

# 三种半定量风险评估方法在矽尘暴露岗位 风险等级划分中的比较

边洪英<sup>1</sup>, 康宁<sup>1</sup>, 董一文<sup>1</sup>, 邱乐平<sup>2</sup>, 胡伟江<sup>1</sup>

(1. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050; 2. 四川省疾病预防控制中心, 四川 成都 610000)

**摘要:** **目的** 将三种不同的半定量职业健康风险评估方法应用于矽尘暴露岗位的职业健康风险评估, 探索各种方法的应用条件, 为准确评估不同矽尘暴露岗位的职业健康风险水平提供可靠依据。**方法** 选取我国西南地区的4家金属矿山企业和1家隧道施工企业中的矽尘暴露岗位, 采用现场卫生学调查和检测的方法, 应用半定量综合指数法、半定量接触比值法、国际采矿和金属委员会(ICMM)制订的风险评级表法对矽尘暴露岗位的职业健康风险进行评估, 利用风险比值标准化三种方法的风险评估结果, 并采用加权 Kappa 检验对三种方法的评估结果进行一致性检验。**结果** 矿山开采的打眼和除渣岗位、选矿车间的粗碎和筛选岗位、隧道施工的掘进和装载岗位接触矽尘浓度较高。三种风险评估方法评估结果显示, 综合指数法和接触比值法的结果一致性中等 ( $Kappa = 0.483, P = 0.000$ ), 风险评级表法和接触比值法结果一致性较强 ( $Kappa = 0.672, P = 0.000$ ), 综合指数法和风险评级表法结果一致性一般 ( $Kappa = 0.302, P = 0.002$ )。矿山开采时的打眼和除渣岗位, 选矿的装载、粗碎岗位, 隧道施工中的掘进、装载、混凝土搅拌岗位, 风险等级为极高风险或高风险。**结论** 对矽尘暴露岗位进行风险评估时, 接触比值法和风险评级表法仅需检测限值和结果, 风险评级表法在接触浓度超过限值时未再进一步对风险等级进行划分, 结果较接触比值法高估; 综合指数法较全面, 但需要相对准确掌握各项风险因子水平的取值, 以使其评估结果更接近劳动者实际暴露风险水平。

**关键词:** 矿山企业; 矽尘; 半定量风险评估; 一致性检验

中图分类号: R134 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2019)03-0167-05 DOI: 10.13631/j.cnki.zgggyx.2019.03.002

## Comparative study of three semi-quantitative risk assessment methods in risk classification of silica dusts exposed posts

BIAN Hong-ying\*, KANG Ning, DONG Yi-wen, QIU Le-ping, HU Wei-jiang

(\* . National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center of Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China)

**Abstract: Objective** Three different semi-quantitative occupational health risk assessment methods were applied to evaluate the risk by silica dust exposure, the application conditions of these methods were also explored, hereby provide some basis for controlling occupational health risk in different silica dust exposed posts. **Methods** Four metal mines and a tunnel construction enterprise in southwest China were selected as research objects, using on-site hygienic investigation and detection methods, the semi-quantitative comprehensive index method, semi-quantitative contact ratio method and risk rating method formulated by International Mining and Metal Commission (ICMM) were applied. Risk ratio was used to standardize the risk assessment results of three methods, and weighted Kappa test was used to check the consistency of the risk assessment results. **Results** The results showed that higher silica dust concentration were those: drilling and slag removal posts in mining, crushing and screening in milling, tunneling and loading in tunnel construction. The consistency test showed: comprehensive index method and contact ratio method had medium consistent ( $Kappa = 0.483, P = 0.000$ ), the risk rating table method and the contact ratio method had strong consistency ( $Kappa = 0.672, P = 0.000$ ), and the consistency of the comprehensive index method and the risk rating table method were general ( $Kappa = 0.302, P = 0.002$ ). The occupational health risks of drilling, slag removal, loading, coarse crushing in mineral dressing, tunneling, loading and concrete mixing were high risk posts. **Conclusion** The contact ratio method and the risk rating method only need the limits and the test results; the risk rating method will not further classify the risk level when the contact concentration exceeds the limit, therefore, the results may be overestimated by the relative contact ratio method; the comprehensive index method seems more comprehensive, but it requires relatively accurately grasp the value of each risk factor level, so the evaluation results could be closer to actual exposure risk level of the workers.

**Key words:** mining enterprises; silica dust; semi-quantitative risk assessment; consistency test

收稿日期: 2019-01-09; 修回日期: 2019-03-13

基金项目: 国家标准体系建设项目(编号: 131031109000160010)

作者简介: 边洪英(1980—), 男, 硕士, 主管医师, 主要从事职业流行病学和职业健康风险评估工作。

通信作者: 胡伟江, 副研究员, E-mail: hwj0107@sina.com。

尘肺病是我国最主要的职业病,《2017年我国卫生健康事业发展统计公报》<sup>[1]</sup>显示,2017年全国共报告各类职业病新病例26 756例,职业性尘肺病22 701例,占总病例的84.8%,仍居各类职业病新发病例数的首位,其中尘肺病中40%左右的病例是矽肺,矽尘是导致矽肺发生的直接危害因素。另据报道<sup>[2-5]</sup>,与接触矽尘有关的疾病还包括肺癌、慢性肾病、肺部感染、自身免疫性疾病、肺泡蛋白沉积症等,这些疾病严重威胁劳动者的职业健康。为及时准确评估矽尘暴露岗位的职业健康风险,一些国家和国际组织针对矽尘、化学毒物等有害因素的暴露制定了一些定性、半定量和定量风险评估方法,如我国制定的《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》(GBZ/T 298)及其制定时参照的新加坡化学毒物职业暴露半定量风险评估方法<sup>[6]</sup>、美国环境保护署(EPA)的吸入风险评估指南<sup>[7]</sup>、罗马尼亚<sup>[8]</sup>、澳大利亚<sup>[9]</sup>及国际采矿和金属委员会(ICMM)等针对不同的化学有害因素制定的相应风险评估方法。各种方法存在其使用条件和范围,但目前很少有学者对各种方法在不同职业危害因素风险评估结果的一致性和应用条件进行研究。本次选用我国GBZ/T 298中半定量综合指数法、半定量接触比值法和ICMM中的风险评级表法<sup>[10]</sup>(简称风险评级表法)对矿山企业矽尘暴露岗位风险进行评估,采用加权Kappa一致性检验对三种方法的风险等级进行比较研究,验证三种方法的适用条件及范围,为准确评估矽尘的职业健康风险、预防矽肺及系列疾病的发生提供依据。

## 1 对象和方法

### 1.1 对象

采用方便抽样方法,选取我国西南地区的4家金属矿山企业和1家隧道施工企业中接触矽尘的岗位作为研究对象(5家企业分别用A、B、C、D、E表示),对其接触矽尘所致的职业健康风险进行评估。

### 1.2 方法

1.2.1 现场职业卫生调查 内容包括企业的生产工艺流程、岗位分布、接触时间、原辅料使用量、产品生产量、防护设施情况、个人防护用品使用情况、职业卫生管理制度、工作制度等。

1.2.2 职业病危害因素检测 根据《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ 159—2004)采样,根据《工作场所空气中粉尘测定 第2部分:呼吸性粉尘浓度》(GBZ/T 192.2—2007)、《工作场所空气中粉尘测定 第4部分:游离二氧化硅含量》

(GBZ/T 192.4—2007)对空气中的呼尘及游离二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)含量进行检测。由于呼吸性粉尘更易驻留在肺泡中引起组织病变,本次风险评估均使用8 h个体采样方法测得的呼尘数据作为依据进行评估。

1.2.3 职业健康风险评估 选取《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》(GBZ/T 298—2017)中的半定量综合指数法、半定量接触比值法和ICMM中的风险评级表法分别对5家企业中的矽尘暴露岗位进行风险等级评估。根据技术导则半定量接触比值法,将接触浓度(E)与职业接触限值(OEL)进行比较,以E/OEL的最大值确定接触等级(exposure risk, ER),根据评估得出的危害特征等级(hazard risk, HR)和ER,判定风险等级(risk, R)。半定量综合指数法综合考虑影响化学有害因素接触浓度的相关因素,将接触比值纳入矩阵模型中进行综合评估,确定ER;HR同接触比值法。风险评级表法是基于健康危害发生的可能性划分的健康风险等级进行评估,综合接触等级(ER)和健康危害等级(HR)查表得出健康风险等级(R)。

1.2.4 不同方法间风险等级比较 鉴于三种评估方法的风险等级不一致,本研究引入风险比值(risk ratio, RR)的概念,采用 $RR = \frac{\text{风险因子的风险等级}}{\text{模型风险等级总数}}$ 计算,并将R的结果进行标准化,RR值最高为1.0,采用5分级法,将RR≤0.2、~0.4、~0.6、~0.8、~1.0分别记为1、2、3、4、5级,对应职业健康风险为可忽略风险、低风险、中等风险、高风险、极高风险。

### 1.3 统计分析

采用SPSS24.0软件进行数据统计分析。风险等级的一致性检验使用加权Kappa一致性检验,检验水准双侧 $\alpha = 0.05$ 。Kappa检验时,以可忽略风险、低风险、中等风险、高风险、极高风险为等级变量,分别统计5家企业中不同方法间同级同时出现的频率,将三种方法进行两两比较,得出Kappa系数,Kappa系数的参考评价原则:<0.20,一致性较差;0.21~0.40,一致性一般;0.41~0.60,一致性中等;0.61~0.80,一致性较强;0.81~1.00,一致性强<sup>[11-13]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 现场调查

4家金属矿山企业中3家为有色金属矿采选企业,1家为黑色金属开采企业,工艺基本一致。开采工艺为打眼—爆破—除渣—放矿—运输,选矿工艺为矿石—粗碎—细碎—筛分—球磨分级—浮选—浓缩—

脱水。隧道建设企业工艺流程为掘进—装载—支护—铺底—衬砌。各企业劳动卫生学调查结果详见表 1。

表 1 各企业矽尘岗位劳动卫生学调查结果

企业	企业类型	劳动者人数	岗位	日工作时间 (h)	日接尘时间 (h)	周工作天数 (d)	每日使用/产出量 (t)	自动化水平	防护措施	游离 SiO <sub>2</sub> 含量 (%)	PC-TWA	OEL
											(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )
											呼尘	呼尘
A	金矿开采业	21	打眼	8	4	5		手工	水钻、回风系统, 个人防护		1.11	
			除渣	8	6	5	80	手工	回风系统, 个人防护	23.9	0.81	0.7
			卷扬	8	6	5		手工	局部通风		0.08	
			运输	8	2	5		半自动	全面通风, 个人防护		0.25	
B	铜矿开采及选矿业	196	打眼	8	6	5		手工	水钻、回风系统, 个人防护		2.02	
			除渣	8	7	5		手工	回风系统, 个人防护		2.73	
			卷扬	8	7	5		半自动	回风系统、局部通风, 个人防护		0.32	
			运输	8	4	5	1 500	半自动	回风系统, 个人防护	11.5	0.22	0.7
			粗碎	8	6	5		半自动	机械排风, 个人防护		1.19	
			筛分	8	6	5		半自动	机械排风, 个人防护		1.10	
C	铅锌矿选矿业	15	装载	8	4	5	70	半自动	自然通风, 个人防护	18.3	0.68	0.7
			粗碎	8	4	5		半自动	自然通风, 个人防护		0.46	
D	隧道建设业	89	掘进	8	7	5	2 120	半自动	轴流风机、水雾, 个人防护	26.0	2.47	
			装载	8	7	5	2 120	半自动	自然通风, 个人防护	25.2	1.44	0.7
			混凝土搅拌	8	7	5	64	半自动	自然通风, 个人防护	26.7	0.55	
E	铁矿开采业	59	打眼	8	4	6		手工	水钻、回风系统, 个人防护		0.53	
			出矿	8	1	6	137	手工	回风系统, 个人防护	19.6	0.46	0.7
			运输	8	4	6		半自动	回风系统, 个人防护		0.31	

## 2.2 评估结果

**2.2.1 综合指数法** 根据现场调查情况, 对颗粒大小、卫生工程防护设施、职业病防护用品、职业卫生管理、E/OEL 等级、接触时间等各项进行赋值, 结合检测结果, 计算出各岗位的接触等级, 依据矽尘的健康危害特征分级 (HR), 矽尘属于确认的人类致癌物 (G1)<sup>[14]</sup>, HR 为 5 级, 得出各岗位的矽尘风险等级。标化后的健康危害风险分级与原级别无变化。矿山开采过程中的打眼、除渣、运输岗位, 选矿过程中的装载、粗碎岗位, 基本都属于高风险; 隧道建设中的掘进、装载、混凝土搅拌岗位为高风险。见表 2。

**2.2.2 接触比值评估法** 根据各岗位接触矽尘的浓度水平, 按照分级方法进行分级, 结合矽尘的健康危害特征分级 (同 2.2.1) 计算风险等级。标化后的健康危害风险分级与原级别无变化。矿山开采过程中的打眼、除渣岗位, 选矿过程中的装载、粗碎、筛分岗位, 属于极高风险或高风险; 隧道建设中的掘进、装载岗位为极高风险。见表 2。

**2.2.3 风险评级表法** 根据检测结果与 OELs 的比较确定接触等级, 根据接触等级和矽尘造成的永久不可逆健康损害等级查找风险评级表, 得出风险评估结

果。矿山开采过程中的打眼、除渣岗位, 选矿过程中的装载、粗碎、筛分岗位, 属于极高风险或高风险; 隧道建设中的掘进、装载岗位为极高风险, 混凝土搅拌为高风险。见表 2。

**2.2.4 三种方法比较** 将综合指数法、接触比值法、风险评级表法评估结果进行比较, 综合指数法和接触比值法的结果一致性中等 (综合指数法 vs. 接触比值法 Kappa = 0.483, P = 0.000), 接触比值法和风险评级表法的结果一致性较强 (接触比值法 vs. 风险评级表法 Kappa = 0.672, P = 0.000), 风险评级表法评估结果与综合指数法评估结果一致性一般 (综合指数法 vs. 风险评级表法 Kappa = 0.302, P = 0.002)。E/OELs 0.1~0.5 的有 5 个岗位, 三种方法基本一致; 综合指数法结果有 3 个岗位为中等风险、2 个岗位为高风险, 接触比值法和风险评级表法均为中等风险。E/OELs 0.5~1 的 5 个岗位, 三种方法结果完全一致, 均为高风险。E/OELs 1~2 的 4 个岗位, 综合指数法和接触比值法评估结果完全一致均为高风险, 风险评级表法为极高风险。E/OELs >2 的 4 个岗位, 接触比值法和风险评级表法均评估为极高风险, 综合指数法评估为高风险。见表 2。

表2 三种方法矽尘岗位评估结果

企业	岗位	蒸汽压 颗粒 大小	卫生 工程 防护	职业病 防护 用品	职业 卫生 管理	E/OEL 值	E/OEL 指数	日接尘 时间 指数	HR *	综合指数法					接触比值法					风险评级表法					
										ER	R	RR	RR 等级	风险 类型	ER	R	RR	RR 等级	风险 类型	ER	HR	R	RR	RR 等级	风险 类型
A	打眼	5	4	1	1	1.59	4	4	5	3	4	0.8	4	高	4	4	0.8	4	高	高	4	4	1	5	极高
	除渣	5	4	1	1	1.16	4	5	5	3	4	0.8	4	高	4	4	0.8	4	高	高	4	4	1	5	极高
	卷扬	5	4	1	1	0.11	2	5	5	2	3	0.6	3	中等	2	3	0.6	3	中等	低	4	2	0.5	3	中等
	运输	5	5	1	1	0.36	2	3	5	2	3	0.6	3	中等	2	3	0.6	3	中等	低	4	2	0.5	3	中等
B	打眼	5	4	1	1	2.89	5	5	5	3	4	0.8	4	高	5	5	1.0	5	极高	高	4	4	1	5	极高
	除渣	5	4	1	1	3.90	5	5	5	3	4	0.8	4	高	5	5	1.0	5	极高	高	4	4	1	5	极高
	卷扬	5	4	1	1	0.46	2	5	5	2	3	0.6	3	中等	2	3	0.6	3	中等	低	4	2	0.5	3	中等
	运输	5	5	5	1	0.31	2	4	5	3	4	0.8	4	高	2	3	0.6	3	中等	低	4	2	0.5	3	中等
	粗碎	5	3	5	1	1.70	4	5	5	3	4	0.8	4	高	4	4	0.8	4	高	高	4	4	1	5	极高
	筛分	5	3	5	1	1.57	4	5	5	3	4	0.8	4	高	4	4	0.8	4	高	高	4	4	1	5	极高
C	装载	5	5	5	1	0.97	3	4	5	3	4	0.8	4	高	3	4	0.8	4	高	中	4	3	0.75	4	高
	粗碎	5	5	5	1	0.66	3	4	5	3	4	0.8	4	高	3	4	0.8	4	高	中	4	3	0.75	4	高
D	掘进	5	4	1	1	3.53	5	5	5	3	4	0.8	4	高	5	5	1.0	5	极高	高	4	4	1	5	极高
	装载	5	4	1	1	2.06	5	5	5	3	4	0.8	4	高	5	5	1.0	5	极高	高	4	4	1	5	极高
	混凝土搅拌	5	5	1	1	0.79	3	5	5	3	4	0.8	4	高	3	4	0.8	4	高	中	4	3	0.75	4	高
E	打眼	5	4	2	1	0.76	3	5	5	3	4	0.8	4	高	3	4	0.8	4	高	中	4	3	0.75	4	高
	出矿	5	4	2	1	0.66	3	5	5	3	4	0.8	4	高	3	4	0.8	4	高	中	4	3	0.75	4	高
	运输	5	5	2	1	0.44	2	5	5	3	4	0.8	4	高	2	3	0.6	4	中等	低	4	2	0.5	3	中等

注：\*，表示接触比值法和综合指数法共用的 HR

### 3 讨论

本研究选取矽尘浓度暴露相对较高的金属矿山开采、隧道挖掘等5家企业内的矽尘暴露岗位人员作为研究对象，各岗位的矽尘浓度水平分布在0.1~4 OEL之间，较好地涵盖了矽尘的各种浓度水平，选取此类企业的作业人员作为评估具有很好的代表性。三种方法的评估结果显示，在不同粉尘浓度水平下，总体上综合指数法和接触比值法一致性中等，风险评级表法与接触比值法一致性较强，综合指数法与风险评级表法一致性一般。当E/OELs在0.1~0.5之间时，综合指数法有3个岗位评为中等风险、2个评为高风险，接触比值法和风险评级表法5个岗位全评为中等风险；综合指数法评估为高风险的2个岗位是B、E企业的运输岗位，其原因可能是综合指数法中考虑了B、C两企业采矿运输时缺乏有效的卫生工程防护措施，此项赋值较高，导致最终风险等级高于浓度类似的A企业。当E/OELs在0.5~1时，5个岗位中三种方法评估结果完全一致，均为高风险，说明矽尘在这个浓度范围内，三种评估方法结果一致性很好。当E/OELs在1~2倍之间时，综合指数法和接触比值法一致性较好，均为高风险；风险评级表法均为极高风险，这与国内其他学者的验证结果类似<sup>[15]</sup>。当E/OELs>2时，4个岗位中接触比值法和风险评级表

法结果完全一致均为极高风险；综合指数法为高风险；因其考虑了卫生工程措施、个体防护、职业卫生管理、接触时间等因素，若上述因素做得好会降低该岗位的风险等级，能相对准确客观地评估岗位工人实际吸入矽尘的风险等级。接触比值法和风险评级表法反映了该岗位工人直接暴露矽尘的风险等级。由于风险评级表法中接触等级依据E/OELs的值分为三级，在矽尘浓度控制在限值以下即E/OELs<1时，三种方法结果相对一致，对相应企业或岗位进行职业健康评估时可选取其中一种方法进行评估；当矽尘浓度大于接触限值即E/OELs≥1时，综合指数法较风险评级表法低估一个级别，接触比值法评估级别介于两者之间；风险评级表法结果全为极高风险，而接触比值法可以将>OEL和>2 OEL的风险等级区分开来，结果划分更细致。本研究组下一步将对风险评级表法中的接触分级进行细化，减少其高估现象，使之更加适用。

本研究对三种方法进行应用时，综合指数法中需对应急救援设施和措施、日使用量、个人防护用品等进行赋值，而矽尘并不会造成职业工人急性中毒或急性健康危害，因此“应急救援设施和措施”在本次风险评估赋值时未进入模型。采矿、选矿、掘进、运输等工作中产生或运输的矿石量不能作为粉尘日使用量进行判断，对不易估计的粉尘使用量进行舍弃比错

误估计应能更准确地评估职业健康风险,因此,本次“日使用量”也未进入模型。关于个人防护用品的赋值,虽然在低于接触限值时,我国的法规和标准未要求必须佩戴防护用品<sup>[16,17]</sup>,但考虑到矽尘对健康损害的不可逆性,此处对低于接触限值的岗位,个人防护用品的赋值,采用了与必须佩戴个人防护用品的岗位相同的标准进行了判定赋值。当使用综合指数法对工作场所进行评估时,可将个人防护作为风险应对措施,而不作为评估因子进行赋值;当使用综合指数法评估暴露工人实际接触引起的健康风险时,应将个人防护用品作为评估因子严格进行赋值。

综合三种方法的职业健康风险评估结果可知,矿山开采时的打眼、除渣岗位,选矿时装载、粗碎岗位,隧道建设中的掘进、装载、混凝土搅拌岗位风险等级为极高风险或高风险,B、E企业中的矿石运输岗位也是高风险岗位,应重点关注;采矿中的卷扬岗位相对其他岗位矽尘危害略小,可以作为次重点关注。

风险评级表法和接触比值法仅需使用E/OELs就能对工作岗位进行风险等级评估,不乏是简单有效的评估方法,综合指数法考虑范围广泛,评估更准确。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 2017年我国卫生健康事业发展统计公报 [EB/OL]. <http://www.nhpc.gov.cn/guihuaxxs/s10743/201806/44e3cdfe11fa4c7f928c879d435b6a18.shtml>
- [2] Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Department of Labor. Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. Final rule [J]. Federal Register, 2016, 81 (58): 16285.
- [3] Möhner HM, Pohrt A, Gellissen J. Occupational exposure to respirable crystalline silica and chronic non-malignant renal disease: systematic review and meta-analysis [J]. International Archives of Occupational & Environmental Health, 2017, 90 (7): 555-574.
- [4] Olsen G, Andres K, Johnson R, et al. Cohort mortality study of roofing granule mine and mill workers. part II. Epidemiologic analysis, 1945—2004 [J]. Journal of Occupational and Environmental

- Hygiene, 2012, 9 (4): 12.
- [5] Kim HR, Kim B, Jo BS, et al. Silica exposure and work-relatedness evaluation for occupational cancer in Korea [J]. Annals of Occupational & Environmental Medicine, 2018, 30 (1): 4.
- [6] Ministry of Manpower. A semi-quantitative method to assess occupational exposure to harmful chemicals [R]. Singapore: Ministry of Manpower Occupational Safety and Health Division, 2005.
- [7] United States Environmental Protection Agency. Risk assessment guidance for superfund volume I: Human health evaluation manual (Part F, supplemental guidance for inhalation risk assessment, EPA-540-R-070-002OSWER 9285.7-82 January 2009) [R]. Washington. DC: Office of Superfund Remediation and Technology Innovation Environmental Protection Agency, 2009.
- [8] Romania. Risk assessment method for occupational accidents and diseases [R]. Washington. DC: Ministry of Labor and Social Protection, 1998.
- [9] Australia. Occupational health and safety risk assessment and management guideline [R]. Brisbane: The University of Queensland, 2004.
- [10] Metals ICOM &. Good Practice Guidance on Occupational Health Risk Assessment [R]. International Council on Mining & Metals, 2009.
- [11] Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data [J]. Biometrics, 1977, 33 (1): 159-174.
- [12] 郭轶斌, 郭威, 秦宇辰, 等. 基于 Kappa 系数的一致性检验及其软件实现 [J]. 中国卫生统计, 2016, 33 (1): 169-170.
- [13] Fleiss JL, Cohen J. The equivalence of weighted Kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability [J]. Educational & Psychological Measurement, 2016, 33 (3): 613-619.
- [14] IARC. Silica dust, crystalline, in the form of quartz or cristobalite. International agency for research on cancer (IARC) working group on the evaluation of arcinogenic risks to humans [R]. Lyon, France, 17-24 March, 2009. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 2012 (100C): 355-405.
- [15] 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.
- [16] GB/T 18664—2002, 呼吸防护用品的选择、使用与维护 [S].
- [17] GBZ/T 229.2—2010, 工作场所职业病危害作业分级: 第2部分 化学物 [S].

## 欢迎订阅《中国工业医学杂志》

主管单位: 国家卫生健康委员会

主办单位: 中华预防医学会 沈阳市劳动卫生职业病研究所

主要内容: 职业病、工作相关疾病、劳动卫生基础研究和实验研究的科研论著、综述、讲座、调查报告, 职业病及职业因素所致疾病、生活中毒、农药中毒、药物中毒的预防、急救、诊断、治疗、护理的临床病例报道、经验总结等。

订阅方式: 邮发代号 8-215, 全国各地邮局均可订阅。本刊为双月刊, 每期定价 6.00 元, 全年定价 36.00 元 (含邮费)。订阅者可随时与本刊编辑部联系, 款到即寄发票。本刊现存少量过刊, 需要者可订阅联系。电话: 024-25731414。