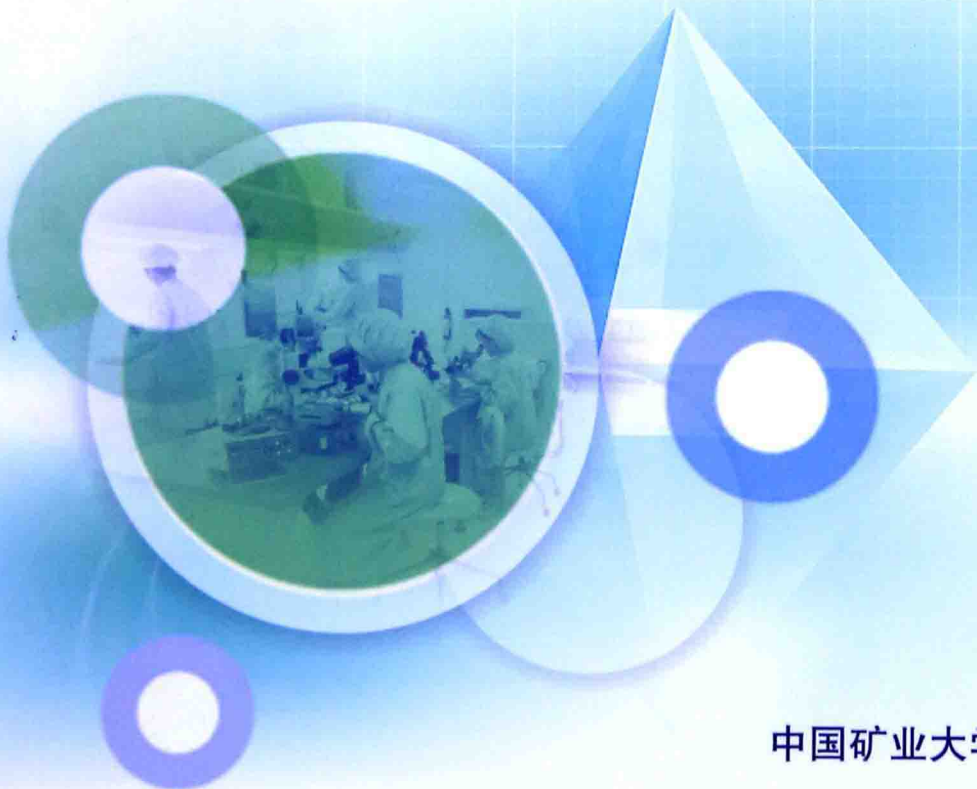


高等院校规划教材

Zhiye Weisheng Gongchengxue

职业卫生工程学

朱建芳 主 编
王 晔 刘国兴 副主编



中国矿业大学出版社

高等院校规划教材

职业卫生工程学

主 编 朱建芳

副主编 王 晔 刘国兴

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书以保障劳动者健康,创造良好的工作环境,提高工作效率为目标,根据高等院校培养本科应用型人才的要求,将职业卫生工程理论与生产实践相结合,系统阐述了职业卫生和职业病的基本概念、噪声危害与防治技术、振动危害与防治技术、电磁辐射危害与防治技术、不良气候因素危害与防治技术、不良照明危害与防治技术、生产性粉尘危害与防治技术、有害气体控制技术以及职业卫生管理工程等九章内容。

本书可作为高等院校安全工程及相关专业本科生教材使用,也可供从事职业安全卫生事业的研究人员、工程技术人员或管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

职业卫生工程学/朱建芳主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2014.12

ISBN 978 - 7 - 5646 - 2601 - 3

I. ①职… II. ①朱… III. ①劳动卫生—卫生工程
IV. ①X96

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 305114 号

书 名 职业卫生工程学
主 编 朱建芳
责任编辑 马晓彦
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 8.25 字数 206 千字
版次印次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷
定 价 21.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

我国的职业卫生事业始于新中国成立之后,半个多世纪以来,从雏形到成熟、从无序到规范,逐步发展壮大,取得了举世瞩目的成就。随着工业的快速发展,高新技术的推广使用,生产效率得到了极大提高,人们的生活方式和水平得到了显著改善,同时也为劳动过程和生产环境带来更多的职业危害因素,使职业卫生工作面临更严峻的挑战。根据30个省、自治区、直辖市(不包括西藏)和新疆生产建设兵团职业病报告,截至2013年年底,全国累计报告职业病83.3万多例,其中尘肺病75.01万多例、职业中毒5万多例(其中急性中毒2.5万多例)。仅2013年,共报告职业病26393例,其中尘肺病23152例,占2013年报告职业病总例数的87.72%;急性职业中毒637例,慢性职业中毒904例,其他类职业病1700例。据统计,由于职业防护不到位,我国每年新发职业病2万多例,每年因职业病、工伤事故造成的直接经济损失约达1000亿元。

当前,加强职业卫生工作、发展职业卫生工程科学已经成为现代社会的迫切需求。职业卫生工程旨在治理、评价、控制不良劳动条件,保护劳动者的健康,是安全技术一级学科体系中的二级学科,属于具有工程学科性质的一门实用性学科。以往关于职业卫生方面的教材,或者针对预防医学类专业人才的培养而编写,或者着力关注知识的系统性,追求“广而全”,但是工程实践性欠缺,不利于应用型人才的培养,且与《安全管理学》、《安全法规》及《工业防毒》等课程教材存在内容重复等现象。因此,我们根据高等院校培养本科应用型人才的要求,从安全工程专业职业卫生课程的教学与实践出发,编写了《职业卫生工程学》一书。

本书将职业卫生工程理论与生产实践相结合,以最新颁布或修订的法律、法规为基础,引用最新标准和规范,紧密结合我国职业卫生的发展实践,系统讲述职业卫生和职业病基本概念、物理性职业危害因素危害与防治、化学性职业危害因素危害与防治和职业卫生管理工程等内容,力求实现训练、培养学生应用能力、创新意识和探索精神的教学目标。本书由朱建芳教授担任主编,王晔和刘国兴担任副主编。第一章~第二章由朱建芳、王晔编写,第三章~第五章由王晔、刘国兴编写,第六章由李楠编写,第七章由田冬梅编写,第八章~第九章由马辉编写。全书由朱建芳、王晔统稿,由华北科技学院倪文耀教授主审。

在本书的编写过程中,参阅了同行专家的大量文献资料,在此谨对文献资料的作者表示深深的敬意和衷心的感谢!

限于时间和编写水平,书中难免会存在疏漏和错误,恳请各位读者给予批评指正。

编 者

2014年9月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 职业卫生基本概念	1
1.2 职业性危害因素及分类	3
1.3 职业病的概念及特征	3
1.4 国内外职业卫生的发展历程	5
第 2 章 噪声危害与防治技术	8
2.1 噪声的概念及分类	8
2.2 噪声的度量与评价	10
2.3 噪声评价	12
2.4 噪声的危害及影响因素	17
2.5 噪声控制技术	20
第 3 章 振动危害与防治技术	30
3.1 振动的概念及分类	30
3.2 振动的危害及影响因素	31
3.3 振动卫生标准及测量方法	34
3.4 振动控制技术	36
第 4 章 电磁辐射危害与防治技术	38
4.1 电磁辐射的概念及分类	38
4.2 电离辐射的危害与防治技术	40
4.3 非电离辐射的危害与防治技术	46
第 5 章 不良气候因素危害与防治技术	54
5.1 概述	54
5.2 异常气温环境危害与防治	55
5.3 异常气压环境危害与防治	63
第 6 章 不良照明危害与防治技术	68
6.1 照明的概念及分类	68
6.2 照明的度量	69
6.3 照明标准及评价	70

6.4	不良照明对人体和作业的影响·····	78
6.5	不良照明的预防措施·····	80
第7章	生产性粉尘危害与防治技术 ·····	83
7.1	生产性粉尘的分类与危害·····	83
7.2	生产性粉尘的识别、监测与评价·····	85
7.3	粉尘防治综合措施·····	91
7.4	粉尘危害控制技术·····	92
第8章	有害气体控制技术 ·····	96
8.1	吸收净化技术·····	96
8.2	吸附净化技术·····	101
8.3	燃烧净化技术·····	104
8.4	冷凝净化技术·····	108
9	职业卫生管理工程 ·····	110
9.1	职业卫生管理概述·····	110
9.2	职业卫生管理法规体系·····	112
9.3	个人防护装备管理·····	116
9.4	职业安全健康管理体系简介·····	118
	参考文献 ·····	123

第1章 绪论

1.1 职业卫生基本概念

1.1.1 职业卫生

国际劳工组织和世界卫生组织指出:职业卫生旨在促进和维持所有职工在身体和精神幸福上的最高质量;防止工人发生由于其工作环境所引起的各种有害于健康的情况;保护工人在就业期间免遭由不利于健康的因素所产生的各种危险;使工人置身于一个能够适应其生理和心理特征的职业环境之中。总之,要使每一个人都能适应自己的工作。

国际职业卫生协会和美国工业卫生协会对职业卫生学的定义是:对产生或存在于作业场所,并可能对作业人员的身心健康造成危害的因素进行预测、识别、评价和控制的科学,称为职业卫生学。它还研究上述危害对周围社区和大气环境可能产生的影响。

在《职业安全卫生术语》(GB/T 15236—2008)中,“职业卫生”是指以职工的健康在职业活动过程中免受有害因素侵害为目的的工作领域及在法律、技术、设备、组织制度和教育等方面所采取的相应措施。其同义词是劳动卫生。

职业卫生及其工程控制技术是企业安全生产的基本条件之一,它着眼于人的健康,立足于减少职业危害,保护劳动者的生命安全。随着我国国民经济的快速发展和人民生活质量的不断提高,职业卫生及其工程控制技术作为企业安全工作的重要内容已经成为企业经营、市场准入的必要条件,并越来越受到社会各界的重视。在《学科分类与代码》(GB/T 13745—2009)中,“职业卫生工程”作为“安全科学技术”一级学科下面的第四个二级学科被单独列出。2012年3月,国家安全生产监督管理总局审议通过《工作场所职业卫生监督管理规定》,并于同年6月1日起施行。因此,我国从事安全生产工作的各级专业技术人员和科学研究人员必须掌握职业卫生及其控制技术方面的基础理论和专业知识,才能更好地开展与职业安全卫生有关的监管和科学研究工作,实现保护广大劳动者的安全和健康的目标。

1.1.2 职业卫生基本术语

(1) 危险因素:是指能对人或物造成直接损害的因素。它对人的作用是一种直接作用。

(2) 有害因素:是指能对人或物造成慢性损害的因素。它对人的伤害过程是一种慢性的、逐渐积累的过程。

(3) 职业性危害因素:是指在职业活动中产生的可直接危害劳动者身体健康的因素,按其性质分为物理性危害因素、化学性危害因素和生物性危害因素。

(4) 职业安全:以防止职工在职业活动过程中发生各种伤亡事故为目的的工作领域以及在法律、技术、设备、组织制度和教育等方面所采取的相应措施。

(5) 职业安全卫生:以保障职工在职业活动过程中的安全与健康为目的的工作领域以及法律、技术、设备、组织制度和教育等方面所采取的相应措施。

(6) 安全生产:通过人一机一环境的和谐运作,使社会生产活动中危及劳动者生命和健康的各种事故风险和伤害因素始终处于有效控制的状态。

(7) 本质安全:通过设计等手段使生产设备或生产系统本身具有安全性,即使在误操作或发生故障的情况下也不会造成事故。

(8) 职业接触限值:即职业性危害因素的接触限制量值,指劳动者在职业活动过程中长期反复接触,对绝大多数接触者的健康不引起有害作用的容许接触水平。

(9) 时间加权平均容许浓度:以时间为权数规定的8 h工作日的平均容许接触浓度,亦可以是40 h工作周的平均容许接触浓度。

(10) 最高容许浓度:指在工作地点、一个工作日内、任何时间均不应超过的有毒化学物质的浓度。

(11) 职业病:劳动者在职业活动中接触职业性危害因素所直接引起的疾病。

(12) 法定职业病:国家根据社会制度、经济条件和诊断技术水平,以法规形式规定的职业病。

(13) 职业医学:以个体为主要对象,旨在对受到职业危害因素损害或存在潜在健康危险的个体进行早期健康检查、诊断、治疗和康复处理。

(14) 职业性中毒:劳动者在职业活动中组织器官受到工作场所毒物的毒性作用而引起的功能性和器质性疾病。

(15) 职业禁忌证:不宜从事某种作业的疾病或解剖、生理等状态。在该状态下接触某些职业性危害因素时导致以下情况:①使原有疾病病情加重;②诱发潜在的疾病;③对某种职业性危害因素易感;④影响子代健康。

(16) 职业病诊断:根据劳动者职业病危害接触史及患者的临床表现和医学检查结果,参考作业场所职业病有害因素检测和流行病学资料,依据职业病诊断标准进行综合分析,作出健康损害和职业接触之间关系的临床推理判断过程。

(17) 职业病诊断鉴定:对职业病诊断结果有争议时,由卫生行政部门组织的对原诊断结论进一步审核诊断。

(18) 职业病危害预评价:对可能产生职业病危害的建设项目,在可行性论证阶段,对建设项目可能产生的职业病危害因素、危害程度、对劳动者的健康影响、防护措施等进行预测性卫生学分析与评价,确定建设项目在职业病防治方面的可行性,为职业病危害分类管理提供科学依据。

(19) 职业病危害控制效果评价:建设项目在竣工验收前,对工作场所职业病危害因素、职业病危害程度、职业病防护措施及效果、健康影响等作出综合评价。

(20) 职业病防护设施:消除或者降低工作场所的职业病危害因素浓度或强度,减少职业病危害因素对劳动者健康的损害或影响,保护劳动者健康的装置。

(21) 个人防护用品:为使职工在职业活动过程中免遭或减轻事故和职业危害因素的伤害而提供的个人穿戴用品。

(22) 微小气候:在特定空间范围内,温度、湿度、气流速度和气压等气候因素的综合。

(23) 工作条件:工作人员在工作中的设施条件、工作环境、劳动强度和工作时间的总和。

1.2 职业性危害因素及分类

1.2.1 职业性危害因素的来源

职业性危害因素主要有三个来源:生产过程、劳动过程、作业环境。

1. 生产过程

在生产过程中可能会产生源于原料、中间产物、产品、机器设备的工业毒物、粉尘、噪声、振动、高温、电离辐射及非电离辐射、污染性因素等职业性危害因素,均与生产过程有关。

2. 劳动过程

作业时间过长、作业强度过大、劳动制度与劳动组织不合理、长时间强迫体位劳动、个别器官和系统的过度紧张,均可造成对劳动者健康的损害。

3. 作业环境

主要是指与一般环境因素有关的如露天作业的不良气象条件、厂房狭小、车间位置不合理、照明不良等。

1.2.2 职业性危害因素的分类

(1) 化学因素。工业毒物,如铅、苯、汞、锰、一氧化碳;生产性粉尘,如沙尘、煤尘、石棉尘、有机性粉尘。

(2) 物理因素。异常气象条件,如高温、高湿、低温、高气压、低气压;电离辐射,如 X 射线、 γ 射线;非电离辐射,如紫外线、红外线、高频电磁场、微波、激光;噪声;振动。

(3) 生物因素。皮毛上的炭疽杆菌、有机粉尘中的真菌、真菌孢子、布鲁杆菌、森林脑炎、病毒、细菌等。

(4) 与劳动过程有关的劳动生理、劳动心理方面的因素,以及与环境有关的环境因素。

1.3 职业病的概念及特征

职业病是指职工在生产环境中由于接触工业毒物、不良气象条件、生物因素、不合理的劳动组织以及一般卫生条件恶劣的职业性毒害而引起的疾病。例如,从事矿山开采、翻砂造型、玻璃、陶烧等作业的工人,因长期接触含二氧化硅的粉尘而得矽肺;从事冶炼、蓄电池、铸铅字等工作的工人,因接触焊烟尘而患铅中毒等。

《职业病分类目录》(2013)将职业病分为 10 大类 132 种,其中就包括尘肺病和放射性疾病等。目前,职业伤害中的“职业病”(occupational disease)已被拓宽为“职业相关病症”(work-related ill health),或简称“疾病”。

1.3.1 职业病的概念

劳动人员在生产劳动中会接触到各种职业性危害因素。例如:化学毒物、异常物理因素、生物因素,或不合理的劳动强度划分、不良体位、安全卫生设施不到位等,均会在一定条件下对人体造成有害影响,损害健康,形成职业性病损。所谓职业性病损是指职业性有害因

素所致的各种职业性损害,具体又包括职业病、与工作有关的疾患及工伤三大类。

职业性危害因素是引发职业性病损的病原性因素,但这些是否会使接触者产生职业性病损,还取决于其他多种因素。只有当危害因素、作用条件和接触者个体特征三者连在一起,符合一般疾病的致病模式,才能造成职业性病损。

职业性病损的作用条件:① 接触机会。如在生产工艺过程中,经常会接触某些有毒有害因素。② 接触方式。经呼吸道、皮肤或其他途径可进入人体或由于意外事故造成病伤。③ 接触时间。每天或一生中累计接触的总时间。④ 接触强度。指接触浓度或水平。其中,接触时间和接触强度是决定机体所受危害剂量的主要因素。

劳动者接触职业性危害因素所产生职业性损害的机会和程度,也有极大区别,这主要取决于四个方面:① 环境因素。即劳动条件包括的生产工艺过程、劳动过程和生产的的环境。② 职业卫生服务状况。如劳动者上岗前、在岗期间的体检以及健全的健康档案,均有助于早期发现职业性损害。③ 个体感受性、年龄和性别的差异。同一毒物,有的人敏感,有的人不敏感,因此表现症状的轻重程度也不同。未成年人由于未完全发育成熟,机体防御功能、解毒功能、修复功能均不如成年人,更易发生职业中毒;女性特别是孕期、哺乳期由于处于特殊生理状态,不但会引起本人职业中毒,还会对胎儿造成损害。④ 生活方式。如长期不合理饮食、吸烟、过量饮酒、缺乏锻炼和精神过度紧张,均能增加职业性损害的程度。

由于引发职业病的原因复杂,很难对职业病下一个明确的定义。一般来讲,职业性危害因素作用于人体,达到一定强度、浓度和时间超过了人体的代偿能力,可产生病变而损伤劳动者的健康,并出现相应的临床表现,这类疾病统称为职业性疾病或广义的职业病。

虽然对于职业病这些概念的认识基本相同,但由于社会制度、经济条件、科技水平的不同,各个国家和地区在不同时期所规定的职业病范围和病种是截然不同的。由国家主管部门规定的职业病为法定职业病。

1.3.2 职业病的特点

职业病一般均在较长时间内逐渐形成,属于缓发性伤残,且多数表现为较长时间的体内器官生理功能的损伤,很少有痊愈的可能,属于不可逆性损伤。此外,职业病还具有其他的一些特征:

(1) 病因明确。病因即职业性有害因素,在控制病因或作用条件后,可消除或减少发病。例如,职业性苯中毒是劳动者在职业活动中因接触苯引起的,会引起白血病;法定尘肺病是劳动者在职业活动中吸入过量的粉尘引起的。

(2) 所接触的职业性危害因素大多是可检测的,需达到一定的强度(浓度或剂量)才能致病,一般存在接触水平(剂量)一效应(反应)关系。

(3) 群体发病。在接触同一因素的人群中常有一定的发病率,很少情况下会只出现个别病人。如煤矿工人,只要井下煤尘浓度超过国家规定的标准,个人防护不到位均可能出现矽肺。

(4) 大多数职业病如能早期诊断、处理,康复效果较好。但有些职业病,如矽肺目前尚无特效疗法,只能对症综合处理,故发现越晚疗效越差。

(5) 临床表现有一定特征。例如:急性一氧化碳中毒表现为血液碳氧血红蛋白形成,导致缺氧征象;矽肺表现为以肺间质纤维化为特征的胸部 X 线改变等。

(6) 可以预防。除职业性传染病外,治疗个体无助于控制人群发病。从病因学上说,职业病是完全可以预防的,这些预防措施包括改革工艺,生产过程实现自动化、密闭化,加强通风及个人防护等。

1.4 国内外职业卫生的发展历程

1.4.1 国外职业卫生发展概况

早在公元前460~377年,古希腊医学家希波克拉底(Hippocrates)就告诫他的同事“注意观察环境,以了解病人所患疾病的根源”,他最先认识到铅是造成腹绞痛的原因。14~16世纪,随着西欧科技开始兴起,在采矿和冶炼业的发展过程中出现了金属中毒的病例,如冶炼金、银、铅、锌等引起的职业病。意大利的拉马兹尼(Ramazzini)于1700年出版了《论手工业者疾病》,描述了50多种职业病,成为职业病的经典著作,拉马兹尼也因此被誉为职业医学之父。

18世纪,英国珍妮纺纱机的发明和应用以及蒸汽机的出现引发了第一次工业革命,开创了以机器代替手工劳动的时代。由于当时的劳动条件恶劣,致使职业病及传染病广为流行,频繁发生意外工伤事故。19世纪,因为电力的广泛应用出现了第二次工业革命,科学技术的发展突飞猛进,推动了大规模采矿和冶炼的发展,人们开始从煤炭中提炼氨、苯、人造燃料等化学产品,还发明了合成染料,出现了苯胺中毒事故。19世纪末,职业性危害受到西方社会的广泛关注,开始依靠科学技术改善劳动条件,进行职业性病的防治。许多国家建立了职业卫生与劳动保险的相关法规,开展了防治职业病的服务与研究。其中,英国议会在1802年颁布的《学徒健康与道德法》最具代表性,成为现代劳动法律制度诞生的标志。

20世纪,欧美发达国家工业发展十分迅速,随着许多有机化合物的大量合成,出现了多种急、慢性化学中毒和职业肿瘤等问题,职业卫生工作也得到较快发展。1906年,英国颁布了《工人赔偿法》,将六种职业病纳入工伤赔偿范围,由此开创了将职业安全与职业卫生纳入一体化管理的历史。1925年,美国的汉密尔顿(Hamilton,第一位从事职业医学的美国医生)出版了《美国的工业中毒》一书,系统讲述了各种职业中毒的原因及其对人体的损害。英国的亨特(Hunter,对职业病倾注无尽心血的通科医生)撰写的《职业病》一书强调“环境”和“群体”的重要性,提出了职业病“群发”的特点,在职业病研究领域产生了重要而又深远的影响。1970年,美国颁布了世界首部《职业安全卫生法》,并组建了国家职业安全健康局及国家职业安全健康研究所。1972年,日本颁布了《工业安全卫生法》;1973年,法国也颁布了相关法律;1974年,英国颁布了《劳动安全卫生法》;1990年,韩国颁布了《工业安全健康法》。这些法律目的明确、条款清晰,罗列有劳资各方的义务、权利、政府职能、职业卫生服务、预防性卫生等内容,保证了各国职业卫生工作的顺利开展。

进入21世纪,职业卫生工作获得快速发展。基础毒理学、劳动生理学、职业心理学、人机工程学等新分支学科相继出现,极大地丰富了职业卫生的理论内涵,形成了比较完整的现代职业卫生科学体系。当前,国际上将职业安全和卫生统称为“职业安全卫生”,职业安全卫生与健康被称为“跨世纪的综合学科”而受到国际社会的高度重视,纷纷形成了一些专门的职业安全卫生机构,如国际劳工组织、世界卫生组织、欧洲职业安全健康局、国际职业安全健

康信息中心、国际劳动监督协会、国际职业卫生学会、国际社会保障协会、欧洲职业安全健康局、亚太职业安全健康组织等。这些卫生机构的工作,使发达国家乃至世界各国的职业卫生水平得到了显著提高。

1.4.2 我国职业卫生的发展历程

我国的职业卫生工作源远流长。北宋时期(11~12世纪)的著作《谈苑》中就曾述及“后苑银作镀金,为水银所熏,头手俱颤”、“贾谷山采石人,石末伤肺,肺焦多死”等职业中毒症状。明代李时珍所著的《本草纲目》(1593年)中明确提到了铅矿工人的铅中毒现象。宋应星也在《天工开物》(1637年)中提出了保护工人免受职业性有害因素侵袭的一些职业卫生预防措施,如用凿去中节的大竹筒排除煤矿毒气的通风方法、烧砒工人应站在上风向操作并应保持30多米的距离以免中毒等。但在长期封建统治和外国压迫下的旧中国,我国的职业卫生工作没有得到应有的重视,职业卫生监督 and 职业医学基本处于空白状态。

20世纪初期(1921~1949年)的劳动保护以改善劳动条件实现八小时工作制,保护妇女、童工的利益为目标开始了早期的劳动保护工作任务。1922年8月,提出了《劳动法大纲》,1931年11月20日,中华苏维埃工农兵第一次全国代表大会通过了《中华苏维埃共和国劳动法》。1949年9月29日,中国人民政治协商会议第一届全体会议通过《中国人民政治协商会议共同纲领》。1950年,中华全国总工会成立了劳动保护部;政府部门、产业部门和工会组织三个系统分别建立了劳动保护机构。1951年,召开了全国第一次劳动保护会议。这一时期的职业安全卫生工作,在前苏联模式影响的基础上,已开始迈出了我国特色的步子。

1953~1964年,我国进入社会主义建设全面发展时期,首次颁布了《中华人民共和国宪法》(1954),其中罗列了有关劳动保护方面的条款,并从1954年起开始建立劳动卫生与职业病的防治机构。1956年,周恩来总理亲自主持制定了“三大规程”(《工厂安全卫生规程》、《建筑安装工程安全技术规程》和《工人职员伤亡事故报告规程》),形成了我国劳动保护的基本制度。1954~1957年,由国家颁布的劳动保护法规就有15种,由中央产业部门和各地区分别制定的规章制度多达300余种,国家为改善劳动条件,以及为解决安全技术和工业卫生方面的重大问题而拨出的专款达四亿九千多万元。但是,1958年“大跃进”以后,生产中冒险、蛮干、瞎指挥风逐渐盛行,一些行之有效的规章制度受到破坏,工伤事故数量开始大幅度上升,1960年出现了新中国成立以来第一次事故高峰。

“文化大革命”期间(1966年5月~1976年10月),劳动保护工作继1958年“大跃进”之后又一次遭到严重破坏。1972年出现第二次事故高峰,伤亡人数达到历史最高点。

1976~1991年是以经济建设为中心以及改革开放时期。1978年及1982年修订的《中华人民共和国宪法》、1979年制定的《中华人民共和国刑法》都列入了劳动保护方面的专门条款。1983年,成立了中国劳动保护科学技术学会,2004年改名为中国职业安全健康协会,是我国职业安全健康工作领域的最高权威机构。1985年1月3日,经国务院批准,正式成立了全国安全生产委员会。我国在各省、市、自治区及部分地区或省辖市及某些工业部门所属机构,先后建立了防治机构为一体的劳动卫生职业病防治机构。1985年,国家教委把“安全工程”列为高校试办本科专业。

20世纪90年代,我国进入社会主义市场经济体制时期。这一时期,社会主义市场经济

模式为传统的安全卫生管理和运作方式带来了巨大的冲击,最为重要的进展表现在我国安全生产法制建设,《中华人民共和国劳动法》、《中华人民共和国矿山安全法》和《中华人民共和国消防法》等法律得以颁布实施,确立了“劳动安全卫生”的政府职能概念。1998年,国家政府机构改革,国务院分解了原劳动部负责管理的劳动安全卫生工作,将职业卫生工作划入国家卫生部承担,将工伤鉴定、女工与未成年工保护、职工休假等工作划入劳动保障部门负责。国际劳工组织在1999年4月召开的第15届世界职业安全卫生大会上,已把我国列入发展中国家死亡率较低的国家之列。

2001年,我国的职业安全卫生事业将随着政治体制和经济体制的改革,开创一个崭新的局面。党的“十六大”明确提出建设小康社会的目标。2001年1月,经国务院批准我国组建了副部级的国家安全生产监督管理局(国家煤矿安全监察局)。2002年5月、2002年11月,《中华人民共和国职业病防治法》、《中华人民共和国安全生产法》相继施行。2003年,我国又对职业卫生监督管理的职责进行了调整,将卫生部承担的作业场所职业卫生监督检查职责划归国家安全生产监督管理局。2005年2月,国家安全生产监督管理局升格为正部级的国家安全生产监督管理总局。2006年9月,为进一步规范职业病诊断与鉴定工作,卫生部成立了国家职业病诊断与鉴定技术指导委员会。2008年成立职业安全健康管理监督司,同时产生“职业健康”的概念。2009年,卫生部门进一步加强职业病防治工作,保护劳动者健康,认真贯彻落实《中华人民共和国职业病防治法》和《国家职业病防治规划(2009~2015年)》。2011年,《中华人民共和国职业病防治法》修订版颁布,并于12月31日起施行。2014年,《中华人民共和国安全生产法》修订版颁布,并于2014年12月31日起施行。

第2章 噪声危害与防治技术

2.1 噪声的概念及分类

2.1.1 噪声的概念

在日常生活中存在着各种各样的声音,如谈话声、各种交通工具运动声、工厂的汽笛声和各种机器声等。人们的一切活动离不开声音,正因为有了声音,人们才能进行交谈、从事各项生产和社会实践活动。那么,声音是怎么产生的呢?空气中的各种声音,不论具有何种形式,它们都是由于物体振动所引起的。鼓声响起,是因为鼓面在振动;喇叭发声,是由于纸盆或者音膜在振动;人能讲话是由于喉头声带的振动;喷气飞机的轰鸣声,是因为排气时气体振动而产生的。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介质才能传播出去,人们最熟悉的传声介质就是空气,液体和固体也能传播声音。

声音是如何通过介质传播的呢?以音箱的纸盆为例,当声音信号通入音箱时,纸盆在它原来静止的位置附近来回振动,带动了它邻近的空气质点,使它们产生压缩或膨胀运动。由于空气分子间有一定的弹性,这一局部区域的压缩或膨胀又会影响和促使下一邻近空气质点发生压缩或膨胀的运动。如此由近及远相互影响,就会把纸盆的这一振动以一定的速度通过介质向各方向传播出去。这种振动传到耳朵,引起耳内鼓膜的振动,通过听觉神经使人们感觉到声音。这种向前推进着的空气振动称为声波。有声波传播的空间叫声场。当声波在空气中传播时空气质点并不被带走,它只是在原来位置附近来回振动,所以声音传播的实质是振动的传递。

声波经过一个波长距离所花费的时间称为周期,波动经过一个周期传播的距离称为波长。物体在1 s内振动的次数称为频率,单位是赫兹(Hz)。声源振动的频率决定了声音音调的高低。正因频率在传播过程中并不发生改变,因此,声音的频率就是指声源振动的频率。人耳能听到的声音频率约为20~20 000 Hz,称为听阈;小于20 Hz的声波为次声,大于20 000 Hz的声波是超声,人耳听不到次声和超声。

声波经空气介质的传递使人耳感觉到声音的存在。但是,有的声音悦耳动听,有的却很难听甚至使人烦躁。生理学将对人体有害的声音称为噪声。物理学将有规律的振动造成的和谐的声音叫做乐声(或乐音),不和谐的声音称为噪声,即各种不同频率和不同强度声音无规则的杂乱组合。心理学将人们不需要的声音统称为噪声。我国最早的字典《说文》和《玉篇》中将噪声定义为:“扰也,群呼烦扰也”。噪声具有主观性,一个人对同一个声音,在不同的时间、地点等条件下,常会作出不同的主观判断,如讨论问题时的谈话声或者动听的歌声也可能成为噪声。生产过程中产生声音的频率、强度变化没有规律,容易使人产生厌烦感,

故称之为生产性噪声,如机器转动、气体排放、工件撞击与摩擦所产生的声音。近年来,随着工业化的发展,各种机械设备、交通工具急剧增加,噪声污染问题已经成为当今社会四大公害之一。

2.1.2 噪声污染的特点

与水、空气和固体废物污染相比,噪声污染具有下列显著的特点:

1. 噪声污染是有局限性和分散性的公害

局限性是指一般的噪声源只能影响其所在位置周围的一定范围,不会影响到很大的区域;分散性则主要指环境噪声声源分布的分散特征。

2. 噪声污染属于物理性污染

噪声污染是能量的污染,不具备物质的累积性,没有污染物和后效作用。若声源停止振动发声,污染效果随之终止,危害就解除。噪声的能量转化系数很低,约为百万分之一,也就是说,1 kW 的动力机械大约只有 1 mW 可以变为噪声能量。

3. 噪声污染具有波动性和难避性

声能是以波动的形式传播的,特别是低频噪声具有很强的绕射能力,可以说是“无孔不入”。突发的噪声是难以逃避的,人耳不会像眼睛那样迅速闭合来防止光污染,也不会像鼻子遇到异味能屏气以待,即使在睡眠中,人耳也会受到噪声污染的影响;而且由于噪声在空气中的传播速度为 340 m/s,即便闻声而逃也避之不及,所谓“迅雷不及掩耳”,就是此意。

4. 噪声污染是感觉公害

对噪声的判断与个人主观愿望有关,“不需要的声音”是很主观的,被某人认为是噪声的声音,却可能被另外一人喜爱。因此,对噪声评价的特点与受害人的生理和心理因素密切相关,环境噪声标准也要根据不同的时间、不同的地域和人所处的不同行为状态来制定。

5. 噪声污染具有危害潜伏性

噪声污染通常不会直接威胁生命,大多数职工暴露在 90 dB 条件下也认为能够忍受,但是这种忍受是以听阈位移为代价的。近年来,“随身听”、“MP3”的使用非常普遍,许多人戴耳机听音乐或外语,既不影响他人,又可避免外界干扰,看似潇洒、舒适,其实长时间使用会损伤人的正常听力,使人们在不知不觉中患上“感音神经性耳聋”。

2.1.3 噪声的分类

噪声的分类方法很多,基本的分类方法有以下两种:

1. 按时间变化特性分类

- (1) 稳定噪声:声音的强弱随时间变化不显著(如电动机、水泵、织布机等)。
- (2) 周期性变化噪声:声音强弱呈周期性变化(如空调、蒸汽机、列车与铁轨的摩擦)。
- (3) 无规律噪声:声音强弱随时间呈无规律变化(如交通噪声等)。
- (4) 脉冲噪声:突然爆发又很快消失,且声音强弱变化幅度较大(如冲压、锻打、枪炮噪声等)。

2. 按噪声的来源分类

- (1) 交通噪声。交通噪声最大的特点是移动性,使人烦躁不安,一般不损害生理感觉和健康。

(2) 工业噪声。主要包括机械性噪声(高速机器和设备)、空气动力性噪声(风动工具、航空器)、电磁性噪声(变压器)三种,是对人类影响最大的一类噪声。

(3) 建筑施工噪声。各种建筑机械工作时产生的噪声,对居民区人们的生活和心理损害很大。

(4) 社会生活噪声。主要指商业、娱乐歌舞厅、体育及游行和庆祝活动,繁华街道上人群的喧哗,以及家用电器引起的噪声,干扰人们学习、交谈和其他社会活动。

2.2 噪声的度量与评价

2.2.1 噪声的度量

2.2.1.1 噪声的物理量度

1. 声压与声压级

当没有声波存在、大气处于静止状态时,其压强为大气压强。当有声波存在时,局部空气产生压缩或膨胀,在压缩的地方压强增大,在膨胀的地方压强减小,从而在原来的大气压强上叠加了一个压强的变化。这个叠加上去的压强变化是由于声波而引起的,称为声压,用 P 表示。声压大小与物体振动有关,物体振动幅度越大,则声压变化愈大,我们听起来就愈响,因此声压的大小表示了声波的强弱。衡量声压大小的单位在国际单位制中是帕斯卡,简称帕,用符号 Pa 表示。

某一瞬时的声压称为瞬时声压。铃铛产生的声波在以空气为介质的管道内传播,时间为 t 时,管道内某一点的压强为 $P_{\text{点}}(t)$,大气静压用 $P_{\text{气}}$ 表示,则该点瞬时声压 $P(t)$ 按下式测算:

$$P(t) = P_{\text{点}}(t) - P_{\text{气}} \quad (2-1)$$

在一定时间间隔中将瞬时声压对时间求方均根即得到有效声压,用 P_e 表示,习惯上所指的声压往往是有效声压。

$$P_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T P^2(t) dt} \quad (2-2)$$

式中 T ——时间间隔, s。

日常生活中声音的典型声压数据参见表 2-1。

表 2-1 日常生活中典型声音声压数据

声音种类	声压/Pa	声音种类	声压/Pa
正常人耳能听到最弱声	2×10^{-5}	织布车间	2
普通说话声(1 m 远处)	2×10^{-2}	柴油发动机球磨机	20
公共汽车内	0.2	喷气飞机起飞	200

从表 2-1 中的数据可见,正常人耳能听到的最弱声压为 2×10^{-5} Pa,称为人耳的听阈;当声压达到 20 Pa 时,人耳就会产生疼痛的感觉,称为人耳的痛域。听阈声压和痛域声压大小之间相差约一百万倍,表达和应用起来很不方便。而且研究表明,实际上人耳对声音大小

的感受也不是线性的,并不正比于声压绝对值的大小,而是同它的对数近似成正比,因此如果将两个声音的声压之比用对数的标度来表示,那么不仅应用简单,而且也接近于人耳的听觉特性。这种用对数标度来表示的声压称为声压级(L_p),它的单位用分贝(dB)来表示,如式(2-3)所示。

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad (2-3)$$

式中 P_0 ——听阈基准声压,国际上规定为 2×10^{-5} Pa。

当声压用声压级来度量时,表达方式即可大大简化。如听阈声压为 2×10^{-5} Pa,其声压级就是 0 dB;同理,痛域声压级则为 120 dB。因此,听阈和痛域的声压之比从约 100 万倍的变化范围变成 0~120 dB。可见,“级”的大小能很方便地衡量声音的相对强弱。

2. 声强与声强级

声波的传播伴随着声振动能量的传递,在声传播方向上单位时间内垂直通过单位面积的声能量,称为声音的强度,简称声强,用 I 表示,单位是 W/m^2 。声强的大小可用来衡量声音的强弱。声强愈大,听到的声音愈响;声强愈小,我们感觉到的声音愈轻。离声源的距离越远,声强就愈小。例如,火车开出月台后,愈走愈远,传来的声音也愈来愈轻。

与声压一样,声强也可用“级”来表示,即声强级 L_I ,它的单位也是分贝(dB),定义式如式(2-4)所示。

$$L_I = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad (2-4)$$

式中 I_0 ——基准声强(取 10^{-12} W/m^2)。

空气中同一列声波的声压级和声强级数值上几乎相等,听阈声强级为 0 dB,痛域声强级也为 120 dB。

3. 声功率与声功率级

声功率为声源在单位时间内辐射的总能量,用符号 W 表示,通常采用瓦(W)作为功率的单位。声强和声源辐射的声功率有关,声功率愈大,在声源周围的声强也愈大,两者成正比关系。声功率是衡量噪声源声能输出大小的基本物理量。声压常依赖很多外在因素,如接收者的距离、方向、声源周围的声场条件等,但是声功率不受上述因素影响,可广泛用于鉴定和比较各种声源。然而,在声学测量技术中,迄今为止,可以直接测量声强和声功率的仪器结构比较复杂,价格比较昂贵,它们可以在某种条件下利用声压测量数据计算得到。当声音以平面波或者球面波传播时,声强(I)与声压(P)之间的关系为:

$$I = \frac{P^2}{\rho \cdot c} \quad (2-5)$$

式中 ρ ——介质密度, kg/m^3 ;

c ——声音在相应介质中的传播速度, m/s 。

声强(I)和声功率(W)之间的关系为:

$$I = \frac{W}{S} \quad (2-6)$$

式中 S ——波阵面的面积, m^2 。

声功率用“级”表示时称为声功率级(L_w),单位也是分贝(dB)。功率为 W 的声源,其声功率级为: