

装备采购合同履行风险预测方法研究

卢苇 黄栋 王科文

海军工程大学 湖北武汉 430030

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17653

[摘要] 传统的装备采购合同履行风险管理模式主要依赖事后应对策略, 本文通过构建涵盖技术、进度、成本、管理和外部环境五个维度的风险识别体系, 系统分析了当前主要的装备采购合同履行风险预测方法, 提出单一预测方法存在明显的局限性, 未来应通过构建集动态监测、多源信息融合和自适应学习于一体的智能预警系统。

[关键词] 装备采购; 合同履行; 风险预警; 风险识别

1. 引言

装备采购是连接国防需求与装备供给的关键环节, 装备采购合同履行的风险问题, 直接关联到国防资源的有效配置和军队战斗力的生成效能。相较于一般的商业合同, 装备采购合同技术复杂度高、周期漫长且涉及多层级参与主体, 受国家政策、国际环境等因素制约较大等。在当前高度依赖于市场经济机制的条件下, 合同履行风险问题日益突出。

长期以来, 我国装备采购合同履行风险管理主要依赖经验判断和事后应急响应策略, 这种管理模式往往反应迟缓且成本过高, 建立科学的动态化、系统化的风险预测体系成为提升合同履行管理水平的重要课题。本文旨在通过构建系统化的风险识别框架, 深入分析当前主要的风险预测方法及其适用性, 并在此基础上提出面向未来的智能预警体系架构, 为装备采购合同履行风险管理实践提供理论支持和技术指导。

2. 装备采购合同履行风险的识别

科学的风险预测始于全面、结构化的风险识别。装备采购合同履行风险的识别主要针对合同履行全过程, 识别出风险来源、确定风险发生条件、描述风险特征并评价风险影响。

2.1 风险识别的过程

装备采购合同履行风险不是孤立存在的, 而是构成一个

复杂的系统。装备采购涉及众多专业技术领域, 对风险识别人员的专业素质要求较高, 这种专业性要求风险识别必须依靠多领域专家的协作。在进行风险管控时, 需要明确以下几个关键环节:

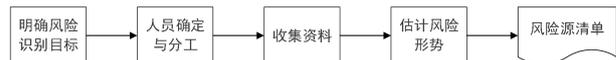


图1 风险识别过程

①明确风险识别目标: 重点关注质量、进度和费用等潜在风险。

②人员确定与分工: 通过合同文本、监管协议以及风险管理计划, 界定风险管控的范围和重点, 并据此选拔和任命负责风险识别的专业人员。

③收集资料: 整理合同文本、技术资料、工作分解结构(WBS)等内容, 同时参考承制单位以往在合同履行过程中的绩效评价数据, 为后续分析提供依据。

④估计风险形势: 基于确定的风险管控目标和实现手段, 识别潜在的变数, 评估风险环境的动态变化, 以便及时调整管理策略。

⑤构建风险源清单: 通过收集和分析上述信息, 将所有可能影响合同履行的风险因素进行分类整理, 形成一份清晰的风险源清单, 如表1所示。

表1 风险源清单示例

| 序号 | 类别 | 风险源 | 风险描述 |
|----|------|---------------|--------------------------|
| 1 | 承制资格 | 合同标的不在承制资格范围内 | 合同标的不在承制资格范围内, 影响合同签订合法性 |
| 2 | 技术状态 | 技术状态没有固化 | 技术状态未固化, 导致无有效的制造与验收依据 |
| 3 | 技术状态 | 技术状态固化进度缓慢 | 技术状态固化进度缓慢, 影响合同履行进度 |

通过以上步骤的系统实施, 能够全面、客观地掌握装备采购合同履行中的各类风险, 并为后续的风险控制和管理奠定基础。

2.2 风险识别框架构建

基于系统工程理论, 可建立以下五个维度的风险识别框架。

①技术风险

技术风险是指由于技术方案、设计、工艺、材料等方面的不确定性, 导致装备最终无法达到预定战术技术指标的风险。主要表现为: 技术路线不够成熟或存在重大缺陷; 设计指标过于激进, 超出当前工业基础可实现范围; 研制过程中

关键“卡脖子”技术未能突破;测试方法和设备不足以充分验证技术指标,未能充分暴露设计缺陷;技术状态控制不严格,变更频繁等。

②进度风险

进度风险是指合同履行的各个环节在时间上出现延误,导致整体项目无法按时交付的风险。主要包括:工作计划本身存在缺陷,如任务分解不细、工期估算不准等;资源供应协调不力,人员、设备、场地等资源不能及时到位;对关键路径任务控制不力,影响整体进度。

③成本风险

成本风险是指项目实际成本超出合同预算或军方承受能力的风险。如项目早期因信息不充分导致预算编制不准,成本估算方法不科学,基础数据不准确;设计变更频繁,技术状态的任何调整都可能引发材料、工艺和工时的连锁成本反应;原材料、外购件价格波动,特别是对于长周期采购的物资,市场价格上涨难以规避;因质量管理体系失效导致大量返工、返修甚至报废,推高成本等。

④管理风险

管理风险是指由于项目管理体系、流程、人员等因素导致的风险。具体体现在:组织架构与权责不清,项目组织结构不合理,接口关系模糊,导致决策迟缓、责任推诿;沟通协调机制不畅,信息壁垒高筑,决策效率低下;核心技术人员非正常流失,关键岗位人员能力不足;供应链管理脆弱,对分承制商和供应商的选择、监控不力,合同条款不严谨,过程监管不到位等。

⑤外部环境风险

外部环境风险是指外部宏观因素带来的冲击。主要包括:国防政策、环保法规、税收政策等发生变化带来新的约束;宏观经济波动,通货膨胀、信贷政策紧缩等影响项目财务状况;市场供求关系变化影响资源获取;国际合作项目受阻、关键技术进口受限等;不可抗力事件,如重大自然灾害、公共卫生事件影响项目进展等。

这五类风险相互关联、动态传导,共同构成了一个相互关联的风险系统,为装备采购合同履行风险预测提供了清晰的分析维度和数据采集导向。

3. 装备采购合同履行风险预测的主要方法评析

3.1 基于历史数据的统计分析模型

统计模型是风险管理中最基础的分析工具之一,此类方法基于大数定律,通过对大量历史项目数据的统计分析来揭示风险规律,并以此预测新项目的风险。主要包括回归分析、时间序列分析和蒙特卡洛仿真等分析模型。

①回归分析。通过建立风险指标(如成本超支率、进度延误率)与一系列风险因素(如项目规模、技术新颖度、承包商经验等)之间的数学关系进行预测。例如,可以构建多元线性回归方程,预测成本超支的幅度。该方法使用前提是拥有足量、高质量的同质历史数据,且变量之间关系明确。

②时间序列分析。如针对进度风险等与时间强相关的风险,可以运用ARIMA(自回归积分滑动平均)等模型,根据项目已发生的进度偏差数据,预测未来的偏差趋势。该方法适用于具有明显时间规律的风险预测,善于捕捉数据中的季节性、周期性规律。

③蒙特卡洛仿真。蒙特卡洛仿真通过随机抽样,对项目的总成本或总工期进行模拟计算,得到项目整体风险的概率分布,从而量化项目整体风险。该方法擅长处理多变量耦合的复杂情形,但依赖对输入变量概率分布的准确估计。

总的来说,统计分析模型客观、定量,能得出具有统计显著性结论。但历史数据的完全适用性存疑,且装备项目的保密性使得数据获取困难;无法有效捕捉难以量化的管理、外部环境等风险;难以根据项目推进中的新信息进行动态更新、应对突发性风险。

3.2 基于专家知识的定性预测模型

当数据匮乏时,专家的经验 and 判断成为风险预测的主要依据。此类方法的核心是将定性知识转化为结构化、半量化的分析。

①德尔菲法。通过匿名的、多轮的问卷调查,凝聚专家共识,逐步收敛对风险概率和影响的判断。其优点在于有效避免了权威和从众压力,但过程耗时较长。

②风险矩阵。将风险概率与影响程度相结合,形成一个矩阵,将风险等级可视化。专家对识别出的风险进行评级,并将其置于矩阵的相应位置,从而直观地展示风险的优先级。该方法简单直观,但划分标准主观,精度不高。

③贝叶斯网络(Bayesian Network, BN):这是一种强大的图形化概率推理模型。在装备采购风险预测中,可以将技术、进度、成本等风险作为节点,根据专家知识构建网络拓扑结构。通过输入某些已观察到的证据(如“出现关键技术难题”、“核心人员离职”),BN可以基于贝叶斯定理,更新网络中其他节点的概率,从而预测出“进度延误”、“成本超支”等风险发生的后验概率。它能够清晰地表达风险间的因果逻辑和传导路径,可以实现动态、在线的预测更新。

定性方法能有效处理复杂系统中的非结构化的风险问题,提供了将经验知识系统化、模型化的有效工具。但其构建严重依赖领域专家,主观性强,评估标准难以统一。

3.3 基于人工智能的机器学习模型

近年来,以机器学习为代表的人工智能技术成为当前风险管理领域的核心分析技术之一。这些模型通过从历史数据中学习复杂的特征关系,从而实现高精度的未来风险状态预测。深度学习模型是机器学习领域的一个重要分支,这类模型能够从大量非结构化数据中提取深层次的特征信息,并实现高精度的风险预测。

①支持向量机(SVM)与随机森林(RandomForest)。属于经典的分类算法,可以将风险预测视为一个分类问题(高/中/低风险),通过提取历史项目的特征(合同类型、承包商资质、技术复杂度评分等)和对应的风险标签来训练模型,对新项目进行分类预测。

②神经网络(ANN)与深度学习:神经网络,特别是长短期记忆网络(LSTM),擅长处理时序数据。在装备采购进度风险预测中,可以将项目按月/季度进展报告、里程碑完成情况等作为时间序列输入LSTM模型,学习进度偏差的动态演变模式,捕捉风险演变的深层规律。深度学习模型则能从更原始、更复杂的数据中自动提取特征进行风险预测。

③自然语言处理(NLP)的应用:合同履行过程中会产生大量非结构化的文本数据,如项目进展报告、评审会议纪要、邮件往来等,利用NLP技术进行情感分析、实体识别和主题建模,可以从这些文本中自动识别出风险信息,并将其量化为风险预测模型的输入特征。

机器学习模型处理复杂、非线性问题性能优越,预测精度高,但模型可解释性差,决策过程不透明,这在强调问责制的装备采购领域是一个重大挑战。同时,模型性能高度依赖大规模、高质量的训练数据,在装备采购领域往往难以实现。

4. 构建“动态-融合-自适应”智能预测体系

综合前述分析,单一风险预测方法难以满足装备采购合同履行的复杂性和动态性需求,装备采购合同履行风险预测必然是多种方法融合的智能产物,如构建“动态-融合-自适应”智能预测体系,其核心要素如下:

4.1 动态监测机制

装备采购合同履行风险预测应贯穿于全过程管理中,通过持续接入实时数据(如进度、质量、成本数据及文本报告等),实现对风险指标的动态跟踪。一旦检测到异常波动迹象,及时触发预警机制,为风险防范提供科学依据。

4.2 多源信息融合

装备采购合同履行风险预测体系需对结构化数据(如项目计划、预算分配)与非结构化数据(如技术文档、评审意见)进行整合,同时引入外部环境监测信息(如政策法规更

新、宏观经济指标),通过多维度数据融合,构建全面的风险评估模型。

4.3 自适应预测模型

在定量分析与定性评估的基础上,采用集成学习策略,将多种基模型(SVM、随机森林、LSTM等)结果进行综合,以提升预测的稳定性和准确性。同时,构建具备持续学习能力的自适应模型,使其能够根据新生成项目数据不断优化自身参数,有效应对环境动态变化带来的挑战。

该预测体系最终输出为一份综合风险态势感知报告,不仅包含风险概率与等级划分,还需深入剖析风险根源、传播路径及其影响范围,并基于仿真分析提供针对性的应对策略建议,从而为管理者制定科学决策提供有力支持。

5. 结论与展望

装备采购合同履行风险预测对于提升装备建设的科学化、精细化管理水平具有重要意义。本文系统分析了装备采购合同履行风险的构成因素,并探讨了当前主要的预测方法,提出“动态-融合-自适应”预测体系,旨在通过动态性、数据融合和协同性的结合来提升预测效果。然而,这一体系的实现仍面临诸多技术与实际应用层面的挑战,如数据标准化问题、多源异构数据融合的技术难点,以及如何在高度保密的军事工业领域应用人工智能技术等,有待进一步研究解决。

[参考文献]

- [1]陈学军,赵静.基于贝叶斯网络的重大工程合同履行风险动态评估[J].系统工程理论与实践,2020,40(5):1302-1314.
 - [2]李迁,李清,丁荣贵.基于深度学习的项目风险预测研究综述[J].管理工程学报,2021,35(4):1-13.
 - [3]陈国华等.基于深度学习的项目风险智能预警模型[J].管理科学学报,2022,25(3):45-58.
 - [4]徐绪堪,王建敏.基于LSTM-Attention的工程造价风险预测模型[J].统计与决策,2022,38(15):179-183.
- 作者简介:卢苇,1991.06,女,汉族,湖北黄冈,武汉理工大学,金融,硕士研究生,海军工程大学,讲师,装备采购管理;
- 黄栋,1977.10,男,汉族,湖北武汉,武汉大学,管理,博士研究生,海军工程大学,副教授,装备合同管理;
- 王科文,1988.06,女,汉族,湖北武汉,华中科技大学,金融,硕士研究生,海军工程大学,讲师,装备采购管理。
- 基金项目:海军工程大学自主立项科研项目,装备采购合同履行风险预测与评估方法研究(202350A030)。