

海上石油生产支持船舶作业人员的噪声暴露和听力状况

刘虎^{1a, 2}, 闫梦瑶^{1a}, 宁宇², 侯旭剑², 侯彬³, 汤乃军^{1a, 1b}

1. 天津医科大学 a. 公共卫生学院 b. 天津市环境营养与人群健康重点实验室, 天津 300070

2. 海洋石油疾病预防控制中心职业卫生科, 天津 300452

3. 中海油田服务股份有限公司船舶事业部塘沽作业公司, 天津 300452

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2019.18687

摘要:

[背景] 船舶噪声不仅影响船员正常工作和休息, 严重时可导致永久性听力损失。

[目的] 本研究拟调查海上石油生产支持船舶作业人员噪声暴露状况及其对听力的影响, 旨在为海上石油生产支持船舶作业制定噪声防控措施提供有效数据。

[方法] 于2017年对中国海洋石油总公司25艘三类海上石油生产支持船舶(包括4艘物探船、10艘安装船、11艘值守船)进行职业卫生现场调查和检测, 结合454名船舶作业人员(包括机工150名、大管轮/二管轮/三管轮150名、水手长/水手154名)2017年的职业健康体检资料, 分析作业人员噪声暴露水平及其听力状况。

[结果] 三类船舶的机工、大管轮/二管轮/三管轮暴露的噪声40h等效声级为82.2~99.2 dB(A), 水手长/水手噪声40h等效声级为70.1~81.3 dB(A)。物探船、安装船不同工种作业工人40h等效声级、双耳语频听阈、双耳高频听阈差异均有统计学意义($P < 0.05$); 值守船不同工种作业工人40h等效声级、双耳高频听阈差异具有统计学意义($P < 0.05$), 但双耳语频听阈差异无统计学意义($P > 0.05$)。经多重线性回归分析显示, 职业性噪声暴露水平和工龄2个自变量对作业工人双耳语频听阈、双耳高频听阈的影响均有统计学意义($P < 0.05$)。

[结论] 不同工种的支持船舶作业人员的噪声暴露水平及听力状况存在差异。职业性噪声暴露水平、工龄可能是双耳语频听阈、双耳高频听阈的影响因素。

关键词: 海上石油生产支持船舶; 噪声; 听力

Noise exposure and hearing conditions of crew on offshore support vessels for petroleum production LIU Hu^{1a, 2}, YAN Meng-fan^{1a}, NING Yu², HOU Xu-jian², HOU Bin³, TANG Nai-jun^{1a, 1b}

(1.a.Department of Public Health b.Tianjin Key Laboratory of Environment, Nutrition and Population Health, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; 2.Occupational Health Section, CNOOC Center for Disease Control and Prevention, Tianjin 300452, China; 3.Tanggu Operating Company, Shipbuilding Department of China Oilfield Services Limited, Tianjin 300452, China)

Abstract:

[Background] Ship noise may jeopardize the work routine and rest of the crew, and even result in permanent hearing impairment.

[Objective] This study is conducted to investigate the noise exposure and its effects on hearing of crew on offshore support vessels for petroleum production, and provide data for formulating noise control measures for this occupation.

[Methods] Twenty-five offshore support vessels (including 4 geophysical survey ships, 10 installation ships, and 11 stand-by ships) of China National Offshore Oil Corporation were selected for on-site occupational health investigation and detection in 2017. A total of 454 crew members (including 150 machinists, 150 second/third/fourth engineers, and 154 boatswains/sailors) were identified and their annual occupational health examination reports were retrieved to analyze occupational noise exposure level and hearing level.

[Results] The 40-hour equivalent sound levels were 82.2-99.2 dB(A) for the machinists and engineers, and 70.1-81.3 dB(A) for the boatswains/sailors on three kinds of selected offshore support vessels. Significant differences in 40-hour equivalent sound level, binaural low-frequency

作者简介

刘虎(1986—), 男, 学士, 主治医师;
E-mail: liuhu844811@163.com

通信作者

汤乃军, E-mail: tangnaijun@tmu.edu.cn

利益冲突 无申报

收稿日期 2018-10-17

录用日期 2019-01-16

文章编号 2095-9982(2019)05-0474-05

中图分类号 R134

文献标志码 A

引用

刘虎, 闫梦瑶, 宁宇, 等. 海上石油生产支持船舶作业人员的噪声暴露和听力状况[J]. 环境与职业医学, 2019, 36(5): 474-478.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18687

Correspondence to

TANG Nai-jun, E-mail: tangnaijun@tmu.edu.cn

Competing interests None declared

Received 2018-10-17

Accepted 2019-01-16

To cite

LIU Hu, YAN Meng-fan, NING Yu, et al. Noise exposure and hearing conditions of crew on offshore support vessels for petroleum production[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2019, 36(5): 474-478.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18687

hearing threshold, and binaural high-frequency hearing threshold were found among the three types of crew on both geophysical survey ships and installation ships ($P<0.05$); on the stand-by ships, there were significant differences in 40-hour equivalent sound level and binaural high-frequency hearing threshold ($P<0.05$), but not in binaural low-frequency hearing threshold ($P>0.05$) among the three types of crew. By multiple linear regression analysis, occupational noise exposure level and working age were the two explanatory variables for binaural low- and high-frequency hearing thresholds ($P<0.05$).

[Conclusion] The crew at different posts on different types of offshore support vessels are exposed to varied noise levels and show varied hearing levels. Occupational noise exposure level and working age are the possible factors for binaural low-frequency and high-frequency hearing thresholds.

Keywords: offshore supporting ship for petroleum production; noise; hearing

我国辽阔的海域蕴藏着丰富的石油、天然气和矿产资源。海洋石油生产是国家能源战略的重要组成部分,关系到国家经济社会发展稳定^[1]。海上石油生产支持船舶通常包括物探船、安装船、值守船等。目前我国海上石油生产支持船舶作业人员在6000人以上。

船舶作为海上重要的交通运输工具,其动力装置噪声是船舶噪声级最高的噪声源^[2]。船舶噪声不仅影响船员正常工作和休息,严重时甚至可以导致永久性听力损失^[3]。因此,噪声预报及控制都是应高度关注的问题^[4]。

本研究对我国海上石油生产支持船舶作业人员进行调查,探讨噪声对其听力的影响,旨在为海上石油生产支持船舶制定噪声防控措施提供有效数据。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究选取了中国海洋石油总公司25艘海上石油生产支持船舶(包括4艘物探船、10艘安装船、11艘值守船)的454名工作人员作为研究对象,均为男性,工种包括机工(150名)、大管轮/二管轮/三管轮(后称管轮,150名)、水手长/水手(后称水手,154名),调查时间为2017年1月1日至12月31日。本研究设计符合《赫尔辛基宣言》,且研究对象均知情同意。

物探船主要用于海上石油勘探及钻井服务。物探船细分工种主要包括经理、船长、驾驶员、水手、机工、管轮、震源操作等。每船定员人数约为60~70人。本研究每船选取17人,共68人,其中机工24人,管轮24人,水手20人。

安装船主要用于海洋石油开发开采服务。安装船细分工种主要包括船长、安全监督、大副/二副/三副、轮机长、机工、管轮、水手等。每船定员人数约为60~70人。本研究每船选取21人,共210人,其中机工60人,管轮60人,水手90人。

值守船主要用于海上油田各种任务值守。值守船细分工种主要包括船长、大副/二副/三副、轮机长、机工、管轮、水手等。每船定员人数约为25~35人。本研究每船选取16人,共176人,其中机工66人,管轮66人,水手44人。

由于不同类型船舶岗位设置存在差异,船长/轮机长年龄、工龄相对较大,且年轻时多从事过其他噪声作业岗位,其职业健康检查资料往往不具有较好的可比性,因此,本研究选取机工、管轮、水手为研究对象。

1.2 方法

1.2.1 现场职业卫生调查 对各船舶进行现场调查,主要包括:船舶概况、生产工艺、噪声设备及布局、噪声防护设施及措施、噪声个体防护用品等;对工人接触噪声情况调查:利用工时调查表,记录每个接触噪声岗位的工作情况,包括工种、制度、巡检路线、噪声接触时间等内容。

1.2.2 现场噪声测量 检测时间为2017年3月27日—10月12日。个体噪声测量按照GBZ/T 189.8—2007《工作场所物理因素测量第8部分:噪声》^[5]的要求选取抽样对象,检测当天海上机工、管轮、水手全部值班人员,不包括陆地人员,佩戴美国3M-EDGE个体噪声剂量计,个体噪声仪为全工作日连续一次性测量。噪声测量结果则按照GBZ 2.2—2007《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》^[6]进行判定。

1.2.3 职业健康检查 收集454名船舶作业人员2017年的职业健康检查资料,职业健康检查项目包括纯音听阈测试。参照GBZ 49—2014《职业性噪声聋的诊断》^[7]以及相关标准规范的要求进行纯音听阈测试及诊断。在隔音室内,由经过培训的专业医务人员用电测听测试仪对测试对象进行左右耳语频段(500、1000、2000 Hz)和低频频段(3000、4000、6000 Hz)共六个频率的纯音气导听阈测试,所有对象受检前均要求脱离噪声环境至少48 h。纯音听力检查结果进行年

龄修正。

1.2.4 质量控制 现场职业卫生调查及测量人员均持证上岗,且均有5年以上职业卫生检测、评价的工作经验;测量过程严格按照国家、地方、行业现行有效的法律、法规、标准的要求进行;噪声测量设备均经过计量检定合格,设备使用前均经过校准。

1.3 统计学分析

现场噪声检测结果及作业人员职业健康检查资料使用SPSS 17.0统计软件进行录入及统计学处理。计量资料服从正态分布者采用 $\bar{x}\pm s$ 进行描述。连续型变量和其他多个变量间线性关系采用多重线性回归进行分析。检验水准 $\alpha=0.05$,双侧检验。

2 结果

2.1 主要噪声设备

物探船、安装船和值守船噪声存在区域主要为主机、辅机、空压机、舵机舱、艏侧推舱、艉侧推舱以及压载泵等泵类设施,上述设备均布置于机舱内。上述设备平稳运行时声级波动一般小于3 dB(A),为稳态噪声。

2.2 基本资料分析

船舶作业人员工作2个月,再休息1个月,为8h工作制。除船长、轮机长为常白班外,其余作业人员

为四班三运转。每艘船舶的定员人数根据船舶作业量的大小会有所变动。机工、管轮工作地点主要为集控室、机舱,日接触噪声时间约为6h,工作方式为巡检;水手工作地点主要为办公室、甲板,日接触噪声时间约为1h,工作方式为巡检或巡视。

三类船舶中,机工、管轮暴露的噪声40h等效声级为82.2~99.2 dB(A),水手暴露的噪声40h等效声级为70.1~81.3 dB(A),物探船、安装船、值守船基本资料分析详见表1。由于每条船舶分两班人员(1班在海上,1班在陆地),本次仅检测海上人员,因此表1的40h等效声级检测数据的样本量减半。

结果显示:三类船舶不同工种作业人员年龄、工龄差异无统计学意义($P>0.05$);但40h等效声级差异具有统计学意义($P<0.05$),呈现机工、管轮的职业性噪声暴露水平高于水手的趋势;物探船、安装船不同工种作业工人的双耳语频听阈、双耳高频听阈差异均有统计学意义($P<0.05$),呈现机工、管轮高于水手的趋势;值守船不同工种作业工人仅双耳高频听阈差异具有统计学意义($P<0.05$),呈现机工、管轮高于水手的趋势,三类工种作业工人双耳语频听阈差异无统计学意义($P>0.05$)。物探船、安装船、值守船机工、管轮、水手的体重指数(BMI)、收缩压、舒张压均数比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。

表1 海上石油生产支持船舶作业人员基本特征及听力损失情况($\bar{x}\pm s$)

工种	n	年龄(岁)	工龄(年)	40h等效声级 [dB(A)]*	双耳语频听阈 [dB(A)]	双耳高频听阈 [dB(A)]	BMI (kg/m ²)	收缩压 (mmHg)	舒张压 (mmHg)
物探船									
机工	24	36.88±8.54	14.50±8.63	90.92±4.16	21.25±3.72	29.25±12.53	23.06±2.08	124.75±10.16	79.50±7.49
管轮	24	33.50±7.76	11.17±7.43	91.12±3.55	19.75±3.08	26.42±9.19	22.67±2.19	122.51±9.34	78.42±7.92
水手	20	35.65±7.24	13.10±7.31	73.11±2.10	18.55±1.19	21.45±4.24	22.30±1.47	118.85±6.81	76.75±5.51
F		1.12	1.09	191.08	4.65	3.70	0.82	2.37	0.82
P		0.333	0.341	<0.001	0.013	0.030	0.447	0.102	0.446
安装船									
机工	60	33.30±7.18	10.97±7.08	91.99±3.49	19.50±2.94	26.77±10.78	22.88±2.00	122.28±9.20	77.50±6.99
管轮	60	33.13±4.76	10.98±4.74	90.23±3.12	20.17±3.23	25.78±7.59	22.70±1.71	122.99±8.42	78.44±6.81
水手	90	34.31±7.08	11.86±7.07	73.70±2.76	18.94±1.95	23.08±5.74	22.31±1.25	119.90±8.50	76.38±6.64
F		0.73	0.47	824.01	3.82	4.35	2.47	2.66	1.69
P		0.482	0.624	<0.001	0.024	0.014	0.087	0.072	0.187
值守船									
机工	66	34.06±5.93	11.88±5.96	90.51±2.80	19.68±2.84	25.80±7.45	22.43±1.22	119.89±7.89	76.74±5.43
管轮	66	34.14±6.28	11.70±6.39	90.88±3.30	20.00±3.09	25.48±9.32	22.84±1.81	120.30±8.19	78.12±6.21
水手	44	34.95±7.40	12.50±7.20	73.74±2.97	18.82±1.82	22.34±2.30	22.25±1.23	120.33±9.28	77.41±6.38
F		0.29	0.214	513.38	2.54	3.32	2.37	0.051	0.879
P		0.747	0.807	<0.001	0.082	0.039	0.097	0.950	0.417

[注]*:样本量为n的1/2。

2.3 噪声防护设施和措施

对三类船舶现场调查的结果显示,船舶上噪声防护设施和措施主要包括:优先选用噪声较低的设备;采取相应吸声、隔声、消声、减振等综合降噪措施,如主机、辅机、空压机、舵机等产噪设备设置减振基础和(或)基座;机舱内设置有集控室;风机类设备的风道及排风管安装消声器等。

船舶为作业人员配备有个体防护用品,如耳塞,耳罩。按照规定,作业人员进入机舱时必须佩戴。通过调查,现阶段海上船舶选择噪声个体防护用品时存在如耳塞、耳罩的单值噪声降低数过低或过高,导致防护不足或过度防护的问题。

2.4 作业人员听力影响因素分析

分别将职业性噪声暴露水平、工龄、收缩压、舒张压和BMI纳入多重线性回归模型,探索作业人员语频听阈和低频听阈的影响因素;相应的回归模型具有统计学意义, F 分别为7.887、14.882,均 $P<0.001$,调整 R^2 分别为0.103、0.188。纳入模型的职业性噪声暴露水平和工龄2个自变量对双耳语频听阈和低频听阈的影响均有统计学意义($P<0.05$)。见表2。

表2 海洋石油支持船舶作业人员双耳语频听阈和低频听阈影响因素的多重线性回归分析

变量	回归系数 β	P	标准化偏回归系数
语频听阈			
职业性噪声暴露水平	0.172	0.001	0.184
工龄	0.110	<0.001	0.229
收缩压	0.017	0.445	0.047
舒张压	0.025	0.405	0.054
BMI	-0.062	0.565	-0.035
低频听阈			
职业性噪声暴露水平	0.097	<0.001	0.371
工龄	0.253	0.001	0.178
收缩压	0.049	0.425	0.047
舒张压	0.018	0.829	0.013
BMI	0.106	0.726	0.020

3 讨论

职业性噪声暴露的主要来源为生产性噪声。生产性噪声是指在生产过程中,由于机械运行、气体排放、工件撞击与摩擦等所产生的噪声。职业性噪声暴露是造成全球工业企业作业人员听力损失最主要的危险因素之一^[8]。噪声会严重影响睡眠质量,导致头晕、头痛、失眠、记忆力减退、注意力不集中等神经衰弱症状和恶心、胃痛、腹胀等消化道症状^[9-13]。张诗爽^[14]通过噪声污染对大鼠生理生化水平的影响研究发现,

噪声污染能显著影响血液成分的水平。有学者研究表明,高噪声暴露组有较高的心血管疾病的发病率和死亡率^[15]。

本研究发现海上石油生产三类支持船舶作业人员中,机工、管轮听力损失水平高于水手,作业人员职业噪声暴露水平、工龄与双耳语频听阈、双耳高频听阈有关联。海上石油生产支持船舶各工种由于工作性质的不同,不同作业人员职业性噪声暴露水平不同,导致作业人员职业健康状况的不同。

船舶舱室噪声问题作为船舶舱室舒适度的主要评价指标之一,正受到越来越多的关注^[16]。在实际的生产活动过程中,降低噪声的声级和改变噪声的频谱特征是预防噪声危害的有效工程措施^[17]。按照《工业企业职工听力保护规范》^[18]的规定,建设单位在高噪声区域应当优先考虑采用工程措施,降低作业场所噪声。按照GBZ 1—2010《工业企业设计卫生标准》^[19]的规定,对于生产过程和设备产生的噪声,应首先从声源上进行控制。根据检测资料、职业健康检查资料及以往经验分析,建议在船舶高噪声区域采取进一步的隔声、消声、吸声、减振等综合降噪措施的设计,如设置隔声墙、隔声罩,墙体敷设吸声材料,在泵体添加阻尼材料等,使噪声作业劳动者接触噪声声级符合GBZ 2.2—2007《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》^[6]的要求。本次调查发现,现阶段海上石油生产支持船舶选择噪声个体防护用品时存在防护不足或过度防护的问题,需完善海上船舶职业卫生相关的规章制度,做好职业健康监护,给作业人员提供针对性的职业卫生教育与培训及适宜的、符合其工作环境特点的个体防护用品。

海上石油生产支持船舶作业人员工作性质有其特殊性,海上作业期间与社会、家庭隔离,经常暴露于高噪音、强振动、高温、高湿等恶劣环境中,工作强度较大,海上生活单调,海域气候多变,对人的生理和心理都有一定的影响。由于海上船舶作业性质的特殊性,建议在条件允许的情况下,对海上石油生产支持船舶作业人员的心理健康及职业紧张进行有效的心理干预与健康促进。

参考文献

- [1] 李国恩. 海洋石油船舶生产成本管理初探[J]. 现代经济信息, 2010(9): 28-29.
- [2] 张堂德, 叶兰. 船舶噪声防护技术及其应用价值探析[J].

- 科技创新与应用, 2015 (23) : 46-47.
- [3] 张立. 基于国际新规范的舱室噪声预报与控制技术研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2012.
- [4] 张鑫文. 船舶舱室噪声预报与降噪措施研究 [D]. 舟山: 浙江海洋大学, 2016.
- [5] 工作场所物理因素测量 第8部分: 噪声: GBZ/T 189.8—2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [6] 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分: 物理因素: GBZ 2.2—2007 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [7] 职业性噪声聋的诊断: GBZ 49—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [8] NELSON DI, NELSON RY, CONCHA-BARRIENTOS M, et al. The global burden of occupational noise-induced hearing loss [J]. *Am J Ind Med*, 2005, 48 (6) : 446-458.
- [9] 吴蕃. 噪声污染防治及对策研究 [J]. *资源节约与环保*, 2013 (12) : 144.
- [10] MIEDEMA HM, OUDSHOORN CG. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals [J]. *Environ Health Perspect*, 2001, 109 (4) : 409-416.
- [11] VAN KEMPEN E, BABISCH W. The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis [J]. *J Hypertens*, 2012, 30 (6) : 1075-1086.
- [12] SØRENSEN M, ANDERSEN ZJ, NORDSBORG RB, et al. Road traffic noise and incident myocardial infarction: a prospective cohort study [J]. *PLoS One*, 2012, 7 (6) : e39283.
- [13] STANSFELD SA, MATHESON M P. Noise pollution: non-auditory effects on health [J]. *Br Med Bull*, 2003, 68 (1) : 243-257.
- [14] 张诗爽. 噪声污染对大鼠生理生化水平的影响研究 [D]. 兰州: 甘肃政法学院, 2017.
- [15] VAN KEMPEN EE, KRUIZE H, BOSHUIZEN HC, et al. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis [J]. *Environ Health Perspect*, 2002, 110 (3) : 307-317.
- [16] 许浩, 李邦华. 舱室通风系统设计中的噪声控制 [J]. *船海工程*, 2018, 47 (4) : 98-101.
- [17] 林琳, 陈海玲, 刘俩燕, 等. 职业性噪声对工人听力的影响 [J]. *现代预防医学*, 2005, 32 (9) : 1234-1235.
- [18] 中华人民共和国卫生部. 工业企业职工听力保护规范: 卫法监发 [1999] 第620号 [R]. 北京: 人民卫生出版社, 1999.
- [19] 工业企业设计卫生标准: GBZ 1—2010 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- (英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 宋琪)

(上接第473页)

- 449-450.
- [9] 郑灿杰, 占炳东, 邓小雁, 等. 衢州市8~10岁儿童碘营养状况 [J]. *中国学校卫生*, 2017, 38 (10) : 1465-1467.
- [10] 王玲, 石敏, 刘松. 徐州市泉山区学龄儿童甲状腺B超异常与碘营养关系 [J]. *江苏预防医学*, 2018, 29 (5) : 581-582.
- [11] 赵明, 温松臣, 吕胜敏, 等. 不同碘营养水平儿童甲状腺结节检出情况及结节类型的研究 [J]. *中国地方病防治杂志*, 2017, 32 (7) : 726-728.
- [12] 李顺利, 温松臣, 赵明, 等. 河北省沧州市不同水碘地区8~10岁儿童甲状腺结节检出情况分析 [J]. *中华地方病学杂志*, 2018, 37 (2) : 136-139.
- [13] 李红, 才琪, 王丹. 氟对大鼠甲状腺形态和甲状腺过氧化物酶活性及蛋白表达的影响 [J]. *中国地方病学杂志*, 2012, 31 (3) : 271-274.
- [14] 常青, 李自成. 高氟与低碘对亲代及子代小鼠甲状腺的协同作用 [J]. *环境与健康杂志*, 2002, 19 (4) : 303-305.
- [15] MALIN AJ, RIDDELL J, MCCAGUE H, et al. Fluoride exposure and thyroid function among adults living in Canada: Effect modification by iodine status [J]. *Environ Int*, 2018, 121 (1) : 667-674.
- (英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 童玲)