

四种风险评估模型在陶瓷生产企业工作场所矽尘危害风险评估中的应用和比较

李天正¹, 管有志¹, 陈浩², 林艳发³, 冯晶⁴, 周伟¹

1. 深圳市职业病防治院职业危害评价科, 广东 深圳 518020
2. 深圳市龙岗区疾病预防控制中心职业卫生科, 广东 深圳 518000
3. 深圳市坪山区疾病预防控制中心职业卫生科, 广东 深圳 518000
4. 深圳市宝安区疾病预防控制中心职业卫生科, 广东 深圳 518000

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2020.19558

摘要：

[背景] 陶瓷生产企业工作场所矽尘危害较为严重, 通过风险评估加强对工作场所矽尘的治理与防护极为必要。

[目的] 应用多种方法对陶瓷生产企业接触矽尘岗位开展健康风险评估, 并对评估结果进行比较, 探讨不同职业健康风险评估方法的适用性。

[方法] 选取4家陶瓷生产企业, 开展职业卫生调查和职业卫生检测, 应用GBZ/T 229.1—2010《工作场所职业病危害作业分级 第1部分: 生产性粉尘》中作业分级法以及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》定性风险评估法和半定量风险评估法中的接触比值法、综合指数法, 对接触矽尘岗位开展健康风险评估, 并将评估结果(R)标准化为风险比值(RR)进行比较。

[结果] A企业杂工、素检打磨、喷釉、整修岗位矽尘浓度超标, 浓度最大值分别为0.86、0.87、1.55、0.72 mg·m⁻³; B企业称量、成型、脱蜡、手工打磨岗位矽尘浓度超标, 浓度最大值分别为1.5、1.1、1.9、1.0 mg·m⁻³; C企业各岗位矽尘浓度均符合标准; D企业水刀切割、普通切割、磨边、切割磨边、手工切割、简易切割岗位矽尘浓度超标, 浓度最大值分别为0.48、0.84、0.96、0.72、0.60、0.60 mg·m⁻³。作业分级法: 超标岗位R为3~4, 合格岗位R为1~2, RR在R的基础上上浮一个等级; 定性评估法: 所有岗位R均为4, RR均为5; 接触比值法: 各岗位R为3~5, RR等级同R级别; 综合指数法: 各岗位R和RR相等, 为3~5。除定性评估法, 其他3种方法检测结果均与接触浓度/职业接触限值成正比, RR关系为: 作业分级法<综合指数法<接触比值法。

[结论] 对于陶瓷生产企业接触矽尘岗位健康风险评估, 定性评估法受矽尘健康危害水平的影响, 所有岗位风险分级均为最高, 适用性较差; 结合检测结果、防护措施、管理措施来看, 综合指数法更为符合实际情况, 具有较好的适用性。

关键词: 职业健康; 风险评估; 作业分级; 陶瓷生产企业; 矽尘

Risk assessment of workplace silica dust hazard in ceramic manufacturing enterprises: A comparison study of four risk assessment models LI Tian-zheng¹, GUAN You-zhi¹, CHEN Hao², LIN Yan-fa³, FENG Jing⁴, ZHOU Wei¹ (1. Department of Occupational Hazard Assessment, Shenzhen Prevention and Treatment Center for Occupational Diseases, Shenzhen, Guangdong 518020, China; 2. Occupational Health Department, Longgang District Center for Disease Control and Prevention, Shenzhen, Guangdong 518000, China; 3. Occupational Health Department, Pingshan District Center for Disease Control and Prevention, Shenzhen, Guangdong 518000, China; 4. Occupational Health Department, Bao'an District Center for Disease Control and Prevention, Shenzhen, Guangdong 518000, China)

Abstract:

[Background] Silica dust pollution is serious in ceramic enterprises. It is necessary to strengthen silica dust control and protection in workplace through risk assessment.

[Objective] Through assessing the health risk of silica dust exposure in ceramic manufacturing enterprises by various methods, and comparing the assessment results, the study aims to explore the applicability of different occupational health risk assessment methods.

组稿专家

张美辨 (浙江省疾病预防控制中心职业健康与辐射防护所), E-mail: mbzhang@cdc.zj.cn

基金项目

职业健康风险评估与国家职业卫生标准制定 (131031109000160004)

作者简介

李天正 (1984—), 男, 硕士, 高级工程师; E-mail: 76657721@qq.com

通信作者

周伟, E-mail: zhouwei198007@163.com

利益冲突

无申报

收稿日期 2019-08-14

录用日期 2019-12-12

文章编号 2095-9982(2020)02-0138-06

中图分类号 R134

文献标志码 A

引用

李天正, 管有志, 陈浩, 等. 四种风险评估模型在陶瓷生产企业工作场所矽尘危害风险评估中的应用和比较 [J]. 环境与职业医学, 2020, 37 (2): 138-143.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19558

Funding

This study was funded.

Correspondence to

ZHOU Wei, E-mail: zhouwei198007@163.com

Competing interests

None declared

Received 2019-08-14

Accepted 2019-12-12

To cite

LI Tian-zheng, GUAN You-zhi, CHEN Hao, et al. Risk assessment of workplace silica dust hazard in ceramic manufacturing enterprises: A comparison study of four risk assessment models[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(2): 138-143.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2020.19558

[Methods] Four ceramics manufacturers were selected to carry out occupational health investigation and occupational health monitoring. The health risks of silica dust exposure positions were assessed by the classification of occupational hazards in workplace (GBZ/T 229.1-2010), a qualitative assessment method, and two semi-quantitative methods (exposure ratio method and composite index method) (GBZ/T 298-2017). The assessment results (*R*) were standardized into risk ratios (*RR*) for comparison.

[Results] In enterprise A, the concentrations of silica dust in handyman, element inspection and grinding, glaze spraying, and trimming positions exceeded the occupational exposure limit, with the maximum concentrations of 0.86, 0.87, 1.55, and 0.72 mg·m⁻³, respectively. In enterprise B, the concentrations of silica dust in weighing, molding, dewaxing, and manual grinding positions exceeded the limit, with the maximum concentrations of 1.5, 1.1, 1.9, and 1.0 mg·m⁻³, respectively. In enterprise C, the concentrations of silica dust in all positions were lower than the limit. In enterprise D, the concentrations of silica dust in water jet cutting, ordinary cutting, edge grinding, cutting and grinding, manual cutting, and simple cutting positions exceeded the limit, with the maximum concentrations of 0.48, 0.84, 0.96, 0.72, 0.60, and 0.60 mg·m⁻³, respectively. By the occupational hazard classification method, the *Rs* of the unqualified positions were 3-4 and the *Rs* of the qualified positions were 1-2; transferred *RRs* were one grade higher than the corresponding *Rs*. By the qualitative risk assessment method, the *Rs* of all positions were 4, and the *RRs* were 5. By the exposure ratio method, the *Rs* and *RRs* of all positions were equal, and all were 3 to 5. By the composite index method, the *Rs* and *RRs* of all positions were equal, and all were 3 to 5. Except the qualitative assessment method, the results generated from the other three methods were proportional to the ratio of exposure concentration to occupational exposure limit, and *RR* for occupational hazard classification method \leq *RR* for composite index method \leq *RR* for exposure ratio method.

[Conclusion] For the health risk assessment of positions exposed to silica dust in ceramic enterprises, the results of qualitative assessment method are affected by the level of health hazards of silica dust, and the risk grades are the highest for all positions; therefore, its applicability is limited. Combined with monitoring results, protective measures, and management measures, composite index method is more practical and has better applicability.

Keywords: occupational health; risk assessment; occupational hazard classification; ceramic manufacturing enterprise; silica dust

我国是世界上尘肺病危害最为严重的国家,接触粉尘的人数、新发尘肺病人数、现患尘肺病人数均居世界之首^[1]。截至2018年底,全国累计报告职业病97万余例,约90%是职业性尘肺病(87万余例)^[2],其中矽肺病例占尘肺总病例的40%左右,是尘肺中危害最严重的一种^[3]。陶瓷生产企业由于对原料的特殊要求,矽尘危害较为严重,但是目前针对该行业矽尘危害的健康风险评估尚未全面开展。面对陶瓷生产企业矽尘危害的严峻态势,加强对粉尘作业场所的治理与防护极为必要。

职业健康风险评估是指通过全面、系统地识别和分析工作场所风险因素及防护措施,定性或定量地测评职业健康风险水平,从而采取相应控制措施的过程。目前我国运用较多的风险评估标准为GBZ/T 229.1—2010《工作场所职业病危害作业分级第1部分:生产性粉尘》(以下简称“GBZ/T 229.1”)和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》(以下简称“GBZ/T 298”)。本研究采用GBZ/T 229.1中作业分级法以及GBZ/T 298定性风险评估法和半定量风险评估法中的接触比值法、综合指数法,对陶瓷生产企业工作场所矽尘危害风险进行评估,并对4种评估方法的结果进行比较,讨论不同职业健康风险评估方法的适用条件^[4-6],探索适合陶瓷生产企业矽尘危害风险评估方法,提高职业健康风险评估的准确性。

1 对象与方法

1.1 研究对象

依托原深圳市安全监督管理局安全管理综合信息系统,对可能存在矽尘危害的陶瓷生产企业进行筛查,初步筛选出14家企业,开展现场调查。排除5家仅从事陶瓷成品贴花的企业,分析剩余9家企业原辅料的游离二氧化硅含量,最终筛选出4家存在矽尘危害的陶瓷生产企业(标识为A、B、C、D企业)作为研究对象。于2018年4—12月期间,对上述4家企业矽尘危害重点岗位开展调查和检测,并对接触人员开展职业健康风险评估。

1.2 职业卫生现场调查

根据GBZ/T 229.1和GBZ/T 298的要求,依据作业分级法、定性风险评估法、接触比值法和综合指数法风险评估的要素,对企业基本情况及接触矽尘危害的重点岗位开展职业卫生现场调查,调查内容包括:企业概况、平面布局、生产工艺及设备布局、原辅料及使用量、劳动定员及工作制度、劳动者工作日写实(工作内容、作业方式、接触时间、接触频度)、工程防护措施、职业病防护用品、职业卫生管理措施等。

1.3 职业卫生检测

在职业卫生现场调查和工作日写实的基础上,根据GBZ 159—2004《工作场所空气中有毒物质监测的采样规范》的要求,确定检测点设置和采样方式,于2018年6—10月,采用个体采样方式,对作业岗位矽

尘时间加权平均浓度(呼尘)进行检测,连续检测1~3次,每次间隔1个月以上。企业C由于搬迁,部分岗位检测了1次,其余企业均检测了3次。粉尘游离二氧化硅含量测定依据GBZ/T 192.4—2007《工作场所空气中粉尘测定 第4部分:游离二氧化硅含量》采集配制好的原料进行检测,呼吸性粉尘检验方法依据GBZ/T 192.2—2007《工作场所空气中粉尘测定 第2部分:呼吸性粉尘浓度》开展。

1.4 职业健康风险评估

1.4.1 作业分级法 依据粉尘游离二氧化硅含量(M)的权重数 W_M 、职业接触比值(B)的权重数 W_B 和劳动者体力劳动强度分级(L)的权重数 W_L 计算分级指数 G (式1)。根据 G 值分为4个级别,分别为:1,相对无害;2,轻度危害;3,中度危害;4,重度危害。鉴于 $B < 1$ 时, W_B 取值为0,对后续作业分级和风险评估影响较大,故参考标准^[7],将 W_B 修改为: $W_B = B = \text{实测值}(E) / \text{职业接触限值}(OEL)$ 。

$$G = W_M \times W_B \times W_L \quad (1)$$

1.4.2 定性评估法 按职业接触限值范围和危险度术语(R 术语)确定矽尘的危害分级(取级别高者),依据国际癌症研究机构(IARC)发布的致癌物清单,矽尘为确认人类致癌物($G1$)^[8],参考 R 术语中的可能致癌,将矽尘危害分级定为 E 级。根据固态化学品的扬尘性和使用量,确定作业岗位矽尘接触分级,查阅定性评估法矩阵表,得到风险分级,共分4个等级。

1.4.3 接触比值法 按化学有害因素的毒性对其进行危害分级(HR),矽尘为 $G1$ 类物质, HR 为5。接触比值法将作业岗位矽尘 E 与相应的 OEL 进行比较,取 E/OEL 的最大值,确定接触等级(ER),根据式2计算风险指数(R),得到风险等级,共分为5个等级。

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

1.4.4 综合指数法 根据陶瓷生产企业矽尘危害特点,综合考虑 E/OEL 、工程防护设施、职业病防护用品、职业卫生管理、日接触时间等确定各指标接触指数(EI),根据式3计算 ER ,再根据式2计算 R ,得到风险等级,共分为5个等级。

$$ER = [EI_1 \times EI_2 \times EI_n]^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

1.5 4种方法风险等级比较

鉴于作业分级法、定性风险评估法、接触比值法和综合指数法的作业/风险等级(R)不一致,参考张美辨等编著的《职业健康风险评估方法学实践应用》中提到的方法^[9],采用风险比值(RR)将 R 值标准

化,通过式4计算 RR 值。根据 RR 值(≤ 0.2 、 $>0.2 \sim 0.4$ 、 $>0.4 \sim 0.6$ 、 $>0.6 \sim 0.8$ 、 $>0.8 \sim 1.0$)分为5个等级(1、2、3、4、5),对应风险级别为可忽略风险、低风险、中等风险、高风险和极高风险。

$$RR = R / \text{方法风险等级数} \quad (4)$$

2 结果

2.1 职业卫生调查与检测

陶瓷生产企业工艺流程为:原料制备(配料、球磨、过筛)→成型→烧成(素烧)→素检→施釉→烧成(釉烧)→釉检→彩饰→品检→包装入库。A企业为大型企业,共有员工1100余人,工艺涵盖陶瓷生产全流程,使用含游离二氧化硅的原料主要为长石、高岭土、骨炭、石英粉、法国球石等,混合配料之后经过球磨、化浆等工序制成粉料、浆料和滚压泥条。B、C、D企业均为小型企业,各企业员工均不超过100人,工艺上均为中后端加工(不含原料制备)。A企业使用的粉料、浆料和滚压泥条游离二氧化硅含量分别为14.2%、22.7%和12.8%, OEL 为 $0.7 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$;B企业使用的石英粉游离二氧化硅含量为97.3%, OEL 为 $0.2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$;C企业使用的瓷土游离二氧化硅含量为39.4%, OEL 为 $0.7 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$;D企业使用的瓷砖游离二氧化硅含量为60.0%, OEL 为 $0.3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$;存在矽尘危害的主要生产工序为配料、球磨、注浆、成型、烧成、打磨、切割等。

重点岗位调查和检测情况见表1。在作业方式方面,7~10、12、15、17~22号岗位为“手工”,其他岗位均为“手工+操作机械”。在工程防护方面,1、3、9、17~21、23~29号岗位为湿式作业,8、11、22号岗位设置有通风柜,2、4、7、10号岗位部分设有防护措施,其余岗位无防护。在个人防护方面,A企业配有KN95级别的防尘口罩并正常佩戴,B企业配备纱布口罩且部分佩戴,C、D企业配备KN90级别的防尘口罩并正常佩戴。在职业卫生管理方面,A企业制定了职业卫生管理制度和粉尘作业操作规程,危害告知和培训符合要求,职业卫生档案齐全;C企业制定了职业卫生管理制度,但执行不到位;B、D企业未制定职业卫生管理制度。

2.2 评估结果

2.2.1 作业分级法 依据游离二氧化硅含量得到权重数 W_M , $W_B = E/OEL$,依据体力劳动强度分级得到权重数 W_L ,作业分级结果见表2。分级结果跟检测结果正

相关, 检测结果超标岗位 R 为 3~4, 检测结果合格岗位 R 为 1~2, RR 等级较 R 上浮一个级别。

2.2.2 定性评估法 矽尘的健康危害分级为 E, 依据岗位和作业类型确定扬尘性, 结合使用量得出接触分级, 定性评估结果见表 2。由于矽尘危害分级的影响, 所有岗位 R 均为 4, RR 等级均为 5。

2.2.3 接触比值法 矽尘的 HR 为 5, 依据 E/OEL 得到 ER , 接触比值法评估结果见表 2。各岗位 R 为 3~5, RR 等级同 R 级别。

2.2.4 综合指数法 选用 E/OEL 、工程防护设施、职业病防护用品、职业卫生管理、日接触时间 5 个指标

作为接触指数, 根据表 1 确定 EI 值, 计算 ER , 综合指数法评估结果见表 2。各岗位 R 为 3~5, RR 等级同 R 级别。

2.3 结果比较

由于受矽尘 $HR=5$ 的影响, 4 家企业定性评估 RR 等级均为 5。除定性评估法, 其他三种方法均与 E/OEL 值成正比, 当 $E/OEL>1$ (即超标) 时, 各岗位 $RR \geq 3$, 仅 A 企业杂工、素检打磨、整修岗位的作业分级 $RR=3$, 其余岗位均为高风险和极高风险。接触比值法比作业分级法 RR 值普遍高一个等级。三种方法的 RR 等级关系为: 作业分级法 \leq 综合指数法 \leq 接触比值法。

表 1 4 家陶瓷生产企业重点岗位调查和检测结果

Table 1 Occupational health investigation and monitoring results in key positions in selected four ceramic manufacturing enterprises

企业 Enterprise	岗位 Position	岗位编号 Position No.	接触人数 Exposed workers	接触时间/ h·d ⁻¹ , d·周 ⁻¹ Exposed duration/ h·d ⁻¹ , d·week ⁻¹	日用量单位 Daily consumption unit	劳动强度 Work intensity	检测情况 Detection		E/OEL
							样品数 Sample size	检测结果 /mg·m ⁻³ Concentration/mg·m ⁻³	
A	配料 (Batching)	1	1	5~6, 6	t	II	3	0.08~0.30	0.43
	杂工 (Handyman)	2	16	8~10, 6	t	II	6	0.24~0.86	1.23
	注浆 (Grouting)	3	24	10, 6	kg	II	6	0.07~0.50	0.71
	滚压成型 (Roll forming)	4	18	10, 6	kg	II	6	<0.03~0.62	0.89
	装窑 (Encastage)	5	21	11, 6	kg	II	6	0.18~0.63	0.90
	下窑 (Lower kiln)	6	17	11, 6	kg	II	5	0.11~0.43	0.61
	素检打磨 Element inspection and grinding	7	44	11, 6	kg	II	9	0.21~0.87	1.24
	喷釉 (Glaze spraying)	8	16	11, 6	kg	II	12	0.21~1.55	2.21
	整修 (Trimming)	9	16	8~10, 6	kg	I	4	0.08~0.72	1.03
	修整打磨 (Shaving and polishing)	10	18	8~9, 6	kg	II	9	0.10~0.65	0.93
	磨底 (Bottom rubbing)	11	4	10, 6	kg	II	6	0.05~0.44	0.63
B	称量 (Weighing)	12	1	10, 6	kg	I	3	0.6~1.5	7.50
	成型 (Molding)	13	4	10, 6	kg	II	3	0.6~1.1	5.50
	脱蜡 (Dewaxing)	14	1	10, 6	kg	II	3	0.6~1.9	9.50
	手工打磨 (Manual polishing)	15	5	10, 6	kg	I	3	0.5~1.0	5.00
C	打浆 (Mud-making)	16	1	4, 6	kg	II	1	0.15	0.21
	注浆 (Grouting)	17	5	8, 6	kg	II	2	<0.03~0.35	0.50
	修胚 (Bisque trimming)	18	3	8, 6	kg	II	2	<0.03	0.04
	洗水 (Washing)	19	7	8, 6	kg	II	4	0.04~0.33	0.47
	上釉 (Glazing)	20	1	8, 6	kg	II	1	0.42	0.60
	修工 (Repair work)	21	2	8, 6	kg	II	2	<0.03	0.04
	喷釉 (Glaze spraying)	22	1	8, 6	kg	II	1	0.50	0.71
	磨底 (Bottom rubbing)	23	1	1, 6	kg	II	1	0.17	0.24
	水刀切割 (Water jet cutting)	24	2	8, 6	t	II	3	0.12~0.48	1.60
D	普通切割 (Ordinary cutting)	25	4	8, 6	t	II	3	0.12~0.84	2.80
	磨边 (Edge grinding)	26	3	8, 6	t	II	4	0.12~0.96	3.20
	切割磨边 (Cutting and grinding)	27	6	8, 6	t	II	3	0.12~0.72	2.40
	手工切割 (Manual cutting)	28	4	8, 6	t	II	3	0.12~0.60	2.00
	简易切割 (Simple cutting)	29	4	8, 6	t	II	3	0.12~0.44	1.47

[注] E 取检测结果最大值; 当结果小于检出限时, 取检出限值。

[Note] E is the maximum detection concentration; when the result is lower than the detection limit, E is the detection limit.

表2 4家陶瓷生产企业矽尘危害风险评估结果

Table 2 Assessment results of silicon dust hazard in the selected four ceramic manufacturing enterprises

企业 Enterprise	岗位 Position	作业分级法 Occupational hazard classification method					定性评估法 Qualitative assessment method					接触比值法 Exposure ratio method					综合指数法 Composite index method								
		W_M	W_B	W_L	分级 Grade	RR	危害 分级 Hazard grade	使用量 Consumption	扬尘性 Dusting level	接触 分级 Exposure grade	R	RR	HR	ER	R	RR	HR	E/OEL	工程措施 Engineering control measures	个人防护 Personal protection measures	管理措施 Management measures	日接触 时间 Daily exposure duration	ER	R	RR
A	配料 Batching	2	0.43	1.5	2	3	E	大量 High	高 High	4	4	5	5	2	3	3	5	2	5	1	1	4	2.09	3	3
	杂工 Handyman	2	1.23	1.5	2	3	E	大量 High	高 High	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	1	1	5	2.40	3	3
	注浆 Grouting	2	0.71	1.5	2	3	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	3	4	4	5	3	3	2	1	5	2.46	4	4
	滚压成型 Roll forming	2	0.89	1.5	2	3	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	3	4	4	5	3	4	1	1	5	2.27	3	3
	装窑 Encastage	2	0.90	1.5	2	3	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	3	4	4	5	3	5	2	1	5	2.72	4	4
	下窑 Lower kiln	2	0.61	1.5	2	3	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	3	4	4	5	3	5	2	1	5	2.72	4	4
	素检打磨 Element inspection and grinding	2	1.24	1.5	2	3	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	4	4	4	5	4	4	1	1	5	2.40	3	3
	喷釉 Glaze spraying	2	2.21	1.5	3	4	E	适量 Moderate	中 Moderate	3	4	5	5	5	5	5	5	5	1	2	1	5	2.19	3	3
	整修 Trimming	2	1.03	1.0	2	3	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	4	4	4	5	4	3	1	1	5	2.27	3	3
	修整打磨 Shaving and polishing	2	0.93	1.5	2	3	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	3	4	4	5	3	4	1	1	5	2.27	3	3
	磨底 Bottom rubbing	2	0.63	1.5	2	3	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	3	4	4	5	3	2	1	1	5	1.97	3	3
B	称量 Weighing	6	7.50	1.0	4	5	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	5	5
	成型 Molding	6	5.50	1.5	4	5	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	5	5
	脱蜡 Dewaxing	6	9.50	1.5	4	5	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	5	5
	手工打磨 Manual polishing	6	5.00	1.0	4	5	E	适量 Moderate	高 High	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	5	5
C	打浆 Mud-making	2	0.21	1.5	1	2	E	适量 Moderate	中 Moderate	3	4	5	5	2	3	3	5	2	3	3	3	4	2.93	4	4
	注浆 Grouting	2	0.50	1.5	2	3	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	3	4	4	5	3	3	3	3	5	3.32	4	4
	修胚 Bisque trimming	2	0.04	1.5	1	2	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	1	2	2	5	1	3	3	3	5	2.67	4	4
	洗水 Washing	2	0.47	1.5	2	3	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	2	3	3	5	2	3	3	3	5	3.06	4	4
	上釉 Glazing	2	0.60	1.5	2	3	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	3	4	4	5	3	3	3	3	5	3.32	4	4
	修釉 Glaze adjustment	2	0.04	1.5	1	2	E	适量 Moderate	低 Low	2	4	5	5	1	2	2	5	1	3	3	3	5	2.67	4	4
	喷釉 Glaze spraying	2	0.71	1.5	2	3	E	适量 Moderate	中 Moderate	3	4	5	5	3	4	4	5	3	1	3	3	5	2.67	4	4
磨底 Bottom rubbing	2	0.24	1.5	1	2	E	适量 Moderate	中 Moderate	3	4	5	5	2	3	3	5	2	3	3	3	2	2.55	4	4	
D	水刀切割 Water jet cutting	4	1.60	1.5	3	4	E	大量 High	中 Moderate	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3	3	5	3.89	4	4	
	普通切割 Ordinary cutting	4	2.80	1.5	4	5	E	大量 High	中 Moderate	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	4.08	5	5
	磨边 Edge grinding	4	3.20	1.5	4	5	E	大量 high	中 Moderate	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	4.08	5	5
	切割磨边 Cutting and grinding	4	2.40	1.5	3	4	E	大量 High	中 Moderate	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	4.08	5	5
	手工切割 Manual cutting	4	2.00	1.5	3	4	E	大量 High	中 Moderate	4	4	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	4.08	5	5
	简易切割 Simple cutting	4	1.47	1.5	3	4	E	大量 High	中 Moderate	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3	3	5	5	3.89	4	4

3 讨论

陶瓷生产企业作业岗位矽尘超标严重,常导致接触人员发生陶工尘肺^[10-11]。本研究采用4种风险评估方法,对4家陶瓷生产企业开展风险评估,以作业岗位实际检测结果为标准,参考作业方式、接触情况、防护措施等要素,意图找出能准确反映作业场所风险水平的方法和关键影响因素,从而采取针对性的措施,控制风险水平。

从本研究中4家陶瓷生产企业风险评估结果得出,中低风险岗位普遍存在如下特点:①采用湿式作业或防护设施(自动化、密闭化、局部排风)充分,如修整打磨、磨底、打浆、修坯等岗位;②职业病防护用品符合要求;③职业卫生管理制度完善;④接触时间短。高风险或极高风险岗位普遍存在如下特点:①粉尘扬尘性高(如手工打磨岗位)或具有较高初速度(如切割、喷釉等岗位);②干式作业(如装窑、下窑等岗位);③未设置防护设施或设置不充分(如称量、成型等岗位);④未配备职业病防护用品或配备错误;⑤未制定职业卫生管理制度或执行不到位。

从本研究作业分级法和半定量风险评估法结果对比可以得出,作业分级法结果更加依赖检测结果,风险等级相对保守,较半定量风险评估结果普遍低一个等级。从定性风险评估法和半定量风险评估法结果对比可以得出,定性风险评估法更加偏重健康危害分级,对于危害严重的粉尘类有害因素(矽尘、石棉尘等致癌性粉尘),其风险等级高,而半定量风险评估法综合了现场检测浓度和控制措施,结果更符合实际。从接触比值法和综合指数法结果对比可以得出,对于部分相同的岗位,两种方法得出的风险等级有一定差异,主要原因为综合指数法接触评估权重因子较多,各因子相互影响,使得不同岗位的分级结果具有趋同性。定性分级法,受限于矽尘的HR等级,导致所有岗位风险等级均为最高级别,不适用于陶瓷生产企业矽尘危害风险评估。

本次调查采用个体采样方式,连续检测3次,每次间隔1个月以上,检测结果波动依然极大,因而单纯从少量次数的检测结果推断岗位实际接触浓度并不科学,仅依赖检测结果作为岗位的分级管理依据并不合理,应结合岗位的工程防护、个体防护、管理措施、接触情况等影响因素,综合判断潜在风险。从这个角度来看,综合指数法更加符合我国目前的监督和检测模式,其风险评估结果也更加准确。

综上,通过本次研究可以得到如下结论:定性评估法受矽尘健康危害水平的影响,无论工作场所环境如何,其风险分级均为最高级别,不适用陶瓷生产企业矽尘危害风险评估;作业分级法过于依赖检测结果,当检测次数不足时,结果偏保守;接触比值法受矽尘健康危害水平的影响,结果偏严厉;综合指数法在接触比值法的基础上,综合考虑防护措施、接触情况等影响因素,在详细可靠的职业卫生调查支持下,可有效修正检测数据偏少而造成的偏差,评估结果更接近作业人员实际风险水平。本研究所得结论与GBZ/T 298推荐优先使用综合指数法一致。

参考文献

- [1] 赵庚. 我国尘肺病的社会经济影响分析研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2011.
- [2] 国家卫生健康委员会. 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]. [2019-05-13]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/s7847/201905/5f442e1fc5684426a418e0d9cffa7072.shtml>.
- [3] 邬迎春, 牛桥, 周志俊, 等. 职业卫生与职业医学[M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 186.
- [4] 陈林, 钱秀荣, 赵都, 等. 三种职业健康风险评估方法在某铅酸蓄电池企业中应用比较[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(6): 849-853.
- [5] 王爱红, 冷朋波, 李晓海, 等. 两种风险评估法在某黑色金属铸造企业职业健康风险评估中的应用[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(10): 909-913.
- [6] 边红英, 胡伟江, 张恒东, 等. 不同职业健康风险评估方法在铅酸蓄电池生产行业的应用比较[J]. 中国职业医学, 2018, 45(6): 713-718.
- [7] 用人单位职业病危害风险分级管控体系细则: DB37/T 2973—2017[S]. 济南: 山东省质量技术监督局, 2007.
- [8] International Agency for Research on Cancer. Agents classified by the IARC monographs, volumes 1-123 [R]. France: World Health Organization, 2019.
- [9] 张美辩, 唐仕川. 职业健康风险评估方法学实践应用[M]. 北京: 人民军医出版社, 2016: 1-29.
- [10] 高子清. 陶瓷生产企业尘肺风险评估研究[J]. 工业卫生与职业病, 2017, 43(6): 430-433.
- [11] 邓雪凝, 叶恩林, 徐娜, 等. 某建筑陶瓷厂粉尘危害调查分析[J]. 中国职业医学, 2014, 41(5): 552-555.

(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 汪源)