

DOI: 10.16369/j.oher.issn.1007-1326.2020.04.001

·论 著·

# 常见粉尘固有健康危害分级评价技术研究

杨秋月,王海椒,刘丽华,邹晓雪,伍家琪,张雪娟

国家卫生健康委职业安全卫生研究中心,北京 102308

**摘要:** **目的** 建立常见粉尘固有健康危害分级评价方法。**方法** 通过文献查询和 TOPSIS 法筛选了常见 58 种粉尘的固有健康危害因素指标并确定权重,通过流行病学数据和毒理学数据确定每种指标的健康危害分值,运用“危害分值×权重=危害指数”计算综合评价指数。**结果** 常见粉尘固有健康危害指标包括致纤维化、致癌性和致敏性,权重分别为 5、3、2。确立的粉尘危害综合评价指数( $H$ )=致纤维化危害分值×5+致癌性危害分值×3+致敏性危害分值×2。根据综合评价指数将 58 种粉尘固有健康危害分为 4 类,即极度危害(4 种)、高度危害(8 种)、中度危害(24 种)、轻度危害(22 种)。**结论** 常见粉尘固有健康危害分级评价技术利用现有证据,结合了 TOPSIS 法,可为粉尘固有健康风险量化评估及分级管理提供科学依据,其结果便于相关从业人员对各类粉尘进行信息查询和分类管理。

**关键词:** 粉尘;TOPSIS 法;量化分级;健康危害;纤维化;致癌性;致敏性

**中图分类号:** R135.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2020)04-0325-05

**引用:** 杨秋月,王海椒,刘丽华,等. 常见粉尘固有健康危害分级评价技术研究 [J]. 职业卫生与应急救援, 2020, 38(4): 325-329.

**Technological research on hazard classification of common dusts** YANG Qiuyue, WANG Haijiao, LIU Lihua, ZOU Xiaoxue, WU Jiaqi, ZHANG Xuejuan (National Center for Occupational Safety and Health, NHC, Beijing 102308, China)

**Abstract: Objective** To establish a classification method of health hazards of common dusts. **Methods** Through literature search and TOPSIS method, health hazard indicator and corresponding weighting coefficient of 58 dusts were determined and the score of each health hazard indicator was assessed based on both epidemiological data and toxicological data. Then, a comprehensive evaluation index, named as hazard index, of each dust was calculated based on cumulative sum of “health hazard score × weighting coefficient”. **Results** Three types of health hazards of dusts were considered, including fibrosis, carcinogenicity and allergenicity. The weighting coefficients were determined as 5, 3 and 2, respectively. The health hazard score varied from 0 to 4 based on the evidence of epidemiological and/or toxicological results. The comprehensive evaluation index of dust = health hazard score of fibrosis × 5 + of health hazard score of carcinogenicity × 3 + of health hazard score of allergenicity × 2, which could be divided into four grading levels, namely extreme hazard (4 kinds), high hazard (8 kinds), medium hazard (24 kinds) and mild hazard (22 kinds). **Conclusion** Based on the available evidence and combined with TOPSIS method, the comprehensive evaluation index of dust was determined and could provide scientific basis for quantitative assessment and classification management of common dust.

**Key words:** dust; TOPSIS; classification; health hazard; fibrosis; carcinogenicity; allergenicity

我国在防治生产性粉尘(以下简称粉尘)危害、保护工人健康等方面做了大量的工作,取得了显著的成绩,但仍面临着诸多问题和挑战<sup>[1]</sup>。对粉尘危害进行风险评估和风险等级划分,能决定控制和管理的优先顺序,便于提出相应的预防与控制措施。

由于不同类型粉尘导致尘肺病的能力存在差异,其引发尘肺病的规律也不尽相同,因此本研究拟重点从不同粉尘的固有危害出发,系统梳理《职业病危害因素分类目录》(2015 版)<sup>[2]</sup>(以下简称目录)和《工作

场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》(GBZ 2.1—2019)<sup>[3]</sup>中的 58 种粉尘基本情况,探讨相关规律,对其固有健康危害程度进行分级,为政府相关部门、企业和个人提供查询和管理依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选取《职业病危害因素分类目录》和 GBZ 2.1—2019 中规定职业接触限值(时间加权平均容许浓度,PC-TWA)的粉尘进行健康危害分级评价。《职业病危害因素分类目录》中提及了 51 类粉尘和 1 项开放条款,GBZ 2.1—2019 中提及了 48 类粉尘和 1 类开放条

**基金项目:**国家重点研发计划资助(2016YFC0801700)

**作者简介:**杨秋月(1990—),女,硕士,医师

**通信作者:**王海椒,副主任医师, E-mail: wanghaijiao2006@163.com

款,整理后有 58 种粉尘。

## 1.2 方法

### 1.2.1 粉尘固有健康危害综合评价体系的确立

通过文献资料检索和相关网站,包括中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、国际化学品安全卡(中文版)、美国国家医学图书馆的化合物毒性相关数据库(TOXNET 数据库)和国际癌症研究机构(IARC)致癌物质等级分类(2011)等,查询粉尘的理化特性、接触途径、健康危害特点、职业接触限值等资料,同时征询粉尘防治相关专家的意见,鉴定粉尘危害特性,形成涵盖 58 种粉尘职业病危害程度的数据库,建立 58 种常见粉尘固有健康危害综合评价体系,即确定本次研究应纳入的危害分类,为风险评估提供基础资料。

### 1.2.2 设计咨询问卷及发放

采用立意抽样的方法选取 7 位国内职业卫生领域知名专家填写专家评分表。专家选取的对象为:从事粉尘防治的科研工作者、职业卫生服务机构专业人员等。咨询专家时,通过电子邮件形式将专家咨询问卷发送给选定的专家,一个月内反馈咨询问卷。

咨询问卷内容包括专家基本情况、粉尘固有健康危害综合评价体系和由专家评分的权重系数三部分:(1)专家的基本情况,包括年龄、学历、职称、工作年限、对粉尘固有健康危害风险评估的熟悉程度等。(2)粉尘固有健康危害综合评价体系,其中危害分类由课题组与专家讨论后共同确定。(3)权重系数:专家按照重要程度对致纤维化、致癌性和致敏性三项指标进行评分,指标得分为 1~9 之间的整数,分值越大,指标的重要程度越高,三项指标得分相加必须为 10。

### 1.2.3 TOPSIS 法的运用

在问卷调查的基础上,采用综合评价法中的 TOPSIS 法计算专家评分,进一步确定粉尘各危害分类的权重。TOPSIS 法可基于归一化后的原始数据矩阵,找出有限方案中的最优方案和最劣方案间的距离,从而得出某方案与最优方案的相对接近程度,借此评价该方案的优劣。具体步骤结合本研究的结果展示。

### 1.2.4 健康危害分值的确定

以毒理学数据和流行病学研究及实验研究确定健康危害分值。缺乏毒理学数据的粉尘,其致病性以现有文献报道的数据为主要依据。具体如下:

各粉尘致癌性的健康危害分值以国际癌症研究机构(IARC)和 GBZ 2.1—2019 为依据。

致纤维化和致敏性的健康危害分值主要基于发

病率或检出率确定。其评分标准为课题组与专家共同讨论确定:(1)通过查阅文献资料,或者通过系统检索中国生物医学文献数据库、中文期刊全文数据库、万方电子期刊、PubMed、EBSCO 等文献数据库有关粉尘致尘肺病、哮喘、过敏性鼻炎和皮炎等发病率或检出率,进行 meta 分析,确定最终的发病率或检出率。(2)文献证据效力以队列研究>病例对照研究>横断面研究;若有发病率的数据,则以发病率数据为准,无发病率数据,则以检出率数据为准。(3)采用 Stata 12.0 软件,根据异质性检验结果选择固定效应或随机效应模型对结果进行合并分析,以合并的发病率或检出率作为各粉尘引起健康危害的发病率或检出率。(4)引发《职业病分类和目录》中明确规定的 12 种尘肺病的粉尘,其致纤维化的健康危害分值均为 4,不以文献发病率或检出率确定分值。

### 1.2.5 粉尘固有健康危害综合评价指数的确立

根据各项指标的健康危害分值和权重的乘积的加和,计算粉尘危害综合评价指数( $H$ ),公式如下:

$$H = \sum_{i=1}^n a_i b_i \quad (1)$$

式中, $H$  为粉尘危害综合评价指数; $a_i$  为各指标的危害分值, $b_i$  为各指标的权重( $i=1,2,\dots,n$ )

本研究根据课题组讨论结合专家咨询,将粉尘的危害指数分为 4 个等级:极度危害( $H > 30$ )、高度危害( $20 < H \leq 30$ )、中度危害( $10 < H \leq 20$ )、轻度危害( $0 < H \leq 10$ )。

## 2 结果

### 2.1 专家基本情况

本次共发出 10 份咨询问卷,回收有效问卷 7 份。7 名专家均为业内知名权威专家,男性 5 名,女性 2 名;平均年龄 54.3 岁,最大 61.6 岁,最小 49.9 岁;均为正高级职称,5 名专家学历为硕士及以上,2 名专家学历为大学本科;从事职业卫生相关工作的平均年限为 30.4 年,最长 38 年,最短 26 年;主要从事工作为技术服务、教学和科研。其中 3 名专家对职业危害风险评估非常熟悉,4 名专家对职业危害风险评估比较熟悉。

### 2.2 TOPSIS 法计算三种指标的权重

#### 2.2.1 同趋化指标数据矩阵

通过梳理粉尘固有性质,选择粉尘引起的几类主要健康危害,本研究建立的常见粉尘固有健康危害综合评价体系包括致纤维化、致癌性和致敏性共 3 个指标。各专家对指标权重赋值见表 1。

表 1 各专家对指标的权重赋值

专家编号	致纤维化	致癌性	致敏性
1	5	3	2
2	5	4	1
3	5	3	2
4	7	2	1
5	7	1	2
6	5	3	2
7	6	3	1

## 2.2.2 归一化处理

对同趋化后的高优指标数据矩阵的每一个元素再进行归一化处理,矩阵公式如下:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}} \quad (2)$$

式中,  $X_{ij}$  为每个专家为三种指标所赋分值 ( $i = 1, 2, \dots, 3; j = 1, 2, \dots, 7$ );  $Z_{ij}$  为专家所赋分值经过归一化处理后的矩阵值。

按公式(3)处理后的矩阵为:

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \cdots & Z_{1m} \\ Z_{21} & Z_{22} & \cdots & Z_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \cdots & Z_{nm} \end{pmatrix}$$

$Z$  为归一化处理后的元素矩阵。

根据表 1 的内容,得到  $Z$  矩阵,见表 2。

表 2 与表 1 相应的  $Z$  矩阵

专家编号	致纤维化	致癌性	致敏性
1	0.345 9	0.433 0	0.516 4
2	0.345 9	0.577 4	0.258 2
3	0.345 9	0.433 0	0.516 4
4	0.484 2	0.288 7	0.258 2
5	0.484 2	0.144 3	0.516 4
6	0.345 9	0.433 0	0.516 4
7	0.415 0	0.433 0	0.258 2

## 2.2.3 最优值向量和最劣值向量

据  $Z$  矩阵得到最优值向量和最劣值向量,即有限方案中的最优方案和最劣方案为:

$$\text{最优方案 } Z^+ = (Z_{1\max}, Z_{2\max}, \dots, Z_{m\max})$$

$$\text{最劣方案 } Z^- = (Z_{1\min}, Z_{2\min}, \dots, Z_{m\min}) \quad (3)$$

$Z_{j\max}$  与  $Z_{j\min}$  分别表示现有评价对象在第  $j$  个评价指标上的最大值与最小值。

由表 2,据公式(3)得到最优方案  $Z^+$  和最劣方案  $Z^-$  分别为:

$$Z^+ = (0.457\ 6, 0.529\ 8, 0.458\ 8)$$

$$Z^- = (0.326\ 9, 0.132\ 5, 0.229\ 4)$$

## 2.2.4 计算欧氏距离

根据公式(4)计算欧式距离  $D_i^+$  与  $D_i^-$ 。

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{j\max} - Z_{ij})^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{j\min} - Z_{ij})^2} \quad (4)$$

式中,  $D_i^+$  为评价对象所有各指标值与最优方案的欧氏距离;  $D_i^-$  为评价对象所有各指标值与最劣方案的欧氏距离;  $i = 1, 2, \dots, n$ , 分别代表各专家编号;  $j = 1, 2, \dots, m$ , 分别代表各评价指标。

## 2.2.5 计算与最优方案的相对接近程度

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (5)$$

式中,  $C_i$  为各评价对象与最优方案的相对接近程度。

按  $C_i$  大小将各专家建议指标值进行排序,  $C_i$  在 0 和 1 之间取值, 愈接近 1, 表示越接近最优水平; 愈接近 0, 表示越接近最劣水平。专家 1、3、6 建议指标值最接近最优水平, 专家 4 建议指标值最接近最劣水平。因此选取专家 1、3、6 的建议, 致纤维化、致癌性和致敏性权重赋值分别为 5、3、2。见表 3。

表 3 指标值与最优值的相对接近程度及排序结果

专家	$D_i^+$	$D_i^-$	$C_i$	排序结果
1	0.186 1	0.350 4	0.653 1	1
2	0.264 1	0.397 4	0.600 8	2
3	0.186 1	0.350 4	0.653 1	1
4	0.350 4	0.186 1	0.346 9	5
5	0.397 4	0.264 1	0.399 2	4
6	0.186 1	0.350 4	0.653 1	1
7	0.272 9	0.272 9	0.500 0	3

## 2.3 粉尘固有健康危害综合评价公式的确立

(1) 粉尘健康危害分值确定: 本研究所得的常见粉尘各指标健康危害分值见表 4。检出率的结果在下文以烟草粉尘为例进行描述。

(2) 粉尘固有健康危害综合评价指数计算: 本研究建立的常见粉尘固有健康危害综合评价体系包括致纤维化、致癌性和致敏性共 3 个指标, 故粉尘固有健康危害综合评价指数 ( $H$ ) 值为该 3 个指标分值与权重乘积的加和, 满分为 38 分。确立的计算公式为:

$$H = \text{致纤维化危害分值} \times 5 + \text{致癌性危害分值} \times 3 + \text{致敏性危害分值} \times 2。$$

将危害程度分为 4 类, 通过算术平均后取整, 即可得到粉尘职业健康危害等级 (HR)。



表 4 粉尘职业健康危害分级原则

健康效应指标	危害分值(a)					权重系数(b)
	I(极度危害)	II(高度危害)	III(中度危害)	IV(轻度危害)	V(轻微危害)	
	4	3	2	1	0	
致纤维化作用 $a_1$	人类流行病学及动物染尘实验均有充分证据表明致纤维化作用;导致《职业病分类和目录》明确规定的 12 种尘肺病的粉尘	有充分动物实验结果证明,但人类流行病学证据有限;文献报道尘肺发病率或检出率 $\geq 5\%$ 和(或)病例报告 $\geq 30$ 例;另导致“金属尘肺”的粉尘	对人类致纤维化证据有限,对实验动物致纤维化的证据并不充分;或对人类致纤维化证据不足,对实验动物致纤维化证据充分;尘肺发病率或检出率 $1\% \sim 5\%$ 和(或)病例报告 10~30 例	动物实验或流行病学调查有一定结果,但均未能确切证实其有致纤维性的物质;文献报道尘肺病发病率或检出率 $\leq 1\%$ 和(或)病例报告 $\leq 10$ 例	按目前的研究、实验结果,未见有致纤维性的物质	$5(b_1)$
致癌作用 $a_2$ (依据 IARC 分类)	I 组,人类致癌物	II A 组,近似人类致癌物	II B 组,可能人类致癌物	III 组,未归入人类致癌物	IV 组,非人类致癌物	$3(b_2)$
致敏作用 $a_3$	无	研究显示在人类中发生率较高或在动物身上有较大可能性,可以假定对人类严重过敏;或文献报道致敏反应发病率(检出率) $\geq 10\%$ 且(或)病例报告 $\geq 10$ 例	研究显示在人类身上低度到中度的发生率或在动物身上有低度到中度的可能性,可以假定有可能造成人的过敏;或文献报道致敏反应发病率(检出率) $< 10\%$ 且(或)病例报告 $< 10$ 例	无	无致敏作用;人群流行病学或实验研究报道职业性接触粉尘引起致敏反应阴性或未查询到相关报道	$2(b_3)$

## 2.4 运用举例:烟草尘固有健康危害综合评价指数

通过上述的数据、公式的确立结果,可以对所有常见粉尘进行固有健康危害综合评价。以烟草尘为例:

(1) 通过文献查询,共查询到 4 篇接触烟草尘职业人群流行病学文献<sup>[4-7]</sup>,2 篇动物实验研究<sup>[8-9]</sup>。4 篇文献中接触烟草尘所致尘肺病检出率分别为 3.88%、1.88%、2.31%、3.10%,通过 meta 分析,得到综合检出率为 3%。根据表 4 得出致纤维化的健康危害分值为 2,而致纤维化的权重系数为 5,故致纤维化危害分级指数为  $2 \times 5 = 10$ 。

(2) 通过查询 IARC 发布的致癌物清单,未查询到烟草尘具有致癌性,为“非人类致癌物”,因此其致癌性危害分级指数为 0。

(3) 通过文献查询,查询到 2 篇职业性哮喘相关报告,其中 1 篇报告职业性哮喘检出率为 5.38%<sup>[10]</sup>,另一篇为 1 例病例报告<sup>[11]</sup>;有 2 篇接触烟草尘引起鼻炎的报告<sup>[12]</sup>,但未在文中说明是否为职业性接触导致的鼻炎,因此取职业性哮喘检出率 5.38%,根据表 4 得出其致敏性危害分级指数为 2,而致敏性权重系数为 2,故其致敏性危害分级指数为  $2 \times 2 = 4$ 。

(4) 综合以上结果,得出烟草尘固有健康危害综合评价指数(H)为  $10 + 0 + 4 = 14$ ,健康危害等级(HR)为 2 级,属于中度危害。

## 2.5 58 种粉尘固有健康危害分级

根据分级原则,结合 58 种粉尘的致纤维化、致癌性和致敏性文献研究,计算得出 58 种粉尘的健康危害分级指数如下:极度危害 4 种、高度危害 8 种、中度危害 24 种、轻度危害 22 种,具体见表 5。

表 5 常见粉尘固有健康危害分级目录

危害分级	粉尘	分级指数	危害分级	粉尘	分级指数
轻度危害	碳纤维粉尘	0	轻度危害	凝聚 SiO <sub>2</sub> 粉尘	5
	沉淀 SiO <sub>2</sub>	0		工业酶混合尘	6
	石膏粉尘	0		苎麻	6
	亚麻	4		岩棉	7
	桑蚕丝尘	4		矿渣棉	8
	洗衣粉混合尘	4		棉尘	9
	聚丙烯粉尘	5		黄麻	9
	大理石粉尘	5		聚丙烯腈纤维粉尘	10
	稀土粉尘	5		酚醛树脂粉尘	10
	萤石混合性粉尘	5		石灰石粉尘	10
中度危害	珍珠岩粉尘	5	中度危害	膨润土粉尘	10
	谷物粉尘	11		蛭石粉尘	15
	皮毛粉尘	11		重晶石粉尘	15
	玻璃棉	11		聚氯乙烯粉尘	16
	聚乙烯粉尘	12		铁及其化合物粉尘	17
	烟草尘	14		二氧化钛粉尘	17
	硬质合金粉尘	14		茶尘	17
	锡及其化合物粉尘	15		硅灰石粉尘	18
	白云石粉尘	15		锑及其化合物粉尘	18
	玻璃钢粉尘	15		陶土粉尘	19
高度危害	活性炭粉尘	15	高度危害	石墨粉尘	20
	硅藻土粉尘	15		铸造粉尘	20
	砂轮机尘	15		过氧酸铵粉尘	20
	沸石粉尘	23		水泥粉尘	26
	碳化硅粉尘	24		云母粉尘	26
	木粉尘	26		煤尘	27
	铝尘	26		滑石粉尘	29
极度危害	炭黑粉尘	32	极度危害	石棉	36
	电焊烟尘	36		矽尘	36

### 3 讨论

现行评价职业病危害因素固有健康风险的《职业性接触毒物危害程度分级》(GBZ 230—2010)<sup>[13]</sup>,其分级原则是依据急性毒性、毒性效应等进行综合分析,主要适用范围为具有急性效应的化学品,而粉尘引起的健康危害常见的为慢性损害,其急性毒性数据、生殖毒性等数据难以获得。而《工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分:生产性粉尘》(GBZ/T 229.1—2010)<sup>[14]</sup>是以粉尘的危害和劳动者接触程度为依据,综合评定作业等级,该标准评价粉尘固有健康危害时,无论粉尘是什么性质,仅以游离 SiO<sub>2</sub> 的含量反映。而《粉尘作业场所危害程度分级》(GB/T 5817—2009)以单纯的超限倍数为分级依据,便于现场管理,但未考虑不同粉尘导致的健康危害不同<sup>[15]</sup>。因此本研究利用现有文献证据,对粉尘理化特性和健康危害进行梳理,建立了统一的信息查询数据库,并以此申请了《粉尘健康危害信息数据库平台》软件著作权,以粉尘常见的致纤维化、致癌性和致敏性危害,对粉尘固有健康危害进行综合评价分级。

本研究利用 TOPSIS 法将粉尘健康危害程度进行分级。该法对样本资料无特殊要求,使用灵活简便,应用广泛。

本次研究将 58 种粉尘分成 4 类,分别为极度危害(4 种)、高度危害(8 种)、中度危害(24 种)、轻度危害(22 种)。总体而言,本次研究的分类结果与实际已有的定性观察相符合,例如实际工作中矽尘危害大,所致矽肺是最严重的一种尘肺病,在本研究中亦被归类为极度危害;石棉作为公认的致癌物,对人体健康危害也很大,本次研究将其归类为极度危害。而炭黑粉尘所致炭黑尘肺、石墨粉尘所致石墨尘肺以及煤尘所致煤工尘肺 3 种尘肺病的病理改变是极为相似的,但被划分在不同等级,提示可能与其致癌性和致敏性相关,故需要我们重新审视已有观点的准确性;但也可能由于发表偏倚的存在,导致本次研究分类的偏差。故建议将本次研究作为开放性结果,不断依据文献的累积,重新评估目前数据较少的粉尘的危害分级。

本研究旨在利用现有证据,对粉尘固有健康危害进行综合评估,但在实际工作中,还应结合作业场所暴露情况进行综合风险评估,同时也应进一步开展各类粉尘健康效应关系的实验研究和人群队列研究,以得到更加有力的对人体危害的证据。

本研究存在以下不足:(1) 咨询专家虽都为业内权威专家,但数量较少;(2) 粉尘危害的分类指标未纳入呼吸道炎症、慢性阻塞性肺病等疾病,是因为考

虑到这些疾病成因复杂,一般不具有特异性,较难界定是否因接触粉尘导致,因此本着可行性和危害严重性原则,只纳入了“致纤维化、致癌性、致敏性”3 种,故危害分类可能不够全面;(3) 由于较难获得 58 种粉尘的毒理学数据和大型队列研究数据,也很难查询到其他相关数据,尤其是相对不常见的粉尘文献更少,故一部分发病率、检出率或者病例报告的引用的文献年代较远,可能存在发表偏倚;(4) 利用发病率或检出率确定部分健康危害分值、根据分值划分粉尘的危害指数时,没有现成的客观标准可以参照,故存在一定的主观性。

**作者声明** 本文无实际或潜在的利益冲突

### 参考文献

- [1] 樊晶光,王海椒,张建芳,等.我国职业卫生工作 70 年回顾与展望[J].职业卫生与应急救援,2019,37(6):1-5.
- [2] 国家卫生和计划生育委员会.职业病危害因素分类目录[EB/OL].(2015-11-17)[2019-12-01].<http://www.nhc.gov.cn/>.
- [3] 国家卫生健康委员会.工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素:GBZ 2.1—2019[S].北京:人民卫生出版社,2019.
- [4] 吴中亚,王明阳,张宝义,等.烤烟工人尘肺发病流行病学调查[J].工业卫生与职业病,1989,16(6):353-354.
- [5] 张彦敏,丁树岗,刘乃芸,等.烟草尘对工人健康危害的调查[J].职业卫生与病伤,1993,7(4):199-201.
- [6] 朱家麟,王喜庆,缪敏杰.烟草粉尘对卷烟厂作业工人的肺脏损害[J].卫生研究,1995,23(5):263-265.
- [7] 陈庚辰,曾君雅,寇苏生,等.烟草作业工人 16 年动态观察[J].中国工业医学杂志,1997,10(5):54-55.
- [8] 孙顺仙,唐宪娥,张维东,等.烟草尘致尘肺病的实验研究[J].中华劳动卫生职业病杂志,1993,10(6):47-48.
- [9] 钱汉竹,沈贻谔,林冰,等.烟草尘致大鼠肺脏损伤的实验研究[J].卫生研究,1996,24(4):5-7.
- [10] VIEGI G, PAGGIARO P L, BEGLIOMINI E, et al. Respiratory effects of occupational exposure to tobacco dust [J]. Br J Ind Med, 1986, 43(12):802-808.
- [11] HABER H, RABER W, VETTER N. Bronchial asthmatic disease associated with tobacco dust: an occupational lung disease [J]. Wien Klin Wochenschr Suppl, 2004, 116(1):38.
- [12] CHLOROS D, SICHLETIDIS L, KYRIAZIS G, et al. Respiratory effects in workers processing dried tobacco leaves [J]. Allergol Immunopath, 2004, 32(6):344.
- [13] 中华人民共和国卫生部.职业性接触毒物危害程度分级:GBZ 230—2010[S].北京:人民卫生出版社,2010.
- [14] 中华人民共和国卫生部.工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分:生产性粉尘:GBZ/T 229.1—2010[S].北京:人民卫生出版社,2010.
- [15] 中华人民共和国卫生部.粉尘作业场所危害程度分级:GB/T 5817—2009[S].北京:人民卫生出版社,2009.

收稿日期:2020-01-11