

模糊数学法在园林工程快速报价中的应用

李 佳,徐振东,刘建军

(西北农林科技大学,陕西 杨凌 712100)

摘要:通过介绍模糊数学方法的快速报价理论,给出了具体报价的测算过程和方法,并且结合其在建筑安装工程中的应用,对其做了必要的修改,使其在园林工程的投标报价中也同样适用,并列举园林工程的具体实例对它进行详细的说明。最后分析了模糊数学法快速报价在园林工程投标报价中的优缺点,为今后的深入研究提供可行的参考。

关键词:园林工程;快速报价;模糊数学

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2012)09-0122-04

随着人们生活水平的不断提高,对于生活环境质量的要求也越来越高,尤其是对公共场所的环境要求。园林工程地位在人们的期望中也逐渐提高。园林工程与建设工程的其它项目不同的是,园林工程以“生命”和“活力”为主体,主要分为硬质景观(包括园林铺装、亭台、假山、雕塑和喷泉等)^[1]和软质景观(绿化植物景观)工程两个部分。从目前来看,园林工程的规模呈现出不断扩大的趋势,新的技术和新的材料在园林工程中的应用已是屡见不鲜了。而且随着园林工程专业的不断细化,园林工程内容也向着越来越广泛的方向发展,朝着多样化的方向发展。园林工程所涉及的范围和领域也越来越广,工程造价的环节由原来的单一环节变成现在多环节造价过程。

园林工程造价是指园林建设项目经过分析决策、设计施工到竣工验收、交付使用的各个阶段,完成全部建设内容所投入的所有费用总和,园林工程计价则是园林建设项目工程费用的技术经济文件^[2]。简单来说,园林工程造价就是对某一个拟建工程的投资成本及利润风险进行估算的过程,主要包括4个过程,分别是估算、预算、结算和决算。园林工程造价是集政策性、专业性和经济性为一体的,而且受地域和时效的影响较大,在计价模式转变的大形势下,确定合理的园林工程造

价是所有园林工程技术领域和造价从业人员所面临的共同问题和核心。

1 模糊数学法的模型分析

1.1 典型工程相似度评价系统的设立

对已完工的建设工程进行初步的筛选,根据经验选取较为相似的若干个工程作为典型工程,要在这些初步选取的已建工程中再选择更为贴近的典型工程,首先要选择 n 个对工程造价影响较大的因素作为下一步筛选的标准;设 H 为选取因素的模糊关系系数集合, h_i 为评价因素, i 为评价因子的个数,则评价公式为:

$$H_i = \frac{\mu_{i1}}{h_1} + \frac{\mu_{i2}}{h_2} + \dots + \frac{\mu_{in}}{h_n} \quad (1)$$

其中 $i=1,2,\dots,n$, μ_{ij} 为第 i 个工程第 j 个评价因素的隶属度。

1.2 选取代表典型特征的向量

工程的特征因素是对某个工程的各项信息的反映,用这些选取的特征因素建立的矩阵为特征向量矩阵,用 $T=[T_1, T_2, \dots, T_n]$ 表示, T_i 表示第 i 个工程的特征向量,表示为 $T_i=(t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{in})$ 则

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & \dots & t_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{n1} & \dots & t_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

1.3 计算贴近度

贴近度的计算公式为:

$$N_i(H_i, H^*) =$$

$$\frac{\sum_{j=1}^m [H_i(\mu_j) \wedge H^*(\mu_j)]}{\sum_{j=1}^m [H_i(\mu_j) \vee H^*(\mu_j)]} \quad (3)$$

其中,运算符 \wedge 表示取小、 \vee 表示取大, H_i 表示第 i 个典型工程各个特征因素的模糊集合, H^* 表示拟建工程各个典型特征因素的模糊集

收稿日期:2012-05-21

基金项目:国家林业局公益性行业科研专项资助项目(200904004)

第一作者简介:李佳(1986-),女,陕西省渭南市人,在读硕士,从事风景园林研究。E-mail:wawj.131@163.com。

通讯作者:刘建军(1962-),男,山西省运城市人,博士,教授,博士研究生导师,从事森林生态系统功能及其评价研究。E-mail:Ljj@nwsuaf.edu.cn。

合, N_i 表示第 i 个典型工程与拟建工程的贴程度, $H_i(\mu_j)$ 表示第 i 个工程第 j 个特征因素的隶属度, $H^*(\mu_j)$ 表示拟建工程第 j 个特征因素的隶属度, m 表示模糊集合中特征因素的个数^[3]。

1.4 相似典型工程的贴程度

为了方便说明,把贴程度由高到低分为一级、二级、 \dots 、 n 级贴程度,并且贴程度越高说明与拟建工程的相似程度越高。因此设贴程度工程为 D_i ,贴程度为 a_i , $i=1,2,\dots,n$, i 为贴程度等级,若将贴程度 a_i 看作是平滑指数系数,则根据指数平滑法可得:

$$D = a_1 D_1 + a_2 (1 - a_1) D_2 + a_3 (1 - a_1) (1 - a_2) D_3 + \dots + a_n (1 - a_1) (1 - a_2) \dots (1 - a_{n-1}) D_n + (1 - a_1) (1 - a_2) \dots (1 - a_{n-1}) (1 - a_n) \bar{D} \quad (4)$$

其中, \bar{D} 为选取的相似工程造价的平均值,也作为预测造价的平均值,即

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (5)$$

贴程度越高的工程,它对拟建工程工程造价的预测结果影响就越大;贴程度越小,它对拟建工程工程造价预测的结果影响就越小。任何一个相似工程与拟建工程都存在不同程度的差异性,在进行投标报价时要由公式(5)得到的结果乘以相应的调整系数值,使其更合理化,设调整系数为 λ ,这样公式(4)就变为:

$$D = \lambda [a_1 D_1 + a_2 (1 - a_1) D_2 + a_3 (1 - a_1) (1 - a_2) D_3 + \dots + a_n (1 - a_1) (1 - a_2) \dots (1 - a_{n-1}) D_n + (1 - a_1) (1 - a_2) \dots (1 - a_{n-1}) (1 - a_n) \bar{D}] \quad (6)$$

由于权值是呈指数级递减的^[4],衰减速度非常快,在实际工程案例中,处于第四级的相似工程的权值非常的小,处于几乎可以忽略的状态,因此在进行模型建立时选取三级相似工程就可以预测出拟建工程的造价。因此公式(6)就简化为:

$$D = \lambda [a_1 D_1 + a_2 (1 - a_1) D_2 + a_3 (1 - a_1) (1 - a_2) D_3 + (1 - a_1) (1 - a_2) \dots (1 - a_3) \bar{D}] \quad (7)$$

该建模中的 D 、 D_1 、 D_2 、 D_3 均表示工程的单位造价。 a_1 、 a_2 、 a_3 表示前三级相似度工程的贴程度, λ 表示调整系数,可按照下列公式确定:

$$\lambda = 1 + \frac{1}{m} [1.8 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_1}} - 1 \right) + 0.8 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_2}} - 1 \right) + 0.4 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_3}} - 1 \right)] \quad (8)$$

其中, $H_{\text{拟}}$ 表示拟建工程的模糊关系系数, H_{a_1} 、 H_{a_2} 、 H_{a_3} 表示贴程度为 a_1 、 a_2 、 a_3 所对应的典型工程的模糊关系系数,它与 1 的比例关系属

于区间 $[0,1]$ ^[5]。

1.5 对预测模型得出的预测结果进行误差分析

由于预测时所参考的依据是历史数据,虽然选择的历史工程与拟建工程的相似程度很高,但仅仅只是相似,与相同还是有一定区别的,所以用模糊数学得出的预测结果与实际的结果存在一定的误差。同时也由于对相似工程的确定转化为固定的量化值,所以说这个误差也是在一定的合理范围之内,这里的误差检验的表现形式是预测结果与实际结果的误差率,也就是精度^[6],即:

$$\sigma_i = \frac{|D_{\text{预}} - D_{\text{实}}|}{D_{\text{实}}} \quad (9)$$

其中, σ_i 表示误差率, D 表示预测结果。

精度的计算是对所选的典型工程可靠性的一个检验,进而判断预测模型的可靠性。

2 影响园林建设工程造价的因素

2.1 市场的材料价格影响工程成本

园林工程不同于建筑安装工程,它的材料分为硬质材料和软质材料。硬质材料的价格由材料的原料、工艺及出厂厂家的名气和信誉决定,这与建筑安装工程的材料价格基本相同。园林工程的软质材料是指绿化树种,这都是活的有生命的,同时也有地域性的限制,因此树种的名贵程度决定了材料的价格走向,因此在设计和施工之前要对材料的产地和规格做充分的调查和研究分析,做好充分的准备工作。

2.2 企业的施工水平和工人的技术影响工程成本

对于同一个工程,所用的材料都相同的情况下,企业的施工水平和工人的技术就成为影响工程成本的主要因素,它对工程的质量起着至关重要的作用。园林工程绿化树种的成活率就是对园林绿化企业的施工水平和工人的技术最好的说明。

2.3 企业的施工管理水平影响工程成本

优秀的施工管理人员是企业的主导力量,如果没有优秀的施工管理人员,其它的一切再好也无济于事,一个工程的施工其过程是非常复杂的,离不开企业的施工管理人员,这对工程的质量是至关重要的。施工管理人员的质量和效率是绿化工程质量的可靠保证,也间接的影响着工程的成本。

2.4 后期养护水平影响工程成本

园林绿化工程不同于建筑安装工程的还有一点就是工程验收的期限较长。园林工程对于所栽植的植物一般都有 1~3 a 的养护期,所以它的验

收工作一般都是在竣工 1~3 a 之后进行。对园林植物的养护工作所消耗的费用也是工程成本的一部分,养护水平是影响工程成本的直接因素。

2.5 园林绿化公司的规模影响工程成本

一般大型的园林公司都有自己的员工组织机构和材料配置组织机构,他们对于工人的要求比一般的中小型园林企业的要求都要高一些,这就使得他们的施工质量很可靠。在投标报价方面,有的大型企业有自己独立的企业定额,因此在报价方面出现虚报、谎报情况的几率相对来说较少,所以说这也是影响工程成本的一个重要原因。

3 园林工程快速报价的模糊数学案例分析

3.1 工程概况

选取的工程是固原市隆德县中心北路的公路

表 1 各个典型工程的具体情况

Table 1 The specific circumstances of each typical project

名 称 Name	绿化面积/m ² Green area	直接费总造价/元 Direct fee cost	单位面积造价/元·m ⁻² Cost per unit area
隆德县中山南路 Zhongshan South Road of Longde County	2050.00	349781.23	170.62
固原市高平路 Gaoping Road of Guyuan City	3969.75	782741.92	197.18
固原市六盘山东路 Liupanshan East Road of Guyuan City	2065.00	471246.67	228.21

拟建工程用 D 来表示,根据各工程对比可确定 4 个特征元素:垃圾清理外运(t_1)、挖坑回填土(t_2)、乔木栽植(t_3)、灌木栽植(t_4),结合工程具体情况初步赋予各元素其隶属度见表 2,由此计算出模糊关系值。

表 2 各个特征要素的隶属度值

Table 2 Membership values for each characteristic element

绿化工程 编号 No.	特征元素 t_1	特征元素 t_2	特征元素 t_3	特征元素 t_4
A	0.5	0.6	1.0	1.0
B	1.0	0.2	0.9	0.6
C	0.3	0.8	1.0	0.6
D	0.6	0.9	0.8	0.6

用二元对比排序法得到各典型工程在论域 T 上的模糊子集为:

对于工程 A, $\sum t_i = 0.5 + 0.6 + 1.0 + 1.0 = 3.1$;

绿化工程,此路全长 7.5 km,根据设计图纸及工程量清单可知该工程主要有:垃圾清理外运、挖坑回填土、乔木栽植、灌木栽植,总绿化面积约 1.17 万 m²。标书中规定:此项不另设暂列金额;国拨和部管材料由建设单位供给,其余的由投标单位自行解决;该工程为一次性承包工程,签订合同后综合单价不允许改动。总价若有改动按照国家规定的索赔方式处理,按照国家规范标准验收,验收合格后交付余款。

3.2 预测实施过程

3.2.1 确定特征元素及其选取的典型工程的模糊关系系数 根据已完工工程资料,固原市隆德县中山南路、固原市高平路及固原市六盘山东路 3 个绿化工程,分别用 A、B、C 来表示,其绿化面积和直接费用总造价见表 1:

对于工程 B, $\sum t_i = 1.0 + 0.2 + 0.9 + 0.6 = 2.7$;

对于工程 C, $\sum t_i = 0.3 + 0.8 + 1.0 + 0.6 = 2.7$;

对于拟建工程 D, $\sum t_i = 0.6 + 0.9 + 0.8 + 0.6 = 2.9$ 。

其中 A 工程的 $\sum t_i = 3.1$ 为最大,故取 A 工程的模糊系数为 1.0,则其它工程的模糊系数为:

$$T_B = \frac{2.7}{3.1} = 0.87$$

$$T_C = \frac{2.7}{3.1} = 0.87$$

$$T_D = \frac{2.9}{3.1} = 0.9$$

3.2.2 检验选用工程的可靠性 (1)选取 A 为基准,则 T_A 与 T_B 的贴近度为:

$$N(T_A, T_B) =$$

$$\frac{(0.5 \wedge 1) + (0.6 \wedge 0.2) + (1 \wedge 0.9) + (1 \wedge 0.6)}{(0.5 \vee 1) + (0.6 \vee 0.2) + (1 \vee 0.9) + (1 \vee 0.6)} = 0.6$$

同理 $N(T_A, T_C) = 0.8$ 。

(2)相应的典型工程直接费的单位面积造价依次为:

$$D_1 = 197.23 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$D_2 = 228.21 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$$

(3)由调整系数公式计算调整系数:

$$\lambda = 1 + \frac{1}{m} \left[1.8 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_1}} - 1 \right) + 0.8 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_2}} - 1 \right) + 0.4 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_3}} - 1 \right) \right] = 1 + \frac{1}{4} \left[1.8 \left(\frac{1}{0.6} - 1 \right) + 0.8 \left(\frac{1}{1} - 1 \right) \right] = 0.875$$

再由公式 7 可得

$$D_A = 0.875 [0.8 \times 197.23 + 0.6 \times (1 - 0.8) \times 228.21 + \frac{1}{2} (1 - 0.8) \times (1 - 0.6) \times 212.72] = 176.92$$

(4)精度计算:

$$\sigma_A = \frac{176.92 - 170.62}{170.62} \times 100\% = 3.7\% \leq 5\%$$

同理 $\sigma_B = 3.71\% \leq 5\%$, $\sigma_C = 4.1\% \leq 5\%$ 。

综上验证,典型工程单位面积直接工程费精度均小于 5%,符合条件。

3.2.3 估算拟建工程的单位面积直接费造价

(1)计算拟建工程与选取的 3 个典型工程的贴

$$N(D, A) = \frac{(0.5 \wedge 0.6) + (0.6 \wedge 0.9) + (1 \wedge 0.8) + (1 \wedge 0.6)}{(0.5 \vee 0.6) + (0.6 \vee 0.9) + (1 \vee 0.8) + (1 \vee 0.6)} = 0.71$$

$$D_3 = 228.21 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}, T_3 = 0.87$$

$N(D, C) =$

$$\frac{(0.3 \wedge 0.6) + (0.8 \wedge 0.9) + (1 \wedge 0.8) + (0.6 \wedge 0.6)}{(0.3 \vee 0.6) + (0.8 \vee 0.9) + (1 \vee 0.8) + (0.6 \vee 0.6)} = 0.81$$

(2)贴度正向排列为: $0.81 > 0.71 > 0.65$ 。

$$D_1 = 197.23 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}, T_1 = 0.87$$

$$D_2 = 170.63 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}, T_2 = 1$$

$$D_3 = 228.21 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}, T_3 = 0.87$$

(3)调整系数

$$\lambda = 1 + \frac{1}{m} \left[1.8 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_1}} - 1 \right) + 0.8 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_2}} - 1 \right) + 0.4 \left(\frac{H_{\text{拟}}}{H_{a_3}} - 1 \right) \right] = 1 + \frac{1}{4} \left[1.8 \left(\frac{0.9}{0.87} - 1 \right) + 0.8 \left(\frac{0.9}{1} - 1 \right) + 0.4 \left(\frac{0.9}{0.87} - 1 \right) \right] = 1$$

说明可以不做调整就能计算出拟建工程单位

面积造价。

因此

$$D_D = 1 \times [0.81 \times 197.23 + 0.71 \times (1 - 0.81) \times 170.62 + 0.65 \times (1 - 0.71) \times (1 - 0.81) \times 228.21 + \frac{1}{3} (1 - 0.81) \times (1 - 0.71) \times (1 - 0.65) \times (197.23 + 170.62 + 228.21)] = 194.78$$

这样就算出了该拟建工程的单位面积直接工程费为 194.78 元 \cdot m², 该工程直接工程费为 194.78 \times 1.17 \times 104 = 2 278 945.567 元。

该工程由定额预算直接工程费时的单位面积造价为 186.67 元 \cdot m², 因此精度为:

$$\sigma_A = \frac{194.78 - 186.67}{186.67} \times 100\% = 4.34\% \leq 5\%$$

较为合理。

用模糊数学法对固原市隆德县中心北路园林绿化工程进行投标估算,可以得出,要用模糊数学方法快速估算投标报价要以强大的历史数据库作为后盾,因此建议加强各类型工程造价历史数据的积累,最好还可以应用计算机建立数据库,以达到更精准的结果,为以后园林工程行业服务。

4 模糊数学应用于园林工程的优缺点

模糊数学法把园林中的一些模糊关系量化,为投标估算提供了方便。而且模糊数学法计算过程简捷清晰,计算结果与实际的造价之间的误差也可以控制在一定的范围之内,这是模糊数学法的长处所在。园林工程的发展虽然经历了很长的时间,但是园林工程造价行业起步比较晚,更没有完善的数据库系统,用模糊数学法估算报价,对于典型工程的选取可以遵循就近原则,这样的话其人工费和材料费等在短时间内不会相差太大,也为报价的合理性提供了保证。同时也还是由于园林工程的起步较晚,历史数据储备不足,用模糊数学法估算报价的结果有效期受到限制,模糊数学法大多是对成本进行预测,对于利润和风险无法详细地预测。但在目前的形势下,模糊数学法还可以持续使用和研究。

参考文献:

- [1] 丁立坚. 浅谈园林景观绿化造价中存在的问题和改进措施[J]. 工程管理, 2011(2): 131.
- [2] 祝遵凌, 罗镗. 园林工程造价与招投标[M]. 北京: 中国林业出版社, 2010: 4-7.

(下转第 148 页)

- 福建农业科技,1987(4):15-17.
- [8] 马夕龙,汪军,于祥之,等.水稻紫鞘病的发生观察及试验[J].植保技术与推广,1994(2):10.
- [9] 张超然.水稻紫鞘病的病原与症状[J].植物保护,1982(2):12-13.
- [10] 张国淳,陈吉棣,鲁素芸.水稻新病害——紫鞘病的症状及病原的研究[J].植物病理学报,1987(4):14.
- [11] 诸葛根樟,王连平,邵海燕.水稻褐(紫)鞘病因之探讨[J].植物病理学报,1991(1):43-49.
- [12] 林坚贞,张艳璇.水稻紫秆症状的病原问题[J].植物保护,1983(2):35.
- [13] 林坚贞,张艳璇.水稻紫秆病病原及药剂防治初探[J].江西农业科技,1983(2):13-15.
- [14] 林坚贞,张艳璇.水稻紫秆病的调查研究[J].植物保护,1984(3):34.
- [15] 林坚贞,张艳璇,杜小勇.水稻紫秆症状产生的原因探讨[J].福建农业科技,1982(1):36-39.
- [16] 何希树.谈水稻紫鞘病的为害与病原[J].植物保护,1984(3):35.
- [17] 单文周,刘运金.水稻紫鞘病发病原因的探讨[J].植物保护,1984(3):31-32.
- [18] 单文周,罗宽,陈寅.水稻褐鞘病研究Ⅰ.病原细菌分离、致病性测定和鉴定[J].湖南农业大学学报:自然科学版,1985(1):46-53.
- [19] 罗宽,廖小兰,陈寅,等.水稻褐鞘病发生规律与防治研究[J].湖南农业科学,1988(6):32-36.
- [20] 罗宽,廖小兰,陈寅.水稻褐鞘病研究Ⅱ.病原细菌的生理生化及分子生物学性状[J].植物病理学报,1988(1):31-35.
- [21] 罗宽,廖小兰,陈寅.水稻褐鞘病研究Ⅲ.病原细菌的血清学、寄主范围和生长、致死温度[J].湖南农业大学学报:自然科学版,1988(3):33-39.
- [22] 张宝棣,潘泽洪.水稻新病害——稻褐鞘病[J].广东农业科学,1977(3):14-16.
- [23] 张宝棣,潘泽洪.水稻褐鞘病发生原因的进一步探讨[J].植物保护学报,1986(4):21-25.
- [24] 李隆术.农业螨类研究进展[J].中国农业科学,1990,23(1):22-30.
- [25] 陈垂波.水稻紫鞘症状的田间诊断与分析[J].福建农业科技,1981(5):27-28.
- [26] 张云江,赵镛洛,王继馨,等.水稻颖壳褐变现象研究概况[J].黑龙江农业科学,2005(5):60-61.

Advances in the Pathogen of Rice Brown Sheath Disease

LI Peng

(Heilongjiang Academy of Land Reclamation Sciences,Jiamusi,Heilongjiang 154007)

Abstract: In order to make workers of the agricultural science and technology know the general situation of the pathogens of rice brown sheath disease, the symptoms of rice brown sheath disease were described, and the pathogen of rice brown sheath disease were reviewed from fungus, bacteria, mites and insect.

Key words: rice; brown sheath disease; pathogen

(上接第 125 页)

- [3] 王彩华,宋连天.模糊数学方法学[M].北京:中国建筑工业出版社,1988:16.
- [4] 郭菊斌.工程量清单计价模式下快速报价方法的研究[D].四川:西南交通大学,2004:40-43.
- [5] 张欣.建筑装饰工程的模糊快速报价方法[J].四川建筑科学研究,2006(4):213-215.
- [6] 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(3):49-53.

Application of Fuzzy Mathematics in the Landscaping Works Quick Quoted Price

LI Jia, XU Zhen-dong, LIU Jian-jun

(Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Through introducing the quick quoted price theory of fuzzy mathematical methods, the estimates process and methods of the specific offer were given, and combining with its application in the construction and installation works, it was made the necessary changes so as to make the same application in the garden project, and then specific samples of garden works were cited to describe in details. Final the advantages and disadvantages of fuzzy mathematical method applied in landscaping words were analyzed to provide a viable reference for deep study of the newcomers.

Key words: landscape engineering; quick quoted price; fuzzy mathematics