

宁夏农业可持续发展评价及空间分异

吴强强¹, 米文宝^{1,2}, 姚晓艳¹

(1. 宁夏大学 资源环境学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学 西北退化生态恢复与重建教育部重点实验室, 宁夏 银川 750021)

摘要:农业是人类的衣食之源,生存之本,是国家向前发展的基石。因此,从多角度分析研究农业发展水平、空间分异,对区域农业可持续发展具有重要的现实意义。以宁夏回族自治区为例,从人口子系统、经济子系统、社会子系统、资源环境子系统等4个维度构建宁夏农业可持续发展评价指标体系,采用熵值法、综合加权求和模型、三维趋势分析、探索性空间数据分析(ESDA-GIS)方法,研究了2010—2014年宁夏农业可持续发展。结果表明:总体上宁夏农业可持续发展水平处于波动上升的趋势,南北方向上递增,东西方向呈“倒U型”分布;农业可持续发展表现出空间自相关模式,主要集中在“高高型”和“低低型”象限,其中“高高型”主要分布在银川市、永宁县、平罗县等北部引黄灌区,“低低型”主要集中在南部山区和中部干旱带,根据不同的区域农业可持续发展状况提出相应的对策建议。

关键词:农业可持续发展;空间分异;宁夏

中图分类号:F 327(243) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)12-0203-08

农业是国民经济的基础,其可持续发展不仅是国家关注的焦点,也是整个人类可持续发展的基础保障和优先考虑的问题,农业可持续发展研究也成为当今世界性潮流。国家财政部2014年明确提出要“坚持可持续、提升竞争力”走出产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的现代农业发展道路实现高产高效和资源环境协调发展^[1]。自2004年以来,每年的中央一号文件都聚焦农业问题并针对我国农业发展的现状做出了具体的政策安排,指导农业发展。在《我国国民经济与社会发展第十三个五年规划》中指出进一步促进农业现代化,确保粮食安全,推进农业供给侧结构性改革,是当前和今后一个时期农业发展的主要方向。上述举措进一步说明了农业可持续发展研究的重要性。

近年来,农业可持续发展不仅成为社会普遍关注的问题而且也成为学术界研究的热门话题之一。国

内外学者围绕农业可持续发展评价做了广泛和深入的研究,从评价的框架来看主要包括PSR框架、DPSIR框架以及DPS框架。研究的理论方面包括生态占用理论、能值理论、耗散结构理论^[2]等。评价的指标体系主要包括2类:一类是宏观性指标,即宏观方面分析国家农业可持续发展总体水平,具有较强的概括性,但缺点是无法呈现区域差异以及反映区域问题,也不能为区域农业可持续发展提供直接的策略及建议,典型代表有1991年布郎提出的经济福利指标(ISEW)、1994年牛文元提出的人类活动强度指标(HAI);另一类指标是指利用多层次指标结构反映农业可持续发展的多个维度,利用系统工程理论建立层次结构的指标体系,较前者这类指标体系能更好的反映区域不同农业类型的复杂性和多样性。但是由于地域差异的不同以及不同的学者对农业可持续发展见解的不同,至今仍然没有一套能够在全国范围内使用的标准化指标体系^[2]。其中具有代表性的有联合国可持续发展委员会(UNCSD)提出的指标体系以及中国科学院提出的“中国可持续发展指标体系”。随着研究的不断深入,近年来,指标体系研究领域产生了大量丰硕的成果^[3-8]。从指标权重确立的方法来看,主要方法有德尔菲法、层析分析法、专家打分法、变异系数法和主成分分析法等,并将此类方法统称主观赋值法以及

第一作者简介:吴强强(1990-),男,甘肃天水人,硕士研究生,研究方向为区域可持续发展。E-mail:1635660536@qq.com.

责任作者:米文宝(1962-),男,陕西富平人,博士,教授,博士生导师,现主要从事生态学与区域可持续发展等研究工作。E-mail:miwbao@nxu.edu.cn.

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ13022)。

收稿日期:2017-02-28

客观赋值法^[9-10]。在研究尺度上,此类研究多以国家和省域尺度以及单个县(市)尺度为主,多个县(市)尺度研究较少,研究方法上多以农业可持续发展水平评价为主,空间分异、总体评价及策略研究较少。基于此,学术界普遍认为农业可持续发展是一个复杂的动态系统,需要多方法、多角度综合研究。

宁夏回族自治区素有“塞上江南”之美誉,其中银川平原我国重要的商品粮生产基地之一,该区域既有人均耕地充足,光热资源丰富的农业资源优势,也有地处干旱半干旱区水资源短缺,生态环境脆弱的限制性因素。因此,需要从全区层面通过对人口、社会、经济、资源环境等方面对农业发展进行全面把握,提高农业持续发展的能力,更好为“三农”服务。现选取 2010—2014 年数据,首先对原始数据进行标准化处理,应用熵值法对指标权重进行测算获得指标权重,克服了获取权重值过程中的主观影响;其次,选取县(市)尺度从微观尺度进行研究,弥补以往研究中的不足;最后,采用综合指数法、三维趋势分析、探索性空间数据分析等方法对农业可持续发展水平及空间分异进行探究,多方法、多角度论证宁夏农业可持续发展,以期明确现阶段农业可持续发展综合状况,为宁夏农业发展提供参考依据。

1 研究区概况

宁夏回族自治区位于东经 104°11′~107°39′,北纬 35°14′~39°23′,地处西北干旱和半干旱区,位于黄河流域中上游。东部与陕西省相邻,西部与甘肃省相连,北部与内蒙古相接。总面积 5.19 万 km²,现辖银川市、石嘴山市、中卫市、吴忠市、固原市 5 个地级市共 19 县区。按照自然地理特征以及经济发展水平将该区划分为北部引黄灌区、中部干旱带和南部山区三大地理单元。北部引黄灌区地势平坦,以平原为主农业资源条件优越,集中了全区一半以上的人口,拥有全区 66% 的粮食产量;中部干旱带北连引黄灌区、南接南部山区、西靠腾格里沙漠、东临毛乌素沙漠,具有土地面积广阔、光热充足的优越条件,又有水资源短缺、蒸发强烈、自然环境恶劣的不足之处;南部山区以黄土丘陵沟壑为主,主要面临生态环境脆弱、水土流失严重、地表支离破碎、基础设施薄弱、抵御自然灾害的能力差、区域经济发展相对滞后等限制性因素。宁夏全区平均海拔 1 090~2 000 m,年平均降水量 183.4~677.0 mm,年平均气温 5.3~9.9℃。现拥有耕地面积 110.348 万 hm²,地表水资源拥有量 84.470 亿 m³。2015 年,全区现有总人口 647.190 8 万人,农业人口为 402.941 万人,农业总产

值为 385.149 亿元^[11]。在当前农业资源有限而人口数量不断增长的情况下,开展宁夏县域农业可持续发展综和评价和空间分异研究,对促进农业发展、保障粮食安全、满足人民生活需要及农业现代化和新兴城镇化的协同发展具有重要的现实意义。

2 数据来源与模型构建

2.1 指标体系构建

基于农业可持续发展的内涵以及参考相关研究成果^[12-14],在遵循指标选取的系统性、客观性、科学性、典型性和可获取性等原则,构建由 4 个一级指标 23 个、二级指标组成的宁夏农业可持续发展评价指标体系。其中用区域人口密度、人口自然增长率、男女性别比反映农业可持续发展的保障和需求状况,构成人口子系统;经济子系统中选取体现农业可持续发展水平指标,主要包括农用耕地生产率、粮食单产、农民人均纯收入、农村人均用电量、单位耕地农业总产值、农业劳动人均生产总值、单位耕地农机总动力;社会子系统选取城乡收入差距系数、农村百户居民移动电话数、农村百户居民计算机台数、农村自来水普及率反映农业可持续发展的目的和农业信息化状况。资源环境子系统选取人均耕地指数、复种指数、森林覆盖面积、化肥使用强度、农药使用强度、农用塑料薄膜使用率、垦殖指数、年平均降水量、农田有效灌溉率反映农业可持续发展所依赖的物质基础(表 1)。

2.2 数据来源

以宁夏 19 个县(市)为研究单元,基础数据主要来源于:《宁夏统计年鉴》(2011—2015)^[15-16]、《红寺堡区经济要情手册(2009—2013)》《盐池经济要情手册(2010—2014)》《原州区经济要情手册(2010—2014)》《固原市经济要情手册(2010—2014)》《中卫市经济要(2011—2013)》《海原县经济要情手册(2010—2014)》等,以及各县市的 2011—2015 年《国民经济和社会经济发展统计公报》《宁夏回族自治区城市、县城和村镇建设统计公报》以及《中国县域统计年鉴》《中国农村统计年鉴》,部分数据为计算所得。

2.3 模型构建

2.3.1 数据标准化处理 对于正向指标: $X_{ij} = \frac{(x_{ij} - x_{i,\min})}{(x_{i,\max} - x_{i,\min})}$ (1), 对于逆向指标: $X_{ij} = \frac{(x_{i,\max} - x_{ij})}{(x_{i,\max} - x_{i,\min})}$ (2), 式中: X_{ij} 、 x_{ij} 分别指第 i 个样本第 j 个指标的标准化了的值和原始值; $x_{i,\max}$ 、 $x_{i,\min}$ 分别是指第 j 个指标序列的最大值、最小值。

表 1 宁夏农业可持续发展及空间分异评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of agricultural sustainable development and spatial differentiation in Ningxia

一级指标	二级指标	单位	指标含义	属性
人口子系统	区域人口密度	人·hm ⁻²	区域总人口/区域总土地面积	—
	人口自然增长率	%	年鉴数据	—
	男女性别比	%	女性 100	—
经济子系统	农用耕地生产率	元·hm ⁻²	农业增加值/耕地面积	+
	粮食单产	kg·hm ⁻²	(粮食总产量/耕地总面积)×复种指数	+
	农民家庭人均纯收入	元	年鉴数据	+
	农村人均用电量	kW	农村总用电量/农业人口	+
	单位耕地农业总产值	元·hm ⁻²	农业总产值/耕地面积	+
	农业劳动人均生产总值	元	农林牧副渔产值/农业劳动力	+
	单位耕地农机总动力	kW·hm ⁻²	农机总动力/耕地总面积	+
社会子系统	城乡居民收入差距系数	%	农村居民可支配收入/城镇居民可支配收入	—
	农村百户居民移动电话数	部	年鉴数据	+
	农村百户居民计算机台数	台	年鉴数据	+
	农村自来水普及率	%	自来水受益村/自然村数	+
资源环境子系统	人均耕地指数	hm ²	耕地面积/人口总数	+
	复种指数	%	全年播种面积/耕地总面积	+
	森林覆盖面积	%	林地面积/土地总面积	+
	化肥使用强度	%	化肥使用量/耕地总面积	—
	农药使用强度	kg·hm ⁻²	农药使用量/耕地总面积	—
	农用塑料薄膜使用率	kg·hm ⁻²	农用塑料薄膜使用量/耕地总面积	—
	垦殖指数	%	耕地面积/区域土地面积	—
	年平均降水量	mm	年鉴数据	+
	农田有效灌溉率	%	农田有效灌溉面积/耕地面积	+

注：“+”“—”分别代表“正向指标”和“逆向指标”。

2.3.2 指标权重的确立 采用熵权法^[16]对指标的权重进行确立,该方法根据指标间的离散程度,用信息熵来确定指标的权重,是一种客观的评价方法。具体步骤如下。确定指标比重 K_{ij} : $K_{ij} =$

$$\frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (3), \text{ 计算信息熵 } E_j: E_j = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ij} \ln K_{ij}}{g} \quad (4), \text{ 式中:}$$

\ln 是自然对数, $g = \ln n$, $0 \leq E_j \leq 1$ (当 $K_{ij} = 0$ 时, 规定 $K_{ij} \ln K_{ij} = 0$)。计算差异系数 D_j : $D_j = 1 - E_j$ (5),

$$\text{确定指标权重 } W_j: W_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^n D_j} \quad (6)。$$

2.3.3 综合加权求和模型 农业可持续发展是一个复杂的动态过程,为了更好的对其发展水平进行综合评价,采用综合加权求和模型,计算指标的综合评价值。 $T = \sum_{i=1}^n W_j X_{ij}$ (7), 式中: W_j 为评价指标 j 的权重, X_{ij} 为数据标准化处理的值。

2.3.4 三维趋势分析 采用统计分析 (geostatistical analyst) 中的趋势分析工具 (tenrd analysis tool) 将研究点转化成属性值为高度的三维可视图,揭示研究对象在空间的总体分布特征,所以将宁夏各县(市)农业可持续发展综合指数高度属性值为 Z 值,采用多次多项式拟合生成三维透视网络图,并旋转合理

的透视角度,揭示宁夏农业可持续发展发展水平空间分异以及发展趋势^[17]。

2.3.5 探索性空间数据分析 (ESDA-GIS) 探索性空间数据分析是揭示空间特征和属性数据的重要方法,分为全局自相关^[18]和局部自相关^[19-22]。全局自相关反映空间连接和空间相邻属性值的相似性,用来分析研究区空间差异程度和关联程度。通常使用 Global Moran' I 指数进行度量, $I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}$ (8), 式中: X_i 为 i 地区数据的

属性值, W_j 为 j 地区的属性值, \bar{X} 为属性的平均值, W_{ij} 为权重矩阵, $I > 0$ 表明农业可持续发展在空间上集聚,趋近于 1 表明农业可持续发展空间分异越小。局部自相关是指可反映局部之间的属性值,弥补了全局自相关的缺陷。通常采用 LISA 指数、Moran 散点图进行度量。 $LISA = Z_{ij} \sum W_{ij} Z_j$ (9), 式中: Z_j 表示在区域上的属性值的标准化, W_{ij} 为空间的权重值。

3 结果与分析

以宁夏 19 个县市为基本研究单元,首先,根据公式(1)~(2)对宁夏农业可持续发展指标体系中涉及的 23 项指标进行标准化处理,其次,根据公式

(3)~(6)分别计算指标的权重值;再根据公式(7)测算 2010—2014 年宁夏农业可持续发展综合得分值,在此基础上应用三维趋势分析方法探讨宁夏农业可持续发展宏观趋势,最后根据公式(8)~(9)计算出空间分异状况。

3.1 农业可持续发展时序演变

根据标准化处理的数据和熵值法所得的权重,测算了宁夏农业可持续发展的综合评价值。总体上来看,2010—2014 年宁夏农业可持续发展呈现波动上升的态势,但发展水平具有不均衡性。序列两端趋于稳定,银川市和永宁县一直处于首位,且银川市和其他县市始终存在着差距,盐池、西吉、海原等县排列靠后。具体来看,银川市连续 5 年综合得分位于第一且处于波动上升的趋势,综合得分值分别为 0.513 8、0.467 3、0.533 9、0.585 7、0.521 3。其次,永宁县、平罗县、贺兰县、青铜峡市和灵武市发展水平位于前列,特别是青铜峡市发展水平虽有波动但稳步升高,其 5 年得分值分别为 0.487 5、0.427 1、0.467 4、0.527 8、0.443 4,其他各县市分值趋于稳定且波动较小,其原因得益于该地区土地资源优势和黄河纵贯全境的水资源优势,以及近年来国家农业政策的不断扶持,例如农机补贴、农作物良种补贴、粮食直补的补贴投入,使得农民的积极性不断提高,同时现有体制的不断革新,向着“谁种粮,谁受益”的方向发展,为农业发展扫清了障碍,从而促进了农业

的大发展,所以该地区综合得分值不断提升。中宁县、利通区保持了基本不变的发展态势,处于中等水平。而红寺堡区 2010—2011 年得分值较高,但 2012—2014 年波动较大且得分值出现低值,主要原因是该区属于国家划定的限制开发区,自然状况恶劣成为农业发展主要限制性因素外,由于财政政策不断变化,导致农业投入出现波动,例如 1 hm² 耕地的农业机械总动力从 5.124 kW 下降到 5.029 kW,人均耕地面积由 0.113 hm² 减少至 0.091 hm²。再次,盐池县、原州区、西吉县、隆德县、泾源县、彭阳县、海原县 2010、2011 年发展水平得分值较低,而 2012—2014 年得分值快速升高,出现明显的反差,原因在于除了原州区之外,其他各县均为国家划定的限制开发区,自然条件不佳,但近年来实施生态移民政策缓解了农业发展面临压力,同时按照国家政策因地制宜、宜农则农、以牧则牧、宜林则林、宜果则果,开展生态农业建设和地方特色优势农业不断缓解生态压力,开创资源环境承载力和农业生产力相适应的新格局。宁夏各县市农业可持续发展具有显著地域性特征,北部引黄灌区县(市)农业可持续发展水平较高,且可持续发展能力不断增强。水平较低的县市主要位于中部干旱带及南部山区。各县市农业发展状况变化普遍,无论是综合得分还是排序,大部分县市都经历了升或降的变化,此外,除个别县市变化幅度较大外,其他城市变化幅度较小(表 2)。

表 2

宁夏农业可持续发展综合评价得分

Table 2 Ningxia agricultural sustainable development comprehensive evaluation scoring

县区	2010	排名	2011	排名	2012	排名	2013	排名	2014	排名
银川市	0.513 8	1	0.467 3	1	0.533 9	1	0.585 7	1	0.521 3	1
永宁县	0.483 9	3	0.450 1	2	0.517 4	2	0.550 4	2	0.519 5	2
贺兰县	0.475 4	5	0.429 3	5	0.497 6	3	0.503 3	5	0.421 2	8
灵武市	0.405 3	9	0.398 4	7	0.408 4	6	0.493 3	6	0.450 1	5
石嘴山市	0.419 1	8	0.371 0	12	0.388 1	9	0.454 0	9	0.368 3	12
平罗县	0.482 2	4	0.440 6	4	0.430 2	5	0.545 3	3	0.476 9	3
利通区	0.441 9	6	0.387 6	9	0.403 7	7	0.460 3	8	0.458 9	4
红寺堡区	0.378 5	11	0.386 1	11	0.265 1	19	0.269 4	9	0.244 5	19
盐池县	0.327 1	15	0.303 8	15	0.309 9	16	0.315 8	16	0.355 7	14
同心县	0.290 9	17	0.265 5	18	0.356 1	11	0.276 9	18	0.319 6	17
青铜峡市	0.487 5	2	0.427 1	6	0.467 4	4	0.527 8	4	0.443 4	6
原州区	0.362 5	13	0.286 4	16	0.337 3	13	0.409 7	13	0.394 1	11
隆德县	0.336 6	16	0.450 5	3	0.326 3	15	0.421 5	11	0.330 6	16
西吉县	0.247 5	19	0.267 3	17	0.290 3	18	0.364 6	15	0.381 3	13
泾源县	0.353 0	14	0.386 5	10	0.358 5	10	0.414 2	12	0.410 3	9
彭阳县	0.371 3	12	0.326 7	14	0.331 5	14	0.379 3	14	0.319 0	18
沙坡头区	0.394 0	10	0.339 0	13	0.341 4	12	0.452 5	10	0.427 7	7
中宁县	0.424 6	7	0.397 2	8	0.388 4	8	0.477 0	7	0.404 9	10
海原县	0.253 3	18	0.255 2	19	0.291 3	17	0.292 3	17	0.337 5	15

3.2 农业可持续发展宏观趋势分析

利用 ArcGIS 10.0 地统计分析中的全局趋势分析法,将宁夏 2010—2014 年农业可持续发展的水平指数作为 Z 轴属性值,X 轴和 Y 轴分别为正南、正西方向生成三维透视图,并将其旋转至合理的角度便于分析农业可持续发展的发展趋势。由图 1 可知,宁夏农业可持续发展空间分异特征比较显著,从空间分布整体特征上看出 2010—2014 年宁夏农业可持续发展水平南北方向高于东西方向,南北方向呈阶梯状自北向南平滑过渡趋势,表明农业综合发展

水平北部高于南部,东西方向上呈“倒 U 型”趋势,呈中部高于东部和西部趋势,到 2014 年曲线变化的趋势整体幅度有所提高,说明宁夏农业可持续发展水平在不断提高,县区之间空间差异有缩小的趋势,其原因在于近年来国家农业政策的不断优化以及农业专项资金的不断投入,农业政策起到举足轻重的作用,但空间差异格局仍然存在。这与北部较中部自然地理条件及经济发展条件优越的实际状况具有一致性。

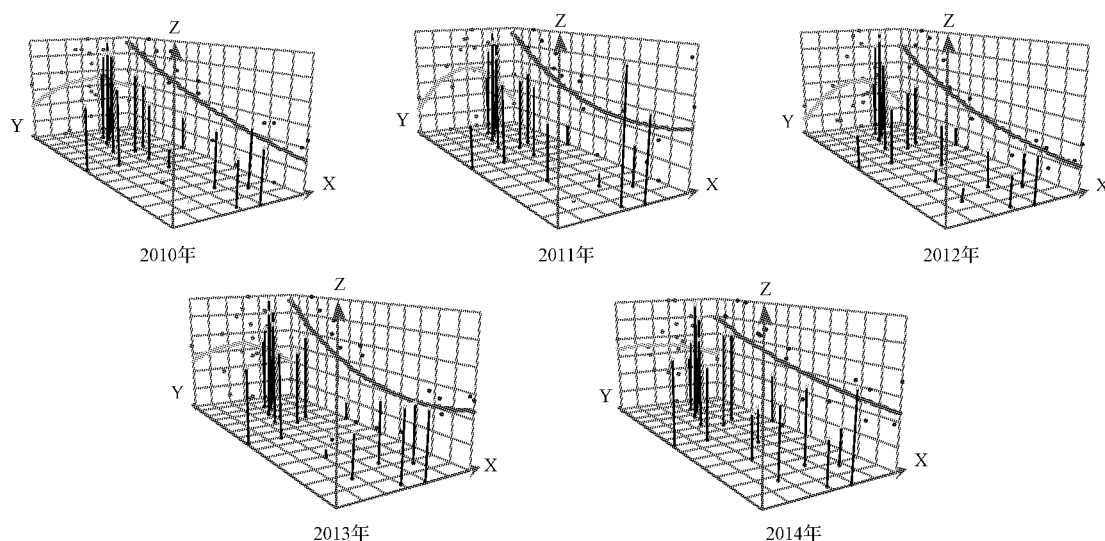


图 1 2010—2014 年宁夏农业可持续发展趋势

Fig. 1 2010—2014 Ningxia agricultural sustainable development trend analysis

3.3 农业可持续发展空间分异特征

全局散点图分析,为了更加深入的分析宁夏各县(市)之间的空间关系,将宁夏农业可持续发展评价水平综合值代入公式(8)~(9)进行测算, Moran's I 值通过一致性检验,并基于 GeaDA 软件计算绘制了 2010—2014 年农业可持续发展全局 Moran 散点图,依据发展水平综合评价值选取具有代表性的 2010、2012、2014(图 2),根据 Moran's I 值将研究区域划分为 4 种类型:1)高高(HH)型,表明该县自身和周边县区农业可持续发展水平都较高,二者之间的差异程度较小,位于右上象限;2)低高(LH)型,表明该县农业可持续发展水平较低周围县区水平高,空间差异较大,位于左上象限;3)低低(LL)型,表明该县与周围各县农业可持续发展水平都较低,空间差异小,位于左下象限;4)高低(HL)型,表明该县农业可持续发展水平较高而周围各县水平较低,空间差异较大,位于右下象限。

从图 2 可以看出,2010—2014 年县区主要集中

在 HH 型(右上象限)和 LL(左下象限)。2010 年落 HH 型(右上象限)的县区有 7 个,占县市总数的 39%;落入 LL 型(左下象限)的县区有 8 个,占县市总数的 42%, LH 型和 HL 型数量极少,说明宁夏农业可持续发展具有明显的二元结构,发展水平相似的县区在空间上集聚,农业可持续发展水平较高的地区主要集聚在北部引黄灌区,例如银川、永宁、平罗等县(市)成为热点区。发展水平落后的地区主要分布在南部山区,例如西吉县、隆德县、海原县成为冷点区。2012 年整体状况变化不大, HH 型(右上象限)几乎没有发生改变,而 LL 型(左下象限)的县区数增加到 9 个。从整体状况来看,2010、2012 年近一半的县区落入 LL 型(左下象限),充分说明了宁夏农业可持续发展整体水平比较靠后。通过 2014 年的散点图可以看出 LL 型(左下象限)的县区数量在减少, LH、HL 型数量增多,但 LL 型县区数量仍然较多,说明农业发展能力虽不断地提升,但各县区之间存在明显的非均衡发展趋势,空间异质性明显(表 3)。

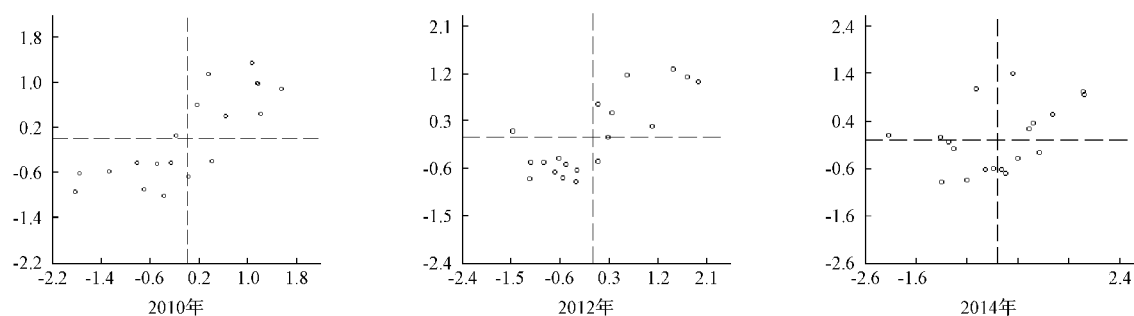


图2 2010、2012、2014年农业可持续发展综合评价散点图

Fig. 2 Scattered points of 2010, 2012, 2014 agricultural comprehensive evaluation of the development

表3 宁夏农业可持续发展综合评价 Moran 散点图分布

Table 3 Distribution of Moran scatter plot in comprehensive evaluation of agricultural sustainable development in Ningxia

象限	年份		
	2010	2012	2014
高高(HH)	银川市、永宁县、平罗县、贺兰县	银川市、永宁县、平罗县、贺兰县	银川市、永宁县、平罗县、
低高(LH)	无	无	无
低低(LL)	西吉县、原州区、同心县	西吉县、原州区、同心县	同心县
高低(HL)	无	无	无

LISA 分析,从 Moran 散点图(图 2)分析得出宁夏农业可持续发展存在明显的二元结构,分属 HH 型和 LL 型的县区位于北部引黄灌区和南部山区具有较强的空间正向相关性。但空间自相关的说明程度不够。而 LISA 聚类图正好弥补了这一缺陷,LISA 是衡量研究区空间属性和周围地区相近(正相关)或者相异(负相关)的空间指标,利用 Geada 软件绘制了 2010、2012、2014 年的 LISA 指数聚类图。由图 3 进一步说明,宁夏农业可持续集聚状态显著,空间分异状况凸显南北差异,HH 型主要围绕银川市周围北部引黄灌区,并且集聚趋势不断加强,2010 年和 2012 年 HH 型没有发生变化,呈现组团式的空间结构,主要县市有银川市、永宁县、贺兰县、平罗县。2014 年平罗县脱离 HH 型转化为不显著型,出现波动态势。北部地区作为宁夏农业发展的优势地区,区位优势非常显著,具有良好资源环境禀赋,形成农业可持续发展的高分值集聚区;LL 型主要有西吉县、原州区和中部干旱带同心县,2014 年 LL 型只有同心县,原州区和西吉县均转化为不显著型,不存在集聚现象,LL 型数量减少说明宁夏农业可持续发展向着更加良好的方向发展,这与宁夏自然条件和经济发展北高南低的发展格局是相吻合的。总体来看,HH 型主要集聚在以银川市为中心的北部地区,这些地区除了具有优越的自然地理条件外,银川市作为全区的政治、经济、文化中心有着农业发展所需要的技术、资金、现代化信息等具有极强的辐射作

用,农业产出效率高;针对农业可持续发展较好的 HH 型地区,应以农业可持续发展为主线,建立现代化高标准的农业示范园区,促进有机、优质、高产高效、绿色农业的建设,提升了农业的灌溉效率和水资源利用率,推进农业产业规模化、标准化、机械化、信息化、科技化,逐步形成以优质粮食、枸杞、葡萄种植为主的现代农业生产体系,提高农业的集约化经营水平,发展高效农业和设施农业;完善农业补贴政策、农田水利建设,利用好黄河这条黄金水道以及农村物流基础设施建设;着力推进农村信息化建设,让农业插上互联网的翅膀,强化农村一二三产业深度融合,实现农业在宽带增效,农民在键盘上致富、农村在互联网上繁荣^[23]。其次,LL 型主要集聚在南部山区以及中部干旱带地区,LL 区 2010—2014 数量逐渐较少,集聚现象不明显,但农业发展能力持续增强,这得益于近年来国家政策支撑和自然条件的改良。针对中部干旱带现状要以水资源的合理利用开发为重点,发展旱作高效节水农业,改善区域生态环境,因水布局发展农业,将被动抗旱变为主动调整,提升防沙治沙的能力,在扬黄灌区形成粮食种植、经济作物为主的农业生产结构,加强农业机械化建设,提高农业综合产出能力,打造以县市为主的旱作优质农业示范区;契合消费者和市场的导向,减少塑料薄膜、农药、化肥的使用,代而使用农家肥减少农田污染,趋利避害发展养殖业,例如延长“滩羊”养殖产业链使之成为国内外知名品牌,创造品牌效益,

农业朝多元化方向发展,同时针对南部山区农业发展存在水资源短缺,生态环境脆弱,基础设施薄弱、抵御自然灾害的能力差、粮食产量低而不稳的现状。首先,应该将生态保护和水土保持放在首位,合理确定农业发展方向和发展规模,培育以马铃薯、中药材为主的特色优势产业以及以小杂粮为主的绿色保健食品,在山地地区大力发展林果业,既促进农业发展

又加强了水土保持,进行小流域综合治理,改善生态环境脆弱的现状,在河谷川道发展种植大棚,积极发展设施农业,对不适宜居住的灾害易发区坚持生态移民和生态补偿政策,共同打造生态农业示范区。在国家实施精准扶贫战略指导下,强化新型城镇化建设和扶贫开发相结合、新农村建设相结合,实现社会、经济、生态协同发展。

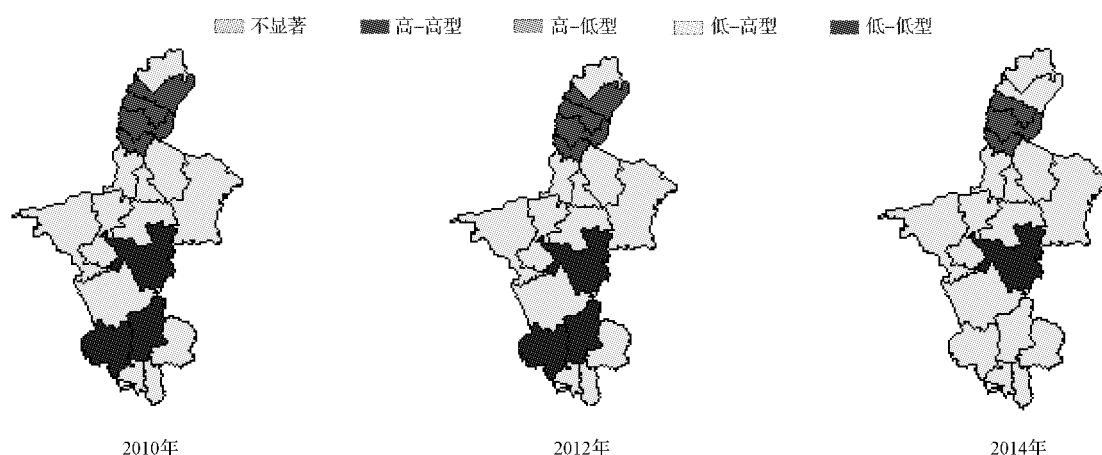


图3 2010、2012、2014年宁夏农业可持续发展局部空间分异图

Fig. 3 Sustainable development of agriculture in Ningxia local space of 2010, 2012, 2014

4 讨论与结论

该研究以宁夏回族自治区19个县(市)为例,选取2010—2014年数据资料,分析宁夏农业可持续水平和空间分异状况,较之前人研究尺度主要集中在国家或省域大尺度,研究方法主要集中在农业发展能力的评价上,且多以主观评价为主,主要选取县域尺度能更加详细的阐明现阶段农业发展水平,在研究方法上,采用熵权法确定权重,避免了由于主观人为原因的影响,使研究结果更好的反映了区域的真实情况。同时采用综合指数法、三维趋势分析、探索性空间数据分析等多种方法,多角度论证了宁夏农业可持续发展水平、发展趋势、空间分异状况,使得该研究更具有科学性。

研究结果表明,宁夏农业可持续发展呈现波动上升的趋势,农业可持续发展水平较高的地区主要集聚在北部引黄灌区,今后发展的方向应是以水资源的节约利用为主形成现代农业生产体系。落后地区主要集聚在中部干旱带和南部山区,其中南部地区生态环境脆弱,自然条件较差,是国家划定的限制开发生态区,必须坚持生态功能第一,发展现代生态农业是该地区农业可持续发展的重要方向。

农业可持续发展研究对于保障粮食生产,促进

农民增收、维护农村社会稳定具有重大意义,该研究关注小尺度区域并充实了此类研究,但仍然没有对宁夏19县市逐个进行深入分析,提出具体指导农业发展的措施,这将是后续研究需要重点探讨的问题。

研究期内,2010—2014年宁夏农业可持续发展水平总体呈现波动上升的趋势,个别县区波动较大,各县区综合发展水平各异。宁夏农业可持续发展水平南北方向高于东西方向,南北方向呈阶梯状自北向南平滑过渡趋势,说明北部农业发展水平明显高于南部,东西方向呈“倒U型”趋势,表明中部农业发展水平高于东部和西部,农业发展水平不断提高,但空间差异明显,这一现象将长期存在。从全局空间自相关分析存在明显的二元结构,宁夏北部主要成为HH型集聚区,LL型集聚区主要在中部干旱带和南部山区,2014年LL型数量减少,说明空间差异有缩小的趋势且农业可持续发展能力不断增强。

参考文献

- [1] 史文娇,胡云峰,石晓丽,等.宁夏农业综合开发战略转型区划研究[J].地理学报,2015,70(12):1884-1896.
- [2] 高鹏,刘燕妮.我国农业可持续发展水平聚类分析评价:基于2000—2009年省域面板数据的实证分析[J].经济学家,2012,3(11):59-65.
- [3] 袁久和,祁春节.基于熵值法的湖南省农业可持续发展能力动态评价[J].长江流域资源与环境,2013,22(2):152-157.

- [4] 王晓红. 黑龙江垦区农业可持续发展评价指标体系[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2003, 15(1): 119-122.
- [5] GUSTAVSON K R, LONERGAN S C, RUITENBEEK H J. Selection and modeling of sustainable development indicators: A case study of the Fraser river basin British Columbia[M]. Ecological Economics, 1999, 28: 117-132.
- [6] STEVENSON M, LEE H. Indicators of sustainability as a tool in agricultural development: Partitioning scientific and participatory processes[J]. International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 2001(8): 57-65.
- [7] 梁学庆. 黑龙江农业可持续发展目标及评价指标体系[J]. 国土与自然资源研究, 2001(3): 27-30.
- [8] 曹执令. 区域农业可持续发展指标体系构建与评价: 以衡阳市为例[J]. 经济地理, 2015, 32(8): 113-116.
- [9] 温淑红, 温学飞, 安钰. 基于 DPSIR 模型对宁夏同心旱作补水农业可持续发展分析[J]. 水土保持研究, 2011, 18(5): 231-235.
- [10] 张丽, 刘越. 基于主成分分析的农业可持续发展实证分析: 以河南省为例[J]. 经济问题, 2007(4): 8-36.
- [11] 宁夏回族自治区统计局. 宁夏统计年鉴 2015[M]. 北京: 中国统计出版社, 2015.
- [12] 张红丽. 干旱地区绿洲节水生态农业现代化发展道路研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [13] 龙冬平, 李同昇, 苗园园, 等. 中国农业现代化发展水平空间分异及类型[J]. 地理学报, 2014(2): 2013-2016.
- [14] 李晓甜, 石培基. 甘肃省区域农业竞争力评价与时空演变分析[J]. 农业现代化研究, 2014, 37(2): 238-246.
- [15] 宁夏回族自治区统计局. 宁夏统计年鉴 2014[M]. 北京: 中国统计出版社, 2014.
- [16] 宁夏回族自治区发展和改革委员会. 宁夏回族自治区资源环境地图集[M]. 北京: 中国地图出版社, 2006.
- [17] 石培基. 基于熵值法的建设用地集约利用评价[J]. 干旱区研究, 2009, 26(4): 502-507.
- [18] 宋永永, 米文宝. 宁夏耕地集约利用时空演化研究[J]. 经济地理, 2015, 35(9): 172-182.
- [19] ANSELIN L, SYABRI I, KHO Y. GeoDa: an introduction to spatial data analysis[J]. Geographical Analysis, 2006, 38(1): 5-22.
- [20] ANSELIN L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis[J]//Longley P A, Godchild M F, Maguire D J (eds.), Geographical information systems (2nd ed) [M]. New York: John Wiley & Sons, 1999: 253-266.
- [21] 方远平, 谢蔓. 创新要素的空间分布及其对区域创新产出的影响: 基于中国省域的 ESDA-GWR 分析[J]. 经济地理, 2012, 32(9): 8-14.
- [22] 宋永永, 米文宝, 卜晓燕. 基于虚拟水战略的宁夏农业生产空间布局优化研究[J]. 农业现代化研究, 2015, 36(1): 92-98.
- [23] 杨建利, 邢骄阳. 我国农业供给侧结构性改革研究[J]. 农业现代化研究, 2016, 37(4): 613-620.

Assessment and Spatial Differentiation of Sustainable Development of Agriculture in Ningxia

WU Qiangqiang¹, MI Wenbao^{1,2}, YAO Xiaoyan¹

(1. College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Key Laboratory of Ministry of Education of Restoration and Reconstruction for the Degraded Ecosystem in Northwestern China, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Agriculture is the source of human food and clothing, the survival of the country, is the cornerstone of development, therefore, it is of great practical significance to demonstrate the level of agricultural development, spatial differentiation, and development trend, and has important practical significance to the sustainable development of regional agriculture. This study in Ningxia to autonomous region as an example, Ningxia agricultural sustainable development evaluation index system was constructed from the population subsystem and economic subsystem, social subsystem, resources and environment subsystem four dimensions by entropy method, comprehensive weighted sum model, three-dimensional trend analysis, exploratory spatial data analysis (ESDA-GIS) method, the 2010—2014 Ningxia agricultural sustainable development evaluation and spatial differentiation. The results showed that, 1) Ningxia agricultural sustainable development level was in the trend of fluctuation, increasing in the north and south direction, and the direction of the east and the west was inverted 'U'; 2) Agricultural sustainable development II exhibit spatial autocorrelation patterns, 'high type' were mainly distributed in Yinchuan city, Yongning county, Pingluo county irrigation area to the north, 'low type' were mainly distributed in the southern mountains, and in the central arid zone. Finally, the corresponding countermeasures and suggestions were put forward for different regions.

Keywords: agricultural sustainable development;; spatial differentiation;; Ningxia