

· 调查报告 ·

履带装甲车行进时舱内环境对乘员影响分析

Analysis of effect of cabin environment on occupants during moving of tracked armoured vehicle

万红, 王延琦, 兀光波, 闫金海, 罗思源

(兵器工业卫生研究所 中国兵器工业集团人-机-环境重点实验室, 陕西 西安 710065)

摘要: 选择三种履带式装甲车辆在起伏路面以 20 km/h 的速度行进 2 h, 测量驾驶员和乘员位的噪声、振动强度, 温湿度和有害气体浓度; 选择 90 名乘员进行问卷调查, 调查舱内环境对乘员作业的影响程度、出现的失误及自觉症状情况。结果表明履带车行进时舱内噪声和振动影响乘员作业和健康, 应采取控制措施。

关键词: 履带车辆; 环境; 乘员; 作业

中图分类号: R821.71 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2017)03-0194-03

DOI:10.13631/j.cnki.zgggyx.2017.03.012

履带车辆由于独特的设计和结构, 使其在行进时舱内环境中存在有噪声、振动、有害气体等有害因素^[1,2], 这些有害因素对乘员身体健康和作业工效都会造成不良影响。本文选择三种现役履带装甲车辆, 对行进时舱内乘员位的噪声、振动、温湿度、有害气体同时进行测量分析, 并对 90 名乘员进行上述因素对作业的影响程度及自觉症状进行问卷调查, 探讨分析履带车辆机动作业时舱内环境对乘员的影响。

1 对象与方法

1.1 对象

选择三种不同类型的履带式装甲车辆及 90 名乘员作为调查对象。90 名乘员均在履带车上作业 1 年以上, 平均年龄 (22.8±3.4) 岁, 初中、高中、中专、大专及以上学历分别为 21%、25%、35%、19%。

1.2 舱内环境测量

3 种装甲车辆在起伏路面以 20 km/h 的速度行进 2 h, 同时测量驾驶员和乘员位的噪声、振动、温湿度和有害气体。噪声测量采用 NoisePro DLX Dosimeter 个体噪声剂量计, 依据《工作场所物理因素测量 第 8 部分: 噪声》(GBZ/T 189.8—2007) 要求, 将传声器固定在驾驶员和乘员的肩部, 测量驾驶员和乘员位的等效连续 A 计权声压级。振动测量采用振动数据采集系统, 每通道采样率 10 kS/s。依据《机械振动与冲击人体暴露于全身振动的评价 第一部分: 一般要求》(GBT13441.1—2007) 的要求, 将 5313A 座垫式加速度传感器固定在驾驶员和乘员的座椅上, 驾驶员和乘员坐在传感器上进行测量。计算驾驶员和乘员位 1/3 倍频程加权加速度均方根值。温湿度用 TES-1361 型温湿度仪, 固定在驾驶员和乘员胸腹部位置, 连续测量, 计算平均值。有害气体采用 Multi-RAE 型气体检测仪, 进气口固定于驾驶员和乘员的呼吸带位

置, 对驾驶员位和乘员位的一氧化碳 (CO)、二氧化氮 (NO₂)、二氧化硫 (SO₂)、硫化氢 (H₂S)、氨气 (NH₃) 进行连续测量, 计算平均值。

1.3 乘员调查问卷

自制调查问卷, 问卷包括乘员基本情况、舱内环境对作业影响程度、作业过程中是否出现失误及自觉症状情况。

舱内环境对作业影响程度调查, 要求乘员在噪声、振动、温湿度、有害气体影响程度相应 4 个等级 (小、较小、较大、大) 进行选择, 计算每个等级选择的乘员数百分比, 再对 4 个等级依序赋 1、2、3、4 分, 计算得分并进行排序, 得分越高影响程度越大。

作业过程中自觉症状调查考虑乘员“观察-判断-操作”的作业模式特点, 设计包含了影响观察的症状为视觉模糊、流泪、眼痛、听力下降、耳鸣耳痛; 影响判断的症状为头晕头痛、呼吸困难、记忆力下降、情绪烦躁、疲劳; 影响操作的症状为全身酸痛、关节疼痛、腰背疼痛、手脚麻木。

2 结果

2.1 舱内环境测量

三种车型驾驶员位和乘员位的噪声均超过 8 h 标准规定的限值 [85 dB(A)], 振动等级均为相当不舒适 (0.5~1.0 m/s²), 温湿度未见明显变化。CO、NO₂、SO₂ 未超过标准规定 (见表 1), H₂S、NH₃ 三种车型均未检出。

2.2 舱室环境对作业影响情况

结果显示, 噪声选择影响小、较小、较大、大 4 个不同等级的乘员分别占 12.2%、32.2%、35.6%、20.0%, 计算噪声的得分为 0.122+0.322×2+0.356×3+0.2×4=2.63。同样方法计算温湿度、振动、有害气体的得分分别为 2.55、2.24、2.07。

2.3 乘员作业过程中的失误及自觉症状情况

被调查的乘员中, 27 人在作业过程中出现过失误, 占被调查乘员的 30%; 接近 50% 的乘员在作业过程中出现头痛头晕、全身酸痛、视觉模糊、腰背疼痛等自觉症状 (见表 2)。

3 讨论

履带式车辆行进时舱内噪声主要来源于发动机运转、履带摩擦、通信耳机等。本次调查表明, 履带车行进时舱室内的等效 A 声级在 108.1~120.4 dB 之间, 超过了 8 h 的国家卫生限值 [85 dB (A)], 甚至超过了 0.5 h 的国家卫生限值 [97 dB (A)], 对乘员的调查也认为噪声是影响作业最大的因素。履带车的噪声频率主要为低频, 其中 200~300 Hz 强度较高^[3], 普通的无源隔声耳罩难以达到防护效果。由此可见, 履带车舱室内噪声强烈, 且防护困难, 会严重影响乘员的作

表1 三种车型舱内环境测量结果

测量项目	I型车		II型车		III型车	
	驾驶员位	乘员位	驾驶员位	乘员位	驾驶员位	乘员位
噪声 [dB(A)]	115.4	111.2	114.3	113.6	110.2	108.1
振动 (m/s^2)	0.765	0.596	0.68	0.571	0.698	0.601
温度 ($^{\circ}C$)	10.4	11.4	13.4	12.6	13.4	11.4
湿度 (%)	66.7	60.4	57.8	58.3	46.3	59.0
CO (mg/m^3)	1.6	1.5	1.3	1.3	4.5	0
NO ₂ (mg/m^3)	0.6	0.4	0.7	1.1	1.2	0.8
SO ₂ (mg/m^3)	0	0	0.1	0.1	0	0

表2 影响乘员观察、判断、操作的自觉症状情况

例数 (%)

调查人数	影响观察的症状						影响判断的症状				影响操作的症状			
	视觉模糊	流泪	眼痛	听力下降	耳鸣耳痛	头晕头痛	呼吸困难	记忆力下降	情绪烦躁	疲劳	全身酸痛	关节疼痛	腰背疼痛	手脚麻木
90	44 (48.9)	19 (21.1)	26 (28.9)	20 (22.2)	22 (24.4)	48 (53.3)	32 (35.5)	10 (11.1)	34 (37.8)	29 (32.2)	45 (50.0)	16 (17.8)	41 (45.5)	12 (13.3)

业和健康。噪声主要损害人体的听觉器官,长期接触噪声对听觉影响先是暂时性听力下降,然后是听力疲劳,最后是持久性听力损失,90~120 dB的噪声可造成不可恢复的听觉器官损害的危险。噪声对心血管系统、神经系统、视觉器官都会产生不良影响^[4,5],可导致高血压、心率异常及头痛头晕、耳鸣心悸、恶心乏力、记忆力减退等症状,还会降低对光的敏感性,甚至引起眼震颤。噪声对人的思维判断能力也会产生影响,增加运算或判断错误率^[6]。

振动主要来源于路面不平度对车体的激励。振动对人体的影响可分为全身振动和局部振动,装甲车辆乘员所受的振动主要为全身振动,通过座椅传递给乘员。GBT13441.1—2007中,振动环境中的舒适性可分为无不舒适、有点不舒适、相当不舒适、不舒适、非常不舒适和极不舒适六个等级。本次调查表明乘员的振动水平在0.5~1.0 m/s^2 之间,属于相当不舒适等级。人体对振动的响应频率在1~80 Hz之间,已有的调查表明,装甲车辆驾驶员座椅的振动频率在1~80 Hz之间都有能量分布,且低频成分丰富,乘员座椅主要分布在20~50 Hz^[7]。20 Hz以下,加速度为0.5 m/s^2 的全身振动可以引起人体的不适感,严重时引起疲劳、耳鸣、肌肉酸痛、恶心、呕吐、头晕、头痛等。20~50 Hz振动对脊柱特别是腰椎影响较大,可致腰肌酸痛,甚至椎间盘突出。人眼球自振频率与环境振动频率达到共振时可导致视力恶化和视野改变。

装甲车车内的温湿度主要受外界环境的影响,对乘员影响主要为夏季的高温。本次试验由于是在10月份进行,因此车内温湿度没有明显变化。在夏季受外界环境的高温、热辐射影响,以及车内空气对流差、空间狭小、热源多等诸多内外因素的共同作用,装甲车行驶2 h后,车内比车外温度可高8.8~9.5 $^{\circ}C$ 。在湿热地区,车内湿度可达98%以上。在这种高热刺激下,乘员很快就达到耐受极限,甚至可能发生热病,出现生理危象。对乘员的调查显示温湿度在影响作业的因素中排在第二位。

履带式装甲车辆行进时舱内有害气体主要来源于发动机

尾气泄露。本次调查表明,行进状态下CO、NO₂、SO₂、H₂S等主要有害气体浓度没有超标,乘员调查结果也表明有害气体在四个因素中影响最小。在已有的调查中,履带式装甲车辆行进中没有检出CO和SO₂,NO₂的平均浓度为0.59 mg/m^3 ^[2],还有的调查显示CO平均浓度在30~39 mg/m^3 ^[8]。综合分析履带式装甲车辆行进中有害气体的浓度与车辆本身状况、路况、行驶速度有关,但总体表现为低浓度水平。

乘员在行进作业过程中出现的自觉症状中,近50%的乘员出现了视觉模糊、头晕头痛、全身酸痛、腰背疼痛症状;30%以上的乘员出现了呼吸困难、情绪烦躁和疲劳症状;20%以上的乘员出现了流泪、眼痛、听力下降、耳鸣耳痛症状,10%以上的乘员出现记忆力下降、关节疼痛、手脚麻木症状。可见行进时的舱内环境对乘员包括观察、判断和操作的整个作业过程都会造成明显影响,30%的乘员在作业中出现了失误。一些研究表明,乘员在听力、腰椎、神经系统方面的健康也受到了危害^[9-11]。

通过本次调查分析,对履带式装甲车辆舱内环境提出以下控制改进措施:(1)对车体结构和设计进行优化,从源头控制噪声和振动的产生。(2)现行军用标准中,装甲车辆舱室内的噪声限值为113 dB(A),要求防护耳罩隔声值达到20 dB。为保障乘员的作业能力和身体健康,建议对标准限值进行修订。同时配备符合乘员头部尺寸的防噪声坦克帽。(3)设计研制抗低频振动的乘员减振座椅,阻隔振动的传递,并从人体解剖和生理匹配方面研究提高座椅的舒适性。(4)完善车辆的加工工艺,防止发动机尾气渗漏,同时关注舱内新材料应用带来的新污染。

参考文献:

- [1] 兀光波,徐小青,考希宾,等.装甲车辆舱室振动环境现状及其对乘员作业工效的影响[J].人类工效学,2015,21(1):84-86.
- [2] 赵晓龙,李代波,孙磊,等.坦克行驶训练时舱室内主要有害因

- 素的测量与分析 [J]. 第三军医大学学报, 2013, 35 (3): 189-192.
- [3] 郝向阳, 杨邵勃, 郭红霞, 等. 坦克舱室环境对乘员生理负荷影响的调查 [J]. 人民军医, 2005, 48 (7): 373-375.
- [4] 宋宇, 张贤玉, 杨敬荣, 等. 噪声对作业人员神经和心血管系统的影响 [J]. 职业与健康, 2007, 23 (15): 1281-1283.
- [5] 戴泽礼, 陆燕娜, 徐雯. 噪声暴露对作业工人高血压患病率的影响 [J]. 浙江预防医学, 2016, 28 (2): 183-185.
- [6] 朱艺婷, 翟国庆, 高婷婷, 等. 低频环境噪声对思维判断能力的干扰影响 [J]. 环境科学, 2008, 29 (4): 1143-1147.
- [7] 吴铭权, 陈宇浩, 姚治中, 等. 坦克振动的测试与评价 [J]. 解

- 放军预防医学杂志, 2006, 24 (2): 81-84.
- [8] 刘黎阳, 刘晓峰, 孔庆平, 等. 一氧化碳对装甲车乘员神经行为功能的影响 [J]. 职业与健康, 2008, 24 (7): 613-615.
- [9] 严旭坤, 戴朴, 薛希均, 等. 坦克兵听力损失情况调查 [J]. 人民军医, 2008, 51 (4): 202-204.
- [10] 高克阳, 徐英杰, 毛秀祥. 解放军某部队坦克乘员腰骶痛患病情况及其影响因素分析 [J]. 预防医学论坛, 2007, 13 (9): 791-793.
- [11] 李代波, 孙磊, 王涛, 等. 坦克舱室有害因素对乘员神经行为能力的影响 [J]. 第三军医大学学报, 2013, 35 (3): 205-208.

BRIEF 和 PLIBEL 方法在评价空中交通管制员骨骼肌肉疾患中的应用

Application of BRIEF and PLIBEL in evaluation on WMSDs among air traffic controllers of civil aviation

唐历华¹, 王忠旭², 张蔚², 曹扬³, 许弘佳⁴

(1. 中国民航管理干部学院, 北京 100102; 2. 中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所, 北京 100050; 3. 北京大学劳动卫生与环境卫生学系, 北京 100191; 4. 华北理工大学研究生院, 河北 唐山 063000)

摘要: 应用 BRIEF 和 PLIBEL 方法, 对某空管局 489 名健康空中交通管制员的作业姿势、力量、持续时间和动作频率以及 17 个相关工效学问题进行现场调查与观察。结果显示, 空中交通管制员以颈部工作相关肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 发生风险最高, 其次为背、肩、手腕和右拇指, 工效学因素主要来自长期无支撑坐姿颈部、背部前屈、重复性高频率拇指按压动作。不同作业发生风险略有差异, 区域空中交通管制员和进近空中交通管制员 WMSDs 发生风险较高; 塔台空中交通管制员活动范围略大, 由精力集中导致的僵硬动作少, WMSDs 发生风险较低。空中交通管制员和用人单位应加强对上述工效学危险因素的管理与控制, 以预防 WMSDs。

关键词: 工作相关肌肉骨骼疾患 (WMSDs); 工效学; 空中交通管制员

中图分类号: R68 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2017)03-0196-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zgggyx.2017.03.013

空中交通管制员 (air traffic controller, ATC) 承担着对航空器的空中活动的管理和控制任务, 在其职业活动中, 责任大、制约因素多、瞬间变化突然、专业技术特殊、工作程序即兴性强, 所承受的紧张程度较高, 属于高紧张职业^[1]。空中交通管制员工作时, 除精神极度紧张外, 身体常处于精力高度集中、动作姿势固定等状态, 其局部肌肉骨骼疾患 (WMSDs) 是这一群体不容忽视的重要因素。最常见的

WMSDs 是颈部, 其次为下背部、肩部、右腕部和右拇指。针对该人群如何评估 WMSDs 相关危险因素罕见报道。本文采用美国工效学基本因素检查表 (BRIEF) 与瑞典工效学因素识别表 (PLIBEL)^[2,3] 两种方法对国内某空管局空中交通管制员可能接触的不良工效学因素进行识别与评估, 为预防该人群 WMSDs 提供科学依据。

1 内容与方

1.1 对象

在某空管局 926 名空中交通管制员中随机抽取 489 名健康人员作为研究对象。观察的重点人群包括塔台空中交通管制员 (128 人)、进近空中交通管制员 (189 人) 和区域交通管制员 (172 人)。排除条件: 既往外伤与肌肉骨骼损伤相关病史。

1.2 内容

本文采用 BRIEF 和 PLIBEL 两种方法对上述 489 名身体健康的空中交通管制员的作业活动进行现场检查。BRIEF 检查内容包括身体上肢的左右手腕、手肘、肩和躯干、颈、背、腿 6 个部位动作活动的姿势、力量、持续时间和动作频率 4 项指标。PLIBEL 检查内容包括身体颈肩上背、肘及前臂和手、足、膝、臀部、下背部位涉及姿势、活动和和使用工具、组织和环境因素等 17 个方面问题。BRIEF 和 PLIBEL 两种检查表见文献 [4]。

1.3 方法

BRIEF 检查表是对身体上肢的左右手腕、手肘、肩和躯干的颈、背、腿 6 个部位的姿势、力量、持续时间和动作频率 4 项指标进行整体调查和观测, 以计分大小判断风险, 每个部位共 4 项指标, 每项记 1 分, 最高记 4 分。4 项指标中的姿势和力量两个分项指标在不同部位会有多项调查内容, 只

收稿日期: 2017-03-09

基金项目: “十二五”科技支撑项目 (编号: 2014BAI12B03)

作者简介: 唐历华 (1976—), 女, 副研究员, 从事医学和安全工作。

通信作者: 唐历华, 副研究员, E-mail: 1026827912@qq.com。