

基于层次分析法的投标项目 选择多目标决策模型

於永和

(广西工学院, 广西 柳州 545006)

摘要: 鉴于施工企业投标项目选择的重要性, 从投标项目选择的实际出发, 建立了投标项目选择的多目标决策模型, 同时通过层次分析法确定模型中各指标的权重。

关键词: 投标; 层次分析法; 多目标决策; 决策模型; 权重法

中图分类号: C934

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)08-0108-02

0 前言

当前的国内外建筑市场, 机遇与挑战并存——一方面建筑工程项目数量不断增多、规模不断加大, 另一方面建筑市场的竞争不断加剧、要求越来越高。因此, 对于广大施工

企业而言, 如何在建筑市场中生存和发展就面临新的问题。提高施工企业的技术水平无疑是先决条件, 但是提高施工企业的管理和决策水平同样不可忽视。

在浩瀚的建筑市场中选择合适、可行、有优势的项目进行投标是施工企业进行其

它各项工作的基础和关键。正确的项目可以为以后的各项工作打下良好的基础; 反之, 即使项目中标也为日后的施工、管理和效益埋下诸多隐患。然而, 当前多数施工企业在项目选择工作中存在或多或少的问题, 或者是由行政领导拍板决定, 或者是重点不突出

产成本, 尽量用生产者取代检查者, 提高产品质量。以上大量公司的实践证明, 这部分成本的投资是有效的。

目前也有相当多的民营企业通过有效地投资预防成本提升企业的绩效, 有的还实现了战略提升。据抽样调查显示, 温州民营企业中, 全面质量管理水平较高的企业占 59.5%, 其中通过 ISO9000 体系认证的企业占 31%, 正在进行 ISO9000 体系认证的企业占 19%, 通过 ISO14000 体系认证的企业占 2.2%^[1], 这些比例和全国其它地区相比都是较高的。不管是全面质量管理还是 ISO9000 和 ISO14000, 6 σ 管理是一脉相承的, 其预防成本的投资比例都远远高于传统管理条件下预防成本的投资比例。预防成本的投资, 有效地保证了产品的质量和企业产品的高市场接受度。据调查, 温州民营企业的产品

具有较高质量水平的企业占 36.2%, 质量水平合格的企业占 61.2%^[2], 质量水平较为理想。理想的质量提高了产品的市场接受度, 大部分是产品销往国际市场、全国市场、省内市场的企业。产品只在本县销售的企业只占 13.4%。可以说, 预防成本的投资有效地促进了温州民营企业的绩效。国内还有一些质量管理工作基础很好的企业, 已经推行 6 σ 管理, 成功实现战略的提升, 如联想、澳柯玛、小天鹅等, 都是实现了最优成本战略的企业(产品质量接近高端厂商, 但产品价格比高端厂商低)。

不论是投资于生态成本、社会责任成本还是预防成本, 都有助于民营企业摆脱短命宿命, 实现可持续发展, 有效促进民营企业的战略提升, 使民营企业早日从“经济战略”的羁绊中走出来, 建立竞争优势, 转向集约

增长的战略(低成本战略或高差异战略或者最优成本战略), 摆脱微利困扰, 开辟民营企业发展的新纪元。

参考文献:

- [1] 刘迎秋, 徐志祥. 中国民营企业竞争力报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2004. 193-196.
- [2] 林健, 范佳凤. 民营经济的成本优势是否面临终结[J]. 经济体制改革, 2004, (4): 15-18.
- [3] 纪建悦, 韩广智. 执行力组织[M]. 北京: 企业管理出版社, 2003. 123-125.
- [4] 崔如波. 绿色经济: 21 世纪持续经济的主导形态[J]. 社会科学研究, 2002, (4): 47-51.
- [5] 王晓萍, 张艺. 从价值链看温州民营企业的竞争力[J]. 浙江统计, 2005, (3): 16-19.

(责任编辑: 汪智勇)

收稿日期: 2006-03-13

基金项目: 广西自然科学基金项目(桂科自0481005)

作者简介: 於永和(1968-), 男, 广西灌阳人, 高级工程师, 博士, 广西工学院土木工程系副主任。

地到处投标且效果不佳^[1]。

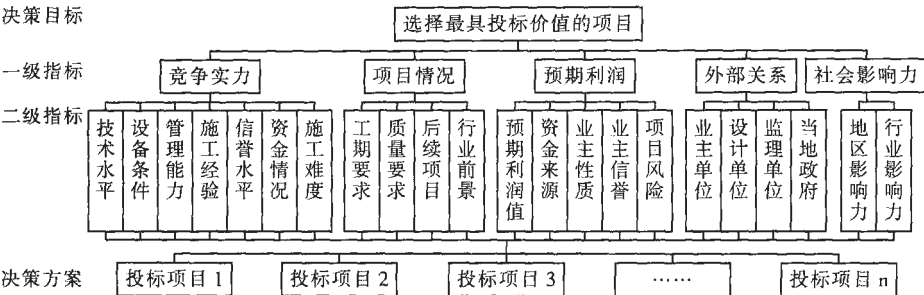
鉴于施工企业投标项目选择的重要性,针对以上存在的问题,本文从投标项目选择的实际出发,建立了投标项目选择的多目标决策模型,同时通过层次分析法计算决策模型中各指标的权重,为施工企业投标项目的选择工作提供了理论根据和操作规则。

1 投标项目选择决策问题分析与指标体系

施工企业进行投标项目选择就是从广阔的国内外建筑市场中选择符合投标条件的工程项目,组织各级人员参与投标,这是一个典型的多目标决策问题。施工企业希望他参与投标的项目具有一定的社会影响力和良好的经济效益,且为后继项目打下市场基础,同时具备一定的中标竞争能力。然而,一般施工企业在选择投标项目时是不可能满足以上所有要求的,只能从中选择一个或几个各方面比较满意的项目参与投标,即寻找一个满意解或者对有限个投标项目的投标可行性进行排序。

进行投标项目选择的主要考虑因素有企业的竞争实力、项目的基本情况、中标后的预期利润、项目实施后的外部关系、项目实施的社会影响力5个方面内容。其中每个指标(一级指标)在实际操作中都具有复杂性,有必要进一步分解细化。如企业的竞争实力需要考虑企业的技术水平、设备条件、管理能力、施工经验、信誉水平、资金情况、施工难度7方面内容。对每个一级指标分解后,形成二级指标,这样就构成了投标项目选择的决策体系,如附图所示。

另一方面,衡量投标项目优势的指标既有定量指标,又有定性指标。例如,可以认为项目中标后的预期利润是定量指标,而项目实施的社会影响力是定性指标。因此,投标项目的选择决策是一个定量与定性的混合决策目标



附图 投标项目选择决策体系

决策问题,存在定量与定性的统一。

为了实现定量指标与定性指标的统一,本文采用如下的方法:对于定量指标,将指标值分段量化为相应的分值;对于定性指标采用语言描述确定分值的方法确定该项指标分值。表1为投标项目选择指标体系量化的简单示例。

表1 投标项目选择指标体系量化示例

一级指标	二级指标	标准	得分
预期利润	预期利润值 (万元)	500 以上	5
		500 ~ 100	4
		100 ~ -51	3
		50 ~ -50	2
项目风险	项目风险	-50 以下	1
		无任何风险	5
		基本无风险	4
		有较小风险	3
		有较大风险	2
		有重大风险	1
...

2 投标项目选择多目标决策模型

如前所述,投标项目选择问题是一个多目标决策问题,本文采用常用的权重法将多目标问题转化为单目标决策问题^[2]。

投标项目选择问题可以用以下形式的多目标决策模型描述:

$$\max_{k=1}^K \sum_{i=1}^M w_i^* \sum_{j=1}^N w_{ij}^* I_{ijk}$$

上式中各变量的含义如下:

i=1, 2, ..., M 为一级指标编号; j=1, 2, ..., N 为一级指标 i 对应的二级指标编号; k=1, 2, ..., K 为当前待选投标项目编号; w_i 为指标 i 在总目标中的权重; w_{ij} 为二级指标 (i, j) 在指标 i 中的权重; I_{ijk} 为待选投标项目 k 在指标 (i, j) 上的得分。

对于若干代投标项目,通过上述的投标项目选择指标体系,除 w_i、w_{ij} 外的其它变量都可确定。下面将讨论如何通过层次分析法确定各指标之间的权重。

3 基于 AHP 的投标项目选择指标权重确定

3.1 层次分析法与投标项目选择决策

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是美国著名运筹学家 T.L.Saaty 提出来的,以有效应用于有限决策方案、有限决策准则(多个)问题的决策。AHP 法本质上是一种决策思维方式,它把复杂的问题分解为各相关指标,并将这些指标按层次关系分组以形成有序的递阶层次结构,通过两两比较判断的方式确定每一层次中各指标的相对重要性,然后在递阶层次结构内进行合成,得到决策指标相对于目标的重要性的总排序^[3]。

AHP 法在工程招标、投标、评标研究工作中已有广泛的应用^[4,5]。从 AHP 法分析和解决问题的思路可以看出,AHP 法与投标项目选择问题求解思路和模型也是一致的。下面建立基于 AHP 法的投标项目选择模型。

3.2 基于 AHP 的投标项目选择指标权重确定

3.2.1 建立决策层次结构

将投标项目选择决策的各指标分层排序,依据指标之间的层次关系建立投标项目选择决策层次结构。如附图所示。

3.2.2 构造两两比较判断矩阵

判断矩阵是指决策者根据同一层次的各项指标对上一层次相应指标的重要性所给出的矩阵。

(1) 确定思维判断的定量标度,通常使用 9 级标度法,如表 2 所示。

表 2 9 级标度法

评判标准	得分
因素 A 与因素 B 具有同等重要性	1
因素 A 比因素 B 稍微重要	3
因素 A 比因素 B 明显重要	5
因素 A 比因素 B 强烈重要	7
因素 A 比因素 B 极端重要	9
为上述相邻判断的中间值	2, 4, 6, 8

(2) 构造判断矩阵:对某一指标的下层各指标进行两两比较评分,可以得到两两比较判断矩阵 A。

表 3 判断矩阵

A	I ₁	I ₂	...	I _n
I ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	A _{1n}
I ₂	a ₂₁	a ₂₂	...	A _{2n}
...
I _n	a _{n1}	a _{n2}	...	a _{nn}

表 3 中, $a_i=1, i=1, 2, \dots, n, a_j=1/a_i$ 。

3.2.3 层次单排序及一致性检验

层次单排序就是计算判断矩阵的最大特征根与特征向量。这里采用方根法进行计算, 计算过程如下: 计算判断矩阵每行元素的乘积: $x_i = \prod_{j=1}^n a_{ij}$; 计算 x_i 的几何平均值

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{x_i}; \quad \text{向量 } \bar{w}_i \text{ 的归一化: } w_i = \bar{w}_i / \sum_{j=1}^n \bar{w}_j$$

$$w_j; \quad \text{计算判断矩阵的最大特征根 } \lambda_{\max}; \quad \lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(A^* w)_i}{n \bar{w}_i}$$

其中 $(A^* w)_i$ 为向量 $A^* w$ 的第 i 个分量; 一致性检验: 一致性指标 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$, 随机一致性比率 $CR = \frac{CI}{RI}$ 。

当 $CR < 0.10$ 时, 即认为判断矩阵具有满意的一致性, 否则, 由于判断矩阵偏离一致性过大, 需要考虑对判断矩阵进行修正。

3.2.4 层次总排序(综合重要度的计算)
在经过层次单排序以后, 还需要计算所有指标对总目标的层次总排序, 其目的是为了更加清晰地表达所有指标对系统总目标的重要性, 从而使决策者根据不同的重要性进行有区别的处理。

利用同一层次中所有层次单排序的计算结果, 就可以计算针对上一层次而言的本层次所有元素的重要性权重值, 这就称为层次总排序。层次总排序需要从上到下逐层顺序进行。对于最高层, 其层次单排序就是其总排序。

若上一层次所有元素 A_1, A_2, \dots, A_m 的层次总排序已经完成, 得到的权重值分别为

a_1, a_2, \dots, a_m 与 A_j 对应的本层次元素 B_1, B_2, \dots, B_n 的层次单排序结果为 $\{b_1^j, b_2^j, \dots, b_n^j\}^T$, 当 B_i 与 A_j 无联系时, $b_i^j=0$ 。

于是, 得到的层次总排序如表 4 所示。

表 4 层次总排序

层次 A \ 层次 B	A_1	A_2	\dots	A_m	B 层次的总排序
B_1	b_1^1	b_2^1	\dots	b_m^1	$\sum_{j=1}^m a_j b_1^j$
B_2	b_1^2	b_2^2	\dots	b_m^2	$\sum_{j=1}^m a_j b_2^j$
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
B_n	b_1^n	b_2^n	\dots	b_m^n	$\sum_{j=1}^m a_j b_n^j$

显然, $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_j b_i^j = 1$ 即层次总排序为归一化的正规向量。

3.2.5 一致性检验

为了评价层次总排序的计算结果的一致性, 类似于层次单排序, 也需要进行一致性检验。为此, 需要分别计算下列指标:

$$CI = \sum_{j=1}^m a_j CI_j, \quad RI = \sum_{j=1}^m a_j RI_j, \quad CR = \frac{CI}{RI}$$

式中, CI 为层次总排序的一致性指标, CI_j 为与 a_j 对应的 B 层次中判断矩阵的一致性指标; RI 为层次总排序的随机一致性指标, RI_j 为与 a_j 对应的 B 层次中判断矩阵的随机一致性指标; CR 为层次总排序的随机一致性比例。

同样以 $CR < 0.10$ 来判断层次总排序的计算结果是否具有令人满意的一致性。

经过以上层次分析法确定投标项目选择多目标决策模型中的权重以后, 针对若干个待选投标项目就可以进行投标项目选择决策工作, 为投标项目选择决策提供参考和依据。

4 结语

投标项目选择是一个复杂的多目标、多准则决策问题, 施工企业追求项目中标后的社会影响力、经济效益、对市场开拓的良好影响等目标, 同时需要考虑企业在该项目上的竞争能力。为此, 本文在考虑以上因素的基础上建立了投标项目选择的多目标决策模型, 建立了企业投标的目标体系和量化指标体系, 通过权重法实现各目标的统一, 以及应用层次分析法确定各项指标的权重。

参考文献:

- [1] 刘尔烈, 朱建元. 工程建设项目的招标与投标 [M]. 北京: 人民法院出版社, 2000.
- [2] 徐玖平, 李军. 多目标决策的理论与方法 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 吕永波, 胡天军, 雷黎. 系统工程 [M]. 北京: 北方交通大学出版社, 2003.
- [4] 李毅, 张帆, 吕校武等. 层次分析技术界定网络工程中标因素的权重研究 [J]. 武汉理工大学学报(信息与工程版), 2003, (4): 181-183.
- [5] 郭方胜, 梁前民. 层次分析法在深基坑支护系统方案优选中的应用 [J]. 武汉冶金科技大学学报, 1998, (4): 436-442.

(责任编辑: 胡俊健)

Multi-objective Decision-making Model of Bid Project Selection Based on AHP

Abstract: Bid project selection is a complicated multi-objective decision-making problem. Its goal is to select the project with most integrated optimum to bid. The paper develops the multi-objective decision-making model for bid project selection and the weights of indexes are calculated by analytic hierarchy process. The model and method in the paper help construction corporations much in improving scientificity and rationality of bid project selection decision-making in practice and in theory.

Key words: bid; analytic hierarchy process; multi-objective decision-making; decision-making model; weight method