

# 公共服务均等化背景下教育设施布局优化研究

## ——以济南市天桥区初中为例

张爱氏, 张菲菲

**摘要:** 随着我国经济的发展,人们生活水平的提高,居民的生活需求也相应地提高,城市公共服务设施建设成为城市开发建设的重要内容。校园作为教育设施的重要组成部分,在进行建设时,要按照国家标准按照一定的服务半径进行配建。但是在实际建设过程中,初中校园的建设要受到历史原因、城市用地布局、城市道路、行政区划等各方面的影响而出现了很多问题。本文以济南市天桥区初中为例,通过GIS地理信息系统对济南市天桥区初中进行服务区模型构建,并对初中服务区合理性检验,提出济南市天桥区初中空间布局改进建议。即对研究范围内的初中的现状位置的服务范围是否符合覆盖率的要求以及初中的规模是否满足区域内学生的上学需求进行了空间的量化分析,以期对济南市天桥区初中的空间布局优化提供参考。

**关键词:** Gis, 服务区模型, voronoi 多边形, 正多边形网络, 最短路径

## 1 引言

公共设施在居民的城市生活中占有很重要的地位。在一定程度上,完善而多样的公共服务设施是吸引人口的重要因素。公共服务设施的完善和多样也会丰富人们的生活。随着人们生活水平的提高,人们对于公共服务设施的需求逐渐提高。而教育设施作为基础公共服务设施,在居民生活中发挥着举足轻重的作用,而且对于初中的适龄青少年来说,初中不单是一种基础公共设施,而且是必要的公共设施。

青少年享受良好的教育对于国家的未来有重大意义,所以初中校园的建设在城市建设中具有非常重要的地位。初中的位置受多种因素的影响,在现实中某一区域初中的位置是否能够满足区域内学生的使用需求,不满足的情况下,怎样进行规划调整和协调是我们需要关注的问题。而初中的规模是否满足其服务区的适龄人口的需求,对于学生能够顺利入学并享受良好的教育环境也有很大影响。

## 2 研究基础教育设施空间布局的重要性

### 2.1 教育资源在城市中合理分配

初中的位置受人口布局、城市道路交通等各种因素的影响。初中作为城市空间的重要组成部分,会对城市空间产生一定的影响,而城市空间对初中的位置也会产生一定的影响。

随着城市建设的推进,城市的空间在不断的演进过程中,那么初中作为教育设施,人们对其的需求也在不断地调整过程中。了解初中及其服务区域的现状情况对于适时调整初中的位置和规模,使其适应人们的需求的同时也使得教育资源能够合理配置。

### 2.2 教育均等化发展

城市中的建设用地用地类型多样,各个初中严格按照统一的标准进行建设比较困难。尤其是对于城市中心区,用地紧张而且人口密度大,初中的扩展建设用地压力较大。但是不同的建设强度和人口密度区都有对教育设施的需求,人们同等的享有受教育的权利。在这种情况下,要灵活地进行初中分布的均衡性的分析和研究,以逐步推进教育的均等化发展。

## 2.3 量化的方法进行初中空间合理分布的研究

初中的合理分布不仅涉及其服务区这一空间内容,而且涉及服务区的面积、居住用地面积、适龄人口数量等量化因素。所以初中分布的合理性的研究需要使用涉及空间因素的量化研究方法。

## 3. 研究方法和技术路线

### 3.1 空间分析技术

这种分析方法是基于空间内容的数据分析技术,从地理空间中获取空间位置、空间形态等信息以及和地理空间有关的数据,然后将数据和信息结合起来,通过一系列的方法进行分析和研究。而 GIS 地理信息系统在空间分析具有一定的优势,所以在进行相关研究时,可以有效地进行相关数据和信息的处理,有利于研究的顺利推进。

空间分析包括缓冲区分析、叠加分析、网络分析等。本文运用了缓冲区分析、叠加分析、voronoi 多边形分析等空间分析方法,然后结合相关统计方法进行初中校园分布合理性及规模合理性分析。

### 3.2 技术路线

本文收集济南市天桥区的城区范围内的用地类型、道路分布、初中分布等空间信息。然后借助 GIS 地理信息系统对收集到的信息进行空间分析:

(1) 基于研究范围的路网信息、初中校园分布等信息,进行 voronoi 多边形分析,使得各个初中的服务范围划分为不同的多边形。在多边形内各个要素点到多边形内的初中的位置大于多边形外的任一初中。

(2) 基于 voronoi 多边形,对多边形内的居住用地进行统计,然后通过相关经验和规范通过居住用地面积推算服务区内的常住人口数量,继而推算出适龄人口数量。

(3) 查找研究区域内各初中可以容纳的学生的数量,根据适龄人口数量核算初中的规模是否满足要求。

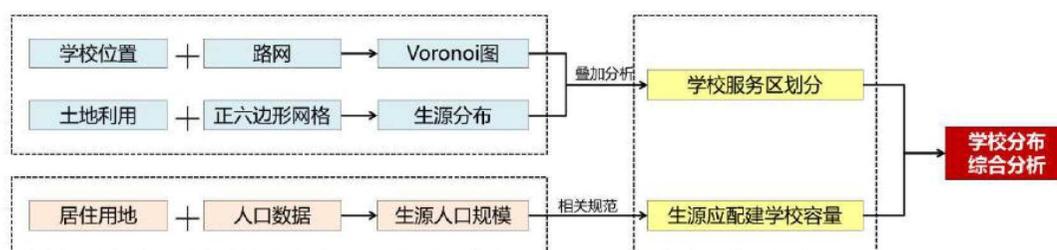


图 1 技术路线图

## 4 济南市天桥区初中空间布局研究

### 4.1 研究对象概况

天桥区位于济南城区的西北部，与槐荫区、市中区、历城区、历下区以及济阳县、德州市齐河县接壤。天桥区下辖 15 个街道，127 个居民委员会，并且辖大桥、桑梓两个镇，和 120 个行政村。天桥区 2015 年年末总人口 51.45 万，总面积 58.97 平方公里。天桥区学校共有 73 所，其中九年一贯制（不含市直）小学 44 所；初中 12 所，中等职业学校 1 所，特殊教育学校一所。本研究根据收集到的天桥区现状的初中分布情况，按照服务半径和人口指标要求，分析现状初中布局和规模是否符合配建需求，然后根据分析结果提出修改意见。

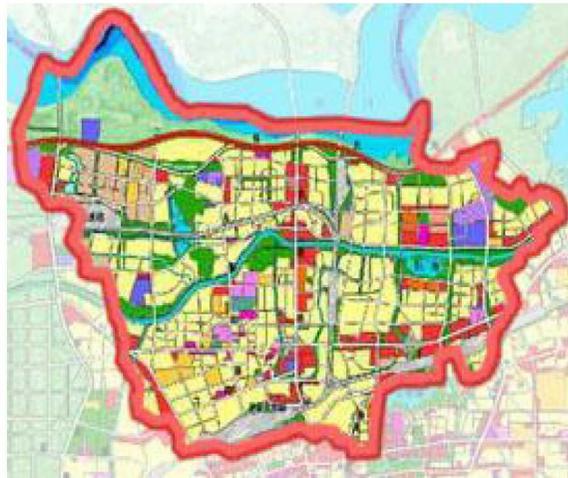


图 2 天桥区土地利用现状

### 4.2 服务区模型构建

#### 4.2.1 加载研究区域内初中位置和路网

按照缓冲区进行服务区的分析，也可以分析出初中的分布情况及覆盖率，不均匀程度等情况，但是分析结果相对简单。本次研究是基于出行距离，借助 GIS 分析功能，结合道路图层可以大致计算学生到达学校的距离，比单纯考虑服务半径更适合城市的实际情况。

天桥区的现状路网较密，城区范围有铁路和河流穿过，局部的城市道路被阻隔。整体城市路网结构较为完整，居住用地所占比重较多，分布也较为均匀。

这些初中包括济南第二十九中学、济南第二十六中学、济南第五十六中学、济南博文中学、济南市天桥区泺口实验学校、济南外国语学校、济南汇文实验学校、济南汇才中学、济南第十五中学、济南第五十中学、济南明湖中学、济南第二中学、济南黄河双语实验学校等。

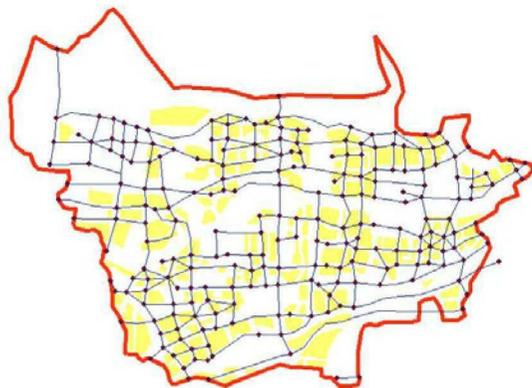


图 3 天桥区居住区和路网

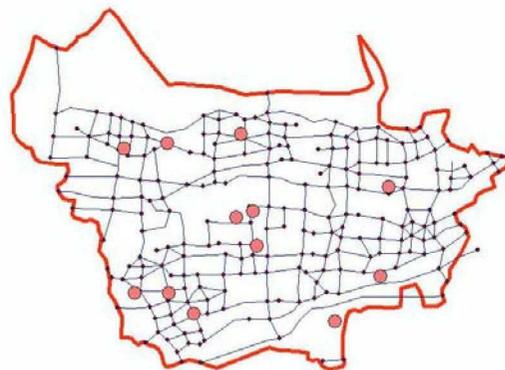


图 4 天桥区初中位置和路网

在进行路径相关分析前，本研究先进行服务区分析。先进行研究范围内的初中的定位，本次研究通过百度地图、高德地图及相关统计资料进行定位。将初中的位置在 cad 中用圆形大致定位，然后将圆形导入 GIS 中。将圆形转换为要素点，即运用在系统工具箱中的“数据管理工具>>要素>>要素转点”，将初中校园的位置点转化为 GIS 中的要素点（具体位置如图 4）。

分别使用两种方法对济南市天桥区的初中进行服务区分析。运用 Network Analyst 创建服务区，然后将初中位置要素点加载为服务区位置，调整服务区属性，设置两个层次的服务半径分别为 800 米和 1500 米，进行分析求解之后，得出如下图 5 所示的服务区覆盖范围。通过此分析方法，我们得出，整个研究区域中南部覆盖率高高于北部，中间覆盖率高高于两侧。

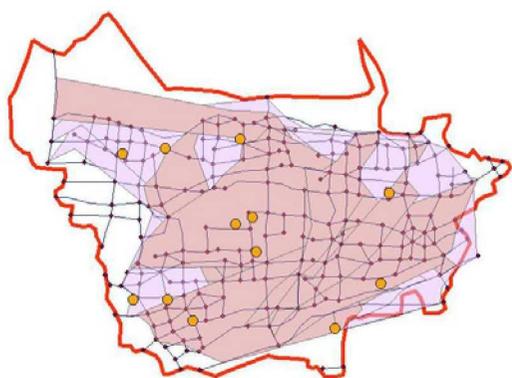


图 5 天桥区初中服务区分析图

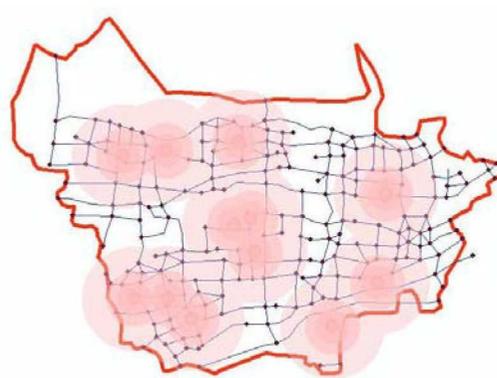


图 6 天桥区初中三个层次服务区

第二种方法是利用缓冲区分析，分别设定 500 米、800 米和 1500 米三个服务半径进行分析，得出东南侧服务覆盖率较高，城区被南北向铁路穿越的地方，初中的覆盖率较低，研究区域西北侧的覆盖率较低。

#### 4.2.2 分析生源数据

根据土地利用现状，将居住用地提取出来，通过叠加分析得到居住区单元的生源图层。本研究选取接近于圆的正六边形网络进行分析，可以假设六边形内的学龄人口是均匀分布的，并以地块的中心点代表生源点，使得生源点较为接近实际情况，本次研究将正六边形的半径定为 250 米。

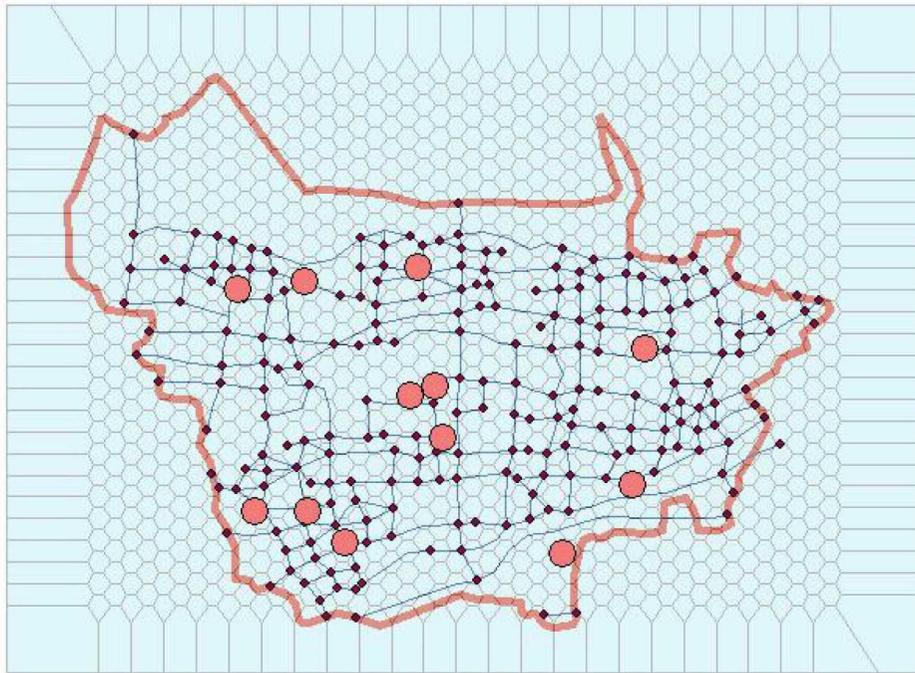


图7 正六边形网络构建

#### 4.2.3 计算最佳路径

GIS 中有最短路径分析功能，我们将初中和生源点两个图层进行分析。通过 GIS 最短路径分析功能模拟实际情况分析最佳路径，得出如图 3-7 所示的最短路径空间分布。

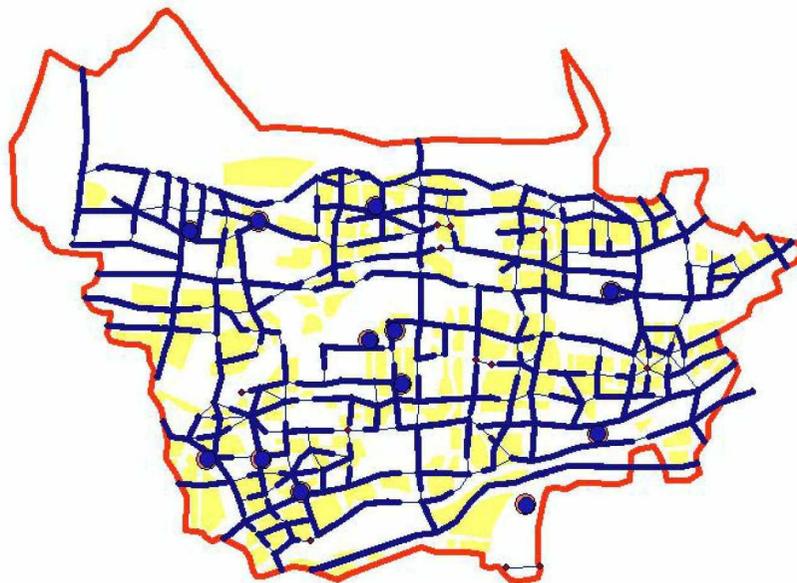


图8 天桥区初中最短路径

### 4.3 服务区的确定和合理性检验

#### 4.3.1 基于 voronoi 图的学校服务区计算

GIS 中的 voronoi 多边形的功能是可以将研究范围划分为若干的多边形，然后多边形到

区域内部的点的距离比区域外的任何一个点都要近,这个功能可以有效地划分每个初中的服务范围,虽然实际情况要比这种情况复杂得多,但是 voronoi 多边形也可以很大程度上反映实际情况的相关特征。

我们依据了天桥区城区的路网、初中的位置、生源点等数据资料对济南市天桥区的初中的服务区运用 voronoi 多边形进行了划分,结合路网信息和生源点信息进行叠加分析,然后要根据显示的情况对 voronoi 多边形进行修正,可以得出 12 所初中的服务范围,在每所初中的服务范围内,地块内的居住用地到该所学校的距离小于任何一所其他初中。

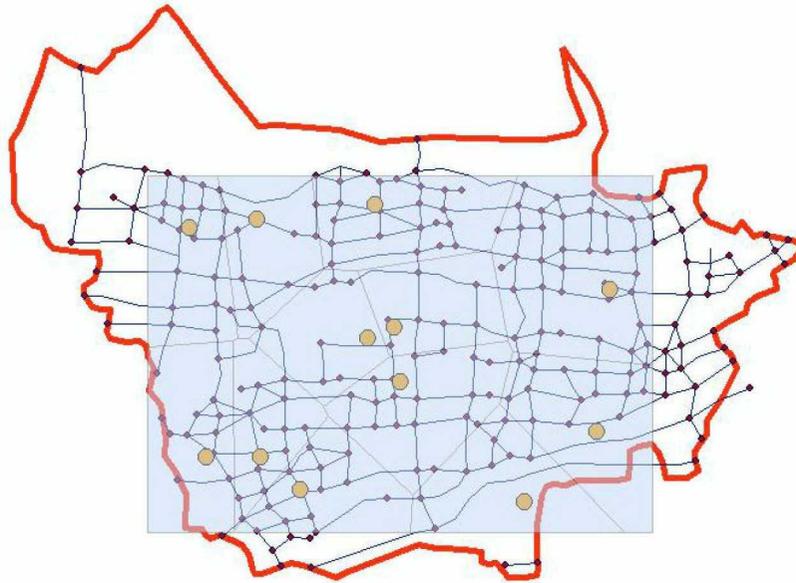


图 9 天桥区初中 voronoi 多边形分析



图 10 天桥区各初中服务区划分



图 11 天桥区各初中服务区中居住用地划分

根据 voronoi 多边形分析确定的各学校的服务范围,计算各初中服务范围内居住用地的面积(表 1)。根据《城市规划定额指标暂行规定》平均每位居民居住区占用用地面积为 19.5~29.0m<sup>2</sup>,本次研究取中间值,即每位居民居住区占用用地面积为 24m<sup>2</sup>。推断研究范围常住人口 59.596 万,根据相关统计数据济南市天桥区 2016 年常住人口共 68.84 万,这其中

包括非城区的范围，可以看出推算数据具有一定的合理性。

表 1 济南市天桥区各初中服务范围内居住用地面积及推算居民人口数统计表

学校	面积 (m <sup>2</sup> )	推算居民人口数
济南第二十九中学	1778720	74113
济南第二十六中学	1123111	46796
济南第五十六中学	786258	32761
济南博文中学	1469641	61235
济南市天桥区泺口实验学校	1311975	54666
济南外国语学校	512862	21369
济南汇文实验学校	511616	21317
济南汇才中学	1206386	50266
济南第十五中学	1208584	50358
济南明湖中学	1122114	46755
济南黄河双语实验学校	1088985	45374
济南第五十中学	2747827	114493
总计	14868079	619503

#### 4.3.2 初中规模合理性检验

根据全国第六次人口普查，取初中适龄人口 12~14 周岁，则其占总人口比重分别为 0.85%、0.85%、0.89%，共计 2.59%。取研究范围中初中适龄人口比重 2.6%，则可以得出研究范围内各初中的服务区中适龄学生数量（表 2）。

表 2 济南市天桥区各初中服务范围内推算适龄人口数统计表

学校	推算适龄人口数
济南第二十九中学	1927
济南第二十六中学	1217
济南第五十六中学	852
济南博文中学	1592
济南市天桥区泺口实验学校	1421
济南外国语学校	556
济南汇文实验学校	554

济南汇才中学	1307
济南第十五中学	1309
济南第五十中学	1216
济南明湖中学	1180
济南市天桥区黄河双语实验学校	2977
总计	16107

通过查询学校官网等资料获得以上 12 所初中所能容纳的学生数(其中济南第二十九中学、济南第二十六中学、济南第五十六中学、济南博文中学、济南市天桥区泺口实验学校、济南汇文实验学校、济南汇才中学、济南第十五中学、济南明湖中学、济南第二中学是根据班级数量,并按照每班 50 人推算的。济外初中的构成分为两部分,第一部分是对外招考的,基本上每年都是招生 800 人,将这部分作为容纳学生数量。济南黄河双语实验学校第一年招生的十二年一贯制全寄宿式学校,假定可容纳学生 500 人),具体容纳量见表 3。

表 3 济南市天桥区各初中容纳量

学校	教学班	容纳学生数量
济南第二十九中学	7	350
济南第二十六中学	26	1300
济南第五十六中学	23	1150
济南博文中学	19	950
济南市天桥区泺口实验学校	15	750
济南外国语学校	16	800
济南汇文实验学校	34	1700
济南汇才中学	29	1450
济南第十五中学	18	900
济南明湖中学	38	1900
济南黄河双语实验学校	10	500
济南第五十中学	5	269
总计	240	12019

通过将各初中的容纳量和其需要容纳的适龄学生数进行对比,可以直观地看出各初中的容纳量是否满足需求(表 4)。12 所初中,有 7 所容纳量满足需求量,5 所不满足。从总量上看,研究范围内各初中总的容纳量不能满足需求量。

表 4 济南市天桥区各初中容纳初中学生数和服务范围内推算适龄人口数对比表

学校	推算适龄人口数	容纳学生数量	是否满足
济南第二十九中学	1927	350	否
济南第二十六中学	1217	1300	是
济南第五十六中学	852	1150	是
济南博文中学	1592	950	否
济南市天桥区泺口实验学校	1421	750	否
济南外国语学校	556	800	是
济南汇文实验学校	554	1700	是
济南汇才中学	1307	1450	是
济南第十五中学	1309	900	否
济南第五十中学	1216	1900	是
济南明湖中学	1180	500	否
济南市天桥区黄河双语实验学校	2977	269	否
总计	16107	12019	否

## 5 济南市天桥区初中空间布局改进建议

### 5.1 检验结果分析

通过分析可以看出，不满足要求的六个学校中济南第二十九中学、济南市天桥区泺口实验学校、济南黄河双语实验学校三所学校集中分布在研究区域的西北角，济南第十五中学、济南明湖中学、济南博文中学两所学校集中分布在研究区域的东南角。



图 12 天桥区各中学容纳数量是否满足需求检验

## 5.2 改进建议

根据分析结果,需要适当增加初中学生可入学名额,根据以上检验结果差值分析,增加名额数量为4000以上。而增加的初中的位置可以结合缓冲区分析,布置在整个研究区域的西北或者东南部分中现有初中1500米服务半径服务不到的位置(图13)。在实际选址时,需要结合现状用地、城市道路、历史因素等多方面进行综合考量。但宜在确定好新建初中的位置和规模后,使其满足初中服务区域对整个研究区域的居住用地的全面覆盖,并且满足区域内适龄人口上初中的需求量。

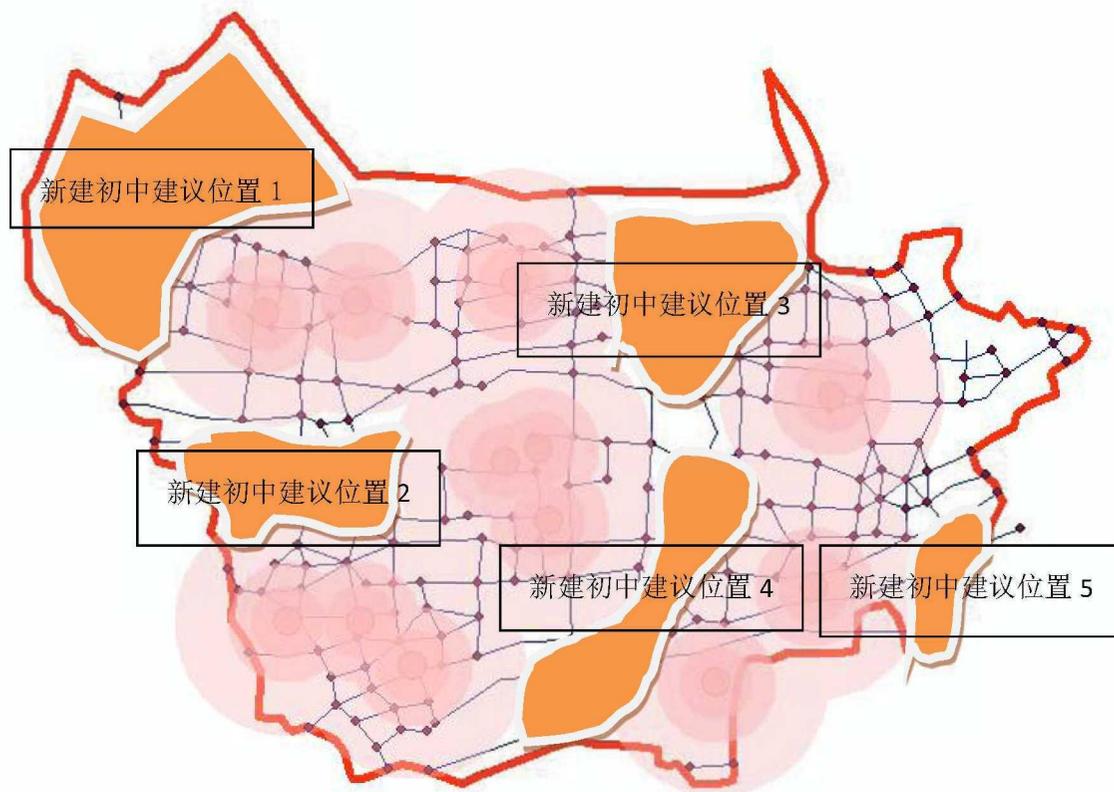


图 13 天桥区新建初中校园建议位置

## 6 结语

本文以济南市天桥区城区为研究范围,通过 GIS 地理信息系统对研究范围内的初中的现状位置的服务范围是否符合覆盖率的要求以及初中的规模是否满足区域内学生的上学需求进行了空间的量化分析。

通过分析我们发现,从服务范围来看,现状 12 个初中的服务范围东南侧服务覆盖率较高,城区被南北向铁路穿越的地方,初中的覆盖率较低,研究区域西北侧的初中覆盖率较低。结合相关标准推算适龄人口数量,我们发现从初中可以容纳的学生数量来看,有五处学校济南第二十九中学、济南市天桥区泺口实验学校、济南黄河双语实验学校、济南第十五中学、济南明湖中学不满足服务范围内的适龄人口的需求量。这六处学校分别集中在研究区域的西北侧和东南侧。而且研究范围内各初中可容纳学生总数也不满足适龄人口数的需求。

根据以上分析结果,本次研究提出了在整个研究区域的西北以及东南部分中现有初中1500米服务半径服务不到的位置新建初中,共计增加研究范围内初中学生可入学数量4000以上的建议。

#### 参考文献

- [1] 胡思琪. 基于时间可达性的教育设施均等化布局评价[C]. 中国地理学会年学术年会暨中国科学院新疆生态与地理研究所建所五十年庆典论文摘要集, 2011:126.
- [2] 邢燕. 天津滨海新区发展中教育设施布局的研究[C]. 城市规划和科学发展——2009中国城市规划年会论文集, 2009.
- [3] 刘安生. 基于可达性分析的常州市乡村地区基本公共服务设施布局均等化研究——以教育设施为例[J]. 城市规划学刊, 2007, 04:65-73.
- [4] 黄俊卿. 基础教育设施布局均等化的比较与评价——以上海郊区小学布局为例[D]. 城市时代, 协同规划——2013中国城市规划年会论文集, 2013.

#### 作者简介

张爱民, 山东建筑大学, 硕士研究生

张菲菲, 山东建筑大学, 硕士研究生