

环境污染与人体健康关系 学术报告汇编

(一)

山东省卫生防疫站

山东省环境卫生监测站

一九八〇年二月

说 明

为提高各级卫生防疫站和环境卫生监测站专业人员的环境医学基础理论水平和业务技术能力，中华医学会山东分会、山东省卫生防疫站、山东省环境卫生监测站，于一九七九年十月份联合举办了“环境污染与人体健康关系”学术报告会。

会上聘请了全国有关的科研、医学院校和卫生防疫系统等单位十五位专家、教授，讲授了十九个与环境医学相关联的专题报告，现将报告内容分类汇编成叁册，供环境卫生监测专业人员工作中参考。

目 录

环境污染与健康·····	上海医学院卫生系	朱惠刚(1)
噪声的危害·····	北京市卫生防疫站	张家志(55)
环境与癌·····	上海肿瘤研究所	蒋栋良(79)
应用流行病学方法研究环境污染对人体健康影响的几个问题 ·····	中国医学科学院卫生研究所	何兴舟(106)
环境毒理学·····	武汉医学院卫生系	刘毓谷(121)
对废气排放标准制定原则和方法的探讨·····	中国医学科学院卫生研究所	钮式如(183)
有关环境卫生标准的几个问题·····	中国医学科学院卫生研究所	李 铨(192)
工业企业建厂环境质量的预先评价·····	上海市卫生防疫站	史济德(212)
偏态分布数据的统计处理方法·····	中国医学科学院卫生研究所	田风调(218)
质量控制在医学工作中的应用·····	中国医学科学院卫生研究所	田风调(232)
环境保护和微生物·····	中国科学院微生物研究所	杨惠芳(254)

环境污染与健康

上海医学院卫生系 朱惠刚

环境污染与健康亦称为环境医学,是研究大气、水、土壤、食物等环境因素与人群健康关系的学科。当今世界普遍工业化造成城市数量激增、“三废”公害严重,因此,它的重点是研究环境污染与人群健康的关系。亦即研究环境性疾病在不同时间,空间与人间的分布,由于外界环境因素的作用不等,因此疾病频率(发病率、患病率、死亡率等)显示出差异。疾病频率的这种分布差异,反映了外界环境致病因素的作用。环境医学通过流行病学调查搞清疾病频率分布、分析影响分布的因素,从中探索环境污染对人群健康影响关系;并阐明这种影响的发生原因、发展规律,从而判断影响动态,预测未来的趋势。并通过实验室研究进一步搞清环境污染对机体作用途径,在体内转归和作用机制,从而确定安全浓度。综合上述调查研究,拟订合理的预防对策,为保护人民健康作出最大贡献。

人类和其他生物生存的环境称之为生物圈,根据目前的认识,其界限是在海平面以下深度约十一公里,海平面以上十几公里的范围内。生物圈是地球上生命活动的主要舞台。生物圈通常由气圈、水圈和岩石圈所组成。气圈是指地球外围的一层空气,其范围大致在地球表面以上一千九百公里高度以内,再往上就是宇宙空间了,空气总重量约六千万亿吨,但空气总重量的95%集中在地球表面以上十二公里范围内。气圈与人类健康至关重要。水圈占地球表面的70%,总水量约为1360000千立方公里,但分布却很不均匀,97.2%的水存在海洋中,2.15%存在于冰山,地下水占0.625%,地面水仅有0.017%,水蒸汽为0.001%,由此可见,淡水是人类宝贵的资源。岩石圈表面的土壤层与人类关系非常密切,它提供了人类赖以生存的食物和微量元素,它控制着我们人类和大地上各种动物的生存,若没有土壤,陆地植物不能生长;而没有植物,动物就无法生活。并且土壤是人类一个很好废物天然处理场所。在生物圈中,生物、空气、土壤、水之间在太阳能参与下,形成了一个封闭性大循环,人类从生物圈中得到生长、发育、繁殖所必需的化学元素;并在维持我们生命的过程中,再把这些物质送回到环境中去。生物生存有赖于这个循环的完整性。

从原始生命出现到现在大约经历了三十多亿年,而原始人类的出现大约是在三百万到五百万年前,人类文明史只有几千年。由此可见,人类在自然环境中生存、生活和发展,人类的一切活动都离不开环境这个舞台。生命的起源,生物的进化,人类的历史都是赖以生存的环境——地球的起源、演变和发展分不开的,生物和人类都是地球演化至一定阶段的必然产物。环境演化与生物进化相互关系的一个突出例子是大气中氧气演化,现在几乎一致肯定原始大气圈是无氧的,表1是太古时代与现代空气组成比较。

表 1

主要空气成份的比较

	太古的空气	现在的空气
CO ₂	93~97%	0.03%
N ₂	2~5%	78.09%
O ₂	0.4%以下	20.95%

人类在改造环境征服自然的历史进程中,特别是二十世纪以来,以空前的速度发展,建立了现代的物质文明,但同时造成了对环境污染。所谓环境污染是指“由于人类各种活动向环境中排放各种有害物质,其数量,浓度和持续时间,使一些地区多数居民的身体和精神状态以及财产等方面直接或间接受到恶劣影响,或在很大区域内妨害人和动植物的生活,使公共卫生处于恶化状态”。过去人类为了生存而获得的适应性,正日益受到环境污染的挑战,现代疾病可以认为是人类对迅速改变污染环境适应性的失败,过去主要通过改进对传染病的预防和处理,使人群健康状况有了显著改善,例如我国平均期望寿命在1937年为38岁(南京市),目前已上升到七十几岁了。我国人口死亡率解放初为20‰,目前已降至5.2‰,情况较以前产生了变化,在当代我们所遇到的很多疾病死亡率是环境因素起了重要作用,如表2所示:

表 2

死 因 比 较

顺 序	中 国				美 国			
	1953年		1973年		1900年		1974年	
	死 因	%	死 因	%	死 因	%	死 因	%
1	肺结核	14.8	恶性肿瘤	28.4	流感和肺炎	18.3	心脏病	45.6
2	麻疹	14.0	脑溢血	19.4	肺结核	17.6	恶性肿瘤	20.6
3	脑溢血	13.1	心脏病	16.8	胃肠炎	12.9	脑血管疾病	12.8
4	心脏病	9.9	呼吸系疾病	12.0	心脏病	12.4	外伤	6.9
5	恶性肿瘤	9.4	消化系疾病	6.4	脑血管病	9.7	流感和肺炎	3.5
6	肺炎	8.8	外伤	5.1	慢性肾炎	7.4	新生儿某些疾病	2.5
7	老衰	8.5	肺结核	3.94	车祸	6.6	糖尿病	2.3
8	脑膜结核	7.6	神经系	3.88	癌症	5.8	肝硬化	2.0
9	肾脏病	7.4	肾脏病	2.48	婴儿早期疾病	5.6	一般动脉硬化	1.95
10	呼吸系疾病	6.5	风湿病	1.6	白喉	3.7	气管炎	
							肺气肿	
							哮喘	1.85

从表2死亡率统计数字中可以看出,1953年全国解放不久,我国处于经济恢复时期,在死因中以传染病为主的死亡率占67.6%,时隔20年我国社会主义建设有了迅速发展,环境因素起主要作用的疾病,如癌、脑溢血、心脏病、外伤等大大上升占69.7%,

在工业高度发达的美国，环境因素起重要作用的死因超过90%。由此可见，人类健康正在受到日益严重的环境污染影响，人们迫切要求医学界来探讨环境科学中的污染与健康问题。于是产生出一门新兴的科学——环境医学，因此，环境医学既是环境科学的一个重要组成部分，又是医学的一个新的分支。联合国世界卫生组织宪章对健康所下定义是：“一个完整的身体的精神的和社会的幸福状态，而不仅是没有疾病和虚弱”。根据这个定义，人群健康状况的改善，只有通过预防措施才能达到，当代环境问题的控制将是疾病预防的一个重要部分，环境医学的产生，将有助于人类更加有目的地、有计划地、有预见地来改造，支配和控制环境，创造出人类生存更美好的幸福环境。

第一章 环境污染物来源

随着人类社会的发展，环境污染物种类也发生着很大变化，工业“三废”污染物在各个历史时期有着不同的内容，例如，在产业革命时期以煤烟、SO₂造成大气污染和矿冶，制碱造成的水质污染为主；到本世纪20年代至40年代增加了石油和石油产品带来的污染，从本世纪50年代到现在出现了新的污染物，如农药有机合成物质和放射性物质等。“三废”来源很多，现将主要来源归纳如下：

1. 能源利用：

人类生产、生活一刻离不开能源，能源的利用离不开烟囱冒烟，习以为常的冒烟，对人类健康关系重大。目前，人类主要能源来源是煤和油，燃烧过程中可以放出威胁人类健康的灰分和硫，如表3和表4是各种煤和其它燃料中含灰分和硫的百分比。

表3 我国部分煤中灰分和硫的含量

产 地	灰 分 (%)	硫 (%)	产 地	灰 分 (%)	硫 (%)
开滦	25.06	1.34	本溪	28.41	3.48
峰峰	18.88	0.55	埠新	19.43	0.94
阳泉	14.64	0.43	北票	28.90	0.26
大同	11.04	1.09	通化	29.02	1.09
抚顺	16.64	0.48	鸡西	23.90	0.40
鹤岗	21.91	0.19	焦作	18.50	2.32
蛟河	30.66	0.66	萍乡	25.35	0.51
淮南	20.32	1.17	资兴	27.97	0.53
淄博	15.06	4.97	阿干镇	12.31	1.33
贾汪	21.42	0.69			

表 4

各种燃料中灰分和硫的含量

种 类	灰 分 (%)	硫 (%)
煤	5—35	0.7—5.5
重 油	0.1—0.51	0.1—3.5
片 岩	40—66	1.2—5.5
泥 炭	2.4—29	0.1—27
木 柴	0.3—2	—

煤在燃烧时，所含硫化物约10%不能燃烧，与灰烬同留于炉底，其余约90%的硫，当燃烧时即与空气中氧化合成 SO_2 气体与烟一起排入大气。

煤中灰分在燃烧时一部分留存炉底，一部分通过烟囱排入大气，在使用块煤时，向大气中排出的分散性灰分为总灰分的10—30%，粉煤约为30—60%。

此外，还产生一些其他有害物质，如氮在高温下和氧化合的结果产生二氧化氮，由于燃烧不完全能产生一氧化碳和多环芳香族碳氢化合物。

机动车辆是环境污染的另一个重要污染源。汽车排出的污染物质主要有一氧化碳、氮氧化物、碳氢化合物和铅化合物等。这些物质引起的环境污染是资本主义国家七十年代最严重的公害之一。例如，美国公害约有60%来自汽车废气。据实验资料，当汽车车速为48—80公里/小时，每小时通过废气约排出氮氧化物0.07—0.26公斤，排出一氧化碳0.92—1.80公斤，排出碳氢化合物0.05—0.40公斤（包括具有致癌活性的芳香族碳氢化合物）。此外，全世界约有80万吨用于合成四乙基铅作汽油防爆剂、这些铅随汽车废气排入大气，污染环境；每消耗一公斤汽油，排出烟尘（70%粒子在0.02—0.06微米）200—300毫克。

汽车排出废气能在城市上空聚积，经（阳光中的紫外线）照射后能产生臭氧、二氧化氮，乙醛和过氧乙酰基硝酸酯等刺激性化合物的浅蓝色光化学烟雾。这种光化学烟雾在美国洛杉矶，日本东京等一些大城市，一到夏秋季节经常出现。

2. 资源利用

在工业生产过程中，资源的一部分转化成人们需要的产品，一部分却转化成为“废物”和“害物”，成为污染环境的一个主要来源，它是和工厂企业的性质，工业生产的规模，生产中所采用的原料，产品的品种和数量，原料的利用方式和产品的生产过程直接有关。到目前为止，仅是世界上的各种化学试剂产品已达一万种以上，如果说煤和石油等能源的大规模利用，扩大了污染的程度和影响范围，则各种资源的开发和大规模利用，主要是扩大了污染物的品种和数量，表5是主要工业系统产生废气的量。

表 5

一吨原料产生废气量

工业种类	废 气 物	废气量(公斤)
炼 油	二氧化硫、硫化氢、氨 一氧化碳、碳化氢、硫醇	25—150
化 工	二氧化硫、氨、一氧化碳、酸 溶煤、有机物、硫化物	50—200
冶 金	有机物、氟化物、二氧化硫、一氧化碳	50—200
采 矿 (石矿处理加工)	二氧化硫、一氧化碳、氟化物、有机物	100—300

至于在工业生产过程中，产生的工业废水更是水量大，成分复杂，如表 6 所示，人们对工业生产中所产生的污染物数量和种类将随着人类生产和科学的不断发展，在这方面认识范围将不断扩大。

表 6

工业废水中主要有害物质及其来源

有 害 物 质	主 要 来 源
汞	化工(用汞作催化剂)、电解食盐(用汞作电极)、含汞农药、制造汞化合物，用汞计量仪表、冶炼
铅	颜料、涂料、铅蓄电池、有色金属矿山与冶炼
铬	电镀、制革、颜料、催化剂、冶炼
镉	锌矿、炼锌、电镀
铜	有色金属矿山与冶炼、电镀、化工(作催化剂)
锌	有色金属矿山与冶炼、电镀
镍	电镀、冶金
钒	化工(作催化剂)染料、冶炼
砷	含砷农药、焦化、磷肥、染料、冶炼
硒	半导体材料、制药、冶炼
氰化物	煤气制造、焦化、炼油、化工、丙烯腈合成、有机玻璃制造、金属处理、电镀
氟化物	磷肥、炼铝、氟矿、烟气净化、玻璃生产
硫化物	炼油、造纸、染料、印染、制革、粘胶纤维生产
亚硫酸盐	纸浆生产、粘胶纤维生产
活性氯	造纸、农药、织物漂白、氯碱厂
氨	煤气制造、焦化、化工
苯	化工、橡胶、颜料
氯 苯	农药厂
硝基苯	染料、炸药生产

续表 6

有害物 质	主 要 来 源
酚	煤气制造、焦化、炼油、化工、塑料、染料、木材防腐
吡 啶	焦化、煤气制造、制药、化工
醛	合成树脂、制药、染料
油	炼油厂（石油）、机械工业（机油）、选矿厂（煤油）、食品厂（油脂）
酸	化工、矿山、电镀、金属酸洗、
碱	造纸、化纤、制碱、印染、制革、电镀、化工
合成洗涤剂	印染、洗涤剂生产
聚氯联苯	电器工业、合成橡胶、塑料
有机氯农药	农药厂、
有机磷农药	农药厂、
致癌物质	含焦油废水
放射性物质	原子能发电站、生产和应用放射性物质的机构
病原微生物	制革、洗毛、屠宰

3. 新化学物质合成：

随着科学技术的发展，人们还创造了新的地球上从来没有的物质。根据美国报导，目前工业上所使用的毒性化学物质已增至12000种，目前每年大约以500种新化学物质增长速度，不断地加到人类生活环境中去。石油化工三大合成（合成塑料、合成纤维、合成橡胶）生产过程中能产生含有乙腈（ CH_3CN ），丙烯腈（ CH_2CHCN ）、丙烯醛（ $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ ）等有毒物质的废气和废水。

合成化学农药又是环境污染物的一个重要来源。目前，全世界化学农药的品种已增加到500种以上，年产量达150—200万吨。美国是使用化学农药数量最多的国家，1950年的使用量为10.4万吨，1969年增加到31.6万吨。日本是在单位面积上使用化学农药最多的国家，但后来各国相继发现，由农药残毒造成的污染也是十分严重的。目前，造成环境污染的农药主要是有机氯（666、DDT）和含汞等重金属制剂。

有机氯农药主要是DDT、六六六，毒杀芬等，由于具有化学稳定性，长期和大量使用的结果，造成对环境的严重污染。例如DDT在土壤中消失95%的时间需要十年，因此，它可以在环境中流转而不身消失，有机氯农药有生物浓缩作用，更加重了其危害性。如DDT从农田流入河湖时，河水中的含量只有十亿分之零点零零三，经浮游生物吸收后，就富集了一万三千倍，小鱼吞食这些浮游生物，体内DDT含量富集了17万倍，大鱼又捕食小鱼，体内DDT含量增加66万倍，水鸟吞食了这些鱼类体内的DDT含量可富集到原来河水含量的833万倍，这种生物学的富集作用，使DDT等有机氯农药通过食物链增加了对人类的危害性。

有机汞等重金属农药，由于这些元素本身对高等动物具有剧毒，因此，大量使用时，造成对环境的污染，引起人体中毒，而且在环境中残留时间也很长，其半衰期可达10—30年。而且也有生物浓缩作用。我国从一九七二年起已禁止使用有机汞农药。

第二章 环境污染物的转归与自净

人工发生源排入环境的污染物质，并不总是长期停留在那里。根据各种污染物质所具有的化学和物理性质的不同，快者数小时后或在更短的时间内便变质，或从环境中消失，而慢者排入环境后，可滞留达一百年左右，如表7所示。

表7 某些环境污染物在环境滞留时间

污 染 物	SO ₂	CO	CO ₂	臭 氧	甲 烷	有机氯	有机汞
平均滞留时间	5 日	2—3 年	5—10 年	约 2 年	约100年	约10年多	约几十年

环境中越是不易消除的物质，越容易随气流和水流在全球范围内扩散，或在生物体内和环境中蓄积。但是，污染物在环境中的转归机理是非常复杂的。

1. 物理性转归：

(1) 稀释作用：

排出污染物仅仅依靠自然界的自净能力进行稀释扩散，这种自净作用是有限的，这往往发生在不易分解的无机毒物中。

(2) 沉降作用：

进入环境的悬浮性颗粒物质，在重力作用下可逐渐下沉，悬浮物的比重越大、颗粒愈粗，则越易在环境中下降；同时，水体和气体的流速愈缓慢、沉降作用愈显著。沉降于水底的污染物可积存于淤泥中，并可重新进入水体，引起二次污染。

2. 化学性转归：

(1) 中和作用：

环境中存在的一些酸性和碱性物质，相遇后可发生中和作用，如天然水中常含有长石、粘土等硅酸盐矿物和灰石微粒，以及溶解的二氧化碳和混悬的二氧化矽，使得大量的酸性或碱性废水排入水体时得以中和。此外，酸性污染物和碱性污染物相互之间也可以发生中和作用。

(2) 氧化还原反应：

有些污染物在环境中能相互起作用，如向大气中排放二氧化硫能逐渐被氧化成硫酸。

(3) 光化学反应：

汽车排出废气能在城市上空积聚，经阳光中紫外线照射后，发生光化学反应，产生二次污染物—浅蓝色的光化学烟雾。

3. 生物学转归：

(1) 生物性分解：

生活污水和工业废水中的有机物，在地面水中将进行需氧和厌氧的分解，参加分解的有水栖细菌、真菌、藻类及许多单细胞或多细胞的低等生物。在需氧分解过程中，有机物含有的硫、磷氮和碳等化合物被分解为各种盐类和二氧化碳等无机物，它们是稳定而无臭的物质；在厌氧分解过程中，它的产物是甲烷、氨、硫化物等化合物，这些产物都有臭味而且不稳定，在氧作用下，还能继续分解。

(2)生物学转化：

某些污染物进入环境后，可通过微生物的作用使物质转化，例如：排入水体的无机汞向有机汞转化，即汞的甲基化就是突出的例子。

(3)生物富集作用：

某些污染物在水体中被水生生物吸收后，可在生物体组织中不断蓄积而浓集，又可通过食物链的传递，生物体组织内的污染物浓度又逐级提高，由于生物富集的结果，可使生物体内污染物浓度较水中原有浓度提高几倍到几十万倍。

(4)植物吸附作用：

绿色植物具有吸收有害气体的作用，例如，一公顷柳杉林每年可吸收 SO_2 720公斤。

环境污染物在环境中物理、化学和生物学三方面的转归，它们经常同时发生，又互相联系，结成一个非常复杂的系统。

第三章 环境污染对人体影响的特点

1.作用对象广泛性：

环境医学研究的对象是群体居民，而不是从事某一特定职业的人群，在群体居民中包括老、幼、病、弱等敏感人群。

2.低剂量长期性：

环境污染物对人体影响往往是在低剂量，反复长期（甚至终生）接触情况下对敏感人群（不单指健康人群）所可能造成的慢性危害；而这种低剂量的接触，在短期内常不易找出“剂量—反应”的生物学效应。并且污染物在体内可以持续性蓄积，对机体产生一些远期影响。

3.作用多样性：

环境中各种不同的污染物质存在，但是它们各有其不同的生物学影响。例如， SO_2 对上呼吸道产生刺激作用，CO主要同血红蛋白结合而影响氧的运送能力，等等。

4.复合的影响因素——联合作用：

环境中各种各样污染物质同时作用于人，所以考虑环境污染与人体健康关系时，考虑复合的影响，较之强调单个物质的作用更为合乎实际。污染物所产生的联合作用类型有相加作用，假定每项毒物的毒理作用相似，它们对机体的毒性，可以简单相加；独立联合作用，毒物的作用是独立的，它们作用途径和方式不同，因而产生的影响互不关联，协同作用，当两项毒物联合作用时，一个毒物可以加强另一个毒物的毒性，而且大大超过简单相加毒性，例如伦敦烟雾事件；另一个为拮抗作用，它可以减弱污染物的毒性。

5. 研究目标长远性:

环境医学所研究的长远目标,也不仅仅局限于保障“无害”或防止“慢性中毒”,而需致力于如何保障居民健康,延长寿命,为创造合理环境提供科学依据。

第四章 环境污染与健康

第一节 引起急性中毒和死亡

资本主义国家发展到本世纪中叶,由于人类环境遭到“三废”严重污染,各种急性中毒和死亡事件层出不穷,引起广大人民强烈不满。

从1873年到1972年,有时间、地点、记载的因环境污染受害和死亡人数较大的就有52起,据日本大阪一个市从1954~1964的十年间,有记载的环境污染事件就有2682起,日本官方报导1970年一年中法院受理的公害诉讼案件共60000多件。

在资本主义国家这些急性中毒事件,有的持续了几十年,例如英国伦敦烟雾事件,从1873~1962年的90年中,曾发生过8次严重大气污染事件,引起人群急性中毒,共死亡了8000余人。1952年12月5日到9日是最严重的一次烟雾事件,当时逆温层在60~150米的低空,因此,从家庭和工厂的烟囱里排出的烟尘和 SO_2 等污染物被逆温层封盖而滞留在下面,地面空气中污染物浓度不断增积,飘尘浓度最高达 $4.46\text{mg}/\text{m}^3$, SO_2 最高浓度达到 $3.8\text{mg}/\text{m}^3$,超过卫生标准($0.15\text{mg}/\text{m}^3$)近30倍,中毒症状特点是:在浓雾初期伦敦市民感到胸闷、咳嗽、喉痛、呕吐、呼吸困难,因缺氧血管呈暗紫色,进而发烧、心音不全,浓雾中后期死亡率急剧上升,支气管炎死亡率最高,其次是肺炎、肺结核以及其它呼吸道疾病和循环系疾病。在烟雾严重时,甚至有突然昏迷死亡病例。据病理解剖,烟雾中死亡多属急性阻塞性换气不全,造成急性缺氧或引起心脏病恶化所致。

为了弄清烟雾事件真象,现在我们来分析一下烟雾事件主要有害物质飘尘和 SO_2 的毒性及其引起致死原因:

飘尘是直径小于10微米的灰尘,大部分比细菌还小,它可以几小时甚至几年飘浮在空中,大于10微米的灰尘很快就降落地面的叫降尘。其中大于5微米的粒子能被鼻毛和呼吸道粘膜纤毛粘附排除,小于0.5微米的粒子能被粘附在上呼吸道表面随痰排除,而只有0.5~5微米之间的飘尘,可直接到达肺泡而沉积,对肺组织产生作用,并能进入血液循环送到全身各个器官。根据调查资料,当飘尘浓度 $100\text{mg}/\text{m}^3$ (全年24小时平均值)时,慢性支气管炎等非传染性呼吸道疾病增加;幼儿气管不畅,呼吸紧张。当飘尘浓度 $150\text{mg}/\text{m}^3$ (全年24小时平均值)时,病患、体弱者、老人死亡率增加,视程不到8公里飞机飞行困难。

二氧化硫是具有辛辣刺激味的无色气体,其毒性作用如表8所示。

根据上述资料,伦敦的 SO_2 和飘尘的浓度都不足以引起急性中毒死亡,但实际上却引起了大量的人急性中毒而死,有人把英国伦敦和纽约的大气污染物中 SO_2 、飘尘浓度同死亡数做了统计分析,求得其间相关非常密切,相关系数 r 为0.98,并得出下列相关公式:

表 8

二氧化硫的毒性作用

二氧化硫的浓度 (mg/m^3)		毒 性 作 用
急性 毒性	1.62~2.6	敏感人嗅觉阈
	20	对人引起明显刺激，急性作用阈
	60	强烈刺激鼻部，有喷嚏、咳嗽，能忍受半小时
	400~500	引起人严重急性中毒死亡
慢 性 毒 性	5.23 ± 0.52	肺部轻度类支气管炎样变化，肝细胞浊肿，眼角膜刺激性炎症
	2.5 ± 0.31	出现上述类似病变
	1.09 ± 0.19	动物角膜未出现特异性变化，已低于慢性刺激作用阈，实验动物（猴子）电刺激阈值下降，反应量增大，肝脏出现涉及几个肝细胞范围的少数局灶性坏死，肝脏出现轻微的局灶性间质性肺炎。

$$D = 0.6SP$$

式中：S— SO_2 浓度（PPm）

P—飘尘浓度（ mg/m^3 ） D—死亡人数

SO_2 和飘尘一起所以对人产生相乘的毒性作用，因为飘尘中含有铁、锰等金属是 SO_2 氧化成硫酸的最好触媒，这种硫酸烟雾的毒性比 SO_2 大10倍， SO_2 氧化产生的硫酸又以飘尘为核心，附着在飘尘上，进入人的呼吸系统后容易粘附在人体肺部细胞上，产生强烈刺激症状，引起支气管反射性痉挛、重者窒息而死。

SO_2 和飘尘以何者为主？表9列出了伦敦两次烟雾事件特点。

表 9

伦敦两次烟雾事件特点

	1952年	1962年
死亡人数	4000人	750 人
烟雾延续时间	4 天	4 天
飘尘最高浓度	$4.46 \text{ mg}/\text{m}^3$	$2.8 \text{ mg}/\text{m}^3$
SO_2 最高浓度	$3.87 \text{ mg}/\text{m}^3$	$4.1 \text{ mg}/\text{m}^3$
气象条件	两项基本相同	

从上表可看出，1952年飘尘浓度比1962年约高一倍，但1962年的 SO_2 浓度却比1952年稍高，但死亡人数反而少80%以上，这说明造成伦敦急性中毒事故的“主犯”是飘尘，而 SO_2 是最大的帮凶。近十年来，英国医学界对城市居民早晨的痰量进行调查，经统计分析得出如下结果：1959年飘尘浓度 $0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，痰量30毫升，1965年飘尘浓度 $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，痰量14毫升；1965年 SO_2 浓度反而较过去升高，这进一步说明烟

气中飘尘对人体伤害是起主导作用。因此，英国决定把大气污染净化重点放在除尘上。

第二节 慢性中毒危害

环境中有害物质低浓度长期反复对机体作用，能引起机体慢性中毒，日本三大公害病：水俣病、骨痛病、四日市喘息病就是典型的慢性中毒病例。

①水俣病：

首先在日本熊本县水俣市发生故名水俣病。水俣市共有居民一万多人，但已有558人患了水俣病，72人死亡，患者症状皮肤麻木，听觉失灵，视野缩小，语言不清，面部表情痴呆，不能辨认亲人，继之神经失常，运动失调，全身痉挛，不能饮食，瘫痪昏迷，直至死亡。患者发汞含量高达60~1000PPM。尸检结果见表10。

表10 17例水俣病尸体含汞统计（平均值：PPM）

	肝	肾	脑
水俣病尸检	28.2	47.7	8
15例对照尸检	0~2	0~3	0~0.5

水俣市有一个新日本氮肥公司乙醛车间，每生产一吨乙醛用汞一公斤，生产过程排出的废水中含汞达10~20PPM，从该厂生产以来约200吨汞随污水排入水俣市河中，当地鱼体中含汞1959年为20~30PPM，1961年为20~60PPM，而汞在鱼体内可转化成甲基汞。当地居民长期捕鱼为食，饮用受汞污染河水，经十年左右，便引起慢性汞中毒，发展成为水俣病患者。动物试验证实：猫的饲料中每天加入1~2mg甲基汞，在白鼠每天饲料中加0.5mg甲基汞，都是30天即发病，兔子每天饲料中加30mg，十天即发病，进一步证明水俣病病因是甲基汞。

②骨痛病：

发生在日本富山县神通河流域的骨痛病是由镉引起的又一种公害病。患者起初是大腿肌肉痛、腰痛，以后发展到全身各处疼痛；患者呈特殊体型，身体缩短，严重者可缩短20~30Cm；此病患者有多发性骨折，最多者全身达72处，最后因极度的运动不足，进行性营养不良，全身衰竭而死。现已查明，该病系由神通河上游，生产铅和锌的神通矿场排出含有高浓度镉的废水，污染了神通河，以至该地区土中含镉增高使所产粳米中镉含量达1PPM，居民长期饮用此水和食用这种食物，引起慢性镉中毒，经20~30年左右发展成为骨痛病患者，该病患者已达280人，死亡34人。

动物实验进一步弄清了该病原因，以10Cm长的鲤鱼分别养在含锌、铅、铜、镉的不同金属水中，含镉0.01PPM的水中饲养五十天，含镉0.05PPM饲养30天，即发现鲤鱼脊椎弯曲，而在其他金属水中饲养的鲤鱼则无此现象，X光透视发现变形脊椎骨有空洞现象；饲以含镉饲料的白鼠钙的排出量多于摄于量，有的达30%，出现同人相似的骨痛病，并基本弄清了镉的为害主要是由于镉对动物骨骼中的钙的替换，从而产生脱钙，使骨质软化。

表11

神通河水系稻田和其他水系稻田土壤中含镉量比较

水 系	水 器 采 样 位	表 层 土 (PPM)	中 层 土 (PPM)	下 层 土 (PPM)
神 通 河 水 系	进 口 端	4.01	3.63	2.11
	中 央	2.41	1.97	1.31
	出 口 端	2.18	1.59	1.34
其 他 水 系	进 口 端	0.74	0.54	0.58
	中 央	0.76	0.59	0.50
	出 口 端	0.75	0.50	0.50

③四日市哮喘病:

哮喘病以日本四日市为最甚,故名四日市哮喘病,患者达2000人以上,死亡几十人。第二次世界大战后,日本四日市已成为日本石油工业基地之一,石油中含硫量高达3%,四日市工厂每年排出SO₂以及各种粉尘达13万吨,大气中SO₂浓度高达0.57~1PPM,超过卫生标准5~6倍,当地人民长期吸入这种污染空气,造成慢性呼吸系统疾病的患病率增加。据该市调查证明,大气中降尘、SO₂浓度和支气管哮喘,感冒,上呼吸道炎症发病情况有显著相关,如表12所示。

第三节 持续性蓄积危害

一个成人每天需要呼吸空气12~15m³,需要水2~3升,食物1~2公斤,由于“三废”对环境的污染,使人类赖以生存的水,空气,食物中都有污染物的微量存在,如表13所示。这些毒物在空气,水,食物中虽然含量很低,但随着呼吸、饮水、食物进入人体后,不易排出,能蓄积在人体内脏中,日积月累,在体内可达相当可观数量。表14是一些国家人体脂肪中有机氯杀虫剂残留量。从表14可以看出,在没有使用有机氯农药时(1942年美国)人体脂肪中是没有有机氯残留的,但当世界各国普遍大量使用有机氯杀虫剂后,有机氯通过大气,水、食物进入体内蓄积起来,使各国人体脂肪中有机氯残留量逐步升高,其中以印度人最高。而且有机氯杀虫剂在新生婴儿的体脂中也发现存在,如表15所示。新生儿脂肪中有机氯显然是母亲传给他们的,因在母乳中也发现有有机氯杀虫剂,如表16所示。

表12 四日市降尘、SO₂和各种疾病发病情况的相关系数

调 查 年 月	调 查 人 数		病 名	总 人 口		老 幼 人 口	
	总 人 数	其中<4 >50岁人数		与降尘相 关系数	与SO ₂ 相 关系数	与降尘相 关系数	与SO ₂ 相 关系数
62年4月 — 63年3月	28884	9327	支气管哮喘 感冒 上呼吸道感染	0.6	0.28	0.22	0.87
				0.47	0.87	0.61	0.88
				0.25	0.41	0.50	0.80
63年4月 — 64年4月	32806	8672	支气管哮喘 呼吸道疾病	0.82	0.88	0.80	0.88
				0.53	0.68	0.57	0.76
64年4月 — 65年3月	32653	8523	支气管哮喘 上呼吸道感染 感冒	0.73	0.70	0.87	0.33
				0.59	0.77	0.13	0.43
				0.45	0.71	0.75	0.82

表13

世界某些环境中有机氯杀虫剂含量

环 境	样 品 来 源	总 D D T	总 6 6 6	γ-六六六
雨 水	英 国	79.3微克/升	—	60.3微克/升
	美 国	210.0微克/升	—	23.0微克/升
	日本东京	195.0微克/升	—	388.0微克/升
河 水	美国西部河流	10.3微克/升	2.8微克/升	—
	英国约克郡河	64.6微克/升	38.6微克/升	—
	日本千叶茨城河	367.0微克/升	—	—
食 物	日本某地糙米	5.48PPM※	171~750PPb	—
	上海鸡毛菜	0.48PPM	—	—
	日本调制粉乳	0.55PPM	0.55PPM	—
	日本牛肉	0.56PPM	13.68PPM	—
	日本鸡肉	0.29PPM	1.35PPM	—
	日本猪肉	0.07PPM	0.5PPM	—
	日本鸡蛋	0.07PPM	0.01PPM	—

※最高检出值