



# 城市污水处理设施

CHENSHI WUSHUI CHULI SHESHI JIANCE JIANKONG DE SHIJIAN YU TANSUO

## 监测监控的

## 实践与探索

胡文翔 编著



中国环境科学出版社

# 城市污水处理设施监测监控的 实践与探索

胡文翔 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

城市污水处理设施监测监控的实践与探索 / 胡文翔编著. —北京:  
中国环境科学出版社, 2004.8

ISBN 7-80163-932-4

I. 城… II. 胡… III. 城市污水—污水处理—水处理设施—监测 IV.X703.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 075837 号

---

出版发行 中国环境科学出版社  
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.cn>  
电子信箱: [zongbianshi@cesp.cn](mailto:zongbianshi@cesp.cn)

印 刷 北京中科印刷有限公司  
经 销 各地新华书店  
版 次 2004 年 8 月第一版 2004 年 8 月第一次印刷  
开 本 850×1168 1/32  
印 张 5.5  
字 数 150 千字  
定 价 15.00 元

---

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

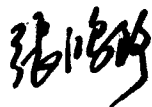
## 序

水环境是城市生态环境的重要组成部分。国内外的实践表明，通过建设城市污水处理厂及企业内部污水处理站，是治理和控制水污染、保护水环境的有效途径。根据国家环境保护“十五”计划要求，到2005年，城市生活污水集中处理率达到45%，50万人口以上城市要达到60%。到2010年，城市生活污水处理厂将超常规速度发展，预计将增加污水处理能力5000~6000万 $\text{m}^3/\text{d}$ ，需新建城市集中污水处理厂1000多座，按照目前建设造价计算，建设总投资达到5000亿元。因而，如何保证这些城市污水处理设施的正常运转，保证这些巨大投资发挥应有作用，显得尤为重要。要解决好这个问题，有赖于环保部门对其进行有效的监督和监控。本书旨在探讨如何加强对污水处理设施进行有效监控。

在现行的环境监管体制下，加强对城市污水处理设施监控的手段有很多，如规划、监察、监测、经济、宣传教育等。在诸多手段中，监察和监测是非常重要的基础性手段。通过加强基础性工作，对贯彻落实环境决策，无疑是起到固本强基的作用。

作者长期在环保第一线工作，对环境监督监测有着较为丰富的经验和技能；加之，书中吸收了浙江省及宁波市环保局部分成功的经验。因而，本书对从事环保一线工作的同志在如何加强对污染源的监控、打击不法排污等方面有着参考作用。应该指出，书中的监测监控手段，不仅针对污水处理设施，对大气、噪声等其他类型的污染源也有借鉴意义；而书中对监控体制的探索与思考，仅是作者一家之言，有待于见仁见智。

浙江省环保局局长



2004年7月

# 目 录

引 论 .....	1
<b>1 城市污水的特点及城市污水处理的意义 .....</b>	<b>4</b>
1.1 城市污水的特点 .....	4
1.2 城市排水系统 .....	5
1.3 城市污水流量的变化规律 .....	7
1.4 城市污水的性质 .....	8
1.5 污水的处理途径 .....	12
1.6 城市污水处理的意义 .....	15
<b>2 污水处理原理及城市污水处理设施建设 .....</b>	<b>19</b>
2.1 城市污水处理的一般方法 .....	19
2.2 生物化学处理在城市污水处理中的的重要作用 .....	24
2.3 生物脱氮除磷工艺 .....	33
2.4 集中式污水处理厂建设中存在的主要问题及对策 .....	39
2.5 污水集中处理与分散处理的优劣比较 .....	46
<b>3 城市污水处理设施监测的技术要点 .....</b>	<b>49</b>
3.1 城市污水处理设施监测任务的确定 .....	49
3.2 城市污水处理设施监测布点 .....	50
3.3 污水处理设施监测项目的选择 .....	54
3.4 污水处理设施监测频次的确定 .....	65

3.5 污水监测分析方法 .....	66
3.6 城市污水处理设施监测结果的表达 .....	69
3.7 城市污水处理设施监测结果评价标准 .....	74
3.8 城市污水处理设施监测报告编写 .....	74
3.9 底质土壤的污染监测 .....	77
3.10 生物体内残毒监测 .....	83
<b>4 城市污水处理设施监测监控的实践 .....</b>	<b>87</b>
4.1 城市污水处理设施监测监控的概念 .....	87
4.2 城市污水处理设施监测监控的组织体系 .....	88
4.3 在线监测在城市污水处理设施监测监控中的应用 .....	91
4.4 城市污水处理设施监测监控的制度保障体系 .....	97
<b>5 强化对城市污水处理设施监测监控的探索与思考 .....</b>	<b>104</b>
5.1 运用法律武器 注重监控实效 .....	104
5.2 建立企业环境信用等级制度 .....	118
5.3 建立和健全污染源监控服务网 .....	121
5.4 监测监控队伍的自身建设 .....	122
5.5 对污染源监测监控体制的探索与思考 .....	125
<b>参考文献 .....</b>	<b>128</b>
<b>附 录 .....</b>	<b>129</b>
一、污染源监测管理办法 .....	129
二、污水综合排放标准 .....	134
三、水和污水监测分析方法 (3)、(4) .....	141
四、环境保护行政处罚办法 .....	154
五、浙江省环境违法行为责任追究办法 (试行) .....	163
<b>后 记 .....</b>	<b>168</b>

## 引 论

### —

城市，由于其在现代社会中的突出地位，历来被认为是环境保护的重点。无论是恩格斯的《英国工人阶级状况》，还是现代的《人类环境宣言》都把城市作为人类生存环境的重点来加以关注。现在，我国的环境保护工作从“32字方针”到“环境保护模范城市考核”，再到“生态城市”建设，也都把城市作为环境保护和生态建设的重点来抓。

水是城市环境的灵魂，没有水就没有生命。人们往往择水而居，临水筑城，自古而今，概莫能外。一个城市如果缺水，闹水荒，这个城市的生产生活、经济发展和社会稳定就要受到影响。连绵不断的中东战争，一个重要的动因就是为了争夺戈兰高地的水资源。严重水荒的城市，被迫迁都甚至消失，中国古代的楼兰古城的消失，商代盘庚的迁都，无不与水资源的匮乏有关。城市化是工业文明的产物，城市中高度发达的工业文明给人们的社会生活带来巨大实惠和便利的同时，随之而来的水污染、大气污染等“城市病”也困扰着人们的生活和社会的永续进步。水污染严重地制约了城市水资源的开发利用，危害人们的身心健康。我国很多缺水城市，特别是江南的缺水城市，其实质是“水质性缺水”，如沿淮城市，守着淮河没水喝，就是因为淮河被污染而丧失其饮用水功能所致。面对日益严重的城市水荒，人们一方面花巨资从相对丰沛的地区拦坝引水，如



南水北调工程、引滦入津工程等。另一方面，兴建大量城市污水处理厂，将城市污水进行深度处理后，排入水体或作为中水回用，促进城市水体功能的恢复，节约城市水资源。

## 二

国家环境保护“十五”计划要求，到 2005 年，城市生活污水集中处理率达到 45%，50 万人口以上城市要达到 60%。到 2010 年，城市生活污水处理厂将超常规速度发展，预计将增加污水处理能力 5000~6000 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，需新建城市集中污水处理厂 1000 多座，按照目前建设造价计算，建设总投资将达到 5000 亿元。为了完成这一目标，政府和社会将投入巨资建设各种城市污水处理设施。目前，大多数城市的城市污水处理设施的建设和管理分别由城建和城管部门承担，如何保证政府和社会的巨大投资产生良好的环境效益和社会效益，应该由环保部门对其运行状况进行有效的监测监控。正如“神舟五号”宇宙飞船的成功发射，除了飞船本身设计科学精确之外，还有赖于地面和海上多个测控中心的有效监控。建设与监控，犹如鸟之两翼，只有比翼齐飞，才能飞得高，飞得远。然而，我们不少地方政府对城市污水处理设施运行状况监测监控尚未引起足够的重视和关注，在已建成的城市污水处理设施中，由于种种原因，设施的运转负荷率不高，少数城市的污水处理设施几乎成了一种摆设。据《中国经济时报》报导，国务院六部门在对全国 532 座污水处理厂的检查中发现，有 275 座非正常运行，占 51.7%；其中，43 座基本没有正常运行，占 8.1%。因此，加强对城市污水处理设施的监测监控，发挥该设施应有的作用，是一项亟待重视的工作。

## 三

根据我国现有的环境保护工作监管体制，环境监测必须为环境管理服务，环境监督管理必须以环境监测结论为依据，做到科学管

理公正执法。从理论上讲，这是一个比较完美的体制安排：既有明确的分工，又有相互配合、形成合力的条件，还能从制度上包含了互相制约的运作机制。但根据笔者从事这项工作多年的经验发现，环境监测和环境管理往往会形成两张皮的现象。监测部门大量第一手材料、数据和信息被束之高阁，放在科技档案室里无人问津；而少数监督管理部门拍脑袋，画圈圈进行监督管理的现象也是存在的。这一方面与两者缺乏必要的协调机制有关，另一方面，也与从事这两方面工作的同志的知识结构有关。往往是从事监测工作者缺乏必要的管理知识，从事管理工作的同志又没有时间学些监测知识。有鉴于此，作者在近 20 年的城市污水监督监测经验的基础上，着重就如何加强对城市污水处理设施的有效监控作了初步研究和探索，并吸收了浙江省及宁波市环保局近年来的一些被笔者认为成功的经验和监控制度，以作抛砖引玉之用。

## 1 城市污水的特点及城市污水处理的意义

本章主要介绍城市污水的来源、组成与特性，城市污水的排放与收集系统，城市污水处理对节约水资源，改善城市生态景观，美化城市环境中的重要作用。

### 1.1 城市污水的特点

水是生命之源。在人们的生活和生产活动中，每天都在使用和接触水。在这一过程中，水受到人类活动的影响，其物理性质和化学性质都发生了变化，就变成了污染过的水，简称污水。污水主要包括生活污水和工业污水。

#### 1.1.1 生活污水

生活污水是人们日常生活中排放的水。它是从居民住户、公共设施（饭店、宾馆、影剧院、体育场、机关、学校、商店等）和工厂的厨房、卫生间、浴室及洗衣房等生活设施中排放的水。生活污水中通常含有泥沙、油脂、皂液、果核、纸屑和食物屑、病菌、杂物和粪尿等。这些物质按其化学性质分，可分为无机物与有机物，通常无机物含 40%，有机物 60%；按其物理性质分，可分为不溶性物质、胶体性物质和溶解性物质。相比较于工业污水，生活污水的水质一般较稳定，浓度较低，也较容易通过生物化学方法进行处理。

### 1.1.2 工业污水

工业污水是从工业生产过程中排放出的水，它来自工厂的生产车间与厂矿。由于各种工业生产的工艺、原材料、使用设备的用水条件等等的不同，工业污水的性质千差万别。相比较于生活污水，工业污水水质水量差异大，通常具有浓度大、毒性大等性质，不易通过一种通用技术或工艺来治理，往往要求其在排出前在厂内处理到一定程度。

### 1.1.3 城市污水

城市污水是通过下水道收集到的所有排水，是排入下水道系统的各种生活污水、工业污水和城市融雪、降水水的混合水，是一种混合污水。正是由于城市污水是一种混合水，各座城市之间的城市污水的水质存在一定差异，主要决定于工业污水所占的比例，也受到城市规模、居民生活习惯、气候条件及下水道系统形式的影响。

## 1.2 城市排水系统

在城市中，每天都需要大量的水用于市民生活与工业生产。这些水在使用之后，约占原水量 80% 的部分变为污水排放。城市下水道系统的任务就是随时收集这些城市污水并把它们输送到城市污水处理厂，以便经过净化处理后最终排入城市水体。

### 1.2.1 合流制排水系统

合流制排水系统是将生活污水、工业污水和融雪雨水混在一个管道内排除的系统。最早的下水道系统就是合流制系统，它收集的各种污水、雨雪水不经处理直接排入邻近的水体。目前，新城区一般不再建设合流制下水道系统，而老城市或老城区的合流制下水道系统也在逐步改造成截流式合流制下水道系统。合流制下水道系统排除了城市中的所有污水和部分雨水，保护了市区卫生；截流式合

流制下水道系统又几乎将初期雨水全部收集并输送到末端或污水处理厂，保护了市区卫生，防止了沿河渠的污染。这是老城市或老城区早期建成、后期完善和一直使用的一种下水道体制。

### 1.2.2 分流制排水系统

分流制下水道系统是城市污水和雨水分别用各自独立的管道排除的系统。典型的分流制下水道系统是由排除生活污水和工业污水的污水管道与专门用于排除雨水的雨水管渠构成。

近年来，由于城市污水处理程度的提高，城市污水处理不仅是一种控制水环境污染的手段，而且，处理过的水已达到再次利用的资源化程度。国内外都出现了将城市污水处理后的水就近回用于工业、农业或城市杂用的水道系统，日本称之为中水道系统。这种系统对于解决水资源不足、合理地开发利用各种水资源、创造新的效益、减少总污染排放及控制水污染、保护水环境具有十分积极的作用，是今后促进和完善城市污水处理事业的一项很有前途的新发展。

从国内外的历史发展看，早期的下水道系统大部分是合流制，后建的下水道系统多为分流制。而对大城市来说，城市中心区多为合流制，市郊新区多为分流制，北京、上海、天津等大城市即是这种中心区为合流制、郊区为分流制的下水道系统。

从控制和防止水体污染的道理上讲，合流制将全部城市污水收集输送到污水处理厂集中处理，达标排放，应该说是一种理想状态。但实际上合流制干管尺寸相应地增大，污水处理厂的规模要求也大，整体建设费用高，往往迟滞了管线与污水厂工程建设速度，形成污水不完全收集，污水厂建不起来，污水集中排放上段的河体不净，下段河体严重污染。分流制下水道系统仅仅将生活污水和工业污水收集和输送到污水厂，管线尺寸小，污水厂建设规模合理，容易形成完备的处理系统，有利于水污染控制和水环境保护。由于使用分流制下水道系统排出的初期雨水水质很差，通过雨水管道直接排入水体造成污染，经济发达的国家已开始建造储水池或储水管

道。雨期集水、非雨期集中处理，在我国经济发展到一定时期以后也是可以实现的，所以目前分流制下水道系统在国内外得到广泛采用，是城市下水道系统的发展方向。

### 1.3 城市污水流量的变化规律

城市污水流量是随着城市活动的变化而不断变化的。对绝大多数城市来说，由于经济发展，人口的增加，用水量及污水量也在逐年增长。但是随着城市现代化程度的提高，城市污水增长的趋势将逐步减小。城市污水量的日变化也是明显的，它主要取决于城市下水道系统体制，如是合流制还是分流制、城市的气候特点、城市的工业类别（工业化城市、文化城市还是旅游城市）等。

城市污水流量的时变化特征是十分突出的。除了上述原因外，一个很突出的特点是它与城市规模直接相关。大城市的流量时变化相对较小，中小城市流量时变化很大，这是城市污水处理厂设计与管理中应特别注意的问题。城市污水处理厂设计规模取决于排入下水道的工业废水总量  $Q_2$  和雨水量  $Q_3$  及使用下水道的城市人口排污总量  $Q_1$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

我国城市地区不同，发展水平各异，人均污水排放量也不同。一般我国大城市的人均污水排放量为  $150L/(d \cdot 人)$ 。由于污水处理设施的设计和实际运行管理时必须能够承受最大的冲击负荷，因此污水处理设施的设计规模对生活污水来讲，在人均污水量的基础上还要考虑最大日和最大时变化系数，工业污水要考虑实际生产中的最大时排污水量，工业污水一般要设调节池。因此，对那些小型污水处理设施，特别是小规模污水处理厂，设计规模与经常的污水入厂量差异较大的，有时带来运行管理中的困难。这要通过合理地确定规模、周密的设计方案、适度地发挥系统功能、灵活的运行调节来解决。

## 1.4 城市污水的性质

### 1.4.1 物理性质

城市污水的物理性质包括其水温、颜色、气味、氧化还原电位等指标。

#### (1) 水温

由于城市下水道系统是敷设在地下的，因此城市污水水温具有相对稳定的特征，一般在  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，冬季较气温高，夏季较气温低。城市污水水温的突然变化很可能是工业废水的排放造成的，而水温的明显降低则可能是由于大量雨水的排入造成的。

#### (2) 颜色

城市污水的正常颜色为灰褐色，但实际上其颜色通常变化不定，这取决于城市下水道的排水条件和排入的工业污水的影响。大的管网系统，维护不好的管网系统由于污水在下水道中停留时间长，可能会发生厌氧反应，输入到污水厂后的颜色会变暗或黑色。在通常情况下，绿色、蓝色和橙色通常是由于电镀工厂排放污水造成的，而红色、蓝色和黄色则多为印染污水造成，白色则是洗衣污水造成的。

#### (3) 气味

正常的城市污水具有发霉的臭味。城市污水中有气油、溶剂、香味，可能是有工业污水排入。在大管网系统或维护不好的下水道系统，城市污水将会有臭鸡蛋味，这标志城市污水在下水道中已经厌氧发酵，产生硫化氢和其他产物。对这类气味的污水，在下井下池进管道操作时应严格按照防毒气安全操作规程进行，避免人员伤亡。

#### (4) 氧化还原电位

正常的城市污水具有约  $+100\text{mV}$  的氧化还原电位，小于  $+40\text{mV}$  的氧化还原电位或负值氧化还原电位，说明污水已经厌氧发酵或有

工业还原剂的大量排放。氧化还原电位超过+300mV，指示有工业氧化剂废水的大量排入。

#### 1.4.2 城市污水的卫生指标

如前所述，城市污水既包括人们生活中排除的洗浴、粪尿，也包括公共设施，如医院中排出的用过的水，还包括一些食品工业如屠宰厂排出的工业污水。这些排出的污水都有可能带来大量的细菌、病毒、致病菌和虫卵。由于病菌类别多样，对每一种病毒进行分析又十分复杂，因此在城市污水的卫生学分析中，人们通常采用最有代表性的分析指标——大肠杆菌来指示污水和净化水的卫生质量。

大肠杆菌的分析方法有多试管发酵法和滤膜法。多试管发酵法的测试结果用最可能数进行表示，英文简写 MPN，单位为个/L。滤膜法的测试结果是平皿接种上大肠杆菌菌落数，单位为个/L。

城市污水的另一个重要生物学指标是蛔虫卵。一般城市污水处理的出水中蛔虫卵去除率为 100%。污泥消化可抑制和减少蛔虫卵，自然堆肥可完全杀灭蛔虫卵。

#### 1.4.3 城市污水的化学指标

城市污水的化学指标很多，它包括酸碱度 (pH)、碱度、生化需氧量 (BOD)、化学需氧量 (COD)、总有机碳 (TOC)、固体物质、总氮 (TN)、氨氮 (NH<sub>3</sub>-N)、总磷 (TP)、氯化物 (Cl)、重金属含量等。重金属含量主要指铜 (Cu)、锌 (Zn)、铝 (Al)、镉 (Cd)、汞 (Hg)、铬 (Cr) 等。

(1) pH。城市污水 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 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。

(2) 碱度。碱度反应了城市污水中和酸的能力，通常用碳酸钙



含量 (mg/L) 表示。采用地下水作主要饮用水源城市, 污水中碱度相应较高。碱度较高的城市污水具有较强的缓冲工业废酸水排入的影响, 在城市污水处理的生化处理部分, 可满足硝化反应消耗碱度的要求, 在污泥消化系统中还有缓解超负荷运行带来的酸化作用, 有利消化系统稳定运行。

(3) 生化需氧量 BOD。由于城市污水中所含成分十分复杂, 很难一一分析确认, 因此在城市污水处理中, 常常用生化需氧量 BOD 这一综合指标反映污水中有机污染物的浓度。生化需氧量是在指定的温度和指定的时间段内, 微生物在分解、氧化水中有机物的过程中所需要的氧的数量, 生化需氧量的单位一般采用 mg/L。完全的生化需氧量测定需要历时 100d 以上, 在实际应用时不可行; 根据研究观测, 微生物的好氧分解速度开始很快, 约至 5d 后其需氧量即达到完全分解需氧量的 70% 左右, 因此在实际操作中常常用 5d 生化需氧量  $BOD_5$  来衡量污水中有机污染物的浓度。生活污水的  $BOD_5$  一般在 70~250mg/L 之间, 工业污水的  $BOD_5$  则有较大差别, 有的高达数千 mg/L。综合的城市污水  $BOD_5$  一般在 100~300mg/L 之间。

(4) 化学需氧量 COD。尽管  $BOD_5$  是城市污水处理中常用的有机污染分析指标, 但它有几个缺点使人们同时还要采用化学需氧量这个指标作为补充或替代。① $BOD_5$  测定时间长, 一般需 5d。②污水中难以生化降解的污染物含量高时误差大。③工业废水中往往含有生物抑制物, 影响测定结果。④ $BOD_5$  测定条件较严格。

COD 的测定, 是将污水置于酸性条件下, 用重铬酸钾强氧化剂氧化水中有机物时所消耗的氧量, 单位为 mg/L。COD 测定时间短, 一般几个小时, 不受水质限制。但 COD 测定不像  $BOD_5$  测定那样直接反应生化需氧量, 另外还有一部分无机物也被氧化, 因此也有一些误差, 一般在工业废水测定中广泛采用, 在城市污水分析时与  $BOD_5$  同时应用。

城市污水的 COD 一般大于  $BOD_5$ , 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,  $BOD_5$