

# 基于模糊神经网络的公共项目绩效评价模型研究

——以发展结果为导向的理论框架构建

吴宗法<sup>1</sup>, 马振鹏<sup>1</sup>, 孟秀焕<sup>2</sup>

(1. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092; 2. 山东服装职业学院 国贸系, 山东 泰安 271000)

**[摘要]**国内外对以发展结果为导向的公共项目绩效评价研究尚处于起步阶段。依据发展结果导向的公共项目绩效管理的设计与监测框架,运用模糊神经网络的算法,以原因、方法、方案、投入、活动等作为神经网络的输入,以项目的目标、成效、影响、结果、产出为输出,构建公共项目绩效评价模型,可以为公共项目绩效评价提供理论指导。

**[关键词]**发展结果导向管理;公共项目绩效评价;模糊神经网络;绩效管理;绩效审计

**[中图分类号]**F294;F062.6;C931.2 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1672-8750(2015)01-0085-10

## 一、引言

当前我国处于公共项目投资鼎盛阶段,公共项目的投资数额年平均超过10余万亿元。公共项目不仅是国民经济的杠杆,还是实现公共服务和提升国民生活水平的重要保障,担负着社会和谐的历史重任。国民经济和公共项目之间形成了相互促进的良性发展关系:公共项目的投资带动了国民经济的高速增长,使我国进入了快速稳定的经济发展阶段;同时,国民经济的增长又助推了更多的公共项目建设,有利于提高我国的公共服务水平。但在公共项目投资迅速增长的同时,项目管理过程中却存在一些混乱现象,如“三超”、“三边”、“豆腐渣”工程、公共安全事故、巨额造价的失控、资金挪用、贪污腐败以及公共项目对公共资源的强消耗性等。因此,公共项目的投资绩效和监管问题越来越受到社会和公众的关注。

从社会资源稀缺性的角度来看,项目管理必定存在资源配置效率的问题。绩效评价作为管理的重要手段,近些年逐步在项目管理中得到重视和应用。公共项目的绩效评价就是对政府公共财政资源配置是否优化、投资成本是否合理及投资效果是否最佳等问题进行研究,从而实现社会福利与公平最大化的目标。国内企业的绩效评价指标体系虽然逐步科学化和规范化,但理论界对公共项目绩效评价的研究还处于起步阶段,理论指导缺乏系统性,还有许多问题有待于深入研究。

公共项目的主要特征表现为项目内部利益群体范围较广、各方的诉求差别较大。本文针对公共项目的特征,以“发展结果导向管理”(Managing for Development Results,即MfDR)理论为指导,将模糊神经网络算法运用到公共项目绩效评价模型中,把绩效指标和项目各阶段结合起来进行综合考评。

**[收稿日期]**2014-01-17

**[基金项目]**甘肃武罐高速公路项目(IZ00253122)

**[作者简介]**吴宗法(1963—),男,江苏海门人,同济大学经济与管理学院教授,博士生导师,博士,主要研究方向为技术经济及管理、投资项目评估、国土资源及工程移民;马振鹏(1974—),男,山东济南人,同济大学经济与管理学院博士生,主要研究方向为技术经济及管理、安全管理、创业管理;孟秀焕(1980—),女,山东泰安人,山东服装职业学院国贸系讲师,主要研究方向为企业管理。

本文运用模糊神经网络算法构建理论模型,以期深入揭示公共项目绩效检测框架的产生机制,从而为后续项目的开展提供理论基础。绩效评价的最终目的就是为了满足利益各方的需求。实施模糊神经网络下的公共项目绩效评价,有利于进一步完善“发展结果导向管理”理论,满足项目利益相关者的期望,发挥项目的效益。

## 二、文献综述

### (一) 国外研究状况

20世纪90年代,新公共管理运动主张将私人企业中的管理理念、方法引入政府公共部门,这些管理理念和方法对绩效评价推广起着至关重要的作用。Hood归纳了新公共管理的七个要点,其中包括标准明确与绩效衡量,强调产出控制和资源的有效利用<sup>[1]</sup>。Fenwick主张将单一传统的价值取向扩展为能反映多元目标的绩效评价,主要包括经济(economic)、效率(efficiency)及效果性(effectiveness)三个层面,即3E指标<sup>[2]</sup>。Whicker等在此基础上又加上公平(equity)指标,成为4E指标,并指出政府绩效管理的必要性体现在落实责任、满足利害关系人的期望、对结果导向(management for results)的强调等几个方面<sup>[3]</sup>。

随着公共项目和政府投资项目研究的不断发展,政府投资(公共)项目绩效评价研究主要经历五个阶段:一是有关财务方面的相关评价指标研究阶段,如研究回收期、投资回报率等指标<sup>[4]</sup>,这一阶段以财务指标作为评价重心。二是应用“铁三角”指标(即项目的进度、成本和质量指标),以及将“铁三角”指标整合起来的挣值分析模型<sup>[5]</sup>阶段。三是将层次分析<sup>[6]</sup>、神经网络<sup>[7]</sup>、模糊聚类<sup>[8]</sup>和数据包络<sup>[9]</sup>等研究方法引入公共项目评价指标,应用多目标评价方法,同时还引入非财务指标的平衡计分法(balanced scorecard, BSC)<sup>[10]</sup>的阶段。另外,项目关键绩效指标(key performance indicators, KPI)<sup>[11]</sup>的引入,使得公共项目指标体系转向结果和过程并重的发展阶段。四是将项目成功度评价方法应用到项目管理绩效评价<sup>[12]</sup>的阶段。项目成功度方法考察了项目的范围、计划、组织、执行和控制5个方面的60个关键成功因素。五是在项目管理领域引入企业管理中的一些系统化理论的阶段,如运用企业流程再造的理论来达到项目成功的目的, Dey基于此提出项目流程再造(Project Process Reengineering, PPR)框架<sup>[13]</sup>; Barber的一种思路是将标杆管理(Benchmarking)的思想引入项目管理中<sup>[14]</sup>;出于提高项目价值的目的, Male等人借鉴了价值管理理论,将项目价值链的管理应用于项目管理当中<sup>[15]</sup>。

从国外学者的研究现状来看,研究主要集中于项目实施前对当地相关利益群体的适应性研究,注重绩效评价的预测作用。

### (二) 国内研究状况

国内学者关于政府公共项目的研究起步较晚,绝大多数的研究成果是在1998年我国实行了以“发行政府公债、扩大政府投资”为基本特征的积极财政政策后出现的,主要包括以下几个方面:

一是对公共投资项目存在问题及解决方法进行研究。贾康、白景明认为我国各级政府存在的公共投资支出渠道多、规模大、资金低效甚至浪费等问题较为严重,需要一个科学合理的公共投资绩效评审体系<sup>[16]</sup>。黄霆、申立银等学者分析了我国政府投资管理现状,认为主要问题包括项目决策机制缺乏科学性、管理水平低下造成的项目实施缺乏科学性、管理效率低下、投资效益低下,并由此提出了改革模式的分析<sup>[17]</sup>。张文娟、王广斌尝试建立了固定资产投入占用产出表,并应用投入占用产出技术得出了供给效应下项目投资引发的国民经济增长的计量方法和公式,为正确衡量项目的宏观投资效益奠定了基础<sup>[18]</sup>。

二是将企业管理中的理念和方法逐步引入到项目管理中。肖维指出当前政府投资项目运作效率低下等问题主要原因之一是项目评价体系不完善<sup>[19]</sup>。童宇鹏对国内外一些成熟的标杆管理思想进行比较研究,将标杆管理理念转移到公共项目管理绩效改善方面,通过实例剖析,运用标杆管理的工

具与手段,提出公共项目管理绩效的改善措施<sup>[20]</sup>。王泽彩、潘石指出,财政支出绩效评价的指导思想是按照提高财政支出经济性、效率性和有效性的总体要求,全面完善评价制度,构建绩效评价制度体系,使绩效评价有章可循<sup>[21]</sup>。王汉梅等提出了运用模糊神经网络对电厂建设项目成功度后评价的方法,通过BP神经网络进行评价,以提高结果的精确度<sup>[22]</sup>。徐君针对煤炭企业循环经济水平具有模糊性的特点,从经济发展、资源利用、节能减排、环境状况、循环特征五个方面建立了煤炭企业循环经济评价指标体系,构建基于模糊神经网络的煤炭企业循环经济评价模型,并验证了该模型具有较好的学习能力<sup>[23]</sup>。吴宗法、何永浪认为,公共项目绩效监测评估正在从以投入产出法为基础的经济评价向关注社会总体发展目标的绩效管理转变<sup>[24]</sup>。

上述文献具有如下特点:(1)研究成果不够系统,对公共项目绩效内涵的研究相对较少。(2)指标体系设计缺乏客观性。采用模糊神经网络方法,国外研究已比较常见,而在国内公共项目绩效评价中应用较少。(3)缺乏将绩效指标的取值与绩效评价等级相结合的评价结论,对于绩效管理定量化研究较少,对公共项目绩效内涵研究的维度未能展开。(4)对于绩效评价的研究没有覆盖到整个项目周期,缺乏项目期间评价研究。项目经济评价和后评价研究相分离,贯穿项目周期的绩效评估方法的研究有待进一步开展,以有利于真正发挥绩效评价的作用。

### 三、“发展结果导向”的公共项目绩效管理框架

#### (一)“发展结果导向”理论概述

“发展结果导向管理”理论经历了三次世界圆桌会议,形成了以发展结果为导向的方法和管理原则。这一管理理论是在“面向结果管理”的基础上发展起来的一种管理战略,是对管理方法的一种计划、监测和评估的改进,最终目的是达到预想的可持续性发展结果。其核心理念体现在:(1)目标(发展结果)导向,通过设置明确的目标和结果来反推项目的计划进展情况。(2)结果链,即项目期内关键要素之间的因果关系,见图1。(3)持续的改进,通过对结果阶段性的测量,为项目调整和变更提供依据,保持管理计划和程序在正确的行动轨道上以及结果的最大化。

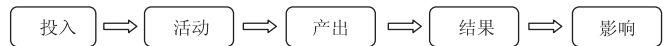


图1 项目结果链示意图

结果链清晰地反映了项目开发过程中的关键要素以及这些关键要素之间的因果关系。其应用体现在两个方面:项目规划过程是结果链的逆向应用,是一个从宏观到微观的过程;项目的执行则是按照结果链的顺序进行的,包括项目实施(投入、活动和产出)和项目结果管理(结果和影响)两个阶段<sup>[26]</sup>。

投入是指项目开发所需的人力、物力、财力等资源;活动是运用项目投入要素为得到期望的产出而执行的多项任务;产出是项目提交的实物或者服务以及其他有形产品;成果是项目产出达到的短期或中期效果,也是项目的直接效果;影响是项目所带来的长期性、全局性的效果和实现的长期性目标。结果链的内涵见表1。

表1 结果链的内涵表

项目该如何执行	得到什么	项目期望的效果是什么		
		短期效果	中期效果	长期效果
投入	活动	产出	成果	影响

项目的发展结果应该是可持续的,“发展结果导向管理”思想与公共项目管理实际的结合,是对公共项目发展和管理理论上的创新。

#### (二)公共项目绩效管理逻辑框架体系构建

“发展结果导向”的逻辑框架体系可以分为三个主要部分——项目概念化设计、项目实施、绩效监测评估框架。在项目概念化设计阶段,项目投资方可结合公众参与机制,通过相关者利益群体的广泛参与,就项目的发展结果达成共识。以设计的发展结果为导向,投资方可建立项目绩效管理监测框

架体系。同时,根据“发展结果导向管理”结果链的理念,投资方可以建立项目的逻辑框架,并以发展结果为基础,以监测框架为基本工具对项目进行绩效管理。以上内容充分体现了绩效管理强调参与、结果导向理念以及结果链的作用。

项目投资方采用逻辑框架法来确立项目目标层次间的逻辑关系,用以分析关于公共项目发展结果四个方面,即项目的效益、效果、影响和持续性的内容。效益主要反映项目投入与产出的关系。效果反映的是项目的产出对项目目标的贡献程度。影响分析主要反映项目目的与最终目标间的关系。持续性分析主要通过项目产出、效果、影响的关联性,找出影响项目与结果链的逻辑框架。

结果链的五要素构成——投入、活动、产出、结果和影响,解释了目标树中方法到目的的过程,构成了结果链的垂直逻辑关系。

(1) 投入。投入是指开展项目活动实现产出需要的各种资源,包括人力、物力和财力三个方面,具体包括项目的咨询服务、培训、筹资、设备、机械和各层次项目管理单位。

(2) 活动。活动是运用项目拥有的资源,为实现期望的产出而完成的一系列任务,是由投入实现产出的中间环节,而且,每项活动都应该有阶段性目标。每个项目都有核心活动,对核心活动的计划和决策是项目前期最重要的任务,因为核心活动是对项目进行控制和管理的关键。

(3) 产出。产出是项目产生的实物或者服务,是对项目范围的描述。产出是实现项目成果的必需要素。产出必须是在当前资源、机构、环境等条件下能够实现的,对产出的描述也不能是项目的具体活动,而是项目干预的直接产物。

(4) 成果。项目成果明确了项目产出在短期内实现的目标,只有项目成果持续性地产生效益,才能产生项目的影响。

(5) 影响。影响是项目实现的长期效益和长期目标,是部门乃至国家社会层面的目标。项目实现影响,需要项目长期、持续、稳定地发挥功能,实现效益。在项目的概念化设计阶段,项目方对影响的确定要具有现实性和合理超前性,并注意影响和项目结果之间是否存在方法到目的对应关系。影响最好能够清晰地表明受益群体以及期望对受益群体带来的影响和改变。

项目结果链导向的项目逻辑框架流程见图2。

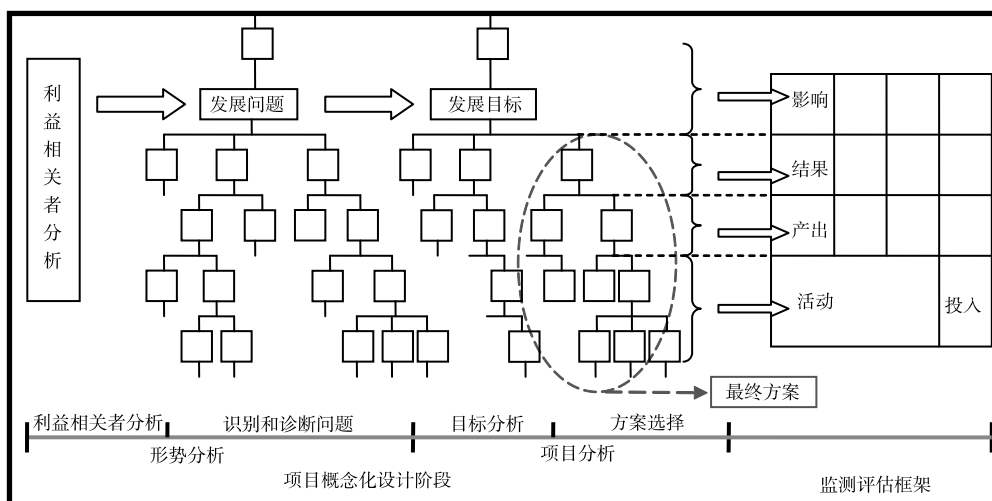


图2 结果链导向的项目逻辑框架流程

项目概念化设计是在项目计划开始前由项目团队以及利益相关者共同参与的一个过程。这个过程主要是对组织战略和项目管理环境的理解,并在此基础上制定项目策略,以此指导后续的项目工作。这个阶段包括四个主要内容,即利益相关者分析、问题分析、目标分析和项目方案选择。

发展结果导向的公共项目绩效管理模式可分三个阶段进行:项目概念化设计—项目绩效监测评估框架—绩效管理评估结果报告。在每个阶段项目方都可以运用相关管理工具辅助进行管理。项目结果导向的管理步骤见图3。

对于绩效评价问题,研究者运用定性方法已解决了一些公共项目的设计与监测过程问题,但定量方面的研究尚显不足。本文针对公共项目的绩效管理体系特点,通过模糊神经网络来分别建立问题树、目标树、问题树-目标树、替代方案、基于结果链的逻辑框架(综合),运用模糊神经网络算法构建公共项目绩效评价模型。

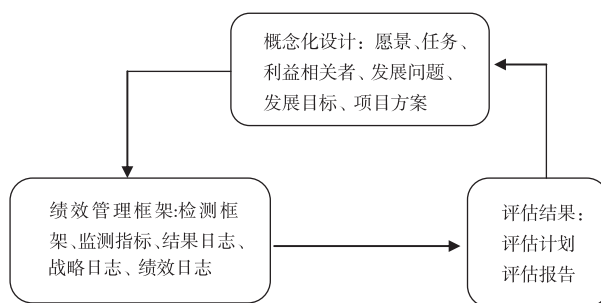


图3 结果导向的管理步骤

#### 四、项目绩效管理指标体系的构建

绩效监测要衡量的内容就是项目绩效指标,绩效目标是对期望结果的定性、定量和定时的规范。这些目标和指标就构成了衡量项目干预的绩效,是项目成败与否的评判依据。

影响层面的指标是项目中长期产生的效益,这些指标的信息往往在项目完工或项目进展过程中才能体现。结果层面的指标反映的是短期的改变和影响。产出层面的指标是将有形产品或者服务作为规定指标。

绩效目标和评价指标必须明确地描述产出、结果和影响。在建立指标体系的时候,我们要注意其在实际绩效管理中的可操作性,指标应该是可以测量的,且必须有衡量的依据。指标必须与项目期望达到的结果有关,能从项目实施和项目运营过程中得到指标信息。我们建立绩效目标和评估指标的同时还要设定基准数据和绩效目标。这些数据在项目设计阶段应该作为项目决策的基础。设定绩效目标时要注意目标值应该是一个可以控制的范围,而不是一个单一的值。为使目标数据准确可靠,项目方可参看该地区或同行业相似项目的目标数据,用以作为参考。绩效目标的来源可以是国家部门的发展规划,或者是行业的发展目标。

由于多数公共项目产出具有非私有性质,或属于非营利的的项目,因此公共项目不能把经济效益作为唯一目标,还应包括社会效益和环境效益等。公共项目的效益绩效评价指标可以分为管理绩效、经济绩效、社会绩效和可持续发展绩效四个评价指标。

根据文献搜集到的指标建立初步设计表后,笔者又走访咨询了多位相关方面的专家,包括亚洲开发银行项目部负责人、上海几家项目咨询公司负责人和高级顾问等。我们综合考虑基于“发展结果导向”的公共项目绩效评价的实际情况,遵循指标体系的构建原则,进行多次修改,提出公共项目绩效评价指标体系。所提出的评价指标体系分为准则层、一级指标和二级指标。准则层为4层,包括经济绩效、管理绩效、社会绩效和可持续发展绩效;一级指标11个;二级指标31个。准则层中,经济绩效主要包括项目投入产出效益,管理绩效主要包括项目活动过程绩效,社会绩效以项目产出作为目标主体,可持续发展绩效主要涵盖项目影响的绩效,本文依此建立公共项目绩效指标体系。指标体系具体如下页表2所示。

#### 五、公共项目绩效评价模型的构建

模糊神经网络(Fuzzy neural network,简称FNN)就是先将模糊规则和隶属函数用神经网络表示出来,生成的神经网络用于实现模糊推理,然后利用误差反传算法训练神经网络,从而提高系统精度、修改隶属函数、求模糊规则,最后从神经网络中提取隶属函数和模糊规则更新知识库,帮助解释神

经网络的内部表示和操作。

模糊神经网络(简称 FNN)的具体内容就是将模糊系统与神经网络技术相结合,包括3个基本的模块过程:首先是由模糊化过程将输入模糊化;然后由模糊推理过程实行逻辑推理;最终进行决策判断,由模糊判决过程来完成。模糊神经网络是一个多层前向型的神经网络,它的各个节点的连接权值和其他参数可以通过学习不断调整,从而增强模型的抗错性能和联想能力,使其总体性能不会因为部分神经元的损坏而受到影响,即便输入信号受到一定程度的干扰也不会歪曲其输出。

针对公共项目的绩效管理体系框架结构特点,本文通过模糊神经网络来分别建立问题树、目标树、问题树-目标树、替代方案、基于结果链的逻辑框架。

模糊规则的一般形式是

$$R_k: \text{if } x_1 \text{ is } A_1^k \text{ and } x_2 \text{ is } A_2^k, \text{ then } y = v_k。$$

其中,  $x_1$  和  $x_2$  为系统的输入变量,  $A_1^k$  和  $A_2^k$  分别为  $x_1$  和  $x_2$  的模糊集合,  $y$  为系统的输出变量,  $k = 1, 2, \dots, H$ ,  $H$  是模糊规则数,以上的输入、模糊集合和输出构成数值型的模糊系统。当采用模糊推理和加权求和法解模糊,模糊系统的输出为

$$y = \sum_{k=1}^H u_k v_k, u_k = u_{1k}(x_1) u_{2k}(x_2)。$$

其中,  $u_k$  为第  $k$  条规则的激活度,  $u_{ik}(x_i)$  表示  $x_i$  对模糊集  $A_i^k$  的隶属函数,  $i = 1, 2$ 。图4为典型的4层模糊神经网络。

一般的  $n$  维输入,包含  $H$  个模糊规则的模糊神经网络处理过程,如下所示:

(1) 输入层  $x_i, i = 1, 2, \dots, n$ , 此层有  $n$  个节点。

(2) 隶属函数层  $u_{ij}^2(x_i) = \exp[-\frac{(x_i - w_{ik})^2}{\sigma_{ik}^2}], i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, H$ 。其中,  $w_{ik}$  和  $\sigma_{ik}$  分别是第  $i$  个输入变量的第  $j$  个模糊集合的高斯函数的均值和标准差。此层有  $n \times H$  个节点。

(3) 规则层  $u_k = \prod_{i=1}^n u_{ij}^2(x_i), k = 1, 2, \dots, H$ , 其中,  $u_k$  是第  $k$  条规则的激活度。此层有  $H$  个节点。

表2 发展结果导向的公共项目绩效评价指标体系

准则层	一级指标	二级指标
经济绩效	投入产出效益	成本管理效果 资金投入指标 项目材料 项目硬件设备 项目产出
	项目经济效益	直接效益 间接效益
管理过程及评价绩效	管理评价绩效	目标合理程度 指标有效程度 风险可控程度
	管理决策绩效	决策流程的程序化 决策内容的准确度 决策方法的可行性
社会绩效	管理过程绩效	项目的制度完善程度 项目的监管体系 项目实施方案的进度 目标的明确性及可行性
	社会的政治绩效	组织工作效率 决策水平 公众满意度
社会的经济绩效	社会的经济绩效	社会就业率 劳动生产率 技术贡献率
	社会的环境绩效	受众的影响程度 生活水平的改善状况
可持续发展的绩效	环境资源的可持续性	环境资源可持续利用的贡献 对环境资源的影响
	项目的可持续性	绩效目标的实现 项目的制度完善程度
经济的可持续性	地区经济 GDP 的增长贡献 经济产业结构的优化程度	

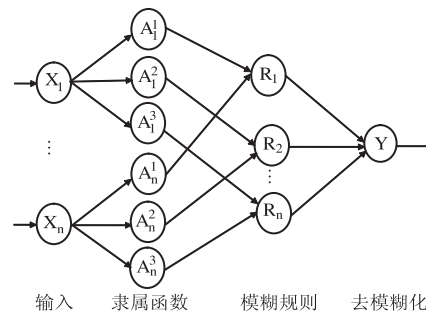


图4 模糊神经网络模型

(4) 解模糊层  $y = \frac{\sum_{k=1}^H u_k v_k}{\sum_{k=1}^H u_k}$ , 其中,  $y$  为模糊神经网络的输出,  $v_k$  为第三、四层间的可调权系数。此

层只有一个节点。

模糊规则和隶属函数用神经网络表示出来,具体步骤包括以下四步:

(1) 建立具有模糊规则和隶属函数库的模糊系统。(2) 构造相应的神经网络,确定连接方式和权值,与模糊规则和隶属函数相对应。(3) 训练神经网络用以修改隶属函数,求出模糊规则,提高模糊推理系统的求解精度。(4) 用训练后的神经网络中权值的调整变化来解释隶属函数的修改和模糊规则的变化,并用这些规则和隶属函数来更新知识库。

模糊神经网络的评判模型比较适用于公共项目管理的绩效评价框架,该模型是由因素集  $U$ 、评判集  $V$  和评判矩阵  $R$  组成的。对于已知的因素集  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  和评判集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ , 其各因素的权分配为  $U$  的模糊子集  $A$ :

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n)。$$

其中,  $a_i$  为第  $i$  个因素所对应的权,且  $\sum_{i=1}^n a_i = 1 (a_i \geq 0)$ 。若第  $i$  个因素所对应的单因素评判为  $U$  到  $V$  上的模糊关系  $R_i(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$ , 则  $m$  个因素的评判矩阵为  $R = (r_{ij})_{n \times m}$ , 由此,评判的结果为  $B = A \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ , 它是  $V$  上的一个模糊子集。

模糊评判过程可以分五步来实现,具体为:

步骤 1: 找出因素集  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 。

步骤 2: 建立评判集  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 。

步骤 3: 找出评判矩阵  $R = (r_{ij})_{n \times m}$ 。

步骤 4: 建立权重集  $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ 。

步骤 5: 设评判矩阵  $R$  中每个单因素到评语集合的最大隶属度集为  $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)^T$ ,

其中  $g_i = r_{i1} \vee r_{i2} \vee \dots \vee r_{im}, i = 1, 2, \dots, n$ , 则  $B(j) = \sum_{i=1}^n a_i (g_i - r_{ij}), j = 1, 2, \dots, m$ 。

对于给定的  $A$  来说,由于因素  $u_i$  越接近  $g_i, u_i$  也就越接近  $g_i$  所对应的评语,因此我们可以用  $u_i$  偏离  $g_i$  的程度来衡量其优劣。 $B(j)$  越小评判的结果越接近  $u_i$  所对应的评判等级,评判结果就是  $B$  中最小的数对应的等级。

确定权重的模糊神经网络的学习算法是设  $b_j^*, j = 1, 2, \dots, m$  为期望输出,并使用误差函数  $E = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (b_j^* - b_j)^2$ , 具体分为六个步骤:

步骤 1: 给定初始值  $w_i(0)$ , 评判矩阵的学习样本  $R^1, R^2, \dots, R^p$ , 期望输出向量  $B_1^*, B_2^*, \dots, B_p^*$ , 并给定误差  $\varepsilon$ , 记  $w_i(t)$  为  $t$  时刻第  $i$  个输入的权重,  $i = 1, 2, \dots, n$ 。

步骤 2: 随机选出一组样本  $R^{p1}$  和期望输出  $B_{p1}^*$ , 记  $P_1 = 1$ 。

步骤 3: 计算实际网络输出  $B_{p1} = (b_1^{p1}, \dots, b_m^{p1})$ 。

步骤 4: 计算  $\|B_{p1} - B_{p1}^*\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m (b_i^{p1} - b_i^{*p1})^2}$ , 若  $\|B_{p1} - B_{p1}^*\| > \varepsilon$ , 则转下一步, 否则转回步骤 2。

步骤 5: 调整网络权值为  $\Delta w_i = w_i(t+1) - w_i(t) = \sum_j \frac{\partial E}{\partial b_j} \frac{\partial b_j}{\partial w_i} = \sum_j (b_j^* - b_j) r_{ij}$ 。

步骤6:按照新的权值计算网络的输出和总误差,若每个样本都满足  $\|B_{p1} - B_{p1}^*\| < \varepsilon$ ,则停止迭代,否则再回到步骤2。

确定评判中评判矩阵的算法也分为六个步骤。

步骤1:给定初始值  $R^{(0)}$ ,期望输出向量  $B^* = (b_1^*, \dots, b_m^*)$ ,并给定误差  $\varepsilon$ ,记  $R^{(t)}$  为  $t$  时刻的评判矩阵。

步骤2:给定初始值  $R^{(t)}$ ,由  $WR^{(t)} = B^{(t)}$ ,计算网络实际输出  $B^{(t)} = (b_1^{(t)}, \dots, b_m^{(t)})$ 。

步骤3:计算  $\|B^{(t)} - B^*\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m (b_i^{(t)} - b_i^*)^2}$ ,若  $\|B^{(t)} - B^*\| > \varepsilon$ ,则转下一步,否则转回步骤2。

步骤4:记  $E = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (b_j^* - b_j^{(t)})^2$ ,修正评判矩阵。因为  $\Delta r_{ij} = r_{ij}(t+1) - r_{ij}(t) = \sum_j \frac{\partial E}{\partial b_j} \frac{\partial b_j}{\partial r_{ij}} = \sum_j (b_j^* - b_j^{(t)}) w_i$ ,所以  $r_{ij}(t+1) = r_{ij}(t) \vee [ \vee_j ((b_j^{(t)} - b_j^*) \wedge w_i) ]$ 。

步骤5:对于求出的  $R^{(t+1)}$ ,重复步骤2和步骤3,若满足  $\|B^{(t+1)} - B^*\| < \varepsilon$ ,则转入下一步,否则回到步骤2。

步骤6:给定初始值  $R^{(t)}$  与  $R^{(t+1)}$ ,对给定误差  $\varepsilon$ ,  $\max\{(r_{ij}(t+1) - r_{ij}(t))\} < \varepsilon$ ,则  $R^{(t+1)}$  即为所求,停止迭代,否则再回到步骤2。

最终的算法分为九个步骤:

步骤1:给定初始值  $R^{(0)}$ ,期望输出向量  $B^* = (b_1^*, \dots, b_m^*)$ ,并给定误差  $\varepsilon$ ,记  $R^{(t)}$  为  $t$  时刻的评判矩阵。

步骤2:计算每个因素的最大隶属度  $G^{(t)} = (g_1^{(t)}, g_2^{(t)}, \dots, g_n^{(t)})^T$ ,其中  $g_i^{(t)} = g_{i1}^{(t)} \vee g_{i2}^{(t)} \vee \dots \vee g_{im}^{(t)}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ 。

步骤3:计算评判矩阵的偏差  $R^{d(t)}$ ,

$$R^{d(t)} = \begin{bmatrix} g_1^{(t)} - r_{11}^{(t)} & g_1^{(t)} - r_{12}^{(t)} & \dots & g_1^{(t)} - r_{1m}^{(t)} \\ g_2^{(t)} - r_{21}^{(t)} & g_2^{(t)} - r_{22}^{(t)} & \dots & g_2^{(t)} - r_{2m}^{(t)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_n^{(t)} - r_{n1}^{(t)} & g_n^{(t)} - r_{n2}^{(t)} & \dots & g_n^{(t)} - r_{nm}^{(t)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11}^{d(t)} & r_{12}^{d(t)} & \dots & r_{1m}^{d(t)} \\ r_{21}^{d(t)} & r_{22}^{d(t)} & \dots & r_{2m}^{d(t)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1}^{d(t)} & r_{n2}^{d(t)} & \dots & r_{nm}^{d(t)} \end{bmatrix}。$$

步骤4:计算权重向量  $W^{(t)} = (w_1^{(t)}, w_2^{(t)}, \dots, w_n^{(t)})$ ,其中  $w_i^{(t)} = \sum_{j=1}^m r_{ij}^{d(t)} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij}^{d(t)}$ 。

步骤5:对于给定初始值  $R^{d(t)}$ ,由  $B^{(t)} = WR^{d(t)}$ ,计算网络实际输出  $B^{(t)} = (b_1^{(t)}, \dots, b_m^{(t)})$ 。

步骤6:计算  $\|B^{(t)} - B^*\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m (b_i^{(t)} - b_i^*)^2}$ ,若  $\|B^{(t)} - B^*\| > \varepsilon$ ,则转下一步,否则转回步骤2。

步骤7:记  $E = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (b_j^* - b_j^{(t)})^2$ ,修正评判矩阵。因为

$$\Delta r_{ij} = r_{ij}^{(t+1)} - r_{ij}^{(t)} = \sum_j \frac{\partial E}{\partial b_j} \frac{\partial b_j}{\partial r_{ij}} = \sum_j (b_j^* - b_j^{(t)}) w_i。$$

步骤8:对于求出的  $R^{(t+1)}$ ,重复步骤2和步骤5,若满足  $\|B^{(t+1)} - B^*\| < \varepsilon$ ,则转入下一步,否则回到步骤2。

步骤9:比较  $R^{(t)}$  与  $R^{(t+1)}$ ,对于给定误差  $\varepsilon$ ,  $\max\{(r_{ij}^{(t+1)} - r_{ij}^{(t)})\} < \varepsilon$ ,则  $R^{(t+1)}$  即为所求,停止迭代,否则再回到步骤2。



基于模糊神经网络的算法构建公共项目绩效评价模型具有较强的适用性。

有关模糊控制器的一切知识存贮于知识库中,应用领域中的知识和控制目标也包含在内,它们决定着模糊控制器的性能。根据模糊逻辑法则,模糊系统将模糊规则库中的模糊“if-then”规则转换成某种映射。在模糊神经网络中,模糊系统的输入、输出信号分别用神经网络的输入、输出节点来表示,隶属函数和模糊规则用神经网络的隐含节点来表示,模糊系统的推理能力需要利用神经网络的并行处理能力加以提高。

本文采用专家和利益相关者意见,利用模糊数学对项目的问题树、目标树、问题树-目标树、替代方案、基于结果链的逻辑框架(综合)进行量化,在利益相关者分析的基础上确定各个因素的权重因子,然后分别以原因、方法、方案、投入、活动作为神经网络的输入,再分别以项目的目标、产出、后果、影响、结果为输出构建模糊神经网络理论模型。

## 六、结论

“发展结果导向”管理理论为公共项目绩效管理提供了理论基础,运用模糊神经网络模型对公共项目绩效管理进行定量研究,在一定程度上弥补了公共项目绩效管理综合研究不足的缺陷,为公共项目绩效管理的研究提供了新思路。

本文在深入研究公共项目绩效管理的基础上,提出用模糊神经网络系统来分析公共项目绩效评价的方法,建立模糊神经网络模型。模型预期的成果可以解决两个问题:一是如何设计一个公共项目,项目区域内的公众意见如何对公共项目产生影响。二是公共项目投入、产出、影响之间的关系。本研究对项目问题提出改进措施,把分析结果作为今后项目管理的经验,能够合理配置相关资源,从而弥补前期研究的不足,提高公共项目的绩效管理水平和。由于面向结果管理的理论适用于其他管理领域,因此,本研究的预期研究成果可以推广到其他管理领域,特别是对公共项目投资具有重要的理论和现实意义。

同时,应用模糊神经网络算法构建公共项目的管理绩效模型也适用于其他管理领域,因此,本文提出的理论框架可以推广运用到其他管理领域,具有较强的理论和现实意义。

### 参考文献:

- [1] Hood C. A public management for all seasons[J]. Public Administration, 1991, 69: 3 - 19.
- [2] Fenwick J. Managing local government [M]. London: Chapman and Hall, 1995.
- [3] Whicker M L, Areson W T. Public sector management[M]. Sage: Greenwood Press, 2007.
- [4] Ibbs C W, Reginato J, Kwak Y H. Developing project management capability: benchmarking, maturity, modeling, gap analysis, and ROI studies[M]. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.
- [5] Rodney H. Improving the performance of earned value analysis as a construction project management tool[J]. Engineering, Construction and Management, 2000, 7: 399 - 411.
- [6] 符志民, 李汉铃. 绩效评价体系研究[J]. 系统工程与电子技术, 2001(9): 46 - 59.
- [7] 闫文周, 徐静, 吁元铭. 神经网络在工程项目管理绩效评价中的应用研究[J]. 西安建筑科技大学学报: 自然科学版, 2005(4): 557 - 560.
- [8] 赖茂宇, 郑建国. 模糊聚类在项目管理绩效评价中的应用研究[J]. 基建优化, 2006(6): 11 - 14.
- [9] Gad V, Shai R, Stuart S. Using data envelope analysis to compare project efficiency in a multi-project environment [J]. International Journal of Project Management, 2006, 24: 323 - 329.
- [10] Stewart W E. Balanced scorecard for projects[J]. Project Management Journal, 2001, 32: 38 - 53.
- [11] 孟宪海. 关键绩效指标 KPI——国际最新的工程项目绩效评价体系[J]. 建筑经济, 2007(2): 50 - 52.

- [12] Andersen E S, Jessen S A. Project evaluation scheme: a tool for evaluating project status and predicting project results [J]. Project Management, 2000, 6: 61 - 69.
- [13] Dey P K. Process re-engineering for effective implementation of projects [J]. International Journal of Project Management, 1999, 17: 147 - 159.
- [14] Barber E. Benchmarking the management of projects: a review of current thinking [J]. International Journal of Project Management, 2004, 22: 301 - 307.
- [15] Male S, Kelly J, Gronqvist M, et al. Managing value as a management style for projects [J]. International Journal of Project Management, 2007, 25: 107 - 114.
- [16] 贾康, 白景明. 如何认识和构建公共投资评审体系 [J]. 中国财政, 2003 (7): 9 - 10.
- [17] 黄霆, 申立银, 赵振宇, 等. 我国政府投资项目管理的现状分析 [J]. 建筑经济, 2005 (1): 16 - 20.
- [18] 张文娟, 王广斌. 大型公共项目的宏观经济贡献评价研究 [J]. 上海管理科学, 2007 (2): 64 - 67.
- [19] 肖维. 政府投资项目非财务评价体系探讨 [D]. 重庆大学, 2003.
- [20] 童宇鹏. 标杆管理对公共项目管理绩效的改善研究 [D]. 天津理工大学, 2006.
- [21] 王泽彩, 潘石. 关于构建财政支出绩效评价体系的若干思考 [J]. 社会科学战线, 2006 (4): 296 - 297.
- [22] 王汉梅, 邢棉, 段春明. 基于模糊神经网络的电厂建设项目经济效益后评价研究 [J]. 华东电力, 2010 (9): 1428 - 1431.
- [23] 徐君. 基于模糊神经网络的煤炭企业循环经济评价模型 [J]. 资源开发与市场, 2011 (3): 205 - 209.
- [24] 何永浪, 吴宗法. 发展结果导向的公共项目管理模式和方法研究 [J]. 经济论坛, 2009 (23): 10 - 13.
- [25] 何永浪, 吴宗法. 发展结果导向的公共项目绩效管理理念 [J]. 当代经济管理, 2009 (1): 52 - 54.

[责任编辑: 黄 燕]

## The Performance Evaluation Research of Public Project Based on Fuzzy Neural Network Model: A Study on the Construction of a Development-Results-Oriented Theoretical Framework

WU Zongfa<sup>1</sup>, MA Zhenpeng<sup>1</sup>, MENG Xiuhuan<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Department of International Trade, Shandong Vocational Institute of Clothing Technology, Tai'an 271000, China)

**Abstract:** The development-results-oriented performance evaluation research for public project at home and abroad is still in its infancy. In accordance with the designing and monitoring framework of public project performance management with the orientation of development results and on the basis of fuzzy neural network theoretical model, this paper attempts to construct performance evaluation model for public projects with reason, method, program, investment, activity as neural network input and the goals of the project, effectiveness, impact, outcome, yielding as output, thus providing theoretical guidance for the performance evaluation of public projects.

**Key Words:** development-results-oriented management; public project performance evaluation; fuzzy neural network; performance management; performance audit