

## 乙醇泄漏环境影响预测与风险评估

叶莎

上海原奕环境科技有限公司, 上海 201100

**[摘要]**乙醇是化工制药等企业,以及实验室研发的常用化学品试剂。在乙醇试剂储存和使用过程中,一旦发生泄漏,就会对环境造成影响,又因为乙醇是易燃物质,若遇火源发生燃烧,会产生次生产物一氧化碳,而一氧化碳是有毒有害气体,一旦被人体吸入,就会对人体造成危害极大。因此,文中以实验室发生乙醇泄漏,且燃烧产生次生产物一氧化碳,预测乙醇泄漏对外环境的影响,并在此基础上提出风险防控与应急措施。

**[关键词]**乙醇; 泄漏; 次生; 一氧化碳

DOI: 10.33142/nsr.v2i1.15912

中图分类号: X2

文献标识码: A

## Environmental Impact Prediction and Risk Assessment of Ethanol Leakage

YE Sha

Shanghai Yuanyi Environmental Technology Co., Ltd., Shanghai, 201100, China

**Abstract:** Ethanol is a commonly used chemical reagent for chemical and pharmaceutical companies, as well as laboratory research and development. During the storage and use of ethanol reagents, any leakage can have an impact on the environment. Additionally, as ethanol is a flammable substance, if it burns in the presence of a fire source, it will produce secondary product carbon monoxide, which is a toxic and harmful gas. Once inhaled by the human body, it can cause great harm to the human body. Therefore, the article predicts the impact of ethanol leakage on the external environment based on the occurrence of ethanol leakage in the laboratory and the production of secondary product carbon monoxide during combustion. Based on this, risk prevention and emergency measures are proposed.

**Keywords:** ethanol; leakage; secondary; carbon monoxide

## 引言

乙醇是一种常见的有机化学品,广泛应用于化工、制药、食品等工业领域和实验室科学研究。但是,由于其易燃易爆的特性,一旦发生泄漏,又遇火源发生燃烧,产生次生一氧化碳,可能造成人员窒息或死亡<sup>[1,2]</sup>。为了保障人员安全和减少环境污染,通过对乙醇泄露突发事件的风险评估,建立一套科学合理、高效可行的乙醇泄露应急预案对于事故的处理与防范至关重要<sup>[3-5]</sup>。

本文以某企业乙醇仓库内发生乙醇泄漏的突发事件为例,遇火源燃烧产生次生 CO,通过泄漏源强计算以及软件模拟<sup>[6,7]</sup>,对次生 CO 后果分析,进行环境风险评估,并在此基础上提出应急措施。

## 1 可能发生的突发事件及其后果分析

根据《企业突发环境事件风险分级方法》(HJ941-2018)附件 A,乙醇为易燃液态物质,是环境风险物质。乙醇泄露事件主要发生在试剂仓库内的使用和存放过程中,由于科研人员操作失误造成试剂瓶破损或倾覆,瓶内物质倾洒在地面上,不利情况下,遇火源发生燃烧,产生次生产物一氧化碳。

## 1.1 释放环境风险物质的扩散途径分析

(1) 物质泄漏。当发生化学品泄漏事故后,对于液体化学品,若泄漏量小,则用托盘或者吸附棉等收集;若泄漏量大,则溢出容器的部分在地面形成液池。挥发性物质泄漏后主要通过质量蒸发的方式进入大气,再通过大气扩散作

用由楼栋内扩散至楼栋外。由于化学品使用及储存地面均采用防渗地坪,所以能有效防止扩散至地表水、土壤及地下水。

(2) 火灾。泄漏的易燃易爆化学品遇明火或静电火花发生火灾事故,化学品将通过热量蒸发进入大气;可燃物质发生不完全燃烧将产生次生/伴生产物 CO 气体,通过大气扩散影响大气环境。若发生火灾控制在室内,采用灭火器等进行灭火,产生消防废水,如若少量则用泵转移至槽车作为危废进行处置;若大量则立即通知关闭雨水截止阀,废水收集至雨水管网及集污袋内。截流的污染水根据水质监测结果决定去向:达到污水排放标准的纳入污水管道;超过纳管标准,报当地生态环境局和水务局,听从其处理方案,对周边地表水产生较小影响。

综上,释放环境风险物质的扩散途径见图 1。

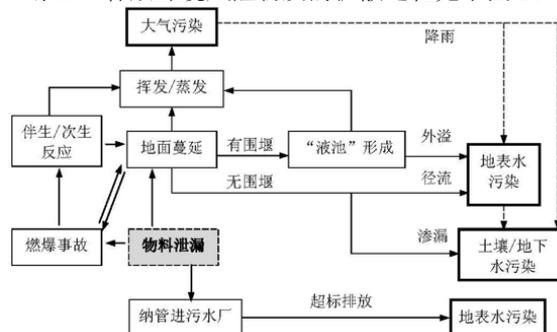


图 1 释放环境风险物质的扩散途径图

因此,当本实验室发生乙醇泄漏,并引发火灾事故后,可能对大气、水体、土壤、地下水产生不同程度的影响。

### 1.2 突发环境事件情景源强分析

火灾事件发生情景为其中一瓶乙醇发生破损从而泄漏,进一步遇明火或静电火花发生燃烧。在综合考虑各化学品的包装规格及在线量等基础上,酒精仓库存放的一瓶乙醇(单瓶储存量为0.3945kg,500mL,密度0.789g/mL)发生泄漏遇明火。考虑最不利情况,若没有及时发现和处理,则会导致整个仓库内的乙醇(0.0805t,204瓶)发生燃爆事故,次生的CO作为风险物质,并进行相关预测。乙醇对环境和周边群众的影响,主要考虑其高温下迅速挥发扩散至大气,以及燃烧情况下次生/伴生的CO向外环境扩散,将对大气环境产生一定影响。

伴生/次生产物中,CO的量参考《上海市企业突发环境事件风险评估编制指南(试行)》附录B2。

其中:G<sub>CO</sub>:CO的产生量,kg;

Q:化学不完全燃烧值,%,取5%~20%;

C:物质中碳的质量百分比含量,%;

W:物质燃烧量,t。

假设乙醇仓库内一瓶乙醇泄漏发生燃烧事件后,导致整个仓库发生火灾事故,发生燃烧事件后,应急抢险人员可在60min内扑灭火灾,燃烧时间按60min计。

企业所涉及的危险物质燃烧次生CO产生源强见下表所示。

表1 燃烧次生CO参数表

生产设施/场所	环境风险物质	q	C	W(t)
乙醇仓库	乙醇	5%	52%	0.0805

表2 CO的产生量与释放速率源强

生产设施/场所	环境风险物质	G <sub>CO</sub> (kg)	燃烧时间(min)	CO释放速率(kg/s)
乙醇仓库	乙醇	4.88	60	0.0014

根据上述计算过程,得出酒精仓库火灾产生的G<sub>CO</sub>为4.88kg,释放速率为0.0014kg/s。

泄漏出来的乙醇主要通过质量蒸发的形式进入大气(由于沸点高于环境温度,泄漏液体蒸发速率计算不考虑闪蒸蒸发、热量蒸发),根据《上海市企业突发环境事件风险评估报告编制指南(试行)》附件B中B.1.4(3)质量蒸发估算的公式进行计算:

$$Q = \alpha \times p \times M / (R \times T_0) \times u^{(2-n)/(2+n)} \times r^{(2-n)/(2+n)} \times r^{(4+n)/(2+n)}$$

式中:Q——质量蒸发速度,kg/s;

$\alpha$ ,n——大气稳定度系数,无量纲;

M——物质的摩尔质量,kg/mol;

p——液体表面蒸汽压,Pa;

R——气体常数,J/(mol·K);

T<sub>0</sub>——环境温度,K;

u——风速,m/s;

r——液池半径,m。

表3 乙醇泄漏质量蒸发速率计算参数表

大气稳定度:稳定	M	p	T <sub>0</sub>	u	r	
n	a	g/mol	Pa	K	m/s	m
0.3	0.005285	46	130	298.15	0.5	0.09

注:室内地面形成液池,室内选取风速0.5m/s,稳定度为F类。

表4 乙醇泄漏量及蒸发速率

生产设施/场所	环境风险物质	泄漏量	蒸发速率
乙醇仓库	乙醇	0.0004t	1.42335E-08kg/s

乙醇质量蒸发速率约为1.42335E-08kg/s。

## 2 突发环境事件危害后果分析

### 2.1 突发环境事件危害后果预测

#### (1) 计算模式

CO属于轻质气体,采用《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169—2018)附录G推荐的AFTOX模型进行火灾事故后果计算。

#### (2) 预测内容

选取F稳定度在风速1.5m/s下的最不利情形,对各污染物下风向最大落地浓度,及各暴露限值出现的浓度范围进行预测。

#### (3) 评价标准

根据上述源强分析,乙醇仓库燃烧产生CO速率为0.0014kg/s.CO等物质危害阈值如下。

表5 有害物质不同影响程度对应的浓度限值

危害程度	毒性终点浓度-1(mg/m <sup>3</sup> )	毒性终点浓度-2(mg/m <sup>3</sup> )
CO	380	95

注:毒性终点浓度数据均参考《建设项目环境风险评价技术导则》表H.1。当大气中危险物质浓度低于毒性终点浓度-1时,绝大多数人员暴露1h不会对生命造成威胁,当超过限值时有可能对人群造成生命威胁;当大气中危险物质浓度低于毒性终点浓度-2时,暴露1h一般不会对人体造成不可逆的伤害,或出现的症状一般不会损伤个体采取有效防护措施的能力。

### 2.2 预测结果

#### (1) 泄漏事故。

本次选用一瓶500mL的乙醇因破损或者管理人员操作不当导致的泄漏事故作为突发事件。因仓库内地面采取防渗地坪,乙醇消毒液均放置在化学品柜内且下方设有托盘,可起到防渗作用,如发生泄漏不会对周边土壤、地下水造成影响。

乙醇挥发到空气中后,有效成分会被稀释,吸入到体内也可经呼吸道排出,在作用时间较短的情况下,通常不会对身体造成明显损伤。

#### (2) 火灾事故

乙醇泄漏导致的火灾事故结果预测如下。

由表可知:酒精仓库乙醇发生火灾时产生的CO,未出现毒性终点浓度-1影响范围;也未出现毒性终点浓度-2

影响范围，因此不会影响到周围企业及周围敏感目标。

表 6 火灾事故后果分析结果

污染物	大气稳定度	风速 (m/s)	最大落地浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	毒性终点浓度-1 出现距离 (m)	毒性终点浓度-2 出现距离 (m)
CO	F	1.5	17.21	未出现	未出现

下风向不同距离处 CO 的最大浓度及其出现时间如下表所示。

表 7 下风向不同距离处 CO 的最大浓度

距离 (m)	最大浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	最大时间 (s)
0.5	0	3
1	1.337119e-38	3
2	6.655852e-7	3
3	0.06666745	6
4	2.061435	6
5	7.599124	6
6	13.06169	12
7	16.20253	12
8	17.21372	12
9	16.93326	12
10	16.05757	12
20	8.492175	24
30	4.792295	30
40	2.911423	48
50	1.913229	60
100	0.4742516	120
200	0.1113944	210
300	0.04727751	300
400	0.02566704	390
500	0.01596005	480
600	0.01081684	570
700	0.007765732	1140
800	0.00573837	1290
900	0.004354631	1440
1000	0.003655478	1590

由上表可知，所有泄漏的化学品在设定的事故情景下，发生火灾事件后，未出现次生产物 CO 的毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2，因此 CO 对周围环境影响较小，风险可控。

火灾事故发生时，企业内员工短期内吸入 CO 较高浓度者将造成一定影响，因此，在发生大规模火灾事故时应在最短时间内及时通知影响范围内的人群疏散，以免产生人员中毒乃至死亡现象。在此前提下，厂区火灾事故风险为可接受水平。

### 2.3 环境风险防控与应急措施

#### (1) 泄漏

风险防控措施：①地面采取防渗措施；②试剂储存仓库应常备黄沙、吸附棉和灭火器；③乙醇存放应设置托盘等截流措施。一旦容器破碎发生泄漏，可收集在托盘中。

应急措施：①若化学品泄露，及时用黄沙围堵及吸附

棉吸附，再进行回收。处理用的吸附棉及黄沙作为危废，委托有资质的处置单位处置。②在处理事故和进入现场抢险时，必须穿戴防护服、手套、口罩等防护用品，避免直接吸入或接触污染物。

应急资源：配有黄沙与灭火器，一旦发生泄漏，立即采用黄沙进行围堵、托盘进行收集、吸附棉进行吸收。

#### (2) 火灾

风险防控措施：①各楼层设有消防栓及灭火器；②张贴警示标志，禁止吸烟、明火。

应急措施：若发生火灾，立即向 119 报警，采用灭火器、黄沙进行灭火。火灭后用吸附棉吸附地面上残留液体，处理用的黄沙、吸附棉集中收集作为危废处置。

应急资源：配有黄沙和灭火器，设有消防栓，一旦发生火灾，立即采取措施灭火。

### 3 结语

企业为防止环境事故发生，需采取以下措施：(1) 针对化学品泄漏事故，公司对于危险化学品的运输、储存、使用及废弃均需有明确的管理制度，运输人员需具备相应化学品的性质、危害特性和泄漏处置等专业知识，同时负责化学品储存及使用的工作人员应了解化学品特性和储存技术要求基础上，还应配备必须的应急处置设施和防护装备。(2) 企业应进一步加强管理，定期开展员工培训，提高员工素质、增强操作技能，内部、外部培训后进行考核。

(3) 企业应加强定期巡检，可做到及时发现泄漏事故并采取相应的响应措施。(4) 企业应制定突发环境事件应急预案，并定期进行培训演练。

#### [参考文献]

- [1]周国峰,冯仁芳,齐艳英.一起急性一氧化碳中毒事故报告[J].中国工业医学杂志,2006(6):381-382.
- [2]陈丹,汤金玉,彭文彬.一起急性一氧化碳中毒事故的调查报告[J].职业与健康,2012,28(5):533-536.
- [3]赵志华.化工实验室危险化学品的安全评价与管理探究[J].山西化工,2019,39(1):195-197.
- [4]路艳.高校实验室危险化学品安全管理[J].化学工程与装备,2023(7):265-267.
- [5]穆居洋.化学危险品泄露及火灾处置对策[J].科技资讯,2017,15(7):72-73.
- [6]黄晓宇.危险化学品泄漏事故风险评估模型及应用研究[J].化工管理,2017(28):103.
- [7]曾小红.危险化学品泄漏事故风险评估模型及应用研究[D].重庆:重庆大学,2011.

作者简介：叶莎（1990—），女，汉族，浙江诸人，硕士，中级工程师，研究方向：企业安全和环境管理，毕业学校：浙江大学，所学专业：化学工程与技术，当前工作单位：上海原奕环境科技有限公司，职务：安全环保工程师，职称级别：EHS 经理。