

面向国民经济主战场的区域农业研究

欧阳竹, 邓祥征, 孙志刚, 龙花楼, 张林秀, 李发东, 金 贵

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要: 中国科学院地理科学与资源研究所作为国内开展区域农业研究最早的研究机构之一, 坚持遵循“面向国家需求, 以任务带学科”的宗旨, 基于农业生产及发展的阶段性和地域性特点, 充分发挥地理学综合性和区域性的学科优势, 完成了一系列前瞻性、战略性、引领性的区域农业研究成果, 包括全国农业区划初步意见、新疆地区农业区划等, 不仅成为区域农业研究的经典参考, 同时也为国家及地方层面农业宏观调控提供了决策支持。承载80年的理论探索与经验总结, 新时期地理资源所将在现有农业资源调查与区划、农业生态水文与气候、典型区粮食生产与安全、耕地利用保护与管理、农业经济管理 with 政策创新、乡村地域系统可持续发展等研究领域基础上, 不断拓宽与丰富区域农业研究的内涵与价值, 担负起服务国家战略制定实施、引领基础学科创新发展的时代重任。

关键词: 区域农业; 学术成就; 回顾; 展望; 地理科学与资源研究所

DOI: 10.11821/dlxb202012007

1 引言

如何在现有基础条件上解决人民的吃饭问题既是学术研究的热点, 也是宏观决策的重点。区域农业研究是立足于自然条件、经济水平、社会文化等农业生产影响因素的地域分异特征, 开展以实现农业现代化、促使农业生产因地制宜的基础性工作^[1]。以服务农业为目标的区域农业研究, 尤其关注农业资源的综合评价与合理利用、农业结构的现状特征与动态调整、农业区划的空间统筹和农业发展、乡村农业的多元模式和地域综合, 旨在深度对接国家农业发展需要, 依托国家或地区区域农业重大课题, 深刻回答不同时期农业发展的重点与要点, 为国家及地区农业发展提供科学参考。

中国科学院地理科学与资源研究所(简称地理资源所)自成立以来, 一直遵循“面向国家需求, 以任务带学科”的学科发展宗旨, 发起与主导了包括新疆地区农业区划、黄淮海“会战”等一系列院地合作与产业化项目, 不仅凸显了区域农业研究社会服务导向, 同时丰富了基于中国国情的区域农业研究案例与经验。随着中国经济社会的持续发展, 区域农业研究的领域也逐渐拓宽, 由农业资源调查与区划扩展至农业生态水文与气候、典型区粮食生产与安全、耕地利用保护与管理、农业经济管理 with 政策创新、乡村地域系统可持续发展等研究领域, 呈现出以农业生产、粮食保障为核心的区域农业研究, 向围绕农业生产、粮食安全、自然本底、政策创新、乡村发展的区域农业研究体系转变。

收稿日期: 2020-08-08; 修订日期: 2020-12-01

作者简介: 欧阳竹(1961-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事农田生态系统可持续管理和中低产田改造研究。

E-mail: ouyz@igsrr.ac.cn

通讯作者: 邓祥征(1971-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事资源环境管理、区域经济与发展地理学等研究工作。

E-mail: dengxz@igsrr.ac.cn

2 发展脉络

初期探索阶段(1950—1961年)。20世纪50年代初期,以周立三、邓静中等为代表的农业地理学家遵循竺可桢“地理科学要为农业服务”的指导思想,先后完成《全国农业区划初步意见》、《甘肃青海毗邻地区农业区划初步研究》等课题任务和《中国农业区划方法论》专著编写,为指导农业生产与农业区划研究奠定了重要的理论基础。1958年10月,中国科学院地理研究所建立了农业地理学科组。

重点发展阶段(1962—1965年)。1962年开始,国家把农业放在经济工作的首位,邓静中等在主持编制《全国土地利用现状区划》基础上,完成了全国第一个比较全面系统的农业区划方案《全国农业现状区划》,并编制了第一套《中国农业生产特征与农作物分布图集》。这一时期,地理研究所将农业区划列为全所的重点研究任务,先后完成邯郸地区、酒泉地区和武威县的农业区划工作,为进行全国综合农业区划工作积累了丰富的经验。

恢复振兴阶段(1972—1990年)。1972年,吴传钧等倡导组织全各地地理研究单位与大专院校地理教学单位协作编写了《中国农业地理》丛书。随后完成了《1:100万中国土地利用图》编制和《中国土地利用》专著编写,承担了“全国土地利用现状及全国土地利用规划”研究,编制了《1:400万中国土地利用图》,并完成了“全国海岸带土地利用”调查等全国性大型任务,全面、系统地完成了“全国综合农业区划”任务。

全面拓展阶段(1991—2010年)。20世纪90年代,中国农业发展扩大到乡村“三农”问题。区域农业研究主题从农业生产布局和农业区划拓展到粮食生产、耕地保护、农业产业化、农业可持续发展模式、新农村建设等问题。在此期间,中国科学院农业政策中心、区域农业与农村发展研究中心等一批围绕农业科技政策、资源环境政策、城乡协调发展、农业地理等研究领域开展理论和应用的科学研究、战略咨询、智库决策与人才培养的基地相继成立,进一步提升了为国家战略决策服务的科技支撑能力和区域农业研究在世界的学术影响力。

转型创新阶段(2011年至今)。进入新时期,地理资源所区域农业研究学者逐渐由单一研究农业发展问题转型到面向全球化背景下热点议题(如粮食安全、能源安全、生物多样性、可持续发展及气候变化等)及国家重大战略需求(如精准扶贫、乡村振兴、美丽中国等)的跨学科协作研究。区域农业研究任务大幅度调整,通过承担国家自然科学基金项目及部省委托课题,开展“华北平原农业生产对气候变化的响应机制及其模拟研究”“水管理策略对流域水循环和农业生产力的影响研究”“中国乡村人地系统演化过程及其资源环境效应研究”,探讨“黄河三角洲水盐时空变异及对农业土地利用的影响”及“中世纪气候异常对农业社会影响的复杂性与时空差异”等。

3 主要学术成就

3.1 农业资源调查与区划

农业资源调查与区划源于老一辈地理学家的家国情怀。为了解决国家人民生活最基本的温饱问题,老一辈地理学家基于地理时空分异观点,深入研究农业资源的地域特征和农业区划的最优方案,促成了中国地理学以任务带学科的学科发展特点,不断为中国地理学持续蓬勃发展注入了生机^[2]。农业资源调查与区划具备逻辑递进和时间延续的关联,地理资源所以周立三、吴传钧、黄秉维、邓静中为代表的老一辈地理学家先后完成

了全国的系统性农业资源调查,并促成了中国综合农业区划的完成。承接农业资源调查与区划的思想与脉络,此后研究所开展的农业资源调查与区划研究不仅进一步细化了内容与对象,同时更加注重农业生产布局与部门结构的适应。其中,比较具有典型性的科学成就包括区域农业资源调查评价、农业区划的理论体系等。

3.1.1 农业资源调查 1927—1935年,周立三参与了中国和瑞典联合组建的西北科学考察团,对中国西北地区的气象、地质、民族等方面进行了充分且细致的考察与分析^[3]。随后,周立三作为核心成员参与了1956—1959年首次新疆综合考察,与其他队员一同开展了新疆地区农业生产的本底特征与资源禀赋调查工作,并在总结国民经济的阶段发展特征与自然条件的地域分异规律的基础上,探讨了农业资源开发、利用、治理和保护的建议,直接服务于概述与总结新疆农业发展布局的现实基础与实施方案^[4],形成了《新疆维吾尔自治区农业自然资源开发利用及农业合理布局的远景设想》综合考察报告及专题报告,充分彰显了地理学者服务国家重大决策和改善国民基本生活的重要地位与角色。此后,鉴于西北地区成为开发战略的重点区域,1985年周立三主持、石玉林设计开展了“新疆资源开发与生产布局”综合考察研究项目,深入分析了新疆地区资源利用、经济发展和环境保护的现实问题,形成的“关于新疆农业发展的若干建议”直接指明了新疆农业发展的规律与方向,获得地方政府的高度评价。

与周立三首次参加新疆综合考察近乎同时,吴传钧参与了1955—1956年甘肃、青海农业资源调查,尝试开展了面向农业区划方法的调查研究,绘制的河套地区农业地图(1:200万)也成为农垦的区域地理界限重要参考。1963—1965年吴传钧进行了复种地理北界、水田优势种植北界、农牧界限的农业区划界限调查,探讨了农业生产界限的空间形态和发展规律。此后,吴传钧带队进行了细致的宜农荒地资源调查和农业生产典型调查等研究工作,更是直接服务于国家重大战略,基于各项调查获得的如华南和云南热带生物资源考察、《1:100万中国土地利用图集》等多项成果^[5-7],也都成为日后农业区划与农业布局的基础参考资料。

黄秉维开展农业资源调查则是基于长期深入的水土保持和土地利用调查与研究,并提出了直接关乎农业生产的“黄河中游山陕之间峡谷土壤侵蚀的研究”重大任务。此后,黄秉维跟随黄河水土保持工作队前往陕西调查,形成了陕甘地区水土保持和土壤侵蚀等系统性的分析与研究^[8],成为全国农业生产资源调查的重要组成部分。此外,黄秉维主持和参与了农业生产潜力、华北水资源与农业发展等系列项目,均是以解决农业生产实际问题为导向,讨论与农业生产关联十分密切的地理环境成分的地理差异,是全国性的农业资源调查的重要组成。黄秉维从事的农业研究科学工作不仅产生了显著的社会、经济和生态效益,同时对于农业科学、地理科学的发展产生了极大的推动作用^[9]。

1961年,孙鸿烈主持中国科学院青藏高原综合考察项目,开启了长期的青藏高原地区科学研究^[10-11],逐渐形成了全国性、区域性和典型区的经济生态协同和试验示范,引导了多层次资源开发研究,关于现代化农业指出了尤其注重区域化和专业化的农业开发特色,并强调农业自然资源调查应凸显地域单元的土地、水、生物和气候特征,厘清了地域农业发展方向的关键因素及针对策略。自20世纪80年代以来,刘纪远先后承担了“青藏高原土地资源遥感调查”“全国资源环境遥感宏观调查与动态研究”“全国农业土地资源遥感调查”等项目,充分利用航天雷达和遥感数据开展土地利用/土地覆被(LUCC)的调查和监测,揭示了全国多尺度LUCC变化的时空演变规律和动力作用机制,尤其在土地退化、碳循环、生态效应等方面取得突出成就,相应成果也成为当前进一步开展农业资源地域分析的基础性材料^[12-14]。

3.1.2 农业区划理论 农业资源调查是农业区划的数据基础, 缺乏准确的农业资源调查数据, 农业区划的科学性便难以保证。农业区划是农业资源调查的科学总结, 缺乏农业区划的地域性总结, 农业资源调查的区域性信息和多要素关联便难以有效阐明。周立三在新疆综合考察基础上完成的新疆农业区划, 无疑展现了地理学者参与农业建设的重要作用, 不仅首次明确了农业区划的方法与原则, 设计了中国区划的总体思路, 同时也成为日后各项农业区划研究的基础资料, 揭示了农业生产和国民经济发展的时间维、空间维和层次维的耦合关系。此后, 周立三先后主持了江苏省农业区划和中国综合农业区划研究, 他同邓静中共同主持的《中国综合农业区划》提出了诸多有益的农业生产与区划理论, 同时将区划理论与实践相结合, 逐渐形成了省市县多层次的系统性农业区划方案和不同部门间贯通的横向农业区划研究^[15], 其中《中国综合农业区划》将中国划分为10个一级区、38个二级区, 对后续农业区划研究产生了深远影响。

吴传钧同样强调农业区划在国民经济发展科学指导中的重要地位, 认为在农业资源调查基础上, 落实农业区划并根据其成果设计农业发展规划是中国农业发展需要重点关注的事项之一^[16]。早在20世纪50年代, 吴传钧便和周立三共同完成了“中国农业区划的初步意见”。此后, 吴传钧总结出农业区划应揭示农业体系的区际差异性和区内一致性, 成为全国及各层级农业区划与布局的基本思想与科学依据^[17]。

邓静中认为农业区划是因地制宜引导农业生产的重要科学依据。他长期坚持实地调查研究, 探讨农业地域分异规律, 并运用区划的方法区别差异性、归纳共同性, 把千差万别的农业生产地域差异及发展情况构建成一个科学系统, 为指导农业生产的因地制宜和合理布局提供了科学的理论依据。邓静中主持编写的《中国农业区划方法论研究》对农业区划的理论方法问题做了进一步有益的探索。此后, 为了取得农业区划的实践经验, 并创建具有中国特色的农业区划理论方法体系, 邓静中在1962年主持编制“全国农业现状区划”的基础上选定邯郸地区、酒泉地区以及武威县三个试点进行农业区划工作, 为后续农业区划工作迅速推广到全国奠定了基础^[18]。

黄秉维一直将农业视为一个巨系统, 将地理学的综合性特点融入农业区划研究, 开展自然资源条件和农业生产布局的系统性分析, 强调因地制宜、因时制宜的农业宏观决策制定, 以充分体现区域性和综合性的地理学思想。由此形成的《中国综合自然区划(初稿)》成为当时中国最为详细的自然区划专著, 充分揭示了涵盖农业资源在内的自然地理地带性规律的普遍存在的客观事实, 成为中国农业生产结构和生产空间布局的科学依据^[15, 19-20], 特别是中国农业区划尤其需要注意自然地理的环境特征, 如东部季风区、西部干旱区和青藏高寒区等三大自然区的地域特征。

郭焕成长期关注农业地域分异规律、农业地域类型系统和农业区域布局理论的研究, 强调运用市场经济的观念, 根据可持续发展的战略要求, 开展农业区域开发、农村经济区划和农业发展类型研究。郭焕成主持编写的《中国农村经济区划》是中国第一本系统论述全国农村经济发展及地域分布规律的大型专著, 对指导全国农村经济发展和布局提供了重要的参考和借鉴^[21-23]。一直以来, 地理学者针对农业区划的理论基础、区划原则、关键指标、区划类型、部门关系和实施方式开展了细致且深入的研究^[24]。刘彦随提出了包含综合性与主导因素相结合、资源环境与社会经济发展相结合、生产现状与发展方向相结合、定量评价与定性分析相结合和空间连续性与区内一致性的区划原则, 构建了包含农业生产条件、农业地域功能的指标体系, 采用基于样本数据的聚类分析方法研究现代农业区划方案^[25], 成为满足现代农业区划发展需要的新时期思考。

3.2 农业生态、水文与气候

3.2.1 农业生态平衡研究 地理资源所在中国较早开展农田生态系统物质与能量平衡试验研究,主要包括水热平衡、养分平衡和能量平衡等方面。20世纪60年代,竺可桢提出要结合高产稳产农田建设和低产田改造,开展热量、水分、盐分平衡研究,并将研究成果应用到农业生产中。黄秉维提出根据物理、化学、生物学中已被证明的规律来研究自然地理对象的发生、发展与地域分异是自然地理学的一个新趋势^[26],认为要关注地表水分和热量平衡、水盐平衡和农业生产潜力,推动建立水热平衡观测站并开展观测和研究。程维新、左大康、唐登银等在山东德州灌溉试验站开展农田水分热量平衡试验,深入研究了蒸发的多种测定方法,包括器测法、水分平衡法、乱流扩散法、波文比法等;孙惠南、赵名茶、唐登银等在河北石家庄耕作灌溉研究所开展农田水分热量平衡试验,重点研究了农田蒸发测定方法及其规律性;黄秉维率孙惠南、赵名茶、唐登银等利用陕西农业科学院的小麦试验资料,分析了冬小麦需水、耗水规律,以便为灌溉服务。基于丘宝剑、洪嘉琰、程维新等组织下开展的土面增温剂工作取得的重要成果,土面增温剂在全国的推广对各农业区域热水平衡问题的解决起到重要作用。20世纪70—80年代,禹城综合试验站、北京农业生态系统试验站相继建立,华北平原农田物质与能量平衡长期试验和研究得以开展。21世纪初,刘彦随等构建农业水土资源匹配分析模型,分析了东北地区农业水土资源匹配格局,提出东北农业发展要重视“北水南调”等水利工程和发展节水高效的灌溉农业。陈博等采用Mann-Kendall检验法研究了华北平原1979—2009年冬小麦和夏玉米的耗水量变化规律,为该区域水资源配置提供了依据^[27]。武兰芳等开展了不同种养结合区农田系统氮磷平衡对比研究,根据农田系统氮、磷收支差异提出化肥施用的指导性意见^[28]。赵广帅等通过对黄淮海平原1990—2009年不同施肥处理方式下作物生长和土壤有机质(SDM)累积开展研究,揭示了土壤肥力特征与营养平衡规律^[29]。近年来,欧阳竹等通过开展“土壤水分、养分动态模拟与数字化设计”“黄河下游灌溉区农田生态系统水量平衡的MODIS遥感监测”“中国泛黄河三角洲冬小麦—夏玉米轮作区免耕条件下水、碳、氮耦合试验及其对农业经济和生态环境综合影响研究”“主要作物产量形成的生理生态学机制与水肥供需协调原理”等重大课题与项目研究,得出许多有益成果^[30-33],进一步推动了农田物质与能量平衡研究发展。

3.2.2 农业生产潜力研究 20世纪60年代,左大康指出太阳总辐射是地表面最主要的能量来源,在研究地表面水热状况、自然地理过程、太阳辐射能的转换以及其它发生在自然界的一些现象时,都必须先了解太阳总辐射的状况,并对中国地区太阳总辐射量及其空间分布特征进行了阐述^[34]。20世纪70年代,黄秉维提出农田自然生产潜力理论和基本研究方法,提出了一个计算光合潜力的实用公式,之后地理资源所自然地理研究室相继开展了这方面的研究。此后,农业生产潜力研究被广泛应用到不同自然区域的研究工作中,80年代后又成为全球环境变化研究的基础^[35]。王懿贤、赵名茶指出光合潜力是农业生产潜力研究的一部分^[36]。此后,赵名茶在气候变化对区域农业生产潜力影响、农业生产潜力区域分布与区域划分等方面开展了深入研究^[37-38]。21世纪初,徐勇等通过对农业生产过程中的能量、物质等资源利用进行系统识别与诊断,以能量运动转换的资源因子衰减过程为评价主线,建立农业资源利用效率的因子—能量模型,揭示了各资源因子对农作物生产潜力的制约程度^[39-41]。邓祥征等通过农田生产力估算模型(ESAP)、联立方程组等模型手段,开展了区域的粮食生产力、耕地生产力测算与管理保护策略等相关研究^[42-45],为区域耕地有效保育、粮食安全保障、耕地保护策略调整提供了参考。

3.2.3 农业气候研究 竺可桢在20世纪60年代就曾提出要开展气候形成、旱涝规律和农

业气候的研究^[46], 指出了气候与粮食作物生产的关系^[47], 并号召气象学、地理学研究要为农业生产服务, 在学界产生很大影响。70年代开始, 黄秉维开始关注“温室气体致暖问题”, 他认为“气候变化按自然区划来观察最适宜, 自然区划主要是按温度、水分和地貌条件划分的”。黄秉维对中国未来气候、自然区划乃至农作物、冬季取暖等做了具体的情景预测和分析。90年代, 赵名茶也注意到气候变化对区域农业的影响, 从气候变化、降水变化对典型区域农业生产的影响等方面开展了相关研究^[48-49]。随之, 地理资源所在气候变化对中国农业影响的研究工作有所深入, 李克让等从土地利用变化对主要温室气体净排放的影响以及农业区域生态系统碳循环等方面进行研究, 开展了区域农业生态的气候脆弱性评估与陆地碳循环模拟^[40-52]。21世纪初, 邓祥征等从气候现象对区域农业生产影响、农业气象灾害预测、农业气候变化应对策略等角度开展了一系列研究^[53-56]。刘盛和等对极端天气下农业的灾害脆弱性进行了综合分析和定量评价^[57], 进一步拓宽了区域农业气候的研究思路。

3.3 典型区粮食生产与安全

地理资源所对典型区粮食生产与粮食安全进行了深入的研究。在区域粮食生产建设及优化对策方面, 1983年姜德华对黄淮海平原的利用与改造策略进行了分析, 提出了黄淮海平原粮食生产建设的主要问题以及治理策略^[58]。后续又对黄淮海平原农业产业化模式进行了研究, 探索出了一个依靠支柱产业、市场和科学技术的, 形式和层次多样的产供销一体化经营体系, 能够促进农业生产由粗放农业、计划农业和传统农业过渡到集体农业、市场农业和现代农业^[59]。徐志康分析了京津唐地区耕地分布、利用现状和特点、存在的问题以及解决途径, 提出了加强土地管理、提高耕地生产力、调整作物结构、控制建设用地侵占和控制山区耕地面积五大措施^[60]。郭焕成等对黄淮海平原粮食生产基地开发与建设进行了探讨, 总结了黄淮海平原粮食基地建设布局战略及农业措施, 将黄淮海平原分成了建设巩固片、开发提高片和治理改造片3个区域并分别提出了建设和治理措施^[61]。冯跃等对京津冀地区粮食供需的空间格局变化特征进行了研究, 认为京津冀地区的粮食生产经历了上升、快速下降和恢复上升3个阶段, 并从空间上分析了粮食余缺格局及其变化特征^[62]。刘玉和刘彦随等通过构建粮食生产功能指数及考核模型对区域粮食生产地域功能进行评价并根据结果提出优化调控对策^[63]。高利伟等基于西藏地区粮食供需数据, 分析了西藏地区粮食供需特征以及对西藏粮食安全的影响^[64]。

在粮食产量的影响因素方面, 研究所学者也进行了卓有成效的研究。武兰芳对化肥投入对粮食生产的影响进行了研究, 揭示了化肥投入与粮食产量之间的关系^[28]。吴凯等揭示了黄河下游地区以及黄淮海平原水量变化对农业生产力的影响, 并提出了水资源短缺地区农业水资源管理对策^[65]。谢贤群和唐登银以华北地区为例对粮食生产的水分供需矛盾问题进行深入研究, 揭示了北方地区农业生态系统水分运动、水平衡、水循环的过程机制及区域分异规律^[66]。封志明分析了西北地区退耕对农业生产的影响, 认为退耕所引起的粮食产量减少是较为明显的, 并针对退耕规模和粮食生产提出了合理的政策建议^[67-68]。刘振举等探讨了东北黑土区水土流失对粮食生产的影响, 发现水土流失会导致耕地数量减少、生产能力下降以及生态恶化等问题, 治理水土流失是保障粮食安全的关键^[69]。

3.4 耕地利用、保护与管理

3.4.1 粮食安全与耕地资源保护研究 耕地资源安全是中国粮食安全的关键。基于耕地、粮食与人口关系, 封志明等全面剖析了世界粮食态势与中国耕地资源现状, 首次提出实施“藏粮于土”计划, 提高中国土地资源的综合生产能力^[70], 讨论了西北地区退耕对粮食生产的可能影响^[71], 从数量和质量两个方面重新考虑了中国耕地总量动态平衡状况,

并提出从耕地资源约束的粮食生产端与人口增长驱动的食物消费端着眼中国粮食安全问题^[72]。鲁奇等在分析预测 21 世纪粮食供求形势、耕地资源变化趋势的基础上,提出包括中低产田改造、土地整理和环境整治等耕地资源开发的主要方向^[73]。陈百明等厘定了全国及区域性人均耕地阈值,深入探讨了耕地资源变化对粮食生产的影响^[74],应用脱钩指标分析了耕地占用和 GDP 增长之间的相互关系^[75],并估算了中国不同粮食自给率情景下的耕地资源安全底线^[76]。借助长时期、高精度的土地利用遥感监测数据和数理统计方法,刘纪远、邓祥征等定量分析了在经济增长、产业结构调整、农业投入变化等因素影响下耕地非农化流转的机制,推导了耕地内部及其与建设用地、林/草地之间的竞争曲线^[77],揭示了社会经济因素驱动耕地向建设/生态用地转移的机制与政策含义^[78-80],刻画了城市化与退耕还林还草政策主导下耕地生产力占补平衡状态和趋势的区域分异特征^[81-83],为耕地利用的优化管理提供了决策参考信息。

3.4.2 耕地可持续利用与管理研究 耕地资源开发利用肩负维持区域生态平衡和促进人地协调发展的双重任务。耕地可持续利用旨在缓解耕地利用的敏感问题,促进耕地资源的高效、合理开发利用。李秀彬等诊断了中国耕地利用过程的变化与耕地边际化的关系^[84],剖析了中国耕地利用集约度与粮食生产效率的变化特征,指出保障中国粮食安全,必须在保证耕地面积的同时提高耕地的利用效率^[85-86],并查明了不同类型农户耕地撂荒的影响因素及山区耕地流转对缓解耕地撂荒的作用,为政府合理引导农户耕地利用行为提供了技术支撑^[87-88]。欧阳竹等论证了耕地资源开发强度阶段性结构演化假设^[89],提出了耕地转型的诊断路径与调控框架^[90],构建了耕地多功能内涵的综合解释框架与耕地功能变化度量方法^[91],设计了中国耕地多功能管理的实践路径^[92]。依托地理资源所区域农业与农村发展研究中心,刘彦随、龙花楼课题组深入分析了城乡转型发展进程中农业生产要素流动的耦合特征^[93],形成了耕地资源“432”认知范式,揭示了中国农地流转与粮食生产转型的内在联系^[94],提出了科学推进中国农村土地整治战略的行动计划和耕地保护制度的关键点^[95-96]。

3.5 农业经济管理与政策创新

3.5.1 农业结构优化及农业经济 中国农业结构调整着眼于农业中长期发展目标领域更广、内涵更丰富的层次性、战略性,其核心内涵是适应农业市场多元化、质量化、专业化的需要。黄秉维、吴传钧、陆大道等一批科学家根据学科原理,评价分析了中国农业结构调整的比较优势及其区域效应,揭示了区域农业结构调整的基本情况和格局差异,为进一步优化中国农业区域布局提供了方向^[97-99]。

地理资源所不断涌现大批学者探索不同地区、不同发展模式的农业经济。何书金等通过分析耕地流转与农业经济发展的关系,确认土地经营政策、农业生产结构调整和城市扩张是区域土地利用变化的主要驱动因素^[100]。刘彦随等通过对东北地区农业现代化水平和比较优势的分析,确定了具有区域比较优势的农业产业^[101]。龙花楼等研究了快速城市化背景下农业劳动力转移与农业经济发展的耦合特征和时空格局^[102]。邓祥征等结合地理信息、农业灾害、农田生产力等数据,探索了黄淮海平原农用地流转规模^[103]。蔡建明等跳出传统农业框架,从城乡统筹发展观审视了农业和城市协调发展的路径^[104]。

3.5.2 农业政策创新 机制创新和区域政策是政府调控区域发展方向、目标、速度、模式和路径的政策手段^[105]。地理资源所立足学科发展优势,积极探索适合中国国情的政策建议。黄季焜等在全面分析中国当前粮食安全形势和对中国未来粮食安全判断的基础上,分析了新时期国家粮食安全的目标、战略和政策,并提出了一系列提高农业生产、保障中国粮食安全的战略和政策建议^[106]。孙九林等探讨了信息化农业的基本概念、科学支撑

体系、技术体系、科技前沿和中国的发展战略^[107-108]。刘慧等利用多种测度方法描述了中国农村区域差异的变化,为有效制定缩小农村区域发展差距政策提供了科学依据^[109-110]。毛汉英等认为要落实机制创新和区域政策在京津冀协同发展中的保障作用,强调京津冀协同发展必须正确处理公平与效率的关系、人与自然的关系^[111]。

3.6 乡村地域系统可持续发展

3.6.1 农村土地整治研究 刘彦随提出中国农村土地整治潜力大、意义深远,应当上升为国家战略,在此基础上对农村土地为何整治、怎么整治、何时整治、如何优化整治等科学问题进行了分析论证^[95, 112]。龙花楼等梳理了农村居民点整治潜力的测算方法,探讨通过乡村“三生”空间重构的土地整治助推乡村重构与振兴的机制与模式,拓展了乡村地理学的研究领域^[113-115]。相关学者以河南郸城、山东禹城等典型研究区为例,针对农村发展过程中的空心化问题,开展了农村土地整治理论基础剖析、模式与路径选择、整治潜力评价等方面的研究^[116-118],为中国农村土地整治提供了理论基础和方法体系参考。通过参加农村土地整治相关的科研项目,形成《土地利用系统评估与整治决策技术研究》《中国农村土地整治与城乡协调发展研究》《中国乡村发展研究报告—农村空心化及其整治策略》《农村土地整治模式与机制研究》《平原农区空心村整治关键技术研究与示范》等专著,为推进中国农村土地整治实践提供了技术参考,对深化中国农村土地整治领域的理论和实践具有重要意义。

3.6.2 乡村转型发展研究 鲁奇等通过对乡村地域系统职能的梳理,探讨了中国乡村职能失调及其空间失序的现象,提出乡村地域系统职能明晰对农村转型建设的重要意义^[119]。刘彦随首次提出乡村转型发展的概念,龙花楼将乡村重构与土地利用转型概念研究引入国内,提出了多学科综合、横向比较和样带研究方法,以及区域土地利用转型理论模式^[120-123]。刘彦随、龙花楼、李裕瑞等相关学者围绕土地利用转型与乡村转型发展的耦合关系、乡村转型的驱动机制与发展路径、特征与机理、时空格局演变以及优化对策,探索推进乡村转型与空间优化的地域空间模式和科学途径^[124-128],发表专著《中国乡村转型发展土地利用》,为中国区域乡村可持续发展指明方向,推进了中国农业地理与乡村发展学科的纵深发展。

3.6.3 精准扶贫研究 由地理资源所牵头,完成了国务院扶贫开发领导小组委托重大任务“国家精准扶贫工作成效第三方评估”,国办委托任务“实施精准扶贫、精准脱贫国务院重大政策措施第三方评估”。近年来刘彦随、龙花楼、刘慧、王介勇、李裕瑞等学者围绕中国贫困农村地域分异特征、精准扶贫路径及政策创新、精准化识别难点与对策、可持续发展途径等主题开展了一系列精准扶贫机制和政策研究^[129-134],探讨精准扶贫的科学体系和减贫策略,为中国精准扶贫、精准脱贫等重大任务的推进提供了重要参考。

4 对国家与地方需求的贡献

地理资源所开展科学研究,发展农业与乡村地理学,面向推进区域农业与乡村发展国家战略需求,形成了解决“三农”问题尤其是农业优势区(带)布局、乡村土地利用和新农村建设模式及城乡协调发展问题的科学研究及战略咨询。

4.1 农业区划和战略咨询

从国家层面需求来讲,地理资源所制定了因地制宜地发展社会主义大农业的农业区划;主持完成了全国综合农业区划,为国家制定农业发展规划提供了系统的科学依据;承担了国情分析研究,发表了国情报告;对重点地区的气候、水、土地、生物资源,以

及资源生态系统进行调查研究,提出了合理开发利用和保护方案;根据现代农业发展环境的时空转变及其动态特征,提出了新时期中国现代农业区划原则和方法,制定了全国现代农业区划方案;面对土地资源国情和城乡发展的现实矛盾,提出推进“空心村”整治已成为推进新农村建设、促进城乡协调发展的重大战略;相继开展并完成了《中国综合农业区划》《1:100万中国土地利用图》和《中国土地利用》专著等成果;开展了全国以及不同行政区域农业区划工作,为中国农业因地制宜、因时制宜的发展提供了重要依据,其中“中国自然环境及其分异的综合研究”获国家自然科学奖二等奖。

从对地方层面的需求贡献而言,地理资源所承担完成了大量城市与区域规划任务和研究工作,包括乡村发展战略研究、区域发展规划、城镇体系规划、农业土地利用总体规划、国土空间规划、城市总体规划、农业旅游规划以及风景区规划等,均被国务院主管部门和地方政府批复实施,起到了规划引领的作用,促进了不同区域和城市的发展。

4.2 黄淮海平原农业可持续发展模式

4.2.1 黄淮海平原旱涝碱沙综合治理示范工程 1966年初,遵循周恩来总理的指示,为解决华北平原旱涝盐碱问题,国家科委、中国科学院与山东省有关部门紧密合作,创建了禹城旱涝碱综合治理试验区,面积14万亩。地理资源所参与了试区的创建工作,并联合了中国科学院南京地理与湖泊研究所、中国科学院兰州沙漠研究所等22个研究所的300余名科技人员先后参加了试区的试验研究、示范推广和农业开发工作。

1983年以来,地理资源所承担了禹城试区“六五”“七五”“八五”和“九五”国家科技攻关任务。提出了治理重盐碱洼地、风沙地和涝洼地的3项治理配套技术,建成了3种类型的试验基地,取得了一批有重要学术价值和应用前景的科技成果。在禹城试区发展的不同阶段,针对黄淮海平原旱涝碱综合治理、中低产田改造和农业持续发展提出了“井灌井排旱涝碱治理技术”“井、沟、平、肥、林、改治理旱涝碱综合技术”“重盐碱地、渍涝洼地和风沙地”综合治理配套技术、“治理区生态稳定性和农区畜牧业发展技术”等碱治理配套技术。禹城试验区的治理开发成果促进了禹城市农业持续稳定增长。研究所所承担的区域治理与农业开发成果曾先后获得中国科学院科技进步一等奖(1991年),国家科技进步特等奖(1993年),第三世界科学院农业奖(1994年),两委一部“八五”科技成果奖(1996年)。

4.2.2 黄淮海平原资源高效现代农业模式 针对黄淮海平原高产条件下水资源、能源、肥料、农药等资源消耗大及农业质量和效益不高关键问题,2006—2010年禹城综合试验站承担了中国科学院知识创新工程重大项目,形成了具有特色的“四节一网”资源节约型现代农业模式。通过工程实施,农业灌水量减少20%,节约燃油50%,减少农药50%,肥料利用率提高15%~20%。示范田小麦、玉米年产量1.2 t,辐射推广面积100万亩。

4.2.3 滨海盐碱地治理关键技术和模式 2011年地理资源所推动了“渤海粮仓”科技示范工程项目的立项和实施,并主持了山东项目区的项目实施工作,利用5年时间,通过试验、示范,针对黄河三角洲滨海盐碱地地下水位高、土壤含盐量大、土壤结构差、治理难度大的特点,突破了滨海重盐碱地治理的关键技术,提出了一整套盐碱地治理和粮食高产种植综合配套措施,为山东示范区完成粮食增产的目标提供了关键技术支撑。

4.2.4 种养循环高效生态农业模式 针对中国农业在快速发展过程中出现的资源消耗过大,利用效率不高;化肥农药的长期过量施用导致土壤板结、有机质下降、面源污染加剧、大量秸秆处理困难、养殖业对环境污染加剧、农产品品质和安全下降等系统性问题以及中国农业绿色发展的重大需求,禹城综合试验站承担了中国科学院重大研发项目、STS项目等科研任务,通过近10年的研究和试验示范,提出了种养循环高效生态农业的

技术和模式, 为中国农业绿色发展和乡村振兴提供了系统解决方案及配套技术。该模式在山东省禹城市和东营市建立了试验示范样板, 推动了中国科学院黄河三角洲现代农业工程实验室的建设, 为黄河流域生态保护和高质量发展、乡村振兴等国家战略的实施提供了技术支撑。

4.3 红壤丘陵区生态恢复与生态系统优化管理

4.3.1 千烟洲模式 20世纪80年代, 中国科学院千烟洲亚热带森林生态系统观测研究站采用生态经济相结合、长期短期效益相结合、治用相结合的原则, 通过科学规划, 在荒丘草坡上成功创建了著名的立体生态农业模式“千烟洲模式”, 即“丘上林草丘间塘, 河谷滩地果渔粮”。形成了“以水为突破口, 以柑橘为主导产业, 尽量丰富短期受益的项目, 同步大力发展林业”的千烟洲红壤丘陵农林牧综合开发技术体系。“千烟洲模式”的创建, 实现了生态恢复与经济协同发展, 为中国南方红壤丘陵区资源综合开发和生态经济可持续发展探索了一条成功之路, 该模式入选中华人民共和国成立50周年农业发展成就展, 并作为南方红壤丘陵区生态环境与经济综合发展的典型范例写入了高中地理教科书, 被联合国推荐为全球生态修复“百佳”之一, 成为生态恢复的国际样板。2018年千烟洲作为中国的代表入选联合国环境署全球森林和景观恢复典型案例, 被评价“为人类和地球带来了巨大效益”。

4.3.2 低效人工林近自然经营的管理模式 自2009年起, 千烟洲试验站开展典型低效人工林改造关键技术与试验示范研究, 提炼出了一套适合红壤丘陵区的人工林近自然经营的管理技术和模式。通过合理的间伐、开林窗、补植乡土阔叶树、伐除干扰树等措施, 将低效人工林改造成能够自我更新的复层—异龄—混交林, 提高生态系统综合服务功能和抗逆性, 形成了松杉纯林近自然改造模式、杉阔混交林近自然改造模式、阔叶混交林近自然经营模式等3种模式。千烟洲人工林近自然经营模式受到了中国科学院、地方政府及相关部门的充分肯定和高度重视, 千烟洲站先后被江西省列为首批“江西省生态文明示范基地”和“江西省森林经营示范培训基地”。

4.4 西藏高原生态草牧业发展模式

中国科学院拉萨高原生态试验站围绕西藏草业发展转型, 按照“1+1”的区内外合作模式培育西藏当地科研人员, 重点攻关新品种选育、栽培管理和草产品加工利用等关键环节的“卡脖子”难题, 驯化了“巴青披碱草”等4个野生牧草品种, 选育出“中兰1号”等15个优良牧草品种, 制定了牧草种植、草产品加工利用等关键环节的地方标准、专利等31项, 建立草业科技成果转化示范基地1.2万亩, 辐射带动饲草种植面积50万亩以上, 人工草地单位面积草产量提高了30%~50%, 构建了集约高效的草地农业、草地畜牧业技术体系。西藏河谷农区草产业关键技术研究示范、西藏农作物与秸秆混合青贮关键技术等4项成果获得西藏自然科学技术一等奖。

5 未来发展展望

5.1 深化区域农业研究, 加快学科理论建设

(1) 基于区域农业发展分异特征构建区域农业发展体系。区域农业关注农业自然属性, 社会经济条件等各学科之间相互关系, 旨在揭示农业地域分异规律, 是自然科学和社会科学的重要结合部分。区域农业研究侧重于区域分异规律, 并从自然、社会、经济、发展相结合角度, 研究不同类型地区农业生产条件、生产结构和生产布局, 侧重于其形成过程及其区域特征, 并提出区域农业发展方向及其建设途径, 达到对自然资源

经济条件的充分利用,发挥优势,因地制宜发展农业生产的目的。地理资源所要认真总结、整体把握,进一步发展、优化中国区域农业分区的理论方法,提出更科学的分区方法和指标体系,逐步建立起具有中国特色的区域农业学科。

(2) 提升区域核心竞争力。结合可持续发展理论,展开对大宗农产品区域布局和特色农产品的区域布局这两条主线进行区域农业布局研究。从不同层面、不同尺度探究农业发展空间分布与区域核心竞争力之间的关系,厘清区域农业核心竞争力的概念和内涵,并解析区域农业核心竞争力的驱动因素,构建区域农业核心竞争力测度指标体系和综合评价模型,为区域农业核心竞争力的识别、发展与强化提供科学理论基础。

(3) 加强理论体系建设与方法论探讨。地理资源所在农业资源调查、农业生产自然条件、农业经济管理等方面的理论构建与方法创新已经取得很大进展,但区域农业研究尚未形成完整的学科与理论体系,未来仍需加强理论体系建设与方法论探讨。另外,区域农业研究涵盖区域的农业资源调查区划、农业生态与气候、粮食生产与安全、农业经济管理与政策、乡村地域系统等多方面内容,涉及地理学、生态学、经济学等多学科领域知识,这必然要求区域农业研究在发展时进一步加强学科交叉与融合,充分利用地理学、生态学、经济学原理与方法研究和解决区域农业发展问题。

5.2 加强实践指导作用,服务区域农业建设

(1) 服务于区域农业发展战略决策。服务于国家农业建设和农村发展是地理资源所的区域农业研究的主要目标之一,研究所老一辈农业地理学家在这种家国情怀的驱动下投身相关实践与探索研究,为区域农业事业无私奉献,并对该领域的发展建设抱有殷切期望。未来区域农业研究应该不忘初心,继续聚焦于国家和社会发展重大需求,为国家农业农村建设建言献策、分忧解难,加强区域农业相关理论与方法研究,为区域农业、农村发展实践提供指导。

(2) 形成区域农业转型升级核心支撑。地理资源所未来将进一步聚焦粮食安全、耕地保护、农业经济管理与政策以及农业现代化等区域农业研究主题,立足于毛乌素沙地区、黄土丘陵沟壑区、黄淮海平原农区、太行山区等典型研究基地的科研试验示范,积累科学资料,重点围绕中国城乡转型期空心村整治、农业地理与土地资源工程、乡村空间重构与新型村镇建设等主题开展系统研究、试验和示范推广,前瞻性地探索解决区域农业发展新问题的有效方法,为中国实现减贫发展、包容增长以及乡村可持续发展等实践探索提供科学指导。

(3) 促进区域农业科研成果转化。充分利用地理资源所建所80周年以来在区域农业领域的科研成果积累,将近年来形成的“土地优化配置多情景方案”“生态友好型土地利用”“农业地理工程技术”“农业水资源高效利用”以及“盐碱土壤改良与中低产田地力提升技术”等系列研究成果应用于耕地保护、农业资源利用和农业现代化等方面,探索可持续的区域农业发展模式,服务农业高质量发展。

5.3 注重培养新型人才,壮大科研队伍

(1) 加强学科人才队伍建设。建立一支规模较大和专业结构合理的科研队伍是区域农业研究未来发展的重要保障。农业是中国发展之根本,国家对区域农业发展十分重视,当前中国正处在一个农业大发展的时代,农业现代化、农业高质量发展、乡村振兴等国家需求表明,区域农业事业大有可为,需要人才作为支撑,尤其需要在本领域上有战略眼光、洞察能力的人才。地理资源所应该在区域农业方面培育一批年轻的学科带头人,立足国内进行人才培养,在坚持自力更生培养人才的同时也要加强国际合作,促进以人才培养为主线的国际合作与交流,发展和完善各种形式的科技人才国际化培养模式,鼓励区域农业人才多层次、宽领域、全方位地参与国际区域农业研究合作与交流,

支持新型人才参加国际区域农业研究计划, 支持与国际高水平研究机构和团队之间的实质性合作, 支持成立该领域相关的学术团体和组织, 通过学术会议、项目讨论等形式加强相互交流与借鉴, 进一步增强学术实力, 壮大科研队伍。

(2) 完善人才培养体制机制。从创新型人才培养和高端创新人才引进两个中心着手, 在体制机制上进行协同创新, 进行人才队伍建设, 创新以博士生、硕士生培养为核心的高端科研人才和以多领域人才培养为核心的专业人才培养机制。针对农业资源调查区划、农业生态与气候、粮食生产与安全、农业经济管理与政策、乡村地域系统等多领域人才队伍建设和引进, 统一有序组织, 积极推进青年区域农业科学家和创新型人才队伍建设, 形成“国际型学科领军科学家、国内学科领军人才、青年科学家、多领域创新型人才”等多层次人才梯队, 服务区域农业研究发展。

参考文献(References)

- [1] Chen Chuankang. Regional agriculture and agricultural economy. *Natural Resources*, 1979, 1(2): 64-71. [陈传康. 区域农业与农业经济. *自然资源*, 1979, 1(2): 64-71.]
- [2] Fan Jie. The progress and characteristics of Chinese human geography over the past 70 years. *Scientia Sinica (Terrae)*, 2019, 49(11): 1697-1719. [樊杰. 中国人文地理学70年创新发展与学术特色. *中国科学: 地球科学*, 2019, 49(11): 1697-1719.]
- [3] Xiong Ning. A preliminary approach to the development of Chinese human geography in the modern era. *Geographical Research*, 1984, 3(2): 1-13. [熊宁. 我国近代(1840—1949年)人文地理学的发展概况. *地理研究*, 1984, 3(2): 1-13.]
- [4] Zhou Lisan, Shi Yulin. Comprehensive investigation in Xinjiang. *Natural Resources*, 1986, 8(3): 48-53. [周立三, 石玉林. 新疆综合考察. *自然资源*, 1986, 8(3): 48-53.]
- [5] Lu Dadao, Fan Jie. The leader of economic geography, the pioneer of human geography: Sorrowfully mourn Mr. Wu Chuanjun, an outstanding contemporary geographer in our country. *Economic Geography*, 2009, 29(3): 353-356. [陆大道, 樊杰. 经济地理学的领路人、人文地理学的开拓者: 沉痛悼念我国当代杰出的地理学家吴传钧先生. *经济地理*, 2009, 29(3): 353-356.]
- [6] Liu Yansui. Modern agricultural geography and land use innovation research: To celebrate the 90th birthday of Mr. Wu Chuanjun. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(4): 353-358. [刘彦随. 现代农业地理与土地利用创新研究: 贺吴传钧先生90华诞. *地理学报*, 2008, 63(4): 353-358.]
- [7] Guo Laixi. Wu Chuanjun's contribution to the development of modern Chinese geography: Dedication at the celebration of the 80th birthday of Academician Wu Chuanjun. *Human Geography*, 1998, 13(4): 3-5. [郭来喜. 吴传钧对发展中国现代地理学的贡献: 在庆祝吴传钧院士八十华诞大会上的献辞. *人文地理*, 1998, 13(4): 3-5.]
- [8] Huang Bingwei. Factors and methods of soil erosion in Shanxi and Gansu loess regions. *Chinese Science Bulletin*, 1953(9): 63-75. [黄秉维. 陕甘黄土区域土壤侵蚀的因素和方式. *科学通报*, 1953(9): 63-75.]
- [9] Tang Dengyin. Professor Huang Bingwei's contributions to China's agriculture and geography. *Scientia Geographica Sinica*, 1998, 18(3): 3-5. [唐登银. 奉献农业 发展学科: 对黄秉维院士农业研究工作的认识. *地理科学*, 1998, 18(3): 3-5.]
- [10] Sun Honglie. Some views on the investigation and research of agricultural natural resources. *Forestry of Xinjiang*, 1980(1): 7-11. [孙鸿烈. 对开展农业自然资源调查研究的一些看法. *新疆林业*, 1980(1): 7-11.]
- [11] Sun Honglie. Significance and tasks of investigation and research on agricultural natural resources. *Natural Resources*, 1979, 1(1): 1-13. [孙鸿烈. 农业自然资源调查研究的意义和任务. *自然资源*, 1979, 1(1): 1-13.]
- [12] Liu Jiuyan, Kuang Wenhui, Zhang Zengxiang, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns and causes of land use changes in China since the late 1980s. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(1): 3-14. [刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局. *地理学报*, 2014, 69(1): 3-14.]
- [13] Zhang Guoping, Liu Jiuyan, Zhang Zengxiang. Spatial-temporal changes of cropland in China for the past 10 years based on remote sensing. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(3): 323-332. [张国平, 刘纪远, 张增祥. 近10年来中国耕地资源的时空变化分析. *地理学报*, 2003, 58(3): 323-332.]
- [14] Liu Jiuyan. Study on national resources & environment survey and dynamic monitoring using remote sensing. *Journal of Remote Sensing*, 1997, 1(3): 225-230. [刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究. *遥感学报*, 1997, 1(3): 225-230.]
- [15] Fan Jie. How Chinese Human Geographers Influence Decision Makers & Society. Beijing: The Commercial Press, 2016: 10-24. [樊杰. 中国人文与经济地理学者的学术探究和社会贡献. 北京: 商务印书馆, 2016: 10-24.]

- [16] Wu C J. The interplanting of trees and crops agro-forestry systems practised in south China. *Mountain Research and Development*, 1983, 3(4): 409-413.
- [17] Liu Yansui. The contributions of Academician Wu Chuanjun to modern agricultural geography in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(1): 1-5. [刘彦随. 吴传钧院士对发展中国农业地理学的贡献. *地理科学*, 2008, 28(1): 1-5.]
- [18] Mao Hanying, Xu Zhikang, Jiang Dehua. Mourn deeply for Mr. Deng Jingzhong, a famous geographer in China. *Geographical Research*, 1994, 13(2): 55-58. [毛汉英, 徐志康, 姜德华. 沉痛悼念我国著名的地理学家邓静中先生. *地理研究*, 1994, 13(2): 55-58.]
- [19] Zheng Du. In memory of academician Huang Bingwei. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(1): 10-14. [郑度. 深切缅怀敬爱的黄秉维先生. *地理学报*, 2013, 68(1): 10-14.]
- [20] Yang Qinye, Zheng Du. Huang Bingwei and physical geography research. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(9): 1146-1150. [杨勤业, 郑度. 黄秉维与自然地理研究. *地理学报*, 2010, 65(9): 1146-1150.]
- [21] Guo Huancheng, Li Jingyi. China's Rural Economic Regionalization: A Study on the Regional Development of China's Rural Economy. Beijing: Science Press, 1999. [郭焕成, 李晶宜. 中国农村经济区划: 中国农村经济区域发展研究. 北京: 科学出版社, 1999.]
- [22] Guo Huancheng, Wang Yuncai. Restropect and developing trend of agriculture geography in China. *Economic Geography*, 1999, 19(6): 3-5. [郭焕成, 王云才. 我国农业地理学研究的回顾和发展趋势. *经济地理*, 1999, 19(6): 3-5.]
- [23] Guo Huancheng. Review and development ways of agricultural geography research in China//Geographical Society of China. *Proceedings of the Comprehensive Annual Meeting of the Geographical Society of China from 2000 to 2002*. Beijing, 2002: 13. [郭焕成. 我国农业地理学研究的回顾和发展途径//中国地理学会. 中国地理学会2000—2002年综合学术年会论文集. 北京, 2002: 13.]
- [24] Zheng Du, Ou Yang, Zhou Chenghu. Understanding of and thinking over geographical regionalization methodology. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63(6): 563-573. [郑度, 欧阳, 周成虎. 对自然地理区划方法的认识与思考. *地理学报*, 2008, 63(6): 563-573.]
- [25] Liu Yansui, Zhang Ziwen, Wang Jieyong. Regional differentiation and comprehensive regionalization scheme of modern agriculture in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(2): 203-218. [刘彦随, 张紫雯, 王介勇. 中国农业地域分异与现代农业区划方案. *地理学报*, 2018, 73(2): 203-218.]
- [26] Huang Bingwei. Some of the most important trends in physical geography. *Chinese Science Bulletin*, 1960, 5(10): 296-299. [黄秉维. 自然地理学一些最主要的趋势. *科学通报*, 1960, 5(10): 296-299.]
- [27] Chen Bo, Ouyang Zhu, Cheng Weixin, et al. Water consumption for winter wheat and summer maize in the North China Plain in recent 50 years. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(7): 1186-1199. [陈博, 欧阳竹, 程维新, 等. 近50a华北平原冬小麦—夏玉米耗水规律研究. *自然资源学报*, 2012, 27(7): 1186-1199.]
- [28] Wu Lanfang, Chen Fu, Ouyang Zhu, et al. The relationship between grain output and fertilizer input in wheat-corn cropping area of the Huang-Huai-Hai plain. *Journal of Plant Nutrition and Fertilizers*, 2003, 9(3): 257-263. [武兰芳, 陈阜, 欧阳竹, 等. 黄淮海平原麦玉两熟区粮食产量与化肥投入关系的研究. *植物营养与肥料学报*, 2003, 9(3): 257-263.]
- [29] Zhao Guangshuai, Li Fadong, Li Yunsheng, et al. Effects of long-term fertilization on soil organic matter accumulation. *Ecology and Environmental Sciences*, 2012, 21(5): 840-847. [赵广帅, 李发东, 李运生, 等. 长期施肥对土壤有机质积累的影响. *生态环境学报*, 2012, 21(5): 840-847.]
- [30] Ouyang Zhu. The development of efficient ecological agriculture creates a win-win way for the farmers of poor areas out of poverty. *Science & Technology for Development*, 2017, 13(6): 472-477. [欧阳竹. 发展高效生态农业为贫困区农民脱贫增收走出多赢之路. *科技促进发展*, 2017, 13(6): 472-477.]
- [31] Ouyang Zhu, Wang Hongsheng, Lai Jianbin, et al. New approach of high-quality agricultural development in the Yellow River Delta. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2020, 35(2): 145-153. [欧阳竹, 王竑晟, 来剑斌, 等. 黄河三角洲农业高质量发展新模式. *中国科学院院刊*, 2020, 35(2): 145-153.]
- [32] Tao Wen, Zhang Xubo, Sun Zhigang, et al. Spatio-temporal patterns of the grain yield and quality of agricultural soil resources in the irrigated area of the Yellow River in the North China Plain. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(4): 829-838. [陶雯, 张旭博, 孙志刚, 等. 华北引黄灌区粮食产量与农业土壤资源质量时空分布特征. *自然资源学报*, 2019, 34(4): 829-838.]
- [33] Yang Yanmin, Ouyang Zhu, Wang Shufen. Comparison of cotton growth and water use in North China Plain and Xinjiang based on cotton simulation model COTTON2K. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2012, 27(S1): 229-233. [杨艳敏, 欧阳竹, 王淑芬. 基于COTTON2K的华北平原和新疆2个棉区棉花耗水特征比较. *华北农学报*, 2012, 27(S1): 229-233.]
- [34] Zuo Dakang, Wang Yixian, Chen Jiansui. Characteristics of the distribution of total radiation in China. *Acta Meteorologica Sinica*, 1963(1): 78-96. [左大康, 王懿贤, 陈建绥. 中国地区太阳总辐射的空间分布特征. *气象学报*, 1963(1): 78-96.]

- [35] Ni Shaoxiang. Learning and understanding Academician Huang Bingwei's academic thoughts. *Progress in Geography*, 2013, 32(7): 1027-1029. [倪绍祥. 学习黄秉维先生学术思想的几点体会. *地理科学进展*, 2013, 32(7): 1027-1029.]
- [36] Wang Yixian, Zhao Mingcha. The spatial distribution characteristics and photosynthetic potential of total radiation in China. *Natural Resources*, 1981, 3(3): 32-41. [王懿贤, 赵名茶. 中国旬总辐射的空间分布特征与光合潜力. *自然资源*, 1981, 3(3): 32-41.]
- [37] Zhao Mingcha. Network Test Research on Production Potential and Land Carrying Capacity. Beijing: Beijing University of Technology Press, 1991: 15-20. [赵名茶. 生产潜力与土地承载力网络试验研究. 北京: 北京工业大学出版社, 1991: 15-20.]
- [38] Zhao Mingcha. Impact of CO₂ multiplication on the differentiation of physical zones and the potential agricultural productivity in China. *Journal of Natural Resources*, 1995, 10(2): 148-157. [赵名茶. 全球CO₂倍增对我国自然地域分异及农业生产潜力的影响预测. *自然资源学报*, 1995, 10(2): 148-157.]
- [39] Xu Yong, Qi Wenhui, Xie Gaodi, et al. The factor-energy evaluation model of agricultural natural resources utilization efficiency and its application. *Resources Science*, 2002, 24(3): 86-91. [徐勇, 齐文虎, 谢高地, 等. 农业自然资源利用效率的因子: 能量评价模型及其应用. *资源科学*, 2002, 24(3): 86-91.]
- [40] Xu Yong. Procedures, contents and methods for evaluating the effective utilization of agricultural resources. *Resources Science*, 1998, 20(5): 3-5. [徐勇. 农业资源高效利用评价的程序、内容及方法. *资源科学*, 1998, 20(5): 3-5.]
- [41] Xu Yong. Discussion on several basic problems in the evaluation of efficient utilization of agricultural resources. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19(2): 171-175. [徐勇. 农业资源高效利用评价几个基本问题的探讨. *地理科学*, 1999, 19(2): 171-175.]
- [42] Deng Xiangzheng, Huang Jikun, Rozelle Scott. Change of cultivated land and its impacts on agricultural bioproductivity in China: Implications to national grain security. *China Soft Science*, 2005(5): 65-70. [邓祥征, 黄季焜, Rozelle S. 中国耕地变化及其对生物生产力的影响: 兼谈中国的粮食安全. *中国软科学*, 2005(5): 65-70.]
- [43] Deng Xiangzheng, Jiang Qun'ou, Yin Fang, et al. Change of China's cultivated land productivity and its interregional protection strategy. *Rural Finance Research*, 2011(12): 5-10. [邓祥征, 姜群鸥, 殷芳, 等. 中国耕地生产力变化及其国际保护策略. *农村金融研究*, 2011(12): 5-10.]
- [44] Jiang Qun'ou, Cheng Yuwei, Xue Xiaochan, et al. Analysis of influencing factors of agricultural productivity and cultivated land dynamics based on simultaneous formulas in Northeast China. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2015, 31(24): 289-297. [姜群鸥, 程雨薇, 薛筱婵, 等. 基于联立方程组的东北区粮食生产力和耕地变化影响要素分析. *农业工程学报*, 2015, 31(24): 289-297.]
- [45] Jiang Qun'ou, Deng Xiangzheng, Lin Yingzhi, et al. Impacts of cultivated land conversion on cultivated land productivity in China: Prediction and analysis. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(12): 3113-3119. [姜群鸥, 邓祥征, 林英志, 等. 中国耕地用途转移对耕地生产力影响的预测与分析. *应用生态学报*, 2010, 21(12): 3113-3119.]
- [46] Zhu Kezhen. Tentative ideas on the direction and task of the institute of geography, academia sinica. *Geographical Research*, 1984, 3(1): 1-7. [竺可桢. 中国科学院地理研究方向和任务的初步设想(在1965年中国科学院地理工作会议上的报告). *地理研究*, 1984, 3(1): 1-7.]
- [47] Zhu Kezhen. Some characteristic features of Chinese climate and their effects on crop production. *Acta Geographica Sinica*, 1964, 19(1): 1-13. [竺可桢. 论我国气候的几个特点及其与粮食作物生产的关系. *地理学报*, 1964, 19(1): 1-13.]
- [48] Zhao Mingcha. An analysis of influence of global climatic change on arid region of China. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 1993, 7(Suppl.1): 11-20. [赵名茶. 全球气候变化对我国干旱区影响分析. *干旱区资源与环境*, 1993, 7(Suppl.1): 11-20.]
- [49] Zhao Mingcha. Seasonality of precipitation on the loess plateau and crop water stress. *Journal of Natural Resources*, 1990, 5(3): 218-229. [赵名茶. 黄土高原降水的季节性指标及其与作物水分亏缺的关系. *自然资源学报*, 1990, 5(3): 218-229.]
- [50] Gao Zhiqiang, Liu Jiyuan, Cao Mingkui, et al. The impact of land use and climate change on the ecosystem productivity and carbon cycle in the farming-pastoral transition zone. *Science in China (Series D: Earth Science)*, 2004, 34(10): 946-957. [高志强, 刘纪远, 曹明奎, 等. 土地利用和气候变化对农牧过渡区生态系统生产力和碳循环的影响. *中国科学(D辑: 地球科学)*, 2004, 34(10): 946-957.]
- [51] Wang Shaoqiang, Zhou Chenghu, Liu Jiyuan, et al. Simulation analyses of terrestrial carbon cycle balance model in Northeast China. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(4): 390-400. [王绍强, 周成虎, 刘纪远, 等. 东北地区陆地碳循环平衡模拟分析. *地理学报*, 2001, 56(4): 390-400.]
- [52] Wu Li, Li Kerang, Tao Bo. Assessment on ecosystem vulnerability to extreme precipitation in the upper and middle Yangtze valley. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(1): 82-89. [於琰, 李克让, 陶波. 长江中下游区域生态系统对极端降水的脆弱性评估研究. *自然资源学报*, 2012, 27(1): 82-89.]

- [53] Deng X Z, Huang J K, Qiao F B, et al. Impacts of El Nino-Southern Oscillation events on China's rice production. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(1): 3-16.
- [54] Deng Xiangzheng, Zhao Chunhong, Yuan Yongwei. Analysis of the drought risk in Yunnan Province Based on the WRF model. *China Population, Resources and Environment*, 2013, 23(10): 95-101. [邓祥征, 赵春红, 袁永卫. 基于 WRF 模式的云南省干旱发生风险的预测分析. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(10): 95-101.]
- [55] Huang Wei, Deng Xiangzheng, He Shujin, et al. An econometric analysis on the impacts of climatic change on grain production at counties of China. *Progress in Geography*, 2010, 29(6): 677-683. [黄维, 邓祥征, 何书金, 等. 中国气候变化对县域粮食产量影响的计量经济分析. *地理科学进展*, 2010, 29(6): 677-683.]
- [56] Deng X Z, Zhao C H, Yan H M. Systematic modeling of impacts of land use and land cover changes on regional climate: A review. *Advances in Meteorology*, 2013(2013): 1-11.
- [57] Liu Lanfang, Liu Shenghe, Liu Peilin, et al. Synthetic analysis and quantitative estimation of the agricultural vulnerability to drought disaster in Hunan Province. *Journal of Natural Disasters*, 2002, 11(4): 78-83. [刘兰芳, 刘盛和, 刘沛林, 等. 湖南省农业旱灾脆弱性综合分析与定量评价. *自然灾害学报*, 2002, 11(4): 78-83.]
- [58] Jiang Dehua. The utilization and transformation of the North China Plain. *Geographical Research*, 1983, 2(1): 1-11. [姜德华. 黄淮海平原的利用和改造. *地理研究*, 1983, 2(1): 1-11.]
- [59] Jiang Dehua, Zhang Xingquan. Model, problem and strategy of agriculture integration in North China Plain. *World Sci-Tech R & D*, 1998, 20(5): 115-119. [姜德华, 张兴权. 黄淮海平原农业产业化模式、问题与对策: 以禹城市为例. *世界科技研究与发展*, 1998, 20(5): 115-119.]
- [60] Xu Zhikang. Reasonable use of cultivated land in Beijing-Tianjin-Tangshan region. *Natural Resources*, 1985, 7(2): 27-33, 40. [徐志康. 京津唐地区耕地合理利用问题. *自然资源*, 1985, 7(2): 27-33, 40.]
- [61] Guo Huancheng, Yao Jianju, Ren Guozhu. Development and construction of grain production base in North China Plain. *Economic Geography*, 1991, 11(3): 64-67. [郭焕成, 姚建巨, 任国柱. 黄淮海平原粮食生产基地开发与建设. *经济地理*, 1991, 11(3): 64-67.]
- [62] Feng Yue, Lu Chunxia, Ma Beibei. Spatial pattern changes of grain supply and demand in Beijing-Tianjin-Hebei region. *Resources Science*, 2009, 31(4): 566-573. [冯跃, 鲁春霞, 马蓓蓓. 京津冀地区粮食供需的空间格局变化特征. *资源科学*, 2009, 31(4): 566-573.]
- [63] Liu Yu, Liu Yansui, Guo Liying. Comprehensive evaluation and optimization strategy of the territorial function for grain production: A case of the area along Bohai Rim in China. *Progress in Geography*, 2010, 29(8): 920-926. [刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 环渤海地区粮食生产地域功能综合评价与优化调控. *地理科学进展*, 2010, 29(8): 920-926.]
- [64] Gao Liwei, Xu Zengrang, Cheng Shengkui, et al. Food security situation and major grain supply and demand in Tibetan region. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(6): 951-960. [高利伟, 徐增让, 成升魁, 等. 西藏粮食安全状况及主要粮食供需关系研究. *自然资源学报*, 2017, 32(6): 951-960.]
- [65] Wu Kai, Tang Dengyin, Xie Xianqun. Effect of the water change on the agriculture production and its countermeasures in the Huang-Huai-Hai Plain. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2001, 9(1): 50-52. [吴凯, 唐登银, 谢贤群. 黄淮海平原水量变化对农业生产力的影响及对策. *中国生态农业学报*, 2001, 9(1): 50-52.]
- [66] Xie Xianqun. Connotation and some advances of the research on the water movement and its regional change regular in agro-ecosystem of North China. *Advances in Earth Science*, 2003, 18(3): 440-446. [谢贤群. 我国北方地区农业生态系统水分运行及区域分异规律研究的内涵和研究进展. *地球科学进展*, 2003, 18(3): 440-446.]
- [67] Feng Zhiming, Zhang Pengtao, Song Yu. Food security: The impact of land conversion from farmland to forest or grassland on grain production in Northwest China. *Journal of Natural Resources*, 2002, 17(3): 299-306. [封志明, 张蓬涛, 宋玉. 粮食安全: 西北地区退耕对粮食生产的可能影响. *自然资源学报*, 2002, 17(3): 299-306.]
- [68] Feng Zhiming, Zhang Pengtao, Yang Yanzhao. The scale of land conversion from farmland to forest or grassland, the grain response to it, and the relevant proposals in Northwest China. *Geographical Research*, 2003, 22(1): 105-113. [封志明, 张蓬涛, 杨艳昭. 西北地区的退耕规模、粮食响应及政策建议. *地理研究*, 2003, 22(1): 105-113.]
- [69] Liu Zhenju, Cai Qiangguo, Li Guoqiang. Establishment of evaluation index system of ecology security under soil and water loss stress in black soil region of Northeast China. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2009, 29(6): 64-69, 78. [刘振举, 蔡强国, 李国强. 东北黑土区水土流失胁迫下的生态安全评价指标体系的建立. *水土保持通报*, 2009, 29(6): 64-69, 78.]
- [70] Feng Zhiming, Li Xianglian. The stratagem of cultivated land and food supplies security: Storing food in land: Raising the comprehensive productivity of land resource of China. *Geography and Territorial Research*, 2000, 16(3): 1-5. [封志明, 李香莲. 耕地与粮食安全战略: 藏粮于土, 提高中国土地资源的综合生产能力. *地理学与国土研究*, 2000, 16(3): 1-5.]

- [71] Zheng Haixia, Feng Zhiming. The quantity and quality analysis on dynamic equilibrium of the total cultivated land in China. *Resources Science*, 2003, 25(5): 33-39. [郑海霞, 封志明. 中国耕地总量动态平衡的数量和质量分析. *资源科学*, 2003, 25(5): 33-39.]
- [72] Feng Zhiming. Future food security and arable land guarantee for population development in China. *Population Research*, 2007(2): 15-29. [封志明. 中国未来人口发展的粮食安全与耕地保障. *人口研究*, 2007(2): 15-29.]
- [73] Lu Qi. Some issues on the relationship between land resources development, production and food security. *Resources Sciences*, 1999, 21(6): 3-5. [鲁奇. 中国耕地资源开发、保护与粮食安全保障问题. *资源科学*, 1999, 21(6): 3-5.]
- [74] Chen Baiming, Zhou Xiaoping. Analysis of the threshold area of national and regional per capita arable land in China. *Journal of Natural Resources*, 2002, 28(5): 622-628. [陈百明, 周小萍. 全国及区域性人均耕地阈值的探讨. *自然资源学报*, 2002, 28(5): 622-628.]
- [75] Chen Baiming, Du Hongliang. Analyzing decoupling relationship between arable land occupation and GDP growth. *Resources Science*, 2006, 28(5): 36-42. [陈百明, 杜红亮. 试论耕地占用与GDP增长的脱钩研究. *资源科学*, 2006, 28(5): 36-42.]
- [76] Chen Baiming, Zhou Xiaoping. Analysis on the grain self-sufficient ratio and the safe baseline of cultivated land in China. *Economic Geography*, 2005, 25(2): 145-148. [陈百明, 周小萍. 中国粮食自给率与耕地资源安全底线的探讨. *经济地理*, 2005, 25(2): 145-148.]
- [77] Deng X Z. *Modeling the Dynamics and Consequences of Land System Change*. Berlin Heidelberg: Springer, 2011.
- [78] Jiang L, Deng X Z, Seto K. Multi-level modeling of urban expansion and cultivated land conversion for urban hotspot counties in China. *Landscape and Urban Planning*, 2012, 108(2-4): 131-139.
- [79] Jiang L, Deng X Z, Seto K. The impact of urban expansion on agricultural land use intensity in China. *Land Use Policy*, 2013, 35: 33-39.
- [80] Jin Gui, Deng Xiangzheng, Zhao Xiaodong, et al. Spatio-temporal patterns of urban land use efficiency in the Yangtze River Economic Zone during 2005-2014. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(7): 1242-1252. [金贵, 邓祥征, 赵晓东, 等. 2005—2014年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征. *地理学报*, 2018, 73(7): 1242-1252.]
- [81] Deng X Z, Huang J K, Rozelle S, et al. Cultivated land conversion and potential agricultural productivity in China. *Land Use Policy*, 2006, 23(4): 372-384.
- [82] Deng X Z, Huang J K, Rozelle S, et al. Impact of urbanization on cultivated land changes in China. *Land Use Policy*, 2015, 45: 1-7.
- [83] Yan Huimin, Liu Jiuyan, Huang Heqing, et al. Impacts of cropland transformation on agricultural production under urbanization and Grain for Green Project in China. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(5): 579-588. [闫慧敏, 刘纪远, 黄河清, 等. 城市化和退耕还林草对中国耕地生产力的影响. *地理学报*, 2012, 67(5): 579-588.]
- [84] Liu Chengwu, Li Xiubin. Diagnosis on the marginalisation of arable land use in China. *Geographical Research*, 2006, 25(5): 895-904. [刘成武, 李秀彬. 对中国农地边际化现象的诊断: 以三大粮食作物生产的平均状况为例. *地理研究*, 2006, 25(5): 895-904.]
- [85] Zhu Huiyi, Li Xiubin, Xin Liangjie. Intensity change in cultivated land use in China and its policy implications. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(6): 907-915. [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. *自然资源学报*, 2007, 22(6): 907-915.]
- [86] Chen Yuqi, Li Xiubin. Structural change of agricultural land use intensity and its regional disparity in China. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(4): 469-478. [陈瑜琦, 李秀彬. 1980年以来中国耕地利用集约度的结构特征. *地理学报*, 2009, 64(4): 469-478.]
- [87] Li Zanhong, Yan Jianzhong, Hua Xiaobo, et al. Factors influencing the cultivated land abandonment of households of different types: A case study of 12 typical villages in Chongqing Municipality. *Geographical Research*, 2014, 33(4): 721-734. [李赞红, 阎建忠, 花晓波, 等. 不同类型农户撂荒及其影响因素研究: 以重庆市12个典型村为例. *地理研究*, 2014, 33(4): 721-734.]
- [88] Shao Jing'an, Zhang Shichao, Li Xiubin. The role of rural farmland transfer in preventing farmland abandonment in the mountainous areas. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(4): 636-649. [邵景安, 张仕超, 李秀彬. 山区土地流转对缓解耕地撂荒的作用. *地理学报*, 2015, 70(4): 636-649.]
- [89] Song Xiaoqing, Ouyang Zhu, Bo Linchuan. Evaluation and evolution of exploitative intensity of cultivated land resources in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(2): 135-142. [宋小青, 欧阳竹, 柏林川. 中国耕地资源开发强度及其演化阶段. *地理科学*, 2013, 33(2): 135-142.]
- [90] Song Xiaoqing, Wu Zhifeng, Ouyang Zhu. Route of cultivated land transition research. *Geographical Research*, 2014, 33(3): 403-413. [宋小青, 吴志峰, 欧阳竹. 耕地转型的研究路径探讨. *地理研究*, 2014, 33(3): 403-413.]

- [91] Song Xiaoqing, Wu Zhifeng, Ouyang Zhu. Changes of cultivated land function in China since 1949. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(4): 435-447. [宋小青, 吴志峰, 欧阳竹. 1949年以来中国耕地功能变化. *地理学报*, 2014, 69(4): 435-447.]
- [92] Song Xiaoqing, Ouyang Zhu. Route of multifunctional cultivated land management in China. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(4): 540-551. [宋小青, 欧阳竹. 中国耕地多功能管理的实践路径探讨. *自然资源学报*, 2012, 27(4): 540-551.]
- [93] Liu Yansui, Li Yurui. Spatio-temporal coupling relationship between farmland and agricultural labor changes at county level in China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(12): 1602-1612. [刘彦随, 李裕瑞. 中国县域耕地与农业劳动力变化的时空耦合关系. *地理学报*, 2010, 65(12): 1602-1612.]
- [94] Ge D Z, Long H L, Zhang Y N, et al. Farmland transition and its influences on grain production in China. *Land Use Policy*, 2018, 70: 94-105.
- [95] Liu Yansui. Scientifically promoting the strategy of reclamation and readjustment of rural land in China. *China Land Science*, 2011, 25(4): 3-8. [刘彦随. 科学推进中国农村土地整治战略. *中国土地科学*, 2011, 25(4): 3-8.]
- [96] Liu Yansui, Qiao Luyin. Innovating system and policy of arable land conservation under the new-type urbanization in China. *Economic Geography*, 2014, 34(4): 1-6. [刘彦随, 乔陆印. 中国新型城镇化背景下耕地保护制度与政策创新. *经济地理*, 2014, 34(4): 1-6.]
- [97] Huang Bingwei. Ecological balance and geographic research of agriculture. *Geographical Research*, 1982, 1(1): 3-8. [黄秉维. 生态平衡与农业地理研究: 生态平衡概念. *地理研究*, 1982, 1(1): 3-8.]
- [98] Wu Chuanjun. *Protect the Land for Survival*. Beijing, 2000: 100-103. [吴传钧. 保土求存//中国土地科学二十年: 庆祝中国土地学会成立二十周年论文集. 北京, 2000: 100-103.]
- [99] Liu Yansui, Lu Dadao. The basic trend and regional effect of agricultural structure adjustment in China. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(3): 381-389. [刘彦随, 陆大道. 中国农业结构调整基本态势与区域效应. *地理学报*, 2003, 58(3): 381-389.]
- [100] He Shujin, Wang Xiuhong, Deng Xiangzheng, et al. Analysis on influencing factors of land use change in three typical areas of western China. *Geographical Research*, 2006, 25(1): 79-86. [何书金, 王秀红, 邓祥征, 等. 中国西部典型地区土地利用变化对比分析. *地理研究*, 2006, 25(1): 79-86.]
- [101] Liu Yansui, Gan Hong, Wang Dawei. Analysis of the agricultural modernization level and comparative advantage in northeast China. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*, 2005, 21(2): 149-153. [刘彦随, 甘红, 王大伟. 东北地区农业现代化水平及比较优势分析. *农业系统科学与综合研究*, 2005, 21(2): 149-153.]
- [102] Ma Li, Long Hualou, Zhang Yingnan, et al. Spatio-temporal coupling relationship between agricultural labor changes and agricultural economic development at county level in China and its implications for rural revitalization. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(12): 2364-2377. [马丽, 龙花楼, 张英男, 等. 中国县域农业劳动力变化与农业经济发展的时空耦合及其对乡村振兴的启示. *地理学报*, 2018, 73(12): 2364-2377.]
- [103] Jin Gui, Deng Xiangzheng, Chen Dongdong, et al. Trends and spatial patterns of land conversions in the North China Plain. *Resources Science*, 2016, 38(8): 1515-1524. [金贵, 邓祥征, 陈冬冬, 等. 黄淮海平原农地流转空间分布与格局特征. *资源科学*, 2016, 38(8): 1515-1524.]
- [104] Cai Jianming, Yang Zhenshan. Developing China's urban agriculture by learning from international experiences. *Geographical Research*, 2008, 27(2): 362-374. [蔡建明, 杨振山. 国际都市农业发展的经验及其借鉴. *地理研究*, 2008, 27(2): 362-374.]
- [105] Jin Gui, Deng Xiangzheng, Zhang Qian, et al. Comprehensive function zoning of national land space for Wuhan metropolitan region. *Geographical Research*, 2017, 36(3): 541-552. [金贵, 邓祥征, 张倩, 等. 武汉城市圈国土空间综合功能分区. *地理研究*, 2017, 36(3): 541-552.]
- [106] Huang Jikun, Yang Jun, Chou Huanguang. Thinking of national food security strategy and policy in the new period. *Issues in Agricultural Economy*, 2012, 33(3): 4-8. [黄季焜, 杨军, 仇焕广. 新时期国家粮食安全战略和政策的思考. *农业经济问题*, 2012, 33(3): 4-8.]
- [107] Sun Jiulin. The technological front line and development strategy of info-agriculture. *Strategic Study of CAE*, 2002, 4(9): 1-7. [孙九林. 信息化农业科技前沿与发展战略. *中国工程科学*, 2002, 4(9): 1-7.]
- [108] Sun Jiulin. The theory, methodology and application of agricultural information engineering. *Strategic Study of CAE*, 2000, 2(3): 87-91. [孙九林. 农业信息工程的理论、方法和应用. *中国工程科学*, 2000, 2(3): 87-91.]
- [109] Liu Hui. Regional inequality measurement: Methods and evaluations. *Geographical Research*, 2006, 25(4): 710-718. [刘慧. 区域差异测度方法与评价. *地理研究*, 2006, 25(4): 710-718.]
- [110] Liu Hui. Factor decomposition of rural regional income inequality changes in China. *Acta Geographica Sinica*, 2008, 63

- (8): 799-806. [刘慧. 中国农村居民收入区域差异变化的因子解析. 地理学报, 2008, 63(8): 799-806.]
- [111] Mao Hanying. Innovation of mechanism and regional policy for promoting coordinated development of the Beijing-Tianjin-Hebei. *Progress in Geography*, 2017, 36(1): 2-14. [毛汉英. 京津冀协同发展的机制创新与区域政策研究. 地理科学进展, 2017, 36(1): 2-14.]
- [112] Liu Yansui, Long Hualou, Chen Yufu, et al. Hollow village renovation should be upgraded to a national strategy. *Land & Resources Herald*, 2012, 9(7): 31-33. [刘彦随, 龙花楼, 陈玉福, 等. 空心村整治应提升为国家战略. 国土资源导刊, 2012, 9(7): 31-33.]
- [113] Long Hualou. Land consolidation and rural spatial restructuring. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(8): 1019-1028. [龙花楼. 论土地整治与乡村空间重构. 地理学报, 2013, 68(8): 1019-1028.]
- [114] Tu Shuangshuang, Long Hualou, Liu Yongqiang, et al. Research progress and prospects in the methodology of assessing the potential of rural residential land consolidation. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(11): 1956-1968. [屠爽爽, 龙花楼, 刘永强, 等. 农村居民点整治潜力测算方法研究进展与展望. 自然资源学报, 2015, 30(11): 1956-1968.]
- [115] Long Hualou, Zhang Yingnan, Tu Shuangshuang. Land consolidation and rural vitalization. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(10): 1837-1849. [龙花楼, 张英男, 屠爽爽. 论土地整治与乡村振兴. 地理学报, 2018, 73(10): 1837-1849.]
- [116] Liu Yansui, Zhu Lin, Li Yuheng. The essential theories and models of rural land consolidation in the transitional period of China. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 777-782. [刘彦随, 朱琳, 李玉恒. 转型期农村土地整治的基础理论与模式探析. 地理科学进展, 2012, 31(6): 777-782.]
- [117] Liu Yansui, Liu Yu, Zhai Rongxin. Geographical research and optimizing practice of rural hollowing in China. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(10): 1193-1202. [刘彦随, 刘玉, 翟荣新. 中国农村空心化的地理学研究整治实践. 地理学报, 2009, 64(10): 1193-1202.]
- [118] Chen Yufu, Sun Hu, Liu Yansui. Reconstruction models of hollowed villages in key agricultural regions of China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(6): 727-735. [陈玉福, 孙虎, 刘彦随. 中国典型农区空心村综合整治模式. 地理学报, 2010, 65(6): 727-735.]
- [119] Liu Ziqiang, Li Jing, Lu Qi. Functions diversification of rural spatial region system and new rural development model. *Research of Agricultural Modernization*, 2008, 29(5): 532-536. [刘自强, 李静, 鲁奇. 乡村空间地域系统的功能多元化与新农村发展模式. 农业现代化研究, 2008, 29(5): 532-536.]
- [120] Liu Yansui. Rural transformation development and new countryside construction in eastern coastal area of China. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(6): 563-570. [刘彦随. 中国东部沿海地区乡村转型发展与新农村建设. 地理学报, 2007, 62(6): 563-570.]
- [121] Long Hualou. *Rural Transformation Development and Land Use in China*. Beijing: Science Press, 2012: 50-65. [龙花楼. 中国乡村转型发展与土地利用. 北京: 科学出版社, 2012: 50-65.]
- [122] Long Hualou. Land use transition and land management. *Geographical Research*, 2015, 34(9): 1607-1618. [龙花楼. 论土地利用转型与土地资源管理. 地理研究, 2015, 34(9): 1607-1618.]
- [123] Long H L. *Land Use Transitions and Rural Restructuring in China*. Singapore: Springer, 2020.
- [124] Long Hualou, Li Tingting, Zou Jian. Analysis of dynamical mechanism of rural transformation development in typical regions of China. *Economic Geography*, 2011, 31(12): 2080-2085. [龙花楼, 李婷婷, 邹健. 我国乡村转型发展动力机制与优化对策的典型分析. 经济地理, 2011, 31(12): 2080-2085.]
- [125] Li Yurui, Liu Yansui, Long Hualou. Characteristics and mechanism of village transformation development in typical regions of Huang-Huai-Hai Plain. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(6): 771-782. [李裕瑞, 刘彦随, 龙花楼. 黄淮海典型地区村域转型发展的特征与机理. 地理学报, 2012, 67(6): 771-782.]
- [126] Li Tingting, Long Hualou. Study on the spatio-temporal pattern of rural transformation development in Shandong province. *Geographical Research*, 2014, 33(3): 490-500. [李婷婷, 龙花楼. 山东省乡村转型发展时空格局. 地理研究, 2014, 33(3): 490-500.]
- [127] Wang Yanfei, Liu Yansui, Li Yuheng. The spatial disparity of rural transition development and regional characteristics of its driving forces. *Economic Geography*, 2016, 36(5): 135-142. [王艳飞, 刘彦随, 李玉恒. 乡村转型发展格局与驱动机制的区域性分析. 经济地理, 2016, 36(5): 135-142.]
- [128] Long Hualou, Ge Dazhuan, Wang Jieyong. Progress and prospects of the coupling research on land use transitions and rural transformation development. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(12): 2547-2559. [龙花楼, 戈大专, 王介勇. 土地利用转型与乡村转型发展耦合研究进展及展望. 地理学报, 2019, 74(12): 2547-2559.]
- [129] Liu Yansui, Li Jintao. Geographic detection and optimizing decision of the differentiation mechanism of rural poverty in China. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 161-173. [刘彦随, 李进涛. 中国县域农村贫困化分异机制的地理探测与优化决策. 地理学报, 2017, 72(1): 161-173.]

- [130] Long Hualou, Tu Shuangshuang, Ge Dazhuan. Effects of new-type urbanization on poverty alleviation and development and corresponding countermeasures. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(3): 309-319. [龙花楼, 屠爽爽, 戈大专. 新型城镇化对扶贫开发的影响与应对研究. *中国科学院院刊*, 2016, 31(3): 309-319.]
- [131] Liu Hui. Study on implementation of targeted poverty alleviation and regional coordinated development. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(3): 320-327. [刘慧. 实施精准扶贫与区域协调发展. *中国科学院院刊*, 2016, 31(3): 320-327.]
- [132] Yang Yuanyuan, Liu Yansui, Zhang Ziwen. Study on policy innovation and suggestions of targeted poverty alleviation based on typical investigation. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(3): 337-345. [杨园园, 刘彦随, 张紫雯. 基于典型调查的精准扶贫政策创新及建议. *中国科学院院刊*, 2016, 31(3): 337-345.]
- [133] Wang Jieyong, Chen Yufu, Yan Maochao. Research on the targeted measures of poverty alleviation and its innovative ways in China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(3): 289-295. [王介勇, 陈玉福, 严茂超. 我国精准扶贫政策及其创新路径研究. *中国科学院院刊*, 2016, 31(3): 289-295.]
- [134] Li Yurui, Cao Zhi, Zheng Xiaoyu, et al. Regional and sustainable approach for target- poverty alleviation and development of China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(3): 279-288. [李裕瑞, 曹智, 郑小玉, 等. 我国实施精准扶贫的区域模式与可持续途径. *中国科学院院刊*, 2016, 31(3): 279-288.]

Regional agricultural research in contributing to national economic development

OUYANG Zhu, DENG Xiangzheng, SUN Zhigang, LONG Hualou,
ZHANG Linxiu, LI Fadong, JIN Gui

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: The Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences (IGSNRR, CAS) is one of the research institutes that carried out the earliest regional agricultural research in China. Based on the original research laboratory on agricultural geography, under the leadership of Prof. Wu Chuanjun and Prof. Deng Jingzhong, the institute always followed the purpose of "meeting the requirements of the state, and establishing subjects by task". Based on the periodic and regional characteristics of agricultural production and development and taking full advantages of comprehensiveness and regionality of geography, it completed a series of prospective, macroscopic, strategic and leading regional agricultural research achievements, including the preliminary opinions on national agricultural regionalization, Xinjiang agricultural regionalization, etc., Those achievements have becomes classic references for regional agricultural research and provided decision support for agricultural macro-control at national and local levels. Carrying on 80 years of experience in theoretical exploration, the IGSNRR, will has constantly expanded and enriched the connotation and value of regional agricultural research based on the existing research on agricultural resources investigation and planning, agricultural ecological hydrology and climate, food production and security, cultivated land protection and management, agricultural economic management and policy innovation, sustainable development of rural regional system, etc. In addition, it will undertake an important task of serving the formulation and implementation of national strategies and leading the innovation and development of basic disciplines.

Key words: regional agriculture; academic achievements; retrospect; prospect; IGSNRR, CAS