

# 城市污水处理厂的 建设与管理

卜秋平 陆少鸣 曾科 主编



化学工业出版社

# 城市污水处理厂的建设和管理

卜秋平 陆少鸣 曾科 主编

化学工业出版社  
·北京·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目(CIP)数据**

城市污水处理厂的建设与管理/卜秋平,陆少鸣,曾科主编.—北京:化学工业出版社,2002.5  
ISBN 7-5025-3789-9

I. 城… II. ①卜…②陆…③曾… III. ①城市污水-污水处理厂-建设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 (2002) 第 020328 号

---

**城市污水处理厂的建设与管理**

卜秋平 陆少鸣 曾科 主编

责任编辑:王文峡

责任校对:顾淑云

封面设计:于兵

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 18½ 字数 451 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3789-9/X·189

定 价: 35.00 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。我国在“八五”时期的城市污水处理率尚不足7%，至2000年已提高到20%，城市污水处理事业得到了很大发展。国家的“十五”计划将城市污水处理率进一步提高到45%，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。

随着体制改革的不断深入，城市污水处理项目的建设资金来源出现了多样化，包括政府投资、国际金融组织或外国政府贷款以及企业自筹资金等，建设项目也由政府主管部门直接管理改为企业法人制管理，由城市污水处理厂业主全面负责项目的建设与管理的工作。

城市污水处理厂的建设与管理是一项系统工程，包括项目的前期立项与建设资金筹措、工程的设计与施工及其管理、工程的竣工验收和试运行以及城市污水厂建成投产后的日常运行管理工作。为了建设好、管理好城市污水处理厂，项目业主需要在城市污水处理项目建设与管理的各环节充分了解工作的内容、要求和基本程序，掌握必要的相关专业知识。

本书侧重面向城市污水厂项目业主各层次的管理人员，内容包括了有关城市排水管网工程、城市污水无害化处理及深度处理与回用工程的基本专业知识；前期立项阶段涉及的项目建议书、项目的可行性研究与环境影响评价等工作；申请贷款的程序和需要具备的条件；工程的设计、监理与工程承包的招标工作；工程设计与施工的步骤、技术要求和质量保证；工程的最终验收与交接工作；污水处理厂建成投产后对运行控制及维护管理等项工作的基本要求、技术要领和规章制度。作者在总结近几年负责筹建与管理城市污水处理厂的经验和教训的基础上，注重吸收本行业的先进技术和成功经验，按照针对和实用的原则，力求将理论与实际密切联系。希望本书能够作为城市污水处理厂项目业主各层管理人员的工作参考书和污水处理厂操作人员的实用工具书。

参加编写本书的人员有：卜秋平、陆少鸣、曾科、李杉、石志红、杨立、胥俊霞、张晓莉、闻占成、王文平。全书由卜秋平、陆少鸣、曾科任主编，由李杉、石志红、杨立任副主编。由于作者的水平有限，书中难免存在不足和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2002年3月

## 内 容 提 要

本书首先介绍了有关城市排水管网工程、城市污水无害化处理及深度处理与回用工程的基本专业知识。在此基础上,依次论述了城市污水处理厂建设各主要阶段的工作内容、基本程序、技术要求和重点,并且列举了工程实例作为参考;对于污水厂建成投产后的日常管理工作,本书也较为详实地阐述了关于运行控制与维护管理工作的基本要求、操作规程、技术要领和规章制度。

全书共分十章,第一章城市污水处理概况;第二章城市污水处理厂项目立项工作;第三章城市污水处理厂的初期管理;第四章城市污水处理厂设计及其管理;第五章施工管理;第六章竣工验收;第七章城市污水处理厂试运行;第八章城市污水处理厂运行管理概述;第九章城市污水处理厂主要机械设备及其运行管理;第十章城市污水处理厂自动化和测量仪表。

本书可供筹建城市污水处理工程项目的管理人员和城市污水厂工作人员使用,也可作为从事城市污水处理工程设计、施工、监理工作的工程技术人员的参考用书。

# 目 录

<b>第一章 城市污水处理概况</b> .....	1
第一节 城市污水的来源、水量及水质.....	1
一、城市污水的组成.....	1
二、城市污水量及其变化规律.....	1
三、城市污水的水质.....	3
四、城市污水的排放条件.....	5
第二节 城市排水管道系统.....	6
一、排水系统的体制.....	6
二、排水管道系统的组成.....	7
三、排水管道系统的特性.....	10
第三节 城市污水无害化处理系统.....	12
一、城市污水一级处理.....	12
二、传统活性污泥法城市污水二级处理.....	17
三、氧化沟法城市污水二级处理.....	20
四、活性污泥的特性.....	22
第四节 城市污泥处理系统.....	25
一、城市污泥的性质及其主要指标.....	25
二、城市污泥处理工艺.....	26
第五节 城市污水深度处理与回用.....	30
一、城市污水深度处理的对象、目标及常用工艺.....	31
二、城市污水生物脱氮除磷工艺.....	31
三、城市污水土地处理与利用工艺.....	34
四、城市污水厂再生水常规物化处理工艺.....	36
<b>第二章 城市污水处理厂项目立项工作</b> .....	38
第一节 城市污水处理厂项目立项程序.....	38
一、基本建设的程序.....	38
二、城市污水处理厂项目立项程序.....	38
第二节 城市污水处理厂项目建议书.....	39
一、项目建议书的编制方法.....	40
二、城市污水处理厂项目建议书内容.....	40
三、城市污水处理工程项目建议书示例.....	41
第三节 城市排水系统工程总体规划.....	41
一、城市排水系统工程总体规划的内容.....	41
二、排水体制的选择.....	42
三、城市雨水管网规划.....	42

四、城市污水管网规划 .....	43
五、城市污水处理与利用系统规划 .....	44
第四节 城市污水处理厂项目可行性研究 .....	45
一、基本任务和要求 .....	45
二、可行性研究阶段工作程序 .....	45
三、可行性研究报告编制原则 .....	46
四、可行性研究报告的组成内容 .....	46
五、可行性研究报告的审查 .....	49
六、项目建议书与可行性研究的区别 .....	50
七、城市污水厂项目可行性研究报告示例 .....	51
第五节 可行性研究阶段常见的方案论证问题 .....	53
一、城市污水量及其预测 .....	53
二、城市污水水质现状及预测 .....	54
三、城市污水厂污水排放标准的确定 .....	54
四、合流制排水系统的改造及截流倍数的选择 .....	55
五、污水处理及污泥处理工艺流程选择 .....	55
六、总平面布局 .....	56
七、污水及污泥利用方式 .....	56
第六节 城市污水处理厂项目环境影响评价 .....	57
一、环境影响评价的作用 .....	57
二、基本建设程序和环境管理程序的关系 .....	57
三、环境影响评价阶段的工作程序 .....	58
四、环境影响评价大纲内容和审查 .....	60
五、城市污水处理厂工程环评大纲示例 .....	61
六、环境影响报告书内容和审查 .....	62
七、城市污水处理工程环境影响报告书示例 .....	64
<b>第三章 城市污水处理厂的初期管理 .....</b>	<b>67</b>
第一节 建设资金的筹措管理 .....	67
一、自筹资金 .....	67
二、国内贷款 .....	67
三、利用外国政府贷款 .....	71
四、加强管理，提高资金运作的水平和质量 .....	74
第二节 城市污水处理厂的招投标管理 .....	74
一、污水处理项目招投标概述 .....	74
二、污水处理项目勘察、设计的招投标管理 .....	75
三、污水处理项目施工的招投标管理 .....	77
四、污水处理项目设备、材料采购的招投标管理 .....	83
第三节 城市污水处理项目的监理管理 .....	88
一、污水处理项目监理单位的选择 .....	89
二、监理合同的履行 .....	92

<b>第四章 城市污水处理厂设计及其管理</b>	94
<b>第一节 污水处理工程设计程序</b>	94
一、初步设计程序	94
二、施工图设计程序	95
三、设计后期工作	96
<b>第二节 污水处理工程设计内容与深度要求</b>	97
一、初步设计文件内容与深度	97
二、施工图设计文件内容及深度	100
<b>第三节 污水处理厂设计依据</b>	102
一、设计任务书或委托书	102
二、污水处理工程基本情况资料	102
三、污水处理工程技术资料	102
四、污水处理工程设计资料	102
<b>第四节 污水处理工程设计一般规定</b>	102
一、城市污水处理厂的总体布置	102
二、污水处理构筑物设计规定	104
三、污泥处理构筑物设计规定	110
<b>第五节 城市污水处理建设项目设计管理程序</b>	112
一、设计管理程序	112
二、业主设计管理内容	112
三、业主设计管理工作纲要	113
<b>第六节 业主对科研勘察工作的管理</b>	115
一、业主对科研勘察单位的选择原则	115
二、污水处理建设项目科研勘察内容	115
三、对科研勘察成果的审查	115
<b>第七节 建设项目外部协作条件的取证</b>	116
一、概述	116
二、取证内容	116
<b>第八节 业主对设计的管理</b>	117
一、要求设计达到的三大目标	117
二、对初步设计的管理	118
三、对施工图设计的管理	119
四、对设计的控制	121
<b>第五章 污水处理工程施工管理</b>	125
<b>第一节 施工内容</b>	125
一、污水管网工程	125
二、工艺构筑物及其他附属设施土建工程	125
三、设备安装及电气自控系统安装工程	126
四、污水处理工程示例	127
<b>第二节 施工前准备工作</b>	127



一、建立施工管理机构	127
二、开工前的准备工作	128
第三节 污水处理工程施工	131
一、钢筋混凝土工程施工	131
二、污水管道开槽施工	140
三、污水管道不开槽施工	142
四、污水处理设备及管道安装工程	146
五、电气系统安装工程	148
六、自控系统安装工程	152
第四节 工程质量管理	156
一、质量控制的原则和要求	156
二、质量控制的措施	157
第五节 施工进度管理	162
一、施工项目进度控制	162
二、施工项目进度控制目标体系及其控制过程	163
第六节 现场监理管理	163
一、监理目标和依据	163
二、监理组织机构及职能分工	164
三、监理的主要工作	165
四、监理工作制度	166
五、质量控制	167
六、进度控制	168
七、投资控制	169
八、合同及信息管理	170
第七节 施工现场管理	171
一、现场管理的内容	171
二、现场管理的措施	171
<b>第六章 污水处理工程竣工验收</b>	<b>173</b>
第一节 验收前的准备工作	173
一、竣工验收条件	173
二、竣工验收准备	173
第二节 验收依据和验收标准	174
一、竣工验收依据	174
二、竣工验收标准	174
第三节 工程实物验收	174
一、工程资料验收	174
二、工程实物验收	176
第四节 工程环境保护验收	176
一、环境保护验收程序	176
二、环境保护验收应编写的报告	178

三、环境保护验收监测	179
四、环境保护现场检查和验收	181
第五节 工程竣工验收程序	183
一、工程项目竣工验收的程序	183
二、验收后的收尾与交接	183
第六节 工程移交	184
一、工程移交	184
二、技术资料的移交	184
三、其他移交工作	184
四、做好合同清算工作	184
五、工程价款的竣工结算	184
<b>第七章 城市污水处理厂试运行</b>	<b>185</b>
第一节 污水处理厂水质与水量监测	185
一、进水水质、水量与污水处理厂运行管理	185
二、污水处理厂运行监测项目	185
第二节 城市污水处理设施试运转	190
一、处理构筑物或设备的试通水	190
二、处理机械设备的试运转	190
第三节 好氧生物处理的污泥培养与运行控制	191
一、好氧活性污泥的培养	191
二、活性污泥处理系统的运行控制	193
第四节 厌氧消化的污泥培养与运行控制	198
一、厌氧活性污泥的培养	198
二、厌氧消化系统的运行控制	199
<b>第八章 城市污水处理厂运行管理</b>	<b>203</b>
第一节 污水处理运行管理内容和意义	203
一、运行管理的内容	203
二、运行管理的意义	203
三、运行管理基本要求	203
四、运行管理人员的职责	204
第二节 城市污水处理技术经济指标和运行报表	205
一、技术经济指标	205
二、运行记录与报表	206
第三节 污水处理系统的运行管理	206
一、预处理的运行管理	206
二、初沉池的运行管理	208
三、曝气池和二沉池的运行管理	208
四、混凝沉淀系统的运行管理	210
五、滤池的运行管理	211
六、消毒系统的运行管理	212

七、流量计量装置的运行管理·····	213
第四节 好氧活性污泥系统的运行调度与异常问题对策·····	213
一、运行调度·····	213
二、异常问题对策·····	216
第五节 污泥处理系统的运行管理·····	219
一、污泥浓缩池的运行管理·····	219
二、厌氧消化池的运行管理·····	220
三、污泥脱水机的运行管理·····	223
第六节 城市污水处理厂的安全生产·····	224
一、安全生产与劳动保护概述·····	224
二、安全生产制度·····	224
三、防毒气·····	226
四、安全用电·····	226
五、防溺水和防高空坠落·····	227
六、化验室安全知识·····	227
<b>第九章 城市污水处理厂主要机械设备及其运行管理</b> ·····	229
第一节 城市污水处理厂的机械设备管理概述·····	229
一、污水处理厂的设备·····	229
二、设备管理内容·····	229
三、设备的完好标准和修理周期·····	230
四、建立完善的设备档案·····	230
五、污水处理厂专用设备的运行管理·····	231
第二节 城市污水处理厂专用机械设备·····	234
一、格栅除污机·····	234
二、除砂与砂水分离设备·····	236
三、刮泥机·····	239
四、表面曝气设备与推流器·····	242
五、吸泥机·····	246
六、滗水器·····	247
七、污泥浓缩设备·····	250
八、螺旋输送机·····	251
九、可调堰与套筒阀·····	252
<b>第十章 城市污水处理厂自动化和测量仪表</b> ·····	254
第一节 城市污水处理厂自动化基本知识·····	254
一、概述·····	254
二、可编程控制器简介·····	255
三、自动调节系统概述·····	257
第二节 城市污水处理厂常用自控方案·····	258
一、曝气池中溶解氧自动调节方案·····	258
二、污泥消化池的温度调节系统·····	259

三、循环式活性污泥 (CAST) 工艺的运行控制方案 .....	259
四、T型氧化沟运行控制方案 .....	259
五、某城市污水处理厂自控方案实录 .....	261
第三节 城市污水处理厂需要在线测量的工艺参数 .....	268
第四节 城市污水处理厂测量仪表 .....	269
一、测量仪表的基本知识 .....	269
二、常用测量仪表 .....	271
第五节 城市污水处理厂自动化系统运行管理 .....	277
一、自动化系统的投运 .....	277
二、自动化系统的参数整定 .....	278
三、自动化系统的日常维护和管理 .....	279
<b>主要参考文献</b> .....	<b>282</b>

# 第一章

## 城市污水处理概况

### 第一节 城市污水的来源、水量及水质

#### 一、城市污水的组成

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等三部分组成，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有毒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、城市污水量及其变化规律

城市污水的流量在排水管网中沿程增加，至排水终点达到最大。对于排水管网，要求逐段确定污水量，称为管段流量；对于污水处理厂，只需掌握该服务流域的总污水量。

污水流量不仅在管网内沿程变化，而且逐日、逐时发生变化。相应地将污水流量分为平均日流量、最大日流量和最大时流量。鉴于生活污水与工业废水的变化规律不同，故分别按居住区生活污水量  $Q_1$ 、工业企业生活污水及淋浴污水量  $Q_2$  和工业废水量  $Q_3$  加以确定。

##### (一) 居住区生活污水量 $Q_1$

居住区生活污水量的变化与城市的气候特点及城市人口规模关系密切，这些因素不仅影响污水量标准，也影响污水量的变化幅度。居住区生活污水设计流量按下式计算：

$$Q_1 = \frac{qNK_2}{86400} \quad (1-1)$$

式中  $Q_1$ ——居住区生活污水量，L/s；

$q$ ——居住区生活污水量标准，L/(人·d)；

$N$ ——设计人口数，人；

$K_z$ ——总变化系数。

居住区生活污水量标准  $q$  是居民平均日污水量，该值与室内卫生设备情况、气候、居民生活习惯及生活水平和文化水平等因素有关，通常占给水量标准的 70%~90%。近年来，为了便于计算，将公共建筑与居住区合并，按人口密度、卫生设备等情况定出一个综合性的污水量标准，称为大生活污水量标准，在城市规划中给予确定。

设计人口  $N$  是指污水排水系统设计期限终期的人口数。污水管网是地下永久性设施，要求按远期人口确定。

总变化系数  $K_z$  为最大日最大时污水量与平均日平均时污水量的比值；最大日最大时污水量与该日平均时污水量的比值称为时变化系数  $K_h$ ；一年中最大日污水量与平均日污水量的比值称为日变化系数  $K_d$ 。显然有：

$$K_z = K_d K_h$$

研究表明： $K_z$  随平均日平均时污水量的增加而减小，不仅表现为管网下游的流量变化趋缓，城市规模大时其总污水量的变化也相对较小。 $K_z$  可按表 1-1 取值。

表 1-1 生活污水量总变化系数

污水平均日流量/(L/s)	≤5	6	10	15	25	40	70	120	200	400	750	≥1600
总变化系数 $K_z$	2.3	2.2	2.1	2.0	1.89	1.8	1.69	1.59	1.51	1.40	1.30	1.20

### (二) 工业企业生活污水及淋浴污水

$$Q_2 = \frac{q_1 N_1 K_z + q_2 N_2 K_z + q_3 N_3 + q_4 N_4}{3600 T} \quad (1-2)$$

式中  $Q_2$ ——工业企业生活污水及淋浴污水量，L/s；

$q_1$ ——一般车间污水定额，一般取 25L/(人·班)；

$N_1$ ——一般车间最大班工人数，人；

$q_2$ ——热车间污水定额，一般取 35L/(人·班)；

$N_2$ ——热车间最大班工人数，人；

$q_3$ ——不太脏车间淋浴污水定额，一般取 40L/(人·班)；

$N_3$ ——不太脏车间最大班用淋浴的人数，人；

$q_4$ ——较脏车间淋浴污水定额，一般取 60L/(人·班)；

$N_4$ ——较脏车间最大班使用淋浴的人数，人；

$T$ ——每班工作时间，h。

大型工业企业生活污水及淋浴污水量也是生活污水，但是工业企业采取分班工作制，其生活污水的排放规律与居住区污水变化规律不相同，一般作为集中流量。

### (三) 工业废水流量 $Q_3$

$$Q_3 = \frac{mMK_z}{3600 T} \quad (1-3)$$

式中  $Q_3$ ——工业废水量，L/s；

$m$ ——生产过程单位产品的废水量定额，L；

$M$ ——每日产品数量；

$K_z$ ——总变化系数，根据工艺或经验确定；

$T$ ——工业企业的每日工作时数。

工业废水的日变化系数很小，对于大部分工业企业，可以认为  $K_d \approx 1$ 。因此， $K_z \approx K_h$ 。某些工业废水量的变化系数大致如下，可供参考。

冶金工业 1.0~1.1；            化学工业 1.3~1.5；  
 纺织工业 1.5~2.0；        食品工业 1.5~2.0；  
 皮革工业 1.5~2.0；        造纸工业 1.3~1.8。

城市污水量  $Q$  为三者之和，即：

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (1-4)$$

总体上看，城市污水量的变化与城市的气候特点、城市的工业类别、城市类型（工业化城市、文化城市、商贸城市或旅游城市等）有关，更受城市规模的直接影响。式（1-4）采用简单累加计算流量的方法，将  $Q_1$ 、 $Q_2$  及  $Q_3$  峰值叠加，视为同时到达同一断面。事实上随着污水来源的增加，流量高峰彼此错开，相互调节，必然降低流量高峰。

### 三、城市污水的水质

城市污水的水质，在主要方面具有生活污水的一切特征。但在不同的城市，因工业的规模和性质不同，城市污水的水质也受工业废水的水质和水量的影响而明显变化。

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				
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	游离氨	50	25	12
挥发性	275	165	80	亚硝酸盐	0	0	0
可沉降物/(ml/L)	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：1. 单位除注明外均以 mg/L 计。

2. 该表摘自《给水排水设计手册》。

在表 1-2 中，最重要的几项指标是 BOD<sub>5</sub>、COD、SS、N、P，此外还有重金属指标。这些污染指标反映了污水中不同的污染物或污染物的特征。

(1) 生化需氧量 BOD 生化需氧量是在指定的温度和时间段内，在有氧条件下由微生物（主要是细菌）降解水中有机物所需的氧量。由于将有机物完全降解需要历时 100 天以上，实际上采用 20℃ 下 20 天的生化需氧量 BOD<sub>20</sub> 为代表。生产应用时 20 天过长，一般采用 20℃ 下 5 天的 BOD<sub>5</sub> 作为衡量污水中可生物降解有机物的浓度指标。对于城市污水，其 BOD<sub>5</sub> 约为 BOD<sub>20</sub> 的 70%~80%。

(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:① 5 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。COD 的测定,是将污水置于酸性条件下,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。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 大于 BOD<sub>20</sub>,两者的差值大致为难于生物降解的有机物量。在城市污水处理分析中,把 BOD<sub>5</sub>/COD 的比值作为可生化性指标。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。城市污水的 BOD<sub>5</sub> 和 COD 的均值之间保持着一定的相关关系,通过大量的数据分析对比,可以近似地从 COD 推求 BOD<sub>5</sub>。

(3) 悬浮物 SS 在污水中呈颗粒状的污染物质。粒径在 1.0μm 以上的称为粗分散性悬浮固体(包括乳化物质和油珠);粒径在 0.1~1.0μm 之间的称为细分散性悬浮固体。悬浮固体用过滤法测定,被截留在滤纸上的滤渣经烘干后的质量计为悬浮固体,其中包括少量胶体物质(胶体的粒径在 0.1~0.001μm 之间;小于 0.001μm 则为溶解性物质)。

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) 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;动物性有机污染物质包括人畜粪便、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。

(5) 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。

(6) 重金属 城市污水中的重金属主要有汞、镉、铬、铅等。汞的毒性强,产生毒性的剂量小,而且极易沉淀,在污水和污泥再利用过程中,容易通过食物链富集,危害人体,我国农灌溉水要求汞不超过 0.001mg/L,渔业用水不超过 0.0005mg/L;镉易被生物富集,通过食物链,造成人体骨骼损伤病症,农用水及渔业用水规定小于 0.005mg/L;铬是制革废水的特征污染物,其三价铬易形成氢氧化铬沉淀,但六价铬(如 CrO<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 和 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)溶于水且毒性大,通过食物链导致慢性中毒;铅也是在人体中累积性毒物,在水中的浓度需要严加控制。

在上述指标中, BOD<sub>5</sub>、COD 和 SS 属于综合指标。由于城市污水中所含成分十分复杂,



难以采用全分析的方式逐一加以确认，采用综合指标能从总体上反映污染物的量和污染物的基本污染特性。

#### 四、城市污水的排放条件

城市污水排放水体首先应达到国家《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)。根据纳污水域的重要性，该标准分为三级，对排入城镇下水道并进入污水处理厂进行生物处理的污水执行三级标准，其他情况按条件执行一级和二级标准。该标准将排放的污染物按其性质分为两类：第一类能在环境或动植物体内蓄积，对人体健康产生不良影响者，含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出口取样，执行第一类污染物最高允许浓度排放标准；第二类污染物，其长远影响小于第一类的污染物质，在排污单位总排出口取样，按行业区分，执行第二类污染物最高允许排放浓度和最高允许排水量标准。城市污水处理厂也执行第二类标准，根据排放水域的重要性，当排入Ⅲ类水体时，采用一级标准，即：BOD<sub>5</sub> 20mg/L，COD 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<sub>5</sub> 30mg/L，COD 120mg/L，SS 30mg/L，NH<sub>3</sub>-N 25mg/L，TP 1.0mg/L。

地表水水域等级的划分执行国家《地表水环境质量标准》(GHZB1—1999)。依据地表水水域使用目的和保护目标将其划分为五类：Ⅰ类水体主要适用于源头水、国家自然保护区；Ⅱ类水体主要适用于集中式生活饮用水水源地一级保护区、珍贵鱼类保护区、鱼虾产卵场等；Ⅲ类水体主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区；Ⅳ类水体主要适用于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区；Ⅴ类水体主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。

城市污水排入下水道时，为了保证对下水道的正常养护和城市污水处理厂的正常运行，不影响城市污水处理厂处理后出水的利用以及污水处理厂污泥的利用，应执行建设部《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 18—86)。按当前的技术和经济条件，经过城市污水处理厂处理后，可以去除85%~95%的BOD<sub>5</sub>、SS和NH<sub>3</sub>-N，75%~85%的COD，70%~90%以上的TN和50%~70%的TP。但对于各种有毒有害物质、重金属以及较大量的难生物降解COD，必须严格执行CJ 18—86及GB 8978—1996标准，在产生地就地处理，且应尽量采用闭路循环系统，将废水循环使用，对有用或有害物质加以回收；对高悬浮物和高浓度有机废水，必须进行点源治理，宜采用沉淀、气浮和厌氧处理技术去除大部分悬浮物和有机物，使出水水质符合进入城市排水系统的标准；对含有病原菌或放射性污染物的医院废水，应严格进行消毒处理并衰减放射性元素至无害，才可排入城市排水系统。

城市污水处理厂处理后最终出水首先应符合GB 8978—1996规定的标准，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》(GB 11607—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/T 95—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