

Environmental Risk Impact Analysis and Risk Prevention Measures for Pharmaceutical Companies

Pengcheng Du

Nanjing University Environmental Planning & Design Research Institute (JiangSu) Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210093, China

Abstract

This paper conducts an environmental risk impact analysis on the high-risk processes and substances involved in the production process of API manufacturing enterprise A. By selecting xylene leakage and secondary accidents of fire and explosion as the maximum credible accidents for quantitative prediction, the potential impact of accidents on the atmospheric environment was evaluated. The research results indicate that implementing strict risk prevention measures and emergency plans can effectively reduce the probability of environmental risk accidents and mitigate their impact on the environment. This paper proposes a series of targeted risk prevention measures, including process improvement, management strengthening, and policy formulation, to achieve controllable risks for enterprises in the raw material pharmaceutical manufacturing industry.

Keywords

pharmaceutical companies; environmental risk; risk assessment; risk mitigation measures

原料药制造企业环境风险影响分析及风险防范措施

杜鹏程

南大环境规划设计研究院(江苏)有限公司, 中国·江苏南京 210093

摘要

本文针对原料药制造企业A在生产过程中涉及的高危工艺和风险物质,进行了环境风险影响分析。通过选取二甲苯泄漏及火灾爆炸次生事故作为最大可信事故进行定量预测,评估了事故对大气环境的潜在影响。研究表明,通过实施严格的风险防范措施和应急预案,可以有效降低环境风险事故的发生概率和减轻其对环境的影响。本文提出了一系列针对性的风险防范措施,包括工艺改进、管理强化和政策制定,以实现原料药制造行业企业的风险可控。

关键词

原料药制造行业; 环境风险; 风险评估; 防范措施

1 引言

原料药制造企业在生产过程中涉及多种危险化学品和高危工艺,如氧化、胺基化、加氢等,这些工艺的潜在环境危害程度较高。企业生产过程中可能发生的泄漏、火灾或爆炸事故,不仅对企业自身构成威胁,还可能对周边环境空气、地表水体、地下水产生严重影响。因此,对原料药制造企业的环境风险进行深入分析,并制定有效的风险防范措施,对于保障企业安全生产具有重要意义。本研究旨在通过对A企业的环境风险影响进行分析,评估潜在的环境风险,并提出相应的风险防范措施,为企业和相关部门提供决策参考。

2 企业基本情况

A企业的主要产品包括樟脑、桉油、水杨酸甲酯、盐酸苯海拉明等原料药。对照HJ169—2018《建设项目环境风险评价技术导则》附录B及HJ941—2018《企业突发环境事件风险分级方法》,A企业生产过程中涉及氧化、胺基化、加氢等多种危险性较高的工艺^[1],主要涉及的突发环境事件风险物质包括二甲苯、环氧氯丙烷、多聚甲醛储袋、甲苯、甲醇、氯化氢等。根据A企业涉及的物质和工艺系统的危险性,判断该企业潜在环境危害程度较高^[2]。

二甲苯易燃,其蒸气与空气可形成爆炸性混合物,遇明火、高热能引起燃烧爆炸,且具有毒性,燃烧可次伴生一氧化碳、氯化氢、光气等有害物质,对环境空气影响较大。因而,选取某装置二甲苯进料管破损二甲苯泄漏事故及火灾爆炸次生事故作为最大可信事故进行定量预测。

【作者简介】杜鹏程(1995-),男,中国江苏人,本科,从事环境咨询研究。

3 源强分析

3.1 二甲苯泄漏

A 企业生产产品 A 时，需要通过管道将二甲苯泵入反应釜中。二甲苯进料管内径为 25mm，进料量为 208kg/h，距离地面约 2m，假定发生进料管全管径泄漏事故，泄漏速率取最大进料速率，泄漏时间取 10 分钟。各参数选取及泄漏量计算结果详见表 1。

3.2 二甲苯泄漏导致火灾次伴生事故源强

二甲苯发生泄漏时，遇明火、高热或达爆炸极限会发生火灾爆炸。二甲苯由于遇到明火发生了火灾爆炸，并可能次伴生一氧化碳等污染物以及伴随未完全燃烧的二甲苯的挥发。二甲苯燃烧持续时间约 30min，未完全燃烧的二甲苯释放比例取 5%，经洗消后部分进入消防废水中（取 40%）。

油品火灾伴生 / 次生一氧化碳产生量按下式计算：

$$G_{CO}=2330qCQ$$

式中： G_{CO} ——一氧化碳的产生量，kg/s；

C ——物质中碳的含量（本项目燃烧物质为二甲苯，碳含量为 90.56%）；

q ——化学不完全燃烧值，取 1.5%~6.0%（此处取 2.0%）；

Q ——参与燃烧的物质质量，t/s（二甲苯的泄漏速率为 0.0578kg/s，其中 5% 未完全燃烧，40% 经洗消进入消防废水，余 55% 即参与燃烧的量为 0.0318kg/s，即 Q 为 0.0013kg/s）。

4 环境影响预测

4.1 预测模型及主要参数

①预测模型及主要参数。采用理查德森数判断，二甲苯及一氧化碳属于轻质气体，因此用 AFTOX 模型进行预测计算，分别选取最不利气象条件和发生地最常见气象条件进行后果预测^[3]，具体参数见表 2。

表 1 二甲苯泄漏事故源项分析表

泄漏设备类型	二甲苯进料管	操作温度 /°C	常温	操作压力 /MPa	常压
泄漏危险物质	二甲苯	最大存在量 /kg	—	泄漏孔径 /mm	25
泄漏速率 / (kg/s)	0.0578	泄漏时间 /min	10	泄漏量 /kg	34.667
泄漏高度 /m	2	泄漏液体蒸发量 /kg	0.66	质量蒸发速率 /(kg/s)	0.0011

表 2 大气预测模型主要参数表

参数类型	选项	参数	
基本情况	事故源类型	二甲苯泄漏、火灾爆炸	
气象参数	气象条件类型	最不利气象	最常见气象
	风速 / (m/s)	1.5	2.3
	环境温度 /°C	25	16.46
	相对湿度 /%	50	73
	稳定度	F	D
其他参数	地面粗糙度 /m	0.03	
	是否考虑地形	否	

表 3 预测各有毒有害物质终点浓度

物质名称	毒性终点浓度 -1/ (mg/m ³)	毒性终点浓度 -2 (mg/m ³)
二甲苯	11000	4000
CO	380	95

4.2 预测结果

大气预测结果可见表 4。

由预测结果可知，二甲苯泄漏在最不利气象条件和发生地最常见气象条件下预测浓度均未达到毒性终点浓度 -1 与毒性终点浓度 -2。均未到达最近的敏感保护目标约 1.1km。

二甲苯泄漏后发生火灾次伴生的 CO，在最不利气象条件下未达到毒性终点浓度 -1、到达毒性终点浓度 -2 的最远影响距离为 20m；发生地最常见气象条件下均未达到毒性终点浓度 -1 与毒性终点浓度 -2。均未到达最近的敏感保护（距离约 1.1km）。绝大多数人员暴露 1h 不会对生命造成威胁，但可能受到不可逆伤害，突发环境事件发生时，应根据实际事故情形、发生时的气象条件等进行综合判断，通知厂内外职工和可能影响的下风向居民做好个人防护，必要时疏散至紧急避难所。厂内需采取洗消等应急措施减小环境影响，必要时要求周边居民采取防护措施，或及时疏散。

②评价标准。使用大气毒性终点浓度作为判断危险物质对周边环境风险影响程度的标准。当大气中的危险物质浓度低于大气毒性终点浓度 -1 限值时，暴露 1h 对绝大部分人员没有生命危险，然而一旦超过该限值，则可能对人体造成伤害；当大气中的危险物质浓度低于大气毒性终点浓度 -2 限值时，暴露 1h 一般不会对人体造成不可逆的伤害，或出现症状，一般也不影响该个体采取有效防护措施的能力^[4]。危险物质大气毒性终点浓度值如表 3 所示。

表 4 大气风险预测结果

风险物质	最常见气象条件			最不利气象条件		
	最大浓度 (mg/m ³)	最远影响距离 (m)	达到毒性终点浓度时最远影响距离 (m)	最大浓度 (mg/m ³)	最远影响距离 (m)	达到毒性终点浓度时最远影响距离 (m)
二甲苯	0.7171	40	—	6.1226	70	/
CO	94.2960	10	—	371.0300	10	到达毒性终点浓度 -2, 20m

5 风险防范措施

5.1 大气风险防范措施

A企业严格按照防火等级和建筑防火间距要求设置生产装置及建构物；严格执行安全技术规程和生产操作规程；如需焊接等动火工艺，办理动火证并停产其他相关装置；储槽周围设置符合要求的围堰，安装液位上限报警装置，并设置防静电和防感应雷的接地装置^[5]。A企业还在高危工艺装置区安装了反应釜温度和压力的报警和联锁、反应物料的比例控制和联锁系统、气相氧含量监控联锁系统等装置，一旦发生紧急情况，均可立即停车，启动应急预案，将事故风险对环境的危害降到最低。

5.2 事故废水风险防范措施

A企业按照“单元—厂区—园区/区域”环境风险防控体系的要求建设，构筑厂区内环境风险两级级（单元、厂区）应急防范体系。其中一级为喷淋塔建有安全围堰，周围设有截水沟，二级为设置车间内废水收集沟、收集池、车间外雨水沟等，甲类仓库、危废库内部设置导流沟和收集池，作业场所周边设置导流沟，以上系统均与厂区事故水收集系统联通，并设置事故应急池、雨污水排口闸阀及配套管网设施等，雨水排口设置1个，安装手自一体闸阀并安排专人负责^[6]。

5.3 地下水风险防范措施

A企业已按照要求做好分区防控，对车间、事故水池、危废库区域进行重点防渗，仓库等其他区域进行一般防渗；加强厂区巡检，对跑冒滴漏做到及时发现、及时控制；做好厂区危废堆场、装置区地面防渗等的管理，防渗层破裂后及时补救、更换。建立了地下水环境影响跟踪监测制度，配备

了先进的监测仪器和设备。

6 结论

原料药行业企业涉及大量的环境风险物质，且普遍存在高危工艺，发生泄漏、火灾甚至爆炸事故的可能性较高，因此企业在建设和运营过程中应严格落实风险防范措施，加强管理，避免发生环境风险事故。在发生泄漏事故、火灾事故时，必须及时采取措施切断泄漏源，并做好各项应急处理工作。根据预测分析，并结合A企业多年的运营经验，在落实风险防范措施、制定应急预案、定期开展应急演练的情况下，可有效减少突发环境事件，减轻突发环境事件带来的环境影响。

参考文献

- [1] 《企业突发环境事件风险分级方法》(HJ941-2018)[EB/OL] <https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/other/qt/201802/W020180207362547489418>.
- [2] 张莉红,马子涵,冯锐.合成类制药工业典型工艺环境影响评价产排污要点思考[J].山东化工,2023(7),242-244.
- [3] 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)[EB/OL] <https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/other/pjjsdz/201810/W020181026519881869834>.
- [4] 时任辉.基于SLAB和AFTOX模型的LNG加气站大气环境风险评估[J].绿色科技,2024(4):193-197+220.
- [5] 孙丽,盛雨静.制药企业环境风险防控与应急管理研究[J].上海环境科学,2022(4):158-161.
- [6] 葛永慧,贺红梅.化工企业环境风险防控管理研究[J].广东化工,2018(2):144-145.