

提升专业服务产业发展能力
高职高专系列教材

主编◎ 蒯圣龙

水污染与 水质监测



合肥工业大学出版社

提升专业服务产业发展能力
高职高专系列教材

水污染与水质监测

主 编 蒯圣龙
副主编 张时珍 张思梅
主 审 李宗尧

合肥工业大学出版社

内 容 提 要

本书是根据《教育部财政部关于支持高等职业学校提升专业服务产业发展能力的通知》(教职成〔2011〕11号)和《城市水利专业人才培养方案》、《城市水利专业课程教学大纲》等文件精神以及城市水利专业核心能力的培养要求编写而成。全书共分5个单元,包括课程导入、水质监测、城市生活污水处理、工业废水处理、污泥的处理与处置等内容。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综合应用能力。

本书主要作为高等职业院校城市水利专业及其环境类相关专业的教学用书,也可供广大从事水环境保护工作的技术人员参考使用。

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,2013.8

ISBN 978-7-5650-1454-3

I. ①水… II. ①蒯… III. ①给水处理—水质监测—高等职业教育—教材 IV. ①TU991.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 183239 号

水污染与水质监测

主 编 蒯圣龙

策划编辑 陆向军

责任编辑 张择瑞

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 综合编辑部:0551-62903028

市场营销部:0551-62903198

网 址 www.hfutpress.com.cn

E-mail hfutpress@163.com

版 次 2013 年 8 月第 1 版

印 次 2013 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 15.5

字 数 377 千字

印 刷 合肥现代印务有限公司

发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1454-3

定价:32.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

本书是根据《教育部财政部关于支持高等职业学校提升专业服务产业发展能力的通知》(教职成[2011]11号)和《城市水利专业人才培养方案》、《城市水利专业课程教学大纲》等文件精神以及城市水利专业核心能力的培养要求编写的。

本书是在总结国内外有关城市给排水工程的经验、资料和文献的基础上,根据城市水利专业的教学计划要求,按照水污染与水质监测课程教学大纲编写而成的。全书共分5个单元,包括课程导入、水质监测、城市生活污水处理、工业废水处理、污泥的处理与处置等内容。

本书突破了传统的学科教育对学生的专业操作技能和知识运用能力培养的局限,结合高职教育新形势和水环境保护的实际情况,考虑专业教学改革的新实践和工程学科实践教学的新特点,力求内容具有应用性、系统性、新颖性。着重培养学生的综合运用能力和严谨务实的工作作风。

本书由安徽水利水电职业技术学院蒯圣龙担任主编和统稿,并编写单元1;山东水利职业技术学院乔鹏、四川水利职业技术学院邹渝编写项目单元2;安徽水利水电职业技术学院张时珍、张思梅编写单元3,张祥霖、尹程分别编写单元4和单元5。

本书在编写过程中得到有关领导与老师的大力支持,在此致以衷心的感谢!同时,谨向本书参考文献的作者表示最诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,敬请专家、读者批评指正。

编 者

2013年7月

单元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。

本单元主要介绍水循环与水污染、水质指标与标准、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。

项目1.1 水的循环与水污染

1.1.1 水的循环

1.1.1.1 水的自然循环

在太阳辐射和地心引力的作用下,地球上的水是不断地运动变化和相互交换的,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、连续的动力系统,这种循环往复的过程称为水循环,见图1-1。

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力系统。

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,前者是循环的热能的源泉,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。

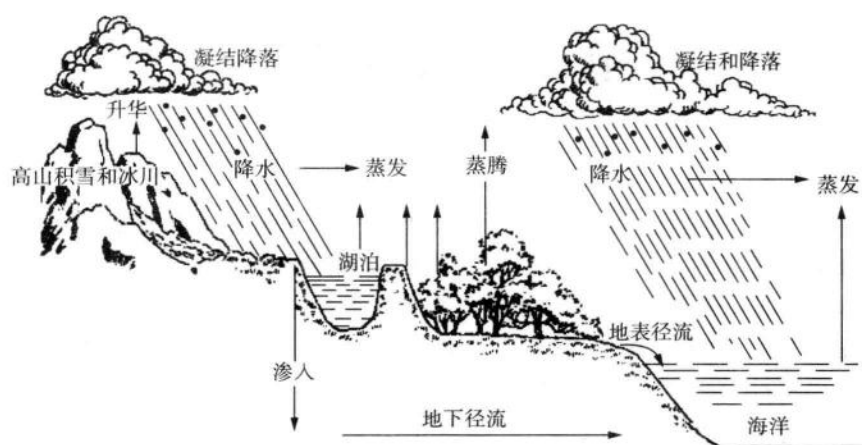


图 1-1 水的自然循环

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。

1.1.1.2 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和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。

1.1.1.3 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 水体污染

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,由非污染环境混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,在使用过程中混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、固态废料中污染物的污染,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,不使它对环境造成污染;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。

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,能与体内的蛋白质及酶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。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。

(3)病原微生物

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

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,病原微生物就更少了。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 2~288d)、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。

项目 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。而水质标准是水体评价、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

1.2.1.1 物理性指标

(1) 温度

许多工业排出的废水都有较高的温度,这些废水排入水体使水温升高,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,可定性反应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。水的异臭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。不同盐分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成分量。

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。

1.2.1.2 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 日生化需氧量约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物质的一个综合参数。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,改变海面的反射率和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

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,而大肠菌群被视为最基本的粪便污染指示菌群。大肠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。

1.2.2.1 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。满足当地人们对自然水体最有利的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要求水质较高;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)、《海洋水质标准》(GB 3097—1997)、《农业灌溉水质标准》(GB 5084—2005)、《景观娱乐用水水质标准》(GB 12941—91)等。

1.2.2.2 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而制定的。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 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—2002)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。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。GB 8978—2002 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排放浓度以满足达到排放的现象,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

序号	污染物	允许排放浓度(mg/L)	序号	污染物	允许排放浓度(mg/L)
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	1Bq/L
6	总砷	0.5	13	总β放射性	10Bq/L
7	总铅	1.0			

表 1-3 第二类污染物最高允许排放浓度

序号	污染物	适用范围	一级标准		二级标准		三级标准	
			1997年12月31日之前	1998年1月1日之前	1997年12月31日之前	1998年1月1日之前	1997年12月31日之前	1998年1月1日之前
1	pH值	一切排污单位	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
2	色度	染料工业	50	50	180	80	—	—
		其他排污单位	50		80		—	—
3	悬浮物(SS) (mg/L)	采矿、选矿、选煤工业	100	70	300	400	—	—
		脉金选矿	100	70	500	800	—	—
		边远地区砂金选矿	100	70	800	30	—	—
		城镇二级污水处理厂	20	20	30	150	—	—
		其他排污单位	70	70	200		—	400
4	BOD ₅ (mg/L)	甘蔗制糖、苕麻脱胶、湿法纤维板工业	30	20	100	60	600	600
		短蔗制糖、酒精、味精、皮革、化纤浆粕工业	30	20	150	100	600	600
		城镇二级污水处理厂	20	20	30	30	—	—
		其他排污单位	30	20	60	30	300	300

(续表)

序号	污染物	适用范围	一级标准		二级标准		三级标准	
			1997 年 12 月 31 日之前	1998 年 1 月 1 日之前	1997 年 12 月 31 日之前	1998 年 1 月 1 日之前	1997 年 12 月 31 日之前	1998 年 1 月 1 日之前
5	COD _{Sc} (mg/L)	甜菜制糖、焦化、合成脂肪酸、湿法纤维板、染料、洗毛、有机磷、农药工业	100	100	200	200	1000	1000
		酒精、味精、医药原料药、生物制药、苧麻脱胶、皮革、化纤浆粕工业	100	100	300	300	1000	1000
		石油化工工业(包括石油炼制)	100	60	150	120	500	500
		城镇二级污水处理厂	60	60	120	120	—	—
		其他排污单位	100	100	150	150	500	500
6	石油类 (mg/L)	一切排污单位	10	5	10	10	30	20
7	动植物油 (mg/L)	一切排污单位	20	10	20	15	100	100
8	挥发酚 (mg/L)	一切排污单位	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0	2.0
9	总氰化物 (mg/L)	电影洗片(铁氰化合物)	0.5	0.5	5.0	0.5	5.0	1.0
		其他排污单位	0.5		0.5		1.0	
10	硫化物 (mg/L)	一切排污单位	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0
11	氨氮 (mg/L)	医疗原料药、染料、石油化工工业	15	15	50	50	—	—
		其他排污单位	15	15	25	25	—	—
12	氟化物 (mg/L)	黄磷工业	10	10	20	15	20	20
		低氟地区(水体含氟量 小于 0.5mg/L)	10	10	20	20	30	30
		其他排污单位	10	10	10	10	20	20
13	磷酸磷 (以 P 计) (mg/L)	一切排污单位	0.5	0.5	1.0	1.0	—	—

(续表)

序号	污染物	适用范围	一级标准		二级标准		三级标准	
			1997 年 12 月 31 日之前	1998 年 1 月 1 日之前	1997 年 12 月 31 日之前	1998 年 1 月 1 日之前	1997 年 12 月 31 日之前	1998 年 1 月 1 日之前
14	甲醛 (mg/L)	一切排污单位	1.0	1.0	2.0	2.0	5.0	5.0
15	苯胺类 (mg/L)	一切排污单位	1.0	1.0	2.0	2.0	5.0	5.0
16	硝基苯类 (mg/L)	一切排污单位	2.0	2.0	3.0	3.0	5.0	5.0
17	阴离子表面活性剂 LAS (mg/L)	合成洗涤剂工业	5.0	5.0	15	10	20	20
		其他排污单位	5.0		10		20	
18	总铜 (mg/L)	一切排污单位	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0
19	总锌 (mg/L)	一切排污单位	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0
20	总锰 (mg/L)	合成脂肪酸工业	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0
		其他排污单位	2.0	2.0	2.0	2.0	5.0	5.0

表 1-4 部分行业最高允许排水量

序号	行业类别		最高允许排水量或最低允许水循环利用率	
			1997 年 12 月 31 日之前建设	1998 年 1 月 1 日之后建设
1	有色金属系统选矿		水重复利用率 75%	水重复利用率 75%
	其他矿山工业采矿、选矿、选煤等		水重复利用率 90%(选煤)	水重复利用率 90%(选煤)
	脉金选矿	重选	16.0 m ³ /t 矿石	16.0 m ³ /t 矿石
		浮选	9.0 m ³ /t 矿石	9.0 m ³ /t 矿石
		氰化	8.0 m ³ /t 矿石	8.0 m ³ /t 矿石
		炭浆	8.0	8.0 m ³ /t 矿石
2	焦化企业(煤气厂)		1.2 m ³ /t 矿石	1.2 m ³ /t 焦炭
3	有色金属冶炼及金属加工		水重复利用率 80%	水重复利用率 80%

项目 1.3 水体自净作用与水环境容量

水体自净作用是水环境自然修复的唯一作用,是水环境容量的贡献者,而污水治理工程则是水体自净作用的人工强化。

1.3.1 水体自净

1.3.1.1 水体自净作用

污染物随污水排入水体后,经物理、化学和生物等方面的作用,使污染物质的浓度、总量减少,经过一段时间,受污染的水体恢复到受污染前的状态,这一现象就称为水体自净作用。影响水体自净的因素主要有:河流、湖泊、海洋等水体的地形和水文条件,水中微生物的种类和数量,水温 and 复氧状况,污染物的性质和浓度。

水体自净作用可分为以下几类:

(1)物理过程

物理净化作用是指污染物由稀释、混合、沉淀等作用使水体污染物质浓度降低的过程。

(2)化学及物理化学过程

污染物质通过氧化、还原、吸附、凝聚、中和等反应使其浓度降低的过程。

(3)生物化学过程

由于水中微生物的代谢活动,污染物中的有机质被分解氧化并转化为无害、稳定的无机物,从而使其浓度降低的过程。

任何水体的自净都是上述三项过程的综合,其中以生物自净过程为主,生物在水体自净作用中是最活跃、最积极的因素。

一般而言,只要不超过水体自净的容量范围,污染物质就可能被水体逐渐净化,变为无害物质。但是当排入水体的污染物超过了水体本身的自净能力,就会破坏水体的生态平衡,引起水污染。

1.3.1.2 影响水体自净能力的因素

(1)污染物种类和特性

因各类污染物本身所具有的物理、化学特性和进入水体中含量不同,对水体自净作用产生的影响也是不同的。因此可以把污染物分为①易降解或难降解的污染物;②易被生物化学作用分解或易被化学作用分解的污染物;③易在好氧条件下降解或易在厌氧条件下降解的污染物;④高浓度或低浓度的污染物等。

此外污染物质的浓度对水体的自净作用有着特殊影响。当污染物浓度过高超过一定限度后,可抑制微生物的活性,水体自净能力会大大降低。如果水中有机污染物浓度很大,在分解过程中可造成水体严重缺氧,形成厌氧细菌分解,不仅不能彻底降解,还会生成 H_2S 等有毒的臭气,危害环境。

(2)水体的水情要素

主要水情要素有:水温、流量、流速和含沙量等。

水温可直接影响水中污染物的化学反应速度,还影响水中饱和溶解氧浓度和水中微生物

物的活性,从而直接或间接地影响水体的自净作用。

水体的流量、流速等水文水力学条件,直接影响水体的稀释、扩散能力和水体复氧能力。含沙量的大小也影响污染物的迁移和转化,因泥沙颗粒能吸收水中某些污染物,当污染物被泥沙吸附并沉降时,水体就得到净化。

(3)溶解氧含量

水中溶解氧是维持水生生物和净化能力的基本条件,往往也是衡量水体自净能力的主要指标。水中溶解氧主要来自水体和大气之间界面的气体交换和水生植物光合作用增氧,构成水体复氧过程。

(4)水生生物

生活在水体中的生物种类和数量与水体自净关系密切,尤其是微生物的种类、数量及活跃程度。同时水体中生物种群、数量及其变化也可以反映水体污染自净的程度、变化趋势等。

(5)其他环境因素

水体自净作用的强弱还与大气污染降尘、太阳辐射、水体本身营养物质含量及比例以及底质特征、周围地质地貌等条件有关。

1.3.2 水环境容量

水环境容量是指在人类生产、生存和自然生态不致受到伤害的前提下,水体所能容纳污染物的最大负荷量,因此又称为水体负荷量或纳污能力。

从水体稀释、自净的实质来讲,水环境容量由两部分组成,一为稀释容量也称差值容量,另一为自净容量也称同化容量。稀释容量是由于水的稀释作用所致,因此水量起决定作用。自净容量是水的各种自净作用综合去污容量。所以水体的运动特性和污染物的排放方式起决定作用。

从控制污染的角度来讲,水环境容量可以由两个不同的方面反映。其一是绝对容量,即某一水体所能容纳某污染物的最大负荷量,它不受时间限制。其二是年容量,即在水体中污染物累计浓度不超过环境标准规定的最大容许值的前提下,每年水体所能容纳的某种污染物的最大负荷量。年容量受时间限制,并且和水体的本底量、水质标准及净化能力有关。

水环境容量的主要作用有两个方面。一方面对排污进行浓度控制和总量控制。另一方面利用水体自净能力进行环境规划。将水体环境容量的利用与污水处理、城市规划等结合起来,合理的使用环境容量。做到在社会发展和经济发展的过程中,既尽量大地使用水环境容量,又不致使水环境受到损害。

水环境容量是建立在水质目标和水体稀释自净规律的基础上的,因此,一个特定的水体对污染物的容量是有限的。它的大小与水体环境的空间特性、运动特性、功能、本底值、自净能力及污染物性质、排放浓度、排放数量和排放方式等诸多因素有关。主要有以下几点:

(1)水环境质量标准

水环境质量标准决定于国家的环境政策、地区的环境要求、水域功能、经济行政能力、环境科学和技术水平。

一般来说对环境要求高、水域功能高,相应的水环境容量就小。人类社会的生存和发展的过程中,对各种环境要素的质量要求越来越高,因此可以断言,随着社会的进步,人们生活

质量的提高,水环境容量将逐渐变小。

(2) 水体自净能力

水体自净能力越大,也就是水体环境自净容量越大,相应的水环境容量也越大。就目前国内水体主要污染物——有机物而言,水体自净能力主要与水体复氧有关,而水体复氧能力主要取决于水体的运行特性,其中主要是流速,因此水体流速越大,水体自净容量越大,当然水环境容量就越大。

例如,三峡库区在建坝前后,径流量几乎不变,而建坝后由于过水断面大大增大,因而水流速度大大减小,水体的自净容量也大大减小。当然其纳污量也减少很多,所以必须在库区及其上游地区建设许多污水处理厂,以减少进入库区污染物的量,才能确保环境质量不致变劣。

(3) 水体自然背景值

水体自然背景值,也就是在天然情况下水体污染物的浓度。在实际应用中一般采用上游来水中的污染物浓度。

水体环境质量标准与背景值之差表示了绝对容量的大小。因而,背景值越大,绝对容量就越小,也就是环境容量越小。

(4) 污染物的性质及排污点的位置和方式

就剧毒物质和生物富集性重金属离子而言,它们对人类和生物的危害极大。对于它们的水质标准极为严格,所以,相应的水环境容量甚小。在实际应用中,最好不要利用这类水环境容量,以免造成重大或长久危害。

对于生物不可降解物质而言,其只有稀释容量,因而其相应的水环境容量小一些。对于生物可降解物质而言,不但具有稀释容量,而且还具有自净容量,所以相应的水环境容量就会大些。

排污点的分布和排污口的设置,也会影响水环境容量。这是因为排污点的分布和排污口的设置,其扩散稀释作用直接影响到污染物的浓度,而对生物的耐受能力来说,主要度量仍是浓度而非总量。所以当排污点沿途分布均匀,排污口设置有利于污染物的迅速扩散混合均匀,水环境容量相应就大些。

(5) 水量

水量的大小决定着环境容量的大小,影响到自然水体的自净能力。这也是为什么长江的纳污量是黄河的数倍,而水环境质量状况仍然优于黄河的主要原因。一般的枯水期水环境容量相对较小,而丰水期较大。因而在计算河流水环境容量时,应选择枯水期流量为计算流量,这样,对于确保河流水环境质量而言,偏于安全。