

CHENGSHI WUSHUI CHULICHANG
YUNXING GUANLI

城市污水处理厂 运行管理

第二版

李亚峰 晋文学 主编

.02



化学工业出版社

X505
L311.02

31

CHENGSHI WUSHUI CHULICHANG
YUNXING GUANLI

城市污水处理厂 运行管理

第二版

李亚峰 晋文学 主编
马学文 刘剑 张大男 副主编



X505
L311.02



化学工业出版社

·北京·

本书主要介绍城市污水处理的基本知识以及城市污水处理厂处理构筑物的运行管理与操作、城市污水处理常用机械设备及维修、城市污水处理厂供配电系统与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。

本书是城市污水处理厂工程管理技术人员和操作工上岗培训的参考书，也可供从事城市污水处理的管理人员、技术人员和工人学习使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

城市污水处理厂运行管理/李亚峰, 晋文学主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2010. 5

ISBN 978-7-122-07772-1

I. 城… II. ①李…②晋… III. ①城市污水-污水处理厂-运行
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 (2010) 第 027757 号

责任编辑: 董琳

责任校对: 宋玮

装帧设计: 韩飞

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市万龙印装有限公司

720mm×1000mm 1/16 印张 17 字数 376 千字 2010 年 4 月北京第 2 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

版权所有 违者必究

第一版前言

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，城市污水处理事业得到了很大发展。目前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。

随着各种污水处理厂的不断建成和投运，需要配备许多掌握工艺技术和相关知识的工程技术人员和操作工。新设备和新技术在污水处理厂的广泛应用，更需要污水处理工具备及时掌握和学习新知识的技能。为了更好地发挥污水处理设施的作用，强化管理、提高技术与管理水平是关键，而通过学习培训是提高污水处理厂操作工和技术人员素质的重要途径。

本书以城市污水处理厂运行管理为重点，但同时也系统地介绍了城市污水处理的基本原理和基本工艺，而且对近几年城市污水处理厂采用较多的新技术和新工艺做了较为详细介绍。另外，对城市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全面的归纳和总结。本书力求突出实用性和针对性。

本书共分为五篇十六章。第一篇主要介绍城市污水的来源与性质、城市污水处理厂污水处理与污泥处理工艺及特点、处理构筑物的构造及功能。第二篇主要介绍城市污水处理厂处理构筑物的运行管理常识、处理构筑物经常出现的问题以及解决这些问题的措施办法。第三篇主要介绍城市污水处理常用机械设备、维护和保养方面的技术与知识。第四篇主要介绍城市污水处理厂供配电系统与自动控制系统。第五篇主要介绍城市污水处理厂的水质检测的基本知识和安全生产的基本要求。本书可以作为城市污水处理厂工程技术人员和操作工上岗培训的教材，也可从事供城市污水处理的管理人员、技术人员、工人使用。

参加本书编写的人员有长期从事教学和科研工作的高校教师、长期从事污水处理管理工作的管理人员和污水处理厂的工程技术人员。

由于编者知识水平有限，书中难免有不足之处，请读者不吝指教。

编者

2005年3月

第二版前言

本书第一版自 2005 年 8 月出版以来，深受广大读者的欢迎。为了满足城市污水处理厂工程管理技术人员和操作工上岗培训的需求，在第一版的基础上，结合城市污水处理技术的发展和应用情况对原书进行了重新编写。

本书第二版仍然坚持第一版的编写风格，以城市污水处理厂运行管理、设备检修维护为重点，突出实用性和针对性。在结构上做了一定的调整，由原来的十六章改为十五章。在内容上进行了有机的整合，并增加了污水处理厂试运行等一些新的内容。

本书共分为五篇十五章。第一篇主要介绍城市污水的来源与性质、城市污水处理厂污水处理与污泥处理工艺及特点、处理构筑物的构造及功能。第二篇主要介绍城市污水处理厂处理构筑物的运行管理常识、处理构筑物经常出现的问题以及解决这些问题的措施办法。第三篇主要介绍城市污水处理常用机械设备、维护和保养方面的技术与知识。第四篇主要介绍城市污水处理厂供配电系统与自动控制系统。第五篇主要介绍城市污水处理厂的水质检测的基本知识和安全生产的基本要求。本书可以作为城市污水处理厂工程技术人员和操作工上岗培训的教材，也可供从事城市污水处理的管理人员、技术人员、工人学习和使用。

本书第一章、第二章、第三章由李亚峰、崔红梅编写；第四章、第五章、第六章由李亚峰、晋文学编写；第七章、第十四章、第十五章由李亚峰、张大男编写；第八章、第九章由李亚峰、田永泽编写；第十章、第十三章由崔红梅、李亚峰编写；第十一章、第十二章由马学文、刘剑编写。全书由李亚峰统编、定稿。

由于编者知识水平有限，书中缺点和不妥之处在所难免，敬请读者不吝指教。

编者

2010 年 1 月

目 录

第一篇 城市污水处理的基本知识

第一章 城市污水的来源与性质	1
第一节 城市污水的来源	1
第二节 城市污水的水质指标与排放标准	2
第二章 城市污水的处理方法及处理工艺	8
第一节 城市污水的处理方法及典型处理工艺流程	8
第二节 城市污水处理厂水处理构筑物及其功能	16
第三节 城市污水处理厂常用的生物处理工艺及特点	27
第四节 城市污水的深度处理与再生回用	44
第五节 污水消毒	49
第三章 城市污水处理厂污泥处理与处置	52
第一节 污泥的分类和性质指标	52
第二节 污泥浓缩	53
第三节 污泥厌氧消化	56
第四节 污泥的脱水与干化	59
第五节 污泥的最终处置与利用	61

第二篇 城市污水处理厂处理构筑物的运行管理

第四章 城市污水处理厂的试运行	63
第一节 城市污水处理厂的试运行的内容及目的	63
第二节 城市污水处理厂水质与水量监测	64
第三节 城市污水处理设施的试运转	65
第四节 好氧活性污泥的培养与驯化	66
第五节 厌氧消化的污泥培养	68
第五章 城市污水处理厂污水处理系统的运行管理	70
第一节 城市污水处理厂运行管理的技术经济指标和运行报表	70
第二节 格栅间的运行管理	71
第三节 沉砂池的运行管理	72
第四节 初沉池的运行管理	73
第五节 曝气池的运行管理	75
第六节 二沉池的运行管理	79

第七节	活性污泥法运行中的异常现象与对策	81
第八节	AB 两段活性污泥法运行管理应注意的问题	85
第九节	缺氧-好氧活性污泥法运行管理应注意的问题	85
第十节	厌氧-好氧活性污泥法运行管理应注意的问题	87
第十一节	厌氧-缺氧-好氧活性污泥法运行管理应注意的问题	88
第十二节	序批式活性污泥法运行管理应注意的问题	89
第十三节	氧化沟运行管理应注意的问题	92
第十四节	曝气生物滤池运行管理应注意的问题	95
第六章	污水厂主要运转设施的运行管理	97
第一节	污水提升泵房	97
第二节	鼓风机房	98
第三节	污泥脱水机房	102
第四节	加氯间及消毒设施	107
第五节	污水计量	110
第七章	城市污水处理厂污泥处理构筑物的运行管理	111
第一节	污泥浓缩	111
第二节	污泥厌氧消化	114
第三节	污泥脱水	125

第三篇 城市污水处理常用机械设备及维修

第八章	泵及泵的检修	131
第一节	泵的种类与性能	131
第二节	泵的维护与检修	140
第九章	风机及风机的检修	153
第一节	风机的种类与性能	153
第二节	风机的检修	158
第十章	污水处理厂专用机械设备及其检修	161
第一节	格栅清污机及其检修	161
第二节	除砂设备及其检修	165
第三节	刮泥机及其检修	167
第四节	曝气设备及其检修	171
第五节	滗水器及其检修	177
第六节	刮吸泥机及其检修	178
第七节	污泥脱水机及其检修	180
第八节	闸阀、闸门及其检修	187

第四篇 城市污水处理厂供配电系统与自动控制系统

第十一章	城市污水处理厂供配电系统	190
第一节	供配电装置	190

第二节	高低压电气设备	195
第三节	高低压电气设备运行操作	197
第四节	电动机及拖动	199
第五节	常见的电工测量仪表	204
第十二章	城市污水处理自动控制系统	207
第一节	概述	207
第二节	自动控制基础	207
第三节	计算机控制技术	210
第四节	污水处理过程中常用在线仪表	211
第五节	PLC 控制技术	225
第六节	变频调速控制系统	228
第七节	集散控制系统	230
第八节	污水处理监控系统	231
第九节	城市污水处理自动控制系统实例	238

第五篇 城市污水处理厂的水质检测与安全生产

第十三章	水质检测	245
第一节	水质检测的作用及要求	245
第二节	实验室基础知识	246
第三节	污水处理厂的水质检测	248
第十四章	安全教育与安全职责	251
第一节	安全生产教育	251
第二节	安全职责	252
第三节	安全生产的一般要求	253
第十五章	安全生产	256
第一节	防毒气	256
第二节	安全用电	257
第三节	防溺水和防高空坠落	257
第四节	防雷	258
第五节	防火防爆	258
第六节	化验室安全管理	259
参考文献		261

第一篇 城市污水处理的基本知识

第一章 城市污水的来源与性质

第一节 城市污水的来源

一、城市污水的来源

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；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、城市污水处理后排放与利用

城市污水经净化处理后，出路有三：（1）排放水体，作为水体的补给水；（2）灌溉田地；（3）回用。

排放水体是城市污水最常采用的出路。排放水体的城市污水应达到国家或地方相关的排放标准，否则可能造成水体遭受污染。

灌溉田地可使污水得到充分利用，但必须符合灌溉的有关规定，使土壤与农作物免遭污染。

污水回用是最合理的出路，既可以有效地节约和利用有限、宝贵的淡水资源，又可以减少污水的排放量，减轻水环境的污染。城市污水经二级处理和深度处理后回用的范围很广，可以用作电厂的循环冷却水，也可以回用于生活杂用，如园林绿

化、浇洒道路、冲洗厕所等。

第二节 城市污水的水质指标与排放标准

一、城市污水的主要水质指标

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. 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 BOD₂₀ 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 BOD₅ 作为衡量污水有机物含量的指标。

2. 化学需氧量 (COD)

尽管 BOD₅ 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，BOD₅ 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 CO₂、H₂O 所消耗的氧量，用 COD_{Cr} 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的量。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 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。当 BOD₅/COD > 0.3 时，可生化性较好，适宜采用生化处理工艺。

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，也是影响感观性状的水质指标。

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、污水处理及水工构筑物都有影响，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 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 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。

5. 总氮 (TN)、氨氮 (NH₃-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 BOD₅ 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 (NH₃-N) 氨氮是水中以 NH₃ 和 NH₄⁺ 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 NH₃ 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 NO₂⁻ 和 NO₃⁻，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 NH₃-N，两者之差即为有机氮。

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。

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⁻) 及有机氰化物 (称为腈，如丙烯腈 C₂H₃CN)。

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 AsO₂，砷酸盐 AsO₄³⁻) 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 0.05mg/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 0.04mg/L，农田灌溉标准是不高于 0.05mg/L，渔业用水不超过 0.1mg/L。

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 0.001mg/L，渔业用水要求更为严格，不得超过 0.0005mg/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，使骨骼软化，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 0.057~0.071mg。我国饮用水标准规定，镉的含量不得大于 0.01mg/L，农业用水与渔业用水标准则规定要小于 0.005mg/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两种形态存在，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 0.05mg/L，农业灌溉用水与渔业用水应小于 0.1mg/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 50~100mg/L。生产铬酸盐的工厂，其废水中六价铬的含量一般在 100~200mg/L 之间。皮革鞣制工业排放的废水中六价铬的含量约为 40mg/L。

(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。

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。

二、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 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接纳水体功能，对常规污染物排放标准分为一级标准、二级标准和三级标准。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 GB3838 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）、GB3097 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 GB3838 地表水Ⅳ、Ⅴ类功能水域或 GB3097 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 1-1 和表 1-2 的规定。选择控制项目按表 1-3 的规定执行。

表 1-1 基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）/(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 ^①
2	生化需氧量(BOD ₅)		10	20	30	60
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) ^②		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

续表

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		
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 1-2 部分一类污染物最高允许排放浓度（日均值）/（mg/L）

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

表 1-3 选择控制项目最高允许排放浓度（日均值）/（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			

第二章 城市污水的处理方法及 处理工艺

第一节 城市污水的处理方法及典型处理工艺流程

一、污水处理的基本方法

污水处理的基本方法就是采用各种技术与手段，将污水中所含的污染物质分离去除、回收利用，或将其转化为无害物质，使水得到净化。

现代污水处理技术按原理可分为物理处理法、化学处理法和生物化学处理法3类。

(1) 物理处理法 利用物理作用分离污水中呈悬浮状态的固体污染物质。方法有：筛滤法、沉淀法、上浮法、气浮法、过滤法和反渗透法等。

(2) 化学处理法 利用化学反应的作用，分离回收污水中处于各种形态的污染物质（包括悬浮的、溶解的、胶体的等）。主要方法有中和、混凝、电解、氧化还原、汽提、萃取、吸附、离子交换和电渗析等。化学处理法多用于处理生产污水。

(3) 生物化学处理法 是利用微生物的代谢作用，使污水中呈溶解、胶体状态的有机污染物转化为稳定的无害物质。主要方法可分为两大类，即利用好氧微生物作用的好氧法（好氧氧化法）和利用厌氧微生物作用的厌氧法（厌氧还原法）。前者广泛用于处理城市污水及有机性生产污水，其中有活性污泥法和生物膜法两种；后者多用于处理高浓度有机污水与污水处理过程中产生的污泥，现在也开始用于处理城市污水与低浓度有机污水。

由于污水中的污染物是多种多样的，因此，在实际工程中，往往需要将几种方法的组合在一起，通过几个处理单元去除污水中的各类污染物，使污水达到排放标准。

二、城市污水处理技术与工艺

城市污水处理技术，按处理程度划分，可分为一级、二级和三级处理。

1. 城市污水一级处理

一级处理主要去除污水中呈悬浮状态的固体污染物质，物理处理法大部分只能完成一级处理的要求。城市污水一级处理的主要构筑物有格栅、沉砂池和初沉池。一级处理的工艺流程如图 2-1 所示。格栅的作用是去除污水中的大块漂浮物，沉砂池的作用是去除相对密度较大的无机颗粒，沉淀池的作用主要是去除无机颗粒和部

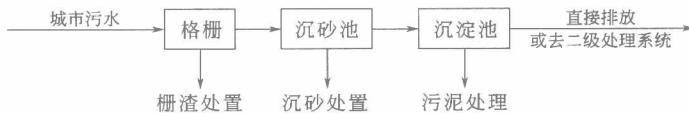


图 2-1 城市污水一级处理工艺流程

分有机物质。经过一级处理后的污水，SS 一般可去除 40%~55%，BOD 一般可去除 30%左右，达不到排放标准。一级处理属于二级处理的预处理。

2. 城市污水二级处理

城市污水二级处理是一级处理的基础之上增加生化处理方法，其目的主要去除污水中呈胶体和溶解状态的有机污染物质（即 BOD，COD 物质）。二级处理采用的生化方法主要有活性污泥法和生物膜法，其中采用较多的是活性污泥法。经过二级处理，城市污水有机物的去除率可达 90%以上，出水中的 BOD、SS 等指标能够达到排放标准。二级处理是城市污水处理的主要工艺，应用非常广泛。图 2-2 为城市污水二级处理典型的工艺流程。

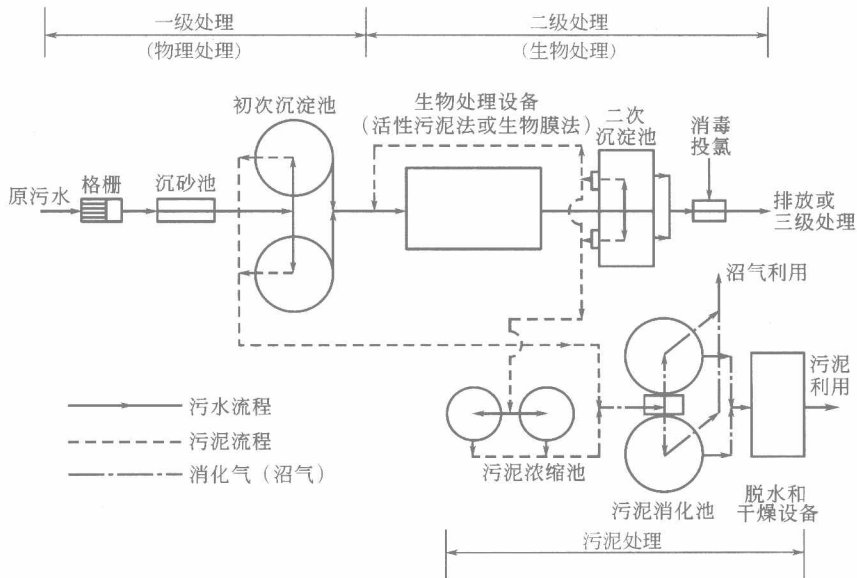


图 2-2 城市污水二级处理典型的工艺流程

3. 城市污水三级处理

城市污水三级处理是在一级、二级处理后，进一步处理难降解的有机物、磷和氮等能够导致水体富营养化的可溶性无机物等。主要方法有生物脱氮除磷法、混凝沉淀法、砂滤法、活性炭吸附法、离子交换法和电渗析法等。三级处理是深度处理的同义语，但两者又不完全相同，三级处理常用于二级处理之后。而深度处理则以污水回收、再用为目的，在一级或二级处理后增加的处理工艺。关于三级处理或深度处理的具体工艺流程将在本章的第四节中介绍。

三、活性污泥法

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。活性污泥由繁殖的微生物群体所构成，它易于沉淀与水分离，并能使污水得到净化、澄清。

（一）活性污泥法基本概念

1. 活性污泥的组成