

教育公共服务设施可达性评价与规划 ——以江苏省仪征市高级中学为例

韩艳红^{1,2}, 陆玉麒¹

(1.南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210046; 2.南京晓庄学院地理系, 江苏 南京 211171)

摘要:学校是公共服务设施的重要组成部分,其空间分布以及可达性的优劣,直接影响到受教育者接受教育的机会和方便程度。把可达性的概念引入到教育公共设施的规划中,利用 Mapinfo 公司的控件 MapX 和 Borland 公司的可视化编程语言 Delphi,开发了基于时间最短的路径选择信息系统,生成了学校可达性的等时线图和学校服务范围图,通过该系统可直观地看到区域内任何一点到达学校所花费的最短时间以及通过的路径。以江苏省仪征市的高级中学为例,运用该系统对高级中学的可达性进行了评价,并提出了其规划方案。

关键词:教育公共服务设施;可达性;高级中学;地理信息系统;仪征市

中图分类号: G638.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2012)07-0822-06

可达性,简单地说,指从一个地方到另一个地方的容易程度^[1]。1959年 Hansen 首次提出了可达性的概念,将其定义为交通网络中各节点相互作用的机会大小^[2]。近年来,越来越多的学者把可达性的概念引入到公共服务设施的选址规划当中,国外学者对可达性的研究主要集中在公共服务设施的选址和服务情况等方面^[3-6],国内学者如林康等对可达性的研究则主要集中在公共服务设施规划等方面^[7-15]。

城市给居民提供了各种各样资源,资源空间分布的情况以及不同程度的利用这些资源会影响到不同收入阶层的福利^[16]。所以,把可达性理论运用到公共服务设施中来,研究居民对这些产品的需求状况以及产品的服务状况有较强的现实意义。学校这类公共资源的规划一般要考虑两个方面的要求,一方面要尽可能靠近需求点,减少交通出行,另一方面要尽可能利用现有设施,减少新建设施的数量以降低费用,在满足这些条件的同时来研究可达性^[17]。

由于小学和初中义务教育属于基础教育范畴,因而小学和初中的数量庞大,而一个城市的高级中学数量比小学和初中少很多。本文通过采用

地理信息系统技术,以需求点到达学校的最短时间作为可达性的评价指标来对仪征市高级中学的可达性进行评价,在此基础上提出仪征市高级中学未来的规划设想。

1 研究区域概况

仪征市位于江苏省中西部,长江三角洲顶端,119°02'~119°22'E, 32°14'~32°36'N,南濒长江,东邻邗江区,西接六合县,北与高邮市及安徽天长市接壤,全市东西宽 30 km,南北长 39 km,总面积 902 km²(其中长江水域面积 21.4 km²)。

仪征市域内现有高级中学 7 所,其中普通高中有 6 所,分别为仪征市中学、仪征市第二中学、南师大第二附属中学、精诚高级中学、仪征市陈集中学和仪征市朴席中学;职业高中有 1 所,为仪征市工业学校(图 1)。

2 可达性信息系统构建

基于现有的交通网络,本文假定区域中的任何一个需求点都选择到花费时间最短的学校上学,虽然现在高级中学普遍实行寄宿制教育,对空间距离的要求减小,但受教育者不管是否寄宿,选

收稿日期: 2011-10-19; 修订日期: 2012-02-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(40071037、40771075) 资助。

作者简介: 韩艳红(1979-),女,湖南益阳人,博士,讲师,主要从事区域发展与区域规划研究。E-mail: hyh0808nj@163.com

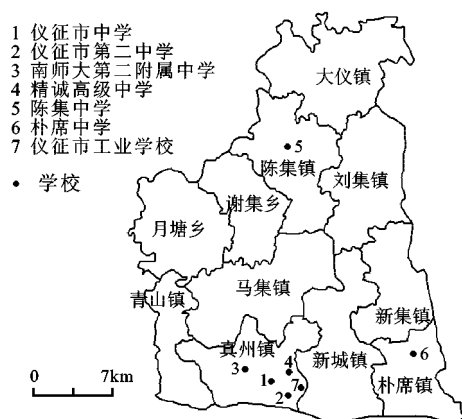


图1 仪征市高级中学分布

Fig.1 Distribution of senior high schools in Yizheng City

择花费时间最短的学校上学能降低上学的交通成本,减轻家庭负担,这对于农民家庭更加重要,因此,考虑学校的可达性具有一定的意义^[18]。

当然除距离外,现实中教育公共服务设施还受到多方面因素的影响,例如在重点高中、普通高中和职高3类学校当中,家长往往为子女选择名校就读,对职高普遍存在一些偏见,这些都削弱了教育公共服务设施的就近原则。本文利用演绎法,排除其他要素的干扰,只考虑距离的作用来分析高级中学的可达性。

2.1 可达性评价指标

可达性评价指标如下:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^d T_{ij}}{d}$$

式中 j 为区域中的点, T_{ij} 为区域中的节点 i 通过交通网络中通行时间最短的路线到达 j 的通行时间, d 为点的个数, A_i 为节点 i 的可达性。

2.2 格网的划分和速度的确定

在本文构建的系统中,将整个仪征市划分为若干个网格,网格大小定义为 $30\text{ m} \times 30\text{ m}$,每一个网格的面积是 900 m^2 ,整个区域共划分了大约100万个网格,据此可以统计出仪征市145个行政村和11个乡镇包含的网格数。面积大约为 900 m^2 的一个网格对于仪征市 901 km^2 来说,是非常小的,在它的内部可达性几乎是没有什么差别的,因此,这个网格可以看作是区域中一个可达性均质的点。

按照《中华人民共和国行业标准——公路路线设计规范》,本文确定了各级公路的行驶速度,在网格中只作出了国道、一级公路、二级公路和三级公路,其速度分别为 80 km/h 、 80 km/h 、 60 km/h 、

40 km/h ,同时按照设计时速和实际运行速度对连接阻隔分区的通道设定速度(40 km/h 、 60 km/h 、 80 km/h)。而事实上,区域中陆地上没有等级公路通过的地区仍然可以通过其他支路到达,因此,本文给出没有等级公路经过的网格一个默认速度,为 15 km/h ,如果一个网格中没有等级公路通过,那么它的速度即为默认值,如果网格中出现了多条路线经过,那么它的速度取其中的最大值,这样,区域中的所有网格都被赋予了一个速度值。

2.3 可达性算法

把区域划分为若干个正方形网格,每个网格记作 $P(m,n)$ (m 为行号, n 为列号),网格的速度记作 $V(m,n)$,网格的边长记作 L 。从区域中的节点 i 所在的网格 $P(m,n)$ 开始寻找其到区域中的任何一个网格通行时间最少的路径,首先根据每个网格的速度计算网格 $P(m,n)$ 到相邻八个网格 $P(m-1,n)$ 、 $P(m-1,n-1)$ 、 $P(m-1,n+1)$ 、 $P(m,n-1)$ 、 $P(m,n+1)$ 、 $P(m+1,n)$ 、 $P(m+1,n-1)$ 、 $P(m+1,n+1)$ 的时间,分别为:

$$\begin{aligned} T(m-1,n) &= \frac{L}{2V(m,n)} + \frac{L}{2V(m-1,n)} \\ T(m-1,n-1) &= \frac{\sqrt{2}L}{2V(m,n)} + \frac{\sqrt{2}L}{2V(m-1,n-1)} \\ T(m-1,n+1) &= \frac{\sqrt{2}L}{2V(m,n)} + \frac{\sqrt{2}L}{2V(m-1,n+1)} \\ T(m+1,n+1) &= \frac{\sqrt{2}L}{2V(m,n)} + \frac{\sqrt{2}L}{2V(m+1,n+1)} \\ T(m,n-1) &= \frac{L}{2V(m,n)} + \frac{L}{2V(m,n-1)} \\ T(m,n+1) &= \frac{L}{2V(m,n)} + \frac{L}{2V(m,n+1)} \\ T(m+1,n) &= \frac{L}{2V(m,n)} + \frac{L}{2V(m+1,n)} \\ T(m+1,n-1) &= \frac{\sqrt{2}L}{2V(m,n)} + \frac{\sqrt{2}L}{2V(m+1,n-1)} \end{aligned} \quad (1)$$

把这些网格的时间数据放入队列中,按由小到大的顺序排列,然后取出时间最短的网格,以这个网格为中心计算到与之相邻的8个网格的时间,并把计算的结果按由小到大的顺序再放入队列中,若某网格的时间数据已经存在于队列中,则取两者中最小值替换队列中相应网格的时间数据。依此类推,便可以得到区域 i 中的任一点 j 到达学校所花费的最短时间以及经过的路径,同时还可以知道区域中的任何一点到达哪所学校花费的时间最少,也就是处在哪所学校的服务范围中。

基于上述算法,采用 Mapinfo 公司的控件 MapX 和 Borland 公司的可视化编程工具 Delphi,开发了基于时间最短的区域可达性计算与分析信息系统,为了更加直观的表达节点的可达性生成了节点可达性的分值扩散图以及等时线图。

3 评价结果与分析

3.1 高级中学可达性的评价

本文以 7 个高级中学为节点,利用可达性信息系统,从而生成高级中学的现状可达性的分值扩散图和等时线图(图 2),并且统计出不同可达性分值所占的累计频率(表 1)。在此基础上,通过对图表进行分析可以得出,高级中学的可达性都在 30 min 以内,其中,20 min 以内的占到 39.61%,25 min 以内的占到 92.31%,20~25 min 之间的高达 52.7%,超过了一半,可达性良好。

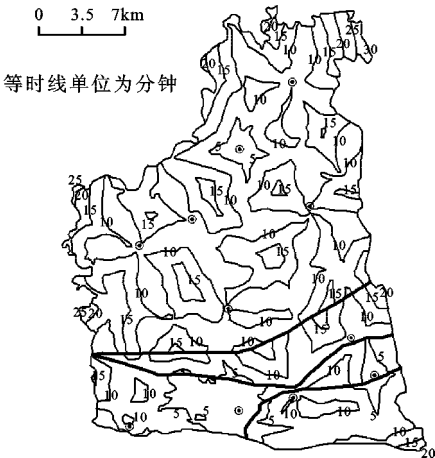


图 2 仪征市高级中学等时线
Fig. 2 Isograms of senior high schools in Yizheng City

表 1 仪征市高级中学的空间可达性分布频率

Table 1 Frequency of spacial accessibility for the senior high schools in Yizheng City

时间(min)	10	15	20	25	30
累计频率(%)	1.27	7.91	39.61	92.31	100
分布频率(%)	1.27	6.64	31.7	52.7	7.69

从图 2 中可以看出,高级中学可达性分布最好的地区是真州镇区、陈集镇区和朴席镇区周围,可达性在 10 min 之内,以这三个镇区为中心向外扩散,可达性逐渐减弱。可达性比较差的地方主要位于大仪北部的何巷、千棵、双涧,陈集北部的立

新,青山西部的长山村,朴席东部的双桥,新集东部的方桥等,这些地方的可达性在 20~30 min 之内。

3.2 高级中学服务范围的分析

按照教育设施就近规划的原则,区域中的任何一点都选择到花费时间最少的学校上学,按照高级中学服务范围的做法,把到达同一个学校的所有点划分到一个区域中,同时生成 MAPINFO 图(图 3),在图 3 中量出各个学校的服务范围的面积(表 2)。由表 2 中可以看出,除陈集中学和精诚高级中学实际服务人口比重低于其服务面积比重外,其余 5 所学校的实际服务人口比重都大于其服务面积比重,如南师大第二附属中学的服务面积比重 14.67%,排名第四,而其服务人口比重 19.73%,居第二。7 所学校当中,陈集中学服务面积比重高达 45.25%,人口比重为 31.32%,可见陈集中学对于仪征市教育的重要性。

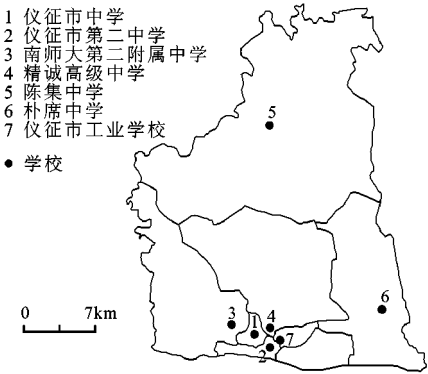


图 3 仪征市高级中学服务范围
Fig.3 Service coverage of senior high schools in Yizheng City

3.3 高级中学容量的分析

本文把仪征市 145 个行政村的现状人口切分到每一个 30 m×30 m 的网格中,并且统计出这七所学校服务范围中的人口数(表 3)。目前,仪征市高中共有 231 个班级,总服务人口为 599 922 人,因此,平均每千人拥有班级数是 0.39。在本文中,按照每千人拥有班级数 0.39 的标准来统计高中的理论服务人口数。

从表 3 可以看出,在这 7 所学校中,南师大二附中、精诚高级中学、陈集中学和朴席中学已经满足不了现有服务人口的需求,需要增加班级数,其中陈集中学和精诚高级中学分别需要增加 8、9 个班级,南师大二附中需要增加 15 个班级,而朴席中学需要增加的班级数最多为 28;而仪征市中学、仪

表2 仪征市高级中学服务范围与服务人口

Table 2 Service coverage and service people of senior high schools in Yizheng City

学校名称	服务面积 (km ²)	面积比重 (%)	实际服务 人口(人)	人口比重 (%)
仪征市中学	7.987	0.92	49011	4.84
仪征市第二中学	36.343	4.19	65665	7.61
南师大第二附属中学	127.38	14.67	108366	19.73
精诚高级中学	163.923	18.88	102206	18.70
仪征市工业学校	8.609	0.99	34909	2.49
仪征市陈集中学	392.92	45.25	127890	31.32
仪征市朴席中学	131.09	15.10	111875	15.31

征市第二中学和仪征市工业学校的容量还有富余,仪征市第二中学和仪征工业学校富余班级约15个,而仪征市中学富余班级高达28个。

4 规划设想

4.1 合并仪征市中学和仪征市第二中学

仪征市的7所高级中学中,分布于南部的有6所,其中仪征市中学、仪征市第二中学、南师大二附中、精诚高级中学、仪征工业学校这5所高级中学的分布呈集聚态势,分布在北部的仅有1所。北部的陈集中学服务面积比重与南部的六所高级中学服务面积比重之和大致相当,陈集中学的服务人口比重占全市将近1/3,南部6所高级中学服务人口比重之和才为其两倍,因此,从教育公平的角度考虑,可以将南部的6所高级中学进行适当合并,合并后的高级中学教学规模扩大了,教育资源整合了,师资力量更集中了,在规模效应推动下,教学质量也会有相应提高,具体合并则要建立在意征市高级中学容量的分析上。

从仪征市高级中学容量分析可知,仪征市中学富余班级28个,仪征市第二中学富余班级14个,在现状路网条件下,仪征市中学和仪征市第二

中学的服务人口分别为49 011人和65 665人,按照江苏省教育厅苏教督查[2003]7号文件要求:每1万人办一所小学,每3万人办一所初中,每10万人办一所高中,这两所学校不具备建立高级中学的标准,因此可考虑将两所学校合并为一所,从而增加其服务人口。

4.2 将陈集中学做大做强

高级中学的布局应当方便学生就学,降低上学的时间成本,提高学校的可达性。由于城区人口集中,城区的学校往往集聚分布,在城区上学一般较方便,而郊区人口分散,郊区的学校更要进行科学规划,确保郊区学生既不因上学难而辍学,也不因不得不选择寄宿而增加经济负担。仪征的城区在真州镇,7所高级中学当中,只有陈集中学远离城区,是仪征市目前唯一一所坐落于乡镇的高级中学,承担着仪征市北片30万农民子女高中阶段教育的重任,因此,为方便仪征北片学生就学,应当大力提高陈集中学的办学规模,提升其办学档次。

根据增长极理论,空间效应指某种设施的新建或扩建所产生的对周边地区影响效应的总和。我们认为,陈集的空间效应是最优的,因为真州镇的高级中学已较密集,在接近真州镇的地方再布局一所高级中学意义不大,而过于靠近市域边界的城镇如大仪镇,其所产生的影响效应中有相当一部分被区外共享,因此,其空间效应也不是最佳的。仪征北部的五个城镇距真州镇相对较远,故具有相对较高的空间效应优势,其中,陈集的区位条件最为突出。事实上,在谢集、大仪、刘集构成的等距直角三角形中,陈集基本上位于底边中点的位置上(图4)。这样的区位条件,决定其具有最为突出的空间效应优势。

从仪征市高级中学服务范围的分析我们可以得出陈集中学的服务面积为392.92 km²,面积比重

表3 仪征市高级中学容量分析

Table 3 Capability of senior high schools in Yizheng City

学校名称	现有班级数 (个)	实际服务人口 (人)	实际在校生人口(人)	理论服务人口 (人)	超载人口数量 (人)	需要增加班级数(个)
仪征市中学	48	49011	2449	123076	-74065	-28
仪征市第二中学	40	65665	2396	102564	-36899	-14
南师大二附中	27	108366	1086	69230	39135	15
精诚高级中学	30	102206	650	76923	25282	9
仪征工业学校	30	34909	5325	76923	-42014	-16
陈集中学	41	127890	2121	105128	22761	8
朴席中学	15	111875	829	38461	73413	28

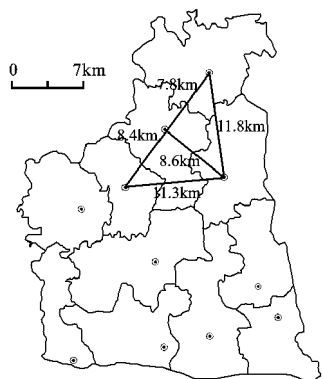


图4 仪征市北部城镇区位图解

Fig.4 Location graph decomposition of towns
in northern Yizheng city

达到45.25%，占将近半壁江山，实际服务人口为127 890人，人口比重为31.32%，也将近1/3，不管是从面积比重还是从实际服务人口比重来看，陈集中学在仪征市的地位都举足轻重。事实上，陈集已成为仪征北部的副中心，相应的，陈集中学的地位也应得到提高，因此，政府应重点扶持陈集中学，加大对其教育资源、教育设施等软硬件的投入，吸引市内优质生源，采用优惠政策引进优秀教师。目前扬州有3所四星级高级中学和7所三星级高级中学，仪征市7所高级中学中，只有仪征市第二中学属于三星级高级中学，陈集中学还不是星级学校，因此陈集中学还有很大的发展空间，要做大做强陈集中学，力争使其进入到三星级甚至四星级学校的行列。

4.3 适当加大对南师大二附中、精诚高级中学和朴席中学的投入

南师大二附中、精诚高级中学和朴席中学都接近仪征市第二中学，在优质学校的阴影下生存。而优质学校“一枝独秀”并不利于地方教育的发展，多元化学校的存在是实现多元化教育的前提条件，对于这3所学校，政府应从地域公平的角度扶持其发展。通过对南师大二附中、精诚高级中学和朴席中学服务人口的分析可以看到，这3所学校的规模在一定程度上满足不了现有服务人口的需求，应增加班级数，南师大二附中、精诚高级中学和朴席中学增加的班级数分别为15、9和28个。

4.4 缩小仪征工业学校的办学规模

仪征工业学校是一所职业高中，受“学而优则仕”、学历至上等传统观念的影响，长期以来，职业教育都不受重视，特别是近十几年来高校的扩招

带动了普高的招生，初中生上普高的热情空间高涨，而另一方面，全国范围的初中生数量逐年减少，这些都加剧了职业教育的生源贫血，使职业教育的生存受到了严峻的挑战。作为一所老牌职高，仪征工业学校具有较大潜力，应与扬州其他职高错位发展，充分发展自己的优势专业，撤销自己的弱势专业，办出自己的特色。从仪征市高级中学容量分析中，我们发现，仪征工业学校现有班级30个，富余班级16个，应根据自己的特点将办学规模缩小约一半。

5 结论与展望

1) 开发了基于时间最短的路径选择信息系统，通过该系统可以直观地看到区域内的任何一点到达高级中学所花费的最短时间以及通过的路径，非常形象，对可达性评价方法的研究是一种新的探索。

2) 构建了可达性信息系统，评价了仪征市高级中学的可达性，分析了仪征市高级中学的服务范围和容量，并对仪征市高级中学提出了合理规划。这一方法具有普遍的适应性，下一阶段，我们将把这一方法推广到其他城市，为决策者撤并或新增教育公共服务设施等提供理论依据。

3) 用定量的方法来探讨公共产品的空间布局优化，以公共服务设施中的高级中学为案例进行了论证，可以用该方法分析医院、公园、绿地等其他公共服务设施的空间布局，进一步加强城市公共服务设施规划的科学性和客观性。

参考文献:

- [1] Johnston R J. Dictionary of human geography [M]. Oxford: Basil Blackwell, 1994.
- [2] Hansen W G. How accessibility shapes land-use [J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25: 73-76.
- [3] Ritsema van Eck J R. Accessibility analysis and spatial competition effects in the context of GIS—supported service location planning [J]. Computers, Environment and Urban Systems, 1999, 23(2): 75-89.
- [4] Jong T de, Ritsema van Eck J R, Toppen F. GIS as a tool for locating service centers [J]. Utrecht: EGIS Foundation, 1991: 509-519.
- [5] Knox P L. The accessibility of primary care to urban patients: a geographical analysis [J]. Journal of the Royal College of General Practitioners, 1979, 29(200): 160-168.
- [6] Martin D, Williams H C W L. Market-area analysis and accessibility to primary health-care centres [J]. Environment and Planning A, 1992, 24(7): 1009-1019.

- [7] 林 康,陆玉麒,刘 俊,等.基于可达性角度的公共产品空间公平性的定量评价方法——以江苏省仪征市为例[J].地理研究,2009,28(1):215~225.
- [8] 俞孔坚,段铁武,李迪华,等.景观可达性作为衡量城市绿地系统功能指标的评价方法与案例[J].城市规划,1999,23(8):8~11.
- [9] 宋小冬,钮心毅.再论居民出行可达性的计算机辅助评价[J].城市规划汇刊,2000,127(3):18~22.
- [10] 姜海宁,谷人旭,陆玉麒,等.江苏省民用机场可达性及其服务能力评价[J].地理科学,2010,30(4):521~528.
- [11] 孟德友,陆玉麒.高速铁路对河南沿线城市可达性及经济联系的影响[J].地理科学,2011,31(5):537~543.
- [12] 靳 诚,陆玉麒,张 莉,等.基于路网结构的旅游景点可达性分析——以南京市区为例[J].地理研究,2009,28(1):246~258.
- [13] 宋正娜,陈 雯,车前进,等.基于改进潜能模型的就医空间可达性度量和缺医地区判断——以江苏省如东县为例[J].地理科学,2010,30(2):213~219.
- [14] 尹海伟,孔繁花,宗跃光.城市绿地可达性与公平性评价[J].生态学报,2008,28(7):3375~3383.
- [15] 卢晓旭,陆玉麒,尚正永,等.学校体系规模调整 and 空间演化特征的测度与分析——以南京市普通高级中学为例[J].地理科学,2011,31(12):1454~1460.
- [16] Breheny M J. The measurement of spatial opportunity in strategic planning[J]. *Regional Studies*, 1978, 12(4):463~479.
- [17] Leonardi G. A unifying framework for public facility location problem-part1: A critical overview and some unsolved problems [J]. *Environment and Planning A*, 1981, 13(8):1001-1028.
- [18] 庞丽娟.当前我国农村中小学布局调整的问题、原因与对策[J].教育发展研究,2006,(2):1~6.

Accessibility Assessment and Planning of Public Service Facilities for Education: A Case Study on Senior High Schools in Yizheng City

HAN Yan-hong^{1,2}, LU Yu-qi¹

(1. College of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210046, China;

2. Department of Geography, Nanjing Xiaozhuang College, Nanjing, Jiangsu 211171, China)

Abstract: School is one of the important elements in the public service facilities. Its spatial distribution and accessibility will affect the chance and convenience of students to go to school. The accessibility plays an important role in the planning location of schools. On the one hand, we can use it to adjust schools which exist already, on the other hand, we can use it to choose location for new schools. So the article takes the accessibility into account in schools planning. Using MapX and Delphi, the article develops information system, by which the route can be chosen based on the shortest time and the isograms and service converge maps of schools accessibility can be generated. By this way, the time and route of any point in region to go to school can be attained. Based on traffic network, this article evaluates the accessibility of senior high schools in Yizheng City. Some conclusions and suggestions are drawn as follows. The shortest time to go to school is less than 30 min. The most accessible regions are distributed mainly around Zhenzhou Town, Chenji Town and Puxi Town whose accessibilities are less than 10 min. Outward the three towns, the accessibility weakened gradually. The worst accessible regions are distributed in Hexiang Village, Qianke Village and Shuangjian Village of Dayi Town, Lixin Village of Chenji Town, Changshan Village of Qinshan Town, Shuangqiao Village of Puxi Town, Fangqiao Village of Xinji Town, whose accessibilities are between 20 min and 30 min. As for the capacity of senior high schools, the capacities of Nanjing Normal University Affiliated 2nd Senior High School, Jingcheng Senior High School, Chenji Senior High School and Puxi Senior High School have not met present students' demands, but Yizheng Senior High School, Yizheng 2nd Senior High School and Yizheng Industry Senior High School have a surplus capability. At last, the article proposes some planning assumptions, such as combining Yizheng Senior High School and Yizheng 2nd Senior High School, improving the conditions of Chenji Senior High School, increasing investment appropriately to Nanjing Normal University Affiliated 2nd Senior High School, Jingcheng Senior High School and Puxi Senior High School.

Key words: education of public service facilities; accessibility; senior high school; geography information system; Yizheng City