

# 2015 年全国大学生统计建模大赛



论文题目： 公交站点客流吸引影响因素分析及应用<sup>1</sup>  
参赛队员： 王文 谭桂杉 龚越  
指导教师： 王勇智  
参赛单位： 同 济 大 学

---

<sup>1</sup> 注:该论文获得由中国统计教育学会举办的“2015 年（第四届）全国大学生统计建模大赛”市场调查分析类研究生组三等奖。

---

## 摘要

本文提出的关于公交站点客流吸引影响因素分析是从微观角度研究整个系统的出行吸引模型。将公交站点视为公交服务系统的处理单元,该处理单元的选址以及运营调度系统在该节点的服务效率和水平的整体表现决定了该点对于周边出行的整体吸引力。根据我们对公交站点的分析,从不同角度确定了6个指标来评价现有站点的客流影响情况。然后,选取12个站点进行调查,将这6个指标作为原始变量建立正交因子模型找出公共影响因子。通过因子正交旋转分析使得公共影响因子的解释更加合理化,明确化,在此基础上,通过巴特来因子得分分析实现降维后通过聚类模型将现有公交站点按照获得的公共因子得分进行归类,从而为公交运营部门对现有公交线网布局进行后续评估和改进提供参考。

**关键词：**正交因子模型 因子旋转 Bartlett 因子得分 聚类分析

## 1 引言

### 1.1 研究背景及意义

目前,随着国民经济的迅速发展和人民生活水平的提高,我国城市机动车的增长日趋明显。城市交通量的迅速增长,促进了经济的飞速发展,与此同时,日益增长的交通量给城市交通系统带来挑战,交通堵塞现象严重、车辆废气排放量大大增加,加剧了环境污染指数,另外交通路网容量及交通组织运行方式的不合理性导致交通冲突加剧,交通事故发生频繁发生。然而在城市经济迅速发展的今天,公共交通的发展却远远落后于城市人口的增长,这便使得各种矛盾渐渐突出。城市交通问题已日渐成为社会的焦点问题。相对于小汽车,公共交通系统具有不可替代的优势,例如公交运输性价比高、能源消耗少、污染程度低等。

从城市整体利益看,要把交通拥挤和环境污染等问题放在首要的位置,积极发展城市公交产业。在城市经济和文明不断取得进步的社会背景下,作为承担城市客运主体的公共交通将起到举足轻重的作用城市公共交通是城市现代化建设的重要环节和关键,是城市基础设施的重要组成部分,它的发展直接关系到城市整体功能的发挥、市民生活质量的提高。并且,良好的公共交通可以抑制个体交通的过快发展,有效利用道路资源,保护城市自然环境,促进城市社会经济的可持续发展。城市公共交通在国外一些大城市已得到较充分的利用,如巴黎、东京、维也纳城市的铁路、地铁和公共汽电车等公共交通占综合交通体系的比例分别为60%、72.5%、70.8%。而我国的公共交通方式比例较低,自行车交通占明显优势,如北京地铁只占综合交通体系的7%,公共汽电车占39.4%,小汽车、出租车占12.5%,自行车高达41.1%,长春市2003年公共汽电车比例为22.46%,步行比例为47.78%,自行车比例为16.75%,出租车2.49%,摩托车2%,其它

8.52%。因此,在我国未来 15-20 年中,城市交通结构和模式处于发生重大历史性转变的关键时期,如何提高公共交通的占有率和服务水平,确立公共交通的优先地位,将居民出行更多地吸引到公共交通方式上来,成为我国现有交通领域探讨的热点。而常规公交现有服务水平的分析与评价是与城市公共交通系统规划与管理密切相关的基本分析技术,是进一步提高公交服务水平的基本前提。正确、合理、可靠的公交服务水平的分析和评价结果可为城市公共交通系统的规划、实施、评价、改进提供有效的支持和帮助。

此外,除了公交运营系统的效率和服务性水平,公交站点的选址和规模也同样影响着公交的客流量。要提高整个公交系统的对居民出行的吸引率需要综合考虑各方因素,鉴于此,各种因素对于客流量影响的定量化分析研究将有助于为公交管理部门决策提供理论依据。

从现有公交站点周边用地状况及客流情况以微观视角研究站点吸引力影响机理将为改进公交整体规划提供一种新的思路,即,摒弃传统宏观指标的建模方法,以微观量化的指标明晰地表征客流吸引力

## 1.2 文献综述

针对城市公交客流的吸引力影响因素分析这个问题,目前国内外相关的研究主要采用解析结构模型、模糊模型、改进的灰色关联度理论三种方法,前期以定性分析为主,后期以宏观层面的定量分析为主。

文献[1]与文献[2]采用定性分析,通过确定模糊规则,运用模糊理论进行复杂影响关系的问题求解,在 Mauab 语言中编程计算。模糊规则的建立应以客观事实为依据,经大量的实践调查得到。文献[3]采用 AHP 方法,这些方法存在着以经验定性分析为主、主观因素比较大的缺点。

文献[4]采用灰关联分析方法,一定程度上避免了上述问题,但该方法仅能对变量的同向相关性做出正确判断,不能体现负相关关系。文献[5]与文献[6]建立了考虑负相关因素的灰色关联分析方法,但上述方法分别存在着没有正确考虑及没有考虑变量变化率的问题,且文献[5]提出的方法对负相关因素不敏感。文献[7]基于改进的灰色关联理论,研究不同影响因素对重庆市公交客运量影响的关联度大小,但未涉及到各个指标对公交运营效益的影响。例如该文献提出公交车辆数对公交客运量的影响较为显著,一定程度上,公交车辆数的投入对公交客运量的影响较为显著,但根据效益最优原则,当公交车辆数的投入达到一定数量后继续投入时,公交客运量的增长会越来越不显著,同时随着运力的投入,投资成本将大幅增加,公交运营的效益会出现先增长后下降的趋势。此外,运用灰色关联分析的结果受选取的样本大小影响,而现有研究方法均未涉及这一问题。

文献[8]采用系统工程中的解析结构模型(ISM)方法,建立公交客流系统解释结构模型,探讨影响公交客流的各要素的结构层次关系,为客流量分析、评价和改进提供了新思路。在界定对公交客流量产生影响的系统边界、提取归纳公交客流影响因素的基础上,应用解释结构模型,建立起各因素间的层次关系,但模型是从宏观的层面进行分析。

此外,目前大多数相关的研究均是以某条或某几条完整的线路为研究对象,以公交站点为数据处理单元的研究相对较少。本文提出的关于公交站点客流吸引

力影响因素分析是从微观角度研究整个系统的出行吸引模型。从现有公交站点周边用地状况及客流情况以微观视角研究站点吸引力影响机理。

## 2 论文组织结构

论文第二部分阐述论文研究内容,第三部分交代数据源和相应的数据采集整理方式,第四部分为建模分析过程,包括数据的预处理,提取模型分析的指标集(原始变量)建立因子分析模型,解释模型结果,然后在此基础上聚类分析得到基于站点现有客流影响因素的类别划分。第五部分是论文的总结和展望。

### 研究内容

本文从微观角度研究整个系统的出行吸引模型。摒弃传统宏观指标的建模方法,以微观量化的指标集表征现有客流影响因素从而建立正交因子模型提炼出潜在因子,本文选取的原始变量包含6个,一部分和公交调度系统在该站点的服务能力和水平有关,另一部分和周边用地性质有关。之后通过因子正交旋转分析修正使得潜在公因子的解释更加合理化,明确化,在此基础上,通过巴特来因子得分分析实现降维以便后续通过聚类模型将现有公交站点按照获得的潜因子进行归类,

## 3 数据源及采集方式

数据的采集主要分为两方面,一方面是关于公交站上下客数据的采集,另一方面是关于居民平均出行人次的采集。前者属于直接式数据采集,用于分析站点服务能力等性质,后者属于间接性数据采集,用于分析站点周边用地性质等特性。原始调查数据表详见 excel 附件,调查表格设计见附录 4

### 3.1 公交站上下客数据采集

依据公交车停靠站通行能力关键影响因素,为确保实测数据的完整性和准确性,调查地址按照以下要求选择[9]。

- 1)公交车停靠站类型包含直线式停靠站和港湾式停靠站2种。
- 2)公交车停靠站处于上海市中心区"即外环以内区域。
- 3)公交车停靠站要有满足统计样本量需求的数据量,线路数和乘客数以满足统计要求。
- 4)调查时间应选取工作日、晴好天气,测量时段包含平峰和高峰时段;测量时长依据每个站点公交客流量和公交到达率而定,一般在6h。
- 5)公交停靠站应该满足良好的视野,无绿化,和广告牌等明显遮挡物。
- 6)数据采集现场最好保持2人,以保证数据,的精度和全面性。

基于以上要求,结合实际情况,项目组于2013年对上海市杨浦区、徐汇区和浦东新区等12个公交站点进行了实地调查,列举部分调查点如表3-1所示。

表 3-1 部分调查点选择表

站名	停靠站 类型	区域	线路 数	测量时间：工作日		时长 /h	测量天 数/d	总时 长/h
				早高峰	晚高峰			

四平路国 定路站	直线式	杨浦区	4	06:30-09:30	16:00-19:00	6	1	6
四平路密 云路站	直线式	杨浦区	6	06:30-10:30	16:00-19:00	7	1	7
黄兴路国 顺路站	港湾式	杨浦区	9	06:30-10:30	16:00-18:00	6	2	12
四平路临 平北路	港湾式	杨浦区	6	06:30-09:30	16:00-19:00	6	1	6

数据统计以 5 分钟为一个周期，分别记录每个站点每个周期车辆到达数，上下客人数，靠站时间等，对公交站点的调查数据具体如表 3-2 所示。

表 3-2 公交站点调查表

到达序列	上车 人数	下车 人数	到站时刻	驶离时刻	停靠公 交数	记录周期	对应路段机动 车流量
1							
2							
.....							

### 3.2 居民出行交通量统计

本节中，主要预测公交站点附近的住宅、商业、办公、学校等用地带来的发生交通量。此处利用交通小区占地面积和吸引率来计算包含该公交站点的交通小区居民出行量，产生吸引率的取值及其出行方式的划分参考《上海市建设项目交通影响评价技术标准》，并结合实际调查情况进行合理取值。交通小区用地性质及占地面积参考《上海市杨浦区控制性详细规划》、《上海市徐汇区控制性详细规划》等的详细取值。

《上海市建设项目交通影响评价技术标准》指出：居民步行范围应根据实际情况在 200m ~ 500m 之间取值，对于城市中心区等公共交通覆盖率较高的区域，宜取步行范围的下限；对于城市外围区，宜取步行范围的上限。实际调查结果显示，不同的公交站点由于周边用地性质的不同，步行距离有差异性。为更好地分析站点周边用地对站点吸引力的影响，引入交通小区的概念。交通小区是具有一定交通关联度和交通相似度的节点或连线的集合，随时间关联度和相似度的变化而变化，反映城市路网交通特征的时空变化特性。在模型建立过程中，划分交通小区的主要目的是为了更精确地分析公交站点附近具有一定交通关联度和交通相似性的地块居民出行人次。交通小区主要以道路或住宅群分界，是进行出行调查、搜集交通数据的基本单元。交通小区的面积大小和具体边界划定会直接影响到数据调查、分析、预测的工作量及精度。本文参照现阶段交通小区已有的成熟的划分方式将调查的站点周边划分为相应的交通小区。以下以浦东南路商城路公交站为例，详细说明该站点周边居民出行人数的预测方法。

### (1) 划分交通小区



图 3-1 包含浦东南路商城路站的交通小区划分

(2) 根据《上海市浦东新区控制性详细规划》得到划分的交通小区占地面积及用地情况。

(3) 根据《上海市建设项目交通影响评价技术标准》和上海第四次交通大调查的数据，并结合项目组实际调查情况对“平均出行人次/m<sup>2</sup> 占地面积”和“高峰小时系数”进行取值。

(4) 分别计算该交通小区不同用地性质的日均出行总人次和高峰小时出行总人次，其结果如下表所示。

表 3-3 包含浦东南路商城路站的交通小区出行人次

交通小区面积	用地性质	商服医疗	住宅	办公	文体游憩	工业	学校
377576 m <sup>2</sup>	比例	20%	40%	30%	10%	0%	0%
	人次/m <sup>2</sup> 占地面积	2.188	0.34	0.417	0.493	0.24	1.214
	高峰小时系数	0.06	0.25	0.25	0.27	0.2	0.4
	日均出行人次（人次/天）	165227	51350	47235	18614	0	0
	高峰小时出行人次（人次/高峰小时）	9914	12838	11809	5026	0	0

## 4 模型解析

### 4.1 理论简介

#### 4.1.1 正交因子法

正交因子分析法是从研究变量内部相关的依赖关系出发,把一些具有错综复杂关系的变量归结为少数几个综合因子的一种多变量统计分析方法。它的基本思想是将观测变量进行分类,将相关性较高,即联系比较紧密的分在同一类中,而不同类变量之间的相关性则较低,那么每一类变量实际上就代表了一个基本结构,即公共因子。对于所研究的问题就是试图用最少数个数的不可测的所谓公共因子的线性函数与特殊因子之和来描述原来观测的每一分量。数学模型如下[13]:

设有  $p$  维观测随机向量  $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ , 均值向量  $\mu_x = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p)$ , 协方差矩阵  $\Sigma = (\sigma_{ij}) \rightarrow (i, j \in \{1, 2, \dots, p\})$ , 模型表达式为:

$$\begin{cases} x_1 = \mu_1 + a_{11}f_1 + a_{12}f_2 + \dots + a_{1k}f_k + \varepsilon_1 \\ x_2 = \mu_2 + a_{21}f_1 + a_{22}f_2 + \dots + a_{2k}f_k + \varepsilon_2 \\ \vdots \\ x_p = \mu_p + a_{p1}f_1 + a_{p2}f_2 + \dots + a_{pk}f_k + \varepsilon_p \end{cases} \quad (4-1)$$

$f_1, f_2 \dots f_k$  为公共因子变量,  $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots \varepsilon_p$  为不可观测随机噪声项。公共因子可理解为原始变量具有的公共因素,一般每个公因子对两个或两个以上原始变量其作用,随机噪声项只与特定的原始变量有关。以上公式以矩阵形式描述如下:

$$\vec{x} = \vec{\mu} + A\vec{f} + \vec{\varepsilon} \quad (4-2)$$

其中,  $\vec{f} = (f_1, f_2 \dots f_k)$ ,  $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ ,  $\vec{\varepsilon} = (\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots \varepsilon_p)$ , 载荷矩阵  $A = (a_{ij}): p \times k$ , 对于该模型, 有如下假定:

$$\begin{cases} E(\vec{f}) = 0 \\ E(\vec{\varepsilon}) = 0 \\ V(\vec{f}) = I \\ V(\vec{\varepsilon}) = D = \text{diag}(\sigma_1^2, \sigma_1^2, \dots, \sigma_p^2) \\ COV(\vec{f}, \vec{\varepsilon}) = E(\vec{f} \cdot \vec{\varepsilon}^T) = 0 \end{cases} \quad (4-3)$$

根据等式, 可推知:

$$\Sigma = V(A\vec{f} + \vec{\varepsilon}) = AV(\vec{f})A^T + V(\vec{\varepsilon}) = AA^T + D \quad (4-4)$$

对原始变量进行标准化处理可使模型免受数据差异性影响, 令标准化原始变

量为  $\bar{x}^*$  , 则 ,  $\bar{x}^* = D^{-1}(\bar{x} - \bar{\mu})$ 。

#### 4.1.2 聚类分析

聚类分析是把对象按照一定的规则分成若干类, 这些类不是事先给定, 而是基于数字特征来确定, 对类的数目和结构不做任何假定, 聚类变量按照测量尺度可分为间隔变量、有序变量、和名义变量。对于间隔变量常用来度量样本之间的相似性。聚类分析中距离的定义如下:

1. 非负性:  $d(\bar{x}, \bar{y}) \geq 0, d(\bar{x}, \bar{y}) = 0 \Leftrightarrow \bar{x} = \bar{y}$
2. 对称性:  $d(\bar{x}, \bar{y}) = d(\bar{y}, \bar{x})$
3. 三角不等式:  $d(\bar{x}, \bar{y}) \leq d(\bar{x}, \bar{z}) + d(\bar{z}, \bar{y})$

聚类分析中常用距离有 4 种, 本论文采用标准化后的欧式距离  $d(\bar{x}, \bar{y}) = \sqrt{(\bar{x} - \bar{y})^T (\bar{x} - \bar{y})}$

聚类规则包括常用的有八种, 本文采用离差平方和法, 类中个样品到类重心的平方欧式距离称为离差平方和。设  $g_K$ 、 $g_L$  两类合并为新的  $g_M$  类, 则  $g_K$ 、 $g_L$ 、 $g_M$  离差平方和分别是:

$$W_K = \sum_{i \in g_K} (\bar{x}_i - \bar{x}_K)^T (\bar{x}_i - \bar{x}_K) \quad (4-5)$$

$$W_L = \sum_{i \in g_L} (\bar{x}_i - \bar{x}_L)^T (\bar{x}_i - \bar{x}_L) \quad (4-6)$$

$$W_M = \sum_{i \in g_M} (\bar{x}_i - \bar{x}_M)^T (\bar{x}_i - \bar{x}_M) \quad (4-7)$$

以上各量反应各类的离散程度, 令  $D_{KL}^2 = W_M - W_K - W_L$ , 如果 K 和 L 两类较近, 则  $D_{KL}^2$  (定义为 K、L 两类的离差平方距离) 应较小。根据推倒, 可得

$$D_{KL}^2 = \frac{n_K n_L}{n_M} (\bar{x}_K - \bar{x}_L)^T (\bar{x}_K - \bar{x}_L)。$$

离差平方和的递推公式为:

$$D_{MJ}^2 = \frac{n_J + n_K}{n_J + n_M} D_{KJ}^2 + \frac{n_J + n_L}{n_J + n_M} D_{LJ}^2 + \frac{n_J}{n_J + n_M} D_{KL}^2 \quad (4-8)$$



## 4.2 模型变量提取及变量解释

未经处理的原始数据信息量较大,包括在构建模型前需要提取模型变量。本文旨在研究公交站点客流影响因素,首先构造可统计的指标集用来表征现有客流影响因素。基于对公交站点影响的定性宏观分析,本论文选取以下变量作为指标集:

表 4-1 变量解释

变量	变量解释
$x_1$	站点周边交通小区内住宅类高峰小时居民出行次数与站点上车客流量(人次/每小时)比值
$x_2$	站点周边交通小区内商业服务类高峰小时居民出行次数与站点上车客流量(人次/每小时)比值
$x_3$	站点周边交通小区内文娱教育及其他类高峰小时居民出行次数比值与站点上车客流量(人次/每小时)
$x_4$	平均待车时间
$x_5$	该站点周边 500 米范围内公交站数量
$x_6$	车辆站点停留时间(分钟)/每小时

原始数据的数据格式如下表所示:

表 4-2 原始数据格式

名称	说明
站点名	XX-XX 站
初始记录时间	单位:年月日时分秒
记录周期	2min
上下客流数	停靠的每辆车的上下客流数
停靠时间	单位:秒/辆
站点线路数	单位:条
附近站点数	单位:个,500 米范围内
站点所在交通小区面积	单位:平方米
每条线路发车间隔	秒

站点上下客流由调查时间内的总客流除以记录时间得到每小时的上下客流量。平均待车时间没有办法直接调查,只能通过线路发车间隔估计,估计的方法是通过每条线路平均发车间隔计采用指数分布产生等待时间随机数。附近站点数通过百度地图找出站点 500 米范围内的公交站点数。站点所在交通小区面积通过已有的划分方法找出所在交通小区的面积,以及住宅类、商服娱乐类和其他类用地类型的面积,乘以对应的出行率,得到不同用地类型的出行次数。

根据原始数据表统计结果如表 4-3 所示。

表 4-3 统计数据

统计参数 站点	上下客 流 (个/ 每小时)	平均 待车 时间	站 点 线 路 数	车 辆 停 留 时 间	附 近 站 点 数	住 宅 类 高 峰 小 时 出 行 次 数	商 服 娱 乐 类 高 分 小 时 出 行 次 数	其 他 类 型 高 峰 小 时 出 行 次 数
海宁路晋元路公交站	341.000	138	10	16.28	3	21076	7243	2719
四平路临平北路站	312.000	149	8	11	2	20418	4801	2601
江苏路延安西路站	217.75	201	6	19.5	2	19217	7038	2597
浦东南路商城路站	398.120	131	18	14.09	1	12838	12630	3180
肇嘉浜路大木桥路站	197.200	199	16	11	1	6279	10077	2231
肇嘉浜路大安路站	421.000	147	11	15	3	22785	7399	3765
黄兴路国顺路站	222.750	219	10	19	3	10507	6166	2298
四平路国定路站	120.500	357	6	13	3	4284	4770	1798
华山路苏州路站	230.500	189	5	13	2	7206	18487	2689
安顺路中山西路站	88.250	297	3	12.63	1	4821	11593	1201
宜山路浦汇塘路站	159.500	301	8	12.93	3	10636	12601	1987
中山西路宜山路站	121.500	187	13	13.65	4	18428	8764	1674

根据原始变量定义，从上表统计参数提计算原始变量

表 4-4 原始变量

变量 站点	x1	x2	x3	x4	x5	x6
海宁路晋元路公交站	0.016179541	0.04707994	0.125414	138	3	19.28
四平路临平北路站	0.015280635	0.06498522	0.119954	149	2	16
江苏路延安西路站	0.011331113	0.03093914	0.083847	201	2	14.53
浦东南路商城路站	0.031011061	0.03152177	0.125195	131	1	21.9
肇嘉浜路大木桥路站	0.031406275	0.01956835	0.088391	199	1	11
肇嘉浜路大安路站	0.018477068	0.05689958	0.111819	147	3	25.7
黄兴路国顺路站	0.021200152	0.03612648	0.096932	219	3	13.1
四平路国定路站	0.028127918	0.02526104	0.067019	357	3	10.2
华山路苏州路站	0.031987233	0.01246842	0.08572	189	2	13

安顺路中山西路站	0.018305331	0.00761227	0.07348	297	1	8.9
宜山路浦汇塘路站	0.014996239	0.01265807	0.080272	301	3	12.93
中山西路宜山路站	0.006593228	0.01386353	0.072581	187	4	12.34

### 4.3 正交因子模型构建

令  $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_6)$  所有原始变量用  $\vec{x}$  表示，统计每个站点的原始变量。总共 12 个站点，相当于 12 个样本量。为建立模型首先要进行参数估计，然后做后续分析，参数估计阶段将采用主成分法和主因子法对比分析（原始数据正态性检验不成立，故不采用最大似然法）。以下分析采用 SAS9.2 软件做数据分析（SAS 程序见附录 2）。

建立因子分析模型前先对原始变量做 KMO（Kaiser-Meyer-Olkin）检验。一般 KMO 值在 0.7-0.8 就比较适合做因子分析，0.8-0.9 非常适合做因子分析，0.9-1 极度适合做因子分析。用根据 KMO 算法用 MATLAB-2011Rb 编程（程序见附录 2，kmo 函数）得出结果为 0.6933 接近 0.7，比较适合做因子分析。建模流程图如下

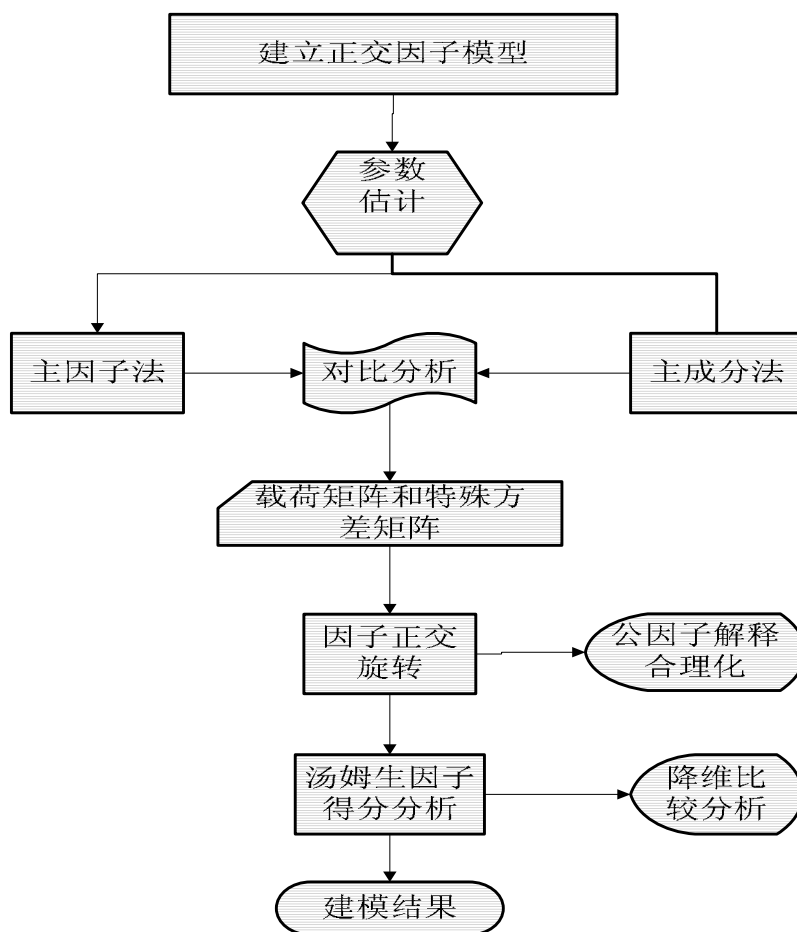


图 4-1 建模流程图

#### 4.3.1 模型参数估计

设  $\vec{x}_1, \vec{x}_2 \cdots \vec{x}_n$  表示一组  $p$  维样本 ( 此处  $p=6$  ),  $n=12$  , 则  $\bar{\mu}, \Sigma$  可以用以下方法估计 :

$$\bar{\mu} \approx \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{x}_i \quad (4-9)$$

$$\Sigma \approx S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\vec{x}_i - \bar{x})(\vec{x}_i - \bar{x})^T \quad (4-10)$$

对于在和矩阵  $A$  和特殊方差矩阵  $D = \text{diag}(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_p^2)$  估计本文采用组成分法和主因子法分别分析

##### 1) 主成分法 :

假设样本协方差矩阵  $S$  特征值为依次为  $\hat{\lambda}_1 \geq \hat{\lambda}_2 \cdots \geq \hat{\lambda}_p \geq 0$  , 如果选取的公因子数为  $m$  , 则前  $m$  特征变量的累计贡献率  $\sum_{i=1}^m \hat{\lambda}_i / \sum_{i=1}^p \hat{\lambda}_i$  达到较高百分比 , 则  $S$  可做近似分解 :

其中  $\hat{A} = \left( \sqrt{\hat{\lambda}_1} \hat{t}_1, \sqrt{\hat{\lambda}_2} \hat{t}_2, \dots, \sqrt{\hat{\lambda}_m} \hat{t}_m \right) : p \times m$  ,  $\hat{t}_i$  是与  $S$  特征根对应特征向量 , 而

$\hat{D} = S - \hat{A} \hat{A}^T$  对角线元素构成的对角矩阵。如何评价所选的  $m$  个公因子是否能够很好拟合原始数据 , 在主成分参数估计时以下面的不等式为标准 :

$$\vec{1}(S - \hat{A} \hat{A}^T - \hat{D}) \circ (S - \hat{A} \hat{A}^T - \hat{D}) \vec{1}^T \leq \hat{\lambda}_{m+1} + \dots + \hat{\lambda}_p \quad (4-11)$$

##### 2) 主因子法 :

对原始变量做标准化处理 , 如果满足因子模型 , 则满足 :

$$R = AA^T + D \quad (4-12)$$

$R$  为相关矩阵 , 定义  $R^* = R - D$  为约相关矩阵, 实际处理时根据样本估计相关矩阵

和  $D$  , 以  $\hat{R}^*$  表示估计约相关矩阵。

$$\hat{R}^* = \begin{pmatrix} \hat{h}_1^2 & r_{12} & r_{1p} \\ r_{21} & \hat{h}_2^2 & \\ \vdots & & \ddots \\ r_{p1} & r_{p2} & \hat{h}_p^2 \end{pmatrix}$$

采用主成分法类似的处理方式 , 取估计约相关矩阵的前  $m$  个特征值和对应的特

征向量估计矩阵  $A$ , 由此, 我们重新估计特征方差:

$$\hat{\sigma}_i^2 = 1 - \hat{h}_i^2 \quad (4-13)$$

不断迭代直至上述结果稳定为止。

#### 4.3.2 正交因子模型解析

##### 1) 以主成分参数估计法建模分析

原始变量相关矩阵特征值信息如下:

Eigenvalues of the Correlation Matrix: Total = 6    Average = 1				
	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	3.42875049	1.80187067	0.4898	0.4898
2	1.62687982	0.83959107	0.2324	0.7222
3	0.78728875	0.28117654	0.1125	0.8347
4	0.50611220	0.15342379	0.0723	0.9070
5	0.35268842	0.14286782	0.0504	0.9574
6	0.20982060	0.12136087	0.0300	1

计算结果包含相关矩阵特征值、差值、比例和累计比率。按照缺省因子个数选取准则, 最大的特征值  $\hat{\lambda}_1 = 3.42875049$ , 第二大的特征值  $\hat{\lambda}_2 = 1.62687982$  选取特征值大于 1 的特征值个数作为公因子数。故选择两个公因子, 而且, 前两个特征值的累计贡献率也达到了 72%。

组成成分法求得的载荷矩阵如下:

	Factor Pattern	
	Factor1	Factor2
x1	-0.05839	-0.86786
x2	0.85137	0.17822
x3	0.94776	-0.17932
x4	-0.86759	0.07070
x5	-0.00435	0.88620
x6	0.90258	0.03628

根据载荷矩阵可得原始变量和公共因子之间的表达式如下:

$$\begin{cases} x_1 = \mu_1 - 0.05839f_1 - 0.86786f_2 + \varepsilon_1 \\ x_2 = \mu_2 + 0.85137f_1 + 0.17822f_2 + \varepsilon_2 \\ x_3 = \mu_3 + 0.94776f_1 - 0.17932f_2 + \varepsilon_3 \\ x_4 = \mu_4 - 0.86759f_1 + 0.07070f_2 + \varepsilon_4 \\ x_5 = \mu_5 - 0.00435f_1 + 0.88620f_2 + \varepsilon_5 \\ x_6 = \mu_6 + 0.90258f_1 + 0.03628f_2 + \varepsilon_6 \end{cases} \quad (4-14)$$

模型关注的是载荷系数、变量共同度，共性方差等参数值描述原始变量和公因子的关系，并不关注均值和  $\varepsilon$  的具体取值。另外根据公式(4-1) 可推知

$$\text{var}(x_i) = a_{i1}^2 \text{var}(f_1) + a_{i2}^2 \text{var}(f_2) + \text{var}(\varepsilon_i) \quad (4-15)$$

变量共同度  $h_i = \sum_{j=1}^2 a_{ij}^2$  是表征公共因子对  $x_i$  方差所做的贡献，其值越接近

于 1 则越好 从下面结果可看出，公因子对原始变量的共性方差都在 0.7 以上，按照统计学家 Gorsuch&Richad 的建议，当共性方差在 75%左右时公因子有较合理解释。

Final Commuality Estimates: Total = 4.802631					
x1	x2	x3	x4	x5	x6
0.75659854	0.75658669	0.93041072	0.75770773	0.78536411	0.81596305

公因子贡献方差  $g_i = \sum_{i=1}^6 a_{ij}^2$  表征公因子  $f_i$  对  $(x_1, x_2, \dots, x_6)$  中每个变量所

提供的方差总和，是衡量公因子的重要指标。

Variance Explained by Each Factor	
Factor1	Factor2
3.1938653	1.6087656

从上表知，公因子 1 的贡献方差（也称负荷平方和）为 3.1938653，大于公因子 2。说明因子 1 比因子 2 更重要

从载荷矩阵可以看出各个因子对不同变量的影响系数区分度比较明显，意义相对比较直观，但未必是最具区分度的载荷矩阵，因此还有必要做旋转分析进一步。SAS9.2 做因子分析确定的正交旋转矩阵为：

Orthogonal Transformation Matrix		
	1	2
1	0.99978	0.02095
2	-0.02095	0.99978

旋转矩阵非常接近于单位矩阵，旋转后载荷矩阵输出结果如下表所示，从输

出结果来看，旋转后的载荷矩阵从相对于初始载荷矩阵变化不大。

Rotated Factor Pattern		
	Factor1	Factor2
x1	-0.04020	-0.86890
x2	0.84745	0.19601
x3	0.95131	-0.15943
x4	-0.86888	0.05251
x5	-0.02291	0.88591
x6	0.90162	0.05518

旋转后的载荷矩阵为：

Rotated Factor Pattern		
	Factor1	Factor2
x1	-0.04020	-0.86890
x2	0.84745	0.19601
x3	0.95131	-0.15943
x4	-0.86888	0.05251
x5	-0.02291	0.88591
x6	0.90162	0.05518

正交旋转后原始变量和公因子的关系式为：

$$\begin{cases} x_1 = \mu_1 - 0.04020f_1 - 0.86890f_2 + \varepsilon_1 \\ x_2 = \mu_2 + 0.84745f_1 + 0.19601f_2 + \varepsilon_2 \\ x_3 = \mu_3 + 0.95131f_1 - 0.15943f_2 + \varepsilon_3 \\ x_4 = \mu_4 - 0.86888f_1 + 0.05251f_2 + \varepsilon_4 \\ x_5 = \mu_5 - 0.02291f_1 + 0.88591f_2 + \varepsilon_5 \\ x_6 = \mu_6 + 0.90162f_1 + 0.05518f_2 + \varepsilon_6 \end{cases} \quad (4-15)$$

正交旋转后变量共同度和各个因子的负荷平方和如下：

Variance Explained by Each Factor		
	Factor1	Factor2
	3.4285951	1.6270352

Final Communality Estimates: Total = 4.802631					
x1	x2	x3	x4	x5	x6
0.75659854	0.75658669	0.93041072	0.75770773	0.78536411	0.81596305

从旋转后的载荷矩阵来看，x2、x3、x4、x6 在 Factor1 的载荷系数绝对值分别为 0.84745、0.95131、0.86888、0.90162，明显高于 x1、x5 在 Factor1 的载荷系数，说明 Factor1 对 x2、x3、x4、x6 有较强影响，同理可知 Factor2 对 x1、x6 有较大影响。一般，因子分析中公因子至少应对其中两个及两个以上变量有很大影响时公因子才有较合理的解释。从其系数值来看，当 Factor2 影响增强时，x1 会

减小，x6 会增加。这可以解释为在交通小区站点数固定时随着住宅类居民出行次数的增加，公交站点的客流相对住宅类居民出行率会下降，同理，要提高公交出行比例，周边区域站点数要相应增加，不然会使出行者认为出行者集中于少数站点，拥挤度增加，出行舒适度下降。综合分析后我们认为，因子 2 表征居民对于公交拥挤舒适度的感性认知程度。

Factor1 影响增强时，变量 x2、x3、x6 有高达 0.84745、0.95131、0.90162 的增长系数，x5 降低（-0.86888）。从变量所表征的意义来看因子 1 比较直观的解释应该是区域用地开发强度（尤其指的是商业类用地开发）。用地开发强度高，区域人流量大，对公交刚性需求增加。另外，当用地开发强度高时，区域内交通量会很大，除了道路拥堵外，私家车停车难也会减弱该类交通的出行方式，从而会使部分居民出行转向公交，增加了公交出行率。

2) 以主因子分参数估计法建模分析

先验公因子方差估计结果：

Initial Factor Method: Principal Factors					
Prior Communality Estimates: SMC					
x1	x2	x3	x4	x5	x6
0.37721212	0.69941780	0.86487716	0.69433419	0.43381914	0.71376951

相关矩阵特征值信息：

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	2.94384211	1.90720767	0.7781	0.7781
2	1.03663445	0.93027873	0.2740	1.0521
3	0.10635572	0.09315921	0.0281	1.0802
4	0.01319650	0.12404441	0.0035	1.0837
5	-.11084790	0.09490306	-0.0293	1.0544
6	-.20575096		-0.0544	1.0000

从上面数据可以看出累计贡献率有超过 1 的异常值出现，这个称为安德伍德现象，出现该现象的原因可能是样本量不足，不能提供稳定的估计。公因子选取规则与主成分法类似，初始载荷矩阵如下：

Factor Pattern		
	Factor1	Factor2
x1	-0.04427	-0.66635
x2	0.80316	0.19462
x3	0.94595	-0.18325
x4	-0.81806	0.06281
x5	-0.00915	0.71720
x6	0.85597	0.05313

从其载荷矩阵来看，整体与组成成分法相似，旋转后载荷矩阵也没太大变化

Rotated Factor Pattern		
	Factor1	Factor2
x1	-0.03553	-0.66688



x2	0.80054	0.20514
x3	0.94827	-0.17083
x4	-0.81882	0.05208
x5	-0.01855	0.71702
x6	0.85520	0.06435

从下面结果来看，所有变量共同度  $h_i = \sum_{j=1}^2 a_{ij}^2$  总和比主成分法要小，因子影响度相对弱化。

Variance Explained by Each Factor					
Factor1		Factor2			
2.9435142		1.0369623			
Final Communality Estimates: Total = 3.98047					
x1	x2	x3	x4	x5	x6
0.44598767	0.68294284	0.92840469	0.67317411	0.51446463	0.73550261

部分变量小于 0.6，相比而言，采用主成分更能说明变量间的公共影响关系。后面做因子得分分析时也采用主成分法估计参数。

#### 4.4 因子得分分析

在因子模型中。可以用类似求解线性回归方程的方法得到公共因子的近似解。由于每个原始变量特殊方差不一定相等，因此采用加权最小二乘估计，即，求下面目标函数的最优解：

$$\min err = \left( \vec{x} - \vec{\mu} - A \hat{f} \right)^T D^{-1} \left( \vec{x} - \vec{\mu} - A \hat{f} \right) \quad (4-16)$$

用微分极值法可得最优解为：

$$\hat{f} = \left( A^T D^{-1} A \right)^{-1} A^T D^{-1} \left( \vec{x} - \vec{\mu} \right) \quad (4-17)$$

用样本得到的估计参数  $\bar{x}$ 、 $\hat{A}$ 、 $\hat{D}$ （由上文参数估计得到），根据程序计算结果，以上各参量分别如下：

$$\hat{A} = \begin{pmatrix} 0.04020 & -0.86890 \\ 0.84745 & 0.19601 \\ 0.95131 & -0.15943 \\ 0.86888 & 0.05251 \\ 0.02291 & 0.88591 \\ 0.90162 & 0.05518 \end{pmatrix} \quad (4-18)$$

$$\bar{x} = \begin{pmatrix} 0.0204 \\ 0.0299 \\ 0.0942 \\ 209.5833 \\ 2.3333 \\ 14.9067 \end{pmatrix} \quad (4-19)$$

$$\hat{D} = \text{diag}(0.0059, 0.0034, 0.0050, 0.3487, 0.2422, 0.2911) \quad (4-20)$$

代入 (4-17) 即可得到相应因子得分。这种方法也称 Bartlett 因子得分法，SAS9.2 编程分析结果如下：

Obs	station	Factor1	Factor2
1	海宁路晋元路公交站	1.19367	0.58357
2	四平路临平北路站	1.15997	0.20845
3	江苏路延安西路站	-0.10853	0.44558
4	浦东南路商城路站	1.15646	-1.56936
5	肇嘉浜路大木桥路站	-0.40106	-1.51325
6	肇嘉浜路东安路站	1.46743	0.60673
7	黄兴路国顺路站	-0.01965	0.34238
8	四平路国定路站	-1.28324	0.03547
9	华山路苏州路站	-0.40338	-1.01642
10	安顺路中山西路站	-1.25700	-0.63626
11	宜山路浦汇塘路站	-0.90133	0.71697
12	中山西路宜山路站	-0.60333	1.79613

根据因子得分，采用 matlab 绘制不同站点得分图如下：

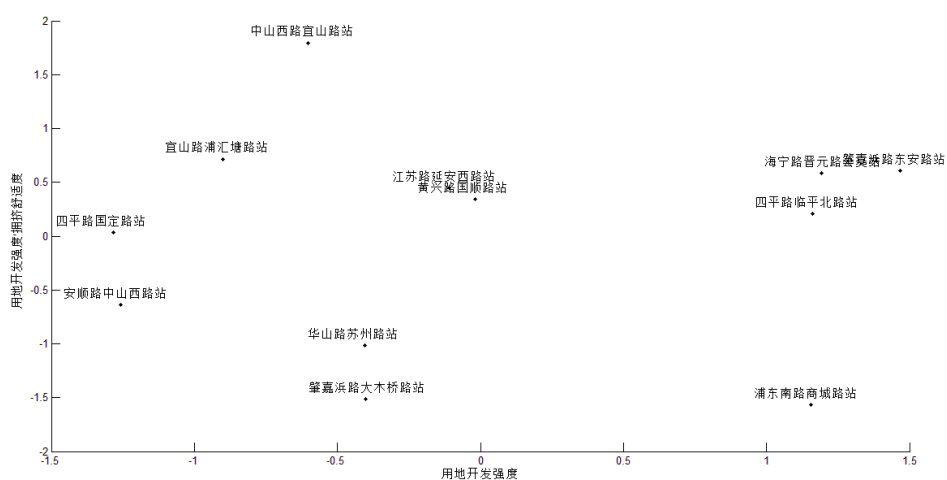


图 4-2 因子得分散点图

MATLAB 导入数据(附录 3)时分别将得分和站点数据存放在 score 和 station

变量中。程序见附录 2 ( factor.m )

从图中可以直观看出来，四平路国定、安顺路中山西路用地开发强度较低 ( 0.03547、-0.63626，因为是相对大小值，所以会出现负值 )，比较理想的站点为海宁路晋元路、四平路临平北路等站点，用地开发强度和拥挤舒适度得分都比较高，是客流吸引力比较大的站点。

4.5 聚类分析

获得各个站点的因子得分后，我们期望根据各个站点的得分将城市公交站点按照客流吸引强度进行归类，以便找出其中客流吸引强度不大的站点，为后期站点选址提供依据。得分和站点数据依然存放在 score 和 station 变量中。编写 factorcluser.m MATLAB 程序 ( 附录 2 )，运行结果如下：

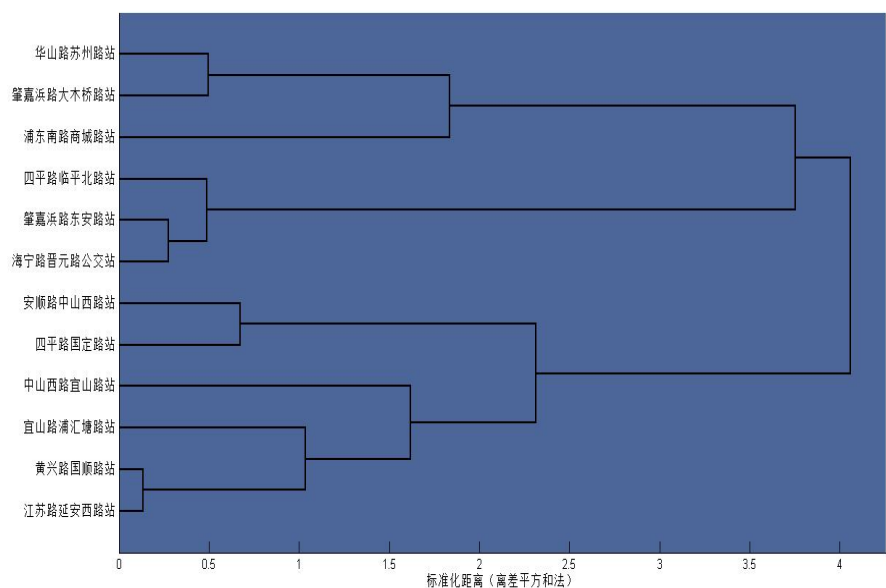


图 4-3 聚类树

程序输出的不一致系数 inconsistent0 结果如下：

inconsistent0 =			
0.1362	0	1.0000	0
0.2747	0	1.0000	0
0.3814	0.1508	2.0000	0.7071
0.4968	0	1.0000	0
0.6722	0	1.0000	0
0.5862	0.6364	2.0000	0.7071
0.9298	0.7462	3.0000	0.9211
1.1653	0.9454	2.0000	0.7071
1.1554	0.8433	5.0000	1.3753
1.3693	1.4692	5.0000	1.6225

矩阵最后一列为不一致系数,在并类时,某一次并类相对于上次有较大增幅时,说明该次并类效果不好。从最后一列最后几次并类来看,增量分别约为-0.22、0.675、0.25、0.22,倒数第四次增幅较大,故将上述站点分为四类。华山路苏州路、肇嘉浜路大木桥路站、浦东南路商城路站并为一类(从聚类图中看出类内标准离差距离约为2),是客流吸引较弱的几个站点,可以考虑在该区域重新选址。

## 5 相关建议

以上量化结果分析可知,要提高公交站点的客流,开拓公交市场,需要综合评价区域的用地开发强度,合理设置站点位置和数量。此外,公交拥挤舒适度影响也比较大,适当减少发车间隔和增加站点线路数是有效手段,减少发车间隔还能减少客流等待时间,之所以说适当是因为上海现有站点车辆到达(除比较偏远的地区)时间并不长,在乘客接受范围内。所以以一味提高发车频率对于客流吸引作用不大,反而会增加运营成。

另外,在因子得分分析的基础上对现有站点进行聚类,从聚类结果来看,华山路苏州路、肇嘉浜路大木桥路站、浦东南路商城路站是客流吸引较弱的几个站点,可以考虑在该区域重新选址,提高公交出行分担率减少废气排放,同时也能增加公交市场份额,构成良性循环。

## 6 结论展望

本文摒弃传统宏观指标的建模方法,以微观量化的指标集表征现有客流影响因素从而建立正交因子模型提炼出潜在因子并通过因子正交旋转分析使得潜在因子的解释更加合理化,明确化,根据我们对公交站点的分析,从不同角度确定了6个指标来评价现有站点的客流影响情况。然后,选取12个站点进行调查,将这6个指标作为原始变量建立正交因子模型找出公共影响因子。通过因子正交旋转分析使得公共影响因子的解释更加合理化,从数据统计建模数据预处理结果来看,所选取的原始变量KOM检验系数接近0.7,是比较适合做论文所提的正交因子模型分析。另外,从因子载荷矩阵来看,公因子具有较好的解释性,能够体现出调查站点的客流吸引因素。基于因子得分的聚类分析方法能够有助于公交管理部门更加科学合理地按照客流吸引强度甄别不同站点的类别,建模分析结果来看,分类较为合理,能够甄别出客流吸引较弱的几个站点,该结果可以为后期站点优化选址提供依据,具有较大现实意义。但是论文也存在几点不足,首先,由于人力物力有限,调查站点的数量有限,样本量的不足对后续的建模分析有不利影响,虽然从模型分析结果来看,整体较为满意,但要取得更加完美的结果还需加大样本量。其次,论文中对客流吸引的指标选取不够全面,有些指标可能未考虑到,有些指标调查难度大,不易获取,在论文中未做讨论,有失偏颇,最后,调查数据的精度还有待提高。后续研究将致力于解决以上提出的不足,优化模型,使模型具有更大现实意义。

---

## 参考文献

- [1] PEI Yulong , XU Dawei. Study on the application of mass transit ridership prediction based on fuzzy inference [ J ] .China Civil Engineering Journal , 2009 ,36 (7) :22 - 26.
- [2] 冯树民,李晓冬. 公交客流生成预测的神经网络模型[J] . 交通运输系统工程与息, 2006 ,6 (1) :68 – 70, 99.
- [3] 滕绍光. 公共交通影响因素的AHP 综合评价分析[J] . 城市公共交通, 2005 , 8 : 21 - 24.
- [4] ZHANG Qingnian , GAO Jianzhi. Study of the demand forecast model of city public transportation [ J ] . Journal of Wuhan University of Technology, 20011, 23 (8) :50 - 52.
- [5] LI Yong , SHAO Chen , HOU Xiaoxing. A novel grey relation analysis algorithm: uniform incidence degree[J] . Information and Control , 20013 , 35 (4) :462 - 466.
- [6] 袁海庆,杨明华,李芳,殷仲海. 柔性混凝土配合比均匀试验灰色关联分析[J] . 武汉理工大学学报,20013,27(2) : 21 - 23.
- [7] 王玉刚,姚红云,李英帅,陈晓芬. 基于灰色理论的重庆市常规公交客运量影响因素分析及预测. 交通信息与安全, 2014 年 6 月, 第 32 卷.
- [8] 孙慧,周颖,范志清. 基于解释结构模型的公交客流量影响因素分析. 北京理工大学学报 ( 社会科学版 ), 2010 年第 1 期。
- [9] 杨孝宽,曹静,宫建. 公交停靠站对基本路段通行能力影响[J]. 北京工业大学学报,2008,34(1),65-71.
- [10] Mukherjee Kampan, Mondal Sandeep. Analysis of issues relating to remanufacturing technology-a case of an Indian company[J].Technology Analysis & Strategic Management, 2009, 21(5): 639-652.
- [11] Regirer S A, Shapovalov D S. Filling space in public transport by passengers [J]. Automation & Remote Control, 2003, 64(8):1 301-1 309.
- [12] Mathew Tom V, Sharma Sushant. Capacity expansion problem for large urban transportation networks[J]. Journal of TransportationEngineering, 2009, 135(7): 406-415.
- [13] 王学民,应用多元分析,上海财经大学出版社,第四版

---

## 附录 1 文件清单

课题成果包含内容

论文一篇 ( pdf 和 word )

程序文件 ( .sas 和 .m 文件 )

原始数据包一份

## 附录 2 源代码

### **kmo.m**

```
function [A,B] = kmo(X)
error(nargchk(1,1,nargin));
msg = nargoutchk(1, 2, nargout);
X = corrcoef(X);
iX = inv(X);
S2 = diag(diag((iX.^-1)));
AIS = S2*iX*S2; %anti-image covariance matrix
IS = X+AIS-2*S2; %image covariance matrix
Dai = diag(diag(sqrt(AIS)));
IR = inv(Dai)*IS*inv(Dai); %image correlation matrix
AIR = inv(Dai)*AIS*inv(Dai); %anti-image correlation matrix
a = sum((AIR - diag(diag(AIR))).^2);
AA = sum(a);
b = sum((X - eye(size(X))).^2);
BB = sum(b);
MSA = b./(b+a); %measures of sampling adequacy
AIR = AIR-eye(size(AIR))+diag(MSA);
%Examine the anti-image of the correlation matrix. That is the negative of the partial correlations,
%partialling out all other variables.
N = BB;
D = AA+BB;
kmo = N/D;
disp(' ')
fprintf('Kaiser-Meyer-Olkin 检测值: %3.4f\n', kmo);
if (kmo >= 0.00 && kmo < 0.50);
    disp('不适宜做因子分析.')
elseif (kmo >= 0.50 && kmo < 0.60);
    disp('勉强能做因子分析.')
elseif (kmo >= 0.60 && kmo < 0.70);
```

---

```

        disp('可以做因子分析.')
elseif (kmo >= 0.70 && kmo < 0.80);
        disp('比较适合做因子分析.')
elseif (kmo >= 0.80 && kmo < 0.90);
        disp('非常适合做因子分析.')
else (kmo >= 0.90 && kmo <= 1.00);
        disp('极度适合做因子分析.')
end

if nargout == 1;
disp(' ')
disp('A = Anti-image covariance matrix. ');
    A = AIS;
elseif nargout > 1;
disp(' ')
disp('A = Anti-image covariance matrix. ');
    A = AIS;
disp('B = Anti-image correlation matrix. ');
    B = AIR;
end
return,
(matlab 2011Ra)

```

## SAS 代码

```

proc factor data=work.Data n=2 method=principal rotate=varimax out=out1;
var x1 x2 x3 x4 x5 x6 ;
title"主成分法";
run;

proc factor data=work.Sixdata n=2 priors=smc rotate=varimax ;
var x1 x2 x3 x4 x5 x6;
title"主因子法";
run;

proc print data=WORK.out1;
var station factor1 factor2;
title"因子得分";
run;
(sas9,2)

```

## factor.m

```
plot(score(:,1),score(:,2),'k');
    xlabel('拥挤舒适度');
ylabel('用地开发强度');
box off
for i=1:12
    text(score(i,1)-0.2,score(i,2)+0.1,station{i});
end
figure(gcf);
(matlab 2011Ra)
```

## factorcluster.m

```
eulerdis=pdist(score); % 计算样品间欧氏距离，eulerdis 为距离向量
clustertree=linkage(eulerdis,'ward'); % 利用离差平方和法创建系统聚类树
% 绘制聚类树形图，方向从右至左，显示所有叶节点，用城市名作为叶节点标签，叶节点
标签在左侧
H = dendrogram(clustertree,0,'orientation','right','labels',station); % 返回线条句柄 H
set(H,'LineWidth',2,'Color','k'); % 设置线条宽度为 2，颜色为黑色
xlabel('标准化距离（离差平方和法）') % 为 X 轴加标签
inconsistent0 = inconsistent(clustertree,80) % 计算不一致系数，计算深度为 80
(matlab 2011Ra)
```

## 附录 3 matlab 导入数据表

海宁路晋元路公交站	1.19367	0.58357
四平路临平北路站	1.15997	0.20845
江苏路延安西路站	-0.10853	0.44558
浦东南路商城路站	1.15646	-1.56936
肇嘉浜路大木桥路站	-0.40106	-1.51325
肇嘉浜路东安路站	1.46743	0.60673
黄兴路国顺路站	-0.01965	0.34238
四平路国定路站	-1.28324	0.03547
华山路苏州路站	-0.40338	-1.01642
安顺路中山西路站	-1.257	-0.63626
宜山路浦汇塘路站	-0.90133	0.71697
中山西路宜山路站	-0.60333	1.79613

## 附录 4 调查表格设计

### 1. 公交站点调查表设计

名称	说明
站点名	XX-XX 站
初始记录时间	单位：年月日时分秒



记录周期	2min
上下客流数	停靠的每辆车的上下客流数
停靠时间	单位：秒/辆
站点线路数	单位：条
每条线路发车间隔	秒

## 2. 居民出行调查表设计

名称	说明
站点名	XX-XX 站
StationNo	500m 范围内有多少个公交站点
Subway	500m 范围内是否有地站
area	交通小区占积
c/area	商服医疗 ( 人次/M2 占地面积 )
d/area	住宅类 ( 人次/M2 占地面积 )
o/area	其他类别 ( 人次/M2 占地面积 )

另外，不同用地出行高峰出行系数根据《上海市建设项目交通影响评价技术标准》来确定。