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·

需要全本请访问 www.ertongbook.c

（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
安全科学与工程出版中心出版发行
（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

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）

易继湖（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）

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

需要全本请访问 www.ertongbook.com

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 …… 75
第一节 概述 …… 75
一、噪声的含义及噪声危害的严重性 …… 75
二、职业噪声的分类 …… 75
三、职业噪声暴露分布的概况 …… 77
第二节 噪声物理特性和常用声学术语 …… 80
一、声音、声波与声源 …… 80
二、声波的物理特性 …… 80
三、声压与声压级、声强与声强级 …… 80
四、声频、频带与频谱 …… 82
五、响度与响度级（响度曲线） …… 82
六、计权声计 …… 85
七、语言干扰级 …… 85
第三节 噪声对机体的影响 …… 86
一、噪声对听觉系统的影响 …… 86
二、噪声对机体其他系统的影响 …… 95
三、影响噪声对机体作用的因素 …… 95
第四节 噪声的监测、评价和噪声标准 …… 99
一、噪声的监测 …… 99
二、噪声评价 …… 104
三、噪声暴露容许标准 …… 108
第五节 噪声控制 …… 112
一、在厂房和产品设计阶段控制噪声 …… 113
二、工程控制和消除已有设备的噪声源 …… 113
三、听力保护——个人防护 …… 118
四、我国《工业企业职工听力保护规范》 …… 118
参考文献 …… 118

第五章 振动 …… 120
第一节 概述 …… 120

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
需要全本请访问 www.ertongbook.com

二、防寒保暖措施…… 226
参考文献…… 227

第九章　高原职业卫生 …… 228
第一节　高原自然气候的特点…… 228
一、平原地区大气组成…… 228
二、高原气候的特点…… 229
第二节　高原低气压环境的机体反应…… 232
一、高原低气压环境的生理学效应…… 232
二、机体对低气压环境的生理适应过程…… 232
三、高原环境下的机体反应…… 235
第三节　常见高原病及防治…… 238
一、高原反应…… 238
二、高原肺水肿…… 240
三、高原脑水肿…… 242
四、高原心脏病…… 243
五、高原血压异常…… 245
六、高原红细胞增多症…… 246
七、混合型高原病…… 247
八、其他高原疾病…… 247
第四节　高原职业安全卫生与管理…… 248
一、高原体力劳动对机体的影响…… 248
二、高原地区的职业卫生服务…… 253
参考文献…… 262

第十章　高气压作业与减压病 …… 263
第一节　高气压环境下的作业及安全防护措施…… 263
一、高气压环境的主要作业及其职业危害…… 263
二、可能出现的其他职业危害及防护…… 266
三、职业卫生安全与管理…… 269
四、预防…… 273
第二节　减压病…… 273

一、发病机制…… 274
二、临床表现…… 277
三、减压病诊断标准（GBZ 24—2002） …… 278
四、处理原则（GBZ 24—2002） …… 279
五、抢救与复苏…… 280
六、重新加压疗法…… 281
参考文献…… 283

第十一章　射频辐射 …… 284
第一节　射频辐射的基本概念…… 284
一、交流电…… 284
二、电场与磁场…… 284
三、电磁波的传播…… 285
四、射频辐射…… 286
五、射频电磁场…… 287
第二节　射频辐射对人体健康的影响…… 287
一、高频电磁场对人体健康的影响…… 288
二、微波对人体健康的影响…… 289
三、射频辐射对人体健康影响的作用机制…… 293
四、临床表现及治疗…… 295
第三节　射频辐射的防护…… 296
一、高频辐射…… 297
二、微波辐射…… 299
三、射频辐射的卫生标准…… 301
第四节　射频辐射的监测…… 304
一、高频电场强度的测定…… 305
二、高频磁场强度的测定…… 305
三、使用仪器及注意事项…… 305
参考文献…… 306

第十二章　工频电磁场 …… 308
第一节　工频电磁场的基本概念…… 308

一、电磁场的物理效应…… 309
二、工频电磁场的主要来源…… 310
三、电磁场对人体的效应…… 311
四、人体对电流的生理效应…… 313
第二节　工频电磁场对生物的影响…… 315
一、对人体健康的影响…… 315
二、对动物的影响…… 318
第三节　工频电磁场的卫生标准…… 319
一、我国工频电场卫生标准…… 319
二、国外电磁辐射标准…… 320
第四节　工频电磁场的监测与预防措施…… 321
一、工频电场的监测…… 321
二、工频磁场的监测…… 325
三、工频电磁场的预防措施…… 326
参考文献…… 327

第十三章　磁场 …… 329
第一节　基本概念…… 329
一、物质的磁性…… 329
二、磁场的类型…… 330
三、生物磁学…… 331
四、磁场的计量单位…… 331
第二节　生物磁现象…… 333
一、生物体内的磁性物质…… 333
二、生物磁现象…… 334
三、生物磁场与生物体结构和功能的关系…… 335
第三节　生物磁学在医学中的应用…… 336
一、磁疗…… 336
二、磁性药物…… 340
三、磁水…… 340
四、磁诊断技术…… 341
第四节　磁生物效应及特点…… 344

一、磁学基础…… 344
二、磁生物效应及职业危害…… 345
三、磁生物效应的特点…… 356
第五节　磁场的卫生学标准及防护…… 358
一、卫生学标准…… 358
二、防护技术与措施…… 360
参考文献…… 362

第十四章　红外辐射和紫外辐射 …… 364
第一节　红外辐射…… 364
一、红外辐射的基本概念…… 364
二、红外辐射的作业…… 366
三、红外辐射的生物学效应…… 367
四、红外辐射对眼睛的损伤…… 368
五、红外辐射对皮肤的损伤…… 369
六、红外辐射预防措施…… 370
七、红外辐射的阈限值…… 370
八、红外辐射的监测…… 371
第二节　紫外辐射…… 372
一、紫外辐射的基本概念…… 372
二、紫外辐射的作业…… 373
三、紫外辐射的生物学效应…… 374
四、紫外辐射对眼睛的损伤…… 377
五、紫外辐射对皮肤的损伤…… 380
六、紫外辐射的预防措施…… 382
七、紫外辐射的阈限值…… 383
八、紫外辐射的监测…… 384
参考文献…… 386

第十五章　电离辐射 …… 388
第一节　电离辐射的基本概念…… 388
一、放射性与放射性元素…… 388

二、电离辐射与物质的相互作用…… 393
三、电离辐射剂量与剂量单位…… 397
第二节　电离辐射对机体的作用…… 403
一、接触电离辐射的职业…… 403
二、电离辐射的作用方式…… 403
三、放射性物质的吸收、分布和排出…… 405
四、电离辐射对机体作用的机制…… 410
五、影响射线对机体作用的因素…… 411
第三节　电离辐射对机体的损伤效应…… 413
一、放射病——全身放射性损伤…… 413
二、皮肤放射损伤…… 418
三、胚胎和胎儿的辐射损伤…… 420
四、远期随机效应…… 421
第四节　电离辐射的防护措施…… 423
一、国际放射防护委员会对辐射防护原则的建议…… 423
二、我国辐射防护规定…… 425
三、外照射防护…… 427
四、内照射防护…… 428
五、开放性工作单位的分类及其工作场所的分级和分区…… 430
六、去除表面放射性污染…… 432
七、个人防护措施…… 433
八、辐射的医学监护…… 435
参考文献…… 439

第十六章　氡子体及其危害 …… 441
一、氡的基本概念…… 441
二、氡子体及其危害…… 443
三、氡污染的评价…… 446
四、美国颁布的标准和防护政策…… 448
五、室内氡子体…… 448
六、地下建筑氡及其子体控制标准…… 450
参考文献…… 452

第十七章　物理因素与肿瘤 …… 453
第一节　电离辐射与肿瘤 …… 454
一、辐射致肿瘤机制 …… 454
二、剂量效应关系与遗传易感性 …… 457
三、电离辐射致肿瘤举例 …… 459
第二节　非电离辐射与肿瘤 …… 462
一、紫外辐射 …… 462
二、射频辐射 …… 465
第三节　预防问题 …… 466
一、对电离辐射的预防 …… 466
二、非电离辐射的控制 …… 467
参考文献 …… 468

需要全本请访问 www.ertongbook.c