

模糊信息下全过程工程咨询服务模式评价

高兰芳

(福建船政交通职业学院 土木工程学院, 福建 福州, 350007)

[摘要] 全过程工程咨询服务模式正处于起步阶段, 其服务模式的选择缺乏客观可行的定量分析评价方法, 难以满足决策需要。以模糊层次分析法为主、灰色关联分析为辅, 建立全过程工程咨询服务模式评价体系, 并从项目规模及复杂程度、全过程咨询服务能力、服务风险及预期目标、信息化技术应用能力等方面分析其主要影响因素的重要度。应综合考量咨询服务能力等因素, 合理选择全过程工程咨询服务模式, 提高咨询服务效率, 达到咨询服务目标。

[关键词] 全过程工程咨询; 服务模式; 模糊层次分析法; 灰色关联分析

[中图分类号] TU723.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2096-3300 (2022) 01-0078-06

2017年5月, 住房和城乡建设部为贯彻落实《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》(国办发〔2017〕19号), 培育全过程工程咨询, 选择40家企业和8个省市进行试点; 2019年3月, 国家发展改革委与住房和城乡建设部正式印发《关于推进全过程工程咨询服务发展的指导意见》(发改投资规〔2019〕515号), 明确全过程工程咨询服务的组织模式。经过试点推进, 全过程工程咨询引起广大学者的关注。据娟^[1]对不同咨询服务模式进行对比分析, 提出基于“价值-事件-任务-阶段”建立全过程工程咨询价值评估体系; 刘英杰^[2]等从全过程咨询公司的服务层面建立全过程咨询基础模型, 并构建优选指标, 通过区间概率优势算法对各种模型组合进行优选; 彭志光^[3]等就公路工程的项目代建模式和全过程工程咨询模式的选取问题, 应用模糊层次分析法建立相应决策模型。上述针对全过程工程咨询的价值评估和模型优选的研究均取得了一定的成果, 但关于建设项目全过程工程咨询服务模式的评价研究还较少; 且全过程工程咨询正处

于起步阶段, 难以基于大数据进行统计分析, 因此, 本文从业主的角度出发, 对模糊信息下全过程工程咨询服务模式评价进行研究。

一、工程咨询模式分析

随着建设行业的不断发展, 工程咨询模式也随之演变, 从传统的咨询模式、到“项目管理+专业服务”模式、再到近年来国家大力推行的全过程工程咨询模式, 咨询模式和服务内容逐渐完善, 工程咨询企业也在建设行业的发展中逐步转型升级。

传统咨询模式。传统的咨询模式往往是将建设项目中的勘察设计、招标代理、工程造价、工程监理、工程咨询等业务分割, 由业主委托不同的单位来完成, 各参与方承担不同阶段、各自专业领域的业务, 缺少对项目全过程的整体把控。这不仅增加了工程成本, 还弱化了建设项目的内在联系。各参与方之间衔接不到位、信息不畅通, 导致建设项目管理过程中容易出现各种质量问题和安全隐患, 业主难以得到完好的建设成果和有效的咨询服务。这种单一化的咨询服务存在一定的局限性, 且存在大

收稿日期: 2021-06-24

基金项目: 福建省教育厅中青年教师教育科研项目“BIM技术下全过程工程咨询服务模式的研究与实践”(JZ180361)。

作者简介: 高兰芳(1987-), 女, 福建平潭人, 副教授, 硕士, 研究方向: 投资决策与工程造价管理。

量重复性的管理工作，使得业主的管理难度大大增加。

项目管理+专业服务。为了降低项目风险和业主的管理难度，“项目管理+专业服务”得到广泛应用，其是由业主委托一家专业的代建咨询服务单位进行建设项目全过程管理，项目各参与方通过代建方向业主负责，以弥补管理过程中的不足。但在多年的工程实施经验中，存在业主对项目的参与度较低、代建方组织管理工作缺乏自主性等问题，仍然没有从根本上解决传统模式中存在的管理分散、业务割裂、信息孤岛等问题，项目的管控风险依然存在。

全过程工程咨询。全过程工程咨询可视咨询企业的服务能力和项目的复杂程度，采取多种组织模式。可由一家具有综合能力的工程咨询企业实施，或可由多家具有不同专业特长的工程咨询企业联合实施，也可以根据建设单位的需求，依据全过程工程咨询企业自身的条件和能力，为工程建设全过程中的几个阶段提供不同层面的组织、管理、经济和技术服务^[4]。与前两者相比，全过程工程咨询的优势在于不仅提供各类工程咨询服务，还可贯穿项目的全生命周期，涉及工程的全方面，形成一个完整的产业链，建设项目之间的内在联系更加紧密，项目信息流更为畅通，有助于解决建设项目集成管理的需求，进而提高咨询服务效率，实现投资效益最大化。经过近几年的工程实践经验表明，全过程工程咨询是工程咨询业的试点改革探索，其服务内容高度整合而不是简单相加，在提高服务质量的同时，也有助于节约投资成本、缩短项目工期、识别并规避风险等，进一步提升咨询服务水平，这是政策导向也是行业进步的表现。

二、全过程工程咨询服务模式选择的影响因素

在进行工程咨询服务模式选择时，需统筹考虑和处理各种复杂的影响因素。通过查阅大量相关文献，并结合工程咨询服务的特征，将全过程工程咨询服务模式的优选影响因素划分为四个。

项目规模及复杂程度。建设项目的规模及复杂程度预示着项目的风险大小，对工程咨询服务模式的选择有一定的影响。需考虑该模式与项目本身的契合度，如工程规模、复杂程度以及工程的质量、

成本、工期等，进而满足项目建设需求。主要包括建设项目的规模、技术的复杂程度、项目的自身风险、投资的资金来源等。

全过程咨询服务能力。全过程咨询服务能力是企业的核心基础，包含建设项目全过程的把控能力、全方位的协调能力、全要素的集成能力等。科学合理地评价企业的全过程工程咨询服务能力，需综合考量基础条件、组织管理、团队协作等因素，明确在开展全过程工程咨询服务中存在的优势与不足，进而有针对性地不断改进^[5]。主要包括企业基础条件、咨询管理制度、咨询服务内容、咨询服务团队等。

服务风险及预期目标。全过程工程咨询服务尚在起步阶段，存在一定的服务风险。为实现建设项目的成本、质量、进度、安全、风险、合同等预期目标，需衡量企业的类似管理经验、投入人员、履约管理等因素以及业主参与工程决策的程度。主要包括类似项目管理经验、咨询单位管理风险、服务费用取费标准、建设项目预期目标等。

信息化技术应用能力。信息化技术在工程信息跨阶段、多专业、一体化信息交互及数据分析中显得尤为重要^[6]。统筹建设项目的全过程、全方位、全要素等需借助信息技术完成，进行数据处理、效能分析、信息传递等，进而实现建设项目全生命周期的信息管理和资源整合，提高咨询服务效率。主要包括信息化平台建设、BIM技术的应用、数据的集成共享、信息的协同管理等。

三、全过程工程咨询服务模式评价模型构建

全过程工程咨询尚在起步阶段，各地政策积极引导建设单位采用全过程工程咨询并予以支持，但未做强制性要求，整个行业仍然处于探索过程。选择全过程工程咨询服务模式，需综合考虑项目规模及复杂程度、全过程咨询服务能力、服务风险及预期目标、信息化技术应用能力等各方面因素，传统的经验主义已无法满足需求。对于新的工程咨询模式，决策者因缺乏相关经验，只能提供定性的或模糊的数据信息，决策难度大大增加。

（一）评价方法选择

模糊层次分析法（Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP）是评价研究中较为成熟的一种方

法,运用模糊数学的原理将复杂问题层次化,是一种改进的层次分析法,保留其优点的同时引入模糊数和模糊集的概念,将定性分析和定量分析相结合,通过建立模糊关系矩阵,解决评价因素集难以量化的问题^[7],为全过程工程咨询的研究现状提供更为有效和准确的评价依据。但因全过程工程咨询服务的样本数量较少,而灰色系统理论具有解决“小样本、贫信息”的优势,采用灰色关联分析从定量角度对统计数据数列进行量化,求解得到关联度,以修正弥补初始样本数量少且无规律性的不足^[8],适用于现阶段的全过程工程咨询服务模式评价研究。

(二) 评价步骤

1. 确定评价对象的因素集。设因素集为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_m\}$, 因素集即评价对象的影响因素。

2. 建立各层级的判断矩阵。将评价对象两两比较,建立评价指标的关系矩阵,如表 1 所示。

表 1 判断矩阵及标度值

Tab. 1 Judgment matrix and scale value

重要程度	标度值
U_i 和 U_j 同等重要	1
U_i 比 U_j 稍重要	3
U_i 比 U_j 明显重要	5
U_i 比 U_j 强烈重要	7
U_i 比 U_j 极端重要	9
U_i 比 U_j 稍不重要	1/3
U_i 比 U_j 明显不重要	1/5
U_i 比 U_j 强烈不重要	1/7
U_i 比 U_j 极端不重要	1/9

注: $U_{ij} = \{2, 4, 6, 8, 1/2, 1/4, 1/6, 1/8\}$ 表示重要性等级介于上表重要程度之间。

3. 确定评价指标的权重。以往研究通常采用专家打分法对各层级的指标重要程度进行比较打分,但样本数量较少或专家基数较少时,进行数据的概率统计分析有一定的局限性,评价结果过于主观性。因此,利用灰色关联分析的原理方法,并与模糊层次分析相结合确定各层级评价指标的权重,具体步骤^[9]为:

(1) 数据无量纲化,计算关联系数。

$$\delta_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \times \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + 0.5 \times \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (1)$$

(2) 确立判断矩阵。

$$u_i = \frac{1}{n \sum_{i=1}^n \delta_i(k)} \quad (2)$$

(3) 计算最大特征值。

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AU)_i}{nU_i} \quad (3)$$

(4) 一致性检验。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

令 $CR = \frac{CI}{RI}$, 若 $CR < 0.1$, 则该判断矩阵通过一致性检验,否则,应重新调整判断矩阵元素,直至达到满意一致性。其中,矩阵阶数对应的 RI 值如表 2 所示。

表 2 矩阵阶数 RI 值

Tab. 2 RI value of the order of matrix

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

4. 建立评价对象的评价集。设评价集为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_i, \dots, v_n\}$, 分为五个等级,并设置评语等级量化向量。

5. 构建模糊关系矩阵。找出因素集 A 和评价集 V 之间的模糊关系矩阵 R , $A \times V \rightarrow [0, 1]$, 则 (A, V, R) 构成一个综合评价模型。

6. 确定综合评价结果。根据各指标权重 W 和模糊关系矩阵 R 分别得出各级模糊综合评价结果,综合评价为: $B = W \cdot R$ 。

四、全过程工程咨询服务模式综合评价

(一) 评价指标体系确定

依据评价指标体系构建的原则,将全过程工程咨询服务模式评价体系分为三个层级,第一层为目标层,是全过程工程咨询服务模式的总体体现;第二层是准则层,是影响全过程工程咨询服务模式的主要因素;第三层是指标层,在查阅相关文献资料以及分析主要影响因素的基础上,通过向行业相关领域专家咨询访谈,对指标进行修正完善,最终确定了全过程工程咨询服务模式评价的指标体系,见表 3。

(二) 评价指标权重确定

依据模糊层次分析法的要求走访咨询企业和各大高校,邀请 10 名相关领域的专家进行打分,其中造价工程师 4 名,高级工程师 3 名,副教授 3 名。先

表 3 全过程工程咨询服务模式评价指标体系

Tab.3 Evaluation index system of whole process engineering consulting service mode

目标层	准则层	指标层
U_1 项目规模及复杂程度		U_{11} 建设项目的规模
		U_{12} 技术的复杂程度
		U_{13} 项目的自身风险
		U_{14} 投资的资金来源
U_2 全过程咨询服务能力		U_{21} 企业基础条件
		U_{22} 咨询管理制度
		U_{23} 咨询服务内容
		U_{24} 咨询服务团队
U_3 服务风险及预期目标		U_{31} 类似项目管理经验
		U_{32} 咨询单位管理风险
		U_{33} 服务费用取费标准
		U_{34} 建设项目预期目标
U_4 信息化技术应用能力		U_{41} 信息化平台建设
		U_{42} BIM 技术的应用
		U_{43} 数据的集成共享
		U_{44} 信息的协同管理

对准则层进行打分，将打分结果进行统计、排序，利用灰色关联分析原理对数据进行无量纲化处理，确定准则层的权重，计算过程如下：

1. 确立判断矩阵：

$$A = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.307 & 0.800 & 0.733 \\ 3.261 & 1.000 & 2.400 & 2.500 \\ 1.250 & 0.417 & 1.000 & 1.300 \\ 1.364 & 0.400 & 0.769 & 1.000 \end{bmatrix}$$

归一化处理得： $A = [0.145\ 9 \quad 0.470\ 0$

$0.203\ 6 \quad 0.180\ 5]^T$

2. 计算最大特征值： $\lambda_{\max} = 4.011\ 7$

3. 一致性检验： $CI = 0.003\ 9$ ， $CR = 0.004\ 3$ (< 0.1)

综上，一致性检验通过，说明指标层的权重符合要求，予以采纳。根据确定的准则层权重继续对指标层进行打分，确定其权重，并检查是否通过一致性检验。其他同理，最终得出评价指标权重如表 4 所示。

(三) 模糊综合评价

将全过程工程咨询服务模式综合评价分为五个量化等级，即非常重要 $c_1 = [90, 100]$ ，重要 $c_2 = [80, 90)$ ，比较重要 $c_3 = [70, 80)$ ，一般重要 $c_4 = [60, 70)$ ，不重要 $c_5 = [0, 60)$ ，10 位专家按照 5 个等级对指标层进行打分，并统计各指标的隶属度，

如表 5 所示。

表 4 指标权重

Tab.4 Index weight

目标层	准则层	权重值	指标层	指标权重
U_1 项目规模及复杂程度	0.145 9		U_{11} 建设项目的规模	0.147 5
			U_{12} 技术的复杂程度	0.280 7
			U_{13} 项目的自身风险	0.376 0
			U_{14} 投资的资金来源	0.195 8
U_2 全过程咨询服务能力	0.470 0		U_{21} 企业基础条件	0.134 9
			U_{22} 咨询管理制度	0.285 7
			U_{23} 咨询服务内容	0.330 1
			U_{24} 咨询服务团队	0.249 3
U_3 服务风险及预期目标	0.203 6		U_{31} 类似项目管理经验	0.181 4
			U_{32} 咨询单位管理风险	0.308 6
			U_{33} 服务费用取费标准	0.244 2
			U_{34} 建设项目预期目标	0.265 8
U_4 信息化技术应用能力	0.180 5		U_{41} 信息化平台建设	0.399 3
			U_{42} BIM 技术的应用	0.216 4
			U_{43} 数据的集成共享	0.188 8
			U_{44} 信息的协同管理	0.195 5

表 5 各指标的隶属度

Tab.5 Degree of membership of each index

指标层	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5
建设项目的规模	0	0.5	0.5	0	0
技术的复杂程度	0.1	0.5	0.4	0	0
项目的自身风险	0.2	0.6	0.2	0	0
投资的资金来源	0	0.5	0.4	0.1	0
企业基础条件	0	0.6	0.4	0	0
咨询管理制度	0.1	0.6	0.3	0	0
咨询服务内容	0.4	0.4	0.2	0	0
咨询服务团队	0.2	0.4	0.4	0	0
类似项目管理经验	0	0.5	0.5	0	0
咨询单位管理风险	0.1	0.6	0.3	0	0
服务费用取费标准	0	0.6	0.4	0	0
建设项目预期目标	0	0.7	0.3	0	0
信息化平台建设	0.3	0.5	0.2	0	0
BIM 技术的应用	0.1	0.5	0.4	0	0
数据的集成共享	0	0.5	0.5	0	0
信息的协同管理	0	0.5	0.5	0	0

基于表 5 数据,以准则层 U_1 项目规模及复杂程度为例,其模糊关系矩阵为:

$$R_{b1} = \begin{bmatrix} 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

根据公式,该准则层的模糊综合评价结果计算如下:

$$B_1 = W_1 \times R_{b1} = (0.1475 \quad 0.2807 \quad 0.3760 \quad 0.1958) \times \begin{bmatrix} 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.5 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.6 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} = (0.1033 \quad 0.5376 \quad 0.3396 \quad 0.0196 \quad 0)$$

其他同理,得出 U_2 全过程工程咨询服务、 U_3 服务风险及预期目标、 U_4 信息化技术应用能力的模糊综合评价结果分别为:

$$B_2 = (0.2105 \quad 0.4841 \quad 0.3054 \quad 0 \quad 0)$$

$$B_3 = (0.0309 \quad 0.6084 \quad 0.3607 \quad 0 \quad 0)$$

$$B_4 = (0.1414 \quad 0.5000 \quad 0.3586 \quad 0 \quad 0)$$

进一步得出目标层的模糊综合评价结果为:

$$B_U = W_U \times R_U = (0.1459 \quad 0.4700 \quad 0.2036 \quad 0.1805) \times \begin{bmatrix} 0.1033 & 0.5376 & 0.3396 & 0.0196 & 0 \\ 0.2105 & 0.4841 & 0.3054 & 0 & 0 \\ 0.0309 & 0.6084 & 0.3607 & 0 & 0 \\ 0.1414 & 0.5000 & 0.3586 & 0 & 0 \end{bmatrix} = (0.1458 \quad 0.5201 \quad 0.3312 \quad 0.0029 \quad 0)$$

再用等级量化向量对模糊综合评价结果进行评分计算:

$$E = B_U \times C^T = (0.1458 \quad 0.5201 \quad 0.3312 \quad 0.0029 \quad 0) (95 \quad 85 \quad 75 \quad 65 \quad 55)^T = 83.088$$

准则层和指标层评价值的计算方法和步骤同理,结果如表 6 所示。

(四) 评价结果分析

通过对全过程工程咨询服务模式的模糊综合评价分析,得到评价值为 83.088,属于良好等级,说明全过程工程咨询服务虽然处于起步阶段,实施过程还需不断摸索,但从长远发展来看,建议选择该服务模式。从各层级的评价可知,全过程咨询服

务能力>信息化技术应用能力>项目规模及复杂程度>

表 6 全过程工程咨询服务模式综合评价结果

Tab. 6 Comprehensive evaluation results of whole process engineering consulting service mode

目标层	评价值	准则层	评价值	指标层	评价值
U_1 项目规模及复杂程度	82.254			U_{11} 建设项目的规模	80.000
				U_{12} 技术的复杂程度	82.000
				U_{13} 项目的自身风险	85.000
				U_{14} 投资的资金来源	79.000
U_2 全过程咨询服务能力	84.051			U_{21} 企业基础条件	81.000
				U_{22} 咨询管理制度	83.000
				U_{23} 咨询服务内容	87.000
				U_{24} 咨询服务团队	83.000
U_3 服务风险及预期目标	81.702			U_{31} 类似项目管理经验	80.000
				U_{32} 咨询单位管理风险	83.000
				U_{33} 服务费用取费标准	81.000
				U_{34} 建设项目预期目标	82.000
U_4 信息化技术应用能力	82.828			U_{41} 信息化平台建设	86.000
				U_{42} BIM 技术的应用	82.000
				U_{43} 数据的集成共享	80.000
				U_{44} 信息的协同管理	80.000

务风险及预期目标。全过程咨询服务能力是核心要素,特别是国务院自 2021 年 7 月 1 日起,在全国范围内实施涉企经营许可事项全覆盖清单管理,直接取消审批工程造价咨询等咨询服务机构资质^[10],使得咨询服务行业竞争更加激烈,这就要求全过程咨询服务机构需进一步提升自身服务能力,进而提升核心竞争力。其中企业基础条件是基本保障,服务内容决定了咨询服务的难度,管理制度的完善程度和服务团队的水平进一步体现了咨询服务能力。信息化技术是开展全过程工程咨询的重要技术手段,

随着科技的不断发展与进步,建设信息化平台,引入BIM技术,实现数据的集成共享和信息的协同管理,可大大提高全过程工程咨询服务效率。项目规模及复杂程度是全过程工程咨询服务的基本要素,且与服务风险及预期目标息息相关,选择新的工程咨询模式能否规避项目风险并达到既定目标,需做出相应决策考量,以期进一步达到咨询服务目标。

全过程工程咨询贯穿建设项目的全生命周期,旨在为业主提供完整的咨询服务。但因全过程工程咨询正处于发展阶段,在未来实践中可能会产生新的影响因素,并且这些影响因素的重要程度可能会发生变化,故在后续研究中还应根据市场发展实时更新,以确保评价体系的准确性和可靠性。

参考文献:

- [1] 琚娟. 基于VETS的全过程工程咨询价值评估体系研究[J]. 建筑经济, 2019, 40(6): 24-29.
- [2] 刘英杰, 丁静媛, 薛智文. 基于区间概率优势全过程咨询模型优选[J]. 工程管理学报, 2020, 34(6): 7-12.
- [3] 彭志光, 王刚毅. 基于模糊层次分析的公路工程咨询全过

程服务模式选择[J]. 公路, 2020, 65(4): 261-264.

- [4] 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 中华人民共和国住房和城乡建设部. 国家发展改革委 住房城乡建设部关于推进全过程工程咨询服务发展的指导意见[EB/OL]. (2019-03-15)[2021-06-20]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201903/t20190322_239867.html.
- [5] 曹楨. A企业全过程工程咨询服务能力评价研究[D]. 北京: 北京建筑大学, 2020.
- [6] 罗卫. 基于BIM的全过程工程咨询服务信息管理需求及应用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2019.
- [7] 姜军, 余雪娟, 徐永磊. 基于模糊层次分析法的工程承包模式优选决策[J]. 公路交通科技, 2014, 31(12): 132-138.
- [8] 刘香云. 基于灰色关联度的道路交通事故组合预测方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2015.
- [9] 冯运卿, 李雪梅, 李学伟. 基于熵权法与灰色关联分析的铁路安全综合评价[J]. 安全与环境学报, 2014, 14(2): 73-79.
- [10] 中华人民共和国国务院. 国务院关于深化“证照分离”改革进一步激发市场主体发展活力的通知[EB/OL]. (2021-06-03)[2021-06-20]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-06/03/content_5615031.htm.

Evaluation of Whole Process Engineering Consulting Service Mode under Fuzzy Information

GAO Lanfang

(School of Civil Engineering, Fujian Chuanzheng Communications College, Fuzhou 350007, China)

Abstract: At present, the whole-process engineering consulting service mode is in its infancy, and the selection of its service mode lacks objective and feasible quantitative analysis and evaluation method, which makes it difficult to meet the needs of decision-making. With fuzzy analytic hierarchy process as the main method and gray relation analysis as the supplement, this paper analyzes the importance of the main influencing factors from the aspects of project scale and complexity, whole-process consulting service ability, service risk and expected goal, and application ability of information technology. In order to improve the efficiency and achieve the goal of consulting service, the whole-process engineering consulting service mode should be properly selected by taking the consulting service capability and other factors into account.

Key words: whole process engineering consultation; service model; fuzzy analytic hierarchy process; grey relation analysis

(责任编辑: 杨成平)