

公路建设项目的模糊排序和投资决策优化^①

王秉纲 周 伟

(中国 西安公路交通大学 710064)

摘 要 本文论述了公路建设项目排序的评判指标,在运用模糊贴近度原理,分析确定各待建项目建设迫切性的基础上,采用整体投资决策优化模型,对公路网规划方案中建设项目的序列安排问题进行了探讨,收到了较好的效果。

关键词 公路网规划 建设序列安排 投资决策优化

引 言

公路网规划的最终目的,就是为了合理地安排公路网的建设项目,科学的确定其建设性质及建设规模。一般而言,根据公路网路线功能的层次划分和路线交通量的分配结果,就能确定公路建设项目的性质和拟建等级,但是由于建设能力和资金投入的限制,公路项目的建设还应有个先后次序。哪个项目应该先建,哪个项目应该后建,这就是公路建设项目的序列安排问题。

公路建设项目的序列安排,是根据路线的地位、功能、作用以及所承担的交通量大小而确定的,同时还要顾及所需投资大小等因素的影响,因而不是一个简单的问题。本文试采用模糊数学原理,按照一定的程序定量地确定待建路段的紧迫程度,并依据该值的大小,建立整体投资决策优化模型,同时结合实际情况进行修正,来作出公路网在各规划期的公路建设项目序列安排,以防止建设决策的随意性、盲目性和低效益。

1. 建设项目排序的评判指标

对于一个路段(或一条路线),建设与否的因素是很多的,而且各因素之间的关系十分复杂,因此要对每一个因素都包括进去,是很困难的,而且也没有必要,所以在选择评判指标时,主要选择几个能反映道路建设的紧迫性及经济性的指标即可。根据实际情况,本文选择如下几项指标:

1) 路段重要度,它反映了该路段在公路网中所处的地位,定义式为:

$$I_k = \sum_{i=1}^m B_i / L_k$$

式中: I_k ——第 k 个路段的重要度;

B_i ——第 k 个路段所连接的第 i 个节点的重要度;

L_k ——第 k 个路段的里程(公路)

m ——第 k 个路段所连接的节点数。

2) 路段饱和度,定义为: $S_k = Q_k / C_k$

^① 本文 1997 年 2 月 17 日收到。

式中: S_k —— 第 k 个路段的饱和度;

Q_k —— 第 k 个路段上的交通量 (辆/日);

C_k —— 第 k 个路段的通行能力 (辆/日)。

路段饱和度客观反映了路段的交通负荷强度, 其值越大, 表明该路段的建设越迫切。

3) 路段建设的易行度, 它可用第 k 个路段的单位里程造价的倒数来表示, 以反映该路段建设的经济性和易难程度, 定义式为:

$$G_k = 1/LC_k$$

式中: G_k —— 第 k 个路段建设的易行度;

LC_k —— 第 k 个路段的造价 (万元/公里)。

4) 路段行政级别系数, 它是根据公路所属的行政级别来确定的一个优先系数, 以便从功能、作用上来反映公路项目建设的迫切性。根据有关专家咨询及分析结果, 可取为国道 1.5, 省道 1.0, 县道 0.6, 乡道 0.3。

2. 建设项目的模糊排序原理

设有 m 个备选项目: A_1, A_2, \dots, A_m ; n 个评判指标, 则记第 i 个项目的指标集合为

$$X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}), \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

再设评价比选的基准项目为 A_0 , 则基准项目的指标集合为

$$X_0 = (x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}).$$

定义模糊集合 A 的隶属函数为:

$$A(x_j) = \begin{cases} x_j/x_{0j} & , \quad x_j \leq x_{0j} \\ 2 - x_j/x_{0j} & , \quad x_{0j} < x_j \leq 2x_{0j} \\ 0 & , \quad x_j > 2x_{0j} \end{cases}$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

则得模糊向量 $\underline{A}_0 = (a_{01}, a_{02}, \dots, a_{0n})$

及 $\underline{A}_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}), \quad i = 1, 2, \dots, m;$

其中 $a_{0j} = A(x_{0j}) = 1; a_{ij} = A(x_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, n.$

则称 $N_e(i) = N_e(\underline{A}_0, \underline{A}_i) = 1 - \sum_{j=1}^n \omega_j \cdot |a_{0j} - a_{ij}|$ 为模糊向量 \underline{A}_0 与 \underline{A}_i 的贴近度, 式中 ω_j 为第 j 个评判指标的权重, 满足 $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ 。注意到 $a_{0j} = 1$, 所以贴近度计算式可写为

$$N_e(i) = 1 - \sum_{j=1}^n \omega_j |a_{ij} - 1|.$$

贴近度反映了项目 A_i 与基准项目 A_0 的接近程度, 只要合理确定基准项目的指标集合, 就可根据贴近度的大小, 排出各个待建项目的优先顺序, 由于建设项目排序的评判指标物理含意明确, 四项指标都是其值越大, 反映建设的紧迫程度越大, 不存在不能比较的问题, 加之项目排序是在已有的数个项目中进行比较, 而不是在未知的范围内寻求最优, 所以可取各个待建项目中各指标的最大值作为基准项目的指标集合, 即

$$x_{0j} = \max\{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}\}, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

那么按照择近原则, 贴近度越大的项目其建设的迫切性就越强。从这个意义上讲, 贴近度就是综

合反映多种因素整体效果的判别指标, 可称其为路线建设的紧迫度。

3. 权重系数的确定

权重系数主要用来反映各项指标的作用和不同影响, 与决策人员的追求目标有很大关系, 一般通过专家咨询来确定。根据具体情况可分别采用专家小组咨询或发表调查方法, 将调查结果汇总整理后, 即可得到各指标的权重系数。

整理的方法有两种: 一种是平均数法, 计算公式为:

$$\bar{a}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m a_{ji} \quad (j=1, 2, 3, 4)$$

式中: \bar{a}_j ——第 j 个评判指标的平均权重;

a_{ji} ——第 i 个专家给第 j 个指标的权重赋值;

m ——咨询专家数目。

这里需注意的是为了便于专家断别, 调查中只要求专家所给的权重赋值满足 $0 < a_{ji} < 1$ 即可,

并不强求 $\sum_{j=1}^4 a_{ji} = 1$, 所以还需作归一化处理。

二是中位数法, 即对固定的 j , 将 $a_{ji} (i=1, 2, \dots, m)$ 按其值大小顺序排列, 假定仍记为 a_{ji} 则有:

$$\bar{a}_j = \begin{cases} a_{j(m+1)/2} & , m \text{ 为奇数时} \\ \frac{1}{2} [a_{j(m/2)} + a_{j(m/2+1)}] & , m \text{ 为偶数时} \end{cases}$$

式中符号含义均同前。

将用上述方法整理到的各指标平均权重作归一化处理, 便可得其权重系数为:

$$\omega_j = \bar{a}_j / \sum_{j=1}^4 \bar{a}_j$$

根据上述原理, 我们采用发表调查法得到的公路建设项目的重要度、饱和度、易行度和行政级别系数的权重系数分别为:

$$W = [\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4] = [0.30, 0.35, 0.15, 0.20]$$

4. 整体投资决策优化

虽然在安排公路建设项目时, 对紧迫度值大的路线(段)应优先予以考虑, 但有时由于会受到有限资金的约束, 致使前述建设序列安排不能落实, 所以为了更加有效地利用建设资金, 还应对整个公路网建设的投资进行优化, 以期从总体上取得最佳效果。

$$\text{目标函数} \quad \max \sum_{i=1}^N D_i \cdot K_i$$

$$\text{约束条件} \quad \sum_{i=1}^N E_i L_i K_i \leq IC$$

$$K_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad (i=1, 2, \dots, N)$$

式中: IC ——规划期限内, 公路建设的可用资金(万元);

E_i ——第 i 个待建项目的造价(万元/公里);

L_i ——第 i 个待建项目的里程(公里);

K_i ——变量, 取值为0或1;

D_i ——第*i*个待建项目的紧迫度值, $D_i = N_e(i)$;

N ——待建项目总数。

这是一个整数规划问题, 根据求解结果, 最终可按 $D_i \cdot K_i$ 的大小顺序, 作出建设项目的序列安排, 在实际工作中, 还应征求有关专家意见, 同时本着“全面规划, 分期修建, 量力而行, 突出重点”的原则进行相应地修正, 才能最后得到有关结果。

5. 结束结

本文论述了公路建设项目排序的评判指标和决策特点, 并运用模糊贴近度原理, 对公路网规划方案中建设项目的序列安排问题进行了有益的探讨, 该法概念明确, 简单易算, 可以避免或减弱异常值的影响, 因而具有较高的辨识能力。另外, 本文还针对有限资金约束下的公路建设项目安排问题, 在确定各待建项目建设紧迫度的基础上, 进行了公路网整体投资决策优化的探讨, 收到了良好的效果。在云南、肇庆等省、市的应用结果表明, 本文所述方法具有较好的实用性和可操作性。

值得说明的是公路建设项目的序列安排和分期实施是一件十分复杂的工作, 受社会经济的发展情况和领导人员的决策偏好影响很大, 决不是单靠数学模型定量计算所能完成的。在具体实施过程中, 要充分重视有关方面的信息反馈, 及时进行相应的跟踪调整, 才能得到较为满意的结果。

参考文献

- (1) 许仁忠, 模糊数学及其在经济管理中的应用, 成都: 西南财经大学出版社, 1987
- (2) 上官苏, 网络规划的定量分析与评价模型, 西安公路学院项士论文, 1993.3
- (3) B.E. 吉勒特, 运筹学导论, 北京: 机械工业出版社, 1982

Optimizing the Fuzzy Sequencing and Investment Decision on Projects of Highway Construction

Wan Binggang, Zhou Wei

(Xian Highway Jiaotong University)

Abstract: This paper discusses decision index for project arrangement of highway construction. By fuzzy closing principle, it analyses the roles of construction projects, and then applies optimizing model of entire investment to sequencing the constructive projects in highway network planning scheme.

Keyword: Highway network planning, Constructive project sequencing, Optimizing investment decision.