

国内外工程招标、投标快速支持系统初探

周树发 蒋根谋

(土木工程系)

摘 要 本文介绍工程招标、投标快速支持系统在国内外工程招、投标的重要性,该系统的内容、功能、运行框图以及本系统的关键技术之一——函数库的建立. 本文对函数库的建立从理论上进行了充分的探讨和论证.

关键词 工程招标、投标;工程估价;工料分析;函数库;回归分析

分类号 TU 723. 2

招标与投标是优胜劣汰的竞争机制,对于节约工程开支,提高工程质量和管理水平起了很大的作用. 建设部最近颁布一条建设法规,凡国家建设的大、中、小工程都要进行监督检查,检查每个工程是否正常地进行了招标和投标这个过程,检查标底或预算是否客观、合理,用以堵塞漏洞,防止贪污受贿,杜绝工程浪费现象、提高工程质量.

招投标工作是一项十分繁杂的工作,特别是大型工程,牵涉的内容广,花费的时间多,需要一批熟练的高层次技术人员. 有些建设单位由于缺乏这方面的熟练人才,对招标工作望而生畏,因而对这项工作尽量简化、应付甚至放弃. 这样势必滋生了浪费,给行贿受贿开了方便之门. 对于施工单位来说,投标工作做得好坏,直接关系到工程是否中标,乃至整个单位的经济效益问题. 投标工作比招标工作的内容更多,工作更细,时间的要求更紧迫,投入工作的人员更多. 一个整体素质很好的施工单位,忽略了细致的投标工作,而中不了标,是十分令人遗憾的.

工人招投标支持系统,能使招投标单位,解除人力不足的忧患,工作能做到细致、深入、全面和准确. 对于建设单位能达到节约建设资金,杜绝浪费现象. 对施工单位来说,投投标文件整齐、美观、全面、准确,易于中标,能防止低估亏本,和高估难以中标的现象. 工程招、投标支持系统,采用智能的计算机软件,在极短时间内能满足用户的要求. 对于时间就是金钱、效益就是生命的施工单位来说,将具有举足轻重的作用.

目前招标文件的内容一般有:工程概况;要求招标的工程项目及采用的招标方式;对工程的技术质量要求;工程设计图纸;实物工程量清单;当地的费率标准及说明;要求条款,如开工日期、付款方式、责任、义务和质量等级等;拟建工程项目的估算造价,也称标底(在开标之前要严格保密).

施工单位根据招标文件制订的投标文件一般有:建筑企业组织机构情况;拥有机械设备

情况;工程施工方案;工程进度计划;工程施工平面图;工程量及材料清单;工程总报价;技术措施和质量保证措施;安全生产措施.

不管是招标文件,还是投标文件,利用工程招、投标支持系统的智能软件,大部分文件都能作出.如常用工程的技术质量要求;实物工程量清单;当地的费率标准及说明;拟建工程项目的估算造价(标底);一般工程施工方案;工程进度计划(网络图);实物工程量、材料清单、工程总报价;常规项目的技术措施和质量保证措施;常规的安全生产措施.为了适应国外招、投标的情况并有中、英文对照.

工程招、投标快速支持系统的最关键的技术是:

1. 在尽可能短的时间内确定建设项目的工程量.采用手算或常规的电算方法来计算工程量,都要花费很长的时间和投入较多的人力.而采用工程招、投标快速支持系统可以在很短的时间内(几个小时)计算完毕.

2. 确定工程所需的材料用量和劳动力用量.

3. 作出工程总造价的估算.

4. 绘制网络图和劳动力、材料等资源的分布图.(国外招、投标工程进度计划一般要求用计算机绘出网络图,表示计划的可信性).

本文仅就第1、2、3、条作初步探讨:

1 工程招标快速支持系统关键部分之一运行框图说明

运行框图见图1

1.1 输入项目类型及结构种类

所谓项目类型,就是人们把工程项目分成:铁路、桥梁、公路、住宅、工业厂房、高层建筑、构筑物等类型,以 $A_1 \sim A_n$ 表示.

所谓结构种类,即某项目类型采用何种结构.例如高层建筑假设用 A_6 表示,则高层建筑的结构种类有钢筋混凝土框架体系、钢筋混凝土框剪体系、钢筋混凝土剪力墙体系、钢筋混凝土筒体体系以及采用钢结构与此相对应的体系等等.它们可以分别用 A_{601} 表示钢筋混凝土框架体系, A_{602} 表示钢筋混凝土框剪体系等等…….

1.2 输入项目的特征指标

每一个工程项目都有其特征,我们可以把其特征量化,然后送入工程各种用量函数库进行交换计算出项目各分部主要工程量及常规材料用量.以高层建筑框架结构为例,它由这几部分组成,即:基础部分、主体结构部分、围护隔断部分、屋面防水、装修部分,分别以 $B_1 \sim B_n$ 表示.若以 B_2 代表主体结构,则它特征数有:高度(可用 B_{201} 表示,从基础顶面算至屋面)、层高(可用 B_{202} 表示)、柱子截面积(B_{203})、每柱范围内所属的楼面面积(B_{204})、板梁折算厚度(B_{205})等等.

1.3 工程各种用量函数库

函数库的作用是当我们输入项目类型和结构种类,并输入特征指标后,函数库中就能找到与此相对应的函数,并将工程项目各分部的工程量和常规材料用量计算出来.

函数库是一个较庞大的系统,(能把铁路、桥梁、公路、工业与民用建筑都包含在内).函数库的建立可以采用以下三种方法:

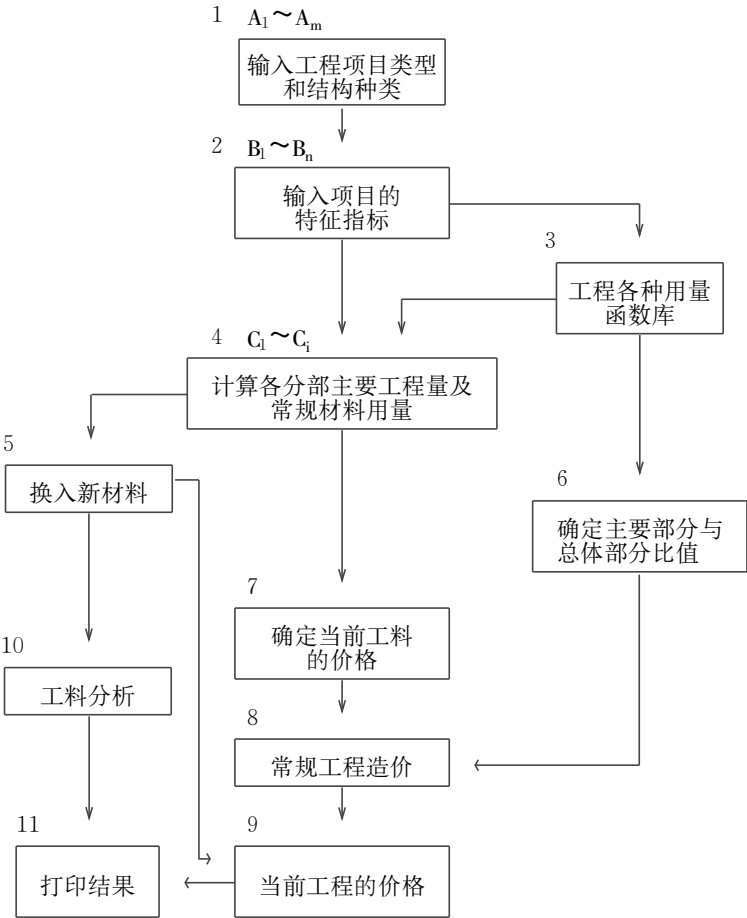


图1 工程估价与工料分析运行框图

- (1) 应用 CAD 模拟法建立函数库.
- (2) 经验数据统计回归模拟法.
- (3) 假定典型模型并能变化建立精确数据, 然后回归模拟法.

函数库的建立是工程招、投标快速支持系统的关键部位. 后面将要着重介绍第 (2) 种方法.

1.4 计算各部分主要工程量及常规材料用量

主要工程量是指占整个造价比率或占总用工的比率量大或较大的工程量. 例如, A_{601} , B_2 (高层建筑, 钢筋混凝土框架结构) 的主要工程量是柱的钢筋混凝土体积(m^3)/单位建筑面积(m^2), 剪力墙、电梯井、板与梁的钢筋混凝土体积. 其常规材料用量为钢筋、水泥、砂、石.

1.5 换入材料

随着生产技术的不断发展, 材料的不断更新, 在作工程估价和工程分析时要考虑新材料的换入, 常规材料的换出问题. 例如, 高层建筑的外墙装修问题, 最常规的材料是水泥砂浆抹面, 为了追求建筑的美观, 体现建设单位的实力和身份, 往往要求进行高档装修. 例如, 将水泥砂浆抹面改成釉面砖, 或花岗岩贴面、大理石贴面、高级铝合金挂板等. 这就有一个材料的变化和工程造价的增减问题. 需要输入换入材料的名称、换出材料的名称以及它们的长度、面积或体积.

新材料的价格等等.

1.6 确定主要工程与总体之间的价值比

调用函数库,确定各分部主要工程量与分部总的价值比,计算各分部主要工程量总和与总体的价值比.

1.7 确定当前工料的价格,进而确定各分部主要工程的价值

1.8 常规工程造价

常规工程造价 = $\sum$ 各分部主要工程量价值 / 各分部的价值比.

1.9 当前工程造价

当前工程造价 = 常规工程造价 - 常规换出价值 + 新材料换入量价值.

1.10 工料分析

利用函数库和换入的新材料,按分部进行工料分析,并建立分部工程工料分析表格.
按工程项目总体逐分部进行工料的统计,并建立总体项目工料分析表格.

1.11 打印结果

打印工程总造价及项目一览表;
打印各分部工程工料分析明细表;
打印项目总体工料分析表.

2 如何建立各种用量函数库

各种用量函数库是指以工程量、材料用量、各分部或分项的价格为函数,以输入项目的特征指标为变量,建立的一系列不同的函数.

本文简要介绍一下经验数据统计进行回归分析建立模拟函数的方法.

我们知道,一件事件的发生而产生的结果,总是伴随多种原因,如果经历的事件多了,便可掌握一种规律,通过各种症状就可预测某一事件以后可能发生的结果.例如,通过观察风云的变化就可预测近一、二天是否晴还是雨天.天气预报一般是通过回归分析的结果.

回归分析就是确立的分析某种响应(或称函数、应变量,若用 v 表示)和主要因素(或称特征,自变量,若用 $x, y, z, \dots$ 表示)之间的函数关系.

为了求出函数与自变量之间的关系式,即 $v = f(x, y, z, \dots)$,就必须通过实际观察收集到一组观察值和响应值,见表1所示.

表 1 观察与响应数据统计表

数据		观察点								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
观察值	x_i	1	1	4	5	8	6	12	1	12
	y_i	2	4	6	12	12	8	4	4	8
	z_i	32	16	18	42	5	12	19	31	1
响应值	v_i	32	26	48	69	92	74	42	50	85

设 $\bar{V} = f(x, y, z)$ 是能很好地拟合上表数据的数学模型.则 $\xi = v_i - \bar{V}_i$ 为拟合模型在 i 点误差 $\sum_{i=1}^9 \xi$ 为误差平方和,它代表了数学模型拟合好坏的整体水平.若能使 $\sum_{i=1}^9 \xi \rightarrow 0$,则认为数学模型与实际观察值基本完全符合.

设 $\bar{V} = A_0 + a_1x + b_1y + c_1z$ 为三元一次拟合方程, x, y, z 的值为实际观察值(在工程招

投标快速支持系统中为工程项目的特征指标) 应为已知, 而 A_0, a_1, b_1, c_1 是未知的.

令

$$\begin{aligned}\sigma &= \sum_{i=1}^9 \xi = \sum_{i=1}^9 (v_i - \bar{V}_i)^2 \\ &= \sum_{i=1}^9 (v_i - A_0 - \alpha x_i - b_1 y_i - c_1 z_i)^2.\end{aligned}$$

取 σ 对 A_0, a_1, b_1, c_1 的偏导数并令其为 0, 得

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma}{\partial A_0} = 2 \sum_{i=1}^9 (v_i - A_0 - \alpha x_i - b_1 y_i - c_1 z_i) (-1) = 0, \\ \frac{\partial \sigma}{\partial a_1} = 2 \sum_{i=1}^9 (v_i - A_0 - \alpha x_i - b_1 y_i - c_1 z_i) (-x_i) = 0, \\ \frac{\partial \sigma}{\partial b_1} = 2 \sum_{i=1}^9 (v_i - A_0 - \alpha x_i - b_1 y_i - c_1 z_i) (-y_i) = 0, \\ \frac{\partial \sigma}{\partial c_1} = 2 \sum_{i=1}^9 (v_i - A_0 - \alpha x_i - b_1 y_i - c_1 z_i) (-z_i) = 0. \end{cases}$$

以上实际上为四元一次方程组, 解之

$$\begin{cases} A_0 = 17.3, \\ a_1 = 1.07, \\ b_1 = 5.71, \\ c_1 = -0.41. \end{cases}$$

则回归 $\bar{V} = 17.3 + 1.07x + 5.71y - 0.41z$,

误差平方和 $\sum_{i=1}^9 \xi = 119.526$.

可以看出误差太大, 再进行三元二次方程的回归. 同理可得

$$\begin{cases} A_0 = 79.11, \\ a_1 = 14.11, & a_2 = -0.894, \\ b_1 = -5.557, & b_2 = 0.314, \\ c_1 = -4.49, & c_2 = 0.097. \end{cases}$$

则三元二次回归方程为

$$\bar{V} = 79.11 + 14.11x - 0.894x^2 - 5.557y + 0.314y^2 - 4.49z + 0.097z^2.$$

误差平方和 $\sum_{i=1}^9 \xi = 44.617$.

再进行三元三次方程的回归, 得

$$\begin{cases} A_0 = 152.36, \\ a_1 = 38.14, & a_2 = -3.64, & a_3 = 0.79, \\ b_1 = -32.63, & b_2 = 2.56, & b_3 = -0.074, \\ c_1 = -4.50, & c_2 = -0.08, & c_3 = 3.38. \end{cases}$$

则三元三次回归方程为

$$\bar{V} = 152.36 + 38.14x - 3.64x^2 + 0.79x^3 - 32.63y +$$

$2.56y^2 - 0.074y^3 - 4.50z - 0.08z^2 + 3.38z^3.$

误差平方和为 $2.04 \times 10^{-10} \rightarrow 0.$

每个观察点*i*的响应值与理论值之差也很小,见表2.说明以上的三元三次方程是一个拟合很好的模型.

表 2 响应值与理论值之差

参量	观察点								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_i	1	1	4	5	8	6	12	16	12
y_i	2	4	6	12	12	8	4	4	8
z_i	32	16	18	42	5	12	19	3	1
v_i	32	16	48	69	92	74	42	50	85
$\bar{V}_i$	32	15.999	48	68.999	92	74	41.999	50	84.999
$v_i - \bar{V}_i$	10^{-3}	0	10^{-3}	10^{-3}	0	0	10^{-3}	0	10^{-3}

根据同样的道理,我们来讨论有*m*个自变量*k*次拟合的回归方程即*m*元*k*次模拟方程.

设观察点为*n*个,每个观察点的观察值(自变量)有*m*个,用*x*(1),*x*(2),*x*(3),……*x*(*m*)来表示.用*v*表示响应值. $\bar{V} = f[x(1), x(2), \dots, x(m)]$ 为*m*元*k*次回模拟方程.*c*_{*i,j*}表示各自变量前面系数.*i* = 1 ~ *m*表示自变量的编号,*j* = 1 ~ *k*表示自变量的次数.*c*₀表示常数.

那么拟合方程系数的总和为*mk* + 1个,必须建立*mk* + 1元的一次方程组,其标准形式如下

$$w = [v_i - c_0 - c_{11}x(1)_i - c_{12}x(1)_i^2 - \dots - c_{1k}x(1)_i^k - c_{21}x(2)_i - c_{22}x(2)_i^2 - \dots - c_{2k}x(2)_i^k - \dots c_{m1}x(m)_i - c_{m2}x(m)_i^2 - \dots - c_{mk}x(m)_i^k],$$

则标准的*mk* + 1元一次方程组为

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n w = 0, \\ \sum_{i=1}^n wx(1)_i = 0; \sum_{i=1}^n wx(1)_i^2 = 0; \dots \sum_{i=1}^n wx(2)_i^k = 0, \\ \sum_{i=1}^n wx(2)_i = 0; \sum_{i=1}^n wx(2)_i^2 = 0; \dots \sum_{i=1}^n wx(2)_i^k = 0, \\ \dots \dots \dots \dots \\ \sum_{i=1}^n wx(m)_i = 0; \sum_{i=1}^n wx(m)_i^2 = 0; \dots \sum_{i=1}^n wx(m)_i^k = 0. \end{cases}$$

解之,可得*c*₀及*c*_{*i,j*},*mk* + 1个系数的值.

则可得*m*元*k*次模拟回归方程为

$$\begin{aligned} \bar{V} = & c_0 + c_{11}x(1) + c_{12}x(1)^2 + \dots + c_{1k}x(1)^k \\ & + c_{21}x(2) + c_{22}x(2)^2 + \dots + c_{2k}x(2)^k \\ & \dots \dots \dots \dots \\ & + c_{m1}x(m) + c_{m2}x(m)^2 + \dots + c_{mk}x(m)^k \end{aligned}$$

要求 $k < n$

且当 $\frac{\sum_{i=1}^n \xi_j}{n-j-1} > \frac{\sum_{i=1}^n \xi_{j-1}}{n-j}$ 时, 停止拟合运作.

而且取 $k = j - 1$ 次的拟合方程, 因为 $j - 1$ 次的拟合时误差平方和最小.

函数库的建立是工程招投标快速支持系统最繁杂, 工作量最多的工作, 需要的人最多, 建库的时间长. 当然建库工作并不必要面面俱到, 十全十美一次性做完. 为了使工程招标支持系统尽快投入使用, 可以先把用得较多, 建库相对简单的函数建立起来.

本文作者在工程快速报价, 计算机绘制网络计划图表等方面做了一些前期的工作, 并有一定成果. 本文的提出, 希望能得到同行的帮助支持批评指正.

参 考 文 献

- 1 关柯、王宝仁. 建筑工程经济与企业管理. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987. 98~100, 171~188.
- 2 余辉. 建筑工程投资估算手册. 北京: 中国物价出版社, 1993. 1~700

Research on the Rapid Support System of Tendering and Bidding for Engineering Home and Abroad

Zhou Shufa Jiang Genmou

(Civil Engineering Deptatment)

abstracts This article intruduces the importance of the rapid support system of internal and external engineering tenders and biding and also presents the content, function, operation block diagram of the system and the establisncent of function data——the key technique of the system

Key Words engineering invite tendrs and bidding; engineering valuation; analysis of engineering quantities and material; function data; regression analysis