

● 高等学校教材

物理性污染及其防治

陈亢利 主 编

张仁泉 陈亚非 副主编

高等教育出版社

高等学校教材

物理性污染及其防治

Wulixing Wuran jiqi Fangzhi

陈亢利 主编

张仁泉 陈亚非 副主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书共分噪声污染及其防治、光污染及其防治、辐射污染（包括电磁辐射和电离辐射）及其防治、热污染及其防治和振动的危害与控制五篇。针对污染防治工程实践和环境管理实际需要，编写中注意讲清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，将污染治理与清洁生产思想结合起来，更强调了污染预防和能源综合利用的原理和方法，还介绍了污染能量利用的技术方法并反映了最新的研究成果。另外还将物理环境监测实验作为附录编排于书中，方便教学中使用。每篇正文之后附有扩大视野的阅读材料。

本书适合作为高等学校环境工程、环境科学和市政工程等专业教材，也可供从事环境保护工作的相关技术人员和管理人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

物理性污染及其防治 / 陈亢利主编. -- 北京 : 高等教育出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-04-042341-9

I. ①物… II. ①陈… III. ①环境物理学 - 高等学校 - 教材 IV. ①X12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 057301 号

策划编辑 陈正雄 责任编辑 杨俊杰 封面设计 于文燕 版式设计 马敬茹
插图绘制 杜晓丹 责任校对 孟 玲 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	国防工业出版社印刷厂	网上订购	http://www.landrac.com
开 本	787mm × 960mm 1/16		http://www.landrac.com.cn
印 张	31	版 次	2015 年 4 月第 1 版
字 数	560 千字	印 次	2015 年 4 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	47.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 42341-00

编写委员会

主 编：陈亢利,苏州科技学院,教授

副主编：张仁泉,苏州市环境监测中心,研究员级高级工程师

陈亚非,浙江农林大学,教授级高级工程师

主 审：熊鸿斌,合肥工业大学,教授

成 员(按姓氏拼音排序):

陈亢利 陈亚非 胡将军 匡 恒 李定龙

刘 国 刘 亮 刘亚男 梅 娟 钱建平

钱先友 熊鸿斌 许浩瀚 羊依金 叶 峰

张仁泉 张雪乔 张志军

前 言

与化学性污染、生物性污染不同,物理性污染是能量的污染,在环境中不会有残余物质存在。引起物理性污染的声、光、热、电磁场等在环境中是普遍存在的,它们本身对人无害,只是在环境中的量过高或过低时,才会造成污染或异常。

本书主要讲述物理因子(声、光、热、电磁、核和振动等)污染发生的机理与防治方法等,以及适宜于人类生活和工作的声、光、热、电磁等物理条件,同时注重物理现象的定量研究。

按国家环境保护标准《环境工程技术分类与命名》(HJ496—2009)中的分类,环境工程技术共分为五大类,即水污染控制工程技术、大气污染控制工程技术、固体废物污染控制工程技术、物理污染控制工程技术和生物修复工程技术,其中“物理污染控制工程技术”是环境科学和环境工程专业必修的专业课之一,是我国高等院校环境类专业 2011 版教学计划中必须学习的一门课。

本书介绍了各物理因子的污染来源和危害,污染的定义和表征,相关的法律、法规和标准以及污染的测量和防治技术。编写中,着力讲清污染源和污染产生的过程、污染防和治的基本原理与具体应用,将污染治理与清洁生产思想结合起来。不仅阐述了污染治理的原理和方法,更强调了污染预防和能源综合利用的原理和方法,还介绍了污染能量利用的技术方法以及国际、国内已经发生的相关物理性污染的事件的处理和应对情况。另外还将物理环境监测实验作为附录编排于书中,方便教学中使用。每篇正文之后均附有扩大视野的阅读材料。

本书适用于作为高等学校环境工程、环境科学和市政工程等专业教材,也可供从事环境保护工作的相关技术人员和管理人员参考。

本书是在化学工业出版社 2006 年 7 月出版的《物理性污染与防治》基础上经两次更新而成的。首次更新由苏州市环境监测中心、苏州市核与辐射监测站及苏州市照明管理处和苏州科技学院相关专家完成;第二次更新由武汉大学、合肥工业大学、成都理工大学、东华大学、浙江农林大学、常州大学、成都信息工程学院和苏州科技学院相关专家完成。绪论由陈亢利编写,第 1、2 章由陈亚非、陈亢利、钱建平编写,第 3、4 章由叶峰、陈亢利、刘亚男、许浩瀚编写,第 5、6 章由张仁泉、胡将军、张志军、匡恒、钱先友、刘亮编写,第 7 章由刘国、梅娟、钱先友、陈亢利编写,第 8 章由陈亢利、张雪乔、钱建平、梅娟编写。陈亢利主编,张仁泉、

II 前言

陈亚非副主编,全书由熊鸿斌主审。

本书在编写过程中引用了一些从事环境学领域教学、科研的同行撰写的论文、书籍等,得到了环境保护部辐射环境监测技术中心倪士英教授级高工、清华大学周律博士、苏州科技学院李新教授的悉心指导和帮助,研究生张铭连、孙益松、张玲玲、韩婵娟、陈勤、何平、许芳芳、张楚、周丽萍、陆海阳、贾顺植、胡鸿飞等做了大量文字工作,高等教育出版社的陈文、陈海柳、陈正雄和杨俊杰等编辑付出了辛勤的劳动,一并致谢。

相关研究还处于发展之中,再加上编者的水平有限,难免存在某些缺点和错误,热忱希望广大读者批评指正。

编 者

2014年3月于苏州

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 噪声污染及其防治

第一章 噪声评价及标准	17
第一节 噪声污染防治研究内容	17
第二节 声波的基础知识	22
第三节 噪声的特性和计算	39
第四节 噪声的标准和测量方法	53
第五节 噪声评价	74
阅读材料	103
习题	106
第二章 噪声污染控制	107
第一节 噪声控制技术概述	107
第二节 吸声	114
第三节 消声	143
第四节 隔声	174
阅读材料	197
习题	198

第二篇 光污染及其防治

第三章 光环境及其评价	203
第一节 光环境	203
第二节 光度量	205
第三节 人眼的视觉功能	209
第四节 光源及光环境测量	211
第五节 光环境质量评价	219
第六节 绿色照明	230
习题	232

第四章 光污染及其防治	233
第一节 光污染	233
第二节 环境中的眩光	236
第三节 防治眩光的技术手段	240
第四节 建筑照明的眩光限制	246
第五节 室外照明的眩光控制	249
第六节 功能区划及光污染的防治措施	255
阅读材料 A	257
阅读材料 B	260
习题	263

第三篇 辐射污染及其防治

第五章 电磁辐射污染及防治	267
第一节 电磁辐射基础知识	267
第二节 环境中的电磁辐射	270
第三节 电磁辐射防护相关法律法规及标准	281
第四节 电磁辐射监测	287
第五节 电磁辐射污染防治	295
第六节 环境电磁辐射的预测	306
阅读材料 A	319
阅读材料 B	320
习题	324
第六章 电离辐射污染及防治	325
第一节 电离辐射基础知识	325
第二节 环境中的电离辐射	334
第三节 电离辐射防护相关法律法规及标准	346
第四节 电离辐射的度量和监测	350
第五节 电离辐射污染防治	360
第六节 电离辐射的环境影响与评价	369
阅读材料 A	376
阅读材料 B	377
阅读材料 C	379
阅读材料 D	380
习题	380

第四篇 热污染及其防治

第七章 热污染及其防治	383
第一节 热污染概述	383
第二节 水体热污染及其危害	385
第三节 水体热污染防治	391
第四节 大气热污染与防治	397
第五节 余热利用与节能减排	404
阅读材料 A	408
阅读材料 B	409
习题	411

第五篇 振动的危害与控制

第八章 振动的危害与控制	415
第一节 振动的基本特征	415
第二节 振动的危害	417
第三节 振动的评价及测量	421
第四节 振动控制的原理和方法	431
第五节 振动的隔离与阻尼减振	435
第六节 动力吸振	451
阅读材料	455
习题	457

相关网站(互联网网址)	458
--------------------------	-----

课程实验	459
-------------------	-----

实验 1 道路交通噪声测量与评价	459
实验 2 厂界环境噪声测量与评价	462
实验 3 光源与照度关系实验	464
实验 4 道路照明照度与均匀度测量	466
实验 5 环境电磁辐射测量	469
实验 6 环境地表 Γ 辐射剂量率的测量	473
实验 7 地表太阳辐射反射率的测定	476
实验 8 环境振动的测量	478

参考文献	481
-------------------	-----

绪 论

按《中华人民共和国国家环境保护标准》(HJ496—2009)中的分类,环境工程技术共分为五大类,即水污染控制工程技术,大气污染控制工程技术,固体废物污染控制工程技术、物理污染控制工程技术和生物修复工程技术,而本书就是介绍物理(性)污染控制工程技术的一本教材。

除了介绍物理性污染防治技术(方法)之外,什么是物理性污染(界定)及污染的来源(对象)以及配套的相关研究(如度量或表征及测量方法等)也是本书不可或缺的内容。这里我们从物理环境、物理性污染、物理性污染防治和物理性污染防治的研究内容等方面进行阐述。

一、物理环境

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。物质能量的交换和转化的过程,就构成了物理环境。

人类生活在一定的物理环境中。物理环境可以分为天然环境和人工环境。

火山爆发、地震、台风以及雷电等自然现象会产生振动和噪声,在局部区域形成自然声环境和振动环境。此外,火山爆发、太阳黑子活动引起的磁暴以及雷电等现象会产生严重的电磁干扰。地球上的天然光环境是由直射日光和天空散射光形成的。由于气象因素和大气洁净程度的差异,各地区的光环境的特性也不同。太阳还是环境的天然热源,地球上天然热环境取决于接受太阳辐射的状况,也与大气和地表之间的热交换有关。

包括上述自然现象在内的各类自然运动为人类提供了背景物理环境(天然环境)。然而为了追求更美好的生活,人们不断地认识自然和改造自然。人们的各类活动都不同程度地改变了天然环境,创造了人工环境。大多情况下,人工环境更适于人类的生存和发展,但有时也可能给人们的生活和工作带来负面影响。人们更关注人工物理环境,各种物理环境具有不同的特点和影响,简单叙述如下。

(一) 声环境

声音是人们日常生活中经常遇到的一种现象。机器运转时、水体流动时、气

体排放时等都可以产生声音。人类生活的环境里有各种声波,用来传递信息和进行社会活动,是人们所需要的。声环境要求:需要的声音(讲话和音乐等)能高度保真,不失本来面目;而不需要的声音(噪声)不致干扰人们工作、学习和休息。

随着工业和科学技术的发展,以各种机械、电器和交通噪声等人为噪声为主构成的城市噪声对居民的干扰与危害日益严重,已经成为城市环境的公害。合理的城市规划和城市噪声管理法令对创造一个安静的声环境是有效和必要的。而音乐厅、剧院等地方不但要求安静而且还要有良好的声响效果。

(二) 光环境

太阳是天然光环境的光源。地球的运动和气象现象带来的昼夜交替及阴晴变化都是人们习惯的天然光环境。而白炽灯的发明,创造了现代人工光环境,方便了人们夜间的工作和生活。一个世纪以来,电光源的迅速发展和普及,使人工光环境较天然光环境更容易控制,能够满足人们的各种需要,而且稳定可靠。

人是用眼睛来看东西的。空间中有了光,人眼才能发挥视觉功效,才能在空间中辨认人和物体的存在,没有光就不存在人的视觉功能。人对光的适应能力较强,人眼的瞳孔可以随环境的明暗进行调节。但是长期在弱光下看东西,视力会受到损伤。同样,在强光下也会对眼睛造成永久性伤害。因此要求有适于视觉功能的光环境。

(三) 电磁辐射环境

电磁辐射是指能量以电磁波的形式通过空间传播的物理现象,分为广义和狭义的电磁辐射两类。广义的电磁辐射又分为电离辐射和非电离辐射两种。凡能引起物质电离的电磁辐射称为电离辐射,包括 X 射线、 γ 射线,以及 α 粒子、 β 粒子、中子、质子等高速粒子流。不足以导致物质电离的电磁辐射称为非电离辐射,包括极低频(extremely low frequency, ELF, 3 Hz ~ 3 kHz)、甚低频(very low frequency, VLF, (3 ~ 30) kHz)、射频(radio frequency, RF, 100 kHz ~ 300 GHz)、红外线、可见光、紫外线及激光等。狭义的电磁辐射就是指非电离辐射。

人们生活在一定的电磁辐射环境中。在空间里到处都存在的电磁场,它作用于人体和电子设备。电磁场对于通信、广播、电视是必需的,但是不必要的电磁辐射会干扰电子设备的正常工作并危害人体健康。

(四) 电离辐射环境

电离辐射即核辐射,由于核辐射可以使物质引起电离或激发,故称为电离辐射。人们生活在一定的电离辐射环境中。核辐射,通常称之为放射性,是原子核从一种结构或一种能量状态转变为另一种结构或另一种能量状态过程中所释放出来的微观粒子流。

在地球形成之初,放射性物质及其电离辐射就已存在于地球上了,只是因其看不见、摸不着,人们对其认识要比对其他自然现象及其规律的认识晚得多。地球上每一个人都受到各种天然电离辐射和人工电离辐射的照射。天然电离辐射来源于宇宙辐射、陆地辐射、氡和矿物开采所致的辐射。1942年,美国建立了世界上第一座核反应堆,开创了核能时代。此后,由于核工业的发展和核武器试验,人们对电离辐射环境给予了极大的关注。

(五) 热环境

地球上天然热环境主要取决于接受太阳辐射的状况,由于地球的公转而给人们带来了冷热起伏的四季。为应对天然环境中人体不适应的剧烈寒暑变化,人类创造了房屋、火炉以及现代空调系统等设施以防御并缓和外界气候变化的影响,并获得生存所必需的人工热环境。

人处在任何环境中,都要不停地与环境进行热交换。人体内部产生的热量和向环境散失的热量要保持平衡。由于热调节系统的缘由,人体能够忍受环境在一定范围内的冷热变化,但人们感觉舒适的温度范围却窄得多。人体既不感觉冷、也不感觉热的环境温度大约为 $15\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(六) 振动环境

机械振动(简称振动)是指力学系统在观察时间内,它的位移、速度或加速度往复经过极大值和极小值变化的现象。

在人们的生活中,振动是不可避免的。例如晕车、晕船、晕机等就是由于低频振动引起的。匀速运动对人体没有影响。例如,地球基本上处于匀速运动中,人类生存在地球上并未感到地球的运动,也没有任何不舒适的反应。但是非匀速的运动对人是有影响的。而长期处在强振动环境中,则可能引起振动病。

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,要求不干扰人们的生活和工作以及不危害人体的健康。

二、物理性污染

人类生存于物理环境里,也影响着物理环境。人类在同自然界的斗争中,不断地改造自然。但是由于人类认识能力和科学技术水平的限制,在改造环境的过程中,会造成对环境的污染和破坏。比如由于人类进行大规模的工业生产并向大气释放大量温室气体,造成温室效应,使地球变暖。我们把物理因素引起的环境污染称作物理性污染,即有超量的声、光、电磁、振动、热等能量进入环境,使得人们的生产、生活和生态环境受到受影响的现象。与化学性污染、生物性污染不同,物理性污染是能量的污染。

(一) 物理性污染的分类和危害

1. 噪声与噪声污染

用来传递信息和进行社会活动的各种声波是人们需要的,而影响人的工作和休息、甚至危害人体的健康的,则是噪声。根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定,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。而环境噪声污染,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。

(1) 噪声分类。按噪声的发声机理可分为机械噪声、空气动力性噪声、电磁噪声等。按城市环境噪声源分类,可分为交通运输噪声、工业生产噪声、建筑施工噪声、社会生活噪声等。按声源是否移动,可分为固定源噪声和移动源噪声等。

(2) 噪声的危害。噪声可能对人耳甚至全身各系统产生危害,干扰人们的生活、学习和工作,特强噪声对仪器设备和建筑结构会有危害。

① 噪声会使人感到刺耳,听觉器官会发生功能性变化,会引起内耳的退行性变化,导致器质性损伤,甚至造成噪声外伤,鼓膜破裂出血,双耳完全失听等。

② 噪声可使神经失调,植物性神经紊乱,对心血管系统有明显损害,对基础代谢、免疫力、内分泌等都有影响,甚至影响胎儿体重,使胎儿畸形等。

③ 噪声干扰谈话,使人注意力不能集中,干扰甚至打断思路,影响作品创造,影响科学研究,还容易产生工伤和交通事故。

④ 建筑物会出现门窗变形、墙面开裂、屋顶掀起、烟囱倒塌等,电子仪器的连接出现错动,引线产生抖动,仪器的元件可能失效或损坏等。

2. 光污染

尽管人们的工作和生活离不开光,然而过度的开发建设以及不合理的光环境规划设计,却给人们的工作和生活带来许多不便,甚至妨碍了人们的正常生活。

光污染是指逾量的光辐射对人类生活和生产环境以及生态环境造成的不良影响的现象。逾量的光辐射可由不合理人工光照或者自然光的不恰当反射产生,导致的不良影响包括违背人的生理与心理需求而降低工作效率或有损于生理与心理健康等。

(1) 光污染分类。光污染又称噪光,包括可见光、红外线、紫外线等引起的污染,可见光污染包括眩光污染、人工白昼、彩光污染等。

阳光照射强烈时,城市里建筑物的玻璃幕墙、釉面砖墙、磨光大理石和各种涂料等装饰物上的反射光线,明晃白亮、眩眼夺目,是为眩光污染;夜幕降临后,

商场、酒店上的广告灯、霓虹灯闪烁夺目,令人眼花缭乱,形同白昼;舞厅、夜总会安装的黑光灯、旋转灯、荧光灯以及闪烁的彩色光源构成了彩光污染。

还可分为昼间、夜间的光污染,或者室内、室外光污染等。

(2) 光污染的危害。

① 光污染对人体健康的影响主要表现在对眼睛及神经系统的影响方面。白亮污染(眩光)会使人的眼角膜和虹膜会受到不同程度的损害,视力下降,使人产生头晕目眩、失眠心悸、神经衰弱等;“人工白昼”污染会使人正常的生物节律受到破坏,产生失眠、神经衰弱等各种不适症,导致工作效率低下;黑光灯所产生的紫外线强度大大高于太阳光中的紫外线,长期受到这些光源中紫外线的照射,可诱发流鼻血、脱牙、白内障,甚至导致白血病和其他癌变。

② 对空中、海上及陆地上的交通安全产生影响。

③ 夜间天空亮度增加,影响天文观测。

④ “照明工程”打扰动、植物,对生态环境有一定的影响。

⑤ 光污染甚至引发火灾。1987年在德国柏林曾发生过一场大火,警方在建筑物内部始终未找到起火原因,最后终于发现对面高层玻璃幕墙产生的聚光才是这次火灾的“真凶”。

3. 电磁辐射污染

电磁辐射污染是指天然的和人为的各种电磁波干扰和有害的电磁辐射。

从19世纪开始,随着科学技术的发展,人类发明了很多利用电磁能工作的设施,这些设施大量向环境发射电磁辐射,使环境中的电磁辐射水平大大提高,从而产生了电磁辐射污染问题。

(1) 电磁辐射污染源分类。影响人类生产、生活环境的电磁污染源可分天然源和人为源两大类。天然的电磁污染是某些自然现象引起的。最常见的是雷电、火山喷发、地震和太阳黑子活动。人为的电磁污染主要有:① 脉冲放电;② 工频交变电磁场;③ 射频电磁辐射。目前,射频电磁辐射已经成为电磁辐射污染的主要来源。

由于无线电广播、电视以及微波技术的发展,射频设备的功率不断增大,给环境带来污染和危害。鉴于电磁辐射有可能直接影响人体健康,一些国家从20世纪50年代起就逐步规定了高频电磁辐射的安全卫生标准和微波辐射安全标准以限制电磁环境的污染。

(2) 电磁辐射污染的危害。电磁辐射污染的影响包括两个方面,一方面是对仪器设备工作的影响,另一方面是对人体健康的影响。一定强度的电磁波干扰会造成导弹系统控制失灵、飞机与卫星指示信号失误。我国深圳、广州机场在20世纪90年代都有受无线电台的干扰而被迫关闭的事件发生。

电磁辐射对人体健康的影响主要体现在对各器官组织的功能效应影响,目前研究比较多的主要有:①对神经系统的作用;②对心血管系统的作用;③对血液成分的影响;④对内分泌系统的影响;⑤对生殖和子代发育的影响;⑥与癌症、肿瘤的发生关系等。

4. 电离辐射(放射性)污染

每一个人都受到各种天然电离辐射和人工电离辐射的照射。

天然辐射的来源包括宇宙射线和地球上天然放射性核素对人体的外照射以及进入人体的天然放射性核素的内照射。人工辐射源是指在医疗、工业、农业、科学研究和教学等领域中使用的密封放射源、非密封放射源和射线装置。

《中华人民共和国放射性污染防治法》关于放射性污染的含义,是指由于人类活动造成物料、人体、场所、环境介质表面或者内部出现超过国家标准的放射性物质或者射线。

人类活动、实践和涉及辐射源的事件导致了放射性物质通过诸多途径向环境中释放,其中,主要是核武器实验和核电事业,从而使人类受到除天然辐射照射之外,还受到的人工辐射照射。

(1) 电离辐射污染源分类。放射性是指元素从不稳定的原子核自发地放出射线而衰变成稳定的元素(衰变产物)而停止放射,这种现象称为放射性。它是由三种成分组成的。

① α 射线是由高速运动的氦原子核(又称 α 粒子)组成的,所以它在磁场中的偏转方向与正离子流相同。它的电离作用大,贯穿本领小。

② β 射线是高速运动的电子流,它的电离作用较小,贯穿本领较大。

③ γ 射线是波长很短的电磁波,它具有间接电离作用,贯穿本领很大。它在空气中的“射程”通常为几百米。

此外,原子核还有发射正电子、质子、中子、重离子等其他粒子以及自发裂变的情况。

射线装置是指 X 线机、加速器、中子发生器以及含放射源的装置。

X 射线又称伦琴射线,是波长介于紫外线和 γ 射线之间的电磁辐射。伦琴射线具有很高的穿透本领,能透过许多对可见光不透明的物质,如墨纸、木料等。

(2) 放射性污染的危害。放射性核素的辐射危害与一般污染物的化学毒性在本质上具有根本性的差异。核辐射是放射性核素的原子核本身所固有的特性,任何人为及自然过程都无法使其消除,目前唯一的办法是任其随时间的推移而自行衰变。因此,长寿命放射性核素的核辐射危害将存在几千年甚至几十万年的时间。此外,许多放射性核素的核辐射危害比其稳定同位素的化学毒性大得多。

人类一直受到天然电离辐射源的照射,近几十年来,也受到了人工电离辐射源的照射。射线作用于人体同样也引起大量的电离,使人体产生生物学方面的变化。按照生物效应发生的个体的不同来划分,可以将它分为躯体效应和遗传效应。

放射性核素还可通过内照射对人体产生影响。内照射损伤在战时和平时均可发生。战时,放射性核素的内照射是由放射性落下灰(雨)进入人体内所致。平时,放射性核素在工业、农业、医学等领域中有广泛的应用,若使用不当、防护不周或发生意外事故,均有可能造成内照射。

5. 热污染

热污染是指由于人类某些活动,使局部环境或全球环境发生温度增高,并可能对人类和生态系统产生直接或间接、即时或潜在的危害的现象。

对于热污染的定义和研究最初是针对水体的热污染,即指向水体排放废热造成的水体环境破坏。后来,研究范围扩展到大气热污染,包括温室效应和热岛效应等。

(1) 热污染的成因。人类活动主要从以下三个方面影响自然环境,从而引起热污染。

① 人类活动改变大气的组成,从而改变太阳辐射和地球辐射的透过率。如城市化和工业化排放了大量的二氧化碳和甲烷等温室气体使得温室效应更明显。

② 人类的部分活动改变地表状态与反射率,从而改变地表和大气间的换热过程,如大规模的农牧业开发使森林变为农田和草原,再变为沙漠;城市建设使大量的钢筋混凝土建筑物代替了田野和植物,这导致城区下垫面不透水面积增大,雨水能很快从排水管道流失,可供蒸发的水分远比郊区农田绿地少,消耗于蒸发的潜热亦少,其所获得的太阳能主要用于下垫面增温,还使局部地面的热容量变小因而其表面的温度明显升高,形成热污染。

③ 人类活动直接向环境释放热量。如城市消耗大量的燃料。在燃烧过程中产生的能量一部分转化为有用功,另一部分直接成为废热。据估算,20世纪末,全世界耗能总量已占地球接收的净辐射的千分之一。

(2) 热污染的危害。热污染的危害主要在于:① 大范围的干旱;② 全球变暖;③ 对水体产生不利影响;④ 降低人体的正常免疫功能。

热污染可以污染大气和水体,如工厂的循环冷却水排出的热水以及工业废水中都含有大量废热。废热排入湖泊河流后,造成水温骤升,导致水中溶解氧锐减,引发鱼类等水生动植物死亡。大气中含热量增加,还能影响到全球气候变化。热污染还对人体健康构成危害,降低了人体的正常免疫功能。