

基于安全生产标准化 体系下的油气储运企业安全管理分析

李玄张¹ 张 宜² 王 昊¹

(1. 延安石油化工厂, 陕西 延安 727406)

(2. 延长石油管输公司, 陕西 延安 727406)

摘 要: 油气储运企业作为石油、液化气等危险化学品储存、转运的重要场所, 泄漏后极易造成火灾爆炸等灾难性事故。根据油气储运企业日常安全生产运行特点, 在安全生产标准化运行基础上, 采用“关键成功因素法”全面系统分析出影响油气储运企业安全管理的关键影响因素, 采用层次分析法对一级指标、二级指标进行权重系数计算, 运用模糊综合评判法对油气储运企业安全管理进行定量分析计算, 分析确定出其所处安全管控状态。通过在延长石油某油气储运企业的实例应用, 对照企业安全生产标准化自评结果及第三方评价结果, 反映了安全生产标准化体系下的油气储运企业安全管理分析的可行性和实用性。

关键词: 安全生产标准化; 层次分析法; 模糊综合评判法; 安全管理; 油气储运

油气储运企业属于高危行业, 同时也是危险化学品企业中的一员, 其日常经营过程中存在如各种汽油、柴油、液化气等大量的危险源^[1], 在日常的生产及现场施工作业过程中, 稍有不慎, 极易发生爆炸、火灾、中毒、窒息等事故, 近年来我国油气储运企业重特大安全生产事故时有发生, 如“11·22”青岛油库爆炸等, 这些事故会给人民生命安全带来巨大伤害, 甚至造成严重的经济损失、环境污染^[2]。随着危化品安全生产标准化管理体系推广, 系统规范了企业安全管理流程, 极大提高了油气储运企业的安全管理水平, 对减少企业安全事故起了积极的作用^[3]。但由于企业安全管理方式不一、人员综合素质参差不齐, 导致油气储运企业在日常安全管理者存在管理流程不规范、对安全管理认识不足等问题。因此, 如何全面客观反映油气储运企业安全管理水平, 查找薄弱环节, 是油气储运企业安全管理工作的重点^[4]。

1 安全生产标准化体系下影响安全管理因素的选取

1.1 安全生产标准化及包含要素介绍

安全生产标准化是我对油气储运企业的强制性条款一项和基本要求, 安全生产标准化主要是指企业通过建立健全安全生产责任制, 制定系统管理制度、操作规程、进行双重预防机制等手段, 建立健全企业安全管理体系, 规范企业安全行为, 使企业

各环节均符合国家安全生产法律法规要求, 人机环管处于安全可控, 最终形成的一套系统的、规范的、科学的安全生产管理体系^[5]。因此, 基于安全生产标准化框架下进行安全管理因素选取, 能够最大程度保证反映企业安全管理指标选取的系统性和科学性。

依据国家《危险化学品从业单位安全生产标准化评审标准》, 企业主要通过 12 个 A 级要素, 56 个 B 级要素综合客观反映日常生产运行中的安全管理情况^[6], 其中 12 个 A 级要素包括。

①法律法规要素; ②机构与职责要素; ③风险管理要素; ④管理制度要素; ⑤培训教育; ⑥生产设施与工艺安全要素; ⑦作业安全要素; ⑧职业健康要素; ⑨危险化学品管理要素; ⑩事故与应急; ⑪检查与自评; ⑫本地区要求。

1.2 基于安全生产标准化体系下的安全管理因素的识别

关键成功因素法^[7]主要依据的是目标与影响因素的相互作用, 通过删除合并重建等步骤, 确定其重要关键因素。油气储运企业正常运行期间存在较多的模糊性, 作者在广泛开展调查问卷的前提下, 结合油气储运企业安全管理研究成果, 决定采用关键成功因素法分析出油气储运企业所有影响成功因素。通过查阅相关文献, 学者研究成果, 在与油气储运企业专家、专职管理人员、安全技术人员进行头脑风暴基础上, 通过意见征集活动及广泛调查

问卷等措施,最终识别出基于安全生产标准化体系下的关键成功因素,构建了油气储运企业安全管理指标,包括12个一级指标,36个二级指标,为后续权重系数确定奠定了基础。其中有“法律法规和标准、机构与职责、风险管理”等12个一级指标;有“法律法规及时识别获取、符合性评价、八项特殊危险作业措施管控、承包商管控”等36个二级指标。

2 层次分析法——模糊综合评判法及应用

2.1 层次分析法及其应用

层次分析法是将一个复杂的多准则决策问题按照系统的观点分解成目标、准则、方案等不同的层次,在此基础上比较因素之间的重要性,得出判断矩阵,通过求解确定各个因素的权重,层次分析法的特点是可以将定性和定量分析有机的结合起来进行决策分析^[8]。层次基本步骤如下:

2.1.1 递阶层次结构的建立

应用层次分析法的第一步就是将问题进行分解,形成若干层次,根据各层次之间的相互关系,构造出一个有层次的结构模型。在这个模型下,复杂问题被分解为元素的组成部分。可以根据元素的不同属性将其分为不同的层次,如目标层、准则层、措施层等,如图1所示。



图1 油气储运企业安全管理指标模型

2.1.2 构造判断矩阵

对因素进行分层之后,将处于同一层次的指标进行两两对比,由专家根据1-9标度法构造判断矩阵,1-9标度法计算一级权重见表1。判断矩阵的合理与否对整个评价结果有着重要的影响。判断矩阵P的计算公式如下。

表1 1-9标度法一级权重系数计算示例(部分指标)

	1 同样重要	3 稍微重要	5 比较重要	7 非常重要	9 绝对重要	1/3 稍微不重要	1/5 比较不重要	1/7 非常不重要	1/9 绝对不重要
法律法规和标准 机构与职责						√			
法律法规和标准 风险管理					√				
法律法规和标准 管理制度	√								
法律法规和标准 培训教育							√		
法律法规和标准 生产设施及工艺安全								√	
法律法规和标准 本地区的要求			√						

$$P = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{n1} & u_{n2} & \dots & u_{nn} \end{bmatrix}$$

2.1.3 重要性排序及一致性检验

重要性排序方面,由判断矩阵P可知,特征向量w的计算方程为:

$$P_w = \lambda_{\max} \cdot w$$

归一化特征向量w,得到各个评价要素的重要性,即为权重分配。

一致性检验方面,判断矩阵一致性检验的检验公式为:

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

(CR为判断矩阵的随机一致性比率;CI为判断矩阵的一般一致性指标)。当判断矩阵P的 $CR < 0.1$ 时或 $\lambda_{\max} = n$, $CI=0$ 时,认为P具有满意的一致性,否则需调整P中的元素以使其具有满意的一致性。

以延长石油某油气储运企业为例,该单位主要有5个罐区共计46具储罐,其中石油类储罐26具、液化烃储罐20具,该企业全面推行安全生产标准化管理12年,目前正按照二级安全生产标准化运行。首先进行层次结构构建,根据图1所示,油气储运企业安全管理为最高层、12个一级指标为准则层、36个二级指标为措施层。其次进行重要性排序,我们选择10位在本企业工作十年以上、工作经验丰富、知识渊博、专业领域里有影响力的人员担任本次调查组成员,其中包括4名安全管理专家、3名生产及技术专家、1名第三方评价机构人员、1名专职员、1名班组人员,采用9等级标度法分别对各因素进行打分,并根据其对油气储运企业的熟悉程度,对12个准则层和36个措施层进行了不同权重系数的设定。根据前面组成的12个一级指标、36个二级指标权重矩阵,计算出准则层权重系数及总排序的一致性,一致性检验方面,根据某专家数据分析可知,12个一级指标一致性比例为,得到 $CR=0.072 < 0.1$,一致性检验合格。

同理对 10 位专家数据分析, 得到的 12 个一级指标及 36 个二级指标均符合一致性要求。

2.2 模糊综合评判法及其应用

模糊综合评判法是运用模糊数学的思想和方法, 在模糊环境下为某种事物做出综合决策, 是一种把定性问题定量化的综合评价方法。此法优点是在模糊的环境下, 对企业安全管理做出一个综合性总体评价。包括单因素评判、所有因素综合评判两个步骤。单因素的模糊评判: 从因素集 U 中的单个因素出发进行评判, 进而确定出评判对象对备择集中各元素的隶属程度。即按第 i 个因素 u_i 进行评判时, 备择集中第 j 个元素 v_j 的隶属程度为 r_{ij} , 则按第 i 个因素 u_i 评判的结果可用模糊集合表示为:

$$R_i = \frac{r_{i1}}{v_1} + \frac{r_{i2}}{v_2} + \dots + \frac{r_{im}}{v_m}$$

进行模糊综合评判: 当单因素评判矩阵 R 及权重集 W 都是知道时, 就可采用模糊变换来进行综合评判:

$$B = W \cdot R = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} = b_1, b_2, \dots, b_m$$

在前面层次分析法基础上, 首先在对 36 个二级单因素指标安全运行情况进行评分, 评分分值包括“优秀、良好、一般、危险”四个等级。在企业另行组织了 12 名安全生产专家, 根据制定的模糊综合评判表, 逐项进行分值评判, 评判结果带入模糊综合评判软件, 得到单因素指标统计权重 R 。

通过模糊变换来进行综合模糊评判, 得出模糊综合评判结论 B :

$$B=W \cdot R=(0.586 \quad 0.365 \quad 0.049 \quad 0)$$

得出延长石油某油气储运企业模糊综合得分 v :

$$v=B \cdot VCT=91.6$$

2.3 安全管理成效划分

结合油气储运运行实际, 结合近年来专家研究成效及危化品企业安全标准化运行评分状况, 确定了油气储运日常运行安全管理成效等级, 主要分为四个等级: 优秀 (90-100)、良好 (85-90 分)、一般 (70-85)、危险 (70 分以下)。一般而言, 优秀, 管控阈值是 [90, 100], 表示各项安全管理到位, 没有危险存在; 良好, 管控阈值是 [85, 90], 表示目前部分安全管理已存在一些问题, 需要采取相应措施降低风险; 一般, 管控阈值 [70, 85], 表示目前安全管理出现较大隐患, 必须采取相应措施, 以降低危险程度; 危险管控阈值 [0, 70], 表示安全管理已经失控, 必须采取应急措施, 确保生产安全。

2.4 评价结果分析

根据上述得分 91.6 可以看出, 延长石油某油气储运企业安全管理评价结果为“优秀”, 表明企业在安全管理方面处于成效显著, 这与企业安全生产标准化自评得分 92.5 分、第三方评价机构评价得分 90.8 分的结果相近, 同时也与企业自身安全生产状况相符。

3 结论

通过采用关键成功因素分析法选取的油气储运企业安全生产标准化体系下企业安全管理指标, 比较客观系统的反应油气储运企业安全管理现状, 包括 12 个一级指标、36 个二级指标, 避免因个人水平有限导致的选取指标片面化情况发生, 有助于企业对整体安全管理状态进行研判。采用层析分析法确定准则层、措施层的权重, 再确定评价体系中所有指标的权重系数。采用模糊综合评判, 结合调查问卷、专家评判表, 用模糊综合评价法来得出企业安全情况的模糊综合得分, 实现了对安全管理的定性分析到定量评价。通过在延长石油某油气储运企业的实际应用, 得该企业安全管理水平处于“优秀”阶段, 表明该企业风险控制及隐患排查到位, 总体运行平稳、与该企业的客观的安全实际相符, 进而验证了基于安全生产标准化体系下安全管理指标的实用性与科学性, 具有一定的应用和推广价值。

参考文献:

- [1] 孙毅. 基于可拓理论的石油化工码头储罐区安全预警模型研究 [D]. 天津: 天津理工大学, 2015.
- [2] 王海峰. 石化企业生产中安全预警指标体系构建与应用 [D]. 西安: 西安科技大学, 2020.
- [3] 刘昌盛. 安全标准化在石油化工码头企业的应用研究 [D]. 天津: 天津理工大学, 2017.
- [4] 唐辉艳. GXTY 公司生产安全管理体系的研究 [D]. 南宁: 广西大学, 2016.
- [5] 赵小平, 白本祥, 高创州. 金川集团安全生产标准化升级跨越建设途径探索与实践 [J]. 中国安全生产科学技术, 2014, 10(04): 164-168.
- [6] 陶勤, 赵刚, 朱宏凯, 牛海涛, 翟树军. 现阶段危险化学品企业建设安全生产标准化存在的问题及对策 [J]. 山东化工, 2021, 50(03): 152+155.
- [7] 吴彬. 小微企业研发项目关键成功因素的应用研究 [D]. 北京: 中国科学院大学 (中国科学院工程管理与信息技术学院), 2017.

作者简介:

李玄张 (1984-), 男, 汉族, 陕西西安人, 职称: 中级工程师、注册安全工程师, 学历: 本科, 研究方向: 油气储运及危化品生产装置安全管理。