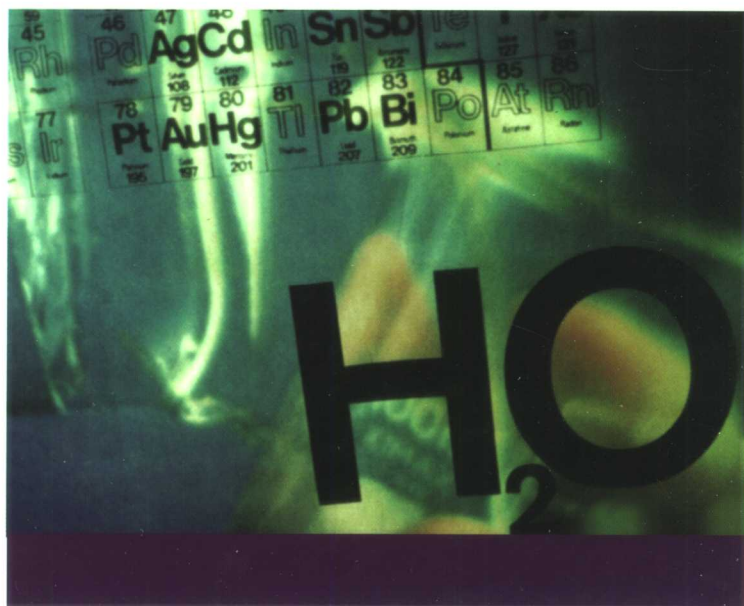


李亚峰 晋文学 主编

# 城市污水处理厂 运行管理



Chemical Industry Press



化学工业出版社  
环境·能源出版中心

# 城市污水处理厂运行管理

李亚峰 晋文学 主 编  
刘 剑 张大男 田永泽 副主编



化学工业出版社  
环境·能源出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

城市污水处理厂运行管理/李亚峰, 晋文学主编.

北京: 化学工业出版社, 2005. 6

ISBN 7-5025-7371-2

I. 城… II. ①李…②晋… III. ①城市污水-污水处理厂-运行②城市污水-污水处理厂-管理 IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 067356 号

---

**城市污水处理厂运行管理**

李亚峰 晋文学 主编

刘 剑 张 大 男 田永泽 副主编

责任编辑: 董 琳 管德存

责任校对: 周梦华

封面设计: 潘 峰

\*

化学工业出版社 出版发行  
环境·能源出版社

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码: 100029)

购书电话: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 18½ 字数 350 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7371-2

定价: 38.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

近年来，为了遏制水环境受到的严重污染，国家对城市污水处理项目的投入持续增加，相继在大、中城市兴建了多座城市污水处理厂，城市污水处理事业得到了很大发展。目前城市污水厂的建设已开始从大、中城市向县级城镇普及，城市污水厂的数量将会大幅度增加。

随着各种污水处理厂的不断建成和投运，需要配备许多掌握工艺技术和相关知识的工程技术人员和操作工。新设备和新技术在污水处理厂的广泛应用，更需要污水处理工具备及时掌握和学习新知识的技能。为了更好地发挥污水处理设施的作用，强化管理、提高技术与管理水平是关键，而通过学习培训是提高污水处理厂操作工和技术人员素质的重要途径。

本书以城市污水处理厂运行管理为重点，但同时也系统地介绍了城市污水处理的基本原理和基本工艺，而且对近几年城市污水处理厂采用较多的新技术和新工艺做了较为详细介绍。另外，对城市污水处理厂处理设施运行和管理中容易遇到的问题及解决办法进行全面的归纳和总结。本书力求突出实用性和针对性。

本书共分为五篇十六章。第一篇主要介绍城市污水的来源与性质、城市污水处理厂污水处理与污泥处理工艺及特点、处理构筑物的构造及功能。第二篇主要介绍城市污水处理厂处理构筑物的运行管理常识、处理构筑物经常出现的问题以及解决这些问题的措施办法。第三篇主要介绍城市污水处理常用机械设备、维护和保养方面的技术与知识。第四篇主要介绍城市污水处理厂供配电系统与自动控制系统。第五篇主要介绍城市污水处理厂的水质检测的基本知识和安全生产的基本要求。本书可以作为城市污水处理厂工程技术人员和操作工上岗培训的教材，也可从事供城市污水处理的管理人员、技术人员、工人使用。

参加本书编写的人员有长期从事教学和科研工作的高校教师、长期从事污水处理管理工作的管理人员和污水处理厂的工程技术人员。

由于编者知识水平有限，书中难免有不足之处，请读者不吝指教。

编者  
2005年3月

# 目 录

## 第一篇 城市污水处理的基本知识

<b>第一章 城市污水的来源与水质</b> .....	1
第一节 城市污水的来源.....	1
第二节 城市污水中的污染物及水质指标.....	2
<b>第二章 城市污水的处理方法及处理工艺</b> .....	10
第一节 城市污水的处理方法及典型处理工艺流程 .....	10
第二节 城市污水处理厂水处理构筑物及其功能 .....	17
第三节 城市污水处理厂常用的生物处理工艺及特点 .....	28
第四节 城市污水的深度处理与再生回用 .....	47
第五节 污水消毒 .....	58
<b>第三章 城市污水处理厂污泥处理与处置</b> .....	60
第一节 污泥的分类和性质指标 .....	60
第二节 污泥浓缩 .....	62
第三节 污泥厌氧消化 .....	64
第四节 污泥的脱水与干化 .....	68
第五节 污泥的最终处置与利用 .....	70

## 第二篇 城市污水处理厂处理构筑物的运行管理

<b>第四章 城市污水厂一级处理构筑物的运行管理</b> .....	73
第一节 格栅间 .....	73
第二节 沉砂池 .....	74
第三节 初沉池 .....	76
第四节 预处理单元对后续处理单元的影响 .....	78
<b>第五章 城市污水厂二级处理构筑物的运行管理</b> .....	80
第一节 城市污水处理厂的调试 .....	80
第二节 曝气池类型、运行方式及工况指标 .....	81
第三节 生化处理系统的基本参数 .....	84

第四节	活性污泥与活性污泥的培养 .....	85
第五节	曝气池供氧与控制 .....	92
第六节	二沉池与污泥排放 .....	95
第七节	活性污泥法运行中的异常现象与对策 .....	98
第八节	AB两段活性污泥法运行管理应注意的问题 .....	102
第九节	缺氧-好氧活性污泥法运行管理应注意的问题 .....	103
第十节	厌氧-好氧活性污泥法运行管理应注意的问题 .....	104
第十一节	厌氧-缺氧-好氧活性污泥法运行管理应注意的问题 .....	105
第十二节	序批式活性污泥法运行管理应注意的问题 .....	107
第十三节	氧化沟运行管理应注意的问题 .....	112
第十四节	曝气生物滤池运行管理应注意的问题 .....	115
<b>第六章</b>	<b>污水厂主要运转设施的运行管理 .....</b>	<b>117</b>
第一节	污水提升泵房 .....	117
第二节	鼓风机房 .....	119
第三节	污泥脱水机房 .....	124
第四节	加氯间及消毒设施 .....	131
第五节	污水计量 .....	134
<b>第七章</b>	<b>城市污水处理厂污泥处理构筑物的运行管理 .....</b>	<b>135</b>
第一节	污泥浓缩 .....	135
第二节	污泥厌氧消化 .....	139
第三节	污泥脱水 .....	155

### 第三篇 城市污水处理常用机械设备及维修

<b>第八章</b>	<b>泵及泵的检修 .....</b>	<b>161</b>
第一节	泵的种类与性能 .....	161
第二节	泵的维护与检修 .....	167
<b>第九章</b>	<b>风机及风机的检修 .....</b>	<b>173</b>
第一节	风机的种类与性能 .....	173
第二节	风机的检修 .....	178
<b>第十章</b>	<b>刮砂机、刮泥机、刮吸泥机及其检修 .....</b>	<b>182</b>
第一节	刮砂机及其检修 .....	182
第二节	刮泥机及其检修 .....	183
第三节	刮吸泥机及其检修 .....	185
<b>第十一章</b>	<b>其他机械设备及检修 .....</b>	<b>186</b>

第一节	格栅及其检修	186
第二节	污泥脱水机及其检修	190
第三节	滗水器及其检修	198
第四节	曝气设备及其检修	200
第五节	闸阀、闸门及其检修	204
第六节	污水处理过程中常用在线仪表	207

## 第四篇 城市污水处理厂供配电系统与自动控制系统

<b>第十二章</b>	<b>城市污水处理厂供配电系统</b>	223
第一节	供配电装置	223
第二节	高低压电气设备	229
第三节	高低压电气设备运行操作	232
第四节	电动机及拖动	234
第五节	常见的电工测量仪表	239
<b>第十三章</b>	<b>城市污水处理自动控制系统</b>	242
第一节	概述	242
第二节	自动控制基础	243
第三节	计算机控制技术	245
第四节	PLC控制技术	247
第五节	变频调速控制系统	250
第六节	集散控制系统	252
第七节	污水处理监控系统	254
第八节	城市污水处理自动控制系统实例	261

## 第五篇 城市污水处理厂的水质检测与安全生产

<b>第十四章</b>	<b>水质检测</b>	269
第一节	水质检测的作用及要求	269
第二节	实验室基础知识	270
第三节	污水处理厂的水质检测	272
<b>第十五章</b>	<b>安全教育与安全职责</b>	276
第一节	安全生产教育	276
第二节	安全职责	277
第三节	安全生产的一般要求	279

<b>第十六章</b>	<b>安全生产</b> .....	282
第一节	防毒气.....	282
第二节	安全用电.....	283
第三节	防溺水和防高空坠落.....	284
第四节	防雷.....	284
第五节	防火防爆.....	285
第六节	化验室安全管理.....	286
<b>参考文献</b> .....		287



# 第一篇 城市污水处理的基本知识

## 第一章 城市污水的来源与水质

### 第一节 城市污水的来源

#### 一、城市污水的来源

城市污水为城市下水道系统收集到的各种污水，通常由生活污水、工业废水和城市降水径流三部分组成，是一种混合污水。

生活污水是指人们日常生活中的排水，经由居住区、公共场所（饭店、宾馆、影剧院、体育场、医院、机关、学校、商场、车站等）和工厂的厨房、卫生间、浴室及洗衣房等生活设施排出。生活污水中有机污染物约占60%，如蛋白质、脂肪和糖类等；无机污染物约占40%，如泥沙和杂物等。此外还含有洗涤剂以及病原微生物和寄生虫卵等。

工业废水是从工业生产过程中排出的废水。由于使用的原材料和生产工艺不同，工业废水的成分有很大差异。常见的污染较严重的工业废水有：造纸废水、酿造废水、生物制药废水、煤气洗涤废水、印染废水、农药废水、制革废水、毛纺废水、电镀废水、油漆废水、化工废水、炼油废水等。工业废水是城市污水中 Toxic 有害污染物的主要来源。

降雨径流是由城市降雨或冰雪融化水形成的。初期降雨和冰雪融化水的污染也较严重，若能纳入城市污水管道加以处理，是一种理想的安排。对于分别敷设污水管道和雨水管道的城市，降雨径流汇入雨水管道而得不到处理；对于采用雨污合流排水管道的城市，虽然可以使一部分初雨径流与城市污水一同加以处理，但雨量较大时由于超过截流干管的输送能力或污水处理厂的处理能力，大量的雨污混合水出现溢流，造成了对水体更严重的污染。

#### 二、城市污水处理后排放与利用

城市污水经净化处理后，出路有三：（1）排放水体，作为水体的补给水；（2）灌溉田地；（3）回用。

排放水体是城市污水最常采用的出路。排放水体的城市污水应达到国家或地方相关的排放标准，否则可能造成水体遭受污染。

灌溉田地可使污水得到充分利用，但必须符合灌溉的有关规定，使土壤与农作物免遭污染。

污水回用是最合理的出路，既可以有效地节约和利用有限、宝贵的淡水资源，又可以减少污水的排放量，减轻水环境的污染。城市污水经二级处理和深度处理后回用的范围很广，可以用作电厂的循环冷却水，也可以回用于生活杂用，如园林绿化、浇洒道路、冲洗厕所等。

## 第二节 城市污水中的污染物及水质指标

### 一、城市污水中的主要污染物及其危害特征

污水中的污染物质按物理形态可分为悬浮固体、胶体及溶解性污染物质。按化学成分可分为无机污染物质和有机污染物质两大类。

#### 1. 无机污染物

无机污染物分为无直接毒害作用的无机污染物和有直接毒害作用的无机污染物两类。无直接毒害作用的无机污染物可分为三种类型。一是属于砂粒、矿渣类颗粒状物质；二是酸、碱无机盐类；三是氮、磷等营养物。无直接毒害作用的无机污染物并不是绝对无毒害作用的，当这些污染物达到一定浓度，也将呈现出毒害作用。

水中酸、碱达到一定浓度对人、畜、水生生物造成危害，此外，对管道和污水处理设备有腐蚀作用。

氮、磷是导致湖泊、海湾、水库等缓流水体富营养化的主要物质。

污水中的氮可分为有机氮和无机氮，前者是含氮化合物，如蛋白质、尿素等，后者有氨氮、硝酸氮等。硝酸盐本身无毒，但进入人胃中能还原为亚硝酸盐，再与仲胺作用会形成亚硝胺，而亚硝胺则对人体有害，是致癌、致变异和致畸胎的“三致”物质。

有直接毒害作用的无机污染物主要包括非重金属无机有毒物质和重金属离子。非重金属无机有毒物质主要有氰化物和砷化物，重金属主要有汞（Hg）、镉（Cd）、铬（Cr）、铅（Pb）、锌（Zn）、铜（Cu）、镍（Ni）、锡（Sn）、铁（Fe）、锰（Mn）等。氰化物、砷化物、汞（Hg）、镉（Cd）、铬（Cr）、铅（Pb）是国际上公认的六大毒性物质。此类物质在污染控制中必须严格控制，绝对不容许超标排至厂外。

#### 2. 有机污染物

城市污水中的有机污染物按生物降解的难易程度可分为易于生物降解的有机污染物和难于生物降解的有机污染物。

易于生物降解的有机污染物多属于碳水化合物、蛋白质、脂肪等自然生成的

有机物。这类物质不稳定，任何条件下，它们都要向稳定的无机物质转化。在有氧条件下，在好氧微生物作用下进行转化；在无氧条件下，则在厌氧微生物作用下进行转化。

难于生物降解的有机污染物多属于人工合成的有机物质，如农药（DDT、六六六等有机氯农药）、醛、酮、酚以及多氯联苯、芳香族氨基化合物、塑料、合成橡胶、人造纤维和染料等。这类物质不易为微生物所分解，它们都有害于人类健康，只是危害程度和作用方式不同。

城市污水中的各种污染物对环境和人类的危害程度和作用方式是不同的。表 1-1 为城市污水中的主要污染物及其危害特征。

表 1-1 城市污水中的主要污染物及其危害特性

分 类	污 染 物	主要危害特征													
		浊度	色度	恶臭	传染病	耗氧	富营养化	硬度	毒性	油污染	放射性	酸化	易积累	易富集	
1. 致浊物	尘、泥、土、砂、灰、渣、屑、漂浮物	○	●	●	●	●	●			●	●	●		○	
2. 致色物	色素、染料		○							●					
3. 致臭物	胺、硫醇、硫化氢、氨			○		●	●			●					
4. 病原微生物	病菌、病毒、寄生虫		●		○	●	●			●					
5. 需氧有机物	碳水化合物、蛋白质、氨基酸、木质素、脂肪酸	●	○	○	●	○	●	●							
6. 植物营养素	硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、磷酸盐、有机氮、合磷洗涤剂		●	○		●	○							○	
7. 无机有害物	酸、碱、盐类							○						●	
8. 重金属	汞、镉、铬、铅、砷、铜		●							○				○	○
9. 易分解有机毒物	酚、苯、醛、有机磷农药		●			○				○					
10. 难分解有机毒物	DDT、六六六、狄氏剂、艾氏剂、PCB、多环芳烃、芳香烃					●				○				○	○
11. 硫、氮氧化物	二氧化硫、氮氧化物												○		

## 二、污水的水质指标

污水的污染指标是用来衡量水在使用过程中被污染的程度，也称污水的水质

指标。

### 1. 生物化学需氧量 (BOD)

生物化学需氧量 (BOD) 是一个反映水中可生物降解的含碳有机物的含量及排到水体后所产生的耗氧影响的指标。它表示在温度为 20℃ 和有氧的条件下, 由于好氧微生物分解水中有机物的生物化学氧化过程中消耗的溶解氧量, 也就是水中可生物降解有机物稳定化所需要的氧量, 单位为 mg/L。BOD 不仅包括水中好氧微生物的增长繁殖或呼吸作用所消耗的氧量。还包括了硫化物、亚铁等还原性无机物所耗用的氧量, 但这一部分的所占比例通常很小。BOD<sub>5</sub> 越高, 表示污水中可生物降解的有机物越多。

污水中可降解有机物的转化与温度、时间有关。在 20℃ 的自然条件下, 有有机物氧化到硝化阶段、即实现全部分解稳定所需时间在 100d 以上, 但实际上常用 20℃ 时 20d 的生化需氧量 BOD<sub>20</sub> 近似地代表完全生化需氧量。生产应用中仍嫌 20d 的时间太长, 一般采用 20℃ 时 5d 的生化需氧量 BOD<sub>5</sub> 作为衡量污水有机物含量的指标。

### 2. 化学需氧量 (COD)

尽管 BOD<sub>5</sub> 是城市污水中常用的有机物浓度指标, 但是存在分析上的缺陷: ①5天的测定时间过长, 难以及时指导实践; ②污水中难生物降解的物质含量高时, BOD<sub>5</sub> 测定误差较大; ③工业废水中往往含有抑制微生物生长繁殖的物质, 影响测定结果。因此有必要采用 COD 这一指标作为补充或替代。化学需氧量 (COD) 是指在酸性条件下, 用强氧化剂重铬酸钾将污水中有机物氧化为 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 所消耗的氧量, 用 COD<sub>Cr</sub> 表示, 一般写成 COD。单位为 mg/L。重铬酸钾的氧化性极强, 水中有机物绝大部分 (约 90%~95%) 被氧化。化学需氧量的优点是能够更精确地表示污水中有机物的含量, 并且测定的时间短, 不受水质的限制。缺点是不能像 BOD 那样表示出微生物氧化的有机物量。另外还有部分无机物也被氧化, 并非全部代表有机物含量。

城市污水的 COD 一般大于 BOD<sub>5</sub>, 两者的差值可反映废水中存在难以被微生物降解的有机物。在城市污水处理分析中, 常用 BOD<sub>5</sub>/COD 的比值来分析污水的可生化性。当 BOD<sub>5</sub>/COD > 0.3 时, 可生化性较好, 适宜采用生化处理工艺。

### 3. 悬浮物 (SS)

悬浮固体是水中未溶解的非胶态的固体物质, 在条件适宜时可以沉淀。悬浮固体可分为有机性和无机性两类, 反映污水汇入水体后将发生的淤积情况, 其含量的单位为 mg/L。因悬浮固体在污水中肉眼可见, 能使水浑浊, 属于感官性指标。

悬浮固体代表了可以用沉淀、混凝沉淀或过滤等物化方法去除的污染物, 也

是影响感观性状的水质指标。

#### 4. pH 值

酸度和碱度是污水的重要污染指标，用 pH 值来表示。它对保护环境、污水处理及水工构筑物都有影响，一般生活污水呈中性或弱碱性，工业污水多呈强酸或强碱性。城市污水的 pH 值呈中性，一般为 6.5~7.5。pH 值的微小降低可能是由于城市污水输送管道中的厌氧发酵；雨季时较大的 pH 值降低往往是城市酸雨造成的，这种情况在合流制系统尤其突出。pH 值的突然大幅度变化不论是升高还是降低，通常是由于工业废水的大量排入造成的。

#### 5. 总氮 (TN)、氨氮 (NH<sub>3</sub>-N)、凯氏氮 (TKN)

(1) 总氮 (TN) 为水中有机氮、氨氮和总氧化氮 (亚硝酸氮及硝酸氮之和) 的总和。有机污染物分为植物性和动物性两类：城市污水中植物性有机污染物如果皮、蔬菜叶等，其主要化学成分是碳 (C)，由 BOD<sub>5</sub> 表征；动物性有机污染物包括人畜粪便、动物组织碎块等，其化学成分以氮 (N) 为主。氮属植物性营养物质，是导致湖泊、海湾、水库等缓流水体富营养化的主要物质，成为废水处理的重要控制指标。

(2) 氨氮 (NH<sub>3</sub>-N) 氨氮是水中以 NH<sub>3</sub> 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 形式存在的氮，它是有机氮化物氧化分解的第一步产物。氨氮不仅会促使水体中藻类的繁殖，而且游离的 NH<sub>3</sub> 对鱼类有很强的毒性，致死鱼类的浓度在 0.2~2.0mg/L 之间。氨也是污水中重要的耗氧物质，在硝化细菌的作用下，氨被氧化成 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 和 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>，所消耗的氧量称硝化需氧量。

(3) 凯氏氮 (TKN) 是氨氮和有机氮的总和。测定 TKN 及 NH<sub>3</sub>-N，两者之差即为有机氮。

#### 6. 总磷 (TP)

总磷是污水中各类有机磷和无机磷的总和。与总氮类似，磷也属植物性营养物质，是导致缓流水体富营养化的主要物质。受到人们的关注，成为一项重要的水质指标。

#### 7. 非重金属无机物质有毒化合物和重金属

(1) 氰化物 (CN) 氰化物是剧毒物质，急性中毒时抑制细胞呼吸，造成人体组织严重缺氧，对人的经口致死量为 0.05~0.12g。

排放含氰废水的工业主要有电镀、焦炉和高炉的煤气洗涤，金、银选矿和某些化工企业等，含氰浓度约 20~70mg/L 之间。

氰化物在水中的存在形式有无机氰 (如氰氢酸 HCN、氰酸盐 CN<sup>-</sup>) 及有机氰化物 (称为腈，如丙烯腈 C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>CN)。

我国饮用水标准规定，氰化物含量不得超过 0.05mg/L，农业灌溉水质标准规定为不大于 0.5mg/L。

(2) 砷 (As) 砷是对人体毒性作用比较严重的有毒物质之一。砷化物在污水中存在形式有无机砷化物 (如亚砷酸盐  $\text{AsO}_2^-$ , 砷酸盐  $\text{AsO}_4^{3-}$ ) 以及有机砷 (如三甲基砷)。三价砷的毒性远高于五价砷, 对人体来说, 亚砷酸盐的毒性作用比砷酸盐大 60 倍, 因为亚砷酸盐能够和蛋白质中的硫反应, 而三甲基砷的毒性比亚砷酸盐更大。

砷也是累积性中毒的毒物, 当饮水中砷含量大于 0.05 mg/L 时就会导致累积。近年来发现砷还是致癌元素 (主要是皮肤癌)。工业中排放含砷废水的有化工、有色冶金、炼焦、火电、造纸、皮革等行业, 其中以冶金、化工排放砷量较高。

我国饮用水标准规定, 砷含量不应大于 0.04mg/L, 农田灌溉标准是不高于 0.05mg/L, 渔业用水不超过 0.1mg/L。

#### 8. 重金属

重金属指原子序数在 21~83 之间的金属或相对密度大于 4 的金属。其中汞 (Hg)、镉 (Cd)、铬 (Cr)、铅 (Pb) 毒性最大, 危害也最大。

(1) 汞 (Hg) 汞是重要的污染物质, 也是对人体毒害作用比较严重的物质。汞是累积性毒物, 无机汞进入人体后随血液分布于全身组织, 在血液中遇氯化钠生成二价汞盐累积在肝、肾和脑中, 在达到一定浓度后毒性发作, 其毒理主要是汞离子与酶蛋白的硫结合, 抑制多种酶的活性, 使细胞的正常代谢发生障碍。

甲基汞是无机汞在厌氧微生物的作用下转化而成的。甲基汞在体内约有 15% 累积在脑内, 侵入中枢神经系统, 破坏神经系统功能。

含汞废水排放量较大的是氯碱工业, 因其在工艺上以金属汞作流动阴电极, 以制成氯气和苛性钠, 有大量的汞残留在废盐水中。聚氯乙烯、乙醛、醋酸乙烯的合成工业均以汞作催化剂, 因此上述工业废水中含有一定数量的汞。此外, 在仪表和电气工业中也常使用金属汞, 因此也排放含汞废水。

我国饮用水、农田灌溉水都要求汞的含量不得超过 0.001mg/L, 渔业用水要求更为严格, 不得超过 0.0005mg/L。

(2) 镉 (Cd) 镉也是一种比较广泛的污染物质。

镉是一种典型的累积富集型毒物, 主要累积在肾脏和骨骼中, 引起肾功能失调, 骨质中钙被镉所取代, 使骨骼软化, 造成自然骨折, 疼痛难忍。这种病潜伏期长, 短则 10 年, 长则 30 年, 发病后很难治疗。

每人每日允许摄入的镉量为 0.057~0.071mg。我国饮用水标准规定, 镉的含量不得大于 0.01mg/L, 农业用水与渔业用水标准则规定要小于 0.005mg/L。

镉主要来自采矿、冶金、电镀、玻璃、陶瓷、塑料等生产部门排出的废水。

(3) 铬 (Cr) 铬也是一种较普遍的污染物。铬在水中以六价和三价两种形

态存在，三价铬的毒性低，作为污染物质所指的是六价铬。人体大量摄入能够引起急性中毒，长期少量摄入也能引起慢性中毒。

六价铬是卫生标准中的重要指标，饮用水中的浓度不得超过 0.05mg/L，农业灌溉用水与渔业用水应小于 0.1mg/L。

排放含铬废水的工业企业主要有电镀、制革、铬酸盐生产以及铬矿石开采等。电镀车间是产生六价铬的主要来源，电镀废水中铬的浓度一般在 50~100mg/L。生产铬酸盐的工厂，其废水中六价铬的含量一般在 100~200mg/L 之间。皮革鞣制工业排放的废水中六价铬的含量约为 40mg/L。

(4) 铅 (Pb) 铅对人体也是累积性毒物。据美国资料报道，成年人每日摄取铅低于 0.32mg 时，人体可将其排除而不产生积累作用；摄取 0.5~0.6mg，可能有少量的累积，但尚不至于危及健康；如每日摄取量超过 1.0mg，即将在体内产生明显的累积作用，长期摄入会引起慢性中毒。其毒理是铅离子与人体内多种酶络合，从而扰乱了机体多方面的生理功能，可危及神经系统、造血系统、循环系统和消化系统。

我国饮用水、渔业用水及农田灌溉水都要求铅的含量小于 0.1mg/L。

铅主要含于采矿、冶炼、化学、蓄电池、颜料工业等排放的废水中。

#### 9. 微生物指标

污水生物性质的检测指标有大肠菌群数（或称大肠菌群值）、大肠菌群指数、病毒及细菌总数。

(1) 大肠菌群数（大肠菌群值）与大肠菌群指数 大肠菌群数（大肠菌群值）是每升水样中所含有的大肠菌群的数目，以个/L 计；大肠菌群指数是查出 1 个大肠菌群所需的最少水量，以毫升 (mL) 计。可见大肠菌群数与大肠菌群指数是互为倒数，即

$$\text{大肠菌群指数} = \frac{1000}{\text{大肠菌群数}} \quad (\text{mL}) \quad (1-1)$$

若大肠菌群数为 500 个/L，则大肠菌群指数为 1000/500 等于 2mL。

大肠菌群数作为污水被粪便污染程度的卫生指标，原因有两个：①大肠菌与病原菌都存在于人类肠道系统内，它们的生活习性及在外界环境中的存活时间都基本相同。每人每日排泄的粪便中含有大肠菌约  $10^{11} \sim 4 \times 10^{11}$  个，数量大大多于病原菌，但对人体无害；②由于大肠菌的数量多，且容易培养检验，但病原菌的培养检验十分复杂与困难。故此，常采用大肠菌群数作为卫生指标。水中存在大肠菌，就表明受到粪便的污染，并可能存在病原菌。

(2) 病毒 污水中已被检出的病毒有 100 多种。检出大肠菌群，可以表明肠道病原菌的存在，但不能表明是否存在病毒及其他病原菌（如炭疽杆菌）。因此还需要检验病毒指标。病毒的检验方法目前主要有数量测定法与蚀斑测定法

两种。

(3) 细菌总数 细菌总数是大肠菌群数、病原菌、病毒及其他细菌数的总和，以每毫升水样中的细菌菌落总数表示。细菌总数愈多，表示病原菌与病毒存在的可能性愈大。因此用大肠菌群数、病毒及细菌总数等3个卫生指标来评价污水受生物污染的严重程度就比较全面。

### 三、城市污水的水质

城市污水的水质与人们的生活习惯、气候条件、生活污水与工业废水所占得比例以及所采用的排水体制等有关。但城市污水的水质在主要方面具有生活污水的一切特征。

典型的生活污水，其水质变化大体有一定范围，可参见表1-2。

表 1-2 典型的生活污水水质示例

指 标	浓 度/(mg/L)			指 标	浓 度/(mg/L)		
	高	中	低		高	中	低
固体(TS)	1200	720	350	可生物降解部分	750	300	200
溶解性总固体	850	500	250	溶解性	375	150	100
非挥发性	525	300	145	悬浮性	375	150	100
挥发性	325	200	105	总氮	85	40	20
悬浮物(SS)	350	220	100	有机氮	35	15	8
非挥发性	75	55	20	游离氮	50	25	12
挥发性	275	165	80	亚硝酸盐	0	0	0
可沉降物	20	10	5	硝酸盐	0	0	0
生化需氧(BOD <sub>5</sub> )	400	200	100	总磷	15	8	4
溶解性	200	100	50	有机磷	5	3	1
悬浮性	200	100	50	无机磷	10	5	3
总有机碳(TOC)	290	160	80	氯化物(Cl <sup>-</sup> )	200	100	60
化学需氧(COD)	1000	400	250	碱度(CaCO <sub>3</sub> )	200	100	50
溶解性	400	150	100	油脂	150	100	50
悬浮性	600	250	150				

注：该表摘自《给水排水设计手册》。

### 四、城市污水排放条件

城市污水处理厂处理后最终出水的水质应根据排放水的用途或接纳水体的水质情况确定排放标准。根据国家《污水综合排放标准》(GB8978—1996)的规定，当排入Ⅲ类水体时，采用一级标准，即：BOD<sub>5</sub> 20mg/L，COD<sub>Cr</sub> 60mg/L，SS 20mg/L，NH<sub>3</sub>-N 15mg/L，TP 0.5mg/L；当排入Ⅳ类或Ⅴ类水域时，采用



二级标准，即： $BOD_5$  30mg/L，COD120mg/L，SS30mg/L， $NH_3-N$  25mg/L，TP1.0mg/L。同时还应符合建设部颁布的《城市污水处理厂污水污泥排放标准》。当城市污水处理厂处理水再利用时，应按使用的目的执行相应的水质标准和确定相应的废水深度处理工艺。再生水回用主要有以下几类：城市生活用水和市政用水回用、工业回用、农业（包括渔业）回用、地下水回灌、景观及娱乐方面的回用以及其他方面回用。再生水的回用应满足相应的水质要求，相关的水质标准有：国家《工业循环水处理设计规范》（GBJ 50—83）、建设部《生活杂用水水质标准》（CJ 25.1—89）、国家《农田灌溉水质标准》（GB 5084—92）、国家《渔业水质标准》（GB11607—89）、《景观娱乐用水水质标准》（GHZB 1—1999）、建设部《再生水回用于景观水体的水质标准》（CJ/T95—2000）、北京市《地下水人工回灌水源的水质标准》、上海市《地下水人工回灌水源的水质标准》等。若处理出水排入海洋，还应根据国家《海水水质标准》（GB3097—1997）确定排放标准。