

YUNSHU TOUZI HE JIAGE YUANLI

运输投资和价格原理

王文智 等编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要为投资、价格和评价问题提供一种清晰的概念框架和一些实用的分析方法。包括运输需求、运输费用、运输效益、短期经济效率与定价、长期经济效率与投资规划、效益成本分析等内容。可供相关专业的科研院所工作人员及大学本科生、研究生阅读。

运输投资和价格原理

王文智 等编

插图设计:李京辉 版式设计:崔凤莲 责任校对:张 莹

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 字数: 千

1998 年 月 第 1 版

1998 年 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 册 定价: 元

ISBN 7-114- -

前 言

经济分析作为规划和决策过程的一个组成部分越来越受到重视。一方面是由于了解各种运输投资和经营决策预期的经济效果很重要,另一方面也是由于如果缺乏对经济分析的理解,制定政策的人将很难在不同项目中,在相互竞争的部门之间对有限资金的合理投放做出决策。

在规划、可行方案论证以及投资决策等方面,普遍存在这样的一些观点。例如:交通土建项目应该设计得只有在严重灾难性条件下才会失效或毁坏;一个设施一旦被建成就应该使用到它的自然寿命终结为止,在此之前停止使用或废弃它,乃是一种浪费;某些大型的综合计划(如地区、省的交通运输网)一旦开始实施,就必须完成它;必须采取一切步骤减少交通拥挤、能源消耗、空气污染和由于交通事故引起的死亡与伤残;等等。事实上,经济高效率的原则未必支持这类“百年一遇”、“物尽其用”的观点。有些结论可能出于政治的、社会的考虑而提出。

希望通过本书为投资、价格和评价问题提供一种清晰的概念框架和一些实用的分析方法。本书主要涉及不同政策和技术选择的经济效果。关键不在于是否决定修建更多的道路或者地下铁路,或者作出关于价格的决策,而在于这些决策所产生的经济结果。选择的经济性是重要的,也是决策过程的一个基础部分。当然,政治的、法律的和其他方面的影响也应该在进行决策时予以考虑。

通过学习本书应该掌握回答下述基本问题所必需的原理和方法。这些问题是：

1) 是否应该进行投资？

2) 如果应该投资, 投资规模应该多大, 投资在什么时间进行？

3) 设施建成后应该如何经营和确定价格？

4) 应该如何对各种备选项目或政策进行效益——费用分析？

这些问题涉及优化方法, 如确定最佳设施规模、最佳设施经营与定价方法。最后一个问题涉及工程项目可行性论证方法。

运输经济分析中需要做的工作有：

1. 建立需求、效益函数

为了预测由于这一项或者那一项工程引起的出行数量, 并估算与这个出行量有关的效益和收入, 必须利用出行需求函数和效益函数。在不同的价格和服务水平下, 只有出行对于出行者具有价值或者出行者从中获得效益, 出行才成为需求。换句话说, 出行的期望价值必然产生出行需求。另外, 出行需求除了同潜在的出行者的属性和出行目的地的特性有关之外, 还取决于运输系统所提供的价格与服务。

2. 建立费用、价格函数

费用函数和价格函数是分析与评价技术方案、经营策略和价格政策的基础, 同时也是投资规划中寻求“最佳”工程项目所要求的。

这些函数需要在三个阶段中建立。

第一阶段, 应用工程知识确定为提供不同水平的服务所要求的生产要素(动力、物资)的投入。

第二阶段, 应用生产要素价格与劳动力、物资投入量确定价格函数。这些函数表示出提供不同数量的服务和不同服务

水平的费用。

第三阶段,建立不同政策之下价格与费用的关系。

3. 出行预测

预期的出行量、价格和服务水平是由“需求”与“供给”以及相应的总费用、总效益和总收入的相互作用产生的。我们需要了解“需求”与“供给”如何相互作用,并且总费用、总效益和总收入如何随不同的技术条件,服务水平,价格政策和社会经济水平而变化。

4. 确定现时与未来效益和费用的等价值

大多数交通运输项目、政策都在一个相当长的时期内影响出行量,并且反过来影响效益与成本,而且,费用和效益在各年份中是不同的。因此,给定资源的时间价值(即现今资源的价值与未来的不同),将工程项目在其规划的使用年限内逐年的效益和费用置于等价的尺度上是必要的。这在评价多种备选工程项目时特别重要。

本书的原稿是王文智为交通运输专业本科生开设的专业选修课时使用的讲稿。在编写过程中,不仅吸收了国内外有关论著的精华,而且吸收了近年来指导本专业研究生、本科生毕业论文工作中的一些成果,还听取了学生们的意见。在此一并致谢。

本书的第一、四章由王文智编写;第二、五章由金俊武编写;第三、六章由隗志才编写。

本书试图探讨运用微观经济学、宏观经济学解决运输投资、定价问题,以期引起同行的兴趣。由于作者的学识水平所限,书中疏漏与错误在所难免的,诚恳地希望同行专家予以指正。

作 者

1998 年 2 月

目 录

第一章 运输需求.....	1
第一节 基本概念.....	3
第二节 运输需求及需求波动	16
第三节 需求函数的参数估计	37
第二章 运输费用	49
第一节 基本概念	49
第二节 短期费用函数	54
第三节 长期费用函数	58
第四节 费用函数中的参数估计	71
第三章 运输效益	88
第一节 运输效益的概念与特点	88
第二节 需求和用户效益函数	90
第三节 运输设施不同规模的效益分析	94
第四节 相互竞争模式的效益分析	97
第五节 运输效益具体体现与估算.....	100
第四章 短期经济效率与定价.....	108
第一节 运输设施定价的基本原理.....	109
第二节 高需求状况下的定价.....	111
第三节 低需求状况下的定价.....	116
第四节 在极限状况下设施容量减小时的定价.....	119
第五节 边际费用定价所遇到的问题.....	122
第五章 长期经济效率与投资规划.....	126

第一节	规划的经济学原理.....	127
第二节	设施规模高度可分规模效益递增的规划.....	128
第三节	设施规模高度可分和规模效益递减的规划	134
第四节	设施规模高度不可分情况下的经济规划.....	136
第五节	需求波动情况下的经济规划.....	139
第六节	考虑不确定性的决策分析.....	151
第七节	结论.....	153
第六章	效益成本分析.....	155
第一节	运输项目效益成本分析的概念及原则.....	155
第二节	效益成本分析的参数确定.....	159
第三节	效益成本分析的基本方法.....	167

第一章 运输需求

预测未来的运输需求是运输系统规划和运输投资分析的一个基本环节。

规划人员首先需要知道不同运输设施或者不同运营政策可能吸引的用户数量或交通量。这是未来运输系统详细设计和分析研究的基础和出发点。一般来说,对于未来用户数量或交通量的精确预测是相当困难的。在许多情况下,需要规划人员凭借经验和对影响运输需求的因素的理解来获得足够精确的需求预测。通常是采用多种方法进行综合预测并结合专家咨询给出所需精度的预测值。

弄清运输需求产生的方式并且建立相应的分析方法是十分重要的。在进行深入的讨论之前需要明确两个问题。

首先,运输需求来源于社会经济活动。

一般来说,商品生产过程与其消费过程在空间上是彼此分离的。市场经济越发达,这两个过程分离程度越高。因此,运输就成为生产过程与消费过程中间的一个不可缺少的环节。随着生产活动走向规模经济和区域专业化的进程,对商品运输的需求将增加。反过来,高效率的运输将成为推动这一进程以获得更大的专业化效益的前提。此外,为了提高商品的社会效用也会产生运输需求。商品的社会效用是指商品的社会消费效果。同一种商品在不同时间、不同地点具有不同的社会效用。人们把商品从富余地区运送到该商品稀缺地区,或者把适应时令、节日的商品及时运送到市场都是用运输手段提高

商品社会效用很好的例证。

在多数情况下,运输需求是一种派生需求。换言之,人们出行本身不是目的,而是参加或完成在他们出行目的地的各种社会经济活动。工作出行目的在于去工作,购物出行目的在于购物。即使开车兜风也往往出于某种心理需要。货物运输也存在同样的情况。假如某种商品在某个市场的需求量极小或者没有需求,则不论运输服务水平如何高,也不会有该产品被运送到该市场。因此,运输需求是由社会本源需求引起的需求,是派生需求。

总之,研究运输需求不能不同研究相应的社会经济活动紧密联系起来。

其次,运输需求和运量、运输周转量或者交通量是不同的概念。

运输需求是由于社会经济活动(包括生产活动、消费活动)所引起的潜在的物流、客流或者交通流。运输工作量或者交通量是在具体的运输设施中已经实现的运输需求。很显然,运输设施的通行能力接近饱和状态下观测到的交通量不能代表真正的运输需求。在这种情况下,交通量总是小于运输需求。我国修建大(同)秦(皇岛)铁路可以为区别运输需求和运输工作量作出很好的说明。有的学者把运输需求、运输供给以及交通量之间的关系形象地比喻为电路。运输需求有如电压、运输费用有如电阻、交通量有如电流。像电流、电压、电阻三者的关系遵守欧姆定律一样,运输设施中的交通流量是运输需求与该设施的服务属性(运输费用是一个重要的服务属性)相互作用的结果。强调运输需求与运输工作量或交通量的区别目的在于提示我们利用统计资料(无论是时间序列数据或者横断面数据)进行运输需求预测时要充分注意这一点。

第一节 基本概念

微观经济学需求理论为运输需求研究提供了所需的基本概念和基本方法。因此有必要花费一定篇幅对这一理论作一简要的介绍。

在微观经济学需求理论中,需求定义为欲望和实现欲望的可能性相结合的产物。只有欲望而不具备实现欲望的能力不能产生需求。需求可以分为消费者需求和市场需求。在运输需求研究中,消费者需求是基于对个人出行行为的预测,而市场需求则针对整个运输系统。

一、消费者需求

消费者定义为在一个具体的时间期限内对各种所需要的商品的消费数量独立地进行决策的个体(可以是一个人、一个家庭或者一个公司)。需求理论将描述影响消费行为的因素并建立各种商品的需求关系。为此作出以下 4 个基本假设:

1) 各种商品都可以为消费者提供效用或者使消费者获得满足。

2) 消费者能够选择。消费者可以决定或改变他所消费的各种商品的数量和花费在不同商品上的资金数额。

3) 消费者的选择受预算的限制。消费活动需要花费资金和其他资源(如时间等)。而消费者所占有的、可以由他支配的资源是有限的。因此,消费者只能在满足预算约束的条件下力求选择使效用最大化的商品组合。

4) 消费者偏好不变。只要消费者的社会经济特征和商品的相对效用不变,消费者的偏好保持不变。

首先需要讨论一下消费者的消费偏好。

面对甲乙两种商品,消费者可能优先选择甲商品而不选择乙商品,或者认为 x_1 个甲商品与 x_2 个乙商品的效用是等同的。消费者的这种偏好可以用一个二维图来表示(参看图 1-1)。图中横坐标 x_1 代表甲商品的消费量,纵坐标 x_2 代表乙商品的消费量。这个二维图称为消费域。

消费域中的任何一点 M 代表消费者消费 x_1 个甲商品和 x_2 个乙商品获得的消费效用,在数值上等于两种不同数量的商品的效用之和。通过 M 点作两条分别平行于横、纵坐标轴的直线可以把消费域划分为四个部分。很显然,在 M 点右上方这一部分

图 1-1 消费者无差异曲线

消费域中的任意一点 P 的消费效用都高于 M 点,即 P 优于 M 。在 M 点左下方的部分消费域中的任意一点 Q 的消费效用都低于 M 点,即 Q 劣于 M 。则从劣于 M 点的 Q 点向优于 M 点的 P 点移动的路径上必然存在一个点(如 M 点),这一点既不优于 M 点,也不劣于 M 点,即 M 点和 M 点这两种消费选择为消费者提供完全相等的效用。换言之,消费者认为这两种消费选择是无差异的。描绘出消费域中所有的无差异点的轨迹,就获得了无差异曲线。显然,无差异曲线上的任意两点(如图 1-1 中 A 点和 B 点)的消费效用是相等的。如果定义消费效用是消费甲、乙两种商品数量的函数,即 $U(x_1, x_2)$,则任意一条无差异曲线代表一定的效用值 U 。因此,无差异曲线也称为等效用曲线。对于一般的商品,无差异曲线总是凸向消费域原点的。无差异曲线离原点越远,它的效用值越大。

无异曲线的斜率 dx_1/dx_2 称为边际替代率。它表示消费者为获得单位数量的乙商品而情愿放弃甲商品消费的数量。如前所述,每条无异曲线代表一定的效用值且为常数,因此,效用函数 $U(x_1, x_2)$ 的全微商必为零,即:

$$dU(x_1, x_2) = \frac{U}{x_1} dx_1 + \frac{U}{x_2} dx_2 = 0 \quad (1-1)$$

上式经变换可得到:

$$\frac{U/x_1}{U/x_2} = - \frac{dx_1}{dx_2} \quad (1-2)$$

这说明两种商品之间的边际替代率在数值上等于它们的边际效用之比。而一种商品的边际效用是指该商品的效用随其消费量增加时的变化率。一般来说,商品的边际效用是递减的。

对于存在 n 种商品的情况,消费效用函数为一个 n 维函数 $U(X) = U(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 。它的全微商为:

$$dU(X) = \sum_{i=1}^n \frac{U}{x_i} dx_i \quad (1-3)$$

对于给定的效用水平 $U(X) = U_0$,保持其余商品不变就可以求解任意两种商品的边际替代率。

其次需要讨论消费者在受到预算限制条件下的消费选择。

消费活动需要消耗资源,例如资金、时间和空间。但是,作为消费者所拥有的、可供支配的资源是有限的。因而消费选择一般会受到限制。在微观经济学需求理论中,通常仅仅考虑资金预算的限制。但是在应用于服务性产业,特别是交通运输业时,其它资源因素(如时间)的影响是不容忽视的。其它因素的限制可以单独考虑,也可以利用赋予该因素以价值把它转换成货币项,结合资金预算限制一起考虑。

消费者在预算约束下的消费选择问题是一类非线性规划问题,其优化目标是使消费效用最大化。

假定消费者面临两种商品的消费选择。已知条件为效用函数 $U(x_1, x_2)$ 如图 1-2 中 I_1 曲线所示;单价向量为 $P = \{p_1, p_2\}$, 分别代表商品 x_1 和商品 x_2 的单位价格;消费者的预算额为 B 。试求消费者的最佳消费选择。

图解法可以直观地说明消费选择问题的求解过程。该问题的数学模型可以描述为:

图 1-2 消费者最佳消费选择

$$\begin{aligned} & \text{极大化} \quad Z = U(x_1, x_2) \\ & \text{满足约束} \quad p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq B \\ & \quad \quad \quad x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

显然,该问题的可行域是由 x_1, x_2 坐标轴与约束条件 $p_1 x_1 + p_2 x_2 = B$ 相交所围成的三角形范围内。直线 $p_1 x_1 + p_2 x_2 = B$ 称为预算线。该直线的斜率为 p_1/p_2 , 等于两种商品的单位价格比。该直线在横坐标轴 x_1 上的截距为 B/p_1 , 在纵坐标轴 x_2 上的截距为 B/p_2 。

若逐渐增大效用函数值,则效用曲线逐渐远离原点向消费域右上方移动。如图曲线 I_0 向右上方移动而趋近曲线 I_1 。当效用曲线与预算线相切时,即曲线 I_1 与预算线相切于 M 点时问题获得最优解, $X^* = \{x_1^*, x_2^*\}$ 。效用曲线继续向右上方移动将脱离可行域(如图中曲线 I_2 的位置),不存在任何可行解。

值得注意的是,在切点 M 上,由效用曲线获得的边际替代率与预算线的斜率相等,即:

$$\frac{U/x_1}{U/x_2} = \frac{p_1}{p_2} \quad (1-4)$$

对于多种商品的消费选择可以作类似的描述:已知效用函数 $U(X)$ 为连续可导的凸函数,消费者可以支配的预算总额 B 和商品的单位价格向量 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, 其中 p_n 为常数。求满足约束 $PX = B$ 条件下使效用函数 $U(X)$ 最大化的消费向量 $X^* = \{x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*\}$ 。

从前面两种商品的消费选择的讨论可知,最佳消费选择应使消费向量 X^* 满足

$$\sum_{i=1}^n x_i^* p_i = B \quad (1-5)$$

为了说明消费选择优化过程,需要定义下述函数:

$$L = U(x_1, x_2, \dots, x_n) - \lambda \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad (1-6)$$

称为拉格朗日函数。式中第一项 $U(X)$ 为任意消费选择下的消费效用;第二项 PX 为该选择下的消耗的资源; λ 为拉格朗日乘数。

当 $X = X^*$ 时,拉格朗日函数 L 取最大值,其微商为零,即:

$$\left. \frac{U}{x_i} \right|_{x_i = x_i^*} - \lambda p_i = 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1-7)$$

或者改写成

$$\frac{U}{x_i} = \lambda p_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1-8)$$

从上式可以看出,使得每种商品的边际效用与其单价成正比的消费向量为最优。对于两种商品 i 和 j ,应用方程(1-8)可以求出它们的边际效用及其单价间的关系:

$$\frac{U/x_i}{U/x_j} = \frac{p_i}{p_j} \quad (1-9)$$

注意到方程(1-9)等式左端为两种商品的边际效用之比,即前面所定义的该两商品的边际替代率。因此,可以得出结论:消费者所选择的使得任何两种商品间的边际替代率等于它们的单位价格之比的消费向量就是最佳消费选择。

最后需要讨论消费者需求函数。

商品的实际消费量取决于效用曲线 $U(X)$ 和预算线 B 的切点的位置(参看图 1-1 中的 M 点)。这就意味着,商品消费量取决于消费者的收入(或预算)、消费者感觉的商品效用、商品价格(包括商品本身价格和可作为替代品的其他商品,亦称竞争商品的价格)。需求函数就是表达消费量 x_i 和所有影响消费的因素集合之间的关系。由于商品的边际效用与其单位价格成正比,即:

$$\frac{U}{x_i} = \lambda p_i$$

所以通常在需求函数中不直接地包括效用函数项,而是隐含在商品价格当中。需求函数的一般形式为:

$$x_i = X_i(B, p_1, p_2, \dots, p_n) \quad (1-10)$$

上述需求函数说明了需求的一个基本性质,即对商品 i 的需求不仅是该商品自身价格的函数,而且是所有被认为可以作为替代品的其他商品的价格的函数。例如,航空客运需求与公路、铁路票价有关,铁路货运需求也会涉及公路运价费率等等。

需求函数通常采用费用——消费量曲线形式表示在其它因素值不变的条件下消费量 x_i 和价格之间的关系。需求曲线的生成可以用两维图来说明(参见图 1-3)。

图 1-3 的上半部分给出了两种商品的无差异曲线簇和不同

的预算线。假定预算额 B 不变,作为竞争商品的价格 p_2 不变。随着商品价格 p_1 的降低,预算线的斜率逐步减小。预算线与效用曲线的切点也随之改变。因而可以确定在不同的商品价格下的消费量 x_1 的数值大小。上述切点的轨迹可以生成图 1-3 下半部分给出的价格——消费量图。

图 1-3 价格—消费量曲线的生成

一般商品的需要函数都呈向右下方下降趋势。就是说随着商品价格降低,消费者才有消费更多商品的支付意愿。通常这是用边际效用递减法则来解释。

需求对于影响它的任一因素的变化的灵敏程度,通常采用需求弹性来衡量。需求对于任一影响因素的弹性可以函数形式定义如下:

$$e_v = \frac{x/x}{v/v} = \frac{\log x}{\log v} \quad (1-11)$$

如果将需求函数绘在对数坐标纸上,需求弹性代表需求曲线的斜率。需求弹性的意义可以理解为影响因素 v 的单位百分比变化所引起的需求(消费量)的百分比变化,或者需求百分比变化与影响因素 v 百分比变化的比值。采用需求弹性的优点在于弹性系数为无量纲的,与因变量、自变量所使用的单位无关。当影响因素是价格时,需求弹性称之为价格弹性:

$$e_p = \frac{x_i/x_i}{p_i/p_i} = \frac{x_i}{p_i} \cdot \frac{p_i}{x_i}$$

当影响因素为消费者收入时,需求弹性称之为收入弹性:

$$e_I = \frac{x_i/x_i}{I/I} = \frac{x_i}{I} \cdot \frac{I}{x_i}$$

应该指出需求弹性仅仅表示影响因素的百分比变化很小的条件下的需求变化。对于正常的商品,价格弹性系数为负,收入弹性为正。对于低档的商品,收入弹性系数有可能为负。

若某商品的需求函数包含有替代品的特征,需求对于后者的任何特征的弹性,称之为交叉弹性。例如商品 i 的需求对商品 j 单位价格的弹性就叫做交叉弹性。在交通运输中,当存在替代的运输方式可供选择时,交叉弹性的概念是很有用的。而且交叉弹性不限于价格因素,还包括系统的所有其他因素(如出行时间等)。商品 i 对于替代商品 j 的价格 p_j 的交叉弹性可以定义如下:

$$e_{ij} = \frac{x_i/x_i}{p_j/p_j} \quad (1-12)$$

若两种商品为竞争商品,则交叉弹性系数为正。当商品 j 价格增加时,商品 i 的消费量增加。

二、市场需求

前面讨论了消费者需求。消费者的需求函数是在满足预