



噪声控制原理和技术

〔瑞典〕劳动者保护基金会 编



中国环境科学出版社

噪声控制原理和技术

[瑞典] 劳动者保护基金会 编

杨吉林 周俞斌 译



中国环境科学出版社

1 9 9 1

451

内 容 简 介

本书取材于瑞典劳动者保护基金会的出版物,按照环境声学的基本原理分类整理和收集资料,讲述了噪声的概念、控制措施、测量、检测仪器等,深入浅出地分析了噪声的产生、传播以及对接触者造成损害的性质和程度,并介绍了西方工业界在防治噪声方面的有益经验。书中以简单明了的图示和大量的实例介绍了噪声控制技术。插图形象生动,文字叙述简炼,使读者一目了然。实为一本很好的噪声防治方面的科普读物及工作手册。

本书适用于环保工作者、工业设计人员、城市建设和规划人员以及一切关心噪声防治的人们阅读。

NOISE CONTROL

Principles and Practice

Swedish Workers Protection Fund

Brüel & Kjær, 1982

噪声控制原理和技术

[瑞典]劳动者保护基金会 编

杨吉林 周俞斌 译

责任编辑 苗润生

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年3月第 一 版 开本 850×1168 1/32

1991年3月第一次印刷 印张 4 7/8

印数 1—3 000 字数 126 千字

ISBN 7-80010-668-3/X·357

定价:4.00 元

译者的话

社会生产的高速发展带来了日益严重的环境问题,诸如工业生产和城市建设产生的废水、废气、废渣、以及越来越多的声源和越来越高的噪声水平。对于前者,社会各界已予以高度重视,积极地防护和治理,积累了丰富的经验。而后者,则尚未引起人们的足够关注。事实证明:噪声是工业劳动环境中最广泛和最频繁的污染之一。如果防护不当,就有可能对接触者在身体和心理两方面,以及对社会产生严重的影响。

瑞典劳动者保护基金会编写的这本书,按照环境声学的基本原理分类整理和收集资料,深入浅出地分析了环境噪声的产生、传播以及对接触者造成损害的性质和程度等方面的知识,介绍了西方工业界在防治噪声方面的有益经验,并辅以简单明了的图示和大量的实例。在噪声污染控制方面很值得我们借鉴。因而可作为一本环境噪声防治方面的科学普及读物及工作手册。我们把这本书介绍给各级环境保护部门、环保工作者、工业设计人员、城市建设和规划部门以及广大读者,以期引起大家对噪声污染问题的关注,并在生产、设计、规划和治理工作中参考。对我国的环境噪声污染防治工作有所贡献。

本书的 1. 2. 3. 4. 9. (后半部分)由周俞斌翻译,5. 6. 7. 8. 9. (前半部分)由杨吉林翻译。由于我们经验不足,水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬希有关专家及本书的广大读者批评指正,在此预表谢忱。

译者

1989. 10

序

这本书的材料取自瑞典劳动者保护基金会(Arbetarskyddsfonden)的出版物,并得到该基金会的同意而出版。基金会是依据国家法律建立的,基金从总工资收入中募集一小部分,由雇主和工会联合主持。其宗旨是使工业界和产业工人了解劳动安全和环境问题,促进整个瑞典工业获得完善和安全的劳动环境。为此,它在很多不同领域开展研究,并收集工业实践经验,噪声的影响及降低噪声的方法就是其中的一项。然后将这些成果用简捷明了的方式提供给有关部门,使那些涉及该问题和先前具有这方面知识的一些非专业人员有所获益。希望这本书能在尽可能广泛的范围内得到传播和收到效益。

目 录

序

1. 引言	(1)
2. 噪声与人	(2)
3. 声音的基本概念	(7)
声音	
噪声与音调	
频率,赫兹	
次声和超声	
分贝(dB)	
声级测量,dB(A)	
等效声压级 L_{eq}	
倍频带滤波器	
结构声和液体声	
共振	
几个声源噪声的叠加	
距离衰减	
隔声和降噪系数	
声音的吸收和吸声材料	
4. 噪声控制的一般措施	(14)
机器和设备的改进	
材料的操作	
密闭机器	
结构声的衰减	
使用吸声材料降低噪声	
隔音室	

新建工程项目的噪声控制

建筑物的设计

降低室内噪声的措施

购置和安装机器

5. 噪声控制计划 (25)

6. 降低噪声的方法 (28)

降低噪声源的噪声

改为较安静的操作方法

防止噪声传播

7. 噪声测量 (30)

测量目的

频率加权网络

时间常数

测量噪声的实际步骤

背景噪声

8. 检测仪器 (37)

声级计和便携式仪器

校准

实验室测量和分析系统

9. 噪声控制技术实例 (50)

声音的特性

引起噪声的原因

平板的振动

共振的衰减

机器的隔振

用墙和板壁隔绝空气声

室内吸声体的使用

导管中的传播

由空气运动引起的噪声

载液管道噪声

1. 引言

世界上大部分国家都有保障劳动者安全和健康的法律,目的是创造舒适的劳动环境和限制不安全的操作和工艺。劳动场所的规划和设计必须符合环境和安全的要求。在这里,安全是指噪声保持在某个水平上,使其不会引起听力的损伤。

如果对新的生产设备和在工厂的设计阶段就提出要求,或在更换现有的设备和装置时,降低机器的声音通常是可以办到的。在现存的工厂和劳动区域,通常可采用比较简易的方法来显著地降低噪声。

工厂的安全部门应从事噪声的控制和测量,并应参与新的(或更改)操作方法和工艺过程的计划。

噪声控制方案应包括下述内容:

- (1)测量整个区域,并制定噪声分布图;
- (2)确定整个区域的目标噪声水平;
- (3)拟采取的措施、成本分析及可期望的降低噪声的情况的说明;
- (4)为实现预期的目标,计划内优先考虑的事项、开始和完成的时间。

2. 噪声与人

社会的发展导致越来越多的声源和越来越高的噪声水平。噪声是工业劳动环境中最广泛和最频繁的实际问题之一。

噪声在身体上、心理上和社会上对人产生影响。噪声可能产生的危害有：损害听力；

干扰通话；

引起烦躁；

造成疲劳；

降低效率。

强噪声或长期处于噪声环境之中，可能会因内耳感官损伤而引起长久的听力衰退。这种听力损伤是不能恢复的。

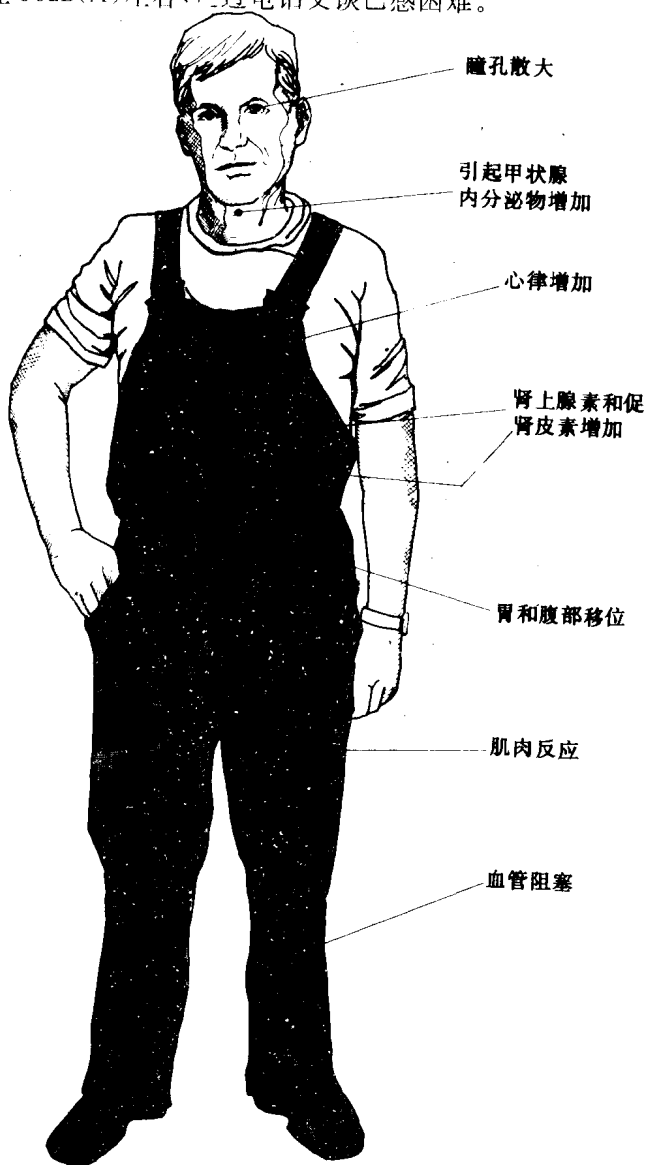
在噪声环境中听力损伤的危险随声级的升高和时间的延长而增大，同时也取决于声音的特性。此外，对噪声的敏感性也完全因人而异。有人仅能忍受短时间内的听力损伤，另一些人则能坚持长时间工作。有人在整个工龄期间都处在很强的噪声环境中而不会引起任何明显的听力损伤。

在很强的噪声中停留一段时间后到达较安静的区域时，对于较弱的声音就一点儿也听不见了。这种听力的丧失是暂时性的。假如噪声不是太强或持续时间不是太长，则在休息一段时期后听力即可恢复正常。强烈的可闻噪声不仅影响听力，也影响血液循环，引起神经紧张，并产生其他心理效应。工业噪声经常与其他工业环境问题（例如空气污染）相连，对健康和寿命产生综合效应。

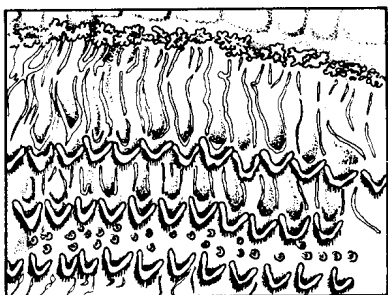
噪声若达到某种警戒标志，也可能引起事故，这时呼喊声全被淹没了。

为了在正常距离上进行对话，劳动场所的声级不得超过 65~

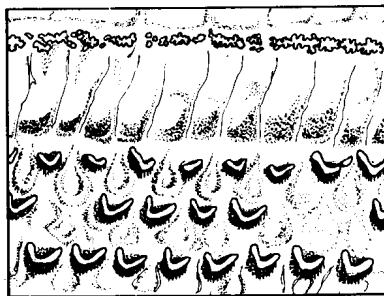
70dB(A)。在交谈时噪声在很大程度上影响谈话的理解能力。例如,在 90dB(A)左右,通过电话交谈已感困难。



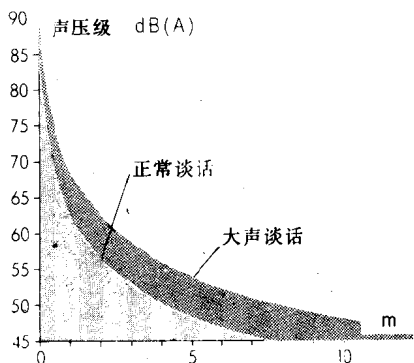
声音影响人们的听力,对身体也有其他许多的效应。



(左)高倍放大后的听觉器官的毛发细胞；



(右)噪声使很多毛发细胞遭到损伤。



噪声大大妨碍直接谈话或电话通话。

例如，在噪声级为 60dB(A) 时，在距离 1 米半的地方两个人可以正常的声音谈话；在这样的噪声水平上，距离 3 米时必须大声谈话。



噪声级在 85dB(A) 或更大，则必须大声直接对着耳朵说话才能听到。

受扰和不受扰噪声的界限是难以确定的。对某种噪声的评价

在很大程度上取决于在该噪声及其声源的忍受情况,但至少中等的噪声级是大家关注的。

不可闻声音也是存在的。如果有足够的强度,频率很低的声音也能察觉到。这种声音一般称为次声,这是近年来引起很大关注的研究课题。不注意这一点,噪声对人的影响的知识是不完全的。我们知道,强的次声(声级大约在 100dB 以上,频率在 10 赫兹以下)能引起头痛和疲劳。

在某些行业中,例如炼钢,会发生高强度的次声。但在大多数情况下,可闻声引起的问题最大。本书仅涉及可闻噪声。

降低噪声的规划,目的在于实施下述一项或几项要求:

- (1)消除听力损伤的可能性;
- (2)创造舒适安静的劳动环境;
- (2)避免使他人引起烦躁。

上述第一点正在实现中。雇员们不得直接暴露于超过法定限制的噪声环境中。这种限制对不同国家稍有不同,但总的是在每个工作日的 8 小时内平均大约在 90 或 85dB(A)左右。假如噪声级超过了这些规定值,则无防护的雇员在此种环境中的劳动时间不得超过 8 小时。噪声级越高,允许的劳动时间越短。对于纯音噪声或碰撞噪声,可采用专门的规定。ISO(国际标准化组织)标准要求,当超过规定的限制后,噪声级每超过 3 dB,在噪声环境中的劳动时间应减半。例如,90dB(A)的噪声级允许劳动 8 小时,则 93dB(A)为 4 小时,96dB(A)为 2 小时,115dB(A)为低于 2 分钟。

若噪声控制手段不能使噪声降到可接受的水平,则必须使用听力保护器。它们的使用常常作为噪声问题的临时性减缓措施,而不能永久地解决问题,而且仅对用其他方法减少噪声接触已不可能的那种场合使用。最主要的是要采取所有可能的降低噪声的措施。听力保护器的使用仅限于:

- (1)非正常的和不规则的劳动场所,例如检查和修理工作;
- (2)作为一种临时性的解决办法而同时着手采取噪声控制措施;

(3)在已具有特殊处理手段的场合作为临时性措施,或由于实际原因降低噪声是不可能的那些地方。

3. 声音的基本概念

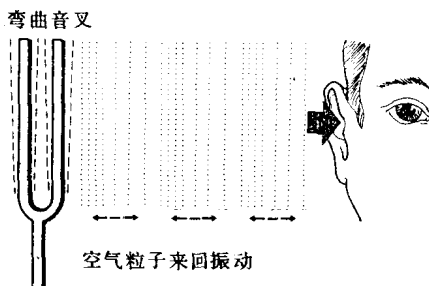
在声学 and 噪声领域内有很多专用的符号和术语。现就声学概念中常用的一些作一简述。

声音

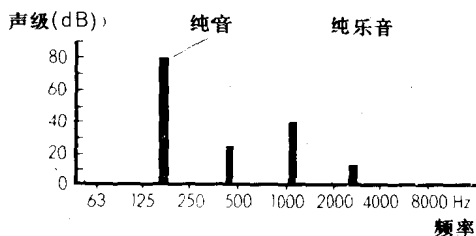
声音是波的运动。当声源使最靠近它的那部分空气振动时发生了波的运动。这种运动逐渐通过空气粒子扩散到远离声源的地方。声音在空气中传播的速度大约为 340 米/秒。在液体和固体中的传播速度更大些,在水中为 1500 米/秒。在钢中为 5000 米/秒。

噪声与音调

人们不需要的声音通常称为噪声。声音可以由单一纯音组成,但大多数情况下是由不同频率和强度的很多纯音所组成。由声音引起的干扰并不仅仅取决于它的声级。频率也会引起干扰,较高频率的声音比较低频率的声音更使人烦躁。对同样的声级,纯音比由很多纯音组成的复合音干扰大。



声源(弯曲音叉的一股)振动影响空气粒子,最后与鼓膜相遇并使之振动。



一个直柱代表一个纯音，其位置为频率，其高度为声级。

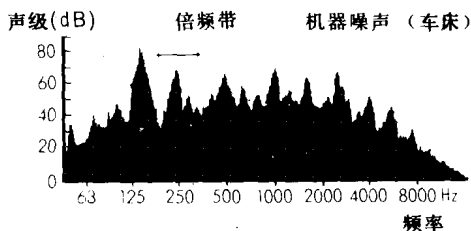
一个音符含有很多不同频率和强度的纯音，它们可以有很多不同的组合方式。这种不同的组合方式决定了仪表有不同的音质。

频率，赫兹

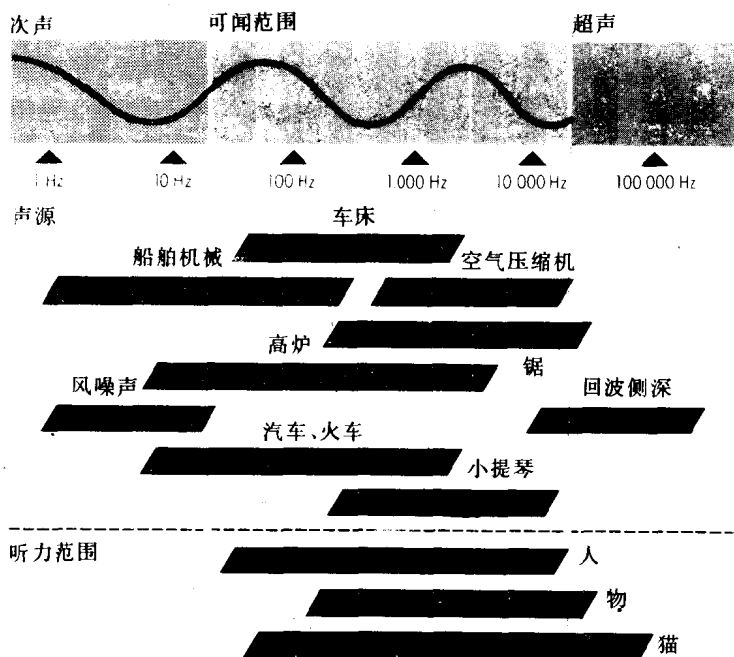
声波的频率表示每秒内振动的次数，单位为赫兹(Hz)。声音具有很广的频率范围。对于年青人，可闻声的范围为20~20000赫兹。在低频时，空气粒子振动慢，形成低音。在高频时，空气粒子振动快，发出高音。

次声和超声

频率低于20赫兹的声音通常是听不见的，称之为次声。超过20000赫兹的声音通常也是听不见的，称之为超声。



噪声是所有频率的声音的不规则组合。



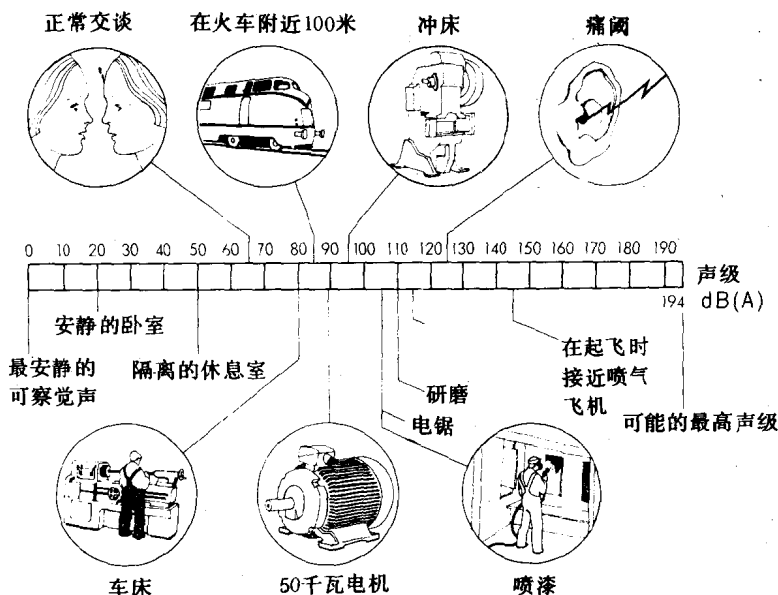
不同声源的频率范围和不同动物的可闻范围。例如，在同样的不加权强度下，卡车噪声引起的烦躁比圆锯少。

分贝 (dB)

声音的强度通常以声级表示，单位为分贝 (dB)。声级变化 1dB 正好能为人耳所察觉。在听力范围内，如果声级增加 10dB，则人耳将能察觉其响度增加 1 倍。降低 10dB，听起来响度几乎降为一半。

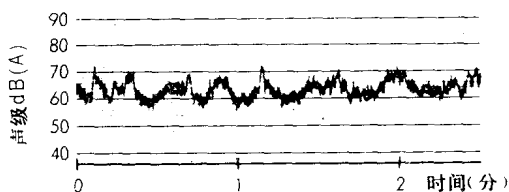
声级测量, dB(A)

测量声音强度时，通常使用与人耳相仿的、对不同频率声音有不同灵敏度的仪器。这是通过在仪表里装入与人耳有同样频率响应的滤波器来实现的。称之为 A 加权滤波器，是因为它符合国际标准的 A 加权曲线。由这样的滤波器进行的声级测量称为 A 加权声级测量，其单位为 dB(A)。



某些典型的声级实例。

超过 130dB(A)可能直接引起听力损伤。



某工作区噪声的记录。在测量期间噪声在 56~74dB(A)之间变化。在此期间等效声级 (L_{eq}) 为 68dB(A)。该值能直接从声级计或积分声级计上读出。

等效声压级 L_{eq}

在给定的时间内由噪声源发出的声音常常发生很大的起伏。测量其平均值即为等效声压级 (L_{eq})。 L_{eq} 是等效的连续声级, 在同一时间内它与实际起伏的声音发出相等的声能。

倍频带滤波器