

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Shuichuli  
Gongcheng  
Jishu

# 水处理工程技术

(给水排水工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写  
吕宏德 主编



中国建筑工业出版社  
China Architecture & Building Press

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

# 水处理工程技术

(给水排水工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

吕宏德 主 编

张宝军 史乐君 副主编

彭永臻 主 审

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

水处理工程技术/吕宏德主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2005

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划  
推荐教材. 给水排水工程专业适用

ISBN 978-7-112-06963-7

I. 水… II. 吕… III. 水处理-市政工程-高等学校:  
技术学校-教材 IV. TU991.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 032197 号

责任编辑: 陈 桦 齐庆梅

责任设计: 崔兰萍

责任校对: 李志瑛 王雪竹

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

**水处理工程技术**

(给水排水工程专业适用)

本教材编审委员会组织编写

吕宏德 主 编

张宝军 史乐君 副主编

彭永臻 主 审

\*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京富生印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28½ 字数: 690 千字

2005 年 6 月第一版 2007 年 3 月第二次印刷

印数: 3001—5000 册 定价: 36.00 元

ISBN 978-7-112-06963-7

(12917)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

## 本教材编审委员会名单

主任：张 健

副主任：刘春泽 贺俊杰

委员：陈思仿 范柳先 孙景芝 刘 玲 蔡可键

蒋志良 贾永康 王青山 谷 峡 陶竹君

谢炜平 张 奎 吕宏德 边喜龙

## 序 言

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会（原名高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会水暖电类专业指导小组）是建设部受教育部委托，并由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究建筑设备类高职高专教育的专业发展方向、专业设置和教育教学改革，按照以能力为本位的教学指导思想，围绕职业岗位范围、知识结构、能力结构、业务规格和素质要求，组织制定并及时修订各专业培养目标、专业教育标准和专业培养方案；组织编写主干课程的教学大纲，以指导全国高职高专院校规范建筑设备类专业办学，达到专业基本标准要求；研究建筑设备类高职高专教材建设，组织教材编审工作；制定专业教育评估标准，协调配合专业教育评估工作的开展；组织开展教学研究活动，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学研结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。

在建设部人事教育司和全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，2002年以来，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会的工作取得了多项成果，编制了建筑设备类高职高专教育指导性专业目录；制定了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”等专业的教育标准、人才培养方案、主干课程教学大纲、教材编审原则，深入研究了建筑设备类专业人才培养模式。

为适应高职高专教育人才培养模式，使毕业生成为具备本专业必需的文化基础、专业理论知识和专业技能、能胜任建筑设备类专业设计、施工、监理、运行及物业设施管理的高等技术应用性人才，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会，在总结近几年高职高专教育教学改革与实践经验的基础上，通过开发新课程，整合原有课程，更新课程内容，构建了新的课程体系，并于2004年启动了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业主干课程的教材编写工作。

这套教材的编写坚持贯彻以全面素质为基础，以能力为本位，以实用为主导的指导思想。注意反映国内外最新技术和研究成果，突出高等职业教育的特点，并及时与我国最新技术标准和行业规范相结合，充分体现其先进性、创新性、适用性。它是我国近年来工程技术应用研究和教学工作实践的科学总结，本套教材的使用将会进一步推动建筑设备类专业的建设与发展。

“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业教材的编写工作得到了教育部、建设部相关部门的支持，在全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，聘请全国高职高专院校本专业享有盛誉、多年从事“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”专业教学、科研、设计的

副教授以上的专家担任主编和主审，同时吸收工程一线具有丰富实践经验的高级工程师及优秀中青年教师参加编写。可以说，该系列教材的出版凝聚了全国各高职高专院校“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业同行的心血，也是他们多年来教学工作的结晶和精诚协作的体现。

各门教材的主编和主审在教材编写过程中认真负责，工作严谨，值此教材出版之际，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会谨向他们致以崇高的敬意。此外，对大力支持这套教材出版的中国建筑工业出版社表示衷心的感谢，向在编写、审稿、出版过程中给予关心和帮助的单位 and 同仁致以诚挚的谢意。衷心希望“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”这三个专业教材的面世，能够受到各高职高专院校和从事本专业工程技术人员的欢迎，能够对高职高专教学改革以及高职高专教育的发展起到积极的推动作用。

**全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会  
建筑设备类专业指导分委员会**

2004年9月

# 前 言

《水处理工程技术》是以原高等职业教育专业指导委员会水暖电指导小组会议通过的给水排水工程专业高职院校培养方案的精神为依据编写的。学时数为 116 学时。

近年来, 水处理工程技术的理论和工艺已取得了长足的发展, 我国对水处理领域的国家标准如《生活饮用水水质规范》(2001) 及《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 进行了修订和增补, 这些标准的修订和增补, 使我国水处理及水资源行业的现行标准基本与国际接轨。这是本书重新编写的原因之一。

由于水处理领域理论和技术的迅速发展, 使得传统的给水处理与污水处理的界限越来越模糊, 难以区分哪些技术为给水处理或者污水处理所专有, 如污水的生物处理技术已应用在饮用水微污染的预处理工艺中, 某些给水处理技术则应用在污水的三级处理或深度处理与污水回用工艺流程中。二者涉及的单元处理技术已经融合为一体。因此, 本教材以统一的水处理基本工艺理论与基本原理为原则, 并将之落实在各种水的处理系统中。

本书在编写过程中, 对基本概念和作用机理力求简单阐述, 减少了过多的理论推导, 着重介绍国内外水处理领域的新技术、新工艺, 从阐述原理与工艺的角度来介绍各种处理构筑物与设备装置, 了解其设计参数及运行参数, 虽然对单元反应器的设计作了介绍, 但着重对运行管理知识加以阐述。

基于职业教育的特征, 加强了实践环节, 体现了职业教育的特点。本教材试图使学生对水处理理论与工艺有初步的了解, 注重对各种水处理技术原理进行广泛的介绍, 对其中常见单元环节与工艺进行重点阐述, 在内容深度上则注意与本科生教育的衔接与分工。

本教材理论部分基本能满足给水排水工程及环境工程专业高等专科学校的教学要求, 因此, 也适用于同行业高等专科学校学生使用, 同时也可作为高职院校环境工程专业教材。

本书编写分工为: 广州大学市政技术学院吕宏德编写(绪论、第一章、第二章、第十一章、第十二章), 王涌编写(第十三章、附录); 徐州建筑职业技术学院张宝军编写(第三章、第四章、第五章、第七章); 深圳职业技术学院李绍锋编写(第八章、第九章、第十章); 平顶山工学院史乐君编写(第十五章、第十六章、第十八章), 李宝宏编写(第六章、第十七章); 全书由吕宏德主编。

本书由北京工业大学彭永臻教授主审。

编写过程中, 得到了北京工业大学环境与能源工程学院张树军博士、广州大学土木工程学院张朝升教授、广州大学市政技术学院周美新高级工程师、黑龙江建筑职业技术学院谷峡教授、边喜龙副教授的大力支持, 在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 时间仓促, 尽管力求完美, 但书中错误和不当之处在所难免, 敬请广大师生、同行及前辈学者批评指正。

编 者

# 目 录

绪论 水资源与水环境 .....	1
<b>第一篇 水质与水处理基本概论</b> .....	<b>5</b>
<b>第一章 水质与水质标准</b> .....	<b>5</b>
第一节 水中杂质的种类与性质 .....	5
第二节 河流水体的自净规律 .....	9
第三节 给水水质标准 .....	14
第四节 污水排放标准 .....	16
思考题与习题 .....	17
<b>第二章 水处理方法概论</b> .....	<b>18</b>
第一节 给水处理工艺流程 .....	18
第二节 污水处理工艺流程 .....	19
思考题与习题 .....	21
<b>第二篇 物理、物理化学、化学处理工艺原理</b> .....	<b>22</b>
<b>第三章 水质的预处理</b> .....	<b>22</b>
第一节 格栅 .....	22
第二节 均和调节 .....	27
思考题与习题 .....	30
<b>第四章 凝聚和絮凝</b> .....	<b>31</b>
第一节 胶体稳定性 .....	31
第二节 混凝机理 .....	34
第三节 混凝剂 .....	38
第四节 混凝过程 .....	46
第五节 混凝设施 .....	51
思考题与习题 .....	57
<b>第五章 沉淀</b> .....	<b>58</b>
第一节 悬浮颗粒在静水中的沉淀 .....	58
第二节 理想沉淀池的沉淀原理 .....	63
第三节 沉淀池 .....	66
第四节 沉砂池 .....	78
第五节 澄清池 .....	82
思考题与习题 .....	85
<b>第六章 过滤</b> .....	<b>86</b>
第一节 过滤原理 .....	86
第二节 快滤池的构造和工作过程 .....	90
第三节 滤料 .....	92



第四节	配水系统和承托层 .....	94
第五节	滤池的冲洗 .....	98
第六节	普通快滤池的设计 .....	103
第七节	其他形式滤池 .....	106
	思考题与习题 .....	117
<b>第七章</b>	<b>吸附 .....</b>	<b>119</b>
第一节	吸附原理 .....	119
第二节	吸附剂 .....	122
第三节	吸附工艺和设备 .....	125
第四节	活性炭的再生 .....	128
	思考题与习题 .....	130
<b>第八章</b>	<b>氧化还原与水的消毒 .....</b>	<b>131</b>
第一节	氧化还原工艺 .....	131
第二节	氯化与消毒 .....	137
第三节	其他消毒法 .....	141
	思考题与习题 .....	144
<b>第九章</b>	<b>水的循环冷却 .....</b>	<b>145</b>
第一节	水的冷却原理 .....	145
第二节	冷却构筑物类型、工艺构造及特点 .....	148
第三节	循环冷却水基础 .....	156
第四节	冷却水系统的综合处理 .....	162
	思考题与习题 .....	166
<b>第十章</b>	<b>几种特殊处理方法 .....</b>	<b>167</b>
第一节	化学沉淀 .....	167
第二节	中和 .....	168
第三节	吹脱 .....	169
第四节	电解 .....	171
第五节	膜法 .....	172
第六节	气浮 .....	180
	思考题与习题 .....	186
<b>第三篇</b>	<b>生物处理理论与应用 .....</b>	<b>187</b>
<b>第十一章</b>	<b>污水的生物处理法（一）——活性污泥法 .....</b>	<b>187</b>
第一节	概述 .....	187
第二节	活性污泥法基本概念和工艺流程 .....	188
第三节	活性污泥对有机物的净化过程与机理 .....	192
第四节	活性污泥法的运行方式 .....	196
第五节	曝气原理与曝气池构造 .....	200
第六节	活性污泥法的工艺设计 .....	210
第七节	活性污泥法的脱氮除磷原理及应用 .....	226
第八节	活性污泥法的发展与新工艺 .....	232
第九节	活性污泥法污水处理系统的运行控制与管理 .....	237
	思考题与习题 .....	242

第十二章 污水生物处理(二)——生物膜法 .....	243
第一节 生物膜的构造及净化机理 .....	243
第二节 生物滤池 .....	245
第三节 生物曝气滤池 .....	256
第四节 生物转盘 .....	259
第五节 生物接触氧化法 .....	268
思考题与习题 .....	271
第十三章 厌氧生物处理 .....	273
第一节 概述 .....	273
第二节 厌氧生物处理机理 .....	275
第三节 污泥厌氧生物处理 .....	277
第四节 两相厌氧生物处理 .....	284
第五节 升流式厌氧污泥床(UASB法) .....	286
第六节 悬浮式厌氧生物处理法 .....	288
第七节 厌氧生物膜法 .....	290
思考题与习题 .....	293
第十四章 污水的自然生物处理 .....	294
第一节 稳定塘 .....	294
第二节 土地处理 .....	305
思考题与习题 .....	310
第十五章 污泥的处理与处置 .....	311
第一节 概述 .....	311
第二节 污泥浓缩 .....	319
第三节 污泥好氧消化 .....	326
第四节 污泥的干化与脱水 .....	327
第五节 污泥的消毒、干燥与焚烧 .....	334
第六节 污泥的最终处置与利用 .....	337
思考题与习题 .....	338
<b>第四篇 水处理工艺及工程实例</b> .....	340
<b>第十六章 几种特殊水源水及特殊要求水的处理</b> .....	340
第一节 地下水除铁除锰处理 .....	340
第二节 软化、除盐与锅炉水处理 .....	343
第三节 水的除臭除味处理 .....	355
第四节 水的除氟处理 .....	357
第五节 水的除藻 .....	358
第六节 游泳池水处理 .....	359
思考题与习题 .....	361
<b>第十七章 地表水给水处理系统</b> .....	362
第一节 给水处理工艺系统的选择原则 .....	362
第二节 一般地表水处理系统 .....	364
第三节 高浊度水处理系统 .....	365
第四节 微污染水处理系统 .....	367

第五节 优质饮用水处理系统 .....	372
第六节 净水厂工艺设计 .....	375
思考题与习题 .....	381
<b>第十八章 污水处理工艺系统</b> .....	<b>382</b>
第一节 城市污水处理 .....	382
第二节 城市污水的深度处理与回用 .....	402
第三节 工业废水的处理 .....	407
思考题与习题 .....	435
<b>附录</b> .....	<b>437</b>
附录 1 我国鼓风机产品规格 .....	437
附录 2 氧在蒸馏水中的溶解度 .....	437
附录 3 空气管道计算图 .....	438
附录 4 泵型曝气叶轮的技术规格 .....	439
附录 5 平板叶轮计算图 .....	440
主要参考文献 .....	442

# 绪论 水资源与水环境

## 一、水资源的基本含义

水是人类生产和生活不可缺少的物质，是生命的源泉，也是工农业生产和经济发展不可取代的自然资源。

随着工农业生产的发展，世界人口的不断增长，尤其近几十年来人民生活水平的日益提高，用水量逐年增加。因此，每个国家都把水当作一种宝贵的资源，并加以开发、保护和利用。各国对水资源的概念理解有所不同。水资源一词最早出现在 1894 年美国地质调查局水资源处，其主要职责是测量和观察地表水和地下水；1963 年英国通过了水资源法，将水资源定义为“具有足够数量的可用水源”。在《英国大百科全书》中，水资源被定义为“全部自然界任何形态下的水，包括气态水、液态水和固态水。”1977 年联合国教科文组织建议水资源为“可以利用或有可能被利用的水源，具有足够数量和可用的质量，并能在某一点为满足某种用途而被利用。”

在我国 1988 年颁布的《中华人民共和国水法》和 1994 出版的《环境科学词典》，分别对水资源加以解释。综上所述，水资源可以定义为：人类长期生存、生活和生产过程中所需要的各种水，既包括了数量和质量的定义，又包括了使用价值和经济价值。从水资源的定义可知，其含义很广。从广义来讲是指人类能够直接或间接使用的各种水和水中的物质，作为生活资料和生产资料的天然水，在生产过程中具有经济价值和使用价值的水都可作为水资源；从狭义上讲，就是人类能够直接使用的淡水，这部分水主要指江、河、湖泊、水库、沼泽及渗入地下的地下水。目前，人类把它用来满足生活、农业、工业等方面的用水。不论从广义上还是狭义上讲，水资源都包含着“量与质”的要求，不同的用水对质与量有不同的要求，其在一定的条件下可以相互转化。

## 二、水循环

地球上的水时时刻刻都在运动中，而且可以相互交换。我们生存的地球上，总表面积为  $5.1 \times 10^8$  平方千米，其中海洋面积占全球面积的 70.8%，陆地面积约占 29.2%。海洋储量占地球水总量的 96.5%，陆地表面水量为 3.5%。如果没有水的运动，陆地的水很快就会枯竭。正是由于地心引力及太阳的辐射作用，使得各种状态的水从海洋、江河、湖泊、沼泽、水库及陆地表面的植被中，蒸发、散发变成水汽，上升到空中，一部分被气流带到其他区域，在一定条件下凝结，通过降水的形式落到海洋或陆地上；一部分滞留在空中，待条件成熟，降到地球表面；降到陆地上的水，在地心引力的作用下，一部分形成地表的径流流入江河，最后流入海洋，还有一部分渗入了地下，形成了地下径流，另外，还有一小部分又重新蒸发回空中。这种现象称之为水的循环。

根据其循环途径可分为大循环和小循环。

大循环是指海陆之间的水分交换，即海洋中的水蒸发到空中后，飘移到大陆上凝结后降落到地表面，一部分汇入江河，通过地面径流，回归大海，另一部分渗入地下，形成地

下水，通过地下径流等形式汇入江河或海洋。

小循环是指海洋或陆地的水汽上升到空中凝结后又各自降入海洋或陆地上，没有海陆之间的交换，即陆地或者海洋本身的水单独循环的过程。

水循环还包括水的社会循环

人们在生活和生产过程中需要天然水体中的水，作为人类维持生命活动的基础物质以及生产过程的必须物质。这部分水，经过人们正常生活和生产过程使用后又重新排入自然环境中，这种循环方式，主要是通过城市的供排水管网来实现循环，即人们通过城市供水系统的取水设施从水源中取出可用水，经过适当处理后，送入千家万户及工业生产过程中，经使用后，水质在不同程度受到污染，在经过城市排水管网输送到指定位置，经处理后排回自然水体。这一过程是人类生活生产过程中必备的条件，循环往复，构成了水的社会循环。

### 三、水资源

地球表面的 70.8% 以上被水覆盖，总水量约为  $1.39 \times 10^9 \text{ km}^3$ ，其中海洋水占 96.5%，地下水占 1.69%，冰川及永久积雪占 1.74%，湖泊水、水库水及沼泽水占 0.0138%，江河水占 0.0002%，大气水占 0.001%。其中在总储量中，咸水占 97.5%，淡水占 2.5%，而且仅有的淡水中又有 69.5% 为固态水，主要储存在高山及永冻层内，南北两极的储量最多，另一部分为地下水，占淡水的 30%。只有少部分存在于江河、湖泊、沼泽及大气中。全球储水量见表 0-1。

全球储水量

表 0-1

水体种类	储水总量		咸水水量		淡水水量	
	万(km <sup>3</sup> )	比例	万(km <sup>3</sup> )	比例	万(km <sup>3</sup> )	比例
海洋水	133800.00	96.54%	133800.00	99.04%	0	0
地表水	2425.41	1.75%	8.54	0.006%	2416.87	69.0%
冰川与冰盖	2406.41	1.736%	0	0	2406.41	68.7%
湖泊水	17.64	0.013%	8.54	0.006%	9.10	0.26%
沼泽水	1.15	0.0008%	0	0	1.147	0.033%
河流水	0.21	0.0002%	0	0	0.21	0.006%
地下水	2370.00	1.71%	1287.00	0.953%	1083.00	30.92%
重力水	2340.00	1.688%	1287.00	0.953%	1053.00	30.06%
永冻土底冰	30.00	0.022%	0	0	30.00	0.86%
土壤水	1.65	0.001%	0	0	1.65	0.05%
大汽水	1.29	0.0009%	0	0	1.29	0.04%
生物水	0.11	0.0001%	0	0	0.11	0.003%
全球总储水量	138598.46	100%	135095.54	100%	3502.92	100%

#### (一) 我国水资源概况

我国国土面积为 960 万平方千米，由于地域辽阔，降雨量地区分布不均匀，特点如下：西北地区干旱，东南地区多雨；山区降雨多于平原，年降水量总的趋势为西北内陆向东南沿海递增。

据统计,我国平均年降雨量为 $6.2 \times 10^{13} \text{ m}^3$ ,平均年降雨深度648mm,与全世界陆地平均降水深度798mm相比,小于世界平均降雨量,也小于亚洲平均年降水深度741mm。多年河川年径流量为 $2.71 \times 10^{13} \text{ m}^3$ ,多年平均地下水资源量 $8.29 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ,扣除两者重复量,全国多年平均年水资源量为 $2.81 \times 10^{13} \text{ m}^3$ 。从总淡水量上看,我国的水资源并不算缺乏,但我国人口众多,人均占有资源量仅为 $2360 \text{ m}^3$ ,相当于世界人均占有量的1/4,美国的1/6,巴西和俄罗斯的1/11,加拿大的1/50。人均占有水量为世界的121位,属贫水国。

## (二) 我国水资源的特点

### 1. 水资源地区分布不均匀

从地表水资源看,东南部地区丰富,西北部地区缺乏。全国90%的地表径流,70%的地下径流在南方地区,而占全国50%的北方地区只占10%的地表径流和30%的地下径流。

### 2. 时间分布不均匀

我国大部分地区的降水年内分配不均,年际变化大。南方地区受东南季风影响,雨季一般长达半年,每年集中在3~7月份降雨,占全年降雨量的50%~60%;北方地区,降水期较集中,一般在6~9月份,降水量占全年的70%~80%。西北地区为最干旱地区,主要位于新疆、宁夏、甘肃、内蒙的西北部的沙漠地带,降雨量的年际变化率大,因此上述地区大多干旱少雨,河流较少,且有较大面积的无流区域。

## (三) 我国水资源存在的问题

随着人类社会经济的发展,各国的用水量迅速增加。据统计20世纪初全世界的年用水量为4000亿 $\text{m}^3$ ,到20世纪末增加到40000多亿 $\text{m}^3$ ,我国在上世纪80年代初用水为450亿 $\text{m}^3$ ,到了20世纪末已达700亿 $\text{m}^3$ 。工农业用水量增大,加剧了水资源的供需矛盾,再有污水排放量的增加,使得人类赖以生存的水资源环境受到了破坏,水体受到污染,环境恶化。虽然人类在积极地利用和改造并力争保持天然水源不受污染,但由于人类对自然的认识不深,不自觉地使天然水资源环境遭受破坏。目前,全国的日排污水量达1.26亿 $\text{m}^3$ ,而大多数污水未经处理直接排入水体,使地表水系统及近海受到污染。我国各流域的污水排放情况见表0-2。

由于人类的活动,使得河川的径流量减少,加上人类不限量开采,使得有限的水资源枯竭,主要表现在地表水的减少,地下水衰竭,致使地面沉降。我国的用水量近50年迅速增加,使河川径流减少,西北、华北的环境和生态引起较大的变化,塔里木河为我国内陆河,流域人口780万,由于这些年的大量引水灌溉和一些不合理的开发利用,使下游流量迅速减少,流域面积减小,1998年统计,该河已缩短了320km的径流。地下水的大量开采使得地面下沉。据统计我国有50多个城市出现地面下沉等地质灾害。

水体污染是指排入水体的污染物质的含量超过了水体本身的自净能力,使得水的性质发生变化,影响使用。造成水体污染的主要因素是城市污水的排放。生活污水中重要污染成分为有机物、无机盐类及病原菌和病毒,还含有较高浓度的氮磷,氮磷会使水体产生富营养化造成水体污染;工业用水产生的废水中含有大量的有毒和有害物质,流入水体后,造成水体的严重污染;另外在农业灌溉中,由于在农业中使用了大量的化肥、农药也会造成水体污染。

各流域废污水量和污径比 (污水水量单位: 10<sup>4</sup>t/d)

表 0-2

流域片 项目	黑龙江	辽河	海滦河	黄河	淮河	长江	珠江	浙闽 诸河	西南 诸河	内陆河	全国	
废污水	工业废水	398.3	606.4	828.0	406.6	578.2	2919.6	866.9	460.4	24.2	68.6	7157.2
	占总量百分比(%)	86.5	85.7	82.0	81.9	82.8	81.8	85.9	83.6	87.4	66.0	82.9
	生活废水	62.2	100.9	182.1	89.7	120.3	649.4	142.5	90.2	3.5	35.3	1476.1
	占重量百分比(%)	13.5	14.3	18.0	18.1	17.2	18.2	14.1	16.4	12.6	34.0	17.1
	废污水总量	460.5	707.3	1010.1	496.3	698.5	3569.0	1009.4	500.6	27.7	103.9	8633.3
	占全国百分数(%)	5.3	8.2	11.7	5.7	8.1	41.1	11.7	6.4	0.3	1.2	100.0
	顺序	8	4	3	7	5	1	2	6	10	9	
污径比	污径比	0.014	0.053	0.128	0.027	0.034	0.014	0.008	0.010	0.0002	0.003	
	顺序	5	2	1	4	3	6	8	7	10	9	

注: ① 含额尔齐斯河;

② 未统计台湾省的废污水量。

水体污染能使人类产生疾病, 例如含镉水能使人体产生骨痛现象, 饮用水含汞过高能引起水俣病。上述两种疾病在日本均发生过, 造成 59 人死亡, 上万人发病。

我国的污水年排放量为 460 亿 m<sup>3</sup> (2003 年统计其中生活污水 247.6 亿 m<sup>3</sup>、工业废水 212.4 亿 m<sup>3</sup>), 这些污水绝大多数未经处理而直接排放, 造成了江河、湖泊和地下水的污染。

# 第一篇 水质与水处理基本概论

## 第一章 水质与水质标准

### 第一节 水中杂质的种类与性质

#### 一、天然水体的类型及杂质的特征

##### (一) 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。

##### (二) 天然水中的杂质及其特征

##### 1. 天然地表水的杂质特征

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。水中杂质分类见表 1-1。

水中杂质分类

表 1-1

杂质	溶解物		胶体			悬浮物		
	0.1nm	1nm	10nm	100nm	1 $\mu$ m	10 $\mu$ m	100 $\mu$ m	1mm
颗粒尺寸								
分辨工具	电子显微镜		超显微镜			显微镜	肉眼	
外观	透明		浑浊			浑浊		

##### 2. 天然水的特性指数

表征水的物理性质的指标有色度、嗅、味、混浊度、固体含量及温度等。

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。目前，测定水的嗅与味只能靠人体的感官进行。



色度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，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。

浑浊度是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。

水温与水的物理化学性质有关，气体的溶解度、微生物的活动及 pH 值、硫酸盐的饱和度等都受水温影响。

一般来讲天然水源的地下水水质的悬浮物较少，但由于水历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 60~300mg/L 之间，有的地区可高达 700mg/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。

## 二、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。

## 三、污水的性质

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。

### （一）物理性质及其指标

表示污水物理性质的指标有水温、臭味、色度以及固体物质等。

#### 1. 水温

污水的水温，对污水的物理性质、化学性质、生物性质有直接影响。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；而在另一方面，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℃。

#### 2. 臭味