



高等教育“十二五”规划教材
高职高专环保类专业教材系列

噪声与振动污染控制技术

刘颖辉 主 编



科学出版社

高等教育“十二五”规划教材

高职高专环保类专业教材系列

噪声与振动污染控制技术

刘颖辉 主 编

景长勇 副主编

郭 正 主 审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共分8章,第一章为绪论,主要介绍噪声污染及其危害;第二章为声的基本知识,是学习后续章节的基础;第三章介绍噪声的评价与标准;第四章为噪声测量;第五章是噪声控制技术,对吸声、隔声、消声等实用技术作了全面阐述;第六章介绍振动控制技术;第七章介绍了其他物理污染控制技术;第八章是综合实践部分,重点介绍噪声与振动的测量实践、噪声控制技术实践、噪声规划实践等。

本书可作为高职高专环境工程、环境监测与治理、环境监理、环境规划、环境管理及其他环境类相关专业的教材,也可作为在职环境保护人员的培训教材和相关领域技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

噪声与振动污染控制技术/刘颖辉主编. —北京:科学出版社,2011
(高等教育“十一五”规划教材·高职高专环保类专业教材系列)
ISBN 978-7-03-030722-4

I. ①噪… II. ①刘… III. ①噪声污染-污染控制-高等职业教育-教材
②振动控制-高等职业教育-教材 IV. ①TB53

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第058657号

责任编辑:张 斌/责任校对:耿 耘

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京路局票据印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011年7月第一次印刷 印张:15 1/4

印数:1—3 000 字数:361 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<路局票据>)

销售部电话010-62134988 编辑部电话010-62135235 (VZ04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高职高专环保类专业系列教材 专家委员会

顾 问 邓泽民

主 任 胥树凡

副主任 李倦生 耿世刚

委 员 (按姓氏笔画为序)

关荐伊 张宝军 相会强 郭 正 高红武 薛巧英

高职高专环保类专业系列教材 编写委员会

主 任 孙 蕾

副主任 姚运先 谷群广

委 员 (按姓氏笔画为序)

马占青	王先华	王怀宇	王 虎	王春梅	冯雨峰
司文会	刘妙丽	刘颖辉	安红莹	朱庚申	何红娟
沈力匀	沈 华	吴国旭	吴 烨	张宝安	张惠燕
李 庄	李克国	杨广华	杨保华	邹序安	邹润莉
陈建华	陈剑虹	陈战军	陈喜红	周凤霞	林筱华
金 文	胡娜妮	凌昌都	袁秋生	袁德奎	郭淑华
税永红	熊素玉	黎良财	黎春秀		

秘 书 张 斌 唐小艳

序

环境保护是我国的一项基本国策，而环境保护教育又是环保工作的重要基础。因此必须加强环境学科相关知识在实践中的应用，提高我国环保类专业学生的环境科研、监管能力，注重学生实践操作能力的培养，努力提高环保专业课程体系的整体性、系统性、实用性。

环境管理作为人类自身行为管理的一种活动，是在 20 世纪 60 年代末开始随着全球环境问题的日益严重而逐步形成、发展的，它揭示了人类社会活动与人类生存环境的对立统一关系。在人类社会中，环境—社会—经济组成了一个复杂的系统，作为这个系统核心的人类为了生存发展，需要不断地开发利用各种自然资源和环境资源，而无序无节制的开发利用，导致地球资源急剧消耗，环境失调，从而影响人类的生存和发展。为遏制这种趋势及其蔓延，人类开始研究并采取措施推动资源的合理开发利用，推进环境保护及其自我修复能力的提高，努力实现人类的可持续发展。环境—社会—经济系统能否实现良性循环，关键在于人类约束以及影响这一系统的方法和手段是否有效，这种方法和手段就是环境管理。

环境管理随着人类环保实践活动的推进而不断演变。相当长的时期内，人们直接感受到的环境问题主要是局部地区的环境污染。人类沿袭工业文明的思维定式，把环境问题作为一个单纯的技术问题，其环境管理实质上只是污染治理，主要的管理原则是“污染者治理”和末端治理模式。随着末端治理走到环境污染治理的尽头，加之生态破坏、资源枯竭等其他环境问题的进一步凸现，人们开始从经济学的角度去探寻环境问题的根源与对策，通过“环境经济一体化”使“环境成本内部化”，将环境管理原则变为“污染者负担，利用者补偿”，从而推进了源头削减、预防为主和全过程控制的管理模式的形成。人们在科学发展、保护环境的长期追求与探索中，逐步认识到环境问题是人类社会的传统自然观和发展观支配下导致的必然结果，其管理和技术手段都是“治标不治本”的，只有在改变传统的发展观基础上产生的财富观、消费观、价值观和道德观，才能从根本上解决环境问题。因而环境管理不是单纯的技术问题，也不是单纯的经济问题和社会问题，而是人与自然和谐、经济发展与环境保护相协调的全方位综合管理。

加强课题研究，通过课程设计和构建，着力解决高等职业教育环保类专

业人才培养和社会需求,以就业为导向,坚持改革创新,努力提高学生的职业能力,使学生将课堂与工作现场直接对接,进一步理解目前的学习如何为将来的职业服务,从而提高学生学习的积极性、针对性,提高教学质量,这是我国环保职业教育必须坚持的方向。

非常高兴的是,2009年4月,由长沙环境保护职业技术学院牵头,集合全国与环境保护相关的本科及职业院校、企业、科研机构等近百家单位共同组建的环境保护职业教育集团正式成立,这是我国目前环保职教领域阵容最大的产学研联合体。该集团的成立,在打造环保职业教育品牌和提升环保职业教育综合实力上,将产生深远影响。

本套教材的作者都是长期从事环保高职教育的一线教师,具有丰富的教学经验,在相关领域又有比较丰富的环保实践经验,在承担相关环保科研与技术服务中,将潜心研究的科研成果与最新技术、方法、政策、标准等体现于职业教育的教材之中,使本套教材具有鲜明的职业性、实践性,对环保职业教育具有较好的指导与示范作用。

衷心希望这套教材的出版发行,能为我国环保教育事业的发展发挥积极的推动作用。

祝光耀

2010年3月10日

前 言

噪声污染不同于水体、大气和固体废弃物污染，它属于物理性污染，它的本质是振动形式及其能量的传播，不具有物质的累积性，噪声源停止运行，污染立即消失，没有残余污染物。但是，由于声源和暴露人群的广泛存在，以及社会的快速发展，噪声已成为国内外影响最大的公害之一。其他物理性污染如振动污染、放射性污染、电磁辐射污染、环境光污染、环境热污染等也越来越引起人类的重视。

噪声与振动控制行业作为环境保护相关产业的一个部分，得到了很大的发展。为适应环境保护事业发展的需要，鉴于近年来我国环境声学学科的发展，尤其是为了满足21世纪培养高职高专应用型人才的需要，来自多所高职院校，工作在教学和科研及工程设计第一线的专业教师，集多年教学、科研和工作实践经验，以及近年来的国内外最新研究成果编写了本书。编者注重阐明污染源和污染产生的过程、污染防治的基本原理、基本方法与具体应用。

本书内容较为全面，考虑到本课程教学在不同学校课时数不同，对不同专业要求也不尽相同，作者在编写时既注重了前后章节的相互联系，又保证各章节具有独立性。在教学中不同院校可根据实际教学时数进行取舍。本书提供了较为全面的综合实践教学内容，教师可根据实际需要，有选择地开设书中提供的综合实践。

书中列出了一些现行的声学标准及其他标准，是近年来国家颁布且正在使用的标准，可供学习设计时参考，但标准是发展的，请读者在使用本书时注意核实标准是否已被更新。

本书的专业实例与大量接近工程实际的习题分布在各章节中，希望它们能够给读者的学习与工作带来真正有效的帮助。

本书配有与教学要求同步的多媒体课件。如果读者需要这些教学多媒体课件来辅助教学，可以通过电子邮件与作者联系（lyh_v@126.com 或 lyh_v@163.com）。

本书共分8章，各章的编写人员分别是（按编写章节次序）：长沙环境保护职业技术学院刘颖辉（第一章，第二章，第八章第七节至第九节）、杭州职业技术学院江平（第三章，第八章第六节）、长沙环境保护职业技术学院刘铁祥（第四章，第八章第一节至第四节）、中国环境管理干部学院景长勇（第五章）、包头轻工职业技术学院王文华（第六章，第七章，第八章第五节）。

衷心感谢长沙环境保护职业技术学院郭正教授在百忙中审阅了编写大纲与全部书稿，并提出了许多建设性的意见与建议，使得本书更加严谨，更加贴近实际工作。

本书在编写过程中，参考了国内外同行大量相关书籍，所参考书籍目录一并列在书后参考文献中，在此谨向这些作者致以诚挚的谢意！

由于作者水平有限，本书难免存在各种疏漏与不足，恳请广大读者及专家批评指正。

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 噪声及噪声污染	1
第二节 噪声的分类	3
第三节 噪声的危害	4
第四节 噪声污染控制基本原则	7
第五节 其他物理污染概述	8
第六节 环境物理学简介	9
第二章 声的基本知识	11
第一节 声波的基本特性	11
第二节 描述声波的物理量及计算	14
第三节 声波的传播	30
第三章 噪声的评价与标准	41
第一节 噪声的评价	41
第二节 噪声的法规和标准	58
第四章 噪声测量	76
第一节 测量仪器	76
第二节 声强及声功率测量	83
第三节 环境噪声监测方法	86
第四节 工业企业噪声测量	91
第五章 噪声控制技术	95
第一节 吸声降噪	95
第二节 隔声技术	112
第三节 消声技术	126
第六章 振动控制技术	150
第一节 振动概述	150
第二节 振动的测量	152
第三节 振动控制技术和方法	158
第七章 其他物理污染控制技术	165
第一节 放射性污染控制	165
第二节 电磁辐射污染控制	179
第三节 光污染及其防治	191

第四节 热污染及其防治	197
第八章 综合实践	204
第一节 设备噪声测量及频谱分析	204
第二节 工业企业厂界噪声测量	207
第三节 环境噪声的测量	210
第四节 交通噪声测量	212
第五节 速度传感器振动测量实验	214
第六节 小区主要噪声源的调查分析	219
第七节 典型噪声控制实例	220
第八节 噪声控制设计实践	224
第九节 声环境规划实例	225
主要参考文献	231

第一章 绪 论



学习目标

本章主要理解噪声及噪声污染的概念；了解噪声污染的特点；熟悉噪声的分类、危害及噪声污染控制的基本原则；了解其他物理污染。

第一节 噪声及噪声污染

随着工业、交通运输业和城市建设的快速发展，环境噪声污染日趋严重，已成为国内外影响最大的公害之一，也是目前遭抱怨和投诉最多的污染。噪声严重干扰人们的正常工作、学习和生活，危害人体健康。研究噪声的产生、传播途径、污染规律及控制措施，对噪声污染进行有效防治是非常迫切和必要的，科学的城市规划和城市噪声管理法令也非常重要。

一、噪声

人类生存环境中声音无处不在，人类依赖声音从事各种社会实践活动。如工人借助于声音判断机器运转是否正常；医生借助于声音诊断患者病症；听力正常的人借助于声音熟悉周围环境，相互交流思想，获取周围各种信息等。在人类生活中如果没有声音，简直不堪设想，环境中如果长久没有任何声音，人就会感到恐怖，甚至会疯狂，这也是宇航训练中心的所谓“恐寂病”。但人类对声环境又有着特殊的要求：需要的声音（如讲话和音乐等）能高度保真，不失本来面目；不需要的声音（这里先称之为噪声）不致干扰人们的工作、学习和休息；至于音乐厅、剧院等地方不但要求环境安静而且要有良好的音质。

（一）噪声的概念

从物理学角度出发，噪声可定义为：由许多不同频率和强度的声波，无规则且杂乱无章地组合而成的声音。

但即使是使人陶醉的优美的音乐声，对在考场认真考试的考生来说，也成了令人厌烦或不需要的东西；不论是上课还是下课，飞机的轰鸣声和机械设备的嘈杂声都是令人厌烦的。这些使人感到烦躁不安，影响人们正常工作和健康的声音就是噪声。因此，从

心理学角度出发,噪声可定义为:一切人们不需要的声音都是噪声。

(二) 噪声的界定

由噪声的定义可以知道,一切可听声都可能被判定为噪声。因此,噪声控制主要是降低和减少可听声,噪声的测试也局限在可听声。可听声的频率范围一般在 20Hz~20kHz。频率低于 20Hz 的声称为次声,频率高于 20kHz 的声称为超声。

如何判断一个声音是否为噪声,从物理学观点来说,振幅和频率杂乱断续和统计上无规的声音就被称为噪声。但从环境保护的角度来说,判断一个声音是否为噪声,要根据时间、地点、环境以及人们的心理和生理等因素确定,所以噪声不能完全根据声音的物理特性来定义。一般认为,凡是干扰人们休息、学习和工作的声音,即不需要的声音统称为噪声。

二、噪声污染

(一) 噪声污染的概念

一般认为,如果被测试环境的噪声级超过国家或地方规定的噪声标准限值,并影响人们的正常生活、工作或学习的声音,就形成噪声污染。

(二) 噪声污染的特点

噪声污染形成于噪声对周围环境造成的不良影响,属于物理性污染,有以下几个突出的特点:

(1) 噪声污染是一种感觉公害。飞机的轰鸣声是相当严重的噪声污染,是让人厌烦的声音,但对于期待空援的战士来说,就不再是厌烦的噪声。相反,鸟语花香对于在公园里散步的人而言,感觉是很美妙的,但对于需要安静睡眠的人,鸟声的嘈杂也许就令人厌烦。因此,一种声音是否属于噪声,与人所处的环境和主观愿望有关,即与人的主观感觉有关。

(2) 噪声污染是局限性和多发性公害。局限性是指噪声影响的范围较小,只能造成局部性污染,一般不会造成区域性和全球性污染。多发性是指噪声源的多发性,即存在着多种多样的分散的噪声源,可以说是“无孔不入”。突发的噪声是难以逃避的,可以说是“迅雷不及掩耳”。

(3) 噪声污染是即时性公害。噪声的本质是一种机械波,是振动形式及其能量的传播,不具备物质的累积性,噪声源停止运行,污染立即消失,没有残余污染物。

(4) 噪声具有危害潜伏性。大多数人对噪声污染的防治不重视,即使暴露在 90dB(A) 以上的噪声环境之中也能忍受,实际上这种“忍受”是以听力偏移为代价的。

(5) 噪声的能量极为有限。噪声的声能是噪声源全部能量中很少的一部分,而且噪声的能量转化系数很低,约为 10^{-6} ,因此,噪声的能量再利用价值不大。

第二节 噪声的分类

噪声的分类方法很多,从区分自然现象和人为因素产生的噪声角度出发可分为自然噪声和人为噪声,按噪声辐射能量随时时间的变化可分为稳态噪声、非稳态噪声和脉冲噪声,环境声学一般从城市环境和噪声产生的机理进行分类。

一、按频率分布分类

按频率分布可分为低频噪声(声频率 $<500\text{Hz}$)、中频噪声(声频率为 $500\sim 1000\text{Hz}$)和高频噪声(声频率 $>1000\text{Hz}$)。

二、按发声机理分类

按噪声的发声机理可将噪声分为机械噪声、空气动力性噪声及电磁噪声。

(1) 机械噪声是指机械部件之间在摩擦力、撞击力和非平衡力的作用下振动而产生的噪声。机械噪声的特征与受振部件的大小、形状、边界条件、激振力的特性有关。织布机、球磨机、车床、刨床、齿轮等发出的噪声是典型的机械噪声。

(2) 空气动力性噪声是指高速气流、不稳定气流以及由于气流与物体相互作用产生的噪声。空气动力性噪声的特征与气流的压力、流速等因素有关。例如,锅炉排气噪声是由于高速或高压气流与周围空气介质剧烈混合而产生的;气流流经阀门的噪声是由于气流流经障碍物后形成涡流而产生的;飞机螺旋桨转动时的噪声是由于旋转的动力机械作用于气体,产生压力脉冲产生的;内燃机、压缩机、鼓风机的进、排气噪声是由于进、排气时,周围空气的压强和密度不断受到扰动而产生的。

(3) 电磁噪声是指电磁场的交替变化引起某些机械部件或空间容积振动产生的噪声。电磁噪声的特征主要取决于交变磁场特性、被激振动部件和空间的大小形状等。变压器和日光灯镇流器等发出的噪声属于电磁噪声。

三、按噪声来源及声环境分类

按噪声来源及声环境可将噪声分为交通噪声、工业噪声、建筑施工噪声和社会生活噪声。

(1) 交通噪声是指道路机动车辆、内河航运船舶、铁路车辆及飞机等的噪声。随着城市交通干道的增加,机动车辆增幅较大,交通噪声已成为城市的主要噪声源。交通干道的噪声,等效连续 A 声级可达 $70\sim 90\text{dB(A)}$ 。飞机数目、飞行速度、载重量的增加,使得飞机噪声愈来愈大。民航飞机在起飞和着陆时,噪声在 $85\sim 105\text{dB(A)}$ 。火车运行的噪声,在距离 100m 处可达 75dB(A) 。

(2) 工业噪声是指工厂的各种动力设备、加工机械、生产设备等产生的噪声。设备噪声的声级大小与设备种类、功率、型号有关,即使型号、功率相同的设备,由于生产厂家和使用年限不同,声级也有较大的差别。

(3) 建筑施工噪声是指建筑机械发出的噪声。在距声源 15m 处,测得打桩机噪声

95~105dB (A)、混凝土搅拌机噪声 80~90dB (A)、推土机噪声 78~96dB (A)。

(4) 社会生活噪声是指社会活动和家用设备发出的噪声,主要是指商业、文娱、体育活动等的人群喧闹声,以及空调、洗衣机、电冰箱等发出的噪声。在距声源 1m 处,测得缝纫机噪声 70~74dB (A)、洗衣机噪声 47~71dB (A)、电冰箱噪声 34~52dB (A)。

第三节 噪声的危害

自然界存在着许多次声源(频率低于 20Hz),例如极光、地震、火山喷发和海啸等自然现象都会产生次声,此外,许多恶劣天气如台风、雷暴、晴空湍流、风暴、龙卷风和雹等也会产生次声。还有一些人工次声源,例如大型爆炸过程、大型火箭发射、大桥震动和高楼震动等都会伴随有次声波产生。匈牙利自然风景区鲍拉得山洞曾出现过 3 个游客在恶劣的气候条件下进入山洞当场全部死亡的事件。该洞的入口廊道狭长,像一个共振腔,由于洞内气压急剧变化,产生强次声波,使得兴致勃勃的游客惨遭不幸。

频率高于 20kHz 的超声波对人同样有危害。如强度很高的超声波能使布料和坚硬物体等毁坏,中等强度的超声波能破坏人体的新陈代谢,使人容易发怒而损害健康。

当然,在噪声的危害中,影响最大的还是频率在 20Hz~20kHz 的可听声。对人体危害最大的是高频噪声,稍轻的是中频噪声,最轻的是低频噪声。单一频率的纯音比具有连续频谱的噪声更为有害。非稳态噪声比稳态噪声对人体更为有害。

例如,某工厂青年女工,从事上球磨机粉碎工作历时 2 年,每天工作 3h,后从事大球磨机粉碎工作历时 4 年,每天工作 8h,连续工作 6 年后,时常感到心慌、失眠、头疼、耳鸣,最后头发逐渐脱落。

据估计,我国有 20%~30% 的工人暴露在损伤听觉的强噪声下,有上亿人受到噪声的严重干扰。美国 75% 的人集中在城市,噪声污染严重,居民深受其害。有的国家由于城市规划管理及工业、交通运输业的无政府状态,噪声污染日益严重。工厂里、街道上几乎没有安静的地方,由于噪声的干扰致使学生不能正常上课,只好建造无窗教室,完全利用人工采光和空调来解决照明和换气问题。

噪声的危害涉及面较广,归纳起来有以下几个主要方面。

一、损伤听力

当人们进入较强的噪声环境中时,会感到刺耳难受,停一段时间会感到耳鸣。此时,若到安静的环境中,会发现原来听得到的声音,这时听起来弱了,有的声音甚至听不到。但这种情况持续时间并不长,只要在安静的环境里停留一段时间,听觉就会恢复原状,这种现象叫做暂时性听阈迁移,也称为听觉疲劳。所谓暂时性听阈迁移,就是在强噪声作用下,听觉皮层器官的毛细胞受到暂时性的伤害而引起听阈级的暂时性迁移。如果原来听起来是 60dB (A) 的声音,出现暂时性听阈迁移时,听起来只有 40dB (A),等到听力恢复后,又能听到 60dB (A) 的声音。

长期暴露在高噪声环境中,听觉器官不断受到噪声的刺激,暂时性听阈迁移恢复越来越慢,听觉器官发生器质性病变,失去恢复正常听觉的能力,成为永久性的听阈迁

移,也称为听力损失。噪声引起的听力损失,是由于过量的噪声暴露导致听觉细胞的死亡,死亡的细胞不能再生,因此,噪声性耳聋是不能治愈的。

噪声性耳聋与噪声的强度、频率有关,噪声强度越大,频率越高,噪声性耳聋发病率就越高。噪声性耳聋还与噪声作用的时间长短有关,同样强度的噪声,每天作用 8h 就比每天作用 4h 发病率高很多。一般来说,长期在 90dB(A) 以上的噪声环境下工作,有可能发生噪声性耳聋。通过调查表明,某些行业工种,如织布工、发动机试车工等,如果不采取适当的防护措施,噪声性耳聋的发病率可达 50%~60%,甚至 90% 以上。另外枪炮声对听力的损伤也很严重。对高射机枪手的调查表明,有 5.2% 的人耳道出血,75% 的人患耳鸣症,所以有人把噪声污染比喻成慢性毒药。

暴露在 80dB(A) 以下的职业性噪声环境中时,一般不会引起噪声性耳聋(不等于不造成听力损失);在 85dB(A) 以下时,造成轻微的听力损伤;在 85~90dB(A) 时,造成少数人噪声性耳聋;在 90~100dB(A) 时,造成一定数量人的噪声性耳聋;在 100dB(A) 以上时,造成相当数量人的噪声性耳聋。

国际标准化组织(ISO)确定听力损失 25dB(A) 为耳聋标准,25~40dB(A) 为轻度聋,40~55dB(A) 为中度聋,55~70dB(A) 为显著聋,70~90dB(A) 为重度聋,90dB(A) 以上为极端聋。

当人们突然暴露于极强烈的噪声环境下[指噪声超过 140dB(A)],听觉器官会发生急性外伤,引起鼓膜破裂出血,螺旋体从基底膜急性剥离,造成两耳失聪。高强度噪声都有可能导致这种一次性刺激致聋的现象,这种现象称为爆震性耳聋,如战场的爆炸声浪中就会遇到这种爆震性耳聋。如果是极强的噪声,除了能使人的听觉器官发生急性外伤,使整个机体受到严重损伤,还会引起语言紊乱、神志不清、脑震荡和休克,甚至死亡。

二、影响生活

吵闹的噪声常常使人讨厌、烦恼、精神不集中,妨碍休息和睡眠,干扰谈话。

人在睡眠中,若受到连续噪声的作用,会使熟睡时间缩短,出现多梦。若经常受到噪声的干扰,就会睡眠不足,出现头昏、头痛等症状。突然响起的噪声,只要有 60dB(A),就能使 70% 的人惊醒。一般来说,低于 40dB(A) 的噪声对睡眠影响较小,高于 55dB(A) 的噪声对睡眠干扰比较严重。

人们用语言交谈时,当噪声与谈话声级接近时,就会干扰交谈。普通谈话一般为 60dB(A),若两个人相距 1.5m 交谈,此时有 50dB(A) 的噪声,则双方可轻松的交谈;噪声到 60dB(A) 还能满意地对话;当噪声到 66dB(A) 时,则要提高声音对方才能听得清楚;当噪声达到 90dB(A) 以上时就是大声喊也听不清楚。

电话通信也是如此。当环境噪声低于 57dB(A) 时,通话质量就会很好;噪声在 57~72dB(A) 之间时,通话质量就较差;噪声在 72~78dB(A) 之间时,打电话就会感到困难;在更高的噪声环境中,打电话就不可能了。

三、干扰工作

噪声对人们工作的影响较为复杂,很难定量表述。在噪声的刺激下,心情烦躁,注意力分散、易疲劳、反应迟钝,导致工作出错,影响工作效率,降低工作质量,特别是要求注意力高度集中的复杂作业,影响更大。调查研究表明,速记、校对、文字处理等工种,随着噪声辐射强度的增加,出错率明显上升。由于噪声有掩蔽效应,往往使人不易察觉一些危险信号,从而容易导致工作事故。

四、诱发疾病

(1) 噪声危害人的神经系统。噪声作用于人的中枢神经系统,使大脑皮层的兴奋和抑制失去平衡,导致条件反射异常,使脑血管张力遭到损害,神经细胞边缘出现染色质的溶解,重者可引起渗出性血灶、脑电图电位改变等。如果长期暴露于强噪声环境中且得不到恢复,会形成牢固的兴奋灶,累及植物神经系统,导致病理学影响,产生头疼、脑胀、头晕、疲劳、失眠、记忆力衰退等神经衰弱症状。处于噪声污染环境的人,易患胃功能紊乱症,表现为消化不良、食欲不振、恶心呕吐,久而久之,将导致胃病及胃溃疡发病率的增高。

(2) 噪声影响心血管系统。噪声污染导致人的交感神经不正常,使代谢或微循环失调,引起心室组织缺氧,致使心肌受到损害,并引起血液中胆固醇增高。噪声使交感神经紧张,导致心跳加快、心律不齐、传导阻滞、血管痉挛、血压变化等现象。近年来,一些医学专家通过研究认为,噪声可以导致冠心病、动脉硬化和高血压。

(3) 噪声对视觉产生不良影响,噪声越大,视力清晰度稳定性越差。噪声影响胎儿正常发育,会对胎儿的听觉器官造成先天性的损伤。强噪声还能直接造成人和动物的死亡。一般来说,在高噪声环境中工作的人,健康水平会逐年下降,疾病发病率显著高于正常环境中的人。

五、有害物质结构、引发事故

1962年,美国三架军用飞机以超音速低空飞行,经过日本藤泽市,使该市许多民房玻璃震碎、烟囱倒塌、日光灯掉下、商店货架上商品震落,造成较大损失。美国统计了3000件喷气式飞机使建筑物受损的事件,其中,抹灰开裂43%、门窗损坏32%、墙体开裂15%、房瓦损坏6%、其他损害4%。

城市设施与机械设备的噪声和振动对建筑物有一定的破坏作用。打桩、爆破、大型振动筛、空气锤等,对附近建筑物都有不同程度的影响。

150dB(A)以上的强噪声,会使金属结构疲劳以致损坏。由于声疲劳造成飞机或导弹失事的严重事故也有发生。试验表明,一块0.6mm的铝板,在168dB(A)的无规噪声作用下,只要15min就会断裂。

在强噪声作用下,不仅建筑物容易受损,发声体本身也可能由于声疲劳而损坏。在极强的噪声作用下,灵敏的自控设备和遥控设备会失灵,从而使自控与遥控失效。

六、对其他生物的影响

噪声对自然界的其他生物也是有影响的,可使植物生长发育不良,对动物影响更明显。如强噪声会使鸟类羽毛脱落、不产卵,甚至会使其内出血或死亡。

大量实验表明,在强噪声场的作用下,能引起动物死亡。例如 170dB 的噪声作用于豚鼠,大约 6min 就能死亡,而且在一定噪声级范围内噪声提高 3dB,豚鼠死亡时间大约缩短一半。

1964 年,美国空军一架喷气式飞机在俄克拉荷马市上空作超音速飞行试验,结果下方一个农场的 1 万只鸡中有 6000 只被轰鸣声杀死。

第四节 噪声污染控制基本原则

噪声污染控制要坚持“预防为主”、“防治结合”的原则,注重科学性、先进性和经济性的原则。

环境噪声污染是由声源、传播途径和接受个体三个环节组成。为有效控制噪声污染,必须将三个环节作为一个系统进行研究。噪声控制技术的研究包括声源、传播途径、个人防护的研究及法规的制定等。

一、声源控制

从声源控制噪声。研究声源发声机理和机器设备运行功能;降低声源的噪声辐射;用低噪声工艺代替高噪声工艺(如用焊接代替铆接、用液压代替锤打等降噪量可达 20~40dB);降低噪声源中噪声辐射部件对激振力的响应(如提高旋转部件的动平衡精度;减少撞击和摩擦;降低高压、高速液体的压差、流速;改变流体的喷嘴;防止共振等);提高运动部件间的接触性能(如提高零部件加工精度及表面精度;选择合适的配合;控制零部件间的间隙大小;良好润滑等);加强监督管理等。

二、传播途径控制

从传播途径上控制噪声。研究城市、工厂和车间如何全面合理地布局(如在总体设计上采用“闹静分开”的原则),在传播途径上采取吸声、隔声、消声、阻尼和隔振等声学技术。

三、个体防护

从接收者个体控制噪声。研究对听力起保护作用的护耳器(如耳塞、耳罩、防声头盔和防声棉等)、控制室等个人防护措施。如在从事铆接、冲击、风动工具、爆炸、试炮及机器设备较多、自动化程度较高的车间,就必须采取个人防护措施。

当噪声超过 140dB 以上,不但对听觉、头部有严重的危害,而且对胸部、腹部各器官也有极严重的危害,尤其对心脏,因此,在极强噪声的环境下,还要穿防护衣进行保护。

此外,研究制定控制噪声的法规。噪声控制法规具有强制性,要求噪声污染者积极采取治理措施。噪声控制立法的实施,对于噪声控制技术的研究及应用和推广会起到促进的作用。同时,要进行规划措施的研究,做好区域规划、道路规划及合理控制城市人口密度等。

第五节 其他物理污染概述

在人类生存的环境中,各种物质都在不停地运动着,如机械运动、分子热运动、电磁运动等,这些运动中,都进行着物质能量的交换和转化。这种物质能量的交换和转化构成了物理环境,物理环境是自然环境的一部分。人类生活在所适应的物理环境中。物理环境的声、光、热、电等是人类必需的,在环境中是永远存在的。它们本身对人无害,只是在环境中的含量过高或过低或不适当时才造成污染。这样,我们的环境中除前面介绍的噪声污染外,还可能存在着振动污染、放射性污染、电磁辐射污染、环境光污染、环境热污染等其他物理污染。而这些物理性污染相对于化学性、生物性污染来说有两个主要不同的特点:第一,物理性污染一般是局部性的,区域性和全球性污染较少发生;第二,物理性污染在环境中一般不会有残余的物质存在,一旦污染源消除以后,物理性污染也即消失。

一、振动环境及振动污染

人们的生活中,振动是不可避免的,例如晕车、晕船、晕机等主要就是由于低频振动引起的。物体做机械运动时,匀速运动一般对人体没有影响。例如,地球基本上是属于匀速运动中。人类生存在地球上并不感到地球的运动,也没有任何不舒适的反应,但非匀速的运动对人是影响的。而长期处在强振动环境中,则可能会引起振动病。在人们从事生产活动中,根据振动作用于人体的部位,可以分为全身振动和局部振动,它们对人们的影响是不同的。对于振动环境,要求其不干扰人们的生活和工作,不危害人体的健康,否则就认为是产生了振动污染。

二、核辐射环境及放射性污染

在地球形成之初,放射性物质及其辐射就已存在于地球上了,只是因其看不见、摸不着,人们对它的认识要比对其他自然科学现象及其规律的认识晚得多。其实地球上每一个人都受到各种天然辐射和人工辐射的照射,天然辐射来源于宇宙辐射、陆地辐射、氡和矿物开采所致的辐射。19世纪末至20世纪初,人们对宇宙射线的研究和天然放射性核素的发现可认为是对环境放射性的最早探索。1942年,美国建立了世界上第一座核反应堆,开创了原子能时代。此后,由于核工业的发展和核武器试验,人们对由此引起的环境放射性污染给予了极大的关注。

三、电磁环境及电磁辐射污染

在人们生活的空间里到处都有电磁场,它作用于人体和电子设备。电磁场对于通