

北京市健身俱乐部多尺度空间格局

李仁杰^{1,2}, 郭风华³, 张军海^{1,2}, 傅学庆^{1,2}, 贺媛媛¹

(1. 河北师范大学资源与环境科学学院, 石家庄 050016; 2. 河北省环境演变与生态建设实验室, 石家庄 0500163;
3. 河北省地理科学研究所, 石家庄 050011)

摘 要: 城市健身俱乐部是现代城市游憩空间中的新事物。利用点格局识别和探索性数据分析方法, 借助 GIS 和地统计分析等软件, 分析北京市健身俱乐部空间格局特征。最邻近距离系数和样方分析表明, 健身俱乐部在全局尺度上存在明显空间聚集, 但在行政区和交通线路分割的单元中, 则表现出聚集、随机和离散分布的不同空间格局。1~5km 共 5 个尺度格网单元统计分析进一步验证了健身俱乐部空间格局具有显著尺度效应。样本密度、最邻近距离系数、Moran's I 系数分析发现, 样本密度和最邻近距离系数均呈现明显的空间分异和空间自相关, 其中 2km、3km 尺度反映的微观形态特征最为显著。证明全局尺度并非分析健身俱乐部空间格局的唯一和最好尺度, 部分微观单元上空间格局将更明显, 格局特征也可能会与全局尺度相反。因此多类型、多尺度统计单元能够更全面地反映点要素分布的规律。多尺度空间格局研究, 为准确描述城市游憩空间中的点要素空间格局特征, 提供了新的研究思路 and 具体实证。

关 键 词: 健身俱乐部; 空间格局; 尺度; 游憩空间; 北京

闲暇时间的游憩活动成为城市居民关注的焦点, 而游憩空间研究也成为地理学和经济学家研究的热点。加拿大 Stephen L. J. Smith^[1]构建了游憩地理学的理论, 认为游憩地理学关注景观游憩现象模式与过程的综合研究。前苏联地理学家 Preobrazensky 和 Krivosheyev 注意到了环绕城市周边的游憩地带^[2]; Weaver^[3]也发现了城市居民出游的类似环城游憩带同心圈层结构; 吴必虎^[4]则提出了环城游憩带(ReBAM, Recreational Belt Around Metropolis)理论; Stansfield 和 Rickert^[5]提出游憩商业区(RBD, Recreation Business District)的概念, RBD 是游憩空间与城市其它要素镶嵌融合的典型代表, 尤其与商业设施和商业活动有高度的共生性^[6]; 已有研究表明, 城市游憩空间在宏观尺度上表现出单核、多核、带状、网络、星系和综合等多种模式^[7-8]。国内外游憩空间结构与格局研究多集中在宏观、描述性研究, 定量化结论很少, 多尺度微观格局研究更少。

城市游憩空间中的健身俱乐部属城市服务业即第三产业范畴, 服务业发展的空间差异是国内外学者关注的热点之一^[9]。相对于制造业, 服务业更依赖本地的市场容量, 具有更强的空间集聚效应^[10-11]。Dipasquale 等^[12]、阎小培等^[13]通过考察美国波士顿和中国广州服务业的分布, 证明服务业具有较高的空

间集聚特性。Marcon 和 Puech 认为, 现有以行政单元为基础衡量产业集中或集聚的方法, 能描述单一空间尺度上产业的集聚程度, 但因行政单元规模的差异, 这种产业集聚指数可能会误导人们对产业空间模式的判断^[14]。Duranton 和 Overman 认为, 基于距离和企业数据的产业集聚衡量方法, 可以比较真实地反映产业的空间集聚程度^[15]。但基于距离的测量方法对数据和计算工具要求较高^[16]。在以整个城市为单元进行健身俱乐部空间结构分析时, 很容易发现其聚集状态, 然而当研究尺度变化时, 其空间分布状态是否会发生变化? 这种变化在多大尺度上明显? Tobler 指出, 地表所有事物和现象在空间上是关联的, 距离越近, 关联程度越强; 距离越远, 关联程度越弱^[17], 健身俱乐部空间分布有没有相关性, 如果有, 相关程度有多大? 深入分析以上问题, 能更准确地识别和理解健身俱乐部空间结构, 为进一步构建城市游憩空间微观图谱奠定基础。

本文以北京市健身俱乐部为研究对象, 将基于统计学的密度模型和基于区域化变量理论的地统计学方法结合, 计算健身俱乐部在多尺度单元下的空间分布特征指标, 利用探索性数据分析方法, 分析其分布的空间自相关性, 发现健身俱乐部空间分布的多尺度格局特征和规律。

收稿日期: 2009-03; 修订日期: 2009-09.

基金项目: 国家自然科学基金项目(40701137); 河北省高校重点学科建设项目()。

作者简介: 李仁杰(1975-), 男, 讲师, 博士生, 主要研究方向为生态旅游、GIS 开发与空间建模研究。E-mail: lrjgis@163.com

1 研究区域与数据获取

1.1 研究区域界定

研究区域范围的界定充分考虑行政区域、城市交通格局以及健身俱乐部分布特征,以北京市前门为中心,向四周扩展 50 km×50 km 的区域内。研究区域覆盖东城、西城、宣武、崇文、朝阳、石景山区全部,以及海淀和丰台区大部,房山、大兴、通州、顺义、昌平、门头沟区小部分,其它行政区域没有涉及。在分析健身俱乐部空间形态特征时,因使用方法不同,同时为保留格网单元完整性,研究区域边界有 500 m 左右的微小差异,但不影响研究结果分析和不同尺度间分析对比。

1.2 数据获取方法

通过调研 2008 年公开出版的北京市各类地图和统计资料,并于 2008 年 7-9 月利用 Google Earth 进行定位查询、结合 MapABC 网络电子地图进行对比验证,获得 900 多个北京市健身俱乐部样本,再经查重、剔除宾馆酒店内部健身中心等过程,最终确定 775 个有效样本。样本类型涵盖综合性商业健身俱乐部,以及瑜伽、跆拳道、SPA、中国武术等主题健身场馆。

2 研究方法

点要素空间格局分析可以发现要素空间分布中心和分布的方向性,以及要素聚集在空间的分布特征和相互关系,如聚集、随机、均匀分布等[18]。点格局探测方法包括样方分析(Quadrat Analysis,QA)、最邻近距离指数(Nearest Neighbor Indicator,NNI)和 K 函数分析等。这些方法都在全局尺度上分析要素的分布特征,而要素空间分布格局在不同区域和尺度下可能存在很大差异,不同尺度下的空间格局也可能存在空间关联,采用单一分析方法很难发现这些特点。综合 QA 和 NNI 等方法,利用行政区域、交通格局单元和 1~5km 格网统计单元,同时利用探索性数据分析方法中的 Moran's I 统计量和 Moran 散点图,挖掘健身俱乐部多尺度空间格局和空间自相关性。

2.1 点格局识别方法

最邻近距离系数(NNI),是样本中最邻近点对的平均距离与随机分布模式中最邻近点对平均距离的比值,判断样本 NNI 值与随机分布状态的偏离,

计算点要素分布格局是聚集还是扩散, $0.75 < NNI < 1.25$ 为随机分布, $NNI \geq 1.25$ 为离散分布, $NNI \leq 0.75$ 为聚集分布。

NNI 定义如下: $NNI = \frac{d(NN)}{D(ran)}$ (1)

$d(NN) = \sum_i^n \frac{\min(d_{ij})}{N}$ $d(ran) = 0.5 \sqrt{A/N}$ (2)

式中: $d(NN)$ 是最邻近距离; N 为健身俱乐部样本点数量; d_{ij} 为第 i 点到第 j 点距离; $\min(d_{ij})$ 为 i 点到最邻近点距离; $d(ran)$ 为随机分布条件下的理论平均距离, A 为研究区面积, N 为总样本数量。

样方分析是将一组方格置于研究区域之上,计算每个方格内的点数,进而计算样方内的点数频率变差和频率均值,进一步计算指标变差与均值比,最后与假设检验进行对比,分析样本点格局分布的聚集或扩散。

指标变差-均值比计算公式如下:

$VMR = \frac{S}{\bar{X}}$, $VMR \sim s^2(n-1)$ (3)

式中: S =样方频率变差= $\sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$; \bar{X} =样方频率

均值= $\frac{\sum X_i}{n}$; X_i 为第 i 个样方内的点数, n 为样方数目。如果 $VMR > 1$,点格局呈聚集状态; $VMR < 1$ 则样点分布格局趋向离散。

2.2 探索性数据分析

探索性数据分析方法 (Exploratory Spatial Data Analysis,ESDA)是在对数据不加任何先验理论和假设前提下,利用统计学原理和图形、图表和地图可视化等技术,对空间数据性质进行分析鉴别,以归纳方式提出假设[19-22]。ESDA 用于鉴别空间自相关的统计量包括:Moran's I,Geary's C,LISA,G 等。这些统计量既可用于描述整个研究区域所有空间对象的平均关联程度、空间分布模式及其显著性等,也可描述区域不同位置上的空间变异程度,两类情况分别对应于全局自相关与局域自相关。

2.2.1 Morans' I 统计量

全局空间相关性反映变量在全部区域内空间相关的整体趋势,一般用 Moran's I 统计量来测度,计算公式如下:

$I = \frac{n}{S_0} \cdot \frac{\sum_i^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}$ (4)

其矩阵形式为：
$$I=\frac{n}{S_0}\cdot\frac{X'WX}{X'X}\tag{5}$$

式中: X_i 代表第*i*个空间单元上的观测值, X 是 X_i 与其均值 \bar{X} 的离差向量, $\bar{X}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^nX_i$, W 是一个 $n\times n$ 的空间权重矩阵,矩阵元素 W_{ij} 表示空间拓扑关系, S_0 等于 W 的所有元素之和。*Moran's I*统计量取值处于-1和1之间,绝对值越大表示空间相关性越强。 $E(I)=-1/(n-1)$ 是不存在空间自相关情况下的*Moran's I*期望值, $E(I)$ 值随空间单元数*n*反向变动,因此*Moran's I*的解释需要与期望值*E(I)*进行比较, $I>E(I)$ 表明可能存在空间正相关,反之则可能存在空间负相关;空间相关性判断还需要进一步显著性检验才能最终确定。本文中*Moran's I*值都在 $\alpha=0.05$ 或更高显著性水平下通过检验。

2.2.2 Moran 散点图(Moran Scatterplot Map)

*Moran*散点图描绘相邻地区观测值的相关关系,能够直观地反映各个地区局部空间相关性的类型及其空间分布。散点图横轴表示变量在不同位置上的观测值向量(z),纵轴表示该变量的空间滞后(Wz)^[23]。观测值与空间滞后的拟合程度就是 Wz 对 z 的二元回归系数,该系数在数值上等价于*Moran's*。在*Moran*散点图中,地理单元被划分为 High-High、Low-Low、Low-High 和 High-Low 四种类型。四种类型分别位于*Moran*散点图的四个象限,对应不同关联模式。①右上象限(High-High):观测值与空间滞后都大于均值,对应高值聚集;②左下象限(Low-Low):观测值与空间滞后都小于均值,对应低值聚集;③左上象限(Low-High):观测值小于均值,但空间滞后大于均值,低值被高值围绕;④右下象限(High-Low):观测值大于均值,空间滞后小于均值,高值被低值围绕。High-High 和 Low-Low 属局部空间正相关,Low-High 和 High-Low 则属于局部空间负相关。

2.3 研究尺度划分方法

为全面分析健身俱乐部空间分布宏观特征与局部空间变异,研究尺度包括全局尺度,基于行政单元、交通格局的中尺度,以及由 1~5km 格网构成的 5 个微观尺度。格网单元大小综合考虑了北京城区规模,居住格局以及健身俱乐部总体分布特征等多种要素,其划分标准是:①以北京市前门为中心;②向四周分别按 1km、2km、3km、4km、5km 间距划分网格至研究区界;③在边界处保留完整单元。5 个

尺度的网格数量分别是:48×48、24×24、16×16、12×12、10×10 个。

2.4 数据处理方法

2.4.1 空间权重矩阵

空间权重矩阵(spatial weight matrix,记为 W)表达不同空间对象间的空间布局,如拓扑、邻接关系等,构成统计检验或模型建立的出发点^[24-25]。 W 的具

体形式为：
$$W=\begin{vmatrix} W_{11} & W_{12} & \cdots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \cdots & W_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \cdots & W_{nn} \end{vmatrix}\tag{6}$$

式中: n 表示空间单元个数。如果第*i*个单元与第*j*个单元属邻居关系,则 $W_{ij}=1$;否则 $W_{ij}=0$ 。一个单元与其自身不属于邻居关系。本文利用 GeoDA95i 软件构建 1~5km 尺度格网的空间权重矩阵。

2.4.2 不同尺度格网单元中俱乐部数量与密度计算

将健身俱乐部点图层与 1~5km 尺度格网多边形进行统计叠置,分别获取 1~5km 尺度每个格网多边形内的健身俱乐部数量,同时计算每个格网的健身俱乐部密度。

2.4.3 不同尺度格网单元俱乐部离散度测量

离散度表达采用最邻近距离系数 *NNI*。利用 ArcGIS 9.2 软件地统计分析模块中平均最邻近距离分析方法,以 1~5km 尺度格网多边形为计算单元,逐一分析每个格网多边形中俱乐部空间分布 *NNI*,并写入格网多边形文件属性表,为分析离散度空间差异奠定基础。样本数量太少,将不能科学反映其离散度特征,因此,在 5km、4km、3km 格网内,只统计样本数大于等于 6 个的离散度,2km、1km 格网只统计样本数大于等于 5 个的离散度,其它格网内离散度赋值为 0。

3 全局和中尺度下的俱乐部空间分布特征

3.1 健身俱乐部类型特征

在 775 个样本中,有 638 个综合性健身俱乐部,占总样本的 82.3%,属于俱乐部的主要类型;主题健身俱乐部样本有 137 个,它们专注于某一专门健身项目,占总样本的 17.7%。在主题健身俱乐部中,各类主题的数量分布很不均匀,按从高到低排列为:瑜伽、跆拳道、足疗、美容美体、舍宾、中国武

术、SPA、其它主题(如图 1 所示)。类型特征说明,当前健身俱乐部发展以多样化、综合性健身项目为主,主题健身俱乐部中,排在前列的瑜伽和跆拳道都属于外来文化,而中国武术作为健身项目在北京市的普及程度比较低。

3.2 健身俱乐部空间分布中心与方向特征

利用 ArcGIS9.2 均值中心(Mean Center)与方向性分布分析工具 (标准差椭圆,Directional Distribution--Standard Deviational Ellipse), 计算健身俱乐部空间分布中心与分布的方向特征。均值中心是所有健身俱乐部的平均 x,y 坐标。标准差椭圆既可反映要素空间分布中心, 又能识别分布方向趋势,椭圆长轴为空间分布点位最多的方向,短轴为分布最少的方向。

如图 2 所示,健身俱乐部明显集中在北京市五环路内,分布中心为东经 116.385°、北纬 39.952°,位于北二环与北三环之间;标准差椭圆长轴方向覆盖到西四环和东四环,而短轴方向向南覆盖到南三环,向北则覆盖到北五环外,分布中心明显偏向市中心的北部。南三环到南五环之间,健身俱乐部分布很少;从行政区域上,聚集中心属东城区、西城区、宣武区、崇文区、海淀区的东南部、朝阳区的西部 的范围。标准差椭圆长轴与东西方向平行,反映了健身俱乐部空间发展的东西方向性延展趋势比南北延展趋势更加明显。标准差椭圆之内的样本数为 629, 占总样本的 81.2%, 椭圆之外的样本数为 146, 占总样本的 18.8%;137 个主题健身俱乐部的空间分布与综合性健身俱乐部的空间分布高度一致,其中 113 个集中分布在标准差椭圆之内,占到了主题健身俱乐部样本数的 82.5%。

3.3 点格局方法识别的空间分布特征

点格局识别常用最邻近距离系数与样方统计方法。全局尺度上,全部健身俱乐部样点最邻近距离系数 $NNI=0.41$,对结果进行显著性检验,在 0.01 置信区间呈显著水平,反映了北京市区健身俱乐部

全局尺度上呈明显聚集状态。样方统计采用 1~5km 5 个尺度样方格网,统计样方内样点数,计算点数均值变差。分析结果如表 1 所示,1~5km 尺度格网统计的 VMR 都大于 1, 均反映出较强的聚集效应,随着从 5km~1km 采样单元不断缩小, VMR 值逐渐增大,说明聚集程度越明显;2km 到 1km 尺度格网变化尤其显著。两种方法实验结果均表明,

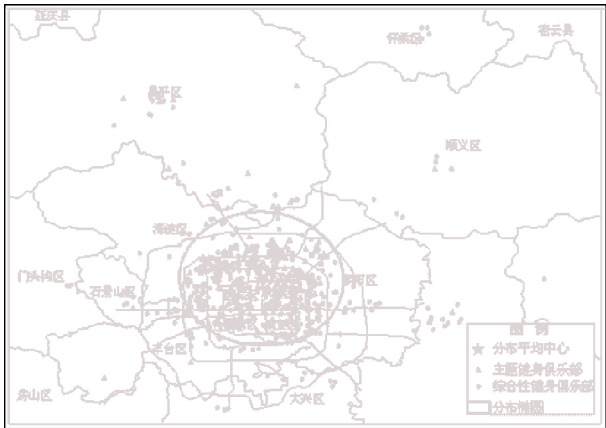


图 2 健身俱乐部空间分布中心与方向
Fig.2 Mean center and directional distribution

表 1 不同格网尺度样方统计结果

Tab.1 Quadrat analysis results of different scale			
格网尺度	频率均值	频率变差	变差均值比(VMR)
1km	0.335598	1.139763	3.39621511451
2km	1.284722	3.364775	2.61906856114
3km	3.117188	7.840322	2.51519061410
4km	5.145833	11.947785	2.32183691154
5km	7.500000	16.771106	2.23614746667

表 2 基于行政单元的健身俱乐部分布特征

Tab.2 Distribution characteristic of health clubs in different district				
行政单元	面积/km ²	俱乐部数量/个	密度/(个/Km ²)	离散度 NNI
海淀区	414.00	209	0.504830918	0.597013
石景山	85.62	10	0.116795141	1.562635
朝阳区	467.5	261	0.558288770	0.549299
西城区	25.33	57	2.250296092	0.963516
东城区	31.15	79	2.536115570	0.910326
宣武区	19.12	31	1.621338912	0.998240
崇文区	16.63	15	0.901984366	1.463904
丰台区	300.30	36	0.119880120	0.884637

表 3 基于交通环路单元的健身俱乐部分布特征

Tab.3 Distribution characteristic of health clubs in different ring road				
环路	面积/km ²	俱乐部数量/个	密度/(个/km ²)	离散度 NNI
环城路内	62.61	106	1.693020284	0.922438
二、三环路间	95.96	201	2.094622759	0.628161
三、四环路间	143.40	216	1.506276151	0.449782
四、五环路间	364.40	149	0.408891328	0.435720

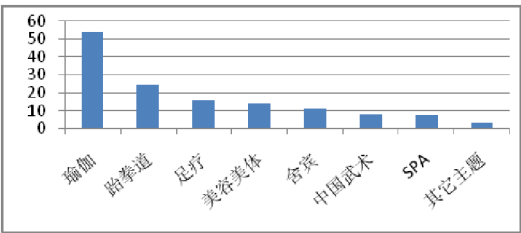


图 1 主题健身俱乐部数量分布

Fig.1 Quantitative distribution of special health club

健身俱乐部在整体上呈现明显的聚集状态。

3.4 行政区域单元格局下的分布特征

根据健身俱乐部样本分布范围,确定了海淀区等 8 个行政单元,统计单元中健身俱乐部数量、分

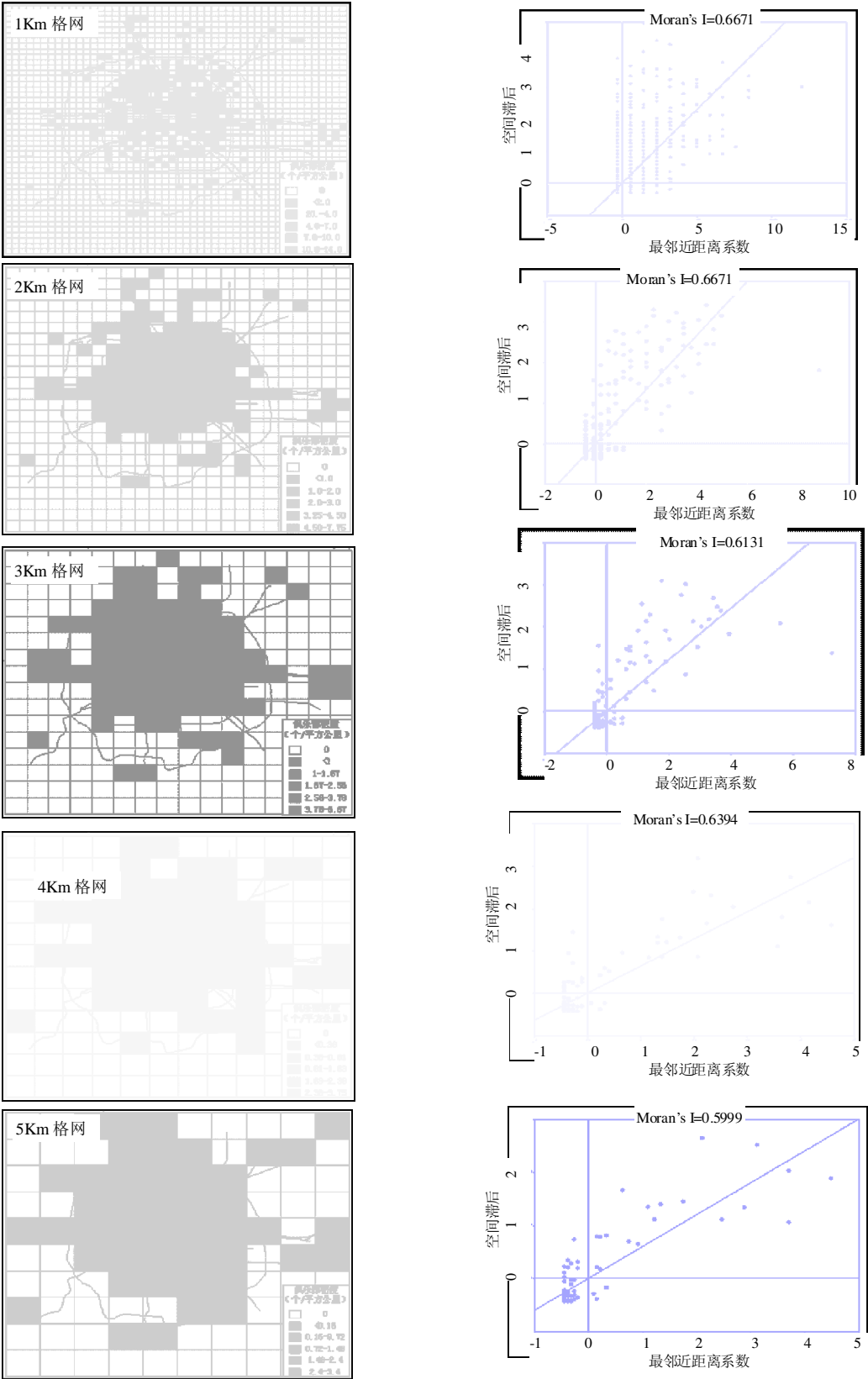


图 3 1~5km 尺度网格样本密度(左)及 Moran 散点图(右)(图中单位用个 km²)
Fig.3 Distribution density(left) and Moran Scatterplot Map(right) of 1-5km grid scale

布密度与 NNI 系数,比较不同行政单元中俱乐部空间分布特征差异。从表 2 可以发现,朝阳和海淀区俱乐部数量最多,其次是东城和西城区;而密度较高的区域在东城、西城、宣武和崇文四个区,朝阳和海淀区次之。石景山和崇文区 NNI 超过了 1.4,说明这两个区域俱乐部分布趋向离散;宣武、西城、东城、丰台四个区 NNI 接近 1.0,反映了一种接近随机分布的状态;而海淀和朝阳区 NNI 远小于 1.0,反映了聚集分布状态。行政区域单元格局下的分析说明健身俱乐部空间格局存在区域分异。

3.5 交通环路单元下的分布特征

基于交通环路单元的健身俱乐部样本分布特征如表 3 所示。二、三环路间是俱乐部密度最高的区域,向中心城区和外围密度降低。健身俱乐部空间分布的均值中心位于北二环与北三环之间,与分布密度最高的区域相耦合, NNI 数值从城市中心沿交通环路向外围逐渐减小,反映了健身俱乐部分布从中心城区随机状态到外围聚集状态的变化趋势。

4 健身俱乐部空间分布的多尺度微观特征

全局尺度下,样方统计和 NNI 计算结果显示,健身俱乐部空间分布为显著聚集状态。而中尺度下,基于行政单元和交通环路分析发现,高度聚集状态可能随统计单元变化而发生改变,健身俱乐部空间格局存在区域差异。全局尺度上的显著空间聚集,是否会在某个尺度下趋向随机分布,甚至离散分布?这种变化尺度阈值能否在一定程度上界定?基于以上问题,设计从 5km~1km 变化的 5 个微观尺度单元,统计每个单元中俱乐部数量、密度及聚集程度(离散度)等指标,定量研究多尺度下健身俱乐部空间格局,以及尺度变化带来的形态特征演变规律。

4.1 多个微观尺度俱乐部分布密度及全局自相关

利用 1~5km 尺度多边形网格多变形数据与健身俱乐部点数据进行统计叠置,得到不同尺度格网单元中健身俱乐部数量,同时计算出俱乐部分布密度。图 3 中,左图为 1~5km 尺度格网单元下的健身俱乐部空间分布密度图,右图为相应各个格网空间分布密度与其空间滞后形成的全局自相关 Moran 散点图。

从图 3 左图可以看出,健身俱乐部空间分布密

度指标在 5 个尺度下,表现出明显差异。随尺度在 5km~1km 之间变化,分布密度在标准差椭圆的外围没有明显差别,而在椭圆中心的聚集区域,逐渐显示出较明显的圈层结构,椭圆内部区域密度较高,椭圆边缘和外围密度逐渐降低;尤其在 2km 和 3km 尺度下,圈层结构更加明显,椭圆内部的高密度区域开始分化,接近椭圆中心的部分单元也呈现密度较低的状态,形成低中密度相间—中高密度相间—中低密度相间—低密度空间格局;当尺度推进到 1km 格网时,因每个格网中俱乐部数量的下降,圈层结构又被打乱。因此,北京市健身俱乐部空间分布密度在 2km、3km 尺度下体现较明显,这两个尺度是反映空间分布密度的较好尺度。

从 1~5km 尺度俱乐部空间分布密度与其空间滞后形成的全局自相关 Moran 散点图形态来看(如图 3 右图所示),在 1~5km 的 5 个格网尺度上,右上象限的高值聚集状态都比较典型,这部分点位主要是标准差椭圆环绕的聚集中心区;左下象限的低值聚集状态主要反映没有健身俱乐部分布的格网单元;左上、右下象限的低高、高低相异状态则反映有值格网和无值格网交叉分布,属于聚集区向空白区变换的过度区。1km 格网尺度的 Moran 散点图左上和右下象限点位在纵向和水平方向上明显扩散,说明左上象限空间滞后高于均值的程度和右上象限观测值高于均值的程度,有明显扩大现象。从 1km 尺度格网样本密度图(如图 3 左图所示)可以看出,这一现象的主要原因在于该尺度上,密度为 2~4 个/km² 的格网散落在许多空白单元中,使部分格网的俱乐部密度大大高于周围空白格网。以上说明健身俱乐部空间分布密度都存在高度空间自相关。

4.2 多个微观尺度俱乐部分布离散度及全局自相关

图 4 中,左图为 1~5km 尺度格网单元下的健身俱乐部空间分布最邻近距离系数 NNI 分异图,右图为相应各个格网中俱乐部最邻近距离系数 NNI 与其空间滞后形成的全局自相关 Moran 散点图。

从图 4 左图可以看出,5km~1km 5 个尺度格网内样本最邻近距离系数 NNI 差异明显,反映出健身俱乐部空间分布形态随尺度逐渐变化。5km 和 4km 尺度下,越接近健身俱乐部空间分布标准差椭圆中心的格网单元,俱乐部主要呈随机分布状态,椭圆边缘和外围单元则呈离散和聚集相间分布状态;3km 和 2km 尺度下,俱乐部离散度由标准差椭圆中心向外形成了明显的离散分布—随机分布—离散、

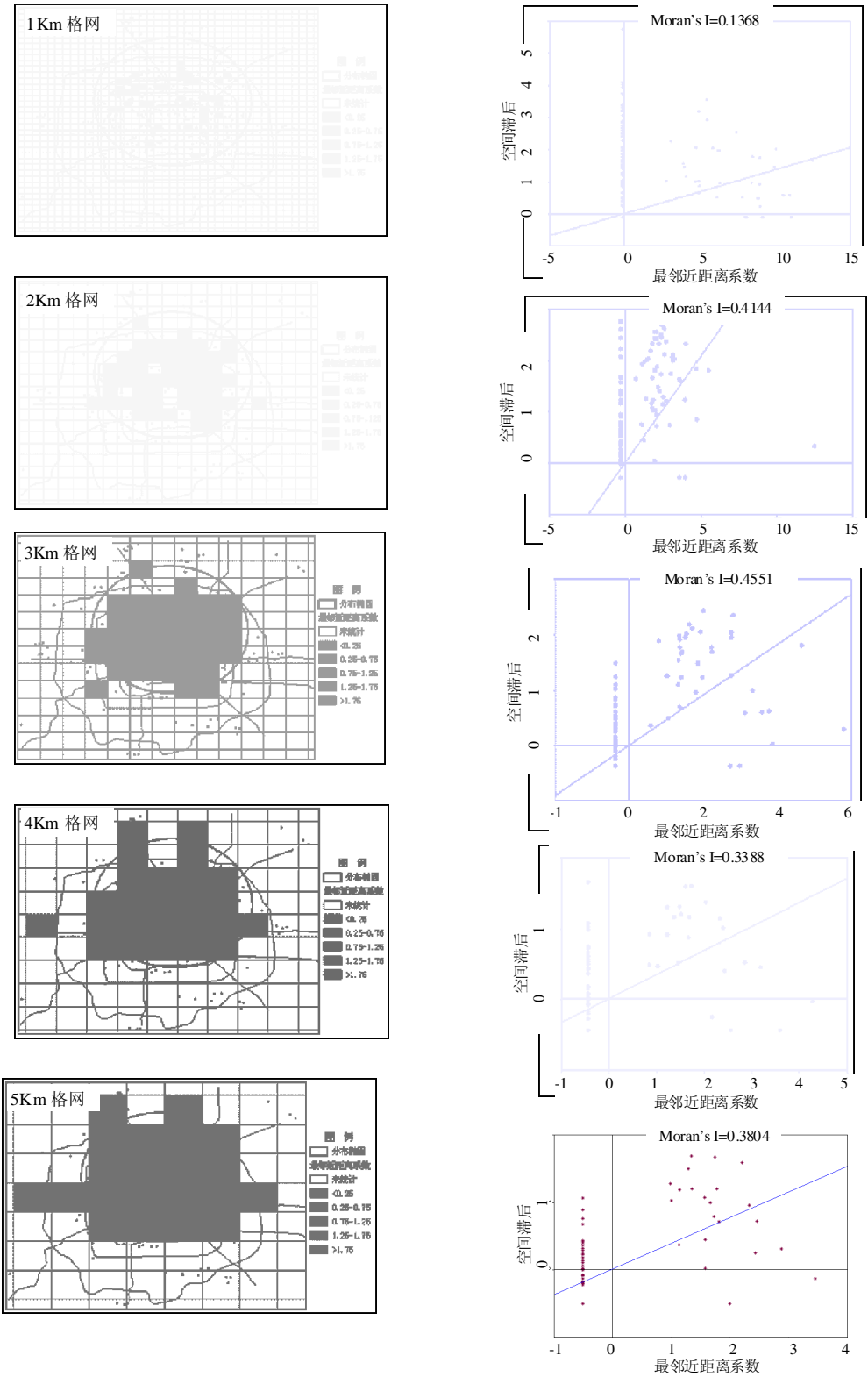


图 4 1-5Km 尺度格网样本最邻近距离系数(左)及 Moran 散点图(右)

Fig.4 Nearest neighbor indicator (left) and Moran Scatterplot Map(right) of 1-5km grid scale

随机和聚集相间分布的圈层构造;5km 尺度格网中健身俱乐部空间分布以随机状态为主,离散与聚集状态较少,随着 4km、3km、2km、1km 格网尺度变化,离散和聚集状态单元逐渐增多,随机状态单元

趋向减少。对 2~5km 格网中的离散度区域差异进行对比发现,2km、3km 尺度对健身俱乐部离散度特征表达的最为细致,是探测微观形态下健身俱乐部离散度的较好尺度,能够较全面反映离散度的区域

分异。由 NNI 和其空间滞后形成的全局自相关 Moran 散点图可以看出 (如图 4 右图所示), 1~5km 尺度格网单元离散度, 均表现出明显的全局自相关,; 散点图中点子集中在左上和右上两个象限; Moran's I 系数还说明, 在 2~5km 尺度上, 空间自相关更加明显。左上象限点子的竖直线排列形态源于离散度计算方式, 未统计离散度的格网单元 NNI 统一符 0 值, 经标准化处理后为一固定值, 而其周围格网单元 NNI 可能会呈现不同值, 因此, 未统计离散度值的单元 NNI 与其空间滞后最终形成左上和左下象限点位竖直排列的形态。

全局尺度上高度聚集的健身俱乐部, 在中尺度, 尤其是一系列微观尺度格网单元中却表现出聚集、随机甚至离散分布的多种状态, 充分反映了健身俱乐部空间格局具有明显的尺度效应; 在中尺度、多个微观尺度上, 健身俱乐部空间格局还存在明显的区域分异, Moran 散点图表明, 这种分异具有显著的空间自相关性。

5 结论

样方分析和最邻近距离系数均表明北京市健身俱乐部空间格局在全局尺度上表现出明显聚集状态; 空间分布标准差椭圆说明, 俱乐部点位的空间分布中心位于北二路与北三环路之间, 明显偏向于城市北方; 与全局尺度不同, 在以行政单元和交通格局为基础的空间统计分析中, 俱乐部空间密度和离散度等空间形态特征, 均表现出较大空间分异, 一些单元内的要素趋向随机分布甚至离散分布状态。1~5km 尺度格网单元统计分析发现, 北京健身俱乐部空间格局存在明显尺度效应; 随尺度从宏观到微观推进, 空间格局由单一变得丰富, 但 1km 格网尺度下, 因俱乐部平均数量太少, 可参与计算的单元较少, 空间格局规律表现不明显; 无论采用空间密度还是 NNI 系数指标, 2km 和 3km 格网尺度均是表现北京市健身俱乐部空间格局的理想尺度, 对空间格局展现的最为详细。

尺度效应表明, 在中尺度和微观尺度部分单元上, 研究结果与全局尺度相反。例如全局尺度下表现出的明显聚集状态, 在 1~5km 格网单元统计尺度下进行统计分析时, 很多单元内的健身俱乐部却表现出典型的随机分布甚至离散分布状态。2km 和 3km 尺度空间格局中, 健身俱乐部分布密度和离散

度指标均表现出明显的圈层结构。分布密度: 低中密度相间—中高密度相间—中低密度相间—低密度; 离散度: 离散分布—随机分布—离散、随机和聚集相间分布。空间密度与离散度指标变化的空间位置阈值均存在于标准差椭圆边界附近, 椭圆内变化明显, 椭圆之外变化较小; 空间密度与离散度指标变化的尺度阈值是 2km 或 3km, 小于或大于这两个尺度, 两个指标反映的空间格局趋于不明显。

Moran 散点图说明, 健身俱乐部空间分布密度与离散度在 1~5km 微观尺度上均具有明显的空间全局自相关。由于健身俱乐部在中国城市出现和发展的时间比较短, 统计数据对时间因素的反映也较难获取, 因此多时间尺度的研究在本文中没有涉及, 希望以后能够加以补充完善。基于多尺度空间统计单元的样方分析、空间分布密度、最邻近距离系数、Moran 散点图等方法, 为研究游憩空间要素的多尺度尤其是微观尺度空间格局提供了思路, 为后续城市游憩空间图谱研究奠定了基础。

致谢: 许青海教授为本文提出很好的建议, 研究生成功、路爽, 本科生吴成本、陈钦、刘立为数据获取和处理做出了贡献, 在此一并表示衷心感谢。

参考文献

- [1] Smith S L. Recreation Geography. London: Longman, 1983.
- [2] Preobrazensky V S, Krivosheyev V M. Recreational geography of the USSR. Moscow: Progress Publishers, 1982.
- [3] Weaver D B. Model of urban tourism for small Caribbean islands. Geographical Review, 1993, 83(2): 134.
- [4] 吴必虎. 大城市环城游憩带 (ReBAM) 研究: 以上海市为例. 地理科学, 2001, 21(4): 354-359.
- [5] Stansfield C A, Rickert J E. The recreational business district. Journal of Leisure Research, 1970, (2): 213-215.
- [6] 侯国林, 黄震方, 赵志霞. 城市商业游憩区的形成及其空间结构分析. 人文地理, 2002, 17(5): 13-18.
- [7] 吴志强, 吴承照. 城市旅游规划原理. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005, 126.
- [8] 俞晟. 城市旅游与城市游憩学. 上海: 华东师范大学出版社, 2003, 168-170.
- [9] 申玉铭, 邱灵, 任旺兵, 等. 中国服务业空间差异的影响因素与空间分异特征. 地理研究, 2007, 26(6): 1255-1264.
- [10] Illeris, Jean Philippe. Introduction: The role of services in regional economic growth. Service Industries Journal, 1993, 13(2): 3-10.
- [11] 洪银兴. 城市功能意义的城市化及其产业支持. 经济学家, 2003, (2): 29-36.
- [12] 丹尼斯·迪帕斯奎尔, 威廉·C·惠顿. 城市经济学与房地

- 产市场. 译者名. 北京: 经济科学出版社, 2002, 126–129.
- [13] 阎小培, 姚一民. 广州第三产业发展变化及空间分布特征分析. 经济地理, 1997, (17): 41–48.
- [14] Marcon E, Puech F. Evaluating the geographic concentration of industries using distance-based methods. *Journal of Economic Geography*, 2003, 3: 409–428.
- [15] Duranton G, Overman H G. Testing for localization using micro-geographic data. *Review of Economic Studies*, 2005, 72: 1077–1106.
- [16] 贺灿飞, 潘峰华. 产业地理集中、产业集聚与产业集群: 测量与辨识. 地理科学进展, 2007, 26(2): 1–13.
- [17] Tobler W. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 1970, 46(suppl): 234–240.
- [18] 王劲峰 等著. 空间分析. 北京: 科学出版社, 2006, 54–55.
- [19] Anselin L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis//Longley P A, Michael F Goodchild, David J Maguire, et al. *Geographic Information System: Principles, Technical Issues, Management Issues and Applications*. 出版地: John Wiley and Sons, Inc: 253–266.
- [20] Anselin L, Bao S. Exploratory spatial data analysis linking spaces tat and ArcView // Fischer M M, Getis A. Recent developments in spatial analysis: Spatial statistics, behavioral modeling and neurocomputing. Berlin: Springer, 1997, 34–59.
- [21] 柏延臣, 李新, 冯学智. 空间数据分析与空间模型. 地理研究, 1999, 18(2): 185–190.
- [22] 马晓冬, 马荣华, 徐建刚. 基于 ESDA-GIS 的城镇群体空间结构. 地理学报, 2004, 59(6): 1048–1057.
- [23] Anselin L. The Moran Scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. // Fischer M, Scholten H, Unwin D. *Spatial Analytical Perspectives on GIS in Environmental and Socioeconomic Sciences*. London: Taylor and Francis, 1996, 111–125.
- [24] Cliff A D, Ord J. *Spatial Processes, Models and Applications*. Pion, London, 1981.
- [25] Anselin L. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1988.

Spatial Pattern of Health Clubs in Beijing Based on Various Scale

LI Renjie^{1,2}, GUO Fenghua³, ZHANG Junhai^{1,2}, FU Xueqing^{1,2}, HE Yuanyuan¹

(1. College of Resources and Environment Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China;

2. Hebei Key Laboratory of Environmental Change and Ecological Construction, Shijiazhuang 050016, China;

3. Hebei Institute of Geographical Sciences, Shijiazhuang 050011, China)

Abstract: The research target is the health club which is one special type of the recreation space in city. Based on GIS and geostatistical software, using point pattern Identification and ESDA(exploratory spatial data analysis) ways, the paper analyzes the spatial pattern characteristic of health clubs in Beijing. The Nearest neighbor indicator(NNI) and quadrat analysis results indicate that the health clubs cluster together evidently in the whole region scale. But if we observed the pattern in the unit which separated by the roads or district, it presents different spatial pattern, varying from clustering to random, even dispersing. The analyzing results of health clubs based on the 5 scale cell units from 1Km to 5Km grid make further explanation that it's spatial pattern are influenced evidently by the units' scale. In any scale the density and NNI of health club samples has evident spatial diversification. From the Moran's I statistics and Moran Scatterplot Map we also find the evident spatial autocorrelation of the units. 2Km and 3Km unit scale are the best scale for finding the microscopic spatial pattern and diversification. So the whole region scale is not the only or best scale for spatial pattern research of recreation space especially the health clubs. In some microscopic units the spatial pattern will be more evident and the research results will even be opposite to the whole region scale. The pattern description based on more statistical units and various scales may discover the points' distribution characteristics and patterns more easily. The spatial pattern research of health club points in various scale units provides a new thought for describing spatial pattern of recreation space point features. And the research also demonstrated the effecting of used ways for knowledge mining of the point features spatial pattern based on various scale units.

Key words: health clubs; spatial pattern; scale; recreation space; Beijing

本文引用格式:

李仁杰, 郭风华, 张军海, 等. 北京市健身俱乐部多尺度空间格局. 地理科学进展, 2010, 29(2): 232–240.