

The Ranking of Environment Factors Related Walking of Shanghai with Gray Correlation

Ying ZHANG¹, Dongning Liu², Liang CHEN¹, Liu Xin³

¹ *Environment Science and Engineering Department, Donghua University Shanghai, China*

² *Sports and Leisure Department, Institute of Sports University, Shanghai, China*

³ *Institute of Sports Science, Shanghai, China*

E-mail: zhangyingshanghai@yahoo.com.cn

Abstract: Using the Gray Correlation method to analyze the relationship between physical activity and human environment, the environment factors that affect physical activity were revealed and ranked. Conclusions: Environment can affect physical activity; Gray Correlation is an effective method to analyze the relationship between walking and environment.

Keyword: human environment, health, gray correlation, physical activity, walking, evaluation

上海市步行相关环境影响因素排序分析

张莹¹, 刘东宁², 陈亮¹, 刘欣³

¹ 东华大学环境科学与工程学院, 东华大学, 上海, 中国, 201620

² 体育休闲系, 上海体育体育学院, 上海, 中国, 200030

³ 上海体育科学研究所, 上海, 中国, 200030

E-mail: zhangyingshanghai@yahoo.com.cn

摘要: 采用灰色关联法对步行与人居环境因素进行了关联度分析, 明确了对步行有影响的人居环境因素的主次排序。得到结论: 步行行为是和环境因素有关系的。用灰色关联方法对于分析影响人们体力活动的人居环境因素是十分有效的。

关键字: 人居环境, 健康, 灰色关联, 体力活动, 步行, 评价

1 引言

我国目前对此方面的相关的研究主要集中在体力活动的研究, 且测量手段以主观调查为主, 获取数据具有较大随意性, 且研究方法单一。而我国传统的环境卫生学的研究内容主要包括对镉、砷、铅、汞、电磁、放射、噪声、藻毒素等各种环境污染物的理化特性、分布和生态毒理以及在环境介质界面间的转化过程、人体健康损伤机制、慢性累积健康效应风险评价等多方面^[1]。然而并不是所有的健康问题都是由环境中的污染物直接引起的。目前都市人的更多疾病是与体力活动相关, 体力活动的发生与其所居住的环境有着密切的关联^[2]。在高速城市化发展, 人们体质健康问题日益凸显的

今天, 对这一问题的研究显得日益紧迫。本文采用灰色关联分析法对与体力活动相关的环境因素进行了定量分析, 以为步行环境的规划和建设、促成人们良好的体质健康提供借鉴。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

本调查以人们社区人们的体力活动情况和社区人居环境为研究对象, 通过整群抽样的方法, 根据上海市的地理位置的特点, 抽取 3 个行政区作为抽样区, 其中两个市中心区杨浦区、卢湾区和一个郊区闵行区。本着样本异质性的原则, 先选定抽样社区类型(石库门, 单位公房, 一般商品房, 高档商品房等社区), 根据每个区的社区类型个数确定受试者样本量。对杨浦区抽取

基金项目: 上海市重点学科建设项目 (B604); 上海市体育局科研攻关与科技服务课题 (D9QT009)

4 个社区, 分别是 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 ; 卢湾区抽取的 4 个社区分别是: N_5 、 N_6 、 N_7 、 N_8 ; 闵行区抽取的 5 个社区分别是 N_9 、 N_{10} 、 N_{11} 、 N_{12} 、 N_{13} ; 共计 13 个社区。计步器数据收集按区分 2 批集中进行, 收集受试者 7 天的步行数据; 之后发放关于“人居环境”内容的问卷 900 份, 其中中老年(46-60) 600 名, 老年人(60-80) 300 名。受试对象均为自然人群, 受试者无器质性疾病, 不能选取社区体育健身队队员作为受试对象有效回收率达 98%, 调查时间为 6—7 月。

2.2 研究方法

灰色关联分析是邓聚龙教授创立的灰色系统理论中的一种重要方法. 它以各因素的样本数据为依据, 用灰色关联度来描述因素间关系的强弱、大小和次序。能够对动态过程作发展趋势量化分析。其实质是对几种曲线集合形状接近程度进行比较。越接近则发展变化趋势越接近。关联度也越大。以此可以判断出因素的主次^[3]。

灰色关联分析方法的计算步骤

(1) 确定系统特征序列和相关因素行为序列

把所要研究的主行为因素作为系统特征序列 X_j , 影响因素作为相关因素序列 X_i , 写成序列形式为:

$$X_j = \{X_j(k) | k = 1, 2, \dots, n\} \text{ 其中 } j = 1, 2, \dots, n$$

$$X_i = \{X_i(k) | k = 1, 2, \dots, m\} \text{ , 其中 } i = 1, 2, \dots, m$$

数值进行初值化, 生产数列为:

$$X' = \{X'(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$$

(2) 计算 $X_j'(k)$ 与 $X_i'(k)$ 的关联系数

$$\xi_{ji} = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)} \quad (1)$$

式中 $\Delta_i(k) = |x_j'(k) - x_i'(k)|$; $\min_i \min_k \Delta_i(k)$

为两极最小差; $\max_i \max_k \Delta_i(k)$ 为两极最大差; ρ 为分辨系数, 一般取 0.5。

(3) 计算 X_j 与 X_i 的关联度 r_{ji} , r_{ji} 越大, 则表明此因素行为序列对系统特征行为序列影响越大。

$$r_{ji} = r(X_j, X_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_{ji}(k) \quad (2)$$

3 灰色关联的实际应用

3.1 评价因子及数据的选取

3.1.1 评价因子的选取

Irvine-MN-inventory^[4], 和社区步行性环境 (Neighborhood Environment Walkability Survey)^[5]是目前国际上效度和信度都经过验证的问卷。本调查抽取两种问卷的共性问题, 因为目前的感知环境测量工具都是在国外背景下进行的研究, 照搬到中国来, 会发生“水土不服”的现象。同时, 本文的调查对象是中老年人, 为了使问卷调查具有较高的效率, 本文在适合中国特色国情和具体的环境的背景下, 对其中的部分问题的内容和问法进行了适当的修改, 将其本土化。问卷主要是针对可能与步行有关的各种环境因素设置, 评价因子的选择上不尽完备, 但力求有代表性, 表 1 所示。所有 23 个第一层指标可以归为六项二层指标。

3.1.2 数据的选取

A、B、C、E、F 指标的测量方法采用李克特量表的方法, 利用语义学标度分成 5 个测量等级: 完全符合、基本符合、说不清楚、不太符合、完全不符合。为计算方便, 将主观评价的语义学标度进行量化, 5 个测量等级分别赋值为 1、2、3、4、5。指标“用地可达性”的调查通过询问被调查者该场所离家最近的步行距离分别是“无此场所”、“10 分钟之内”、“11-20 分钟之内”、“21-30”、“30 以上”、“不知道”的方式来询问。其距离最近则分值越高。其中“不知道”的选项意味着此场所通常在 30 分钟之外的距离, 因此其赋值等同于“30 分钟以上”的选项。则按照问题顺序, 分别赋值为 1、5、4、3、2、2^[6]。人们每天的体力活动都可以体现为步行量。因此本文选定“全程总步数”作为体力活动的指标。

3.2 灰色关联的计算

本文设全程步行量为系统特征数列(母序列) X_j , 环境指标为相关因素数列(子序列) X_i , 进行灰色关联分析

1) 观测序列的预处理: 因为选取的是初值不同的数列进行的关联度分析, 因此首先要对观测序列进行初值化。

2) 根据式(1)求得的关联系数。

3) 将关联系数的值代入公式(2)计算关联度。

$$r_{ji} = (0.577965, 0.686566, 0.539006, 0.633755, 0.573701, 0.573907, 0.643688, 0.796803, 0.583747, 0.574423, 0.703893, 0.706943, 0.596484, 0.612182, 0.687742, 0.759415, 0.736437, 0.622403, 0.763382, 0.611211, 0.724586, 0.599254, 0.717781), i=1, 2, \dots, 23.$$

Table 1. Factors and weight

表 1. 评价因子及权重

综合因子	评价因子	
环境设计 A	X_1	人文设施
	X_2	休息设施
	X_3	通达性
环境卫生及景观 B	X_4	绿化、景观和卫生
	X_5	扬尘
居住环境 C	X_6	居住密度
	X_7	用地结构
用地可达性 D	X_8	健身场所
	X_9	广场/公园/绿地
	X_{10}	大型超市/商场
	X_{11}	学校
	X_{12}	步行街/商业街
	X_{13}	菜场/水果店/便利店
	X_{14}	银行
	X_{15}	交通站点
交通环境 E	X_{16}	道路设计
	X_{17}	街道路面
	X_{18}	交通量
	X_{19}	交通安全
	X_{20}	道路拥挤
	X_{21}	穿越马路
环境安全 F	X_{22}	小区治安
	X_{23}	活动环境安全

4 结果分析

4.1 人居环境因素分析

$$X_8 > X_{19} > X_{16} > X_{17} > X_{21} > X_{23} > X_{12}$$

$$X_{11} > X_{15} > X_2 > X_7 > X_4 > X_{18} > X_{14} > X_9$$

$$> X_{22} > X_{13} > X_9 > X_1 > X_{10} > X_6 > X_5 > X_3$$

即 23 个参考序列的排序为：健身场所>交通安全>道路设计>街道路面>穿越马路>活动安全环境>步行街/商业街>学校>交通站点>休息设施>用地结构>绿

化、景观和环境卫生>交通量>银行>道路拥挤>小区治安>菜场/水果店/便利店>广场/公园/绿地>人文设施>大型超市/商场>居住密度>扬尘>通达性。

在“社区环境设计”的指标集中，休息设施的情况对步行的影响较大。而道路的通达性（小区的出口设置）和人文设施（雨棚、长廊等遮风挡雨等）的影响次之。这主要是与影响人们步行行为发生的其他影响因素（如心理、天气等）有关。因此相对而言，人文设施和通达性显得对步行行为的影响不大。另外，本次调查的对象是中年人和老年人，休息设施对他们的步行行为相对重要些。今后环境建设中要多注重休息设施的规划，这可以在一定程度上促成步行行为的发生和时间的延长。

“环境卫生及景观”指标集中，“绿化、景观和卫生”指标比扬尘对步行的影响程度大。前者在总指标排序中位列 12，而“扬尘”指标则位于最后第二位。说明人们进行步行行为时更注重考虑环境的美化和卫生情况。这主要是与近些年城市高度重视环境治理，进行“生态城市”和“环境友好型城市”建设因素有关。另一方面，上海市属于海洋性气候，湿度较大，所以“扬尘”现象出现的频率不高。

“居住环境”中“用地结构”比“居住密度”对步行行为的影响大。“用地结构”指标通过询问“居住区是单一居住区（只有居民房）还是混合居住区（小区中还有商店等其他商业设施）来确定的。国外的研究表明，混合型居住区会比单一型居住区更能促使人们进行步行^[7]，因为一般人们会更倾向于在步行范围内进行一些生活事物的处理。居住密度在环境总指标中排序最后第三。说明“居住密度”对步行行为的影响不大。这与我们现代人的出行方式相吻合。无论“居住密度”如何，人们现在的出行方式都多被“代步工具”如汽车等取代。

“用地可达性”指标集中，按照各因素对步行行为影响程度从大到小的顺序依次是：健身场所，步行街/商业街，学校，交通站点，银行，菜场/水果店/便利店，广场/公园/绿地、大型超市或商场。此指标集内比较具有解释意义的是排在首位和排在末尾的两个因素。“健身场所”顾名思义，使人们进行运动的理想场所，在本次调查中，此因素也在所有 23 个调查指标中排在首位。一方面，说明人们的健身意识增强，更加注重身体健康。另一方面，现代社会人们的生活方式发生了巨大的改变，手工方式的生活更多的被机器所取代。在某种程度上也迫使人们进行从“被动”的体

力活动,如家务活和工作当中解脱出来,寻求更为“主动”的积极的体力活动。“大型超市/商场”排在末尾。在所有 23 个指标中排序也在倒数第四位。说明这些场所对居民步行虽然有关联,但是居民平时步行行为的发生更多的是小区周围,而对这些场所的光顾频率并不高。

“交通环境”指标集中,交通安全(如交通事故的情况),道路设计(如人车混行),街道路面(不宜行走),日常活动都需穿越马路,交通量(如交通经常处于繁忙状态),道路拥挤度(如人行道通常被非法占据)依次是对步行影响程度从大到小的排序。在步行环境总指标的调查中,交通环境的排序都在前 15 位,其中“交通安全”,“道路设计”,“街道路面”和“穿越马路”分别位于总排名中的第二、三、四、五位。这说明交通环境对步行行为的影响较大。

“环境安全”的指标集中,活动环境(如宠物或其他影响人身安全的情况)占据首位,其次是小区治安环境。这是因为,人们发生步行行为时首要考虑的是周边环境的安全性,即小范围内的环境安全,其次才可能考虑较大范围内的环境安全,这也是步行行为的前提。在步行适宜性环境因素的所有指标中,这两个指标也分别占据第六和第十六的位置,这也在验证了环境安全对步行行为影响的重要性。

4.2 方法分析

实例表明,利用灰色系统理论进行体力活动与人

居环境的关系分析,与实际吻合度大,因此该方法对于分析影响人们体力活动的人居环境因素是十分有效的。

致谢

感谢上海体科所提供的人力和物力上的大力支持,感谢环境工程学院陈亮教授的细心指导。

References (参考文献)

- [1] Ke Shan. The Literature Research of Situation About Environment And Health in China [J], *Journal of Environment Protection*, 2008, 8B, P68(Ch).
柯山.我国环境与健康现状的文献调研[J], *环境保护*, 2008, 8B, P68.
- [2] KING AC, William A, Satariano, *et al.* Multilevel modeling of walking behavior: advances in understanding the interactions of people, place, and time [J]. *Med Sci Sports Exercise*, 2008(4): 584-593.
- [3] Deng Ju Long. *The Theory of Grey System*[M], Press: Huazhong University of Science and Technology, 1990.
邓聚龙. 灰色系统理论教程[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990.
- [4] Kristen Day, Marlon Boarnet, Mariela Alfonzo, Ann Forsyth. The Irvine-Minnesota Inventory to Measure Built Environments. *Am. J. Public Health*, 2006, 30(2): 144-152.
- [5] Saelens, B. E., Sallis, J.F, Black, J.B, *et al.* Neighborhood-based differences in physical activity: An environmental scale evaluation. *Am. J. Public Health* 1993 (9), 1552-1558.
- [6] Hoehner CM. Perceived and objective environmental measures and physical activity among urban adults [J]. *Am J Prev Med*, 2005, 28: 105-116.
- [7] Lawrence D, Frank, Martin A, *et al.* Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars [J]. *Am J Prev Med*, 2004, 27: 87-96.