

湖南省坡耕地区耕地质量时空分异特征及管理分区研究

——以凤凰县为例

董曼慧, 夏卫生*, 李丽, 周浩
(湖南师范大学 地理科学学院, 长沙 410000)

摘要:【目的】探明湖南省坡耕地区所在区域综合质量的时空分异格局及变化成因。【方法】利用层次分析法和隶属度函数模型、综合指数模型以及局部自相关模型,以凤凰县第二次全国土地调查和第三次全国国土调查的耕地数据为底图,对凤凰县2010年及2020年的耕地质量进行定量化评价,分析其时空分异的特征及其影响因素。【结果】①凤凰县耕地质量在2010—2020年整体呈上升趋势,全县耕地以中等质量耕地为主。②凤凰县2期耕地质量等级的区间分布情况和空间分布情况具有一定的相似性,区间分布变化主要由耕地的农田管理、养分状况的相关指标变化引起,而空间分布的变化原因主要是高标准农田、坡耕地治理等工程建设。③凤凰县耕地质量存在空间自相关性,区域间的生产要素流动性增强,区际耕地质量差异缩小是导致高-高型和低-低型分布形态发生变化的原因。④考虑坡耕地区安全生产、平稳经济及保护生态等目标,将凤凰县划分为优先保护区、适宜改良区、质量挖潜区以及综合整治区4个管理分区。【结论】凤凰县2020年耕地综合质量较2010年提高约0.08个等级,在坡耕地区因地制宜地实施坡耕地治理等工程措施对于耕地质量有一定的正向影响,未来可结合质量管理分区结果对坡耕地的质量维护和提升进行现实指导。

关键词: 坡耕地区; 耕地质量等级; 时空变化; 凤凰县

中图分类号: F301.21

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2022230

OSID:



董曼慧, 夏卫生, 李丽, 等. 湖南省坡耕地区耕地质量时空分异特征及管理分区研究: 以凤凰县为例[J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(12): 89-96, 106.

DONG Manhui, XIA Weisheng, LI Li, et al. Spatiotemporal Variation in Soil Health in Slope Farmlands in Hunan Province: Taking Fenghuang County as an Example[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2022, 41(12): 89-96, 106.

0 引言

【研究意义】耕地是粮食生产的命根子,也是中华民族永续发展的根基,在新冠疫情蔓延全球之际,耕地作为保障粮食安全及农业生产效率的主要载体,决定着国家生存和长治久安^[1]。2022年中共中央一号文件指出,要着眼于国家重大战略需要,做好“三农”工作,而耕地质量作为当前我国耕地保护的“三位一体”格局的重要一环^[2],是确保农业稳产增产、农民稳步增收、农村稳定安宁的重要基础^[3]。坡耕地作为耕地资源的重要组成部分和山丘区农业生产的基础性资源,对改善人民生活、发展农村经济起到了极其重要的作用。因此,系统掌握坡耕地区质量在空间及时间尺度上的变化情况,并有效判别其相关影响因素,

对于耕地保护研究^[4]和稳定农业基本盘的任务具有十分重要的现实价值与意义。

【研究进展】当前我国有关耕地质量的研究较为成熟,但对坡耕地区耕地质量的研究较少,同时耕地质量相关研究成果的角度多是从宏观出发,主要集中于耕地质量评价方法的研究^[5-7]、耕地质量评价指标体系的选取及构建^[8-10],如孙晓兵等^[11]结合耕地自然要素和人为要素以及相关研究现状,对耕地质量评价指标体系的完善和发展提出思考;孙晓兵等^[8]通过重新划分耕地质量评价指标类型,以更全面的视角衡量耕地质量。抑或是从静态时点出发,分析某一时期一定尺度范围内的耕地质量分布形态^[11-13],以及区域内耕地质量的空间相关性^[12,14],许彩彩等^[13]利用多因素综合评价模型对耕地的自然质量进行评价,分析了省域尺度的质量综合格局特征;李武艳等^[15]运用空间自相关分析方法,对浙江省的耕地质量空间特征进行了核算。从目前的研究成果来看:第一,虽然利用耕地质量分等定级理论开展相关研究的程度已十分成熟,但将对耕地自然质量及经济质量的相关影响因素

收稿日期: 2022-04-25

基金项目: 湖南省自然资源厅项目(2020-05); 农业部长江中游平原农业环境重点实验室开放基金项目(531220-1291)

作者简介: 董曼慧(1998-),女,硕士研究生,主要研究方向为国土资源利用与管理。E-mail: dmhunnun@163.com

通信作者: 夏卫生(1966-),男,教授,主要从事土地资源管理与水土保持方面的研究。E-mail: 575661398@qq.com

结合进行耦合分析的研究相对较少。第二, 县域作为耕地质量评价工作开展的基础尺度单元, 对于建设完整详实的耕地质量评价格局具有不可或缺的意义, 目前有关耕地质量评价的研究在评价基础单元(图斑)的选择上, 多从行政村出发, 没有考虑到村内土壤性质的差异, 难以兼顾细碎图斑单元之间的空间异质性。第三, 现有耕地质量研究定量考虑时间和空间分异格局演变的内容较少, 对县域尺度的耕地质量格局进行因地制宜的时空变化评估是目前仍需深化研究的方向和课题。

湖南省地貌类型多样, 据第三次全国国土调查数据显示, 湖南省 6° 以上的坡耕地面积达 117.03 万 hm^2 , 占湖南省耕地总面积的 32.25%, 作为我国的粮食主产区, 省域内坡耕地为湖南省农业安全生产建设发挥了不可替代的作用^[16], 其耕地质量状况的动态变化也牵动着湖南省乃至全国的粮食安全问题。【切入点】凤凰县作为湖南省坡耕地面积分布最广的县之一, 其境内约 50% 的土地存在水土流失的问题, 关于其耕地质量的时空分异及变化原因尚不明晰。【拟解决的关键问题】基于此, 本文从立地条件、理化性状、养分状况、土壤管理、生态环境等 5 个耦合评价体系方面出发, 探讨凤凰县耕地质量等级的空间和时间变化情况, 并结合区域实际情况明确其差异产生的原因, 最后基于 Moran's I 指数进行空间相关性分析并划定管理分区, 为后续耕地管理工作提供有效参考。

1 研究区域及数据来源

1.1 研究区概况

凤凰县位于湖南省西部边缘, 湘西土家族苗族自治州的西南角, 处于东经 109°18'—109°48', 北纬 27°44'—28°19' 之间。全县属于云贵高原东侧的一部分, 境内地形复杂多样: 东部到东南角以河谷丘陵为主, 地表破碎, 谷狭坡陡, 从东北到西南的中间地带地势较平缓开阔、垅田较多, 西北部则构成第三级台阶, 地表起伏和缓、海拔较高, 坡度在 5°~20° 之间。凤凰县属中亚内陆季风暖温性气候类型, 春夏多雨, 四季分明。全年降水量在 1 300~1 500 mm, 平均气温 16.1 °C, 年日照时间为 1 308 h, 无霜期为 272 d。根据第三次国土调查数据显示, 2020 年, 凤凰县耕地总面积 33 638.80 hm^2 , 其中水田面积 24 882.27 hm^2 , 旱地面积为 8 756.53 hm^2 。凤凰县约有坡耕地 11 106 hm^2 , 占全县耕地面积的 1/3。凤凰县境内土壤以水稻土、黑色石灰土、红色石灰土、红壤、紫色土和黄壤为主, 14 个亚类, 21 个土属, 79 个土种。

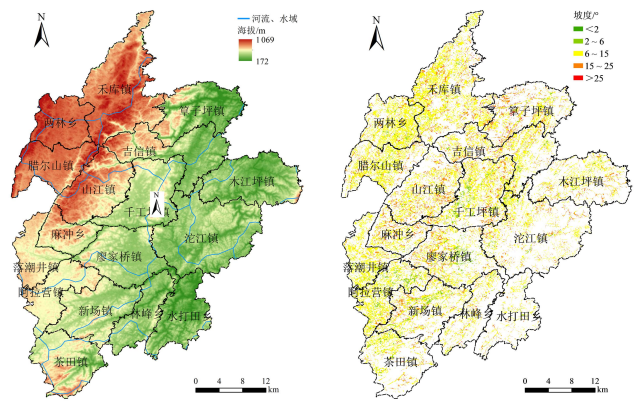


图 1 凤凰县高程图及耕地坡度

Fig.1 Elevation map and farmland slope map of Fenghuang County

1.2 数据来源与数据处理

研究数据主要包括: ①空间数据集: 土地利用现状图、土壤图、DEM 图 (30 m)、行政区划图; ②属性数据集: 2010 年及 2020 年耕地质量评价数据库、耕地质量评价采样监测点数据; ③社会经济数据: 凤凰县土地利用总体规划 (2006—2020 年)、凤凰县 2020 年统计年鉴等。

评价单元的确定: 以往耕地质量相关研究大多以行政村为最小单位图斑进行评价, 而区域评价结果的真实性和准确性不仅要考虑耕地地块之间的连片相似性, 还要考虑不同耕地土种之间的性质差异性^[17], 因此, 为了使研究更具科学性, 本文在评价单元的确定上, 以 2020 年凤凰县土地利用现状图为基础, 叠加凤凰县土壤图, 通过叠加分析以及重建拓扑, 保证评价单元划分的准确性, 最终形成以相同土种属性的地块为最小单元的研究区评价单元图, 共计 50 402 个地块。

本研究利用 ArcGIS 软件中的空间自相关 (Moran I) 散点图以及聚类 and 异常值分析 (Anselin Local Moran I) 聚类图来获取研究区域内耕地质量综合等级的关联性。

2 研究方法

2.1 耕地质量综合评价

2.1.1 指标因子权重确定与评价指标体系构建

根据《耕地质量等级》(GB/T 33469—2016) 中的定义和标准, 可知耕地质量等级是为了准确测评耕地地力、土壤健康状况和田间基础设施等多个要素对农产品生产能力和质量安全的满足能力, 运用层次分析法和隶属度函数模型对选取的指标进行评价得到的结果^[18]。县域所属区域范围为西南区一级农业区, 二级农业区隶属于渝鄂湘黔边境山地农林牧区, 本研究在综合相关研究的基础上, 针对西南区和对应的二级农业区的耕地特征, 从耕地实际条件出发, 在立地

条件、理化性状、养分状况、土壤管理、生态环境等5个方面中选出对本县耕地质量有显著影响的16个指标，考虑到坡耕地区的自然条件状况对耕地生产能力的影 响，将地形部位、灌溉能力及海拔3个因子的权重设置较高。具体指标选取及权重设置见表1。

表1 耕地质量等级评价指标

目标层	准则层	指标	指标含义	权重
耕地质量	立地条件	地形部位	影响耕地机械化及规模经营程度	0.118 8
		海拔高度	影响耕地母质发育及耕种便利程度	0.081 1
	理化性状	土壤容重	土壤基本理化性状之一	0.050 5
		耕层质地	反映耕地土壤的易耕作程度	0.065 5
		质地构型	土壤中不同大小直径的矿物颗粒的组合状况，影响土壤的保水保肥性能	0.056 1
		pH值	土壤基本理化性状之一	0.080 2
		障碍因素	影响耕地作物生长的因素	0.047 2
		有效土层厚度	反映作物生长能力和保水保肥能力	0.077 2
		有机质量	反映土壤养分状况	0.065 7
		养分状况	有效磷	影响作物生长能力
		速效钾	影响作物生长能力	0.054 8
	农田管理	灌溉能力	了解农田水分状况	0.105 7
		排水能力	了解农田水分状况	0.050 3
	生态环境	农田林网化	反应耕地周边环境状况	0.038 8
		生物多样性	反应耕地活力状况	0.038 3
		清洁程度	反映耕地是否被污染	0.028 7

2.1.2 评价指标量化

由于耕地质量评价指标体系中各指标中的性质各不相同，地形部位、耕层质地等概念型评价因子是通过强弱、高低等定性的效果来反映，因此需要对其属性进行量化的赋值，赋值标准参考农用地分等定级相关成果，并依据文献和实际情况作一定调整，赋值范围为[35, 100]，分值的高低表示评价指标对耕地质量状况的影响大小，耕地质量的优劣与分值大小成正比^[19]，凤凰县耕地质量评价指标量化参考标准如表2所示。

2.2 综合评分分值计算

采用加权和法计算每个评价单元的质量综合指数，计算式为：

$$T = \sum(C_i \times F_i), \quad (1)$$

式中： T 为评价单元的质量综合指数； C_i 为第*i*个评价指标的组合权重； F_i 为第*i*个评价指标的量化分值。

根据耕地质量综合指数的分布特征，采用等间距法确定区域耕地质量等级划分标准，确定各评价单元的耕地质量等级。耕地质量综合指数越大，耕地质量水平越高。1级地耕地质量最高，10级地耕地质量最低。划分标准见表3。

表2 耕地质量等级评价指标量化标准
Table 2 Quantitative standard of cultivated land quality grade evaluation index

指标	属性	得分	指标	属性	得分	
地形部位	平原低阶	100	障碍因素	无	100	
	平原中阶	90		障碍层次	65	
	宽谷盆地	90		渍潜	75	
	平原高阶	80		瘠薄	30	
	丘陵下部	85		酸化	50	
	山间盆地	85	灌溉能力	好	100	
	丘陵中部	75		较好	90	
	山地坡下	75		一般	70	
	丘陵上部	60		无	35	
	山地坡中	65		排水能力	好	100
山地坡上	45	较好	90			
耕层质地	中壤	100	一般		70	
	轻壤	90	无		35	
	重壤	95	农田林网化程度		高	100
		85		中	85	
		65		低	70	
		50		生物多样性	丰富	100
	上松下紧型	100	一般		85	
		90	不丰富		70	
		质地构型	海绵型	90	清洁程度	清洁
	夹层型		65	尚清洁		90
紧实型	75					
上紧下松型	45					
薄层型	30					
松散型	35					

表3 坡耕地质量等级划分标准

Table 3 Classification standard of slope farmland quality grade

耕地质量等级	耕地质量综合评分
1级地	[100, 85.50]
2级地	(85.50, 83.12]
3级地	(83.12, 80.47]
4级地	(80.47, 78.36]
5级地	(78.36, 75.98]
6级地	(75.98, 73.60]
7级地	(73.60, 71.22]
8级地	(71.22, 68.84]
9级地	(68.84, 66.46]
10级地	(66.46, 0]

由于耕地图斑较为细碎，为研究行政区的耕地质量总体情况，避免结果难以辨识，利用面积加权平均法实现耕地质量等级由地块向行政区的转换^[20]。

$$T_i = (T_{ij} \times S_{ij}) / \sum S_{ij}, \quad (2)$$

式中： T_i 等于第*i*个行政村的耕地质量综合等级； T_{ij} 为行政村中第*j*块耕地地块质量分值； S_{ij} 为第*i*个行政村中第*j*个耕地地块的面积。

2.3 耕地质量空间分布自相关模型

基于 Moran's *I* 指数的空间自相关模型可用于反映研究区域数据之间的空间相关性，可分为全局自相关和局部自相关^[15]。利用空间自相关模型，可以分析研究区域整体以及局部的地块耕地质量之间是否具有聚集或离散的特征，以便于把握评价单元间的相似性和差异性。

全局 Moran's *I* 指数具体计算式为：

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \times \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}, \quad (3)$$

局部莫兰指数具体计算式为:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_j (y_j - \bar{y})^2} \times \frac{n^2}{\sum_i \sum_j w_{ij}}, \quad (4)$$

式中: n 表示研究区域地块的总数量; w_{ij} 表示研究区域中图斑 i 和图斑 j 的权重矩阵; y_{ij} 表示图斑 i 和图斑 j 的耕地质量等级得分; \bar{y} 表示整个县的耕地质量等级得分均值^[21]。

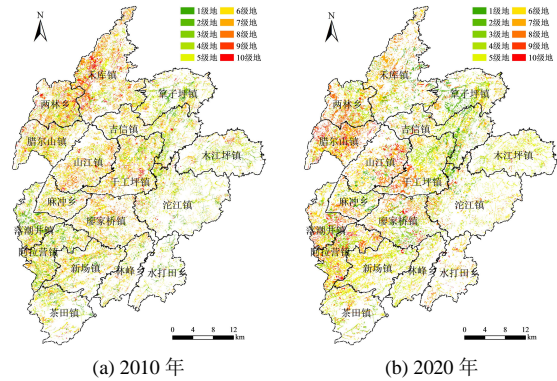
3 结果与分析

3.1 耕地空间分布变化特征

图2为2010、2020年的耕地质量等级评价结果。由图2可知,2010年,凤凰县耕地质量综合评分的范围为59.04~91.08,耕地质量等级为5.78;2020年,凤凰县耕地质量综合评分的范围为60.14~90.38,等级为5.70,耕地质量状况整体处于中等质量。凤凰县耕地主要分布在禾库镇、千工坪镇、两林乡等区域且细碎化程度较高,这与凤凰县的地形分布有关,研究区地表切割破碎,耕地图斑面积较小,破碎度较高,水打田乡、林峰乡的耕地分布数量较少,全区域内自北向南呈耕地数量递减的趋势,地形及海拔等地貌条件与耕地的数量存在一定的密切关系^[8]。2010年,凤凰县1级地主要分布在箐子坪镇、禾库镇、吉信镇等乡镇,在其他乡镇零星分布;受海拔、地形等限制性因素的影响^[22],2级地、3级地在腊尔山镇、两林乡、山江镇分布面积较小;6级耕地在全县境内分布面积最广,占耕地总面积的18.88%,其分布面积占比在凤凰县2/3以上的乡镇都超过了20%;禾库镇海拔较高,地势密切影响着土壤中水、肥、气、热等诸因素的再分配,从土壤属性分布来看,尽管西部的耕地以水田为主、东部的耕地以旱地为主,但农田管理设施条件的不匹配明显影响到了水田的生产能力,耕地的灌排条件无法满足耕地生产的需要,影响其生产能力,因此生产能力较弱的7级地在禾库镇的分布面积最广。10级地在禾库镇以及两林乡的分布面积较大,且多与7级地、8级地、9级地交叉分布,呈集中连片的趋势。

2020年,高等质量耕地在东北部区域出现了明显的集中分布态势,低等级质量耕地(7级地、8级地、9级地与10级地)分布重心略向中部和南部移动。禾库镇耕地质量综合等级有所上升,2017年,国家发展改革委、水利部联合编制印发了《全国坡耕地水土流失综合治理“十三五”专项建设方案》^[18],方案将凤凰县列入全国坡耕地水土流失综合治理项目区,凤凰县在两林乡和禾库镇等项目区实施坡耕地综合治理项目,共治理坡耕地面积达955.67 hm²,项目通过新修、整修梯田,使耕种条件较差的坡地朝梯田

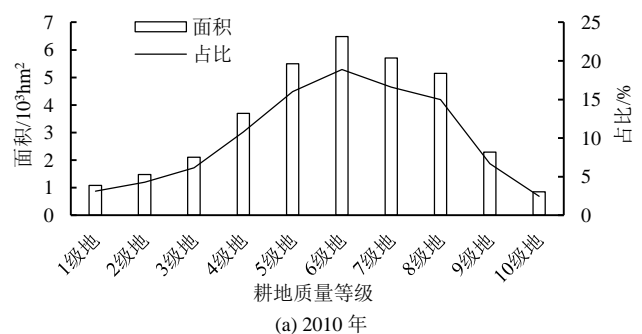
发展,减缓水土流失。计算结果显示,禾库镇耕地质量综合等级由2010年的6.78提高到了2020年的5.75;两林乡的耕地质量综合等级则由6.97提高到了6.50。表明各项农田生产配套设施的建设有效整合了农业生产资源、促进了耕地质量的转良。但受耕地自然条件因素的综合影响,县域范围内的低等质量耕地在西部耕地范围内的占比仍然明显高于其在东部的占比。



(a) 2010年 (b) 2020年
图2 凤凰县2期耕地质量等级分布情况
Fig.2 Distribution of cultivated land quality in Fenghuang County in 2010 and 2020

3.2 耕地质量等级变化特征

如图3和表4所示,凤凰县2010年及2020年的耕地质量等级区间分布规律的相似程度较高,耕地在各个质量等级区间的分布随着时间的推移略有变化,有由两端向中间集中的趋势。2010年,凤凰县1级地占耕地总面积的3.14%,2级地、3级地占比较为接近,分布情况与1级地相似,6级耕地分布面积最广,占耕地总面积的18.88%,低等质量耕地共占了耕地总面积的4.76%。2020年,凤凰县1级地占比较2010年有所下降,2级地和3级地的总面积变化幅度为-0.41%;2020年,凤凰县6级耕地占耕地总面积的19.86%,4级地、5级地、6级地面积占比较2010年分别上升了4.74%、1.40%、0.98%。研究期内,凤凰县为落实耕地保护目标、满足提升耕地质量的现实需求,大力开展农田提质建设项目,进行一系列农田配套基础设施建设;7级地、8级地、9级地、10级地的变化幅度分别为1.18%、-4.73%、-1.77%、-0.18%,计算结果表明,凤凰县的耕地综合质量等级在2010—2020年有一定提升,中等质量耕地及高等质量耕地占比较大。



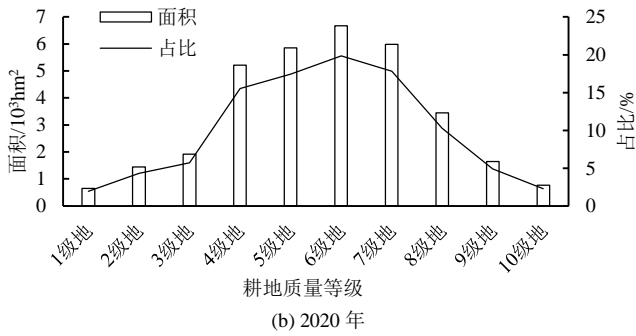


图3 2010年及2020年凤凰县耕地质量等级面积及占比
Fig.3 Proportion of cultivated land quality grade area in Fenghuang County in 2010 and 2020

表4 2010年及2020年凤凰县耕地质量等级面积占比
Table 4 Proportion of cultivated land quality grade area in Fenghuang County in 2010 and 2020

类型	2010年	2020年	差值
高等质量耕地	13.58	11.95	-1.63
中等质量耕地	45.67	52.79	7.12
低等耕地质量	40.76	35.27	-5.49

如图4所示, 2020年耕地质量等级评价体系指标中的农田管理指标层得分均值较2010年上升了6.74分, 耕地灌溉能力达到基本满足以上水平的耕地占比由2010年的43.78%上升到了2020年的63.99%, 排水能力达到了基本满足以上水平的耕地占比由49.73%提高到了62.02%, 高标准农田建设项目既恢复和改善了田间灌排系统的输排水能力, 减少了县域内农业生产环境的旱涝灾害, 还达到了良好的提质效果, 为农民创造了更好的增产增收条件。其次, 研究期内, 2020年耕地质量等级评价体系指标中的土壤养分状况指标层得分均值较2010年上升了21.03分, 研究区利用绿肥种植、实施测土配方施肥等手段, 根据当地的土壤条件及作物生长要求, 促进土壤养分良性循环, 有效提升了研究期内耕地土壤的有机质量, 经计算, 2020年凤凰县耕地土壤有机质量均值为26.06 g/kg, 相较于研究初期提高了1.6 g/kg, 土壤养分是农作物生长所必需的条件, 土壤有机质量的提升无疑正向影响了凤凰县的耕地质量状况。此外, 在影响研究区耕地质量的诸多要素中, 坡改梯及一系列相关工程管理措施如深耕深松、深沟撩壕等管理措施也直接作用于土壤的物理性状, 耕地质量变化等级较为明显的禾库镇耕地土壤中耕层质地的得分均值由79.24提高到了84.53, 表明此镇耕地土壤的持水、导水性能以及维持土壤肥力的性能增强, 同时耕层结构的改良又表明耕地土壤孔隙度的提高^[23]、土壤养分状况的改良及一系列良性反应^[24]。

3.3 耕地质量空间相关性分析

3.3.1 全局自相关分析

利用 ArcGIS10.2 软件计算研究区耕地质量等级的全局 Moran's I 指数, 结果如表5所示。研究区2期的全局自相关 Moran's I 指数分别为0.417和0.367,

且2期数据的 Z 值均 > 1.96, 说明有 99% 以上的把握认为此数据不是随机分布的, 随机分布的可能性小于 1%, 即凤凰县耕地质量在 2010 年及 2020 年在全局相关性上均呈显著的聚类趋势, 2020 年的 Moran's I 指数较 2010 年呈一定的下降趋势, 表明凤凰县耕地质量等级在空间上的相关性随着时间的推移有一定的减弱趋势, 但幅度不大。

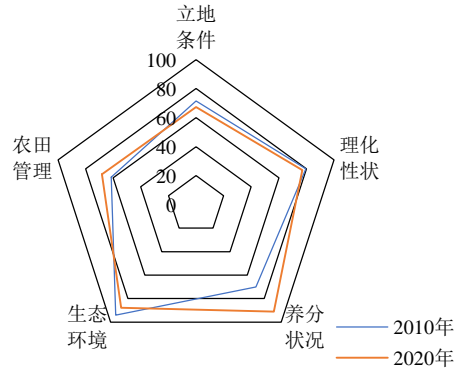


图4 2010年及2020年凤凰县耕地质量等级评价指标得分变化
Fig.4 Changes of cultivated land quality evaluation index scores in Fenghuang County in 2010 and 2020

表5 2010年与2020年凤凰县全局空间 Moran's I 指数

年份	Moran's I	Z值	相关性
2010年	0.417	122.47	全局空间正相关
2020年	0.367	154.10	全局空间正相关

3.3.2 局部空间自相关分析

根据 LISA 聚类分布图(图5)显示, 2010年, 研究区在空间上呈聚集性(高-高型、低-低型)的耕地数量占比为 29.74%, 呈离散特征(高-低型、低-高型)的耕地占比为 7.23%, 有 50% 以上的耕地质量空间相关性并不明显, 2020年, 具有空间集聚特征的耕地质量占比上升到了 33.86%, 具有离散特征的耕地质量占比较少, 为 7.58%, 空间相关性不明显的行政村比例为 62.67%。从空间结构上看, 耕地质量 LISA 聚类图的分布格局与耕地质量等级图的分布格局基本吻合, 受耕地图斑细碎化的影响, 呈大面积聚集、小面积零星分布的形状。2010年, 高-高型主要集中分布在东部的木江坪镇、西南部的落潮井镇和阿拉营镇, 零星分布在东部。此时, 高-高型基本上分布在地势相对较低, 土壤质量状况良好且经济效益较高的水田, 低-低型集中分布于县西北部的禾库镇和两林乡。到 2020 年, 呈聚类特征的行政村数量有所扩张, 但分布态势有明显变化, 东北部的高-高型耕地面积明显扩大, 表明该地区在研究期内耕地质量有了一定的提升; 西北部的低-低型逐渐向南部发育, 西南部虽然地势较为平坦且耕地基础状况良好, 但其处于居民区集中分布的区域, 阿拉营镇是凤凰县全县内城镇化率第二的乡镇, 仅

次于旅游业发达的沱江镇，且有风大高速穿镇而过，受城市化进程以及交通基建辐射作用的影响，城镇周边的优质耕地资源质量下降。西北部的禾库镇低-低型面积明显缩小，说明高标准农田建设、土地整治项目的开展使得耕地生产条件提质，区域间的生产要素流动性增强，区际耕地质量差异缩小^[25]。

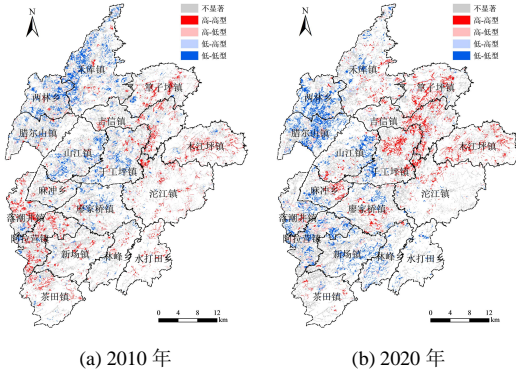


图5 2010年及2020年凤凰县耕地质量LISA聚类分布
Fig.5 Lisa aggregation map of cultivated land quality in Fenghuang County in 2010 and 2020

3.3.3 坡耕地区管理分区研究

基于区域发展中的空间极化理论，当区域发展变化时，不同极化层的区域差异会越来越大，而同一极化层内的差异会越来越小，也就是说，由于极化效应，被低质量耕地包围的高等质量耕地可能被周围中低等耕地环境的阻碍作用影响而引起耕地质量下降，而由于扩散效应，被得分较高的高等质量耕地包围的低等质量耕地也可能受到推动作用从而得到质量的提高^[26]。因此，基于凤凰县2020年耕地质量评价结果和空间自相关分析结果，利用矩阵组合法进行凤凰县耕地管理分区，以使凤凰县耕地质量管理朝合理化和可应用化的方向发展，如表6所示。其中，以土壤自然生产条件较好、农业管理水平较高的优质耕地分布占比较高的高-高型区域，应严格限制非农建设侵占优质耕地资源，将耕地作为高产稳定区进行严格保护，防止耕地有非农化、非粮化的趋势；低-低型区域耕地由于耕地的自然状况不佳或管理水平落后的原因，短时间内难以提质为稳定高产农田，甚至不合理的耕作会引起进一步的水土流失、地力下降乃至威胁生态安全，因此应将这一部分耕地合理退耕，防止人地矛盾进一步扩张；在高-低型聚集区，高等质量耕地被低等级质量耕地包围其中，为了防止低等质量耕地的耕种障碍因素对高等质量耕地的同化，应最大可能地减少极化效应的影响，在保护高等质量耕地地力和生产能力不下降的同时，对低等质量耕地进行适宜性的改良，例如测土配方施肥、优化土地空间布局等；而对应低-高型的区域，要积极扩大周围高等质量耕地的扩散效应对中心耕地的扩散效应的同化作用，

对此区域耕地进行质量挖潜。

表6 坡耕地区管理分区

Table 6 Management division of slope farmland area			
年份	高等质量耕地	中等质量耕地	低等质量耕地
高-高型	优先保护区	质量挖潜区	综合整治区
低-低型	适宜改良区	适宜改良区	综合整治区
高-低型	优先保护区	适宜改良区	综合整治区
低-高型	适宜改良区	质量挖潜区	质量挖潜区
不显著	优先保护区	质量挖潜区	综合整治区

将凤凰县划分为优先保护区、适宜改良区、质量挖潜区以及综合整治区4类，其分布如图6所示：①优先保护区：此类管理区占据了耕地总面积的8.51%，主要分布在禾库镇、两林乡。对于优先保护区的耕地，应严格按照国家要求坚持实施最严格的耕地保护制度，并完善相关监管机制，保证耕地质量不下降、继续成为居民的优质口粮田。②适宜改良区：这类管理区的面积达到1536.75 hm²，集中分布在禾库镇、千工坪镇及廖家桥镇等乡镇，由于此区域内耕地属于高等质量耕地和中低等质量耕地交错分布，且中低等质量耕地有对优质耕地同质化的风险，因此可以通过土地权属流转等市场措施和较少耕地破碎度、提高耕地的集中连片程度等工程措施来对耕地进行改良管理。③质量挖潜区：此类耕地占比为43.02%，在北部和中部地区分布广泛，与适宜改良区措施类似，应加强对耕地的优化管理，挖掘其生产潜力。④综合整治区：此类耕地由于综合质量相对较低，从生态安全和经济效益可持续性的角度出发，需要从各方面对土地进行综合整治，一部分生产条件难以满足基本种植需求的土地，可纳入到退耕还林还草的后备区中，避免对坡耕地区域生态安全造成破坏。

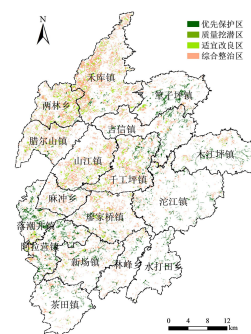


图6 凤凰县耕地管理分区
Fig.6 Cultivated land Management zoning map of Fenghuang County

4 讨论

据湖南省2019年耕地质量评价结果显示，全省低等质量耕地主要分布在渝鄂湘黔边境山地林农牧区（怀化市、张家界市、湘西土家族苗族自治州），而这几个县市区的25%以上的坡耕地面积达到了湖南省坡耕地面积的3/5以上。受到大面积开垦的坡耕地

在人地矛盾日益尖锐的情况下为保障群众生活、发展农村经济提供了重要的生产资源的作用，因此，通过为坡耕地区的后续可持续发展提供可复制的耕地质量评价体系路线，在合理开垦的基础上掌握坡耕地区的耕地质量十分重要。

从耕地数量上来看，研究期内，凤凰县的耕地面积减少了 692.57 hm²。根据湖南省统计年鉴数据^[16]，2010 年，凤凰县的第一产业、第二产业以及第三产业的地区生产总值比值为 1.75：1.66：6.59，2020 年，凤凰县第一、第二、第三产业的地区生产总值比值为 1.4：1.9：6.66。2010—2020 年，凤凰县产业重心有所转移，发展规划与产业结构的变化使得全县城市化的步伐加快，交通、住建等基础设施不断发展、扩张、完善：吉怀高速凤凰段于 2012 年建成并投入使用，这一过程导致建设用地占用优质耕地的范围扩大，并且使得耕地破碎程度变大、耕地田面规整程度及集中程度进一步遭到破坏，不利于整合农业生产所必需的各类要素资源，耕地生产潜力下降、同时降低了农户对耕地种植农业生产的积极性，甚至出现了撂荒的现象，危害耕地。此外，根据国家发改委于 2014 年和 2016 年分别下达的《关于下达 2014 年退耕还林还草年度任务的通知》（发改西部〔2014〕2155 号）、《关于下达 2016 年退耕还林还草年度任务的通知》（发改西部〔2016〕1138 号）等文件的要求，凤凰县在 2014 年和 2016 年度实施了退耕还林工程，退耕造林总面积 234 hm²，使得项目区林地比例提升，调整了一部分土地利用结构，也加快了第一产业向集约化产业转变的趋势和步伐，使得县域范围内优质耕地资源数量下降。

从耕地质量上来看，研究期内，凤凰县的耕地质量综合等级提高了 0.08，凤凰县为落实耕地保护的目标、满足提升耕地质量的现实需求，大力开展农田提质建设项目，据湘西土家族苗族自治州国民经济和社会发展统计公报显示，2017 年凤凰县进行高标准农田建设项目 22 个，涉及 14 个乡镇，建设总规模达到 344.87 hm²，对田间道路进行了规划整理，使得农田耕作便利程度提高，通过落实田间灌溉渠、排水沟等农田生产配套基础设施的建设，完善了农田灌排管理体系，促进了农业产业现代化，此外，结合坡耕地建设中的工程措施，项目通过新修、整修梯田，使耕种条件较差的坡地朝梯地发展，减缓水土流失；再利用蓄水池、排水沟等、机耕道等农田生产配套设施的建设，整合农业生产资源、促进农业生产结构优化。

耕地质量评价的结果更新及动态变化情况对于耕地的精细化管理具有重要意义，而坡耕地的质量变化情况以及有效分区能够有效促进湖南省的农业产出及耕地生态压力的缓解。本文仅选取了一个县作为分

析对象，未来研究区域范围的细化和多样性、以及特定时间尺度的选取和深入研究是需要进一步探索的方向。

5 结论

1) 2010 年，凤凰县耕地质量综合评分为 59.04~91.08，2020 年，凤凰县耕地质量综合评分的范围为 60.14~90.38。

2) 研究期内，凤凰县的耕地质量综合等级加权平均值提高了 0.08，2020 年的凤凰县耕地质量总体状况优于 2010 年，其变化以中等质量耕地比重的上升最为明显，农田管理条件和土壤养分状况的改善是凤凰县耕地质量综合等级提升的主要原因。从空间分布上看，北部耕地质量的提升较为明显，南部的耕地质量则有一定的下滑趋势，其分布格局的变化主要原因是高标准农田、坡耕地治理等耕地提质项目的大力建设和发展。

3) 2020 年凤凰县具有聚集特征的耕地比例较 2010 年有一定提高，具有离散特征的耕地比重较研究基期有小幅上升，凤凰县内对耕地质量的关注和相关整治措施促进了区域间耕地生产要素的流动。

4) 根据空间极化理论和凤凰县耕地质量实际分布情况，考虑凤凰县耕地安全生产、平稳经济及保护生态等诸多目标，将凤凰县划分为优先保护区、适宜改良区、质量挖潜区以及综合整治区 4 个管理分区，分别占据了耕地总面积的 8.51%、4.57%、43.02% 及 43.89%，未来，凤凰县应通过持续实施坡耕地治理项目来改善耕地生产障碍因素以提高耕地质量。

参考文献：

- [1] 孙晓兵, 孔祥斌, 温良友. 基于耕地要素的耕地质量评价指标体系研究及其发展趋势[J]. 土壤通报, 2019, 50(3): 739-747.
SUN Xiaobing, KONG Xiangbin, WEN Liangyou. Evaluation index system of cultivated land quality and its development trend based on cultivated land elements[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2019, 50(3): 739-747.
- [2] 刘蒙罢, 张安录. 建党百年来中国耕地利用政策变迁的历史逻辑及优化路径[J]. 中国土地科学, 2021, 35(12): 19-28.
LIU Mengba, ZHANG Anlu. Historical logic and optimization path of the policy changes in China's cultivated land use in the past 100 years since the founding of the CPC[J]. China Land Science, 2021, 35(12): 19-28.
- [3] 刘越山. 2022年中央一号文件发布 稳中求进推动乡村振兴[J]. 经济, 2022(3): 102-107.
LIU Yueshan. "No.1 document" of central government for 2022 issued: advancing steadily and promoting rural revitalization[J]. Economics, 2022(3): 102-107.
- [4] 付国珍, 摆万奇. 耕地质量评价研究进展及发展趋势[J]. 资源科学, 2015, 37(2): 226-236.
FU Guozhen, BAI Wanqi. Advances and prospects of evaluating cultivated land quality[J]. Resources Science, 2015, 37(2): 226-236.
- [5] 申杨, 龚健, 叶菁, 等. 基于“双评价”的永久基本农田划定研究:

- 以黄石市为例[J]. 中国土地科学, 2021, 35(7): 27-36.
- SHEN Yang, GONG Jian, YE Qing, et al. Study on permanent basic farmland demarcation based on "double evaluation": A case study of Huangshi City[J]. China Land Science, 2021, 35(7): 27-36.
- [6] 叶云, 赵小娟, 胡月明. 基于GA-BP神经网络的珠三角耕地质量评价[J]. 生态环境学报, 2018, 27(5): 964-973.
- YE Yun, ZHAO Xiaojuan, HU Yueming. Evaluation of cultivated land quality in Pearl River Delta based on GA-BP neural network[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2018, 27(5): 964-973.
- [7] 王丽, 周勇, 李晴, 等. 基于随机森林的耕地质量评价智能模型及其应用研究[J]. 土壤学报, 2022, 59(5): 1 279-1 292.
- WANG Li, ZHOU Yong, LI Qing, et al. An Intelligent model of cultivated land quality evaluation based on random forest and its application[J]. Acta Pedologica Sinica, 2022, 59(5): 1 279-1 292.
- [8] 孙晓兵, 孔祥斌, 张青璞, 等. 基于指标综合特征的耕地遗传质量和动态质量评价[J]. 农业工程学报, 2020, 36(22): 254-265.
- SUN Xiaobing, KONG Xiangbin, ZHANG Qingpu, et al. Evaluation of inherent quality and dynamic quality of cultivated land based on comprehensive characteristics of indexes[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2020, 36(22): 254-265.
- [9] 陈正发, 龚爱民, 张刘东, 等. 基于质量评价的省域尺度坡耕地质量调控体系构建[J]. 农业工程学报, 2021, 37(20): 136-145.
- CHEN Zhengfa, GONG Aimin, ZHANG Liudong, et al. Construction of the quality regulation system for provincial scale slope farmland based on quality evaluation[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2021, 37(20): 136-145.
- [10] 辛芸娜, 范树印, 孔祥斌, 等. 四重质量维度下的县域耕地质量评价方法研究[J]. 资源科学, 2018, 40(4): 737-747.
- XIN Yunna, FAN Shuyin, KONG Xiangbin, et al. Evaluation of cultivated land quality based on four quality dimensions[J]. Resources Science, 2018, 40(4): 737-747.
- [11] 熊昌盛, 栾乔林, 韦仕川. 基于空间自相关的耕地质量分布格局[J]. 地域研究与开发, 2016, 35(5): 128-132, 148.
- XIONG Changsheng, LUAN Qiaolin, WEI Shichuan. Spatial pattern disparity of arable land quality based on spatial autocorrelation analysis[J]. Areal Research and Development, 2016, 35(5): 128-132, 148.
- [12] 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 Zhifang, WANG Rui, SHEN Xinlei. Cultivated land protection zoning based on quality index and spatial autocorrelation[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2021, 52(4): 785-792.
- [13] 许彩彩, 吕春娟, 陈卓, 等. 省域视角下耕地自然质量空间格局与影响因素[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(3): 253-264.
- XU Caicai, LYU Chunjuan, CHEN Zhuo, et al. The spatial pattern and influencing factors of cultivated land natural quality from the perspective of province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(3): 253-264.
- [14] 陈藜藜, 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, 38(10): 1 871-1 882.
- CHEN Lili, SONG Ge, ZOU Chaohui, et al. Zoning of protected cultivated land based on improved local indicators of spatial association[J]. Resources Science, 2016, 38(10): 1 871-1 882.
- [15] 李武艳, 朱从谋, 王华, 等. 浙江省耕地质量多尺度空间自相关分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(23): 239-245.
- LI Wuyan, ZHU Congmou, WANG Hua, et al. Multi-scale spatial autocorrelation analysis of cultivated land quality in Zhejiang Province[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32(23): 239-245.
- [16] 王兆峰, 田俊峰. 湖南省耕地资源利用安全综合评价与提升路径研究[J]. 中国土地科学, 2021, 35(1): 48-58.
- WANG Zhaofeng, TIAN Junfeng. Study on comprehensive evaluation and promotion path of cultivated land resources use security in Hunan Province[J]. China Land Science, 2021, 35(1): 48-58.
- [17] 刘慧芳, 毕如田, 郭永龙, 等. 晋中市耕地质量空间分异格局与影响因素研究[J]. 农业机械学报, 2021, 52(12): 216-224.
- LIU Huifang, BI Rutian, GUO Yonglong, et al. Study on spatial differentiation pattern and the influential factors of cultivated land quality in Jinzhong City[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2021, 52(12): 216-224.
- [18] 李子杰, 高沪宁, 丁琪洵, 等. 基于Moran's *I*的安徽省太湖县耕地质量时空格局分析[J]. 水土保持通报, 2021, 41(3): 350-356.
- LI Zijie, GAO Huning, DING Qixun, et al. Analysis on temporal and spatial pattern of cultivated land quality based on Moran's *I* in Taihu County, Anhui Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2021, 41(3): 350-356.
- [19] 孟庆香, 张莉坤, 郎文聚, 等. 黄土丘陵区典型县域耕地健康评价: 以河南宜阳县为例[J]. 中国水土保持科学(中英文), 2021, 19(1): 11-19.
- MENG Qingxiang, ZAHNG Likun, YUN Wenju, et al. Health evaluation of cultivated land in typical counties of loess hilly region: a case study of Yiyang County, Henan Province[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2021, 19(1): 11-19.
- [20] 张晗, 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.
- ZHANG Han, ZHAO Xiaomin, OUYANG Zhencheng, et al. Multi-scale spatial autocorrelation analysis of cultivated land quality in China's southern hillside areas: a case study of Lichuan County, Jiangxi Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2018, 26(2): 263-273.
- [21] 郑德凤, 郝帅, 孙才志. 基于DEA-ESDA的农业生态效率评价及时空分异研究[J]. 地理科学, 2018, 38(3): 419-427.
- ZHENG Defeng, HAO Shuai, SUN Caizhi. Evaluation of agricultural ecological efficiency and its spatial-temporal differentiation based on DEA-ESDA[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(3): 419-427.
- [22] 马雪莹, 邵景安, 曹飞. 重庆山区县域高标准基本农田建设综合成效评估: 以重庆市垫江县为例[J]. 自然资源学报, 2018, 33(12): 2 183-2 199.
- MA Xueying, SHAO Jingan, CAO Fei. Comprehensive performance evaluation of high standard farmland construction in mountainous counties: a case study in Dianjiang, Chongqing[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(12): 2 183-2 199.
- [23] 姚高乾, 周锋, 吕小蓉, 等. 深松耕和绿肥还田对云南坡耕地耕层土壤物理性状的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(1): 220-228.
- YAO Gaoqian, ZHOU Feng, LYU Xiaorong, et al. Effects of subsoiling tillage and green crop returning to sloping farmland on soil physical properties[J]. Soil and Fertilizer in China, 2021(1): 220-228.
- [24] 黄尚书, 钟义军, 黄欠如, 等. 耕作深度及培肥方式对红壤坡耕地土壤理化性质及作物产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2020(4): 72-83.
- HUANG Shangshu, ZHONG Yijun, HUANG Qianru, et al. Effects of tillage depths and fertilizing patterns on soil physical-chemical properties and crop yield in red soil slop field[J]. Soil and Fertilizer in China, 2020(4): 72-83.
- [25] 杨君, 邵劲松, 周鹏全, 等. 基于地块尺度的耕地质量级别变化及农业空间保护: 以岳阳市岳阳楼区为例[J]. 经济地理, 2021, 41(11): 185-192.
- YANG Jun, SHAO Jinsong, ZHOU Pengquan, et al. Change of cultivated land quality level and agricultural space protection based on the scale: Taking Yueyanglou District of Yueyang City as an example[J]. Economic Geography, 2021, 41(11): 185-192.
- [26] 郭腾云. 近50年来我国区域经济空间极化的变化趋势研究[J]. 经济地理, 2004(6): 743-747.
- GUO Tengyun. The change trends of regional economic polarization in China, 1952—2000[J]. Economic Geography, 2004(6): 743-747.