

EPC模式下基于云模型的A单位装配式建筑采购风险评价

罗童柯¹, 黎明²

¹陆军工程大学野战工程学院, 江苏 南京

²中国人民解放军69006部队, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2026年4月29日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年5月28日

摘要

为解决EPC模式下装配式建筑项目采购风险评价中存在的模糊性与随机性问题, 提升风险管理的精准度, 本文构建了一种融合组合赋权与云模型的综合评价方法。通过对A单位项目的实证分析, 计算出其整体风险云值, 并识别出“评审分值设置不科学”等关键风险源。研究表明, 该模型能将定性判断转化为客观、可视化的风险等级, 为项目业主方进行精准风险管控提供了科学依据。

关键词

EPC模式, 采购风险, 云模型

Cloud Model-Based Procurement Risk Assessment of Prefabricated Buildings for Organization A under the EPC Mode

Tongke Luo¹, Ming Li²

¹Field Engineering College, Army Engineering University, Nanjing Jiangsu

²69006 Unit of Chinese People's Liberation Army, Urumqi Xinjiang

Received: April 29, 2026; accepted: May 22, 2026; published: May 28, 2026

Abstract

In order to solve the problems of ambiguity and randomness in the procurement risk evaluation of prefabricated construction projects under the EPC mode, and to improve the accuracy of risk management, this paper constructs a comprehensive evaluation method that integrates combination

weighting and cloud models. Through empirical analysis of the A unit project, and key risk sources such as “unscientific setting of evaluation scores” were identified. Research has shown that this model can transform qualitative judgments into objective and visual risk levels, providing a scientific basis for project owners to carry out precise risk management.

Keywords

EPC Mode, Procurement Risk, Cloud Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着 EPC 总承包模式在工程建设项目中的推广, 以及装配式建筑在设施中快速部署优势的凸显, 对项目采购阶段进行精准的风险管理已成为保障项目成功的关键。然而, EPC 项目采购风险系统具有显著的模糊性与随机性, 传统风险评价方法难以有效处理其中的不确定性, 导致评价结果往往失准[1]。

为解决这一问题, 本研究以 A 单位装配式建筑项目为例, 对其采购风险进行研究。其中, A 单位位于青海省西宁市, 该项目由第三方工程代建管理办公室负责具体承建管理。项目性质为单位基础设施建设工程, 采用 EPC 总承包配合代建管理的建设模式。项目地处西宁市, 海拔约 2260 米, 需考虑高原特殊环境对建筑施工的影响。技术复杂性方面, 项目涉及特殊设施与装配式建筑的融合设计, 需同时满足国家建筑规范和行业安全要求, 包含防爆、监控等专项设施。管理特点方面, 采用“委托方 - 代建方 - 参建单位”双层委托代理机制, 采购流程实行“评定分离”和“专家随机抽取”制度, 需动态协调技术指标调整与施工周期矛盾。前期已通过文献分析与德尔菲法, 系统识别并构建了包含 6 个一级指标和 22 个二级指标的 EPC 模式下单位装配式建筑采购风险评价指标体系(具体体系及指标权重如下表 1 所示)。进一步地, 采用 DEMATEL-AHP 组合赋权法, 科学确定了各风险因素的权重, 揭示了立项设计阶段是风险传导的源头这一关键特征(具体权重结果见表 1)。

Table 1. Indicators and comprehensive weights of the procurement risk assessment system for prefabricated buildings of unit A under the EPC model

表 1. EPC 模式下 A 单位装配式建筑采购风险评价体系指标及综合权重表

一级指标权重	综合权重	二级指标	单层权重	综合权重	总层次排序
立项设计阶段 风险 A1	0.280	A11 违规决策	0.15	0.045	16
		A12 暗埋指向性技术参数	0.175	0.054	9
		A13 超出规格设计	0.25	0.0695	4
		A14 装配式建筑技术标准不统一	0.425	0.119	2
拟制采购方案 阶段风险 A2	0.220	A21 违规设置倾向性、指向性条款	0.218	0.06	8
		A22 文件条款存在漏洞	0.218	0.061	7
		A23 评审分值设置不科学	0.559	0.1	1
采购信息公示 阶段风险 A3	0.180	A31 发布信息不平等	0.55	0.0815	3
		A32 报名材料弄虚作假	0.25	0.0535	10
		A33 答疑不充分	0.2	0.047	15

续表

开评标阶段风险 A4	0.150	A41 信息泄露导致串通投标	0.153	0.048	13
		A42 专家专业与项目不匹配	0.127	0.044	17
		A43 专家应回避未回避	0.1	0.0405	19
		A44 专家名单泄密	0.087	0.038	22
		A45 倾向性评审	0.173	0.0485	12
		A46 技术方案评审不足	0.367	0.065	5
定标阶段风险 A5	0.100	A51 质疑投诉不符合规范	0.18	0.0395	20
		A52 应当公示信息未公示	0.2	0.0395	21
		A53 违反保密规定	0.35	0.05	11
		A54 定标过程监管不力	0.28	0.048	14
A6 合同签订阶段	0.070	A61 合同价格虚高	0.75	0.0615	6
		A62 合同条款不完善	0.25	0.041	18

因此, 本文旨在引入云模型理论, 以 A 单位某装配式建筑项目为实证案例, 构建采购风险评价模型。通过计算各风险指标的云数字特征(期望 Ex 、熵 En 、超熵 He)及综合风险云图, 实现项目整体及关键环节风险水平的量化与可视化, 以期为主方提供一种科学、直观的风险评价工具, 辅助其进行精准的风险管控决策。

2. A 单位装配式建筑项目采购流程

EPC 模式下 A 单位装配式建筑项目采购流程旨在通过标准化、透明化和多方监督来防范廉政风险, 核心特点是“评定分离”和“随机抽取”。详细流程如下[2]:

(1) 编报发包方案及发包文件、(2) 发布招标公告或邀请入围企业、(3) 发售发包文件、(4) 组织现场踏勘和答疑、(5) 抽取评审专家、(6) 接收投标文件、(7) 组织开标评标(谈判)、(8) 公示评标结果、(9) 定标、(10) 发放中标通知书、(11) 投标保证金退回、(12) 合同签订。

3. 方法选择依据与原理说明

云模型是一种处理不确定性的数学模型, 可同时描述随机性和模糊性, 克服了传统概率论或模糊数学单一理论的局限。其核心是三个数字特征: 期望(Ex)表示概念的代表值; 熵(En)反映概念的模糊程度; 超熵(He)刻画熵自身的随机波动。通过正向云发生器, 可由(Ex, En, He)生成云滴, 实现定性到定量的映射; 逆向云发生器则能从数据中反推出这三个特征。该过程通常生成直观的云图, 增强结果的可解释性。

在 A 单位装配式建筑项目采购风险评价中, 风险评价兼具模糊性和随机性, 难以用单一数值准确表达[3]。若仅使用层次分析法(AHP)量化, 易损失模糊信息导致失真; 仅用模糊综合评价又难以捕捉随机波动。云模型可兼顾二者, 更贴合实际评价需求[4]。

4. A 单位装配式建筑采购风险评价云模型构建

4.1. 云模型的数字特征

云模型使用三个核心数字特征来实现定性概念的数值化表达, 这三个特征分别是: 期望(Ex)、熵(En)和超熵(He)。

(1) 期望(Ex)

期望(Ex)代表云滴在论域空间中的分布中心或平均值, 对应于云图中确定度最高点的横坐标位置, 可视为该定性概念最具代表性的典型值。在本研究中, Ex 用以表征风险水平的高低, 其数值越大, 表示风险越高。

(2) 熵(En)

熵(En)用于衡量定性概念的不确定性程度, 体现了概念的模糊性与随机性。 En 值越大, 表示云滴在横向上的分布范围越广, 云图的宽度增加, 说明概念的不确定性越强, 同时也反映出专家评价意见的一致性较高。

(3) 超熵(He)

超熵(He)是对熵(En)的不确定性的度量, 即熵的离散程度, 反映了熵本身的随机性和模糊性。 He 值越大, 云滴的凝聚程度越低、云层越厚, 表明数据的波动性越大, 熵值的不确定性也越强; 反之, He 值越小, 云层越薄, 数据稳定性越高, 熵的不确定性则越弱。

4.2. 云发生器

云模型通过两类云发生器(即正向云发生器和逆向云发生器)实现定性概念与定量数据之间的双向转换。

(1) 正向云发生器(简称 FCG)

正向云发生器(简称 FCG)以定性概念的三个数字特征——期望(Ex)、熵(En)和超熵(He)为基础生成云滴, 从而完成从定性信息到定量数值的映射过程, 其结构如图 1 所示。

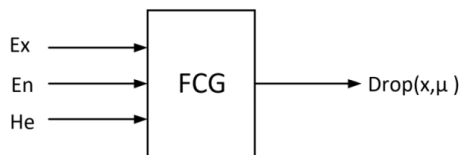


Figure 1. Forward cloud generator
图 1. 正向云发生器

正向云发生器的运行流程如下所述。其输入参数是定性概念的三个数字特征——期望(Ex)、熵(En)和超熵(He), 以及需要生成的云滴数量 n 。输出结果则为 n 个云滴的具体数值和每个云滴对应的隶属度, 通过这些输出即可构建出正态云模型。

实现过程包含三个主要步骤:

- ① 首先生成一个服从正态分布的随机数 x_i , 该分布的期望值为 Ex , 标准差为 En , 可表示为 $x_i = G(Ex, En)$ 。
- ② 接着生成另一个正态随机数 En' , 其期望值为 En , 标准差为 He , 即 $En' = G(En, He)$ 。
- ③ 最后, 根据生成的 x_i 和 En' 计算每个云滴的隶属度。

$$\mu_i = \exp\left(-\frac{(x_i - Ex)^2}{2En'^2}\right) \tag{公式 1}$$

- ④ 生成一个云滴(x_i, μ_i)。
- ⑤ 重复执行步骤①至步骤④, 直至生成满足要求的 n 个云滴。

(2) 逆向云发生器

逆向云发生器的作用与正向云发生器相反, 其核心功能是将大量定量数据(云滴)转换为以数字特征

(Ex , En , He)表达的定性概念，从而实现从定量数值到定性概念的映射过程。该发生器通常用 BCG 表示，其基本模型如图 2 所示。

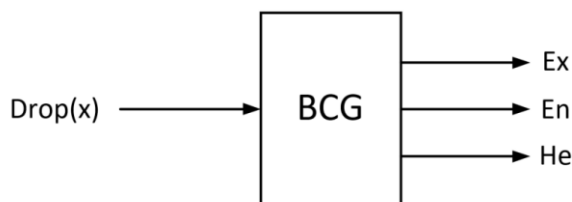


Figure 2. Reverse cloud generator
图 2. 逆向云发生器

逆向云发生器的具体操作流程如下所述。输入：一组包含 n 个云滴的定量数据，记为 x_i (其中 $i = 1, 2, 3, \dots, n$)。输出：反映定性概念的三个数字特征，即期望(Ex)、熵(En)与超熵(He)。具体步骤如下：

① 计算期望 Ex

$$Ex = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{公式 2})$$

② 计算熵 En

$$En = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - Ex| \quad (\text{公式 3})$$

③ 计算样本方差 S^2

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - Ex)^2 \quad (\text{公式 4})$$

④ 计算超熵 He

$$He = \sqrt{|S^2 - En^2|} \quad (\text{公式 5})$$

4.3. 云模型构建

(1) 构建评价标准云

首先，查阅相关文献，基于已建立的风险评价指标体系构建评语集。评语集需明确划分风险等级，例如分为低风险、较低风险、中等风险、较高风险和高风险等若干档次，并确定各等级对应的评分区间，以便专家对各项指标进行量化打分。评语集示例如表 2 所示。

Table 2. Example of comment set
表 2. 评语集示例表

评价等级	评语区间
低风险	[0~20)
较低风险	[20~40)
中等风险	[40~60)

续表

较高风险	[60~80)
高风险	[80~100]

根据所构建的评语集, 可通过以下公式计算评价标准云各评价等级所对应的数字特征。

$$Ex_i = \frac{(x_i^{\max} + x_i^{\min})}{2} \quad (\text{公式 6})$$

$$En_i = \frac{(x_i^{\max} - x_i^{\min})}{6} \quad (\text{公式 7})$$

$$He = k \quad (\text{公式 8})$$

在各评价等级中, Ex_i 和 En_i 分别代表第 i 个等级的期望和熵, x_i^{\max} 和 x_i^{\min} 则为该等级对应评语区间的上限值和下限值。每个评价等级的超熵均取固定常数 k , 该数值需结合实际应用场景和具体问题进行调整确定。

将上述各评价等级对应的数字特征(Ex, En, He)输入正向云发生器, 即可生成用于评价的标准云图, 从而将定性评价等级转化为具有随机性和模糊性的定量云滴分布表示。

(2) 构建综合评价云

依据已建立的评语集, 邀请相关领域专家对指标体系中的各项指标进行评分。随后, 将专家给出的评分结果作为输入, 导入逆向云发生器进行计算处理, 从而得到反映各指标特性的数字特征, 即期望(Ex)、熵(En)和超熵(He)。

在获得各指标的综合权重 w^* 及其数字特征后, 通过以下公式计算反映项目整体风险状况的综合评价云的数字特征:

$$E_x = \sum_{i=1}^n (E_{xi} \times w_i^*) \quad (\text{公式 9})$$

$$E_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_{ni}^2 \times w_i^*} \quad (\text{公式 10})$$

$$H_e = \sum_{i=1}^n (H_{ei} \times w_i^*) \quad (\text{公式 11})$$

将综合评价云的数字特征带入正向云发生器, 生成综合评价云。

(3) 加权评分确定

加权评分计算公式如下:

$$u = Ex_i \times w_i^* \quad (\text{公式 12})$$

(4) 相似度比较与评价值确定

根据综合评价云的数字特征(Ex, En, He)以及各评价等级标准云的数字特征, 可按以下步骤计算两者之间的相似度:

- ① 生成以 En 为期望值, He 为标准差的正态随机数 $E_{xf} = G(En, He)$ 。
- ② 生成以 Ex 为期望值, E_{xf} 为标准差的正态随机数 $x_f = G(Ex, E_{xf})$ 。
- ③ 计算确定度

$$\mu = \exp\left(-\frac{(x_f - E_{xj})^2}{2E_{nj}}\right) \quad (\text{公式 13})$$

- ④ 生成云滴(x_f, μ_j)
- ⑤ 复①~④直到生成 10~20 个云滴
- ⑥ 相似度计算

$$\delta_j = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \mu_j \quad (\text{公式 14})$$

通过上述步骤计算综合云与各评价标准云的相似度, 相似度最高的标准云即为综合云的评价等级。

5. 计算 A 单位装配式建筑采购风险评价价值

5.1. 构建评价标准云

(1) 构建评语集

在综合参考相关文献并征询专家意见的基础上, 本文将评价集划分为五个风险等级, 由低到高依次为: 低风险、较低风险、中等风险、较高风险和高风险, 并设定整体评分区间为 0 至 100 分。最终构建的评价集详见表 3。

Table 3. Comment set table

表 3. 评语集表

评价等级	评语区间
低风险	[0~20)
较低风险	[20~40)
中等风险	[40~60)
较高风险	[60~80)
高风险	[80~100]

(2) 计算评价标准云数字特征

依据公式(6)、(7)和(8), 可求得各评价等级标准云对应的数字特征。在计算过程中, 参考云模型在风险评估中的广泛应用实践, 超熵值 He 参照相关文献取定为 0.1。该值为经验值, 能确保云滴在期望值周围有合理的离散分布, 使云图不过于集中或分散, 适于风险等级的可视化判断。最终得到的评价标准云数字特征结果汇总于表 4 中。

Table 4. Cloud digital characteristics of evaluation criteria

表 4. 评价标准云数字特征

评价等级	评语区间	标准云数字特征
低风险	[0~20)	(10.0, 3.333, 0.1)
较低风险	[20~40)	(30.0, 3.333, 0.1)
中等风险	[40~60)	(50.0, 3.333, 0.1)
较高风险	[60~80)	(70.0, 3.333, 0.1)
高风险	[80~100]	(90.0, 3.333, 0.1)

(3) 生成标准云图

将各评价等级的数字特征代入正向云发生器, 构建评价标准云图。评价标准云如图 3 所示。

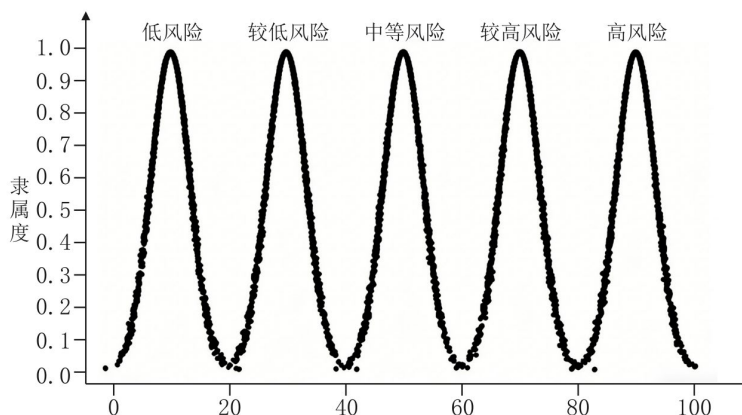


Figure 3. Cloud chart of evaluation criteria
图 3. 评价标准云图

5.2. 构建综合评价云

再次召集专家团队的所有成员, 请他们对 EPC 模式下 A 单位装配式建筑采购风险评价指标体系中的各项指标进行打分。随后, 对各位专家所给出的评分数据进行汇总与整理, 最终结果如表 5 和表 6 所示。

Table 5. Statistical table of grade I index expert scoring results

表 5. 一级指标专家评分结果统计表

指标编号	指标名称	专家 1	专家 2	专家 3	专家 4	专家 5	专家 6	专家 7	专家 8	平均分
A1	立项设计阶段	52	50	54	51	53	49	52	55	52
A2	拟制采购方案阶段	46	48	44	49	45	47	46	50	46.9
A3	采购信息公示阶段	49	51	47	50	48	52	49	53	49.9
A4	开评标阶段	43	45	41	44	42	46	43	47	43.9
A5	定标阶段	52	50	54	51	53	49	52	55	52
A6	合同签订阶段	46	48	44	49	45	47	46	50	46.9

注: 评分采用百分制, 0~100 分, 分值越高表示风险水平越高。

Table 6. Statistics of scoring results of secondary index experts

表 6. 二级指标专家评分结果统计表

指标编号	指标名称	平均分	指标编号	指标名称	平均分
A11	违规决策	56.8	A45	倾向性评审	49.5
A12	暗埋指向性技术参数	59.2	A46	技术方案评审不足	52.7
A13	超出规格设计	57.5	A51	质疑投诉不符合规范	42.8
A14	装配式建筑技术标准不统一	62.4	A52	应当公示信息未公示	41.5
A21	违规设置倾向性、指向性条款	53.6	A53	违反保密规定	44.6

续表

A22	文件条款存在漏洞	51.2	A54	定标过程监管不力	43.2
A23	评审分值设置不科学	54.9	A61	合同价格虚高	41.8
A31	发布信息不平等	48.3	A62	合同条款不完善	39.6
A32	报名材料弄虚作假	45.6			
A33	答疑不充分	44.2			
A41	信息泄露导致串通投标	50.1			
A42	专家专业与项目不匹配	47.8			
A43	专家应回避未回避	46.2			
A44	专家名单泄密	45.9			

将专家评分数据导入逆向云发生器进行处理,得到各二级指标对应的数字特征。随后,依据公式(12)计算出每个二级指标的加权评分分值。最终所得的各二级指标数字特征及加权评分结果汇总于表7中。

Table 7. Digital characteristics and weighted scores of secondary indicators

表 7. 二级指标数字特征及加权评分

排序	一级指标	二级指标	指标名称	期望(Ex)	熵(En)	超熵(He)	加权评分
1	A2	A23	评审分值设置不科学	92.1	5.7	0.7	36.84
2	A1	A14	装配式建筑技术标准不统一	90.3	6.5	1	31.61
3	A4	A46	技术方案评审不足	88.9	6.1	0.9	31.12
4	A1	A13	超出规格设计	88.7	5.9	0.8	27.67
5	A3	A31	发布信息不平等	81.9	7.1	1.1	48.3
6	A4	A45	倾向性评审	89.2	5.8	0.7	26.76
7	A4	A44	专家名单泄密	87.5	6	0.8	26.25
8	A4	A41	信息泄露导致串通投标	86.3	6.3	0.9	25.89
9	A1	A11	违规决策	85.2	6.8	0.9	23.86
10	A3	A32	报名材料弄虚作假	79.0	7.7	1.4	19.16
11	A2	A22	违规设置倾向性条款	83.4	6.9	1	18.35
12	A2	A21	文件条款存在漏洞	80.6	7.5	1.2	17.73
13	A5	A54	定标过程监管不力	85.8	6.4	0.9	17.16
14	A4	A42	专家专业与项目不匹配	84.7	6.7	1	16.94
15	A5	A53	违反保密规定	83.6	6.8	1	16.72
16	A1	A12	暗埋指向性技术参数	82.5	7.2	1.1	18.15
17	A3	A33	答疑不充分	78.5	8.0	1.5	44.2
18	A4	A43	专家应回避未回避	82	7.2	1.1	13.12
19	A5	A51	质疑投诉不符合规范	80.5	7.4	1.2	8.06
20	A5	A52	应当公示信息未公示	79.2	7.6	1.3	7.92
21	A6	A61	合同价格虚高	78.4	7.9	1.4	5.49
22	A6	A62	合同条款不完善	77.8	8	1.5	5.44

根据表 6 可知, 风险值较大的前几项二级指标为: 评审分值设置不科学、装配式建筑技术标准不统一、技术方案评审不足、超出规格设计、发布信息不平等。

为了更清晰地展示各一级指标的风险分布状况, 本研究基于 DEMATEL-AHP 模型所得到的综合权重, 并结合相应的数字特征, 运用公式(9)、公式(10)及公式(11)对各一级指标的数字特征进行了计算, 进而生成了对应的云图。图中各指标云均以红色标识, 具体计算结果如下表 8 所示, 指标评价云图如图 4 到图 9 所示。

Table 8. Digital characteristics of primary indicators

表 8. 一级指标数字特征

一级指标名称	指标编号	综合权重	期望(Ex)	熵(En)	超熵(He)	风险等级
立项设计阶段风险	A1	0.28	50	5	0.5	中等风险
拟制采购方案阶段风险	A2	0.22	50	5	0.5	中等风险
采购信息公示阶段风险	A3	0.18	15	3	0.3	低风险
开评标阶段风险	A4	0.15	15	3	0.3	低风险
定标阶段风险	A5	0.1	30	2	0.2	较低风险
合同签订阶段风险	A6	0.07	30	2	0.2	较低风险

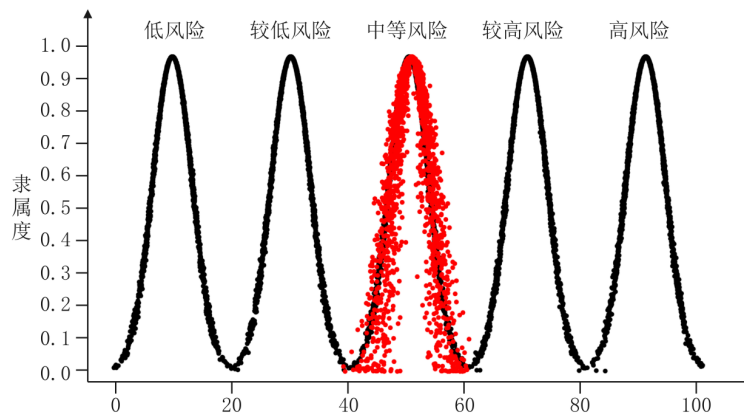


Figure 4. Risk index evaluation cloud at project initiation and design stage

图 4. 立项设计阶段风险指标评价云

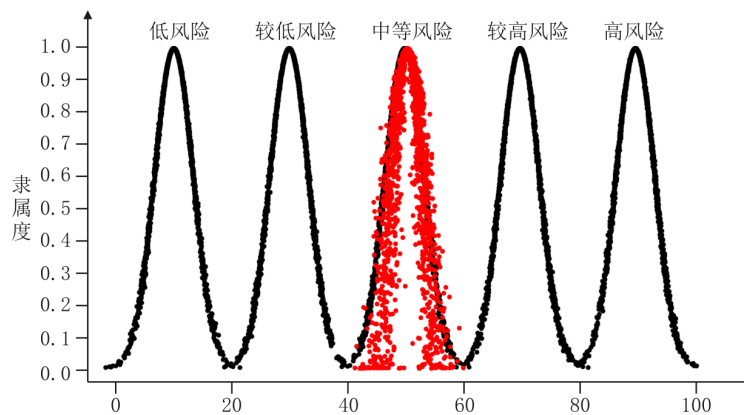


Figure 5. Risk index evaluation cloud at the stage of preparing procurement scheme

图 5. 拟制采购方案阶段风险指标评价云

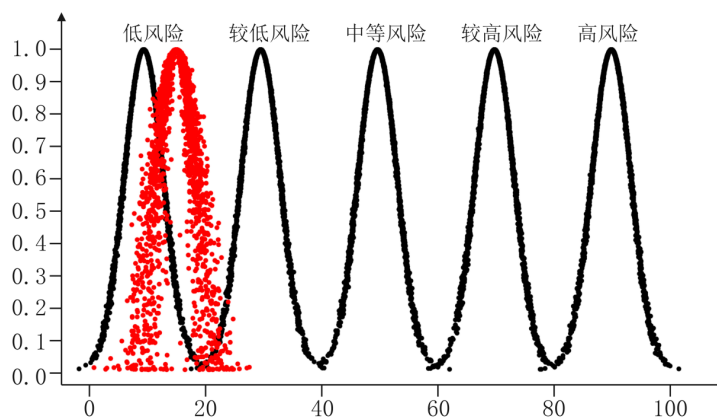


Figure 6. Risk assessment cloud in procurement information publicity stage
图 6. 采购信息公示阶段风险评价云

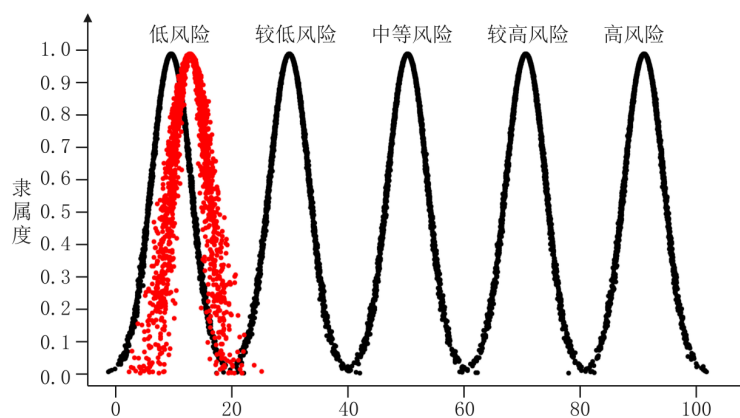


Figure 7. Risk assessment cloud at bid opening and evaluation stage
图 7. 开评标阶段风险评价云

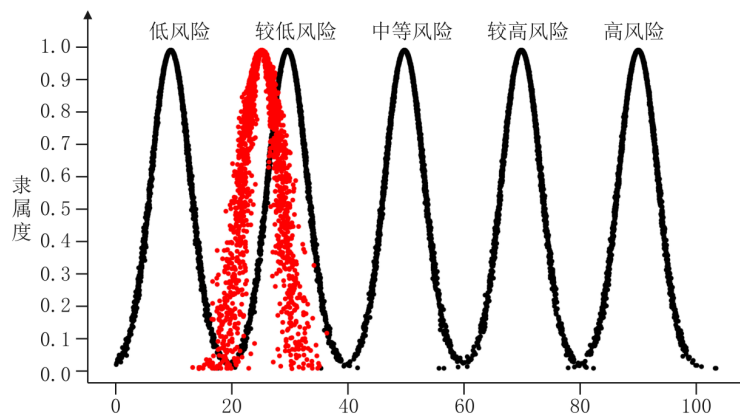


Figure 8. Risk assessment cloud at the calibration stage
图 8. 定标阶段风险评价云

根据云模型计算结果，EPC 模式下 A 单位装配式建筑项目采购各一级指标按照风险等级从高到低排序如下：立项设计阶段风险(A1)与拟制采购方案阶段风险(A2)均处于“中等风险”等级，是项目风险需重点关注的环节；定标阶段风险(A5)与合同签订阶段风险(A6)处于“较低风险”等级；采购信息公示阶段风

险(A3)与开评标阶段风险(A4)则处于“低风险”等级。整体综合评价云如图 10 所示。

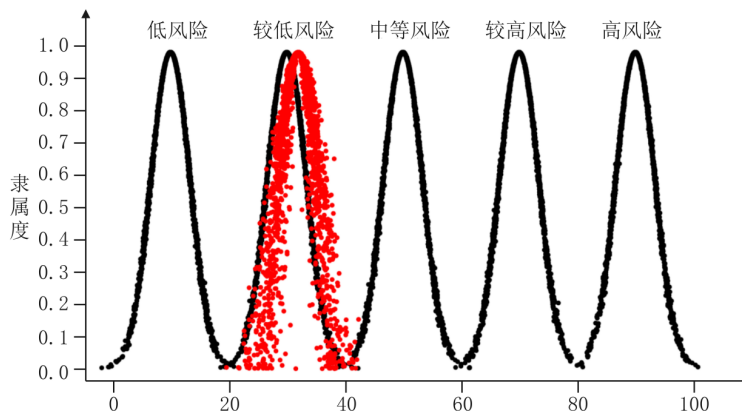


Figure 9. Risk assessment cloud at contract signing stage
图 9. 合同签订阶段风险评价云

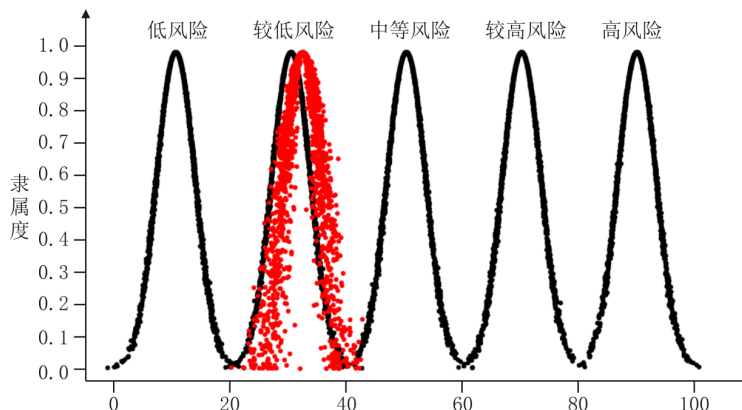


Figure 10. Overall comprehensive evaluation cloud
图 10. 整体综合评价云

6. 研究建议与结论

6.1. 研究建议

基于上述评价结果,结合 A 单位装配式建筑项目特点,提出如下管理建议。该项目位于青海西宁(海拔约 2260 米),需综合考虑高原环境、装配式建筑与防爆等特殊设施的融合设计、以及“委托方-代建方-参建单位”双层委托代理与“评定分离”采购机制等复杂背景。在此背景下,“评审分值设置不科学”和“装配式建筑技术标准不统一”成为关键风险源。

针对“评审分值设置不科学”风险,根源在于“评定分离”与“专家随机抽取”制度下,通用评分标准难以精准评价技术方案的优劣与高原适应性[5]。建议业主在采购方案拟制阶段提前介入,组织设计、施工、成本及使用方共同审定评审细则,围绕装配式连接可靠性、高原适应性、系统集成等设置量化评分项,压缩自由裁量空间。

“装配式建筑技术标准不统一”风险源于多套标准交叉重叠。建议业主在立项阶段牵头组织设计、总包、供应商编制《专用技术标准与接口统一手册》,并在合同中明确关键部品“驻厂监造”与现场“首件样板验收”作为支付节点,确保标准落地。

综上, 风险多集中于前期阶段, 建议业主树立“风险管控前置”理念, 在项目启动阶段即组建含风险专家的专项小组, 对设计任务书、发包方案等开展独立风险评估。

6.2. 研究结论

本研究将云模型理论应用于 EPC 模式下 A 单位装配式建筑项目的采购风险评价, 有效解决了风险判断中的模糊性与随机性问题。实证结果表明, 该项目整体风险处于较高水平, 其中“评审分值设置不科学”与“装配式建筑技术标准不统一”为关键风险因素。该案例验证了基于组合赋权与云模型的评价方法的科学性与实用性, 能够为项目业主方进行精准风险定位与分级管控提供直观、可靠的决策依据。

参考文献

- [1] 刘雷. EPC 项目发包招标标准研究[J]. 建筑经济, 2021(7): 45-48.
- [2] 刘毅. EPC 项目招标风险评价研究——以 M 改扩建 EPC 项目招标为例[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北地质大学, 2025.
- [3] 朱瑕, 王升. 基于交叉影响法的高校 EPC 工程招标采购风险因素研究[J]. 实验技术与管理, 2022(4): 249-254.
- [4] 陈星伊, 高屹, 程忠庆. 多级可拓模型在建设项目质量管理评价中的应用[J]. 济南大学学报(自然科学版), 2023(5): 624-632.
- [5] 刘均. 风险管理概论[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018.