

公共卫生与预防医学



类目：医学类

书名：公共卫生与预防医学

主编：张艳玲 王慧榕 彭波

出版社：湖北科技出版社

开本：大 16 开

书号：978-7-5706-3161-2

使用层次：通用

出版时间：2024 年 4 月

定价：49.80 元

印刷方式：双色

是否有资源：是



医学类创新融合精品规划教材
“互联网+”教育改革新理念教材

公共卫生与预防医学

公共卫生与预防医学



张艳玲 王慧榕 彭波◎主编

GONGGONG WEISHENG YU YUFANG YIXUE

张艳玲 王慧榕
彭波◎主编

长江出版传媒
湖北科学技术出版社



微信扫一扫，更多精彩



ISBN 978-7-5706-3161-2

9 787570 631612 >

定价：49.80 元

长江出版传媒 湖北科学技术出版社



医学类创新融合精品规划教材
“互联网+”教育改革新理念教材

公共卫生与预防医学

主 编◎张艳玲 王慧榕 彭 波
副主编◎杨红梅 武春兰 张婉怡 许 丛 宋维维
李秋华 冯艳苓

图书在版编目(CIP)数据

公共卫生与预防医学/张艳玲,王慧榕,彭波主编. —武汉:湖北科学技术出版社, 2024. 1

ISBN 978-7-5706-3161-2

I. ①公… II. ①张… ②王… ③彭… III. ①公共卫生
②预防医学 IV. ①R1

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 055931 号

责任编辑: 高 然

责任校对: 罗 萍

封面设计: 曾雅明

出版发行: 湖北科学技术出版社

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号(湖北出版文化城 B 座 13-14 层)

电 话: 027-87679468

邮 编: 430070

印 刷: 唐山唐文印刷有限公司

邮 编: 064100

880×1230 1/16

14.5 印张

410 千字

2024 年 4 月第 1 版

2024 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 49.80 元

(本书如有印装问题, 可找本社市场部更换)



前 言

为贯彻落实《中共中央关于认真学习宣传贯彻党的二十大精神的决定》，根据国家教材委员会办公室《关于做好党的二十大精神进教材工作的通知》(国教材办〔2022〕3号)要求，推动党的二十大精神进教材、进课堂、进头脑，及时全面准确在学校教材中落实党的二十大精神，特组织编写了这本《公共卫生与预防医学》。

本教材具有以下特点。

1. 精选编写队伍，汇集权威专家智慧

主编遴选严格按照程序进行，经过院校推荐、国家中医药管理局教材建设专家指导委员会专家评审、编审专家组认可后确定，确保公开、公平、公正。编委优先吸纳教学名师、学科带头人和一线优秀教师，集中了全国范围内各高等中医药院校的权威专家，确保了编写队伍的水平，体现了中医药行业规划教材的整体优势。

2. 突出精品意识，完善学科知识体系

结合教学实践环节的反馈意见，精心组织编写队伍进行编写大纲和样稿的讨论，要求教材立足专业需求，在保持内容稳定性、先进性、适用性的基础上，根据其在整个中医知识体系中的地位、学生知识结构和课程开设时间，突出本学科的教学重点，努力处理好继承与创新、理论与实践、基础与临床的关系。

本书共分为11章，主要包括绪论、人与环境、生活环境与健康、职业环境与健康、食物与健康、社会心理因素与健康、传染性疾病预防与控制、慢性非传染性疾病预防与控制、临床预防与社区卫生服务、突发公共卫生事件预防与控制、流行病学研究方法等

在教材编写过程中，得到了相关院校领导和科室同事们热情指导和切实帮助，在此对他们表示衷心感谢！另外，上述各单位的主管领导及教研室同仁也对本教材的编写给予了积极的支持和关心，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中恐有疏漏及不妥之处，恳请病理界前辈及同仁赐教。

编 者

2023年11月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 预防医学概述	2
第二节 医学模式与健康观	4
第三节 三级预防与五层次预防	6
第四节 公共卫生面临的主要问题和挑战	9
思考题	10
第二章 人与环境	11
第一节 人类生存环境	12
第二节 环境污染及其对健康的影响	15
思考题	22
第三章 生活环境与健康	23
第一节 空气	24
第二节 水	32
第三节 土壤	38
第四节 地质环境与健康	41
第五节 雾霾	46
思考题	48
第四章 职业环境与健康	49
第一节 职业性有害因素与职业性损害	50
第二节 职业病概述	52
第三节 职业性中毒	54
第四节 生产性粉尘与职业性尘肺病	63
第五节 物理因素职业病	68
第六节 职业性肿瘤	74
思考题	76
第五章 食物与健康	77
第一节 营养与健康	78
第二节 营养相关性疾病	94
第三节 患者营养	101
第四节 食品安全	106
第五节 食源性疾病	114
思考题	125



第六章 社会心理因素与健康	127
第一节 社会因素与健康	128
第二节 心理因素与健康	133
第三节 心身疾病	134
思考题	138
第七章 传染性疾病预防与控制	139
第一节 传染病流行病学概述	140
第二节 病毒性肝炎	150
第三节 结核病	155
第四节 艾滋病	157
第五节 手足口病	160
思考题	163
第八章 慢性非传染性疾病预防与控制	165
第一节 概述	166
第二节 慢性病防控策略与措施	167
第三节 心血管疾病预防与控制	168
第四节 癌症预防与控制	170
第五节 糖尿病预防与控制	173
思考题	174
第九章 临床预防与社区卫生服务	175
第一节 临床预防服务	176
第二节 社区卫生服务	181
第三节 基本公共卫生服务	185
思考题	188
第十章 突发公共卫生事件预防与控制	189
第一节 概述	190
第二节 突发公共卫生事件应急与处置	194
思考题	203
第十一章 流行病学研究方法	205
第一节 流行病学的定义与任务	206
第二节 流行病学的研究方法 with 基本特征	207
第三节 疾病分布的基本概念	208
第四节 现况研究	212
第五节 队列研究	214
第六节 病例对照研究	218
第七节 实验性研究	222
思考题	224
参考文献	225

绪论

第一章





学习目标

1. 树立预防为主的思想，培养良好的医德。
2. 认识和掌握预防医学的概念和技能，培养预防医学的思维方式并通过社会实践强化预防医学的观念。
3. 应用服务—教学—科研的模式，学以致用，把预防服务落实到日常的临床护理工作中。

随着生活方式、生态环境以及疾病谱等的改变，公共健康成为制约经济发展、社会和谐稳定的重要问题。在与多种危害健康的影响因素对抗中，人们已经清楚地认识到预防为主、防治结合在促进健康、提高全生命周期的生活质量以及延长寿命中的重要作用。预防医学的理念和技术已经融入临床医学、基础医学、循证医学以及护理医学等领域中，是现代医学发展的重要组成部分。

第一节 预防医学概述

一、预防医学的定义

预防医学是以环境—人群—健康为模式，以人群为主要研究对象，运用生物医学、环境医学和社会医学等理论，采用宏观与微观相结合的方法，分析健康与疾病在人群中的分布，研究不同环境因素对人群健康的影响及疾病发生、发展和流行的规律，改善和利用环境因素，改变不良行为生活方式，减少危险因素，合理利用卫生资源，制定疾病防治策略和措施，以达到预防疾病，增进人群身心健康，提高人群生命质量和劳动生产能力的目的。预防医学是医学的一门应用学科，它以个体和确定的群体为对象，目的是保护、促进和维护健康，预防疾病、失能和早逝。其工作模式是“环境—人群—健康”，这是一个健康生态模型，它强调环境与人群的相互依赖、相互作用和协调发展，并以人群健康为目的。预防医学常与公共卫生联系在一起。公共卫生是以预防医学的观点、理论和技能为基础，针对疾病预防、健康促进而采取的社会性实践的总称。这些社会性实践又称为公共卫生措施。

二、现代医学的组成

现代医学由3个部分组成，分别为基础医学、临床医学、预防医学。

基础医学是从微观角度研究人的生命和疾病现象的本质及其规律的自然科学，其所研究的关于人体的健康与疾病的本质及其规律为其他所有应用医学所遵循。临床医学是从患者个体角度研究疾病的病因、诊断、治疗和预后，提高临床治疗水平，促进人体健康的科学。预防医学是以人群为研究对象，应用宏观与微观的技术手段，研究健康影响因素及其作用规律，阐明外界环境因素与人群健康的相互关系，制定公共卫生策略与措施，以达到预防疾病、增进健康、延长寿命、提高生命质量等目标的一门医学科学。



三、预防医学的主要研究方法

预防医学常用的研究方法有调查研究法、实验研究法和临床观察法。

（一）调查研究法

调查研究法是科学研究中一种常用的方法，在描述性、解释性和探索性的研究中都可以运用调查研究的方法。它一般通过抽样的基本步骤，多以个体为分析单位，通过问卷、访谈等方法了解调查对象的有关资料，并加以分析来开展研究。我们也可以利用他人收集的调查数据进行分析，即所谓的二手资料分析方法。对于学生以及缺少经费的人们，这种方法特别合适。

（二）实验研究法

实验研究法是由研究者根据研究问题的本质内容设计实验，控制某些环境因素的变化，使得实验环境比现实相对简单，通过对可重复的实验现象进行观察，从中发现规律的研究方法。实验研究法首先广泛应用于物理、化学、生物等自然科学研究中。

（三）临床观察法

在医学或临床心理学中，对于特定的疾病诊断有一些判断的准则（症状或行为表现），这些症状或行为表现可以通过某些方式来获得，例如检验、检查（抽血、X光等）、心理测验就属于这一类。观察（就是所谓的临床观察），主要是针对症状做观察了解，有些症状适合使用检验、检查来确定，有些症状则需要通过临床观察来探究。临床观察所针对的应该是有诊断目的或与医学议题相关的观察对象，所注重的应该是症状与疾病问题。临床实验通常是与医学相关的研究性实验，可能是人体试验也可能是动物试验，这类临床实验的目的是研发新药、了解疾病的变化与原因、研究新的治疗方法以促进健康等。

四、预防医学的研究内容

预防医学的内容包括医学统计学、流行病学、环境医学、社会医学、行为科学与健康促进、卫生管理学（包括卫生系统功能、卫生决策和资源配置、筹集资金和健康措施评价等），以及在临床医学中运用三级预防措施。要求所有医生树立以预防为主的思想，了解健康和疾病问题在人群的分布情况，分析物质与社会环境、人的行为及生物遗传因素对人群健康和疾病作用的规律，找出影响人群健康的主要致病因素，以制定防治对策；通过临床预防服务和社区预防服务，达到促进个体和群体健康、预防疾病、防治伤残和避免早逝的目的。具体可概括为以下4个方面。

- （1）分析人群疾病分布与健康水平的动态变化趋势。
- （2）研究环境因素（自然环境、社会环境、生活环境、生产环境等）对人群健康的影响。
- （3）研究与制定预防疾病、促进健康的策略和措施。
- （4）探讨卫生保健与疾病防治的组织和科学管理方法。

五、预防医学的特点

（一）预防医学的特点

- （1）研究对象包括个体和群体、患者和健康人，更侧重于健康人群和无症状患者。
- （2）研究方法上更注重微观与宏观相结合，侧重于健康影响因素与人群健康关系的研究。
- （3）研究工作贯穿于疾病发生、发展的全过程，侧重于疾病预防和健康促进。
- （4）采取的对策更具有积极的预防作用，具有较临床医学更广范的人群健康效益。



（二）预防医学与临床医学的区别

- （1）预防医学的工作对象包括个体及确定的群体，主要着眼于健康人群和无症状患者。
- （2）预防医学研究方法上更侧重于影响健康的因素与人群健康的关系。
- （3）尽管预防医学在目的和许多方面与公共卫生有重叠，但它不等同于公共卫生。公共卫生主要是通过组织社会的力量来保护和促进人群的健康，其对象是全社会整个人群，与临床医学相比实施的措施更为宏观和宽泛。

第二节 医学模式与健康观

一、医学模式的概念

医学模式是指一定时期内人们对疾病和健康总的观点与认识，它研究医学的属性、职能和发展规律，成为解释和指导医学发展的重要思想观念。医学心理学正是随着医学模式及人类健康观的转变而得到快速的发展和广泛的应用。

二、医学模式的发展经历

随着社会的不断发展进步，医学模式也发生了发展变化，并经历了以下几个阶段。

（一）神灵主义医学模式

大约在 1 万年前的原始社会，生产力水平低下，科学技术思想尚未确立，人们对健康和疾病的理解是超自然的，相信“万物有灵”，认为人类的生命和健康由上帝神灵主宰，疾病和灾祸是天遣神罚。因此，当时治疗疾病的方法是祈求神灵，求救于巫医和巫术。这种模式随着生产力水平的提高逐渐失去存在的意义，但在一些偏远地区和某些文化水平落后的地方还可见到它的遗迹。

（二）自然哲学医学模式

自然哲学医学模式于公元前 3000 年前后开始出现。它将人类对疾病的认识由“神灵”主宰转变为自然环境的平衡和改变。早在我国古代就有了“金、木、水、火、土”五种元素相生、相克的理解。我国医学著作中很早就有了“天人合一”“天人相应”的认识观点；而西方的希波克拉底指出“治病先治人”“一是语言，二是物”的治疗观。这些观点从不同的视角诠释了对健康、疾病的新认识和新观点。自然哲学医学模式具有朴素的唯物论，对疾病和健康的认识也有一定的局限性。

（三）机械论医学模式

从 16 世纪起，随着牛顿古典力学理论体系的建立，形成了用“力”和“机械运动”去解释一切自然现象的形而上学的机械唯物主义自然观，出现了机械论医学模式。其认为“生命活动是机械运动”，把健康的机体比作协调运转加足了油的机械。这一机械论的思想，统治了医学近两个世纪，直到 18 世纪，机械论的医学思想在医学的发展中出现双重性，一方面认为机体是纯机械的，从而排除了生物、心理、社会等因素对健康的影响，而常常用物理、化学的概念来解释生物现象；另一方面，机械论又使解剖学、生物学获得了进展，大大推动了医学科学的发展。

（四）生物医学模式

生物医学模式诞生于欧洲文艺复兴后，随着自然科学的发展，人类自身的奥秘逐渐得以揭



示，西方医学开始摆脱宗教的禁锢，进入了一个崭新发展的时期。随着哈维创立的血液循环说和魏尔啸在细胞病理学方面取得的重要成就，解剖学、生理学、微生物学和免疫学等生物科学体系的形成，外科领域消毒和麻醉技术的出现，各种抗生素和激素研究成功，以及研究者在细胞和分子领域取得研究成果，人们在认识疾病、治疗疾病和预防疾病方面都向前迈进了一大步。生物医学模式使人类对疾病的认识从宏观到微观纵深发展，实现了医学发展第一次质的飞跃，对人类健康与疾病有着不可磨灭的贡献。但在其发展中也逐渐暴露出生物医学的片面性和局限性。在认识论上，它往往倾向于将人看成是生物的人，而忽视了人的社会属性；在实际工作中，它重视躯体因素而不重视心理和社会因素；在科学研究中，它较多地着眼于躯体生物活动过程，而较少注意行为和心理过程，忽视了后者对健康的作用；在思维的形式上，它往往强调“不是，就是”（不是有病就是健康），因而对某些功能性或心因性疾病，无法做出正确的解释，也难以得到满意的治疗效果，更将人类对疾病和健康的认识带入狭小的天地，无法完全阐明人类健康和疾病的全部本质。

（五）生物—心理—社会医学模式

随着社会及医学科学的发展，疾病谱和死亡谱发生了根本变化，人们已经认识到不良生活方式、行为、心理、社会和环境因素同细菌、病毒一样是健康的主要危害因素。1977年，美国医生恩格尔在《科学》杂志上撰文提出“需要新的医学模式”，批判了生物医学模式的“还原论”和“心身二元论”的局限性，并提出了生物—心理—社会医学模式。这一观点认为，对于疾病和健康来说，无论是致病、治病、预防及康复，都应将人视为一个整体，充分考虑到患者的心理因素和社会因素的特点，综合地考虑各方面的交互作用，而不能机械地将它们分割开。生物—心理—社会医学模式的主要特征有：承认心理社会因素是致病的重要原因；关注与心理社会因素有关的疾病日益增多的趋势；全面了解患者，尤其是他们的心理状态，这是诊断和治疗的重要前提；重视心理状态的改变，因为它常常为机体功能的改变提供早期信息；懂得应用心理治疗和护理作为提高医疗质量的重要措施；利用良好的医患关系来增强治疗效果。

医学模式反映着一个时期人们对健康与疾病、临床与预防、医学教育与科研以及卫生工作等一个总的看法。随着非传染性疾病的发病率和死亡率增加，预防医学成为医学发展的必然趋势。

三、健康观

健康观是人们对健康的一种看法。健康是一种动态平衡，均衡地输入和输出能量与物质（甚至允许生长）。健康也意味着有继续生存的希望。有情感的动物，如人类，是万物之灵，生来就有追求精神面与物质面两种更好的生活方式，所以对健康的认知与要求会有更广的概念。

当代健康观受传统观念和世俗文化的影响，长期以来传统的健康观是把健康单纯地理解为“无病、无残、无伤”。当代的健康观，是世界卫生组织（World Health Organization, WHO）对健康的诠释。1948年，世界卫生组织提出健康的定义：“健康是身体、精神上和社会幸福的完好状态，而不仅仅是没有疾病和虚弱。”1986年，世界卫生组织，在《渥太华宪章》中对健康的定义做了进一步的延伸，指出“健康是日常生活的资源，而不是生活的目标。健康是一个积极的概念，它不仅是个人身体素质的体现，也是社会和个人的资源”；“为达到心身健康和社会幸福的完美状态，每一个人都必须有能力去认识和实现这些愿望，努力满足需求和改善环境”。

四、健康影响因素

影响健康的因素主要有以下几类。



1. 环境因素

环境因素包括自然环境、社会环境、身体环境、心理环境。

2. 生活行为方式

生活行为方式包括营养、风俗习惯、不良嗜好及行为、消费类型、生活及职业危害等。

3. 人类生物学因素

人类生物学因素包括遗传、成熟老化、复合内因。

4. 卫生服务

卫生服务包括医疗、预防、康复等社会机构及社区卫生服务等医疗卫生设施的分配及利用，医疗卫生制度等。

第三节 三级预防与五层次预防

一、理论依据

（一）健康-疾病连续带

健康-疾病连续带即机体由健康到疾病是一个连续的过程，在这个过程中受各种健康决定因素影响，有一系列渐进相连的机体状态或健康标志呈现。对于个体来说，健康→疾病→健康（或死亡）；对于群体来说，健康高分布（健康问题低分布）→健康低分布（健康问题高分布）→健康高分布（健康问题低分布），是一个连续的过程，如传染病在某人群中的流行过程。这就是我们常说的疾病分布或健康问题分布的连续性。

（二）疾病自然史

疾病自然史是指疾病从发生、发展到结局（死亡或痊愈等）的自然全过程。按时间顺序、有无临床症状和体征分为4个明显的阶段：①病理发生期；②临床前期，即从机体失代偿到出现最初症状和体征；③临床期，即从疾病初发症状到出现典型临床表现；④结局，即疾病可发展至缓解、痊愈、伤残或死亡。某些疾病可有一定的先兆，早于病理改变阶段，表现出对某病的易患倾向，如血清胆固醇升高可能是冠心病的先兆。

基于疾病自然史的阶段性及健康-疾病连续带的理论，由健康危险因素作用于机体到出现临床症状有一个时间过程，危险因素的性质和接触剂量（或浓度）的多少可使疾病发生的时间有长有短，这样就为我们在疾病的预防上提供了机会窗。在疾病自然史的不同阶段，通过有效的早期诊断、预防和治疗，可改变疾病的自然史直至向健康转归。

（三）全程生命健康观

是通过把人生划分为几个明确的阶段（即围生与婴幼儿期、青少年期、成年工作期和晚年期四个阶段），针对这些不同年龄组的人群在不同的场所（家庭、学校、工作场所、社区）中实施连续性预防服务措施，就可以有效地避免那些健康危险因素的影响，充分发挥人的生命潜能，保护劳动力，延长生命期限和改善生活质量；并且也能保证人生的不同阶段既能有效地获得有针对性的卫生服务，也不造成不必要的重复或遗漏，高效率和高效益地达到促进人群健康的目的。

二、三级预防

三级预防根据健康决定因素、健康-疾病连续带、疾病自然史、全程生命健康观，结合医



疗卫生工作实际，贯彻预防为主方针，达到预防和控制疾病、促进健康的目的，把预防相对分为3个等级。

（一）一级预防

一级预防又称病因预防或根本性预防。它是针对病因，结合全球性预防战略和国家性预防策略，建立和健全社会、经济、文化等方面的机制。如以国家法令或规程的形式，颁发一系列法规或条例，预防有害健康的因素进入国民的生活环境；同时，把个体预防和社会性预防相结合，把全人群的普遍预防和高危人群的重点预防相结合。该级预防旨在预防疾病发生，降低发病率，促进健康。

（二）二级预防

二级预防亦称临床前期预防，是在疾病出现临床症状或体征之前所开展的早期发现、早期诊断和早期治疗的“三早”预防工作。对于传染病，要做好“五早”（三早加疫情早报告及患者早隔离）工作。该级预防旨在防止疾病发展，降低病死率，保护健康。

（三）三级预防

三级预防即临床预防（表1-1），是在疾病发生后对患者实施及时治疗、促进康复、防止恶化、预防并发症和伤残的工作。包括对症治疗和康复治疗：通过对症治疗和医学监护，减少疾病的不良作用，预防并发症和伤残；对于丧失劳动力或残疾者，则通过康复治疗促进其身心康复和延长健康寿命，以达到“病而不残，残而不废”的目的。该级预防旨在防止病残，促进康复，提高生存率，恢复健康。

表1-1 三级预防措施

预防级别	开始时间	对象	干预措施	目标
一级预防	发病前期（无病期）	特定易感人群	健康促进、特别保护（接种疫苗）	减少或控制疾病发生（可降低发病率）
二级预防	疾病早期（先兆期）	无明显临床症状的早期患者	早期发现、早期诊断、早期治疗	恢复健康，降低病死率
三级预防	疾病期（临床期或康复期）	明确诊断的患者	一切治疗和康复手段	尽量减少伤残，提高生存质量

三级预防措施的落实，可根据干预对象是群体或个体，分为社区预防服务和临床预防服务。社区预防服务是以社区为范围、以群体为对象开展的预防工作。临床预防服务是在临床场所，以个体为对象实施个体的预防干预措施。

对于多数疾病，无论其病因是否明确，都应强调一级预防，如对职业因素所致疾病、医源性疾病，较易见效。有些疾病的病因是多因素的，则要按其特点，通过筛检、早诊断和早治疗较易改善预后，如心脑血管疾病、代谢性疾病，除针对其危险因素致力于一级预防外，还应兼顾二级和三级预防。对那些病因不明又难以察觉的疾病，只有实行第三级预防这一途径。有些危险因素的控制既可以是一级预防，也可是二级或三级预防，如高血压的控制本身来讲是三级预防，但对脑卒中和冠心病来讲则是一级预防。

三、中医预防理念

中医理论强调整体观念，认为人体是一个有机整体，形神统一；奉行阴阳、五行、相生相克等辩证观，认为人与日月相应、与天地相参、天人合一，人的健康或疾病变化与外界环境自然消长规律密切相关；倡导“治未病”，坚持预防为主的思想及中医预防理念，讲究阴平阳秘，精气神俱佳，重视医养结合，全面预防。

（1）未病先防是通过各种内养外防的综合调摄措施，补养体内的精气，保持正气，慎避虚



邪侵害，从而起到防患于未然的作用。如《素问遗篇·刺法论》：“正气存内，邪不可干。”《素问·上古天真论》：“恬淡虚无，真气从之，精神内守，病安从来。”可见，中医和西医都高度一致地重视以预防为主的思想。

(2) 既病防变是在疾病发生的初期，及时采取各种措施，预防病情的蔓延和恶化。如《金匱要略》：“夫治未病者，见肝之病，知肝传脾，当先实脾，四季脾旺不受邪，即勿补之。”对患者来说，既有药物、针灸等治疗手段，亦包括饮食宜忌、慎避风寒等诸多法则。

(3) 瘥后防复指疾病初愈至完全恢复正常健康状态这段时间的预防措施。如《素问·热论》：“病热少愈，食肉则复，多食则遗，此其禁也。”生活起居应有规律，注意生活调摄，避免劳力及劳心过度，慎戒房劳、喜怒过度及悲忧太甚等过度的情志刺激，避免疾病复发、新病侵袭，促进疾病向健康转归。

四、五层次预防

人类社会是由个人、家庭、社区、国家和国际组成，将预防工作系统全面深入到这五个层面就称为五层次预防。

1. 个人预防

个人预防即第一层次预防，个体预防是一切预防的基础，可采用定期体格检查和筛查、计划免疫和药物预防、倡导健康的行为和生活方式来预防疾病，促进健康。

2. 家庭预防

家庭预防即第二层次预防，家庭是社会的最小细胞，家庭每位成员的心理、行为和生活方式在很大程度上受到家庭类型、结构、功能和关系等方面的影响，有些预防措施只有在家庭范围内才能得到落实，如平衡膳食和食盐摄入量的控制。有些预防措施在家庭成员的支持下更容易实现，如戒烟限酒。

3. 社区预防

社区预防即第三层次预防，是在社区范围内为保护居民健康而采取的综合措施。社区预防的基本原则：疾病预防、降低危害健康因素、健康教育与健康促进、免疫预防与药物预防、筛检等。

4. 国家预防

国家预防即第四层次预防，各国依据自己国情制定卫生法规、卫生监督条例，促进全民健康水平不断提高。

5. 国际预防

国际预防即第五层次预防，当今世界是“地球村”，国与国之间的各种交流与人员往来特别频繁，疾病的全球预防就显得非常重要。世界卫生组织在疾病国际预防方面发挥指导和组织协调的作用，各国政府需有效合作处理公共卫生问题，共同努力促进人类的健康。

五、预防的策略

随着工业化、城镇化、人口老龄化进程加快，疾病谱、生态环境、生活方式等发生了变化，我国面临多重疾病威胁并存、多种影响因素交织的复杂局面。随着人民生活水平从小康向富裕过渡以及人民群众健康意识的增强，人们更加追求生活质量、关注健康安全，不仅要求看得上病、看得好病，更希望不得病、少得病，看病更舒心、服务更体贴，这必然带来层次更高、覆盖范围更广的全民健康需求。预防疾病、促进健康，需要新理念、新措施、新方法，需要精准预防与综合预防相结合，需要有效的预防策略相对应。



第四节 公共卫生面临的主要问题和挑战

公共卫生与预防医学经过 10 多年的快速发展，我国改善了公共卫生体系的基础设施，提高了均等化的公共卫生服务能力，完善了相关的法律与法规体系，建立了传染病网络直报信息系统和疫情信息公开化制度，优化了传染病防控的基础结构及其工作规范等。然而，随着生态环境、膳食模式、生活方式以及疾病谱的改变，我国同时面临着发达国家和发展中国家出现的卫生和健康问题，如人类生存环境污染和生态环境失衡，多种健康影响因素交织存在，多重疾病威胁并存，公共卫生事件不断出现，城乡基本公共区卫生服务质量和卫生资源配置差异，居民疾病负担加重等，这些问题又不断给公共卫生与预防医学工作提出了一系列的新挑战。

一、传染病和慢性非传染性疾病预防形势严峻

1. 传染病

自 20 世纪 70 年代以来，随着自然环境和社会环境的变化，新发传染病（传染性非典型性肺炎、人感染 H7N9 禽流感、甲型 H1N1 流感以及 O157：H7 大肠杆菌肠炎等）出现，且原本已经得到控制的传染病（如结核病、血吸虫病）或已经消灭的传染病（如性病）再次成为重要的公共卫生问题，严重威胁着居民健康，影响社会和谐与稳定。常见的多发传染病（如病毒性肝炎、霍乱、痢疾、疟疾及流行性出血热等）仍然是目前影响全民健康的主要公共卫生问题。《中华人民共和国传染病防治法》（2013 年）中将发病率高、流行面广和危害严重的 39 种传染病列为法定报告传染病，并根据其传播方式、速度及其危害程度，分为甲类、乙类和丙类。国务院卫生行政部门根据传染病暴发、流行情况和危害程度，可以决定增加、减少或者调整乙类、丙类传染病病种并予以公布。总之，传染病仍然是威胁我国居民健康的重要疾病。

2. 慢性非传染性疾病（简称“慢性病”）

依据 2010—2013 年中国居民营养与健康状况监测和第五次国家卫生服务调查（2013 年）的研究结果，我国慢性病患病率快速上升，城市与农村慢性病患病率差距缩小。慢性病导致死亡占我国居民总死亡因素的 80% 以上，位居我国全死因的前四位。《中国慢性病防治工作规划（2012—2015 年）》提出，影响我国居民身体健康的慢性病主要有心脑血管疾病、恶性肿瘤、糖尿病和慢性呼吸系统疾病等。慢性病已经成为我国发病率、致残率和死亡率均高并且医疗费用昂贵的疾病，是严重影响我国居民健康和生活质量的重要原因。

二、食品与职业公共卫生事件的防控不容乐观

近年来，我国常见的食品安全事件主要集中在以微生物污染为主引发的食源性疾病，以兽药残留和重金属等污染物导致的化学性污染以及非法使用食品添加剂引发的食物中毒等方面，说明从源头到餐桌的各个环节的食品卫生监管、危害因素的风险监测和风险分析以及毒理学安全性评价等各个环节尚存在问题。《中华人民共和国食品安全法》（2015 年）中规定食品安全工作实行预防为主、风险管理、全程控制、社会共治，建立科学、严格的监督管理制度。落实了监管体制改革和政府职能转变、强化落实了企业主体和地方政府的责任以及严惩重处违法违规行。随着工业化的加速发展及新材料、新技术及新工艺的不断开发和利用，新工种、新毒物带来的职业性危害问题也日趋严重，如生产性毒物（如铅、汞、砷、苯及苯系物、二氧化硫、硫化氢、苯胺以及农药等）引发的职业中毒和生产性尘肺（矽尘、煤尘、石棉尘等）引起的各种职业病（如尘肺病）的问题仍然比较突出。《中华人民共和国职业病防治法》（2017 年）中规定了职业病防治工作坚持预防为主、防治结合的方针，建立用人单位负责、行政机关监管、行



业自律、职工参与和社会监督的机制，实行分类管理、综合治理。近年来，我国地方病的发生率也居高不下，其流行情况较为严重，如缺碘引起的地方性甲状腺肿与克汀病，高氟引起的氟斑牙与氟骨症。因此，地方病也成为公共卫生工作的重要内容。

三、人类生存环境、老龄化与健康品质问题日益严重

随着全球经济化、工业化和城镇化进程的加速，全球人口数量迅速增长，人类的活动正在改变生存所需的良好生态环境，环境污染问题已经从地区性问题发展成全球性环境问题，包括气候变暖、臭氧层破坏、大气及酸雨污染（包括PM_{2.5}严重超标）、土地沙漠化、森林破坏与生物多样性减少、水域与海洋污染、有毒化学品污染和有害废物越境转移等。在较大程度上，环境问题影响着人类的健康品质。另外，老年人慢性病患者率也随之升高，老年人的健康问题也已成为又一个重要的公共卫生问题。

四、心理健康与精神卫生问题日渐突出

随着社会发展步伐的加快，职场压力增大，工作负担加重，社会竞争不断加剧，再加上生活环境和生态环境的变化，儿童和青少年行为异常、更年期妇女和老年人群抑郁以及麻醉药品滥用、自杀和重大自然灾害后心理危机等心理与精神卫生问题日益突出。据统计，精神疾病在我国疾病社会负担中已排名首位，约占1/5，2020年上升到了1/4。专家共识认为精神心理疾病防治只面对临床诊治是不够的，预防控制也同样重要。

五、基本公共卫生服务均等化与健康促进需要全社会重视

我国基本公共卫生服务项目主要包括建立健康档案、健康教育、预防接种、传染病防治、高血压和糖尿病等慢性病和重性精神疾病的管理、儿童和孕产妇及老年人保健等方面。基本公共卫生服务的不均衡性主要表现在城乡和地区之间、医疗与预防之间的居民基本公共卫生服务的差距。我国以农业人口为主，约占总人口的70%，但仅拥有20%的卫生资源配置，在较大程度上，影响了农村地区公共卫生服务质量和可及性。另外，对疾病预防和基层卫生机构的投资、技术力量分布、人事管理和分配制度等问题均会影响到疾病预防系统的对疾病预防控制的能力。通过深化医疗卫生体制和健康保健体系的改革，使公共卫生服务均等化，缩小城乡和地区间差距，达到保障居民获得有效的、公平的基本公共卫生服务的目的。健康促进是通过各种社会保健措施的实施，使得大众主动参与改善健康状态的过程，是一种需要个人、家庭、社区和各级部门参与的公共行为。

因此，应以社区为基础，普及健康教育知识，增强健康意识和自我疾病预防与保健能力，在最大范围内，降低健康风险，从而实现“建立健康的个人行为和生活方式、改善现有的生活和工作环境与合理的医疗保健”的健康目标。

思考题

1. 简述影响健康的主要因素。
2. 简述健康状况评价的步骤。
3. 简述健康危险因素评价的意义。

人与环境

第二章





学习目标

1. 熟悉人与环境的关系、环境污染的预防和控制、影响环境污染物对健康损害的因素。
2. 了解环境的分类、构成环境的因素、生态系统与生态平衡的概念、环境污染物的种类、历史上较为严重的几次公害事件。

人类与环境的关系极为复杂，彼此间是相互联系、相互作用和制约的。环境提供了人类生存和繁殖的物质基础，而人类又主动地改造和利用环境并对其产生影响。

第一节 人类生存环境

一、环境的概念

环境是指围绕于地球上人类的空间以及其中直接或间接影响人类生存和发展的各种自然因素与社会因素的总和。环境包括自然环境，如大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈，还包括人类生活居住的社会环境。环境为人类提供赖以生存的空气、食物、水等各种物质基础，同时也为人类提供在精神等方面获得发展的社会环境基础。环境按其属性及特征，可分为自然环境和

社会环境。自然环境是指围绕着人群的空间中可直接或间接影响人类生产和生活的一切自然形成的物质及其能量的总体，自然环境包括大气圈、岩石圈、水圈以及生物圈。根据自然环境与人类活动的关系，自然环境又可分为原生环境和次生环境。原生环境是指天然形成的、未受或少受人为因素影响的环境，如人迹罕至的高山荒漠、原始森林、冻原地区及大洋中心区等。随着人类活动范围的不断扩大，原生环境正在日趋缩小。次生环境是指在人类活动影响下形成的环境，也称为人为环境。人类在改造环境的活动中如能重视环境中的物质和能量的平衡，就会带来良好的影响，使次生环境优于原生环境，从而促进人类的健康，否则就会使次生环境的质量恶化，对人类的健康受到严重的不良影响。

社会环境是指人类在自然环境的基础上，通过长期有意识的社会劳动所创造的人工环境。社会环境对人类的生存发展有着重大影响，是人类物质文明和精神文明发展的标志，同时又随着人类文明的进步而不断地丰富和发展。

二、构成环境的因素

人类的环境主要是指包括空气、水、土壤、食物及生物在内的生活和生产环境，以及与其有关的社会环境。构成环境的主要因素按属性可分为生物、化学、物理和社会心理因素。

（一）生物因素

整个自然环境是一个以生物体为主的有机界与无机界构成的整体。与人类健康关系密切的生物因素主要有微生物、寄生虫、支原体和原虫等。病原微生物引起的霍乱、伤寒等烈性传染病，曾在一段时间内严重威胁着人类的健康。近些年来，艾滋病、疯牛病、传染性非典型肺炎、禽流感、埃博拉与西尼罗病毒感染和大肠埃希菌 O157 感染，以及猴痘等一些新发传染病在世界



上不断出现，人畜共患疾病也通过各种途径频频突袭人类。上述事件都提醒人们生物因素在致病过程中的重要性。

（二）化学因素

自然环境中的化学物质组成比较稳定，这种相对稳定的环境是保证人类正常活动的前提。但由于人为的或自然的一些原因，可能使空气、水、土壤及食物中的化学组成发生变化。如各种燃料燃烧后排放的废气中含有大量的二氧化硫、一氧化碳等气体，可使空气中这类气体含量增高；含汞和砷等工业废水污染水源，可使饮水中汞、砷的含量增高；用含镉废水灌溉农田，通过生物富集作用可使大米中镉的含量显著增高。除人为的活动外，一些自然现象，如地震、洪水以及风暴等自然灾害，也可使局部地区环境的化学组成发生巨大变化。若人们长期过量接触这些化学污染物，可造成急、慢性化学性中毒或潜在性危害。

（三）物理因素

环境物理因素包括温度、湿度、气流、气压、热辐射、噪声、振动、电离辐射和非电离辐射等。这些物理因素均与人类健康密切相关，有些是人类生存的必要条件，如充足的阳光和适宜的气候是人体生理活动所必需的外部条件。但当环境物理因素的强度过高或过低时，将会造成污染或异常。例如，使用机械与交通运输工具产生的噪声、振动，使用无线电通信设备产生的电磁辐射，核试验、核泄漏、原子能工业中核应用导致的放射线等，在一定条件下均可危害机体健康。

（四）社会心理因素

人类生活在社会环境中，社会的政治、经济、文化教育、科学技术、宗教信仰、风俗习惯、生活方式、卫生服务以及人口因素等不仅与人类生活和健康息息相关，而且各因素之间又互相影响。社会因素对人类健康的影响不是孤立的，往往通过影响人们的生活、生产环境而影响人类的健康，更重要的是通过影响人们的心理状态而对人类健康造成影响。

三、生态环境

（一）生态系统及其组成

自然界中任何生物群落都不是孤立存在的，生物群落之间相互渗透、相互依赖并相互作用。生态系统是指在一定空间和时间范围内，由生物群落及其生存的环境所构成的具有物质、能量和信息流动的功能系统，是生物与环境之间进行能量转换和物质循环的基本功能单位。生态系统是一个复杂的、具有独立生物功能的生物环境体系，一般是由生产者、消费者、分解者和非生物环境四大要素所组成。生产者主要指绿色植物，也包括蓝绿藻和一些光合细菌，是能利用阳光和无机物质合成有机物的自养生物。生产者在生态系统中起主导作用。消费者是指依靠摄取其他生物为生的异养生物。生产者和消费者的残骸均被分解者（如微生物）分解为无机元素，供生产者再次利用，进入新一轮循环。非生物环境（空气、水、土壤等）为各种生物提供了赖以生存的必需条件，与生产者、消费者和分解者存在广泛的联系。

（二）生态平衡

在一定时间内，生态系统中的生产者、消费者和分解者之间，生物群落与非生物环境之间，物质、能量的输出和输入，生物学种群和数量，以及各数量之间的比例，始终保持着一种动态平衡关系，称为生态平衡。生态平衡是生物维持正常生长发育、生殖繁衍的根本条件，也是人类生存的基本条件。如果生态系统受到外界干扰超过其本身自动调节的能力，会导致生态平衡的破坏。破坏生态平衡的因素有自然因素和人为因素。自然因素如水灾、旱灾、地震、台



风、山崩以及海啸等。人为因素则包括盲目开荒，过度砍伐森林，过度开发水力资源，滥捕、滥杀野生动物，生产和生活活动产生的大量废气、废水、垃圾的不断排放等，这些均可导致生态平衡失调。人类可以利用自然环境，但是人类不可能脱离自然环境而存在，必须与整个生态系统的其他部分保持动态平衡才可求得自身的生存和发展。

(三) 食物链及生物放大

生态系统中一种生物被另一种生物所食，后者再被第三者生物所食，彼此形成一个以食物连接起来的链锁关系，称为食物链。物质、能量和信息沿着食物链由无机界向生物体、一种生物体向另一种生物体转移，实现了物质、能量和信息从无机界到有机界，又从有机界到无机界的循环过程。在生态系统中，食物链是维持生物种群间物质和能量流动的渠道和纽带。

食物链可影响环境中物质的转移和蓄积。环境中某些污染物可通过食物链的延长和营养级的增加在生物体内的浓度逐级增高，使高位营养级生物体内浓度高于低位营养级生物体内浓度，称为生物放大作用。如发生在日本的水俣病，当时水俣湾海水中汞含量是 1.6~3.6 $\mu\text{g/L}$ ，经过多级生物放大后使鱼体内浓度达到 0.02~5.2mg/kg，最高可达 40mg/kg。生物放大作用缩短了环境与人之间的距离。环境中有机氯农药 DDT 也可通过食物链产生生物放大作用。

具有生物放大作用的环境污染物必须具备下述条件：①环境化学物质易被各种生物体吸收；②进入生物体的环境化学物质较难分解和排泄；③污染物在生物体内逐渐积累时，尚不会对该生物造成致命性损害；④生物放大通过食物链进行。

四、人类与环境的关系

环境为人类提供生命物质和生活、生产场所，人类在生存、进化和发展过程中，依赖环境、适应环境并改造环境，人类与环境构成了既相互对立、相互制约又相互依存、相互转化的统一体。

(一) 人与环境的统一性

在人类生态环境中，人与环境之间不断进行着物质、能量和信息的交换。环境和机体之间进行的物质与能量的交换以及环境中各种因素对人体的作用，形成了人体与环境间的生态平衡。这种人体与环境间的平衡性和统一性的最好例证是人体血液与地壳中矿物质含量的相关性。英国科学家 Hamilton 调查了 220 名英国人血液与当地地壳中矿物质的含量，发现人体血液中 60 多种矿物质与地壳中的含量呈明显的相关性，说明人与环境的高度统一性（图 2-1）。

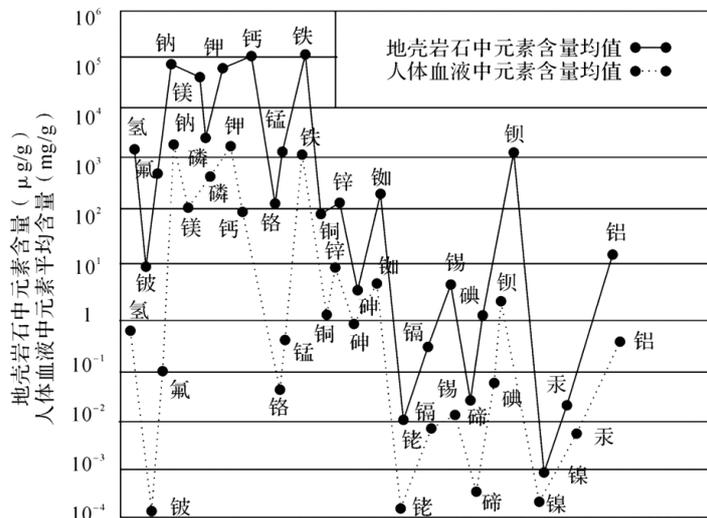


图 2-1 地壳和人体血液中化学元素丰度相关图



（二）人体对环境的适应性

自然环境的昼夜变化是极有规律的，白天温度高，夜晚温度低，呈现出周而复始的循环。在一年中也呈现出春、夏、秋、冬四季有规律的交替变化。为应对环境的变化，人类和其他生物也形成了一种与环境变化相互协调统一的关系，这就是人类适应环境变化的结果。我国古代劳动人民早就提出了“顺四时而适寒暑”“服天气而通神明”的观点，这是最早见于文献记载的有关人类适应环境变化的精辟论述。人在一天内的衣着量变化不会很大，但人们在一天内要经受昼夜轮替的温度变化而适应环境，这就是人类适应自然环境的表现。人类适应自然环境的能力是自然界所提供的。进化论认为，必须重视人类的这种生存价值，这是经过长期自然选择的结果。这说明人类的行为特征及其形态结构和生理特点一样，都是适应特定环境的结果。如在高原环境下生存的人们，由于环境中氧气含量稀少，人体通过增加呼吸空气量、加快血液循环、增加红细胞数量或血红蛋白含量以提高机体的携氧能力，适应缺氧环境，维持机体正常生理活动；生活在北极的人群，为了减少散热，其身材都比较矮小，而四肢特别发达。长期生活在不同地区的人群，对各种异常的外环境都有着不同的适应性。

但人体对环境变化的这种适应能力是有一定限度的，如果环境条件发生剧烈的异常变化（如地震、火山爆发、人为污染等），超过了人类正常的生理调节范围，机体的适应机制遭受破坏，就会引起人体某些功能及结构发生异常变化，使人产生疾病甚至死亡。如长期食用受毒物污染的农作物，体内毒物的含量明显超过人体的耐受限度时，可因毒物在体内蓄积而导致中毒。

（三）人与环境的相互作用

人在环境中生存和发展，不仅有适应环境的能力，而且还有认识环境和改造环境的能力。人类改造环境，使环境更有利于人类的生存和发展，但是如果改造过程中破坏或污染了环境，环境将会反过来影响人类的健康。例如一方面人类将原子能释放出来造福人类，另一方面其必然要承受原子裂变产生的放射性危害。

第二节 环境污染及其对健康的影响

一、环境污染物

（一）环境污染的概念

环境污染指由于自然或人为的原因，有害因素进入环境，扰乱和破坏了生态系统，对人类和其他生物造成直接的、间接的或潜在的有害影响。严重环境污染称为公害，由严重环境污染引起的地区性疾病称公害病。公害病具有明显的地区性、共同的病因、相同的症状和体征。公害病的确认是十分严肃的事情，须得到法律、医学机构和有关政府部门的认可。一旦确定为公害病，有关部门应对受害者进行必要的赔偿。

由于工业的迅速发展，而治理滞后，20世纪50年代以来，公害已成为全球性的重大社会问题。历史上世界各地在发展过程中由于环境污染发生了多次典型的公害事件（表2-1）。



表 2-1 历史上的重大公害事件

名称	时间	地点	主要原因	健康危害后果
伦敦烟雾事件	1952 年 12 月	英国伦敦市	大量燃煤排放的烟粉尘、SO ₂ 污染，浓雾与气温逆增等	一周内死亡人数比同期多 4000 人
马斯河谷烟雾事件	1930 年 12 月	比利时马斯河谷	工业区的冶炼厂等排放大量的 SO ₂ 、粉尘污染环境，气温逆增	数千人患呼吸系统疾病 60 多人死亡
光化学烟雾事件	1943 年	美国洛杉矶市	大量汽车废气污染，在日光照射下形成光化学烟雾	危害数千人
痛痛病事件	1955—1972 年	日本富山县神通川	锌冶炼厂排出的含镉废水导致饮用水和稻米含镉量增加	数百人患痛痛病，近百人死亡
水俣病事件	1953—1956 年	日本熊本县水俣湾	含汞工业废水污染水体，鱼虾体内甲基汞含量增加，人食鱼后受害	数百人患病，50 多人死亡，后代畸形率增高
米糠油事件	1968 年 3 月	日本北九州市	在工厂米糠油生产过程中，米糠油被多氯联苯污染	1 万多人中毒，16 人死亡
异氰酸甲酯事件	1984 年 12 月	印度博帕尔市	农药厂异氰酸甲酯储存罐破裂，异氰酸甲酯泄漏	20 多万人中毒，5 万多人失明，2500 多人死亡
切尔诺贝利核电站事件	1986 年 4 月	苏联	核电站反应堆爆炸，导致核泄漏	320 多万人受到核辐射侵害

（二）环境污染物及其种类

进入环境并造成环境污染或环境破坏的物质，称为环境污染物。环境污染物进入环境后，使环境的正常组成和性质发生改变，直接或间接影响着人类和其他生物。对环境污染物可有不同的分类方法。

1. 按照环境污染物的性质，可分为 3 类

生物性污染物：如病原微生物、寄生虫及其虫卵、有害动植物。

化学性污染物：如有害气体（二氧化硫、一氧化碳、氯气等）、重金属（铅、汞、镉等）、农药（有机磷农药、有机氯农药等）、有机及无机化合物（甲醛、苯、多环芳烃化合物等）。

物理性污染物：如噪声、振动、光污染、热污染、电离辐射、非电离辐射等。

2. 按照形成过程，可分为两类

一次污染物：直接进入环境中，其理化性质未发生改变的污染物，如二氧化碳、铅等。

二次污染物：指进入环境中的一次污染物在各种理化因素或生物因素的作用下形成的理化性质不同于一次污染物的新的污染物，如酸雨、甲基汞等。二次污染物比一次污染物的毒性更强、危害更大。

（三）环境污染物的主要来源

环境污染物主要来源于以下 3 个方面。

（1）生产性污染。如工业生产过程中排放的“三废”（废水、废气、废渣），农业生产使用的化肥、农药，医疗活动产生的医疗垃圾等。这是环境污染物的主要来源。

（2）生活性污染。如生活中产生的污水、垃圾、粪便，生活中使用的洗涤剂、杀虫剂；室内装修材料垃圾及装修释放出的有害物质，人类活动产生的废气（如吸烟、燃气燃烧后排放的废气）等。

（3）其他污染。如交通运输工具产生的噪声、振动、尾气，电视塔及通信设备产生的电磁波和微波，原子能设备等造成的放射性污染等。



二、环境污染对健康的影响

（一）环境污染对健康影响的特点

1. 广泛性

环境污染影响的地区范围广，可以影响到整个城镇、县、市、省，甚至是全球；影响的人群范围广，涉及不同年龄、不同性别的人群，甚至可能影响到未出生的胎儿。

2. 多样性

作用于人体时对健康的损害也是多种多样的，可表现为局部或全身损害、近期或远期损害、急性危害或慢性危害、显性危害或隐性危害等。

3. 复杂性

环境污染物进入机体后，可经呼吸道、皮肤、胃肠道等多种途径进入人体；环境中同时存在着多种污染物，它所产生的反应机制也是复杂的，可单独发生作用，也可联合产生相加、协同、拮抗作用。

4. 长期性

环境污染物有可能引发急性暴发性疾病，导致大量人群在短时间内发病，甚至死亡，但在更多的情况下，环境污染物将以低浓度进入人体，长时间作用于机体，导致慢性蓄积性疾患，危害人群，甚至危害后代。

（二）环境污染物对健康的危害

1. 直接危害

（1）急性危害。大量环境污染物短时间内进入机体所导致的危害，可使暴露人群出现不良反应、急性中毒甚至死亡。环境污染物引起的急性危害较为常见的有大气污染的烟雾事件、过量排放和事故性排放引起的急性危害、生物性污染引起的急性传染病。

大气污染的烟雾事件：在 20 世纪，由于工业生产高速发展，大气污染烟雾事件的发生频率较高。如英国伦敦 1873—1965 年共发生了 12 次急性烟雾事件，其中 1952 年 12 月 5—8 日的烟雾事件，导致 4 天内有 4000 多人非正常死亡；美国洛杉矶、纽约，日本东京，我国兰州等大城市多次发生光化学烟雾急性中毒事件。近年来，我国北京、天津、河北、山西、陕西、河南等 11 个省市雾霾频发，专家也指出雾霾会造成呼吸系统及心脏系统受损、免疫力下降、抑郁症的多发，从而提高了人群的死亡率。

过量排放和事故性排放引起的急性危害：由于工业设计上的不合理、生产负荷过重、管理上的疏漏或任何意外的原因，工业废气、废水或事故性泄漏的有毒有害物质大量进入环境，这些污染物可在环境介质中，特别是在大气和河流中迅速扩散和迁移，导致排放源附近及整个污染区的居民发生急性中毒。如 1984 年印度博帕尔市农药厂，因异氰酸甲酯储存罐泄漏，导致当地 2500 多人急性中毒死亡，50 多万人暴露，很多人患了各种后遗症，是世界环境污染史上最严重的事件之一。

生物性污染：环境生物性污染可引起传染病的发生甚至暴发流行。饮用水受到病原微生物污染，可引起供水地区人群中某种介水传染病的暴发流行。如 1993 年美国威斯康星州暴发的隐孢子虫引起的介水传染病，导致 40.3 万人患病，4000 多人住院治疗，112 人死亡。此外，病原微生物还可通过空气传播，使易感人群患病。如 2003 年春季，世界范围内的“非典”（非典型性肺炎，又称为严重急性呼吸综合征、SARS）流行，空气飞沫传播是其最主要的传播途径。

（2）慢性危害。环境污染物以低浓度、长时间反复作用于机体所产生的危害。无论是环境



化学污染因素还是有害物理因素，长期暴露均可造成慢性危害。慢性危害的产生与污染物的暴露剂量、暴露时间、半衰期、化学特性及机体的易感性等有关。低浓度环境污染对机体损害的逐渐积累，是产生慢性危害的根本原因。慢性危害主要包括慢性中毒和非特异性慢性损害。

慢性中毒：环境中有害污染物进入人体后能较长时间储存在组织和器官中。当有害物质在身体中达到一定的量，超过机体的最大耐受力，机体便出现中毒反应。如因甲基汞、铅、镉在身体组织器官中逐渐蓄积而产生的水俣病和铅中毒。同时，机体内的有害物质还可能通过胎盘屏障或授乳传递给胚胎和婴幼儿，危害下一代的健康。

非特异性慢性损害：环境污染所造成的慢性危害，往往不是以某种典型的临床表现方式出现。在环境污染长时间作用下，机体生理功能、免疫功能、对环境有害因素作用的抵抗力可明显下降，对生物的敏感性增加，健康状况逐步变差，表现为人群患病率升高、死亡率增加、儿童生长发育受影响。

环境污染所造成的慢性危害往往是非特异性的弱效应，因此出现有害效应时不易被察觉或得不到应有的重视，一旦出现了较为明显的症状，往往已经成为不可逆的损害，造成严重的健康后果。所以，在早期评价环境污染对人群健康产生的慢性危害，并及时采取干预措施加以预防，是防止人群发生慢性危害的重要手段。

(3) 远期危害：包括致畸、致癌、致突变的“三致作用”。

致畸作用：指引起胎儿形态结构上异常的作用。在许多环境污染事件中（如日本的水俣病、广岛原子弹爆炸、米糠油污染事件等），观察到了孕期受环境污染物的影响，引起胎儿畸形发生率明显升高。目前已经证实的环境致畸物有甲基汞、多氯联苯、己烯雌酚、碘化物、甲苯等。

致癌作用：突变发生在体细胞可致癌。目前，有 7000 多种化学物经过动物致癌试验，其中 1700 多种为阳性结果。据有关学者研究报告，70%~80% 的人类癌症与环境因素有关。而环境致癌因素中，80%~90% 为化学物质，5% 为病毒等生物因素，5% 为放射性等物理因素。已经证实的环境致癌物有苯并芘（第一个被发现的环境化学致癌物）、煤焦油、沥青、石棉、联苯胺、砷和砷化物、苯、氯乙烯等。

致突变作用：突变是指生物遗传物质发生的有遗传性的变异。主要变化为基因突变、染色体结构和数量的异常改变。环境中很多因素能诱发突变，统称为诱变原，如烟尘中的苯并芘，工业毒物中的苯、甲醛、砷化物，临床或实验室使用的 X、 α 、 β 、 γ 射线等电离辐射等。

2. 间接危害

环境污染使环境组成和结构发生改变而引发的异常现象，这种异常现象会间接地对健康产生危害。这些异常现象主要有以下几种。

(1) 温室效应。常见的引起温室效应的气体有 CO_2 、甲烷 (CH_4)、 O_3 、氯氟烃 (CFCs) 等。温室效应主要是由于大量燃料燃烧产生 CO_2 排入大气，且大面积森林砍伐导致缺乏足够的植物来吸收 CO_2 ，使大气中 CO_2 含量上升。而 CO_2 能吸收红外线等长波辐射，使气温转暖，犹如温室。温室效应增强，使全球气候变暖，导致两极冰川融化，海平面上升，陆地面积减少，陆地和海洋生态系统受到影响，植物群落、浮游生物发生改变。气温增高还有利于病原体的繁殖生长，可造成某些传染病、寄生虫病、食物中毒等发病率增高。

(2) 形成酸雨。酸雨指 pH 值小于 5.6 的酸性降水，包括雨、雪、冰、雹等降水。酸雨主要是由大气中 SO_2 、 NO_x 等污染物溶于水汽中，经过氧化、凝结而成的。我国酸雨污染主要发生在长江以南地区，以重庆、贵阳等城市最为严重。酸雾刺激呼吸道并引发慢性炎症，特别是对婴幼儿影响更大。水体酸化使水生生物生长受到影响，鱼群减少，水生植物也受到影响，并影



响水体自净。酸雨还能腐蚀建筑物，破坏输水管网。

(3) 臭氧层空洞。臭氧层位于距离地球表面 20~50km 的平流层中。在正常情况下，臭氧的形成与破坏基本保持动态平衡。大气中如存在氯氟烃、氮氧化物等物质，则可打破其动态平衡，使臭氧层变薄，甚至形成空洞。这种臭氧层空洞不是固定在某一地区，而是每年都在移动，面积不断增大，主要在地球两极地区。臭氧层每减少 10%，可导致地球生物紫外线的接触量升高 20%，其后果是皮肤老化、免疫系统功能受抑制、皮肤癌发生率增加。

(4) 影响微小气候与太阳辐射。大气污染物中的烟尘能促使云雾形成而吸收太阳的直射光和散射光，影响紫外线的生物学作用。在大气严重污染的地区，儿童佝偻病发病率较高，某些空气传播的疾病发病率升高。

此外，大气污染还能影响居民的生活卫生条件，影响室内空气质量，影响绿化，降低大气能见度等。

三、影响环境污染物对健康危害的因素

环境因素的改变作用于机体，机体会对其作用产生相应的反应。所产生反应的质和量，取决于污染物、机体和环境三个方面因素的联合效应。

(一) 污染物

1. 污染物的理化性质

环境污染物的理化性质决定着污染物的毒性作用。

(1) 污染物的化学结构。污染物的化学结构决定污染物的理化性质，也决定了毒性作用的性质和大小。如苯具有麻醉和抑制造血功能的作用，甲苯的麻醉作用大于苯，但抑制造血功能的作用不明显，硝基苯具有肝脏毒性。虽然它们的化学结构上相差不多，但理化性质和毒性完全不同。

(2) 污染物的物理性状。化学物质的物理性质（如溶解度、分散度、挥发性等）也影响其毒性的大小。如氯气、二氧化硫易溶于水，故易引起眼结膜和上呼吸道黏膜的损害；光气、氮氧化物较难溶于水，常引起下呼吸道的损害。

2. 污染物的作用剂量

(暴露浓度或强度) 污染物对健康的损害程度，主要取决于污染物进入人体的剂量或暴露于人体的浓度或强度。一定的作用剂量能引起一定的生物学效应，即剂量-反应关系。实际研究工作中，很难确定污染物进入机体的剂量，故常以污染物对人体的暴露浓度和强度来表示剂量。不同的化学物有不同类型的剂量-反应关系，一般分为两种情况。

(1) 有毒有害的化学物、非必需元素，过多将会对机体产生有害影响。

(2) 对人体有益的、必需的元素或化合物，进入机体的剂量过多、过少都会产生有害作用(图 2-2)。

3. 污染物的作用时间

在一定剂量或暴露水平，机体与污染物接触的时间长短是影响污染物对健康危害的重要因素。由于生物机体对污染物具有一定的缓冲能力，所以环境中许多污染物需要在体内蓄积到一定的量，才能对健康造成损害作用。污染物在体内的蓄积量与污染物持续作用于机体的时间(或暴露时间)有关，持续作用的时间越长，蓄积量越大，健康危害也越大。

一般污染物在体内的蓄积与摄入量、生物半衰期和作用时间三个因素有关。其中摄入量主要取决于污染物在环境中的浓度。生物半衰期是指污染物在生物体内浓度衰减一半所需要的时间。



间，在有害物质摄入量相同的情况下，生物半衰期越长的污染物对人体的危害越大。

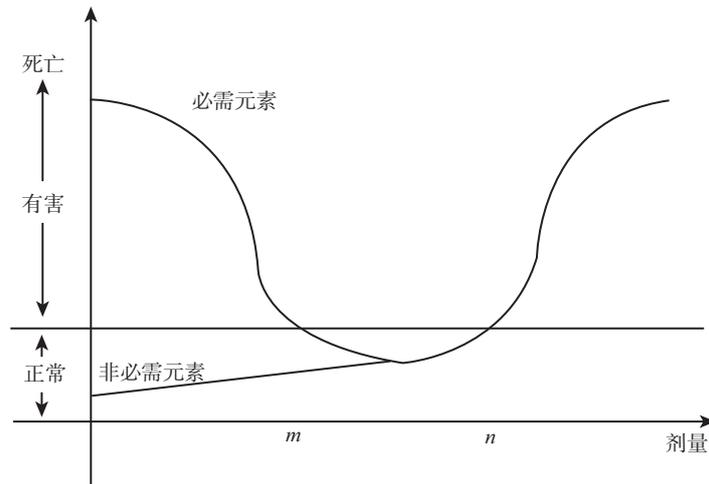


图 2-2 必需元素与非必需元素的剂量-反应关系

（二）机体因素

不同的个体在接触同一污染物、同一暴露水平或同一暴露条件下所产生的有害生物学效应不同，有的不出现效应，有的则出现严重损伤甚至死亡，这主要是个体机体因素的差异性造成的。常见的机体因素如下。

1. 健康状况

人体的健康状况对污染物的生物学效应有直接影响。当一种疾病存在时，特别是当一种污染物毒作用的靶器官和疾病的靶器官相同时，机体就会增加污染物对受损部位的敏感性。例如，有呼吸道炎症的人对大气污染物的损害作用更加敏感。

2. 生理状况

不同性别、不同年龄、不同生理过程对污染物的损害作用敏感性不同。在生物机体的不同发育阶段，其组织、器官或系统与酶系统存在差别。一般婴幼儿和老年人对环境有害因素的作用往往有更高的敏感性。如 1952 年伦敦急性烟雾事件期间，1 岁以下婴儿和 45 岁以上的居民的死亡人数比普通人群多。

3. 遗传因素

遗传因素也可影响污染物对机体的毒性，如红细胞中 6-磷酸葡萄糖脱氢酶缺陷的人，对硝基苯类化合物及多种氧化物的损害异常敏感；完全缺乏血清抗胰蛋白酶因子的人，对刺激性气体造成的肺损伤特别敏感。

机体因素还包括种族、营养状况、行为与生活方式等因素。

（三）环境因素

环境因素在一定程度上可通过直接或间接的方式影响污染物对人体的危害程度。如气压、气流、湿度和气温可改变污染物在环境中的存在形式、浓度和空间分布，从而影响人体对污染物的吸收量。另外，人类生活、生产活动的污染物排放是复杂的混合物，使同一环境中存在多种环境污染物。多种环境污染物作用于机体时会产生比较复杂的综合影响，称为联合毒性作用。常见的联合作用如下。

1. 相加作用

多种环境因素联合作用的强度是各单独作用强度的总和。化学结构相近或毒作用靶器官相



同，作用机制类似的环境因素同时存在时，往往发生相加作用。这是较为常见的一类联合作用，如两种有机磷农药进入机体，其抑制胆碱酯酶的作用常常是相加作用。

2. 协同作用

两种环境因素所产生的联合效应强度远远超过单个因素作用的强度的总和。如暴露于石棉环境中的人群患肺癌的危险度增加 5 倍，吸烟可使患肺癌危险度增加 11 倍，但吸烟的石棉工人患肺癌的危险度增加 55 倍。

3. 拮抗作用

两种环境因素同时进入机体后，其中一种环境因素可干扰另一种环境因素的生物学作用，或两种环境因素相互干扰，使其联合效应的强度低于各自单独作用的强度的总和。如大量口服铁剂可减轻锰的毒作用。

四、环境有害因素的预防和控制

随着社会的进步和经济的发展，环境污染的问题已备受关注。中国环境保护工作的基本方针是“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”。迄今，我国在环境保护、自然资源管理方面的法律、法规建设日趋完善。尽管如此，环境污染问题仍然十分严重，环境污染的防治工作任重而道远。

（一）健全环境保护法律法规，严格执法

20 世纪 80 年代，中国政府把环境保护确立为一项基本国策，并逐渐完善了环境法律体系，但环境污染的问题仍然是我国面临的严重挑战之一。其根本问题在于执法不严，地方保护主义严重，一些地区未处理好地方经济发展与环境保护的关系。面对环境污染的新形势、新内容，除了继续完善环境保护的法律法规外，要加强执法力度，严格执法，赏罚分明，确实按照环境保护法等法律法规执行，才能从现实意义上保证人们有一个舒适的生活环境。

（二）制定、完善卫生标准

卫生标准是卫生法律法规的重要组成部分，是卫生监督监测的规范性依据，是卫生监督实施过程中进行卫生学评价的技术依据，我国卫生标准与发达国家相比还不够完善，所以，进一步制定和完善卫生标准，是我国环境保护中使卫生监督有法可依的重要保证。

（三）加强卫生监督 and 卫生管理

卫生部门和相关部门密切配合，相互协作，积极开展预防性卫生监督 and 经常性卫生监督。对城市功能分区进行全面规划、合理布局；对新建、扩建及改建的工厂、交通路线等设计的合理性要进行审查；对当地污染源和污染物的排放量、排放方式等进行监测，并建立档案，了解辖区空气、水及土壤的动态污染水平；对社区居民的健康状况进行定期监测和管理，建立健康档案，使管辖的区域在严密监督管理视野下运作，从源头上防止污染物进入环境。

（四）改革工艺、综合利用、化害为利

这是治理“三废”的根本性措施。如我国创造的无氰电镀新工艺代替过去的含氰电镀，消除了含氰废水对环境的污染；造纸厂排出的废水可以回收大量烧碱、脂肪酸和木质素等多种产品；对固体废物实行成分回收和合理利用，可回收大量金属、有机物，其中废渣、煤灰可经再利用加工成建筑材料；对城市垃圾采用卫生填埋、堆肥和焚烧处置，不仅可达到无害化，还可发电、产能。



(五) 净化处理

常用的净化方法有物理方法（固化、筛滤、沉淀、浮选等）、化学方法（酸碱中和、还原、氧化等）和生物学方法（生物膜法、活性污泥法等），将有害污染物转化为无害的最终产物。工业企业的“三废”多为成分复杂的混合物，单一的净化方法常常达不到彻底净化的目的，实际工作中往往把几种方法结合起来，才能收到较好的效果。

思考题

1. 简述人类与环境的辩证关系。
2. 影响环境污染物对健康损害的因素主要有哪些？
3. 环境污染可引起的疾病有哪些？

第三章

生活环境与健康





学习目标

1. 熟练掌握大气污染、水体污染、地方病等防治措施。
2. 能运用所学相关知识爱护环境、保护环境，减少环境污染对健康的危害。

生活环境是与人类生活密切相关的各种自然条件和社会条件的总和。生活环境中存在各种有害健康的因素，这些因素通过大气、水体、土壤环境介质作用于机体，危害人体健康。当今中国正面临环境污染带来的健康问题的严峻挑战。治理和减少污染，减轻环境污染带来的健康危害已经刻不容缓。

第一节 空气

空气是维持生命的基本要素，是人类赖以生存和生活不可缺少的物质。它的理化和生物学性状对人体的健康有明显的影 响。如清新的空气有利于生长发育，给人舒适愉快的感觉，甚至有助于延年益寿。相反，污染的空气则有碍人体的生长发育，会干扰情绪、危害健康或引起疾病。自 20 世纪初以来，世界性的城市化趋势日益明显，现代工业和交通运输业迅猛发展，矿物燃料的使用量不断增大。工厂的废气、交通运输工具的尾气都可使空气成分发生不利于人体健康的变化。

一、大气的理化性状及其卫生学意义

（一）大气的结构

大气圈是指包围在地球表面，并随地球旋转的空气层，其厚度在 2000km 以上，没有明显的上界。根据气温的垂直变化特点，将大气层自下而上分为对流层、平流层、中间层、热层和逸散层。

1. 对流层

位于大气圈中最靠近地面的一层，平均厚度约 12km。对流层的空气温度随着高度的增加而降低，具有强烈的对流运动。该层集中了主要的气象变化，如雷、雨、云和雾等都发生在这一层，人类活动排放的大气污染物也绝大多数聚集在此层内。因此，对流层对人类生活的影响最大，关系也最密切。

2. 平流层

位于对流层之上，其上界的高度在约 55km 处。该层的空气以水平运动为主，温度随高度的升高而升高。在高 15~35km 处有厚约 20km 的臭氧层，其分布有季节性变动。臭氧层能吸收太阳的短波紫外线和宇宙射线，使地球上的生物免受这些射线的危害，能够生存繁衍。

3. 中间层

从平流层顶至 85km 处的范围称为中间层。该层气温随着高度的增加而迅速降低。因此，该层也存在明显的空气垂直对流运动。

4. 热层

位于 85~800km 的高度。该层的气体在宇宙射线作用下处于电离状态。电离后的氧能强烈



吸收太阳的短波辐射，使气温迅速升高，因而该层的气温随着高度的增加而增加。该层能发射无线电波，对无线电通信有重要意义。

5. 逸散层

位于 800km 以上的区域，也称为外大气层。该层空气稀薄，气温高，分子运动速度快，地球对气体分子的吸引力小。因此，气体及微粒可飞出地球引力场进入太空。

（二）大气的化学组成

自然状态下的空气是无色、无臭、无味的混合气体，其化学组成按体积百分比计，氮 78.10%，氧 20.93%，氩 0.93%，二氧化碳 0.03%，其他成分如氢、氖、氦、氙及臭氧（O₃）等占微量。

（三）大气的物理性状

大气的物理性状主要包括太阳辐射、空气离子化和气象因素等。

1. 太阳辐射

是产生各种复杂天气现象的根本原因，是地球上光和热的源泉。太阳光谱包括紫外线、可见光与红外线。

（1）紫外线。按紫外线不同波长产生的不同生物效应，可将其分为 3 段：A 段紫外线（UV-A，波长为 320~400nm）；B 段紫外线（UV-B，波长为 290~320nm）；C 段紫外线（UV-C，波长为 200~290nm）。太阳辐射产生的 UV-A 可穿过大气层到达地表。UV-B 有 90% 以上可被大气平流层中的臭氧层吸收，只有 10% 左右能够抵达地表。UV-C 则全部被大气平流层中的臭氧层吸收。

紫外线具有色素沉着、红斑、抗佝偻病、杀菌、免疫调节等生物学作用；过量暴露于太阳紫外线辐射则可引起日光性皮炎和电光性眼炎，甚至诱发皮肤癌等。此外，紫外线还可与大气中的某些二次污染物的形成有关，例如光化学烟雾等。

（2）可见光。波长在 400~760nm，可作用于视觉器官产生视觉。视觉分析器对不同波长可见光的色觉是不同的，因而呈现出紫、蓝、绿、橙、红等不同颜色。可见光作用于机体，能提高视觉功能和代谢功能，平衡兴奋与抑制作用，使机体的代谢、脉搏、体温、睡眠和觉醒等生理现象发生节律性变化，是生物体生存必不可少的条件之一。

（3）红外线。波长在 760nm~1mm，其中短波部分（760~1400nm）具有较强的生物学效应。红外线的生物学作用的基础是热效应，故又称热射线。人体吸收适当的红外线，可使照射部位或全身血管扩张、血流速度加快，机体温度升高，加速组织内各种物理和化学过程，既促进新陈代谢和细胞增生，又有消炎镇痛作用。因此，临床上用红外线治疗慢性皮肤病、神经病以及冻伤等。过量红外线照射可引起皮肤烧伤；可使机体体温调节障碍，引起热射病和日射病；也可引起眼晶状体混浊，发生白内障。

2. 空气离子化

空气中的各种分子和原子，在某些外界因素如宇宙射线、紫外线等的作用下，或在雷电、瀑布、喷泉及海浪的冲击下气体分子或原子的外层电子逸出，形成带正电的阳离子即空气阳（正）离子；游离电子与中性分子结合成为阴离子即空气阴（负）离子。这种产生空气正、负离子的过程称为空气离子化或空气电离。空气负离子对健康有良好作用，具有调节中枢神经的兴奋和抑制功能，降低血压，改善肺换气功能等生物学作用。吸入适量的空气负离子，可改善人们的睡眠、振奋精神、提高工作效率，同时还有一定的镇静、镇痛作用。

每个阳离子或阴离子能将周围的中性分子吸附在一起而形成轻离子（n⁺/n⁻）；其中一部



分轻离子与空气中的灰尘、烟雾等结合，形成重离子（ N^+/N^- ）。因此，空气中离子浓度及重、轻离子的比例，可作为衡量空气清洁度的标志和评价环境空气质量的参考指标之一。目前，各国尚无统一的空气离子化卫生标准，我国提出清洁空气中负离子数要求在 10^3 个/ cm^3 以上，重/轻离子比值应小于 50。

3. 气象因素

包括气温、气湿、气流及气压等。天气是指一定地区在一定时间内各种气象因素的综合表现，主要为气温、气湿、气压、风、云、雨及雪等大气状态在短时间内的变化；而气候是指某地区长期天气变化情况的概括，是最常见的具有代表性的天气特征。

气象因素可以对机体的冷热感觉、体温调节、免疫功能、心血管功能、神经系统功能和新陈代谢功能等起到调节作用。当气象变化过于激烈，超出人体的代偿能力，会引起心血管、关节和呼吸系统疾病。

二、大气污染对健康的危害

（一）大气污染及其来源

1. 大气污染

大气污染是指由于人为或自然原因，使一种或多种污染物混入大气中，并达到一定浓度，超过大气的自净能力，致使大气质量恶化，对居民健康和生活条件造成了危害，对动植物产生不良影响的空气状况。

2. 大气污染的主要来源

（1）工业企业。工业企业是大气污染的主要来源，也是大气卫生防护的重点。污染物主要来源于燃料的燃烧和工业生产过程。煤的主要杂质是硫化物，石油的主要杂质有硫化物和氮化物，还有极少量的金属化合物。燃料燃烧完全的产物主要有 CO_2 、 SO_2 、二氧化氮（ NO_2 ）、水汽和灰分；燃料不完全燃烧时常产生 CO 、硫氧化物、 NO_x 、醛类、碳粒和多环芳烃等。

（2）交通运输。主要指火车、轮船、汽车、飞机以及摩托车等机动交通运输工具绝大多数使用汽油、柴油等石油制品作为燃料，燃烧后可排出大量的颗粒物、 NO_x 、 CO 、多环芳烃和醛类等有害物质。目前，汽车尾气已成为我国许多大城市的主要污染来源。

（3）生活炉灶和采暖锅炉。生活用燃料有煤、煤气、液化石油气和天然气。燃烧后产生的主要污染物有烟尘、 SO_2 、 CO_2 和多环芳烃等。我国城市生活炉灶和采暖锅炉多集中在居民区内，如果燃烧设备效率低，燃烧不完全，烟囱高度低或无烟囱，可造成大量污染物低空排放，是采暖季节居民区大气污染的重要来源。

（4）其他。地面尘土飞扬、土壤及固体颗粒物被大风刮起等都可使有害化学物质（如铅、农药等）及生物性污染物（如结核杆菌、粪链球菌等）转入大气。水体和土壤中的挥发性化合物也易进入大气。意外事故如工厂爆炸、火灾、核泄漏等均能严重污染大气；另外，垃圾焚烧炉产生的废气也可以影响大气环境。

大气中的污染物有一次污染物和二次污染物。一次污染物是直接来源于污染源的污染物，如 SO_2 、硫化氢、 CO 、 CO_2 等；二次污染物则是由一次污染物在大气中与其他物质发生化学反应或在太阳紫外线辐射作用下发生光化学反应而形成的新的污染物，如三氧化硫、硫酸、 NO_2 、硝酸、醛、酮、过氧酰基硝酸酯类等。



（二）大气污染对人体健康的直接危害

1. 急性中毒

当大气污染物的浓度在短期内急剧增高，使周围人群吸入大量污染物可造成急性中毒。急性中毒主要由烟雾事件和生产事故引起。

（1）烟雾事件。烟雾事件是大气污染造成急性中毒的主要类型，根据烟雾形成的原因，又可分为煤烟型烟雾事件和光化学烟雾事件。

煤烟型烟雾事件是由于煤烟和工业废气大量排入大气且得不到充分扩散而引起的。主要污染物为 SO_2 和烟尘。自 19 世纪末开始，世界各地曾发生过许多起大的烟雾事件，其中以 1952 年 12 月发生在英国伦敦的烟雾事件最为严重。多数患者感到呼吸困难，并有咳嗽、咽痛、呕吐等症状发生，老人和心肺疾病患者死亡人数居多。

光化学烟雾是汽车尾气中 NO_x 和烃类污染物在强烈日光作用下经过一系列光化学反应产生的光化学氧化剂（如 O_3 、醛类以及各种过氧乙酰硝酸酯），蓄积于空气中形成具有强烈刺激作用的一种浅蓝色烟雾。此种烟雾事件最早发生在美国洛杉矶市。自 1943 年以来曾发生过多起，其中以 1955 年发生的光化学烟雾事件最为严重。患者出现眼部和呼吸道刺激症状，65 岁以上人群死亡率升高，每天死亡 70~317 人。

（2）生产事故。由生产事故引起的环境污染所致的急性中毒事件虽不经常发生，但一旦发生，其危害往往比较严重。如 1984 年发生的印度博帕尔市联合农药厂异氰酸甲酯泄漏事件，受害者主诉咽喉痛、咳嗽并有窒息感，严重者出现呕吐、绞痛、意识模糊及惊厥。受害严重部位是肺部和双眼。此事件共造成 20 万余人中毒，其中 5 万余人失明，2500 人死亡。1986 年，苏联切尔诺贝利核电站爆炸造成周围环境中放射剂量达人体允许剂量的 2 万倍，造成 13 万居民急性暴露，31 人死亡，233 人受伤。3 年后的调查发现，距核电站 80km 以内的地区，皮肤癌、舌癌、口腔癌以及其他癌症患者增多，儿童甲状腺癌患者剧增。

2. 慢性炎症

长期接触大气污染物可引起眼和呼吸系统的慢性炎症，如结膜炎、咽喉炎及气管炎等，严重者可出现慢性阻塞性肺病，包括慢性支气管炎和（或）肺气肿。

3. 变态反应

大气中某些污染物如甲醛、 SO_2 、某些洗涤剂等具有致敏作用，使机体发生变态反应。日本四日市哮喘就是一起由大气污染引起的公害病。主要由石油联合企业向大气中排放大量的 SO_2 和粉尘所致。

4. 致癌作用

大量调查资料已经显示，大气污染是肺癌发生的重要原因之一。有致癌危险性的空气污染物包括苯并（a）芘、苯、石棉、砷、镍、铬等重金属及颗粒物。上海、沈阳等大城市居民肺癌死亡率与大气中可吸入颗粒物和苯并（a）芘的浓度密切相关。

5. 非特异性疾病

大气污染严重地区，居民唾液溶菌酶和分泌型免疫球蛋白 A（SIgA）的含量均明显下降，血清中免疫球蛋白含量不足，使机体抵抗力降低，易患非特异性疾病。

（三）大气污染对人体健康的间接危害

1. 温室效应

由于大量燃料的燃烧而产生大量 CO_2 并排入大气，又因大面积森林砍伐而缺乏足够的植物来吸收 CO_2 ，使 CO_2 在大气中含量上升， CO_2 能吸收地表发射的热辐射，使地球表面气温升高，



这种现象称为温室效应。除 CO_2 外，甲烷 (CH_4)、 O_3 、氯氟烃 (CFCs) 等也有温室效应。

温室效应增强，能使全球气温上升。气候变暖可使两极冰川融化，海平面上升，沿海低地被淹没，陆地面积减少；陆地和海洋生态系统受到影响，植物群落、浮游生物发生改变。此外，气温增高有利于病原体的繁殖生长，可造成某些传染病、寄生虫病、食物中毒等发病率明显上升。

2. 形成酸雨

酸雨通常指 $\text{pH} < 5.6$ 的降水。其主要是二氧化硫、氮氧化物等酸性污染物溶于大气中的水汽后，经过氧化冷凝而成。酸雨给地球生态环境和人类社会经济都带来严重的影响和破坏。研究表明，酸雨给土壤、水体、森林、建筑、名胜古迹等人文景观均带来严重危害，不仅造成重大经济损失，更危及人类生存和发展。防治酸雨是一个国际性的环境问题，联合国多次召开国际会议共商对策。

3. 破坏臭氧层

大气中如存在氯氟烃、溴氟烷烃、氮氧化物等物质时，则可破坏臭氧层。人类大量使用氯氟烃类化合物是导致 O_3 损耗的重要原因，氯氟烃使臭氧层变薄，甚至形成空洞。臭氧层被破坏后，减少了对短波紫外线和其他宇宙射线的吸收和阻挡。臭氧层每减少 10%，可导致紫外线的接触量升高 15%~20%。据估计，平流层 O_3 浓度减少 1%，UV-B 辐射量将增加 2%，人群皮肤癌的发病率将增加 3%，白内障的发病率将增加 0.2%~1.6%。近 30 年来，臭氧层破坏是世界上最受关注的环境问题之一。

4. 形成大气棕色云团

大气棕色云团是指以细颗粒物为主，悬浮于大气对流层中的大片污染物。主要成分包括含碳颗粒物、有机颗粒物、硫酸盐、硝酸盐、铵盐以及沙尘等。棕色云团除了直接影响人体呼吸系统，还可以影响紫外线的生物学作用，降低大气能见度，使交通事故发生频率增加。

(四) 几种常见大气污染物对健康的影响

1. 颗粒物

颗粒物是影响城市空气质量的主要因素。大气中的颗粒物可来源于自然界的风沙尘土、火山爆发、森林火灾和海水喷溅等；人类的生产和生活活动中使用的各种燃料如煤炭、液化石油气、煤气、天然气和石油的燃烧也构成了大气颗粒物的重要来源。

不同直径的颗粒物滞留在呼吸道的部位不同。直径大于 $5\mu\text{m}$ 的颗粒物多沉积在上呼吸道，通过纤毛运动被推至咽部，或被吞咽至胃，或随咳嗽和打喷嚏而排出体外；直径小于 $5\mu\text{m}$ 的颗粒物多滞留在细支气管和肺泡； $2.5\mu\text{m}$ 以下的颗粒物 75% 在肺泡内沉积，但小于 $0.4\mu\text{m}$ 的颗粒物则可以较自由地出入肺泡并随呼吸排出体外，因此，在呼吸道内的沉积较少。

颗粒物对健康的影响主要如下。①呼吸系统：大量的颗粒物进入肺部对局部组织有堵塞作用，可使局部支气管的通气功能下降，细支气管和肺泡的换气功能丧失。吸附着有害气体的颗粒物可以刺激或腐蚀肺泡壁，长期作用可使其防御功能受到损害，发生支气管炎、肺气肿和支气管哮喘等。②心血管系统：调查发现，大气中可吸入颗粒物和细颗粒物浓度增高，心血管系统疾病发病率与死亡率增高。其原因可能有：颗粒物干扰了中枢神经系统功能；直接进入循环系统诱发血栓的形成；刺激呼吸道引起炎症并释放细胞因子，后者通过引起血管损伤，导致血栓形成等机制对心血管系统产生影响。③致癌作用：颗粒物还含有多种致癌物和促癌物。颗粒物的致癌活性与其多环芳烃含量有关。流行病学调查表明，城市大气颗粒物中多环芳烃与居民肺癌的发病率和死亡率呈显著相关。④人群死亡率：流行病学调查发现，大气颗粒物可以提高



人群总死亡率。欧洲 29 个城市和美国 20 个城市的研究显示，大气 PM₁₀ 浓度每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，人群总死亡率分别升高 0.62% 和 0.46%。

我国《环境空气质量标准》中规定环境空气中可吸入颗粒物（PM₁₀）日平均浓度为 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （二级标准），细颗粒物（PM_{2.5}）日平均浓度为 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （二级标准）。

2. SO₂

是一种刺激性气体，易溶于水。大气中的 SO₂ 主要来自煤、石油、天然气等含硫燃料的燃烧，有色金属冶炼、钢铁冶炼、炼油、硫酸制造等工业生产过程也是 SO₂ 的主要来源。SO₂ 在大气中可被氧化成 SO₃，溶于水蒸气形成硫酸雾，或先溶于水生成亚硫酸，再氧化成硫酸雾。

SO₂ 易被上呼吸道黏膜的湿润表面所吸收而生成亚硫酸和硫酸，故 SO₂ 对眼和上呼吸道有强烈刺激作用。当 SO₂ 被呼吸道吸收后，约有 40% 进入血液。气管、肺、肺门淋巴结和食管中含量最高，其次是肝脏、肾脏、脾脏等。SO₂ 刺激上呼吸道平滑肌内的外周神经感受器而产生反射性收缩，使呼吸道管腔变窄，同时阻力增加，分泌物增多，甚至形成局部炎症或腐蚀性坏死。长期或高浓度接触则抑制纤毛运动，黏液变稠，上皮细胞损伤坏死，呼吸道抵抗力减弱，引起慢性支气管炎和慢性鼻炎。

SO₂ 与烟尘共存时，可产生联合作用，其毒作用比 SO₂ 单独存在时的危害作用大，吸附在含有三氧化铁的金属氧化物颗粒物上的 SO₂，可被催化形成硫酸雾，其刺激作用比 SO₂ 大 10 倍。SO₂ 与苯并（a）芘联合作用时可增加苯并（a）芘的致癌作用。吸附 SO₂ 的颗粒物被认为是一种变态反应原，能引起支气管哮喘，如日本的四日市哮喘。

我国《环境空气质量标准》中规定环境空气中 SO₂ 每小时平均浓度为 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （二级标准），日平均浓度为 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （二级标准）。

3. NO_x

是 NO、NO₂、N₂O、NO₃、N₂O₃ 等含氮气体化合物的总称。煤油、重油燃烧时产生 NO，NO 在空气中易被氧化为 NO₂，大气中的 NO_x 多以 NO₂ 的形式存在。NO 不具有刺激性，被氧化为 NO₂ 后才产生刺激作用。NO₂ 是光化学烟雾形成的重要前体物质，有刺激性，与烃类共存时，在强烈的日光照射下可发生光化学反应，形成光化学烟雾。

NO₂ 的生物活性大，毒性为 NO 的 4~5 倍。NO₂ 主要作用于呼吸道深部的细支气管及肺泡。因 NO₂ 在水中溶解度小，故对上呼吸道和眼睛黏膜的刺激作用较小。进入深部呼吸道的氮氧化物能缓慢地溶解于肺泡表面的液体中，逐渐形成亚硝酸及硝酸，对肺组织产生剧烈的刺激与腐蚀作用，使肺毛细血管通透性增加，导致肺水肿。进入血液中的亚硝酸和硝酸可与碱结合，生成亚硝酸盐和硝酸盐。亚硝酸盐可与血红蛋白结合生成高铁血红蛋白，导致组织缺氧。NO₂ 与大气中的 SO₂ 和 O₃ 分别具有相加或协同作用，造成呼吸道阻力增加以及抗感染能力降低。

我国《环境空气质量标准》中规定环境空气中 NO₂ 每小时平均浓度为 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （二级标准），日平均浓度为 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （二级标准）。

4. 铅

大气中的铅主要来源于含铅汽油的使用和铅锌矿开采冶炼，以及铅冶炼厂、蓄电池厂等含铅废气的排放。铅对神经、消化、造血、泌尿、免疫和内分泌系统均有不良影响。环境铅污染对儿童健康的危害很大，因为儿童的胃肠道对铅的吸收率高。1~3 岁幼儿的胃肠道对铅的吸收率为 50% 左右，而成人的吸收率仅为 5%~10%。由于儿童的血-脑屏障尚不完全，铅对儿童的毒性，尤其是神经毒性比成人更为敏感。儿童铅中毒主要表现为注意力不集中、记忆力降低、缺乏自信、抑郁、淡漠或多动、强迫行为、学习能力和成绩低于同龄儿童等。环境铅暴露还可



引起儿童视觉运动反应时间延长、视觉辨别力下降、听力下降、听觉传导速度降低等。

我国《环境空气质量标准》中规定铅的季平均限值是 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年平均限值是 $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

5. 多环芳烃

大气中的多环芳烃化合物 (polycyclic aromatic hydrocarbon, PAH) 主要来源于各种含碳有机物的热解和不完全燃烧, 如煤、木柴、烟叶和石油产品的燃烧, 烹调油烟以及各种有机废物的焚烧等。大气中的大多数 PAH 吸附在颗粒物表面, 尤其是 $<5\mu\text{m}$ 的颗粒物上。PAH 中有强致癌性的多为四到七环的稠环化合物。由于苯并 (a) 芘是第一个被发现的环境化学致癌物, 而且致癌性很强, 故常作为 PAH 的代表。苯并 (a) 芘占大气中致癌性 PAH 的 $1\% \sim 20\%$, 流行病学研究显示, 肺癌的死亡率与空气中苯并 (a) 芘水平成正相关的。

我国《环境空气质量标准》(GB 3095—2012) 中规定苯并 (a) 芘的日平均限值是 $0.0025\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

三、室内空气污染与健康

室内主要是指居室内, 广义讲也包括办公室、会议室、教室、公共建筑物等。人的一生大部分时间是在居室内度过的, 占全部时间的 $60\% \sim 70\%$, 特别是老年和儿童时期在室内度过的时间更长; 室内空气污染往往比室外空气污染对人体健康的影响更严重。室外空气污染可影响室内空气污染。室内空气污染近年来受到越来越多的重视, 这是因为随着生活方式现代化和消费水平的提高, 室内污染物的来源和种类日趋增多, 而且室内污染物不易扩散, 使室内污染的程度往往比室外污染更严重, 因此可能对人体健康产生更直接、更严重的影响。

(一) 室内空气污染的主要来源

1. 燃料燃烧和烹饪

是指各种燃料的燃烧及烹调时食油和食物加热后的产物, 是室内空气污染的重要来源。燃烧的条件不同, 其产物成分也不同, 常见的污染物主要有 NO_x 、 CO 、 SO_2 、 CO_2 、烃类等。

2. 人类活动

人呼出气体中主要含有 CO_2 、水蒸气以及一些氨类化合物等内源性气态物质, 使空气中氧含量减少。人们谈话、咳嗽、打喷嚏时, 随着飞沫可排出呼吸道黏膜表面的病原微生物, 污染室内空气。如呼吸道传染病患者和带菌者都可将流感病毒、结核杆菌以及链球菌等病原体随飞沫喷出污染室内空气。吸烟更是一项重要的有害物质来源, 烟草烟雾中至少含有 3800 种成分, 其中致癌物不少于 44 种。另外, 家养的宠物活动同样是室内有害物质和致病微生物的重要来源。

3. 建筑和装饰材料

近年来, 大量的新化学物质被引入建筑材料以及室内装饰品和家具制品中, 若处理不当则可污染居室。例如, 泡沫塑料、油漆涂料等, 均可释放出残留的甲醛, 用于隔热、防火的板壁或管道的石棉建材, 可散布石棉纤维。

4. 家用化学品

由于昆虫杀灭剂、空气清新剂、除臭剂、清洁剂及美容化妆品等家用化学品中含有挥发性和非挥发性的有机和无机的有毒物质, 当用户贮存、使用、管理不当时, 或者由于居室温度变化等诸多因素, 均可造成家用化学品中的苯类、酚类及醛类等释放到居室空气中造成污染。

5. 室外大气污染

室外各种大气污染源排放的废气可通过门窗、孔隙或其他各种管道缝隙进入室内, 特别是



在工业污染区的住宅，其室内空气质量受大气污染的影响很大。夏季开窗季节，室外大气中的 SO_2 、 NO_x 、颗粒物及其他有毒污染物均可到达室内，有时室内浓度可高于室外。

（二）室内空气中主要污染物对健康的影响

1. 甲醛及其他挥发性有机化合物

室内装饰材料和装修过程中使用的大量有机溶剂是室内挥发性有机化合物的重要来源。甲醛是一种挥发性有机化合物，有强烈的刺激性，甲醛浓度达 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 即可引起眼睛红肿、畏光流泪、咽干发痒、喷嚏、咳嗽、气喘、胸闷及皮肤干燥发痒等；还可引起变态反应；遗传毒性：研究发现，甲醛能引起基因突变和染色体损伤。此外，常见的挥发性有机化合物还有苯、甲苯等，这些物质有臭味和一定的刺激性，主要损害中枢神经系统和消化系统，严重时甚至可损伤肝脏和造血系统，并可诱发变态反应等。其中苯不仅损害神经系统和造血系统，而且还可诱发癌症。

2. 烹调油烟

食用油加热时生成的一组混合性污染物，约有200余种成分。烹调油烟是肺癌的危险因素之一。研究表明，中国妇女肺癌发病率高，排除吸烟因素外，烹调油烟是其主要危险因素之一。油烟中致突变物来源于油脂中不饱和脂肪酸的高温氧化和聚合反应。油烟毒性与油的品种、加工技术等因素有关。

3. 二氧化碳

正常空气中 CO_2 的含量为 $0.03\% \sim 0.04\%$ 。室内 CO_2 主要来源于人体呼吸、燃料燃烧和动植物新陈代谢。当 CO_2 浓度 $<0.07\%$ 时，人体感觉良好；当 CO_2 浓度为 0.1% 时，个别敏感者有不舒适感；随着 CO_2 浓度的增加，人体的不舒适感越来越明显，甚至出现呼吸困难、脉搏加快、全身无力、肌肉抽搐甚至痉挛等症状；浓度达 30% 时可致死亡。 CO_2 升高时，往往同时伴有缺氧，是引起死亡的一个原因。

4. 燃烧产物

烟草及各种生活燃料燃烧后会产生多种多样的污染物，对人体产生危害的污染物主要有：①燃料所含杂质的污染，如氟、砷含量高的煤燃烧，造成室内空气和食品的氟、砷污染，引起氟中毒、砷中毒；②燃烧产物 SO_2 、 NO_x 可对机体皮肤、黏膜产生刺激作用；进入肺组织的颗粒物可引起肺通气功能下降、肺泡换气功能障碍；③烟草燃烧产物对机体呼吸、神经、循环、内分泌、生殖系统以及免疫功能均有明显的损伤作用。大量研究证明，吸烟是引起肺癌的主要原因，还可引起喉癌、咽癌、口腔癌、食道癌、肾癌、胰腺癌、膀胱癌以及子宫颈癌等。

5. 氡及其子体

居室的氡污染具有普遍性。一般来说，室内的氡若来自地基土壤，则氡的浓度随住房的层数升高而降低；若氡来自建筑材料，则室内氡浓度与层高无相关关系，而和与建筑材料的距离有关，在靠近建筑材料处氡的浓度较高。氡是一种放射性气体，进入机体后，衰变过程产生 α 、 β 、 γ 射线辐射，可对呼吸系统造成辐射损伤，诱发肺癌。

四、空气污染的预防与控制

（一）合理安排城镇功能分区

结合城乡规划卫生，合理进行城镇功能分区和全面设计布局是防止空气污染的根本措施。工厂是社区大气污染物的主要来源，工厂原则上应远离居民区，其位置应在社区主导风向的下风侧，保证生产性废气易于扩散，还应设置一定的卫生防护距离。



（二）改革工艺

用无毒或低毒原料代替毒性大的原料。生产过程尽量采用密闭化、自动化和管道化工艺，减少污染物的排出。控制燃煤污染，逐步以无烟燃料取代有烟燃料，以液体或气体燃料取代固体燃料，以减少煤烟和 SO_2 的排放。改造锅炉和炉灶，提高燃烧技术和效率，减少不完全燃烧产物的排出量。

（三）加强绿化

建立绿化带是行之有效的生物学防治措施。绿色植物除美化环境外，还具有调节气候、滤除和吸附灰尘、吸收大气中有害气体等功能。增加城市绿化面积（包括种树、栽花及植草等）可减轻城市的空气污染。

（四）贯彻执行大气卫生标准

大气卫生标准是大气中有害物质的法定最高限值，是防止大气污染、保护居民健康、评价大气污染程度、制定大气防护措施的法定依据。卫生监督部门要严格执行大气卫生标准，以保护人类健康。

第 二 节 水

一、水资源及水的卫生学意义

水是人类生活的重要环境因素之一，是地球上最丰富、最宝贵的资源。地球表面有 71% 被水覆盖，地球表层水体构成了水圈，包括海洋、河流、湖泊、沼泽、冰川、积雪、地下水 and 大气中的水。海洋里的水是咸水，不能被直接饮用。地球上水的总储量为 138.6 亿 m^3 ，其中淡水只占 25.3%；而与人类生活最密切的湖泊、河流和浅层地下的淡水仅占淡水总储量的 0.31%。目前世界水的供应正面临严重风险，防治污染、保护和合理利用水资源、节约用水是世界各国共同关心的问题。

（一）水与健康的关系

水是生命的源泉，人对水的需要仅次于氧气。人如果不摄入某一种维生素或矿物质，也许还能继续活几周或带病活上若干年，但人如果没有水，却只能活几天。水是人体的重要组成成分。水占体重的比例，成年人为 65%，胎儿可达 90%。水是主要的营养素之一，水中矿物盐也是人体所需的物质。人体内几乎所有的生化过程与生理活动（如体温调节、营养输送、废物排泄等）都需要水的参加，成年人每日对水的生理需要量为 2~3L。此外，人们的日常生活也离不开水。

（二）生活饮用水的基本卫生要求

提供质优量足的生活饮用水，不仅能满足人们的生理需要，对预防各种健康损害及疾病，提高人群健康水平都有重要的意义。安全的生活饮用水应符合以下 4 项基本卫生要求。

1. 流行病学上安全

饮用水不得含有病原微生物和寄生虫虫卵，以防止介水传染病的发生和传播。

2. 化学组成对人体无害

饮用水中应含有适量的人体必需的微量元素。有毒、有害化学物质及放射性物质的含量应



控制在安全限值以内，以防止对人体造成急、慢性中毒和任何潜在的远期危害。

3. 感官性状良好

饮用水应透明、无色、无臭、无异味，且无任何肉眼可见物，这才能让人们乐意饮用。

4. 水量充足、取用方便

供水应取用便利，水量应能满足居民饮用、食品加工、个人卫生、洗涤清扫等方面总的需
求。据学者的研究，满足这些最基本需求的总用水量为每人每日 50L。

二、水体污染与水中主要污染物

水体污染主要是指由于人类活动排放的污染物进入水体，超过了水体本身的净化能力，从而对人类的生活和健康、对其他动植物的生长和寿命产生直接和间接危害的现象。

水体污染按来源可分为两类，即自然污染和人为污染。早期的水体污染主要是自然因素造成的。如地面水疏漏和地下水流动将地层中某些矿物质溶解，使水中某些化学物质的含量升高，致使水质恶化。当前对水体危害较大的是人为污染，主要是工业废水和生活废水所致。水体污染物主要分为物理性、化学性和生物性三大类。物理性污染物主要是悬浮物质、高温废水和放射性物质；化学性污染物最复杂，主要有无机物如铅、汞、铬、铜、砷、硒、氰化物、氟化物、氮和磷、硫化物、亚硝酸盐等，有机物如碳水化合物、蛋白质、脂肪、农药、有机含氮化合物、酚类化合物、苯类化合物，目前石油对水体的污染也比较严重；生物性污染物指废水中的致病微生物及其他有害的生物体，主要包括病毒、病菌、寄生虫虫卵等各种致病生物体。

三、水体污染引起的健康危害

水体污染使水质受到损害，破坏水体原有的性质和用途，危害人体健康。水污染对人体健康的影响主要有以下几个方面。

（一）急、慢性中毒

水体受化学有毒物质污染后，通过饮水或食物链会造成人体中毒，如甲基汞中毒、镉中毒、砷中毒、铬中毒、氰化物中毒、农药中毒、多氯联苯中毒等。这些急、慢性中毒是水污染对人体健康危害的主要方面。

（二）“三致作用”

目前，全球水体已鉴别出有机化合物 2000 多种，其中有大量致癌、致畸、致突变物，如多环芳烃、亚硝胺、五氯酚钠、甲醛、苯、砷、铅等。居民长期接触和饮用致癌、致突变的污染水，可增加人群的癌症发病率和死亡率。如饮用水中存在氯化有机物，可使消化系统和泌尿系统的癌症死亡率增加。砷浓度过高的饮用水使皮肤癌发病率上升。

（三）引起以水为媒介的传染病

人畜粪便等生物性污染物污染水体，可能引起细菌性肠道传染病如伤寒、副伤寒、痢疾、肠炎、霍乱等。某些寄生虫病如阿米巴痢疾、血吸虫病、钩端螺旋体病等，也可通过水传播。

（四）其他

水体污染后，常可引起水的感官性状恶化。如某些污染物在一般浓度下，对人的健康虽无直接危害，但可使水产生异臭、异味、异色、泡沫和油膜等，引起水的感官性状恶化，妨碍水体的正常利用。铜、锌、镍等物质在一定浓度下能抑制微生物的生长和繁殖，从而影响水中有机物的分解和生物氧化，使水体的天然自净能力受到抑制，影响水体的卫生状况。如赤潮是浮



游生物异常繁殖使海水变色的现象。

四、生活饮用水卫生标准简介

生活饮用水卫生标准是与其基本卫生要求为原则规定的水质检验与评价的具体要求。它是供水部门的产品质量标准，也是卫生部门开展饮水卫生工作、评价饮用水水质的主要依据。我国的《生活饮用水卫生标准》为强制标准。标准要求生活饮用水中不得含有病原微生物，其中的化学物质和放射性物质不得危害人体健康，感官性状良好，且必须经过消毒处理。标准规定了106项水质检验指标，分为42项常规指标和64项非常规指标。这些指标分为微生物指标、毒理学指标、感官性状和一般化学指标、放射性指标四大类。

1. 微生物指标

(1) 细菌总数。细菌总数是指1mL水样在普通琼脂培养基上，于37℃培养24h所生长的细菌菌落总数，以菌落形成单位(colony-forming units, CFU)表示。主要用以评价水质清洁程度和考核水质净化效果，细菌总数越多说明水污染越严重。标准规定每毫升水细菌菌落总数不超过100 CFU。

(2) 总大肠菌群与耐热大肠菌群、大肠埃希菌。标准规定在任意的100mL水样中均不得检出总大肠杆菌，当水样检出总大肠菌群时，应进一步检验耐热大肠菌群或大肠埃希菌；水样未检出总大肠菌群，不必检验耐热大肠菌群或大肠埃希菌。大肠埃希菌可作为粪便污染的指示菌，如检出则表明饮水已被粪便污染。

(3) 游离性余氯。余氯的作用是保证持续杀菌。集中式给水管网末梢水的游离性余氯，还可作为预示有无再次污染的信号，但如果余氯量超标，可能会加重水中酚和其他有机物产生的异味，还有可能生成氯仿等有致突变、致畸及致癌作用的有机氯代物。因此，水质标准对管网末梢水的游离性余氯也做了相应规定。

2. 毒理学指标

(1) 氟化物。适量的氟可预防龋齿发生，水中氟量过低龋齿发病率增加，而长期饮用氟水可引起氟斑牙。综合考虑，氟含量定为不超过1.0mg/L。

(2) 砷、镉、铬、铅、汞、硒、氰化物、硝酸盐。此类物质多具有明显毒性。水中此类物质含量高且长期饮用可造成明显健康损害，故标准规定了最高容许限量值。

(3) 三氯甲烷、四氯化碳、溴酸盐、甲醛、亚氯酸盐、氯酸盐。近年来，饮水消毒过程中副产物的产生及其对人类健康的可能影响得到广泛的重视。标准分别确定了其上限值。

3. 感官性状和一般化学指标

(1) 色、浑浊度、异臭和异味、肉眼可见物。经过常规净化处理后的水，一般色度不超过15度时为无色，故标准规定色度不超过15度。水的浑浊度高将影响消毒效果。规定水浑浊度应低于1度，特殊情况下不超过3度。异臭、异味、肉眼可见物会引起人们厌恶而使其难以接受，更重要的是表明水已被污染。故规定水无异臭异味，无肉眼可见物。

(2) pH值。天然水pH值多在7.2~8.5。酸性水可腐蚀输水管道影响水质，碱性水会降低加氯消毒的效果。水的pH值在6.5~9.5范围内不致影响人的饮用和健康。标准规定饮用水的pH值在6.5~8.5。

(3) 总硬度。总硬度是指水中钙、镁盐的总量，以CaCO₃的质量浓度(mg/L)表示。硬度的突然变动往往可提示水质污染。水的硬度过高促使水垢形成，对皮肤有刺激性，可引起胃肠暂时性功能紊乱，故规定总硬度不超过450mg/L。