

职 · 业 · 危 · 害 · 与 · 防 · 护 · 技 · 术 · 丛 · 书

物理因素 危害与 控制

彭开良 杨 磊 主编



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

职业危害与防护技术丛书

物理因素危害与控制

彭开良 杨 磊 主编



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

物理因素危害与控制/彭开良, 杨磊主编. —北京:
化学工业出版社, 2005. 9
(职业危害与防护技术丛书)
ISBN 7-5025-7692-4

I. 物… II. ①彭…②杨… III. ①致病物理因素-
危害②致病物理因素-控制 IV. R363. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 114139 号

职业危害与防护技术丛书

物理因素危害与控制

彭开良 杨磊 主编

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 杨欣欣

责任校对: 王素芹

封面设计: 关飞

*

化学工业出版社 出版发行

安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 15½ 字数 450 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7692-4

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《职业危害与防护技术丛书》编委会

主任：金锡鹏 陈镜琼

委员：（按姓氏笔画排序）

王绵珍 何 纳 杨 磊 余启元

陈卫红 陈镜琼 金锡鹏 周志俊

姜庆五 夏昭林 彭开良

编写人员名单

- 主 编：**彭开良（华中科技大学同济医学院 教授）
杨 磊（华中科技大学同济医学院 教授）
- 主 审：**陈镜琼（华中科技大学同济医学院 教授）
- 编 者：**（按姓氏笔画排序）
- 王正伦（华中科技大学同济医学院 讲师）
杨 磊（华中科技大学同济医学院 教授）
杨海兵（华中科技大学同济医学院 讲师）
李光明（湖北省卫生厅卫生监督局 主任技师）
宋明芬（华中科技大学同济医学院 讲师）
陈克玲（湖北省卫生厅卫生监督局 主任技师）
陈镜琼（华中科技大学同济医学院 教授）
易继潮（山东省职业卫生与职业病防治研究院 副
研究员）
彭开良（华中科技大学同济医学院 教授）

序 言

随着改革开放和经济的转型，国有、合资、外资和民营等企业都得到了蓬勃发展，工业产品、生产和技术工艺均呈现出各种形式的与日俱新，有从发达国家引进的，有手续不全从境外流入的，也有仿效复制或自行研制开发的，因此，不可避免地出现了人们原先熟悉的和始料未及的众多职业危险因素。生产性粉尘的危害至今仍然相当严重，尘肺病人数居高不下，新发病人不断涌现。一氧化碳、硫化氢急性中毒和死伤人数始终高居急性中毒事例的首位，不少中毒原因是完全可以预防的。20世纪60年代原本已基本控制的苯中毒，近年因制鞋业、箱包制造业的快速增长，中毒事故又频频发生；微电子工业的兴起，精细元件洁净工艺的要求，出现了三氯乙烯、二氯二氟丙烷等清洁剂的皮肤损伤和肝脏毒害；铅、锰、锌等古老的金属毒物，也在不同新老工艺中交替出现。噪声、振动、不良气象条件等最为普遍的职业性物理因素有增无减，在新型机械加工、电子通讯元件测试等新工艺过程中存在的电离辐射、非电离辐射对工作人员的健康危害，至今尚无完善、系统的职业评估。职业性生物因素危害一直是过去工作中未被重视的领域，SARS事件为人们敲响了警钟，医务人员接触的各类危险因素原本就应该纳入职业卫生服务的内容。实际上，当前我国职业卫生服务的范围，其覆盖面与先进国家比较差距很大，许多农民工、临时工、童工等都未充分顾及，对这些人群的职业卫生保护，法律依据不全，工作规范缺陷。

职业病防治法，是针对国家法定职业病所界定的法律文件，是适应我国现有经济实力、技术水平和人员素质等综合因素的客观条件所颁布的，主要保护直接从事生产劳动者的健康，这是现阶段最

基本的底线任务。职业卫生工作的目的在于保障所有从事职业活动的劳动者，使他们在劳动中不受任何危害因素的伤害，包括劳动者的身体和精神心理状态，使他们能在合适的工作条件下，安全、卫生、舒适、愉悦地完成劳动生产任务和各项业务工作，保障他们最大限度地、有效地为社会创造财富。因此，职业卫生工作的主要任务就在于在保障和促进劳动者健康的前提下，检测工作场所的环境、劳动条件和劳动组织安排，是否符合国家颁布的职业病防治法和其他有关职业卫生法规、标准等要求，同时掌握正确无误的科学信息，提供给国家政府主管部门和业主方及相关上级领导，作为制定管理法律和卫生安全控制措施的科学依据。职业卫生工作者有责任向劳动者、生产企业管理人员和业主及职业安全、卫生主管部门，传播职业卫生的基本科学理念、防护知识和必需技能。要做好职业卫生服务这项艰巨、复杂的工作，政府领导是关键，依靠有关物理、化学工程技术人员，临床医师、基础医学人才和生产劳动者及管理人员等各方人士的共同合作，相互支持与配合是必不可少的条件。同时职业卫生工作者也要不断学习、更新、提高自身业务知识和技术水平，不断提高思想、业务整体素质。《职业危害与防护技术丛书》就是为了适应国家生产发展，新工艺、新产品不断出现的新形势需要，在化学工业出版社的倡导与策划下，由华中科技大学同济医学院公共卫生学院和复旦大学公共卫生学院组织有关专业教师编写的。本丛书重在介绍职业危害与防护领域的基本概念、基本知识、基本措施和国内外最新研究成果，希望能给读者提供完整、新颖的职业卫生工作理念，供职业卫生监督人员、职业卫生服务技术人员和企事业单位职业卫生、安全管理、监察人员参考、培训、自学之用，也可供大专院校相关专业师生参考。由于科学技术的快速发展、新工艺的日新月异，职业危害因素在实际生产过程中的千变万化，也由于编写人员对生产中最新出现的职业危害因素实际体会、感受不多，甚至未知或疏漏，故可能会有谬误，敬请广大读者批评、指正。

最后，我们代表全体编写人员对丛书责任编辑表示衷心的感谢。

谢，是他自始至终指导、督促、关心本丛书的编写工作，给了我们极大的支持和帮助。

复旦大学公共卫生学院
公共卫生安全教育部重点实验室
金锡鹏

华中科技大学同济医学院
公共卫生学院
陈镜琼
2005年6月

前 言

我们正处在现代科学技术与国民经济高速发展的时代，科学技术的进步使人类现代精神生活和物质生活变得更加丰富多彩，有声有色。如广播、电视、计算机网络、通讯、激光、微波、磁、声、热、力以及各式各样的家用电器等，已成为现代文明社会的重要标志，也是我们生活中的重要组成部分。人们在享受现代科技成果所带来的喜悦时，也感受到了其可能存在的危害。尤其是随着高新技术、电子技术的飞速发展，以及其在我国工农业生产、科学技术和国防建设方面的应用日益广泛，所产生的物理性有害因素对人体健康的危害，已受到人们的高度关注。但物理性有害因素有一些特点，有些因素如温度、声音和光是人们生活所必需的，只是在一定情况下对机体造成危害。因此，如何预防和控制物理性有害因素对人体的不良影响，研究其强度-效应关系、耐受范围、舒适性等临界条件，加强对物理性职业有害因素的认识、研究和防护已显得愈来愈迫切。

近10年来，我国对物理因素危害等劳动卫生状况进行了许多调查研究，如高温、噪声、微波、高频等方面做了大量工作，取得了许多经验和成果，对促进我国物理因素职业卫生工作的发展起到了重要作用。但和我国目前的实际要求相比，还远远满足不了当前经济建设发展的需要。当今，科学技术发展可以说是日新月异，而物理因素的危害也日益广泛，不仅影响到职业人群，也危及到一般人群或居民。科技工作者对物理因素职业危害的认识和研究，已从一般整体水平深入到细胞水平或分子水平。随着专业技术的发展和知识的更新，其论文无论是从数量上还是从质量上都有很大发展和提高，这些都极大地丰富了物理因素职业医学的内涵。为了把物理因素职业卫生方面的知识全面系统地反映出来，总结实践经验，普及这些知识，以适应时代发展的需要；也为了保护劳动者的健康、加强职业卫生防护，减少职业危害与职业病的发生；我们组织职业卫生方面的专家学者，根据近

年来我国物理因素职业卫生专家学者在教学、科研和生产实践中所取得的大量资料，参考国内外这一领域的丰富文献，特编写了本书。

本书作者根据自己所长和收集到的国内外相关资料，主要论述物理因素对人体健康的影响、职业危害、临床表现、治疗、防护措施，及其监测技术、方法、规范、卫生标准、仪器设备等。该书全面系统地反映了物理因素职业危害与防护这一领域的基本理论、基本知识、基本方法以及最新理论和科学技术成果。该书可供从事劳动卫生、职业病防治、卫生防疫、劳动保护、职业卫生监督、职业卫生技术服务、企事业单位职业安全卫生管理、监察、军队卫生、安全技术以及物理因素等专业人员阅读参考。也可作为大中专院校、科研机构培训专业人才的教材或参考书。

在本书编写过程中，作者立足于前人的研究基础，总结和选取国内外近10年来物理因素与健康方面的较新资料，使本书内容具有新颖性和先进性，力求能反映当前国内外物理因素危害与防护的最新成果和进展，以及新技术方法、新仪器、新规范和新标准等；同时强调内容在生产实践中具有针对性、可行性和实用性，力求概念明确、内容严谨、简明扼要，使之成为较为全面系统的理论与实践相结合、科学价值与实用价值于一体的专业性论著。有相当内容是针对有关作业的职业人群，以利于提高这部分人群“安全健康”的自我保护意识。并借鉴国外的有关法规和管理条例，为制定我国相应的安全监督管理条例提供科学依据。

本书在编写过程中得到华中科技大学同济医学院、湖北省卫生厅卫生监督局、山东省职业卫生与职业病防治研究院的大力支持，还有许多同仁和朋友给予了积极鼓励和支持，在此一并表示感谢。

鉴于我们的学术水平有限，加上时间仓促，书中难免存在缺点和不足，望同仁及读者不吝指正。

彭开良 杨 磊

2005年6月于武汉

内 容 提 要

本书是《职业危害与防护技术丛书》之一。

本书全面系统地介绍了物理因素对人体健康影响及其防护控制技术。主要内容有：绪论、劳动生理学、人类工效学、噪声、振动、激光、生产性照明、高温作业与低温作业、高原职业卫生、高气压作业与减压病、射频辐射、工频电磁场、磁场、红外辐射和紫外辐射、电离辐射、氦子体及其危害、物理因素与肿瘤等章节。主要论述物理因素对人体健康的影响、职业危害、临床表现、治疗、防护措施，及其监测技术、方法、规范、卫生标准、仪器设备等。本书全面、系统地反映了我国物理因素职业危害与防护这一领域的基本理论、基本知识、基本方法以及最新理论和科学技术成果。

本书可供从事劳动卫生、职业病防治、卫生防疫、劳动保护、职业卫生监督、职业卫生技术服务、企事业单位职业安全卫生管理、监察、军队卫生、安全技术以及物理因素等专业人员阅读参考。也可作为大中专院校、科研机构培训专业人才的教材或参考书。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 物理因素职业卫生的研究对象与任务	1
第二节 物理因素职业卫生在预防医学中的重要地位	2
第三节 我国物理因素发展概况	3
第四节 物理因素在实际中的应用	7
一、激光的应用	7
二、高频电磁场的应用	7
三、微波技术的应用	8
四、磁的应用	8
第五节 物理因素及其职业危害	8
一、物理因素对机体作用的特点	8
二、生产过程中产生的物理性有害因素	9
三、生产环境中的物理性有害因素	10
四、物理因素所致的职业病及其诊断原则	10
第六节 加强物理因素职业危害的防治与研究	12
一、物理因素职业卫生防治工作的重要性	12
二、建立职业卫生科研机制与不断提高科研水平	13
三、加强协作与交流	14
四、建立健全卫生法规	14
五、进一步加强我国物理因素职业危害的防治和研究	14
参考文献	15
第二章 劳动生理学	16
第一节 体力劳动过程的生理变化与适应	17
一、体力劳动时的能量代谢	17
二、体力劳动时机体的调节与适应	21

第二节 脑力劳动过程的生理变化与适应	24
一、脑力劳动内容与生理特点	24
二、脑力劳动的职业卫生要求	26
第三节 劳动负荷的评价	27
一、劳动和作业类型的划分	27
二、劳动负荷评价	30
第四节 作业能力	41
一、劳动过程中作业能力的动态变化	41
二、作业能力的主要影响因素及其改善措施	42
参考文献	48

第三章 人类工效学	49
第一节 概述	49
一、人类工效学的研究内容	49
二、工效学的基本任务	50
第二节 肌肉骨骼系统的结构与功能	51
一、韧带、肌腱和筋膜	51
二、骨骼	52
三、骨骼肌	54
第三节 劳动姿势	60
一、姿势的定义	61
二、劳动姿势负荷评价	61
第四节 人体测量与应用	65
一、人体测量类型及方法	65
二、人体测量数据的应用	66
第五节 工效学设计	67
一、人的特性	67
二、工效学设计的原则	67
三、工效学设计	68
第六节 劳动过程有关的疾病	69
一、职业性肌肉骨骼疾患	69
二、个别器官疾患	71
三、压迫及摩擦所致疾患	71

四、预防措施	72
参考文献	74

第四章 噪声

第一节 概述

一、噪声的含义及噪声危害的严重性

二、职业噪声的分类

三、职业噪声暴露分布的概况

第二节 噪声物理特性和常用声学术语

一、声音、声波与声源

二、声波的物理特性

三、声压与声压级、声强与声强级

四、声频、频带与频谱

五、响度与响度级（响度曲线）

六、计权声计

七、语言干扰级

第三节 噪声对机体的影响

一、噪声对听觉系统的影响

二、噪声对机体其他系统的影响

三、影响噪声对机体作用的因素

第四节 噪声的监测、评价和噪声标准

一、噪声的监测

二、噪声评价

三、噪声暴露容许标准

第五节 噪声控制

一、在厂房和产品设计阶段控制噪声

二、工程控制和消除已有设备的噪声源

三、听力保护——个人防护

四、我国《工业企业职工听力保护规范》

参考文献

第五章 振动

第一节 概述

一、振动的定义·····	120
二、振动的分类及常见的振动作业·····	120
三、振动的物理参量及振动强度、频谱、方向和振动时间的关系·····	121
第二节 振动对机体的危害·····	123
一、局部振动对人体健康的影响·····	124
二、全身振动对机体的影响·····	126
第三节 影响振动对机体作用的主要因素·····	128
一、振动的频率和强度·····	128
二、接触振动时间·····	129
三、气温、噪声等环境因素·····	130
四、操作方式和个体因素·····	130
第四节 手臂振动病·····	130
一、发病概况·····	131
二、临床表现·····	131
三、发病机制·····	132
四、检查方法·····	133
五、诊断与分级·····	134
第五节 振动的容许标准及评价方法·····	136
一、振动的容许标准与评价方法·····	136
二、全身性振动的测定与评估·····	138
三、手传振动的测量方法与要求·····	142
第六节 振动危害的预防措施·····	144
一、减少和消除振动源·····	144
二、改善作业环境,限制接触时间·····	145
三、加强健康管理和个人防护·····	145
参考文献·····	146
第六章 激光·····	147
第一节 激光的基本原理·····	147
一、概述·····	147
二、激光产生的原理·····	147

三、激光的特性	149
第二节 激光的生物效应	151
一、热效应	151
二、压强效应	153
三、光化效应	153
四、电磁场效应	154
五、弱激光的刺激效应	154
六、激光的应用	155
第三节 激光对眼睛和皮肤的损伤	155
一、激光对眼睛的损伤	156
二、激光对眼睛的损伤阈值	158
三、激光对皮肤的损伤及其阈值	158
第四节 激光器的结构和分类	160
第五节 激光的安全标准及激光器的分级	160
一、激光的安全标准	160
二、激光器的分级	162
第六节 激光的安全防护	163
一、激光器的分级防护	163
二、个人安全防护	165
三、激光防护镜的性能及类型	165
四、激光安全标志	169
五、激光辐射的测定	170
六、激光操作人员的医疗监护	171
第七节 激光意外伤害的处理	172
一、激光性眼底损伤的治疗	172
二、激光性白内障的治疗	173
三、激光性角膜灼伤的治疗	173
四、激光性皮肤损伤的治疗	173
参考文献	174
第七章 生产性照明	175
第一节 照明的基本概念及方式	175

一、照明的基本概念	175
二、生产性照明的方式及特点	178
第二节 照明对机体视觉功能的影响	180
一、照明与视觉功能	180
二、影响视觉功能的因素	186
三、照明对机体与作业的影响	189
第三节 照明的测量、评价与标准	192
一、照明的测量	192
二、视觉功能的测量	195
三、生产性照明的评价	197
四、生产性照明的标准	200
第四节 预防不良照明的措施	205
一、积极提高照度水平, 保证作业环境适宜的照度	205
二、提高照明的质量, 防止炫目、照度不均匀及频闪效应	206
三、合理进行照明设计	208
四、合理运用色彩调节生产现场的照明, 优化照明效果, 降低劳动者的视觉疲劳	209
五、更新照明理念, 推行健康照明	210
参考文献	210
第八章 高温作业与低温作业	212
第一节 高温作业	212
一、高温生产环境中的气象条件及其特点	212
二、高温作业类型	213
三、高温作业对机体生理功能的影响	214
四、热适应	216
五、中暑	217
六、高温作业卫生标准	221
七、防暑降温措施	222
第二节 低温作业	224
一、低温作业对机体的影响	224