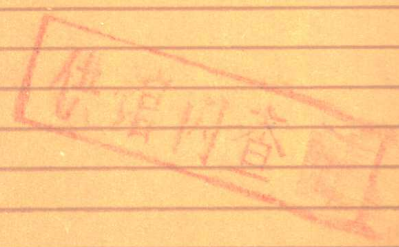


中国医学百科全书

环境卫生学

上海科学技术出版社



中国医学百科全书

中国医学百科全书编辑委员会

上海科学技术出版社

中国医学百科全书

环境卫生学

蔡宏道 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 祝桥新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 14.75 字数 663,000

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数: 1—4,400

统一书号: 14119-1845 定价: 3.60元

《中国医学百科全书》编辑委员会

主任委员 钱信忠

副主任委员 黄家驷 季钟朴 郭子恒 吴阶平 涂通今 石美鑫 赵锡武

秘书长 陈海峰

副秘书长 施奠邦 冯 光 朱克文 戴自英

委员 (以姓氏笔划为序)

丁季峰	土登次仁	马飞海	王 懿(女)	王玉川	王世真	王用楫
王永贵	王光清	王叔咸	王季午	王冠良	王雪苔	王淑贞(女)
王鹏程	王德鉴	王翰章	毛文书(女)	毛守白	邓家栋	石茂年
石美鑫	卢惠霖	卢静轩	叶恭绍(女)	由 崑	史玉泉	白清云
邝贺龄	冯 光(女)	兰锡纯	司徒亮	毕 涉	吕炳奎	曲绵域
朱 潮	朱壬葆	朱克文	朱育惠	朱洪荫	朱既明	朱霖青
任应秋	刘世杰	刘育京	刘毓谷	米伯让	孙忠亮	孙瑞宗
苏德隆	杜念祖	杨医亚	杨国亮	杨树勤	杨铭鼎	杨藻宸
李 昆	李永春	李宝实	李经纬	李振志	李肇特	李聪甫
吴之理	吴执中	吴阶平	吴英恺	吴征鉴	吴绍青	吴咸中
吴貽谷	吴桓兴	吴蔚然	余 灏	宋今丹	迟复元	张 祥
张世显	张立藩	张孝骞	张昌颖	张泽生	张学庸	张涤生
张源昌	陆如山	陈 信	陈中伟	陈明进	陈国桢	陈海峰
陈灏珠	林巧稚(女)	林克椿	林雅谷	郁知非	尚天裕	罗元恺
罗致诚	季钟朴	依沙克江	周金黄	周敏君(女)	郑麟蕃	孟继懋
赵炳南	赵锡武	荣独山	胡传揆	胡熙明	钟学礼	钟惠澜
侯宗濂	俞克忠	施奠邦	姜春华	洪子云	夏镇夷	顾学箕
顾绥岳	钱 惠	钱信忠	徐丰彦	凌惠扬	郭 迪	郭乃春
郭子恒	郭秉宽	郭泉清	郭振球	郭景元	唐由之	涂通今
诸福棠	陶桓乐	黄 量(女)	黄文东	黄耀燊	黄家驷	黄祯祥
黄绳武	曹钟梁	盖宝璜	梁植权	董 郡	董承琅	蒋豫图
韩 光	程之范	傅丰永	童尔昌	曾宪九	谢 荣	谢少文
裘法祖	蔡 荣	蔡 翹	蔡宏道	戴自英		

序

《中国医学百科全书》的出版是我国医学发展史上的一件大事，也是对全人类医学事业的重大贡献。六十年代初，毛泽东同志曾讲过：可在《医学卫生普及全书》的基础上编写一部中国医学百科全书。我们深感这是一项重大而艰巨的任务，因此积极进行筹备工作，收集研究各种有关医学百科全书的资料。但由于十年动乱，工作被迫中断。粉碎“四人帮”后，在党和政府的重视和支持下，医学百科全书的编写出版工作又重新开始。一九七八年四月，在北京正式召开筹备会议，拟订了编写出版方案和组织领导原则。同年十一月，在武汉举行了第一次编委会，落实了三十多个主编单位，全国医学界的著名专家、教授和中青骨干都参加了编写工作。

祖国医学发展史中，历代王朝就有学者编纂各类“集成”和“全书”的科学传统，但系统、全面地编写符合我国国情和医学科学发展史实的大型的医学百科全书还是第一次。这是时代的需要，人民的需要，是提高全民族科学文化水平，加速实现社会主义现代化建设的需要。从长远来看，这是发展我国医药卫生事业和医学科学的一项基本建设，也是建设社会主义精神文明的重要组成部分。因此，编写出版《中国医学百科全书》是我国医学界的一项重大历史使命。

我国既有源远流长的祖国医学，又有丰富多彩的现代医学。解放以来，在党的卫生方针指导下，还积累了群众性卫生工作

和保健强身的宝贵经验，涌现了许多中西医结合防治疾病的科研成果。在我们广大的医药卫生队伍中，有一大批具有真才实学，又善于写作的专家，他们都愿意为我国科学文化事业竭尽全力，把自己的经验总结出来，编写出具有我国特点的医学百科全书。

《中国医学百科全书》是一部专科性的医学参考工具书，主要读者对象是医药院校毕业及具有同等水平的医药卫生人员，但实际需要查阅这部全书的读者将远远超过这一范围。全书内容包括祖国医学、基础医学、临床医学、预防医学和特种医学等各个学科和专业，用条目形式撰写，以疾病防治为主体，全面而精确地概述中西医药科学的重要内容和最新成就。在编写上要求具有高度的思想性和科学性，文字叙述力求言简意明，浅出深入，主要介绍基本概念、重要事实、科学论据、技术要点和肯定结论，使读者便于检索，易于理解，少化时间，开卷得益。一般说来，条目内容比词典详尽，比教材深入，比专著精炼。

为适应各方面的需要，《中国医学百科全书》的编写出版工作准备分两步走：先按学科或专业撰写分卷单行本，然后在此基础上加以综合，按字顺编排出版合订本。这两种版本将长期并存。随着学科发展的日新月异，我们并将定期出版补新活页。由于涉及面广，工作量大，经验不足，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

钱信忠

1982年11月

中国医学百科全书

环境卫生学

主 编：蔡宏道（同济医科大学）

副 主 编：过基同（华西医科大学）

编 委：（以姓氏笔画为序）

王子石（中国预防医学科学院）

王绍汉（北京医科大学）

朱振岗（哈尔滨医科大学）

朱继佩（湖南医学院）

李 甦（中国预防医学科学院）

邵象伊（山西医学院）

陈秉衡（上海医科大学）

胡汉昇（北京医科大学）

谈行健（山西医学院）

孙棉龄（华西医科大学）

学术秘书：陈学敏（同济医科大学）

彭崇信（同济医科大学）

编写说明

- 一、环境卫生学是预防医学的组成部分,它是在卫生学的基础上分支发展起来的一门学科。目前的环境卫生学内容包括两大部分:一部分是医学方面的内容,一部分是卫生工程学方面的内容。在《中国医学百科全书》的编写分工中,已有独立的《公共卫生工程学》分卷,因此本分卷着重于编写环境卫生学的环境医学方面的内容条目。
- 二、本分卷共选收了180条目,内容包括:环境卫生学概论,环境与健康,环境因素,环境卫生学研究,环境卫生标准与法规,卫生要求与评价等。本分卷除可供广大医药卫生人员查阅以外,对从事环境卫生学教学、科研与实际工作的专业人员也是重要的工具书,同时对从事环境保护的专业人员也有重要参考价值。
- 三、环境卫生学涉及的面较广,本分卷所选收的条目仅仅是环境卫生学的主要内容。由于时间仓促,可能有重要的条目遗漏或编排不当,有待今后补充和修订。
- 四、本分卷开始编纂时,杨铭鼎教授、林寿梧副教授、高良文副教授、李蕴珍副教授、朱惠刚讲师、陈学敏讲师,曾为条目收集与编排作过努力。
- 五、本分卷撰稿人较多,文稿风格各异。虽经编委会多次讨论和修改,定稿之后又经蔡宏道教授、过基同教授和彭崇信讲师在资料查核、文字加工方面作了努力,但由于我们水平有限,仍不尽人意,不当之处诚恳希望广大读者批评指正。

环境卫生学分卷编辑委员会

一九八六年二月

中国医学百科全书

环境卫生学

目 录

环境卫生学	1	土壤与健康	39
人类与环境	2	微量元素与健康	40
生态系统与生态平衡	3	稀土元素与健康	42
环境污染	5	住宅与健康	43
环境致病因素	6	吸烟与健康	44
环境毒物	6	生物地球化学性疾病	45
环境致癌作用与致癌物	8	地方性甲状腺肿	46
环境致畸作用	10	地方性氟中毒	46
环境致突变作用	11	黑脚病	48
环境毒物的联合作用	12	慢性阻塞性肺部疾患	48
接触—效应关系与接触—反应关系	14	伦敦烟雾事件	49
生物反应谱	14	洛杉矶烟雾事件	49
高危险人群	14	四日市哮喘	49
环境因素与优生	15	水俣病	50
环境化学污染与免疫功能	16	痛痛病	51
生物富集	17	介水传染病	51
食物链(网)	17	烟尘污染	52
公害病	18	汽车废气污染	53
大气污染	19	光化学烟雾污染	54
影响大气污染物浓度的因素	19	多环芳烃污染	55
气温逆增	20	氮氧化物污染	56
风玫瑰图	22	一氧化碳污染	56
林格曼烟气浓度图	22	二氧化硫污染	57
烟雾系数	24	酸雨污染	58
光气候	24	硫化氢污染	59
水体污染	25	二硫化碳污染	59
水底质污染	26	氟化物污染	61
水体富营养化	28	氯污染	62
水体自净	29	恶臭污染	62
土壤污染	30	大气变应原污染	64
土壤自净	31	重金属污染	64
大气与健康	31	汞污染	65
空气离子化	32	镉污染	66
气候与健康	33	砷污染	67
气候适应	34	铬污染	67
室内空气污染	35	铅污染	68
绿化与健康	37	钒污染	68
水与健康	38	铍污染	69
硬度与健康	38	石棉污染	70
硝酸盐与健康	39	油污染	70

农药污染	71	土壤污染调查与监测	115
合成洗涤剂污染	73	生物材料监测	116
酚污染	74	环境微生物学	117
氰化物污染	74	环境流行病学	117
醛污染	75	环境流行病学调查	118
芳香族硝基化合物污染	76	环境毒理学	119
芳香族氨基化合物污染	76	环境毒理学方法	120
N-亚硝基化合物污染	77	毒性试验	120
多氯联苯污染	78	致畸、致突变、致癌试验	121
氯乙烯污染	79	繁殖试验	124
自来水卤代烃污染	79	致敏试验	124
偏二甲肼污染	80	鱼类毒性试验	126
环境噪声污染	80	迟发性神经毒性作用	126
放射性污染	81	污染物每日容许摄入量	127
非电离辐射环境污染	82	刺激阈	128
热污染	85	嗅觉阈与味觉阈	128
工业废水污染	85	污染物的稳定性	129
生活污水污染	86	污染物对环境自净能力的影响	129
水病原体污染	87	环境保护法	129
医院污水污染	89	环境卫生监测	130
有色金属矿山环境污染	89	环境卫生监测站	130
有色金属冶炼工业环境污染	90	环境卫生监督	131
钢铁企业环境污染	90	全球环境监测系统	131
火力发电厂环境污染	91	潜在有毒化学品国际登记中心	132
石油化学工业环境污染	92	水质理化性状与评价	133
电镀厂环境污染	92	环境质量评价	135
染料厂环境污染	93	大气质量评价	136
纺织印染工业环境污染	93	水质评价	137
化纤厂环境污染	93	土壤卫生评价	138
造纸厂环境污染	94	微气候评价	139
制革工业环境污染	95	给水、污水、废气处理效果卫生评价	141
磷肥厂环境污染	95	粪便无害化及其效果评价	142
水泥厂环境污染	96	城市规划设计卫生审查	143
硫酸厂环境污染	96	村镇规划设计卫生审查	144
氯碱厂环境污染	96	城市规划卫生	144
肉类联合企业环境污染	97	村镇规划卫生	145
环境卫生标准	97	街道卫生	146
大气卫生标准	100	医院建筑卫生	147
地面水水质卫生标准	101	游泳池卫生	148
生活饮用水水质标准	103	影剧院卫生	149
农田灌溉水质标准	104	住宅采光	150
工业“三废”排放试行标准	105	住宅微气候	151
医院污水排放标准	107	住宅采暖	151
土壤卫生标准	107	大气卫生防护	152
大气污染卫生调查与监测	108	水体卫生防护	153
大气监测车	109	水源选择及防护	154
水体污染调查与监测	109	集中式给水卫生	155
水样采集与保存	112	农村给水卫生	157
水体粪便污染指示菌	113	土壤卫生防护	158
水质监测船	115	污水灌溉卫生	159

附录.....	160	五、大气环境质量标准.....	170
一、中华人民共和国环境保护法	160	六、城市区域环境噪声标准	172
二、中华人民共和国水污染防治法	163	汉英环境卫生学词汇.....	173
三、地面水环境质量标准	166	英汉环境卫生学词汇.....	196
四、海水水质标准	168	索引.....	217

环境卫生学

环境卫生学是预防医学的一门学科,它以环境和人群健康为对象,应用医学、生物学和其他学科的理论和技术,研究生活环境与人体健康的关系,揭示环境因素对人体健康的作用规律;研究并利用环境中对人体健康的有利因素,消除不利因素;制订卫生标准,提出防治原则,以保护和增进人体健康为目的。

环境卫生学是在一般卫生学基础上发展起来的独立学科。人类在和自然环境长期斗争和适应的过程中,一方面改变自身的结构与功能以适应自然环境;一方面不断改造自然环境使之适合于自身的生存和发展,机体和环境之间始终处于辩证统一的关系。古代劳动人民早就认识到这种统一关系,并由此而萌发了预防医学的思想。如《黄帝内经》中就贯穿着人与天地相应的思想,天就是泛指自然环境,相应即相互联系,说明了人体与天时地理等环境因素的对立统一关系。在这本古典医籍中还有“圣人不治已病治未病”的论述。公元前四世纪《孟子》上记载有“居移气,养移体,大哉居乎”,说明了居住生活环境可以改变居民体质的重要意义。《文中子补传》载有“北山黄公善医,先饮食起居,而后针药”,指出了改善起居在医学保健上的重要性。在古代预防医学思想指导下,我国劳动人民采取各种卫生措施预防疾病,保护人体健康。例如,早在周代,在城市建设方面已开始注意到按功能分区,划分行政区、商业区、宗庙区、住宅区等。在河北易县的出土文物中发掘到战国时代(公元前403~221年)燕国下都的陶质圆形下水道,这种下水管道径粗大,两端有牙槽,连接后可防止污水渗漏。在欧洲,古希腊医学家 Hippocrates(公元前460~377年)也曾写了《论空气、水和土壤》的著作,涉及到外界环境因素对人体健康的影响和有关预防疾病等方面的论点。

随着社会生产的发展,十八世纪末到十九世纪初,一些国家相继实现了工业革命,建立了资本主义大工业。工人生活在恶劣的劳动环境和生活环境中,车间、矿井毒气弥漫,粉尘飞扬,居住拥挤,饮食低劣,疾病蔓延。当时由于工业化程度不高,工业性质也不如现代复杂,主要是生产场所的劳动卫生问题;而环境卫生问题主要是贫苦的生活条件和由于病原体污染引起的传染病流行。到了十九世纪后期二十世纪初,社会生产和科学技术迅速发展,扩大了原料和能源的利用范围。同时增加了废气、废水、废渣的排放量,带来了明显的环境污染,环境卫生问题开始复杂化,一般卫生学的内容也更加丰富。十月革命胜利后的苏联创立了公共卫生学院,从一般卫生学中分支出环境卫生学、劳动卫生学、营养卫生学等独立学科。我国建国后不久也在医学院校中设立卫生专业,环境卫生学是卫生专业的一门学科。在卫生防疫机构中环境卫生是卫生工作的一个部门,它在预防疾病,保护人民健康方面发挥重要的作用,是人民生活和社会文明中不可缺少的内容。五十至六十年代间,工业发达国家的环境污染日益严重,中毒事件经常发生,公害病开

始出现,保护环境已成为强烈的社会需要。研究环境污染与健康的关系;环境污染作用于人体健康的规律;环境污染引起的疾病前期效应;提出采取措施保护人体健康和进行卫生监督与评价等重要课题,已成为环境卫生学责无旁贷的任务和重要的工作内容。

环境卫生学和许多学科有密切的联系,研究领域比较广阔,一般是:①应用流行病学、卫生学调查和统计学方法,研究生活环境中各种因素和条件对人群健康的影响及其作用规律,进而研究并总结如何利用环境中对人体健康的有利因素,控制并消除对人体健康的不利因素,为制订环境卫生监督和管理措施提供理论依据。②应用毒理学、生理学、生物化学等方法研究生活环境中与人群健康和疾病关系密切的化学、生物、物理因素对人体健康的作用机制,揭示环境致病因素的疾病前期效应,提出环境致病因素的限量标准和预防措施。③应用卫生学的理论,根据社会经济基础研究生活环境中的住宅、居室,公共设施的规划、设计、布局等提出合理的卫生要求,为改善环境条件和创造人工优化环境提供科学依据。④研究环境卫生工作的监测手段和环境卫生质量的评价方法,提高环境卫生学自身的研究水平,同时也为提高环境卫生工作质量提供先进手段。

环境卫生学的研究方法主要是现场调查和实验研究,两者往往相互配合同时进行。现场调查是从宏观的角度对大气、水、土壤和食物等环境要素在时空上的变化进行监测,以判断环境中某种要素在质和量方面的变化;然后根据一些特异性健康效应指标进行流行病学调查,弄清环境因素与人群接触反应的关系。实验研究主要是以实验动物为观察对象,运用毒理学、生理学和生物化学方法研究单一的或者联合的环境因素对机体的作用机理,尤其是要研究环境污染对机体的作用机理,其中包括从微观的角度,通过组织学、分子生物学等方法阐明污染物对系统、器官的早期作用以及对遗传因素等方面的远期效应;或者建立环境污染物的实验动物模型,进一步确认宏观调查的结果,以便对环境因素健康效应作出实质性的解释。

新中国成立以来,大力开展爱国卫生运动,改善城乡卫生面貌,防病治病,在保护环境和保护人群健康方面做了大量的工作。各级卫生防疫机构在开展环境卫生的预防性与经常性卫生监督的同时,开展对大气、水体的环境卫生质量的调查研究与评价。在一些医学院校设置的卫生专业和环境卫生学课,历年来培养了大批从事环境卫生工作的专业技术人材。1953年我国开始社会主义建设的第一个五年计划,为了使大规模的城市规划和住宅建筑及生活用水等符合卫生要求,先后研究和颁布了《工业企业设计暂行卫生标准》和《生活饮用水卫生规程》等一系列卫生标准和法规。随着我国社会主义建设的发展,先后在工业比较集中的城市,如沈阳、抚顺、上海、北京、鞍山等地开展了大气污染和大气卫生防护的调查;五十年代开始对长江水体的污染调查以及后来在许多地区开展的江河湖海水体污染与自净的调查和水体卫生防

护的研究,为修订各项卫生标准等做了大量工作;在环境卫生管理方面,各地根据实际情况提出了各种管理法规和管理办法,积累了一定的经验。自我国提出四化建设的奋斗目标以来,社会主义建设进入一个新的历史时期,我国吸取别国在工业化过程中环境污染的严重教训,大力开展环境与人体健康关系的深入研究,从各方面采取措施防止污染,保护环境和人民身体健康。如对我国主要水系长江、黄河、珠江、松花江以及渤海、黄海的污染及对人体健康影响的调查研究,取得大量科学数据,其中包括初步查明松花江汞污染及其危害的问题;我国重点城市大气质量对肺癌发病率的影响;氟污染对人体健康的影响;应用毒理学方法研究环境污染物对人体健康远期危害;开展人体生物材料监测等。

今后我国环境卫生学的发展趋向是：进一步开展环境与人体健康关系的深入研究，针对疾病前期效应，寻找环境污染物损害健康的早期指标，确定污染物的安全剂量并探讨有害物质的联合作用和完善各类环境卫生标准。此外，还须研究肿瘤、心血管疾病等与环境的关系及环境病因，发病机理，检测手段与预防措施。随着我国社会主义四化建设的发展，还应加强新的城乡规划，第三产业建设，住宅建筑，公共设施等的环境卫生学研究，并充分利用其他有关学科的新成就和先进技术，如电子计算机等，不断提高环境卫生工作质量，发挥在国民经济建设中的重要作用。

(蔡宏道 过基同 彭崇信)

人类与环境

人类环境包括社会环境和自然环境，环境卫生学范畴研究的环境主要是自然环境。自然环境由有生命物质和无生命物质所构成，以地球为核心，可以把自然环境大致划分为大气圈、水圈、岩石土壤圈和生物圈，各个环境圈有各自的物理、化学和生物学特性，对于人类的生存与发展有非常密切的关系。

大气圈 在地球表面包围着一层空气，其厚度在赤道处为 4,200km，两极为 2,800km。根据其垂直结构可分为对流层、平流层、电离层、扩散层。最接近地表的一层空气为对流层，其厚度在赤道为 15~17km，在两极为 8~10km。这层空气对人的关系最为密切，能提供人类生活必需的氧气，能调节气候使适宜于生命活动，正常情况下此层内气流的运动也有利于大气污染物的扩散和自净。对流层的上层为平流层，此层内空气稀薄，气流稳定；由于太阳紫外线的作用，氧分子分解成氧原子，再合成臭氧，形成臭氧层。臭氧层能吸收对生物有杀伤力极强的短波紫外线(200~300nm)和宇宙线，使地球上的生物不受这些射线的损害。

水圈 地表总面积约有 70 % 分布着广阔的水域,即为水圈。据估计总水量约为 $14 \times 10^6 \text{ km}^3$ 。其中 97.2 % 以上汇集于海洋, 2.15 % 形成冰山, 而地面淡水只占 0.017 %, 此外地下水约为 0.6 %。水是人类维持生命的必要条件, 是生活和生产所必需的物质, 也是地球上生

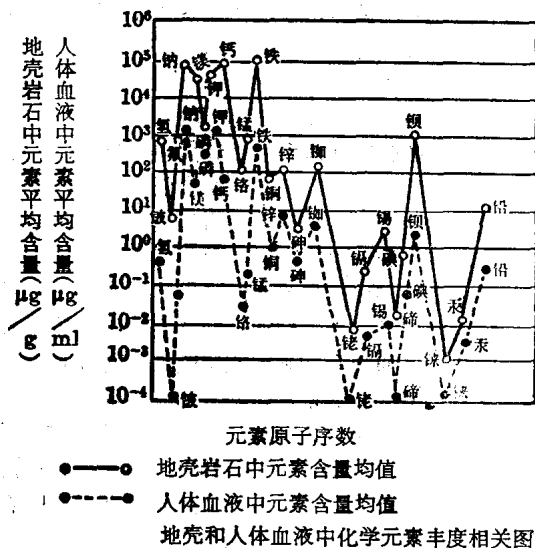
他生物生存的基本条件，地球上的水通过蒸发、降雨、径流、渗透、吸收等方式与大气圈、岩石土壤圈、生物圈发生密切联系。

岩石土壤圈 地壳表面的岩石和土壤构成了岩石土壤圈,其厚度为 10~70km,这一层供给生命活动所必需的物质。岩石风化成土壤,土壤是植物生长的基础,植物从土壤里吸取各种营养素和水分,在阳光下进行光合作用,为人类和动物提供食料,并且在一定范围内能将污染物降解,土壤对污染物有自净作用。

生物圈 由地球上的生物和生物活动的周围环境所构成。自地表以上 16km 的大气圈内, 深达 2~3km 的岩石土壤圈内以及江、河、湖、海中都有生物活动。人类和生物从水、空气、土壤中得到必要的营养物质, 并将代谢产物和遗骸留存土壤、水、大气中彼此进行物质交换。如绿色植物利用日光进行光合作用, 从空气、土壤、水中吸取营养物质和贮存能量; 动物则从绿色植物中取得能量和营养物质等。

人类也是通过新陈代谢和周围环境进行物质和能量的交换。环境中的物质与人体之间保持着动态平衡，如果环境变化在一定范围内，人体可通过调节来适应。如在高山缺氧条件下可通过增加人体内红细胞数和血红蛋白含量来提高携氧量，以维持正常生命活动，但如果环境变化超出了人体生理调节范围时，则会引起人体某些功能和结构的异常或病理变化，如环境污染和地区自然环境中元素的分布不均，均能影响人体健康。

自然界不断地变化，人体也不断地调节自己的适应性保持与环境之间的平衡。据调查人体内各种化学元素的平均含量与地壳中同种元素含量基本上相适应。它们有明显的相关性(见图)。



这充分说明环境和人体的关系及其在物质上的统一性。但是,人类能不断地改造自然界,创造有利于健康和人类生存的条件。因此,人类正是在同环境斗争中改善环境,保护健康,不断促进人类社会繁荣昌盛。

(朱繼佩)

生态系统与生态平衡

生物与周围环境之间不断进行物质和能量交换,彼此相互作用,长期适应,互相依存,形成一个统一的整体,称为生态系统。生态系统可大可小,例如,一个海洋,一条河流,一片森林,或某一地区,一个城镇等都可看作是一个生态系统。生态系统中生物与环境之间,生物与生物之间的能量交换和物质循环,经常保持着动态平衡,称为生态平衡。

在生态系统中,生物和非生物、生物和生物之间的关系十分复杂,概括起来由四个部分组成:①生产者:指制造有机物的绿色植物和某些能进行光合作用的细菌。它们能从周围环境中摄取二氧化碳、水等无机物质合成有机物质。②消费者:指能利用和消费有机物质进行生活者。它们可分为一级消费者,即以植物为食的食草动物;二级消费者,是以一级消费者为食的食肉动物;三级消费者,是以二级消费者为食的大型食肉动物;依次类推。有许多动物是既吃植物又吃动物的杂食性动物,而人是最后一级(高级)消费者。③分解者:指细菌、真菌等微生物,它们能分解生产者和消费者尸体,将生产者和消费者利用了的物质再还原到环境中去,重新构成生产者再利用的物质。④非生物环境:除生物以外的一切无生命物质都属于非生物环境,这个环境是生物赖以生存的必须条件,包括空气、水、土壤、日光等。

生态系统中这四个组成部分在一定条件下是保持着互相联系,互相依存的相对稳定状态,每个因素都受周围各因素的影响,同时也反过来影响其他因素。例如,在池塘中有浮游动植物,有鱼虾类和各种微生物,它们结合成一个整体。那里的浮游植物是生产者,各种鱼虾、浮游动物等是不同级别的消费者,水里的微生物则是它们的分解者;而水、氧气和其他一些无机元素是它们的非生物环境,这样就构成了池塘的生态系统。它们之间既矛盾又统一,构成一个完整的不可分割的统一体。

在自然界中,每一个大大小小的生态系统都进行着物质循环和能量交换,这些大小小循环汇合成大自然的物质循环。在自然界中最基本、最重要的物质循环是水、碳、氢、氧、氮、硫、磷等。

水循环 水由氢和氧组成,是生命过程氢的主要来源,一切生命有机体大部分是由水组成的。海洋、湖泊、河流和其他地表水,不断蒸发,形成水蒸汽进入大气,在大气中遇冷形成雨、雪、雹,重新返回地面。一部分流入河流、湖泊、海洋,另一部分渗入土壤或岩层中,成为地下水。植物吸收的水分,少量结合在植物体组织内,大部分则通过蒸腾作用返回大气。被动物利用的水,也通过体表蒸发或排泄而回到环境中去,但总量远比植物为少(图1)。

碳循环 碳存在于生物有机体和无机环境中,碳是构成生物体的必需元素。在无机环境中碳以二氧化碳和碳酸盐的形式存在,碳循环在有机体和无机环境中进行。

在空气组成中碳(CO_2)占0.0272%,其主要天然发生源是有机物受细菌分解和动植物的呼吸作用;其消耗源

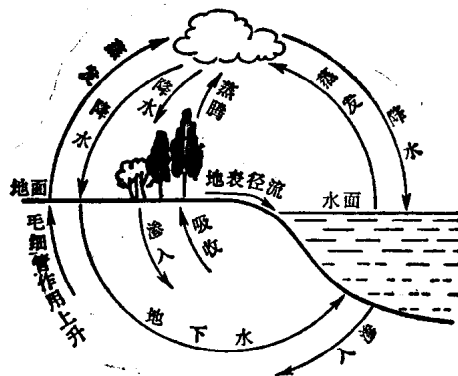


图1 水循环

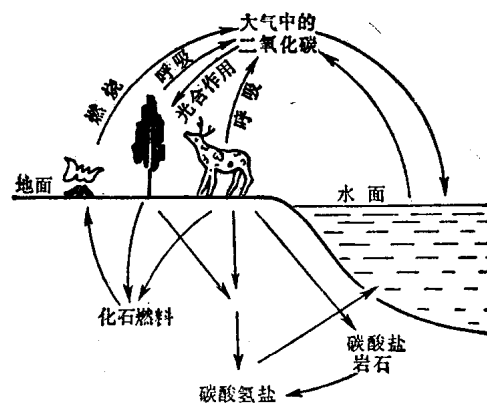


图2 碳循环

则是植物的光合作用,海洋是碳的巨大贮藏库,依其不同条件,既可以成为发生源,也可成为消耗源(图2)。

大气中二氧化碳通过绿色植物的光合作用转变为葡萄糖,然后再进一步转变成为碳水化合物、脂肪和蛋白质,从而被固定在有机体内。动物(包括人类)摄食植物,在将碳水化合物氧化过程中,排出二氧化碳,释放到大气。当人和动植物死后,其尸体受微生物作用,将蛋白质、脂肪、碳水化合物分解氧化成二氧化碳、水和无机盐,其中二氧化碳返回大气。动植物尸体长期深埋地层中,可能形成各种化石燃料,燃烧这些化石燃料时,所形成的二氧化碳也回到大气中。

大气与海洋间的二氧化碳交换,主要决定于大气和海洋间的二氧化碳分压何者为大,如果大气二氧化碳的分压高,则大气中二氧化碳就溶入海洋。海洋中的碳有一部分以碳酸钙沉积在海底,形成新的岩石,使一部分碳较长时间贮藏在地层中,当火山爆发时,又可以使地层中的一部分碳回到大气。

氧循环 氧是构成生命的重要元素,在空气组成中约占21%。大气中的氧来源于绿色植物的光合作用,即在太阳光能下使水和二氧化碳合成碳水化合物,并放出氧($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{光能} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$)。氧是维持生命所必需的元素,各级生物对能量的需要主要通过氧代谢才能获得。通过呼吸作用吸入氧,在体内酶催化下,将摄

入的碳水化合物、脂肪和蛋白质等营养物质进行氧化分解,释放出能量,最后将复杂的有机物质变成水和二氧化碳,通过肺呼出(图3)。

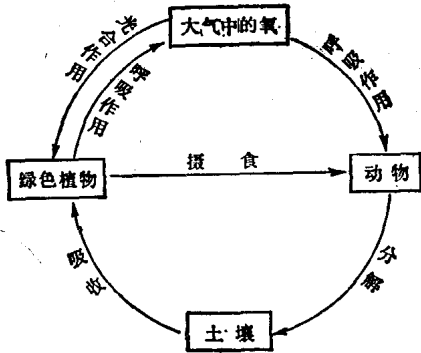


图3 氧循环

动植物尸体被细菌分解后,这些基本元素散布于土壤、空气和水中,于是植物又可以吸取它们,借光合作用再变成能量,循环不息。所以光合作用不仅制造生命所需的能量,同时也产生了极重要的氧气。

氧的循环总是和碳的循环连在一起的,由于光合作用和呼吸作用的关系,这两个元素在地球上进行着紧密相连的自然循环。碳以气态二氧化碳或溶解的方式通过光合作用进入有机界,又通过生物呼吸作用回到大气和海洋中;同时,氧被动植物的呼吸作用所消耗,通过植物的光合作用再释放到大气和水中。

氮循环 氮存在于生物有机体和大气中,是合成生物体内蛋白质的必需元素,在空气组成中氮占79%。氮循环是在有机圈和无机圈中周而复始的进行(图4)。

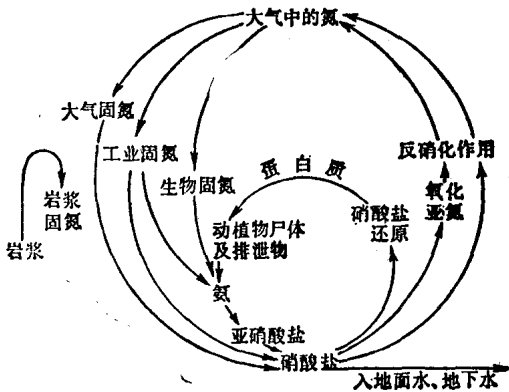


图4 氮循环

大气中的氮是一种惰性气体,绝大多数生物都无法直接利用,只有被“固定”成为一种含氮化合物后,才能作为生物的必需物质。大气中的氮进入生物有机体有三个途径:①生物固氮。主要由豆科植物根瘤菌固定大气中的氮,供植物吸收。②工业固氮。人为的将大气中的氮合成氨或铵盐,供植物利用。③大气固氮。火山爆发、闪电等自然电离现象,使大气中的氮氧化成硝酸盐,经雨水冲淋进入土壤。土壤中的氨或铵盐,经硝化菌的作用,形成亚硝

酸盐或硝酸盐,被植物利用;在植物体内,与含碳分子结合,形成各种氨基酸和蛋白质。动物以植物为食,从植物中摄取蛋白质,作为本身蛋白质的组成来源。动物的废弃物和动植物尸体在土壤微生物的作用下,被分解成氮、二氧化碳和水。土壤中的氮经硝化作用形成硝酸盐,一部分为植物利用外,另一部分在反硝化细菌作用下,又分解成为游离氮进入大气,完成了氮的循环。

硫循环 硫是构成生物有机体的主要元素,很多蛋白质都含有硫的原子,能够把一个蛋白质分子的一部分和另一部分连接起来,起着支撑作用。如无此硫链,蛋白质不能维持它的立体结构。硫在自然界中以硫化氢和二氧化硫的形式存在。

大气中硫有三分之一来自人们生产和生活活动,大部分来自海洋溅出的浪花和生物腐败产物——硫化氢。硫化氢、二氧化硫和硫酸盐均能被雨水或雾吸附而沉降入海洋和土壤中;降入土壤的硫酸盐被植物吸收而生成有机物,植物作为饲料又转入动物体内,经生物化学作用合成蛋白质。当动植物的尸体残骸埋入土壤时,又被微生物分解成硫酸盐及硫化氢;硫化氢进入大气中经氧化又生成硫酸盐,再沉降于地面,重新开始又一次循环(图5)。

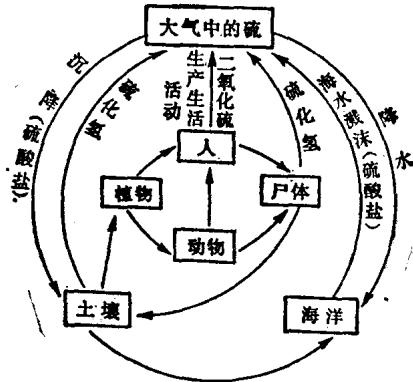


图5 硫循环

大自然中的物质循环,并不只限于水、碳、氢、氧、氮和硫的循环,其他化学元素如Mn、Zn、Cu、K、Ca、Mg等,也都有它自己的循环;而且每一循环很少是单一元素的循环,往往是众多的元素处于同一循环中。各种元素所组成的千变万化的物质,就是多种元素在各种循环运动过程中不同阶段的产物。

生态系统中的能量流动,绝大部分是单方向进行的。这是太阳光光量子的功能被转变为有机化合物的潜能,继而通过食物链(网)进行传递的过程。

自然界的物质循环和生态平衡,并不是一成不变的,而是在各种矛盾的运动中发展的。自然的因素或人为的因素都可能影响某一生态系统的某一环节,从而破坏平衡。自然因素如气候异常、火山爆发、地震、水旱灾害、颱风等,由于这类原因引起的生态平衡破坏,称为第一环境问题。人为的因素主要指人类的活动所引起的生态平衡的破坏,如对自然资源不合理利用,盲目地砍伐森林,随意排放工业“三废”等带来的环境污染,由这些原因引起

的生态平衡破坏,称为第二环境问题。

自然因素和人为活动虽然会经常给生态系统带来各种污染和问题,但是在某种情况下,生态系统又能建立一种新的平衡。这种平衡的建立有赖于生态系统的自净能力。例如,利用绿化植物来净化大气,就是一个很好的例证。一平方米的草坪每小时可吸收二氧化碳 1.5g,一公顷针叶林每天可以消耗二氧化碳 1t,一公斤西红柿的叶子每天可以消耗大气中氟 3mg,一公顷云杉林每年可滞尘 32t,一公顷松林每年可滞尘 36t,所以为了消除或减少环境污染的危害,人们也可以采用植物净化的方法。这样生态系统可以由平衡——不平衡——达到新的平衡。

(朱雄佩)

环境污染

当物理、化学和生物因素进入大气、水、土壤环境,如果其数量、浓度和持续时间超过了环境的自净能力,以致破坏了生态平衡,影响人体健康,造成经济损失时,称为环境污染。造成环境污染的原因有自然污染和人为污染。自然污染包括森林火灾、火山爆发、地震、风暴以及特殊地质条件有某种化学元素大量累积等的影响。人为污染则由人类生产和生活活动所引起,如任意排放工业废气、废水、废渣(“三废”)及粪便、垃圾、生活污水,以及乱挖乱采地下矿藏、地下水,乱砍乱伐森林资源,不适当的围湖造田、开荒等。在此等环境污染中,工业“三废”的污染最为重要。

世界上因环境污染而造成危害,经历了三个阶段,各个阶段的污染情况和污染物的来源各有不同。①从西欧工业革命开始到二十世纪初,以煤烟尘及二氧化硫造成的大气污染和矿冶、制碱造成的水质污染为主。②二十世纪初至四十年代,工业国家的石油用量增加,大气中的二氧化硫污染最突出;水源中也增加了石油和石油产品的污染。燃烧石油往往排出成分更复杂的废气,如一氧化碳、氮氧化物、烃类和铅烟的废气,其中有些气体在日光作用下引起光化学反应而生成含有臭氧、二氧化氮和某些有机化合物的光化学烟雾,曾发生洛杉矶光化学烟雾事件。③从五十年代到现在,煤的用量仍有增多,并由于汽车的大量使用,石油的用量迅速增长,污染又有新的发展。欧美和日本多次出现光化学烟雾而河流与海洋经常受到石油的污染,仅油船漏油一项就不断发生,大量石油污染威胁到海生物和海鸟等的生存,有的还发生因油污染引起河流火灾事件。废水、废渣大量的排放,污染了土壤和水源,一些知名的河流或湖泊变成了死湖、臭河,鱼虾绝迹。在这三十年里,发生了多次公害事件,如伦敦烟雾事件,日本水俣病和四日市哮喘病事件。还出现了农药等有机合成物质和放射性物质对环境的污染,由于 DDT、多氯联苯的大量使用,目前几乎在世界各地都已发现它们的踪迹。从南极企鹅体内检出了 DDT;从北极熊、北极圈的鱼,以及在南极和太平洋生活的鸟体内检出多氯联苯等事例看来,污染范围是广泛的。至于放射性污染,则由于原子能的利用和核动力的发展而引起,可

在水体通过生物富集,对人类发生潜在危害。在工业发展过程中,人口向城市高度集中,又相应地带来了垃圾、污水、噪声、恶臭、地面下沉等一系列环境问题。

环境污染的特点是:①环境污染的涉及面广,影响范围大。接触污染的对象人口多,包括老弱病幼,甚至胎儿等敏感人群。②低剂量长时间作用。污染物进入环境,在大气、水体中受到稀释,一般浓度都比较低。但人群接触暴露时间每天可达 24h,有的甚至是终生接触。③多因素同时作用。环境中往往有多种污染物同时存在,各种污染物有其不同的生物学效应。污染物的效应可以是局部刺激或全身中毒,也可分特异性作用或非特异性作用。其联合作用可有相加作用、协同作用、拮抗作用或独立作用(见“环境毒物的联合作用”条)。④污染物在环境中的变化复杂。环境受污染后,有些污染物在环境中半衰期长,降解较慢(要几十年);有的污染物在环境中可富集(通过食物链作用);有的污染物可转变成新的污染物(如光化学烟雾)造成二次污染。因而在治理污染时,对污染物的变化应有多方面的认识。

当前,环境污染主要是人为污染,以化学性污染最突出,如 SO_2 、 NO_x 、 Cl_2 、光化学烟雾等的有害气体, Pb、Hg、As、Cr、Cd 等重金属类以及农药、石油化工有机物等。其次也有物理性污染,如噪声、电磁波、电离辐射等。此外还可有各种病原微生物及寄生虫等的生物性污染。在化学性污染中,有些污染物可在环境中长期滞留,有的消失较慢,不易在环境中自净,从而对人及生物的危害很大。

环境污染对人体健康的主要危害:①急性和慢性中毒。短时间一次大量的有害物质进入机体可引起急性中毒。低浓度长时间反复对机体作用能引起慢性中毒,可影响机体生长发育和生理生化功能变化,使机体抵抗力降低,人群中慢性疾病的发病率和死亡率增高。②致癌作用:癌症是一种严重危害人民健康和生命的常见病,根据世界卫生组织 1976 年估计全世界近四十亿人口中,肿瘤发病率为 150/10 万,其死亡率约为 125/10 万,每年因癌症死亡人数达 400 万~500 万人,占全部死亡数的 12~25%。中国近年来的资料指出,肿瘤发病率为 111/10 万,死亡率为 77/10 万,每年约有 70 万人死于癌症。世界卫生组织公布 45 个国家或地区生命资料统计,有 32 个国家或地区肿瘤死亡率占第一位或第二位。目前有学者认为癌症 80~90% 与环境因素有关,在环境病因中物理因素占 5%,生物因素占 5%,而化学因素占 90%。外界这些化学物质主要来源是废气、废水、废渣,因此保护环境是防治肿瘤的一个重要方面。③致突变作用:环境中某些污染物进入机体后,能使机体细胞中的遗传物质改变其原有特性,引起突变作用,这种突变的遗传物质可遗传给后代。体细胞的突变,可引起癌症,生殖细胞的突变,可使后代发生畸变(见“环境致突变作用”条)。④致畸作用:环境中某些污染物进入怀孕母体后,有可能引起死胎或流产,或影响胎儿正常发育而发生畸形(见“环境致畸作用”,“环境因素与优生”条)。⑤其他:环境污染还可以给人类带来间接的危害,如影响环境的一般

卫生状况,或给人类带来经济上的损失等。

环境污染可造成严重后果。因此,为了消除污染,保护环境,做到预防为主,必须采取:①在工业发展中,应贯彻全面规划,合理布局,使工业布局做到“大分散、小集中”,城乡结合,有利生产,方便生活。②在治理“三废”时,应积极推行综合利用,减少污染物排放。还要抓紧改革工艺和无害化处理。③加强工业企业管理,防止生产中的跑、冒、滴、漏,以免污染环境。④在新建生产设施时,必须把“三废”治理设施与主体工程同时设计,同时施工,同时投产(三同时)。⑤制订和充实环境中有害物质的卫生标准和排放标准,并确立监督和检查制度,推进各企业、事企单位贯彻执行有关标准。

(朱继保)

环境致病因素

环境由于自然的原因或是人为的影响经常发生变化,人体也不断地通过生理调节来适应变化的环境,以维持人体与环境的统一。当环境的变化,包括环境要素(空气、水、土壤、食物等)的构成和比例改变超越了人类生理调节的范围时,则可引起人体生理、生化功能的改变,甚至产生病理性反应,这种超越人体适应范围的异常环境因素,称环境致病因素。

环境致病因素的分类,按致病因素的来源分,有天然的和人为的;后者又分为工业性的和农业性的等;按环境介质分,有大气、水体、土壤和食物等;最常见的是按致病因素的性质分,有物理性、化学性和生物性等。致病因素的作用强度除与剂量、作用时间有关外,还与致病方式或侵入途径和机体状况等有密切的关系。

(1)物理性致病因素:有噪声、振动、红外线、紫外线、微波、激光、强电场、强磁场、放射性等。该类致病因子种类繁多,引起的疾病也不相同。有的对机体作用是急性的,例如强电磁波对呼吸、循环系统的作用,在接触时就有明显的临床表现。噪声可损害听觉机能和破坏生活环境的宁静。电离辐射可使人类癌症发病率增高,具有诱发遗传效应等。物理致病因素大多数对人体的作用是非特异性的,因作用方式不同,危害效果也不一样。例如电离辐射直接作用可使局部皮肤损伤或癌变;经食物摄入放射性物质如 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 等则可沉积于骨组织诱发骨肉瘤;吸入放射性粉尘和气体可使肺癌发病率增高;长时间暴露于放射线中,可以引起白血病、白内障等。此外,气象条件的剧烈变化也可成为物理性的致病因素。

(2)化学性致病因素:大致可分为三大类:①过量的天然化学物质。在一些地区饮用水源中含有过量的硝酸盐、氟化物、砷化物等,长期通过饮水和食物进入人体都可产生各自特有的症状。例如,食物或饮水中硝酸盐浓度过高时,可引起婴儿的变性血红蛋白症;过量的氟化物可致地方性氟病;台湾省西南的局部地区曾由于饮水砷含量过多而发生慢性砷中毒和砷致皮肤癌等(见“黑脚病”条)。②环境污染物质。一般是指工业、农业生产和居民生活过程中排出的废物和污物。又可分为有害气体,

如一氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、碳氢化物、氟化物等;有毒重金属或类金属,如汞、铬、铅、镉、锰、砷等;有机毒物,如酚、氰、苯胺、亚硝胺、卤代烃、芳香烃、多氯联苯、一些杀虫剂和除草剂等。③缺少人体必需的化学元素,例如碘缺乏引起地方性甲状腺肿;硒缺乏与克山病发病有关等。

(3)生物性致病因素:未经妥善处理的医院污水、废物,居民区的生活污物,农牧业及其加工厂的排出物中均可含有致病微生物。这些污水、污物直接排放或灌溉,可污染水体、土壤和蔬菜、瓜果等。有可能引起伤寒、痢疾、霍乱、肝炎等病流行。有许多种致病微生物在环境中能存活数月甚至数年,有芽胞的细菌存活时间更长。人类接触受污染的水、食物、土壤能引起感染。有些真菌能产生毒素如黄曲霉毒素等污染食品,危害人体健康。

(曹生业)

环境毒物

人类环境(空气、水、土壤等)中的化学物质,在一定条件下进入机体后,能与机体发生生物化学或生物物理学作用而干扰或破坏机体的正常生理功能,引起暂时性或持久性的病理状态,甚至危及生命,此类物质称为环境毒物。由于毒物作用的结果,使机体发生各种病变,这种病变称为中毒。

环境毒物的主要来源是人类的生产和生活活动所产生的化学性污染物,如工矿企业、交通运输、生活炉灶等排出的废物,大量合成化合物(农药、化肥等)的广泛使用;其次也可来自自然界,如某些地区饮水中含有较高的氟化物、硝酸盐等。

环境毒物的分类 按化学结构可分:无机毒物与有机毒物。无机毒物又可分为金属(如汞、镉、铅等)、类金属(如砷等)和非金属(如氟、硫等)化合物。有机毒物又可分为烃类(脂肪烃、芳香烃、卤代烃类等)、醇类、酚类、醛类、酮类、酯类、腈类、醚类及环氧化物、氨基硝基化合物、有机酸酐及酰胺类化合物等。

按物理形态可分:尘、烟、雾、蒸气和气体。①尘是指能悬浮在空气中,粒径大于 $1\mu\text{m}$ 的固体粒子,通常是固体物质在人工粉碎或自然风化过程中形成,如砂尘;②烟是悬浮在空气中的直径小于 $1\mu\text{m}$ 的固体粒子,它是未完全燃烧过程中逸出的细小碳粒和其它可燃物质或是金属升华后的蒸气遇冷凝结而成,如煤烟、铅烟等;③雾是混悬于空气中的液体微粒,它是从蒸汽冷凝和液体雾化过程中产生的,如硫酸雾;④蒸气为液体蒸发而形成,如汽油蒸气、汞蒸气;⑤气体为在常温、常压条件下散布在空气中的气态物质如 SO_2 、 CO 、 Cl_2 等。

按毒性大小一般可分:剧毒、高毒、中等毒、低毒和微毒物质等(毒物毒性分级见表1,2)。

按生物学作用的性质可分为:①刺激性毒物如 SO_2 、 NO_2 、 Cl_2 等;②窒息性毒物如 CO 、 H_2S 等;③致癌物如苯并(a)芘、亚硝胺类、农药敌枯双、2,4,5-涕等;④致突变物如亚硝基胍等;⑤致敏物如镍、铬、环氧树脂等。