

车间空气中玻璃钢粉尘卫生标准研制

于锡山, 张维德, 唐宪娥, 张卫东, 戴平, 邹先清, 李再峰, 温荣法

(山东省劳动卫生职业病防治研究所, 山东 济南 250062)

摘要:目的 制订车间空气中玻璃钢粉尘卫生标准。方法 采用现场劳动卫生流行病学调查方法及用玻璃钢粉尘对大鼠肺脏进行致纤维化实验研究, 观察大鼠全肺干质量和全肺胶原蛋白含量。结果 该粉尘可引起大鼠全肺干质量和全肺胶原蛋白含量增加($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$), 且有剂量-反应关系, 作业工人有“尘肺”样改变。结论 根据动物实验研究和现场劳动卫生学调查结果, 提出车间空气中玻璃钢粉尘最高容许浓度为 $6\text{mg}/\text{m}^3$, 时间加权平均容许浓度为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

关键词: 玻璃钢粉尘; 纤维化; 尘肺; 卫生标准

中图分类号: R135.2 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2000)06-0332-03

Preparation for the health standard of fiberglass reinforced plastic dust

YU Xi-shan, ZHANG Wei-de, TANG Xian-e, ZHANG Wei-dong, DAI Ping, ZOU Xian-qing, LI Zai-ferg, WEN Rong-fa

(Shandong Provincial Institute for Occupational Health, Jinan 250062, China)

Abstract Objective To workout the health standard of fiberglass reinforced plastic dust in the air of workplace. **Method** Occupational epidemiological investigation on field workers was performed, the dry weight of lungs and the content of collagenous protein in lungs of the fiberglass reinforced plastic dust exposed rats were observed, too. **Results** The dust could cause the dry weight of lungs and the content of collagenous protein in lungs of the exposed rats increase ($P < 0.05$ or $P < 0.01$) and showed dose-response relationship. The dust-exposed workers also had the changes of pneumoconiosis. **Conclusion** It is suggested that the MAC of $6\text{mg}/\text{m}^3$ and TWA of $3\text{mg}/\text{m}^3$ of the fiberglass reinforced plastic dust in the air of workplace seems adequate and safe.

Key words: Fiberglass reinforced plastic dust; Fibrosis; pneumoconiosis; Health standard

随着现代工业的飞速发展, 用合成树脂将玻璃纤维及其制品粘结而成的玻璃纤维塑料(俗称玻璃钢)已广泛应用于宇航、航空、建筑、化工、造船、电器、车辆、医疗、体育等国民经济的各个领域, 深受广大群众的欢迎。在玻璃钢切割、打磨、安装等加工过程中产生的玻璃钢粉尘对作业工人身体健康有一定程度的影响。为了避免玻璃钢粉尘造成的职业危害, 确保接尘工人的健康, 研制玻璃钢粉尘卫生标准十分必要, 也极为紧迫。受全国卫生标准技术委员会劳动卫生标准专业委员会的委托, 用玻璃钢粉尘对大鼠肺脏进行了致纤维化实验研究, 并对两玻璃钢厂进行了劳动卫生流行病学调查, 探讨其致病程度、特点, 为制定车间空气中玻璃钢粉尘卫生标准提供科学依据。

1 玻璃钢的理化性质

玻璃钢具有电绝缘性, 在电解质溶液里不会有离子溶解出来, 对大气、水和一般浓度的酸、碱、盐及有机溶剂等化学介质有着良好的化学稳定性, 表面很少有腐蚀产物、结垢, 不会像金属设备那样生成金属离子污染介质^[1,2]。

2 毒性作用

用蒸馏水浸泡 5 种玻璃钢样品(主要成分为中碱玻纤布、树脂等), 按 $2\text{ml}/\text{cm}^2$ 加蒸馏水浸泡 30 天后, 取浸泡液对小鼠进行毒性、精子畸形和微核实验。结果表明浸泡液急性经口毒性 LD_{50} 大于 $15\,000\text{mg}/\text{kg}$, 属于无毒类, 也未见明显遗传毒性作用^[3]。

3 致纤维化作用

用玛瑙乳钵将游离二氧化硅含量为 4.5% 的玻璃钢粉尘, 充分研细至分散度为 95% 以上小于 $5\mu\text{m}$, 实验大鼠选用体质量 $180 \sim 250\text{g}$ 的 Wistar 雄性健康大鼠, 240 只, 随机分成实验一组(60 只)、实验二组(70 只)、石英组(60 只)和生理盐水组(50 只), 在乙醚轻度麻醉下, 用非暴露式气管注入法染尘, 实验一组、二组每只大鼠气管内注入 1ml 含 50mg 粉尘的生理盐水混悬液, 石英组注入 1ml 含 50mg 石英尘的混悬液, 正常对照组注入 1ml 生理盐水; 实验二组间隔 1 周后, 同一剂量同一方法再染尘 1 次。在染尘后 3、6、12、18 个月时分批解剖, 观察大鼠肺脏形态学改变, 测定全肺干质量、全肺胶原蛋白含量, 取肺脏及肺门淋巴结, 用 10% 的甲醛固定, 石蜡包埋切片, HE、网织纤维和胶原纤维染色, 光镜观察病理改变。

实验结果表明, 玻璃钢粉尘实验组大鼠全肺干质量、全肺胶原蛋白含量明显高于正常组 ($P < 0.01$ 或

收稿日期: 2000-01-10; 修回日期: 2000-06-27

基金项目: “八五”期间全国劳动卫生标准研制计划课题。

作者简介: 于锡山(1957—), 男, 山东文登人, 副主任医师, 主要从事尘肺病防治研究。

$P < 0.05$), 低于石英组 ($P < 0.01$); 有随着染尘后时间的延长而逐渐增重的趋势, 染尘 100mg 组则明显

高于 50mg 组 ($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$), 呈剂量-反应关系 (见表 1、2)。

表 1 染尘后不同时期大鼠全肺干质量测定结果

组别	3个月		6个月		12个月		18个月	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
实验一组	7	0.4735 ± 0.0331 $\Delta\Delta$	7	0.4305 ± 0.0764 $\Delta\Delta$	7	0.4449 ± 0.0545 $\Delta\Delta$	5	0.5220 ± 0.0710 *
实验二组			4	0.6999 ± 0.1001 * $\Delta\Delta$	7	1.0798 ± 0.5189 * $\Delta\Delta$	6	1.3583 ± 0.1271 * $\Delta\Delta$
石英组	5	1.5576 ± 0.1567	7	1.6500 ± 0.2230	6	1.7950 ± 0.3683		
正常组	7	0.2654 ± 0.0248	7	0.3020 ± 0.0275	7	0.3123 ± 0.0225	6	0.4581 ± 0.0417

与正常组比较: * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ 。与石英组比较: $\Delta\Delta P < 0.01$ 。实验二组与一组比较: $\Delta\Delta P < 0.01$ 。

表 2 染尘后不同时期大鼠全肺胶原含量

组别	3个月		6个月		12个月		18个月	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
实验一组	7	54.743 ± 46.980 * $\Delta\Delta$	7	60.702 ± 13.575 * $\Delta\Delta$	7	61.288 ± 7.2845 * $\Delta\Delta$	5	78.272 ± 16.771 **
实验二组			4	84.986 ± 13.765 * $\Delta\Delta$	7	244.19 ± 173.46 * $\Delta\Delta$	6	291.03 ± 74.763 ** $\Delta\Delta$
石英组	5	230.05 ± 62.884	7	393.59 ± 72.869	6	504.06 ± 195.40		
正常组	7	36.284 ± 5.6119	7	42.128 ± 4.8702	6	43.076 ± 6.609	6	56.923 ± 7.4367

与正常组比较 * * $P < 0.01$ 。与石英组比较: $\Delta\Delta P < 0.01$ 。实验二组与一组比较: $\Delta\Delta P < 0.05$ 。

病理组织学观察: 玻璃钢粉尘实验组肺表面不光滑, 有散在斑点状突起, 呈暗灰色, 触之较硬, 有砂粒感, 有轻度肺气肿, 肺门淋巴结增大, 呈黑色, 触之较硬。镜下所见, 玻璃钢粉尘实验一组在染尘 3 个月时, 肺泡间隔、肺泡腔及支气管和血管周围, 可见较多的尘细胞、部分肺泡腔可见巨噬细胞肺炎的改变。染尘 6 个月时, 支气管及血管周围可见尘细胞灶, 12 个月时尘细胞逐渐增多、增大, 部分尘细胞结节内可见网织纤维, 18 个月时, 肺泡间隔增宽, 部分尘细胞灶融合, 灶周可见网织纤维及少量胶原纤维, 部分肺泡隔中可见少量胶原纤维, 呈间质纤维化改变。实验二组在染尘 6 个月时, 肺组织中可见较多的尘细胞灶, 灶内可见尘细胞、粉尘颗粒和少量纤维细胞; 12 个月时, 肺组织中可见较多的尘细胞灶, 部分尘细胞灶联结成片, 其中可见胶原纤维条索状排列, 呈间质纤维化改变。肺门淋巴结增大, 可见尘细胞灶。染尘 18 个月, 尘细胞灶融合成片, 灶间胶原纤维明显增多, 并呈散在的局灶状纤维化改变。未见其他病理改变。

4 劳动卫生流行病学调查

作业环境: 两玻璃钢厂均建于 70 年代初, 用不饱和聚酯树脂作粘合剂、玻璃纤维布作增强材料, 采用手工成型工艺生产船舶及车辆等。建厂初期至 1984 年间两厂粉尘浓度较高 (尤以打磨、切割工种为著), 平均浓度分别为 $92.3\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $11.88\text{mg}/\text{m}^3$; 1984 年以后两厂采取有效的防尘措施, 作业场所粉尘浓度大幅度降低, 至 1993 年底粉尘平均浓度为

$4.27\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $3.80\text{mg}/\text{m}^3$ 。1994 年对两厂切割、打磨等加工工种玻璃钢粉尘进行了现场监测, 共测得样品 57 个, 几何均数浓度为 $4.70\text{mg}/\text{m}^3$ (两厂分别为 $5.3\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $3.0\text{mg}/\text{m}^3$), 粉尘分散度小于 $5\mu\text{m}$ 的占 82.9%。对小件打磨、切割等工种进行了个体接触水平监测, 每工种测定 3 次, 每次至少测定 4 小时, 共测得样品 15 个, 时间加权平均浓度为 $2.38\text{mg}/\text{m}^3$, 粉尘分散度小于 $5\mu\text{m}$ 者占 83.9%。

对两厂建厂以来接触玻璃钢粉尘 3 年以上的工人进行了职业史登记, 有其他粉尘接触史的予以剔除, 并进行职业性健康检查、拍摄 X 线胸片。体检结果表明玻璃钢粉尘作业工人 X 线胸片表现以不规则小阴影“s”改变为主, 同时有散在“p”影, 符合 I 期“尘肺”样改变者 3 例 (占 3.16%), 平均患病工龄为 16 年, 患病工种为打磨与切割混合工种 2 例, 脱模与打磨混合工种 1 例。

接尘组的各项肺通气功能指标均低于对照组 ($P < 0.01$), 尤其是肺容积指标明显低于对照组 ($P < 0.05$); 据流速-容量曲线显示反映大气道阻塞程度和呼吸肌肌力的指标两组间差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。而反映小气道功能的指标则显著低于对照 ($P < 0.01$)。这与文献报道结果基本一致。对加工玻璃钢的 47 名作业工人进行了肺功能检查, 接尘最短 3 年, 最长 22 年, 平均 10.3 年。接尘工人肺活量一秒率、中段流速及最大通气量都明显低于对照组, 表明玻璃钢粉尘对工人肺通气功能有一定程度的影响^[4]。

5 国外卫生标准

有关玻璃钢粉尘的危害问题, 国内外学者已有报道, 一致认为其对人体有一定程度危害。前苏联对此制订了卫生标准, 以聚酯树脂为基质的玻璃钢粉尘为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ [5]。

6 卫生标准建议值

玻璃钢粉尘属于无毒、无致突变作用, 有轻度致纤维化作用; 劳动卫生流行病学调查结果表明, 玻璃钢粉尘作业工人中有“尘肺”样 X 线表现, 肺通气功能有一定程度的损伤。本标准是以实验研究为主要依据, 结合劳动卫生流行病学调查资料和国内外有关研究及参考国外卫生标准, 建议车间空气中玻璃钢粉尘最高容许浓度为 $6\text{mg}/\text{m}^3$, 时间加权平均容许浓度为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本标准的提出既可解决我国当前的需要, 又同国外标准基本接轨, 并填补了我国玻璃钢粉尘卫生标准的空白。

7 建议卫生标准的可行性

根据我们调查生产和加工玻璃钢的企业和征求企

业主管部门的意见, 他们一致认为: 研制车间空气中玻璃钢粉尘卫生标准具有非常重要的现实意义, 为改善劳动条件、提出防护措施提供了科学的理论依据。

现场监测结果表明, 所监测的 57 个样品中, 有 47 个样品在 $6\text{mg}/\text{m}^3$ 以下, 合格率为 82.46%; 监测时间加权平均浓度样品 15 个, 11 个样品在 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以下, 合格率为 73.33%。因此在目前经济技术情况下, 企业只要采取有效的防尘措施, 可以达到所提卫生标准要求。

参考文献:

- [1] 中国腐蚀与防护学会. 合成树脂及玻璃钢 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1995, 279.
- [2] 王金强. 合成树脂 [M]. 武汉: 武汉工业大学出版社, 1995, 378.
- [3] 丁汉平, 庞梅兰, 邓良利, 等. 五种玻璃钢水箱涂料的毒性检测 [J]. 职业卫生与病伤, 1996, 11 (2): 100-102.
- [4] 陈飙, 史志澄. 玻璃钢粉尘对作业工人健康的影响 [J]. 职业医学, 1984, 11 (5): 27-29.
- [5] 梁友信, 卢纯慧. 卫生标准进展 [M]. 上海医科大学出版社, 1993, 66-103.

四方区乡镇企业职业危害调查

青岛市四方区卫生防疫站 (266032) 刘伦贤, 齐红卫, 于锡昌

为了更好地掌握我区乡镇企业的职业危害情况, 保护职工身体健康, 我们于 1998 年 4~10 月对我区乡镇企业 13 家实业公司下属厂矿开展了劳动卫生监督监测和职业性健康体检, 现报告如下。

1 基本情况

职业分布情况, 矿石加工厂 6 个, 机械加工厂 18 个, 木材加工厂 11 个, 塑料加工厂 10 个, 汽车修理厂 11 个, 化工石油 9 个, 锻造厂 5 个, 纺织服装厂 5 个, 印刷厂 3 个, 其他 5 个单位。对其中 56 个企业进行了监测。

接触有害作业 1 218 人, 男 580 人, 女 638 人, 占生产职工总人数的 34.2%, 其中苯系物、铅和锰焊等作业 365 人, 占 30.0%; 粉尘作业 242 人, 占 19.9%; 接触高温、噪声等物理因素作业 611 人, 占 50.2%。

2 监测方法

空气中苯系物测定分析采用北京产 SP3420 气相色谱仪; 空气中粉尘测定为滤膜采样称质量法, 用武汉产 FC-2 型粉尘测定仪。噪声强度采用江西产 ND2 型精密声级计测定。所用仪器均由国家计量部门校准。

3 结果

3.1 职业危害监测, 在 56 个单位中, 监测粉尘点 63 个, 毒物点 29 个, 噪声点 338 个; 合格率分别为 60.3%、51.7%、

60.4%。

在粉尘超标企业中, 矿石和木材加工超标率最高, 最高超标 7.8 倍。毒物超标行业为汽车修理喷漆车间和家具油漆企业, 其中甲苯、二甲苯超标最高。噪声超标点 134 个, 超标率为 39.6%, 矿石加工达 98~108dB (A), 木材加工 100~110dB (A), 锻造厂达 103~120dB (A)。按国家卫生标准 [90dB (A)] 计, 超标 8~30dB (A)。

3.2 职业性健康体检, 共查 860 人, 男 508 人, 女 352 人, 其中粉尘作业 168 人, 占 19.5%; 毒物作业 100 人, 占 11.6%; 物理因素作业 592 人, 占 68.8%。发现 65 人患有慢性疾病, 13 人为职业病观察对象。

4 小结

通过对 56 个单位有害作业环境危害因素监测调查, 大部分企业职业危害严重, 无专人管理, 特别某些企业领导重效益轻预防, 发现 95% 企业未办理“三同时”预防性卫生监督审批手续, 导致厂房布局不合理, 防护设备不齐全。另外与执法力度不够, 职工自我防护意识差、文化素质低有关。今后应针对性地开展劳动卫生和健康管理。从根本上控制职业危害, 做到预防为主, 依法管理。

(收稿 1998-12-18; 修回 1999-03-28)