



军事预防医学系列教材

军队环境卫生学

JUNDUI HUANJING WEISHENGXUE

主编 舒为群



军事医学科学出版社

前 言

第三军医大学预防医学系承担的国家教育部 21 世纪高等教育教学改革课题《预防医学五年制本科教学体系和教学内容的改革研究》，组织编写了军医大学预防医学专业五年制本科系列教材，正式出版了四个主干学科教材《军队流行病学》、《军事劳动卫生学》、《军队营养与食品卫生学》和《军队环境卫生学》。本套教材主要供军队院校预防医学专业本科使用，基础医学、临床医学、空医、海医、检验专业及预防医学专科、专升本均可选用本教材，同时也是我军各级卫生防疫人员的参考用书。

本教材的编写，以军委新时期军事战略方针为指导，结合新时期军事斗争及未来高技术局部战争对部队卫生防疫工作的要求，着眼于军事预防医学的特殊要求和军队卫生防疫工作的客观规律，吸收了本专业最新技术和学术成果。《军队流行病学》共分二十六章，介绍了疾病的发生、流行、分布、监测与预防，流行病学调查研究，消毒杀虫灭鼠，血清流行病学，分子流行病学，各类流行病及生物武器防护。《军事劳动卫生学》从军事劳动过程中的生理、心理变化基础，特殊地域（冷、热、高原环境）对机体的影响及预防保健，物理因素（微波、噪声、振动、激光）与健康，特殊兵种（炮兵、坦克兵、雷达兵、电子对抗作业人员等）的卫生保健及未来战争中高新技术武器使用的卫生学问题等方面进行了深入浅出的阐述，突出理论、强调应用，具有较强的针对性和实用性。《军队营养与食品卫生学》共分十二章，主要围绕基本的营养需要、合理膳食、各类食物的营养价值、营养评价、营养与疾病、野战营养、战时营养缺乏病、战创伤营养、特殊作战条件营养保障，以及食品污染、食物中毒和食品卫生管理等内容撰写。结合平、战时及特殊条件下部队营养保障需要，书中强化了部队营养章节的撰写。补充了诸如中国居民膳食指南、平衡膳食宝塔等内容。《军队环境卫生学》渗透融合现代环境科学、医学、卫生学、生物学的研究进展，系统阐述了军队环境卫生学的基本理论与应用技术。全书包括绪论、空气与气象卫生、给水卫生、营区卫生、阵地卫生、污物处理、环境污染与人群健康、环境卫生标准、环境卫生监测共九章。

本书在编写过程中得到了总后勤部卫生部的关心和支持，第三军医大学领导、专家给予了热忱的指导和帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，本书不足之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见，以便再版时修正。

总主编 王登高
2000 年 6 月 20 日

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 环境及其相关概念	(1)
一、环境的概念及特性	(1)
二、环境的分类	(1)
第二节 环境与人的关系	(2)
第三节 学科的性质、内容和研究方法	(4)
一、学科的性质及内容	(4)
二、研究方法	(4)
第二章 空气与气象卫生	(6)
第一节 概述	(6)
一、大气层的结构	(6)
二、大气的正常化学成分	(7)
三、全球性的大气环境问题	(8)
第二节 太阳辐射的生物学效应	(10)
一、红外线	(10)
二、可见光	(11)
三、紫外线	(12)
第三节 气象因素及其卫生学意义	(14)
一、气象因素的生物学效应	(14)
二、气象因素对机体的综合影响	(16)
三、气象因素的综合评价指标	(20)
四、天气、气候与健康	(21)
五、军队对恶劣气候的对策	(22)
第四节 空气离子化	(23)
一、空气离子化	(23)
二、空气离子浓度与大气洁净程度	(24)
三、空气离子的卫生意义	(24)
第五节 空气污染与健康	(25)
一、空气污染概论	(25)
二、空气污染的危害	(31)
三、大气质量的评价	(40)
四、空气污染的防治	(43)
第六节 室内空气的污染与评价	(45)
一、室内空气污染来源及健康危害	(45)
二、预防措施	(48)
三、室内空气的卫生学评价	(48)

第七节 吸烟与健康	(50)
一、烟草中的有害成分	(50)
二、吸烟对健康的影响	(50)
三、被动吸烟对健康的影响	(54)
第三章 给水卫生	(56)
第一节 饮水与健康	(57)
一、水的生理和卫生学意义	(57)
二、介水传染病	(57)
三、生物地球化学性疾病	(61)
四、化学污染物引起的疾病	(73)
第二节 水源	(74)
一、概述	(74)
二、水源的类型、特征及利用	(77)
三、水源的污染	(82)
四、水的自净	(91)
第三节 水质	(94)
一、生活饮用水卫生标准	(94)
二、农村实施《生活饮用水卫生标准》准则	(104)
三、水源水质的卫生要求	(104)
四、水源水质评价	(109)
五、水源防护	(111)
第四节 饮用水处理	(113)
一、沉淀	(114)
二、混凝	(115)
三、过滤	(121)
四、消毒	(123)
五、特殊水质改善方法	(134)
第五节 军队给水卫生	(137)
一、分散式给水	(138)
二、集中式给水	(138)
三、军队饮用水卫生标准	(147)
四、野战条件下的水质检验	(150)
五、用水量规定	(152)
六、水源卫生侦察	(154)
七、水源选择与防护	(157)
八、野战条件下净水器材	(158)
第六节 特殊条件下给水	(160)
一、核、化、生战争条件下给水	(160)
二、海岛给水	(163)

三、沙漠戈壁给水	(164)
四、战时给水卫生管理	(165)
第四章 营区卫生	(167)
第一节 营区建筑卫生	(167)
一、营区规划的卫生学意义	(167)
二、营址的选择	(167)
三、营区的规划	(168)
第二节 营舍卫生	(169)
一、营舍的基本卫生要求	(169)
二、营舍的朝向	(169)
三、营舍的形式和卫生规模	(170)
四、营舍的通风	(171)
五、营舍的采光和照明	(172)
六、营舍的温度调节	(174)
七、营舍的防潮与防噪声	(175)
八、室内微小气候的卫生要求	(175)
第三节 营区公共设施的卫生要求	(176)
一、礼堂(影剧院)的卫生要求	(177)
二、宾馆、招待所的卫生要求	(178)
三、浴室与理发室的卫生要求	(179)
四、游泳池的卫生要求	(179)
五、医院候诊室卫生	(181)
六、公共场所的卫生监督与管理	(181)
第四节 营区的绿化	(182)
一、绿化的卫生学意义	(183)
二、营区绿化的配置	(184)
第五节 野营卫生	(185)
一、野营地的选择	(185)
二、居民点宿营的卫生要求	(185)
三、野战营舍的类型及其卫生要求	(186)
四、特殊地区野营	(189)
第五章 阵地卫生	(190)
第一节 坑道进驻卫生	(190)
一、坑道内部结构与微小气候特点	(191)
二、坑道空气污染与防护措施	(193)
三、坑道潮湿与防潮	(202)
四、坑道给水卫生	(206)
五、坑道粪污处理	(207)
六、坑道照明	(209)

七、坑道食物贮存与厨房设置	(209)
第二节 其他掩蔽工事卫生	(211)
一、掩蔽部的构筑	(211)
二、掩蔽部的采暖防寒措施	(212)
第三节 露天工事卫生	(212)
一、露天工事的构筑要求	(213)
二、战时露天工事内的卫生问题	(213)
第四节 战场尸体处理	(214)
一、战场尸体处理的意义	(214)
二、尸体的处理方法	(214)
第六章 土壤卫生与污物处理	(217)
第一节 土壤的性状与人体健康	(217)
一、土壤的组成	(217)
二、土壤的物理性质	(218)
三、土壤的化学性质	(218)
四、土壤的微生物性状	(220)
五、土壤环境的功能	(221)
六、土壤在生态平衡中的变化	(223)
第二节 土壤卫生	(223)
一、土壤的卫生意义	(224)
二、土壤特点与土壤卫生	(226)
第三节 土壤污染及其对健康的危害	(227)
一、土壤污染的来源与类型	(227)
二、土壤的自净	(229)
三、土壤污染对健康的危害	(231)
第四节 垃圾与粪污的处理	(235)
一、垃圾的处理	(235)
二、粪污的处理	(236)
第五节 污水处理	(244)
一、生活污水	(244)
二、医院污水	(247)
第七章 环境污染与人群健康	(251)
第一节 生态系统与环境污染	(251)
一、生态系统和生态平衡	(251)
二、环境污染及其变化与转归	(253)
三、污染物对人群健康影响的特点	(255)
第二节 环境化学污染物在人体内的转归	(255)
一、毒物的吸收	(256)
二、毒物的分布与贮存	(258)

三、毒物的生物转化	(260)
第三节 污染物的毒性作用及其影响因素	(263)
一、基本概念	(263)
二、毒性作用的类型	(264)
三、影响污染物毒性作用的因素	(265)
第四节 环境污染引起的急性中毒危害	(269)
第五节 环境污染引起的慢性中毒危害	(270)
一、环境污染引起的特异性及非特异性损害	(270)
二、环境污染引起的持续性蓄积危害	(271)
三、环境污染引起的致癌作用	(271)
四、环境污染引起的致突变作用	(274)
五、环境污染引起的致畸作用	(276)
第六节 重要环境污染物	(280)
一、汞	(280)
二、镉	(282)
三、砷及其化合物	(285)
四、铅	(287)
五、多环芳烃	(290)
第八章 环境卫生标准	(293)
第一节 环境卫生标准概述	(293)
一、环境卫生标准的概念	(293)
二、环境卫生标准的种类	(294)
三、我国环境卫生标准发展简史	(295)
四、军队环境卫生标准	(296)
第二节 环境卫生标准制订的依据、原则和方法	(297)
一、制订环境卫生标准的依据和原则	(297)
二、制订环境卫生标准的方法	(299)
第三节 关于致癌物质卫生标准	(327)
第四节 安全系数	(329)
第五节 我国的环境标准	(332)
一、环境标准的种类	(332)
二、制订环境标准的主要依据	(332)
三、我国的环境标准体系	(332)
第九章 环境监测与环境质量评价	(336)
第一节 环境监测	(336)
一、环境监测的意义和作用	(336)
二、环境监测的目的、任务和分类	(337)
三、环境污染监测分析方法及选择	(339)
四、环境监测程序与方法	(341)

五、环境监测质量保证	(343)
六、军队环境监测	(345)
第二节 环境质量评价	(346)
一、环境质量评价概述	(346)
二、环境质量现状评价	(351)
第三节 环境影响评价	(356)
一、环境影响评价概述	(357)
二、单项工程的环境影响评价	(359)
三、区域开发的环境影响评价	(362)
四、公共政策的环境影响评价	(364)
五、环境影响评价的发展趋势	(366)
主要参考文献	(368)
英汉对照专业词汇	(369)

第一章 绪 论

第一节 环境及其相关概念

一、环境的概念及特性

在环境科学中,环境(environment)是指以人类为主体的外部世界,包括地球表面与人类发生相互作用的自然要素及其总体。它是人类生存发展的基础,也是人类开发利用的对象。

作为以人类为主体的客观物质体系,环境具有整体性、区域性、变动性等最基本的特性。整体性是指环境的各个组成部分和要素之间有着相对确定的排布及其相互作用关系,通过相对稳定的物质及能量流动构成一个有机的整体。区域性在于各个不同层次或不同空间的地域,其结构方式、组织程度、物质及能量的流动都具有相对的特殊性,从而显示出区域的特征。环境的变动性是指在自然和人类社会行为的共同作用下,环境的内部结构和外在状态始终处于不断变化的过程中。人类通过自己的行为可以促进环境的良性发展,也可能导致环境的恶化。认识和把握环境的这些基本特性是正确处理人与环境相互关系的前提。

二、环境的分类

环境一般可分为自然环境和社会环境两类。自然环境(natural environment)是人类赖以生存和发展的物质基础。地球上所有的生物都生活在地球的表层,通常称为生物圈(biosphere)。生物圈内存在着的各种植物、动物和微生物组成了生物群落,并与周围环境相互作用,不断进行能量流动和物质循环共同构成了生态系统。

自然环境又可分为两类。一类称为原生环境(primary environment),是指未受人为活动影响的自然环境,包括清洁的、具有正常化学组成的空气、水、土壤、食物、森林、太阳辐射等,这些因素一般对人类健康是有益的。但某些自然环境也对人类的健康及生存不利。如由于地理地质原因,某些地区的土壤、水、农作物中一些微量元素过多或过少,可引起如氟中毒、砷中毒、碘缺乏病等生物地球化学性疾病(biogeochemical diseases);火山爆发、地震等自然现象还会给人类带来巨大灾害。另一类为次生环境(secondary

environment),即由于人类各种活动(包括集居、工农业生产、战争等)而改变了的自然环境。研究自然环境与人类健康的关系是环境卫生学科主要关注的内容。

社会环境是人类社会在长期的发展过程中,为了不断提高人类物质和文化生活而创造出来的,包括社会制度、经济情况、文化卫生、职业分工等。人类生存的环境就是由自然环境和社会环境相互作用完成的。社会环境好可以使自然环境对人类发挥更大的作用。反之,则可使自然环境遭到更大的破坏。

从医学和生态学上,又可将环境分为内部环境和外部环境。内部环境是指人或生物体内的系统和功能总体。外部环境则指包括大气、水、土壤、食物等组成的外界生存环境。当人体受到外部环境的刺激时,由中枢神经系统动员体内各个器官、组织产生生理、生化反应以适应外部环境的变化。

第二节 环境与人的关系

环境与人体的关系是生物发展史上长期形成的一种互相联系、相互制约和相互作用的关系。由于客观环境的多样性和复杂性以及人类特有的改造和利用环境的主观能动性,使环境和人体呈现着极其复杂的关系。根据现代科学的研究,许多疾病与环境因素(大气、土壤、水、居住条件等)密切相关。深入研究环境与人体的关系,阐明它们之间的相互关系的规律,对于更好地利用环境因素、消除污染、预防疾病、增进健康,具有十分重要的意义。

人体从环境中摄取空气、水和食物。成年人每人每天大约需要 12 m^3 的空气、 $2\sim 3\text{ L}$ 的水及 1.5 kg 的食物。这些物质进入机体后,经过消化、分解,去粗取精,吸收、同化,组成机体细胞和组织的各种成分,并产生能量,维持着人体的生命活动。同时,机体又将摄入体内的不需要的代谢产物,通过各种途径,排入环境,在环境中又进一步的变化,有些作为其他动、植物的营养物质。这种环境与人体之间所进行的物质和能量的交换,反复循环,以至无穷。物质的基本单元是化学元素,有人对环境和人体组织中的化学元素作了全面的分析,发现构成人体组织的各种元素和环境元素的分布丰度明显相关。

环境和人体之间所进行的物质和能量的交换,以及环境中各种因素(物理的、化学的、生物的)对人体的作用,一般保持着平衡状态。这种平衡不是一成不变的,而是经常处于变动之中,是一种动态平衡。自然界是不断变化的,环境的构成及状态的任何改变(包括自然的或人为的污染),都会不同程度地影响到人体的生理活动。人体又利用机体内部的调节及改造环境,适应变化着的环境。以维持着这种平衡。平衡的实现是保持人体经常处于健康状态的基本条件。

从原始生命出现到现在,经历了 $30\sim 35$ 亿年,而原始人类的出现,大约是在 300 万年以前,人类文明史只有几千年。生物和人类都是地球环境演化到一定阶段的必然产物。在生物进化过程中,生命对环境既适应又矛盾,在这种对立统一的法则下,生命不断发展,由低级到高级,从简单到复杂,由单一性到多样性,随着环境条件的变化,生态

平衡的破坏,使一些不适应的物种被消灭、淘汰;而另一些对环境适应性较强的物种与变化了的环境又建立了新的平衡,使这些物种得以存活和发展。在人类长期发展的历史过程中,人体对环境的变化形成了巨大的调节功能,以适应环境的各种变化,只要环境条件改变不超过人体的适应范围,就不造成机体对环境适应力平衡的破坏,人体的健康及生活能力也就不会受到影响。但人体对环境变化的这种适应能力是有限的,如果环境条件出现任何激烈的异常改变(如气象条件的剧变,自然的或人为的污染),超越了人类正常的生理调节范围,就可引起人体某些功能、结构发生异常反应,甚至呈现病理变化,使人体产生疾病或影响寿命。

环境条件的变化能否造成环境与人体之间生态平衡的破坏,取决于许多条件。一方面取决于环境因素(化学的、物理的、生物的)的特性、变化的强度、持续作用时间;另一方面还取决于机体状况(性别、年龄、健康状况、生理条件)和接触方式。因此,在一般情况下,并不是只要有环境条件的异常改变,就会对所有人群带来有害影响,而是受影响的人群比例呈现着金字塔形分布,从下往上分别为生理负荷增加(不引起生理变化)、生理变化不明显、生理代偿状态、患病、死亡。

当环境因素变化对机体影响的强度足以引起机体损伤时,常可引起生理反应的异常改变,机体呈现代偿状态,当代偿过程相对较强,机体即可保持相对的稳定,可暂时不出现疾病的临床症状;如果这时停止接触有害因素,机体便向着健康方向恢复。如果有有害因素持续作用下去,或剂量不断加强,或机体代偿能力较弱,超越了机体的适应范围,代偿发生障碍,机体出现该环境因素所引起的特有的疾病,或使一般疾病的发病率增加,严重时可导致死亡。当研究环境与人体健康的关系时,应注意及早发现环境因素的异常改变对人群所引起的任何异常生理变化或临床前期变化,以便及时采取环境保护措施,这是十分重要的。

总之,人和环境存在着辩证统一的关系。首先它们是相互依存和相互存在条件。在漫长的历史长河中,地球环境使猿通过劳动进化成人,并发展到今日具有高度智慧的人类。离开地球人类就不能生存,更不会发展。环境虽是物质的、客观的,但作为指定阶段特定的概念和范畴,则是对人而定的。环境离开了人就不成为环境,也失去了存在的价值和意义。其次是相互作用和相互制约,环境质量的好坏制约着人类的健康和寿命,而人类的生存和发展也制约着环境的变化。人类在生产和生活过程中不断造成环境污染、土地沙化、生态破坏和资源枯竭,威胁到人类的健康和生存,也就是人类在污染环境的同时破坏了人类赖以生存的基础和条件。因此,我们必须正确认识人和环境的辩证关系,尊重客观规律,努力寻求和解决在发展经济的同时兼顾到环境利益,以求得环境和经济的协调发展。

第三节 学科的性质、内容和研究方法

一、学科的性质及内容

军队环境卫生学(military environmental hygiene)是军队卫生学(military hygiene)的重要组成部分,而军队卫生学则是卫生学(hygiene)的重要分支学科。

广义的环境卫生学(environmental hygiene)是研究自然环境和生活居住环境与人群健康的关系,阐明环境对人群健康的发生和发展规律,为制订环境卫生标准提供卫生学依据,并研究利用有利环境因素和控制不利环境因素的预防对策的科学。军队环境卫生学的研究内容基本与之相同,只是关注的人群是一定年龄组的年青战士,涉及的环境还包括军队或战时的特定环境如坑道、工事、野营等。环境卫生学是预防医学的重要组成部分,军队环境卫生学同样也是军事预防医学的重要组成部分,它与军队劳动卫生学及军队营养和食品卫生学共同构成军队卫生学学科。

环境卫生学一般包括大气卫生、给水卫生、土壤卫生、住宅卫生、城乡规划卫生、公共场所卫生、环境卫生标准、环境质量评价、预防性卫生监督等内容。军队环境卫生学则包括空气气候卫生、给水卫生、营区营舍卫生、坑道卫生、阵地卫生、污物处理等内容。本教材本着精简实用的原则,主要分绪论、空气气候卫生、给水卫生、营区营舍卫生、阵地卫生、污物处理、环境污染与健康、环境卫生标准、环境监测与监督等九章内容。

二、研究方法

军队卫生学是一门发展迅速、涉及面广的综合性学科,一个军队卫生防疫工作者应掌握与了解比临床医师更广泛得多的知识和专业技能。比如,为了解决部队环境卫生中存在的问题,如战时饮水的处理与消毒,生活废弃物的无害化等,以及环境对部队官兵健康影响,如地方性氟中毒,环境铅污染等,就必须运用物理学、化学、生物学、气象学等知识以了解外界环境因素的物理、化学和生物学性质,还要广泛地应用生理、生化、病理、毒理、流行病学、统计和临床学科等有关知识,以阐明人体受外界环境影响时可引起的各种变化和对人群健康的影响。为评价环境质量,一定的数学知识亦不可少。此外,为解决军队环境卫生实际问题,还必须掌握一定的卫生工程基础。

军队环境卫生学的研究方法一般可分为环境卫生监测、环境流行病学、实验室研究、卫生毒理学方法几种。

环境卫生监测是军队环境卫生常用研究方法,即对军队所处环境的本底和污染情况进行定期和不定期、间断或连续性的调查和采样检测,以了解环境受污染的程度及可能对人体健康产生的近期或远期影响。如加上环境流行病学调查和动物试验,可提供更完整的环境对人群健康影响资料。

环境流行病学方法就是应用流行病学的原理和方法研究环境因素对人群健康的影响。研究内容包括:调查污染物在环境中分布情况,暴露人群的健康状况构成、地区分布和人群分布;研究环境污染物负荷与人群健康的对应关系,确立剂量反应曲线;研究原因未明的环境性疾病,查明其病因;研究环境因素相互作用及其对健康影响。进行研究时,还必须遵循一些重要基本原则,即大样本,要有足够数量的人群样本,才能暴露出健康效应;有效性,常选择对环境因素最敏感人群,从高暴露人群入手,较易显示出暴露一效应因果关系,如分几个暴露梯度,观察暴露梯度下人群更具有效性;对比性,严格选择非暴露人群作为对照十分重要;多因素,环境因素对健康的效应常是多种因素同时影响的,对关联因素应作周密考虑;分组原则,暴露效应关系常隐藏在某一特定环境负荷与相关人群组合中,必须设立几个暴露一效应梯度分组。

实验研究方法是在严格控制的实验室条件下,应用理化、生理、生化、病理、免疫、分子生物、卫生毒理、卫生工程等学科的方法和先进技术对某一环境因素或几种环境因素综合对人体的作用,某种改善环境措施的效果,某些环境监测方法的建立,某些元素或污染物在人体内浓度及环境污染物对健康危害早期指标等进行研究。实验研究可以模拟环境和在动物上进行,这在现场或人群中往往是难以办到的。但实验室研究结果是否正确或有效,还得到现场或实际中去验证。

卫生毒理学方法是环境卫生研究最常用的一种实验研究方法,主要采用动物试验法。由于环境污染物对人群作用往往是低浓度和长期的,一般不易觉察其危害。而应用动物试验可以进行急性、亚急性和慢性毒性试验,能观察到动物生长发育、死亡率、生理、生化、病理、免疫等变化。应用同位素示迹、酶化学、电镜技术、图像分析技术、分子生物学技术等可进行器官水平、细胞水平和分子水平的研究,是研究环境污染^{〔4〕}及其在人体内代谢产物对人体健康的影响及其作用规律必不可少的方法。但从动物试验外推到人,难免有误差,且有的环境污染物对人的毒性作用,在动物身上不能复制,因此必须与环境流行病学调查结合,综合分析才能得出较全面和正确的评价。

不论是做好军队的环境卫生工作实践,还是通过研究工作来提高军队的生活和环境质量,都是艰巨的任务,军队卫生防疫工作者除必需掌握有关的专业理论和操作技术外,还必需具有政策和法制观念,根据国家和军队制定的各种标准、法规进行工作。此外,要做好领导的参谋,发动广大官兵参与,才能把工作做好。

(舒为群 卓鉴波编)

第二章 空气与气象卫生

空气是人类重要环境因素之一,具有正常的化学组成和物理性状的清洁空气,对维持人体的健康有重要意义。但由于自然或人为的原因,使空气的化学组成或物理性状发生较大变化,人体不能适应时,就可能影响健康。例如工业烟雾、光化学烟雾、酸雨、臭氧层耗竭、全球气候变暖等均会影响健康;战时核化生武器的使用对空气生物及理化性能的改变以及军队由于军事需要迅速突然移动,地域变化使空气环境差异极大,如果没有很好的防护或适应锻炼,将会对官兵健康产生影响,如部队指战员中经常发生的中暑、冻伤、高山反应、潜函病、井下窒息、吸入性损伤等。

第一节 概 述

一、大气层的结构

地球周围包围着很厚的大气层,按离地面的高度和物理特性的不同分为三层,依次为对流层、平流层、电离层。

(一)对流层(troposphere)

对流层离地面最近,大气污染多在这层之内,与人类关系最密切。在整个对流层中空气都有着上升和下沉的对流运动。这种运动决定了对流层的高度、温度的分布和保持大气化学组成的稳定。

对流层高度在南北极为7~9 km,在赤道为15~17 km。对流层大气化学组成很稳定,空气密度最大。这层大气占全部大气质量的70%~75%。大气中90%的悬浮物质都在这一层内,并且含有大量尘埃和微生物,以及几乎全部的水蒸气。因此只有在对流层内才能发生云和降水等气象现象。离地面越高,大气的温度越低。一般每升高1 km,降低6℃。但在靠近地面底层大气的气温垂直变化是比较复杂的。气温的垂直变化对大气污染的扩散很有关系。垂直温差的发生,是由于地面受太阳辐射使接近地面的空气温度升高所引起。

(二)平流层(stratosphere)

在平流层内虽然也有上升和下降气流,但非常微弱。因此,温度随高度的变化也很微小。由于几乎不存在水蒸气,所以在这一层内也不会有气象现象。在平流层内20~30 km处含臭氧特别多,称为臭氧层(ozonosphere)。随着超音速飞机的开航,排出的废

气如一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫和烃等,将造成平流层的污染,并将长期滞留。这些污染物增加,能否改变气候,破坏臭氧层,是环境科学和卫生学者所关心的。

(三)电离层(mesosphere)

电离层在平流层之上,可向上延伸到1 000 km。这层空气极端稀薄。据人造卫星测定,在261 km高度大气密度仅是地球表面百亿分之一。由于太阳辐射的紫外线作用,气体发生电离,形成大量带正负电荷的粒子—离子。根据实验证明,950 km以下的电离区域中占主要地位是原子状态的氧的离子,也记录到少量原子状态的氮离子。

电离层之外为外大气层,高度可至2 500 km。此层大气极端稀薄,多为轻的气体如氦、氖、氩等。

二、大气的正常化学成分

大气是一种气体混合物,可分为恒定的、可变的和不变的三部分。

大气的恒定部分是指大气中含有的氮、氧、氩及微量的氟、氖、氦、氙等稀有气体。其中氮占78.09%、氧占20.94%、氩占0.93%。这三种气体就占大气总量的99.96%。大气中上述气体的比例通常是比较恒定的。

大气的可变部分主要是指二氧化碳、水蒸气等。这些气体含量可受地区、季节、气象和人类生活、生产活动影响。在正常状态下,二氧化碳含量的0.033%,水蒸气含量为0%~4%。

大气的不定部分是由于自然界的原因如火山爆发、地震、森林火灾和人为污染,如工业化、人口密集等排出的污染物。这些污染物有颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、硫化氢、氨、氟、氟、碳氢化合物等等。

大气的恒定部分和可变部分是大气正常成分。

1. 氧

大气中氧含量变动很少,在0.01%~0.2%之间,随地区而不同。这种细微变动对健康并无影响。

在特殊情况下,空气中氧含量可发生较大改变。如在密闭的环境内(坑道、潜艇)、深矿井、地下储藏室、下水道等处,氧含量可低至18%~13%。坑道内炸药爆炸后,氧含量可低至5%。随着高度增加,空气稀薄,氧含量亦减少。在3 000 m高度,氧的绝对量可减到地面的15%。

空气中氧含量降至14.5%~12%时,会发生代偿性呼吸困难;降到10%以下时,可发生恶心、呕吐、智力活动减弱,表现出呼吸及血管运动中枢障碍,降至7%时,机体代偿功能迅速衰竭,发生窒息昏迷,更低时可导致死亡。

2. 二氧化碳

二氧化碳通常在大气中只占0.033%,但对动植物生长过程和大气温度变化有重要影响。由于能源和工业的发展,排入大气中的二氧化碳估计每年均有所增高。大气中二氧化碳增多,能吸收从地球表面发射出来的长波红外线,使近地面的气温增高。这一点将来可能对地球气候和生态系统产生影响。

大气中二氧化碳的来源很多。人和动物呼吸,有机物腐败分解,燃料燃烧,火山爆

发等都可以产生大量二氧化碳。但由于大气流动,雨水冲洗,海洋和植物的吸收,故使大气中二氧化碳含量保持相对的稳定,在工业城市一般可达 0.04%~0.05%,郊区农村为 0.03%。在密闭与不通风的环境如坑道、潜艇、深矿井、蔬菜窖内二氧化碳可积聚到较高浓度,以致引起呼吸加速加深、气喘、头痛、甚至窒息等症状。

3. 氮

氮在大气中所占比例最大,但它对人体关系不大。经呼吸道进入人体的氮对机体无任何作用。

三、全球性的大气环境问题

(一)全球气候变暖

在产业革命以前的千万年里,地球的平均气温一直保持在约 13℃。但产业革命以来的 100 多年里,地球的平均气温上升了约 0.5℃,这种气候变暖的趋势在最近十多年里尤其明显。

关于全球气候变暖的成因,目前普遍认为是温室效应引起的。炽热的太阳发射出波长较短的辐射,可以透过大气及其中的 CO₂ 和水蒸气到达地面。而地球反射的辐射波长较长,却会被大气及其中的 CO₂ 和水蒸气等吸收,不能全部回到太空中去。这样,大气及其中的有些气体对地球起到保温作用,如同温室(玻璃建的花房)对室内的气候有保温作用一样,故称为温室效应(greenhouse effects)。如果没有大气,地球表面将会比现在低 33℃。

温室效应气体主要有:CO₂, 甲烷,氧化二氮,氟氯烃等。据资料,80 年代温室气体对全球变暖的贡献,CO₂ 占 49%,甲烷占 18%,氟氯烃(CFCs)占 14%,NO_x 占 6%,其他气体占 13%。已有的研究表明,上述温室气体,特别是 CO₂ 浓度,与全球变暖的正相关性十分显著,模拟研究表明,大气中 CO₂ 浓度增加 1 倍,气温将上升 4℃。产业革命以来,CO₂ 浓度已增加 26%,1800 年大气中 CO₂ 浓度是 503 mg/m³,1990 年 CO₂ 浓度已达 634 mg/m³。

全球气温的升高,将导致海水温度上升,海平面抬高;并影响森林发育成长,影响农作物产量等;气候急剧变暖还会给物种带来巨大灾难,导致灭绝性后果。

气候变暖对人类健康的影响主要是由生物性传染媒介(如昆虫、原虫等)所传播的疾病(如疟疾、登革热、黄热病、锥虫病等)分布将会从热带亚热带向温带和两极扩展。昆虫等生物性传染媒介的分布主要受温度影响,气候变暖扩大了它们的生存地带,致使发病率升高。

1. 疟疾

是全球气候变暖后人类最难对付的传染病。当气温每升高 2℃,疟蚊新陈代谢的速度便会增加一倍以上,这就意味着需要叮咬更多的人,吸更多的血才能维持正常的生命活动。研究显示,气温仅仅上升 2℃,疟疾发病区域已从占地球面积 40% 上升到 60%。

2. 登革热

这是一种急性传染病,症状是头、背和关节疼痛,并发高烧。气候变暖影响其分布的典型地域是拉丁美洲,哥斯达尼加的海岸山脉很久以来就将登革热限制在这个国家的太平洋沿岸。但从1995年开始,温度的升高使埃及伊蚊越过山脉屏障侵入这个国家的其余地方,同时也向北拉丁美洲的其他国家推进,最北到达得克萨斯州边界。

此外,黄热病、锥虫病、恙虫病等生物媒介传染病近年来也因气候变暖扩大了分布范围。

气候变暖,急性心、脑血管疾病,恶性肿瘤患者在夏天能耐炎热,可导致死亡率增加,但由于冬季变暖寒冷时期多发病如急性心、脑血管疾病、风湿性心脏病及冬季传染病如猩红热和流脑等发病率降低。

(二) 臭氧层耗竭

臭氧层耗竭(depletion of ozonosphere)是指近几十年来,平流层中的臭氧层逐渐变薄,在南北极甚至出现臭氧空洞的现象。1979~1986年间全球平均总臭氧减少5%,近十年我国臭氧已下降1.7%~3.1%,近两年在西藏上空出现了臭氧空洞。由于臭氧层能阻挡太阳辐射中紫外线的99%到达地球表面,因而是地球上生命不可缺少的保护屏障。臭氧层变薄乃至出现臭氧空洞对地球表面的生命构成了严重威胁。

目前普遍认为臭氧层耗竭与人类大量使用和排放氟氯烃(CFCs)有关。氟氯烃是上世纪30年代发现的安全无毒的制冷剂,它不可燃,对生物和人类无毒副作用,因此被大量用作制冷剂、喷雾剂和膨胀剂等。但是,氟氯烃由于其化学惰性,极不容易降解,在对流层中可存在数十年,其蒸气压又比较大,能以扩散的方式上升到平流层后,受短波紫外线照射发生光降解释放出氯原子,一个氯原子可与近十万个臭氧分子反应生成氧,从而消耗了臭氧。

臭氧层耗竭对人类最大的威胁就是紫外线B段增加,估计平流层臭氧每减少1%,紫外线B段到达地球的辐射量就增加2%。由此导致的严重后果有:

(1)可增加皮肤癌和白内障的发病率,皮肤癌多为基底和鳞状细胞癌及恶性黑色素瘤。如美国环保局按人群鳞状细胞癌的发生率资料进行估计, O_3 每减少1%,鳞状细胞癌发生率增加2%~3%。另一研究表明,1960~1986年间基底细胞癌的年龄标化发生率,女性从9.7/百万增至29.8/百万,男性从41.6/百万增至106.1/百万(机理参见后面紫外线的生物学效应)。

(2)导致严重的皮肤灼伤,特别是对浅肤色的人。

(3)对食物链的影响:主要是削弱植物的光合作用,降低初级生产量,如南极出现臭氧空洞时期浮游藻类产量降低了12%;其次臭氧减少,紫外线的增加还可杀死多种动物幼体,如臭氧减少9%,可杀死鱼、虾、蟹8%的幼体。此外紫外线增加对生物遗传基因的影响也是相当深远的。

(4)引起全球范围内气候变化。

(三) 酸沉降

雨水pH值小于5.6时称为酸雨。酸沉降(acid deposition)包括雨、雪、雹和雾。

早在上世纪30年代就在北欧有酸雨污染,目前世界上很多国家包括我国酸雨污染都很严重。酸雨源于大气中硫氧化物、氮氧化物、氯化物、氟化物等成酸性物质的联合