

液氯运输过程中的环境风险评价

辛晓牧

(辽宁省环境科学研究院, 沈阳 110031)

摘要:从液氯运输过程中的风险因子和环境因素的识别出发,对液氯运输过程中可能存在的风险进行了分析,并采用L·E·C模式对存在的环境风险进行评价,提出了相应的预防措施。

关键词:液氯;运输;环境风险评价

液氯是一种危险化学品,具有急性毒性、腐蚀性、反应性、氧化性和刺激性等特征。在液氯运输过程中,诱发危险事故的因素很多,稍有不慎,极易导致灾害,造成人员伤亡和财产损失及生态环境的严重破坏。因此,根据中华人民共和国环境保护行业标准HJ/T169-2004《建设项目环境风险评价技术导则》的规定,需要对其运输过程中存在的环境风险进行评价。通过分析和预测液氯运输过程中存在的潜在危险、有害因素以及可能发生的突发性事件或事故引起泄漏所造成的人身安全与环境影响和损害程度,提出合理可行的防范、应急与减缓措施,以使液氯运输的事故率、损失和环境影响达到可接受水平。本文从风险识别、风险分析、后果计算、风险管理等几个方面对液氯运输过程中可能存在的风险进行分析与评价。

1 风险识别

1.1 危险因素^[1]

风险的发生是由两类危险因素^[1]共同作用的结果。第一类是风险发生的能量主体,决定风险后果的严重程度;第二类是第一类危险因素造成风险的必要条件,决定风险发生的可能性。依据液氯的理化性质、危险特性、毒性、环境资料等因素,可以确认液氯是发生危险的能量主体,决定危险后果的严重程度,属第一类危险因素。在氯气运输过程中,能引发液氯(第一类危险因素)泄漏或爆炸等突发性事故的危险因素主要有操作失误,设备缺陷,管理不善,环境的不安全状态(交通事故、意外事故、高温高压)和自然灾害等。这些危险因素是导致氯气泄漏甚至爆炸的必要条件。决定危险发生的可能性,是第二类危险因素。

1.2 液氯运输风险识别^[2]

液氯运输方式一般分为铁路运输和公路运输。本文以铁路运输为例,说明其风险识别因子。铁路运输的主要设备为液氯槽车和铁路设施,槽车易发液氯泄漏部位主要有槽车的各种阀门(安全阀、截止阀、角阀、压力表阀、充装阀、人孔盖的垫片、阀门大压盖)和槽车罐体;铁路易发事故的部位有铁轨、机车等铁路运输设备设施。当液氯槽车和铁路设施等出现质量缺陷、操作失误、交通事故、意外事故和自然灾害等情况时,就可能引起液氯泄漏甚至发生爆炸事故。运输路线两侧环境敏感目标如居民、农田等为主要的环境敏感目标,发生事故时,将会对其产生影响。

2 风险分析

2.1 L·E·C模式

液氯运输风险分析^[3]采用L·E·C模式。在L·E·C模式中,液氯运输过程中的风险性D是用3个因素的乘积来表示。3个因素:液氯运输过程中发生泄漏或爆炸事故的可能性,用符号L来表示;液氯运输过程中人(物)暴露在危险环境下的频率,用符号E来表示;液氯运输过程中发生泄漏或爆炸事故后可能产生的后果严重度,用符号C来表示;液氯运输过程的风险性可用公式 $D=L \cdot E \cdot C$ 来表示。其中事故发生的可能性L可用发生事故的概率来表示,即绝对不可能发生的事故为0,而必定要发生的事故为1,将2种事故下之间情况定为中间值;人(物)暴露的频率E规定连续暴露在危险环境的情况为10.0分,而每年仅暴露一次为1.0分,不可能暴露在危险环境中的情况为0.5分;事故后果的危害程度C分数值范围为1~100分,把需救护的轻微伤害规定为1分,把造成多人(10人以上)死亡的情

况规定为100分。各参数选取见表1。

2.2 L·E·C分析

表1 L·E·C模式中各参数值

事故发生的可能性及分数值		人(物) <i>d</i> 在危险环境中暴露的频率及分数值 <i>E</i>		事故后果的危害程度	
发生风险的可能性	分数值 <i>L</i>	处于危险环境中的频率	分数值 <i>E</i>	事故危害程度	分数值 <i>C</i>
安全被预料到	10.0	连续处于危险环境中	10.0	多人死亡	100
相当可能	6.0	每日处于危险环境中	6.0	数人死亡	40
有可能	3.0	每星期一次出现危险环境中	3.0	一人死亡	15
可能性小	1.0	每月一次出现在危险环境中	2.0	严重致残	7
极少可能	0.5	每年一次出现在危险环境中	1.0	轻微伤残	5
不可能	0.2	极少可能出现在危险环境中	0.5	一般伤害	3
极不可能	0.1	-	-	轻微伤害	1

事故危险性等级*F*是从表1中各选一值相乘(即*L·E·C*),就可算出一事故的风险性*D*,从而可以按赋分方式来确定事故的危险性等级。风险性分级见表2。

表2 风险性分数值及对应的危险等级

序号	风险性分数值 <i>D</i>	危险等级 <i>F</i>
1	>320	极度危险,不能继续作业
2	160~320	高度危险,需要立即整改
3	70~159	显著危险,需要重视
4	20~69	比较危险,需要注意
5	<20	稍有危险,可以接受

2.3 实例分析

利用L·E·C模型对某厂液氯铁路运输过程中风险进行分析,分析结果见表3。

从以上分析结果可知,液氯运输过程中,存在有发生液氯泄漏事故可能性。在8项事故危险性等级*F*分析中,比较危险等级有4项,占50%;没有极度危险等级和高度危险等级;显著危险等级有2项,占25%,*D*值大于120的显著危险等级主要为阀管断裂面积100%的液氯泄漏和外界因素导致液氯运输设备爆炸。所以,液氯运输过程中,引起液氯危险的主要因素是交通事故、意外事故。

表3 液氯运输风险L·E·C分析

风险类型	第二类风险因素	风险表现	风险分析				
			<i>L</i>	<i>E</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	等级 <i>F</i>
液氯 泄漏 类型	各种阀门质量缺陷	局部泄漏	6	3	1	18	稍有危险
	槽车和铁路设施质量较差	断裂面20%	3	3	5	45	比较危险
	操作失误,意外事故	阀管断裂面积100%	3	3	15	135	显著危险
液氯 爆炸 类型	槽车罐体质量低劣	在内因外因作用下槽车罐体破裂爆炸	0.2	3	40	24	比较危险
	重大交通事故	在内因外因作用下槽车罐体破裂爆炸	1.0	3	40	120	显著危险
	重大意外撞击	在内因外因作用下槽车罐体破裂爆炸	0.5	3	40	60	比较危险
	重大操作失误	在内因外因作用下槽车罐体破裂爆炸	0.5	3	40	60	比较危险
	重大自然灾害	在内因外因作用下槽车罐体破裂爆炸	0.1	3	40	12	稍有危险

3 泄露后果计算

液氯泄漏汽化为氯气。泄露后果预测计算模型选用HJ/T2.2-93《环境影响评价技术导则—大气环境》中推荐的非正常排放模式^[4-5],计算不同排放速率,*E*类稳定度下风向及小风情况下主导风向下风向不同扩散时间的浓度分布情况,并对照氯气不同浓度阈值危害(表4)。

表4 后果计算采用的事故危害评价标准^[6]

序号	浓度/(mg·m ⁻³)	反应
1	3 000	深吸少许可能危及生命
2	150	人接触30~60 min可能会引起严重损害
3	6	有明显气味,刺激眼鼻
4	0.4	GB16297-1996:周界外浓度最高值

某企业曾经由于意外事故,铁路运输液氯槽车的2个阀门(管)被撞断,造成液氯泄漏污染事故。2根断裂阀门(管)的断裂总面积为39.25 cm²,事故中液氯总泄漏量约为36 t,液氯总泄漏时间为2.0 h。据此,可估算出:在液氯泄漏事故中,液氯泄漏速率为7.6~10.2 kg·cm⁻²·min⁻¹。这是一个平均泄漏速率,考虑前30 min的泄漏速率应大得多,因此,在进行大气污染扩散后果计算时,选取液氯泄漏速率为10.2 kg·cm⁻²·min⁻¹。选取3种情况进行液氯泄漏后果计算:(1)在液氯运输过程中,假设有一个罐的一个阀门(管)发生断裂,阀门(管)的直径为50 mm,断裂面积为20%,则液氯泄漏量为40.0 kg·min⁻¹;(2)在液氯运输过程中,假设有一个罐的一个

阀门(管)发生断裂,阀门(管)的直径为 50 mm,断裂面积为 100%,则液氯泄漏量为 $200.2 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$;(3)在液氯运输过程中有一个液氯槽车发生爆炸或在液氯贮存过程中有一个液氯贮罐发生爆炸,则有 45 t 液氯瞬时汽化;(4)在对发生液氯泄漏或爆炸事故时的大气污染扩散后果计算中,液氯泄漏扩散时间分别选取 30 min 和 60 min。计算结果见表 5 和表 6。

表 5 扩散时间 30 min 的计算结果 m

项目	死亡半径	重伤半径	刺激半径	环境半径
20% 泄漏	110	630	2 740	3 040
100% 泄漏	290	1 680	2 940	3 170
爆炸	2 570~2 780	2 310~3 150	2 180~3 390	2 110~3 560

表 6 扩散时间 60 min 的计算结果 m

项目	死亡半径	重伤半径	刺激半径	环境半径
20% 泄漏	-	-	2 660~4 800	2 400~5 840
100% 泄漏	-	-	2 470~5 610	2 320~6 110
爆炸	-	4 870~5 930	4 550~6 440	4 380~6 780

4 风险管理

液氯是危险化学品,具有急性毒性、腐蚀性、反应性、氧化性和刺激性。液氯运输属重大危险源。实践证明,只要有生产有活动就有风险,人类就要承受引发事故的风险。对 $L \cdot E \cdot C$ 分析表明,液氯运输过程中都存在液氯泄漏事故的潜在风险,也有一定潜在事故的发生概率。为了进行有效的风险管理^[3],需要明确风险管理目标。液氯运输风险管理目标主要是通过采取各种手段控制和消除各种风险因素,防止液氯运输过程中出现超过最大可接受水平的风险,把风险降低到可接受的、尽可能低的水平。同时,企业应从人员、机(物)和环境 3 个方面加强运输的风险预防,做好运输液氯的规划。根据有关法律、法规制定运输液氯的具体规章制度,对相关人员进行培训;液氯运输现场应按“GB11984-89”规定配备抢修器材、防护用具及消防器材,确保运输安全无误。各有关环保管理部门,应按中华人民共

和国务院令第 344 号《危险化学品安全管理条例》第五条规定做好风险事故的现场调查和应急监测的物质准备。

5 结论

(1)液氯是一种危险化学品,具有急性毒性、腐蚀性、反应性、氧化性和刺激性等特征。按“GB18218-2000”的规定,企业的液氯运输是重大危险源。

(2) $L \cdot E \cdot C$ 分析表明,液氯运输风险性分值及对应的危险等级 D 值为 70~159,属显著危险,需要给予重视。供氯过程中,诱发危险事故的因素很多,稍有不慎,极易导致灾害,造成人员伤亡、财产损失及导致生态环境的严重破坏。所以,在液氯运输的过程中要予以充分重视。

(3)液氯运输过程是风险管理的重点。由后果计算可知,一旦液氯运输过程中发生事故其后果是严重的,影响范围内的人、牲畜、树木、农作物和建筑物均会受到不同程度的影响,甚至可导致人员死亡。

(4)液氯运输过程中应进一步控制人员的不安全行为、机(物)的不安全状态、环境的不安全条件,确保事故风险值低于所采取的最大可接受水平风险值,使企业液氯运输过程的风险达到可以接受的水平。

参考文献

- [1] 国家环境保护总局监督管理司. 中国环境影响评价培训教材[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 89-90.
- [2] 楼静. 化学危险品环境风险评价实例[J]. 中国环境管理干部学院学报, 2005, 15(2): 51-54.
- [3] 胡二邦. 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: 92-94.
- [4] 刘宁微, 马雁军. 辽宁中部城市群污染物输送特征的数值模拟研究[J]. 气象与环境学报, 2006, 22(2): 45-47.
- [5] 李辑, 龚强. 东北地区夏季气温变化特征分析[J]. 气象与环境学报, 2006, 22(1): 6-10.
- [6] 汪晶. 环境评价数据手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1998: 112-114.

Environmental risk evaluation on liquid chlorine during the transportation

XIN Xiaomu

(Liaoning Academy of Environmental Sciences, Shenyang 110031)

Abstract: In terms of the identification of risk and environment factors during the transportation of liquid chlorine, the possible risks were analyzed and the existing risks were evaluated with $L \cdot E \cdot C$ model. Moreover, the relevant preventive measures were put forward.

Key words: Liquid chlorine; Transportation; Environment risk assessment