

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2023.03.015

# 湘潭市城区中小学教育资源空间布局 分析与优化

陈春萍<sup>a</sup>, 谢朋欢<sup>a</sup>, 李朝奎<sup>b</sup>, 潘黎莉<sup>c</sup>

(湖南科技大学 a.教育学院; b.测绘遥感信息工程湖南省重点实验室; c.地球科学与空间信息工程学院, 湖南 湘潭 411201)

**摘要:** 基于GIS技术实现城区教育资源可视化,探究现有学校服务能力与居民需求是否一致,对于教育资源空间布局优化具有重要意义。以湘潭市城区中小学教学资源为研究对象,采用网络分析法构建以学校为原点的服务区,分析现有学校空间可达性,通过加权叠加分析与量化因子选取,优化现有学校资源空间布局。结论如下:(1)研究区域中小学生学习人均用地面积均低于我国现行规定标准;(2)湘潭市中心城区中小学教育资源要高于其他地区,教育资源浪费与教育资源供给不足并存;(3)研究区内居民点到中小学的步行可达性较差,小学总体服务面积不足研究区域范围的1/10,中学总体服务面积占研究区总面积的30.72%;(4)基于指标评价结果,为选取合理的可新建学校区域提供参考:雨湖区新建选址2所中学、3所小学,岳塘区新建选址1所中学、2所小学。研究成果为湘潭市中小学城区教育资源布局提供了理论指导,同时,可以为新建学校选址提供参考。

**关键词:** 湘潭市城区; 教育资源; 可达性; 空间布局; 分析与优化

**中图分类号:** TU2002

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-5884(2023)03-0090-08

## 1 引言

近年来,因为人口结构的变化,中小学布局调整越来越受到教育部门的关注。启动教育资源空间布局优化工程,从硬件布局上促进均衡发展,有利于实现城区教育资源的均衡化,可以更好地为适龄儿童提供平等的入学机会。在教育发达国家和教育矛盾比较突出的地区,中小学校布局选址问题的研究起步较早,研究结论对我国有一定的借鉴意义<sup>[1-3]</sup>。HANLEY以艾奥瓦州为研究区域,利用GIS技术,基于多重目标非线性整合模型探讨了美国学区整合与学生上学交通成本之间的关系<sup>[4]</sup>。MACDONALD采用了一系列定性的研究方法,如访问交谈和参与观察等方法,研究了加拿大居民聚集度和学生上学的便利程度<sup>[5]</sup>;KEARNS等以新西兰一所小学为研究对象进行研究,发现居民点聚集程度与教育资源分布之间存

在一定的相关性,并采用访谈法研究了学校关闭对贫困家庭的影响<sup>[6]</sup>;LEHMAN的研究指出,为了提高欠发达地区全民教育的整体水平,应当进一步关注教育资源十分落后的农村地区,并以乍得西萨赫勒地区为例,指出农村社区受教育水平低主要原因在于教育资源的匮乏,而非对教育不感兴趣<sup>[7]</sup>。总的来说,GIS技术正被广泛应用于资源空间分布调查研究之中,其能从多角度、使用多种方法开展资源空间布局评价,该技术已成为基础设施及公共服务效果评估研究中常见的技术手段<sup>[8-9]</sup>。

我国区域发展的不平衡也造成我国教育资源的分布不平衡。相对于经济体制改革,我国教育资源布局改革发展缓慢,我国中小学的区位调整是从20世纪90年代开始的,关于教育资源区位布局的研究也才逐渐兴起<sup>[10-11]</sup>。国内研

收稿日期:2022-07-39

基金项目:湖南省自然科学基金创新群体项目(2020JJ1003);湖南省教育厅重点科学研究项目(22A0332)

作者简介:陈春萍(1967—),男,江西南昌人,教授,博士,主要从事教育管理方法与应用研究。

究中小学布局调整的学者中,黄文全等主要以学校布局规划方法为研究对象,在制定校舍布局调整方案前,先对各选址地点区位条件包含的多项指标进行考察,进而提出相应的布局方案<sup>[12]</sup>;费彦教授在其研究中,从居住用地所需要的配套设施出发,研究周围教育资源设施分类、学校服务区、学校办学能力,从而提出扩大教育用地的建议<sup>[13]</sup>。国内研究人员已就教育资源布局及其驱动因子开展了多方面探讨,并针对资源空间布局现状的不当之处提出了相应的整改建议。此外,还有学者从微观角度就校舍布局问题开展实地考察,并形成相应的规划方案。

湘潭是长株潭城市群的副中心城市,其城区在教育资源的分布方面也遇到了一些难题<sup>[14-16]</sup>。本研究以湘潭市城区中小学教学场地资源为例,运用核密度、可达性等空间分析方法,从学校空间布局、教育服务范围等方面,分析了湘潭市城区中小学教育场地资源配置现状,通过可视化和数据分析结果展示,构建评价体系,为实现教育资源的公平性提出优化建议。

目前国内对中小学教育资源空间分布的研究较少,针对湘潭市中小学教育资源空间分布的有效研究尚属空白。基于此,本文将对湘潭市中小学教育资源空间分布开展研究,并综合考虑居民点分布、交通等因素提出相应的空间结构调整建议,为湘潭市全面提高教育质量、实现智慧兴城作出贡献。

## 2 研究区、数据来源与研究方法

### 2.1 研究区概况

湘潭市是长株潭都市圈的重要组成部分。本文研究区域仅限于市辖两区,即雨湖区与岳塘区,研究区总面积约为 657.39 平方公里,常住人口约为 270.9 万人,人口多分布在城区中南部地区,教育发展水平相对较高。

### 2.2 数据来源

研究区人口数量、总体面积、各中小学的教育资源统计数据(含学校名称、教师数量、学生数量、校园占地面积)来源于《2021 年湘潭市统计年鉴》;行政边界数据来源于全国地理信息资源目录服务系统;路网数据来源于 Open Street Map;学

校经纬度数据来源于百度地图。

## 2.3 研究方法

### 2.3.1 核密度分析

核密度估计是一种展现点要素密度空间变化特征的空间分析方法<sup>[18]</sup>,用以探究要素空间集聚强度和集聚形态。文中采用核密度分析表示中小学教育资源的空间形态特征,其估计模型见下:

$$g(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

(1)式中: $x_i$ 表示点*i*的位置, $i=1,2,3,\dots,n$ ;n表示点要素的数量; $h$ 表示核函数带宽; $k$ 为权函数; $(x-x_i)$ 表示点*x*到要素点集 $\{x_1,\dots,x_n\}$ 的距离。

### 2.3.2 可达性分析

学校可达性分析即为一定时间内从学校出发可到达的区域范围,并在进行分析计算时需考虑不同交通工具、道路及时间带来的影响<sup>[19]</sup>。本研究仅对以步行为交通工具的学校的可达性进行了分析,由于各年龄段的人的走路速度存在差异,最终取行走的速度为 60 米/分钟。

### 2.3.3 构建评价体系

湘潭市新建学校选址要综合考虑社会、经济、自然等多方面因素,选取城区人口密度、距现状学校距离、地形坡度 3 个因子作为评价指标。在确定评价单因子的权重时,参考已有研究并根据实际情况确定每个评价指标的得分和赋予的权重<sup>[20]</sup>,如表 1 所示。

表 1 指标评价体系

影响因子	排序	得分	权重	归一化权重
远离现有学校	1	100	4	0.4
人口密度分布	2	75	3	0.3
坡度	3	75	3	0.3
合计			10	1

## 3 研究与结果分析

### 3.1 中小学教育资源现状

湘潭市城区共有小学 46 所,中学 67 所。小学在校生 33 220 人,在职教师数 1 920 人,占地总面积 567 135.56 m<sup>2</sup>;中学在校生 105 677 人,在职教师数 7 070 人,占地总面积 2 578 450.3 m<sup>2</sup>。研究区小学的生均面积为 13.07 m<sup>2</sup>/人,远低于国家规定的 20 m<sup>2</sup>/人;中学生均面积为 24.4 m<sup>2</sup>/人,略

低于国家规定的  $25 \text{ m}^2/\text{人}$ ,由此可知研究区中小 学生用地面积均不达标(参见表2)。

表2 中小学情况统计表

教育类别	在校生(人)	在职教师(人)	占地面积( $\text{m}^2$ )	生均面积( $\text{m}^2/\text{人}$ )
小学	33 220	1 920	567 135.56	17.07
中学	105 677	7 070	2 578 450.31	24.40

从图1可以直观地看出中学数量多于小学数量。中心城区一带中小学教育资源分布非常密集,在职教师数和学校的占地面积都远高于非中心城区,教育资源呈中间密集边缘稀少的状态。从分布图中可以明显发现东北部没有小学分布,

中部偏西地区没有中学分布。从内部资源的方面来看,中心城区各小学的办学规模和师资力量差别不大,只有红旗学校和沅湘学校的学校面积较大;而对于中学来说,中心城区的办学规模要远高于偏远地区学校。

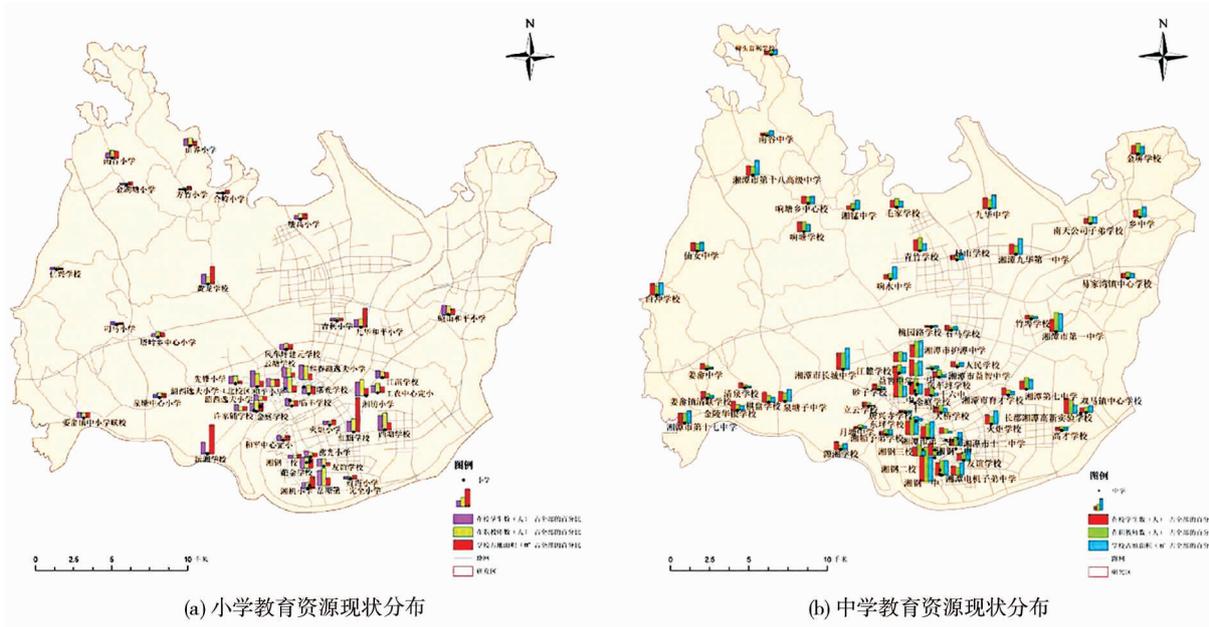


图1 中小学教育资源现状分布

### 3.2 中小学教育资源空间布局

从图2可知,中小学在空间布局上存在不均匀现象,南部的中心城区分布较为密集,可能会出现教育资源过剩的状况,其他区域分布较为稀疏,甚至有一些区域没有学校分布。图2(a)中研究区东北部的岳塘区昭山镇小学分布极其稀少,图2(b)中研究区西部的雨湖区姜畲镇出现未分布中学的现象。中小学校网点的分布也与住宅用地和人口呈一定的正比关系,中心城区形成早,经济发展快,居住用地面积大,人口多,而周边乡镇人口分布少,经济水平低,学校投资建设少,产生了城区学校分布不均衡的现象。

### 3.3 中小学教育资源可达性分析

根据中小学就近入学的规定并结合实际情况,本文仅分析步行条件下学校的可达性(图3)。经查阅资料与湘潭市中小学生上学实际情况的综合分析<sup>[21]</sup>,步行  $0\sim 10 \text{ min}$  的区域视为小学可达性优秀区域,步行  $11\sim 20 \text{ min}$  区域视为小学可达性良好区域,步行  $20 \text{ min}$  以上视为小学可达性较差的区域;因为年龄上的差异,中学生的身体机能要强于小学生,将步行  $0\sim 20 \text{ min}$  区域视为中学可达性优秀区域, $20\sim 30 \text{ min}$  视为中学可达性良好区域, $30 \text{ min}$  以上视为可达性较差的区域。

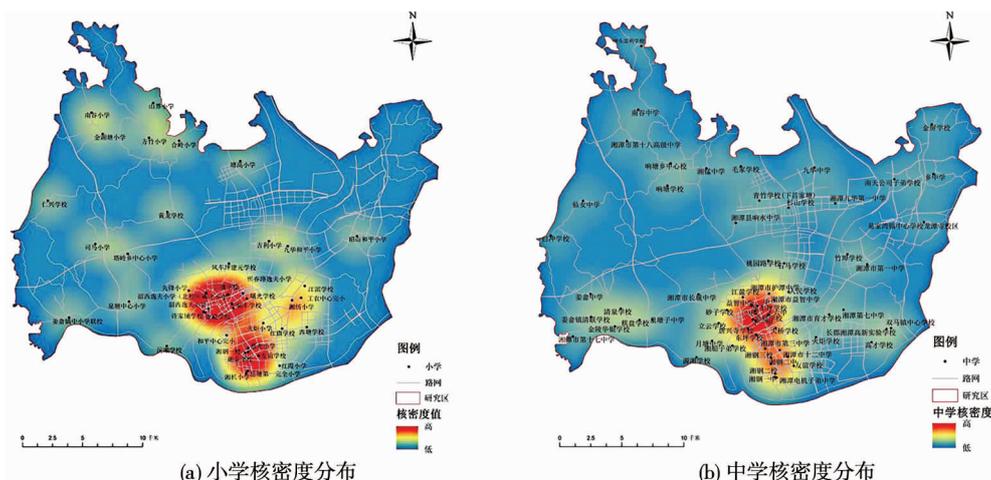


图2 中小学教育资源核密度分布

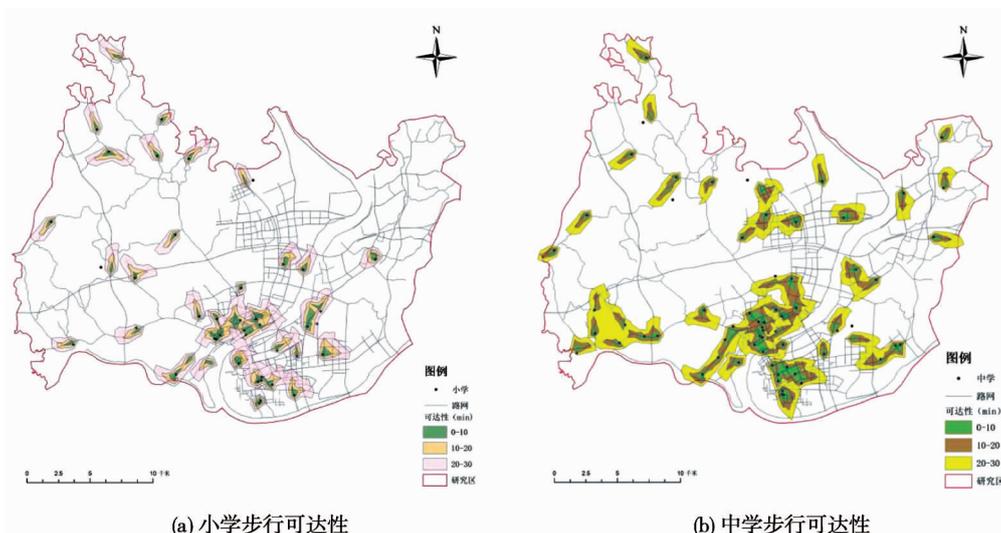


图3 中小学步行可达性

通过可达性结果计算得到服务面积比和服务人口比,其中服务面积比为服务面积占研究区总面积的比例,服务人口比为服务人口占研究区总人口的比例。由表3分析得出,湘潭市雨湖区小学在步行方式下,可达性优秀的服务面积比为1.80%,服务人口数为2.85万人,也仅占总人口的4.70%;可达性良好的服务区占该区面积的3.37%,服务人口数为2.89万人,占该区总人口的

4.78%。湘潭市岳塘区小学在步行方式下,可达性优秀的服务区范围占该区总面积的2.53%,服务人口数为0.9万人,服务人口比为1.88%;可达性良好的服务区服务面积比为6.07%,服务人口数为2.55万人,占该区总人口的5.31%。综合步行方式下,研究区小学可达性的总体服务区域面积为41 070 500 m<sup>2</sup>,占研究区总面积的6.25%,不足研究区域范围面积的1/10。

表3 步行方式下小学可达性情况

区域	出行时间(min)	服务面积(m <sup>2</sup> )	服务面积比(%)	服务人口数(万人)	服务人口比(%)
雨湖区	0~10	8 145 600	1.80	2.85	4.70
	11~20	15 205 400	3.37	2.89	4.78
	0~20	23 351 000	5.17	5.74	9.48
岳塘区	0~10	5 209 900	2.53	0.90	1.88
	11~20	12 509 600	6.07	2.55	5.31
	0~20	17 719 500	8.60	3.45	7.19

由表4分析得出,湘潭市雨湖区中学在步行方式下,可达性优秀的服务面积比为13.91%,服务人口数为16.29万人,占总人口的26.92%;可达性良好的服务面积比为13.64%,服务人口数为11.41万人,占该区总人口的18.86%。湘潭市岳塘区中学在步行方式下,可达性优秀的服务面积

比为13.43%,服务人口数为7.53万人,服务人口比为15.69%;可达性良好的服务面积比为24.22%,服务人口数为15.62万人,占该区总人口的32.54%。综合步行方式下,研究区中学可达性的总体服务区域面积为201 946 500 m<sup>2</sup>,占研究区总面积的30.72%。

表4 步行方式下中学可达性情况

区域	出行时间(min)	服务面积(m <sup>2</sup> )	服务面积比(%)	服务人口数(万人)	服务人口比(%)
雨湖区	0~20	62 782 900	13.91	16.29	26.92
	21~30	61 580 200	13.64	11.41	18.86
	0~30	124 363 100	27.55	27.7	45.78
岳塘区	0~20	27 685 900	13.43	7.53	15.69
	21~30	49 897 500	24.22	15.62	32.54
	0~30	77 583 400	37.65	23.15	48.23

综上,岳塘区的中小学可达性要优于雨湖区,雨湖区更需要新增一些中小学以满足当下人们对义务教育“就近入学”“步行上学”这种上学方式的要求;研究区中学的步行可达性情况比小学的情况好,一是由于中学生的身体发育较小学生成熟,拥有步行更长时间的耐力;二是由于研究区中学的数量多于小学,所以要在研究区内增设更多的小学来满足区域对小学的需求。

### 3.4 中小学教育资源布局优化

#### 3.4.1 评价指标

(1)欧氏距离:要实现学校教育用地的均衡布局,考虑到中心城区的学校资源已饱和,新学校的选址应优先考虑学校分布极少地区,及学校现状密集程度较高区域的距离是学校选址的首要考虑因素。根据现有学校位置生成欧氏距离图,设定距离现状学校越远得分越高,即新建学校应远

离现状学校,避免教育用地服务区重叠造成教育设施资源浪费。学校欧氏距离分为10级,从图4(a)可以看出,东北部和西北部的级别较高,小学教育资源较少;从图4(b)可以看出,东北部级别较高,中学教育资源较少。

(2)人口密度:教育资源属于公共设施,公共设施的受用人群是居民,所以在人口数量多的区域,对于教育资源的需求量也更大,此类区域就适宜作为学校的选址地以满足人口的需求量。根据湘潭市城区的人口分布状况,划分为6个等级,密度越高等级就越大,如图5可以看出,人口集中在中部及西南部。

(3)坡度:根据湘潭市城区的坡度情况,将坡度值共分为4级。地势越平坦,分级值越高,学校应尽量建在地势较平坦处,从图6可以看出,中西部以及东部地势较陡。

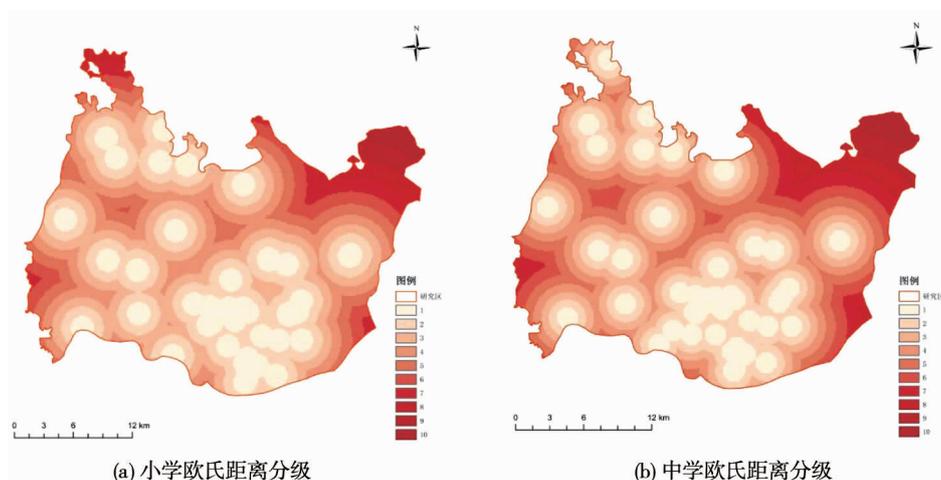


图4 中小学欧氏距离分级

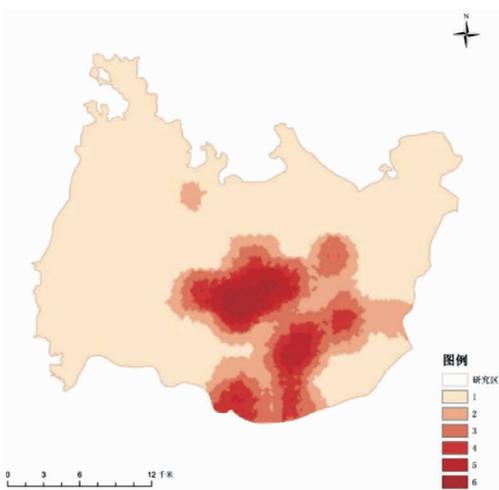


图5 人口密度分级

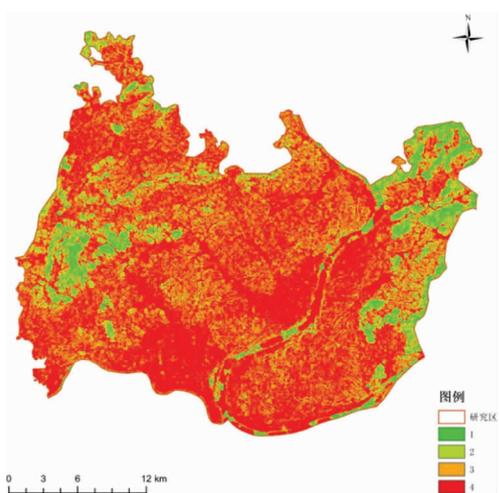


图6 坡度分级

### 3.4.2 优化调整方法

针对湘潭市城区中小学教育资源现状分布呈现的问题,提出以下三种优化调整方法:合并优化、保留调整和选址新建。

(1)合并优化:以城区小学为例,对于那些校园占地面积小,但周围同类学校集聚现象显著的学校,其服务范围不可避免会有或多或少的重叠区域出现。因为周围设施建筑密集,不适宜扩建,可以通过合并的方式,使服务范围重叠度高的学校进行合并以减少对教育资源的浪费。如中心城区南部的湘机小学、岳塘第一完全小学、湘纺小学、工农中心完小、云塘小学、和平小学等等,这当中有些学校用地规模较小、占地面积不大,还有一些小学分布过度集中,教育用地浪费严重,都不利于小学的全面可持续发展,因此需要对其进行合并优化。

(2)保留调整:这方面的调整主要涉及两类学校:一是办学历史悠久、教育排名前列的学校。

就这类学校而言,应当尽量对其保留与维护,并通过适当的方法予以扩建,即便学生人均占地面积等条件与相关规定不符,仍然需要慎重考虑其拆除与合并问题,如湘潭市第一中学、湘钢一中、湘钢二中、湘潭市第九中学、湘潭电机子弟中学等。另一类则是教育需求不断减少区域的资源调整。由于周边尚无其他学校布局,教育资源分布密度低,因而如果裁撤这类学校会进一步降低学生教育资源可达性,导致社会对教育资源分配现状的不满,故而应当予以保留并适当扩建完善,以便吸收周边覆盖范围内生源,如白冲学校、仙女学校、响塘学校、毛家学校、湘锰中学、湘潭九华第一中学、全屏学校等。

(3)选址新建:新建学校要与城市总体空间布局、现状学校布局结构协调发展。选址要综合考虑现有学校的空间布局、地形坡度、人口规模、结构等因素,按照科学性及其合理性原则做好新建学校选址分析工作,满足不断增加的求学需求。新建学校的选址既考虑了城区人口规模的差异,又参考了已有学校的位置和研究区的坡度,这样不仅满足了居民对学校的需求量,还不会造成教育资源的浪费。研究区内小学的数量远少于中学,且小学的服务范围较中学来说比较小,在此基础上新建学校选址时,新建的小学数量要多于中学。雨湖区的教育资源可达性条件没有岳塘区好,因此雨湖区的中小学新建数量要多一些。

经过综合评价,有5处适合新建小学选址的位置即雨湖区3处、岳塘区2处,如图7。在研究区内现有中学数量比较多的情况下,新建中学的数量就可以少一些。但鉴于雨湖区的教育资源可达性条件没有岳塘区好,所以在规划新建中学选址时,雨湖区新建了2所,岳塘区新建了1所,位置如图8所示。

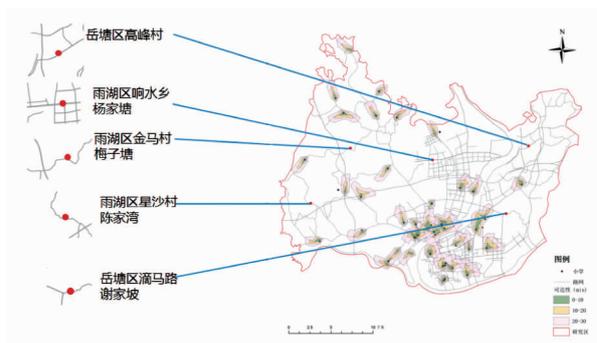


图7 新建小学选址示意

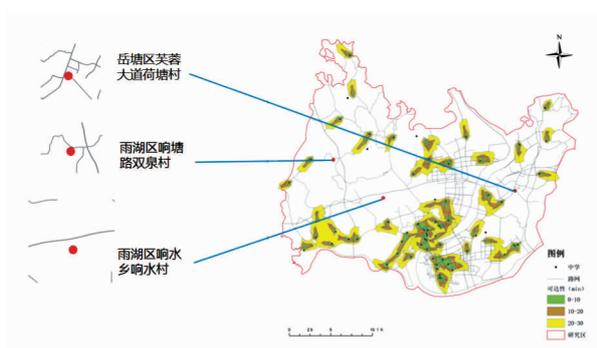


图8 新建中学选址示意

#### 4 结论

以湘潭市城区中小学教育资源为研究对象,对研究区内学校步行可达性进行整体分析,计算研究区内雨湖区与岳塘区的服务面积比与服务人口比,分析湘潭市城区中小学教育资源现状布局存在的不足,以距离、人口及坡度为指标对现有学校分布进行了评价,提出了优化原则与优化对策,得出以下结论:

(1) 研究区中小学生学习用地面积均未达标。研究区小学的生均面积为  $13.07 \text{ m}^2/\text{人}$ ,远低于国家规定的  $20 \text{ m}^2/\text{人}$ ;中学生均面积为  $24.4 \text{ m}^2/\text{人}$ ,略低于国家规定的  $25 \text{ m}^2/\text{人}$ 。

(2) 湘潭市城区的中小学教育资源分布不均衡。总体上中心城区要高于其他地区,教育资源浪费与教育资源供给不足并存。

(3) 研究区内各个居民点到中小学的步行可达性较差。小学可达性总体服务面积为  $41\ 070\ 500 \text{ m}^2$ ,占研究区的  $6.25\%$ ,不足研究区面积的  $1/10$ ;中学可达性的总体服务面积为  $201\ 946\ 500 \text{ m}^2$ ,占研究区总面积的  $30.72\%$ ,湘潭市城区的中小学教育资源可达性并不乐观。

(4) 基于评价得分结果,合理选取的可新建学校区域为:雨湖区新建选址 2 所中学,3 所小学;岳塘区新建选址 1 所中学,2 所小学。

#### 参考文献:

- [1] 袁振杰,郭隽万果,杨韵莹,等.中国优质基础教育资源空间格局形成机制及综合效应[J].地理学报,2020(2):318-331.
- [2] 赵林,吴殿廷,王志慧,等.中国农村基础教育资源分配的时空格局与影响因素[J].经济地理,2018(11):39-49.
- [3] 宋伟轩,涂唐奇,尹上岗,等.南京义务教育资源的社

会-空间可达性差异及效应研究[J].地理研究,2019(8):2008-2026.

- [4] HANLEY P F. Transportation Cost Changes with Statewide School District Consolidation[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2007(2):163-179.
- [5] MACDONALD J. The Process and Impact of School Closures in Four Rural Nova Scotia Communities, Rural Communities Impacting Policy, 2003[R/OL].
- [6] KEARNS R A, LEWIS N, MCCREANOR T, et al. The Status Quo is not an Option: Community Impacts of School Closure in South Taranaki, New Zealand[J]. Journal of Rural Studies, 2009(1):131-140.
- [7] LEHMAN D. Bringing the School to the Children: Shortening the Path to EFA[J]. 2003.
- [8] 洪娅岚.基于GIS的铜陵市中小学分布及影响因素研究[J].科技创新与生产力,2018(12):39-43.
- [9] 邹桃红,谢瑾,刘家福,陈鹏.基于GIS的内江市初中教育资源空间布局分析[J].测绘与空间地理信息,2022(6):8-12,18.
- [10] 梁爽,姜文宁.高等教育资源空间结构变迁及其创新效应——基于我国三大城市群[J].中国高教研究,2021(8):78-85.
- [11] 于璇.我国高中阶段教育资源配置的地区差异、动态演进与趋势预测[J].教育与经济,2021(3):59-69.
- [12] 黄文全.教育供给侧改革背景下商丘市城乡初中体育教育资源配置研究[D].广西师范大学,2020.
- [13] 费彦,王世福.城市居住区教育配套设施的建设标准研究——以广州为例[J].华中科技大学学报(城市科学版),2008(1):88-91.
- [14] 颜佳华,高超.长株潭城市群高等教育资源共享机制研究[J].城市学刊,2020(2):56-62.
- [15] 刘明理.长株潭基础教育均衡发展现状、成因及其对策研究[J].当代教育理论与实践,2013(5):1-4.
- [16] 王又花,盛正发.长株潭城市群高等教育资源差异分析及对策研究[J].当代教育论坛(综合研究),2011(6):95-97.
- [17] 卢召艳,黎红梅,魏晓,等.城市群核心区科技创新潜力评价及影响因素——以长株潭城市群核心区为例[J].经济地理,2022(4):141-149.
- [18] 刘庆芳,宋金平.西藏自治区县域基础教育设施空间分布格局及其影响因素[J].干旱区资源与环境,2022(7):84-92.
- [19] 杨雅钧,许燕婷,陈兰,等.基于GIS的福州市就医资源空间分布及其可达性度量[J].亚热带资源与环境学报,2018(3):88-94.
- [20] 颜金珊,祝薇,王保盛,等.转型中工业城市的公园绿地社会公平性研究——以东莞市东城街道为例[J].

生态学报,2021(22):8921-8930.  
[21] 翟石艳,何新新,孔云峰,等.基于最优供需分配的公

共设施空间可达性分析[J].地理学报,2022(4):  
1028-1038.

## Analysis and Optimization of the Spatial Distribution of Urban Primary and Secondary Education Resources in Xiangtan City

CHEN Chunping<sup>a</sup>, XIE Penghuan<sup>a</sup>, LI Chaokui<sup>b</sup>, PAN Lili<sup>c</sup>

(a. School of Education; b. Hunan Provincial Key Laboratory of Surveying, Mapping and Remote Sensing Information Engineering;  
c. School of Earth Science and Spatial Information Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

**Abstract:** It is of great significance to optimize the spatial layout of education resources to realize the visualization of urban education resources based on GIS technology and explore whether the existing school service capacity is consistent with the needs of residents. Taking the teaching resources of primary and secondary schools in the urban area of Xiangtan City as the research object, the network analysis method is used to build a service area with schools as the origin, analyze the accessibility of existing school space, and optimize the spatial layout of existing school resources through weighted superposition analysis and quantitative factor selection. The research conclusions are as follows: (1) The per capita land area of primary and secondary school students in the study area is lower than the current standard in China; (2) The education resources of primary and secondary schools in Xiangtan downtown are higher than those in other areas; (3) The pedestrian accessibility from residential areas to primary and secondary schools in the study area is poor. The overall service area of primary schools is less than 1/10 of the study area, and the overall service area of secondary schools accounts for 30.72% of the total area of the study area; (4) Based on the evaluation results of indicators, some reference suggestions are provided to select reasonable areas where schools can be built, that is, two middle schools and three primary schools will be built in Yuhu District; one middle school and two primary schools will be built in Yuetang District. The research results provide theoretical guidance for the layout planning of educational resources in the primary and secondary school districts of Xiangtan City, as well as a reference for the location of new schools.

**Keywords:** Xiangtan City; education resources; accessibility; spatial layout; analysis and optimization

(责任校对 王小飞)