

# Research on Environmental Risk Assessment and Risk Management Measures of Dichloromethane Leakage in Chemical Enterprises

Jiafei Wang Chunqin Wang Liping Zhang Shuangfeng Miao

Hebei Radiation Environment Safety Technology Center, Shijiazhuang, Hebei, 050051, China

## Abstract

Based on the characteristics of dichloromethane and combined with the environmental impact assessment report of a chemical enterprise, the environmental risk of dichloromethane leakage in irrigation areas was identified. Firstly, analyze the process of leakage and diffusion of dichloromethane storage tanks and simulate the consequences of accidents to determine the hazardous points in the dichloromethane storage tank area; secondly, based on the characteristics of dichloromethane leakage, the leakage source strength was calculated, and the budget model recommended by the guidelines was used to predict the impact of dichloromethane leakage accidents on the surrounding environment; finally, the environmental impact and scope of the diffusion of dichloromethane leakage accident under the most unfavorable meteorological conditions were calculated, and targeted environmental risk prevention measures were proposed. This study provides a reference for environmental risk management in chemical enterprises.

## Keywords

chloromethane storage tank; divulge; environmental risks; risk management measures

# 化工企业二氯甲烷泄漏的环境风险评价及风险管理措施研究

王嘉飞 王春芹 张丽萍 苗双峰

河北省辐射环境安全技术中心, 中国·河北 石家庄 050051

## 摘要

根据二氯甲烷的特性, 结合某化工企业环评报告, 识别了二氯甲烷储罐区泄漏的环境风险。首先, 分析二氯甲烷储罐泄漏扩散的过程和事故后果模拟, 确定二氯甲烷储罐区的危险点; 其次, 根据二氯甲烷泄漏特点, 计算得到泄漏源强, 并采用导则推荐的预算模型, 对二氯甲烷泄漏事故对周围环境的影响进行了预测; 最后, 计算出了二氯甲烷泄漏事故在最不利气象条件下扩散产生的环境影响和影响范围, 并针对性地提出了环境风险防范措施。该研究为化工企业的环境风险管理提供了参考。

## 关键词

氯甲烷储罐; 泄漏; 环境风险; 风险管理措施

## 1 引言

二氯甲烷, 化学式为  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , 常温下为无色透明液体, 二氯甲烷在化工行业应用广泛, 常被用作溶剂、萃取剂、诱变剂等。人体吸入二氯甲烷对中枢神经系统和呼吸系统有损害, 高浓度可引起肺水肿, 对肝、肾也有一定损害<sup>[1]</sup>。2019年二氯甲烷被列入《有毒有害大气污染物名录(2018年)》和《有毒有害水污染物名录(第一批)》。在实际生产应用中, 二氯甲烷多储存于储罐或金属容器中, 由于二氯甲烷沸点较低, 仅为  $39.8^\circ\text{C}$ , 属于具有较高挥发性的液体, 由于二氯甲烷应用广泛, 漏事故时有发生, 对周边空气环境和水环境产生较大影响, 同时由于具有一定毒性, 极易造成事故波

及人员中毒, 乃至死亡。因此, 对二氯甲烷泄漏事故环境风险评价进行深入研究具有重要意义。论文以某化工企业生产原料二氯甲烷储罐泄漏事故为案例, 通过对二氯甲烷泄漏事故进行环境风险识别、预测和影响分析, 探讨泄漏事故造成的环境影响, 并结合预测结果提出了合理化的应急措施, 为二氯甲烷相关使用单位提供环境风险管理工作思路。

## 2 二氯甲烷环境风险识别

### 2.1 物质危险性识别

二氯甲烷属有毒危险化学品, 挥发性高, 其健康危害及毒性分级见表 1<sup>[2]</sup>。

【作者简介】王嘉飞(1971-), 女, 中国河北辛集人, 本科, 高级工程师, 从事生态环境保护研究。

表 1 二氯甲烷的健康危害及毒性分级

化学式	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
侵入途径	吸入、食入、经皮吸收
健康危害	有麻醉作用，主要损害中枢神经和呼吸系统
毒性	LD <sub>50</sub> 1600~2000mg/kg (大鼠经口) LC <sub>50</sub> 56.2g/m <sup>3</sup> , 8h, (小鼠吸入) LC <sub>50</sub> 67.4g/m <sup>3</sup> , 67min, 致死 人吸入 2.9~4.0g/m <sup>3</sup> , 20min 后眩晕
危害分级	II

## 2.2 重大危险源辨识

查询 GB 18218—2018《危险化学品重大危险源辨识》并进行判定，二氯甲烷临界量为 50t，储罐存储量超过该值即构成重大危险源，论文所述化工企业厂区设有 1 个二氯甲烷立式罐，容积为 30m<sup>3</sup>，换算成重量单位约 39.8t，即最大存储量为 39.8t，小于《危险化学品重大危险源辨识》规定的临界量 50t，不属于重大危险源。

## 2.3 事故类型

二氯甲烷具有中等毒性，由于应用广泛，在化工企业生产中二氯甲烷泄漏引起的中毒事故屡见不鲜，论文以二氯甲烷储罐泄漏事故为例对事故环境风险影响进行评价。

## 3 环境风险预测分析

### 3.1 评价等级及评价范围的确定

二氯甲烷在实际生产中主要存在于二氯甲烷储罐及反应釜、回收罐等生产设备，主要损耗是进入大气和废水中，消耗量较大，鉴于论文二氯甲烷储罐不属于重大危险源，论文按照环境风险一级评价进行预测，评价范围为二氯甲烷储罐为中心半径 5km。

### 3.2 事故源头分析

该企业有 1 个容量为 30m<sup>3</sup>的二氯甲烷储罐，最大存储量为 39.8t。假定发生了储罐泄漏事故，根据事故统计，假定二氯甲烷全部泄漏。在罐区形成液池，主要挥发方式为质量蒸发。

二氯甲烷挥发速度按下式计算：

$$Q_3 = \alpha P \frac{M}{RT_0} u^{\frac{(2-n)}{(2+n)}} r^{\frac{(4+n)}{(2+n)}}$$

表 3 二氯甲烷泄漏不同时刻下风向最大落地浓度及超标范围表

下风向距离 (m)	2.2	3.31	5.51	5.62	6.33	6.6	7.8	8.37
最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	1298.21	1328.41	1349.53	1323.95	1247.85	1217.89	1094.32	1046.44
下风向距离 (m)	9.05	9.87	12	13.4	15.1	22.5	30.3	35.3
最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	973.29	917.3	780.16	706.14	634.29	439.53	330.52	284.35
下风向距离 (m)	48.7	57.4	67.9	80.5	95.6	114	135	163
最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	206.36	176.03	147.77	124.19	104.58	87.29	72.86	54.98
下风向距离 (m)	199	247	309	390	496	632	807	1030
最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	41.91	31.81	24.26	18.26	13.48	9.93	7.11	5.02
下风向距离 (m)	1700	2170	2780	3550	4530	5770	—	—
最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	2.4	1.63	1.11	0.75	0.51	0.34	—	—

计算得到最不利气相条件 (风速 1.5m/s, 稳定度 F) 下，二氯甲烷挥发量为 0.0806kg/s。

## 3.3 结果预测

### 3.3.1 预测模式选择

二氯甲烷泄漏属短时间事故，采用理查德森数定义及计算公式。

判断烟团 / 烟羽是否为重质气体，采用理查德森数 ( $R_i$ ) 作为标准进行判断。 $R_i$  的概念公式为：

$$R_i = \frac{\text{烟团的势能}}{\text{环境的湍流动能}}$$

$R_i$  是个流体动力学参数。根据不同的排放性质，理查德森数的计算公式不同。一般地，依据排放类型，理查德森的计算分连续排放、瞬时排放两种形式：

连续排放：

$$R_i = \frac{[ \frac{g(Q / \rho_{rel})}{D_{rel}} \times (\frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_a}) ]^{\frac{1}{2}}}{U_r}$$

瞬时排放：

$$R_i = \frac{g(Q_i / \rho_{rel})^{\frac{1}{2}}}{U_r^2} \times (\frac{\rho_{rel} - \rho_a}{\rho_a})$$

经判定，二氯甲烷属于重质气体，选用 SLAB 重质气体模型进行预测。

### 3.3.2 评价标准

HJ 169—2018 根据《建设项目环境风险评价技术导则》，二氯甲烷毒性终点浓度值选取指标见表 2。

表 2 二氯甲烷物质毒性指标一览表

项目	浓度值 (mg/m <sup>3</sup> )	数值来源
毒性终点浓度 -1	24000	HJ 169—2018《建设项目环境风险评价技术导则》附录 H
毒性终点浓度 -2	1900	

### 3.3.3 预测结果

为了说明泄漏二氯甲烷扩散过程对周边空气环境的影响情况，选取最不利气象条件 (风速 1.5m/s, 稳定度 F) 下二氯甲烷泄漏情况进行预测，预测结果见表 3。

由表3分析可知,该企业二氯甲烷储罐泄漏发生后,事故源下风向,由上表预测结果可知,二氯甲烷储罐泄漏事故发生后,最不利气象条件下地面浓度最大值为 $1349.53\text{mg}/\text{m}^3$ ,大气毒性终点浓度-2(PAC-2)和大气毒性终点浓度-1(PAC-3)超标点均未出现。对比表1毒性指标,最大落地浓度未出现超标情况。

由以上分析可知,该企业二氯甲烷储罐泄漏发生后,未出现严重环境风险,但是评价范围出现高浓度二氯甲烷气团,如果长期存在,将对评价区村庄及企业产生较大影响<sup>[3]</sup>,因此该化工应重点加强二氯甲烷储罐日常维护和巡查管理,将二氯甲烷泄漏事故纳入突发环境事件应急预案,并做好相关演练和培训工作,尽可能减小二氯甲烷泄漏事故产生的环境影响和对人员的伤害。

## 4 二氯甲烷泄漏的风险防范措施及应急预案

### 4.1 风险防范措施

为使环境风险减小到最低限度,必须加强劳动安全卫生管理,制定完善、有效的安全防范措施,尽可能降低本项目环境风险事故发生的概率。

①二氯甲烷储罐应选用密封性、安全性可靠的产品,避免在设备方面出现问题,对于原料罐要定期进行检测、维护。

②二氯甲烷储罐尽量远离火种、热源,罐区围堰设计合理,并配套建设用于泄漏物料的收集的事故池。

③二氯甲烷储罐充装必须严格按照操作规程进行,严禁违规操作;在物料流经泵、阀门及其他连接件等设备与管线时,均进行泄漏检测与控制。

④二氯甲烷储罐区配备相应的消防器材、防毒面具、液位报警装置及其他安全防护器材。

⑤重视安全教育培训,强化相关管理人员和操作人员安全意识和安全知识水平,强调现场管理,安装警示标志。

⑥编制切实可行的突发环境事件应急预案,做好与周边风险敏感点联系,在事故发生时,能够及时实施人员疏散,减少人员伤亡。

### 4.2 应急预案

使用及存储二氯甲烷的化工企业应按照国家相关要求编制突发环境事件应急预案,该预案应包含企业所有环境风险源,并重点关注有毒有害物料环境风险。企业应按照国家 and 地方颁布的相关突发环境事件应急预案编制要求制定适合企业实际的突发环境事件应急预案。

## 5 结论

论文以某化工企业为例,对二氯甲烷泄漏事故中二氯甲烷储罐泄漏事故进行了源强分析,并进行了影响评价和预测,得出了二氯甲烷事故发生后空气中二氯甲烷在环境空气中的影响程度和影响范围,并提出了切实可行的预防措施,可为相关企业在环保和安全管理上提供参考,以便有效管理二氯甲烷环境风险源,最大限度地降低泄漏事故环境风险及对保护目标居民健康的危害。

### 参考文献

- [1] 周国泰,吕海燕,张海峰.危险化学品安全技术全书[M].北京:化学工业出版社,1999.
- [2] HJ/T 169—2018 建设项目环境风险评价技术导则[S].
- [3] HJ/T 169—2018 建设项目环境风险评价技术导则[S].