

引用格式: 柳可, 张安录. 耕地利用效率研究进展: 基于文献计量视角[J]. 资源科学, 2023, 45(3): 494-511. [Liu K, Zhang A L. Research progress and hotspots of cultivated land use efficiency in China and internationally: Based on a bibliometric analysis[J]. Resources Science, 2023, 45(3): 494-511.] DOI: 10.18402/resci.2023.03.03

耕地利用效率研究进展 ——基于文献计量视角

柳可, 张安录

(华中农业大学公共管理学院, 武汉 430070)

摘要:【目的】耕地利用效率研究已受到国内外学者广泛关注, 探究国际国内研究热点与发展趋势, 将为未来耕地利用效率研究与实践提供新的视角与方向。【方法】本文基于中国知网(CNKI)与 Web of Science(WOS)数据库收录的相关文献, 采用 CiteSpace 软件从作者、研究机构、关键词等方面进行可视化分析, 系统分析国际国内耕地利用效率研究的演进脉络与热点趋势。【结果】研究发现: ①国内研究可划分为起步探索阶段与平稳发展阶段, 国际研究可划分为起步探索阶段与快速发展阶段; ②中国的研究学者与机构在该领域占据主导地位, 但国际整体研究力量薄弱, 机构间合作有待加强; ③国际研究主要聚焦于农业、土地与生态环境3个领域, 而国内研究除此之外还涉及资源环境、干旱区等领域; ④国际研究主题可分为“耕地利用效率提高”与“农作物生产”, 而国内则包括“特定区域与产量”“耕地利用要素效率”; ⑤耕地利用效率主题研究主线为“粮食安全问题—耕地利用效率评价—研究尺度差异—制约因素探究”, 且研究目标与作用机理呈现多元化特征。【结论】未来国内应加强对耕地利用效率主题的相关研究, 且学界需更加关注特殊区域或特定地区的耕地利用效率问题, 并从多方面探究耕地利用效率的影响要素。

关键词: 耕地利用效率; 研究进展; 热点分析; 文献计量; CiteSpace

DOI: 10.18402/resci.2023.03.03

1 引言

耕地作为农业生产的重要要素, 在保障粮食安全、促进社会经济健康可持续发展中发挥着至关重要的作用, 其利用状况更是直接影响着国家安全与社会稳定^[1-3]。然而, 随着城市化与工业化的逐步推进, 加之过度使用农药、化肥等生产资料及频繁耕作, 使得耕地出现污染、贫瘠等诸多问题, 进而导致耕地利用效率的降低^[4,5]。耕地利用效率的实质是在一定耕地面积中, 生产者通过投入各种生产要素而得到期望产出(产量或产值)的比率, 能直接反映出在农业生产活动中各耕地生产要素投入分配的状况, 也关系着耕地可持续利用与农业生产安全问题^[6,7]。由于耕地利用是一个复合的生产系统, 同时受社会、经济与生态环境等多个系统性因素的影

响, 并在不同的空间区域中呈现非均衡化、异质性与动态性特征^[7]。根据全国第一次与第二次全国土壤污染调查结果显示, 当前中国耕地利用状况严峻, 不仅耕地土壤点位超标率高(19.4%), 在耕地利用过程中的农药、化肥、耕作等还将造成大量的碳排放, 而提高耕地利用效率将有效化解这一问题^[8-10]。而且耕地利用效率问题涉及粮食产出、面源污染、碳排放、土壤环境等诸多方面, 其外部影响早已超出耕地投入与产出本身, 扩展至社会、经济与生态领域, 是一个极具复杂性的问题, 其中保障粮食安全是提高耕地利用效率的主要目的, 不仅影响着国家安全, 更关乎着人类的永续发展^[11,12]。目前, 战争、疫情与粮食需求量日益增加等因素, 共同严重影响着全球粮食安全问题, 而提高耕地利用效率则是增加

收稿日期: 2022-11-06 修订日期: 2023-02-10

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(18ZDA054); 国家自然科学基金项目(71873053)。

作者简介: 柳可, 女, 湖北荆州人, 博士研究生, 研究方向为土地资源经济。E-mail: kliu@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 张安录, 男, 湖北麻城人, 教授, 研究方向为土地资源经济。E-mail: zhanglanlu@mail.hzau.edu.cn

2023年3月

粮食产量、解决粮食安全问题的关键途径。因而探究耕地的利用效率,将有助于揭示其利用现状、动态变化规律与影响因素,为耕地资源优化配置提供政策建议,为推动农业生产的绿色高质量发展、保障粮食安全提供借鉴。

当前,学界围绕耕地利用效率开展的研究主要集中在3个方面:一是耕地利用效率测算评价指标体系,主要运用主成分分析法、熵值法、数据包络法等研究方法,从投入(机械、劳动力、化肥等)与产出(粮食产量、农业产值等)2个模块构建耕地利用效率评价指标体系^[13-15];二是耕地利用效率的空间格局差异,主要从宏观、中观与微观尺度入手,探究国家、省域、特殊地理区域等尺度的耕地利用效率时空演变特征及分布差异^[5,16,17];三是耕地利用效率的影响因素,早期仅针对耕地细碎化、经营规模、农业劳动力老龄化等单一影响因素进行研究,但随着研究的不断深入逐渐转变为探究耕地生产条件、劳动力、农业机械动力、自然条件等多个因素对耕地利用效率的影响^[18-21]。尽管当前学界针对耕地利用效率展开了较广泛的研究,但缺乏系统性的文献梳理,更缺乏对于国际国内耕地利用效率研究的比较分析。同时,随着该领域新热点研究的出现,理清耕地利用效率的研究脉络与不足,可为该领域的理论研究及决策参考提供良好借鉴。故本文基于计量文献视角,运用CiteSpace软件,对国际国内耕地利用效率研究领域的相关文献进行可视化分析,把握耕地利用效率研究领域的发展动态,为未来研究提供新的视角与方向。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

当前,文献计量分析法已成为学界广泛使用的研究方法,主要被运用到文献梳理、政策分析等研究领域中,常用的文献计量分析软件主要包含Ucinet、CiteSpace、VOSviewer、SATI等^[22,23]。其中CiteSpace对学科发展规律与前沿动态可视化分析具有独特优势,因此本文采用CiteSpace软件进行文献计量可视化分析,并通过人工筛选的方式避免该软件无法对含义相近词语合并分析的问题。CiteSpace软件主要通过co-citation等方法对文献进行耦合分析与共被引分析,并通过节点大小和线条粗细来展现重要性,其功能非常全面,可同时对照

者、国家、机构、关键词等内容进行分析^[24,25]。

2.2 数据来源

本文使用中国知网(CNKI)数据库中的期刊文献作为国内中文文献来源,以“耕地利用效率”为检索词,文献来源设置为CSSCI、EI、核心期刊与CSCD数据库,检索时间截至2022年8月4日,删除会议纪要、征稿等边缘信息,共获得219篇中文文献。使用Web of Science(WOS)核心合集数据库作为国际(含中国)文献来源,以“cultivated land use efficiency”与“cultivated land utilization efficiency”为主题词,文献类型为“Article”与“Review Article”,检索时间截至2022年8月18日,剔除无效文献后,共获得853篇英文文献。

3 国际国内耕地利用效率研究脉络

随着科技进步与政府政策的调整,耕地利用效率相关研究主题持续发生改变。为深入探究耕地利用效率的研究脉络,制作国际国内耕地利用效率研究的年度发文量(图1)与时区图(图2与图3)。在深度分析关键词时间节点的基础上,结合年度发文量与关键词时区图,将耕地利用效率的国际研究划分为起步探索阶段(1990—2007年)与快速发展阶段(2008—2022年),而国内研究可划分为起步探索阶段(1992—2006年)与平稳发展阶段(2007—2022年)。

3.1 国际耕地利用效率研究脉络

第一阶段:起步探索阶段(1990—2007年)。受耕地数量与水资源限制,世界粮食产量的增长速度远低于人口的增长速度,导致粮食安全问题日益严重,因而如何提高耕地利用效率、增加粮食产量逐渐引起学界的重视^[26,27]。Vlek^[28]最早关注到耕地利用效率研究领域,并于1990年针对非洲地区耕地中肥料使用效率提升的问题发表了该领域首篇文章,随后陆续有学者针对耕地利用效率展开研究。该阶段国际耕地利用效率研究刚起步,年均发文4.7篇,发文数量较少,涉及的关键词与聚类较少,且该研究领域核心关键词并未在此阶段产生。该阶段的主要关键词为impact(94次)、efficiency(82次)、management(78次)等,研究主要聚焦于耕地利用效率的影响因素,并探究通过优化耕地管理方式、推广新技术等措施提高耕地利用效率。其中,Williams^[29]

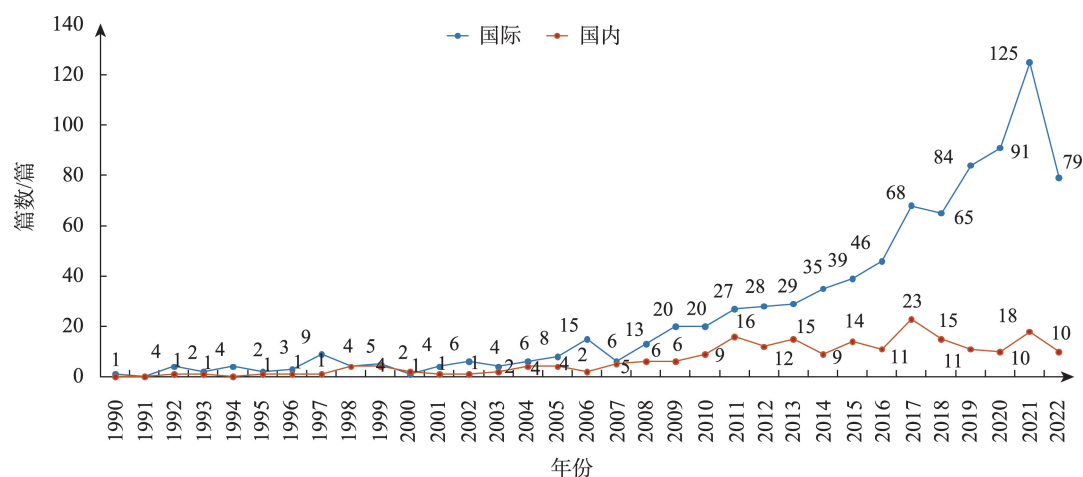


图1 1990—2022年耕地利用效率研究的年度发文量

Figure 1 Number of articles published annually on the research of cultivated land use efficiency, 1990-2022

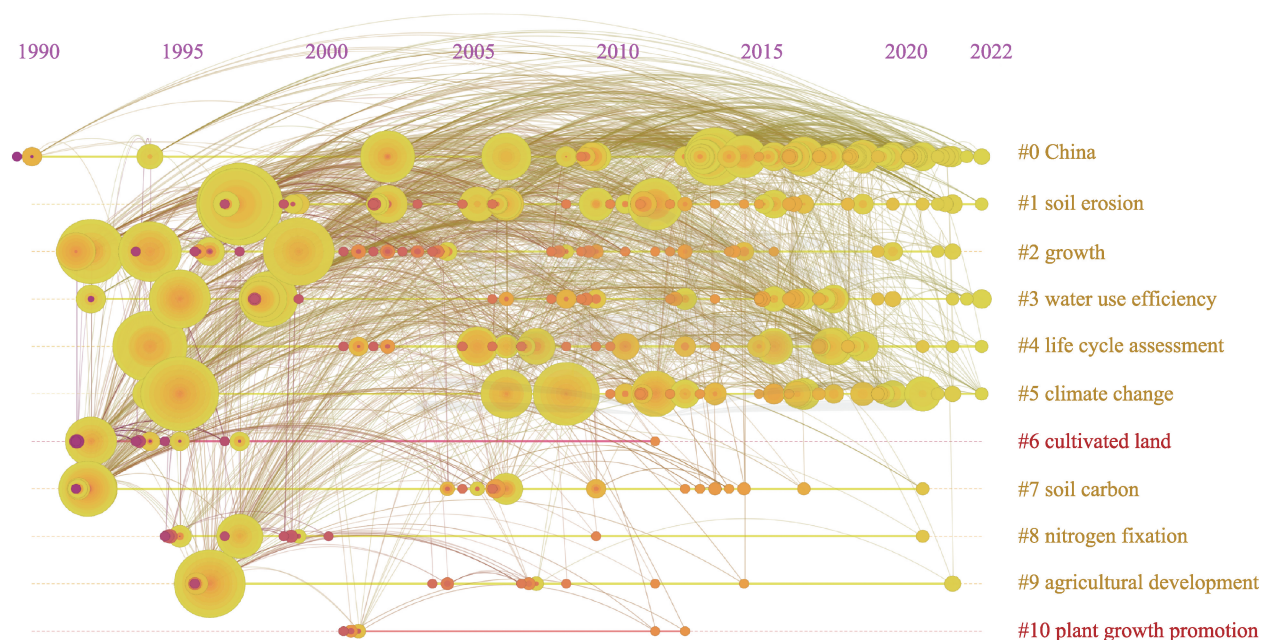


图2 1990—2022年国际耕地利用效率研究时区图

Figure 2 Time zone map of international studies on cultivated land use efficiency, 1990-2022

与 Abu-Awwad^[30]主要探究灌溉、施肥与农药等因素对耕地利用效率的影响,而 Ndiaye 等^[31]与 Becker^[32]则侧重于探究作物混作、休耕与绿肥技术等对耕地利用效率的影响。

第二阶段:快速发展阶段(2008—2022年)。2008年世界性金融危机引爆了粮食危机,学界更加关注如何通过提高耕地利用效率来提高粮食产量,以保障人类粮食安全。在该阶段,发文量呈现爆发式的增长,年均发文51.26篇,并于2021年达到最高

峰125篇。同时,研究内容也呈现不断拓展的趋势,逐渐走向成熟,大多数高频词与聚类均出现在这一阶段,并对后面的研究具有引领性作用。具体而言,该领域主要的高频词有 climate change(57次)、water use efficiency(47次)、land use change(41次)、food security(32次)等。探究耕地利用效率的主要目的在于解决粮食安全问题,气候变化加剧则是阻碍耕地利用效率提高的重要因素,而提高水资源利用率、变革土地利用方式、推广新型技术等措施是

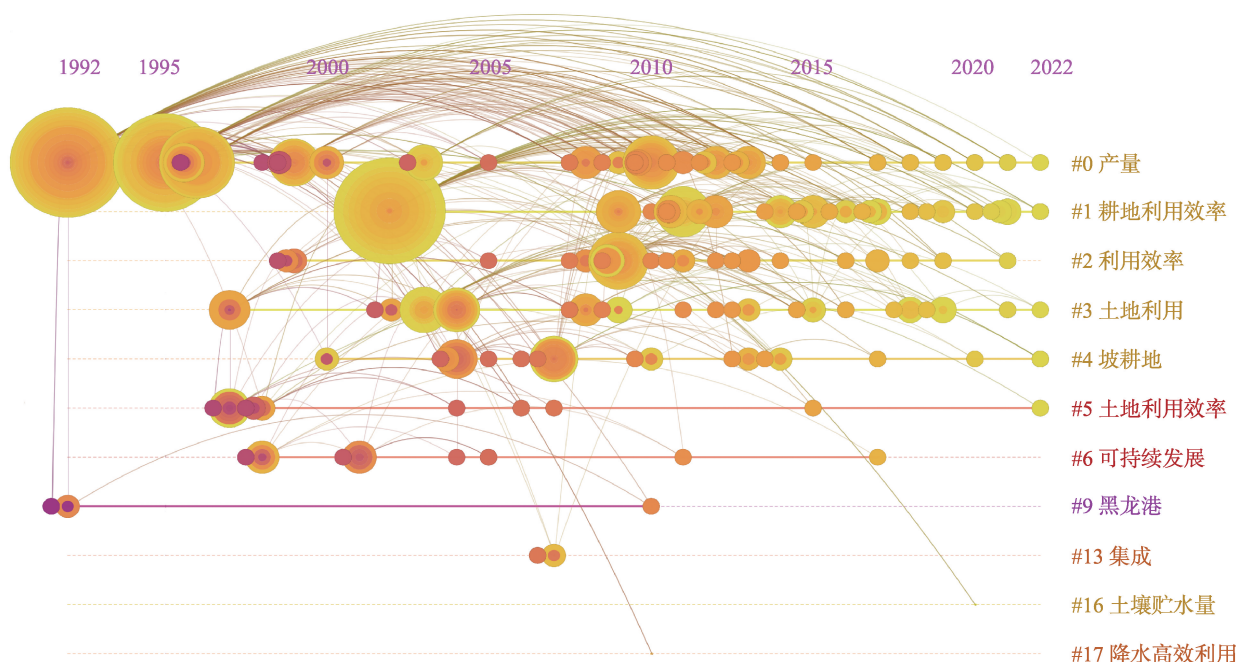


图3 1992—2022年国内耕地利用效率研究时区图

Figure 3 Time zone map of Chinese studies on cultivated land use efficiency, 1992-2022

学者们认为可以提高耕地利用效率的重要举措。例如,Peng等^[33]研究认为通过变革耕地利用方式以及传统耕作管理方式,将有效提高耕地利用效率;而Lu等^[34]与Zucali等^[35]则侧重于推广绿色施肥等新型技术,认为应通过提高化肥、农药等生产要素的利用效率,在保护生态环境的同时提高耕地利用效率。

3.2 国内耕地利用效率研究脉络

第一阶段:起步探索阶段(1992—2006年)。1992年,中国官方对粮食安全首次进行定义,引发学界对粮食安全的广泛研究,而刘进余等^[36]则通过研究农作物的种植方式,从提高耕地利用效率视角展开研究,发表该领域首篇中文文章。随后,赵聚宝等^[37]、陈江龙等^[38]在其研究基础上,从旱地、空间差异、集约化利用等视角入手,进一步拓展耕地利用效率研究内容。整体来看,该阶段属于研究起步阶段,发文量少,平均每年发文1.93篇,涉及的关键词与聚类内容偏少,并未出现该研究领域的核心关键词。该阶段关键词主要为旱地(13次)、水分利用效率(7次)等,可以发现该阶段学者主要针对旱地等耕地类型展开研究,主要代表学者有赵聚宝等^[37]、王殿武等^[39]。此外,部分学者还着重于探究耕地生产各要素的利用效率,如王怡等^[40]研究水分利用效

率;武继承等^[41]研究水肥利用效率;谢高地等^[42]研究农业资源利用效率。

第二阶段:平稳发展阶段(2007—2022年)。2007年起,政府为提高耕地利用效率,大力推进科研机构与地方政府的合作,如中国科学院、中国农业大学和梨树县人民政府合作对黑土地保护性耕作技术进行研究,研发推广玉米秸秆覆盖免耕种植技术,促进了耕地利用效率研究的进展。该阶段发文量得到显著增长,年均发文11.87篇,并于2017年达到阶段发文量最高峰23篇。同时,此阶段核心关键词与聚类出现较多,研究内容较为丰富,并初步形成了研究体系。具体而言,核心关键词主要包含耕地利用效率(48次)、旱地(47次)、水分利用效率(42次)等,可以发现,该阶段研究除了延续第一阶段针对旱地与耕地生产要素利用效率研究之外,还更为关注农作物产量与影响耕地利用效率的因素,例如庞英等^[43]研究耕地利用效率对粮食产量的影响;王海力等^[44]则探究西南地区耕地利用效率的影响因素。

4 国际国内耕地利用效率研究现状分析

4.1 研究作者分析

运用CiteSpace软件绘制作者合作网络图谱(图4),可直观了解国际国内耕地利用效率研究领域的

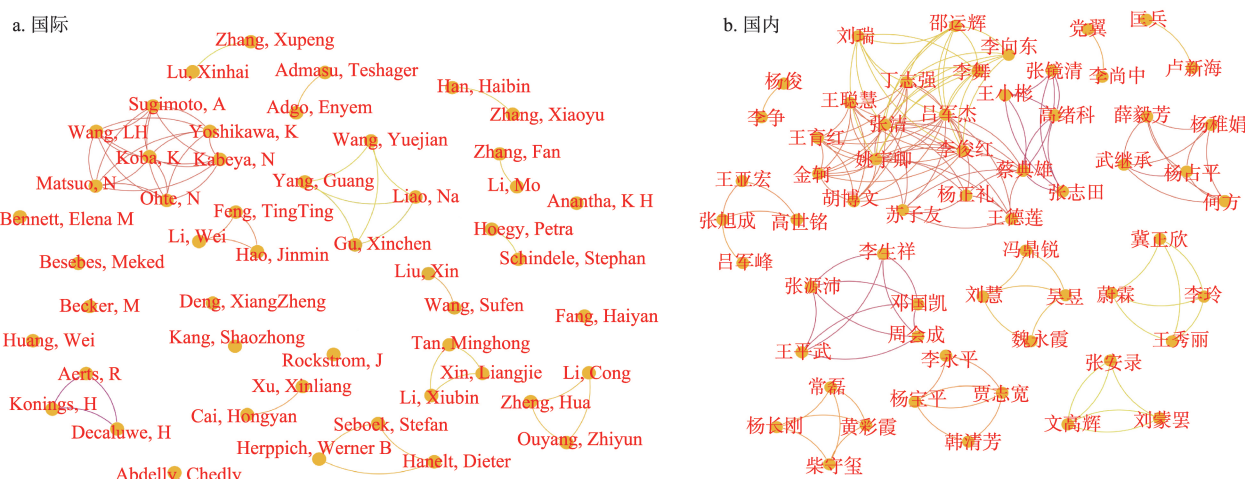


图4 国际国内作者合作网络

Figure 4 Cooperation network of Chinese and international authors

代表作者和核心研究团队。整体来看,该领域研究团队数量众多且规模宏大,各团队间联系较为密集,但仍有部分团队呈现独立研究态势。具体而言,外文文献中致力于耕地利用效率研究的学者数量庞大,主要集中在中国、美国、德国、印度与法国等国家,说明人口基数偏大的国家对提升耕地利用效率、保障粮食生产更为重视;同时,在合作网络中,中国学者在该领域研究中具有核心作用,在整个合作网络占据中心位置,其次为美国和德国学者,但是跨国学者间的合作网络较少,国际学术交流合作缺乏。而在中文文献中,发文量前3名的学者为常磊(6篇)、吕军杰(5篇)与姚宇卿(5篇),他们均在合作网络中承担着中心与桥梁的作用,并各自形成了以自己为中心的合作网络关系,而这种合作关系仅存在于同一研究机构与相同地理位置中,未来若想进一步推动该领域的发展,仍需要打破这种空间与地理上的限制。

4.2 研究机构分析

通过国际国内研究机构合作网络图(图5),可进一步分析各科研机构间的合作关系。整体来看,耕地利用效率的研究机构较多,且已形成大规模的合作关系网,研究较为成熟。与作者合作网络类似,在外文文献的研究机构中,中国科研单位占据核心地位,并构建了自己的合作网络关系,其中中国科学院发文量最多(94篇);而就研究机构属性而言,发文主体仍以农学专业的研究机构为主,除高

校外还包含政府机构;此外,法国的里昂国立应用科学学院(INRA)、美国农业部农业研究组织(USDA-ARS)以及美国亚利桑那州立大学(Arizona State University)在该研究领域也具有重要地位,但研究机构间的合作关系较弱,合作程度较低。此外,就中文文献的研究机构而言,发文量前2名的为华中农业大学公共管理学院(8篇)与甘肃农业大学农学院(6篇),且前者在机构合作网络中处于中心地位,表明这些机构在该领域具备较强的科研实力和影响力,辐射能力较强,且与其他研究机构存在规模较大的合作关系。

4.3 发文期刊分布分析

探究耕地利用效率研究发文期刊的分布,有助于分析国际国内发文期刊具体涉及的领域。就期刊发文数量而言(表1),发文超过20篇的外文期刊有“*Agriculture Ecosystems Environment*”与“*Sustainability*”,超过10篇的中文期刊有“*干旱地区农业研究*”“*农业工程学报*”与“*水土保持研究*”,整体上外文期刊发文数量远高于中文期刊。从期刊属性来看,外文期刊主要集中在农业、土地与生态环境3个领域,而中文期刊除上述3个领域外还涉及资源环境与干旱区等领域,这在一定程度上表明国内发文所涉及的期刊更为广泛,也更贴近中国实际国情。值得注意的是,中外文期刊在发文取向中也存在相似之处,农学、环境学等领域的期刊发文具有更为明显的专业特征。例如,“*Agriculture Ecosystems*

2023年3月



图5 国际国内研究机构合作网络

Figure 5 Cooperation network of Chinese and international research institutions

表1 国际国内发文量前10名期刊

Table 1 Chinese and international journals with the highest number of published articles on cultivated land use efficiency					
序号	国际		序号	国内	
	期刊名称	总发文量/篇		期刊名称	总发文量/篇
1	Agriculture Ecosystems Environment	27	1	干旱地区农业研究	14
2	Sustainability	24	2	农业工程学报	11
3	Journal of Cleaner Production	14	3	水土保持研究	11
4	European Journal of Agronomy	13	4	中国农业资源与区划	8
5	Agricultural Systems	12	5	中国土地科学	8
6	Land	12	6	资源科学	8
7	Nutrient Cycling in Agroecosystems	12	7	水土保持通报	6
8	Science of the Total Environment	12	8	自然资源学报	6
9	Ecological Indicators	11	9	干旱区资源与环境	5
10	Land Use Policy	11	10	灌溉排水学报	5

Environment”更聚焦于从土壤保护^[45]、耕地利用全要素生产率^[18]等角度探究耕地利用效率;“中国土地科学”则更为广泛,主要涉及时空分布^[46]、农户家庭分工^[47]、耕地利用效率影响因素^[13]等方向。

4.4 高被引用文献分析

高被引用文献在一定程度上能表明文章的质量与学界认可度,本文利用CiteSpace软件进行文献共被引分析(表2)。归纳分析发现,高被引用文献的研究内容主要包含3个方面:耕地利用效率评估、耕地利用效率影响因素以及耕地利用效率提高策略。首先,就耕地利用效率评估而言,学者们主要是从投入与产出2个方面进行测量,其中陈江龙等^[38]采用C-D生产函数对耕地利用效率进行测量,而梁流涛等^[48]则采用传统的DEA方法测量耕地利用效

率。其次,针对耕地利用效率影响因素的研究成果较多,如黄高宝等^[49]主要探究保护性耕作制度对耕地利用效率的影响;许恒周等^[26]则从农户个体入手,探究农户分化对耕地效率的影响;与其他学者不同的是,Cakmak^[50]与Hu等^[51]侧重于探究干旱、盐碱等自然环境以及植物营养等方面的耕地利用效率问题。最后,对于耕地利用效率提高的策略,学者们主要认为应当采取措施提高农作物种植效率、推广现代农业种植技术、改善土壤管理方法与改变耕作制度等方式综合提高耕地的利用效率^[2,52,53]。

5 耕地利用效率研究热点分析

5.1 关键词共现分析

关键词彰显了文章的核心内容,通过对耕地利用效率研究的关键词共现分析有助于研究该领域

表2 国际国内前5名高被引用文献

Table 2 Highly-cited articles in Chinese and international on cultivated land use efficiency

	序号	作者	文章题目	期刊名称	时间	被引用量/次
国际	1	Foley等	Solutions for a cultivated planet	Nature	2011	4046
	2	Hu等	Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants	Journal of Plant Nutrition and Soil Science	2005	613
	3	Lithourgidis等	Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture	Australian Journal of Crop Science	2011	404
	4	Cakmak	Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways	Plant and Soil	2002	365
	5	Fan等	Improving crop productivity and resource use efficiency to ensure food security and environmental quality in China	Journal of Experimental Botany	2012	355
国内	1	陈江龙等	农地非农化效率的空间差异及其对土地利用政策调整的启示	管理世界	2004	384
	2	郭清毅等	保护性耕作对旱地麦-豆双序列轮作农田土壤水分及利用效率的影响	水土保持学报	2005	237
	3	黄高宝等	保护性耕作条件下旱地农田麦豆双序列轮作体系的水分动态及产量效应	生态学报	2006	217
	4	梁流涛等	基于DEA方法的耕地利用效率分析	长江流域资源与环境	2008	178
	5	许恒周等	农民分化对耕地利用效率的影响——基于农户调查数据的实证分析	中国农村经济	2012	147

的热点问题。因而,本文运用CiteSpace软件对国际国内文献的关键词进行分析(表3)。研究发现,“impact”“efficiency”“management”与“land use”是外文文献中使用频率较高的关键词,而“impact”“efficiency”“system”“use efficiency”与“soil”则具有较高的中心性,在关键词共现网络图谱中也处于核心位置与起桥梁作用。而就中文文献而言,其关键词使用频率较高的有“旱地”“水分利用效率”“耕地利用效率”与“产量”,而具有较高中心性且处于共现

图谱核心位置的关键词有“旱地”“利用效率”“耕地利用效率”“水分利用效率”与“土地利用”。可以发现,国际国内相关研究是围绕着“耕地利用效率”展开的,主要涉及不同区域效率评估以及影响因素等方面。

5.2 关键词聚类分析

为深度分析该领域的研究热点,分别对国际国内文献进行关键词聚类分析(图6和图7)。同时,以国际国内核心关键词聚类为基础,通过剖析核心关

表3 国际国内耕地利用效率研究关键词

Table 3 Keywords of cultivated land use efficiency research in China and internationally

序号	国际				序号	国内			
	频数	中心性	年份	关键词		频数	中心性	年份	关键词
1	94	0.11	1997	Impact	1	60	0.75	1992	旱地
2	82	0.14	1999	Efficiency	2	49	0.26	1995	水分利用效率
3	78	0.07	1995	Management	3	49	0.44	2002	耕地利用效率
4	73	0.09	1997	Land use	4	28	0.04	1996	产量
5	68	0.12	1996	System	5	15	0.52	2009	利用效率
6	66	0.04	1994	Yield	6	13	0.01	1999	冬小麦
7	66	0.10	1992	Use efficiency	7	13	0.09	2011	影响因素
8	57	0.05	2008	Climate change	8	12	0.13	2003	土地利用
9	56	0.06	1994	Growth	9	11	0.03	2010	土壤水分
10	54	0.10	1995	Soil	10	9	0.01	2007	坡耕地

5.2.1 国际文献关键词聚类分析

一方面,在“耕地利用效率提高”主题中,聚类主要为#1 soil erosion、#3 water use efficiency、#6 cultivated land、#7 soil carbon、#8 nitrogen fixation。诸多学者侧重于研究影响耕地利用效率的各要素,并深入探究提高耕地利用要素效率的方式。其中,Foley等^[2]在前人研究的基础上,认为学者应更多的关注低产量耕地,其提升耕地利用效率的空间更大,而提高种植效率将是有效的解决方式;Zhang等^[54]在耕地利用评价指标体系中引入碳排放指标,并采用综合评价模型和SBM模型探究城镇化发展与耕地利用效率的关系,发现当前长三角城市群发展与耕地利用效率并未呈现同步发展的态势,其耦合度在地理空间上存在较大不平衡;从耕作制度来看,Touliatos等^[55]率先研究垂直耕作对耕地利用效率的影响,结果表明相较于传统的水平耕作方法,垂直耕作具有水肥利用率高、光照充足、温度适宜等优势,能进一步提高单位耕地面积的产量;此外,Koirala等^[56]认为农户主观生产积极性也是影响耕地利用效率的重要因素,因而其针对菲律宾土地所有权变动对耕地利用的影响展开研究,发现农户掌握土地所有权将激发其耕作生产积极性,有助于提高耕地利用效率;与其他学者研究角度不同的是,Lu等^[57]则探究公路基础设施对耕地利用效率的影响,其认为公路设施建设应当平衡经济与农业发展的关系,充分促进耕地利用要素的流动。整体来看,该主题研究脉络主要是在分析耕地利用效率影响因素的基础上,进一步探究提高耕地利用效率的具体措施。

另一方面,在“农作物生产”主题中,主要聚类包含#0 China、#2 growth、#4 life cycle assessment、#5 climate change、#9 agricultural development、#10 plant growth promotion。保障农作物生产有助于可持续降低粮食安全风险,解决粮食安全问题。其中,为应对中国西北粮食安全风险问题,Liu等^[58]构建了包含水资源利用效率、耕地质量、耕地压力指数等的指标体系,全面评价西北地区粮食生产的持续性,发现高强度农业生产将引发西北地区生态危机,应当通过加强耕地保护、提高耕地生产要素利用效率等方式稳定粮食生产;针对印度尼西亚水稻

种植情况,Zahri等^[59]对不同耕地类型的土地利用现状与生产效率进行研究,发现新技术的引进在耕地灌溉、作物栽培等方面产生良好的效果,能在提高水稻产量的同时增加农户收入,降低贫困农户的粮食安全风险;Xie等^[60]研究休耕政策博弈对农作物生产的影响,运用演化博弈模型分析中央政府、地方政府与农民博弈策略,发现农民倾向于用更少的时间与金钱去保护耕地与提高利用效率,因此需采取动态的耕地补贴策略保障粮食生产;Oldfield等^[61]为提高农作物产量、降低环境污染,通过开发新的计量模型探究土壤有机质与作物产量间的关系,发现土壤有机碳水平的提高将有效提高玉米与小麦等粮食作物的产量。相较于“耕地利用效率提高”主题而言,“农作物生产”主题的研究文献偏少,其主要内容更侧重于探究各农作物生产过程中的相关问题,在整体研究领域仍具有较高的地位。

5.2.2 国内文献关键词聚类分析

首先,在“特定区域与产量”主题中,其包含的主要聚类有#0 产量、#4 坡耕地、#9 黑龙港、#13 集成。由于不同区域的地理环境存在较大空间异质性,进而造成耕地利用效率与农作物产量存在明显差异。早期,学者为探究粮食安全问题,主要针对旱地区域展开研究,如刘进余等^[36]从种植方式入手,对黑龙港区旱地耕地利用效率进行研究;赵聚宝等^[37]对旱地春玉米田的利用效率展开研究。其后,由于人口持续增长、粮食安全问题日益严峻,如何通过提高耕地利用效率增加农作物产量逐渐成为学界关注的问题,此时学者更为关注不同土地类型或特征区域的耕地利用效率问题。例如,刘家鹤等^[62]、魏永霞等^[63]聚焦于研究黄土高原、黑土区等特定区域坡耕地的土壤水分变化、水分利用效率与土壤改良效果等,试图探究提高坡耕地利用效率的对策。张立新等^[64]则针对中国粮食主产区的耕地利用效率展开研究,试图探究粮食生产区耕地利用效率的时空格局演变特征及影响因素。可以发现,由于不同耕地类型在自然与经济环境方面存在显著差异,学者更倾向于从耕地类型角度切入,不断拓宽、丰富与完善耕地利用效率研究主题。同时,区域粮食产量与国家粮食安全问题紧密相关,如何提高特定区域的粮食产量是该主题研究的关键性问题。

而在“耕地利用要素效率”主题中,主要聚类包括#1 耕地利用效率、#2 利用效率、#3 土地利用、#5 土地利用效率、#6 可持续发展、#16 土壤贮水量、#17 降水高效利用。耕地利用效率同时受土壤、水分等多种因素的影响,因而部分学者更侧重于探究影响耕地利用各要素效率。其中,吴金芝等^[65]通过研究旱地小麦的耕作方式和氮肥用量,探究其对小麦产量与种植效益的影响;王富等^[66]为了研究PAM和SAP联合施用对保持土壤贮水量与农作物产量的影响,对内蒙古卓资县的旱作坡耕地展开研究,结果发现适当的PAM和SAP能改善土壤水分、增加农作物产量;赵丹丹等^[67]为探究农业生产集聚对耕地利用效率的影响,基于中国农业生产面板数据,发现农业生产集聚效应在一定程度上会提高耕地利用效率,但由于各地区、土地类型的差异,这种效果会存在显著的差异;而裴雪霞等^[68]则针对不同的降水年型,采用田间实验法探究不同的深翻时间和施肥方式(氮、磷肥)对小麦水肥利用效率与产量所产生的影响;卢新海等^[69]将碳排放指标也纳入到耕地利用效率的评价研究中,通过SBM-Undesirable模型分析发现,资源禀赋、科技发展、经济水平与政府支持程度是影响耕地利用效率的主要因素,未来将考虑探寻耕地利用的减排路径。从已有研究结果来看,影响耕地利用效率的因素众多,需充分考虑地理条件、自然气候、经济水平、科技实力、耕作制度等因素的影响,但自然因素短期具有一定的稳定性,而社会经济因素则伴随着经济与科技的发展而

发生剧烈的变化。

5.3 关键词突现分析

关键词突现直接反映了耕地利用效率研究领域某一时段内,学者特别关注的热点话题,可识别该研究领域的新兴趋势。因而,本文根据CiteSpace软件的Kleimberg突现检测算法绘制国际国内耕地利用效率的关键词突现^[25],外文与中文文献突现词数量分别为10个与2个(表4)。可以发现,外文文献突现强度较高的关键词有land use change(7.02)、life cycle assessment(5.93)与growth(5.34),而持续时间较长的关键词有land use change(2011—2017年)、plant(2014—2018年)。具体而言,在2017年及以前并未出现突现词,说明该时期并未有出现学界关注的研究热点;而2018年之后出现较多突现词,主要关键词有land use change、plant、life cycle assessment、crop等,说明国际学者研究耕地利用效率的主要目的在于实现耕地利用与作物生长的平衡,推动农作物产量的可持续增长,试图解决粮食安全问题。而wheat与loess plateau的突现时间为2020—2022年,表明国际学者未来将更为关注中国黄土高原等地区的耕地利用效率,而小麦则是其较为关注的粮食作物之一。与外文文献相比,中文文献的突现词偏少,仅有“产量”与“耕地利用效率”,其中“产量”的突现强度更弱(3.54)且影响时间仅有2年;而“耕地利用效率”突现强度更强(8.09),影响时长从2015年持续到2022年,说明“耕地利用效率”是当前与未来学界持续关注的热点主题。

表4 1992—2022年国际国内研究关键词突现

Table 4 Co-occurrence of keywords in Chinese and international studies, 1992-2022				
类型	关键词	强度	时长	1992—2022年
国际	land use change	7.02	2011—2017年	
	water use efficiency	4.27	2011—2013年	
	growth	5.34	2014—2017年	
	plant	3.67	2014—2018年	
	life cycle assessment	5.93	2015—2018年	
	crop	3.57	2015—2018年	
	remote sensing	3.71	2018—2019年	
	ecosystem service	3.64	2018—2020年	
	wheat	4.9	2020—2022年	
	loess plateau	3.87	2020—2022年	
国内	产量	3.54	2013—2014年	
	耕地利用效率	8.09	2015—2022年	

6 讨论

6.1 耕地利用效率研究体系

通过文献梳理,对国际国内耕地利用效率研究体系进行探析与讨论(图8)。整体来看,当前研究主要有以下特点:①研究主线为“粮食安全问题—耕地利用效率评价—研究尺度差异—制约因素探究”,贯穿于耕地利用效率主题研究的整体,包含有主要目的、评级体系、研究尺度与影响因素等内容;②粮食安全问题是耕地利用效率研究的主要目的,也是开展系列相关研究的最终目的,提高耕地利用效率有助于增加粮食的产量与产值,在保障粮食安全的同时,也兼具有社会效益与经济效益;③耕地利用效率评价主要基于“投入—产出”框架,探究通过较少的耕地利用要素投入,获取更高的期望产出、更低非期望产出;④研究尺度差异呈现一般性与特殊性特征,即普遍对全球、国家与省域尺度展开研究之外,同时对特殊地区的案例展开研究;⑤制约因素研究主要以定量探究为主,包含自然因素、经济因素与生态因素,并有少量定性探究。

6.1.1 耕地利用效率研究的主要目的

粮食作为人类社会赖以生存与发展的基础,其安全问题始终维系着世界各国的社会稳定、经济发展与国家安全。而耕地作为粮食生产的基础性要素,对解决粮食安全问题与提高人口承载力发挥着

重要作用,因而提高耕地利用效率的主要目的在于解决粮食安全问题。提高耕地利用效率本质在于通过更少的耕地生产要素投入,以获取更大的社会、经济与生态效益,彰显了新时代集约化发展理念。同时,提高耕地利用效率不仅有助于缓解耕地供需平衡问题,还有助于降低耕地污染、改善耕地质量、保护生态环境与稳定粮食生产,促进农业综合生产能力的提高。粮食安全作为围绕人类发展的永恒问题,具有长期性与复杂性特征,因而耕地利用效率领域研究具有广阔的前景与研究价值。值得注意的是,在具体的研究路径中,耕地利用效率研究领域是以解决粮食安全问题为主要目的,同时涉及减少耕地面源污染、碳排放量等问题,其主要通过提高耕地利用效率、降低耕地利用要素投入以解决此类问题,未来仍需进一步关注。

6.1.2 耕地利用效率的评价体系

构建完善的耕地利用效率评价指标体系一直是学界关注的重点,主要从耕地“投入—产出”2个方面选取评估指标。在耕地投入要素中,其指标选取依据为耕地生产过程中的投入要素,具体包含劳动力、耕地、农机、灌溉、农药、化肥、农膜等^[70]。而在产出方面,早期学者仅考虑到耕地期望产出的社会效益与经济效益,主要指标为粮食产量与粮食产值;随着研究深入,部分学者注意到耕地产出的负效应,即碳排放量与农业面源污染,进而将其作为非期望产出纳入评价指标体系中^[71]。包含非期望产出的耕地利用效率评价指标体系更具有客观性与科学性,符合当前社会对生态环境重要性的认知。在非期望产出的具体指标选取中,还应当考虑对耕地质量、生物多样性等因素的影响。同时,耕地利用效率本身具有不稳定性,不同年份耕地利用效率存在较大差异,因而如何稳定提升耕地利用效率,仍是该领域学者需进一步思考的问题。

6.1.3 耕地利用效率的研究尺度差异

受各地区耕地面积、耕地质量、耕地生产条件等因素的影响,耕地利用效率在不同区域或时间内呈现显著的异质性,因而探究耕地利用效率的时空分布具有较高的价值。整体来看,尽管国内外学者已从多尺度探究耕地利用效率的时空分布特征(主要分为全球、国家、省域等大尺度^[71,72]),但随着耕地利用管理与规划的精细化发展,未来可加强缩小空

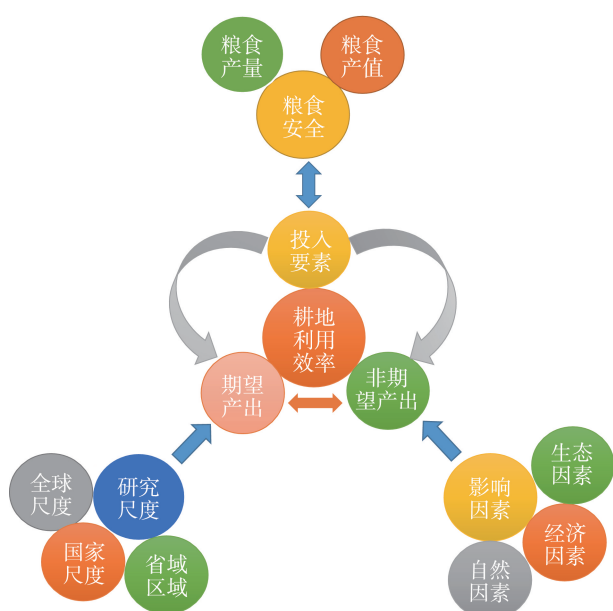


图8 耕地利用效率研究体系图

Figure 8 Research framework of cultivated land use efficiency

2023年3月

间尺度(如县域、镇域等)研究、对不同空间尺度差异的耕地利用效率进行比较研究(如平原、山地等)、从社会经济发展角度探究对耕地利用效率的影响(如农户分化、城镇化等)。

6.1.4 耕地利用效率的影响因素

提高耕地利用效率的重要前提在于掌握其影响因素。耕地利用效率同时受农业生产条件、经济发展水平等多因素的综合影响,且同一因素在不同区域与时间范畴内所造成的影响强度也存在显著差异,故其影响因素具有一定的复杂性。当前,国际国内学者主要将耕地利用效率的影响因素划分为自然因素、社会经济因素与生态环境因素^[73,74]。其中,自然因素是影响耕地利用效率最基本的因素,是耕地利用与生产的基础;随着科学技术的进步与耕作制度的改进,自然因素对耕地利用效率的影响逐渐减弱,社会经济因素的影响强度逐渐增强;同时,出于生态效益考量,也关注生态环境因素对耕地利用效率的影响。由于自然因素较为稳定,因而学者应着重考虑社会因素与生态因素对耕地利用效率的影响;对于社会经济因素应更多关注社会经济情况变化,不同地区经济发展程度差异将直接导致生产资料与土地利用方式差异,这对耕地利用效率具有直接的影响;而生态环境因素则应考虑生态环境保护对耕地利用的新要求,以保持耕地利用的绿色可持续性。

6.2 耕地利用效率多目标协同作用机理

耕地作为人类赖以生存的物质基础,是进行粮食生产的基础农业要素,而耕地利用效率事关社会稳定、经济发展与国家安全。受限于中国“人多地少”的基本国情,提高耕地利用效率已成为增强耕地产能、增加粮食产量的重要举措。随着中国社会经济可持续发展的需要,提高耕地利用效率兼具有多重目的性,故理清耕地利用效率多目标协同的作用机理对拓展该领域研究具有重要价值与意义。事实上,尽管提高耕地利用效率是出于实现粮食产量提高、农业碳减排与减少农业面源污染等多重目的,但具体可涵盖于农业社会效益、农业经济效益与农业生态效益之中。因此,本文通过梳理逻辑框图的形式进一步阐述提高耕地利用效率的多目标协同作用机理(图9)。农业社会效益、经济效益与

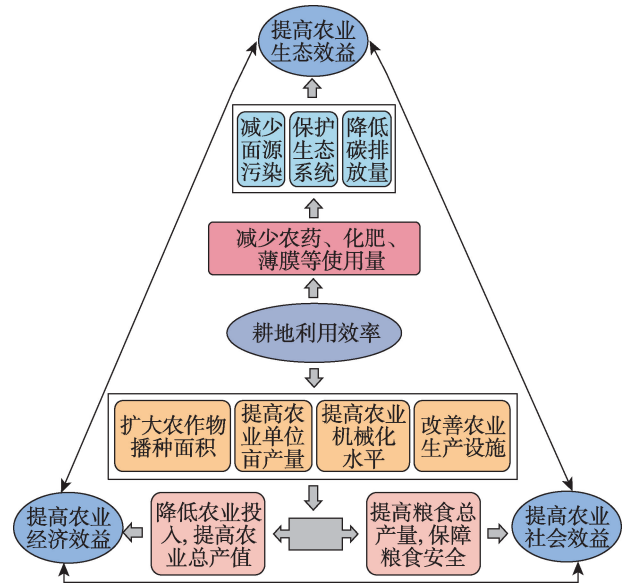


图9 耕地利用效率多目标协同作用机理图

Figure 9 Multi-objective synergistic mechanism of cultivated land use efficiency

生态效益的核心表征变量分别为粮食产量、农业总产值、农业面源污染与碳排放量^[7,75]。而在一般意义上,提高耕地利用效率的核心在于减少农药、化肥、农膜等农业生产性要素投入的同时,增加耕地的粮食产量与农业总产值,减少耕地面源污染与降低耕地利用碳排放量^[69,76,77]。首先,在提高耕地利用效率的过程中,可通过扩大农作物播种面积、提高农业单位亩产量、提高农业机械化水平与改善农业生产设施等措施降低农业生产性要素投入、提高粮食总产量与农业总产值,实现农业社会效益与经济效益的提高。其次,在提高耕地利用效率中通过技术革新,减少农药、化肥、薄膜等使用量推动农业绿色发展,这在一定程度上促进了农业面源污染与碳排放量的减少、农田生态系统的保护,落实了藏粮于地、藏粮于技战略,提高了农业生态效益。此外,农业的社会效益、经济效益和生态效益之间相互作用与影响,满足社会基本粮食需求是追求农业经济效益与生态效益的基础;农业经济效益的提高能吸引更多的资金与资源,在确保农产品生产稳定的情况下,推动农业技术革新与农田生态环境保护;只有良好的耕地生态环境方能保障农产品产量与产值的稳定与可持续。鉴于耕地利用效率目标的多元性特征,各地区应当因地制宜,采取适当的举措,以提升整体的耕地利用效率。

7 结论与展望

7.1 结论

为深入探究国际国内耕地利用效率研究的演进脉络与热点趋势,本文以中国知网与WOS核心数据库为基础,采用CiteSpace软件从研究作者、研究机构、发文期刊、高被引用文献、关键词等方面进行可视化分析,并从主要目的、评价体系、尺度差异与影响因素等方面对耕地利用效率研究体系进行深入探析与讨论。主要结论如下:

(1)耕地利用效率研究发文量在国际国内总体呈现波动上升趋势,按照时间脉络均可划分为2个阶段,其中,国际研究被划分为起步探索阶段(1990—2007年)与快速发展阶段(2008—2022年),而国内研究被划分为起步探索阶段(1992—2006年)与平稳发展阶段(2007—2022年)。整体上,国际研究在该领域更为成熟且研究成果更多,国际期刊的发文量远高于中国,且主要聚焦于农业、土地与生态环境3个领域;而国内研究尽管起步较慢但发展迅速,且研究内容除包括国际聚焦的研究领域之外还涉及资源环境、干旱区等领域,跨学科合作较强,研究对象更符合中国实际情况。

(2)中国的研究学者与机构是国际耕地利用效率研究的主要群体,主要原因可能是中国人多地少的基本国情迫切需要通过提高耕地利用效率,而德国、美国与法国等西方国家在该领域也具有重要地位;学者与研究机构间的合作网络较弱,主要集中在各国国内或传统的合作机构中,跨国、跨机构合作仍需进一步加强。

(3)在研究主题中,国际研究热点主要涉及“耕地利用效率提高”与“农作物生产”主题,而国内则涉及“特定区域与产量”与“耕地利用要素效率”主题,研究主题整体聚焦于耕地效率评价与耕地利用效率影响因素的探究,尽管国际国内研究侧重点不同,但其研究目的、方法、尺度等具有较大的相似性;综合来看,国际国内高被引用文献研究主题主要涉及耕地利用效率评估、耕地利用效率影响因素以及耕地利用效率提高策略3个方面,研究层次已形成体系化特征,较为成熟。

(4)耕地利用效率主题研究整体以“粮食安全—耕地利用效率评价—研究尺度差异—制约因素探究”为主线展开,呈现渐进式发展态势,同时

耕地利用效率目标具有多元性,具体可归纳为农业社会效益、经济效益与生态效益,其多目标协同机理也呈现差异性特征。

7.2 展望

未来,学界可从以下3个方面深入开展研究:

(1)构建耕地利用效率评价指标时,应当将更多生态环境指标纳入非期望产出中。当前,对于耕地的生态环境建设与保护,政府提出了耕地数量、质量、生态“三位一体”保护策略,将耕地的生态文明建设上升到重要位置。耕地作为一个生态系统,其具有生产、生态、景观等多种功能,只有充分考虑到耕地生态系统的价值,才能确保耕地利用的可持续性。因而,在探究耕地利用效率时,也应当将更多生态环境指标纳入评价指标体系的非期望产出中。目前,学界普遍将碳排放量与耕地面源污染状况作为非期望产出评价指标,后续可考虑纳入耕地盐碱化面积(或比例)等指标。

(2)关注特殊区域或者特定地区的耕地利用效率问题,探究不同空间尺度中的耕地利用效率差异。当前国际国内耕地利用效率研究中,学者主要以国家、省域等为研究区域,但以行政边界划定研究区域难以探究各特殊自然地理区域的耕地利用效率情况。尽管少部分学者已开展此类型研究,但研究区域仍需进一步延伸,尤其是针对特定地区(粮食生产区、生态保护区等)与特殊区域(山区、流域、河谷等)的研究。在同一区域中,耕地自然条件具有相似性,深入探究其耕地利用效率的状况与影响因素,可为当地政府有针对性的制定耕地利用效率提升政策提供参考;而各特殊地理区域间的自然条件、社会经济状况等差异明显,因而探究其耕地利用效率差异同样也具有较强的现实价值。

(3)遵循社会经济发展状况,将新的社会经济与生态环境因素纳入耕地利用效率影响因素研究中,并以此提出全面、科学且有效的耕地利用效率提升策略。在耕地利用效率的影响因素中,由于自然条件长期恒定,因而短期内社会经济与生态环境因素具有较大影响;在社会经济因素中,应当注重耕作制度改良、新型农机投入、农业结构调整等因素的影响;而在生态环境因素当中,除考虑耕地污染、碳排放等因素之外,还应当关注耕地生态系统对耕地利用效率的影响。

2023年3月

参考文献(References):

- [1] 刘蒙罢, 张安录, 文高辉. 长江中下游粮食主产区耕地利用生态效率区域差异与空间收敛[J]. 自然资源学报, 2022, 37(2): 477-493. [Liu M B, Zhang A L, Wen G H. Regional differences and spatial convergence in the ecological efficiency of cultivated land use in the main grain producing areas in the Yangtze Region[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(2): 477-493.]
- [2] Foley J A, Ramankutty N, Brauman K A, et al. Solutions for a cultivated planet[J]. Nature, 2011, 478(7369): 337-342.
- [3] 卢新海, 黄善林. 我国耕地保护面临的困境及其对策[J]. 华中科技大学学报(社会科学版), 2010, 24(3): 79-84. [Lu X H, Huang S L. Barriers of and solutions to farmland conservation in China[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Social Science Edition), 2010, 24(3): 79-84.]
- [4] Právělie R, Patriche C, Borrelli P, et al. Arable lands under the pressure of multiple land degradation processes. A global perspective[J]. Environmental Research, 2021, DOI: 10.1016/j.envres.2020.110697.
- [5] 封永刚, 彭珏, 邓宗兵, 等. 面源污染, 碳排放双重视角下中国耕地利用效率的时空分异[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(8): 18-25. [Feng Y G, Peng Y, Deng Z B, et al. Spatial-temporal variation of cultivated land's utilization efficiency in China based on the dual perspective of non-point source pollution and carbon emission[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(8): 18-25.]
- [6] 文高辉, 刘蒙罢, 胡贤辉, 等. 洞庭湖平原耕地利用生态效率空间相关性与空间效应[J]. 地理科学, 2022, 42(6): 1102-1112. [Wen G H, Liu M B, Hu X H, et al. Spatial correlation and spatial effect of cultivated land use ecological efficiency in the Dongting Lake Plain[J]. Scientia Geographica Sinica, 2022, 42(6): 1102-1112.]
- [7] 臧俊梅, 唐春云, 王秋香, 等. 基于Super-SBM模型的广东省耕地利用效率空间非均衡性及影响因素研究[J]. 中国土地科学, 2021, 35(10): 64-74. [Zang J M, Tang C Y, Wang Q X, et al. Research on spatial imbalance and influencing factors of cultivated land use efficiency in Guangdong Province based on Super-SBM model[J]. China Land Science, 2021, 35(10): 64-74.]
- [8] 刘玉洁, 张安录, 刘蒙罢. 长江中下游粮食主产区域城镇化与耕地利用生态效率耦合协调度时空格局分析[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(8): 106-118. [Liu Y J, Zhang A L, Liu M B. Analysis on the spatiotemporal pattern of coupling degree of urbanization and cultivated land use eco-efficiency in main grain producing areas in the mid and lower reaches in Yangtze River[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(8): 106-118.]
- [9] 刘蒙罢, 胡贤辉, 文高辉. 环境约束下的洞庭湖平原耕地利用效率动态演变特征分析[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(4): 108-118. [Liu M B, Hu X H, Wen G H. Analysis on the dynamic evolution characteristics of cultivated land use efficiency in the Dongting Lake Plain under environmental constraints[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(4): 108-118.]
- [10] 国土资源部. 环境保护部和国土资源部发布全国土壤污染状况调查公报[J]. 资源与人居环境, 2014, (4): 26-27. [The Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. The Ministry of Environmental Protection and the Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China issued a national soil pollution survey bulletin[J]. Resources and Habitat Environment, 2014, (4): 26-27.]
- [11] 杜志雄, 肖卫东. 全方位夯实粮食安全根基: 意义、内涵及重点任务[J]. 中州学刊, 2022, (12): 32-39. [Du Z X, Xiao W D. Consolidating the foundation of food security in an all round way: Significance, connotation and key tasks[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2022, (12): 32-39.]
- [12] Rosegrant M W, Cline S A. Global food security: Challenges and policies[J]. Science, 2003, 302(5652): 1917-1919.
- [13] 刘蒙罢, 张安录, 文高辉. 长江中下游粮食主产区耕地利用生态效率时空格局与演变趋势[J]. 中国土地科学, 2021, 35(2): 50-60. [Liu M B, Zhang A L, Wen G H. Temporal and spatial pattern and evolution trend of cultivated land use ecological efficiency in the main grain producing areas in the Lower Yangtze Region[J]. China Land Science, 2021, 35(2): 50-60.]
- [14] 刘轩, 牛海鹏, 董国权, 等. 基于Kohonen网络和DEA交叉评价耕地利用效率聚类分析[J]. 浙江农业学报, 2015, 27(9): 1652-1658. [Liu X, Niu H P, Dong G Q, et al. Cluster analysis of cultivated land use efficiency based on Kohonen network and DEA cross evaluation[J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis, 2015, 27(9): 1652-1658.]
- [15] Han H B, Zhang X Y. Static and dynamic cultivated land use efficiency in China: A minimum distance to strong efficient frontier approach[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119002.
- [16] 孙嘉阳, 张惠中, 张文信, 等. 山东省耕地利用效率时空差异及其影响因素分析[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2021, 52(5): 853-859. [Sun J Y, Zhang H Z, Zhang W X, et al. Spatiotemporal differences and influencing factors of cultivated land use efficiency in Shandong Province[J]. Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition), 2021, 52(5): 853-859.]
- [17] Han H B, Zhang X Y. Exploring environmental efficiency and total factor productivity of cultivated land use in China[J]. Science of the Total Environment, 2020, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138434.
- [18] 匡兵, 范翔宇, 卢新海. 中国耕地利用绿色转型效率的时空分异

- 特征及其影响因素[J]. 农业工程学报, 2021, 37(21): 269–277.
- [Kuang B, Fan X Y, Lu X H. Spatial-temporal differentiation characteristics of the efficiency of green transformation of cultivated land use and its affecting factors in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2021, 37(21): 269–277.]
- [19] Yang B, Wang Z, Zou L, et al. Exploring the eco-efficiency of cultivated land utilization and its influencing factors in China's Yangtze River Economic Belt, 2001–2018[J]. Journal of Environmental Management, 2021, DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112939.
- [20] 冀正欣, 王秀丽, 李玲, 等. 南阳盆地耕地利用效率演变及其影响因素[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 688–701. [Ji Z X, Wang X L, Li L, et al. The evolution of cultivated land utilization efficiency and its influencing factors in Nanyang Basin[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 688–701.]
- [21] 姜晗, 杨皓然, 吴群. 东部沿海经济区耕地利用效率的时空格局分异及影响因素研究[J]. 农业现代化研究, 2020, 41(2): 321–330. [Jiang H, Yang H R, Wu Q. The spatial and temporal differentiation of the farmland utilization efficiency in the Eastern Coastal Economic Zone[J]. Research of Agricultural Modernization, 2020, 41(2): 321–330.]
- [22] 岳婷, 李梦婷, 陈红, 等. 碳中和研究热点与演进趋势: 基于科学知识图谱[J]. 资源科学, 2022, 44(4): 701–715. [Yue T, Li M T, Chen H, et al. Carbon neutrality research hotspots and evolution trend: Based on the scientific knowledge map[J]. Resources Science, 2022, 44(4): 701–715.]
- [23] 彭飞, 富宁宁, 胡伟, 等. 国内外海洋资源研究知识图谱解析及启示[J]. 资源科学, 2020, 42(11): 2047–2061. [Peng F, Fu N N, Hu W, et al. Analysis and enlightenment of knowledge map of marine resources research at home and abroad[J]. Resources Science, 2020, 42(11): 2047–2061.]
- [24] 张露, 张越, 张俊飏, 等. 农业经济管理学科领域的研究发展: 历史与前沿[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2016, (3): 31–38. [Zhang L, Zhang Y, Zhang J B, et al. Development of research in the field of agricultural economics and management: History and frontier[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2016, (3): 31–38.]
- [25] Cheng P, Tang H T, Lin F F, et al. Bibliometrics of the nexus between food security and carbon emissions: Hotspots and trends[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2023, 30: 25981–25998.
- [26] 许恒周, 郭玉燕, 吴冠岑. 农民分化对耕地利用效率的影响: 基于农户调查数据的实证分析[J]. 中国农村经济, 2012, (6): 31–39. [Xu H Z, Guo Y Y, Wu G C. The impact of farmer differentiation on farmland use efficiency: An empirical analysis based on the survey data of farmers[J]. Chinese Rural Economy, 2012, (6): 31–39.]
- [27] Pascual U. Land use intensification potential in slash-and-burn farming through improvements in technical efficiency[J]. Ecological Economics, 2005, 52(4): 497–511.
- [28] Vlek P L G. The role of fertilizers in sustaining agriculture in sub-Saharan Africa[J]. Fertilizer Research, 1990, 26(1): 327–339.
- [29] Williams T O. Factors influencing manure application by farmers in semi-arid West Africa[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1999, 55(1): 15–22.
- [30] Abu-Awwad A M. Effects of sand column, furrow and supplemental irrigation on agricultural production in an arid environment[J]. Irrigation Science, 1999, 18(4): 191–197.
- [31] Ndiaye M, Ganry F, Oliver R. Alley cropping of maize and *Gliricidia sepium* in the Sudanese Sahel Region: Some technical feasibility aspects[J]. Arid Soil Research and Rehabilitation, 2000, 14(4): 317–327.
- [32] Becker M. Potential and limitations of green manure technology in lowland rice[J]. Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics, 2001, 102(2): 91–108.
- [33] Peng J C, Wen L, Fu L N, et al. Total factor productivity of cultivated land use in China under environmental constraints: Temporal and spatial variations and their influencing factors[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27(15): 18443–18462.
- [34] Lu X, Qu Y, Sun P L, et al. Green transition of cultivated land use in the Yellow River Basin: A perspective of green utilization efficiency evaluation[J]. Land, 2020, 9(12): 475.
- [35] Zucali M, Bacenetti J, Tamburini A, et al. Environmental impact assessment of different cropping systems of home-grown feed for milk production[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 172: 3734–3746.
- [36] 刘进余, 高文选, 苑逢山, 等. 黑龙江旱地不同水文年种植方式的灰色决策初探[J]. 华北农学报, 1992, (4): 129–136. [Liu J Y, Gao W X, Yuan F S, et al. Preliminary study on Grey Decision of planting patterns in different hydrological years in dry land of Heilonggang District[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 1992, (4): 129–136.]
- [37] 赵聚宝, 钟兆站, 薛军红, 等. 旱地春玉米田微集水保墒技术研究[J]. 农业工程学报, 1996, (2): 32–37. [Zhao J B, Zhong Z Z, Xue J H, et al. Study on technology of micro water collection and moisture conservation in spring maize field of dryland[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 1996, (2): 32–37.]
- [38] 陈江龙, 曲福田, 陈雯. 农地非农化效率的空间差异及其对土地利用政策调整的启示[J]. 管理世界, 2004, (8): 37–42. [Chen J L, Qu F T, Chen W. The dissimilarity in space of the non-agricultural efficiency of farmland and its inspiration to the policy adjust-

2023年3月

- ment of use of land[J]. *Journal of Management World*, 2004, (8): 37-42.]
- [39] 王殿武, 刘树庆, 霍习良, 等. 高寒半干旱区旱滩地农田施肥与培肥效应[J]. *干旱地区农业研究*, 1998, (3): 23-27. [Wang D W, Liu S Q, Huo X L, et al. Soil fertility improvement and fertilizer application in dry shoaly land in semiarid cold region[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 1998, (3): 23-27.]
- [40] 王怡, 高华. 冬小麦陕 229 在旱地不同施肥水平的水分利用效率研究[J]. *干旱地区农业研究*, 1999, (3): 35-39. [Wang Y, Gao H. Effect of different levels of fertilizer supply on water use efficiency of wheat Shaan 229 in dryland[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 1999, (3): 35-39.]
- [41] 武继承, 朱洪勋, 杨占平. 不同水肥条件下旱地小麦水肥利用率研究[J]. *华北农学报*, 2003, (4): 95-98. [Wu J C, Zhu H X, Yang Z P. Study on water and fertilizer use efficiency of wheat under different water and fertilizer conditions[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2003, (4): 95-98.]
- [42] 谢高地, 齐文虎. 主要农业资源利用效率研究[J]. *资源科学*, 1998, 20(5): 7-11. [Xie G D, Qi W H. A study on utilization efficiency of main agricultural resources[J]. *Resources Science*, 1998, 20(5): 7-11.]
- [43] 庞英, 李树超. 商品粮产区农户粮食生产资源利用效率研究[J]. *资源科学*, 2013, 35(1): 80-88. [Pang Y, Li S C. Resource utilization efficiency across commodity grain producing areas[J]. *Resources Science*, 2013, 35(1): 80-88.]
- [44] 王海力, 韩光中, 谢贤健. 基于 DEA 模型的西南地区耕地利用效率时空格局演变及影响因素分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2018, 27(12): 2784-2795. [Wang H L, Han G Z, Xie X J. Spatio-temporal pattern evolvement based on the DEA model and its driving factors of arable land utilization efficiency of the southwest region in China[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2018, 27(12): 2784-2795.]
- [45] Zhong S Q, Liu W P, Ni C S, et al. Runoff harvesting engineering and its effects on soil nitrogen and phosphorus conservation in the Sichuan Hilly Basin of China[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2020, DOI: 10.1016/j.agee.2020.107022.
- [46] 马林燕, 张仁慧, 潘子纯, 等. 中国省际耕地利用生态效率时空格局演变及影响因素分析: 基于 2000-2019 年面板数据[J]. *中国土地科学*, 2022, 36(3): 74-85. [Ma L Y, Zhang R H, Pan Z C, et al. Analysis of the evolution and influencing factors of temporal and spatial pattern of eco-efficiency of cultivated land use among provinces in China: Based on panel data from 2000 to 2019[J]. *China Land Science*, 2022, 36(3): 74-85.]
- [47] 杨俊, 李争. 家庭分工视角下农户耕地转入和耕地利用效率研究: 以赣抚平原农区农户样本为例[J]. *中国土地科学*, 2015, (9): 50-57. [Yang J, Li Z. Transfer-in and technical efficiency of farmland use in the context of households labor division: Case of rural households in Ganfu Plain Area[J]. *China Land Science*, 2015, (9): 50-57.]
- [48] 梁流涛, 曲福田, 王春华. 基于 DEA 方法的耕地利用效率分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2008, (2): 242-246. [Liang L T, Qu F T, Wang C H. Analysis on cultivated land use efficiency based on DEA[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2008, (2): 242-246.]
- [49] 黄高宝, 郭清毅, 张仁陟, 等. 保护性耕作条件下旱地农田麦豆双序列轮作体系的水分动态及产量效应[J]. *生态学报*, 2006, (4): 1176-1185. [Huang G B, Guo Q Y, Zhang R Z, et al. Effects of conservation tillage on soil moisture and crop yield in a phased rotation system with spring wheat and field pea in dryland[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, (4): 1176-1185.]
- [50] Cakmak I. Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways[J]. *Plant and Soil*, 2002, 247(1): 3-24.
- [51] Hu Y C, Schmidhalter U. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants[J]. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2005, 168(4): 541-549.
- [52] Fan M S, Shen J B, Yuan L X, et al. Improving crop productivity and resource use efficiency to ensure food security and environmental quality in China[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2012, 63(1): 13-24.
- [53] Lithourgidis A, Dordas C, Damalas C A, et al. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture[J]. *Australian Journal of Crop Science*, 2011, 5(4): 396-410.
- [54] Zhang Y, Dai Y, Chen Y, et al. Coupling coordination development of new-type urbanization and cultivated land low-carbon utilization in the Yangtze River Delta, China[J]. *Land*, 2022, DOI: 10.3390/land11060919.
- [55] Toulaitos D, Dodd I C, McAnish M. Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics[J]. *Food and Energy Security*, 2016, 5(3): 184-191.
- [56] Koirala K H, Mishra A K, Mohanty S. Impact of land ownership on productivity and efficiency of rice farmers: The case of the Philippines[J]. *Land Use Policy*, 2016, 50: 371-378.
- [57] Lu X H, Hou J, Tang Y F, et al. Evaluating the impact of the highway infrastructure construction and the threshold effect on cultivated land use efficiency: Evidence from Chinese provincial panel data[J]. *Land*, 2022, DOI:10.3390/land11071044.
- [58] Liu X, Shi L J, Qian H Y, et al. New problems of food security in Northwest China: A sustainability perspective[J]. *Land Degradation & Development*, 2020, 31(8): 975-989.
- [59] Zahri I, Adriani D, Wildayana E, et al. Comparing rice farming appearance of different agroecosystem in South Sumatra, Indonesia[J]. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2018, 24(2): 189-198.

- [60] Xie H, Wang W, Zhang X. Evolutionary game and simulation of management strategies of fallow cultivated land: A case study in Hunan Province, China[J]. *Land Use Policy*, 2018, 71: 86–97.
- [61] Oldfield E E, Bradford M A, Wood S A. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields[J]. *Soil*, 2019, 5(1): 15–32.
- [62] 刘家鹤, 牛伊宁, 罗珠珠, 等. 黄土高原坡耕地植物篱-作物间作系统水分利用特征研究[J]. *草业学报*, 2018, 27(6): 111–119. [Liu J H, Niu Y N, Luo Z Z, et al. Soil water utilization characteristics of slope land in hedgerow and grain crop intercropping systems on the Loess Plateau[J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2018, 27(6): 111–119.]
- [63] 魏永霞, 张翼鹏, 张雨凤, 等. 黑土坡耕地连续施加生物炭的土壤改良和节水增产效应[J]. *农业机械学报*, 2018, 49(2): 284–291. [Wei Y X, Zhang Y P, Zhang Y F, et al. Influences of two consecutive years supply of biochar on soil improvement, water saving and yield increasing in sloping farmland of black soil region[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2018, 49(2): 284–291.]
- [64] 张立新, 朱道林, 谢保鹏, 等. 中国粮食主产区耕地利用效率时空格局演变及影响因素: 基于180个地级市的实证研究[J]. *资源科学*, 2017, 39(4): 608–619. [Zhang L X, Zhu D L, Xie B P, et al. Spatiotemporal pattern evolution and driving factors of cultivated land utilization efficiency of the major grain producing area in China[J]. *Resources Science*, 2017, 39(4): 608–619.]
- [65] 吴金芝, 黄明, 李友军, 等. 耕作方式和氮肥用量对旱地小麦产量, 水分利用效率和种植效益的影响[J]. *水土保持学报*, 2021, 35(5): 264–271. [Wu J Z, Huang M, Li Y J, et al. Effects of tillage practices and nitrogen rates on grain yield, water use efficiency and planting profit in winter wheat in dryland[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2021, 35(5): 264–271.]
- [66] 王富, 魏占民, 付晨星, 等. PAM与SAP联合施用对旱作坡耕地的水分分蓄影响[J]. *节水灌溉*, 2020, (8): 55–58. [Wang F, Wei Z M, Fu C X, et al. The Effect of polyacrylamide combined with super absorbent polymers on water conservation of sloping farmland in arid area[J]. *Water Saving Irrigation*, 2020, (8): 55–58.]
- [67] 赵丹丹, 周宏, 顾佳丽. 农业生产集聚: 能否促进耕地利用效率? 基于面板门槛模型再检验[J]. *农业技术经济*, 2022, (3): 49–60. [Zhao D D, Zhou H, Gu J L. Agricultural production agglomeration: Can it promote cultivated land use efficiency? Re-inspection based on a panel threshold model[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2022, (3): 49–60.]
- [68] 裴雪霞, 党建友, 张定一, 等. 不同降水年型下旱地深翻时间和施肥方式对小麦产量及水肥利用率的影响[J]. *麦类作物学报*, 2018, 38(3): 330–339. [Pei X X, Dang J Y, Zhang D Y, et al. Effects of deep plowing time during fallow period and fertilization method on yield, water and nutrition use efficiency of dryland wheat in different precipitation years in South Shanxi[J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2018, 38(3): 330–339.]
- [69] 卢新海, 匡兵, 李菁. 碳排放约束下耕地利用效率的区域差异及其影响因素[J]. *自然资源学报*, 2018, 33(4): 657–668. [Lu X H, Kuang B, Li J. Regional differences and its influencing factors of cultivated land use efficiency under carbon emission constraint[J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(4): 657–668.]
- [70] Yin G, Lin Z, Jiang X, et al. Spatiotemporal differentiations of arable land use intensity: A comparative study of two typical grain producing regions in northern and southern China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 208: 1159–1170.
- [71] Ke N, Zhang X, Lu X, et al. Regional disparities and influencing factors of eco-efficiency of arable land utilization in China[J]. *Land*, 2022, DOI: 10.3390/land11020257.
- [72] 刘传福, 王云霞, 曹建民. 城镇化对粮食产区耕地利用效率的影响[J]. *农业现代化研究*, 2022, 43(5): 803–813. [Liu C F, Wang Y X, Cao J M. The Effects of urbanization on the farmland use efficiency in grain-producing areas[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2022, 43(5): 803–813.]
- [73] Fei R, Lin Z, Chunga J. How land transfer affects agricultural land use efficiency: Evidence from China's agricultural sector[J]. *Land Use Policy*, 2021, DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105300.
- [74] 孙嘉阳, 张惠中, 张文信, 等. 山东省耕地利用效率时空差异及其影响因素分析[J]. *山东农业大学学报(自然科学版)*, 2021, 52(5): 853–859. [Sun J Y, Zhang H Z, Zhang W X, et al. Spatiotemporal differences and influencing factors of cultivated land use efficiency in Shandong Province[J]. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2021, 52(5): 853–859.]
- [75] 邹秀清, 王英, 武婷燕, 等. 江西省农业人口转移对耕地利用效率影响的门槛效应[J]. *资源科学*, 2019, 41(8): 1576–1588. [Zou X Q, Wang Y, Wu T Y, et al. Threshold effect of agricultural population transfer on cultivated land use efficiency in Jiangxi Province[J]. *Resources Science*, 2019, 41(8): 1576–1588.]
- [76] 张红梅, 宋戈. 黑龙江垦区耕地利用生态效率及其内部协调性[J]. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2019, (4): 160–168. [Zhang H M, Song G. Eco-efficiency of cultivated land use and internal coordination in Heilongjiang reclamation area[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2019, (4): 160–168.]
- [77] 毕雪昊, 杨亚琼, 邹伟. 农户非农就业、社会化服务购买对耕地利用效率的影响[J]. *资源科学*, 2022, 44(12): 2540–2551. [Bi X H, Yang Y Q, Zou W. The effects of farming households' non-agricultural employment and specialized service purchase on farmland use efficiency[J]. *Resources Science*, 2022, 44(12): 2540–2551.]

Research progress and hotspots of cultivated land use efficiency in China and internationally: Based on a bibliometric analysis

LIU Ke, ZHANG Anlu

(School of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: **[Objective]** The research on cultivated land use efficiency has received widespread attention from scholars both in China and internationally. Exploring the research hotspots and development trends in the world will provide a new perspective and direction for future research of cultivated land use efficiency and land use practice. **[Methods]** Based on the relevant literature collected by the China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WOS) databases, this study used the CiteSpace software to conduct visual analysis from the aspects of authors, research institutions, and keywords to systematically analyze the evolution and hotspots of the research on cultivated land use efficiency in China and internationally. **[Results]** The research results show that: (1) Research in China can be divided into initial exploration stage and stable development stage, while international research can be divided into initial exploration stage and rapid development stage. (2) Chinese researchers and institutions played a leading role in this research field, the overall international research capacity is weak, and cooperation across institutions needs to be strengthened. (3) International research mainly focuses on agriculture, land, and ecological environment, while Chinese research also involves resources and environment as well as arid areas. (4) International research topics can be divided into improving the cultivated land use efficiency and crop production, while Chinese research topics can be divided into specific regions and yields and efficiency of cultivated land use factors. (5) The main themes of relevant research is food security issues- evaluation of cultivated land use efficiency- research scale differences- investigation of constraints, and the research objectives and mechanisms of influence are diversified. **[Conclusion]** China's research on cultivated land use efficiency should be strengthened, and the international academic community should pay more attention to the issue of cultivated land use efficiency in special areas or specific regions, and explore the influencing factors of cultivated land use efficiency from various aspects in the future.

Key words: cultivated land use efficiency; research progress; hotspot analysis; bibliometrics; CiteSpace