

湘潭大学化工环境保护教研室编

化工炼油工业 环境保护基本知识

Huagong Lianyou Gongye Huanjing Baohu Jiben Zhishi

化学工业出版社

化工炼油工业 环境保护基本知识

湘潭大学化工环境保护教研室 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书较系统地介绍了化工和炼油工业环境保护基本知识,着重介绍了化工和炼油企业的“三废”治理技术,同时也介绍了环境和环境科学的内容以及环境监测的方法和任务等,可供化工和炼油企业以及一般从事环境保护工作的干部、工人和技术人员作为知识性读物阅读。

化工炼油工业环境保护基本知识

湘潭大学化工环境保护教研室 编

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $7^{5/8}$ 字数165千字印数1—4,000

1981年10月北京第1版1981年10月北京第1次印刷

统一书号15063·3281定价0.62元

前 言

保护和改善环境、消除工业“三废”污染，是一个关系到人民健康、体现社会主义制度优越性和能否顺利实现四个现代化的重要问题。为了宣传和普及环境保护知识，搞好环境保护工作，我们编写了这本《化工炼油工业环境保护基本知识》。

本书系统地介绍了化工和炼油企业的“三废”治理技术，同时也介绍了环境和环境科学的内容、环境监测的方法与任务。书中包括的知识面比较广，但我们力求写得浅显易懂，以供从事环境保护工作的干部、工人、技术人员作为知识性读物阅读。

我国开展环境保护工作的时间还不很长，我们对环境保护知识的了解还很不够，故本书内容难免会存在不成熟的地方，希望广大读者批评指正。

参加本书编写和审定的主要有刘永淞、何运昭、易惟谦、杨学群、杨润昌。李炎、李益恒、陈玉珍、张森林、栗有恒、鄢德才也参加了本书的编写。全书最后由杨润昌定稿。

编者

目 录

第一章 环境和环境保护	1
第一节 环境中的生态系统和生态平衡	1
一、生物圈	1
二、生态系统和生态平衡	4
三、自然界的主要物质循环	5
第二节 环境的污染及其与人类的关系	9
一、环境的污染和破坏	9
二、人和环境的关系	12
第三节 我国环境保护的方针政策	13
第四节 环境保护工作的主要内容	15
一、工业“三废”的治理	15
二、放射性污染的治理	17
三、绿化与环境保护	20
第五节 环境科学简介	23
一、环境科学的性质、内容与任务	23
二、环境科学的分类	25
第二章 化工、炼油工业对环境的污染	26
第一节 化工、炼油工业污染物	26
一、根据生产过程区分污染源	26
二、根据物质形态区分污染物	30
三、化学、炼油工业生产中的污染物	36
第二节 化工、炼油工业污染物的危害	36
一、对环境的危害	36
二、对生物的危害	38
三、对人体的危害	39

第三章 化工、炼油工业废水的处理	42
第一节 概述	42
一、卫生条例和排放标准	42
二、处理方法分类	43
第二节 废水处理的物理法	44
一、过滤	44
二、重力分离	48
三、离心分离	53
第三节 废水处理的化学法	54
一、中和	55
二、混凝沉淀法	57
三、化学氧化还原法	60
四、焚烧	65
五、电解	66
六、化学沉淀法	67
第四节 废水处理的物理化学法	67
一、吸附	67
二、萃取	72
三、离子交换	76
四、电渗析	81
五、渗析	86
六、反渗透	87
七、浮选	91
八、蒸汽汽提	95
九、吹脱	96
第五节 废水处理的生物化学法	97
一、微生物及代谢	97
二、好气过程和厌氧过程	102
三、生物氧化法的应用条件	104
四、常用的生物氧化法	106

第六节 废水治理方案的选择	114
第四章 大气污染及其防治	122
第一节 概述	122
第二节 废气污染	124
一、废气污染与气候、地理等自然条件的关系	124
二、大气污染物的存在状态	126
三、大气污染物在环境中的动向	127
第三节 除尘除雾技术	129
一、重力沉降分离技术	129
二、离心沉降分离技术	131
三、湿法除尘技术	135
四、过滤分离技术	137
五、其他分离技术	139
六、除尘除雾技术的应用	143
第四节 气体净化技术	145
一、吸收	145
二、吸附	147
三、化学催化	149
四、几种常见废气的治理	150
1. 含硫废气的治理	150
2. 含氧化氮废气的治理	154
3. 含氯废气的治理	156
4. 含氟废气的治理	158
第五章 废渣的综合利用与处理	161
第一节 概述	161
第二节 物理分选法	163
第三节 化学法	166
一、化学浸出法	166
二、化学处理	168
第四节 氧化法	169

一、湿式氧化法	169
二、焚烧法	170
第五节 污泥浓缩与脱水干化	174
第六节 其他处理法	177
一、污泥的消化	177
二、用作肥料	178
三、作燃料或燃料的掺料	179
第六章 工业噪声的防治	181
第一节 概述	181
第二节 噪声的测量与计算	182
第三节 噪声的防治	185
第七章 环境监测与分析	189
第一节 概述	189
一、环境监测及其任务	189
二、环境监测机构	190
三、环境监测与分析的项目	190
四、监测分析结果的表示法	191
五、环境监测分析的方法	191
第二节 试样的采集和保存	192
一、监测样品采集的一般原则	192
二、水样的采集	192
三、气样的采集	194
四、固体样品的采集	197
五、分析前样品的保存	197
第三节 分析技术和主要仪器	198
一、化学分析法简介	198
二、容量分析	199
1. 中和法	199
2. 氧化还原法	199
3. 沉淀滴定法	201

4. 络合滴定法	201
三、光分析法	202
1. 比色与分光光度法	202
2. 原子吸收分光光度法	207
3. 荧光分析法	209
4. 化学发光分析法	209
四、电化学分析法	210
1. 电位分析法	210
2. 极谱分析法	212
五、气相色谱法	214
六、质谱法简介	218
七、遥感遥测技术简介	221
八、生物监测	222
第四节 环境质量评价	226
一、怎样进行环境质量评价	227
二、环境质量评价中存在的问题	231
附录	232
1. 测定大气污染物的常用方法和仪器	232
2. 测定水质污染物的常用方法和仪器	233

第一章 环境和环境保护

为了保护和自然资源，防治污染和其他公害，必须首先明确什么是环境，什么是环境保护，为什么要讨论环境保护问题。

第一节 环境中的生态系统和生态平衡

一 生物圈

为了了解环境保护的内容，首先需要从生物与环境的关系谈起。人类和其他生物都生活在地球的表层，这里充满了空气、水和岩石（包括土壤）等物质。如果把地球比作一个苹果，人类和其他生物所生存的区域，只不过是象苹果皮那样薄的一层。地球的这个表层，我们就叫它为生物圈。生物圈的界限，根据目前的认识，是在海平面以下深度约为十一公里（太平洋最深处），到海平面以上十几公里（空气对流层和一小部分平流层）的范围内。生物圈通常分为三层：上层是大气圈的一部分，中层是水圈，下层是岩石圈的一部分。这三层构成了地球上生命活动的主要舞台。

1. 大气圈 地球球体的周围是一圈大气，离球体表面越远，大气越稀薄。从地面往上，大气依次分为对流层、平流层、散逸层、电离层等。从地面到地面以上10~20公里范围内的一层空气，叫对流层。在对流层里，温度变化大，水蒸气最集中，尘埃也多，主要的天气现象，如云、雾、雨、雪、雹等都发生在这一层里。这一层和人类的生活有密切的

关系。特别是地面上两公里以内的一部分对流层，受生物、地形等因素的影响更大，局部气流的变化和更替更加剧烈，因而与人类生活的关系也最为密切。

我们所说的与人类环境密切相关的大气圈就是指对流层和一部分平流层。

在大气圈里的空气，如果不受污染，其成分是(体积%)：氮气约占78%，氧气约占21%，氩气约占1%，其他气体的总和占不到0.1%。

2. 水圈 水圈是地球表面水体的总称，面积约占地球总表面积的71%，总水量约为13.6亿立方公里，其分布如表1-1所示。水是生物生活所必需的要素。但能被人类利用的淡水湖及河流里的水仅占地球总水量的0.0091%。地表上的淡

表 1-1 地球表面水的分布

分 布 地 域	体 积 (千立方公里)	约占总水量%	更新时间*
陆地上的水			
淡水湖	125	0.009	1~100年
盐湖和內海水	104	0.008	10~1000年
河流水	1.25	0.0001	10~20天
土壤中的水和渗流水	67	0.005	280天
地下水(到44米深)	8,350	0.61	300年
冰川及高山积冰	29,200	2.14	16,000年
大气中的水	13	0.001	9天
海洋中的水	1,320,000	97.3	37,000年
总 计	约1,360,000	100	

* 更新时间，是指表内所列各项水量自然更换一次所需的估计时间。

水，主要来自雨、雪等大气降水，估计全世界陆地上每年降水量为105,000立方公里，其中约三分之二被植物蒸腾或由地面上蒸发掉，三分之一多一点，即大约37,500立方公里的淡水，可供人类使用。

3. 岩石圈 地球的平均半径为6371.2公里。地球内部可以大致分成几个同心层圈，粗略看来，可分为地壳、地幔和地核三个层圈。地壳是指地面到地下几公里至70多公里的一层；它的厚度很不均匀。例如，大陆所在的地方，地壳比较厚，尤其是山脉底下更厚；海洋所在的地方，地壳比较薄，最薄的地壳不到10公里。地幔是地壳以下至2,900公里深处的一层。从地下2,900公里以下到地心的部分叫做地核。岩石圈是由地壳和上地幔顶部坚硬岩石所组成。

地球形成的历史已有几十亿年了。它的长期演变，尤其是自有人类以来的几百万年的演变，包括生物与自然、生物与生物之间漫长的斗争与合作，才形成了如今的生物圈（参看图1-1）。

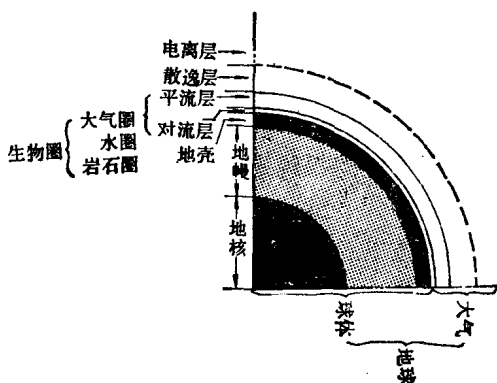


图 1-1 地球及其生物圈的构造示意图

二 生态系统和生态平衡

生物，即动物、植物、微生物等，在自然界中并非孤立地生活，它们总是结合成生物群落而生存。生物群落与大气、水、土壤、岩石、化学物质等非生物环境密切相关，相互作用和制约，并进行着物质和能量的交换。这种生物群落与其周围的无机环境构成的整体，就叫做生态系统。例如在自然界的水体中，如俗话说，“大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米”，而“虾米”则是吃水中更小的浮游生物（包括藻类）来生活。归根结底，鱼是靠浮游生物生活的。鱼死了以后，它的尸体被水中的微生物分解为基本的化合物，微生物在此分解过程中又要消耗水中的溶解氧。而这些基本化合物（铵盐、硝酸盐、磷酸盐等）又是浮游植物的营养源。浮游植物在光合作用中吸收营养和矿物质，并把它们转变为糖类等贮存起来，同时产生氧气来补充微生物在分解过程中所消耗的氧。浮游动物吃浮游植物，鱼又吃浮游动植物。这样，在水域中，微生物—浮游生物—鱼之间就构成了一个小的生态系统。

研究生物之间和生物与非生物环境之间相互关系的科学叫“生态学”。大鱼、小鱼、“虾米”、浮游生物之间构成的链锁食物系统则叫“食物链”。

上面举出的这一生态系统是比较简单和单纯的。在自然界中，生态系统是各式各样的，有大有小的，这许许多多的复杂的生态系统构成了自然界，也就是说组成了我们所说的“生物圈”。

生态系统在自然界中不是静止不变的，而是处于不断运动、不断变化的状态之中，但在一定条件下和一定时间内，它表现为稳定的状态，称为“生态系统的平衡”。这种平衡是暂

时的、相对的，任何自然因素或人为活动都可能破坏这种平衡。因此，生态系统总是在不平衡—平衡—不平衡的发展过程中进行着物质和能量的交换，推动着自身的变化和发展。

三 自然界的主要物质循环

大自然的自净，环境的自然调节，生命的维持，主要靠自然界的物质循环来完成。自然界的物质循环是由不同类的生物群落紧密联系、相互作用而形成的。从物质循环这个角度出发，可将生物群落分为三类：

(1) 生产者—利用太阳能把无机物合成为有机物的、象绿色植物那样的生物群落；

(2) 消费者—靠有机物生活的、包括人类在内的动物群落；

(3) 还原者—能分解有机物的、象细菌一类的微生物群落。

这三者相互依存、相互制约，形成了自然界的物质循环。生物群落和环境之间的物质循环是十分复杂的。自然界中最基本的物质循环是水循环、碳循环、氮循环和氧循环。

1. 水循环 海洋、湖泊、河川和大地上的水，在太阳的照射下，吸收热量，通过广大的水面和表土进行蒸发以及通过植物的叶子和茎杆进行蒸腾，变为水蒸气，上升到空中凝聚成云。在大气环流—风的推动下，云飘游各处，并以雨、雪、冰雹等形式降落到地面上。这些降落下来的水分，一部分渗入地下，成为土壤水或地下水；一部分流入江、河、湖泊，重新汇流入海洋；还有一部分被植物所吸收。然后，水又通过蒸发和蒸腾而进入大气层中。这种循环往复、永无终止的现象，就叫做自然界中的水循环。水循环又可分为大循环和小循环两种。一般说来，水被蒸发后，凝结成雨，未经很

大距离的移动就降回原处的称为小循环；水从海面蒸发后，被风吹到大陆上空，经凝结再降落地面，通过江河再汇入海洋的，便称为大循环。

2. 碳循环 碳是构成有机体的主要元素之一。碳循环（其示意图见图1-2）有两个方面：植物吸收 CO_2 的碳循环和岩石吸收 CO_2 的碳循环。

（1）植物吸收 CO_2 的碳循环 植物吸收 CO_2 的碳循环有三个明显区别而又互相关联的阶段。第一阶段是绿色植物通过光合作用把大气中的 CO_2 转变为葡萄糖，并放出氧气；葡萄糖在植物机体内又转变为构成植物体的更复杂的含碳化合物。碳循环的第二阶段是动物吃植物。被动物摄入体内的含

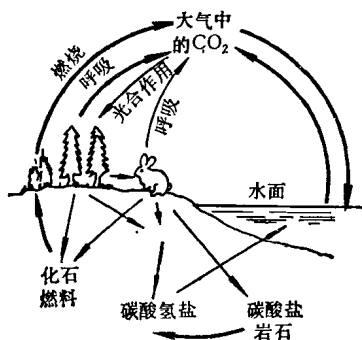


图 1-2 碳循环示意图

碳化合物，或者是分解代谢而转化为能量并排出 CO_2 和水，或者贮存于动物各肌体组织中。第三阶段是动物或植物的残体在土壤和水中被微生物分解破坏，最后转化为 CO_2 ，回到大气层中。然后，活着的植物又利用二氧化碳进行光合作用，开始一个新的循环。

（2）岩石吸收 CO_2 的碳循环 岩石吸收 CO_2 成为含碳的新岩石。新岩石在风吹雨打、细菌分解、火山爆发等自然力的作用下，又释放出 CO_2 。例如，石灰石中所含的碳酸钙在 CO_2 和水的作用下，变成可以溶解的酸式碳酸钙，然后，经雨水冲洗，进入江河湖海。水中的酸式碳酸钙或者与石灰

化合或受热分解，变成碳酸钙沉积在海底，形成新的岩石；或者它被水生动物摄取构成贝壳、骨骼中的钙质。细菌分解、火山爆发等自然力又使 CO_2 回到大气中。

3. 氮循环 氮是组成蛋白质的重要元素之一，而蛋白质是一切生物生命的基础，由此可见氮循环对生命的重要性。

氮循环（其示意图见图1-3）也可分为两个方面，即通过植物摄取氮的氮循环和由固氮菌固定氮的氮循环。

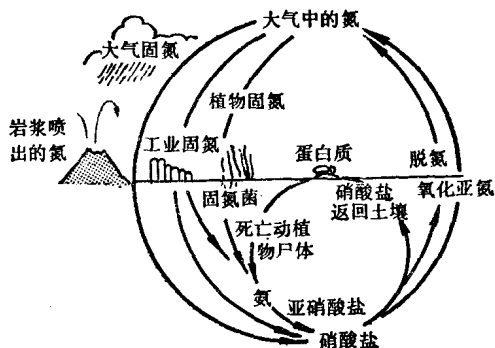


图 1-3 氮循环示意图

(1) 植物摄取氮的氮循环 植物从土壤中吸收含氮的硝酸盐、铵盐等物质，以供在体内合成氨基酸用。氨基酸又组成蛋白质。动物吃植物，将蛋白质等有机氮摄入体内，构成其组织的一部分。动植物的排泄物或死后遗体中的蛋白质被微生物分解放出氨，氨经硝化成为亚硝酸盐和硝酸盐，或直接形成铵盐等氮化合物，又回到土壤和大气中，再供植物吸收。

(2) 固氮菌固定氮的氮循环 固氮菌（游离细菌和豆科植物中的根瘤菌）将空气中游离状态的氮“固定”或转化

到它的细胞结构中。细菌死后，氮被贮存在土壤中，供植物吸收利用。另一方面，硝酸盐、亚硝酸盐在缺氧环境中的反硝化作用放出氮，使氮又回到大气中。

4. 氧循环 氧是地壳（包括大气层、水层和岩石层）中分布最广、含量最多的一种元素，占地壳总重量的48.6%（其中空气中的氧占空气总重量的23.14%）。它的主要存在形式是水、氧化硅、硅酸盐、含氧酸盐，以及其他氧化物和游离氧。氧循环是氧通过氧化反应变成氧化物，又通过其他反应从氧化物里分离出来的过程。氧是维持生命所必需的元素，它的循环相当重要也相当复杂，在水循环、碳循环、氮循环中都有体现。概括起来说，氧循环（其示意图见图1-4）包括消耗氧和释放氧两方面。

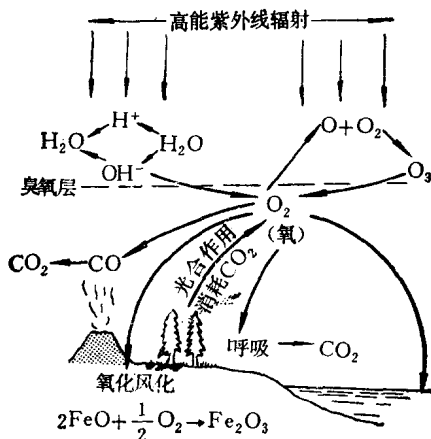


图 1-4 氧循环示意图

(1) 消耗氧方面

① 动植物吸入氧气进行分解代谢，氧化体内含碳化合