

# 基于 GA-BP 的大型建设工程社会影响评价指标体系研究

贾广社, 杨芳军, 游锐, 洪宝南, 张军青, 夏志坚

(同济大学 工程管理研究所, 上海 200092)

**摘要:**在建设工程社会学理论框架的基础上,分析了大型建设工程的社会作用机理及形式,构建了三层指标体系,运用专家打分及 GA-BP 混合算法确定了各指标权重,通过定性与定量相结合的方法对大型建设工程的社会影响进行了评价。

**关键词:**社会影响评价;指标体系;大型建设工程;GA-BP 混合算法

**DOI:** 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.19.038

中图分类号: F062.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)19-0148-05

## 0 引言

大型建设工程在促进可持续发展、环保、文化等方面的正向社会效应是有目共睹的,但随着工程建设项目的规模和数量的迅速膨胀,一系列的社会问题也被放大,对人们的就业、教育、分配、社保、稳定等方面产生了不可忽视的影响。要解决由大型建设工程所引发的社会问题,关键在于对其“社会效益”的功能引导与宣传,从“造福人类”的基点出发,用定性与定量相结合的方法评价大型建设工程的社会影响。

大型建设工程社会影响评价指的是在政府部门的监督下,由项目建设方或受委托的第三方咨询机构对投资大、规模大、涉及利益相关群体多、对区域经济、政治和文化发展有较大影响的大型建设工程进行社会影响分析和检测,提供政策建议,加强其正面效应的释放,抑制或减弱负面效应的影响,规避或降低因社会风险可能形成的损失,促进项目顺利实施,形成项目建设和社会发展的双赢局面。

尽管有很多专家和机构对社会影响评价进行了长时间的研究,其研究内容涉及道路、交通、水利等工程<sup>[1-3]</sup>,但其社会影响评价内容宽泛而模糊,缺乏有效的度量估计或者定量指标。正是基于这样的背景,本研究在前人的基础上,从社会学的跨学科角度出发,对大型建设工程的社会影响进行详细的探讨和分析,并且建立了针对大型建设

工程的指标体系,通过验证其合理性,以期对国家的大型建设工程提供一定的指导与参照。

## 1 文献综述

### 1.1 社会影响起源

自 20 世纪 70 年代开始西方国家逐渐重视社会影响评价以来<sup>[4]</sup>,经过 30 余年的发展,随着社会影响评价理论和经验的累积,社会影响评价也逐步完善起来,使社会影响评价从最初的“找出、分析及评估一个特定事件所产生的社会影响”<sup>[5]</sup>发展至“分析、监测及管理人为或非人为的社会影响,研究规划、项目、程序及政策的正面或负面影响以及任何干扰下产生的社会变化,其主要目的是提供更可持续及平等的生态及人类环境”<sup>[6]</sup>。我国的社会影响评价研究起步于 20 世纪 90 年代<sup>[7]</sup>,较西方国家要晚近 20 年,但随着我国发展观念的变化,社会影响评价的研究和应用在我国得到了广泛关注和快速发展。

### 1.2 社会影响评价内容

综观国内外社会影响评价内容,可以分为横向和纵向两个维度:

(1)横向上主要是从内容的具体对象上来评价,重点包括 3 个方面的内容:一是对与投资项目相关的利益相关者的评价,包括考虑社会文化及人口统计特征等;二是对项目地区人口生产活动、社会组织的评价,比如项目地区流

收稿日期: 2010-07-28

基金项目: 上海市科委软科学基金项目(09692103900)

作者简介: 贾广社(1956-),男,山东人,同济大学经济与管理学院副教授,研究方向为项目管理成熟度、大型建设项目管理;杨芳军(1987-),男,浙江人,同济大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为建设工程社会学;游锐(1985-),男,福建人,同济大学经济与管理学院硕士研究生,研究方向为建设工程社会学。

行的居民模式和家庭体系特点、劳动力的可获得性和所有制的形式等; 三是对项目的文化可接受性及预期受益者需求的一致性评价, 即考虑项目地区的价值观、风俗习惯、信仰和感知需要。

(2) 纵向上主要是从项目的进程上进行社会影响评价, 如图 1 所示。

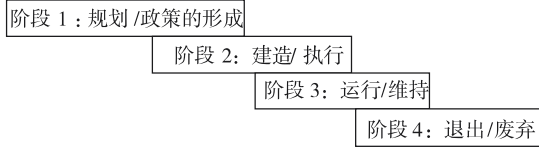


图 1 社会影响评价全过程

一个完善的评价应该在每一个阶段都要进行相应的对象内容的评估, 这样将会形成一个矩阵, 但目前来说, 这样的评估模式还并不常见。随着社会影响评价的发展, 这种方式将会越来越普遍。

### 1.3 社会影响评价指标体系

评价内容只是提出了一个评价的框架, 在具体执行评价时需要建立一个具有实际操作性的评价指标体系。随着社会影响评价理论和实践的发展, 社会影响指标体系也经历了一个指标数量越来越多、涵盖范围越来越广、指标分类越来越明晰的发展过程。

由于国内外发展阶段的不同和社会环境的差异, 在社会评价指标体系的建立上也有明显的差异。从评价项目的对象来说, 国外的社会影响评价对象更为广泛, 涵盖了从人到自然各个方面<sup>[8]</sup>; 而国内往往是针对具体的某个项目所带来的区域性影响, 目前最常见的是对交通系统和水利系统项目的社会影响评价<sup>[9]</sup>。从具体的指标上来看, 国外更倾向于对人的关注, 关于项目对个人所产生的社会影响指标列得极其详细; 而国内则更多地强调项目对区域或者社会的整体性长远效应, 这跟我国的发展阶段是相关的。尽管如此, 这些年来随着“以人为本”观念的不断深入和建立和谐社会的目标激励, 我国和国外的指标体系越来越靠近, 而这也是指标建立的总体趋势。

## 2 大型建设工程社会影响评价指标体系的构建

在社会影响评价文献研究的基础上, 以工程学、社会学跨学科视野, 依据建设工程社会学理论框架<sup>[10]</sup>, 分析建设工程对社会产生影响的内在原因和建设工程对外部大社会产生影响的表现形式, 从经济效应、环境效应、文化效应、政策效应 4 个方面推导出指标准则, 兼顾了个人与集体, 局部与整体, 构建了适合发展中国家大型建设工程的专项社会影响评价指标体系, 重点关注大型建设工程与社会之间的互动, 集中考察大型建设项目与外部社会的相适性(见表 1)。

大型建设工程对于社会的影响除了从内容维度进行区别之外, 还应从影响范围与影响阶段来进行相应区分, 才可以做到全面的、没有遗漏的社会影响评价。本文结合前人的研究成果, 认为社会影响评价除了评价内容维度之外, 还应包括影响过程维度和影响层面维度, 如图 2 所示。

表 1 大型建设工程社会影响评价内容

目标层	准则层	领域层	指标层
大型建设工程社会影响评价内容	经济效应	个人	收入水平
			消费支出
			工作负荷(维持基本生活水平所付出的劳动)
	区域	区域	资源获取(包括投资渠道、额外财富等)
			对区域规划的影响
			对当地产业链的影响
	国家	国家	对政府财政的影响
			对当地 GDP 的影响
			对对外交流的作用(特指经济、技术方面)
	环境效应	自然	对国民经济健康发展的贡献
			对国家大型设施布局的影响(如三峡、南水北调等)
			对生态链的影响
			对大气的污染
			对地质水文的影响
			对自然景观的影响
			噪音污染的影响
			光污染影响
			邻里关系的变动(邻居相处是否更为融洽)
			家庭和朋友网络的变化
文化效应	文化	隐私保护的变化	
		人情关系的变动(应酬交际上所花的精力)	
		社区服务的获得	
		对工作机会的影响	
政策效应	人	所承受的社会压力(社会对“异端”的容忍度)	
		社会角色的重新定位(工程前后身份、地位等的变化)	
		对社会参与度的影响(是否更好地融入社会)	
		传统物质文化(包括历史遗迹、文物等)	
制度	制度	传统非物质文化(包括方言、民间艺术等)	
		新型工程的技术创新	
		现代的建筑艺术	
		当代的工程价值观	
政治体系	政治	工程的影响人群数量	
		工程引起的人口迁移	
		当地人口密度的变化	
		人口构成的变化	
系统	系统	社会保障	
		社会福利	
		法律系统	
		社区组织	
统	统	个人权利的保障(政治权利)	
		参政议政的程度	
		政府权力分配	
		社会公正程度(政治意义上的平等)	

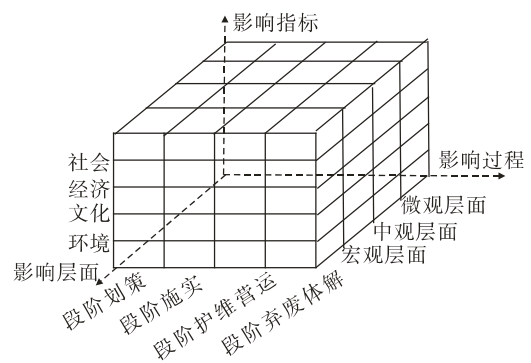


图 2 大型建设工程社会影响的三维指标体系

### 3 基于 GA-BP 的大型建设工程社会影响评价计算模型

大型建设工程的社会影响分析是一个多属性的综合评价问题，其评价关键在于如何更加客观合理地确定权重。国内外文献中采用的方法主要有模糊评价法、层次分析法(AHP)、神经网络等。这些方法有着共同的不完善之处：确定指标权重的方法大多是由评估人员凭借个人经验进行的，主观随意性较大；计算复杂、求解烦琐，如每组数据都必须按项逐个确定权重值与相关系数，自动化程度低<sup>[11]</sup>。

本文基于遗传算法优化 BP 神经网络算法建立了建设工程社会影响评价模型。模型利用 BP 神经网络的函数逼近能力，模拟大型建设工程评价指标与社会影响度之间的非线性函数关系，能较为准确地模拟专家评定工作，避免评价过程中人为因素和模糊随机性的影响，实现较为客观的评价大型建设工程的社会影响。此外，为克服 BP 神经网络收敛慢、易陷入局部极小值、泛化能力差等缺陷，引入遗传算法和对比分析方法，优化 BP 评价网络的权值、阈值和网络结构。

#### 3.1 GA-BP 混合算法

遗传算法是由美国 Michigan 大学 Holland 教授提出的一种借鉴生物界自然选择和自然遗传机制的随机搜索算法<sup>[12]</sup>。它模拟了自然选择和自然遗传过程中发生的繁殖、杂交和突变现象。在利用遗传算法求解问题时，问题的每个可能的解都被编码成一个“染色体”，即个体，若干个个体则构成了一个群体(所有可能解)。遗传算法是一个由可行解组成的群体逐代进化的过程<sup>[13]</sup>。它不仅体现了适者生存、优胜劣汰的进化原则，同时具有较强的鲁棒性和自适应性，作为一种新的优化搜索算法，其强大的搜索能力越来越广泛地应用到各个领域。但是，它也存在自身的局限性，比如当遗传算法迅速找到最优解大致方位时，无法精确地确定最优解的位置，即只能找到最优近似解。此外，遗传算法参数的选取也会影响最优结果。

BP 神经网络首先输入已知学习样本，通过设置的网络结构和前一次迭代的权值和阈值，从网络的第一层向后计算各神经元的输出。然后，从最后一层向前计算各权值和阈值对总误差的影响(梯度)，据此对各权值和阈值进行修改。以上两个过程反复交替，直到达到收敛为止<sup>[14]</sup>。BP 神经网络很强的容错性、自学习、自适应能力等优点使它得以广泛地应用于各个领域；但是也存在一些不足，如收敛速度较慢且容易陷入局部极小值等缺点。

为了充分发挥遗传算法和神经网络的优点，将遗传算法与 BP 神经网络算法(GA-BP)进行混合训练。首先利用遗传算法对初始权值进行优化，在解空间中定位出一个极好的搜索空间，然后运用 BP 网络算法在这个小的解空间中搜索出最优解。这样，利用遗传算法的高搜索效率与全局搜索能力以及 BP 算法局部搜索能力强的各自优点对神经网络进行混合训练，既克服了 BP 算法收敛速度慢、容易陷入局部最优的缺点，又克服了遗传算法难以进行局部优化，因此只能寻找到近似最优解的缺陷。

#### 3.2 GA-BP 模型的建立

遗传算法优化神经网络的实现主要包括以下步骤：

(1)选定网络结构和学习规则。随机产生一组网络权重值，完整的神经网络权重值  $W_i$  为：

$$W_i = \{w_{1i}, w_{2i}, w_{3i}, b_{1i}, b_{2i}, b_{3i}, i = 1, 2, \dots, P\}$$

相当于一个染色体，随机产生这样的染色体共  $P$  个，也就是种群的规模。

(2)将每个染色体对应的初始权值和阈值代入 BP 网络，计算在每个对应染色体下神经网络的训练误差  $E_i$ ，从而得到染色体的适应值：

$$f(i) = VM / E_i$$

式中， $M$  为一个的大数，这是为了防止适应值太小。这样，遗传算法还是朝着使适应值函数增大的方向进化。

(3)选择若干适应值最大的个体构成父本。选择概率为：

$$P_k = f(i) / \sum f(i)$$

式中  $f(i)$  为第  $i$  个个体的适应值。在进行选择运算时，上一代中适应值最大的染色体直接进入下一代，而不进行交叉变异等遗传操作，这样可以防止最佳染色体的退化。

(4)利用交叉、变异等遗传操作算子对当前代群体进行处理，产生出新一代群体，即

$$P_1 = aP_1 + (1 - a)P_2$$

$$P_2 = (1 - a)P_1 + aP_2$$

(5)变异运算与上述交叉运算一样，选出两条不同染色体的不同基因座上的基因进行变异。

(6)重复上述(2)、(3)、(4)、(5)步骤，使权值分布不断进化，直至得到 BP 网络误差最小的一组完整的初始权值和阈值。

(7)将训练好的初始权值带入建立好的 BP 神经网络，进行神经网络训练。

具体 GA-BP 算法流程如图 3 所示。

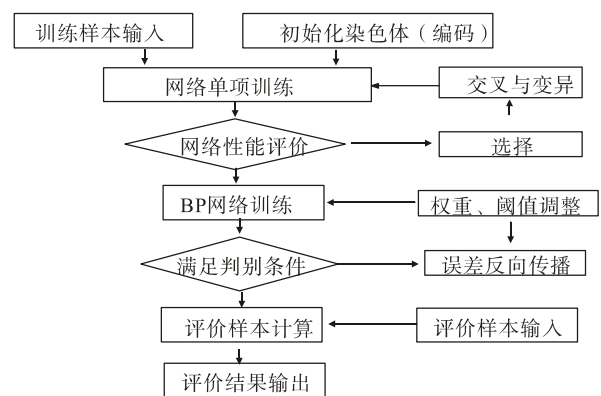


图 3 GA-BP 的算法流程

#### 3.3 基于 GA-BP 的大型建设工程计算模型的建立

##### 3.3.1 样本数据获取

GA-BP 网络训练的样本数据获取主要包含以下两种来源：

首先，通过调查问卷方式，邀请行业内专家根据自身的知识和经验，对各项指标在传导大型建设工程社会影响度中所占的权重进行评判，获取指标权重值。此次调查共发出 50 份问卷，收回 37 份，其中有效问卷 35 份，有效回

收率为 70%。

在有效问卷中, 答题者具有高级职称(即高级工程师、教授)为 29 名, 比例为 83%, 从业时间达 20 年以上的有 18 名, 比例为 51%。

其次, 由于缺乏相应的实际案例数据, 根据遗传神经网络的工作原理, 我们通过计算机程序随机生成 35 组项目的评价指标值, 取值为 5、4、3、2、1 中的任意数, 代表 5 个不同级别。取值越大, 说明该项指标得分越高, 并将指标值和依据专家评判出的指标权重通过线性加权法计算出最终评价值。

### 3.3.2 GA-BP 算法的模拟

(1)建立神经网络模型。该网络模型为单隐层感知器模型, 总共有 3 层, 即输入层、隐含层以及输出层。依据整个决策模型的构建思路, 可以确定输入节点与输出节点的数目分别为 43 和 1。输出层为一数值, 表示大型建设工程对社会影响度的大小。但是, 隐含层内的节点数目则需要根据经验优化关系计算, 同时利用 MATLAB 软件进行大量的模拟和尝试来最终确定。隐含层的节点数根据经验优化关系计算:

$$L = \sqrt{m + n + a}$$

式中, L 表示隐含层神经元数, m 表示输入层节点数, 本文为 43, n 表示输出层节点数, 本文为 1, a 为 1 至 10 的任意整数。

本文建立了初始种群规模 M 为 25, 交叉概率  $P_c$  为 0.80,

表 3 GA-BP 神经网络的训练结果

样本编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
网络训练结果	2.952	2.874	2.654	3.086	3.048	2.980	2.938	2.929	3.010	3.273
期望输出	2.953	2.872	2.654	3.085	3.047	2.982	2.939	2.930	3.008	3.275
样本编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
网络训练结果	2.843	2.992	3.057	2.847	2.842	3.016	3.247	3.079	3.101	3.472
期望输出	2.842	2.992	3.058	2.848	2.842	3.016	3.247	3.080	3.100	3.472
样本编号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
网络训练结果	3.324	3.296	2.999	2.951	3.256	2.878	3.173	2.899	3.314	2.977
期望输出	3.325	3.296	2.999	2.950	3.257	2.878	3.173	2.898	3.314	2.977

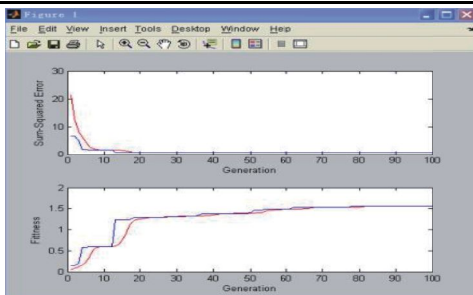


图 4 误差平方和曲线和适应度曲线

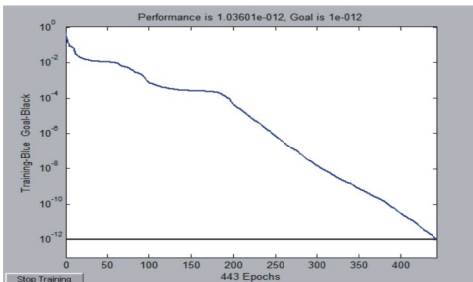


图 5 网络训练结果(训练函数 trainscg)

将 5 组数据分别输入到训练好的网络中, 再将 GA-BP 神经网络的训练结果与期望输出进行比较, 如表 4 所示。

变异概率  $P_m$  为 0.07, 进化代数 100 的遗传算法优化学习率  $\eta$  为 0.1, 方差目标为  $1e-012$  的 BP 网络, 通过对 8, 9, 10... , 17 等 10 个节点数量的模拟运算, 比较其训练值与输出值均方差、运算次数、目标值与预测值均方差 3 个指标, 见表 2 所示。

表 2 隐含层节点数的相关数据比较

节点数指	训练均方差	输出均方差	运算次数
8	0.021 38	0.418 9	733
9	0.003 62	0.225 0	280 1
10	0.002 46	0.304 1	278 8
11	0.000 10	0.502 4	303 3
12	5.414e-012	0.466 3	604
13	2.2811e-005	0.353 5	302 2
14	3.5731e-012	0.116 8	152 3
15	2.0270e-012	0.244 4	814
16	3.4604e-012	0.408 1	224 5
17	1.1410e-012	0.693 2	605

从表 2 可知, 在输入节点与输出节点为 43 个和 1 个时, 如果隐含层内的节点数目为 14, 我们可以在较少的训练次数实现较好的拟合和误差最小的预测。由此, 我们将网络模型中隐含层内的节点数目选定为 14 个。

以 MATLAB7.0 为工具, 将前 30 个实例作为训练样本, 后 5 个实例作为检测样本。设置初始种群规模 M 为 25, 交叉概率  $P_c$  为 0.80, 变异概率  $P_m$  为 0.07, 进化代数 100 的遗传算法优化学习率  $\eta$  为 0.1, 方差目标为  $1e-012$  的 BP 网络, 训练结果见表 3, 如图 4 和图 5 所示。

可以看出, GA-BP 神经网络模型能够比较准确地进行大型建设工程社会影响度的计算, 且计算结果的偏差相对稳定。

表 4 网络预测效果检验

样本编号	31	32	33	34	35
网络训练结果	3.290 9	3.287 3	3.273 3	2.977 6	2.970 2
期望输出	3.152 0	3.249 0	3.076 0	2.905 0	3.027 0
相对误差(%)	4.41	1.18	6.41	2.44	1.88

## 4 结论与建议

### 4.1 研究结论

(1)梳理了建设工程社会影响评价的起源及国内外发展现状, 归纳了国内外社会影响评价的内容及指标体系特征。

(2)从社会学跨学科视角, 基于建设工程社会学理论提出大型建设工程社会影响评价体系, 建立了 BP 网络影响评价模型, 确定了指标之间的权重关系, 形成定性和定量分析相结合的评价体系。

(3)为克服 BP 弱点, 采用遗传算法优化 BP 神经网络各评价指标的权值、阈值和网络机构。经过实验对比, 经遗传算法优化后的 BP 神经网络的拟合精度、准确度、效率大

幅提高。

(4)提出“影响指标-影响层面-影响过程”三维大型建设工程社会影响评价概念模型和基于GA-BP的大型建设工程社会影响评价指标权重计算模型,并将于下阶段的实证研究中进一步验证及完善概念模型和计算模型。

#### 4.2 政策建议

大型建设工程社会影响评价作为有效的反馈控制手段,能够很好地从项目的前期阶段对大型建设工程进行影响评价,可以及早发现并解决可能存在的社会问题,防患于未然。但现阶段我国的建设项目影响评价的应用现状不甚乐观,因此课题组认为应从以下几方面来进一步完善与落实大型建设工程的社会影响评价制度:

一是重视大型建设工程项目的社会影响评价研究。投资管理体制改革促使政府的角色产生了转变,政府逐步向公共事务管理者的角色进行转变,重点关注建设项目涉及的公共性与外部性等问题,而不再是以往的经营者的角色—仅关注工程内部效益问题。角色转变后的政府需要有效的方法来助其管理与评价建设项目的社会影响。这是大型建设工程项目社会影响评价得到进一步深入研究的客观有利条件。

二是通过立法规范大型建设工程项目的社会影响评价工作。大型建设工程项目的社会影响评价是政策性很强的项目评价工作,必须在法规与政策层面对建设项目的社会影响评价提出明确要求和具体规定,这样才能有效实施:

规范大型建设工程项目的社会影响评价工作,进一步规范评价的程序、内容和形式,制定社会影响评价流程及内容,并针对各行业建设项目的不同特点建立相应的评价指标体系、评价标准以及操作规范。需要切实提升从业人员的素质。建议政府相关部门应当明确规定从事建设项目社会影响评价的机构与专业人才的资质条件等。

三是融合多学科共同研究大型建设工程项目的社会影响评价。当代的大型建设工程呈现出复杂巨系统的特点,由于系统本身的复杂性必然需要联系和应用本学科外的相关知识,如规划学、经济学、社会学及人类学等,仅凭一个学科是很难做出好的社会影响评价方案的。多学科的融合会成为社会影响评价研究未来的发展趋势。

#### 参考文献:

- [1] 夏立明,孙丽.可持续发展高速公路社会影响评价指标及度量[J].武汉理工大学学报,2008(12).
- [2] 杨笑冬.水利项目社会影响评价在国外的开展[J].水利经济,1991(4).
- [3] 中国国际工程咨询公司.中国投资项目社会评价指南[M].北京:中国计划出版社,2004.
- [4] SALIM MOMTAZ. Institutionalizing social impact assessment in Bangladesh resource management: limitations and opportunities [J]. Environmental Impact Assessment Review, 2004, 25: 33-45.
- [5] KENNETH BROAD. Book reviews of the international handbook of social impact assessment: conceptual and methodological advances [J]. Agricultural Systems, 2005, 83: 101-111.
- [6] Henk A. Becker. Social impact assessment—European [J]. Journal of Operational Research, 2001, 128: 311-321.
- [7] 杨华均,杨庆媛,谢德林,等.工程项目社会影响评价的回顾与展望[J].中国农学通报,2007,23(8):588-593.
- [8] Frank Vanclay. Conceptualising social impact. Environmental Impact [J]. Assessment Review, 2002, 22: 183-211.
- [9] 李强,史玲玲,业鹏飞,等.探索适合中国国情的社会影响评价指标体系[J].河北学刊,2010,30(1):106-112.
- [10] 毛如麟,栗晓红,游锐.建设工程社会学导论[J].科技进步与对策,2009,26(21):76-80.
- [11] 雷英杰,张善文,李续武,等.遗传算法工具箱及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [12] J.E. Baker. Adaptive Selection Methods for Genetic Algorithms [C]. Proc. ICGA1. 1985: 101-111.
- [13] 周开利.神经网络模型及其MATLAB仿真程序设计[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [14] 李敏强,徐博艺,寇纪淞.遗传算法与神经网络的杂合[J].系统工程理论与实践,1999,19(2):65-69.

(责任编辑:胡俊健)

## Research on the Assessment Indicator System of Social Impact of Large-scale Construction Project Based on GA-BP Method

Jia Guangshe, Yang Fangjun, You Rui, Hong Baonan, Zhang Junqing, Xia Zhijian  
(Institute of Engineering Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** The large-scale construction project make the tremendous influence to the project locus and the peripheral scope's society in total life cycle. The social impact assessment of large-scale construction project appraises the forward and the negative influence. With the construction project sociology theory frame, this paper proposes the indicator systems with three layers, and uses the expert allocation and the GA-BP method to definite various targets weight.

**Key Words:** Social Impact Assessment; Indicator System; Large-scale Construction Project; GA-BP Method