

# 基于模糊 AHP 的道路选优评价方法研究

高虹霓, 杨建军, 曹泽阳  
(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘要:** 针对一般层次分析法标度繁琐、判断矩阵一致性难以达到的不足, 采用了模糊层次分析法 (FAHP) 并结合物资供应道路选优这一课题, 为道路选优评价中各指标权值的确定提供了一种新方法。

**关键词:** 模糊一致矩阵; 模糊层次分析法; 道路选优; 评价

**中图分类号:** O223   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1009-3516(2001)02-0082-03

现代高技术局部战争条件下, 迅速、隐蔽及安全是军事运输的基本要求; 而平时又必须满足经济、方便的要求。在物资供应保障辅助决策过程中对军事运输基本要求这些模糊概念的标度, 一般不易把握, 采用一般层次分析法 (AHP) 时, 判断矩阵的一致性指标又常常难以达到。为弥补上述缺憾, 把模糊集合论<sup>[1]</sup>与决策理论相结合的产物——模糊层次分析法 (FAHP) 引入到道路选优评价模型中来, 为物资供应道路进行评价选优提供了一种新方法。

## 1 模糊层次分析法 (FAHP)

设系统有待进行重要性比较的指标集

$$F = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$$

$f_i$  为第  $i$  个指标,  $i=1, 2, \dots, m$ 。  $m$  为指标总数。

为了解决 AHP<sup>[2]</sup> 中判断矩阵的一致性, 将 AHP 中构造判断矩阵变成构造模糊一致判断矩阵<sup>[3]</sup>, 即采用模糊层次分析法 (FAHP), 其可作如下表述:

1) 建立优先关系矩阵  $F = (f_{ij})_{m \times m}$

$$f_{ij} = \begin{cases} 0.5, & s(i) = s(j) \\ 1.0, & s(i) > s(j) \\ 0.0, & s(i) < s(j) \end{cases} \quad (1)$$

其中  $s(i)$  和  $s(j)$  分别表示指标  $f_i$  和  $f_j$  的相对重要性程度。

**定义** 若矩阵  $R = (r_{ij})_{m \times m}$  满足  $r_{ij} = r_{ik} - r_{jk} + 0.5$ , 则称为模糊一致矩阵。

2) 将优先关系矩阵  $F$  改造成模糊一致矩阵  $R$ , 即先对  $F$  按行求和, 记为

$$r_i = \sum_{k=1}^m f_{ik} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

然后作变换:

$$r_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2m} + 0.5 \quad (3)$$

由此建立的判断矩阵可以保证模糊一致性。证明如下:

$$r_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2m} + 0.5 =$$

$$\begin{aligned} & \frac{r_i - r_k - (r_j - r_k)}{2m} + 0.5 = \\ & \frac{r_i - r_k}{2m} + 0.5 - \left( \frac{r_j - r_k}{2m} + 0.5 \right) + 0.5 = \\ & r_{ik} - r_{jk} + 0.5 \end{aligned}$$

证毕

### 3) 指标权重计算

模糊一致判断矩阵每行元素的和(不含自身比较):

$$l_i = \sum_{j=1}^m r_{ij} - 0.5 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

不含对角线元素的总和:

$$\sum_i l_i = m(m-1)/2 \quad (5)$$

由于  $l_i$  表示出指标  $i$  相对于上层目标的重要性,所以对  $l_i$  归一化即可得到各指标权重:

$$\omega_i = l_i / \sum l_i = 2l_i / m(m-1) \quad (6)$$

## 2 应用实例

物资供应保障道路选优根据公路运输迅速、安全,经济、方便的要求,提出如下评价指标:

### 1) 安全系数 $f_1$

保障军事运输的安全、可靠是完成军事运输的前提,是道路优化选择中必须考虑的重要因素。影响运输安全系数的因素包括道路环境安全和道路威胁程度。道路环境安全指由于道路本身的客观行驶环境对行车安全的影响,如道路所在地域特征(高原、丘陵、山地、沼泽地区等)、道路状况(高速公路、一级公路、二级公路等)、天候情况(严寒、高温、浓雾、多雨等)、运输线易毁程度以及当道路关节点(如桥梁、涵洞等)遭破坏后恢复运输的能力。道路威胁程度指可能遭敌空中或地面攻击、骚扰的程度,这就要求运输线应具有较强的隐蔽性能并使运输车队尽可能减少在敌火力可能打击范围内的逗留时间,隐蔽性能与运输线所处的地形、植被、气象条件及部队的伪装措施、伪装技术有关。

### 2) 运输里程 $f_2$

寻找最短的运输线路始终是道路选优决策所追求的目标。为迅速保证前方部队的物资需要和机场、阵地、重要指挥机构的紧急抢修以及平时经济、方便的运输要求,应选择最短的输送路线运输。

### 3) 运输时间 $f_3$

对于战时军事运输,“时间就是生命”。运输时间,是指将一定数量的物资,按一定的运输方式和运力进行输送所需的时间。运输距离和运输速度直接影响运输时间,而运输速度又与运输工具性能、道路等级状况有直接的关系,同时还受到气候条件的制约。

### 4) 运输耗费 $f_4$

运输耗费,是指将一定数量的军用物资输送到指定地点的各种消耗,包括燃料消耗、保障消耗等。燃料消耗与行车速度、道路状况有关,对于每一种特定的车型、特定的路况都有额定车速,在此车速下行驶油耗最低,车辆耗损最小。这在和平时期军事输送中尤其具有重大的经济意义。在军事运输过程中除运输部队的随行保障外,还要求在运输线两侧提供足够的车辆修理、加油站、饮食供应、住宿安排等各种固定保障,使部队迅速恢复输送能力及遭敌轰炸时不至于造成很大的非战斗减员。

下面按照对上述军事运输各指标的要求,用 FAHP 确定其在道路选优评价模型中的权重,分战时和平时两种情况。

建立优先关系矩阵  $F = (f_{ij})_{4 \times 4}$

战时:

$F$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$
$f_1$	0.5	1.0	0.0	1.0
$f_2$	0.0	0.5	0.0	1.0
$f_3$	1.0	1.0	0.5	1.0
$f_4$	0.0	0.0	0.0	0.5

平时:

$F$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$
$f_1$	0.5	0.0	1.0	0.0
$f_2$	1.0	0.5	1.0	0.0
$f_3$	0.0	0.0	0.5	0.0
$f_4$	1.0	1.0	1.0	0.5

由公式(2)、(3)将  $F$  改造成模糊一致矩阵  $R = (r_{ij})_{4 \times 4}$

战时:

$R$	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$
$r_1$	0.5	5/8	3/8	3/4
$r_2$	3/8	0.5	1/4	5/8
$r_3$	5/8	3/4	0.5	7/8
$r_4$	1/4	3/8	1/8	0.5

平时:

$R$	$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$
$r_1$	0.5	3/8	5/8	1/4
$r_2$	5/8	0.5	3/4	3/8
$r_3$	3/8	1/4	0.5	1/8
$r_4$	3/4	5/8	7/8	0.5

由公式(4)、(6)计算出各指标的权重,如表1所示。

上面计算结果表明,在道路选优评价过程中,战时运输时间权重最大,其次为安全系数等,通过这样的评价标准选择出的道路符合在战争条件下,迅速、隐蔽及安全的运输总要求;而在平时运输耗费权重最大,其次为运输里程等,满足了和平时对军事运输经济、

方便的要求。若运用五级标度赋值的 AHP,对上述指标权重进行计算,其结果与 FAHP 相近。因此,用上述方法确定的道路选优评价模型中各指标的权重是符合实际要求的,是有效的。

表1 各指标权重表

时 期	安全系数	运输里程	运输时间	运输耗费
战 时	0.291 7	0.208 3	0.375 0	0.125 0
平 时	0.208 3	0.291 7	0.125 0	0.375 0

### 3 结论

FAHP 简化了人们判断目标相对重要性的复杂程度,借助优先关系矩阵实现对决策由定性向定量的转化方便、快捷,直接由优先关系矩阵构造模糊一致的判断矩阵使判断的一致性得到解决。将 FAHP 应用于道路选优评价模型中,易于人们接受和操作,易于计算机编程实现,提高了决策结果的可信度,对道路选优评价来说,是一种行之有效的方法。

#### 参考文献:

- [1] 汪培庄. 模糊集合论及其应用[M]. 上海:上海科学技术出版社,1986.
- [2] 李书涛. 决策支持系统原理与技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,1996.
- [3] 姚 敏,黄燕君. 模糊决策方法研究[J]. 系统工程理论与实践,1999,19(11):61-64.

## The Method of Material Provision Optimizing Path Estimate on the basis of Fuzzy AHP

GAO Hong-mi, YANG Jian-jun, CAO Ze-yang

(The Missile Institute of the Air Force Engineering University (AFEU.), Sanyuan 713800, China)

**Abstract.** Contraposing complexity of quantificating and difficulty of consistency of comparison matrix in AHP, the paper adopts FAHP and provides a new method of determining ratio of factors combined with the project of material provision optimizing path.

**Key words.** fuzzy consistent matrix; FAHP; optimizing path; estimate