

国家示范院校重点建设专业

城市水利专业课程改革系列教材

水污染与水质监测

◎主 编 蒯圣龙

◎参 编 张思梅 张祥霖 胡书民

◎主 审 李宗尧

水污染与水质监测

主 编 蒯圣龙

副主编 张思梅 张祥霖 胡书民

主 审 李宗尧

合肥工业大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了以下内容:水资源与水污染,水质指标和水质标准,水质监测方案的制订,水样的保存、运输和预处理,水质监测的方法,污水的物理处理技术,污水的化学处理技术,污水的物理化学处理技术,污水的生物处理技术,污泥的处理和处置技术方法。本书对水质监测与水污染控制技术的基本概念阐述清晰,介绍了水质监测和污水处理的新技术、新工艺、新设备,重视技术的实用性和可操作性,旨在培养学生的专业素质和专业综合应用能力。

本书主要作为高职高专城市水利专业及环境类其他各专业的教学用书,也可作为大中专院校、环境保护相关单位及职业资格考证的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

水污染与水质监测/蒯圣龙主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-5650-0246-5

I. ①水… II. ①蒯… III. ①水污染—污染控制—高等学校:技术学校—教材②水质监测—高等学校:技术学校—教材 IV. ①X52②X832

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 150497 号

水污染与水质监测

主 编 蒯圣龙

责任编辑 陆向军 田春燕

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 总编室:0551—2903038
发行部:0551—2903198
网 址 www.hfutpress.com.cn
E-mail press@hfutpress.com.cn

版 次 2010 年 9 月第 1 版
印 次 2010 年 9 月第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 20.5
字 数 490 千字
印 刷 合肥学苑印务有限公司
发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-0246-5

定价:33.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

前 言

本书是依据国家示范建设专业“城市水利”的人才培养方案和课程建设目标、要求进行编写的。

本专业的课程改革是基于工作过程为导向,以项目为载体进行的。人才培养方案和课程重构建设方案由校企等多方面的专家经过多次研讨、论证形成。根据课程教学基本要求,按照以学习情境代替学科为框架体系的编排结构,在教材风格上形成理论与实践相结合的鲜明特色。重点介绍了涉及水质监测中监测方案的制订、水样的采集、保存与预处理等技术,以及污水控制技术,与以往教材对比,本教材本着适度够用的原则精简理论知识,大幅度增加操作实例,重视工程的实用性和可操作性,着重和突出学生的专业素质和专业综合应用能力。

本书主要适用于高职高专城市水利专业及环境类其他各专业使用;同时,也可作为大专院校、环境保护相关单位及职业资格考证的培训教材。

本书由安徽水利水电职业技术学院蒯圣龙任主编,张思梅、张祥霖、胡书民任副主编。学习项目二由张祥霖编写,学习项目四由胡书民编写,学习项目六由张思梅编写,其余项目由蒯圣龙编写,并由蒯圣龙负责全书的统稿工作。

本书由安徽水利水电职业技术学院李宗尧教授任主审。

本书在编写过程中,有关院校和单位的同行对本书提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。限于作者水平,书中难免存在欠妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2010年8月于合肥

目 录

学习项目 1 课程导入	(1)
单元 1.1 水的循环与水污染	(1)
1.1.1 水的循环	(1)
1.1.2 水污染	(3)
1.1.3 水中污染物质及危害	(3)
单元 1.2 水质指标与水环境质量标准	(4)
1.2.1 废水水质指标	(4)
1.2.2 水环境质量标准	(6)
单元 1.3 水体自净作用与水环境容量	(11)
1.3.1 水体自净作用	(12)
1.3.2 影响水体自净能力的因素	(12)
1.3.3 水环境容量	(13)
1.3.4 影响水环境容量的因素	(13)
单元 1.4 水质监测	(14)
1.4.1 水质监测的对象和目的	(14)
1.4.2 监测项目	(15)
1.4.3 水质监测分析方法	(15)
单元 1.5 水污染控制的基本原则和方法	(18)
1.5.1 水污染控制的基本原则	(18)
1.5.2 污水净化的基本方法	(20)
学习项目 2 水和废水的监测	(23)
单元 2.1 水质监测方案的制订	(23)
2.1.1 地表水质监测方案的制订	(24)
2.1.2 地下水质监测方案的制订	(28)
2.1.3 污染源监测方案的制订	(29)
单元 2.2 水样的采集与保存	(31)
2.2.1 认识水样	(31)
2.2.2 水样采集前的准备	(32)
2.2.3 采样方法	(34)

2.2.4	水样的运输和保存	(36)
2.2.5	水样的预处理	(38)
单元 2.3	常规项目检测	(43)
2.3.1	物理性质的检验	(43)
2.3.2	非金属无机化合物的测定	(48)
2.3.3	金属化合物的测定	(56)
单元 2.4	水质监测报告	(62)
2.4.1	水环境监测报告的编写原则和内容	(62)
2.4.2	监测报告实例	(66)
学习项目 3	废水的物理处理	(74)
单元 3.1	格栅与筛网	(74)
3.1.1	格栅	(74)
3.1.2	筛网	(78)
单元 3.2	均质调节	(79)
3.2.1	水量调节	(79)
3.2.2	水质调节	(80)
3.2.3	调节池容积的计算	(81)
单元 3.3	沉淀	(82)
3.3.1	沉淀的基本理论	(82)
3.3.2	沉砂池的构造与参数	(84)
3.3.3	沉淀池的构造与参数	(87)
单元 3.4	气浮	(92)
3.4.1	气浮原理	(92)
3.4.2	气浮设备类型	(94)
3.4.3	溶气气浮系统的组成	(96)
3.4.4	气浮的优缺点	(100)
单元 3.5	废水预处理实例分析	(101)
3.5.1	工程概况	(101)
3.5.2	设计水量及水质	(101)
3.5.3	处理工艺流程	(101)
3.5.4	预处理工艺说明	(103)
3.5.5	主要预处理构筑物	(103)
3.5.6	预处理系统运行效率分析	(103)
3.5.7	建议	(104)

学习项目 4 废水的化学处理	(105)
单元 4.1 中和法	(105)
4.1.1 概述	(105)
4.1.2 酸性废水的中和处理	(106)
4.1.3 碱性废水的中和处理	(109)
单元 4.2 混凝法	(109)
4.2.1 胶体的特性	(110)
4.2.2 混凝原理	(111)
4.2.3 混凝剂	(114)
4.2.4 混凝过程	(119)
4.2.5 混凝设备	(123)
单元 4.3 氧化还原法和化学沉淀法	(127)
4.3.1 化学氧化还原法	(127)
4.3.2 氧化法处理工业废水	(128)
4.3.3 还原法处理工业废水	(130)
4.3.4 化学沉淀法	(131)
4.3.5 化学沉淀法的运行管理	(133)
单元 4.4 消毒处理	(133)
4.4.1 氯气消毒	(134)
4.4.2 臭氧消毒	(135)
4.4.3 二氧化氯消毒	(135)
4.4.4 氯胺消毒	(136)
4.4.5 紫外线消毒	(136)
学习项目 5 废水的物理化学处理	(138)
单元 5.1 吸附法	(138)
5.1.1 吸附原理及分类	(138)
5.1.2 吸附平衡与吸附等温线	(139)
5.1.3 吸附过程的影响因素	(140)
5.1.4 吸附剂及其再生	(142)
5.1.5 吸附操作的方式及设计	(145)
单元 5.2 离子交换	(149)
5.2.1 离子交换基本原理	(149)
5.2.2 离子交换剂	(150)
5.2.3 离子交换系统和设备	(150)

5.2.4	离子交换树脂的变质、污染及其防止	(154)
单元 5.3	膜分离技术	(155)
5.3.1	电渗析技术	(156)
5.3.2	反渗透	(159)
5.3.3	超滤	(161)
5.3.4	微孔过滤	(164)
单元 5.4	萃取	(165)
5.4.1	液-液萃取过程	(165)
5.4.2	萃取方式	(166)
5.4.3	萃取设备	(167)
学习项目 6	废水的生物处理	(172)
单元 6.1	污水生物处理概述	(172)
6.1.1	污水处理中的微生物	(172)
6.1.2	微生物的代谢与污水的生物处理	(173)
6.1.3	微生物的生长环境	(175)
6.1.4	污水的可生化性	(177)
单元 6.2	活性污泥法	(178)
6.2.1	活性污泥法的基本概念	(179)
6.2.2	活性污泥法的运行方式	(182)
6.2.3	曝气设备	(189)
6.2.4	活性污泥系统的工艺设计	(192)
6.2.5	活性污泥法运行管理	(203)
单元 6.3	生物膜法	(207)
6.3.1	生物膜法的基本原理	(207)
6.3.2	生物滤池	(209)
6.3.3	生物转盘	(214)
6.3.4	生物接触氧化法	(216)
6.3.5	生物流化床	(218)
单元 6.4	厌氧生物处理	(220)
6.4.1	概述	(220)
6.4.2	厌氧生物处理法的基本原理	(221)
6.4.3	影响厌氧生物处理的因素	(222)
6.4.4	污水的厌氧生物处理法	(224)
单元 6.5	污水脱氮除磷	(232)
6.5.1	脱氮原理	(232)

6.5.2 生物脱氮工艺	(234)
6.5.3 除磷原理	(235)
6.5.4 除磷工艺	(236)
学习项目 7 污泥处理与处置	(239)
单元 7.1 污泥的性质	(239)
7.1.1 污泥的分类	(240)
7.1.2 表示污泥性质的指标	(240)
7.1.3 污泥的输送	(242)
7.1.4 污泥的处理与处置	(243)
单元 7.2 污泥浓缩	(243)
7.2.1 重力浓缩	(243)
7.2.2 气浮浓缩	(245)
7.2.3 离心浓缩	(246)
单元 7.3 污泥消化	(246)
7.3.1 厌氧消化	(246)
7.3.2 好氧消化	(247)
单元 7.4 污泥脱水	(248)
7.4.1 污泥的自然脱水	(248)
7.4.2 污泥的机械脱水	(249)
单元 7.5 污泥的最终处置	(254)
7.5.1 农业使用	(254)
7.5.2 工业使用	(254)
学习项目 8 实验实训	(256)
单元 8.1 常规监测项目分析	(256)
8.1.1 色度的测定	(256)
8.1.2 浊度的测定	(257)
8.1.3 悬浮固体的测定	(259)
8.1.4 氨氮的测定	(260)
8.1.5 废水化学需氧量 COD 的测定	(263)
8.1.6 废水生化需氧量 BOD ₅ 的测定	(264)
8.1.7 挥发酚的测定	(267)
8.1.8 水中铬的测定	(270)
8.1.9 校园及周边水环境监测实训	(273)

单元 8.2 给水处理工程实训	(274)
8.2.1 自由沉淀实验	(274)
8.2.2 混凝实验	(276)
8.2.4 气浮实验	(280)
8.2.5 过滤实验	(285)
8.2.6 滤池的反冲洗实验	(288)
8.2.7 离子交换实验	(290)
8.2.8 活性炭吸附实验	(292)
8.2.9 反渗透膜组件分离实验	(295)
8.2.10 曝气充氧实验	(299)
8.2.11 活性污泥评价指标实验	(302)
8.2.12 厌氧消化实验	(305)
附 录	(307)
附录 1 水质分析方法标准一览表	(307)
附录 2 地面水环境质量标准(GB 3838—88)	(309)
附录 3 农田灌溉水质标准(GB 5084—92) 单位:mg/L	(311)
附录 4 景观娱乐用水水质标准(GB 12941—91)	(312)
参考文献	(314)

学习项目 1 课程导入

【学习指南】 水是生命之源,是自然界最普遍存在的物质之一。水既是人体组成的基础物质,又是新陈代谢的主要介质。人类视水为生命的源泉,视水为经济的命脉,视水为宝贵的资源。水是人类环境的重要组成部分,水是人类赖以生存的、社会发展的必不可少的物质条件之一。由此可见,保护水资源、防治水污染是全人类神圣和义不容辞的责任。

本章主要介绍水循环与水污染、废水水质指标、水体自净与环境容量、水质监测、水污染净化的基本原则和方法。

【学习目标】

- (1)了解水的循环过程,了解水污染现状;
- (2)了解水质监测的基本概念;
- (3)了解水污染处理的基本原则和方法;
- (4)了解水体自净作用和水环境容量;
- (5)掌握废水水质指标及污水排放标准。

单元 1.1 水的循环与水污染

1.1.1 水的循环

1. 水的自然循环

地球上的水不是静止的,而是不断地运动变化和相互交换的。在太阳辐射和地心引力的作用下,地球上各种状态的水从海洋面、江河面、湖沼面、陆地表面和植物的表面蒸发、散发变成水汽,上升到大气中,或停留,或被气流带到其他地区,在适当条件下凝结,然后以降水的形式落到海洋或陆地表面。到达地表的水,在重力作用下,部分下渗到地下形成地下径流;部分形成地表径流汇入江河湖海;部分重新蒸发回到空中。此后再经过蒸发、输送、凝结、降水、产流和汇流,构成一个巨大的、统一的、连续的动态系统,这种循环往复的过程称为水循环,如图 1-1 所示。

水循环并不是简单的重复过程,过程中各个环节交错进行,使水循环复杂化。如蒸发不单是水循环的起点,而且贯穿循环中的全过程,如降水中随时、随处都可以蒸发,所以水循环是一个复杂的动态系统。

产生水循环的原因包括内因和外因。内因是水体本身的性质,水具备液态、固态和气态三种形式,在常温条件下三态可以互相转化,是水循环的条件;外因是太阳辐射和地心吸引力,前者是循环热能的源泉,是水循环的动力,后者是水体流动的动力。

此外,水循环与气候、地形、土壤、岩石和植被等自然因素有密切关系,并受到人类活动的影响。如地形结构和下垫面的变化可直接影响水循环的强度、规模和路径。

水循环是自然界最重要的物质循环之一。在水循环的过程中,水分的数量和状态不断

地变化,因此,水循环包括水的输送、暂时储存和状态变换三个方面,并且组成为一个动态系统。地球上的淡水资源与水循环有密切关系。

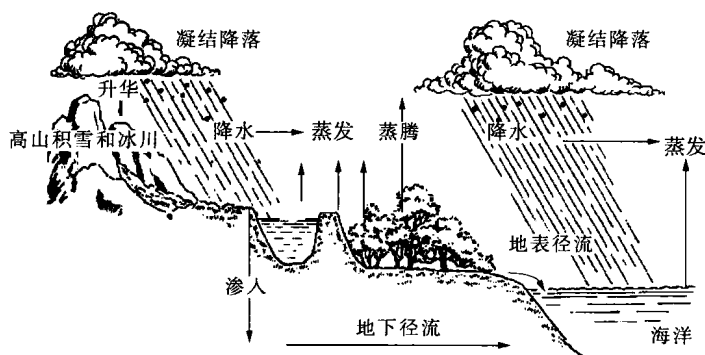


图 1-1 水的自然循环

2. 水的社会循环

人类社会为了满足生活和生产需求,从天然水体中取用大量的水,这些生活和生产用水,使用后成为生活污水和工业废水,被排放后最终又流入天然水体中。这样,水在人类社会中构成一个循环体系,称为水的社会循环。社会循环中取用的水量虽然仅占径流量和渗流量的2%~3%,即地球总水量的数万分之一,却表现出人与自然在水量 and 水质方面存在的巨大矛盾。水体环境保护和治理的任务就是调查研究和解决这些矛盾,保证取水和排水的社会循环能够顺利进行。

3. 水循环与地球环境的相互影响

水循环深刻地影响着全球的环境演变,影响自然界中一系列的物理过程、化学过程和生物过程,影响人类社会的发展和生产活动。自然环境和社会环境变化又反过来影响水循环。其相互影响主要表现在如下一些方面:

(1)水循环使地球上各水体组合成一个连续的、统一的水圈,并把地球上四大圈层(大气圈、岩石圈、生物圈和水圈)联立组成既相互联系、又相互制约的有机整体。

(2)水循环使地球上的物质和能量得到传递和输送。

水循环把地球上获得的太阳能重新分布,使地区之间得到调节;水量和热量的不同组合,又使地表形成不同的自然带,组成丰富多彩的自然景观。如大气降水落到地面后,除了部分蒸发和下渗外,地表上形成径流,径流的冲刷和侵蚀作用,创造了各种地貌地形,水流把冲刷出来的大量泥沙输送到低洼的地区,经过长期的堆积作用形成平原;部分低洼地由于地表水的蓄积形成湖泊、沼泽。所有这些形态的塑造,水循环都建立了卓越的功勋。

(3)水循环使海洋和陆地之间的联系十分紧密。

海洋向陆地输送水分,影响陆地上一系列的环境过程,而陆地向海洋输送泥沙、有机质和营养盐,也影响海洋的物理、化学、生物的变化。

(4)水循环使地球上的水周而复始地补充、消耗和变化,供人们利用,属于可再生资源。

水循环的强弱、循环的路径等都会影响到区域水资源可开发利用的程度,对生态环境和经济发展均有重大影响。

(5)环境的变化使水循环的数量、路径、速度也发生变化。

1.1.2 水污染

水在循环过程中,不可避免地会混入许多杂质(溶解的、胶态的和悬浮的)。在自然循环中,由非污染环境进入的物质称为自然杂质或本底杂质,这些杂质按形态(主要是尺寸大小)可分为悬浮物、胶体和溶解物三类。社会循环中,在使用过程中进入的物质称为污染物。但是,目前由于环境普遍地受到污染,污染环境和非污染环境的界限有时很难区分。

自然水体受到来自废水、大气、固态废料中污染物污染的现象,叫做水污染。水污染控制的涵义包括两个方面:①控制废水水质,使它对环境不造成污染;②研究废水对自然水体的污染规律,以便采取措施,保护水体的使用价值。

1.1.3 水中污染物质及危害

水中的污染物质包括悬浮物、酸碱、耗氧有机物、氮、磷等植物性有机物、难降解有机物、重金属、石油类及病原体等。

1. 有机污染物

影响水质的污染物质大部分为有机污染物,主要包括以下几类:

(1) 需氧有机污染物质

需氧有机物包括碳水化合物、蛋白质、油脂、氨基酸、脂肪酸、酯类等有机物质。需氧有机物没有毒性,但水体需氧有机物愈多,耗氧也愈多,水质就愈差,水体污染就愈严重。

由于需氧有机物造成水体缺氧,对水生生物中鱼类危害严重。充足的溶解氧是鱼类生存的必要条件,目前水污染造成的死鱼事件,几乎绝大多数是由于这种类型的污染所致。当水体中溶解氧消失时,厌氧菌繁殖,形成厌氧分解,发生黑臭,分解出甲烷、硫化氢等有毒有害气体,更不适于鱼类生存和繁殖。

(2) 常见的有机毒物

常见的有机毒物包括酚类化合物、有机氯农药、有机磷农药、增塑剂、多环芳烃、多氯联苯等。

2. 重金属污染

重金属作为有色金属在人类的生产和生活方面有着广泛的应用,因此在环境中存在着各种各样的重金属污染源。其中,采矿和冶炼是向环境释放重金属的主要污染源。

水体受重金属污染后,产生的毒性有如下的特点:(1)水体中重金属离子浓度在 $0.1 \sim 10 \text{ mg/L}$ 之间,即可产生毒性效应;(2)重金属不能被微生物降解,反而可在微生物的作用下,转化为金属有机化合物,使毒性猛增;(3)水生生物从水体中摄取重金属并在体内大量积蓄,经过食物链进入人体,甚至经过遗传或母乳传给婴儿;(4)重金属进入人体后,能与体内的蛋白质等发生化学反应而使其失去活性,并可能在体内某些器官中积累,造成慢性中毒,这种积累的危害,有时需要 $10 \sim 30$ 年才显露出来。水生生物对常见重金属的平均倍数见表 1-1。因此,污水排放标准都对重金属离子的浓度作了严格的限制,以便控制水污染,保护水资源。引起水污染的重金属主要为汞、铬、镉、铅等,此外锌、铜、钴、镍、锡等重金属离子,对人体也有一定的毒害作用。

表 1-1 水生生物对常见重金属的平均富集倍数

重金属	淡水生物			海水生物		
	淡水藻	无脊椎动物	鱼类	海水藻	无脊椎动物	鱼类
汞	1 000	10^5	1 000	1 000	10^5	1 700
镉	1 000	4 000	300	1 000	250 000	3 000
铬	4 000	2 000	200	2 000	2 000	400
砷	330	330	330	330	330	230
钴	1 000	1 500	5 000	1 000	1 000	500
铜	1 000	1 000	200	1 000	1 700	670
锌	4 000	40 000	1 000	1 000	105	2 000
镍	1 000	100	40	250	250	100

3. 病原微生物

病原微生物主要来自城市生活污水、医院污水、垃圾及地表径流等方面。病原微生物的水污染危害历史悠久,至今仍是威胁人类健康和生命的重要水污染类型。洁净的天然水一般含细菌很少,病原微生物就更少。水质监测中通常规定用细菌总数和大肠杆菌群数作为病原微生物污染的间接指标。

病原微生物污染的特点是:数量大,分布广,存活时间长(病毒在自来水中可存活 2~288 d),繁殖速度快,易产生抗药性。因此,传统的二级生化污水处理及加氯消毒后,某些病原微生物仍能大量存活。因此,此类污染物实际上通过多种途径进入人体,并在体内生存,一旦条件适合,就会引起疾病。病毒种类很多,仅人粪尿中就有 100 多种。常见的有肠道病毒和传染性肝炎病毒,每克粪可含 100×10^4 个,生活污水每克可达 $(50 \sim 700) \times 10^4$ 个。

单元 1.2 水质指标与水环境质量标准

水体和污水的物理、化学及生物等方面的特征是用水质指标来表示的。而水质指标是水体评价、利用和制订污水治理方案的依据,也是污水处理设施设计和运行管理的主要依据,是水环境保护法的一个重要组成部分。

1.2.1 废水水质指标

1. 物理性指标

(1) 温度

许多工业排出的废水都有较高的温度,这些废水排放水体使水温升高,引起水体的热污染。水温升高影响水生生物生存和对水资源的利用。氧气在水中的溶解度随水温升高而减少。这样,一方面水中溶解氧减少,另一方面水温升高加速耗氧反应,可能导致水体缺氧或水质恶化。

(2) 色度

色度是一项感官性指标。一般纯净的天然水是无色透明的,但带有金属化合物和有机

化合物等有色污染物的污水呈现各种颜色。将有色污水用蒸馏水稀释后与参比水样对比,一直稀释到两水样色差一样,此时污水的稀释倍数即为其色度。

(3) 嗅和味

嗅和味同色度一样也是感官性指标,可定性反映水体中污染物的多少。天然水是无嗅无味的。当水体受到污染后会产生异样的气味。水的异嗅来源于还原性硫和氮的化合物、挥发性有机物和氯气等污染物质。不同无机盐会给水带来不同的异味,如氯化钠带咸味,硫酸镁带苦味,铁盐带涩味,硫酸钙带甜味等。

(4) 固体物质

水中所有残渣的总和称为总固体(TS),总固体包括溶解物质(DS)和悬浮固体物质(SS)。水样经过滤后,滤液蒸干所得的固体即为溶解性固体(DS),滤渣脱水烘干后即是悬浮固体(SS)。固体残渣根据挥发性能可分为挥发性固体(VS)和固定性固体(FS)。将固体在 600 °C 的温度下灼烧,挥发掉的量即是挥发性固体(VS),灼烧残渣则是固定性固体(FS)。溶解性固体表示盐类的含量,悬浮固体表示水中不溶解的固体物质的量,挥发性固体反映固体的有机分量。

水体含盐量多将影响生物细胞的渗透压和生物的正常生长。悬浮固体将可能造成水道淤塞。

2. 化学性指标

(1) 有机物

生活污水和某些工业废水中所含的碳水化合物、蛋白质、脂肪等有机物化合物在微生物作用下最终分解为简单的无机物质、二氧化碳和水等。这些有机物在分解的过程中需要消耗大量的氧,故属耗氧有机污染物。耗氧有机污染物是使水体产生黑臭的主要因素之一。

污水中有机污染物的主要危害是消耗水中溶解氧。在实际工作中一般采用生物化学需氧量(BOD),化学需氧量(COD),总有机碳(TOC)、总需氧量(TOD)等指标来反映水中需氧有机物的含量。

1) 生物化学需氧量(BOD)

水中有机污染物被好氧微生物分解时所需要的氧量称为生化需氧量(以 mg/L 为单位),它反映了在有氧的条件下,水中可生物降解的有机物的量。生物化学需氧量越高,表示水中需氧有机污染物越多。有机污染物被好氧微生物氧化分解的过程,一般分为两个阶段:第一阶段主要是有机物被转化成二氧化碳、水和氨;第二阶段主要是氨被转化为亚硝酸盐和硝酸盐。污水的生化需氧量通常只指第一阶段有机物生物氧化所需的氧气量。微生物的活动与温度有关,测定生化需氧量时一般以 20 °C 作为测定的标准温度。一般生活污水中的有机物需 20 天左右才能基本完成第一阶段的分解氧化过程,即测定第一阶段的生化需氧量至少需 20 天时间,这在实际工作中有困难。目前以 5 天作为测定生化需氧量的标准时间,简称 5 日生化需氧量(用 BOD_5 表示)。据试验研究,一般有机物的 5 日生化需氧量为第一阶段生化需氧量的 70% 左右,对其他工业废水来说,它们的 5 日生化需氧量与第一阶段生化需氧量之差,可以较大或比较接近,不能一概而论。

2) 化学需氧量(COD)

化学需氧量是用化学氧化剂氧化水中有机污染物时所消耗的氧化剂量,单位为 mg/L。化学需氧量愈高,也表示水中有机污染物愈多。常用的氧化剂主要是重铬酸钾和高锰酸钾。

以高锰酸钾作氧化剂时,测得的值称 COD_{Mn} 或简称 OC。以重铬酸钾作氧化剂时,测得的值称 COD_{Cr} 或简称 COD。如果废水中有机物的组成相对稳定,则化学需氧量和生化需氧量之间应有一定的比例关系。一般说,重铬酸钾化学需氧量与第一阶段生化需氧量之差,可以粗略地表示不能被好氧微生物分解的有机物量。

3) 总有机碳(TOC)与总需氧量(TOD)

总有机碳(TOC)包括水样中所有有机污染物质的含碳量,也是评价水样中有机污染质的一个综合参数。有机物中除含有碳外,还含有氢、氮、硫等元素,当有机物全被氧化时,碳被氧化为二氧化碳,氢、氮及硫则被氧化为水、一氧化氮、二氧化硫等,此时的需氧量称为总需氧量(TOD)。

4) 油类污染物

油类污染物有石油类和动植物油脂两种。油类污染物进入水体后影响水生生物的生长,降低水体的资源价值。油膜覆盖水面阻碍水的蒸发,影响大气和水体的热交换。油类污染物进入海洋,改变海面的反射率,减少进入海洋表层的日光辐射,对局部地区的水文气象条件可能产生一定的影响。大面积油膜将阻碍大气中的氧进入水体,从而降低水体的自净能力。

5) 酚类污染物

酚类化合物是有毒有害污染物。水体受酚类化合物污染后影响水产品的产量和质量。酚的毒性还可抑制水中微生物的自然生长速度,有时甚至使其停止生长。

(2) 无机性指标

1) 植物营养元素

污水中的 N、P 为植物营养元素,从农作物生长角度看,植物营养元素是宝贵的物质,但过多的 N、P 进入天然水体却易导致富营养化。

2) pH 值

一般要求处理后水的 pH 在 6~9 之间,天然水体的 pH 一般在 6~9,当受到酸碱污染时,pH 发生变化,消灭或抑制水体中生物的生长,妨碍水体自净,还可腐蚀船舶。若天然水体长期遭受酸碱污染,使水质逐渐酸化或碱化,从而对正常生态系统产生影响。

3) 重金属

重金属主要指汞、镉、铅、铬、镍以及类金属砷等生物毒性显著的元素,也包括具有一定毒害性的一般重金属,如锌、铜、钴、锡等。采矿和冶炼是向环境中释放重金属的最主要的污染源。

3. 生物性指标

(1) 细菌总数

水中细菌总数反映了水体受细菌污染的程度。细菌总数不能说明污染的来源,必须结合大肠杆菌的群数来判断水体污染的来源和安全程度。

(2) 大肠杆菌群

水是传播肠道疾病的一种重要媒介,而大肠杆菌群被视为最基本的粪便污染指示菌群。大肠杆菌群的值可表明粪便被污染的程度,间接表明有肠道病菌(伤寒、痢疾、霍乱等)存在的可能性。

1.2.2 水环境质量标准

为了保护水资源,控制水污染,国家有关部门制定了各种水环境质量标准。具体可以归纳为以下两大类。

1. 水域水质标准

水域水质标准是依据人类对水体的使用要求制定的,主要要求有以下几个方面:饮用、公共给水、工业用水、农业用水、渔业用水、游览、航运、水上运动等。由于各类水体服务的对象和内容不同,因此对水体的水质要求也不同。一般饮用、公共用水水源和游览用水等水质要求较高;农业、渔业用水水质则以不影响动植物生长和不使动植物体内残毒超标为限;工业用水水源要满足生产用水的要求;而只用于航运等水体则对水质的要求相对较低。根据人类对水体的使用要求,我国已颁布了《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)、《海洋水质质量标准》(GB 3097—1997)、《农业灌溉水质标准》(GB 5084—92)、《景观娱乐用水水质标准》(GB 12941—91)等。

2. 排水水质标准

排水水质标准是依据水体的环境容量和现代的技术经济条件制定的。要防止水体的污染,保持水体达到一定的水质标准,必须对排入水体的污染物的种类和数量进行严格的控制。因此,必须制定严格的排水水质标准。

排水水质标准是全国性的,也有地区性的和行业性的。根据《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的要求,综合排放标准与行业标准不交叉执行,造纸工业、船舶工业、海洋石油开发工业、纺织染整工业、肉类加工工业、合成氨工业、钢铁工业、航天推进剂使用、兵器工业、磷肥工业、烧碱、聚氯乙烯工业所排放的污水执行相应的国家行业标准,其他一切排放污水的单位则一律执行国家综合排放标准。

《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)将排放的污染物按性质分为两类。第一类污染物是指能在环境中或动物体内蓄积,对人类健康产生长远不良影响的污染物质。含有此类有害污染物质的污水,不分行业 and 排水方式,不分建设的具体时间,也不分受纳水体的功能类别,在车间或车间处理设施的出口取样化验,其中污染物含量必须符合表 1-2 的规定。第二类污染物是指长远影响小于第一类污染物质的污染物。在排污单位排出的污水中,依据建设时间的不同,其浓度必须符合表 1-3 的规定。

该标准不仅规定了所排放污染物的允许浓度,而且对部分行业的排水量也提出了要求,见表 1-4。《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)克服了以往浓度标准上存在的缺陷,它要求污染物的排放,不但在浓度上要严格控制,而且在污染物的排放总量上也要严格控制。杜绝了以往某些工厂用清水稀释来降低污染物排放浓度以满足达到排放标准的现象,实现了污染物的排放由浓度控制到排放总量控制上的重大突破。

表 1-2 第一类污染物最高允许排放浓度

(mg/L)

序号	污染物	允许排放浓度	序号	污染物	允许排放浓度
1	总汞	0.05	8	总镉	1.0
2	烷基汞	不得检出	9	苯并[a]芘	0.00003
3	总镉	0.1	10	总铍	0.005
4	总铬	1.5	11	总银	0.5
5	六价铬	0.5	12	总 α 放射性	1 Bq/L
6	总砷	0.5	13	总 β 放射性	10 Bq/L
7	总铅	1.0			