

引用格式: 刘洪彬, 张贺宾, 吴岩. 耕地质量评价的内涵、理论与体系重构[J]. 资源科学, 2025, 47(12): 2767-2780. [Liu H B, Zhang H B, Wu Y. The connotation, theory, and system reconstruction of cultivated land quality evaluation[J]. Resources Science, 2025, 47(12): 2767-2780.] DOI: 10.18402/resci.2025.12.16

耕地质量评价的内涵、理论与体系重构

刘洪彬, 张贺宾, 吴岩

(沈阳农业大学土地与环境学院, 沈阳 110866)

摘要: 耕地质量关乎国家长治久安, 耕地质量评价是保障粮食安全、促进经济发展的有效手段, 具有重要的现实意义。本文以“内涵辨识、理论支撑与体系重构”为主线, 全面剖析我国耕地质量评价研究现状, 以文献梳理法、归纳演绎法与对比分析法对耕地质量评价研究进行系统综述, 探讨耕地质量评价现存不足并指明其未来发展方向。研究表明: ①学界对耕地质量评价已形成较多共识并积累了扎实的基础理论, 但研究框架有待进一步整合, 以形成系统的理论体系。②指标体系日益完善, 但针对特定对象评价的差异化与动态监测仍有优化提升空间。③研究尺度偏向中小尺度, 多尺度融合与时空动态分析的相关研究仍不够深入。④不同评价方法在各自适宜场景下均有优势, 但在综合利用多种技术手段提高方法精度与稳健性方面略显不足。基于此, 通过体系重构对现有耕地质量评价研究提出以下展望: 未来应加强基础理论研究, 构建系统知识体系; 完善评价指标体系, 融合多元评价数据; 推进不同尺度转换, 逐步解析演变机理; 综合运用评价方法, 交叉验证寻求最优解; 实施耕地动态监测, 为耕地管理决策服务。

关键词: 耕地质量评价; 内涵; 理论基础; 体系重构; 归纳演绎; 综述

DOI: 10.18402/resci.2025.12.16

1 引言

高质量的耕地资源是保障国家粮食安全、促进社会经济和谐发展与长治久安的现实基础^[1-5]。然而, 长期以来由于化肥农药的大量使用、高强度不合理的土地利用方式以及占优补劣问题, 致使耕地质量不断下降, 土壤污染^[6]、土壤酸化^[7]、土壤板结^[8]与水土流失^[9]等现象频发; 同时, 耕地质量变化具有缓慢性、无法直接精确感知等特征^[10]。因此耕地质量评价不仅有助于正确认识耕地质量变化规律, 也是落实“藏粮于地、藏粮于技”、夯实国家粮食安全基础并支撑农业高质量发展与社会稳定的重要抓手。耕地质量评价的实质, 是运用科学方法与手段, 对耕地的自然、社会、经济与生态等构成要素进行综合度量与判断。国外相关研究起步较早, 其重

点多集中于土壤质量与土壤健康, 尤其强调土壤本身对人类社会发展的关键作用^[11-14]。我国耕地质量评价多从综合视角出发, 以系统论观点为基础, 构建多要素相融合的评价指标体系。目前, 学界对耕地质量评价展开大量研究, 研究成果由宏观至微观、由粗到细, 覆盖“市—县—乡—村—田块”多个尺度。但不同时期耕地质量评价侧重点不同, 早期文献侧重土地承载力、生产潜力与适宜性评价, 近期则以生产、生态与健康等多要素的综合评价为主^[15-17]; 此外, 还有部分学者从农户视角开展耕地质量评价研究^[18,19]。整体而言, 耕地质量评价由最初的用于核定“地租”“地税”等级, 转变为以生产潜力、适宜性、可持续为核心的多目标评价, 评价方法实现了由定性到定量的转变, 评价内容不断丰富与

收稿日期: 2025-01-15; 修订日期: 2025-05-25

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFD1901601-1; 2023YFD15011018); 国家自然科学基金项目(72074153)

作者简介: 刘洪彬, 男, 辽宁东港人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为土地经济与资源经济、土壤资源与信息技术。E-mail: liuhongbinsy@163.com

通讯作者: 吴岩, 女, 内蒙古赤峰人, 博士, 讲师, 主要研究方向为土地利用与信息技术。E-mail: xiaoxiao0814@163.com

完善,奠定了较为扎实的研究基础。但也存在局限:①评价指标较多且以静态为主,动态监测有待加强;②研究尺度上实现了向多尺度扩展,但不同尺度融合与时空演变规律仍需深化;③评价方法进行了大量的应用尝试,但解释性与精度仍有优化空间。基于此,本文以“内涵辨识—理论支撑—体系重构”为主线,梳理以往耕地质量评价研究中的内涵界定、基础理论、指标选取、研究尺度、评价方法等内容,归纳我国在该领域研究现状与存在问题,并探讨未来应加以突破的研究重点与思路,以期对未来耕地质量评价体系的完善提供理论参考。

2 耕地质量评价理论内涵与实践历程

2.1 耕地质量评价理论内涵

耕地是耕地质量评价的主体,为了充分理解耕地质量评价,首先应明晰耕地的概念。我国《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017)将耕地定义为种植农作物的土地,包括熟地、新开发、复垦、整理地,休闲地(含轮歇地、休耕地);以种植农作物(含蔬菜)为主,间有零星果树、桑树或其他树木的土地;平均每年能保证收获一季的已垦滩地和海涂。为了土地资源的上图入库,耕地还包括南方宽度小于1.0 m,北方宽度小于2.0 m的固定沟、渠、路和地坎(埂)。综上所述,耕地即耕作用地,是人为开垦种植农作物的土地,是一种特定的土地类型。

耕地质量是指耕地通过其属性满足农业生产与人类需求的程度。不同时期人们对耕地质量的需求有所不同:早期更加注重保障粮食稳定供给,以满足“吃得饱”的基本粮食安全要求;随着社会生产力与生活水平的提升,需求进一步扩展到“吃得好、吃得健康、吃得丰富”,强调食物结构多样化。同时农业增收、国家粮食安全、生态健康与景观文化等外延需求也日益受到重视。那么,人类对耕地质量的需求具体表现在哪些方面?本文认为主要包括以下5个方面(图1):①生产需求。通过农业生产获取农产品,满足基本食物保障。②经济需求。耕地具有生产功能,能够通过农产品销售带来经济收益,农户从事农业生产的首要目的即获得经济回报。③生态需求。随着农产品质量安全风险与耕地生态环境问题日益受到关注,耕地的生态安全与环境质量需求逐步凸显。④社会需求。耕地对稳固国家粮食安全、维护社会和谐稳定具有重要意义,同时也是广大农村人口的基本生计保障,具备重要的社会功能。⑤景观文化需求。优美的田园风光与深厚的农耕文化历来受人们珍视,耕地作为农耕文明的载体,承载着文化传承的重要需求。

上述需求可进一步归纳为耕地的土壤质量、经济质量、生态质量与景观文化质量4个维度,涵盖自然、社会经济与生态环境三大方面。针对农户、政

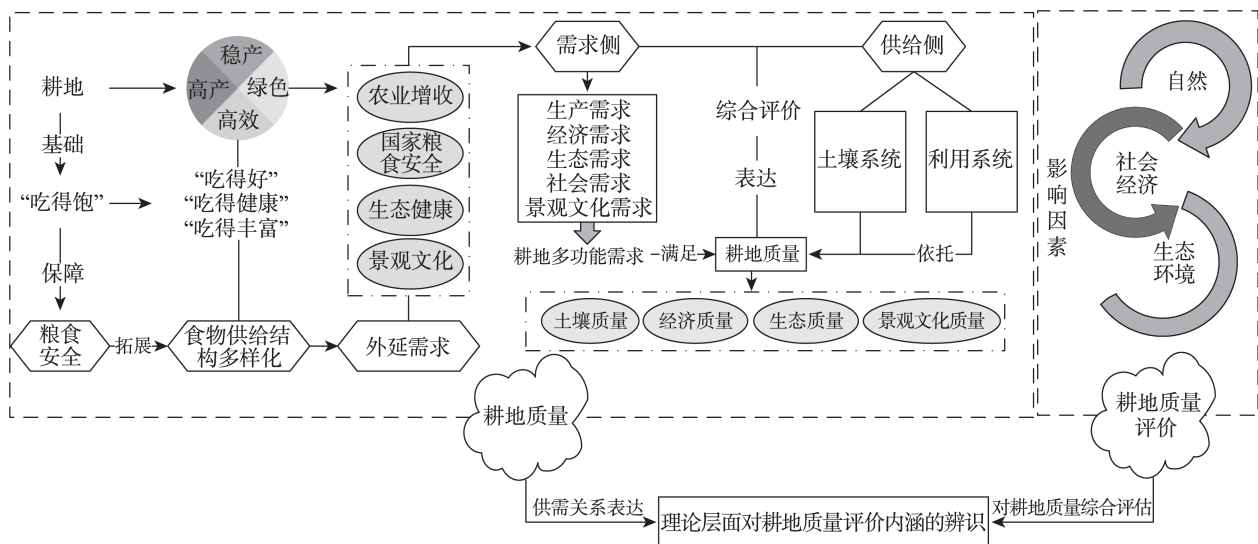


图1 耕地质量评价理论内涵

Figure 1 Theoretical connotation of cultivated land quality evaluation

府及社会公众等不同主体的差异化多功能需求,耕地需依托土壤系统与土地利用管理系统,提供相应的农产品供给与生态系统服务,以实现各类需求目标。耕地质量评价基于需求导向与区域差异,因地制宜构建评价指标体系,对耕地质量水平及其功能供给能力进行综合评估,从而为耕地管理决策提供科学依据。

2.2 耕地质量评价实践历程

本文以时间发展为主线,结合相关政策与学者研究成果^[20-23],将我国耕地质量评价实践历程划分为4个阶段,并逐一阐释其演进的特征与规律(图2)。

(1)萌芽期(1949—1977年)。新中国成立初期,为促进农业生产、确保国家粮食安全、解决人民温饱问题,1950年中共中央颁布《中华人民共和国土地改革法》,明确了农村土地权属、激发了农民生

产积极性,并按照肥瘦与区位条件分配土地,为后续耕地质量评价提供初步实践。但由于耕地产能低于人口增长,农民主要通过开荒等形式增加耕地数量,以解决“吃饱”问题。1956年《全国农业发展纲要四十条》明确强调以土壤改良、合理施肥等措施提升耕地质量,逐步确立了数量与质量并重的导向。1958年提出的“农业八字宪法”以“土、肥、水、种、密、保、管、工”为主要内容,其中“土”“肥”直接指向土壤肥力与养分管理,被视为产量提升的关键环节。同年组织实施的第一次全国土壤普查,首次系统性摸清全国耕地土壤类型、肥力状况,建立了较为完备的基础数据档案。但囿于农业生产设施和技术落后,加之自然灾害影响,虽然耕地数量有所增加,但耕地质量并不高,粮食产量低下,导致国家粮食供给多次处于阶段性“缺粮”状态。综上所述,该阶段国家实施政治手段,确保了新中国成

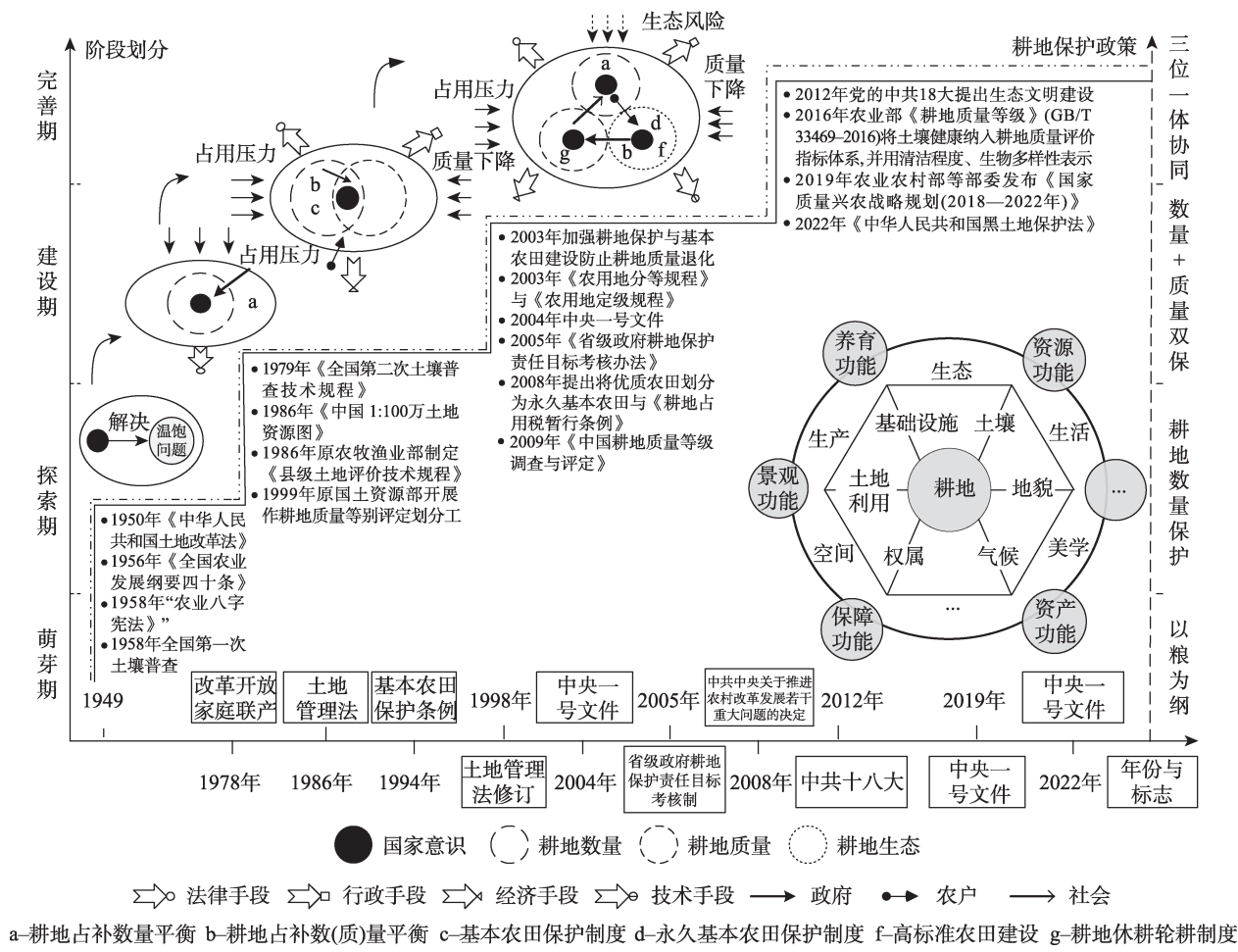


图2 耕地质量评价实践历程

Figure 2 Practical history of cultivated land quality evaluation

立初期的平稳发展;但落后的农业设施与生产方式导致耕地质量提升困难,引发了对如何量化耕地质量、促进粮食产能提升、满足人民吃饭需求的思考,耕地质量评价的萌芽由此逐步形成。

(2)探索期(1978—1998年)。改革开放后,“家庭联产承包责任制”实行与农业科技水平发展,促进了耕地质量提升,解决了粮食长期短缺的难题。但为了经济的快速增长,建设用地大量占用耕地,导致耕地面积锐减,耕地细碎化严重;加之化肥农药大量使用引起土壤污染、酸化等问题,导致耕地质量严重退化。然而,面对耕地质量不断下降的严峻形势,明晰耕地质量的相关评价规范却较为少见。为此,1979年我国参考美国土地潜力分类制定《全国第二次土壤普查技术规程》,依据土壤养分水平与肥力状况将全国土壤划分为8个等级;1986年参照联合国粮农组织(FAO)的《土地评价纲要》颁布了《中国1:100万土地资源图》。但二者均偏向自然属性,对耕地经济属性体现不足。1986年原农牧渔业部制定《县级土地评价技术规程(试行草案)》结合了土地经济属性,在县域尺度农用地评价方面取得较大进展。该阶段在借鉴国外土地评价基础上,初步探索了我国的耕地质量评价,为后续大规模的耕地质量评价工作奠定基础。但相关政策文件多体现在耕地数量保护,如耕地总量动态平衡、基本农田保护制度,而对耕地质量保护的关注与重视相对不足。

(3)建设期(1999—2011年)。基于上一阶段探索,1999年起原国土资源部开展了历时10年的全国耕地质量等级评定工作,2009年颁布了《中国耕地质量等级调查与评定》,首次摸清了我国耕地质量等别与分布情况,实现了全国耕地等别的统一可比。此外,2003年原国土资源部还颁布了《农用地分等规程》(TD/T 1004-2003)与《农用地定级规程》(TD/T 1005-2003),规范耕地质量评价步骤。虽然该时期非农建设用地占用长期居高不下,耕地占优补劣时有发生,但耕地质量的保护逐步受到重视。2004—2010年(除2009年)中央一号文件持续强调提升耕地质量,2005年《省级政府耕地保护责任目标考核办法》将耕地保护纳入了绩效考核,2008年提出了将优质农田划分为永久基本农田,同年颁布了《耕地占用税暂行条例》。该阶段耕地质量评价

得以真正实施,灵活运用经济、行政与法律手段,强化对耕地质量的保护,注重耕地生产能力的提升,但对耕地生态质量评价的关注与重视仍显不足。

(4)完善期(2012年以后)。随着化肥农药的长期大量使用,耕地污染问题加剧,有毒农产品与生态环境恶化引发了社会各界广泛关注。为切实提升耕地质量,保护耕地生态环境质量,国家提出了一系列生态保护文件,并将生态环境指标逐步纳入耕地质量评价指标体系。2012年党的十八大提出生态文明建设,助推耕地质量评价融合发展;同年《关于提升耕地保护水平全面加强耕地质量建设与管理的通知》提出耕地数量管控、质量管理与生态管护的三位一体新内涵;2016年原农业部《耕地质量等级》(GB/T 33469-2016)将土壤健康纳入评价指标体系;2019年农业农村部等部委发布《国家质量兴农战略规划(2018—2022年)》强调健全耕地质量评价监测网络;2022年《中华人民共和国黑土地保护法》正式实施,将特定类型耕地生态保护纳入法治化轨道。该阶段国家实施休耕轮耕、退耕还林还草等休养生息政策,结合“山水林田湖草”国土空间综合整治技术,促进耕地生态与质量协同提升,并持续推进高标准农田建设,完善耕地基础设施,统筹多维要素以切实保障国家粮食安全。这些文件的相继出台与实践推进,标志着我国耕地质量评价与管理已进入数量、质量、生态并重,监测、治理、法治协同的新阶段。

通过政策文件回溯表明,实践层面耕地质量评价内涵至少包含以下3个方面:①以生产能力为核心。耕地质量评价的关键在于维持耕地生产能力,提升粮食产量,确保国家粮食安全,促进社会和谐发展,是应对动荡不安的国际局势与百年未有之大变局的有力抓手。②涉及多要素协同。耕地质量涉及自然、经济和管理等多要素与农户、社会和国家等多元主体的共同参与,是一个多维的系统结构,耕地质量评价需要重视系统的全面发展,以实现资源效益最大化。③生态保护是题中应有之义。耕地生态健康直接关乎人类整体健康程度,打造绿色健康的生态系统不仅是满足人民对健康生活的需求,还是加强耕地经济价值、实现“绿水青山就是金山银山”的现实路径。总体来看,耕地质量评价

2025年12月

经历了从最初确保耕地质量、解决人民温饱,拓展为自然、社会、经济与生态等功能的多维融合,再到统筹多元主体需求的协调发展的过程。

3 耕地质量评价理论基础

随着学界对耕地质量评价认识的不断加深,耕地质量评价基础理论支撑也得到了相应发展,主要包括土壤肥力理论、区位理论、可持续发展理论与系统学理论。

(1)土壤肥力理论。土壤肥力是指土壤有为作物生长持续提供养分、水分、空气和能量的能力。在农业生产中,作物的产量与品质直接受土壤肥力影响,土壤肥力是决定耕地生产能力的关键。土壤肥力高低受区域自然条件与社会经济水平共同影响,可拆分为自然肥力与人工肥力^[24]。自然肥力是指在母质、生物、地形、气候长期的成土作用下形成土壤的化学性质、物理性质、生物性质等特征,是一种客观属性。但随着生产力发展与人口增长,自然肥力已无法满足农业生产的需求,人类采用测土配方施肥、土地整治、土壤改良等方式提升土壤肥力,即土壤人工肥力。该理论有助于全面理解耕地质量,既要重视耕地土壤的自然肥力,又要考虑追加投入的人为肥力对耕地质量的提升作用,为耕地质量评价提供了兼顾自然与社会经济的主旨思想。

(2)区位理论。不同区域气候、地形地貌与社会经济发展水平,造就了区域耕作制度与土壤性质的区别,从而形成了区域间自然地理格局的差异^[25,26]。因此,耕地质量评价应因地制宜选择评价指标,体现不同区域自然地理格局的差异。同时,耕地距田间道路、城镇、农贸市场的距离体现了耕地的经济地理区位与交通区位,对耕地的耕作便利程度与产品销售难易息息相关。另外,农田水利、沟渠、田间道路等基础设施修建具有扩散效应,带动周围耕地生产效率提升,最终促进耕地质量提升。这一理论建立了因地制宜的耕地质量评价思想,同时重视基础设施、社会经济发展水平对耕地生产与农产品销售的促进作用,为耕地质量评价提供了较为清晰的空间地理关系。

(3)可持续发展理论。可持续发展指既满足当代人的需求,又对后代人满足需求的能力不构成危害的发展。人类只有一个地球,土地资源总量有

限,耕地面积更是少之又少,要在有限的耕地上生产更多粮食,只有依靠高强度的土地利用方式^[25,27]。但高强度的土地利用方式必然导致生态环境恶化、生产能力下降等问题,最终不利于长期发展。可持续发展理论正是回答如何实现人口、资源、环境的协调发展,在追求效益最大化的同时维护耕地生产环境。该理论引入了生态学思想,将生态环境作为耕地质量评价的重要组成部分,顺应“数量、质量、生态”三位一体的耕地保护主线,是耕地质量评价坚实的理论构成。

(4)系统学理论。系统论观点认为任何事物均不是孤立存在的,而是一个有机的整体,在系统内部不断地进行着物质与能量的交换与流动,倘若部分要素功能受损将影响系统整体的运转^[28]。耕地也是一个系统,涉及气候、土壤、生物与人为管控等多个方面,任何一部分出现短板都将引起耕地整体生产效率的下降。通过该理论有助于综合考虑区域耕地质量评价指标选取,避免以往研究重自然、轻社会经济与生态环境的不足,促进耕地质量评价系统化与综合化发展,为耕地生产能力的综合提升提供理论支撑。

综上,耕地质量评价的理论基础涵盖土壤肥力理论、区位理论、可持续发展理论与系统学理论,四者共同构成了多维度、系统化的评价框架。土壤肥力理论强调自然肥力与人工肥力的协同作用,揭示了耕地质量的本质属性;区位理论从自然地理与社会经济差异出发,突出了因地制宜的评价原则,同时关注工程设施对耕地利用效率及农产品流通的优化作用;可持续发展理论将代际公平与生态保护纳入评价体系,强调生态环境条件对耕地可持续利用的约束作用;系统学理论则通过多维度综合分析,避免了评价过程中的片面性,确保耕地质量评价的整体性与科学性。未来研究应着力推进理论融合与框架优化,突破传统单一学科理论的局限,构建多学科协同的综合评价体系。重点整合土壤学、生态学和管理学等基础理论,结合空间分析、模型模拟和大数据技术等跨领域方法,探索多理论耦合机制。通过融合自然-经济-社会复合系统的多维驱动因素,建立动态化、智能化的耕地质量评价新范式,实现从单一要素评价向多过程耦合、多尺度联动的系统性认知转变,为耕地资源可持续利用

提供更科学的理论支撑和方法体系。

4 耕地质量评价研究进展

4.1 评价指标体系构建:单一向多元

人类文明发展经历多个阶段,不同阶段耕地的利用方式与评价指标差别很大(图3)。原始文明以渔猎为生,人类更多以“物竞天择,适者生存”方式生活,不存在农业开垦耕作。刀耕火种作为农耕文明的初始形态,标志着人类由渔猎转向以农业种植获取食物来源,农耕活动逐步稳定化、常态化,并显著提升食物供给能力。人们在耕作实践中逐渐形成了从土色、土质等直观特征辨识耕地土壤肥力差异的经验;此类经验在后世治理中被吸收并制度化,成为确定“地租”“地税”分等管理的重要依据。工业文明引领农业生产发展,机械化与化肥农药使

耕地产能大幅提升,工程设施、区位条件对耕地产能的影响加强,以土壤、社会经济、基础设施为主的评价指标体系逐步形成。同时,工农业化学品大量使用,引起了土壤污染、环境恶化,危害人类健康,使生态环境重要性日益凸显。由此逐渐进入生态文明时期,强调耕地生态安全,推动耕地保护进入“数量、质量、生态”三位一体协同的新阶段,生态环境成为耕地质量评价的重要基础。

耕地质量集中体现在粮食生产能力,而粮食产能受“天、地、人”的综合影响,本文从这三方面归纳梳理耕地质量评价指标体系的构建^[29-32]。“天”对应气候状况,气候条件既能通过积温、降水、光照等直接影响作物生长,又能作为成土因素间接影响耕地质量,常用指标有年均降水、积温、年均气温、熟制、

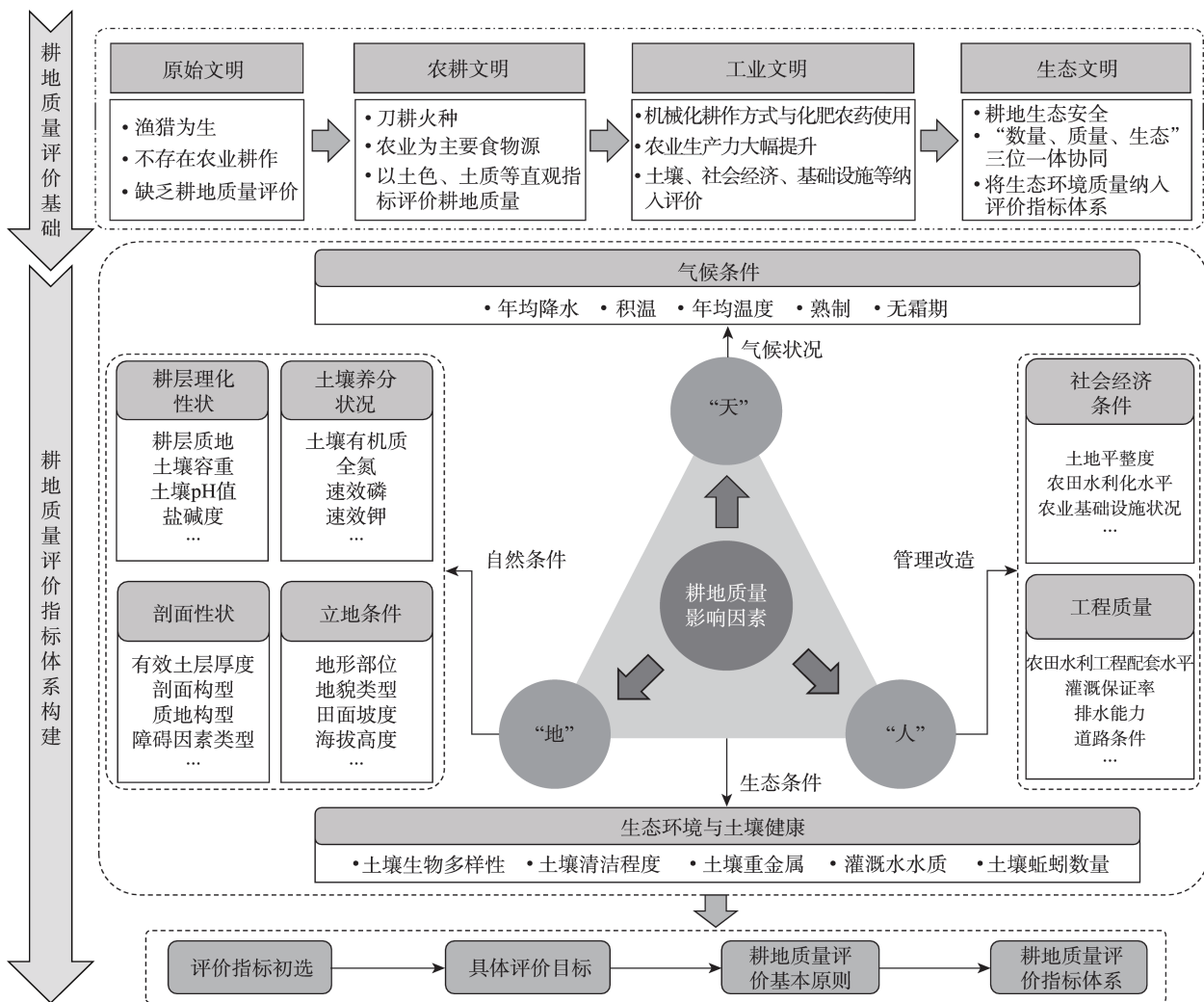


图3 耕地质量评价指标体系构建

Figure 3 Analysis of construction status of existing cultivated land quality evaluation indicator system

无霜期等。“地”指耕地自然条件,由母质、地形地貌、土壤类型等因素共同决定,可概括为4类指标:①耕层理化性状,如耕层质地、土壤容重、土壤pH值和盐碱度等;②土壤养分状况,如土壤有机质、全氮、速效磷、速效钾等;③剖面性状,如有效土层厚度、剖面构型、质地构型及障碍层类型及埋深厚度等;④立地条件,如地形部位、地貌类型、田面坡度和海拔高度等。“人”体现人类对耕地的管理与改造,主要包括两类指标:①社会经济条件,如土地平整程度、农田水利化水平以及道路、电力等农业基础设施状况;②工程质量指标,如农田水利工程配套水平、灌溉保证率和排水能力等。同时,土壤生物多样性、土壤清洁程度、土壤重金属、灌溉水水质、土壤蚯蚓数量等土壤健康指标重要性日益凸显,逐步成为耕地质量的重要组成。因此,在构建耕地质量评价指标体系时,可以在上述各层面开展指标初选,并结合研究目标,遵循实用性、稳定性、独立性和可行性等基本原则,对候选指标进行筛选,剔除难以获取或信息重叠的指标,形成简明易行且能够满足研究目的的耕地质量评价指标体系。

当前,耕地质量评价研究正逐步向系统化、科学化方向发展,评价指标体系日趋精细化与多维化。为进一步提升评价结果的科学性与实践指导价值,未来研究需重点关注以下3个维度:首先,在指标体系上,现有研究多侧重自然属性,而对社会

经济要素与生态约束的关注不足,未来应以系统学理论为基础,融合自然-经济-生态多维要素构建系统化的评价指标体系,以更全面地反映耕地质量的复合特征。其次,在区域适用性上,我国幅员辽阔地域异质性显著,不同农业生态区主导限制因子存在明显区别。未来研究应强化因地制宜原则,通过区域特异性进行指标筛选,提升指标体系适配性。最后,在研究对象上,现有研究多聚焦高产能耕地,而对中低产田评价略显不足。中低产田约占我国耕地总面积的2/3,其产能提升对保障国家粮食安全具有战略意义^[33]。针对此类耕地的障碍因子开展专项评价研究,不仅有助于挖掘增产潜力,更可为“藏粮于地”战略实施提供精准的决策依据。

4.2 研究尺度:空间与时间

从空间尺度上看,我国已取得了由粗到细、由宏观至微观的多尺度研究(图4)。不同尺度研究目的存在差异:大尺度通常集中在国家、省域,以政策引导、标准制定为主,评价指标较少,目的是把握耕地质量总体趋势,增强宏观调控^[34-36]。中尺度相关研究数量最多,评价单元多在市县与乡镇,以时空变化、障碍因子诊断与调控分区为目的,构建多要素相融合评价指标体系综合分析,寻求耕地质量变化诱因、诊断障碍因素,服务于主体功能区划,为土壤改良指明方向^[37,38]。小尺度相关研究数量次之,多存在于村域与地块,以机理性研究为主,评价指

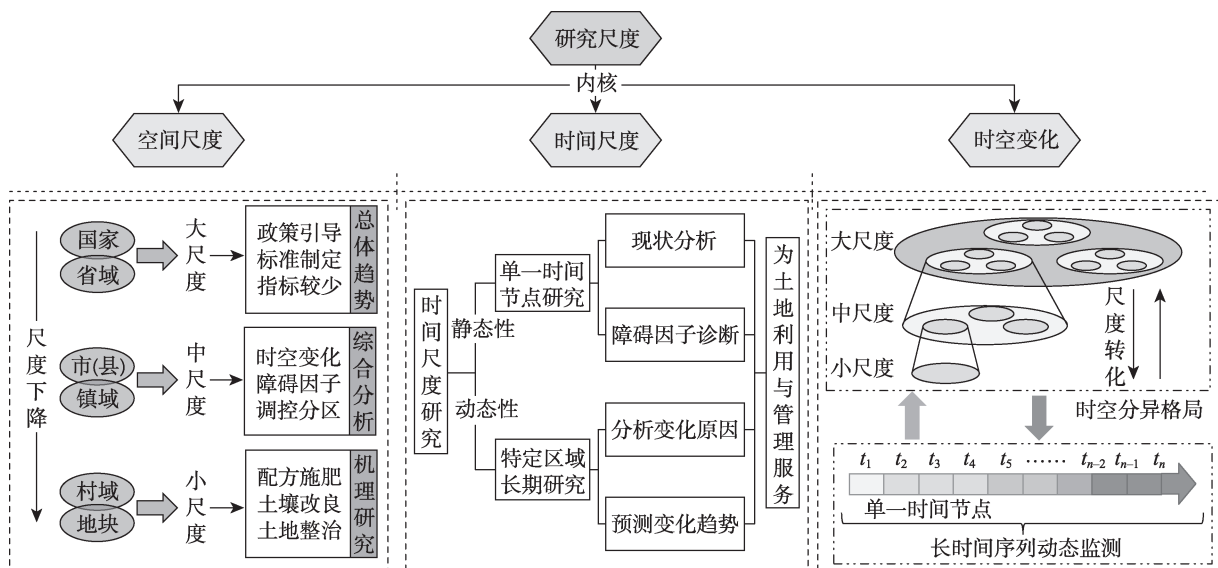


图4 耕地质量评价研究尺度分析

Figure 4 Scale analysis of cultivated land quality evaluation

标更为全面,研究目的是针对障碍因子采取配方施肥、土壤改良、土地整治等具体措施,通过工程技术改良切实提升耕地质量,巩固粮食安全^[39-41]。

从时间尺度来看,当前研究多以单一时点的静态分析为主,同时也有部分研究通过长期土壤观测数据开展了动态分析。静态研究主要是剖析区域耕地质量现状特征或诊断障碍因子;动态研究更关注耕地质量演变规律与驱动机制;二者共同为耕地质量管理决策提供了科学依据^[42,43]。同时,我国已取得多尺度的丰富成果,但不同尺度成果衔接与整合仍有提升空间,未来可加强对多尺度转换研究,提高现有成果利用效率。耕地质量时空演变规律解析主要受以下两方面限制:①长时期连续的数据获取可得性较差;②微观因素对耕地质量的影响机制有待进一步明晰。未来可加强对微观因素如农户行为、政策响应等对耕地质量影响的研究,形成宏观与微观交互格局以便进一步解释耕地质量变化机制。

总体而言,现有研究已形成多尺度、多角度的研究成果,耕地质量评价的内涵也不断深化与完善,逐步由单一的土壤肥力扩展到耕地多维要素的综合利用与可持续评估。为进一步提升现有成果利用效率,深化耕地质量时空演变规律解析,未来研究可以重点关注以下3个研究方向:首先,当前耕地质量评价已取得了多尺度的研究成果,但多集中在中小尺度,大尺度成果稍少,不同尺度研究转换不足。未来可加强对现有研究的整合,推进不同尺度研究成果的衔接与转换,以综合运用现有成果。其次,在耕地质量时空演变规律上,现有研究对农户层面微观要素关注稍有不足。后续应深化微观

与宏观两方面的协同解析时空演变机理,深度解析农户行为、政策反馈等因素对耕地质量变化的影响机制。最后,还应加强尺度特征与区域特色研究深化对二者的理解。在此基础上,深化对不同研究尺度与区域特性下时空演变驱动机制的解读,为制定差异化的耕地质量管理方案提供科学依据。

4.3 评价方法:定性到定量

耕地质量科学评价是有效保护与提升耕地质量的前提,也为后续工作提供关键依据。开展评价时,首先需根据研究目的明确评价思路,进而选择适宜方法。耕地质量评价思路的演变主要经历了以下6个阶段:①早期以防止过度生产导致土地退化为导向,形成以定性为主的土地适宜性评价;②其后转向以定量测算为核心的耕地生产潜力评价;③随后发展为适宜性与生产潜力相结合的综合评价;④随着土壤污染与健康风险凸显,土壤健康要素被逐步纳入评价体系;⑤面对土地退化与荒漠化问题,可持续理念加强,推动形成以生产性、稳定性、保护性、可行性及可持续性为原则的评价框架;⑥当前评价进一步走向系统集成,常借助系统理论、可持续发展框架及PSR模型,统筹自然、经济与管理等多维要素开展综合评价。

目前耕地质量评价的常用方法可分为以下3类(图5):①传统评价方法,以综合指数法、主成分分析法、模糊数学法为代表,这类方法简单易行,且操作较为简单,因而被广泛使用^[44,45]。②数理统计方法,以灰色关联分析、逐步多元回归、理想值逼近法与客观赋权法为代表,这类方法通过数理统计方法为支撑,减少人为因素对评价的干扰,进一步提升了评价结果的可靠性^[46,47]。③大数据分析方

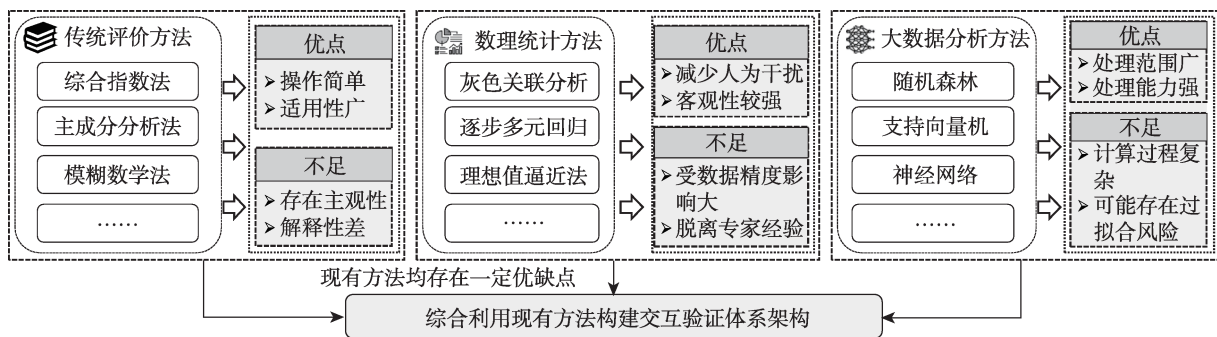


图5 评价方法对比分析

Figure 5 Comparative analysis of different evaluation methods

括随机森林、支持向量机、神经网络等机器学习算法。在评价中,将模型与地理相似性定律、土壤-景观模型结合,布设具有代表性的样点、减少采样数量,缩减成本,建立遥感影像、环境变量与样点数据的空间关联,利用算法预测提升数据精度,权重确定可集成多种算法选择最优值,既兼顾计算的客观性,又能提升方法的解释性^[48-51]。

综上所述,耕地质量评价方法实现了由以往基于专家经验定性分析向量化评价转变,评价思维由最初重视单方面的生产要素转变为自然、社会经济、生态、管理多要素协调的系统观念,评价原则与分析框架也得到相应发展。现有评价方法各有优缺点与适宜场景,传统方法操作简单且适用性广,但可能存在一定主观性;数理统计方法客观性强但对数据质量有着一定要求;大数据分析方法有较强的处理范围与能力,但模型构建较为复杂且可能会存在过拟合风险。这些方法虽有不足,但已为耕地质量评价提供了扎实的方法基础,且在其适宜场景下具有较好的解释性。未来如何更好地运用现有评价方法整合优点、削弱不足,注重不同方法优势,构建相互补充的方法体系框架,应是研究需要关注的重点方向。本文认为以大数据分析技术为基础,构建多方法综合运用与交叉验证的系统架构或许是很好的解决路径,既能协同方法的各自优势,又可以相互验证,促进评价方法精度与解释力的提升。

5 耕地质量评价体系重构

总体来看,目前我国在耕地质量评价领域已取得丰硕成果。针对现有研究存在的不足之处,本文对耕地质量评价的基础理论、评价指标、研究尺度与评价方法展开体系重构,将耕地质量评价未来发展重点方向归纳为以下5个部分(图6)。

5.1 加强基础理论研究,构建系统知识体系

耕地作为一个动态复合系统,其质量受资源禀赋、环境和人为活动等多要素的共同影响。当前耕地质量评价基础理论已取得较为深入的进展,但面对耕地质量特征的复杂性,从单一学科理论视角理解仍较为困难。为此,本文认为,未来应加强学科交叉与技术融合,通过学科交叉,超越单一视角,寻求整体理解,以构建系统的耕地质量评价知识体

系。首先,应以系统学思维为引领,串联土壤肥力理论、区位理论与可持续发展理论,建立系统知识架构,提炼不同尺度与自然地理格局下的耕地质量关键结构特征,并构建多尺度耕地质量障碍诊断框架,识别影响耕地质量关键因素及其驱动机制;协同地理学、生态学与管理学等多学科方法,揭示自然、社会、经济、生态要素与耕地质量间的交互关系,重点关注其时空演变规律与反馈机制;结合空间分析、模型模拟与大数据分析等智能技术,建立“数据获取—评价诊断—路径识别”的研究范式,为差异化管控与耕地质量可持续提升提供决策依据,以多学科、多领域、多技术的知识体系推动耕地质量评价系统知识体系形成。

5.2 完善评价指标体系,融合多元评价数据

耕地质量评价的关键在于指标体系的构建。因此,需要在全面剖析耕地质量评价内涵的基础上,分尺度、分维度地构建评价指标体系。在兼顾科学性、代表性与数据可得性等基本原则的同时,评价指标体系还应遵循以下原则:①多维度集成。耕地质量受多种要素的综合影响,评价指标体系需全面涵盖土壤、社会经济、工程要素与生态环境的多维要素,既要反映耕地系统的整体性特征,又要避免因过度侧重某类指标而导致评价结果失真。②共性与个性相结合。一方面,所有耕地整体存在影响其质量的共性因素,设置共性指标可以体现指标体系的稳定性,便于不同区域、不同时段耕地质量评价结果具有可比性。另一方面,考虑到区域地理格局、评价目的与研究对象的差异,限制耕地质量的主导因素具有显著的空间异质性,根据不同区域、模型与对象特征的区别设置具有针对性的个性指标体现差异化。③搭建多元异构的大数据平台。整合土壤数据、土地利用数据、生态环境数据与社会经济数据,构建耕地质量评价综合数据库与共享模式,为耕地质量评价提供数据支撑。

5.3 推进不同尺度转换,逐步解析演变机理

多尺度分析是明晰不同尺度关联性与差异性的关键。评价尺度与单元大小的不同,会导致评价结果的空间分布格局与机制的差异,进一步影响耕地质量的提升路径与优化策略。就现有研究来看,耕地质量评价在中小尺度已取得丰硕成果,但多集

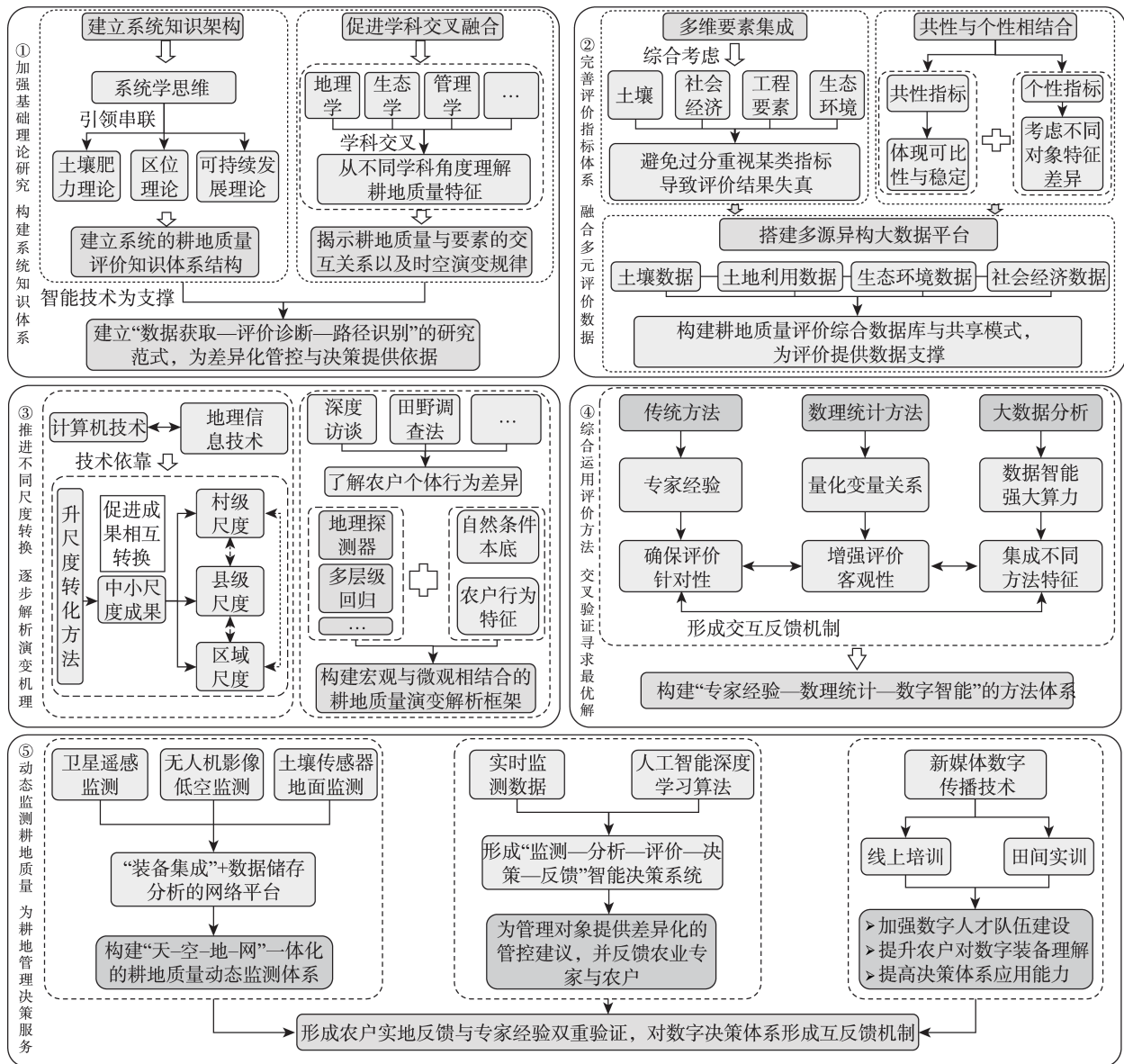


图6 耕地质量评价体系重构

Figure 6 Reconstruction of cultivated land quality evaluation system

中在地块,不同尺度成果 的转换较为困难;未来可以地理信息技术与计算机技术为支撑,将其整合为高精度网格化的耕地质量评价成果。基于此,通过自下而上的升尺度转化方法,在保证数据精度的同时将中小尺度网格化的成果进行尺度升级,转化为村级、市县级乃至区域尺度上的评价结果,促进不同尺度间的转换,并提升已有成果利用效率。此外,农户作为耕地利用的直接主体,其生产决策行为与耕地质量变化紧密相关。未来应给予重视,利用深度访谈、田野调查法等方式捕捉农户个体行为

的差异。同时,结合地理探测器、多层级回归模型,耦合自然条件本底和微观农户行为特征的认知模式、决策逻辑与政策反馈,构建宏观与微观相结合的耕地质量演变解析框架,并揭示其背后的驱动机制,为区域差异化与可持续管控提供科学依据。

5.4 综合运用评价方法,交叉验证寻求最优解

鉴于各类方法都有优缺点,关键是要将研究目标与内容的特性与研究方法相结合进行综合考虑。多种研究方法交叉使用,既可以克服单一方法缺点,又可以相互验证,形成优势互补获取更为科学

的评价结果。因此,未来可对现有研究方法进一步整合,以传统方法中的专家经验为基础,以数理统计方法中的数理规律为媒介,以大数据分析中的数据智能为核心,构建“专家经验—数理统计—数字智能”的方法体系。首先,以专家经验为基础层,建立符合特定对象与目标情况下的指标体系,确保评价的针对性。其次,以数理统计方法为处理方式,量化变量间的关系,采用剔除异常值与共线性检验等方法增强客观性。最后,通过数字智能的强大算力,集成传统方法、数理统计方法与大数据分析方法,综合确定指标权重,形成三者交互反馈的模式,提升指标权重的可解释性。这种分层递进的框架既保留了专家经验对特定研究目标的差异性与知识的适配性,又融合了数理统计的客观性与严谨性,同时结合了大数据分析的计算能力,有助于提升方法的科学性与可靠性。

5.5 动态监测耕地质量,为耕地管理决策服务

数字化与数智化为农业高质量、可持续发展提供了新的技术范式,未来的耕地质量管理决策以人工智能技术为依托,构建自主化的管理决策体系。首先,应整合卫星遥感监测、无人机影像低空监测、土壤传感器地面监测与“装备集成”+数据储存分析的网络平台,构建“天-空-地-网”一体化的耕地质量动态监测体系。其次,加强智能决策云平台的建立,将实时监测数据与人工智能的深度学习算法进行耦合与挖掘,形成“监测—分析—评价—决策—反馈”的智能决策系统,为不同类型的管理对象提供差异化的管控建议,并分别传递给农业专家与农户。第三,还应加强数字人才队伍建设,利用新媒体的数字传播技术,建立“线上培训+田间实训”的培育模式,重点提升农户对新型数字装备与决策体系的理解应用能力。最后,通过农户实地反馈与专家经验双重验证对数字决策体系形成互反馈机制,提升决策体系科学性与准确性,推动耕地质量动态监测与管理决策体系朝着数智化协同方向发展。

6 结语

耕地质量评价是稳固我国粮食安全与国民经济平稳发展的有效途径,是提升耕地质量、稳定耕地产能、促进耕地可持续利用、助推生产方式转型的现实路径。针对现有研究不足之处,本文通过系

统梳理国内外相关研究的演进脉络与研究进展,对耕地质量评价进行体系重构,并提出未来展望。综合考虑现有研究优缺点,本文认为耕地质量评价是一个多要素组合的纷杂系统工程。耕地质量评价未来应借助以下手段进行提升:①通过“多数据、多过程、多尺度、多方法”相融合,逐步探索不同尺度可比的评价指标体系;②构建“天-空-地”一体化的耕地质量评价动态监测体系,依据动态监测体系建立耕地质量预警与防护系统,遏制耕地质量下降趋势;③探究时空变化机理,创新评价方法,提升工作效率,借助人工智能、大数据分析及机器学习等方法优化管理决策体系,从而为进一步提升耕地资源利用效率、缓和人地矛盾提供科学依据。

参考文献(References):

- [1] 杜国明, 闫佳秋, 张娜, 等. 面向多元主体需求的耕地质量体系新认知[J]. 农业工程学报, 2023, 39(1): 212-222. [Du G M, Yan J Q, Zhang N, et al. New cognition of the cultivated land quality system for the needs of multiple subjects[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2023, 39(1): 212-222.]
- [2] 刘洪彬, 刘新华, 刘春苓, 等. 耕地质量建设与管理的现实困境及其改进路径: 基于东北三省黑土地地区的调查研究[J]. 土壤通报, 2023, 54(6): 1282-1289. [Liu H B, Liu X H, Liu C L, et al. The realistic dilemma and improvement path of cultivated land quality construction and management: Based on a survey of black soil areas in three northeast provinces[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2023, 54(6): 1282-1289.]
- [3] Yang H, Zou R Y, Hu Y, M et al. Sustainable utilization of cultivated land resources based on “element coupling - function synergy” analytical framework: A case study of Guangdong, China[J]. Land Use Policy, 2024, DOI: 10.1016/j.landusepol.2024.107316.
- [4] Yan Z R, Wang D Y, Li W B, et al. Treat and halt: Occurrence of spatially heterogeneous cropland degradation in the peri-urban area[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2024, DOI: 10.1016/j.eiar.2023.107366.
- [5] 吕立刚, 撤旭, 龙花楼, 等. 耕地多功能供需匹配研究进展与展望[J]. 资源科学, 2023, 45(7): 1351-1365. [Lyu L G, Han X, Long H L, et al. Research progress and prospects on supply and demand matching of farmland multi-functions[J]. Resources Science, 2023, 45(7): 1351-1365.]
- [6] Hu Y M, Liu Y. Impact of fertilizer and pesticide reductions on land use in China based on crop-land integrated model[J]. Land Use Policy, 2024, DOI: 10.1016/j.landusepol.2024.107155.
- [7] Zhang Y J, Ye C, Su Y W, et al. Soil acidification caused by excessive application of nitrogen fertilizer aggravates soil-borne diseases

- es: Evidence from literature review and field trials[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2022, DOI: 10.1016/j.agee.2022.108176.
- [8] Xin L J. Chemical fertilizer rate, use efficiency and reduction of cereal crops in China, 1998–2018[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2022, 32(1): 65–78.
- [9] 丁文成, 宋大利, 周卫. 我国耕地质量主控因素及提升策略[J]. *植物营养与肥料学报*, 2024, 30(8): 1580–1594. [Ding W C, Song D L, Zhou W. Dominant factors driving the farmland quality in China and strategies for improvement[J]. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 2024, 30(8): 1580–1594.]
- [10] 沈仁芳, 陈美军, 孔祥斌, 等. 耕地质量的概念和评价与管理对策[J]. *土壤学报*, 2012, 49(6): 1210–1217. [Shen R F, Chen M J, Kong X B, et al. Conception and evaluation of quality of arable land and strategies for its management[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2012, 49(6): 1210–1217.]
- [11] Bünemann E K, Bongiorno G, Bai Z, et al. Soil quality: A critical review[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2018, DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.01.030.
- [12] Obour P B, Ugarte C M. A meta-analysis of the impact of traffic-induced compaction on soil physical properties and grain yield[J]. *Soil and Tillage Research*, 2021, DOI: 10.1016/j.still.2021.105019.
- [13] Lehmann J, Bossio D A, Kögel-Knabner I, et al. The concept and future prospects of soil health[J]. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2020, 1(10): 544–553.
- [14] Huang F, Tu J M, Zhang F Y, et al. Soil health assessment of urban forests in Nanchang, China: Establishing a minimum data set model[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2025, DOI: 10.1016/j.soilbio.2025.109795.
- [15] 吴克宁, 杨淇钧, 赵瑞. 耕地土壤健康及其评价探讨[J]. *土壤学报*, 2021, 58(3): 537–544. [Wu K N, Yang Q J, Zhao R. A discussion on soil health assessment of arable land in China[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2021, 58(3): 537–544.]
- [16] Ling L S, Tang H J, Chen X Y, et al. Spatial zoning and effect evaluation of county high-standard farmland siting delineation for sustainable cultivated land use in China: A case study in Dali, Shaanxi[J]. *Ecological Indicators*, 2024, DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112647.
- [17] Jing X D, Tao S T, Hu H, et al. Spatio-temporal evaluation of ecological security of cultivated land in China based on DPSIR-entropy weight TOPSIS model and analysis of obstacle factors[J]. *Ecological Indicators*, 2024, DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112579.
- [18] Lyu X, Peng W L, Niu S D, et al. Evaluation of sustainable intensification of cultivated land use according to farming households' livelihood types[J]. *Ecological Indicators*, 2022, DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108848.
- [19] 李丽, 吕晓, 张安录, 等. 农户耕地利用的可持续集约化: 理论框架、水平测度及其确权响应[J]. *资源科学*, 2022, 44(6): 1168–1180. [Li L, Lyu X, Zhang A L, et al. Sustainable intensification of farmers' cultivated land use: Theoretical framework, level measurement, and response to land rights confirmation[J]. *Resources Science*, 2022, 44(6): 1168–1180.]
- [20] 刘蒙罢, 张安录. 建党百年来中国耕地利用政策变迁的历史逻辑及优化路径[J]. *中国土地科学*, 2021, 35(12): 19–28. [Liu M B, Zhang A L. Historical logic and optimization path of the policy changes in China's cultivated land use in the past 100 years since the founding of the CPC[J]. *China Land Science*, 2021, 35(12): 19–28.]
- [21] Zhou Y, Li X H, Liu Y S. Cultivated land protection and rational use in China[J]. *Land Use Policy*, 2021, DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105454.
- [22] 张娜, 杜国明, 张瑞, 等. 面向现代农业发展的黑土地质量理论解析[J]. *资源科学*, 2023, 45(5): 926–938. [Zhang N, Du G M, Zhang R, et al. Theoretical analysis of black soil quality for the development of modern agriculture[J]. *Resources Science*, 2023, 45(5): 926–938.]
- [23] 张慧珍, 侯现慧, 靳亚亚. 休耕政策对农户耕地质量保护行为的影响[J]. *资源科学*, 2023, 45(11): 2196–2209. [Zhang H Z, Hou X H, Jin Y Y. The impact of fallow land policy on farmers' behavior to protect farmland quality[J]. *Resources Science*, 2023, 45(11): 2196–2209.]
- [24] 魏洪斌. 基于土地整治的耕地质量评价与提升研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2015. [Wei H B. Study on Cultivated Land Quality Evaluation and Promotion Based on Land Consolidation [D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2015.]
- [25] Xu F, Shao Y P, Xu B G, et al. Evaluation and zoning of cultivated land quality based on a space-function-environment[J]. *Land*, 2023, DOI: 10.3390/land12010174.
- [26] Zhou L L, Su K C, Yang Q Y, et al. The coupling characteristics and influencing factors of the “homestead-cultivated land system” in the Three Gorges Reservoir Region of China: A farmer perspective[J]. *Journal of Rural Studies*, 2024, DOI: 10.1016/j.jrurstud.2024.103383.
- [27] Ros G H, Verweij S E, Janssen S J C, et al. An open soil health assessment framework facilitating sustainable soil management[J]. *Environmental Science & Technology*, 2022, 56(23): 17375–17384.
- [28] Song W, Zhang H Z, Zhao R, et al. Study on cultivated land quality evaluation from the perspective of farmland ecosystems[J]. *Ecological Indicators*, 2022, DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109000.
- [29] 付国珍, 摆万奇. 耕地质量评价研究进展及发展趋势[J]. *资源科学*, 2015, 37(2): 226–236. [Fu G Z, Bai W Q. Advances and prospects of evaluating cultivated land quality[J]. *Resources Science*, 2015, 37(2): 226–236.]
- [30] Creamer R E, Barel J M, Bongiorno G, et al. The life of soils: Integrating the who and how of multifunctionality[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2022, DOI: 10.1016/j.soilbio.2022.108561.

2025年12月

- [31] Huang X M, Zhang S M, Zhu Q C, et al. Spatial variation of soil quality limiting indicators in the North China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2025, DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.124936.
- [32] Zhang J Y, Yang F, Duan N, et al. Spatial transition and obstacle factor diagnosis based on the evaluation of the quality of arable land use in plain lake areas: A case study of the Dongting Lake region[J]. *Ecological Indicators*, 2024, DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112881.
- [33] 白雪源, 张杰, 崔振岭, 等. 中低产田评价指标与主要方法研究进展[J]. *土壤学报*, 2023, 60(4): 913–924. [Bai X Y, Zhang J, Cui Z L, et al. Advances in the indicator and assessment approaches of medium–low yield fields[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2023, 60(4): 913–924.]
- [34] 陈正发, 龚爱民, 张刘东, 等. 基于质量评价的省域尺度坡耕地质量调控体系构建[J]. *农业工程学报*, 2021, 37(20): 136–145. [Chen Z F, Gong A M, Zhang L D, et al. Construction of the quality regulation system for provincial scale slope farmland based on quality evaluation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2021, 37(20): 136–145.]
- [35] 杨淇钧, 吴克宁, 冯喆, 等. 大空间尺度土壤质量评价研究进展与启示[J]. *土壤学报*, 2020, 57(3): 565–578. [Yang Q J, Wu K N, Feng Z, et al. Soil Quality assessment on large spatial scales: Advancement and revelation[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 2020, 57(3): 565–578.]
- [36] Dornik A, Cheţan M A, Crişan T E, et al. Geospatial evaluation of the agricultural suitability and land use compatibility in Europe's temperate continental climate region[J]. *International Soil and Water Conservation Research*, 2024, 12(4): 908–919.
- [37] Qian F K, Lal R, Wang Q B. Land evaluation and site assessment for the basic farmland protection in Lingyuan County, Northeast China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128097.
- [38] Sun X B, Li Q F, Kong X B, et al. Spatial characteristics and obstacle factors of cultivated land quality in an intensive agricultural region of the North China Plain[J]. *Land*, 2023, DOI: 10.3390/land12081552.
- [39] Zhu Z Y, Chen J Y, Hu H B, et al. Soil quality evaluation of different land use modes in small watersheds in the hilly region of southern Jiangsu[J]. *Ecological Indicators*, 2024, DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.111895.
- [40] Luo C, Zhang X L, Wang Y H, et al. Regional soil organic matter mapping models based on the optimal time window, feature selection algorithm and Google Earth Engine[J]. *Soil & Tillage Research*, 2022, DOI: 10.1016/j.still.2022.105325.
- [41] Teng L D, Jiang G H, Ding Z L, et al. Evaluation of tobacco-planting soil quality using multiple distinct scoring methods and soil quality indices[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2024, DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.140883.
- [42] Qian F K, Jiao S Y, Yu Y J, et al. Cultivated land quality assessment and obstacle factors diagnosis in Changtu County, Northeast China[J]. *Land Degradation & Development*, 2024, 35(17): 5065–5077.
- [43] 苗欣然, 李泽红, 王梦媛. 粮食供应安全下东北黑土区耕地利用系统韧性时空演变: 以齐齐哈尔市为例[J]. *资源科学*, 2023, 45(9): 1801–1816. [Miao X R, Li Z H, Wang M Y. Spatiotemporal changes of cultivated land use system resilience in the black soil region of Northeast China under food supply security: A case study of Qiqihar City[J]. *Resources Science*, 2023, 45(9): 1801–1816.]
- [44] Sheng Y, Liu W Z, Xu H L, et al. The spatial distribution characteristics of the cultivated land quality in the diluvial fan terrain of the arid region: A case study of Jimsar County, Xinjiang, China[J]. *Land*, 2021, DOI: 10.3390/land10090896.
- [45] Fan Y N, Zhang C, Hu W, et al. Development of soil quality assessment framework: A comprehensive review of indicators, functions, and approaches[J]. *Ecological Indicators*, 2025, DOI: 10.1016/j.ecolind.2025.113272.
- [46] Celis R A O, Gamboa C H, Pascual J A, et al. Conceptual and practical challenges of assessing soil quality[J]. *Soil Use and Management*, 2024, DOI: 10.1111/sum.13137.
- [47] Zhao Z H, Yang Y F, Dong B, et al. Evaluation of soil quality of Pingliang City based on fuzzy mathematics and cluster analysis[J]. *Agronomy*, 2024, DOI: 10.3390/agronomy14061205.
- [48] 张超, 高璐璐, 郟文聚, 等. 遥感技术获取耕地质量评价指标的研究进展分析[J]. *农业机械学报*, 2022, 53(1): 1–13. [Zhang C, Gao L L, Yun W J, et al. Research progress on obtaining cultivated land quality evaluation indexes by remote sensing[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2022, 53(1): 1–13.]
- [49] Chen T, Lyu L, Wang D, et al. Empowering agrifood system with artificial intelligence: A survey of the progress, challenges and opportunities[J]. *ACM Computing Surveys*, 2025, DOI: 10.1145/3698589.
- [50] Misra N N, Dixit Y, Al-Mallahi A, et al. IoT, big data, and artificial intelligence in agriculture and food industry[J]. *IEEE Internet of Things Journal*, 2022, 9(9): 6305–6324.
- [51] 张慧, 周高山, 雷恒聪, 等. 耕地后备资源宜耕性评价模型构建与验证: 耦合随机森林与限制性因子法[J]. *资源科学*, 2025, 47(9): 1915–1928. [Zhang H, Zhou S S, Lei H C, et al. Development and validation of a cultivability evaluation model for cultivated land reserve resources: Coupling random forest with the limiting factor method[J]. *Resources Science*, 2025, 47(9): 1915–1928.]

The connotation, theory, and system reconstruction of cultivated land quality evaluation

LIU Hongbin, ZHANG Hebin, WU Yan

(College of Land and Environment, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: The quality of cultivated land is a major issue that concerns the long-term stability of the country. Cultivated land quality evaluation is an effective means to ensure food security and promote economic development, holding important practical significance. Taking “connotation identification, theoretical support, and system reconstruction” as the main framework, this study comprehensively analyzes the current research status of cultivated land quality evaluation in China. Through literature review, induction and deduction, and comparative analysis methods, this study systematically reviews the research on cultivated land quality evaluation, explores the existing deficiencies in cultivated land quality evaluation, and proposes its future development directions. The study shows that: (1) the academic community has largely reached a consensus on cultivated land quality evaluation and has established a solid theoretical foundation, but the existing research framework requires further integration to form a systematic theoretical system. (2) The indicator system has been increasingly improved, yet differentiated evaluation for specific targets and the dynamic monitoring of cultivated land quality still have room for optimization. (3) Current studies are mainly conducted at small and medium scales, and research on multi-scale integration and spatiotemporal dynamic analysis remains insufficiently developed. (4) Various evaluation methods each demonstrate advantages in their respective applicable contexts, but the comprehensive use of multiple technical approaches to improve the accuracy and robustness of evaluation results is still limited. On this basis, through system reconstruction, the following prospects are proposed to address the deficiencies in existing research on cultivated land quality evaluation. Future research should strengthen basic theoretical studies and build a systematic knowledge framework; improve the evaluation indicator system and integrate multi-source evaluation data; promote the transformation and linkage across different spatial scales to gradually clarify the mechanisms of cultivated land quality evolution; comprehensively apply multiple evaluation methods and conduct cross-validation to identify optimal solutions; and implement dynamic monitoring to provide scientific support for management decision-making.

Key words: cultivated land quality evaluation; connotation; theoretical foundation; system reconstruction; induction and deduction; review