

# 液体化工码头及仓储的环境风险影响因素分析

顾夕仁（扬州恒基达鑫国际化工仓储有限公司，江苏 仪征 211900）

**摘要：**液体化工码头仓储通常都存储大量的易燃、易爆、有毒有害危险物品。码头仓储会受到很多因素的影响，造成仓储风险。所以要对码头仓储环境风险进行识别，并针对风险影响因素进行系统分析，提出风险防控设计，尽量减少人员、财产的损失。本文分析了液体化工码头仓储环境风险内容，并针对泄露风险、作业风险、气象环境风险、环保设施故障风险容易出现的环境风险影响因素，设计出防控预警系统，提升码头仓储环境风险管理水平。

**关键词：**液体化工；码头；仓储；环境；风险

**Abstract:** Liquid chemical terminal storage usually stores a large number of flammable, explosive, toxic and harmful dangerous goods. Wharf warehousing will be affected by many factors, resulting in warehousing risks. Therefore, it is necessary to identify the wharf warehousing environmental risks, systematically analyze the risk influencing factors, and put forward a risk prevention and control design to minimize the loss of personnel and property. This paper analyzes the contents of environmental risks of liquid chemical wharf storage, and designs a prevention and control early warning system for environmental risk factors such as leakage risk, operation risk, meteorological environment risk and failure risk of environmental protection facilities, so as to improve the level of environmental risk management of wharf storage.

**Key words:** liquid chemical industry; Pier; Warehousing; The environment; risk

## 0 前言

我国液体化工码头及仓储所涉及的液体化工品是极具危险性的，所以在管理上其风险管控、仓储环境、仓储设备等都需要有独特的管理方法。特别是为了保证降低风险，还需要对风险因素进行有效识别。了解液体化工品的存储特点，避免潜在的事故隐患，识别出仓储环境风险影响因素，并对风险进行合理管控，提高液体化工码头及仓储的安全性。

## 1 液体化工码头仓储环境风险概述

液体化工码头仓储环境风险是环境安全管理的重要分支内容，我国在进入 21 世纪以来就密切关注环境风险问题。其对环境风险研究早在上世纪 90 年代便已经出现，但是由于当时我国液体化工码头装卸作业较少，其管理方法也不够成熟，研究成果多以论文的形式出现，所以在实践的过程中，始终没有一套符合中国独有的环境风险管理标准。但是我国生态环境部门也曾对环境影响评价总则提出了相关要求和标准，其对于风险事故的出现，在有必要和有条件时，要对环境风险评价以项目建设的方式展开工作，对环境风险分析和评估做出一个科学的、客观的、及时性的风险管理预案。

《中华人民共和国安全生产法》和《中华人民共和国环境影响评价法》的相继出台，在法律层面上提出了对液体化工码头仓储环境风险管理的相关标准和要求。在法律条款的规范下，码头区域进行环境风险评价的研究和实践势在必行。

## 2 码头仓储项目危险物质风险识别

根据《国内外危险化学品重特大典型事故案例》的报道来看，所提供的 95 个国家化学仓储事故中，风险产生的原因包括泄露风险、作业风险、气象环境风险，

以及环保设施故障风险。其占比见图 1 所示。

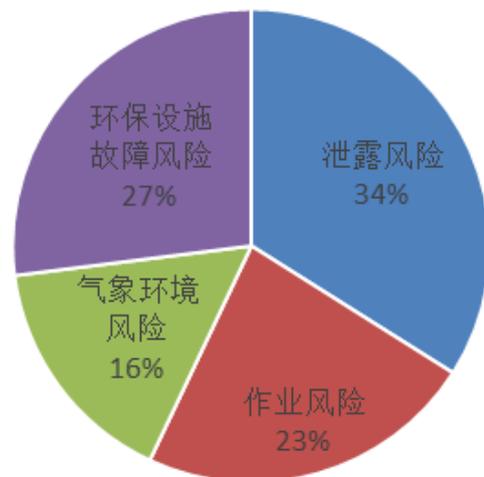


图 1 液体化工码头及仓储环境风险的主要影响因素

### 2.1 泄露风险

泄露风险主要存在于生产过程、运输过程和仓储过程中，其化学品的储罐、管阀和各种输送泵都存在潜在的泄露风险。例如输油臂接口泄漏、软管损坏，导致液体化学品产生泄露，或者是装卸船操作不当、货轮泄露等风险。其中液体化学品的储罐和输送泵泄露风险是最常见的。由于液体化学品具有易燃易爆、高温高压的特点，可能会导致装置、设备损坏。所以要对容易出现泄露风险的各个环节进行环境风险评估。

### 2.2 作业风险

液体化工品的易燃性危险源非常强，如甲醇、苯、甲苯极具挥发性，与空气混合后，燃点极低，甲醇最小点燃能量 0.215MJ，苯 0.2MJ，甲苯 2.5MJ，从这个数据上来看，液体化工品易燃性的特点，作业过程中受到碰

撞, 或者在环境条件的影响下, 非常容易出现风险。另外, 化工产品爆炸的可能性很大, 并且受到蒸气压的影响, 蒸气压越高, 越容易积聚蒸气量, 最终导致爆炸。而在人为作业过程中, 一旦工作人员的操作方法不对, 有毒物料泄露, 将会引起人体中毒。所以, 作业风险是非常常见的风险类别, 也是因为作业过程是伴随整个液体化工品仓储和装卸环节, 所以作业风险时有发生。

### 2.3 气象环境风险

根据上文描述, 液体化工品的易燃易爆特征非常明显, 这对于气象环境的要求也比较高。在气象环境风险识别过程中, 要保证周围环境的绝对湿度、温度和风级。湿度过高可能会造成液体化工品的稀释和泄露, 加快产品挥发速度; 湿度过低可能会引发积聚静电, 例如电阻率在  $10^{-10}$  至  $10^{-15} \Omega \cdot \text{cm}$  范围内, 液体就容易产生和积聚静电, 最终导致静电引起的燃爆风险。温度过低, 降低了液体化工品的装卸效率, 过高可能会引发爆炸风险。另外, 受到液体化工品流动性强和腐蚀性强的影响, 如果密封圈被腐蚀, 风力过大, 就会加快液体化工品的挥发。气象环境风险是整体风险识别中比较少见的风险类型, 但仍不能过于忽略此类风险。

### 2.4 环保设施故障导致的风险

液体化工品的储存是放置在罐区内, 也正因为液体化工品的特殊性, 导致储罐风险也很多。第一, 液体化工品物料品种不同, 还需要进行频繁地更换, 很多时候不能对每一个品种都进行单独的设计, 不会单独选择储罐和化工品的属性是否匹配。所以当化工品和储罐长时间不匹配时, 最终就会对储罐造成腐蚀。第二, 大部分化工品对温度都十分敏感, 正如上述分析可以看出, 存储温度和罐内空气会对罐顶造成压力, 如果没有选择合适的存储方式, 就会增加罐顶的呼吸量, 将有可能引发罐顶受压开裂, 造成储罐故障风险。第三, 对储罐的定期安全管理不到位、不科学, 那么储罐装卸作业时短时间内可能会出现变性或失效的情况。第四, 储罐根部进出料管道需要安装软管材料, 如果软管材料和实际化工产品的属性不符, 则很可能导致储罐内部液体化工品腐蚀软管, 进而造成泄露风险, 还会给操作人员带来伤害。第五, 运输过程中的罐车如果发生泄露, 遇到明火会发生罐车火灾, 而当泄露时间过长, 蒸汽和空气混合, 可能会形成新的爆炸混合物; 静态存储时, 液体化工品管道接受阳光直射, 管道内部温度在短时间内增高, 就会出现液体体积膨胀, 如果管道泄压措施不到位, 超过了管线最高承受能力, 还会对管道造成损坏。

## 3 液体化工码头仓储环境风险防控

### 3.1 泄露风险防控设计

为了降低泄露风险, 要从存储方式、罐顶保护方面入手探讨。第一, 合理地进行储罐设计。对液体化工品的物料性质研究, 能够分辨出与储罐属性相近的物料,

然后将物料存储在同一个罐组内, 按照储存要求, 对物料进行设备、材料的选择。另外, 如对易挥发、沸点较低的物料, 包括甲醇、汽油等, 选择内浮顶罐存储<sup>[1]</sup>。如果物料是毒性强、腐蚀性强、爆炸危险性高, 包括苯、甲苯、二甲苯、醋酸等, 可以采用固定顶+氮封的存储方式进行存储。氮封储罐主要是存储有毒、纯净度高的物料, 由于氮气分子质量较小, 所以在储罐内的蒸气能够被封闭在内, 在储罐顶部聚集, 当呼吸阀排气时, 呼出的气体多为氮气。所以, 氮封存储在一定程度上是降低化工品挥发损失的保证措施。

另外, 泄露风险还存在于储罐、管线、设备材料等材质方面, 如物料输送泵过流元件材质选择不锈钢, 就能够适应多种化工品的存储和输送。这样就避免了材料被腐蚀后化工品泄露的风险。同时不锈钢材质的可靠性和稳定性较强, 能够减少输送过程中的维修次数, 也节约了运行成本。

### 3.2 作业风险防控设计

对液体化工品的作业风险防控设计, 其主要环节在于装卸工艺的设计上。装卸工艺流程针对不同的物料, 有不同的设计目标。例如, 石化企业的作业风险防控工艺流程立足于高效装卸, 增加码头泊位的流通性。而仓储物流的作业风险防控工艺流程在高效装卸的同时, 还考虑到多货种适应性问题, 对装卸货种按照货物类型分类, 确保可以满足所有货物的装卸作业。本文探讨的是在液体化工码头上的作业风险防控设计, 但无论哪种作业风险, 都需要考虑到码头岸线范围内多点同时作业的可能性。工艺流程需要考虑到装卸设备的完整性、共用性、管道扫线和设备泄空功能性, 以及管道设备清洗功能性等。根据我国液体化工码头的总体布置分析, 码头分为功能分区、平面及竖向分区和预留发展区进行的规划, 这是增强生产需要、缩短工艺管道和运输线路的主要手段<sup>[2]</sup>。而分区规划合理, 也能减少占地资源的浪费。所以, 针对作业风险的防控, 要与码头整体布局共同考虑, 充分利用岸线资源, 增加泊位通过能力。作业风险防范, 需要由两个环节组成, 作业设备和作业管道。作业设备也是装卸设备, 负责的是码头装卸管道与船舶接管口的连接。作业管道包括金属管道和非金属管道, 目前液体化工码头上多采用的是碳钢管、不锈钢管、金属软管、复合软管, 均需进行定期检测。需要对作业流程汇总的压力、材质、装卸效率和计量精度等方面进行精准计算, 满足码头作业系统的灵活性, 增加作业设施的产出比。

### 3.3 气象环境风险防控设计

液体化工码头的仓储环境风险识别, 其中气象环境也是非常重要的一个指标。仓库区不能紧邻码头, 适宜在季节风向、台风、雷击或积雪等相对安全且影响较小的地区。在码头装卸化工品后, 直接转输到仓储库区,

这样能够最大限度避免气象环境影响下的风险发生。另外,液体化工可能会产生有毒气体散发,为了保证仓储人员安全,要避开窝风地带或窝风室的装载工作。如果库区附近有居民居住,要选择尽量靠近全年最小频率风向的上风侧位置。另外,仓储环境的周围不可以在自然疫源区、传染病区和高放射率区等地。对于气象环境的风险防控设计,还需要考虑到防雷防静电管理<sup>[3]</sup>。储罐、设备和建筑物等都需要采取可靠的防雷接地措施。特别是爆炸危险较高的环境中的设备外壳需要全部接地。管道要保证静电接地,防止静电积聚。考虑到气象环境无法准确预估,还需要将汽车槽车的装卸过程中设置防静电专用接地线。防静电的另一个关键点是操作人员必须在泵区、储罐的上罐扶梯、装卸作业区、罐区防火堤入口等操作平台中,保证有静电消除装置。

### 3.4 环保设施故障导致的风险防控设计

对于环保设施故障导致的风险防控设计,其主要方向在储罐区、汽车设施、码头前沿装卸区以及灌桶设施的相关环保设施等方面。

#### 3.4.1 储罐区设施故障风险防控

在同一罐组内,需要布置火灾危险性类别、毒性等级相同或相近的储罐。满足储罐区防火堤容积要求,固定顶罐不能小于罐区内最大储罐的容积,内浮顶罐不能小于罐区内最大储罐容积的1/2。为了满足仓储货种的特殊需求,易燃易爆类的化工产品储罐应该氮封保存。对丙稀腈、苯乙烯等自然聚合物储罐除采用氮封以外,还需要适当添加阻聚剂和喷淋冷却水等,防止温度过高产生罐内膨胀导致爆炸风险<sup>[4]</sup>。如果化工产品受到低温影响,会容易凝固时,则需要对储罐进行保温隔离存储;当化工产品具有高腐蚀性时,需要进行防腐隔离。储罐上面配置的各种阀门或温度指示器等,应该定期检查是否有损坏。为了增强储罐区防地震能力,以及对抗基础继续下沉情况,应在使用储罐过程中,对储罐进出料管道采用金属软管连接。

#### 3.4.2 汽车设施故障风险防控

通过汽车装卸的方式,在汽车装卸站,对车场的进、出口宜分别设置,车场地面采用现浇混凝土材质,增强地面承载能力,避免罐车行进时颠簸。在距装卸车鹤位10m以外的装卸管道上应设便于操作的紧急切断阀。为了防止汽车设施出现故障,应采用全封闭式作业方式<sup>[5]</sup>,传统液下装车密封性较差,油气逸散明显,因此优先采用底部装车。在罐车装卸物料前,要对可调节软管、阀门、压力表、温度表、流量计、批量装车仪以及汽车地磅等做好检查或指标校验,保证没有破损、不稳定、失灵等故障,汽车方可进场装卸。当灌装汽车槽车时,最大充装值一定要提前设定好,并且保证入场汽车不得超过最大充装值。在充装槽车时,要提前对槽车做好检查,优先使用油气回收装置,避免尾气无组织排放。在装载

产品时,为了避免装车时发生混装情况,槽车装车前必须清洗。当装卸作业完成后,保持地面卫生清洁,对地面、平台和有积存残留液体的地方进行清扫。

#### 3.4.3 前沿装卸区风险防控

码头前沿装卸区的泊位装卸作业之前,要采取安全措施,充分做好防泄漏和灭火救援准备,在对腐蚀性或氧化性很强的产品装卸时,还需要考虑到相互发生化学反应的货种特点,要避免液体混合装卸和滴漏。如船舶装载油品,必须配套使用油气回收装置。在距离泊位20m以外的水岸交界处的装卸管道上,安装紧急切断阀。如码头前沿采用软管作业,必须安装过压警示装置。在拆卸和搬运软管过程中,要使用专业工具或者设备,禁止强行拖拉,以避免造成撞击和摩擦火花而出现的爆炸风险。如果靠近海岸边,要防止潮水涨落或波浪摇晃导致的软管压坏而出现的泄露风险。

#### 3.4.4 灌桶间风险防控

液体化工品灌桶间一般情况下既有灌装作业,又是存储空桶和放置实桶的地方。所以,甲类灌桶间宜单层设置,保证灌桶间与实桶库采取防火分隔措施。如桶装液体化工品的类型不同,则需要在装桶站中用防火墙隔开<sup>[6]</sup>。在灌桶间装载完成后,需要采用机械搬运,切记不能滚运或拖运,更不能扔掷。机械搬运可采用防爆叉车、吊运车和油桶升降机。

## 4 结论

综上所述,液体化工品码头仓储风险种类非常多,并且风险识别比较困难。只能前期对风险进行严格管控,标准化运行,才能避免因泄露、装载、气象影响、环保设施故障所造成的风险。本文提出合理有效的风险防范措施,以降低仓储环境风险,保证液体化工品安全生产。

### 参考文献:

- [1] 吴美华.液体化工品仓储库风险分析及安全措施研究[J].化工设计通讯,2021(10):142-143.
- [2] 刘建明,吴美华.液体化工品仓储风险分析及安全措施[J].化工管理,2021(29):112-113.
- [3] 王粟,周颖.液体化工中小企业供应链融资分析[J].合作经济与科技,2021(16):46-47.
- [4] 杨麟,过炳峰,钱庄.液体化工码头环境影响评价要点的探讨[J].环境保护与循环经济,2021(06):106-110.
- [5] 梅德开.液体化工品仓储风险分析及安全措施研究[J].清洗世界,2021(02):104-105.
- [6] 陈悦,周洁,蔡建峰,黎乾.某化工仓储企业工作场所化学有害因素风险分析与对策[J].化工设计通讯,2020(04):190+194.

### 作者简介:

颜夕仁(1972-),男,汉族,江苏仪征人,本科,工程师,目前从事码头、港口的化工仓储(液化烃、油品、化工品等)方面的研究。