

工业污染防治实用技术丛书

物理性污染控制技术

WULIXING WURAN
KONGZHI JISHU

黄勇 王凯全 编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

· 013045582

工业污染防治实用技术丛书

X74
04

物理性污染控制技术

WULIXING WURAN KONGZHI JISHU

黄勇 王凯全 编



X 74
04

中国石化出版社



北航

C1653782

013042285

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了物理性污染控制技术和方法,细致地阐述了工业企业物理性污染源和污染产生的过程、污染防治的基本原理与具体应用,强调将污染防治技术与工业企业,尤其是石化企业污染情况结合,解决生产过程中实际的污染问题。

本书作为研究和治理物理性污染的读物,可供从事环境保护的管理人员、技术人员使用,也可供普通高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

物理性污染控制技术 / 黄勇,王凯全编. —北京:
中国石化出版社,2013.4
(工业污染防治实用技术丛书)
ISBN 978-7-5114-2055-8

I. ①物… II. ①黄… ②王… III. ①石油工业-环
境污染-污染防治 IV. ①X74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 072579 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 20.5 印张 504 千字

2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

定价:68.00 元

《工业污染防治实用技术丛书》

编 委 会

主 任 王凯全

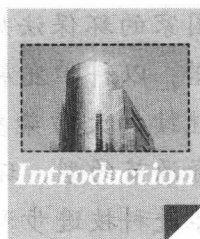
副主任 李定龙

委 员 马建锋 李英柳 张文艺 冯俊生

常杰云 黄 勇 万玉山 陈海群

严文瑶 戴竹青 赵 远 梁玉婷

序



保护环境关系到我国现代化建设的全局和长远发展，是造福当代、惠及子孙的事业。党中央、国务院历来重视环境保护工作，把保护环境作为一项基本国策，把可持续发展作为一项重大战略。党的十六大以后，我们提出树立科学发展观、构建社会主义和谐社会的重要思想，提出建设资源节约型、环境友好型社会的奋斗目标。这是我们党对社会主义现代化建设规律认识的新飞跃，也是加强环境保护工作的根本指导方针。

近年来，我们在推进经济发展的同时，采取了一系列措施加强环境保护，取得了积极进展。在资源消耗和污染物产生量大幅度增加的情况下，环境污染和生态破坏加剧的趋势减缓，部分流域区域污染治理取得初步成效，部分城市和地区环境质量有所改善，工业产品的污染排放强度有所下降。对于环境保护工作的成绩应给予充分肯定。

同时，必须清醒地看到，我国环境形势依然十分严峻。长期积累的环境问题尚未解决，新的环境问题又在不断产生，一些地区环境污染和生态恶化已经到了相当严重的程度。主要污染物排放量超过环境承载能力，水、大气、土壤等污染日益严重，固体废物、汽车尾气、持久性有机物等污染持续增加。流经城市的河段普遍遭到污染，1/5的城市空气污染严重，1/3的国土面积受到酸雨影响。全国水土流失面积356万平方公里，沙化土地面积174万平方公里，90%以上的天然草原退化，生物多样性减少。特别是2013年初以来北京等多地连续多天发生雾霾天气，一度覆盖全国约七分之一的陆地面积，空气污染十分严重。发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题，在我国已经集中出现。生态破坏和环境污染，造成了巨大的经济损失，给人民生活和健康带来严重威胁，必须引起我们的高度警醒。

深刻的历史教训和严峻的现实告诫我们，绝不能以牺牲后代的利益来求得经济一时的快速发展。作为我国环境污染重要来源的工业企业，理应十分

重视环境保护工作，积极实施可持续发展战略，追求经济与环境的协调发展；严格遵守国家的环保法规、政策、标准，积极推行清洁生产，恪守保护环境的社会承诺；以科学发展观为指导，以实现环保稳定达标和污染物持续减排为目标，继续加大污染整治力度，全面推行清洁生产，大力发展循环经济，努力创建资源节约型、环境友好型企业。

大力推进科技进步和技术创新，研究和推广清洁生产是工业污染防治的关键。要综合解决目前工业企业发展中面临的资源浪费和环境污染等比较突出的问题，唯一出路就是建立资源节约型工业生产体系，走新型工业化道路。企业要在全面落实国家环境保护方针政策、强化环境保护管理的同时，针对废气、废水、废渣、噪声等主要工业污染源，开展污染控制的技术攻关，评估工业污染防治措施实施的效果，推广清洁生产、环境生物等替代技术。将企业的经济效益、社会效益和环境效益有机地结合，树立中国企业诚信守则、关注社会的良好形象。

多年来，常州大学依托石油化工行业特点开展环境保护人才培养和科学研究，积累了一定的经验，取得了一定的成果。现在，在中国石化出版社的支持下，常州大学组织学者编撰《工业污染防治实用技术丛书》，分别介绍废气、废水、废渣、噪声等主要工业污染源治理，环境影响评估、清洁生产、环境生物等技术的新成果，旨在推介环保实用技术，促进工业环保事业，彰显环保科技工作者的社会责任，实在是一件值得称道和鼓励的幸事。

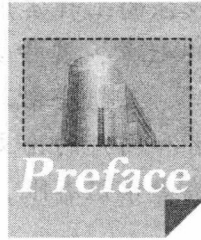
愿各位同仁共同交流，加强环境保理论和技术总结、交流与合作；愿我们携手努力，为提高全人类的生活水平和保护子孙后代的利益贡献力量，为祖国的碧水蓝天不断作出新的贡献。

中国环境科学研究院研究员
国家环境保护总局科技顾问委员会副主任
中国工程院院士

刘鸣亮

2013年3月30日

前言



环境是人类进行生产和生活活动的场所，是人类生存和发展的物质基础。物理环境与大气环境、水环境、土壤环境同样是人类生存环境的重要组成部分。物理环境对支持人类生命、生存及其活动十分重要，人类的健康需要适宜的物理环境。

物理性污染是由于物理因素(声、光、电、热、振动、放射性等)的原因产生的物理方面的作用，它是属于物理范畴的一类新型污染。近年来随着我国工业的发展，尤其是石化工业的发展，物理环境受到了一定程度的破坏，物理性污染正危害着人类的身体健康和生存环境，必须对其进行控制和治理。

然而，长期以来人们对物理性污染却缺乏了解，物理性污染不同于大气、水、土壤环境污染，后三者是有害物质和生物输入环境，或者是环境中的某些物质超过正常含量所致。而引起物理性污染的声、光、热、放射性、电磁辐射等在环境中是长久存在的，它们本身对人无害，只是在环境中的强度高或过低时，会危害人的健康和生态环境，造成污染或异常。物理性污染亦不同于化学性、生物性污染。物理性污染一般是局部性的，在环境中不残留，一旦污染源消除，物理性污染即消失。随着国民经济的发展和水平的提高，对物理性污染发生规律的认识以及防治技术的研究越来越引起人们的重视。物理性污染控制技术也成为了环境科学的一个新的研究领域。

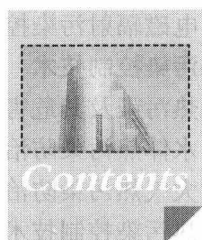
本书是作者在多年教学和科研的基础上，考虑到近年来石油化工安全技术迅速发展的状况，以及广大技术人员和管理人员进行知识更新的需要而编写的。本书较系统地介绍了物理性污染的基本概念、原理、控制技术和方法，力求全面、细致地阐述噪声、振动、放射性、电磁辐射、热、光等物理因素对人类的影响及其评价，并结合石油石化企业物理性污染的污染源、污染现状介绍了消除这些影响的技术途径和控制措施。在编写过程中，作者力求将环境工程的基本理论和分析方法与企业生产中的具体安全问题相结合，既注意提高环境工程理论水平，又注重解决物理性污染的实际问题。在对理

论和分析方法的阐述中强调了实用性和可操作性。因此，本书具有较高的理论价值和较强的工程实用性。

全书共七章，其中第一、二、六章由王凯全编写，第三、四、五、七章由黄勇编写，王凯全教授负责统稿。本书在编写过程中，参考、引用了大量专家、学者和同行的论文、专著，在此向文献作者们表示诚挚的谢意。

由于编者学识有限，书稿中疏忽与谬误之处，恳请读者予以批评指正。

目 录



第一章 绪论	(1)
第一节 物理性污染及其分类	(1)
第二节 物理性污染的危害	(4)
第三节 石油化工生产过程中的物理性污染	(15)
第二章 噪声污染控制技术	(22)
第一节 噪声污染的来源	(22)
第二节 噪声评价标准	(29)
第三节 噪声测量技术	(44)
第四节 噪声污染控制技术	(58)
第五节 吸声技术	(66)
第六节 隔声技术	(82)
第七节 消声器	(98)
第八节 石化工业噪声污染的控制方法	(116)
第三章 振动污染控制技术	(131)
第一节 振动污染的来源	(131)
第二节 振动评价标准	(134)
第三节 振动测量技术	(143)
第四节 振动污染控制技术	(148)
第五节 隔振技术	(153)
第六节 减振技术	(167)
第七节 吸振技术	(177)
第四章 放射性污染控制技术	(182)
第一节 放射性污染的来源	(182)
第二节 放射性评价标准	(189)
第三节 放射性监测与测量	(201)
第四节 放射性污染控制技术	(212)
第五章 电磁辐射污染控制技术	(233)
第一节 电磁辐射污染的来源	(233)
第二节 电磁辐射评价标准	(242)

第三节	电磁辐射测量技术	(251)
第四节	电磁辐射污染控制技术	(259)
第六章	热污染控制技术	(274)
第一节	热污染及其危害	(274)
第二节	水体热污染防治	(277)
第三节	大气热污染防治	(283)
第四节	热污染控制技术	(292)
第七章	光污染控制技术	(298)
第一节	光污染及其危害	(298)
第二节	光环境评价标准	(307)
第三节	光污染控制技术	(311)
参考文献	(317)

第一章 绪 论

第一节 物理性污染及其分类

环境是人类进行生产和生活活动的场所，是人类生存和发展的物质基础。在人类生存的环境中，各种物质都在不停地运动着，运动的形式有机械运动、分子热运动、电磁运动等。物质的运动都表现为能量的交换和转化。这种物质能量的交换和转化，构成了物理环境。

物理环境与大气环境、水环境、土壤环境同样是人类生存环境的重要组成部分。物理环境对支持人类生命、生存及其活动十分重要。人是自然的系统，而且是开放的系统。因此，人和其他的系统、周围的物理环境的相互作用表现在机体的新陈代谢上，即机体与环境不断进行着物质、能量和信息的交换和转移，使机体与周围物理环境之间保持着动态平衡。

一、物理性污染及特点

环境污染从污染源的属性看可以分为三大类型：物理性污染、化学性污染、生物性污染。

物理性污染是由于物理因素（声、光、电、热、振动、放射性等）的原因产生的物理方面的作用，它是属于物理范畴的一类新型污染。

物理性污染不同于化学性污染和生物性污染，比如它不同于水污染、大气污染、土壤污染，往往是人的眼睛看不见的，因为它没有形状；也是人的手摸不到的，因为它没有实体。因此，人们又把物理性污染称为无形污染。物理性污染涉及面广，从工厂到矿山，从城市到农村，从陆地到海洋，从生产场所到生活环境，无处不在。

物理性污染同化学性污染和生物性污染有相同点，就是这些污染都危害人们的身体健康，这种危害有长期的遗留性，主要表现在这些污染引起的慢性疾病、器质性病变和神经系统的损害。

物理性污染同化学性污染和生物性污染的不同点：化学性污染和生物性污染是环境中有了有害的物质和生物，或者是环境中的某些物质超过正常含量；而引起物理性污染的声、光、热、电磁场等在环境中是永远存在的，它们本身对人无害，只是在环境中的量过高或过低时，才造成污染或异常。例如，声音对人是必需的，但是声音过强，又会妨碍或危害人的正常活动；反之，环境中长久没有任何声音，人就会感到恐怖，甚至会疯狂。

物理性污染同化学性污染和生物性污染相比，不同之处还表现在以下两个方面：一是物理性污染是局部性的，不会迁移、扩散，区域性或全球性污染现象比较少见；二是物理性污染在环境中不会有残余物质存在，在污染源停止运转后，污染也就立即消失。

二、物理性污染的分类

(一) 噪声污染

噪声污染是严重的环境污染之一，随着现代工业化程度的不断提高，环境噪声污染也日益加剧，严重影响广大人民群众的身心健康。

从物理学观点看，噪声是由许多不同频率和强度的声波，杂乱无章组合而成的。《环境噪声污染防治法》中对环境噪声作如下定义：环境噪声是指在工业生产、建筑施工、交通运输和社会生活中所产生的干扰周围生活环境的声音。噪声污染是指所产生的环境噪声超过国家规定的环境噪声排放标准，并干扰他人正常生活、工作和学习的现象。

噪声的分类方法主要有以下几种：

(1) 按频率分，噪声可分为低频噪声(小于 500Hz)、中频噪声(500 ~ 1000Hz)和高频噪声(大于 1000Hz)。

(2) 按噪声随时间的变化可分为稳态噪声、非稳态噪声和瞬时噪声。

(3) 按城市环境噪声源划分，环境噪声可分为交通噪声、工业噪声、建筑施工噪声和社会生活噪声。

(4) 按噪声产生的机理，可分为机械噪声、空气动力性噪声和电磁噪声。

(二) 振动污染

机械振动是指物体或物体的一部分沿直线或曲线并经过平衡位置所做的往复的周期性的运动。按振动系统中是否存在阻尼作用，振动分为无阻尼振动和阻尼振动；按照振动系统所加作用力的形式，振动又可分为自由振动和强迫振动。

振动和噪声一样，是当前一大公害。过强的振动使机器和工具等设备的部件损耗增大，而且振动本身可以形成噪声源，以噪声的形式影响和污染环境。

(三) 放射性污染

放射性污染是指因人类的生产、生活活动排放的放射性物质所产生的电离辐射超过放射环境标准时，产生放射性污染而危害人体健康的一种现象。放射性污染物主要指各种放射性核素，其放射性与化学状态无关。每一种放射性核素都能发射出一定能量的射线，这种射线是人觉察不到、看不见和摸不着的，必须采用特殊仪器才能测定出来。这种射线如宇宙射线、 α 射线、 β 射线、 γ 射线、中子辐射、X 射线、氡等可引起物质的电离辐射，因此放射性污染也称为电离辐射污染。

放射性物质包括天然放射物质和人工放射物质，天然放射物质包括宇宙辐射、地球表面的放射性物质、空气中存在的放射性物质、地面水系中含有的放射性物质和人体内的放射性物质。而人工放射物质主要包括核武器试验时产生的放射性物质，生产和使用放射性物质的企业排出的核废料以及医用、工业用的 X 射线源及放射性物质镭、钴等。

随着核科学技术的不断发展和深入，核能得到大量开发和利用，核能的利用给人类带来了巨大的物质利益和社会效益，但同时也给人类环境增添了人工放射性物质，对环境造成了新的污染。因此人工放射物质是造成放射性污染的主要来源。

(四) 电磁辐射污染

无线电通信、微波加热、高频淬火、超高压输电网站等的广泛应用，给人类物质文化

生活带来了极大的便利,但也由于产生大量的电磁波,当电磁辐射过量时,就会对人们的生活、工作环境以及人体健康产生不利影响,称之为电磁辐射污染。电磁辐射已成为当今危害人类健康的致病源之一。电磁辐射污染与放射性污染相比,其特点是辐射的量子能量在 $1.2 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-4} \text{eV}$,这种量子能量远不足以使物体电离,所以不属于电离辐射范围。

影响人类生活环境的电磁污染源可分为天然和人为的两大类。天然的电磁污染是由某些自然现象引起的,如雷电,除了可能对电器设备、飞机、建筑物等直接造成危害外,还会在广大地区从几千赫到几百兆赫以上的范围内产生严重的电磁干扰。其他如火山喷发、地震、太阳黑子活动引起的磁暴等都会产生电磁干扰,这些电磁干扰对通信的破坏特别严重。

人为的电磁波污染主要有脉冲放电、工频交变电磁场、射频电磁辐射,如无线电广播、电视、微波通信等各种射频设备的辐射。研究表明,电磁波的频率超过100kHz时,就会对人体构成潜在威胁。

(五) 热污染

随着社会生产力的迅速发展,人们的生活水平不断提高,能源的消耗日益增加,人们在利用能源过程中,不仅会产生大量有毒有害气体,而且还会产生二氧化碳、水蒸气、热水等对人体虽无直接危害但对环境却产生不良增温效应的物质,这类物质引起的环境污染即为热污染。

热污染发生在城市、工厂、火电站、原子能电站等人口稠密和能源消耗大的地区。根据污染对象的不同,可将热污染分为水体热污染和大气热污染。

人类活动消耗的能源最终会转化为热的形式进入大气,并且能源消耗的过程中释放大量的副产物(如二氧化碳、水蒸气和颗粒物等)会进一步促进大气的升温。当大气升温影响到人类的生存环境时,即为大气热污染。

当人类排向自然水体的温热水使所排放水体的温升超过一定限度时,就会破坏所排放水体的自然生态平衡,导致水质变化,威胁到水生生物的生存,并进一步影响到人类对该水体的正常利用,即为水体的热污染。

人们尚未用一个量值来规定其环境热污染程度,这表明热污染尚未引起人们的足够重视。

(六) 光污染

光污染是现代社会中伴随着新技术的发展而出现的环境问题。当光辐射过量时,就会对人们的生活、工作环境以及人体健康产生不利影响,称之为光污染。

狭义的光污染指干扰光的有害影响,其定义是“已形成的良好的照明环境,由于逸散光而产生被损害的状况,又由于这种损害的状况产生的有害影响”。逸散光指从照明器具发出的,使本不应是照射目的物体被照射到的光。干扰光是指在逸散光中,由于光量和光方向,使人的活动、生物等受到有害影响,即产生有害影响的逸散光。广义光污染指由人工光源导致的违背人的生理与心理需求或有损于生理与心理健康的现象,包括眩光污染、射线污染、光泛滥、视单调、视屏蔽、频闪等。

按照波长不同,光污染可分为可见光污染、红外光污染及紫外光污染。

第二节 物理性污染的危害

一、噪声危害

噪声对人体的影响和危害是多方面的。概括起来,强烈的噪声可引起耳聋、诱发各种疾病、影响人们的休息和工作、干扰语言交流和通信、掩蔽安全信号、造成生产事故、降低生产效率、影响设备的正常工作甚至破坏设备构件等。其主要危害有以下六个方面。

(一) 噪声对听力的损伤

噪声对人体最直接的危害是听力损伤。对听觉的影响,是以人耳暴露在噪声环境前、后的听觉灵敏度来衡量的,这种变化称为听力损失,指人耳在各频率的听阈升移,简称阈移,以 dB 为单位。例如,当你从较安静的环境进入较强烈的噪声环境中,立即感到刺耳难受,甚至出现头痛和不舒服的感觉。停一段时间,离开这里后,仍感觉耳鸣,2min 内做听力测试,发现听力在某一频率下降为 20dB 阈移,即听阈提高了 20dB。由于噪声作用的时间不长,只要你到安静的地方休息一段时间,再进行测试,该频率的听阈减小到零,这一噪声对听力只有 20dB 暂时性阈移的影响。这种现象叫做暂时听阈偏移,亦称听觉疲劳。听觉疲劳时,听觉器官并未受到器质性损害。

如果长期工作在 90dB(A) 以上的强噪声环境中,人耳不断地受到强噪声刺激,暂时性听阈迁移恢复越来越慢,久而久之,听觉器官发生器质性病变,便失去恢复正常的听阈能力,就成为永久性听阈迁移,或称听力损失。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。

国际标准化组织规定,用 500Hz、1000Hz 和 2000Hz 三个频率上的听力损失平均值来表示听力损失。听力损失在 15dB 以下属正常,15~25dB 属接近正常,25~40dB 为轻度耳聋;40~65dB 为中度耳聋;65dB 以上为重度耳聋。一般讲噪声性耳聋是指平均听力损失超过 25dB。

大量统计资料表明,噪声级在 80dB 以下,方能保证人们长期工作不致耳聋。噪声级在 85dB,会有 10% 的人可能产生噪声性耳聋。在 90dB 以下只能保证 80% 的人工作 40 年后不会耳聋。

当噪声超过 140dB(A),听觉器官发生急性外伤,致使耳鼓膜破裂出血,螺旋体从基底膜急性剥离,这种一次刺激致聋的,称为暴震性耳聋。

(二) 噪声对生理健康的影响

在噪声的影响下,会不会诱发某些疾病,是与人的体质和噪声的频率、强弱等有关。

噪声作用于人的中枢神经系统,使大脑皮层的兴奋和抑制平衡失调,导致条件反射异常。这些生理变化,在噪声的长期作用下,得不到恢复,就会出现头痛、脑胀、头晕、疲劳、记忆力衰退等神经衰弱的症状。

暴露在噪声环境中的人,易患胃功能紊乱症,表现为消化不良、食欲不振、恶心呕吐,长期如此,将导致胃病及胃溃疡发病率的增高。

噪声还可使交感神经紧张,从而使人产生心动过速、心律不齐、血管痉挛、血压波动等症状。因此,近年来一些医学家认为,噪声可以导致冠心病、动脉硬化和高血压。据调

查,长期在高噪声环境下工作的人与低噪声环境工作的人相比,这三种病的发病率要高出2~3倍。此外,噪声对视觉器官产生不良影响,噪声越大,视力清晰度的稳定性越差;噪声影响胎儿的正常发育;噪声对胎儿的听觉器官会造成先天性损伤等。

噪声对人体的危害程度也与它的频率有关,虽然低频噪声听起来没有高频噪声那么刺耳,但是人却感到胸腔特别憋闷、心悸恶心,呼吸和胃肠蠕动等都受到影响。

(三) 噪声对心理的影响

噪声引起的心理影响主要是烦恼,使人激动、易怒,甚至失去理智。噪声也容易使人疲劳,因此往往会影响精力集中和工作效率,尤其是对一些做非重复性动作的劳动者,影响更为明显。

(四) 噪声对正常生活的干扰

睡眠是人们生存必不可少的条件。人们在安静的环境下睡眠,人的大脑得到休息,代谢得到调节,从而消除疲劳和恢复体力。而噪声会影响人们的睡眠质量,强烈的噪声甚至使人心烦意乱,无法入睡。

噪声级在35dB(A)以下,是理想的睡眠环境。当噪声级超过50dB(A)时,约有15%的人的正常睡眠受到影响;城市街道的交通噪声为70~90dB(A),可使50%以上的人受影响;一些突发性噪声在60dB(A)时,可使70%的人惊醒。噪声除了对人们的休息和睡眠有影响外,还干扰人们的谈话、开会、打电话、学习和工作。通常,人们谈话的声音是60dB(A)左右,当噪声在65dB(A)以上时,就干扰人们的正常谈话;如果噪声高达90dB(A),就是大喊大叫对方也很难听清楚,需贴近耳朵或借用手势来表达语意。

(五) 噪声降低劳动生产率并影响安全生产

在噪声环境中,人们由于心情烦躁,身体不适,而使注意力不易集中,反应迟钝,这样工作起来很容易出差错,不仅会影响工作速度,而且还会降低工作效率,甚至会引起工伤事故,特别是对那些要求注意力高度集中的复杂作业和脑力劳动,噪声的影响更大。有人对打字、速记、校对等工种进行调查,发现随着工作环境中噪声的增加,差错率会不断上升。有人对电话交换台进行过调查,发现噪声级从50dB降到30dB,差错率减少42%。

在强噪声下,还容易由于掩盖交谈和危险信号或行车信号,而发生重大事故。例如广西某厂有两名工人在厂区内的铁路上行走,火车从后面驶来时,附近锅炉蒸汽正在放空,排气噪声使这两名工人未听到火车的汽笛声,结果被火车撞倒,造成一死一伤的事故。

(六) 特强噪声对仪器设备和建筑结构的危害

噪声对仪器设备的影响与噪声强度、频率以及仪器设备本身的结构与安装方式等因素有关。实验研究表明,特强噪声会损伤仪器设备,甚至使仪器设备失效。当噪声级超过150dB(A)时,会严重损坏电阻、电容、晶体管等元件。当特强噪声作用于火箭、宇航器等机械结构时,由于受声频交变负载的反复作用,会使材料产生疲劳而断裂(声疲劳现象)。

一般的噪声对建筑物几乎没有什么影响。但是当噪声级超过140dB(A)时,对轻型建筑开始有破坏作用。例如,当超声速飞机在低空掠过时,飞机头部和尾部会产生压力和密度突变,经地面反射后形成N形冲击波,传到地面时听起来像爆炸声,这种特殊的噪声叫做轰击声。在轰击声的作用下,建筑物会受到不同程度的破坏,如出现门窗损伤、玻璃破碎、墙壁开裂、抹灰震落、烟囱倒塌等。由于轰击声衰减较慢,因此传播较远,影响范

围较广。此外，在建筑物附近使用空气锤、打桩或爆破，也会导致建筑物的损伤。

二、振动危害

振动是一种周期性往复运动，任何一种机械都会产生振动，而机械振动产生的主要原因是旋转或往复运动部件的不平衡、磁力不平衡和部件的相互碰撞。

振动不仅能激发噪声，而且还会直接作用于人体、设备和建筑物等，产生很多不良后果。

(一) 振动对人体的危害

从物理学和生理学角度看，人体是一个复杂系统。如果把人看作一个机械系统，它包含着若干线性和非线性的“部件”，并且性能很不稳定。人与人在身高、体重、骨骼、筋肉等方面有很大的差别，特别是涉及心理作用时，情况就更为复杂。振动对人体的影响可分为全身振动和局部振动。全身振动是指人直接位于振动物体上时所受到的振动。全身振动对人的影响是多方面的，会对人体的神经系统、心血管系统、骨骼、听觉等方面带来严重的伤害。局部振动是指人接触振动物体时引起的人体部分振动，它只是作用于人体的某一部分。

人体感觉的振动频率分为3段：低频段为30Hz以下；中频段为30~100Hz；高频段为100Hz以上。人对频率为2~12Hz的振动感觉最敏感，频率高于12Hz或低于2Hz敏感性就逐渐减弱。最有害的振动频率是与人体某些器官的固有频率(共振)吻合的频率，如人体在6Hz左右，内脏器官在8Hz左右，头部在25Hz左右，神经中枢则在250Hz左右。

实验表明，振动对人体的影响与振动的频率、振幅、加速度以及人的体位等因素有关，常因振幅或加速度的不同而表现出不同的反应。当振动频率较高时，振幅起主要作用，例如作用于全身的振动频率为40~102Hz，振幅达到0.05~1.3mm时，就会对全身带来危害。高频振动主要对人体各组织的神经末梢发生作用，引起末梢血管痉挛的最低频率是35Hz。当振动频率较低时，则加速度起主要作用。如果人体处于匀速运动状态下，不论其速度为多少，人是无感觉的，匀速运动的速度对人体也不产生任何影响。例如地球在其轨道上基本处于匀速运动中，赤道上地球的自转速度为463m/s，地球的平均公转速度为29800m/s，人类生存在地球上并没有感觉到地球的运动。当人处于变速运动状态时，身体则会受到速度变化的影响，即加速度的产生对人体有影响。若运动速度连续变化时，人在短时间内可以忍受较大的加速度。例如人体直立向上运动时能忍受的加速度为 156.8m/s^2 ，而向下运动时为 98m/s^2 ，横向运动时为 392m/s^2 ，如果加速度超过这一数值，便会引起前庭装置反应，以致造成内脏、血液位移，甚至造成皮肉青肿、骨折、器官破裂、脑震荡等损伤。人经常处于变速运动状态，尤其是现代交通工具的速度不断提高，使人经常受到加速度的作用。

另外振动对人体的影响与作用时间有密切的关系，在振动作用下，时间越长，对人体的危害就越大。人体长时间从事与振动有关的工作会患振动职业病，主要是局部振动而引起的以肢端血管痉挛、周围神经末梢感觉障碍和上肢骨与关节改变为主要表现的振动职业病，例如手麻、手僵、白指、白手、手发凉、疼痛、关节痛和四肢无力，有时还伴有头晕、头痛、呕吐、易疲劳、记忆力减退等神经衰弱综合征。此外，振动还能造成听力损伤，噪声性损伤以高频3000~4000Hz为主，振动性损伤是以低频125~250Hz为主。表

1-1 给出全身振动主观反应。

表 1-1 全身振动的主观反应

主观感觉	频率/Hz	振幅/mm	主观感觉	频率/Hz	振幅/mm
腹痛	6~12	0.094~0.163	尿急感	10~20	0.024~0.028
	40	0.063~0.126	粪紧迫感	9~20	0.024~0.12
	70	0.032	头部症状	3~10	0.4~2.18
胸痛	5~7	0.6~1.5		40	0.126
	6~12	0.094~0.163		70	0.032
背痛	40	0.63	呼吸困难	1~3	1~9.3
	70	0.32		4~9	2.4~19.6

(二) 振动对机械设备的危害和对环境的污染

在工业生产中, 机械设备运转发生的振动大多是有害的。振动使机械设备本身疲劳和磨损, 从而缩短机械设备的使用寿命, 甚至使机械设备中的构件发生刚度和强度破坏。对于机械加工机床, 如振动过大, 可使加工精度降低; 飞机机翼的颤振、机轮的摆动和发动机的异常振动, 都有可能造成飞行事故。各种机器设备、运输工具会引起附近地面的振动, 并以波动形式传播到周围的建筑物, 造成不同程度的环境污染, 从而使振动引起的环境公害日益受到人们的关注。具体说来, 振动对机械设备的危害和对环境的污染主要表现在以下几个方面。

(1) 由振动引起的对机器设备、仪表和对建筑物的破坏, 主要表现为干扰机器设备、仪表的正常工作, 对其工作精度造成影响, 并由于对设备、仪表的刚度和强度的损伤造成其使用寿命的降低; 振动能够削弱建筑物的结构强度, 在较强振源的长期作用下, 建筑物会出现墙壁裂缝、基础下沉, 甚至发生当振级超过 140dB 使建筑物倒塌的现象。

(2) 冲锻设备、加工机械、纺织设备如打桩机、锻锤等都可以引起强烈的支撑面振动, 有时地面垂直向振级最高可达 150dB 左右。另外为居民日常服务的如锅炉引风机、水泵等都可以引起 75~130dB 之间的地面振动振级。调查表明, 当振级超过 70dB 时, 人便可感觉到振动; 超过 75dB 时, 便产生烦躁感; 85dB 以上, 就会严重干扰人们正常的生活和工作, 甚至损害人体健康。

(3) 机械设备运行时产生的振动传递到建筑物的基础、楼板或其相邻结构, 可以引起它们的振动, 这种振动可以以弹性波的形式沿着建筑结构进行传递, 使相邻的建筑物空气发生振动, 并产生辐射声波, 引起所谓的结构噪声。由于固体声衰缓慢, 可以传递到很远的地方, 所以常常造成大面积的结构噪声污染。

(4) 强烈的地面振动源不但可以产生地面振动, 还能产生很大的撞击噪声, 有时可达 100dB, 这种空气噪声可以以声波的形式进行传递, 从而引起噪声环境污染, 进而影响人们的正常生活。

三、放射性危害

放射性对机体的损伤作用, 在很大程度上是由于放射性射线在机体组织中所引起的电离作用, 电离作用使组织内的重要组成成分(如蛋白质分子等)遭到破坏, 并能杀死生物