



# 「噪声作业」

## 听力保护手册

—— 主编 王世强 张斌 ——

作业环境中的**噪声**都有哪些规定？

怎样保护**噪声作业工人**的**听力**？



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

# 噪声作业 听力保护手册

ZAOSHENG ZUOYE TINGLI BAOHU SHOUCHE

主 编 王世强 张 斌

副主编 唐仕川 胡伟江

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 山 王世强 朱亦丹 张 玲

张 斌 赵 鹏 胡伟江 唐仕川



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

---

图书在版编目 (CIP) 数据

噪声作业听力保护手册 / 王世强, 张斌主编. —北京: 人民军医出版社, 2015.2

ISBN 978-7-5091-8238-3

I. ①噪… II. ①王… ②张… III. ①听力保护—手册  
IV. ①X912-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 033111 号

---

策划编辑: 王灵芳 文字编辑: 陈娟 兰素珍 责任审读: 余满松

出版发行: 人民军医出版社

经销: 新华书店

通信地址: 北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编: 100036

质量反馈电话: (010) 51927290; (010) 51927283

邮购电话: (010) 51927252

策划编辑电话: (010) 51927300—8751

网址: [www.pmmp.com.cn](http://www.pmmp.com.cn)

---

印、装: 三河市春园印刷有限公司

开本: 850mm×1168mm 1/32

印张: 4.625 字数: 99 千字

版、印次: 2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 0001—1800

定价: 40.00 元

---

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

## 前 言

---

职业噪声的危害是全球普遍存在的一个问题,无论是发达国家,或是发展中国家,都曾遭受或者正在遭受职业噪声的危害。职业噪声对人体最直接且最主要的危害就是造成听力损失,受危害的职工数量相当庞大,目前,由职业噪声导致的听力损失在世界各国的职业病排名中位于前列。

职业噪声在我国危害情况已十分严重,根据有关部门的调查,在所涉及的行业(石化、机械、纺织、水泥、锅炉制造、卷烟、钢铁、玻璃等)均存在比较严重的噪声导致听力损失的现象。在不同的行业中,抽样调查的人群中听力损失发生率为 20%~50%。我国目前有超过 1000 万从业人员在噪声超标的环境下工作,其中有数百万人患有不同程度的听力损伤。然而,由噪声引起的职业病多是逐步累积不易察觉的,职工往往疏于对其防护,因而患上噪声类职业病的人员可能在短期内还会有增加的趋势。

近年来,作业人员的职业安全及健康越来越受到政府和社会的关注和重视。政府积极地制订和颁布了一系列与职业安全健康相关的法律法规,努力通过法律和法规的宣传和标准的实施为作

业人员提供安全的作业环境和工作氛围。为宣传噪声防护的知识，加深对噪声危害的认识，增强噪声作业人员自我保护意识和防护知识，特编制了《噪声作业听力保护手册》一书，希望通过本书可以减少或避免噪声所致职业病为家庭、亲人和自身带来的痛苦。

编 者

# 目 录

|     |              |    |
|-----|--------------|----|
| 第一章 | 噪声理论         | 1  |
| 第一节 | 噪声的危害        | 1  |
| 第二节 | 声学基本理论       | 5  |
| 第二章 | 耳与听力损失       | 15 |
| 第一节 | 耳的构造与功能      | 15 |
| 第二节 | 耳的检查方法       | 23 |
| 第三节 | 听力损失的形成      | 28 |
| 第四节 | 听力曲线图        | 31 |
| 第三章 | 职业噪声标准法规     | 34 |
| 第一节 | 我国职业噪声标准法规体系 | 34 |
| 第二节 | 国外职业噪声标准法规体系 | 42 |
| 第四章 | 噪声测量         | 83 |
| 第一节 | 测量设备         | 83 |
| 第二节 | 噪声的测量        | 89 |
| 第五章 | 噪声评价         | 96 |
| 第一节 | 评价标准         | 96 |



|                  |            |
|------------------|------------|
| 第二节 噪声标识         | 97         |
| <b>第六章 噪声控制</b>  | <b>101</b> |
| 第一节 噪声控制基本方法     | 101        |
| 第二节 合理规划和布局      | 103        |
| 第三节 声源控制         | 104        |
| 第四节 传播途径控制       | 107        |
| 第五节 噪声控制措施的选择    | 114        |
| <b>第七章 护听器</b>   | <b>116</b> |
| 第一节 护听器的基础       | 116        |
| 第二节 护听器的类型       | 117        |
| 第三节 护听器的比较       | 120        |
| 第四节 护听器的选择       | 123        |
| 第五节 护听器的使用       | 130        |
| 第六节 护听器的维护       | 134        |
| 参考文献             | 135        |
| 附录 A 噪声暴露自测题     | 136        |
| 附录 B 听力情况自测题     | 137        |
| 附录 C 听力情况主观判断表   | 138        |
| 附录 D 常用的具有耳毒性的药物 | 139        |
| 附录 E 测试题答案       | 140        |

# 第一章

## 噪声理论

### 第一节 噪声的危害



想想噪声都有哪些危害？你身边常常存在噪声吗？  
你周围有无受噪声危害的人？

#### 名词解释

- 噪声：噪声是指人不需要的声音或者无价值的声音，凡是妨碍人工作、学习、休息的声音都称为噪声。
- 频率：指物体每秒振动的次数。
- 赫兹：频率的单位，常用符号“Hz”表示。
- 高频段：指 3000Hz 以上的频率，常指 3000Hz、4000Hz 和 6000Hz。
- 语频段：指 2000Hz 以下的频率，常指 2000Hz、1000Hz 和 500Hz。
- 稳态噪声：频率升降不明显的噪声，如纺织噪声等。

噪声几乎无处不在，世界难以有安静之地。过度的噪声不仅使人产生烦恼，干扰谈话，而且还会对人体造成伤害。在生理上，



过度噪声会使人的内分泌异常、头痛、易疲倦与血压升高，对于突发性的噪声也会令人过度紧张而导致心血管疾病。在学习上，妨碍学习、令人不专心；在工作上，噪声会妨碍思考、降低工作效率，甚至遮掩危险场所的警报声而导致危险；在夜晚，噪声妨碍睡眠、造成失眠。而噪声对人最直接的伤害就是听力损失，严重者会使人永久丧失听觉能力。

### 一、噪声对人体的影响

从图 1-1 可以看出，噪声对人体的危害是多方面的。噪声对人体的影响与噪声的强度、个体的暴露时间、个人体质等因素有密切关系，不同因素影响的轻重程度也有所差异。

1. 噪声对听觉系统的影响 噪声对人类最主要且最直接的伤害就是导致听力损失。大多数的噪声性听力损失是由于神经径路或听觉细胞（毛细胞）受到破坏而造成的，属于感音性的听力损失（感音性的听力损失很难医治）。

噪声性听力损失，一般按听力是否可恢复分为两类。

（1）暂时性听力损失：暂时性听力损失是由于短时间暴露在高强度噪声环境下而导致的听力阈值提高的现象。但脱离噪声环境一段时间后，听力阈值能重新恢复到正常状态。

（2）永久性听力损失：永久性听力损失是指听力永远不能恢复到原来正常的听力阈值。长期暴露于高强度噪声环境之中，可能会造成毛细胞的损失，造成毛细胞支持结构的损坏，甚至可以使整个柯蒂器以及听觉神经都受到伤害。

2. 噪声对视觉系统的影响 经常处于噪声环境中，使人眼的敏感性降低、瞳孔散大、色觉和视野异常，产生眼花、视力下

降等现象。

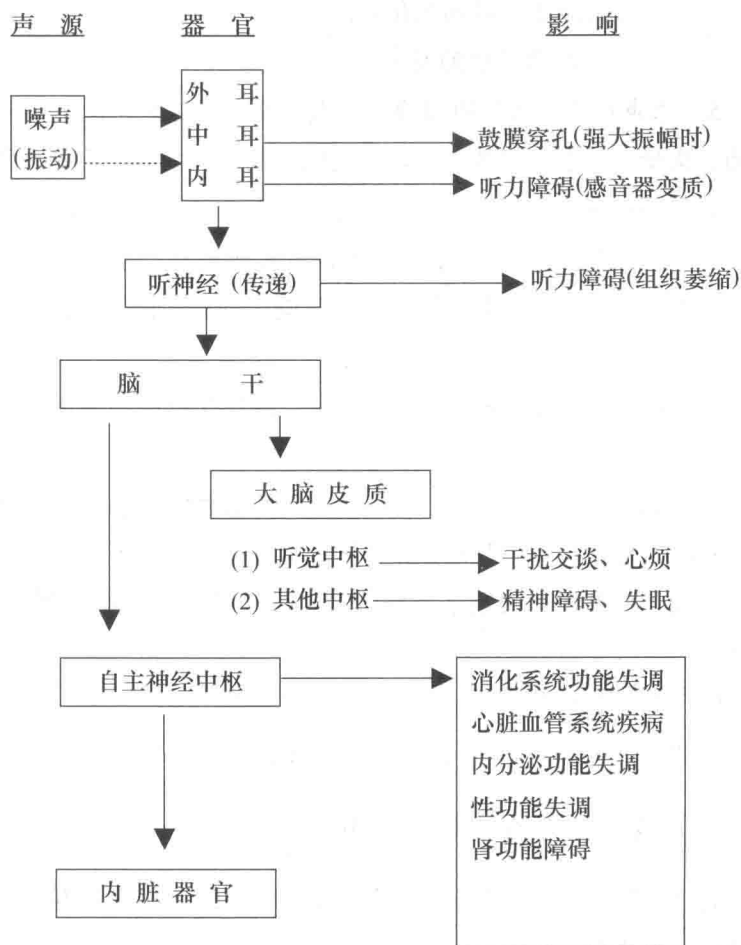


图 1-1 噪声对人体的影响

3. 噪声对心脑血管的影响 噪声会使大脑神经调节功能出现失控现象,造成呼吸加快、心脏跳动剧烈、血压升高、血管痉挛、脉搏减慢、周围血管阻力增大,引发高血压等心脑血管疾病。



4. 噪声对消化系统的影响 研究表明高强度的噪声会导致唾液、胃液分泌减少而减弱消化功能,从而引发消化道疾病。高分贝的噪声会增高胃溃疡的发生率。

5. 噪声对神经系统的影响 工人长期接触噪声可能会引起头痛、头晕、失眠、多梦、乏力、记忆力减退、焦虑、不安、急躁或其他精神障碍等神经衰弱综合征。

6. 噪声对免疫系统的影响 长间接接触噪声可能使免疫系统功能紊乱,使人容易受病原微生物感染,引发皮肤病或其他疾病,甚至癌症。

7. 噪声对呼吸系统的影响 噪声会诱发交感神经兴奋,改变呼吸频率,从而导致呼吸型态的改变。

8. 噪声对睡眠的影响 噪声影响人的睡眠质量和数量,出现呼吸频率加快、脉搏跳动加剧、神经兴奋等,第2天会出现疲倦,影响工作效率,长期下去会引起失眠、耳鸣、多梦、乏力、记忆力衰退等症状。

9. 噪声对心理的影响 噪声对心理存在明显的影响,干扰人的情绪,使人心烦、厌倦、注意力不能集中。

## 二、噪声对特殊人群的影响

1. 噪声对孕妇的影响 接触高强度噪声的孕妇容易发生妊娠剧吐、妊娠高血压综合征等症状。

2. 噪声对胎儿的影响 噪声可影响胎儿胎动的次数和心率,出现胎心率加快,可影响后代的智力发育;噪声还可能对胎儿的听觉发育有影响,使后代听力受损。

3. 噪声对儿童生长发育的影响 在吵闹环境中生活的儿童

智力发育要比安静环境中低 20%，营养学家发现噪声使人体中的维生素 B<sub>1</sub>、维生素 B<sub>2</sub>、维生素 B<sub>6</sub>、氨基酸、谷氨酸等营养物质消耗量增加，对儿童的生长发育有很大的影响。

### 三、其他效应

噪声与某些职业危害的协同作用，如高温、振动以及某些有毒物质（CO、铅等）与噪声共同存在时，会加强噪声对听力的损伤作用。在现场管理中，应引起重视。

## 第二节 声学基本理论

物体的振动产生声音，振动发声的物体称之为声源。声源可以是固体、液体或气体。物体振动产生的声音，不一定会被人耳感知。因为人耳只能感觉到 20~20 000Hz 的声音，低于 20Hz 的声音（次声），高于 20 000Hz 的声音（超声），人耳均感觉不到的。

声学是研究声音的产生、传播、接收及效应的科学。

### 一、声波的产生

物体的振动产生声音，声音通过媒质进行传播。

最常见的媒质是空气。若媒质中某处有扰动，会引起周边媒质质点的运动，这些质点又会引起周边的其他质点运动，从而实现声音的传播。声波所传递的只是能量，而不是物质本身，也就是说，质点只是在其平衡位置附近很小范围内来回振动，并不会



向前运动。

## 二、声波的描述

### (一) 描述声波的基本要素

声波常用频率、振幅、波形、传播速度来描述。

1. 频率和周期 频率是指单位时间内波的振动次数，记作  $f$ ，单位为赫兹（简称赫，或以符号表示 Hz），其倒数就是振动一次所需的时间，称为周期，记作  $T$ ，单位为秒（s）。

2. 振幅 振幅是指振动着的某个物理量（如位移、压力、振动速度等）偏离平衡位置的最大量值，单位就是这个物理量自身的单位。

3. 波形 波形就是波的具体形状，如正弦波、方波。一般来讲，声音的波形是很复杂的，包含着许许多多（甚至是无限多个）频率，对于各个频率的波称为谐波或分音，将谐波按频率的顺序排列起来的图形称为频谱，是表示波形的重要方法。任何波形都可以分解为许多个正弦波之和，这就是傅立叶分析。事实上这里隐含着波的一个重要性质，波的叠加性。

4. 声速 声波在媒质中传播的速度称为声速，记作  $c$ ，单位为米/秒（m/s），也是描述声波的一个基本物理量，声波在一特定媒质中传播的快慢取决于该媒质的特性，主要是密度和弹性系数。由于这两个量依赖于温度和压力，所以声速也与这两个量有关。

5. 频率、波长与声速的关系 在这里仍需引入另一个描述声波的物理量——相位，它是指波在一定时刻振动的状态或位置，用度或弧度表征。相邻的同相位的质点之间的距离叫作波长，用  $\lambda$  表示，单位为长度单位， $\lambda$  与频率  $f$  和声速  $c$  之间的关系为：

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1-1)$$

## (二) 声场

凡有声波存在的媒质区域均称为声场。

1. 自由声场 指均匀各向同性的媒质中, 边界影响可以不计的声场。在自由声场中, 声波将声源的辐射特性向各个方向不受阻碍和干扰地传播。理想的自由声场很难实现, 只能通过技术获得满足一定测量误差要求的近似的自由声场, 如消声室中的声场。这种房间边界有效地吸收了入射声波, 反射对声场的影响基本上可以忽略, 所以在一定的频率范围内, 这种房间中的声场基本上可以认为是自由声场。若消声室地面用作反射面, 则这时的声场为半自由场。

2. 混响声场 声音经过物体多次反射后到达受声点的反射形成的声场。

3. 扩散声场 声能密度分布均匀, 由各方面(墙面等)反射回来的声音其传播方向为无规律分布的声场。混响声越多的混响声场越接近扩散声场。

4. 远场 在自由声场中, 至声源距离每增加 1 倍声压降低一半的区域。远场内的媒质瞬时质点速度与声压的相位一致。

5. 近场 声源与远场之间的区域为近场。近场内的质点瞬时质点速度与声压的相位不相等。

## (三) 纯音和复音

瞬时声压为正弦或余弦时间函数的声波, 称为简谐声波, 在听觉上感觉仅为单一声调的声音, 称为纯音。除一些仪器能发出



纯音以外，一般很少听到。平常所听到的都是一些复杂的复音。以周期性复合的声波可以分解为许多简谐声波，即不同复音可视为由许多不同纯音所组成。其中最低频率的纯音称为基波，频率为基波频率整数倍的波，称为谐波。

### （四）频谱

不同的声音，其含有的频率成分及各个频率上的能量分布是不同的，这种频率成分与能量分布的关系称为声的频谱。声音的频率特性常用声音的频谱来描述，各个频率或各个频段上的声能量分布绘成的图形，称为频谱图。

在噪声控制学中，频谱图的构成通常是以频率为横坐标，且以频率的对数为标度，用声压级（或声强级、声功率级）作纵坐标，单位是分贝（dB）。图 1-2 是某机械设备噪声源的频谱，这些频谱反映了噪声能量在各个频率上的分布特性。

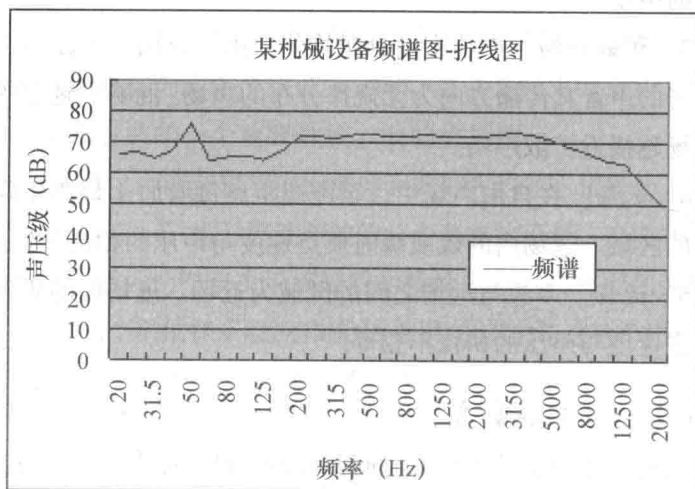


图 1-2 机械设备噪声源的频谱

### 三、声音的量度

声学中，常用声压级、声功率级和声强级来量度声音。

1. 声压级 声压就是媒质受到扰动后产生的变化。若媒质的体积元受声音扰动后，压强由  $P_0$  改变为  $P_1$ ，则声压  $P=P_1-P_0$ 。

声压级常用来表征声压的大小，其定义为某声音的声压  $P$  与参考声压值  $P_0$  ( $P_0=2\times 10^{-5}\text{Pa}$ ) 之比的常用对数的 20 倍来表示，即  $20 \lg P/P_0$ ，单位为 dB。

2. 声功率级 声波辐射的、传输的或被接收的功率，称为声功率，一般指的是平均声功率。单位为瓦特，符号为 W。单位时间内通过垂直于声传播方向的面积  $S$  的平均声能量称为平均声功率。

声功率级用来表征声功率的大小，其定义为某个声功率  $W_1$  和参考声功率  $W_0$  ( $W_0=10^{-12}\text{W}$ ) 之比，取以 10 为底的对数乘以 10 来表示，即  $10 \lg W_1/W_0$ ，单位为 dB。

3. 声强级 (SIL) 声场中某点指定方向的声强，定义为通过垂直于声传播方向的单位面积上的平均声功率，即：

$$I = \frac{\bar{W}}{S} = \bar{\epsilon}c \quad (1-2)$$

式中： $I$ ——声强，单位为瓦特每米平方 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )。

声强级用来表示声强的大小。声强级是待测声强  $I$  与参考声强  $I_0$  ( $I_0=10^{-12}\text{W}/\text{m}^2$ ) 之比，取以 10 为底的对数乘以 10 来表示，即  $10 \lg I/I_0$ ，单位为 dB。



## 四、声波的传播

### (一) 反射、折射和透射

当声波遇到两种不同媒质的分界面时,由于声速发生突然变化,声波的传播路径也要发生突变。这时波的一部分返回原来的媒质而产生反射,另一部分进入第二种媒质中而产生折射,从另一种意义上讲叫作透射(图 1-3)。

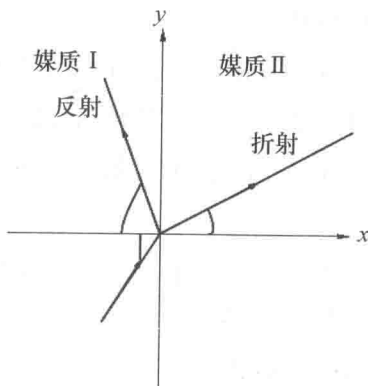


图 1-3 声波的反射与折射

反射和折射分别服从适用于一切形式波的反射定律和折射定律。根据这两个定律,反射线与界面法线所成的反射角与入射角与法线所成的入射角  $\phi$  相等,而折射线与法线所成的折射角  $\psi$  满足下列关系(斯涅耳定律):

$$\frac{c_1}{\sin \phi} = \frac{c_2}{\sin \psi} \quad (1-3)$$

其中,  $c_1$ 、 $c_2$  分别为两种媒质中的声速。

由此可见,如  $c_2 > c_1$ , 则  $\psi > \phi$ , 即折射线比入射线更偏离