

新加坡半定量风险评估方法在某化工企业环氧乙烷深加工项目的应用

陈冠侯¹, 戚国林², 樊蓉³, 陈明亮⁴

四川泰安生科技咨询有限公司, 成都 610000

摘要: 目的 应用新加坡半定量风险评估方法对某化工企业环氧乙烷深加工项目(以下简称“建设项目”)中的环氧乙烷职业病危害进行风险分级。方法 对该建设项目进行职业卫生调查及环氧乙烷浓度的检测分析,采用新加坡半定量风险评估模型对该建设项目聚乙二醇固体减水剂和脂肪醇聚氧乙烯醚生产线存在的环氧乙烷职业病危害进行风险分级。结果 新加坡半定量风险评估模型对建设项目醇醚生产一车间(预反应烷基化装置)外操岗为极高风险,二车间(加成反应主装置)外操岗和聚乙二醇车间(聚合反应装置)外操岗接触的环氧乙烷为高风险,储运岗为中等风险。结论 通过新加坡半定量风险评估模型对该建设项目环氧乙烷进行风险分级发现,环氧乙烷浓度超标的岗位风险分类为极高风险,结果达到或超过行动水平时,风险分类为高风险,结果符合接触限值但有检出的岗位风险分类为中等风险,通过以上的风险分级可为企业进一步采取职业病危害防控措施提供依据。

关键词: 风险评估; 环氧乙烷; 职业危害

职业病危害风险评估,是通过对工作场所存在的职业病危害因素进行辨识、检测和分析,结合职业病危害防护措施及建设项目职业卫生管理等方面,对工作场所职业病危害因素危害程度进行风险分级;根据不同的风险分级,为建设项目提供有针对性的职业卫生预防控制措施建议,从而控制并降低职业病危害风险,保障劳动者的健康^[1,2]。职业病危害风险评估方法通常包括定性、半定量及定量风险评估方法,每种风险评估方法的适用范围和应用条件各不相同。美国、澳大利亚、英国和新加坡等国家已经建立了比较成熟的风险评估模型^[3,4,5]。我国目前的职业病危害风险评估方法大多以定性评价为主,至今尚无适用于我国的半定量及定量风险评估方法^[3]。本次引用新加坡半定量风险评估模型对某化工企业环氧乙烷深加工项目存在的环氧乙烷职业病危害进行风险分级,分级结果有助于化工企业进一步采取针对性的职业病危害防控措施。

1 对象与方法

1.1 对象

以四川某化工企业环氧乙烷深加工项目(聚乙二醇固体减水剂和脂肪醇聚氧乙烯醚生产线)生产场所为研究对象。

1.2 方法

1.2.1 职业卫生调查

对该建设项目进行职业卫生现场调查,调查内容主要有工程概况、生产状况、总体布局、生产工艺、生产设备及布局、生产过程中的物料及产品、职业病防护设施、个人使用的职业病防护用品、应急救援、职业卫生管理、职业病危害因素以及时空分布等。

1.2.2 职业卫生检测

根据 GBZ159-2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》、安监总厅安健〔2016〕9号《职业卫生技术服务机构检测工作规范》和 GBZ/T 160.58-2004《工作场所空气有毒物质测定 环氧化合物》的相关要求,对该建设项目作业场所进行环氧乙烷

浓度的采样与检测，结果显示醇醚一车间外操工接触的环氧乙烷浓度超过 GBZ2.1-2007《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》制定的时间加权平均容许浓度要求；醇醚二车间与聚乙烯醇车间外操工接触的环氧乙烷浓度符合其接触限值要求，但结果已达到或超过了化学毒物的行动水平要求；泵区与储罐区检测结果符合环氧乙烷的职业接触限值要求。

1.2.3 风险评估方法

新加坡有害化学物质职业暴露半定量风险评估模型为半定量评估方法，可对工作场所存在的化学物质进行半定量风险评估^[1]。首先依据毒物的固有毒理学特性、三致效应等特性确定其危害等级(HR)，既根据美国工业学家协会(ACGIH)和国际癌症研究中心(IARC)致癌作用分类，或根据化学物的急性毒性资料(LD₅₀和LC₅₀)确定风险因子的危害等级；然后根据作业人员暴露频率、暴露时间和暴露浓度等按照公式(1)确定其周暴露水平(E)，并将其与职业接触限值(Occupational exposure limits, OELs)的比值即暴露级别(ER)按照大小划分为1~5共5个等级，分别对应：可忽略风险、低、中、高和极高风险。最后根据公式(2)计算风险水平并确定该工作场所的风险等级^[5,6]。

$$E = (F D M) / W \quad (1)$$

式中：E-周暴露水平,mg /m³；F-每周暴露频率,次/周；D-每天累计暴露时间,h；M-暴露水平, mg /m³；W-每周平均工作时间,40 h。

$$\text{Risk} = \sqrt{HR ER} \quad (2)$$

式中：Risk-风险等级；HR-危害等级；

ER-暴露级别。

2 结果

2.1 建设项目基本情况

2.1.1 生产概况

该建设项目以环氧乙烷、丁醇、戊醇、十二醇、乙酸等物质为原料，生产聚乙二醇固体减水剂和脂肪醇聚氧乙烯醚。生产装置主要由醇醚一车间（预反应烷基化装置）、醇醚二车间（加成反应主装置），聚乙二醇车间（聚合反应装置）以及储罐区、泵区、辅助生产区等组成。

2.2.1 劳动作业写实

建设项目生产岗位劳动定员为56人，生产岗位实行四班两倒，每天工作12h，每周工作40h。工人作业方式以巡检为主，工种包括班长、切片岗、包装工岗和外操岗等，每班巡检频率为每2h巡检1次，每次60min，每班接触时间6h。

2.2.2 职业病防护措施

生产工艺采用集散型控制系统(DCS)集中控制，系统实现过程参数远程监控、生产过程联锁、批量控制、事故报警和报表打印输出等功能；化学品储罐充装设备为自动密闭化作业，只需工人连接管道、开关设备后远距离值守装卸。醇醚罐装库产品出料口设机械抽风罩，通过抽风管将AEO气体排向室外。

2.2.3 职业健康监护与个人防护用品

建设项目按照《用人单位职业健康监护监督管理办法》(国家安全生产监督管理总局令(2012)第49号)和《职业健康监护技术规范》(GBZ188-2014)的要求，组织了一线接害人员进行岗前、在岗与离岗职业健康体检，体检率达100.0%；按要求配发

了防尘毒口罩、防护面罩、工作服以及防护手套、耳塞、有毒气体报警器等，要求人员进入生产区时须严格按照要求正确佩戴个人防护用品，符合职业卫生要求。

2.2.4 职业卫生管理

建设项目按照《中华人民共和国职业病防治法与》（中华人民共和国主席令〔2018〕第 24 号）和《国家安监总局办公厅关于印发职业卫生档案管理规范的通知》（安监总厅安健〔2013〕第 171 号）的相关要求，建立了完善的职业卫生管理体系，进行了职业病危害项目申报；制定了相应的职业卫生

管理制度和相关操作规程及《职业健康监护制度》。

2.2 作业场所职业病危害因素分析

建设项目在正常生产过程中，作业人员接触的职业病危害因素主要包括噪声、高温、化学毒物(丁醇、戊醇、十二醇、环氧乙烷、十二醇钾、乙二醇、乙酸、氢氧化钠、氢氧化钾、盐酸等) 和粉尘等。由于建设项目主要原料为环氧乙烷，其使用较大且在作业场所暴露量、接触人数及接触频率均较高，故将环氧乙烷作为主要化学毒物进行分析，其检测结果及分布情况见表 1。

表 1 建设项目各工种场所环氧乙烷浓度检测结果

岗位	工作场所	定员数	检测点数	C _{TWA} (mg/m ³)	超标点数	超标率%
醇醚一车间 外操岗	预反应烷基化装置	8	4	0.1~2.4	1	25.0
醇醚二车间 外操岗	加成反应主装置	8	4	0.1~1.0	0	0.0
聚乙二醇车 间外操岗	聚合反应装置	8	4	0.1~1.5	0	0.0
储运岗	泵区、储罐区	4	3	0.1~0.3	0	0.0

2.3 职业病危害风险分级结果

根据建设项目工作场所环氧乙烷的检测结果，采用新加坡半定量风险评估模型对建设项目各岗位接触的环氧乙烷浓度进行职业病危害风险分级。环氧乙烷风险分级：醇

醚生产一车间（预反应烷基化装置）外操岗为极高风险，醇醚二车间（加成反应主装置）外操岗和聚乙二醇车间（聚合反应装置）外操岗为高风险，储运岗为中等风险，见表 2。

表 2 环氧乙烷职业病危害风险分级结果

岗位	工作场所	M (mg/m ³)	D (h)	F (次/周)	W(h)	E (mg/m ³)	OELs mg/m ³	E/OELs mg/m ³	ER	HR	风险水平	风险等级
醇醚一车间 外操岗	预反应 烷基化 装置	2.4	6	7	40	2.52	2	1.260	4	4	5	极高
醇醚二车	加成反	1.0	6	7	40	1.05	2	0.525	4	3	4	高

岗位	工作场所	M (mg/m ³)	D (h)	F (次/周)	W(h)	E (mg/m ³)	OELs mg/m ³	E/OELs mg/m ³	ER	HR	风险水平	风险等级
间外操岗	应主装置											
聚乙二醇 车间外操岗	聚合反应装置	1.5	6	7	40	1.57	2	0.785	4	3	4	高
储运岗	泵区、储罐区	0.3	6	7	40	0.32	2	0.158	4	2	3	中

3 讨论

采用新加坡半定量风险评估模型对某化工企业环氧乙烷深加工项目中存在的环氧乙烷进行风险分级旨在探索企业接害岗位接触的有毒物质浓度超标或不超标时,如何对接害场所进行防范与管理,加强企业职业病防治意识。通过分析,醇醚一车间(预反应烷基化装置)外操岗接触的环氧乙烷浓度超过 GBZ1-2007《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》制定的职业接触限值要求,通过半定量风险评估为极高风险;醇醚二车间(加成反应主装置)与聚乙二醇车间(聚合反应装置)外操岗接触的环氧乙烷浓度虽未超过职业接触限值,但已达到化学毒物的行动水平,通过半定量风险评估为高风险;储运岗接触环氧乙烷浓度(有检出)低于化学毒物的行动水平,通过半定量风险评估为中等风险。

通过对风险分级的结果进行分析,结果显示环氧乙烷深加工作业场所中存在的环氧乙烷浓度对职工身体健康有明显的危害,企业应采取适当的防控措施降低风险,包括①选择合适的措施消除或降低风险,如加强物料输送管道、泵以及反应装置的密闭化程度,在易造成物料跑、冒、滴、漏的区域安装排风净化系统,采取管理措施,配发个人防护用品等;②对工作场所进行危害因素检测,掌握作业场所有害物质浓度暴露情况;③组织暴露人群进行职业健康检查,关注暴

露人群健康情况;④建立应急救援程序,制定和实施安全、正确的工作程序。

综上所述,新加坡半定量风险评估模型综合了“化学因素固有的特征、接触着暴露水平及风险暴露水平”这三个因素对化学毒物职业病危害风险分级,可操作性强,能客观反映用人单位工作场所中化学毒物危害暴露情况,有助于企业采取有针对性的职业病危害防控措施,防止职业病发生。

参考文献:

- [1] 智华, 陈慧峰, 闫雪华, 赵雷, 王烁, 林健, 黄汉林, 陈嘉斌. 应用 2 种风险评价方法评估某石化企业化学毒物危害风险级别[J]. 中国职业医学 2017. 2, 44 (1):65-69.
- [2] 朱博, 王新, 孙明伟, 等. 职业病现状评价中风险评估方法的概述[J]. 中国卫生工程学, 2013, 12(2): 147-149.
- [3] National Academy of Sciences. Risk assessment in the federal government: managing the process [R]. Washington DC: National Academy Press, 1983.
- [4] The University of Queensland. Occupational health and safety risk assessment and management guideline [R]. Australia: Occupational Health and Safety Unit, 2004
- [5] Control of Substances Hazardous to Health (COSHH) Guidance notes on risk assessment [R]. Manchester: Manchester Metropolitan University, 2006.
- [6] 张琦文. 毒物风险评估在职业危害预评价的应用探讨[J]. 山西医药杂志. 2014, 43(17): 2038-2040.

作者简介：

姓名：陈冠侯

学历：本科

职称：工程师

专业：化学工程与工艺

工作单位：四川泰安生科技咨询有限公司

电子邮件：www.1906902044@qq.com

通讯电话：18215563536

通讯地址：四川省成都市高新区益新大道 288 号