

李亚峰 马学文 刘强 等编著

# 小城镇污水处理厂的 运行管理



NLIC 2970696285

XIAOCHENGZHEN  
WUSHUI CHULICHANG DE  
YUNXING GUANLI



化学工业出版社



本书主要介绍小城镇污水处理的特点、适用于小城镇污水处理的典型工艺以及小城镇污水处理厂处理构筑物的运行管理与操作、小城镇污水处理常用机械设备及维修、小城镇污水处理厂自动控制系统的管理与操作、污水处理厂安全生产等方面的知识。

本书可供从事小城镇污水处理的管理人员、技术人员和工人使用，也可以作为小城镇污水处理厂工程管理技术人员和操作工上岗培训的教材。

# 小城镇污水处理的运行管理与操作

李亚峰等 编著 化学工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

小城镇污水处理厂的运行管理/李亚峰等编著. —北京: 化学工业出版社, 2011. 4  
ISBN 978-7-122-10516-5

I. 小… II. 李… III. 小城镇-污水处理厂-运行  
IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 016659 号

责任编辑: 左晨燕  
责任校对: 顾淑云

文字编辑: 刘莉珺  
装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 刷: 北京市振南印刷有限责任公司  
装 订: 三河市宇新装订厂  
787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 371 千字 2011 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

京 北

版权所有 违者必究

# 前言



近年来，投入使用的小城镇污水处理厂的数量迅速增加，小城镇污水处理厂的运行管理也越来越重要。而且随着新设备和新技术在小城镇处理厂的广泛应用，对工程技术人员和操作工人的要求也越来越高。为了提高小城镇污水处理厂的运行管理水平，更好地发挥污水处理设施的作用，提高污水处理厂技术人员和操作工人的素质和能力非常重要。

本书针对小城镇污水处理厂的工艺特点，重点介绍小城镇污水处理厂的运行管理，同时也系统地介绍了适用于小城镇污水处理厂的处理工艺及基本原理。另外，对小城镇污水处理厂处理设施运行和管理中容易遇到的问题和解决办法进行了全面的归纳和总结。

本书共分为12章。第1章、第2章、第3章、第4章由李亚峰、刘元编著；第5章、第6章由刘强、李亚峰编著；第7章、第8章由李亚峰、杨辉编著；第9章、第11章、第12章由李亚峰、班福忱编著；第10章由马学文编著。全书最后由李亚峰统稿、定稿。

由于编者时间有限，书中难免存在疏漏之处，请读者不吝指教。

编著者

2011年1月

# 目 录



<b>第 1 章 总论</b>	1
1.1 小城镇污水的特点	1
1.2 小城镇污水的水质指标与排放标准	2
1.3 小城镇污水处理厂运行管理的内容	7
1.4 小城镇污水处理厂运行管理的技术经济指标和运行报表	8
<b>第 2 章 小城镇污水处理技术与工艺系统</b>	10
2.1 活性污泥法基本原理	10
2.2 生物膜法	16
2.3 小城镇污水处理常用的工艺系统	18
2.4 小城镇污水处理厂污泥的处理与处置	25
<b>第 3 章 小城镇污水厂的试运行</b>	26
3.1 小城镇污水厂的试运行的内容及目的	26
3.2 小城镇污水处理厂水质与水量监测	27
3.3 小城镇污水处理设施的试运转	28
3.4 好氧活性污泥的培养与驯化	29
3.5 生物膜的培养与驯化	31
3.6 厌氧消化的污泥培养	32
<b>第 4 章 小城镇污水厂一级处理工艺单元的运行管理</b>	34
4.1 格栅间的运行管理	34
4.2 沉砂池运行管理	36
4.3 初次沉淀池运行管理	42
4.4 污水提升泵房的运行管理	47
<b>第 5 章 活性污泥处理系统及消毒设施的运行管理</b>	51
5.1 曝气池和二沉池	51
5.2 小城镇污水处理厂常用的活性污泥处理工艺	53
5.3 曝气池的运行与管理	68
5.4 二沉池的运行管理	73
5.5 活性污泥法运行中的异常现象与对策	76

5.6	生物脱氮除磷工艺 (A/O) 系统运行管理应注意的问题	79
5.7	AB 两段活性污泥法运行管理应注意的问题	82
5.8	序批式活性污泥法运行管理应注意的问题	83
5.9	鼓风机房的运行管理	87
5.10	加氯间及消毒设施	92
<b>第 6 章 生物膜处理系统的运行管理</b>		95
6.1	生物膜法的基本原理	95
6.2	生物滤池的运行管理	97
6.3	曝气生物滤池的运行管理	102
6.4	生物转盘的运行管理	103
6.5	生物接触氧化法的运行管理	105
<b>第 7 章 小城镇污水处理厂污泥处理构筑物的运行管理</b>		108
7.1	污泥浓缩的运行管理	108
7.2	污泥厌氧消化的运行管理	112
7.3	污泥脱水运行管理	116
<b>第 8 章 水泵与鼓风机</b>		126
8.1	小城镇污水厂中常用的水泵与鼓风机设备	126
8.2	离心泵	126
8.3	轴流泵与混流泵	131
8.4	潜水排污泵	136
8.5	螺旋泵	140
8.6	螺杆泵	142
8.7	离心鼓风机	146
8.8	罗茨鼓风机	151
<b>第 9 章 污水处理厂专用机械设备及其检修</b>		154
9.1	格栅清污机及其检修	154
9.2	除砂设备及其检修	155
9.3	排泥设备及其检修	157
9.4	曝气设备	162
9.5	滗水器及其检修	168
9.6	可调堰与套筒阀	169
9.7	污泥脱水机及其检修	170
9.8	闸阀、闸门及其检修	176
<b>第 10 章 小城镇污水处理厂自动控制和测量仪表</b>		179
10.1	小城镇污水处理厂自动控制基本知识	179
10.2	计算机控制技术	184





## 1.1 小城镇污水的特点

小城镇排放的污水一般由居民日常生活、小型餐饮服务、小型轻工业和手工业生产以及公共卫生服务设施排放的污水组成；污染物质主要有 SS、COD、BOD、总氮、总磷、动植物油和粪大肠菌群。小城镇排放的污水水质和水量受地区生活习惯、经济发展水平及设施完善程度的不同而有一定差异。

小城镇排放的污水有以下几个特点。

① 人口少，用水量标准较低，污水处理规模小。小城镇污水处理规模多集中在 2000~5000m<sup>3</sup>/d，一般不超过 20000m<sup>3</sup>/d。

② 排水纳污面积小，污水量少，因此变化系数大，进水水质、水量波动都较大，在选择污水处理工艺时需要选择耐冲击的污水处理工艺。

③ 多数小城镇的工业废水、生活污水合流排放，且由于受到小城镇经济条件的制约，部分工业企业超标排放，给水质造成一定冲击。

④ 所在城市的发展可能出现跳跃式的发展，近期污水量比较少，规划远期污水量较大。

⑤ 粪便水占排放污水比例大，生活污水中尽管含的粪便量不大，但却是严重的污染源。目前粪便污水的去向：一是清运到郊区或蔬菜基地作肥料，二是经城市下水管道排放。

对于小城镇家庭厕所分为老式旱厕和新式水厕。新式水厕对于粪便污水采取全部排放方式。老式旱厕比较复杂：有排放的，有清运的，而有的则有时排放有时清运。而旱厕中清运的只占 30%，其余 70% 的旱厕粪便则以污水引入下水道排走。这样每天数十吨乃至数百吨粪便污水由下水道排入江河，严重地污染了江河的水质，给人民的健康造成了很大的影响。

⑥ 污水、雨水没有完全分流，收集的污水还带有一定的雨水入流和地下水的入渗，水质浓度偏低。表 1-1 是一些小城镇的污水水质情况。

表 1-1 部分中小城镇的污水水质特性

单位：mg/L

中小城镇	SS	BOD <sub>5</sub>	COD	TN	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	TP	
黑龙江	大庆乘风庄	78.1~168.5	46.3~89.4	112.1~205.6	23.2~28.6	15.6~23.4	4.5~7.3
	绥化城关镇	118.2~213.4	86.2~102.1	207.3~235.6	25.7~32.5	21.2~28.9	5.1~8.4
	安达城关镇	103.2~185.3	112.6~36.5	234.6~311.8	35.6~48.7	30.2~36.9	5.6~9.1
山东	广饶城关镇	158.6~290.3	86.3~125.1	183.1~313.2	39.6~36.8	18.4~24.5	3.2~6.8
	东营西城	56.4~89.5	36.4~74.5	83.5~154.3	26.5~31.4	16.4~24.2	3.9~7.2
	胶州城关镇	268.5~389.5	223.4~356.7	458.3~693.1	50.3~62.4	32.5~43.1	4.9~10.5



续表

中小城镇		SS	BOD <sub>5</sub>	COD	TN	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	TP
广东	番禺石桥镇	61.4~142.6	43.2~80.1	89.4~135.2	8.4~38.3	22.5~31.2	3.8~7.8
	佛山镇安	55.4~96.5	38.6~73.2	78.5~146.8	27.5~32.3	20.6~28.4	4.5~7.2
内蒙古	集宁市城关镇	180.5~255.3	78.4~110.2	486.3~210.5	29.2~36.4	21.2~26.5	4.6~8.2
河南	嵩山城关镇	121.5~156.3	68.2~102.1	150.1~232.4	—	18.6~23.2	4.5~7.5

## 1.2 小城镇污水的水质指标与排放标准

### 1.2.1 污水的主要污染指标

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。下面介绍最常用的几项主要水质指标。

#### 1.2.1.1 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 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。

#### 1.2.1.2 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。

#### 1.2.1.3 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，也是影响感官性状的水质指标。

#### 1.2.1.4 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 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。

#### 1.2.1.5 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。

#### 1.2.1.6 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。

#### 1.2.1.7 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 AsO<sub>2</sub><sup>-</sup>，砷酸盐 AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) 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  $0.05\text{mg/L}$  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  $0.04\text{mg/L}$ , 农田灌溉标准是不高于  $0.05\text{mg/L}$ , 渔业用水不超过  $0.1\text{mg/L}$ 。

### 1.2.1.8 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  $0.001\text{mg/L}$ , 渔业用水要求更为严格, 不得超过  $0.0005\text{mg/L}$ 。

#### (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, 使骨路软化, 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  $0.057\sim 0.071\text{mg}$ 。我国饮用水标准规定, 镉的含量不得大于  $0.01\text{mg/L}$ , 农业用水与渔业用水标准则规定要小于  $0.005\text{mg/L}$ 。

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 2 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  $0.05\text{mg/L}$ , 农业灌溉用水与渔业用水应小于  $0.1\text{mg/L}$ 。

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  $50\sim 100\text{mg/L}$ 。生产铬酸盐的工厂, 其废水中六价铬的含量一般在  $100\sim 200\text{mg/L}$  之间。皮革鞣制工业排放的废水中六价铬的含量约为  $40\text{mg/L}$ 。

#### 1.1.2.1.4 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。

#### 1.2.1.9 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。

## 1.2.2 水污染物排放标准

小城镇污水处理的水质目标和污水处理程度是选择污水处理方法、流程的依据。

目前,我国城镇污水处理厂污染物的排放均执行由原国家环境保护总局和国家技术监督检验总局批准发布的《污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)。该标准是专门针对城镇污水处理厂污水、废气、污泥污染物排放制定的国家专业污染物排放标准,适用于城镇污水处理厂污水排放、废气的排放和污泥处置的排放与控制管理。根据国家综合排放标准与国家专业排放标准不交叉使用的原则,该标准实施后,城镇污水处理厂污水、废气和污泥的排放不再执行综合排放标准。

该标准将城镇污水污染物控制项目分为两类。

第一类为基本控制项目，主要是对环境产生较短期影响的污染物，也是城镇污水处理厂常规处理工艺能去除的主要污染物，包括 BOD、COD、SS、动植物油、石油类、LAS、总氮、氨氮、总磷、色度、pH 值和粪大肠菌群数共 12 项，一类重金属汞、烷基汞、镉、铬、六价铬、砷、铅共 7 项。

第二类为选择控制项目，主要是对环境有较长期影响或毒性较大的污染物，或是影响生物处理、在城市污水处理厂又不易去除的有毒有害化学物质和微量有机污染物如酚、氰、硫化物、甲醛、苯胺类、硝基苯类、三氯乙烯、四氯化碳等 43 项。

该标准制定的技术依据主要是处理工艺和排放去向，根据不同工艺对污水处理程度和受纳水体功能，对常规污染物排放标准分为三级：一级标准、二级标准、三级标准。一级标准分为 A 标准和 B 标准。一级标准是为了实现城镇污水资源化利用和重点保护饮用水源的目的，适用于补充河湖景观用水和再生利用，应采用深度处理或二级强化处理工艺。二级标准主要是以常规或改进的二级处理为主的处理工艺为基础制定的。三级标准是为了在一些经济欠发达的特定地区，根据当地的水环境功能要求和技术经济条件，可先进行一级半处理，适当放宽的过渡性标准。一类重金属污染物和选择控制项目不分级。

一级标准的 A 标准是城镇污水处理厂出水作为回用水的基本要求。当污水处理厂出水引入稀释能力较小的河湖作为城镇景观用水和一般回用水等用途时，执行一级标准的 A 标准。

城镇污水处理厂出水排入 GB 3838 地表水Ⅲ类功能水域（划定的饮用水水源保护区和游泳区除外）、GB 3097 海水二类功能水域和湖、库等封闭或半封闭水域时，执行一级标准的 B 标准。

城镇污水处理厂出水排入 GB 3838 地表水Ⅳ、Ⅴ类功能水域或 GB 3097 海水三、四类功能海域，执行二级标准。

非重点控制流域和非水源保护区的建制镇的污水处理厂，根据当地经济条件和水污染控制要求，采用一级强化处理工艺时，执行三级标准。但必须预留二级处理设施的位置，分期达到二级标准。

城镇污水处理厂水污染物排放基本控制项目，执行表 1-2 和表 1-3 的规定。选择控制项目按表 1-4 的规定执行。

表 1-2 基本控制项目最高允许排放浓度（日均值） 单位：mg/L

序号	基本控制项目	一级标准		二级标准	三级标准	
		A 标准	B 标准			
1	化学需氧量(COD)	50	60	100	120 <sup>①</sup>	
2	生化需氧量(BOD <sub>5</sub> )	10	20	30	60 <sup>①</sup>	
3	悬浮物(SS)	10	20	30	50	
4	动植物油	1	3	5	20	
5	石油类	1	3	5	15	
6	阴离子表面活性剂	0.5	1	2		
7	总氮(以 N 计)	15	20			
8	氨氮(以 N 计) <sup>②</sup>	5(8)	8(15)	25(30)		
9	总磷(以 P 计)	2005 年 12 月 31 日前建设的	1	1.5	3	5
		2006 年 1 月 1 日起建设的	0.5	1	3	5
10	色度(稀释倍数)	30	30	40	50	
11	pH 值	6.9				
12	粪大肠菌群数/(个/L)	103	104	104		

① 下列情况下按去除率指标执行：当进水 COD>350mg/L 时，去除率应大于 60%；BOD>160mg/L 时，去除率应大于 50%。

② 括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

表 1-3 部分一类污染物最高允许排放浓度 (日均值)

单位: mg/L

序号	项目	标准值	序号	项目	标准值
1	总汞	0.001	5	六价铬	0.05
2	烷基汞	不得检出	6	总砷	0.1
3	总镉	0.01	7	总铅	0.1
4	总铬	0.1			

表 1-4 选择控制项目最高允许排放浓度 (日均值)

单位: mg/L

序号	选择控制项目	标准值	序号	选择控制项目	标准值
1	总镍	0.05	23	三氯乙烯	0.3
2	总铍	0.002	24	四氯乙烯	0.1
3	总银	0.1	25	苯	0.1
4	总铜	0.5	26	甲苯	0.1
5	总锌	1.0	27	邻二甲苯	0.4
6	总锰	2.0	28	对二甲苯	0.4
7	总硒	0.1	29	间二甲苯	0.4
8	苯并[a]芘	0.00003	30	乙苯	0.4
9	挥发酚	0.5	31	氯苯	0.3
10	总氰化物	0.5	32	1,4-二氯苯	0.4
11	硫化物	1.0	33	1,2-二氯苯	1.0
12	甲醛	1.0	34	对硝基氯苯	0.5
13	苯胺类	0.5	35	2,4-二硝基氯苯	0.5
14	总硝基化合物	2.0	36	苯酚	0.3
15	有机磷农药(以 P 计)	0.5	37	间甲酚	0.1
16	马拉硫磷	1.0	38	2,4-二氯酚	0.6
17	乐果	0.5	39	2,4,6-三氯酚	0.6
18	对硫磷	0.05	40	邻苯二甲酸二丁酯	0.1
19	甲基对硫磷	0.2	41	邻苯二甲酸二辛酯	0.1
20	五氯酚	0.5	42	丙烯腈	2.0
21	三氯甲烷	0.3	43	可吸附有机卤化物(AOX 以 Cl 计)	1.0
22	四氯化碳	0.03			

在确定小城镇污水处理厂排放标准时,应根据污水处理厂出水的利用情况、受纳水体水域使用功能的环境保护要求以及当地的技术经济条件综合考虑。

对于一些城镇化发展中的地区而言,建设及运营资金短缺,土地资源紧张,有限的投资与较高的排放标准存在一定的矛盾。但我国目前尚无小城镇的污水排放标准,能否将小城镇的污水排放标准进行调整或放宽,也是目前大家十分关心的问题。

## 1.3 小城镇污水处理厂运行管理的内容

小城镇污水厂的运行管理的主要内容如下。

① 污水厂运行所需的技术人员、操作工人的培训;污水厂各种处理单元所需化学药剂的准备;污水处理工艺控制及设备维护所应有的技术准备等。

② 编制污水、污泥处理的运行控制方案和阶段执行计划,以便使生产有据可依,也有利于企业节能降耗,提高管理效益。

③ 合理安排运行过程中操作岗位,并做好各岗位之间的协调,制订好岗位责任制和岗

④ 对运行过程实行全面控制, 包括进度、消耗、成本、质量、故障等的控制。

## 1.4 小城镇污水处理厂运行管理的技术经济指标和运行报表

### 1.4.1 技术指标

#### (1) 处理污水量

污水处理厂的处理污水量一般要记录每日平均时流量、最大时流量、平均日流量、年流量等。

#### (2) 污染物去除指标

包括  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、SS、TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP 等污染物指标的总去除量、去除率。必要时应分析主要处理单元的污染物去除指标。

#### (3) 出水水质达标率

出水水质达标率是全年出水水质达标天数与全年总运行天数之比。一般要求出水水质达标率在 95% 以上。

#### (4) 设备完好率和设备使用率

城市污水处理厂的设备完好率是设备实际完好台数与应当完好台数之比。设备使用率是设备使用台数与设备应当完成台数之比。管理良好的城市污水处理厂的设备完好率应在 95% 以上, 设备使用率则取决于设计、建设时采购安装的容余程度和其后管理改造等因素。较高的设备使用率说明设计、建设和管理合理、经济。

#### (5) 污泥、渣、沼气产量及其利用指数

城市污水厂的预处理与一级处理, 每天都要去除栅渣、砂及浮渣。运行记录应有各种设施或设备的渣、砂净产量及单位产量。

不论是污泥干重或湿重产量, 一般都与污水水质、污水处理工艺、污泥处理工艺有关, 应记录其湿、干污泥和总产量、单位产量及污泥利用产量等指标。若采用传统活性污泥法处理污水, 每处理  $1000\text{m}^3$  污水可由带式脱水机产生湿泥、污泥饼  $0.7\text{m}^3$  (含水率 75%~80%)。

当生污泥进行厌氧消化时, 均会产生沼气。一般每消化  $1.0\text{kg}$  的挥发性有机物可产生  $0.75\sim 1.0\text{m}^3$  的沼气。沼气的甲烷含量约 55%~70%, 热值约为  $23\text{MJ}/\text{m}^3$ 。运行指标应包括沼气产量、单位沼气产量、沼气利用量。

### 1.4.2 经济指标

#### (1) 电耗

包括污水厂全天消耗的电量、每处理  $1\text{t}$  污水的电耗, 各处理单元 (包括污泥处理部分) 的电耗。

#### (2) 药材消耗指标

包括各种药品、水、蒸汽和其他消耗材料的总用量、单位用量指标。

#### (3) 维修费用指标

各种机电设备检查、养护、维修费用指标。

(4) 产品收益指标

沼气、污泥或再生水等副产品销售量、销售收入指标。

(5) 处理成本指标

城市污水厂处理污水污泥发生的各种费用之和扣去副产品销售收益后的费用，为污水处理成本，并计算单位污水处理成本。

### 1.4.3 运行记录与报表

污水厂的运行记录及报表能够反映一个城市污水厂每日或全年处理污水处理量，处理效果，节能降耗情况，处理过程出现的异常现象和采用的解决方式与结果等。城市污水厂的原始记录与报表是一项重要的文字记录与档案材料，可为管理人员提供直接的运转数据、设备数据、财务数据、分析化验数据，可依靠这些数据对工艺进行计算与调整，对设施设备状况进行分析、判断，对经营情况进行调整，并据此而提出设施设备维修计划，或据此进行下一步的生产调度。

原始记录主要有值班记录、工作日志和设备维修记录，包括各种测试、分析或仪表显示数据的记录。统计报表则是在原始记录基础上汇编而成，可分为年统计、月统计、季统计等。一般由工段每月向科或处室抄送月统计报表；科或处室每季度或每年向污水厂抄送季度或年统计报表；各操作岗位每日或旬或周向工段抄送日或旬统计报表。

原始记录或统计报表，又可以按专业划分为运行、化验、设备、财务等几类报表。

运行值班人员在填写原始记录时，一定要及时、清晰、完整、真实准确；而统计报表的编制则应定时、系统、简练地反映污水处理过程不同时期、不同专业的运行管理状况的主要信息。



## 第2章

# 小城镇污水处理技术与工艺系统



## 2.1 活性污泥法基本原理

活性污泥法是以活性污泥为主体的污水生物处理技术,是污水自净的人工强化。

### 2.1.1 活性污泥

#### 2.1.1.1 活性污泥的组成

活性污泥是活性污泥处理系统中的主体作用物质。正常的处理城市污水的活性污泥的外观为黄褐色的絮绒颗粒状,粒径为 $0.02\sim 0.2\text{mm}$ ,单位表面积可达 $2\sim 10\text{m}^2/\text{L}$ ,相对密度为 $1.002\sim 1.006$ ,含水率在99%以上。

在活性污泥上栖息着具有强大生命力的微生物群体。这些微生物群体主要由细菌和原生动物组成,也有真菌和以轮虫为主的后生动物。

活性污泥的固体物质含量仅占1%以下,由4部分组成:①具有活性的生物群体( $M_a$ );②微生物自身氧化残留物( $M_e$ ),这部分物质难于生物降解;③原污水中不能为微生物降解的惰性有机物质( $M_i$ );④原污水挟入并附着在活性污泥上的无机物质( $M_{ii}$ )。

#### 2.1.1.2 活性污泥微生物及其在活性污泥反应中的作用

细菌是活性污泥净化功能最活跃的成分,污水中可溶性有机污染物直接为细菌所摄取,并被代谢分解为无机物,如 $\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CO}_2$ 等。

活性污泥处理系统中的真菌是微小腐生或寄生的丝状菌,这种真菌具有分解碳水化合物、脂肪、蛋白质及其他含氮化合物的功能,但若大量异常的增殖会引发污泥膨胀现象。

在活性污泥中存活的原生动物有肉足虫、鞭毛虫和纤毛虫等3类。原生动物的主要摄食对象是细菌,因此,活性污泥中的原生动物能够不断地摄食水中的游离细菌,起到进一步净化水质的作用。原生动物是活性污泥系统中的指示性生物,当活性污泥出现原生动物,如钟虫、等枝虫、独缩虫、聚缩虫和盖纤虫等,说明处理水水质良好。

后生动物(主要指轮虫)捕食原生动物,在活性污泥系统中是不经常出现的,仅在处理水质优异的完全氧化型的活性污泥系统,如延时曝气活性污泥系统中才出现,因此,轮虫出现是水质非常稳定的标志。

在活性污泥处理系统中,净化污水的第一承担者,也是主要承担者是细菌,而摄食处理中游离细菌,使污水进一步净化的原生动物则是污水净化的第二承担者。