

我们周围的化学

戴立益*著

W O M E N Z H O U W E I D E H U A X U E

华东师范大学出版社

430.

我们周围的化学



戴立益 张贵荣等著
华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

我们周围的化学 / 戴立益等著. —上海: 华东师范大学出版社, 2002. 4

ISBN 7-5617-2874-3

I. 我... II. 戴... III. 化学—普及读物
IV. 06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 006682 号

华东师范大学教材出版基金资助出版

我们周围的化学

著 者 戴立益 张贵荣等
特约编辑 俞 央
责任校对 李雯燕
封面设计 卢晓红
版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社
市场部 电话 021-62865537
传真 021-62860410

http: //www. ecnupress. com. cn

社 址 上海市中山北路 3663 号
邮编 200062

印 刷 者 江苏扬中印刷厂
开 本 890 × 1240 32 开
印 张 8
字 数 220 千字
版 次 2002 年 4 月第一版
印 次 2002 年 4 月第一次
印 数 001—3 500
书 号 ISBN 7-5617-2874-3 / O·123
定 价 13.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

前 言

多少年来,人类一直在认识、开发和利用我们周围的自然界,同时科学技术也从一开始就随着人类的生存需求而产生和发展着,从而促进了人类文明和社会的不断进步。作为自然科学的重要分支,化学与人类的关系更是十分密切,它的范围可以说是无所不包,无所不有。20 世纪 90 年代以来,历届国际化学教育会议先后提出了“把化学带到生活中去”的要求,这是化学教学内容改革的一个方向。另一方面,当今世界,不同学科、不同专业领域的相互交叉、渗透和融合更趋明显,强调全面素质教育,培养和谐发展的人的教育思想应运而生。1999 年 8 月,江总书记在视察中国科学院大连化学物理研究所时进一步强调了科普工作的重要性:“在加强科技进步和创新的同时,我们应该大力加强全社会的科学普及工作,努力提高全民族的科学文化素质。这项工作做好了,就可以为科技进步和创新提供广泛的群众基础。”对于非化学专业的人来说,让他们了解一点化学现象,掌握一些化学知识,这也是实现全面素质教育的重要一环。

基于上述想法,本书的撰写旨在使读者深刻领悟到化学无所不有、无所不在,它对人类的生存、文化和生活质量的提高至关重要,农、轻、重、吃、穿、用,无不密切地依赖化学。本书着重介绍人类衣食住行中的化学知识,并结合各种媒体上现代生活中的有关化学信息,兼具趣味性和实用性,使其内容贴近生活,与时代同步。此外,本书用一定的篇幅,通过对百年诺贝尔化学奖的综合分析,讨论了 20 世纪化学发展的轨迹,并对 21 个世纪化学的发展作了展望。

全书共八章,是集体智慧的结晶。华东师范大学化学系戴立益、张贵荣、韩金根、乐翠娣等四位老师参加了本书的编写,还邀请山东中医药

大学李伟老师和章丘四中张松华老师执笔了部分章节。全书最后由戴立益协调、修改定稿。编写过程中,我系学生陆骏、郑学化、张艺、蒋欢英协助收集了部分资料,在此一并致以谢意。

本书涉及面广,资料信息来源众多,收集、加工、概括颇有难度,加之作者水平有限,疏漏及不当之处肯定存在,尚祈专家和读者不吝指正。

编 者

2001. 7

1	前言
1	第一章 化学与环境
1	1.1 化学的误区——环境污染
1	1.1.1 大气污染
3	1.1.2 水污染
4	1.2 积极整治污染,发展绿色化学
4	1.2.1 化学治理环境污染
6	1.2.2 化学变废为宝
8	1.2.3 发展绿色化学
11	第二章 化学与能源
12	2.1 工业的“血液”——石油
12	2.1.1 石油的基本组成
16	2.1.2 石油的蒸馏
17	2.1.3 汽油的辛烷值和汽油的使用牌号
19	2.1.4 汽油辛烷值的提高和优质汽油的制备
22	2.2 仍将继续唱主角的能源——煤
22	2.2.1 煤的燃烧
25	2.2.2 煤的气化
27	2.2.3 煤的液化
29	2.3 悄悄改变人类生活方式的能源——化学电源
29	2.3.1 化学电源的原理——氧化还原反应
31	2.3.2 化学电源的特点
32	2.3.3 常用化学电池

39	2.4 神奇的新能源——核能
40	2.4.1 原子核的结构和核能
45	2.4.2 原子核反应堆
49	2.4.3 取之不尽的聚变能
50	2.5 前景诱人的清洁能源——太阳能
50	2.5.1 概述
51	2.5.2 太阳能的常用转换技术
52	2.5.3 能源利用和环境保护的完美结合 ——太阳能制氢技术

58 第三章 化学与材料

58	3.1 材料与社会发展
59	3.2 硅酸盐材料
59	3.2.1 陶瓷
60	3.2.2 玻璃
61	3.2.3 水泥
61	3.3 合成高分子材料
62	3.3.1 概念
62	3.3.2 三大高分子合成材料
65	3.3.3 功能高分子材料
65	3.3.4 新型高分子材料
66	3.4 复合材料与智能材料
66	3.4.1 复合材料
68	3.4.2 智能材料
70	3.5 纳米材料
70	3.5.1 纳米材料的内涵
70	3.5.2 纳米材料的特性
71	3.5.3 纳米材料的用途
71	3.5.4 纳米材料的发展与未来

73	第四章 化学与饮食
73	4.1 食品的主要化学组成及其生理功能
74	4.1.1 糖类——人体内的主要能源
80	4.1.2 脂肪——人体的第二能源
83	4.1.3 生命的基础——蛋白质的组成及其生理功能
91	4.1.4 食物中的维生素及其生理代谢功能
99	4.1.5 食物中的矿物质及其生理功能
101	4.2 食品色、香、味的化学
101	4.2.1 食品的色泽化学
109	4.2.2 食品中香气物质的化学
111	4.2.3 食品的味化学
115	4.3 一些重要的食品添加剂的化学
115	4.3.1 食品的防腐剂化学
117	4.3.2 食品的抗氧化剂化学
122	第五章 化学与保健
122	5.1 人体与化学元素
122	5.1.1 人体中的元素
123	5.1.2 宏量元素作用大
125	5.1.3 微量元素不“微”
130	5.2 化学药物——癌症的克星
131	5.2.1 化学抗癌药物的分类
132	5.2.2 抗癌药物新视野
134	5.2.3 抗艾滋病新药扫描
136	5.3 化学使人更健康——新药层出不穷
136	5.3.1 抗感染药物
137	5.3.2 神经系统药物
137	5.3.3 心血管药物
137	5.3.4 呼吸系统药物
137	5.3.5 消化系统药物

138	5.3.6	激素类药物
138	5.3.7	生殖系统药物
138	5.3.8	营养药物
138	5.3.9	生物制品
138	5.3.10	诊断用药
138	5.3.11	天然药物
139	5.4	新药介绍
139	5.4.1	催眠新药——扎来普隆
139	5.4.2	治疗顽固性多形性成胶质细胞瘤的新药 ——替莫唑胺
139	5.4.3	治疗稳定性间歇性跛行的新药——西洛他唑
140	5.4.4	抗流感药——扎那米韦
140	5.4.5	新型青霉素
141	5.4.6	伤口不留疤愈合新药
141	5.5	化学与毒物
141	5.5.1	天然有毒物
145	5.5.2	环境污染毒物
146	5.5.3	在食品加工和储存中产生的毒物
149	第六章 日用品中的化学	
149	6.1	服饰中的化学
149	6.1.1	天然纤维
151	6.1.2	人造纤维
154	6.1.3	合成纤维——人类的奇迹
159	6.1.4	特种化学处理织物
161	6.2	洗涤剂中的化学
162	6.2.1	肥皂
163	6.2.2	表面活性剂
169	6.2.3	方兴未艾的合成洗涤剂
173	6.2.4	洗洁精

173	6.3 化妆品的奥妙——化学与化妆品
174	6.3.1 皮肤和毛发的基本结构
179	6.3.2 化妆品的化学组成
185	6.3.3 常用化妆品简介
189	6.3.4 美发用化妆品
194	第七章 化学的前沿和未来
194	7.1 对化学反应本质的理解
196	7.2 化学催化
197	7.3 生命过程中的化学
199	7.4 人类周围的化学
201	7.5 极端条件下的化学行为
204	第八章 百年诺贝尔化学奖纵横谈
204	8.1 诺贝尔奖概述
205	8.2 20 世纪诺贝尔化学奖一览
222	8.3 20 世纪诺贝尔化学奖的特点
222	8.3.1 诺贝尔化学奖对化学学科发展的促进作用
223	8.3.2 诺贝尔化学奖的地域分布特点
226	8.3.3 诺贝尔化学奖获得者的年龄特征
229	8.3.4 诺贝尔化学奖获得者的科学素养
232	8.4 20 世纪化学发展的轨迹——诺贝尔化学奖启示之一
232	8.4.1 20 世纪化学学科研究的热点
235	8.4.2 现代化学研究中的多学科综合研究
235	8.4.3 人类对环境的重视
236	8.5 21 世纪化学发展前瞻——诺贝尔化学奖启示之二
239	参考书目

第一章 化学与环境

1.1 化学的误区——环境污染

一般认为,当代世界各国面临的重大社会问题集中在粮食、能源、人口、资源和环境五个方面。其中环境问题主要是由于人类社会迅速发展而引起的,它是人类社会现代化进程中必然会出现、又必须加以妥善解决的课题。如今,全世界的人们都深切感受到环境的压力——环境污染不分国界、种族、文化、意识形态。从 20 世纪 50 年代出现的震惊世界的八大污染事故到 80 年代的重大恶性环境事件,以致近年来世人关注的酸雨、臭氧层耗蚀、温室效应等全球性环境问题,无一不是由化学物质及其变化造成的。从全球看人们普遍关注着以下几个问题:(1) 大气污染;(2) 臭氧耗蚀;(3) 全球变暖;(4) 海洋污染;(5) 淡水资源紧缺和污染;(6) 土地退化和沙漠化;(7) 森林锐减;(8) 生物多样性减少;(9) 环境公害;(10) 有毒化学品和危险废弃物。其中七个直接与化学相关((1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(9)、(10))。另三个问题间接和化学有关,如森林锐减的原因之一是酸雨的危害。

1.1.1 大气污染

燃料的燃烧是造成大气污染的主要原因。人类生活和工业生产技术的现代化,使燃料用量大幅度上升,从而造成对大气的污染日趋严重;随着交通运输业的发展,都市中大量汽车的排气也对环境造成了严重污染;另外,大气中还有来自工业生产的其他污染物。农业方面,由于各种农药的喷洒而造成的大气污染也是不可忽视的问题。大气污染

对建筑、树木、道路和工业设备等都有极危害,对人体健康的危害也日益明显。

1.1.1.1 汽车尾气

汽车是现代重要的交通工具,随着汽车数量的激增,汽车尾气造成的环境污染也日益严重。20 世纪 40 年代初,美国洛杉矶市 250 多万辆汽车向大气排放含碳氢化合物、氮氧化合物和一氧化碳等废气,在阳光作用下形成以臭氧为主的光化学烟雾。造成许多人眼睛红肿,咽喉发炎,乃至思维混乱和肺水肿,两天内死亡 400 多人。20 世纪 70 年代初,日本东京及附近地区也曾数次发生此类事件,受害者达 7 万多人。

汽车尾气中 CO 占首位;CO 浓度低时,会使人慢性中毒,浓度高时,会导致窒息死亡。尾气中的氮氧化合物既有害于人体健康,还会腐蚀建筑物,并能导致形成酸雨和光化学烟雾,被列为大气中的重要污染物。汽车尾气中的烃类污染物对自然界的危害,主要是破坏了生态系统的正常循环,还诱发产生光化学烟雾。尾气中的含铅有机化合物是引起急性精神性病症的剧毒物质,可在人体中不断积累,并造成贫血等中毒症状。而硫化物会引起肺部组织障碍,浓度高会致人呼吸困难和死亡。

1.1.1.2 温室效应

英国气象局局长彼德·尤因斯和美国国家海洋气象局局长詹姆斯·贝克发表联合声明,向世界发出严重气象警告:全球变暖正在迅速改变世界的气候。他们指出,即将过去的十年是自 1659 年开始记录气象以来北半球最暖的十年。从米奇飓风到委内瑞拉灾难性的洪水和泥石流都是由于极端气候条件造成的,并与全球气候变暖密切相关。两位气象学家指出,自 1976 年以来,人为造成地球变暖的速率是每十年大约增加 0.2°C 。由于气候明显变暖,近年大西洋形成了比以往要多得多的风暴。除了人类造成的温室效应,排放的工业有害气体如二氧化碳、汽车尾气和使用农药等因素外,他们无法找出其他任何原因来解释地球变暖。

由于温室效应, CO_2 的积累会使地球表面温度升高。据估算, CO_2

浓度每增加 10%，地表温度将升高 $0.3\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 。虽然温度增加不多，但有可能使极地冰冠融化，海平面上升，导致某些陆地淹没。

温室效应的加剧会对气候、人类健康及生态环境等多方面带来影响。地表升温会使更多的冰雪融化，反射回宇宙的阳光减少，极地更加变暖，降雨量发生变化。变暖的条件有利于病菌、霉菌和有毒物质生长，导致食物受污染或变质。因此，气候变暖将引起全球疾病的流行，严重威胁人类健康。

1.1.2 水污染

水污染主要指由于人类的各种活动排放的污染物进入河流、湖泊、海洋或地下水等水体中，使水体的物理、化学性质发生变化，从而降低了水体的使用价值。

近年来，石油对水体的污染也十分严重，特别是海湾及近海水域在石油的开采、炼制和使用的过程中，原油和各种石油制品进入环境而造成的污染，目前已成为世界性问题。1991 年发生的海湾战争，人为地使大量原油流入波斯湾，是最大的一次石油污染海洋事件，带来难以估量的恶果。1988 年，由于英国北海石油污染，1 200 只海豹死去，死掉的鱼虾更是不计其数。1983 年 12 月，120 多头鲸在澳大利亚的一处海边集体绝食。1988 年 9 月，又有 140 多头鲸在奥古斯塔集体自杀。1998 年 9 月，60 头鲸再次冲上这个海滩，人们费了九牛二虎之力才将其中的 38 头送回大海，一周之后，它们又重返海滩，以其不可思议的顽强走向死亡。

酸性和碱性物质进入水体使水的 pH 值发生变化，酸、碱在水体中可彼此中和，也可分别和地表物质发生反应生成无机盐类，由此引起水体中酸、碱、盐的浓度超过正常量而使水质变坏的现象称为水体的酸碱盐污染。酸主要来自冶金、金属加工的酸性工序，碱主要来自于印染、制药、炼油、碱法制纸等工业污水。

水体的重金属污染一般具有潜在的危害性。经过小鱼吃虾，大鱼吃小鱼的水中食物链被富集，而人处于食物链的终端，通过食物或饮

水,将毒物摄入人体。

1953~1968年的日本水俣病事件,市民由于食用富集了甲基汞的鱼和贝类,造成慢性汞中毒。1955~1977年富山县锌冶炼厂排放含镉废水,污染神通川水体,造成慢性镉中毒,患骨痛病的约有250人,其中207人死亡。这些震惊世界的公害事件都是工厂排放的污水中含有重金属所致。

水体的有毒有机污染物主要包括有机氯苯、多氯联苯、多环芳烃、高分子聚合物、染料等有机化合物。其共同特点是,多数为难降解的有机物或持久性有机物。它们在水中的含量虽不高,但在水体中残留的时间长,有蓄积性,可造成人体慢性中毒、致癌、致畸、致突变等生理危害。

1.2 积极整治污染,发展绿色化学

1.2.1 化学治理环境污染

要解决环境污染问题,除了加强规范化管理,提高全民族的环境意识,增加环保投入外,从技术上说,环境分析化学、环境污染化学、污染控制化学起着其他学科无法替代的作用。例如解决淮河水污染,必须对排污量大,污染严重的小造纸厂、小制革厂、小化工厂等乡镇企业进行技术改造和污染治理,这些均非化学手段莫属。

1.2.1.1 大气污染的治理

大气污染的防治,特别是有害气体的治理,是环境工程的重要课题。

(1) 燃烧法是使有害气体氧化、燃烧或高温分解,使之转化为无害物质的一种方法。适用于废气中浓度较高、发热量较大的可燃性有害气体的处理。主要是气态的含碳化合物,如 CO 、 CH_4 ,燃烧温度在 $600\sim 800^\circ\text{C}$ 。燃烧法简便易行,又可回收热能。

(2) 吸附法是用多孔性的固体吸附有害气体。气体分子量越大、沸点越高、浓度越高、温度越低,吸附效果就越好。吸附剂吸附达到饱

和时,可用加热、减压等方法使其再生。常见的吸附剂有活性炭、硅胶、离子交换树脂等。活性炭的内部有大量的细孔,比表面积大,气体吸附容量较大,而对水吸附量小,最适合用来净化有机废气。吸收装置有固定床和流化床。

(3) 冷凝法是根据物质在不同温度下具有不同的饱和蒸气压,将排气的温度降低,使一些有害气体或气态物质冷凝成液体分离出去。冷凝法分一次冷凝和多次冷凝,后者可提高废气的净化程度。冷凝法一般用作吸附或化学转化等处理的前处理。

(4) 催化转化法是在催化剂作用下,使废气中的有害成分转化为无害的或易回收的物质。分催化氧化和催化还原法两种,前者使废气中的一氧化碳和碳氢化合物被氧化成水和二氧化碳;后者可用氨作还原剂,用铂族金属等作催化剂使氮氧化物还原成氮气和水。催化转化法效率高,反应温度低,操作方法简单,应用广泛。

(5) 气体除尘,是净化空气并回收其颗粒物中有用成分的重要措施。除尘的装置叫除尘器,可从含尘气体中分离并捕获粉尘、炭粒、雾滴。按工作原理可分为机械力除尘、洗涤除尘、过滤除尘、静电除尘等几种。

1.2.1.2 化学方法处理污水

废水的主要成分是水,约占水体的 90% 以上,其余为杂质。化学的处理方法不仅用于生产废水的治理,也用于生活废水的治理。

(1) 中和法(pH 调整)

要处理酸、碱以及溶有重金属离子的废水时,一般是利用酸、碱等将废水中和成 pH 5.8~8.6。中和试剂必须根据水质来选用最适当者。要除去重金属时,必须将废水调至除去重金属所必要的 pH 值。有时中和所产生的污泥会使药品在没有完全被利用时反应就停止,所以在这样的中和试剂时必须搅拌。

(2) 氧化法

对于有机质废水以及一些无机物废水的处理,一般是使用氧化剂(O_2 、 $KMnO_4$ 、 $NaClO$)来提高处理的效果。也有利用臭氧的强氧化能

力来对污水进行有效的氧化。

(3) 油、水的分离法

石油冶炼的废水,以及金属表面处理的前处理工程之类的废水中所含的油分会浮上水面。利用油比重比水轻的性质来使浮上液面的油分加以回收。这种油分如有价值,可作为副产物来使用,如没有价值就可将之焚化处理。

(4) 臭氧处理法

臭氧的氧化能力仅次于氧,向来是用于杀菌、漂白、脱臭等方面。不过,由于其在较低温和低压状态时仍然具有氧化能力,因此最近将之用于油类、纤维素淀粉等的漂白。特别是在除锰离子时使用,操作上非常简单。氰离子在臭氧的氧化作用之下,最后分解成氮和二氧化碳。亚硝酸会被臭氧氧化成安全而无害的硝酸。硫化氢则会被臭氧氧化成硫酸。臭氧虽然可以使废水中的许多有害成分变成无害,但氨性氮的除去仍然有待研究解决。

1.2.2 化学变废为宝

人类生产、生活的结果,产生了大量气体、液体和固体废弃物,它们既消耗了资源,又污染了环境。废气、废液、废渣排放造成水质恶化,工业废渣和生活垃圾的排放、堆积、掩埋,占去了城市近郊大量的肥田沃土。因此,20世纪70年代以来,突出的“三废”即废气、废液、废渣的处理,已成为资源与环境协调发展的深层次问题。

研究废物资源化是一个很有意义的课题。凡有人群生存的地方,必然就有垃圾,这是一个世界性问题。美国人均每天废物量是1.6 kg,加拿大为1.8 kg,其他国家大抵如此。废物的普遍性任何其他物料无法比拟的,它遍布于各行各业,其价格最低,供应充分,种类繁多。作为资源开发废物很有吸引力,具有一举多得的效果:消除了废物,解决了环境污染问题,增加了有用的物品。

废物通常指生产过程中某一环节排出的、在该条件下失去使用价值的物料,它是一个相对的概念。从化学的观点看,任何物质均由原子

组成,并且可以分解为原子,新的物质不过是不同类的原子的重新组合。因此,任何废物均可转化为有用的新物质,关键在于找到转化的条件。许多在某时、某地认为是废物,而随技术、经济条件的变化,或者仅仅换一个地方,就有可能变成有用之物。因此,废物又有“放错地点的物料”的美称。这些变化,不过是时间、地点、条件不同罢了。早在 12 世纪,我国南宋时期的学者朱熹就提出过“天无弃物”的论点,表明古人已有废物可充分利用的思想。而运用现代化学技术已使这一思想成为现实。

1.2.2.1 废塑料再循环

废塑料再循环是指利用塑料废物进行机械再循环和化学再循环。化学再循环是通过化学方法转变成产生它的单体或其他工业原料,也就是用化学法对高聚物进行分子切割及组装。化学再循环中涉及的主要技术有:焦化——指在炼油厂高温间歇工艺设备中的重要原料的精炼;裂解——指在炼油厂催化连续设备中的轻质原料的精炼;解聚——用来使废塑料中的大分子催化分解成较短分子乃至单体的工艺;氢化——加氢使废塑料的链打开,是使化学品增值、解聚的一种重要途径;水解——在水存在下,使废塑料分解,旨在获得单体;热解——在无氧或其他保护气氛条件下加热,使塑料分解成油或气体。在外热式加热炉中裂解的废塑料中,不能含有氯、氮等成分,否则会产生盐酸、氢氰酸等有害物质,腐蚀设备、污染环境。

1.2.2.2 废纸再利用

纸以木材纤维作主要原料,可以循环再利用。日本的造纸业在利用海外废木材以及废纸循环利用方面走在世界各国的前列。20 世纪 90 年代日本的产业界提出了 56 项循环计划,规定到 2000 年废纸的利用率达到 56%。为实现这一目标,日本的各造纸厂都在扩大“再生纸”的产量。据统计,1998 年日本的废纸利用率已提高到 54%。目前废纸利用率超过 50% 的国家只有日本和美国。加拿大是 24%,中国为 38%。根据日本废纸再生促进中心 1997 年的调查,不同种类的纸张利用率大不相同。以牛皮纸为代表的废纸利用率为