

基于质量指数和空间自相关分析的 耕地保护分区研究

李志芳¹, 王锐^{1*}, 沈新磊²

(1. 河南理工大学 测绘与国土信息工程学院, 河南 焦作 454000; 2. 漯河市土壤肥料站, 河南 漯河 462300)

摘要: 以河南省漯河市为例, 从耕地质量综合评价视角出发, 分别计算各图斑的土壤条件、立地条件、管理水平质量指数, 借助空间转换方法将耕地图斑转换为村级行政区作为质量指数空间评价单元, 用空间自相关方法分析耕地质量的空间相关性和集聚特征, 并据此划分耕地保护区。研究表明: (1) 就全局而言, 漯河市耕地质量指数具有一定的聚类特征, 表现为较强的空间正相关性, 且相关程度为管理水平指数 > 立地条件指数 > 土壤条件指数; (2) 就局部而言, 研究区内临近村庄间耕地质量空间属性以正相关为主, 多为块状、条状集中分布; 负相关仅占极小比重, 呈零星分散分布; (3) 基于耕地质量指数集聚性特征和耕地质量限制因子, 将漯河市耕地划分为优质农田保护区、单一限制因子改良区、复合限制因子提升区和综合整治提升区, 针对各保护区特点提出具体管护措施。

关键词: 耕地质量; 空间转换; 空间自相关; 集聚; 保护分区

中图分类号: F301.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 0564-3945(2021)04-0785-08

DOI: [10.19336/j.cnki.trtb.2020090201](https://doi.org/10.19336/j.cnki.trtb.2020090201)

李志芳, 王锐, 沈新磊. 基于质量指数和空间自相关分析的耕地保护分区研究 [J]. 土壤通报, 2021, 52(4): 785-792

LI Zhi-fang, WANG Rui, SHEN Xin-lei. Cultivated Land Protection Zoning Based on Quality Index and Spatial Autocorrelation[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2021, 52(4): 785-792

耕地是粮食生产的载体, 其数量和质量直接关系到国家粮食安全^[1-2]。在耕地数量不断减少的背景下, 加强对耕地质量的保护尤为重要。目前, 对耕地质量变化规律及时空分异特征^[3-5]、耕地质量评价与定级^[6-8]、基于耕地质量的保护分区^[9-11]、农户对耕地质量保护意愿调查研究^[12-14]等方面进行了大量研究, 为科学制定和实施耕地保护政策和措施提供了重要参考, 这其中, 耕地保护的分区方法研究相对较少。由于耕地质量在地块、田块、行政村、乡镇及更大行政区域尺度上具有一定的空间变异性, 因此需要综合考虑评价单元的尺度、评价体系的建立及评价指标的空间相关性, 以求在制定宏观政策时能够突出问题导向, 抓住影响耕地质量的主要因素, 制定可行性强的差别化利用和保护措施。

目前耕地质量的分区保护多与空间分析相结合, 多角度综合评价耕地质量, 分析质量指数的空间相关性和集聚特征, 以质量指数空间集聚性为依据划分耕地保护区。如有学者以原国土资源部制定的《农用地质量分等规程》(GB/T 28407—2012)为

耕地质量评价标准, 从耕地自然等、利用等、经济等指数三个角度分析耕地质量的空间集聚性并划分耕地保护区, 为不同省份和地区制定耕地质量保护措施提供了有效参考^[9, 15-17]。也有学者从具体的研究区域出发, 根据区域特点选取相应指标综合评价耕地质量并进行空间集聚性分析, 如宋聚等以丘陵区耕地为例, 从土壤自然质量、立地环境、生态环境 3 个视角评价耕地质量及其空间集聚特征并划分耕地保护区, 以期实现耕地优质集中保护和差异化管理^[18]; 董光龙等从耕地自然禀赋、区位条件、稳定性 3 个方面综合评价耕地质量, 并分析其空间集聚特征, 综合确定济南市基本农田划定类型^[19]。

漯河市地势平坦, 土壤肥沃, 农业生产条件较优, 是河南省重要的粮食生产基地。以漯河市耕地特点为依据, 从土壤条件、立地条件、管理水平 3 个角度综合评价耕地质量, 将行政村作为评价单元分析耕地质量指数的全局及局部空间相关性, 按照质量指数的集聚特征划分耕地保护区, 以期为漯河市耕地资源保护和耕地质量提升等政策措施制定提

收稿日期: 2020-09-02; 修订日期: 2021-03-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41101025, U1504401)和河南省高等学校重点科研项目(15A210009)资助

作者简介: 李志芳(1995-), 女, 山西阳城人, 硕士研究生, 研究耕地质量评价。E-mail: 18634663791@163.com

*通讯作者: E-mail: wangruihd@163.com

供理论支持和参考。

1 研究区概况与数据

1.1 研究区概况

漯河市位于河南省中南部，东经 113°27′~114°16′，北纬 33°24′~33°59′，地处伏牛山东麓平原与淮北平原交错地带，地势大致由西北向东南微倾，海拔高度为 50~102 m，地势低平，境内河流为淮河流域沙颍河水系。属暖湿性季风气候，四季分明，多年平均气温 14.6℃，无霜期为 216~225 d，日照时数 2187~2359 h，年均降水量 749.2~845.2 mm，主要集中在 7—9 月份。土壤质地以壤质为主，肥力水平相对较高，农业基础条件好。土地利用类型以耕地为主，面积为 18.92 × 10⁴ hm²，占全市土地总面积的 70.25%。漯河市现辖郾城、源汇、召陵三区和临颖、舞阳两县。

1.2 数据来源

数据时间节点为 2016—2017 年，主要包括：1) 图件资料，主要有土地利用现状变更图、地形图、土壤普查图及行政区矢量图等；2) 数据资料，主要有土壤有机质含量、土壤 pH 值、有效磷、速效钾、土壤容重、耕层厚度、农田林网化率、盐渍化程度、污染物含量及生物多样性、灌溉排水能力等，来源于土壤。

1.3 数据预处理

文中耕地质量指数的计算参考《全国耕地质量等级评价指标体系》(2019) 中指标权重及隶属度方法，分别计算得到土壤条件指数、立地条件指数、管理水平指数。其中土壤条件指数由有机质含量、土壤容重、耕层质地、盐渍化程度、有效磷、速效钾、酸碱度 7 个指标综合反映；立地条件指数由地形部位、耕层厚度、质地构型、地下水埋深、障碍因素、有效土层厚度、清洁程度 7 个指标综合衡量；管理水平指数由灌溉能力、排水能力、生物多样性、农田林网化 4 个指标综合表示。

2 研究方法

(1) 面积加权平均法，进行耕地质量指数空间转换。在耕地质量评价过程中以耕地图斑为基本单元，以确保耕地质量内部相对一致、单元之间差异显著，但是以耕地图斑为单元进行空间自相关分析会导致结果过于破碎、辨识性差^[20]，同时，也不利于

耕地区域性差异保护政策的制定。因此，采用耕地质量指数面积加权平均法，将图斑耕地质量指数转换为行政村耕地质量指数，以村级行政区作为空间自相关分析单元，计算得到各行政村耕地质量指数。转换公式如下：

$$R_a = \frac{R_{ab} \times S_{ab}}{\sum_{b=1}^m S_{ab}} \quad (1)$$

式中：a 表示行政村，b 表示地块（耕地图斑），m 为地块（图斑）数量， R_a 为 a 行政村耕地质量指数， R_{ab} 为 a 行政村 b 图斑耕地质量指数， S_{ab} 为 a 行政村 b 图斑面积。

(2) 空间自相关分析。空间自相关程度通常用 Moran's I、Geary's C、Getis、Join count 等自相关指数度量，各指数都有其功能与优缺点，同时亦有其适用范围与限制，其中 Moran's I 指数因其普适性而应用最为广泛^[21-22]。文中采用 Moran's I 指数对耕地质量空间自相关程度进行度量，Moran's I 取值范围为 -1~1，Moran's I > 0 表示空间正相关，其值越大，空间相关性越明显；Moran's I < 0 表示空间负相关，其值越小，空间差异越大；Moran's I = 0，表示空间呈随机性。全局空间自相关在于描述某要素的整体分布情况，根据 I 值大小判断此要素在空间上是否存在聚集特征，其模型如式 (2) 所示。

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

式中：I 为市域耕地质量指数的米兰指数； W_{ij} 是行政村 i 与行政村 j 间的空间权重，根据“地理学第一定律”^[21] 及研究区评价单元分布情况和空间分析需求，文中采用 K 最近相邻要素法确定空间权重，即在一定的数目范围内，都算相邻要素，对样本数据进行多次反复试验，确定相邻数目范围为 6，既可确保每个单元都有相邻要素存在，又避免了范围过大影响分析结果：当行政村 i 与行政村 j 空间相邻时， $W_{ij}=1$ ，反之， $W_{ij}=0$ ；n 为行政村总数； x_i 和 x_j 分别为行政村 i 和行政村 j 的耕地质量指数， \bar{x} 为各行政村耕地质量指数平均值。

局部空间自相关 (LISA) 分析是指局部空间某一要素与其邻域要素的相关性程度，揭示空间要素在局部范围内的空间聚集或分散特征。依据评价单

元 Moran's I 指数与其相邻单元 Moran's I 指数平均值的关系, 分为 HH (高-高)、LL (低-低)、HL (高-低)、LH (低-高) 四种类型, 其模型如式 (3) 所示。

$$I_i = \frac{n^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \times \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})} \quad (3)$$

式中, I_i 为 i 行政村耕地质量指数的 Moran's I 指数。其他符号含义同 (2) 式。

3 结果与分析

3.1 耕地质量指数全局空间自相关分析

运用 GeoDa 以及 ArcGIS 软件, 分别对漯河市土壤条件指数、立地条件指数、管理水平指数进行全局空间自相关分析, 得到 Moran's I 值 (表 1)。

表 1 全局空间自相关分析结果
Table 1 Global spatial autocorrelation results

指数类型 Index type	Moran's I
土壤条件指数	0.8504
立地条件指数	0.8862
管理水平指数	0.9678

由表 1 可知, 漯河市耕地土壤条件指数、立地条件指数、管理水平指数的 Moran's I 值均为正, 且管理水平指数 > 立地条件指数 > 土壤条件指数。表明漯河市耕地质量在空间上存在正相关性, 且漯河市耕地管理水平空间相关性最强, 立地条件次之, 土壤条件空间相关性最弱。

3.2 耕地质量指数局部空间自相关分析

基于 GeoDa 及 ArcGIS 软件, 对漯河市耕地质量指数进行局部空间自相关分析, 得到 Moran's I 散点图 (图 1)。Moran's I 散点图的横坐标表示某行政村耕地质量指数值, 纵坐标表示该行政村耕地质量指数的“滞后”值, 即相邻行政村耕地质量指数的平均值。第一象限表示高值区域被周边高值区域包围, 记为 HH 型; 第二象限表示低值区域被周边高值区域包围, 记为 LH 型; 第三象限表示低值区域被周边低值区域包围, 记为 LL 型; 第四象限表示高值区域被周边低值区域包围, 记为 HL 型。由此得到漯河市耕地质量指数局部空间自相关统计表 (表 2) 及局部空间自相关 (LISA) 聚类图 (图 2)。结果显示, 漯河市耕地质量指数的局部空间自相关类型以 HH 型

和 LL 型分布为主, 呈现出局部集聚性, LH 型和 HL 型异常分布占比较小。

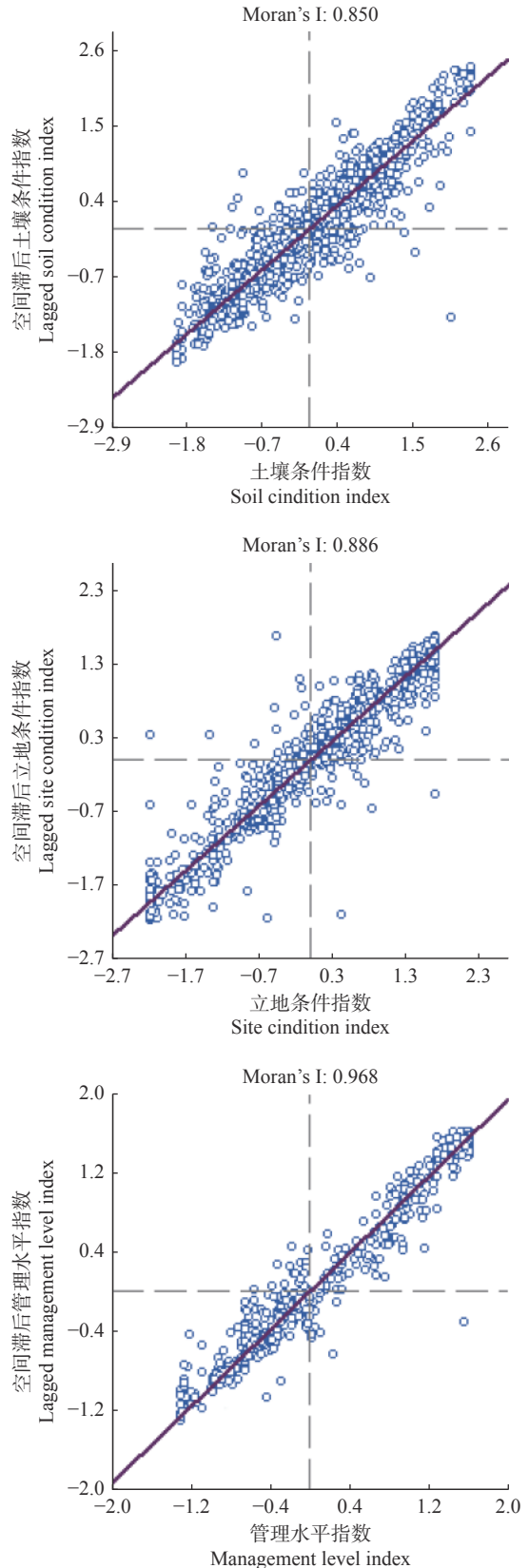


图 1 耕地质量指数 Moran's I 散点图
Fig.1 Moran's I scatter plot of cultivated land quality index

表 2 耕地质量指数局部空间自相关统计表
Table 2 Local spatial autocorrelation of cultivated land quality index

自相关类型 Autocorrelation type	土壤条件指数 Soil condition index		立地条件指数 Site condition index		管理水平指数 Management level index	
	行政村数 Quantity	占比/% Ratio/%	行政村数 Quantity	占比/% Ratio/%	行政村数 Quantity	占比/% Ratio/%
高—高 (HH)	535	42.80	547	43.76	447	35.76
高—低 (HL)	49	3.92	26	2.08	15	1.20
低—高 (LH)	64	5.12	30	2.40	17	1.36
低—低 (LL)	602	48.16	647	51.76	771	61.68
总计	1250	100	1250	100	1250	100

3.2.1 土壤条件指数局部空间自相关分析 漯河市土壤条件指数空间自相关类型为 HH 的村级行政区有 535 个, 占比 42.80%, 该区域自身和周边行政村耕地土壤条件指数都较高, 空间差异程度较小, 存在较强的空间正相关, 集中分布于临颍县西部、临颍县和郾城区交界处、舞阳县中部和南部、源汇区中部、召陵区东北部等地。HH 型分布的区域耕层质地多为壤土, 土层粘度适中, 保水保肥性强, 透气性好, 同时有机质含量以及有效磷、速效钾含量较高, 土壤肥沃, 酸碱度多在 6.5~7.5 的中性范围内, 无盐渍化现象发生, 土壤自身条件较优。

HL 型表示自身耕地土壤条件指数较高, 周边耕地土壤条件指数较低, 有 49 个行政村分布, 占比 3.92%, 在各县区呈零星分散分布。与周边行政村耕地相比, 该区域耕地土壤属于壤质洪冲积淋溶褐土, 土壤有机质含量较高, 土壤肥沃, 结构优良、耐旱耐涝、酸碱度适宜, 耕地自身条件较优。

LH 型表示耕地土壤条件指数较高的行政村包围土壤条件指数较低的区域, 有 64 个行政村分布, 占比 5.12%, 在各县区均有零星分布。由于长期单一的施肥结构或盲目使用劣质硫酸亚铁造成土壤偏碱或偏酸, 该区域土壤条件指数较低, 其中临颍县一村庄主要种植大蒜, 适宜生长的环境为 pH 在 7.0~8.0 之间的偏碱性土壤, 农户在生产中长期单一的施肥行为一定程度上加重了土壤碱化; 舞阳县一村庄以传统粮食种植为主导产业, 土壤有机质不足, 长期施用硫酸铵、氯化铵、尿素等单质氮肥和盲目使用硫酸亚铁治理麦苗黄化, 加重了该村土壤酸化程度。

LL 型的村级行政区有 602 个, 占比 48.16%, 该区域自身和周边耕地土壤条件指数都较低, 主要分布于临颍县东部、郾城区南部、舞阳县北部和西部、源汇区中部和南部、召陵区绝大部分地区。LL 型分布的区域耕层土壤有机质、有效磷及速效钾含量较

低, 舞阳县西北部及召陵区西部地区有 pH 低于 6 的酸性土壤分布, 临颍县局部地区土壤 pH 最高达到 8.5, 碱性较强, 土壤自身条件较差。

3.2.2 立地条件指数局部空间自相关分析 漯河市耕地立地条件指数空间自相关类型为 HH 的行政村有 547 个, 占比 43.76%, 集中分布于临颍县东部和西南部、郾城区、召陵区绝大部分地区、舞阳县和源汇区交界处。HH 型分布的区域地势平坦, 有效土层和耕作层较厚, 质地构型为上松下紧的保水、保肥、透气型结构, 土层中无障碍因素分布, 耕地立地条件较好。

HL 型村级行政区有 26 个, 占比 2.08%, 在临颍县、舞阳县、源汇区、召陵区呈零星分散分布。该类耕地有效土层和耕层均较厚, 无障碍因素阻碍作物根系生长, 上松下紧型质地构型保水保肥, 土壤立地条件优于周边行政村耕地。

LH 型村级行政区有 30 个, 占比 2.40%, 在临颍县、郾城区、源汇区、召陵区呈零星分散分布。与周边行政村耕地相比, 该区耕地耕层障碍因子较多, 影响耕作过程和作物生长, 立地条件有待改善。

LL 型的行政村共有 647 个, 占比 51.76%, 集中分布于临颍县的中部和西部、召陵区北部和西部、舞阳县和源汇区绝大部分地区。LL 型分布的地区质地构型较差, 临颍县紧实型质地构型的分布, 造成土壤透气性差, 不利于作物生长; 夹层型质地构型分布, 阻碍了作物根系发展; 舞阳县有松散型质地构型分布, 保水保肥性差, 土壤养分不足, 耕作条件较差。

3.2.3 管理水平指数局部空间自相关分析 漯河市耕地管理水平指数空间自相关类型为 HH 的村级行政区有 447 个, 占比 35.76%, 集中分布于临颍县、舞阳县西部和东部。HH 型分布的地区灌溉能力及排水能力均能满足农业生产需求, 农田林网化程度较高,

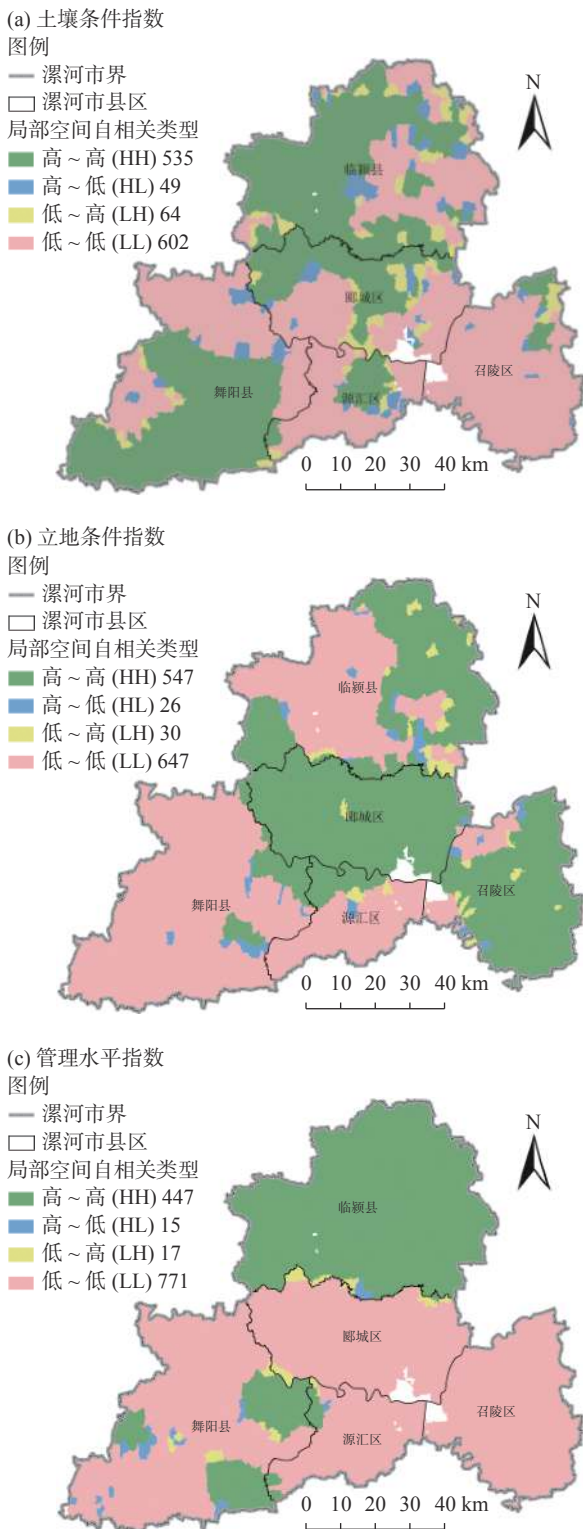


图2 耕地质量指数 LISA 聚类图

Fig.2 LISA cluster diagram of cultivated land quality index

田间基础设施建设较完善。

HL 型村级行政区有 15 个, 占比 1.20%, 零星分布于临颖县、舞阳县和源汇区。该区耕地管理水平高于周边行政村, 基础设施投入水平高, 田间生

态环境较好, 生产便利, 耕地质量水平高。

LH 型村级行政区有 17 个, 占比 1.36%, 零星分布于临颖县、舞阳县、郾城区和源汇区。该区耕地管理水平低于周边行政村, 田间基础设施建设有待完善, 投入相对不足, 管理水平有待进一步提高。

LL 型的村级行政区有 771 个, 占比 61.68%, 集中分布于郾城区、召陵区、源汇区和舞阳县。该类耕地分布区地势较低, 自身排水能力差, 同时田间基础设施投入不足, 灌排系统不完善, 易发生干旱、积涝等灾害, 不利于农业生产和发展。

3.3 耕地质量保护分区

3.3.1 分区依据 基于耕地质量指数空间集聚性特征和耕地质量限制因子划分耕地保护区: (1) 将 3 个质量属性均为高值集聚的区域划分为优质农田保护区; (2) 将 2 个属性为高值集聚、另一属性为低值集聚或负相关分布的区域划分为单一限制因子改良区, 并按照限制因子类型进一步划分二级保护区; (3) 将 1 个属性为高值集聚、另两属性为低值集聚或负相关分布的区域划分为复合限制因子提高区, 并依据复合限制因子类型进一步划分二级保护区; (4) 将低值集聚和负相关分布的组合区域划分为综合整治提升区。明确各保护区主要空间分布范围并针对各区具体情况提出保护措施。表 3 为各个耕地保护区对应的空间自相关组合类型以及主要分布范围, 图 3 为各耕地保护区空间分布。

3.3.2 分区保护建议 (1) 优质农田保护区。该区耕地质量属性均呈高值集聚, 质量条件最优, 建议在进行严格保护、保持其高质量现状的同时, 还应强化其扩散效应, 向周边行政村传授土壤改良、地形改善、设施建设、管理优化的经验与方法, 带动周边耕地向更高水平演进。

(2) 单一限制因子改良区。该区耕地质量 2 种属性为高值集聚、另一属性为低值集聚或负相关分布, 应针对限制因子采取对应改良措施。针对土壤条件限制因子, 应多措并举改良土壤性状, 合理施用化肥, 增施有机肥, 提高土壤有机质、磷、钾含量, 同时更新灌溉方式, 避免大水漫灌和只灌不排等不良习惯, 改善土壤酸碱度; 针对立地条件限制因子, 耕地坡度大小影响田间灌溉, 建议采取必要的土地平整等整治措施进行优化, 同时改良土壤质地构型, 通过种植绿肥、翻砂压淤、翻淤压砂、施用结构改良剂等措施促进耕作层土壤团粒结构形成;

表 3 耕地保护分区及主要分布范围
Table 3 Zones of cultivated land protection and its main distribution areas

耕地保护区 Cultivated land protection zone	空间自相关组合类型 Autocorrelation composition type	主要分布范围(乡镇) Main distribution area (township)
优质农田保护区	HH-HH-HH	临颍县王岗镇、三家店镇、大郭乡、皇帝庙乡、陈庄乡、王孟乡; 郾城区李集乡
土壤条件改良区	HL-HH-HH, LH-HH-HH, LL-HH-HH	临颍县城关镇、王岗镇、巨陵镇、瓦店镇、三家店镇、窝城镇、大郭乡、陈庄乡; 舞阳县莲花镇; 源汇区阴阳赵乡
单一限制因子改良区	立地条件改善区 HH-HL-HH, HH-LH-HH, HH-LL-HH	临颍县杜曲镇、繁城镇、台陈镇、巨陵镇、瓦店镇、固厢乡、皇帝庙乡、陈庄乡、石桥乡、王孟乡; 舞阳县莲花镇、九街乡、吴城镇; 源汇区问十乡
管理水平提升区	HH-HH-HL, HH-HH-LH, HH-HH-LL	临颍县台陈镇; 舞阳县九街乡; 郾城区裴城镇、商桥镇、孟庙镇、龙城镇、李集乡; 源汇区阴阳赵乡、空冢郭乡; 召陵区老窝镇、青年村乡
土壤条件—立地条件提高区	HL-LH-HH, HL-LL-HH, LH-HL-HH, LH-LH-HH, LH-LL-HH, LL-HL-HH, LL-LH-HH, LL-LL-HH	临颍县城关镇、台陈镇、王岗镇、瓦店镇、巨陵镇、石桥乡、陈庄乡、皇帝庙乡; 舞阳县九街乡、莲花镇、孟寨镇、吴城镇; 源汇区问十乡
复合限制因子提高区	土壤条件—管理水平提高区 HL-HH-LL, LH-HH-LH, LH-HH-LL, LL-HH-HL, LL-HH-LH, LL-HH-LL	舞阳县太尉镇、侯集乡; 郾城区新店镇、龙城镇、裴城镇、孟庙镇、城关镇; 召陵区孙庄乡、召陵区、邓襄镇、万金镇、老窝镇、后谢乡、姬石乡、青年村乡; 郾城区龙城镇、李集乡、黑龙潭乡; 源汇区阴阳赵乡
立地条件—管理水平提高区	HH-HL-LH, HH-HL-LL, HH-LH-LL, HH-LL-HL, HH-LL-LH, HH-LL-LL	临颍县台陈镇; 舞阳县马村乡、北舞渡镇、九街乡、文峰乡、莲花镇、辛安镇、舞泉镇、保和乡、姜店乡; 源汇区大刘镇、阴阳赵乡、空冢郭乡
综合整治提升区	HL-HL-LL, HL-LL-LL, LH-LH-LL, LH-LL-HL, LH-LL-LL, LL-HL-LL, LL-LH-LL, LL-LL-HL, LL-LL-LH, LL-LL-LL	舞阳县太尉镇、九街乡、北舞渡镇、马村乡、文峰乡、侯集乡、章化乡、孟寨镇、北舞渡镇、保和乡; 郾城区黑龙潭乡、龙城镇; 源汇区大刘镇、干河陈乡、问十乡、空冢郭乡; 召陵区召陵镇、老窝镇、后谢乡、姬石乡

针对管理水平限制因子, 应加大对耕地基础设施建设的投入, 检查更新田间灌溉排水设施, 防控农田生态环境污染, 借助信息化技术手段, 建立耕地质量动态监督管理体系。

(3) 复合限制因子提高区。该区耕地质量 1 个属性为高值集聚、另两属性为低值集聚或负相关分布, 面临复合限制因子影响耕地质量的状况, 应针对其复合限制因子, 多角度改善提高耕地质量措施同时进行, 提高耕地低值属性, 促进质量水平整体提高。

(4) 综合整治提升区。该区耕地质量属性为低值集聚和负相关分布的组合区域, 质量水平较低, 建议实施测土配方、调整种植结构、完善基础设施等措施全面展开, 对 3 种质量属性进行全方位、深层次的整治与改造, 提升综合质量, 避免其对周边耕地产生负面的扩散影响。

4 结论与讨论

(1) 就全局而言, 漯河市耕地质量在空间上表现出一定的聚类特征, 呈现空间正相关, 且管理水平空间相关性最强, 立地条件次之, 土壤条件空间相关性最弱。

(2) 就局部而言, 研究区内临近村庄间耕地质量空间属性以正相关为主, 多以块状、条状集中分布, 表明在局部范围内漯河市耕地呈现相似的质量属性; 负相关仅占极小比重, 呈零星分散分布, 表明相邻耕地质量差异显著的仅为个别现象。

(3) 以局部空间自相关类型和耕地质量限制因子为依据, 分别将漯河市耕地划分为优质农田保护区、单一限制因子改良区、复合限制因子提高区、综合整治提升区四个耕地质量保护区, 并针对各分区的限制因子提出针对性保护建议。

空间分析在耕地属性与空间位置之间建立联系,

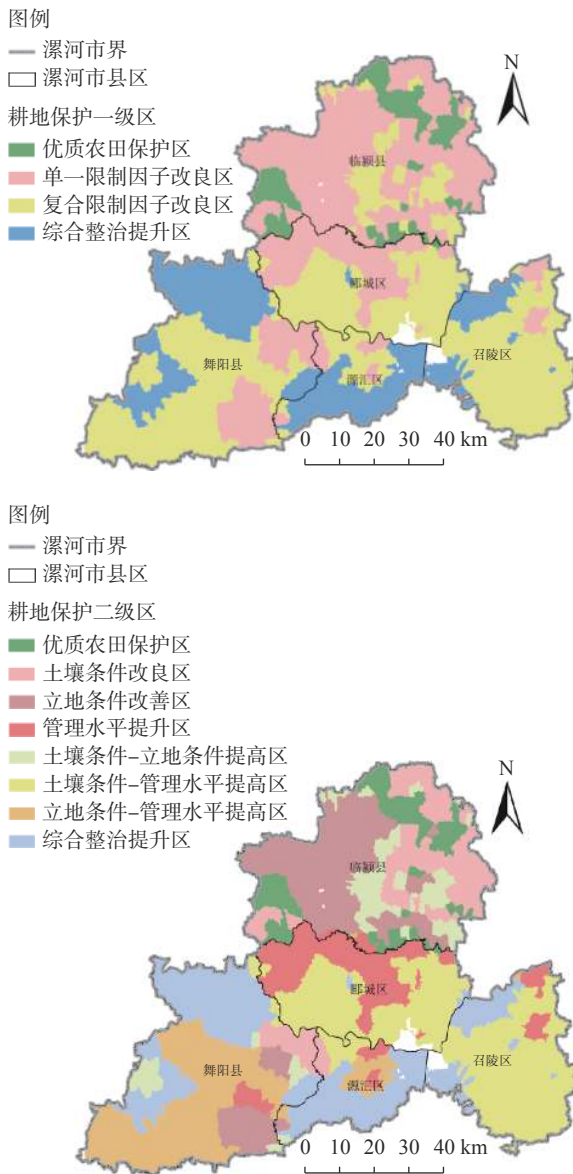


图3 耕地保护分区

Fig.3 Cultivated land protection zone

不同空间尺度下,受到自然以及社会经济等因素的影响,同一研究变量的空间关联程度会存在差异^[23]。一般而言,较大尺度分析能从宏观角度掌握区域耕地质量整体相关性,但会掩盖某些细小的局部差异;较小地块尺度能精准定位于每一块具体耕地与其周边耕地在质量属性方面的相似性,但分析结果又会过于破碎化,不便于归类分析以及由上而下制定可行的管理措施。以村级行政区为空间分析单元,较大程度上避免了尺度过大或过小对分析结果的影响,能较详细地从微观角度了解耕地质量的差异性,并以行政村耕地质量评价结果为基础,为更高行政级别主体制定多样化、差异性耕地政策和保护措施提供参考。

耕地质量指数由图斑向行政村平衡转换过程中,有些图斑面积过小且与周边耕地质量指数差异较大,为方便计算和归类,对其进行了剔除;个别耕地图斑可能为“飞地”,其地理位置和行政归属不一致,文中按照其地理位置进行行政村转换,有可能造成政策措施与耕地状况不相符现象。以上因素在一定程度上影响了质量指数的精度和耕地分区的结果,如何提高计算精度,实现地理位置和行政归属的统一,还需进一步实践与探索。

参考文献:

- [1] 姜广辉,赵婷婷,段增强,等.北京山区耕地质量变化及未来趋势模拟[J].农业工程学报,2010,26(10):304-311.
- [2] 沈仁芳,陈美军,孔祥斌,等.耕地质量的概念和评价与管理对策[J].土壤学报,2012,49(6):1210-1217.
- [3] 韩宗伟,卢德彬,杨建,等.贵州省耕地质量时空格局及变化趋势分析[J].水土保持研究,2017,24(6):154-159,166.
- [4] 吴晓光,张宏飞,孙林,等.三位一体保护视角下内蒙古耕地质量空间演变研究[J].干旱区资源与环境,2020,34(6):48-55.
- [5] 卫新东,宋林韩,王箴妮,等.黄河西岸陕西各县市耕地质量时空变化特征及其分异规律[J].水土保持研究,2021,28(6):326-334.
- [6] 李卓倩,赵贤好,张莉坤,等.基于LESA综合评价模型的耕地质量定级方法[J].水土保持研究,2020,27(4):363-367+375.
- [7] 陈正发,史东梅,何伟,等.基于“要素-需求-调控”的云南坡耕地质量评价[J].农业工程学报,2020,36(12):236-246.
- [8] 王星月,翁良培,吴维,等.基于因素法的裕安区耕地质量定级评价研究[J].中国农业资源与区划,2020,41(4):168-175.
- [9] 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.
- [10] 董飞,赵伟.高标准基本农田建设区域划定——以重庆市南岸区为例[J].水土保持研究,2020,27(2):344-349+356.
- [11] 田惠文,张欣欣,毕如田,等.非均匀网格环境下基于耕地质量与集中连片度的基本农田划定[J].农业工程学报,2020,36(3):254-262+321.
- [12] 吴璟,王征兵,娄季春.家庭内部分工视角下的农户耕地质量保护意愿[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2020,20(4):131-140.
- [13] 钱龙,缪书超,陆华良.新一轮确权对农户耕地质量保护行为的影响——来自广西的经验证据[J].华中农业大学学报(社会科学版),2020,(1):28-37+162-163.
- [14] 吴璟,管梦莹,王征兵.感知价值对农户参与耕地质量保护意愿的影响——以陕西省为例[J].中国土地科学,2020,34(6):66-74.
- [15] 张哈,赵小敏,欧阳真程,等.多尺度下的南方山地丘陵区耕地质量空间自相关分析——以江西省黎川县为例[J].中国生态农业学报,2018,26(2):263-273.
- [16] 杨荔阳,易志辉,林斌,等.福建省耕地质量空间自相关分析

- 与耕地保护分区[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(11): 52 – 58.
- [17] 刘 洋, 余建新, 向冬蕾, 等. 基于局部空间自相关的思茅区耕地利用保护综合分区[J]. 水土保持研究, 2020, 27(1): 183 – 188+196.
- [18] 宋 聚, 罗志军, 赵越, 杨小平等. 基于耕地综合质量及聚类关系的耕地保护分区[J]. 西南农业学报, 2019, 32(10): 2390 – 2397.
- [19] 董光龙, 赵 轩, 刘金花等. 基于耕地质量评价与空间集聚特征的基本农田划定研究[J]. 农业机械学报, 2020, 51(2): 133 – 142.
- [20] 熊昌盛, 韦仕川, 栾乔林, 等. 基于Moran's I分析方法的耕地质量空间差异研究——以广东省广宁县为例[J]. 资源科学, 2014, 36(10): 2066 – 2074.
- [21] 陈彦光, 罗 静. 地学计算的研究进展与问题分析[J]. 地理科学进展, 2009, 28(4): 481 – 488.
- [22] 张晓燕, 张 利, 陈 影, 等. 河北省农用地质量空间格局的计量地理分析[J]. 水土保持研究, 2010, 17(1): 101 – 106.
- [23] 杨奇勇, 杨劲松, 余世鹏, 等. 不同尺度下耕地土壤Cr含量的空间自相关性分析[J]. 应用与环境生物学报, 2011, 17(3): 393 – 397.

Cultivated Land Protection Zoning Based on Quality Index and Spatial Autocorrelation

LI Zhi-fang¹, WANG Rui^{1*}, SHEN Xin-lei²

(1. School of Surveying and Land Information Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China;

2. Soil and Fertilizer Station, Luohe 462300, China)

Abstract: The quality indices, including soil condition, site condition and management level, were calculated from the perspective of comprehensive evaluation of cultivated land quality in Luohe, Henan. With the spatial transformation method, the cultivated land patches were converted into village level administrative areas as the spatial evaluation unit. Spatial correlation and clustered characteristics of cultivated land in Luohe were analyzed by the methods of cultivated land quality index and spatial autocorrelation, and the cultivated land quality protection areas were zoned based on the local spatial agglomeration type and spatial polarization theory. The results showed that: (1) As a whole, the cultivated land quality index showed a clustered characteristics and had a strong spatial positive correlation, with a decreased correlation degree in the order of management level index > site condition index > soil condition index; (2) The spatial attributes of cultivated land quality were mostly positively correlated between adjacent villages and were concentrated as block and strip patterns; only a very small proportion of cultivated land quality was negatively correlated between villages and were scatteredly distribution; (3) Based on the agglomeration characteristics of cultivated land quality index and the limiting factor of cultivated land quality, the areas of cultivated land in Luohe were divided into high-quality farmland protection area, single limiting factor improvement area, compound limiting factor promotion area and comprehensive improvement area. Specific management and protection measures were proposed according to the characteristics of each area.

Key words: Cultivated land quality; Spatial transformation; Spatial autocorrelation; Spatial agglomeration; Protection zoning

[责任编辑: 孙福军]