

doi: 10.3969/j.issn.1006-7175.2019.10.011

基于多层次模糊和 BP 神经网络的水利 工程项目综合效益评价分析

王伟伟

(新疆伊犁河流域开发建设管理局, 新疆 伊宁 835000)

[摘 要] 以新疆某水利工程项目为例,运用多层次模糊综合评价法和 BP 人工神经网络法,通过建立包含经济效益、社会效益和生态效益的综合效益评价指标体系,对该项目的综合效益进行评价分析,两种评价方法得到的评价结果分数分别为 0.626 和 0.682,所得结论基本吻合,该水利工程项目综合评价结果为可行。采用两种方法进行综合评价,既可以将难以量化的定性问题转化为定量问题,又可以避免专家打分带来的臆断性的影响,可用于类似工程项目的综合评价中。

[关键词] 多层次模糊; BP 神经网络; 指标体系; 水利工程; 综合效益评价

[中图分类号] F4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-7175(2019)10-0065-05

Comprehensive Benefit Evaluation and Analysis of Water Conservancy Project Based on Multi - Level Fuzzy and BP Neural Network

WANG Wei - wei

(Xinjiang Yili River Basin Development and Construction Administration, Yining 835000, Xinjiang, China)

Abstract: Taking a water conservancy project in Xinjiang as an example, by using multi - level fuzzy comprehensive evaluation method and BP artificial neural network method, the comprehensive benefit evaluation index system including economic benefit, social benefit and ecological benefit is established, and the comprehensive benefit of the project is evaluated and analyzed. The evaluation results of the two evaluation methods are 0.626 and 0.682, respectively. The conclusion base is drawn. This coincidence shows that the comprehensive evaluation result of the water conservancy project is feasible. Using two methods for comprehensive evaluation can not only transform the qualitative problems which are difficult to quantify into quantitative problems, but also avoid the influence of experts' scores on conjecture, which can be used in the comprehensive evaluation of similar projects.

Key words: multi - level fuzziness; BP neural network; index system; water conservancy project; comprehensive benefit evaluation

[收稿日期] 2019 - 06 - 08

[作者简介] 王伟伟(1983 -),女(满族),山东德州人,经济师,学士,主要从事水利工程开发与建设工作。

0 引言

“十三五”以来,国家加快了基础设施建设力度,在交通、水利、市政方面投入巨大。但同时国家也在改变以往的发展理念,以前只注重经济效益,忽视社会、生态效益问题,产生了大量的负面效应^[1]。因此,对于水利工程而言,政府叫停或者放缓了许多中小型水利工程设施的开发建设,以保证社会经济的可持续发展。

为了使经济、社会、生态三者协调发展,充分论证水利工程建设项目的可行性,就必须提高项目综合效益评价的理论水平,并选择合适的评价方法和手段,才能使水利工程项目的效益评价结果更准确,更贴近于实际^[2-5]。在评价项目效益时,目前有多种方法,如专家评价法、经济分析法、灰色决策评价法、可拓决策评价法、AHP 法、模糊综合评价法、DEA 法、人工神经网络法等^[6]。其中,丰景春、黄飞燕等利用模糊评价法对水利工程规划建设的效果进行了评价分析^[7-8];刘昌宇、王振兴等则采用神经网络法对水利工程建设进行了综合评价分析^[9-10]。

虽然经历了多年的发展,但不同的评价方法均有其局限性,多层次模糊综合评价法成功将定性问题转化为定量分析,但其指标权重容易受专家主观臆断的影响。而人工神经网络法在一定程度上可以解决这一问题,因此综合运用评价方法成为提高项目评价结果可靠性的主要途径,其主要有两类:一是同时使用多种方法进行评价,然后对结果进行分析,得出最终评价;二是综合运用多种理论方法形成新方法,这种方法是一种趋势但难度极大且不易成熟。考虑到上述情况,本文综合采用多层次模糊综合评价和 BP 神经网络分析法对某水利工程项目进行综合评价,以期工程的建设实施提供借鉴与参考。

1 工程概况

新疆伊犁河流域 B 渠工程总长 200 km 以上,主要由输水明渠及渠系建筑物(闸、涵)、隧洞、输水涵洞、输水渡槽、退水系统、防洪系统及伴渠道路、农渠管理站、变电所等附属设施等组成。渠道工程设计控制灌溉面积 $5.0667 \times 10^4 \text{ hm}^2$,灌区主要包括 3 个行政乡,由多民族构成,总人口

约为 10.5 万人,区内主要以种植业、园林和畜牧业为主,人均收入 13 044 元。区内多年平均气温 5.9°C ,多年平均降雨量 412.1 mm,多年平均蒸发量约为 1 550 mm,区域内主要垂直自上而下的土壤分布形式为高山草甸土、亚高山草甸土、灰褐色森林土、山地黑钙土以及山地栗钙土。

2 评价方法简介

2.1 多层次模糊综合评价法

模糊评价法在因素较多时,指标的权重分配较为困难,有些指标也难以定量。在此基础上进行改进,形成多层次模糊评价分析法,使难以量化的定性问题得以量化解决,并根据行业内有权威的专家进行打分获得指标权重,从而计算得到评价结果。此方法的计算过程为:①确定建设项目综合评价因素集 A ;②对各个评价因素进行权重计算,确定 W ;③对隶属度进行计算,得到评价矩阵 R ;④将 W 和 R 进行相乘,得到综合评判指标矩阵 P ,获取最优方案。

2.2 BP 人工神经网络评价法

BP 人工神经网络利用多层网络结构,通过内部样本训练获得指标权重,避免了专家打分管臆断性的影响,其由输入、输出和隐含层组成,见图 1。其主要计算过程如下:①赋初始权值(初始化);②输入学习样本;③进行正向计算;④进行反向计算,获得误差 δ_{jk} ;⑤对权重值进行修正;⑥判别,若计算满足 $k+1 > N$ 且 $E < \varepsilon$,则计算终止,否则重复步骤②~⑥进行计算。

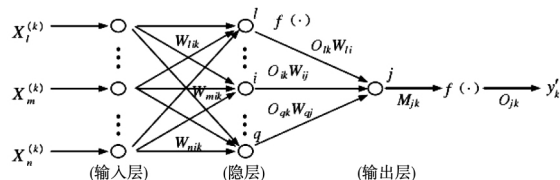


图 1 BP 神经网络模型

3 指标体系的建立

遵循持续性、和谐性、以人为本、公众参与、公平性原则,从经济、社会、生态环境 3 方面进行评价分析。其中,目标层为水利工程项目综合效益评价体系,准则层包括经济效益指标、社会效益指标以及生态环境效益评价,指标层为盈利能力、效益分配效果、社会就业效果、水土保持评价

指标、生态环境效果等 16 个指标,分指标层则是 (由于涉及内容较多,版面有限,在文中不一一列出)对各指标进行分解定义并使其公式化、明细化 (出),建立的指标体系见表 1。

表 1 B 渠工程建设项目综合效益评价体系

目标层 A	准则层 B	指标层 C	分指标层 D
B 渠工程建设项目 综合效益评价	经济效益	国民经济盈利能力、财务盈利能力 促进地区综合发展、社会就业效果、收入分配效果	分解定义、 公式明细化
	社会效益	占地、项目支持率和公众参与、促进文化教育卫生发展 水土保持效果、节约资源、水资源利用效率	
	生态效益	对农业生态的效应、对林业的生态效益 对畜牧业生态效应、旅游效益、稀有动植物保护效果	

4 评价结果分析

4.1 多层次模糊综合评价法结果分析

根据建立的 B 渠工程建设项目综合效益评

价体系,建立 B 渠工程综合效益的多层次模糊综合评价模型,见图 2。将整体工程分为有项目(实施项目)和无项目(未实施项目)两种方案进行对比分析。

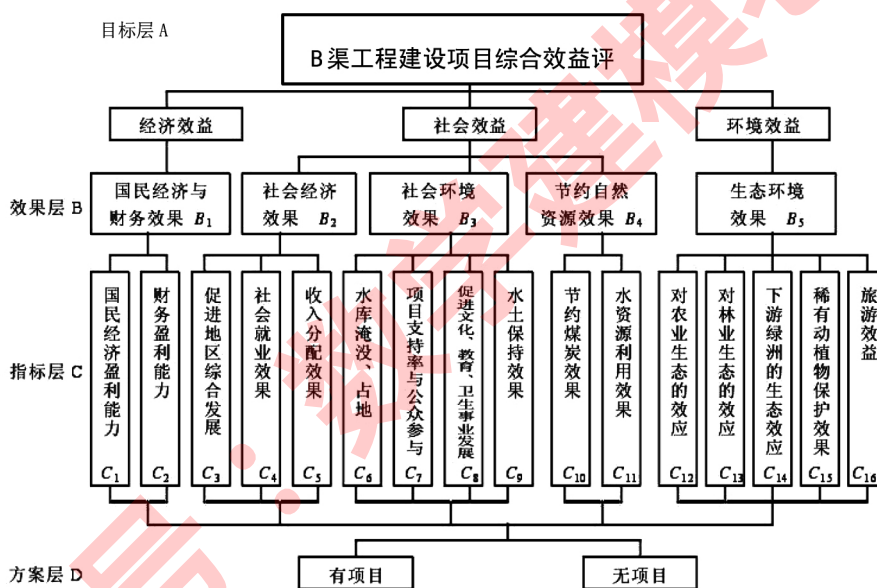


图 2 多层次模糊综合评价模型结构

现将主要计算过程说明如下:

1) 构建评价因素集 $A = [B1 \ B2 \ B3 \ B4 \ B5]$ 。

2) 根据 11 位专家评价结果,构造两两判断矩阵(表 2),采用德尔菲法确定各效果层相互之间的重要性,经归一化处理后,得到效果层权向量 $W = (0.195, 0.195, 0.195, 0.277, 0.138)$,经一致性检验得到 $C_r R_* = 0.027 < 0.1$,表明其具有良好的一致性结果;对专家确定的指标权重值进行排序,得到指标层的权重向量 $W = [0.068, 0.039, 0.070, 0.031, 0.041, 0.066, 0.043, 0.049, 0.075, 0.122, 0.155, 0.084, 0.038, 0.026, 0.046,$

0.058]。

表 2 判断矩阵示例

A	B1	B2	B3	B4	B5
B1	1	1	1	1	1
B2	1	1	1	1	1
B3	1	1	1	1/2	2
B4	1	1	2	1	2
B5	1	1	1/2	1/2	1

3) 然后,确定评语集 $V = \{V1(\text{很好}) \ V2(\text{较好}) \ V3(\text{一般}) \ V4(\text{较差}) \ V5(\text{很差})\}$,标准隶属度函数为 $U = \{U1(1.0) \ U2(0.8) \ U3(0.5) \ U4(0.2) \ U5(0.0)\}$,通过计算得到评价矩阵 R:

$$R = \begin{bmatrix} 0.755 & 0.555 & 0.736 & 0.536 & 0.582 & 0.736 & 0.609 & 0.509 & 0.636 & 0.873 & 0.809 & 0.89 & 0.582 & 0.664 & 0.582 & 0.345 \\ 0.282 & 0.145 & 0.345 & 0.364 & 0.282 & 0.291 & 0.218 & 0.327 & 0.400 & 0.227 & 0.391 & 0.364 & 0.500 & 0.345 & 0.527 & 0.245 \end{bmatrix}^T$$

4) 将指标权向量 W 和评价矩阵 R 进行相乘, 获得综合评判指标矩阵 $P = [0.626 \ 0.306]$ 。可见, 在有项目情况下, 评价结果为 0.626; 无项目时, 评价结果为 0.306, 实施项目后的整体评价结果远大于未实施项目的评价结果, 表明该水利

工程可行。

4.2 BP 神经网络综合评价法结果分析

根据分析成果, 建立 BP 神经网络综合评价模型结构, 见图 3。

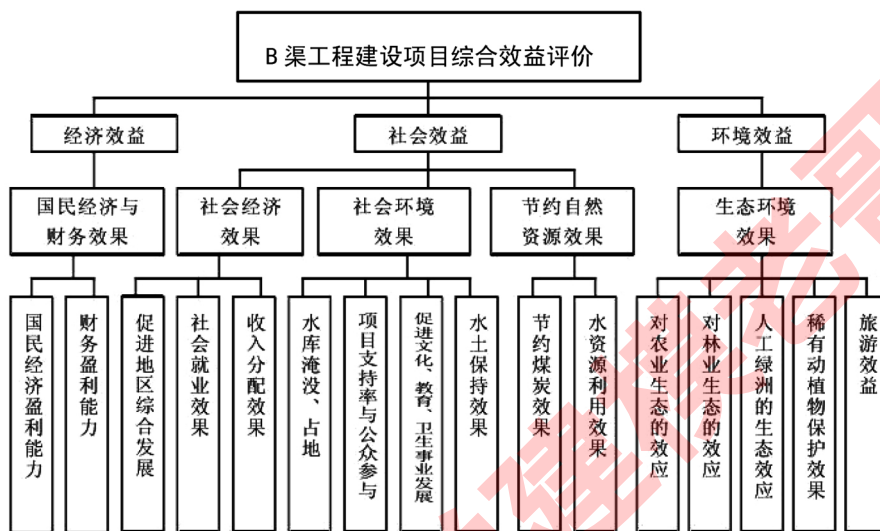


图 3 BP 神经网络综合评价模型结构

根据模型结构, 将指标层作为神经网络的输入节点, 隐含层的传递函数则选用 Sigmoid 函数

(并通过试算最终确定为 8 个节点), 输出层则采用 Purelin 函数, 所采用的网络拓扑结构示意图 4。

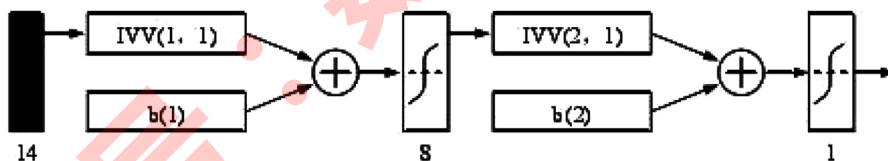


图 4 网络拓扑结构

主要计算分析过程如下:

1) 选取 6 组工程项目的相关数据作为训练样本数据, 并增加 2 组数据作为检验样本数据, 以确保输出结果与专家评价结果相接近, 经过 2 614 次训练分析后, 得到 6 组数据训练曲线与目标曲线的误差分析结果, 见图 5。从图 5 中可以看到, 采用的样本数据经过多次训练后, 趋于目标曲线, 满足期望误差的相关要求; BP 网络训练输出结果与多层次模糊评价结果对比结果见表 3。

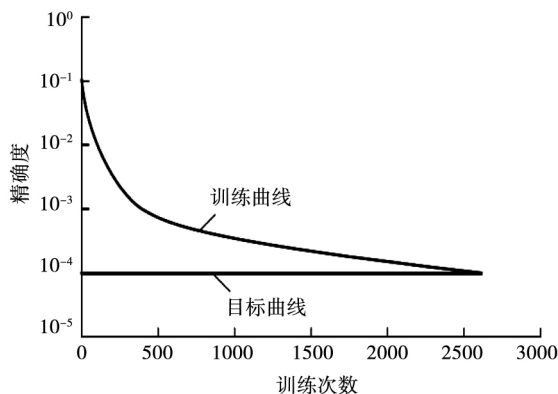


图 5 训练情况

表 3 BP 网络训练输出结果与多层次模糊评价结果对比

项目组编号	专家评价结果	实际输出结果
1	0.392	0.388
2	0.780	0.769
3	0.711	0.720
4	0.210	0.211
5	0.789	0.806
6	0.778	0.767
7	0.380	0.129
8	0.626	0.560

2) 将检验组数据输入到已经训练好的网络模型中,最终得到的评价指数为 0.1292 和 0.5696。结果表明,第八组的评价结果优于第七组,且与专家利用多层次模糊评价法得到的结果基本吻合,可用于该工程的社会评价中,并排除了认为主观因素的影响。

3) 将各指标的数据输入到训练好的神经网络模型中,获得各评价指标的最终评价分数,见表 4。经过已训练好的网络模型最终计算得到的该工程的综合效益评价分数为 0.682,表明 B 渠工程建设项目是可行的。

表 4 B 渠工程建设项目各指标综合效益评价结果

评价指标	评价得分结果
国民经济盈利能力	0.685
财务盈利能力	0.562
促进地区综合发展	0.701
社会就业效果	0.482
收入分配效果	0.636
水库淹没、占地	0.582
项目支持率与公众参与	0.618
促进文化、教育、卫生事业发展	0.685
水土保持效果	0.702
对农业生态的效应	0.827
对林业生态的效应	0.572
人工绿洲的生态效应	0.618
稀有动植物保护效果	0.623
旅游效益	0.403
节约煤炭效果	0.900
水资源利用效果	0.853

4.3 两种方法结论对比

从以上分析可知,基于多层次模糊评价法得到的 B 渠工程建设项目综合效益评价得分为 0.626,而基于 BP 人工神经网络法得到的 B 渠工程建设项目综合效益评价得分为 0.682,两种方法计算结果基本吻合,表明该工程项目的综合评价结果为可行。

5 结 论

本文利用多层次模糊评价法和 BP 人工神经网络法对新疆伊犁地区某渠道水利工程的项目效益进行了综合评价,从综合评价结果来看,B 渠工程建设项目可行。综合评价方法可避免单一评价方法的局限性所带来的评价误差,可提高项目整体的评价准确性,评价方法对于其它工程而言具有借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 董哲仁. 水利工程经济效益与生态功能综合评价的矩阵方法[J]. 水利学报, 2006(9): 1038-1043.
- [2] 张行治. 水利工程项目综合效益评价研究[J]. 南方农机, 2019, 50(4): 71.
- [3] 周永恩. 水利工程项目效益评价问题探析[J]. 科技信息, 2012(29): 344-345.
- [4] 张治旻. 大型水利工程综合效益评价与提升研究[J]. 湖南水利水电, 2009(5): 83-85.
- [5] 郭丽朋, 朱强, 张元可. 小型农田水利工程综合效益评价与分析: 以河南泌阳县为例[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(10): 3124-3125.
- [6] 葛举刚. 探究中小型水利工程施工质量控制及评价方法[J]. 河南水利与南水北调, 2015(8): 48-49.
- [7] 丰景春, 高佳旭. 基于 AHP 的水利工程建设管理信息化项目模糊综合评价[J]. 项目管理技术, 2012, 10(11): 38-42.
- [8] 黄飞燕. 水利工程规划模型多层次模糊评价研究[J]. 内蒙古水利, 2015(5): 11-12.
- [9] 刘昌宇, 王博辉. 人工神经网络在水利工程方案综合评价中的应用[J]. 水利科技与经济, 2012, 18(6): 51-52.
- [10] 王振兴. 基于神经网络的水利工程建设项目风险评估[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2013, 10(1): 57-59.