

石油储罐区泄漏事故的常见原因与对策

王国印（大连市化工设计院有限公司，辽宁 大连 116000）

摘要：石油储罐区是石化企业关键区域，储罐泄漏事故频发，危害巨大。本文从设备老化、材料缺陷、操作失误、管理不当、外部环境等角度分析石油储罐区泄漏事故常见原因。通过评估储罐泄漏对环境、安全生产、经济损失影响，提出加强储罐检测维护、完善管理制度、建立应急响应机制等防控对策，以期为石油储罐区安全管理提供参考。石油企业应重视储罐泄漏风险，采取有效预防和应对措施，最大程度降低事故发生概率和危害程度，确保储罐区安全平稳运行。

关键词：石油储罐区；泄漏事故；原因分析；危害评估；防控对策

中图分类号：X937 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)027-0124-03

Common causes and countermeasures of oil storage tank leakage accident

Wang Guoyin (Dalian Chemical Design Institute Co., LTD., Dalian Liaoning 116000, China)

Abstract: As a critical area in petrochemical enterprises, oil storage tank zones frequently experience leakage incidents with significant hazards. This study analyzes common causes of such accidents from multiple perspectives including equipment aging, material defects, operational errors, management deficiencies, and external environmental factors. By evaluating the impacts of tank leaks on environmental protection, production safety, and economic losses, the paper proposes preventive measures such as enhanced inspection and maintenance of storage tanks, improved management systems, and emergency response mechanisms. These recommendations aim to provide actionable references for oil storage zone safety management. Petrochemical companies should prioritize risk mitigation through effective prevention and response strategies, thereby minimizing accident probabilities and severity while ensuring stable and safe operation of storage tank facilities.

Key words: oil storage tank area; leakage accident; cause analysis; hazard assessment; prevention and control countermeasures

石油化工企业核心，正是石油储罐区，其担当着原油及成品油储存、装卸等关键职能，因石油存在易燃、易爆、易挥发的属性，若储罐产生泄露情形，情形将十分糟糕，会引发大量石油的流失，又会造成火灾、爆炸等次生事端，还会极大地影响人员生命安全与环境质量水平，故而缜密探究石油储罐区泄漏事故成因，估算泄漏危害的潜在性，探求恰当防控方法，对保障石油储运的安全性、促进石化行业可持续良好发展意义非凡。

1 石油储罐区泄漏事故常见原因分析

1.1 设备老化与材料缺陷

按照国家应急管理部所统计，自2016年起直至2020年，全国共现125起储罐泄漏事故，这一系列事故里归因于设备老旧、材料缺漏原因的占比，竟一路攀升至45%，该数据展示出设备质量的困境恰是造成目前储罐泄漏的首要原因，是排在首位的隐患根源。储罐服役年程由分布数据可看出，处于10~20年服役阶段其出现泄漏的概率差不多达5%，20到30年服役的这个阶段，泄漏概率攀升至12%，服役30年以上的储罐，泄漏概率攀升至18%，使用时间日益长久，因出现腐蚀、疲劳等状况造成；其整体完好性持续减退，服役时长超出正常期限，大概率会引发一场重大

事故，统计数据所揭示的内容表明，近乎10%归因于材料选用不恰当、制造工艺有不足等，储罐出现泄漏，恰似所选的那些钢板使用不妥；强度、韧性未契合设计的既定要求，焊接实施未遵照相关规范，催生了应力、裂纹等情形；诸多数据有效证明，把目光投向设备全周期把控，增强储罐制造及安装的质量层次，对抑制泄漏风险有极大意义^[1]。

1.2 操作失误与管理不当

作业人员不安全操作成为诱发储罐泄漏又一主因，基于事故案例所做统计表明，操作人员违章操作且野蛮作业，直接让约30%储罐出现泄漏现象，此类泄漏多发生于原油、成品油装卸、倒罐等作业进程中，多数涉事者欠缺必要安全认知和操作技能积累。如江苏响水爆炸事故，归因于作业人员违规开展焊接作业，引起物料泄漏之后发生爆炸现象。统计数据显示，约25%储罐泄漏与日常监管欠缺有一定关联，具体反映为隐患排查徒有其形，对泄漏迹象充耳不闻；安全培训匮乏，员工应急反应处置能力差；储罐区管理规程落实松懈，指挥上违章现象、作业中违章现象屡见不鲜，管理漏洞致部分本可规避泄漏演变成事故，以上数据应该让石油企业警觉，应将人、管理要素视为储罐泄漏防控关键点，提升教育培训及制度执行水准，

消除安全管理漏洞隐患。

1.3 外部环境因素影响

虽然外部环境因素引发储罐泄漏概率相对较低，约占总量 15% 左右，但一旦发生往往危害性极大，后果难以估量。如 2008 年四川汶川地震，震毁了大量油罐，数万吨原油泄漏流淌，对周边环境造成严重污染。气象资料显示，每年约有 3-5 个热带气旋登陆我国，强风暴雨极易引发储罐溃堤、管线断裂。据国际石油协会（IP）统计，全球每年约有 8 起由雷击引发储罐泄漏事故，70% 发生在雷暴高发的 6-9 月份。另有资料表明在一些石化园区，因储罐间距不足，一旦发生泄漏极易造成连锁反应，事故危害程度显著放大。以上案例数据表明，要高度重视外部环境因素对储罐区安全影响，加强灾害风险评估和防范，优化储罐区总体布局，避免外部因素诱发泄漏或使其危害扩大化。由此可以看出引发石油储罐泄漏事故原因是多方面，既有设备、人员、管理等内部因素，也有自然灾害、外力破坏等外部因素。而从泄漏事故原因分布看，设备缺陷、工作人员不安全行为仍是当前主要隐患，各占总量 40-50% 左右。这说明石油企业在夯实储罐本质安全、强化人员管理方面还大有可为。还应关注极端天气、外部不安全因素、提高储罐区整体防灾抗灾能力。只有充分认识泄漏成因，有的放矢采取管控措施，才能最大限度降低储罐泄漏风险，从源头遏制事故发生^[2]。

2 石油储罐区泄漏事故危害性评估

2.1 环境污染风险

石油及其制品一旦泄漏，会对环境造成严重污染。储罐区发生泄漏事故后，泄漏石油在重力作用下，会迅速在罐区面漫流。若围堰、排水系统等配套设施不完善，泄漏石油极易流入外环境。泄漏进入土壤后，会阻隔土壤与空气接触，破坏土壤结构，改变土壤理化性质，抑制土壤动物活动和微生物生长，造成土壤板结、肥力下降。石油毒性成分还会通过食物链在生物体内积累，危及生态系统平衡。石油泄漏进入表水体，会在水面形成致密油膜，阻碍水体复氧，引发缺氧。轻质油品还会溶解于水中，严重污染水质。泄漏石油进入大气后，大量挥发性有机物散逸，产生刺鼻气味，污染空气质量。石油泄漏对环境危害是长期和隐性。污染物在土壤、水体等环境介质中迁移转化，具有较强滞后性和累积性。治理石油泄漏污染需要巨大人力、物力和财力投入，修复周期漫长，给生态环境和人体健康带来深重隐患。石油企业必须高度重视储罐区泄漏环境风险，强化泄漏源头治理，最大限度遏制污染物扩散。

2.2 安全生产威胁

石油及其制品大多属于易燃、易爆危险化学品，泄漏事故极易引发次生灾害事故，严重威胁企业安全生产。泄漏石油遇到明火、高热、电气火花等点火源，会迅速燃烧起来，引发池火灾。储罐及其附属管线泄漏点若得不到有效控制，高压油品会持续喷射，形成“火炬”，火势迅速蔓延。若泄漏发生在密闭空间或通风不畅场所，泄漏石油还会与空气形成爆炸性混合气体，遇火源极易发生爆炸。储罐发生泄漏后，罐内气体空间迅速增大，罐内压力骤降，罐外大气压力高于罐内压力时，罐壁无法承受巨大压差，会发生罐体损坏、坍塌，乃至整个储罐爆炸灾难性后果。储罐区发生泄漏事故，往往会造成人员中毒、灼伤等伤亡。石油泄漏挥发出有毒有害气体，人员吸入后会出现头晕、恶心、咽喉灼痛等中毒症状，严重时可致人昏迷、窒息而亡。泄漏高温油品溅射到人体皮肤上，会造成严重烧伤。所以石油企业在储罐区安全管理中，必须将泄漏事故视为重大风险源。要从严抓好安全隐患排查治理，强化动火、受限空间等特殊作业安全管控，配备完善泄漏监测报警和紧急切断设施，定期组织泄漏事故应急处置演练，提高储罐区本质安全水平和现场处置能力，最大程度降低次生事故风险，为员工生命安全筑牢防线^[3]。

2.3 经济损失评估

石油储罐区一旦发生泄漏事故，会给企业造成巨大经济损失。首先是泄漏油品损失。原油、成品油等石油及其制品是石化企业核心资产，储罐泄漏意味着大量油品白白流失。以 1000m³ 汽油储罐为例，若发生泄漏，数百吨汽油彻底泄漏，直接经济损失就达数百万元；泄漏引发次生事故损失惨重。火灾、爆炸发生后，企业设备设施、厂房建筑损毁严重，需要花费大量资金进行修复重建。事故造成人员伤亡，不仅给家庭带来无法弥补创伤，企业还要承担高额医疗、抚恤等费用；泄漏事故发生后，政府监管部门要对企业进行事故调查和责任追究，极有可能对企业处以重罚，勒令停产整顿。停产期间企业生产经营陷入停滞，订单交付受阻，合同违约金高筑，市场份额流失。事故处理、环境整治、设备修复等后期开支也是一笔不小费用；泄漏事故还会对企业社会形象造成负面影响。事故发生后，油品泄漏造成环境污染，会招致公众和媒体强烈谴责，企业声誉一落千丈，公众信任度直线下降。企业品牌美誉度、社会公信力需要长期经营才能重塑。石油储罐泄漏事故不仅危及生产安全、污染生态环境，而且会给企业带来惨重经济损失和信誉损害。石油企业必须充分认识到储罐泄漏严重危害性，

增强忧患意识和底线思维，将储罐泄漏防控作为安全管理重中之重，切实抓好储罐完整性管理，全力遏制重特大泄漏事故发生，维护企业安全发展、绿色发展、高质量发展。

3 石油储罐区泄漏事故防控对策

3.1 技术防护措施

石油企业要采取有效技术防护措施，防控石油储罐泄漏事故。在储罐设计和制造阶段，要选用优质材料，优化结构设计，提高罐体强度、韧性和抗腐蚀性。使用阶段要建立完整性管理制度，采用无损检测技术，及时发现和消除缺陷隐患。日常管理中，要强化泄漏监测预警，在储罐及管线上安装可燃气体报警器和紧急切断阀，设置集油盘。要重视储罐区围堰、排水系统建设和维护，修建防火堤和排水沟，确保泄漏油品、消防水能有序收集。提高储罐自动化控制水平，引入液位监测报警、高低液位联锁等自控系统，降低人为操作失误导致泄漏风险^[4]。

3.2 管理制度完善

再完善技术防护也离不开严格制度保障。石油企业要建立健全储罐区安全管理制度，从制度层面规范储罐安全运行；制定严格储罐安全操作规程，细化装卸油、取样分析、清罐维修等各项操作要求，确保员工严格遵照执行；建立完善特种设备管理制度，明确储罐检验检测、日常维护、隐患整改等管理要求；建立健全动火、受限空间、高处等危险作业管理制度，强化作业审批、现场监护、事后评价等环节管理；建立完善油品调和安全管理制度，严格罐容校核、品质检验等环节管控。制度执行过程中，企业要强化对员工教育培训；定期组织员工开展安全教育，强化其安全意识；定期开展技能培训，提高其操作水平。要严格落实岗位达标持证制度，上岗前必须经过严格培训和考核。

企业还要加大日常安全检查力度，及时发现违章行为和隐患缺陷，并严肃追究相关人员责任；要建立健全储罐区安全生产责任制，层层签订安全目标责任状，将安全责任具体落实到部门、岗位、个人。要定期考核各部门安全绩效，将考核结果与绩效薪酬挂钩，调动各方管理储罐安全积极性。还要畅通员工安全诉求渠道，认真听取并采纳员工对储罐安全合理化建议，营造“人人讲安全、事事为安全”浓厚氛围。

3.3 应急响应机制

尽管采取再多预防措施，储罐泄漏事故仍不可能完全避免。石油企业必须建立完善应急响应机制，提高泄漏事故快速处置能力。企业要科学编制储罐区专项应急预案，针对不同等级、不同类型泄漏事故，制

定详尽处置措施和流程，明确各方职责分工。要储备足够应急物资，如防火防爆装备、堵漏工具、油品分散剂、中和剂等，确保一旦发生泄漏能迅速动用。企业要加强应急演练。针对储罐泄漏常见情景，每年至少组织一次综合应急演练，强化指挥人员现场组织、应变决策能力，强化一线员工应急处置能力。演练中要设置逼真事故场景，模拟多种极端工况，并邀请政府应急、消防、环保等部门参与，提高各方协同联动默契程度。

一旦发生储罐泄漏事故，企业要快速启动应急预案。第一时间向政府主管部门报告，并组织自救。迅速封堵泄漏点，转移泄漏油品，同时设置警戒区域，避免无关人员进入。及时疏散、撤离受威胁区域内员工，必要时请求政府组织周边群众撤离。同时采取覆盖、喷淋、化学中和等措施，控制油气挥发和扩散。事故得到控制后，企业要及时开展事故调查，查明事故原因，吸取事故教训；对事故现场进行环境评估，制定污染修复方案，防止发生次生环境污染；制定整改措施，建立问责机制，对事故相关责任人严肃处理；深刻反思事故暴露出问题，进一步健全完善各项管理制度^[5]。

4 结语

石油储罐泄漏问题可归为重大生产安全事故，对企业安全生产、环境保护、经济收益以及社会认可度形成严重威胁，经剖析石油储罐泄漏事故缘由可得，设备存在不足、人员产生错误、管理形成漏洞、环境带来因素等都或许会引起泄漏，泄漏情况一旦出现，很容易引致火灾、爆炸等更具威胁次生事件，后果无法揣度。储罐泄漏防控绝非一朝一夕之功，企业上下需协同共抓，使安全发展理念深入内心、见诸行动，只有把安全发展基石筑牢，企业才可在纷繁复杂市场环境里笃定前行，实现安全稳固、健康向上、可持续发展局面！

参考文献：

- [1] 金辰浩,李铁,关磊,等.基于贝叶斯网络储油罐区事故情景分析[J].中国安全生产科学技术,2024,20(08):120-128.
- [2] 谢逢豪,吴洁,鞠伟轶,等.危险化学品常压储罐安全研究综述[J].工业安全与环保,2023,49(08):76-81.
- [3] 李广宇,詹水芬,卢琳琳,等.基于贝叶斯网络港口储罐火灾事故分析[J].中国水运,2022,22(20):15-17.
- [4] 何娟霞,周冬梅,段青山,等.液氨储罐液体泄漏建模及分析[J].包装工程,2021,42(11):211-219.
- [5] 李磊.石化罐区典型火灾事故仿真模拟与分析[J].北京化工大学学报(自然科学版),2021,48(02):23-30.