引文格式：丁继华,黄颖,黄海英,等. 城市国土空间监测数据统计分析方法研究[J]. 地理空间信息, 2025, 23(9): 54-58. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2025.09.012

城市国土空间监测数据统计分析方法研究

丁继华[1]，黄　颖[2*]，黄海英[1]，王均浩[2]，但唐明[2]，李　兵[2]
（1. 湖北省测绘质量监督检验站，湖北 武汉 430074；2. 湖北地信科技集团股份有限公司，湖北 武汉 430074）

摘　要：针对城市在国土生态安全、空间开发保护、民生保障等方面的问题，以孝感市为例，结合空间统计、指标计算与分析等方法，构建了一套符合孝感市城市发展特征的指标体系和评价方法。通过分析城市监测要素与人口匹配、生活宜居便利、公共服务均衡普惠、城市安全韧性、交通网络覆盖等内容，对孝感市国土空间现状进行了全面评价，指出其短板并提出优化建议。研究成果为国土空间规划编制、实施监督和城市体检等工作提供了科学支撑。

关键词：国土空间治理；指标体系；指标归一化；指标评价
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）09-0054-05

Research on Statistical Analysis Method of Urban Territorial Spatial Monitoring Data

DING Jihua[1], HUANG Ying[2], HUANG Haiying[1], WANG Junhao[2], DAN Tangming[2], LI Bing[2]
(1. Hubei Surveying and Mapping Quality Supervision and Inspection Station, Wuhan 430074, China;
2. Hubei Geomatics Technology Group Stock Co., Ltd., Wuhan 430074, China)

Abstract: In response to the issues of territorial ecological security, spatial development and protection, and livelihood security in cities, taking Xiaogan City as the research area, we combined spatial statistics, indicator calculation and analysis methods to construct a set of indicator system and evaluation method in line with the urban development characteristics of Xiaogan City. By analyzing the matching of urban monitoring elements with population, livable and convenient living, balanced and inclusive public services, urban security resilience, and transportation network coverage, we comprehensive evaluated the current state of territorial space in Xiaogan City, pointed out the shortcomings, and proposed optimization suggestions. The research results provide scientific support for the formulation, implementation supervision of territorial spatial planning and urban physical examination.

Key words: territorial spatial governance, indicator system, normalization of indicators, indicator evaluation

2019年党中央、国务院印发的《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》指出，建立健全国土空间规划动态监测评估预警和实施监管机制[1]，这标志着我国空间发展和空间治理进入生态文明新时代、规划体制改革进入建立空间规划体系的新时期。2022年自然资源部在现行国务院审批主体规划的107个城市统一部署开展了城市国土空间监测工作，为城市建设用地细化、用途管制、土地督察执法以及国土空间规划编制与实施监督、城市体检评估、生态保护修复等国土空间治理工作提供高质量的数据供给。

随着城市化进程的加快，城市在生态安全、空间开发、民生保障等方面面临着诸多挑战。目前我国已初步建立了城市国土空间监测体系，相关部门正在加强城市国土空间监测的标准规范建设，在数据采集、处理、存储、共享等环节已形成较完善的标准规范体系；但监测数据的统计分析与应用仍处于区域性试点阶段，且监测指标体系也在持续优化。鉴于此，本文以孝感市为实证研究区，基于城市国土空间监测成果，从城市公共资源人均享有情况、生活宜居便利性、公共服务均衡普惠、城市安全韧性、交通网络覆盖等方面建立评价指标体系，以科学评估城市国土空间现状，优化空间资源配置，对于提升城市居民生活质量、完善城市功能、提高城市运行效率具有重要意义。

1　研究区概况与数据来源

1.1　研究区概况

本文选取的研究区为孝感市全市域，下辖1区3县3市，总面积约为8 904 km^2，截至2020年底，全市常住人口为4 270 371人[2]。孝感市具有“一主之域、一圈之城、同城之地”的区位优势；历经改革，从农业

第一作者简介：丁继华（1974—），本科，从事自然资源领域数据质量检验技术应用与研究工作，E-mail：67976543@qq.com。
通信作者：黄颖（1985—），本科，高级工程师，研究方向为摄影测量与遥感、新型基础测绘技术研究与应用、测绘产品质量检验检测技术，E-mail：9582795@qq.com。

大市向工业强市转化，产业发展基础较好，文化底蕴深厚，但自身发展也存在一些短板。产业发展增速较快，但产业结构偏“重”；人口规模持续增长，但仍落后于经济发展，存在人口流出现象；生态环境发展基础条件较好，节能减排和资源综合利用率走在全省前列[3]，但建设和保护压力仍然存在[4]。

1.2　数据来源

本文采用2022年孝感市城市国土空间监测数据，由于单一数据无法满足城市宜居性各项指标计算与分析，因此采用国土变更调查、天地图POI、第七次人口普查等数据辅助计算。其中，国土空间监测数据以2022年度国土变更调查成果为底图，利用2023年高分辨率遥感影像和最新的专题资料，结合实地调查，掌握城市最新的城市建设总量、用地结构、基础设施和服务功能等情况；国土变更调查数据的现势性为2022年，采用地类图斑图层数据；天地图POI数据为孝感市公交站点数据；人口普查数据为《孝感市第七次全国人口普查公报——全市人口情况》中的常住人口数、城镇人口数[2]。

2　指标体系构建

2.1　构建原则

针对城市国土空间监测数据多要素、多维度、多尺度的特性，应尽可能覆盖城市监测数据的全部内容，构建全面多样的指标体系。另外，城市是居民生活的载体，因此指标体系应能充分体现城市居民宜居、宜业、宜学等需求，选取指标时应关注生活便利、安全韧性等与居民生活关联性较高的方面，保证评价体系的有效性。作为评价研究，还应保证评价体系整体的可操作性；选取的指标需易于量化，方便计算对比；且需保证指标数据的可获取性。

2.2　指标选取

在深入梳理和广泛借鉴国内外城市国土空间监测成果在城市规划和治理中的应用的基础上，参考自然资源部发布的《2022年城市国土空间监测数据统计分析主要内容与方法》的指标体系，按照整体性、导向性和可操作性的原则，对城市国土空间监测数据统计分析指标进行了筛选，将指标体系分为城市国土空间资源要素、城市公共资源人均享有指数、生活宜居便利指数、公共服务均衡普惠指数、安全韧性指数、交通网络覆盖指数6个层面。同时，结合孝感市强化农业生产和绿色生态示范等特点，参考TD/T 1063–2021《国土空间规划城市体检评估规程》的体检评估体系指标，在城市国土空间资源要素指标中增加了水域流域、耕园林草等特色指标，构建了一套符合孝感市城市发展特征的指标体系（表1[5–9]），其中城市国土空间资源要素为单项基本指标，包含42项三级指标，限于篇幅，本文不具体列举；其余指标均为综合指标。

2.3　权重确定

为保证分析结果的科学性，需对原始统计数据进行标准化处理。根据统计数据的标准化数值，利用熵权法计算得到各指标数据的熵值与差异性系数，并通过归一化计算得到各指标的熵权。利用层次分析法、熵权法等计算综合权重。

3　研究方法

3.1　空间统计方法

本文围绕孝感市县域，依据国务院《关于调整城市规模划分标准的通知》以城区常住人口为统计口径，将分析对象划分为中等城市与小城市两类开展分析。本文依托2022年城市国土空间监测数据，同时融合国土变更调查、天地图POI、人口统计资料等多源数据，全方位评估监测要素的集约性、可达性、均衡性、便利性、普享性与集聚性等关键指标。在统计分析方法上，采用单项指标计算与多指标综合评价相结合的方式，其中单项指标分析对象主要为城镇住宅、文艺场馆、学校、医疗养老、交通、水域、耕园林草等监测要素的数量、长度、面积等，以期反映城市国土空间格局优化发展关注的要素情况；综合评价则通过多组关联的单项指标建立综合分析评价指标，主要分析对象为公共资源人均享有指数、生活宜居便利指数、公共服务均衡普惠指数、安全韧性指数、交通网络覆盖指数，以期多维度反映城市国土空间格局优化发展水平。通过对监测数据的统计分析，可以全面掌握城市建设总量、用地结构、基础设施和服务功能等情况，为强化国土空间开发保护和城市体检等国土空间治理工作提供有力支撑。

3.2　指标计算

3.2.1　单项指标计算

单项指标通过城市国土空间监测数据直接计算。本文对城市国土空间资源中的生活居住、公共服务、水域流域、耕园林草等42项三级指标进行单项指标计算。该部分指标是对国土空间监测要素数量、长度、独立用地面积和分布情况的基本统计，无需计算一级、二级指标。根据孝感市耕园林草等指标结果制作的专题图见图1，可反映监测单项监测要素的分布情况。

表1 指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标性质
城市国土空间资源要素		生活居住、公共服务、水域流域、耕园林草等要素	单项指标
城市公共资源人均享有指数	生活居住	城区常住人口密度	导向负向
		城区人均住宅用地面积	导向正向
	公园绿地广场	人均公园绿地广场面积	导向正向
	交通出行	人均道路长度	导向正向
		人均公共停车场、停车楼用地面积	导向正向
	就学教育	人均幼儿园用地面积	导向正向
		人均小学用地面积	导向正向
		人均中学用地面积	导向正向
		人均高等院校用地面积	导向正向
		人均中等职业学校用地面积	导向正向
	医疗养老	人均医院用地面积	导向正向
		人均社区卫生用地面积	导向正向
		人均养老设施用地面积	导向正向
	文体活动	人均体育用地面积	导向正向
		人均文化艺术场馆用地面积	导向正向
		每10万人拥有的博物馆、图书馆、科技馆、艺术馆等文化艺术场馆数量	导向正向
	应急避难、消防、殡葬	人均应急避难场所（地上）面积	导向正向
		人均消防站用地面积	导向正向
		人均殡葬设施面积	导向正向
生活宜居便利指数	宜居性	城区住宅用地占比	导向负向
		公园绿地广场占比	导向正向
	休闲便利性	公园绿地广场步行5 min覆盖率	导向正向
		商业服务业步行10 min覆盖率	导向正向
		社区文化活动设施步行15 min覆盖率	导向正向
		社区卫生服务设施步行15 min覆盖率	导向正向
	医疗养老便利性	市区级医院2 km覆盖率	导向正向
		社区养老设施步行5 min覆盖率	导向正向
	教育便利性	幼儿园步行5 min覆盖率	导向正向
		社区小学步行10 min覆盖率	导向正向
		社区中学步行15 min覆盖率	导向正向
	体育活动便利性	体育设施步行15 min覆盖率	导向正向
		足球场地设施步行15 min覆盖率	导向正向
	交通出行便利性	公共停车场步行10 min覆盖率	导向正向
		公交车站步行5 min覆盖率	导向正向
公共服务均衡普惠指数	公共服务均衡性	三甲医疗机构区域配置均衡性	导向正向
		高等教育区域配置均衡性	导向正向
		文化艺术场馆区域配置均衡性	导向正向
		体育场馆区域配置均衡性	导向正向
安全韧性指数	城市安全设施	消防救援5 min可达覆盖率	导向正向
		人均应急避难场所（地上）面积	导向正向
		内涝积水点数量	导向负向
交通网络覆盖指数	生活生产设施覆盖性	城区道路网密度	导向正向
		城区道路面积率	导向正向
	公共交通可达性	平均住宅用地与公交、地铁站点距离	导向负向
	城际连通水平	铁路线路长度	导向正向
		高速公路线路长度	导向正向
		火车站用地面积	导向正向
		长途汽车站用地面积	导向正向

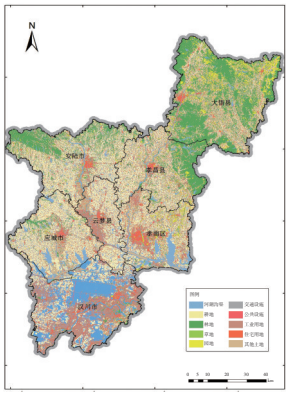


图1　土地利用现状图
审图号：GS(2025)1508

3.2.2　综合指标计算

本文对城市公共资源人均享有指数、生活宜居便利指数、公共服务均衡普惠指数、安全韧性指数、交通网络覆盖指数5项一级指标、18项二级指标、48项三级指标（表1）进行综合指标计算。限于篇幅，本文以生活宜居便利指数一级指标为例进行说明。

1）三级指标综合计算。对生活宜居便利指数一级指标下的15个三级指标进行综合计算，以国土空间监测数据为基础，辅以国土变更调查、POI数据、人口数据。以社区中学步行15 min覆盖率为例，社区中学步行15 min覆盖率为社区中学步行15 min服务半径覆盖的居住用地面积与监测城市城镇住宅用地面积之比。根据孝感市城区中学步行15 min覆盖率，社区卫生服务设施步行5、15 min覆盖率制作的专题图见图2、3，能直接反映监测要素综合计算后的分布情况。

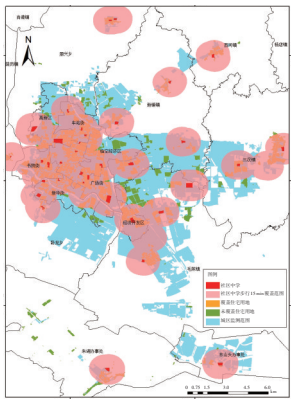


图2　中学步行15 min覆盖率图
审图号：GS(2025)1508

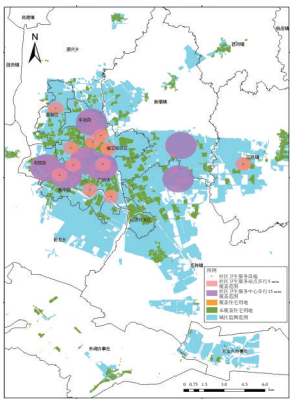


图3　社区卫生服务设施步行5、15 min覆盖率图
审图号：GS(2025)1508

2）二级指标综合计算。将三级指标值进行归一化去量纲处理[10]，再利用层次分析法确定权重[11]，最后加权求和得到二级指标值。若三级指标值为负向指标，则在计算二级指标时，需要用1减去其值后进行计算。

3）一级指标综合计算。利用层次分析法确定二级指标的权重[11]，再加权求和得到一级指标值。

3.2.3　评价方法

本文实践论证采用纵向对比、横向对比、参考指标对比3种方式对指标结果进行评价分析。评价方法见表2。

表2　评价方法

评价方法	评价标准	方法特点	应用指标
纵向对比	在相同的监测范围下，将监测指标与历史地理国情监测数据、城市体检数据、城市总体规划等相同指标进行对比，比较变化情况	可对城市的历史、现状，乃至未来预期发展进行比较与评估	公共资源人均享有指数的就学教育、文体活动等指标
横向对比	采用平均数、中位数进行比较	可反映城市各县市区的差异与影响，及时发现各区域空间布局发展的优势与不足，为决策提供参考	生活居住、交通出行、就学教育、公共交通可达性、城际连通水平等指标；城市宜居指数的生活宜居性、教育便利性、交通出行便利性等指标，均按城区监测范围细化到城区各街道，采用中位数进行比较
参考指标对比	将监测指标与相关行业标准进行比较，如城市居住规划、城市绿地规划、城市用地分类与规划、城市综合交通体系规划等国家标准，以分析指标的达成率情况	用于缺少对比数据的情况，可选用标准值进行比较，通常具有权威性和实用性，能真实反映当前行业的最佳实践和标准要求	公共资源人均享有指数的生活居住、公园绿地广场、交通出行、医疗养老、应急避难，安全韧性指数，城市交通网络覆盖情况等指标

4　研究结果与分析

本文选取部分单项指标和综合指标计算值，利用上述评价方法进行分析说明[12-15]。

4.1　单项指标分析

本文以耕园林草单项指标为例，采用参考指标对比和纵向对比两种方式，将耕园林草监测要素的面积值与耕地保护红线数据、第三次国土调查数据进行比较，结果见图4，可以看出，研究区各县市区耕地面积均大于红线面积，全市耕地保护工作做得较好，保护面积稳定；耕地总面积有所增加，全市耕地保有量逐渐上升；同时采用横向对比方法对各县市区的土地利用情况进行差异化分析，如大悟县园地、林地和草地资源比其他县市区丰富。

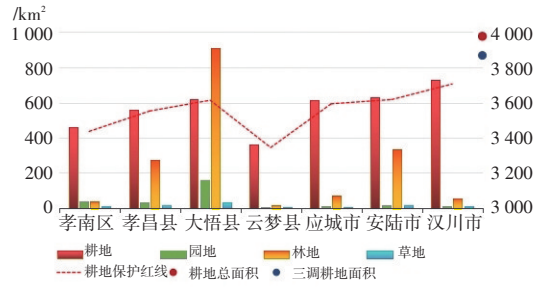


图4 耕园林草指标结果

4.2 综合指标评价

以生活生产设施覆盖性为例，采用参考指标对比方式，计算得到城区道路面积率为20.86%，城区道路网密度为3.25 km/km²。与大城市相比，中小城市道路系统具有等级低、密度大、自由式道路多的特点，交通流量较小，交通结构中机动车交通流量比重较低。城市规模越小，路网密度越大，道路等级越低，但道路面积率并无太大差异。根据GB/T 51328–2018《城市综合交通体系规划标准》第12.1.4规定，到2020年城市建成区平均路网密度提高到8 km/km²，道路面积率达到15%，因此孝感市城区道路密网度指标与目标值尚存差距，道路面积率指标评估结论较好。

以公共服务均衡普惠指数为例，基于公共服务设施要素数量与空间赫芬达尔指数计算公式 $\mathrm{HHI}=\sum_{i=1}^{n}\left(P_i/P\right)^2$，$P_i$ 为单元 i 内的地理要素规模，P 为要素总规模，n 为单元数量，计算得到三甲医疗机构区域配置均衡性、高等教育区域配置均衡性、文化艺术场馆区域配置均衡性、体育场馆区域配置均衡性的HHI值分别为1、0.66、1、1，综合得到公共服务均衡性为0.92。HHI数值越大，表示集中度越高，表明孝感市城市公共服务均衡性存在不足。

以城市公共资源人均享有指数、生活宜居便利指数为例，计算得到生活居住，公园绿地广场，交通出行，就学教育，医疗养老，文体活动，应急避难、消防、殡葬的指标值分别为0.45、0.14、0.54、0.58、0.43、0.43、0.43，综合得到城市公共资源人均享有指数为0.428；计算得到宜居性、休闲便利性、医疗养老便利性、教育便利性、体育活动便利性、交通出行便利性的指标值分别为0.35、0.48、0.43、0.43、0.29、0.53，综合得到生活宜居便利指数为0.418。根据黄金分割规律，本文将0.382作为“警戒线”，指标值<0.2为差；0.2~0.3为较差、0.3~0.4为一般、0.4~0.5为合理、>0.5为好，因此孝感市城市公共资源人均享有指数、生活宜居便利指数相对合理。

4.3 优化建议

通过对孝感市国土空间监测数据的统计分析，全面梳理了用地结构、基础设施和公共服务等方面的现状。结果表明，孝感市在耕地保护方面的成效显著，耕地保有量稳步上升，为城市的可持续发展提供了坚实的土地资源基础；城区人口承载能力较强，但道路网密度需进一步提升；职业教育和养老服务发展态势良好，但公共服务设施的均衡性、学前教育以及绿色交通建设仍需优化完善。基于此，为进一步优化孝感市城市国土空间布局，本文提出以下建议：

1）聚焦15 min生活圈，打造健康城市。优化普惠性资源布局，充分考虑出生人口变化、乡村振兴和城镇化发展趋势，优化资源配置，完善县（区）普惠性幼儿园、基本医疗卫生服务体系，实现公共服务设施与基础设施的全覆盖。

2）外畅内密公交先行，打造便捷城市。对外依托“一主之域、一圈之城、同城之地”的区位优势，继续加强对外交通设施建设，提高区域交通连通性，完善市域交通体系，构建“安全、集约、便捷”的交通网络。对内改善停车场、公交站点设施建设，提升公共交通体系便捷度和便民水平。

3）重生态优先，塑造特色城市。立足山水资源，保护与利用相结合，以生态文明理念指导经济建设，尊重生态肌理，建设人与自然和谐共融的生态休闲之都，承担区域旅游、购物、娱乐、休闲功能，打造武汉的后花园。以粮食、蔬菜、棉花、水果、茶叶和油料作物为主，推进林业、渔业和畜牧业发展，延长农业产业链条，促进农业和工业、旅游业相辅相成发展。将独有的环境优势转化为经济发展内动能，促进城市发展。

需要特别指出的是，由于资料收集有限，上述结论可能存在一定的局限性，在后续工作中还需进一步完善数据收集与研究，以确保分析结果的全面性和准确性。

5 结 论

本文基于孝感市城市国土空间监测数据，从摸清家底、掌握空间资源、把控国土生态安全和国土空间治理发展的角度，利用空间统计、空间分析、综合指标模型和大数据分析等方法，构建了一套孝感市城市国土空间监测数据统计分析指标体系和评价方法。实践分析表明，本文结论能从城市建设总量、用地结构、基础设施和服务功能等方面总结城市空间布局整

（下转第70页）