

# 交通建设项目经济评价研究

但乃越 梅涛 张东安

(长江航务管理局 武汉 430072)

**【摘要】** 本文运用层次分析法从经济效益评价、国民经济评价、公共效益评价、不确定性与风险分析四个方面构建了交通建设项目航道治理工程的经济评价指标体系,并运用模糊综合评价法提出了航道治理工程经济评价的操作思路。

**【关键词】** 航道治理工程 经济评价 指标体系 评价方法

建设项目前期评价是项目经济评价的组成部分,交通建设项目航道治理工程经济评价的内容主要包括:经济效益评价、国民经济评价、公共效益评价和不确定性与风险分析。项目评价按照评估的时间及所处阶段可分为项目前期、中期和后期评价。本文主要就交通建设项目航道治理工程经济评价指标体系的构建及评价方法的运用进行探讨。

## 一、航道治理工程经济评价指标体系的构建

### (一)航道治理工程经济评价指标体系的构建方法

航道治理工程的经济评价是一个复杂的过程,涉及诸多影响因素,其评价指标包括定量指标和定性指标,本文采用层次分析法构建其经济评价指标体系。层次分析法是萨迪提出的一套决策方法,主要应用于不确定情况下及具有多个评估标准的决策问题。其具体步骤如图1。

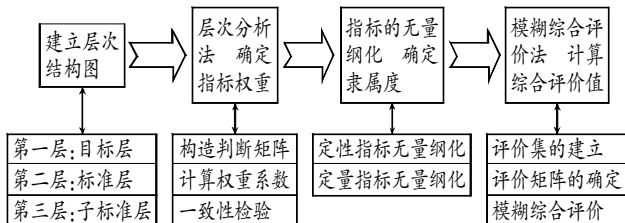


图1 航道治理工程经济评价方法的思路

1. 层次分析法的步骤。运用层次分析法进行决策分为四个步骤:①分析系统中各指标之间的关系,建立系统的递阶层次结构;②对同一层次各指标关于上一层次中某一指标的重要性进行两两比较,构造两两比较判断矩阵;③由判断矩阵计算被比较指标对于上一层次某指标的相对权重;④计算各层指标对系统目标的合成权重,并进行排序。

2. 递阶层次结构的建立。层次分析法首先将问题条理化、层次化,构造出一个层次分明的结构模型。这个结构模型要用到很多指标,这些指标又按其属性分成若干组,形成不同层次。同一层次的指标作为标准对下一层次的某些指标起支配作用,同时它又受上一层次指标的支配。这些层次大体上可以分为三类:

(1)最高层。这一层次中只有一个指标,一般它是分析问

题的预定目标或理想结果,因此也称目标层,例如航道治理工程经济评价就是最高层指标。

(2)中间层。这一层次包括了为实现目标所涉及的环节和指标,也称为标准层,例如经济效益评价、国民经济评价、公共效益评价以及不确定性与风险分析等都是中间层指标。

(3)最底层。这一层次表示中间层中每个指标下所隶属的指标,它用来衡量中间层每个指标的指标集,例如经济内部收益率、经济效益净现值就是最底层指标。

上述各层次之间的支配关系不一定是完全的,即可以存在这样的指标,它支配下一层次中部分指标,但它并不支配下一层次的所有指标。这种自上而下的支配关系所形成的层次结构,我们称为递阶层次结构。针对航道治理工程的特点,构建指标体系形成的递阶层次结构如图2所示。

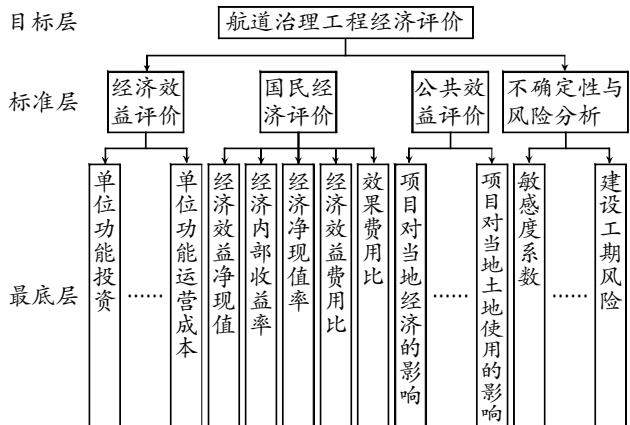


图2 航道治理工程经济评价指标体系

这里需要注意的是,经济效益评价、公共效益评价和不确定性与风险分析三个部分的评价指标比较多。在上图中无法一一列出,我们将其在表1、表2、表3中分别予以列示。

### (二)构建航道治理工程经济评价指标体系要重点解决两个技术问题

1. 确定各指标的权重。确定权重是设计评估指标体系的一个非常关键的步骤,对于能否客观、真实地反映投资项目的经济效益、社会效益和环境效益起着至关重要的作用。

表1 经济效益评价指标体系

标准层	子标准层	最底层
经济效益	投入产出效益	单位功能(或者单位使用效益)投资
		单位功能运营成本
	持续经济效益	通航里程的增加
		年运输能力的改善
		节约旅途时间效果
	间接经济效益	减免的土地损失
岸线设施维护费用的减少		

表2 公共效益评价指标体系

标准层	子标准层	最底层
公共效益	社会效益	项目区人均国民生产总值增加值
		项目减少水土流失面积指数
		项目对当地经济的影响
		项目对当地人民生活水平的影响
	环境效益	环境质量指数
		外来投资资本增加的比例
		项目对自然资源和环境的影响
		项目对生态平衡的影响
		项目对铁路和公路运营拥挤程度减少的影响
	扶贫减灾及劳动就业效益	项目影响区自然灾害发生率变化
		单位保护面积投资
		直接就业效果
项目区脱贫人数比例变化		
可持续性影响	水力发电年节约火电标准煤消耗量	
	沿江第一产业所占比例	
	项目对资源利用和远景发展的影响	
		项目对当地土地使用的影响

表3 不确定性与风险分析评价指标体系

标准层	指标类型	子标准层
不确定性与风险分析	定量指标	敏感度系数
		临界点(转换值)
	定性指标	工程风险:工程地质、工程水质
		外部协作条件风险:交通运输、供电、供水
		建设工期风险:工期延长、恶劣的天气、设计变更、工程量
		运营成本费用风险:投入的各种原料、材料、燃料、动力的需求量与预测价格、劳动力工资、各种管理费取费标准等
		政策风险:税率、利率、汇率及通货膨胀率等

(1)重要程度划分。层次分析法根据各个测评指标的相对重要性来确定权重,通过对测评指标进行两两比较,同时运用萨迪给出的1~9标度法,使复杂的、无序的定性问题能够进行量化处理。表4为层次分析法对重要程度的划分情况。

(2)构造判断矩阵。这一步要确定 $B_i$ 和 $B_j$ 两个指标哪一个更重要,重要多少,并按1~9比例标度对重要性程度赋值。

表4 重要程度划分一览表

相对重要程度	标度值	说明
同样重要	1	两个指标相比具有同等重要性
略微重要	3	两个指标相比,前者比后者略微重要
明显重要	5	两个指标相比,前者比后者明显重要
非常重要	7	两个指标相比,前者比后者强烈重要
极端重要	9	两个指标相比,前者比后者极端重要
相邻两程度的中间	2,4,6,8	上述两相邻判断的中间情况
	倒数	后者比前者重要的情况。指标I与J比较的标度和指标J与I比较的标度互为倒数

表4列出了1~9标度的含义。例如图2中的经济效益评价下支配的指标为单位功能投资和单位功能运营成本。如果认为单位功能投资比单位功能运营成本略微重要,那么它们的重要性之比的标度应取3,而单位功能运营成本与单位功能投资重要性的比例标度应取1/3。这样对于标准A,n个被比较指标构成了一个两两比较判断矩阵:

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & K & b_{1n} \\ M & O & M \\ b_{n1} & L & b_{nn} \end{bmatrix}$$

其中, $b_{ij}$ 就是对于标准A,指标 $B_i$ 和 $B_j$ 相对重要程度的标度值。

(3)计算权重系数并进行一致性检验。确定判断矩阵后应根据判断矩阵计算权重系数并进行一致性检验,确定n个指标 $B_1, B_2, \dots, B_n$ 对于标准A的相对权重系数 $W_1, W_2, \dots, W_n$ 。相对权重可以写成向量形式,即 $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ 。这里我们需要解决两个问题,一是权重计算方法,另一个是判断矩阵一致性检验。

①计算权重系数。权重的计算方法有很多种,本文采用特征根方法来求权重系数。求判断矩阵B的特征根和特征向量,即满足:

$$BW = \lambda_{\max} W$$

在这里 $\lambda_{\max}$ 是B的最大特征根,W是相应的特征向量。所得到的W经过归一化后就可作为权重向量。

归一化的权重系数由下列公式求得:

$$a_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

显然, $a_i$ 满足 $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ 。

②进行一致性检验。判断矩阵是计算权重系数的根据,要求判断矩阵有大体上的一致性,避免出现“甲比乙极端重要,乙比丙极端重要,而丙又比甲极端重要”等违反常识的判断。因此需要对判断矩阵的一致性进行检验,一般分三个步骤检验:一是计算一致性指标CI, $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ;二是查找相应的平均随机一致性指标RI(RI值见表5);三是计算一致性比率

CR, $CR = \frac{CI}{RI}$ 。当 $CR < 0.1$ 时,即认为判断矩阵的一致性是可

表5 平均随机一致性指标的数值

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

以接受的,否则就要调整判断矩阵,使之具有满意的一致性。

(4)计算各层指标对目标层的合成权重。上面得到的仅仅是一组指标对其上一层中某指标的权重系数。而最终是要得到各指标对于总目标的相对权重系数,特别是要得到最底层中各指标对于总目标的排序权重,即所谓“合成权重”,从而进行方案选择。其计算公式为:

$$W_{总} = W_B \times W_C$$

$W_{总}$ 表示最底层(指标层C)的指标对总目标的权重即“合成权重”; $W_B$ 表示标准层B的指标对总目标的权重; $W_C$ 表示最底层(指标层C)的指标对标准层B的权重。

合成排序权重的计算要自上而下,将单标准下的权重进行合成,并逐层对总的判断进行一致性检验。不过在实际应用中,整体一致性检验常常可以省略。

2. 对指标进行无量纲化处理。在利用多指标进行综合评价时,由于各指标之间性质不同、计量单位不同,往往难以综合平衡。当各指标间的水平相差很大时,如果直接用原始指标值进行分析,就会突出数值较高的指标在综合评价中的作用,相对削弱数值较低指标的作用。为避免这一点,解决各指标数值可综合性的问题,必须对各指标数值进行无量纲化处理。无量纲化也叫数据的标准化、规格化,它是通过简单的数学变换来消除各指标量纲影响的方法。下面分别对指标体系中的定性指标和定量指标进行无量纲化处理。

(1)定性指标的无量纲化。对于定性分析指标,为避免主观判断引起的失误,增加定性指标的准确性,可采用模糊统计方法确定指标的隶属度,模糊统计是请参与评价的各专家,按确定的评价集V(包括很好,较好,一般,较差,很差五个等级)进行评价打分,给评价指标确定等级的对应标准隶属度集为(1,0.8,0.5,0.2,0)。对指标打分并不要求给出具体的分值,而是在五个评语级别“很好,较好,一般,较差,很差”中将认为最合适的级别打一个钩即可。不过,这里一定要考虑风险因素,由于其对项目的影响是负面的,风险因素出现的可能性越小越好,因此按照出现高、强、适度、低的可能性,其对应的标准隶属度集为(0,0.3,0.6,1.0)。指标最终的隶属度为各专家确定的隶属度的平均值。这样得出来的指标值评分就能满足无量纲化的要求。

(2)定量指标的无量纲化。定量指标无量纲化方法有多种,主要有三类,即直线型无量纲化、折线型无量纲化和曲线型无量纲化。根据长江航务管理局航道治理工程经济评价的内容和特点,采用折线型无量纲化方法比较合理。其统计指标可以分为正向指标(越大越好的指标)、逆向指标(越小越好的指标)和适度指标(数值既不过大也不过小的指标)。

①正向指标的无量纲化。对正向指标,我们采用半升梯形模糊隶属度函数进行量化,即:

$$\beta_1 = \begin{cases} 1 & e_{ij} \geq M_{ij} \\ \frac{e_{ij} - m_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}} & m_{ij} < e_{ij} < M_{ij} \\ 0 & e_{ij} \leq m_{ij} \end{cases}$$

$e_{ij}$ 代表原始数据。其中, $M_{ij}$ 、 $m_{ij}$ 分别表示某指标的最大值、最小值; $\beta_1$ 为指标隶属度,取值范围在(0,1)之间。

最大值、最小值由备选方案中的最大值、最小值确定。

②逆向指标的无量纲化。对逆向指标,采用半降梯形模糊隶属度函数进行量化,即:

$$\beta_2 = \begin{cases} 1 & e_{ij} \leq M_{ij} \\ \frac{e_{ij} - m_{ij}}{M_{ij} - m_{ij}} & m_{ij} < e_{ij} < M_{ij} \\ 0 & e_{ij} \geq m_{ij} \end{cases}$$

其中: $e_{ij}$ 表示原始数据; $M_{ij}$ 、 $m_{ij}$ 分别表示某指标的最大值、最小值; $\beta_2$ 为指标隶属度,取值范围在(0,1)之间。

最大值、最小值由备选方案中的最大值、最小值确定。

本文不涉及适度指标的无量纲化问题。

## 二、模糊综合评价模型在航道治理工程经济评价中的运用

模糊综合评价法是一种应用非常广泛和有效的模糊数学方法。该方法运用模糊数学和模糊统计对影响某事物的各个因素加以综合考虑,从而对这一事物做出科学的评价。

模糊综合评价法是对单因素模糊评价法的改进。单因素模糊评价仅仅反映了个别因素对评价对象的影响,其评价结果难免带有片面性。只有采用模糊综合评价法,全面考量所有因素的影响,才能得出比较正确的评价结果。

假定按照前面层次分析法确定的各个影响因素的权重为: $W=(W_1, W_2, L, W_m)$ ,则无量纲化后指标 $u_i$ ( $i=1, 2, \dots, m$ )在第 $j$ ( $j=1, 2, \dots, n$ )个方案中的隶属度为 $r_{ij}$ , $n$ 个方案 $m$ 个指标的隶属度集构造出一个总的评价矩阵R:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & K & r_{1n} \\ M & O & M \\ r_{m1} & L & r_{mn} \end{bmatrix}$$

因此,模糊综合评价可以表示为:

$$A = WR = (W_1, W_2, L, W_m) \begin{bmatrix} r_{11} & K & r_{1n} \\ M & O & M \\ r_{m1} & L & r_{mn} \end{bmatrix} = (a_1, a_2, L, a_n)$$

式中, $W_i$ ( $i=1, 2, \dots, m$ )表示第 $i$ 个影响项目经济评价指标的权重; $r_{ij}$ 表示无量纲化后第 $i$ 个影响项目经济评价指标在第 $j$ 个方案中的隶属度; $a_j$ ( $j=1, 2, L, n$ )称为模糊综合评价值。从模糊综合评价模型中可以求出评价项目各评价方案的模糊综合评价值 $a_j$ ( $j=1, 2, L, n$ ),其中模糊综合评价值最大的方案即为最优方案。

### 主要参考文献

1. 陈玲.基础设施投资项目风险分析及管理.基建优化,2005;1
2. 张世银,周加来.城市化指标体系构建与评析.技术经济,2007;3