团队。这种基于学缘和项目的隐性网络,比显性的合作网络更能解释知识的传播链条以及学术团体的凝聚机制。基于上述作者合作共现网络的特点,未来仍需加强跨学科、跨机构的研究合作,逐渐弱化地域因素及学科壁垒所带来的学术交流阻塞。

2.3 发文机构分析

将检索出的2001—2025年的土地生态安全领域的研究文献进行机构分析,设置时间切片为“1”,节点类型设置为“Institution”,得到国内从事土地生态安全研究的相关机构分析图谱(表1)。经过多次参数调试发现,该领域的机构发文量相对集中且稳定,设置较小时间切片(1)能够在长时序下更加精细地捕捉机构研究重心的迁移轨迹,从而与短时序的机构分析作出区别。

由表1可知,国内土地生态安全领域的发文机构中,发文量前5名依次是西南大学地理科学学院、新疆大学资源与环境科学学院、南京农业大学公共管理学院、新疆大学绿洲生态教育部重点实验室、东北农业大学资源与环境学院,发文数量依次为17,11,9,9,8,共计54篇,在该领域研究中具有重要地位。在发文量前3的机构中,居首位的西南大学地理科学学院,其研究聚焦重庆区域的区县单元,以土地生态安全演变趋势与影响因素为核心方向。如针对重庆

黔江[16]、三峡库区[21]等区域开展评价与预警研究。新疆大学资源与环境科学学院及绿洲生态教育部重点实验室(二者合计发文20篇),则聚焦干旱区、绿洲等生态脆弱区域的土地生态安全的动态评价与预测,研究区域覆盖新疆境内的绿洲与荒漠过渡带等典型生态区[22-24]。南京农业大学公共管理学院以长三角区域(长株潭城市群、江苏全域、苏南、南京等)为核心研究载体,聚焦耕地与城市土地的生态安全问题,侧重通过多类量化模型的融合应用开展土地生态安全的评估与诊断[25-27]。

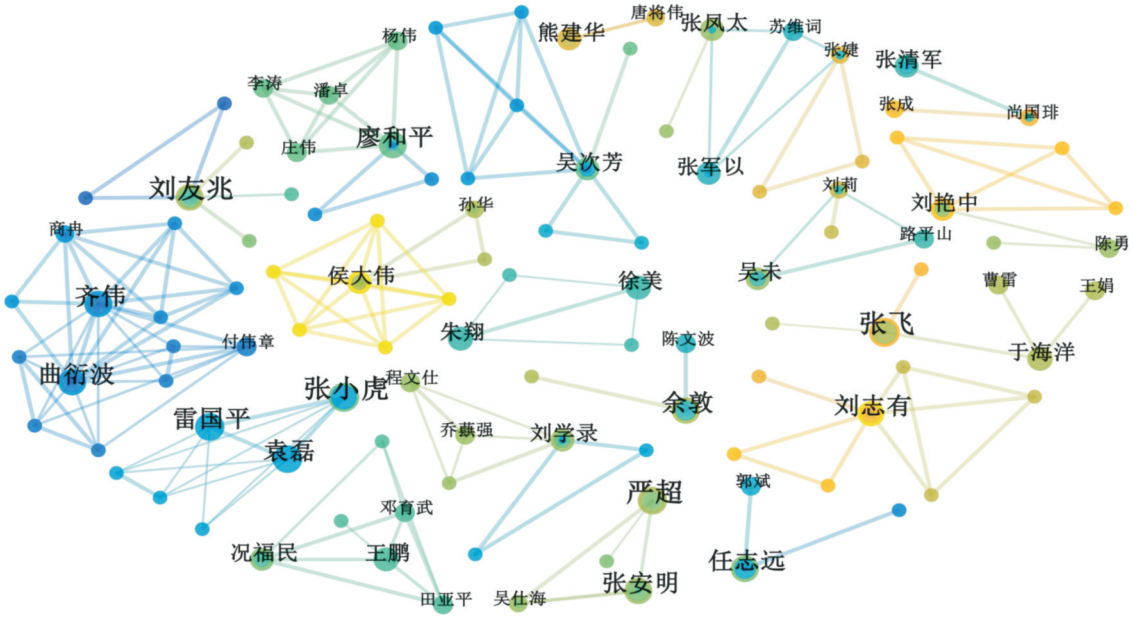


图 2　国内土地生态安全研究作者合作网络

Fig.2　Authors co-occurrence network of domestic land ecological security research

表 1　主要发文机构及其发文量

Table 1　Major contributing institutions and their publication volumes

排序	发文数量	发文机构
1	17	西南大学 地理科学学院
2	11	新疆大学 资源与环境科学学院
3	9	南京农业大学 公共管理学院
4	9	新疆大学 绿洲生态教育部重点实验室
5	8	东北农业大学 资源与环境学院
6	8	甘肃农业大学 资源与环境学院
7	6	河南理工大学 测绘与国土信息工程学院
8	6	安徽师范大学 国土资源与旅游学院
9	6	中国地质大学(北京) 土地科学技术学院
10	5	中国科学院 地理科学与资源研究所

进一步对发文机构的研究侧重进行分析可以发现,国内已经形成若干个具有鲜明方法论的学术流派:以新疆大学为代表的团队,长期深耕干旱区特殊生态环境,擅长运用景观生态指数与遥感反演技术,侧重土地利用变化及土地生态安全时空变化的分析;以南京农业大学为核心的团队,则聚焦耕地资源安全,擅长将计量经济模型引入生态评价,强调“粮食-生态”权衡机制;而中国科学院地理科学与资源研究所等机构的研究者,更倾向于宏观尺度的国土空间模拟与预警系统构建。结合各高校的地理位置,发文机构的研究内容呈现出明显的在地性:西南大学等机构的高频研究与三峡库区生态屏障的建设需求高度契合;新疆大学、甘肃农业大学的研究成果则紧密围绕黄河流域的生态保护与干旱区土地退化治理。因此,土地生态安全的研究具有高度的“场景依赖性”,各机构的在地性导致的学术独立性较强,高校之间以省内合作与独立研究居多,跨省合作网络的形成往往源于跨区域重大生态工程(如中国山水工程)的联合攻关需求。

总体观之,土地生态安全研究多集中于中西部、西南部、东北部等内陆地区的高校,沿海省份城市的高校比例较低,重点发文机构呈现出明显的在地性特征。随着城镇化由一线城市向二三线城市的不断推进和深化,土地生态安全问题也将逐渐增多,未来应不断加强跨区域、跨省份的高校之间的合作,以应对不断涌现的生态问题攻关需求。

2.4　关键词共现分析

在 CiteSpace 软件中将节点类型设置为“Keywords”,时间跨度设置为“2001—2025”,生成国内土地生态安全的关键词共现图谱(如图 3 所示)。

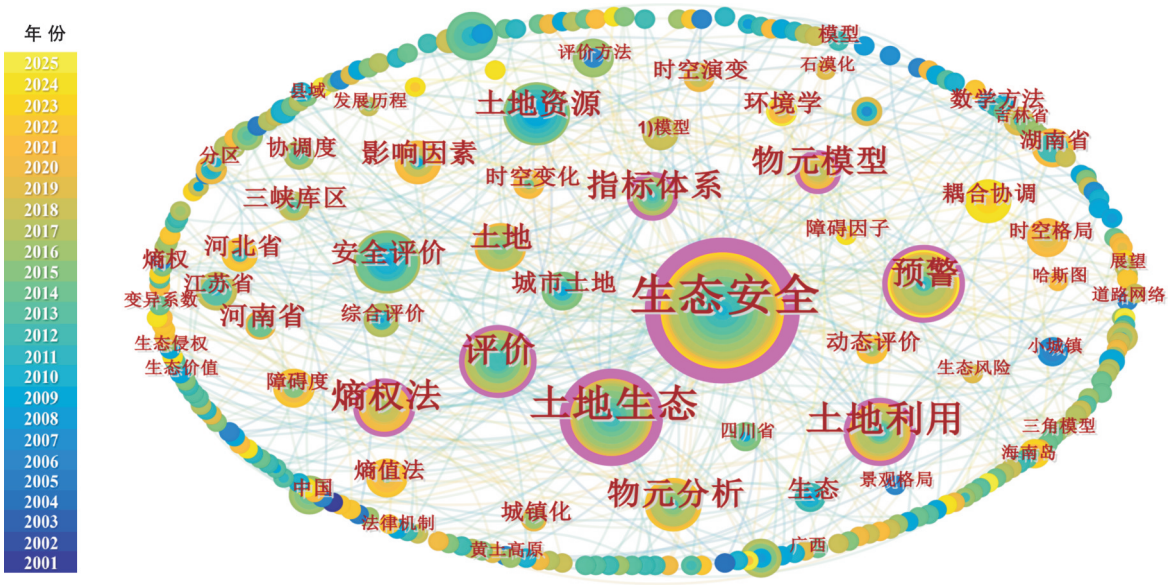


图 3　国内土地生态安全研究关键词共现网络

Fig.3　Keywords co-occurrence network of domestic land ecological security research

关键词节点的圈层越大，说明学界关注度越高，中心性越强。节点间的连线越粗，说明关键词的联系越紧密。图谱中共有 264 个网络节点，节点间共有连线 452 条，网络密度为 0.0122，说明领域研究内容广泛，涉及 264 个关键词，关键词的联系较为紧密。据图 3 可知，关键词“生态安全”的节点圈层最大，与其他关键词保持着较强的联系。“土地生态”与“评价”次之，同样是领域备受关注的关键词。近年来，“耦合协调”“协同治理”“环境学”等关键词的关注程度逐渐上升，表明研究逐步向人地耦合的可持续发展方向倾斜，研究要素也不仅仅局限于单一的土地，而是多要素的耦合，契合当前国家的生态环境建设的政策需要以及多主体协同治理的诉求，多角度、全要素地推动土地生态安全的研究与治理。

对关键词共现图谱进一步分析可以看出，早期的土地生态安全研究多聚焦于特定区域，诸如吉林省、河南省、江苏省、三峡库区、黄土高原等，通过建立指标体系对其进行评价，将土地生态系统拆解为独立要素进行健康诊断。随着研究的不断深入，学界开始关注生态安全的时空动态演变趋势及驱动机制，试图通过历史数据预测未来风险，“预警”“时空变化”“影响因素”等关键词随之涌现。当前，“耦合协调”“协同治理”等词相继出现，表明研究重点从风险的识别转向路径的设计，强调在全新的时代背景之下，通过数字化手段对土地系统进行多目标（粮食安全、经济发展）的协同调控与适应性管理。

3　研究演进趋势分析

以上文阶段划分标准及相关政策的推进历程为依据，绘制国内土地生态安全研究演进示意图（图 4），每个阶段研究侧重的变化与相关国家政策的颁布执行有着紧密的联系。为了在时间维度对土地生态安全领域研究的发展演变形成一个清晰的脉络，对关键词共现图谱进行“Timezone View”处理，得到关键词时区图谱（图 5）。同时，利用 CiteSpace 界面中的“Burstness”选项卡，将突现时间最小单位设置为 2，生成影响力居于前 10 名的关键词的突现图谱（图 6），以了解研究前沿热点。

3.1　研究主题的时序变化

3.1.1　内涵探索阶段（2001—2008 年）

（1）政策推进。该阶段虽未出现针对土地生态安全的专项政策，但各种宏观层面上的生态保护与土地管理政策还是为研究提供重要支撑。2000 年 11 月 26 日，国务院发布《全国生态环境保护纲要》，要求各地区、有关部门加大生态环境保护工作力度，扭转生态环境恶化趋势[28]。此纲要强调对生态环境的关注，对土地、森林等自然资源的生态保护，为土地生态安全的概念探析提供了条件，奠定宏观政策基调。2004 年的《国务院关于深化改革严格土地管理的决定》聚焦耕地保护与土地利用规范，推动学界开始关注土地利用活动与生态安全的相关性。2007 年，国家环保总局下发《关于加强农村环境保护工作的意见》，关注农村土地生态问题，引导学者将研究视野延伸至农村地区，思考土地健康、农业面源污染等问题与土地生态安全的关联。

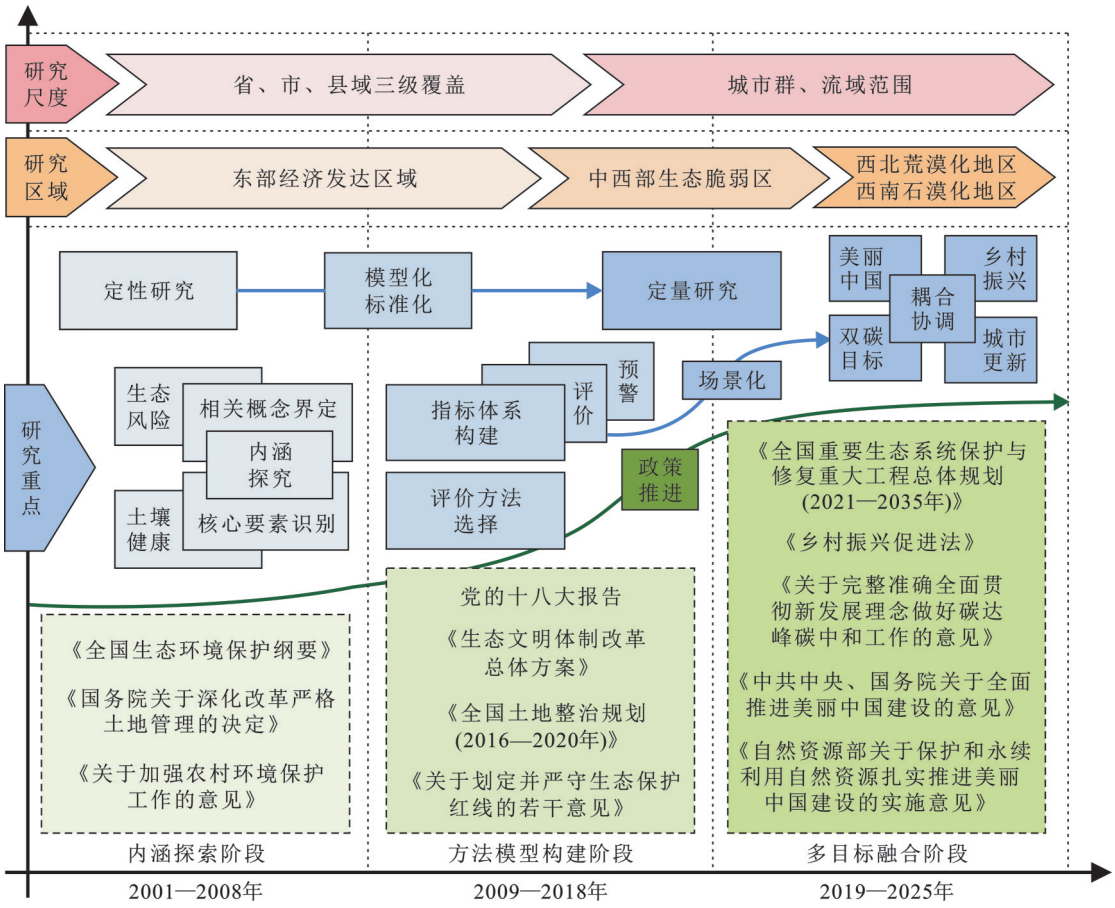


图 4　国内土地生态安全研究演进示意图

Fig.4　Schematic diagram of evolution of domestic land ecological security research

（2）研究演进。此阶段是国内土地生态安全研究的内涵探索与理论铺垫的时期，领域尚未形成明确的研究范式与体系化的研究框架。研究内容以定性分析为主，聚焦于内涵的探究、相关概念的界定以及核心要素（如土壤健康[29]）的识别。如梁留科[5]、高桂芹[6]、崔峰[7]、曲福田[30]、李智国[31]等都对土地生态安全的内涵作出各自的诠释。也有一部分学者界定相关概念，如区域生态安全[32]、生态风险[33]、耕地资源生态安全[34]等。虽然较多学者从不同的研究视角给出不同的定义表述，但究其本质，土地生态安全是在生态安全的视角下，研究人类、动植物等所有生物与土地及其衍生物间的动态交互、作用与反作用过程，且保持该过程能够持续进行。定量分析方面仍处于起步阶段，学界开始关注评价方法的选择，并且对于土地生态安全影响因素的探究开始增多。这一阶段的探索虽未涉及复杂的量化分析，但为后续开展土地生态安全的实证研究奠定了坚实的理论基础。

3.1.2　方法模型构建阶段（2009—2018 年）

（1）政策推进。这一阶段的国家生态文明建设开始系统化地推进，为土地生态安全的研究提供明确的方向指引与扎实的议题支撑。2012 年党的十八大报告指出，要大力推进生态文明建设并将其放在突出地位，明确提出“要实施重大生态修复工程”“推进荒漠化、石漠化、水土流失综合治理”，这极大地提升了土地生态安全研究的学术关注度，成为研究成果快速增长的重要政策契机。2015 年《生态文明体制改革总体方案》进一步细化生态文明建设的要求，指出要“建立生态文明目标体系”“建立资源环境承载能力监测预警机制”，这不仅推动实证评价成为研究重点，还助推土地生态安全预警研究在未来成为研究热点。2016 年《全国土地整治规划（2016—2020 年）》强调“加大土地生态环境整治”，并将整治的重心向环境敏感区、脆弱区倾斜，这也引导研究视角从东部经济发达地区向中西部等土地退化严重的区域转移。2017 年《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》明确生态红线管控的要求，意见指出应及时评估和预警生态风险，建立生态保护红线生态功能评价指标体系和方法，开展定期评价。这一政策与该阶段“预警”关键词突现的研究特征高度契合，同时，量化评价方法的运用与指标体系的构建均围绕政策需求形成明确的演进方向。

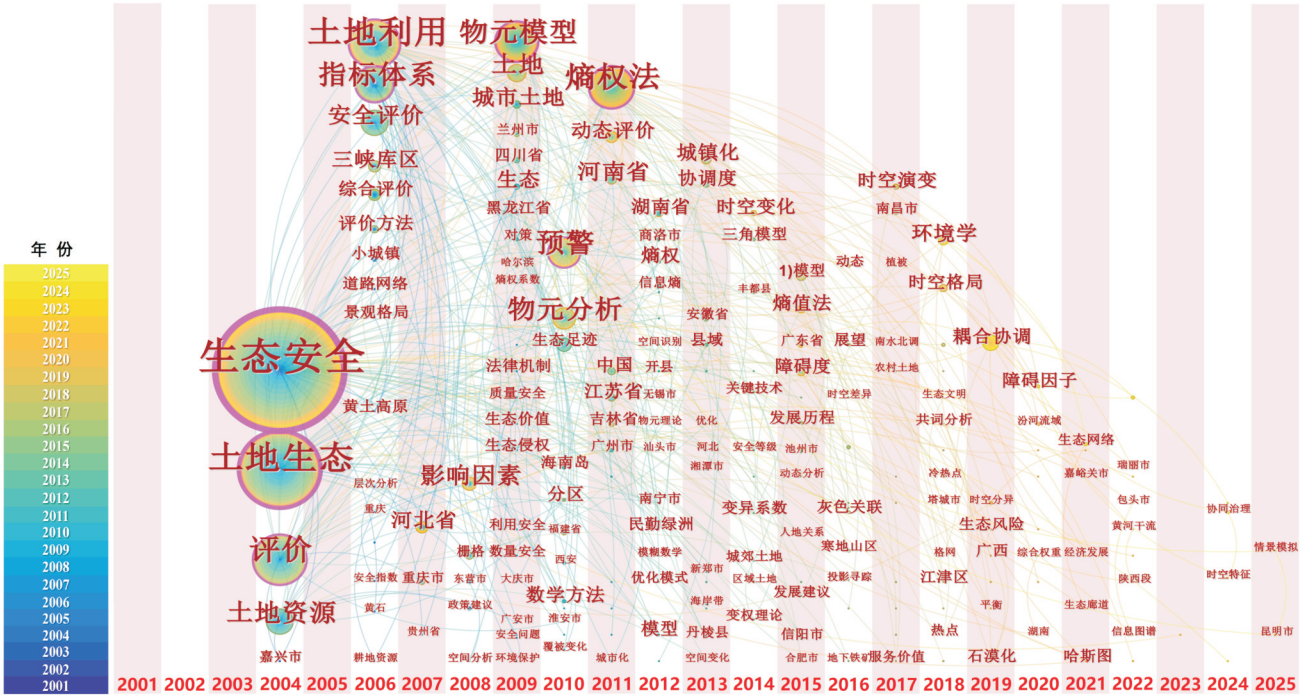


图 5　国内土地生态安全研究关键词时区

Fig.5　Keywords time zone of domestic land ecological security research

（2）研究演进。该阶段国内土地生态安全的研究进入快速增长期，而土地生态安全评价作为开展土地生态安全预警、构建和优化土地生态安全格局的重要依据，是土地生态安全研究的核心内容。其中，指标体系的构建和评价方法的选择这两方面则是土地生态安全评价研究的重点。研究尺度上，形成省、市、县三级覆盖的宏观分析框架。研究区域由经济发达的东部区域转向水土流失、土地退化问题突出的中西部生态脆弱敏感区。研究方法呈现多元化与跨学科融合的特征。评价指标体系的构建方面，基于世界经济合作与发展组织的“压力-状态-响应”（PSR）模型应用最为广泛，其他衍生模型如“驱动力-压力-状态-响应”（DPSR）模型[40]及“驱动力-压力-状态-影响-响应”（DPSIR）模型[41-42]同样得到不同程度的使用。上述模型将无序的土地生态安全评价纳入到一个思路清晰的评价框架中，推动评价体系规范化发展。评价方法上，分为数字模型法、生态模型法、景观模型法及数字地面模型法 4 类，其中，数字模型法在安全评价中应用较为广泛，代表性方法主要有综合指数法[35]、灰色关联度[36]、层次分析法[37]、主成分分析法[38]、物元模型法[8-9]等。生态模型法中最常用的是土地资源承载力分析法[39]和生态足迹法[40]。景观模型法主要包括景观生态安全格局法[41]和景观空间邻接度法[42]，该类方法将生态安全评估—安全预测—预警 3 个环节统一起来，构成生态安全研究的完整体系，有着巨大的发展前景[43]。3S 技术（即 RS，GIS，GNSS）初步集成，数字地面模型则借助 3S 技术，通过遥感影像解译、空间数据分析来实现土地利用变化与生态安全状况的宏观实时监测，为实证研究提供技术支撑。同时，图 5 中的“预警”成为 2017 至 2018 年的热点，这一研究热点既得益于国家生态保护政策的持续推进，又体现了城镇化扩张背景之下学界对于土地生态安全风险的关注，研究内容从静态现状的评价基础上逐步引入安全预警，即动态评价。此阶段较上一阶段虽已有体系化的研究框架，但研究多聚焦单一系统或单一维度，缺乏对多系统联动的分析探讨。

3.1.3　多目标融合阶段（2019—2025 年）

（1）政策推进。2020 年 6 月印发实施《全国重要生态系统保护与修复重大工程总体规划（2021—2035 年）》，提出以“三区四带”为核心布局，对生态保护和修复工程进行统筹部署，使学界关注土地生态系统与其他生态系统的联动治理。次年 6 月，《乡村振兴促进法》开始施行，生态保护作为推动乡村全面振兴和现代化的重要环节被写入该法律中，聚焦城乡融合背景下农村土地生态安全格局的优化。2023 年《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》将土地生态安全研究置于“双碳”目标的政策需求之下，意见指出要“巩固生态系统的碳汇能力”“提升生态系统碳汇增量”，满足绿色低碳

循环发展的要求,这为学者们的研究提供了更明确具体的议题。

到 2024 年 1 月,《中共中央、国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》颁布实施,要求以高品质生态环境支撑高质量经济发展,在发展绿色转型的关键期打好硬仗[2]。2024 年 8 月,《自然资源部关于保护和永续利用自然资源扎实推进美丽中国建设的实施意见》要求严格管控三条控制线,在“数字化”技术加持下健全生态文明制度体系,构建国土空间开发保护新格局[3]。多重政策需求的叠加为学界提供了多目标融合式的研究议题,多学科、多系统的交叉也拓展了研究的尺度。

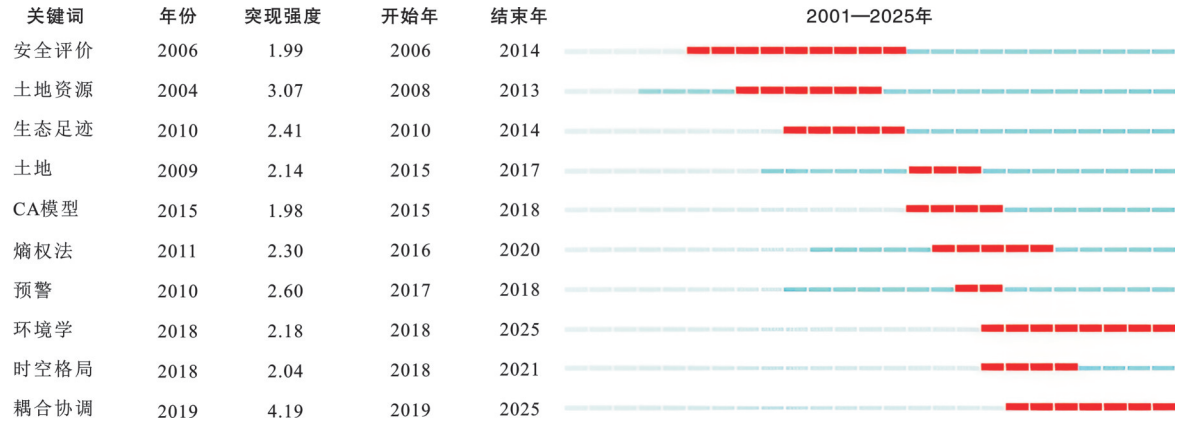


图 6　2001—2025 年国内土地生态安全研究关键词突现

Fig.6　Keyword bursts in domestic land ecological security research from 2001 to 2025

表 2　土地生态安全研究范式特征对比

Table 2　Comparison of land ecological security research paradigm characteristics

维 度	静态状态评估	动态过程模拟	复杂系统调控
时间跨度	2001—2015 年	2016—2020 年	2021—2025 年
核心问题	状态识别:“是否安全”	机理揭示:“如何变化、为何变化”	路径调控:“如何优化,如何协同”
主要研究对象	单一要素:土壤、水、植被等	时空差异、驱动力	自然-社会-生态复合系统:粮食、碳排放
典型方法	PSR 模型、DPSIR 模型、层次分析法	3S 技术、地理探测器	耦合协调模型、系统动力学、情景模拟
高频关键词	安全评价、指标体系	时空演变、预警、障碍因子	耦合协调、协同治理
政策背景	科学发展观、生态文明建设起步	生态文明体制改革	美丽中国建设、“双碳”目标、乡村全面振兴
局限性	忽视要素间的非线性作用;缺乏动态预警	被动响应风险;主动干预与调控手段较少	多源数据融合难度大;多方治理难以协调
研究目标导向	描述性评价:识别风险点	解释性分析:揭示演变规律	处方性治理:提供优化路径与决策支持

(2) 研究演进。据图 6 可知,“耦合协调”自 2019 年突现,至今仍维持着较高的研究热度,突现强度 4.19 为近 25 a 最高,这并非偶然,而是政策变革、技术突破与理论演进三重因素叠加共振的结果。政策上,2018 年国务院机构改革,成立自然资源部,整合原国土、林业、海洋等部门职责,结束长期以来的多部门碎片化管理格局,这一制度变革使原先的单一要素管理逐渐转向多要素协同治理。技术维度上,2019 年前后,多源数据融合技术得到长足进步,高分辨率遥感影像的常态化供应,云计算与大数据平台的普及,加之国家地球系统科学数据中心等平台的建立,为复杂耦合模型的运算提供能力支撑。理论上则是实现认知的转变升级,早期研究多将经济发展与生态保护视为零和博弈,强调“保护优先”,而在 2018 年的全国生态环境保护大会上,明确“绿水青山就是金山银山”理念作为现阶段中国生态文明思想的核心内容,推动研究问题从“如何保护生态”转向“如何实现经济发展与生态保护的双赢”“耦合协调度”恰好成为量化这一状态的理想工具,因而成为之后的一大研究热点。此阶段的土地生态安全研究不断纵向深化、横向拓展,且不再局限于单一评价或预警,而是转向评价、预警、治理一体化的研究,聚焦土地生态系统与低碳发展、粮食安全、碳中和等多系统的联动机制,探索多重国家战略叠加背景之下的多目标协同路径。研究区域方面,对于西北荒漠化地区(如新疆)、西南石漠化地区(如广西)等生态脆弱区关注增多,研究对象向多个尺度拓展,宏观上针对流域、城市群的研究逐渐增多,微观上则向县域及乡村等地块深化。技术层面,3S 技术逐渐成熟,实现天空地一体化升级,结合机器学习算法,构建数字化智

能化的动态预警模型，大幅提升土地生态状况监测的精准度与时效性。同时，环境学、经济学、公共管理学等学科理论交叉联动，跨学科融合进一步深化。在高质量发展的背景下，土地生态安全研究紧跟国家政策步伐，响应乡村振兴、“双碳”目标、美丽中国建设等战略需求，以支撑不断变化的实践需求。

3.2 研究范式的演化

基于上述CiteSpace图谱分析，为了更清晰地揭示关键词演变背后的深层逻辑，本研究将国内土地生态安全研究归纳为静态状态评估、动态过程模拟、复杂系统调控3个范式，各研究范式具体特征对比详见表2。

因各阶段的研究内容承上启下、循序渐进且存在贯穿始终的可能性，故研究范式的时间划分相较上文有所改动。

3.2.1 静态状态评估(2001—2015年)

从2003年科学发展观提出，到2012年生态文明建设起步，国家逐渐重视经济增长背后所带来的环境代价，亟需建立一套可量化的指标体系来回应政策需求，学界利用各种模型方法，聚焦于单要素(如耕地质量、土壤污染)，构建了大量的评价指标体系，实现从定性描述到定量分析的跨越。其中，关于生态安全格局的理论探讨[44]，为《全国主体功能区规划》中的“两屏三带”生态安全战略格局的划定提供科学依据及有益参考；早期关于耕地生态安全的评价研究，也为国土资源部制定的《全国耕地质量等级调查与评定》提供不同程度的帮助，推动耕地保护从“数量管理”向“数量-质量-生态”三位一体管理的转变。该阶段的研究倾向于将复杂的土地生态系统拆解为简单的多个要素，对多个要素进行风险识别，核心问题是回答“是否安全”，试图解决土地生态安全不可量化的难题，若系统内部结构完好、功能健全，则该系统是安全的系统[45]。不足之处在于其片面性、静态性及被动性，即忽视要素间的非线性关系、无法反映生态安全的动态变化以及无法事前预警或主动干预。

3.2.2 动态过程模拟(2016—2020年)

随着生态文明体制改革的深化及遥感大数据技术的普及，学界认识到土地生态安全是一个随时间和空间不断演变的动态过程，政策从一般性的保护转向刚性的管控，因此回答“如何变化？为何变化？”的问题就成为国家划定生态红线，摸清生态风险的演变规律的核心工作。研究视角从静态评估转向动态过程，聚焦于土地生态安全的时空演变及驱动机制，利用3S技术、地理探测器等工具，对生态安全状况进行长时序的监测及预警。局限性主要体现在两个方面：①预警能力僵化，多以被动响应为主，无法应对突发性的政策或环境变化，缺乏对系统进行主动干预及调控的能力；②驱动因子的选择对人地关系的体现不足，过度依赖宏观统计指标而忽视了微观主体的决策行为。在此期间，关于国土空间规划“双评价”的相关研究成果[46-47]，为《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南(试行)》提供了科学依据，实现了学术成果向国家空间治理工具的转变。

3.2.3 复杂系统调控(2021—2025年)

碳达峰碳中和目标的提出，乡村振兴与美丽中国建设的不断推进，使得单一要素或单向过程的研究已无法解决复杂的复合型问题，面对多目标的冲突，如降碳、减污、扩绿、增长等，政策需要进行系统治理和多方协调，研究转而将土地视为“自然-社会”复合生态系统。核心特征包括：①思维转型，从保护与发展的二元对立转向多目标协调的共生思维；②方法升级，利用耦合协调模型、系统动力学及数字孪生技术，实现从被动响应风险到主动模拟调控的跨越；③目标重构，从实现静态安全到追求系统的韧性提升，旨在通过精准高效的调控实现生态安全与高质量发展的协同。该时期不乏对土地利用碳排放的模拟与预测研究[48]，为国家“1+N”双碳政策体系中土地领域的减排路径设计、全域土地综合整治的低碳模式提供情景模拟与决策支持，这也表明研究正从早期的单向跟随，逐渐过渡到技术支撑，再到如今的政策与研究的双向赋能、深度融合。尽管复杂系统调控范式代表研究的前沿方向，但仍面临诸多层次挑战：①耦合机制的黑箱化，大量研究依赖耦合协调模型的数值计算，缺乏对多系统间非线性反馈与因果链条的深层解析，致使研究往往流于数据统计而非机理探究；②多源数据的时空错配，自然数据与社会经济数据的融合仍有技术瓶颈；③宏观规划与微观落地的适配性不足，现有的调控方案多停留在宏观战略层面，缺乏地块级的管理措施，易忽视微观主体的行为响应与利益博弈，导致规划落地困难。

4 结 论

(1)可视化结果。从发文数量及发文时间来看，国内土地生态安全研究可划分为内涵探索阶段、方法模型构建阶段以及多目标融合阶段，目前正处于多目标融合阶段。内涵探索阶段发文量少且波动小，以内涵探析和理论铺垫为主，多为定性分析。方法模型构建阶段的发文量显著提高并维持高位，研究内容与方法逐渐规范化、体系化，定量分析的实证

研究成为主流。多目标融合阶段的发文量较上一阶段稍有回落但仍保持适中水平,研究向细分层次深化,进入多重国家战略叠加的目标融合期。从发文作者与研究机构来看,领域内的核心作者以严超、张飞、张小虎、刘友兆等为代表,形成研究的中坚力量,但合作网络较为松散;发文机构主要集中于中西部、西南部及东北部的高校,其中西南大学地理科学学院、新疆大学资源与环境科学学院、南京农业大学公共管理学院等机构位居前列,各机构研究具有鲜明地域特色,跨省合作较少,研究独立性较强。从关键词图谱的角度来看,研究核心关键词集中于“生态安全”“土地生态”“评价”等。研究热点随时间不断演进,内涵探索聚焦概念的内涵界定,方法模型化阶段侧重安全评价、量化模型的应用及预警研究,多目标融合阶段则向“耦合协调”“协同治理”“时空格局”“环境学”等方向拓展,契合国家生态保护与高质量发展的政策需求。

(2)研究演进趋势。内涵及相关概念上,各学者表述虽不尽相同,但核心要义都是围绕土地生态系统结构完整,功能稳定及满足人类可持续发展需求展开,并且相关衍生概念也丰富了土地生态安全内涵的解读。研究尺度上,以传统行政单元为基础,跨区域复合单元拓展。从省、市、县域等行政单元向城市群、流域等跨区域复合单元延伸,尺度更趋多元。研究区域则是从经济发达的东部地区逐渐向石漠化、荒漠化等土地退化严重的中西部、西南部转变。指标体系上,以PSR模型及其衍生的DPSR,DPSIR模型应用最为广泛,同时EES,NES等模型及区域特色化指标体系也得到一定应用,推动实证研究的模型化发展。评价方法上,包括数学模型法(综合指数法、层次分析法等)、生态模型法(生态足迹法、土地资源承载力分析法等)、景观模型法(景观生态安全格局法等)及数字地面模型法,其中数字模型法是主流方法,而景观模型法与数字地面模型法结合3S技术,兼具动态分析与可视化优势,具有较大的发展潜力。研究范式上,从初期的静态状态评估,到上升期的动态过程模拟,再到如今的复杂系统调控,呈现出三阶段逐次递进的演化过程。国家政策在不断驱动研究范式演化的同时,也受到学术研究成果的反哺,形成政策与研究的双向驱动与良性循环。

5　研究展望

土地生态安全本质上是自然、经济、社会多系统交互的结果,在当前乡村振兴、“双碳”目标、美丽中国建设及城市更新等国家战略叠加的背景之下,土地开发强度提升、存量用地再利用、生态空间碎片化等问题凸显。尤其是自党的二十届四中全会以后,“十五五”规划提上日程,碳达峰碳中和成为推进降碳、减污、扩绿、增长的牵引,亟需筑牢生态安全屏障,增强绿色发展动能,以期实现社会经济发展全面绿色转型[49]。基于上述研究现状、发展困境及政策导向,未来的研究应在以下方面作出转变。

(1)增强区域发展协调性,关注城市群跨区域生态安全联动。①宏观层面聚焦跨区域生态安全联动,如长江经济带生态保护与产业发展的平衡、东北黑土区粮食安全与生态安全的协同,以满足“十五五”规划对于区域协调发展的要求。②中观层面关注城市群、流域及特殊功能区发展及治理,如黄河流域生态保护和高质量发展、西北干旱区绿洲稳定性维持及西南喀斯特地区石漠化综合治理,确保重点生态功能区格局总体稳定。③微观层面深入城市更新地块、乡村村庄、工业或历史遗存区等,开展精细化评价与治理,紧密衔接“十五五”中城乡融合发展的要求。

(2)政策导向式的研究议题,一体化链条式的研究逻辑。①紧扣“十五五”规划框架,以乡村全面振兴、绿色低碳发展、美丽中国建设等政策目标为导向,提升研究议题对国家战略和实践需求的支撑能力。②向新兴场景延伸,针对乡村振兴中农业面源污染处理、生态产业发展,城市更新中存量用地生态修复、历史遗存区生态化利用等问题开展针对性的研究。③完善评价、预警、治理一体化的研究逻辑,实现多系统风险识别、动态预警与靶向治理的链条式过程。

(3)加快数字化赋能土地生态安全研究,推动学术与技术深度融合。①加快技术赋能以呼应“十五五”规划“高水平科技自立自强”的政策要求,推动3S技术、人工智能、大数据、数字孪生与土地生态安全研究深度融合。②构建天空地一体化的动态监测网络,整合高分辨率遥感、无人机巡检、地面物联网,实时捕捉土地生态要素变化。③开发多系统数字孪生平台,模拟不同政策场景(如碳减排目标、乡村振兴模式、城市更新强度)下的土地生态安全演化趋势,为决策提供可视化、可推演的技术支撑。

(4)构建差异化的指标体系,融入不同政策场景下的特色指标。①优化现有的指标体系,改进量化模型,融入“碳汇强度”“耕地质量等级”“存量用地修复效率”等特色指标,构建适配“双碳”目标、乡村振兴、城市更新的差异化评价模型。②开发跨系统耦合分析方法,结合情景模拟与长时序动态追踪,量化

多目标协同效应与潜在风险。

(5)完善土地生态安全研究理论体系,推动其发展标准化、规范化、场景化。①明确土地生态安全在多场景下的核心内涵,为研究提供统一权威的理论基础。②规范指标选取原则、量化方法与分级标准,减少研究的主观性。③加快推动环境学、生态学、地理学与城市规划、农业经济、碳中和科学等多学科深度融合,围绕土地生态、经济发展、低碳转型等多核心耦合关系,探究多系统的联动机制、制约因素及协调路径,提升学科对国家战略和实践需求的支撑能力。

参考文献(References)

[1] 吴克宁.中国土地科学的学科历史演进与发展展望[J].中国土地科学,2025,39(12):1-8.
Wu Kening. Historical evolution and development prospects of land science discipline in China [J]. China Land Science, 2025,39(12):1-8.

[2] 中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见[J].中华人民共和国国务院公报,2024(3):7-14.
Opinions of the CPC central committee and the state council on comprehensively promoting the development of a "beautiful China" [J]. Gazette of the State Council of the People's Republic of China, 2024(3):7-14.

[3] 自然资源部.自然资源部关于保护和永续利用自然资源扎实推进美丽中国建设的实施意见[J].中国测绘,2024(8):8-12.
Ministry of Natural Resources. The Ministry of Natural Resources has issued an opinion on the protection and sustainable use of natural resources to solidly promote the construction of a beautiful China [J]. China Surveying and Mapping, 2024(8):8-12.

[4] 谢花林.土地利用生态安全格局研究进展[J].生态学报,2008,28(12):6305-6311.
Xie Hualin. Review and the outlook of land use ecological security pattern [J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(12):6305-6311.

[5] 梁留科,张运生,方明.我国土地生态安全理论研究初探[J].云南农业大学学报,2005,20(6):829-834.
Liang Liuke, Zhang Yunsheng, Fang Ming. Study on the construction of land-ecological safety system [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2005,20(6):829-834.

[6] 高桂芹,韩美.区域土地资源生态安全评价:以山东省枣庄市中区为例[J].水土保持研究,2005,12(5):271-273.
Gao Guiqin, Han Mei. Evaluation on ecological security of regional land resource: A case study of center district of Zaozhuang, Shandong Province [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2005,12(5):271-273.

[7] 崔峰.我国土地生态安全问题管窥[J].南京农业大学学报(社会科学版),2006,6(4):51-56.
Cui Feng. On land ecological safety in China [J]. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2006,6(4):51-56.

[8] 黄辉玲,罗文斌,吴次芳,等.基于物元分析的土地生态安全评价[J].农业工程学报,2010,26(3):316-322.
Huang Huiling, Luo Wenbin, Wu Cifang, et al. Evaluation of land eco-security based on matter element analysis [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010,26(3):316-322.

[9] 张凤太,王腊春,苏维词.基于物元分析-DPSIR概念模型的重庆土地生态安全评价[J].中国环境科学,2016,36(10):3126-3134.
Zhang Fengtai, Wang Lachun, Su Weici. Evaluation of land ecological security in Chongqing based on the matter-element analysis-DPSIR model [J]. China Environmental Science, 2016,36(10):3126-3134.

[10] 熊建华.土地生态安全研究理论框架初探[J].国土资源情报,2018(7):22-27.
Xiong Jianhua. Preliminary study on the theoretical framework of land ecological security [J]. Land and Resources Information, 2018(7):22-27.

[11] 郭春华,史晓颖.我国土地生态安全管理对策建议[J].环境与可持续发展,2007,32(1):17-20.
Guo Chunhua, Shi Xiaoying. Countermeasures and suggestions on land ecological security management in China [J]. Environment and Sustainable Development, 2007,32(1):17-20.

[12] 韩琭,宋子言,张敏,等.基于CiteSpace的中国土地生态安全可视化分析[J].云南农业大学学报(社会科学版),2022,16(1):141-149.
Han Lu, Song Ziyan, Zhang Min, et al. Visual analysis of China's land ecological security based on CiteSpace [J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Social Science), 2022,16(1):141-149.

[13] 黎怡姗,吴大放,刘艳艳.耕地生态风险评价研究热点与趋势:基于CiteSpace可视化分析[J].农业资源与环境学报,2019,36(4):502-512.
Li Yishan, Wu Dafang, Liu Yanyan. Hot spots and trends of cultivated land ecological risk evaluation: Visualization analysis based on CiteSpace [J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2019,36(4):502-512.

[14] 黄洵.近十年顾客参与行为研究回顾与热点主题发现:基于CSSCI期刊(2009—2018)的知识图谱分析[J].社会科学动态,2019(6):79-83.
Huang Xun. Review on the study of customers' participant behavior in the recent ten years and discovery of its

hot topics: Taking the analysis on the knowledge graph of CSSCI journals from 2009 to 2018 as base [J]. Dynamics of Social Sciences,2019(6):79-83.

[15] 荣慧芳,张乐勤,严超.基于熵权物元模型的皖江城市带土地生态安全评价[J].水土保持研究,2015,22(3):230-235.
Rong Huifang, Zhang Leqin, Yan Chao. Evaluation on ecological security of land in Wanjiang urban belt based on entropy matter-element model [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2015,22(3):230-235.

[16] 严超,张安明,石仁蓉,等.重庆市黔江区土地生态安全评价及时空变化分析[J].水土保持通报,2016,36(4):262-268.
Yan Chao, Zhang Anming, Shi Renrong, et al. Spatio-temporal change analysis and land ecological security evaluation in Qianjiang District of Chongqing City [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2016, 36(4): 262-268.

[17] 严超,张安明,吴仕海.基于GM(1,1)模型的土地生态安全动态分析与预测:以安徽省池州市为例[J].西南大学学报(自然科学版),2015,37(2):103-109.
Yan Chao, Zhang Anming, Wu Shihai. Dynamic analysis and prediction of land ecological security based on GM (1, 1) model: A case study of Chizhou, Anhui [J]. Journal of Southwest University (Natural Science), 2015,37(2):103-109.

[18] 王东芳,张飞,周梅,等.基于多种空间静态指标的土地生态安全评价:以精河县为例[J].安全与环境学报,2017,17(2):753-759.
Wang Dongfang, Zhang Fei, Zhou Mei, et al. Land eco-security assessment in the Jinghe County based on a variety of spatial static indexes [J]. Journal of Safety and Environment, 2017,17(2):753-759.

[19] 王一山,张飞,陈瑞,等.乌鲁木齐市土地生态安全综合评价[J].干旱区地理,2021,44(2):427-440.
Wang Yishan, Zhang Fei, Chen Rui, et al. Comprehensive ecological security assessment: A case study of Urumqi City [J]. Arid Land Geography, 2021,44(2): 427-440.

[20] 于海洋,张飞,王娟.博尔塔拉蒙古自治州近20年土地生态安全评价与趋势分析[J].安全与环境学报,2017,17(2):760-767.
Yu Haiyang, Zhang Fei, Wang Juan. Evaluation and trend analysis for the land ecological security of the Bortala Mongolia Autonomous Prefecture, Xinjiang, for the recent 20 years [J]. Journal of Safety and Environment, 2017,17(2):760-767.

[21] 马世五,谢德体,张孝成,等.三峡库区生态敏感区土地生态安全预警测度与时空演变:以重庆市万州区为例[J].生态学报,2017,37(24):8227-8240.
Ma Shiwu, Xie Deti, Zhang Xiaocheng, et al. Measures of land ecological security early warning and its spatial-temporal evolution in the ecologically sensitive area of the Three Gorges reservoir area: A case study of Wanzhou District, Chongqing City [J]. Acta Ecologica Sinica, 2017,37(24):8227-8240.

[22] 李钊,张永福,张景路.干旱区绿洲县域土地利用规划中土地生态安全预测:以新疆阿瓦提县为例[J].水土保持研究,2014,21(6):148-151.
Li Zhao, Zhang Yongfu, Zhang Jinglu. Forecast of the land ecological security at county level in the arid oasis based on planning of land utilization: A case study of Awati in Xinjiang [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2014,21(6):148-151.

[23] 王宏卫,刘勤,柴春梅.渭干河-库车河绿洲土地生态安全物元分析评价[J].安全与环境学报,2015,15(6):358-363.
Wang Hongwei, Liu Qin, Chai Chunmei. Ecological security evaluation of land based on the method of matter element analysis of Ugan-Kuqa River oasis [J]. Journal of Safety and Environment, 2015, 15(6): 358-363.

[24] 马轩凯,高敏华.西北干旱地区绿洲城市土地生态安全动态评价:以新疆库尔勒市为例[J].干旱区地理,2017,40(1):172-180.
Ma Xuankai, Gao Minhua. Dynamic assessment of land ecologic safety of oasis city in arid northwest China: A case of Korla City in Xinjiang [J]. Arid Land Geography,2017,40(1):172-180.

[25] 刘雯波,郑华伟,刘友兆.基于物元模型的苏南地区土地生态安全评价[J].水土保持通报,2013,33(6):175-180.
Liu Wenbo, Zheng Huawei, Liu Youzhao. Evaluation on ecological security of land in southern Jiangsu Province based on matter-element model [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2013,33(6):175-180.

[26] 梅艳,雍新琴,舒帮荣,等.基于信息熵与未确知测度理论的土地生态安全评价:以江苏省为例[J].江苏农业科学,2013,41(10):297-301.
Mei Yan, Yong Xinqin, Shu Bangrong, et al. Evaluation of land ecological security based on information entropy and unascertained measure theory: A case study of Jiangsu Province [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2013,41(10):297-301.

[27] 郑华伟,张锐,孟展,等.基于PSR模型与集对分析的耕地生态安全诊断[J].中国土地科学,2015,29(12):42-50.
Zheng Huawei, Zhang Rui, Meng Zhan, et al. Diagnosis on cultivated land ecological security based on the PSR model and set pair analysis [J]. China Land Sciences,

2015,29(12):42-50.

[28] 国务院关于印发全国生态环境保护纲要的通知[J].中华人民共和国国务院公报,2001(3):12-18.
Unswervingly advancing along the road of socialism with Chinese characteristics and striving to build a moderately prosperous society in an all-round way: A report at the 18th National Congress of the Communist Party of China [J]. Gazette of the State Council of the People's Republic of China, 2001(3):12-18.

[29] 孔祥斌,张凤荣,王茹,等.城乡交错带土地利用变化对土壤养分的影响:以北京市大兴区为例[J].地理研究,2005,24(2):213-221.
Kong Xiangbin, Zhang Fengrong, Wang Ru, et al. The impact of land use type changes on soil nutrinet in suburban area: The case of Daxing District in Beijing [J]. Geographical Research, 2005,24(2):213-221.

[30] 曲福田,赵海霞,朱德明.江苏省土地生态安全问题及对策研究[J].环境保护,2005,33(2):57-59.
Qu Futian, Zhao Haixia, Zhu Deming. Study on problem and countermeasure of land ecological safety of Jiangsu Province [J]. Environmental Protection, 2005, 33(2): 57-59.

[31] 李智国,杨子生.中国土地生态安全研究进展[J].中国安全科学学报,2007,17(12):5-12.
Li Zhiguo, Yang Zisheng. Research progress of land ecological security in China [J]. China Safety Science Journal, 2007,17(12):5-12.

[32] 高长波,陈新庚,韦朝海,等.区域生态安全:概念及评价理论基础[J].生态环境,2006,15(1):169-174.
Gao Changbo, Chen Xingeng, Wei Chaohai, et al. Regional ecological security: The concept and assessment theoretical basis [J]. Ecology and Environment, 2006,15(1):169-174.

[33] 张思锋,刘晗梦.生态风险评价方法述评[J].生态学报,2010,30(10):2735-2744.
Zhang Sifeng, Liu Hanmeng. Review of ecological risk assessment methods [J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(10):2735-2744.

[34] 朱红波.我国耕地资源生态安全的特征与影响因素分析[J].农业现代化研究,2008,29(2):194-197.
Zhu Hongbo. Characters and influencing factors of cultivated land resource ecological security in China [J]. Research of Agricultural Modernization, 2008, 29(2): 194-197.

[35] 王晶,原伟鹏,刘新平.哈尔滨城市土地生态安全时序评价及预测分析[J].干旱区地理,2018,41(4):885-892.
Wang Jing, Yuan Weipeng, Liu Xinping. Time series evaluation and prediction analysis of urban land ecological security in Harbin City [J]. Arid Land Geography, 2018,41(4):885-892.

[36] 王新民,漆建武,李晓鸿,等.基于改进灰色关联模型的天水市土地生态安全动态评价[J].资源开发与市场,2018,34(2):188-193.
Wang Xinmin, Qi Jianwu, Li Xiaohong, et al. Dynamic evaluation of ecological security in Tianshui City based on grey correlation model [J]. Resource Development & Market, 2018,34(2):188-193.

[37] 汪雨琴,余敦,刘庆芳.基于TOPSIS方法的土地生态安全评价:以神农架林区为例[J].江苏农业科学,2017,45(19):285-288.
Wang Yuqin, Yu Dun, Liu Qingfang. Evaluation of land ecological security based on TOPSIS method: A case study of Shennongjia forest region [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017,45(19):285-288.

[38] 孙奇奇,宋戈,齐美玲.基于主成分分析的哈尔滨市土地生态安全评价[J].水土保持研究,2012,19(1):234-238.
Sun Qiqi, Song Ge, Qi Meiling. Analysis of land ecological safety evaluation of Harbin City based on principal component analysis [J]. Research of Soil and Water Conservation,2012,19(1):234-238.

[39] 温亮,游珍,林裕梅,等.基于层次分析法的土地资源承载力评价:以宁国市为例[J].中国农业资源与区划,2017,38(3):1-6.
Wen Liang, You Zhen, Lin Yumei, et al. Evaluation on land carrying capacity: A case of Ningguo City [J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2017,38(3):1-6.

[40] 魏黎灵,李岚彬,林月,等.基于生态足迹法的闽三角城市群生态安全评价[J].生态学报,2018,38(12):4317-4326.
Wei Liling, Li Lanbin, Lin Yue, et al. Evaluation of the ecological security of Urban Agglomeration on Min Delta based on ecological footprint [J]. Acta Ecologica Sinica, 2018,38(12):4317-4326.

[41] 陈昕,彭建,刘焱序,等.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,2017,36(3):471-484.
Chen Xin, Peng Jian, Liu Yanxu, et al. Constructing ecological security patterns in Yunfu City based on the framework of importance-sensitivity-connectivity [J]. Geographical Research, 2017,36(3):471-484.

[42] 汤萃文,张忠明,苏研科,等.石羊河上游林区景观空间邻接特征及生态安全分析[J].干旱区地理,2013,36(2):311-317.
Tang Cuiwen, Zhang Zhongming, Su Yanke, et al. Spatial neighboring characteristics among forest landscape types patches on the upper reaches of Shiyang River basin and its ecological security [J]. Arid Land

Geography, 2013,36(2):311-317.

[43] 汪朝辉,田定湘,刘艳华.中外生态安全评价对比研究[J].生态经济,2008,24(7):44-49.
Wang Chaohui, Tian Dingxiang, Liu Yanhua. The contrary reseaches on the Chinese and foreign ecological security assessment [J]. Ecological Economy, 2008,24(7):44-49.

[44] 马克明,傅伯杰,黎晓亚,等.区域生态安全格局:概念与理论基础[J].生态学报,2004,24(4):761-768.
Ma Keming, Fu Bojie, Li Xiaoya, et al. The regional pattern for ecological security (RPES): The concept and theoretical basis [J]. Acta Ecologica Sinica, 2004, 24(4):761-768.

[45] 李小玲.土地资源生态安全研究综述[C]//2006'全国土地资源战略与区域协调发展学术研讨会,2006:505-509.
Li Xiaoling. Review of research on ecological security of land resources [C]//2006 National Academic Conference on Land Resources Strategy and Regional Coordinated Development, 2006:505-509.

[46] 吴艳娟,杨艳昭,杨玲,等.基于"三生空间"的城市国土空间开发建设适宜性评价:以宁波市为例[J].资源科学,2016,38(11):2072-2081.
Wu Yanjuan, Yang Yanzhao, Yang Ling, et al. Land spatial development and suitability for city construction based on ecological-living-industrial space: Take Ningbo City as an example [J]. Resources Science, 2016,38(11):2072-2081.

[47] 岳文泽,王田雨.资源环境承载力评价与国土空间规划的逻辑问题[J].中国土地科学,2019,33(3):1-8.
Yue Wenze, Wang Tianyu. Logical problems on the evaluation of resources and environment carrying capacity for territorial spatial planning [J]. China Land Science,2019,33(3):1-8.

[48] 黄贤金,张秀英,卢学鹤,等.面向碳中和的中国低碳国土开发利用[J].自然资源学报,2021,36(12):2995-3006.
Huang Xianjin, Zhang Xiuying, Lu Xuehe, et al. Land development and utilization for carbon neutralization [J]. Journal of Natural Resources,2021,36(12):2995-3006.

[49] 新华社.中国共产党第二十届中央委员会第四次全体会议公报(2025年10月23日中国共产党第二十届中央委员会第四次全体会议通过)[J].中国人大,2025(21):6-9.
Xinhua News Agency. Communiqué of the fourth plenary session of the 20th central committee of the CPC (adopted at the fourth plenary session of the 20th central committee of the CPC on October 23, 2025) [J]. The People's Congress of China, 2025(21):6-9.

(上接第 312 页)

[28] 杨芳,张海,刘晓荣.数字经济驱动居民消费:作用机制与空间效应[J].地理科学进展,2023,42(5):837-851.
Yang Fang, Zhang Hai, Liu Xiaorong. Digital economy driving household consumption: Mechanism and spatial effects [J]. Progress in Geography, 2023,42(5):837-851.

[29] 乔翠霞,杨晨曦.双向FDI协同与工业结构升级:基于省级面板数据的空间计量分析[J].山东师范大学学报(社会科学版),2024,69(1):74-90.
Qiao Cuixia, Yang Chenxi. Coordination in two-way FDI and industrial structure upgrading: Spatial econometric analysis based on provincial panel data [J]. Journal of Shandong Normal University (Social Sciences), 2024, 69(1):74-90.

[30] 贺青,张俊飚.粮食主产区政策对农业碳排放的影响[J].华中农业大学学报(社会科学版),2023(4):47-55.
He Qing, Zhang Junbiao. The impacts of policies in main grain-producing areas on agricultural carbon emissions [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2023(4):47-55.

[31] 唐重振,丁泽宇,唐明慧.新质生产力与农业碳排放强度的非线性关系:基于中国省级数据分析[J].水土保持通报,2025,45(2):251-261.
Tang Chongzhen, Ding Zeyu, Tang Minghui. Nonlinear relationship between new quality productivity forces and agricultural carbon emission intensity: Based on provincial data of China [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2025,45(2):251-261.

[32] 王利荣,杨婷.数农融合能促进农业绿色发展吗?:基于农业绿色全要素生产率的视角[J].农业资源与环境学报,2025,42(6):1687-1700.
Wang Lirong, Yang Ting. Can the integration of digital agriculture promote the green development of agriculture? Perspectives based on green total factor productivity in agriculture [J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2025,42(6):1687-1700.