

引用格式:刘恬,胡伟艳,魏安奇,等. 基于多尺度的基本农田空间区位选择——以武汉城市圈为例[J]. 资源科学, 2018, 40(7): 1365-1374. [Liu T, Hu W Y, Wei A Q, et al. Multiscale study of location selection of prime farmland in the Wuhan Metropolitan Area [J]. *Resources Science*, 2018, 40(7): 1365-1374.] DOI :10.18402/resci.2018.07.05

基于多尺度的基本农田空间区位选择 ——以武汉城市圈为例

刘恬, 胡伟艳, 魏安奇, George A. Karnwie

(华中农业大学公共管理学院, 武汉 430070)

摘要:科学合理的选择空间区位划定基本农田对提高耕地保护效率, 实现粮食生产稳定发展, 具有重要的现实意义。文章以武汉城市圈为例, 在确保耕地质量的前提下, 考虑耕地的空间稳定性及其尺度内的水平作用和尺度之间的垂直作用, 运用EB修正的空间自相关分析方法和空间叠加分析方法, 从市级、区县、乡镇三个尺度开展基本农田空间区位选择研究。研究结果显示, 建设占用耕地是影响基本农田空间稳定性的重要因素, 存在单尺度内的空间聚集和分散以及不同尺度之间的作用等特征。根据不同尺度的LISA图发现, LH类型区耕地的建设用地需求高, 空间稳定性差, 容易发生非农转化; 而LL类型区耕地的建设用地需求低, 耕地空间稳定性好, 不易发生非农转化。将研究区划分为高风险、中等风险、较低风险、低风险四个区域, 其中较低风险区和低风险区可作为基本农田的较适宜和适宜划定区域, 主要集中连片分布在黄梅县刘佐乡、孝昌县花园镇、汉川市田二河镇、蔡甸区永安街道等, 该结果与单尺度研究结果存在差异。

关键词:土地利用规划; 基本农田; 空间自相关; 空间区位; 多尺度

DOI :10.18402/resci.2018.07.05

1 引言

基本农田是优质耕地, 耕地保护的核心就是保护基本农田^[1]。随着工业化、城镇化的快速发展, 大量优质耕地逐渐被非粮化、非农化, 其中, 建设占用是耕地减少的主要原因^[2], 严重影响耕地的空间稳定性, 进而引发基本农田调整频繁、稳定性差等问题^[3,4]。2016年8月4日, 国土资源部、农业部联合发布《关于全面划定永久基本农田实行特殊保护的通知》^[5], 明确规定将全国基本农田保护任务落实到空间, 并提出基本农田布局安排与区位选择的具体要求。许多文献针对耕地质量^[6,7]、耕地连片程度^[8]等自然地理因素对基本农田空间区位的选择展开了大量研究。与相对固定的自然条件相比, 经济、社会等可变条件对耕地空间区位分布的影响更为重要^[9], 有文献考虑耕地的立地条件^[3,4]、耕地历史变化

过程^[10]、建设压力^[11]等可变因素划定基本农田。因此, 在确保耕地质量的前提下, 考虑建设占用对耕地的影响, 合理选择耕地的空间区位划定基本农田, 可在一定程度上避免基本农田区位条件冲突、稳定性差等问题, 对提高耕地保护效率, 实现粮食生产稳定发展^[6], 具有重要的现实意义。

基本农田划定工作是一种自上而下的多层次决策体系, 具有显著的多尺度特性^[7]。通过目标分解下达确定各市、县、乡的基本农田数量^[12], 市级规划基本农田集中区, 区县规划基本农田空间布局, 乡镇负责执行与落实区县规划。这种方式便于组织管理, 但容易产生上下级规划区位和规模不一致等问题, 难以实现纵向衔接^[13]。市县更多地在站在全局视角统筹考虑基本农田的空间区位分布, 难以保证每个乡镇的发展需求, 而乡镇政府在落实上

收稿日期: 2017-09-23, 修订日期: 2018-01-05

基金项目: 国家自然科学基金(71673105); 国家自然科学基金(71303087); 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(14JZD009)。

作者简介: 刘恬, 女, 河南焦作人, 博士生, 研究方向为土地资源经济与土地利用规划。E-mail: 553112046@qq.com

通讯作者: 胡伟艳, E-mail: hwywmake@163.com

级要求划定基本农田的同时,会面临保护效益与成本的权衡,常常处于被动局面^[13]。现有研究文献侧重于市级、区县、乡镇等单一尺度研究,对单一尺度空间作用以及尺度之间的作用研究还鲜有报道。因此,迫切需要多尺度考虑划定基本农田,以兼顾不同层级地方政府的利益诉求。文章以武汉城市圈为例,在确保耕地质量的前提下,考虑耕地的空间稳定性和尺度之间的作用大小,运用EB修正的空间自相关分析方法和空间叠加分析方法,利用武汉城市圈1990—2015年六期土地利用遥感数据,探索多尺度下的基本农田空间区位选择,为划定基本农田和提高耕地保护效率提供依据。

2 研究区概况与数据来源

2.1 研究区概况

武汉城市圈位于湖北省东部地区,覆盖武汉、鄂州、黄石、黄冈、咸宁、天门、仙桃、潜江、孝感9个市,48个县,475个乡镇(图1)。2015年武汉城市圈常住人口和GDP分别为3020.6万人和18.5万亿元,占湖北省总人口的53%和GDP总量的63%,是中国中部地区最大的城市群之一,是长江经济带的重要组成部分和中部崛起的重要战略支点。2007年国务院正式批准武汉城市圈为“全国资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区”,2016年12月,城市圈的中心城市—武汉市正式获批“国家

中心城市建设”,伴随而来的高速度经济发展和城镇化,将进一步增加建设用地的需求从而可能导致耕地减少。据统计,1990—2015年,武汉城市圈耕地面积由1990年的302.9万 hm^2 减少为2015年的277.3万 hm^2 ,建设用地面积由1990年的28.7万 hm^2 增加到2015年的48.0万 hm^2 ,建设占用耕地面积占耕地减少面积的71%。根据《中国耕地质量等级调查与评定(全国卷)》^[14],武汉城市圈耕地主要集中在1-8等,优、高等耕地占耕地总面积的82.4%^[15],耕地质量优良,区域差异较小,耕地质量相对稳定^[16]。作为研究区耕地面积减少的主要因素,建设占用耕地的空间分布直接影响着耕地的空间区位和稳定性。分析建设占用耕地的空间区位分布,合理划定基本农田,成为耕地有效保护的关键问题。

2.2 数据来源与处理

文章采用1990年、1995年、2000年、2005年、2010年、2015年六期Land sat TM/ETM遥感影像数据(空间分辨率为30m×30m)和武汉城市圈2012年市级、区县、乡镇的行政区划矢量数据,数据均来源于中国科学院资源环境科学数据中心^[17]。数据处理流程为,①对六期遥感影像数据进行图像处理,包括图像增强、融合等,同时结合野外实测资料和有关地理图件,对影像进行几何配准。②人机交互解译获得土地利用数据,并通过随机抽取动态图斑重复判读

的方式确保数据质量,数据精度达到要求,耕地不低于85%,建设用地不低于80%,其他用地类型不低于75%。③结合2012年市级、区县、乡镇三级行政区划矢量数据,利用ArcGIS 10.2软件进行栅格裁剪处理,获取各行政单元的六期土地利用数据,并对耕地和建设用地进行栅格重分类,分别赋值为0和1。④运用3D分析工具中的栅格计算器进行叠加计算,获得各行政单元相邻两期建设占用耕地的基础数据。

土地利用数据严格依照中国科学院“国家基本资源环境遥感动态信息系统”^[18]中的分类标准,将土地利用类型划分为耕地、林地、草地、水域、城乡建设用地、未利用地六类,其中耕地是指种植农作物的土地,涵盖水田和旱地2个二级类,城乡建设用地包括

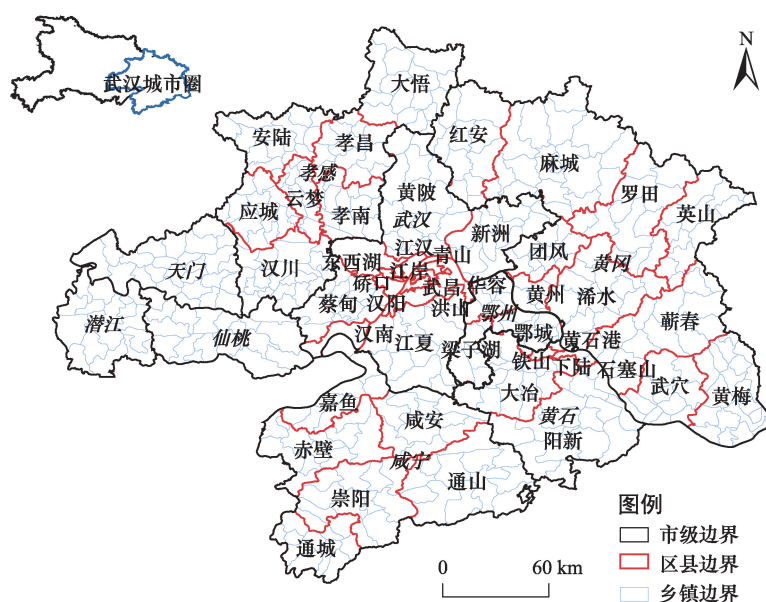


图1 武汉城市圈区位

Figure 1 Location of Wuhan Metropolitan Area

2018年7月

城镇用地、农村居民点、其它建设用地3个二级类。

3 研究方法

良好的耕地质量条件和稳定的空间区位是基本农田空间区位选择的重要基础条件^[3]。在耕地质量良好、差异较小的前提下,考虑耕地空间稳定性进行基本农田空间区位选择,可以有效地降低耕地保护成本,避免基本农田频繁调整。耕地的空间稳定性是指经济社会发展过程中被非农建设占用的潜在威胁和风险^[19],已成为评判基本农田空间区位选择是否合理的标准^[3,9]。除此之外,在选择基本农田的空间区位时,还要关注其历史变化规律,确保划定结果与耕地的变化趋势相符^[9]。由于土地利用空间外溢效应的存在,建设占用耕地常存在一定的空间关联,已有文献通过建设占用耕地的值域分布规律揭示其空间区位分布,但没有考虑建设占用耕地的空间关联性^[20]。空间自相关分析考虑单尺度内变量的空间作用,主要包括全局空间自相关方法和局部空间自相关方法^[20,21],文章利用该方法,分析建设占用耕地的空间区位分布和时间演变规律,识别基本农田的空间区位。

3.1 EB修正的全局空间自相关

Moran最早提出全局空间自相关统计方法,用于检验变量之间是否存在空间关联^[22,23]。由于研究区各行政单元的耕地面积不同,直接利用建设占用耕地的面积进行全局空间自相关分析会存在一定程度的偏差,文章结合各行政单元的耕地面积,采取经典贝叶斯修正法对建设占用耕地的Moran's I进行修正,测度分析建设占用耕地是否存在空间关联:

$$EBI = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij} R_i R_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2} \quad (1)$$

式中 EBI 为经典贝叶斯修正的全局空间自相关指数; R_i 和 R_j 为综合变量, $R_i = (y_i - \bar{y}) / \sqrt{V_i}$, $R_j = (y_j - \bar{y}) / \sqrt{V_j}$, y_i, y_j 为经典贝叶斯修正后的行政单元 i 和 j 的建设占用耕地面积, \bar{y} 为修正后建设占用耕地面积的平均值, V_i 为修正后建设占用耕地面积的方差; \bar{R} 为 R_i 的平均值; n 为研究区行政单元数(市级单元, n 为9;区县单元, n 为48;乡镇单元, n 为475); W_{ij} 为空间权重矩阵。文章根据公共边界原则^[24,25],利用GeoDA软件构建武汉城市圈9个市、48个县、

475个乡镇的空间权重矩阵,如果区域 i 和区域 j 空间相邻, $W_{ij}=1$;反之, $W_{ij}=0$ 。

Z 统计值可检验 EBI 指数的显著性水平,计算公式如下:

$$Z = \frac{EBI - E(EBI)}{\sqrt{VAR(EBI)}} \quad (2)$$

式中 $E(EBI)$ 、 $VAR(EBI)$ 表示 EBI 的均值与方差。当 $|Z| > 1.96$ ($P < 0.05$)时,说明建设占用耕地存在显著的空间关联。 EBI 的取值范围为 $(-1, 1)$,在给定显著性水平下,若 $EBI > 0$,则表示建设占用耕地在空间上聚集分布, EBI 值越大,空间聚集效应越显著;若 $EBI < 0$,表明建设占用耕地在空间上离散分布,取值越接近 -1 ,空间离散效应越明显; EBI 趋于0时,说明建设占用耕地在空间上随机分布。

3.2 EB修正的局部空间自相关

利用EB修正的全局空间自相关分析方法分析变量之间的空间关联特征之后,文章继续利用经EB修正的 EBI 局部空间自相关分析方法,进一步揭示建设占用耕地的空间区位分布特征^[26,27]。 EBI_i 计算模型如下:

$$EBI_i = R_i \sqrt{V_i} \sum_{j \neq i}^n W_{ij} R_j \sqrt{V_j} \quad (3)$$

根据 EBI_i 值以及 Z 值的关系,判断目标单元 i 与邻近区域的空间自相关类型:若 $EBI_i > 0$ 且 Z 值 > 0 ,则单元 i 位于目标单元和周围单元建设占用耕地水平均较高的区域(HH类型区);若 $EBI_i > 0$ 而 Z 值 < 0 ,则单元 i 位于目标单元建设占用耕地水平较高,但周围较低的区域(HL类型区);若 $EBI_i < 0$ 而 Z 值 > 0 ,则单元 i 位于目标单元建设占用耕地水平较低,但周围较高的区域(LH类型区);若 $EBI_i < 0$ 且 Z 值 < 0 ,则单元 i 位于目标单元和周围单元建设占用耕地水平均较低的区域(LL类型区)。

在给定显著水平($p < 0.05$)下,为更加直观地显示建设占用耕地的空间区位分布,文章依据局部空间自相关类型绘制LISA聚集图,将建设占用耕地的空间区位分布可视化。

3.3 多尺度作用评价模型

通过建设占用耕地空间区位分布的长时序对比分析,可识别相邻时期各个尺度各类型区域耕地转为建设用地的风险高低,以确保耕地具有长期稳定性。然而,基本农田划定实际工作过程中涉及各

层级地方政府之间的博弈关系,总的来讲是一种多层决策体系^[13],具有多尺度特征。因此,在揭示不同尺度各类型区域耕地空间稳定性的基础上,需考虑不同尺度之间的尺度作用大小,合理进行基本农田空间区位选择。文章将尺度作用大小作为权重纳入基本农田空间区位评价中,建立如下基本农田空间区位选择的多尺度作用评价模型:

$$X_{ijk} = \alpha_i x_i + \beta_{ij} x_{ij} + \gamma_{ijk} x_{ijk} \quad (4)$$

$$\alpha_i + \beta_{ij} + \gamma_{ijk} = 1 \quad (5)$$

式中 X_{ijk} 为最低尺度水平的测度值,即乡镇尺度耕地的综合评价; $\alpha_i, \beta_{ij}, \gamma_{ijk}$,分别为市级、区县、乡镇的尺度作用大小,该参数采用胡伟艳等学者的前期研究成果,取尺度作用大小分别为0.126, 0.198, 0.676^[28]; x_i, x_{ij}, x_{ijk} 分别为 i 市、 i 市 j 县、 i 市 j 县 k 乡镇的耕地空间区位分值,依据耕地的空间稳定性大小直接获取,分值由高至低分别为5、4、3、2、1,分值越高,说明未来耕地转为建设用地的风险越高,耕地空间稳定性越差;反之,说明未来耕地转为建设用地的风险越低,耕地空间稳定性越好。

4 结果分析

4.1 空间关联的统计检验

在ArcGIS10.2中运用空间连接工具将不同时期的建设占用耕地面积、对应的耕地面积与行政区划矢量图连接并导出数据,然后运用GeoDA软件计算三个尺度建设占用耕地的EBI估计值和Z统计量,以检验各尺度建设占用耕地是否存在空间关联特征。

表1显示,1990—2015年间,市级尺度建设占用耕地的EBI估计值大部分为负值,Z统计量均小于

1.96,统计上不显著;区县尺度和乡镇尺度建设占用耕地的EBI估计值均大于0,且均通过了显著性检验,说明区县尺度和乡镇尺度上,武汉城市圈建设占用耕地具有显著的空间正相关性,呈聚集分布状态。从EBI估计值的变化趋势来看,1990—2015年间,市级尺度和区县尺度建设占用耕地的EBI估计值均呈先降后升再降,整体减小的变化趋势,说明随着时间的推移,市级和区县尺度建设占用耕地的空间聚集效应逐步转弱,空间离散效应逐步显现;而乡镇尺度建设占用耕地的EBI估计值呈现出先下降后上升,整体增大的演变趋势,说明乡镇尺度建设占用耕地的空间聚集效应逐步增强。整体上乡镇尺度的EBI估计值最大,区县次之,市级最小,表明乡镇尺度建设占用耕地的空间聚集效应远大于区县尺度和市级尺度,该结论符合多尺度研究的一般规律。

4.2 单一尺度空间关联的区位选择

从上述研究来看,建设占用耕地在各尺度上均存在空间关联特征,但建设占用耕地在区域内部存在一定的差异。在GeoDA软件中利用经EB修正的局部空间自相关工具绘制建设占用耕地的LISA聚集图(见图2),进一步描述各尺度建设占用耕地的空间区位分布,识别耕地的空间区位分布特征。

市级尺度:从图2中可以看出,1990—2015年五个时期武汉城市圈建设占用耕地发生空间聚集(HH和LL)的市级单元数量分别为1个、1个、2个、1个和0个,说明市级尺度上建设占用耕地的空间聚集效应减弱,空间离散效应凸显,与全局空间自相关的分析结果相符。从空间区位分布上来看,1990—1995年HH类型区位于鄂州市;1995—2000年,HH

表1 1990—2015年武汉城市圈多尺度建设占用耕地的EBI估计值

Table 1 Estimates of EBI for farmland conversion to built-up area at multi-scale in Wuhan Metropolitan Area from 1990 to 2015

尺度水平	指标	1990—1995年	1995—2000年	2000—2005年	2005—2010年	2010—2015年
市级尺度	EBI	-0.049	-0.255	-0.049	0.155	-0.022
	Z值	0.381	-0.718	-0.682	1.333	0.600
	P值	0.312	0.260	0.239	0.094	0.274
区县尺度	EBI	0.320	0.053	0.454	0.351	0.291
	Z值	5.118	2.010	4.907	5.360	3.247
	P值	0.004	0.043	0.001	0.002	0.005
乡镇尺度	EBI	0.296	0.148	0.335	0.384	0.400
	Z值	14.885	8.119	12.790	17.117	14.589
	P值	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

2018年7月

类型区为武汉市,与之接壤的仙桃市属于LH类型区;2000—2005年,LL类型区位于和武汉市不接壤的天门市和潜江市,LH类型区由西向东迁移,分布于和武汉市接壤的黄冈市和咸宁市;2005—2010年,LL类型区仍为天门市,说明目标和周围建设占用耕地水平均较低的单元,具有较好的空间稳定性;2010—2015年,黄冈市为LH类型区。总的来看,LL类型区建设用地需求较弱且不随时间发生变化,耕地空间稳定性较好。因此,市级尺度上应首要在LL类型区选择优质耕地划定基本农田。

区县尺度:图2显示,区县尺度建设占用耕地空间自相关类型主要以HH和LL类型区为主,1990—2015年间,发生HH和LL空间聚集的区县单元数量分别为8个、7个、8个、13个、8个,说明区县尺度上武汉城市圈建设占用耕地的空间聚集效应呈先增

后减的趋势。2007年国务院正式批准武汉城市圈为“全国资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区”,这无疑给地处“武汉城市圈”的9个城市带来巨大的建设占用耕地需求,同时增强了各地区间的联系与交流,建设占用耕地的空间聚集效应逐渐凸显。从建设占用耕地的空间区位分布来看,HH类型区主要分布于武汉城市圈的中心地区,呈现数量逐步增多、由西向东转移的趋势。1990—2010年,HH类型区主要为江汉区,2010—2015年,HH类型区增多且逐步东移至洪山区,这与区域经济发展水平分布存在一定的空间区位耦合,说明建设占用耕地水平易受区域经济发展水平的影响。LL类型区连片分布在武汉城市圈的外围区域,呈现由西向东转移,整体上逐步趋于稳定的趋势,1990—1995年,LL类型区主要位于通山县和崇阳

a. 1990—1995年市级LISA



b. 1990—1995年区县LISA



c. 1990—1995年乡镇LISA



d. 1995—2000年市级LISA



e. 1995—2000年区县LISA



f. 1995—2000年乡镇LISA



g. 2000—2005年市级LISA



h. 2000—2005年区县LISA



i. 2000—2005年乡镇LISA



续图2

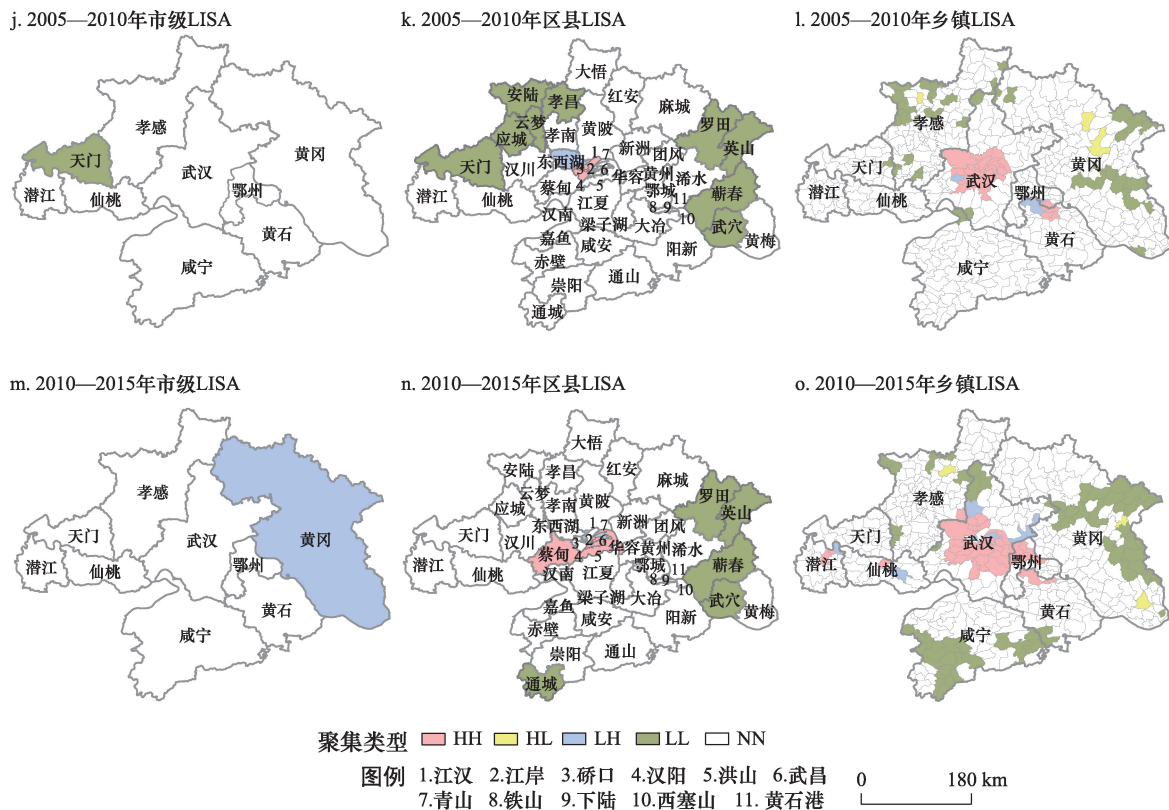


图2 1990—2015年武汉城市圈各尺度建设占用耕地的LISA聚集分布

Figure 2 LISA for farmland conversion to built-up area at the three scales in Wuhan Metropolitan Area from 1990 to 2015

县等,1995—2005年间逐步转移到罗田县和英山县并趋于稳定,说明LL类型区具有相对稳定的空间关系。LH类型区绝大部分位于武汉市,容易发生空间类型转换,汉阳区1990—1995年位于LH类型区,1995—2000年转换为HH类型区。由此可见,LH类型区是未来建设用地需求较高的区域,耕地空间稳定性差。相反,LL类型区是未来建设用地需求较低的区域,耕地空间稳定性好。因此,区县尺度上优先选择在LL类型区划定基本农田,尽量避免在LH类型区内划定大量基本农田。

乡镇尺度:图2显示,从空间聚集发生的数量上来看,1990—1995年建设占用耕地位于HH和LL类型区的乡镇个数为56个,之后四期依次为65个、60个、64个、98个,呈波动上升趋势,这表明武汉城市圈建设占用耕地的局部空间聚集效应越来越明显,地区自身建设占用耕地水平受其周围乡镇单元建设占用耕地水平的影响越来越大,这同时也意味着武汉城市圈耕地有效保护的难度在逐步增大。从

空间聚集发生的空间区位来看,HH类型区1990—2010年分布于徐家棚街道等,2010—2015年逐步增多且向东扩散至葛店镇。LL类型区连片发生在距离武汉市较远的外围区域,且呈现出从西向东,由北向南迁移的趋势。1990—1995年,LL类型区多发生在陈店乡等,1995—2015年逐步稳定至张榜镇、沙坪镇等,说明乡镇尺度上LL类型区具有相对好的空间稳定性。LH类型区多分布于武汉城市圈的中心区域,但极易受到周围单元建设占用耕地水平的影响,比如,1995—2000年军山街道处于LH类型区,2000—2005年转换为HH类型区。HL类型区零散分布于HH类型区和LL类型区之间,如凤山镇、花园镇、赵李桥镇。总之,乡镇尺度上,LH类型区和HH类型区是建设占用耕地水平较高的区域,该区域耕地空间稳定性较差,而LL类型区是建设占用水平较低的区域,该区域耕地空间稳定性好。因此,在乡镇尺度上进行基本农田空间区位选择时,应首要考虑LL类型区,而非LH类型区和HH类型区。

2018年7月

4.3 多尺度作用下的区位选择

通过上述研究发现:

(1)尺度水平越低,建设占用耕地的空间关联和空间区位分布特征越显著,说明建设占用耕地具有多尺度特征,基本农田的空间区位可能存在一定的尺度依赖特征。

(2)LL类型区和LH类型区分别为未来建设用地的低、高需求区域,对应于耕地的空间稳定性好、差区域。区县尺度和乡镇尺度均发生LH类型区向HH类型区转变的现象,而三个尺度上LL类型区呈现出趋于稳定的趋势。从耕地空间稳定性来看,如果在LH类型区划定基本农田,会面临被调整和占用的高风险,从而降低基本农田保护的效率。因此,文章依据耕地空间稳定性大小为各类型区域内的耕地进行赋值,LH类型区、HH类型区、HL类型区、LL类型区、NN类型区的耕地分别赋值为5、4、3、2、1,结合2010—2015年耕地的区位分布状况对耕地空间区位进行综合评价,耕地综合评价分值的值域为1~5,分值越高代表耕地空间稳定性越差,耕地未来转为建设用地的风险越高。在ArcGIS10.2软件中,根据分值对评价结果进行分级,分为高风险区域(4~5)、中等风险区域(3~4)、较低风险区域(2~3)、低风险区域(1~2)四个区域(图3),在此基础上进一步分析基本农田的空间区位选择。

耕地未来转为建设用地的高风险区域主要分布在新沟桥街道。将乡镇尺度的耕地空间区位综合评价结果整合到市级尺度和区县尺度来看,市级尺度和区县尺度应尽量避免和规避在武汉市青山区划定基本农田集中区和布局基本农田。《湖北省城镇化与城镇发展战略规划(2010—2030)》^[29](以下简称发展规划)中指出,要建设青(山)阳(逻)鄂(州)大循环经济示范区,这一规划部署的实施可能使得该区域未来发生耕地转为建设用地的可能性最大。倘若在该区域划定大量基本农田,迫于巨大的建设压力,日后难免会面临频繁调整的局面,难以发挥基本农田的刚性。

中等风险区域主要位于五里界镇、徐家

棚街道、沌口街街道、天河街道、葛店镇、还地桥镇、彭场镇、泽口街道等,市级尺度上主要分布在武汉城市圈的中心地区武汉市、鄂州市,区县尺度上主要集中在武汉市的蔡甸区、洪山区、江夏区和黄陂区,鄂州市的华容区等区域,这与市、乡镇单一尺度分析结果有一定的偏差。发展规划提出,未来要加强引导建设包括武汉市都市发展区、鄂州市区等在内的“武鄂黄黄”都市连绵带,使其成为最强空间核心。因此,未来这一区域的建设压力较大,不适宜划定过多的基本农田,但在该区域划定适量的基本农田可达到控制城市无序发展,盘活城市存量的目的。

较低风险区域出现在黄冈市黄梅县的刘佐乡、黄冈市麻城县的夫子河镇、黄冈市团风县的但店镇、孝感市孝昌县的花园镇、黄冈市罗田县的大崎乡、黄冈市蕲春县的张榜镇、黄冈市英山县的草地盘镇等区域,该结果均未在市级尺度和区县尺度的单一尺度分析中出现,进一步说明市级尺度和区县尺度的单一尺度分析不能同时考虑各尺度的实际需求。该区域耕地质量水平较高,建设占用耕地水平较低,建设压力较低,从基本农田长期稳定性的视角来看,较适宜划定基本农田。根据发展规划中

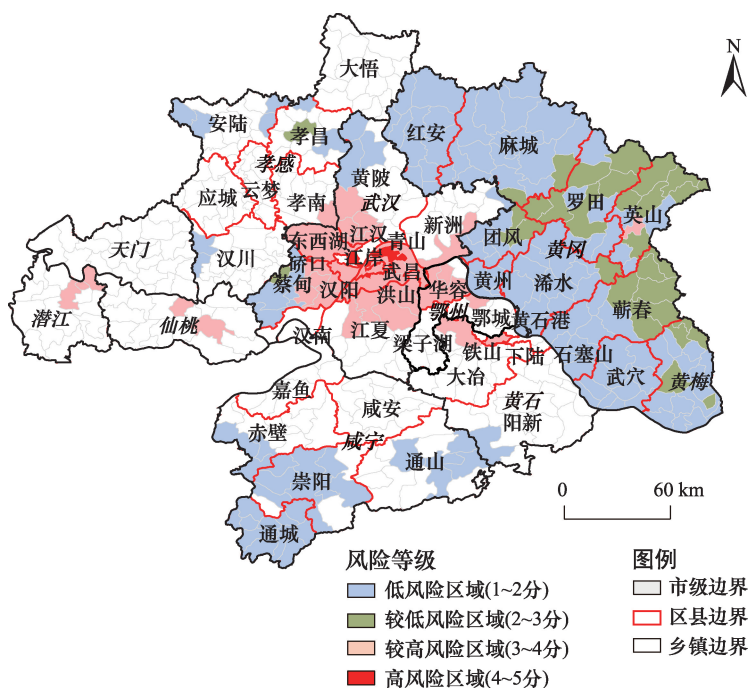


图3 武汉城市圈基本农田划定的风险等级分布

Figure 3 Distribution of prime farmland demarcating risk in Wuhan Metropolitan Area

的战略部署要求,该区域未来主要将承担轻工业生产、生态旅游建设等相关职能,在该区域划定基本农田与发展规划的期望目标相吻合。

低风险区域主要分布在田二河镇、永安街道、杏花乡、龟山乡、回龙山镇、关口镇、白莲河乡、漕河乡、梅川镇、小池镇、燕厦乡、天城镇、四庄乡、赵李桥镇等,呈连片分布格局。而市级尺度和区县尺度上,基本农田的适宜划定区域连片集中在咸宁市的通城县和崇阳县、黄冈市的红安县和黄梅县、孝感市的汉川市和安陆市、武汉市的蔡甸区和黄陂区等区域。田二河镇、永安街道等区域隶属江汉平原,该区域地势低平,耕地质量优良,耕作条件便利,适宜农业生产。杏花乡、小池镇、燕厦乡、天城镇等区域是湖北省的粮食主产区,该区域耕地呈连片分布状态,有利于实现规模经营,具有较高的空间稳定性。该区域也是湖北省土地利用总体规划(2006—2020年)^[30]中的高产农田建设区域。

5 结论与讨论

文章采用EB修正的空间自相关分析方法和空间叠加分析方法,从市级、区县、乡镇三个尺度对武汉城市圈进行了基本农田的空间区位选择研究,研究结果表明:

(1)考虑耕地的空间稳定性,LH类型区的耕地容易受到周围建设占用耕地的影响而转换为建设用地,空间稳定性较差,不宜划定为基本农田;LL类型区的耕地不容易发生变化,空间稳定性较好,适宜择优划定基本农田。

(2)建设占用耕地的空间区位分布并不是随机的,呈现出一定的空间自相关性,尺度水平越低,建设占用耕地的空间区位分布越精确,说明耕地的空间区位分布可能存在一定的尺度依赖特征。

(3)多尺度研究能够较好地兼顾不同层级政府的发展诉求,实现基本农田空间区位选择的纵向衔接。考虑耕地的空间稳定性及其尺度内的水平作用和尺度间的垂直作用将研究区划分为高风险区域、中等风险区域、较低风险区域、低风险区域四个区域,其中比较适宜和适宜划定基本农田的区域为较低风险区和低风险区,主要集中连片分布在黄梅县刘佐乡、孝昌县花园镇、汉川市田二河镇、蔡甸区永安街道等,该区域耕地质量好,地势低平,耕作条

件便利。即较适宜和适宜划定基本农田的区域满足耕地质量良好、耕地空间区位较为稳定的要求。

基本农田划定工作过程中涉及各级行政单元之间的利益博弈,具有显著的多尺度特征。文章考虑耕地的空间稳定性,结合已有研究数据,从市、县、乡镇三个尺度对基本农田空间区位的选择进行了探索性研究,是对单一尺度研究的创新,为建设用地空间管制和永久性基本农田划定提供了理论基础。该研究思路可以进一步应用于村庄尺度、农户尺度甚至地块尺度基本农田空间区位选择的理论和实践研究,在研究中需特别注意耕地质量及其区域差异小的要求,若研究区域耕地质量差异较大,需首先开展耕地质量评价,确保划定的基本农田为优质耕地。基于过去耕地转为建设用地的的事实,判定未来耕地转化的热点地区,即空间稳定性差的区域,在与未来的发展对接中,往往存在背离的可能性,为此,文章将所划定的选择区位与已有的发展规划、土地利用总体规划等进行了对比分析。综合考虑耕地质量、耕地的空间稳定性尺度作用以及未来发展的情景模拟,进一步开展基本农田划定研究也是非常有意义的课题。

参考文献(References):

- [1] 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(04): 336-339. [Dong X R, You M Y, Wang Q B. Demarcating method of prime farmland based on land evaluation[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2011, 27(4): 336-339.]
- [2] 张乐勤,陈发奎. 基于Logistic模型的中国城镇化演进对耕地影响前景预测及分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(04): 1-11. [Zhang L Q, Chen F K. Analysis and forecast on prospect about influence of urbanization gradual progress on cultivated land in China based on Logistic model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(4): 1-11.]
- [3] 钱凤魁,张琳琳,贾璐,等. 基本农田划定中的耕地立地条件评价研究[J]. 自然资源学报, 2016, 31(3): 447-456. [Qian F K, Zhang L L, Jia L, et al. Site condition assessment during prime farmland demarcating[J]. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(3): 447-456.]
- [4] 边振兴,刘琳琳,王秋兵,等. 基于LESA的城市边缘区永久基本农田划定研究[J]. 资源科学, 2015, 37(11): 2172-2178. [Bian Z X, Liu L L, Wang Q B, et al. Permanent prime farmland demarcation in urban fringes based on the LEsa system[J]. *Resources Science*, 2015, 37(11): 2172-2178.]

2018年7月

- [5] 中华人民共和国自然资源部. 关于全面划定永久基本农田实行特殊保护的通知[EB/OL]. (2018-3-6). http://f.mlr.gov.cn/201803/t20180306_1762890.html. [Ministry Of Natural Resources of the People's Republic of China. Notice on fully demarcating permanent prime farmland and implementing special protection[EB/OL]. (2018-3-6). http://f.mlr.gov.cn/201803/t20180306_1762890.html.]
- [6] 陈黎黎, 宋戈, 邹朝晖, 等. 基于改进局部空间自相关分析的萝北县耕地保护分区[J]. 资源科学, 2016, (10): 1871-1882. [Chen L L, Song G, Zou C H, et al. Zoning of protected cultivated land based on improved local indicators of spatial association[J]. *Resources Science*, 2016, 38(10): 1871-1882.]
- [7] 任艳敏, 唐秀美, 刘玉, 等. 考虑耕地生态质量的基本农田划定方法[J]. 农业工程学报, 2014, 30(24): 298-307. [Ren Y M, Tang X M, Liu Y, et al. Demarcating method of prime farmland considering ecological quality of cultivated land[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(24): 298-307.]
- [8] 关小东, 何建华. 基于贝叶斯网络的基本农田划定方法[J]. 自然资源学报, 2016, (06): 1061-1072. [Guan X D, He J H. Prime farmland protection zoning based on Bayesian network[J]. *Journal of Natural Resources*, 2016, (06): 1061-1072.]
- [9] 彭建, 魏海, 李贵才, 等. 基于城市群的国家级新区区位选择[J]. 地理研究, 2015, 34(01): 3-14. [Peng J, Wei H, Li G C, et al. Research on location accessibility of national new areas based on urban agglomerations[J]. *Geographical Research*, 2015, 34(01): 3-14]
- [10] 马世发, 吴楷钊, 劳春华, 等. 永久基本农田保护片区智能识别系统 iZone 的建立与应用[J]. 农业工程报, 2017, 33(02): 276-282. [Ma S F, Wu K Z, Lao C H, et al. Establishment and application of iZone system for intelligently identifying preserved zones of permanent prime farmland[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2017, 33(2): 276-282.]
- [11] 聂艳, 吴西子, 于婧, 等. 基于土地评价和空间聚类的基本农田划定方法研究——以湖北省鹤峰县为例[J]. 中国土地科学, 2013, 27(12): 39-45. [Nie Y, Wu X Z, Yu J, et al. Primary farmland zoning based on land evaluation and spatial clustering: a case of Hefeng county[J]. *China Land Sciences*, 2013, 27(12): 39-45.]
- [12] 王晓军, 梅傲雪, 周洋. 县级土地利用总体规划编制过程中的利益相关者分析[J]. 中国土地科学, 2014, 28(09): 47-52. [Wang X J, Mei A X, Zhou Y. Stakeholder analysis in the process of land use master planning at county level[J]. *China Land Sciences*, 2014, 28(09): 47-52.]
- [13] 林坚, 乔治洋. 博弈论视角下市县“多规合一”研究[J]. 中国土地科学, 2017, 31(5): 12-19. [Lin J, Qiao Z Y. Research on “multiple plans integration” based on the game theory[J]. *China Land Sciences*, 2017, 31(5): 12-19.]
- [14] 胡存智. 中国耕地质量等级调查与评定(全国卷)[M]. 北京: 中国大地出版社, 2010. [Hu C Z. China's cultivated land quality grade survey and assessment (national roll)[M]. Beijing: China Land Press, 2010]
- [15] 湖北省国土资源厅. 2017年湖北省国土资源综合统计年报[EB/OL]. (2018-03-10). <http://www.hbl.gov.cn/gk/tjsj/gczyztgj/108743.htm>. [Department of Land and Resources of Hubei Province. Annual Report on Land and Resources Statistics of Hubei Province in 2017[EB/OL]. (2018-03-10). <http://www.hbl.gov.cn/gk/tjsj/gczyztgj/108743.htm>]
- [16] 陈朝, 吕昌河. 基于综合指数的湖北省耕地质量变化分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25(12): 2018-2029. [Chen Z, Lv C H. Analysis on the variation of farmland quality using an integrated index approach in Hubei province[J]. *Journal of Natural Resources*, 2010, 25(12): 2018-2029.]
- [17] 中国科学院资源环境科学数据中心[EB/OL]. <http://www.resdc.cn>. [Resource and Environment Data Cloud Platform. [EB/OL]. <http://www.resdc.cn>.]
- [18] 刘纪远. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究[J]. 遥感学报, 1997, 1(3): 225-230. [Liu J Y. Study on national resources & environment survey and dynamic Monitoring using remote sensing[J]. *Journal of remote sensing*, 1997, 1(3): 225-230.]
- [19] 孙茜, 牛海鹏, 雷国平, 等. 高标准农田建设区域划定与项目区选址研究[J]. 农业机械学报, 2016, 47(12): 337-346. [Song Q, Niu H P, Lei G P, et al. Well-facilitated farmland construction zoning and project site selection[J]. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2016, 47(12): 337-346].
- [20] 彭建, 刘志聪, 刘焱序, 等. 京津冀地区县域耕地景观多功能性评价[J]. 生态学报, 2016, 36(08): 2274-2285. [Peng J, Liu Z C, Liu Y X, et al. Assessment of farmland landscape multifunctionality at county level in Beijing-Tianjin-Hebei area[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(8): 2274-2285.]
- [21] Robert Haining. Spatial data analysis: Theory and practice[M]. Cambridge University Press, 2003: 105-119.
- [22] Moran P A. Notes on continuous stochastic phenomena[J]. *Biometrika*, 1950, 37: 17-23
- [23] Dou Y, Luo X, Dong L, et al. An empirical study on transit-oriented low-carbon urban land use planning: exploratory spatial data analysis (ESDA) on Shanghai, China[J]. *Habitat International*, 2016, 53: 379-389.
- [24] 张孝宇, 张安录. 武汉市耕地非农化的空间自相关分析[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(5): 781-788. [Zhang X Y, Zhang A L. Small-scale spatial patterns of farmland conversion based on autocorrelation analysis in wuhan city[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2015, 24(5): 781-788.]
- [25] 杨杨, 吴次芳, 韦仕川, 等. 中国建设用地扩展的空间动态演变格局——基于 EBI 和 EBI_i 的研究[J]. 中国土地科学, 2008, 22(1): 23-31. [Yang Y, Wu C F, Wei S C, et al. Spatial variation of construction land expansion in China: based on EBI and EBI_i[J]. *China Land Sciences*, 2008, 22(1): 23-31.]
- [26] 俞振宁, 吴次芳. 基于 ESDA-GWR 的浙江省土地城镇化空间特征及影响因素分析[J]. 中国土地科学, 2016, 30(3): 29-36. [Yu Z N, Wu C F. Analysis on spatial characteristics and influence fac-

- tors of land urbanization from the perspective of ESDA-GWR in Zhejiang province[J]. *China Land Sciences*, 2016, 30(3): 29-36.]
- [27] Anselin L. Local indicators of spatial association: LISA[J]. *Geographical Analysis*, 1995, 27(2): 93-115
- [28] 胡伟艳, 刘恬. 建设占用耕地空间差异的多尺度特征研究—以武汉城市圈为例[J]. *中国土地科学*, 2017, 31(5): 38-46[Hu W Y, Liu T. Multi-scale analysis on spatial differences of cultivated land occupied by construction in Wuhan Metropolitan Area[J]. *China Land Sciences*, 2017, 31(5): 38-46.]
- [29] 湖北省人民政府. 湖北省城镇化与城镇发展战略规划(2010-2030)[EB/OL]. (2011-12-11). <http://gkml.hubei.gov.cn/auto5472/>
- auto5473/201112/t20111211_162465.html. [The People's Government of Hubei Province. Hubei Province Urbanization and Urban Development Strategic Planning(2010-2030)[EB/OL]. (2011-12-11). http://gkml.hubei.gov.cn/auto5472/auto5473/201112/t20111211_162465.html.]
- [30] 湖北省人民政府. 2006-2020年湖北省土地利用总体规划[EB/OL]. (2012-8-21). http://www.hubei.gov.cn/zwgk/zdlyxxgk/zdhfwzs/tdlygh/201208/t20120821_392757.shtml. [The People's Government of Hubei Province. The land use master plan in Hubei Province from 2006 to 2020[EB/OL]. (2012-8-21). http://www.hubei.gov.cn/zwgk/zdlyxxgk/zdhfwzs/tdlygh/201208/t20120821_392757.shtml.]

Multiscale study of location selection of prime farmland in the Wuhan Metropolitan Area

LIU Tian, HU Weiyan, WEI Anqi, George A. Karnwie

(College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Scientifically selecting the spatial location to demarcate prime farmland plays a pivotal role in improving the efficiency of farmland protection and ensuring food security. The purpose of this paper was to investigate prime cultivated land location from a multiscale angle at the city level, township level and county level based on spatial stability, spatial dependence on horizontal scale and scale effect on vertical scale of cultivated land occupied by construction. Spatial autocorrelation indicators adjusted by Empirical Bayes and spatial overlay analysis were used. Data were extracted using spatial analyst function in ArcGIS 10.2 based on Landsat TM/ETM data for 1990 to 2015 in Wuhan Metropolitan Area. The results show that cultivated land occupied by construction is an important factor contributing to spatial stability of prime farmland. Spatial aggregation and decentralization was found at a single scale and scale dependent characteristics on multiple scales. By analyzing the LISA of cultivated land occupied by construction at different scales we found that in the LH type area, demand for construction is high and cultivated land spatial stability is low; in the LL type area, demand for farmland occupied by construction is low and spatial stability of cultivated land is high. According to comprehensive evaluation results for cultivated land, Wuhan Metropolitan Area is divided into four regions: highest risk, medium risk, lower risk and lowest risk. The lowest risk and the lower risk areas can be designed as prime farmland. The main areas of suitable demarcation are contiguously distributed in Tianhehe town, Hanchuan city, Xiaogan region, and Yonggan street, Caidian district, Wuhan city, which is different from the results from single scale analysis.

Key words: land use planning; prime farmland; spatial auto-correlation; space location; multiscale