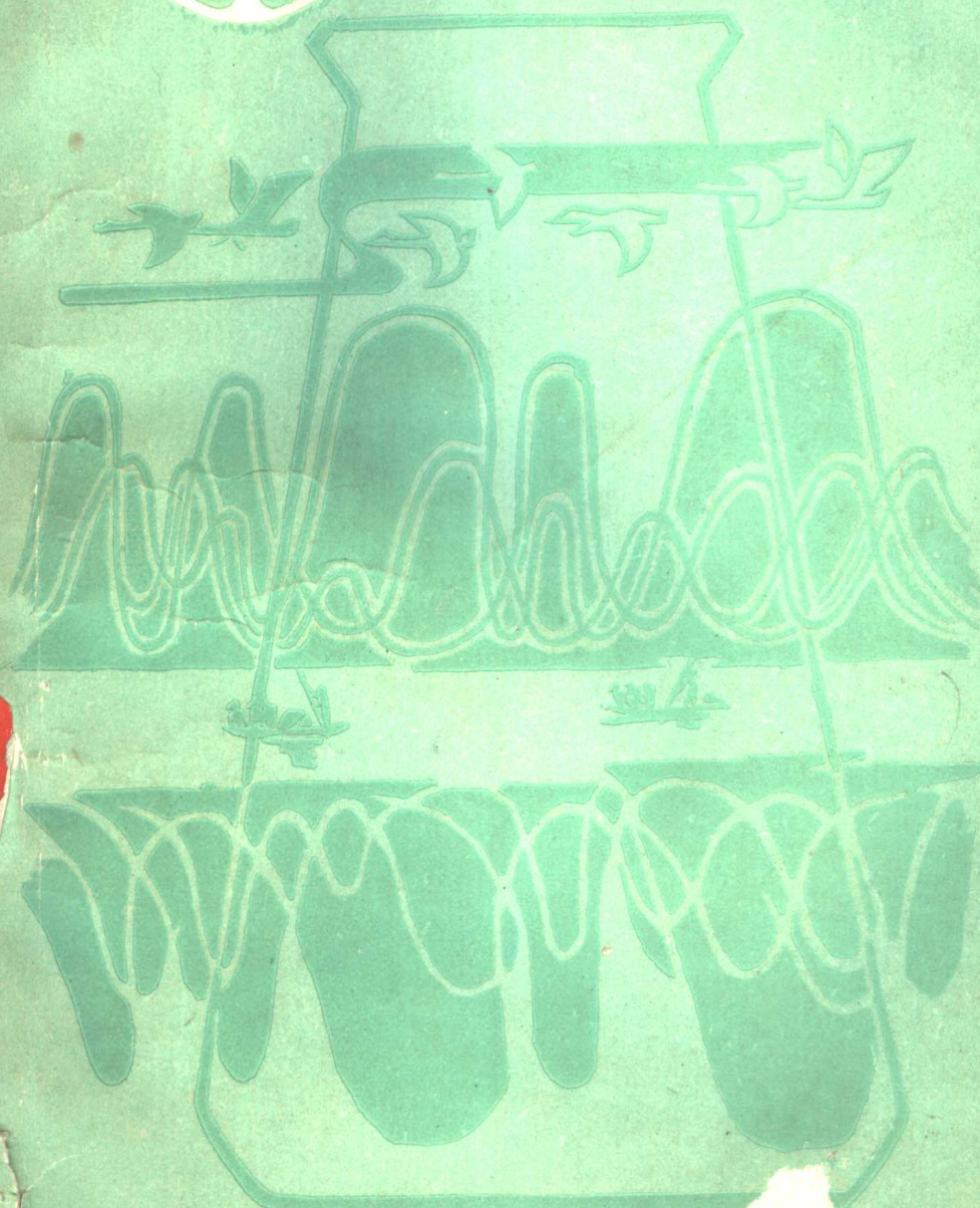


环境化学原理

[美] 斯坦利·E·马纳亨著 黄志桂 解怀宁编译



西南师范大学出版社

169751

X13
17

环境化学原理

[美] 斯坦利·E·马纳亨著

黄志桂 解怀宁 编译

西南师范大学出版社

1989 重庆

环境化学原理

[美]斯坦利·E·马纳亨著

黄志桂 解怀宁 编译

西南师范大学出版社出版(重庆北碚)
新华书店重庆发行所经销
中国科技情报研究所重庆分所印刷厂印刷

※ ※ ※

开本: 787×1092 1/16 印张: 27 字数: 688千

1989年7月第一版 1989年7月第1次印刷

印数: 1—2,500

※ ※ ※

ISBN 7-5621-0205-8/O·12 定价: 7.30元

前言

环境问题是当代人人关注的全球性大问题之一，化学公害是其中的主要问题。自1973年第一次全国环境保护工作会议以来，各级环境保护管理机构、研究机构、监测机构和大、专院校有关专业纷纷创建，发展十分迅速；从事环境保护及科研工作的人员都渴望有一本能反映环境化学现状的中文教科书。

经过反复查找和论证，我们认为美国密苏里-哥伦比亚大学(University of Missouri-Columbia) 斯坦利·E·马纳亨(Stanley E. Manahan)主编并经夏威夷大学等五所高等学校评阅的“环境化学”1984年第四版，是目前较理想的书籍。该书以环境的水圈、陆圈、大气圈及与此相关的生物圈为纲，在理论和实践相结合的基础上，对不同范围内化学污染物的来源、迁移、转化和归宿等过程的基本原理，分二十章作了详尽讨论；书中介绍了当前环境化学领域的各种新颖观点，提出了许多需进一步探讨和解决的课题与线索。该书内容既系统、全面，基本原理的阐述又透彻和深入浅出，是一本能够提高读者对环境化学的兴趣、开阔视野、启迪思维的好教材。因此，决定以其为兰本编译“环境化学原理”，并于1986年3月初步完成了编译工作。

“环境化学原理”完全保持了兰本的章节系统和风格特征，删去了对美国的某些过多介绍，加入了我国的部份资料和某些最新数据，以期能结合我国实际并反映环境化学的发展现状。

本书由黄志桂教授、解怀宁工程师编译。其中成都市环境监测站贾自助高工提供原著并译了三章；参加初译的还有王钟山教授(气象学)、司莲光副教授(三章)、李晓阳讲师(三章)、奉萍和陈君同志(各一章)等。赵明婕副研究员作了收集资料和部分编写工作。研究生吉芳英、史箴、陈文、罗玉忠、周光明和夏凤毅同志也参加了初编工作。

书中的第十八章承西南农大王康教授审阅修改。第九和十六章承西南师大潘银山、赖维平、龚正初副教授审阅。曹克复教授审阅了一、二两章；重庆市环境科学学会理事长杨德俊教授审阅了全稿。他们都提了许多宝贵的建议，对工作有不小助益，特在此表示谢意。

由于环境化学是新的学科，有许多问题尚待进一步研讨，加之编译者水平所限，难免会有不当或错误之处，欢迎批评指正。

黄志桂 解怀宁

1988年5月于西南师范大学

目 录

前言

第一章 绪论

1.1 环境问题的产生与发展	(1)
1.2 化学公害	(4)
1.3 环境化学及其内容	(5)
1.4 环境化学中常用的几个概念	(6)
1.5 水、空气、土壤和生物	(7)
1.6 结束语	(7)

第二章 天然水的性质和组成

2.1 水的数量、质量和化学性质	(9)
2.2 水源和水的利用; 水循环	(10)
2.3 水, 一种独特物质的性质	(11)
2.4 水体的特征	(11)
2.5 水生生物	(12)
2.6 天然水系的化学模型	(13)
2.7 水中金属离子的性质	(14)
2.8 酸性水合金属离子	(14)
2.9 水中气体的溶解度	(16)
2.10 水中的氧	(17)
2.11 二氧化碳和碳酸盐类物质	(18)
2.12 碱度和碳酸盐平衡	(21)
2.13 酸度	(23)
2.14 水中的钙	(23)
2.15 水中其他化学物质	(25)
问题和习题	(26)

第三章 天然水中的氧化还原平衡

3.1 天然水和废水中氧化还原平衡的重要性	(28)
3.2 用 pE 表示的电子活度	(29)
3.3 电极电位、 pE 和能斯特方程	(30)
3.4 相对反应趋势—由半反应到全反应	(32)
3.5 能斯特方程式和化学平衡	(33)

3.6	E和pE与自由能的关系	(33)
3.7	用摩尔电子表示反应	(34)
3.8	E° 和 pE° 值的确定	(35)
3.9	水中pE值的限度	(36)
3.10	天然水生系统中的pE值	(37)
3.11	pE-pH图	(38)
3.12	以pE为独立变量的对数浓度图: 水中氮系统	(41)
3.13	腐蚀	(43)
	问题和习题	(44)
第四章	天然水和废水中的络合作用	(46)
4.1	天然水和废水中的重金属元素	(46)
4.2	络合作用	(46)
4.3	水中螯合剂的存在	(48)
4.4	金属络合物的结合及结构	(49)
4.5	螯合作用的专一性	(49)
4.6	络合物溶液中物类浓度的计算	(49)
4.7	通过脱质子配体进行络合	(50)
4.8	通过质子化配体进行络合	(51)
4.9	NTA对铅离子的络合作用	(53)
4.10	条件形成常数	(54)
4.11	螯合剂与金属氢氧化物的反应	(55)
4.12	螯合剂与金属碳酸盐的反应	(56)
4.13	钙离子对螯合剂与微溶性盐类反应的影响	(57)
4.14	理论计算的局限性	(59)
4.15	水生环境中的NTA	(59)
4.16	水中的多磷酸盐	(59)
4.17	多磷酸根的水解	(61)
4.18	多磷酸根的络合作用	(61)
4.19	作为络合剂的腐殖质	(62)
4.20	作为络合剂的氨基酸	(64)
4.21	络合和氧化还原平衡	(64)
	问题和习题	(64)
第五章	微生物—水生化学反应的催化剂	(66)
5.1	微生物和病毒	(66)
5.2	水中微生物的类型	(66)
5.3	细菌	(67)
5.4	真菌	(67)
5.5	藻类	(68)

5.6	自养生物和异养生物	(68)
5.7	需氧和厌氧细菌	(69)
5.8	细菌增殖动力学	(69)
5.9	微生物引起的氧化还原反应	(70)
5.10	碳的微生物转化	(70)
5.11	产生甲烷的细菌	(73)
5.12	细菌对碳水化合物的利用	(74)
5.13	微生物对一氧化碳的利用	(75)
5.14	通过细菌进行的氮的转化	(76)
5.15	固氮	(76)
5.16	硝酸化	(77)
5.17	硝酸根还原	(78)
5.18	脱氮作用	(79)
5.19	硝酸根离子和其他氧化剂对有机物的竞争性氧化	(79)
5.20	硫的微生物转化	(80)
5.21	细菌引起的 H_2S 的氧化和硫酸根的还原	(80)
5.22	有机硫化物的微生物降解	(81)
5.23	硒的微生物转化	(82)
5.24	铁细菌和锰细菌	(82)
5.25	酸性矿水	(83)
5.26	农药的微生物降解	(84)
	问题和习题	(88)

第六章 水生化学中的液-固-气相间的反应 (91)

6.1	固体、气体和水之间的化学反应	(91)
6.2	沉积物的形成	(91)
6.3	固体的表面吸着作用	(92)
6.4	胶体颗粒的性质	(94)
6.5	粘土的胶体性质	(97)
6.6	微粒的聚集	(98)
6.7	加盐凝聚	(98)
6.8	由铁(Ⅲ)引起的 SiO_2 凝聚	(98)
6.9	通过聚合电解质絮凝胶体	(99)
6.10	通过聚合物絮凝细菌	(99)
6.11	通过金属氧化物—氧化锰(Ⅳ)吸着金属	(101)
6.12	水底沉积物的阳离子交换	(102)
6.13	水底沉积物的磷交换	(103)
6.14	沉积物和悬浮物中的痕量金属	(104)
6.15	悬浮物、沉积物和土壤对有机化合物的吸着	(105)
6.16	气体被吸着—间隙水中的气体	(107)

问题和习题.....	(108)
------------	-------

第七章 水污染..... (110)

7.1 水质.....	(110)
7.2 水污染物的种类.....	(111)
7.3 水中的痕量元素污染物.....	(112)
7.4 砷.....	(114)
7.5 镉.....	(115)
7.6 铅.....	(115)
7.7 汞.....	(117)
7.8 金属与有机物在水中的结合.....	(118)
7.9 水中氰化物及其他无机化合物物类.....	(119)
7.10 水中的石棉.....	(120)
7.11 藻类营养素和富营养化.....	(120)
7.12 水生环境中的放射性核素.....	(121)
7.13 酸度、碱度和盐度.....	(124)
7.14 污水和水污染.....	(125)
7.15 水中的需氧物质.....	(126)
7.16 肥皂、洗涤剂和洗涤增效剂.....	(127)
7.17 水中痕量有机污染物和耐降解性化合物.....	(129)
7.18 水中的农药.....	(130)
7.19 PCB 和 PBB.....	(136)
问题和习题.....	(137)

第八章 水处理..... (139)

8.1 水处理及水的利用.....	(139)
8.2 水处理厂.....	(139)
8.3 去除固态物.....	(140)
8.4 水硬度的去除.....	(140)
8.5 铁和锰的去除.....	(144)
8.6 去除饮水中有机物.....	(144)
8.7 水的消毒.....	(145)
8.8 下水道污水处理.....	(146)
8.9 一级废水处理.....	(148)
8.10 通过微生物作用进行的二级废水处理.....	(147)
8.11 三级废水处理.....	(149)
8.12 废水中悬浮固体的去除.....	(150)
8.13 废水中溶解的有机物质的去除.....	(150)
8.14 溶解的无机物质的去除.....	(151)
8.15 电渗析法.....	(152)

8.16 离子交换法	(152)
8.17 反渗透法	(153)
8.18 磷的去除	(153)
8.19 氮的去除	(154)
8.20 废水中重金属的除去	(156)
8.21 总废水处理系统	(157)
8.22 废水的物理-化学处理	(158)
8.23 污泥	(158)
8.24 水的土壤净化	(161)
8.25 水污染控制技术的发展动向	(162)
问题和习题	(163)
第九章 环境化学分析	(164)
9.1 环境化学分析的任务和重要性	(164)
9.2 滴定方法	(164)
9.3 吸收分光光度法	(166)
9.4 原子吸收分析	(170)
9.5 原子发射技术	(171)
9.6 X射线荧光分析	(173)
9.7 中子活化分析	(173)
9.8 电化学分析方法	(174)
9.9 气相色谱测定法	(176)
9.10 高效液相色谱	(178)
9.11 水污染物的色谱分析	(178)
9.12 质谱测定法	(179)
9.13 用自动化程序进行水分析	(179)
9.14 水检验箱	(180)
9.15 水的物理性质测定	(180)
9.16 水的采样	(181)
9.17 水样的防腐	(182)
9.18 水中的总有机碳	(183)
9.19 水的放射性测定	(184)
9.20 水分析方法一览	(184)
问题和习题	(186)
第十章 陆圈与土壤的环境化学	(187)
10.1 陆圈	(187)
10.2 土壤的性质	(188)
10.3 土壤中的水和空气	(188)
10.4 土壤的无机组分	(190)

10.5	土壤中的有机物	(190)
10.6	土壤中的酸碱反应和离子交换反应	(192)
10.7	土壤中的常量营养素	(194)
10.8	土壤中的氮	(195)
10.9	土壤中的磷	(196)
10.10	土壤中的钾	(197)
10.11	土壤中的微量营养素	(197)
10.12	肥料	(197)
10.13	土壤中的废物和污染物	(198)
10.14	土壤浸蚀	(199)
10.15	遗传工程与农业	(200)
10.16	农业和健康	(200)
	问题和习题	(201)
第十一章	大气的性质和组成	(203)
11.1	大气的重要性	(203)
11.2	大气的组成	(203)
11.3	大气的主要层次	(204)
11.4	地球的热平衡	(206)
11.5	气象学	(208)
11.6	大气的演变	(210)
11.7	大气中的化学反应和光化学反应	(211)
11.8	大气中的离子和自由基	(213)
11.9	大气中氧的反应	(214)
11.10	大气中氮的反应	(217)
11.11	大气中的氢氧基自由基和氢过氧基自由基	(218)
11.12	大气中二氧化碳	(220)
11.13	大气中的水	(222)
11.14	大气中的微粒	(223)
11.15	人类活动在改变地球的气候吗?	(223)
	问题与习题	(224)
第十二章	大气中的气态无机污染物和氧化物	(226)
12.1	气态无机污染物	(226)
12.2	一氧化碳的产生	(227)
12.3	一氧化碳对人类健康的危害	(227)
12.4	大气中一氧化碳的变化	(228)
12.5	控制一氧化碳排放	(229)
12.6	二氧化硫的来源和硫循环	(229)
12.7	二氧化硫对人类健康的危害	(230)

12.8	二氧化硫对植物的危害	(230)
12.9	大气中二氧化硫的反应	(231)
12.10	硫的去除	(233)
12.11	大气中的氮氧化物	(235)
12.12	大气中 NO_x 的反应	(237)
12.13	氮氧化物的危害	(238)
12.14	氮氧化物的控制	(239)
12.15	酸雨	(241)
12.16	大气中的氨	(242)
12.17	氯、氟及其气态化合物	(242)
12.18	硫化氢、硫化羰和二硫化碳	(245)
	问题与习题	(246)
第十三章	大气中的颗粒物	(248)
13.1	大气中的微粒	(248)
13.2	大气微粒的大小与沉降	(249)
13.3	微粒形成的物理过程	(250)
13.4	微粒形成的化学过程	(250)
13.5	微粒的表面性质、电荷与反应	(251)
13.6	颗粒物浓度和大小	(252)
13.7	无机颗粒物的组成	(252)
13.8	大气中的有毒金属	(254)
13.9	大气中的汞	(255)
13.10	大气中的铅	(255)
13.11	大气中的铍	(256)
13.12	大气中的石棉	(256)
13.13	燃烧产生的矿物颗粒物—飘尘	(256)
13.14	大气中的放射性核素	(257)
13.15	有机颗粒物	(258)
13.16	多环芳烃	(259)
13.17	颗粒物对健康的影响	(261)
13.18	颗粒物去除	(261)
	问题与习题	(262)
第十四章	光化学烟雾	(264)
14.1	何谓烟雾	(264)
14.2	汽车产生的烃类污染物及其控制方法	(264)
14.3	大气中有机化合物的反应	(267)
14.4	光化学烟雾形成的一般情况	(269)
14.5	光化学烟雾形成机理	(271)

14.6	烃类在烟雾形成中的反应性	(275)
14.7	光化学烟雾的危害	(276)
14.8	光化学烟雾中的硫酸盐和硝酸盐	(278)
	问题与习题	(278)
第十五章	大气中的有机污染物	(280)
15.1	大气中的有机化合物	(280)
15.2	来自天然来源的有机化合物	(280)
15.3	大气中的污染物—烃	(282)
15.4	大气中的芳烃	(286)
15.5	大气中的醛和酮	(288)
15.6	大气中的其它含氧有机化合物	(290)
15.7	大气中的有机卤化物	(292)
15.8	大气中的有机硫化物	(294)
15.9	大气中的有机氮化物	(294)
	问题与习题	(296)
第十六章	大气监测	(297)
16.1	大气监测的重要性	(297)
16.2	空气污染物检测	(297)
16.3	采样	(299)
16.4	分析方法	(301)
16.5	二氧化硫的分析	(301)
16.6	氮氧化物	(303)
16.7	氧化剂的分析	(304)
16.8	一氧化碳的分析	(305)
16.9	烃类的分析	(306)
16.10	大气污染物标准渗透管	(306)
16.11	气态大气污染物的直接光谱分析	(307)
16.12	颗粒物分析	(309)
16.13	污染源鉴别	(310)
	问题与习题	(311)
第十七章	自然资源和能源	(312)
17.1	自然界资源、能源和环境之间的密切关系	(312)
17.2	金属	(312)
17.3	非金属矿物资源	(318)
17.4	木材——一种主要的可再生资源	(319)
17.5	能源问题	(321)
17.6	世界的能源	(321)

17.7 节能	(322)
17.8 能的转变过程	(323)
17.9 石油和天然气	(324)
17.10 煤	(326)
17.11 煤转化	(328)
17.12 核裂变动力	(332)
17.13 核聚变动力	(334)
17.14 地热能	(335)
17.15 太阳能——一种理想的能源	(335)
17.16 生物量转变能量	(336)
17.17 加醇汽油(Gasohol)	(337)
17.18 将来的能源	(337)
问题与习题	(338)
第十八章 环境生物化学和化学毒理学	(339)
18.1 生物圈和污染	(339)
18.2 生物化学基础知识	(349)
18.3 有毒物质	(342)
18.4 有毒物质进入机体的途径	(342)
18.5 有毒物质的代谢	(344)
18.6 毒物对酶功能的扰乱	(345)
18.7 砷的生化效应	(347)
18.8 铅的生化效应	(348)
18.9 汞的生化效应	(349)
18.10 氯化物的生化效应	(350)
18.11 亚硝酸根离子的生化效应	(351)
18.12 一氧化碳的生化效应	(352)
18.13 二氧化硫的生化效应	(352)
18.14 臭氧和过氧化乙酰硝酸酯(PAN)的生化效应	(353)
18.15 氮氧化物的生化效应	(353)
18.16 农药的生化效应	(354)
18.17 致突变作用	(356)
18.18 致畸作用	(359)
18.19 致癌作用	(359)
18.20 人与大气中有毒及有害物质的接触	(363)
问题与习题	(365)
第十九章 有害废物的性质和来源	(367)
19.1 洛夫渠(Love Canal)	(367)
19.2 有害废物的威胁	(370)

19.3	何谓有害废物?	(373)
19.4	可燃性	(373)
19.5	腐蚀性	(374)
19.6	活泼性	(374)
19.7	毒性	(375)
19.8	有害化合物、分子式和物质分类	(376)
19.9	有害废物的化学分类	(379)
19.10	农药成了有害废物	(384)
19.11	工业中产生的有害废物	(385)
19.12	城市固体废物	(387)
19.13	非城市来源固体废物	(389)
	问题与习题	(389)
第二十章	有害废物的环境化学	(391)
20.1	有害废物组分的分离与回收	(391)
20.2	处理未分离废物的方法	(393)
20.3	有害固体废物处置前的固定	(394)
20.4	掩埋场中的有害废物	(396)
20.5	水圈中的有害废物	(397)
20.6	陆圈中的有害废物	(400)
20.7	大气圈中的有害废物	(402)
20.8	生物圈中有害有机化合物的生物降解	(408)
20.9	有害废物对健康的影响	(409)
	问题与习题	(409)
	问题与习题的奇数题答案	(411)

第一章 绪 论

1.1 环境问题的产生与发展

人和生物是自然界发展的必然产物。自然界发展到一定阶段,具备了一定条件,人才能逐渐从动物中分化出来,此时整个自然界就进入了更高级的发展阶段。人是在自然环境中,也即是在环绕于我们周围的大气、土壤、水、岩石、阳光、生物和各种矿物资源……等众多自然因素的综合体系里生活。任何人,只要他有机会观察过我们这颗行星的自然界景观,都会同意说我们是生活在一个奇迹般的世界上。在这个世界上,人类充分享受着地球给予的恩惠,并赖以生息繁衍。

在原始自然界中,各种物质是处于平衡状态的。但是,从人类为求得自身生存和发展而利用和改善自然环境开始,便在某种程度上破坏了自然界的平衡,从而损害了环境。不过,在人类改善自然的漫长岁月中,直至工业革命前,由于人口少,生产力发展处于低级水平,对自然资源的开发和利用尚不多,生产引起的污染比较轻微,对自然界的物质平衡和生态平衡造成的影响还不很显著,因而没有引起人们的注意。

工业革命后,工业国家经济以空前的规模和速度发展,尤其是二十世纪以来,发展速度之快,规模之大,是非常惊人的。例如,根据美国矿山部公布的数字,仅美国在1940年到1970年的30年间,工业使用的矿物原料数量就大于整个人类从古罗马到第二次世界大战期间矿物原料的总使用量。由于石油、煤炭和某些金属矿物的大量开采,及用于制造种类繁多的产品,所产生的各种污染物造成的污染现象十分严重。仅以硫而论,据调查,北美大气中90%的硫是来自人为的排放。酸性沉降物主要出现在北美东部,并已向东南和中西部扩张。目前美国以及挪威、瑞典、丹麦、苏格兰、加拿等国家的大量湖泊已经酸化。加拿大有4500个湖曾宣布为死湖,4000多个湖中生长的鱼类和其它生物已经消失或大大减少。由于酸雨的影响,很多国家地下水中的铅、铜、锌、锡的浓度已上升到正常值的10至100倍。美国和加拿大在1980年1年中有5万1千人由于受酸雨中硫化物的污染毒害而死亡。西德的巴登符腾堡已有6万4千公顷的森林,在酸雨中死亡。西德农业部1983年公布,西德受污染而损害的森林已达50%。据环境学家统计,1982年的酸雨让每个欧洲人平均淋了近百磅的二氧化硫和氮氧化物。全世界每年因酸雨腐蚀而遭受损失的价值高达180多亿美元。不少属于无价之宝的文明古迹和艺术珍品被腐蚀得面目全非。在地中海沿岸的历史名城雅典的埃雷赫修庙前,六座亭亭玉立的大理石女神像,是希腊人引以自豪的艺术瑰宝,几千年来,一直完好无损;可是近十多年来,由于酸雨淋蚀,原先那清雅的仪表和秀丽的面容已荡然无存。北京一块有500多年历史的大理石碑,几十年前字迹尚清晰,现已是一片模糊。故宫、天坛的大理石栏杆,芦沟桥的石狮,印度的泰姬陵等古代建筑均已严重腐蚀。

从本世纪30年代以来,已发生过公认的世界历史上闻名的八大公害事件(参见第2页)。

其实,近年来发生的许多公害的严重程度,已远远超出了八大公害。例如,1984年12月3日发生在印度博帕尔市的异氰酸甲酯泄漏事件,就使受害人数达20万。受害人剧咳、气

喘、头痛和惧光，对视力影响尤其严重。事件发生后的一个月死亡人数即达 1,400 余人，还有 500 多人需进行眼球角膜移植手术，有 100 多起流产、死产病例。死者的心脏、肠胃和泌尿系统均受损害。美国公司对此事件赔款 3 亿 5 千万美元，而对人民和环境造成的实际损失是

世界历史上闻名的八大公害事件

公害事件名称	公害发生地	公害发生时间	中毒情况	中毒症状	致害原因	公害成因
马斯河谷烟雾事件	比利时马斯河谷 (长 24 公里，两侧山高约 90 米)。	1930 年 12 月 (1911 年发生过，但无死亡)。	几千人发病，六十人死亡。	咳嗽，呼吸短促、流泪、喉痛、恶心、呕吐和胸口室闷	SO_x 和 MO 微粒作用下， $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ ，进入肺部深处。	山谷中重型工厂多，遇逆温天气，工厂污染物积聚，遇雾日。
多诺拉烟雾事件	美国多诺拉 (马蹄形河弯)	1948 年 10 月。	四天内约 42% 人 (约 6000 人) 患病，十七人死亡。	咳嗽、喉痛、胸闷、呕吐和腹泻。	SO_2 同烟尘作用生成硫酸盐，吸入肺部。	工厂多，遇雾天，遇逆温天气。
伦敦烟雾事件	英国伦敦	1952 年 12 月	五天内四千人死亡，历年共发生十二起，死亡近万人。	胸闷、咳嗽、喉痛和呕吐。	粉尘中的 Fe_2O_3 使 SO_2 转变成硫酸，附着在烟尘上，吸入肺部。	居民用烟煤取暖，煤中硫含量高，工厂多，排出粉尘量大，遇逆温天气。
洛杉矶光化学烟雾	美国洛杉矶	1943 年 5 月到 10 月	大多数居民患病，65 岁以上老人死亡 400 人。	刺激眼、喉、鼻，引起眼病、喉炎。	石油工业和汽车废气在紫外辐射作用下生成光化学烟雾。	该城有汽车八百多万辆，每天耗油六百多万加仑，每天一千多吨碳氢化合物进入大气，三面临山，市区空气水平流动缓慢。
水俣事件	日本九州南部熊本县水俣镇	1953 年 (1972 年统计)	第一次发现有人中毒病重身死。水俣病患者一百八十多人，死亡五十多人。	口齿不清，步态不稳，面部痴呆，耳聋眼瞎，全身麻木，最后精神失常，直至死亡。	甲基汞被鱼摄入，人吃中毒的鱼而生病死亡。	化工生产中，使用氯化汞和硫酸汞作催化剂，含汞的废水和废渣排入水体，形成甲基汞。
富山事件 (痛痛病)	日本富山 (蔓延到群马县一带七条河的流域)	1931 年至 1972 年 3 月	患者超过二百八十人，死亡三十四人。	开始关节痛，后神经痛和全身骨痛，最后骨骼软化萎缩，自然骨折，饮食不进，在衰弱疼痛中死亡。	吃含镉的米，喝含镉的水。	炼锌厂未经处理净化的含镉废水排入河中。

四日事件 (哮喘病)	日本四日市(蔓延几十个城市)	1955年以来	患者五百多人,有三十六人在气喘病折磨中死去。	支气管炎,支气管哮喘,肺气肿。	有毒重金属微粒及二氧化硫吸入肺部。	工厂向大气排出的 SO_2 和煤粉尘数量大,并含有钴、锰、钛等金属粉尘。
米糠油事件	日本九州爱知县等二十三个府县	1968年	病患者五千多人,死亡十六人;实际受害者超过一万人。	眼皮肿,常出汗,全身起红疙瘩,重者恶心呕吐,肝功能下降,肌肉痛,咳嗽不止,甚至死亡。	食用含多氯联苯的米糠油所致。	米糠油生产中,用多氯联苯作脱臭工艺中的载热体,因管理不善而进入米糠油中。

无法估价的。

当前,我国的环境污染情况已经相当严重。经对57个城市的统计表明,空气里飘尘超过标准三倍以上的城市就有28个;我国每年排放的 SO_2 已达1,500万吨以上,成了世界上 SO_2 排放最多的国家之一。四川、贵州、湖南、云南、和广西五省(自治区)是我国主要酸雨区。四川省地处盆地,风速小、湿度大、煤含硫量高,每年向大气排放的 SO_2 量占全国总排放量的1/10以上,酸性降雨面积达20万平方公里,尤其是成都、重庆地区更为严重(据1982~1985年统计,酸雨出现频率超过95%)。一些人口少、工业少的边远山区、风景区以及自然保护区也都已出现了酸雨。据历时达两年半的我国首次工业污染源调查统计(1988年5月公布),我国1987年度废气(燃料燃烧及工业过程)年排放总量为7.72万亿标立方米(其中 SO_2 和烟尘的年总量为2857万吨);工业废水年排放总量为264亿吨(经处理的废水量为68亿吨,处理率为26%);工业固体废弃物年产生量为5.29亿吨(处理处置率为60%),年排放量为8719万吨,综合利用量为1.37亿吨。在许多工业区,地下饮用水源已受到有害废物浸出液的威胁。

由于致力于短期农业生产的生长,不适当地开垦出许多农田,又砍伐了大批森林,使得表土流失十分严重,全世界每年流失的表土约为250亿吨以上。我国长江每年流走泥沙6.8亿吨,黄河每年流失泥沙16亿吨,我国每年流失的土壤约为50亿吨。研究表明,每失去一时表土,粮食将平均减产6%至30%。森林覆盖面积减少造成的另一严重后果,是破坏大气中氧和二氧化碳的平衡,造成气候失常,这便是所谓“大自然的报复”。本世纪初,埃塞俄比亚全国森林覆盖率约占40%,由于滥肆砍伐,近年来森林覆盖率已下降为4%,因此导致气候失常;旱灾周期由原来的八至十年缩短到二至三年,不是干旱就是倾盆大雨、洪水泛滥成灾,全国三千万人口中有四百万挣扎在死亡线上,每天有数千人死于饥饿,难民骨瘦如柴饿殍遍野的惨景常有报道。显然,环境问题已严重到了十分尖锐的程度。与此相关的问题是人口增长,目前世界人口略超过40亿,预计到2000年将增加到63.5亿,其中不发达国家人口增长速度最快。但是,在此期间可耕地面积将只增加4%,因此,实际人均可耕地却缩小了,再加上表土流失所带来的损失,世界粮食供应情况是不可乐观的。而且,即使食品生产按预计数字增长,增产数量的大部分亦将进入发达国家。由于世界各国国民生产总值已从1900年的6000亿美元增加到1986年的13万亿美元,全世界许多商品包括原油和煤的生产,已达到高峰。还