

• 经验交流 •

化学性危害分级方法建议及其在某石化企业集团的应用

张键¹, 王忠旭², 王春红², 顾永恩², 欧阳隆绪⁴, 贾宁², 戚联⁵, 李玉珍², 李翔¹, 汤小辉¹, 尚玉华⁶, 张雪艳²

(1. 中国海洋石油总公司, 北京 100010; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050; 3. 中海石油炼化有限责任公司惠州炼化分公司, 广东 惠州 516086; 4. 中海石油(中国)有限公司天津分公司, 天津 300452; 5. 中海石油(中国)有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518067; 6. 山东海化集团有限公司, 山东 潍坊 262737)

关键词: 化学性危害; 危害程度分级; 职业性化学因素; 石化企业

中图分类号: R135.1 **文献标识码:** C

文章编号: 1002-221X(2015)03-0232-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zgggxx.2015.03.031

石油化工企业原辅料及工艺复杂, 作业场所存在的职业性化学因素种类繁多^[1], 危害程度各异, 我国针对化学品毒性分级和管理的研究处于起步阶段^[2], 尚缺乏具有石油化工特点、数据相对齐全的化学因素毒性数据库^[3], 石化企业在进行职业中毒和化学危害控制工作时, 缺乏有针对性的理论依据, 我国《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ 230—2010)标准可用于作业场所的化学性危害分级, 但在实际应用中, 某些评价指标缺乏可操作性或与石化企业化学性危害特点不相适应。为此, 在 GBZ230—2010 方法的基础上, 我们对评价指标和方法提出《建议》, 并将《建议》方法与 GBZ230—2010 方法的分级结果进行对比, 以期更适合石化企业集团的化学性危害分级, 有助于企业对职业性化学因素进行分类管理和控制, 提高化学性危害的控制效率, 为职业性化学中毒防治提供数据支持。

1 内容与方法

1.1 对象

代表该大型石化企业集团作业特征的 14 家直属企业, 作业类型包括海上钻采、储油、炼化、化学加工、工程施工, 存在的职业性化学因素种类较多, 能够反映石油化工企业的危害特征。

1.2 范围与内容

所选企业中的 39 个部门, 共 250 个岗位。其中海上石油设施 4 个部门, 43 个岗位; 石油炼化、化工厂 33 个部门, 194 个岗位; 工程施工单位 2 个部门, 13 个岗位。调查内容包括企业的基本情况、生产工艺、岗位分布、人员组成及职业性化学因素种类、分布岗位、接触人数, 并应用 GBZ230—2010 及其《建议》方法对职业性化学危害进行分级。

1.3 方法

1.3.1 资料收集方式 整群抽样, 现场访谈与问卷调查相结合。问卷由安全员或职业卫生与安全负责人填写。调查员经过统一培训, 问卷填写完成后由质量控制人员进行检查。

收稿日期: 2015-03-11

基金项目: 公益性行业科研专项项目(201402021)

作者简介: 张键(1963—), 男, 博士, 主要从事企业职业卫生管理。

通讯作者: 张雪艳, E-mail: zhangxueyan001@126.com。

1.3.2 危害分级依据

1.3.2.1 GBZ230—2010 将急性毒性、刺激与腐蚀性、致敏性、生殖毒性、致癌性、扩散性、蓄积性、实际危害后果和预后作为毒性效应指标。计算分级指数 T , 根据 T 值划分危害等级, 见表 1。

表 1 化学性危害等级评定方法

T 值	危害等级
<35	轻度危害
35~50	中度危害
50~65	高度危害
≥65	极度危害

$$T = T_{LC50} + T_{\text{经皮LD50}} + \dots + T_{\text{神经毒性}} + T_{\text{危害后果与预后}}$$

$$T_{LC50} = F_{LC50} \times K_{LC50}, \quad T_{\text{经皮LD50}} = F_{\text{经皮LD50}} \times K_{\text{经皮LD50}}, \quad \dots,$$

$$T_{\text{危害后果}} = F_{\text{危害后果}} \times K_{\text{危害后果}}$$

式中: F 为毒性指标的危害分级积分值, K 为毒性指标的权重值。

例: $T_{\text{甲醛}} = F_{LC50} \times K_{LC50} + F_{\text{经皮LD50}} \times K_{\text{经皮LD50}} + \dots + F_{\text{危害后果}} \times K_{\text{危害后果}} = 3 \times 5 + 2 \times 1 + 3 \times 2 + 3 \times 2 + 2 \times 3 + 4 \times 4 + 3 \times 3 + 2 \times 3 + 2 \times 3 + 6 \times 3 = 90$, 属极度危害。

1.3.2.2 《建议》 在 GBZ230—2010 的基础上, 《建议》进行了如下修改: (1) 去掉扩散性和蓄积性指标。(2) 参照罗马尼亚《职业性事故和疾病的危害性评价方法(1998)》^[4] 对危害后果和预后进行分级, 见表 2。考虑到危害后果和预后指标可能受到企业管理水平、作业环境、人员操作水平、防护因素等影响, 将其权重值设为 3。(3) 增加致畸性、致突变性和神经毒性指标, 致畸性和致突变性评分方法参照新加坡《职业暴露有害化学物质危险度评价指南》^[5], 神经毒性的评分方法参照美国国立研究所的 NCI 常见毒性分级标准^[6]。致畸性、致突变性和神经毒性的权重系数参照生殖毒性权重系数, 取值为 3, 评分方法见表 3。《建议》采用的毒性评分指标包括急性毒性、刺激与腐蚀性、致敏性、生殖毒性、致癌性、致突变性、致畸性、神经毒性、实际危害后果和预后, 分级指数 T 计算及危害等级划分方法同 GBZ230—2010。

表 2 危害后果和预后评分方法

分值	危害因素可预见的最严重后果
1	可忽略后果(失去工作能力 3 d 以下)
2	有限的后果(失去工作能力 3~45 d, 需要医学处理)
3	中等后果(失去工作能力 45~180 d, 医学处理和住院治疗)
4	较严重后果(不可逆损伤, 丧失 50% 工作能力)
5	严重后果(不可逆损伤, 丧失 50%~100% 工作能力)
6	很严重后果(不可逆损伤, 完全丧失工作能力)
7	最严重后果(死亡)

表 3 致畸性、致突变性和神经毒性评分方法					
指标	极度危害	高度危害	中度危害	轻度危害	轻微危害
积分值	4	3	2	1	0
致突变性	明确的人类致突变性证据	推定的人类致突变性；明确的动物致突变性	可疑的人类致突变性；明确的动物致突变性，无人类致突变性资料	不足以判定人类致突变性；现有资料不足以对动物致突变性进行判定	无人类与动物致突变性
致畸性	明确的人类致畸性	推定的人类致畸性；明确的动物致畸性	可疑的人类致畸性；明确的动物致畸性，无人类致畸性资料	不足以判定人类致畸性；有资料不足以对动物致畸性进行判定	无人类与动物致畸性
神经毒性	麻痹	严重的客观感觉消失或异常；影响功能；或检查肌无力伴功能障碍	轻度或中度客观感觉消失或中度感觉异常；或轻度无力；无明显功能障碍	轻度感觉异常，无深腱反射消失；或主观感觉异常，但常规检查无异常	无

2 结果

2.1 职业性化学因素的识别及分布

本次调查识别了 46 种职业性化学因素，海上石油设施、炼化/化工厂接触人数最多的前 10 种职业性化学因素和工程施工单位的职业性化学因素见表 4。

表 4 不同作业类型存在的主要职业性化学因素				
作业类型	毒物种数	毒物名称	暴露岗位数	接触人数
海上石油设施	19	非甲烷总烃	8	90
		二甲苯	12	49
		硫化氢	9	45
		溶剂汽油	1	45
		苯	16	45
		萘	1	45
		正己烷	1	20
		甲醛	3	17
		丁醇	1	11
		盐酸	1	9
石油炼化、化工企业	35	其他	21	58
		硫化氢	36	920
		苯	24	544
		溶剂汽油	18	517
		氨	47	496
		二氧化硫	7	358
		液化石油气	10	320
		一氧化碳	25	310
		二氧化氮	3	291
		二甲苯	19	229
工程施工单位	2	氨气	1	180
		其他	1915	149
		苯	2	27
		盐酸	1	27

2.2 两种方法对职业性化学危害分级结果的对比

对 46 种毒物分别采用两种方法进行职业性化学危害分

级，GBZ230—2010 方法的结果为轻度危害 20 种（43.5%），中度危害 18 种（39.1%），高度危害 6 种（13.0%），极度危害 2 种（4.3%）；《建议》方法的结果为轻度危害 26 种（56.5%），中度危害 12 种（26.1%），高度危害 6 种（13.0%），极度危害 2 种（4.3%）。两种方法化学性危害分级结果不一致的毒物共 15 种（见表 5），其中苯、甲苯、苯胺、四氯乙烯和硝基苯的《建议》方法分级结果重于 GBZ230—2010 方法分级结果，其余 9 种化学危害的 GBZ230—2010 方法分级结果重于改进方法分级结果。

两种方法化学性危害分级结果一致的毒物共 31 种，一致率为 67.4%。其中极度危害的仅有甲醛，高度危害的有二氧化氮、萘，中毒危害的有二甲苯等 9 种，正己烷等 19 种为轻度危害。

表 5 两种方法分级结果不一致的化学性危害						
毒物名称	GBZ 230—2010		改进方法		接触情况	
	T 值	危害等级	T 值	危害等级	接触人数	接触岗位数
苯	57	高度	65	极度	616	40
甲苯	42	中度	62	高度	134	19
苯胺	45	中度	57	高度	87	10
四氯乙烯	37	中度	55	高度	58	1
硝基苯	31	轻度	39	中度	120	10
焦炉逸散物	67	极度	64	高度	34	2
硫化氢	55	高度	47	中度	965	45
硫酸	51	高度	37	中度	168	8
氯气	36	中度	28	轻度	74	7
一氯甲烷	46	中度	33	轻度	93	7
氨	38	中度	32	轻度	513	47
一氧化碳	43	中度	34	轻度	315	30
非甲烷总烃	38	中度	20	轻度	90	10
一氧化氮	39	中度	24	轻度	3	2
氨气	52	高度	28	轻度	180	1

3 讨论

海上石油作业场所中，非甲烷总烃是油气开采、处理、储存及外输系统中最常见的职业性化学因素^[7]，为轻至中度危害，生产装置密闭化和自动化、良好的通风是减少其接触的有效方式。炼化和化工企业的职业性化学因素种类最多，接触人数最多的为硫化氢，为中至高度危害。原油中的硫化物因高温分解、加氢等作用可产生高毒性硫化氢，近年来高硫原油的用量增加，硫化氢在作业场所的浓度有所增加，其中毒事故也时有发生^[8,9]，脱水、清罐、挖沙井、采样、检修^[10]是急性硫化氢中毒的多发岗位。工程施工单位的职业性化学因素较少，主要是苯和盐酸，其中苯为高度至极度危害，可引起急慢性中毒、造血系统和皮肤的损害^[11]。本次调查明确的化学危害以轻度居多，苯和甲醛所致危害最为严重，根据国际癌症研究机构（IARC）报告，二者均为人类一类致癌物，苯除危害严重外，暴露岗位及接触人数也较多，对这两类物质的接触人群，应给予足够的保护措施和定期职业健康体检，以降低健康损害风险。该企业集团应在炼化/石化企业中重点控制化学危害，以控制高或极度危害及接触人数多的危害为主，通过合理的布局和设计，加强作业场所通风^[12]，

提高设备的检修质量^[13]，使用密闭装置，使用合格的个体防护装备，严格执行培训和日常检查制度等措施控制上述危害。

《建议》方法根据该石油化工企业集团的作业特点，以 GBZ230—2010 方法为基础，综合国内外其他危害程度分级方法，提高了对石化作业类型的针对性，使毒效应指标更全面和易于量化。根据 GBZ230—2010 中计算 *T* 值的原理，评价指标越多，*T* 值越大，危害程度越高，为使两种方法具有可比性，《建议》方法合理地增加与删减了评分指标个数。《建议》方法增加了 3 项反映职业性化学因素固有毒性的指标，包括生殖毒性、神经毒性和致突变性；删减了 2 项对石化作业场所针对性不强或不直接反映固有毒性的指标，包括扩散性和蓄积性；替换了危害后果和预后的评分方法，并适当减小了其权重系数。

两种方法的分级结果在 15 种化学性危害上存在差异，其中氨气的分级结果差异较大。在该企业集团内部，氨气造成的工作能力损失或病假较少，危害后果和预后的评分较低，其生殖毒性、神经毒性和致突变性较小，故《建议》方法对氨气的危害程度评级较低；因氨气以气体形式存在，GBZ230—2010 方法因其扩散性的评分高而导致危害程度评级较高。在该企业集团中，氨气输气管道泄漏的情况很少出现，通过扩散性评价氨气的危害程度与实际情况不适应，《建议》方法的合理性和可操作性更好。

《建议》方法突出了对职业性化学因素固有毒性的评价，对实际危害后果与预后评定的可量化性更高，结合企业的作业环境和防护水平特点，综合评价各方面因素对化学性危害程度的影响，在类似作业类型和生产工艺的石油石化企业中，具有推广使用的价值，特别在炼化和化工企业，针对职业性化学因素复杂、毒作用特征各异的特点，该方法能够快速明确职业性化学因素，划分危害级别，提供危害分类管理和控

制的重要依据。

参考文献：

- [1] 宋素合, 孙永忠. 石油石化行业急性中毒事故的现场抢救 [J]. 油气田环境保护, 2007, 17 (3): 56-58.
- [2] 韩方岸, 胡云, 陆荣柱, 等. 低浓度丙烯腈对职业工人健康的影响 [J]. 环境与职业医学, 2008, 25 (2): 125-129.
- [3] 郭帅, 于燕, 李运才, 等. 石化企业产品原料毒性分级与管控 [J]. 工业安全与环保, 2014, 40 (2): 80-82.
- [4] Eng Stefan Pece, Aurelia Dascalescu. Risk assessment method for occupational accidents and diseases [R]. Romania: National Research Institute for Labour Protection, 1998.
- [5] A semi-quantitative method to assess occupational exposure to harmful chemicals [R], Singapore: ministry of manpower occupational safety and health division, 2005.
- [6] NCI CTCAE 4.0-2009. Common Terminology Criteria for Adverse Events (CTCAE). Version 4.0 [S].
- [7] 王璇, 李忠涛. 海洋石油作业职业病危害因素识别与分析 [J]. 中国卫生工程学, 2013, 12 (3): 194-196.
- [8] 韩萍, 刘晓清. 一起急性硫化氢中毒事故的调查及临床观察 [J]. 中国职业医学, 2001, 28 (1): 1.
- [9] 张灵芳, 余水明. 一起硫化氢急性中毒事故的调查 [J]. 工业卫生与职业病, 2007, 33 (6): 358.
- [10] 朱燕群, 党善锋, 黄永泉. 某石化企业职业病危害调查分析与对策 [J]. 中国职业医学, 2013, 40 (3): 242-247.
- [11] 胡敏, 赵予川, 董利萍, 等. 设备和管道含苯介质毒性级别探讨 [J]. 炼油技术与工程, 2008, 38 (10): 55-57.
- [12] 宫菁, 刘敏. 甲醛污染对人体健康影响及控制 [J]. 环境与健康杂志, 2001, 18 (6): 414-415.
- [13] 许祥华. 某炼油厂苯超标原因分析及整改措施 [J]. 石油化工安全环保技术, 2008, 24 (2): 35-36.

中国泰山高峰论坛 P&O—第六届中毒急危重症学术会议召开

由《中国工业医学杂志》、山东省毒理学会中毒救治专业委员会、山东大学齐鲁医院主办的“中国泰山高峰论坛 P&O—第六届中毒急危重症学术会议”于 2015 年 4 月 17 日—19 日在山东省济南市召开。本次大会主题是“青年医师中毒救治能力的培养”。大会主席由中国毒理学会中毒与救治专业委员会副主任委员、山东大学齐鲁医院中毒与职业病科主任、博士研究生导师菅向东教授担任。共有来自全国各地的 400 余名专家学者参加的本次会议。开幕式由菅向东教授主持，山东大学齐鲁医院陈玉国副院长致欢迎词，《中国工业医学杂志》曹明琳主任、中国毒理学会副秘书长王汉斌教授、《中华劳动卫生职业病杂志》杨德一主任、山东省毒理学会秘书长牟艳玲副研究员、山东大学第二医院许荣廷教授先后在开幕式上讲话。大会分为学术报告与中毒救治新技术现场演示两部分。大会共进行了 24 场学术报告，王汉斌、菅向东先后做了“突发群体性化学中毒应急处置模式”、“寄语青年医师——百草枯中毒诊断与治疗 Qilu Scheme 亮点解析”的主旨发言；与会代表在山东大学齐鲁医院中毒与职业病科观摩了百草枯中毒救治新技术现场演示，同时参加了教学查房。

会议期间，《中国工业医学杂志》山东特约编辑部编委会、山东省毒理学会中毒救治专业委员会召开了常委会。山东省毒理学会中毒救治专业委员会青年医师分会召开了成立大会。

与会期间，参会代表针对当前中毒救治中感兴趣的问题进行了热烈讨论和交流，大家对于中国泰山高峰论坛 P&O (Poisoning & Occupational Diseases) 这一知名学术平台给与很高的评价，并表示将共同努力，进一步开拓创新，不断提高学术水平。

(山东大学齐鲁医院中毒与职业病科 吕园)