

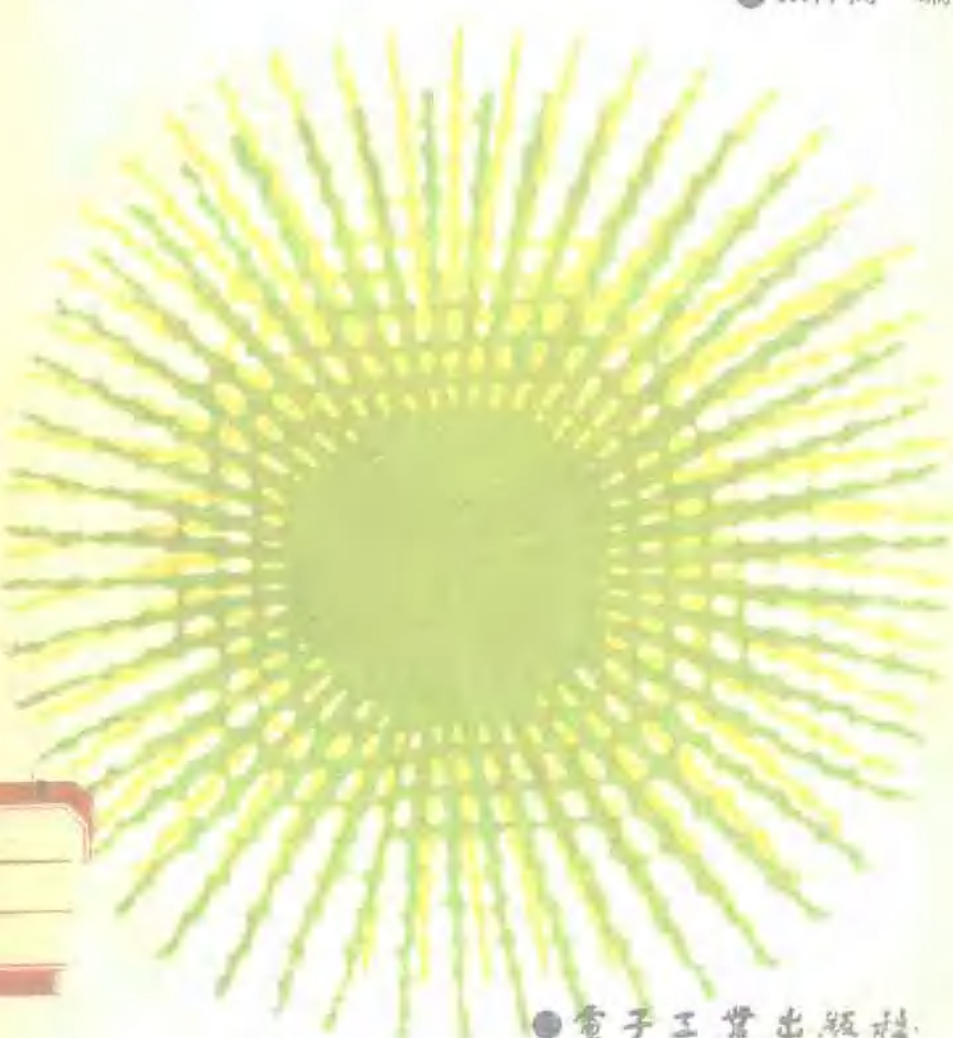
●丛书主编：林明清



劳动保护实用丛书

噪声防治

●张沛商 编



●电子工业出版社

71.54

586

2

劳动保护实用丛书

林明清 主编

DG 47 / 118
噪 声 防 治

张沛商 编



电子工业出版社

2013895

内 容 提 要

本书是《劳动保护实用丛书》之一,比较概括地叙述了噪声传播的物理特性、噪声的危害和允许标准,以及噪声的测量方法。对控制噪声的主要技术措施(吸声、隔声、减振和消声器)在设计原理、设计方法和设计安装注意事项几个方面做了较为详细的叙述。

本书文字浅显、通俗易懂,附有一定数量的图表,对开展劳动保护和环境保护工作有一定的参考价值。可作为短期技术培训教材使用,可供从事劳动保护、环境保护、安全工程方面的管理干部和技术人员阅读。

劳动保护实用丛书

林明清 主编

* * *

噪声防治

张沛商 编

责任编辑: 詹善琼

*

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

山东电子工业印刷厂印刷

(淄博市周村)

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 6.125 字数: 138千字

1988年10月第一版 1988年10月第一次印刷

印数: 1—8000册 定价: 1.95元

ISBN 7-5053-0243-4/X·2

《劳动保护实用丛书》前言

“管理”也是生产力，这个观点已逐步被人们所认识，说“管理具有化无为有，化有为无的神奇功力”，也不无道理。

劳动保护工作是企业管理一个不可分割的组成部分，也是生产力。搞得不好，会使可能发生的事故得以避免；搞得不好，会使不该出现的事故发生。它对激发职工生产热情、提高产品质量和数量，以及社会的潜在影响，更是不可忽视的。劳动保护支出的费用不是单纯的耗费，而是能获得经济效益的投资。1901年，美国钢铁工业受经济萧条的影响，极不景气。但经其董事长埃尔·巴德贾基·凯利确定“安全第一”为公司的经营方针后，因致力于防止事故的发生，不仅使事故减少，同时产量和质量都得到提高，公司也获得了繁荣。我国依靠加强劳动保护取得经济效益的企业也很多。邯钢钢铁总厂仅1985年9月至1986年9月间，由于避免事故而间接创造的经济效益达72.4万元。马鞍山钢铁公司某矿在这方面也取得了经济效益。而1987年3月哈尔滨亚麻厂的粉尘爆炸事故及5月的大兴安岭森林火灾造成极为严重的损失，从反面给我们以教育和启发。

马克思主义认为，人是生产力中最积极、最活跃的因素。到本世纪40年代，资产阶级学者创立的行为科学也开始强调生产中人的因素，其“需要层次理论”（由马斯洛，A·H. Maslow提出）将安全排在仅次于生理需要的第二需要（生理、安全、爱、尊重和自我实现的五大需要）。他重视人的作用虽有本质的区别，但对于搞好生产管理、安全生产都是有益的。关心人、关心劳动者的安全，使他们能在安全、卫生、舒适的环境中进行生产，更是社会主义企业领导者的责任。

搞好劳动保护和安全的基础工作之一是增强全体职工的安全意

1013895

识、提高其安全知识与操作技能。希望本丛书能对上述工作有所贡献。这套丛书本着取材“着重实用、注意管理”的原则，面向生产工人和基层劳动保护工作人员进行编写的。丛书包括安全技术、工业卫生和安全管理方面的内容，分《电气安全》、《噪声防治》、《冲压安全》、《起重机及其电气安全》、《防火防爆》等10多个题目分册出版。由于丛书涉及安全的各个方面，内容极为广泛，加上编者水平有限，不当之处，敬请读者指正。

1987.9 林明清于北京

目 录

第一章 噪声的基础知识	1
第一节 噪声污染	1
第二节 声音的产生和声音的量度	10
第三节 噪声的传播特性	30
第二章 人耳听觉特性与噪声评价量	39
第一节 人耳构造和人耳的听觉特性	39
第二节 噪声的主要评价量	53
第三章 噪声的危害与噪声的允许标准	62
第一节 噪声的危害	62
第二节 噪声的允许标准	67
第四章 噪声测量	72
第一节 噪声测量仪器	72
第二节 噪声测量方法	78
第五章 噪声控制的基本原则	82
第一节 噪声控制的一般方法	82
第二节 噪声控制的工作程序	84
第六章 吸声减噪	87
第一节 吸声系数	87
第二节 多孔性吸声材料	89
第三节 吸声结构	96
第四节 吸声降噪的设计	106
第七章 隔声	117
第一节 隔声结构的特性	117
第二节 隔声墙板的设计	127
第三节 隔声门和隔声窗	132
第四节 隔声罩	140
第五节 隔声屏	149

第八章 隔振	154
第一节 隔振设计	155
第二节 隔振器和隔振垫	160
第九章 消声器	174
第一节 概述	174
第二节 阻性消声器	175
第三节 抗性消声器	180
第四节 其它消声器简介	187
参考文献	189
后 记	190

第一章 噪声的基础知识

第一节 噪声污染

一、什么是噪声

人们生活在充满着声音的世界里，人们离不开声音。各种声音在人们的生活中起着非常重要的作用。悦耳动听的乐声，使人心情愉快；震耳欲聋的噪声，则使人心烦意乱。从生理学的观点讲，凡是使人烦恼不安，为人们所不需要的声音都属于噪声。然而，判断一个声音是否属于噪声，主观上的因素往往起着决定性的作用。例如，早晨收音机里播放出的轻音乐，理应属于乐音，但对于刚下夜班正在酣睡的邻居，就变成了讨厌的噪声。即使是同一个人对同一种声音，在不同的时间、地点、

条件下，也会产生不同的主观判断。例如，在心情舒畅或休息时，人们喜欢打开收音机听听音乐，而当心绪烦躁或集中精力思考问题时，往往会主动去关闭各种音响设备。因此，对于一种声音，判断其是否属于噪声，在很

大程度上取决于人耳对声音的选择以及对声音的主观判断。从物理学的观点讲，和谐的声音叫做乐声，不和谐的声音就叫做噪声。噪声就是各种不同频率和强度的声音无规律的杂乱组合。

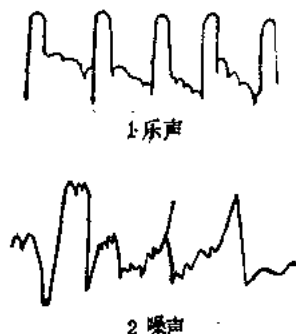


图1-1 乐声与噪声的波形

综合上面从主观和客观两方面的叙述，概括起来讲，凡是对人体有害的和人们不需要的声音统称为噪声。

二、噪声污染

噪声污染已成为当代世界性的问题。由于人类的文明以及与其相协调的工业技术的迅速发展，增加和增强了人类生存的自然界里的声音。特别是本世纪五十年代以来，即二次世界大战以后的四十年，全世界范围内的工农业生产得到迅速发展，随之而来的噪声对人类的冲击和污染也愈来愈严重。

噪声污染与空气污染、水污染一起构成当代三个主要污染源。但是，它与另外两个污染源有所不同。首先，噪声是一种物理污染，声源停止了，污染也就没有了。第二，噪声对人是干扰的，但人也不能生活在无声无息的环境中。人只是需要生活在适度的声环境中，而不希望把声音完全消除掉；而化学污染则不然，凡对人体有害的物质，则最好全部、彻底地清除掉。现在噪声污染已遍及到人类的每一个角落，特别是城镇居民几乎无不例外地遭受着噪声的污染。可以预料，随着近代工业大规模的发展，噪声将成为世界范围内一种愈来愈严重的公害，噪声污染已日益引起社会各界的严重关注。

我国工业化水平目前在世界上还不算高，但是噪声污染已达到相当严重的程度。据调查统计，近十年，城市噪声提高约10分贝，平均每年增加1分贝。城市噪声扰民引起的诉讼事件愈来愈多，据北京、上海、天津、广州等十几个大城市的统计，噪声扰民的诉讼事件占环境污染事件总数的比例逐年增高：1979年是29.7%，1980年是34.6%，1981年增加到44.8%。

城市环境噪声的主要来源，大体上有：交通运输噪声、工业噪声、建筑施工噪声和社会人群活动出现的噪声（简称

社会噪声)四个方面,其中以交通噪声最为严重。近年来,对北京、上海、天津、武汉等大城市的噪声源污染状况进行了调查统计,其结果见表1-1。

表1-1 北京等四大城市环境噪声源分类统计表(%)

百分率 % 城市	噪声源	交通噪声	工业噪声	施工噪声	社会噪声	其它
北 京		32	3	23	37	
上 海		35	17	22	26	
天 津		44	17	6	33	
武 汉		37	22	6	25	10

(一) 交通噪声

1. 交通噪声主要来自机动车辆本身的发动机、冷却风扇和进、排气口。它与车速有关,车速增加1倍,噪声级一般增加9分贝。此外,交通噪声与道路上的车流量、车辆类型以及道路宽窄、路面条件、路旁设施等多种因素有关。

经测量统计,交通噪声大多数集中在70~75分贝(A)的范围内。北京、天津两城市交通噪声的等效声级 L_{eq} 的分布状况,在说明交通噪声的分布上是具有代表性的,调查统计的数值见表1-2。

表1-2 交通噪声等效声级的分布百分率(%)

百分率 % 城市	L_{eq} dB(A)	50~60	61~65	66~70	71~75	75以上
北 京		0.6	4.9	27.2	46.2	21.1
天 津			1.4	4.2	42.3	62.1

2. 火车噪声主要由信号噪声、机车噪声、轮轨噪声组成。其中信号噪声随汽笛所用的蒸汽压力或风笛所用压缩空气压力的不同有很大差别。例如距机车10米处,“建设型”和“解放型”蒸汽机车的汽笛噪声分别高达132分贝(A)和128分贝(A),而它们的风笛噪声较之汽笛噪声约低30~40分贝(A)。

机车的轮轨噪声与列车运行速度、车厢数目、车厢的轮轴数目以及轨道的技术状态有关。实测表明,当运行速度为60公里/小时,在距离轨道中线5米处的轮轨噪声约为102分贝(A)。若速度加倍,噪声级将增加6~10分贝(A)。

近年来,随着列车运行速度的不断提高,火车噪声日趋严重。特别是高速客运列车的出现,问题就变得更加严重。例如,日本的高速列车在车速为210公里/小时的情况下,距离轨道25米处的噪声级就高达100分贝(A)。

3. 地下铁道是城市现代化交通运输的主要工具,和公共汽车相比,具有速度快、载运量大等优点。而另一方面,地下铁道的噪声却是严重的,是世界各国普遍存在而又往往被忽视的一个较为复杂的问题。以北京地下铁道为例,列车进站时,在站台中间距安全线0.5米处测量的A声级噪声为:前门站98分贝(A),军事博物馆站98.5分贝(A),五棵松站90分贝(A),八宝山站102分贝(A),古城站95.5分贝(A)。

4. 飞机噪声远在四十年代就引起飞机设计师的关注。起初,飞机噪声主要影响乘客的舒适,妨碍机内人员的正常通话。五十年代后,随着飞机的载重量的加大,飞行速度的提高,特别是飞行速度提高到跨音速和超音速后,噪声开始影响机内仪器设备的正常运行,损伤机体结构并易出现声疲劳现象,从而导致飞行寿命缩短,甚至危及飞行安全。另一方

面，飞机噪声给机场地勤人员和机场附近的居民带来了严重的噪声污染。超音速飞机低空飞行时产生的“轰声”危害极为严重，受其影响后常出现头痛、耳鸣、颤抖、惊骇等症状，甚至出现“瞬间休克”，对建筑物也能造成损坏。

(二) 工业噪声

工业噪声直接给生产工人带来危害，同时也给附近的居民带来很大的干扰。工业噪声调查结果表明，目前我国工业企业车间噪声多数在75~105分贝(A)范围内，也有一部分在75分贝(A)以下，还有少量的车间或机器噪声级高达110~120分贝(A)，甚至超过120分贝(A)。图1-2所示为我国10类工业企业车间噪声的声级范围。

工业噪声，特别是地处居民区没有声学防护设施或防护设施不好的工厂发出的噪声，对居民的干扰十分严重。如机械工厂的鼓风机、空气锤、冲床，建筑材料厂的球磨机、风车，发电厂的燃汽轮机，纺织厂的织布机、空调风机等。这些噪声源往往在居民区

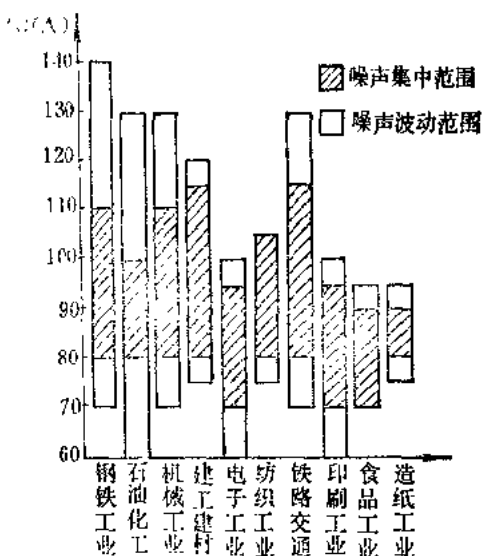


图1-2 10类工业企业车间噪声声级范围图

产生60~80分贝(A)、甚至到90分贝(A)的噪声。这些噪声昼夜不停，严重地影响着居民的休息。如果遇到发电厂高压

锅炉、大型鼓风机、空压机排气放空的话，排气口附近的噪声将高达110~150分贝(A)，传到居民区常常超过90分贝(A)。

(三) 施工噪声

随着城市现代化建设的迅速发展，城市施工噪声愈来愈严重。尽管施工噪声具有暂时性，但由于城市施工点多，工期长，因此，噪声污染是相当严重的。经有关单位测定统计，建筑施工机械设备的噪声级和施工场所边界的噪声级如表1-3和表1-4所示。

表1-3 建筑施工机械设备噪声级 单位：分贝(A)

机械设备名称	距离声源10米		距离声源30米	
	范围	平均值	范围	平均值
打桩机	93~112	105	84~103	91
地螺钻	68~77	75	57~70	63
铆枪	85~98	91	74~86	80
压缩机	82~98	88	73~86	78
破路机	80~92	85	74~80	76
挖土机	74~99	86	65~90	76
固定式空压机	79~89	83	70~83	74
混凝土搅拌机	79~84	80	70~85	77
移动式起重机	79~94	86	70~85	77
固定式起重吊	84~99	91	75~90	81
装料机	74~89	81	65~80	72
固定式发电机	74~89	81	65~80	72
风镐	84~104	93	75~95	84
铺路机	84~94	88	75~85	79
固定式泵	69~74	71	60~65	62
推土机刮土机	84~99	91	75~90	82
拖拉机	79~99	88	70~90	79
卡车	84~99	91	75~90	82

表1-4 施工场所边界的噪声级 单位: 分贝(A)

场地类型	家庭住宅建筑	办公设施	给、排水、 筑路工程
场地清理	84	84	84
挖方工程	88	89	89
地 基	81	78	88
安 装	82	85	79
修 整	88	88	84

(四) 社会噪声

社会噪声主要指社会人群活动出现的噪声。例如, 人们的喧闹声, 沿街的叫喊声, 家用洗衣机、收音机、电视机、缝纫机发出的声音都属于社会噪声。干扰更为严重的社会噪声还有附近工厂、学校、机关的吵闹声以及沿街安装的用作宣传的高音喇叭的广播声等。根据测定, 家庭用的洗衣机噪声一般为50~80分贝(A), 电视机为60~82分贝(A), 电风扇为30~68分贝(A), 缝纫机为45~70分贝(A), 高音喇叭声可以高达140分贝(A)。家庭用具噪声级见图1-3。

三、努力做好噪声的防治工作

消除噪声污染是一项涉及全社会的艰难任务。这项任务的完成必须调动全体人民的积极性, 在行政机构、专业技术部门和监察部门的组织与配合下有组织地予以解决。

解决噪声公害, 必须坚持“预防为主”和“防治结合”的方针。一方面要依靠科学技术来“治”, 另一方面必须依靠法律来“防”, 而且首先要做好“防”的工作。依靠科学技术和依靠法律, 两者是相辅相成的。在我国国情的具体条件下, 后者所能发挥的作用是巨大的, 往往是其它国家所不能比拟的。贯彻执行“预防为主”的方针, 就必须把控制噪声

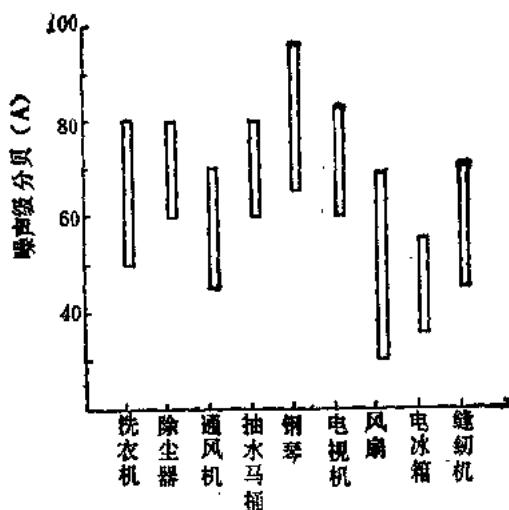


图1-3 家庭用具噪声声级范围

的要求，贯彻和渗透到各有关技术领域和管理部门中去，不要仅仅停留在对既成的噪声污染作消极治理，而是应该把噪声污染的问题与厂房车间的设计、建筑、布局以及辐射强烈噪声的机械设备的生产制造同时考虑，坚持新的工业企业建设的“三同时”（噪声控制设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产）原则，才有可能使新的工业企业不致产生新的噪声污染。同时也应把城市建设布局和长远规划从噪声控制的角度加以审查，并采取适当的政策加以保证。

为了在全国范围内有效地控制噪声污染，使广大人民群众能够生活、工作、学习在比较理想的声学环境中，加强我国噪声立法是非常重要的。宪法中明确规定：“国家保护和改善生活环境和生态环境，防治污染和其它公害。”1979年公

布的《环境保护法》(试行)中,对于噪声公害需要防治也有明文规定。1980年起,我国陆续制定并颁发了《工业企业噪声卫生标准》(试行草案)(79)劳总护字第51号、《城市区域环境噪声标准》(GB3096-82)、《住宅隔声标准》(草案)、《机动车辆噪声标准》(GB1495-79),以及《工业企业噪声控制设计规范》(草案)和《民用建筑声学设计规范》(草案)等。我国的噪声立法工作正在加紧进行中,这对于消除噪声公害,改善声学环境是至关重要的。

在噪声污染的控制技术中,降低声源噪声是最直接、最有效和最经济的措施。应当把机电产品的噪声标准作为产品质量的综合性指标来对产品进行评价,这样做的结果必将逐步提高产品的质量,不断降低产品的噪声级。机电产品的噪声标准宜参照国外同类产品的指标并根据国内“平均先进”产品的水平加以制定,不应迁就落后产品的现状,也不应长期不变,而应该根据市场供求需要逐年浮动,促进产品更新换代。特别是电机、风机等基本机电产品噪声级的降低,对整个噪声污染的控制具有决定性意义。

从我国目前噪声污染的现状出发,一方面应对现有进行生产的噪声级超过允许标准的旧设备采取措施予以治理;另一方面应将降低噪声的问题在新产品的设计与制造过程中加以考虑和解决,避免先天性的设计缺陷。在工业企业的规划设计中,应认真坚持噪声控制设施与主体工程“三同时”的原则。如将这些工作制度化、法律化,对防止新噪声源的出现和对现有噪声源的治理,逐步消除噪声这一公害,必将有积极的作用。

第二节 声音的产生和声音的量度

一、声音的产生

我们生活在充满着声音的世界里，声音始终伴随着我们。在我们的周围有着各种各样的声音：收音机的广播声，公共汽车的发动机声，车间里的机器声，人们的谈笑声，还有自然界的潺潺的流水声，刮风下雨声，以及打雷的隆隆声等。人们的一切活动离不开声音，正因为有了声音，才使得人们通过言语交换思想，构成人类的生活，从事生产实践和社会实践，创造出人类的文明世界。如果没有声音，整个世界将处于难以想象的寂静之中。声音的存在对人类是何等的重要啊！

那末，声音是怎样产生的呢？我们如果仔细观察日常生活中所能接触到的各种发声物体，就会发现声音来源于物体的振动。为了说明这个问题，我们做如下试验：当你用鼓锤去敲鼓时，就会听到鼓声，这时你用手去摸鼓面，就会感到鼓面在迅速地振动着，如果用手掌压住鼓面使它停止振动，鼓声就会立即消失。这个事实告诉我们，由于鼓面的振动产生了鼓声。当然声源不一定非固体不可，液体、气体振动同样会发声。高压输液管道的阀门噪声就是由于液体振动而产生的。高压锅炉排气放空的排气噪声，就是高速气流与周围静止空气相互作用引起的空气振动的结果。喇叭发出的声音是由于纸盒或音膜在振动。人能讲话是由于喉部的声带在振动。总之，物体的振动是产生声音的根源。发出声音的物体称为声源。声源发出的声音必须通过中间介质才能传播到人