



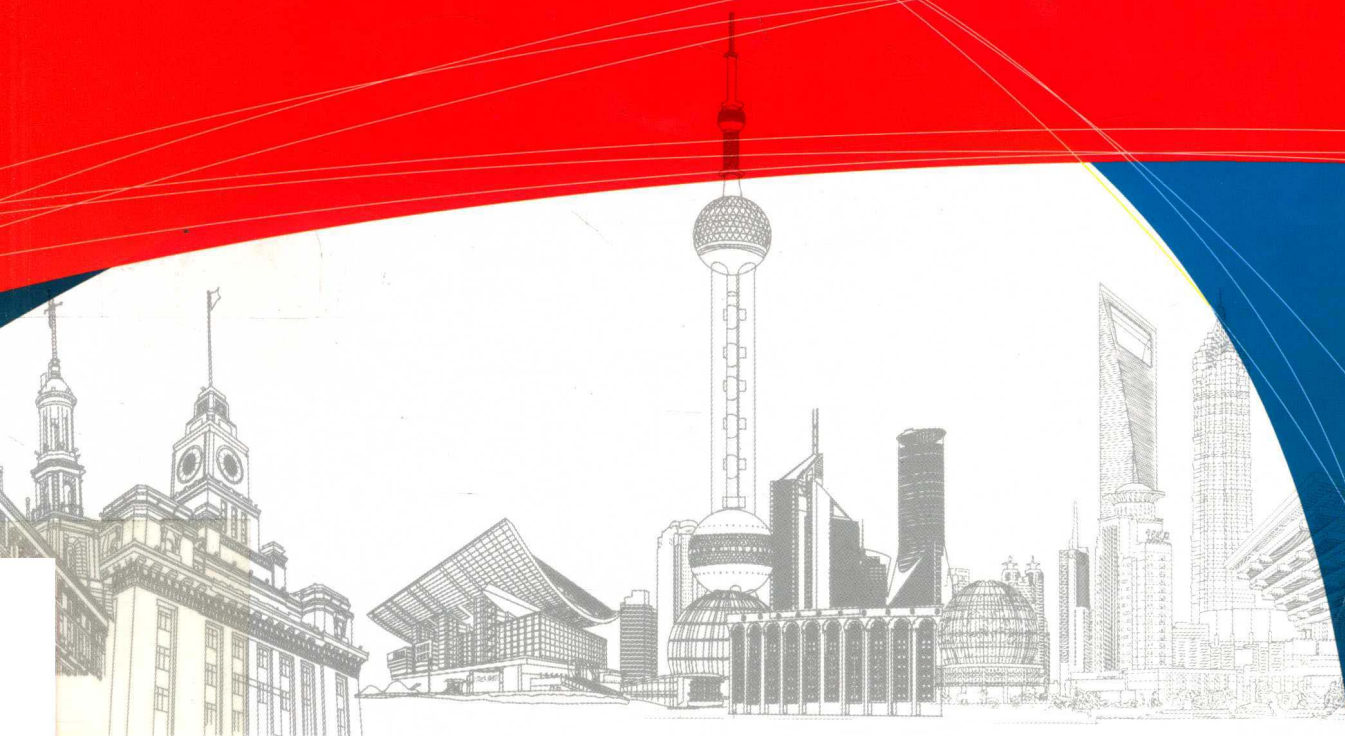
哈尔滨职业技术学院  
国家骨干高职院校建设项目成果

给排水与环境工程技术专业

# 污水处理

W U S H U I C H U L I

易津湘 主编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



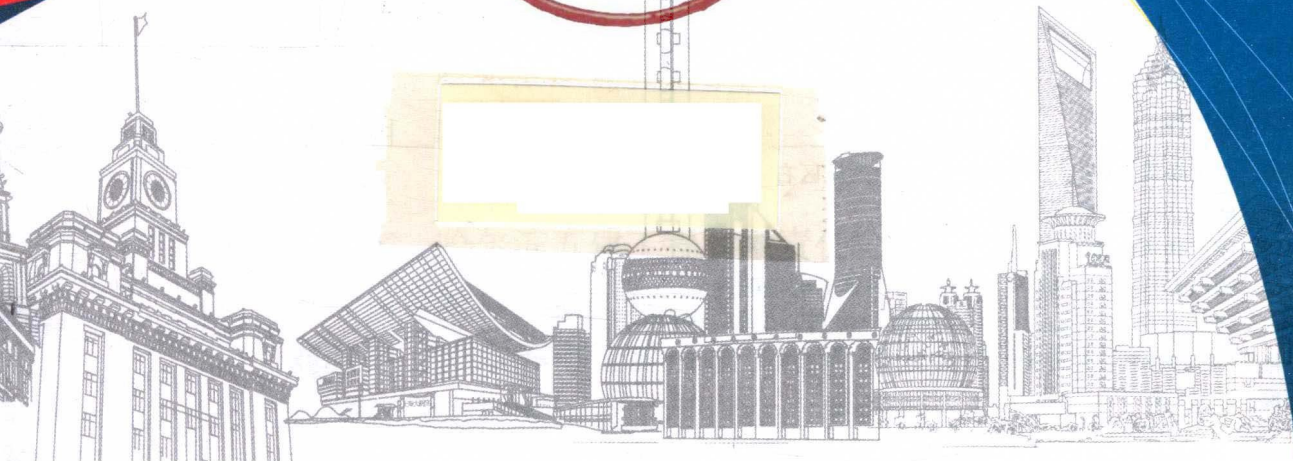
哈尔滨职业技术学院  
国家骨干高职院校建设项目成果

给排水与环境工程技术专业

# 污水处理

W U S H U I C H U L I

易津湘 主编



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



## 内 容 简 介

本书依据高职高专给排水与环境工程技术专业人才培养目标和定位要求,按照污水处理工作过程为导向构建的学习情境编写而成。本书主要内容包括污水处理厂构筑物设计和污水处理厂(站)设计与运行管理两个学习情境。其中,学习情境一包括水污染调研与分析、污水处理设计、污泥处理设计三个工作任务;学习情境二包括污水处理厂(站)设计和污水处理厂(站)运行管理两个工作任务。

本书侧重培养学生的实践能力,满足企业对学生知识、技能及素质等方面的要求,适合作为高职高专给排水与环境工程技术专业教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

污水处理/易津湘主编. —北京:中国铁道出版社, 2016. 3  
国家骨干高职院校建设项目成果. 给排水与环境工程技术专业  
ISBN 978-7-113-21443-2

I. ①污… II. ①易… III. ①污水处理—高等职业教育—教材  
IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 023822 号

书 名: 污水处理  
作 者: 易津湘 主编

策 划: 左婷婷 读者热线: (010) 63550836  
责任编辑: 邢斯思 徐盼欣  
封面设计: 刘 颖  
封面制作: 白 雪  
责任校对: 王 杰  
责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

版 次: 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

开 本: 880 mm × 1 230 mm 1/16 印张: 13.75 字数: 350 千

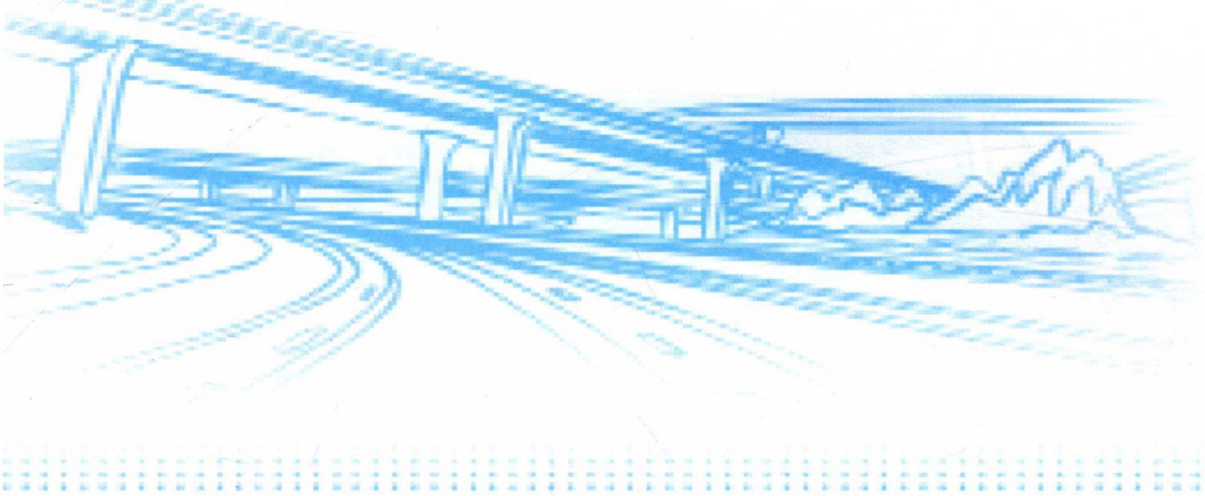
书 号: ISBN 978-7-113-21443-2

定 价: 48.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社教材图书营销部联系调换。电话: (010) 63550836

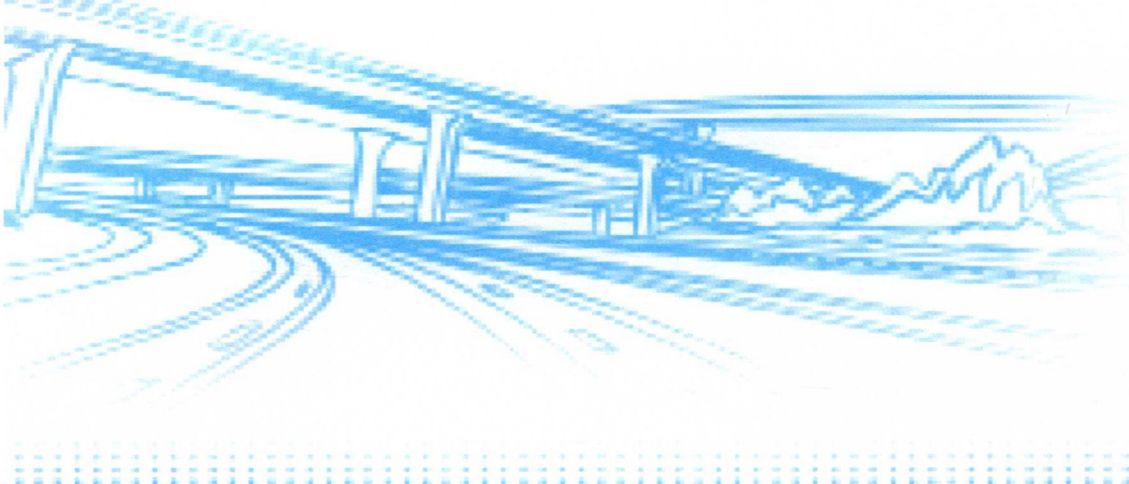
打击盗版举报电话: (010) 51873659



## 哈尔滨职业技术学院给排水与环境技术专业及 专业群教材编审委员会

- 主 任：**王长文 哈尔滨职业技术学院
- 副 主 任：**刘 敏 哈尔滨职业技术学院  
孙百鸣 哈尔滨职业技术学院  
李晓琳 哈尔滨职业技术学院  
鲁明杰 哈西新区房地产开发公司
- 委 员：**夏 曠 哈尔滨职业技术学院  
雍丽英 哈尔滨职业技术学院  
王天成 哈尔滨职业技术学院  
马利耕 哈尔滨职业技术学院  
鲁春梅 哈尔滨职业技术学院  
梁 新 哈尔滨职业技术学院  
马效民 哈尔滨职业技术学院  
卢 爽 哈尔滨职业技术学院  
易津湘 哈尔滨职业技术学院  
王艳玉 哈尔滨职业技术学院  
王文宇 哈尔滨五建工程有限责任公司  
王 喆 哈尔滨城市规划设计院  
刘欣铠 哈尔滨市建源市政工程规划设计有限责任公司  
程利双 哈尔滨建成工程建设监理公司  
王银滨 哈尔滨市市政公用工程建设监理有限公司





## 本书编写组

**主 编：**易津湘（哈尔滨职业技术学院）

**副 主 编：**林 卓（哈尔滨职业技术学院）

**参 编：**马晓民（哈尔滨职业技术学院）

赵光楠（哈尔滨职业技术学院）

**主 审：**李晓琳（哈尔滨职业技术学院）

王银滨（市政公用工程建设监理有限公司）



# 前言

## FOREWORD

“污水处理”是高职院校给排水与环境工程技术专业的核心课程。本书遵循科学的认知规律,根据职业岗位对学生知识、能力、素质的要求和高职院校学生的特点,以及学历证书和职业资格证书嵌入式的设计要求来架构课程内容体系,创设学习情境,确定工作任务。通过完成工作任务,实现对学生自学能力、创新精神和实践技能等职业能力素质的培养。

本书按照高职院校教学改革课程改革的要求,本着工学结合、任务驱动、教学做一体化教学原则,通过引入行业标准,在广泛征求企业专家意见的基础上编写而成。本书力求突出以下几点:

(1)根据就业岗位的人才需求,确定课程教学目标。强化教材的针对性和实用性。

(2)依据专业岗位群对职业能力的需要确定教材的知识、技能点和素质要点,注重高职教材的科学性和先进性。

(3)结合污水处理工程、工作任务和相关理论知识,构建基于工作过程的课程内容。本书注重与“技能考核接轨”,引入“污水运营工”等技能考核工种的内容和要求,使课堂教学与技能考试相结合,实现高职培养技术人才的目标。

本书共设两个学习情境,包括五个学习型工作任务。学习情境一是污水处理厂构筑物设计,其中包括三个工作任务;学习情境二是污水处理厂(站)设计与运行管理,其中包括两个工作任务。这五个工作任务全部采用任务单、资讯单、信息单、计划单、决策单、实施单、作业单、检查单、评价单、教学反馈单等十种工作单的形式进行编写。

本书由哈尔滨职业技术学院易津湘副教授担任主编,由哈尔滨职业技术学院林卓讲师担任副主编,建筑工程学院院长李晓琳教授及哈尔滨市市政公用工程建设监理有限公司王银滨高级工程师担任主审。具体编写分工如下:易津湘编写工作任务2、工作任务3和工作任务4,林卓编写工作任务1,赵光楠和马效民编写工作任务5,最后由易津湘统稿、定稿。本书在编写过程中,得到了哈尔滨职业技术学院院长刘敏教授、教务处处长孙百鸣教授的大力支持和悉心帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请广大读者不吝赐教,多提宝贵意见,以便我们不断改进和完善。

编者  
2015年4月





# 目 录

## CONTENTS

### ④ 学习情境一 污水处理厂构筑物设计

<b>工作任务 1 水污染调研与分析</b> .....	2
1.1 水体污染及污水的分类 .....	4
1.2 城市污水的性质与污染指标 .....	9
1.3 水体污染与自净 .....	11
1.4 污水处理技术概论 .....	13
<b>工作任务 2 污水处理设计</b> .....	22
2.1 污水的物理处理 .....	24
2.2 污水的生物处理——活性污泥法 .....	51
2.3 污水的生物处理——生物膜法 .....	89
2.4 污水的自然生物处理 .....	105
2.5 污水的深度处理与回用 .....	114
<b>工作任务 3 污泥处理设计</b> .....	125
3.1 污泥处理概述 .....	127
3.2 污泥浓缩池 .....	131
3.3 污泥消化池 .....	138

### ④ 学习情境二 污水处理厂(站)设计与运行管理

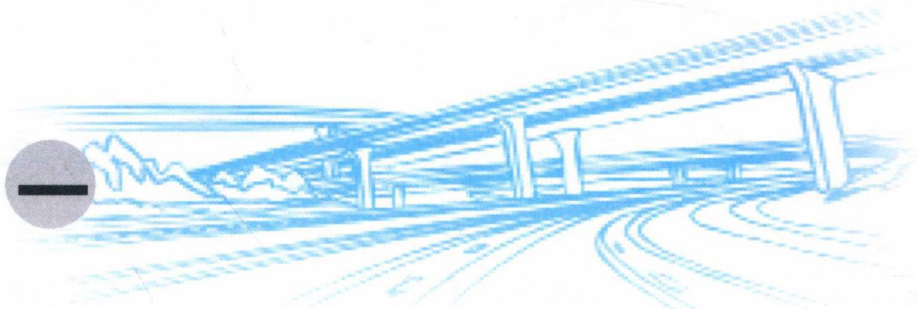
<b>工作任务 4 污水处理厂(站)设计</b> .....	156
4.1 污水厂设计内容及其原则 .....	158
4.2 污水处理厂原始资料 .....	159
4.3 城市污水的水质水量设计 .....	160
4.4 污水处理厂设计步骤 .....	161
4.5 污水处理工艺流程 .....	161
4.6 污水处理厂的构筑物及配水与计量 .....	172
<b>工作任务 5 污水处理厂(站)运行与管理</b> .....	180
5.1 污水处理厂运行管理 .....	182
5.2 污水处理系统运行管理 .....	187
5.3 活性污泥系统运行管理 .....	191

5.4 污泥处理系统运行管理 .....	196
5.5 污水厂主要运转设施的运行管理 .....	199
附 录 .....	209
附录 A 我国鼓风机产品规格 .....	209
附录 B 氧在蒸馏水中的溶解度 .....	209
附录 C 空气管道计算图 .....	210
参考文献 .....	211



# 学习情境

一



## 污水处理厂构筑物设计

### 学习指南

#### 学习目标

学生在教师的讲解和引导下,明确工作任务的目标和污水处理厂方案设计实施中的关键因素,通过学习污水处理的基本知识,熟悉污水处理排放指标,掌握污水处理的基本原理和工艺流程,明确污水处理厂设计内容和设计步骤,能够借助设计文件及资料选定污水处理厂的各构筑物的类型,通过合理选定设计参数而进行设计计算。要求学生在学习过程中锻炼职业素质,养成“严谨认真、吃苦耐劳、诚实守信”的工作作风。

#### 工作任务

- (1) 水污染调研与分析。
- (2) 污水处理设计。
- (3) 污泥处理设计。

#### 学习情境描述

以水污染调研与分析、污水处理设计和污泥处理设计等三个真实的工作任务为载体,使学生通过设计掌握作为技术员、质检员、监理员等应具备的污水处理基本知识,掌握污水处理的设计方法,从而胜任这些工作岗位。学习的内容与组织是根据设计要求,选择污水处理的工艺流程;查找资料、网络搜索、观看视频;确定各构筑物的类型;通过设计手册查找设计资料和有关的设计参数;

进行各构筑物设计计算;绘制污水处理和污泥处理的平面图和高程图。

## 工作任务1 水污染调研与分析

### 任 务 单

课 程	污 水 处 理					
学习情境一	污水处理厂构筑物设计	学 时	48			
工作任务1	水污染调研与分析	学 时	6			
布 置 任 务						
任务目标	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 掌握常用的污水处理方法；</li> <li>2. 城市水污染的现状；</li> <li>3. 收集和整理水污染及污水处理相关资料；</li> <li>4. 学会查找有关污水处理的标准；</li> <li>5. 会编制污水处理现状分析调查报告。</li> </ol>					
任务描述	<p>编制污水处理现状分析调查报告工作如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 阐述污水的性质、污染指标、水处理指标及污水处理方法；</li> <li>2. 查找资料、网络搜索、观看视频和录像；</li> <li>3. 收集和整理资料；</li> <li>4. 完成污水处理现状分析调查报告。</li> </ol>					
学时安排	布置任务与资讯	计划	决策	实施	检查	评价
	1 学时	0.5 学时	0.5 学时	3 学时	0.5 学时	0.5 学时
提供资料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《污水处理》校本教材；</li> <li>2. 《排水工程》，张自杰，中国建筑工业出版社；</li> <li>3. 《水污染控制工程》，高廷耀，高等教育出版社；</li> <li>4. 《污水处理》课程课件；</li> <li>5. 水污染及污水处理视频；</li> <li>6. 水污染及污水处理图片。</li> </ol>					
对学生的要求	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 小组讨论污水的性质、污染指标及污染的危害；</li> <li>2. 小组学习污水处理标准及污水处理方法；</li> <li>3. 查找资料、网络搜索、观看视频和录像，完成资讯；</li> <li>4. 独立完成污水处理现状分析调查报告；</li> <li>5. 实施结束后进行小组互评，教师评价；</li> <li>6. 具有一定的自学能力、协调能力和语言表达能力；</li> <li>7. 具有团队合作精神，以小组的形式完成工作任务；</li> <li>8. 严格遵守课堂纪律和工作纪律，不迟到、不早退，不旷课；</li> <li>9. 积极参与小组工作任务讨论，严禁抄袭。</li> </ol>					



# 资 讯 单

课 程	污水处理		
学习情境一	污水处理厂构筑物设计	学 时	48
工作任务 1	水污染调研与分析	学 时	6
资讯方式	在图书馆、专业杂志、教材、互联网及信息单上查询问题；咨询任课教师	学 时	1
资讯问题	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 污水的来源及分类如何？</li> <li>2. 污水的特点及特征如何？</li> <li>3. 污水的性质如何？</li> <li>4. 污水的污染指标及主要特征如何？</li> <li>5. 城市水如何被污染？</li> <li>6. 城市水污染的程度如何？</li> <li>7. 城市污染的水有什么危害？</li> <li>8. 水污染如何控制？</li> <li>9. 污染的水如何处理？</li> <li>10. 污水处理的方法有哪些？</li> <li>11. 污水的排放标准如何划分？主要依据是什么？</li> </ol>		
资讯引导	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 信息单；</li> <li>2. 《排水工程》，张自杰，中国建筑工业出版社；</li> <li>3. 《水污染控制工程》，高廷耀，高等教育出版社；</li> <li>4. 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)。</li> </ol>		

## 1.1 水体污染及污水的分类

水体污染是排入水体的污染物质总量超过了水体本身的自净能力,主要是由于人类生活、生产造成的。其主要污染源为工矿企业生产过程产生的废水,城镇居民生活区的生活污水与农业生产过程中产生有机农药污水也对水体产生污染。生活污水是指人类在日常生活中使用过的,并被生活废弃物所污染的水;工业废水是在工矿企业生产过程中使用过的并被生产原料等废料所污染的水。当工业废水污染较轻时,即在生产过程中没有直接参与生产工艺,没有被生产原料严重污染,如只是水温有所上升,这种污水通常称为生产废水,相反,污染严重的水称为生产污水。初期的降水由于冲刷了地表的各种污染物,污染也很大,应做净化处理。生活污水和工业废水的混合污水,称为城市污水。

污水经净化处理后最后的出路为排放水体、灌溉农田和重复利用。排放水体是污水的自然归宿。当污水排入水体后,水体本身具有一定的稀释与净化能力,污染物浓度能得以降低,但也是造成水体污染的重要原因。灌溉农田可以节约水资源,但必须符合灌溉的有关规定,如果用污染超标水灌溉,一则不利于农作物生长,二则污染了地下水或地表水。因此,农业灌溉用水也是水体受到污染的原因之一。

### 1.1.1 天然水体的类型及杂质的特征

#### 1. 天然水体的类型

天然水体按水源的种类可分为地表水和地下水两种,地表水是指经地表径流的江河水及湖泊、水库及海洋水;地下水根据其埋藏条件可为上层滞水、潜水、承压水。

#### 2. 天然水中的杂质及其特征

天然地表水体的水质和水量受人类活动影响较大,几乎各种污染物质都可以通过不同途径流入地表水,且向下游汇集。

水是一种很好的溶剂,它不但可以溶解全部的可溶物质,而且一些不溶的悬浮物、胶体和一些生物等均可以存在于水体中,因此,自然界中的各种水源都含有不同成分的杂质。按杂质颗粒的尺寸大小可分为悬浮物、胶体和溶解物质三类。以悬浮物形式存在的主要有石灰、石英、石膏及黏土和某些植物;呈胶体状态的有黏土、硅和铁的化合物,以及微生物生命活动的产物,即腐殖质和蛋白质;溶解物质包括碱金属、碱土金属及一些重金属的盐类,还含有一些溶解气体,如氧气、氮气和二氧化碳等。除此之外,还含有大量的有机物质。

### 1.1.2 水体污染源与污染物

#### 1. 水体污染源与污染类型

##### (1) 水体污染源

造成水体污染的因素很多,具体归纳为以下几个方面。

①工业污染源。造成地面水和地下水污染的主要来源是工业污染。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、有毒化学品、酸碱、有机物、油类、悬浮物、放射性物质等。不同工业、不同产品、不同工艺过程及不同原材料等排出的废水水质、水量差异很大。因此,工业废水具有面广、量大、成分复杂、毒性大、不易净化、难处理的特点。这些工业污染物如不加妥善处理就大量排入水体,必然对水体造成严重的污染。对人体造成的危害也是十分巨大的。

②生活污染源。人们在生活过程中排出大量的污水,如厨房污水、粪便污水、洗涤污水等。生活污水中含有大量的有机物(占70%)、病原菌、寄生虫卵等,排入水体或渗入地下将造成严重污染。



③其他污染源。雨、雪水淋洗大气中的有毒污染物、冲刷地面污染物后进入水体;农田施用的农药、化肥以及牲畜粪便等农村污水流失到水体中均造成水体的严重污染。此类污水具有面广、分散、难于收集和难于治理的特点。

### (2) 污染类型

目前人们关注的水污染类型主要有以下几种(见图 1.1 和图 1.2)。



图 1.1 水污染



图 1.2 水污染类型

①病原体污染。生活污水、畜禽饲养场污水及制革、洗毛、屠宰业和医院等排出的废水,常含有各种病原体,传播疾病。

②耗氧物质污染。生活污水、食品加工厂和造纸等工业废水中,含有碳水化合物、蛋白质、油脂、木质素等有机物质,可以通过微生物的生物化学作用而分解,在其分解过程中需要消耗氧气,因而被称为耗氧污染物。如果分解在厌氧条件下进行则使水变黑,产生恶臭物质硫化氢等。

③植物营养物质污染。生活污水和某些工业废水、农业退水及含洗涤剂的污水等,它们经常含有一定量的氮、磷等植物营养物质,水体中含有大量的营养物质,将会引起水体富营养化。

④石油污染。海上石油运输和船舶事故、石油化学工业、海底石油开采、大气中石油烃等的沉降都会使水体(主要是海洋)遭受石油的污染。石油一经排入水体,便浮在水体表面,形成光滑的油膜。油膜覆盖水体表面,阻止氧气进入水体,从而降低水体自净能力。

⑤热污染。工矿企业(电厂等)向水体排放高温废水,使水体温度升高,从而影响了水生生物的生存和水资源的利用。氧气在水中的溶解度随水温的升高而减小。而且,水温升高加速耗氧反应,最终导致水体



缺氧或水质恶化。

⑥放射性污染。核动力工厂的冷却水、放射性废物的渗漏等都可能造成地下水或地面水的放射性污染。它们浓度很低,但可在生物体内积累,严重时可引起遗传变异或癌症。

⑦有毒化学物质污染。主要是重金属和难分解的有机物质的污染。如矿山废水及冶炼排放的废水中含汞、镉、铬、镍、钴、钡等重金属及人工合成的高分子有机化合物,它们不易消除,可在人体内富集或有致癌等多种危害。

⑧酸、碱、盐污染。生活污水、工矿废水、废气、废渣及海水倒灌都可以产生酸、碱、盐污染,造成酸雨、土壤酸化、水矿化度增高等多种危害。

## 2. 水体中主要污染物的性质及危害

如前所述,污染水体的物质极其复杂,来源甚广,而且各类污染物质之间又相互牵连、相互影响,它们对水质的影响是多方面的(见图 1.3 和图 1.4)。现介绍几种主要污染物及其影响。



图 1.3 水体污染 1

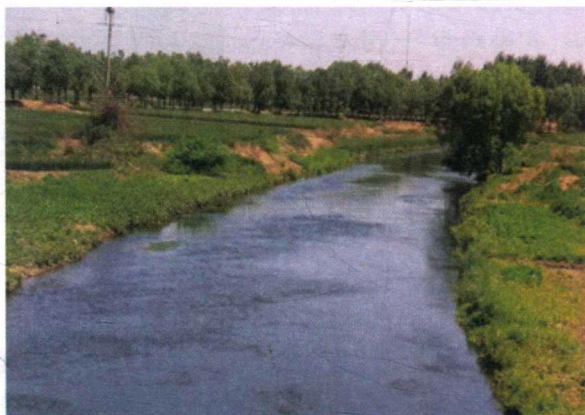


图 1.4 水体污染 2

### (1) 固体物质

固体物质包括悬浮固体和溶解固体。

水体受悬浮固体污染后,浊度增加,大大地降低光的穿透能力,妨碍了水的自净作用。其危害主要表现在以下几个方面:

- ①悬浮固体可能堵塞鱼鳃,导致鱼类窒息死亡。
- ②水体中微生物对有机悬浮固体的代谢作用,会消耗水体中的溶解氧。
- ③悬浮固体中的可沉固体沉积于河底,造成底泥积累与腐化,使水体水质恶化。
- ④水中的悬浮固体是一些其他污染物的载体,随水漂流迁移。

水体受溶解固体污染后,使溶解性无机盐浓度增加,如作为给水水源,水味涩口,甚至引起腹泻,危害人体健康,故饮用水的溶解固体含量应不高于 500 mg/L。工业锅炉用水要求更加严格。农田灌溉用水,要求不宜超过 1 000 mg/L,否则会引起土壤板结。

### (2) 耗氧污染物

①耗氧污染物的概念。水环境中有机污染物的种类繁多,按其对环境质量的影响和污染危害,可粗略分为两大类:一类为耗氧有机物;另一类为有毒有机物。耗氧有机物指动、植物残体和生活污水及某些工业废水中所含的碳水化合物、蛋白质、脂肪和木质素等易被微生物分解的有机化合物,它们在微生物的作用下最终分解为简单的无机物质、二氧化碳和水等。其分解过程中要消耗水中的溶解氧,使水质恶化,故又称之为耗氧有机物(污染物)。有毒有机污染物指酚、多环芳烃和各种人工合成的具有累积性生物毒性的有机化合物,如多氯联苯、农药等,石油污染物亦可属此类。

②耗氧污染物分解与溶解氧平衡。有机物是水体的重要污染物质。溶解氧(DO)含量是使水体中生态系统保持自然平衡的主要因素之一。溶解氧完全消失或其含量低于某一限值时,就会影响这一生态系统的平衡,甚至能使其遭到完全破坏。水体中溶解氧含量是分析水体环境容量的主要指标。



③耗氧污染物对鱼类的危害。耗氧污染物对水体的危害主要在于对渔业水产资源的破坏方面。水中含有充足的溶解氧是保证鱼类生长、繁殖的必要条件之一,只有极少数的鱼类,如鱤鱼、泥鳅等,在必要时可利用空气中的氧,绝大部分鱼类只能用鳃以水中溶解氧呼吸,维持生命活动。一旦水中溶解氧下降,各种鱼类就要产生不同的反应。当溶解氧不能满足这些鱼类的要求时,它们将力图游离这个缺氧地区,而当溶解氧降至 $1\text{ mg/L}$ 时,大部分的鱼类就要窒息而死。

在被耗氧有机物严重污染的水体中,有经济价值的渔产资源遭到破坏,而另一方面,许多适应污水环境的某些生物却得到繁殖。

### (3)植物营养物质

氮和磷是重要的植物营养物质,随污水进入水体后,会发生一系列的转化过程。

含氮化合物在水体中的转化分两步进行,这两步转化反应都是在微生物作用下进行的。第一步是有机氮转化为无机氮中的氨氮,也称为氨化过程;第二步是氨化过程产生的 $\text{NH}_3$ 转化成亚硝酸盐和硝酸盐,也称为硝化过程。

含磷化合物在水体中的转化水体中,所有的无机磷几乎都是以磷酸盐形式存在的,包括以下几种。

正磷酸盐: $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;

聚合磷酸盐: $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ 、 $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$ 。

而有机磷则多以葡萄糖-6-磷酸、2-磷酸-甘油酸等形式存在。

水体中的可溶性磷很容易与 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 等离子生成难溶性沉淀物而沉积于水体底泥中。沉积物中的磷,通过湍流扩散作用再度释放到上层水体中去。或者当沉积物中的可溶性磷大大超过水中的磷的浓度时,则可能再次释放到水层中去。

富营养化这一术语是指营养物质富集的过程及其所引起的后果。富营养化是世界上普遍发生的一种水污染现象(见图1.5和图1.6)。富营养化作为一个自然过程,它是湖泊分类与演化方面的一个概念。富营养化就是水体衰老的一种表现。在自然界物质的正常循环过程中,即湖泊演化过程中,逐渐积累起来的淤泥、有机质使得湖泊演变成沼泽地,然后由沼泽地变为平地。所有湖泊都要经过一个衰老退化过程。



图 1.5 水体富营养化 1



图 1.6 水体富营养化 2

水体的富营养化现象,不仅发生在湖泊水库中,也发生在河口、海湾等缓流水体中,在水流急速的河流中发生较少。

人类活动的影响大大加速了水体(缓流水体)富营养化过程。这种情况下的富营养化亦称为人为富营养化。这是由于生活污水、工业废水尤其是农业径流所携带的植物所需要的氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体,导致藻类及其他浮游生物急剧和过量地生长,藻类死亡后其分解作用大大降低了水体中溶解氧的含量而形成厌氧条件,使水质恶化,鱼类及其他生物大量死亡。而且,水中藻类的优势种属也往往由硅藻、绿藻转为蓝藻,这种藻类不适宜作饵料,其分解产物往往具有毒性,并给水体带来不良气味。



人为富营养化过程严重地降低了水质,使其很难达到娱乐用水、城市用水及工农业用水的标准,使水体的可用率大大下降。

#### (4) 氰化物

水体中的氰化物主要来源于工业企业排放的含氰废水,如电镀废水、煤气洗涤废水、化工厂的含氰废水及选矿废水等。在常见的电镀液配方中,镀锌液中含 NaCN 80 ~ 120 g/L,镀铜液含 NaCN 12 ~ 18 g/L,镀银液含 NaCN 40 ~ 60 g/L。当电镀后漂洗镀件时,含氰物随漂洗水排出。焦炉和高炉的煤气洗涤废水中碳与氨或甲烷与氨化合生成氰化物。在生产氰化物的废水中及用氰化物抑制剂的选矿废水中都含有高浓度的氰。

#### (5) 氯化物

人们使用的有机物有上千种,其中污染广泛的是多氯联苯和有机氯。

多氯联苯是一氯联苯、二氯联苯、三氯联苯等的通称。多氯联苯微溶于水,大部分以浑浊状态存在或吸附于微粒物质上,它具有脂溶性,能大量溶解于水面的油膜中。它的相对密度大于 1,故除少量溶解于油膜中外,大部分会逐渐沉积水底。由于多氯联苯化学性质稳定,不易氧化、水解,并难于生化分解,所以多氯联苯可长期存在于水中。

多氯联苯的毒性与它的成分有关,含氯原子越多的组分,越易在人体脂肪组织和器官中蓄积。其毒性表现为:影响皮肤、神经、肝脏、破坏钙的代谢,导致骨骼、牙齿的损害,并有恶性、慢性致癌和遗传变异的可能性。

有机氯农药是疏水性亲油物质,能够为胶体颗粒和油粒所吸附并随其在水中扩散。水生生物对有机氯农药有很强的富集能力,通过食物链,有机氯农药进入人体,累积在脂肪含量高的组织中,达到一定浓度后,即显示出对人体的毒害作用。

有机氯农药的污染是世界性的,从水体中的浮游生物到鱼类,从家禽、家畜到野生动物体内,几乎都可以测出有机氯农药。

#### (6) 病原微生物污染及危害

污水会带给水体大量有机物,造成细菌存活的环境,同时带入大量病原菌、寄生虫卵和病毒等。病原菌污染的特点是数量多、分布广、存活时间长、繁殖速度快、随水流传播疾病。由于卫生保健事业的发展,传染病虽已得到有效控制,但对人类的潜在威胁仍然存在,必须高度重视病原菌的污染,特别是在传染病流行的时期。

污水的危害如图 1.7 至图 1.11 所示。

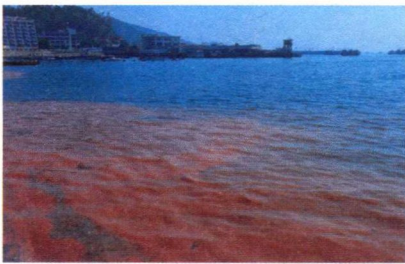


图 1.7 危害人体健康



图 1.8 影响工农业生产

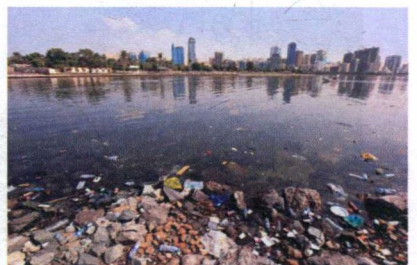


图 1.9 影响景观环境



图 1.10 影响渔业资源



图 1.11 破坏生态平衡



## 1.2 城市污水的性质与污染指标

污水中的污染物质复杂多样,根据对环境造成的危害及污染物质的不同,其性质和特征主要表现在物理性质、化学性质和生物性质等方面,下面分别介绍。

### 1. 污水的物理性质及其指标

表征水的物理性质的指标有嗅和味、色度、浑浊度、水温和固体含量等。

#### (1) 嗅和味

嗅和味是一项感官性状指标。天然水是无色无味的。水体受到污染后产生气味,影响了水环境。嗅和味主要来源于水体自净过程的水生动植物及微生物的繁殖和衰亡及工业废水中的各种杂质。生活污水的嗅和味主要由有机物腐败产生的气体造成,主要来源于还原性硫和氮的化合物,工业废水的嗅和味主要由挥发性化合物造成。目前,测定水的嗅与味只能靠人体的感官进行。

#### (2) 色度

色度是表现在水体呈现的不同颜色。纯净水无色透明,天然水中含有黄腐酸呈黄褐色,含有藻类的水呈绿色或褐色,生活污水的颜色一般呈灰色。较清洁的地表水色度一般为 15~25 度,湖泊水可达 60 度以上。饮用水色度不超过 15 度。工业废水的色度由于工矿企业的不同而差异很大,如印染、造纸等生产污水色度很高,使人感官不悦。

#### (3) 浑浊度

浑浊度表示水中含有悬浮及胶体状态的杂质物质。浑浊度主要来自于生活污水与工业废水的排放。

#### (4) 水温

污水的水温对污水的物理性质、化学性质、生物性质气体的溶解度、微生物的活动及 pH 值、硫酸盐的饱和度等有直接影响。许多工业排出的废水温度较高;生活污水的年平均温度相差不大,一般在 10~20℃ 之间。水温升高影响水生生物的生存,水中的溶解氧随水温的升高而减小;另一方面,水温升高加速了污水中好氧微生物的耗氧速度,导致水体处于缺氧和无氧状态,使水质恶化。城市污水的水温与城市排水管网的体制及生产污水所占的比例有关。一般来讲,污水生物处理的温度范围在 5~40℃。

#### (5) 固体含量

一般天然水源的地下水水质的悬浮物较少,但由于水流经岩层时溶解了各种可溶的矿物质,所以其含盐量高于地表水(海水及咸水湖除外),故其硬度高于地表水,我国地下水总硬度平均为 60~300 mg/L,有的地区可高达 700 mg/L。地表水主要以江河水为主,其水中的悬浮物和胶体杂质较多,浊度高于地下水,但其含盐量和硬度较低。水中所有残渣的总和为总固体(TS),总固体量主要是有机物、无机物及生物体三种组成。亦可按其存在形态分为悬浮物、胶体和溶解物。显然,总固体包括溶解物质(DS)和悬浮固体物质(SS)。悬浮固体是由有机物和无机物组成,根据其挥发性能,悬浮固体又可分为挥发性悬浮固体(VSS)和非挥发性悬浮固体(NVSS)。挥发性悬浮固体主要是污水中的有机质,而非挥发性固体为无机质。生活污水中挥发性悬浮固体约占 70%。溶解固体的浓度与成分对污水处理效果有直接影响,悬浮固体含量较高能使管道系统产生淤积和堵塞现象,也可使污水泵站的设备损坏。如果不处理直接排入接纳水体,能造成水生动物窒息,破坏生态。

### 2. 污水的化学性质及其指标

#### (1) 有机物指标

城市污水中含有大量的有机物,其主要是碳水化合物、蛋白质、脂肪等物质。由于有机物种类极其复杂,因此难于逐一定量。但上述有机物都有被氧化的共性,即在氧化分解中需要消耗大量的氧,所以可以用氧化过程消耗的氧量作为有机物的指标。所以在实际工作中经常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)等指标来反映污水中有机物的含量。