

# 1996—2016年河北省耕地功能空间分异及综合分区

秦彦杰<sup>1,2</sup>, 刘欣<sup>1,2</sup>, 唐守普<sup>3</sup>, 武爱彬<sup>1,2</sup>, 赵艳霞<sup>1,2\*</sup>, 沈会涛<sup>1,2</sup>

1. 河北省科学院地理科学研究所, 石家庄 050011

2. 河北省地理信息开发应用工程技术研究中心, 石家庄 050011

3. 河北省国土整治中心, 石家庄 050031

**摘要** 以河北省147个县域为研究对象,开展耕地功能评价,分别采用主导功能系数和莫兰指数测度耕地主导功能演变和空间集聚特征,综合考虑耕地主导功能和空间集聚2个要素特征,划分耕地功能分区。结果表明:(1)1996—2016年,河北省耕地功能由单一功能主导逐渐向复合功能主导演变,生产和生态功能增强,社会功能减弱。(2)河北省耕地功能空间集聚程度较高,呈上升趋势;空间上呈现出东南部平原区耕地生产、生态功能高值集聚,西北部山区耕地社会功能高值集聚的分布特征。(3)将河北省耕地划分为生产功能优势区、生态功能优势区、社会功能优势区和功能低值离散区4个功能区,针对不同耕地功能区,按突出主导功能、兼顾综合效益的原则实施耕地管理措施,引导耕地功能的调整,实现耕地多功能的目标。

**关键词** 耕地功能;空间集聚;主导功能;综合分区;河北省

耕地是人类赖以生存的基本资源和物质保障,其生产功能一直受到重点关注<sup>[1]</sup>。随着社会发展,人类的物质需求愈趋多样化,耕地的生态、社会和文化等功能的重要性日益突显。耕地资源短缺、耕地粮食生产与建设占用、生产与生态需求对耕地的需求博弈成为当前耕地利用的主要问题,已有研究表明,耕地单一生产功能管理向多功能管理转型是

解决耕地问题的途径之一<sup>[2-3]</sup>。

纵观国内外学者对耕地多功能的研究,多集中于耕地内涵组成、评价指标体系构建及影响评价等方面<sup>[4-7]</sup>,其中,Andersen等构建耕地功能分类体系,采用加权叠置分析法综合分析农场的多功能。van der Ploeg等通过对比农场的实践活动,完善了农业多功能分类体系。国内学者多是从耕地资源

收稿日期:2021-10-26;修回日期:2022-02-01

基金项目:河北省省级科技计划软科学研究专项项目(225576122D,194576121D);河北省科学院科技计划项目(21107)

作者简介:秦彦杰,副研究员,研究方向为土地生态学,电子信箱:149141589@qq.com;赵艳霞(通信作者),研究员,研究方向为国土资源可持续利用,电子信箱:zhyx8698@163.com

引用格式:秦彦杰,刘欣,唐守普,等.1996—2016年河北省耕地功能空间分异及综合分区[J].科技导报,2022,40(12):107-117;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2022.12.010

自身价值出发构建评价指标体系,并逐渐向耕地多功能管理与实践的研究发展,研究多注重于耕地内涵、功能间的关联性和层次性、多功能管理途径、时空演变特征、驱动机制等方面<sup>[8-16]</sup>。宋小青等<sup>[3, 8-9]</sup>阐释了耕地多功能的内涵,分析了中国耕地功能变化,提出耕地多功能管理的实践路径;姜光辉等<sup>[11]</sup>提出耕地多功能具有层次性,分为基本功能和衍生功能,并与社会经济发展阶段和利益相关者相耦合;杨雪等<sup>[13]</sup>、范叶婷等<sup>[14]</sup>、张宇等<sup>[15]</sup>分别以北京市、苏南地区、河南省为研究区域,通过构建耕地多功能评价指标体系,分析耕地功能的时空演变特征;张英男等<sup>[16]</sup>构建评价指标,分析了黄淮海平原耕地功能时空特征及驱动机制。综上,耕地多功能的内涵梳理、过程与格局、管理实践已初步建立,也取得了较为丰硕的研究成果。准确把握耕地的空间分异特征并开展综合分区是耕地差别化管理的重要手段,已有研究多采用主导功能分区法<sup>[17-18]</sup>,以子功能中分值最高的为主导功能进行分区,亦有研究采用空间自相关方法进行分区<sup>[19-20]</sup>,将研究区划分为若干功能区,实施分区管理。但现有分区研究囿于从不同功能间的相互关系或者不同地域间的空间差异关系考虑,较少综合考虑耕地多功能的外在空间聚集性与内在结构特征。耕地多功能共存于某一实体,其相互之间存在一定的组织结构,表现出某种主导功能,并且在空间上由于资源禀赋、社会经济发展的差异,可能存在类似的空间集聚分布,因此,很有必要将系统聚类和内部结构结合开展耕地多功能分区研究。

2015年,国务院发布的《生态文明体制改革总体方案》中提出“山水林田湖是一个生命共同体”的理念,强调耕地与生态环境的共生关系,2020年国务院发文明确禁止耕地的“非农化”“非粮化”,耕地要实现生产、生态和社会的统筹发展。近几年,随着京津冀协同发展的推进和生态文明建设的需求,河北省耕地资源面临着全面的挑战。为适应新时期发展形势,缓解资源环境压力,耕地利用必须从追求产量增长的粗放经营向数量与质量并重的多功能利用转变。河北省自然条件区域差异较大,西北分布着山区、丘陵和高原,其间有盆地和谷地,东

南为广袤的平原(图1),耕地资源禀赋差异较大。鉴于此,本研究以河北省县域为研究对象,构建耕地功能评价指标体系,开展耕地功能评价,探讨耕地功能的空间分异规律。基于要素聚类和空间叠加的方法,综合考虑耕地的主导功能和功能空间集聚进行综合分区,并开展多功能管理目标下的耕地功能分区管理措施研究。

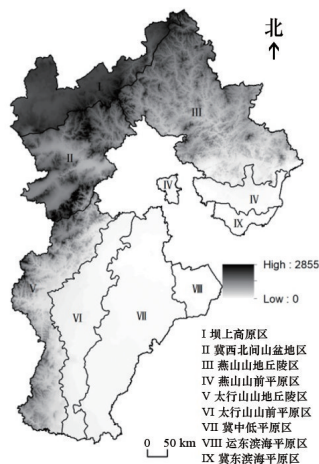


图1 河北省数字高程及分区

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

河北省位于华北平原东南部,环抱首都北京,是中国京津冀经济圈重要的组成部分,地处东经 $113^{\circ}27' \sim 119^{\circ}50'$ ,北纬 $36^{\circ}05' \sim 42^{\circ}40'$ ,总面积 $18.78$ 万 $\text{km}^2$ 。2017年,全省11个设区市,168个县(市、区),总人口7519.52万人,城镇化率达到55.01%,地区生产总值34016.32亿元,人均地区生产总值45387元/人。全省耕地面积 $651.89$ 万 $\text{hm}^2$ ,粮食播种面积 $665.85$ 万 $\text{hm}^2$ ,是全国重要的粮食主产区和棉花主产区,粮食总产3829.25万t,全国排名第6,棉花产量24.00万t,全国排名第2。河北耕地保护面临着发展与保护的难题。

### 1.2 数据来源

以县域行政区为研究单元开展数据统计分析,由于市辖区内耕地面积较少,对其进行归并处理,如石家庄市裕华区、长安区等均合并到石家庄市辖

区,最终将研究单元划分为147个研究单元。研究使用的征地区片综合地价数据来自河北省政府公布数据<sup>[21-22]</sup>,其他数据来自《河北经济年鉴》和《河北农村统计年鉴》(1997年、2017年)以及实地调研数据;空间数据来自河北省地理信息开发应用工程技术研究中心。

## 2 研究方法

### 2.1 耕地功能评价

#### 2.1.1 评价指标体系

耕地功能是耕地系统为人类生存发展提供各类产品和服务的能力,是耕地的重要属性<sup>[3]</sup>。在耕地功能分类中,大部分学者将其划分为生产(经济)、生活(社会)和生态等基本功能<sup>[13, 16]</sup>,也有学者

对其衍生功能进行定量评价<sup>[9, 14]</sup>。借鉴相关耕地功能分类和功能评价<sup>[16, 18, 23]</sup>研究成果并结合研究区耕地特征,本研究将耕地功能分成生产、生态和社会功能3类,并按照科学性、系统性和数据可获得性的原则,选取11个评价指标构建河北省耕地多功能评价指标体系(表1)。

1) 耕地生产功能是耕地最基本的功能<sup>[22]</sup>,是通过耕地利用为社会提供农产品的能力。河北省是全国重要的粮棉产区,选择粮食单产( $A_1$ )和棉花单产( $A_2$ )指标衡量区域耕地的粮食生产能力大小;选择农业生产总值占总产值的比重( $A_3$ )反映农业在国民经济中的贡献程度。灌溉保证率( $A_4$ )反映耕地生产的基础配套完善程度,其值越高表明耕地的生产能力越强<sup>[1]</sup>。

表1 耕地功能评价指标体系

功能分类	指标	单位	性质	权重	指标计算
生产功能	粮食单产( $A_1$ )	kg/hm <sup>2</sup>	+	0.393	粮食产量/播种面积
	棉花单产( $A_2$ )	kg/hm <sup>2</sup>	+	0.121	棉花产量/播种面积
	农业生产总值占总产值比重( $A_3$ )	%	+	0.284	农业生产总值占总产值比重
	灌溉保证率( $A_4$ )	%	+	0.202	水浇地面积/耕地总面积
生态功能	生态服务型耕地比重( $B_1$ )	%	+	0.352	小麦面积/农作物播种面积比重
	单位耕地面积化肥负荷量( $B_2$ )	kg/hm <sup>2</sup>	-	0.492	单位耕地化肥使用量-安全标准
	耕地景观面积比( $B_3$ )	%	+	0.156	耕地面积/区域土地总面积
社会功能	人均耕地面积( $C_1$ )	亩/人	+	0.216	耕地面积/总人口
	乡村农业从业人员数量比例( $C_2$ )	%	+	0.392	农林牧渔业从业人员/乡村从业人员
	征地区片综合地价( $C_3$ )	万元/亩	+	0.188	省政府测算并公布实施的价格
	农村居民收入( $C_4$ )	元	+	0.204	农村居民人均可支配收入

说明:“+”为正向指标,“-”为逆向指标。

2) 耕地生态功能是耕地在维护农田生态系统恢复力、调节气候、净化环境和维护生物多样性等方面的能力。主要考虑农业增产性投入对耕地造成的生态压力、耕地利用方式对环境的影响以及耕地的景观效果,选择生态服务型耕地比重( $B_1$ )、单位面积耕地化肥负荷量( $B_2$ )和耕地景观面积比( $B_3$ )指标来刻画。生态服务型耕地比重(小麦面积/耕地面积比重)从区域尺度衡量耕地利用方式对环境的影响效应,在河北省种植冬小麦能够大量

减少冬、春两季裸露农田的风沙危害,以该指标反映耕地生态服务功能强弱。单位耕地化肥负荷量=(化肥施用量-化肥使用安全标准量)/耕地面积,反映区域单位耕地化肥施用量对生态环境的压力指标,其值越大区域耕地生态环境越差,与耕地生态功能负相关,具体来说,近几年河北省耕地化肥使用量在500 kg/hm<sup>2</sup>左右,远远超过国家化肥安全使用上限225 kg/hm<sup>2</sup><sup>[16]</sup>,过量使用化肥导致耕地生态系统破坏,最终产生土壤板结、土壤污染等生态

问题。集中连片的耕地景观具有美学价值,选择指标耕地景观面积比可以体现耕地的生态景观功能<sup>[16]</sup>。

3) 耕地社会功能是耕地的间接功能,大部分农民需要以耕地收入作为维持最低生活水平和抵御社会风险的主要手段,耕地承担着社会就业和最低生活保障的作用,主要考虑耕地的生活保障和就业保障等选择指标。人均耕地面积( $C_1$ )<sup>[10, 16]</sup>反映了区域耕地利用平均水平,能够较好地反映耕地对区域人口的基本生活保障能力,人均耕地面积越大,耕地对安置就业保障能力越强。乡村农业从业人员数量( $C_2$ )可以反映耕地容纳劳动力数量多少的能力,能够直观地表征农民对耕地的就业依赖程度<sup>[22, 24]</sup>,与社会功能正相关。征地区片综合地价<sup>[11]</sup>( $C_3$ )是综合考虑土地区位、经济发展水平等因素,在征收土地时支付给农民的补偿费用,综合反映耕地对农民的生活保障作用,与耕地的社会功能强弱密切相关。农村居民收入( $C_4$ )<sup>[11]</sup>衡量农户通过耕地维持基本生活,实现社会保障的作用,指数越小说明耕地的社会功能越强。

### 2.1.2 指标归一化处理与赋权

该研究采用极差标准化对评价指标的原始数据进行归一化处理,消除不同指标量纲影响<sup>[15]</sup>。经过极差变换后,评价指标值满足 $0 \leq x_{ij} \leq 1$ , 1为最优值,0为最劣值。具体公式为(1)和(2)

$$\text{正向指标: } x_{ij} = (F_{ij} - F_{j\min}) / (F_{j\max} - F_{j\min}) \quad (1)$$

$$\text{逆向指标: } x_{ij} = (F_{j\max} - F_{ij}) / (F_{j\max} - F_{j\min}) \quad (2)$$

式中, $x_{ij}$ 是标准化后的值; $F_{ij}$ 是*i*功能*j*指标的原始数值; $F_{j\max}$ 、 $F_{j\min}$ 分别为第*i*功能*j*指标的原始最大值和最小值。

采用层次分析法确定评价指标的权重<sup>[25]</sup>,能够最大程度地反映指标之间的层次关系及重要性,对各指标进行相互关系分析,建立层次构造模型,构造判断矩阵,并进行一致性检验,当一致性比例在0.1以内,即为通过检验,最后对各子功能指标相对于总功能的权重进行计算并排序得到各指标权重。

### 2.1.3 功能指数计算

耕地功能是耕地各项功能组合效益最大化的

结果。该研究采用加权求和法计算耕地各功能指数,以各项功能分值得之和计算耕地功能总指数。具体公式为

$$F_i = \sum W_i \times Z_i, F = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3)$$

式中, $F$ 为耕地功能的总指数; $W_i$ 为*i*指标的权重; $Z_i$ 为*i*指标的无量纲化值; $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 分别代表耕地的生产功能、生态功能和社会功能。

### 2.2 耕地功能空间聚集特征测度

在耕地功能评价测定的基础上,运用ARCGIS软件为平台,采用空间自相关分析方法,提取河北省耕地总功能、生产功能、生态功能和社会功能指数等空间属性,选用距离矩阵,对河北省耕地功能特征进行局部空间自相关分析。

空间自相关反映一个区域单元上的某种地理现象或某一种属性值与邻近区域单元上同一现象或属性值相关程度。该研究采用全局空间自相关统计量莫兰指数 *Moran's I* 来测度耕地功能的聚集和离散程度<sup>[26]</sup>,进一步反应耕地功能的空间依赖性 or 差异性。其公式为

$$Moran's I = \frac{n}{\sum_{ij} W_{ij}} \frac{\sum_{ij} W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

式中, $n$ 为县域单元的数量; $W_{ij}$ 为表示空间关系的空间权重矩阵; $X_i$ 和 $X_j$ 分别为2个县域单元同一变量的数值; $\bar{x}$ 为县域单元变量值的均值。

*Moran's I* 的值域为 $[-1, 1]$ ,当 *Moran's I* 大于0时,表示正的空间自相关,即空间分布模式的聚集倾向,小于0表示负的空间自相关,即空间分布模式的离散倾向,趋近0表示无空间自相关,即空间分布模式的随机倾向。用标准化 *Z* 值来检验 *Moran's I* 指数的显著性水平。具体公式为

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{VAR(I)}} \quad (5)$$

式中, $E(I)$ 为期望值; $VAR(I)$ 为方差。

在95%置信水平下,当 $Z > 1.96$ 或 $Z < -1.96$ 时,表明某县域与周围县域存在显著正相关或负相关,空间集聚程度高;反之则空间自相关不显著。

通过采用局部空间自相关分析,进一步度量每个地域单元与周围空间单元的耕地功能上的相似

性和相关性<sup>[8]</sup>。以耕地各项功能为研究对象,进行局部空间自相关分析,更直观反映河北省耕地功能的空

### 2.3 耕地主导功能界定

耕地多功能管理是将来耕地资源管理的发展方向,但耕地功能利用具有空间异质性,不同发展阶段和主体对耕地功能的需求不同,会导致耕地某种功能呈现主导。引入耕地主导功能系数来确定某一区域耕地功能的主导类型,细化主导功能划分标准。主导功能系数即耕地功能评价中的子功能( $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ )分值/总功能( $F$ )分值的比例,按照其系数大小确定主导功能类型(表2)。

表2 耕地主导功能的划分标准

类别	主导功能系数/%	主导功能类型
单功能主导	$F_1 \geq 50$	生产主导型
	$F_2 \geq 50$	生态主导型
	$F_3 \geq 50$	社会主导型
双功能主导	$40 < F_1 < 50, F_2 > F_3$ 或 $40 < F_2 < 50, F_1 > F_3$	生产-生态主导型
	$40 < F_1 < 50, F_3 > F_2$ 或 $40 < F_3 < 50, F_1 > F_2$	生产-社会主导型
	$40 < F_2 < 50, F_3 > F_1$ 或 $40 < F_3 < 50, F_2 > F_1$	生态-社会主导型
无主导功能	$F_1, F_2, F_3$ 均小于等于 40	均衡发展型

### 2.4 耕地功能综合分区及管理

根据2016年耕地功能评价结果,将耕地主导功能和耕地功能空间集聚2个要素进行空间叠加,按照耕地功能统筹分区规则(表3),兼顾地域毗

邻、区内耕地功能相对一致且区间差异明显的原则,开展耕地功能综合分区。对聚类分区结果中出现的少数地域单元独立存在或分散分布等现象,借鉴河北省主体功能区区划、农业区划、土地利用分

表3 耕地功能统筹分区规则

功能分区	主导功能	空间集聚		
		生产功能	生态功能	社会功能
I 单功能主导区	I-1 生产功能优势区 $F_1 > 50$	H-H	H-L 或 L-H 或 L-L 或 N-N	H-L 或 L-H 或 L-L 或 N-N
	I-2 生态功能优势区 $F_2 > 50$	H-L 或 L-H 或 L-L 或 N-N	H-H	H-L 或 L-H 或 L-L 或 N-N
	I-3 社会功能优势区 $F_3 > 50$	H-L 或 L-H 或 L-L 或 N-N	H-L 或 L-H 或 L-L 或 N-N	H-H
II 双功能主导区	II-1 生产-生态优势区 $40 < F_1 < 50, F_2 > F_3$ 或 $40 < F_2 < 50, F_1 > F_3$	H-H 或 H-L 或 L-H	H-H 或 H-L 或 L-H	L-L 或 N-N
	II-2 生产-社会优势区 $40 < F_1 < 50, F_3 > F_2$ 或 $40 < F_3 < 50, F_1 > F_2$	H-H 或 H-L 或 L-H	L-L 或 N-N	H-H 或 H-L 或 L-H
	II-3 生态-社会优势区 $40 < F_2 < 50, F_3 > F_1$ 或 $40 < F_3 < 50, F_2 > F_1$	L-L 或 N-N	H-H 或 H-L 或 L-H	H-H 或 H-L 或 L-H
III 低值-非集聚区	均小于等于 40	L-H 或 L-L 或 N-N	L-H 或 L-L 或 N-N	L-H 或 L-L 或 N-N

区等研究成果对分区结果适当调整。根据分区结果,统计每个分区内的主导功能类型、空间集聚程度、自然条件、社会经济等要素,总结分析每个区域的耕地功能及相关要素特征,结合区域发展现状及存在的问题,提出不同区域的耕地功能管理对策。

### 3 结果与分析

#### 3.1 耕地主导功能演变趋势

根据耕地功能评价结果,1996—2016年,河北省耕地总功能减弱,全省县域的耕地功能指数平均值由0.49降低至0.48,其中,耕地的生产功能仍为主要功能,且有增强趋势,从占总功能比例的38.9%提升到了40.4%;生态功能也表现为增强趋势,从占总功能比例的35.4%提升到了36.7%;社会功能开始弱化,从占总功能比例的25.7%降低到了22.9%。

研究期内,各县域的耕地主导功能也发生演变,由单一功能主导逐渐向复合功能主导转变(表4)。具体而言,耕地的生产功能主导、生态功能主导和社会功能主导的县域数量都在减少,县域数量比例分别减少了5.4%、10.2%和2.7%,生产-生态功能主导、生态-社会功能主导和生产-社会主导等双功能主导的县域数量比例分别增加了19.7%、6.8%和1.4%,没有主导功能的县域数量占比从23.8%减少到14.3%,耕地功能均衡发展型也在逐渐缩减。可以看出,耕地各功能的演变规律与社会经济发展、城乡居民需求深度结合,呈现功能复合化、均衡化态势。

表4 1996—2016年河北省耕地主导功能类型变化

主导功能类型比例	县域比例/%		变化/%
	1996年	2016年	
生产	25.9	20.4	-5.4
生态	18.4	8.2	-10.2
社会	3.4	0.7	-2.7
生产-社会	2	3.4	1.4
生产-生态	26.5	46.3	19.7
生态-社会	0	6.8	6.8
均衡发展	23.8	14.3	-9.5

#### 3.2 耕地功能的空间集聚转移特征

1996—2016年,河北省耕地功能及其3个子功能(生产、生态和社会)的空间分布呈正相关模式,而且空间集聚特征更加明显(图2,表5),具体表现如下。

耕地总功能指数H-H型集聚空间范围呈扩大趋势。1996年,H-H型主要分布在山前平原的东部、冀中低平原区西部的58个县域,2016年范围有所扩大,分布在山前平原、冀中低平原区西部的62个县域。L-L型集聚空间基本稳定,1996—2016年期间主要分布在冀西北间山盆地和坝上高原区南部、燕山山地丘陵区2个集聚区。H-L与L-H型分布较少;不显著型主要分布在太行山山地丘陵区、低平原区东部、燕山山前平原区、大运河以东和冀东的沿海地区。

耕地功能的各子功能空间集聚特征不同。其中耕地生产功能出现两极分化现象,高值越来越集聚,低值也越来越集聚,出现耕地生产功能明显的分工现象,凸显河北作为全国粮食主产区,耕地的生产功能的重要性,1996—2016年,耕地生产功能的H-H型集聚空间扩大,由47个县域增加到58个县域,并呈集聚状态,有向东移动且范围扩大趋势,形成以太行山山前平原、低平原区为高值区域的粮食生产核心区;L-L型空间规模也扩大,由1996年的张家口、沧州的2个低值中心,增加到2016年的张家口、承德、沧州3个低值中心,县域个数由14个增加到22个;H-L与L-H型耕地分布较少;不显著型分布剩余区域。耕地生态功能保持较高的集聚状态,H-H型主要集中在中东部平原区,包括保定、石家庄、邢台、邯郸等东部,衡水、沧州的全部区域,与耕地生产功能的H-H型耕地分布有78%的重合区域;L-L型集聚在冀西北间山盆地和燕山山地丘陵与山前平原2个区域;H-L与L-H型耕地分布较少。耕地社会功能空间集聚性最低,1996—2016年有提高趋势,H-H型县域由1996年的1个县域增加到2016年的21个,形成张家口市、唐山市沿海县域等2个高值区域;L-L型由以石家庄、邢台为低值区域向东转移,形成包括邯郸、邢台、衡水、沧州等黑龙港流域的低值区域,县域数量由23个

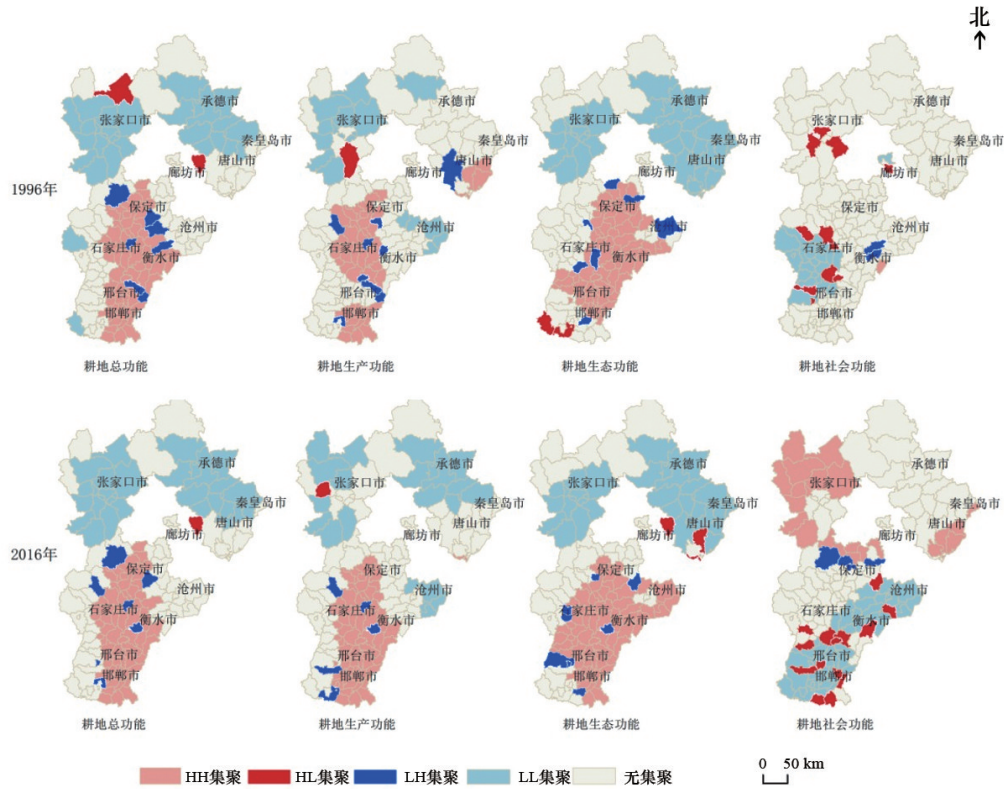


图2 1996—2016年耕地功能集聚的空间转移

表5 河北省耕地功能局部空间自相关分布及县域情况统计

自相关值及类型	总功能		生产功能		生态功能		社会功能	
	1996年	2016年	1996年	2016年	1996年	2016年	1996年	2016年
莫兰指数	0.39	0.43	0.32	0.39	0.45	0.40	0.11	0.28
Z值	11.75	12.80	9.52	11.59	13.42	13.90	3.57	8.48
H-H型	58	62	47	58	62	70	1	21
H-L型	2	1	1	1	2	3	10	14
L-H型	7	7	9	5	7	8	2	4
L-L型	25	25	14	22	31	27	23	41
N-N	55	52	76	61	45	39	111	67
总计	147	147	147	147	147	147	147	147

增加到41个。

### 3.3 耕地功能综合分区及管理对策

耕地功能评价与分区的目的在于科学辨识各地域耕地功能的空间布局及功能定位,以充分发挥各地域的比较优势,实现区域耕地功能最大化。根据综合分区方法,将河北省划分为生产功能优势区、生态功能优势区、社会功能优势区和功能低值

离散区4个耕地功能区域(图3)。针对不同区域特点,应分区域管理耕地多功能,发挥耕地多功能性,引导耕地发挥本地最大的功能。

1) 生产功能优势区。该区位于太行山、燕山与华北平原交界的山前平原区,涉及93个县域,区内耕地面积385.0万hm<sup>2</sup>,占全省耕地面积的59.7%。耕地总功能较高,以生产功能和生态功能

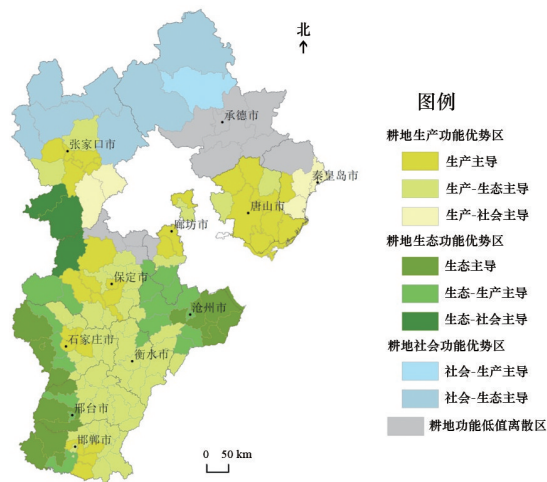


图3 河北省耕地功能分区

为主导,区域内耕地生产-生态功能为主导的类型占64.5%,其次生产主导和生产-社会主导的类型分别占30.1%和5.4%,以生产功能H-H型集聚和生态功能H-H型集聚为主。区内水土资源条件最好,灌溉保证率达70%,粮食平均产量在全省最高(6400 kg/hm<sup>2</sup>)。以小麦-玉米一年两季、棉花等农作物为主,是全国重要的粮棉主产区。

该区域应巩固和提升耕地生产功能,兼顾发挥耕地生态功能和社会功能。考虑耕地生产功能由燕山山前向太行山山前平原和低平原区转移的趋势,今后应按照“以水定产”原则,适应粮食生产已从追求增产演变为注重产量和品质双重要求,适当控制耕地生产能力,实现耕地功能优化,控制承担主要生产功能的耕地向地下水超采区域转移。采取立法管控、规划协调、土壤改良和生态补偿等措施实现生态功能<sup>[27]</sup>。通过农业补贴、农业基础设施建设资金投入、土地流转<sup>[28]</sup>等宏观政策引导,提升耕地社会保障功能,处理好耕地功能间的协调关系。

2) 生态功能优势区。该区位于太行山山地丘陵区 and 沧州、廊坊等区域,涉及38个县域,区内耕地面积146.6万hm<sup>2</sup>,占全省耕地面积的22.7%。耕地功能以生态功能为主导,有一定的生产功能,社会功能较弱,以生态功能H-H型和社会功能L-L型集聚为主,主导功能以生态-生产、生态主导为主。区内水土资源条件较差,耕地灌溉保证率仅为44.1%,特别是沧州区域的地下水沉降问题严重,

成为限制耕地生产功能发挥的重要障碍因子。区内单位耕地面积化肥负荷量最低,耕地生态功能发挥较好。

该区域耕地生态功能为主导,应适当提升耕地生产功能和社会功能,维持区域耕地功能协调。太行山区域充分利用山地丘陵区的自然条件,发展旱作高效农业,沧州地区进一步缩减小麦种植面积、实行耕地轮作休耕制度,减少农业耗水,实现耕地的生产、生态功能协调发展。

3) 社会功能优势区。该区位于承德与张家口的坝上及坝缘等区域,涉及8个县域,区内耕地面积81.7万hm<sup>2</sup>,占全省耕地面积的12.7%。区内耕地功能以社会+生态功能为主导,以社会功能H-H型集聚为主。区域耕地水土资源较差,耕地以旱地为主,灌溉保证率仅为16.7%,人均耕地为0.24hm<sup>2</sup>,区内粮食生产能力全省最差(4860 kg/hm<sup>2</sup>)。区内农业从业人员数量占比全省最多,农业产值占总产值的22.7%,全省最高,耕地承担着更多的生活就业等社会功能。

该区域自然条件恶劣,耕地的生产功能较弱,但人们对耕地的生存依赖度依然很高。坝上地区的人口增长速度减缓,特别是乡村人口出现负增长,农村出现衰败的景象,大面积的土地已流转到新型经营主体耕种。因此,应重视耕地的乡村发展、就业等的社会功能,通过新型城镇化建设,吸引一部分农民进城从事非农就业,剩余农民培育为新型职业农民,留在原地从事耕地生产活动。完善社会保障体系,逐步替代耕地社会功能,降低农户对耕地的依赖程度<sup>[29]</sup>。结合坝上地区旅游开发,提升耕地多功能,如建造耕地景观、建设特色农产品基地等。结合“首都”两区建设,大力发展生态农业提升耕地的生态功能。

4) 功能低值离散区。该区位于燕山山地丘陵区,包括承德市南部、保定市与北京接边的11个县域。区内耕地面积31.6万hm<sup>2</sup>,占全省耕地面积的4.9%。区内地貌类型以山地、丘陵为主,耕地功能最低,是生态功能L-L型和生产L-L型集聚区。区内自然条件较差,耕地质量差、地块零碎,人均耕地面积为0.06hm<sup>2</sup>,灌溉保证率仅有35.7%,粮食生产

能力较低,不具备大规模机械化种植条件,但区内单位耕地化肥负荷量仍然较高,耕地生态功能偏低。

该区域耕地功能偏低,应采取有效措施提高耕地功能,针对该区域耕地立地条件,开展土地综合整治,归并地块,引导农户通过农地互换,逐步扩大地块面积,引导农户开展测土配方施肥,降低农田面源污染。加快新型城镇化建设,引导该区域的居民向周边城镇转移,为农地流转创造条件,提高耕地的社会功能。

## 4 结论

1) 1996—2016年河北省耕地总功能呈减弱趋势,其中耕地生产功能仍是主要功能,且有增强趋势,耕地发挥着重要的生态功能作用,亦表现增强趋势,耕地的社会功能最弱,且表现减弱趋势。随着社会发展,耕地功能呈现由单一功能主导逐渐向复合功能主导方向发展,与城乡居民需求深度结合。

2) 研究期内,河北省耕地功能空间分布更加集聚,H-H型集聚空间集中在山前平原和低平原等区域,L-L型主要分布在冀西北间山盆地区和坝上高原区南部、燕山山地丘陵区2个集聚区,H-L型和L-H型耕地分布较零散,无显著集中分布区域。其中,生产功能呈现两极发展趋势,高值(H-H型)集聚在河北平原区,范围逐渐向东扩张,低值(L-L型)分布在燕山山区、张家口、沧州等自然条件较差区域,范围亦呈扩张趋势;生态功能高值(H-H型)与生产功能的高值有78%的重合,该区域的耕地表现出高生产和高生态功能,L-L型主要分布在冀西北山间盆地区和燕山山地丘陵区;社会功能空间集聚性最差,高值区(H-H型)主要分布在张家口等区域,低值区(L-L型)主要分布在低平原区。

3) 根据评价结果,将河北省划分为4个耕地功能分区:生产功能优势区、生态功能优势区、社会功能优势区和功能低值离散区。不同区域耕地的功能定位,可作为区域主导功能,根据各自现状条

件和问题,优化耕地功能,协调耕地生产功能、生态功能和社会功能,通过规划协调、生态补偿等途径实现耕地生产与生态功能协同保护,化解耕地社会功能与现代农业发展的矛盾,完善农村社会保障体系,转换耕地的实物保障为价值保障,逐步替代耕地的社会功能,从而实现耕地的生产和生态功能。

河北省地形地貌条件多样,耕地资源禀赋差异显著。划分不同耕地管理分区、实施耕地多功能的调控措施、发挥不同区域耕地的优势功能,是当前在有限耕地资源条件下,满足社会发展多样化需求的耕地保护途径。研究结果为耕地统筹协调发展、精细化保护和差别化管理提供了思路,为开展土地整治重点区、永久基本农田保护区、粮食生产功能区等区域选择优化提供有益参考。本研究尝试综合主导功能和空间集聚特征2个因素开展功能分区研究,与传统分区方法相比,既能平衡耕地子功能的关系,又能考虑空间集聚状态,因此,分区结果更加优化。

但也存在主导功能和空间集聚分布出现分歧时需要协调处理问题,该分区方案掌握的原则是优先考虑空间集聚特征,利用主导功能进行优化完善,该原则值得进一步的探讨。该分区结果表明,各地区耕地功能表现出一定的区域性特征,也发现了不同区域耕地保护中存在的问题,特别是坝上地区耕地的社会功能偏高,与该区域的主体功能不相符,值得进一步研究。由于耕地利用系统的复杂性,耕地功能分类和评价体系还没有统一标准,该研究尝试从耕地基本功能分类建立评价指标体系,受研究数据所限,在指标选择上缺少实地观测等微观数据,今后将加强微观视角的耕地功能研究。同时,为了探究耕地功能的形成机制,今后应加强耕地功能管理与人口、经济和资源环境的相互影响机制以及耕地功能非均衡形成的驱动机制等研究。

## 参考文献(References)

- [1] 施园园, 赵华甫, 郟文聚, 等. 北京市耕地多功能空间分异及其社会经济协调模式解释[J]. 资源科学, 2015, 37(2): 247-257.

- [2] 赵华甫, 张凤荣. 耕地保护方向待转——从单一功能到多功能的演变交替[J]. 中国土地, 2010(10): 19-20.
- [3] 宋小青, 欧阳竹. 耕地多功能内涵及其对耕地保护的启示[J]. 地理科学进展, 2012, 31(7): 859-868.
- [4] Vereijken P H. Transition to multifunctional land use and agriculture[J]. NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences, 2003, 50(2): 171-179.
- [5] Helming K, Pérez-Soba M, Tabbush P. Sustainability impact assessment of land use changes[M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2008: 159-180.
- [6] Andersen P S, Vejre H, Dalgaard T, et al. An indicator-based method for quantifying farm multifunctionality[J]. Ecological Indicators, 2013, 25(1): 166-179.
- [7] van der Ploeg J D, Laurent C, Blondeau F, et al. Farm diversity, classification schemes and multifunctionality[J]. Journal of Environmental Management, 2008, 90: 124-131.
- [8] 宋小青, 欧阳竹. 中国耕地多功能管理的实践路径探讨[J]. 自然资源学报, 2012, 27(4): 540-551.
- [9] 宋小青, 吴志峰, 欧阳竹. 1949年以来中国耕地功能变化[J]. 地理学报, 2014, 69(4): 435-447.
- [10] 向敬伟, 廖晓莉, 宋小青, 等. 中国耕地多功能的区域收敛性[J]. 资源科学, 2019, 41(11): 1959-1971.
- [11] 姜广辉, 张凤荣, 孔祥斌, 等. 耕地多功能的层次性及其多功能保护[J]. 中国土地科学, 2011, 25(8): 42-47.
- [12] 杨雪, 谈明洪. 近年来北京市耕地多功能演变及其关联性[J]. 自然资源学报, 2014, 29(5): 733-743.
- [13] 杨雪, 谈明洪. 北京市耕地功能空间差异及其演变[J]. 地理研究, 2014, 33(6): 1106-1118.
- [14] 范业婷, 金晓斌, 项晓敏, 等. 苏南地区耕地多功能评价与空间特征分析[J]. 资源科学, 2018, 40(5): 980-992.
- [15] 张宇, 岑云峰, 张鹏岩, 等. 河南省耕地多功能时空演变及耦合分析[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2019, 49(5): 538-552.
- [16] 张英男, 龙花楼, 戈大专, 等. 黄淮海平原耕地功能演变的时空特征及其驱动机制[J]. 地理学报, 2018, 73(3): 518-534.
- [17] 张利国, 王占岐, 柴季, 等. 湖北省耕地多功能地区差异及综合分区研究[J]. 地域研究与开发, 2019, 38(5): 125-130.
- [18] 方莹, 王静, 孔雪松, 等. 耕地利用多功能权衡关系测度与分区优化——以河南省为例[J]. 中国土地科学, 2018, 32(11): 57-64.
- [19] 钱凤魁, 张靖野, 王秋兵. 耕地数量、质量、生态“三位一体”空间保护分区研究——以辽宁省盘锦市为例[J]. 沈阳农业大学学报, 2020, 51(1): 122-128.
- [20] 高建岗, 黄锐. 基于耕地质量指数和空间自相关的苏南地区耕地保护分区[J]. 水土保持研究, 2019, 26(3): 213-218.
- [21] 河北省人民政府. 印发《关于实行征地区片价的通知》[EB/OL]. [2015-01-20]. <https://www.doc88.com/p-9783365480460.html>.
- [22] 河北省人民政府. 关于修订征地区片价的通知[EB/OL]. [2015-05-29]. <http://info.hebei.gov.cn/portal/ui?pageId=6806152&articleKey=6438525zc&columnId=6806589>.
- [23] 赵华甫, 张凤荣, 许月卿, 等. 北京城市居民需要导向下的耕地功能保护[J]. 资源科学, 2007, 29(1): 56-62.
- [24] 李国健, 韩立民. 农村土地的社会功能及其补偿依据[J]. 山东社会科学, 2007(1): 73-75.
- [25] 陈星宇, 王枫, 李灿. 珠三角地区耕地多功能空间差异与影响因素分析[J]. 地域研究与开发, 2017, 36(1): 130-136.
- [26] 张晗, 赵小敏, 匡丽花, 等. 基于空间自相关的耕地质量空间分布特征研究——以江西省南昌县为例[J]. 浙江农业学报, 2017, 29(8): 1365-1374.
- [27] 王梅, 陈思, 郑昂. 耕地生产与生态功能协同保护的国内经验启示[J]. 国土资源情报, 2020(7): 36-42.
- [28] 秦彦杰, 赵艳霞, 刘欣, 等. 粮食主产区土地规模经营转型及应对策略——以河北省为例[J]. 科技导报, 2020, 38(13): 65-72.
- [29] 徐唐奇, 杨俊, 张安录. 农地社会保障功能与现代农业发展的现实矛盾与化解途径[J]. 农业现代化研究, 2010, 31(6): 641-645.

## Spatial differentiation and comprehensive zoning of cultivated land function in Hebei province since 1996 to 2016

QIN Yanjie<sup>1,2</sup>, LIU Xin<sup>1,2</sup>, TANG Shoupu<sup>3</sup>, WU Aibin<sup>1,2</sup>, ZHAO Yanxia<sup>1,2\*</sup>, SHEN Huitao<sup>1,2</sup>

1. Institute of Geographical Sciences, Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang 050011, China

2. Hebei Engineering Research Center for Geographic Information Application, Shijiazhuang 050011, China

3. Land Consolidation and Rehabilitation Center of Hebei Province, Shijiazhuang 050031, China

**Abstract** Taking 147 counties in Hebei Province as the research target, the cultivated land function is evaluated. The dominant function coefficient and the Moran index are used to measure the evolution of the cultivated land dominant function and the spatial agglomeration characteristics, respectively. According to the characteristics of the dominant function and the spatial agglomeration of the cultivated land, the cultivated land function zones are divided. It is shown that: (1) The cultivated land function of Hebei province is evolved from a single one to a composite one from 1996 to 2016, in which the productive and ecological functions are strengthened and the social functions are weakened. (2) The spatial agglomeration degree of the cultivated land function in Hebei Province is high, and in an upward trend. In the space, the cultivated land functions show the high-value agglomeration with the production and ecological function distributed in the Southeast Plain Area and the social function distributed in the Northwest Mountainous Area. (3) The cultivated land of Hebei Province is divided into four functional areas: the production function advantage area, the ecological function advantage area, the social function advantage area and the function low value discrete area. In order to realize the multi-functional aim of the cultivated land, the management measures of the cultivated land should be implemented according to the principle of the leading function and the comprehensive benefits in different functional areas.

**Keywords** cultivated land function; spatial agglomeration; dominant function; comprehensive zoning; Hebei province ●



(责任编辑 徐丽娇)