

工业废水处理与利用

株洲市环境保护研究所 余必敏 编

科学出版社

1979

内 容 简 介

工业废水的处理与利用是环境保护工作中的一项重要内容。本书通俗地介绍了有关工业废水处理与利用的基本知识,包括工业用水水源,工业废水的危害,工业废水性质,工业废水治理的基本方法与原理,十四种工业废水的处理与利用以及工业废水水质分析基本知识等内容。

本书为中级科学普及读物,可供工矿企业基层干部以及从事环境保护和给水排水工作人员阅读参考。

工业废水处理与利用

株洲市环境保护研究所 余必敏 编

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

湖南省新华印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979年4月第一版 开本: 787×1092 1/32

1979年4月第一次印刷 印张: 6 3/8

印数: 0001—29,300 字数: 123,000

统一书号: 13031·963

本社书号: 1864·13—18

定价: 0.52 元

前 言

环境保护是一项关系到广大人民的健康和工农业生产发展的重要工作,是国民经济发展中一个不可忽视的组成部分,是实现我国四个现代化,建设社会主义强国的一项内容。我们必须高举毛主席的伟大旗帜,在华主席为首的党中央英明领导下,贯彻执行党的十一大路线,认真对待保护环境的工作,努力做好。

资本主义国家“三废”(废水、废气、废渣)污染已经成为难以解决的社会公害。我国是一个发展中的社会主义国家,由于社会主义建设事业的发展,逐步产生了治理“三废”、环境保护这个新课题。二十多年来,我国贯彻执行“全面规划,合理布局,综合利用,化害为利,依靠群众,大家动手,保护环境,造福人民”的方针。在治理三废,改革工艺,综合利用,化害为利等方面做了很多工作。随着三大革命运动深入发展,我国自然环境必将得到进一步的保护和改善。

工业废水处理和利用是环境保护工作中的一个方面。为了普及废水治理的基本知识,提供我国二十多年来工业废水处理和利用方面的常用方法,动态简况,分析测定,先进技术等情况,汇编了本书,内容力求实用,通俗易懂,以便于有关的读者参考。

本书在编写过程中曾得到各级环境保护部门及有关单位

的指导帮助。北京市环境保护科学研究所过祖源、吴鹏鸣两同志审阅了初稿,在此表示感谢。由于个人水平有限,收集资料不够全面,书中错误在所难免,请广大读者和从事环境保护工作的同志批评指正。

编 者

1978年3月

目 录

前言	iii
一 工业用水水源与工业废水的危害	1
(一) 工业用水的水源	1
(二) 工业废水的污染	3
(三) 工业废水的危害	6
(四) 水源保护	9
二 工业废水性质与治理基本方法	15
(一) 工业废水的分类与特征	15
(二) 工业废水的水质指标	16
(三) 工业废水排放标准	19
(四) 工业废水治理的基本方法与原理	21
三 工业废水处理与利用	63
(一) 酸、碱废水	63
(二) 汞、镉、铬、砷废水	75
(三) 酚、氰、油、硫废水	104
(四) 印染、皮革、病菌、放射性废水	134
四 工业废水水质分析	163
(一) 工业废水水质分析的基本知识	163
(二) 工业废水水质的化学分析	169
(三) 工业废水水质的仪器分析	176
(四) 工业废水水质分析的新技术	192
(五) 工业废水水质分析方法	196

一 工业用水水源与工业废水的危害

(一) 工业用水的水源

水是一种宝贵的自然资源。地球上任何一个生态系统都离不开水,称为自然界的三大要素之一。

人离不开水。平均每人每天吃水 5 斤,用水 100 至 400 斤。

各种工业用水量更大: 生产一吨烧碱需用水 100 吨,一吨钢需用 200 吨水,一吨石油化工产品,一吨纸或一千度电需用 200 吨至 500 吨水,一吨人造纤维需用 1000 吨水。水在工业生产中主要用于下列几个方面:

生产过程中的冷却用水,用于机械设备和产品的冷却降温,一般用水量较大。如一个 40 万千瓦的热电厂,需要 20 多米³/秒的冷却水。

生产技术用水,用于产品制造过程中处理和清洗产品等。如印染、造纸、化纤等工业的工艺用水。

产品用水,有些工业部门,产品以水为主要原料,如食品工业中的酿酒、制酱油等。

另外农业灌溉,交通运输,水产养殖,水力发电等都离不开水。

水也是地球上最丰富的化合物。地壳外层深度五公里的土壤中水含量在 50% 以上。水覆盖着地球表面的 71%，从海平面算起平均深度为 3.8 公里。水的总体积约为 13 亿 6 千万立方公里。地球上的水源虽然极其丰富，但是，可供人类生产、生活利用的淡水却很少。因为 97% 以上的水分布在海洋。海水是咸水，无法直接取用。陆地上无法利用的冰川、冰冠又占去 2.14%，余下的又有一半存在于盐碱湖和内海。能为人类利用，作为工业用水水源的淡水湖泊、河流水量仅占地球总水量的 0.0091%。世界水源分布见表 1.1。

表 1.1 世界水源分布

项 目	体 积 (千立方公里)	占总水量的 %	更新时间 (注)
一、陆地上的水			
1. 淡水湖	125	0.009	1~100 年
2. 盐碱湖和内海	104	0.008	10~1000 年
3. 河流	1.25	0.0001	10~20 天
4. 土壤水分和渗流水	67	0.005	280 天
5. 地下水(计算 4 千米深)	8350	0.61	300 年
6. 冰冠和冰川	29200	2.14	16000 年
二、大气中的水	13	0.001	9 天
三、世界海洋	1320000	97.3	37000 年
合 计	1360000	100	

注：更新时间指自然条件下更换表中体积水量所需大致时间。

那么，地球上的淡水，会不会增加或者减少呢？自然的回答是不会的。淡水的数量所以基本保持稳定，主要是受水循环规律的支配。我们知道，由于太阳的照射或被植物蒸腾，或

由地面蒸发,全世界每年约有 42 万立方公里的水变成水蒸汽,升到天空,遇到冷空气就形成雨雪再降落到地面上来,因为海洋同陆地的面积比为 3:1,所以降到陆地上的水只有 10.5 万立方公里。而降到陆地的水大部分又被植物和土壤吸收,真正形成水流,以至汇成江河湖海,可供生活和工业等使用的水约为 3.75 万立方公里。大约平均每人每年可分得淡水一万吨。见水的循环示意图 1.1。

随着工农业生产的发展,一方面使用水量迅速增加,另一方面未经处理的废水、废物排入水体造成污染,使可以利用的水量急剧减少,加上地球上人口分布、工业分布与各地的储水量、降雨量不成比例关系,以致目前一些国家出现了“水荒”问题。

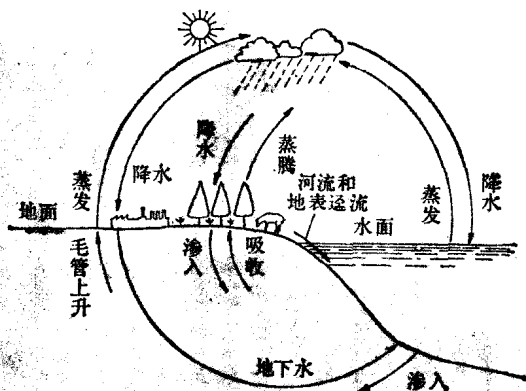


图 1.1 水循环示意图

(二) 工业废水的污染

水源污染,大致分为自然污染和人为污染两类。火山爆

发污染,矿区地下水污染等称为自然污染;工农业生产等造成的污染称为人为污染。而人为污染是主要的。其中又以工业废水的污染最为严重。一个中型造纸厂,每天排放几万吨工业废水。如果不经处理,任意排放,可以使河流变成深褐色,增加河水中的有害物质;如果经过处理,回收废水中有用物质,对保护水源,发展生产,都会产生积极的效果。此外还有生活污水,含农药的农田排水都是水源污染的因素。

近几十年,资本主义国家由于资本主义经济的恶性发展,工业的畸形布局,城市人口的恶性膨胀,垄断资本集团只顾追求高额利润,不顾人民死活,任意排放有毒工业废水。据统计,全世界每年大约有 4200 亿吨工业废水排入水体,使世界三分之一淡水受到不同程度的污染。局部水体造成严重水污

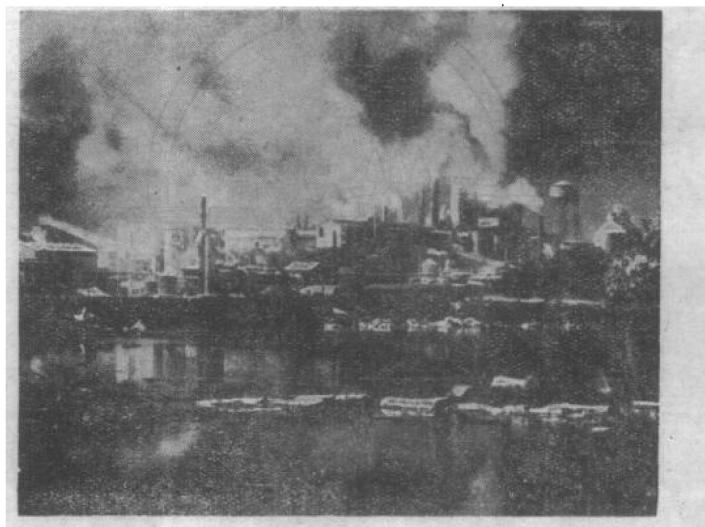


图 1.2 美国工业对水的污染

染。图 1.2 为美国工业对水的污染。国外有人说：“把水看作取之不尽，用之不竭的时代已经过去了”。

美国年排放废水 1500 亿吨。全国五十二条主要河流和五大湖都遭受污染，有的成为“臭河”，有的成为“死湖”。图 1.3 美国密执安湖水的污染。美国报刊形容河流污染是“你要什么颜色，就有什么颜色”。染料厂把波托马克河染成红色，炼油厂把德拉华河染成黑色，矿山把宾夕法尼亚河染成铁红色，纺织厂把水染成白色。

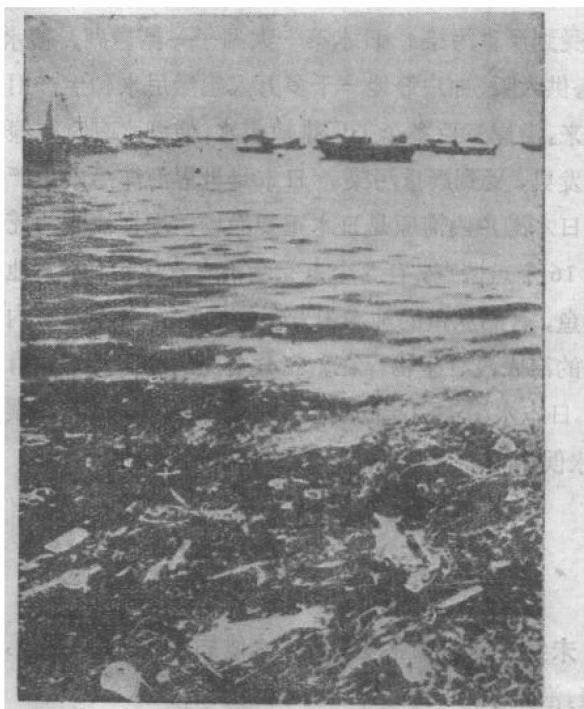


图 1.3 美国密执安湖水的污染

苏联年排放废水近 1000 亿吨。苏联农业部承认,每年因为水污染损失 66 亿美元。苏联最大的河流,伏尔加河受到污染,著名的鲟鱼快要绝迹。占世界淡水储藏量 1/5 的贝加尔湖,最深达 1500 米,也受到污染。1966 年,沿湖建了造纸厂、轮胎帘线厂等,每年向湖中排放 6000 多万立方米污水,仅仅几个月时间,湖中 1200 种生物就死掉一半。黑海、里海由于受到沿岸石油厂污染成了名符其实的黑海。

日本年排放废水 240 亿吨。全国 47 条主要河流有 23 条河流受到严重污染。日本第一大湖——琵琶湖,蓄水量 275 亿吨,供大阪、神户等地一千多万人生活用水和生产用水。十几年来,沿岸五百多个工厂排放废水,使湖水有时变绿、变红、有时发臭,受到严重污染。日本是世界海洋污染最严重的国家。日本濑户内海原是日本重要渔场,现在快成为死海。据内海 16 个点调查,有 5 个点完全没有水生生物,其他点发现畸形鱼,有的从鱼的肿瘤中发现癌细胞。日本海域内有三分之一的海底没有生物存在,三分之一的海底几乎没有生物栖息。日本水污染引起的有机汞中毒和镉中毒,成为震惊世界的“水俣病”和“骨痛病”等重大“公害病”。

(三) 工业废水的危害

未经处理的工业废水排入水体后,会造成水污染,对人体健康,渔业水产,农业、工业和环境都有很大的危害。

1. 对人体健康的危害

一般可分为两类。一类是水中含有致病的微生物、病毒而使传染病蔓延。十九世纪和二十世纪前期发生过几次严重事件。如英国泰晤士河被污染,在 1832—1886 年间给伦敦带来四次大霍乱,仅 1849 年一次死了一万四千多人。德国汉堡 1892 年因饮用水中有传染病菌,一万六千多人得病,九千人死亡。美国 1965 年春,加利福尼亚南部小城市饮用水被污染,一万八千人得病。另一类是水中含有毒物质引起人的中毒。一种是急性中毒。对于人体只要服 0.2~0.28 克氰化钾就可以致死。其他如有机氯、有机磷农药等都是剧毒物质。这种物质在水中较易发现,比较容易引起人们重视。最危险的是另一种不易被人们重视的有毒物质,如汞、镉、砷、铬、铅等重金属化合物和一些高稳定的有机合成化合物,如多氯联苯 (PCB)、有机氯农药如滴滴涕、六六六等,很难被生物氧化分解,同时通过食物链浓缩进入人体引起慢性中毒。例如滴滴涕慢性中毒会影响神经系统、破坏肝功能、甚至影响生殖和遗传,产生怪胎等等。又如镉中毒的潜伏期长达十至三十年。

2. 对渔业水产业的危害

危害表现在下列几个方面:

使鱼类直接中毒死亡。氰化物和农药等能使鱼类急性中

毒致死。如西德莱茵河在四百公里河段中,一次因农药泄漏,死鱼四千万条。另外改变水中酸碱度或者水中没有溶解氧,都会使鱼类死亡。

降低水产质量。优质的鱼需要良好的水体。水质污染后会使优质鱼减少,而劣质鱼却大量繁殖。如美国伊利湖污染后,优质的兰梭鱼已经绝迹,劣质的黄鲈鱼却年年丰产。

降低鱼类食用价值。水生动植物每公斤含油或酚 0.01~0.02 毫克就有异味,不能食用。美国密执安湖 1969 年有七十万条鲑鱼因滴滴涕含量过高而废弃。

影响鱼类繁殖。主要是水污染后,破坏了产卵场。有的鱼为了避毒中途返回;有的鱼迷失方向,到不了产卵场,不能产卵,影响繁殖。

影响捕鱼作业。工业废水腐蚀鱼器具,污泥沉积物阻塞渔网等。

3. 对农业的危害

主要是对农作物和土壤的危害。危害的途径有下列三个方面:

水体中污染物浓度过高,直接杀死农作物。根据试验,污水灌溉后,土壤含铜量达到 20 毫克/公斤时,小麦会枯死;达到 250 毫克/公斤时,水稻会枯死。废水含酚量 800 毫克/升以上,水稻就会枯死。

毒物被农作物吸收,危害人体。农药残留,污水灌溉使蔬

菜、烟叶、大米、小麦含有滴滴涕等有害物质。日本有四十三个地区，七千五百多公顷耕地受到镉的严重污染，在富山神通川两岸，1968年大米含镉量最高为2ppm，平均为1.31ppm，而大米中最高允许含镉量为0.4ppm，超过2~4倍。人长期吃了含镉量高的大米，镉进入体内积聚起来，破坏钙质，引起自然骨折等称为“骨痛病”。

破坏土壤。改变土壤物理化学性质，使土壤盐碱化，影响土壤中微生物活动等。

4. 影响工业和生活用水

影响工业用水。许多工业部门如电子、化工、纺织等都要求干净的水。水源污染后，既增加了水处理费用，又影响了工业产品质量。

妨碍生活用水。水源污染后，经过处理后的生活用水，如果水质还达不到饮用水水质标准，就应停止取用，更改水源。

污染地下水水源。地下水一般都是良好的工业用水和生活用水水源。如果受到了严重污染，往往需要较长时间才能恢复好转，所以地下水水源应该严加保护，防止污染。

(四) 水源保护

保护水源，简单的说，就是保护水源不受污染。水源污染是与各种环境污染相互联系的，因此必须从综合的观点进行

考虑,才能取得较好成效。一般包括行政组织上的措施和技术上的措施。

1. 设立机构,加强管理

新中国成立以来,在毛主席、党中央的领导下,我国人民在发展生产,改造自然,保护和改善水源方面做了很多工作。各地卫生防疫部门长期以来对水体管理、监测做了大量工作。各地都设立环境保护部门,并把水域管理、水源保护作为环境保护内容之一,抓紧抓好。长江、黄河等主要水系也有相应管理机构,对区域、流域加强管理。

2. 制定法规,规定标准

我国宪法规定的“国家保护环境和自然资源,防治污染和其它公害”是环境保护和水源保护的立法依据。环境保护三十二字方针“全面规划,合理布局,综合利用,化害为利,依靠群众,大家动手,保护环境,造福人民”是水源保护的指导思想。根据国家规定,目前把水源分为三种类别来管理。第一类是饮用水水源和风景游览区水体,对水质要求较高,严禁有害物质污染;第二类是渔业和农业用水,要不妨害动、植物生长发育,有害物质在动、植物体内的含量不致影响人们的食用标准;第三类是工业用水,要满足各种不同生产的要求。根据这些要求,国家先后颁发了工业废水排放标准,作为鉴别和限

制水体污染的依据；地面水水质标准，作为水源的水质指标；生活饮用水水质标准；渔业、农田灌溉用水水质标准等。这些标准对保护水源起着保证作用。

3. 加强水质监测

水质监测工作是水源保护的“耳目”和“哨兵”。为了掌握水体污染情况和控制水源污染，及时提供可靠的情报，我国和世界各国都很重视水质监测工作。水质监测一般可分为工业企业废水排放监测和江河、湖、海水体监测。有定点、定期、自动监测，也有流动、临时监测。都是以国家颁发的排放标准和卫生标准为依据，监测有害物质含量是否超过国家规定标准，及时提出警报和预报，及早采取预防措施。

4. 控制污染源

水源保护根本措施是防止污染，尽可能地把废水消灭在生产过程中，这样做比废水产生后再回收处理更为经济合理。一般采取的措施有：

(1) 改革工艺

发展无公害的新技术，减少或不产生废水，这是治本办法。采用不用或少用水的工艺如以干代湿，以气代水，以无毒原料代替有毒原料。这对减少排放量，降低废水浓度，减少原

材料流失,避免有毒物质排出,保护人体健康具有重要意义。如造纸工业的无公害氧蒸煮法,亚铵法代替碱蒸煮法;制革工业的酶法脱毛代替碳碱脱毛;氯碱工业的电渗析法代替汞极电解等等,对消除“三废”危害起了重要的作用。

(2) 清污分流,合理用水,清水回用,回收利用

将清水和污水分开排放处理,便于清水回用生产,同时减少了废水处理量,提高了废水浓度,便于从废水中回收产品。从废水中回收了副产品后,既可以降低产品成本,减少废水处理水量和浓度,又给废水无害化处理带来更加有利条件。这是辩证的统一。例如一个日产三十万米的印染厂,每天排生产废水七千二百吨,实行清污分流,一是回收废碱液,丝光废碱浓缩复用或送造纸厂直接使用,丝光淡碱用于煮炼,煮炼废碱用于退浆,这样大大节约碱液,又减少高浓度有机物的废水排放量。二是回用不需处理的中性无色废水,例如漂洗水,以及经过简单混凝澄清低浊度的洗水,实现清水回用,三是治理退浆、煮炼洗水和染色、印花废水。这样每天可节约用水三千吨,减少废水排放量近一半。又如炼油工业废水回收利用,湖南省长岭炼油厂的炼油污水回用率达 57.9%。

(3) 加强生产管理,防止跑、冒、滴、漏

这是防止水污染一个重要方面。尤其是化工企业,管道多,设备多,如果设备维护不好,操作管理不善,就会产生跑、冒、滴、漏。发生事故时,危害更大。江苏省无锡县电化厂是