

· 经验交流 ·

对首次引进剧毒化学品生产项目的职业病危害评价方法探讨

汪庆庆, 杨杰

(江苏省疾病预防控制中心, 江苏 南京 210009)

随着我国经济的发展, 国外许多跨国企业纷纷在我国内地建立生产基地, 在引入先进的生产技术、管理模式的同时, 也带来了一定的职业病危害。《中华人民共和国职业病防治法》明确规定, 新建、扩建、改建建设项目和技术改造、技术引进项目可能产生职业病危害的, 建设单位在可行性论证阶段应当向卫生行政部门提交职业病危害预评价报告。因此, 评价单位在建设项目职业病危害预评价工作中, 时常会遇到国内首次引进的项目, 特别是在该项目可能涉及剧毒或高毒化学品, 相关基础资料不完备的情况下, 如何正确评价建设项目的职业病危害程度, 成为评价工作的难点和关键点。本文拟结合某化工引进项目探讨在职业病危害预评价中常用的方法和各方法的优劣。

1 项目概况

该项目生产工艺为丙烯酸甲酯和二甲基乙醇胺进行酯交换生成丙烯酸二甲氨基乙酯, 同时生成副产品甲醇。经工程分析, 本项目产生的职业病危害因素主要有毒物、粉尘、噪声。毒物主要有原料丙烯酸甲酯、二甲基乙醇胺, 夹带剂二苯醚, 催化剂二乙酸二丁基锡, 阻聚剂(酚噻嗪、对羟基苯甲醚、硫代二苯胺), 产品丙烯酸二甲氨基乙酯, 副产品甲醇等; 粉尘主要为活性炭粉尘; 噪声为生产性物理因素。

该项目的评价重点在于化学有害因素的危害程度、暴露和接触水平。

该项目存在的评价难点有: 在世界范围内, 该生产技术为国外某大型化工公司的专有技术, 目前我国没有已建成的同类装置。装置中生产使用的部分化学物质毒性较大, 国内缺乏相关的理化性质、毒性、对人体的健康危害、职业接触限值等基础资料。企业提供的类比资料不完整, 数据不充分。

2 评价方法选择

根据本项目生产过程中可能产生职业病危害的特点, 分别采用类比法、经验法、风险评价法等从各个方面进行分析, 综合各评价方法结果, 确定本项目的职业病危害因素种类和危害程度。

3 评价分析过程及结果

3.1 化学物料的固有特性

了解生产过程中存在的各化学品固有特性是识别职业病危害因素的基础, 可以通过查阅化学品的物料安全数据表(MSDS)、国内权威参考书籍中化学毒物的毒性和危害、国内外权威网站中相关资料等途径获得。

通过初步检索, 除了在《化工行业职业性接触毒物危害程度分级》(HG24001-96)中查到本项目中丙烯酸甲酯属于Ⅳ级轻度危害的毒物, 在我国目前各权威参考资料、网站、《高毒物品目录》(卫生部2003年版)、《剧毒化学品目录》(2002版)中均没有查到该项目中所提及的毒物。唯一的信息来源是企业提供的物料安全数据表, 因此只能从有限的资料中获取最多的信息。

通过MSDS资料了解到, 本项目的产品丙烯酸二甲氨基乙酯大鼠吸入 LC_{50} 为0.066 mg/(1/4)h, 毒性分级为剧毒, 皮肤接触可引起灼伤和过敏, 与空气混合可形成爆炸混合物, 燃烧时可生成氮氧化物(NO_x)、氰化物等有毒气体; 催化剂二乙酸二丁基锡作为有机锡化合物, 具有较强的急性毒性(大鼠经口 LD_{50} 32 mg/kg), 并在热分解或燃烧时可能会产生一氧化碳、氧化锡等刺激性和剧毒性气体; 原料二甲基乙醇胺燃烧时产生氮氧化物(NO_x)等有毒气体; 酚噻嗪燃烧时产生氮氧化物(NO_x)、二氧化硫(SO_2)等有毒气体; 阻聚剂产品和部分原料为致敏物质; 部分物料具有强烈的刺激作用。本项目可能接触的化学物质有害因素中存在高毒或剧毒的物质, 可以通过呼吸道、皮肤、眼等途径接触, 可引起急性中毒、化学性灼伤、过敏等职业病危害。

3.2 类比法调查结果

本项目选用国外同类装置的检测数据和体检结果, 所有资料均由业主提供, 经过分析类推拟建项目的职业病危害程度。

类比装置已投产运行20多年, 装置定员、生产制度、主要原料、产品、生产工艺均与新建项目相同或类似。类比装置采取的职业病防护措施、个人防护用品与本次新建装置相同。

在化学毒物检测结果中, 业主提供了若干个近年来类比装置二甲基乙醇胺的检测数据。由于该物质我国还未制定接触限值, 因此参考业主提供的当地标准, 检测结果均符合当地部门的相关标准。

在噪声检测结果中, 业主提供了装置最近一次噪声检测结果, 检测巡检岗位的噪声等效连续声级, 所测4个样品的噪声等效连续声级均低于85 dB(A)。

类比装置根据国外的有关法律、法规规定, 不需要进行特殊的职业健康体检, 操作人员每5年进行一次普通健康体检。自装置运行以来, 未发生因装置运转造成的相关疾病和中毒事件。

因此, 从类比调查资料看, 该项目未发生过职业病危害事件, 正常生产状况下生产场所所有有害因素(二甲基乙醇胺)浓度控制在相应标准以下。

收稿日期: 2008-04-01

作者简介: 汪庆庆(1973-), 女, 主管医师, 主要从事职业病危害评价工作。

3.3 经验法分析结果

本项目属于化工企业,其产品主要用于生产高效阳离子高分子絮凝剂,属于精细化工类产品。对化工行业的职业病危害评价,评价单位已积累了较多的资料和经验,因此可以采用经验法对该项目进行分析。

从生产工艺分析,本项目采用酯交换反应,为中等放热反应,蒸馏温度高于大部分物质的沸点,在蒸馏塔中气液混存,反应压力为正压,因此部分物料处于易挥发状态,如果设备存在泄漏点,作业场所有害物质浓度可能升高。

从设备分析,该项目主要静设备有反应蒸馏塔、换热器、容器等,主要动设备有各类离心泵、真空系统、冷冻机组、计量泵等,动设备是可能引起物料跑、冒、滴、漏和产生噪声的重要环节。所有设备均在国内订购,密闭性能上可能略次于进口设备。除灌装设备安装在室内,其余设备均为露天布置,因此除非大量泄漏或爆炸等意外事故,设备跑、冒、滴、漏引起的有害因素浓度升高一般表现为局部高浓度,自然通风良好时短时间内可以稀释扩散。

从生产自动化水平分析,该项目采用分散控制系统(DCS)、安全仪表系统(SIS),并设有火灾和可燃气体报警系统、停车联锁装置,自动化水平较高。

从工人作业条件和操作方式分析,化工行业一般操作方

表1 各项作业风险水平定量分析

作业名称	可能接触的化学物质有害因素	暴露级别 (ER)	危险级别 (HR)	风险级别 [(ER×HR) ^{0.5}]	风险水平评价
巡检作业	丙烯酸甲酯、丙烯酸二甲氨基乙酯、二甲基乙醇胺、甲醇、二苯醚	3	3	2.9	一般风险
桶装物料加料	二乙酸二丁基锡	3	4	3.3	一般风险
袋装物料加料	阻聚剂	3	2	2.3	可忽略风险
槽车装卸	二甲基乙醇胺、甲醇、二苯醚、丙烯酸二甲氨基乙酯	3	3	3.1	一般风险
产品灌装	甲醇、丙烯酸二甲氨基乙酯	4	4	3.8	高风险
取样	丙烯酸甲酯、丙烯酸二甲氨基乙酯、二甲基乙醇胺、甲醇、二苯醚	1	3	2.0	可忽略风险

从表1看出,在本项目中产品灌装属于高风险作业,巡检、桶装物料加料、槽车装卸属于一般风险作业,袋装物料加料、取样属于可忽略风险作业。产品灌装过程中化学毒物的接触情况主要取决于桶装线的自动化程度、密闭程度、局部抽风装置设计的合理性、工人的操作方式等,由于可研阶段还未具体选定灌装设备,因此在危害控制措施一项取值时,按照控制措施到位并定期维护到没有控制措施分别取值,风险级别分值在3.2~3.9之间,灌装操作偏向于高风险作业,这与经验法分析也是吻合的。

因此,通过风险评价分析,该项目存在高风险的作业为灌装作业,应重点加以控制和防护,巡检、桶装物料加料、槽车装卸等作业也存在一定风险,也应采取一定的防护措施。

4 评价方法优缺点分析

通过以上对同一项目不同方法不同角度的分析,虽然最后结果基本一致,但各方法都有其优缺点。

类比法作为最常用的评价方法,有客观、科学、直观、简便易行等优点,尤其在对扩建企业的预评价时可以起到非

式有现场巡检、视屏监控、辅料加料、取样分析、槽车装卸、产品灌装、设备清洗、维修保养等。结合物料的固有特性、设备密闭性分析这些操作过程,可能直接大量接触物料的操作有加料、取样、槽车装卸、产品灌装、设备清洗、检修等过程。

从我国化工企业职业伤害和急慢性职业中毒流行病学调查结果^[1-3]分析,化工企业职业病危害以急性中毒和职业伤害(如化学性灼伤等)为主,也有慢性职业中毒和其他职业病。急性职业病事故主要原因有工作疏忽、意外事故、违反操作规程、管理制度不完善等。这些原因都可以在项目投产后通过制定正确的操作规程、加强职业病管理、加强培训等措施得到预防。

因此经验法分析认为,在进行以上可能直接接触物料的操作时如能保证设备运转正常、卫生防护措施到位、严格执行作业规程、加强个人防护,应能将整个项目的职业病危害因素浓度(强度)控制在国家限值标准内。

3.4 风险评价法结果

选用国外某化学品风险评价方法对该项目主要操作过程进行风险水平半定量分析^[4]。以正常生产情况下,结合现有防护措施确定暴露级别,评价结果见表1。

常重要的指导作用。但如果检测数据、体检数据不充分,检测能力有限、没有条件亲自到现场进行调查时,类比调查结果也可能对新建项目职业病危害因素实际接触情况产生误导^[5]。在本项目中,同样遇到这些问题。首先,类比现场不在国内,无法实地勘察;其次业主仅提供了一种化学毒物的检测数据,和实际接触毒物种类比较相差甚远;第三没有详细的防护设施描述。因此在可比性方面存在一定的缺陷,如设备材质和密闭性的可比性、人员操作方式的可比性、生产能力的可比性、管理制度的可比性等,所以在进行类比结果的类推时有许多先决条件,不能随意将类比调查结果类推到新建项目上。

经验法从化工行业的常见生产方式进行分析,只要分析细致全面、推断合理,对这个项目可以起到较好的参考作用,但是受评价者所具有的知识、经验和资料限制。在这个项目中,主要来源于各种化学毒物的毒性资料和健康相关资料过少,对潜在的职业病危害可能分析不到位。同时由于在可研阶段,设备型号和布局、关键部位防护措施、工人在现场的

实际操作方式等资料缺乏,使分析受到限制。

风险评价法引入了半定量的方法,直接计算出工人各项作业的风险等级,结果简明扼要,一目了然,对企业确定重点危害控制点、高风险作业有较大帮助。其缺点就在于计算较繁琐,有些参数不易获得,部分参数的确定受评价人员经验的限制。

通过以上分析,不同的评价方法有各自的侧重点,在遇到国内首次引进的项目时,尤其是可能产生高毒剧毒化学品时,评价单位应慎重对待,尽量在评价中使用多种评价方法,从多角度对项目进行分析,力争做到客观、公正。

参考文献:

[1] 刘新荣,杨建国,沈骏,等. 1993~2002年某化工开发区职业伤

害的流行病学研究 [J]. 工业卫生与职业病, 2003 29 (6): 325.

[2] 杜燮祯,张敏,王焕强,等. 1989至 2003年全国刺激性气体重大急性职业中毒的特征 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2006 24 (12): 716-719.

[3] 张敏,李涛,王焕强,等. 1989至 2003年全国窒息性气体重大急性职业中毒的特征 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2006 24 (12): 712-715.

[4] 廖庆,陈永表,胡伟江. 国外工作场所风险评价简介 [C]. 第九次全国劳动卫生与职业病学术会议论文汇编 (II), 2006 273-281.

[5] 汪庆庆. 同一建设项目预评价与控制效果评价的验证分析 [J]. 中国职业医学, 2006 33 (1): 66-67.

便携式直读仪在职业卫生领域的应用

张宝林,徐列兵,余全军

(中国石油集团石油职业卫生技术服务中心,河北 廊坊 065000)

便携式直读仪指在现场瞬时或近于瞬时读取有害气体浓度的仪器。这种仪器在国外应用较为广泛。近几年,我国在引进国外技术或直接进口传感器等关键部件组成国产仪器的同时,科研人员也研制开发出了多种类型的具有不同传感器的便携式现场快速检测仪和分析仪器,用于环境监测、职业卫生检测、生产过程中的监控及气体成分分析、气体泄漏报警等。采用便携式直读仪器进行现场检测具有其他仪器无可比拟的优点,本文就其类型、应用现状及前景做一简要介绍。

1 便携式直读仪器的类型

便携式现场检测分析仪器的关键部件是传感器,可分为四类^[1,2]。(1)电学类气体传感器:利用电学参量随气体浓度的变化而改变的特性制作的气体传感器,可分为电阻式和非电阻式两大类;(2)光学类气体传感器:利用气体的光学特性来检测气体成分和浓度的传感器,可分为红外吸收式、可见光吸收光度式、光离子化式等3种;(3)电化学类气体传感器:利用两个电极之间的化学电位差,一个在气体中测量气体浓度,另一个是固定的参比电极,电化学式传感器采用恒电位电解方式和伽伐尼电池方式工作;(4)其他:高分子气敏材料传感器,由于其易操作性、工艺简单、常温选择性好、价格低廉,在毒性气体和食品鲜度检测中发挥着巨大的作用。它主要分为高分子电阻式、高分子电介质式、浓差电池式、声表面波传感器 SAW (surface acoustic wave)、石英振子式等,尤其是具有声表面波 SAW 传感器的便携式气相色谱具有快速定性和定量的特点。SAW 传感器自身固有一个振荡频率,当外界待测量变化时,会引起振荡频率的变化,从而测出气体浓度。现在,生物传感器的研究也极为活跃,最有

趣的是活细胞传感器,将活着的动物或植物细胞固定在电化学电极上,能对许多有毒污染物产生响应。

根据危害,有毒有害气体可分为可燃气体和有毒气体两大类,由于其性质和危害不同,可选择相应传感器进行检测。如有毒气体及其检测多采用电化学传感器、光离子化传感器和红外吸收式,而可燃气体检测采用催化燃烧式检测仪、半导体式传感器等。

2 便携式现场检测分析仪器应用现状

准确性标定和检测抗干扰问题是便携式直读仪器不能用于职业卫生检测的两个关键的问题,现已得到解决。在准确性标定方面,我国现已有气体快速检测仪本身的计量性能要求、通用技术要求、计量器具控制的标准文献颁布^[3]。对于抗干扰问题,则采用了以下措施:(1)提高传感器的选择性,尽可能选用抗干扰能力强的仪器。仪器实在不能排除的干扰气体,厂商应给出各种干扰气体的干扰比,以便结合现场气体成分组成情况,进行检测评估,确认干扰在误差范围内后,再进行检测。(2)采用过滤法,在传感器前设置过滤管(或片),用吸附法或反应法排除干扰气体,如苯的PID检测仪检测法,即是在探头前部加苯过滤管。(3)掌握检测场所气体成分的组成情况,采用组合检测方法排除干扰。(4)采用便携式气相色谱仪的色谱柱分离,使各组分单独检测,排除干扰。

硫化氢气体快速检测仪计量性能要求、通用技术要求、计量器具控制的标准已经制订成文,直读式无动力H₂S检测器^[4]、硫化氢被动式检气管方法^[5]已经应用。在氨的检测方面^[6],有文献报道将纳氏试剂分光光度法和便携式傅立叶变换红外气体分析仪检测结果与国际法或国家推荐方法作对照实验分析,相对准确度为1.32%,采用数理统计的F检验方法(方差比检验法)和t检验法中的配对研究法将两种检测方法结果进行判断,差异无统计学意义。采用美国华瑞 RGM-

收稿日期:2008-03-03 修回日期:2008-08-06

作者简介:张宝林(1955-),男,教授,主任医师,从事职业卫生检测与评价工作。