

成品油储罐安全风险评估方法探索

魏 巍 (中海油云南销售有限公司, 云南 昆明 650500)

摘要: 成品油储罐的安全性高低, 会对企业效益产生直接影响。本文以成品油储罐为例, 针对其安全风险评估展开细化探究, 其中, 探讨结构、环境因素对储罐安全存在影响, 通过失效因素、指标体系、取值标准、指标权重、运行风险等方面的分析, 对储罐安全风险进行评估, 探索有效的评估方法。对基于HAZOP的安全风险评估开展研究。最后提出一些有助于优化储罐安全管理质量的措施, 以供参考。

关键词: 安全风险; 成品油储罐; 评估方法; 安全管理

0 引言

成品油储罐的应用十分广泛, 在很多领域中都发挥着重要作用。但因其中介质涉及一些特殊性质, 一旦出现事故可能引发较为恶劣的后果与影响, 带来人员和财产等方面的损失, 需要对其安全性提起高度重视, 积极探寻多种科学、可靠的安全风险评估办法, 基于有效评估, 了解各种可能影响储罐安全的因素, 及时处理, 合理预防。

1 影响因素

1.1 结构

储罐的运行和使用是否安全、稳定, 和其结构、设计均存在紧密关联。设计储罐时, 要对具体的存储介质进行细化考量, 以此为基础, 合理设计罐壁厚度以及挑选制造材料, 倘若设计不合理, 或者挑选材料不适用, 极易导致储罐出现腐蚀和裂缝等问题。同时, 罐身设计也会影响储罐安全, 具体设计期间要细化分析与检查罐身是否牢固、能否承受限定范围内的外部压力、是否拥有优良的抗震性能等。关注附件作用的发挥也十分重要, 对安全阀等附件进行详细检查, 保证配套设备的齐全和有效, 对储罐渗漏情况以及温度变化等进行有效的监督和分析。

1.2 环境

周边环境对储罐的运行及使用安全也存在较大影响, 基于此, 使用和操作储罐的过程中, 要重视对周边的环境和气候条件等进行全方位的考量, 例如自然灾害和恶劣天气等。储罐建设前, 应优先考虑建设区域的地理条件和环境影响, 针对可能威胁储罐安全的因素进行分析。此外, 也要分析事故发生以后可能造成的若干影响, 包括对周边自然环境造成的污染等。

2 评估分析

2.1 失效因素

结合对多起油储罐事故的探究及分析, 得出引发

此类事故的失效因素具体涉及明火、故障、雷击, 以及未按照规定要求操作等。为更深入、全面地了解此类因素和储罐结构间存在的联系, 对事故产生的具体位置涉及的失效因素及其产生次数展开研究分析, 得知出现事故的储罐位置多为内部、顶端和边壁。出现较为频繁的失效因素包括制造质量未满足规定要求、未按照规定要求进行操作, 以及设备自身故障等。

2.2 模型分析

2.2.1 指标体系

现阶段, 我国对油储罐进行检验的过程中, 涉及的标准较多, 包括多个国家、行业及地方的多种标准, 但现行标准所对应的检测项目及方法存在不一致的情况。基于对现行标准实施的整合研究, 针对成品油储罐的通用检测相关内容进行分析 (如表 1)。

表 1 通用检测内容

项目	内容
边壁附件	加热装置、升降管、搅拌装置、接管等
基础	环墙、碎石、沥青层、排水系统等
顶端	顶端隔热层、浮顶密封装置及水平度等

基于表 1, 储罐检测的内容包括边壁附件、基础以及顶端等, 结合上述分析, 遵循自上而下的原则, 以罐顶为起始点, 对基础、底部以及边壁进行多项指标设计, 创建一套完善的安全风险评估体系 (如图 1)。

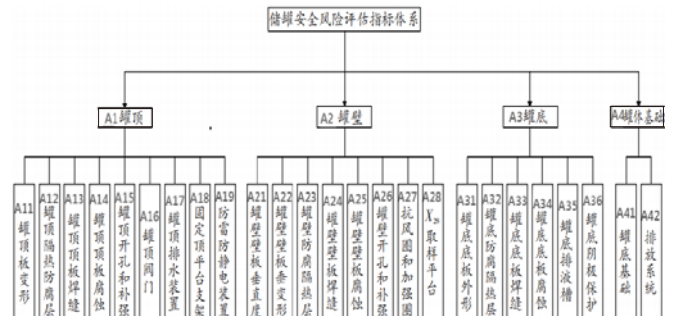


图 1 安全风险评估体系

2.2.2 取值标准

结合上述评估体系，基于现阶段应用的各项检测标准，可将评估的具体标准划分为三个等级，包括 B、C、D。实际评估期间，将 A1、A2、A3、A4 划分为 I 级指标，将 A11 到 A19、A21 到 A28、A31 到 A36、A41 到 A42 划分为 II 级指标。涉及的评估标准包括：

① A11- 顶端位置未涉及形变问题，为 B 级；A12- 抗腐蚀及隔热装置和规定要求相符，为 B 级；A17- 储罐顶端排水设施能够有效发挥作用，且没有多余水积存，为 B 级。② A25- 储罐的边壁没有出现显著的腐蚀问题，直径 $\leq 61\text{m}$ 的储罐，各层边壁厚度最小值 $\geq 2.5\text{mm}$ ，直径 $> 61\text{m}$ 的储罐，各层边壁厚度最小值 $\geq 10\text{mm}$ ，为 C 级；A26- 边壁孔洞周边设置的绝缘层能够起到较为优良的密封效果，补强板焊接的缝隙处没有出现显著的裂开或者渗漏，为 C 级。③ A23- 防腐涂层涉及较为显著的脱落或者损坏问题，隔热层涉及较为显著的渗漏、损坏等问题，导致保温效果大幅降低，甚至无法维持基本的保温，为 D 级；A14- 顶端设置排水设施无法正常发挥作用，出现大量余水积存，为 D 级；A19- 用于预防静电和雷击的导线，和对应金属构件相连接的位置，无法发挥正常的导电功能，连接电阻低于 0.3Ω ，为 D 级。

2.2.3 权重分析

以 AHP 为例，此类方法实现了定量及定性分析的有机结合，具备较为显著的系统性特点，结果可信度较高。基于 AHP 针对评估指标权重展开计算，首先要创建递阶层次结构，通过 1 到 9 相对标度法，以相关调查数据为基础，开展具体的层级分析，同时，借助判断矩阵开展一致性检验，经由计算，获得最终的权重数值。

2.2.4 运行风险

将运行风险表示为 W ，对应的表达式 (1) 为： $W = \sum E_{ij} Q_{ij}$ ，其中， E_{ij} 表示指标分值， Q_{ij} 表示指标权重。结合现阶段的我国成品油储罐实际应用情况，分析其可复用性，参考运行风险值 W ，可将运行风险分为 3 个等级，即壹、贰、叁级。

2.2.5 实例研究

以 S 省一企业为例，在开展成品油储罐安全风险评估期间，经由上述模型的使用，结合该企业储罐的检测内容以及隐患排查记录，基于 AHP 法对不同指标权重进行计算，利用式 (1) 计算可得，该企业储罐风险值 $W=31.6811$ 。基于对不同判断矩阵开展的一致性检验，得出这些矩阵的一致性均 ≥ 0.1 ，表示权

重取值处于规定范围内。

结合风险分级标准，即风险值 $W \geq 100$ ，且 > 70 ，属于重大风险，为壹级，具有会对使用安全性产生显著影响的问题，严禁继续使用；风险值 $W \geq 70$ ，且 > 30 ，属于较大风险，为贰级，具有无法对使用安全性造成影响的问题，需要改良相应的防护措施，提升日常管护及监督工作质量，处于规定参数范围中的情况下，不限制继续使用；风险值 $W \geq 30$ ，且 > 0 ，属于一般风险，为叁级，不存在或者具有不明显的问题，不会对使用安全性造成影响，建议继续使用。基于计算可得，该企业储罐风险值 $W \geq 70$ ，且 > 30 ，属于较大风险，为贰级，即具有无法对使用安全性造成影响的问题，需要改良相应的防护措施，提升日常管护及监督工作质量，处于规定参数范围中的情况下，不限制继续使用。这一结果和企业检测报告内容存在较高的统一性，表示评估结论和储罐实际情况相符，评估模型具备较高的可信度。

3 HAZOP 分析

HAZOP 属于现阶段对油储罐进行安全评估过程中，使用较为频繁的方法之一，可对设计缺陷问题开展精准识别，帮助评估人员更清晰地了解工艺过程和操作期间涉及的各种问题，基于本质层面，即经由多次会议的开展围绕图纸内容及相关操作实施细化研究。基于 HAZOP 开展分析期间，研究人员根据要求标准进行节点分析，了解相关的工艺及操作缺陷，对各类潜在风险进行精准识别，再将其以引导词加以引出，引导词的应用旨在确保对各工艺参数偏差实施有效分析，了解其产生的原因及可能造成的影响，探究对应的安全和保护方法。

基于 HAZOP 开展的 analysis，核心内容为对操作或者工艺阶段涉及各类具体数值进行研究，具体过程即利用引导词进行引出，针对过程阶段的各类工艺参数产生概率较高的一些偏差进行研究，探究其可能造成的影响。以 Y 企业为例，近期新建油储罐的规格为 $2*115\text{m}^2$ ，为确保储罐设计的科学，以及使用的稳定安全，通过 HAZOP 法对储罐及相关设施进行安全风险评估。具体操作期间，储罐内介质是航空煤油，需要在常压条件下开展相关操作，温度需保持在 40°C ，介质闪光点处于 40 到 70°C 之间，涉及工艺包括储罐、装车等，经由挑选泄露、压力以及液位等，作为引导词开展具体的引出操作，对项目偏差进行分析。

基于 HAZOP 展开分析，明确该储罐涉及危险问题包括：① 储罐液位较低，一旦遭遇火源，极易由于

罐内因抽空导致浮盘接触罐底从而引发火灾事故。②未针对 N_2 的压力控制回路进行限流孔板设计,倘若控制阀门涉及故障问题,导致 N_2 没有得到及时的补充,极易使得罐内压力超出限制,从而引发渗漏事故。③导致环境污染的可能性较大。倘若罐内压力超出限制,经由呼吸阀,罐内气体会直接排到大气中,导致污染问题。经由分析结果,对上述问题进行探讨研究,找出对应措施开展安全防范。

4 安全管理

4.1 优化管护过程

结合储罐实际情况,优化和改进其操作流程及管护过程,保证巡检和维护等工作的有效性,设计科学的检查体系,确保储罐的使用及运行,均具备较高的安全性。巡检工作实际开展的过程中,倘若发现问题,应在第一时间进行备案,探寻可靠、科学的手段实施处理。针对维护保养工作,应保证不遗漏、不缺失,特别是压力、液位等发挥重要作用的参数,同时,要对储罐的内部及外观进行仔细的检查,了解是否涉及泄漏、开裂等问题,一旦发现要及时处理,避免对储罐安全造成影响,导致爆炸事故发生,做到早发现、早处理,未发现,先预防。负责操作和保存储罐的人员,也应开展必要的知识和技能学习,人力部门要建立完善的人员培训及考核机制,定期针对各阶段培训的内容组织人员进行考核,在提升人员业务能力和专业素质的同时,引导其树立优良的安全意识,确保操作的准确性和规范性,拥有处理突发事件和问题的能力,在发现隐患和故障的第一时间,能够通过合理手段进行处理,避免影响进一步扩大。

4.2 优化结构设计

参数设计期间,要重视结合具体情况,了解储罐的设计压力及容量等,促使外部压力能够处于储罐可承受范围内,周边环境和温度等因素,也不会影响储罐的安全。为更好地迎合多种介质及环境要求,要科学挑选适宜的材料,包括玻璃钢及碳钢等,同时开展高质量的防锈、防腐等措施。要重视优化结构稳定性,可借助支撑手段以及加强筋等达到目的,有助于降低甚至消除因各种环境因素及自然灾害影响,导致储罐产生破损、变形等问题的概率。为更好地保证安全,也要注意装配能够有效监测泄漏问题的装置,开展科学防火和防爆操作,完全依据规定标准,对储罐实施隔离,以及对隔油池、防爆墙等的建设,有助于降低事故或者其他问题对周边自然环境造成的破坏。

4.3 排除危险因素

要围绕可能对储罐安全造成威胁或者不良影响的各种因素开展有效地排除工作。①挑选存储位置时,要优先规避可能引发积水问题、可能出现山体滑坡或者地震的地区。②在储罐周边位置建设能够有效排除各种危险因素的设施,包括接地装置以及避雷、防腐装置等。③水、风等方面的因素,对储罐安全也存在较为显著的影响,应在周边位置安装防风栏的设施,以降低风对储罐安全的影响。科学设计高台与排水装置,避免引发积水问题,或者洪涝影响,导致储罐出现腐蚀或者其他安全问题。开展有效的防震建设,通过合理的支撑手段,提高储罐结构的稳固程度。

4.4 重视现代科技

想要基于本质层面上,实现对储罐安全的有效管理及维护,便需要重视科学技术的引进和应用。当今时代背景下开展的储罐管理工作,多依靠现代化的自动控制系统实现,可自动开展对储罐相关参数的监督和管理,能够消除各种人为因素造成的不良影响。举例而言,通过现代检测系统,可对管内废气及沉积物质开展详细的检测,单纯依靠人力是无法实现的。此外,科技防爆技术的应用,也属于伟大举措之一,包括防爆电气设备等。通过自动灭火装置的应用,也能大幅提升储罐安全性,通过和人工监测的有效配合,在出现火灾的第一时间,装置自行启动,再以人工干预作为辅助,能够大幅提升灭火的有效性,降低事故影响。

5 结语

成品油在全球范围内,均存在较高的使用需求,保证油储罐的安全性,针对其开展有效的安全风险预估具有较高必要性,加之储罐涉及安全问题极为繁琐,既需要对储罐开展全面分析,对一些配套设施的设计等,也要进行细化考量,同时,还要了解周边环境和人为因素影响等,由此,需要积极探寻多种科学、可靠的评估方法,优化评估效果,配合高质量的安全管理手段,保证成品油储罐使用和运行安全。

参考文献:

- [1] 丁少君.全接液内浮盘与弹力片补偿密封在成品油储罐上的应用[J].石油化工设备技术,2023,44(05):7-12+17+4.

作者简介:

魏巍(1983.9—)男,汉族,籍贯:湖北省咸宁市崇阳县,中海油云南销售有限公司副总,职称:中级,本科,研究方向:石油安全。