

基于 GIS 技术的城镇市政配套设施空间布局合理性评价与改进

文 / 任伟伟 珠海交通控股建设集团有限公司

摘要：城镇化进程中，城镇市政配套设施空间布局的合理性对居民生活与城市发展非常重要，当前部分城镇存在设施分布不均、集聚失衡等问题。本文以 GIS 技术为支撑，运用核密度估计、多距离空间聚类、标准差椭圆及缓冲区分析等方法，结合城镇市政配套设施 POI 数据与自然、人口数据，评价其空间分布均衡性、集聚合理性及可达性与供需匹配度，识别布局中核心与边缘差距大、部分设施过度集聚或分散、适配性不足等问题，并提出优化空间均衡性、调控集聚模式等改进策略，以期城镇市政配套设施科学规划提供参考，助力提升空间布局均衡性与服务公平性。

关键词：GIS；城镇市政配套设施；空间布局

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.006

引言

随着城镇化进程的深入，城镇市政配套设施作为支撑居民生活与城市功能的核心载体，其空间布局的合理性直接影响居民福祉与社会公平。当前，部分城镇因设施布局缺乏系统规划，出现核心区密集、边缘区稀疏、供需错配等问题，亟需科学方法进行评价与优化。如高栏港经济区平沙新城于 2013 年 5 月正式启动建设，2024 年城区配套基建全部完成。GIS 技术凭借空间分析、数据可视化与多要素叠加的优势，为解析设施分布规律、识别布局短板提供技术支撑。现有研究多侧重单一设施类型或特大城市、县域居民点，对城镇市政配套设施的综合评价与动态优化关注不足。在此背景下，以 GIS 技术为核心，整合核密度估计、多距离空间聚类、标准差椭圆、缓冲区分析等方法，构建城镇市政配套设施空间布局合理性评价框架，识别布局不足并提出改进策略，为城镇设施规划提供科学依据。

一、基于 GIS 的城镇市政配套设施空间布局合理性评价

（一）空间分布均衡性评价

借助核密度估计法分析可见，城镇市政配套设施在空间密度上常呈现核心区域集聚、外围区域稀疏的特征（如图 1 所示），如公共服务设施主要集中于二环路内，核心区形成多个高密度集聚核，而城区边缘及郊区密度等级低且覆盖范围小，同时类似居民点在高海拔、大坡度区域分布零散的规律，城镇边缘因地形限制或开发滞后，设施分布更为稀疏，反映出空间覆盖的不均衡。通过标准差椭圆分析可进一步判断，设施整体分布的长轴方向若与城镇规划确定的主导发展方向（如“东-西”向）一致，则表明布局与发展趋势匹配，反之若长轴偏离主导方向，或短轴过长导致分布分散，则说明设施布局在方向上与城镇发展存在偏差，未能顺应空间拓展节奏^[1]。

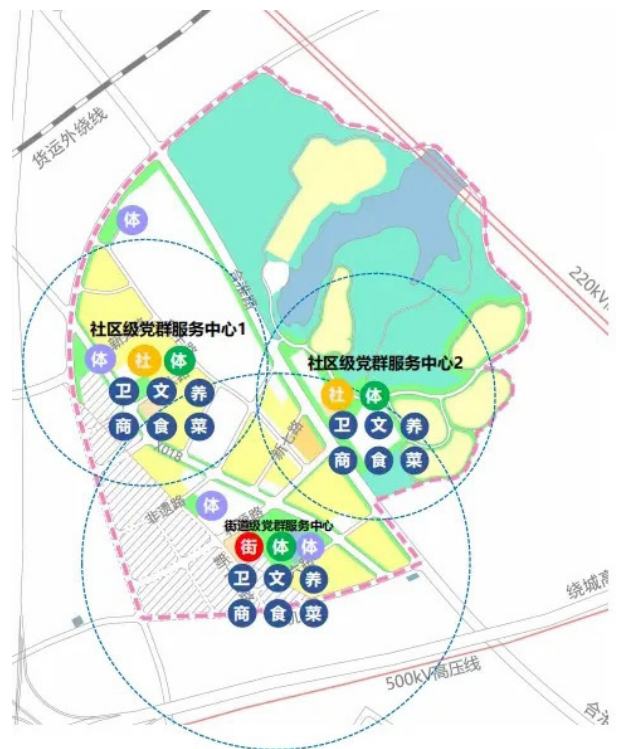


图 1 社区服务半径图

（二）集聚合理性评价

通过多距离空间聚类分析对城镇市政配套设施集聚特征量化可知，医疗、教育等设施的观测值与预期值差值较大，集聚强度突出，若其高值区域集中于老城区，且超过该区域人口与服务需求对应的合理规模，则显示存在过度集聚，这与医疗卫生设施因历史因素在老城区形成高集聚核的现象类似，易引发资源闲置与服务重叠。而体育、环卫等设施的观测值与预期值差值较小，集聚强度和规模偏低，空间分布呈现分散状态，如体育设施集聚特征，其服务范围因布局分散被迫扩大，导致居民获取服务的平均距离增加，服务效率下降，难以满足城镇整体的均衡服务需求^[2]。

（三）可达性与供需匹配评价

通过缓冲区分析可量化城镇市政配套设施的服务半径覆盖情况，以设施为中心设置不同距离缓冲带（如500米、1000米），测算缓冲区内居住区、人口集中区的覆盖比例，类似对居民点与公路距离的缓冲分析，若多数设施1000米缓冲区内覆盖的居住区面积占比低，则表明服务可达性不足。空间叠加分析将设施分布图层与人口密度图层叠加后可见，人口密集区域若设施数量少、密度低，而人口稀疏区域设施反而集中，如部分城区边缘人口增长但设施匮乏的状况，则显示供需匹配失衡。自然条件适应性评价通过将设施图层与地质灾害易发区、坡度分级图层叠加，若存在设施位于地质灾害高发区或坡度大于25°的区域，高风险区居民点需迁移的情况，则说明设施布局未有效规避自然风险，适应性不足。

二、城镇市政配套设施空间布局存在的不足

（一）空间分布失衡

新城配套设施的空间分布失衡，配套设施数量整体不足，且以基础型设施为主，缺乏教育、医疗、文化等多样化服务供给，与核心区丰富的设施类型形成显著差距。同时，新城内设施分布过度依赖现状交通干线，沿主要道路形成带状集聚，却未能随新兴居住区的规划建设同步延伸布局，导致新建居住区周边设施覆盖存在明显缺口，类似部分新建片区因远离干线道路而面临设施稀缺的困境，凸显出新城配套设施布局与自身居住空间拓展、人口导入节奏的错位。

（二）集聚特征不合理

新城配套设施的集聚特征不合理性，部分基础服务设施因初期建设仓促、缺乏系统规划，在已建成居住区周边形成局部密集分布，其集聚规模超出该区域阶段性人口需求，易造成小型设施功能重叠与资源浪费，同时零散密集的点位也可能加剧局部路段的人流拥堵。而中小学、综合医院、养老服务中心等关键配套设施，因建设周期长、投入大，其集聚强度与规模显著滞后于新城居住空间拓展与人口导入速度，空间分布呈现分散且覆盖不连续的状态——如部分新建片区内学校、养老机构间距过大，导致服务半径被迫扩大，不少区域处于服务盲区，难以满足居民对优质、便捷公共服务的需求，与新城发展所需的均衡覆盖、高效服务要求存在明显差距^[3]。

（三）可达性与供需错配

新城配套设施在可达性与供需适配方面存在明显短板，部分新建片区因交通路网建设滞后，或距离区域核心服务节点过远，导致市政配套设施分布稀疏，居民获取教育、医疗等基础服务需绕行较长距离，可达性显著低于新城中心区。同时，设施分布与人口结构及增长节奏存在明显错位：新城内年轻家庭集中区及多代同堂社区周边，托育、养老服务设施数量少且布局分散，难以满足多元化需求；随着人口快速导入，新建居住区入住率持续攀升，但学校、社区卫生服务中心等关键设施建

设进度滞后，未能与人口增长节奏同步，导致部分片区出现设施供给与实际需求脱节的状况。

三、基于GIS的城镇市政配套设施空间布局改进策略

（一）优化空间布局均衡性

1. 基于核密度与标准差椭圆结果

依据核密度分析结果，在新城内设施分布密度较低的新建片区、外围居住组团，结合人口导入规划与居住用地布局，规划新增综合性社区服务中心、邻里中心等配套设施节点，填补服务空白，缓解部分新建社区周边设施空白的状况。同时，参照标准差椭圆分析所揭示的新城规划确定的主导拓展方向（如“南—北”向产业居住融合带），沿主导发展轴按梯度补充中小学、社区医院、公交首末站等设施，形成与新城空间拓展相协调的设施分布带，通过逐步加密外围片区设施密度，缩小新城中心区与外围居住组团在设施数量和类型上的差距，使整体布局更贴合新城人口集聚与空间扩张的实际节奏。

2. 结合缓冲区分析

通过缓冲区分析技术，以新城已建成的配套设施为中心，按适宜新城居住密度的合理服务半径设置多级缓冲带，测算各缓冲区内新建居住区、人口导入集中区的覆盖比例，精准识别可达性低于60%的设施空白区域，这类区域多类似距离已建成社区服务中心1000米以上或次干道未贯通的新建居住区，居民获取基础服务需绕行较长距离。针对此类区域，应优先规划布局幼儿园、社区卫生服务站、便民公交站点等基础服务设施，通过加密设施节点缩小服务半径，同步推进设施建设与居住片区开发，逐步提升空白区的设施覆盖密度，使基础服务能更均衡地辐射新城各居住组团，减少因建设时序错位导致的服务获取差异，适配人口导入节奏^[4]。

（二）调控设施集聚模式

1. 对过度集聚设施

针对新城内部分临时社区服务点、小型商超等设施因初期建设集中而形成的局部过度集聚状态，可借助GIS空间分析技术，通过核密度估计识别这些设施密集的核心区域，结合多距离空间聚类分析量化其集聚强度与合理阈值的偏差。利用空间模拟工具将设施分布图层与新城人口分布规划、居住组团布局图层叠加，测算新建居住组团、人口导入片区的设施需求缺口，确定功能分流的目标区域。在此基础上，规划将过度集聚区域的部分设施功能迁至设施不足的新建片区，通过调整设施空间坐标优化核密度分布，降低局部区域的集聚压力，同时填补新建片区的服务空白，使设施集聚强度与新城各片区的人口规模、服务需求相适配，形成均衡的空间服务网络。

2. 对分散薄弱设施

基于多距离空间聚类分析可量化新城内中小学、综合医院、文化体育中心等关键配套设施的低集聚特征，明确其空间分布分散的具体片区，这些片区往往因设施建设时序滞后、单点规模不足、间距过大导致服务覆盖

不连续。结合新城人口导入趋势图层与规划交通路网缓冲分析,在分散区域内筛选区位条件适宜的节点,参照新城居住片区中心选址逻辑,整合周边零散的小型服务设施资源,集中建设片区级公共服务中心。通过合并分散的小型设施点位,扩大中心设施的服务半径与功能规模,使原本分散的服务能力形成集聚效应,既降低因布局零散导致的资源浪费,又能提升对周边新建片区的服务覆盖密度,缓解关键配套设施服务效率与新城人口增长、空间拓展节奏不匹配的问题。

(三) 提升供需匹配度与适应性

1. 动态匹配人口需求

利用 GIS 技术整合新城人口动态监测数据与空间分布图层,通过定期更新人口导入速度、年龄结构、增长趋势等信息,构建动态数据库。将人口数据图层与新建居住片区、规划住宅用地、产业园区图层进行空间叠加分析,识别人口导入集中的区域,如人才公寓集聚区、新建住宅交付片区,参照新城公共服务设施与人口分布关联的分析逻辑,量化该区域对托育、义务教育、社区养老、邻里中心等设施的需求规模。在规划阶段,依据人口动态数据与需求测算结果,将配套设施建设与住宅开发时序挂钩,在新建居住片区同步布局相应规模的幼儿园、社区服务中心、老年活动站等设施,使设施建设节奏与人口导入速度相协调,避免出现新城常见的人口快速集聚而配套设施滞后的供需失衡状况,让设施空间分布更贴合新城实际人口服务需求。

2. 适应自然条件

通过 GIS 技术将新城配套设施规划及在建点位图层与新城地质灾害易发区分布图、地形坡度分级图层进行空间叠加分析,可清晰识别出规划中位于自然风险区域的设施点位——这类区域可能因新城开发涉及的原始地形改造存在次生灾害风险,或处于坡度较大的待开发地带,设施布局易受自然条件制约。依据叠加结果,在新城建设初期即对处于危险区域的规划设施进行优化调整,避开地质灾害隐患点及坡度大于 20° 的不适宜建设区域。同时,在坡度平缓、无自然风险的规划核心区及主要居住组团范围内,参照新城地形利用规划中“低影响开发”原则,集中布局综合服务中心、学校、文体设施等关键配套设施,使新城配套设施布局在规划阶段即规避自然风险,适配原始地形特征,提升布局的安全性与对新城自然环境的适应性^[5]。

(四) 构建 GIS 辅助决策机制

1. 建立市政设施空间数据库

依托 GIS 技术建立的新城配套设施空间数据库,需整合设施 POI 数据、人口导入动态数据、新城地形数据、规划交通路网及新城总体规划、片区控规文本等多源信息,参照新城规划设施与现状设施区分预处理方法进行数据分类、坐标统一及误差纠偏,形成标准化图层。数据库应包含高频动态更新模块,定期纳入新增规划设施信息、人口月度入住数据、在建设施工进度及控规调

整内容,通过核密度、空间叠加等分析工具,实时监测设施建设密度、集聚状态及与人口导入节奏、住宅开发时序的匹配度。当监测到新城中心片区设施规划过度集中或外围新建组团覆盖不足时,可调用数据库中历史规划数据与现状建设数据对比,结合标准差椭圆、缓冲区分析结果生成布局调整方案,重点衔接住宅预售、交付节点,实现从数据采集、动态分析到开发时序适配方案输出的全流程辅助决策,使新城配套设施布局监测与调整更贴合开发建设实际节奏。

2. 结合多目标规划模型

依托 GIS 技术整合新城人口导入动态数据、开发地形图层、规划及在建交通路网等信息,将可达性、建设成本、空间公平性及开发时序适配性作为多目标规划模型的核心参数。通过缓冲区分析测算不同候选点位对规划居住组团的可达性水平,结合开发地形数据评估建设成本,参考新城公共服务均衡覆盖要求量化公平性指标。将这些参数纳入模型进行权重赋值与运算,通过空间叠加分析筛选出同时满足可达性覆盖规划人口比例较高、建设及衔接成本可控、各居住组团设施密度差异较小、与住宅交付节奏适配的点位,使设施选址既贴合新城开发地形与交通建设规划,又能平衡服务效率、成本控制与空间公平,同时适配开发时序,形成兼顾多目标的优化方案,为新城配套设施布局提供科学支撑。

结语

综上所述,借助 GIS 技术的核密度估计、多距离空间聚类、标准差椭圆及缓冲区分析等方法,可有效揭示城镇市政配套设施空间布局特征:其常呈现“中心密、四周疏”的分布失衡状态,不同设施集聚强度差异显著,部分设施过度集中于核心区而薄弱设施分散,且存在可达性不足、与人口及自然条件适配性差等问题。基于此,通过优化空间均衡性、调控集聚模式、提升供需匹配度及构建 GIS 辅助决策机制等策略,可推动布局合理化。未来可进一步扩展市政设施类型,结合更长时序数据,强化 GIS 与多目标规划模型的深度融合,提升布局优化的动态性与精准性。

参考文献

- [1] 郭杰,朱玉明,吴志成,等.基于 GIS 的城市地下市政基础设施信息化平台设计及应用[J].软件,2023,44(08):56-60.
- [2] 谢榕峰.国土空间规划体系下的市政设施布局分析[J].住宅与房地产,2021,(18):119-120.
- [3] 刘世光,周鹏飞.狭小空间市政管线综合布局探讨[J].市政技术,2020,38(05):217-220.
- [4] 吴磊俊.国土空间规划体系下的市政设施布局研究[J].住宅与房地产,2019,(27):51.
- [5] 覃露才.狭小空间市政管线综合布局优化研究[J].城市规划,2018,42(06):105-110.

作者简介:任伟伟(1981.03--),男,汉,山东省菏泽人,本科,一级建造师,研究方向:建筑管理。