

DOI: 10.16369/j.oher.issn.1007-1326.2022.03.010

· 调查与研究 ·

汽车制造企业焊装车间噪声健康风险评估

Occupational health risk assessment of noise exposure in welding workshops of automobile manufacturing enterprises

朱亮亮¹, 吴琨¹, 史伟伟¹, 吴家兵¹, 梅勇², 姚莉¹ZHU Liangliang¹, WU Kun¹, SHI Weiwei¹, WU Jiabing¹, MEI Yong², YAO Li¹

1. 十堰市职业病防治院, 湖北 十堰 442000;

2. 武汉科技大学职业危害识别与控制湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430030

摘要:目的 验证 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013《声学 噪声性听力损失的评估》风险评估方法在焊装车间的实际应用情况。方法 采用 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013 评估方法, 利用 2010—2019 年某焊装车间的噪声检测数据, 预测该车间噪声作业人员的高频听力损失风险, 并依据 2019 年的健康检查结果, 比较风险预测结果与实际体检结果的异同。结果 该焊装车间 371 名工人听力损失检出率为 14.6%。听力损失检出率随着工龄的增长而增高 ($P < 0.01$)。各岗位的实际听力损失发生率从高到低依次为打磨(抛光)、装配(调整)、点焊、二氧化碳保护焊(含返修)、上(下)线, 具体分别为 22.2%、19.0%、14.6%、13.3%、4.5%; 评估方法计算焊装车间暴露人群 25 年发生听力损失风险从高到低依次为打磨、装配、二氧化碳保护焊(含返修)、点焊、上下线, 具体分别为 13.9% ~ 18.9%、8.4% ~ 13.4%、0 ~ 5%、0 ~ 5%、0 ~ 5%, 二者结果排序基本一致; 焊装车间打磨、点焊、二氧化碳保护焊(含返修)、装配、上(下)线检出听力损失暴露时间依次为 11 年、16 年、24 年、24 年、26 年; 评估方法计算得出焊装车间各岗位有确切风险的暴露时间为: 打磨 15 年, 装配 20 年, 其余岗位均为 30 年, 风险评估方法与实际情况存在一定的时间滞后性。结论 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013《声学 噪声性听力损失的评估》对风险评估所得结果和实际情况对比存在一定的偏差, 使用该风险评估方法为职业病危害噪声风险定量评估时, 还需结合实际情况科学使用。

关键词: 焊装车间; 噪声; 风险评估; 听力损失; 应用

中图分类号: R135.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2022)03-311-04

引用: 朱亮亮, 吴琨, 史伟伟, 等. 汽车制造企业焊装车间噪声健康风险评估[J]. 职业卫生与应急救援, 2022, 40(3): 311-314.

噪声是焊装车间存在的主要职业病危害因素之一^[1], 但目前对焊装车间噪声作业人员听力损失风险一直缺乏较为精确的定量风险评估方法^[2]。本文收集了某汽车制造企业焊装车间 2010—2019 年的噪声检测结果, 并利用 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013《声学 噪声性听力损失的评估》^[3]风险评估方法评估其风险, 对比在该车间长期作业人员接触噪声后实际听力的变化情况, 总结分析 GB/T 14366—2017/ISO1999:2013 风险评估方法在焊装车间作业人员的听力风险评估的实际应用情况。

1 对象与方法

1.1 对象

研究对象为某汽车制造企业的焊装车间, 该企业焊装车间成立于 1972 年, 主要生产商用车白车身, 2019 年产量为商用车白车身 21 万辆, 车间定员 658 人。选择该车间 2019 年接触噪声作业人员为风险评估实例研究对象。纳入标准: (1) 在该焊装车间工作前, 无其他噪声暴露职业史; (2) 无耳疾或耳疾史; (3) 无听力损失的家族史; (4) 无糖尿病史; (5) 无耳毒性药物用药史; (6) 无影响听力损失的其他因素。研究对象对本次研究均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 现场调查

对该汽车制造企业的焊装车间进行现场调查, 调查重点为车间工艺流程、岗位设置以及车间的产能、作业人数、噪声来源、噪声防护措施等信息。

基金项目: 2020 年度职业危害识别与控制湖北省重点实验室开放基金项目(OHIC2020Z07)

作者简介: 朱亮亮(1980—), 男, 大学本科, 主治医师

通信作者: 姚莉, 副主任医师, E-mail: ylw0301@163.com

1.2.2 数据整理与分析

收集该焊装车间 2010—2019 年现场噪声的检测结果,并进行整理。噪声检测依据 GBZ/T 189.8—2007《工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声》^[4]的方法进行测量。测量时使用的检测仪器、声校准器、风速仪等均按规定进行了检定。按照本研究选定的风险评估方法确定各岗位的噪声值,代入风险评估计算公式,推算接触该噪声水平的作业人员听力损失的风险。收集截至 2019 年一直在该车间从事相关岗位作业人员的 2019 年职业健康检查结果,与依据 2010—2019 年 10 年间噪声水平推测的结果进行对比。

1.2.3 频率和界限的选择

按照相关标准的规定,选择一定频率听阈级的组合,可以测算人群的听力损失。结合噪声风险评估的目的,依据 GBZ 49—2014《职业性噪声聋的诊断》“双耳高频(3 000 Hz、4 000 Hz 和 6 000 Hz)的平均听阈 ≥ 40 dB 者,根据较好耳语频(500 Hz、1 000 Hz、2 000 Hz)和低频 4 000 Hz 听阈加权值进行诊断和诊断分级^[5]”的规定,选择评价双耳高频(3 000 Hz、4 000 Hz 和 6 000 Hz)平均听阈级,界限为 40 dB,作为噪声职业病危害风险的预警值。

2 结果

2.1 焊装车间的主要工艺

该焊装车间的生产工艺主要有点焊、二氧化碳保护焊(含返修)、打磨(抛光)、上(下)线、装配(调整)等。这些岗位实施两班制生产,其中点焊、打磨

(抛光)岗位噪声性质为非稳态噪声^[6-8],其他岗位噪声性质为稳态噪声。检测时按 GBZ/T 189.8—2007 的方法选择各主要工艺的代表岗位,连续 10 年均进行了检测。

2.2 2019 年职业健康检查结果

2.2.1 总体情况

截至 2019 年,该焊接车间接触噪声的一线作业人员共有 427 人,根据纳入标准,纳入 371 人。不同岗位的人员基本情况见表 1。

表 1 焊装车间 2019 年噪声暴露人员基本情况

岗位	人数	年龄/岁	工龄/岁
点焊	295	44.6 \pm 5.7	21.5 \pm 7.6
二氧化碳保护焊(含返修)	15	45.7 \pm 4.2	24.9 \pm 7.2
上(下)线	22	46.3 \pm 3.6	23.1 \pm 4.8
打磨(抛光)	18	45.8 \pm 3.0	23.0 \pm 6.5
装配(调整)	21	50.5 \pm 4.0	29.3 \pm 6.2

2.2.2 听力损失检出分布情况

371 名工人听力损失检出率为 14.6%。听力损失检出率随着工龄的增长而增高(趋势 $\chi^2 = 12.843$, $P < 0.01$)。各岗位听力损失检出率从高到低排列,依次为打磨、装配、点焊、二氧化碳保护焊、上(下)线。出现听力损失的时间最早的为打磨工,其在打磨岗位工作 11 年后即出现高频听力损失。见表 2。

2.2.3 2019 年检出听力损失的不同频率分布

表 3 列出了不同岗位发生听力损失工人各频段听阈。装配及二氧化碳保护焊岗位听力损失最大频率在 4 000 Hz,点焊、打磨及上(下)线岗位的听力损失最大频率在 6 000 Hz。

表 2 不同岗位工人 2019 年职业健康检查听力损失检出情况

工龄/年	点焊		二氧化碳保护焊(含返修)		上(下)线		打磨(抛光)		装配(调整)		总计	
	人数	异常人数(检出率/%)	人数	异常人数(检出率/%)	人数	异常人数(检出率/%)	人数	异常人数(检出率/%)	人数	异常人数(检出率/%)	人数	异常人数(检出率/%)
< 10	31	0(0)	0		0		1	0(0)	1	0(0)	33	0(0)
10 ~ 19	52	2(3.8)	3	0(0)	4	0(0)	4	1(25.0)	1	0(0)	64	3(4.7)
20 ~ 29	188	37(19.7)	8	1(12.5)	17	1(5.9)	12	3(25.0)	11	1(9.1)	236	43(18.6)
≥ 30	24	4(16.7)	4	1(25.0)	1	0(0)	1	0(0)	8	3(37.5)	38	8(21.0)
合计	295	43(14.6)	15	2(13.3)	22	1(4.5)	18	4(22.2)	21	4(19.0)	371	54(14.6)

表 3 不同岗位工人 2019 年职业健康检查各检查频率听力损失情况

($\bar{x} \pm s$)

岗位	听力损失例数	听阈/dB					
		500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	3 000 Hz	4 000 Hz	6 000 Hz
点焊	43	25.8 \pm 15.6	26.9 \pm 18.8	30.7 \pm 13.4	58.8 \pm 16.3	69.3 \pm 12.2	76.4 \pm 14.6
打磨	4	47.5 \pm 29.6	51.2 \pm 31.2	62.5 \pm 32.3	67.5 \pm 13.2	73.8 \pm 6.3	80.0 \pm 4.1
二氧化碳保护焊	2	18.0 \pm 0	13.0 \pm 0	29.5 \pm 3.5	56.5 \pm 3.5	62.0 \pm 3.5	58.5 \pm 3.5
上(下)线	1	43.0	33.0	32.0	49.0	62.0	76.0
装配	4	24.8 \pm 11.6	27.8 \pm 13.5	33.6 \pm 14.1	45.4 \pm 12.6	57.2 \pm 9.3	56.6 \pm 8.5

2.3 焊装车间主要工艺 2010—2019 年的噪声检测情况

2.3.1 2010—2019 年焊装车间噪声检测情况

该企业 2010—2019 年生产工艺未发生明显改变,各岗位噪声接触水平相对稳定,因此计算各岗位 10 年噪声声级均值用于评估焊接车间各岗位接触噪声风险。2010—2019 年各主要岗位噪声检测结果整理见表 4。

表 4 2010—2019 年焊装车间噪声检测情况

岗位	噪声性质	检测点次	噪声声级范围/dB(A)	均值/dB(A)
点焊	非稳态	82	79.5 ~ 97.6	84.0 ± 3.4
二氧化碳保护焊(含返修)	稳态	14	79.6 ~ 92.4	84.4 ± 3.8
上(下)线	稳态	39	81.2 ~ 91.8	84.5 ± 2.4
打磨(抛光)	非稳态	35	87.8 ~ 101.4	91.0 ± 3.1
装配(调整)	脉冲、非稳态	57	80.4 ~ 101.9	89.2 ± 5.9

2.3.2 焊接车间噪声的风险评估

依据焊接车间 2010—2019 年各主要岗位噪声检测结果,按照 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013 规定的方法推算各岗位接触噪声的作业人员听力损失风险。从表 5 可以看出,打磨岗位噪声均值最高,因此该岗位风险相对较高,在暴露 15 年后,该岗位作业人员即存在发生高频听损的可能。

表 5 不同暴露年数汽车制造企业焊装车间主要岗位噪声接触引起的听力损失风险

岗位	噪声均值/dB(A)	噪声接触引起的听力损失风险 ^{①/} %					
		10 年	15 年	20 年	25 年	30 年	40 年
点焊	84.0	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	5.15	7.6
二氧化碳保护焊(含返修)	84.4	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	5.8	8.4
上(下)线	84.5	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	6.0	8.6
打磨(抛光)	91.0	0 ~ 5 ^②	0.3 ~ 5.3	5 ~ 10.8	13.9 ~ 18.9	23.5	25.7
装配(调整)	89.2	0 ~ 5 ^②	0 ~ 5 ^②	1.6 ~ 6.6	8.4 ~ 13.4	17.4	20.2

注:① 此处听力损失是指双耳高频(3 000、4 000、6 000 Hz)平均听阈 ≥ 40 dB; ② 百分位数在 0 < Q < 5% 时,由于统计学分布不可靠,故此范围内不予以评估,表示风险在上述范围内,无法精确预测。

2.3.3 接触 20 年时不同频率噪声引起的听力损失预测

将接触时间定为 20 年,按照 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013 规定的方法,计算焊接车间各岗位不同频率噪声和引起的听力损失风险预测值。各岗位噪声接触 20 年后在 2 000、3 000、4 000、6 000 Hz 均出现听力损失,其中打磨(抛光)岗位 1 000 Hz 也出现了听力损失。见表 6。

表 6 各岗位噪声接触 20 年听力损失风险预测

岗位	噪声引起的听力损失/dB					
	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	3 000 Hz	4 000 Hz	6 000 Hz
点焊	0	0	0.6	2.9	4.7	2.5
二氧化碳保护焊(含返修)	0	0	0.8	3.3	5.1	2.8
上(下)线	0	0	0.8	3.4	5.2	2.8
打磨(抛光)	0	0.3	4.9	11.8	14.7	9.8
装配(调整)	0	0	3.4	9.0	11.6	7.5

注:听阈界限为 40 dB。

2.4 实际听力损失与风险预测听力损失的比较

从表 3 看,点焊、打磨及上(下)线岗位听力损失实际发生的最大频率在 6 000 Hz,这与表 6 中利用 GB/T 14366—2017/ISO1999:2013 预测的听力损失发生的最大频率(4 000 Hz)不一致。

3 讨论

本次研究发现,焊装车间各岗位的实际听力损失发生比例从高到低依次为打磨、装配、点焊、二氧化碳保护焊(含返修)、上(下)线,发生率分别为 22.2%、19.0%、14.6%、13.3%、4.5%;评估方法计算焊装车间暴露人群 25 年发生听力损失风险从高到低依次为打磨、装配、二氧化碳保护焊(含返修)、点焊、上下线,其风险分别为 13.9% ~ 18.9%、8.4% ~ 13.4%、0 ~ 5%、0 ~ 5%、0 ~ 5%,二者结果排序基本一致。点焊岗位在实际健康检查中听力损失检出率高于二氧化碳保护焊岗位,可能与车间内从事点焊岗位人数远多于从事二氧化碳保护焊岗位的人数有关。

《声学 噪声性听力损失的评估》(GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013)评估方法中计算焊装车间各岗位有确切风险的暴露时间为打磨 15 年,装配 20 年,其余岗位均为 30 年,实际职业健康体检中焊装车间打磨、点焊、二氧化碳保护焊(含返修)、装配、上(下)线检出听力损失暴露时间依次为 11 年、16 年、24 年、24 年、26 年;焊装车间各岗位的实际听力损失风险发生时间早于风险评估结果,风险评估方法与实际情况存在一定的时间滞后性,这与风险评估方法中按人员自 20 岁后接触噪声的理想状态下进行评估,但现实中接噪人员从事作业的起始年龄不一定是 20 岁,且个体体质、生活习惯等存在一定关系。若在工人进厂时即收集连续的岗位噪声监测资料和对应的体检数据,持续追踪后,将 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013 评估方法用于听力损失的风险预测,会更为精确。

综上所述,通过 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013 对焊装车间现场噪声所致的听力损失进行风险评估的结果与该车间实际接触噪声暴露人群发生听力损失的情况进行对比,发现使用 GB/T 14366—2017/ISO 1999:2013 计算焊装车间噪声暴露人群的听力损失风险评估结果中风险岗位的预测具有一定的参考性,但在具体风险、风险发生的接触时间及听力损失发生的最大频率与焊装车间暴露人群的实际情况存在一定差异。使用该风险评估方法定量评估职业病危害噪声风险^[10]时,还需结合实际情况科学使用。

此外,在本次研究中发现,点焊、打磨(抛光)以及上(下)线岗位出现听力损失的人员其听阈频率曲线未在 4 000 Hz 出现“V”型^[11],这与评估方法预测的不同频率听力损失预测结果以及日常听力损失研究中的结果不一致,具体原因有待进一步研究。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

[1] 徐国勇. 某汽车制造厂噪声危害特征分析 [J]. 中国卫生工

程学, 2014, 13(3): 218–224.

- [2] 国家安全生产监督管理总局. 噪声职业病危害风险管理指南: AQ/T 4276—2016[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2017: 3–6.
- [3] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 声学 噪声性听力损失的评估: GB/T 14366—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [4] 中华人民共和国卫生部. 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.
- [5] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业性噪声聋的诊断: GBZ 49—2014[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 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] 苏艺伟, 郭尧平, 王建宇, 等. 某汽车制造厂噪声作业工人职业健康调查[J]. 职业卫生与应急救援, 2017, 35(5): 423–426.
- [8] 朱亮亮, 毛树国, 梅勇. 汽车焊装车间自动化改造后降噪效果调查分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2019, 30(5): 80–83.
- [9] 陈维民, 曹喜滨, 高乃光. 焊装噪声分析及其控制[J]. 锻压技术, 1993(1): 32–35.
- [10] 孙倩, 黄德寅. 职业暴露评估与风险分析在职业接触噪声危害评价中的应用[J]. 中国工业医学杂志, 2020, 33(3): 262–263.
- [11] 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.

收稿日期: 2021–11–12

(上接第 286 页)

- [12] XIAO Y, BECERIK -GERBER B, LUCAS G, et al. Impacts of working from home during COVID-19 pandemic on physical and mental well-being of office workstation users [J]. J Occup Environ Med, 2021, 63(3): 181–190.
- [13] KELLY R S, KELLY M P, KELLY P. Metabolomics, physical activity, exercise and health: a review of the current evidence [J]. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis, 2020, 1866(12): 165936.
- [14] HARTESCU I, MORGAN K, STEVINSON C D. Increased physical activity improves sleep and mood outcomes in inactive people with insomnia: a randomized controlled trial [J]. J Sleep Res, 2015, 24(5): 526–534.
- [15] 张春宇, 邹香妮, 刘亚, 等. 新冠肺炎疫情不同时期护理人员的心理状况调查及影响因素分析[J]. 宁夏医科大学学报, 2020, 42(9): 901–905.
- [16] 唐红华, 卢秀英, 蔡思雪, 等. COVID-19 疫情期间支援武汉一线护士心理健康状况调查及分析[J]. 国际感染杂志(电子版), 2020, 9(2): 296–297.
- [17] 韩拓, 张岩, 毛艳阳, 等. 新冠肺炎疫情期间医护人员心理健康状况调查及影响因素分析[J]. 国际神经精神科学杂志, 2021, 10(2): 29–41.
- [18] 罗晓丽, 马丽. 新型冠状病毒防控期护理人员心理健康状况

调查及其影响因素分析[J]. 护理实践与研究, 2020, 17(17): 17–19.

- [19] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会睡眠障碍学组. 中国成人失眠诊断与治疗指南(2017 版)[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(5): 324–335.
- [20] DOPHEIDE J A. Insomnia overview: epidemiology, pathophysiology, diagnosis and monitoring, and nonpharmacologic therapy [J]. Am J Manag Care, 2020, 26(4): S76–S84.
- [21] KARAK I G A, HALLIT S, MALAEB D, et al. Prevalence and factors associated with insomnia among a representative sample of the Lebanese population: results of a cross-sectional study[J]. J Epidemiol Glob Health, 2020, 10(2): 124–130.
- [22] SOLDATOS C R, ALLAERT F A, OHTA T, et al. How do individuals sleep around the world? Results from a single-day survey in ten countries[J]. Sleep Med, 2005, 6(1): 5–13.
- [23] FORD D E, KAMEROW D B. Epidemiologic study of sleep disturbances and psychiatric disorders: an opportunity for prevention?[J]. JAMA, 1989, 262(11): 1479–1484.
- [24] ALVARO P K, ROBERTS R M, HARRIS J K. A systematic review assessing bidirectionality between sleep disturbances, anxiety, and depression[J]. Sleep, 2013, 36(7): 1059–1068.

收稿日期: 2021–12–01