

中国农业现代化发展水平空间分异及类型

龙冬平, 李同昇, 苗园园, 于正松

(西北大学城市与环境学院, 西安 710127)

摘要: 农业现代化是社会文明进步的重要表征, 是中国“四化”同步发展的重要内容。本文从地理学视角, 构建指标体系, 对中国农业现代化发展水平进行综合评价, 并在此基础上进行空间分析及类型研究, 探讨中国农业现代化发展的地域分异规律, 以期为中国农业现代化的快速稳步推进提供参考。结果表明: ① 从全国层面来看, 中国农业现代化发展水平以“胡焕庸线”为界, 划分为“东西两侧”, 总体上呈现“东高西低”的空间格局, 同时其在“东西两侧”整体上也表现出距“胡焕庸线”距离的增加而不断提高, 在空间上呈现出一条稍被拉平的“S”型曲线的分异形态; ② 从局部层面来看, 中国农业现代化发展水平在东部、西部、中部以及东北地区具有明显的地域差异性, 在空间上呈现出从东部→东北部→中部→西部依次递减的趋势; ③ 中国农业现代化发展水平4个分维度指标在地理空间上也表现出一定的地域分异格局, 因此, 如何打破农业发展的传统模式与路径依赖, 将是各级政府与地理学者应关注的现实难题与科学问题; ④ 中国农业现代化发展水平可划分为5大类型区, 不同类型区应明确现阶段及未来的发展思路与策略。

关键词: 农业现代化; 空间分异; 类型研究; 地域分异规律; 中国

DOI: 10.11821/dlxb201402006

1 引言

农业现代化是现代化的一种表现形式, 而中国农业现代化水平落后于发达国家100年左右, 这已成为中国现代化的一块短板^[1]。美国农业经济学家西奥多·W·舒尔茨认为发展中国家如能将传统农业改造成现代农业, 那么农业将成为发展中国家经济增长的动力^[2]。我国农业现代化发展的步伐滞后于国家经济发展水平与人们生活水平的需要^[3], 实现农业持续稳定发展、长期确保农产品有效供给, 根本出路在于科技, 而这又关键在于农业现代化的快速稳步实现, 这说明了中国农业结构战略性调整已迫在眉睫^[4]。随着城乡统筹发展战略的不断深化与“三化”协同发展机制的逐渐成熟, 率先稳步推进中国农业现代化, 并与新型城镇化、工业化、信息化保持同步发展, 这将成为避免我国陷入“拉美陷阱”的关键所在^[5-6]。自2004年以来, 国家宏观调控不断加大对农业的扶持力度, 进而促进实现农业现代化, 已成为现阶段中国经济社会发展的主题。

关于农业现代化发展的内涵, 有着诸多不同的见解。如黄祖辉等认为农业现代化发展, 即通过科学技术的渗透, 市场机制的驱动、工业部门的介入, 现代要素的投入以及综合服务体系的支撑等全方位、多层次地对传统农业的改造过程, 进而达到世界先进水平

收稿日期: 2013-05-17; 修订日期: 2013-10-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271131); 西北大学“211”“十二五工程”研究生自主创新项目

(YZZ13001) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41271131; Northwest University "211" "12th Five-Year Project" Graduate Innovation and Creativity Funds, No.YZZ13001]

作者简介: 龙冬平(1985-), 男, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 主要研究方向为区域发展与城乡规划。

E-mail: longdongping2012@163.com

通讯作者: 李同昇(1960-), 男, 陕西岐山人, 博士, 教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110003087M), 主要研究方向为经济地理学与区域发展。E-mail: leetang@nwu.edu.cn

准^[7-8]。牛若峰强调农业现代化发展是一个相对动态的概念,产业不断进步的过程^[9]。康芸等认为农业现代化发展是农业生产手段、生产技术、经营管理、产权制度等诸方面发生深刻变革的过程^[10]。然而,笔者认为对农业现代化发展的界定,不能从单一视角、内容、层次加以理解,农业现代化发展内容丰富,应从其共性和个性、一般性和特殊性等诸方面加以阐释。鉴于此,笔者认为农业现代化发展是一个动态变化的时空过程,是一场发生在乡村地区深层次的产业革命,也是人地关系地域系统的研究内容之一,具有综合性特征。在这一动态变化过程中主要产生4个方面的作用:①推进农业生产结构的优化、农村地域结构的重构、农民就业结构的调整;②强调农业区域分工与合作、强调加入现代科技要素,促进农业形态发生质变;③提高农业综合生产能力、打破城乡“二元”结构、构建和谐生态环境、实现农业可持续发展;④耦合新型工业化、新型城镇化以及信息化实现“同步”发展,最终促进传统农业向现代农业转变,进而协同整个国家层面实现现代化。因此,如何抓住未来中国社会经济快速发展的战略机遇,大力推进中国农业现代化,不仅是解决“三农”问题,实现现代化的历史重任,也是有效破解城乡“二元”结构的约束瓶颈,保障中国社会经济健康、快速、持续和协调发展的重大战略举措。

中国在农业现代化发展的研究领域已取得较大进展,相关研究主要涉及以下4个方面:①国外农业现代化发展模式与特征的比较及借鉴^[11-12],②农业现代化可持续发展与农业生产效率机理研究^[13-14],③农业地域类型划分、农业结构变迁以及农业地理格局演化^[15-17];④基于不同空间尺度的农业现代化发展水平测算^[18-21]。目前,从国家层面对农业现代化发展水平空间分异及类型研究仍处于缺失状态。因此,本文基于地理学视角,坚持地理学为“三农”服务的宗旨^[22-23],试图构建中国农业现代化发展水平综合评价指标体系,以期评价现阶段各省(市、区)农业现代化发展的综合水平,分析中国农业现代化发展水平空间格局,并进行地域类型的探析,理清中国农业现代化发展的空间极化现象与地域分异规律,明确现阶段以及未来各省(市、区)发展思路与策略,促进中国农业现代化快速稳步推进,并为现代农业发展规划及相关战略决策提供参考。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源及处理

本文以31个省(市、区)为研究单元,研究数据包括空间数据和属性数据。空间数据即行政界限来源于国家动态地图网最新公布的1:100万的电子地图,在此基础上利用Arcgis9.3软件进行跟踪矢量化得到。属性数据包括三大部分,如总人口、农业总人口、农民人均纯收入、农业总产值等社会经济数据来源于2001年、2012年中国统计年鉴、中国农业年鉴、中国农村统计年鉴、中国农业发展报告;农业保险、农业信贷供给规模、财政支农额等金融数据来源于2001年、2012年中国农业发展银行统计年鉴、中国金融年鉴;耕地、农村居民点面积、人均水资源占有量、水土流失治理面积、农业环境污染物排放量等来源于2001年、2012年中国国土资源年鉴、中国国土资源年鉴、中国环境年鉴。其他数据以相应年份各省(市、区)统计年鉴中的数据加以补充,该研究所涉及的全国性数据均未包括港澳台地区。为消除不同量纲数据对综合评价的影响,须对数据进行标准化处理。本文采用极值法对数据进行无量纲化处理,具体方法如下:

$$\text{功效性为正指标: } Z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{i,\min}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} \quad (1)$$

$$\text{功效性为负指标: } Z_{ij} = \frac{x_{i,\max} - x_{ij}}{x_{i,\max} - x_{i,\min}} \quad (2)$$

式中: Z_{ij} 为各指标无量纲化后的值; x_{ij} 为无量纲化前指标的值; $x_{i,\max}$ 、 $x_{i,\min}$ 分别为该指标的

最大值与最小值。

2.2 研究方法

2.2.1 指标选取与权重确定 指标选取。评价指标体系的选取遵循系统、科学、客观、综合、典型以及数据可得性等原则，基于中国农业现代化发展的内涵，参考已有的研究成果，从农业投入水平、农业产出水平、农村社会发展水平、农业可持续发展水平等4个维度，构建农业现代化发展水平综合评价指标体系。如农业投入水平囊括农民教育投入、农业生产固定资产投资、耕地灌溉面积、农业机械化水平、农业科技投入、人均财政支农力度、单位耕地面积化肥、农药使用量等方面的指标因子^[18-20]；农业产出水平包括农民收入状况、农业劳动生产率与土地产出率、农林牧渔业产值状况以及农产品出口创汇能力等指标因子^[21, 24-25]；农村社会发展水平选取城镇化率、基础设施、农业产业化程度、农业合作社、农业信贷、农业保险、土地流转等指标因子^[26-29]；农业可持续发展水平综合考虑自然资源、生态文明、土地整理、土地质量、环境污染以及农村空虚化等方面因素^[30-40]，结合中国农业与农村发展现状与特征，征询长期从事“三农”问题研究专家的建议，最终构建

表1 农业现代化发展水平综合评价指标体系

Tab. 1 The comprehensive evaluation index system of development level of agricultural modernization					
一级指标	权重	二级指标	计算方法	权重	功效性
农业投入水平	0.30	农业人口人均受教育程度	农业人口受教育年限之和/农业总人口 (年/人)	0.197	正指标
		人均农业生产性固定资产投资	农业生产性固定资产投资总额/农业总人口 (万元/人)	0.173	正指标
		耕地有效灌溉率	耕地有效灌溉面积/耕地面积 (百分率)	0.162	正指标
		农业机械化水平	农业机械总动力/耕地面积 (千瓦/公顷)	0.144	正指标
		人均农业科技人员配置率	农业科技人员总数/农业总人口 (百分率)	0.113	正指标
		人均财政支农力度	财政支农总额/耕地面积/农业总人口 (百分率)	0.097	正指标
		单位耕地面积化肥使用量	化肥使用总量/耕地面积 (吨/公顷)	0.069	负指标
		单位耕地面积农药使用量	农药使用总量/耕地面积 (吨/公顷)	0.047	负指标
农业产出水平	0.34	农民收入水平	农村居民人均纯收入 (元)	0.356	正指标
		农业劳动生产率	第一产业总产值/第一产业从业总人数 (万元/人)	0.237	正指标
		土地产出率	土地总产值/耕地总面积 (元/公顷)	0.169	正指标
		单位耕地面积粮食产量	粮食总产量/耕地总面积 (吨/公顷)	0.119	正指标
		农林牧渔业产值状况	农林牧渔业总产值/地方生产总值 (百分率)	0.085	正指标
		主要农产品出口率	主要农产品出口总量/主要农产品总量	0.034	正指标
农村社会发展水平	0.25	城镇化率	城镇人口/总人口 (百分率)	0.144	正指标
		农业科技水平	农业科技进步率/农业总产值增长率 (百分率)	0.137	正指标
		乡村机耕道路网络密度	乡村机耕道路总长度/耕地总面积 (千米/公顷)	0.115	正指标
		农业产业化组织水平	省级以上农业龙头企业个数 (个)	0.112	正指标
		农业专业合作社参加率	参加农业专业合作社户数/农村总户数 (百分率)	0.108	正指标
		农业信贷供给水平	农业信贷供给规模/农业总人口 (元/人)	0.104	正指标
		农业保险参与率	购买农业保险总户数/农村总户数 (百分率)	0.099	正指标
		土地流转比重	土地流转面积/土地总面积 (百分率)	0.094	正指标
农业可持续发展水平	0.11	农村通讯设施水平	固定电话总数/农业总人口 (座/人)	0.086	正指标
		农村人均水资源量	农村水资源总量/总人口 (立方米/人)	0.127	正指标
		土地资源质量水平	高标准基本农田总面积/耕地总面积 (百分率)	0.108	正指标
		耕地后备资源比重	耕地后备资源面积/耕地总面积 (百分率)	0.102	正指标
		土地整理面积	耕地增加面积 (公顷)	0.097	正指标
		森林覆盖率	森林总面积/土地总面积 (百分率)	0.091	正指标
		农业生产节水灌溉率	农业生产节水灌溉总面积/耕地总面积 (百分率)	0.089	正指标
		农业环境污染物排放量	COD、总磷、总氮的排放量之和 (吨)	0.086	负指标
		水土流失治理程度	水土流失治理面积 (公顷)	0.086	正指标
		农村空心化程度	农村居民点用地增长率/农村人口增长率 (百分率)	0.083	负指标
		农村沼气使用率	农村沼气使用总户数/农村总户数 (百分率)	0.076	正指标
		自然灾害成灾率	成灾总面积/受灾总面积 (百分率)	0.055	负指标

含4项一级指标和34项二级指标的综合评价指标体系(表1)。

指标权重的确立。采用多指标综合评价法计算各指标的权重,将按此方法计算的指标权重与特尔斐法获取的权重做对比分析,最终取二者的均值作为农业现代化发展水平综合评价指标体系中各指标的权重(表1)。多指标综合评价法的优点是能够对评价对象进行客观、公正、合理的全面评价,因此,将决策者的主观判断与待评对象的信息有机结合的权重测算方法,具有较好的科学性与可行性。计算过程如下:

计算变量 Z_{ij} 的均值 $E(A_i)$:

$$E(A_i) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{ij} \tag{3}$$

计算变量 Z_{ij} 的均方差值 $\delta(A_i)$:

$$\delta(A_i) = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (Z_{ij} - E(A_i))^2} \tag{4}$$

计算各指标权重系数 $W(A_i)$:

$$W(A_i) = \frac{\delta(A_i)}{\sum_i \delta(A_i)} \tag{5}$$

计算4个分维度指标的水平 D_k :

$$D_k = \sum \frac{1}{2} (W(A_i) + W(A_i)') Z_{ij} \tag{6}$$

式中: $W(A_i)'$ 与以下公式(7)中的 $W(A_k)'$ 为专家多轮打分反馈所确定的权重。

一级指标的权重也按以上步骤进行,农业现代化发展水平 D :

$$D = \sum_{k=1}^4 \frac{1}{2} (W(A_k) + W(A_k)') D_k \tag{7}$$

2.2.2 计算结果 参考国外农业现代化发展阶段划分标准,根据中国农业现代化研究报告及联合国粮农组织研究报告,结合中国农业发展现状,对中国农业现代化发展阶段进行划分。将其划分为4个阶段,即起步发展阶段($D \leq 0.50$),初步实现阶段($0.50 < D \leq 0.70$),基本实现阶段($0.70 < D \leq 0.90$),完全实现阶段($D > 0.90$)。同时,本文从两个层次来评估农业现代化发展水平,即从全国层面和分东、西、中部及东北地区进行评价(计算结果见表2、3)。

3 中国农业现代化发展水平空间分异

农业现代化发展水平按综合水平进行衡量。根据表2、表3评价结果,以Arcgis9.3软件为技术支撑平台,采用自然断点法(Natural Breaks Jenks)对中国农业现代化发展水平及其4个分维度指标进行分等定级,等级划分标准见表4。

同时,利用地统计分析(Geostatistical Analyst)中的趋势分析工具(Trend Analysis Tool)对中国农业现代化发展水平的全局趋势进行三维通视分析,即将中国各省(市、区)的农业现代化发展水平指数作为高度属性值(Z值),采用三次多项式拟合生成三维透视图,并旋转合理的透视角度,以揭示中国农业现代化发展水平空间分异的总体格局特征及趋势,其中X、Y正方向分别表示正东、正北。空间可视化分析结果见图1、图2所示。

3.1 总体空间分异特征

中国农业现代化发展水平总体空间分异特征,可从以下两个方面进行分析。第一,从全国层面来看,中国农业现代化发展水平以“胡焕庸线”为界,划分为“东西两侧”,总

表2 中国各省(市、区)的综合评价结果

Tab. 2 The comprehensive evaluation results of provinces (autonomous regions and municipalities) in China															
地区	农业投入水平		农业产出水平		农村社会发展水平		农业可持续发展水平		综合水平		综合排名		发展阶段		
	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	
全国	0.439	0.322	0.457	0.446	0.784	0.762	0.413	0.317	0.525	0.470	-	-	初步实现	起步发展	
北京	0.771	0.557	0.830	0.805	0.942	0.915	0.770	0.633	0.832	0.738	1	2	基本实现	基本实现	
上海	0.732	0.546	0.853	0.874	0.937	0.912	0.792	0.632	0.830	0.758	2	1	基本实现	基本实现	
浙江	0.648	0.430	0.674	0.649	0.913	0.880	0.764	0.472	0.734	0.619	3	5	基本实现	初步实现	
福建	0.587	0.389	0.762	0.734	0.836	0.805	0.773	0.526	0.729	0.625	4	3	基本实现	初步实现	
广东	0.479	0.339	0.779	0.755	0.869	0.842	0.739	0.501	0.706	0.623	5	4	基本实现	初步实现	
天津	0.614	0.341	0.625	0.602	0.852	0.821	0.758	0.492	0.691	0.564	6	8	初步实现	初步实现	
江苏	0.685	0.473	0.638	0.616	0.835	0.830	0.537	0.356	0.688	0.596	7	6	初步实现	初步实现	
山东	0.608	0.408	0.592	0.571	0.852	0.822	0.648	0.444	0.665	0.568	8	7	初步实现	初步实现	
辽宁	0.423	0.371	0.570	0.562	0.827	0.787	0.512	0.483	0.581	0.550	9	9	初步实现	初步实现	
河北	0.597	0.426	0.476	0.461	0.805	0.781	0.355	0.262	0.578	0.506	10	12	初步实现	初步实现	
湖南	0.487	0.432	0.456	0.451	0.812	0.803	0.519	0.465	0.558	0.531	11	10	初步实现	初步实现	
江西	0.381	0.300	0.567	0.554	0.786	0.769	0.442	0.371	0.550	0.510	12	11	初步实现	初步实现	
吉林	0.316	0.277	0.446	0.440	0.875	0.865	0.459	0.411	0.511	0.490	13	13	初步实现	起步发展	
黑龙江	0.333	0.274	0.528	0.519	0.779	0.765	0.328	0.291	0.508	0.480	14	14	初步实现	起步发展	
河南	0.491	0.378	0.367	0.358	0.767	0.762	0.347	0.422	0.498	0.468	15	15	起步发展	起步发展	
湖北	0.342	0.266	0.448	0.438	0.774	0.757	0.394	0.327	0.488	0.451	16	16	起步发展	起步发展	
内蒙古	0.345	0.250	0.437	0.424	0.765	0.743	0.374	0.279	0.481	0.432	17	19	起步发展	起步发展	
安徽	0.439	0.346	0.347	0.340	0.762	0.746	0.369	0.320	0.477	0.437	18	18	起步发展	起步发展	
四川	0.416	0.295	0.462	0.448	0.742	0.743	0.099	0.203	0.476	0.446	19	17	起步发展	起步发展	
新疆	0.336	0.243	0.397	0.386	0.758	0.736	0.334	0.272	0.459	0.415	20	20	起步发展	起步发展	
海南	0.368	0.230	0.301	0.293	0.771	0.749	0.497	0.334	0.456	0.388	21	23	起步发展	起步发展	
陕西	0.355	0.249	0.332	0.321	0.736	0.713	0.485	0.351	0.453	0.397	22	22	起步发展	起步发展	
广西	0.370	0.308	0.377	0.371	0.764	0.751	0.086	0.079	0.436	0.411	23	21	起步发展	起步发展	
山西	0.327	0.245	0.314	0.306	0.705	0.687	0.280	0.243	0.408	0.372	24	24	起步发展	起步发展	
重庆	0.336	0.235	0.300	0.290	0.674	0.653	0.314	0.171	0.402	0.348	25	25	起步发展	起步发展	
云南	0.391	0.283	0.208	0.202	0.759	0.737	0.114	0.092	0.385	0.343	26	26	起步发展	起步发展	
宁夏	0.319	0.236	0.285	0.277	0.704	0.685	0.082	0.071	0.373	0.340	27	27	起步发展	起步发展	
西藏	0.287	0.208	0.216	0.209	0.691	0.671	0.169	0.130	0.346	0.311	28	29	起步发展	起步发展	
青海	0.314	0.239	0.222	0.216	0.678	0.662	0.096	0.061	0.345	0.313	29	28	起步发展	起步发展	
贵州	0.238	0.199	0.184	0.180	0.642	0.623	0.304	0.071	0.323	0.280	30	30	起步发展	起步发展	
甘肃	0.262	0.202	0.180	0.176	0.683	0.616	0.060	0.055	0.312	0.276	31	31	起步发展	起步发展	

表3 中国东、西、中部以及东北地区的综合评价结果

Tab. 3 The comprehensive evaluation results of the eastern, western and central regions and Northeast China															
地区	农业投入水平		农业产出水平		农村社会发展水平		农业可持续发展水平		综合水平		综合排名		发展阶段		
	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	2011	2000	
全国	0.439	0.322	0.457	0.446	0.784	0.762	0.413	0.317	0.525	0.470	-	-	初步实现	起步发展	
东部	0.609	0.414	0.653	0.636	0.861	0.836	0.663	0.465	0.691	0.598	1	1	初步实现	初步实现	
东北	0.409	0.360	0.490	0.484	0.838	0.818	0.497	0.453	0.550	0.524	2	2	初步实现	初步实现	
中部	0.393	0.312	0.439	0.430	0.772	0.758	0.328	0.302	0.493	0.459	3	3	起步发展	起步发展	
西部	0.327	0.240	0.295	0.286	0.711	0.689	0.226	0.167	0.397	0.356	4	4	起步发展	起步发展	

体上呈现“东高西低”的空间格局(图2),同时其发展水平在“东西两侧”整体上也表现出距“胡焕庸线”距离的增加而不断提高,在空间上呈现出一条稍被拉平的“S”型曲线的分异形态(图1)。比如,位于“胡焕庸线”西侧的甘肃,2000年、2011年农业现代化发展综合指数分别为0.276、0.312,在西侧各省(市、区)中处于最低水平;而离“胡焕庸线”最远的新疆,2000年、2011年农业现代化发展综合指数分别为0.415、0.459,排除

表4 农业现代化发展水平的等级划分标准

Tab. 4 The dividing standards of the development level of agricultural modernization

等级	农业现代化发展 水平范围	农业投入 水平范围	农业产出 水平范围	农村社会发展 水平范围	农业可持续发展 水平范围
低	$D \leq 0.459$	$D \leq 0.335$	$D \leq 0.320$	$D \leq 0.705$	$D \leq 0.275$
较低	$0.459 < D \leq 0.500$	$0.335 < D \leq 0.438$	$0.320 < D \leq 0.460$	$0.705 < D \leq 0.742$	$0.275 < D \leq 0.390$
中等	$0.500 < D \leq 0.600$	$0.438 < D \leq 0.600$	$0.460 < D \leq 0.590$	$0.742 < D \leq 0.805$	$0.390 < D \leq 0.500$
较高	$0.600 < D \leq 0.700$	$0.600 < D \leq 0.660$	$0.590 < D \leq 0.722$	$0.805 < D \leq 0.875$	$0.500 < D \leq 0.625$
高	$D > 0.700$	$D > 0.660$	$D > 0.722$	$D > 0.875$	$D > 0.625$

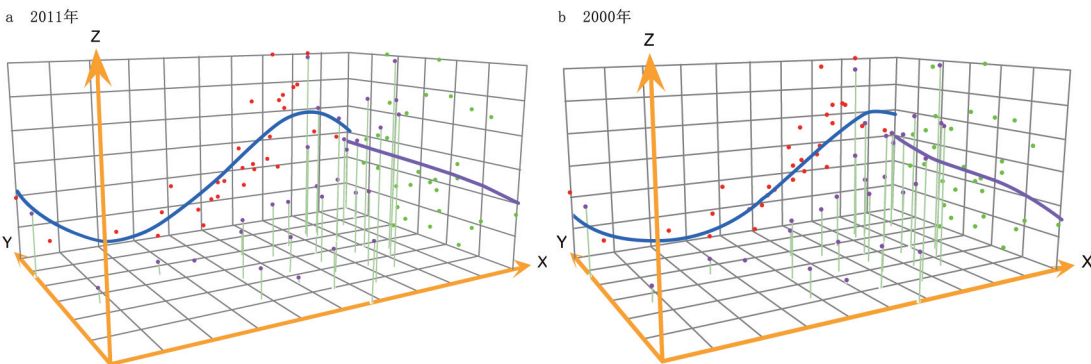


图1 2011年、2000年中国农业现代化发展水平趋势分析图

Fig. 1 Trends analysis of the development level of Chinese agricultural modernization (2000, 2011)

注：图1中的紫色点为样本点，红色点、绿色点分别为紫色点在ZX面、YZ面的投影，灰绿色直线长度表示样本点数据值，蓝色曲线表示东西走向样本的投影趋势，紫色曲线表示南北走向样本的投影趋势。

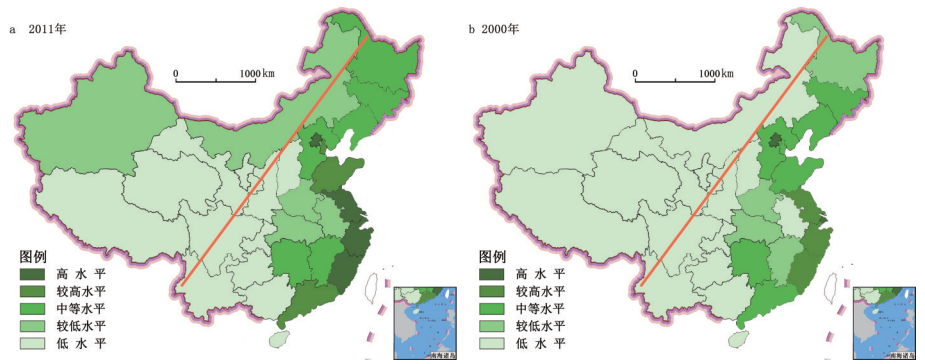


图2 2011年、2000年中国农业现代化发展水平空间分异图

Fig. 2 Spatial distribution of development level of Chinese agricultural modernization (2000, 2011)

注：图2中斜线为“胡焕庸线”，由我国著名地理学家胡焕庸先生1935年提出的划分中国人口密度的对比线。这条线从黑龙江省爱辉县（今黑河市）到云南省腾冲县，线东南方36%的国土居住着全国96%的人口^[41]。

“胡焕庸线”穿过的内蒙古，新疆则是“胡焕庸线”西侧省（市、区）中的农业现代化发展水平最高的地区。在“胡焕庸线”东侧的各省（市、区）中也存在类似的现象，如位于“胡焕庸线”东侧的贵州，2000年、2011年农业现代化发展综合指数为0.280、0.323，处于东侧最低水平，而离线相对较远的北京、上海、浙江、福建等省（市、区）都处于高水平的状态。同时，东侧最低水平与最高水平的省（市、区）都对对应大于西侧最低水平与最高水平的省（市、区）。这也一定程度上说明了“胡焕庸线”是刻画中国农业现代化发展空间格局的重要分界线。第二，从局部层面来看，中国农业现代化发展水平在东部、西部、中部以及东北地区具有明显的地域差异性，2011年（2000年）东部、西部、中部以及东北

地区农业现代化发展综合指数依次为0.691 (0.598)、0.397 (0.356)、0.493 (0.459)、0.550 (0.524), 在空间上呈现出从东部→东北部→中部→西部依次递减的趋势, 这表明中国农业现代化发展水平与三大地带之间具有明显的耦合关系, 可以从图2中看出。

3.2 分维度的空间分异特征

中国农业现代化发展水平4个分维度指标在地理空间上也表现出类似的地域分异格局, 即整体上具有东部地区 > 东北地区 > 中部地区 > 西部地区的规律特征。

(1) 农业投入水平。从图3中可以看出, 中国农业投入水平的空间分异特征具有明显地域差异性, 并存在空间集聚特征, 即存在着农业投入空间极化现象, 同时, 此种极化格局具有增长的态势。① 2011年 (2000年), 东部地区农业投入指数为0.609 (0.414), 比东北、中部、西部依次高0.200 (0.054)、0.216 (0.102)、0.282 (0.174)。② 从图3b中可以看出, 新世纪之初, 全国农业投入都处于中等以下水平, 如北京、上海、天津处于中等水平, 东部沿海地区、松辽平原、中原地区等处于较低水平, 而西部地区都处于低水平状态; 从图3-a中可以看出, 2011年农业投入水平整体有所提升, 但东部地区高水平的农业投入仍集中分布于北京、上海、天津; 较高水平的农业投入分布在浙江、广东、山东, 中等水平的农业投入大多数分布在河北、江苏、河南、吉林、福建、安徽, 而西部绝大部分地区农业投入仍处于低水平状态。③ 因此, 从2000年到2011年我国农业投入水平空间差异格局仍未被打破, 这与中国区域经济地带差异的空间分异格局具有一定的耦合关系, 主要原因是各地区的社会经济发展基础不同, 因而对农业扶植力度、强度不同而形成的。

(2) 农业产出水平。从图4中可以看出, 中国农业产出依次沿东部沿海地区→长江中游地区→吉林、新疆、黑龙江、湖北、内蒙、四川、山西、河南、安徽、陕西地区→西南

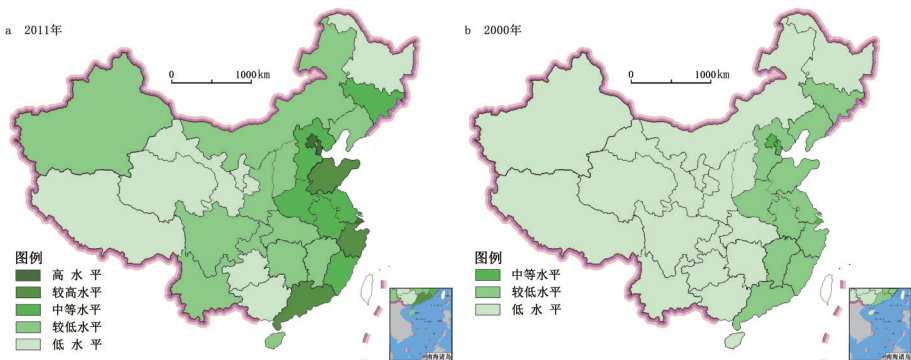


图3 2011年、2000年农业投入水平空间分异
Fig. 3 Spatial distribution of the level of agricultural input (2000, 2011)

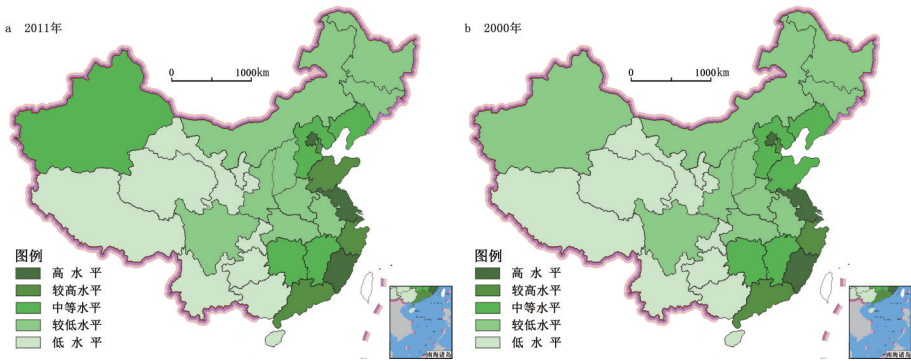


图4 2011年、2000年农业产出水平空间分异
Fig. 4 Spatial distribution of the level of agricultural output (2000, 2011)

地区、青藏地区、宁夏、甘肃依次递减。① 从图 4b 中可以看出, 2000 年, 上海、北京、福建、江苏农业产出指数分别为 0.874、0.805、0.755、0.734, 位于长江中游地区的湖南、江西农业产出指数分别为 0.554、0.519, 处于较低水平的吉林、湖北、黑龙江、内蒙、四川、山西、河南、安徽、陕西等地区农业产出指数均值为 0.398, 而甘肃、宁夏、西南地区农业产出指数均值为 0.239。② 从图 4a 中可以看出, 2011 年农业产出水平整体提升, 除山东、新疆之外, 空间分异格局无较大变动, 仍保持 2000 年所形成的地域差异格局。③ 这种较为稳定的差异性与分异性, 反映了我国各地区农业产出水平具有明显的规律性特征, 主要原因是由各地区农业资源禀赋、自然环境条件、农业投入水平等方面的不同而形成的。

(3) 农村社会发展水平。从图 5 中可以看出中国农村社会发展水平依次沿京浙沪地区→东南沿海地区与东北地区→中部地区→西部地区依次递减。这说明我国京浙沪地区、东南沿海地区、东北平原地区、西北干旱半干旱地区、西南山区和大中城市郊区等地区, 在社会发展、基础设施、金融机构、科技支撑、农业专业化与产业化水平以及城镇化水平等方面的不同而形成的。

(4) 农业可持续发展水平。从图 6 中可以看出中国农业可持续发展水平依次沿京沪地区→东部沿海地区→东北地区→华南地区→西南地区→西北地区依次递减。这是由我国各地区的耕地资源、水资源、森林资源、人口分布等因素的不同而形成的。总而言之, 在中国农业发展与乡村地域重构的过程中, 农业投入产出, 农村社会发展以及农业可持续发展在不同地域集聚的格局已基本形成, 如何打破农业发展的传统模式与路径依赖, 将是各级政府与地理学者应关注的现实难题与科学问题。

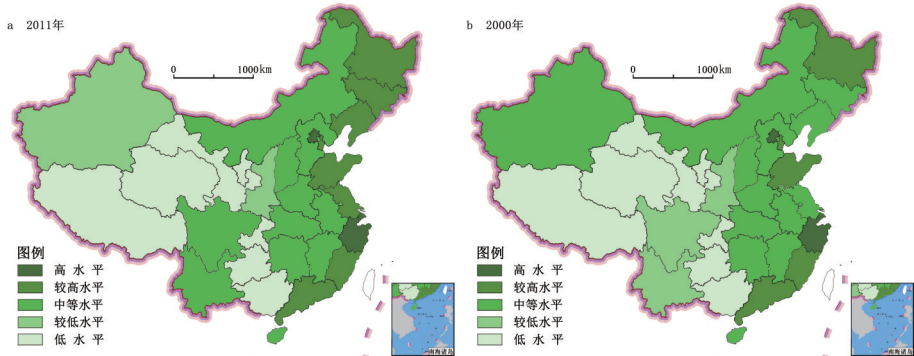


图5 2011年、2000年农村社会发展水平空间分异

Fig. 5 Spatial distribution of the development level of rural society (2000, 2011)

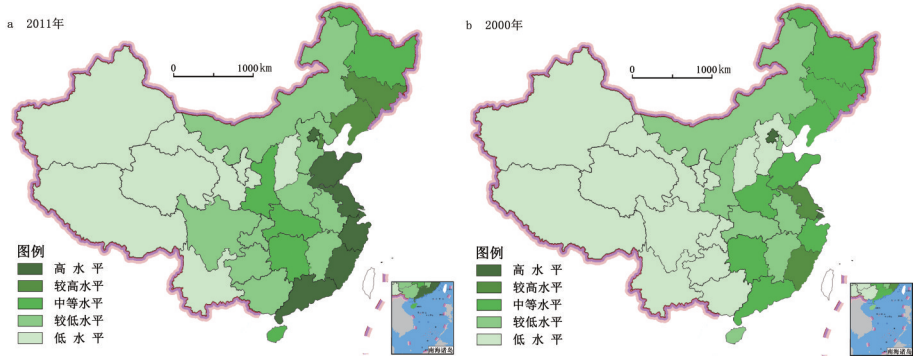


图6 2011年、2000年农业可持续发展水平空间分异

Fig. 6 Spatial distribution of the level of agricultural sustainable development (2011, 2000)

4 中国农业现代化发展水平类型研究

为进一步揭示中国农业现代化发展水平地域分异的客观规律，并为现代农业发展规划及相关战略决策提供依据，以省(市、区)为基本单元，依据2011年4个分维度指标的评价结果，采用系统聚类分析法对31个区域进行类型划分，将其划分为农业现代化发展水平高值区、较高值区、中等值区、较低值区、低值区5大类型区(表5、图7)。最后，以Arcgis9.3软件为技术平台，综合行政界限描绘形成中国农业现代化发展水平类型分布格局图(图8)。聚类分析法的基本原理如下，首先选择欧几里德距离(Euclidean)定义样本间距离：

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2}$$

(8)

式中： d_{ij} 为样本*i*、*j*之间的距离； X_{ik} 、 X_{jk} 分别为第*i*、*j*个样本在第*k*个维度上的评价值。然后依次求出任何两个样本点的距离系数 d_{ij} ($i, j=1, 2, \cdots, n$)，则可形成一个样本间的距离矩阵：

$$D = (d_{ij}) = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nn} \end{bmatrix}$$

(9)

最后，运用最长距离法进行聚类，设 X_i 为类 G_p 中的任一样本， X_j 为类 G_q 中的任一样本，则类 G_p 、 G_q 间的最长距离，即

$$D_{pq} = \max_{x_i \in G_p, x_j \in G_q} d_{ij}$$

(10)

式中：若 d_{ij} 越小，那么第*i*与*j*两个样品之间的性质就越接近，则可以划为同一类型。经过运算，得到聚类结果(图7、表5)，并将聚类结果进行可视化处理(图8)。同时，以此为基础，结合各类型区农业发展的基本现状，针对不同的“农情”进行农业现代化发展提升路径的初探。

农业现代化发展水平高值区(I)包括国际性大都市区的北京、上海，是中国人口最密集、经济最发达以及消费能力最高的区域。该区域经济高速增长和科技快速进步为农业现代化发展提供了基础与动力。如2011年北京、

表 5 类型划分结果

Tab. 5 The results of type classification

类型区(代码)	省(市、区)
高值区(I)	北京、上海
较高值区(II)	浙江、广东、山东、江苏、福建、天津
中等值区(III)	辽宁、湖南、吉林、黑龙江、江西、湖北、内蒙古、四川
较低值区(IV)	河南、安徽、海南、陕西、河北
低值区(V)	新疆、山西、广西、重庆、贵州、云南、宁夏、青海、西藏、甘肃

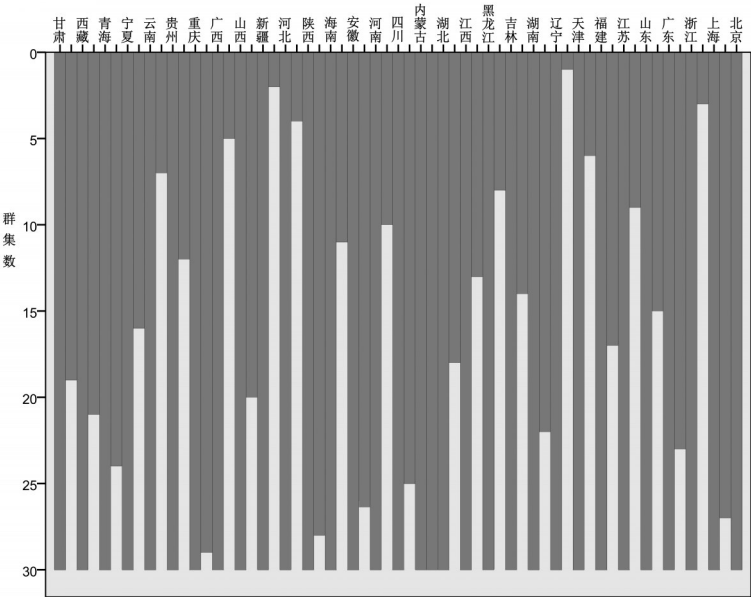


图 7 系统聚类冰状图

Fig. 7 The ice chart of hierarchical cluster

上海农业现代化综合指数分别为 0.832、0.830，比全国平均值分别高出 0.307、0.305，农业科技进步贡献率分别为 69%、62%，依次高于全国平均水平 15.5%、8.5%，这说明以科技为支撑的农业，保障农业现代化持续高效发展。同时，该类型区农业投入强度大，进一步促进农业生产效率的稳步提高与农村社会经济的高速发展。如今，北京与上海两地现已基本实现农业第一次现代化，因此，两者应加快农业产业转型升级，转变以生产要素为动力和以投资为动力的农业发展方式。该类型区现代农业定位是国际性大都市城郊农业，因此，农业现代化发展方向是走集文化、生态、科技与服务等多功能的创意农业之路，这种路径既能够满足人们物质与精神文化需求，更能够为农业现代化的发展注入强大推力与拉力。北京自 2004 年以来，大力发展创意农业，形成了多种典型的发展模式，促进了农业现代化发展水平的快速增长。因此，该类型区未来农业现代化发展方向：① 应将创意文化与现代休闲农业深度融合，利用科技、文化、社会、人文的创造力，走向以创意为动力的发展阶段；② 应发挥优势和示范作用，更加注重社会发展和资源环境改善；③ 应提升农业附加值，加强辐射带动，率先进入发达阶段，并引领全国农业走向新的阶段。

农业现代化发展水平较高值区 (II) 包括闽浙苏地区、珠江三角洲地区、山东半岛以及天津市。该类型区的农业投入强度相对较高，2011 年农业投入指数为 0.604，高投入的农业生产促进了农业产出水平的提升与农村社会的发展，同时也提升了该区域农业专业化、组织化水平。此类型区的浙江省、福建省、广东省农业现代化已基本实现，天津、江苏、山东农业现代化也已初步实现，因此，应进步一步提升农业科技含量，提升农业产业化、组织化水平，提升农产品出口创汇能力。该类型区现代农业定位是东部沿海创汇型农区，未来农业发展重点包括：① 应充分发挥区位优势、实现农业资源优化配置、提高资源利用率；② 发展设施农业、生态休闲农业及创意农业，走技术密集型与资金集约型的高科技、高附加值、高标准的现代创汇型农业；③ 在统筹城乡协调发展与促使“四化”同步发展时，应结合主体功能区划做好现代农业发展规划，促进农业规模化经营与产业化生产。

农业现代化发展水平中等值区 (III) 包括东北地区、湖南、湖北、江西、四川、内蒙古。此类型区特征是农业投入水平相对较低 (该类型区平均值为 0.370，以下类同)，农业产出水平处于中等水平 (平均值为 0.480)，农村社会相对发展 (平均值为 0.797)，农业可持续性相对较好 (平均值为 0.420)。因此，该区域应加大农业投入、合理利用资源、切实保护耕地、稳定粮食生产、改善生态环境，形成融生产性、生活性、生态性于一体现代农业。该类型区现代农业定位是粮食生产型农区，因此，该类型区农业现代化未来应从以下几个方面进行突破：① 增加科技与资金投入，壮大农业龙头企业，促进农企集群发展；② 改造传统农业，转向技术密集型的现代农业；③ 稳步推进土地流转，积极推进农业规模化经营、加强农业基础设施建设，开展农技培训以提高农民科技文化素质；④ 粮食主产区应建设高标准基本农田，提高粮食综合生产能力，保障国家粮油安全；⑤ 加强空心

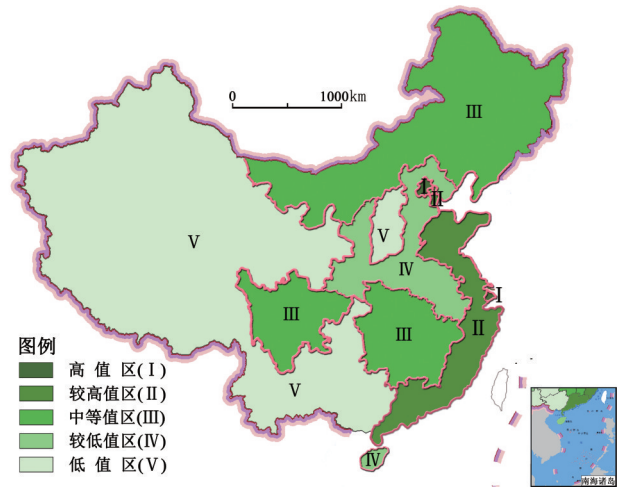


图 8 中国农业现代化发展水平类型分布格局
Fig. 8 Spatial pattern of types of Chinese agricultural modernization development level

村整治,保护农村生态环境,以提高农业可持续发展水平。

农业现代化发展水平较低值区(IV)包括黄淮平原(河南、安徽)、河北、海南、陕西。该类型区区域特点是农业投入处于中等水平(平均值为0.450),农业产出水平、农村社会发展水平、农业可持续发展水平都相对较低,平均值依次为0.365、0.768、0.410。该类型区现代农业定位是粮食生产型农区与特色农产品优势区。因此,该类型区农业现代化未来应从以下几个方面进行提升:①国家层面应加大技术与资金投资倾斜力度,努力促进粮食主产区实现农业现代化;②进行合理特色农业布局规划,选育种养特色品种,提高优势特色农产品科技含量、农业生产经营管理水平以及农业综合产出能力;③打破行政壁垒,组织实施集生态保护、土地整理、基础建设、生产组织、产业布局、市场调控、科技兴农、文化教育等方面于一体的大综合大协调的城乡统筹规划。

农业现代化发展水平低值区(V)包括新疆高山盆地与山西黄土高原、云南高原、桂—渝丘陵山地、青藏—宁甘—贵州高原。该类型区农业发展特点是农业投入水平低(平均值为0.326)、农业产出水平低(平均值为0.275)、农村社会发展水平落后(平均值为0.704)、农业可持续发展水平较差(平均值为0.160)。该类型区地形、地貌、气候、水文等自然条件恶劣,社会经济发展落后,农业投入强度低,从而致使农业综合生产能力偏低,因此农业各项指数均低于全国平均水平。该类型区的现代农业定位是特色农产品优势区、农垦经济区以及草原生态经济区。因此,该类型区未来农业现代化应从以下几个方面打破传统模式与路径依赖:①从国家战略层面考虑,充分发挥宏观调控的作用,切实加大科技与资金支持力度,促进传统农区社会经济发展与提升农民牧民文化素质;②草原生态经济区坚持加强生态保护和环境治理,建设人与自然和谐的人地系统,从国家生态安全战略层面做好草原生态保障区规划建设,加大生态补偿投入力度,提高贫困地区人民生活水平和改善基本公共服务设施。③农垦经济区走节水灌溉农业,保护性耕作农业、生态循环农业,高科技现代农业等新型的农业现代化道路;④特色农产品优势区壮大龙头、打造品牌,大力推进优势特色农产品和优势产区的产业化经营;⑤在实施土地整治规划的同时改善区域内外交通通讯等基础设施,保护生态环境、提高农业资源利用率与农牧业劳动生产率、发挥资源优势、谋求整体跨越式发展。

5 结论

根据中国农业现代化发展的现状及面临的形势可以预测,实现农业现代化是现阶段我国社会经济科学发展的首要目标,准确研判农业现代化发展的空间格局与地域差异是制定现代农业发展规划的科学依据。因此,在今后相当长的时间内中国农业现代化将是最值得地理学界关注的经济地理现象之一,对其地域分异规律的认识将直接影响甚至决定国家宏观区域经济政策走向及其力度大小。本文在借鉴国内外农业现代化发展水平评价指标体系的基础上,针对我国农业现代化发展过程中存在的现实问题和未来趋势,从农业投入水平、农业产出水平、农村社会发展水平以及农业可持续发展水平4个分维度构建了一套新的评价指标体系,综合评价各省(市、区)农业现代化发展水平,并在此基础上利用系统聚类分析化进行类型划分,较为全面地反映了目前中国农业现代化发展水平的空间分异格局及地域分异规律。

(1)从全国层面来看,中国农业现代化发展水平以“胡焕庸线”为界,划分为“东西两侧”,总体上呈现“东高西低”的空间格局,同时其在“东西两侧”整体上也表现出距“胡焕庸线”距离的增加而不断提高,在空间上呈现出一条稍被拉平的“S”型曲线的分异形态。

(2)从局部层面来看,中国农业现代化发展水平在东部、西部、中部以及东北地区具

有明显的地域差异性,在空间上呈现出从东部→东北部→中部→西部依次递减的趋势,这说明中国农业现代化发展水平与三大地带之间具有明显的耦合关系。

(3) 中国农业现代化发展水平的4个分维度指标在地理空间上也表现出一定的地域分异格局,即在中国农业发展与乡村地域重构的过程中,农业投入产出,农村社会发展以及农业可持续发展在不同地域集聚的格局已基本形成,如何打破农业发展的传统模式与路径依赖,将是各级政府与地理学者应关注的现实难题与科学问题。

(4) 基于评价结果,将中国农业现代化发展水平划分为农业现代化发展水平高值区、较高值区、中等值区、较低值区、低值区5大类型区。不同类型区应明确现阶段及未来的发展思路与策略,针对不同的“区情”和“农情”,采取不同的农业现代化发展战略与实现模式。因此,各类型区应做好现代农业发展规划,针对不同的“农情”实施差别化投资,以实现农业生产要素的有效聚集和优化配置,促进农业现代化的持续稳步快速推进。

参考文献 (References)

- [1] He Chuanqi. China Modernization Report in 2012: Research of Agricultural Modernization. Beijing: Peking University Press, 2012. [何传启. 中国现代化报告2012: 农业现代化研究. 北京: 北京大学出版社, 2012.]
- [2] Theodore Schultz. Transforming Traditional Agriculture. Beijing: The Commercial Press, 1998. [西奥多·W. 舒尔茨. 改造传统农业. 北京: 商务印书馆, 1998.]
- [3] Wang Yanan, Feng Kui, Zheng Mingmei. The development trend of China urbanization: China International Forum on Urbanization in 2012. Urban Studies, 2012, 19(6): 1-3. [王亚男, 冯奎, 郑明媚. 中国城镇化未来发展趋势: 2012 年中国城镇化高层国际论坛会议综述. 城市发展研究, 2012, 19(6): 1-3.]
- [4] 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.]
- [5] Niu Wenyuan. Basic understanding of the theory of sustainable development. Progress in Geography, 2008, 27(3): 1-6. [牛文元. 可持续发展理论的基本认知. 地理科学进展, 2008, 27(3): 1-6.]
- [6] Gu Shengzu, Zheng Lingyun, Yi Shance. Problems of rural migrant workers and the policies in the new period of urbanization. China Population, Resources and Environment, 2007, 17(1): 1-5. [辜胜阻, 郑凌云, 易善策. 新时期城镇化进程中的农民工问题与对策. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(1): 1-5.]
- [7] Zhang Dongping, Huang Zuhui. The perspective on the relations of agricultural modernization's process and agricultural science and technology. Chinese Rural Economy, 2002, (11): 48-53. [张冬平, 黄祖辉. 农业现代化进程与农业科技关系透视. 中国农村经济, 2002, (11): 48-53.]
- [8] Huang Zuhui, Lin Jian, Zhang Dongping et al. Modernization of Agriculture: Theory, Process and Means. Beijing: China Agriculture Press, 2003. [黄祖辉, 林坚, 张冬平等. 农业现代化: 理论、进程与途径. 北京: 中国农业出版社, 2003.]
- [9] Niu Ruofeng. How path to Chinese agricultural modernization. Chinese Rural Economy, 2001, (1): 4-11. [牛若峰. 中国农业现代化走什么道路. 中国农村经济, 2001, (1): 4-11.]
- [10] Kang Yun, Li Xiaoming. On the connotation of agricultural modernization and policy options. Chinese Rural Economy, 2000, (9): 9-14. [康芸, 李晓鸣. 试论农业现代化的内涵和政策选择. 中国农村经济, 2000, (9): 9-14.]
- [11] Shi Qianyou. Enlightenment of the agricultural development in developed countries on the agricultural development of our country. Human Geography, 1993, 8(4): 64-69. [师谦友. 发达国家的农业现代化对我国农业发展的启示. 人文地理, 1993, 8(4): 64-69.]
- [12] Chen Zhongnuan, Wang Lixin. A review on Japan's agro-modernization features. World Regional Studies, 1998, 7(2): 95-100. [陈忠暖, 王力新. 日本农业现代化特征概述. 世界地理研究, 1998, 7(2): 95-100.]
- [13] Shao Xiaomei. A study of sustainable development of the modernization of agricultural production conditions in Shandong Province. Progress in Geography, 2001, 20(2): 184-191. [邵晓梅. 山东省农业生产条件现代化可持续发展研究. 地理科学进展, 2001, 20(2): 184-191.]
- [14] Zhu Fan, Yu Chenqun, Zeng Rong et al. The analysis and improvement for agricultural production efficiency of households in the YLN region of Tibet: Based on a three-stage DEA Model and the micro-data of rural households. Economic Geography, 2011, 31(7): 1178-1184. [朱帆, 余成群, 曾嵘等. 西藏“一江两河”地区农户生产效率分析及改进方案: 基于三阶段DEA模型和农户微观数据. 经济地理, 2011, 31(7): 1178-1184.]
- [15] Yao Jianqu. The clustering analysis on the classification of the areal types of agriculture. Scientia Geographica Sinica,

- 1988, 8(2): 146-155. [姚建衡. 农业地域类型划分的聚类分析. 地理科学, 1988, 8(2): 146-155.]
- [16] Zeng Zungu, Xiong Xiangen. On the changing agricultural structure and its geographical studies. *Acta Geographica Sinica*, 1994, 49(1): 84-91. [曾尊固, 熊先根. 论农业结构变化及其地理学研究. 地理学报, 1994, 49(1): 84-91.]
- [17] Li Erling, Pang Anchao, Zhu Jiguang. Analysis of the evolution path and mechanism of China's agricultural agglomeration and geographic Pattern. *Geographical Research*, 2012, 31(5): 885-898. [李二玲, 庞安超, 朱纪广. 中国农业地理集聚格局演化及其机制. 地理研究, 2012, 31(5): 885-898.]
- [18] Xing Ling, Jiang Heping. Setting up evaluation index system and calculation development level of China agricultural modernization. *Research of Agricultural Modernization*, 2010, 31(6): 646-650. [辛岭, 蒋和平. 我国农业现代化发展水平评价指标体系的构建和测算. 农业现代化研究, 2010, 31(6): 646-650.]
- [19] Xu Yijun, Ren Murong. The development of modern agriculture in Hunan Province level evaluation. *Economic Geography*, 2009, 29(7): 1166-1171. [徐贻军, 任木荣. 湖南现代农业发展水平评价. 经济地理, 2009, 29(7): 1166-1171.]
- [20] Cheng Shaobo, Yang Guishan, Li Dawei. Zoning of agricultural modernization on a typical agricultural area in the Yangtze River Delta: A case study of Xinghua City. *Areal Research and Development*, 2011, 30(4): 149-157. [程绍铂, 杨桂山, 李大伟. 长三角典型农业区农业现代化水平分区研究: 以江苏省兴化市为例. 地域研究与开发, 2011, 30(4): 149-157.]
- [21] Yi Jun, Zhang Chunhua. Quantitative appraisal of agricultural modernization progress in northern coastal provinces. *China Soft Science*, 2005, (1): 134-139. [易军, 张春花. 北方沿海地区农业现代化进程的定量评价. 中国软科学, 2005, (1): 134-139.]
- [22] Wu Chuanjun. Prospect on the development of human geography in China. *Human Geography*, 1996, 11(Suppl.): 1-10. [吴传钧. 展望中国人文地理学的发展. 人文地理, 1996, 11 (增刊): 1-10.]
- [23] Liu Yansui, Wang Dawei, Peng Liuying. Recent progress in agricultural geography and its trends. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59 (Suppl.): 175-182. [刘彦随, 王大伟, 彭留英. 中国农业地理学研究的进展与趋向. 地理学报, 2004, 59 (增刊): 175-182.]
- [24] Robert C Allen. The growth of labor productivity in early modern English agriculture. *Explorations in Economic History*, 1988, 25(2): 117-146.
- [25] Xu Jishen, Cheng Baiming, Zhang Xueqin. Ecosystem productivity regionalization of China. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(4): 401-408. [徐继缜, 陈百明, 张雪芹. 中国生态系统生产力区划. 地理学报, 2001, 56(4): 401-408.]
- [26] Enyedi G, Volgyes I. The Effect of Modern Agriculture on Rural Development. New York: Pergamon Press, 1982.
- [27] Jones P M. Agricultural modernization and the French Revolution. *Journal of Historical Geography*, 1990, 16(1): 38-50.
- [28] Hans-Erik Uhlin. Energy productivity of technological agriculture-lessons from the transition of Swedish agriculture. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 1999, 73(1): 63-81.
- [29] Guo Huancheng, Li Jingyi. Regionalization of Rural Economics in China: Regional Development Research on Rural Economics in China. Beijing: Science Press, 1999. [郭焕成, 李晶宜. 中国农业经济区域发展研究. 北京: 科技出版社, 1999.]
- [30] Mao Hanying. The Research About an indicator system of sustainable development in Shandong Province. *Geographical Research*, 1996, 15(4): 16-23. [毛汉英. 山东省可持续发展指标体系初步研究. 地理研究, 1996, 15(4): 16-23.]
- [31] Liu Hui. Indicator system and appraisal method of regional agriculture sustainable development. *Progress in Geography*, 1997, 16(2): 21-25. [刘慧. 区域农业可持续发展指标体系及评估方法. 地理科学进展, 1997, 16(2): 21-25.]
- [32] Wang Yuncai, Gyo Huancheng. The index system and sustainability evaluation on rural economic sustainable development in western plain of Shandong Province. *Economic Geography*, 2000, 20(1): 74-78. [王云才, 郭焕成. 鲁西平原农村经济可持续发展指标体系与评价: 东昌府区的典型案例研究. 经济地理, 2000, 20(1): 74-78.]
- [33] Yang Youxiao, Cai Yunlong. Sustainable valuation for resources and environment and development in rural China: The SEEA and its application research. *Acta Geographica Sinica*, 2000, 55(5): 596-606. [杨友孝, 蔡运龙. 中国农村资源、环境与发展的可持续评估: SEEA 方法及其应用. 地理学报, 2000, 55(5): 596-606.]
- [34] Xu Xuegong, Hou Lisheng, Lin Huiping. Regionalization of sustainable agricultural development of China on the basis of relative superiority assessment. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(4): 451-458. [许学工, 后立胜, 林辉平. 基于比较优势的中国农业可持续发展区划. 地理学报, 2002, 57(4): 451-458.]
- [35] Gao Peng, Liu Yanni. The clustering evaluation about the level of agricultural sustainable development in China: Based on 2000-2009 provincial panel data analysis. *Economist*, 2012, (3): 59-65. [高鹏, 刘燕妮. 我国农业可持续发展水平的聚类分析: 基于2000-2009年省域面板数据的分析. 经济学家, 2012, (3): 59-65.]
- [36] Chen Yangfen, Liu Yansui, Yang Ren. Identification of China's suitable regions for rural residential land consolidation based on livelihoods transformation. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(3): 420-427. [陈秧分, 刘彦随, 杨忍. 基于生计转型的中国农村居民点用地整治适宜区域. 地理学报, 2012, 67(3): 420-427.]

- [37] Shankariah Chamala. Social and environmental impacts of modernization of agriculture in developing countries. *Environmental Impact Assessment Review*, 1990, 10(1): 219-231.
- [38] Xue Jiangliang, Li Binglong. Environmentally-adjusted measurement of China's agricultural total factor productivity. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(5): 113-118. [薛建良, 李秉龙. 基于环境修正的中国农业全要素生产率度量. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(5): 113-118.]
- [39] Zhu Xiaohua, Chen Yangfen, Liu Yansui. Technique and method of rural land consolidation potential investigation and assessment: A case study of Yucheng City, Shandong Province. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(6): 736-744. [朱晓华, 陈秋分, 刘彦随. 空心村土地整治潜力调查与评价技术方法: 以山东省禹城市为例. *地理学报*, 2010, 65(6): 736-744.]
- [40] Yang Ren, Liu Yansui, Chen Yangfen. Comprehensive measure and partition of rural hollowing in China. *Geographical Research*, 2012, 31(9): 1697-1706. [杨忍, 刘彦随, 陈秋分. 中国农村空心化综合测度与分区. *地理研究*, 2012, 31(9): 1697-1706.]
- [41] Hu Huanyong. The distribution of population in China. *Acta Geographica Sinica*, 1935, 2(2): 33-74. [胡焕庸. 中国人口之分布. *地理学报*, 1935, 2(2): 33-74.]

The spatial distribution and types of the development level of Chinese agricultural modernization

LONG Dongping, LI Tongsheng, MIAO Yuanyuan, YU Zhengsong
(College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract: The modernization of agriculture is a crucial symbol of the progress of social civilization, and an essential part of China's "four modernizations" of the simultaneous development. From the geographic perspective, this paper tries to comprehensively evaluate the development level of agricultural modernization in China by building index system with multi-index comprehensive evaluation method and Delphi method. Besides, it uses some spatial analyses and type researches to explore the regional differentiation law about the development of agricultural modernization in China in order to provide reference for its rapid and steady development. The results indicate that: (1) From the national level, Chinese agricultural modernization development level can be categorized into the eastern and western parts according to Hu's line, presenting a pattern of "high east and low west". At the same time, Chinese agricultural modernization development level improves on the whole with the increase of distance from Hu's line, presenting a pattern of slightly flattened "S" curve; (2) From the local perspective, there are obvious regional differences in the development level of agricultural modernization among the eastern, western and central regions and Northeast China, and in space a trend of decrease is found in the development level of agricultural modernization from the east, north-east, center to the west; (3) The four sub-dimensions indicators of the development level of Chinese agricultural modernization in the geographical space also reveal some regional differentiation pattern, and how to break the stereotype and path dependence of agriculture development will become the practical problem and scientific issue for government at all levels and geographers; (4) The development level of Chinese agricultural modernization can be divided into five types of areas and different areas should have clear present and future development ideas and strategies.

Key words: agricultural modernization; spatial distribution; types; regional differentiation law; China