

# 运输产品配置模型研究

张建

(长安大学 经济与管理学院,陕西 西安 710064)

**摘要:**通过效用函数模型解析旅客选择运输服务的机理,利用 AHP 模型研究运输需求主体所属类别及其选择具体运输产品整个过程。在此基础上,结合客运需求不同类别生成率及数量,并按照经济均衡原则配置运输产品,以西安—延安段铁路运输产品配置为例,检验了该配置模型的科学性。

**关键词:**运输产品;客运需求;效用函数;AHP;交通运输业;交通资源

**中图分类号:**U294

**文献标志码:**A

**文章编号:**1671-6248(2014)02-0038-04

交通运输按照运输需求特性快捷、高效、安全、舒适地实现需求的空间位移。运输需求和其他需求一样,是有层次的,全面满足不同层次的需求需要交通资源按照需求导向分层供给。但现实情况是,目前大部分运输服务产品单一,缺少层次性。运输需求的异质性和运输服务的单一性,可能造成局部运力过大和总体相对不足并存的结构性问题,影响经济社会发展。要解决运力结构性矛盾,交通运输业必须遵循市场规律,以需求为导向设计运输产品,提供差异性运输服务。

以需求为导向配置运力,首先要明确运输需求的要求——运输需求的技术经济特性,并依此进行需求分类。运输需求主体选择运输服务一般考虑运输过程中是否安全、方便,时间是否合适,价格是否合理等因素,旅客还可能考虑是否舒适等因素。其中安全因素(安全性),无论对于货运需求还是客运需求都是刚性的,这是运输服务过程中必须要保证的,虽然运输不能保证绝对的安全。方便因素主要考虑货主收发货、旅客上下车的便利性。目前客货运输行业,基本上做到人(货)归点、车进站。因此,方便因素(便捷性)主要是旅客或货主选择交通方

式(而不是具体选择某一种交通方式中的具体运输服务产品)时考虑的因素。现代社会,时间因素(时效性)是影响运输需求能否实现的最重要因素,随着社会经济的发展,旅客(货物)对于时间要求越来越严格,时效性要求越来越高。经济因素(经济性)主要是指货主或旅客对于一种运输服务价格敏感程度。随着货物价值增加和居民收入提高,经济因素逐步让位于时间因素,也就是说运输需求能否实现,主要取决于时间是否合适、准时。对于旅客来说,感受因素(舒适性)十分重要,这主要取决于出行消耗的精力与体力等,属于舒适性、便捷性的范畴。结合上述分析,本文将运输需求分为4个类型。

第一,时间敏感型。此类运输需求一般对价格不敏感,但对时效性要求严格,例如商务白领、政府官员等出行需求,高科技产业链上下游产品、高端商务用品等货运需求。第二,价格敏感型。此类运输需求对运价较为敏感,对时间不敏感,例如,中低收入阶层如学生、农民工等出行需求,低价值的粮食、煤炭等运输。第三,便捷型。此类运输需求主要注重购票、到站、办理各种相关手续是否方便等要求。第四,舒适型。舒适感受主要针对客运需求而言。

收稿日期:2014-01-20

作者简介:张建(1963-),男,山东微山人,高级工程师,工学硕士研究生。

改革开放初期,“走得了”是运输需求主体最主要目标,随着经济发展和技术进步,“走得了”逐步向“走得好”转变。其中“走得好”最主要的表现就是“走得舒适”。但由于存在城乡二元结构,目前城镇居民与农村居民收入存在差距,且居民内部收入存在差距,还存在一部分价格敏感型旅客。由于价格反映价值,因此,此类服务产品舒适度较差。反过来,时间敏感型旅客一般也属于舒适型旅客<sup>[1-2]</sup>。

## 一、运输产品设计

运输需求主体选择何种运输产品实现位移,主要看运输需求特性与运输产品特性能否有效契合。因此,运输产品设计过程可以看作是运输需求主体选择满意服务的反推过程。本文以运输通道铁路客运产品设计为例,以效用函数为基础,利用 AHP 方法来研究这一过程。

### (一) 效用模型

假设通道内容运需求按其出行涉及的因素权重分为  $m$  类,在特定距离上可供选择的运输产品有  $n$  种(受经济、技术约束),为了表示不同旅客运输产品选择行为,引用效用函数。假设第  $i$  种运输产品的效用值与运输选择行为之间具有线性关系,则

$$U_{it} = u_{it} + \varepsilon_{it} \quad (i=1,2,\dots,n;t=1,2,\dots,m) \quad (1)$$

式中: $U_{it}$ 为第  $t$  类旅客选择第  $i$  种运输产品的效用; $u_{it}$ 为效用函数中的系统成分,指可观测到的确定性效用; $\varepsilon_{it}$ 为效用函数中的随机项,指由于干扰因素或观测误差引起的非确定效用,一般取非负整数。

$u_{it}$  数理表达式为

$$u_{it} = f(d_i, s_i) \quad (2)$$

式中: $d_i$ 为  $t$  类旅客属性向量,是指旅客对产品服务质量要求的描述; $s_i$ 为第  $i$  种运输产品的属性向量,是产品服务品质的描述,主要包括舒适性、安全性、经济性、时效性等。

旅客选择运输产品的过程,是旅客依据自身经验选择效用值最大的运输产品的过程。其数理函数关系式为

$$u = \max(u_{it}) = \max[f(d_i, s_i) + \varepsilon_{it}] \quad (3)$$

式中: $u$ 为旅客选择运输产品的效用最大值。

### (二) 运输产品生成模型

旅客对运输产品需求是有层次的,即不同旅客对于同一种运输产品的效用值是不同的,为明确运输需求主体选择运输产品机制,本文引入 AHP 模型来研究这一问题。

## 1. 递阶层次结构模型构建

递阶层次结构模型有 3 层,模型最底层有  $C_n$  个运输产品(方案层  $C$ ),中间层为  $C_n$  个运输产品的技术经济特性向量(准则层  $B$ ),最高层为满意运输产品(目标层  $A$ ),模型见图 1 所示。

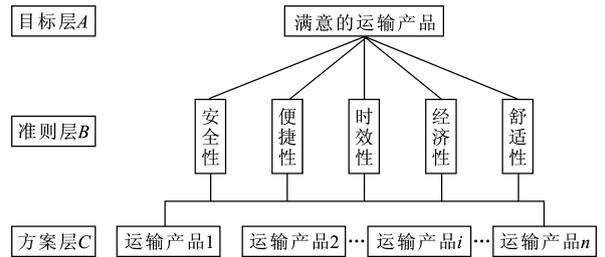


图1 递阶层次结构模型示意图

## 2. 相对重要度的比例标度与判断矩阵

运输产品选择决策的根本问题是从一组已知方案中选择一个理想的方案。理想方案是根据一定的准则,通过效用极大化而产生的。这个问题的困难之处是难以对每一种运输服务进行定量的测度。AHP 方法考虑到运输服务效用测度的特点,提出了相对重要性的比例标度(表 1),两个元素相对重要性的比较可变换到一个数。

表1 相对重要度的比例标度

相对重要性的权数	定义
1	两个因素同等重要
3	一个因素比另一个因素稍微重要
5	一个因素比另一个因素明显重要
7	一个因素比另一个因素强烈重要
9	一个因素比另一个因素极端重要
2,4,6,8	上述两相临判断的中值
上述非零数的倒数	如果一个参数相对于另一个参数有上述的数目,那么第二个参数相对于第一个参数就有倒数。

通过随机调查方式获取旅客出行意愿(除安全性),基于表 1 构建判断矩阵  $X$ 。判断矩阵  $X$  的标定过程是旅客对满意运输产品的标定过程,同时也是判定旅客所属类型的过程。

基于运输产品方案,结合运输产品的技术经济特征向量,利用表 1 中相对重要度的比例标度,利用专家打分法,对运输产品  $C_i$  与  $C_j$  作相互比较判断,构建  $n$  阶判断矩阵  $Y$ 。

## 3. 运输产品方案排序与运输产品投放

根据判断矩阵  $X$ 、 $Y$ ,构建决策矩阵  $Z$ ,利用排序方法,得到运输产品方案重要度排序表,选出  $i$  类旅客满意的运输产品  $C_i$ 。然后根据通道需求生成率,

确定*i*类客运需求数量,考虑投入产出比例关系(运输产品开发、投放的前提是产品投入成本与产出达到合适的关系。企业投资一般情况下是财务收入略大于产品投入,政府投资一般追求国民经济收入大于产品投入),确定运输产品的投放数量及投放序列。在此过程中,如果判断矩阵一致性检验不通过,还要对某些判断做出适当的调整<sup>[3,5]</sup>。

## 二、算 例

西安—延安段铁路运输产品有4种(临客不考虑),分别是动车(D)、直达(Z)、特快(T)、快速(K)。随机抽样调查西安—延安的乘客,获取其满意的运输服务向量*v*值;请专家对上述4种运输产品的技术经济特征进行评判,计算旅客*i*选择每一种运输产品的效用值,并对其进行排序。

### 1. 判断矩阵 X

随机调查旅客*i*,获取其技术经济特性指标,构建判断矩阵*X*,利用规范列平均法计算*W*(特征向量)、 $\lambda_{\max}$ (最大特征值)、 $C_1$ (一致性指标)和 $C_R$ (随机一致性比率),其中平均随机一致性指标 $R_1 = 0.9$ (判断矩阵是4阶),确定旅客类型,设定经济性、时效性、舒适性、便捷性依次为 $B_1, B_2, B_3, B_4$ ,运输产品为*A*,过程如表2所示。

表2 判断矩阵 X

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	W
B <sub>1</sub>	1	7	5	3	0.582
B <sub>2</sub>	1/7	1	1/3	1/2	0.072
B <sub>3</sub>	1/5	3	1	2	0.201
B <sub>4</sub>	1/3	2	1/2	1	0.145

$$\lambda_{\max} = 4.138, C_1 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.046, C_R = \frac{C_1}{R_1} = 0.051;$$

由于 $C_R = 5.1\% < 20\%$ ,具有较好的一致性。从表2可以看出,特征向量值中经济性指标最大( $W = 0.582$ ),因此旅客*i*属于经济型旅客。

### 2. 判断矩阵 Y

利用抽样技术获取旅客和随机选取专家对运输产品C(D/Z/K/T)的技术经济指标进行评价,并对判断矩阵进行一致性检验。评价过程如表3、表4、表5、表6所示。

可以看出,4个判断矩阵*B*中 $C_R$ 指标都小于0.1,说明判断矩阵有较好的一致性。从判断矩阵*Y*<sub>1</sub>结果可以看出,以经济性为判定准则时,旅客*i*首先考虑快速车辆,快速车辆的价格要比其他车辆价

表3 判断矩阵 Y<sub>1</sub>

B <sub>1</sub>	K	T	Z	D	特征向量 W <sub>1</sub>
K	1	2	3	6	0.480
T	1/2	1	3	4	0.309
Z	1/3	1/3	1	2	0.137
D	1/6	1/4	1/2	1	0.074

$$\lambda_{\max} = 4.046, C_1 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.015, C_R = \frac{C_1}{R_1} = 0.017;$$

表4 判断矩阵 Y<sub>2</sub>

B <sub>2</sub>	K	T	Z	D	特征向量 W <sub>2</sub>
K	1	1/2	1/4	1/5	0.110
T	2	1	1/2	1/3	0.213
Z	4	2	1	1/2	0.405
D	5	3	2	1	0.622

$$\lambda_{\max} = 4.024, C_1 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.008, C_R = \frac{C_1}{R_1} = 0.009;$$

表5 判断矩阵 Y<sub>3</sub>

B <sub>3</sub>	K	T	Z	D	特征向量 W <sub>3</sub>
K	1	1/2	1/3	1/5	0.114
T	2	1	1/2	1/4	0.198
Z	3	3	1	1/2	0.346
D	5	4	2	1	0.642

$$\lambda_{\max} = 4.026, C_1 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.009, C_R = \frac{C_1}{R_1} = 0.009;$$

表6 判断矩阵 Y<sub>4</sub>

B <sub>4</sub>	K	T	Z	D	特征向量 W <sub>4</sub>
K	1	2	3	4	0.396
T	1/2	1	2	3	0.242
Z	1/3	1/2	1	2	0.138
D	1/4	1/3	1/2	1	0.078

$$\lambda_{\max} = 4.033, C_1 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.011, C_R = \frac{C_1}{R_1} = 0.012;$$

格低;从判断矩阵*Y*<sub>2</sub>结果可以看出,以时效性为判定准则时,旅客*i*首先考虑动车;从判断矩阵*Y*<sub>3</sub>结果可以看出,以舒适性为判定准则时,旅客*i*首先考虑动车;从判断矩阵*Y*<sub>4</sub>结果可以看出,以便捷性为判定准则时,旅客*i*首先考虑快速车辆,快速车辆基本上是站站停靠,增加了旅客上车的方便性。

### 3. 合成排序

根据矩阵*X*的判断结果和矩阵*Y*的判断结果,构建决策矩阵*Z*,利用合成排序公式得到4种运输产品合成排序矢量 $W = (W_K, W_T, W_Z, W_D)^T$ 。其结果见表7。

$$W = \begin{matrix} W_k & 0.480 & 0.110 & 0.114 & 0.396 \\ W_T & 0.309 & 0.213 & 0.198 & 0.242 \\ W_T & 0.137 & 0.405 & 0.346 & 0.138 \\ W_D & 0.074 & 0.622 & 0.642 & 0.078 \end{matrix} \times \begin{matrix} 0.582 \\ 0.368 \\ 0.072 \\ 0.270 \\ 0.201 \\ 0.198 \\ 0.145 \\ 0.228 \end{matrix} =$$

表7 决策矩阵 Z

C \ W	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	合成排序
	C	0.582	0.072	0.201	
K	0.480	0.110	0.114	0.396	0.368
T	0.309	0.213	0.198	0.242	0.270
Z	0.137	0.405	0.346	0.138	0.198
D	0.074	0.622	0.642	0.078	0.228

从表7可以知道,运输产品权重值最大的是快车( $W_k = 0.368$ ),意味着快速车辆对于经济型旅客*i*来说是比较理想的。由实际调研得知,2014年西安至延安两端经济型旅客需求生成率约占总出行人数的40%,因此,西安—延安段快速车运力投放也应该达到这个比例,才能满足旅客的出行需求。这对于评价铁路运输产品结构是否合理有着重要的意义<sup>[6]</sup>。

### 三、结 语

交通运输业是国民经济基础产业,也是支撑社

会经济发展的重要要素,其配置合理与否直接影响社会经济发展,作用重大。但目前交通运输业在发展过程中存在一系列问题,其中运力过剩与不足并存的结构性矛盾突出,这与交通运输发展遵循的指导原则有关,由于交通运输业发展指导理念从前苏联引进,带有计划经济烙印,强调供给主导、数量均衡,忽略需求导向。市场经济体制下,竞争机制配置交通资源起基础性作用,更强调需求导向,这就要求运输需求主体需要什么,供给主体考虑经济均衡的基础上,尽量满足其要求。本文在这方面做了一些探讨,基于需求导向,构建了运输产品配置模型,为优化交通资源提供借鉴。

#### 参考文献:

[1] 沈志云,邓学钧. 交通运输工程学[M]. 北京:人民交通出版社,2003.  
 [2] 徐庆斌,荣朝和. 运输经济学导论[M]. 北京:中国铁道出版社,2005.  
 [3] 吴群琪,徐星. 旅客出行选择的机理研究[J]. 长安大学学报:社会科学版,2007,9(2):14-17.  
 [4] 艾伦·格里菲斯,斯图尔特·沃尔. 应用经济学[M]. 李青,译. 北京:清华大学出版社,2009.  
 [5] 刘新宪,朱道立. 选择与判断:AHP(层次分析法)决策[M]. 上海:上海科学技术出版社,1990.  
 [6] 黄向荣,李引珍. 综合运输体系下客运结构合理配置模型及算法[J]. 铁路运输与技术经济,2007,29(5):81-84.

## Study on transportation products allocation model

ZHANG Jian

(School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** The utility function model was used to analyze the mechanism of the passenger's transportation service selection, and the AHP model was used to study the types of passengers in transportation demands and the selection process of the specific transportation products. According to different generation rates and amounts of passengers' demands, transportation products were allocated based on the principle of economic equilibrium. The railway transportation products allocation from Xi'an to Yan'an was used as an example to verify the scientificity of the model.

**Key words:** transportation product; passenger demand; utility function; AHP; transportation industry; traffic resource