



闽西职业技术学院

MINXI VOCATIONAL & TECHNICAL COLLEGE

国家骨干高职院校项目建设成果
——环境监测与治理技术专业

李红莲 ◎ 主编



污水处理 工艺分析与操作

USHUI CHULI GONGYI FENXI YU CAOZUO



厦门大学出版社

XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社

全国百佳图书出版单位



闽西职业

MINXI VOCATIONAL & TECHNICAL COLLEGE

骨干高职院校项目建设成果
——环境监测与治理技术专业

污水处理 工艺分析与操作

主 编 李红莲

副主编 兰 鹰



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

污水处理工艺分析与操作/李红莲主编. —厦门:厦门大学出版社,2015.11
(闽西职业技术学院国家骨干高职院校项目建设成果·环境监测与治理技术专业)
ISBN 978-7-5615-5716-7

I. ①污… II. ①李… III. ①污水处理-高等教育-教材 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 188004 号

官方合作网络销售商:



厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

总编办电话:0592-2182177 传真:0592-2181406

营销中心电话:0592-2184458 传真:0592-2181365

网址:<http://www.xmupress.com>

邮箱:xmup@xmupress.com

厦门市明亮彩印有限公司印刷

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:12 插页:2

字数:292 千字

定价:33.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

“闽西职业技术学院国家骨干高职院校项目建设成果”编委会

主 任：来永宝

副主任：吴新业 吕建林

成 员（按姓名拼音字母顺序排列）：

陈建才 董东明 郭 舜 李志文 林茂才

檀小舒 童晓滨 吴国章 谢 源 张源峰

总 序

国务院《关于加快发展现代职业教育的决定》指出,现代职业教育的显著特征是深化产教融合、校企合作、工学结合,推动专业设置与产业需求对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、毕业证书与职业资格证书对接、职业教育与终身学习对接,提高人才培养质量。因此,校企合作是职业教育办学的基本思想。

产教融合、校企合作的关键是课程改革。课程改革要突出专业课程的职业定向性,以职业岗位能力作为配置课程的基础,使学生获得的知识、技能满足职业岗位(群)的需求。至2014年6月,我院各专业完成了“基于工作过程系统化”课程体系的重构,并完成了54门优质核心课程的设计开发与教材编写。学院以校企合作理事会为平台,充分发挥专业建设指导委员会的作用,主动邀请行业、企业“能工巧匠”参与学院专业规划、专业教学、实践指导,并共同参与实训教材的编写。教材是实现产教融合、校企合作的纽带,是教和学的主要载体,是教师进行教学、搞好教书育人工作的具体依据,是学生获得系统知识、发展智力、提高思想品德、促进人生进步的重要工具。根据认知过程的普遍规律和教学过程中学生的认知特点,学生系统掌握知识一般是从对教材的感知开始的,感知越丰富,观念越清晰,形成概念和理解知识就越容易;而且教材使学生在学习过程中获得的知识更加系统化、规范化,有助于学生自身素质的提高。

专业建设离不开教材,一流的教材是专业建设的基础,它为课程教学提供与人才培养目标相一致的知识与实践能力的平台,为教师依据教学实践要求,灵活运用教材内容,提高教学效果,完成人才培养要求提供便利。由于有了好的教材,专业建设水平也不断提高,因此在福建省教育评估研究中心汇总公布的福建省高等职业院校专业建设质量评价结果中,我院有26个专业全省排名进入前十名,其中有15个专业进入前五名。麦可思公司2013年度《社会需求与培养质量年度报告》显示,我院2012届毕业生愿意推荐母校的比例为68%,比全国骨干院校2012届平均水平65%高了3个百分点;毕业生对母校的满意度为94%,比全国骨干院校2012届平均水平90%高了4个百分点,人才培养质量大大提升。



闽西职业技术学院院长、教授

2015年5月

前 言

本书是环境监测与治理技术专业校企合作编写教材。

本书是为适应高职高专教学改革,根据环境监测与治理技术专业课程的基本要求和课程标准,组织有丰富经验的教师及企业有实践技能的一线人员,在总结多年的教改和教学经验以及当今水污染控制行业发展情况的基础上编写而成的。从污水处理技术的最新发展和工程应用角度出发,对污水处理领域中的物理、化学、物理化学和生物处理技术,污水处理工程的设计及运行等都作了详细的阐述。

本书在编写过程中,着重突出了以下特点:

(1)紧密结合高等职业教育环境监测与治理技术等相关专业的培养目标,立足实用,强化实践,注重能力,系统地介绍了污水处理的各种处理方法、原理,处理设备结构,构筑物工艺设计的基本知识和方法。

(2)结合当前水处理的应用情况,介绍常用处理方法的特点、适用情况和运行要求,体现了培养技能型人才的高职教育特色。

(3)所介绍的内容均按照“懂理论—会设计—能运行操作”这一思路进行编写,书中配有大量的插图,内容精简实用,通俗易懂。为了便于引导学生自学,每章配有专门的复习思考题以便学生自我测试学习效果。

本书在编写过程中参考借鉴了大量国内高校教材及专业文献资料,在此向文献的原作者表示衷心的感谢。

限于编者水平,教材中错误及遗漏在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2015 年 11 月

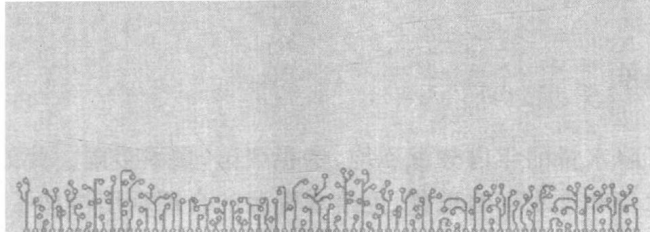


目 录

学习情境 1 水质分析	1
任务一 污水处理对象分析	1
1.1 水体污染	1
1.2 水质标准	6
任务二 污水处理技术	10
1.3 水环境容量及水体自净化	10
1.4 水污染控制的原则和方法	12
学习情境 2 污水处理工艺的一级处理	16
任务一 调 节	16
2.1 调节	16
任务二 拦截悬浮物	19
2.2 格栅与筛网	19
任务三 去除可沉物质	21
2.3 沉淀	21
任务四 去除可浮物质	31
2.4 气浮	31
学习情境 3 污水处理工艺的二级处理	37
任务一 高浓度有机物处理	37
3.1 废水厌氧生物处理	37
任务二 中低浓度有机物处理	55
3.2 生物处理法	55
3.3 活性污泥法	60
3.4 生物膜法处理	89
学习情境 4 污水处理工艺的三级处理	111
任务一 去除营养物	111
4.1 生物脱氮除磷技术	111
任务二 去除残余悬浮物和胶体	115
4.2 混凝	115
任务三 去除病原微生物	124



4.3 消毒	124
任务四 去除色素	128
4.4 吸附	128
任务五 去除金属离子	139
4.5 离子交换	139
任务六 污水回用	146
4.6 膜分离	147
学习情境 5 污泥处理	155
任务 污泥处理	155
5.1 污泥的特性	155
5.2 污泥的预处理	157
5.3 污泥的脱水及干化	159
5.4 污泥的处置与利用	161
实 训	165
实训一 静置沉淀实验	165
实训二 混凝实验	167
实训三 活性炭吸附实验	169
实训四 工业污水处理厂参观考察	171
实训五 污水处理厂仿真软件	172
实训六 污水常规水质指标检测	173
实训七 课程设计任务书	181
参考文献	184



学习情境 1

水质分析

(载体:污水)

任务一 污水处理对象分析

启发引导:

将生活污水、各种工业废水和其他类型污废水的照片以 PPT 的形式展示给学生,同时收集几种常见的污水,如生活污水、雨水、周围化工厂的工业废水等,让学生通过对比了解不同来源污水的水质差别。

1.1 水体污染

一、水的循环

(一)地球上水的分布

地球表面大部分被蓝色的海洋所覆盖。海洋面积约占地球总表面积的 70% 以上,它的平均深度大约为 3800 m。因此,海洋可称为一个浩瀚的“水库”,地球上的水约有 97% 存在这里,其余 3% 左右的水则分别存在于大气、地球陆地表面和地表以下的地壳中。

地球上水的总量很大,据估计约有 $14 \times 10^8 \text{ km}^3$ 之多。但是,它的分布很不均衡。人类生命活动所必需的淡水很有限,在占总量不到 3% 的淡水中,又有 $3/4$ 存在于冰川和冰帽之中。大多数的大冰块又集中在南北两极,限于现有的经济、技术能力,目前还极少被利用。与人类生活和生产活动关系密切而又比较容易被开发利用的淡水储量约为 $400 \times 10^4 \text{ km}^3$, 仅占地球总水量的 0.3%, 而且这部分淡水在陆地上的分布也很不均衡。我国的年降水量为 $61900 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右,相当于全球陆地总降水量的 5%; 地面水年径流量为 $27115 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右,仅次于巴西、俄罗斯、美国、印度尼西亚和加拿大,居世界第六位。但是由于我国人口众多,按人均年径流量计,每人每年仅为 2100 m^3 , 只相当于世界人均占有量的 $1/4$ 。因此,从这个角度上说,我国的水资源并不丰富。

不仅如此,我国的水资源还存在着严重的时空分布不均衡性。在空间(地区)分布上,总体是东南多,西北少,南方长江流域和珠江流域水量丰富,而北方则少雨干旱,不少城市和地区的缺水现象十分严重。在时间分布上,由于我国大部分地区的降水量主要受季风气候的影响,降水主要集中在夏季。南方各省夏季降水占全年降水量的一半,北方地区则占 70%



~80%。这就导致了降水量的年内分配不均,冬春少雨,夏季多雨。此外,年际变化也很大,有时还连续出现枯水年和丰水年的现象,更给水资源的合理利用增加了困难。

(二)水循环

水循环分为自然循环和社会循环两种。

1. 自然循环

自然界中的水并不是静止不动的。它在太阳能的作用下,通过海洋、湖泊、河流等广大水面以及土壤表面、植物茎叶的蒸发和蒸腾形成水汽,上升到空中凝结为云,在大气环流——风的推动下运移到各处。在适当条件下又以雨、雪、雹等形式降落下来。这些降落下来的水分,在陆地上分成两路流动:一路在地面形成径流,汇入江河湖泊,称为地表径流;另一路渗入地下,成为地下渗流。这两路水流有时相互交流转换,最后都注入海洋。与此同时,一部分水经过地面和水面的蒸发,以及植物吸收后经叶的蒸腾又进入大气圈中。这种川流不息、循环往复的过程称为自然界的水循环或水的自然循环。

2. 社会循环

所谓水的社会循环,指的是人类社会为了满足生活和生产的需求,要从各种天然水体中取用大量的水,这些经过使用后的生活和生产用水,混入了各种污染物质,它们经过一定的净化处理,最终又流入天然水体。这样,水在人类社会构成了一个局部的循环体系,称为水的社会循环。

整个水循环系统包括水的自然和社会循环。

随着世界人口的增长和工农业的发展,用水量也在日益增加。而用水量增加的结果会使废水量也相应地增加。未经妥善处理的废水如果任意排入水体,就会造成水体严重的污染,使本来已经不充裕的水资源更加紧张。这就是在水的社会循环中表现出来的人与自然在水量和水质方面存在着的巨大矛盾。环境工程师的任务就是研究和解决这些矛盾,在合理开发利用水资源的同时,通过必要的水质处理措施,有效地控制水体污染,做到向自然界借“好水”,也应把“好水”还给自然界,使水有良性的社会循环,人类社会得以可持续发展。

二、水体污染

水体在一定范围内,具有自身调节和降低污染的能力。但是,当进入水体的外来杂质含量超过了这种自净能力时,就会使水质恶化,对人类环境和水的利用产生不良影响,这就是水的污染。

《中华人民共和国水污染防治法》中为“水污染”下了明确的定义,即水体因某种物质的介入,而导致其化学、物理、生物或者放射性等方面特性的改变,从而影响水的有效利用,危害人体健康或者破坏生态环境,造成水质恶化的现象。

水的污染有两类:一类是自然污染,另一类是人为污染。

自然污染主要是自然原因造成的。例如,特殊的地质条件使某些地区有某种化学元素的大量富集,天然植物的腐烂过程中产生某种有害物质,以及降雨淋洗大气和地面后挟带各种物质流入水体等,都会影响当地水质。

人为污染是人类生活和生产活动中产生的废物对水的污染。它们包括生活污水、工业废水、农田排水和矿山排水等。此外,废渣和垃圾堆积在土地上或倾倒在水中、岸边,废气排放到大气中,经降雨淋洗和地面径流各种杂质又流入水体,这些都会造成水的污染。



当前,对水体造成较大危害的是人为污染。

三、水体污染源的类型

水体污染源,是指向水体排放污染物的场所、设备和装置等。按造成水体污染原因的不同可将水体污染源分为天然污染源和人为污染源;按受污染的水体不同可分为地面水污染源、地下水污染源和海洋污染源;按污染源释放的有害物质种类不同分为物理性污染源、化学性污染源、生物性污染源;按污染的分布特征不同可分为点污染源、面污染源、扩散污染源。

由自然因素造成的污染,称为天然污染。如地面水渗漏和地下水流动将地层中某些矿物质溶解,使水中的盐分、微量元素或放射性物质浓度偏高而使水质恶化。由于人类的生产和生活活动使水体污染,称为人为污染。人为污染是当前水体污染的主要污染源,主要有以下几种类型:

(一)物理性污染

热污染:主要来源于热电站、核电站、冶金和石油化工等工厂排水。

放射性污染:来源于核生产废物、核试验沉降物、核医疗研究单位的排水。

(二)化学性污染

1. 无机污染

包括:重金属污染,来源于矿物开采、冶炼、电镀、仪表、电解以及化工等工厂排水;砷污染,来源于含砷矿石处理、制药、农药和化肥等工厂的排水;氰化物污染,来源于电镀、冶金、煤气、洗涤、塑料、化学纤维等工厂的排水;氮和磷污染,来源于农田排水、粪便排水、化肥、制革、食品、毛纺等工厂排水;酸碱和盐污染,来源于矿山、石油、化工、化肥、造纸、电镀工厂排水及酸雨。

2. 有机污染

包括:酚类化合物污染,来源于炼油、焦化、树脂等化工厂的排水;苯类化合物污染,来源于石油化工、焦化、农药塑料、染料等化工厂的排水;油类污染,来源于采油、炼油、船舶以及机械、化工等工厂的排水。

(三)生物性污染

1. 病原体污染

来源于粪便、医院污水、屠宰畜牧、制革生物制品等工厂排水。

2. 霉菌污染

来源于制药、酿造、制革等工厂排水。

四、污水的性质及污染指标

(一)污水的来源

污水是人类在自己的生活、生产活动中用过并为生活或生产过程所污染的水。污水包括生活污水、工业废水、被污染的降水及各种排入管渠的其他污染水。

1. 生活污水

生活污水是指居民在日常生活中排出的废水。生活污水的成分取决于居民的生活状况



及生活习惯。我国地域广阔,情况复杂,即使生活状况相似,但各地污水中杂质的成分和浓度也不尽相同。

2. 工业废水

工业废水是在生产过程中排出的废水。其成分主要决定于生产工艺过程和使用的原料,其中也包括高温(水温超过 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$)而形成热污染的工业废水。不同的工业生产产生不同性质的废水,同类工业采用不同的生产工艺过程,产生的废水也不相同。

工艺废水性质各异,多半具有危害性,未经处理不允许排放。但冷却水在生产过程中只起辅助作用,有的只是温度稍有上升,未经污染物污染或污染很轻,此时可采取冷却或简单的处理后重复使用,这种较清洁不经处理即可排放的废水称为生产废水;而污染较严重,必须经处理后方可排放的工业废水称为生产污水。

工业废水是生产污水和生产废水的总称。

3. 城市污水

城市污水是排入排水系统污水的总称,是生活污水和工业废水的混合液。我国多数城市污水均属此类。在合流制排水系统中,城市污水还包括降水。城市污水的水质指标、污染物组成、形态及含量也因城市不同而异。

(二) 污水的物理性质及指标

1. 水温

生活污水的年平均温度相差不大,一般为 $10\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$;许多工业排出的废水温度较高。水温升高影响水生生物的生存;水中的溶解氧随水温的升高而减少,加速了污水中好氧微生物的耗氧速度,导致水体处于缺氧和无氧状态,使水质恶化。城市污水的水温与城市排水管网的体制及生产污水所占的比例有关。一般来讲,污水生物处理的温度范围为 $5\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2. 色度

生活废水的颜色一般呈灰色。工业废水则由于工矿企业的不同,色度差异较大,如印染、造纸厂等生产污水色度很高。

3. 嗅味

嗅和味是一项感官性状指标。天然水是无色、无味的。水体受到污染后产生气味,影响了水环境。生活污水的嗅味主要由有机物腐败产生的气体造成,主要来源于还原性硫和氮的化合物;工业废水的嗅味主要由挥发性化合物造成。

4. 固体含量

水中所有残渣的总和为总固体(TS),其测定方法是將一定量水样在 $105\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,所得含量即为总固体含量。总固体量主要由有机物、无机物及生物体三种组成。也可按其存在形态分为悬浮物、胶体和溶解物。总固体包括溶解物质(DS)和悬浮固体物质(SS)。悬浮固体由有机物和无机物组成,根据其挥发性能,又可分为挥发性悬浮固体(VSS)和非挥发性悬浮固体(NVSS)两种。挥发性悬浮固体亦称灼烧减重,主要是污水中的有机质;非挥发性固体又称灰分,为无机质。生活污水中挥发性悬浮固体占 70% 左右。

溶解固体的浓度与成分对污水处理效果有直接影响,悬浮固体含量较高,能使管道系统产生淤积和堵塞现象,也可使污水泵站的设备损坏。如果不处理直接排入受纳水体,能造成水生动物窒息,破坏生态。



(三) 污水的化学性质及指标

1. 无机物指标

无机物指标主要包括氮、磷、无机盐类和重金属离子及酸碱度等。

污水中的氮、磷为植物的营养物质,对于高等植物的生长,氮、磷是宝贵物质;而对于天然水体中的藻类,虽然是生长物质,但藻类的大量生长和繁殖,能使水体产生富营养化现象。

污水中的无机盐类主要指污水中的硫酸盐、氯化物和氰化物等。硫酸盐来自人类排泄物及一些工矿企业废水,如洗矿、化工、制药、造纸等工业废水。污水中的硫酸盐用 SO_4^{2-} 表示,可以在缺氧状态下,在硫酸盐还原菌和反硫化菌的作用下,还原成 H_2S 。硫化物主要来自人类排泄物。某些工业废水含有较高的氰化物,它对管道及设备有腐蚀作用。污水中的氰化物主要来自电镀、焦化、制革、塑料、农药等工业废水。氰化物为剧毒物质,在污水中以无机氰和有机腈两种类型存在。除此以外,城市污水中还存在一些无机有毒物质,如无机砷化物,主要以亚砷酸和砷酸盐形式存在。砷会在人体内积累,属致癌物质。

污水中的重金属离子主要有汞、镉、铅、铬、锌、铜、镍、锡等。重金属离子以离子状态存在时毒性最大,这些离子不能被生物降解,通常可以通过食物链在动物或人体内富集,产生中毒现象。上述金属离子在低浓度时,有益于微生物的生长。有机离子对人类也有益,但其浓度超过一定值后,即有毒害作用。需要说明的是,有些重金属具有放射性,在其原子裂变的过程中会释放一些对人体有害的射线,主要有 α 射线、 β 射线、 γ 射线及质子束等。产生这些放射物质的金属主要是镧系和锕系元素,这些物质在生活污水中很少见,在某些工业废水如采矿业及核工业废水中会出现,一般在城市污水中的含量极低。放射性物质能诱发白血病等疾病。

酸碱污染物主要由排入城市管网的工业废水形成。水中的酸碱度以 pH 反映其含量。酸性废水的危害在于其有较大的腐蚀性;碱性废水易产生泡沫,使土壤盐碱化。一般情况下,城市污水的酸碱度变化不大,微生物生长的酸碱度以中性偏碱为最佳,pH 超出 6~9 的范围,会对人畜造成危害。

2. 有机物指标

城市污水中含有大量的有机物,主要是碳水化合物、蛋白质、脂肪等物质。有机物种类极其复杂,难以逐一定量。但上述有机物都有被氧化的共性,即在氧化分解中需要消耗大量的氧,所以可以用氧化过程消耗的氧量作为有机物的指标。所以在实际工作中经常采用生物化学需氧量(BOD)、化学需氧量(COD)、总有机碳(TOC)、总需氧量(TOD)等指标来反映污水中有机物的含量。

(1)生物化学需氧量 BOD。在一定条件下(水温 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$),好氧微生物将有机物氧化成无机物(主要是水、二氧化碳和氨)所消耗的溶解氧量,称为生物化学需氧量,单位为 mg/L 。

污水中的有机物分解一般分两个阶段进行。在第一阶段,主要是将有机物氧化分解为无机的水、二氧化碳和氨,称碳氧化阶段;在第二阶段,氨被转化为亚硝酸盐和硝酸盐,称硝化阶段。生活污水中的有机物一般需要 20 d 左右才能完成第一阶段,完成两个阶段的氧化分解需要 100 d 以上。在实际工作中常用五日生化需氧量(BOD_5)作为可生物降解有机物的综合浓度指标。 BOD_5 占总生化需氧量(BOD_0)的 70%~80%,即测得 BOD_5 后,基本能折算出 BOD_0 的总量。

(2)化学需氧量 COD。污水中的有机物按被微生物降解的难易程度可分为两类:可生



物降解有机物和难以被生物降解有机物。这两类有机物都能被氧化成无机物,但氧化的方法完全不同。可生物降解有机物在有氧、温度一定的条件下,可以用 BOD 测定出其含量,而难以被微生物降解的有机物不能直接用 BOD 表现出来,所以 BOD 不能准确地反映污水中有机污染物质的含量。

化学需氧量(COD)是用化学氧化剂氧化污水中有机污染物质,氧化成 CO_2 和 H_2O ,测定其消耗的氧化剂量,单位为 mg/L 。常用的氧化剂有两种,即重铬酸钾和高锰酸钾。重铬酸钾的氧化性略高于高锰酸钾。以重铬酸钾作氧化剂时,测得的值称 COD_{Cr} ;用高锰酸钾作氧化剂测得的值为 COD_{Mn} 。

化学需氧量(COD)能反映出易于被微生物降解的有机物含量,同时又反映难以被微生物降解的有机物含量,能较精确地表示污水中有机物的含量。

对于同一种水样,如果同时测定 BOD 和 COD,两个数值有较大的差别。COD 数值大于 BOD,两者的差值大致等于难以被生物降解的有机物量。差值越大,表明污水中难以被生物降解的有机物量越多,越不宜采用生物处理方法。 BOD_5/COD 的比值是用来判断污水是否可以生化处理的标志。一般认为比值大于 0.3 的污水,基本能采用生物处理方法。据统计,城市污水 BOD_5/COD 的比值一般为 0.4~0.65。

COD 的测试需要时间较短,一般几个小时即可测得,较测 BOD 方便。但 COD 值只能反映总有机物的含量,并不能判别易于被生物降解的有机物和难以被生物降解的有机物所占的比例,所以在工程实际中,要同时测试 BOD_5 与 COD 两项指标作为污水处理领域的重要指标。

(3)总有机碳 TOC。TOC 的测定原理为:将一定数量的水样,经过酸化后,注入含氧量已知的氧气流中,再通过铂作为触媒的燃烧管,在 $900\text{ }^\circ\text{C}$ 高温下燃烧,把有机物所含的碳氧化成 CO_2 ,用红外线气体分析记录 CO_2 的数量,折算成含碳量即为总有机碳。在进入燃烧管之前,需用压缩空气吹脱经酸化水样中的无机碳酸盐,排除测试干扰。单位为 mg/L 。

(4)总需氧量 TOD。有机物的主要组成元素为碳、氢、氧、氮、硫等。将其氧化后,分别产生 CO_2 、 H_2O 、 NO_2 和 SO_2 等物质,所消耗的氧量称为总需氧量,以 mg/L 表示。TOD 和 TOC 都是通过燃烧化学反应,测定原理相同,但有机物数量表示方法不同,TOC 用含碳量表示,TOD 用消耗的氧量表示。对于水质条件较稳定的污水,其测得的各种指标在数值上有下列排序:

$$\text{TOD} > \text{COD}_{\text{Cr}} > \text{BOD}_{\text{u}} > \text{BOD}_5 > \text{TOC}$$

(四)生物性质及其指标

污水中生物污染物是指能致病的微生物,以细菌和病毒为主,主要来自生活污水、制革污水、医院污水等含有病原菌、寄生虫卵及病毒的污水。污水中的绝大多数微生物是无害的,但有一部分能引起疾病,如肝炎、伤寒、霍乱、痢疾、脑炎、脊髓灰质炎、麻疹等。

1.2 水质标准

水质标准是用水对象所要求的各项水质参数应达到的指标和限值。不同的用水对象,要求的水质标准不同。

一、给水水质标准

(一)地表水环境质量标准

国家环保总局于 1999 年颁布《地表水环境质量标准》(GHZB—1999)。该标准规定项目为 75 项,其中基本项目 31 项,特定项目 4 项,控制地表水Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类水与有机化学物质项目 40 项。

依据地表水使用目的和保护目标,水域划分为五类:

Ⅰ类 主要适用于源头水,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、鱼虾产卵场等。

Ⅲ类 主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、一般鱼类保护区及游泳区。

Ⅳ类 主要适用于一般工业用水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。

如 GB 3838—2002 标准限值[单位(mg/L)]:

水质指标	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅴ类
COD _{Cr}	15	20	40
COD _{Mn}	4	6	15
BOD ₅	3	4	10
NH ₃ -N	0.5	1.0	2.0

(二)城市供水行业水质标准

建设部根据我国各地区发展不平衡及城市的规模,于 1992 年将自来水公司(以下简称“水司”)划分为四类。

第一类为最高日供水量超过 100 万 m³/d 的直辖市、对外开放城市、重点旅游城市和国家一级企业的水司;

第二类为最高日供水量超过 50 万 m³/d 的城市、省会城市和国家二级企业的水司;

第三类为最高日供水量为 10 万 m³/d 以上、50 万 m³/d 以下的水司;

第四类为最高日供水量小于 10 万 m³/d 的水司。

同时建设部组织编制了《城市供水行业 2000 年技术进步发展规划》,规定了四类水司的水质标准,其中对三、四类水司的出水标准的要求基本与国家标准(GB 5749—85)相同,此标准代表我国 20 世纪 80 年代国内水平;二类水司标准参照世界卫生组织(WHO)的水质,代表 20 世纪 80 年代国际水平;一类水司标准指标值取欧洲共同体(EC)标准,其中包括感官性状指标 4 项、物理及物理化学指标 15 项、不希望过量的物质指标 24 项、有毒物质指标 13 项、微生物指标 6 项、硬度有关指标 4 项,共 66 项,该水质标准反映了 20 世纪 80 年代国际先进水平。

(三)生活饮用水标准

生活饮用水标准所列的水质项目主要有四类。第一类为感官性状指标。主要包括水的



浊度、色度、臭味及肉眼可见物等。这类指标虽然对人体健康无直接危害,但能引起使用者的厌恶感。第二类指标为化学物质指标。水中含有一些如钠、钾、钙、铁、锌、镁、氯等人体必需的化学元素,但这些物质的浓度较高,会对人们的正常使用产生不良影响。第三类为毒理学指标。主要由水源污染造成,如水源中含有汞、镉、铬、氰化物、砷及氯仿等物质,这些物质对人体的危害极大,常规的给水处理工艺很难去除这些杂质,因此,要想控制这些有害物质在饮用水中的浓度,应主要控制水源的污染。第四类指标为细菌学指标。这类指标主要列出细菌总数及总大肠菌数和游离余氯量。另外还有一类为放射性指标,这类指标含两项,即总 α 放射性、总 β 放射性。放射性指标为最近两次水质标准修订所增项目,当两项指标过高时能使人体患白血病及引起生理变异等。

卫生部 2001 年颁布《生活饮用水水质卫生规范》,着重规定了饮用水水源中有害物质的最高容许浓度,共计 64 项;规定了生活饮用水及其水源水水质卫生要求,适用于城市生活饮用集中式供水(包括自建集中式供水)及二次供水。

(四)工业用水标准

不同的工矿企业用水,对水质的要求各不相同,即使是同一种工业,不同生产工艺过程对水质的要求也有差异。一般应该根据生产工艺的具体要求,对原水进行必要的处理以保证工业生产的需要。

食品工业用水的水质标准与生活饮用水基本相同。

在纺织和造纸工业中,水直接与产品接触,要求水质清澈,否则会使产品产生斑点,铁锰过多能使产品产生锈斑。

石油化工、电厂、钢铁等企业需要大量的冷却水。这类水主要对水温有一定要求,同时易于发生沉淀的悬浮物和溶解性盐类不宜过高,以防止堵塞管道和设备,藻类和微生物的滋长也要控制,还要求水质对工业设备无腐蚀作用。

电子工业用水要求较高,半导体器件洗涤用水及药液的配制都需要高纯水。

二、排水水质标准

为了保障天然水体不受污染,必须严格限制污水排放,并要在排放前进行无害化处理,以保证不对天然水体水质造成污染。

我国排放标准分为两类:第一类为一般排放标准,第二类为行业排放标准。一般排放标准包括《工业“三废”排放试行标准》(GBJ 4—73)、《污水综合排放标准》(GB 8978—96)、《农用污泥中污染物指标》(GB 4284—84)等。行业排放标准包括《制浆造纸工业水污染物排放标准》(GB 3544—2008)、《船舶污染物排放标准》(GB 3553—83)、《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—2012)、《肉类加工工业水污染物排放标准》(GB 13457—92)等。这些行业标准可作为规划、设计、管理与监测的依据。

(一)污水综合排放标准

《污水综合排放标准》规定了污水排入地面水域的水质要求,包括标准分级、标准值、排水定额、水的循环利用率、标准实施和取样、监测等,适用于排放污水和废水的一切企事业单位。

按地面水域使用功能要求(特殊保护水域、重点保护水域、一般保护水域)和污水排放去



向,对向地面水水域排放分别执行一、二级标准。

排入Ⅲ类水域(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,本分级将划定的保护区和游泳区除外)和排入《海水水质标准》(GB 3097—82)中二类海域的污水,执行一级标准。

排入Ⅳ类水域(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类水域(主要适用于农业用水区及一般景观要求水域)和排入《海水水质标准》(GB 3097—82)中三类海域的污水,执行二级标准。

排入设置二级污水处理厂的城镇排水系统的污水,执行三级标准。

对排入未设置二级污水处理厂的城镇下水道的污水,必须根据下水道出水接纳水体的功能类别,分别执行一级或二级标准。

本标准将排放的污染物按其性质分为两类。

第一类污染物指能在环境或动物体内蓄积,对人体健康产生长远不良影响的污染物质。含有此类有害污染物质的污水,不分行业和污水排放方式,也不分接纳水体的功能类别,一律在车间或车间处理设施排出口取样,其最高允许排放浓度必须符合有关规定。

第二类污染物指其长远影响小于第一类污染物的污染物质。在排污单位排出口取样,其最高允许排放浓度和部分行业最高允许排水定额必须符合如下有关规定(单位:mg/L):

水质指标	一级 A	一级 B	二级	三级
COD	50	60	100	120
BOD ₅	10	20	30	60
SS	10	20	30	50

(二)排入城市下水道的污水水质标准

CJ 343—2010 对排入城市下水道的污水进行了一般规定,其水质标准和水质监测等适用于向城市下水道排放污水的所有单位和污水水质控制。污水排入城市下水道的一般规定主要包括:

- (1)严禁排入腐蚀下水道设施的污水。
- (2)严禁向城市下水道倾倒垃圾、积雪、粪便、工业废渣和排放易于凝集、堵塞的物质。
- (3)严禁向城市下水道排放剧毒物质(氰化钠、氰化钾等)、易燃易爆物质(汽油、重油、润滑油、煤焦油、苯系物、醚类及其他有机溶剂等)和有害气体。
- (4)医疗卫生、生物制品、科学研究、肉类加工等含有病原体的污水必须经过严格消毒处理,除遵守本标准外,还必须按有关专业标准执行。
- (5)放射性物质向城市下水道排放,除遵守本标准外,还必须按《放射防护规定》(GBJ 8—74)执行。
- (6)水质超过标准要求的污水,不得用稀释法降低其浓度,排入城市下水道。

(三)城镇污水处理厂污染物的排放标准

国家环境保护总局和中华人民共和国质量监督检验检疫总局联合发布了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)。该标准分年限规定了城镇污水处理厂出水、废气和污泥中污染物的控制项目和标准值,居民小区和工业企业内独立的生活污水处理设施