

Quantitative Risk Research of Multimodal Transport of Goods

Zailiang Ma¹, Zhenjun Jia²

¹School of management, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, China, 400074

²Chongqing Light Industry & Textile Holding (Group) CO., LTD., Chongqing, China, 401121

mazailiang@126.com, cqucgraduate@126.com

Abstract: The emergence of inter-modal transport modes is the third revolution in the transport industry, it makes the transport process more rational and more efficient. However, because of the combination of different transport modes, the transportation risk is inevitably. In this paper, the author proposes a risk analysis method of multi-modal based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) and entropy weight method. First, the author determines the weight throughout the method of Analytic Hierarchy Process (AHP) and entropy weight method, and finally evaluates the risk factors making use of fuzzy comprehensive, and determines the risk rating.

Keywords: multimodal transport; risk analysis; analytic hierarchy process (AHP); entropy weight method; fuzzy comprehensive evaluation method

货物多式联运的定量风险研究

马在亮¹, 贾振军²

¹重庆交通大学管理学院, 重庆, 中国, 400074

²重庆轻纺控股(集团)公司, 重庆, 中国, 401121

mazailiang@126.com, cqucgraduate@126.com

摘要: 多式联运运输方式的出现可谓是运输业的第三次革命, 它的出现使运输过程更加合理, 运输效率更高。但是, 因为多式联运是多种不同运输方式的组合, 所以在运输途中难免风险的发生。本文提出了基于层次分析法(AHP法)和熵权法的多式联运风险分析方法, 通过层次分析法(AHP法)和熵权法相结合确定多式联运风险评价指标的权重, 最后利用模糊综合评判法对风险因素进行评价, 确定风险等级。

关键词: 多式联运, 风险分析, 层次分析法(AHP法), 熵权法, 模糊综合评判法

随着国民经济的快速发展, 生产、生活现代化水平的不断提高, 货物的运输量逐年增加。多式联运在运输过程中变得越来越重要。多式联运作为一个运输系统, 难免会受到各种因素的影响而产生风险。有效的降低和规避风险不仅是保证运输过程顺利实现的基础, 也是保证企业和个人正常生产、生活的前提。本文首先建立多式联运风险评价体系, 然后运用层次分析法(AHP法)和熵权法相结合的方法确定风险评价指标的权重, 最后利用模糊综合评判法对个风险影响因素进行了综合评价, 为进一步的多式联运风险分析及管理工作提供了理论参考。

1. 多式联运风险因素分析

引起风险发生的因素是多方面的, 本文按照影响因素的来源将风险分为两大方面: 外部因素和内部因素。

1.1 多式联运风险外部因素分析

多式联运外部因素, 即外界的不确定性因素, 这些因素常常具有不可预测性和不可抗拒性, 具体如下:

Φ 自然环境因素

1) 自然灾害

自然灾害包括自然界的水灾、火灾、地震、火山爆发、海啸、飓风、热带风暴、龙卷风、山体滑坡等。

自然灾害的发生必然导致交通系统的瘫痪,从而导致运输过程的中断。

2) 疾病、瘟疫

疾病、瘟疫的传播会给运输过程带来巨大的影响。如 2009 年世界范围的甲型 H1N1 型病毒的传播,给各个行业都带来巨大的冲击,由于病毒传播的主要媒质是空气,这迫使贸易往来减少,以降低病毒传播的可。

3) 气候条件

气候条件是指在多式联运过程中所经历和面临的不同天气情况,如:雨雪,大风等强对流天气都会对运输过程造成危险,一旦出现交通事故,将会导致运输过程的中断,多式联运会因此而受到严重影响。

2 政治因素

1) 政治动荡、战争、恐怖主义

国际政治格局的变化常常因为各种利益的重新布局和各种资源的重新分配,导致国际贸易运输的合作关系发生改变。另外,国内政局不稳定、政府的换届以及战争的爆发以及恐怖主义活动的猖獗,同样会给货物和商品的运输造成很大的危害。

2) 社会秩序的不稳定

社会秩序的不稳定,例如罢工、盗窃、暴动等引起的社会混乱都可能引起运输过程的中断。

③ 交通环境因素

1) 交通状况

多式联运过程中运输工具经过的道路、海域以及航空等交通情况对运输过程有着直接而严重的影响。

2) 交通管制

多式联运途径地点如果实行交通管制或对某些运输工具实行限制,也会导致运输过程的中断。

1.2 多式联运风险内部因素分析

多式联运内部因素,即内部的不确定性,主要存在于运输过程以及管理过程中,本文根据运输过程的人员、设备以及管理等因素进行分析,主要包括:

① 人员因素

1) 责任意识

人类的一切活动,包括人的语言、肢体语言交流沟通等等,均受大脑支配,均要接受来自大脑的意识思维、决策指挥。因而,自然人在从事运输作业的一切行为、活动时,应受制于人的“责任意识、思维决策”这一点,当是毋庸置疑的。

2) 技能资历

娴熟的操作技术,丰富的运输实践,无疑是保证

运输安全的重要前提。

3) 身心状态

人的健康状况和工作效率不仅取决于全身各器官、系统的功能和相互协调,而且还取决于整个身体对自然和社会环境的适应能力。

4) 应变能力

应变,即应对突发事件的能力,或称下意识、潜意识。人的应变能力、本能反应下意识,是智慧与个人综合素质的体现,虽不能回避风险,但是却可以注重学习,注重积累,在风险发生的时候将损失尽可能的降低到最小程度。

② 设备因素

1) 运输基础设施

设备是除人之外,影响货物运输安全的另一个重要因素。设备技术状态和质量状态的好坏直接影响、制约着货物运输的生产效率和安全。

2) 装卸设备

多式联运过程中由于运输方式的更换,必然导致装卸作业的频繁进行,所以,装卸设备对整个运输安全也会产生较大影响,主要表现在设备的设计安全性和使用安全性上。

③ 管理因素

1) 运输线路的选择

多式联运作为一个运输系统,如何选择最优同时是最安全的路线,是影响多式联运风险的一个重要内容。

2) 运输方式的选择

在多式联运过程中,运输方式的选择,除了考虑货物品种、运输期限、运输成本、运输距离、运输批量等因素外,很重要的一点就是考虑运输安全,尽可能选择能够悠闲规避风险的运输方式。

3) 信息沟通不畅

信息沟通的作用在于使组织内的每一个成员都能够做到在适当的时候,将适当的信息,用适当的方法,传给适当的人,从而形成一个健全的迅速的有效的信息传递系统,以有利于组织目标的实现。

4) 承运人选择

承运人是运输过程的主体,从货物装运时起,至货物运抵到达地交付完毕时止,承运人应对货物的灭失、短少、变质、污染、损坏负责。所以说,承运人不仅仅要按照托运人的要求从事简单的运输作业,更担负着运输过程中风险防范的责任。

2.建立多式联运风险评价体系

多式联运风险评价体系,本文多式联运风险因素识别分析所得出的风险因素作为备选指标,包括:自然环境因素、政治因素、交通环境因素、人员因素、设备因素、管理因素6个一级指标和17个二级指标。

3.基于层次分析法和熵权法组合定权的货物多式联运风险模糊综合评价方法

3.1 层次分析法和熵权法组合定权原理

1.层次分析法[5]

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process 简称 AHP) 是将决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。该方法是美国运筹学家匹茨堡大学教授萨蒂于本世纪 70 年代初,在为美国国防部研究“根据各个工业部门对国家福利的贡献大小而进行电力分配”课题时,应用网络系统理论和多目标综合评价方法,提出的一种层次权重决策分析方法。这种方法的特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上,利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法。尤其适合于对决策结果难于直接准确计量的场合。

AHP 的基本思想是:首先,根据问题的性质和将要达到的目标,将问题分解成不同的组成因素,按照各因素之间的相互影响和隶属关系将其分层聚类组合,形成一个递阶的、有层次结构的模型;然后,对模型中每一层次因素的相对重要性,依据人们对客观现实的判断给予定量表示,再利用数学方法确定每一层次全部因素相对重要性的权重值;最后,通过综合计算各层次相对重要性的权重值,得到最底层(方案层)相对于最高层(目标层)重要性次序的组合权重值,以此作为方案评价和选择的依据。

2.熵权法[3]

熵最初是根据热力学第二定律引出的一个反映自发过程不可逆性的物质状态参量。按照信息论基本原理的解释,信息是系统有序程度的一个度量,熵是系统无序程度的一个度量;如果指标的信息熵越小,该指标提供的信息量越大,在综合评价中所起作用理当越大,权重就应该越高。

熵原本是热力学概念,是对系统状态不确定性的一种度量。自从数学家申农将熵引入信息论后,熵成

为一种可靠的权重确定方法,被广泛应用于方案优选、多目标决策和各种评价中,涵盖工程技术、社会经济、管理科学和决策论等几乎所有学科中。根据信息论基本原理,信息是系统有序程度的一个度量;而熵是系统无序程度的一个度量;二者绝对值相等,但符号相反。熵值反映了信息无序化程度,其值越小,系统无序度越小,信息的效用值越大;其值越大,系统无序度越高,信息的效用值越小。对于所讨论的 m 个方案 n 个评价指标的初始矩阵,判断矩阵显然是一种信息的载体,故可用信息熵评价所获系统信息的有序度及其效用来确定指标权重,尽量消除权重计算的人为干扰,使评价结果更符合实际。

3.组合定权原理[4]

层次分析法考虑了专家的知识 and 经验,以及决策者的意向和偏好,虽然指标权重的排序往往具有较高的合理性,但仍然无法克服主观随意性较大的缺陷;熵权法充分挖掘了原始数据本身蕴涵的信息,结果比较客观,但却不能反映专家的知识 and 经验以及决策者的意见,有时得到的权重可能与实际重要程度不相符,甚至相悖。综合分析 2 种方法的优缺点,本文把 AHP 法和熵权法的结果相结合,得到综合考虑主客观因素的指标权重向量,通过几何平均法确定组合权重,公式如下:

$$w_i = \left(\prod_{j=1}^p w_{ij} \right)^{\frac{1}{p}} / \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^p w_{ij} \right)^{\frac{1}{p}} \quad (1)$$

式中, $i=1, \dots, n$, $j=1, \dots, p$, 其中 i 表示指标个数, j 表示评价方法的个数, w_{ij} 表示第 i 个指标用第 j 种方法确定的指标权重。

3.2 多式联运风险模糊综合评判模型的构建^{[1][5]}

1.确定评语集

将直接影响多式联运风险水平的 6 个一级评估指标和 17 个二级评估指标组成因素集,并确定评语集 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, 其中, 其中 1, 2, 3, 4, 5 代表风险水平的 5 个等级, 即低、较低、一般、较高、高。

2.进行单因素评估, 求评判矩阵 R_i

通过确定各因素对各个评估等级的隶属度, 即从集合 U 到 V 的一个模糊映射 $f: U \rightarrow V$ 来求 U_i 的评

判矩阵 R_i 。

评判矩阵 R ，可表示为：

$$R_i = (r_{ijk})_{q \times m} = \begin{pmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \cdots & r_{i1m} \\ r_{i21} & r_{i22} & \cdots & r_{i2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{iq1} & r_{iq2} & \cdots & r_{iqm} \end{pmatrix} \quad (i=1,2,\cdots,n) \quad (2)$$

式中， r_{ijk} 表示指标 u_{ij} 对 k 级评语 V_k 的隶属度。

3. 计算各级指标权重

利用前述的 AHP 法和熵权法相结合的方法求各级指标权重。 $K = (k_1 \ k_2 \ \cdots \ k_n)$ 表示指标的权重向量。

4. 进行综合评估

(1) 计算一级评估指标的隶属向量

在单因素评估和指标权重确定的基础上，对二级指标 U_{ij} 的评判矩阵做模糊运算，得到一级评估指标 U_i 对评语集 V_j 的隶属向量：

$$B_i = K_i \times R_i = (b_{i1}, b_{i2}, \cdots, b_{im}) \quad (3)$$

其中， K_i 为二级指标的权重矩阵， $K_i = (k_{i1} \ k_{i2} \ \cdots \ k_{iq})$ ； b_{im} 表示一级评估指标对评语 V_k 的隶属度。

(2) 计算因素集的隶属向量

通过求一级评估指标的隶属向量，得到模糊综合评判矩阵：

$$R = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \\ B_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.008 & 0.027 & 0.079 & 0.132 & 0.031 \\ 0.007 & 0.011 & 0.002 & 0.015 & 0.004 \\ 0 & 0 & 0.109 & 0.109 & 0.043 \\ 0 & 0.008 & 0.113 & 0.077 & 0.029 \\ 0 & 0.006 & 0.008 & 0.022 & 0.007 \\ 0 & 0.006 & 0.069 & 0.038 & 0.049 \end{pmatrix}$$

通过以下算式可得到因素集 U 对评语集 V 的隶属向量：

$$B = C \times R = (c_1 \ c_2 \ L \ c_n) \times [B_1 \ B_2 \ L \ B_n]^T \\ (0.002 \ 0.010 \ 0.088 \ 0.087 \ 0.035)$$

其中， $C = (c_1 \ c_2 \ \cdots \ c_n)$ 为一级指标的权重矩阵。

(5) 按照最大隶属原则，判断评估结果

对于一级评估指标 U_i 对评语集 V_j 的隶属向量 $b = (b_{i1}, b_{i2}, \cdots, b_{im})$ ，以及因素集 U 对评语集 V 的隶属向量都可按照最大隶属原则做出评估，即根据式

$$b^* = \max \{b_1, b_2, \cdots, b_m\} \quad (4)$$

得出评估结果为 v^* 。

由式 (4) 可知：

$$b_1^* = 0.132; \quad b_2^* = 0.011; \quad b_3^* = 0.109; \\ b_4^* = 0.113; \quad b_5^* = 0.022; \quad b_6^* = 0.069;$$

由此可以判断出自然环境因素、政治环境因素、交通环境因素、人员因素、设备因素、管理因素等一级评估指标和总的评估结果分别属于评语

$$v_1^* = 4; \quad v_2^* = 2; \quad v_3^* = 4; \quad v_4^* = 3; \quad v_5^* = 4; \\ v_6^* = 3; \quad v^* = 3。$$

这表明自然环境因素、政治环境因素、交通环境因素、人员因素、设备因素、管理因素以及因素集的风险水平分别为较高、较低、较高、中等、较高、中等、中等。

所以，在多式联运过程中，自然环境因素、政治环境因素、交通环境因素、人员因素、设备因素以及管理因素，都会使多式联运系统产生较大风险，应该尤其注意防范。

4 结语

目前，国内外研究多式联运风险分析的文章较少，本文提出了一种定量分析多式联运风险的方法，希望对以后相关的理论研究以及实际操作有所帮助。

Reference (参考文献)

- [1] Wang xiaoya, Liu na, Applience of Fuzzy Comprehensive Evaluation in evaluation of port logistics development conditions[J], National Business: Economic Theory Resaerch,2009 (2) : 37-39
- [2] Guo peijie, Jiang juncheng, Applience of Fuzzy Comprehensive Evaluation in risk assessment of road transport of dangerous chemicals [J], Journal of Nanjing University of Technology,2006 (9) : 57-62
- [3] Zhang ying, Evaluation of Entropy Method of logistics center location [J], Productivity Research 2008 (10) : 108-110
- [4] Lu jialiang, Li jinchao, Examination of power CSI index meas-

- urement based on AHP method and Entropy method [J], East China Electric Power, 2008 (5) : 6-9
- [5] Du dong, Pang qinghua, Modern comprehensive evaluation

methods and case selection [M], Tsinghua University Press: Beijing, 2005 (9)