



全国高职高专教育“十一五”规划教材



水污染控制 与设备运行

郭正 张宝军 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

要點容內

全国高职高专教育“十一五”规划教材

水污染控制与设备运行

郭正 张宝军 主编

编辑 (CIP) 目録附录并图

ISBN 978-7-04-021242-4

I. 水... II. 郭... III. 水污染控制-设备运行 IV. X250.6

中国图书馆书号 (2007) 第 03471 号

责任编辑 郭正 封面设计 张宝军 校对 张宝军 印刷 张宝军 出版 张宝军

地址	北京市西城区德胜门内大街4号
邮编	100011
电话	010-28281000
网址	http://www.jiaodao.com.cn
电子邮箱	http://www.jiaodao.com.cn
出版	北京交通大学出版社
发行	北京交通大学出版社
定价	250.00元
开本	787×1095
印张	21.2
字数	250,000
版次	2007年7月第1版
印次	2007年7月第1次印刷
印数	25,000份



高等教育出版社
Higher Education Press

21254-00

内容提要

本书是全国高职高专教育“十一五”规划教材。

本书系统介绍了水污染控制技术的基本原理、主要设备结构与安装、运行调试及应用维护的相关知识,特别注重水污染控制工程知识的应用能力和职业技能的培养。全书共分为十章,第一章水污染控制的基本知识;第二章废水的物理处理;第三章废水的生物处理方法;第四章废水的化学处理及深度处理;第五章污泥的处理与处置;第六章典型废水处理设备设计与运行;第七章废水生物处理设备设计与运行;第八章废水处理常用机械设备;第九章水处理厂常用电气与仪表;第十章污水处理厂(站)的调试与运行管理。

本书可作为应用性、技能型人才培养各类教育环境保护类专业的教学用书,也可供从事水污染控制与处理工作岗位的操作人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水污染控制与设备运行/郭正,张宝军主编. —北京:

高等教育出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 04 - 021754 - 4

I. 水… II. ①郭…②张… III. 水污染 - 污染控制 -
高等学校: 技术学校 - 教材 IV. X520. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 079471 号

策划编辑 张庆波 责任编辑 谭 燕 封面设计 于 涛 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 刘 莉 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京七色印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 21.5
字 数 520 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007 年 7 月第 1 版
印 次 2007 年 7 月第 1 次印刷
定 价 26.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21754-00

高职高专教育环境保护类专业教材 指导委员会和编审委员会

指导委员会

教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会

编审委员会

主任委员

林振山（环保与气象类专业教学指导委员会）

副主任委员

李元（环保与气象类专业教学指导委员会）

王国祥（环保与气象类专业教学指导委员会）

王立新（中国环境管理干部学院）

孙蕾（长沙环境保护职业技术学院）

委员

陈文	傅刚	高翔	关荐伊	倪才英	孙即霖	相会强
薛巧英	张宝军	陈喜红	高艳玲	耿世刚	郭正	何红升
金文	刘海春	石光辉	王晓燕	王怀宇	王金梅	姚运先
钟福生	周凤霞	朱雅兰				

前 言

环境污染是我国在经济发展、社会进步过程中所面临的严重问题，环境污染不仅破坏了生态平衡，浪费了资源和能源，而且严重地危害人类自身的健康与生存，同时也阻碍工农业生产的进一步发展。为了减轻、消除各种污染物特别是水污染物排放所造成的不良影响，需要培养一大批专门从事水污染治理设施设计、施工、运行、维护和管理基层环保技术人员。国内许多开设环境类专业的各高职高专院校也都在积极探索培养在生产现场从事环保设备操作、管理、维护及技术改造等工作的应用性技术人才，因而有必要编写一本能够涵盖水污染控制技术基本原理和水处理设备运行与维护方面的专业课教材。

本书结合水环境污染治理工程的特点，比较全面、系统地介绍了水污染控制技术的基本知识，常用水处理构筑物及常用设备的结构组成、设计计算及应用维护等知识。本书共分十章，在前五章中对于各种废水处理的技术、设备和材料进行了详细的介绍，从第六章至第十章，详细地列举了各种治理设备和设施的设计参数和水处理设备、设施运行、维护管理的知识。为便于学生学习，在相关章节中，安排了实验、例题、思考题和习题。

全书由长沙环境保护职业技术学院郭正教授、徐州建筑职业技术学院张宝军博士担任主编，西安航空技术高等专科学校刘满平副教授担任副主编。分工如下：刘满平编写第一、三章，曾峥编写第二章，张宝军编写第四、五章，郭有才编写第六、七章，郭正编写第八、九、十章。

本书由长沙环境保护职业技术学院刘颖辉高级工程师和陈湘筑副教授担任主审，参加本书审定工作的还有汤杨老师、景凤湘老师，在此向他们表示诚挚的谢意！

本书在编写过程中，编者参考并引用了大量文献资料，在此向所有被引用资料的作者致以诚挚的敬意！

因编写人员知识水平、实践经验所限，书中难免存在不完善之处，热忱欢迎专家、读者予以批评指正。

编者
2007年6月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010) 58581118

目 录

第一章 概论	1	第五节 废水预处理实例分析	45
第一节 水的循环与水污染	1	一、工程概况	45
一、水的循环	1	二、设计水量及水质	45
二、水污染	3	三、处理工艺流程	45
三、水中污染物质及危害	3	四、预处理工艺说明	47
第二节 水质指标与水环境质量标准	5	五、主要预处理构筑物	47
一、废水水质指标	5	六、预处理系统运行效果	47
二、水环境质量标准	7	七、建议	48
第三节 水体自净作用与水环境容量	11	思考题与习题	48
一、水体自净作用	11	实验一 自由沉淀实验	48
二、影响水体自净能力的因素	11	一、实验目的	48
三、水环境容量	12	二、实验原理	49
四、影响水环境容量的因素	12	三、实验仪器及用具	49
第四节 水污染控制的基本原则和方法	13	四、实验步骤	50
一、水污染控制的基本原则	14	五、数据处理	51
二、废水净化的基本方法	15	六、思考题	52
思考题与习题	17	实验二 气浮实验	52
第二章 废水的物理处理	18	一、实验目的	52
第一节 格栅与筛网	18	二、实验原理	53
一、格栅	18	三、气固比实验	53
二、筛网	23	四、释气量实验	56
第二节 均衡调节	23	五、思考题	57
一、均衡调节作用	23	第三章 废水的生物处理	58
二、水量调节	24	第一节 废水生物处理概述	58
三、水质调节	24	一、废水处理中的微生物	59
四、调节池容积的计算	26	二、微生物的代谢与废水的生物 处理	59
第三节 沉淀	26	三、微生物的生长环境	61
一、沉淀的基本理论	26	四、废水的可生化性	63
二、沉沙池的构造与参数	28	第二节 活性污泥法	64
三、沉淀池的构造与参数	31	一、活性污泥法的基本概念	65
第四节 气浮	36	二、活性污泥法的运行方式	68
一、气浮原理	36	第三节 生物膜法	74
二、气浮设备类型	38	一、生物膜法的基本原理	74
三、溶气气浮系统的组成	40	二、生物滤池	76
四、气浮的优缺点	44		



三、生物转盘	79	一、化学氧化还原法	142
四、生物接触氧化法	82	二、化学沉淀法	146
五、生物流化床	83	三、化学沉淀法的运行管理	148
第四节 厌氧生物处理	85	四、氧化还原法处理含铬废水 实验操作	148
一、概述	85	第五节 消毒处理	148
二、厌氧生物处理法的基本原理	86	一、氯气消毒	149
三、影响厌氧生物处理的因素	87	二、臭氧消毒	150
四、废水的厌氧生物处理法	90	三、二氧化氯消毒	150
第五节 废水脱氮除磷	97	四、氯胺消毒	151
一、脱氮原理	98	五、紫外线消毒	151
二、生物脱氮工艺	99	第六节 膜分离技术	151
三、除磷原理	101	一、电渗析技术	153
四、除磷工艺	101	二、反渗透	155
思考题与习题	102	三、超滤	158
实验一 废水可生化性能测定	103	四、微孔过滤	159
一、实验目的	103	思考题与习题	159
二、实验原理	104	第五章 污泥处理与处置	160
三、设备及用具	106	第一节 概述	160
四、实验步骤及记录	106	一、污泥的分类	161
五、注意事项	109	二、表示污泥性质的指标	161
六、数据处理	109	三、污泥的输送	163
七、思考题	110	四、污泥的处理与处置	164
第四章 废水的化学处理及深度 处理	111	第二节 污泥浓缩	164
第一节 中和法	111	一、重力浓缩	165
一、概述	111	二、气浮浓缩	166
二、酸性废水的中和处理	112	三、离心浓缩	167
三、碱性废水的中和处理	114	第三节 污泥消化	168
第二节 混凝法	114	一、厌氧消化	168
一、胶体的特性	115	二、好氧消化	168
二、混凝原理	117	第四节 污泥脱水	169
三、混凝剂	119	一、污泥的自然脱水	169
四、混凝过程	124	二、污泥的机械脱水	171
五、混凝设备	127	第五节 污泥的最终处置	175
第三节 吸附法	132	一、农业利用	175
一、吸附原理及类型	133	二、工业利用	176
二、吸附平衡与吸附等温线	133	三、卫生填埋	176
三、吸附过程的影响因素	134	四、热处理	176
四、吸附剂及其再生	135	思考题与习题	177
五、吸附操作的方式及设计	138	第六章 典型废水处理设备设计与 运行	178
第四节 氧化还原法和化学沉淀法	142		

第一节 沉淀池	178	一、工程概述	249
一、不同类型沉淀池的比较	178	二、污水处理厂的设计	250
二、沉淀池的设计原则	179	三、运行结果	252
三、沉淀池的运行与调节管理	183	思考题与习题	256
第二节 澄清	186	第八章 废水处理常用机械设备	258
一、澄清池的工作原理	186	第一节 管道和阀门	258
二、常见澄清池的类型及特点	187	一、管道	258
第三节 过滤	190	二、阀门	261
一、过滤机理	190	三、阀门的选用原则	262
二、快滤池	191	第二节 水泵与风机	263
三、快滤池的运行管理与维护	199	一、水泵的结构及工作原理	263
第四节 气浮设备	200	二、水泵的运行管理与维护	269
一、气浮系统的类型及设计	200	三、风机的结构与工作原理	270
二、成套气浮设备	205	四、风机的运行与维护	275
三、加压溶气气浮设备的调试及运行	207	第三节 格栅除污机与刮油刮泥机	277
第五节 污泥处理设备	208	一、格栅除污机	277
一、污泥脱水设备	208	二、平流式刮油刮泥机	280
二、污泥干化设备	217	三、刮泥机和吸泥机	281
三、污泥焚烧设备	219	第四节 曝气设备的运行与管理	284
思考题与习题	220	一、鼓风曝气设备	284
第七章 废水生物处理设备设计与运行	221	二、机械曝气设备	286
第一节 曝气池与曝气设备	221	思考题与习题	288
一、曝气池	221	第九章 水处理厂常用电气与仪表	289
二、主要曝气方法及设备	224	第一节 水处理厂(站)电气设备	289
三、活性污泥系统的工艺设计	229	一、变压器	289
四、活性污泥系统的运行管理	233	二、高压电气设备	292
第二节 污泥回流设备	235	三、低压电气设备	293
一、回流污泥量的计算	235	四、电动机	294
二、回流设备的设计与选择	235	第二节 水处理厂(站)供配电系统	297
第三节 生物滤池	237	一、电力系统	297
一、普通生物滤池	237	二、自动控制系统简介	299
二、高负荷生物滤池	239	第三节 水处理控制常用仪表	302
三、塔式生物滤池	242	一、在线 COD 测定仪	302
四、生物滤池的运行管理	243	二、SS 分析仪	303
第四节 生物转盘	244	三、pH 分析仪	304
一、生物转盘构造	244	四、DO 分析仪	304
二、生物转盘的设计	245	五、流量测定	305
三、生物转盘的运行管理	248	六、液位仪表	308
第五节 废水生物处理运行实例分析	249	七、有害气体检测仪	309
		思考题与习题	309



第十章 污水处理厂（站）的调试与

运行管理 310

第一节 污水处理厂（站）的调试

运行 310

一、调试目的 310

二、城市污水处理工程试运行 311

三、调试过程中的监测项目 与记录 317

第二节 污水处理厂（站）的运行 管理 318

一、生产管理 318

二、设备管理 321

三、污水水样的水质检测 324

四、污水处理厂（站）日常运行 管理 326

第三节 设备保养与安全生产 327

一、设备的日常维护与保养 327

二、安全生产事故的预防 328

参考文献 331

第一章

概 论



知识目标

- 了解水的循环过程;
- 了解水污染现状;
- 了解水体自净作用和水环境容量;
- 了解水污染净化的基本原则和方法。



能力目标

- 掌握废水水质指标及污水排放标准。

水是生命之源，是自然界存在最普遍的物质之一。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，水是人类赖以生存和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，水污染净化的基本原则和方法。

第一节 水的循环与水污染

一、水的循环

(一) 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。

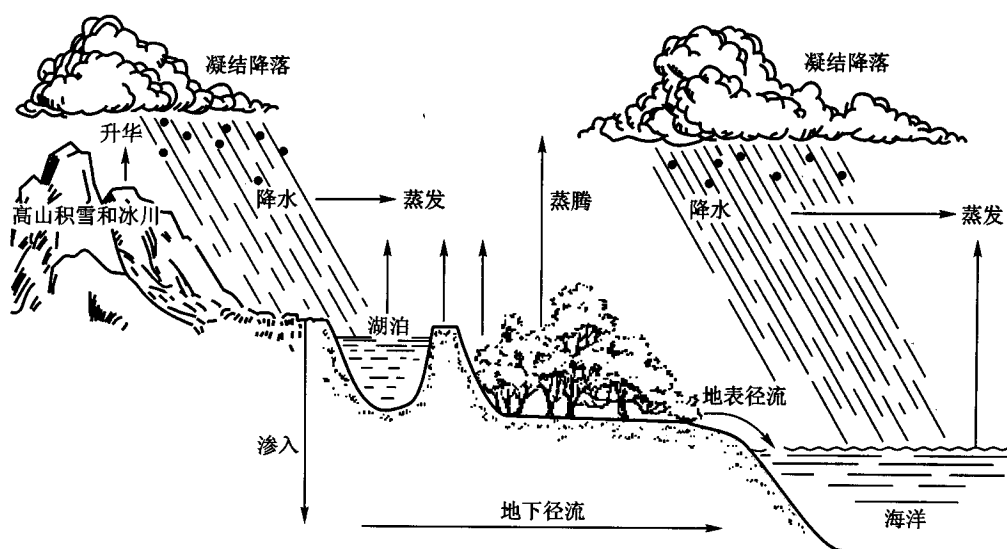


图 1-1 水的自然循环

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，水具有液态、固态和气态三种形态，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引力，前者是循环的热能源泉，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。

（二）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。

（三）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。水循环把地表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,水循环都起到了重要的作用。

(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。

二、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,由非污染环境混入的物质称为自然杂质或本底杂质。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、固体废物中污染物的污染,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。本书重点介绍控制废水水质的原理和方法,以及设备的运行操作和管理。

三、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。

(一) 有机污染物

影响水质的污染物质主要为有机污染物,主要包括以下几类。

1. 耗氧有机污染物质

耗氧有机物包括糖类、蛋白质、油脂、氨基酸、脂肪酸、酯类等有机物质。耗氧有机物没有毒性,但水体耗氧有机物愈多,耗氧也愈多,水质就愈差,水体污染就愈严重。

由于耗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。

(二) 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，富集倍数很高（如表 1-1 所示），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。

(三) 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 $2 \sim 288$ 天），繁殖速率快，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 $50 \times 10^4 \sim 700 \times 10^4$ 个。



第二节 水质指标与水环境质量标准

水体和废水的物理、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、利用和制定废水治理方案的依据，也是废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。

一、废水水质指标

(一) 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废水呈现各种颜色。将有色废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，此时废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。天然水是无臭无味的。当水体受到污染后一般会产生异样的气味。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

水中所有固体残渣的总和称为总固体（TS），总固体包括溶解性固体物质（DS）和悬浮性固体物质（SS）。水样经过滤后，滤液蒸干所得的固体即为溶解性固体，滤渣脱水烘干后即是悬浮固体。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℃ 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）。一般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。

(二) 化学性指标

1. 有机物指标

生活污水和某些工业废水中所含的糖类、蛋白质、脂肪等有机化合物在微生物作用下最终分解为简单的无机物质（如二氧化碳和水等）。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。

废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化需氧量

(BOD)、化学需氧量 (COD)、总有机碳 (TOC)、总需氧量 (TOD) 等指标来反映水中耗氧有机物的含量。

(1) 生化需氧量 (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, 单位为 mg/L 。它反映了在有氧的条件下, 水中可生物降解的有机物的量。生化需氧量越高, 表示水中耗氧有机污染物越多。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。废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 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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相比, 可以相差较大或比较接近, 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。一般来说, 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, 当有机物被氧化完全时, 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率, 有时甚至使其停止生长。

2. 无机物指标

(1) 植物营养元素: 废水中的 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: 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, 消灭水体中生物或抑制其生长, 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, 会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: 重金属指标主要包括汞、镉、铅、铬、镍以及准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。

（三）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，而大肠杆菌菌群被视为最基本的粪便污染指示菌群。大肠杆菌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。

二、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。可以归纳为以下两大类。

（一）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）、《海水水质标准》（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。

（二）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。

排水水质标准有国家标准，也有地区性和行业性标准。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，不分行业和污水排放方式，也不分受纳水体的功能类别，一律在车间或车间处理设施排放口采样，其中污染物含量必须符合表1-2的规定。第二类污染物的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

