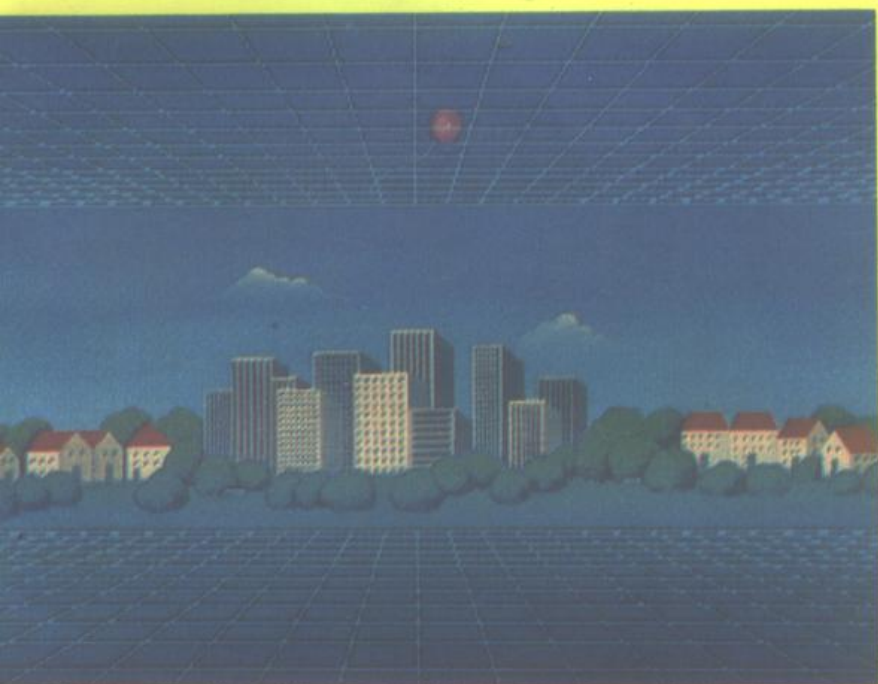


环境健康化学



王连生 编著

科学出版社

环境健康化学

王连生 编著

KG26/15



科学出版社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

全书共 10 章,包括化学品的环境归宿,有毒化学品筛选,大气污染及其危害,结构-性质-活性,环境中含氮多环芳烃的来源、分布及其生物效应,N-亚硝基化合物,石油污染及其危害,环境放射性污染,重金属污染及其危害以及居室环境与健康。书中既有近期环境健康化学方面的资料,也含有基本知识,各章之间具有相对的独立性,读者可根据需要和兴趣,有选择性地阅读。

本书适用于环境科学、医药、卫生、生物、生命科学的研究人员,大专院校师生及有关管理人员阅读。

环 境 健 康 化 学

王连生 编著

责任编辑 尚久方

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994 年 11 月第 一 版 开本:850×1168 1/32

1994 年 11 月第一次印刷 印张:12

印数:1—1 100

字数:311 000

ISBN 7-03-004153-4/X·35

定价:18.00 元

50.952
2

前 言

人类已进入“环境”时代，全世界的科学家都在关注全球生态变化问题，化学品的污染是生态变化的主要根源。

当今世界，化学品污染正在人类生存的地球上蔓延，从陆地到海洋，从江河到湖泊，从生物到人体都受其影响。据日本科学家研究，认为当今农药中，66% 的除草剂，90% 的杀菌剂，30% 的杀虫剂有致癌性；大型化学灾害事故逐年增多，据美国核安全局统计，世界每年平均有 300 多起严重化学污染事故，较严重的一次为印度农药厂爆炸，造成死 2500 人、失明和残废 4000 人。

科学研究证明，一些有毒化学品难于降解，并且具有“三致”（致癌、致畸、致突变）作用，且分布很广，亦或就潜在于你所喝的水中，呼吸的空气中，吃的食物、蔬菜、水果中以及植物生长的土壤中，也可通过迁移转化进入人体。因而，有毒化学品日益受到人们的重视，“环境健康化学”就是在这种背景下产生的。

环境健康化学是 80 年代以来发展起来的新兴边缘学科，是化学、生物学、医学、环境科学、生命科学等相互渗透、相互融合的产物。这一交叉学科一经形成，便成为一门十分活跃的研究领域，也是环境科学的前沿课题之一。它提出了许多具有创新意义的、挑战性的研究课题，引起了环境化学、环境医学、环境生物学及生命科学的专家们极大的兴趣，显示了一个富有生命力的、引人入胜的领域。目前，国际上这一研究领域发展迅速，取得了令人瞩目的研究成果，已有环境健康化学的专著出版，我国在这方面也取得了可喜的成果。为了推进这一领域的研究工作，非常需要这方面的书籍，而国内尚无一本这方面的专著，本书拟对环境健康化学作一简要介绍，以期抛砖引玉。

本书收集了近期环境健康化学方面的资料，材料安排上有的

便于深入扩展，有的是基本知识，各章之间具有相对的独立性，读者可根据自己的兴趣有选择性地阅读。

本书既适用于环境科学、医学、化学、生物学、生命科学的研究人员阅读，也适用于有关大专院校师生及管理人员参考。

本书承蒙田笠卿、张正教授审阅，高松亭同志绘图，在此一并致谢。

由于业务水平有限、资料收集不够充分，书中难免有错误之处，诚恳欢迎读者批评指正。

编著者

1993年7月5日于南京大学

• Ⅲ •

目 录

第一章 化学品的环境归宿	1
1.1 化学品的分类	1
1.2 化学品与人体健康	1
1.3 化学品在环境中的归宿	3
1.3.1 吸附	5
1.3.2 化学品在环境中的分配	10
1.3.3 水解反应	15
1.3.4 在水中的溶解	19
1.3.5 光化学转化	21
1.3.6 挥发	23
1.3.7 生物降解	24
1.3.8 生物富集	29
参考文献	33
第二章 有毒化学品筛选	34
2.1 资料源	35
2.1.1 几个主要法规	35
2.1.2 数据库	36
2.1.3 数据摘要和手册	40
2.1.4 收集数据时应注意的问题	41
2.2 筛选原则	41
2.2.1 具有较大的生产量	42
2.2.2 具有较大的毒性效应	42
2.2.3 难降解,具有积累性	43
2.2.4 应根据技术条件及监测能力	43
2.2.5 采用分期分批地确定优先污染物	43
2.3 筛选方法	43

2.3.1	综合调查	43
2.3.2	优先化学品的确定	46
2.4	重金属元素潜在毒性排序	52
2.4.1	重金属及其化合物的范围	52
2.4.2	与潜在毒性有关的理化性质	52
2.4.3	模糊混合聚类迭代公式	52
2.4.4	计算过程	54
2.5	我国有毒化学品的筛选	61
2.6	美国公布的 129 种优先污染物	61
2.7	欧洲共同体公布的“黑名单”和“灰名单”	63
2.8	德国公布的水中有害物质	72
	参考文献	75
第三章	大气污染及其危害	76
3.1	无机污染物	76
3.1.1	氮氧化物	76
3.1.2	碳的氧化物	78
3.1.3	硫氧化物	82
3.2	有机污染物	85
3.2.1	二甲苯	85
3.2.2	苯基氯、氯苯和硝基苯	88
3.2.3	酚和硝基酚	95
3.2.4	甲酚和二甲基苯酚	105
3.2.5	大气中的卤代烃	111
	参考文献	113
第四章	结构-性质-活性	114
4.1	结构与性质	114
4.1.1	化学键模型及分子结构的表示	115
4.1.2	结构对物理化学性质的影响	117
4.1.3	结构-性质研究发展过程	119
4.2	结构与活性	121
4.2.1	结构-活性发展过程	121

4.2.2	QSAR 研究方法	123
4.2.3	结构-活性相关机理	125
4.2.4	氯代芳烃的理化参数与生物活性相关	132
4.2.5	分子连接性与生物活性	143
4.2.6	味的判别分析	148
4.2.7	杂环分子的 QSAR	153
4.2.8	抗病毒分子 QSAR 的碎片研究	154
4.2.9	取代基结构与生物活性的关系	158
	参考文献	166
第五章	环境中含氮多环芳烃的来源、分布及其生物效应	167
5.1	结构与性质	167
5.1.1	含氮多环芳烃的结构	167
5.1.2	含氮多环芳烃的特性	167
5.1.3	含 NO_2 -PAH 的正辛醇-水分配系数	174
5.2	来源	175
5.3	环境中 N-PAH 的含量	178
5.4	对环境的污染	179
5.4.1	对大气的污染	179
5.4.2	在河湖底泥中沉积	183
5.4.3	在水生生物中的积累	184
5.5	生物活性	186
5.5.1	致突变	187
5.5.2	致癌性	193
5.5.3	几种类型含氮多环芳烃毒性举例	193
5.6	含氮多环芳烃的测定方法	196
5.6.1	碱性有机组分的提取	196
5.6.2	分离测定方法	197
	参考文献	198
第六章	N-亚硝基化合物	199
6.1	结构及命名	199
6.1.1	N-亚硝基化合物的结构	199

6.2	环境中 N-亚硝基化合物的来源	200
6.2.1	食品中的 N-亚硝胺	200
6.2.2	烟草与烟雾	204
6.2.3	化妆品	207
6.2.4	药物	207
6.2.5	农药	208
6.2.6	橡胶化学品和制品	208
6.3	N-亚硝基化合物的生物效应	213
6.3.1	N-亚硝基化合物的急性与非急性毒性	213
6.3.2	N-亚硝基化合物的致畸作用	215
6.3.3	N-亚硝基化合物的致癌性	215
6.3.4	N-亚硝基化合物的诱变性	216
6.3.5	N-亚硝基化合物的结构-活性关系	219
附录 A	带有对称功能团的 N-亚硝胺及其衍生物的 致癌活性	221
附录 B	带有不对称功能团的 N-亚硝胺及其衍生物 的致癌活性	226
附录 C	环状亚硝胺及其衍生物的致癌活性	236
附录 D	N-亚硝酰胺及其衍生物的致癌活性	245
参考文献		254
第七章	石油污染及其危害	255
7.1	石油污染之现状	255
7.2	海上石油污染的去向	258
7.2.1	石油的组成	258
7.2.2	石油污染样品的分析	259
7.2.3	石油在海洋中的迁移	259
7.2.4	石油在海洋中的扩散	260
7.2.5	石油在海水中的溶解	264
7.2.6	石油的沉降	264
7.2.7	石油的光降解	266
7.2.8	石油的生物降解	268

7.3 石油污染之危害	269
7.3.1 石油污染给动物带来的危害	269
7.3.2 石油污染对人体的危害	273
参考文献	275
第八章 环境放射性污染	276
8.1 原子核、放射性及同位素	276
8.1.1 原子核	276
8.1.2 放射性	276
8.1.3 同位素	277
8.2 放射性衰变类型	277
8.2.1 α 衰变	277
8.2.2 β 衰变	278
8.2.3 β^+ 衰变	279
8.2.4 电子俘获	280
8.2.5 γ 衰变	280
8.3 放射性衰变规律	281
8.3.1 衰变定律	282
8.3.2 半衰期	283
8.4 放射性活度单位	284
8.5 核反应	286
8.5.1 核反应和化学反应	286
8.5.2 原子核反应	286
8.6 核裂变	287
8.6.1 核分裂现象	287
8.6.2 核裂变放出的能量	290
8.6.3 核分裂现象解释	291
8.7 核聚变	292
8.8 人体组织中的放射性	293
8.9 核废物处理	298
8.9.1 放射性废物的分类	300
8.9.2 核工厂维修时产生的放射性废物及处理	301

8.9.3	净化水产生的废物及处理	303
8.9.4	燃料元件的运输和短期贮存	305
8.9.5	核燃料后处理产生的废物和处理	306
8.9.6	核电厂的设备更新	308
8.9.7	放射性废物的贮存	309
参考文献		310
第九章 重金属污染及其危害		311
9.1	汞的污染及其危害	311
9.1.1	污染来源	311
9.1.2	环境中汞的甲基化	311
9.1.3	汞的毒性	312
9.2	铅污染及其危害	315
9.2.1	污染来源	315
9.2.2	铅的毒性	318
9.2.3	烷基铅的代谢	319
9.3	镉污染及其危害	320
9.3.1	污染来源	320
9.3.2	镉的毒性	321
9.3.3	镉的代谢	322
9.4	锡污染及其危害	323
9.4.1	污染来源	323
9.4.2	锡的毒性	324
9.4.3	有机锡在体内代谢	327
9.4.4	环境标准	327
9.5	砷污染及其危害	327
9.5.1	砷的用途	327
9.5.2	砷的污染	328
9.5.3	砷化合物的毒性	330
9.5.4	环境标准	331
9.6	铬污染及其危害	331
9.6.1	铬的用途及存在	331
9.6.2	铬的污染	332

9.6.3 铬的毒性	333
9.7 锰污染及其危害	334
9.7.1 锰的用途	334
9.7.2 锰的污染	334
9.7.3 锰污染的危害	336
9.7.4 环境标准	337
9.8 锌污染及其危害	337
9.8.1 锌的用途	337
9.8.2 锌的污染	337
9.8.3 锌的危害	339
9.8.4 环境标准	339
9.9 铈的污染及其危害	339
9.9.1 铈的用途	339
9.9.2 铈的污染	340
9.9.3 铈的毒性	342
9.9.4 环境标准	343
参考文献.....	343
第十章 居室环境与健康	344
10.1 生活燃料污染	344
10.1.1 燃煤带来的颗粒物污染	344
10.1.2 煤气和液化石油气	346
10.2 吸烟的污染	349
10.2.1 烟雾中的有害物质	349
10.2.2 吸烟污染与被动吸烟	358
10.3 生活用品污染	362
10.3.1 涂料及填料	362
10.3.2 油漆	362
10.3.3 食品的金属污染——铝	363
10.3.4 化妆品	364
10.4 室内空气质量标准	366
10.4.1 燃烧产物	366

10.4.2	二氧化碳	366
10.4.3	空气中的微生物	367
10.4.4	建筑材料释放物	369
10.4.5	臭氧	370
参考文献		370

第一章 化学品的环境归宿

1.1 化学品的分类

根据对人体健康的影响,化学品通常分为三类:

- (1) 人类生命过程中必需的化学品,如维生素、氨基酸等。
- (2) 对人类健康没有明显影响,如氩、花岗岩或其他化学品(如部分氨基酸和碳水化合物)。
- (3) 对人类健康有明显影响的,如苯并[a]芘、硝基苯等。

这种分类法只是一种定性的描述,因为它们对人类健康的影响与剂量有关,对于环境科学工作者来说,主要关心的是那些对人类健康有负作用的化学品,如致癌性化学品。在一些发达国家,由于因癌症而死亡的人数已居第二位(见表1-1),所以对致癌物的

表 1-1 美国 1975 年统计主要死亡原因

死 亡 原 因	数 目
心 脏 病	980 000
癌 症	370 000
寄生虫病	72 000
糖 尿 病	36 000
呼吸道病	26 000
出生死亡	15 000
肠 胃 病	14 000
其 他 病	210 000

来源、环境行为、代谢和作用机理的研究,已成为环境科学中的重要课题。

1.2 化学品与人体健康

人类生活在化学的世界,因而长期暴露于化学品之中,化学品

一般通过三种途径,即经口(食品、饮料)、呼吸(通过肺)和皮肤(接触)进入人体(图 1-1)。大约有 5% 的潜在化学品来源于食品,而饮用水中只含有较少的化学品。

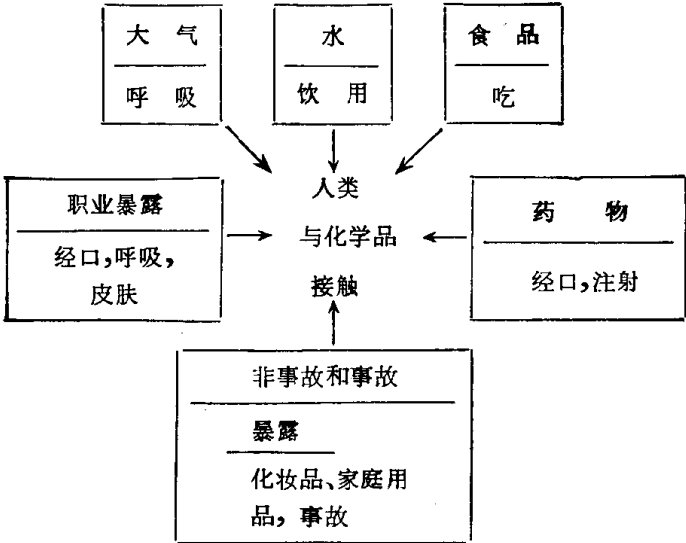


图 1-1 化学品暴露及进入人体的途径

职业暴露包括蒸气和灰尘的吸入,或经皮肤接触吸入,虽然大气中化学品的浓度是低的,但通过肺吸入而富集却是不容忽视的,每人每天吸入的空气约为 20 米³。

尽管药物经过严格的检验控制,但仍不免有潜在的副作用,有时还发生意外事故,如安眠药的过量服用等。

严格地讲,化学品暴露主要是通过大气、水和食品,通过药物进入人体是职业卫生方面的问题。化学品暴露机理的研究是职业卫生和环境中的重要课题。

化学品暴露的浓度,引入途径和积累的可能性如表 1-2 所示。化学品与人体健康包括三要素:(1) 人体健康,(2) 有毒化学品的毒性,(3) 环境,如图 1-2 所示。有机体在化学品中的暴露是通过环境达到的,因此这三者的关系,主要包括以下三方面的内容:

(1) 在毒物到达靶生物以前,环境以何种方式修改毒物,例如

表 1-2 化学品不同暴露情况的比较

试 剂	吸入浓度	吸入途径	吸入可能性
药 物	高	直接	高
化学品工作场地	中等	短距离	中等
环境化学品 (食物、水、大气)	低	间接	低

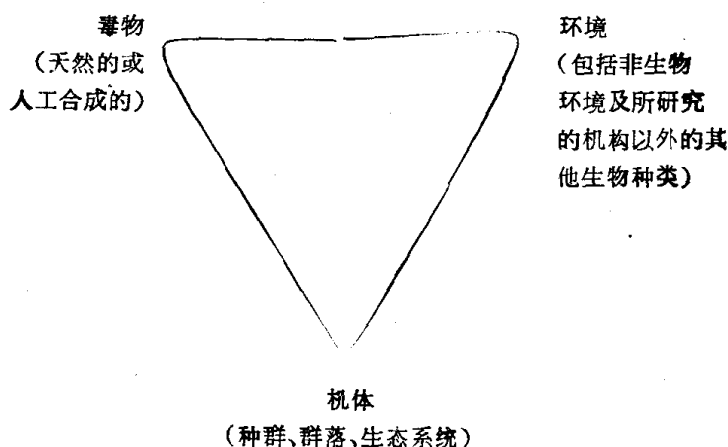


图 1-2 毒物、环境、机体三者的关系

毒物在环境中的迁移、转化、降解等；

(2) 环境如何影响机体对毒物的反应，例如毒物的提取，种间竞争等；

(3) 毒物如何修改环境。有的是物理的修改，例如石油泄漏；有的是化学的修改，例如废水排放；也有生物学的修改，例如捕食动物的消耗等。

总之，机体是被影响的对象，环境是暴露的介质，毒物是引起毒性的化学品。

1.3 化学品在环境中的归宿

除农药以外，对药物及食品添加剂要进行生物毒性试验，农药

类化合物需要跟踪它们环境中的归宿。

美国及其他一些国家,根据毒物管理条例,不仅要对化学品进行毒性试验,还要进行化学品归宿的试验。这里包括两个问题,一个是化学品在环境中的行为,另一个是化学品对环境的影响。如图 1-3 所示。

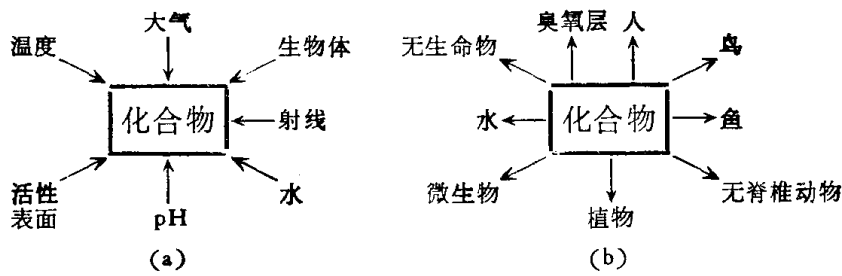


图 1-3 化学品与环境的相互影响

(a) 化学品在环境中的行为; (b) 化学品对环境的影响。

化学品在环境中的物理分布主要表现在:土壤/水,沉积物/水,水/气和大气/土壤界面之间的行为。这里主要是化学品在环境中的迁移过程,而化学品的转化表现在化学反应、生物代谢和结构的变化。

为便于了解迁移和转化过程,现将这两种行为分开描述,实际上两者往往同时发生,如表 1-3 所示。

表 1-3 化学品在环境中的迁移和转化

化合物	
迁移	转化
水	大气
大气	水
生物	土
迁移时化学结构无变化,迁移时重要的物理化学性质有:水中溶解度,分配系数,吸附,挥发	转化时化学结构有变化,转化一般表现在:化学反应,光化学反应,霉反应(微生物)