

## 石化码头 工程环境风险评价方法

张文雄

(福建省环境科学研究院 福建福州 350013)

**摘要** 针对石化码头工程的特点,结合风险导则要求,从风险物品、常见事故分析、生产全过程等方面进行风险识别,提出风险评价工作等级,进行火灾、溢油、气态和液态化学品泄漏事故危害预测和风险防范措施及应急预案。

**关键词** 石化码头 环境风险识别 风险防范

中文分类号:X820.4

献标识码:A

文章编号:1672-9064(2009)02-0066-03

近年来,越来越多的石化码头建设并投入运营,但其存在的环境风险问题也越来越突出,本文结合实际工作情况,提出石化码头工程环境风险评价方法,以供参考。

## 1 环境风险评价

### 1.1 风险识别

对石化码头进行风险源识别的目的是确定石化码头运营期的风险因素和风险类型,并对可能发生的事故后果进行定性分类和定量分析。

#### 1.1.1 风险物品识别

风险物品识别主要是识别装卸化学品的物理、化学性质和毒性性质,对各种装卸化学品进行危险性评价,从而筛选环境风险评价因子。化学品的毒物危害级别可依据《职业性接触毒物危害程度分级(GB5044-85)》进行划分。火灾危险性类别可根据《石油化工企业设计防火规范》(1999年修订)进行判定。

#### 1.1.2 危险源类型识别

危险源类型是根据《重大危险源辨识》(GB18218-2000)规定的方法和临界量进行的,首先划分危险单元,确定生产区和贮存区危险物品的数量,依据临界量进行一一判定。应该注意的是当单元内存在的危险物质为多品种时,应将比值叠加后判定。

#### 1.1.3 全过程分析

石化码头一般有码头平台、栈桥、后方堆场或储罐区、安全防范措施、环保工程等设施组成,典型的石化码头装卸工艺为:

货船→装卸泵→管线→储罐→装车泵→装车管线→汽车鹤管→槽罐车→用户

从工程有关资料中,提取化学品的年吞吐量、储存量、储存周期、储存方式、装卸方式、运输方式、平面布置等信息,并进行运营期工艺全过程分析,分析可能产生风险事故的节点、

风险物品和风险事故的类型,此外还应识别出本项目周边环境敏感目标。一般情况下,溢油事故最严重的是发生在海上,火灾和化学品泄漏事故最严重的是发生在后方储罐区。此外,石化码头工程装卸和储存化学品数量大、种类多,超过GB18218-2000《重大危险源辨识》中规定的临界量,均应列入重大危险源。

#### 1.1.4 最大可信事故确定

石化码头运营期可能产生的环境风险事故类型较多,但其对外环境影响最大的风险事故可归纳为火灾爆炸、油品和危险化学品泄漏事故以及次生中毒事故等。

##### 1.1.4.1 火灾爆炸

石化码头区的装卸、储运生产同成品油储运及石油化工行业的储运生产有较大的相似之处。通过考察成品油及石化行业储运生产中火灾爆炸事故的发生频率,有助于说明石化码头区储运生产中火灾爆炸事故发生的可能性大小。笔者根据有关报道和统计资料,统计了近年来在成品油储运及石化行业储运方面各类比较典型、损失较大的事故,各类事故的比例关系见表1。

从以上统计数据可以看出,火灾爆炸事故显著,发生频率

表1 事故统计表

成品油储运	事故类型			
	火灾爆炸事故	跑、冒、漏事故	混油事故	设备破坏及其它
次数/次	179	218	128	57
比例/%	30.8	37.1	22	9.8
石油化工行业的		事故类型		
储运	火灾爆炸事故	人身伤亡事故	设备损坏事故	跑、冒、漏事故
次数/次	280	204	235	154
比例/%	28.5	20.8	24.0	15.7

较高。

另据有关资料介绍,国内石化系统的储罐火灾爆炸事故

作者简介:张文雄(1977~),男,工程师,现就职于福建省环境科学研究院,主要从事环境影响评价工作。

中大部分发生在储存甲、乙类油品的油罐。国内油罐 20 起典型事故中甲、乙类油品为 18 起,占 90%。化工码头装卸、储运的大部分货种为甲、乙类危险物质,故可以认为石化码头发生火灾、爆炸事故的可能性较大。

#### 1.1.4.2 泄漏事故

(1) 泄漏原因: 泄漏的主要原因为设备缺陷、人为不安全行为和外部条件影响等。

设备缺陷主要有设计不合理、选材不当、阀门劣质、密封不良、安全问题和腐蚀穿孔等。

人为不安全行为主要有操作错误、违章作业、大意疏忽等。

外部条件影响主要有地震破坏、地基下沉、碰撞等造成泄漏。

(2) 泄漏量估算: 当发生泄漏的设备的裂口规则、裂口尺寸已知, 泄漏物的热力学、物理化学性质及参数可查到时, 可以根据流体力学中有关方程计算泄漏量。当裂口不规则时, 采用等效尺寸代替, 考虑泄漏过程中压力变化等情况时, 往往采用经验公式计算泄漏量。根据泄漏物质的特性, 分别选择液体泄漏、气体泄漏和两相泄漏公式进行计算。

#### 1.1.5 评价等级

基于上述危险源、敏感目标识别和毒性、爆炸危险性识别后, 作出本项目环境风险评价工作等级的判定。一级评价应进行定量预测, 说明影响范围和程度, 提出防范、减缓和应急措施。

### 1.2 危害预测

#### 1.2.1 火灾

火灾危害预测首先需要计算燃烧速度、燃烧时间、火焰几何尺寸、热辐射通量等, 然后计算一定距离的人或设备接受的辐射大小, 再根据伤害准则评价伤害情况。石化码头储罐区配备有良好的消防措施, 发生爆炸的概率比发生池火燃烧的概率低的多, 本文以池火燃烧危害预测进行阐述。

以汽油为计算对象, 其燃烧速率约为  $0.028\text{kg}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ , 在露天、标准大气条件下发生了池火灾, 根据 Heskestad 推导的火焰高度计算公式进行计算, 计算结果见表 2 所示。

通过对上述计算结果可以发现: 火焰高度随池直径的增

表 2 池火燃烧计算表

池直径/m	1	2	5	10	20	30	40
火焰高度/m	2.02	3.27	6.18	10.01	16.2	21.49	26.24
总热辐射通量/kW	207.3	688.7	3393.1	11426.0	38726.1	79434.1	132399.3
损害级别	I 级	0.7	1.2	2.7	4.9	9.1	13.0
	II 级	0.8	1.5	3.3	6.0	11.1	15.9
	III 级	1.1	2.1	4.6	8.5	15.7	22.5
	IV 级	2.0	3.7	8.2	15.1	27.8	39.8
	V 级	3.2	5.9	13.0	23.8	43.9	62.9

大而增大; 火焰高径比随池直径的增大而减小; 随着池直径的增大, 火焰表面热辐射通量、各类伤害和破坏半径显著增大。伤害半径随暴露时间的延长而显著增大。因此, 在码头储罐区建立防护堤, 防止液体化学品泄漏后任意蔓延, 对于减轻池火灾的危险性具有十分重要的意义。

#### 1.2.2 溢油

溢油入海后将经历扩展、扩散、迁移、蒸发、溶解、乳化、吸附沉淀、生物降解等几种运动形态。从其行为与归宿分析, 溢油入海后将可能产生的污染形式主要有 2 种, 一是漂浮的油膜, 二是分散于水体中的油。

##### 1.2.2.1 溢油的扩展

溢油入海后即漂浮在海面上以油膜形式存在, 随风和潮流扩散漂移, 在湍流作用下散射, 在扩散漂移过程中油膜逐渐变薄。根据油扩散所受到的作用力, 将油膜扩散分成 3 个阶段, 即: 重力-惯性力阶段, 重力-粘滞力阶段和表面张力阶段。

若 10t 溢油入海后, 在未采取措施的情况下, 经历 5.14h, 油膜扩展终止, 此时油膜面积可达  $0.599\text{km}^2$ ; 若 100t 溢油入海后, 在未采取措施的情况下, 经历 16.2h, 油膜扩展终止, 此时油膜面积可达  $3.57\text{km}^2$ 。而后油膜在波浪和湍流作用下便逐渐发生破碎, 形成更大的污染区。

##### 1.2.2.2 油膜迁移模型

溢油入海后油膜在扩展、扩散过程中处于扩延状态, 同时受风、潮流和波浪作用在海面上漂移。研究表明, 水面油膜迁移运动主要是由于表层潮流和风力作用的结果, 波浪对漂移影响较小。根据调查海域的涨退潮潮流方向, 可以判定出受油膜影响的区域范围。

##### 1.2.2.3 分散于水中油对海水水质的影响

溢油入海后, 一部分覆盖水面, 一部分蒸发进入大气, 另一部分则溶解和分散于水中。扩散在水中的油将长时间停留在水中, 直至被水生物吞食, 或与水中固体物质进行交换而沉入水底。从某种意义上讲, 分散在水下的石油比漂浮在水面的石油危害更大。就溢油的回收处理而论, 扩散于水中的石油难于回收。

据文献报导, 分散于海水中的溶解油和乳化油的总量小于溢油量的 1%。若溢油量以 100t 计, 则分散于海水中的油约 1t, 海水中油污水团中心浓度超过第一、二类海水水质标准持续时间达 26h, 最大超标面积  $24.5\text{km}^2$ ; 中心浓度超过第三类海水水质标准持续时间达 10h, 最大超标面积  $2.6\text{km}^2$ ; 中心浓度超过第三类海水水质标准持续时间达 9h, 最大超标面积  $1.5\text{km}^2$ 。

由此可见, 一旦发生溢油, 虽然对海水水质不会造成长期影响, 但在溢油发生后初期对海水水质的影响是明显的, 对海洋生物和海水养殖业可能造成较大影响。

### 1.2.3 化学品泄漏

#### 1.2.3.1 液态化学品泄漏

各个码头装卸的化学品不同, 因此风险评价选择码头装卸品中易溶于海水且毒性较强的一种液态化学品进行危害预测。液态化学品泄漏的源强是考虑事故发生后采取应急封堵措施前, 假定仍有约占总储量 5% 和 10% 的液态化学品泄漏 2 种情形。预测模式采用瞬时点源扩散经验公式, 结合水文资料, 进行预测不同液态化学品泄漏量对海域不同超标程度的影响面积、影响程度, 并评价对海洋生态和水产养殖的影响, 为制定风险防范措施和应急预案提供依据。

## 1.2.3.2 气态化学品泄漏

气态化学品环境风险预测步骤为污染气象选取、敏感目标分布情况识别、毒物特性确定、预测模式选取及风险值计算、安全警戒距离确定等。

(1)污染气象选取。污染气象选择应根据工程当地联合频率表,首先考虑环境风险影响最大的情形,其次考虑当地风向、风速频率较高的情形,并选取此风向、风速下的稳定度。典型的污染气象选取见表3。

(2)敏感目标识别。首先应绘制风险评价范围内的人群及

表3 预测参数选取表

情形说明	预测气象参数			选取理由
	风向	风速/(m/s)	稳定度	
影响范围最大		1.5	F	此情形下的影响范围最大
静风		0.5	F	此情形下的浓度值最大
主导风向	根据联合频率表,选取主导风向,并选取此风向下频率较高的风速,最后选取此风向、风速下频率较高的稳定度			
敏感目标	根据敏感目标分布情况,选取敏感目标上风向作为预测风向,依次选取风速和稳定度			

敏感目标分布图,从图并结合实地踏勘情况,选取人群及其它敏感目标作为本风险评价的保护对象。

(3)毒物特性确定。风险事故只考虑急性危害,因此,应确定风险物质的不同危害程度的浓度值,一般以半致死浓度(LC50)作为评价依据。

(4)预测模式选取。根据《建设项目环境风险评价技术导则》中推荐的模式进行浓度分布预测,确定不同污染气象情况,下风向不同危害浓度的最大距离。

(5)风险值计算。当确定好不同危害浓度的最大距离后,以风险源为中心,以这个距离为半径,确定不同级别的影响人群的数量,人群的数量再以16方位进行划分。根据风险定义,风险值(死亡/年)=事故发生频率×不利天气概率×致死率,16个方位风险值的和,即为拟建项目的风险值,可与同行业可接受风险水平进行比较,判定拟建项目风险水平可接受情况。

(6)安全警戒距离确定。划定安全警戒距离的目的是:一旦发生风险事故,建设单位和有关部门共同启动应急预案,疏散安全警戒距离范围之内的人群,减少伤亡人数。可按《工业场所所有害因素职业接触限值》(GBZ2)中规定的短时接触容许浓度或慢性中毒浓度进行划定,安全警戒距离范围可适当放大。

## 2 主要风险防范措施

## 2.1 溢油防范措施

石化码头应具备防污染条件,如油类作业码头应根据《港口溢油应急设备配备要求》配备围油栏、吸油毡等设施,从事污染危害性货物的码头单位应制定污染事故应急计划并报海

事部门备案。

## 2.2 火灾防范措施

根据物料的危险等级及可能产生的危害程度,码头及储罐区应采取以下主要风险防范措施:

(1)应参照GB50160《石油化工企业设计防火规范》和GBJ16-87《建筑设计防火规范》的有关规定进行设计和施工。

(2)储罐内部安装温度、压力、流量及液位等检测仪器,并设固定泡沫灭火系统和周界水喷雾装置。

## 2.3 化学品泄漏防范措施

(1)设计上要符合有关规范要求,设备材料符合质量要求,施工方法符合规定要求,工程通过有关消防、安全、环保验收,从源头上杜绝事故发生。

(2)加强储罐的操作、维护维修管理,严防因人为操作及设备损坏引起的物料泄漏。

(3)储罐区应设置隔水围堰和事故收集池,以便于及时收集处理,防止大范围扩散或流失。事故收集池的容积应不低于收集2h以上的泄漏量或消防洗消水。

(4)应参照SH3063-1999《石油化工企业可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》和《重大危险源(罐区)安全监控装备设置规范》进行设计并配备可燃气体和有毒气体报警及联动系统,一旦发生事故,报警并迅速启动应急预案和洗消措施。

## 3 应急预案编制要求

建设单位应按《国家、省突发环境事件应急预案》和《环境污染事故应急预案编制技术指南》的有关规定,根据实际情况制定本项目突发环境事件应急预案,并上报当地政府有关部门审批备案。

## 4 小结

总体而言,石化码头工程一旦发生溢油、火灾或化学品泄漏等环境风险事故,将对周边环境及人群健康构成重大危害,因此,应该重视石化码头工程环境风险评价,根据危害预测结果,提出合理有效的风险防范措施和应急预案,降低环境风险,达到安全生产的目的。

## 参考文献

- 1 建设项目环境风险评价导则,HJ/T169-2004
- 2 李彦武,李小敏.建设项目环境风险评价的探讨.环境影响评价动态,2002(6)
- 3 刘诗飞,詹予忠.重大危险源辨识及危害后果分析.化学工业出版社,2004

## 美科学家研发可聚太阳能的玻璃涂料

麻省理工学院的科学家按特殊比例混合至少两种涂料制成一种聚能材料,以吸收各种波长的光线。将混合涂料涂在玻璃表面,涂料吸收太阳光后会把光线以不同波长传输到安装在玻璃边缘的太阳能电池中。涂料制成透明色时不影响采光。

这种技术生产流程不复杂,材料费用也不昂贵,还可以在现有太阳能电池板上加入这一技术,花费不高,却可以使效率提高近50%。