

废弃物化学组分的毒理和处理技术

崔明珍 主编

陈震阳 主审



中国环境科学出版社

废弃物化学组分的 毒理和处理技术

主编 崔明珍

主审 陈震阳

中国环境科学出版社

1993

(京)新登字089号

内 容 简 介

本书系统地论述了在人类生产和生活过程所形成的大量废弃物中常见化学组分的构成、重要理化性质与毒理作用、在环境中的变迁及其危害,并根据国内外最新科学技术和我国的国情,介绍了对废弃物进行科学消纳的有关方法及再生回收等处理技术。

本书可供环境卫生、环境保护、劳动卫生、卫生防疫等部门的管理人员和科学技术人员以及高等院校环保、预防医学等专业的师生参考。

废弃物化学组分的毒理和处理技术

主编 崔明珍

主审 陈震阳

责任编辑 陈菁华

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

北京市通县永乐印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1993年11月第 一 版 开本 850×1168 1/32

1993年11月第一次印刷 印张 13

印数 1—2,000 字数 338 千字

ISBN 7-80093-388-1/X·723

定价 11.50 元

主 编 崔明珍

主 审 陈震阳

副 主 编 许金生 吴仲冬 陈震阳

编写人员（以姓氏笔划顺序排列）

许金生	肖 白	吴仲冬
陈震阳	赵振华	项 芒
范衍琼	袁亚莉	崔明珍

前 言

进入90年代以来，废弃物对全球环境污染的问题更为突出。随着国民经济的发展和改革开放的深化，我国生产和生活废弃物的排放量也日益增加。各种废弃物中的有毒有害物质，尤其是有关化学组分对生态环境和人类健康所构成的威胁，越来越引起各界人士的关注和不安。科学地消纳和处理废弃物，妥善回收和充分利用宝贵的再生资源，促使自然生态基本恢复良性循环，为全社会人员创造一个清洁、优美、安静、舒适的工作环境和生活环境，已成为人们的共识和热切希望。要做到这一些，需要各行业人员的共同努力，尤其需要环卫系统、劳卫系统、环保系统及卫生防疫系统等部门广大管理人员和技术人员做艰苦细致的工作。帮助上述成员深刻认识有毒有害物质的“庐山真面目”即透彻了解它们的理化性质、毒理作用及其在环境中的变迁，采取更加切实可行的防治环境污染的对策及妥善处理，综合利用废弃物的措施，便是本书编写之目的。

本书的特点是将废弃物中有毒有害物质的理化性质、毒理作用及处理技术熔为一体，并以理论与实际相结合的方式回答了生产和生活实践中所提出的有关实际问题。在写法上力求概念明确、内容新颖、语言通俗精炼、论述深入浅出。

本书由北京市劳动卫生职业病防治研究所、北京市环境保护研究所、衡阳医学院、衡阳市环境保护局四单位的有关人员共同编写。

全书共15章，涉及化学、毒理学、环保等多门学科。各章虽均由长期从事专业工作且熟悉所编写内容的同志负责编写并经过

反复修改，但由于编者学识水平所限，书中纰缪难免，敬请广大读者不吝珠玉，多多批评指正。

编 者

目 录

有害物质及有害废弃物	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 有害废弃物的分类	(8)
1.3 保持废弃物的良好分类状态	(13)
1.4 有害废弃物的管理：产出、处理和处置	(14)
1.5 特殊处理技术	(18)
1.6 废弃物的填埋和造地	(19)
1.7 有害废弃物与健康	(20)
1.8 对废弃物的日常监测	(20)
1.9 紧急处理措施与远期治理	(21)
1.10 寻找新的洁净能源	(23)
2 环境化学过程	(26)
2.1 环境化学及其任务	(26)
2.2 水的化学	(27)
2.3 大气化学	(44)
2.4 土壤化学	(55)
3 生物化学与毒理	(63)
3.1 生物化学和细胞	(63)
3.2 蛋白质	(65)
3.3 糖类和脂类	(67)
3.4 酶	(68)
3.5 外源性物质的酶促反应	(70)
3.6 毒物和毒理学	(73)
3.7 毒性	(74)
3.8 毒物在体内的变迁	(78)

3.9	一般中毒表现	(81)
3.10	致突变、致癌、致畸作用	(82)
3.11	免疫系统反应	(85)
3.12	健康危害的估计	(83)
3.13	毒理学和危险度	(88)
4	有害物的化学属性	(90)
4.1	易燃物及可燃物	(90)
4.2	着火条件	(91)
4.3	分散微粒的燃烧	(93)
4.4	氧化剂	(93)
4.5	自发性着火	(95)
4.6	燃烧后的有毒产物	(96)
4.7	活泼反应性物质	(97)
4.8	物质的化学结构和反应活泼性的关系	(98)
4.9	腐蚀性物质	(100)
4.10	有毒物质	(101)
4.11	有害废弃物的数量和来源	(104)
5	无机有害废弃物化学	(105)
5.1	无机有害废弃物的分类	(105)
5.2	有害废弃物中的常见元素	(106)
5.3	有害单质	(111)
5.4	有害无机化合物	(120)
5.5	有害有机金属化合物	(129)
6	无机有害废弃物的毒理	(135)
6.1	引言	(135)
6.2	有毒元素和单质	(135)
6.3	有毒无机化合物	(139)
6.4	有机金属化合物	(148)
7	有机有害废弃物化学	(151)

7.1	有机有害废弃物的形式	(151)
7.2	碳氢化合物	(158)
7.3	含氧有机化合物	(164)
7.4	含氮有机化合物	(165)
7.5	有机卤化物	(167)
7.6	有机硫化物	(175)
7.7	含磷有机化合物	(179)
7.8	多氯联苯类	(182)
7.9	有害废弃物中的二恶英	(184)
8	有机有害废弃物的毒理	(186)
8.1	碳氢化合物	(186)
8.2	含氧有机化合物	(190)
8.3	含氮有机化合物	(199)
8.4	有机卤化物	(208)
8.5	有机硫化物	(215)
8.6	有机磷化合物	(220)
9	生物有害物	(224)
9.1	微生物存在的广泛性	(224)
9.2	微生物致病体	(225)
9.3	微生物的特点	(228)
9.4	涉及生物有害废弃物的有关行业部门	(229)
9.5	生物废弃物的数量	(230)
9.6	传染性废弃物	(231)
9.7	医学生物废弃物的焚烧	(232)
9.8	天然的有害物品	(234)
9.9	生物战剂	(238)
10	废弃物的再生和利用	(240)
10.1	废弃物再生和利用的意义	(240)
10.2	工业固体废弃物的再生和利用	(242)

10.3	农业废弃物的再生和利用·····	(260)
10.4	城市垃圾的再生和利用·····	(267)
10.5	液态废弃物的再生和利用·····	(275)
11	物理处理方法·····	(282)
11.1	概述·····	(282)
11.2	沉淀法·····	(285)
11.3	浮选法·····	(286)
11.4	过滤法·····	(288)
11.5	膜分离法·····	(290)
11.6	吸附法·····	(295)
11.7	蒸馏与汽提·····	(298)
11.8	蒸发与干燥·····	(300)
11.9	萃取·····	(302)
11.10	固体废弃物分选法 ·····	(304)
11.11	物理处理方法的评价 ·····	(306)
12	化学处理方法·····	(311)
12.1	概述·····	(311)
12.2	酸碱中和法·····	(312)
12.3	化学沉淀法·····	(314)
12.4	化学混凝法·····	(317)
12.5	氧化还原法·····	(319)
12.6	电解法·····	(323)
12.7	水解法·····	(325)
12.8	化学萃取·····	(326)
12.9	离子交换法·····	(327)
12.10	化学破坏 ·····	(329)
12.11	固体废弃物化学处理方法 ·····	(330)
12.12	常用化学处理方法的评价 ·····	(336)
13	焚烧处理·····	(339)

13.1	焚烧处理方法分类	(339)
13.2	焚烧作用	(339)
13.3	污染土壤的焚烧	(350)
13.4	焚烧中的排放物和残留物	(350)
13.5	排放物的处理	(353)
13.6	湿式氧化作用	(356)
14	有害废弃物的固化处理与填埋处理	(358)
14.1	固化处理	(358)
14.2	化学固化作用	(359)
14.3	物理固化作用	(360)
14.4	原地处理	(364)
14.5	沥滤液与气体排放	(366)
14.6	最终处置方法	(368)
15	废弃物的生物处理技术	(372)
15.1	含碳污染物的生物降解	(372)
15.2	沼气发酵	(373)
15.3	有毒金属污染物的生物转化	(375)
15.4	石油污染的生物降解	(375)
15.5	人工合成污染物的生物降解	(376)
15.6	废水生物学处理	(378)
15.7	活性污泥法	(378)
15.8	推流式曝气处理	(379)
15.9	生物滤池	(381)
15.10	塔式滤池	(382)
15.11	生物转盘	(383)
15.12	氧化塘净化法	(383)
15.13	生物工程的广阔前景	(384)
附录 I	中华人民共和国国家标准摘编	(385)
附录 II	美国水质标准摘编	(402)

1 有害物质及有害废弃物

1.1 引言

什么是“有害废弃物 (Hazardous Wastes)”？也就是如何对有害废弃物下个定义，国际上对这个问题至今提法不一。例如前联邦德国在1972年定义“有害于人类健康、污染空气和水质的一些易爆、易燃或能引起疾病的废弃物”为有害废弃物；英国在1972年颁布的有毒废弃物法令中定义：“凡是有毒、有害、污染和存在在地面上危害于环境的所有物体”为有害废弃物；加拿大则将有害废弃物定义为“特殊废弃物”，意思是说不适合作一般处理的工业废液、无法进入城市污水处理系统的有害物，以及需要作灰化、填埋和特殊处置的有害物体。我国出版的有关著作对有害废弃物的提法也不完全统一，在百科全书有关环境卫生分册上未列入“有害废弃物”这个名词，因此尚缺乏较具权威性的定义。

一般说来，有害物质是一些对生物体、土壤、饮用水以及大气具有直接危害或潜在危害的物质，这些危害指具有爆炸性、易燃性、腐蚀性、活泼化学反应性、毒性、传染性、以及某些令人厌恶的作用。有害废弃物则是被人们当作废弃物抛弃的一些有害物，或者已经认定为废品的物质因堆放在一起，它们中一些本来无直接危害的组分通过相互作用可能成为有害物。这些物质若被人们遗弃、抛撒、放任自流或处理不当，就会构成对生物、土壤和环境的严重威胁，影响地下水的质量，旷日持久便会酿成无法

治理的恶果，危害子孙万代。有害废弃物的污染，已经被列为世界性的严重问题，如臭氧层的破坏、温室效应、酸雨等将和核战争、人口爆炸、能源危机一样，对人类的生存构成莫大威胁。

事实已经证明，对有害废弃物如果不引起高度注意，将它放在不应该放的地方，不对它进行合理的处置，就会对人类和生态环境造成不堪设想的恶果。

一些发达国家虽然对处理有害物和有害废弃物已经建立了各种法规和制度，但就世界范围而言，很多不发达国家还存在不少的问题，譬如对有害废弃物缺乏足够的重视，财力不足，法制也很不健全，随便抛撒、任意堆积和排放，缺乏有效的安全保障措施等。我国属发展中国家（正在工业化中的国家），在对废弃物管理问题上也存在经验少、资金短缺、管理跟不上、法制尚不够健全等问题。因此在对有害废弃物的治理方面暴露出种种不足。

1.1.1 有害物质的简单历史

人类接触毒物的历史已经相当悠久了。供人类赖以生存的处于生态平衡状态的地球环境，存在各种对人有害的物质。人们要生活，要发展，就必然要从周围环境中摄取足够的水分、营养食品，但在摄入这些养分的同时，也不可避免地将一些有毒物质摄入体内。随着生活经验的积累，人们知道怎样识别、克服、抵御周围的有害因素，并将这些生活经验代代相传。1700年随着欧洲工业的兴起，就出现了矿渣堆的污染问题。1800年德国从煤焦油中提炼染料和其它有机化合物时，使有关作业人员被其副产物中毒。到20世纪以后，各种有害废弃化合物的数量和品种迅速增多，如废酸、碱、含铬废液、铅蓄电池废液、石油精炼后的废品、放射性废弃物以及含氟废液等等。随着时间的推移，废弃物和有害副产品的产量急剧增长，如含氯溶剂、合成农药、合成洗涤剂、多聚体、塑料、油漆和木材防腐剂等工业，都排出了数量相当可观的有害

废弃物。多氯联苯、酞酸酯这样一些危害作用较大的化合物，已经在人们生活的环境中无处不有。似乎可以这样说，随着工业的蓬勃发展，人类的进步，有害因素也在同步增加。

自1940年以来，美国每年约有两万吨化学废弃物，包括80多个品种的污染物排放进纽约运河，这一严重问题直到1970年才得到公众的重视。1989年联邦政府不得不花140亿美元用于清理河道和搬迁居民。

60年代以后空气和水质污染在工业化国家成了大问题。在农业方面，人们因滥用农药造成环境污染并对人类的致癌威胁也日趋严重。美国洛杉矶近年来就有不少从事农业的家庭，他们的幼年子女患有和死于白血病，病因很难查明。据推测就可能与大量使用除草药剂有关。

据1992年国务院发展中心技术经济局的统计，全世界因燃烧石化燃料而向大气中排放的二氧化碳，每年多达210亿t，相当于56.5亿t碳，即平均每人每年排放1吨碳，并且还在以每年3%的速度增加。全世界工业废液、废油、废弃物和有毒化学品也通过各种途径流向海洋。据统计每年流入海洋的石油达1000万t，多氯联苯2.5t，锌390万t、铅30多万t，铜25万t，汞5000t。此外还有放射性物质2000万居里。1991年历时42天的海湾战争是造成历史上最为严重的一次环境大污染。600多口油井被点燃，每天约600万桶原油被大火吞没；海湾水域内漂浮的原油有1100万桶，要完全消除浮油污染，需时5—10年。

早几年联合国第五任秘书长佩雷斯·德奎利亚尔呼吁要采取决定性预防措施，控制全球性升温现象和保护自然环境，并建议将每年6月5日定为“世界环境日”，意在督促人人都要重视环境，人人都在重视环境。

我国是一个文明古国，历史悠久，过去因为人少，生产采用以农、牧业为主的个体经营方式，工业很少且发展的速度缓慢，环境的自净能力足以抵御人类生活废弃物的危害，故有害物对环

境污染的矛盾并不突出。随着工业生产的项目和规模迅猛发展，冶炼、化工产品的数量和品种不断增加，加之没有对有害废弃物引起足够的重视，资金不足，对环境管理缺乏配套措施，使有些废弃物大量排入水系，很多原来山清水秀的江河湖泊，变成了“黑水河”和“污水池”，水生生物的生存条件恶化，数量和品种越来越少，水产资源受到严重破坏。全国固体有害废弃物大量堆积，据估计至1990年累计堆积量约为64.8亿t，占地58390公顷；辽宁某厂堆放的含铬矿渣，污染面积达70km²，使1800眼水井中的水不能饮用；全国范围内大约有200多万t铬渣堆积在没有防渗漏的地方。液体、气体有害废弃物的排放同样令人担忧。还有很多电镀厂正在大量排放含铬废液。“七五”期间，工业废水排放量年增长率为2%，城市污水排放量增长7%，SO₂排放量年增长5%。湖南、贵州等地，都有因矿渣或废液的污染而造成砷、汞、铊慢性中毒的事件发生；北方大批农田受到镉的污染；1990年全国堆放的粉煤灰量竟达5亿t，占地18万亩，每年约有400万t被倒进江河湖海。国家环保局1990年公告：全国废气年排放量（不包括乡镇企业）为8.5亿m³，其中SO₂的排放量为1495万t（1987年为1257万t），烟尘年排放量为1324万t，粉尘年排放量为781万t，废水（不包括乡镇企业）年排放量为354亿t，（汞、镉、铅和六价铬的排放量为2189t，砷排放量为1226t，氰化物为3391t，城市总悬浮微粒日平均为387μg/m³。据1992年报道，仅上海一年的氟利昂（Chlorofluorocarbons, CFCs）需求量就达3400t，其中日用化工厂用于生产美化发型的“摩丝”发胶一项年需用量为1000t。实际上仅日化工厂每天就向大气环境中排放接近3t的CFCs有害物质。由此可见，对有害物的系统管理和控制已迫在眉睫。对废弃物的产生、排放、收集、综合利用、暂贮、转运、处理和处置的全过程均需系统地进行严格控制。只有对全过程的每个环节严加管理，才能防患于未然。

1.1.2 环境立法

发达国家除了有雄厚的经济基础和技术能力以外，还有比较完善的处理废弃物的法规或“建议”。如美、英、法、日、德、荷兰、瑞典、欧共体等国家都通过了一定的立法手段来解决这方面的问题。为了搞好我国废弃物的管理工作，借鉴一些国外的经验、法制和技术措施是极为必要的。

国际自然和自然资源保护同盟于1970年创立了环境法中心。这个中心的职能包括对本领域范围内国际法的开发研究、环境立法的咨询服务和国际条约的缔结，还发展了多个数据库的有关环境法的信息系统。近年来，环保界对人类赖以生存的地球倍加关注。例如，温室效应和臭氧层问题是世界范围内环境卫生工作者的一个十分关切的话题。为了保护高空臭氧层不被破坏，不少环境科学方面的有识之士进行了孜孜不倦的努力。1985年很多缔约国在维也纳通过了一项“蒙特利尔协议书”，要求限制各国含氯氟烃的生产和释放（1988年全世界CFCs的产量竟达113万t之多），1990年6月缔约国又通过了第二次协议书，规定到2000年完全停止受控的CFCs的生产与消费。

1991年6月在缔约国第三次会议上，中国代表宣布：中国政府决定加入经过修改的这项协议书，并于1992年将加入书递交给联合国秘书长，表示中国将继续同各缔约国和有关国际组织一道，为保护臭氧层和改善全球环境作出应有贡献。

1992年6月3日，全世界170多个国家的代表参加了在巴西里约热内卢召开的“联合国环境与发展大会”，118个国家元首或政府首脑出席了会议。会议回顾了第一次人类环境大会召开后20年来全球环境保护的历程，敦促各国政府和公众采取积极措施协调合作，防止环境污染和生态变化，为保护人类的生存环境而共同作出努力。会议讨论通过了《地球宪章》《保护生物多样性公约》等重要文件。

1970年美国国会通过了好几项重要法律法规，用来控制空气和水的污染。对农药、消毒剂、杀鼠药等使用的管理。1976年成立了“开发和保护资源”的专门机构；1984年通过了“有害废弃物修正案”。这些立法任务都由美国国家环境保护局（EPA）负责制定。为保护人类健康和环境不受影响，美国政府拨出很大一笔专用基金用于治理废弃物，对不合理的堆放进行强行搬迁，并根据有害废弃物对环境污染的严重程度进行排队，从废弃物开始形成就加以严格控制、合理堆放、定期运送、一直到销毁，并详细记载它们的特性，表明运输过程的合理包装，容器上有鲜明标志，指明废弃物应被放置的场所和处理办法。美国每年约需处理290亿t有害废弃物，现有3000多套处理、贮存和消纳设备。同时对所有的废弃物堆进行详细的定期监测，了解其实际存在的潜在危害因素，特别是对一些尚未加以控制的复杂废弃物堆，管理更为严格。美国于1980年立法拟定了专门的条款，称之为“综合环境应答、补偿和责任条例”（Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act 缩写为CERCLA），为治理有害废弃物提供了一笔数目相当可观的经济支持，也就是人们所说的“超级基金（Superfund）”。这些条规专门用来对付对人和环境具有潜在危害的遗弃化学品。此条例要求执政党或政府监督并协助有关部门清理好废物堆。具体要完成下列任务：

- 废物堆的鉴定；
- 估计废物堆的危险度；
- 估计对自然资源的污染情况；
- 对自废物堆释放出来的有害物质进行监督；
- 由执政党或政府监督转移或清除堆积物。

CERCLA试行了5个年头，至1986年又通过了“超级基金修正和重新批准条例Superfund Amendment and Reauthorization Act, SARA)”，将基金规模增加至8.5亿美元，以解决