

## 硬质合金生产企业粉尘对作业工人肺功能的影响

李艳慧<sup>1</sup>, 何卫红<sup>1</sup>, 谭建<sup>1</sup>, 肖友立<sup>1</sup>, 蔡练功<sup>1</sup>, 刘江辉<sup>1</sup>, 胡双球<sup>2</sup>, 张雪艳<sup>3</sup>, 王忠旭<sup>3</sup>, 彭仁和<sup>1</sup>

### 摘要:

[目的] 探讨硬质合金生产粉尘对作业工人肺功能的影响,为制定硬质合金生产作业工人职业健康监护技术规范提供科学依据。

[方法] 对湖南省3家硬质合金生产企业272名碳化钨、碳化钴粉尘接触工人(接尘组)及同企业非粉尘作业工人168名工人(对照组)进行个人问卷调查、肺功能测定及职业卫生现场调查。

[结果] 3家企业碳化钨、碳化钴粉尘8h时间加权平均浓度超标率为6.3%(8/127)。接尘组咳嗽、咳痰、胸闷、气急及呼吸困难报告率分别为13.24%、12.50%、12.50%、9.19%及8.82%,明显高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。接尘组用力肺活量(FVC)、第一秒用力呼气量(FEV1)、呼气流速峰值(PEF)、用力呼气25%时的瞬间流速(FEF<sub>25</sub>)四项指标的实测值/预计值百分比分别为(98.69 ± 11.72)%、(93.39 ± 12.22)%、(92.59 ± 17.19)%、(90.22 ± 21.98)% ,明显低于对照组[分别为(105.35 ± 11.59)%、(99.15 ± 11.28)%、(99.49 ± 17.83)%和(96.45 ± 19.24)%],差异有统计学意义( $P < 0.01$ );粉尘浓度超标岗位与非超标岗位工人肺功能测定指标差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

[结论] 硬质合金生产粉尘对作业工人呼吸系统损伤明显,作业工人肺通气功能及部分小气道通气功能下降。

关键词: 硬质合金生产; 粉尘浓度; 职业健康检查; 肺通气功能; 小气道通气功能

引用: 李艳慧,何卫红,谭建,等.硬质合金生产企业粉尘对作业工人肺功能的影响[J].环境与职业医学,2017,34(3):255-258.  
DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16495

**Effects of dust exposure on lung function of workers in cemented carbide production enterprises** LI Yan-hui<sup>1</sup>, HE Wei-hong<sup>1</sup>, TAN Jian<sup>1</sup>, XIAO You-li<sup>1</sup>, CAI Lian-gong<sup>1</sup>, LIU Jiang-hui<sup>1</sup>, HU Shuang-qiu<sup>2</sup>, ZHANG Xue-yan<sup>3</sup>, WANG Zhong-xu<sup>3</sup>, PENG Ren-he<sup>1</sup> (1.Physical Examination Center, Hunan Occupational Disease Prevention and Control Hospital, Changsha, Hunan 410007, China; 2.Department of Science and Education Information, Zhuzhou Occupational Diseases Prevention and Treatment Center, Zhuzhou, Hunan 412000, China; 3.National Institute of Occupational Health and Poison Control, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China). Address correspondence to PENG Ren-he, E-mail: prh1002@163.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

### Abstract:

[Objective] To evaluate the effects of cemented carbide dust exposure on pulmonary function of workers and to provide a scientific basis for making related occupational health technical specifications.

[Methods] In three cemented carbide production enterprises of Hunan Province, 272 tungsten carbide and cobalt carbide dust exposed workers (dust exposure group) and 168 control workers (control group) were recruited to conduct a survey including questionnaire, lung function test, and occupational health field investigation.

[Results] The disqualified rate of 8-hour time weighted average concentration of tungsten carbide and cobalt carbide was 6.3% (8/127). The report rates of cough, sputum, chest tightness, short of breath, and breathing difficulties in the dust exposure group were 13.24%, 12.50%, 12.50%, 9.19%, and 8.82%, respectively, significantly higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The dust exposure group's forced vital capacity (FVC), first second forced expiratory volume (FEV1), peak expiratory flow (PEF), measured value/expected value of forced expiratory flow 25% (FEF<sub>25</sub>) were (98.69 ± 11.72)%, (93.39 ± 12.22)%, (92.59 ±

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[基金项目] 2014年度公益性行业科研专项项目(编号:20140021)

[作者简介] 李艳慧(1981—),女,本科,医师;研究方向:职业健康监护;E-mail:45279005@qq.com

[通信作者] 彭仁和,E-mail:prh1002@163.com

[作者单位] 1.湖南省职业病防治院体检中心,湖南长沙410007;2.株洲市劳动卫生职业病防治中心科教信息科,湖南株洲412000;3.中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所,北京100050

17.19)%, and (90.22 ± 21.98)%, respectively, significantly lower than the corresponding values of the control group [(105.35 ± 11.59)%, (99.15 ± 11.28)%, (99.49 ± 17.83)%, and (96.45 ± 19.24)%, respectively] ( $P < 0.01$ ). The workers at work stations with either excessive or qualified dust concentrations showed no difference in lung function indices ( $P > 0.05$ ).

[ Conclusion ] Cemented carbide production dust exposure could induce obvious damage to workers' respiratory system such as reduced lung ventilation function and small airway ventilation function.

**Keywords:** cemented carbide production; dust concentration; occupational health examination; lung ventilation function; small airway ventilation function

**Citation:** LI Yan-hui, HE Wei-hong, TAN Jian, et al. Effects of dust exposure on lung function of workers in cemented carbide production enterprises[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(3): 255-258. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.16495

职业性硬金属肺病已列入我国《职业病分类与目录》中,但关于硬质合金生产粉尘对作业工人健康影响的调查,国内报道甚少。为了解此类粉尘对作业工人呼吸系统的影响,为制定职业健康监护技术规范提供科学依据,本课题组于2015年5月—2016年3月对湖南省3家硬质合金生产企业作业工人进行问卷调查、肺功能测定,并对作业岗位进行职业卫生现场调查。

## 1 对象与方法

### 1.1 工艺流程

硬质合金生产工艺流程见图1。

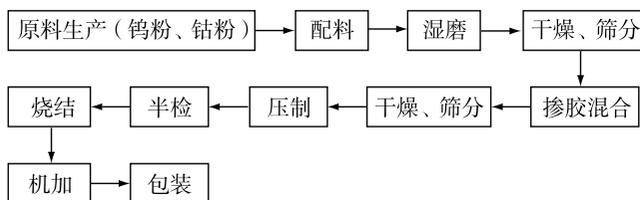


图1 硬质合金生产工艺流程

### 1.2 研究对象

接尘组为接触碳化钨、碳化钴粉尘作业工人272名,年龄19~59(42.58 ± 7.66)岁,工龄1~36(12.11 ± 9.27)年,吸烟率(每天吸烟10支)为48.52%;对照组为同企业非粉尘作业工人168名,年龄22~58(39.25 ± 8.76)岁,工龄1~35(13.64 ± 8.33)年,吸烟率为45.83%。对照组较接尘组年轻,差异有统计学意义( $t=4.06, P < 0.05$ );两组工人工龄及吸烟率差异无统计学意义( $t=1.79, \chi^2=0.30$ , 均 $P > 0.05$ )。

### 1.3 测定方法

1.3.1 粉尘浓度测定 采用横断面调查的方法,根据GBZ/T 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定 第1部分:总粉尘浓度》,针对存在粉尘的工作场所进行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》,在正常生产且所有职业病防护措施正常运转的情况下,根据工作场所不同情况布点采样,采用短时间定点采样法,用过氯乙烯测尘滤膜采集空气样品,在不同工作时段分别进行采样(每个点根据粉尘产生情况通常采样2~3次,如粉尘产生时间短则只采样1次),采样流量为20 L/min,采样时间为5 min;并记录每个时段劳动者的工作时间。本交短时间定点采样265个,计算出各工作8 h时间加权平均浓度127个。依据GBZ 2.1—2007《工作场所所有害因素职业接触限值 化学有害因素》对检测结果进行评价。

1.3.2 肺功能测定 使用CHEST HI-101型便携式肺功能仪(捷斯特,日本),工前测定肺通气功能,指标包括用力肺活量(FVC)、第一秒用力呼气量(FEV1)、第一秒用力呼气量占用力肺活量的百分率(FEV1/FVC);及肺小气道通气功能,指标包括呼气流速峰值(PEF)、用力呼气25%时的瞬间流速(FEF<sub>25</sub>)、用力呼气50%时的瞬间流速(FEF<sub>50</sub>)、用力呼气75%时的瞬间流速(FEF<sub>75</sub>)。将受试者的性别、年龄、身高和体重等参数输入肺功能仪,选择亚洲人种自动生成预测值,为消除性别、年龄、身高、体重的影响,以上指标均采用实测值占预测值百分比来表示。

1.3.3 质量控制 测试前校正肺功能仪,固定医师操作并对受试者进行培训,受试者取立位,每人测试3次,选择最好一次结果录入软件进行分析。本次调查通过中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制伦理审查委员会的审查,调查对象均签署知情同意书。

### 1.4 统计学分析

采用网星体检软件(AppStart 2.0),经EXCEL 2010表格整理,建立数据库,用SPSS 16.0软件,比较各组呼吸系统自觉症状、肺功能指标的差异,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 $t$ 检验;计数资料采用 $\chi^2$ 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 粉尘浓度

针对3家企业所有生产环节进行检测,获得接触8h时间加权平均浓度127个,按照GBZ2.1—2007《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》中其他粉尘容许质量浓度(后称“浓度”)( $8\text{ mg/m}^3$ )判断标准,粉尘浓度超标岗位8个(超标率为6.3%),其中碳化装卸料岗3个(超标岗浓度 $8.03\sim 17.10\text{ mg/m}^3$ ),球磨岗2个(超标岗浓度 $23.14\sim 25.20\text{ mg/m}^3$ ),半机加岗3个(超标岗浓度 $18.80\sim 33.20\text{ mg/m}^3$ )。见表1。

### 2.2 呼吸系统自觉症状

接尘组咳嗽、咳痰、气急、胸闷、呼吸困难报告率明显高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )。见表2。

### 2.3 肺通气功能及小气道通气功能

接尘组FVC、FEV1及PEF、FEF<sub>25</sub>的百分比值明显低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ); FEF<sub>50</sub>、FEF<sub>75</sub>和FEV1/FVC的百分比值两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表3。

### 2.4 岗位粉尘浓度超标与否作业工人肺功能结果比较

在接尘组中,以岗位粉尘浓度是否超标将作业工人分为超标组( $n=122$ )和未超标组( $n=150$ ),经比较,两组肺功能各项指标差异均无统计学意义。见表3。

表1 不同岗位8h加权平均粉尘浓度及超标率

岗位	样本数	浓度范围( $\text{mg/m}^3$ )	均值( $\text{mg/m}^3$ )	超标数	超标率(%)
碳化装卸料	4	5.8~17.1	10.2	3	75.0
过筛	5	0.4~6.4	3.0	0	0.0
球磨	10	0.5~25.2	7.3	2	20.0
还原	9	0.6~7.0	4.5	0	0.0
配碳	2	0.15~1.9	1.0	0	0.0
理化检验	3	0.15~0.8	0.4	0	0.0
碳化	6	0.15~5.4	1.4	0	0.0
紫钨	5	0.5~1.3	0.9	0	0.0
碳化钨包装	5	0.15~2.3	1.1	0	0.0
湿磨	6	0.15~2.2	1.2	0	0.0
喷雾干燥	6	1.1~3.2	2.0	0	0.0
混合料包装	2	0.4~1.5	1.0	0	0.0
压制	14	0.15~3.2	0.8	0	0.0
喷涂	2	0.8~2.6	1.7	0	0.0
烧结	2	0.5~1.6	1.0	0	0.0
半检	2	0.8~2	1.4	0	0.0
半机加	6	0.8~33.2	12.2	3	50.0
精机加	32	0.15~2.3	0.6	0	0.0
成检	3	0.15	0.15	0	0.0
成品包装	3	0.4~5.2	3.6	0	0.0

表2 两组工人呼吸系统自觉症状报告率

组别	人数	咳嗽		咳痰		气急		胸闷		呼吸困难	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
对照组	168	5	2.98	3	1.79	4	2.38	7	4.17	2	1.19
接尘组	272	36	13.24	34	12.50	25	9.19	34	12.50	24	8.82
$\chi^2$	—	12.94		15.50		7.82		8.54		10.88	
P	—	<0.05		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01	

表3 不同分组工人肺通气功能及小气道通气功能(%)比较

组别	人数	FVC	FEV1	FEV1/FVC	PEF	FEF <sub>25</sub>	FEF <sub>50</sub>	FEF <sub>75</sub>
对照组	168	105.35 ± 11.59	99.15 ± 11.28	94.46 ± 8.18	99.49 ± 17.83	96.45 ± 19.24	82.59 ± 23.53	65.73 ± 28.22
接尘组	272	98.69 ± 11.72	93.39 ± 12.22	94.92 ± 9.10	92.59 ± 17.19	90.22 ± 21.98	79.80 ± 24.94	62.31 ± 28.27
t	—	5.83	5.04	0.55	4.00	3.12	1.18	1.23
P	—	<0.01	<0.01	0.58	<0.01	<0.01	0.24	0.22
未超标组	150	99.38 ± 11.34	93.16 ± 11.59	94.10 ± 9.48	90.98 ± 18.03	88.94 ± 22.51	79.02 ± 25.30	66.03 ± 27.01
超标组	122	97.90 ± 12.17	93.67 ± 12.98	95.86 ± 8.60	94.48 ± 16.06	92.06 ± 20.81	80.70 ± 24.62	65.38 ± 29.73
t	—	1.03	0.34	1.60	1.69	1.11	0.55	0.19
P	—	0.30	0.74	0.11	0.09	0.24	0.58	0.85

## 3 讨论

硬质合金是由难熔金属如碳化钨和胶结金属(如钴),用粉末冶金工艺进行生产,国内从业人员相对较少。在硬金属肺病纳入国家法定职业病名单前,作业工人参照尘肺类别进行职业健康检查,国内相关报道甚少。本次调查表明硬质合金生产粉尘对作业工人呼吸系统损伤明显,主要表现为咳嗽、咳痰、胸闷、气急及呼吸困难等症状,与邹世渠等<sup>[1]</sup>报道相似;肺通气

功能损伤以FVC及FEV1下降明显,对FEV1/FVC影响不大,这与文献报道硬金属肺病患者主要表现为限制性肺通气功能障碍相符<sup>[2-3]</sup>;硬质合金生产粉尘还能引起作业工人小气道功能障碍,以PEF、FEF<sub>25</sub>下降明显,与马伏生等<sup>[4]</sup>报道一致。因此,在硬质合金生产粉尘作业工人职业健康检查中有必要增加小气道通气功能测定。

硬金属肺病发病机理尚不明确,其病理改变以巨

细胞间质性肺炎为主<sup>[2-3,5]</sup>,一般认为与个体易感性有关,与粉尘浓度及接触时间可能无明显相关<sup>[2]</sup>。肺功能下降是间质性肺炎的早期敏感指标,本次调查表明硬质合金生产粉尘浓度高低与肺功能下降程度没有明确关联,是否与个体易感性相关,尚有待进一步观察。

由于缺乏当地人群肺功能预计值数据,本次调查采用肺功能仪自带预计值,这可能是导致FEF<sub>75</sub>结果偏低的原因。

参考文献

[ 1 ]邹世渠,邹彤彤,马伏生,等.硬质合金粉尘致肺纤维化作

用的流行病学调查[J].中华预防医学杂志,1995,29(2):70-72.

[ 2 ]李志辉,王焕强,李涛.硬金属肺病临床分析[J].中国职业医学,2016,43(1):52-56.

[ 3 ]罗英男,李西西,闫永建.国内硬金属肺病11例病例报道[J].中国职业医学,2015,42(6):629-632.

[ 4 ]马伏生,邹世渠.硬质合金粉尘对工人小气道通气功能的影响[J].中华劳动卫生职业病杂志,1995,13(2):97-98.

[ 5 ]刘尚军,李西西,罗英男,等.硬金属粉尘职业暴露危害的研究进展[J].实用预防医学,2016,23(4):509-512.

(收稿日期:2016-07-05;录用日期:2016-10-21)

(英文编辑:汪源;编辑:丁瑾瑜;校对:王晓宇)

【告知栏】

《环境与职业医学》杂志唯一投稿方式系登陆主页  
<http://jeom.scdc.sh.cn:8081>

近来,本刊陆续收到作者反映,有多家网站冒用本刊名义收稿并收取高额审稿费。对此,本刊郑重声明如下:(1)我们从未委托任何机构或个人征文,本刊唯一投稿方式是通过登录《环境与职业医学》主页<http://jeom.scdc.sh.cn:8081>。(2)本刊从2016年开始免收审稿费,稿件录用后方收取版面费。望广大作者特别小心,谨防受骗!

假冒网站

<http://www.china-k.net/qikan/yiyaoweisheng/yufangyixue/20151119/2148.html>

<http://www.cneu.org.cn/qikan/show14408.html>

<http://www.hjzyyx.cn/>

<http://hjzyyx.yixue.org.cn/>

<http://www.baywatch.cn/a/qikandaohang/yixueqikan/20111128/1094.html>

<http://www.zhazhi.com/qikan/yyws/yfws/1535.html>

<http://www.zgqkzxw.com/journaldetail.php?ald=359>

<http://hexin.xuebaoqk.com/yixue/1149.html>

<http://www.beautywall.net/yixue/yufangweisheng/872.html>

<http://www.qkw360.com/detail-256.html?hmsr=360so&hmm=ppc&hmkw=%E7%8E%AF%E5%A2%83%E4%B8%8E%E8%81%8C%E4%B8%9A%E5%8C%BB%E5%AD%A6%E6%8A%95%E7%A8%BF>

<http://hzyx.qikan.com/>

<http://www.7kan.org.cn/shougaoqiu/2010-11-25/927.html>

<http://www.js120.net/html/qkxy/201011/11/50680.html>

假冒邮箱

qikanc@163.com ; chinacneu@163.com ; hjzyyx@163.com ; 2355902950@qq.com ; 2853759168@qq.com ; zg58qk@163.com ; wanyuanqikan@163.com

《环境与职业医学》杂志编辑部