

城市污水处理厂

运行控制与维护管理

王洪臣 主编

杨向平 主审
涂兆林

WWTP

科学出版社

城市污水处理厂 运行控制与维护管理

王洪臣 主编

杨向平 主审
涂兆林

科学出版社

1999

内 容 简 介

本书系统地介绍了城市污水处理厂的运行管理技术,包括工艺、机械设备及自动控制仪表等方面。工艺部分涉及工艺原理、系统组成、工艺参数分析与计算、工艺控制、运行调度、日常操作维护、异常问题的分析及排除等内容,机械设备和自动控制仪表部分涉及工作原理、构造、日常操作维护、故障诊断与排除及检修等内容。

本书总结了国内污水处理厂近10年来的运行经验,并结合国内实际情况,大量引用了欧美及日本等国家和地区的先进运行管理技术。本书绝大部分章节可直接作为运行手册使用。

本书可作为污水处理厂运行管理人员的培训教材,也可供给排水、环境工程专业的科研、设计人员及大专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市污水处理厂 运行控制与维护管理/王洪臣主编.
北京:科学出版社,1997.11
ISBN 7-03-006317-1

I. 城… I. 王… III. 城市污水-污水处理厂-运行-管理 N. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 21679 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1997年11月第一版 开本:787×1092 1/16

1999年6月第二次印刷 印张:39½

印数:6 001—8 000 字数:932 000

定价:75.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

我国改革开放 20 年来,城市建设得到高速发展。随着城市规模的不断扩大和人口的增加,水环境污染成了一大难题。“环境保护”是我国的基本国策,中国可持续发展的战略与对策制定的 2000 年治理目标,要求城市污水集中处理率达 20%。对此,各级政府给予高度重视。90 年代是我国城市污水处理事业大发展的时期,目前已建成的城市污水处理厂近 200 座,并正以每年十几座的速度增加,城市污水处理率已达 6.7%。近几年利用国际金融组织及各国政府贷款建成的几十座污水处理厂,引进了国外先进的系统设计技术和设备,为我国污水处理事业迅速发展起到了推动作用。

由于我国污水处理事业起步较晚,与其他行业相比,尚无成熟的运行管理经验,技术及管理人员不足,缺乏熟练的运转工,许多污水处理厂建成后维持正常运行比较困难,环境效益及社会效益难以实现。因此,迅速提高我国城市污水处理厂的运行管理水平和运行人员的整体素质,以适应污水处理厂建设的速度已成为亟待解决的问题。

为此我局组织编写了《城市污水处理厂 运行控制与维护管理》一书,内容包括了污水处理厂运行控制及维护管理所涉及的工艺、机械设备、自动控制等有关专业,力图从机理阐述着手,介绍通用设计参数,重点突出运行控制、生产调度及维护管理,并附有计算实例,注重疑难问题的分析和故障的排除,内容充实、系统、全面。

本书是在充分学习上海、天津等兄弟单位的管理运行经验的基础上,认真研究了美国、日本、法国等国家的运行手册,并根据我国的具体情况对有关成熟经验加以吸收,特别总结了全国最大的高碑店污水处理厂的运行管理经验与教训。在我国目前尚无全国统一的污水处理厂运行手册的情况下,希望本书能成为我国城市污水处理厂运行管理方面的一本系统化的培训教材或参考书。

本书的作者均长期从事北京市的污水处理厂的建设与运行工作,是高碑店污水处理厂工艺、设备、自动控制等专业的主要负责人,并正在建设高碑店污水处理厂(第二期)及酒仙桥、清河等污水处理厂;这使本书在理论与实践结合方面有着独特的优势。同时,作者们访问、考察过许多国家的污水处理厂,并在日本、美国的污水处理厂进行了长时间的运行管理培训,熟悉现代化污水处理厂的运行管理,还一直与国际著名的水处理机构及大公司保持接触与交流,及时吸取国外最新的运行管理经验,如本书中介绍的 A-A-O、A-B 及 SBR 等新工艺,都充分体现了国外最新资料与国内实际情况的有机结合。这正是本书在介绍运行管理技术方面一直瞄准国际先进水平的关键所在。

总之,希望本书在成为城市污水处理厂运行人员的培训教材的同时,也能成为城市污水处理厂建设、管理的高级技术人员的实用工具书,并成为污水处理的科研、设计人员及高等院校相关专业的师生的重要参考书。

北京市政工程局总工程师

白崇智

1997 年 8 月

特邀评审专家

钱 易(全国人大常委、中国工程院院士、清华大学教授)
聂梅生(建设部科技发展司司长、中国给排水学会理事长、教授)
张坤民(国家环保局副局长、教授)
杜瑞安(上海市城市排水管理处总工程师、教授级高工)
唐鸿德(天津市城市排水管理处顾问总工程师、教授级高工)

编写人员

杨向平 (第一章)
王洪臣 (第二、三、四、五、六章)
谭乃秦 (第七章 7.1 和 7.2 节,第八章)
何忠杲 (第七章 7.3 节,第九章)
李建军 (第十章)

目 录

前言

第一章 总论	1
1.1 城市污水的来源与性质	2
1.2 水污染控制法规与标准	9
1.3 城市污水处理的一般方法.....	10
1.4 水样的采集和处理.....	13
1.5 城市污水处理厂的技术经济指标与运行报表.....	16
1.6 城市污水处理运行人员的职责.....	18
第二章 预处理和初级处理	20
2.1 格栅间.....	20
2.2 沉砂池.....	23
2.3 预处理单元对后续处理单元的影响.....	29
2.4 污水提升泵站.....	30
2.5 污水量的测量.....	31
2.6 初次沉淀池.....	32
第三章 生物化学处理	47
3.1 基本原理及一般过程.....	47
3.2 传统活性污泥工艺及其变形.....	55
3.3 生物脱氮除磷工艺.....	98
3.4 生物氧化沟工艺	126
3.5 A-B 工艺	141
3.6 SBR 工艺	146
第四章 物理化学处理	156
4.1 混凝沉淀工艺	156
4.2 过滤工艺	172
4.3 消毒工艺	182
第五章 污泥处理与处置	188
5.1 污泥的特性与一般处理方法	188
5.2 污泥浓缩	192
5.3 厌氧消化	201
5.4 污泥脱水	237
第六章 沼气利用系统	259
6.1 沼气的性质及一般用途	259
6.2 沼气的收集与净化	259

6.3	常见沼气利用系统	262
6.4	沼气系统的安全运行	265
第七章	通用机械设备	266
7.1	闸门与阀门	266
7.2	水泵	281
7.3	鼓风机与压缩机	315
第八章	污水污泥处理专用机械设备	347
8.1	格栅除污机	347
8.2	除砂与砂水分离设备	360
8.3	刮泥机与浓缩机	374
8.4	吸泥机	393
8.5	表面曝气设备	406
8.6	污水处理专用机械设备的运行管理与维护	412
第九章	沼气利用设备	416
9.1	沼气储存设备	416
9.2	废气燃烧器	423
9.3	沼气发动机	429
第十章	测量仪表及自动化	473
10.1	测量仪表的基本知识	473
10.2	热工测量仪表	477
10.3	水质分析仪表	498
10.4	污水处理过程自动化的基本知识	514
10.5	污水处理过程中常见顺序及逻辑控制方案	529
10.6	污水处理过程中常见的自动调节系统及方案	539
附录一	污水排入城市下水道水质标准 GJ18-86	552
附录二	地面水环境质量标准 GB3838-88	554
附录三	污水综合排放标准 GB8978-88	559
附录四	城市污水处理厂污水污泥排放标准 GJ3025-93	572
附录五	农田灌溉水质标准 GB5084-92	575
附录六	生活杂用水水质标准 GJ25.1-89	580
附录七	农用污泥质量标准 GB4284-84	582
附录八	排水管道维护安全技术规程 CJJ6-85	583
附录九	污水处理厂常用的搅拌设备及潜水泵	589
附录十	常用污水水质检验方法标准	591
	城市污水 pH 值的测定——电位计法 CJ26.1-91	591
	城市污水 悬浮固体的测定——重量法 CJ26.2-91	592
	城市污水 易沉固体的测定——体积法 CJ26.3-91	595
	城市污水 总固体的测定——重量法 CJ26.4-91	596
	城市污水 五日生化需氧量的测定——稀释与接种法 CJ26.5-91	597

城市污水	化学需氧量的测定——重铬酸钾法	CJ26.6-91	602
城市污水	油的测定——重量法	CJ26.7-91	604
城市污水	氨氮的测定	CJ26.25-91	606
城市污水	总氮的测定——蒸馏后滴定法	CJ26.27-91	610
城市污水	总磷的测定——分光光度法	CJ26.28-91	614
城市污水	总有机碳的测定——非色散红外法	CJ26.29-91	618
主要参考文献			621
后记			623

第一章 总 论

城市是人类社会经济发展的一个极其重要的组成部分,在城市的社会经济活动中,每天都要消耗大量的水,用于工业、农业、商业活动以及市民的日常生活。

水在使用过程中被带进了洗涤剂、染料、溶液、油脂和粪尿、各类无机物和有机物,细菌、病毒等致病微生物,毒性、酸碱性、放射性和重金属类等物质,以至水的物理性质和化学性质明显变化,变成了污水。

污水在城市发展的初期是通过城市污水收集系统收集排放到附近水体,经过清洁水体的稀释和自然净化功能变污为清,成为人类可以循环利用的水资源。但是,随着城市社会经济规模的越来越大,污水越来越多,水质越来越复杂,水体有限的自然净化功能已经不能适应城市水污染控制、水环境保护的需求。大量源源不断地排入水体(江、河、湖、海和地下水)和土壤(通过农田灌渠)的城市污水,使水体和土壤受到严重污染,毁灭了原有的自然生态,使鱼虾匿迹,物种消失,河湖变成了臭河死水,加剧了有限的水资源危机;使许多河、湖、地下水不能再作为饮用水源,城市只好花巨资去开发新水源;使土壤里重金属和有毒物质富集,污染物通过食物链危害人民的身体健康。水污染造成巨大的经济损失,水资源的短缺制约了城市社会经济的可持续性发展。

因此,现代城市发展中的一项重要工作是建立一整套与城市社会发展相适应的控制水污染、保护水环境的方针、法规、标准、政策。

1993年,我国制定了“全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民”的环境保护工作方针。1978年我国提出“环境保护是我国的基本国策”之后,国家相继颁布和修订了《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》,制定了《中华人民共和国地面水环境质量标准》、《中华人民共和国污水综合排放标准》、《中华人民共和国农田灌溉水质标准》、《中华人民共和国农用污泥中污染物排放标准》,发布了《中国21世纪议程》和《中国环境保护行动计划》。1996年,国家公布了1995年至2010年的《我国社会经济发展实施纲要》,提出了在未来5~15年中,国家在水污染治理、水环境保护工作中的具体任务与目标。

在各级政府的努力下,特别是改革开放的20年来,我国城市污水治理,城市水环境保护工作取得了很大的成就。据1995年统计,在全国的643座城市中,已经投入数百亿元资金建成了大中型城市污水处理厂167座,其中包括像北京市高碑店污水处理厂、天津市纪庄子污水处理厂、天津市东郊污水处理厂、上海市苏州河截流排江工程等国内外知名的特大型城市污水处理、治理项目。这些污水治理项目已经在控制水污染,保护水环境方面发挥了突出的作用。但是这些进展与我国社会经济发展的速度相比还有很大差距,在以往的几年中,我国用于环保方面的经费每年仅占经济总产值的0.7%,全国城市污水处理率仅为6.7%,在全国调查的50 000 km河段上,近二分之一河段处于污染状态,2 400 km河段已受到严重污染。这一状况与国家提出的在2000年前使水环境污染不断恶化的趋势得到控制,至2010年使总体环境质量得到改善的发展目标是不相称的。

因此,在未来的5~15年中:(1)应进一步提高全民的环境意识,加强水法、环保法的学习和宣传,加强对城市污水处理工作的重视程度。(2)应进一步深化改革开放,吸取国内外好的、成熟的经验,加快研究和实施一整套有利于我国城市污水处理事业发展的行业政策。当前应尽快研究排水收费政策,解决城市污水治理工程建设与管理经费来源问题,研究系统与区域结合管理的体制,自主经营、自负盈亏、滚动发展的机制等。(3)应加大城市污水治理应用科学的科研与开发的力度,探索节能、高效的污水处理新技术、新设备、新仪器。(4)应加强对从事城市污水治理工作的运行操作人员、技术员、管理人员的培训、教育,建立国家培训基地。编写现代技术与管理培训教材,并逐步建立我国城市污水处理行业的等级认证和从业资格制度。

1.1 城市污水的来源与性质

1.1.1 城市污水的来源与组成

在人们的生活和生产活动中,每天都在使用和接触着水。在这一过程中,水受到人类活动的影响,其物理性质与化学性质发生了变化,就变成了污染过的水,简称为污水。污水主要包括生活污水和工业废水。

1. 生活污水

生活污水是人们日常生活中排出的水。它是从住户、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出的水。

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来分,可分为无机物与有机物,通常无机物为40%,有机物为60%;按其物理性质来分,可分为不溶性物质、胶体性物质和溶解性物质。相比较于工业废水,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。

2. 工业废水

工业废水是从工业生产过程中排出的水,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,工业废水的性质千差万别。

相比较于生活污水,工业废水水质水量差异大,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。

3. 城市污水

城市污水是通过下水管道收集到的所有排水,是排入下水道系统的各种生活污水、工业废水和城市融雪、降雨水的混合水,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,主要决定于工业废水所占比例的影响,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。

1.1.2 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,如图1-1-1所

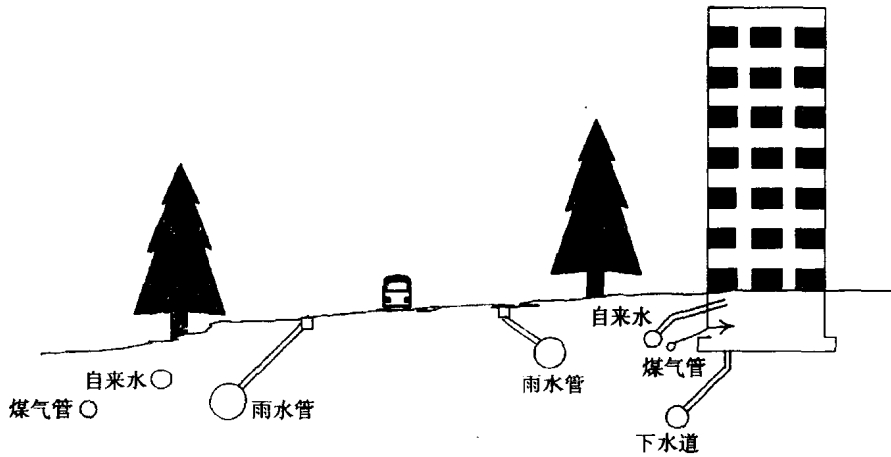


图 1-1-1 城市下水管道和雨水管道功能示意图

示。

1. 合流制排水系统

合流制下水道系统是将生活污水、工业废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、废水、雨雪水不经处理直接排入邻近的水体中。目前，新建城市或城市新开发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为截流式合流制下水道系统。截流式合流制下水道系统是在原系统的排水末端（一般为河渠边）横向铺设干管，并设溢流井。晴天时，所有城市污水通过原系统和截流管收集和输送到全系统终端的污水处理厂。雨天时，系统仅收集一部分混有雨水的污水，其余部分则通过截流管上的溢流井排放到水体中。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则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，如图 1-1-2 所示。

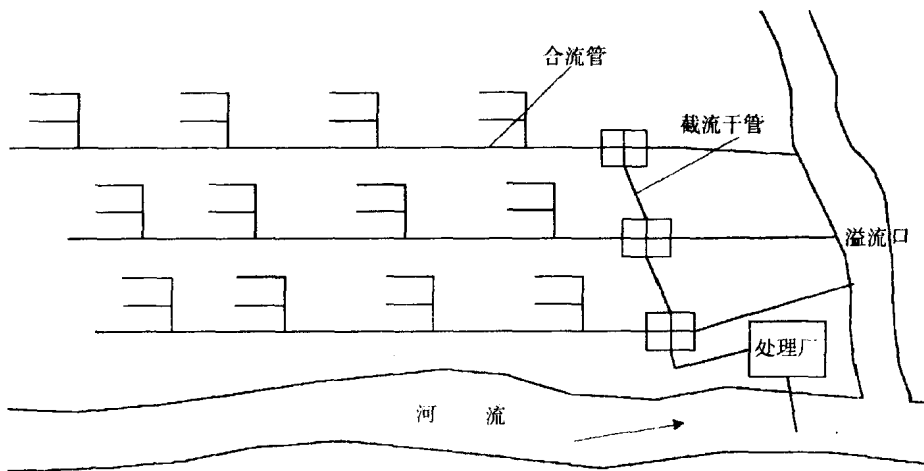


图 1-1-2 截流式合流制下水道系统

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废水的污水管道与专门用来排除雨水的雨水管渠构成的,如图 1-1-3 所示。

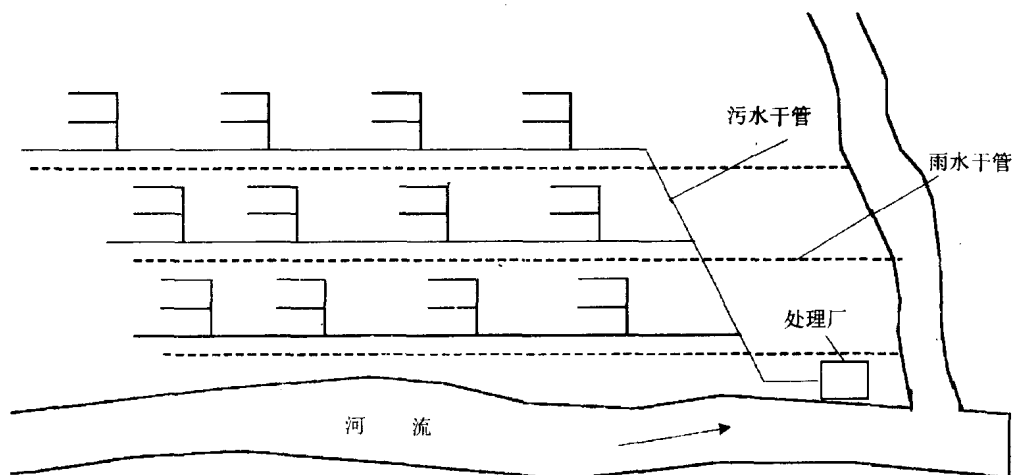


图 1-1-3 分流制下水道系统

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污染的强有力的手段,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。这种系统对解决水源不足、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,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、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,效果应是好的。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,污水集中排放上段河体不净,下段河体严重污染。分流制下水道系统仅将生活污水和工业废水收集和输送到污水厂内,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,如图 1-1-4 所示,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。雨水集水、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。

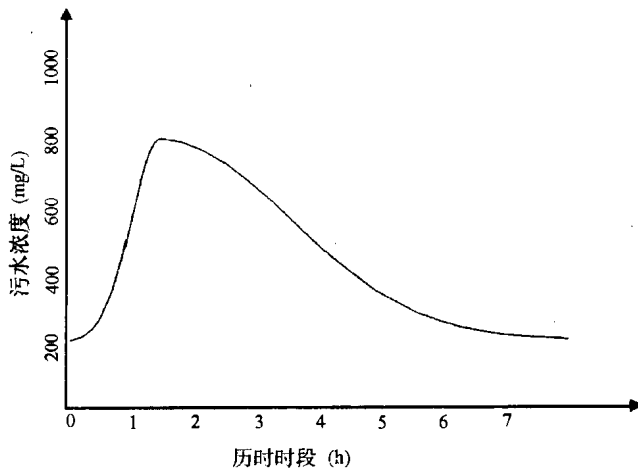


图 1-1-4 某城市合流制下水道末端暴雨初期的污水水质变化规律

1.1.3 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。对绝大多数的城市来说,由于经济的发展,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。

城市污水流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、城市类型(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有关,如图 1-1-5 和 1-1-6 所示。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。

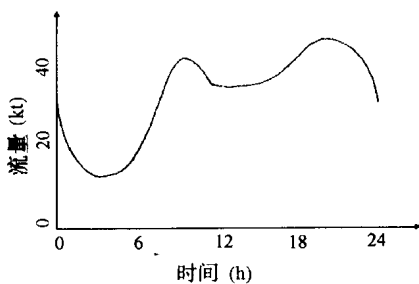


图 1-1-5 小城市污水量变化示意

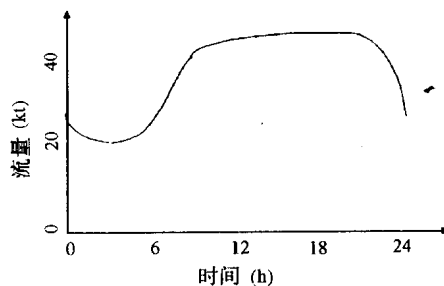


图 1-1-6 大城市污水量变化示意

城市污水处理厂设施的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 以及使用下水道的城市人口排污总量 Q_1 ,

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

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 $150 \text{ L} / (\text{d} \cdot \text{人})$ 。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,工业废水要考虑实际生产中的最大时排废水量,工业废水一般要设调节池。因此对于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。

1.1.4 城市污水的性质

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,因此城市污水的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,这取决于城市下水管道的排水条件和排入的工业废水的影响。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,输入到污水厂的颜色会变暗或显黑色。绿色、蓝色和橙色通常是由于电镀厂排废水造成的,而红色、蓝色和黄色则多为印染废水造成,白色则是洗衣废水造成的。

(3) 气味

正常的城市污水具有发霉的臭味。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。对有这类气味的污水,在下井下池入管操作时应严格按照防毒气安全操作规程进行。城市污水中有气油、溶剂、香味,可能是有工业废水排入。

(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 $+300\text{ mV}$,指示有工业氧化剂废水的大量排入。

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出的洗浴、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废水。这些排出的污废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膜滤法。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,单位为大肠杆菌/L。膜滤法的测试结果是瓶皿接种上的大肠杆菌菌落数,单位为大肠杆菌数/L。我国城市污水处理的出水指标中没有大肠杆菌数要求,但水体标准中常包括此项要求,因此城市污水处理厂应有这一卫生学指标的化验任务。

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。

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(NH₃-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 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的城市,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 100 d 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 5 d 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 BOD₅ 来衡量污水中有机污染物的浓度。生活污水的 BOD₅ 一般在 70~250 mg/L 之间,工业废水的 BOD₅ 则有较大差别,有的高达数千 mg/L。综合的城市污水 BOD₅ 一般在 100~300 mg/L 之间。

(4) 化学需氧量 COD

尽管 BOD₅ 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) BOD₅ 测定时间长,一般需 5 d。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) BOD₅ 测定条件较严格。

COD 的测定,是将污水置于酸性条件下,用高锰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 BOD₅ 那样直接反应生化需氧量,另外还有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 BOD₅ 同时应用。

城市污水的 COD 一般大于 BOD₅,两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 BOD₅/COD 的比值来分析污水的可生化性;可生化性好的污水 BOD₅/COD ≥ 0.3;小于此值的污水应考虑生物技术以外的污水处理技术,或对生化处理工艺进行试验改革,如传统活性污泥法后发展出来的水解-酸化活性污泥法

是一项针对难以生化的城市污水,具有较好降解效果的技术。

成分相对稳定的城市污水,COD与BOD之间有一定的相关关系,通过大量数据的分析对比,两个数值可以相互求出。在化验条件不具备时,可作为一种临时的方法。

(5) 总有机碳 TOC

总有机碳的分析目前在国内外日趋增多,主要是解决快速测定和自动控制而发展起来的。总有机碳 TOC 是用总有机碳仪在 900℃ 高温下将水中有机物燃烧氧化计算出的总含碳量。总有机碳测定仪几分钟,并且数值与 BOD、COD 有着一定的相关关系。但是由于总有机碳仪属高精尖仪器,价格很贵,在国内外还不像对 BOD₅、COD 那样是一种普及的手段。

(6) 固体物质 SS、DS

城市污水中的固体物质,按其化学性质分可分为有机物和无机物,按其物理组成可分为悬浮固体 SS 和溶解固体 DS。

悬浮固体 SS,也称悬浮物,是污水的一项重要指标。悬浮物包括漂上水面的漂浮物,多为油脂、木屑、果核等;悬于水中的悬浮物如奶、浮化油等,而沉于底部的沉淀物如砂、泥、石、纸、布、食物等。悬浮物是将污水过滤,把滞流在过滤材料上的物质,通过烘干、称量测得。

(7) 总氮 TN、氨氮 NH₃-N 和总磷 TP

氮、磷是污水中的营养物质,在城市污水生化过程中需要一定的氮、磷消耗在微生物的新陈代谢增殖中,但这仅是污水中氮、磷的一小部分,大部分氮、磷仍将随出水排入到水体中,从而导致水体中藻类的超量增长,造成富营养化问题。因此,现代城市的污水处理开始注重氮、磷的去除。

总氮是污水中各类有机氮和无机氮的总和。氨氮是无机氮的一种,总磷是污水中各类有机磷与无机磷的总和。

(8) 重金属

城市污水中的重金属,是指达到一定浓度时通常会对人体、生物等造成危害的那些重金属。其中危害较大的有汞、镉、铝、铬、铜、锌等。汞极易沉底,随着城市污水污泥的应用,它通过食物链,富集在人体,引起疾病。镉易被生物富集,通过食物链,造成骨损伤病症(俗称骨痛病)。铬通过食物链被人摄取,导致慢性中毒。铝大量进入人体,可引起急性中毒,长期微量进入人体,可产生慢性中毒。铜、锌虽是人体需要的成分,但城市污水中含有大量铜、锌将抑制微生物的新陈代谢作用,最终也将威胁人身安全。

以上这些化学指标大部分可以在城市污水处理过程中得到降解,其中 85% 以上的 SS、BOD₅、TOC、NH₃-N 是可以采用通用的污水处理技术解决,70% 以上的 COD、TN 是可以通过现代污水处理技术解决,但是重金属以及各种各样的有毒物质往往需要在工业企业通过预处理加以控制。

1.1.5 工业废水的厂内治理与城市污水的集中处理

正如上所述,城市污水中的大部分污染物是可以在城市污水处理厂内消减的。尽管如此,许多工业废水不经任何处理,直接排放至城市下水道和污水处理系统内,会造成下水道及污水处理厂运行维护的困难,会造成巨大的损失。在这里仅举一例。若高浓度的有机

废水直接排入城市污水处理系统中,由于城市下水道系统不能补充足够的溶解氧,会使污染物厌氧分解,产生硫化氢与甲烷,极易造成对下水道维护人员的损伤;在无意识之中投入马路上下水道井盖内的烟头,还可能引起下水道的爆炸。短时间过量有机物的排入,会导致污水处理厂短时期的过负荷,充氧不足,可能引发活性污泥膨胀,导致整个污水厂运行失效。突然增长的负荷,必然增加设施设备的过负荷运行及磨损,也有可能导致消化系统的过度酸性发酵,使正常消化难以恢复等。以上仅仅是一种污水处理厂可能可以治理的污染物突然排入引发的联链反应。若是含酸、碱或含毒、含重金属的工业废水直接排入城市污水处理系统中,城市污水处理厂不仅不能处理,而且这股水还可能腐蚀污水处理厂的设施、设备,杀死污水厂赖以发挥功效的微生物。大量排入的重金属富集在污泥中,如施用于农田,最终将通过食物链进入人体,引发严重的群体中毒事件,因此工业废水要有控制地排入到城市污水处理系统中。控制工业废水的有效方法不应是在厂内用水稀释,达到一定浓度再排放,而是应在厂内建立相应的废水处理设施。从实践的效果看,大量兴建废水处理站,管理效果不好也不经济;城市应集中资金建设大型集中污水处理厂,而要求那些排放高浓度废水、有毒、有害废水的工业企业建立自己的废水处理站。为了合理地发挥城市污水处理设施的功效率和有效控制工业废物的污染,城市在集中建设污水处理厂的同时,应建立工业废水排入下水道标准,企业应按此标准排放工业废水;凡不能达到排放标准的工业废水,都应在工厂内预处理,直至达到标准后才可排放,或限期治理,最终达到标准后排放,排放标准见附录一。最近10年发展的总量控制是将城市水体的水质要求与城市集中污水处理设施以及工业废水排放系统地科学地综合管理起来。对工业废水的排放既要有标准,还要有远期要求。

1.2 水污染控制法规与标准

1.2.1 我国的环境保护法

我国自1989年12月通过《中华人民共和国环境保护法》以来,又先后颁布了10余部环保法律,涉及水污染、海洋、大气、土壤等,其中与城市污水直接相关的是《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国水法》。随着水污染法与水法的不断完善,国家与地方部门又制定了较详细的水环境标准,作为城市水污染控制和水环境保护工作者进行规划、设计、管理、监督的原则。

1.2.2 地面水环境质量标准

《地面水环境质量标准》(GB3838-88)是国家适用于地面水的标准,其中主要内容是根据地面水水域使用目的和保护目标将其分为五类,并确定了这五类水体的标准。

I类:主要适用于源水头、国家自然保护区。

II类: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、鱼虾产卵场景。

III类:主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区和游泳区。

IV类: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:主要适用于农业用水区及一般景观要求水域。