

码头项目环境风险评价的探讨

何新春

(上海铁路城市轨道交通设计研究院, 上海 200070)

摘要: 以码头营运时船舶燃油泄漏存在的环境风险为例, 从码头风险事故识别、源项分析以及风险管理, 应急预案等方面对拟建的码头进行风险评价, 通过采用溢油扩散、漂移模型对该码头船舶发生漏油风险事故时对水质进行影响分析, 为码头选址的环境可行性论证提供技术依据。

关键词: 码头; 水环境; 风险评价

每个建设项目从立项到投入运营的各个过程, 都有如何规避“风险”的问题, 因此我国目前实施的环境影响评价、安全评价和卫生评价工作中都要进行风险评价。虽然侧重点有所不同, 但风险评价的要点是一致的, 即给出事故发生条件; 一旦发生事故, 量化事故的影响, 进而分析存在的环境风险是否可以接受以及如何规避风险等等^[1]。

码头工程大体分为四大类, 即以装卸煤炭、矿石散粮、散化肥、散装水泥为主的散货码头, 以装卸石油、液化气、液存散装化学品为主的液体化工码头, 以装卸集装箱和件杂货的多用途码头或集装箱、件杂专用码头和以客运为主的客运码头工程。本论文主要讨论码头营运时船舶燃油泄漏存在的环境风险。

1 风险识别

码头风险识别需要针对工程特点及所在的区域环境特点, 对各项风险诱因逐一进行分析, 对可能性较大的诱因还要给出可能的时间(季节)和地点(区域), 提出相应的防范对策措施。风险诱因可以从设备缺陷、人的不安全行为、外部条件三个方面加以识别。码头工程发生船舶事故的典型诱因参见表1。

表1 码头工程发生船舶事故的典型诱因分析表

| 发生地点 | 发生源 | 代表性的发生原因 |
|------|-----|----------------------------------|
| 航线 | 船舶 | 触礁、搁浅、船与船碰撞、恶劣海况(雾、台风)、火灾爆炸、溢出泄漏 |
| 锚地 | 船舶 | 船与船碰撞、火灾爆炸、溢出泄漏 |
| 港池 | 船舶 | 船与船碰撞、船与码头碰撞、火灾爆炸、溢出泄漏 |

从上表分析发现, 码头风险事故发生的主要环节是船舶搁浅、碰撞、或码头桥桩碰撞等突发性事故而导致的漏油、火灾、爆炸等对环境产生的影响。环境风险识别见表2。

表2 环境风险识别表

| 产生环境 风险原因 | 环境风 险因子 | 发生的难易程度 | | | 环境保 护目标 |
|---------------|------------|---------|------|-----|---------------|
| | | 易发生 | 适度发生 | 难发生 | |
| 船舶搁浅 | 船舶溢油 | | | | |
| | 生活污水 | | | | 地表水、水生生态 |
| | 悬浮物质 | | | | 水生生态 |
| | 其他垃圾 | | | | |
| 船舶碰撞 | 船舶漏油 | | | | 环境空气、地表水、水生生态 |
| | 火灾 | | | | 水生生态 |
| | 爆炸 | | | | 环境空气 |
| | 生活污水 | | | | 环境空气 |
| 船舶与码头 桥桩碰撞 | 悬浮物质 | | | | 地表水、水生生态 |
| | 其他垃圾 | | | | 水生生态 |
| | 船舶漏油 | | | | 环境空气、地表水、水生生态 |
| | 火灾 | | | | 水生生态 |
| 船舶与码头 桥桩碰撞 | 爆炸 | | | | 环境空气 |
| | 生活污水 | | | | 环境空气 |
| | 悬浮物质 | | | | 地表水、水生生态 |
| | | 其他垃圾 | | | 地表水、水生生态 |

注: 表中的环境风险因子参照《船舶污染物排放标准》(GB3552-88)中的指标确定。

2 评价等级和范围

码头项目环境风险评价为运载船舶漏油、溢油对地表水体的影响, 油属于可燃、易燃的危险性物质, 因此必须根据船舶溢油量来判断是否属于重大危险源。根据码头的选址判断项目所在地是否属于环境敏

感地区。最后根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJT169-2004)的相关规定进行评价(见表3)。

表3 评价工作级别(一、二级)

| 项目 | 剧毒危险性物质 | 一般毒性危险物质 | 可燃、易燃危险性物质 | 爆炸危险性物质 |
|--------|---------|----------|------------|---------|
| 重大危险源 | — | 二 | — | — |
| 非重大危险源 | 二 | 二 | 二 | 二 |
| 环境敏感地区 | — | — | — | — |

表4 三种溢油归宿状态六级环境污染影响程度的评价指标

| 项目 | 极重污染 | 严重污染 | 中度污染 | 轻度污染 | 一般影响 | 轻度影响 |
|--------|----------------|-------------|------------|--------------|----------------|----------------|
| 海面油膜厚度 | Um >50 | 25~50 | 8~25 | 4~8 | 2~4 | 1~2 |
| | 颜色 深色 | 暗色-较深色 | 亮带-浅暗色 | 能分辨轮廓 | 银屏色 | 难分辨 |
| 溢油溶出浓度 | Mg/L >1.5 | 0.15~1.5 | 0.015~0.15 | 0.0015~0.015 | E-5~1.5E-3 | E-5~E-9 |
| | 超三级标准倍数 超标5倍以上 | 占标准 50-500% | 占标准 5-50% | 占标准 0.5-5% | 占标准 0.003-0.5% | 占标准 3E-3~3E-6% |
| 着岸溢油量 | L/M >6 | 5~6 | 4~5 | 3~4 | 2~3 | 1~2 |

4 源项分析

4.1 国际事故类比调查

据国际油轮船车防污联合会(ITOPF)报道,1974~1990年间发生的774次溢油事故,事故主要原因见表5。

表5 溢油事故原因统计

| 事故溢油量/t | 事故比率/% | | | |
|---------|--------|------|------|------|
| | 装卸 | 碰撞 | 搁浅 | 驳油 |
| <7 | 77.5 | 3.1 | 5 | 14.4 |
| 7~700 | 43.5 | 26.6 | 26 | 3.9 |
| >700 | 8.8 | 40.6 | 50.6 | |
| 总计 | 70.7 | 7.5 | 9.3 | 12.5 |

由上表统计结果可以看出,装卸事故导致的溢油发生率占70.7%,是主要的事故因素,而碰撞、搁浅导致的溢油事故仅占16.8%。

但从船舶溢油的实际情况统计,发生于船舶装卸过程中的溢油量相对较小,92%以上小于7t。相比之下,船舶碰撞事故的溢油虽占总溢油事故的16.8%,但这类事故的溢油量大、危害严重,发生此类溢油事故中,有四分之一的事故溢油量大于700t。

4.2 国内事故类比调查

据来自交通部的统计数据显示,1973~2003年,我国沿海共发生大小船舶溢油事故2353起,平均每3.5天发生一起。特别是近几年来,重大船舶油污事故屡屡发生。

我国大陆拥有1430个港口,3.4万个生产泊位,

3 环境风险评价指标

以溢油对水域环境(海面和水体)及岸线的污染作为油类和类油微溶性化学品为代表性环境风险,一般采用水面油膜厚度、水体中石油含量和着岸溢油量作为评价因子,采用《中国海上船舶溢油应急计划》研究中的影响评价指标判断影响程度(见表4),进行环境风险定性、定量评估。

全国有运输船舶约26万艘,则每艘船每年发生船舶溢油污染事件的概率为 3.77×10^{-4} ,其中油轮溢油发生率最高,据长江内河的事故溢油统计,长江上中型码头万吨级油品船卸船事故性溢油发生率为0.3~0.5%,万吨级油品船装船事故性溢油发生率为1~2%。

根据调查,我国国内某港口不同评价时段不同规模污染事故的发生概率见表6。

表6 某港口不同评价时段不同规模污染事故发生概率预测表

| 污染事故规模 | 溢油量 | 现阶段发生概率 | 2010年发生概率 | 2020年发生概率 |
|--------|---------|---------|-----------|-----------|
| 大规模 | >50 t | 约2年1次 | 约2年1~2次 | 约2年1~3次 |
| 中等规模 | 10~50 t | 约1年1~2次 | 约1年2~4次 | 约1年3~5次 |
| 小规模 | <10 t | 约1年5~8次 | 约1年10~16次 | 约1年14~22次 |

4.3 最大可信事故的确定

最大可信事故所造成的危害在所有预测的事故中最严重,并且发生该事故的概率不为零。由表2环境风险发生的难易程度初步统计可知,船舶发生搁浅、碰撞、或码头桥桩碰撞等突发性事故时,船舶漏油、生活污水、悬浮物质、其他垃圾易对环境产生污染。根据国内外海上事故的统计,并比较上述四种污染物对环境的影响程度,其中船舶漏油对地表水环境和水生生态环境的影响最大,故确定船舶漏油为本次环境风险评价的最大可信事故。

5 燃油泄漏的风险分析

5.1 事故溢油扩散漂移预测模式

根据文献报道, 可以采用费伊(Fay)油膜扩延公式对船舶漏油事故污染进行风险预测。

费伊(Fay)油膜扩延公式目前被广泛采用, 费伊把扩展过程划分为三个阶段:

(1) 在惯性扩展阶段

$$D=K_1(gV)^{1/4}t^{1/2}$$

(2) 在粘性扩展阶段

$$D=K_2(gV^2\sqrt{V_w})^{1/6}t^{1/4}$$

(3) 在表面张力扩展阶段, 油膜直径为:

$$D=K_3(P\sqrt{V_w})^{1/2}t^{3/4}$$

(4) 在扩展结束之后, 油膜直径保持不变:

$$D=356.8V^{3/8}$$

在实际中, 膜扩展使油膜面积增大, 厚度减小。当膜厚度大于其临界厚度时(即扩展结束之后, 膜直径保持不变时的厚度), 膜保持整体性, 膜厚度等于或小于临界厚度时, 膜开始分裂为碎片, 并继续扩散。

5.2 溢油漂移计算方法^[2-3]

油品入水后很快扩展成膜, 然后在水流、风生流的作用下产生漂移, 同时溢油本身扩散的等效圆膜还在不断地扩散增大, 因此溢油污染范围就是这个不断扩大而在漂移的等效圆膜。如果膜中心的初始位置为 S_0 , 经过 t 时间后, 其位置 s 由下式计算:

$$S=S_0+\int_{t_0}^{t_0+t} V_0 dt$$

式中膜中心漂移速度 V_0 , 由下式求得:

$$\vec{V}_0=\vec{V}_风+\vec{V}_流$$

$$\vec{V}_风=U_{10}K$$

式中, U_{10} 为 10 m 高处风速; K 为风因子数, $K=3.5\%$ 。

如果发生燃油泄漏事故, 风向因素对不溶于水的在水面漂浮的污染物的移动影响较大, 如果风向为朝岸风, 则对岸边的生物有影响, 如果为离岸风, 则对岸边敏感目标影响较小。

6 环境风险管理措施及结论

环境风险管理措施包括风险防范措施、风险应急措施、编制风险应急预案, 应根据风险事故识别、

源项分析以及风险预测和影响分析等结合当地相关的环境法律法规制订相应的风险管理措施。最后, 得出码头项目环境风险评价的结论。下面结合示例进行论述。

7 典型码头环境风险评价示例

下面以笔者完成的南洋船舶工程有限公司一期码头工程为例, 进行码头工程环境风险评价探讨。

7.1 项目概况、源项及影响分析

本码头项目是南洋船舶工程有限公司结合造船装配使用而修造的。项目设计年吞吐量为 60 万吨, 新建码头为 5 000 t 级的泊位两个(结合造船装配使用)。根据分析, 本码头风险事故发生的主要环节是船舶搁浅、碰撞、或码头桥桩碰撞等突发性事故, 而导致的漏油、火灾、爆炸等对环境产生的影响, 其最大可信事故为燃油泄漏, 源强确定为燃油泄漏 20 t。

根据预测, 燃油泄漏扩散过程为: 从溢油开始到 480 s 以前为膜状的惯性扩展阶段, 从 480~840 s 为膜状的粘性扩展阶段, 从 840~15 000 s 为膜状的张力扩展阶段, 超过 15000 s 后, 连续的膜状不复存在, 此时膜状的临界厚度为 0.01 mm。涨潮时严重污染距离为 5.7 km, 落潮时严重污染距离为 9 km。油膜破坏后, 将在水力和风力作用下继续发生蒸发溶解分散乳化氧化生物降解等, 即受环境因素影响所发生的物理化学变化, 逐步消散。溶于水中的燃油将对地表水环境和生态环境造成污染影响。

7.2 风险管理

7.2.1 事故防范措施

(1) 轮船进出港和进出锚地时, 应实施引航员制度并规定引航员的培训与考核制度, 进行引航员职责、引航员熟悉航道、浅滩、礁石、港口水文气象条件的培训。

(2) 实施船舶码头靠泊和锚地锚泊制度。这包括使用锚地申请、锚泊密度(间隔)、船只进出锚地航速, 各种天气条件下的锚地船只的了望制度等, 以防锚地船只拖锚、碰撞、挤压、搁浅、触礁等事故发生。

(3) 船舶驾驶员的业务技术应符合要求。按照《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》

(1983年12月29日国务院发布), 港区对所用船舶及其人员应提出严格的书面管理要求, 明确其所应承担的防止船舶溢油责任和义务, 并落实本条例规定的防治污染有关措施。船员对可能出现事故溢油的人为原因与自然因素应学习、了解, 提高溢油危害的认识及安全运输的责任心。

(4) 在港轮船应实施值班、了望制度。尽管产生船舶事故的原因及不确定因素较复杂, 但人为因素、尤其失去警惕是造成船舶事故的主要原因。因此, 轮船加强值班、了望工作是减少船舶事故发生可能性的重要措施。

(5) 码头泊位应装备符合工程要求的系船设施和防撞靠泊设施。

(6) 应按照设计船型参数, 对船舶进港航道、港池及调头区实施必要的清淤工作; 并注意航标设置及日常维护工作。

7.2.2 事故应急保护措施

本码头应完善抗溢油应急处理的硬件设施, 以应对海上溢油的应急处理, 为此要求港区做到如下四点:

(1) 设立相关的环境机构, 训练足够的专业人才, 当出现船舶风险事故时, 能马上作出应急处理的响应。

(2) 港区应备有通讯联络器材设备, 当出现事故时, 能顺畅地与当地海事局和港务局应急队伍联络。

(3) 港区应积极配合当地海事局和环保部门、渔业部门做好相关应急工作。

(4) 码头应配备一定数量的围油栏、消油剂、吸油材料及工作船。

7.2.3 事故的应急预案

(1) 处理程序

当发生溢油事故时, 船舶公司应立即报告海事

局, 一旦码头自身不能控制溢油, 则马上要求有关部门支援。

(2) 处理措施

当发现装卸船舶发生事故时, 或船舶与码头发生碰撞时, 应立即将贮备的抗风浪围油栏投入海中, 用两条工作船将张开的围油栏兜拉住海面上的溢油, 然后用溢油回收船、收油装置或油拖网回收溢油。

当风浪、潮流大大超过围油栏设计要求时, 在涨落急等流速较大时刻和风暴潮天气, 建议船舶停止一切作业, 甚至离开泊位到锚地避风。

(3) 处理技术培训和应急演练

对于环保管理人员、船员和有关操作人员, 应建立“先培训、后上岗”, “定期培训安全和环保法规、知识以及突发性溢油事故应急处理技术”的制度, 制定码头、船舶突发性污染应变部署表, 每年进行一次码头突发性溢油应急处理演习。

7.3 风险评价结论

根据上面的风险识别、源项分析、最大可信事故的确定及分险影响分析, 在严格采取本评价提出的各项风险防范措施、应急保护措施和制订完善的风险应急预案的前提下, 本项目的环境风险小于本行业的环境风险, 因此, 项目的环境风险从环境保护的角度来说是可以接受的。

参考文献:

- [1] 李彦武, 李小敏. 建设项目环境风险评价的探讨 [J]. 环境影响评价动态, 2002(6): 26-29.
- [2] 国家环境保护总局监督管理司. 中国环境影响评价 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000. 232-348.
- [3] 胡二邦, 彭理通, 陆雍森, 等. 环境风险评价实用技术和方法 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000. 260-390.

(收稿日期: 2007-6-10)