

全国水利水电高职教研会
中国高职教研会水利行业协作委员会

规划推荐教材

高职高专土建类专业系列教材

● 水处理工程技术 ●

主 编 李兴旺

副主编 张思梅



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国水利水电高职教研会
中国高职教研会水利行业协作委员会

规划推荐教材

高职高专土建类专业系列教材

水处理工程技术

主 编 李兴旺

副主编 张思梅



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是高职高专给水排水专业统编教材，由给水处理与污水处理两部分内容整合编写而成，全书共分 11 章。主要内容包括水处理概述、水的处理方法、污泥的处理、水处理厂的规划与设计等。

本书以水处理的方法及应用为主线，注意理论与实际相结合，突出实用性；既考虑了给水与污水处理技术的系统性，又使二者有机地融为一体。

本书突出高等职业技术教育的特色，加大了实践运用力度，其基础内容具有系统性、全面性，具体内容具有针对性、实用性，满足专业特点的要求。

本书可作为高职高专院校给水排水工程专业的教学用书，亦可作为环境工程专业及其他相关专业的教学用书，还可供从事给水排水、环境保护方面的技术人员与相关人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水处理工程技术/李兴旺主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2007

(高职高专土建类专业系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5084 - 4393 - 5

I. 水… II. 李… 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 (2007) 第 020285 号

书 名	高职高专土建类专业系列教材 全国水利水电高职教研会 中国高职教研会水利行业协作委员会 规划推荐教材 水处理工程技术
作 者 出版 发行	主编 李兴旺 副主编 张思梅 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版 印 刷 规 格 版 次 印 数 定 价	中国水利水电出版社微机排版中心 北京市兴怀印刷厂 787mm×1092mm 16 开本 19.75 印张 468 千字 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷 0001—3000 册 33.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

高职高专土建类专业系列教材

编 审 委 员 会

主 任 孙五继

副主任 罗同颖 史康立 刘永庆 张 健 赵文军 陈送财

编 委 (按姓氏笔画排序)

马建锋	王 安	王付全	王庆河	王启亮	王建伟
王培风	邓启述	包永刚	田万涛	刘华平	汤能见
佟 颖	吴伟民	吴韵侠	张 迪	张小林	张建华
张思梅	张春娟	张晓战	张漂清	李 柯	汪文萍
周海滨	林 辉	侯才水	侯根然	南水仙	胡 凯
赵 喆	赵炳峰	钟汉华	凌卫宁	徐凤永	徐启杨
常红星	黄文彬	黄伟军	董 平	董千里	满广生
蓝善勇	靳祥升	颜志敏			

秘书长 张 迪 韩月平

前 言

本书是高职高专院校给水排水专业统编教材。它是根据教育部《关于加强高职高专人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》文件精神,以及全国水利水电高职教研会(中国高职教研会水利行业协作委员会)建筑工程、市政工程类专业组 2006 年 4 月长沙会议拟定的教材编写规划的基本要求而编写。

我国是一个水资源匮乏的国家,总量不足且时空分布不均。近 20 年来,随着我国经济持续高速增长,水污染问题日益严重。尽管最近几年我国政府已加大了水处理的投资力度,研究出了许多水处理新工艺、新技术,提高了我国水处理的总体水平,缓解了一些水资源紧缺和水污染状况,但不可否认的是,水资源紧缺和水环境污染造成的水危机已严重制约了国民经济的发展,影响了人民生活水平的提高。

解决水资源短缺和水污染的一个重要途径在于水处理,水处理工程学科的发展已有 100 多年的历史。由于原水及污(废)水各自水质特征、使用目的与处理方法的差异,该领域过去几十年均以各自的特点建立了单独的学术体系,即给水处理与污水处理两个分支,并在不断发展与完善之中。

本书考虑水处理技术领域内的给水处理和污水处理在理论、方法等方面有许多共性,以处理水质为目标,以处理方法为主线,将长期使用的给水处理和污(废)水处理两个体系的主要内容进行了有机的整合,理论上以够用为度,加强了实践应用,体现了高职高专的教育特色。在保证基本概念和基本理论要求的同时,充分注意吸收国内外水处理工程的新理论、新技术、新设备和新经验,反映了现代水处理工程学科的发展趋势。

参加本书编写的有:安徽水利水电职业技术学院李兴旺(第 1、第 7 章),山西水利职业技术学院史晓红(第 2、第 3 章),黄河水利职业技术学院朱惠斌(第 4、第 5 章),安徽水利水电职业技术学院张思梅(第 6 章),黄河水利职业技术学院丁可轩(第 8、第 11 章),杨凌职业技术学院马建锋(第 9、第 10 章)。本书由李兴旺教授任主编,张思梅任副主编,并负责全书的统稿。

本书由合肥工业大学徐得潜教授主审,徐教授认真阅读了全部书稿,提出了大量宝贵意见。本书在编写过程中得到中国水利水电出版社韩月平编辑及编者所在单位的大力支持,在此一并表示感谢。

限于编者水平,不足之处在所难免,敬请读者给予批评指正。

编 者

2006 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 水处理概述	1
1.1 水的循环	1
1.2 水的性质	2
1.3 水质标准	8
1.4 水体的污染与自净	12
1.5 水处理的基本方法	20
思考题与习题	24
第 2 章 水的预处理	25
2.1 格栅	25
2.2 调节池	31
思考题与习题	33
第 3 章 水的混凝、沉淀和澄清	34
3.1 水的混凝	34
3.2 水的沉淀	53
3.3 澄清池	70
思考题与习题	74
第 4 章 水的过滤	75
4.1 过滤的基本概念	75
4.2 快滤池的组成、运行与设计	79
4.3 几种常见型式的快滤池	94
4.4 污（废）水的过滤处理	103
思考题与习题	105
第 5 章 水的消毒	106
5.1 消毒目的和方法	106
5.2 物理法消毒	107
5.3 化学法消毒	107
思考题与习题	112
第 6 章 水的好氧生物处理	114
6.1 活性污泥法	115

6.2 生物膜法	165
6.3 自然生物处理法	187
思考题与习题	192
第7章 水的厌氧生物处理	194
7.1 概述	194
7.2 厌氧生物处理的工艺构造、设计及应用	197
思考题与习题	202
第8章 污泥的处理	203
8.1 污泥的分类、性质与排除	203
8.2 污泥浓缩	206
8.3 污泥的厌氧消化	209
8.4 污泥的好氧消化	220
8.5 污泥的自然干化	220
8.6 污泥的脱水、干燥与焚烧	222
8.7 污泥的最终处置与综合利用	228
思考题与习题	230
第9章 水处理的其他方法	231
9.1 气浮	231
9.2 中和	234
9.3 氧化还原	238
9.4 化学沉淀	242
9.5 吸附	244
9.6 离子交换	249
思考题与习题	257
第10章 循环水的冷却与处理	258
10.1 循环水冷却原理	258
10.2 冷却构筑物	259
10.3 循环水处理的基本概念	266
10.4 循环水的处理	269
思考题与习题	273
第11章 水处理厂的规划与设计	274
11.1 原始资料	274
11.2 厂址选择	278
11.3 处理工艺流程选择	279
11.4 处理厂平面及高程布置	281
11.5 配水、量水设备	291
思考题与习题	291

附录	292
附录 1 氧在蒸馏水中的溶解度	292
附录 2 空气管计算图	293
附录 3 各种管内部压力损失的换算系数	294
附录 4 我国鼓风机产品规格	294
附录 5 泵型曝气叶轮的技术规格	295
附录 6 平板叶轮计算图	296
附录 7 地面水环境质量标准 (GB—3838—88)	298
附录 8 污水综合排放标准 (GB 8978—1996)	299
附录 9 农田灌溉水质标准 (mg/L) (GB 5084—92)	304
附录 10 污水排入城市下水道水质标准 (CJ 18—86)	305
附录 11 城市污水处理厂污水排放标准 (CJ 3025—93)	305
附录 12 景观娱乐用水水质标准 (GB 12941—91)	306
参考文献	308

第1章 水处理概述

内容概述

本章主要介绍水的性质与水质标准、水的污染与自净以及水处理的基本方法。

学习目标

- (1) 了解水的循环、各种水质及其特征，熟悉各类污水水质污染指标及水质标准。
- (2) 理解河流污染与自净的机理、氧垂曲线方程的工程意义。
- (3) 掌握水体的污染与水体自净、水处理的基本方法。

1.1 水的循环

自然界中的水主要受太阳照射和地心引力的两种作用而不停地运动，通过降水、蒸发、径流、渗流等方式循环不止，构成水的自然循环（见图 1.1），形成各种不同的水源。

在自然循环中几乎每个环节都有杂质混入，使水质发生变化。降水（包括雨、雪、霰等）到达地面之后，除自然蒸发外，一部分流入江、河、湖、海、水库、池塘等处，成为地面水水源；另一部分渗入地层成为地下水水源。我国地面水水源，在南方较丰富，在北方则以地下水作为水源的居多。水是丰富的自然资源，也是人类环境的重要组成部分，地球上水的总量约有 $1.36 \times 10^9 \text{ km}^3$ ，其中 97% 以上分布在海洋中。淡水湖和河流的水量仅约

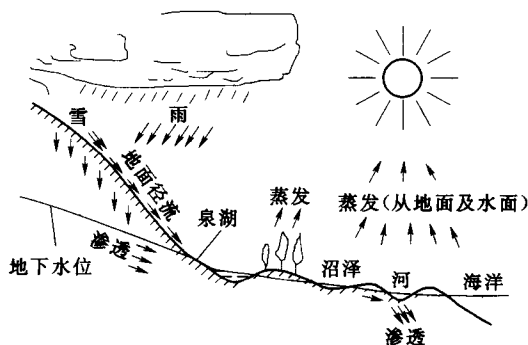


图 1.1 自然界中水的循环

$1.26 \times 10^5 \text{ km}^3$ ，这些水除大量蒸发外，只有 $3.75 \times 10^4 \text{ km}^3$ 左右可供生活及工农业生产使用。至于土壤和岩层中的地下水，估计约有 $8.4 \times 10^6 \text{ km}^3$ 。

人类社会为了满足生活、生产等需要，要从各种天然水体中取用大量的水，经过净水处理后以供使用。而这些生活用水和工业用水被使用后，就成为生活污水和工业废水，它们被排出后，最终又流入天然水体。这样，水在人类社会中也构成了一个循环体系，这个局部循环体系称为社会循环。社会循环中所形成的生活污水和各种工业废水是天然水体最大的污染源。

虽然自然循环的水量只占地球上总水量的 0.031% 左右，而其中经过径流与渗流的约只有 0.003%，社会循环从中取用的水量又不过是径流和渗流水量的 2%~3%，也即为地球总水量的数百万分之一。然而，就是取用这在比例上似乎微不足道的水，却在社会循环中表现出人与自然在水量 and 水质方面都存在着巨大的矛盾。水体环境保护和水治理工程技



术的任务就是调查研究和控制解决这些矛盾，保证用水和废水的社会循环能够顺利地进行。

1.2 水的性质

1.2.1 天然水中的杂质

水在自然循环中，无时不与外界接触，都不同程度地含有各种各样的杂质。这些杂质一般有两种来源：一是自然过程，即地层矿物质在水中的溶解、水中微生物的繁殖及死亡残骸、水流对地表及河床冲刷所带入的泥砂等；二是人为因素，即生活污水与工业废水的污染。这些杂质按其尺寸大小可分为悬浮物、胶体和溶解物3类，见表1.1。

表 1.1 水中杂质分类

杂 质	溶解物 (低分子、离子)		胶 体		悬 浮 物			
	0.1nm	1nm	10nm	100nm	1 μ m	10 μ m	100 μ m	1mm
颗粒尺寸	电子显微镜可见		超显微镜可见		显微镜可见			肉眼可见
分辨工具	透明		浑浊		浑浊			

1. 悬浮物和胶体杂质

悬浮物尺寸较大，易于在水中上浮或下沉，水中所存在的悬浮物通常有泥砂、草木、浮游生物、藻类等。胶体颗粒尺寸很小，在水中经长期静置也不会下沉，水中所存在的胶体通常有粘土、细菌、蛋白质等。

悬浮物和胶体是使水产生浑浊的根源。其中有机物，如腐殖质和藻类等，往往会造成水的色、臭、味。随着生活污水、工业废水排入水体，多种病菌、病毒及原生动植物病原体通过水体传播疾病。

悬浮物和胶体是饮用水处理的主要去除对象。粒径大于0.1mm的泥砂较易去除，通常在水中可自行下沉。而粒径较小的悬浮物和胶体杂质，需投加一定的混凝剂才能去除。

2. 溶解杂质

溶解杂质是指水中的低分子和离子。它们与水构成均相体系，外观透明。但有的溶解杂质可使水产生色、臭、味。溶解杂质主要是某些工业用水的主要去除对象。

一般说来，地表水较浑浊、细菌较多，但硬度较低；而地下水较清、细菌较少，特别是深层井水细菌更少，但硬度较高。

1.2.2 废水的成分和性质

1.2.2.1 废水的来源及分类

废水的成分取决于废水的来源，来自建筑卫生设备和来自工业企业生产设备的废水的成分显然是不同的。

废水包括生活污水和工业废水两大类。

生活污水，是居民在日常生活中所用过，并为生活废料所污染的水，其包括厨房洗



涤、衣物洗涤、沐浴、洗脸等废水及冲洗便厕的污水等。这种水的成分与居民的生活状况及生活习惯有关。

工业废水，是在工矿企业生产过程中所形成和排放的水，其成分与生产的性质和工艺有关。工业废水一般分为生产污水和生产废水，生产污水是在生产过程中所形成，被有机或无机性的生产废料所污染，包括温度过高造成热污染的工业废水；生产废水也是在生产过程中形成，但未直接参与生产工艺，在生产中一般起辅助性的作用，未被污染物所污染或污染很轻，有的只是水温稍有上升。

城市污水，是排入城市排水系统的生活污水与工业废水的总称。

1.2.2.2 废水的水质指标

表示废水水质污染情况的重要指标有有毒物质、有机物质、悬浮物、pH值、颜色、温度等；其中悬浮物、pH值、颜色、温度等也是给水的重要水质指标。

1. 有毒和有用物质

生活污水一般不含有毒物质，但含有大量有机污染物和相当数量的氮(N)、磷(P)、钾(K)等肥料物质。

生产污水所含的某些污染物质往往对人体和生物有毒害作用。这种污染物质最为人们所关注。根据毒性发作的情况，此污染物可分为两类：一类是毒性作用快，易被人们所注意；另一类则是通过食物在人体内逐渐富集，在达到一定浓度后才显示出症状，不易被人们所发现，属于这一类的污染物质主要有非重金属类的氰化物(CN)、砷化物(As)和重金属类的汞(Hg)、镉(Cd)、铬(Cr)、铅(Pb)等国际公认的六大毒性物质。但是，这些有毒物质往往都是有用的工业原料，应当加以回收利用。

2. 有机物

有机物进入水体后，将在微生物的作用下进行氧化分解，使水中的溶解氧(DO)逐渐减少。当水中有机物较多，氧化作用进行得过快，而水体不能及时从空气中吸收足够的氧来补充消耗的氧时，水中的氧就可能降得很低。如果水中的DO低于3~4mg/L，就会影响鱼类的生活。DO耗尽后，有机物甚至开始腐化，发出臭气，影响环境卫生。但是，有机物又是很多微生物(包括病原细菌)生长繁殖的良好食料。有毒有机物更将直接危害人体健康和动植物的生长。因此，废水中有机物的浓度也是一个重要的水质指标。

由于有机物的组成比较复杂，现有的分析技术是难以对其一一地进行定量测定。由于这种污染物的污染特征主要是消耗水中的DO，所以在工程中一般采用氧当量形式表示水中耗氧有机物含量的指标，如：生化需氧量(BOD)、化学需氧量(COD)、总需氧量(TOD)、总有机碳(TOC)等。

(1) 生化需氧量(BOD)。生化需氧量(BOD)表示在水温为20℃的条件下，由于微生物(主要是细菌)的生活活动，将有机物氧化成无机物所消耗的溶解氧量。图1.2表示可生物降解有机物的降解及微生物合成体细胞的氧化合成过程示意图。

从图1.2可知，在有氧的条件下，可生物降解的有机物的降解分为两个阶段：

第一阶段是碳氧化阶段，即在异养菌的作用下，含碳有机物被氧化(或称碳化)为 CO_2 、 H_2O ，含氮有机物被氧化(或称氨化)为 NH_3 ，所消耗的氧以 O_2 表示。与此同时，微生物合成体细胞。

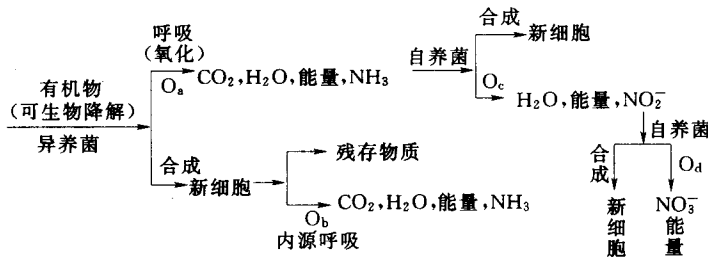


图 1.2 可生物降解有机物降解过程示意图

第二阶段是硝化阶段，即在自养菌（亚硝化菌）的作用下， NH_3 被氧化成 NO_2^- 和 H_2O ，所消耗的氧量用 O_c 表示；再在自养菌（硝化菌）的作用下， NO_2^- 被氧化成 NO_3^- ，所消耗的氧量用 O_d 表示。与此同时，微生物合成体细胞。

上述两个阶段，都释放出供微生物生命活动所需要的能量。合成的体细胞在生命活动中，进行着自身氧化的过程，产生 CO_2 、 H_2O 与 NH_3 并释放能量（又称内源呼吸），所消耗的氧量以 O_b 表示。

耗氧量 ($\text{O}_a + \text{O}_b$) 表示第一阶段生化需氧量（或称总碳氧化需氧量、总生化需氧量、完全生化需氧量），用 BOD_u 表示。耗氧量 ($\text{O}_c + \text{O}_d$) 表示第二阶段生化需氧量（或称氮氧化需氧量、硝化需氧量），用 NOD_u 或硝化 BOD 表示。

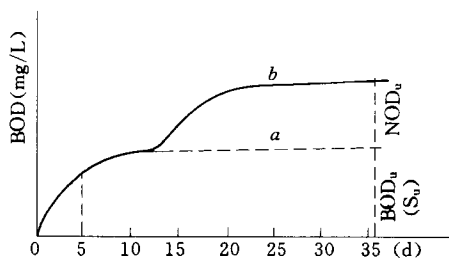


图 1.3 两阶段生化需氧量曲线

上述两阶段氧化过程，也可用曲线图表示（见图 1.3）：在直角坐标纸上，以横坐标表示时间 (d)，纵坐标表示生化需氧量 BOD (mg/L)，曲线 a 表示第一阶段生化需氧量曲线，曲线 b 表示第二阶段生化需氧量。

由于有机物的生化过程延续时间很长，在 20°C 水温下，完成两阶段约需 100d 以上。从图 1.3 可见，5d 的生化需氧量约占总生化需氧量 BOD_u 的 70%~80%；20d 后的生化反应过程速度趋于平缓，因此常用 20d 的生化需氧量 BOD_{20} 作为总生化需氧量 BOD_u 。在工程实际中，20d 的测定时间太长，故用 5d 生化需氧量 BOD_5 作为可生物降解有机物的综合浓度指标。由于硝化菌的世代（繁殖周期）较长，一般在碳化阶段开始后的 5~7d，甚至 10d 才能繁殖一定数量的硝化菌，并开始氮氧化阶段。因此，硝化需氧量 NOD_u 对 BOD_5 不会产生影响。

图 1.4 所示为生活污水及部分工业废水的 BOD_5 值，以供参考。

(2) 化学需氧量 (COD)。以 BOD_5 作为有机污染物质的综合指标是适宜的，已为世界各国所通用。但它存在着一定的缺点：①测定时间较长，指导实践不够迅速；②如果污水中难以生物降解的有机物浓度较高， BOD_5 的测定结果误差较大；③某些工业废水如不含微生物生长所需的营养物质或含有抑制微生物生长的有毒有害物质，也会影响测定结果。因此，还使用另一项表示有机污水污染程度的指标——化学需氧量 (COD)。

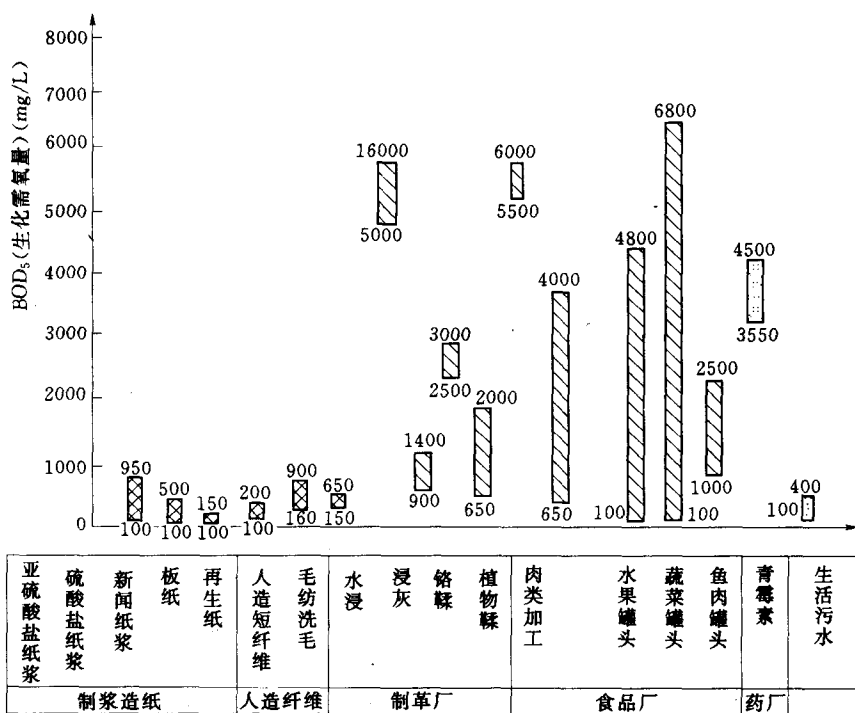


图 1.4 生活污水及不同工业企业的工业废水 BOD₅ 值

COD 的测定原理是用强氧化剂（我国法定用重铬酸钾），在酸性条件下，将有机物氧化成 CO₂ 和 H₂O 所消耗的氧量，即称为化学需氧量，用 COD_{Cr} 表示，一般简称为 COD。因为重铬酸钾的氧化能力很强，可较完全地氧化水中的有机物，如对低直链化合物的氧化率可达 80%~90%。

此外，也可用另一种氧化剂——高锰酸钾，将有机物氧化。但在目前常用的测定条件下，测出的耗氧量数值较低，在我国一般称为耗氧量，以 OC 或 COD_{Mn} 表示。

COD 的优点是能较精确地表示污水中有机物的含量，测定时间短且不受废水水质的限制。缺点是不能像 BOD 那样反映出微生物氧化有机物、直接从卫生学角度说明被污染的程度；此外，污水中存在的还原性无机物（如硫化物）被氧化也耗氧，所以 COD 值也存在一定的误差。

上述分析可知，COD 的数值大于 BOD₂₀，两者的差值大致等于难生物降解的有机物量。差值越大，难生物降解的有机物含量越多，则越不宜采用生物处理法。一般将 BOD₅ 与 COD 的比值 BOD₅/COD 称为可生化性指标，比值越大，越容易被生物处理。一般认为 BOD₅/COD 大于 0.3 的污水，才适宜采用生物处理。

(3) 总需氧量 (TOD)。有机物主要由碳 (C)、氢 (H)、氮 (N)、硫 (S) 等元素组成。当有机物被完全氧化时，分别被氧化成 CO₂、H₂O、NO 和 SO₂，此时的需氧量称为总需氧量 (TOD)。

TOD 的测定原理和过程是：向氧含量一定的氧气流（作为氧的载气）中注入一定数



量的水样，并将其送入以铂钢为触媒的燃烧管中，在 900℃ 的高温下加以燃烧，水样中的有机物因被燃烧而消耗了载气中的氧，剩余的氧用电极测定之，并用自动记录器进行记录，从载气原有的氧量中减去水样燃烧后剩余的氧量，即为总需氧量。这样测定一个水样只需几分钟。

(4) 总有机碳 (TOC)。总有机碳 TOC 是目前在国内外常用的另一个表示有机物浓度的综合指标。TOC 的测定原理是先将一定数量的水样经过酸化，用压缩空气吹脱其中的无机碳酸盐，以排除干扰，然后将水样定量地注入铂钢为触媒的燃烧管中，在氧的含量充分而且一定的气流中，以 900℃ 的高温加以燃烧，在燃烧过程中产生 CO_2 ，用红外气体分析仪记录 CO_2 的数量并折算成含碳量，即等于 TOC 值。这样测定一个水样仅需几分钟。

水质比较稳定的污水，其 BOD、COD、TOD 和 TOC 之间有一定的相关关系，数值大小的排序为 $\text{TOD} > \text{COD}_{\text{Cr}} > \text{BOD}_{20} > \text{BOD}_5 > \text{TOC}$ 。

难生物降解的有机物不能用 BOD 作指标，只能用 COD、TOD 或 TOC 等作指标。

3. 悬浮物

砂粒、土粒以及矿渣一类颗粒状的污染物质，是无毒害作用的，一般它们与有机性颗粒状的污染物质混在一起统称为悬浮物或悬浮固体。在污水中悬浮物可能处于三种状态：部分轻于水的悬浮物浮于水面，在水面形成浮渣；部分比重大于水的悬浮物沉于水底，这部分悬浮物称为可沉固体；另一部分悬浮物，由于比重接近于水乃在水中呈真正的悬浮状态。

悬浮固体是通过筛滤法测定的，滤后滤膜或滤纸上截留下来的物质即为悬浮固体，它包括部分的胶体物质。

可沉物质是指能够通过沉淀加以分离的固体物质。主要以有机物形成的可沉物质称为污泥；主要以无机物形成的可沉物质称为沉渣。

污泥的含水率很高，其比重接近于 1。可以认为污泥的体积与其中固体物质含量的百分率成反比，如含水率 $p_1(\%)$ 的污泥体积为 V_1 ，则当含水率降到 $p_2(\%)$ 时，其体积 V_2 可按式 (1.1) 求得

$$V_2 = \frac{100 - p_1}{100 - p_2} V_1 \quad (1.1)$$

由于悬浮固体在污水中易被人们看到，而且它还能够使水变得浑浊。因此，悬浮物是属于感官性的指标。

4. 溶解物

一般地说，水中溶解物越多，所含的盐类也越多。溶解物的测定对于某些处理方法的选择有一定的意义。如：采用离子交换法处理水质时，水中所含盐分特别多，将大大增加离子交换树脂的再生次数，有时甚至使离子交换法不适用。有些生产污水中还含有溶解气体，如 H_2S 、 CO_2 等。

5. 酸、碱

酸度和碱度也是污水的重要污染指标。它对保护环境、给水处理等也有很重要的实际意义。污水呈酸性或碱性，一般都用 pH 值表示。

生活污水一般呈中性或弱碱性，而工业废水则是多种多样的，其中不少是呈强酸或强碱性的。



酸、碱虽对人类健康不会造成严重的直接危害，但其达到一定的浓度，如当 pH 值超过 6~9 时，将对人、畜特别是对水生生物会造成危害。此外，酸性污水 (pH<6) 对排水管道和污水处理设备有腐蚀作用。

6. 氮、磷

氮、磷等物质对人类不形成直接毒害作用。但是，它们是植物无机性营养物质，是导致湖泊、海湾、水库等缓流水体富营养化的主要物质，因此也受到人们的关注。

在这里应当着重指出的是，硝酸盐对人类健康的危害，硝酸盐本身是无毒的，在水中检出硝酸盐即说明有机物已经分解。但是，现在发现硝酸盐在人胃中可能还原为亚硝酸盐，亚硝酸盐与仲胺作用会形成亚硝胺，而亚硝胺是致癌、致变异、致畸胎的所谓“三致物质”。此外，饮用水中硝酸氮过高，还会在婴儿体内产生变性血色蛋白症，因此，国家规定饮用水中硝酸氮含量不得超过 10mg/L。

7. 颜色

色素虽然不一定有毒，但带有颜色的水容易令人生厌，因此也是一个重要的污染指标。遇到有色污水时，首先应查明来源与浓度，并考虑染料的回收；必要时，应考虑利用没有颜色的废水或天然水体加以稀释，或采用化学或生化的方法进行处理。

8. 温度

废水的水温，对废水的物理性质、化学性质、生物性质有直接的影响。所以水温是废水水质的重要指标之一。

根据废水的温度，可以确定在回用或处理之前是否需要冷却或加热。对于冷却塔，水温的测定也是很重要的。

9. 微生物

生活污水和某些生产废水中含有大量的微生物，其中可能有对人体健康有害的病原微生物。生活污水中可能含有引起肠道传染病的细菌与寄生虫卵；制革厂生产污水中可能含有炭疽菌。这类细菌极难杀灭，应加以适当的处置。

1.2.2.3 生活污水的性质

生活污水是浑浊、色深、具有恶臭的液体，一般不含毒物，所含固体物质约占总重量的 10%~20%；所含有机杂质大约在 60% 左右，而在其全部悬浮物中有机成分几乎占总量的 3/4 以上，这些有机杂质主要包括纤维素、油脂、肥皂、蛋白质等及其分解物质；所含无机杂质以泥砂、矿屑及溶解盐类居多。生活污水特别适于各种微生物的繁殖，含有大量的细菌（包括病原菌）和大量的寄生虫卵。另外，生活污水的肥效较高。表 1.2 所列是我国一些地区生活污水的水质情况。

表 1.2 国内若干地区生活污水水质的分析结果

项 目	北 京	西 安	上 海	武 汉
pH 值	7~9.2	7.3~7.9	7~7.5	7.1~7.6
悬浮物	100~600	—	300~350	60~330
氮氮	—	21.7~32.5	40~50	15~60
20℃ BOD ₅	40~300	—	350~370	320~350
氯化物	—	80~100	140~145	—



1.2.2.4 生产污水的性质

生产污水的成分比较复杂，多半具有较大的危害性，主要与生产性质和生产工艺有关，而且不同生产污水的水质、水量皆相差很大。

棉纺厂生产的污水含悬浮物仅为 200~300mg/L，而羊毛厂污水的悬浮物可达 2000mg/L；制碱厂污水的 BOD₅ 有时仅 30~100mg/L，而合成橡胶厂污水的 BOD₅ 可达 20000~30000mg/L；金属加工厂的生产污水一般是酸性的，而制革厂所排出的则是碱性污水；有些生产污水含有重金属盐类（如汞、铜、铬等）、硫化氢、氰、砷、酚和放射性等有毒物质，如：氰化钠车间所排出的污水中含氰浓度达 300~5000mg/L，乙醛生产污水中含汞 10~20mg/L；有些生产污水，如生物制品厂、制革厂、洗毛厂和屠宰场等的污水，被大量细菌（含病原细菌）所污染，有些生产污水，如食品工业的污水，则含有大量的肥料物质。

一种生产污水，往往含有多种成分，我们常以其中含量较多或毒性较强的一种成分来命名这种污水。如：焦化厂所排生产污水中含酚、氰化物、硫化物或氨等，其中含酚量较多且危害性也大，所以这种污水常被称为含酚废水或含酚污水。表 1.3 所列是一些生产污水中含有的主要有害物质。

表 1.3 生产污水中的有害物质

有害物质	污水主要来源	有害物质	污水主要来源
游离氯	造纸厂、织物漂白	硫化物	织物硫化染色、煤气、皮革、粘胶纤维
氟化物	烟气和净化、玻璃制品	酸	化学工厂、矿山、钢铁、铜等金属酸洗
氰化物	有机玻璃、丙烯合成、电镀、制造煤气	碱	制碱厂、化学纤维工厂
氨	煤气的炼焦、化学工厂	油	纺织厂、石油炼厂、食品加工厂
汞	炸药制造、氯碱制造、医用仪表、农药制造	醛	青霉素药厂、合成树脂厂、合成纤维厂、合成橡胶厂
镉	有色金属冶炼	酚	化学工厂、煤气和焦化厂、染料厂、制药厂、合成树脂厂
亚硫酸盐	粘胶纤维、纸浆工厂	放射性物质	原子能工业、放射性同位素实验室、疗养院、医院

1.3 水质标准

水质标准是用水对象（包括饮用和工业用水对象等）所要求的各项水质参数应达到的指标与极限。不同用水对象，要求的水质标准也不同。随着科学技术的进步和水源污染的日益严重，水质标准总在不断修改、补充之中。

我国现行的水质标准包括：生活饮用水水质标准、工业用水水质标准、水环境质量标



准及污水排放标准等。

1.3.1 生活饮用水水质标准

饮用水水质与人类健康和生活使用直接相关，故世界各国对饮用水水质标准极为关注。随着科学技术的进步和水源污染的日益严重，同时随着水质检测技术及医药科学的不断发展，饮用水水质标准总在不断修改、补充之中。我国自1956年颁发《生活饮用水卫生标准（试行）》直至1986年实施GB5749—85《生活饮用水卫生标准》（表1.4）的期间内，进行了多次修订，水质指标项目不断增加。尽管现在实施的《生活饮用水卫生标准》增加了不少项目，但对于污染较严重的水源来说，由于目前传统的给水工艺的局限，在卫生安全上还是不能说有绝对保证，有些有毒有害物质尚未列入《生活饮用水卫生标准》。与世界上发达国家相比，我国《生活饮用水卫生标准》所规定的项目也少些。例如，农药、多环芳烃及有机氯化物的总量限制值等未列入。因此，若水源污染较严重而我国尚未列入《生活饮用水卫生标准》的水质项目可参考国外有关标准并经综合评价后作出定论。

表 1.4 生活饮用水卫生标准

(GB5749—85) (1986—10—01 实施)

生活饮用水水质，不应超过下表所规定的限量		标 准	
项 目			
感官性状指标	色	色度不超过15度，并不得呈其他异色	
	浑浊度 臭和味 肉眼可见物	不超过3度，特殊情况下不超过5度 不得有异臭、异味 不得含有	
化学指标	pH值	6.5~8.5	
	总硬度（以CaCO ₃ 计）	450	mg/L
	铁	0.3	mg/L
	锰	0.1	mg/L
	铜	1.0	mg/L
	锌	1.0	mg/L
	挥发酚类（以苯酚计）	0.002	mg/L
	阴离子合成洗涤剂	0.3	mg/L
	硫酸锰	250	mg/L
	氯化物	250	mg/L
	溶解性总固体	1000	mg/L
毒理学指标	氟化物	1.0	mg/L
	氰化物	0.05	mg/L
	砷	0.05	mg/L
	硒	0.01	mg/L
	汞	0.001	mg/L
	镉	0.01	mg/L
	铬（六价）	0.05	mg/L
	铅	0.05	mg/L
	银	0.05	mg/L
	硝酸盐（以氮计）	20	mg/L
	氯仿	60	ug/L
细菌学指标	细菌总数	100	个/mL
	总大肠菌数	3	个/L
	游离余氯	在与水接触30min后应不低于0.3mg/L。集中式给水除出厂水应符合上述要求外，管网末梢水不应低于0.05mg/L	