

某乘用车制造企业噪声职业暴露风险评估与风险管理

刘周, 谢贝贝, 陈丹, 梅勇

武汉科技大学医学院公共卫生学院/职业危害识别与控制湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430065

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.21030

摘要:

[背景] 职业性噪声暴露已成为危害职业人群身心健康日益突出的职业卫生问题, 职业性噪声聋为我国第二大类职业病, 仅次于职业性尘肺病, 对职业人群进行噪声暴露风险评估可以指导企业有效地实施风险管理, 保护劳动者健康。

[目的] 对某乘用车制造企业噪声暴露工人进行风险评估和风险管理。

[方法] 开展职业卫生学现场调查, 以8 h工作日等效声级 ($L_{EX, 8h}$) ≥ 80 dB(A) 的岗位工人为研究对象。用WS/T 755—2016《噪声职业病危害风险管理指南》中噪声暴露所致听力损失风险评估方法, 对噪声作业岗位进行暴露风险评估和风险管理。

[结果] 该企业不同噪声岗位工人的 $L_{EX, 8h}$ 范围为83.4~99.4 dB(A), 噪声引起的高频听阈损失风险范围在0%~55.2%之间, 噪声引起的职业性噪声聋风险范围为0%~37.6%。暴露年数 ≤ 30 年时, 底盘安装工和转动外接头操作工发生高频听阈损失的最高风险为中等风险, 涂装吹扫工发生高频听阈损失和职业性噪声聋的风险均为较高风险或高风险。暴露年数 >30 年时, 涂装吹扫工发生高频听阈损失风险为高风险, 风箱螺母固定工、底盘安装工和转动外接头操作工为中等风险; 发生职业性噪声聋风险最高的是涂装吹扫工, 风险分级为高风险和极高风险。

[结论] 该企业噪声作业岗位的噪声暴露水平超标较多, 噪声作业岗位发生听力损失和噪声聋的风险等级较高。对极高风险等级和高风险等级的噪声作业岗位, 企业要采取工程控制措施; 对可接受风险及以上风险等级岗位, 企业应建立听力保护计划, 加强个人防护等管理措施。

关键词: 噪声暴露; 听力损失; 职业性噪声聋; 乘用车制造; 风险评估; 风险管理

Risk assessment and risk management of occupational noise exposure in a passenger vehicle manufacturing enterprise LIU Zhou, XIE Beibei, CHEN Dan, Mei Yong (School of Public Health/Hubei Province Key Laboratory of Occupational Hazard Identification and Control, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430065, China)

Abstract:

[Background] Occupational noise exposure has become an increasingly prominent occupational health problem endangering the physical and mental health of workers. Occupational noise-induced deafness is the second largest occupational disease in China, behind occupational pneumoconiosis. Noise exposure risk assessment of occupational populations could guide enterprises to effectively implement risk management and protect the health of workers.

[Objective] This study aims to conduct risk assessment and risk management for workers exposed to noise in a passenger vehicle manufacturing enterprise.

[Methods] An on-site occupational hygiene investigation was conducted among workers with an equivalent sound level over an 8 h working day ($L_{EX, 8h}$) ≥ 80 dB(A). The assessment method for hearing loss caused by exposure to noise provided in the *Guidelines for risk management of occupational noise hazard* was used to assess the risk and conduct risk management for workers exposed to noise.

[Results] The $L_{EX, 8h}$ of workers in selected noise-exposed positions ranged from 83.4 to 99.4 dB(A). The risk of high-frequency noise-induced hearing loss ranged from 0% to 55.2%, and the risk of occupational noise-induced deafness ranged from 0% to 37.6%. With an exposure age of

作者简介

刘周 (1994—), 男, 硕士生;
E-mail: 420134496@qq.com

通信作者

陈丹, E-mail: chendan@wust.edu.cn

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2021-01-19

录用日期 2021-08-10

文章编号 2095-9982(2021)10-1134-06

中图分类号 R135

文献标志码 A

引用

刘周, 谢贝贝, 陈丹, 等. 某乘用车制造企业噪声职业暴露风险评估与风险管理[J]. 环境与职业医学, 2021, 38(10): 1134-1139.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21030

Correspondence to

CHEN Dan, E-mail: chendan@wust.edu.cn

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2021-01-19

Accepted 2021-08-10

To cite

LIU Zhou, XIE Beibei, CHEN Dan, et al. Risk assessment and risk management of occupational noise exposure in a passenger vehicle manufacturing enterprise[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(10): 1134-1139.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.21030

less than 30 years, the highest risks of high-frequency hearing loss for chassis installers and rotating union operators were medium, and the risks of high-frequency hearing loss and occupational noise-induced deafness for coating and purging workers were fairly high and high respectively. With an exposure age of more than 30 years, the risk of high-frequency hearing loss for coating and purging workers was high, and the risks of bellow nut fixation workers, chassis installers, and rotating union operators were all medium; the coating and purging workers had the highest risk of occupational noise-induced deafness, and the associated risks were identified as high and extremely high.

[Conclusion] The noise exposure levels of the noise-exposed positions in the selected manufacturing enterprise exceed the national standard, and the risks of hearing loss and noise-induced deafness are fairly high. Enterprises should take engineering control measures for noise-exposed positions with extremely high and high risks, and establish hearing protection plans and strengthen management measures such as personal protection for positions with acceptable and above risks.

Keywords: noise exposure; hearing loss; occupational noise-induced deafness; passenger vehicle manufacturing; risk assessment; risk management

据统计,我国职业噪声危害已十分严重,大约有1000万职工暴露在噪声超标的环境下工作,其中约有100万人患有不同程度的听力损失^[1]。汽车制造行业是一类劳动强度高、职业病危害严重的行业^[2]。有研究显示,汽车制造行业中部分生产岗位噪声超标率高达81.97%,严重影响工人的健康^[3],因此对噪声暴露企业进行职业噪声健康风险评估和风险管理十分必要。目前国际上通用的噪声风险评估方法是国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)中ISO 1999:2013《声学 噪声引起的听力损失评价》。但国内应用此方法的研究较少^[4],我国对噪声暴露进行风险评估有2种方法:GBZ/T 229.4—2012《工作场所职业病危害作业分级 第四部分:噪声》和在ISO 1999:2013基础上制定的WS/T 755—2016《噪声职业病危害风险管理指南》(以下简称《指南》)。有研究指出,前者容易低估噪声健康风险^[5],后者能满足我国企业对噪声职业病危害风险评估和管理的需求^[6]。本研究参照《指南》方法,以某乘用车制造企业噪声岗位作业工人为研究对象进行风险评估和风险管理,指导企业噪声实施风险管理,保护劳动者健康。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2019年6月,选择武汉市某乘用车制造企业进行职业卫生学现场调查,该企业的生产车间主要有冲压、焊装、涂装、总装、整车检测、发动机装配、合成树脂和等速转动轴车间。选择8h工作日等效声级($L_{EX, 8h}$) ≥ 80 dB(A)的工人为研究对象,共258人。其中涂装车间吹扫工(涂装吹扫)27人,地线研磨工(涂装地线研磨)43人;总装车间底盘安装工85人;焊装车间风箱螺母固定工55人;等速转动轴车间外接头岗位(转动外接头)18人;冲压车间线检工(冲压线检)

30人。该研究已通过武汉科技大学医学伦理审查[伦审科第(201910)]。

1.2 暴露水平的检测

调查该企业工作场所中噪声设备布局及噪声作业岗位的分布,选择有代表性的测量点,按照GBZ/T 189.8—2007《工作场所物理因素测量 第8部分:噪声》,采用Noise Pro多功能个体噪声剂量计进行测量。将声级计置于劳动者工作时耳部的高度,将其指向声源位置。对稳态噪声的每个岗位选择3个测点,连续测量3d,取平均值,然后计算 $L_{EX, 8h}$,非稳态噪声的岗位则根据声级变化[声级波动 ≥ 3 dB(A)]确定测量时间段,并记录各时间段的等效声级和持续时间,而后换算成 $L_{EX, 8h}$ 。

1.3 噪声职业暴露风险评估

采用《指南》规定的方法对噪声暴露所致听力损失进行定量风险评估,分别计算噪声暴露人群由于年龄和噪声共同引起的听力损失的风险概率以及与年龄有关所引起的听力损失风险概率。首先根据《指南》查阅与年龄有关的听阈级和实际或潜在的噪声引起的永久性听阈位移,再依据公式1计算噪声暴露人群与年龄和噪声有关的听阈级。选择语频(500、1000、2000 Hz)和低频4000 Hz,界限为25 dB,预测职业性噪声聋风险;选择高频(3000、4000、6000 Hz),界限为40 dB,预测高频听力损失风险。为方便计算,评估预测研究对象假定20岁参加工作在不佩戴耳塞等听力保护装置的情况下,30、40、50、55、60岁时发生高频听阈损失和职业性噪声聋的风险。

$$H' = H + N - H \times N / 120 \quad (1)$$

式中: H' —与年龄和噪声有关的听阈级, dB; H —与年龄有关的听阈级, dB; N —实际或潜在的噪声引起的永久性听阈位移, dB。

1.4 噪声职业暴露风险管理

根据“1.3”方法,分别计算高频听阈损失和职

业性噪声聋风险概率,按《指南》中风险概率结果对噪声职业病危害进行风险分级,具体为:噪声引起的听阈损失风险概率 $P<1.0\%$ 为可忽略的风险, $1.0\%\leq P<6.1\%$ 为可接受的风险, $6.1\%\leq P<16.9\%$ 为中等风险, $16.9\%\leq P<33.2\%$ 为较高风险, $33.2\%\leq P<55.9\%$ 为高风险, $P\geq 55.9\%$ 为极高风险;噪声引起的噪声聋风险概率 $P<0.1\%$ 为可忽略的风险, $0.1\%\leq P<1.2\%$ 为可接受的风险, $1.2\%\leq P<4.4\%$ 为中等风险, $4.4\%\leq P<14.1\%$ 为较高风险, $14.1\%\leq P<36.6\%$ 为高风险, $P\geq 36.6\%$ 为极高风险。并指导企业采取相应的措施对噪声职业病危害风险进行管理。

1.5 数据处理方法

用李敏嫣,黄德寅等^[7]提供的Excel数据处理模型进行计算,以预测发生高频听力损失和职业性噪声聋人数的百分比来定量表征风险。

2 结果

2.1 职业卫生学调查

该企业职业卫生学结果见表1,噪声岗位工人噪声暴露等效声级水平为83.4~99.4dB(A);涂装车间吹扫、地线研磨岗位和焊装车间操作岗位为非稳态噪声,其余岗位噪声为稳态噪声,噪声岗位佩戴有3M 1110防噪声弹性耳塞,声衰减性能为29dB(A)。按照GBZ 2.2—2019《工作场所有害因素职业接触限值 第2部分:物理因素》规定, $L_{Ex,8h}\geq 85\text{ dB(A)}$ 为噪声超标,本次调查超标的岗位依次为涂装吹扫岗位[99.4dB(A)]、转动外接头岗位[87.5dB(A)]和底盘安装岗位[87.4dB(A)];此外,风箱螺母固定岗位噪声强度也超过85dB(A)。除噪声暴露外,该企业车间还联合接触其他职业危害因素,如,涂装车间联合接触粉尘、化学毒物及高温,总装车间联合接触化学毒物,焊装车间联合接触粉尘及紫外线,等速转动轴车间联合接触粉尘、化学毒物及高频电磁场,冲压车间联合接触粉尘。

表1 2019年武汉某乘用车制造企业主要岗位接触噪声及其个体防护情况

Table 1 Exposure to noise and personal protection in the main positions of a passenger vehicle manufacturing enterprise in 2019

岗位	人数	暴露水平/dB(A)	噪声类型	个体防护情况
涂装吹扫	27	99.4	非稳态噪声	防噪耳塞、防毒面罩及防尘口罩
转动外接头	18	87.5	稳态噪声	防噪耳塞、防毒面罩及防尘口罩
底盘安装	85	87.4	稳态噪声	防噪耳塞、防毒面罩
风箱螺母固定	55	85.6	非稳态噪声	防噪耳塞、防尘口罩及手持电焊面罩
涂装地线研磨	43	84.1	非稳态噪声	防噪耳塞、防毒面罩及防尘口罩
冲压线检	30	83.4	稳态噪声	防噪耳塞及防尘口罩

2.2 发生高频听力损失预测

按“1.3”中的计算方法得出该企业各噪声岗位工人发生高频听阈损失风险预测百分率,结果见表2。由表2可知,噪声引起的高频听阈损失风险范围在0%~55.2%之间:暴露年数 ≤ 30 年时,涂装吹扫工发生高频听阈损失风险为较高风险和高风险,底盘安装工和转动外接头操作工的最高风险等级为中等风险,其余岗位是可接受的风险或可忽略;暴露年数 >30 年时涂装吹扫工发生高频听阈损失风险为高风险,底盘安装工、风箱螺母固定工和转动外接头操作工为中等风险,其余岗位是可接受的风险。

表2 武汉某乘用车制造企业主要噪声岗位发生高频听阈损失的风险评估

Table 2 Risk assessment of high-frequency hearing loss in the main noise-exposed positions in a passenger vehicle manufacturing enterprise

岗位	预测年龄/岁	暴露年数/年	年龄和噪声引起的听阈损失风险/%	年龄引起的听阈损失风险/%	噪声引起的听阈损失风险/%	风险分级
冲压线检	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	8.5	5.7	2.8	可接受的风险
	55	35	18.0	13.9	4.0	可接受的风险
	60	40	30.2	25.8	4.4	可接受的风险
涂装地线研磨	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	9.2	5.7	3.5	可接受的风险
	55	35	18.9	13.9	5.0	可接受的风险
	60	40	31.2	25.8	5.4	可接受的风险
涂装吹扫	30	10	22.0	0~5.0	17.1~22.0	较高风险
	40	20	40.7	0~5.0	35.7~40.7	高风险
	50	30	59.5	5.7	53.8	高风险
	55	35	69.1	13.9	55.2	高风险
	60	40	77.1	25.8	51.3	高风险
底盘安装	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	14.0	5.7	8.4	中等风险
	55	35	24.8	13.9	10.8	中等风险
	60	40	37.0	25.8	11.2	中等风险
风箱螺母固定	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	11.0	5.7	5.4	可接受的风险
	55	35	21.2	13.9	7.3	中等风险
	60	40	33.6	25.8	7.7	中等风险
转动外接头	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	14.2	5.7	8.6	中等风险
	55	35	25.0	13.9	11.1	中等风险
	60	40	37.2	25.8	11.4	中等风险

[注] —:表示噪声引起的高频听力损失风险为0~5%,此范围无法精准评估,可忽略。

2.3 发生职业性噪声聋风险预测

按“1.3”中的计算方法得出该企业各噪声岗位工人发生职业性噪声聋风险预测百分率,结果见表3。噪声引起的职业性噪声聋风险范围为0%~37.6%:暴露年数 ≤ 30 年时,发生职业性噪声聋风险最高的是涂装吹扫工,风险分级为较高风险和高风险,其余岗位均为可忽略的风险;暴露年数 >30 年时,发生职业性噪声聋风险最高的是涂装吹扫工,风险分级为高风险和极高风险,冲压线检工发生职业性噪声聋的风险是可接受的风险,涂装地线研磨工在暴露35年时为可接受的风险,暴露40年时为中等风险,底盘安装工、风箱螺母固定工和转动外接头操作工均是中等风险。

表3 武汉某乘用车制造企业主要噪声岗位发生职业性噪声聋的风险评估

Table 3 Risk assessment of occupational noise-induced deafness in the main noise-exposed positions in a passenger vehicle manufacturing enterprise

岗位	预测 年龄/ 岁	暴露 年数/ 年	年龄和噪声 引起的噪声 聋风险/%	年龄引起 的噪声聋 风险/%	噪声引起 的噪声聋 风险/%	风险分级
冲压线检	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	55	35	5.8	5.1	0.7	可接受的风险
	60	40	11.0	10.1	1.0	可接受的风险
涂装地线研磨	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	55	35	6.0	5.1	0.9	可接受的风险
	60	40	11.4	10.1	1.3	中等风险
涂装吹扫	30	10	8.8	0~5.0	3.8~8.8	较高风险
	40	20	20	0~5.0	15.0~20.0	高风险
	50	30	33.5	0~5.0	28.5~33.5	高风险
	55	35	40.6	5.1	35.5	高风险
	60	40	47.7	10.1	37.6	极高风险
底盘安装	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	55	35	7.6	5.1	2.5	中等风险
	60	40	13.4	10.1	3.3	中等风险
风箱螺母固定	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	55	35	6.6	5.1	1.5	中等风险
	60	40	12.1	10.1	2.0	中等风险
转动外接头	30	10	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	40	20	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	50	30	0~5.0	0~5.0	0~5.0	—
	55	35	7.7	5.1	2.6	中等风险
	60	40	13.5	10.1	3.4	中等风险

[注] —:表示噪声引起的职业性噪声聋风险为0~5%,此范围无法精准评估,可忽略。

3 讨论

该企业噪声作业岗位工人噪声暴露水平为83.4~99.4 dB(A),其中涂装车间吹扫工、总装车间底盘安装工、焊装车间风箱螺母固定工和等速转动轴车间外接头操作工作业环境噪声强度超过85 dB(A)。通过调查发现,噪声超标的主要原因是机器设备运转未有效安装减震垫、未设置隔离罩,导致产生的电机噪声、机械噪声较大,手持式操作工具(喷枪、气动扳手等)操作时所产生的空气动力性噪声及作业人员拿、放金属物件发生碰撞的噪声;冲压车间厂房未设置隔离,涂装车间未单独设置风机间等布局不合理产生的噪声交叉污染。

本研究结果显示,该企业除冲压线检岗位工人发生高频听阈损失和职业性噪声聋的风险均为可接受的风险之外,其余岗位都在不同程度上存在发生职业听力损失的风险。涂装车间吹扫工发生高频听阈损失的风险范围是17.1%~55.2%,发生职业性噪声聋的风险范围是3.8%~37.6%,风险最高,是噪声职业危害最关键控制岗位;另外,总装车间底盘安装工、焊装车间风箱螺母固定工和等速转动轴车间外接头操作工在暴露30年以上时,发生高频听阈损失和噪声聋的风险均为中等风险,也是噪声职业危害的重要控制岗位。有研究表明,工人在实际作业中接触80 dB(A)以上的噪声的时间越久,导致听力损失的风险越大^[8]。本研究中,涂装地线研磨岗位的8h工作日等效声级($L_{EX, 8h}$) <85 dB(A),未超过噪声职业接触限值,但是暴露40年时发生职业性噪声聋的风险仍为中等风险,企业也不应忽略80 dB(A) $\leq L_{EX, 8h}<85$ dB(A)的作业岗位。

该企业未能对产生噪声的工作地点或生产设备采取有效的降噪和减震措施,噪声职业暴露水平较高,工人发生高频听阈损失和职业性噪声聋的风险大,企业对存在中等风险以上的岗位宜采取如下防护措施:(1)该工厂的涂装吹扫工作环境的噪声值严重超出国家标准,但在调查中发现工人只佩戴耳塞,不能满足个体防护要求,该岗位应采取工程控制措施并为工人配备防护耳罩。(2)对产生噪声的手持式操作工具(喷枪、气动扳手等)应采取降噪、吸声、消声措施。(3)对具有拿、放金属产品零件操作的作业岗位,在岗位操作规程中应明确轻拿轻放,避免人为因素的噪声产生。(4)冲压车间进行隔离设置,厂房设置隔声装置,墙体加装吸声材料,冲压机设备设置隔声罩,检修冲压机、机泵、空压机等设备的减震措施;

涂装车间宜设置单独风机间,车间采取全封闭,烘干室风机应安装在机房,隔断噪声的传播。(5) 加强个体防护工作,指导噪声超标岗位工人100%佩戴护听器。(6) 完善职业健康监护制度,提高职业健康检查率,并将结果如实告知劳动者。对于噪声听力损失高风险岗位的涂装吹扫岗位除了实施上述防护措施外,还应在企业整改完成后,及时对防护效果进行卫生评价和再次风险评估。

本研究采用的噪声风险评估方法也有一些局限性,如在听力损失风险预测计算过程中涉及的因素过少,仅依靠暴露工龄、年龄和噪声强度进行评估。岗位噪声暴露人群还受到其他因素的影响,如,噪声的性质也会影响听力损失程度,复杂噪声比高斯噪声对听觉系统的损伤更大^[9],接触非稳态噪声比稳态噪声对人耳语频听阈的损失更大^[10-11]。联合其他职业危险因素也会在不同程度上增加噪声暴露工人听力损失的风险,如噪声与高温^[12]、粉尘^[13]、化学毒物^[14]的联合作用;部分工人因佩戴耳塞不适等原因未能有效佩戴护听器,或者佩戴耳机听音乐同时与噪声接触也会影响听力损失程度^[15-16]。这些因素都会导致职业暴露风险等级比本研究风险预测的结果更大。此外,本研究风险评估时没有考虑工人佩戴个人防护用品的情况,而佩戴耳塞是工人听力损失的保护因素^[17],因此评估预测结果可能高于实际结果。《指南》中风险评价的数据库均不包括我国人群,所以使用现有的数据库对我国人群进行风险评估的结果可能准确度较低,未来还需建立我国人群在不同年龄、噪声水平和听力损失的数据库以便使噪声致听力损失风险评估结果更为准确,加强对噪声暴露人群的听力保护。

参考文献

- [1] 冯定香, 曾高滢. 噪声性听力损失 [J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2012, 10 (1) : 70-72.
FENG DX, ZENG GY. Noise-induced hearing loss [J]. Chin Sci J Hear Speech Rehab, 2012, 10 (1) : 70-72.
- [2] 陈雅丽. 汽车制造企业噪声致听力损失的流行病学调查及风险评估 [D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2019.
CHEN YL. Epidemiological investigation and risk assessment of noise-induced hearing loss in Chinese automotive industry [D]. Beijing: Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2019.
- [3] 葛欣, 盛荣建, 郭佳娣, 等. *hOGG1*、*APEX1* 和 *XRCC1* 基因单核苷酸多态性与噪声性听力损失的关联研究 [J]. 职业卫生与应急救援, 2019, 37 (2) : 107-112.
GE X, SHENG RJ, GUO JD, et al. Single nucleotide polymorphisms of *hOGG1*, *APEX1* and *XRCC1* genes and their association with noise-induced hearing loss among noise-exposed workers [J]. Occup Health Emerg Rescue, 2019, 37 (2) : 107-112.
- [4] 张敏红, 李天正, 田东超, 等. 广东省某船舶维修企业噪声所致作业人员听力损失的风险评估 [J]. 环境与职业医学, 2020, 37 (4) : 341-347.
ZHANG MH, LI TZ, TIAN DC, et al. Risk assessment of noise-induced hearing loss among workers in a ship maintenance enterprise in Guangdong province [J]. J Environ Occup Med, 2020, 37 (4) : 341-347.
- [5] 梁志明, 曾庆民, 邓永愈, 等. 三种职业健康风险评估法在某大型设备制造企业噪声风险评估中的应用 [J]. 环境与职业医学, 2020, 37 (2) : 144-149.
LIANG ZM, ZENG QM, DENG YY, et al. Application of three occupational health risk assessment methods to noise risk assessment in a large equipment manufacturing enterprise [J]. J Environ Occup Med, 2020, 37 (2) : 144-149.
- [6] 李敏嫣, 黄德寅, 张倩. 工作场所噪声职业健康风险管理标准的研究 [J]. 中国工业医学杂志, 2020, 33 (1) : 86-87.
LI MY, HUANG DY, ZHANG Q. Study on occupational health risk management standard of workplace noise [J]. Chin J Ind Med, 2020, 33 (1) : 86-87.
- [7] 李敏嫣, 黄德寅, 张倩, 等. 噪声暴露所致听力损失的风险评价方法在职业病危害评价中的应用 [J]. 中国工业医学杂志, 2015, 28 (6) : 414-417, 443.
LI MY, HUANG DY, ZHANG Q, et al. Application of risk assessment for noise-induced hearing loss in evaluation of occupational hazards [J]. Chin J Ind Med, 2015, 28 (6) : 414-417, 443.
- [8] 倪蕾, 姚勇, 李济超, 等. 某锅炉厂噪声作业工人听力损失状况分析 [J]. 中国工业医学杂志, 2011, 24 (1) : 16-19.
NI L, YAO Y, LI JC, et al. Analysis on situation of hearing loss in noise-exposed workers in a boiler factory [J]. Chin J Ind Med, 2011, 24 (1) : 16-19.
- [9] 刘新霞, 郭智屏, 何坚, 等. 个体噪声防护的职业接触人群听力损失的剂量-反应关系研究 [J]. 中国职业医学, 2008, 35 (6) : 477-479.

- LIU XX, GUO ZP, HE J, et al. Study on the dose-response relationship for noise-induced hearing loss in workers using individual hearing protection [J]. *China Occup Med*, 2008, 35 (6) : 477-479.
- [10] 张莉莉, 谢德兴, 陈丽琼, 等. 接触不同类型噪声对工人听力损害的分析 [J]. *中国工业医学杂志*, 2006, 19 (3) : 178-179.
- ZHANG LL, XIE DX, CHEN LQ, et al. Analysis on hearing impairment in workers exposed to different kinds of noise [J]. *Chin J Ind Med*, 2006, 19 (3) : 178-179.
- [11] 郑荣群. 稳态噪声与非稳态噪声所致工人听力损害的对比研究 [J]. *中国实用医药*, 2012, 7 (33) : 31-32.
- ZHENG RQ. Comparative study of steady-state noise and non-stationary noise-induced hearing loss of workers [J]. *China Pract Med*, 2012, 7 (33) : 31-32.
- [12] 戚友宾. 高温和噪声联合作用对钢铁厂工人听力的影响 [D]. 重庆: 重庆医科大学, 2013.
- QI YB. The combined effects of high-temperature and noise on hearing of steel factory workers [D]. Chongqing : Chongqing Medical University, 2013.
- [13] 苏素琴, 卢旭. 高温、粉尘对噪声作业人员听力影响的调查 [J]. *职业与健康*, 2000, 16 (2) : 10-11.
- SU SQ, LU X. Investigation on the effect of high temperature and dust on the hearing of workers exposed to noise [J]. *Occup Health*, 2000, 16 (2) : 10-11.
- [14] 陈小霞, 叶方立, 朱长才. 噪声与化学毒物联合作用致听力损伤的研究进展 [J]. *国外医学 (卫生学分册)*, 2005, 32 (5) : 281-284.
- CHEN XX, YE FL, ZHU CC. Research progress of hearing loss caused by the combined action of noise and chemical toxicants [J]. *For Med Sci (Sect Hyg)*, 2005, 32 (5) : 281-284.
- [15] 曾运良, 周志洋, 黄威, 等. 某汽车零部件制造企业噪声职业暴露风险评价 [J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2020, 38 (9) : 705-708.
- ZENG YL, ZHOU ZY, HUANG W, et al. Risk assessment of occupational noise exposure in an automobile parts manufacturing enterprise [J]. *Chin J Ind Hyg Occup Dis*, 2020, 38 (9) : 705-708.
- [16] 苏艺伟, 李艳华, 张晋蔚, 等. 戴耳机听音乐对噪声作业工人高频听力损失影响 [J]. *中国职业医学*, 2019, 46 (4) : 412-416.
- SU YW, LI YH, ZHANG JW, et al. Effect of wearing earphone to listen to music on high-frequency hearing loss in noise exposure workers [J]. *China Occup Med*, 2019, 46 (4) : 412-416.
- [17] 谢庆堂, 陈开, 罗健, 等. 耳塞对噪声作业工人高频听阈保护作用的评价 [J]. *中国医学创新*, 2020, 17 (18) : 61-65.
- XIE QT, CHEN K, LUO J, et al. Evaluation of Protective Effect of Earplugs on High Frequency Hearing Threshold in Workers Exposed to Noise [J]. *Medical Innovation of China*, 2020, 17 (18) : 61-65.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 丁瑾瑜)