

建筑工程 EPC 合同风险分析与对策研究

操双春

中南建筑设计院股份有限公司, 湖北 武汉 430072

[摘要]承包商在 EPC 工程总承包中面临较大的风险, 这些风险的主要原因与合同有关。系统全面地识别和评估合同风险是保障承包商利益的重要前提, 可在事前就对高风险因素采取合理的防范措施。基于熵权法, 并融合灰色模糊综合评价法, 文中构建了一个 EPC 合同风险的评价框架。以建筑工程 EPC 总承包 S 项目为例, 针对其合同进行了风险评价, 认为合同风险接近中风险。研究成果可以为建筑工程 EPC 合同风险评价提供技术支持。

[关键词]熵权法; 灰色模糊综合评价法; 合同风险评价; EPC 总承包

DOI: 10.33142/aem.v6i6.12030 中图分类号: F407.9 文献标识码: A

Risk Analysis and Countermeasures for EPC Contracts in Construction Projects

CAO Shuangchun

Central-South Architectural Design Institute Co.,Ltd., Wuhan, Hubei, 430072, China

Abstract: Contractors face significant risks in EPC, and the main reasons for these risks are related to the contract. A comprehensive identification and evaluation of contract risks is an important prerequisite for safeguarding the interests of contractors, and reasonable preventive measures can be taken in advance for high-risk factors. Based on the entropy weight method and integrating the grey fuzzy comprehensive evaluation method, this paper constructs an evaluation framework for EPC contract risk. Taking the construction EPC S project as an example, a risk assessment was conducted on its contract, and it was found that the contract risk is close to medium risk. The research results can provide technical support for the risk assessment of construction EPC contracts.

Keywords: the entropy weight method; grey fuzzy comprehensive evaluation method; contract risk assessment; EPC

引言

现代建筑项目的特点是规模大、运营时间长、项目复杂、管理困难^[1-3]。如果维持传统的项目管理方式, 施工单位不仅要面对重大的作业问题, 还要承担更高的风险^[4-5]。EPC 总承包是一种集采购、设计和施工为一体的新模式。采用这种模式, 不仅可以将专业的项目管理委托给主承包方, 还可以将部分风险转移, 承包方在获得高收益的同时也需要承担更大的风险和责任。合同是风险问题的主要基础, 要减少合同纠纷, 防止损失, 因此 EPC 总承包工程合同的风险分析与对策研究成为了亟待解决的关键问题。

由于 EPC 工程总承包的思想起源于国外, 因此, 关于 EPC 总承包工程合同的研究, 国外学者做了大量的研究工作, 总体上涵盖了合同风险管理、合同纠纷以及索赔等^[6-8]。国内学者对于 EPC 合同风险分析研究起步较晚, 但研究成果呈现逐年增长的态势^[9-10]。易路等^[11]以巴基斯坦卡洛特水电站项目为例, 详细分析了项目的合同风险并提出规避的策略。廖奇云等^[12]采用层次分析法(AHP)及灰色聚类评价法构建了风险评价模型, 并对迪阿铁路项目进行风险评价。

EPC 工程总承包合同风险评价不仅要遵循科学性和可操作性的原则, 还应该结合我国总承包模式的特点, 建立合适的风险评价方法。本文在前人的研究基础上, 采用

组合赋权法及灰色模糊综合评价方法, 以某建筑项目为例, 进行了项目的合同风险分析, 针对项目合同可能出现的问题进行了合理的建议, 提出了相应的对策。

1 EPC 总承包合同风险评价方法

1.1 熵权法

EPC 总承包合同的风险因素具有较高的复杂性, 并且各因素之间的影响也各不相同, 难以量化。本文采取了熵权法进行指标权重计算, 其优势是能够客观地反映不同指标之间的差异性和重要程度, 计算结果准确度更高, 有效降低了其他主观因素对指标权重的影响。该方法不存在专家打分或排斥某些指标的风险, 从而保证了结果的客观性和可靠性。

熵是表征物质混乱程度的物理量, 在信息论中, 信息熵主要表征信息的无序程度。信息熵与提供信息量成反比, 信息熵越小, 信息量越大。为了得到准确的客观权重值, 通过以下步骤进行计算。

首先, 假设评价指标为 m 个, 评价对象为 n 个, 则我们可以得到关于该项目合同指标的评价矩阵 X :

$$X = (x_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

为第 j 个评价对象对第 i 个评价指标的评价值。归一化处理可以消除量纲带来的计算偏差,本文中各评价指标均采用百分制打分,量纲一致,因此不再单独进行处理。

然后,再通过公式(2)~(4)计算评价指标的信息熵:

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

$$e_{ij} = -\ln n \sum_{j=1}^n P_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

$$w_i = \frac{1 - e_i}{\sum_{i=1}^m (1 - e_i)} \quad (4)$$

其中, r_{ij} 为归一化以后的评价值, p_{ij} 为评价值的权重, e_{ij} 为评价指标的客观权重, w_i 为评价指标的信息熵值。

1.2 灰色模糊综合评价法

灰色模糊综合评价法是一种综合性的评价方法。它旨在解决信息不完全、不确定性和模糊性的问题,从而提供更全面、准确和客观的评价结果,该方法分为以下五个步骤:

首先,确定评价主体、指标集和评语集合。评价主体为合同管理的风险值,指标集为评价指标集合,包括一级评价指标集 B_i ($i=1, 2, \dots, 12$) 以及对应的二级评价指标集 C_j ($j=1, 2, \dots, 34$)。评语集 V 由不同评价结果组成。EPC 总承包商合同管理风险等级为 $V=\{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}=\{\text{低, 较低, 中等, 较高, 高}\}=\{1, 2, 3, 4, 5\}$, 不同等级之间的风险程度分别由中间值 1.5、2.5、3.5、4.5 表示,如下表 1 所示。

表 1 风险程度打分标准

风险程度	低	两者之间	较低	两者之间	中等	两者之间	较高	两者之间	高
分值	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0

其次,确定综合评价矩阵。 m 位专家在互不干扰的情况下,根据自身经验分别对风险的等级进行打分,为 d_{jk} 代表第 k 位专家对 C_j 的打分值,综合所有打分值组成综合评价矩阵 D :

$$D = (d_{jk})_{n \times m} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix}_{n \times m} \quad (5)$$

接下来,确定评价指标矩阵灰类。其中风险评价灰类 e 的数值 1 至 5 分别与 5 个风险等级对应。评价指标对某个灰类的隶属程度由适中测度白化权函数表示,具体公式如下:

(1) $e=1$, 灰数 $\in [0, 1, 2]$, 白化权函数 f_1 为:

$$f_1(d) = \begin{cases} d, d \in [0, 1] \\ 2-d, d \in [1, 2] \\ 0, d \notin [0, 2] \end{cases} \quad (6)$$

(2) $e=2$, 灰数 $\in [0, 2, 4]$, 白化权函数 f_2 为:

$$f_2(d) = \begin{cases} \frac{d}{2}, d \in [0, 2] \\ 2 - \frac{d}{2}, d \in [2, 4] \\ 0, d \notin [0, 4] \end{cases} \quad (7)$$

(3) $e=3$, 灰数 $\in [0, 3, 6]$, 白化权函数 f_3 为:

$$f_3(d) = \begin{cases} \frac{d}{3}, d \in [0, 3] \\ 2 - \frac{d}{3}, d \in [3, 6] \\ 0, d \notin [0, 6] \end{cases} \quad (8)$$

(4) $e=4$, 灰数 $\in [0, 4, 8]$, 白化权函数 f_4 为:

$$f_4(d) = \begin{cases} \frac{d}{4}, d \in [0, 4] \\ 2 - \frac{d}{4}, d \in [4, 8] \\ 0, d \notin [0, 8] \end{cases} \quad (9)$$

(5) $e=5$, 灰数 $\in [0, 5, 10]$, 白化权函数 f_5 为:

$$f_5(d) = \begin{cases} \frac{d}{5}, d \in [0, 5] \\ 2 - \frac{d}{5}, d \in [5, 10] \\ 0, d \notin [0, 10] \end{cases} \quad (10)$$

再然后,建立评价系数和评价矩阵。设 C_j 的灰色系数为 y_{js} , 总灰色系数为 y_j , 灰色评价权为 r_{js} , 灰色评价权向量组成灰色评价矩阵为 R , 详细计算如公式(11)~(13)所示。

$$y_j^s = \sum_{k=1}^m f_s(d_{jk}) \quad (11)$$

$$y_j = \sum_{s=1}^5 y_j^s \quad (12)$$

$$r_j^s = \frac{y_j^s}{y_j}, (s=1, 2, \dots, 5) \quad (13)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \dots \\ r_{34} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_1^1 & r_1^2 & r_1^3 & r_1^4 & r_1^5 \\ r_2^1 & r_2^2 & r_2^3 & r_2^4 & r_2^5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{34}^1 & r_{34}^2 & r_{34}^3 & r_{34}^4 & r_{34}^5 \end{bmatrix} \quad (14)$$

最后,多级模糊综合评价。二级指标对一级指标的模糊综合评价结果为评价权重向量与灰色评价矩阵的相乘结果:

$$X_i = W \times R = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_j) \begin{bmatrix} r_1^1 & r_1^2 & r_1^3 & r_1^4 & r_1^5 \\ r_2^1 & r_2^2 & r_2^3 & r_2^4 & r_2^5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_j^1 & r_j^2 & r_j^3 & r_j^4 & r_j^5 \end{bmatrix} = (x_i^1, x_i^2, x_i^3, x_i^4, x_i^5) \quad (15)$$

X_i 组成评价一级指标的灰色评价权矩阵 X :

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1^1 & x_1^2 & x_1^3 & x_1^4 & x_1^5 \\ x_2^1 & x_2^2 & x_2^3 & x_2^4 & x_2^5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{12}^1 & x_{12}^2 & x_{12}^3 & x_{12}^4 & x_{12}^5 \end{bmatrix} \quad (16)$$

一级指标权重向量乘以灰色评价矩阵得到一级评价指标的模糊综合评价结果 S，最终得到综合评价结果 F：

$$S = W \times X = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{12}) \begin{bmatrix} x_1^1 & x_1^2 & x_1^3 & x_1^4 & x_1^5 \\ x_2^1 & x_2^2 & x_2^3 & x_2^4 & x_2^5 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{12}^1 & x_{12}^2 & x_{12}^3 & x_{12}^4 & x_{12}^5 \end{bmatrix} = (s_1, s_2, s_3, s_4, s_5) \quad (17)$$

$$F = S \times V^T = S \times \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix} \quad (18)$$

2 案例分析

EPC 总承包项目 S 占地面积 39.5 万 m²，地处武汉市，总投资约 11 亿元，合同期限为 1600 天，项目的合同风险评估主要由相关的五名专家组成。根据总结以往公司项目

的经验，结合相关文献^[13]，建立了 EPC 总承包商合同风险评价指标体系。二级指标的重要程度以 100 为满分的百分制标准进行评价。数据越低，越可以忽略其影响(表 2)。

根据熵权法指标赋权的步骤，结合公式(2)~(4)计算，最终得到每个指标的权重值如表 3 所示：

每个指标的权重值得到以后，我们根据专家组对合同风险的二级评价指标的评分，通过公式(6)~(13)得出二级指标的灰色评价系数以及对应的灰色评价价值，再通过公式(15)~(17)开展多级模糊综合评价，最后得出项目的合同风险综合评价价值。由于文章篇幅有限，我们不再给出中间过程的计算结果，直接给出一级指标的风险计算结果，如表 4 所示：

表 2 EPC 总承包商合同风险评价指标体系

目标	一级指标	二级指标	1	2	3	4	5
合同自身风险 A1	投标风险 B1	投标决策失误 C1	92	92	88	89	91
		工程相关情况了解不充分 C2	83	82	84	82	85
	合同条件 B2	合同完备性风险 C3	81	80	81	81	83
		合同合理性风险 C4	88	83	85	84	85
		合同可履行性风险 C5	93	88	89	91	92
		合同无效、暂停和终止风险 C6	79	82	83	81	82
	合同价格 B3	固定总价风险 C7	92	91	93	93	88
		奖惩风险 C8	85	84	82	84	83
		质保金或保函回收风险 C9	78	80	79	80	82
	合同管理 B4	合同谈判风险 C10	81	80	83	83	82
		合同体系协调风险 C11	77	80	81	79	82
合同环境风险 A2	法律风险 B5	政策环境风险 C12	72	75	73	75	73
		法律法规风险 C13	79	79	81	80	78
		环保要求严格 C14	81	82	80	80	80
		劳动制度风险 C15	80	81	80	82	81
	社会风险 B6	安全秩序风险 C16	75	73	74	77	73
		流行性疾病风险 C17	88	80	82	80	80
	自然风险 B7	水文天气恶劣 C18	82	83	80	79	82
		地质条件风险 C19	81	80	79	82	82
	技术风险 B8	执行标准差异 C20	75	77	72	80	75
		当地核心技术的成熟度风险 C21	86	87	88	88	83
	市场及采购风险 B9	通货膨胀风险 C22	75	77	74	77	76
当地市场供给风险 C23		82	82	80	84	81	
市场行情不清晰 C24		81	82	80	79	80	
项目干系人风险 A3	业主风险 B10	业主提供数据不准确 C25	83	86	83	83	82
		业主要求变更风险 C26	89	86	88	86	82
		业主履约能力和支付能力风险 C27	93	90	91	90	92
	EPC 承包商内部管理风险 B11	合同管理系统风险 C28	73	75	80	79	82
		合同管理人员风险 C29	81	80	81	82	80
	分包风险 B12	分包选择风险 C30	81	82	80	81	80
		分包履约能力与信誉风险 C31	87	86	87	85	88
		分包沟通协调风险 C32	80	81	81	81	81
		分包价格控制风险 C33	84	83	84	81	81

表3 风险评价指标权重汇总表

目标	一级指标	层内权重	二级指标	层内权重	综合权重
合同自身 风险 A1	投标风险 B1	0.0427	投标决策失误 C1	0.6230	0.0266
			工程相关情况了解不充分 C2	0.3770	0.0161
	合同条件 B2	0.1009	合同完备性风险 C3	0.1179	0.0119
			合同合理性风险 C4	0.3142	0.0317
			合同可履行性风险 C5	0.3409	0.0344
			合同无效、暂停和终止风险 C6	0.2270	0.0229
	合同价格 B3	0.0688	固定总价风险 C7	0.4942	0.0340
			奖惩风险 C8	0.1773	0.0122
			质保金或保函回收风险 C9	0.3285	0.0226
	合同管理 B4	0.0550	合同谈判风险 C10	0.3036	0.0167
			合同体系协调风险 C11	0.6964	0.0383
合同环境 风险 A2	法律风险 B5	0.0504	政策环境风险 C12	0.4325	0.0218
			法律法规风险 C13	0.2679	0.0135
			环保要求严格 C14	0.1607	0.0081
			劳动制度风险 C15	0.1389	0.0070
	社会风险 B6	0.1485	安全秩序风险 C16	0.2229	0.0331
			流行性疾病风险 C17	0.7771	0.1154
	自然风险 B7	0.0441	水文天气恶劣 C18	0.6122	0.0270
			地质条件风险 C19	0.3878	0.0171
	技术风险 B8	0.1373	执行标准差异 C20	0.7225	0.0992
			当地核心技术的成熟度风险 C21	0.2775	0.0381
	市场及采购 风险 B9	0.0543	通货膨胀风险 C22	0.3591	0.0195
当地市场供给风险 C23			0.3978	0.0216	
市场行情不清晰 C24			0.2431	0.0132	
项目干系 人风险 A3	业主风险 B10	0.0991	业主提供数据不准确 C25	0.2180	0.0216
			业主要求变更风险 C26	0.6468	0.0641
			业主履约能力和支付能力风险 C27	0.1352	0.0134
	EPC 承包商内 部管理风险 B11	0.1563	合同管理系统风险 C28	0.9552	0.1493
			合同管理人员风险 C29	0.0448	0.0070
	分包风险 B12	0.0426	分包选择风险 C30	0.1643	0.0070
			分包履约能力与信誉风险 C31	0.2676	0.0114
			分包沟通协调风险 C32	0.0469	0.0020
			分包价格控制风险 C33	0.5211	0.0222

表4 一级评价指标的风险评价

F1	F2	F3	F4	F5	F6
3.0869	2.7167	3.2966	3.6901	2.5517	3.4499
F7	F8	F9	F10	F11	F12
3.1036	2.6960	2.8653	3.5950	2.9277	3.1261

3 合同风险分析与对策

建筑工程EPC总承包S项目的最终风险结果如表所示,根据综合评价与风险评价标准比得出,本项目合同风险值位于中等风险和高风险区间内,且数值更接近中等风

险。高于平均水平的风险包括合同管理风险、社会风险、自然风险、投标风险、合同价格风险、分包风险和业主风险。可以通过合理的风险预防措施,避免对承包项目公司来说风险值最大的合同风险。

为降低合同带来的工程风险,根据上述分析的结果,我们针对风险较高的问题,如合同管理风险和业主风险,采取如下措施:

(1) 合同管理风险

合同管理风险主要有两个,分别为合同的谈判风险和体系协调风险。针对合同谈判风险,可以在谈判合同条款

时,充分考虑各方的利益和风险分担。合同条款应该清晰明确、合理公正,避免存在歧义或不公平的条款。在确定关键条款时,可以寻求专业法律顾问的意见,以确保合同的合法性和有效性。针对合同体系协调风险,在设计合同体系时,可以采用模块化的方法,将合同分解为不同的模块,并确保各个模块之间的衔接和协调。

(2) 业主风险

业主风险主要有三个,分别为业主提供数据不准确、业主要求变更以及业主履约能力和支付能力风险。针对业主提供数据不准确风险,可以实施独立的数据验证和审查程序,以确保数据的准确性和可靠性。在合同中规定业主提供数据不准确的后果,并确定相应的补救措施,如调整工程进度或费用。针对业主要求变更风险,可以在合同中明确变更管理程序,包括变更请求的提交、评审和批准流程。对于业主提出的变更请求,要进行全面评估,包括影响工程进度、成本和质量等方面的影响,并与业主协商达成一致。确保所有变更都以书面形式记录,并经双方签字确认,以避免后续纠纷。针对业主履约能力和支付能力风险,可以在合同中设置相应的解除合同条款,以应对业主未能履约或支付的情况,包括合同解除和索赔机制等。

4 结论

本文结合熵权法和灰色模糊综合评价法构建了一个评价 EPC 合同风险的框架,以项目 S 为案例,进行了风险评价分析。文章不仅强调了合同风险对于 EPC 工程管理的重要性,也验证了方法的准确性和适用性。针对项目存在的合同风险问题提出了解决的具体措施,研究结果表明:

(1) 熵权法和灰色模糊综合评价法组成的 EPC 合同风险评价框架,可以合理准确地评估 EPC 合同风险。帮助承包商在合同签订之前就对承接的项目进行合理的分析,并及时采取相关的措施来降低风险。

(2) 建筑工程 EPC 总承包 S 项目的合同风险在中风

险和高风险之间,但接近中风险。一级指标中,风险等级高于平均水平的是合同管理风险、投标风险、合同价格风险、社会风险、业主风险、自然风险和分包风险。

(3) 根据分析结果,针对风险较高的问题,如合同管理风险和业主风险,可以适当采取相对应的措施,以此来规避后续带来的纠纷和突发的事件,保障自身的合理利益。

[参考文献]

- [1] 荣世立. 改革开放 40 年我国工程总承包发展回顾与思考[J]. 中国勘察设计, 2018(12): 26-30.
 - [2] 陈祖雄. 工程总承包,在摸索中前行[J]. 中国勘察设计, 2020(05): 14-16.
 - [3] 陈巧菱. EPC 总承包合同风险分析及防控措施[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(10): 173-174.
 - [4] 王净. EPC 总承包工程项目风险管理与应对策略[J]. 工程技术研究, 2022, 7(8): 155-157.
 - [5] 吴学伟, 陈晓慧. EPC 工程总承包管理及风险防控分析[J]. 项目管理技术, 2021, 19(10): 49-53.
 - [6] 居锦朝. EPC 项目工程合同风险管理文献综述[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(20): 115-117.
 - [7] 李惠玲, 牟勇霖. EPC 模式下总承包项目风险管理研究[J]. 建筑经济, 2020, 41(1): 103-107.
 - [8] 易路, 胡建华, 侯钦礼. 海外项目 EPC 合同管理风险及对策——以巴基斯坦卡洛特水电站为例[J]. 水利水电快报, 2023(11): 103-105.
 - [9] 廖奇云, 邓集伟, 蔡钊. 基于 ANP 和灰色聚类法的国际铁路 EPC 项目风险评价研究[J]. 工程管理学报, 2013, 27(5): 65-69.
 - [10] 江改玲. EPC 模式下总承包商合同风险管理研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2022.
- 作者简介: 操双春, 中南建筑设计院股份有限公司, 湖北省武汉市 430071, 高级工程师, 注册造价工程师。