

用 Fuzzy-AHP 评价南水北调东线水资源供应链 柔性管理水平

张玲玲¹,张乃伟²,王亮东¹

(1. 河海大学商学院应用管理研究所,江苏 南京 210098 2. 南京水利科学研究院材料结构研究所,江苏 南京 210024)

[摘要] 论述南水北调东线水资源供应链柔性管理的基本原理及其度量体系、柔性管理水平综合评价指标体系的设置原则,提出柔性管理水平综合评价的具体操作步骤,用 Fuzzy-AHP(模糊层次分析法)对该供应链每个节点企业柔性管理水平进行测度,通过对结果的递推分析,找出企业柔性管理中存在问题的原因,为评价及决策提供一定依据。

[关键词] 南水北调 水资源供应链 Fuzzy-AHP 模糊层次分析法 柔性管理

[中图分类号] C931.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-9511(2005)03-0022-03

南水北调东线水资源系统是一个多流域、多水源、多目标的复杂水资源大系统,供水、防洪、排涝、航运并举,涉及 5 个省市和众多用水部门利益。很显然,在社会主义市场经济体制下,该系统符合供应链系统的诸多特点,采用供应链管理方法的思想、理论和方法来对南水北调工程进行系统而深入的研究将是合适的,也是具有前瞻性的选择^[1]。该供应链所面对的是一个充满复杂情况的环境。在这里,主体的随机性在系统地寻找各种可能性的过程中就扮演了非常重要的角色,有些重要的整体特性是在混沌和随机过程中产生的,这就需要在管理上允许成员企业有更大的自由度。为此,在南水北调东线水资源供应链管理中,柔性具有重要作用。本文建立南水北调东线水资源供应链柔性管理水平度量体系,用模糊层次分析法对该供应链柔性管理水平进行测度,分析调水供应链上每个节点企业的柔性管理水平。只有具备灵活性、适应性、应对能力和快速革新能力的柔性供应链才能被看作是当前复杂环境下的最佳结构,因此本文研究具有较强的理论价值和现实意义。

1 水资源供应链柔性基本原理及其度量

1.1 水资源供应链柔性基本原理

所谓柔性是指企业在不可预见的市场机会和不断变化的市场竞争中发展壮大的能力^[2]。供应链柔性是指供应链对顾客需求做出反应的能力,包括生产柔性和交货柔性^[3~5]。从系统工程的观点看,南

水北调东线作为一个系统,它是通过各因素之间的相互联系、相互作用所构成的一个整体,具有变量多、机制复杂、不确定因素作用显著等柔性特点。因而,对该供应链柔性的度量是一个典型的模糊问题,这是因为影响柔性度量的因素不仅多,而且一个因素往往具有多个层次。

针对水资源供应链柔性的特点,本文建立综合评价指标体系,采用模糊语言描述若干不同等级的评语,其权重的确定采用定性与定量相结合的层次分析法(AHP),从而对评价指标、因素进行模糊综合评判。首先对单层指标体系进行评判,再将单层集成多层,最后综合各个指标的评价结果,从而将层次分析法(AHP)与模糊数学结合对供应链的柔性进行度量。

1.2 柔性管理水平综合评价指标体系的设置原则

1.2.1 综合系统性原则

评价指标体系必须能够全面地反映南水北调东线水资源供应链柔性管理水平,并包括受政策法规影响的宏观调控方面的因素。

1.2.2 稳定可比性原则

尽量采用相对指标,便于供应链上各个企业具有可比性的统一量纲。

1.2.3 科学性、简要性原则

评价指标体系的大小也必须适度,亦即指标体系的设置应有一定的科学性。如果指标体系过大,指标层次过多、指标过细,势必将评价者的注意力吸引到细小的问题上,而指标体系过小,指标层次过少、指标过粗,势必不能充分反映其柔性管理评价水平。

[基金项目] 国家社会科学基金资助项目(03BJY037) 河海大学学生科技基金资助项目(2004-13)

[作者简介] 张玲玲(1979—),女,山东潍坊人,博士研究生,从事供应链建模与契约研究。

1.2.4 实际可操作性原则

评价指标体系应充分反映供应链上待评企业的实际柔性所在,数据的采集通过调查、统计,结合德尔菲法获得,后经层次分析法计算权重,模糊综合评判其结果,可以在计算机上计算验证,具有可操作性[6]。

1.3 操作步骤

1.3.1 构建柔性评价指标体系

本文从供应链定义的角度分析南水北调东线水资源供应链中的柔性指标 物流柔性、资金流柔性和信息流柔性。另外,决策在整个供应链中柔性程度较大,故在此将决策柔性作为一个指标考虑。且每个柔性指标中包含不同的因素,其具体评价体系见图 1。

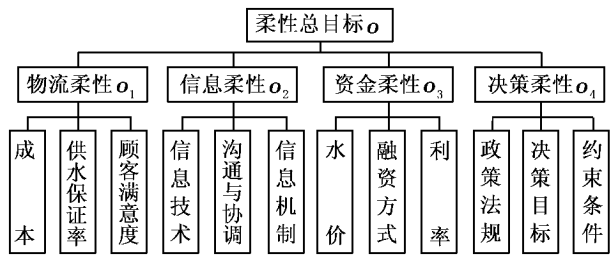


图 1 柔性评价指标体系

1.3.2 目标集、因素集和评语集

目标集 $O = \{o, o_1, o_2, o_3, o_4\}$ = 柔性总目标, 物流柔性, 资金流柔性, 信息流柔性, 决策柔性

因素集 $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4\}$
评语集 $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ = 优, 良, 一般, 差
因素子集 $U_1 = \{u_{11}, u_{12}, u_{13}\}$ = 成本, 供水保障率, 顾客满意度

$U_2 = \{u_{21}, u_{22}, u_{23}\}$ = 信息技术, 沟通与协调, 信用机制

$U_3 = \{u_{31}, u_{32}, u_{33}\}$ = 水价, 融资方式, 利率

$U_4 = \{u_{41}, u_{42}, u_{43}\}$ = 政策法规, 决策目标, 约束条件

1.3.3 综合评价矩阵 $\tilde{R}$ 的确定

通过模糊评价得到综合评价矩阵 $\tilde{R}$ 。对于单因素决断, $\tilde{f}: U \rightarrow F(V)$, $u_i \mapsto \tilde{f}(u_i) = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}) \in F(V)$, 由 $\tilde{f}$ 诱导模糊关系 $\tilde{R} \in F(U \times V)$, 它可以用一个模糊矩阵 $\tilde{R} = (r_{ij})_{m \times n}$ 来表示。故 $\tilde{R}$ 可以看成 $U \rightarrow V$ 的一个模糊变换。 $(U, V, \tilde{R})$ 构成一个模糊综合评判模型, 依此类推应用到多层次模糊评价矩阵。

1.3.4 综合评价

用 AHP 法计算评价因素的权重向量 $\{\tilde{A}, \tilde{A}_i\}$ ($i = 1, 2, \dots, k$)。

进行复合运算得到综合评价结果[7]。对每个 U_i (即每个因素子集) 用单层模糊综合评判:

$$\tilde{B}_i = \tilde{A}_i \cdot \tilde{R}_i \quad (i = 1, 2, \dots, k) \quad (1)$$

由 $\tilde{B}_i$ ($i = 1, 2, \dots, k$), 建立更高层次的综合评判矩阵 $\tilde{R} = (\tilde{B}_i)_{k \times 1}$, 设 $U_1, U_2, \dots, U_k$ 的权向量为 $\tilde{A}$, $\tilde{A} = (a_1, a_2, \dots, a_k)$, 满足 $\sum_{i=1}^k a_i = 1$, 则 2 层评判模型为:

$$\tilde{B} = \tilde{A} \cdot \tilde{R} = [\tilde{A}_i \times \tilde{R}_k] \quad (i = 1, 2, \dots, k) \quad (2)$$

从而得到总目标的综合评价结果。

2 实 例

下面应用上述方法对南水北调东线水资源供应链上某企业柔性管理水平进行评价。这里仅以此为 例, 给出评价的具体步骤和结果。

(1) 以广义供应链柔性管理的定义、特点和相关政策法规为基础, 结合南水北调东线水资源供应链上地区企业的实际情况, 建立评价柔性管理水平的 指标体系(图 1)。

(2) 根据图 1 的层次结构, 应用 AHP 法得到各因素的相对权重(表 1)。(w_1, w_2, w_3, w_4) 表示评价目标对总目标 O 的相对权重; 类似地, (w_{11}, w_{12}, w_{13}), (w_{21}, w_{22}, w_{23}), (w_{31}, w_{32}, w_{33}) 和 (w_{41}, w_{42}, w_{43}) 表示因素集对相应评价目标(o_1, o_2, o_3, o_4) 的相对权重。

表 1 相对权重向量

相对权重	向 量
(w_1, w_2, w_3, w_4)	(0.507 3, 0.053 1, 0.143 7, 0.295 9)
(w_{11}, w_{12}, w_{13})	(0.130 6, 0.570 1, 0.299 3)
(w_{21}, w_{22}, w_{23})	(0.641 3, 0.237 5, 0.121 1)
(w_{31}, w_{32}, w_{33})	(0.688 5, 0.208 6, 0.102 8)
(w_{41}, w_{42}, w_{43})	(0.103 1, 0.605 4, 0.291 5)

(3) 模糊综合评判。首先应用专家评分法, 给出隶属函数值, 从而确定每个因素属于评语集中各等级的隶属度。在具体评价时, 对每个隶属权重均制定了详细的评分标准, 采用多个专家对其打分, 然后统计各评价指标在各分数段的频数, 从而得到各指标的模糊关系矩阵。先对每个子指标按式(1)进行模糊评价, 各个子指标评价结果组成总目标的模糊关系矩阵, 再通过式(2)计算该企业柔性管理水平的综合评价值(表 2)。

表 2 南水北调东线水资源供应链上某企业 柔性管理水平综合评价结果

评价对象	综合评价值	等级
物流柔性	(0.455 1, 0.119 7, 0.182 2, 0.297 2)	优
信息流柔性	(0.306 6, 0.048 5, 0.368 7, 0.299 5)	一般
资金流柔性	(0.294 0, 0.041 1, 0.385 7, 0.300 3)	一般
决策柔性	(0.473 6, 0.116 6, 0.170 4, 0.302 2)	优
柔性管理总水平	(0.361 3, 0.299 7, 0.295 6, 0.350 3)	优

(4) 结果分析。从综合评价结果(表 2)可以看出, 该企业柔性管理水平为优, 企业中物流和决策柔性较高, 而信息和资金柔性状况一般。根据以上结果分析, 在对供应链上企业的柔性管理水平进行评价时就可以做到有的放矢。例如针对信息的柔性,

可以采取下述 3 个方面的措施 :①进一步开发考虑柔性因素的管理信息系统 ;②供应链成员加强沟通与合作,实现信息共享 ;③建立和完善激励机制。

3 结 语

在市场经济体制下,南水北调水资源供应链柔性管理水平的评定是跨流域调水工程能否正常运作和运行好坏的一个测度。在此,管理学中的精髓——沟通与协调得到了充分的体现。由于南水北调工程沿线涉及众多的部门和企业,因而要求具体的评价方法既要科学可靠,又要简单实用、便于使用计算机实现之。而 Fuzzy-AHP 评价方法是运用定性与定量相结合、专家评价与科学计算互为补充的综合评价方法,具有系统、全面、科学可靠、简单实用等特点,且可以从评价结果中分析出问题的根源,具有一定的理论依据和实用价值。

[参考文献]

[1] Zhang L, Wang H. Supply chain contract of water resources al-

location and dispatch in east-route of south-to-north water transfer project[A]. In : Chen Jian, ed. ICSSSM '2004 [C]. Beijing : World Publishing Corporation, 2004. 576 ~ 581.

[2] Fu R, Shaw J. Reengineering the order fulfillment process in supply chain network[J]. International Journal of Flexible Manufacturing System,1998,5(10) :199 ~ 210.

[3] Jack N. The flexibility of manufacturing systems[J]. International Journal of Operations and Production Management,1987, 7(4) 35 ~ 45.

[4] Voudouris V. Mathematical programming techniques to debottleneck the supply chain of the chemical industries[J]. Computers and Chemical Engineering,1996,20(6) :1269 ~ 1274.

[5] 马士华,林勇,陈志祥.供应链管理[M].北京 :机械工业出版社,2000.459 ~ 463.

[6] 秦守康.综合评价原理与应用[M].北京 :电子工业出版社,2003.40.

[7] 黄健元.模糊集及其应用[M].银川 :宁夏人民出版社,1999.157 ~ 170.

(收稿日期 2004-09-20 编辑 梁志建)

(上接第 18 页)

表 2 单位水利基建投资后向完全经济效益的变动趋势

年份	水利基建 投资/亿元	每元水利基建投资 直接经济效益/元	每元水利基建投资后向 完全经济效益/元
1981	13.57	0.05	22.66
1987	27.10	0.14	25.28
1990	48.72	0.13	25.55
1992	97.17	0.15	19.33
1995	206.36	0.21	19.72
1997	315.41	0.08	14.13
1999	499.16	0.10	3.98

资料来源 水利基建投资数据源自《水利统计摘要》1949 ~ 2000 年。

表 2 显示,1981 ~ 1999 年间,单位水利基建投资的直接经济效益波动剧烈,但随着水利基建投资的增加,单位水利基建投资的完全经济效益呈现不断减少的趋势,1981 年每元水利基建投资带来的后向完全经济效益为 22.66 元,但到了 1999 年骤减至 3.99 元。图 1 更清晰地显示了这一趋势,尤其是 20 世纪 90 年代以后,即水利基建投资的边际完全经济效益是递减的。

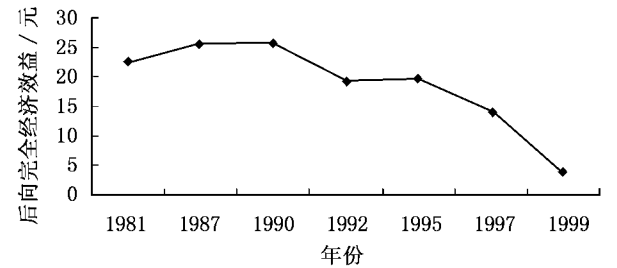


图 1 每元水利基建投资后向完全经济效益变动趋势

4 讨 论

笔者对水利基建投资的完全经济效益进行了计算与分析。作为国民经济的基础产业,水利基建投资的增加能使其他部门的经济效益获得明显的增长。但随着水利投资的不断增加,它的单位投资所带来的完全经济效益却逐步减少。这充分说明,当水利基建投资达到某一水平以后,就不能再继续增加,否则就会影响别的部门的正常发展。

文中只考虑了水利基建投资,而没有考虑水利事业费等运行费用及农田水利经费所带来的直接和间接效益,但由于在水利投资中,水利基建投资占绝对比例,如 1991 ~ 2000 年间我国水利基建投资占水利投资的 72%,因此,计算出的结果能够较好地反映水利建设的效益及对其他部门经济效益的影响。

[参考文献]

[1] 《水利辉煌五十年》编纂委员会.水利辉煌五十年[M].北京 :中国水利水电出版社,1999.85 ~ 97.

[2] 陆孝平,赵广和,王淑筠.建国 40 年水利建设经济效应[M].南京 :河海大学出版社,1993.36 ~ 85.

[3] 刘秀丽,陈锡康.投入产出方法在电子信息产业与流域经济发展中的应用[J].水利经济,2003(4) 26 ~ 28.

[4] 李强,刘起运.当年中国投入产出实践与研究[M].北京 :中国统计出版社,1999.9 ~ 24.

[5] 王海建.完全经济效益的计算方法[J].统计与预测,1997(5) 22 ~ 24.

(收稿日期 2005-01-17 编辑 徐广生)