

基于 AHP—模糊综合评判法的油库安全管理评价

张 宜 (延长石油管输公司, 陕西 延安 727406)

杨利平 李玄张 (延安石油化工厂, 陕西 延安 727406)

摘 要: 根据油库日常安全生产运行特点, 在构建油库安全管理评价体系基础上, 采用“关键成功因素法”确定了4个一级指标、19个二级指标, 反映影响油库安全管理的影响因子, 采用层次分析法(AHP)—模糊综合评判法对油库安全管控情况进行分析计算, 实现了安全管理由定性分析到定量分析, 通过分析结果确定管控状态等级。通过在延长石油某油库的实例应用, 反映了安全评价体系的可行性和实用性。

关键词: 油库安全; 层次分析法(AHP); 模糊综合评判法;

油库是石油及其副产品的存储基地, 油库中储藏和周转的原油、汽油、煤油、柴油等都具有易燃、易爆、易挥发等特点, 7·16”大连油库爆炸、“11·22”青岛油库爆炸等事故的发生, 都造成了人员伤亡以及极大的财产损失, 严重影响企业形象和声誉。作为一个包含人员、设备、物资以及技术和管理等因素的复杂系统, 如何客观反映油库安全管控水平, 决策者提供参考依据, 确保油库处于安全受控状态, 是当前及今后一段时间内油库工作的重中之重。

1 油库安全管理评价体系的构建

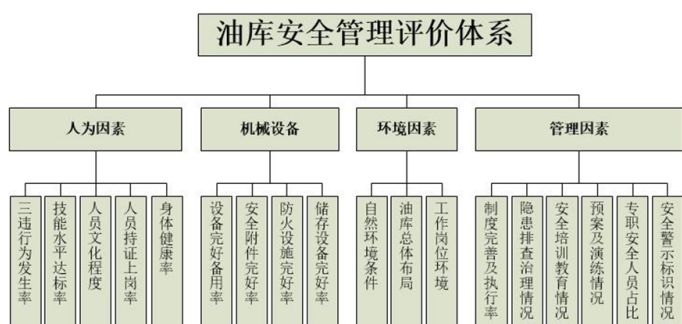


图1 油库安全管理评价体系

关键成功因素法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。油库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, 结合油库安全管理研究成果, 决定采用关键成功因素法分析出油库所有影响成功因素, 最终从人为因素、机械设备、环境因素、管理因素四个方面确定油库关键成功因素, 构建了油库安全管理评价体系, 如图1所示, 包括4个一级指标, 19个二级指标, 为后

续确定评价指标权重夯实了基础。

2 AHP—模糊综合评判法及应用

2.1 层次分析法(AHP)及其应用

层次分析法简称AHP, 它是一种科学的分析方法, 主要是将与决策有关的元素分解成多个层次, 主要包括最高层、中间层、最底层等层次, 在此基础上通过求解判断矩阵特征向量, 得到各元素对上一层次的优先权重, 再采用加权求和的方法求出各备选目标与总目标的权重, 此最终权重最大者即为最优目标。主要包括三个主要步骤, 分别是构造判断矩阵、对重要性进行排序、进行一致性检验。

以延长石油某油库为例, 该油库主要包括50万方储罐及辅助配套设施, 年公路装车能力260万t, 预留铁路装车能力240万t, 属于国家一级油库。首先进行层次结构构建, 根据图1所示, 油库安全管理评价体系为最高层、4个一级指标因素为中间层、19个二级指标为最底层。

判断矩阵P的计算公式如下, 其中组成因素用 u_i 、 u_j 表示。相对重要性数值用 u_{ij} 表示 u_i 对 u_j 标示。

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

重要性排序方面, 邀请3名油库安全管理行业专家、3名技术及生产专家、2名专职安全管理人员、2名班组操作人员, 共计10人填写了专家调查表, 并根据其对油库的了解程度, 对中间层和最底层进行了不同权重系数的设定, 同时采用9等级标度法分别对各因素赋予各自的等级, 如图2所

示，将等级越大说明该指标越不利于油库的安全管理。

油库安全管理评价体系调查表

尊敬的专家：

您好！此问卷旨在对油库安全管理综合评价体系进行研究，请根据您的经验，按重要程度对所列指标进行评分，本项调查的结果将作为确定评价指标权重的主要依据。请各位专家针对各指标相对于上一级指标的重要性采取9度法打分。感谢您的支持！

评分说明：

1：3与1 同样重要
3：1比3 稍微重要
5：1比3 比较重要
7：1比3 非常重要
9：1比3 绝对重要
1/3：1比3 稍微不重要
1/5：1比3 比较不重要
1/7：1比3 非常不重要
1/9：1比3 绝对不重要
2，4，6，8，1/2，1/4，1/6，1/8：表示重要程度介于1~3，2~5，.....之间

专家名

王海峰

工作单位

延长石油储运分公司

油库安全管理评价

影响因素	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	其他
1 人为因素	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
2 机械设备	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	
3 环境因素	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	
4 管理因素	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	
2 机械设备	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	
3 环境因素	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	
2 机械设备	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
4 管理因素	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
3 环境因素	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	
4 管理因素	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

图 2 9 等级标度法油库安全管理评价调查表

以专家王海峰打分为例，运用层次分析法，构建的权重矩阵如表 1 所示，根据判断矩阵 P，采用迈实层次分析法计算软件计算出特征向量 w，得到各个评价要素的重要性，即为权重分配。

表 1 油库安全管理评价一级指标权重矩阵

	人为因素	设备设施	环境因素	管理因素
人为因素	1	5	3	1/5
设备设施	1/5	1	1/7	3
环境因素	1/3	7	1	7
管理因素	5	1/3	1/7	1

根据前面一、二级权重矩阵，计算出中间层权重系数及总排序的一致性，一致性检验方面，根据以上王海峰专家数据分析可知，4 个一级指标一致性比例为，得到 $CR=0.068 < 0.1$ ，矩阵满足一致性检验。

同理对 10 位专家数据分析，得到的 4 个一级指标及 19 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。此法可避免主观判断取值，借助模糊数学的隶属度理论，综合考虑受到多种因素制约的事物或对象，在模糊的环境下，做出一个总体的评价。主要包括两个步骤：首先进行单因素评判，其次进行所有因素综合评判。

在前面层次分析法基础上，根据本文专家调查打分表，带入模糊综合评判软件，得到单因素指标统计权重 R，见表 2。

表 2 专家打分结果汇总

二级指标	优秀	良好	一般	危险
“三违”行为发生率	1	2	6	1
技能水平达标率	3	5	2	0
人员文化程度	2	7	1	0
人员持证上岗率	1	8	1	0
身体健康率	6	3	1	0
设备完好备用率	2	3	5	0
安全附件完好率	1	8	1	0
防火设施完好率	1	7	2	0
储存设备完好率	4	5	1	0
自然环境条件	3	5	2	0
油库总体布局	4	6	0	0
工作岗位环境	1	6	3	0
安全监测系统有效运行	4	5	1	0

制度完善及执行率	1	6	3	0
隐患排查治理情况	2	6	2	0
安全培训教育情况	1	7	2	0
预案及演练情况	2	6	2	0
专职安全人员占比	1	8	1	0
安全警示标识情况	2	7	1	0

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:

$$B=W \cdot R=(0.566 \quad 0.405 \quad 0.0282 \quad 0)$$

得出延长石油某油库模糊综合得分 v:

$$v=B \cdot VCT=92.3$$

2.3 安全管理等级划分

参考油库运行实际,结合现有研究成果,确定了油库日常运行安全管控状态等级,主要分为四个等级:优秀(90分以上)、良好(80-90分)、一般(65-80)、危险(65分以下),详见表3。

表3 油库安全管理评价等级划分表

评价等级	管控阈值	说明
优秀	[90,100]	表示各项安全管理到位,没有危险存在
良好	[80,90]	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	[65,80]	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	[0,65]	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 92.3 可以看出,延长石油某油库安全管理评价结果为“优秀”,表明企业在安全管理方面处于可控状态,取得较好的成效,这与企业安全生产状况相符。同时通过单因素分析可以看出,企业在“三违作业违章率、设备设施完好备用

率”等方面处于“一般”范围,说明该企业要在今后的工作中,将管控重点倾向于“如何杜绝职工三违现象、如何提高设备设施完好备用”等方面。

3 结论

①在油库日常安全管理过程中,构建安全管理评价体系是基础。在定性分析过程中,采用关键成功因素分析法构建的油库安全管理评价体系比较客观系统的反应油库安全管理现状,包括4个一级指标、19个二级指标,实现了评价指标具体化,简洁直观;

②在确定油库安全管理关键成功因素基础上,采用层次分析法-模糊综合评判法进行权重分析,是评价油库安全管理情况的关键,实现了对安全管理评价由定性分析到定量评价;

③通过评价体系在延长石油某油库单位的应用,评判出该企业安全管理处于“优秀”阶段,表明该企业安全管理到位、风险控制到位,与该企业的客观安全生产实际相符,验证了安全管理评价体系的可行性与实用性,具有一定的推广价值。

参考文献:

- [1] 王天高.油库大型油罐安全分析及改进措施[J].化工管理,2021(23):111-112.
- [2] 岳新江.基于风险理念的油库安全管理分析[J].当代化工研究,2021(13):15-16.
- [3] 高建丰,王焱,金卷华,何笑冬,周韶彤.改进型鱼骨图和层次分析法在油库火灾爆炸事故分析中的应用[J].油气田地面工程,2019,38(07):54-59.
- [4] 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.
- [5] 高建丰,王焱,金卷华,何笑冬,周韶彤.改进型鱼骨图和层次分析法在油库火灾爆炸事故分析中的应用[J].油气田地面工程,2019,38(07):54-59.
- [6] 杨玲玲.基于AHP-模糊综合评价法的化工企业职业危害评价[J].中北大学学报(自然科学版),2019,40(06):554-558.
- [7] 孟凡芹,奚丽波,林彬,王冬.基于模糊综合评价方法的机场油库安全度评估研究[J].数学的实践与认识,2007(20):26-31.
- [8] 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.

作者简介:

张宜(1978-),女,汉族,陕西延安,中级工程师、注册安全工程师,本科,研究方向:石油管道运输及储存安全管理。