

文章编号:1005—0523(2003)05—0049—03

铁路建设项目环境影响的模糊综合评价

刘 虹¹, 吴小萍¹, 高清平²

(1.中南大学 土木建筑学院,湖南 长沙 410075;2.广西大学 资源与环境学院,广西 南宁 530004)

摘要:由于铁路建设项目环境影响具有渐变性,影响区域无法明确划分.本文建立了铁路环境影响评价的指标体系,应用层次分析法和模糊综合评判法计算铁路建设项目环境影响综合评价值,并给出了评价示例.

关 键 词:铁路建设项目;指标体系;环境影响评价;模糊综合评判;层次分析法

中图分类号:O326

文献标识码:A

近年来,随着有关法规在铁路工程建设中的强制实施,使得选线设计过程进行环境考虑显得愈发重要.现有的包括需编制环境影响报告书在内的环境影响评价(Environmental Imapct Assessment,以下简称EIA)项目基本都采用“以点为主,点线结合,突出重点”的评价原则,很难正确地引导铁路(网)的规划和建设.由于铁路的环境影响是一个复杂的系统和过程,受很多因素的影响,铁路对周围环境的污染程度是由重到轻逐渐过渡的,没有明显的界限,所以对铁路环境进行综合评价采用模糊数学理论较为合适.铁路EIA的指标体系呈现多目标性和多层次性,必须采用相应结构来建立铁路EIA的指标体系.本文将层次分析法与模糊综合评判法结合起来,对铁路环境影响进行综合评价.

1 铁路环境影响模糊综合评判程序

铁路EIA模糊综合评判的基本思想是:先按最低层次的各个因素进行单因素评判,然后再按上一层次的各因素进行综合评判,这样一层一层往上评,一直评到最高层次,得出总的评判结果.本文采用的是二级模糊综合评判,评判程序如图1所示.

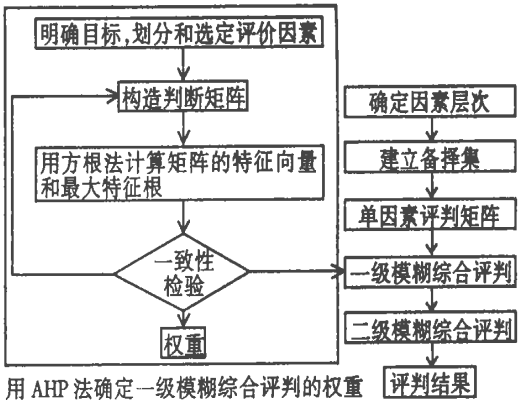


图 1 铁路 EIA 二级模糊综合评判程序

2 建立铁路建设项目 EIA 指标体系

铁路建设项目 EIA 是一个层次复杂、因素众多的多变量系统,其指标体系的选取,不仅应遵循客观性、科学性、完整性、有效性等普遍原则,还应满足层次性、区域性、主成分性与可操作性等原则.

本文以改建铁路津浦线 K831 线路所至蚌埠站增建第二线工程为例,从实际出发,经分析筛选,以自然环境、生态环境、社会环境为评价的一级系统,三个一级系统又可划分为二级子系统,构成铁路 EIA 的评价因素集合,详见图 2.

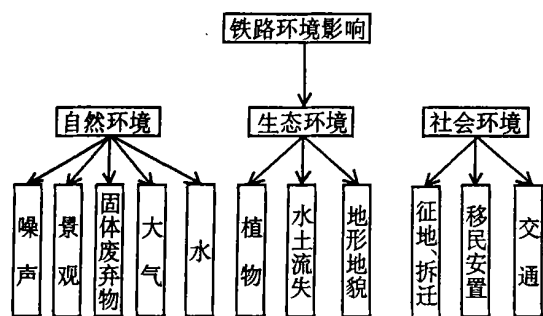


图2 铁路EIA因素指标体系结构

3 建立综合评价的数学模型

3.1 确定评价因素集

模糊综合评判法把因素论域 U 按各因素的不同属性划分成 m 个互不相交的子集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$, 第一层次的因素 $u_i (i=1, 2, \dots, m)$ 又由第二层次中的 n 个因素决定, 即 $u_i = \{u_{i1}, u_{i2}, u_{i3}, \dots, u_{in}\}$. 由图2确定铁路EIA评价因素集为 $U = \{u_1, u_2, u_3\}$, u_1, u_2, u_3 分别为自然环境、生态环境、社会环境, 而三个因素又分别由几个子因素构成, 即 $u_1 = \{u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}\}; u_2 = \{u_{21}, u_{22}, u_{23}\}; u_3 = \{u_{31}, u_{32}, u_{33}\}$.

3.2 建立权重集

根据铁路环境影响因素的多样性和层次性, 本文采用层次分析法确定权系数, 运用层次分析法确定第一层次的权重集 $A = \{a_1, a_2, a_3\}$, 第二层次的权重集 $A_1 = \{a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}\}; A_2 = \{a_{21}, a_{22}, a_{23}\}; A_3 = \{a_{31}, a_{32}, a_{33}\}$.

3.3 建立备择集

备择集可一般地建立为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$, 铁路EIA各因子对周围的环境影响是互不相同的, 有的可以改善环境, 有的可以恶化环境, 有的因子影响大, 有的因子影响小. 故备择集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_5\}$, 其中 v_1 代表铁路对周围环境有负面影响, 且影响最大; v_2 代表铁路对周围环境有负面影响, 但影响较轻; v_3 代表铁路对周围影响环境有中等程度影响; v_4 代表铁路对周围环境有正面影响, 但影响较轻; v_5 代表铁路对周围环境有正面影响, 且影响最重. 为了便于定量评价, 可用分值表示各级别的分级标准, 如(50、40、30、20、10).

3.4 模糊综合评判^[1]

3.4.1 一级模糊综合评判

由于每一因素都是由低一层次的若干因素决

定的, 所以每一因素的单因素评判, 应是低一层次的多因素综合评判. 因此一级模糊综合评判应先按第二层次诸因素进行. 设第二层次中的因素 u_{ij} 对备择集中第 k 个元素的隶属度为 $r_{ijk} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, p)$, 则第二层次的单因素评判矩阵为:

$$R_i = \begin{pmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1p} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{in1} & r_{in2} & \cdots & r_{inp} \end{pmatrix} \quad (1)$$

于是, 第二层次的模糊综合评判集为

$$B_i = A_i \circ R_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})^\circ$$

$$\begin{pmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1p} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{in1} & r_{in2} & \cdots & r_{inp} \end{pmatrix} = (b_{i1}, b_{i2}, b_{ip}) \quad (2)$$

3.4.2 二级模糊综合评判

二级模糊综合评判是对第一层次的所有因素 $u_i (i=1, 2, \dots, m)$ 进行综合, 其单因素评判矩阵, 应为一级模糊综合评判矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_1 \circ R_1 \\ A_2 \circ R_2 \\ \vdots \\ A_m \circ R_m \end{pmatrix} \quad (3)$$

于是, 二级模糊综合评判集为:

$$B = A \circ R = A \circ \begin{pmatrix} A_1 \circ R_1 \\ A_2 \circ R_2 \\ \vdots \\ A_{1m} \circ R_m \end{pmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_p) \quad (4)$$

b_k 便是综合考虑所有因素, 评判对象对备择集中第 k 个元素的隶属度.

4 铁路建设项目环境影响模糊综合评判法的应用

4.1 合成运算方式选取

在以上两级模糊综合评判中, 合成运算算子“ $\circ$ ”的模型包括模型 I: $M(\wedge, \vee)$; 模型 II: $M(\cdot, \vee)$; 模型 III: $M(\vee, \oplus)$; 模型 IV: $M(\cdot, \oplus)$; 模型 V: $M(\cdot, +)$. 模型 I ~ III, 都是在具有某种限制和取极限的情况下寻求各自的评判结果的, 因此在评判过程会不同程度地丢失许多有用信息, 可用于仅关心事物的极限值和突出某主要因素の場合. 模型

V 对所有因素依据权重大小均衡兼顾,比较适用于要求整体指标的情形.对于铁路建设项目环境影响的综合评判,要统筹考虑各种影响因素,恰好满足模型 V 的要求,故采用模型 V ,以便对所有因素进行评判.

4.2 隶属函数的确定

对于铁路建设项目环境影响评价,采用降半梯形法^[2]来确定隶属函数.即设 V_j 和 V_{j+1} 为相邻两级的分级标准,如(40和30),显然 $V_j > V_{j+1}$,则因素对 V_j 的隶属函数为:

$$r(x) = \begin{cases} \frac{X - V_{j+1}}{V_j - V_{j+1}} & V_{j+1} \leq X \leq V_j \\ 0 & X < V_{j+1}, X > V_j \end{cases} \quad (5)$$

对 V_{j+1} 的隶属函数为:

$$r(x) = \begin{cases} \frac{V_j - X}{V_j - V_{j+1}} & V_{j+1} \leq X \leq V_j \\ 0 & X < V_{j+1}, X > V_j \end{cases} \quad (6)$$

4.3 评价结果的确定

得到评判指标 b_k ($k=1, 2, \dots, p$)后,评价结果 v 的值,可用加权平均法确定,即:

$$v = \frac{\sum_{k=1}^p b_k v_k}{\sum_{k=1}^p b_k} \quad (7)$$

5 评价示例

应用上述方法进行铁路环境影响评价,仍以改建铁路津浦线K831线路所至蚌埠站增建第二线工程为例.

5.1 评价因子权重的确定

第一层次的判断矩阵为:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

判断矩阵的最大特征根 $\lambda_{\max}$, $CI=0.018$, $CR=0.03 < 0.1$,判断矩阵具有满意的一致性,三因子的权向量 $A=(0.637, 0.105, 0.258)$,用同样的方法求出第二层次的权重集为 $A_1=(0.326, 0.145, 0.361, 0.037, 0.131)$, $A_2=(0.256, 0.073, 0.671)$, $A_3=(0.185, 0.156, 0.659)$.

5.2 一级模糊综合评判

对自然环境进行一级评价时,根据实际情况对噪声、景观、大气、水、固体废弃物诸因子的评分为(38, 26, 42, 35, 38).由式(5)、(6)可得到相应的单因素评判矩阵为

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0.4 & 0 \\ 0.2 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

同样可求得

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0.7 & 0.3 \\ 0 & 0 & 0.4 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0.1 & 0.9 & 0 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.8 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.9 & 0.1 \end{bmatrix}$$

将权重集和单因素评判矩阵代入(2)得一级模糊综合评判结果为:

$$B_1 = (0.072, 0.673, 0.197, 0.058, 0)$$

$$B_2 = (0, 0, 0.365, 0.559, 0.077)$$

$$B_3 = (0.050, 0.291, 0, 0.593, 0.066)$$

5.3 二级模糊综合评判

由式(4)得二级模糊综合评价结果为

$$B = A \circ R = (0.637 \quad 0.105 \quad 0.258) \circ$$

$$\begin{bmatrix} 0.072 & 0.673 & 0.197 & 0.058 & 0 \\ 0 & 0 & 0.365 & 0.559 & 0.077 \\ 0.050 & 0.291 & 0 & 0.593 & 0.066 \end{bmatrix} \\ = (0.059 \quad 0.504 \quad 0.164 \quad 0.249 \quad 0.025).$$

5.4 综合评价值的计算

因为评判指标 b_k 已归一化,由(7)得评价结果

$$v = \frac{\sum_{k=1}^p b_k v_k}{\sum_{k=1}^p b_k} = 33.26.$$

利用上述模糊综合评价方法可以计算单方案的环境影响综合评价值,如果在规划阶段有 n 条技术、经济可行方案,考虑环境因素时,可以根据各方案的环境影响综合评价值进行方案比选,提出推荐方案.

6 结 语

本文建立的模型,将定量分析和定性分析结合起来,为铁路建设项目环境影响综合评价提供了一种科学合理、简单可行的方法.计算表明,该模型具有较好的实用价值,特别是在设计方案存在多个主要的影响因素,并且这些主要因素在不同的方案中又各有优劣,使得仅凭人工经验难于取舍时,该模型非常有助于进行方案比选的辅助决策.根据建立的数学模型可以编制出相应的计算机程序,以减少评价工作量.

(下转第90页)

A New Power Network Dispatching Automation System

FU Qin-cui

(School of Electrical and Electronical Eng., East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This article reviews the development of the power network dispatching automation system in recent years, and then describes the new technology trends in the design of control center infrastructures: Web technology, COBRA, Common Information Model, Java. According to the requirement of the liberalized energy market in the 21st century, the prospect of the new power network dispatching automation system is presented.

Key words: energy management system; internet; COBRA; Java; extranet

(上接第 51 页)

参考文献:

[1] 王彩华, 宋连天. 模糊论方法学[M]. 北京: 中国建筑工业出版社.

[2] 贺仲雄. 模糊数学及其应用[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1983.

[3] 汤代焱, 等. 运筹学[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2002.

[4] 铁道部第二勘测设计院. 环境影响报告书(改建铁路津浦线 K831 线路所至蚌埠站增建第二线工程)[R]. 武汉, 2001.

Fuzzy Synthetical Assessment of Environmental Impacts on Railway Construction Projects

LIU Hong¹, WU Xiao-ping¹, GAO Qing-ping²

(1. School of Civil Engineering and Architecture, South Central University, Changsha 410075; 2. College of Resources and Environment, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: Since the environmental impact of railway construction projects has the character of gradual change, the dividing line of the impacted region is indistinct. This paper set up the index system of assessment on environmental impact affected by railway and applies the Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Comprehensive Evaluation to the calculation of the comprehensive evaluation value of environmental impact of railway construction projects. As an example, one railway construction project was evaluated.

Key words: railway construction projects; index system; environmental impact assessment; fuzzy comprehensive evaluation; analytic hierarchy process