

银川市基本农田保护区空间布局合理性评价

李建春¹, 张军连^{1*}, 李宪文², 苏东袭²

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 国土资源部农用地质量与监控重点实验室, 北京 100193;
2. 中国土地勘测规划院, 北京 100035)

摘 要: 为配合新一轮土地整治规划编制及高标准基本农田建设工程, 提高基本农田保护区划定质量, 该文从基本农田布局的适宜性和协调性两方面构建评价指标与方法体系, 利用 GIS 空间分析技术与互斥性矩阵分类方法, 选取银川市新一轮土地利用总体规划确定的基本农田保护区, 对其空间布局进行合理性评价, 并依据评价结果划分了 5 种不同类型, 分别为高度合理区、一般合理区、保留发展区、缩减调出区以及不合理区, 并提出相应管理措施。该研究为基本农田空间布局评价提供了新思路, 重点阐述了研究手段与方法, 展现了评价与决策的具体过程。通过量化分析表明, 银川市基本农田保护区划定成果较为合理, 其中合理区域占保护区总面积的 90.76%。
关键词: 土地利用, 保护, 地理信息系统, 空间布局, 评价, 措施, 银川

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2013.03.032

中图分类号: F301.23

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2013)-03-0242-08

李建春, 张军连, 李宪文, 等. 银川市基本农田保护区空间布局合理性评价[J]. 农业工程学报, 2013, 29(3): 242-249.

Li Jianchun, Zhang Junlian, Li Xianwen, et al. Evaluation of spatial distribution of basic farmland conservation area in Yinchuan[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2013, 29(3): 242-249. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

基本农田保护及相关问题研究近年来一直是理论与实践中的热点。国内学者对于基本农田保护区空间布局的研究, 侧重结合区位、立地条件及自然地理要素之间的空间关系, 通过地理信息科学^[1]、系统工程学^[2]等多学科相融合, 探讨基本农田划定中布局调整^[3]、信息系统构建^[4]等某些方面的问题与措施^[5-13]。程锋等将基本农田划定分解为耕地综合质量排序和入选 2 个决策过程, 以地块为评价单元, 建立了属性层次排序与 0-1 整数规划入选模型, 以 MAPGIS 为二次开发平台, 构建了乡级基本农田保护区布局优化决策系统^[14]。郑新奇等利用农用地分等成果, 通过熵权系数法、理想点法与 GIS 技术结合, 构建基本农田保护规划决策模型, 并基于 Map Basic 编程完成从模型分析到布局图生成的全过程, 实现了基本农田规划编制的决策支持和可视化^[15]。吴飞等结合自然经济与社会条件等因素, 采

用组合评价法构建了耕地入选基本农田的评价指标体系, 以县市为评价单元, 对江苏省基本农田布局进行宏观尺度评价^[16]。综上所述可以看出, 基本农田布局研究涉及从宏观到微观多个尺度的不同评价单元, 注重利用 GIS 技术与建模分析。然而, 已有的研究中, 理论与技术创新多, 可操作性强的方法少; 宏观与微观尺度的研究多, 市县级中观尺度的研究少; 前期预测性研究多, 后期布局评价与分析少。

在基本农田保护区划定工作的实践中, 由于实用方法较少, 多凭经验操作, 导致规划方案缺少科学依据, 同时受地方经济发展与城镇建设等影响, 基本农田保护区布局存在较多不合理之处: 如一些自然条件好的大片优质耕地未划入保护区内, 而部分地区将质量较差的耕地或其他农地划入保护区^[17]。本文以银川市作为研究区域, 选择各县区土地利用规划数据库确定的基本农田保护区图斑为评价对象, 对其空间布局的合理性进行评价, 可以为基本农田保护区划定的后期评价与修改提供参考依据, 为土地利用规划和土地整治规划提供科学的技术方法和手段。

1 研究区域与评价方法

1.1 评价区域

银川市位于 105°45' ~ 107°00'E、37°20' ~ 39°00'N 之间的黄河上游宁夏平原中部。现辖三区

收稿日期: 2012-10-13 修订日期: 2013-01-15

基金项目: 银川市土地利用总体规划修编重大问题研究(29011659); 土地规划理论方法研究(25011239)。

作者简介: 李建春 (1985—), 男, 新疆阿克苏人, 博士生, 主要研究方向为土地规划、土地整治与土地政策。北京 中国农业大学资源与环境学院, 100193。Email: lijianchun@outlook.com

※通信作者: 张军连 (1967—), 男, 湖北天门人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为土地政策与法规、土地优化利用与规划。北京 中国农业大学资源与环境学院, 100193。Email: junlian@cau.edu.cn

(西夏、金凤、兴庆)两县(永宁、贺兰),2010年末,全市总人口173.15万人,地区生产总值606.36亿元,占宁夏自治区生产总值的36.90%。银川市是引黄灌溉的重要粮食产区,生产潜力大,根据2009年末土地调查成果,全市耕地面积120 578 hm²,占土地总面积的30.65%,其中基本农田面积88 670 hm²。耕地与基本农田主要分布在贺兰山东麓洪积扇平原,基本农田分布范围广、质量高,是国家重要的商品粮基地。近年来,随着银川市提出的“新城建设”、“黄河金岸”等城镇发展模式以及大规模建立工业园,占用了大量优质耕地和基本农田,对生态环境产生了一定危害,城镇发展与基本农田保护两者之间的矛盾不断加剧,区域粮食安全面临严峻挑战。

1.2 评价目标与思路

基本农田保护区划定遵循的主要原则概括为以下3点:1)选择自然质量好、稳产高产且集中连片的耕地;2)与国民经济及社会发展中长期规划相适应;3)与规划基期年土地利用现状调查数据相一致。因而,对于基本农田保护区布局合理性评价的要求,不仅要现状质量高的耕地划入基本农田保护区,同时需要综合考虑到社会经济、区域规划、产业布局等一系列相关因素协同作用的影响。因此,本文采取的主要评价思路如下:即将基本农田保护区的合理性目标分解为自然条件适宜性以及相关要素协调性两方面,这两方面既相互独立,又需相互结合、统筹考虑。

适宜性,反映了自然条件对基本农田本身质量的影响,目前把基本农田布局与自然条件相结合的研究较多,如董秀茹等将土地评价方法应用于基本农田布局的划定,评价指标选取了坡度、道路通达度、水利设施条件等^[18]。本文采用了类似的研究方法,通过定义适宜性指数(suitability index)反映基本农田保护区的适宜程度。适宜性指数是评价的基础性指标,若该指数低于某一临界值,需要调整保护区的位置,或采取工程措施与政策手段消除某些限制性因子。

协调性,源于系统论观点,将基本农田保护区的划定看作是复杂系统工程,除了自然条件,也是其他相关因素共同作用的结果,协调性反映了系统内外因素相结合、整体和谐有序的状态^[19]。目前,还未见将该思想应用在布局评价的相关研究中,可参考的研究方法较少,经过综合分析取舍,协调性指标选取主要考虑的因素包括:几何特征,构成要素、主导功能等,研究中通过定义协调性指数(coordination index)反映基本农田保护区的协调程度。协调性指数为评价的辅助指标,若该指标较低,

则需要对保护区在大小、形状和面积上进行局部调整,或通过调整与之关联的系统要素,从而达到整体系统的最优化。

1.3 数据来源与处理

本文采用的基础数据来源于土地调查数据及相关调研资料,分别从银川市辖各个区县的县级土地利用规划(2006—2020年)数据库成果(1:10000)中提取基本农田保护区图斑进行拼接,形成全市基本农田保护区分布图;由ASTER DEM影像数据(30 m),经过表面分析获取坡度数据;由第二次土地利用调查数据(2009年)获得现状基本农田图斑、河流与沟渠等要素;从全市2005年农用地分等定级与估价成果中提取土壤质地、盐渍化程度等数据。把各种矢量格式数据统一转换成带有属性栅格GRID文件格式,进行空间数据配准后,统一坐标投影为高斯-克吕格3度带投影,把相关空间数据导入ArcGIS Desktop 9.3软件平台,形成空间分析基础数据集。由于GIS空间分析方法在土地适宜性评价^[20]、城乡规划^[21]、公共决策^[22]等研究领域中的应用较广,研究中需要利用GIS软件实现叠加分析(overlay)、距离分析(proximity)、空间插值(interpolation)和属性分析(attribute)等空间计算方法对数据进行处理。

1.4 评价对象与单元

选取银川市作为研究区域,旨在分析市级尺度上基本农田保护区分布的特征,由于县(区)级土地利用规划是落实规划与管理的主要依据,基本农田保护区已经落实到具体地块,评价具有现实意义。因此提取银川市各个区县的规划数据库中基本农田保护区图斑进行拼接,共形成基本农田保护区图斑4481个,总面积101 313 hm²,图斑平均大小22.61 hm²。以50 m×50 m分辨率的栅格作为最小评价单元,通过边界代数算法(boundary algebra filling)将落在基本农田保护范围内的基本农田图斑转换为栅格数据。选取栅格作为评价单元,既能反映出空间变化整体趋势,同时也兼顾了评价精度。本研究中结合遥感影像与DEM栅格进行配准,共有1 172行,1 514列,共93 448个评价单元。

1.5 评价指标与权重

1.5.1 适宜性指标

考虑到银川市平原灌区农业生产的特点,结合实地调研与专家访谈经验,分别选取坡度级别、土壤质地类型、距河流或干渠等水系距离、土壤盐渍化程度作为基本农田布局的适宜性指标。指标量化标准参考了农用地分等定级规程、土地适宜性评价规范及相关文献研究成果^[23],指标权重是在咨询当地6位来自于农业生产、耕地保护或土地利用管理

等领域的专家、3 位土地管理部门专业人员进行排序与打分后,由特尔菲法^[24]确定,综合上述方法得到适宜性指数为一个相对值,标准化分值在 0~100 之间,分值越高对应的适宜程度也越高。具体量化标准与结果如表 1 所示。

表 1 银川市基本农田保护区布局适宜性指标表

Table 1 Suitability index table of basic farmland conservation area's layout of Yinchuan

评价指标 Evaluation indicators	坡度 Slope (°)	土壤质地 Soil texture	河流水系 距离 Distance of river system/km	土壤盐渍 化程度 Degree of soil salinization
指标量化标准 Standard of quantitative indicators	0	>25	—	重度
	25	>15~25	—	—
	40	—	砾土	中度
	50	>6~15	—	轻度
	70	—	砂土	—
	75	>2~6	—	—
	90	—	黏土	—
	100	≤2	壤土	无
综合权重 Comprehensive weight	0.24	0.27	0.27	0.22

土壤质地和盐渍化程度选取了银川市农用地分等定级数据库成果中 6788 个样点地块的数据。由于受到 2006—2009 年期间土地开发的影响,部分新增基本农田保护区图斑的相关空间属性数据在数据库成果中缺失,研究中通过借助 ArcGIS 地统计模块 (geostatistical analyst) 的普通克里金插值 (ordinary kring)^[25] 方法对缺失数据进行预测。具体方法为:首先提取地块的几何中心,然后通过克里金插值,利用重分类 (reclass) 方法得到缺失数据的属性值。

1.5.2 协调性指标

选取基本农田保护区距城镇中心村距离、聚合图斑面积、耕地面积比例以及规划分区重叠比例作为协调性指数的主要参考指标。各个指标的含义及量化方法如下:1) 通常认为在某一距离范围内,城镇建设用地会对农地造成污染,而基本农田保护区又会限制其合理扩张,两者之间产生了不利的相互影响^[26],研究中选取人口较为集中的城镇、中心村做距离分析,并按不同距离划分协调性等级。中心村的选择依据银川市村庄布局规划,是农民集中生活、新农村建设的热点区域,规划期间面积将会适度增加,因此需要预留一定的发展空间。2) 聚合图斑,是指把空间邻接的多个基本农田保护区图斑相融合形成一个整体图斑。聚合图斑面积大小反映了基本农田保护区布局的集中程度,其面积越大,规模化与集约化利用程度越高,形状特征越趋于协调;3) 银川市的基本农田主要包括耕地、部分园地以及附属农业设施用地,分区中耕地面积比

例,体现了分区与现状土地利用类型的协调程度,若耕地占分区面积比例越高,则保护区质量越高,政策落实的可操作性也越强;4) 规划分区重叠比例,指通过对图斑叠加分析计算县级与市级土地利用规划中重叠部分占整个图斑面积的比例,指标体现了基本农田保护区划定与区域统筹发展战略及整体规划导向的一致程度。量化标准与结果见表 2。

表 2 银川市基本农田保护区布局协调性指标表

Table 2 Coordination index table of basic farmland conservation area's layout of Yinchuan

评价指标 Evaluation indicators	城镇中心村 距离 Distance to central town/km	聚合图斑 面积 Polygon area/hm ²	耕地面积 比例 Proportion of arable land	规划分区 重叠比例 Proportion of overlapping planning zones
指标量化标准 Standard of quantitative indicators	0	≤0.5	≤10	≤0.5
	25	>0.5~1	>10~100	>0.5~0.7
	50	>1~2	>100~500	>0.7~0.8
	75	>2~3	>500~1000	>0.8~0.9
	100	>3	>1000	>0.9
综合权重 Comprehensive weight	0.20	0.28	0.32	0.20

1.6 评价模型

采用多因素空间叠加分析法,结合适宜性评价模型与协调性评价模型,综合两者结果得出基本农田保护区合理性类型。

1.6.1 适宜性评价模型

根据最小因子律理论,土地利用自然适宜性通常由隶属度最小的因子决定,当某些条件在数量上或质量上对基本农田保护区的影响接近某一临界值时,即成为限制性因素,采用综合适宜度评价模型^[27-28] (式 1) 计算基本农田保护区的适宜性指数。

$$\begin{cases} S_p = 0 & \text{当} \min(F_{si}) = 0 \text{ 时} \\ S_p = \sum_{i=1}^n F_{si} \times W_{si} & \text{当} \min(F_{si}) \neq 0 \text{ 时} \end{cases} \quad (1)$$

式中, S_p 为基本农田保护区的适宜性指数; F_{si} 为某一个评价单元单因子指标的量化分值, W_{si} 为第 i 项指标的权重, n 为参评指标个数。

1.6.2 协调性评价模型

对于系统要素进行综合分析时,如果没有明显的限制性影响要素,同时各个参评指标之间不存在明显的相关性,可采用经验指数和法^[29] (式 2) 测算基本农田保护区的协调性指数。

$$C_p = \sum_{j=1}^m F_{sj} \times W_{sj} \quad (2)$$

式中, C_p 为基本农田保护区的协调性指数分值; F_{sj} 为某一个评价单元单因子指标的量化分值, W_{sj} 为第 j 项指标的权重, m 为协调性评价指标的个数。

1.6.3 布局合理性综合评价模型

多指标综合评价采用的一般方法有:专家集成

定性分析法、相关分析法、主导标志法、聚类分析法和互斥矩阵分类法等^[30]。本文选取互斥矩阵分类法综合适宜性指数与协调性指数2个指标,对基本农田布局的特征进行分类判定。这种分类研究方法结合事物的量变特征,将复杂现象从2个维度加以区分,可以深刻把握问题的本质,从而提出有针对性的解决方案。

2 结果与分析

2.1 基本农田保护区的适宜性指数

根据银川市基本农田保护区适宜性指标表(表1)分别得出坡度分值图、土壤质地分值图、河流水系距离分值图以及土壤盐渍化分值图,使用ArcGIS空间分析工具集(spatial analysis)中栅格计算器(raster calculator),选用条件函数(con)结合式(1)进行空间叠加分析,生成基本农田保护区的适宜性指数。

空间分析计算结果表明,适宜性指数的最小值为0,最大值为99.60,平均适宜性指数为75.37,总体来看,基本农田保护区适宜度较高。结合组内最相似原理,利用自然断裂法(nature breaks)^[31]实现聚类分析与标准化分级,把适宜性指数从高到低分为3个级别。其中,>80~100为I级、>10~80为II级、0~10为III级,每个级别对应面积占基本农田保护区总面积的比例分别为47.73%、49.24%和3.03%。I级区与II级区呈现集中连片分布特点,III级区零星分布。适宜性指数高的区域主要位于贺兰县北部、永宁县东南部以及兴庆区黄河西岸。适宜性指数较低的区域主要分布于金凤区南部及兴庆区中东部,由于受限于灌排条件及土壤盐渍化的影响,基本农田保护区的质量较差。如图1所示。

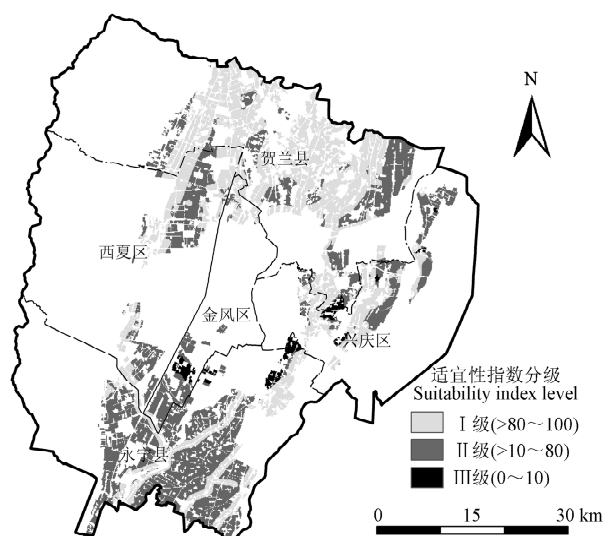


图1 基本农田保护区适宜性指数分级图

Fig.1 Suitability index classification map of basic farmland conservation area

2.2 基本农田保护区的协调性指数

根据银川市基本农田保护区布局协调性指标(表2),分别得出距城镇村距离分值图、聚合图斑面积分值图、耕地面积比例分值图和规划分区重叠比例分值图,结合式(2),使用ArcGIS的空间分析工具集(spatial analysis)中加权求和(weighted sum),设定各个栅格图层的权重,生成协调性指数。

结果表明,基本农田保护区的协调性指数最小值为0,最大值为92,平均值为56.09,布局协调指数总体不高,低于适宜性指数,说明了在满足基本农田保护区适宜性条件下,协调性还有待进一步优化。采用自然断裂法,将协调性从高到低分3个级别。其中,>60~100为I级、>40~60为II级、0~40为III级,每个级别对应面积占基本农田保护区总面积的比例分别为45.89%、35.12%和18.99%。I级区主要分布在中部和东部的中心地带,表现出集中连片分布的特点,这些地区是传统的耕作区,随着历史的发展与演变,农业生产与周围环境系统之间体现出了相互协调性。II级区域主要分布在北部和南部的边缘地带,包括一些零散与新开发土地,这些地区的基本农田划定超出了相关规划的预期,发展模式与形态缺少相应的规范。III级区域与II级区域相邻接,布局散乱,通常是由于受到多个限制性因素交互作用而表现出不协调,如图2所示。

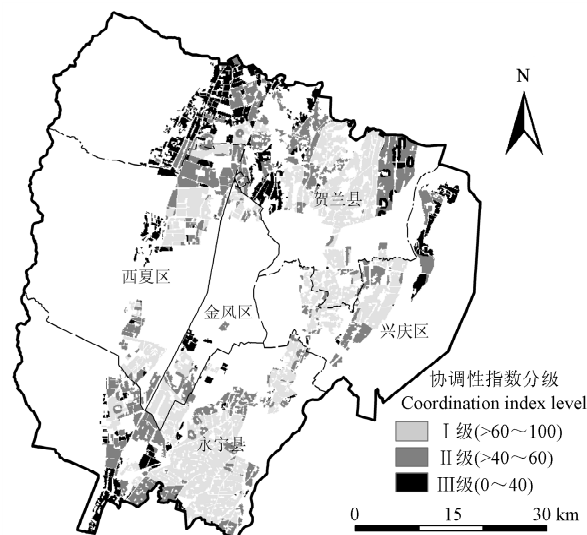


图2 基本农田保护区协调性指数分级图

Fig.2 Coordination index classification map of basic farmland conservation area

2.3 基本农田保护区的合理性评价

综合适宜性与协调性分级成果,结合互斥性矩阵方法进行分类,依据乘法原理可产生9个不同类

型,按照类别之间的相似性,进一步划分为5种基本农田保护区的类型。如表3所示。

表3 基本农田保护区布局合理性互斥性矩阵分类表
Table 3 Mutually exclusive matrix classification table of rationality of basic farmland conservation area's layout

		适宜性 Suitability		
		1	2	3
协调性 Coordination	A	A1 高度合理区	A2 一般合理区	A3 保留发展区
		B1 一般合理区	B2 保留发展区	B3 缩减调出区
	B	C1 保留发展区	C2 缩减调出区	C3 不合理区
	C			

注:1、2、3分别代表适宜性I级、II级、III级;A、B、C分别代表协调性I级、II级、III级。

Note:1, 2, 3 represent class I, class II, & class III of the suitability, while, A, B, and C represent class I, class II, and class III of coordination.

高度合理区,指A1型,总面积22 519 hm²,占基本农田保护区面积的21.21%,集中分布,主要位于贺兰县东部、兴庆区西部以及永宁县水利条件好的区域。该区域主要管理措施:积极利用现有自然条件与区位优势,加强政策与经济扶植,增强农民种植粮食作物的积极性,有步骤的推进农业规模化、集约化与节约化利用,可在保护区内部或周边区域,结合土地开发与居民点整理,增加优质基本农田的面积与范围,建立高标准基本农田示范区,在保证

可持续发展的基础上提高经济效益。

一般合理区,包括A2、B1型,总面积42 386 hm²,占基本农田保护区面积的39.92%,分布面积大,范围广,主要位于永宁县东部、贺兰县东部以及市辖区周边。该区域主要管理措施:加强基本农田区的建设与保护、防止优质耕地随着城镇发展而被占用,充分与城镇发展相结合,全面提升耕地的景观与生态功能,提升人居环境的自然条件;通过优化工程措施,进一步提高耕地自然质量,结合高度合理区的分布,通过相关规划,可以在贺兰县、永宁县等地划定永久基本农田,强化对农业生产及粮食安全的保护。

保留发展区,包括A3、B2和C1型,总面积31 451 hm²,占基本农田保护区面积的29.62%,分布较为零散,主要位于基本农田保护区的边缘地区,呈条带状分布。该区域主要管理措施:处理好城镇建设、产业发展与基本农田保护之间的关系;针对不同地块的特点,适度增加投入,消除耕地生产的限制性因素;有计划地落实农用地整理重点工程项目,强调基本农田保护区的良性有序发展,增加农业综合产出效益。

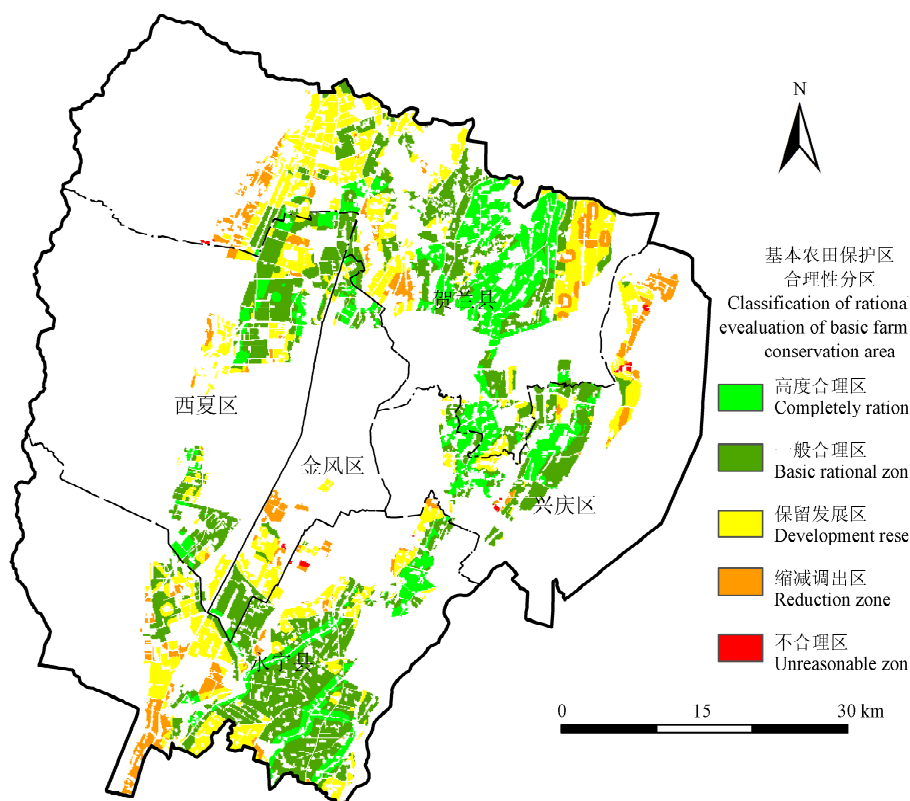


图3 基本农田保护区空间布局合理性分区图

Fig.3 Rationality classification map of basic farmland conservation area

缩减调出区,包括B3和C2型,总面积9 509 hm²,占基本农田保护区面积的8.96%,分布较零散、与保留发展区相邻接,呈片块状分布。该

区域主要管理措施:结合地块自身与周边的环境情况,确定主导土地利用方向,可相应调出部分不适宜基本农田图斑。对于宜农地区,可将调出的基本

农田用于发展林业或特色农业;对于不宜农地区,则可作为城镇优先发展区或生态安全控制区,提升与优化区域土地利用结构。

不合理区,指C3区,总面积306 hm²,占基本农田保护区面积的0.29%。分布零散,呈斑块分布。该区域主要管理措施:要结合自身与周边的情况,确定适宜的利用类型,调出基本农田保护区,并在合适的位置补划相应面积。

3 结论与讨论

本文构建了基本农田保护区空间布局合理性评价的指标与方法体系,并以银川市域范围内基本农田保护区为例,说明该方法的具体应用,主要研究成果如下:

1) 采取多信息源相结合,利用GIS空间分析、地理统计方法,综合考虑自然适宜性与系统协调性2个方面,利用互斥性矩阵分类方法提出了基本农田布局合理性评价的理论与方法体系。

2) 选择西部地区具有代表的银川市作为典型研究区域,根据基本农田划定的原则,理论联系实际,确定评价思路,选取评价指标,展现评价过程。

3) 根据评价结果将银川市基本农田保护区划分为5种类型,其中高度合理、一般合理和保留发展3种类型占基本农田保护区面积的90.76%,说明银川市当前规划方案下基本农田保护区的划定具有一定合理性。缩减调出区和不合理区的面积占9.24%,主要分布在基本农田集中区域的外围,呈斑块状分布,受到适宜性与协调性2个方面的影响,这表明在基本农田的划定过程中,不但需要通过技术手段将优质耕地纳入保护区,同时也要注重各个因素之间的相互协调关系。

4) 针对基本农田保护区不同类型及分布特点,提出相应管理措施,为提升和改善其空间布局的合理性与制定相关决策提供一定的科学依据。

以下问题需要进一步探讨:1) 评价指标的选择及量化。本研究对于参与评价指标选择与赋权主要借助专家决策,从而造成评价最终结果往往会受到专家主观经验影响,难以形成统一标准,因此,如何形成一个客观评价系统需要深入展开研究。2) 协调性指标量化方法。本文的评价对象是基本农田保护区,由于评价对象特殊,选择了协调性指标参与评价,然而该指标的量化与表达还采用简单的综合加权,要如何更好描述这一指标应该在方法上进一步研究。3) 展开动态评价研究。本研究强调静态分析,缺少动态关联与趋势预测,基本农田保护区与城镇演变时空变化规律结合不紧密。可在后续

研究中,结合历年来基本农田保护区变化情况,建立动态评价决策模型,提升评价的客观时效性。

[参 考 文 献]

- [1] 袁枫朝, 严金明, 燕新程. GIS支持下的大都市郊区基本农田空间优化[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊1): 61—65.
Yuan Fengchao, Yan Jinming, Yan Xincheng. Spatial optimization of basic farmland in suburb of metropolis based on GIS[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(Supp.1): 61—65. (in Chinese with English abstract)
- [2] Cai Weimin, Yan Huayue, Shi Ying. Research of the basic farmland delimitation based on fuzzy decision-making model[J]. Advances in Management of Technology, 2010, 17(1): 198—203.
- [3] 涂建军, 卢德彬. 基于GIS与耕地质量组合评价模型划定基本农田整备区[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 234—238.
Tu Jianjun, Lu Debin. Consolidation area delimitation for supplemental prime farmland based on GIS and combined quality assessment model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(2): 234—238. (in Chinese with English abstract)
- [4] 张炳宁, 张月平, 张秀美, 等. 基本农田信息系统的建立及其应用——I. 耕地地力等级体系研究[J]. 土壤学报, 1999, 36(4): 510—520.
Zhang Bingning, Yue Ping, Zhang Xiumei, et al. Establishing and applying an the basic farmland information system: I. study on the productivity grade of cultivated land[J]. Acta Pedologica Sinica, 1999, 36(4): 510—520. (in Chinese with English abstract)
- [5] 周尚意, 朱阿兴, 邱维理, 等. 基于GIS的农用地连片性分析及其在基本农田保护规划中的应用[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 72—77.
Zhou Shangyi, Zhu Axing, Qiu Weili, et al. GIS based connectivity analysis and its application in prime farmland protection planning[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(7): 72—77. (in Chinese with English abstract)
- [6] 孔祥斌, 靳京, 刘怡, 等. 基于农用地利用等别的基本农田保护区划定[J]. 农业工程学报, 2008, 24(10): 46—51.
Kong Xiangbin, Jin Jing, Liu Yi, et al. Planning method of the prime farmland protection zone based on farmland utilization grade[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(10): 46—51. (in Chinese with English abstract)
- [7] 吴克宁, 韩春建, 吕巧灵, 等. 基于“3S”技术的县级基本农田信息化建设[J]. 农业工程学报, 2008, 24(增刊1): 70—72.
Wu Kening, Han Chunjian, Lü Qiaoling, et al. Information construction of prime farmland at county level based on 3S technology[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2008, 24(Supp.1): 70—72. (in Chinese with English abstract)
- [8] 胡辉, 谢梅生, 蔡斌, 等. GIS技术在县级土地利用总体规划修编基本农田划定中的应用——以江西省安义县为例[J]. 中国土地科学, 2009, 23(12): 28—32.

- Hu Hui, Xie Meisheng, Cai Bin, et al. Application of GIS techniques in primary farmland zoning in the revision of land use general planning of county level: taking Anyi county of Jiangxi as an example[J]. *China Land Science*, 2009, 23(12): 28—32. (in Chinese with English abstract)
- [9] 王亚华, 袁源, 张小林, 等. 城乡结合部基本农田空间布局方法研究——以南通市港闸区为例[J]. *中国土地科学*, 2011, 25(2): 79—84.
- Wang Yahua, Yuan Yuan, Zhang Xiaolin, et al. Method on spatial allocation of primary farmland in rural-urban fringe: a case study of Gangzha district in Nantong city[J]. *China Land Science*, 2011, 25(2): 79—84. (in Chinese with English abstract)
- [10] 张英, 潘瑜春, 曾志炫, 等. 基于农用地分等定级的耕地入选基本农田评价比较分析[J]. *中国土地科学*, 2012, 26(3): 29—33.
- Zhang Ying, Pan Yuchun, Zeng Zhixuan et al. Comparative assessment on primary farmland zoning based on the farmland gradation programme[J]. *China Land Science*, 2012, 26(3): 29—33. (in Chinese with English abstract)
- [11] 涂建军, 卢德彬. 基于 GIS 与耕地质量组合评价模型划定基本农田整备区[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(2): 234—238.
- Tu Jianjun, Lu Debin. Consolidation area delimitation for supplemental prime farmland based on GIS and combined quality assessment model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2012, 28(2): 234—238. (in Chinese with English abstract)
- [12] 潘洪义, 蒋贵国, 何伟. 基于农用地产能核算成果基本农田划定研究——以安县为例[J]. *中国农学通报*, 2012, 28(8): 160—165.
- Pan Hongyi, Jiang Guiguo, He Wei. Study on demarcating of prime farmland based on accounting productivity of cultivated land: a case study on Anxian county[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2012, 28(8): 160—165. (in Chinese with English abstract)
- [13] 李灿, 张凤荣, 朱泰峰, 等. 基本农田保护区规划调控下的土地利用空间重构分析[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(16): 217—224.
- Li Can, Zhang Fengrong, Zhu Taifeng, et al. Spatial restructuring analysis of land use under planning and control of prime farmland protection area[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2012, 28(16): 217—224.
- [14] 程锋, 石英, 朱德举. 耕地入选基本农田决策模型研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2003, 19(3): 50—53.
- Cheng Feng, Shi Ying, Zhu Deju. Study on decision-making models of selecting cultivated land into prime farmland[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2003, 19(3): 50—53. (in Chinese with English abstract)
- [15] 郑新奇, 杨树佳, 象伟宁, 等. 基于农用地分等的基本农田保护空间规划方法研究[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(1): 66—71.
- Zheng Xinqi, Yang Shujia, Xiang Weining, et al. Spatial planning method for the basic farmland protection based on the farm land classification [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* (*Transactions of the CSAE*), 2007, 23(1): 66—71. (in Chinese with English abstract)
- [16] 吴飞, 濮励杰, 许艳, 等. 耕地入选基本农田评价与决策[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(12): 270—277.
- Wu Fei, Pu Lijie, Xu Yan, et al. Evaluation and decision-making for selecting cultivated land into prime farmland[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* (*Transactions of the CSAE*), 2009, 25(12): 270—277. (in Chinese with English abstract)
- [17] 蒋省三, 刘守英, 李青. 土地制度改革与国民经济成长[J]. *管理世界*, 2007, 15(9): 1—9.
- Jiang Shengsan, Liu Shouying, Li Qing. Land reform and national economic growth[J]. *Management World*, 2007, 15(9): 1—9. (in Chinese with English abstract)
- [18] 董秀茹, 尤明英, 王秋兵. 基于土地评价的基本农田划定方法[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(4): 336—339.
- Dong Xiuru, You Mingying, Wang Qiubing. Demarcating method of prime farmland based on land evaluation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* (*Transactions of the CSAE*), 2011, 27(4): 336—339. (in Chinese with English abstract)
- [19] 赵昕, 郭晶. 区域承灾力评价的协调度模型与实证[J]. *统计与决策*, 2011, 63(6): 63—65.
- Zhao Xin, Guo Jing. Coordination model of regional disaster bearing force and evidence[J]. *Statistics and Decision*, 2011, 63(6): 63—65. (in Chinese with English abstract)
- [20] Lathrop Jr. Richard G, Bognar John A. Applying GIS and landscape ecological principles to evaluate land conservation alternatives[J]. *Landscape and Urban Planning*, 1998, 41(1): 27—41.
- [21] Haslauer E, Biberacher M, Blaschke T. GIS-based Backcasting: An innovative method for parameterisation of sustainable spatial planning and resource management[J]. *Futures*, 2012, 44(4): 292—302.
- [22] Zhang Y J, Li A J, Fung T. Using GIS and Multi-criteria Decision Analysis for Conflict Resolution in Land Use Planning[J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2012(13): 2264—2273.
- [23] 曲衍波, 张凤荣, 郭力娜, 等. 北京市平谷区农村居民点整理类型与优先度评判[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(7): 312—319.
- Qu Yanbo, Zhang Fengrong, Guo Lina, et al. Evaluation of rural residential land consolidation classification and priority of Pinggu district in Beijing[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* (*Transactions of the CSAE*), 2011, 27(7): 312—319. (in Chinese with English abstract)
- [24] Jan A G M, Van Dijk. Delphi method as a learning instrument: Bank employees discussing an automation project[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 1990, 37(4): 399—407.
- [25] 靳国栋, 刘衍聪, 牛文杰. 距离加权反比插值法和克里金插值法的比较[J]. *长春工业大学学报: 自然科学版*, 2003, 24(3): 53—57.
- Jin Guodong, Liu Yancong, Niu Wenjie. Comparison between inverse distance weighting method and Kriging[J]. *Journal of Changchun University of Technology*, 2003, 24(3): 53—57. (in Chinese with English abstract)
- [26] 董涛, 孔祥斌, 谭敏, 等. 大都市边缘区基本农田功能特点及划定方法[J]. *中国土地科学*, 2010, 24(12): 32—37.
- Dong Tao, Kong Xiangbin, Tan Min, et al. Functional features and identification methods of prime farmland in metropolitan suburbs[J]. *China Land Science*, 2010, 24(12): 32—37. (in Chinese with English abstract)
- [27] Zhang Junlian. A relative weight model for soil productivity assessment[J]. *Canadian Journal of Soil Science*, 2008, 88(5): 827—832.

- [28] Rodriguez-Gallego L, Achkar M, Conde D. Land suitability assessment in the catchment area of four Southwestern Atlantic coastal lagoons: Multicriteria and optimization modeling[J]. *Environmental Management*, 2012, 50(1): 140—152.
- [29] 王瑞燕, 赵庚星, 于振文, 等. 利用生态位适宜度模型评价土地利用环境脆弱性效应[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(11): 218—224.
Wang Ruiyan, Zhao Gengxing, Yu Zhenwen, et al. Assessment of land use effects on environmental vulnerability by ecological niche suitability model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2012, 28(11): 218—224. (in Chinese with English abstract)
- [30] 李正国, 王仰麟, 张小飞, 等. 景观生态区划的理论研究[J]. *地理科学进展*, 2006, 25(5): 10—20.
Li Zhengguo, Wang Yanglin, Zhang Xiaofei, et al. Principles and systems of landscape ecological regionalization[J]. *Progress in Geography*, 2006, 25(5): 10—20. (in Chinese with English abstract)
- [31] 刘斯文, 曾普胜. 云南地学多样性定量评价方法研究与应用[J]. *东华理工大学学报: 自然科学版*, 2008, 31(3): 231—236.
Liu Siwen, Zeng Pusheng. Research on the quantitative method of geodiversities valuation and its application in Yunnan province[J]. *Journal of East China Institute of Technology*, 2008, 31(3): 231—236. (in Chinese with English abstract)

Evaluation of spatial distribution of basic farmland conservation area in Yinchuan

Li Jianchun¹, Zhang Junlian^{1*}, Li Xianwen², Su Dongxi²

(1. Key Laboratory of Agricultural Land Quality and Monitoring, Ministry of Land and Resource, College of Resource and Environment, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. China Institution of Land Surveying and Planning, Beijing 100035, China)

Abstract: Basic farmland area determined by overall land use planning in China, is regarded as important measures to guarantee the grain quantity and food security. The quantity of basic farmland is strictly restrained by the government, but the quality relate to the location is not well supervised. Thus, with land reclamation planning and high-standard basic farmland project, it is of importance to evaluate the spacial allocation of basic farmland for raising the quality of basic farmland. We pick Yinchuan as study area, which is a rapid development city in the west of China. There are many contradictions between economic development and protection of farmland in recent years. Firstly, according to the requirement of basic farmland delineation, we construct a methodology consisting of suitability and coordination, which represents the impact of natural conditions and land-use system of basic farmland protection areas. Secondly, we choose various index based on the local situation. The suitability index contains slope, soil texture, river system distance, and degree of soil salinization. The coordination index contains the distance to the center town, polygon area, the proportion of arable land, and proportion of overlapping planning zone. The weight of each index is determined by the Delphi method with relevant reference information as well as provincial experienced experts. Besides, with the help of ArcGIS9.3, we use Comprehensive Fitness Evaluation Model and Experience Index Method to calculate and drawing the suitability classification map and land-use system coordination classification map. Lastly, we use GIS spatial analysis to superimpose two classification maps, and mutually exclusive matrix classification is used to integrate these two reciprocally independent indicators. The result shows that, the basic farmland is divided into five different types according to the classification matrix: I. Completely rational zone; II. Basic rational zone; III. Development reserve zone; IV. Reduction zone and V. Unreasonable zone. The rational region (I, II and III types) accounted for 90.76% of total basic farmland protection area in Yinchuan, which means that the current planning scheme is basically rational. Unreasonable regional area (IV and V types) accounted for 9.24%, which mainly distribute in the edge of basic farmland concentration area, with patchy distribution. These districts are influenced by two aspects of the suitability and coordination. It is suggested that delineating basic farmland area does not only mean selecting high quality arable land by technical, but also focusing on the influence of the coordination between the various factors of the land use system. This study provides a new way of evaluating basic farmland's spatial layout, points out the techniques and methods, and shows specific evaluation and decision-making process. The innovation of this paper is that: 1) Establishing evaluation index of system coordination; 2) Applying mutually exclusive categories to integrating natural conditions and system coordination; 3) By selecting Yinchuan city as study area, demonstrating the problems in basic farmland protection areas delineated in western regions of China.

Key words: land use, conservation, geographic information system, spatial layout, evaluation, measures, Yinchuan