

基于历史数据的水利水电工程造价快速预测

孔国伟¹,徐学东¹,赵桂香²

(1. 山东农业大学水利土木工程学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东省宁阳县建设局, 山东 泰安 271400)

摘要:以水利水电工程的历史造价数据为基础,利用 ABC 分类法对待估水利水电工程进行分类,采用模糊数学的指数平滑法对工程的主要项目进行造价预测,并结合其他简单预测方法对工程的次要项目进行预测,达到对水利水电工程成本进行快速预测以指导水利工程投标报价的目的。通过案例验证了该快速预测方法,结果表明,该预测方法可以得到较为准确的预测数据,可以真实地反映企业的实际生产水平。

关键词:水利工程;历史数据;工程造价;快速预测;模糊数学;ABC 分类法

中图分类号:F407.9 文献标识码:A 文章编号:1003-9511(2011)01-0043-04

在传统投标报价方法中,我国大部分企业没有自己的企业定额,即使有定额,由于未做详细的施工组织设计,或者在报价时才做详细的施工组织设计,使定额的选取缺乏依据,准确性降低^[1],很难满足快速预测的要求,所以需要寻求一种既快捷又准确的工程造价预测方法。基于水利水电工程的历史造价数据,采用模糊数学的指数平滑法对水利水电施工项目的造价做出预测,是一种快速准确的工程造价预测方法。

在国外,有专门的部门颁布具有代表性的实际工程成本资料,施工企业、管理公司在确定拟建工程(也称待估工程)的成本时,除了使用公布的成本数据外,还利用企业内部已建工程的成本特征数据,这样能比较真实地反映企业的实际生产水平,增加拟建工程成本测算结果的可信度。我国的成本数据库建设还处于探索阶段,尚未发挥其应有的作用,但许多企业都在建立和完善本企业的工程历史数据资料,这些资料是企业生产效率的体现,代表企业实际生产水平。本文拟探讨基于企业历史工程数据的拟建水利水电工程成本快速预测方法。

1 工程项目分析

1.1 工程成本构成

施工工程的成本包括直接成本与间接成本。直接成本包括人工费、材料费、机械使用费、分包费用,

而间接成本包括施工现场的经费及企业管理分摊的费用^[2]。对直接成本与间接成本的具体每一项不做预测,而对分项工程的单位成本或总体的综合造价做出预测,从而达到快速预测的要求。

1.2 工程项目分类

工程投标报价前,企业没有充分的时间调查拟建工程的现场状况,也没有(有时也没有必要)制定详细的报价方案,因此,要想比较准确地估算出拟建工程的成本,对拟建工程作大致的分析是很有必要的。对拟建工程中不同的项目采取不同的估算方法,首先要采用 ABC 分类法(activity based classification,以下简称 ABC 分类法)对拟建工程项目进行分类^[3],分清主次,然后分别计算。

ABC 分类法又称帕累托分析法、主次因分析法、重点管理法,也称“80 对 20”规则,即“二八原则”。该方法根据对象在技术或经济方面的主要特征,对其进行分类排队,分清重点和一般,从而有区别地确定管理方式。ABC 分类法的核心思想是对影响事物的众多因素分清主次,识别出少数的但对事物起决定作用的关键因素和多数的但对事物影响较小的次要因素。习惯上常把主要特征值的累计百分数达 70%~80% 的若干因素称为 A 类,累计百分数在 10%~20% 区间的若干因素称为 B 类,累计百分数在 10% 左右的若干因素称 C 类。实际工程中,由于工程类型不同,A、B、C 3 类项目的费用比重会有所

基金项目:泰安市 2009 年大学生科技创新引导计划项目(2009D2016)

作者简介:孔国伟(1986—),女,山东曲阜人,硕士研究生,从事水利水电工程经济等方面研究。

通讯作者:徐学东(1961—),男,山东郓城人,教授,硕士,从事工程经济与造价管理等方面研究。E-mail: xdxu2007@163.com

不同。在实际工程造价中采用“二八原则”,即对一些分项数目少(一般仅占20%左右),但工作量大,费用高的项目,使其成本占工程总成本比例高(一般可占到80%以上)。对此类分项工程要进行全面详细的估算,即以工程历史数据为基础,采用基于模糊数学的指数平滑法成本快速预测模型,对该类分项工程成本做出具体的预测,以提高估算结果的准确性。对另一些分项数目比较多(一般占80%以上),费用中等,成本占工程总成本的比例也处于中等水平(通常占20%左右)的分项工程,计算不必非常精细,可采用其他预测模型进行工程成本的简单预测。

2 基于模糊数学的指数平滑法成本快速预测模型

2.1 模型原理

由于水利水电工程项目具有建设周期长、投资规模大、管理复杂^[4]以及对工程项目所处国家或地区环境具有依赖性等特点,因此,不可能存在完全一致的两项水利水电工程。但是,总有一些水利水电工程之间存在特征因素的某种相似之处,正是这种特征因素的相似性构成了预测的基础。按特征因素相近的原则,从已完成的众多水利水电工程中找出与待估工程最接近的若干个典型工程^[5],采用基于模糊数学的指数平滑法来预测待估工程的成本,是该模型的主要原理。

2.2 成本快速预测的主要步骤

首先对待估工程进行粗略的WBS分解(即项目结构分解),然后在工程历史数据中选取4~6个典型工程,确定工程的特征元素与特征元素值,根据一定的隶属函数求特征元素的隶属度,再求典型工程之间的贴近期,然后检验典型工程的可靠性,再求待估工程与典型工程的贴近期,选取前3个贴近期最大的典型工程,代入计算公式求预测结果,完成预测。

2.2.1 特征元素的选取及赋值

特征元素的选取要尽量能代表工程的特征,一般根据经验选定对造价影响比较显著的元素为特征元素。在对这些特征元素赋值时,要根据其影响造价的程度来确定。总的赋值原则包括特征元素对造价的影响、造成的施工难度、增加的成本,赋值由大到小,从1取到0。

特征元素主要包括3大类:项目的外部环境、企业及项目内部条件、建筑产品特征。这3大类因素又分别包括各自的具体因素,在选定时应根据施工项目的具体情况而定。

2.2.2 预测待估工程成本

利用模糊数学中用最大最小值法^[6]分别计算典

型工程之间的贴近期,并按贴近期大小顺序排序。分别选取前3个贴近期最大的典型工程,按照公式(1)~(2)^[5]计算这3个典型工程的造价,与典型工程原来的实际造价相比较,若精度在±5%之间,则认为选择的典型工程是可靠的,若不满足该精度要求,则认为是对典型工程特征元素的赋值不准确,应作局部调整重算,直到满足精度要求后,即可进行下一步。

$$e = \lambda [\alpha_1 E_1 + \alpha_2 E_2 (1 - \alpha_1) + \alpha_3 E_3 (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2) + \frac{1}{3} (E_1 + E_2 + E_3) (1 - \alpha_1)(1 - \alpha_2)(1 - \alpha_3)] \quad (1)$$

$$\lambda = 1 + \frac{1}{m} \left[1.8 \left(\frac{T_{估}}{T_{\alpha_1}} - 1 \right) + 0.8 \left(\frac{T_{估}}{T_{\alpha_2}} - 1 \right) + 0.4 \left(\frac{T_{估}}{T_{\alpha_3}} - 1 \right) \right] \quad (2)$$

式中: e 为预测的工程造价; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 分别为排序为前3名的3个典型工程的贴近期,其中 $\alpha_1 \geq \alpha_2 \geq \alpha_3$; E_1, E_2, E_3 分别为与 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 相对应的典型工程造价; λ 为调整系数(选定的3个典型工程对待估工程的影响不同,其影响度依次各为总值的60%~65%, 25%~30%, 3%~7%),则公式2中依次乘以系数1.8(0.8, 0.4); m 为工程模糊集合中元素的个数(项目个数); $T_{估}$ 为待估工程项目隶属度之和($\sum t_{估}$)与所有工程项目中隶属度之和的最大值($\sum t_{max}$)的比值; $T_{\alpha_1}, T_{\alpha_2}, T_{\alpha_3}$ 分别为 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ 相应的工程项目隶属度之和($\sum t_i, i = 1, 2, \dots, n$)与所有工程项目中隶属度之和的最大值($\sum t_{max}$)的比值。

再次计算典型工程与待估工程的贴近期。把3个按贴近期大小排好顺序的典型工程相应数值代入公式(1)与公式(2),即可得到待估工程成本预测值。

2.2.3 检验计算结果的可靠性

把待估工程的造价看成是典型工程的造价,并与典型工程的实际造价相比较,若精度在±5%之间,则认为得到的结果是可靠的。若不满足该精度要求,则认为是对待估工程特征元素的赋值不准确,应作局部调整重算,直到满足精度要求,这时计算出的待估工程的造价才可以作为最后的结果。

3 历史工程数据

3.1 数据收集

我国没有国外那样的专门部门颁布有代表性的实际工程造价资料,只能靠企业自己整理本企业已完成工程的数据。但该数据的优点是完全代表本企业的实际生产水平,显示本企业的竞争能力。

因为本文研究的是水利水电工程造价的快速估算,所以收集的资料是各已知典型水利水电工程造价的资料。若收集的是已知典型水利水电工程人、材、机等方面的费用,则算出的结果是相应的待估水利水电工程的费用;若收集的是已知典型水利水电工程的成本数据,则算出的结果是相应的待估水利水电工程的成本。总之,得出的结果类型或者是需要预测什么样的结果依赖于历史工程数据收集的类型。

3.2 数据整理

对每一个工程项目进行 WBS 分解,依据结构分解的原理,将项目按照其内在的结构或实施过程的顺序进行逐层分解,得到不同层次的项目单元,最后形成 WBS 分解图^[7]。对 WBS 的每一个分项工程的造价按一定的工程费用结构分项标准储存起来,相应地把该项目的分部工程、单位工程、单项工程的成本数据都集合统计起来,这样所收集的数据就能够按照统一的标准和要求进行储存,形成统一的信息平台,有利于识别、查询或追踪建设工程项目的所有工作,以及筛选典型工程。

3.3 数据应用

在国外,利用历史数据进行成本估价的方法很普遍,大中型公司通常是通过一些成本估价软件来进行成本测算的。现在我国也越来越重视历史数据在实际中的应用,经过对历史数据的收集、整理与应用,可以形成企业特有的定价工具,从而实现工程项目造价的快速预测,图 1 为历史数据的应用流程图。

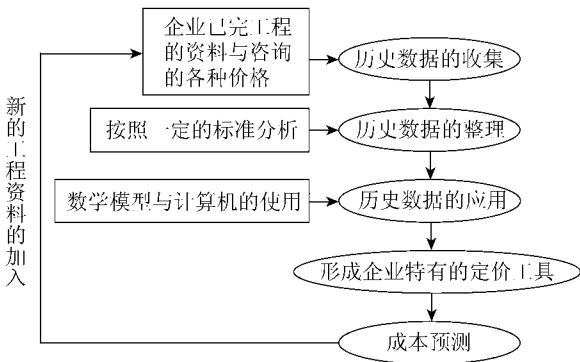


图 1 历史数据的应用流程

3.4 数据更新

由于企业的施工技术不断进步,施工工艺不断改进,管理水平和生产力水平不断提高,因此,若要保持历史资料的先进性与敏感性,就必须对历史工程数据不断进行更新,保证这些数据能及时反应工程造价信息,使工程造价预测更加准确。

4 案例

某企业招投标制作标书人员负责收集并整理已完成的工程成本资料,建立本企业的历史数据。现

估算某一河道治理工程护坡的单位成本价。该护坡为 M7.5 浆砌石平面护坡,建该工程的位置处于城区郊外 30 km,护坡的工程量为 5 237 m³,竣工时间约为 2010 年 10 月。

查询该企业已完工的工程历史资料,查得以下 5 个典型工程:工程 P1 为 2009 年 3 月竣工的城区边缘河道入口护岸改造工程,护坡为 M7.5 浆砌石平面护坡,成本价 243.765 9 元/m³,工程量为 4 404 m³;工程 P2 为 2009 年 5 月竣工的河道整治工程,在城区外 50 km 的农村村西头,护坡为 M7.5 浆砌石平面护坡,成本价为 240.895 5 元/m³,工程量为 202 9 m³;工程 P3 为 2009 年 8 月竣工、位于城区内的河道景观整治工程,护坡为 M7.5 浆砌石平面护坡,成本价为 284.559 5 元/m³,工程量为 739 3 m³;工程 P4 为 2010 年 3 月竣工的河道加固工程,在城区 20 km 外,护坡为 M7.5 浆砌石平面护坡,成本价为 251.153 2 元/m³,工程量为 1 029 m³;工程 P5 为 2010 年 5 月竣工的河道整治工程,在郊区约 10 km 处,护坡为 M7.5 浆砌石平面护坡,成本价为 243.546 1 元/m³,工程量为 3 020 m³。

按照第 2 节中的模型对拟建(待估)工程进行成本预测。首先,确定待估工程与典型工程的特征因素与特征因素赋值原则,见表 1;然后,搜集典型工程和待估工程已知的主要经济指标,见表 2;再结合典型工程和待估工程具体情况对特征因素赋值,并求隶属度,见表 3。

依照第 2 节模型中的检验方法,可知典型工程的选取是可靠的。利用最大最小值法计算典型工程与待估工程的贴近度,见表 3。根据表 3 中得出的贴近度,对其排序,得到 3 个典型工程 P1($\alpha_1 = 0.958$),P5($\alpha_2 = 0.943$)和 P3($\alpha_3 = 0.925$)。

各项工程的特征因素隶属度之和分别为 $\sum t_1 = 7.26$, $\sum t_2 = 6.8$, $\sum t_3 = 7.82$, $\sum t_4 = 6.88$, $\sum t_5 = 7.16$, $\sum t_{\text{估}} = 7.39$ 则 $\sum t_{\text{max}} = \sum t_3 = 7.82$

$$T_{\text{估}} = \sum t_{\text{估}} / \sum t_{\text{max}} = 7.39 / 7.82 = 0.945$$

$$T\alpha_1 = \sum t_1 / \sum t_{\text{max}} = 7.26 / 7.82 = 0.928$$

$$T\alpha_2 = \sum t_5 / \sum t_{\text{max}} = 7.16 / 7.82 = 0.915$$

$$T\alpha_3 = \sum t_3 / \sum t_{\text{max}} = 7.82 / 7.82 = 1$$

又知 $m = 6$,代入公式(2)得 $\lambda = 1.006$ 。

由表 2 中得 $E_1 = 268.142 5$, $E_2 = 252.736 5$, $E_3 = 303.898 5$,代入公式(1),得 $e = 245.334 7$ 元/m³,总造价为 1 284 817.823 9 元,已知实际总造价为 1 268 065.28 元,误差为 1.32%,小于 5%,表明该结果接近于实际数据,比较精确,可以作为最后的结果。

5 结 语

现在我国越来越多的企业重视历史资料数据的应用,开展了对历史资料数据的统计工作^[10],并渐渐地使其规范化。本文通过对历史工程数据的收

集、整理与应用,建立了基于模糊数学的指数平滑法工程成本快速预测方法,并通过案例验证了该方法,结果表明,该方法可以比较快速、准确地计算出拟建工程造价,从而提高了工程报价决策的科学性,增强了企业的竞争力。

表 1 特征因素与赋值原则

特征因素		赋值原则
项目外部环境	地区差异	该地区是否比较偏僻,是否会增加施工的难度,从条件的好到坏取 $[0,1]$ 之间合适的值
	工期要求	工期的紧迫或者缓慢。由于工期过紧或过慢都会增加成本 ^[8] ,从工期的适当到不适当取 $[0,1]$ 之间合适的值
	材料设备供应水平	材料设备供应及时或困难,材料的供应直接影响工程的进度和工人的工作效率。从材料设备供应的及时到困难取 $[0,1]$ 之间合适的值
企业及项目内部条件	工人的组织与调配	工人是否易于调配、雇佣与组织,根据企业组织工人与调配的合理程度由合理到不合理取 $[0,1]$ 之间合适的值
	工人的施工水平	工人是否专业、技术水平是否娴熟,这些直接影响工作效率。根据施工队施工的娴熟程度有好到坏取 $[0,1]$ 之间合适的值
	临时工程	主要指基础的降排水与准备工作中需要做的临时工程,临时工程根据工程需要可大可小,从规模影响工程成本增加的程度,取 $[0,1]$ 之间合适的值
建筑产品特征	建筑规模	水利水电工程的规模有大有小,从一定程度上影响着工程的造价。该项大致可以通过工程量的相对比值来确定。
	大宗材料用量	水利水电工程一般规模较大,大宗材料的用量直接影响着工程的造价。根据大宗材料相对用量的小到大,取 $[0,1]$ 之间合适的值

表 2 主要经济指标

工程	造价成本/ (元·m ⁻³)	竣工日期	水利水电工程造价指数	换算为 2010 年 10 月的 造价成本(元·m ⁻³)
P1	243.7659	2009.03	1.00	268.1425
P2	240.8955	2009.05	1.01	262.3619
P3	284.5595	2009.08	1.03	303.8985
P4	251.1532	2010.03	1.05	263.1129
P5	243.5461	2010.05	1.06	252.7365
P 估		2010.10	1.10	

表 3 典型工程与待估工程特征元素隶属度与工程贴适度^[9]

工程	项目外部环境隶属度			企业及项目内部条件隶属度			建筑产品特征隶属度		贴适度
	地区差异	工期要求	材料设备供应水平	工人的组织与调配	工人的施工水平	临时工程	建筑产品的规模	大宗材料的用量	
P1	0.95	0.97	0.91	0.98	0.96	0.90	0.60	0.99	0.958
P2	1.00	0.95	1.00	0.90	0.98	0.80	0.27	0.90	0.900
P3	0.94	1.00	0.90	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	0.925
P4	0.97	0.95	0.96	0.96	1.00	0.94	0.14	0.96	0.910
P5	0.96	0.95	0.95	0.97	0.99	0.95	0.41	0.98	0.943
P 估	0.98	0.96	0.94	0.95	0.98	0.93	0.71	0.94	

参考文献:

[1] 王雪青,康健.基于历史数据的国际工程快速报价方案[J].河北工业大学学报,2002,31(3):49-53.
 [2] 徐学东.建筑工程估价与报价[M].北京:中国计划出版社,2006.
 [3] 成虎,陈群.工程项目管理[M].3版.北京:中国建筑工业出版社,2009.
 [4] 林基泳,史安娜,武琳.基于虚拟的 Partnering 组织的工程投资控制研究[J].水利经济,2010,28(4):22-25.
 [5] 王祯显,廖小建,杜晓玲.工程造价快速估算新方法及其

其应用[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.
 [6] 张跃,邹寿平,宿芬.模糊数学方法及其应用[M].北京:煤炭工业出版社,1992.
 [7] 李红仙,周海炜.南水北调工程分解结构体系研究[J].水利经济,2009,27(5):31-33.
 [8] 王大伟,谈飞.基于关键链的水利工程项目进度控制研究[J].水利经济,2010,28(1):52-54.
 [9] 袁建新,迟晓明.高级建筑装饰工程预算与估价[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.
 [10] 张建平,赖应良,刘娜.基于历史数据归纳分析的工程估价方法[J].建筑经济,2008,31(1):26-28.

(收稿日期:2010-08-09 编辑:彭桃英)