

船舶工业企业噪声危害调查

聂武, 胡伟江

(中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050)

摘要: **目的** 分析船舶企业噪声危害特性、分布、危害程度和劳动者听力损失情况, 为企业开展噪声治理及指导劳动者进行听力保护提供科学依据。**方法** 选取 3 家规模以上船舶工业企业, 采用与技术人员和职业卫生管理人员座谈的方式, 了解生产工艺和基本情况, 并对作业场所开展现场调查和个体噪声暴露剂量检测及频谱分析, 对主要接触噪声的岗位工人进行纯音听力测试。**结果** 船舶工业企业接噪岗位多, 在检测的 17 个岗位中, 除轮机检验工外, 其余岗位个体噪声暴露剂量均超过 85 dB(A), 其中打磨工和冲砂工最为严重, 其个体噪声暴露剂量达 100 dB(A) 左右, 类型主要是高频噪声; 主要接噪岗位工人的听力损失比例较高, 达 26.96%, 其中打磨工和冲砂工的听力异常比例分别达 37.88% 和 38.42%; 且随着接噪工龄的增加, 听力异常者比例不断增加, 呈现明显的剂量-反应关系。**结论** 船舶工业企业的噪声危害分布广、程度重, 应及时采取工程控制措施和听力保护措施。

关键词: 船舶工业企业; 噪声; 听力损失

中图分类号: R135; TB53 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2016)03-0167-04 DOI:10.13631/j.cnki.zggyx.2016.03.002

Survey on noise hazard in shipbuilding industry

NIE Wu, HU Wei-jiang

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

Abstract: **Objective** To analysis the characteristics, distribution, and hearing loss degree in workers of shipbuilding industry, thereby provide a scientific basis for carrying out noise control and guiding the hearing protection in workers. **Methods** The general situation was gotten from three shipbuilding enterprises by forum with the technicians and management staffs, meanwhile, the workplaces' situations, the individual exposure dose detection and spectral analysis of noise were also done, and hearing test in workers had heavy noise exposure as well. **Results** There were a lot of noise-exposed posts in shipbuilding industry, except turbine inspection post, the individual exposure dose of the 17 detected posts, except turbine inspection post, were all more than 85 dB (A), which could reach 100 dB (A) at grinding and sandblasting posts, mainly was high frequency noise. The percentage of noise-induced hearing loss was quite high at these posts (reached 26.96%), which were even up to 37.88% and 38.42% at grinding and sandblasting posts, respectively, and the longer the exposure to noise, the higher the incidence of hearing loss. **Conclusion** The results suggested that the noise hazard had a quite wide distribution and severe consequence, thereby, it was urgent and necessary to take engineering controls and hearing protection measures timely.

Key words: shipbuilding industry enterprise; noise; hearing loss

随着世界各国贸易量的增加, 对船舶的需求日渐增加。我国是船舶生产大国, 现有规模以上船舶工业企业约 1 500 家, 包括船舶制造、船舶配套和船舶维修等 3 类企业, 每年船舶成交量占全世界的 40% ~ 50%, 居世界第一。上述 3 类船舶工业企业在生产过程中产生的职业病危害因素种类较多, 主要包括电焊烟尘、苯及苯系物、锰及其化合物、噪声、高温等, 且危害严重^[1-3]。为此, 国内外学者曾对此类企业的职业危害开展了大量调查研究工作, 但主要侧重在企

业整体的职业危害状况及防护措施方面, 较少对危害严重的噪声开展深入的调查和分析。近年来我国职业性噪声聋发病呈现快速上升趋势, 每年以高于 10% 的速度递增, 而此类企业噪声超标率较高, 劳动者的听力异常率较高^[4,5]。本文通过对 3 家大型船舶工业企业的现场调查、工作场所及个体噪声暴露剂量检测及对噪声作业人员开展纯音测听, 分析噪声危害的特性、分布、危害程度及劳动者的听力损失情况, 为企业开展现场噪声治理及劳动者的听力保护提供科学依据, 切实保护劳动者健康。

1 对象与方法

1.1 对象

选取 3 家规模以上船舶工业企业为研究对象, 其中 2 家以船舶制修造为主, 1 家主要生产码头船舶配

收稿日期: 2016-03-26; 修回日期: 2016-04-12

基金项目: 十二五科技支撑项目 (编号: 2014BA112B02)

作者简介: 聂武 (1983—), 男, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 职业流行病学与风险评估。

通讯作者: 胡伟江, 硕士, 副研究员, 研究方向: 职业流行病学与职业健康风险评估。

套设施。

1.2 方法

1.2.1 现场调查 采用与企业技术人员和职业卫生管理人员座谈的方式，了解生产工艺和基本情况，并对现场进行现场职业卫生调查。

1.2.2 噪声检测 依据《工作场所物理因素检测第 8 部分 噪声》（GBZ/T189.8—2007）的要求，选取 192 个噪声作业主要岗位工人佩戴个体噪声剂量计进行个体噪声暴露剂量检测，对噪声强度较高的工作场所使用频谱分析仪对场所噪声进行频谱分析。

1.2.3 纯音测听 依照《声学：测听方法、纯音气导和骨导听阈基本测听法》（GB/T16403—1996）在本底噪声远小于 30 dB 的隔音室内，对脱离噪声作业环境 12 h 以上的噪声作业工人进行听力检查；依据《职业性噪声聋的诊断》（GBZ49—2014）附表 A.1 中的数据对每名工人的听阈作年龄、性别校正。根据听力损失程度的不同分为正常听力、高频听力损失、高频与语频听力均损失 3 类，其中双耳高频（3 000 Hz、4 000 Hz、6 000 Hz）平均听阈≥40 dB 者为单纯高频听力损失，高频听力损失者的较好耳语频平均听阈≥26 dB 者为高频与语频听力损失。

1.3 统计分析

用 Epidata3.1 建立数据库，并用 SPSS19.0 软件进行统计分析。

2 结果

2.1 生产工艺

本次调查的 2 家船舶制造企业工艺基本相同，主要分为钢料加工、分段制作、舾装配加工、集配和安装、船台合拢、水下作业和试航交船等 6 个阶段，具体工艺为钢材备料—钢材预处理—零部件装配—分段装焊—船台装焊（合拢）—拉线镗孔—船舶下水—发电机动车—主机动车—系泊试验—航海试验—完工交船。本研究主要针对噪声危害严重且作业人员较多的 3 个阶段开展调查，各阶段主要工艺、工作内容及主要噪声作业岗位分布见表 1。

另 1 家企业主要生产岸桥起重机、卸船机、大型浮吊、船厂龙门吊等港口机械设施，其主要工序和作业内容与船舶制造企业基本相同，通过对钢材的切割、焊接、打磨、装配、冲砂等作业，加工成上述各种船舶码头的配套设施，运输到各地由其他企业进行安装调试。

2.2 噪声防护及听力保护情况

此类企业主要在框架式厂房内或露天进行作业，且多为手工作业，由于其工艺特点及作业方式，仅对部分固定设备，如空压机等设备使用隔声罩，并在风

表 1 船舶工业企业各阶段主要工艺、工作内容和主要噪声作业岗位分布情况

工艺环节	生产工艺及工作内容	噪声作业岗位	作业方式
钢料加工	钢材备料—钢材预处理（矫平、喷砂除锈、底漆）—放样号料—构件边缘加工（切割、加工焊接坡口）—构件成型加工—船体零部件装配。包括钢板除锈、切割、焊接、打磨等	预处理工、切割工、电焊工、打磨工	自动化、半自动化其余手工
分段制作	加工后的配件组合成各个大的部件，一艘 3~6 万 t 船舶一般分为 100~200 个大的部件。包括冷加工、切割、电焊、打磨、碳刨、冲砂、喷漆等	冷加工操作工、切割工、电焊工、打磨工、冲砂工、碳刨工	手工
船台合拢	将各个大的部件进行组装，安装电机并调试。包括电焊、打磨、冲砂、喷漆、电机安装及调试等	电焊工、打磨工、冲砂、工轮机检验员、轮机调试工	手工机械化

管出口安装消音器以降低噪声，其余基本没有采取相应的防噪声工程措施，主要通过个体防护以降低噪声对作业人员健康危害的风险。3 家企业为部分接触高噪声的劳动者配备了防噪声耳塞，如为打磨、冲砂等作业人员配备了单值降噪值（SNR）为 27~31 dB 的防噪声耳塞。同样接触高噪声的电焊工和装配工等未配备防噪声耳塞。

2.3 噪声检测

本次共对 2 家船舶制造企业的 106 名噪声作业人员和 1 家船舶配套生产企业的 86 名噪声作业人员进行了个体噪声剂量检测，除轮机检验工的个体噪声暴露剂量<85 dB(A) 外，其余岗位噪声暴露剂量均>85 dB(A)，其中船台合拢和钢料加工工序的打磨工和分段加工工序的冲砂工噪声暴露剂量较高，均>100 dB(A)，其余各岗位检测结果基本在 90 dB(A) 以上，各岗位具体检测结果见表 2。对主要接噪场所的噪声进行频谱分析结果显示，打磨工位的噪声以 2~4 kHz 的高频噪声为主，电焊工位以 1~6 kHz 的高频噪声为主，切割工位中自动和半自动切割机工位以≤250 Hz 的低频噪声为主，手工切割以>2 kHz 的高频噪声为主。

2.4 纯音测听

2.4.1 不同工种 本次共对 3 家企业的打磨、切割、装配、电焊等主要噪声作业岗位的 3 278 名作业人员进行了调查和听力测试，发现有 18 例为单耳全

表 2 主要噪声作业岗位工人个体噪声暴露剂量检测结果dB(A)

工艺环节	岗位	检测数量	8 h 等效声级		工艺环节	岗位	检测数量	8 h 等效声级	
			均值	范围				均值	范围
钢料加工	预处理工	3	91.6	90.8~92.4	分段制作	切割工	10	93.0	83.7~101.3
	切割工	9	91.7	85.3~97.1		电焊工	42	91.6	82.6~101.7
	电焊工	3	98.1	94.3~100.7		打磨工	31	99.8	86.2~107.9
	打磨工	3	100.2	95.2~103.4		装配工	15	92.3	83.4~97.0
	船台合拢	3	95.0	88.5~98.1		碳刨工	6	95.8	89.0~100.3
船台合拢	切割工	3	95.0	88.5~98.1		埋弧焊工	6	97.5	86.3~104.6
	电焊工	14	87.9	80.5~91.6		冲砂工	7	103.1	98.1~106.6
	打磨工	25	107.0	92.4~112.1		冷加工操作工	6	90.4	85.9~93.2
	装配工	6	91.3	86.6~94.1					
	轮机检验工	3	84.4	83.0~85.2					

频中度或重度听力损失，考虑是非噪声作业引起的听力损失，不对其结果进行分析。其余3 260名劳动者的基础资料分析结果显示，船舶工业企业噪声作业岗位以男性为主，占 90.15%，平均年龄为 40.41 岁，从事噪声作业的平均工龄为 6.91 年；电测听结果显示，单纯高频听力损失人员比例为 11.81%，高频与

语频听损者比例高达 15.15%，即听力异常者比例达 26.96%，轮机检验工最低（仅为 0.93%）。对个体噪声暴露剂量>85 dB(A)的 8 个工种的听损情况采用卡方检验，各工种之间差异有统计学意义（ $P<0.01$ ），其中打磨工和冲砂工的比例最高，听力异常者比例分别为 37.88%和 38.42%。详见表 3。

表 3 各接噪岗位纯音测听结果分析

岗位	人数	性别		年龄（岁） $\bar{x}\pm s$	接噪工龄（年） $\bar{x}\pm s$	纯音测听结果（例数）		
		男	女			正常	高频听损	高频与语频听损
预处理工	25	25	0	36.96±9.97	7.68±3.37	20(3)*	2	3
切割工	128	97	31	30.91±8.78	6.00±4.31	121(16)	3	4
电焊工	663	529	134	38.17±7.32	8.22±3.63	558(178)	74	31
打磨工	1 172	1 096	76	44.72±7.71	7.28±3.83	730(347)	148	294
碳刨工	15	15	0	40.71±6.00	9.93±2.55	10(4)	2	3
埋弧焊工	8	8	0	47.09±7.22	12.62±2.33	6(2)	0	2
冷加操作工	735	676	59	37.21±8.79	8.00±3.83	579(215)	96	60
冲砂工	406	386	20	41.92±7.35	7.83±3.70	250(116)	59	97
轮机检验工	108	107	1	35.21±8.15	6.91±3.67	107(23)	1	0
合计	3 260	2 939	321	40.41±8.80	7.67±3.82	2 381	385	494

注：*，括号内为任一单耳高频平均听阈≥40 dB 人数。

2.4.2 接噪工龄 噪声个体暴露剂量>85 dB(A)的 8 个岗位3 152名劳动者的纯音测听结果按接噪工龄进行分析，结果显示，不同接噪工龄之间的劳动者听力损失比例差异有统计学意义（ $\chi^2=133.9196$ ， $P<0.001$ ），且随着接触噪声工龄的增加，听力损失比例呈上升趋势。详见表 4。

表 4 不同接噪工龄听力损失情况 例数（%）

接噪工龄（年）	人数	高频听损	高频与语频听损
1~4	728	33（4.5）	53(7.3%)
~7	709	85（12.0）	114(16.1)
~10	1 047	158（15.1）	194(18.5)
>10	668	108（16.2）	133(19.9)
合计	3 152	384（12.2）	494(16.7)

对噪声暴露剂量较高且人数较多的打磨工和冲砂工按接触噪声工龄长短对听力损失结果进行比较分

析，结果显示，两个工种人群的不同接噪工龄之间的听力损失比例随着接噪工龄的增加而上升。同时表明，个体噪声暴露剂量在 100 dB（A）左右的作业人员，接触噪声 7 年以上者随着接噪工龄的增加，其听力损失比例的上升趋势减缓，如打磨工接噪工龄在 7~10 年的劳动者与 10 年以上劳动者中高频及高频与语频损失人员的比例分别为 49.9%和 47.8%，冲砂工分别为 45.7%和 52.6%。经卡方检验，两个工种差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。详见表 5。

3 讨论

船舶工业企业生产过程中产生的职业病危害因素种类多、分布广、接触危人数多，且由于作业场所无法固定的特点，工程控制措施难以发挥作用，其中粉尘、噪声等职业病危害因素所致危害尤为严重，对劳动者健康造成严重影响，是职业病高发行业之一。国外研究发现，船舶制造企业电焊工的尘肺病发病比例

表 5 打磨工和冲砂工不同接噪工龄听力损失情况

例数(%)

接噪工龄 (年)	打磨工			冲砂工		
	人数	高频听损	高频与语频听损	人数	高频听损	高频与语频听损
1~4	324	15 (4.6)	40 (12.4)	74	6 (8.1)	3 (4.1)
~7	259	34 (13.1)	67 (25.9)	110	14 (12.7)	25 (22.7)
~10	363	59 (16.3)	119 (32.7)	127	24 (18.9)	34 (26.7)
>10	226	40 (17.7)	68 (30.1)	95	15 (15.8)	35 (36.8)
合计	1 172	148 (12.6)	294 (25.1)	406	59 (14.5)	97 (23.9)
			$\chi^2=90.29 \quad P<0.01$			
						$\chi^2=36.12 \quad P<0.01$

达 45.9%，锻造打磨工的听力损失比例高达 78.5%^[6] 国内研究也表明，船舶行业粉尘、噪声危害严重，职业病病例时有发生^[7]。本研究在对 2 家大型船舶制造和 1 家大型船舶配套企业噪声危害的调查、检测基础上，对接触噪声的岗位作业人员进行了纯音听力测试，从而全面、系统地分析了船舶工业企业噪声危害的分布、危害程度及原因。本次检测 17 个接触噪声岗位的个体噪声暴露剂量，结果除轮机检验工外，其余 16 个岗位均超过职业接触限值，其中打磨和冲砂岗位最为严重，最高达 107 dB(A)，这表明船舶工业企业的噪声不仅分布广，而且危害严重^[8]。各岗位噪声超过职业接触限值的主要原因是船舶工业企业大部分作业在露天或宽大的厂房内进行，无法安装相应的隔声降噪设施；其次船台合拢阶段作业时，需在狭小的舱室内作业，设置有临时的抽排风设置，致使噪声叠加。本研究还发现船台合拢阶段的打磨工岗位噪声高于钢料加工和分段制作工段，电焊作业本身产生的噪声较低，而钢料加工和分段制作的电焊和打磨同时在一个工作面作业，且距离较近，致使电焊工的岗位噪声暴露剂量超过职业接触限值。

对噪声作业人员的纯音听力测试结果显示，3 家船舶工业企业的听力异常比例高达 26.96%，这表明该类企业的噪声作业人员的听力已受到严重影响^[4]，其中打磨工、冲砂工的听力异常率最高，明显高于电焊工、切割工等其他岗位，这与上述两个岗位的个体噪声暴露剂量较高相关。此外，通过对噪声暴露剂量在 85 dB(A) 以上的作业人员按接噪工龄分析显示，同一岗位工人随着接噪工龄的增加，其噪声累计暴露剂量增加，听力损失者比例也随之增加^[9]，但早期的听力下降趋势较后期更为明显，这与国际噪声性听力损失评估标准中的表述一致^[10]。对个体噪声暴露剂量 100 dB(A) 左右的打磨工和冲砂工按不同接噪工龄分析听力损失率结果显示，在接触噪声 7 年之前的阶段，随着接噪工龄的增加，听力损失者比例上升较快，而 7 年之后的上升趋势减缓，甚至基本不再发生变化，这可能与部分噪声易感人群在工作几年后，因听力下降明显而离岗，继续从事噪声作业的人员为非

噪声易感人群，这类劳动者需要再接触较长时间噪声后听力可能会进一步下降，提示应在接触噪声的早期及时采取听力保护措施，尤其对易感人群。

综合分析，船舶工业企业的噪声危害分布广、危害重，应及时采取工程控制措施和听力保护措施，具体建议如下：（1）改进生产工艺，提高自动化水平，如对大型配件采用自动冲砂，之后对局部位置进行人工补充，降低作业人员的接噪时间；（2）合理布局，减低作业密度，尽量减少噪声叠加效应；（3）在条件允许的场合或设备采取相应的工程控制措施，如在局部抽排风设施的进风口安装消声器；（4）合理安排作业工序，如先进行电焊作业，之后再行打磨作业，避免同时近距离作业；（5）加强听力保护，对个体噪声暴露剂量在 100 dB(A) 以上的岗位工作应联合佩戴耳罩和耳塞，并加强听力防护用品的佩戴培训和监督检查；（6）加强健康监护，对接触噪声在 95 dB(A) 以上的劳动者半年进行一次纯音测听，以及时发现听力异常者。

参考文献：

[1] 王敏苏, 艺伟, 杜伟佳, 等. 广州市某造船厂的职业卫生状况 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2015, 33 (4): 268-270.

[2] 李旭东, 苏世标, 闫雪华, 等. 船舶制造业职业病危害风险和防护措施分析 [J]. 中国安全生产科学技术, 2013, 9 (3): 87-93.

[3] 聂新强, 廖明亮. 中小型船舶制造企业职业病危害因素及其关键控制点分析 [J]. 中国职业医学, 2013, 42 (3): 326-329.

[4] Evangelos C, Thomaella T. Hearing loss in shipyard employees [J]. Indian J Occup Environ Med, 2015, 19 (1): 14-18.

[5] 陈坚, 刘丽芬, 钟坤鹏, 等. 船舶修造企业职业病危害因素及其关键控制点分析 [J]. 中国职业医学, 2013, 40 (6): 603-605.

[6] Weclawik Z, Rusin J, Pawlik B. Epidemiology of occupational diseases in the shipyard in 1968—1979 [J]. Med Pr, 1983, 34 (1): 75-83.

[7] 李敏, 梁伟辉, 林锦明, 等. 广州市船舶制造业人员职业健康状况分析 [J]. 实用预防医学, 2013, 20 (6): 719-720.

[8] Toppila E, Pyykkö I, Starck J. Age and noise-induced hearing loss [J]. Scand Audiol, 2001, 30 (4): 236-244.

[9] 谢红卫, 张美辩, 全长健. 累计噪声暴露量与人听力损失的剂量反应关系研究 [J]. 浙江预防医学, 2014, 26 (4): 340-344.

[10] ISO 1999: 2013 (E) Acoustics—Estimation of noise induced hearing loss [S]. Switzerland, 2013.