

# 内浮顶储罐储运安全管理体系构建与优化研究

王 祥 (临沂高盛工业技术研究院有限公司, 山东 临沂 276000)

张燕学 (山东伟光安全咨询服务有限公司, 山东 临沂 276000)

于海强 (山东美多包装有限公司, 山东 临沂 276000)

**摘要:** 随着化工行业的快速发展, 内浮顶储罐在储运领域的应用越来越广泛。为确保储运过程的安全, 构建与优化内浮顶储罐的安全管理体系显得尤为重要。本文首先分析了内浮顶储罐的安全风险, 随后探讨了其安全管理体系的构建方法, 并深入研究了如何优化这一体系, 以确保储运过程的高效与安全。

**关键词:** 内浮顶储罐; 储运安全; 管理体系; 优化

**中图分类号:** X703      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1674-5167 (2025) 036-0154-03

## Research on the Construction and Optimization of a Safety Management System for Internal Floating Roof Tanks

Wang Xiang (Linyi Goldman Sachs Industrial Technology Research Institute Co., Ltd, Linyi Shandong 276000, China)

Zhang Yanxue (Shandong Weiguang Security Consulting Services Co., Ltd, Linyi Shandong 276000, China)

Yu Haiqiang (Shandong Meiduo Packaging Co., Ltd, Linyi Shandong 276000, China)

**Abstract:** With the rapid development of the chemical industry, internal floating roof tanks have been increasingly widely used in the storage and transportation field. To ensure the safety of the storage and transportation process, it is particularly important to establish and optimize the safety management system for internal floating roof tanks. This paper first analyzes the safety risks of internal floating roof tanks, then explores the methods for constructing their safety management system, and delves into how to optimize this system to ensure both efficiency and safety in the storage and transportation process.

**Keywords:** Internal floating roof storage tank; Storage and transportation safety; Management system; optimize

随着全球对能源需求的不断增加, 成品油储运问题越来越显著, 内浮顶储罐是现代工业生产储运油品的重要设施, 而内浮顶储罐的安全性能直接影响着储运工业的生产安全和环境保护。随着我国近年化工行业发展迅速, 内浮顶储罐储运安全问题也越来越严重, 主要有设备老化、储罐设计缺陷、操作管理失当、受到环境因素的不良影响, 这种种潜在的危险性对人们的人身安全和财产安全、环境破坏等都带来了巨大伤害。因此, 建立、完善内浮顶储罐储运安全管理体系的管理, 对储运过程中的安全、提升储运效率意义重大。

### 1 内浮顶储罐的安全风险分析

#### 1.1 设备老化

内浮顶储罐作为一种新型的储罐形式, 在国内大型储罐建设中应用较少。在实际使用过程中, 由于设备老化, 导致储罐发生泄漏事故。由于浮顶与罐壁间的密封圈失效或磨损严重, 使储罐内物料与空气直接接触, 产生摩擦, 从而导致形成气相空间, 在液位上下浮动过程中产生静电引起火灾和爆炸。同时由于浮顶的存在使罐底受力不均, 容易导致罐体变形、泄漏等问题。设备老

化的原因主要有两个方面: 一是设计过程中存在缺陷; 二是由于使用维护不当等因素导致设备老化。针对这两种情况, 需要严格按照相关规范对储罐进行定期检查维护, 及时发现隐患并整改。同时需要制定科学地维护保养计划, 定期对设备进行检验。

#### 1.2 储罐设计缺陷

储罐设计缺陷, 是浮顶储罐安全设计中的重要因素。首先, 储罐的结构设计需要满足储罐在静态和动态荷载条件下规范要求, 而设计不当的储罐结构会导致材料应力集中, 导致储罐结构在极端情况下发生破裂的几率剧增。再者, 浮顶罐和罐壁间存在的间隙设置, 当出现错误的间隙设计, 会致使浮顶和罐壁间产生蒸汽聚集的情况, 致使引起火灾爆炸的可能性增强。另外, 储罐的操作阶段缺少正确的安全阀系统与泄压系统, 而此类操作会致使储罐超压事故, 尤其是储罐处于高温或者液体剧烈膨胀状态下, 会致使储罐失稳、泄漏等问题出现。在长期使用过程中, 储罐的腐蚀防护设计中应该考虑到储罐的材料退化以及环境因素影响, 而未采取合理的防护, 致使储罐出现腐蚀

现象,进而引发储罐结构逐渐恶化的情况出现。

### 1.3 操作管理不当

人的操作失误也是导致储罐事故发生的重要原因之一,在罐区使用过程中,如果操作人员对相关的安全操作规程不熟悉,没有经过相关的安全培训和考核,就会出现违章操作、盲目作业等情况。例如:在储罐出料过程中由于过度出料导致内浮顶落底,内浮顶与液面之间形成气相空间并产生易燃易爆混合性气体,在静电影响下极易造成火灾或爆炸。同时,在罐区进行日常维护、清洗或检修时,未按规定穿着防护服或未佩戴防毒面罩等防护用品就进行作业,在可能产生有毒气体的地方没有设置警示标志等,这些都有可能引发火灾、爆炸等事故。

### 1.4 环境因素

外部环境因素对浮顶储罐的安全性有着多方面的影响,主要表现在气候变化、地质情况以及周围环境化学元素等方面。极端气候,如高温、暴雨、大风天气对储罐内压力变化的影响可能加大储罐发生泄露或者爆炸的风险性。高温将使液体发生膨胀超出其设计极限容量,有发生超压事故的可能性;大风环境对浮顶稳定性会有一定威胁,在大面积储罐中,风力引起浮顶负荷对浮顶平衡状态可能有一定的不利影响。在易震区域一定要做好储罐抗震的设计,防止发生地震后,造成储罐损伤或泄漏。另外,在周围环境中含有腐蚀性强的化学物质(如盐雾或废气)会使储罐内金属材料质量受到影响,进而降低使用寿命及安全性。

## 2 内浮顶储罐安全管理体的构建

### 2.1 制定安全管理制度

内浮顶储罐的安全管理制度是所有储罐管理制度中最重要,同时也是最容易被忽视的。管理制度的内容主要包括:安全生产责任制度、安全生产投入保障制度、安全生产教育和培训制度、隐患排查治理和风险管控机制、应急救援预案体系、安全检查制度、安全生产档案管理制度等。安全管理制度的制定应以《石油化工企业安全生产许可证实施办法》《石油化工企业主要负责人和分管安全生产负责人考核管理办法》《石油化工企业特种作业人员管理办法》等为依据,结合储罐区的实际情况,做到内容具体、便于操作,确保内浮顶储罐储运安全管理工作的顺利开展。

### 2.2 加强人员培训

在企业生产日常管理中,应加强对工作人员的相关培训,主要分为三个方面:一是相关工作人员需了解相关法律法规、安全生产规章制度、操作规程等相关内容;二是相关工作人员的安全生产意识要高、工作责任心要强;三是相关工作人员具有较强的应急处

置能力。只有保障了工作人员的整体素质,才能够保障安全管理体的构建得到保障。此外,还应注意对相关工作人员进行不定期培训,不断提升工作人员综合素质,促使在实际生产时,工作人员能熟练地掌握各项操作规程,保障生产中的安全。此外,还应注意对工作人员进行不定期考核,建立相关的奖惩制度,从而进一步提高员工的工作积极性。

### 2.3 建立安全监测系统

根据石油企业储罐运行的具体情况,建立一套安全监测系统,可实时检测储罐的温度、压力、液位、罐体振动等信息,并通过数据分析,实时监测储罐的运行情况。一方面可以对储罐的运行状况进行实时监测和分析,及时发现问题并进行处理,将储罐安全隐患扼杀在摇篮中;另一方面可以对储罐的运行情况进行预警,当出现异常情况时,系统会自动发出警报,工作人员可根据警报信息及时做出应对措施。安全监测系统的建立可大大减少人为因素对储罐安全运行产生的影响。安全监测系统还可以实现对储罐油面高度、浮盘和液位等信息的实时监测,防止浮盘落底,为安全生产提供可靠保障。

### 2.4 制定应急预案

应急预案是应对突发事件的法律依据,是确保应急响应和救援行动有序进行的基本依据。为提高企业事故应急救援能力,加强与政府间的合作,规范应急救援行动,企业应建立健全企业与政府间的应急联动机制。编制应急预案是一个不断完善的过程,要根据实际情况不断修订完善。目前我国已有上百家石化企业编制了各类应急预案。应充分借鉴国内外相关经验,结合企业自身实际情况,完善各类预案,确保在发生突发事件时能及时响应,高效处置。同时,企业还应加强员工培训和演练,提高员工处理突发事件的能力和意识。此外,应加大对各类事故的预防力度。

### 2.5 安全设计与技术改进

在内浮顶储罐的安全管理中,安全的设计和技术升级是不可或缺的。在储罐结构的设计初期,工程师们需要利用先进的计算机辅助设计软件(CAD)和有限元分析(FEA)手段,对储罐进行全方位的模拟与分析,确保该储罐可以灵活应对各种工作条件下的应力和温度波动。此外,设计过程中应深入考虑浮顶的动态变化,优化其浮力和稳定性,确保浮顶不因波动或风的负荷而出现倾斜或失稳。在选用材料方面,选择适当的材料是非常关键的。建议采用具有耐腐蚀性和高强度的合金,同时在储罐的内部和外部施加防腐处理,这样可以延伸设备的使用周期并减少维护的成本。从技术优化的角度看,集成智能监控系统对于

增加浮顶储罐的安全性是重要举措。这些系统能够实时检测储罐内部的液体水平、温度以及压力等核心指标，它们通过数据处理工具进行实时评定，确保其运行状况始终保持在安全的边界之内。另外，利用无人机和智能机器人进行规律的巡检能显著降低手工检查的风险性，同时提高检查工作的精确性。紧急应对体系还应整合先进科技，配置自动警报与远距离操控特点，从而确保管理层在突发事件中能迅速做出反应，以有力地避免和管理隐含的安全隐患。

### 3 内浮顶储罐安全管理体系的优化

#### 3.1 引入先进技术

随着经济发展的高速及科技水平的进步，内浮顶储罐在储运方面的应用也日趋普及，尤其在石油化工行业的使用日趋普及。然而，内浮顶储罐的安全管理存在较多的不足，主要是：对内浮顶储罐储油量、充装量等参数准确性上还需进一步加强；内浮顶储罐的整体性能上仍需进一步提高。因此，在运用内浮顶储罐进行储运作业的过程中，应大力引进先进技术，进而提升内浮顶储罐储运安全管理体系的科学性、有效性。具体来说，企业在内浮顶储罐储运操作过程中应积极使用先进技术、采用新型材料、新型工艺，进而提高内浮顶储罐的整体性能，确保安全的前提下，尽可能地降低使用成本。为了提升内浮顶储罐储运安全管理体系的科学性、有效性。首先，企业应不断引进先进技术，采用一些新技术、新材料、新工艺，从而提升内浮顶储罐的整体性能，实现对罐体和配套系统在确保安全的前提下，尽可能地降低使用成本。其次，企业应不断完善安全管理制度和安全措施，为内浮顶储罐储运安全管理体系的构建提供一个基本的安全保障。

#### 3.2 加强风险评估

在开展内浮顶储罐安全管理工作的过程中，需要对其进行风险评估。通过对风险评估工作的开展，能够为安全管理体系的构建提供一定的参考。在开展风险评估过程中，需要从内浮顶储罐的事故原因分析入手，对事故可能造成的后果进行全面地分析。在此基础上，结合对其产生影响因素的全面分析，能够为风险评估工作提供一定的参考。在开展风险评估过程中，需要重点关注人员安全、设备安全、管理制度、作业环境等内容，从而制定出切实可行的措施，避免发生事故。通过开展风险评估工作，能够有效提升内浮顶储罐安全管理体系运行的水平。

#### 3.3 强化安全管理

人员管理：强化安全管理意识，定期对安全管理人员进行培训，使安全管理人员更加懂得更多专业知识，掌握更多专业技能。制度管理：注重制度建设，

依据相关的规定、标准等制定更加具体、更加详实的管理制度，做好相关工作更加科学、更加合理的安排。培训管理：做好对内浮顶储罐操作人员的培训、管理，定期组织相关的工作人员进行培训、考核，确保相关的工作人员能按照相关规定的标准进行作业。设备管理：加强设备的管理，做好对设备的定期检查和维护，使设备能正常运转。应急管理：加强应急预案的建立和演练，使其能更好地应对各种突发事件。

#### 3.4 建立信息化平台

对储罐进行安全管理，应以信息化平台为载体，借助信息化手段，建立安全运行长效机制，从根本上提升储罐安全管理水平。第一，建设信息化平台，可以把储罐基础信息、运行信息、消防设施等统一集中到一个平台，便于对储罐的安全监督管理。第二，借助信息化技术能够降低储罐安全风险，比如：利用视频监控技术、液位测量技术、实现对储罐的实时监测，以便对储罐出现的异变情况及时分析处理；利用无线通信技术，实现对储罐进行远程控制和调度；第三，利用在线分析技术对储罐进行分析和诊断，及时发现并消除隐患。

### 4 结语

综上所述，内浮顶储罐储运安全管理体系建设和优化是较为重要的系统工作，针对内浮顶储罐安全风险进行系统剖析，编制完整的安全管理制度体系及应急预案体系，强化人员培训和安全监测，应用先进技术强化安全管理和建设信息化平台，可以显著提升内浮顶储罐的安全储存及储运效率，保证储运过程高效安全。当前，随着相关技术手段及管理理念不断优化，浮顶罐的安全管理及优化发展方向较为广阔，在浮顶罐储运安全管理及优化过程中，浮顶罐行业技术人员应该主动学习新技术的应用，拓展浮顶罐储运安全管理及优化方面的更有效的方式，促进储运行业的可持续发展。

#### 参考文献：

- [1] 白小彤, 贺文杰. 储罐安全管理及风险防范措施探讨 [J]. 石化技术, 2024, 31(6): 332-334.
- [2] 张伟. 大型石油储罐主动安全防护技术的应用探析 [J]. 山西化工, 2024, 44(3): 197-198, 228.
- [3] 宋建刚, 何云超. 甲苯内浮顶储罐检修维修安全实践 [J]. 化工安全与环境, 2024, 37(09): 51-53.
- [4] 李宜辉. 内浮顶储罐事故灭火救援技术和训练探讨 [J]. 水上安全, 2024, (6): 121-123.
- [5] 栾宇. 油品储运安全管理的有效措施 [J]. 化工设计通讯, 2023, 49(03): 20-22.