

基于危险源辨识与风险评估的实验室安全管理

贺煜峰^{1,2} 郭冰^{1,2} 傅增慧^{1,2} 邱冬^{1,2} 马文杰^{1,2}

1.中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司; 2.中海石油环保服务(天津)有限公司

DOI:10.12238/jpm.v3i12.5497

[摘要] 企业的化验室是确保产品质量的关键部门,它承担着生产过程中原材料的入库、生产、出厂等各个环节的检验工作,对确保生产的正常进行具有十分重要的意义。化验室的工作人员会接触到一些腐蚀性物质、易燃易爆物质、高压物质等,取样的时候要面对高温和压力,所采用实验设备需要用电,上述这些问题都可能引发安全事故,化验室做好安全管理工作必须要识别化验过程中存在的风险,对存在的风险进行评估,以免发生安全事故,给公司造成无法弥补的损失。文章从风险来源、识别方法、风险评价、风险控制措施等方面进行了分析,并结合实际案例进行了分析。

[关键词] 危险源辨识; 安全管理; 风险评估; 实验室

Laboratory safety management based on hazard source identification and risk assessment

He Yufeng^{1,2}, Guo Bing^{1,2}, Fu Zenghui^{1,2}, Qiu Dong^{1,2}, Ma Wenjie^{1,2}

1. Cnooc Energy Development Co., LTD. Safety and Environmental Protection Branch, Tianjin 300458;

2. CNOOC Environmental Protection Service (Tianjin) Co., LTD. Tianjin 300452

[Abstract] The laboratory of the enterprise is the key department to ensure the quality of products, it is responsible for the production process of raw materials warehousing, production, factory and other links of the inspection work, to ensure the normal production has a very important significance. Laboratory staff will contact with some corrosive substances, flammable and explosive substances, high pressure substances, etc., sampling to face high temperature and pressure, the experimental equipment need electricity, these problems may cause safety accidents, the laboratory must identify the risks in the testing process of safety management, to evaluate the existing risk, in order to avoid safety accidents, cause irreparable losses to the company. This paper analyzes the aspects of risk source, identification method, risk evaluation, risk control measures, and is combined with the actual cases.

[Key words] hazard source identification; safety management; risk assessment; laboratory

引言

企业科研工作往往与实验室紧密联系,但往往在实验中要配制和使用各类危险化学品,如强酸、强碱、强腐蚀、剧毒、易燃易爆等危险物品,如果操作不当,极有可能导致药剂灼伤、中毒、火灾、爆炸等,给实验室带来不必要的损失,对实验室的安全使用、管理和工作人员的生命安全构成了极大的威胁。加强实验室安全管理,科学规范使用化学危险物品,制订突发事件的应急处置措施,是保证安全生产顺利开展的关键。

1 危险源及识别办法

危险源的产生,会使工人受伤、职业疾病、经济损失、周边生态环境遭受污染、危害,是导致安全生产的重要因素。通过对危险源的辨识与判定,并依据相应的风险评估准则,对其进行风险评估。危险源识别是指对危险进行认识,并认识危险

等征,有许多方法,但都是有针对性的,常见的方法有故障树分析、危险分析、安全检查表、预危险分析等。

2 化验室危险因素识别

炼化公司的化验室工作人员,要对工厂内的设备进行采样,然后进入实验室进行化验,这是一个不安全的过程,也是一种非常复杂的实验。

1) 物理危害: 实验室内的样品和化验仪器的质量问题、安全保护措施、生产环境、化验环境等问题。

2) 化学危险: 有毒、易燃易爆、腐蚀、高压、高温、化验所需的化学试剂。

3) 行为风险: 作业人员的工作失误、未按照检验程序进行操作、管理不善等。根据危险源类型的分类,可以利用作业危害分析和安全检查表分析等方法进行危险因素辨识。通过对危

险因素的识别和分析,可以定性分析各种危险因素,确定和判定化验中可能存在的危险,并采取相应的对策,防止发生安全事故,减少人员伤害,对实验室的危险因素进行识别和分析,对工作流程进行详细的分析,确定工作中可能存在的危险源,如工作人员的工作位置、取样、分析等,以便采取有效的对策。

化验室工作人员,检验设备,生产样品采集工具,样品状况,化验药剂,化验操作规程,应急处理程序,化验室和生产取样区环境,废弃化学样品的处理,系统全面分析化验工作,并综合考虑各种工作条件。“安全检查表”是一种比较常用的、也是最基础的一种方法,它会根据被检测的目标,通过问题的形式,形成一张完整的表格,能够更好的识别和判断出其中的风险。

安全检验单的分析过程通常是:1)明确被检验的对象的检验内容;2)收集分析过程中的各项指标,并编制完整的安全检查表。3)按分割的单位执行检验和记录。4)为实验室的危险因素制订有效的预防措施。将安全检查表与工作危险分析相结合,能够更好地保障化验室的安全生产,识别和分析化验现场的危险因素,从而提高安全预防和处置能力,是一种基于工作实践的有效方法。

3 风险评价

炼化企业化验室的风险评估方法主要有定性分析和定性分析,根据化验室的实际情况,利用矩阵方法进行风险评估,通过对生产样品的化验过程和环境影响因素进行分析和判定,从而得出对化验结果的损害程度和可能的影响范围,从而为制定相应的对策提供依据,降低风险水平,有效地控制风险。其具体评估程序如下:1)采集化验过程中存在的各种危险因素,并对其影响程度进行分析;2)对危险事件发生的可能性进行分析,包括风险的产生、保护设施的配备、处理方法等;3)对已建立的危险矩阵进行评价。

4 基于危险源辨识的实验室危险废物分类管理及处置

4.1 实验室危险废物识别

根据《国家危险废物名录》,实验室产生的有害废物分为五大类:

1)医用废弃物 HW01 (编号 900-001-01)。用于预防牲畜传染性疾病的废物。主要涉及生物实验室和医学实验室所产生的动物尸体;组织,毛皮,血液样品等。

2)HW29 含汞废料(废料编号 900-023-29,900-024-29)。生产、销售、使用中产生的废弃含汞灯管及其它废弃含汞光源。本公司主要从事含汞废热源、废含汞温度计的研制。

3)HW49 中的其它废料(编号 900-041-49)。废弃包装物,容器,过滤吸附介质,含有毒、感染性危险废物。主要用于实验室所产生的废旧劳保用品、玻璃器皿、化学试剂空瓶等。

4)HW49 中的其它废料(编号 900-047-49)。在科研、开发和教学过程中,由化学及生物实验室所产生的废料。实验室产

生和收集的实验废液,检测废液等。

5)HW49 的其它废料(废料编号 900-999-49)。由于没有利用而被大家遗弃或遗弃;淘汰、伪劣、过期、失效的;公安机关依法对社会公众所提供的危险化学品进行收缴和收受。主要用于实验室淘汰、过期、废弃的化学试剂等。

4.2 风险评价

本论文以 GB/T28001 为依据,结合《安全检查表》、《专家评审法》等方法,对实验室进行了安全性风险评估。参照专家对危险源的影响程度,制定了相应的危险源评价标准,并给出了相应的危险因素评价标准。根据专家评审的方法,通过对危险源的打分、计算,确定了化学实验室的安全级别:80 以上的为一级化学实验室;40 以下为化学乙级实验室;低于 40 分的是化学丙类。分数愈高,则愈容易出现重大或其它的安全事件,且危险来源愈多。

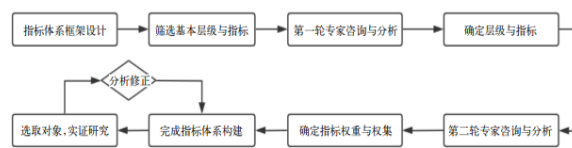


图1 专家评审安全指标的确定

5 实验室危险废物的处置实践

5.1 预处理技术

5.1.1 实验废液预处理技术

为提高工作效率,确定其处置方式,实验废液预处理技术包括特性筛查、预混合及配料。

1) 特征筛选。

试验筛查法(5)主要由燃烧筛选(闪点,可燃性,热值,烧焦试验),反应性筛选(pH,氧化性,还原性,遇水,遇酸,遇碱),以及毒性筛选(硫,氯,磷,氟,氮,重金属,有毒元素等)。燃烧性筛选主要是确定垃圾的可燃性和燃烧状况,根据燃烧性判断,采取高温或物理方法处理;反应性筛选的重点是废物的预处理、配料的安全性;毒性物质筛选主要是为了确定废弃物的组成成分的控制。

2) 预混

由于实验废液的包装大多为 50 L 或 50 L 以下的容器,不利于临时储存和大量处理,所以必须进行预混,预混时遵循相似相容性(同一家废厂的相同类型的废液,在混合之前,要进行预混,看有没有分层、聚合、放热、或产生气体等)。3)原料。对粘稠性、反应性和毒性物质超标的试验废液,不能直接投入炉中,必须进行配料,采用吸湿物料、消除反应性物料进行配料、混合、分散,配料后的废弃物经过分析和检验,符合危险废物的高温焚烧排放标准。

用处理的化学酸类、碱类、酸碱性用氧化还原的化学氧化剂还原剂或能毒性的化学如六价铬盐、氰化物等用稀释毒化学特化学含高化用水解处理的化学品化学剂如湿发生水解。

5.1.2 废弃化学试剂预处理技术

废弃化学品的种类很多,其物理性能也各不相同,存在着

很大的安全风险, 对其进行分类、筛选是其重要的环节。废物的处理方法: 按照不同的处理方法, 按不同的处理方法进行分类, 其中, 以高温处理为主, 而对无机化学药剂的处理, 以物理、化学、稳定、固化等方法处理。

1) HW0190000101. 防传染病的废物。主要涉及生物实验室医学实验室产生的动物尸体组织毛皮血液样品等。1) 高温下的处理过程划分。一般有机化学品, 特种有机化学品, 剧毒有机化学品。

2) HW29 含汞废液 9000232990002429. 生产、销售使用中产生的废汞灯管及其废汞光源。主要含汞源、废汞温度计。2) 物理/化学处理(无机液体): 普通无机液体, 特殊无机液体, 剧毒无机液体。

3) 稳定/固化处理过程(无机固体): 普通无机固体, 特殊无机固体, 剧毒无机固体。对于未知的化学物质, 要经过特征筛选, 才能确定合适的处理方法。分级的目标是使废物的反应性、腐蚀性和毒性最小化, 从而满足物料的处置指标。中和法、氧化还原法、稀释法、水解法是目前常用的预处理工艺。

适用于中和前处理的化学物质: 酸类、碱类、酸类、碱性水溶液; 适用于氧化还原前的化学物质: 氧化剂、还原剂、或能使它们的毒性降低的化学物质(例如六价铬盐、氰化物等); 适用于化学药剂的稀释前处理: 有毒化学药剂(如砷、汞); 特种化学品(含有高卤化物); 适用于水解法前处理的化学品: 专用化学药剂(如金属钾, 金属钠, 遇湿时发生水解反应)。

5.2 实验室危险废物处置关键技术控制

5.2.1 实验室危险废物的处置方式

实验室产生的危险废物处置方式主要包括高温焚烧处置、物理/化学处置、稳定化/固化填埋处置、综合利用处置, 见表1。

表1 实验室危险废物的处置方式

废物种类	废物代码	主要废物	主要处置方式	危险性
HW01	900-001-01	医疗废物	高温焚烧	感染性
HW29	900-023-29	废弃汞光源	综合利用	毒性
HW30	900-024-29	废含汞温度计	综合利用	毒性
HW49	900-041-49	废弃沾染物	高温焚烧	毒性/感染性
HW49	900-047-49	实验废液	高温焚烧/物理化学	毒性/腐蚀性/易燃性/反应性
HW49	900-999-49	废弃化学试剂	高温焚烧/物理化学/稳定化固化填埋	毒性

5.2.2 关键技术控制点

5.2.2.1 高温焚烧处置

1) 控制窑头负压和二燃烧室的氧气。在加入有机实验废液和液体化学药剂时, 窑口负压为-100~-150 Pa, 二燃室中的氧气含量为10%~12%, 可减少因有机物爆炸引起的回火和氧气含量急剧降低而引起CO超标的现象; 固体实验室废物(医疗废物, 废弃沾染物, 固体化学药剂), 窑口的负压在-50~-100 Pa之间, 二燃室的氧气含量在8%~10%。

2) 控制进料的数量。投料量、投料间隔时间等因素对燃烧过程中有害有机物的燃烧分解效果和处置效果都有很大的影响, 特别是在危险废物处理中, 投料量不能很好地控制炉膛回火、结焦、燃烧不充分、烟气超标等问题。实验室内的医疗废

物、废弃沾染物、实验废液等经过检验后, 可以进行正常的配比, 但是废弃的化学药剂的燃烧和处置要严格控制, 使用专用的废物投料系统, 投料的控制如表2所示。

表2 废弃化学试剂焚烧投料控制

废物种类	投料量 / (kg/h)	投料频率 / 次/h	投料间隔时间 / min	每次投料量 / kg
固体有机化学试剂	45~50	7~10	6~8	6~7
液体有机化学试剂	30~35	6	10	5~6
特殊化学试剂	12~15	4~5	15	3
剧毒化学试剂	5	2	30	2.5

5.2.2.2 物理/化学处置

无机实验室废水和需采用物化/化学方法处理的化学药剂主要具有腐蚀性、反应性和毒性, 必须对其进行预处理, 然后将其送入各个物理/化学处理单元, 以保证物化出水能满足废水处理系统的进水要求。该设备主要由酸碱处理、重金属处理、破乳气浮、氧化还原、浓缩沉降等组成。前部预处理的控制重点是物化处置的关键, 其主要危险组分的控制限值见表3。

表3 实验室危险废物物理/化学预处理主要控制限值

主要危害成分	浓度控制限值 / (mg/L)
pH	4~10
COD	10000
BOD	2000
总铜	1000
总铅	100
总锌	500
总铬	150
总汞	5
总砷	50
总氰化物	50
总镍	100
总镉	50
氟化物	100
氨氮	50
六价铬	50

5.2.2.3 稳定化/固化填埋处置

通过稳定化/固化填埋法处理的危险废物以常规无机盐和含重金属的盐类为主, 其处置的关键控制点是化学药剂的投加量和重金属的控制, 需要事先进行重金属含量测定和工艺试验, 以确定pH值控制范围、稳定剂类型及用量、固化剂类型及用量、加药顺序、反应时间、固化剂养护时间等。通过实验证明, 在固化液中加入盐类的用量应控制在5%以内, 固化液中的盐析和固化液的稳定性都会受到影响。对于有毒物质含量高的废弃化学品, 可以考虑采取包埋处理的办法, 使用特殊的塑胶容器, 将水泥进行充填, 再进行填埋, 但这是一种暂时性的处理技术, 并不是最后的处理技术。

5.2.2.4 综合利用处置

提出了实验室处理含汞废水的处理方法: 粉碎、三次分离、收集、低温蒸馏、冷却、液汞。此外, 还可以将含有重金属的化学药剂进行归类, 交给有资质的单位处理。

6 结论

实验室排放的有害废物数量虽少,但其危险性也很大,如果管理和处置不当,很容易造成环境安全事故。实验室危险废物的日常管理和处理技术要求较高,对危险废物的识别和分类是危险废物管理的关键。如何科学地进行预处理和处置,直接影响到危险废物的处置和安全。随着环境保护工作的不断深入,以及对有害废弃物的处理技术的不断完善,对其进行精细的管理与分类处理,将成为生产和处理危险废物的企业的必由之路。

[参考文献]

[1]王莹,徐善东.高等医学院校危险化学品管理模式创新与实践[J].实验技术与管理,2017,34(02):258-260.

[2]李天鹏,孙婷婷.高等学校危险化学品安全管理模式研究[J].安全与环境工程,2012,19(05):93-95,99.

[3]王敏,田端正,施小平,等.高校环境类实验室安全风

险评估探索[J].浙江化工,2017,48(07):39-42.

[4]高惠玲,董鹏,董玲玉,等.基于危险源辨识和风险评价的高校实验室安全管理[J].实验技术与管理,2018,35(08):4-9.

[5]金雪明,蒋芸.高校化学实验室安全管理研究与探索[J].实验技术与仪器,2018,35(12):75-77.

[6]黄林玉,陈倩,黄成,等.高校化学实验室安全管理体系的构建[J].安全与环境工程,2018,25(03):150-154.

[7]孟令军,李臣亮,姜丹,等.高校实验室危险化学品安全管理实践[J].实验技术与管理,2019,36(02):178-180.

[8]秦坤,付红,孟宪峰,等.高校实验室危险化学品的安全管理[J].中国现代教育装备,2016(01):24-26.

[9]张杰,李华,寇昕丽,等.高校实验室危险化学品管理中的一些思考[J].高校实验室工作研究,2016(1):55-58.