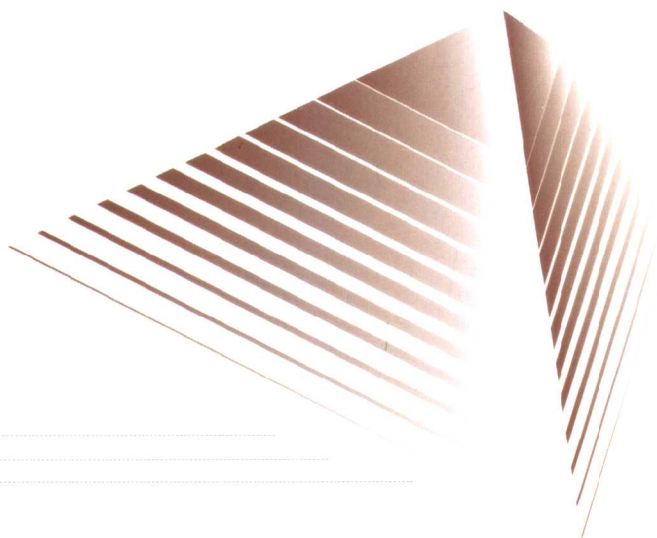


粉煤灰与废旧塑料的 综合利用

张金安 邹宏霞 李青山 编著
武广富 主审

FENMEIHUI YU FEIJIUSULIAO DE ZONGHELİYONG



国防工业出版社
National Defense Industry Press

粉煤灰与废旧塑料的 综合利用

张金安 邹宏霞 李青山 编著
武广富 主审

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书系统介绍了粉煤灰与废旧塑料的回收机理,方法及再利用。全书共分 11 章,第 1 章绪论;第 2 章粉煤灰的产生,排放,收集和储运;第 3 章粉煤灰的成分;第 4 章粉煤灰在墙体材料中的应用技术;第 5 章粉煤灰在水泥工业中的应用技术;第 6 章粉煤灰砂浆;第 7 章粉煤灰在筑路材料中的应用技术;第 8 章废旧塑料的回收利用;第 9 章纺织纤维的回收利用;第 10 章橡胶的回收利用;第 11 章高分子材料/粉煤灰综合利用。

本书可供从事废旧高分子材料循环利用和粉煤灰综合利用的研究人员参考,也可供相关专业的大中专院校的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

粉煤灰与废旧塑料的综合利用 / 张金安等编著. —北京:国防工业出版社,2005.8
ISBN 7-118-04087-8

I. 粉... II. 张... III. ①粉煤灰—综合利用②塑料—废物综合利用 IV. ①TD849②X783.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 091009 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 16 282 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

环境与人类生存息息相关。人类运用自己的聪明和才智不断地改造自然,创造新的生活条件,开发新的功能材料,提高生活水平。然而由于人类认识能力和科学技术水平的限制,在改造自然的过程中,往往会产生意想不到的后果,如造成自然环境的衰退和污染。尤其在工业革命之后,在世界上由环境污染所引起的公害事件不断发生,教训是极其深刻的。因而人们更加关心环境是否会影响社会的发展,而社会的发展是否会继续造成严重的环境问题,进而降低人类现在和将来的生活质量,影响我们的子孙后代。人类生存的地球所含的资源是非常有限的,节省和开发可利用的资源是人们在 21 世纪值得或应该考虑的课题。20 世纪 70 年代的石油危机已经告诫人们,资源短缺是今后不可避免要遇到的问题。

环境污染严重影响着自然界的生态平衡,最终与资源短缺一样,会严重阻碍经济的高速发展。因此,消除污染和节省资源是人类应该努力的两个方面。材料的制造、加工和应用等过程都与环境和资源发生直接的关系,燃煤发电产生的粉煤灰被称为黑色污染,严重影响了生态环境。

当高分子材料获得越来越广泛的应用和粉煤灰越来越多的占用农田时,废弃的高分子材料的污染也日益加重,粉煤灰对空气的污染也越来越重,解决污染问题的重要途径是高分子材料的循环利用和粉煤灰的综合利用。高分子材料的循环利用和粉煤灰的综合利用不仅消除或减少对环境的污染,而且也节省了资源,创造了新的资源。

此书的出版将有助于废旧高分子材料循环利用和燃煤绿色能源工程的研究和技术开发、高分子材料再利用、资源节省和利用水平的提高等,也将促进我国高分子材料绿色工程的启动和发展。

本书第 1 章、第 2 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章由张金安编写,第 3 章~第 7 章由邹宏霞编写,第 11 章由卓玉国、刘军、王新伟编写,全书由李青山统稿,由武广富主审。

在本书编写过程中查阅文献和进行实验的有富彦珍、任桂兰、邸凯、梁春雨、

IV

公玲、杨泽志、许红梅、蔡传英等同志和研究生,在此表示感谢!

本书从理论到实践都有论述,力求深入浅出,有所侧重。由于时间仓促和水平有限,书中肯定有不足或错误之处,敬请读者不吝指正。

李青山 武广富

2005年7月4日于燕山大学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 人类与环境的关系	1
1.1.1 环境	1
1.1.2 环境问题	1
1.2 废旧塑料与粉煤灰	5
1.2.1 固体废弃物	5
1.2.2 废旧塑料与粉煤灰	6
1.3 粉煤灰与废旧塑料综合利用进展	9
1.3.1 粉煤灰在污水处理中的应用	10
1.3.2 粉煤灰在农林牧业中的应用	15
1.3.3 粉煤灰在建筑和建材中的应用	17
1.3.4 粉煤灰在交通工程中的应用	20
1.3.5 粉煤灰在高分子材料中的应用	21
1.3.6 粉煤灰综合利用发展前景	22
第 2 章 粉煤灰的产生、排放、收集和储运	23
2.1 粉煤灰、炉渣的生成	23
2.1.1 粉煤灰、炉渣生成的工艺过程	23
2.1.2 影响粉煤灰品质的主要工艺因素	23
2.2 粉煤灰、炉渣的排放和收集	27
2.2.1 飞灰的排放和收集	27
2.2.2 炉渣的排放和收集	28
2.2.3 除尘设备	28
2.2.4 干灰的集中	31
2.3 粉煤灰的品种	31
2.4 粉煤灰的储运	33
第 3 章 粉煤灰的成分	35
3.1 化学成分	35

3.1.1	主要氧化物	35
3.1.2	粉煤灰的放射性	38
3.2	粉煤灰的矿物组分	39
3.2.1	粉煤灰中矿物相的形成过程	39
3.2.2	粉煤灰中矿物相的含量	40
3.2.3	矿物组成与化学成分、燃烧条件的关系	40
3.2.4	确定矿物成分的意义	41
3.3	粉煤灰的颗粒组成与结构	42
3.3.1	粉煤灰的颗粒组成	42
3.3.2	粉煤灰颗粒结构特征的量化方法	46
3.4	粉煤灰的物理性能与工艺性能	47
3.4.1	粉煤灰的物理性能	47
3.4.2	粉煤灰的工艺性能	48
3.4.3	粉煤灰的活性	50
3.4.4	粉煤灰的抗压强度比	51
3.5	粉煤灰品质优化与资源化的途径	52
3.5.1	生产磨细粉煤灰	52
3.5.2	粉煤灰的资源化	53
第4章	粉煤灰在墙体材料中的应用技术	58
4.1	烧结粉煤灰砖	58
4.1.1	基本原理	58
4.1.2	原料及其要求	59
4.1.3	烧结普通砖中粉煤灰掺量的确定	59
4.1.4	工艺流程	59
4.1.5	主要工艺技术参数	60
4.1.6	烧结普通砖国家标准(GB5101—2003)	61
4.1.7	烧结粉煤灰砖的产品性能	63
4.1.8	社会经济效益	63
4.2	粉煤灰砌块	64
4.2.1	基本原理	64
4.2.2	原材料及其要求	64
4.2.3	粉煤灰砌块的配合比	65
4.2.4	主要工艺技术参数	66
4.2.5	粉煤灰砌块行业标准(JC238—91)	67

4.2.8	粉煤灰砌块的应用	68
4.2.9	社会经济效益	69
4.3	粉煤灰加气混凝土砌块	69
4.3.1	基本原理	69
4.3.2	原材料及其要求	70
4.3.3	粉煤灰加气混凝土配合比	71
4.3.4	主要工艺技术参数	71
4.3.5	粉煤灰加气混凝土砌块的应用	72
4.3.6	社会经济效益	72
4.4	粉煤灰混凝土小型空心砌块	72
4.4.1	基本原理	72
4.4.2	粉煤灰蒸压高强标砖	73
4.4.3	经济效益分析	75
第5章	粉煤灰在水泥工业中的应用技术	76
5.1	粉煤灰用作水泥混合材料	76
5.1.1	基本原理	76
5.1.2	掺粉煤灰的普通硅酸盐水泥	76
5.1.3	掺粉煤灰的粉煤灰硅酸盐水泥	77
5.1.4	矿渣和粉煤灰双掺水泥(复合硅酸盐水泥)	77
5.1.5	用作水泥混合材料的粉煤灰技术要求	77
5.1.6	社会经济效益	79
5.2	粉煤灰超细水泥	79
5.2.1	水泥的组成及特点	79
5.2.2	粉煤灰超细水泥的性能	80
5.2.3	社会经济效益	81
5.3	粉煤灰配料生产水泥	81
5.3.1	基本原理	81
5.3.2	$C_3S - C_4A_3S$ 型粉煤灰水泥	82
5.3.3	粉煤灰配料生产硅酸盐水泥	83
5.4	粉煤灰混凝土的施工和工业化生产	84
5.4.1	对粉煤灰的验收要求	84
5.4.2	粉煤灰混凝土施工的若干规定	85
5.4.3	粉煤灰混凝土检验的规定	86
5.5	预拌粉煤灰混凝土的生产	86

5.5.1	粉煤灰在预拌混凝土中的应用	86
5.5.2	预拌粉煤灰混凝土中减水剂的应用	87
5.5.3	泵送粉煤灰混凝土	88
5.6	粉煤灰混凝土预制品的生产	89
5.7	水利工程中大体积粉煤灰混凝土的施工技术	89
5.8	连续浇筑大体积粉煤灰混凝土基础	90
5.9	粉煤灰碾压混凝土	91
5.10	粉煤灰混凝土路面	91
5.11	粉煤灰混凝土在冷天和热天的施工	93
第 6 章	粉煤灰砂浆	94
6.1	粉煤灰砂浆的原材料	94
6.2	粉煤灰砂浆的分类及标号	95
6.2.1	按组成分类	95
6.2.2	按用途分类	95
6.2.3	粉煤灰砂浆强度等级	96
6.3	“细灰”在粉煤灰砂浆中的应用	96
6.4	“中灰”在粉煤灰砂浆中的应用	97
6.4.1	湿排统灰	97
6.4.2	粉煤灰抹灰砂浆参考配合比	99
6.5	粉煤灰—石灰磨细双灰粉砂浆	100
6.5.1	双灰粉的问世	100
6.5.2	双灰粉砂浆的配制	100
6.5.3	双灰粉的应用技术及其优越性	101
6.5.4	双灰粉的发展	101
6.6	粉煤灰砌筑水泥及砂浆	102
6.7	粉煤灰填充用砂浆	103
6.7.1	粉煤灰灌(压)浆材料	103
6.7.2	粉煤灰隔热保温砂浆	104
6.8	粉煤灰砂浆与水泥的强度关系及其有关特性	104
6.9	提高和保证质量的措施	105
第 7 章	粉煤灰在筑路材料中的应用技术	107
7.1	粉煤灰代矿粉作沥青混合料中的填充料	107
7.1.1	基本原理	107
7.1.2	原材料及其要求	108

7.1.3	粉煤灰作填充料的沥青混合料技术性能	110
7.1.4	沥青混合料拌制与运输	112
7.1.5	沥青混合料施工	113
7.2	粉煤灰三渣混合料	113
7.2.1	基本原理	113
7.2.2	原材料及其要求	114
7.2.3	粉煤灰三渣混合料的配合比及质量要求	115
7.2.4	粉煤灰三渣混合料的拌制	116
7.2.5	粉煤灰三渣基层施工	116
7.2.6	使用的工程项目和效益	116
7.3	粉煤灰二灰土和二灰	117
7.3.1	基本原理	117
7.3.2	二灰土的配合比及质量要求	118
7.3.3	二灰土底层的施工	119
7.4	粉煤灰路堤	119
7.4.1	基本原理	119
7.4.2	原材料及其要求	119
7.4.3	粉煤灰路堤的横断面设计	120
7.4.4	粉煤灰路堤压实标准	121
7.4.5	粉煤灰路堤的施工	121
第8章	废旧塑料的回收与利用	123
8.1	废旧塑料的回收利用进展	123
8.1.1	废旧塑料的回收利用模型	123
8.1.2	废旧塑料的回收途径	126
8.1.3	塑料回收的应用	129
8.1.4	固体废物	129
8.1.5	城市固体废物中的塑料	131
8.1.6	回收利用的好处	131
8.1.7	污染问题	132
8.1.8	质量问题	133
8.1.9	材料的收集	134
8.1.10	混合废物处理	137
8.2	聚酯回收与利用	137
8.2.1	软饮料瓶回收的历史	140

8.2.2	聚酯软饮料瓶的回收与利用工序	141
8.2.3	其他聚酯回收与利用	144
8.2.4	聚酯的第三代回收与利用	145
8.2.5	废聚酯的降解利用	145
8.2.6	回收与利用聚酯的特性	149
8.2.7	回收与利用聚酯的市场	150
8.3	高密度聚乙烯回收与利用	151
8.3.1	高密度聚乙烯奶瓶的回收	151
8.3.2	有色高密度聚乙烯的回收	152
8.3.3	其他高密度聚乙烯回收	152
8.3.4	回收与利用高密度聚乙烯的市场	153
8.3.5	回收与利用高密度聚乙烯的性能	154
8.4	低密度聚乙烯(LDPE)回收与利用	154
8.4.1	低密度聚乙烯弹性膜的回收	154
8.4.2	其他低密度聚乙烯回收	154
8.4.3	回收与利用低密度聚乙烯的市场	156
8.5	聚苯乙烯(PS)的回收利用	156
8.5.1	膨胀聚苯乙烯(EPS)回收	156
8.5.2	其他聚苯乙烯的回收	157
8.5.3	回收与利用聚苯乙烯的市场	158
8.6	聚丙烯的回收	158
8.6.1	聚丙烯自动电池套的回收	158
8.6.2	其他聚丙烯的回收	159
8.7	聚氯乙烯的回收(PVC).....	159
8.7.1	聚氯乙烯瓶的回收	159
8.7.2	其他聚氯乙烯的回收	160
8.7.3	回收的聚氯乙烯市场	161
8.8	混合塑料的回收与利用	161
8.9	热固性材料的回收与利用	163
8.10	汽车中塑料的循环利用	165
8.10.1	汽车拆卸物的循环	165
8.10.2	汽车拆卸残余物的循环	166
8.10.3	汽车中回收塑料的用途	167
8.11	其他热塑塑料的回收	167

8.11.1	尼龙	167
8.11.2	聚碳酸酯	168
8.11.3	丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物	168
8.11.4	其他物质	169
8.12	塑料的分类、分离和溶合	169
8.12.1	宏观分类技术	169
8.12.2	微观分类技术	172
8.12.3	分子分类	173
8.12.4	溶合	174
8.13	热循环	174
8.13.1	热解	174
8.13.2	其他方法	175
8.14	设计方案	175
8.14.1	生命周期分析	175
8.14.2	循环方案	176
8.15	塑料回收与利用的未来	177
8.15.1	方法的作用	177
8.15.2	电子媒介	179
第9章	纺织纤维的回收利用	181
9.1	废旧纤维的循环利用	181
9.1.1	涤纶	181
9.1.2	锦纶	182
9.1.3	腈纶	183
9.2	利用回收纤维的增强加筋混凝土	183
9.2.1	废旧地毯纤维在混凝土中应用的实验	184
9.2.2	废旧地毯纤维在施工中应用的现场研究	184
9.2.3	聚丙烯和尼龙纤维在混凝土中的应用	185
9.2.4	废旧轮胎回收的纤维	185
9.2.5	其他回收纤维	186
9.3	聚丙烯纤维的应用与回收	186
9.3.1	性能	186
9.3.2	聚丙烯纤维的改性	188
9.3.3	应用及使用范围	189
9.3.4	回收性及环境问题	190

9.3.5 统计数据与附表	191
第 10 章 橡胶的回收与利用	193
10.1 利用废橡胶制品制再生胶	194
10.1.1 硫化胶再生机理	194
10.1.2 制再生胶的方法	195
10.1.3 再生胶的应用	206
10.2 橡胶粉碎料作填料	207
10.2.1 胶粉的制造	208
10.2.2 胶粉对胶料性能的影响	210
10.2.3 胶粉的活化改性	211
10.3 橡胶粉碎料作助燃料	213
第 11 章 高分子材料/粉煤灰综合利用	216
11.1 废旧泡沫塑料/粉煤灰的复合材料的研发及应用	216
11.1.1 废旧泡沫塑料/粉煤灰复合材料的特性	217
11.1.2 废旧泡沫塑料/粉煤灰复合材料的制备	218
11.1.3 废旧泡沫塑料/粉煤灰复合材料的性能研究	219
11.1.4 复合材料的保温防水机理	223
11.1.5 复合材料的优点及应用	224
11.2 改性粉煤灰在塑料工业中应用	225
11.2.1 磨细粉煤灰作为树脂基复合材料的填料	226
11.2.2 粉煤灰在酚醛树脂中的应用	227
11.2.3 粉煤灰填充其他塑料	227
11.2.4 粉煤灰在塑料制品中的应用	228
11.3 废旧聚氯乙烯/粉煤灰复合材料的研究	228
11.3.1 废旧聚氯乙烯/粉煤灰复合材料的制备	229
11.3.2 复合材料的性能分析	230
11.3.3 实验结论	232
11.4 高分子材料/粉煤灰综合利用的研究展望	232
11.4.1 粉煤灰资源综合利用的思考和展望	232
11.4.2 高分子材料的循环利用和发展	233
11.4.3 高分子材料/粉煤灰的综合利用前景	236
参考文献	238

第 1 章 绪 论

1.1 人类与环境的关系

1.1.1 环境

环境总是相对于某一中心事物而言,并随着中心事物的变化而变化的。与某一中心事物有关的周围事物,就是这个事物的环境。对于环境科学来说,中心事物是人,环境主要是指人类环境。它的涵义可以概括为:“作用在‘人’这一中心客体上的、一切外界事物和力量的总和”。《中华人民共和国环境保护法》对环境的内涵有如下规定:“本法所称环境,是指影响人类生存和发展的各种天然和经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜区、城市和乡村等”。

具体来说,人类环境有别于其他生物的环境,它不仅凝聚着自然因素,也凝聚着社会和经济因素。所以,人类环境可以分为自然环境和社会环境两部分。自然环境是指人类赖以生存和发展的必要物质条件,包括各种天然的和经过人工改造的自然要素,例如空气、阳光、水、土壤、矿物、岩石和生物等,以及由这些要素构成的各圈层,如大气圈、水圈、土壤圈、生物圈和岩石圈。这些要素和圈层构成了人类的生存环境和地理环境。社会环境是指人类的社会制度等上层建筑条件,包括构成社会的经济基础、城乡结构和建设以及与各种社会制度相适应的政治、经济、法律、宗教、艺术、哲学的观念和机构等。有人认为这些社会要素组成了另一圈层,即智能圈或人类圈。

人类是环境的产物,又是环境的改造者,人类运用自己的聪明才智,通过劳动不断地改造自然,创造着新的生活条件。然而由于人类受认识能力和科学技术水平的限制,在改造环境的过程中,往往会产生意想不到的结果,造成对环境的污染和破坏,形成了环境问题——主要是自然环境的衰退和环境的污染。环境污染主要有水体污染、大气污染、土壤污染、生物污染、放射性污染、噪声污染等。

1.1.2 环境问题

人类活动造成的环境问题由来已久。从原始社会开始,人类为了生存,始终

不断地同自然界做斗争,谋求生活环境的改善,但由于缺乏科学常识,在相当长的一段时间内只知道向自然索取,而不知道应该合理地开发利用自然资源,更不知道如何保护环境。加之不断的战争和自然灾害,以致许多农业比较发达的地区都受到不同程度的破坏。例如,古代地中海沿岸、中东和非洲北部以及印度北部等,原来都是富饶的地方,由于掠夺式开垦土地,任意垦伐,致使植物毁灭,水土流失,结果变成不毛之地。我国的黄河流域是中华民族古代文明的发源地,那时这个地区森林茂密、土地肥沃。在西汉末年和东汉时期进行的大规模开垦,促进了当时农业的发展,然而,由于长期滥伐森林,水源得不到涵养,水土流失严重,造成沟壑纵横,水灾旱灾频繁,土地日益贫瘠,引起自然环境的严重衰退,生活环境也遭受破坏。所有这些都是由于对自然资源不合理地开发利用而造成的。

随着社会的进步,手工业(如纺织、印染、炼铁、铸造等)和商业得到发展,人口也开始密集,逐步形成城镇。手工业作坊排出的废水、废气和废渣以及居民排放的生活垃圾及污水造成了污染。当时由于生产规模小,环境问题尚不突出,因此也未能引起人们的重视。环境污染作为一个问题引起人们的重视是从18世纪—19世纪的产业革命开始的。产业革命后,蒸汽机的发明和广泛使用,使生产力大为提高。这样,在一些工业发达的城市和工矿区,因人口密集,物流量增大,燃煤量急剧增加,导致了以大气污染为主的环境问题不断发生。如在1873年、1880年、1882年、1891年、1892年,英国伦敦曾多次发生可怕的有毒烟雾事件。1930年12月,比利时马斯河谷工业区由于工厂排出有害气体,在逆温条件下造成了严重的大气污染事件,使几千人发病,60人死亡。农业生产活动不当造成的生态环境破坏可以美国为例。1934年5月,美国发生了一次席卷半个国家的特大尘暴,从西部干旱草原地区几个州的开垦土地上卷起大量尘土,以 $96\text{km/h} \sim 160\text{km/h}$ 的速度向东推进,最后消失在大西洋上。这次风暴刮走西部草原三亿多吨土壤,是美国历史上一次重大灾难。其原因是开垦了不宜开垦的干旱草原所致。此后,美国各地开展了大规模的农业环境保护运动。

第二次世界大战以后,世界各国社会生产力突飞猛进。工业的动力使用和产业革命带来了大机器生产,促进了工业和城市的发展,各种污染物也随之空前大量地产生。许多工业发达国家普遍出现由现代工业发展所带来的大范围的、严重的污染问题,世界各地的公害事件频繁发生,见表1-1和表1-2。污染像瘟疫一样在全球蔓延,甚至在荒无人烟的南、北两极的冰层中都监测到工业有害物质,且含量不断增加。北美、北欧等许多地区降酸雨造成森林破坏、物种减少,臭氧层的破坏、温室效应的出现逐渐成为全球性的环境问题,这些问题将会严重影响人类的生存和发展。

表 1-1 世界八大公害事件

事件名称	时 间	地 点	中毒情况	致害原因
马斯河谷烟雾事件	1930 年 12 月	比利时马斯河谷	几千人发病,60 人死亡	SO ₂ 和金属氧化物微粒
多诺拉烟雾事件	1948 年 10 月	美国多诺拉	4 天内约 2500 人患病,17 人死亡	SO ₂ 和烟雾
伦敦烟雾事件	1952 年 12 月	英国伦敦	5 天内约 4000 人死亡	SO ₂ 和金属氧化物微粒
洛杉矶光化学烟雾事件	1943 年 5-10 月	美国洛杉矶	大多数居民患病,65 岁以上老人死亡 400 人	石油工业和汽车排放尾气
水俣病事件	1943 年 5 月	日本九州南部熊本县水俣镇	病者 180 多人,死亡 50 多人	甲基汞
富山事件(骨痛病)	1931 年—1972 年	日本富山县	患者超过 280 人,死亡 34 人	镉
四日事件(哮喘病)	1955 年以来	日本四日市	患者 500 多人,有 36 人被气喘病折磨而死	有毒重金属和 SO ₂
米糠油事件	1968 年	日本九州爱知县	患病者 5000 人,死亡 16 人,实际受害者达 1 万人	多氯联苯

表 1-2 20 世纪 70 年代以来发生的重大公害事件

污 染 物	事件名称(时间、地点)	原因及受害状况
PCDDs	二噁英污染事件	由化工厂爆炸散发 PCDDs,家畜大量死亡,自然流产和畸形儿增多
原油	海难事件(1979 年,南美洲邻近特立尼达海域)	斯波莱士号大型油轮沉没,32.5 万 t 原油入海,大片水域污染
钚(Pu)	核事件(1983 年,英国威尔士)	温茨凯尔核燃料后处理工厂含 Pu 废液大量流出,当地小儿白血病患者激增
甲基异氰酸酯(MIC)	毒气泄露事件(1984 年,印度博帕尔市)	泄露的 46t MIC 转为气体,20 万人吸入毒气,约 3000 人死亡
核裂变产物(FPs)	核事件(1986 年,前苏联乌克兰)	切尔诺贝利核电站运行中发生火灾爆炸,放射性污染波及欧洲,约 300 万人受核照射,由此死亡 4000 余人

(续)

污 染 物	事件名称(时间、地点)	原因及受害状况
农药	排毒事件(1986年,瑞士莱茵河)	沿河药品仓库失火,30t农药随灭火用水排入河中。50万尾鱼死亡,4000万人饮水受影响
原油	战争(1991年,中东)	伊拉克军队纵火焚烧625口油井,将贮油库中大量原油放入海湾,引起天降黑雨,饮水源受污染,呼吸道疾病患者激增
甲 氟 磷 酸 异 丙 酯 (Sarin)	投毒事件(1996年,日本东京)	奥姆真理教教徒地铁投毒,约5500人患病,12人死亡,上百所学校停课
铀(U)	战争(1999年,南斯拉夫)	北约军事集团连续78天轰炸南联盟,弹头中所含23t贫铀产生严重的放射性污染

当今人类面临的环境问题至少有以下几个方面。

(1) 大气污染,全球有11亿人口生活在空气污染的城市中。世界卫生组织于1998年公布的世界10大空气严重污染城市中,我国有7个,太原和北京分别名列第一和第三;

(2) 臭氧层破坏,按1998年9月记录的南极上空臭氧空洞的面积已达2720万 km^2 ,近南极大陆面积的1倍;

(3) 酸雨侵袭,世界各国皆程度不同地受其危害,当前我国酸雨覆盖率以国土面积计已近40%,并有半数以上城市受酸雨之害;

(4) 水资源污染,在世界范围已经确定存在于饮水中的有机污染物达800多种,每年至少有1500万人死于水污染引起的疾病;

(5) 土地荒漠化,全球有19.6亿 hm^2 土地正趋于荒漠化,2.5亿人直接受害,我国风蚀与荒漠化的土地面积达33万 hm^2 ;

(6) 绿色屏障锐减,世界森林面积每年约减少2000万 hm^2 ;

(7) 垃圾大量积存,全球年积留垃圾达100亿t以上,我国垃圾堆压土地达5.5万 hm^2 ;

(8) 物种濒危,到2040年,现有约1000万个物种中有70万个物种将永远消失;

(9) 人口激增,世界人口数由1960年的30亿增至1999年的60亿,有12亿人口处于贫困生活线以下;

(10) 温室效应,自1993年以来,北极冰盖体积逐年缩减,1998年成为有气象记录以来最炎热的一年;