



噪声对人的影响(III)—— 噪声对非听觉系统的效应

沈 噪

(中国科学院声学研究所)

1990年8月30日收到

通常认为,连续暴露在日常生活的噪声中,除了引起听觉接收系统的直接损伤以外,可能还是造成健康损害的生理紧张的原因。一些理论工作者认为,这些影响中的一些是起因于无法防止的对噪声的先天性反射反应。另一种理论则认为,对噪声的非适应性反射反应并不足以引起健康损害,噪声暴露对健康损害可能不是那些反应的直接结果,而是声音导致的情绪波动所引起的,即是一种间接影响。但是,由于噪声能够中断和妨碍听语言和其它听觉信号的有关行为,中断睡眠,引起不愉快的房屋结构振动,同时吵闹的声音还会引起恐惧感觉,因而噪声会引起生理紧张。被噪声唤醒的这种感情上的生理紧张反应,是在吵闹的工业和住宅环境中引起某些精神的和物理的健康问题的原因。关于噪声对完成工作影响的一些研究试图说明,听觉神经系统被声音过度刺激,会外流入部分非听觉神经系统的过刺激,从而损害人们的健康。最近的研究结果则不支持这种解释。此外,提出神经脉冲能从灵敏的接收器(例如人耳)来刺激不灵敏的非听觉系统(神经或其它),在生物学上也是不合理的。噪声能够导致人体非听觉生理系统伤害的程度,对估计噪声控制的要求是极端重要的,但这类研究很复杂并且是有争议的。

一、噪声引起的紧张生理反应

对于非听觉系统对突发噪声的反应已经进行了大量研究,这些综合反应称为“惊吓-警觉-提醒”反应。这种反应的大小取决于噪声开始的突然性和它的强度以及有机体休眠的状态。但这些反应不能代表任何过度的紧张或威胁健康的现象,一部分原因是这些反应很快就适应或习惯,另一部分原因是,同日常生活中正常的自主系统平衡运行期间人类机体中观察到的生理条件或状况的范围相比,这些反应所导致的生理变化,其幅度相当小。例如,当噪声持续5秒时心率最大变化为每分11次,而噪声引起的这种变化仅每分1—2次。噪声与重要的生理紧张反应的任何联系,是由于噪声把情绪引起的信息传给了人,或者是由于噪声对要感知的非听觉信号以及睡眠或休息活动的干扰引起了情绪反应。概括起来,非听觉系统对噪声的反应有三种类型:(1)以对声音或噪声意义的认识为基础的,或以噪声对睡眠、休息和听觉通信的干扰为基础的,非听觉系统紧张反应,其反应的程度受个体的态度和理解的控制,同时也受到个体在声音或噪声出现时所从事活动的控制,这些紧张反应的足够重复,很可能对

心理和生理健康带来有害的影响。(2) 声学环境中强度的突然变化引起的惊吓-警觉-提醒或很可能是紧张的反应。对于突发性, 常常随着声音的重复出现而适应, 所以由于噪声而引起的紧张反应不应该扩展。(3) 随着噪声的暴露, 部分非听觉系统会出现短暂的反应(例如, 末梢血管的收缩), 但不构成非听觉系统紧张的条件。

二、感觉噪度

感觉噪度(简称为噪度)定义为, 对一种不会诱发痛苦和恐惧的声音在主观上感觉到不需

要的程度或烦扰的程度。通常人们相信声音越响就越不能容忍。一般说来这是正确的, 但不能由此得出结论; 从测得的声音物理量就可以判断主观噪度。声音的时域特性也会影响它的噪度。非需要声音的持续时间加长, 会增加感觉到的不需要程度, 即噪度。在日常生活中的经历的对噪声烦扰的绝对量, 显然只能是在社会中从物理和心理测试来回答的经验问题。对一些主要环境噪声的测试结果将在下一节中给出。

噪声通常定义为不需要的声音, 但是有两类“不需要的”感觉。第一类是噪声的信息使听众引起不愉快的感觉。由于各人过去的经历不

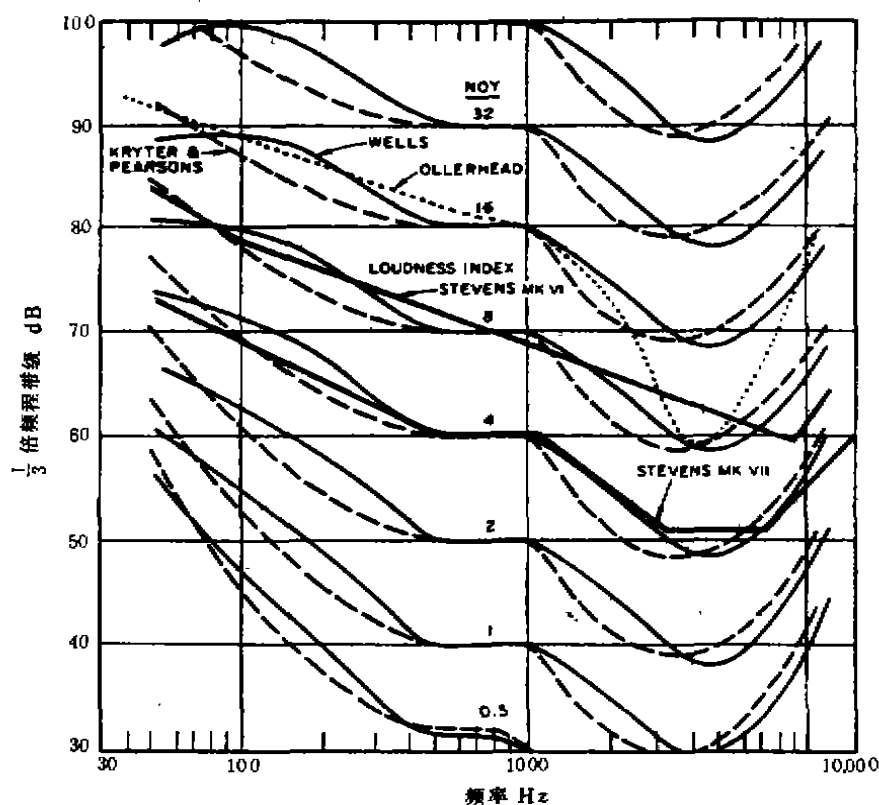


图1 由克里特(Kryter)皮尔逊(Pearsons), 威尔(Wells), 奥尔赫德(Ollerhead)求出的等噪度曲线, 以及响度指数, Mark VI 和 Mark VII 曲线。

同, 噪声信息强烈地影响着不需要的感觉, 但它不能定量联系到声音的物理特性, 因此不属于感觉噪度的概念。第二类非需要声音的干扰

是由于声音本质的物理特性, 而不是噪声的意义所引起的。心理判断试验已经表明, 人们对它始终能很好地判断为不需要、不愉快、有烦恼

和讨厌等。关于噪度概念假设对于一已知声源所产生噪声的绝对噪度或不愉快感觉,在人们中间可能稍有不同,会随着频率分量,持续时间和频谱复杂性而变化,但对各个人感觉的噪度具有类似的相对效应。直接与噪度有关的声波可测量特性有:频谱,声级,频谱复杂性,声音持续时间,非脉冲声声级增加到极大声级之前的持续时间和在 1s 时间间隔内的脉冲声级的增加。

克里特^[1]建议噪度的主观单位为纳(noy),以与响度单位宋类比。PNdB 是新创造的作为感觉噪声级的单位,类比于响度的方。声音增加 10PNdB 等效于它的纳数加倍。由斯蒂芬斯提出的响度级的频带计算方法也适用于计算 PNdB。感觉噪度和感觉噪声级是很重要的主观量,而 PNdB 仅是与主观量有关的物理测量值的单位,但它能有效地用来预测感觉噪度。随后进一步求得了等噪度曲线^[2],如图 1 所示。此外威尔用 1/3 倍频程和倍频程带宽求出类似等噪度曲线。斯蒂芬斯从公布的响度和噪度曲线搜集了等响曲线族和等噪曲线族,称为 Mark VII 感觉级曲线;奥勒赫特求出了扩散场内声音的噪度,它们的总形状是类似的。

三、噪声对脑力工作的影响

在实验室内对人的研究表明,在日常生活和工作条件下,长期的噪声暴露是引起心血管疾病的危险因素。对于噪声的影响,血液和尿的样品提示出,血细胞和荷尔蒙,特别是皮质类固醇的明显增加,能够表明自主系统的紧张反应。

关于噪声对非听觉性工作的影响已经获得的主要结论是:(1)噪声对任何包含听觉工作的执行都是有害的,(2)噪声对不包含听觉工作的执行是有利的,因为它能引起某些心理觉醒或者防止由掩蔽引起对干扰声音的感觉,(3)由于工人对噪声有意或无意地控制其内容的心理影响,噪声能够对工作的执行产生不利影响,应该指出,在这领域内有一些研究,假设噪声

对人具有某些固有的厌恶心理或非听觉系统的生理效应,它与噪声具有的任何意义无关。这种假设至少对实用目的来说可能是不对的。某些研究和理论认为,噪声暴露会降低对一些不可解的难题的执行,那是由于感觉到“没有希望”去控制不愉快的噪声环境引起的。这种解释意味着噪声本质上是使心理不愉快。已经可以证明,噪声能量本质上是使不愉快的根源,当然对于突然的强噪声的不愉快程度本质上是来自它的突然性,而不是它的强度。

噪声对非听觉脑力工作影响的研究基于下述观点。噪声可导致广泛的生理激发,由于噪声的响度在心理上产生厌恶感,噪声约束了与非听觉智力机能(例如,认识力、注意力和时间判断等)有关的神经机能。一些实验研究的例子如下:(1)随着噪声强度的增加,产生了激发作用和提高工作成绩,但当噪声超过某个强度级时,激发会降低工作成绩,(2)心理上对噪声固有的厌恶感导致了焦虑不安,学习无用或精神不振,使工作成绩下降并产生有害的副作用,(3)噪声导致了能降低工作成绩的知觉毛病、狭窄的注意力或信息过载。因此可以认为,噪声对非听觉脑力工作的完成可能会有积极作用,也可能没有作用,或者有消极作用。

四、噪声对睡眠的影响

噪声对睡眠影响的研究采用下述三种测量方法:(1)当受试者被惊醒时要求按一下开关,(2)由脑电图得到的脑电活动状态显示出受试者睡眠的程度,(3)要求受试者估计存在噪声时睡眠的情况。从受试者处于睡眠和唤醒状态时对噪声的自主系统反应的多种研究中,可得到下述结论。当受试者处于清醒状态而不是睡眠状态时,对声环境的突然改变存在一种警戒形式的反射反应,并且会形成习惯。不管受试者是处于清醒状态还是睡眠状态,血管收缩反射反应可能与引起听力反应的噪声有关并且不形成习惯性。

一般说来,睡在熟悉的环境中比睡在有陌生声音的陌生环境中要睡得好,而且当人们在睡眠时很容易被某种特定的声音(例如自己的名字)唤醒而忽略其它声音。实验室试验表明,老年人比年轻人要更加敏感,尤其是对行为的唤醒。男人和女人对噪声唤醒的灵敏度几乎是一样的。但是噪声也能诱发睡眠。例如一个宽带、稳定背景噪声可以掩蔽间断噪声的骚扰。有人认为声音可以诱发睡眠,不仅因为它可以阻止其它的干扰,而且可以作为一种集中注意力于单调的、催眠的行为。有文献报导,320—

350Hz 的纯音可以平静啼哭的婴儿并且哄他们入睡,市场上也曾出售过一些能产生具有镇静作用的声音来诱发睡眠的器件。对于在家中睡眠的研究表明,处在安静环境中人比处在噪声环境中具有更多的时间处于“有用”睡眠状态,而有较少的时间处于“无用”睡眠状态。

一些研究工作发现,飞机噪声的A计数 L_{eq} 值对睡眠的干扰关系最密切。当夜间飞机噪声级为 $65L_{eq}$ 时就能干扰人们的睡眠。飞机噪声 L_{eq} 达 70dBA 时将使人们难以入睡。交通噪声对睡眠的干扰和飞机噪声不同,可以认

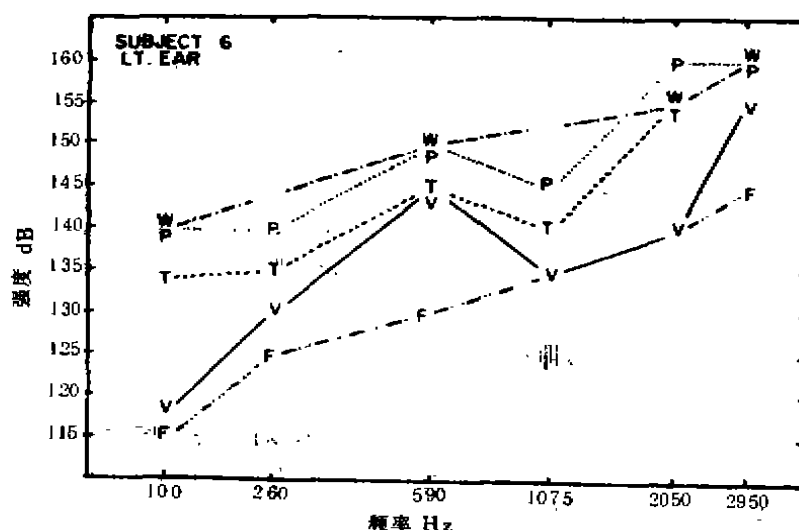


图2 噪声作用下的振动、触觉、痒觉、痛觉和热觉的阈值曲线

为,不同稳态噪声级有同样的唤醒率,但对瞬态噪声,不同噪声级的结果是有差异的,在相同 L_A 噪声级时,瞬态噪声造成的唤醒几率要小得多。

五、噪声对其它感官和器官的反应

噪声对痛觉、前庭系统、视觉和热觉等的影响简述如下。关于痛觉,实验表明一定剂量的噪声可减少疼痛,曾经试验过让牙病患者通过耳机去听立体声音乐或窄带随机噪声来抑制牙

疼。有文献报导在外科手术和疾病状态下用噪声成功地对疼痛抑制。听声音去痛的现象可以这样解释。如果将注意力集中到听音乐或噪声上,就会把注意力从疼痛转移开去。通常除非病人烦躁不安,是不太会感到疼痛的,音乐和噪声可使病人得到放松并且减少烦躁情绪。前庭系统和耳蜗相连,它具有保持身体平衡和辨别空间方位的功能,当暴露于噪声时可能会失去平衡感觉,从而感到头晕、眼球震颤,在极限条件下会呕吐。实验报导,暴露于超过 140dB 的飞机噪声,人们会感到平衡系统受干扰,较弱

的声音对前庭系统的骨骼有一定的损害。噪声一直被认为可以影响视觉敏锐性、视野、色觉和临界闪烁频率。最后一种现象是指当频率改变时视野亮度的改变将变得模糊。

一般认为强的低频声和次声对人具有不利的影响,除了前庭系统可能受刺激和耳朵疼痛外,低频声可以在身体的胸腔、喉咙,鼻腔内引起共振。但由于空气声和人体阻抗不匹配,声能量对身体的影响较小,这和噪声对人耳的影响不同。声级低于 125dB 不存在任何非听力效应。在更高的声级上视觉敏锐度衰减。一些前庭系统反应和胸腔、鼻、喉咙反应都会发生。暴露于 105—110dBA 连续噪声,136dBA 的脉冲噪声和安静环境下的实验表明,在触觉、热觉或前庭功能试验中发现相对于安静环境没有影响。一些视觉功能的测试表明有噪声引起的效应,但它不能在重复试验中完全重复。图 2 示由聋人暴露在强噪声中引起的非听觉阈值曲线,V 是振动,F 是触觉,T 是痒觉,P 是痛觉,W 是热觉。

六、噪声对健康的影响

日常生活中的某些噪声事件可以引起自主神经系统中的紧张反应而诱发身心方面的疾病。已经表明,一些社会紧张因素产生的心理刺激可以引起儿茶酚胺或皮质甾紧张反应,进而又引起各种二级生理变化,这是诱发多种疾病的很大的危险因素。例如,心率增加,血压升高,外周阻力增加,脂肪代谢增加,葡萄糖耐量降低,心肌吸氧减弱,心律失常,胃肠功能障碍以及对组织免疫系统的影响等。噪声暴露引起的紧张,是否主要由于噪声间接的心理作用,而不是由于直接的“过刺激”作用,这是研究环境噪声影响健康的因果作用的主要问题。如果是间接的心理作用,而且这些心理因素能加以控制,那么工作中不干扰交谈的噪声不会在人们的非听觉系统中诱发疾病。

1. 对工人健康的影响

暴露在很高的工业噪声中的工人,得高血

压(或其它非听觉系统疾病)比例较高的结论不是经常能有的。当有这种情况时,工人的病多半应归因于与日常工作环境和噪声源致伤危险有关的心理因素,而不应归因于噪声暴露本身。工人在噪声中长时间暴露的影响主要涉及心电图,高血压病,异常心脏症状。研究结果表明,工作在强噪声中的人比工作在低噪声中的人,高血压或心电图异常的发病率较高。例如在高于 95dBA 噪声中工作的纺织厂工人,其高血压发病率增加。当然应该指出,除噪声以外纺织厂中的生理刺激因素还包括棉尘,高温和高湿以及其它不利的环境因素。

噪声对心血管影响之间可能有的因果关系,现有资料还不够一致,对从比较安静到 115—125dB 范围内的噪声级,高血压发病率与噪声级的关系是无规律的。此外,噪声性听力损失与高血压之间没有相关性。十分明显,工业噪声经过多年作用足以引起显著的噪声性听力损失,但这并不表示,工人将会表现出反映某种异常紧张因素的任何血压症状或别的心血管血清症状。但是强噪声下工人的心血管病,胃溃疡病或其它与自主系统有关的疾病的发病率是较高的。

2. 对居民健康的影响

在暴露于噪声的居民中发现,对于安全的担忧,对休息和睡眠的惊扰都属于噪声使人产生激动和烦恼感觉的有害作用。而且激动可进一步引起自主系统的紧张反应。预测日常生活中噪声对健康的有害作用时应该考虑习惯作用。人们对多次重复的噪声表现出完全习惯作用。但噪声对交谈和睡眠的某些干扰作用可能没有习惯问题。对于因噪声导致房屋振动而感到烦扰,或对于噪声源的安全的关注也无习惯作用。到目前为止所做的研究工作表明,居民小区中 $L_{dn} \approx 65$ dB 或更高的飞机噪声会使心理和生理疾病的人数增加,某些药品的需求量和看病的人数增加,孕妊期较短、出生体重较轻的女婴发生率增加,成人中要求到精神病医院求诊的人数增加。看来这些影响是由于噪声对正常

(下转第 47 页)

三、四通道用 30° 探头能发现 100mm 处 $\phi 1.5$ mm 平底孔。在衰减器不小于 20dB 时,第五通道用 0° 探头能发现 5 mm 水平裂纹。3. 水平线性误差: 不大于 2%。4. 衰减误差: 每变化 20dB, 不超过 1dB。5. 数字显示精度: 为显示数字的 $1\% \pm 1$ 。6. 外形尺寸:

660mm $\times$ 330mm $\times$ 810mm, 翻板翻下时, 长度增至 1000mm。7. 使用环境: $-30^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 。8. 重量: 37 kg。9. 探头频率: 2MHz。

(高 玉)

CS-100 型回声测深仪通过鉴定

船舶总公司第七研究院七二六研究所开发的多功能、高精度、全国产化的 CS-100 型回声测深仪, 于 1990 年 12 月 17—19 日由船舶总公司第七研究院主持了鉴定。来自全国有关的科研、使用等 27 个单位的 50 多名专家和技术人员代表参加了鉴定会。

CS-100 型回声测深仪的主要技术性能为:

工作频率: 218kHz。测深范围: 0.5—100m。测量精度: 记录式: $\pm 0.5\% \pm 0.05\text{m}$, 数字式: $\pm 0.5\% \pm 0.1\text{m}$ 。声速修正: 1400—1560m/s。浅水报警: 0—9.9m, 可自行设定, 声、光同时报警, 并可自动消除声报警。工作电源: 直流 $24\text{V} \pm (10 \sim 15)\%$, 1.5A。

该仪器是在吸收国外同类测深仪的先进技术基础上, 结合本所多年来研制测深仪系列产品的技术和制造工艺优势, 以精密测深为主, 兼顾助航, 采用全国产化元器件和材料, 按国家一级标准设计。采用了数字锁相稳速、调速, D 类功放, 时变增益控制, 海底回波跟踪等先进技术; 增设了声速修正, 吃水修正, 水深数据输出接口和受中央控制的外同步接口; 元器件经过优

选优化, 印刷电路板经过三防处理, 金属另件采用耐盐雾的化学处理和涂镀。机箱采用铝合金薄板结构, 以及电磁兼容设计, 使仪器的平均无故障时间 (MTBF) 达到了 1748h, 排除故障时间在 0.5h 以内。该仪器适用于江、河、湖泊和浅海水域及港湾等水深的精密测量以及船舶在近海、内河、进港航行的助航。

与会代表们详细地审阅了技术文件, 并观看了样机表演。经过认真审议认为: CS-100 型回声测量仪采用新技术较多, 功能较全, 测深精度高, 性能稳定可靠; 结构紧凑, 体积小, 重量轻, 可携带, 操作简单, 维修方便; 性能在国内处于领先地位, 达到了 80 年代国际同类测深仪的水平。可以代替进口产品, 一致通过鉴定。并建议尽早组织小批量生产, 希望 1991 年能提供部分使用。

CS-100 型回声测深仪暂定销售价是国外进口的同类测深仪的 $1/7$ 左右。

(徐开兴)

(上接第 42 页)

听觉功能和睡眠状态的干扰, 和近旁有飞机坠毁可能的飞机噪声所造成的恐惧, 导致了烦恼和激动从而诱发生理紧张作用的结果。虽然, 真实的数据因其自身的特点而很复杂, 但前述的调查结果(可能去精神病医院求诊率除外)现在还未受到流行病学资料的反驳。这些用客观手段测得的有害影响同飞机或车辆噪声暴露级之间的关系在研究工作中普遍得到承认, 与对暴露在不同飞机或车辆噪声级中的居民进行意见、感觉和抱怨等主观反应的调查结果是协调一致的。应该注意, 环境噪声明显的紧张作用可能反应在更为常见的生理和精神失调上, 而

不在要求治疗的精神上的病理性症状上。

与飞机噪声的影响不同, 对交通噪声影响的调查发现, 居住在街道噪声高的小区中的人得心血管病的人并不明显地比居住在安静的邻近街区中的人多。简言之, 似乎可以说居民区中街道交通噪声通常不太高, 不足以在成人中引起害怕心血管病的压力, 但飞机噪声很高能造成这种压力。

参考文献:

- [1] Kryter, K. D.: *J. Acous. Soc. Am.* 31-11, No V. (1959.) 1415.
- [2] Kryter, K. D.; Pearsons, K. S.: *J. Acous. Soc. Am.* 35-6, June (1963), 866.