

考虑不确定因素的建筑工程经济造价方法研究

闫政¹ 许德峰²

(1. 长春吉大附中实验学校, 吉林 长春 130012;

2. 吉林农业大学, 吉林 长春 130118)

摘要: 建筑工程具有规模较大、施工周期较长、人力物力较多等特点, 致使建筑工程竣工之前很难准确地计算出工程经济造价, 主要原因是建筑工程经济造价受到诸多不确定因素的影响, 其计算结果具有一定的预测性和估计性。因此, 本文详细叙述了哪些因素能够影响建筑工程经济造价及其计算模型。

关键词: 建筑工程经济造价; 不确定因素; 计算模型

由于建筑工程通常表现为规模较大、人力物力财力较多、施工周期较长等特点, 在建筑工程项目完工之前, 所涉及到的工程经济造价问题均表现为不确定性, 无法精准地进行估算。因此, 建筑工程造价具有一定的预测性和估计性。而实际工程中建筑工程经济造价通常是一个确定值, 显然不够合理。如果使预测值或者估计值和实际建筑工程经济造价想接近, 需要考虑以下几点因素: 工程经济造价的预测方法、可能的外部干扰因素、计算误差值等。建筑工程实例表明: 经济造价的准确性估算直接影响建筑工程能否获得相应的收益, 特别是建筑工程决策时期的经济造价估算会严重影响工程项目的成败。

目前, 关于建筑工程经济造价的计价方法和管理策略在国外研究的较为成熟。例如, 在美国和英国形成了较为先进的工程经济造价管理的国家惯例, 以英国提出“全生命周期的工程造价管理”和美国提出“全面工程造价管理”的建筑工程经济造价的理论和方法具有一定的代表性。关于建筑工程经济造价的计价与管理在国内仍处于落后阶段, 我国实际建筑工程中处于由不完全建筑工程量清单计价到完全市场化阶段定价的沾边过程中, 也就是说, 我国并未完全放弃定额的计价方式。然而, 不论国内还是国外在估算建筑工程经济造价上几乎都采用单一期望值, 难以考虑环境变化因素, 因此, 难以体现出建筑工程经济造价的不确定性。为解决该问题, 专家学者提出了相应的解决策略, 提出考虑不确定因素的建筑工程经济造价方法。例如, 2008年, 鲍燕关于建筑工程经济造价设计的不确定性表述方法进行讨论。2010年, 方华富分析了建筑工程经济造价的不确定因素以及提出相应的控制方法。基于前人的研究成果, 本文将重点讨论考虑不确定因素的建筑工程经济造价的计算方法, 以研究不确定性因素对建筑工程经济造价影响为前提, 讨论相应的计算方法为建筑工程经济造价的有效控制提供解决思路。

一、建筑工程经济造价及不确定性因素概述

建筑工程经济造价通常指建筑工程在建设全周期所需要花费的费用, 该费用包括固定资产和无形资产以及流动资金。建筑工程经济造价的特点包括: (1) 个体性和差异性, 主要体现在每个建筑工程项目的规模大小不同; (2) 工程经济造价的高额性, 主要体现在建筑工程的规模较大、周期较长、人力成本和财力成本较大; (3) 工程经济造价的层次性, 主要体现在建筑工程组要由建设项目、单项工程以及单位工程这几个层次组成; (4) 工程经济造价的不确定性或者多边形, 主要体现在建筑工程材料价格、

人工成本价格会随着工程的进程而发生变化。建筑工程经济造价的构成主要由建筑安装、设备、工具、预备费、贷款利息、固定资产及其他费用构成, 具体如图1所示。

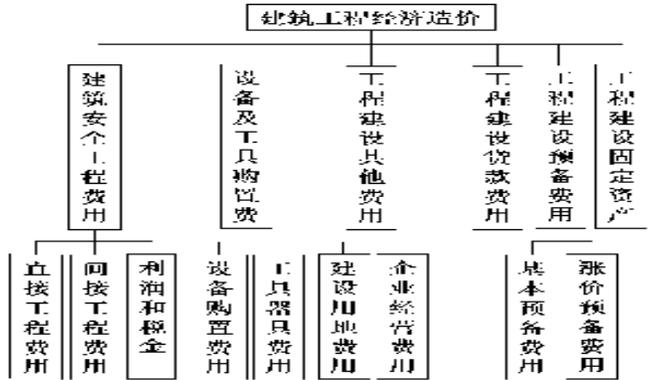


图1 建筑工程经济造价架构图

目前, 我国建筑工程项目中经济造价计价方法主要有两种模型, 分别是定额计价模式和工程量清单计算模式。其中, 定额计价模式属于传统的计算建筑工程经济造价, 其计算流程如下图2所示。定额计价看作“量价合一”计算建筑工程造价的计价模型, 不能动态地、时时地反映整个建筑工程项目的技术装备、投标报价的水平及优势。但随着国内外建筑市场的严峻变化与要求, 定额计价模型已经不能适应整个市场的要求, 将逐步在建筑市场中被淘汰和取代。其中, 工程量清单计价模式是建筑工程项目中部分项目、相关项目及其他项目对应的清单明细, 按照相关的法律法规编制要求绘制成相应的表格, 然后计算相应的建筑工程造价。工程量清单计价模式在一定程度上能够表征出建筑工程项目的自主性, 与此同时, 能够有序地规范建筑市场的有效秩序, 很好地促进建筑时长的公平竞争, 有利于促进建筑工程经济造价的管理。

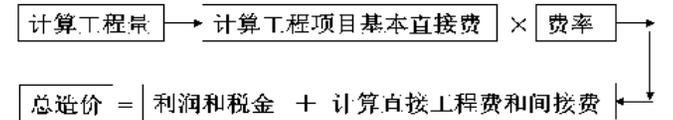


图2 建筑工程经济造价其计算流程

建筑工程经济造价的不确定性不是一个定值, 是一个在一定概率率下的范围值。例如, 一个建筑工程项目在80%概率率下的建筑工程经济造价为500万以内, 即, 使用500万能完成该建筑项目的概率为80%, 该值是对应概率分布中累计概率分布中的区间值, 如图3所示, 该建筑工程经济造价500万为概率分布区间中的数学期望, 建筑工程的实际造价在450-550万之间的概率为95%, 如果偏离500万越大, 概率值越小。影响建筑工程经济造价的不确定因素包括: 建筑施工周期的不确定性、建材材料价格的不确定性、施工过程中建筑材料消耗的不确定性、建筑工程实际建设过程中工程量的不确定性、市场、金融、政府政策的不确定性

等因素，均在一定程度上影响建筑工程经济造价的计算。

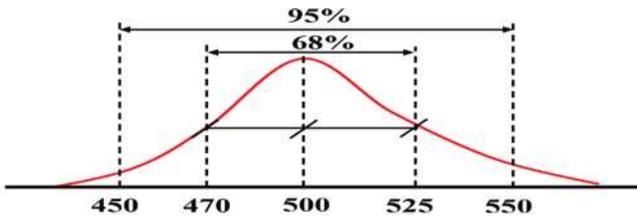


图3 不确定性建筑工程经济造价分布

二、考虑不确定性因素建筑工程经济造价的计算方法

(一) 考虑不确定性因素建筑工程经济造价的计算模型

考虑不确定性因素建筑工程经济造价的计算模型通常是工程项目开始前对整个建筑工程进行估价，整个过程伴随着不确定性，随着建筑工程的实施，对于已经完成的建筑工程所花费的造价是确定的，进而，该造价成为计算模型中确定性工程造价的N系列。考虑不确定性因素建筑工程经济造价的计算模型如图4和计算公式1所示。

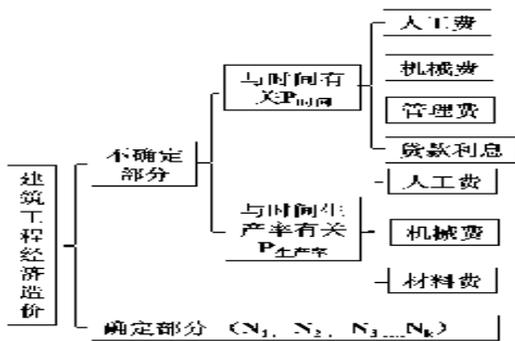


图4 考虑不确定因素的建筑工程经济造价计算模型

$$P_{\text{工程造价}} = \sum N_i + (x_1, x_1, \dots, x_m) (d_1, d_1, \dots, d_m)^T + (y_1, y_1, \dots, y_n) (s_1, s_1, \dots, s_n)^T \quad (i=1 \sim k) \quad \text{公式1}$$

其中， $\sum N_i$ 为建筑工程经济造价确定性部分之和； N_i 为第*i*个确定性部分的工程造价； x_1, x_1, \dots, x_m 为与时间有关的不确定性分布单价； d_1, d_1, \dots, d_m 为与 x_1, x_1, \dots, x_m 对应的时间； y_1, y_1, \dots, y_n 为不确定性部分的单价； s_1, s_1, \dots, s_n 为与 y_1, y_1, \dots, y_n 为对应的定额，与生产率相关。

(二) 与时间相关的经济造价计算模型

与时间线相关的建筑工程经济造价计算方法对于不确定工期的计算为网络计划评审技术 (PETT)。PETT 是美国海军武装部在 1958 年研制北极星导弹给出的计算方法。PERT 计算方法假定项目在持续时间区段是随机变量，同时符合 BATA 分布特征；项目之间相互独立存在；可以用到中心极限定律。其中，符合 BATA 分布的期望值和方差如公式 2-3 所示。

$$\mu = (a+4m+b) / 6 \quad \text{公式2}$$

$$\sigma = (b-a) / 6 \quad \text{公式3}$$

式中， μ 为项目活动时间的期望值； σ 为项目活动时间的标准差，在一定程度上反映离散性的大小，该值越大说明活动时间离散性越高，越不稳定。BATA 分布特征如下图 5 所示。其中，*a*为乐观时间值；*m*为最可能的时间值；*b*为悲观时间值。

根据上面的公式 2-3 可以得到时间区段的期望值，然后，可给出建筑工程项目的关键路径，因符合 BATA 分布，再根据中心

极限定理，可以得到其概率分布不符合 BATA 分布却符合正态分布，上述的中心极限定理表述如下。

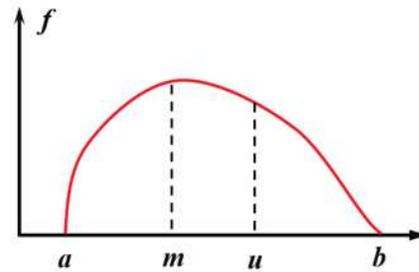


图5

假设相应的随机变量 X_i 是相互独立的，期望 $E(X_i)$ 等于 μ ，方差等于 $D(X_i) = \sigma^2$ ，其中 $i=1 \sim n$ ，则得到公式 4。

$$Y_n = \sum (X_k - \mu) / \ln^{1/2} \sigma, k=1 \sim n \quad \text{公式4}$$

对于分布函数 $F_n(x)$ 在任意区间得到公式 5。

$$\text{Lim} F_n(x) = \text{Lim} P(\sum (X_k - \mu) / \ln^{1/2} \sigma \leq x) = 1/2 [e^{x^2/2} + 1]^{-1} \quad \text{公式5}$$

根据公式 2 和公式 3 可计算出项目活动时间的 μ 和 σ ，依照 μ 和 σ 的性质，可计算整个建筑工程项目的 μ 和 σ ，如公式 6-7 所示。

$$u_{\text{总}} = \sum u_i, i=1 \sim n \quad \text{公式6}$$

$$\sigma_{\text{总}}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_i^2 + \dots + \sigma_n^2 \quad \text{公式7}$$

其中， u_i 为建筑工程项目关键路径中第*i*个时间区段的期望值， σ_i 为建筑项目关键路径中第*i*个时间区段的标准差， $u_{\text{总}}$ 和 $\sigma_{\text{总}}$ 分别为建筑工程项目总时间的期望值及标准差。

三、结论

由于建筑工程建设周期往往较长，建筑工程经济造价的确定需要贯穿整个项目的全周期。其不确定性随着建筑工程项目的开展将不断减低。本来考虑不确定性因素的建筑工程经济造价的影响，结合前人的研究成果给出总结、归纳并阐述的相应的计算方法，得到以下几个结论：

1. 建筑工程经济造价计算方法的不确定影响因素包括建筑施工周期的不确定性、建材材料价格的不确定性、传统施工方式劳动效率的不确定性、不可抗力不确定性等。
2. 考虑不确定因素的建筑工程经济造价计算方法主要是与时间相关的经济造价计算模型。

参考文献：

[1] 杨媛婷. 建筑工程项目全周期造价控制目标优化与管控研究 [J]. 中国住宅设施, 2022 (03) : 85-87.
 [2] 蔡经. 浅谈施工项目成本管理 [J]. 施工技术, 2000 (11) .
 [3] 鲍建勇. W 工程项目成本控制存在问题及对策设计 [D]. 北京: 中国矿业大学, 2021.
 [4] 吴青龙, 陈小卫, 韩志超. 工程建设项目成本估算方法研究综述 [J]. 项目管理技术, 2022, 20 (01) : 47-51.
 [5] 颜文彬. 试论新时期建设单位对于建筑造价管理的思考与实践 [J]. 中华建设, 2021 (07) : 72-75.
 [6] 陈宇, 刘佳林. 建设项目工程造价全过程管理策略 [J]. 门窗, 2019 (11) : 136-137+140.

作者简介: 闫政 (1996-), 男, 吉林长春人, 研究方向: 建筑工程经济造价。

通信作者: 许德峰, 男, 吉林长春人, 博士, 研究方向: 建筑结构抗震、建筑减隔震、建筑工程造价。