

· 论 著 ·

# 某垃圾生态填埋场项目职业病危害风险预评价

阮晓颖<sup>1</sup>, 傅红<sup>1</sup>, 朱霖<sup>1</sup>, 俞爱青<sup>1</sup>, 王强<sup>1</sup>, 张磊<sup>1</sup>, 张美辨<sup>2</sup>

1.杭州市职业病防治院, 浙江 杭州 310014; 2.浙江省疾病预防控制中心

**摘要:** **目的** 采用类比法和综合指数法对某垃圾生态填埋场项目的职业病危害风险进行预评价, 为完善防护措施和预防相关职业病危害提供依据。**方法** 选择与预评价项目在填埋场库容、处理规模、工艺、职业病危害因素和职业卫生管理等方面有可比性的企业开展现场劳动卫生学调查, 并与职业接触限值比较, 采用类比法对该项目建成后可能产生的职业病危害因素进行分析; 采用综合指数法评价职业病危害风险。**结果** 类比企业的职业病危害因素主要为飞灰固化车间、填埋库区摊铺岗位、喷药岗位、污水处理区巡检岗位的硫化氢、氨、其他粉尘和噪声, 电焊岗位的锰及其无机化合物、电焊烟尘和电焊弧光; 除喷药岗位的噪声强度超过国家职业接触限值外, 其他检测项目均合格。预评价项目职业病危害评估结果显示, 在职业接触限值评价缺项的岗位中, 摊铺压实岗位接触夏季高温, 喷药岗位接触夏季高温、氯氰菊酯及机修岗位接触高温、臭氧和噪声为中等风险; 在职业接触限值评价合格的岗位中, 除摊铺压实及污水处理接触噪声为可忽略风险、摊铺压实及运输岗位接触其他粉尘为低风险外, 其他均为中等风险; 而职业接触限值评价不合格的喷药岗位接触噪声为中等风险。**结论** 摊铺压实、喷药、污水处理、机修岗位均存在中等风险职业病危害因素, 综合指数法结合类比法能较全面地评估拟建设项目的职业病危害因素及其危害程度。

**关键词:** 垃圾填埋场; 职业病危害; 风险评估; 综合指数法

**中图分类号:** R135 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-5087 (2019) 12-1193-07

## Risk pre-assessment of occupational hazards in a waste ecological landfill project

RUAN Xiao-ying\*, FU Hong, ZHU Lin, YU Ai-qing, WANG Qiang, ZHANG Lei, ZHANG Mei-bian

*\*Hangzhou Institute for the Prevention and Treatment of Occupational Disease, Hangzhou, Zhejiang 310014, China*

**Abstract:** **Objective** To pre-assess the occupational hazards in a waste ecological landfill project using comprehensive exposure index with analogy method, and to provide reference for improvement of protective measures and prevention of occupational diseases. **Methods** Some enterprises which were comparable with the project in landfill storage capacity, disposal scale, techniques, occupational hazards and occupational health management were selected to carry out on-site occupational health survey, and were evaluated by occupational exposure limits (OEL). The risk of occupational hazards of the project was assessed by analogy and comprehensive index method. **Results** The occupational hazards of analogous enterprises were hydrogen sulfide, ammonia, other dust and noise in ash solidification workshop, paving post in landfill area, spraying post and inspection post in sewage disposal area; manganese and its inorganic compounds, welding fume and arc light in welding post. Except for the noise intensity of spraying post exceeding the national OEL, the other items were qualified. The results of the pre-assessment of the project showed that in the posts with vacant OEL, the hazards of paving compaction post exposed to high temperature in summer, spraying post exposed to high temperature in summer, cypermethrin and machine repairing post exposed to heat, ozone and noise were at moderate risk; in the posts qualified by OEL, the hazards of paving compaction and sewage disposal posts exposed to noise were neglectable, paving compaction and transportation post exposed to other dust were at low risk, others were at moderate risk; unqualified spraying post exposed to noise was at moderate risk. **Conclusion** Medium-risk occupational hazards exist in paving compaction, spraying, sewage disposal and machine repairing posts. Comprehensive index method combined with analogy method can comprehensively achieve the occupational hazard pre-assessment of a proposed project.

**Key words:** Waste landfill; Occupational hazard; Risk assessment; Comprehensive index method

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2019.12.002

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (2019hy543)

作者简介: 阮晓颖, 硕士, 主管医师, 主要从事职业卫生评价与职业

医学工作

通信作者: 张磊, E-mail: 719453275@qq.com

《中华人民共和国职业病防治法》规定建设单位在项目可行性论证阶段应进行职业病危害预评价。类比法是预评价常用方法，但当预评价项目和类比对象之间存在生产工艺、原辅材料、设备等差异或缺少类比项目时，评价结果易出现偏差。近年来广泛应用的风险评估方法对职业卫生工作前期预防起到重要作用<sup>[1]</sup>。风险评估可在识别职业有害因素的基础上分析其对劳动者的健康危害及严重程度，划分风险等级并确定控制和管理的优先顺序，指导建设单位进行风险管理<sup>[2]</sup>。在方法学应用<sup>[3-4]</sup>基础上，我国已颁布实施相关标准 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》（简称《评估导则》），并结合6种国外引进的风险评估模型<sup>[5-10]</sup>特点，将重点参数进行整合，评估建设项目职业病危害化学因素。本研究使用《评估导则》综合指数法评价某垃圾生态填埋场职业病危害风险水平，并结合类比企业调查资料及我国工作场所职业病危害作业分级标准<sup>[11-12]</sup>对该项目建成后可能产生的职业病危害因素进行分析，推测危害发生的可能性及严重程度并提出改进建议，分析综合指数法结合类比法在建设项目职业病危害预评价中的应用效果。现将结果报道如下。

### 1 对象与方法

1.1 对象 某垃圾生态填埋场设计处理规模为434 t/d，预计需员工70人左右，年工作365 d。填埋场区实行常白班制，污水处理站实行三班制，每班工作8 h。主要设置垃圾运输、摊铺压实、喷药和覆盖

封场等岗位。生产过程中可能产生的职业病危害因素有噪声、夏季高温、粉尘、氨、硫化氢、甲烷、氯氟菊酯和臭氧等。生活垃圾填埋工艺流程见图1。

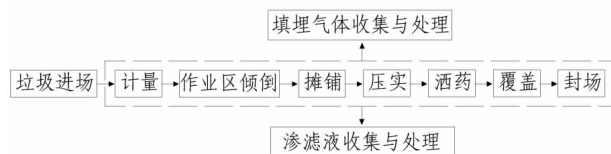


图1 生活垃圾填埋工艺流程

### 1.2 方法

1.2.1 类比企业现场劳动卫生学调查 选择与预评价项目在填埋场库容、处理规模、对象、原辅料、生产工艺、职业危害因素和职业卫生管理等方面均有可比性的企业开展现场劳动卫生学调查及检测。依据 GBZ 2.1—2007《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》和 GBZ 2.2—2007《工作场所有害因素职业接触限值第2部分：物理因素》确定职业接触限值（OEL）。

1.2.2 综合指数风险评估模型 参考新加坡半定量评估法<sup>[9]</sup>进行风险评估，即

$$R = \sqrt{HR \times ER}$$

式中，R表示风险等级，HR表示危害等级（1~5级），ER表示暴露等级（1~5级）。采用矩阵确定风险水平，见图2。

ER	HR				
	1	2	3	4	5
1	1.0	1.4	1.7	2.0	2.2
2	1.4	2.0	2.4	2.8	3.4
3	1.7	2.4	3.0	3.5	3.9
4	2.0	2.8	3.5	4.0	4.5
5	2.2	3.2	3.9	4.5	5.0

- = 可忽略风险
- = 低风险
- ▨ = 中等风险
- ▧ = 高风险
- ▩ = 极高风险

图2 风险等级矩阵图

1.2.2.1 化学因素危害等级判定 采用危害指数、固有危险性分级法进行判定，取两者结果中的较大值进行风险等级计算。根据 GBZ 230—2010《职业性接触毒物危害程度分级》计算危害指数，参考新加坡半定量评估法<sup>[9]</sup>将HR从小到大修改为可忽略危害（THI < 20）、轻度危害（20 ≤ THI < 35）、中度危害（35 ≤ THI < 50）、高度危害（50 ≤ THI < 65）和极度

危害（THI ≥ 65）共5级。根据化学毒物固有危险性<sup>[4]</sup>将其健康危害分为1~5级。

1.2.2.2 物理因素危害等级判定 噪声：根据 GBZ/T 229.4—2012《工作场所职业病危害作业分级 第4部分：噪声》<sup>[11]</sup>，参考新加坡半定量评估法<sup>[9]</sup>将HR从小到大修改为可忽略危害 [LEX, 8 h < 85 dB(A)]、轻度危害 [85 dB(A) ≤ LEX, 8 h < 90 dB(A)]、

中度危害 [90 dB (A) ≤LEX, 8 h < 95 dB (A)]、重度危害 [95 dB (A) ≤LEX, 8 h < 100 dB (A)] 和极重度危害 [LEX, 8 h ≥ 100 dB (A)] 共 5 级；未获得类比检测数据时按照物理因素中的“其他”进行分级。其他：参考 GBZ/T 229.3—2010《工作场所职业病危害作业分级 第 3 部分：高温》<sup>[12]</sup> 和国际采矿与金属委员会职业健康风险评估方法<sup>[10]</sup> 将健康危害分为 1~5 级，依次为轻度危害（可能对劳动者的健康产生不良影响）、中度危害（可能引起劳动者的健康危害）、严重危害（很可能引起劳动者的健康危害，产生损伤）、重度危害（极有可能引起劳动者的健康危害，产生严重损伤）和极重度危害（死亡）。1.2.2.3 暴露等级判定 采用暴露指数（EI）计算 ER，公式如下：

$$ER = \sqrt[n]{EI_1 \times EI_2 \times \dots \times EI_n}$$

式中，n 为接触因素的个数，包括蒸汽压力或空气动力学直径、接触浓度与职业接触限值的比值（E/OEL）、职业病危害控制措施、使用量及累计暴露时间等。EI 分级与 E/OEL 比值分别按照《评估导则》和新加坡半定量风险评估法<sup>[9]</sup> 进行计算。ER 由低

到高分分为极低暴露水平、低暴露水平、中等暴露水平、高暴露水平和极高暴露水平共 5 级。当可获得类比检测结果且已制定相应的 OEL 时，综合考虑职业防护及管理措施情况，将 E/OEL 值纳入上面的公式进行计算；物理因素则不将蒸汽压力或空气动力学直径、E/OEL 值和使用量纳入公式。

## 2 结果

2.1 类比企业职业病危害防护措施情况 选择某市第二垃圾填埋场、某垃圾焚烧厂进行类比。类比企业采用垂直石笼井与水平导气碎石盲沟相结合，将填埋场内气体排出；填埋库区露天作业司机调整夏季作业和休息制度，活动房供给盐饮料补充营养；渗滤液处理作业在中央控制室远程控制，加药间设置药剂输送装置；污泥间侧墙设置活动玻璃窗；机修车间屋顶设置无动力排风扇；需进入污水池内或罐内检修时按照密闭空间作业规范进行，但在污水处理区未设置硫化氢报警仪；为作业人员配置了全棉工作服、防毒口罩、防护眼镜和耐酸套鞋等，未配备防噪声耳塞。类比检测结果显示，除填埋库区喷药岗位的噪声强度超过国家标准外，其他检测项目均符合要求。见表 1。

表 1 类比企业职业病危害因素检测结果

类比企业	检测地点 / 岗位	危害因素	检测结果	OEL	评价结果
某垃圾焚烧厂	飞灰固化车间	其他粉尘 <sup>a</sup>	0.6 mg/m <sup>3</sup>	8 mg/m <sup>3</sup>	合格
某市第二垃圾填埋场	填埋库区摊铺	硫化氢 <sup>b</sup>	1.1 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	合格
		氨 <sup>a</sup>	0.14 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	合格
		其他粉尘 <sup>a</sup>	1.4 mg/m <sup>3</sup>	8 mg/m <sup>3</sup>	合格
		噪声 <sup>c</sup>	73.6 dB (A)	85 dB (A)	合格
	填埋库区喷药	硫化氢 <sup>b</sup>	< 0.53 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	合格
		氨 <sup>a</sup>	0.25 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	合格
		噪声 <sup>c</sup>	99.5 dB (A)	85 dB (A)	不合格
	污水处理区巡检	硫化氢 <sup>b</sup>	2.0 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	合格
		氨 <sup>a</sup>	0.16 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	合格
		噪声 <sup>c</sup>	73.5 dB (A)	85 dB (A)	合格
电焊	锰及其无机化合物 <sup>a</sup>	0.026 mg/m <sup>3</sup>	0.15 mg/m <sup>3</sup>	合格	
	电焊烟尘 <sup>a</sup>	1.0 mg/m <sup>3</sup>	4 mg/m <sup>3</sup>	合格	
	电焊弧光 <sup>d</sup>	0.08 μW/cm <sup>2</sup>	0.24 μW/cm <sup>2</sup>	合格	

注：a 表示评价指标为 8 小时加权浓度；b 表示评价指标为最高浓度；c 表示评价指标为 8 小时等效声级；d 表示评价指标为 8 小时 OEL。

## 2.2 预评价项目职业病危害风险评估

2.2.1 拟设置的职业病危害控制措施 该项目拟采用垂直石笼井与水平导气碎石盲沟相结合，使用渗滤液收集系统。渗滤液处理设备为密闭式；机械化填埋作业，驾驶室密封并设置空调；填埋作业区设置临时移动网，焚烧飞灰摊铺后洒水；对噪声较大的设备采取局部隔离降噪措施；夏季露天高温填埋作业人员做好

防暑降温保健工作，入夏之前做好职业健康体检；为作业人员配置工作服、防尘口罩和防噪声耳塞等。拟设置甲烷、氨气等自动报警装置并进行定期检查维护，但缺少较全面的应急救援措施设计。

2.2.2 危害等级评定结果 预评价项目可能存在的主要职业病危害因素及其对人体的健康危害见表 2。危害等级较高的有机修岗位的电焊烟尘，为 5 级；摊铺

压实岗位接触的夏季高温, 喷药岗位接触的噪声和夏季高温, 硫化氢及氨, 均达4级。见表3。

2.2.3 暴露等级评定结果 综合化学毒物毒作用及作业人员的接触方式, 认为同时接触硫化氢和氨的摊铺压实、喷药及污水处理岗位和同时接触臭氧、锰及其无机化合物的机修岗位均存在联合暴露风险。其中臭氧未收集到类比检测资料, 因此机修岗位使用锰及其无机化合物的类比检测资料计算 E/OEL 值。指数法评定结果显示, 暴露等级最高的为机修岗位接触的臭氧及高温危害, 达到了中等暴露水平 (3.0); 暴露等级最低的为各岗位接触的噪声, 均为低暴露水平 (1.9)。见表3。

表2 垃圾生态填埋场职业病危害因素及造成的主要健康危害

危害因素	主要健康危害
噪声	听力损失, 噪声聋
粉尘	呼吸系统损害, 尘肺
高温	循环系统损害, 中暑
硫化氢 <sup>a</sup>	刺激作用、窒息, “电击样”死亡
氨 <sup>a</sup>	呼吸系统损害, 化学性灼伤
甲烷	缺氧, 中枢神经系统损害
氯氰菊酯	神经系统、生殖系统损害
电焊弧光	电光性眼炎
臭氧 <sup>a</sup>	刺激作用, 呼吸系统损害
锰及其无机化合物 <sup>a</sup>	中枢神经系统、呼吸系统损害

注: a 表示化学毒物同时存在同一岗位时可能导致呼吸系统中毒症状加重<sup>[13]</sup>。

表3 垃圾生态填埋场职业病危害因素危害等级和暴露等级评定结果

车间	岗位	危害因素	类比检测数据	HR	EI											接触因素个数	ER
					蒸汽压力或空气动力学直径	E/OEL	工程防护措施	应急救援设施	职业病防护用品	应急救援措施	职业卫生管理	日使用量	日接触时间	周使用量	周接触时间		
填埋场区	运输	噪声	无	3	—	—	1	—	1	—	1	—	5	—	5	5	1.9
		其他粉尘(飞灰)	有	2	4	2	1	—	1	—	1	4	5	4	5	9	2.5
	摊铺压实	噪声	有	1	—	—	1	—	1	—	1	—	5	—	5	5	1.9
		夏季高温	无	4	—	—	1	—	1	5	1	—	5	—	5	6	2.2
		其他粉尘(垃圾)	有	2	2	2	1	—	1	—	1	4	5	4	5	9	2.3
		硫化氢	有	4	5	2	1	4	1	5	1	—	5	—	5	9	2.6
		氨	有	4	5	2	1	4	1	5	1	—	5	—	5	9	2.6
		甲烷	无	1	5	—	1	4	1	5	1	—	5	—	5	8	2.7
	喷药	噪声	有	4	—	—	1	—	1	—	1	—	5	—	5	5	1.9
		夏季高温	无	4	—	—	1	—	1	5	1	—	5	—	5	6	2.2
		硫化氢	有	4	5	1	1	4	1	5	1	—	5	—	5	9	2.4
		氨	有	4	5	1	1	4	1	5	1	—	5	—	5	9	2.4
氯氰菊酯		无	3	1	—	1	4	1	5	1	2	5	2	5	10	2.1	
污水处理站		污水处理	噪声	有	1	—	—	1	—	1	—	1	—	5	—	5	5
硫化氢	有		4	5	2	1	4	1	5	1	—	5	—	5	9	2.6	
氨	有		4	5	2	1	4	1	5	1	—	5	—	5	9	2.6	
甲烷	无		1	5	—	1	4	1	5	1	—	5	—	5	8	2.7	
机修间	机修	噪声	无	3	—	—	1	—	1	—	1	—	5	—	5	5	1.9
		高温	无	3	—	—	4	4	1	5	1	—	5	—	5	7	3.0
		电焊弧光	有	3	—	—	4	—	1	—	1	—	5	—	5	5	2.5
		臭氧	无	3	—	—	4	4	1	5	1	—	5	—	5	7	3.0
		电焊烟尘	有	5	5	3	4	—	1	—	1	1	5	1	5	9	2.3
		锰及其无机化合物	有	3	5	2	4	—	1	—	1	1	5	1	5	9	2.3

注: “—”表示职业病危害因素不涉及接触因素中的内容。

2.2.4 职业病危害风险等级评定结果 缺少类比数据的危害因素: 摊铺压实、污水处理岗位接触甲烷导致的中枢神经系统损害均为可忽略风险; 运输、机修岗位接触噪声导致的听力损害均为低风险; 摊铺压实、喷药岗位接触夏季高温导致的循环系统损害, 喷药岗

位接触氯氰菊酯导致的神经系统损害, 机修岗位接触高温、臭氧导致的循环系统及呼吸系统损害等均为中等风险。结合类比数据的危害因素: 在作业场所 OEL 评价均为合格的岗位中, 除摊铺压实及污水处理岗位接触噪声导致的听力损害为可忽略风险、摊铺

压实及运输岗位接触其他粉尘导致的呼吸系统损害为低风险外, 评估为中等风险的岗位及职业病危害因素占 57.1%; 作业场所 OEL 评价为不合格的喷药岗位

接触噪声导致的听力损害为中等风险。见表 4。

2.3 风险管理措施建议 根据评估结果, 预评价项目对不同风险程度的岗位管理参考建议见表 5。

表 4 垃圾生态填埋场职业病危害风险等级评定结果

车间	岗位	危害因素	OEL 评价结果	HR	ER	R	风险水平
填埋场区	运输	噪声	缺项	3	1.9	2.4	低风险
		其他粉尘	合格	2	2.5	2.2	低风险
	摊铺压实	噪声	合格	1	1.9	1.4	可忽略风险
		夏季高温	缺项	4	2.2	3.0	中等风险
		其他粉尘	合格	2	2.3	2.1	低风险
		硫化氢	合格	4	2.6	3.2	中等风险
		氨	合格	4	2.6	3.2	中等风险
		甲烷	缺项	1	2.7	1.6	可忽略风险
	喷药	噪声	不合格	4	1.9	2.8	中等风险
		夏季高温	缺项	4	2.2	3.0	中等风险
		硫化氢	合格	4	2.4	3.1	中等风险
		氨	合格	4	2.4	3.1	中等风险
		氯氟菊酯	缺项	3	2.1	2.5	中等风险
污水处理站	污水处理	噪声	合格	1	1.9	1.4	可忽略风险
		硫化氢	合格	4	2.6	3.2	中等风险
		氨	合格	4	2.6	3.2	中等风险
		甲烷	缺项	1	2.7	1.6	可忽略风险
机修间	机修	噪声	缺项	3	1.9	2.4	低风险
		高温	缺项	3	3.0	3.0	中等风险
		电焊弧光	合格	3	2.5	2.7	中等风险
		臭氧	缺项	3	3.0	3.0	中等风险
		电焊烟尘	合格	5	2.3	3.4	中等风险
		锰及其无机化合物	合格	3	2.3	2.6	中等风险

表 5 垃圾生态填埋场职业病危害风险管理措施建议

风险水平	岗位	危害因素	建议
低	运输、摊铺压实、机修	噪声、其他粉尘	项目建成后落实喷洒水降尘措施及填埋作业单元周围设置的临时移动网, 定期维护检修; 现场装卸机械密闭和隔声, 且驾驶室内噪声强度低于 85 dB (A); 落实职业卫生管理及防噪耳塞、防尘口罩等防护用品的使用
中等	摊铺压实、喷药、污水处理	氨、硫化氢	建立职业中毒事故应急救援组织机构, 明确各机构职责和联络方式, 制定事故应急处理程序、紧急疏散撤离、危险区隔离、抢险救援及控制措施、伤员救治方法、应急培训计划和演练计划等; 定期实施应急救援演练; 工作场所附近配置现场存放柜存放使用中的防毒口罩; 加强防护设施使用管理, 日常定期维护、检修; 定期对毒物进行检测
	摊铺压实、喷药	夏季高温	夏季露天高温填埋作业人员做好防暑降温工作, 合理安排室外作业时间, 入夏前做好职业健康体检; 建立职业中暑事故应急救援组织机构, 明确各机构职责和联络方式, 制定事故应急处理程序、紧急疏散撤离、危险区隔离、抢险救援及控制措施、伤员救治方法、应急培训计划和演练计划等; 定期实施应急救援演练
	喷药	噪声、氯氟菊酯	喷药作业人员经过厂内三级培训后方可上岗, 岗位培训内容包括配药喷药安全操作技能、喷药机械的维护技能以及喷洒农药的个人卫生要求等; 选用低噪声喷药设备; 工作场所附近配置防护用品现场存放柜用于存放使用中的防毒口罩; 加强防护设施使用管理, 日常定期维护和检修; 定期对噪声和毒物进行检测
	机修	电焊烟尘、臭氧、锰及其无机化合物、高温、电焊弧光	机修车间内设置全面机械通风设施; 选用低噪声的鼓风机和机械设, 对噪声较大的机械设备设置局部隔声罩和减振基础, 安装减振垫等降低噪声强度; 为员工配置防噪耳塞、防尘口罩、手持防护面罩及护目镜、全面罩过滤式防毒面具、防护手套、防护鞋和全棉工作服等, 完善职业卫生管理台帐, 加强员工职业卫生宣传教育, 定期培训, 工作场所附近配置防护用品现场存放柜用于存放使用中的防尘和防毒口罩; 加强防护设施使用管理, 日常定期维护检修; 定期对噪声和毒物进行检测

### 3 讨论

危害等级是职业病危害因素危害程度预测的重要组成部分。蒋文建等<sup>[14]</sup>以固有特性作用确定化学毒物的危害等级,但章剑等<sup>[15]</sup>认为单纯化学物的急性毒性资料(LD<sub>50</sub>和LC<sub>50</sub>)是否适用于危害等级的划分并无直接的理论依据。本研究结合多种方法进行危害等级评估,结果显示化学因素健康危害等级最高的为机修岗位接触的电焊烟尘,与国际癌症研究机构公布的电焊烟尘确认具有致癌性(G1类)结果<sup>[16]</sup>一致;其次为摊铺压实、喷药和污水处理岗位接触的硫化氢及氨,这2种物质均被列入《高毒物品目录》,协同作用后可能使危害增大。物理因素危害等级最高的为摊铺压实及喷药岗位接触的室外作业夏季高温,可能与夏季易引起职业中暑事故有关。

暴露等级体现了作业人员在工作场所暴露于健康危害的程度。化学毒物主要通过少量、反复的接触对作业人员造成慢性毒作用,大多可以通过日常的职业卫生管理措施预防。对于物理因素引起的危害,如噪声导致听力损失,可列入“慢性病”的范畴。本次评估结果显示,暴露等级最低的是各岗位接触的噪声,主要考虑与项目建成后拟设置的防噪设施、个人防护用品及职业卫生管理有关;机修岗位接触的臭氧及高温达到了中等暴露水平,可能与预评价项目未在机修车间设置防毒防暑措施有关。以往在预评价项目中使用类比法时,无法对类比检测数据的危害因素的暴露程度进行预测,本研究使用的暴露指数涉及职业卫生管理、职业病危害防护措施、暴露比值比、个人防护用品及应急救援等方面,评估结果可靠,并与案例应用<sup>[17-18]</sup>一致。

在职业病危害风险评定中,采用“HR-ER”为基础原理的方法得到的结果比单纯定性评估方法更能反映其风险级别。有研究曾使用国际化学品控制工具箱(international chemical control toolkit, ICCT)对光电子材料生产<sup>[19]</sup>及氧化钢工艺<sup>[20]</sup>的建设项目进行职业病危害预评价,主要从化学物的固有特性、暴露量及暴露可能性等方面评估职业病危害防护设施的有效性并提出管理建议,与本次采用综合指数法的评价效果相近。本次类比检测结果显示,职业接触均未超标但风险等级评估为中等风险的岗位及职业病危害因素占57.1%,提示在作业场所有害物质浓度均符合国家标准的情况下,仍应持续、动态、全面地开展风险管理,与文献报道<sup>[21-22]</sup>一致;在缺少类比检测数据时,评估为中等风险的岗位及职业病危害因素占55.6%,弥补了类比法的缺陷,使风险评估方法的适

用范围更广<sup>[23]</sup>。

与我国现行的职业接触限值评估方法不同,《评估导则》综合指数法引入的参数除作业场所的实际暴露浓(强)度外,还综合考虑了化学物质本身的毒理学性质(如蒸汽压和空气动力学直径)、作业岗位危害因素的控制措施(如工程防护措施和应急救援设施)、长期反复接触的可能性(如日使用量和周使用时间)等,提高了暴露等级评定的准确性,在对类比企业进行分析的基础上提高了应用成效,评估结果能较准确、直观地体现化学及物理类职业病危害因素的危害等级。本次预评价依据《评估导则》列出的风险评估步骤开展工作,对GBZ/T 196—2007《建设项目职业病危害预评价技术导则》进行了补充,有较强的可操作性。可考虑进一步增加物理因素评估的环节,并结合我国已颁布实施的相关职业卫生标准,形成适合我国职业卫生工作者使用的风险评估方法。

### 参考文献

- [1] 王海军, 史济萌. 风险评估分析法在某新建项目职业病危害预评价中的应用[J]. 中国农村卫生, 2014 (14): 43-45.
- [2] 孙倩, 黄德寅. 基于风险分析的某机械加工建设项目职业病危害预评价[J]. 职业与健康, 2010, 26 (10): 1171-1173.
- [3] 余晓峰, 韩丽芳, 谢凯蕾, 等. 罗马尼亚职业事故和职业病风险评估方法在某贵金属冶炼厂的应用效果[J]. 浙江预防医学, 2016, 28 (2): 186-188.
- [4] 阮晓颖, 傅红, 张旭慧, 等. 半定量评估法在节能灯生产行业职业危害风险评估的应用[J]. 浙江预防医学, 2016, 28 (11): 1114-1118.
- [5] USEPA. Risk assessment guidance for superfund volume I: human health evaluation manual (Part F, Supplemental guidance for inhalation risk assessment, EPA-540-R-070-002 OSWER 9285.7- 82 January 2009) [M]. Washington, D.C.: Office of Superfund Remediation and Technology Innovation Environmental Protection Agency, 2009.
- [6] GAZZI D. COSHH essentials: easy steps to control chemicals [J]. Annals of Occupational Hygiene, 2000, 44 (2): 160-161.
- [7] The University of Queensland. Occupational health & safety risk assessment and management guideline [M/OL]. [2019-08-29]. [http://mtpinnacle.com/pdfs/RiskAssessment\\_Queensland.pdf](http://mtpinnacle.com/pdfs/RiskAssessment_Queensland.pdf).
- [8] PECE S, DASCALESCU A. Risk assessment method for occupational accidents and diseases [M]. Ministry of Labor and Social Protection, 1998.
- [9] Ministry of Manpower, Singapore. A semi-quantitative method to assess occupational exposure to harmful chemicals [M/OL]. [2019-08-29]. <http://www.mom.gov.sg/workplace-safety-health/resources>.
- [10] International Council on Mining and Metals. Good practice guidance on occupational health risk assessment [M/OL]. [2019-08-29]. <http://www.mtpinnacle.com/pdfs/ICMM-Health-Risk-Assessment.pdf>.

- [11] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第4部分: 噪声: GBZ/T 229.4—2012 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2012.
- [12] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第3部分: 高温: GBZ/T 229.3—2010 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [13] 中华人民共和国卫生部. 职业性急性化学物中毒性呼吸系统疾病诊断标准: GBZ 73—2009 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2009.
- [14] 蒋文建, 胡华. 风险评估法在某化工企业PET生产线技术改造项目职业病危害预评价中的应用 [J]. 广东化工, 2017, 44 (15): 169-170, 136.
- [15] 章剑, 施爱民, 陈献文, 等. 半定量职业危害风险评估法在某市电焊行业锰危害因素评价中的应用 [J]. 中国工业医学杂志, 2014, 27 (4): 310-311.
- [16] International Agency for Research on Cancer. Agents classified by the IARC monographs, volumes 1-119 [Z/OL]. [2019-08-29]. [http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest\\_classif.php](http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/latest_classif.php).
- [17] 李佳, 黄永庆. 类比法结合风险评估法在福建省某热电厂项目职业病危害预评价中的应用 [J]. 职业与健康, 2017, 33 (18): 2449-2451.
- [18] 李旭东, 丁俊, 刘明, 等. 三种职业健康风险评估方法评估涂料生产企业有机溶剂风险的应用比较 [J]. 预防医学, 2018, 30 (8): 794-798.
- [19] 刘金梅, 朱志良, 黄厚今. ICCT风险评估法在某大型光电子材料生产项目职业病危害预评价中的应用 [J]. 职业与健康, 2017, 33 (8): 1014-1017.
- [20] 钟学飘, 朱志良. ICCT风险评估法应用于氧化钢工艺的职业病危害预评价 [J]. 实用预防医学, 2016, 23 (8): 980-981.
- [21] 伍波, 李铭, 程秀荣, 等. 接苯企业职业健康风险评估 [J]. 中国公共卫生, 2018, 34 (5): 139-142.
- [22] 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.
- [23] 栾俞清, 张美辨, 邹华, 等. 家具制造企业半定量风险评估方法优化及应用研究 [J]. 预防医学, 2017, 29 (8): 770-776.

收稿日期: 2019-05-17 修回日期: 2019-08-29 本文编辑: 徐文璐

## (上接第 1192 页)

### 参考文献

- [1] 崔芳芳, 张岚, 宇传华, 等. 湖北省 13 种危险因素的疾病负担研究 [J]. 中国卫生统计, 2016, 33 (5): 778-781.
- [2] 郭丽花, 俞敏, 钟节鸣, 等. 桐乡市社区高血压患者心血管病发病风险评估 [J]. 预防医学, 2019, 31 (2): 124-127.
- [3] 殷国青, 周晓辉. 高血压流行病学研究现状 [J/CD]. 临床医药文献电子杂志, 2018, 5 (4): 189-190.
- [4] 林秋月, 凌玮洁, 黄丽丽, 等. 同时接触噪声和高温造纸厂工人心血管系统状况调查 [J]. 职业卫生与应急救援, 2015, 33 (4): 276-277.
- [5] 王洁, 李君, 蒋守芳, 等. 唐山市某大型钢铁企业高温和噪声对职业人群血压的影响 [J]. 职业与健康, 2014, 30 (19): 2719-2722.
- [6] 李君, 佟俊旺, 蒋守芳, 等. 钢铁企业作业工人高血压患病现况及其影响因素 [J]. 环境与职业医学, 2014, 31 (1): 25-29.
- [7] 高雪娟, 范红敏, 丛龙学, 等. 接触噪声、高温和倒班与男性钢铁工人正常高值血压发生和高血压患病的关系 [J]. 环境与职业医学, 2017, 34 (9): 765-771.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量第 8 部分: 噪声: GBZ/T 189.8—2007 [S]. 2007.
- [9] 李向文, 佟俊旺, 杨静波, 等. 钢铁生产工人累计噪声暴露量与高血压关系研究 [J]. 中国职业医学, 2016, 43 (4): 451-455.
- [10] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量第 7 部分: 高温: GBZ/T 189.8—2007 [S]. 2007.
- [11] 柴峰, 佟俊旺, 杨静波, 等. 钢铁生产工人高温作业分级与高血压关系研究 [J]. 中国职业医学, 2016, 43 (4): 442-446.
- [12] 刘力生. 中国高血压防治指南 (2018 年修订版) [J]. 中国心血管杂志, 2019, 24 (1): 24-56.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 成人体重判定: WS/T 428—2013 [S]. 2013.
- [14] 李雪, 王朝阳, 范红敏, 等. 高温和噪声与 571 名某钢厂工人代谢综合征的关系研究 [J]. 卫生研究, 2015, 44 (1): 77-81.
- [15] BALKAU B, CHARLES M A. Comment on the provisional report from the WHO consultation. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR) [J]. Diabet Med, 1999, 16 (5): 442-443.
- [16] 戴泽礼, 陆燕娜, 徐雯. 噪声暴露对作业工人高血压患病率的影响 [J]. 浙江预防医学, 2016, 28 (2): 183-185.
- [17] 钱庆增, 曹向可, 李秀荣, 等. 高温、噪声作业人员高血压患病情况及相关因素分析 [J]. 重庆医学, 2018, 47 (2): 229-231.
- [18] 王栋, 王洁, 汤成春, 等. 南京市城区社区居民高血压现况调查及影响因素分析 [J]. 东南大学学报 (医学版), 2014, 33 (5): 581-585.
- [19] 吴梦怡, 奉水东, 洪秀琴. 湖南省社区居民高血压和高血压分级现状及其影响因素分析 [J]. 中国公共卫生, 2018, 34 (10): 1334-1337.
- [20] JAUBERT M P, JIN Z, RUSSO C, et al. Alcohol consumption and ambulatory blood pressure: a community-based study in an elderly cohort [J]. Am J Hypertens, 2014, 27 (5): 688-694.
- [21] 李杰, 顾月. 成人高血压和高血压前期影响因素研究 [J]. 预防医学, 2017, 29 (12): 1207-1212.

收稿日期: 2019-07-08 修回日期: 2019-09-18 本文编辑: 徐文璐