

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

卢晓旭¹, 陆玉麒², 尚正永², 钟业喜³, 周永博⁴

(1. 华东师范大学资源与环境科学学院, 上海 200062; 2. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210046;
3. 江西师范大学地理与环境学院, 江西 南昌 330022; 4. 苏州大学社会学院, 江苏 苏州 215123)

摘要: 基于分形理论和可达性理论, 运用学校规模测度技术和地理空间测度技术对南京市 2006 年和 2010 年普通高中学校规模和空间布局进行分析。具体方法包括运用 Hausdorff 维数测度学校规模位序, 运用关联维数测度学校空间分布的相关性, 运用集聚维数测度学校空间分布的集聚性, 运用时间可达性测度技术测度学校的可达性。测度结果显示: ① 2006~2010 年间, 南京市普通高中学校规模呈扩大趋势, 但体系规模总体均衡, 且 5 a 来规模差异有所缩小; ② 学校空间布局相关性高, 且 2006~2010 年间的布局调整使空间相关性呈现加强趋势; ③ 学校空间布局表现出集聚的特征, 且 2006~2010 年间的布局调整使主城区学校空间布局趋于均衡(分散), 而使郊区空间布局趋于集聚(集中); ④ 无论 5 a 来趋于分散的主城区学校布局还是趋于集中的郊区学校布局, 调整后区域内学校可达性都降低, 学生上学时间成本普遍增加。建议教育部门在“十二五”期间进一步采取措施, 一方面提高学校办学质量, 另一方面在让学生上学更加便捷的前提下实现学校空间布局的均衡, 以促进教育公平。

关键词: 学校体系; 规模调整; 空间演化; 南京; 普通高中; 分维

中图分类号: K901.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2011)12-1454-07

改革开放后, 中国的普通高中规模变化和布局调整经历了 3 个阶段, 稳定增长阶段(1990 年代中期前)、增招扩校阶段(1990 年代中期到 21 世纪初)和优化重组阶段(21 世纪初至今), 其中第 3 阶段的调整始于国务院 2001 年颁布《关于基础教育改革与发展的决定》^[1]。此后国内一些教育学者就中国学校规模和布局调整对教育发展产生的影响进行了分析^[2~6], 国外教育研究领域早期也有学校空间布局及学区调整方面研究^[7~8], 但国内外教育学领域的研究一般侧重于定性分析, 很少进行定量角度的实证研究, 也未能就教育的地理空间问题与地理学加强研究上的联系, 因而需要加强实证研究。国内一些地理学者则从定量的角度入手研究学校空间布局特征及其可达性特征, 旨在揭示一些学校布局的空间规律^[9~11], 而国外学者主要从学区、生源、可达性及 GIS 技术等方面对学校空间问题进行了研究^[12~14]。地理学领域在学校空间方面的研究偏重于地理空间演化的结果, 对学校规模变化、空间关联性、空间集聚性的演化过程和

状态少有关注, 带来的问题是对学校空间演化过程了解不够、演化规律把握不足, 因而需要对学校规模变化以及空间演化过程加以研究以指导学校空间布局的科学调整。

本文运用规模和空间测度技术定量研究了 2006 年和 2010 年南京市普通高中学生规模和布局调整的数据, 分析“十一五”期间南京市学校规模调整和空间演化的特征, 并从交通可达性的角度评价布局调整后的学校分布格局, 为“十二五”期间学校体系发展规划提供建议。

1 数据来源和研究方法

1.1 数据来源

本文数据来源于 2006 年和 2010 年南京市教育局教研室发布的南京在办的高中学校及其高三年级学生数据资料。因未收集到高一高二年级的学生数数据, 故用高三学生数作为抽样数据表示高中学校的规模。利用 ArcGIS 软件将 2006 年和 2010 年的学校位置分别点绘在已经配准的南京市

收稿日期: 2010-10-15; **修订日期:** 2011-06-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071084)资助、教育部人文社会科学研究项目(10YJA790154)资助。

作者简介: 卢晓旭(1970-), 男, 江苏邗江人, 博士, 讲师, 主要从事教育地理学研究。E-mail: xxlu@geo.ecnu.edu.cn

域底图上,作为学校体系空间演化特征分析的基础。

1.2 研究方法

1.2.1 学校规模分布的测度模型

位序-规模法则是从事物的规模和规模位序的关系来考察事物的规模分布^[15],本文尝试将其运用于学校规模体系的研究。将学校规模(以学生数表示)从大到小排序,用规模尺度 k 来度量规模大于 k 的学校数目 $N(k)$,改变规模尺度 k 时,区域内的学校数目 $N(k)$ 也会随之改变,当 k 由大变小时, $N(k)$ 不断增多。在某个标度范围内, $N(k)$ 与 k 满足关系^[16]:

$$N(k) \propto k^D \quad (1)$$

式中, D 是Hausdorff维数。

1949年乔治·金斯利·齐夫(George Kingsye Zipf)提出了一个通用的规模分布法则:

$$P(r) = \frac{P_1}{r^{\frac{1}{D}}} \quad (2)$$

式中, r 为学校按学生数排定的规模位序数, $P(r)$ 为各学校的学生规模, P_1 为学生数规模指标值,对其两边取对数,得:

$$\ln P(r) = \ln P_1 - \frac{1}{D} \ln r \quad (3)$$

当 $D < 1$ 时,学校体系规模差异程度较大,首位学校的垄断性较强;当 $D = 1$ 时,首位学校与最小学校的规模之比恰好为区域内整个学校体系的数目。当 $D > 1$ 时,学校规模比较均衡,中间位序的学校数目较多。

1.2.2 空间相关性的测度模型

近年来社会经济领域中大量的城镇体系研究已清楚地证明城镇体系的空间分布具有自相似性^[16-19]。学校体系和城镇体系只是尺度上有差异,它们有相同的点空间分布特性,也具有自相似性,模仿城市体系用分维的方法测度其空间分布和演化特征。

学校空间相关性是学校空间关系的基本内容之一,是指学校间因空间位置关系而表现出来的联系性特征,其概念基础是学校之间距离越近,相互联系程度越高。借鉴相关研究成果^[16],本文用关联维数来测度学校空间分布的相关性,其公式为:

$$C(t) = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N H(t - d_{ij}), i \neq j \quad (4)$$

$$H(t - d_{ij}) = \begin{cases} 1, & (d_{ij} \leq r) \\ 0, & (d_{ij} > r) \end{cases} \quad (5)$$

式中, t 为给定的距离标度, d_{ij} 为学校体系内第 i 个与第 j 所学校之间的直线距离, $C(t)$ 为符合距离标度的校校距离值个数, H 为Heaviside阶跃函数。学校体系空间分布标度不变性的特征有:

$$C(t) \propto t^M \quad (6)$$

运用的模型为:

$$\ln C(t) = M \ln t + c \quad (7)$$

式中, M 为关联维数, c 为常量。 M 的取值范围一般在 $0 \sim 2$ 之间,其值越小,说明学校体系空间分布的相关越紧密,空间相互作用越强;其值越大,说明学校体系空间分布的相关越弱。

1.2.3 空间集聚性的测度模型

引入集聚维数来描述学校空间分布向心性的特征。假定学校按某种自相似规则围绕区域中心呈凝聚态分布,且学校体系的分布态势向各个方向均匀变化,则可借助几何测度关系确定半径为 a 的圆周内学校数目 $N(a)$ 与半径的关系,即有^[16]

$$N(a) \propto a^V \quad (8)$$

式中 V 为集聚分维数。考虑到上式中 a 渐变取值对分维数值的影响较为复杂,可将其转化为平均半径,定义平均半径为:

$$R_s \equiv \left\langle \left(\frac{1}{s} \sum_{i=1}^s a_i^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right\rangle \quad (9)$$

式中, R_s 为平均半径, a_i 为第 i 所学校到区域中心的距离, s 为学校个数, $\langle \rangle$ 表示求平均值, V 为集聚分维数。平均半径 R_s 与学校到区域中心的距离 a 及分维值 V 的关系为:

$$R_s \propto a^{\frac{1}{D}} \quad (10)$$

具体模型为:

$$\ln R_s = \frac{1}{D} \ln a + c \quad (11)$$

V 维数以2为基准。 $V > 2$ 说明学校空间分布从中心向四周密度递增, V 值越大,学校空间分布的离散程度越大; $V = 2$ 说明学校分布在半径方向上是均匀变化的,学校呈均匀分布; $V < 2$ 说明学校的空间分布从中心向四周密度递减,学校体系空间分布呈集聚态分布, V 值越小,其空间分布的集聚程度越大。

1.2.4 学校交通可达性的测度方法

本文不考虑学生步行、骑车上学或住宿等情况,只依据不同等级道路上汽车行驶速度把学生居住点离学校的距离转换为利用汽车交通方式的上学行程时间,对区域范围内各地点到最近学校

的上学方便程度(可达性)进行度量,用车行时间(时间距离)表示。等级道路及车行速度采用《中华人民共和国公路工程技术标准(JTGB-2003)》规定的公路等级及其设计速度,高速公路 120 km/h、国道 80 km/h、省道和城市快速干道 60 km/h、县道和城市主干道 40 km/h,其他道路 20 km/h,对于没有等级道路的区域,系统给出了类似于步行的 6 km/h 的默认限制速度,一个均质网格内有不同等级道路时取高速度值。将全市范围内地域转化成 200 m×200 m 的栅格点,运用 ArcGIS 的可达性空间分析功能,计算各栅格点到达最近高中的时间距离^[20]。

2 南京市普通高中规模分布和空间演化分析

2.1 南京市普通高中规模分布特征及其变化

2006 年南京市共有普通高中 81 所,重建、合并、调整后,2010 年有普通高中 65 所,以实际获取的这些学校的高三学生数作为学校规模的抽样数据进行规模位序分析。2006 年的学校中高三学生数最多的为 1 013 人,其位序为 1,最少的为 24 人,其位序为 81,高三学生总数为 29 544 人。2010 年的学校中高三学生数最多的为 1 232 人,其位序为 1,最少的为 83 人,其位序为 65,高三学生数为

33 466 人。

依据上述模型,分别以 2006 年和 2010 年的 $\ln r$ 为横坐标, $\ln P(r)$ 为纵坐标做出散点图,进行线性回归拟合(图 1)。

据此可得出以下结论:①两个回归模型的判定系数 R^2 分别为 0.687 和 0.701 (>0.6),拟合效果较好,学校体系规模分布符合位序—规模分布特征;② D 值分别为 1.52 和 1.61,均大于 1,表明学校规模总体均衡,中间位序的学校较多;③ D 值从 1.52 上升到 1.61,说明 5 a 来规模差异在缩小;④ 常数项从 7.937 变化为 8.052,反映了学校总体规模在扩大。

2.2 南京市普通高中空间相关性特征及其变化

运用 ArcGIS 软件的空间距离测量功能,构建 2006 年和 2010 年的学校距离矩阵,分别为 81×81 和 65×65 的矩阵,校校距离值分别为 3 240 个和 2 080 个。以步长 $\Delta t=3$ km 来取距离标度 t ,距离在 t 内的学校之间的距离个数 $C(t)$ 随着 t 的变化而变化,这样就可以得到一系列点对 $[t, C(t)]$ 。2006 年校校距离 3 km 以内的值有 223 个,6 km 以内的有 560 个,上限值 120 km 以内的有 3 240 个,2010 年,校校距离 3 km 以内的值有 152 个,6 km 以内的有 375 个,120 km 以内的 2 080 个,将每年的 40 个 $[t, C(t)]$ 绘成双对数坐标图,并对图中散点进行回归拟合(图 2)。

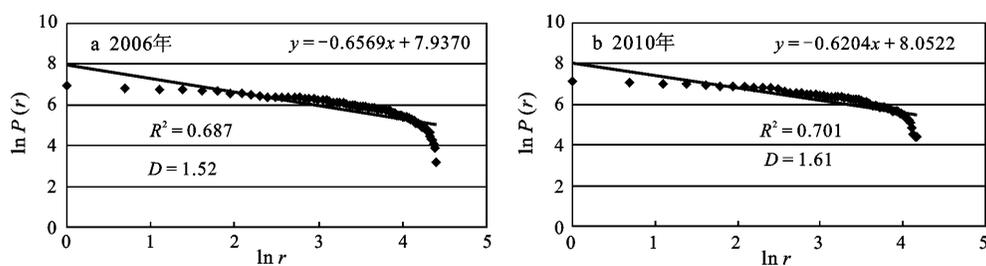


图 1 南京市 2006 年(a)、2010 年(b)普通高中高三学生规模分布双对数坐标
Fig. 1 Double logarithmic plot of the scale distribution of senior students in the ordinary high schools of Nanjing in 2006 (a) and 2010 (b)

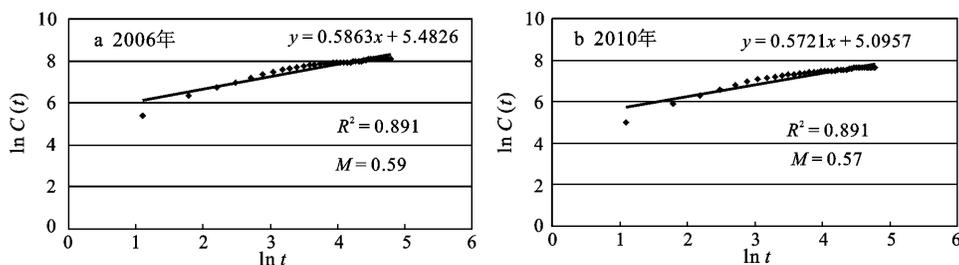


图 2 南京市 2006 年(a)、2010 年(b)普通高中空间相关性特征双对数坐标
Fig. 2 Double logarithmic plot of spatial correlativity features of ordinary high school in Nanjing in 2006 (a) and 2010 (b)

据此可得出以下结论: ① 2006年和2010年回归方程的 R^2 都等于0.891, 拟合优度较高; ② 2006年和2010年的 M 值都偏小, 说明学校空间分布的相关较为紧密, 空间相互作用较强; ③ 2010年的 M 值小于2006年的 M 值, 说明5 a来学校布局调整使学校间的空间联系呈现加强的趋势。

2.3 南京市普通高中空间集聚性特征及其变化

以新街口为南京市域的中心, 按各学校到新街口的距离进行排序(s), 计算平均距离(R_s)。2006年的学校中, 距离新街口最近的学校的特征值为: 排序值 $s=1$, $a=0.660$ km, $R_s=0.660$ km, 距离新街口第二近的学校, $s=2$, $a=0.669$ km, 两校距离新街口的平均距离为 $R_s=0.664$ km, 最远的学校, $s=81$, $a=80.091$ km, 81所学校距离新街口的平均距离 $R_s=27.090$ km。2010年学校中, 距离新街口最近的学校的特征值为: 排序值 $s=1$, $a=0.660$ km, $R_s=0.660$ km, 距离新街口第二近的学校, $s=2$, $a=0.795$ km, $R_s=0.730$ km, 最远的学校 $s=65$, $r=79.859$ km, $R_s=27.390$ km。将点(s, R_s)绘成双对数坐标图(图3)。

由于计算空间集聚维数应考虑标度区范围^[21]。根据图3的散点分布, 可以看出2006年和2010年均有两个标度区域, 经分析, 它们的分界点约在5 km处, 即距新街口平均距离(R_s)为5 km的位置上(其 $\ln R_s$ 略大于1, $\ln s$ 大约在3.15~3.35之间), 此位置正是中心主城区与外围郊区的分界位置。分别对两个年份的两个标度区内的点对进行回归拟合, 得到表1。

据此可得出以下结论: ① R^2 值均大于0.90, 回归方程拟合优度极高。② D 值均小于2, 说明学校的空间分布有自中心向四周密度递减的规律, 表

现出集聚的特征。这种集聚的特征是由中心主城区和外围郊区人口分布的特征决定的。③ 从2006年和2010年 D 值来看, 中心主城区均高于外围郊区, 说明中心主城区的集聚态势相对于外围郊区又显得均衡, 外围郊区学校集聚程度很大。④ 在中心主城区, 2006~2010年间, D 值变大, 说明学校集聚程度在降低, 有分布趋于均衡(即分散)的趋向, 而在外围郊区, 值变小, 学校集聚程度增加, 有分布趋于不均衡(进一步集中)的趋向。这是由于郊区、郊县原来呈分散分布态势的不少学校都撤并了, 2010年存在的学校多分布在行政中心附近和少数集镇, 江宁区的这一现象最为显著。

2.4 南京市普通高中交通可达性特征及其变化

2006~2010年南京市的普通高中学校布局发生了变化, 呈现空间联系加强和中心主城区学校分散, 外围郊区学校集聚的趋势。从定量的角度看, 运用区内可达性可以评价这种布局调整的度量变化^[20]。

对于学生上学来说, 其实绝对距离并不重要, 重要的是上学所花费的时间, 因此用上学时间来度量到达学校的方便程度更加合理。分别生成2006年和2010年的时间距离分布图(图4), 并计算各行政区范围内地点到达最近学校的平均可达性时间(表2)。

可达性分析发现, 南京6个城区到达最近高中的车行时间均在10 min以内, 其中鼓楼区内地到达学校的平均时间不到4 min, 而郊区和郊县较高, 其中六合区、浦口区、溧水县、高淳县、江宁区、栖霞区基本都在20 min左右。2010年较之以2006年, 随着学校布局的调整, 全市各地到学校的平均

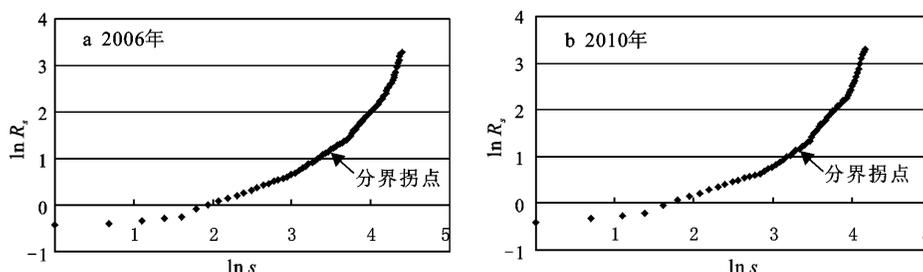


图3 南京市2006年(a)、2010年(b)普通高中空间集聚性特征双对数坐标

Fig. 3 Double logarithmic plot of spatial clustering features of ordinary high school in Nanjing in 2006 (a) and 2010(b)

表1 两个标度区内双对数坐标点拟合数据

Table 1 Fitting data of double logarithmic coordinate point of two dimensions

	2006年		2010年	
第一标度区(中心主城区)	$y=0.581x-1.068$	$R^2=0.963$ $D=1.72$	$y=0.552x-0.890$	$R^2=0.972$ $D=1.81$
第二标度区(外围郊区)	$y=2.093x-6.258$	$R^2=0.954$ $D=0.48$	$y=2.252x-6.427$	$R^2=0.958$ $D=0.44$

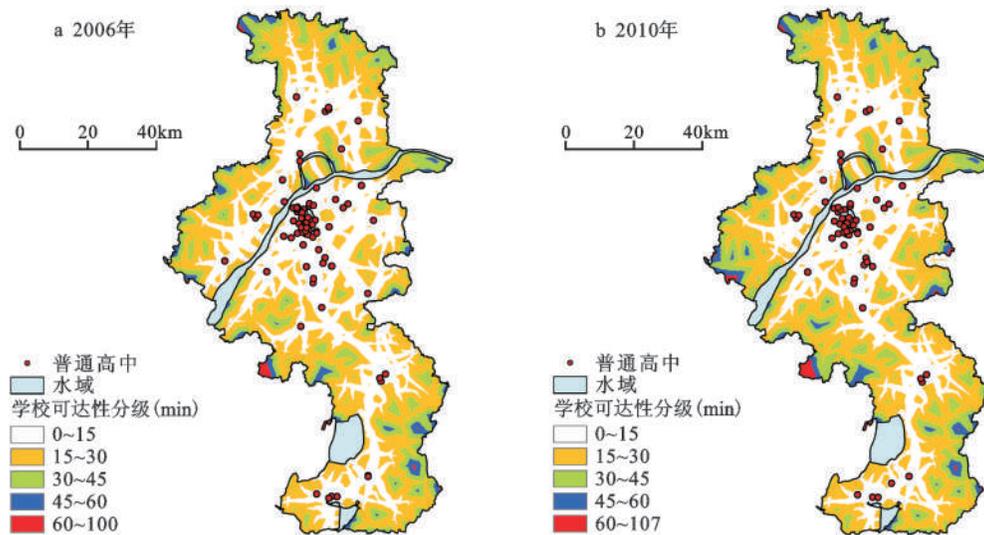


图4 南京市2006年、2010年各栅格点到达最近高中的时间距离分布

Fig. 4 Distribution of time distance from each grid point to the nearest high school of Nanjing in 2006 and 2010

表2 各地到达最近高中的平均时间及其变化

Table 2 The average time and changes of each place to the nearest high school

行政区域	类型	2006年 (min)	2010年 (min)	时间变化 (min)	行政区域	类型	2006年 (min)	2010年 (min)	时间变化 (min)
1	雨花台区 郊区	10.9518	11.5880	+0.6362	8	鼓楼区 城区	3.4465	3.6021	+0.1556
2	浦口区 郊区	20.2777	23.5126	+3.2349	9	玄武区 城区	9.1208	9.7289	+0.6081
3	栖霞区 郊区	18.5336	18.6805	+0.1469	10	白下区 城区	4.9361	5.5463	+0.6102
4	江宁区 郊区	18.9531	23.1008	+4.1477	11	建邺区 城区	8.9988	9.7238	+0.725
5	六合区 郊区	21.1260	21.1994	+0.0734	12	秦淮区 城区	6.1457	7.5184	+1.3727
6	溧水县 郊县	20.7809	20.9959	+0.215	13	下关区 城区	5.2188	5.2358	+0.017
7	高淳县 郊县	21.1793	21.5355	+0.3562		全市	19.5583	21.1568	+1.5985

便利程度都降低,表现为车行时间平均增加了1.6 min,其中江宁区、浦口区增加最多,分别为4.15 min和3.23 min,学生就学的方便程度降低。生源密集的中心主城区因学校布局趋于分散而使到达学校的时间成本增加,外围郊区因学校趋于集中也使生源分散的郊区学生上学的时间成本增加。但相对于全市平均增加的时间来说,大多数区县增加的时间小于1.6 min,说明大多数区县学校空间布局趋于不均衡的演进程度低于全市平均水平,而少部分区县则快速演进和明显趋向于失衡。事实上,这些快慢趋向都应引起注意和重视。

3 结论与讨论

3.1 主要结论

“十一五”期间,南京市普通高中总体规模在扩大,但规模差异在缩小,趋于均衡。学校空间联系较为紧密,空间相互作用较强,学校布局调整使

其空间联系呈现加强的趋势。学校空间分布有自中心向四周密度递减的特征,表现出集聚的特征;中心主城区学校布局的集聚态势相对于外围郊区要显得均衡(即布局相对分散);学校布局调整使中心主城区学校集聚程度降低,布局趋于更加均衡,而使外围郊区学校集聚程度增加,布局趋于不均衡(进一步集中);布局调整导致学校交通可达性降低,学生上学时间成本增加。

3.2 讨论和建议

3.2.1 控制学校规模增长

5 a来南京市普通高中学校数量减少、总体规模增大、规模差异缩小。年级学生数超过1 000人的学校属于超级学校,它们的出现间接地使得原先各有特色的中小型学校消失,而这些“超校”的教育质量并没因规模效应得到很大提高。据调查,全国范围内的大多数“超校”都面临教师资源不足的压力,紧急招聘、编外、超负荷工作使学校

教育质量受到影响,侵害了学生应该享有的教育权利。培育人才的学校并非定制合格学生的工厂,“超校”那种规模化经营的工厂式环境不利于人才的培养。教育发展的目的是培养人才,教育质量的提高与学校规模调整并没有直接关系。建议教育部门控制学校办学规模,并保持适度的规模差异,以满足多元化的教育需求。

3.2.2 提高学校可达性水平

教育属于公共服务的范畴,在政府追求公共服务均等化的今天,在公共服务设施布局追求均衡、便利的背景下,普通高中的布局反而出现了相反的态势,学生上学的时间成本普遍增加,而由此获得的所谓规模效应又若有若无,背后的利益追逐却若隐若现,不能不让人对近年来声势浩大的学校规模调整和布局优化产生怀疑。中小学布局调整要保证方便学生就学,无论是扩大学校规模,还是优化教育资源配置,其基本前提是方便学生就学^[22]。南京市高中学生上学的时间成本普遍增加,尤其是撤并使一些郊区的学校可达性显著降低,有违方便学生就学的原则,因此“十二五”期间学校布局调整应停止盲目撤并,合理增加学校布点,并将教育发展的重点工作由学校规模和布局调整转移到内涵式发展和提高教育质量的具体措施上来。

3.2.3 引导薄弱学校发展

近年来出现的激烈的生源市场竞争使得优质高中无限扩张,学校发展出现“马太效应”,那些原本并不薄弱的学校在竞争中生源逐年萎缩,逐渐成为薄弱学校面临撤并。教育的成败本身就有政策的因素,政府可以利用生源市场的竞争让薄弱学校消失,但也可以从地域公平的角度扶持其发展。建议南京市的教育部门统筹安排,从公共服务均等化的角度考虑,应当引导和阻止学校生源的恶性竞争。在中国目前教育资源很紧张的情况下进行宏观调控和优化配置,考虑学校的定位和特色,引导薄弱学校的改革和发展。

3.2.4 继续推进教育公平

中国政府当前正大力推进教育均衡发展,实现教育公平,但目前重点在义务教育阶段,普通高中的发展不均衡状况暂时难以改变。不过,作为政府提供的公共服务,高中教育服务的均衡也应该是客观的要求。包括南京在内的各地教育部门可以先从高中学校布局上实现区域均衡,再实现

优质学校、特色学校服务区的均衡覆盖,最后从教育质量的全面提升上谋求更高层次的教育均衡,实现教育公平。学校布局均衡并不代表学校均匀布局,这需从地理学的视角进行教育研究,以科学地提出学校空间布局的规划,进而在推进教育公平的理念下实现高中教育的科学发展。

参考文献:

- [1] 陈仁麟.教育规模与学校布局调整[J].基础教育参考,2003,(10):29~30.
- [2] 容中逵.当前我国乡村学校布局调整问题研究[J].中国教育刊,2009,(8):16~18.
- [3] 王嘉毅,吕晓娟.教育公平视野中的农村学校布局调整[J].甘肃社会科学,2007,(6):85~88.
- [4] 刘欣.农村中小学布局调整与寄宿制学校建设[J].教育与经济,2006,(1):30~32.
- [5] 杜育红.学校布局结构调整的战略意义[J].人民教育,2005,(2):10~11.
- [6] 杨兆山,杨清溪,朱雪研.加拿大大学校布局调整研究及其启示——基于萨斯喀彻温省的个案分析[J].外国教育研究,2007,34(12):20~24.
- [7] Christian, Charles M. The prejudicial use of space: school assignment strategies in the United States[J]. Journal of Geography, 1971,70(2):105-109.
- [8] Michael A Jenkins, John W Shepherd. Decentralizing high school administration in Detroit: an evaluation of alternative strategies of political control[J]. Economic Geography, 1972, 48(1):95-106.
- [9] 孔云峰,李小建,张雪峰.农村中小学布局调整之空间可达性分析——以河南省巩义市初级中学为例[J].遥感学报,2008,12(5):800~808.
- [10] 卢晓旭,陆玉麒,袁宗金,等.基于可达性的城市普通高中生源区研究[J].地理科学进展,2010,29(12):1541~1547.
- [11] 吉云松.地理信息系统技术在中小学布局调整中的作用[J].地理空间信息,2006,4(6):62~64.
- [12] Ghosh Soma. Strategic interaction among public school districts: evidence on spatial interdependence in school inputs[J]. Economics of Education Review, 2010,29(3):440~450.
- [13] St Louis Missouri. The role of GIS in the school redistricting process: a case study of riverview gardens school district[J]. Applied Geography,1998,21(1):155-160.
- [14] Hoffmann Phillip. School district reorganization in upstate New York: case studies from Homer and Truxton[M]. New York: Syracuse University,1977.
- [15] 许学强,周一星,宁越敏.城市地理学[M].北京:高等教育出版社,1997:106.
- [16] 刘继生,陈彦光,余斌.区位选择与人文地理系统的分形优化[J].地理科学,1998,18(4):328~334.
- [17] 尚正永,张小林.长江三角洲都市连绵区城市体系的分形特征[J].长江流域资源与环境,2009,18(11):997~1002.

- [18] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社, 2002:392.
- [19] 张 斌.系统医学理论导论[N/OL].<http://bbs.pharmnet.com.cn/thread-233490-1-1.html>. 2008-07-11.
- [20] 卢晓旭,陆玉麒,靳 诚,等.江苏湿地资源旅游开发适宜性评价[J].自然资源学报,2011,26(2):278~290.
- [21] 郭建科,韩增林,许 妍.基于集聚分形的大连城市交通网络演变研究[J].交通运输系统工程与信息,2007,7(5):121~126.
- [22] 石人炳.国外关于学校布局调整的研究及启示[J].比较教育研究,2004,(12):35~39.

Measurement and Analysis of Scale Adjustment of School System and Features of Spatial Evolution: A Case Study of Ordinary Senior High Schools in Nanjing, China

LU Xiao-xu¹, LU Yu-qi², SHANG Zheng-yong², ZHONG Ye-xi³, ZHOU Yong-bo⁴

(1. *College of Resources and Environmental Science, East China Normal University, Shanghai, 200062, China;*

2. *School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing, Jiangsu 210046, China;*

3. *School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang, Jiangxi 330022, China;*

4. *School of Society, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123, China)*

Abstract: By making use of the measurement technologies of the scale and geographic space, the analysis on the scale of ordinary senior high schools in Nanjing in 2006 and 2010, which , on the basis of the fractal theory and the accessibility theory, covers the measurement of the scale sequence of school by Hausdorff dimension, the measurement of the correlation of spatial distribution of school by correlation dimension, the measurement of the concentration of spatial distribution of school by cluster dimension, and the measurement of the accessibility of school by the time accessibility technology. It reveals that: 1) in 2006 - 2010, the scale of ordinary senior high schools in Nanjing shows an enlarging trend, but the scale of school system maintains equilibrium in general with the narrowing scale difference among schools; 2) the spatial distribution of schools has a high correlation, and the adjustment of the distribution of schools enhances the spatial correlation of the schools; 3) the spatial distribution of the schools is featured with agglomeration effect, and the adjustment of distribution in 2006 - 2010 leads to the equilibrium (decentralized) trend of the spatial distribution in central city region and agglomeration (concentrated) trend of the spatial distribution in outer suburb; and 4) both in the decentralized school layout in central city region and the concentrated school layout in outer suburb during 5 years, the accessibility to the schools reduces, and the time and cost to the schools generally increase after adjustment. Accordingly, in order to promote the equal access to education, the paper proposes that the Department of Education of China should take further measures during the Twelfth Five-Year Plan (2011 - 2015), to improve the quality of schools, and make an equilibrium spatial layout of the schools on the premise of more convenience for students, including controlling the unordered growth in school scale, reasonably arranging the school layout so as to improve the accessibility to the schools in various regions, stopping the weak development of schools caused by vicious competition among schools, and taking more measures to promote the equal access to education.

Key words: school; adjustment of scale; spatial evolution; Nanjing; ordinary senior high school; fractal dimension