

# 基于定性监测的工作场所空气中重点挥发性有机物监测及职业健康风险评估

向晓霞<sup>1</sup>, 张学健<sup>1</sup>, 刘扬<sup>1</sup>, 何柳<sup>1</sup>, 罗军<sup>2</sup>

1. 重庆市万州区疾病预防控制中心, 重庆 404000

2. 重庆三峡医药高等专科学校, 重庆 404120

## 摘要:

**[背景]** 工作场所职业病危害因素往往是通过现场调查和以往存在的危害因素确定监测项目, 较少对监测结果做职业健康风险评估。

**[目的]** 基于化学品中挥发性有机物定性结果, 监测 8 种工作场所空气中挥发性有机物, 并对有机物含量超标的岗位进行职业健康风险评估。

**[方法]** 本研究对重庆 5 个区县, 按照《重庆市工作场所职业病危害因素监测工作方案 (2023 年)》附表列出的重点行业和重点岗位, 从 12 个重点行业抽取 29 家企业, 选取喷漆、刷胶、调胶、粘胶、印刷、黏合、包装、油膜、投料、备料、分散、含浸等 49 个重点岗位使用的化学品作顶空处理, 顶空气中的挥发性有机物经气相色谱毛细管色谱柱分离后依次进入质谱仪检测, 通过美国国家技术标准与技术研究院标准谱库和保留时间对各组分进行定性分析。基于定性结果确定监测岗位及危害因素, 采取工作场所空气样品进行重点危害因素的定量检测, 并应用半定量评估的接触比值评估法对超标岗位进行职业健康风险评估。

**[结果]** 29 家用人单位使用的化学品中均检出 8 种重点危害因素的一种或几种, 其中二甲苯 (89.7%) 和甲苯 (86.2%) 的检出率最高, 其次为苯 (34.5%)、1,2-二氯乙烷 (31.0%) 和乙苯 (20.7%), 正己烷 (10.3%) 和三氯甲烷 (6.9%) 的检出率较低, 此次定性检测未检出三氯乙烯。工作场所空气中职业病危害因素定量检测中, 检出率最高的危害因素为二甲苯 (70.6%) 和乙苯 (83.3%), 超标率最高的危害因素为 1,2-二氯乙烷 (50.0%)。29 家中有 8 家用人单位工作场所空气存在重点危害因素超标, 主要岗位为喷漆和含浸。有 1 家喷漆岗位同时有 3 种危害因素超标, 1 家喷漆岗位同时有 2 种危害因素超标。3 家企业的喷漆岗位 1,2-二氯乙烷风险等级为高风险。2 家多种危害因素超标的企业联合风险均为高风险。

**[结论]** 本次研究工作场所化学品中苯系物和 1,2-二氯乙烷检出较高, 3 家企业的喷漆岗位 1,2-二氯乙烷的风险等级为高风险, 在今后的监测中需重点关注。

**关键词:** 化学品; 挥发性有机物; 危害因素; 职业健康风险评估

**Monitoring and occupational health risk assessment of key volatile organic compounds in workplace air based on qualitative monitoring** XIANG Xiaoxia<sup>1</sup>, ZHANG Xuejian<sup>1</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>, HE Liu<sup>1</sup>, LUO Jun<sup>2</sup> (1. Wanzhou District Center for Disease Control and Prevention, Chongqing 404000, China; 2. Chongqing Three Gorges Medical College, Chongqing 404120, China)

## Abstract:

**[Background]** Occupational hazards in the workplace are often determined through on-site investigations and recognized hazards to determine monitoring items, and occupational health risk assessments are rarely carried out on the monitoring results.

**[Objective]** Based on the qualitative results of volatile organic compounds, to monitor 8 types of volatile organic compounds in workplace air, and conduct occupational health risk assessments for workstations with disqualified results.

**[Methods]** This study selected 29 enterprises from 12 key industries listed in the Work Plan for Monitoring Occupational Disease Hazards in Workplaces in Chongqing (2023) in 5 districts and counties of Chongqing. A total of 49 key workstations, including spray painting, glue brushing, glue adjustment, adhesion, printing, bonding, packing, oil film, feeding, material preparation, dispersion, and immersion, were selected for air sampling and chemical headspace treatment.



DOI 10.11836/JEOM24229

## 作者简介

向晓霞 (1975—), 女, 本科, 主任技师;  
E-mail: 410783780@qq.com

## 通信作者

罗军, E-mail: 1580453518@qq.com

作者中包含编委会成员 无

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2024-06-24

录用日期 2024-09-30

文章编号 2095-9982(2024)11-1246-05

中图分类号 R135

文献标志码 A

## 引用

向晓霞, 张学健, 刘扬, 等. 基于定性监测的工作场所空气中重点挥发性有机物监测及职业健康风险评估 [J]. 环境与职业医学, 2024, 41(11): 1246-1250.

## 本文链接

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM24229](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM24229)

## Correspondence to

LUO Jun, E-mail: 1580453518@qq.com

Editorial Board Members' authorship No

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2024-06-24

Accepted 2024-09-30

## To cite

XIANG Xiaoxia, ZHANG Xuejian, LIU Yang, et al. Monitoring and occupational health risk assessment of key volatile organic compounds in workplace air based on qualitative monitoring [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2024, 41(11): 1246-1250.

## Link to this article

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM24229](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM24229)

The volatile organic compounds in the headspace were separated with a gas chromatography capillary column and sequentially entered into a mass spectrometer for detection. Qualitative analysis of each component was conducted using the National Institute of Technical Standards and Technology standard spectrum library and retention time. Based on the qualitative results, chemical hazards and related workstations were determined, then quantitative evaluation was conducted for key hazards in workplace air, and followed by occupational health risk assessment for the disqualified workstations using semi-quantitative exposure ratio.

**[Results]** One or more of the 8 key chemical hazards were positive in the 29 enterprises, among which xylene (89.7%) and toluene (86.2%) had the highest positive rates, followed by benzene (34.5%), 1,2-dichloroethane (31.0%), ethylbenzene (20.7%), n-hexane (10.3%), and trichloromethane (6.9%), and trichloroethylene was negative. In the quantitative evaluation for occupational hazards in workplace air, the highest positive rates of chemical hazards were xylene (70.6%) and ethylbenzene (83.3%), and the highest disqualification rate of chemical hazards was 1,2-dichloroethane (50.0%). Out of the 29 enterprises, 8 reported disqualified air key chemical hazards, mainly in the workstations of spray painting and immersion. One spray painting workstation reported 3 disqualified chemical hazards, and one spary painting workstation reported 2 disqualified chemical hazards. The risk level of 1,2-dichloroethane in the spary painting workstations of 3 enterprises was high. The joint risk of 2 enterprises with multiple disqualified chemical hazards was high.

**[Conclusion]** The positive rates of benzene derivatives and 1,2-dichloroethane in workplace chemicals are high in this study. The risk level of 1,2-dichloroethane in the spary painting workstations of 3 companies is high, and this substance needs special attention in future monitoring.

**Keywords:** chemical; volatile organic compounds; hazard; occupational health risk assessment

工作场所职业病危害因素主要来源为作业环境中的有害因素、生产工艺过程中产生的有害因素以及劳动过程中产生的职业病危害因素<sup>[1]</sup>。职业病危害因素中挥发性有机物大多数是生产中使用的化学品产生的挥发性物质。随着经济技术的不断发展,新技术、新工艺、新材料被广泛应用,职业危害因素不断变化<sup>[2]</sup>。化学品中挥发性有机物定性没有国家标准方法,广东省职业卫生技术质量控制中心在2020年5月发布了DBGDOHTQC 001—2020《化学品中挥发性有机组分定性分析和峰面积百分比测定顶空气相色谱-质谱法》的技术指南(以下简称广东省技术指南)。因此在2021年前,工作场所挥发性有机物的监测往往是通过现场调查和以往存在的危害因素确定监测项目,重点关注的危害因素为苯及苯系物<sup>[3-6]</sup>。

2022年的《重庆市工作场所职业病危害因素监测工作方案》(简称《工作方案》)提出“对有机化学品进行挥发性有机组分定性分析”,重点必监测危害因素仅为苯;2023年的《工作方案》增加到苯、甲苯、乙苯、二甲苯、1,2-二氯乙烷、三氯甲烷、正己烷、三氯乙烯共8种,并将广东省技术指南以附录形式作为挥发性有机物定性参考方法;2024年《工作方案》在2023年8种的基础上又增加了氯乙烯。基于化学品中挥发性有机物定性结果来监测工作场所挥发性有机物既可以关注重点监测因素,还可以发现工作场所其他潜在的有机物污染因素<sup>[7-9]</sup>。因此,本研究基于化学品中挥发性有机物定性结果,开展工作场所空气中重点挥发性有机物的含量检测,并进行职业健康风险评估。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

根据2023年《工作方案》要求,万州区疾病预防控制中心于2023年5~10月对重庆市万州、梁平、丰都、忠县、石柱5个区县,从产生挥发性有机物的重点行业中选取用人单位。根据2023年《工作方案》附录B中附表1“重点行业用人单位职业病危害因素监测表”中列出的产生8种重点危害因素的行业,本研究选取符合的12个重点行业,从中抽取29家企业喷漆、刷胶、调胶、粘胶、印刷、黏合、包装、油膜、投料、备料、分散、含浸等49个重点岗位的工作场所,对这些单位的重点岗位/环节使用的化学品中挥发性有机物定性检测。根据定性结果,确定存在苯、甲苯、二甲苯、乙苯、1,2-二氯乙烷、正己烷、三氯乙烯、三氯甲烷8种重点危害因素时,将该岗位/环节的工作场所空气纳入定量监测。

### 1.2 调查方法

对用人单位的基本信息、存在的重点岗位/环节情况、职业病危害因素种类及接触情况、上一年度在岗期间职业健康检查情况进行现场调查。

### 1.3 检测方法

依据广东省技术指南采取工作场所使用的化学品进行顶空处理,顶空气中的挥发性有机物经气相色谱毛细管色谱柱分离后依次进入质谱仪检测,通过美国国家技术标准与技术研究院标准谱库和保留时间对各组分进行定性分析,再对各组分峰面积进行归一法计算,得出各组分峰面积百分比。《工作方案》要求

8种重点必监测危害因素不管是否检出均需报告,如检出GBZ 2.1—2019《工作场所有害因素职业接触限值第1部分:化学有害因素》(以下简称GBZ 2.1—2019)中已制定了职业接触限值的有害因素,需报告具体峰面积百分比结果;如检出GBZ 2.1—2019中没有制定职业接触限值的烷烃和环烷烃化合物,将化合物的峰面积百分比相加,以“其他烷烃和环烷烃化合物”进行报告;如检出没有制定职业接触限值的苯系物,将化合物的峰面积百分比相加,以“其他苯系物”进行报告。工作场所空气中8种重点必监测危害因素定量检测结果包括时间加权平均浓度(concentration-time weighted average,  $C_{TWA}$ )和短时间接触浓度(concentration-time weighted average,  $C_{STE}$ )。检测方法和职业接触限值(occupational exposure limit, OEL)见表1。

表1 工作场所空气中8种重点危害因素检测方法和职业接触限值

Table 1 Detection methods and occupational exposure limits for 8 key chemical hazards in workplace air

检测物质	检测方法	PC-TWA/( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	PC-STEL/( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )
苯	GBZ/T 300.66—2017	3	6
甲苯	GBZ/T 300.66—2017	50	100
乙苯	GBZ/T 300.66—2017	100	150
二甲苯	GBZ/T 300.66—2017	50	100
1,2-二氯乙烷	GBZ/T 160.45—2007	7	15
正己烷	GBZ/T 300.60—2017	100	180
三氯甲烷	GBZ/T 300.73—2017	20	未制定
三氯乙烯	GBZ/T 300.78—2017	30	未制定

[注]PC-TWA: 时间加权平均容许浓度; PC-STEL: 短时间接触容许浓度。

#### 1.4 评价方法

依据GBZ 2.1—2019及GBZ 2.1—2019第1号修改单,进行检测符合性评价。

#### 1.5 职业健康风险评估方法

半定量评估的接触比值评估法:当可获得工作场所空气中化学有害因素检测结果,且已制定相应的OEL,包括最高容许浓度、短时间接触容许浓度、时间加权平均容许浓度时,将接触浓度( $E$ )与OEL进行比较,以 $E/OEL$ 的最大值确定接触等级。具体方法见GBZ/T 298-2017《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》附录F.3.1(以下简称GBZ/T 298-2017)。

$$E = \frac{F \times D \times M}{W} \quad (1)$$

$$R = \sqrt{HR \times ER} \quad (2)$$

式(1)中: $F$ 是每周接触频率( $\text{d}\cdot\text{周}^{-1}$ ); $D$ 是每次接

触的平均时间( $\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ ); $M$ 是检测接触浓度( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ); $W$ 是平均周工作时间( $\text{h}\cdot\text{周}^{-1}$ )。式(2)中: $R$ 代表风险指数,HR代表危害等级,ER代表接触等级。

当接触2种或2种以上具有相似健康效应的化学有害因素时估算接触浓度,还需考虑联合接触剂量。本研究选择对2个企业中检测出来的8种物质进行联合风险评估。

依据公式(3)(GBZ/T 298-2017附录F.3.1.3)计算接触浓度:

$$E_{\text{combined}} = \frac{E_1}{OEL_1} + \frac{E_2}{OEL_2} \cdots + \frac{E_n}{OEL_n} \quad (3)$$

式(3)中, $E_{\text{combined}}$ 代表接触浓度。

#### 1.6 质量控制

由重庆市疾病预防控制中心对所有参与监测工作的技术人员开展业务培训,保证监测数据的统一性、完整性和规范化。

## 2 结果

### 2.1 化学品中8种重点危害因素检出结果

29家用人单位使用的化学品中和工作场所空气中均检出8种重点危害因素中的一种或几种,其中二甲苯(89.7%)和甲苯(86.2%)的检出率最高,其次为苯(34.5%)、1,2-二氯乙烷(31.0%)和乙苯(20.7%),正己烷(10.3%)和三氯甲烷(6.9%)的检出率较低,此次定性检测未检出三氯乙烯。

### 2.2 工作场所空气中职业病重点危害因素定量检测结果

空气中检出率最高的为二甲苯(70.6%)和乙苯(83.3%),其次为甲苯(48.6%)、1,2-二氯乙烷(58.3%),超标率最高的为1,2-二氯乙烷(50%),因三氯乙烯定性未检出,故未做三氯乙烯的定量检测,结果见表2。

表2 工作场所空气中重点危害因素定量检测结果

Table 2 Quantitative test results of key chemical hazards in workplace air

职业病危害因素	检测岗位 数/个	检出岗位 数/个	超标岗位 数/个	检测结果/( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )		检出 率/%	超标 率/%
				$C_{TWA}$	$C_{STE}$		
苯	13	0	0	<0.1	<0.4	0.0	0.0
甲苯	37	18	0	<0.5~16.4	<2.0~77.0	48.6	0.0
二甲苯	34	24	4	<0.5~71.6	<2~534.8	70.6	11.8
乙苯	6	4	1	<1.0~22.3	<4.0~160.6	83.3	16.7
1,2-二氯乙烷	12	7	6	<0.1~103.8	<0.4~240.7	58.3	50.0
三氯甲烷	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
正己烷	4	2	0	<1.0~5.9	<4.0~8.2	50.0	0.0

### 2.3 职业健康风险评估

29 家中有 8 家用人单位工作场所空气存在重点危害因素超标, 主要岗位为喷漆和含浸。有 1 家喷漆岗位同时有 3 种危害因素超标, 1 家喷漆岗位同时有 2 种危害因素超标, 结果见表 3。

### 2.4 职业健康联合风险评估

从表 3 中可以看出企业 2 和企业 3 的喷漆岗位接触了 2 种或 2 种以上具有相似健康效应的化学有害因素, 因此对这两家企业做联合风险评估。

表 3 有机物超标岗位职业健康风险评估结果

Table 3 Occupational health risk assessment results for workstations reporting disqualified organic chemical hazards

岗位	职业病危害因素	HR	F/(d·周 <sup>-1</sup> )	D/(h·d <sup>-1</sup> )	W/(h·周 <sup>-1</sup> )	M/(mg·m <sup>-3</sup> )	E	OELs/(mg·m <sup>-3</sup> )	E/OELs	ER	R	风险等级
企业1喷漆	1,2-二氯乙烷	3	5	3.0	20	45.3	34.0	7	4.8	5	4	高风险
企业1底漆喷漆	1,2-二氯乙烷	3	5	4.0	25	29.9	23.9	7	3.4	5	4	高风险
企业2喷漆	二甲苯	3	5	4.0	40	71.6	35.8	50	0.7	3	3	中等风险
	1,2-二氯乙烷	3	5	4.0	40	103.8	51.9	7	7.4	5	4	高风险
	乙苯	3	5	4.0	40	160.6	80.3	150	0.5	3	3	中等风险
企业3喷漆	二甲苯	3	5	6.9	40	64.6	55.7	50	1.1	4	3	中等风险
	1,2-二氯乙烷	3	5	6.9	40	23.8	20.5	15	1.4	4	3	中等风险
企业4含浸	二甲苯	3	6	9.0	57	65.6	62.2	50	1.2	4	3	中等风险
企业5喷漆	1,2-二氯乙烷	3	5	2.0	40	190.5	47.6	15	3.2	5	4	高风险
企业6喷漆	二甲苯	3	6	3.5	24	115.5	101.1	100	1.0	4	3	中等风险
企业7喷漆	二甲苯	3	5	2.0	40	333.9	83.5	100	0.8	3	3	中等风险
企业8喷漆	1,2-二氯乙烷	3	5	2.0	40	47.0	11.8	15	0.8	3	3	中等风险

企业 2 中,  $E_{\text{combined}}=0.7+7.4+0.5=8.6$ ,  $R=4$ , 企业 2 的联合风险评估为高风险。企业 3 中,  $E_{\text{combined}}=1.1+1.4=2.4$ ,  $R=4$ , 企业 3 的联合风险评估为高风险。

### 3 讨论

本次检测中, 重点行业用人单位使用的化学品中挥发性有机物主要为苯系物和 1,2-二氯乙烷, 空气中检出最多的为二甲苯、乙苯、甲苯和 1,2-二氯乙烷。苯在化学品中检出, 但未在工作场所空气中检出, 可能因为苯是美国政府工业卫生学家委员会(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)已确定的 A1 级致癌物。我国对化学品中及公共场所和工作场所空气中的苯允许限值管控较严。2022 年, 中华人民共和国国家卫生健康委员会发布的 GBZ 2.1—2019 第 1 号修改单中将苯的接触限值再次调低, 很多化学品中用甲苯和二甲苯代替了苯的使用, 即便使用苯, 其含量也很低, 因此在空气中的检出率也较低。

在本次工作场所空气中职业病危害因素定量检测中, 超标率最高的危害因素为 1,2-二氯乙烷。3 家企业的喷漆岗位 1,2-二氯乙烷的风险等级为高风险。1,2-二氯乙烷是谷物熏蒸剂、洗涤剂、有机溶剂、萃取剂、金属脱油剂等制剂的成分, 常见于制鞋、玩具、橡胶剂

品等行业。1,2-二氯乙烷主要影响的靶器官为中枢神经系统及肝肾, 对中枢神经系统的麻醉作用和抑制作用尤为突出。近年来, 有多起文献报道了 1,2-二氯乙烷职业性中毒的事件<sup>[10-12]</sup>。劳动者在工作中对工作场所新的挥发性有机物了解不够, 疏于防护, 且超负荷工作, 常常发生急性或慢性中毒事件。

从 20 世纪 80 年代起, 欧美多国先后针对工作场所中存在的职业危害问题建立了相应的职业危害风险评估体系<sup>[13-15]</sup>。2011 年, 《职业病防治法》第十二条第二款从立法的角度提出职业健康风险评估。我国近年在许多行业也开展了风险评估<sup>[16-18]</sup>。职业健康风险评估是对劳动者暴露于存在职业有害因素的职业环境后引起的潜在不良健康效应的特征描述。风险评估不仅要每一化学有害因素单独进行风险评估, 当接触 2 种或 2 种以上具有相似健康效应的化学有害因素时, 还需考虑联合风险评估。如上述企业 3 中 2 种化学有害因素单独风险评估为中等风险, 而 2 种化学有害因素联合评估为高风险。建议在今后的项目监测工作中对有害的有机挥发物质超标岗位进行职业健康风险评估, 以指导企业快速识别高风险岗位和关键控制点。

《工作方案》中, 虽然要求对化学品中的挥发性有机物进行定性分析, 但仅要求对 8 种重点危害因素进

行定量检测。随着新技术、新工艺、新材料的广泛应用,工作场所中的挥发性有机物已不仅限于现有的8种重点必监测危害因素。建议在监测工作中,除了关注重点危害因素外,还应对化学品中定性出来含量较高的有害因素,特别是GBZ 2.1—2019已制定了OEL的有害因素进行定量监测,防止新的、潜在的有害因素对工作人员的危害。

综上所述,为更好地防控工作场所空气中挥发性有机物的危害,本研究提出以下建议:用人单位作为职业病防治的责任主体,在采购化学品时应主动向供应商获取产品成分说明书,并将其可能引起的职业危害告知劳动者;用人单位应对劳动者进行安全教育和职业卫生防护培训,并为劳动者配备个人防护用品;卫生监督部门应加强对重点行业的用人单位监管,督促企业做好职业卫生管理和防护工作;在现场调查的基础上,应根据用人单位使用的化学品的定性结果确定监测项目,并及时更新和申报重点岗位的危害因素信息;应对危害因素超标岗位进行职业健康风险评估,确定风险等级,以便采取相应的防控措施,减少职业病危害事故的发生。

## 参考文献

- [1] 闫慧芳. 职业病危害因素监测与检测[M]. 北京: 中国人口出版社, 2023: 5.  
YAN H F. Monitoring and detection of occupational hazards[M]. Beijing: China Population Publishing House, 2023: 5.
- [2] 姜旭, 沈欧玺, 刘仁平, 等. 2013—2017年苏州工业园区职业病危害因素监测结果分析[J]. 工业卫生与职业病, 2020, 46(2): 140-142.  
JIANG X, SHEN OX, LIU RP, et al. Analysis on surveillance result of occupational hazardous factors in Suzhou Industrial Park during 2013-2017[J]. Ind Hyg Occup Dis, 2020, 46(2): 140-142.
- [3] 曾垂煊, 郑丽辉, 柯宗枝, 等. 2021年福建省1216家重点行业工作场所职业病危害因素监测分析[J]. 职业与健康, 2023, 39(24): 3340-3344.  
ZENG CH, ZHENG LH, KE ZZ, et al. Monitoring and analysis of occupational hazard factors in workplaces of 1216 key industries in Fujian Province in 2021[J]. Occup Health, 2023, 39(24): 3340-3344.
- [4] 翟龙, 高龙玉, 郝康宇, 等. 2019-2021年青岛市工作场所职业病危害因素监测分析与职业健康风险评估[J]. 预防医学论坛, 2024, 30(4): 291-295,300.  
ZHAI L, GAO LY, HAO KY, et al. Monitoring and analysis of occupational disease hazards and occupational health risk assessment in the workplace of Qingdao city from 2019 to 2021[J]. Preventive Med Tribune, 2024, 30(4): 291-295,300.
- [5] 陈小霞, 赵俊君, 朱文刚. 2019—2021年濮阳市工作场所职业病危害因素监测分析[J]. 实用预防医学, 2024, 31(3): 324-329.  
CHEN XX, ZHAO JJ, ZHU WG. Monitoring on hazard factors for occupational diseases in workplaces of Puyang City, 2019-2021[J]. Pract Prev Med, 2024, 31(3): 324-329.
- [6] 黄邵玲, 李杰, 金若刚, 等. 2022年长沙市重点行业工作场所职业病危害因素监测分析[J]. 职业与健康, 2024, 40(5): 603-608.  
HUANG SL, LI J, JIN RG, et al. Monitoring and analysis of occupational hazard factors in key workplaces in Changsha City in 2022[J]. Occup Health, 2024, 40(5): 603-608.
- [7] 香映平, 周伟, 杨光涛, 等. 深圳市木质家具制造业职业病危害因素监测与分析[J]. 中国工业医学杂志, 2022, 35(4): 356-359.  
XIANG YP, ZHOU W, YANG GT, et al. Monitoring and analysis of occupational hazards in wood furniture manufacturing industry in Shenzhen city[J]. Chin J Ind Med, 2022, 35(4): 356-359.
- [8] 梁永锡, 刘可平, 陈浩, 等. 广东省某市202家电子企业职业病危害因素现状调查[J]. 职业卫生与应急救援, 2024, 42(1): 45-48,62.  
LIANG YX, LIU KP, CHEN H, et al. Investigation on occupational hazards of 202 electronic enterprises in a city in Guangdong Province[J]. Occup Health Emerg Rescue, 2024, 42(1): 45-48,62.
- [9] 郭俊, 王芳. 盐城市某家具制造企业职业病危害现状分析与防治对策[J]. 职业与健康, 2024, 40(1): 115-118.  
GUO J, WANG F. Analysis on current situation and prevention and control measures of occupational disease hazards in a furniture manufacturing enterprise in Yancheng City[J]. Occup Health, 2024, 40(1): 115-118.
- [10] 周凯. 一起粘胶工职业性亚急性1, 2-二氯乙烷轻度中毒事件调查[J]. 职业卫生与病伤, 2021, 36(5): 325-326,332.  
ZHOU K. Investigation of an occupational subacute 1, 2-Dichloroethane mild poisoning accident among viscose workers[J]. Occup Health Damage, 2021, 36(5): 325-326,332.
- [11] 宋佳颖, 宋丽红. 1例急性1, 2-二氯乙烷中毒并发周围神经病报道[J]. 工业卫生与职业病, 2023, 49(5): 478-479.  
SONG JY, SONG LH. A case report of acute 1, 2-dichloroethane complicated with peripheral neuropathy[J]. Ind Health Occup Dis, 2023, 49(5): 478-479.
- [12] 时杰, 张艳霞, 文紫馨, 等. 1, 2-二氯乙烷中毒性脑病1例报告[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(5): 649-651.  
SHI J, ZHANG YX, WEN ZX, et al. Toxic encephalopathy caused by 1, 2-dichloroethane: a case report[J]. Occup Health Emerg Rescue, 2023, 41(5): 649-651.
- [13] U. S. Environmental Protection Agency Office of Emergency and Remedial Response. Risk assessment guidance for superfund[M]. Washington: U. S. Environmental Protection Agency Office of Emergency and Remedial Response, 1989: 2-17.
- [14] INTERNATIONAL COUNCIL ON MINING AND METALS. Good practice guidance on occupational health risk assessment[M]. London, UK: Penning Fine Colour. 2009: 44-49.
- [15] BOARIU DI, ARMEAN P. Role of risk assessment in prevention of work-related accidents and diseases in hospital staff[J]. J Med Life, 2020, 13(30): 410-417.
- [16] 陈培仙, 张海, 凌伟洁, 等. 某制鞋企业职业健康风险2种方法评估结果比较[J]. 中国职业医学, 2018, 45(1): 55-59.  
CHEN PX, ZHANG H, LING WJ, et al. Comparison of two methods of evaluating occupational health risk in a shoemaking enterprise[J]. China Occup Med, 2018, 45(1): 55-59.
- [17] 柯伟奕, 吴维权, 曾细嫦, 等. 3种职业健康风险评估方法评估深圳市电子企业苯系物风险的比较[J]. 职业与健康, 2022, 38(15): 2026-2031.  
KE WY, WU WQ, ZENG XC, et al. Comparison of three occupational health risk assessment methods to evaluate risk of benzene series in electronic enterprises in Shenzhen City[J]. Occup Health, 2022, 38(15): 2026-2031.
- [18] 钟小欢, 田东超, 管有志. 深圳市某街道25家电镀企业职业危害调查与风险评估[J]. 中国卫生工程学, 2024, 23(1): 5-7,11.  
ZHONG XH, TIAN DC, GUAN YZ. Occupational hazard investigation and risk assessment of 25 electroplating enterprises in a district of Shenzhen[J]. Chin J Public Health Eng, 2024, 23(1): 5-7,11.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 易迪, 陈媛)