

中文引用格式:崔京辉,董国宇,张增强,等. 油气管道承包商行为安全风险分析与评估模型构建[J]. 中国安全科学学报, 2025, 35(6): 19-26.

英文引用格式:CUI Jinghui, DONG Guoyu, ZHANG Zengqiang, et al. Analysis and evaluation model of oil and gas pipeline contractor behavior safety risk[J]. China Safety Science Journal, 2025, 35(6): 19-26.

油气管道承包商行为安全风险分析与评估模型构建^{*}

崔京辉¹高级工程师,董国宇²,张增强³高级工程师,孙宁昊²,佟瑞鹏^{**2}教授
(1 国家管网集团 北京管道有限公司,北京 100101; 2 中国矿业大学(北京)应急管理与安全工程学院,北京 100083; 3 国家管网集团 油气调控中心,北京 100083)

中图分类号:X913.4

文献标志码:A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2025.06.0131

基金项目:国家自然科学基金资助(52074302);国家管网集团科学技术研究总院科研项目(GWHT20250000101)。

【摘要】 为系统分析油气管道工程中承包商的行为安全风险,提升风险评估工作的科学性和规范性,基于全生命周期管理理念,融合安全管理体系、行为与状态3大关键要素,构建承包商行为安全风险评估模型。采用层次分析法(AHP)确定各级指标权重,建立量化打分机制,并通过易县分输站、北京分公司水保工程及临县作业区污水处理系统更换工程等案例验证模型。结果表明:在选商与入场前准备、项目施工、项目结束与竣工阶段的典型问题包括施工方案不完整、人员职责不清、安全监管记录缺失、培训覆盖率低等。评估模型能够对不同类型风险进行识别与分级,明确其在全生命周期中的分布特点。油气管道承包商行为安全风险在不同阶段具有不同表现形式,组织行为与管理状态之间存在显著的关联特征,风险易集中在阶段衔接和管理链条薄弱环节。

【关键词】 油气管道; 承包商; 行为安全; 风险评估; 安全管理

Analysis and evaluation model of oil and gas pipeline contractor behavior safety risk

CUI Jinghui¹, DONG Guoyu², ZHANG Zengqiang³, SUN Ninghao², TONG Ruipeng²

(1 Beijing Pipeline Limited Company, Pipe China, Beijing 100101, China; 2 School of Emergency Management and Safety Engineering, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing 100083, China; 3 Oil & Gas Control Center, Pipe China, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to systematically analyze the behavioral safety risks of contractors in oil and gas pipeline projects and improve the scientificity and standardization of risk assessment work, a contractor behavioral safety risk assessment model was constructed based on the concept of full life cycle management, integrating the three key elements of the safety management system, behavior and status. The weights of indicators at all levels were determined by the analytic hierarchy process (AHP), and a quantitative scoring mechanism was established. The model was verified by cases such as the Yixian sub-transmission station, the Beijing branch water conservation project, and the Linxian operation area sewage treatment system replacement project. The results show that typical problems in the stages of business

* 文章编号:1003-3033(2025)06-0019-08; 收稿日期:2025-02-11; 修稿日期:2025-04-16

** 通信作者:佟瑞鹏(1977—),男,黑龙江穆稜人,博士,教授,主要从事行为安全管理、职业心理健康、环境风险评估等方面的研究。E-mail: tongrp@cumb.edu.cn.

selection and pre-entry preparation, project construction, project end and completion include incomplete construction plans, unclear personnel responsibilities, missing safety supervision records, and low training coverage. The assessment model can identify and classify different types of risks and clarify their distribution characteristics throughout the life cycle. The behavioral safety risks of oil and gas pipeline contractors have different manifestations at different stages. There is a significant correlation between organizational behavior and management status, and risks are prone to concentrate on the weak links of stage connection and management chain.

Keywords: oil and gas pipelines; contractors; behavioral safety; risk assessment; safety management

0 引言

随着企业规模扩大和业务增多,许多企业无法自主承担全部业务,对承包商的需求增加^[1]。然而,承包商安全事故频频发生,占企业生产安全死亡事故的 70% 以上,在危险化学品企业中更为突出^[2]。国有企业工程项目运作模式在很大程度上依赖于承包商。据不完全统计,承包商安全事故在石油石化行业安全事故中占比高达 70%~80%,成为企业安全管理工作的薄弱环节,如国家管网建设项目管理分公司“10·17”和广东运维中心“1·02”2 起承包商伤亡事故,以及北海液化天然气公司“11·2”较大着火事故,皆暴露出违规分包、以包代管等承包商安全管理问题。总承包商在安全管理工作中责任重大^[3]。

频频发生的事故现象表明:承包商安全管理问题并非个例,而是深层次管理缺陷的集中体现。根据海因里希的事故统计,88% 的事故是由人的不安全行为造成的,10% 的事故是由物的不安全状态造成的,仅有 2% 的事故是由不可控因素造成的^[4]。而人的不安全行为和大部分物的不安全状态都可以通过安全管理来避免。不安全行为不仅包括个体的不安全动作,也包括组织管理行为的缺失,其产生的实质是个体受到外部环境(如社会、家庭等)的影响^[5]。目前,我国油气管道企业在评估承包商的行为安全工作时,评估方法往往比较简单,评估内容缺乏理论支撑,评估结果偏于主观,缺乏一套科学可靠的安全管理评估体系,也缺乏一套全流程的承包商评估、管理的综合性系统。

鉴于此,笔者拟采用理论建模与案例分析相结合的方法,以行为安全理论为基础,构建涵盖安全管理体系、安全管理行为与安全管理状态三要素的行为安全风险评估模型,明确三者之间的动态关联关系,提出系统化的评价维度与具体指标,并通过油气

管道行业内多个工程项目的实证数据,验证模型的有效性与适用性。

1 承包商行为安全风险分析

油气管道工程涉及众多利益相关方,彼此关系错综复杂,利益诉求不一,矛盾与冲突在所难免。若协调不当或管理疏漏,极易诱发安全生产事故。因此,了解承包商在其生命周期中的风险特点以及安全能力清单对于指标体系的设计是必要的^[6]。承包商行为风险主要存在于选商与入场前准备、项目施工、项目结束与竣工阶段^[7]。根据全生命周期理论,按照阶段划分和组织构成开展承包商行为风险分析,可分为选商风险、设计风险、合规风险、监管风险、施工风险以及安全事故管理,如图 1 所示。

笔者将油气管道承包商行为风险划分为 6 类,其中选商、设计、合规、监管与施工风险作为评估模型中的常规评价内容,依据不同阶段设置相应指标。各类风险的划分依据、评估重点见表 1。

表 1 承包商行为安全风险类型与评估特征

Table 1 Types and assessment characteristics of contractor behavior safety risks

风险类型	所在阶段	评估特征
选商风险	投标审核	资质真实性、技术方案的针对性与可执行性
设计风险	合同签订	方案中安全措施与费用安排、主要负责人能力
合规风险	入场准备	培训覆盖率、设备完好率、人员资质和健康状态
监管风险	施工过程	技术交底完整性、沟通频次与有效性
施工风险	作业实施	作业合规性、应急响应、设备与环境风险控制
安全事故管理	项目全过程	是否发生严重事故及其责任归属

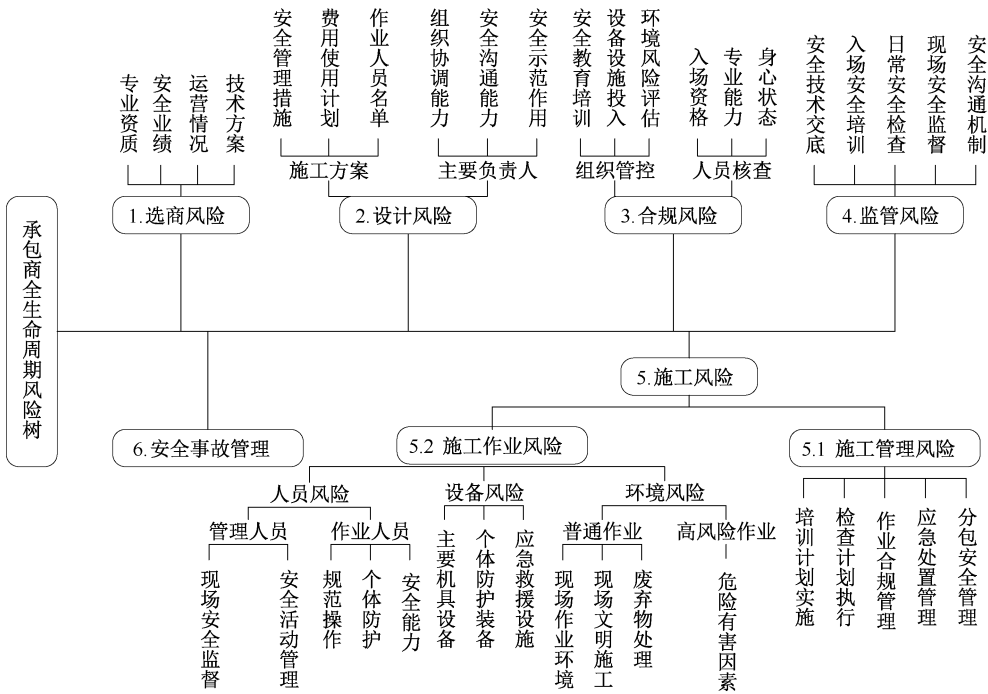


图 1 承包商行为安全风险构成

Fig. 1 Behavior safety risk composition of contractor

2 承包商行为安全风险评估模型构建

模型构建覆盖油气管道承包商管理全过程,从选商到入场再到使用,最后退场^[8]。采取共性和个性相结合的方式,对所有类型的承包商进行合并与降维,在 1 个集成模型的概括下形成多个差异性模块^[9]。笔者将安全管理体系、行为与状态的动态关联映射至不同阶段。

2.1 承包商行为安全风险评估模型构成要素

- 1) 安全管理体系是承包商为实现安全生产目标所建立的一整套管理机制,包括政策、目标、组织架构和运行机制,是整个评估模型的基础;是确保安全管理活动的规范化和系统化,为实施其他管理行为提供保障。
- 2) 安全管理行为具体表现为承包商在管理和执行过程中实施的各类行为,分为组织行为和岗位行为。通过有效行为推动安全体系的运行,并直接影响安全状态。
- 3) 安全管理状态是指安全管理体系和行为的运行结果,是安全管理效果的外在表现。可以提供对安全行为和体系有效性的反馈信息,为持续改进提供依据。
- 4) 安全管理绩效作为衡量安全管理成效的关键依据,是指通过安全管理体系和行为的综合实施,

最终展现出的管理效果。

安全管理体系是承包商行为安全管理的基础,其规范性直接影响安全管理行为的有效实施。安全管理行为通过组织行为推动岗位行为实施,而岗位行为是组织行为的具体体现。安全管理状态反映出管理行为的实际效果,并为体系的改进提供反馈。安全管理绩效是最终综合结果,衡量安全体系和行为对事故预防及风险控制的整体贡献。

2.2 承包商行为安全风险评估模型框架

- 在评估模型框架构建中,主要分为 3 个方面:全生命周期、评价维度、评价项。
- 1) 全生命周期。根据全生命周期理论,承包商项目可分为选商与入场前准备阶段、项目实施与施工阶段、项目结束与竣工阶段。每个阶段均需要开展阶段性评估,以保证项目下一阶段中的顺利实施。选商与入场准备阶段分别对应于项目风险分析中的选商风险和涉及风险,因此,应开展选商阶段评估、入场前准备评估;项目实施与施工阶段涉及项目风险分析中的合规风险、监管风险和施工风险,因此应开展合规评估、安全监管评估、施工管理评估和施工作业评估;对于项目结束与竣工阶段,应对项目实施过程中的各阶段性评估进行整合,进行整体性的综合评估,评估结果作为后续的选商依据。
 - 2) 评价维度。根据安全管理关联模型,评价维

度分为安全管理体系、安全管理行为、安全管理状态3个方面^[10],这三者整体决定承包商安全管理绩效。

3) 评价项。分为通用项、专业项和否决项。通用项适用于所有承包商项目;专业项则主要代表需要分包的项目应设置分包安全管理措施,或者存在高风险作业的项目所具有的危险有害因素;否决项主要指代安全事故管理。根据上述内容,构建承包商行为安全管理评估模型基础框架如图2所示。

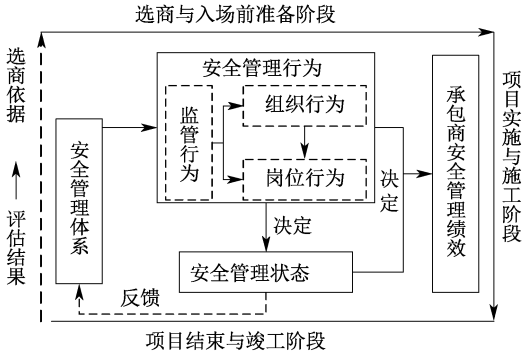


图2 承包商行为安全评估模型框架
Fig.2 Evaluation model framework

2.3 承包商行为安全风险评估指标设定

1) 安全管理体系评估指标。基于安全管理体系流程的系统性与内容的全面性,该体系主要包括安全组织结构和安全制度体系2方面,通过合理的规划和管理提升项目的安全水平。

安全组织结构是指承包商在项目中建立的管理架构,用以明确各部门及岗位的职责与分工^[11]。主要评估指标包括专业资质、安全业绩、运营情况和技术方案。专业资质要求承包商必须具备国家或行业要求的安全生产许可及相关资质。安全业绩反映承包商历史项目中的安全表现,包括事故记录和整改情况。运营情况强调承包商的运行稳定性和财务能力对安全管理的支持作用。技术方案则需确保施工技术的可行性和安全保障能力。

安全制度体系是指承包商为保障安全管理活动的规范性而制定的各类制度与流程,主要包括安全措施、安全费用和人员名单等指标。安全措施要求制度覆盖项目全周期,并具有可操作性。安全费用需确保资金投入充足且有计划。人员名单应记录所有作业人员的信息,包括资质证明及健康状况。

2) 安全管理行为评估指标。安全管理行为是落实安全管理体系的具体过程。依据项目需求和风险特点,评估指标分为监管行为、组织行为和岗位行为

为3类。

监管行为包括入场安全培训、日常安全检查、现场安全监督和安全沟通机制4个方面。入场安全培训需覆盖所有作业人员,并通过考核确保他们掌握必要的安全知识。日常安全检查要求承包商制定合理的检查计划,并对发现的问题进行闭环管理。现场安全监督强调专人负责现场监管,确保操作符合规定。安全沟通机制通过有效的渠道传递安全信息,保障管理层与作业层的沟通畅通。

组织行为是在安全管理方针的指引下,落实对机构与人员的管理,注重安全文化建设,并采取教育培训、监督检查的方式强化风险管控^[12]。教育培训需覆盖各岗位要求的技术和知识,并设有考核机制。检查计划执行强调按计划实施检查,并确保隐患整改到位。作业合规管理要求日常作业活动符合法律法规及企业制度。应急处置管理关注应急预案的执行力和现场资源的充足性。

岗位行为评价主要负责人、安全管理员和作业人员的具体行为。主要负责人需定期检查项目的安全状况,并对项目整体安全管理承担责任。安全管理员需持有相关资质,履行监督检查和隐患报告职责^[13]。作业人员则需经过岗前安全培训,遵守操作规程,并正确佩戴个人防护装备。

3) 安全管理状态评估指标。安全管理状态是安全管理体系和行为的直接反映,是项目安全管理成效的外在体现。根据管理对象的不同,安全管理状态可分为人的状态、物的状态和环境状态3个方面。

人的状态主要评价作业人员的入场资格、专业能力和身心状态。入场资格要求作业人员完成安全教育培训并取得资格证书。专业能力衡量作业人员是否具备岗位要求的技能,并能定期通过考核。身心状态关注疲劳作业和心理问题对安全的影响。

物的状态涉及施工设备和危险因素的管理。设备完整性要求施工设备保持良好状态,并按计划进行检测和维护。设备维护管理需有完善的记录和执行计划。危险有害因素强调识别并消除施工现场的安全隐患。

环境状态评价现场作业环境的安全性、文明施工水平和废弃物处理情况。现场作业环境需符合国家及行业安全标准,如噪声、光线等要求。文明施工要求保持场地整洁,通道畅通。废弃物处理需按环保要求分类存放和处理。

2.4 承包商行为安全风险评估体系建立

整合各阶段评估模型,构建承包商行为安全管理评估指标体系,如图 3 所示。

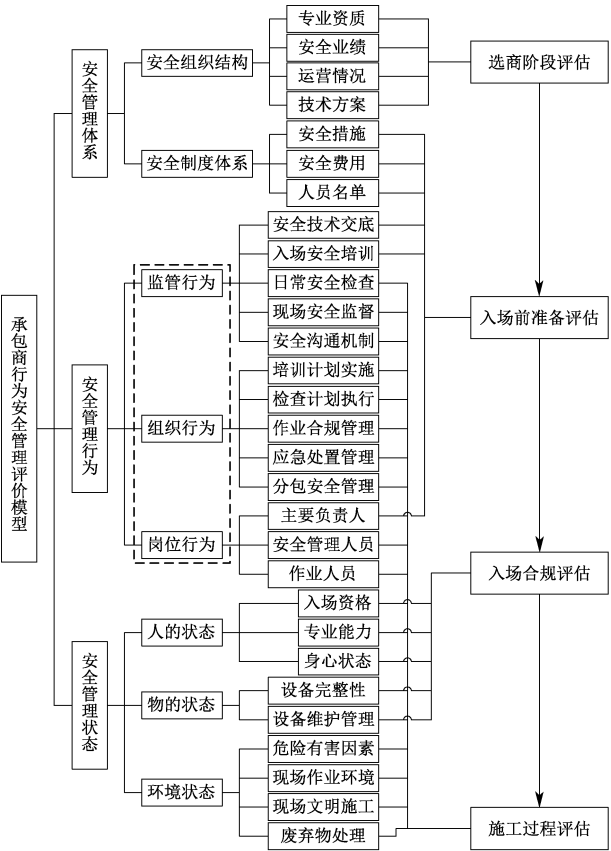


图 3 承包商行为安全管理评估指标体系
Fig.3 Contractor behavior safety management evaluation index system

采用层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 计算承包商行为安全管理评估指标体系中一级指标、二级指标和三级指标的权重。

AHP 是一种多准则决策分析的方法,主要思想是将与决策问题有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,在此基础之上,进行定性和定量分析的决策方法。在层次结构模型中,最顶层为目标层,下面的层次依次为准则层和方案层。该方法通过对多个准则进行层级划分和比较,并运用数学计算方法来确定各准则的重要性和不同方案的优先级,从而帮助决策者做出合理的决策。

在实际应用中,打分人员可根据每一个评估指标的评分标准对该指标进行评级,打分表中的权重由 AHP 所得,经由 10 位行为安全管理领域的专家打分所得,后续可结合现场实际情况进行动态调整。具体方法如下:

1) 构建层次结构模型。

目标层:最高层,表示最终目标。
准则层:中间层,表示为实现目标需考虑的主要因素。
方案层:最底层,表示具体的细化方案或选项。

2) 构建判断矩阵。针对每一级指标,专家对其重要性进行两两比较,引用数字 1~9 及其倒数 (表 2) 作为标度来构造判断矩阵 A :

$$A = (a_{ij})_{n \times n} \tag{1}$$

式中: i 为矩阵 A 的第 i 行; j 为矩阵 A 的第 j 列; n 为矩阵 A 的总行数和总列数; a_{ij} 为矩阵 A 第 i 行第 j 列的元素。

表 2 判断矩阵标度含义

Table 2 Judgment matrix scaling definition	
标度	含义
1	表示两者同样重要
3	表示 2 个指标相比,前者比后者稍微重要
5	表示 2 个指标相比,前者比后者明显重要
7	表示 2 个指标相比,前者比后者强烈重要
9	表示 2 个指标相比,前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述相邻判断的中间程度
倒数	前者与后者相比,重要性为 a_{ij} 则后者与前者相比的重要性为 $1/a_{ij}$

3) 计算权重向量。计算判断矩阵每一列的归一化值 m_{ij} :

$$m_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \tag{2}$$

得到归一化矩阵 N ,并计算权重向量 w_i :

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{n} \tag{3}$$

4) 一致性检验。计算一致性指标 (Consistency Index, CI):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{4}$$

式中 λ_{max} 为矩阵最大特征值,其计算公式为:

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{w_i} \tag{5}$$

计算一致性比率 (Consistency Ratio, CR):

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{6}$$

式中 RI (Random Index) 为判断矩阵的平均随机一致性指标,1~9 阶的判断矩阵的 RI 见表 3。

当 $CR < 0.10$ 时,认为判断矩阵的一致性是可以接受的,否则应对判断矩阵作适当修正。

5) 权重计算。重复以上步骤计算二级、三级指标权重,得到最终权重,见表4。

表3 RI 的值

Table 3 Value of RI

<i>n</i>	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

表4 承包商行为安全管理评估指标体系权重

Table 4 Contractor behavior safety management evaluation index system weight

一级指标	二级指标	三级指标	权重
安全管理体系 (0.43)	安全组织结构 (0.22)	专业资质	0.06
		安全业绩	0.08
		运营情况	0.03
		技术方案	0.05
	安全制度体系 (0.21)	安全措施	0.07
		安全费用	0.09
		人员名单	0.05
安全管理行为 (0.30)	监管行为 (0.09)	安全技术交底	0.03
		入场安全培训	0.03
		日常安全检查	0.01
		现场安全监督	0.02
	组织行为 (0.10)	培训计划实施	0.03
		检查计划执行	0.01
		作业合规管理	0.01
		应急处置管理	0.03
		分包安全管理	0.02
	岗位行为 (0.11)	主要负责人	0.06
		安全管理人员	0.03
		作业人员	0.02
安全管理状态 (0.27)	人的状态 (0.12)	入场资格	0.06
		专业能力	0.04
		身心状态	0.02
	物的状态 (0.07)	设备完整性	0.04
		设备维护管理	0.03
		危险有害因素	0.04
	环境状态 (0.08)	现场作业环境	0.01
		现场文明施工	0.01
		废弃物处理	0.02

在承包商行为安全风险评估时,根据所评的级别生成相应的分数,每项指标的评分范围为0~100分,根据综合得分,将承包商划分为以下等级:

优秀(90~100分):所有指标表现突出,无明显重大安全隐患。

良好(75~90分):大多数指标达标,需小幅改进。

合格(60~75分):部分指标未达标,存在一定隐患。

差(<60分):多个关键指标未达标,安全风险较大。

因此,为实现对承包商安全管理绩效的定量评估,将承包商划分为不同等级,以反映其整体安全管理水平。

3 承包商行为安全风险评估模型验证

3.1 承包商行为安全风险实证评估

1) 评估河北省易县分输站项目承包商的行为安全风险,得到综合评估结果如下。其中,安全管理体系处于合格状态,安全管理状态、安全管理行为均处于良好等级,安全管理体系的评分较低,即存在的主要问题发生于选商阶段和入场前准备阶段,如图4所示。

该项目承包商在编制项目施工方案时未能开展全面的风险识别,导致安全管理措施针对性不足;承包商在作业人员名单中未明确具体的监理人员,导致责任不清晰;属地单位的安全监管和承包商的施工管理工作仍有待加强,尤其需要加大定期安全检查和现场安全监督的力度,并且做好属地单位与承包商之间的安全沟通和交流。

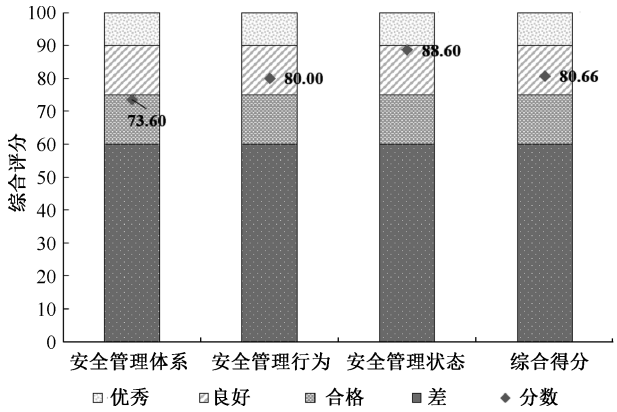


图4 易县分输站承包商安全管理综合评估

Fig. 4 Comprehensive assessment of safety management of contractors of Yixian Substation

2) 评估北京分公司2024年春季水保工程承包商的行为安全风险,得到综合评估结果如下。其中,安全管理体系处于良好等级,安全管理行为处于合格等级,安全管理状态处于优秀等级,其中以安全管理行为得分最低。主要问题在于属地单位安全监管和承包商施工管理,如图5所示。

该项目无安全技术交底记录和健康—安全—环境(Health, Safety, Environment; HSE)管理协议交底记录;项目属地单位和承包商的定期监督检查记

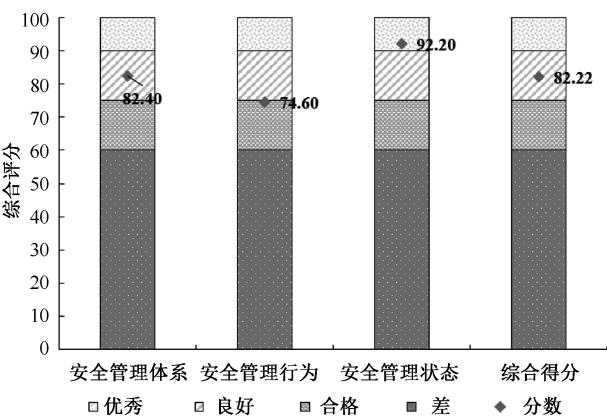


图 5 北京分公司承包商安全管理综合评估

Fig. 5 Comprehensive assessment of safety management of contractors of Beijing Branch

录缺失,未能严格落实项目安全检查计划和现场安全监督管理等方面工作的相关要求,暴露出该项目各方安全管理人员安全履责方面的问题;作业合规管理存在缺陷,项目中存在材料变更,但不满足作业变更的程序和要求。

3) 评估山西省临县作业区生活污水处理系统更换项目承包商的行为安全风险,得到综合评估结果如下。其中,安全管理体系和安全管理状态的评级为合格,安全管理行为的评级均为良好,但整体得分均在 80 分以下,普遍偏低,如图 6 所示。

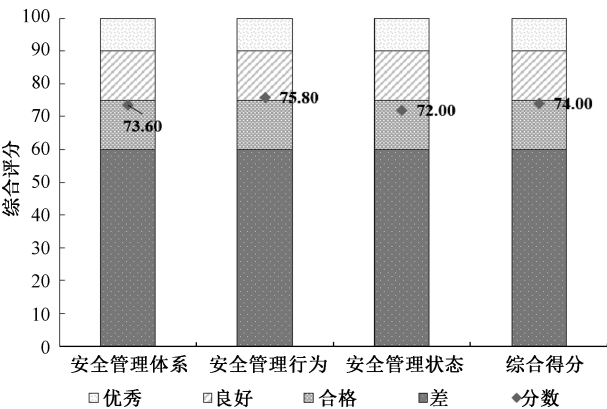


图 6 临县作业区承包商安全管理综合评估

Fig. 6 Comprehensive assessment of safety management of contractors of Linxian Operation Area

该项目安全风险辨识不全面、关键人员职责界定模糊、施工方案不完整;安全技术交底、入场前安

全培训、定期安全检查、现场安全监督管理等工作均不到位,主要原因在于缺乏完善且有效的安全沟通机制;部分人员存在违规行为,安全技术措施不完备,项目收尾工作不充分,存在遗留问题。

3.2 承包商安全管理优化策略

1) 建立动态审查机制,实时更新油气管道承包商资质数据库;增加资质分类标签,明确高风险工程的最低资质要求,并定期更新审查标准以适应行业发展变化。

2) 增加 HSE 条款,明确奖惩机制;通过引入电子合同管理系统,实现合同条款数字化审核与跟踪,设置合同执行情况的实时提醒功能,确保所有承包商严格遵守安全规范。

3) 开发针对不同工种的分级培训课程,确保覆盖施工全员;引入虚拟现实技术模拟施工场景,提高培训效果。此外,将培训结果与绩效考核直接挂钩,形成正向激励机制。

4) 采用智能监控系统,实现对施工现场的全天候安全监测;通过物联网设备实时上传施工动态数据,结合人工智能分析工具提前识别潜在安全隐患。

4 结 论

1) 在承包商行为安全风险的指标体系中,安全管理体系和安全管理行为具有较高的指标权重,是影响评估结果的关键因素;状态类指标权重相对较低,反映出其在项目管理中的影响范围有限。其中施工阶段风险问题最为集中,选商与竣工阶段的风险则主要表现为职责不清晰与技术交底不充分等特征。

2) 承包商行为安全风险的形成体现为安全管理体系对管理行为的促进作用,以及管理行为对现场安全状态的直接影响。组织行为通过制度规范与执行过程影响岗位行为,安全状态作为管理结果形成反馈环节,构成“体系—行为—状态”的动态作用机制。

3) 后续研究可进一步拓展模型适用于多类型工程与不同领域,深入挖掘与承包商行为相关的组织管理、责任落实与激励机制,探索承包商行为风险的传播规律,构建主动式、预警型的安全管理系统。

参 考 文 献

[1] 付明福,张明星,朱晓曼,等. 油气长输管道作业分级定量风险评价方法研究及应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(7): 137-141.

- FU Mingfu, ZHANG Mingxing, ZHU Xiaoman, et al. Research and application of quantitative risk assessment method for operation classification of oil and gas long-distance pipeline[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2019, 15(7): 137-141.
- [2] 宁波, 刘永强. 化工企业承包商日常风险管控措施实施与应用[J]. 化工管理, 2022(10): 7-10.
NING Bo, LIU Yongqiang. Implementation and application of daily risk control measures of chemical enterprise contractors[J]. Chemical Enterprise Management, 2022(10): 7-10.
- [3] WU Chunlin, FANG Dongping, LI Nan. Roles of owners' leadership in construction safety: the case of high-speed railway construction projects in China[J]. International Journal of Project Management, 2015, 33(8): 1 665-1 679.
- [4] HEINRICH W H, PETERSON D, ROOS N. Industrial accident prevention [M]. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980: 113-126.
- [5] 傅贵, 殷文韬, 董继业, 等. 行为安全“2-4”模型及其在煤矿安全管理中的应用[J]. 煤炭学报, 2013, 38(7): 1 123-1 129.
FU Gui, YIN Wentao, DONG Jiye, et al. Behavior-based accident causation: the "2-4" model and its safety implications in coal mines[J]. Journal of China Coal Society, 2013, 38(7): 1 123-1 129.
- [6] 屈静, 张建彬, 华宁, 等. 基于改进 TOPSIS 的承包商安全能力评价模型及应用[J]. 安全, 2020, 41(8): 20-24, 30.
QU Jing, ZHANG Jianbin, HUA Ning, et al. Contractor safety capability evaluation model and its application based on improved TOPSIS method[J]. Safety, 2020, 41(8): 20-24, 30.
- [7] 曹勇, 卢云峰, 贺一博, 等. 外委承包商安全管理策略研究[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(增 1): 8-13.
CAO Yong, LU Yunfeng, HE Yibo, et al. Study on safety management strategy of outsourcing contractors[J]. China Safety Science Journal, 2021, 31(S1): 8-13.
- [8] GILL P. Outsourcing intelligence: contractors and government accountability [J]. The International Journal of Intelligence, Security, and Public Affairs, 2019, 21(3): 263-264.
- [9] 蒋海夫, 那国良, 孙桂花. 基于实例的化工项目安全检查分析及提升研究[J]. 中国安全科学学报, 2024, 34(增 1): 129-133.
JIANG Haifu, NA Guoliang, SUN Guihua. Analysis of actual chemical project safety inspection and improvement[J]. China Safety Science Journal, 2024, 34(S1): 129-133.
- [10] 佟瑞鹏, 刘亚飞, 刘欣. 基于行为安全理论的安全管理评价普适模型与实证分析[J]. 中国安全科学学报, 2014, 24(6): 123-128.
TONG Ruipeng, LIU Yafei, LIU Xin. A universal behavior safety theory-based model for safety management evaluation and its empirical analysis[J]. China Safety Science Journal, 2014, 24(6): 123-128.
- [11] GU Shengyu, ZHANG Pan, YANG Jianying. System dynamics model based on evolutionary game theory for quality supervision among construction stakeholders [J]. Journal of Civil Engineering and Management, 2018, 24(4): 318-330.
- [12] WICKS D. Institutionalized mindsets of invulnerability: differentiated institutional fields and the antecedents of organizational crisis [J]. Organization Studies, 2001, 22(4): 659-692.
- [13] 王廷春, 张亚丽, 孙德青, 等. 炼化承包商综合安全能力评估[J]. 中国安全科学学报, 2018, 28(8): 155-160.
WANG Tingchun, ZHANG Yali, SUN Deqing, et al. Evaluation of comprehensive safety capability of refining contractor[J]. China Safety Science Journal, 2018, 28(8): 155-160.

作者简介: 崔京辉 (1972—),男,天津人,工程硕士,高级工程师,主要从事安全管理、环境保护研究等方面的研究。E-mail:Cuijh02@pipechina.com.cn。

