

引用格式:姚丽贞,乐阳.基于主成分LOGISTIC模型的商圈吸引力因子分析[J].地球信息科学学报,2016,18(11):1494-1499. [ Yao L Z, Yue Y. 2016. Factor analysis of shopping center attractiveness based on principal component Logistic model. Journal of Geo-information Science, 18(11):1494-1499. ] DOI:10.3724/SP.J.1047.2016.01494

# 基于主成分 Logistic 模型的商圈吸引力因子分析

姚丽贞<sup>1,3</sup>, 乐 阳<sup>1,2\*</sup>

1. 深圳大学土木工程学院, 深圳 518060; 2. 空间信息智能感知与服务深圳市重点实验室, 深圳 518060;  
3. 百度国际科技(深圳)有限公司, 深圳 518057

## Factor Analysis of Shopping Center Attractiveness Based on Principal Component Logistic Model

YAO Lizhen<sup>1,3</sup> and YUE Yang<sup>1,2\*</sup>

1. College of Civil Engineering, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China; 2. Shenzhen Key Laboratory of Spatial Smart Sensing and Services, Shenzhen 518060, China; 3. Baidu (Shezhen) International Co. Ltd, Shenzhen 518057, China

**Abstract:** As one of the most classical geography models, Huff model has been widely used in explaining and predicting the movement of human, goods, transport, and currency. In determining trade area for shopping centers, the size of the shopping center is the most commonly used parameter to reflect its attractiveness. However, the attractiveness of a shopping center is usually determined by many other factors, such as price, services, accessibility and environment. Therefore, using size as the measurement of shopping center attractiveness could cause misleading results. To obtain the actual attractiveness factors that should be used in Huff model, this study conducted a questionnaire on five representative shopping malls in one of the largest city in Shenzhen, China, and identified six factors using factor analysis. Then, we used principal component Logistic model to obtain their level of significances and corresponding weights. The results of this study could be helpful to parameter selection of Huff model and thus improve the accuracy of model prediction.

**Key words:** attractiveness factors; gravity model; Huff model; principal component logistic model; trade area analysis

**\*Corresponding author:** YUE Yang, E-mail: yueyang@szu.edu.cn

**摘要:** 重力模型是地理学的经典模型之一,常用于解释和预测人口、货物、交通、财富等的移动现象。其中 Huff 模型被广泛用于预测商圈规模,但目前多数研究以商场的面积作为吸引力的度量指标,不能准确反映商场真实的吸引力,造成模型预测的误差。本文针对 Huff 模型常使用规模表达商圈吸引力的不足,在对购物中心吸引力进行总结的基础上,选择了深圳市 5 个具有代表性的大型购物中心(或商圈)进行问卷调查。利用因子分析方法识别出 6 个影响购物中心吸引力的因子:可达性因子、环境因子、私家车出行因子、多功能因子、商品因子和个人特征因子。基于主成分 Logistic 模型,分析购物中心吸引力的显著影响因素及权重。最后,通过对比不同参照系下购物中心的显著性因素,对商圈吸引力因子进行可靠性检验。本文的分析方法及结果可为 Huff 模型等的精细化建模提供基础。

**关键词:** 吸引力因子;重力模型;Huff 模型;主成分 Logistic 模型;商圈分析

## 1 引言

Huff 模型是经典的重力模型,用于解释和预测人口、货物、交通、财富等的移动,被广泛应用在预

测商圈规模<sup>[1]</sup>、医院<sup>[2]</sup>等设施的选址策略中。虽然 Huff 模型有多种变形,多数研究都以“规模”(如商场的面积或店铺的数量<sup>[3-4]</sup>)作为吸引力的度量指标。但是,许多研究已经证明,规模在商圈吸引力

收稿日期:2016-07-21;修回日期:2016-09-30.

基金项目:深圳市科技计划项目(JCYJ20130329144141856);国家自然科学基金项目(41671387)。

作者简介:姚丽贞(1991-),女,硕士生,研究方向为数据分析与挖掘。E-mail: yaolizhen715@foxmail.com

\*通讯作者:乐 阳(1973-),女,博士,副教授,研究方向为时空数据分析与挖掘。E-mail: yueyang@szu.edu.cn

因素中并非显著性因素,其它因素,如商品多样性、商场环境、服务质量,以及距离、可达性因素<sup>[5]</sup>等,都是决定购物中心吸引力的不可忽略的因素<sup>[6-11]</sup>。仅以面积或商店数量等规模因素作为吸引力进行建模过于粗略,会造成模型预测的不准确性<sup>[1-5]</sup>。因此,本文通过对几个典型购物中心和商圈的问卷调查,分析影响购物中心或商圈的吸引力因素,从而为重力模型的精细化建模提供基础。

## 2 问卷设计

Reilly<sup>[12]</sup>在1931年最早指出城市购物中心吸引周边顾客的消费量与该市人口数呈正比;Huff在考虑个别顾客行为的基础上对其模型进行了修正,提出了Huff模型(哈夫模型)<sup>[13]</sup>,将购物中心的规模作为吸引力指标;1974年Huff和Bastell<sup>[14]</sup>对哈夫模型进行了修正,如式(1)所示。

$$P_{ij} = A_j^\gamma D_{ij}^{-\lambda} / \sum_{j=1}^n A_j^\gamma D_{ij}^{-\lambda} \quad (1)$$

式中:  $P_{ij}$  表示  $i$  地的顾客到购物中心  $j$  光顾的概率;  $A_j$  为购物中心  $j$  的吸引力;  $D_{ij}$  表示顾客从  $i$  地到购物中心  $j$  的可达性;  $\gamma, \lambda$  为估计参数。

在市场分析和零售地理相关研究中,有不少关于购物中心吸引力因子分析的研究。本文在文献[15]的基础上,将其归纳为以下几点,如表1所示。

表1 影响购物中心吸引力的主要因素

Tab. 1 Main factors affecting shopping center attractiveness

因子	描述
主力店	有吸引力的主力店、主力店的商品种类丰富、主力店的购物气氛令人舒畅、主力店购物方便
功能多样化	有酒吧与餐馆、各种娱乐设施、休闲场所
商户组合	有很多知名的零售店铺、零售店铺选择多、有一定吸引力
商品价格	总体价格低、很多特价商品、商品性价比高、商品质量好
购物实体环境	购物中心气味宜人、空气舒适、温度舒适
空间布局	安全的迅速转身及移动、容易辨别自己所处的位置、店铺安排一目了然
购物氛围	让人心情舒畅、氛围很舒适
人员服务	友好、称职、有丰富的商品知识
停车	免费停车位、停车费在可接受范围内、有充足停车位
交通	容易到达、很快到达该购物中心

在此基础上,本文设计了调查问卷,通过调查深圳市5个大型购物中心或商圈,并对所得的数据进行分析整理。

### (1) 问卷内容

问卷分为3大部分:①顾客的个人基本信息,如年龄、性别、收入;②被调查者的购物出行情况;③顾客对该商圈影响因素的感知价值,以李克特5分量表(Likert Scale)<sup>[16]</sup>进行描述。对于因变量的设置,购物中心的吸引力可以通过顾客选择行为来表现,另一方面也可以通过顾客满意度来体现,顾客的满意度是由惠顾体验和对各个项目的感知价值共同决定的,故问卷最后设置了本商圈对顾客的吸引程度的评分问题。图1显示了问卷中涉及的以上3部分内容(共17个变量)及其关系。

由于需要量化各影响因素变量,问卷对所选变量编码或赋值,如表2所示。

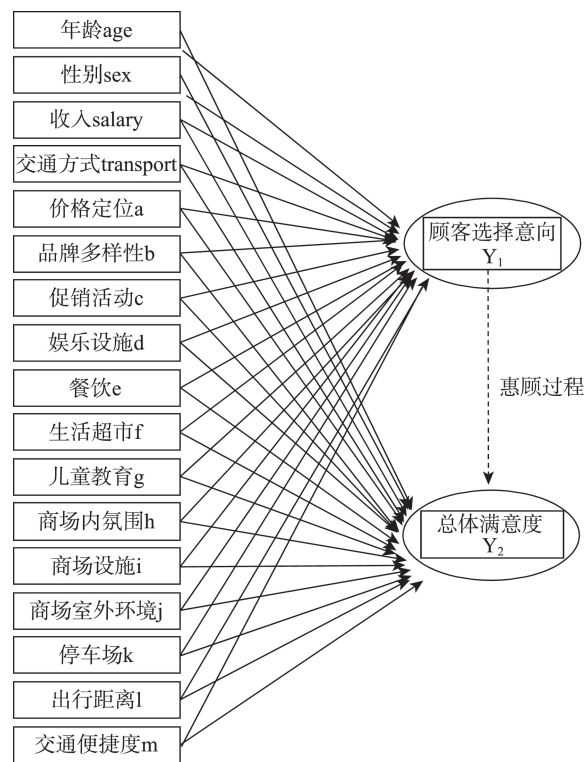


图1 问卷内容要素及关系

Fig. 1 Questionnaire key components and relationship

### (2) 实地调查

调查地点选择在深圳市具有代表性的5处大型购物中心商业圈:东门步行街、华强北商业圈、福田星河Cocopark、海雅缤纷城、宝能太古城。其位置如图2所示。

东门步行街是深圳最早出现的商业区,目前已发展成具有一定规模的商业步行街,街区内有众多大型商厦和大型批发市场,交通十分便利,是集购物、休闲和旅游于一体的商业步行街。华强北商业

表2 变量赋值或编码  
Tab. 2 Variable and coding

变量	测量尺度	赋值
年龄	定距定比变量	< 18岁; 19-25岁; 26-35岁; 36-50岁; > 50岁
性别	定类变量	男性; 女性
收入	定距定比变量	< 5千; 5千~1万; 1万~2万; > 2万
交通方式	定类变量	出租车(私家车); 公交车; 地铁; 步行
商圈因素(a-m)	定序变量	李克特量表打分制, 对本商圈各项满意度打分, 从满意度很低至很高为1-5分
顾客选择 Y <sub>1</sub>	定类变量	东门; 华强北; Cocopark; 宝能太古城, 海雅缤纷城
总体满意度 Y <sub>2</sub>	定序变量	满意度从低到高为1~10打分制

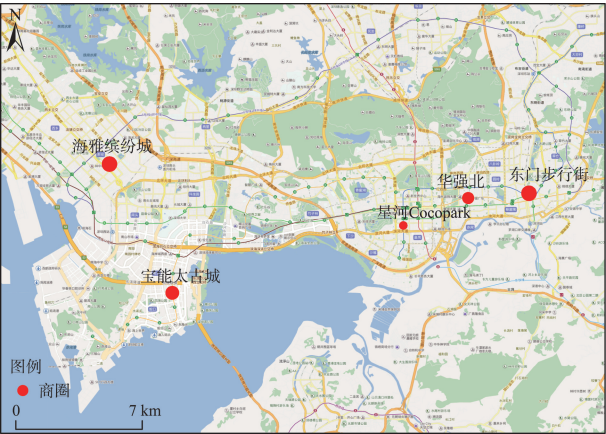


图2 5个购物中心/商圈的空间位置  
Fig. 2 Locations of the study shopping centers

圈包揽了电子、电器、服装、百货等行业,有大型商场20多家,是多行业、多功能的综合商业旺区。星河Cocopark位于福田CBD中心区经济动脉上,无缝衔接地铁站,交通便利,采用主力店、精品店铺和特色酒吧街的商家组合策略。海雅缤纷城位于宝安区,是深圳西部最大的商业综合体。宝能太古城(宝能All city)位于南山后海区域,紧邻香港

表3 问卷描述性统计  
Tab. 3 Descriptive statistics of the questionnaire

		数量/人次	百分比/(%)
年龄	<18	63	12.2
	19-25	173	33.5
	26-35	191	36.9
	36-50	67	13
	>50	23	4.4
性别	男	236	45.6
	女	281	54.4
月收入/元	<5000	240	46.4
	5000-10 000	166	32.1
	10 000-20 000	75	14.5
	>20 000	36	6.9

西部通道,交通便利,除地铁接驳外另拥有3000多个停车位。由于营业不久,调查时还有商场品牌在调整中。

本次调查共发放750份纸质问卷,5个商圈各150份问卷,均由调研人员在商圈内随机发放。回收问卷中有效问卷517份(东门107份,华强北102份,福田Cocopark 148份,海雅缤纷城105份,宝能太古城55份),有效问卷回收率为68.9%。问卷描述性统计见表3。

(3) 问卷信度分析

由于是主观态度的问卷,本文采用Cronbach's alpha系数来评估问卷信度。该系数用于考察问卷中各项目得分的一致性,是目前各类实证研究中最常用的信度分析工具。Cronbach's alpha系数若小于0.35,则应拒绝;当系数在0.35-0.7时表示信度可以接受,当系数大于0.7表示信度相当高<sup>[17]</sup>。本次调查问卷的Cronbach's alpha系数为0.695,因此本文采用的问卷数据是可信的。

(4) 共线性诊断

计算容许值和方差膨胀因子,有2个条件指数大于30,分别是40.49和31.34;且40.49对应的截距方差分解比为98%,31.34对应的商场内氛围、商场设施的方差分解比分别为85%和53%,均超过了50%,表明本调查问卷数据中自变量存在多重共线性。因此,分析前需对以上问卷数据进行主成分分析,提取综合因子,消除多重共线性。

3 吸引力因素主成分分析

首先使用KMO样本测度来检验数据是否适合做因子分析。KMO在0-1之间,值越接近1,则越适合合作因子分析<sup>[18]</sup>。如表4所示,本调查数据的KMO值为0.760,大于0.7;Bartlett球形度检验的卡方值为2038.084,此外,巴特利球体检验的统计值



表4 KMO与球形Barlett检验

Tab. 4 KMO and Barlett's test

检验项		检验值
Bartlett的球形度检验	取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量	0.760
	近似卡方	2038.084
	df	153
	Sig.	0.000

的显著性小于0.001,也说明该组数据具有较高的

相关性,适合做因子分析。

本文采用主成分分析法作为抽取方法进行因子分析,因子的旋转方式利用正交旋转,即方差最大旋转方式,并将特征值大于1作为因子提取的标准。对方差表所有标准化后的变量进行主成分分析,结果见表5。

由表5可知,17个变量指标转化为了6个主成

表5 主成分解释

Tab. 5 PCA variance explained

成份	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的百分比/(%)	累积百分比/(%)	合计	方差的百分比/(%)	累积百分比/(%)	合计	方差的百分比/(%)	累积百分比/(%)
1	3.762	20.901	20.901	3.762	20.901	20.901	2.611	14.503	14.503
2	2.068	11.488	32.390	2.068	11.488	32.390	2.003	11.127	25.630
3	1.696	9.421	41.811	1.696	9.421	41.811	1.712	9.512	35.143
4	1.260	6.999	48.810	1.260	6.999	48.810	1.629	9.049	44.192
5	1.101	6.114	54.924	1.101	6.114	54.924	1.516	8.421	52.612
6	1.077	5.981	60.905	1.077	5.981	60.905	1.493	8.293	60.905
7	0.901	5.004	65.909						
8	0.842	4.677	70.585						
9	0.746	4.142	74.727						
10	0.738	4.099	78.827						
11	0.635	3.528	82.355						
12	0.600	3.332	85.687						
13	0.500	2.776	88.462						
14	0.483	2.683	91.145						
15	0.442	2.454	93.600						
16	0.432	2.401	96.001						
17	0.307	1.704	100.000						

分,这些主成分满足特征根大于等于1的条件,且累积贡献率达到60.91%,表明主成分对变量有一定的解释能力。为了使因子荷载的结构更简明化,通过最大方差法进行因子旋转,集中荷载于少数因子之上,从而降低其他公共因子中的载荷,使因子间荷载的差异更分明。表6为将因子实行最大方差旋转后的载荷矩阵。

因子载荷矩阵表明了不同测项对各因子的贡献。载荷值一般需在0.5以上,且越高聚合效果越好。从表6中各因子的高载荷可见,在第1因子上,商场内氛围、商场设施及商场室外环境有高载荷,因此将第一因子命名为环境因子。环境因子所包含的商场内氛围、商场设施及商场外环境等因素对顾客的购物体验和价值感知有很大的影响,说明人们到购物中心不再是简单的购物,更多的是需要集多功能消费服务于一体的一站式服务。第2因子涉及出行距离、交通便捷度,且还有娱乐设施与餐饮,

表6 正交旋转后的载荷矩阵

Tab. 6 Rotation sums of squared loadings

Zscore	成份					
	1	2	3	4	5	6
年龄	-0.060	-0.040	<b>0.832</b>	-0.025	-0.068	0.179
性别	-0.060	0.058	<b>-0.521</b>	0.033	-0.282	0.302
收入	0.000	0.150	<b>0.674</b>	-0.116	0.357	0.061
出行方式	0.003	-0.008	-0.260	0.083	<b>-0.717</b>	0.101
价格定位	0.166	0.033	-0.058	<b>0.717</b>	-0.195	0.007
品牌多样性	0.192	0.348	-0.060	<b>0.644</b>	0.062	-0.160
促销活动	0.000	-0.062	-0.029	<b>0.711</b>	0.118	0.243
娱乐设施	0.156	<b>0.577</b>	-0.192	0.311	0.289	0.127
餐饮	-0.051	<b>0.726</b>	-0.208	0.015	0.293	0.091
生活超市	0.099	0.099	0.002	0.032	-0.160	<b>0.755</b>
儿童教育	0.237	-0.032	0.077	0.081	0.283	<b>0.675</b>
商场内氛围	<b>0.816</b>	0.221	0.030	0.109	0.043	0.089
商场设施	<b>0.798</b>	0.180	0.064	0.115	0.008	0.095
商场外环境	<b>0.803</b>	0.132	-0.037	0.066	0.010	0.091
停车场	0.330	0.092	0.111	0.126	<b>0.539</b>	0.374
出行距离	0.175	<b>0.559</b>	0.158	0.046	-0.091	0.067
交通便捷度	0.234	<b>0.701</b>	0.159	-0.008	-0.233	-0.111

反映了到达购物中心服务的可达性,命名为可达性因子。在第3因子中,年龄、性别、收入均为顾客人口描述性信息,命名为个人特征因子。第4因子主要反映了价格定位、品牌多样性和促销活动,称其为商品因子。第5因子包含交通出行方式和停车场2个变量,与第2因子的出行距离和交通便捷性相比,更侧重私家车出行,因此命名为私家车出行因子。在第6因子中,有生活超市和儿童教育两个变量,属于购物中心的多功能因素,命名为多功能因子。

基于上述分析,本文确定了6个对顾客选择购物中心产生作用的影响因子,分别是环境因子、可达性因子、个人特征因子、商品因子、私家车出行因子,以及多功能因子。其中,可达性因子和私家车出行因子涉及了购物中心所处的地理位置、周围交通是否便利以及是否配备停车场、停车场的布局规划是否合理或停车位是否够用等问题,这些因素间都有一定的关联<sup>[5]</sup>。如果购物中心位于郊区可能会导致周围交通不便、客流量较小,而购物中心位于市区中心可能交通十分便利,但占地面积的局限性也可能导致停车场较小或布局不合理等问题。

4 基于主成分 Logistic 回归的商圈吸引力模型

为进一步定量分析以上6个因子对购物中心的吸引力,本文以以上6个因子作为新的变量与因变量,首先使用偏最小二乘回归解释商圈吸引力,结果显示偏最小二乘模型回归模型拟合显著( $P < 0.05$ ),但是 $R^2$ 仅为0.321,模型解释力较低。因此,研究提出使用主成分回归的方法,对商圈吸引力进行建模表达。东门、华强北、Cocopark、太古城和海雅缤纷城的预测正确率分别为86.0%、41.2%、60.1%、21.8%和72.4%,平均达到60.2%。太古城之所以只有20%多的正确率是因为这是个新开业的商场,调查时商铺还未营业或在调整中,未形成稳定的商圈

吸引力。由于在调查受时间、费用、人力等客观条件的限制,样本数量的局限可能导致数据的代表性不够全面,也是造成误差存在的原因之一。

与普通 Logistic 回归的结果相比(表7),主成分 Logistic 回归仍然有好的表现。从似然比检验的-2倍对数似然值(-2LL)来看,主成分 Logistic 回归的变异性较小,即主成分 Logistic 模型中包括所有自变量后的误差较小。主成分 Logistic 回归的Cox & Snell  $R^2$ 和Nagelkerke  $R^2$  2项指标都较普通 Logistic 回归高,说明前者自变量对因变量的解释作用更强。最后,从预测百分比校正值来看,主成分 Logistic 回归的判别准确率达到60%以上。总体来说,主成分 Logistic 回归的表现优于普通 Logistic 回归和偏最小二乘回归。

表8 吸引力显著性因子

Tab. 8 Significant factors

显著影响因素	
东门	可达性因子、环境因子、私家车出行因子
华强北	商品因子、环境因子、可达性因子
Cocopark	多功能因子、私家车出行因子、可达性因子
太古城	可达性因子、商品因子、私家车出行因子
海雅缤纷城	商品因子、多功能因子

为检验主成分 Logistic 回归表达商圈吸引力的可靠性,以太古城为参照系,对其他4个购物中心的样本数据进行回归分析。计算过程同上,鉴于篇幅的限制,具体计算数值不再罗列。结果显示似然比卡方检验结果显著水平小于0.05,说明回归模型显著;-2LL为1057.211,仍小于普通 Logistic 回归,Cox & Snell  $R^2$ 和Nagelkerke  $R^2$ 分别为0.663、0.693,模型总体表现仍优于普通 Logistic,且2次模型回归系数重合率达66.67%。基于以上的对比验证,可认为本文基于主成分 Logistic 回归的商圈吸引力模型具有一定的可靠性。表8列出了5个商圈影响吸引力的显著性因子。

以上结果不仅可代入Huff模型估计各商圈的吸引力,还可用于分析各商圈的优势和存在的问题。例如,完善的配套设施和四通八达的交通是东门商业区吸引顾客的主要因素,但从2次回归方程中环境因子和停车场因素相对于其他购物中心的效用函数来看,其回归系数均为负值,故东门在改善环境和停车场的配置方面还有一定的提升空间,这和实际情况相符。华强北作为中国最大的电子市场,商品的多样性以及较高的性价比毫无疑问是

表7 模型拟合优度及预测效果的比较

Tab. 7 Comparison of goodness-of-fit and prediction results

模型	-2LL	Cox 和 Snell $R^2$	Nagelkerke $R^2$	预测百分比 校正/(%)
普通 Logistic 回归	1157.276	0.590	0.617	53.60%
主成分 Logistic 回归	1007.432	0.694	0.726	60.20%

其最主要的商圈吸引力因素,但是由于该商业区现有的楼盘物资大多是在原有的工业厂房上改造而成的,加上片区道路、市政规划和公共设施均是原有设计和布局,因此带来的购物过于集中、空间较密集和停车场地布置不合理等问题亟待解决,其环境因子和停车场因素的回归系数同样为负值。

## 5 结语

本文在分析已有相关研究的基础上,对影响购物中心的吸引力因素进行总结并设计调查问卷,以深圳市5个典型的购物中心和商圈为研究对象,获取问卷数据。由于问卷数据具有共线性,研究使用因子分析的方法,识别出6个对顾客选择购物中心产生作用的影响因子,分别是环境因子、可达性因子、个人特征因子、商品因子、私家车出行因子,以及多功能因子,提出基于主成分Logistic模型表达商圈吸引力,得出各购物中心或商圈中不同因子的权重。以上结果可以作为Huff模型中吸引力因子的输入,取代传统的以“规模”代表吸引力的建模方法,从而更准确地表达和预测购物中心等设施的影响范围,为精细化建模提供基础。此外,随着大数据在地学领域的深入应用,此问卷调查类数据及结论可以作为大数据应用的校准基础。未来可以结合用户轨迹数据、社交媒体签到数据等进行更大规模的分析 and 应用。

### 参考文献 (References):

- [1] Yue Y, Wang H, Hu B, *et al.* Exploratory calibration of a spatial interaction model using taxi GPS trajectories[J]. *Computers Environment & Urban Systems*, 2012,36(2): 140-153.
- [2] Jia P, Xierali I M, Wang F. Evaluating and re-demarcating the Hospital Service Areas in Florida[J]. *Applied Geography*, 2014,60:248-253.
- [3] Lakshmanan J R, Hansen W G. A retail market potential model[J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1965,31(31):134-143.
- [4] Wang Y, Jiang W, Liu S, *et al.* Evaluating trade areas Using social media data with a Calibrated Huff Model[J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2016,5(7): 112.
- [5] Masuyama A. Total locational surplus for facility users distributed continuously along a network[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2014,28(7): 1502-1522.
- [6] 中西正雄著.吴小丁译.零售吸引力的理论及测量[M].北京:科学出版社,2012. [Nakanishi M, Kouri Kyuinryoku No Riron To Sokutei, Tokyo: Chikura Shobo, 1983. Wu X (translate), 2012.]
- [7] Mohd Ali K A. A structural equation modeling approaches on factors of shopping mall attractiveness that influence consumer decision-making in choosing a shopping mall[J]. *Journal of Global Business & Economics*, 2013,6 (1):63-76.
- [8] Michon R, Chebat J C, Turley L W. Mall atmospherics: the interaction effects of the mall environment on shopping behavior[J]. *Journal of Business Research*, 2005,58 (5):576-583.
- [9] Frasquet M. Shopping-centre selection modelling: a segmentation approach[J]. *International Review of Retail*, 2001,11(1):23-38.
- [10] 冯旭,鲁若愚,刘德文.零售商圈的吸引力分析[J].商业研究,2004(24):117-120. [Feng X, Lu R Y, Liu D W. The analysis of attraction of retailing business circle[J] *Commercial Research*, 2004,24:117-120. ]
- [11] 曾镭.零售商圈吸引力:基于雷利法则和赫夫模型的实证研究[J].财贸经济,2010(4):107-113. [Zeng Q. An empirical research on attraction of retail trade area based on reilly rule and huff model[J]. *Finance & Trade Economics*, 2010,4:107-113. ]
- [12] Reilly W J. The Law of Retail Gravitation[M]. New York: Knickerbocker Press, 1931.
- [13] Huff D L, Determination of intra-urban retail trade areas [D]. Los Angeles: University of California(UCLA), 1963.
- [14] Huff D L, Batsell R R. Conceptual and operational problems with market share models of consumer spatial behavior[J]. *Advances in Consumer Research*, 1975,2:165-172.
- [15] 魏胜.购物中心顾客波及惠顾研究[D].长春:吉林大学, 2013. [Wei S. Research on customers' spillover patronage in a shopping mall[D]. JiLin: Jilin University, 2013. ]
- [16] Likert R. A technique for the measurement of attitudes[J]. *Archives of psychology*, 1932,140:1-55.
- [17] Guilford J P. Fundamental statistics in psychology and education[M]. New York: McGraw- Hill Book Company, 1978.
- [18] 傅德印.因子分析统计检验体系的探讨[J].统计研究, 2007,24(6):86-90. [Fu D. Exploring the statistical test system of factor analysis. *Statistical Research*, 2007,24 (6):86-90. ]