

基于平衡记分卡-模糊网络分析的民生项目选择方法

曹玉红, 尤建新, 王 瑞

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 为降低民生项目选择的主观性和经验化, 综合考虑民众需求、财务状况、项目特性等多方面的因素, 建立了一个可适合各级政府部门基于平衡记分卡(BSC)的民生项目评价指标体系及民生项目选择的模糊网络分析(FANP)模型, 并提出了基于该模型的民生项目选择思路及决策流程。最后以某政府部门民生项目决策为例, 对 BSC-FANP 模型进行了应用, 结果表明该方法可以为民生项目的合理选择提供有效指导。

关键词: 民生项目选择; 模糊网络分析模型; 平衡记分卡

中图分类号: C931

文献标志码: A

Selection of Public Welfare Projects Based on BSC-FANP model

CAO Yuhong, YOU Jianxin, WANG Rui

(College of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: With a consideration of the factors such as the public requirements, the financial status, the project characteristics, an evaluation index system was established based on the balanced scorecard (BSC) and fuzzy analytic network process (FANP) model available for governments at all levels. Furthermore, based on the model selection, a selection and decision process was proposed. Finally, a case study of the application of the method showed that it provided an effective guidance for rational selection of projects to improve the residents well being.

Key words: selection of public welfare projects; fuzzy analytic network process (FANP) model; balanced scorecard (BSC)

所达成的。伴随着民生工程资金投入越来越大、覆盖范围越来越广、社会政治影响力越来越高, 民生项目的选择成为民生工程在决策机制方面首先要面对的任务。选择不同的民生项目, 以及民生项目的不同排列顺序都将直接影响民生工程实施的效果。

从目前检索到的文献中发现, 现有的研究重点多聚焦在项目投融资机制、项目建设方式以及项目绩效评价三个领域, 少有对项目决策的关注。Tresch^[1]研究了地方公共福利的偏好显示问题, 他认为地方政府的直接决策可以促进资源配置优化和增进社会福利; Anartya Sen^[2]提出集体选择是福利建设中解决不平等、剥夺等社会问题的有效方法; Chevalie^[3]则认为福利项目决策时必须进行利益相关者分析, 并具体规定了一系列的利益相关者分析的指导原则; 同济大学课题组在《国际建筑业管理体制、法制和机制的研究》中提出了我国政府建设主管部门应在公共工程管理占据核心地位的建议^[4]; 姜伟新^[5]认为“谁投资、谁决策”是完善我国基础设施建设的重要制度。尹胎林等^[6]建议项目的选择要考虑民生目标、实施的可行性、客户满意度、实施过程等多种因素, 可行的、能对民生产生作用的、能达到预期民生目标的项目才是成功的项目; 龚蕊^[7]提出为确保民生科学项目的科学性, 在听取基层群众意见的基础上, 建立民生工程备选项目库等。

已有的项目选择研究多为静态的描述性研究, 停留在对项目决策制度、体制中存在问题等较为简单的定性分析, 当前迫切需要通过项目确立的科学流程及模型完善项目决策机制, 推进项目决策管理理论在实践中的应用。但由于民生项目选择涉及的因素众多, 如民众需求、资金支持、项目特点、社会影响等, 其抉择过程也变得复杂, 难以统一。因此, 本文尝试构建平衡记分卡-模糊网络分析项目选择模型,

民生工程是一系列民生项目组成的系统工程, 民生工程的推进也是依托各个民生项目的功能实现

收稿日期: 2013-08-20

基金项目: 上海市优秀学术带头人计划(11XD1405100); 上海市重点学科建设项目(B310)

第一作者: 曹玉红(1977—), 女, 管理学博士, 主要研究方向为管理理论与工业工程. E-mail: angelcaoniuniu@sina.com

通讯作者: 尤建新(1961—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为管理理论与工业工程, 质量管理.

E-mail: yjx2256@vip.sina.com

以民生项目选择问题为研究目标,在充分考虑准则/指标之间的相互作用和反馈关系、民众需求、财务状况、项目特性等多方面因素的基础上,构建基于平衡记分卡(BSC)的民生项目选择评价指标体系,然后建立基于模糊网络分析法(fuzzy analytic network process, FANP)的数学求解模型对该评价指标集数据进行分析、求解,为民生项目合理选择提供有效的指导。

1 基于 BSC 的民生项目选择评价指标体系

评价指标体系的构建是综合评价有效性的核心环节^[8]。现阶段,各行政部门在民生项目选择的实践过程中,评价指标的选择大多存在以下不足:一是侧重于民生项目成本以及财务效益方面的描述,对项目可能带来的社会、环境等方面影响的评价缺乏。二是指标的选择多是从专家角度出发,忽视了民众的意愿,而这恰恰是民生项目选择的关键。三是指标设计呈现出主观性和随意性,由于缺少一个合理的评价指标体系架构,多数部门在进行指标选择时,受领导的喜好或其他方面的影响,往往表现出较强的随意性。基于以上分析,本文建立了基于 BSC 的评价指标体系,如表 1 所示。限于篇幅,以最具有代表性的考核指标为例阐述。

表 1 基于 BSC 的政府部门民生项目选择评价指标体系
Tab.1 The government's project selection and evaluation index system based on BSC

目标	准则维度	指标
民生战略	民众维度 s_1	满意度 s_{11}
		知晓度 s_{12}
		民众需求度 s_{13}
	项目维度 s_2	建设能力 s_{21}
		项目管理 s_{22}
		可持续发展性 s_{23}
		覆盖范围 s_{24}
		规划的合理性 s_{25}
	财务维度 s_3	成本效益 s_{31}
		筹资的多元化 s_{32}
		总投入 s_{33}
		总收益 s_{34}
	学习与成长维度 s_4	环境影响 s_{41}
		社会影响 s_{42}
		经济影响 s_{43}

依据 BSC 体系架构,设立了民众维度、项目维度、学习与成长维度和财务维度 4 个准则维度,以及 15 个衡量维度的指标。民众维度,民生工程的目的在于改善民生,因此,民众感受往往有更直接的说服

力。国外自 20 世纪就重视民意对公共决策的影响,例如美国学者就通过大量的实证调查获得的数据揭示了民意与公共决策的相互关系,我国学者近年来也开始关注民意,以清华大学彭宗超等学者的听证制度在公共决策中作用的实证研究最为突出^[9]。本文在相关研究文献的基础上,提出了 3 个民众指标:满意度、知晓度、民众需求度。满意度、知晓度是通过整合历史数据和现状调查获得,旨在了解民众对备选工程的支持程度;民众需求度旨在了解民众对各个工程需求的迫切程度,当资源有限,多个项目(如教育、卫生、民政)无法同时进行,可以在考虑民众需求度及其他因素的基础上尽可能实现既满足绝大多数人需求又能让有限资源发挥最大的社会效用,更好地实现民生工程惠民初衷。项目维度,目前多数政府部门在对民生项目进行决策时主要从财务角度进行审查,而对项目规划的合理性、建设能力、项目管理等关注欠缺,“形象工程”、“烂尾工程”由此滋生。针对这一现象,国务院研究室、建设部政府投资工程管理方式改革课题组^[10]提出了应对我国公共工程的建设进行改革和思考。笔者在借鉴相关文献的基础上,就项目维度提出了 5 个指标:建设能力和项目管理是项目能够按时、按质完成的前提;可持续发展性、覆盖范围是项目有效性的保证;规划的合理性则直接决定民众幸福指数的高低。财务维度,虽然民生工程是公共事务,不以盈利为目的,但由于民生财务的特殊性,如资金的多渠道筹集,项目的总投入及成本效益的限制等,给民生项目的实施和管理带来一定的困难,为了将有限的资金真正用在“刀刃”上,各级行政部门在对项目进行决策的时候要认真地梳理和分析未来工程实施时可能涉及到的财务状况,尤其要综合考虑筹资的多元化、成本效益等方面。学习与成长维度,民生工程不仅仅是建设几个民生项目,其目的是让社会达到一种整体的和谐,所以各级政府和部门应该通过学习,了解工程项目会带来的经济影响、社会影响和环境影响,让民生项目实现其真正的目的。

该评价指标体系价值体现在:一是以民众维度为基本评估目标,不仅完善了多元评估主体机制,还塑造了诚信的政府形象;二是民众维度、项目维度、学习和成长维度、财务维度这 4 个方面构成了一个循环,形成了基于 BSC 体系的 4 个指标之间相互驱动的因果关系体系;三是可以对目前民生项目选择时重经济指标、重领导评价的现象进行一定程度上的抑制。四是主观指标与客观指标相结合,可以在一

定程度上保证评价的公正、合理。

2 模糊网络分析法简介

2.1 三角模糊数

三角模糊数(triangular fuzzy numbers)常记为 $M(l, m, u)$, 其中 $0 < l \leq m \leq u$, 参数 l 和 u 分别为 M 所支撑的下界和上界, m 为 M 的中值. 其隶属度函数可表示为

$$u_M(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l), & l \leq x \leq m \\ (u-x)/(u-m), & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

式中: x 为模糊变量在论域中的可能值变量。

三角模糊数使用过程中, 其模糊语义变量与对应的模糊数关系如表 2 所示。

表 2 基于三角模糊数的语言变量

Tab.2 Based on the number of triangular fuzzy linguistic variables

语言变量	三角模糊数	三角模糊倒数
同等重要	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
中值	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
较重要	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
中值	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
重要	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
中值	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
很重要	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
中值	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
绝对重要	(9, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/9)

表 2 中, 最后一列表示相对重要性的倒数, 如: 三角模糊数(2, 3, 4)表示较重要, (4, 5, 6)表示重要, 如果重要性介于两者之间, 可用中值(3, 4, 5)来表示; 如果 $a_{ij} = (3, 4, 5)$, 则 $a_{ji} = (1/5, 1/4, 1/3)$ 。

2.2 网络分析法模型

网络分析法(ANP)是美国匹兹堡大学 Satty 教授在层次分析法(AHP)基础上提出的一种适应非独立递阶层次结构的决策方法, 和 AHP 假定指标体系是一个内部独立的递阶层次结构不同的是, 该方法允许可以量化或难以量化的多个指标并存, 并考虑了不同层次的元素组及元素组内元素间具有的关联或反馈关系^[11]。如图 1 所示, ANP 系统由两大部分组成: 控制因素层和网络层。控制因素层主要包括设定的目标及决策时需要遵循的准则, 在该层次中, 目标是不可或缺的, 决策准则可以省略, 但如果决策准则存在, 其只受目标元素支配, 且所有的决策准则都被认为是彼此独立的。网络层是由所有受控制层支配的元素组成, 元素之间、元素集之间、元素集内

部都不是简单的互相独立关系, 而是反馈依存的关系, 形成了互相影响的网络结构。

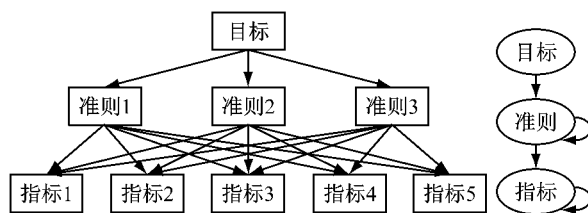


图 1 ANP 网络结构示意图

Fig.1 Schematic diagram of ANP network structure

ANP 突破了 AHP 的局限性, 被广泛地运用在复杂系统分析、评估领域。但随着应用的深入, 决策者发现, 如果在 ANP 分析决策过程中加入模糊数, 用隶属函数作为桥梁, 将模糊性加以量化, 可以更好地解决由于客观世界中的不确定性带来的决策过程中各种信息的不完全、不精确和模糊性等现象。因此学者们对 ANP 模型进行了扩展, 提出了模糊网络分析法模型(fuzzy analytic network process, FANP), 并提出了一系列该模型的求解方法, 相关研究如文献[12]所示。FANP 是网络分析法在不确定性和含糊性问题中的延伸, 是一种能处理不确定性和含糊性复杂问题的定量化方法。民生项目的决策是一个十分复杂的系统问题, 不但受群众需求、财务支持状况的影响, 还要考虑项目本身的特性以及实施后可能产生的影响等方面。基于上述原因, 本文尝试选取 FANP 模型以及文献[12]中提出的求解 FANP 模型的模糊优先规划方法(fuzzy preference programming, FPP), 对民生项目的选择进行计算、决策。

3 基于 BSC-FANP 的民生项目决策流程

民生项目目标确定的复杂性、项目效果的时滞性等特点要求在项目决策时, 要全面考虑决策实施的结果, 不仅仅要关注显性的效果, 更要充分预见项目隐性效果。利用 BSC-FANP 多准则项目决策模型求解民生项目的选择问题, 从 4 个层面构建相互影响、相互联系的指标体系, 利用 FANP 确定指标权重, 使得指标的隶属度和重要程度容易确定, 实际上就是利用 BSC 指标体系的全面性及 FANP 善于处理不确定性和含糊复杂问题的特点, 从多目标的相关性和整体性出发, 将影响民生项目决策的一系列准则和指标所组成的复杂系统定量化、简单化。

BSC-FANP 模型具体求解步骤如下:

第一步,建立基于 BSC 的民生项目评价指标体系的网络结构,识别自上而下的支配关系以及层次间的反馈关系和元素组的内部依赖关系。

第二步,建立准则/指标两两成对比较的判断矩阵,同时对拟选择项目进行评分。首先建立如表 2 所示的模糊语义变量与对应模糊数关系的详细量表;然后运用德尔菲法请专家对准则和指标进行两两成对比较,将专家意见按照上述量表转化成相应的三角模糊数,并建立准则/指标两两成对比较的判断矩阵。

第三步,计算判断矩阵的局部优先向量,即局部权重。本文采用 FPP 方法^[12]来计算局部权重,通过指标来衡量专家或决策者判断意见的一致性。FPP 的计算分为两大部分,首先用三角模糊数定义表示项目间的两两比较判断,然后求出在给定准则下的项目排序向量。其具体步骤如下:

步骤 1 假设 $A(l_{ij}, u_{ij})$ 表示第 n 个指标的区间判断矩阵。当给出 $n(n-1)/2$ 个模糊判断后,可以得到三角模糊数组成的模糊判断矩阵

$$\tilde{\mathbf{A}} = \{\tilde{a}_{ij}\} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: $\tilde{a}_{ji} = 1/\tilde{a}_{ij} = (1/u_{ij}, 1/m_{ij}, 1/l_{ij})$; l_{ij} 为专家判断意见的下界; m_{ij} 为专家判断意见的中值; u_{ij} 为专家判断意见的上界。

步骤 2 据区间模糊判断矩阵计算出权向量 $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$, 当区间判断一致时,存在很多优先向量,权向量满足

$$l_{ij} \leq \frac{w_i}{w_j} \leq u_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n-1; j = 2, 3, \dots, j > i \quad (2)$$

然而在判断矩阵不一致的情况下,当优先向量没有同时满足所有区间判断式时,在不改变专家判断的前提下,不对判断矩阵进行任何修改,这就意味着权向量要尽可能满足所有的判断意见,则有下式成立:

$$l_{ij} \lesseqgtr \frac{w_i}{w_j} \lesseqgtr u_{ij} \quad (3)$$

式中:符号 \lesseqgtr 代表“模糊小于或等于”

步骤 3 对于用三角模糊数表示的专家或决策者的判断意见,权向量可通过基于不同比率 $\frac{w_i}{w_j}$ 定义的线性隶属函数计算得出

$$u_{ij}\left(\frac{w_i}{w_j}\right) = \begin{cases} \frac{(\frac{w_i}{w_j}) - l_{ij}}{m_{ij} - l_{ij}}, & \frac{w_i}{w_j} \leq m_{ij} \\ \frac{u_{ij} - (\frac{w_i}{w_j})}{u_{ij} - m_{ij}}, & \frac{w_i}{w_j} \geq m_{ij} \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中,隶属函数在区间 $(-\infty, m_{ij})$ 上线性递增,在区间 (m_{ij}, ∞) 上线性递减;当 $w_i/w_j < l_{ij}$ 或 $w_i/w_j > u_{ij}$ 时,隶属函数为负值;当 $w_i/w_j = m_{ij}$ 时,隶属函数取最大值 $\mu_{ij} = 1$,表示判断完全满足要求。

用 FPP 方法来求解权向量是基于以下两个假设:

假设 1 对于 n 维优先向量集合 $Q^n = \{(w_1, \dots,$

$w_n) \mid w_i > 0, \sum_{i=1}^n w_i = 1\}$, 存在隶属函数

$$\mu_p(\mathbf{w}) = \min_{ij} \{u_{ij}(\mathbf{w}) \mid i = 1, 2, \dots, n-1; j = 2, 3, \dots, j > i\} \quad (5)$$

$\mu_p(\mathbf{w})$ 对于所有的规范优先向量 $\mathbf{w} \in Q^n$ 都可以取负值,数值越小,说明不一致性程度越大。

假设 2 确定权向量的选择规则为式(5)的最大隶属度。可以证明模糊约束及模糊可行域均为凸集,因此,总存在如下等式:

$$\lambda^* = \mu_p(\mathbf{w}) = \max_{\mathbf{w} \in Q^n} \min_{ij} \{\mu_{ij}(\mathbf{w})\} \quad (6)$$

根据式(4)建立多目标决策分配模型,然后依据式

(6)将寻求最大解问题转化为求解最优化 $u_{ij}\left(\frac{w_i}{w_j}\right) \geq$

λ 问题,整理后,对式(7)进行求解。

$$\begin{aligned} \max \quad & \lambda \\ (m_{ij} - l_{ij})\lambda w_j - w_i + l_{ij}w_j & \leq 0 \\ (u_{ij} - m_{ij})\lambda w_j + w_i - u_{ij}w_j & \leq 0 \\ \sum_{k=1}^n w_k & = 1 \\ w_k & > 0 \\ k & = 1, 2, \dots, n \\ i & = 1, 2, \dots, n-1 \\ j & = 2, 3, \dots, n \\ j & > i \end{aligned} \quad (7)$$

利用 Matlab 软件求出式(7)的最优解为 $(\mathbf{w}^*, \lambda^*)$, \mathbf{w}^* 表示模糊可行域中使隶属度最大的权向量, λ^* 衡量的是满足程度,为一致性指标,也是决策者判断不相容的自然指标, λ^* 越大,表示决策者的一致性越高。当 $\lambda^* > 0$ 时,即 $l_{ij} \leq \frac{w_i^*}{w_j^*} \leq u_{ij}$,说明结果与原始模糊集是一致的,判断矩阵具有较好的一致性;当 $\lambda^* < 0$ 时, $\frac{w_i^*}{w_j^*}$ 近似满足 $l_{ij} \leq \frac{w_i^*}{w_j^*} \leq u_{ij}$,说明结果与原始模糊集相左,判断矩阵的一致性较差。

第四步,根据准则/指标间具有的网络关系,建

立未加权超矩阵。

第五步,通过对第四步中的超矩阵进行加权,即将超矩阵的列归一化,建立加权超矩阵。将加权超矩阵自乘,经过若干次后得到稳定的极限超矩阵,任选一列作为具有网络关系的准则/指标的权重。

第六步,计算各指标的综合权重。

第七步,根据专家对备选项目的评分和指标的综合权重,计算各个备选项目的综合评价。计算公式如下:

$$D_i = \sum_{j=1}^j \sum_{k=1}^{K_j} P_j A_{kj}^D A_{kj}^I S_{ikj} \quad (8)$$

式中: D_i 为第 i 个备选项目的综合评价; j 为准则集; K_j 为指标集; P_j 为第 j 个准则的权重; A_{kj}^D 为考虑相互影响关系时第 k 个指标在第 j 个准则下的权重; A_{kj}^I 为不考虑相互影响关系时第 k 个指标在第 j 个准则下的权重; S_{ikj} 为第 i 个备选在第 k 个指标和第 j 个准则下的得分。

第八步,据备选项目的综合评价对其进行排序和抉择。

4 案例分析

为了验证本文提出的模型,针对某政府部门民

生工程项目选择活动进行分析。设某政府部门民生项目备选库中共有民生项目 10 项,计划 2013 年实施的民生项目为 5 项。为了得到最佳的民生项目选择,从政府专家咨询工作领导小组统一领导下的众多专家咨询委员会(如财经委员会、文教委员会、科技委员会等)中选取专家,成立了一个专家组。同时为了能够充分挖掘专家咨询潜力,提高咨询效率,保障咨询质量,该政府部门选择“专家咨询虚拟组织”作为专家工作的形式。评价指标的相对重要性权重应用德尔菲法确定,开展了两轮德尔菲咨询,第二轮主要请对同一指标给出权重差异较大的专家陈述理由,然后汇总整理各专家给出的指标相对重要性权重值。专家组同时负责对方案进行评分。根据上文所设计的民生项目选择方法进行计算、选择。

4.1 指标体系的建立

根据基于 BSC 的民生项目选择评价指标体系(表 1)和 ANP(图 1),建立基于 BSC-ANP 的该政府部门民生项目选择评价指标体系网络结构(图 2),识别各准则和指标之间的相互影响和反馈关系。

笔者将民生项目选择指标体系设为 4 层,从上到下分别为:目标层、准则层、指标层、备选项目层。备选项目一共有 10 个,如图 2 所示, $D_1 \sim D_{10}$ 分别为城乡义务教育经费保障机制改革、就业技能培训、社

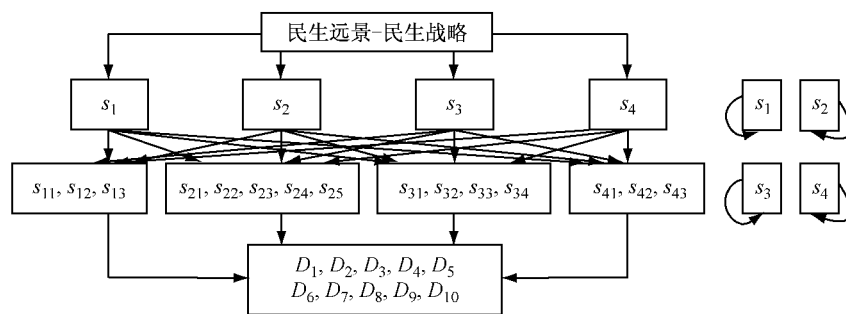


图2 基于BSC的民生项目选择评价指标体系ANP结构

Fig.2 Public Welfare projects' evaluation index system of ANP structure based on BSC

区养老服务机构建设、城乡医疗救助、城市低收入家庭和公共租赁住房保障、农村清洁工程、农村饮水安全工程、公共文化服务信息化建设、最低生活保障、高校及中职(普高)家庭经济困难学生资助。

4.2 计算

运用德尔菲法,根据表2建立准则/指标两两成对比较判断矩阵。本文以指标 $s_{31}, s_{32}, s_{33}, s_{34}$ 在 S_3 准则下的相对重要性的评价为例,并根据式(7)计算指标 $s_{31}, s_{32}, s_{33}, s_{34}$ 的局部权重,如表3所示。

最优解为 $w_1 = 0.2456, w_2 = 0.5040, w_3 = 0.1580, w_4 = 0.0924, \lambda = 0.6248$,表示具有较好的

表3 备选项目的两两比较矩阵

业主情况	s_{31}	s_{32}	s_{33}	s_{34}	权重
s_{31}	(1,1,1)	(1/5, 1/4, 1/3)	(1,2,3)	(2,3,4)	0.2456
s_{32}		(1,1,1)	(5,6,7)	(7,8,9)	0.5040
s_{33}			(1,1,1)	(1,2,3)	0.1580
s_{34}				(1,1,1)	0.0924
$\lambda = 0.6248$					

一致性。以此方法计算出其他所有三角判断矩阵。

依据三角判断矩阵、准则/指标间的网络关系建立未加权超矩阵,然后根据第四步、第五步建立极限超矩阵,如表4所示。

表 4 极限超矩阵

Tab.4 The ultimate super matrix

	s_{11}	s_{12}	s_{13}	s_{21}	s_{22}	s_{23}	s_{24}	s_{25}	s_{31}	s_{32}	s_{33}	s_{34}	s_{41}	s_{42}	s_{43}
s_{11}	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128
s_{12}	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104	0.104
s_{13}	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107	0.107
s_{21}	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135
s_{22}	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
s_{23}	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060
s_{24}	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
s_{25}	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
s_{31}	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031	0.031
s_{32}	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052
s_{33}	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
s_{34}	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
s_{41}	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061
s_{42}	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
s_{43}	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059

计算各指标的综合权重,如表 5 所示.表 5 中 w' 为量纲一化后的综合权重.

4.3 评价、决策

根据专家对备选项目的评分和指标的综合权重,运用式(8)计算各个备选项目的综合评价价值,如表 6 所示.

依据表 6 中得分对 $D_1 \sim D_{10}$ 进行排序,结果如下: $D_9 > D_5 > D_1 > D_{10} > D_4 > D_7 > D_3 > D_6 > D_2 > D_8$,则该政府部门民生项目的合理选择为: $D_9, D_5, D_1, D_{10}, D_4$.

表 5 基于 FANP 方法的综合权重

Tab.5 Comprehensive weight based on FANP method

指标	P_j	A_{kj}^I	A_{kj}^D	w	w'	S_{1kj}	S_{2kj}	S_{3kj}
s_{11}	0.099	0.538	0.137	0.007	0.104	0.381	0.333	0.286
s_{12}	0.099	0.170	0.106	0.002	0.025	0.300	0.300	0.400
s_{13}	0.099	0.293	0.109	0.003	0.045	0.263	0.368	0.368
s_{21}	0.424	0.361	0.123	0.019	0.268	0.286	0.333	0.381
s_{22}	0.424	0.243	0.066	0.007	0.096	0.267	0.400	0.333
s_{23}	0.424	0.147	0.059	0.004	0.052	0.304	0.304	0.391
s_{24}	0.424	0.147	0.073	0.005	0.065	0.214	0.357	0.429
s_{25}	0.424	0.102	0.033	0.001	0.020	0.375	0.250	0.375
s_{31}	0.254	0.228	0.029	0.002	0.024	0.273	0.318	0.409
s_{32}	0.254	0.571	0.048	0.007	0.099	0.364	0.318	0.318
s_{33}	0.254	0.124	0.028	0.001	0.012	0.286	0.333	0.381
s_{34}	0.254	0.077	0.013	0	0.004	0.333	0.286	0.381
s_{41}	0.223	0.170	0.058	0.002	0.031	0.400	0.250	0.350
s_{42}	0.223	0.300	0.059	0.004	0.056	0.421	0.263	0.316
s_{43}	0.223	0.529	0.060	0.007	0.101	0.286	0.333	0.381

表 6 基于 FANP 方法的方案最终排序

Tab.6 The final ranking scheme based on FANP method

指标	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}
s_{11}	0.032	0.053	0.050	0.050	0.004	0.007	0.007	0.050	0.012	0.013
s_{12}	0.007	0.040	0.004	0.004	0.002	0.002	0.012	0.008	0.018	0.007
s_{13}	0.012	0.002	0.002	0.002	0.071	0.012	0.071	0.101	0.024	0.013
s_{21}	0.071	0.012	0.010	0.010	0.018	0.004	0.004	0.010	0.010	0.012
s_{22}	0.018	0.004	0.008	0.008	0.008	0.101	0.002	0.024	0.104	0.006
s_{23}	0.024	0.104	0.101	0.101	0.101	0.012	0.101	0.015	0.013	0.018
s_{24}	0.015	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013	0.013	0.009
s_{25}	0.006	0.007	0.005	0.005	0.005	0.005	0.071	0.005	0.005	0.124
s_{31}	0.018	0.013	0.013	0.013	0.004	0.018	0.018	0.013	0.008	0.013
s_{32}	0.009	0.012	0.006	0.006	0.002	0.024	0.024	0.006	0.101	0.013
s_{33}	0.124	0.002	0.120	0.120	0.006	0.120	0.013	0.004	0.120	0.007
s_{34}	0.012	0.010	0.002	0.010	0.018	0.010	0.007	0.002	0.010	0.013
s_{41}	0.071	0.008	0.012	0.004	0.009	0.004	0.013	0.012	0.004	0.012
s_{42}	0.018	0.010	0.008	0.008	0.124	0.004	0.012	0.008	0.008	0.104
s_{43}	0.015	0.004	0.002	0.015	0.015	0.002	0.018	0.013	0.015	0.013
总分	0.392	0.294	0.356	0.369	0.439	0.338	0.366	0.284	0.465	0.377

5 结语

在民生工程项目决策过程中,选择准则之间往往是相互作用的,并不满足独立性假设.针对这种情况,本文引入BSC和FANP模型,充分考虑了准则/指标之间的相互影响和反馈关系,用三角模糊数更准确和恰当地表示了专家和决策者的偏好.本方法适用于没有历史数据可以学习的情况,也不需要专家直接提供准则或者准则集合的模糊测度,降低了专家的决策难度,因而具有很强的实用性.

参考文献:

- [1] Tresch R W. Public finance[M]. [S. l.]: Business Publication Inc, 1981.
- [2] 森·阿马蒂亚. 集体选择与社会福利[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004.
Sen K A. Collective choice and social welfare[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2004.
- [3] Chevalie J. Stakeholder analysis and natural resource management[M]. Ottawa: Carleton Unviersity, 2001.
- [4] 同济大学. 国际建筑业管理体制、法制和机制的研究[R]. 上海: 同济大学, 1999.
Tongji University. Study of international construction management system, the legal system and mechanism[R]. Shanghai: Tongji University, 1999.
- [5] 姜伟新. 投资领域的积极变化与新形势下的投资政策[J]. 中国投资, 2001(1): 10.
JIANG Weixin. Positive changes in the investment domain and the investment policy under the new situation of [J]. Investment in China, 2001(1): 10.
- [6] 尹胎林, 胡杰. 基于利益相关者核心价值分析的公共项目成功标准研究[J]. 中国软科学, 2006(5): 149.
YIN Tailin, HU Jie. Study on the success criteria of public project based on the core ralue of the stakeholder[J]. China Soft Science, 2006(5): 149.
- [7] 龚蕊. 关于建立完善民生工程项目选择长效机制的建议[EB/OL]. [2012-11-02]. <http://www.zxxw.gov.cn/html/zxzc/yzjy/12505.html>.
GONG Rui. On the establishment of people's livelihood project choose long-acting mechanism[EB/OL]. [2012-11-02]. <http://www.zxxw.gov.cn/html/zxzc/yzjy/12505.html>.
- [8] 杜学美, 尤建新. 一体化管理体系有效性评价研究[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2007, 35(2): 280.
DU Xuemei, YOU Jianxin. Study on evaluating effectiveness of integzated management system [J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2007, 35(2): 280.
- [9] 彭宗超. 听证制度[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
PENG Zongchao. Hearing system [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2004.
- [10] 政府投资工程管理方式改革研究课题组. 政府投资工程管理方式改革研究报告[R]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2002.
Government Investment Project Management Reform Research Group. The government investment project management reform research report[R]. Beijing: Ministry of Housing and Urban Rural Development of the People's Republic of China, 2002.
- [11] Saaty T L. Decision making with dependence and feedback[M]. Pittsburgh: The Analytic Network Process, 1996.
- [12] Mikhailov L. Deriving priorities from fuzzy pair wise comparison judgments [J]. Fuzzy Sets and Systems, 2003 (134): 365.

(上接第 1126 页)

- [4] 段兵兵, 兰孝奇, 李森. 可拓评判理论在卫星定位中的应用[J]. 工程勘察, 2010, 38(1): 63.
DUAN Bingbing, LAN Xiaoqi, LI Sen. Analysis of satellite orbit precision[J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2012, 38(1): 63.
- [5] 王解先, 陈俊平. GPS 精密定位软件研制与应用[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2011, 39(5): 764.
WANG Jiexian, CHEN Junping. Development and application of GPS precise positioning software [J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2011, 39(5): 764.
- [6] Bierman G. Factorization methods for discrete sequential estimation[M]. New York: Academic Press, 1976.
- [7] Grewal S M. Kalman filtering: theory and practice using matlab [M]. New York: A Wiley-Interscience Publication, 2001.
- [8] 林成森. 数值分析[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
LIN Chengsen. Numerical analysis[M]. Beijing: Science Press, 2006.
- [9] Boehm J, Niell A E, Tregoning P, *et al.* The global mapping function(GMF): a new empirical mapping function based on data from numerical weather model data [J]. Geophysical Research Letters, 2006, 33(4): 13.