

津滨双城基础教育资源的空间布局优化研究

孙震辉^{1,2}, 徐颖^{1,2*}, 宁俊杰^{1,2}

1. 天津城建大学 地质与测绘学院, 天津 300384

2. 天津城建大学 天津市软土特性与工程环境重点实验室, 天津 300384

摘 要：以津滨双城为例，运用GIS技术进行教育资源空间布局现状分析，并用位置分配模型（Location Allocation Model, LA）模型进行布局优化。结论如下：（1）津城中心城区中小学居民大部分就学距离在1000m内，滨海新区大部分居民就学距离超过1500m。（2）中心城区小学覆盖服务范围90%以上，中学75%以上；滨海新区小学80%以上，中学接近85%。（3）中心城区边缘街道小学短缺，中学分布较为均衡；滨海新区小学普遍短缺，中学集中于中心街镇。（4）建议中心城区河东区增2所中小学，滨海新区增3~4所。

关 键 词：GIS；津滨双城；中小学教育资源；均衡性；布局优化

Research on the Spatial Layout Optimization of Basic Education Resources

Sun Zhenhui^{1,2}, Xu Ying^{1,2*}, Ning Junjie^{1,2}

1.School of Geology and Surveying and Mapping, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384

2.Tianjin Key Laboratory of Soft Soil Characteristics and Engineering Environment, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384

Abstract：Taking Jinbin Shuangcheng as an example, GIS technology is used to analyze the current situation of the spatial layout of educational resources, and to optimize the location allocation model (Location Allocation Model, LA) model. The conclusions are as follows: (1) the distance of most primary and secondary school residents in the central city of Jincheng is within 1000m, and the distance of most residents in Binhai New Area is more than 1500m.(2) Primary schools cover more than 90% and 75%; over 80% and 80% and 85%.(3) The shortage of primary schools in central city and balanced distribution of middle schools in Binhai New Area are in general shortage and middle schools are concentrated in central street town.(4) It is suggested to add 2 primary and secondary schools in Hedong District of the central city, and 3~4 in Binhai New Area.

Keywords：GIS; Tianjin and Binhai Shuangcheng; primary and secondary education resources; balance; layout optimization

引言

教育资源的空间布局是影响基础教育公平与均衡的关键因素^[1]。有关教育资源的研究在国内外学者中引起了广泛关注。目前，学者对教育资源的研究主要集中在中小学教育资源的可达性、均衡性、公平性以及空间分布特征等方面。如，张旭辉等^[2]运用GIS技术，分析济南市中小学的服务覆盖范围和空间可达性；张潇等^[3]运用网络分析法和增强型两步移动搜索法，对西安市的教育设施空间可达性进行分析，再运用基尼系数和洛伦兹曲线进行公平性分析；汪章辉^[4]以上海市为研究区，探究教育资源的空间分布与集聚特征。总的来说，一方面，学者对教育设施空间分布现状的研究已较为透彻，并能发现并提出问题和建议，在优化中小学布局时，多采用定性分析，缺乏定量选址方案。另一方面，尚未有研究从街道层面详细评估津滨双城中小学的空间布局和供需状况。

因此，本研究以津滨双城中小学为研究对象，定量分析其空间布局、可达性和供需协调等方面，结合学校布局现状、人口、交通等因素确定最佳建校区域，为津滨双城倡导的高质量、可持续的基础教育提供科学的指导，并为津滨双城教育发展提供有益的借鉴。

一、研究区概况与数据源

（一）研究区概况

选取的研究区域是津滨双城。“津城”指天津中心城区（市内

六区），包括和平区、河北区、河东区、河西区、南开区和红桥区，面积约195 km²，常住人口为406万人，人口密度为21489人/km²。“滨城”指天津市滨海新区，位于天津市东部沿海地区，陆地2270km²，海域3000km²，约占天津市面积五分之一，为天

基金项目：本文系天津市教育科学规划青年一般课题（编号：EHE210290）。

第一作者：孙震辉（1987-），男，河南焦作人，副教授，博士，2019年6月毕业于中国科学院遥感与数字地球研究所地图学与地理信息系统专业，研究方向为遥感图像智能化处理、地理信息理论与方法。

通信作者：徐颖（1997-），女，硕士研究生，研究方向为地理信息理论与方法。

津市最大行政区，常住人口299万。

（二）数据来源

天津市各区以及乡镇街道的行政区划图来源于中国科学院资源环境与数据中心（<https://www.resdc.cn>）；街道人口数据来源于《天津市第七次人口普查（2020年）》与《天津市统计年鉴》（2023年）；通过高德地图的POI数据提取的天津市中小学数据、居民点数据（截至2023年11月份）；通过Open Street Map（<https://www.openstreetmap.org>）获取城市道路网。

二、研究方法

（一）就学最短距离——邻近分析

邻近分析是对研究对象到达最邻近目的地的最小距离进行定量测度^[6]。居民可以根据自己上学距离的远近选择最近就学的学校；同时，对中小学的空间布局做一个规划和调整。

（二）学校可达范围分析——网络服务区分析

网络分析用于中小学服务区分析，能直观显示居民在不同时间阻抗下能到达的街道范围，反映就学公平性^[6]。服务区分析基于交通道路网，较真实准确地模拟区域内中小学对于居民的空间覆盖范围^[7]，便于比较可达性空间分布差异。

（三）位置分配模型（Location Allocation Model, LA）

位置分配模型旨在某一空间或人口规模下优化设施数量与位置^[8]。该模型以需选址的设施为供应点，固定设施服务目标为需求点，运用特定优化算法从候选学校选址中选择最佳位置，实现最优配置^[9]。

三、结果与分析

（一）中小学空间布局分析

1. 就近就学距离分析

基于近邻方法分析居民点到中小学校的最近就学距离。中心城区小学整体居民就学距离分配均衡性较好。和平区、河西区居民就学距离在1000 m范围内，河北区、南开区和红桥区居民就学距离在1500m范围内，但河东区部分区域超过1500m。滨海新区小学就学距离均衡性较差，1500m内可达居民点主要集中在北部河西街道、中部多个街道及西部部分街道，其余区域多超1500m。

中心城区中学就近入学距离整体均衡，和平区最佳，居民就学距离均在1000m内。红桥、河北、河东区多数居民在1500m内入学，南开、河西区有少数就学距离超出1500m。滨海新区中学均衡性差，仅河西、杭州道、向阳、新村、于家堡、新港等街道居民在1500m内，其余多超出。

2. 可达性分析

设定中小学生的行走速度是60 m/min，设置步行可达时间为10、20和30分钟。中心城区小学服务范围覆盖度达到了90%以上，其中和平区可达性最好，河西区和南开区次之。南开区中体育中心街道和水上公园街道覆盖度小于30%，表明小学资源紧

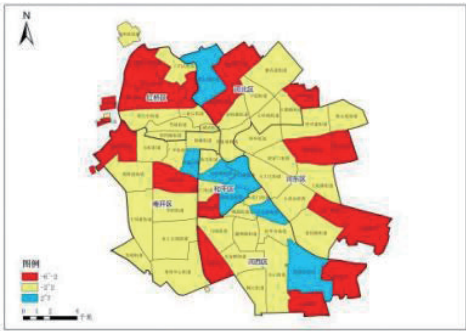
缺。滨海新区小学覆盖度超过80%，居民区集中，杭州道、向阳、新村、新北街道覆盖最广，港西街道覆盖不足35%。

中心城区中学服务范围覆盖度达到了75%以上，越靠近中心区域，中学覆盖度越好。其中和平区可达性最好；南开区大部分街道覆盖度较好；河西区友谊路街道、陈塘庄街道居民中学覆盖度不到10%，河北区新开河街道、铁东路街道中学覆盖度也较小。滨海新区中学服务范围覆盖度接近85%，其中河西、汉沽、杭州道、于家堡街道覆盖最广，新北、港西街道接近50%，其余街道近70%，可达性良好。

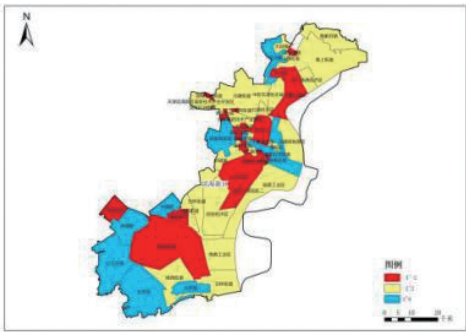
3. 供需平衡分析

依据《天津市居住区公共服务设施配置标准2008年版》，街道幼儿园、小学、中学分别按1万、2万、5万人配置，并结合实际人口调整。基于《天津市第七次人口普查（2020年）》与《天津市统计年鉴》（2023年），计算中心城区和滨海新区各街镇中小学应设数量，并与现状对比分析需求。将各街镇中小学数量与需求数量作差，分为基本满足（-2到2）、超出（>2）和低于（<-2）三等级。

见图1，黄色为基本满足，蓝色为超出，红色为低于。中心城区小学中部街道均衡，边缘街道较为短缺，尤其是红桥区的咸阳北路街道、西于庄街道、西沽街道、铁东路街道以及鸿顺里街道。滨海新区供需不均衡，汉沽街道、大沽街道、海滨街道等9个街道小学数量较为短缺；茶淀镇、胡家园街道、新港街道等6个街道小学超出需求数量。



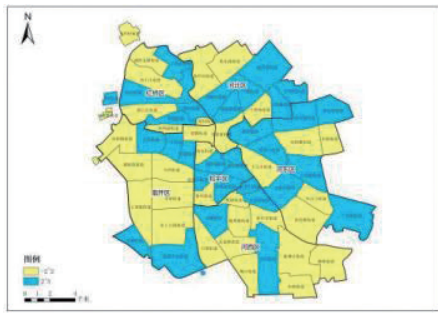
(a) 中心城区小学供需差



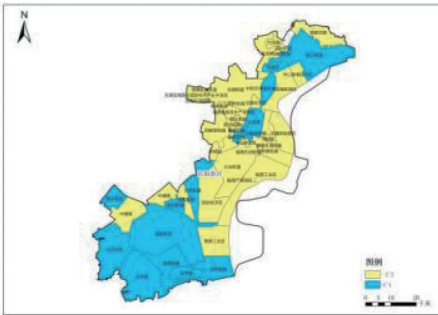
(b) 滨海新区小学供需差

> 图1: 小学供需差

见图2，中心城区中学数量分布比较理想，各街道都没有存在短缺的情况；和平区、河东区、河北区大部分街道的中学数量比较富足。滨海新区向阳街道、新村街道、于家堡街道、吉林街道、港西街道等中学数量比较集中在居民区附近。



(a) 中心城区中学供需差



(b) 滨海新区中学供需差

> 图2: 中学供需差

(二) 中小学布局优化

研究采用位置分配模型优化津滨双城中小学布局,以最小化设施点模型确保居民就学成本低且新增设施最少^[10]。通过道路网络模型,设定中断距离为30分钟步行的服务半径,确定最大覆盖范围内的最小设施点数并剔除多余点。

中心城区小学可选46个新址以最大化覆盖和均衡供需,中学选34址,5个备选点按需调整。向阳楼、富民路街道因资源短缺,优先增加2所以上中小学;体育中心街道、东海街道、二号桥街道、月牙河街道、建昌道街道增2所小学;新开河街道、邵公庄

街道、友谊路街道、水上公园街道加增2所中学以均衡资源。万兴街道、咸阳北路街道、中山门街道3街道中小学不增,确保资源最大化利用。

滨海新区增12所小学,且多位于人口密集区,工业区小学可剔除;增24所中学于中心街道,平衡教学资源。大沽街道、新河街道、港西街道优先增中小学;中塘镇、汉沽街道、河西街道杨家泊镇、中新天津生态城5地区增1-2所中学;寨上街道、汉沽街道、新北街道、新村街道、向阳街道、小王庄镇增1所以上小学。海滨街道、古林街道、北塘街道中小学不增,居民就近入学,避免资源过剩。

四、讨论与结论

本文研究利用GIS空间分析方法,对津滨双城的中小学资源的布局进行均衡性分析并给出相应的优化规划建议,得出的结论主要有以下几个方面:

(1) 通过可达性分析可知,中心城区中小学上学距离均衡,小学90%以上居民500m内可达,中学75%以上居民1000m内可达;滨海新区均衡性较差,80%以上居民1500m内可达中小学,少数居民上学不便。

(2) 根据学校的设置标准进行供需平衡分析,分析发现中心城区小学的数量分布不理想,特别是边缘街道比较短缺,少数过剩;中学数量分布较为理想。滨海新区小学数量普遍短缺,供需失衡;中学比较集中在中心街镇,分布不均衡。

(3) 利用位置分配模型对中心城区和滨海新区的中小学进行优化分析,中心城区少量街镇增2所以上中小学,月牙河增2所小学,邵公庄增2所中学;滨海新区大沽街道增2所中小学,中塘镇增1-2所中学,寨上街道增1所以上小学,以满足居民需求。

参考文献

- [1] 罗静,吴甜甜.重庆市基础教育扶贫效果测算及资源空间布局优化策略研究[J].重庆师范大学学报:社会科学版,2021(3):13.
- [2] 张旭辉,葛冠英,李明慧.基于GIS的济南市历下区中小学空间覆盖度与可达性研究[J].城市勘测,2024(02):40-43+48.
- [3] 刘伯韬.兰州市城关区基础教育资源供需空间均衡研究[D].兰州大学,2022.
- [4] 汪章辉.基于POI挖掘的上海基础教育资源分布特征分析[J].测绘与空间地理信息,2024,47(03):46-50.
- [5] 罗欣然,岳邦佳,林爱文.基于多元交通方式的养老服务设施可达性及公平性研究——以武汉市为例[J].华中师范大学学报(自然科学版),2018,52(06):883-893.
- [6] 屈帅.封闭小区开放对城市交通影响评价研究[D].天津师范大学,2017.
- [7] 朱劲松.基于GIS的基础教育资源空间布局研究——以昆明市官渡区为例[J].赢未来,2021(29):90-93.
- [8] 陈维妮.基于空间公平的农村小学布局优化研究[D].贵州大学,2020.
- [9] 张宸,翟志雯,李雅迪.基于潜能模型的南京市中心城区急救医疗设施选址优化[J].江苏建筑,2019(S1):79-83.
- [10] 张煊宜.基于GIS的教育资源均衡性及其空间布局调整分析[D].华东师范大学,2019.