

# 中国耕地集约利用研究现状及趋势分析

吕 晓<sup>1</sup>, 牛善栋<sup>1</sup>, 李振波<sup>1</sup>, 黄贤金<sup>2</sup>, 钟太洋<sup>2</sup>

(1. 曲阜师范大学地理与旅游学院, 日照 276826; 2. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

**摘 要:** 耕地集约利用关系到粮食安全、生态安全、农产品供给保障乃至经济社会的可持续发展。深入了解耕地集约利用状况及其变化过程、格局、机理、效应与调控等具有重要的理论与现实意义。该文采用文献分析法和系统归纳法, 对近 30 a 来中国耕地集约利用研究的概况进行了总结, 认为现有研究表现出了研究视角与分析尺度的多元化、研究内容的广泛化以及研究方法的实证化等主要特点, 并结合现有研究的不足提出了新形势下耕地集约利用研究的重点领域和方向, 旨在为进一步深化耕地集约利用研究提供科学依据。

**关键词:** 土地利用; 系统; 调控; 耕地; 集约化; 研究进展; 研究展望

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.18.030

中图分类号: F301.21

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2015)-18-0212-13

吕 晓, 牛善栋, 李振波, 黄贤金, 钟太洋. 中国耕地集约利用研究现状及趋势分析[J]. 农业工程学报, 2015, 31(18): 212—224. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.18.030 <http://www.tcsae.org>

Lü Xiao, Niu Shandong, Li Zhenbo, Huang Xianjin, Zhong Taiyang. Present situation and trends in research on cultivated land intensive use in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2015, 31(18): 212—224. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.18.030 <http://www.tcsae.org>

## 0 引 言

如何集约高效利用土地资源, 以妥善解决经济发展和粮食安全问题, 已成为社会各界关注的热点<sup>[1-3]</sup>。目前, 城乡建设用地的集约利用已得到较多关注, 相关研究日趋成熟, 且随着《节约集约利用土地规定》(国土资源部令第 61 号)的颁布实施步入了法制化推进的新阶段。与城乡建设用地的空间承载功能不同, 耕地承载着人类生存的基本食物来源, 其利用变化对粮食安全、生态环境的稳定性乃至社会安定等都具有重要影响<sup>[4-6]</sup>, 耕地集约利用问题理应得到更多关注。

刘纪远等<sup>[7]</sup>以卫星遥感数据作为主要信息源的分析显示, 尽管 20 世纪 80 年代末—2010 年中国耕地总量基本持衡, 但呈现出了“南减北增”以及旱地增加、水田减少等不均衡态势, 耕地的利用模式变化及隐性产能损失不容忽视。据此推断, 在当前非农建设大量占用耕地、城乡建设用地增减挂钩、耕地占补平衡、生态退耕以及农户生计转型等发展与政策环境下, 中国优质耕地的数量损失以及利用模式转型将持续推进。继续严格保护耕地数量与质量的同时, 优化耕地利用模式、科学增加投入、合理提高耕地集约利用程度成为中国未来保障粮食安全的有效途径。耕地集约利用是把“双刃剑”, 土地长期高强度利用和农用化学品过量投入对生态环境的负

面影响也日益显现。唯有让不间断地超负荷连轴转的耕地资源“喘口气”<sup>[8]</sup>, 实现集约利用程度与耕地自然生态本底特征及经济社会发展需求相匹配才是符合科学规律的耕地集约利用。因此, 面对国家粮食安全战略需求、生态安全基本约束, 在经济“新常态”、新型城镇化、新型工业化、农业现代化、绿色化、新型农业经营体系、新的消费结构与需求等新的发展形势下, 耕地集约利用的理论与实践探索均面临重大挑战, 亟需通过深入研究为政策调整与科学调控提供依据。

目前, 中国耕地集约利用研究的成果总量仍不够丰富、归纳总结性成果更少, 仅有的少量综述性研究<sup>[9-10]</sup>难以系统、准确地反映出耕地集约利用的研究现状、特征及发展趋势。鉴于此, 本文基于中国知识资源总库(CNKI)收录的相关研究成果, 结合国外部分研究, 采用文献分析与概括归纳等方法, 分析中国耕地集约利用研究的进展及展望, 以期今后该领域研究目标凝练和寻找后续研究的突破口等提供基础依据。

## 1 研究尺度

界定并明确研究对象的时间尺度和空间尺度是土地利用研究中一个十分重要的前提。否则, 往往就会用不恰当的甚至是错误的尺度去观察、说明或解释问题, 从而在一定程度上混淆对事物现象与本质关系的认识<sup>[11]</sup>。因此, 本文首先从研究视野范围(空间尺度)和研究时间序列(时间尺度)两个角度对中国耕地集约利用研究进行初步的梳理与总结。

### 1.1 空间尺度

从空间范围等级关系上可以将耕地集约利用研究的空间尺度大致划分为宏观(全国、省域、城市群、流域、

收稿日期: 2015-01-04 修订日期: 2015-08-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41301185); 山东省自然科学基金项目(ZR2013DQ018)

作者简介: 吕 晓, 男, 山东茌平人, 副教授, 博士, 主要从事土地利用与乡村发展研究。日照 曲阜师范大学地理与旅游学院, 276826。

Email: lvxiao@qfnu.edu.cn

较大区域等)、中观(中小城市、县域)和微观(乡镇、村庄、农户、地块)等 3 个层次。目前,国家尺度的研究多是对全国耕地集约利用整体水平分析的基础上,基于省域或东中西三大区域开展时空差异与影响因素的分析,成果相对较少;但开展省域尺度、城市群、流域、经济区等较大区域的案例研究成果大量涌现。同时,具体城市或县域的中观尺度研究比宏观尺度更容易把握耕地集约利用趋势与机理,案例研究也更为丰富,分布在全国各地,尤以东部、中部地区相对较多。而微观尺度研究多从农户这一土地利用主体入手,以农户家庭或具体地块为分析单元观测耕地集约利用行为并分析其影响因素,更加具体。国外不少学者基于地块尺度开展耕地集约利用对生物多样性、水土流失及环境影响<sup>[12]</sup>。但是鉴于地块尺度数据搜集的困难性,国内从地块尺度探讨耕地集约利用评价的成果相对较少,仅有安玉娟等<sup>[13]</sup>、孔祥斌等<sup>[14]</sup>、郝海广和李秀彬<sup>[15]</sup>、张新焕等<sup>[16]</sup>采用农用地分等基础调查数据、农户访谈数据等进行了分析。

耕地集约利用具有一定的地域空间特征<sup>[17]</sup>,微观小尺度耕地利用过程往往受大尺度过程的制约,而大尺度过程是由众多小尺度耕地利用相互作用累积的结果。农户的尺度特征是可以进行上移的,在地块、村落、乡镇尺度上产生农户土地利用整体上的 consistency 特征<sup>[18]</sup>。从已掌握的文献来看,尽管诸多研究从不同的空间尺度上对耕地集约利用进行了探讨,但关于适宜尺度的选择、适应尺度特征的指标选取、不同尺度间对比分析以及尺度转换问题等尚未引起足够的重视。尤其是对不同农业分区的耕地集约利用研究及其可比性问题尚未得到很好的解决。

## 1.2 时间尺度

时间尺度研究一般受限于基础数据的获取。官方统计数据具有时间连贯性,能够为长时间序列的耕地集约利用研究提供基础条件,鉴于此不少学者选择多个长时间尺度进行全国或部分区域耕地集约利用过程分析,并尝试探索其变化规律。然而,由于获取长时间连续的农户调查数据较困难,农户、地块等微观尺度的耕地集约利用研究多采用截面数据。此类研究仅能反应一定时间、地点等客观条件下耕地集约利用的现状及其与相关因素的内在联系。众所周知,长时间序列面板数据的分析对探索耕地集约利用的变化规律和趋势具有明显优势,尤其是便于开展时间和空间双重尺度上的耦合分析,更容易得出具有指导意义的成果。因此,系统开展农户等耕地利用主体相关经济活动的持续调查观测并加强数据共享对推动耕地集约利用研究的时空尺度融合具有重要价值。

## 2 研究内容

国外早期耕地集约利用的相关研究主要集中于农业集约化方面<sup>[19-20]</sup>;后来,农地集约利用的概念被逐渐提起,并围绕农地集约度的变化<sup>[21]</sup>、评价<sup>[22]</sup>、驱动<sup>[23]</sup>以及各类效应<sup>[24-25]</sup>等展开了系列研究。近 30 a 来,中国耕地集约利用相关研究逐渐丰富,在地理学、土地科学、经济学等学科理论指导下逐步深化,不同地域、不同时空尺度、不同经济社会背景下中国耕地集约利用的现状、

变化规律、驱动机理等均得到了较为深入的探索,研究内容主要体现在以下方面:耕地集约利用的内涵;耕地集约利用评价;耕地集约利用的影响因素;耕地集约利用的效应;耕地集约利用的途径。

### 2.1 耕地集约利用的内涵

作为一种与粗放相对应的利用方式,对耕地集约利用内涵的理解首先体现在对耕地投入与产出的关注上。伊利·理查德·T 认为:“对现在已利用的土地增加劳力和资本,这个方法叫做土地利用的集约”<sup>[19]</sup>。因此,耕地集约利用实质上是耕地利用主体增加单位面积的劳动投入和资本投入以期获得更多经济产出的过程<sup>[26]</sup>。当然,集约利用不能被简单地视为增加生产要素投入。因为在“增长即发展”的错误思想指导下,片面追求高投入、高产出的集约化土地利用方式已经或正在实际生产中产生一系列生态经济问题<sup>[27]</sup>。鉴于此,投入的有效性<sup>[28]</sup>被视为耕地集约利用的重要内涵之一。这就要求在不影响耕地生态安全和农产品质量安全的前提下,适度增加现代农业生产要素的投入,保护性地提高耕地利用程度<sup>[29]</sup>。由于土地报酬递减规律的存在,耕地集约利用是有限度的。因此,从产出水平测算的耕地生产潜力开发程度也被视为耕地集约利用的重要内涵之一<sup>[30]</sup>。同时,集约利用的动态性<sup>[28]</sup>、不同种植结构<sup>[31]</sup>与耕地质量背景下的耕地集约利用内涵<sup>[3]</sup>的探讨也均引起了一定的关注。

综合来看,许多学者尝试对耕地集约利用的内涵进行界定,但多围绕投入与产出的视角展开,主要体现为合理增加投入并追求经济、社会、生态综合效益的最大化。不可否认的是,这在一定程度上带来了耕地集约利用与耕地利用效率内涵的混淆。作为一种具有时空特征的土地利用方式,区域土地资源科学配置和结构优化的前提<sup>[32]</sup>尽管被提及,但尚未引起关注;不同空间尺度上耕地集约利用内涵的差别、耕地集约利用的时代内涵与国情特点等也尚未引起应有的重视。总结现有研究成果并对其未来发展进行初判的基础上,笔者认为基于地理学、土地科学视角的耕地集约利用内涵可概括为:①微观尺度上,关注耕地利用主体的劳动、资本、技术等生产要素投入的数量、结构及其有效性,同时强调不同耕作制度、作物种类以及耕地质量本底背景下的耕地利用强度;②中观与宏观尺度上,注重耕地资源配置效率提升背景下的集约利用模式优化;③时间尺度上,体现阶段性、可持续性,对生态文明建设、农村土地制度改革、新型城镇化等经济社会发展形势变化具有适应性,是一个动态的过程。

### 2.2 耕地集约利用的评价

结合对内涵的理解与界定,对集约利用的程度、限度以及变化过程与特征等进行评价分析是耕地集约利用研究的主要内容之一。目前对耕地集约利用评价可从频度指标、产出指标与投入指标<sup>[2]</sup>等 3 个方面考虑,主要途径有:①直接利用频度指标(主要是复种指数)分析耕地集约利用变化<sup>[33-35]</sup>;②直接利用耕地投入或产出指标来度量耕地利用集约程度,比如采用价值形态或实物形态的单位面积投入的物质成本和劳动力成本指标<sup>[14,19,36-39]</sup>,或采用

单位土地面积的产量测算耕地利用集约程度<sup>[40-41]</sup>; ③构建综合评价指标体系进行复合测度。

土地利用集约度是度量土地利用集约或粗放程度的指标, 李秀彬等<sup>[42]</sup>将其定义为: 单位时间单位土地面积上非土地投入的数量, 并从产出测度与投入测度、实物形态测度与价值形态测度、综合测度与分项测度、初级集约度与次级集约度、单纯测度与复合测度等 5 个方面深刻且全面地将土地利用的集约测度内涵与方法进行了总结。同时, 现有研究多以投入强度、利用程度、产出效果(或利用效益、利用效率)、持续状况等方面为准则层, 在此基础上筛选隶属于不同准则的具体指标, 构建综合评价指标体系。需提及的是, 鉴于“压力—状态—响应”(pressure-state-response, PSR)以及在此基础上改进而来的“驱动力—压力—状态—影响—响应”(drive force-pressure-state-impacts-response, DPSIR)模型框架可较为清晰地描述耕地集约利用相关影响因素间的逻辑关系, 因此作为选择指标与构建评价框架的思路得到了较多运用。然而, 对比可见, 无论是 PSR 还是 DPSIR 框架, 其所选用的指标都和前述指标体系有较多重复。比如, 状态指标(state, S)在内涵上表现为耕地集约利用的水平, 和耕地集约利用程度指标基本是一致的; 反应指标(response, R)则多表现为耕地产出状况, 与产出效果或产出效益的指标多有重合。

综合来看, 运用频度、投入或产出等单项指标测度能够在某个侧面对耕地集约利用情况进行深入剖析, 更能说明某一个方面的问题。但无论从哪一个方面来测度, 都难以全面反映耕地集约利用综合性。因此, 具体应用中通常将频度、投入与产出指标等相结合, 构建综合的评价指标体系。然而, 分析现有文献可以发现, 部分作者可能存在指标选择的误区, 即认为指标选择越多越好、越细越好。事实上, 过于宽泛的指标体系, 往往导致指标之间的相关性增强, 进而影响评价结果的准确性。也有学者采用主成分分析法<sup>[43-44]</sup>对指标进行降维以规避指标相关性的问题。但值得指出的是, 评价指标选取应该更多地取决于研究对象本身以及研究目的。正如李秀彬等<sup>[42]</sup>指出, 研究对象的时空尺度影响着指标的有效性和数据的可得性, 是需要考虑的重要因素。他同时根据土地利用变化研究的目的和尺度推荐了相应的集约度测度方法(表 1)。然而, 尽管有学者通过构建“相对复种指数”和“相对粮食总产量”概念统筹兼顾社会经济因素和自然因素, 综合考虑气候因素的影响<sup>[45]</sup>, 但纵观已有文献, 对不同时空尺度与不同区域的气候适应度、种植结构、耕地质量本底下指标选择差异的关注明显较少。

另外, 分析耕地集约利用的时序变化、区域空间差异有助于更好地把握耕地集约利用水平变化特征与规律, 解释其驱动机理。但是, 可比性是差异分析的基本前提。目前多数学者忽视了可比性问题, 仅就耕地集约利用的表象进行评价比较<sup>[3]</sup>, 难以对耕地利用中多种作物集约度的变化和空间差异本质以及自然、市场、政策等背景因素进行更好的解释。因此, 不同区域的耕地集约利用水平差异情况需要综合耕地质量、种植结构、区域

农产品市场发育等多种因素进行分析。现有的时空差异探索多是依据单项或综合指标体系评价结果进行描述性分析, 仍需在理解差异背景和原因的基础上进行深入的归纳与总结。

表 1 根据土地利用变化研究目的和尺度推荐的集约度测度方法  
Table 1 Recommended measures of land use intensity according to objectives and scale of land use change study projects

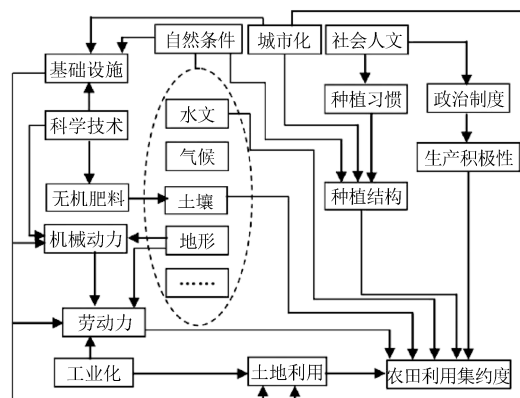
研究目的 Research objectives	短期地方尺度 Short-term and local scale	长期大区域尺度 Long-term and regional scale
解释土地利用变化的原因 Explain the driver factors of land use change	价值形态测度、投入测度	实物或价值形态测度、综合测度
评价土地利用变化的环境和生态效应 Evaluate the environmental and ecological effects of land use change	实物形态测度、单项测度	实物形态测度、综合测度、复合测度
评价土地利用变化的经济和社会效应 Evaluate the social and economic effects of land use change	投入测度与产出测度相结合	投入测度与产出测度相结合; 实物或价值形态测度

注: 引自文献[42]。

Note: From literature[42].

## 2.3 耕地集约利用的影响因素

分析耕地集约利用的各种影响因素, 有助于加深对耕地集约利用的原因、内部机制和基本过程的理解, 实现对其未来变化发展趋势的预测和调控, 为耕地资源的可持续利用提供决策参考。乔家君等认为农田利用集约度是农业生产者在自然条件、经济发展、政治制度、社会人文等环境的约束下, 结合自身资源条件对农田利用效果的评价<sup>[46]</sup>, 从自然环境、社会经济环境等两个大的方面入手分析了耕地集约利用的内在机制(图 1)。



注: 引自文献[46]。

Note: From literature[46].

图 1 耕地集约利用的内在机制

Fig.1 Factors' interaction mechanism of infecting farmland use intensity

由于耕地集约利用特征和变化过程与时空尺度紧密相关, 因此在不同的尺度上耕地集约利用驱动机理也不同。朱会义<sup>[2]</sup>认为人口压力、市场刺激和政策驱动是宏观尺度解释土地利用集约化的主要因素; 同时, 人们揭示的很多土地利用集约化的限制因素涵盖了自然因素、市场因素、体制因素等多个方面。可见, 市场、体制因素

对耕地集约利用的影响具有复合性。正如有学者曾经分析了 91 篇热带地区农业集约化研究文献，试图从中总结出土地利用集约化的驱动因素，结果却发现大量的因素可以驱动土地利用集约化，而且不同区域土地利用集约化的驱动因素存在很大差异，很难从中找出一般性的主导因素<sup>[47]</sup>。事实上，笔者通过中国耕地集约利用相关文献的分析也发现，不同区域、不同尺度的耕地集约利用影响因素十分繁多，难以精确的体现。但归纳起来，主要是农户（耕地利用主体）自身特征、自然因素、社会经济因素以及政策制度因素几类。

一般来看，在微观尺度上，劳动力年龄、受教育水平、家庭收入数量与结构、非农就业、务农机会成本等对耕地利用集约度均具有显著的影响作用<sup>[15,48-50]</sup>，农户对资源环境、社会政策等因素变化做出响应进而形成不同的农户土地利用行为特征是导致地块尺度耕地利用集约度差异的重要微观动因<sup>[14]</sup>。在更高的尺度上，耕地自然本底条件是影响耕地利用集约度的首要正向驱动因素<sup>[1]</sup>，且在不同的自然历史阶段，驱动因素表现出不同的特征，影响耕地利用的结构<sup>[51]</sup>，如自然灾害的持久性对甘肃省的农业生产带来很大的影响，很大程度上制约着耕地的集约利用<sup>[52]</sup>；农业气候适宜度制约着中国农用地集约度的空间布局<sup>[53]</sup>。社会经济因素是中观与宏观尺度的耕地集约利用驱动力<sup>[14]</sup>，但在不同的经济发展阶段，人口因素、科技因素、制度和政策因素分别起到不同的作用<sup>[54-55]</sup>。例如，土地整治战略的大力推行，明显加快了项目区农田水利设施和农村基础设施建设，对提高耕地复种指数、促进集约利用有显著影响<sup>[56]</sup>。此外，农产品市场可达性<sup>[57]</sup>、景观细碎化<sup>[58]</sup>、耕地资源禀赋<sup>[59]</sup>、耕地产权保障<sup>[60]</sup>等因素在一定程度上对耕地集约利用产生影响。从不同地貌区<sup>[61]</sup>、不同经济发展水平<sup>[31,49]</sup>、不同城市化水平<sup>[62]</sup>、不同城镇化类型<sup>[26,63-64]</sup>等视角分别分析耕地集约利用驱动机理的研究也发现，平原、丘陵、山区三大地貌区耕地集约利用的影响因素各异，但经济发展水平以及土地、人口和社会城镇化水平是影响耕地集约利用的必然因素。

现有研究通过综合分析、针对某一侧面的专门分析以及不同视角下的对比分析较为深入地揭示了多种因素对耕地集约利用的影响。然而，目前耕地集约利用机理的探讨还不够系统，尤其是宏观社会经济发展、耕地质量本底特征等多种因素影响下，小农户、种植大户、家庭农场、合作社、农业企业等不同利用主体的集约意愿、行为及其变化过程的探讨还有待进一步深入；经济“新常态”、新型城镇化、新型经营主体、新的消费结构与需求等新型发展因素对耕地集约利用的影响机理尚未引起重视；融合地理学、经济学、管理学、社会学等多学科理论基础的综合性分析框架有待构建。

## 2.4 耕地集约利用的效应

耕地集约利用过程会对与之联系的诸多因素产生相应的反馈，可称之为耕地集约利用的效应。目前，耕地集约利用的生态环境效应已引起国内外长期关注，其主要表现为长期的土地高强度利用和农用化学品过量投入导致的土壤养分失衡、土壤酸化、有害物质积累等土壤

退化及水体污染、水量下降、生物多样性衰退等生态环境质量问题<sup>[12,16,65-67]</sup>，这些负面效应给生态系统本身与环境都带来了巨大压力和严重威胁。区域尺度上的实证分析发现耕地集约利用水平与生态系统服务价值呈负相关关系<sup>[68]</sup>；地块尺度上的环境负荷率也随集约度的增高而增长，且集约结构差异导致耕地环境压力的不同变化趋势<sup>[16]</sup>。同时，耕地集约利用对粮食生产、经济发展（尤其是农业经济）以及城镇化的反馈效应也引起了部分关注。相对来讲，耕地集约利用的粮食生产效应研究较多。针对不同案例区的研究表明，粮食安全与耕地集约利用水平具有很强的相关度<sup>[69-70]</sup>；耕地集约利用度可以解释江苏省平均粮食单产差异的 57.04%<sup>[71]</sup>；随着江苏中北部耕地利用集约度提升，粮食生产功能总体趋于强化<sup>[72]</sup>。但也有学者认为从粮食生产的视角来看，改革开放以来中国耕地集约利用程度的不断提升并未带来粮食产量的持续稳定增长<sup>[73]</sup>。理论上，耕地集约利用会带来农业产出的增长效应，体现为增加投入获取的规模收益。有研究指出，随着农地集约利用指数的提高，农民人均纯收入水平也将会不断提高<sup>[74]</sup>；长期内农地利用集约度每提高 1%，会引起农民收入水平提升 0.41%<sup>[75]</sup>。同时，耕地集约利用可从劳动力供给与原材料供给等多方面促进城镇化发展<sup>[64]</sup>，但相关的实证分析较少。

从理论上来看，耕地集约利用的效应体现在自然、经济、社会等多个方面，但目前相关研究仍然相对较少。在以耕地投入为切入点的集约利用研究中，其经济产出效应的分析往往被湮没在农业生产效率、农业经济相关探讨中；其带来的生态环境效应则主要是土壤学相关学者以集约化农业为视角的一些微观试验研究。因此，关于经济、社会及生态环境方面的效应有待进一步梳理与深入，构建相应的综合性分析框架，从不同的视角、尺度揭示耕地集约利用对区域资源配置、乡村发展、生态环境质量等的反馈机制，进而形成对耕地集约利用效应的综合认识。

## 2.5 耕地集约利用的途径

评价耕地利用集约度以及探索其驱动机理、效应是为了更好地发现耕地利用中存在的问题，促进资源的优化配置、耕地的集约利用，以期获得较高的综合效益。而多视角制定合理有效的对策措施是实现该目标的关键。当前耕地集约利用的途径主要体现在政府调控、市场机制、农户响应等方面。

政府对耕地集约利用调控主要体现在农业生产及土地利用政策上。目前，中国政府通过完善粮食补贴、良种补贴、农机补贴、农业保险补贴等农业支持政策和稳定土地承包经营权政策，较大地激励了农户、合作社等耕地利用主体合理增加投入；通过加大财政投入实施土地整治战略、开展中低产田改造，有效提高了耕地利用条件，稳定了耕地集约利用的基础。而在市场经济条件下，明晰产权是优化耕地资源配置的重要先决条件<sup>[48]</sup>，同时鼓励农户进行土地经营权的退出或流转，不仅可以达到优化土地资源配置的目的，亦可以在此基础上不断提高耕地利用效率<sup>[76]</sup>；其次，运用市场机制稳定农产品价格<sup>[77]</sup>，协调供求关系，在适度降低投入成本的同时，

提高耕地经济产出,才能更好地激发农民种地的积极性。因此,农户作为耕地利用的主体,其响应是耕地集约利用的关键。从长远发展看,要提高耕地集约利用水平,不仅要有一定数量的劳动力资源作为保障,而且还要提高劳动者的科学文化素质<sup>[78]</sup>,注重向劳动者广泛传授农业技术知识,引导与培养各类耕地利用主体进行生产经营的市场观念与意识,合理调整农业结构,在稳定粮食产量的基础上,挖掘耕地农业利用价值<sup>[79]</sup>。综上所述,有针对性的耕地集约利用途径仍十分薄弱,缺乏系统性、可操作,亟需在深入分析耕地集约利用驱动机理的基础上,构建切实有效的集约途径,为新型农业经营体系中不同主体的集约利用行为提供良好的环境。

3 数据获取手段与研究方法

3.1 数据获取的主要手段

数据获取的手段对研究的规范性、准确性以及可比性等具有重要影响。耕地集约利用研究数据的获取主要有查阅官方统计资料、开展农户调查、遥感解译及田间试验等多种手段。在中观、宏观尺度的研究中,涉及的

耕地面积数据多是来源于国土资源系统官方统计资料或遥感解译数据,而相关的社会经济数据主要源自相关地区统计年鉴、农村统计年鉴、农产品成本收益资料汇编等各类统计资料。值得提出的是,部分研究将耕地质量数据运用到了耕地集约利用评价中,主要是采用农用地分等成果<sup>[3,30]</sup>、耕地综合生产能力调查数据<sup>[13]</sup>。在微观尺度相关研究中,农户层面或地块尺度的耕地利用、投入、产出等数据主要通过开展农户调查获取。与多数学者通过课题组亲自组织开展入户调查不同,庞英等<sup>[80]</sup>将山东农产品成本调查总队入户调查数据作为样本,开展了耕地集约利用研究。可见,目前数据获取的主要手段较多,但不同获取途径的数据可比性难以保证,给开展多尺度的综合研究带来了一定的障碍。

3.2 主要的研究方法

借鉴土地利用变化研究的“过程—格局—机制—效应”分析思路,以耕地集约利用程度评价、时空变化过程、驱动机制与效应为主线,对涉及到的主要研究方法进行梳理,主要归纳为统计分析与计量分析方法、GIS 空间分析技术与方法、其他研究方法等主要类别(表 2)。

表 2 耕地集约利用研究涉及的主要方法  
Table 2 Main methods in research about cultivated land intensive use

主要内容 Main content		统计与计量分析方法 Statistics and econometric analysis methods	GIS 空间分析技术与方法 Spatial analysis method and technique of GIS	其他方法 Other methods
集约 利用 程度 评价	单项测度的描述	均值、中位数、众数、方差、偏度、频数、对比分析	GIS 空间表达	模糊神经网络模型、SOM 神经网络模型、能值分析
	指标体系构建与评价	多因素综合评价法、主成分分析法、投影寻踪法、灰色概率模型、模糊综合评价法、理想解法、PSR 模型、DPSIR 模型		
	指标权重确定	熵值法、层次分析法、Delph 法、变异系数法、模糊聚类分析法、模糊综合评价法、BP 神经网络方法、方差法		
集约水平时空变化分析		聚类分析法、重心分析法、Kernel 密度估计法、双重自组织模型、主成分分析法	空间插值、空间网络分析、GIS 空间表达、叠置分析、探索性空间数据分析(ESDA)	三角模型
驱动机制分析		灰色关联分析、回归分析、相关分析、典型相关分析、主成分分析法、Tobit 回归、双对数回归、协整分析、耦合度模型、协调度模型、通径分析法		
集约效应分析		因素分解法、多层线性模型、系统聚类分析法、回归分析		

3.2.1 统计分析与计量分析方法

利用统计分析方法和计量分析手段描述耕地集约利用状况、开展定量评价并探究其驱动机理的研究较为多见。一般用均值、中位数、众数、方差、偏度、频数等基本统计指标对获取的数据进行初步分析。有研究利用农户调查资料对地块<sup>[14-15]</sup>、农户<sup>[49]</sup>等微观尺度的各类耕地投入情况进行统计描述并对比,也有研究对长时间序列的复种指数及各类投入要素的变化进行描述性分析,据此探究较大尺度上的耕地利用集约度结构及其变化<sup>[33,36]</sup>。但考虑到相对简单的描述性分析一般难以从多视角、多层次表达出耕地集约利用的内涵,已有研究多在构建指标体系的基础上运用多因素综合评价法(综合指数法)<sup>[32,79,81-83]</sup>、主成分分析法<sup>[43-44,80]</sup>、投影寻踪法<sup>[29]</sup>、模糊综合评价法<sup>[44]</sup>、灰色概率模型<sup>[84]</sup>、理想解法(又称相对接近度法、Topsis 模型, technique for order preference by similarity to ideal solution)<sup>[85]</sup>等进行综合评价。

在多因素综合评价法的应用中,科学确定指标权重十分关键。目前的权重确定方法主要有专家主观判断的

Delph 法(专家打分法)<sup>[79,82]</sup>、层次分析法<sup>[32]</sup>,以及凭借数理模型和知识推理的客观赋权方法,如 BP 神经网络方法<sup>[4]</sup>、方差法<sup>[86]</sup>、熵值法<sup>[17,51,83,87]</sup>等。一般而言,在指标权重的确定、分级时主观判断结果可能和客观赋权差异甚大,不同评价方法对集约利用水平的计算可能有明显区别。因此,采用客观与主观赋权法相结合、运用不同方法开展集约评价并进行结果比较分析,对相互验证评价结果、提高评价准确性具有重要意义。

在科学评价结果的基础上,还需对耕地集约利用水平进行时空演变态势与驱动机理的探索。除了聚类分析<sup>[88]</sup>之外,Kernel 密度估计法与双重自组织模型<sup>[87]</sup>等均在耕地集约利用水平的时空差异描述方面得到了应用,体现出了统计分析方法的优点。同时,相关分析<sup>[31]</sup>、典型相关分析<sup>[26,78]</sup>、多元线性回归<sup>[1]</sup>、Tobit 回归<sup>[49,59]</sup>、双对数回归<sup>[48]</sup>、协整分析<sup>[60]</sup>、耦合度模型<sup>[89]</sup>、协调度模型<sup>[90]</sup>等方法被较为普遍的应用在对耕地集约利用水平与城镇化、经济增长、农户特征等诸多影响因素的关系评判上,因素分解法<sup>[72]</sup>、多层线性模型<sup>[71]</sup>则被用于评价耕地集约

利用对粮食生产的影响上,种类繁多的统计与计量分析方法为定量揭示耕地集约利用的驱动机理与效应提供了技术支持。

综合来看,在计算机软件技术的有力支持下,统计与计量分析方法目前得到了十分广泛的运用,但也呈现出一种重结果轻过程、重计量轻机理等不良趋向。尤其是,不同方法在不同时空尺度研究中的适用性、实用性以及结果的验证等尚未引起足够的研究与重视,方法繁多却难以构成科学的体系。

### 3.2.2 GIS 空间分析技术与方法

GIS 空间分析技术为耕地集约利用研究中大量矢量数据、栅格数据以及属性数据的加工、处理、分析和统计提供了良好的平台支持。目前 GIS 空间分析技术与方法多被运用在宏观与中观层面的耕地集约利用水平空间差异分析上,例如基于 GIS 平台结合中心分析法开展河南省耕地利用集约度的重心迁移分析<sup>[46]</sup>;另外,李静等、乔家君等、朱传民等均关注到了耕地集约利用的空间自相关问题,采用以空间关联测度为核心的探索性空间数据分析(exploring spatial data analysis, ESDA)开展了部分地区耕地集约利用水平的空间格局分析<sup>[17,46,61]</sup>,推动了空间分析方法的应用。同时,尽管有较多研究<sup>[51,90]</sup>在利用 SPSS 软件进行聚类分析的基础上结合 GIS 平台开展空间差异的聚类显示,在一定程度上体现出了研究方法的复合性,但既考虑其自身属性又考虑其空间关系的空间聚类方法应用仍有待进一步深入。综合来看,多数研究仅仅运用了 GIS 技术平台的数据处理、空间显示与部分空间分析功能,存在一定的局限性。空间网络分析、空间插值以及空间分析方法与经济学、统计学等其他方法相结合的复合型方法均能有力推动具有时空尺度特征的耕地集约利用研究的深化,理应成为未来研究的一个重要方向,有待进一步探索。

### 3.2.3 其他研究方法

采用系统模拟的方法和手段开展农户耕地利用行为模拟是耕地集约利用研究中亟待关注的重要方向。目前,当采用自下而上的方法研究和分析个体行为对土地利用变化影响的时候,多智能体方法(agent-based modeling, ABM)是当今国际研究中较常使用且较为有效的方法<sup>[91]</sup>,并且多在小尺度(如村庄)上进行<sup>[92]</sup>。从已掌握的文献来看,多智能体方法已经较多的运用在土地利用类型转换、作物种植结构等农户土地利用决策模拟方面<sup>[93-94]</sup>,涉及到农户耕地投入变化等集约度变化的则相对较少,仅有部分研究涉及农户劳动力投入(是否返耕)<sup>[92]</sup>、农资投入<sup>[93,95]</sup>等,系统围绕耕地集约利用内涵开展主体模拟的报道相对较少。系统模拟的方法和手段在耕地集约利用行为的模拟与预测方面较为便利,但系统参数设定的准确程度不仅决定模型运行结果的准确性,还影响预测精度,且系统模拟需要研究人员具备一定的建模能力,在一定程度上限制了其运用范围<sup>[96]</sup>。

鉴于能值形态可以更好地解决不同研究范围耕地各种投入的量纲统一问题,能够有效克服价值形态或实物形态测度的不足,曹志宏等<sup>[97]</sup>、谢花林等<sup>[38,98]</sup>、姚成胜

等<sup>[39]</sup>先后以能值形态为量纲综合耕地各实物投入来量化分析耕地集约利用的时空变化,并分别开展了不同尺度的实证分析,拓宽了定量分析的新思路。

另外,基于扩展的径向基神经网络和 TSK 模糊系统来构造具有动态的模糊神经网络模型<sup>[99]</sup>在解决指标赋权问题上具有独特的优势,得到的农用地集约利用评价结果更符合实际情况,但由于该模型需要进行多次训练调试以达到最佳状态,应用难度较大。具有自组织特征的 SOM 神经网络模型对耕地利用集约度指标可进行较好地聚类分析<sup>[100]</sup>,得到的分区结果符合实际。同时,三角模型作为一种平台能够很好地图解耕地集约利用评价结果的综合状况及趋势,且直观、简明、易于理解和应用<sup>[101]</sup>。

## 4 研究展望

作为地理学、土地科学、经济学等学科研究的基础领域,耕地集约利用研究目前已取得重要进展,但还不能满足中国经济社会发展,尤其是新型城镇化、“五化同步”、耕地保护、土地整治等国家战略需求对耕地资源利用的期望与要求。借鉴已有成果的基础上,本文认为未来可能需重点回答下列科学问题:①解释新的发展要素对耕地集约利用的影响过程,特别是传统的发展要素和新的发展要素影响的差异,重点关注新型城镇化、农业现代化、全球化、经济新常态、新的消费方式、全球变化等新的发展要素及其集成累积作用对耕地集约利用的模式、结构、功能、效应的影响。②揭示耕地利用的集约化过程对人地关系地域系统的反馈机制。耕地利用集约化的主体、结构、规模、方式、程度等对区域土地资源配置、乡村发展以及城镇化进程、资源环境系统提出了新的要求,会对自然、经济、社会以及生态环境产生一定的扰动,这是耕地集约利用对人地关系地域系统作用的核心。③探明耕地集约利用与区域乡村发展、城乡一体化、区域生态环境质量之间的协同过程和耦合机制,构建耕地利用集约化过程一格局一机制的理论与方法体系,实现对耕地集约利用的有效调控。

立足上述主要科学问题,需要选取适宜尺度、典型区域,构建中国耕地集约利用的研究体系,探索耕地利用集约化的过程、格局、效应和趋势,提出耕地集约利用的典型模式和特色路径。以下内容值得重点关注:

### 4.1 耕地集约利用评价中的尺度及尺度转换问题

由于土地利用过程的复杂性、影响因素的综合性、变异性等,人们往往难以完全清楚地了解及掌握其变化规律<sup>[102]</sup>。因此,耕地集约利用程度、过程及时空差异的评价都隐含着重要的尺度内涵。不同尺度下集约利用差异、目标区别、模式转换等都有待深入探索,进而透过耕地利用集约度的变化表象洞悉其驱动机理,明确并实现特定空间尺度上耕地集约利用的社会、经济及生态环境效益目标。

未来耕地集约利用评价的开展需要从不同尺度的数据获取、影响因素识别和机制分析等方面进一步深入探讨。耕地集约利用问题需要不同时空尺度的数据去观察、理解和表达。开展集约评价首先必须处理各种不同尺度



的土地利用数据,洞悉不同规模层次上的数据给人们理解耕地集约利用内涵与过程所带来的差异。在此基础上,科学选择合适的尺度对耕地集约利用过程进行刻画,并探究评价结果与信息如何在不同尺度之间实现转换,在特定的时空框架内辨析影响因素,进而深刻理解不同尺度上驱动因素的作用过程,揭示出耕地集约利用演变的内在机制。耕地集约利用过程可能在不同尺度上表现出迥异的特征,且不同尺度间的效应相互作用,尤其是这种相互作用较大程度上增加了不同尺度分析的难度,可能是已有耕地集约利用评价中较少涉及尺度转换问题的重要原因。因此,根据研究目的选择合适的时空尺度开展评价,将研究结果通过尺度转换和尺度效应延伸到其它尺度,进而探究科学推进不同尺度耕地可持续集约利用的政策路径成为耕地集约利用研究中尺度及尺度转换方面的重要方向。

#### 4.2 耕地集约利用的“过程—格局—机制”研究

耕地利用集约化是土地利用变化研究的重要内容之一。亟需在既有土地利用变化研究的科学基础上,综合多学科理论构建耕地集约利用的理论分析框架,分析耕地利用集约化的内外过程,刻画耕地集约利用的主体结构、时空格局,解析耕地利用集约化的动力机制、实现机理和调控机制。在此基础上,深入探究耕地集约利用对经济社会、资源环境的反馈效应,明确因地制宜、具有适应性的典型模式,探索集约利用与休耕相结合的、具有中国特色的调控路径。

不同区域的耕地集约利用过程和格局目前已得到较多关注,但仍有很多问题尚未得到解决。下一步要科学认识和理解耕地利用主体的集约意愿、行为和所引致的集约利用自身发展过程,及其与区域自然环境本底及经济社会发展过程的协同,沿着不同耕地利用主体(农户、家庭农场、合作社、农业企业等)——不同区域(单体村落、乡镇、县域、流域、景观单元、经济区、省域、国家等)的基本脉络,分析不同尺度的耕地利用集约化格局,进而揭示耕地利用集约化的阶段性特征和演化规律,解析耕地集约利用在转变农业发展方式与耕地保护中的重要作用。进而从要素—过程集成的角度,系统分析传统的发展要素、新的发展要素(如新型城镇化、农业现代化、经济新常态、新的消费方式、全球变化、新的农业经营主体等),筛选影响耕地利用集约化可持续发展的驱动要素,进而甄选与量化不同阶段驱动要素及贡献作用参数,探索新形势下耕地可持续集约利用的动力机制。

加强耕地集约利用的可持续模式研究是将耕地集约利用理论探索与田野实践紧密联系的重要桥梁。亟需研究不同农业经营模式下国际、国内耕地集约利用的典型形态和类型、发展过程和运行方式、运行机制,探究因地制宜的要素组合方式及要素利用方式,提出具有中国特色、对转变农业发展方式具有引领作用和示范作用的耕地集约利用可持续模式。

#### 4.3 多种方法与技术手段综合集成的研究方法体系构建

耕地集约利用过程涉及内容广泛,要求有系统化的

研究方法体系提供基础支撑。从尺度与区域选择—调查设计—数据获取—数据分析—结果提炼的整套过程入手,结合遥感与GIS平台,建立信息采集、管理、预测和评估综合系统平台,实现耕地集约利用的现状评价、过程分析、动态模拟、决策支持,为深入分析耕地集约利用过程、格局、机理和效应提供技术支撑,使研究成果更为科学、准确、可信。目前,亟需从有效的测度方法和多源数据整合方法入手,推进耕地利用集约化的监测和制图,为进一步的动态模拟、决策支持等提供基础平台。

提高耕地利用集约度,在不增加环境压力的情况下从相同面积甚至更少的耕地上生产更多的粮食是未来保障粮食安全的最有效途径<sup>[1, 6, 103-105]</sup>。尽管目前中国耕地集约利用研究已较丰富,但仍需进一步深入探索,助推“新常态”下中国农地利用转型,切实保障国家粮食安全、生态安全与农村可持续发展。

## 5 结 论

本文从研究尺度、研究内容、数据获取手段与研究方法等3个方面对中国耕地集约利用研究现状进行了系统总结,并将其现状特征归纳为3个方面:

1) 研究视角与分析尺度的多元化。学者们对耕地集约利用的研究已经有单学科转化为土地科学、经济学、生态学、地理学等多视角的系统考察,尤其是地理学的综合性思维为整合多视角研究提供了重要途径。在多学科理论支持下,不同时空尺度的各类实证分析均已较多,但适宜尺度的选择、适应尺度特征的指标选取、不同尺度间对比分析以及尺度转换、时空尺度耦合等有待进一步深入。

2) 研究内容的广泛化。现有研究对耕地集约利用的内涵界定、集约程度及其时空特征评价、影响因素与作用机理以及集约反馈效应与调控途径等多个方面进行了广泛探讨,且部分研究已较为深入,但水田、水浇地、旱地等耕地子类的集约利用细化研究仍十分欠缺,集约评价的科学性、影响机理的系统性、集约效应的综合性以及调控途径的有效性等内容与深度均有待拓展。

3) 研究方法的实证化。现有研究的理论与实证结合更加紧密,特别是注重运用遥感、GIS、农户调查等手段获取和处理相关数据,并通过构建计量模型进行实证分析。但是研究方法上体现出来的重计量轻机理、重结果轻过程轻验证等倾向有待克服,多学科耦合的系统方法体系亟待构建。在此基础上,指出了未来可能需重点回答的3个科学问题以及值得重点关注的3方面研究内容。

#### [参 考 文 献]

- [1] 王国刚,刘彦随,陈秧分. 中国省域耕地集约利用态势与驱动力分析[J]. 地理学报, 2014, 69(7): 907—915.  
Wang Guogang, Liu Yansui, Chen Yangfen. Dynamic trends and driving forces of land use intensification of cultivated land in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(7): 907—915. (in Chinese with English abstract)
- [2] 朱会义,孙明慧. 土地利用集约化研究的回顾与未来工作重点[J]. 地理学报, 2014, 69(9): 1346—1357.  
Zhu Huiyi, Sun Minghui. Main progress in the research on

- land use intensification[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(9): 1346—1357. (in Chinese with English abstract)
- [3] 陈伟, 吴群. 考虑耕地质量差异影响的江苏省耕地集约利用评价[J]. *农业工程学报*, 2013, 29(15): 244—253.  
Chen Wei, Wu Qun. Evaluation of cultivated land intensive use considering land quality differences[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*(Transactions of the CSAE), 2013, 29(15): 244—253. (in Chinese with English abstract)
- [4] 杨忍, 刘彦随, 郭丽英, 等. 环渤海地区农村空心化程度与耕地利用集约度的时空变化及其耦合关系[J]. *地理科学进展*, 2013, 32(2): 181—190.  
Yang Ren, Liu Yansu, Guo Liying, et al. Spatial-temporal characteristics for rural hollowing and cultivated land use intensive degree: Taking the Circum-Bohai Sea region in China as an example[J]. *Progress in Geography*, 2013, 32(2): 181—190. (in Chinese with English abstract)
- [5] Brookfield H C. Intensification and disintensification in Pacific agriculture[J]. *Pacific Viewpoint*, 1972, 3(1): 30—48.
- [6] Song Xiaoqing, Ouyang Zhu, Li Yunsheng. Cultivated land use change in China, 1999—2007: Policy development perspectives[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2012, 67(6): 793—803.
- [7] Liu Jiyan, Kuang Wenhui, Zhang Zengxiang, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns, and causes of land-use changes in China since the late 1980s[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 24(2): 195—210.
- [8] 孔祥斌. 请先让耕地“喘口气”[N/OL]. (2014-11-11). 中国国土资源报.
- [9] 费罗成, 程久苗, 王秉建, 等. 耕地集约利用研究进展与展望[J]. *土壤*, 2009, 41(5): 696—702.  
Fei Luocheng, Cheng Jiumiao, Wang Binjian, et al. Advances and prospects of intensive cultivated land use researches[J]. *Soils*, 2009, 41(5): 696—702. (in Chinese with English abstract)
- [10] 许玉凤, 董杰, 段艺芳, 等. 农用地集约利用研究进展[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(4): 387—391.  
Xu Yufeng, Dong Jie, Duan Yifang, et al. Research progress on the intensive use of agricultural land[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2011, 27(4): 387—391. (in Chinese with English abstract)
- [11] 朱晓华, 李亚云. 土地利用类型结构的多尺度转换特征[J]. *地理研究*, 2008, 27(6): 1235—1242.  
Zhu Xiaohua, Li Yayun. On multi-scale characteristics of structure of land use[J]. *Geographical Research*, 2008, 27(6): 1235—1242. (in Chinese with English abstract)
- [12] Marston J M, Miller N F. Intensive agriculture and land use at Roman Gordion, central Turkey[J]. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2014, 23(6): 761—773.
- [13] 安玉娟, 门明新, 霍习良, 等. 河北省耕地利用集约度变化特征[J]. *地理科学进展*, 2009, 28(4): 611—616.  
An Yujuan, Men Mingxin, Huo Xiliang, et al. The characteristics of the agricultural land use intensity in Hebei based on the production cost[J]. *Progress in Geography*, 2009, 28(4): 611—616. (in Chinese with English abstract)
- [14] 孔祥斌, 李翠珍, 王红雨, 等. 京冀平原地区地块尺度农户耕地集约利用差异对比[J]. *农业工程学报*, 2010, 26(11): 331—337.  
Kong Xiangbin, Li Cuizhen, Wang Hongyu, et al. Analysis on arable land intensity difference at plot scale in Jingji Plain[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*(Transactions of the CSAE), 2010, 26(11): 331—337. (in Chinese with English abstract)
- [15] Hao Haiguang, Li Xiubin. Agricultural land use intensity and its determinants in ecologically-vulnerable areas in North China: A case study of Taipusi County, Inner Mongolia Autonomous Region[J]. *Journal of Resources and Ecology*, 2011, 2(2): 117—125.
- [16] 张新焕, 杨德刚, 王昌燕, 等. 基于地块尺度的耕地集约利用与环境压力关系——以塔里木河流域 780 个地块为例[J]. *中国生态农业学报*, 2012, 20(5): 635—642.  
Zhang Xinhuan, Yang Degang, Wang Changyan, et al. Relationship between intensive utilization and environmental pressure of cultivated land: A case study on 780 cropland parcels in Tarim River Basin[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2012, 20(5): 635—642. (in Chinese with English abstract)
- [17] 李静, 宋戈, 郭蒙, 等. 基于 GIS 的黑龙省耕地集约利用水平的空间格局分析[J]. *水土保持通报*, 2009, 29(1): 123—127.  
Li Jing, Song Ge, Guo Meng, et al. Spatial pattern analysis of intensive use of cultivated land in Heilongjiang Province based on GIS[J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2009, 29(1): 123—127. (in Chinese with English abstract)
- [18] 孔祥斌. 区域农户土地利用转型对耕地质量的影响[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [19] 张琳, 张凤荣, 吕贻忠, 等. 耕地利用集约度的变化规律研究[J]. *中国农业科学*, 2008, 41(12): 4127—4133.  
Zhang Lin, Zhang Fengrong, Lü Yizhong, et al. Study on the law of change of arable land use intensity with economic growth[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2008, 41(12): 4127—4133. (in Chinese with English abstract)
- [20] Turner B L II, Doolittle W E. The concept and measure of agricultural intensity[J]. *Professional Geographer*, 1978, 30(3): 297—301.
- [21] Baessler C, Klotz S. Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arable weed vegetation over the last 50 years[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2006, 115(1): 43—50.
- [22] Laura Armengot, Laura José-María, José M Blanco-Moreno, et al. A novel index of land use intensity for organic and conventional farming of Mediterranean cereal fields[J]. *Agronomy for Sustainable Development*, 2011, 31(4): 699—707.
- [23] Brown S, Shrestha B. Market oriented production is a key factor driving land-use intensification in the Middle Mountains of Nepal[J]. *Journal of Environmental Management*, 2000, 59(3): 217—225.
- [24] Persson A S, Olsson O, Rundlöf M, et al. Land use intensity and landscape complexity-analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2010, 136(1): 169—176.
- [25] Vermaat J E, Goosen H, Omtzigt N. Do biodiversity patterns in Dutch wetland complexes relate to variation in urbanization, intensity of agricultural land use or fragmentation?[J]. *Biodiversity and Conservation in Europe*, 2007, 16(2): 3585—3595.
- [26] 柯新利, 马才学. 城镇化对耕地集约利用影响的典型相关分析及其政策启示[J]. *中国土地科学*, 2013, 27(11): 4—10.  
Ke Xinli, Ma Caixue. Canonical correlation analysis on impacts of urbanization on cultivated land use intensity and its policy implications[J]. *China Land Sciences*, 2013, 27(11): 4—10. (in Chinese with English abstract)



- [27] 刘新卫, 张丽君. 中国土地资源集约利用研究[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [28] 李莹. 耕地集约利用时空演变规律研究——以湖北省为例[D]. 武汉: 华中农业大学, 2011.  
Li Ying. Study on Law of the Spatial-temporal Variance in Cultivated Land Intensive Use: A Case Study of Hubei Province[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2011. (in Chinese with English abstract)
- [29] 邓楚雄, 谢炳庚, 李晓青, 等. 基于投影寻踪法的长株潭城市群地区耕地集约利用评价[J]. 地理研究, 2013, 32(11): 2000—2008.  
Deng Chuxiong, Xie Binggeng, Li Xiaoqing, et al. Evaluation of intensive cultivated land use based on a projection pursuit model in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration[J]. Geographical Research, 2013, 32(11): 2000—2008. (in Chinese with English abstract)
- [30] 李莹, 胡银根, 李坤, 等. 基于农用地分等成果更新技术的耕地集约利用评价[J]. 中国土地科学, 2011, 25(8): 61—68.  
Li Ying, Hu Yin'gen, Li Kun, et al. Intensity assessment on cultivated land: Based on the updated results of farmland gradation[J]. China Land Science, 2011, 25(8): 61—68. (in Chinese with English abstract)
- [31] 张琳, 张凤荣, 安萍莉, 等. 不同经济发展水平下的耕地利用集约度及其变化规律比较研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 108—112.  
Zhang Lin, Zhang Fengrong, An Pingli, et al. Comparative study of cultivated land use intensive degree and its change law at different economic levels[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(1): 108—112. (in Chinese with English abstract)
- [32] 吕晓, 李振波, 刘新平, 等. 耕地集约利用评价指标体系研究——以新疆为例[J]. 新疆农垦经济, 2007(9): 30—33.  
Lü Xiao, Li Zhenbo, Liu Xinping, et al. Study on the assessment indicators system of cultivated land intensive use: A case study on Xinjiang[J]. Xinjiang State Farm Economy, 2007(9): 30—33. (in Chinese with English abstract)
- [33] 朱会义, 李秀彬, 辛良杰. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示[J]. 自然资源学报, 2007, 22(6): 907—915.  
Zhu Huiyi, Li Xiubin, Xin Liangjie. Intensity change in cultivated land use in China and its policy implications[J]. Journal of Natural Resources, 2007, 22(6): 907—915. (in Chinese with English abstract)
- [34] Li Xiubin, Wang Xiuhong. Changes in agricultural land use in China[J]. Asian Geographer, 2003, 22(1/2): 27—42.
- [35] Siebert S, Portmann F T, Doll P. Global patterns of cropland use intensity[J]. Remote Sensing, 2010, 2(7): 1625—1643.
- [36] Chen Yuqi, Li Xiubin, Tian Yujun, et al. Structural change of agricultural land use intensity and its regional disparity in China[J]. Journal of Geographical Sciences, 2009, 19(5): 545—556.
- [37] Brookfield H C, Hart D. Melanesia: A Geographical Interpretation of an Island World[M]. London: Methuen, 1971.
- [38] 谢花林, 邹金浪, 彭小琳. 基于能值的鄱阳湖生态经济区耕地利用集约度时空差异分析[J]. 地理学报, 2012, 67(7): 889—902.  
Xie Hualin, Zou Jinlang, Peng Xiaolin. Spatial-temporal difference analysis of cultivated land use intensity based on emergy in Poyang Lake Eco-economic Zone[J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(7): 889—902. (in Chinese with English abstract)
- [39] 姚成胜, 黄琳, 吕晞, 等. 基于能值理论的中国耕地利用集约度时空变化分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(8): 1—12.  
Yao Chengsheng, Huang Lin, Lü Xi, et al. Temporal and spatial change of cultivated land use intensity in China based on energy theory[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, 30(8): 1—12. (in Chinese with English abstract)
- [40] Dietrich J P, Schmitz C, Muller C, et al. Measuring agricultural land-use intensity: A global analysis using a model-assisted approach[J]. Ecological Modelling, 2012, 232(1): 109—118.
- [41] MacLeod C J, Moller H. Intensification and diversification of New Zealand agriculture since 1960: An evaluation of current indicators of land use change[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2006, 115(1/4): 201—218.
- [42] 李秀彬, 朱会义, 谈明洪, 等. 土地利用集约度的测度方法[J]. 地理科学进展, 2008, 27(6): 12—17.  
Li Xiubin, Zhu Huiyi, Tan Minghong, et al. Measurement of land use intensity[J]. Progress in Geography, 2008, 27(6): 12—17. (in Chinese with English abstract)
- [43] 曹银贵, 周伟, 王静, 等. 基于主成分分析与层次分析的三峡库区耕地集约利用对比[J]. 农业工程学报, 2010, 26(4): 291—296.  
Cao Yingui, Zhou Wei, Wang Jing, et al. Comparative on regional cultivated land intensive use based on principal component analysis and analytic hierarchy process in Three Gorges Reservoir Area[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2010, 26(4): 291—296. (in Chinese with English abstract)
- [44] 邓楚雄, 谢炳庚, 李晓青, 等. 长沙市耕地集约利用时空变化分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(1): 230—237.  
Deng Chuxiong, Xie Binggeng, Li Xiaoqing, et al. Analysis on spatial-temporal change of cultivated land intensive use in Changsha City[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(1): 230—237. (in Chinese with English abstract)
- [45] 燕群, 蒙古军. 基于气候因子修正的农用地集约利用评价研究[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 2011, 47(1): 120—126.  
Yan Qun, Meng Jijun. Evaluation of agricultural land intensive use based on the modification of agro-climatic factors[J]. Acta Scientiarum: Naturalium Universitatis Pekinensis, 2011, 47(1): 120—126. (in Chinese with English abstract)
- [46] 乔家君, 吴娜琳, 李德洗. 河南省农田利用集约度时空变化及其影响环境[J]. 地理研究, 2012, 31(9): 1598—1610.  
Qiao Jiajun, Wu Nalin, Li Dexi. Temporal and spatial variation and influencing factors of the farmland use intensity in Henan province[J]. Geographical Research, 2012, 31(9): 1598—1610. (in Chinese with English abstract)
- [47] Keys E, Mcconnell W J. Global change and the intensification of agriculture in the tropics[J]. Global Environmental Change, 2005, 15(4): 320—337.
- [48] 吴郁玲, 顾湘, 周勇. 农户视角下湖北省耕地集约利用影响因素分析[J]. 中国土地科学, 2012, 26(2): 50—55.  
Wu Yuling, Gu Xiang, Zhou Yong. Factors analysis on intensive use of cultivated land from the viewpoint of farmers in hubei province[J]. China Land Science, 2012, 26(2): 50—55. (in Chinese with English abstract)
- [49] Lu Xiao, Huang Xianjin, Zhong Taiyang, et al. Comparative analysis of influence factors on arable land use intensity at

- farm household level: A case study comparing Suyu District and Taixing City, Jiangsu Province, China[J]. *Chinese Geographical Science*, 2012, 22(5): 556—567.
- [50] 陈瑜琦, 李秀彬, 朱会义, 等. 劳动力务农机会成本对农户耕地利用决策的影响——以河南省睢县为例[J]. *地理科学进展*, 2010, 29(9): 1067—1074.
- Chen Yuqi, Li Xiubin, Zhu Huiyi. Agricultural land use responses to increasing labor opportunity cost in Suixian County of Henan Province[J]. *Progress in Geography*, 2010, 29(9): 1067—1074. (in Chinese with English abstract)
- [51] 祝小迁, 程久苗, 费罗成. 安徽省耕地集约利用及其驱动力分析[J]. *中国土地科学*, 2009, 23(2): 11—17.
- Zhu Xiaoqian, Cheng Jiumiao, Fei Luocheng. Analysis on intensive use of cultivated land and its driving forces in Anhui Province[J]. *China Land Science*, 2009, 23(2): 11—17. (in Chinese with English abstract)
- [52] 颜丙金, 石培基. 甘肃省耕地集约利用及其驱动力研究[J]. *中国农学通报*, 2011, 27(33): 108—113.
- Yan Bingjin, Shi Peiji. Research on intensive use of cultivated land and its driving forces in Gansu Province[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2011, 27(33): 108—113. (in Chinese with English abstract)
- [53] 燕群, 徐建华, 陈公德. 中国农用地集约度与农业气候适宜度的空间关系研究[J]. *生态科学*, 2008, 27(2): 107—113.
- Yan Qun, Xu Jianhua, Chen Gongde. A study on the spatial relationship between agricultural land use intensity and agro-climatic suitability in China[J]. *Ecological Science*, 2008, 27(2): 107—113. (in Chinese with English abstract)
- [54] 郇红艳, 谭清美, 朱平. 城乡一体化进程中耕地利用变化的驱动因素及区域比较[J]. *农业工程学报*, 2013, 29(21): 201—213.
- Huan Hongyan, Tan Qingme, Zhu Ping. Driving factors of cultivated land use change in city and countryside integration process and region comparisons[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2013, 29(21): 201—213. (in Chinese with English abstract)
- [55] 倪超, 杨胜天, 罗秋滨, 等. 黑龙江省耕地集约利用驱动因素分析[J]. *水土保持研究*, 2014, 21(3): 146—151.
- Ni Chao, Yang Shengtian, Luo Qiubin, et al. Study on driving forces of cultivated land use in Heilongjiang Province[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2014, 21(3): 146—151. (in Chinese with English abstract)
- [56] 刘愿理, 廖和平, 杨伟, 等. 三峡库区耕地集约利用评价分析——以重庆市忠县为例[J]. *西南师范大学学报: 自然科学版*, 2014, 39(5): 148—156.
- Liu Yuanli, Liao heping, Yang Wei, et al. On evaluation of cultivated land intensive utilization in Three Gorges Reservoir Area: Taking Zhong Xian of Chongqing for example[J]. *Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition*, 2014, 39(5): 148—156. (in Chinese with English abstract)
- [57] 朱天明, 杨桂山, 苏伟忠. 江苏沿江地区农用地集约利用与农产品市场可达性关系研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2010, 19(4): 397—402.
- Zhu Tianming, Yang Guishan, Su Weizhong. Relationship study on agriculture land intensive use and agriculture products market accessibility in the Yangtze River region of Jiangsu Province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2010, 19(4): 397—402. (in Chinese with English abstract)
- [58] 李鑫, 欧名豪, 马贤磊. 基于景观指数的细碎化对耕地利用效率影响研究——以扬州市里下河区域为例[J]. *自然资源学报*, 2011, 26(10): 1758—1767.
- Li Xin, Ou Minghao, Ma Xianlei. Analysis on impact of fragmentation based on landscape index to cultivated land use efficiency: A case on Lixiahe District in Yangzhou City[J]. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(10): 1758—1767. (in Chinese with English abstract)
- [59] 花晓波, 阎建忠, 王琦, 等. 大渡河上游河谷与半山区耕地利用集约度及影响因素的对比分析[J]. *农业工程学报*, 2013, 29(20): 234—244.
- Hua Xiaobo, Yan Jianzhong, Wang Qi, et al. Comparative analysis on influencing factors of cultivated land use intensity in valley and middle mountain area of upper Dadu River Watershed[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2013, 29(20): 234—244. (in Chinese with English abstract)
- [60] 吴郁玲, 冯忠垒, 周勇, 等. 耕地集约利用影响因素的协整分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(11): 67—72.
- Wu Yuling, Feng Zhonglei, Zhou Yong, et al. Co-integration analysis on driving factors of intensive cultivated land use based on perspective of farmers: A case study of Hubei Province[J]. *China Population Resources and Environment*, 2011, 21(11): 67—72. (in Chinese with English abstract)
- [61] 朱传民, 黄雅丹, 吴佳, 等. 不同地貌区耕地集约利用水平空间分异及驱动机制: 以江西省为例[J]. *山地学报*, 2012, 30(2): 156—164.
- Zhu Chuanmin, Huang Yadan, Wu Jia, et al. Spatial disparity of cultivated land intensive utilization and its driving forces based on different types of geomorphology: A case study of Jiangxi province[J]. *Journal of Mountain Science*, 2012, 30(2): 156—164. (in Chinese with English abstract)
- [62] 邹金浪, 杨子生. 不同城市化水平下中国粮食主产区耕地集约利用差异及其政策启示——以江西省和江苏省为例[J]. *资源科学*, 2013, 35(2): 370—379.
- Zou Jinlang, Yang Zisheng. Cultivated land use and policy implications in Chinese main grain producing areas with different urbanization levels[J]. *Resources Science*, 2013, 35(2): 370—379. (in Chinese with English abstract)
- [63] 孟鹏, 郝晋珉, 周宁, 等. 黄淮海平原城镇化对耕地变化影响的差异性分析[J]. *农业工程学报*, 2013, 29(22): 1—10.
- Meng Peng, Hao Jinmin, Zhou Ning, et al. Difference analysis of effect of rapid urbanization on cultivated land changes in Huang-Huai-Hai plain[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2013, 29(22): 1—10. (in Chinese with English abstract)
- [64] 王佼佼. 城镇化与耕地集约利用关系研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2014.
- Wang Jiaojiao. The Study of Relations between Urbanization and the Intensive Use of Arable Land[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2014. (in Chinese with English abstract)
- [65] Chen J B, Lu J. Effects of land use, topography and socio-economic factors on river water quality in a mountainous watershed with intensive agricultural production in East China[J]. *Plos One*, 2014, 9(8): e102714.
- [66] Scott D, Cooper P, Lake S, et al. The effects of land use changes on streams and rivers in Mediterranean climates[J]. *Hydrobiologia*, 2013, 719(1): 383—425.
- [67] Hatfield J L, Cruse R M, Tomer M D. Convergence of agricultural intensification and climate change in the

- Midwestern United States: Implications for soil and water conservation[J]. Marine and Freshwater Research, 2013, 64(5): 423—435.
- [68] 王千, 李哲, 范洁, 等. 沿海地区耕地集约利用与生态服务价值动态变化及相关性分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(35): 186—191.
- Wang Qian, Li Zhe, Fan Jie, et al. The change and its ecological responses of cultivated land intensive use in Jiangsu coastal district[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(35): 186—191. (in Chinese with English abstract)
- [69] 宋戈, 李国凤, 龙冬冬. 基于粮食安全的黑龙江省垦区耕地集约利用定量分析: 以宝泉岭垦区为例[J]. 农业现代化研究, 2011, 32(5): 573—576.
- Song Ge, Li Guofeng, Long Dongdong. Quantitative analysis of cultivated land intensive use in Heilongjiang Reclamation Area based on food security: Taking Baoquanling Reclamation Area as an example[J]. Research of Agricultural Modernization, 2011, 32(5): 573—576. (in Chinese with English abstract)
- [70] 张平平, 鲁成树. 安徽省沿江地区耕地利用集约度及粮食安全相关分析[J]. 水土保持通报, 2011, 31(3): 202—207, 224.
- Zhang Pingping, Lu Chengshu. Correlation analysis of cultivated land use intensity and food security along Yangtze River in Anhui Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2011, 31(3): 202—207, 224. (in Chinese with English abstract)
- [71] 徐国鑫, 金晓斌, 宋佳楠, 等. 耕地集约利用对粮食产量变化影响的定量分析: 以江苏省为例[J]. 地理研究, 2012, 31(9): 1621—1630.
- Xu Guoxin, Jin Xiaobin, Song Jianan, et al. The impact of intensive use of agricultural land on grain yields: A case study of Jiangsu Province[J]. Geographical Research, 2012, 31(9): 1621—1630. (in Chinese with English abstract)
- [72] 金涛, 陆建飞. 江苏粮食生产地域分化的耕地因素分解[J]. 经济地理, 2011, 31(11): 1886—1890.
- Jin Tao, Lu Jianfei. Factor decomposition in regional disparities of grain production in Jiangsu province[J]. Economic Geography, 2011, 31(11): 1886—1890. (in Chinese with English abstract)
- [73] 邹健, 龙花楼. 改革开放以来中国耕地利用与粮食生产安全格局变动研究[J]. 自然资源学报, 2009, 24(8): 1366—1377.
- Zou Jian, Long Hualou. The variation of farmland use and the security pattern of grain production in China since 1978[J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(8): 1366—1377. (in Chinese with English abstract)
- [74] 汪菲, 杨德刚, 王长建, 等. 农用地集约利用变化与经济增长的动态计量分析——以新疆拜城县为例[J]. 干旱区地理, 2012, 35(6): 1012—1020.
- Wang Fei, Yang Degang, Wang Changjian, et al. Dynamic econometric analysis of interaction between agricultural land intensive utilization and economic growth: A case of Baicheng County[J]. Arid Land Geography, 2012, 35(6): 1012—1020. (in Chinese with English abstract)
- [75] 余长坤, 宋文博, 吴次芳, 等. 河南省农用地集约利用对农民收入影响实证研究: 1978—2012[J]. 经济地理, 2014, 34(5): 123—128, 149.
- Yu Chang kun, Song Wenbo, Wu Cifang, et al. Empirical analysis on relationship between agricultural land Intensive utilization and income growth of rural residents in henan province: 1978—2012[J]. Economic Geography, 2014, 34(5): 123—128, 149. (in Chinese with English abstract)
- [76] 高佳, 李世平. 农民土地退出意愿对耕地利用效率的影响研究[J]. 大连理工大学学报: 社会科学版, 2014, 35(1): 75—80.
- Gao Jia, Li Shiping. Study of the influence of farmers' willingness to quit the right of contractual and management of rural land on the farmland use efficiency[J]. Journal of Dalian University of Technology: Social Sciences, 2014, 35(1): 75—80. (in Chinese with English abstract)
- [77] 赵京, 杨钢桥. 耕地利用集约度变化及其驱动因素分析——以湖北省为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(1): 30—35.
- Zhao Jing, Yang Gangqiao. Analysis on intensity degree change of cultivated land use and its driving factors in Hubei[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2012, 21(1): 30—35. (in Chinese with English abstract)
- [78] 赵京, 杨钢桥. 耕地利用集约度变化影响因素典型相关分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(10): 103—108.
- Zhao Jing, Yang Gangqiao. Canonical correlation analysis on the influencing factors of the change of cultivated land intensive use degree[J]. China Population Resources and Environment, 2010, 20(10): 103—108. (in Chinese with English abstract)
- [79] 骆东奇, 李乐, 郭英, 等. 重庆市耕地集约利用评价及空间分异研究[J]. 地域研究与开发, 2010, 29(1): 98—103.
- Luo Dongqi, Li Le, Guo Ying. The appraise of cultivated land intensive use and its spatial differentiation in Chongqing city[J]. Areal Research and Development, 2010, 29(1): 98—103. (in Chinese with English abstract)
- [80] 庞英, 段耀. 黄河流域粮食主产区耕地利用集约度及政策指向——基于 23 个县 1422 个农户成本数据的分析[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(4): 5—10.
- Pang Ying, Duan Yao. Land use intensive degrees in grain production regions along Yellow River and policy direction[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2012, 26(4): 5—10. (in Chinese with English abstract)
- [81] 刘玉, 薛剑, 潘瑜春. 环渤海地区耕地利用集约度时空分异研究[J]. 农业现代化研究, 2012, 33(1): 86—89.
- Liu Yu, Xue Jian, Pan Yuchun. Spatial-temporal variance of cultivated land intensive use in the area along Bohai Rim[J]. Research of Agricultural Modernization, 2012, 33(1): 86—89. (in Chinese with English abstract)
- [82] 刘涛. 省域耕地集约利用评价实证研究——以重庆市为例[J]. 农业技术经济, 2012(4): 73—79.
- Liu Tao. Provincial cultivated land intensive utilization evaluation of empirical research: Tacking Chongqing for example[J]. Agricultural Technology Economy, 2012(4): 73—79. (in Chinese with English abstract)
- [83] 魏宁宁, 荆延德, 张全景. 山东省南四湖流域耕地集约利用空间分异特征[J]. 水土保持通报, 2014, 34(4): 269—274.
- Wei Ningning, Jing Yande, Zhang Quanjing. Spatial differentiation of cultivated land intensive use in Nansihu Basin of Shandong Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2014, 34(4): 269—274. (in Chinese with English abstract)
- [84] 赵亮, 龚健, 王文婷, 等. 基于灰色概率模型的耕地集约利用评价——以湖北省为例[J]. 水土保持研究, 2014, 21(4): 263—267.
- Zhao Liang, Gong Jian, Wang Wenting, et al. Evaluation of intensive cultivated land utilization based on grey probability model: A case study in Hubei province[J]. Research of Soil

- and Water Conservation, 2014, 21(4): 263—267. (in Chinese with English abstract)
- [85] 丁超, 许峰, 张祥义. 河北省耕地集约利用时空分异特征[J]. 土壤通报, 2014, 45(3): 550—555.  
Ding Chao, Xu Hao, Zhang Xiangyi. Spatial and temporal variation characteristics of the cultivated land intensive use in Hebei Province[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2014, 45(3): 550—555. (in Chinese with English abstract)
- [86] 庞英. 山东沿海地区耕地利用集约度时空特征[J]. 农业工程学报, 2011, 27(9): 328—333.  
Pang Ying. Spatial and temporal characteristics of land use intensive degrees of coastal areas in Shandong province[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(9): 328—333. (in Chinese with English abstract)
- [87] 刘玉, 郝星耀, 潘瑜春, 等. 河南省耕地集约利用时空分异及分区研究[J]. 地理科学, 2014, 45(10): 1218—1225.  
Liu Yu, Hao Xingyao, Pan Yuchun, et al. Evaluating and zoning of cultivated land intensive use in Henan Province at county level[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 45(10): 1218—1225. (in Chinese with English abstract)
- [88] 费罗成, 程久苗, 吴次芳. 中国中部地区耕地集约利用时空比较分析[J]. 国土资源情报, 2012(1): 46—51.  
Fei Luocheng, Cheng Jiumiao, Wu cifang. The spatial-temporal comparative analysis of cultivated land intensive utilization in Central China[J]. Land and Resources Information, 2012(1): 46—51. (in Chinese with English abstract)
- [89] 赵京, 杨钢桥. 耕地集约利用与经济耦合关系[J]. 中国土地科学, 2011, 25(9): 35—41.  
Zhao Jing, Yang Gangqiao. Coupling Relationship between intensive use of cultivated land economic development[J]. China Land Science, 2011, 25(9): 35—41. (in Chinese with English abstract)
- [90] 倪超, 杨胜天, 罗娅, 等. 基于循环经济的黑龙江省耕地利用集约度时空差异[J]. 地理研究, 2015, 34(2): 341—350.  
Ni Chao, Yang Shengtian, Luo Ya, et al. The spatial-temporal difference analysis of cultivated land use intensity in Heilongjiang province based on circular economy[J]. Geographical Research, 2015, 34(2): 341—350. (in Chinese with English abstract)
- [91] Robinson D T, Brown D G, Parker D C, et al. Comparison of empirical methods for building agent: Based models in land use science[J]. Journal of Land Use Science, 2007, 2(1): 31—55.
- [92] 王磊. 土地利用变化的多尺度模拟研究[D]. 北京: 北京大学, 2011.  
Wang Lei. Multi-scale Modeling of Land Use Change[D]. Beijing: Peking University, 2011. (in Chinese with English abstract)
- [93] 余强毅. 基于农户决策的农业土地系统变化模型研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.  
Yu Qiangyi. An Agent-based Approach for Modeling Agricultural Land System Dynamics[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2013. (in Chinese with English abstract)
- [94] 王涛, 陈海, 白红英, 等. 基于 Agent 建模的农户土地利用行为模拟研究——以陕西省米脂县孟岔村为例[J]. 自然资源学报, 2009, 24(12): 2056—2066.  
Wang Tao, Chen Hai, Bai Hongying, et al. Agent-based modeling of simulation on households land-use behavior: A case of Mengcha Village of Mizhi County in Shaanxi Province[J]. Journal of Natural Resources, 2009, 24(12): 2056—2066. (in Chinese with English abstract)
- [95] 蒋福霞. 不同后继生计来源农户耕地经营行为意愿及博弈关系研究[D]. 重庆: 西南大学, 2013.  
Jiang Fuxia. Research on Rural Households Cultivated Land Operation Behavior and Game Playing Relation of Different Source of the Forward-security Livelihood[D]. Chongqing: Southwest University, 2013. (in Chinese with English abstract)
- [96] 钟太洋, 黄贤金. 农户层面土地利用变化研究综述[J]. 自然资源学报, 2007, 22(3): 341—352.  
Zhong Taiyang, Huang Xianjin. Review on the researches of land use change at farm household level[J]. Journal of Natural Resources, 2007, 22(3): 341—352. (in Chinese with English abstract)
- [97] 曹志宏, 梁流涛, 郝晋珉. 黄淮海地区农用地利用集约度及其时空分布[J]. 资源科学, 2009, 31(10): 1779—1786.  
Cao Zhihong, Liang Liutao, Hao Jinmin. Intensive degree and spatial-temporal distributions of agricultural land use over the Huang-Huai-Hai Region of China[J]. Resources Science, 2009, 31(10): 1779—1786. (in Chinese with English abstract)
- [98] Xie hualin, Zou Jian, Jiang Hailing, et al. Spatiotemporal pattern and driving forces of arable land-use intensity in China: Toward sustainable land management using emergy analysis[J]. Sustainability, 2014, 6(6): 3504—3520.
- [99] 贺三维, 潘鹏, 诸云强, 等. 农用地集约利用评价的新模型研究[J]. 自然资源学报, 2012, 27(3): 460—467.  
He Sanwei, Pan Peng, Zhu Yunqiang, et al. The application of a new model in intensive use evaluation of agricultural land[J]. Journal of Natural Resources, 2012, 27(3): 460—467. (in Chinese with English abstract)
- [100] 胡永进, 张鸣峰. 基于 SOM 神经网络模型的耕地利用集约度分区研究——以湖北省为例[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 391—394.  
Hu Yongjin, Zhang Mingfeng. Zoning intensive utilization of cultivated land based on SOM neural networks: Taking Hubei Province as an example[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2013, 41(8): 391—394. (in Chinese with English abstract)
- [101] 张小虎, 张合兵, 赵素霞, 等. 基于三角模型河南省耕地集约利用趋势及时空分异[J]. 土壤通报, 2013, 44(2): 277—283.  
Zhang Xiaohu, Zhang Hebing, Zhao Suxia, et al. Trend and spatial-temporal differentiation of cultivated intensive utilization of farmland in Henan based on triangle model[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2013, 44(2): 277—283. (in Chinese with English abstract)
- [102] 郝仕龙, 李壁成. 土地利用的尺度和尺度转换[J]. 中国土地科学, 2004, 18(5): 32—36.  
Hao Shilong, Li Bicheng. Scale and scaling in land-use analysis[J]. China Land Science, 2004, 18(5): 32—36. (in Chinese with English abstract)
- [103] Garnett T, Appleby M C, Balmford A, et al. Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies[J]. Science, 2013, 341(6141): 33—34.
- [104] Foley J A, Ramankutty N, Brauman K A, et al. Solutions for a cultivated planet[J]. Nature, 2011, 478(7369): 337—342.
- [105] Godfray H C J, Beddington J R. Food security: The challenge of feeding 9 billion people[J]. Science, 2010, 327: 812—818.

## Present situation and trends in research on cultivated land intensive use in China

Lü Xiao<sup>1</sup>, Niu Shandong<sup>1</sup>, Li Zhenbo<sup>1</sup>, Huang Xianjin<sup>2</sup>, Zhong Taiyang<sup>2</sup>

(1. School of Geography and Tourism, Qufu Normal University, Rizhao 276826, China;

2. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** The cultivated land intensive use (CLIU) is related to food security, supply of agricultural products, and even economic and social sustainable development. There is important theoretical and practical significance in deeply understanding the condition of CLIU and its change process, pattern, mechanism and comprehensive effect. The paper, by adopting the methods of literature analysis and systematic induction, analyzed the research status of CLIU in China from 3 aspects of research scale, research content and research method. Then with the help of Chinese literature database, we summarized the trends and the overall situation of the researches on CLIU in China in nearly 30 years. We think the existing research presents the following features: a diversity of research perspectives and analysis scales, a wide range of research contents and positivism methodology. Meanwhile, there are a lot of deficiencies in present research, which mainly show in 4 aspects: 1) The researches are insufficient in these aspects including the choice of proper scale, the selection of indicator to proper scale characteristics, the comparison analysis and diversion between different scales, the spatial and temporal scale coupling; 2) The subtype of the CLIU elaboration researches, including paddy field, irrigated land, dry land, is not reported; 3) The content and depth need to be developed, such as the scientificity of CLIU evaluation, the systematicness of influence mechanism, the integrity of intensive effect and the effectiveness of regulation approach; 4) The trend of favoring metric over mechanism, value results over process and verification in research methods need to be overcome, and the method system of multidisciplinary coupling has not yet been built. Overall, the existing research is difficult to meet expectations and requirements in cultivated land resource use of national strategic demand of the new urbanization, “five transformations coordination” and cultivated land protection. The result suggests that the studies on CLIU should focus on these scientific problems: 1) The influence of new development factors on CLIU should be explained, especially the influence differences between traditional elements and new development factors; 2) Revealing the feedback mechanism of the process that the CLIU affects the man-land relationship areal system; 3) Prove the collaborative process and coupling mechanism between CLIU and regional rural development, urban-rural integration and quality of regional ecological environment, build the theory and method system of “process, pattern, mechanism” of CLIU, and realize the effective control of CLIU. Based on the above main scientific problems, further studies should strengthen the project research on the scale and scaling in the evaluation of CLIU, especially the data acquisition, the identification of influencing factors and the driving mechanism analysis at multiple scales. We should be committed to building a comprehensive and integrative theoretical framework for analyzing the inside and outside process of CLIU, depicting the main body structure and spatio-temporal pattern of CLIU, and revealing the driving mechanism and regulation mechanism. More attentions should be given to the comprehensive and integrative method system for the CLIU research, as well as the scientificity and feasibility of data acquisition and processing. It is necessary to select appropriate scale and typical area to build the research system of the CLIU in China, explore the process, pattern, effect and trend of CLIU, and then put forward the typical mode and characteristic path for the intensive use of cultivated land.

**Key words:** land use; systems; control; cultivated land; intensification; research progress; research prospect