

# 基于TOPSIS法的应急物流保障系统 综合评价模型研究

林 榕

(南京交通职业技术学院 运输管理学院,江苏 南京 211188)

**[摘要]**应急物流保障系统的综合评价是一个多目标决策的复杂系统问题,在建立应急物流保障系统评价结构模型的基础上,运用TOPSIS法构建应急物流保障系统多决策对象的理想点贴合度排序模型,为进行应急物流保障系统的评估优选提供了科学、可行的方法。

**[关键词]**应急物流;保障系统;TOPSIS法;综合评价模型

**[中图分类号]**F224.0:F252.1

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1005-152X(2018)09-0085-04

## Research on Comprehensive Evaluation Model of Emergency Logistics Support System Based on TOPSIS

Lin Rong

(School of Transportation Management, Nanjing Vocational Institute of Transport Technology, Nanjing 211188, China)

**Abstract:** Based on the establishment of the evaluation structure model of the emergency logistics support system, the TOPSIS method is used to construct an ideal solution similarity ranking model for the multiple decision objects of the emergency logistics support system, which is capable of providing a scientific and feasible method for the evaluation and optimization of the emergency logistics support system.

**Keywords:** emergency logistics; support system; TOPSIS; comprehensive evaluation model

## 1 引言

对应急物流保障系统进行综合评价是比较困难的一项工作,主要原因在于这是一个复杂系统问题,追寻的目标很多,需要研究的内容十分丰富,系统的性质或特性具有很多不确定性,很难建立综合评价指标体系并设计能对各项指标进行比较判断的评价准则。尽管如此,对应急物流保障系统进行综合评价还是十分必要的,因为无论是针对现有方案存在问题的探究,还是使决策制定者所依靠的决策依据

更加准确而科学,皆离不开对各种备选方案的性质和价值进行准确和直观的判断。

## 2 应急物流保障系统综合评价指标的层次结构模型

### 2.1 评价指标体系的建立

对应急物流保障系统进行综合评价的总体目标是通过系统综合评价,分析系统方案的总体发展水平,形成优化的体系或能力。这个总体目标由完备性、合理性、有效性、可行性、先进性、经济性、实用性和可信性共八个分目标综合而成(如图1所示),其总

**[收稿日期]**2018-07-23

**[基金项目]**江苏高校哲学社会科学基金资助项目“基于TOPSIS法的应急物流保障系统综合评价模型研究”(2016SJD630039);江苏高校品牌建设工程一期项目资助

**[作者简介]**林榕(1978-),女,福建福清人,南京交通职业技术学院运输管理学院副教授,主要研究方向:物流管理。

体水平表示了各分目标的综合水平。分目标描述了系统应有的各种主要性质或特征,并采用不同的尺度对不同的目标进行衡量。

图1展示的是三阶递阶层次结构模型,可以这样解释其各阶层目标的含义和内容:

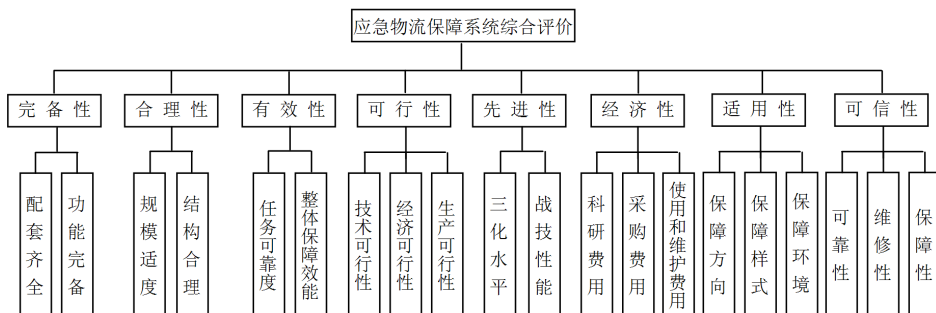


图1 应急物流保障系统综合评价指标体系

第1层为总目标层,给出系统基本方案综合评价的总体目标:使应急物流保障系统得到优化。

第2层为分目标层,给出对应急物流保障系统进行综合评价的8项准则: $A_1$ 是完备性,亦称完善性; $A_2$ 是合理性,体现系统规模、种类、要素结构关系是否合理; $A_3$ 是有效性,体现系统的效能能否有效适应应急物流需求以及系统的结构能否适应应急保障队伍配置; $A_4$ 为可行性,体现方案实现的几率与风险大小; $A_5$ 为先进性,体现系统的技术领先程度; $A_6$ 为经济性,体现方案所需费用的多少; $A_7$ 为适用性,体现系统结构是否适用于未来的应急物流保障需求; $A_8$ 为可信性,即应急物流保障系统能够完成规定功能的能力。

第3层为指标层,共有20项具体的评价指标。

完备性的评价指标是: $A_{11}$ 配套齐全,即方案中装备配套的齐全程度; $A_{12}$ 功能完备,即方案保障功能的完备程度。

合理性的评价指标是: $A_{21}$ 规模适度,即方案的装备总体数量的合理性; $A_{22}$ 结构合理,即各类别和品种装备比例的合理性。

有效性的评价指标是: $A_{31}$ 任务可靠度,即方案落在实际应急物流中的保障效果; $A_{32}$ 整体保障效能,即装备个体效能和组配效能。

可行性的评价指标是: $A_{41}$ 技术可行性,即实现方

案的技术风险; $A_{42}$ 经济可行性,即方案的经济风险; $A_{43}$ 生产可行性,即实现系统形成规模生产的风险。

先进性的评价指标是: $A_{51}$ 三化水平,即装备通用化、系列化和组合化的程度,并由此带来的装备互换性; $A_{52}$ 战技性能,即方案装备的战术技术性能。

经济性的评价指标是: $A_{61}$ 装备科研费用、 $A_{62}$ 装备采购费用和 $A_{63}$ 使用和维护费用,即结构方案对这三项发展投入的需求。

适用性的评价指标是: $A_{71}$ 保障方向、 $A_{72}$ 保障样式和 $A_{73}$ 保障环境,即方案对保障方向、保障样式的适用性,以及对各种保障环境的适用性。

可信性的评价指标是: $A_{81}$ 可靠性、 $A_{82}$ 维修性和 $A_{83}$ 保障性。

图1中的评价目标可根据具体的应急物流保障系统增减,现实操作时可能会觉得有些指标只设1层欠缺完备,建议可就此类指标进行分解,得出第2层,构建其下一级评价指标,成为递阶层次结构的第4层。例如: $A_{22}$ 结构合理指标分解为在用装备与备用装备的比例,主要装备与配套装备的比例等。

## 2.2 评价指标的量化

(1)指标值的确定。评价指标实际上是对应急物流保障系统结构各种属性的描述,对系统基本方案进行综合评价的难点之一就是大多是对属性进行定性描述,而严谨、具体的量化标准不易给出。针对上述评价指标体系,可采用不同的方法为不同的指标描述对象确定指标值。①纯定量指标,以数量等级标准替代度量的数据;②半定量和半定性指标,应将定量与定性的方法结合起来使用;③灰色指标或模糊指标,此类指标多以专家的主观经验判断为主,建议以模糊评价的办法予以确定,用指标向量度量标值,再将指标转化为数量等级。

(2)多指标归一化。标值的处理方法因各项指标的内涵不同而不同,各指标的数量级、量纲以及指

标优劣的趋向也因此各异,同时即便各项指标皆进行了定量化也是不可以直接相加或相乘的。所以,在对指标展开合并运算处理前,必须进行归一化处理指标操作<sup>[1]</sup>,实现指标数量、量纲及优劣趋势上的一致性。

(3)指标赋权重。相关目标的重要程度在指标体系中不尽相同,各项指标对其相关目标的贡献在被衡量时,应该赋以不同的权重。权重的确定采用层次分析法(AHP),用以元素为代表的有序的层次结构替代复杂的指标系统,用构造判断矩阵的方法把专家的主观经验判断和数学运算有机结合起来,从而完成指标各自权重的确定。

### 2.3 综合评价方法的选择

应急物流保障系统综合评价指标体系的指标集由定量的、定性的和既定量又定性的指标集组成,根据这一特点,建议技术途径的选择以适用于混合型指标体系和评价模型为主要依据。由于应急物流保障系统综合评价的复杂性,需要综合运用多种评价方法进行综合权衡。

### 2.4 评价的实施及要点

在进行综合评价时,一般都要经过三个步骤:

步骤1 按照应急物流保障需求,集合组织系统分析、组织发展规划等领域专家的经验 and 知识,分析指标体系中评价目标和具体指标,以能够反映结构属性和描述各种属性对方案的贡献程度为指标体系构建的目标。当然,这项工作很可能要经过多次讨论才能得以完成。

步骤2 确定指标度量标准的依据应来源于研究单位和相关部门提供有关数据,注意必须包括指标定量化和指标归一化。度量分级的标准应充分利用已有的描述属性性质的数据作为依据。例如规模适度,可以根据已有规模优化的成果,确定评价方案的指标值要以优化规模数作为参照标准。

步骤3 各备选方案采用多种方法进行评价,并相互印证评价的结果,同时比较各种综合评价结果与决策制定者的主观判断,使评价的可信性得以提高。

### 2.5 提出决策建议

根据分析和综合评价的结果,向决策者提出方案选择建议和实现该方案应当采取的对策与策略。包括:一是对应急物流保障系统的总体构成提出意见;二是对应急物流保障系统装备体系的装备种类和数量提出意见;三是从总体上对系统优化的政策、策略和措施提出意见。

## 3 基于TOPSIS法的应急物流保障系统综合评价模型

### 3.1 TOPSIS基本原理

TOPSIS方法提出了“理想解”和“负理想解”两个概念:理想解(记为 $x^*$ )是一种设想的最优解(方案),其各个属性值都达到各个备选方案中的最好值;负理想解(记为 $x^-$ )是一种设想的最劣解,其各属性值都达到各个备选方案中的最差值<sup>[2]</sup>。明显的,在原方案集 $R$ 中一般并没有这种 $x^*$ 和 $x^-$ 存在。但是,当我们把 $R$ 中的每个方案与 $x^*$ 和 $x^-$ 作比较,如果其中有一个最接近 $x^*$ ,同时又偏离 $x^-$ 最远,则这个方案应当是 $R$ 中最佳的方案。即对 $R$ 中 $n$ 个方案进行排序是利用 $x \in R$ 与 $x^*$ 和 $x^-$ 的距离信息来作为标准的,TOPSIS法的基本原理就是如此<sup>[3]</sup>。

为了方便地获取他们之间的距离信息,应该将 $x \in R$ 和 $x^*, x^-$ 放到属性空间 $E^m$ 中去考察。此时, $x$ 是 $E^m$ 中的一个点,其 $m$ 个分量即为 $x$ 在 $m$ 个属性下的取值 $f_j(x) (j \in M)$ (基于可比性要求,需要对这 $m$ 个属性做规范化处理并加权)。一种直接的做法是用欧几里德距离去衡量 $x$ 靠近 $x^*$ 和远离 $x^-$ 的程度。可是,经常会出现这样的状况,即某点 $x$ 虽距 $x^*$ 最近,但却不是离 $x^-$ 最远的(如图2中所示的 $x_1$ 和 $x_2$ ),因此这样就很难比较出相应方案的优劣。针对这种情况,TOPSIS方法采用了称为对理想解相对接近度的测度去判断方案的优劣,因而产生了 $n$ 个方案的完全序的偏好排序<sup>[3]</sup>。

### 3.2 算法

步骤1 对于应急物流保障系统优选这一多目标决策问题,其决策矩阵 $A$ 为:

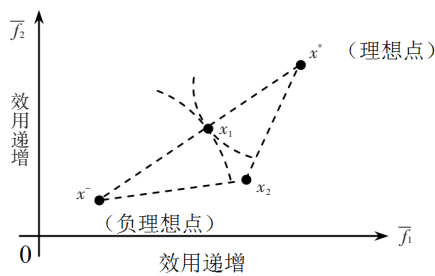


图2 两维属性空间中的欧几里德距离

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中  $a_{ij} = f_j(x_i)$  ( $i \in N, j \in M$ )。由该矩阵构成规范化决策矩阵  $\bar{R}$ , 其中的元素  $r_{ij}$  为:

$$r_{ij} = a_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2} \quad (i \in N, j \in M) \quad (2)$$

步骤2 构造加权的规范化决策矩阵  $\bar{R}_w$ , 其中的元素  $v_{ij}$  为:

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (i \in N, j \in M) \quad (3)$$

式中  $w_j$  ( $j \in M$ ) 是第  $j$  个属性的权值。

步骤3 确定理想解  $x^*$  和负理想解  $x^-$ 。

$$x^* = \{ (\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') | i \in N \} = [v_1^*, v_2^*, \dots, (P)_j^*]$$

$$x^- = \{ (\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') | i \in N \} = [v_1^-, v_2^-, \dots, (P)_j^-]$$

式中的  $J$  是效益型属性的下标值,  $J'$  是成本型属性的下标值, 有  $J \cup J' = \{1, 2, \dots, m\}$

步骤4 计算距离。每个方案到“理想解”的距离为:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (i \in N) \quad (6)$$

到“负理想解”的距离为:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (i \in N) \quad (7)$$

步骤5 计算每个方案对理想解的相对接近度指数  $C_i$ :

$$C_i = S_i^- / (S_i^- + S_i^+) \quad (8)$$

显见,  $0 \leq C_i \leq 1$ , 且如某方案  $x_i = x^*$ , 则  $C_i = 1$ ; 若  $x_i = x^-$ , 则  $C_i = 0$ ; 若  $x_i$  与  $x^*$  愈接近, 则  $C_i$  愈接近于 1。

步骤6 按照  $C_i$  由大到小的顺序排列方案的优

先次序, 排在最前面的方案应优先采用。

### 4 实例验证

现根据某次应急物流保障系统研究的方案和数据进行实例分析, 选其中的四个应急保障装备体系基础方案  $x_1, x_2, x_3, x_4$ , 运用 TOPSIS 进行综合评价。通过指标权重计算模块得到属性权重矩阵为:

$$W = [0.05, 0.06, 0.05, 0.06, 0.04, 0.06, 0.05, 0.06, 0.05, 0.04, 0.06, 0.06, 0.04, 0.05, 0.03, 0.03, 0.05, 0.07, 0.05, 0.04]^T$$

规范化决策矩阵  $\bar{R}$  为:

0.381	0.357	0.376	0.430	0.620	0.632	0.724	0.661	0.534	0.478	0.421
0.444	0.499	0.418	0.446	0.405	0.395	0.345	0.424	0.432	0.547	0.542
0.610	0.599	0.652	0.567	0.430	0.443	0.414	0.339	0.424	0.576	0.580
0.534	0.514	0.510	0.543	0.517	0.498	0.431	0.517	0.589	0.372	0.439
0.426	0.436	0.604	0.656	0.623	0.516	0.622	0.603	0.414		
0.505	0.626	0.574	0.516	0.477	0.413	0.369	0.350	0.631		
0.613	0.457	0.421	0.453	0.502	0.722	0.583	0.603	0.493		
0.433	0.457	0.359	0.313	0.364	0.413	0.369	0.389	0.434		

计算机输出结果为:

(1) 加权的规范化决策矩阵  $\bar{R}_w$  为:

0.0191	0.0214	0.0188	0.0258	0.0248	0.0379	0.0362	0.0397	0.0267	0.0191	0.0253
0.0222	0.0299	0.0209	0.0268	0.0162	0.0237	0.0173	0.0254	0.0216	0.0219	0.0325
0.0305	0.0359	0.0326	0.0340	0.0172	0.0266	0.0207	0.0203	0.0212	0.0230	0.0348
0.0267	0.0308	0.0255	0.0326	0.0207	0.0299	0.0216	0.0310	0.0295	0.0149	0.0263
0.0256	0.0174	0.0302	0.0197	0.0187	0.0258	0.0435	0.0302	0.0166		
0.0303	0.0250	0.0287	0.0155	0.0143	0.0207	0.0258	0.0175	0.0252		
0.0368	0.0183	0.0211	0.0136	0.0151	0.0361	0.0408	0.0302	0.0197		
0.0260	0.0183	0.0180	0.0094	0.0109	0.0207	0.0258	0.0195	0.0174		

(2) 理想解  $x^*$  和负理想解  $x^-$  见表 1。

表1 理想解  $x^*$  和负理想解  $x^-$

$f_j$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$	$f_{10}$
$x^*$	0.0305	0.0359	0.0326	0.0340	0.0248	0.0379	0.0362	0.0397	0.0295	0.0230
$x^-$	0.0191	0.0214	0.0188	0.0258	0.0162	0.0237	0.0173	0.0254	0.0216	0.0325
$f_i$	$f_{11}$	$f_{12}$	$f_{13}$	$f_{14}$	$f_{15}$	$f_{16}$	$f_{17}$	$f_{18}$	$f_{19}$	$f_{20}$
$x^*$	0.0348	0.0256	0.0174	0.0187	0.0197	0.0187	0.0258	0.0435	0.0302	0.0166
$x^-$	0.0253	0.0368	0.0250	0.0302	0.0302	0.0109	0.0207	0.0258	0.0175	0.0174

(3) 各方案距  $x^*$  和  $x^-$  的距离, 以及对理想解的相对接近度指数  $C_i$  见表 2。

表2 各方案距  $x^*$  和  $x^-$  的距离以及对理想解的相对接近度指数

$x_i$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
$S_i^+$	0.0324	0.0463	0.0331	0.0387
$S_i^-$	0.0437	0.0195	0.0396	0.0285
$C_i$	0.5742	0.2964	0.5447	0.4241

(4) 方案排序: 按照  $C_i$  的大小对 (下转第 108 页)

效地联系起来<sup>[10]</sup>。

(3)加强与第三方堆场的合作。由于该港处于城市内部,用地受局限,无法对堆场进行大范围的扩充,这需要考虑与第三方堆场进一步合作。选取港口附近的第三方堆场,将部分周转时间较长以及船公司要求暂时堆存在该港的集装箱转运到附近第三方堆场摆放。此举虽然要付出堆存费,但有效减少了翻箱作业,降低倒箱率,这是内河港口疏解堆场压力的有效途径。

## 6 结语

本文将集装箱作业流程分为泊位、装卸、堆场和闸口四个方面进行评估,并进一步整理出14个二级指标,建立的指标体系能更全面地涵盖集装箱的作业范围。借助运营数据与对业内人员的调查,确定了各指标的权重值,尽可能使评估研究贴近实际情况。

从模糊综合评价的结果可以看出,黄埔老港整体作业效率处于较高的水平,但同时,受制于地理条件,泊位效率是相对较低的,泊位环节仍需要改进。装卸效率较高,是由于该港把资源集中在更新设备上,提高了装卸效率。堆场效率较高,主要是内贸集

装箱中转较快,加上黄埔老港作为广州市的重要枢纽,能较为迅速地把集装箱集运到其他堆场。闸口效率是中等水平,主要是由于车辆进港装卸的时间不一,造成高峰期闸口拥堵。

### [参考文献]

- [1]宁建新.广州港内港港区战略定位分析与对策[D].成都:西南交通大学,2012.
- [2]谢连禹.某集装箱码头堆场物流系统优化研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2016.
- [3]罗俊浩,崔娥英,季建华.基于DEA-TOBIT两阶段法的集装箱港口效率及效率影响因素研究[J].科技管理研究,2013,33(5):236-239.
- [4]余冠英.广州港黄埔港务分公司发展战略研究[D].广州:广东财经大学,2014.
- [5]游力,刘广海,谢如鹤,等.冷链物流标准化绩效分析[J].物流工程与管理,2016,38(7):12-14.
- [6]吴国强,汪原也.港口效率的影响因素及评价指标体系[J].港口技术,2013,50(1):6-8.
- [7]王文韬.自动化集装箱码头作业效率评估研究[D].厦门:集美大学,2017.
- [8]薛帅飞.基于模糊综合评价法的汽车零部件供应商选择研究[J].物流工程与管理,2016,38(7):166-168.
- [9]董文泽.广州港黄埔老港码头发展策略研究[D].广州:华南理工大学,2014.
- [10]郑东学.天津港集装箱码头闸口通过能力研究[D].大连:大连海事大学,2010.

(上接第88页)四个应急物流保障系统方案进行排序,结果是 $x_1 > x_3 > x_4 > x_2$ 。系统方案 $x_1$ 虽然在完备性和合理性两个决策属性的评定值不是很高,但是在其它六个决策属性的评定值相对较高,所以其综合价值(体现为相对接近度指数)最大,为优先考虑选择的应急物流保障系统方案,方案 $x_3$ 可以作为第二备选应急物流保障系统方案,方案 $x_2$ 无疑是所有方案中最劣的。

## 5 结束语

通过应用实例研究可以发现,运用TOPSIS法进行应急物流保障系统综合评价具有以下三个显著特点:(1)对原始数据进行同趋势和归一化处理,消除了不同属性量纲的影响;(2)在运算过程中对数据分

布、样本含量无严格限制,且运算比较简便,适用于像应急物流保障系统综合评价这样的多决策单元、多决策属性的大体系;(3)信息损失少,而对原始数据的信息利用较充分,且决策结果对反映各个评价方案之间的差距比较精确。TOPSIS法是一种较为有效的实现应急物流保障系统综合评价的方法,通过分析综合评价指标从而比较系统方案的优劣程度,有效地成为决策制定者做出决策的参考依据。

### [参考文献]

- [1]付兴方,李宗植,李东.国防科技工业行业综合评价问题研究[J].南京航空航天大学学报(社会科学版),2004,(4).
- [2]赵良臣,王正成,陈成.TOPSIS算法在物料分类中的应用研究[J].科技进步与对策,2004,(7).
- [3]黎俊炫.结合风险度量的敏捷供应链合作伙伴评估研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2007.