

应用3种职业健康风险评估模型评估 氧化铝粉尘岗位的健康风险

顾明华, 徐晓雯, 章敏华, 李延红

上海市疾病预防控制中心, 上海 200336

摘要:

[背景] 尘肺病是我国危害最严重和最常见的职业病。磨料磨具制造行业是粉尘危害严重和尘肺病高发的行业之一。

[目的] 研究英国健康必需品有害物质控制方法(英国 COSHH 模型)、澳大利亚职业健康与安全风险评估方法(澳大利亚模型)和新加坡有害化学物质职业接触半定量风险评估方法(新加坡模型, 包括接触指数法和接触比值法)3种职业健康风险评估模型在磨料磨具制造行业氧化铝粉尘岗位的适用性。

[方法] 选择某磨料磨具制造企业中氧化铝粉尘岗位作为研究对象, 将既往发生尘肺病的成型、配料和混料岗位定为重点岗位, 将其他氧化铝粉尘岗位定为非重点岗位。于2018年6月开展职业卫生现场调查和职业病危害因素检测, 应用3种模型开展风险评估, 对评估结果进行风险比值转换, 比较重点岗位和非重点岗位粉尘浓度和风险比值的差异, 对3种评估模型得出的风险比值进行 Spearman 相关性分析。

[结果] 该企业氧化铝粉尘岗位共23个, 一车间A生产线成型岗位氧化铝粉尘浓度超标($4.31 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$), 超标率4.35%; 12个重点岗位氧化铝粉尘浓度 $[(1.52 \pm 1.19) \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}]$ 明显高于11个非重点岗位 $[(0.66 \pm 0.51) \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}]$ ($t=2.216$, $P=0.038$)。该企业氧化铝粉尘岗位的职业健康风险总体处于中等水平。英国 COSHH 模型、澳大利亚模型和新加坡模型接触指数法得出的重点岗位的风险比值(0.44 ± 0.11 、 0.55 ± 0.09 、 0.54 ± 0.03)均明显高于非重点岗位(0.25 ± 0.00 、 0.42 ± 0.06 、 0.43 ± 0.04), $P < 0.05$, 新加坡模型接触比值法不能区分重点岗位和非重点岗位的风险差异。3种模型得出的风险比值间具有明显的相关性, 相关系数前三位分别是: $RR_{\text{新加坡模型接触指数法}}$ 与 $RR_{\text{澳大利亚模型}}$ ($r=0.811$)、 $RR_{\text{新加坡模型接触指数法}}$ 与 $RR_{\text{英国 COSHH 模型}}$ ($r=0.790$)、 $RR_{\text{澳大利亚模型}}$ 与 $RR_{\text{英国 COSHH 模型}}$ ($r=0.735$)。

[结论] 3种职业健康风险评估模型在评估方式、适用范围、危害等级判断依据、接触等级判断依据、使用对象和为降低风险水平而采取的干预措施等方面存在不同之处。英国 COSHH 模型、澳大利亚模型和新加坡模型接触指数法更适用于磨料磨具制造企业氧化铝粉尘岗位的职业健康风险评估。

关键词: 粉尘; 职业健康; 风险评估; 模型

A comparative study on application of three methods of occupational health risk assessment for alumina dust exposure workstations GU Minghua, XU Xiaowen, ZHANG Minhua, LI Yanhong (Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China)

Abstract:

[Background] Pneumoconiosis is the most serious and common occupational disease in China. Among the industries with serious exposure to dust, abrasives manufacturing industry is featured with a high incidence of pneumoconiosis.

[Objective] This study is conducted to compare the applicability of three occupational health risk assessment methods, including the UK Control of Substances Hazardous to Health Essentials model (UK COSHH model), the Australian Occupational Health and Safety Risk Assessment model (Australia model), and the Singapore semi-quantitative risk assessment model of occupational exposure to chemical substances (Singapore model, including exposure index method and exposure ratio method), for alumina dust exposure workstations in abrasive manufacturing industry.

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.20317

作者简介

顾明华 (1976—), 男, 学士, 副主任医师;
E-mail: guminghua@scdc.sh.cn

通信作者

章敏华, E-mail: zhangminhua@scdc.sh.cn
李延红, E-mail: liyanhong@scdc.sh.cn

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2020-06-29

录用日期 2020-10-20

文章编号 2095-9982(2021)01-0064-06

中图分类号 R13

文献标志码 A

►引用

顾明华, 徐晓雯, 章敏华, 等. 应用3种职业健康风险评估模型评估氧化铝粉尘岗位的健康风险[J]. 环境与职业医学, 2021, 38(1): 64-69.

►本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20317

Correspondence to

ZHANG Minhua, E-mail: zhangminhua@scdc.sh.cn
LI Yanhong, E-mail: liyanhong@scdc.sh.cn

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2020-06-29

Accepted 2020-10-20

►To cite

GU Minghua, XU Xiaowen, ZHANG Minhua, et al. A comparative study on application of three methods of occupational health risk assessment for alumina dust exposure workstations[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(1): 64-69.

►Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20317

[Methods] Workers exposed to alumina dust in an abrasive manufacturing company were selected as study subjects. The molding, batching, and blending workstations that reported pneumoconiosis cases were designated as key workstations, and the other alumina dust workstations as non-key workstations. Occupational health investigations and occupational hazard detections were carried out in June 2018. UK COSHH model, Australian model, and Singapore model were used to assess the occupational health risks associated with the selected workstations. The differences in dust concentrations and related risk ratios converted from assessment results were compared between key and non-key workstations. Spearman correlation analysis was performed of the risk ratios.

[Results] There were 23 alumina dust exposure workstations in the selected enterprise. The concentration of alumina dust in the molding workstation of the first workshop production line A exceeded the standard ($4.31 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$), and the unqualified rate was 4.35%. The average dust concentration of the 12 key workstations was significantly higher than that of the 11 non-key workstations [$(1.52\pm 1.19) \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ vs $(0.66\pm 0.51) \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, $t=2.216$, $P=0.038$]. The occupational health risks of the alumina dust workstations were at medium level. The risk ratios of the key workstations derived from the UK COSHH model, Australian model, and Singapore model exposure index method (0.44 ± 0.11 , 0.55 ± 0.09 , and 0.54 ± 0.03 , respectively) were significantly higher than those of the non-key workstations (0.25 ± 0.00 , 0.42 ± 0.06 , and 0.43 ± 0.04 , respectively) ($P<0.05$). The Singapore model exposure ratio method did not identify a risk difference between the key and the non-key workstations. There were correlations between the risk ratios of either two models, and the top three correlation coefficients (r_s) were 0.811 ($RR_{\text{Singapore model exposure index method}}$ and $RR_{\text{Australia model}}$), 0.790 ($RR_{\text{Singapore model exposure index method}}$ and $RR_{\text{UK COSHH model}}$), and 0.735 ($RR_{\text{Australia model}}$ and $RR_{\text{UK COSHH model}}$).

[Conclusion] The three occupational health risk assessment models differ in evaluating methods, scopes, judgement basis of hazard rating, judgement basis of exposure rating, users, and intervention measures to reduce risk levels. The UK COSHH model, Australia model, and Singapore model exposure index method are more suitable for the occupational health risk assessment of alumina dust exposure workstations in abrasives manufacturing industry.

Keywords: dust; occupational health; risk assessment; model

尘肺病目前仍是我国最常见和危害最严重的职业病^[1]。截至2018年,我国累计报告职业病97万余例,其中约90%是尘肺病(87万余例),并且发病呈现年轻化趋势^[2]。要解决尘肺病的问题,关键是遏制新发尘肺病,因此必须把预防放在首位^[3]。对粉尘作业进行职业健康风险评估,再开展有针对性的分级分类管理^[4],可以有效降低岗位风险水平,减少工作相关疾病的发生^[5]。

磨料磨具制造行业是粉尘危害严重的行业之一,接触高浓度氧化铝粉尘可导致作业工人尘肺病高发,并且病情进展快,并发症多,预后差^[6]。目前,在磨料磨具制造行业粉尘岗位开展职业健康风险评估的研究报道较少。本研究选择了3种常用的,且评价要素互不相同的定性和半定量的风险评估模型:英国健康必需品有害物质控制方法(简称英国COSHH模型)、澳大利亚职业健康与安全风险评估方法(简称澳大利亚模型)和新加坡有害化学物质职业接触半定量风险评估方法(简称新加坡模型)对某磨料磨具制造企业中氧化铝粉尘岗位开展风险评估,评价这3种模型评估结果的准确性和相关性,为粉尘作业职业健康风险评估方法学的研究及应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 对象

本研究选择某磨料磨具制造企业中氧化铝粉尘岗

位作为研究对象。该企业既往发生4例混合尘肺壹期(2012年成型岗位3例,2009年配料、混料岗位1例),该企业在职业卫生日常管理中将成型、配料和混料岗位作为监管重点;因此本研究将以上3个岗位定为重点岗位,将其他氧化铝粉尘岗位定为非重点岗位。

1.2 方法

1.2.1 职业卫生现场调查 根据风险评估模型的分析要素,于2018年6月对该企业开展职业卫生现场调查。调查内容包括企业基本情况、年产量、工艺流程、原辅料、职业卫生管理情况、各岗位职业病危害因素、作业人数、每班暴露时间、操作方式、工程防护类型、个人防护类型等。

1.2.2 职业病危害因素检测 依据GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》对23个氧化铝粉尘岗位定点采集粉尘样品,依据GBZ 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定 第1部分:总粉尘浓度测定》测定和计算总粉尘含量,职业接触限值参考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》。

1.2.3 职业健康风险评估 (1) 英国COSHH模型^[7]。英国COSHH模型属于定性风险评估方法,评价要素为危害特征和接触水平:前者是根据物质的职业接触限值或者危险度术语,将化学有害因素的健康危害水平由小到大分为5级(A~E);后者是根据固态化学品的扬尘性(高、中、低)和使用量[大量(t)、适量

(kg)、少量(g)]确定;最后通过矩阵法将风险水平判断为1~4级。(2) 澳大利亚模型^[8]。澳大利亚模型属于定性风险评估方法,其分析步骤有4步:①识别后果,即识别潜在危害最可能的结局;②估计接触,即估计个体接触危害的频率;③估计概率,即估计个体接触某潜在危害后出现估计后果的可能性;④确定风险,即应用风险等级评估手动版或计算器将风险等级分为5级,分别为低(可接受)风险、中等风险、重大风险、高风险、非常高风险。(3) 新加坡模型^[8]。新加坡模型属于半定量风险评估方法,评估要素为危害等级(HR)和接触等级(ER)。HR是根据美国政府工业医师协会(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)和国际癌症研究协会(International Agency for Research on Cancer, IARC)的化学物致癌分类或急性毒性试验的半数致死剂量(median lethal dose, LD₅₀)和半数致死浓度(median lethal concentration, LC₅₀)确定。ER有2种确定方法:①可获得空气中有害物质检测数据时,使用接触比值法,以实际接触水平(E)与接触限值(PEL)的比值确定, $ER=E/PEL$;②未获得空气中有害物质浓度检测数据时,使用接触指数法,根据接触指数(EI)确定, $ER=(EI_1 \times EI_2 \times \dots \times EI_n)^{1/n}$, n 为接触因子的个数。风险等级 $Risk=(HR \times ER)^{1/2}$, Risk分为1~5级,分别为可忽略风险、低风险、中等风险、高风险、极高风险。

1.3 风险比值(risk ratio, RR)转换

由于各评估方法的结果描述和等级均不相同,为了便于比较分析,进行RR转换。RR的定义为:应用某种模型得出某种职业病危害因素的风险水平等级与该模型的风险水平总等级数之间的比值^[9],其可以代表应用某模型得出的职业病危害因素的相对风险水平,使应用不同模型得出的风险水平之间具有可比性。

1.4 统计学分析

使用Stata 7.0进行统计分析,重点岗位和非重点岗位粉尘浓度和RR的比较采用t检验,对3种评估模型得出的RR进行Spearman相关性分析。检验水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 现场调查和检测结果

该企业为外商投资,共有2个车间4条生产线,职工共330人,其中接触职业病危害因素220人。主要原料有刚玉磨料(氧化铝含量93~96%,并含有少量

Fe₂O₃、SiO₂、TiO₂)、酚醛树脂、铝板;产品有砂轮、切割打磨片。工艺流程为:配料→混料→成型→烧成/灌孔/固化→后加工→检验→包装。

该企业现场采用机械+手工的作业方式。工程防护措施为:整体排风、重点岗位局部吸风、每日真空除尘。个人防护用品有:防尘口罩、耳塞、防护眼镜、防护鞋,个人防护用品佩戴率为100%。氧化铝粉尘岗位共23个,各采集1个粉尘样本,仅一车间A生产线成型岗位的粉尘浓度超标(4.31 mg·m⁻³),超标率4.35%。12个重点岗位的氧化铝粉尘浓度[(1.52±1.19) mg·m⁻³]明显高于11个非重点岗位[(0.66±0.51) mg·m⁻³] ($t=2.216$, $P=0.038$),详见表1。

表1 2018年某磨料磨具制造企业现场调查和粉尘检测结果
Table 1 Field investigation and workplace dust detection results of an abrasive manufacturing enterprise in 2018

部门	岗位	每班接触时间/h	每周工作频次	岗位人数	工程防护	氧化铝粉尘 C _{TWA} /(mg·m ⁻³)**
一车间A生产线	配料*	1	5	6	整体通风	2.90
	混料*	3	5	7	局部除尘	2.00
	成型*	6	5	20	局部除尘	4.31
	烧成	6	5	5	整体通风	0.34
	灌孔	0.5	5	1	局部除尘	0.03
	后加工	6	5	15	局部除尘	1.46
	检验	6	5	7	整体通风	0.36
一车间B生产线	配料*	1	5	2	局部除尘	1.17
	混料*	4	5	2	局部除尘	2.46
	成型*	4	5	4	局部除尘	0.76
	后加工	6	5	5	局部除尘	1.49
	检验	6	5	3	整体通风	0.31
二车间C生产线	配料*	6	5	3	局部除尘	0.34
	混料*	6	5	6	局部除尘	0.76
	成型*	6	5	3	局部除尘	0.54
	后加工	6	5	21	局部除尘	0.97
	检验	6	5	6	整体通风	0.47
二车间D生产线	配料*	4	5	6	局部除尘	1.13
	混料*	6	5	3	局部除尘	1.34
	成型*	6	5	21	整体通风	0.57
	固化	2	5	3	整体通风	0.18
	后加工	6	5	6	整体通风	1.08
	检验	2	5	6	整体通风	0.62

[注]*:重点岗位;** :氧化铝粉尘职业接触限值为4 mg·m⁻³。

2.2 风险评估和RR转换结果

评估结果显示:英国COSH H模型1级风险14个(60.87%),2级风险9个(39.13%),平均RR为0.35±0.12;澳大利亚模型中等风险13个(56.52%),重大风险10个(43.48%),平均RR为0.49±0.10;新加坡模型接触比值法可忽略风险11个(47.83%),低风险12个

(52.17%)，平均RR为0.35±0.07；新加坡模型接触指数法低风险13个(56.52%)，中等风险10个(43.48%)，平均RR为0.49±0.06。该企业氧化铝粉尘岗位的职业健康风险总体处于中等水平，详见表2。

表2 2018年某磨料磨具制造企业氧化铝粉尘岗位职业健康风险评估结果
Table 2 Occupational health risk assessment results of alumina dust of an abrasive manufacturing enterprise in 2018

部门	岗位	英国 COSHH 模型				澳大利亚模型					新加坡模型暴露比值法					新加坡模型暴露指数法				
		接触等级	危害特征等级	风险等级	风险比值	暴露频率类别	后果结局类别	后果发生概率类别	风险等级	风险比值	危害等级	暴露等级	风险等级	分级水平	风险比值	危害等级	暴露等级	风险等级	分级水平	风险比值
一车间A生产线	配料*	4	A	2	0.50	经常	较小	十分可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	2.99	2.45	低风险	0.49
	混料*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	2	2.00	低风险	0.40	2	3.31	2.57	中风险	0.51
	成型*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	3	2.45	低风险	0.49	2	3.72	2.73	中风险	0.55
	烧成	3	A	1	0.25	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	2.91	2.41	低风险	0.48
	灌孔	3	A	1	0.25	经常	较小	小但有可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	1.86	1.93	低风险	0.39
	后加工	3	A	1	0.25	连续	较小	小但有可能	中等	0.40	2	2	2.00	低风险	0.40	2	2.63	2.29	低风险	0.46
	检验	2	A	1	0.25	连续	较小	小但有可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	2.00	2.00	低风险	0.40
一车间B生产线	配料*	3	A	1	0.25	经常	较小	十分可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	2.99	2.45	低风险	0.49
	混料*	3	A	1	0.25	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	2	2.00	低风险	0.40	2	3.66	2.71	中风险	0.54
	成型*	3	A	1	0.25	经常	较小	十分可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	3.46	2.63	中风险	0.53
	后加工	3	A	1	0.25	连续	较小	小但有可能	中等	0.40	2	2	2.00	低风险	0.40	2	2.63	2.29	低风险	0.46
	检验	2	A	1	0.25	连续	较小	小但有可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	2.00	2.00	低风险	0.40
二车间C生产线	配料*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	4.23	2.91	中风险	0.58
	混料*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	2	2.00	低风险	0.40	2	3.94	2.81	中风险	0.56
	成型*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	2	2.00	低风险	0.40	2	3.72	2.73	中风险	0.55
	后加工	3	A	1	0.25	连续	较小	小但有可能	中等	0.40	2	2	2.00	低风险	0.40	2	2.63	2.29	低风险	0.46
	检验	2	A	1	0.25	连续	较小	小但有可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	2.00	2.00	低风险	0.40
二车间D生产线	配料*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	2	2.00	低风险	0.40	2	3.94	2.81	中风险	0.56
	混料*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	2	2.00	低风险	0.40	2	3.94	2.81	中风险	0.56
	成型*	4	A	2	0.50	连续	较小	十分可能	重大	0.60	2	2	2.00	低风险	0.40	2	3.72	2.73	中风险	0.55
	固化	3	A	1	0.25	经常	较小	十分可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	2.71	2.33	低风险	0.47
	后加工	3	A	1	0.25	连续	较小	小但有可能	中等	0.40	2	2	2.00	低风险	0.40	2	2.63	2.29	低风险	0.46
	检验	2	A	1	0.25	经常	较小	小但有可能	中等	0.40	2	1	1.41	可忽略	0.28	2	1.68	1.83	低风险	0.37

[注]*：重点岗位。

2.3 重点岗位和非重点岗位RR比较

英国 COSHH 模型、澳大利亚模型和新加坡模型接触指数法得出的重点岗位RR值明显高于非重点岗位，差异具有统计学意义 ($P<0.05$)，而新加坡模型接触比值法不能区分重点岗位和非重点岗位的风险差异，详见表3。

表3 2018年某磨料磨具制造企业氧化铝粉尘重点岗位和非重点岗位风险比值(RR)比较

Table 3 Comparison of risk ratios (RR) of alumina dust between key workstations and non-key workstations of an abrasive manufacturing enterprise in 2018

岗位	数量	RR 英国 COSHH 模型	RR 澳大利亚模型	RR 新加坡模型接触比值法	RR 新加坡模型接触指数法
重点岗位	12	0.44±0.11	0.55±0.09	0.37±0.07	0.54±0.03
非重点岗位	11	0.25±0.00	0.42±0.06	0.33±0.06	0.43±0.04
t		5.49	4.07	1.61	7.51
P		<0.001	<0.001	0.123	<0.001

2.4 RR值相关性分析

3种模型得出的RR值间均具有明显的相关性。其中相关系数由高到低前三位分别是：RR新加坡模型接触指数法与RR澳大利亚模型、RR新加坡模型接触指数法与RR英国 COSHH 模型、RR澳大利亚模型与RR英国 COSHH 模型，相关系数分别为：0.811、0.790、0.735，详见表4。

表4 2018年某磨料磨具制造企业不同评估模型风险比值相关性分析(r)

Table 4 Correlation between selected risk ratios of alumina dust by different risk assessment models of an abrasive manufacturing enterprise in 2018 (r)

模型	英国 COSHH 模型	澳大利亚模型	新加坡模型接触比值法	新加坡模型接触指数法
英国 COSHH 模型	1.000			
澳大利亚模型	0.735**	1.000		
新加坡模型接触比值法	0.440*	0.508*	1.000	
新加坡模型接触指数法	0.790**	0.811**	0.448*	1.000

[注]*： $P<0.05$ ；**： $P<0.001$ 。

3 讨论

本研究在应用英国 COSHH 模型、澳大利亚模型和新加坡模型对某磨料磨具制造企业氧化铝粉尘岗位开展风险评估和评估结果 *RR* 转换的基础上,对重点岗位和非重点岗位的 *RR* 进行比较,并对 3 种模型得出的风险水平进行相关性分析。

本研究发现 3 种模型的差异:①评估方式不同。英国 COSHH 模型使用矩阵法评估,澳大利亚模型使用连线法评估,两者均是定性评估方法;新加坡模型使用计算法评估,属于半定量评估方法;②适用范围不同。英国 COSHH 模型和新加坡模型适用于化学物和粉尘的风险评估,澳大利亚模型可对所有职业病危害因素造成的不同类型后果(健康、环境、经济)进行综合评估;③危害等级判断依据不同。英国 COSHH 模型和新加坡模型是依据大量动物实验和人群流行病学调查数据划分危害等级,较为客观;澳大利亚模型是根据评估人员的经验,主观判断划分危害等级,可能出现偏倚;④接触等级判断依据不同。英国 COSHH 模型是根据危害因素固有理化特性和使用量来判断;新加坡模型接触比值法是依据现场危害因素浓度和暴露时间来判断;新加坡模型接触指数法是依据除现场浓度外的其他因素(如颗粒大小、工程防护、使用量和接触时间等)来判断;澳大利亚模型是根据接触危害的频率和既往危害后果发生情况,由评估人员主观判断;⑤使用对象不同。英国 COSHH 模型对专业知识要求低,分级指标简单易懂,适合中小企业自查自评;澳大利亚模型和新加坡模型对专业知识要求高或需要专业检测设备,适合专业人员开展评估;⑥为降低风险水平而采取的干预措施不同。更换低毒原料或减少原料使用量可以降低英国 COSHH 模型评估的风险水平;减少接触频率可以降低澳大利亚模型评估的风险水平;更换低毒原料、减少原料使用量、加强工程防护和增加工作班次均可以降低新加坡模型评估的风险水平。

既往国内职业健康风险评估研究尝试了不同方法对评估结果进行验证,有的研究使用劳动者职业健康检查结果中的异常情况进行验证^[10],有的研究使用同地区同行业职业病的发病情况进行验证^[11],有的研究使用相似风险评估文献报道的结果进行验证^[12],有的研究通过不同方法评估结果的一致性进行验证^[13]。本研究将既往发生过尘肺病的成型、配料和混料岗位定为重点岗位(重点岗位的氧化铝粉尘浓度明显高于

非重点岗位),通过比较重点岗位与非重点岗位 *RR* 值的差异,以此作为判断各模型风险评估结果准确性的依据。结果显示:英国 COSHH 模型、澳大利亚模型和新加坡模型接触指数法得出的重点岗位 *RR* 值均明显高于非重点岗位,同时这 3 种方法得出的 *RR* 值间具有较高的相关性(相关系数均大于 0.7),说明这 3 种方法的评价结果比较准确和可靠。

新加坡模型接触比值法中危害等级和接触等级的确定均基于客观数据,是新加坡模型的首选方法,但在本研究中新加坡模型接触比值法评估结果与其他几种方法的相关系数较小(0.440~0.508),且不能区分重点岗位和非重点岗位的风险差异。其原因可能是:本研究现场检测的氧化铝粉尘浓度代表性不强,造成接触等级存在偏差,最终影响风险评估结果。

澳大利亚模型各要素(后果分级、接触分级和概率分级)的判断主观性强,对评估者的专业知识要求高,如果仅凭既往经验,不结合企业实际,难免产生偏倚。这与相关研究^[12]的结论一致。因此,本研究将尘肺壹期作为风险后果,由于尘肺壹期多无明显症状和体征,寿命可以基本达到一般人群的平均水平^[1],故将后果等级定为较大(需要医学处理的伤害);在确定概率等级时,结合该企业实际情况,将既往发生过尘肺病的重点岗位的概率定为“小但有可能”,将其他岗位的概率定为“极小的可能性”,最终澳大利亚模型得出的 *RR* 值能区分重点岗位和非重点岗位的风险差异,且与其他方法均具有较高的相关性。

由于多种定性和定量的风险评估方法都包含主观因素和不确定性,应根据实际情况,选择多种风险评估方法联合应用,以期得出更全面、更准确的结果^[12]。本研究显示,虽然英国 COSHH 模型、澳大利亚模型和新加坡模型接触指数法评估要素并不相同,但这 3 种评估方法具有较好的准确性和相关性,可以联合应用于粉尘岗位的风险评估。

本研究结果可为职业健康风险评估方法学的研究提供参考依据,为磨料磨具制造行业氧化铝粉尘岗位职业健康风险评估的方法选择和实践应用提供指导。但本研究仅选择一家企业作为典型案例对 3 种风险评估模型进行比较分析,其代表性受到一定限制,今后应在不同重点行业或企业开展不同风险评估模型的应用研究,进一步比较不同模型间的差异,为不断完善我国粉尘作业职业健康风险评估方法积累更多经验。

参考文献

- [1] 中华预防医学会劳动卫生与职业病分会职业性肺部疾病学组. 尘肺病治疗中国专家共识(2018年版)[J]. 环境与职业医学, 2018, 35(8): 677-689.
- Occupational Lung Disease Group of Labor Hygiene and Occupational Diseases Branch of Chinese Preventive Medicine Association. Consensus of Chinese experts on pneumoconiosis treatment (2018) [J]. J Environ Occup Med, 2018, 35(8): 677-689.
- [2] 国家卫生健康委员会宣传司. 职业病防治形势及主要工作措施——国务院新闻办公室2019年5月13日国务院政策例行吹风会材料[EB/OL]. [2020-02-05]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/s7847/201905/5f442e1fc5684426a418e0d9cffa7072.shtml>.
- Publicity Department of Health Commission of the People's Republic of China. Situation and main measures of occupational disease prevention and control—Materials for the State Council Policy Briefing by the State Council Information Office on May 13, 2019 [EB/OL]. [2020-02-05]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/s7847/201905/5f442e1fc5684426a418e0d9cffa7072.shtml>.
- [3] 李德鸿. 不要把尘肺病防治引入歧途[J]. 环境与职业医学, 2018, 35(4): 283-285.
- LI D H. Don't mislead the prevention and treatment of pneumoconiosis [J]. J Environ Occup Med, 2018, 35(4): 283-285.
- [4] 王海椒, 王雪涛. 我国粉尘作业风险评估方法的发展及现状[J]. 职业与健康, 2016, 32(2): 279-281, 285.
- WANG H J, WANG X T. Present situation and development of risk evaluation method on dust workplace in China [J]. Occup Health, 2016, 32(2): 279-281, 285.
- [5] ROUT B K, SIKDAR B K. Hazard identification, risk assessment, and control measures as an effective tool of occupational health assessment of hazardous process in an iron ore pelletizing industry [J]. Indian J Occup Environ Med, 2017, 21(2): 56-76.
- [6] 彭娟娟, 陈良, 周泽深, 等. 某厂磨料磨具作业铝尘肺流行病学调查[J]. 中国职业医学, 2006, 33(1): 24-26.
- PENG J J, CHEN L, ZHOU Z S, et al. Epidemiological study on aluminosis in an abrasives processing plant [J]. Chin Occup Med, 2006, 33(1): 24-26.
- [7] RUSSELL R M, MAIDMENT S C, BROOKE I, et al. An introduction to a UK scheme to help small firms control health risks from chemicals [J]. Ann Occup Hyg, 1998, 42(6): 367-376.
- [8] 王忠旭, 李涛. 职业健康风险评估与实践[M]. 北京: 中国环境出版社, 2016: 230-266.
- WANG Z X, LI T. Zhiye jiankang fengxian pinggu yu shijian [M]. Beijing: China Environment Publishing Group, 2016: 230-266.
- [9] TIAN F, ZHANG M, ZHOU L, et al. Qualitative and quantitative differences between common occupational health risk assessment models in typical industries [J]. J Occup Health, 2018, 60(5): 337-347.
- [10] 陈慧峰, 闫雪华, 陈妍珊, 等. 广东省某海洋石油工程装备制造项目粉尘危害风险级别的3种风险评估方法研究[J]. 职业与健康, 2019, 35(9): 1171-1175.
- CHEN H F, YAN X H, CHEN Y S, et al. A comparative study of three risk assessment methods on evaluation of risk rating for dust hazard in an offshore oil engineering equipment manufacturing project of Guangdong Province [J]. Occup Health, 2019, 35(9): 1171-1175.
- [11] 张鹏, 刘弢, 李辉, 等. 两种风险评估模型在转椅家具制造企业的应用比较[J]. 预防医学, 2018, 30(2): 158-162.
- ZHANG P, LIU T, LI H, et al. Applied study and case report of comparison and application of two occupational health risk assessment methods in chair furniture manufacturing enterprises [J]. Prev Med, 2018, 30(2): 158-162.
- [12] 边国林, 王爱红, 李晓海, 等. 三种职业健康风险评估方法在小型家具制造企业的应用研究[J]. 预防医学, 2017, 29(10): 1003-1008.
- BIAN G L, WANG A H, LI X H, et al. A comparative study on the application of different methods of occupation health risk assessment in small furniture manufacturing industry [J]. Prev Med, 2017, 29(10): 1003-1008.
- [13] 吴宾, 张永亮, 陈永青. 煤尘职业健康风险评估中两种风险评估方法的应用研究[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2017, 35(4): 276-279.
- WU B, ZHANG Y L, CHEN Y Q. Study on application of two risk assessment methods in coal dust occupational health risk assessment [J]. Chin J Ind Hyg Occup Dis, 2017, 35(4): 276-279.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 王晓宇)