

高等学校教材

水污染治理工程

(大专试用教材)

黄铭荣 胡纪萃 编著

高等教育出版社

水 污 染 治 理 工 程

黄 铭 荣 胡 纪 萃 编 著

高 等 教 育 出 版 社

(京)112号

内 容 提 要

本书根据高等专科学校环境工程专业《水污染治理工程》教学基本要求所编写。对于水污染治理的基本概念、理论、机理等内容均作了深入浅出的介绍,避免了过多理论推导。对于水污染治理技术、设备也作了较详细的介绍,重视了工程实用性及可操作性。本书可作为高等专科学校环境治理工程和给水排水工程学生的教材,也可作为成人大专环境类专业自学考试教材,并可供环境保护和给水排水工程设计、管理部门,及其有关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水污染治理工程/黄铭荣,胡纪萃编著。—北京:高等教育出版社,1995

ISBN 7-04-005199-0

I. 水… II. ①胡…②黄… III. 水污染-污染防治 IV. X52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 01283 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 河北新华印刷一厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1995 年 5 月第 1 版

印 张 23

印 次 1999 年 6 月第 3 次印刷

字 数 570 000

定 价 18.40 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

1988年国家教委环境工程类专业教材委员会组织召开环境工程专业与环境监测专业大学专科教学研讨会,讨论并初步制订了高等工业学校环境工程专科《水污染治理工程》课程教学基本要求。本教材是根据上述大专教学基本要求的精神编写的。在编写中,对水污染治理的基本概念和作用机理力求阐述清楚,而又避免过多的理论推导,并适当介绍国内外水污染治理的新技术和新设备,重视工程实用性。

高等教育出版社曾于1989年9月邀请主要从事大学本科环境工程教学的著名专家顾夏声教授、胡家骏教授和李献文教授等对本教材初稿进行了评审,编著者按照评审意见作了深入的修改,并于1990年5月完成了修改稿。

为了听取从事大专环境类专业教学工作者的意见,1993年5月在召开高等专科环境教育研讨会期间,又邀请了大专院校专科教学教师曹经纬副教授、王宜明副教授、吴馥萍副教授、杨军副教授和胡亨魁讲师等专家对本教材进行评审。编著者根据本次研讨会的精神和专家们的意见,又一次作了认真的修改。

本书可作为高等工业学校环境治理工程和给水排水工程专科学生的教材,也可作为成人大专环境类专业自学考试教材,并可供环境保护和给水排水工程设计、管理部门、环保设备生产厂家和给水及污水处理厂运行管理等技术人员参考。

参加编写的有黄铭荣教授(第一、二、三、四、八、十、十二章)和胡纪萃教授(第五、六、七、九、十一章)。

本书编写过程中得到了有关专家教授的大力支持和协助,深表谢意。

欢迎读者批评指正。

编者

1993年9月于北京清华大学

目 录

前言

第一章 总论 (1)

§ 1-1 天然水资源及其循环 (1)

§ 1-2 水污染的来源、途径
及危害 (2)

§ 1-3 天然水和废水的成分
及污染指标 (3)

§ 1-4 水污染控制的基本原
则及方法 (8)

第二章 物理法 (13)

§ 2-1 调节 (13)

§ 2-2 格栅与筛网 (15)

§ 2-3 沉淀 (20)

§ 2-4 过滤 (41)

§ 2-5 自然浮上与气浮 (55)

§ 2-6 离心分离 (59)

§ 2-7 磁分离 (64)

第三章 化学法 (69)

§ 3-1 混凝 (69)

§ 3-2 消毒 (79)

§ 3-3 中和 (85)

§ 3-4 化学沉淀 (89)

§ 3-5 氧化还原 (92)

第四章 物理化学法 (101)

§ 4-1 吸附 (101)

§ 4-2 离子交换 (109)

§ 4-3 萃取 (122)

§ 4-4 吹脱 (125)

§ 4-5 膜分离 (128)

第五章 好氧生物法 (136)

§ 5-1 概述 (136)

§ 5-2 活性污泥法 (142)

§ 5-3 生物膜法 (177)

§ 5-4 自然生物处理法 (193)

第六章 厌氧生物法 (199)

§ 6-1 概述 (199)

§ 6-2 厌氧生物处理装置 (203)

§ 6-3 沼气的收集与贮存 (210)

§ 6-4 厌氧处理装置的启动
与运行管理 (213)

第七章 污泥处理和处置 (216)

§ 7-1 概述 (216)

§ 7-2 污泥处理方法 (218)

§ 7-3 污泥浓缩 (219)

§ 7-4 污泥脱水 (221)

§ 7-5 污泥干化 (225)

§ 7-6 污泥最终处置 (227)

第八章 循环水的冷却与处

理 (229)

§ 8-1 概述 (229)

§ 8-2 水的冷却原理 (232)

§ 8-3 冷却构筑物及其计算 (233)

§ 8-4 冷却构筑物的选择 (242)

§ 8-5 循环冷却水出现的问
题 (242)

§ 8-6 水质稳定性的鉴别 (245)

§ 8-7 防水垢的稳定处理 (246)

§ 8-8 防腐蚀的稳定处理 (247)

§ 8-9 防微生物与泥垢的稳
定处理 (248)

第九章 废水深度处理 (249)

§ 9-1 废水深度处理的方法 (249)

§ 9-2 城市污水深度处理实
例 (255)

第十章 处理后废水的排放与

回用 (257)

§ 10-1 稀 释 (257)

§ 10-2 自然 降 解 (264)

§ 10-3 废 水 回 用 (269)

第十一章 管道系统的规划	
设计 (272)	
§ 11-1 给水管道系统的规划设计..... (272)	§ 12-1 原始资料..... (330)
§ 11-2 排水管道系统的规划设计..... (306)	§ 12-2 厂址选择..... (331)
§ 11-3 水泵与水泵站..... (323)	§ 12-3 处理工艺流程选择..... (332)
第十二章 给水和废水处理厂的规划与设计 (330)	§ 12-4 处理厂平面及高程布置..... (334)
	§ 12-5 配水、量水设备..... (338)
	附录 (341)
	主要参考书 (362)

第一章 总 论

§ 1-1 天然水资源及其循环

地球表面的广大水体,在太阳辐射作用下,大量水分被蒸发,上升到空中,被气流带动输送到各地,遇冷凝结而以降水形式落到地面或水体上,再从河道或地下流入海洋。水分这样往返循环不断转移交替的现象称为水的自然循环。形成水循环的内因是水的物理特性,外因是太阳的辐射和地心引力。流入江、河、湖、水库或池塘的水形成地面水水源,渗入地层的形成地下水水源。这些淡水资源是人类环境的重要组成部分,是人类生存的要素之一。

地球上水的总量约有14亿立方公里,其中有97%以上分布在海洋中,淡水量仅占2.7%左右,这些水只有很少一部分可供人类生活及工农业生产使用。

人类社会从各种天然水体中取用大量水,使用后成为生活污水和工业废水,它们最终又流入天然水体。这样,水在人类社会构成了一个循环体系,称为水的社会循环。社会循环中取用的水量虽然仅是径流和渗流水量的百分之二三,亦即地球总水量的数百万分之一,然而,就是取用这似乎微不足道的水,却表现出人与自然在水量和水质方面存在着巨大的矛盾。水体环境保护和水治理工程技术的任务就是调查研究和控制解决这些矛盾,保证用水和废水的社会循环能够顺利进行。

我国的水资源有:地面水年径流量约26100亿立方米,地下水储量约8000亿立方米,冰山每年融水量约500亿立方米,扣除三者重叠部分,我国总的水资源约有2.7万亿立方米,虽居世界第六位,但按人口平均计算(按12亿人口计),我国人均水资源仅有2250m³,只有世界人均占有量的1/4。加上我国水资源的时空分布很不均衡,在西北、华北等缺水地区更显贫乏。例如北京市的人均占有水资源仅为全国人均水量的1/6,世界人均水量的1/25,在世界120个国家的首都中居百位以下。目前全国有180多个城市缺水,其中40个城市严重缺水。全国每天共缺水约880万立方米,全国约有4000万人、300多万头牲畜吃水困难。

在水资源如此贫乏的我国,每年排入水体的废水量达300多亿立方米,(1986年为339亿立方米),其中工业废水约占80%。85%的废水未经处理就直接排放,使有限的水资源受到严重污染,使可资利用的水资源数量减少。据1981年对我国53000km的河段进行调查的结果,47000km的河段受到不同程度的污染。其中,鱼虾绝迹,水质恶劣的“死水”河段2400km,占4.5%;水质污染,不能灌溉的河段占23.3%;水质符合饮用水取水标准的仅占14.1%。

我国由于缺水和水污染给经济发展、城乡建设和人民身体健康带来极大危害,全国估计每年水污染造成的经济损失达300亿元。

§ 1-2 水污染的来源、途径及危害

一、工业污染源

造成地面水和地下水污染的最主要来源属工业污染。在工业生产过程中要消耗大量新鲜水, 排出大量废水, 其中夹带许多原料、中间产品或成品, 例如重金属 (冶金、电镀行业等), 有毒化学品、酸碱 (化工行业等), 有机物 (食品行业等), 油类 (炼油行业等), 悬浮物 (火电、冶金行业等), 放射性物质 (核工业等) ……。

我国的能源以燃煤为主, 每年排入江河的粉煤灰有1 000多万吨, 每年排入大气的 SO_2 高达1 500万吨, 是世界上排放量最多的国家。大气中的 SO_2 在相对湿度较大, 有颗粒物存在时, 在太阳光照射下, 可发生催化氧化反应, 生成硫酸雾, 形成酸雨降到地面, 污染地面水和环境。

这些工业污染物质对人体造成的危害是十分巨大的。例如汞的污染使人产生“水俣病”, 镉的污染产生“骨痛病”。

有时工厂因发生事故或管理不善, 在短期内排放出大量有毒物质, 危害更惊人。例如1987年11月1日瑞士山多士化工厂发生火灾, 大量化学物质随灭火后的废水排入莱茵河, 向中下游扩散, 造成前西德境内一场灾难, 死鱼50余万条, 引起国际纠纷。1987年1月2日山西长子县化肥厂因检修设备, 将10多立方米的碳酸氢铵母液排入南漳河, 使河水中氨氮浓度达100mg/L, 死鱼11万条, 15 457人有恶心、呕吐、腹泻等中毒反应。

80年代我国农业遭受工矿企业排放的三废污染的农田就已多达千万公顷左右, 每年减产粮食近一百亿公斤。由于管理不善, 污染事故急剧增加。

二、生活污染源

生活污水中含有有机物、病原菌、虫卵等, 排入水体或渗入地下将造成污染, 微生物在分解有机物时消耗水体中的氧, 当溶解氧低于3~4mg/L, 就会影响鱼类的生命。当溶解氧耗尽后, 在厌氧状态下, 嫌气菌分解有机物产生 H_2S , 使水体黑臭, 鱼虾绝迹。水体中病原菌会传播疾病。1848年和1854年伦敦曾因粪便污水污染水体, 引起霍乱大流行, 造成数万人死亡。1988年春, 上海地区流行甲型肝炎, 短短两个多月, 患者多达29万多人。起因是由于居民吃了污染的毛蚶所致。

据世界卫生组织报告, 全世界80%的疾病与水有关系。常见的伤寒、霍乱、胃炎、痢疾、肝炎等疾病, 都是由于直接饮用污染的水所引起的。世界上每天约有2.5万人因水的污染而引起疾病或死亡。据统计, 世界上由于水源被污染, 大约有5亿人害沙眼, 25 000万人患丝虫病……。

污水中的氮、磷等营养物质排到水体, 特别是湖泊、水库, 将引起水体富营养化。藻类过度旺盛的生长繁殖将造成水中溶解氧的急剧变化。藻类的呼吸作用和其尸体的分解作用可使水体在一定时间内处于严重缺氧状态, 使鱼类大量死亡。

三、面源 (非点源) 污染

雨雪水冲刷地面后排入水体, 也造成水体污染, 特别是初期雨水径流, 有机物含量较高。

农田施用化肥和农药，不可避免要流失到水体中，使水体中的氮、磷、农药含量增加。氮的流失使饮用水中硝酸盐含量增高，可变成亚硝酸盐。亚硝酸盐与仲胺在人体内生成亚硝酸胺，是一种致癌物质。农药能杀死水体中的浮游生物，能在人体中积累，对环境与人体造成重大破坏，它既是杀虫剂，又是生物杀灭剂。

牲畜粪便也是重要的面源污染。例如，一头猪每天排出的有机污染物量相当于五个人的污染物量。

§ 1-3 天然水和废水的成分及污染指标

在设计和运行水污染控制设施时，必须了解水和废水的成分，包括其物理、化学和生物学特征、组成和主要污染物的污染指标，还要了解水的流量及其变化。

一、天然水中的杂质

水在自然循环中，无时不与外界接触。由于水极易与各种物质混杂，溶解能力又较强，所以，任何天然水体都不同程度地含有多种多样的杂质。当水源受到生活污水、工业废水及其它废弃物污染时，水中杂质将更趋复杂。所有各种杂质，按它们在水中的存在状态可分为三类：悬浮物、胶体和溶解物。

表1-1指出天然水中通常可能含有的杂质及其对工业使用和人类健康的主要影响。

表1-1 天然水中的杂质

悬 浮 物 质 及 胶 体 物 质	细菌——有致病的和对人体无害的 藻类及原生动物——臭味、色度和浑浊度 泥砂、粘土——浑浊度 溶胶——如硅酸胶体等 高分子化合物——如腐植质胶体等 其它不溶性物质		
	溶 解 物 质	盐	钙 重碳酸盐——碱度、硬度 碳酸盐——碱度、硬度 硫酸盐——硬度 氯化物——硬度、腐蚀锅炉
			镁 重碳酸盐——碱度、有软水作用 碳酸盐——碱度、有软水作用 硫酸盐——锅炉内汽水共腾 氯化物——致病 氯化物——味
		气 体	铁盐、锰盐——味、色、硬度、腐蚀金属 氧——腐蚀金属 二氧化碳——腐蚀金属、酸度 硫化氢——臭味、酸度、腐蚀金属 氮
			其它溶解性物质

一般说来，地面水较浑浊，细菌较多，硬度较低，而地下水则较清，细菌较少，特别是深层井水，细菌更少，但硬度较高。

二、废水的性质和成分

物理性质 包括颜色，气味，固体物，温度。

化学成分 包括有机物：碳水化合物、油脂、农药、酚、蛋白质、表面活性剂等；无机物：氯化物、重金属、氨氮、磷、硫、碱、酸等；气体： H_2S 、 O_2 、 CH_4 等。

生物成分 包括动植物、细菌、病毒等。

在有机物或无机物当中都存在有毒有害物质，应根据废水的具体种类来决定分析项目及治理办法。而悬浮物和有机物则是一般水污染控制中必不可少的项目。

1. 总固体

污水中的总固体包括漂浮物、悬浮物、胶体和溶解物。在 $103\sim 105^\circ C$ 下烘干的残渣量即为总固体。在水质分析中，常用能截留粒径为 $1\mu m$ 的滤纸过滤的方法，将总固体区分为悬浮物和可过滤物(图1-1)。悬浮物中包含漂浮物和可沉物(指60min内能在锥形瓶沉下的物质)，在沉淀设备中形成浮渣和污泥。可过滤物包含胶体和溶解物。不可沉物和胶体不能用沉淀法去除。溶解物中包含有机和无机物的分子或离子。

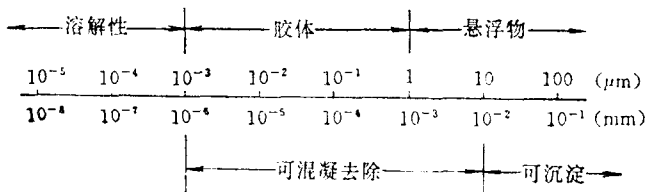


图1-1 水中颗粒的分类

中等强度废水的总固体分类见图1-2。由图可见，可沉物中的有机物含量约占全部有机物的 $1/3$ 。一般沉淀法去除有机物的百分数约在 $20\sim 30\%$ ，图中涂黑部分代表有机物含量。

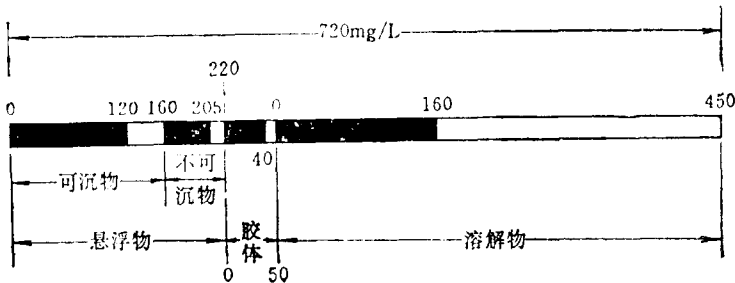


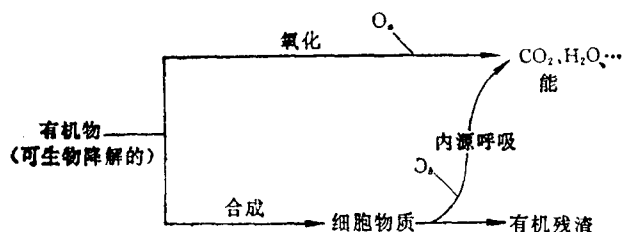
图1-2 中等强度废水的总固体分类

另外，在给水处理中常用浊度来表示水中颗粒的多少。它是利用胶体杂质的散射光性能测定的。在浊度低的情况下，可近似地估算悬浮物的含量。

2. 有机物

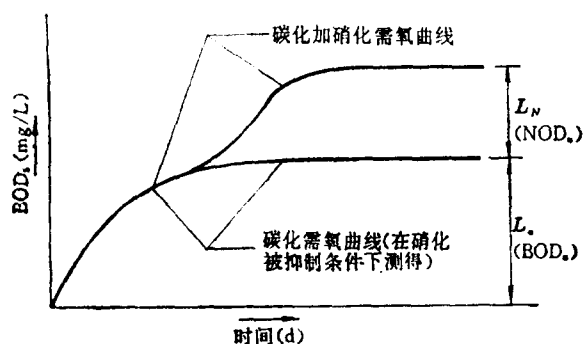
有机物的组成很复杂, 要想分别测定废水中各种有机物的含量是很困难的, 因此一般采用生化需氧量 (BOD) 和化学需氧量 (COD) 两个指标来表示有机物的含量。如果水中的有机物含有毒性, 则需要分别测定这些有毒物质的数量。

(1) 生化需氧量 生化需氧量表示在有氧的情况下, 由于微生物 (主要是细菌) 的活动, 可降解的有机物稳定化所需的氧量。图1-3表示有机物的氧化和微生物细胞合成的关系。在图中, O_1 为微生物氧化所吸收的部分有机物所消耗的氧量, O_2 表示微生物内源呼吸所消耗的氧量。 O_1 和 O_2 之和即表示所产生的BOD。单位常用单位体积污染水所消耗的氧量 (mg/L) 表示。BOD越高, 表示水中有机物越多。



微生物消耗、分解有机物的能力与环境温度有关, 并且有机物被氧化、合成的比值随微生物和有机物的种类而异, 所以用BOD来衡量有机物, 仅可作相对的比较。BOD只是间接表示有机物的含量。现在大多数国家规定用 20°C 作为BOD测定的温度。

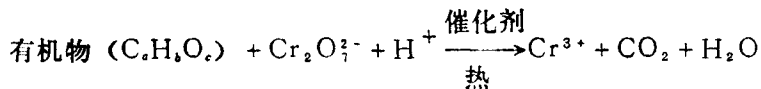
在有氧的情况下, 废水中有机物的分解一般是分两个阶段进行的 (图1-4)。在第一阶段 (亦称碳氧化阶段), 主要是有机物被转化成无机的 CO_2 、水和氨; 在第二阶段 (亦称硝化阶段), 主要是氨被转化成亚硝酸盐和硝酸盐。由于碳氧化作用而消耗的氧量, 称为碳氧化需氧量; 由于硝化作用消耗的氧量, 称为硝化需氧量。因为氨是无机物, 所以作为有机污染的指标只采用碳氧化需氧量 (通常即称为生化需氧量), 不包括硝化所需的氧量。



当温度为 20°C 时, 一般的有机物 (生活污水和性质相近的工业废水中的有机物) 至少需20天左右才能基本完成第一阶段的氧化分解过程, 这在实际应用中是有困难的, 目前大多数国家都采用5天作为测定的标准时间, 以 BOD_5 表示。据研究, 一般生活污水的 20°C BOD_5 约为第一

阶段需氧量BOD_t (或以L_t表示) 的70%左右。工业废水的BOD₅与BOD_t可能相差很大或比较接近。硝化需氧量可用NOD表示, 总的硝化需氧量以L_n表示。

(2) 化学需氧量 化学需氧量表示利用化学氧化剂氧化有机物所需的氧量, 单位也以单位体积污染水所消耗的氧量 (mg/L) 表示。目前常用的氧化剂为重铬酸钾。



测出的结果称COD (或COD_{Cr})。COD值越高, 表示所含的有机物越多。

当污染水中含氯化物高 (如海水), 则采用高锰酸钾作氧化剂, 称COD_{Mn}。两者的数值是不同的。

COD测定可将大部分有机物氧化, 同时也包括了水中所存在的无机性还原物质, 但不包括硝化所需的氧量。

当水中存在有毒物质, 或可能无法测出其BOD时, 则只能用COD来表示其有机物的含量了。

(3) 总有机碳和总需氧量 总有机碳 (TOC) 和总需氧量 (TOD) 也都是间接表示有机物含量的指标, 都可用仪器迅速测定, 但设备较昂贵。

将水样在高温下燃烧, 有机碳即氧化成CO₂, 测量所产生的CO₂量, 即可求出水样的总有机碳, 单位以mg/L表示。在作有机碳分析时, 须采取措施去除无机碳的干扰。

TOD表示在高温下燃烧化合物而耗去的氧, 单位以mg/L表示。

(4) 有机物各种指标的比较 如果废水中各种有机物的相对组成没有变化, 那么, 各种指标之间应有一定的比例关系。

城市污水中有机物各种指标的相对关系如图1-5所示。

3. 大肠菌群数

大肠菌群包括大肠菌等几种大量存在于大肠中的细菌, 在一般情况下是无害的。如在水中检验出大肠菌群, 表明水被粪便所污染。由于水致传染病的病菌和病毒检测困难, 因此以大肠菌群作为间接指标。如地面水或饮用水中的大肠菌群数符合各自的规定, 则可以认为是安全的。

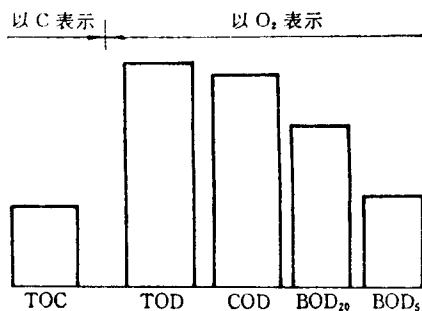


图1-5 有机物各种指标间的相对关系

三、城市污水水质

城市污水包括生活污水和工业废水, 在合流制管道系统中还包括雨雪水, 因此各地的污水水质是不同的。同一城市在不同季节和时间, 水质也有差异。

典型的生活污水水质可参见表1-2 (引自Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, P64, McGraw-Hill Book Company, 1979.)

生活污水中的BOD₅及悬浮物数值, 按近年我国实测资料, 分别为每人20~35g/d 和 35~

表1-2 典型的生活污水水质

参 数	浓 度		
	高	中 常	低
总固体 (TS)	1 200	720	350
溶解性总固体	850	500	250
非挥发性	525	300	145
挥发性	325	200	105
悬浮物 (SS)	350	220	100
非挥发性	75	55	20
挥发性	275	165	80
可沉降物, mL/L	20	10	5
BOD ₅ (20°C)	400	220	110
TOC	290	160	80
COD	1 000	500	250
总N	85	40	20
有机氮	35	15	8
游离氮	50	25	12
总P	15	8	4
无机磷	10	5	3
有机磷	5	3	1
碱度 (CaCO ₃)	200	100	50
油脂	150	100	50

注：表中单位除注明之外，都是以mg/L计。

50g/d。工业废水的BOD₅和悬浮物可折合当量人口计算。例如某一酒厂排水量200m³/d，BOD₅=10 000mg/L，相当于当量人口为：

$$\frac{200\text{m}^3/\text{d} \times 10\,000\text{mg/L}}{35\text{g}/(\text{d} \cdot \text{人})} \cong 57\,000\text{人}$$

四、污水量及其变化

1. 污水量

生活区污水量标准应根据本地区建筑物内部卫生设备情况、生活水平、气候条件等因素来确定。每人每天的污水量大致在50~200L，详见我国TJ14-74《室外排水设计规范》。公共设施，如宾馆、医院等的污水量标准见设计手册。工业废水的水量随工业种类、生产工艺、产量、生产状况、循环率等因素差别很大，应具体调查分析。工厂中的生活用水及排水量、淋浴水量等见附录一。

2. 变化系数

居住区或工业企业排出的污水在一昼夜内流量和水质都是很不均匀的。图1-6为典型的生活污水水量和水质的变化情况。

在设计排水管道或处理设施时，要考虑污水流量的日变化和时变化。

$$\text{日变化系数 } K_d = \frac{\text{最大日污水量}}{\text{平均日污水量}}$$

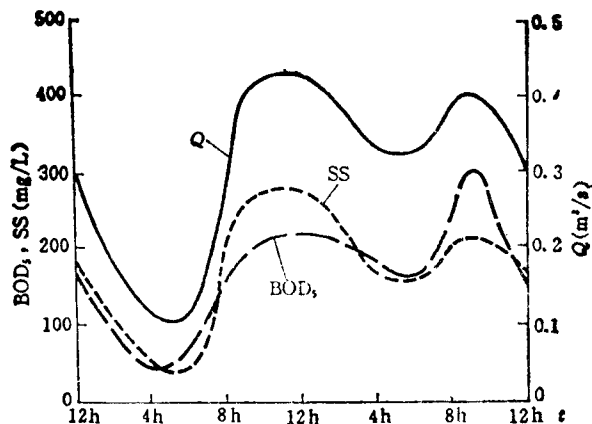


图1-6 典型的生活污水水量水质变化状况

时变化系数 $K_H = \frac{\text{最大日最大时污水量}}{\text{最大日平均时污水量}}$

总变化系数 $K_Z = K_D \times K_H$

城市污水设计流量 $Q_{\text{设}} = K_Z \times Q_{\text{平均}}$

一般规律是流量越小，变化系数越大。据我国对实测资料统计，城市污水的 K_Z 为：

$$K_Z = \frac{2.7}{Q^{0.11}}$$

式中， Q ——平均日流量，(L/s)。

工业废水的流量变化根据工艺过程及生产性质，生产班次确定。

§ 1-4 水污染控制的基本原则及方法

一、基本原则

由于工业迅速发展，人口急剧膨胀，使废水量不断增加。任意排放废水必然造成水体的严重污染。全国调查结果表明，我国环境污染主要来自工业。工业废水中主要污染物是有机物和重金属类。1988年4月19日国家环保局宣布，每年排放的工业废水中，COD: $892 \times 10^4 \text{t}$ ，重金属中的汞、镉、铬、铅共3794t，90%进入我国七大水系和四大海域，47000多公里的河段受污染，城市河流局部河段污染更严重。要控制并进一步消除污染，必须遵循经济建设、城乡建设与环境建设同步规划、同时实施、同步发展的原则；切实执行“一切企、事业单位在进行新建、改建和扩建时，其中防止污染和公害的设施，必须和主体工程同时设计、同时施工、同时投产”（简称“三同时”）的原则；应当从控制废水的排放入手，将“防”、“管”、“治”三者结合起来。

1. 防

(1) 工业合理布局 不在居民集中地区和风景区布置工业，不在缺水地区布置耗水量大的

工业。厂址不当的或污染危害严重又难于治理的企业，要下决心采取关、停、并、转、迁等措施。发展“闭合工艺圈”，将不同工厂诸种生产工艺进行科学规划，交叉利用二次资源和能源。例如，德国某化学公司以丙烯、氨、氧为原料生产丙烯腈，在生产过程中产生氢氰酸废液，再用乙烯、氧与氢氰酸反应，又可制得丙烯腈。又如，在发电厂、食品厂、炼铜厂、酿酒厂的周围可发展建筑材料、生物制品、硫酸、动物饲料的加工业，也是闭合工艺圈的例子。

(2) 改革落后工艺 对于生产工艺和技术装备处于落后水平，能源、资源浪费严重，三废排放量大的企业，作为环境工作者应当与工艺工程师和工人一道研究工艺改革的可能性，尽量不用水或少用水，尽量不用或少用易产生污染的原料、设备或生产工艺，采用能够最大限度地、综合地利用原料资源的工艺过程，推行无废、少废技术，将污染减少或消灭于生产过程中。

例如，采用无水印染工艺代替有水印染工艺，可消除印染废水的排放；采用无氰电镀工艺代替有氰电镀工艺，可使废水中不再含剧毒物质氰；支链烷基苯磺酸盐，简称ABS合成洗涤剂在生物处理中难以降解，排入水体形成长期积累的污染物质，国外因此发展了新品种——直链烷基苯磺酸盐，简称LAS合成洗涤剂，它易为微生物分解，从而消除了污染。

(3) 重复利用废水 尽量采用重复用水、逆流回用或闭路循环用水系统，使废水排放量减至最少。

根据不同生产工艺对水质的不同要求，可将甲工段排出的废水送往乙工段使用，实现一水二用或一水多用。例如利用轻度污染的废水作为锅炉的水力排渣用水或炼焦炉的熄焦用水。

漂洗工段中采用逆流回用，可显著减少废水量而不影响产品质量。

将生产废水经适当处理后，送回本工段再次利用，即循环用水。例如高炉煤气洗涤废水经沉淀、冷却后可再次利用于洗涤高炉煤气，并可不断循环，只需补充少量的水补偿循环中的损失。

(4) 严格执行环境影响评价制度 工程师有责任对不符合环保要求的新建、扩建企业建设加以抵制。

2. 管

(1) 认真执行环保法规 近几年来我国颁布了一系列环保法规及标准，如环境保护法（1989年12月26日），工业企业设计卫生标准（TJ36-79），生活饮用水水质标准（GB5749-85），农田灌溉水质标准（GB5084-85），渔业水域水质标准（TJ35-79），工业废水排入城镇排水管道的水质标准（TJ14-74），工业三废排放试行标准（GBJ4-73），关于基建项目、技措项目要严格执行“三同时”的通知（1980年11月1日），基本建设项目环境保护管理办法（1981年5月11日），海洋环境保护法（1982年8月23日），海水水质标准（GB3097-82），水污染防治法（1984年5月11日），地面水环境质量标准（GB3838-88），污水综合排放标准（GB8978-88）等。因篇幅所限，本书未能一一罗列。作为环保工作者，对这些法规和标准是必须熟悉并且严格贯彻执行的。

(2) 环境总体规划，统一管理 应当结合本地区的工业、农业，人口等的发展，进行本地区的环境现状评价和预测评价，制订本地区的近期、中期、远期的环境目标，提出规划方案，说明达到这些目标所应采取的工程技术措施和投资。如果是跨地区的河流，则应按流域进行环境总体规划。总体规划的内容应当包括水资源、供水、排水、污染源控制、污水处理、防洪、

灌溉、水运、水产、生态保护、水上娱乐等方面。总体规划应经过地方政府和人代会审核，报国家审定，分期实现。为了防止多部门治水，互相扯皮的弊病，应按流域建立权威性的水系管理机构，对水系实行集中统一管理，做到“一条龙治水”，这样有利于解决水资源与城市供水的矛盾，供水、排水与河流管理之间的矛盾，水污染控制资金不足的矛盾。英国泰晤士河的治理办法在这方面提供了良好的经验，值得借鉴。

(3) 推行排污总量控制技术 地方可根据当地水体的大小、用途和废水排出情况，经过科学计算，在合理利用环境容量基础上，制订地方性的具体排污标准，实行排污总量控制。它比浓度控制优越，因为对于小水体或封闭性水域，浓度控制可能达不到环境质量目标；而对于大的江、河或海洋，浓度控制则不能合理利用环境容量，造成不必要的资金浪费。

(4) 推行工厂“排污许可证”制度和排污收费制度 工厂必须提出申请，说明污水量、污染负荷、污染物浓度、处理措施、排放地点和方式，经环保部门监测、评价、验收后发给排污许可证。对于违法排污，造成重大伤亡和损失，要追究当事人的法律责任，给予法律制裁和罚款。排污收费是解决资金不足，促进工厂推行无废技术，促进治理的手段。

(5) 在工厂内建立环境考核指标 将环境考核指标纳入到生产考核指标内，制订单位产品的水耗、能耗、物耗，控制污染物的流失、减少跑冒滴漏，健全各级岗位责任制，考核指标应与工人和管理干部的奖金挂钩。

(6) 科学管理和监督 建立完善的城市和工业的排污监测网和数据库，进行科学管理和监督。

(7) 采取鼓励政策 对节水、减少排污、三废综合利用的工厂或单位给予奖励、免税等措施。

3. 治

采用上述各项措施后，仍将有一定数量的工业废水排放，城市污水的排放也是不可能根除的。为了确保水体不受污染，在废水排入水体之前，必须对其进行妥善的处理，使其实现无害化，不致影响水体的卫生性状及经济价值。那种片面强调我国财力不足，暂时无钱治理的论调是错误的！例如1982和1983年，武汉市内因积水造成的损失达5亿元，而在武汉建设一个完善的排水系统仅需1.4亿元。据美国统计，1972年用于水污染控制的资金为63亿美元，可减少因水污染造成的经济损失115亿美元（包括健康损失），因而净节省52亿美元。他们的结论是：把钱花在污染控制上是“得能偿失”，“得超过失”，因此具有巨大的经济和社会效益。这就是为什么在过去30多年里经济发达国家在污染控制方面投入巨额费用（约占国民经济总产值的1.5~2%），而且至今仍然持续地把大量资金投入环境污染控制的原因所在。

工业废水中往往含有酸、碱类物质、有毒物质、重金属或高浓度有机污染物，而且，不同工业的废水性质各异。对于这些特殊性质的废水，宜在厂内或车间内就地进行局部处理。但是，对于性质与城市生活污水相近的工业废水，或是经局部处理后不致对城市下水道及城市污水的生物处理过程产生危害的工业废水，单独设置废水处理设施则是不必要、不经济的。不要机械地理解“谁污染，谁治理”的方针，而应该优先考虑排入城市下水道与城市污水共同处理，这样做可以扩大处理厂的规模，大大节约建设费和运行费，可提高处理效果，并节省占地面积，节省管理人力等。例如据天津市调查分析，39家工厂有机废水建二级处理厂进行分散治理与由纪庄子污水厂集中处理相比较，集中处理可节省基建费54%，运行费节省84%，操作人

员节省86%。而且工厂单独处理的运行效果一般较差。据对全国已建成投产的5 000座工厂内污水处理设施的调查,仅30%发挥了效益,其余70%未能正常运行。

废水处理应当达到的程度,要通过调查研究和计算才能确定。不考虑水体的稀释自净能力,机械地按照污水排放标准或提出不切实际的过高要求,都是不合适的。对缺水地区,应考虑污水资源化,将处理后的城市污水用于工业、农业或其它用途,根据不同的用途提出对污水处理程度的要求。

二、基本方法

城市或工业的水污染控制,首先要建设完善的给水设施,包括取水、净化、输配水管网等,提供城市居民和工业以合乎国家标准的自来水,这是防止水致传染病的最主要途径。此外,还要建设完善的排水管网系统及污水处理厂,将妥善处理后的废水排到水体或回用于工农业。

水和废水处理的方法可归纳为物理法,化学法,物理化学法,生物法等。

上述常用方法的适用范围可按所去除的杂质粒度尺寸、浓度、物化性质和生化性质来划分。图1-7表示水中的杂质种类及粒度尺寸与处理工艺的关系。

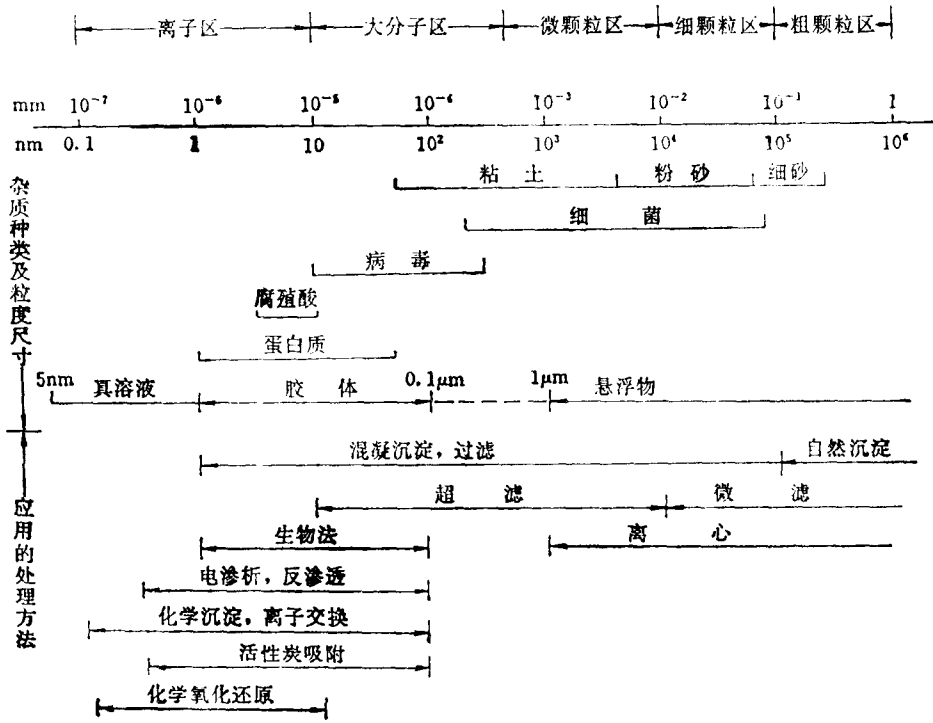


图1-7 水中的杂质与处理工艺的关系

工厂为节约用水,清洁的冷却废水或者污染的热废水要进行冷却,然后循环回用。对于缺水地区,应考虑废水的再生与回用到低质用水部门,这样比长距离供水可经济得多。

由于水和废水中杂质的多样性和复杂性,采用的处理方法一般是几种方法的组合,而不是