

Research on Optimal Allocation of High-Speed Railway Based on Analysis of Different Cities

Yunyan Zhu Jinhui Huang

School of Computer and Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing, 100048, China

Abstract

Aiming at cities with different development levels, in order to calculate the optimal number of high-speed railway required for this city, it is necessary to investigate and count the people in the city and calculate the demand for high-speed rail rides. The high-speed rail ride demand model based on regression analysis is obtained. Because travel preference is the main factor affecting people to take high-speed railway, we establish a linear regression model between high-speed rail ride demand and travel preference to predict high-speed railway demand.

Keywords

travel preference model; regression linear equation; passenger volume; high-speed railway demand; optimal allocation of high-speed railway

Fund Project

Innovative Training Program for Undergraduates of the Ministry of Education (Project No.: 201910011G032).

基于不同城市分析的高铁最优配置数量研究

朱云雁 黄今慧

北京工商大学计算机与信息工程学院, 中国·北京 100048

摘要

针对发展程度不同的城市, 为了计算出这个城市需要的高铁最优数量, 需要对该城市的人们进行调查统计, 计算出人们对高铁乘坐的需求量, 得到基于回归分析下的高铁乘坐需求模型。因为出行偏好是影响人们乘坐高铁的主要因素, 所以我们建立高铁乘坐需求量与出行偏好的线性回归模型来预测高铁需求量。

关键词

出行偏好模型; 回归线性方程; 客运量; 高铁需求量; 高铁最优配置数量

基金项目

教育部本科生创新性训练计划项目(项目编号: 201910011G032)。

1 引言

本文研究的是高铁的开通对高速公路车辆通行压力的影响以及针对不同城市所配置的高铁的最佳数量。通过统计近八年来中国高速公路车流量的数据, 以画图的方式, 分别以时间为自变量, 中国高速公路客运量为因变量; 以及时间为自变量, 全国高速公路旅客周转量为因变量; 以及时间为自变量, 中国高速公路日均车流量为因变量。^[1]对三个图表进行分析, 直观表现中国高速公路车流量的变化趋势, 分析高铁的开通对高速公路车流量的影响。

(1) 确定人们选择乘坐高铁的考虑因素

我们首先通过设计调查问卷调查人们乘坐高铁考虑的影响因素。

(2) 在调查样本中统计得到各个影响因素的权重系数在调查问卷中通过统计对各个因素选择的人数来得到权重系数。

(3) 得到关于各个影响因素的回归方程, 由样本中选择各个影响因素的人数与相对应的权重系数相乘, 进行求和就得到了在样本中的人们对高铁乘坐的需求量。

(4) 由样本推广到具体一个城市, 样本数量对应一个城市的总客运量。带入回归方程得到这座城市的高铁需求量,

进而得到高铁的最优数量。

模型检验：设计问卷，调查人们未抢到票的情况，计算出相应要增加的高铁趟数。

2 基本假设

(1) 忽略除了高铁之外的出行方式对高速公路车流量的影响。

(2) 以中国公路的客运量、旅客周转量来估计高速公路的客运量和旅客周转量，忽略其他普通公路。

(3) 忽略民航及水运对高铁乘坐人数的影响。

(4) 交通出行者基于效用最大化理论，总会选择在一直方案中效用最大化的方案。

(5) 交通出行者是出行行为决策的最基本单位，即出行者是决定以何种方式、何种路线以及何种出行等的最小单位。

3 符号说明及名词定义

出行费用	x_1
准时性	x_2
舒适度	x_3
方便性	x_4
安全性	x_5
不同线城市之间人们出行偏好系数	β
回归残差	e
出行费用权重系数	a_1
方便性权重系数	a_2
准时性权重系数	a_3
安全性权重系数	a_4
舒适性权重系数	a_5

(1) 费用。出行费用主要是指旅客们外出过程中承受的经济成本总和，长距离另有吃饭和休息时付出的成本。

(2) 准时性。准时性是指旅客出行过程中速度和办理手续的快慢程度。

(3) 舒适度。舒适度代表着旅客们对旅行品质的评价。

(4) 方便度。方便度是指旅客们在出行过程中的快捷与舒适程度，综合考虑了时间与速度两个维度。^[2]旅客们在出行过程中需要经过的手续办理主要有：①购、取、退票；②换乘；③进出车站、安检；④站内导向。此外，各种出行方式所设置的频数与出发到达时间点也是方便度的体现，有无正好合适时间的列车、欲购买最快一趟离开的列车，间隔时间要多久。

(5) 安全性。不仅包括运行时的安全，还包括等候与乘

坐环境中的治安秩序与人身财产安全两个问题。

4 模型的建立与求解

为了描述高速公路车辆压力，选取衡量车辆压力的三个具体的指标，其一为客运量，其二为旅客周转量，其三为日均车流量。

(1) 以时间为自变量，客运量，旅客周转量，日均车流量为因变量，绘制图1，图2，图3。

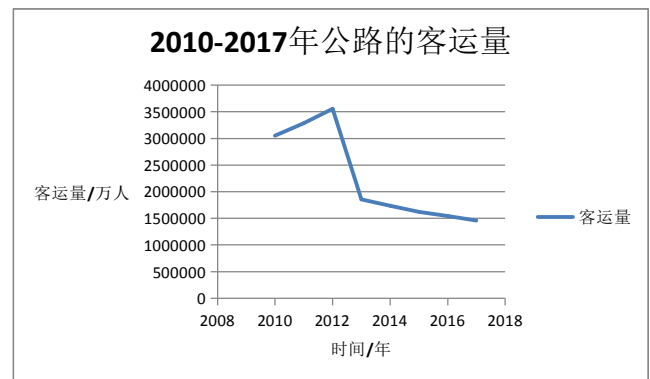


图1

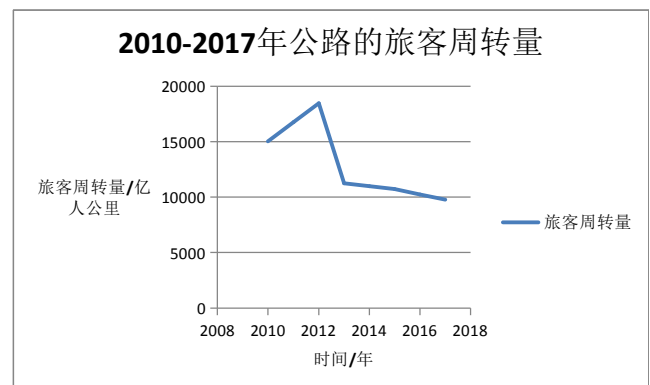


图2



图3

(2) 由图1和图2可得，以2012年为过渡期，随着高

铁的开通,高速公路的客运量和旅客周转量骤减,2013年至2017年客运量和旅客周转量仍在减少,但速度减缓。^[3]由图3可得,2010至2017年,中国高速公路日均车流量呈上升趋势,2012年至2015年增速减缓,2016年至2017年增速再次提升。

(3)我们可以得出结论高铁对于高速公路的车辆压力有减缓的作用,但作用并不显著。

4.1 模型的建立

本文通过问卷调查方式,选择个人属性、城市规模、出行目的、出行偏好作为出行方式选择的影响因素。其中,将个人属性、出行目的、出行偏好归结为外部因素,将城市规模归结为内部因素。其中,外因变量是由于各个城市经济发展状况不同而导致的城市规模差异及城市人口结构差异,即城市规模,城市结构。内因变量指不同居民之间因收入水平等差异的不同而导致的对高铁需求量不同,内因变量有6项,即职业,收入水平,出行目的,出行时间、出行偏好。^[4]

建立高铁需求量与其影响因素间的回归方程,作为预测高铁需求量的模型。

因影响居民选择出行方式的主要因素为出行偏好,而影响出行偏好的因素又包括出行费用、方便性,快速性,安全性,舒适度五个因素,故首先探究出行偏好与其影响因素之间的关系。

为探究出行偏好与其影响因素的关系建立出行偏好模型。

出行偏好模型:

$$\beta = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + e$$

模型的求解:

表1 影响因素权重分析

选项	平均综合得分	
出行费用	4.79	
方便性	3.88	
快速性	3.31	
安全性	3.29	
舒适度	3.08	

根据收集问卷,对各项进行加权平均,得到权重如下:

出行费用: 0.2610

方便性: 0.2114

快速性: 0.1804

安全性: 0.1793

舒适度: 0.1678

故模型为:

$$\beta = 0.2610x_1 + 0.2114x_2 + 0.1804x_3 + 0.1793x_4 + 0.1678x_5 + e$$

期望回归模型为:

$$E(\beta) = 0.2610x_1 + 0.2114x_2 + 0.1804x_3 + 0.1793x_4 + 0.1678x_5$$

4.2 模型检验

本次共收集问卷116份,其中有效问卷86份,将出行偏好因素进行数据处理,得到以下数据:

名称	频数□	分数	总分	实际数值
出行费用	42	5	210	0.258746949
	11	4	44	
	8	3	24	
	15	2	30	
	10	1	10	
快速性	10	5	50	0.183889341
	15	4	60	
	16	3	48	
	23	2	46	
	22	1	22	
舒适度	16	5	80	0.1635476
	5	4	20	
	6	3	18	
	24	2	48	
	35	1	35	
方便性	21	5	105	0.211554109
	18	4	72	
	10	3	30	
	16	2	32	
	21	1	21	
安全性	15	5	75	0.182262002
	14	4	56	
	10	3	30	
	16	2	32	
	31	1	31	

经检验得:

$$T = 0.4$$

4.3 具体城市分析

一线城市:以中国北京市为例

北京作为中国首都,经济发展快速,统计局数据显示,该市人口(常住及外来人口)已达到2171万人,本次问卷共调查北京市人口74人,其中,有48人经历过未买到票情况,有56人建议增加中国北京市高铁数量。

北京枢纽现有4条高速线,京广高速线,京沪高速线,京津城际线,京哈高速线。根据比例计算得出全市共有1642万人认为要增加高铁数量,按照每一节车厢80人,一列车20车厢左右,大概每日需要增加8801趟。

四线城市:以中国湖南省湘潭市为例

据统计局数据显示,该市人口(常住及外来人口)已达到283.8万人,本次问卷共调查中国湖南省湘潭市人口25人,其中,有17人经历过未买到票情况,有20人建议增加湘潭市高铁数量。

湘潭枢纽现有2条高速线,沪昆高速线和长株潭城际。根据比例计算得出全市共有227万人认为要增加高铁数量,

按照每一节车厢 80 人，一列车 20 车厢左右，大概需要每天增加 1206 趟。

5 结语

模型优点：

(1) 引入出行偏好的概念，很好的量化了高铁需求量，反映了实际情况。

(2) 建立的线性回归模型，简单直观，确立了较为科学合理的权重系数，使得该模型有效性高，适用范围广。

模型缺点：

(1) 只考虑到主要因素对高铁需求量的影响，没有考虑更为复杂的情况。

(2) 模型中所采用的数据与实际有一定差异。

本文中的线性回归模型可以用于其他线性规划求最优解，实际问题中可以求其他交通运输工具的最优配置量。

参考文献

- [1] 纪鸿濛. 高速铁路客运需求分析与客运量预测研究 [D]. 北京交通大学, 2015.
- [2] 罗云辉. 高铁对中小城市公路客运的影响及其对策研究 [D]. 华南理工大学, 2015.
- [3] 刘宇峰, 钱一之, 胡大伟, 王来军, 李露, 马壮林. 基于结构方程模型的不同规模城市居民出行方式选择影响因素的关联性分析 [J]. 长安大学学报 (自然科学版), 2018, 38(05): 87-95.
- [4] 曹卉. 中国高速铁路客运市场旅客出行决策研究 [D]. 北京交通大学, 2017.