第73卷 第2期 地理学报 Vol.73, No.2
2018年2月 ACTA GEOGRAPHICA SINICA February, 2018

中国农业地域分异与现代农业区划方案

刘彦随[1,2],张紫雯[1,2],王介勇[1]
(1. 中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101; 2. 中国科学院大学,北京 100049)

摘要: 农业是自然再生产与经济再生产过程的统一,农业地域格局取决于自然、经济、社会和技术等要素的综合影响,而且伴随着这些要素的长期变化而产生时空演化和区域分异,由此奠定了综合农业区划的科学基础。本文探讨了中国工业化、城镇化、信息化和农业现代化协调发展新战略,剖析了现代农业发展环境的时空转变及其动态特征,建立了农业自然要素与农业地域功能耦合测度指标体系,应用聚类分析和定性评判综合手段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。该方案包括15个农业一级区、53个农业二级区,并与1981年农业综合区划方案进行比较分析,深入揭示了快速工业化、城镇化、信息化进程中中国农业生产结构、地域功能、格局动态和发展趋向,为新时期加快各地区现代农业战略性结构调整,促进农业现代化发展奠定了重要基础,为创新发展现代农业与乡村地理学,促进地理学综合研究服务国家战略需求提供了重要参考。

关键词: 中国;现代农业;综合农业区划;农业地域类型;乡村振兴;现代农业区划方案
DOI: 10.11821/dlxb201802001

1 引言

农业是自然再生产过程与经济再生产过程相结合的物质生产部门。农业生产既受到光、热、水、土等自然要素的直接影响,又受到不同经济社会发展条件下农业生产力水平、产业政策与市场需求的综合影响。因此,农业生产在空间上呈现出明显的地域分异规律,具有地域性、季节性、周期性和相对稳定性[1]。农业区划本质上是在充分考虑地区农业生产条件的相似性和差异性,综合分析农产品生产与消费关系、地区主体功能与人地关系地域特点基础上,按照农业地域系统演化机制与分异规律进行分区划片的综合技术过程。它是优化国土空间利用的核心问题之一,也是现代地理学研究的重要领域之一[2-3]。农业区划既反映了农业发展基础条件和一定时期的农业生产特征及其空间格局,也在一定程度上预示出农业转型发展与国土空间利用的未来趋向,为优化现代农业区域布局、推进农业现代化和实施乡村振兴战略提供科学依据。

依据不同时期的国民经济与农业发展需求,中国农业区划研究经历了认识逐步加深、理论不断发展、技术方法创新的历史过程,大致归纳为以下四个阶段。

(1)开创阶段。1936年,著名地理学家胡焕庸开创了中国农业区划研究的先河,在其《中国之农业区域》一文中,根据气候、地形等自然地理条件,首次将全国划分为东

收稿日期: 2016-11-08; **修订日期:** 2017-06-19
基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41130748); 国家社会科学基金重大项目(15ZDA021) [**Foundation:** National Natural Science Foundation of China, No.41130748; National Social Science Foundation of China, No.15ZDA021]
作者简介: 刘彦随(1965-), 男, 陕西绥德人, 研究员、长江学者特聘教授, 中国地理学会会员(S110005331M), 主要研究方向为农业地理学、城乡发展与土地利用。E-mail: liuys@igsnrr.ac.cn
203-218页

北松辽区、黄河下游区、长江下游区、东南丘陵区、西南高地区、黄土高原区、漠南草地区、蒙新宁干燥区、青康藏高原区等9个农业区[4]，揭示了气候、地形界线与农作物空间分布的关系，为指导不同区域农业生产与农业区划研究提供了重要的理论基础。

（2）探索阶段。新中国成立后，中国科学院地理研究所开启了农业区划综合研究。以邓静中、吴传钧等老一辈地理学家为代表，推进了农业地理调查、农业生产摸底和农业地域类型研究，并于20世纪60年代率先编制了中国农业区划草案，初步开展了江苏、甘肃等地方性农业区划工作[5]。当时中国农业发展经过农村土地改革、农业合作化生产等曲折过程，致使农业生产十分不稳定，多灾低产地区占有很大比例，农业生产率、农产品商品率很低，粮食、棉花、油料等主要农产品人均占有量均低于世界平均水平[6]，特别是受到“文革”等因素干扰，导致该项工作未能持续开展。

（3）深化阶段。1978年改革开放之后，在中国农业资源调查与区划任务的要求和带动下，由周立三院士主持，历时3年完成了《中国综合农业区划》方案编制。该区划方案将全国划分为10个一级农业区和38个二级农业区，阐述了各农业区的特点和条件、布局现状，以及农业发展方向、土地资源开发利用、生产布局与建设途径等方面[6-7]，奠定了中国国土空间的基本认知与国土开发利用研究的理论基础，为制定国家农业发展中长期规划，推进商品粮基地建设和国际可持续农业与农村发展（SARD）的中国区域实践提供了重要指导。

（4）转型阶段。进入21世纪以来，中国经济社会步入结构转型和快速发展新时期，工业化、城镇化水平不断提升，城镇化率由1980年的19.4%增长至2016年的57.4%，经济发展总体上已进入减增速、调结构、优布局的“新常态”阶段。中国农业在地域格局、生产功能、形成机制和发展方式上开始转型。农业结构逐步由以粮食生产为核心转向以多样化、市场化、优质化为特色的现代农业结构，经营方式也由粗放式向集约、低碳、绿色发展转变，全国范围内的农业生产优势区、产业带显现[8]，传统意义的农业地域功能亟待重新定义。

本文着眼于中国农业发展环境与格局变化分析，立足于新时期工业化、城镇化、信息化、农业现代化“四化”协调发展的宏观背景，从农业生产自然条件变化、农业经营机制转化与农业地域功能演化的综合视角，探索建立现代农业区划研究理论框架、技术方法与指标体系，并以全国县域为基本单元，研制中国现代农业区划方案，为分区、分类推进中国现代农业转型和国土空间优化利用提供决策依据。

2 现代农业发展及其地域特征

20世纪90年代以来，随着中国经济社会转型和工业化、城镇化快速发展，农业生产要素组织和发展地域空间发生了显著变化，这正是新时期现代农业区划问题的缘起。

2.1 农业生产自然地理格局变化

主要表现为气候变化和土地资源格局分异引发的空间格局变化。在全球气候变暖趋势之下，与农业生产密切相关的热量资源增加，辐射资源减少，全国≥ 0 ℃积温带北移西扩，导致中国一年三熟、一年两熟耕作制度区域北界北移，一年一熟区域面积减小[9]。自20世纪80年代中期以来，中国北方地区呈现较为明显的增温趋势[10]，以东北地区为例，农作物生长季节的日均温平均每10年上升0.34 ℃[11]。北方增温现象延长了农作物生长季，减弱了东北地区寒冷气候对农业生产的限制作用，致使作物种植适宜区发生空间变化[9]，北方缺水地区的林草地开垦也突破了气候条件的约束。全国土地利用变化数据显

示，1990-2010年间，中国新增耕地主要分布于东北、华北和西北地区[12]。根据第二次全国土地调查数据，1996-2009年全国减少耕地逾13.53万 km^2，其中黑龙江、吉林、内蒙古三省（自治区）增加耕地约8万 km^2，占全国耕地增长面积的56.9%，而同期浙江、福建、广东、广西、海南等东南5省（区）减少优质水田1.19万 km^2，相当于减掉福建全省水田面积。

2.2 农业生产技术与管理方式转型

随着科技进步和发展方式转型，中国农业生产手段、技术模式和管理方式发生了巨大变化。“十二五”期间，中国农田有效灌溉面积占比超过52%，农作物良种覆盖率稳定高于96%，农业科技进步贡献率达56%，主要农作物耕种收综合机械化水平超过63%。中国农业发展逐步由以资源要素投入为主转向以技术投入为主，农业生产主要动力由人力、畜力逐渐转为电力、水力等机械力，农业生产效率更多受农业科技进步和农业设施建设等因素影响。进入21世纪，中国颁布了《全国土地开发整理规划（2001-2010）》、《全国土地整治规划（2011-2015）》，有计划地通过土地平整、水利设施、田间道路与农田防护等工程建设进行土地整理和综合整治。仅2011-2015年间，建成高标准农田26.67万 km^2，粮食主产区亩均产量提高10%~20%。土地整治工程进一步提高了土地使用产能，拓展了土地资源多宜用途，催生了农业园区化和田园综合体。同时，农村土地经营股权化、农业合作社等新型现代农业主体不断涌现，促进了不同地域农业综合生产能力提升，成为现代农业转型发展的主导动力。

2.3 农业生产结构与经营机制转变

随着计划经济向社会主义市场经济转型，中国农业生产要素配置、经营机制发生了显著的变化。伴随着“九五”以来的快速城镇化进程，中国农村劳动力以每年超过400万人的速度向非农产业转移，农业生产主体出现老弱化，城镇常住人口较1980年增长了37%，城乡居民可支配收入提高，居民消费习惯和消费结构转变。在粮食需求保持刚性增长的同时，中国农产品消费结构向安全、健康、营养进行升级。1980-2014年，粮食、食糖的全国居民人均消费量分别年均降低2%和4%，而禽类、蛋类、水产品和肉类的人均消费量分别年均增长10%、6%、5%和2%，中国农业逐渐由满足食品供给向满足营养供给转型。同时，农业产业链不断延伸，与加工业、第三产业融合，出现农牧结合、农旅结合、农产品深加工等产业发展新模式。农业及其全产业链的劳动地域分工不断细化，并在自然环境和市场规律双重作用下形成了初级农产品生产与相关产业集中分布。区域农业价值不仅局限于提供食物、纤维和农业人口就业保障，而是受区域地理特征、区位条件和社会经济发展等因素综合影响，农业生产逐步由单一功能向多功能转变。

2.4 农业生产优势区与产业带空间分异

农业生产要素的空间分异促进了中国农业生产空间格局的变化。主要表现为主导农产品优势带基本形成。以粮食、棉花、油料生产为例，秦岭—淮河一线以北包括东北三省、内蒙古东部、新疆西部、华北平原、黄土高原地区各县市粮食生产集中度普遍增长，明显高于全国平均水平，而东南沿海地区粮食生产相对优势降低，粮食生产重心总体呈北移东进态势，粮食主要产区的空间集聚性增强；棉花主要产区由黄淮海平原、江汉平原向新疆转移；油料作物生产重心呈现南移东进趋势，逐步向四川盆地—长江中下游平原—黄淮平原、北疆—蒙西—东北西部两个带状地区集中（图1~图3）。区域性农业地域类型及其功能出现分异，东部沿海省市适应人口密集区食品供给刚性需求和居民观光休闲新需求，现代农业园区建设兴起并快速发展；西部地区从1999年开始实施退耕还林还草工程，山地丘陵区农业快速转型，如陕西延安市10年退耕还林6020 km^2，同时推

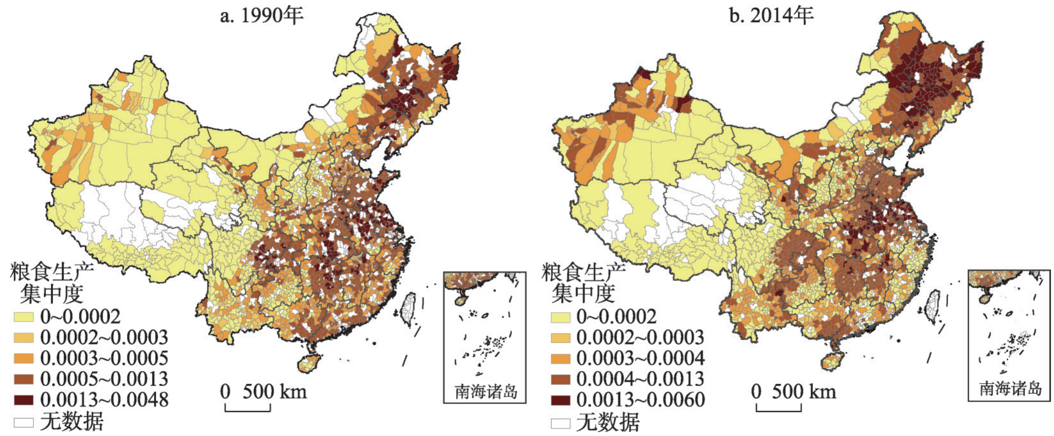

图1 1990年、2014年中国县域粮食生产集中度

Fig. 1 Concentration ratio of grain output in China in 1990 and 2014

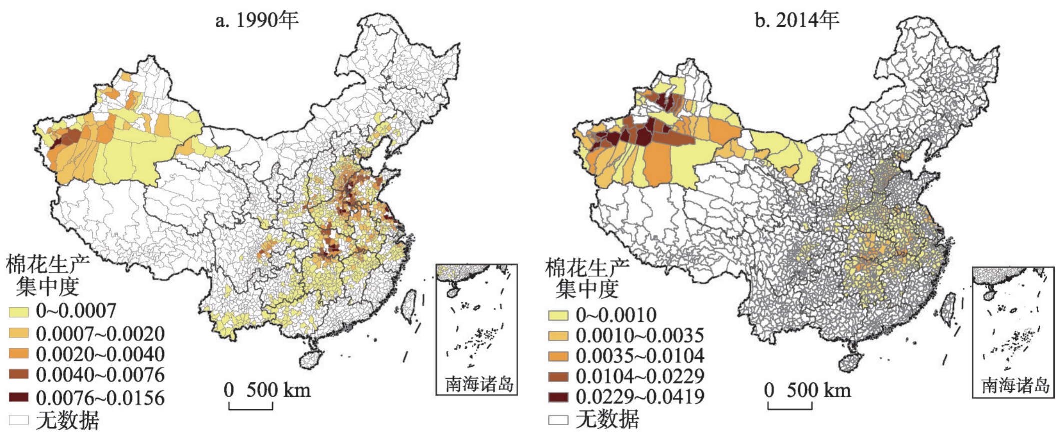

图2 1990年、2014年中国县域棉花生产集中度

Fig. 2 Concentration ratio of cotton output in China in 1990 and 2014

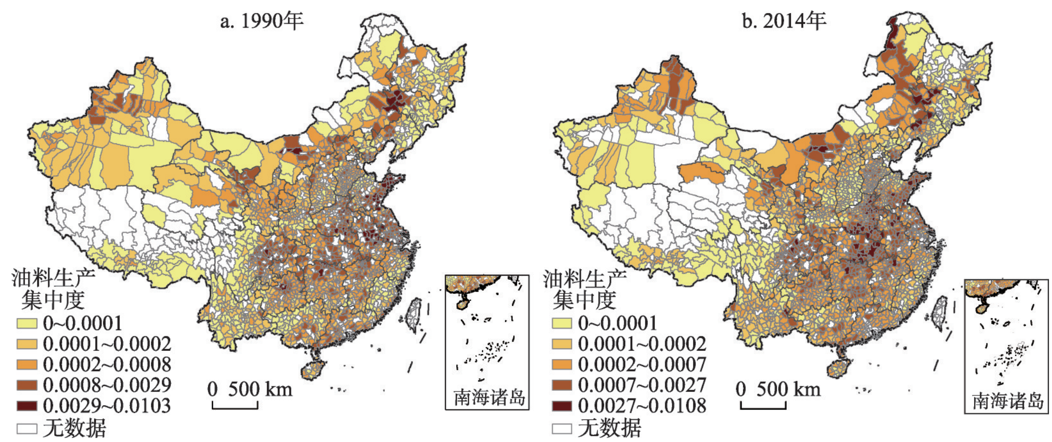

图3 1990年、2014年中国县域油料生产集中度

Fig. 3 Concentration ratio of oil crop output in China in 1990 and 2014

进治沟造地337 km²，实现了农业生产由坡地向沟道、地表由黄变绿的转变。此外，随着大中城市城镇化、园区化发展，城市近郊区都市型现代农业勃然兴起，农旅结合的多功能产业带促进了农村一、二、三产业的融合发展。

新时期中国农业综合区划可理解为农业自然地理环境、农业地域功能与农业生产力水平共同约束下的现代农业地域类型划分，但在作用机理上存在明显差异：① 自然地理环境约束，要求从发生学的角度划分农业地域。气候、地貌是决定农业地域类型的基本因素，包括海拔、地形起伏和光、热、水等自然要素。通常单要素指标并不能决定农业生产地域类型，多种自然要素在时空上的耦合程度成为辨识和划定农业类型区的重要依据。由于自然地理环境受地理地带性规律的支配，因而在自然地理条件下形成的农业类型区是相对稳定的。典型试验表明对于农业自然条件欠佳的区域，通过土地综合整治和合理配置一定的农田设施与技术措施，可在一定限度内突破农业自然条件的限制；② 农业地域功能约束，要求从人文过程及其复杂因素耦合视角划分农业地域。随着人类经济社会活动的规模扩大和水平提升，区域发展的不平衡性促成了空间上的势能差[13]，并使农业生产要素在势能差的作用下实现空间重构，以获得不同区域尺度下更高的投入产出效率，形成多尺度的农业功能地域；③ 农业生产能力约束，要求着眼于不同发展阶段的农业生产力水平，按照农业多功能性与生产力差异性来划分农业地域。本文借鉴了多项研究成果[14-15]，将农业地域功能划分为农产品供给功能、就业与社会保障功能、生态保育功能、休闲与文化功能。根据自然地理环境与农业地域功能耦合性划分农业地域类型，既能够反映当前农业发展现状与格局，也能对区域农业转型发展方向和潜力提出科学预判。

3 现代农业区划方法与方案

3.1 区划原则

区划原则是确定区划指标，制定区划方法，形成完整区划体系的重要依据。现代农业区划遵照五项原则：① 综合性与主导因素相结合，农业既是多要素投入的大生产系统，也是多层次功能的生态系统，现代农业区划通过诊断区域主体功能，划定功能类型区。同时，甄别农业发展的保障性、动力性和约束性，建立主导指标体系与分区方案；② 资源环境与社会经济发展相结合，农业生产是对水、土、气等自然资源的有效利用，随着科技进步、设施条件改善和市场体制完善，农业资源与环境利用方式发生改变，农业生产的地域分工逐渐细化，进而改变了农业地域格局和农业地域功能；③ 生产现状与发展方向相结合，农业生产既有区域性、承继性，又会随自然条件、社会经济发展而做出响应，因而农业区划不仅体现区域农业现状条件，还要对区域农业发展态势做出情景预测，明确区域农业现代化方向；④ 定量评价与定性分析相结合，多元统计分析、模糊数学等定量方法能够减少人为主观意向的影响，但其合理性又取决于指标体系的科学性和区域认知的准确性，这就需要进行大量定性分析，厘清农业发展关键性因素，研究主导因素作用机理与过程，以此对定量结果进行适度调整；⑤ 空间连续性与区内一致性原则，区划单位是一个有机整体，农业区间具有明显异质性，而其内部具有相对一致性，尽量保持县级行政区界的完整性，对于性质相似但空间不相邻的农业区，通过划分农业亚区的方式，保证农业区在空间上完整连续。

3.2 指标体系与数据

农业区划首要任务在于客观反映农业自然环境耦合条件、农业地域功能类型及其空

间分异特征。结合区域数据可获得性，在农业生产条件方面，选用地形起伏度、灌溉条件下的农田熟制、水资源丰富度指数、人均耕地面积等4项指标，分别表征地形地貌、热量条件、水资源、耕地资源等生产条件。在农业地域功能方面，选用农业机械总动力、劳均农产品产量表征农业生产现有能力与发展潜力；选用农业从业人口比重、劳均农业增加值反映农业提供就业和社会保障的功能强度与经济效率；选用地均生态服务价值、生态环境可持续指数反映生态环境保育的需求和水平；选用100 km范围内地级以上城市总人口、农业多样性指数反映农业休闲与文化功能的市场需求及潜力；选用县域单元几何中心的空间坐标反映农业空间邻近性。

本区划所用社会经济数据，如农业机械总动力、农产品产量、第一产业增加值、第一产业从业人口等来自《中国区域经济统计年鉴》(2015) 和《中国县域统计年鉴》(2015)。地形地貌数据利用全国DEM数据参照封志明等[16]研制的方法计算获得，农田熟制来自徐新良等[17]测算的灌溉情境下的农田熟制格网化数据，水资源丰富度指数计算方法来自李九一等[18]，耕地面积根据中国科学院资源环境科学数据中心全国1 km网格土地利用数据（2010）计算得来，地均生态服务总价值根据谢高地等[19]研制的测算方法，生态环境可持续指数来自Yang等[20]，并利用其提供的生态服务当量值与全国植被类型数据计算获得。

3.3 区划方法与程序

在定性分析的基础上，采用多元统计分析中的聚类分析方法划分农业地域。聚类分析从样本数据出发，将研究对象分为相对同质的群组，可以较好地克服多元统计分析中变量之间的相关关系问题，具体程序为：① 数据标准化，考虑到各指标的量纲不尽统一，采用极差标准化对各指标原始数据进行标准化处理；② 计算指标数值，鉴于不同指标在刻画农业地域格局时，其相对重要性不一样，为此基于专家评判确定相对权重如表1所示，将标准化值乘以对应的权重后形成新的指标数值作为聚类分析的数据；③ 聚类

表1 现代农业区划综合指标体系

Tab. 1 Comprehensive index system of modern agricultural regionalization

指标类型	指示特征	具体指标	指标说明	权重
自然环境条件	地形地貌	地形起伏度	计算方法见封志明等[16]	0.063
	光、热资源	灌溉情境下的农田熟制	计算方法见徐新良等[17]	0.063
	水资源	水资源丰富度指数	计算方法见李九一等[18]	0.063
	耕地资源	人均耕地面积	耕地面积/总人口，hm^2/人	0.063
农业地域功能	农产品供给功能	农业机械总动力	单位：万W	0.094
		劳均农产品产量	粮棉油肉总产量/农业从业人数，kg/人	0.094
	就业与社会保障功能	农业从业人口比重	第一产业从业人口/总人口，%	0.094
		劳均农业增加值	第一产业增加值/农业从业人数，元/人	0.063
	生态保育功能	地均生态服务总价值	计算方法见谢高地等[19]，生态服务价值总量/区域土地总面积	0.033
		生态环境可持续指数	计算方法见Yang等[20]	0.062
	休闲与文化功能	100 km范围内地级以上城市总人口	通过ArcGIS空间分析工具与Excel分类求和计算获得	0.070
		农业多样性指数	以粮、棉、油、水果、肉类产量为指标，利用辛普森多样性指数计算获得	0.086
农业空间特征	空间邻近性	县域单元几何中心横坐标	由ArcGIS软件自动计算	0.076
		县域单元几何中心纵坐标		0.076

分析，将初始数据导入SPSS软件，采用K-means聚类方法，尝试将中国农业地域格局分为5~15个类，并测试每种聚类数下得到的类间距离；④ 聚类数选择，将聚类结果导入ArcGIS分析平台，基于其空间可视化和空间查询与统计功能，综合山脉、水系、等温线、等降水线、行政边界等主要地理界线分布，整合分析不同聚类数量下的分区特征，在类间距离较大的聚类数方案中，综合考虑分区结果的适宜性后确定合理分区数量（图4）；⑤ 人工调整区划界线，按照农业地域类型相对一致性和行政区域相对完整性要求，依据聚类分析结果、各项指数的分布格局及当地农业生产形态，参考大尺度的地貌图，对聚类一级区域进行适当调整，并以各项指数分布格局，以及城镇化、工业化、农业现代化状况为主导，进行农业二级区划分。

3.4 区划方案变化与成因分析

3.4.1 区划方案分区空间变化　中国现代农业区划方案包括15个一级农业区、53个二级农业区，其中将滨海的省市海域划分为海洋农业一级区（图5）。与1981年版《中国综合农业区划》方案相比，陆地14个一级区发生了较大变化。① 将东北区细分为东北平原区

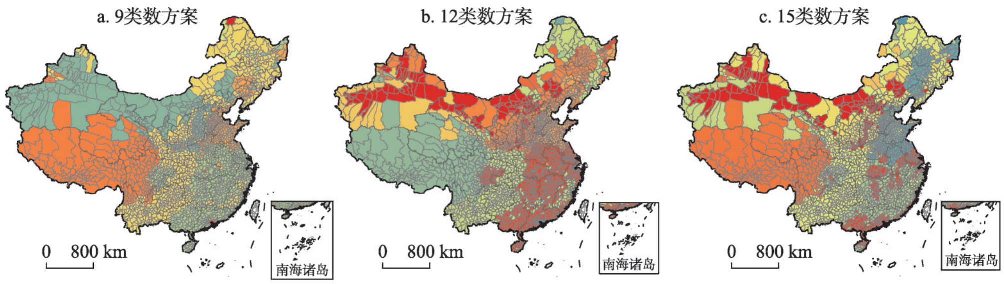

图4　不同聚类数方案的聚类结果

Fig. 4 Results of clustering analysis respectively in 9, 12 and 15 categories

图5　中国现代农业区划方案

Fig. 5 The new scheme of agricultural regionalization in China

和东北山地丘陵区，东北平原区西南界线向西扩展，包括朝阳市、通辽市中南部地区；② 将黄淮海区调整为京津冀鲁平原丘陵区和黄淮平原区，京津冀鲁平原丘陵区界线平均向北移动17.3 km，向西移动8.4 km；黄淮平原区界线平均向南移动7.0 km，向西包含了郑州市、南阳市、焦作市、平顶山市和洛阳市的偃师市、孟津县、新安县、宜阳县、伊川县、汝阳县、嵩县；③ 长江中下游区界线随黄淮海区南界的南移而调整，西界向西平均移动10.1 km，南部包含了梧州市、肇庆市、清远市、韶关市、河源市、梅州市，并将该区大部分区域调整为长江中下游平原区、江南丘陵区；④ 将浙江中南部、福建东部、广东东部沿海地区和台湾省分别从原长江中下游区和华南区调整为东南沿海丘陵区；⑤ 内蒙古高原区较原内蒙古及长城沿线区范围西扩北进，将原属甘新区的巴彦淖尔市和鄂尔多斯市划入本区，南部原属内蒙古及长城沿线区的榆林市北部、吴忠市南部、大同市西部、朔州市、忻州市划入黄土高原区，张家口市、大同市东部划为京津冀鲁平原丘陵区；⑥ 四川盆地区列为一级区，空间范围与1981年版中西南区的二级区秦岭大巴山林农区、四川盆地农林区空间范围基本一致，将贵州省、滇北、湘西、湖北恩施和重庆东南部划分为云贵高原区一级区。

3.4.2 主要成因分析 （1）气候条件变化。在现代农业区划中，东部、中部一级区分布具有明显的纬度地带性，区际南北界线水平移动较显著，而西部地区农业一级区界线没有显著的水平移动。这是因为20世纪80年代以来，中国暖温带、亚热带界线北移，其中界线东段变化较为显著，而西段受地形因素影响未发生显著移动[21]。具体而言，北方气候变暖，地处农牧交错带的西北地区夏季潜在蒸散明显降低[22]，促进了区域湿润度提高和牧草、作物的生长，是引发内蒙古高原区南界北移、黄土高原区和京津冀鲁平原区北扩的主要原因。秦岭仍为中国亚热带和暖温带分界线，因此黄土高原区南界没有发生明显移动。

（2）区位影响增强。区位变化改变了农业地域空间，直接表现是以中心城市为中心，形成农业圈层分异结构；间接表现为城镇化占用耕地及其他农业生产空间，改变农民的就业和生活方式，使农业二级区发生变化。例如，将原黄淮海区划分为京津冀鲁平原丘陵区和黄淮平原区两个一级区，前者属京津冀和山东半岛两大城市群辐射范围，以都市农业、观光休闲农业发展为方向，后者受城市辐射作用弱，以大宗农产品生产为主要功能。中国南方地区快速工业化和城镇化占用大量耕地，仅1996-2006年间减少耕地达82667 km^2，加之农业园区化、乡镇经济多元化，致使东南沿海丘陵区、江南丘陵区的二级区数量增加或空间界线移动。

（3）重大工程建设。一是农村土地整治和高标准农田建设工程，通过实施土地平整、土壤改良、农业水利建设等综合措施，开发耕地后备资源，增加耕地面积，提高耕地质量。例如，位于蒙西干旱半干旱分界地区的鄂尔多斯市、巴彦淖尔市，通过农村土地整治、灾毁复垦、高标准农田建设，突破了原有农业自然条件限制，改善了农业生态环境，因此由原甘新区划入内蒙古高原区；二是围海造田开发原有水域、沼泽等未利用土地，新增海涂资源。近30年来中国东部沿海地区通过围垦新增耕地908.6 km^2、设施农用地3920.7 km^2，特别是山东、江苏、辽宁、浙江四省所占比例高，达82.3%。

（4）农业结构调整。受农业气象条件、农产品市场变动、农业经营主体变化等影响，农业生产结构发生了区域性、地方性转变，导致农业区的空间变化。例如，围垦造田和设施农业建设，促进海洋农业区的结构性调整，转向发展以设施农业为支撑的海岸带养殖业和经果种植业；鲁、豫、皖、苏四省棉花产量持续下降，大面积改种小麦、玉米等低人工成本的粮食作物，这一结构调整促使黄淮平原农业一级区空间南移西扩，以及京津冀鲁平原丘陵区二级区数量增加。

4 现代农业区划的分区特征

现代农业区划一级区综合反映了气候、地形状况，以及国土空间主体功能特征，农业二级区不仅考虑中观尺度的光、热、水、土资源地域分异，也综合考虑地区主体功能、城乡发展阶段、农业现代化水平等经济社会因素，区域非均衡发展导致农业二级区的空间变化较为明显。

比照1981年版综合农业区划与本区划统计指标，进一步分析农业区社会经济变化，各农业区发展特征与区域问题，明确了各区现代农业发展方向。考虑数据获得的可行性、完整性，本文选择1990年、2014年统计数据计算各农业区划分区指标。农业一级区特征与发展方向归纳如下，农业二级区基本特征如表2所示。

（1）东北山地丘陵区，包括大兴安岭北部山区、呼伦贝尔地区、小兴安岭和三江平原地区，以及吉林、辽宁东部山区。该区地处与蒙古、俄罗斯、朝鲜接壤的边境地区，人口密度低，少数民族集聚，以粮食生产和林区特色农业为主，其中农业产值所占比重超过20%，林地面积占全国的15.9%，是中国重要的农林特产品基地。随着气候变暖，该区水热条件明显改善，农业适宜区北移[23]，农业生产规模与产量有所上升。然而，该区生态环境脆弱，荒坡、湿地大规模开垦加大了农业生态风险。

（2）东北平原区，包括辽宁、吉林、黑龙江中西部，以及内蒙古通辽市。该区地形平坦开阔，土壤肥沃，耕地面积占全国的13.2%，粮食、肉类生产分别占全国的20.7%、15.9%，是中国重要的粮食主产区和粮食调出区。该区也是东北地区人口、经济密集区。2003年东北老工业基地振兴战略实施以来，该区城乡发展转型和农业生产方式转变明显。随着全国经济进入新常态，东北平原区产业结构调整与城乡转型升级压力增大，亟需优化农业水土利用结构[24]，完善现代农业产业体系，促进农业农村优先发展和农村一、二、三产业融合，全面提升现代农业综合生产力和竞争力。

（3）京津冀鲁平原与山地丘陵区，主要包括京津两市，河北省除与内蒙古接壤的县市，以及鲁北、鲁中地区和山西东部部分县市。该区光热条件较好，人口、耕地面积分别占全国的9.4%、10%。人均耕地少，人地矛盾较突出，水资源短缺和污染成为农业发展的主要制约因素。农业机械化、产业化水平较高，设施农用地面积占全国的15.4%。然而，农村空心化、人口老龄化等乡村病问题突出[25]，特别是长期的极化发展形成了环京津贫困带。该区农业发展呈现出两大趋势，一是优化种植模式，发展节水高效农业、精准农业，用信息化手段提升农业资源利用效率；二是制定分区农业发展与乡村振兴战略，满足新型城镇化所需基本农产品供给，推进农业结构战略性调整和田园综合体建设，促进新型城镇化、工业化、信息化与农业现代化协同发展。

（4）黄淮平原区，包括河南大部地区、鲁南丘陵区和苏、皖北部地区，主要由黄河泛滥和淮河冲击而成，光热水分与地形条件耦合较佳，是中国传统农区。耕地面积、粮食产量分别占全国的11%、21.3%，肩负着国家粮食安全重任[26]。农业产值占地区生产总值的13.5%。近10多年来，设施农业发展快、规模大，设施农业面积占全国的23.9%，但农业产业化、信息化不足。该区宜重视推广现代农业与工程技术，充分利用自然资源与农业基础优势，建成全国粮、棉、肉等大宗农产品重要生产基地，创新现代农业经营模式，推进水土综合整治工程，培养新型现代农业经营主体，建设“人”、“地”、“业”协调发展的田园综合体和现代美丽乡村。

（5）长江中下游平原区，包括上海、湖北、江苏、安徽南部地区及浙江、湖南北部地区。主要由长江及其支流冲积而成，地势平坦，水网密布，土地肥沃，农业发展条件

表2 农业区域一、二级区主要特征

Tab. 2 Major characteristics of the regions

一级区	二级区	所在区域	农业发展方向
I东北山地丘陵区	I1呼伦贝尔高原牧业区	呼伦贝尔高原	与现代生态旅游相结合，大力发展现代草原精品畜牧业。
	I2大兴安岭北段林牧业区	呼伦贝尔市中东部、大兴安岭北部县(市)	与生态保育、精准扶贫相结合，发展生态林牧业与观光农林业。
	I3小兴安岭农林业区	小兴安岭所在县(市)	与少数民族地区发展、生态保育相结合，发展壮大现代特色林业经济。
	I4三江平原优质农业区	三江平原所在县(市)	与资源枯竭型城市转型、湿地保护相结合，发展现代种植业和特色农产品加工业。
	I5吉辽东部山地林果业区	吉林、辽宁东部山区县(市)	与生态保育、山水林田湖建设相结合，发展精品林果业、生态旅游和特色现代农业。
II东北平原区	II1黑吉中部平原及山前现代农业区	黑龙江中南部，内蒙古兴安盟东部、吉林白城、松原、长春、四平	建成全国规模化、优质化粮食种植与大型牲畜养殖基地，促进与城市特色农产品加工业、生物化工制造业的联动发展。
	II2长白山前农牧业区	吉林省东部长白山及其山前县(市)	主导发展区域性特色养殖业，兼具生态保育、文化保护功能，促进农旅业耦合与协调发展。
	II3辽中南复合农业区	辽宁大部分及内蒙古通辽东部县(市)	优化粮经饲种植、经果林栽培、淡水养殖特色产业，建成区域性生态农业、都市农业基地。
III京津冀鲁平原与山地丘陵区	III1京津平原丘陵近郊农业区	北京和天津的县(市)、邻接的河北县(市)	强化京津都市型农业功能，促进现代农业、绿色农业、精准农业发展，加快现代农业园区和田园综合体建设。
	III2冀东北平原山地都市农业区	辽西走廊向华北平原过渡地区	融入京津冀都市圈，发展绿色农业，建设区域性优质粮、蛋、肉、奶、水产等农产品生产基地。
	III3冀鲁平原高效农业区	京津以南的平原、山东西北平原地区	建设农业技术应用推广示范区，发挥传统粮食种植和牲畜养殖比较优势，加快农业现代化、信息化与市场化。
	III4太行山区林果农业区	冀西、晋东太行山地区	与民生保障、生态保育相结合，发展绿色林果种植业，增强区域脱贫解困、生态农业与特色产业发展能力。
	III5山东半岛海洋农业区	山东半岛	优先发展特色经果业、临海观光农业、休闲农业；面向国内外市场发展现代海洋渔业和生态农业。
	III6鲁中平原山地农业区	山东中部、北部	优先发展果蔬精品农业，都市现代农业，促进与互联网+、现代物流产业的融合发展。
IV黄淮平原区	IV1鲁东南丘陵与临海农业区	鲁东南地区	以就业与社会保障功能为主导，促进农业基地化、信息化和技术化发展。
	IV2豫苏皖平原农业区	河南、苏北、皖北、鲁西南部分县(市)	发展绿色现代农业，推进农业规模化、集约化生产，促进产城融合，优化农业经营与村镇空间格局。
V长江中下游平原区	V1长三角农业区	长江三角洲地区	建设兼具生产、教育、游憩、生态等多功能的现代农业园区，发展外向型、市场化高效农业。
	V2皖南平原山地农业区	皖南地区	强化油菜、棉花等优势农产品生产功能，突出农业就业与社会保障功能，促进乡村振兴与可持续发展。
	V3长江中游平原农业区	湖北中东部、湖南北部县(市)	推广农业生态化、立体式种养等模式，建设面向全国的特色农产品生产基地、现代农业技术研发基地。
	V4长株潭平原丘陵农业区	长株潭都市区	服务城市群战略，大力发展区域性都市现代农业、多功能创意创新农业。
VI东南沿海丘陵区	VI1浙南沿海丘陵农业区	浙江南部沿海丘陵地区	建成区域性粮食生产功能区，重视与农产品精加工、现代物流业等相结合，促进农业产业化。
	VI2闽东沿海丘陵农业区	福建沿海地区	对接海西区域战略，发展高技术现代农业，建成全国性特色农业创新发展区。
	VI3粤东沿海丘陵农业区	广东东部沿海地区	与现代园区、文化旅游相结合，重点发展亚热带现代农业、海洋农业和观光休闲品牌农业。
	VI4珠江三角洲农业区	珠江三角洲地区	建成区域性都市现代农业区，挖掘“桑基鱼塘”文化内涵，促进区域特色农业市场化和田园综合体建设。
	VI5台湾省农业区	台湾省	作为现代农业试验、示范先行区，为东南沿海地区现代农业发展提供借鉴与参考。

续表2

一级区	二级区	所在区域	农业发展方向
VII江南丘陵区	VII1闽西丘陵农业区	福建西部丘陵地区	与生态型、外向型农业相结合，发展南方现代特色林果业。
	VII2鄱阳湖平原农业区	江西北部鄱阳湖地区	面向江西核心城市集聚区，发展集种植、养殖、生态、休闲、教育功能于一体的现代都市农业。
	VII3湘赣平原丘陵农业区	湖南中南部、江西西部	注重农林结合发展，加快建设优质农林产品生产、加工基地。
	VII4粤北丘陵农业区	肇庆市、清远市、韶关市、河源市、梅州市	大力发展文化休闲农业、区域性都市农业，促进加工、物流、信息产业等多功能产业融合与区域综合发展。
	VII5桂北丘陵农业区	郴州市、桂林市、贺州市	建设区域特色经济作物生产、物流基地和现代农业旅游区。
VIII内蒙古高原区	VIII1蒙东南农业区	内蒙古东南地区、张北地区	注重种植业、畜牧业、生态旅游业相结合，推进北繁南育现代农牧业结合新模式。
	VIII2蒙西南农业区	内蒙古东南地区	注重畜牧养殖功能与生态保育功能相结合，发展草原精品畜牧业、观光农业。
	VIII3蒙北农业区	内蒙古北部地区	注重畜牧养殖功能、生态保育功能相结合，节约用水。
IX黄土高原区	IX1晋西河谷平原农业区	山西中西部县(市)	建设杂粮、林果特色生产区，与区域城镇化相协调，保护地区农业生产与农业文化。
	IX2黄土高原丘陵农业区	陕北地区、山西西北县(市)、宁夏吴忠市	沟道治理、生态保育，促进区域“三生”结合和现代特色农业“三产”融合发展，创建有机农业特区。
	IX3黄土高原山地丘陵农业区	陕西中北部、宁夏中南部、甘肃东部	土地整治、土壤改良、良种优选“三位一体”，着力改善农业生产条件，推进农业现代化。
	IX4黄土高原台塬农业区	山西南部、关中盆地地区	面向城市发展需求，建立区域性优质农产品基地，提高农业现代化、信息化水平。
X四川盆地区	X1大巴山地农业区	陕西南部、四川西北地区县(市)	突出山区特色农业，推进生产园区化、组织化、规模化，建立生态保育型、有机基地型现代农业经营体系。
	X2成渝盆地农业区	成渝地区	建设商品粮基地，推进土地制度改革，加快现代农业、城乡一体化与城乡融合发展。
XI云贵高原区	XI1湘鄂贵渝山地农业区	湘鄂贵渝四省交界山区	注重林业、牧业、农业多种经营与可持续发展，粮果草药并举，建设山地特色生态农业区。
	XI2贵州丘陵山地农业区	贵州中西部高原地区	注重特色农业与城乡统筹协调发展，解决区域性农产品需求和农村脱贫解困社会问题。
	XI3滇北高原农业区	云南高原地区	综合提升农产品质量和多功能价值，开发地区特色农产品品种、形成优质化品牌、专业化基地。
	XI4滇西山地农业区	云南西部横断山脉地区	结合民族特色和边境特色，发展外向型基地农业和观光旅游农业，建设反季节现代特色农业区。
XII华南热作区	XII1桂南亚热带山地农业区	粤西、桂南石灰岩地区	发展经济作物种植、畜禽养殖业、观光旅游业，建设面向全国的蔬菜基地、畜禽水产品基地。
	XII2海南热带农业区	海南省	发展热带现代高效农业，建成全国热带经济作物生产与良种繁育基地，带动农村一二三产融合发展。
	XII3滇南亚热带山地农业区	云南南部地区	发展亚热带优质特色农产品生产与加工，带动边境地区农村社会经济发展和农业基地建设。
XIII甘新沙漠高原区	XIII1沙漠山地农业区	内蒙古西部、甘肃西部地区	发展节水高效现代农业，促进农产品供给功能与生态保育功能相结合、相协调。
	XIII2北疆绿洲农业区	新疆天山北部地区	推进农业机械化、科技化、市场化、专业化发展，建设面向全国的优质粮棉、水果、牲畜生产基地。
	XIII3南疆沙漠山地农业区	新疆天山南部地区	发挥区域性农业生产功能，突出农业的生态保育功能、社会保障功能。
XIV青藏高原区	XIV1青海盆地山地农业区	青海省北部	推进生态化、优质化草牧业发展，延长农产品产业链，带动少数民族地区农业经济转型发展。
	XIV2青南藏北高原农业区	西藏中北部、青海南部	以生态保育功能和就业、生活保障功能为主，发展现代特色旅游农业。
	XIV3藏南谷地农业区	西藏林芝、山南、日喀则、昌都主要县(市)	发展高原特色种植业与养殖业，适度推进农业科技化、规模化，注重农业生态保育和文化保护。
	XIV4川西高原农业区	四川西部藏族自治州地区	加快农业生态化建设，注重开发山区农业观光旅游与文化产业。

好，是中国重要的水稻、棉花、油菜产区。设施农业较发达，设施农业用地占全国的19.9%。该区经济发展水平高，GDP总量占全国的23.8%。在全国主体功能定位中，该区既是城镇优化开发区域，又是农业重点开发区域，亟需创新土地流转制度与经营模式，推进优化城—镇—村空间等级体系[27-28]，破解人口老龄化、农地撂荒等突出问题，提高农地利用效率与效益，加快建设产前—产中—产后融合、生产—生活—生态兼具的多功能现代农业经营体系。

（6）东南沿海丘陵区，包括浙江中南部、福建和广东东部沿海地区。该区海岸线漫长，光、热、水等资源耦合程度较佳，是中国重要的水产品养殖和经济作物种植区域。人口密度仅次于黄淮平原区，城镇体系发育较好。但随着工业化、城镇化发展，区域农业地域功能明显下降。该区是中国对外开放的重点地区，有着深厚的外向型经济基础，产业结构逐渐向资本密集型产业、技术密集型产业转型[29]。依托该区现有农业基础和区位条件，适宜推进农业产业化、信息化、市场化，大力发展外向型、都市型、高品质的多功能型现代农业。

（7）江南丘陵区，包括江西、闽西、粤北、湘中南山地丘陵和桂北山地区。该区开发历史悠久，农业所占比重高，是中国重要的复合农业区之一。主要粮食作物有水稻、小麦等，油茶、茶、柑橘等亚热带经济作物产量在全国占有较大比重。随着人口城镇化，农业出现兼业化、土地退化问题。该区亟需强化土地整治与水利建设，改善区域生态环境、保护绿水青山，深化产业精准扶贫与乡村振兴战略，通过开发生态、绿色、优质农产品，大力发展农业观光旅游业，带动农业结构调整与农村经济转型发展，稳定提高农业综合产能与农民增收水平。

（8）内蒙古高原区，包括内蒙古中东部高原、鄂尔多斯高原部分地区。该区地处干旱半干旱气候区，是中国重要草原区和草牧业生产重要区域。区内生态环境脆弱，生态保育成为重要的地域功能。近年来在资源开发导向的发展模式下，人均GDP和人均财政收入较高，但发展的可持续性成为该区重大的战略问题。要扭转矿产资源过度开发、草原开垦导致生态严重退化局面。重点发展新型草原农牧业，优化粮经饲结构，做强饲草种植与加工业，培育现代种业、草牧业新业态，构建区域性生态、绿色、安全、高效的现代特色农业体系。

（9）黄土高原区，包括山西、宁夏、陕西秦岭以北和甘肃东南部地区。该区地形复杂多样，生态环境脆弱，特色经济林果、绿色五谷杂粮在全国占有重要地位。1999年以来退耕还林工程成效巨大，实现了由黄变绿转型，有效减少了区域土壤侵蚀量[30]。2012年以来，实施黄土丘陵沟壑区治沟造地重大工程，明显改善了区域农业生产条件[31]，有效破解了当地大规模退耕还林后“缺田少粮”难题。实验表明，试验推广沟道—边坡土地整治工程与现代农业技术，重构黄土高原水土气生能相融合的地域格局，充分挖掘农业“一季变两季、一业改三业”的潜能，创建有机农业特区，大力发展特色林果、设施畜牧、杂粮生态产业具有广阔的前景。

（10）四川盆地区，包括陕、甘南部、四川中东部、重庆西部和湖北十堰市西部3个县级单元。该区以盆地和冲击平原为主，农业类型多样、自然资源丰富、人口密度大，耕地面积占全国的8.9%，是中国水稻、棉花、油菜籽主要生产区域之一。区内北部秦岭山地的地形起伏度大，垂直地带性明显，耕地分布细碎且小规模，农业机械化程度低。以成渝为“双核”形成的区域城市群为农业转型发展奠定了动力基础，城郊现代农业、休闲观光农业和创意农业快速发展，既满足了城镇化发展的需求，又形成了城市生态屏障，因而成为该区农业现代化发展的重要方向。

（11）云贵高原区，包括贵州、云南北部及川南部分县市、广西西北、湘西和湖北恩施自治州。该区地形复杂，起伏度大，耕地面积占全国的6.9%。少数民族聚居，经济发展相对滞后。随着城镇化发展，农村青壮年劳动力转移进城，导致农村贫困化、主体老弱化问题突出。该区农业主要功能在于促进就业与社会保障、加强生态保育、发展特色生态农业。农业发展宜充分发挥原产地生态优势，农林果药多元并举，推进适用于南方山地丘陵区农业生产的中小型机械化，加快特色农产品基地化生产和加工贸易，稳定提高农民就业能力和增收水平。

（12）滇桂岩溶地貌区，包括云南、广西南部，粤西部分地区。该区水热资源丰富，是中国热带农作物的核心区。喀斯特地区的石漠化严重，缺水少土，人均粮食产量仅271.1 kg，不及全国平均水平的一半。贫困地区集中连片，农业经济仍占重要地位，农业产值约占地区生产总值的20%。农业主要地域功能体现在农产品供给、生态保育、休闲与文化功能提升，充分发挥热带农业生产的比较优势，推进农业适度规模经营、品牌化运作和现代化储运，加快建设区域性的优质高端农产品市场体系。

（13）甘新沙漠高原区，包括甘肃西北部、内蒙古西部及新疆维吾尔族自治区。该区土地资源、光照资源丰富，以绿洲特色农牧业为主，是中国重要棉花、水果生产区和农业现代化发展的重要潜力区，棉花产量占全国的41.7%，果蔬产业发展也具有广阔的前景。由于水资源缺乏、地域辽阔，农业用水及对外交通成为农业生产与流通的主要制约因素。亟需推广节水保育技术，解决水土资源不匹配、低效利用问题。同时，进一步提高农业标准化、机械化水平，缓解现代农业规模经营的社会压力。

（14）青藏高原区，包括西藏、青海及其与四川、甘肃、云南邻接的边界区域。该区高寒、地形起伏、生态环境脆弱。农业生产以传统的高原农牧业为主，牧草地面积占全国的46.7%，城镇化水平、农业现代化发展水平偏低。生态保育是本区农业主导地域功能，重在保护和传承传统农业文明、民族文化，基于资源环境承载力适度发展高原特色现代农业，促进农业生产向产业化、组织化和生态化转型，以现代农牧业、生态旅游业发展带动农牧民就业与增收。

（15）海洋农业区，21世纪进入海洋经济时代，通过加强海洋农业管理、加大科技投入与创新力度，加快海洋渔业生产方式转变，建设中国"蓝色粮仓"。在重视保护近海海洋生态环境、海洋生物资源，保障海洋资源可持续利用的前提下，发展壮大现代海洋经济，重点面向国内和国际"两个市场"，科学规划近海养殖业与捕捞业，有效提升海洋农业综合生产能力与竞争力。

5 结论与讨论

（1）在新型城镇化、工业化、信息化与农业现代化协调提升背景下，全国土地、劳动力、资本、技术等生产要素快速流动，并发生要素重组和空间重构，导致农业地域功能的转型与转变，成为现代农业区划分异的内在动力。本文构建了"四化"协调发展背景下农业区划研究的理论框架，建立了农业自然要素与农业地域功能耦合测度指标体系，应用聚类分析和定性评判综合方法，研制了新时期中国现代农业区划方案。

（2）现代农业区划方案将中国划分为15个农业一级区、53个二级区。与《中国综合农业区划》方案相比，在气候变化、农业结构调整、重大政策与工程建设、主导地域功能等因素综合影响下，农业区空间范围发生改变，如东北区、黄淮海区、黄土高原区北

界北移，黄土高原区、华南区空间缩小等，二级区的空间变化更为显著，体现了农业地域分异机制的复杂性。农业区的空间调整既反映气候要素的空间变化，也反映了区域城乡发展转型的新态势，归根到底是快速城镇化进程中农村人地业融合关系的区际变化。

（3）现代农业区划既表征农业发展的现状特征，也预示现代农业的区域发展趋势，为国土空间合理化、高效化、生态化利用提供科学指导。农业地域系统具有复杂性、动态性、高风险性，因而在现代农业空间格局分异认知与分区的基础上，仍需深入解析农业地域分异内生动力、农业与乡村地域类型，观测研究农业地理工程与设施农业的经济、生态、气候综合效应，梳理总结农业地域模式与区域转型格局，探索建立现代农业复合系统“状态—压力—响应”预警机制，为加快补齐“四化”协同的农业发展短板，持续推进农业现代化与乡村振兴战略提供理论支撑和决策依据。

参考文献(References)

[1] Zhou Lisan. Discussion on the formation, evolution, internal structure and regionalization system of agricultural region. Acta Geographica Sinica, 1964, 30(1): 14-22. [周立三. 试论农业区域的形成演变、内部结构及其区划体系. 地理学报, 1964, 30(1): 14-22.]

[2] Deng Jingzhong. Agricultural Regionalization Method. Beijing: Science Press, 1961. [邓静中. 农业区划方法. 北京: 科学出版社, 1961.]

[3] Liu Yanhua, Zheng Du, Ge Quansheng, et al. Problems on the research of comprehensive regionalization in China. Geographical Research, 2005, 24(3): 321-329. [刘燕华, 郑度, 葛全胜, 等. 关于开展中国综合区划研究若干问题的认识. 地理研究, 2005, 24(3): 321-329.]

[4] Hu Huanyong. Agricultural regions of China. Acta Geographica Sinica, 1936, 3(1): 1-17. [胡焕庸. 中国之农业区域. 地理学报, 1936, 3(1): 1-17.]

[5] Liu Yansui. Modern agricultural geography and land use innovation research. 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. 地理学报, 2008, 63(4): 353-358.]

[6] National Agricultural Regionalization Commission. Comprehensive Agricultural Regionalization of China. Beijing: China Agriculture Press, 1981. [全国农业区划委员会. 中国综合农业区划. 北京: 农业出版社, 1981.]

[7] Deng Jingzhong. Some problems on the comprehensive agricultural regionalization of China. Geographical Research, 1982, 1(1): 9-18. [邓静中. 全国综合农业区划的若干问题. 地理研究, 1982, 1(1): 9-18.]

[8] 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.]

[9] Hui Ju, Marijn van der Velde, Erda Lin, et al. The impacts of climate change on agricultural production systems in China. Climatic Change, 2013, 120: 313-324.

[10] Zhai Panmao, Zou Xukai. Changes in temperature and precipitation and their impacts on drought in China during 1951-2003. Advances in Climate Change Research, 2005, 1(1): 16-18. [翟盘茂, 邹旭恺. 1951-2003年中国气温和降水变化及其对干旱的影响. 气候变化研究进展, 2005, 1(1): 16-18.]

[11] Chen Changqing, Qian Chunrong, Deng Aixing, et al. Progressive and active adaptations of cropping system to climate change in Northeast China. European Journal of Agronomy, 2012, 38: 94-103.

[12] Liu Jiyuan, 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] Fan Jie. Draft of major function oriented zoning of China. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(2): 186-201. [樊杰. 中国主体功能区划方案. 地理学报, 2015, 70(2): 186-201.]

[14] Lu Shasha, Liu Yansui, Guan Xingliang. Comprehensive zoning of agricultural region under the rural-urban development transformation in China: A case study of sampling belt along G106 in China. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(8): 909-917. [鲁莎莎, 刘彦随, 关兴良. 中国城乡转型背景下农业综合区划研究: 以106国道沿线典型样带区为例. 地理科学, 2013, 33(8): 909-917.]

[15] Wu Chuanjun. Sustainable Development of Agriculture and Rural Economy in China: Empirical Study on Different

Types of Region. Beijing: China Environmental Science Press, 2001. [吴传钧. 中国农业与农村经济可持续发展问题: 不同类型区实证研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.]

[16] Feng Zhiming, Zhang Dan, Yang Yanzhao. Relief degree of land surface in China at county level based on GIS and its correlation between population density and economic development. Jilin University Journal Social Sciences Edition, 2011, 51(1): 146-151. [封志明, 张丹, 杨艳昭. 中国分县地形起伏度及其与人口分布和经济发展的相关性. 吉林大学社会科学学报, 2011, 51(1): 146-151.]

[17] Xu Xinliang, Liu Luo. Cropping rotation system resources of China. Global Change Research Data Publishing and Repository, 2014. DOI: 10.3974/geodb.2014.01.08.v1, http://www.geodoi.ac.cn/doi.aspx?doi=10.3974/geodb.2014.00.08.v1. [徐新良, 刘洛. 中国农田熟制资源地理分布数据. 全球变化科学研究数据出版系统, 2014. DOI: 10.3974/geodb.2014.01.08.v1. http://www.geodoi.ac.cn/doi.aspx?doi=10.3974/geodb. 2014.00.08.v1.]

[18] Li Jiuyi, Li Lijuan. Water resources supporting capacity to regional socio- economic development of china. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(3): 410-419. [李九一, 李丽娟. 中国水资源对区域社会经济发展的支撑能力. 地理学报, 2012, 67(3): 410-419.]

[19] Xie Gaodi, Zhen Lin, Lu Chunxia, et al. Expert knowledge based valuation method of ecosystem services in China. Journal of Natural Resources, 2008, 23(5): 911-919. [谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-919.]

[20] Yang Xiaohuan, Ma Hanqing. Natural environment suitability of China and its relationship with population distributions. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2009(6): 3025-3039.

[21] Bian Juanjuan, Hao Zhixin, Zheng Jingyun, et al. The shift on boundary of climate regionalization in China from 1951 to 2010. Geographical Research, 2013, 32(7): 1179-1187. [卞娟娟, 郝志新, 郑景云, 等. 1951-2010年中国主要气候区划界线的移动. 地理研究, 2013, 32(7): 1179-1187.]

[22] Yin Yunhe, Wu Shaohong, Zheng Du, et al. Regional differences in dry and humidity conditions in China in recent 30 years. Chinese Science Bulletin, 2005, 50(15): 1636-1642. [尹云鹤, 吴绍洪, 郑度, 等. 近30年我国干湿状况变化的区域差异. 科学通报, 2005, 50(15): 1636-1642.]

[23] Jay Gao, Liu Yansui. Climate warming and land use change in Heilongjiang Province, Northeast China. Applied Geography, 2011, 31(2): 476-482.

[24] Liu Yansui, Fang Fang, Li Yuheng. Key issues of land use in China and implications for policy making. Land Use Policy, 2014, 40(4): 6-12.

[25] Liu Yansui, Hu Zhichao, Li Yuheng. Process and cause of urban-rural development transformation in the Bohai Rim Region, China. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(6): 1147-1160.

[26] 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.]

[27] Liu Yansui, Wang Jieyong, Long Hualong. Analysis of arable land loss and its impact on rural sustainability in Southern Jiangsu Province of China. Journal of Environmental Management, 2010, 91(3): 646-653.

[28] Long Hualou, Liu Yansui, Li Xiubin. Building new countryside in China: A geographical perspective. Land Use Policy, 2010, 27(2): 457-470.

[29] Gong Jianzhou, Liu Yansui, Chen Wenli. Land suitability evaluation for development using a matter-element model: A case study in Zengcheng, Guangzhou, China. Land Use Policy, 2012, 29(2): 464-472.

[30] Chen Yiping, Wang Kaibo, Lin Yishan, et al. Balancing green and grain trade. Nature Geoscience, 2015, (8): 739-741.

[31] Liu Yansui. Integrated land research and land resources engineering. Resources Science, 2015, 37(1): 1-8. [刘彦随. 土地综合研究与土地资源工程. 资源科学, 2015, 37(1): 1-8.]

Regional differentiation and comprehensive regionalization scheme of modern agriculture in China

LIU Yansui[1,2], ZHANG Ziwen[1,2], WANG Jieyong[1]

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Agriculture consolidates the process of natural reproduction and economic reproduction. Spatial pattern of agricultural region is comprehensively influenced by factors such as natural geography, economic and social development and advances in technology. Along with the changes of these influencing factors over a long period, agricultural pattern and agricultural function present regional differentiation and spatio-temporal evolution. This lays a scientific foundation for comprehensive agricultural regionalization. China is currently experiencing a new period of coordinated development of industrialization, urbanization, informatization and agricultural modernization. This paper firstly investigates spatio-temporal changes and dynamic characteristics of modern agriculture development conditions in China. Then, it puts forward the coupling measure index system of agricultural natural factors and regional function, zoning principles and scientific method of modern agricultural regionalization under the new development background. Using cluster analysis and qualitative analysis, it carries out a comprehensive research and puts forward China's modern agriculture regionalization scheme in the new era, which divides China into 15 agricultural first-grade regions and 53 agricultural sub-regions. After doing a comparative analysis with the new scheme and the previous one, which was published in 1981, the paper makes a systematic interpretation on current producing situation, regional function, spatial pattern changes and agricultural development trend of each agricultural region and the whole country at last. The results of this research provide scientific basis for strategic structural adjustment and development of modern agriculture in each region. At the theoretical level, this paper provides a research reference for the development of modern agriculture and rural geography. At the application level, it promotes integrated geography research to serve the rural revitalization and national development strategic needs in the transition period in China. The regional agriculture is a natural, economic and technological complex system, with the characteristics of complexity, dynamics and high risk. As such, based on the congnition of spatial differentiation of modern agriculture development patterns, it is necessary to deeply analyze the regional differentiation of agricultural endogenous power, agriculture and rural territorial types, to improve observational research of agricultural geographical engineering and technology, and the economic, ecological, climatic integrated effects of regional agriculture transformation, to summarize systematically regional agricultural models and regional transformation patterns, to explore the early warning mechanism of modern agricultural complex system, and to study continuously the theories and strategic decision-making for promoting agricultural modernization and rural revitalization.

Keywords: China; modern agriculture; comprehensive agricultural regionalization; agricultural region types; rural revitalization; modern agriculture regionalization scheme