

表 2 接触组与对照组不同工龄段体液、细胞免疫水平检测结果 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	工龄 (年)	体 液 免 疫 (g/L)			细 胞 免 疫 <sup>△</sup>	
		IgG	IgA	IgM	SI	参入率 (%)
接触组	5~	12.58±1.6	2.50±0.5*	1.02±0.5*	14.88±8.4**	4.48±1.6**
	10~	13.11±1.5	2.42±1.2*	1.02±0.5*	12.66±7.8**	3.64±1.8**
	20~	10.72±2.4	2.11±0.6*	0.89±0.5*	10.64±6.2**	3.43±1.2**
对照组	5~	15.54±2.2	3.83±4.9	1.47±0.6	62.62±33.2	7.88±4.5
	10~	13.29±3.5	2.84±0.7	1.59±0.5	94.00±35.1	11.94±4.3
	20~	13.0±2.9	2.39±0.9	1.47±0.6	80.28±4.83	9.37±5.3

注: <sup>△</sup>细胞免疫两组受检人数分别为 63, 50。与对照组比较 \*P<0.05, \*\*P<0.01

### 3 讨论

本研究提示, 长期接触氨基甲酸酯杀虫剂(克百威)的职业人群体液免疫和细胞免疫水平降低, 尤其对人体细胞免疫水平影响更显著, 说明该农药具有免疫毒性, 引起免疫功能抑制, 但免疫水平仍未降到正常范围之下, 该结果与国外流行病学调查及动物实验结果基本一致。本研究还发现, 接触组体液免疫中免疫球蛋白以 IgM, 补体 C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub> 水平下降明显, 且随工龄的延长呈下降趋势, 细胞免疫水平亦随工龄延长而有所下降。Repetto 等<sup>[2]</sup>在农药与免疫系统的综合报道中, 通过对人体细胞离体培养和动物实验的大量研究资料表明, 许多农药具有免疫毒性作用, 其免疫毒性主要降低吞噬细胞功能, 引起体液、细胞免疫的功能缺陷, 影响免疫器官(如胸腺、脾脏)发育, 减少免疫系统母细胞增殖, 延缓吞噬细胞激活等。农药的免疫毒性作用往往不是单一性的, 而是几种免疫功能同时受到抑制。此外还发现许多农药中所含的有机溶剂和其他杂质, 亦有抑制免疫功能的作用。美国威斯康

星州一地面水被氨基甲酸酯杀虫剂(涕灭威)污染后发现, 居住在该地区的健康妇女中 TH 细胞和 TE 细胞的比率下降, 对 TH 细胞计数较低的妇女一年后复查, 仍见该农药对 T 细胞有慢性影响。Street 等报道<sup>[3]</sup>, 在 4 种杀虫剂(其中一种是氨基甲酸酯类)对免疫抑制剂量-反应关系评估的实验中证实均具有免疫抑制作用。

由于人体免疫水平受多种因素影响, 如性别、年龄、地区、环境、体质等, 加上本次样本量和检测指标有限, 氨基甲酸酯杀虫剂对人体免疫功能的影响仍待进一步深入研究。

#### 参考文献:

[1] 杨贵贞. 免疫新进展讲座 [M]. 长春: 白求恩医科大学出版社, 1987. 194.  
 [2] Repetto R, Baliga S S. Pesticides and the immune system [M]. The Public Health Risks, 1996. 2-15.  
 [3] Street J C, Shama R P. Quantitative aspects of immunosuppression by selected pesticides [J]. Toxicol Appl Pharmacol, 1974, 29 (1): 135-136.

## 铸造工业砂芯烘干微波辐射危害与预防措施的调查

### Study on microwave radiation and preventive measure in foundry industry drying of the sand core

丁宇<sup>1</sup>, 纪生武<sup>1</sup>, 刘长胜<sup>1</sup>, 胡明<sup>2</sup>

DING Yu<sup>1</sup>, JI Sheng-wu<sup>1</sup>, LIU Chang-sheng<sup>1</sup>, HU Ming<sup>2</sup>

(1. 朝阳市职业病防治所, 辽宁 朝阳 122000; 2. 朝阳柴油机公司, 辽宁 朝阳 122000)

**摘要:** 对微波砂芯烘干炉作业环境进行微波漏出测试, 结果表明, 试验初期工作场所微波辐射严重超标, 经加强密闭, 微波漏出显著下降, 符合国家卫生标准。

**关键词:** 铸造工业; 微波辐射; 预防措施

**中图分类号:** R594.8 **文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-221X(2003)03-0181-02

微波加热技术在工农业生产中的应用越来越广泛。其特点降低能源消耗, 提高产品质量及生产效率, 占地面积小, 为各行各业所青睐。本文对国内首台 30 kW 微波砂芯烘干炉的微波辐射危害及预防措施进行了研究。

#### 1 内容和方法

1.1 依据《作业场所微波辐射卫生标准》(GB10436-89)的要求, 对工作场所微波辐射强度进行测定, 使用的测定仪器 RCQ-1A 微波漏能仪经中国计量科学院年检合格。

1.2 按照定点原则, 对铸造车间组芯工序辊道内外和控制开关处及工作通道等 6 个工人经常操作或停留地点的微波辐射强度予以测定, 在每个点测定工人操作位头、胸、腹部的微波辐射强度, 连续测定 3 天, 每天上、下午各 1 次。对微波砂芯烘干炉的进出炉门四周、炉门屏蔽内外设定测试点, 评价防护措施效果。

#### 2 结果

##### 2.1 基本情况

柴油机铸件砂芯线是为了提高柴油机铸件精度等级, 减少铸件飞边披缝的产生, 提高机体铸件的综合质量而设计。

收稿日期: 2003-01-27; 修回日期: 2003-04-24

作者简介: 丁宇(1962-), 男, 沈阳人, 副主任医师, 从事职业流行病学研究。

这条组芯线实现组芯、微波炉烘干（烘干粘结剂）、浸涂料等工序的流水线作业。组芯工序有操作工 6 人，设备维修人员 1 人。WB01 微波砂芯烘干炉是新研制的国内制芯生产中首台大型微波烘干炉，功率为 30 kW，使用连续微波磁控管，发射微波的频率是 2 450 MHz。生产过程采用箱式微波炉烘干组合芯，炉体横跨在组合芯辊道上，组合芯在辊道车上，从微波炉一端进入，烘干后，通过微波炉另一端到下一工序。炉体内传输辊轴两端采用防泄漏抗流环装置，两侧外轮廓设置金属屏蔽护板，并有接地装置，进出口门装有弧形微波吸收屏。炉门采用机动立开、气动四点锁紧方式。

## 2.2 作业场所微波辐射强度测试

2.2.1 预防措施改造前微波辐射测试 微波炉安装后试验初期，即微波预防措施改造前工人作业场所微波辐射测试结果，在组芯辊道内、外及辊道控制开关、炉出口辊道 6 处操作位的微波辐射测量结果：头部 70~390  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，胸部 50~390  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，腹部 50~450  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。最高测量点为组芯辊道内南侧 2<sup>#</sup>，其腹部的测量均值为 450  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，超过国家标准 8 倍。6 处测定地点作业场所微波辐射强度测试结果的均值超过国家卫生标准。

2.2.2 防护措施改造后作业场所微波辐射测试 改变炉门材质及采取相关的预防措施后，测试结果表明 6 个测量点微波辐射强度均符合国家卫生标准。头、胸、腹部位测量均值范围在 4~23  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ （表 1）。各测试地点微波炉防护改造前后作业场所微波辐射强度测试结果见表 2。改造后作业场所微波辐射强度显著低于改造前。

表 1 微波炉防护改造后作业场所各部位辐射强度  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

测试地点	头		胸		腹	
	范围	均值	范围	均值	范围	均值
组芯辊道内西侧 1 <sup>#</sup>	16~34	20	8~25	18	14~20	16
组芯辊道内南侧 2 <sup>#</sup>	8~18	14	10~26	20	12~30	23
组芯辊道外西侧 3 <sup>#</sup>	4~16	8	3~14	7	2~12	4
组芯辊道外南侧 4 <sup>#</sup>	3~16	7	2~18	6	1~18	7
辊道控制开关 5 <sup>#</sup>	7~20	11	2~18	8	4~14	8
炉出口辊道 6 <sup>#</sup>	6~14	9	3~12	8	2~16	8

表 2 微波炉防护改造前后作业场所微波辐射强度比较

测试地点	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$			
	改造前		改造后	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
组芯辊道内西侧 1 <sup>#</sup>	6	255.0 ± 175.0	18	18.4 ± 5.7 <sup>*</sup>
组芯辊道内南侧 2 <sup>#</sup>	6	410.0 ± 210.4	18	18.8 ± 6.5 <sup>*</sup>
组芯辊道外西侧 3 <sup>#</sup>	6	56.6 ± 15.1	18	6.1 ± 4.6 <sup>*</sup>
组芯辊道外南侧 4 <sup>#</sup>	6	126.7 ± 35.0	18	5.5 ± 4.2 <sup>*</sup>
辊道控制开关 5 <sup>#</sup>	6	113.1 ± 30.1	18	9.1 ± 4.9 <sup>*</sup>
炉出口辊道 6 <sup>#</sup>	6	146.2 ± 37.2	18	7.6 ± 4.0 <sup>*</sup>

改造后与改造前比较 \*P<0.01，国家标准为 50  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

## 2.3 辐射源 WB01 微波砂芯烘干炉微波辐射测试

改造前后分别对炉门上、下、左、右 8 个部位进行炉门微波泄漏测试。改造前，出口炉门下方微波辐射强度测定值最高，达 50 000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ；改造后炉门进、出口微波辐射强度测定值均显著低于改造前（表 3）。

表 3 改造前后微波炉门微波辐射强度测试结果  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

测定地点	改造前		改造后	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
进口炉门	8	4 500 ± 4 270	24	45 ± 27 <sup>*</sup>
出口炉门	8	10 400 ± 17 187	24	199 ± 164 <sup>*</sup>

与改造前比 \*P<0.01

## 2.4 改造后炉门微波吸收屏内外微波辐射强度

在炉门两侧安装的微波吸收屏，微波辐射强度测试结果见表 4。

表 4 改造后炉门屏蔽内外微波辐射强度测试结果  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

测定地点	屏蔽内		屏蔽外	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
进口炉门	6	63 ± 18	6	10 ± 4 <sup>*</sup>
出口炉门	6	198 ± 87	6	16 ± 15 <sup>*</sup>

与屏蔽内比 \*P<0.01

## 3 讨论

微波污染对健康构成潜在威胁<sup>[1]</sup>。加热设备的连续缝隙和物料出入口可有微波漏出<sup>[2]</sup>，职业性接触微波对接触者的主要危害是低强度慢性辐射。主要作用于神经系统、眼和生殖系统，并对其功能产生影响<sup>[3,4]</sup>。因此，微波辐射防护非常重要，应采用具体预防措施防止微波泄漏。本调查采用了炉门由原来的钢板改为整体铝铸件，增加厚度，减轻重量，运行自如，炉门密封良好；压紧方式改为带磁环的特种汽缸，联动控制；增设屏蔽保护装置。现场连续 3 天的测定结果表明，改进后 WB01 微波炉作业场所各操作位的微波辐射强度平均值低于国家卫生标准，进、出口炉门微波辐射强度均值亦较改进前大大降低，说明微波烘干炉改进后防护措施效果明显。进出口炉门屏蔽处辐射强度测定结果表明，屏蔽外明显低于屏蔽内，说明屏蔽防护效果显著。

### 参考文献：

[1] 卢晓翠. 我国微波生殖学效应研究概况 [J]. 中国工业医学杂志, 1995, 8 (2): 36-38.  
 [2] 梁友信. 劳动卫生与职业病学 [M]. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2000. 204-207.  
 [3] 潘达顺, 杨超敏, 李京花, 等. 微波辐射对人体健康的调查研究 [J]. 职业医学, 1992, 19 (6): 330.  
 [4] 岳峰勤, 李凤芝, 程广超, 等. 低场强微波作业人员心理卫生调查 [J]. 工业卫生与职业病, 2002, 28 (6): 364-366.