

南通市某船舶制造企业职业病危害调查

李晓东^{1,2}, 余靖³, 夏栋林¹, 陈超¹, 王雨飞¹, 顾海鹰¹

摘要: [目的] 以某船舶制造企业为典型对象, 评价船舶建造行业的职业病危害因素, 提出针对性的防护措施。

[方法] 采用现场职业卫生调查的方法, 对某船舶制造重工项目进行职位病危害因素检测, 调查该项目作业场所职业病防护设施和个人防护情况, 并结合职业健康检查的结果, 对该企业的职业病危害现状进行评价。[结果] 该企业船舶建造过程中大部分采用机械自动化, 但特殊规格的工件需人工切割、焊接、补漆。大部分工人集中在手工操作区域, 主要受到电焊烟尘、毒物(甲苯、二甲苯)及噪声的危害。人工切割及人工焊接的粉尘超标率为 15.0%; 人工喷漆主要是甲苯及二甲苯超标, 化学毒物超标率为 14.0%; 噪声超标 43.5%, 主要在人工打磨和切割作业区, 焊接作业噪声超标主要受周围打磨工作的影响。职工职业健康检查异常主要为电测听及血常规异常。[结论] 船舶建造中职业危害主要集中在喷漆、打磨、切割等作业场所, 现场作业人员的听力损伤较重。加强通风和机械自动化有利于船舶制造中职业病危害因素的控制, 需采取综合防治措施。

关键词: 职业病危害; 船舶制造; 防护措施; 现状; 评价

Investigation on Occupational Health Hazards in a Shipyard in Nantong City LI Xiao-dong^{1,2}, SHE Jing³, XIA Dong-lin¹, CHEN Chao¹, WANG Yu-fei¹, GU Hai-ying¹ (1.School of Public Health, Nantong University, Nantong, Jiangsu 226019, China; 2.Nantong Tongda Chemicals Safety Evaluation Center Co. LTD, Nantong, Jiangsu 226019, China; 3.Suzhou Su Wu Detection Technology Service Company, Suzhou, Jiangsu 215128, China). Address correspondence to GU Hai-ying, E-mail: hygu@ntu.edu.cn • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To assess the occupational hazards in a shipyard, and to provide protective measures. [Methods] Based on a field survey, occupational hazards in the workplace of the shipyard project were detected and protection facilities and personal protection conditions were investigated. Combined with workers' occupational health examination results, current situations of occupational hazards in the shipyard were evaluated. [Results] The shipyard adopted machinery automation for most processes, but parts with special specifications require manual operation, and a large proportion of workers were involved in manual operation. The key occupational hazard factors were welding dust, toxicants such as toluene and dimethylbenzene, and noise. The unqualified rates of dust (manual cutting and welding), toxic chemicals such as toluene and dimethylbenzene (manual spraying), and noise (polishing and cutting) were 15.0%, 14.0%, and 43.5%, respectively. The noise sources at welding workstation were surrounding polishing workstations. Hearing damage and routine blood abnormalities were the major health problems identified in the occupational health examination records. [Conclusion] The findings indicate that most occupational hazards in shipbuilding concentrate in spraying, polishing, and cutting workstations, and field workers have severe hearing damage. Strengthening ventilation and enhancing mechanization are particularly important in controlling the occupational hazards in shipyard, which require comprehensive prevention and control measures.

Key Words: occupational hazard; shipyard; prevention and control measure; situation; evaluation

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2016.15324

[基金项目] 江苏省自然科学基金(编号: BK2012652, BK2012651);
南通市应用研究计划(编号: BK2013028)

[作者简介] 李晓东(1966—)男, 本科, 副教授; 研究方向: 预防医学;
E-mail: lxd_hw@ntu.edu.cn

[通信作者] 顾海鹰, E-mail: hygu@ntu.edu.cn

[作者单位] 1.南通大学公共卫生学院, 江苏 南通 226019; 2.南通通
大化学物安全性评价中心有限公司, 江苏 南通 226019;
3.苏州吴检测技术服务有限公司, 江苏 苏州 215128

船舶制造属于劳动密集型产业, 具有职业病危害种类多、危害大、防控技术受限等特点, 是典型的职业病高发行业。该类企业的职业卫生问题一直是政府监管部门密切关心的, 其职业病危害因素种类较多, 如: 电焊烟尘、锰及其化合物、苯、甲苯、二甲苯、噪声、粉尘等, 这些有害因素的控制效果直接与工人的健康相关。美国针对船舶制造业的特殊性, 制定了单独的防护规范^[1], 并针对船舶行业受限空间作业, 表

面处理和防锈作业,焊接、切割和加热作业以及装配和管子加工等作业工种制订了防护措施^[2]。本文选择南通市某龙头船舶制造企业船舶建造项目进行职业病危害现状分析、评价,找出职业危害关键控制点,并提出针对性对策,为相关管理部门制定船舶制造行业的职业病防治策略,保护劳动者的身体健康提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选择南通市某船舶制造企业为对象,该企业以10万t以下各型货轮及海工产品为生产项目,对该项目的总平面布局、生产工艺、设备布局、职业病危害防护设施、个人防护用品及职业卫生管理情况等进行评价。

1.2 方法

了解该船舶制造企业的工艺流程及使用的主要原料及辅料。查看企业职业卫生管理的相关制度及落实情况,现场调查各车间作业环境状况,劳动条件、方式及防护设施。依据GBZ/T 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》选择代表性的工作地点进行有毒有害物质的采样,按照GBZ/T 160—2007《工作场所空气有毒物质测定》、GBZ/T192—2007《工作场所空气中粉尘测定》及GBZ/T 189.8—2007《工作场所物理因素测量 第8部分 噪声》进行相关测定。结合职业病防护设施、个人防护用品使用情况及工作场所有害因素检测结果的定量分级,以及该企业2014年工人的体检资料,对项目开展过程中作业人员的职业病危害因素接触水平及其对572名工人2014年度的健康影响情况进行评价,并分析评价职业卫生管理措施运行情况。

2 结果

2.1 基本情况

该企业为某上市公司的子公司,主要经营10万t以下各型货轮及海工等产品生产项目,项目占地面积约66.7万m²,主要由陆域厂区部分、船坞、码头和公用工程组成,生产员工总数约为2000人,其中生产一线工人1400人。内业、外业、涂装、管工、质检作业均采用一班8h工作制。

2.2 工艺流程

该项目为船舶重工制造业。生产过程主要分为三大作业内容:船体建造、船舶舾装、船舶涂装。具体

如下:钢材预处理→板、型材加工,部件装焊→管子加工及舾装件生产→分段装焊、预舾装→分段喷砂涂装→船台(坞)合拢→整船喷涂→码头舾装→试航出厂。钢材预处理是在抛丸清理室自动处理完成;钢材加工采用计算机数码放样、切割;在封闭的喷砂房及喷漆房进行自动分段喷砂涂装。但特殊规格的工件需要人工切割、焊接、补漆。

2.3 主要职业病危害因素

人工焊接、切割及打磨作业工人接触的主要职业病危害因素为电焊烟尘、锰及其无机化合物、噪声;焊接作业还接触到紫外线辐射、一氧化碳、二氧化碳和氮氧化物;油漆工接触的主要职业病危害因素为苯、甲苯、二甲苯等。见表1。

表1 某船舶制造企业生产过程中的职业病危害因素

作业岗位	主要职业病危害因素
焊接	锰、粉尘、紫外辐射、一氧化碳、二氧化碳、噪声、氮氧化物等
切割	锰、粉尘、噪声、氮氧化物等
打磨	锰、粉尘、噪声等
喷涂	苯、甲苯、二甲苯等

2.4 工作场所职业病危害因素测定

2.4.1 粉尘及化学毒物 在该项目中,企业采取了相对自动化的切割设备(数控切割),打磨和喷涂也采用了封闭的喷砂房及喷漆房,进行自动化控制。但仍需人工进行特殊规格工件的切割及焊接,对部分工件进行补喷漆。2014年9月26—28日对该企业职业危害因素检测发现,切割、打磨作业的粉尘质量浓度(后简称浓度)以及喷涂作业的甲苯、二甲苯浓度均超过了国家标准。其他岗位的粉尘和化学毒物浓度均在国家职业接触限值范围内。见表2。

表2 不同工种作业场所空气中化学危害因素检测结果

危害因素	工作岗位	样本含量	检测结果(mg/m ³)			合格率(%)
			实测浓度	TWA ^a	STEL [#]	
锰及其无机化合物	焊接	45	<0.004	0.002	—	100.0
	打磨	9	<0.004	0.002	—	100.0
	切割	27	<0.004	0.002	—	100.0
粉尘	焊接	54	0.27~1.92	0.810	—	100.0
	切割	40	0.61~8.67	4.450	—	77.5
	打磨	54	0.67~105.33	65.130	—	66.7
苯	喷涂	18	检测限~43.60	22.300	—	100.0
甲苯	喷涂	18	46.10~68.10	45.100	—	77.8
二甲苯	喷涂	18	173.00~575.90	198.170	575.90	0.0
二氧化碳	焊接	72	196.00~529.00	423.000	329.00	100.0
一氧化碳	焊接	72	1.00~2.30	1.800	1.70	100.0
二氧化氮	焊接	72	0.03~2.45	1.780	2.43	100.0

[注]*: TWA—时间加权平均浓度。#: STEL—短时间接触浓度。

2.4.2 物理因素检测结果 紫外线、工频电场检测结果均在国家限定范围内。噪声超标主要集中在人工打磨、切割作业区。焊接作业中噪声主要来自于临近的打磨或者切割作业的影响。见表3。

表3 不同工种作业场所噪声检测结果

作业岗位	检测点数	实测范围[dB(A)]	8h等效声级[dB(A)]	合格率(%)
焊接	45	66.3~89.2	79.7	80.0
喷涂	9	79.6~85.3	83.4	100.0
打磨	36	83.5~109.2	87.7	16.7
切割	81	84.0~91.6	85.6	44.4

2.5 职业病防护设施及个人防护用品

船舶制造业车间厂房2侧开窗,最大限度利用自然通风,同时车间侧墙设置机械通风,车间也配备了移动通风设备,这些卫生工程措施都能降低车间空气中电焊烟尘的浓度,同时该企业尽量采用了自动焊接,建立了自动喷砂设备以及喷漆房,减少了工人接触有毒有害物质的机会。在人工作业区域,安装了通风、除尘装置。个体防护管理方面,企业给工人配发了防毒面罩、防尘口罩、喷砂头盔、耳塞等个人防护用品,并有专人负责对其使用情况进行监督。

2.6 作业人员职业健康检查

2014年年底,对直接接触噪声、粉尘、“三苯”岗位的572人进行了职业健康体检,检查中148人检测结果有异常:血压异常42人,血常规异常30人,肝功能异常28人,B超异常34人,心电图异常25人,电测听异常13人。检查未发现明显职业损害。虽然除油漆工以外的工人血压、血象、肝功能、B超、心电图异常等大部分与生活习惯有关,与从事的工种无直接相关联系。但大部分的喷漆工人均出现了血象和肝功能异常,可能与职业接触因素有关,应定期复查,根据后期检查情况妥善处理。

3 讨论

船舶制造企业生产过程中产生的职业病危害因素种类较多,其中主要的危害因素有:电焊烟尘、锰及其化合物、苯、甲苯、二甲苯、噪声、粉尘等^[3]。

船舶制造中电焊工人主要接触的职业病危害因素为电焊烟尘、锰及其化合物,长期吸入可引起肺组织的广泛纤维化,也可引起慢性锰中毒。高美伶等^[4]对舟山的6家船舶制造企业调查发现,电焊工在职业健康体检中主诉胸痛比例高于对照组;电焊工X线胸片

检查结果显示,肺纹理紊乱增粗率高于对照组。主要原因是电焊工人长期在相对狭小的空间工作,局部通风条件相对较差,作业时间较长,局部电焊烟尘、锰及其化合物超过了国家职业接触限值,造成工人通气功能和小气道功能均受到不同程度的损伤,尤以小气道损伤为重。本次调查中,该企业在建设初期就意识到这类问题,在建设过程中加强了通风,改善电焊作业场所作业条件,并选择含锰量低的焊条,在日常的管理中也加强了宣传和监护管理,提高劳动者自我保护意识,加强个体防护措施,保护工人身体健康。因此,本次检测中并未发现电焊烟尘、锰及其化合物超标,这说明加强通风防尘防护措施切实有效地保护了工人的身体健康。

船舶油漆、涂料中含有苯、甲苯、二甲苯,在常温下即可挥发,在喷漆作业时经呼吸道或者皮肤黏膜进入体内,主要影响中枢神经系统和造血系统,导致神经衰弱综合征,肝功能异常,头昏、头痛症状^[4]。在本次调查中,企业建立了专门的喷漆车间,实现了喷漆自动化,但是由于部分构件结构复杂,仍需人工进行部分补喷工作,对专门从事这部分工作的6名油漆工进行调查发现,个人防护用品齐全并正确佩戴,每天工作时间为6h,个体采样检测发现,空气中二甲苯超标严重。同样在职业健康体检中,也发现部分油漆工血液检查异常,尤其对白细胞、血小板、血红蛋白影响较明显。建议企业加强职业卫生管理,做好岗前、岗中、离岗的体检工作,及时发现职业禁忌者,对疑似职业病的要及时诊断、治疗。日常管理中要加强对工人的职业卫生培训,提高劳动者的自我防护意识。

噪声对船舶制造工人的听力损失是另一个比较普遍和严重的问题^[4-9]。2013年赵阳辉等^[6]对湛江市某船厂作业场所职业卫生现况调查发现,机械加工及除锈打磨岗位的噪声超标率分别高达40.0%及53.3%。在本次调查中,人工打磨和人工切割作业人员的听力损失也比较突出,企业在防护措施方面主要做到尽可能多的使用自动机械作业,无法使用自动化机械的地方,企业主要采取了发放耳塞的措施,来降低伤害,该耳塞的信噪比(SNB)31dB,能够降低的噪声分贝值为18.6dB(31dB×0.6),8h等效A声级监测最大值为99.9dB(A),全程合理佩戴该耳塞后,能够使噪声降低至81.3dB(A),低于国家职业接触限值。因此,对人工打磨和切割作业人员配发耳塞,加强对正确佩戴耳塞的督促,能够有效保护工人听力^[10]。

通过对该船舶制造企业的评价,发现该企业在职业卫生防护方面有以下3个方面值得其他类似企业借鉴:①前期进行除锈、喷漆、切割等场所尽可能采用机械自动化,能够有效地减少接触噪声、粉尘、苯、甲苯、二甲苯等有害因素对工人的危害;②使用不含苯的油漆,减低苯、甲苯对工人的危害;③加强工人个体防护,根据工种正确配发个人防护用品,减少有毒有害物质对工人的伤害。

针对该企业的现有状况,提出以下几点建议:①制造车间的电焊、打磨作业点要尽可能减小作业密度,合理安排作业时间,避免多作业点同时施工,从而形成交叉污染;②进一步提高机械自动化作业程度,尽可能减少人工焊接及打磨作业;③对工人正确佩戴个人防护用品方面应加强监督与管理,减少其接触尘毒的时间;④电焊切割岗位夏季为高温作业环境,应重视防暑降温工作,除采用局部送风降温措施外,进行高温作业的人员应提供含盐清凉饮料,穿戴工作服、手套等防止高温蒸汽烫伤。同时合理安排作业时间,保证必要的间歇休息,严格限制在高温作业场所的工作时间;⑤加强职业健康监护档案的规范管理,妥善保存。

新建、扩建和在产的类似企业以及监管部门可以借鉴该企业的成功与不足,对船舶制造过程中的职业危害问题进行有效管理,把职业危害因素消灭在萌芽状态,体现以人为本的精神,促进劳动者的工作环境卫生和身体健康。

(志谢:南通通大化学物安全评价中心的工作人员参与了本研究现场调查采样及实验室检测,特此一并致谢。)

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献

- [1] OSHA. Shipyard Industry Standards[S/OL].[2015-05-01].
<http://www.osha.gov>.
- [2] 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.
- [3] 蔡翔,钱晓勤,窦建瑞,等.某造船建设项目职业病危害及关键控制点分析[J].中国工业医学杂志,2013,26(6):470-472.
- [4] 高美伶,易井萍,刘洁楠,等.船舶修造业不同工种作业工人健康状况调查[J].中国公共卫生管理,2012,28(3):382-384.
- [5] 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.
- [6] 赵阳辉,黄日生,李春萍,等.湛江市某船厂作业场所职业卫生现况调查[J].职业与健康,2013,29(8):938-940.
- [7] 王欣,莫民帅,赖洪飘,等.深圳市某大型修船厂职业危害因素分析[J].职业与健康,2015,26(3):36-41.
- [8] 马玉宝.关注焊接行业中的职业危害[J].安全,2009(4):23-25.
- [9] 刘美霞,杨凤,丁文彬,等.2012年上海市工作场所电焊烟尘的定量暴露评估[J].环境与职业医学,2014,31(2):81-87.
- [10] 庄惠民,赵金桂,唐杰,等.《造船行业职业病危害控制规范》的研制[J].环境与职业医学,2013,30(5):392-294.

(收稿日期:2015-05-10)

(英文编辑:汪源;编辑:张晶、洪琪;校对:丁瑾瑜)

【告知栏】

《环境与职业医学》关于本刊唯一投稿方式的声明

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:我们从未委托任何机构或个人征文,本刊唯一投稿方式是在线投稿,请登录《环境与职业医学》主页(<http://jeom.scdc.sh.cn:8081>)进行投稿或后续查稿。望广大作者特别小心,谨防受骗。

《环境与职业医学》杂志编辑部