

受限空间噪声对人体的生理影响模拟实验

游波^{1,2*}, 施式亮¹, 刘何清^{1,2}, 李润求¹, 钱盛¹

(1. 湖南科技大学 资源环境与安全工程学院, 湖南 湘潭 411201;

2. 湖南科技大学 煤矿安全开采技术湖南省重点实验室, 湖南 湘潭 411201)

摘要: 为了探索噪声对人体生理影响的定量关系, 分析了噪声的来源和对人体的危害. 根据人体的安全生理特征, 选取合适的人体生理响应指标. 基于受限空间噪声环境模拟试验平台, 物理模拟可调控的受限空间噪声环境, 开展受限空间噪声对人体生理影响规律的探索性试验; 利用噪声影响试验结果构建多元线性回归预测模型, 对人体生理响应指标与噪声环境之间的关系进行相关定量分析. 试验结果表明噪声对人体的血压、心率、呼吸率的影响程度都比较大, 且对心率和呼吸率的影响更具有规律性, 确定相关的影响程度的预测模型, 为改善恶劣作业环境和制定相关职业健康行业标准提供了科学依据.

关键词: 噪声; 人工环境; 人体生理指标; 线性回归; 职业健康

中图分类号: X966 文献标志码: A 文章编号: 1672-9102(2018)02-0056-05

Simulated Experimental Study of Noise Over Human Being's Physiology in the Confined Space

You Bo^{1,2}, Shi Shiliang¹, Liu Heqing^{1,2}, Li Runqiu¹, Qian Sheng¹

(1. School of Resources, Environment and Safety Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;

2. Hunan Provincial Key Lab of Coal Safety Mining Technology, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: In order to study the harm that the noise has done to human being's physiology, this paper analyzes the sources of the noise and what harm it has done to human being. In light of the features of human being's secure physiology, this paper selects the appropriate physiology response index of human being. Based on the simulated experimental platform of the confined space's noise environment, and the simulated physics and the controllable noise environment in the confined space, this paper also makes the exploratory experiment to discuss the laws that the confined space's noise influences over human being's physiology. In addition, it uses the experimental results mentioned above to build the prediction model of multiple linear regression and quantitatively analyze the relation between the physiology response index of human being and the noise environment. Results show that the noise has a great influence over human being's blood pressure and heart rate. Furthermore, it has a regulatory impact over people's heart rate and respiratory rate. The prediction model that defines the degrees of relevant influence has provided scientific grounds for improving the poor working environment and formulating the industry standards of occupational health.

Keywords: noise; artificial environment; human being's physiological index; linear regression; occupational health

从物理学来说, 噪声就是各种不同声强和频率的声音的无规律的杂乱组合^[1]. 从生理学来讲, 只要是

收稿日期: 2018-03-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51704110; 51774135; 51474105)

* 通信作者, E-mail: 494907336@qq.com

让人感到烦躁的、不需要的声音都可以叫噪声.对噪声的感受也会因为个人的感觉、习惯等而不同,因此噪声属于主观感受.根据这种情况国家在制定噪声的标准时,对于睡眠、交流、思索等各种情况也制定了各种各样不相同的规定.会影响工作、学习、休歇、交流或思索的环境声音都定义为噪声.

噪声的强度大小随噪声源的特点、数量、分布和防护情况以及时间和地点的不同而有所差异^[2-7].人体长期暴露在噪声环境下对人的听觉、心脑血管、消化系统、神经功能系统等均会造成不同程度的损害^[8-13].因此很多学者对噪声对人体健康的影响展开了大量的调查^[14,15].巨天珍、温飞^[16]等对居住在交通干线两旁的居民进行了调查分析,发现有 84% 的样本居民都遭到不同程度的噪声危害,其严重危害为 16.5%,中度危害为 46%,轻度危害为 21.5%.姜方平、朱晓俊^[17]等选择某工厂的 490 名接触噪声的员工为调查对象,选择同工厂不接触噪声的 231 名员工为对照组,对其各项生理指标进行对比分析.接触噪声作业的员工听力异常检出率、高血压患病率和心电图异常检出率均比对照组高出很多,接触组高血压患病率为 5.04%,心电图异常检出率为 2.65%.

1 受限空间噪声环境模拟实验装备设计

实验装备设计为可开启和密封的舱体,长 8.2 m,宽 2.5 m,高 2.2 m,四面设有观察窗.该舱体使用大型机械手埋弧自动焊接,结构坚固.舱体舱门采用军工潜艇舱门密封技术,使其密封可靠,能够形成高压或负压空间,并能有效与外界隔离,舱门内外均能开启,且开启灵活,便于人员进出.

噪声对人体生理危害模拟实验系统的主要功能是创造一个噪声环境,由波形发生器、功率放大器以及噪声仪组成.噪音文件选用煲耳机的声音,噪音的调节范围为 0~120 dB.本实验的另一个主要系统则是多参数生理测试系统,该仪器可以准确测定受训员各项生理指标的变化情况.受限空间噪声环境模拟实验装备与生理参数测试仪见图 1.



图 1 受限空间噪声环境模拟实验舱与生理参数测试仪

2 噪声对人体的生理影响模拟实验

2.1 人体生理响应评价指标

当人在噪声环境时,人体会产生一系列的相关生理反应,例如血压升高、心跳加速、呼吸急促.选取合理的实验测试指标,对实验结果的准确性非常关键.

血压:人体血压包括收缩压、舒张压和平均压.我国成人在安静状态时的收缩压的正常范围为 100~120 mmHg,舒张压为 60~80 mmHg.噪声可以使血管的收缩反应增强,从而导致血压升高^[11].

心率:我国成人在安静状态下,心率正常范围为 60~100 次/min,个体之间的差异明显.当人体在噪声环境中时,人体血液循环系统会提高循环速度来加大血流量,而由此会给心脏添加额外的负担,因此造成人体的心跳速度加快.

呼吸率:呼吸是指机体与外界环境之间的气体交换过程.人体在安静状态下正常的呼吸率的范围

为12~18次/min.

2.2 试验过程

2.2.1 实验条件

在受限空间噪声环境模拟实验室内中进行噪声对人体生理影响的模拟实验,以噪声为环境研究对象将噪声参数设置为5个不同水平值,分别为55,65,75,85,95 dB.其中55 dB为正常环境下的噪声声级.由于本文主要是研究噪声对人体生理指标的单独影响,为了避免受限空间内其他环境因素对实验结果产生干扰,故将其他各环境条件控制在人体正常舒适范围.因此在整个实验进行过程中将试验舱内的温度控制在25℃,湿度控制在50%,风速0.25 m/s.

2.2.2 试验对象

选取的样本人员都是在校大学生,均是体质较好且无任何病史的人员,样本容量为30人.生理各项指标都在正常范围之内,平时经常进行体育运动的人员,年龄在21~30岁,身高在170~180 cm,体重在55~75 kg,受训人员的收缩压在100~120 mmHg,舒张压为60~80 mmHg,心率在60~100次/min,呼吸率在12~18次/min.在实验进行前保证实验人员良好的饮食状态和睡眠规律,做实验进行过程中实验人员尽量穿着统一宽松的服饰.

2.2.3 实验步骤

1) 在人工环境模拟实验舱内进行环境条件仿真模拟,将舱内的噪声值设置到设计值,保持各仪器设备的正常运行.

2) 试验人员调节噪声到相关级别要求,样本测试人员坐姿放松、保持清醒闭目,并在相应的噪声环境中适应一段时间,待试验人员的生理指标值达到稳定状态时,测量记录相应的血压、心率、呼吸率的生理数据.

3) 进行完一次测试之后,受训人员进行适当的放松调整后,再继续开展下一个噪声环境级别的试验测试,直到5次测试全部完成.

3 试验结果

3.1 试验数据统计

在噪声对人体生理危害模拟实验中,为了避免试验人员的个体差异对结果造成影响,对30名受训人员的生理指标测试数据,进行了取平均值处理,最终得到模拟实验综合结果,如表1所示.

表1 噪声影响试验结果

噪声/dB	收缩压/mmHg	舒张压/mmHg	平均压/mmHg	心率/(次/min)	呼吸率/(次/min)
55	114	71	68	68	15
65	120	74	72	81	18
75	123	78	75	88	21
85	121	79	77	89	24
95	128	80	80	92	26

3.2 试验数据分析

通过噪声对人体的生理危害模拟实验中,人体生理指标随噪声声级发生不同的变化规律.若以人体生理指标为因变量,噪声为自变量,人体各生理指标在不同噪声环境中的变化规律如图2~图6所示.

从图中可以分析出噪声对各人体生理响应指标的影响趋势.收缩压的上升趋势在75 dB到85 dB时有一个短暂的下降之后又再度上升且上升的趋势更加明显,总体来说噪声对人体收缩压的影响还是比较明显的尤其是在85 dB以后.当人体暴露在噪声环境时舒张压产生了明显的升高,但是当噪声达75 dB时,舒张压的上升速度明显减小.当噪声达到75 dB以上时对人的舒张压影响没有那么明显了.平均压则基本上呈线性增长,可以很直观的看出人体平均压随着噪声声级的升高而逐渐增大.人体暴露在噪声环境中,

噪声对人体心率的影响很明显,随着实验的进行,当噪声分贝数升高时,心率值也不断增加,而且增加的速率基本保持一致,当噪声达到 75 dB 时相对来说增加的速率减缓了一点,但是总的来说噪声对心率的影响还是很明显的.整个过程噪声使得心率值上升了 20 次/min 左右.人体在噪声环境中进行噪声对人体呼吸的影响测试时,呼吸率基本上呈线性上升的当噪声分贝数升高时,心率值也不断增加,而且增加的速率基本保持一致.

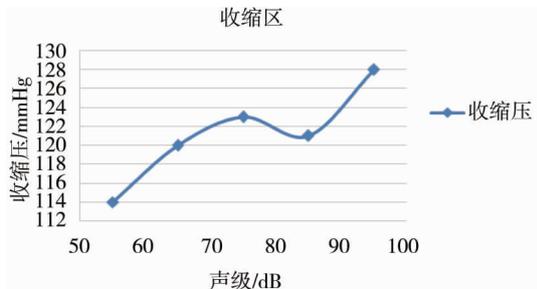


图 2 噪声对人体收缩压的影响

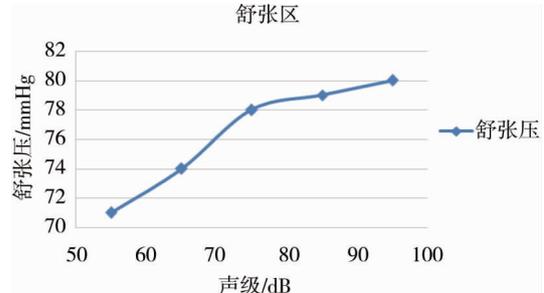


图 3 噪声对人体舒张压的影响

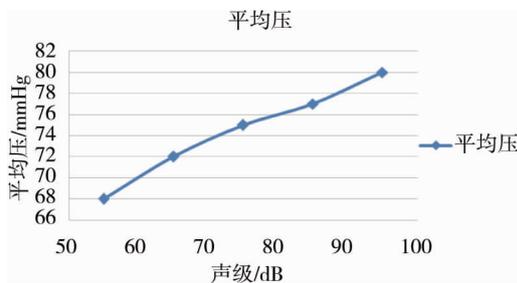


图 4 噪声对人体平均压的影响

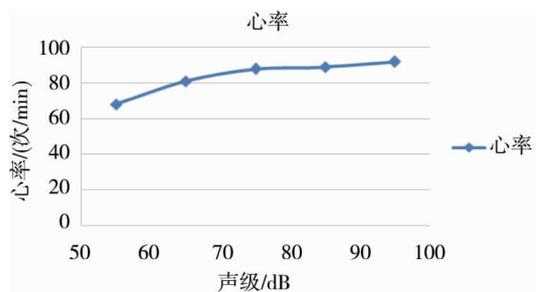


图 5 噪声对人体心率的影响

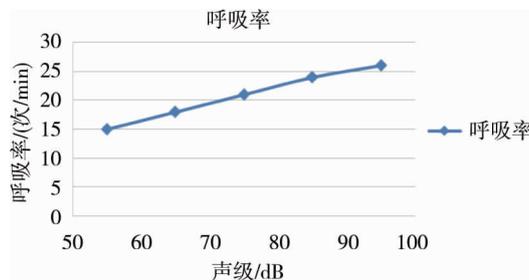


图 6 噪声对人体呼吸率的影响

根据噪声对人体的生理危害模拟实验中,30 个受训人员各项生理指标与噪声环境的关系,建立多元线性回归模型,来分析噪声对人体生理指标之间的定量影响,并进行线性回归分析.其回归预测方程如表 2 所示.

表 2 回归预测方程

生理指标	回归方程	R^2
收缩压	$y = -0.002 1x^2 + 0.611 4x + 87.825$	$R^2 = 0.831$
舒张压	$y = -0.005x^2 + 0.98x + 32.025$	$R^2 = 0.982$
平均压	$y = 0.29x + 52.65$	$R^2 = 0.987 1$
心率	$y = 0.56x + 41.6$	$R^2 = 0.849 4$
呼吸率	$y = 0.28x - 0.2$	$R^2 = 0.994 9$

表中 x 表示噪声分贝值, R^2 为相关系数,表示模拟的准确度.

回归预测方程可以准确反映人体各生理指标与噪声环境之间的定量关系,平均压、心率和呼吸率都与噪声呈很好的一次线性关系,收缩压和平均压与噪声声级呈二次方关系.相应的变量系数即表示各指标值

随噪声分贝值变化速率的大小,正系数表示成正比关系,负系数表示成负关系.从预测方程可知,平均压、心率和呼吸率都随着噪声声级的升高呈增加趋势,而收缩压和舒张压呈现出一定的波动情况.由系数的大小可知,噪声对舒张压、平均压、心率、呼吸率的影响较大对收缩压影响较小.

4 结论

1)随着噪声强度的增大,人体血压、心率和呼吸率值都会增加;而在影响程度方面,人体舒张压、平均压、心率、呼吸率变化幅度较大,而收缩压的变化幅度相对较小.

2)噪声对于人体的各项生理指标的影响相对来说还是很明显的,随着噪声分贝的上升各项指标都呈现出上升的趋势.可以很明显的看出噪声对于人体确实是有影响的,即使是暴露在噪声环境中并不算很长的情况下,因此也可以推断出噪声对于人体的心血管系统和呼吸系统是会造成危害的.噪声对于人体的危害是显而易见的,因此相关部门很有必要制定相关的措施来制止噪声污染,无论是生活噪声、交通噪声还是工业噪声.出于对人的保护必须减少噪声污染的危害.

3)由于实验条件及其他客观条件的限制,在进行实验时,由于人数众多,并不能保证每个人在噪声环境下处于相同的状态,导致实验有所偏差,因此在以后的实验研究中,应尽量克服外部因素的干扰,保证实验的准确可靠性.

参考文献:

- [1] 吴九汇.噪声分析与控制[M].西安:西安交通大学出版社,2012:8-17.
- [2] 曲长宏,庞宏.浅谈噪声对人体的危害[J].黑龙江环境通报,2003,27(2):22-23.
- [3] Roulet C A. Indoor Environment Quality in Buildings and its Impact On Outdoor Environment [J]. Energy and Buildings, 2001, 33:183-191.
- [4] Colleen G, Donald H, Richard R. Noise-induced hearing loss: Scientific Advances [M]. New York, : Springer, 2012: 297-303.
- [5] 王娇琳.环境噪声应激对人体生理心理影响的实验室研究[D].重庆:重庆大学, 2006.
- [6] Hwang B F, Chang T Y, Cheng K Y. Gene-environment inter-action between angiotensinogen and chronic exposure to occupational noise contribute to hypertension[J].Occup Environ Med,2012,69(4):236-242.
- [7] 陈端石,关元洪.噪声主动控制研究的发展与动向[J].应用声学, 2001, 20(4):1-5.
- [8] 张建南,王登峰,常振臣,等.基于神经网络方法的车内噪声自适应主动控制[J].汽车技术,2003(10):1-3.
- [9] Roulet C A. Indoor Environment Quality in Buildings and its Impact On Outdoor Environment[J].Energy and Buildings,2001, 33:183-191.
- [10] Wu C, You B, Li Z J, et al. Development of an artificial intelligence system for simulating working environment of deep underground mines [C]//International Conference on Industrial Engineering and Management. China, Shanghai: 2013, 9: 43-50.
- [11] Babisch W. Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise [J]. Noise Health, 2003, 5(18):1-11.
- [12] 赖丽丽,郑倩玲,蔡品,等.职业性噪声聋患者心理健康与应对方式关联研究[J].中国职业医学,2014,41(3): 310-314.
- [13] 彭仁和,董吉良.煤矿井下作业人员噪声危害调查[J].中国职业医学,2005,32(5):72-73.
- [14] 刘付东,许晓庆,赵立娜.噪声对盐城某汽车制造企业工人血脂水平的影响[J].职业与健康,2014,30(5):608-612.
- [15] 陆必清,朱林平,黄剑兰.某炼钢厂不同强度噪声对工人健康影响的调查[J].中国工业医学杂志,2011,24(1):51-53.
- [16] 巨天珍,温飞.兰州市交通噪声污染与人体健康的分析[J].中国安全科学学报, 2005,15(3):69-73.
- [17] 姜方平,朱晓俊,谢石,等.噪声暴露对造纸作业工人健康影响的调查分析[J].上海预防医学杂志, 2005,17(2): 61-63.