

基于神经网络工程项目成本风险分析与评价

朱宾梅, 颜梦颖, 张 浩

(西安建筑科技大学管理学院, 陕西 西安 710055)

摘 要:从工期、质量和成本三要素之间的关系出发,分析业主、施工单位、设计院和监理方四个利益相关方的不当行为对工程项目成本所产生的影响,得到工程项目成本风险因素,通过建立工程成本风险分析模型,运用人工神经网络对工程项目总成本风险进行评价,得到总成本风险对于各风险因素的敏感度,确定最为敏感因素,为项目管理人员进行工程成本风险管理提供依据。

关键词:成本风险;神经网络;分析;评价

中图分类号:TU-9

文献标志码:A

文章编号:1006-7930(2012)05-0744-05

成本管理作为工程项目管理的一个主要的方面,其管理的对象是正在建设的工程项目,由于工程项目是由多个利益相关方参与,导致工程项目成为一个复杂的系统.在工程项目施工生产过程中,各相关方的不当行为会导致“三超的现象”,造成整个工程实际总成本超过预控的目标成本,形成成本风险.为此,全面地分析项目各个相关方的不当行为对工程项目成本所产生的影响,对工程项目成本管理具有重要意义。

1 工程项目成本风险因素分析

工程项目成本风险是指工程项目承建过程中,对工程项目目标成本核定的条件下,由于不确定因素影响而使实际成本超过目标成本的可能性^[1].工程项目成本风险在工程项目承建过程中受多方影响,因此本文从业主、施工单位、设计院和监理这四个项目相关方出发,分析各方的不当行为对工程项目成本的影响,找出工程项目成本风险因素。

1.1 业主

业主是项目的投资者,负有全面、全过程组织协调工程建设责任,业主的行为对降低工程总成本起关键作用.在项目施工前,业主应深入细致地与设计单位通力协作,优化设计方案,降低因设计不到位而形成的风险.若业主在施工方已做好施工准备后,仍未有效优化设计方案,设计总量超过工程量变化的限额设计,将会导致项目管理者无法准确进行施工组织设计,从而造成人员和设备闲置、直接费用和管理费无效增加,形成成本风险.在项目实施的过程中,为了降低动态管理中影响工程成本的风险因素,业主应重点关注施工过程中难度大、外部环境与自然条件改变大、内部管理薄弱等关键环节,严格控制这些因素造成的工程成本增加.若对施工难度和自然条件的改变考虑不足,设计质量不高、工期安排不合理、未认真核准对施工企业的价差结算,未调查摸清市场行情、未吃透政策形成计算差错,不能按时向施工方支付工程款等,导致施工单位可能因施工难度大、自然条件改变准备不足,业主方变更多、资金周转困难原因而导致对承建的工程质量难以一次达标,增加工程项目质量成本支出.而工程款无法按期到位,为了保证施工,施工单位会以较高的贷款利息筹集资金,利息经过资本化后进入工程项目总成本当中,最终形成工程项目成本风险。

1.2 施工单位

1.2.1 项目管理团队

项目管理团队是工程项目建设最直接的管理者,其主要的职责是管理和协调参与施工的一线生产员工,因此项目管理团队的管理水平是影响工程项目成本的一个主要因素^[2]。项目管理团队管理水平的高低取决于管理体制和施工组织设计^[3]。一是:由于施工方内部管理过于粗放,管理体制过于粗糙,各部门缺乏精细化管理的协作观念,承建工程不增值作业时有发生,造成整个工程工期拖延和工程质量不达标,为此增加各项成本项目支出;二是:项目管理团队未能有效地编制施工组织设计,施工组织设计的编制牵涉到工程技术、施工经验、定额指标、国家有关法规政策以及计划、财务、银行、税务等许多方面,其中任何一方面出现问题或处理不当都有可能影响到工程成本的增加。三是:施工方法选择不当、施工工期确定不科学、施工组织平面布置不合理、运输组织计划编制和执行不到位等因素影响,都会影响工程项目施工工序之间的流水作业,参与工程建设的各施工队效率降低,导致隐性成本上升,最终增加工程项目总成本,形成成本风险。

1.2.2 材料管理

材料费用是工程成本中最主要的一部分,材料费用占到工程总造价的70%左右^[3]。因此,材料的管理可以直接影响到工程项目总成本。材料的管理主要包括材料的购进、材料的保管以及材料的发出。材料价格受到材料的产地、运输方式、运距长短、运价高低等因素影响。为此,施工企业在选用材料若采用的订价方式研究不科学、运输方式比较不深入、运价计算不经济都将直接影响材料成本的支出。若材料保管制度不严格,建筑材料在未投入生产之前就已经发生质量降低或毁损,使直接材料费用难以计量,导致成本风险发生。材料的发出制度不健全会导致材料超定额消耗,甚至出现严重的浪费现象,最终增加工程总成本,形成工程成本风险。

1.3 设计单位

1.3.1 设计方案

虽然设计费用占工程项目总成本的比例不大,但是设计方案却决定了工程项目总成本的大小^[2]。由于设计生产的产品具有非标准性和唯一性,每个方案都要依赖于设计人员的智慧及设计单位知识力量的沉淀,因此设计方案质量高低对工程实际成本将会产生重大的影响。若设计方案过于追求“高、大、新、奇”,会导致其结构过于复杂而增加施工的难度,需要投入更多的资源,不但使建筑的功能降低,而且还会增加工程成本,形成成本风险。若设计方案过于粗糙,设计中有矛盾和不明确的地方,不但为工程质量问题埋下了隐患,增加了隐性质量成本,而且还会增加返工次数,导致工程直接成本和期间费用增加,形成成本风险。

1.3.2 设计变更

由于工程项目在施工技术和管理等方面的复杂性,设计变更是随处可见的。由于勘测设计深度不够等原因造成工程变更,设计院需要对设计不足的地方加以修正,这样不但会造成工期拖延,打乱原有的施工组织计划,出现资源浪费和返工的现象,导致各项直接工程费和管理费用上升,增加工程项目总成本,形成成本风险。加之工程变更发生后,需要重新采购材料和更换机械设备,材料的采购和设备的更换会面临着涨价的风险,需要支付更多的材料费用和机械使用费,使工程成本增加,形成成本风险。

1.4 监理单位

监理人员监督工程项目施工的全过程,协调各相关方之间的关系。监理人员对施工现场的每一个细节实施监督,以保证工程项目按时保质保量的完成^[4]。如果监理人员失职,没有严格监督施工的每个细节,将会对于工程成本产生影响。如对于钢筋现场的加工,若监理人员等到钢筋现场安装完成后,才对钢筋加工的质量进行验收,这样就会出现钢筋加工不符合要求,需要重新返工制作的现象,由此造成材料浪费和人工成本的增加。此外监理人员必须协调好各方的矛盾,如果协调不到位,就会出相互指责的现象,使施工进度计划得不到有效执行,造成工期拖延,增加直接成本,形成成本的风险。

2 构建工程项目成本风险人工神经网络模型

2.1 BP神经网络简介

BP神经网络是一种按误差进行逆向传播算法训练的多层前馈网络, BP网络能学习和存贮大量的输入—输出模式映射关系,而无需事前揭示描述这种映射关系的数学方程^[5]. 它的学习规则是使用最速下降法,通过反向传播来不断调整网络的权值和阈值,使网络的误差平方和最小. 其工作原理是:利用输出后的误差来估计输出层的直接前导层的误差,再利用这个误差估计更前一层的误差,如此一层一层反向传下去,获得了所有其他各层的误差估计^[5].

2.2 建立工程项目成本风险人工神经网络模型

根据上文进行的工程项目成本风险分析,建立起工程项目成本风险分析模型能够更加直观的反映工程项目成本风险的影响因素. 由上文的分析知:工程项目的相关主体有业主、施工单位、设计单位和监理单位,因此以这四个主体作为中间事件;施工单位对于工程项目成本风险的影响主要有项目管理团队和材料管理两个方面,因此以这两个因素作为施工单位这个中间事件的底事件;设计单位对于工程项目成本风险的影响有设计方案和设计变更两个方面,所以它们应当为设计单位的底事件;业主行为和监理人员分别为业主方和监理单位的底事件;而工程项目总成本风险作为顶事件. 从而建立起工程项目成本风险分析模型,如图1所示.

2.3 人工神经网络模型设计

一个多层神经网络不仅有输入节点、输出节点,而且有一层或多层隐节点. 由工程项目成本风险故障树存在着一个三层的逻辑结构,而含有一个隐含层的神经网络已经能够以任意精度表示任何连续的函数^[5]. 所以本模型以故障树中的中间事件为隐含层,基本事件和顶事件分别为输入节点和输出节点. 本文建立的神经网络模型为 $6 \times 4 \times 1$ 的三层神经网络模型.

2.4 神经网络的训练过程

2.4.1 定义变量

输入向量 $x = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$; 隐含层输入变量 $HI = (HI_1, HI_2, HI_3, HI_4)$; 隐含层输出向量 $HO = (HO_1, HO_2, HO_3, HO_4)$; 输出层输入向量 $YI = (YI_1, YI_2, YI_3, YI_4)$; 输出层输出向量 YO ; 期望输出向量 DO ; 输入层与隐含层间的权值为 W_{ih} ; 隐含层与输出层间的权值为 W_{ho} ; 隐含层各节点的阈值为 b_h ; 输出层各节点的阈值为 b_o ; 样本个数: $k = 1 \sim n$; 激活函数为 $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$; 误差函数为 $e = \frac{1}{2} [DO_{(k)} - YO_{(k)}]^2$.

2.4.2 神经网络的训练

第一步,网络初始化. 给各个连接权值分别赋一个区间 $(-1, 1)$ 内的随机数,设定误差函数 e , 给定计算精度 ξ 和最大学习次数 M .

第二步,随机选取 k 个样本及对应的期望输出 $DO_{(k)}$.

第三步,计算隐含层各节点的输入和输出.

$$HI_h(k) = \sum_{i=1}^6 W_{ih} X_i(k) - b_h \quad (h = 1 \sim 4) \quad (1)$$

$$HO_h(k) = f(HI_h(k)) \quad (h = 1 \sim 4) \quad (2)$$

$$YI(k) = \sum_{h=1}^4 W_{ho} HO_h(k) - b_o \quad (3)$$

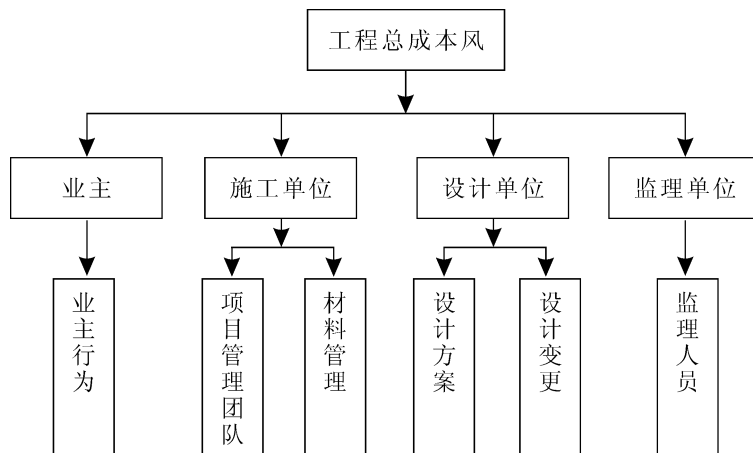


图1 工程项目成本风险分析模型

Fig.1 Analytical Model of Construction Project Cost-Risk

$$YO(k) = f(YI(k))$$

(4)

第四步,利用网络实际输出和期望输出,机选误差函数对输出层的各节点的偏导数 $\delta_o(k)$.

$$-\delta_o(k) \triangleq -(DO(k) - YO(k))f'(YO(k))$$

(5)

第五步,利用隐含层到输出层的连接权值、输出层的 $\delta_o(k)$ 和隐含层的输出计算误差函数对隐含层各节点的偏导数 $\delta_h(k)$.

$$-\delta_h(k) \triangleq -(\delta_o(k)W_{ho})f'(HI_h(k))$$

(6)

第六步,利用输出层各节点的 $\delta_o(k)$ 和隐含层各节点的输出来修正连接权值 $W_{ho}(k)$.

$$\Delta W_{ho}(k) = -\mu \frac{\partial e}{\partial W_{ho}} = \mu \delta_o(k)HO_h(k) \quad (h = 1 \sim 4)$$

(7)

$$W_{ho}^{m+1} = W_{ho}^m + \eta \delta_o(k)HO_h(k) \quad (h = 1 \sim 4)$$

(8)

第七步,利用隐含层各节点的 $\delta_h(k)$ 和输入层各节点的输入修正连接权值 $W_{ih}(k)$.

$$\Delta W_{ih}(k) = -\mu \frac{\partial e}{\partial W_{ih}} = -\mu \frac{\partial e}{\partial HI_h(k)} \frac{\partial HI_h(k)}{\partial W_{ih}} = \delta_h(k)x_i(k) \quad (i = 1 \sim 6, h = 1 \sim 4)$$

(9)

$$W_{ih}^{m+1} = W_{ih}^m + \eta \delta_h(k)x_i(k) \quad (i = 1 \sim 6, h = 1 \sim 4)$$

(10)

第八步,计算全局误差

$$E = \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n (DO(k) - YO(k))^2$$

(11)

判断神经网络误差是否满足要求.当误差达到预设精度或学习次数大于设定的最大次数,结束;否则选取下一个学习样本以及对应的期望说出,返回到第三步,进入下一轮训练.

2.5 实例分析

根据工程成本风险故障树模型,工程成本风险因素量化与估计应当按工程建设的实际情况,采用专家调查与客观概率估计相结合的方法,并以前者为主.可设计“工程成本风险因素评分表”进行专家调查,最后将专家意见汇集起来进行适当的数据处理,并对各风险因素做出量化,如表 1 所示.

通过 MATLAB 编制的 BP 神经网络仿真模型,经过训练的样本能够达到一个稳定的状态,各个模式的信息被存储到神经网络中^[5].将表 1 数据作

表 1 工程项目成本风险因素评分表

Tab. 1 Measurement Sheet of Construction Project Cost-Risk Factors

业主行为	设计变更	设计方案	材料管理	项目管理团队	监理人员
0.478 0	0.543 2	0.498 0	0.513 0	0.631 4	0.568 0

为初始数据,输入到已经完成训练的神经网络模型中,得出总成本风险综合重要度评价值为 0.5508;再对成本风险因素进行敏感性分析,调整各个风险因素评价值,计算得到变化后的总成本风险综合重要度评价值,如表 2 所示.

表 2 工程项目总成本风险敏感性分析表

Tab. 2 Analytical Statement of Sensitivity of Construction Project Total Cost-Risk

中间事件		底事件	变化率%	变化后的评价值	综合评价值	敏感度
风险因素	设计单位	设计方案	10	0.548 0	0.564 0	0.015 0
			-10	0.448 0	0.540 0	-0.010 0
		设计变更	10	0.598 0	0.558 0	0.008 0
			-10	0.489 0	0.534 0	-0.016 0
	施工单位	业主	10	0.526 0	0.579 0	0.030 0
			-10	0.431 0	0.519 0	-0.030 0
		材料管理	10	0.564 0	0.580 0	0.031 0
			-10	0.462 0	0.516 0	-0.033 0
		项目管理团队	10	0.695 0	0.584 0	0.035 0
			-10	0.568 0	0.507 0	-0.042 0
	监理单位	监理人员	10	0.580 0	0.574 0	0.025 0
			-10	0.475 0	0.523 0	-0.026 0

从表 2 可以看出:项目管理团队、材料管理以及设计方案等因素的敏感度最大,对工程项目总成本风险影响最大.因此在实施工程项目成本管理时,项目管理者应提高项目管理团队的建设,以及材料的采购、保管和发出机制.同时设计院在进行方案设计时,除了对设计方案的质量和可能出现的变更进行全面综合的控制和分析之外,还要将设计方案的细节与业主和施工方充分协调一致,并且在设计阶段就充分地考虑成本的因素,以减少各项

资源的耗费,最大限度地消除浪费,降低工程项目成本风险^[6]。

3 结 论

本文通过对工程项目各个参与方的不当行为进行分析,找到工程项目成本风险的影响因素;并使用人工神经网络计算得出总成本风险综合重要度评价值;逐次调整各个风险评价指标分析总成本风险敏感性,最终确立总成本风险最敏感的因素,为工程项目管理者提供可借鉴的工程项目成本风险管理的方法。

参考文献 References

- [1] 杨广民. 工程项目成本风险分析与成本控制的有效途径 [J]. 中小企业管理与科技, 2010(4):10-11.
YANG Guang-min. Valid Ways of Construction Project Cost-Risk Analysis and Cost Control [J]. Management & Technology of SME, 2010(4):10-11.
- [2] 林晓枝. 工程建设项目成本风险分析与管理[J]. 福建工程学院学报, 2006(4):57-59.
LIN Xiao-zhi. Cost risk analysis and management of construction projects [J]. Journal of Fujian University of Technology, 2006(4):57-59.
- [3] 中国建设工程造价管理协会. 建设项目全寿命周期成本控制理论与方法[M]. 北京:中国计划出版社, 2007:42-124.
China Engineering Cost Association. The Life-Cycle Cost Control Theory and Method of Construction Project[M]. Beijing: China Plans to Press, 2007:42-124.
- [4] 孟庆钧. 监理在工程建设中有效控制成本的作用[J]. 建筑经济, 2004(3):76-77.
MENG Qing-jun. The Role of Supervisors in Effective Cost Control of Construction Project [J]. Construction Economy, 2004(3):76-77.
- [5] 张文朗. 基于神经网络的变形预报方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2011(2):151-153.
ZHANG Wen-lang. Research on the Method of Deformation Prediction Based on Neural Network [J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2011(2):151-153.
- [6] 朱宾梅. 基于精益思想的建筑企业成本管理的新脉络. [J]. 建筑经济, 2007(6):89-91.
ZHU Bin-mei. New Thread of Construction Enterprise Cost Management Based on the Idea of Lean. [J]. Construction Economy, 2007(6):89-91.

Analysis and evaluation of construction project cost-risk on the basis of neural network

ZHU Bin-mei, YAN Meng-ying, ZHANG Hao

(School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: From at the perspective of project management, this thesis, according to the relationships among stakeholders of the project, analyzes how the cost of the project may be influenced by the faulty action of them. Then the influencing factors of project cost, by which the analysis model of construction projection cost was set up, will be found. With artificial neural network and analysis model, the total cost-risk of the construction project and the most sensitive project cost-risk factors were determined, so that project management could reduce the cost risk.

Key words: cost-Risk; neural network; analysis; evaluation