

湖南省县域国土空间利用质量评价及影响因素研究

刘 朝

湖南农业大学, 资源环境学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2025年4月21日; 录用日期: 2025年5月22日; 发布日期: 2025年5月29日

摘 要

本文以城镇-农业-生态为切入点构建国土空间利用质量评价体系, 通过定量与定性相结合分析湖南省122个县国土空间利用质量及其影响因素, 为湖南省国土空间规划编制提供参考。结果表明: (1) 2010~2020年, 湖南省县域城镇空间、农业空间与国土空间利用质量均呈增长趋势, 而生态空间利用质量先增后减, 不同县域在城镇、农业、生态空间的利用具有各自优势及倾向, 国土空间利用质量普遍达到中等及以上。(2) 城镇空间利用主要受社会经济条件的影响, 自然地理条件是农业空间与生态空间利用的主要影响因素, 且社会经济条件影响作用正不断加大。

关键词

国土空间, 利用质量, 影响因素, 地理探测器

Research on the Evaluation and Influencing Factors of County-Level Territorial Spatial Utilization Quality in Hunan Province

Zhao Liu

College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan

Received: Apr. 21st, 2025; accepted: May 22nd, 2025; published: May 29th, 2025

Abstract

This paper constructs an evaluation system for territorial space utilization quality from the perspective of urban-agricultural-ecological spaces. Through a combination of quantitative and qualitative

analysis, it examines the territorial space utilization quality and influencing factors across 122 counties in Hunan Province, providing references for territorial space planning in the region. The results indicate: (1) From 2010 to 2020, the utilization quality of urban space, agricultural space, and overall territorial space in Hunan's counties showed an increasing trend, while ecological space utilization quality initially increased before declining. Different counties exhibited respective advantages and tendencies in utilizing urban, agricultural, and ecological spaces, with most achieving medium or higher levels of territorial space utilization quality. (2) Urban space utilization is primarily influenced by socioeconomic conditions, while natural geographical conditions mainly affect agricultural and ecological space utilization, with the impact of socioeconomic factors continuously increasing.

Keywords

Territorial Space, Utilization Quality, Influencing Factors, Geographical Detector

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

国土空间是人类生产、生活活动及生态文明建设的载体[1]。在我国城镇化快速发展背景下,经济建设虽然取得巨大成就,但以土地城镇化为主城镇空间扩张模式,也加快城乡结构、产业结构的重构进程,人地关系矛盾、耕地“非粮化”、生态环境污染问题逐渐突出,国土空间格局发生重大变化,严重制约我国国土空间可持续发展[2][3]。《湖南省“十四五”新型城镇化》提出城镇化是带动农业现代化发展的动力与优化国土空间开发保护格局的根本途径。因此,通过识别国土空间利用质量状态及分析其影响因素,能够为湖南省国土空间规划科学编制提供参考。

目前,国土空间利用评价研究成果颇多且发展迅速,从研究内容上看,主要集中在国土空间适应性评价与优化“三生”格局[4][5];从研究尺度上看,主要从省级[6]、城市群[7]、地市级[8]与单一县市出发[9]。本研究以城镇-农业-生态空间为框架,首次在县域尺度系统评估湖南省122个县的国土空间利用质量及其影响因素,填补了全省范围县域研究的空白。研究成果可为湖南省差异化城镇化发展提供科学依据,助力优化国土空间开发保护格局。

2. 数据来源及研究方法

2.1. 研究区域概况

湖南省(21.18万 km^2)是长江中游重要的粮食生产基地,包含长株潭等五大经济区。2010~2020年,城镇化率从43.3%升至58.76%,GDP由1.56万亿增至4.15万亿,三产结构优化为10.1:38.2:51.7。同期耕地减少29.76万公顷,建设用地增加39.64万公顷,城镇扩张加剧了农地侵占。尽管实施生态修复工程,但污染问题依然突出。作为中部崛起和长江经济带的关键区域,研究其国土空间利用影响因素对实现县域协调发展具有重要意义。

2.2. 数据来源

本文研究数据分为统计数据与遥感数据,其中统计数据主要来源于2011、2016、2020年《湖南省统

计年鉴》《湖南省农村统计年鉴》，并以各市统计年鉴及各县统计公报作补充；遥感数据包括土地利用数据、DEM 数据、年平均降水量数据、年平均气温数据，来源于中国科学院资源环境科学与数据中心。

2.3. 研究方法

2.3.1. 熵值法

在构建国土空间高质量利用评价体系基础上，利用极差法对数据进行标准化，并采用熵值法对标准化数据进行权重计算。将各指标权重与指标的比重进行相乘，可得各单一空间利用得分[10]。

$$\omega_j = \frac{D_j}{\sum_j^k D_j} (1 \leq j \leq k) \tag{1}$$

式中： ω_j 为第 j 项指标权重； D_j 为第 j 项指标的信息效用值， k 为指标个数。

$$U_i = \sum P_{ij} \omega_j \tag{2}$$

式中： U_i 为国土空间利用综合得分； P_{ij} 为 i 地第 j 项指标占该县域该指标的比重。

2.3.2. 地理探测器

地理探测器是探测和利用空间分异的工具，广泛运用于自然地理、社会经济与土地利用的影响因素研究。本文用于分析国土空间利用质量的主要影响因素及其交互作用。

$$q = 1 - \frac{1}{B\sigma^2} \sum_{a=1}^N B_a \sigma_a^2 \tag{3}$$

式中： q 是影响因素对国土空间利用的探测值，其值域为[0, 1]， q 值越大反映该影响因素对国土空间利用的影响程度越大， B_a 和 B 分别为层 a 和全区的样本数； σ_a^2 和 σ^2 分别是层 a 和整个空间的离散方差。交互作用探测器是分析 x_1 、 x_2 两个影响因素共同作用时是否会增加、减弱或相互独立对国土空间利用的影响，主要是将 x_1 与 x_2 交互后的 q 值与 x_1 、 x_2 的 q 值进行比较。

2.4. 评价指标体系

国土空间利用是指人类基于特定目标，对国土空间的生产、生活、生态功能进行开发、改造和保护的过程。本研究立足湖南省“十四五”规划要求，构建“城镇 - 农业 - 生态”三位一体的评价体系：城镇空间采用地均固定资产投资强度等 8 项指标，农业空间选取土地垦殖率等 8 项指标，生态空间包含农药使用强度等 8 项指标，全面量化国土空间利用质量，如表 1 所示。

Table 1. Evaluation index system of territorial space utilization quality

表 1. 国土空间利用质量评价指标体系

目标层	准则层	指标层	权重	单位	性质
国土空间 利用质量	城镇空间 利用质量	x1 地均固定资产投资强度	0.0227	万元/km ²	+
		x2 城镇土地开发强度	0.1107	%	+
		x3 地均二三产业就业人数	0.0125	万人/km ²	+
		x4 二三产业值	0.0543	万元	+
		x5 城镇人口密度	0.0149	万人/km ²	+
		x6 城镇居民人均可支配收入	0.0224	(元)	+
		x7 教育配置指数	0.0202	-	+
		x8 医疗配置指数	0.0228	-	+

续表

	x9 土地垦殖率	0.0164	%	+
	x10 人均耕地面积	0.0155	km ² /人	+
	x11 有效灌溉比	0.0321	%	+
农业空间 利用质量	x12 人均粮食占有量	0.0211	Kg	+
	x13 农业从业人员比	0.004	%	+
	x14 农村农村居民点面积	0.0258	km ²	+
	x15 农村居民可支配收入	0.0357	元	+
	x16 地均农林渔牧产值	0.1971	万元/km ²	+
		x17 农药使用强度	0.0005	t/km ²
	x18 农膜使用强度	0.0024	kg/km ²	-
	x19 人均造林面积	0.0693	km ² /人	+
生态空间 利用质量	x20 林地覆盖率	0.0106	%	+
	x21 草地覆盖率	0.0671	%	+
	x22 水域覆盖率	0.075	%	+
	x23 堤防长度	0.0778	km	+
	x24 水土流失治理率	0.0691	%	+

3. 湖南省县域国土空间利用质量的时空特征

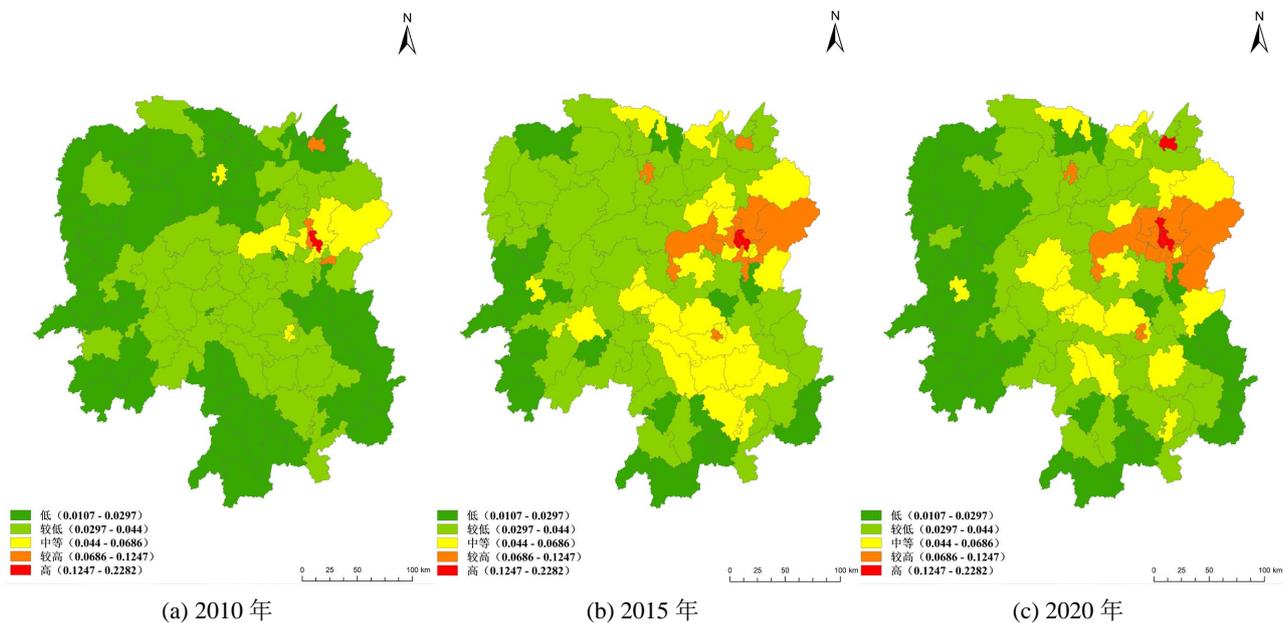
3.1. 城镇空间利用质量的时空特征

研究采用熵值法和 Arcgis 自然断点法, 将国土空间利用质量划分为低、较低、中等、较高、高五个等级。2010~2020 年间, 湖南省城镇空间利用得分均值从 0.034 增长至 0.048, 呈现上升趋势但整体质量仍以低等级为主。从空间分布来看, 长株潭城市群及洞庭湖地区等固定资产投资密集区域利用质量较高, 而大湘西、湘南等欠发达地区质量较低。

研究发现, 固定资产投资作为重要驱动因素, 在促进城市经济发展的同时, 也带来了城镇土地快速扩张的问题。特别是在部分县域, 城镇土地开发速度明显快于人口增长, 导致城市空间呈现无序、低效开发状态, 甚至出现城市蔓延现象, 对人口分布和产业集聚产生负面影响, 这可能是部分地区城镇空间利用质量下降的主要原因(图 1)。

3.2. 农业空间利用质量的时空特征

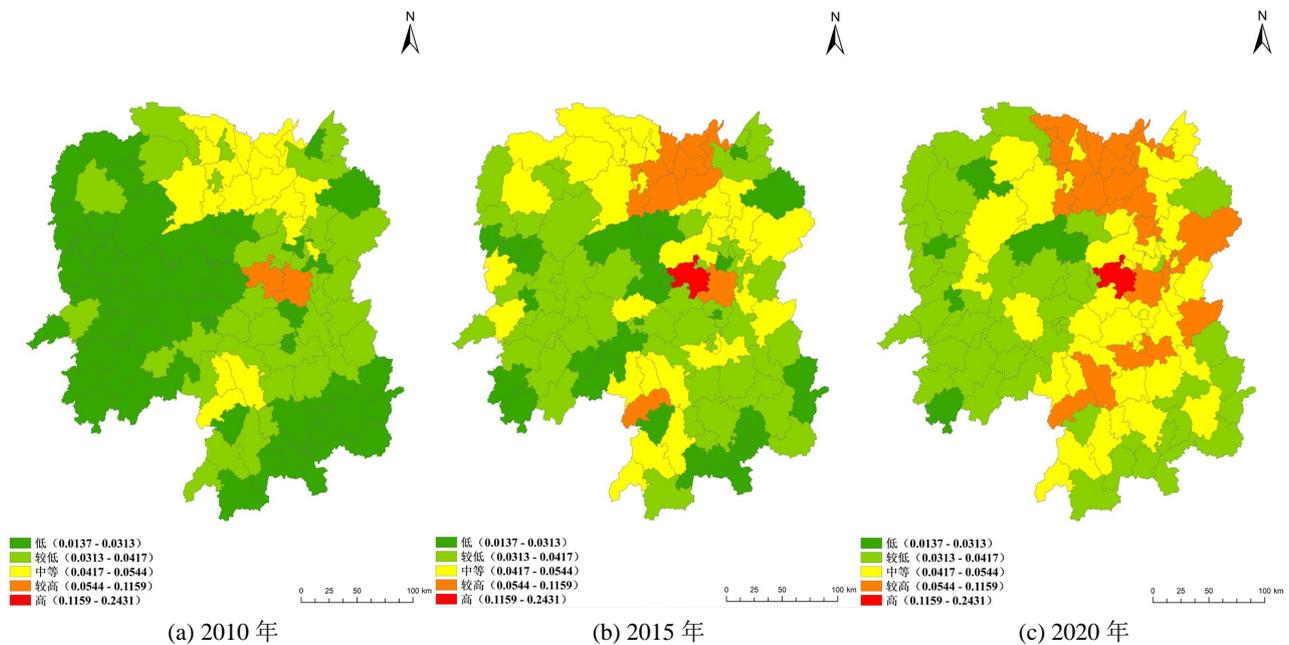
2010~2020 年湖南省农业空间利用质量显著提升(均值 0.033→0.047), 利用等级从低质量为主转变为中等质量为主。空间分布呈现梯度特征: 洞庭湖地区因优越的自然禀赋(平坦肥沃、水热充足)保持中等质量, 但受经济水平制约农业现代化进程较慢; 长株潭周边县市(如湘乡市、湘潭县)在城镇经济辐射下实现较高质量; 大湘西和湘南地区则通过耕地保护政策和高标准农田建设, 实现耕地数量回升和质量改善, 推动农业产值和农民收入同步增长。这一变化主要得益于国家“三农”政策支持与农业现代化水平的持续提升(图 2)。



注：该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为GS2019【1822】号的标准地图制作，底图无修改。

Figure 1. Grade distribution of urban spatial utilization quality

图 1. 城镇空间利用质量等级分布



注：该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为GS2019【1822】号的标准地图制作，底图无修改。

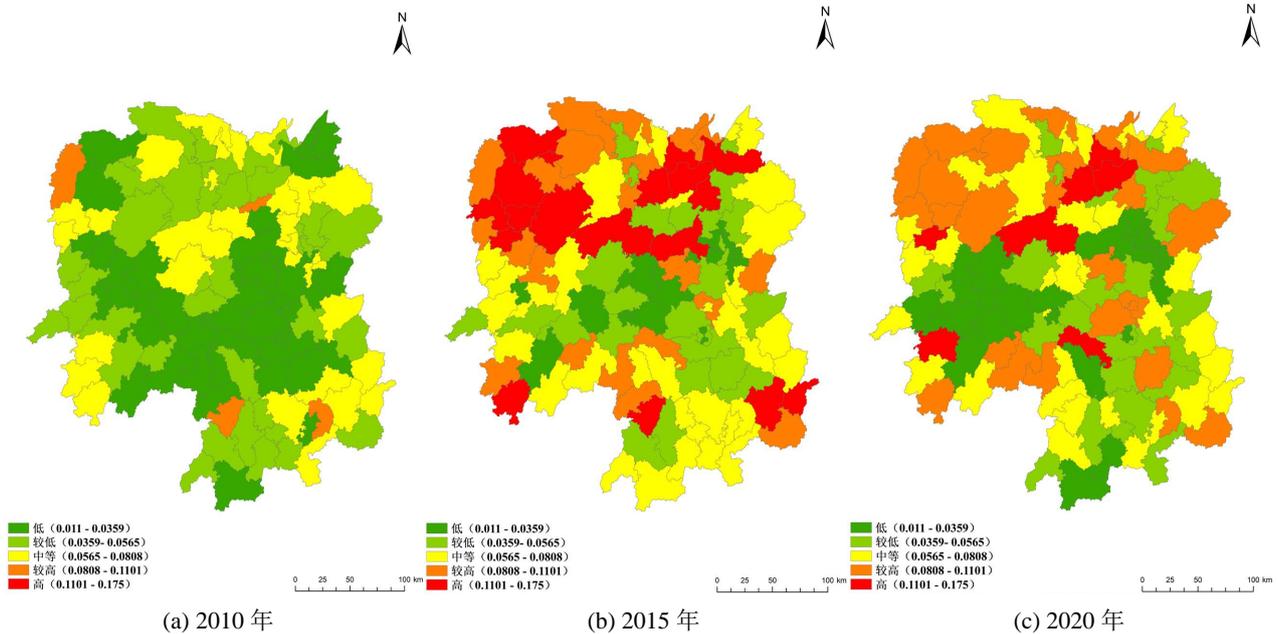
Figure 2. Grade distribution of agricultural spatial utilization quality

图 2. 农业空间利用质量等级分布

3.3. 生态空间利用质量的时空特征

2010~2020年湖南省生态空间利用质量呈现先升后降趋势(均值 0.045→0.069→0.061)，整体维持中等及以上水平。研究发现：虽然湖南省林地、草地和水域覆盖率较高，但受自然条件和经济水平限制，生

态基础设施建设滞后, 水土治理能力不足。随着城镇化、工业化进程加快, 生态空间不断被侵占, 加之传统农业生产方式下农药、农膜使用量持续增加, 导致生态空间数量减少、质量下降。特别是在耕地保护政策强化背景下, 农业污染风险加剧, 进一步影响了区域生态安全(图 3)。



注: 该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为 GS2019【1822】号的标准地图制作, 底图无修改。

Figure 3. Grade distribution of ecological space utilization quality

图 3. 生态空间利用质量等级分布

3.4. 国土空间高质量利用的时空特征

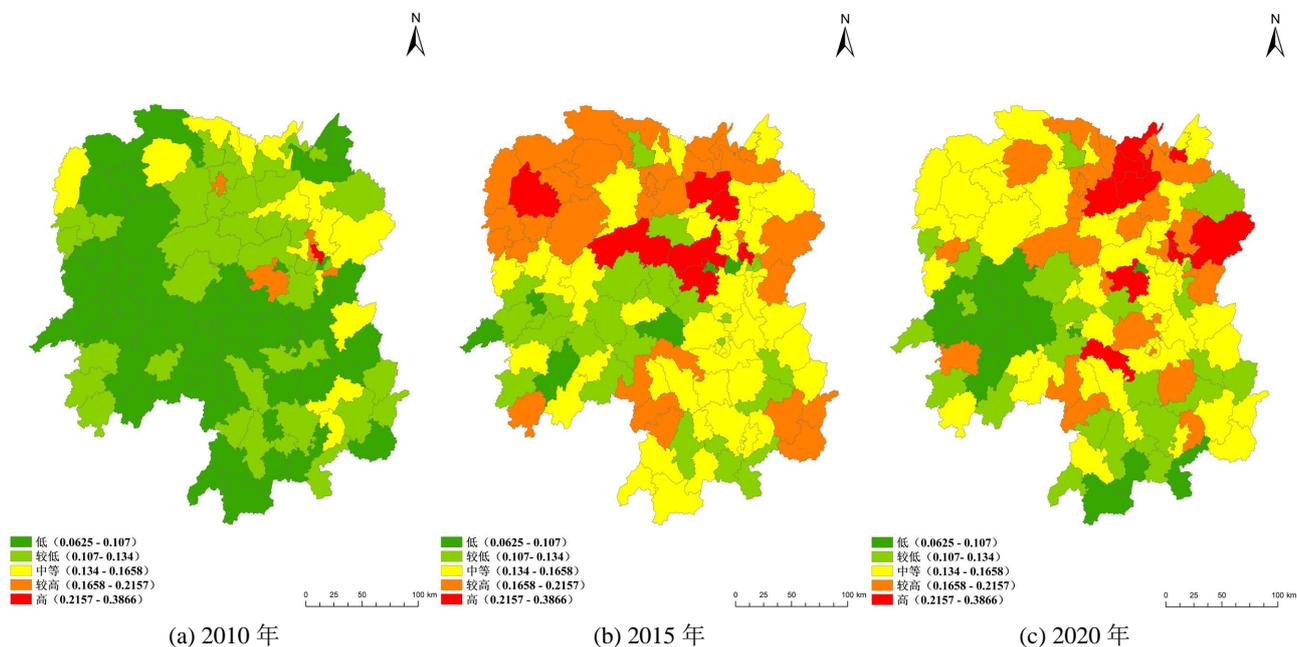
2010~2020 年湖南省国土空间利用质量呈现“先快速提升后趋于平稳”的变化特征, 均值从 0.1123 增至 0.1555。研究显示: 2010~2015 年期间, 在城镇化和工业化驱动下, 长株潭地区的经济辐射效应带动全省发展, 促进洞庭湖地区农业现代化和大湘西生态屏障建设, 使国土空间利用质量显著提升; 2015~2020 年增速放缓, 呈现区域分化态势——长株潭和洞庭湖核心区因持续的政策支持(如耕地保护、“三农”政策)保持质量提升, 而其他地区因城镇低效扩张导致空间利用质量下降。这一演变过程反映出不同区域在资源禀赋、政策实施和开发模式上的差异对国土空间利用产生的深刻影响(图 4)。

4. 湖南省县域国土空间高质量利用的影响因素分析

4.1. 主要影响因素因子分析

4.1.1. 城镇空间利用质量的影响因素分析

基于地理探测器的因子分析显示, 湖南省城镇空间利用质量的影响因素呈现动态演变特征(表 2)。2010 年居民消费水平和城镇化率主导作用显著, 反映消费升级带动产业转型和人口集聚的初始驱动阶段; 至 2015 年, 人均 GDP 取代消费水平成为首要因素, 城镇化率保持次席, 标志城镇发展进入经济质量提升阶段; 2020 年人口密度跃居首位, 揭示快速城镇化引发的空间重构需求——当城镇化率突破 58% 后, 优化人口空间分布成为缓解城市蔓延、提升空间利用效率的关键抓手。这种“消费驱动 - 经济驱动 - 空间优化”的演变路径, 深刻反映了湖南省城镇化从规模扩张向质量提升的转型过程。



注：该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为GS2019【1822】号的标准地图制作，底图无修改。

Figure 4. Grade distribution of territorial spatial utilization quality

图 4. 国土空间利用质量等级分布

Table 2. Detection results of impact factors on urban space use quality from 2010 to 2020

表 2. 2010~2020 年城镇空间利用质量影响因子探测结果

2010		2015		2020	
因子排序	q	因子排序	q	因子排序	q
x8	0.5525	x7	0.5297	x10	0.7573
x5	0.3161	x5	0.3125	x7	0.4901
x10	0.2479	x6	0.2976	x5	0.3737
x4	0.2195	x8	0.2949	x4	0.3445
x6	0.1553	x10	0.2882	x8	0.2682
x7	0.1545	x4	0.2759	x3	0.2343
x1	0.1433	x1	0.2203	x6	0.227
x3	0.1361	x3	0.1767	x1	0.2144
x2	0.0854	x2	0.176	x2	0.1453
x9	0.0674	x9	0.1153	x9	0.0503

4.1.2. 农业空间利用质量的影响因素分析

2010~2020 年，湖南省农业空间利用质量主要受自然地理和经济社会因素共同影响。县域平均坡度与海拔是基础性制约因素，反映出山地丘陵地形对农业发展的限制。随着城镇化推进和农业现代化发展，消费需求提升和政策支持加强(如“三农”投入增加)逐步弱化了地形约束，通过高标准农田建设和机械化推广，有效促进了农业空间利用质量的整体提升结果如下(表 3)。

Table 3. Detection results of impact factors on agricultural space use quality from 2010 to 2020**表 3.** 2010~2020 年农业空间利用质量影响因子探测结果

2010		2015		2020	
因子排序	q	因子排序	q	因子排序	q
x3	0.1972	x3	0.1586	x4	0.179
x4	0.1761	x8	0.1322	x3	0.1659
x1	0.1483	x1	0.1241	x1	0.1077
x10	0.1324	x4	0.122	x7	0.0954
x5	0.1045	x7	0.077	x2	0.0815
x9	0.0755	x10	0.07	x6	0.0739
x2	0.0473	x6	0.0689	x9	0.0718
x8	0.0419	x5	0.0659	x8	0.045
x6	0.0297	x9	0.0576	x5	0.0279
x7	0.0207	x2	0.0378	x10	0.0037

4.1.3. 生态空间利用质量的影响因素分析

2010~2020 年湖南省生态空间利用质量影响因素呈现阶段性特征。2010 年县域平均降水量的主导作用凸显防洪抗旱能力不足；2015 年城镇化加速使人口密度和城镇化率成为关键因素，反映城镇扩张对生态空间的直接侵占；至 2020 年，随着城镇格局稳定，人均 GDP 取代人口密度成为第二大影响因素，表明居民对生态环境质量的需求正逐步超越基础空间需求，这一演变揭示了湖南省从“防灾调控”到“空间争夺”再到“品质追求”的生态治理转型路径(表 4)。

Table 4. Detection results of impact factors on ecological space utilization quality from 2010 to 2020**表 4.** 2010~2020 年生态空间利用质量影响因子探测结果

2010		2015		2020	
因子排序	q	因子排序	q	因子排序	q
x2	0.0908	x10	0.3383	x10	0.2442
x1	0.0566	x5	0.2328	x7	0.1684
x6	0.0493	x3	0.1853	x1	0.1397
x5	0.0456	x1	0.1795	x3	0.1206
x3	0.0399	x8	0.1523	x5	0.0967
x4	0.0369	x7	0.1466	x9	0.0889
x10	0.0299	x4	0.121	x6	0.0823
x9	0.029	x9	0.1121	x2	0.0599
x8	0.0086	x2	0.0798	x8	0.0551
x7	0.0047	x6	0.0625	x4	0.0272

4.1.4. 国土空间利用质量的影响因素分析

2010~2020 年湖南省国土空间利用质量的影响因素呈现明显的阶段性演变特征：初期(2010 年)以自然地理条件(海拔、坡度)为主导，反映农业发展的地形依赖性；中期(2015 年)城镇化加速推动人口集聚(人口密度，城镇化率)成为核心驱动力，引发城镇空间扩张与农业、生态空间的矛盾；后期(2020 年)随着发展转型，人均 GDP 影响显著提升，标志着居民需求从基本空间供给向生态环境品质升级，同时耕地保护

政策的实施促进了空间利用的集约化转型，完整展现了湖南省国土空间从“自然约束”到“规模扩张”再到“品质提升”的可持续发展路径(表 5)。

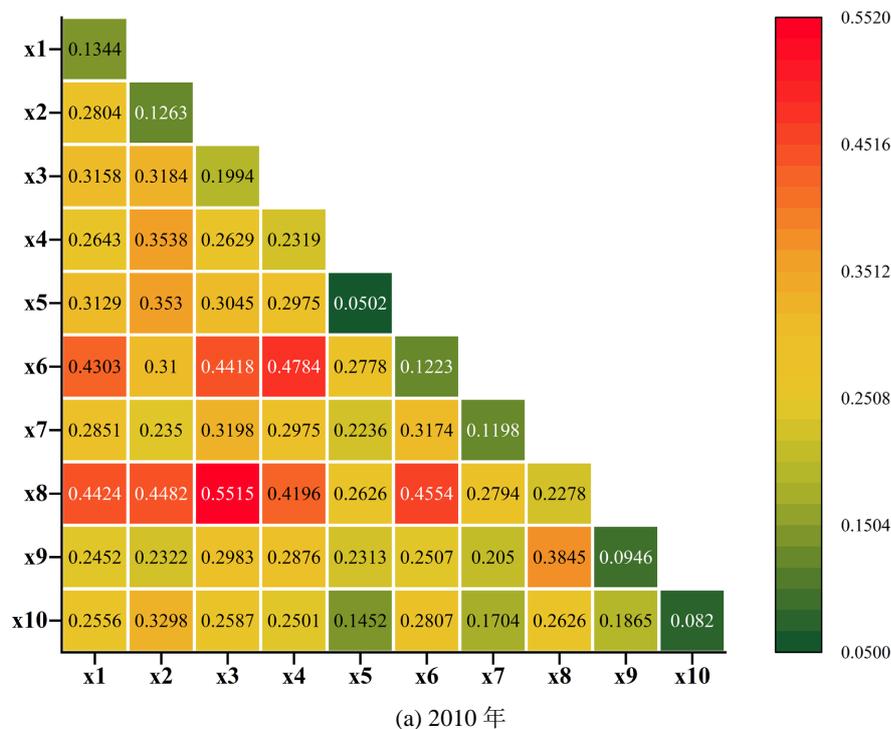
Table 5. Detection results of impact factors on territorial space use quality from 2010 to 2020

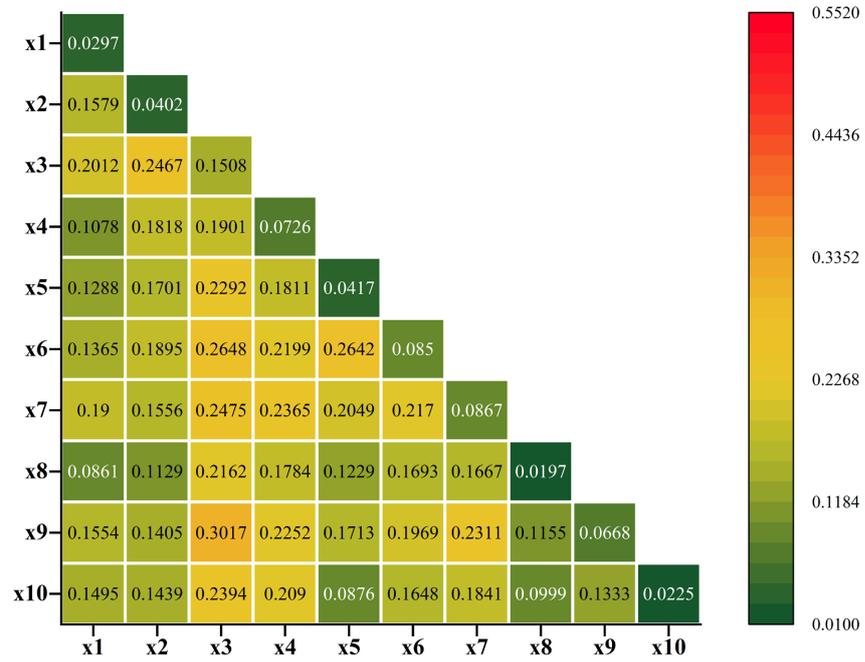
表 5. 2010~2020 年国土空间利用质量影响因子探测结果

2010		2015		2020	
因子排序	q	因子排序	q	因子排序	q
x4	0.2319	x10	0.3383	x10	0.2442
x8	0.2278	x5	0.2328	x7	0.1684
x3	0.1994	x3	0.1853	x1	0.1397
x1	0.1344	x1	0.1795	x3	0.1206
x2	0.1263	x8	0.1523	x5	0.0967
x6	0.1223	x7	0.1466	x9	0.0889
x7	0.1198	x4	0.121	x6	0.0823
x9	0.0946	x9	0.1121	x2	0.0599
x10	0.082	x2	0.0798	x8	0.0551
x5	0.0502	x6	0.0625	x4	0.0272

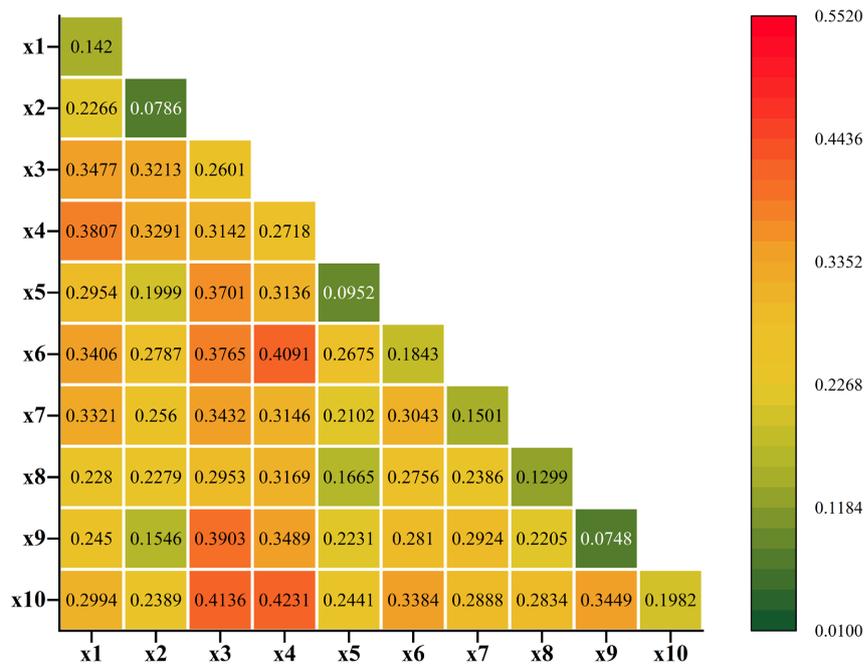
4.2. 交互影响因素因子分析

交互因子探测结果表明，2010~2020 年湖南省县域国土空间利用的空间分异受各因素交互作用的动态影响。2010 年居民消费水平与县域平均坡度的交互作用最强，凸显自然地理与社会经济的协同效应；2015 年城镇化与工业化发展减弱了自然条件的限制作用，交互强度降低；至 2020 年，人口密度与平均海拔的交互效应显著增强，表明人口空间分布受地形约束，进一步强化了国土空间利用的分异格局(图 5)。





(b) 2015 年



(c) 2020 年

Figure 5. Interactive detection results of factors affecting the quality of territorial space utilization from 2010 to 2020
图 5. 2010~2020 年国土空间利用质量影响因素交互探测结果

5. 结论与讨论

5.1. 结论

本研究基于 2010~2020 年三个时间节点，构建“城镇 - 农业 - 生态”三位一体的国土空间利用质量

评价体系。研究结果显示：(1) 城镇空间利用呈现核心 - 边缘分异特征，长株潭等先发地区维持较高利用质量，但伴随城市蔓延等问题，多数县域质量出现下降；(2) 农业空间质量显著提升，至 2020 年低质量类型基本消失，洞庭湖平原等传统农区保持领先优势；(3) 生态空间受城镇扩张和农业污染双重压力，整体质量有所下降，但大湘西生态屏障区和洞庭湖现代农业区仍维持较高水平。这一结果揭示了湖南省国土空间利用质量在城镇化进程中形成的差异化格局，为区域协调发展提供了科学依据。

5.2. 讨论

以城镇 - 农业 - 生态为切入点构建的湖南省县域国土空间利用评价体系，能够科学有效判断县域国土空间利用质量状态，较为精确评判县域在不同空间利用的优劣程度，并基于此从自然地理条件与社会经济条件构建影响因素体系，识别出不同空间利用质量的主要影响因素及探测不同因素的交互影响，为湖南省功能区划分及国土空间规划提供参考。但由于部分统计资料获取性差及统计口径的变化，评价体系及影响因素体系有待进一步优化。

参考文献

- [1] 魏小芳, 赵宇鸾, 李秀彬, 等. 基于“三生功能”的长江上游城市群国土空间特征及其优化[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(5): 1070-1079.
- [2] 安悦, 谭雪兰, 李印齐, 周舟, 余航菱, 任辉. 洞庭湖地区耕地功能时空演变特征及影响因素研究[J]. 地理科学, 2022, 42(7): 1272-1282.
- [3] 曹小曙. 基于人地耦合系统的国土空间重塑[J]. 自然资源学报, 2019, 34(10): 2051-2059.
- [4] 徐磊, 董捷, 陈恩. 基于“三生”功能的长江中游城市群国土空间利用协调特征[J]. 水土保持研究, 2018, 25(2): 257-263.
- [5] 范雨冰. 基于“三生空间”的包头市国土空间利用质量评价与耦合协调度分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2021(5): 57-59+61.
- [6] 李秋颖, 方创琳, 王少剑. 中国省级国土空间利用质量评价: 基于“三生”空间视角[J]. 地域研究与开发, 2016, 35(5): 163-169.
- [7] 陈莹, 吴小芬. 珠三角城市群国土空间利用质量评价研究[J]. 中国房地产, 2019(21): 45-54.
- [8] 张肖肖. 攀枝花市国土空间开发适宜性评价[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都理工大学, 2019.
- [9] 冯萌. 县域国土空间布局优化研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西北大学, 2021.
- [10] 甘浪雄, 张怀志, 卢天赋, 宋兰, 陈继红, 束亚清, 张磊. 基于熵权法的水上交通安全因素[J]. 中国航海, 2021, 44(2): 53-58.