

蒋文举 侯锋 宋宝增 主编

城市污水厂 实习培训教程



化学工业出版社

城市污水厂实习培训教程

蒋文举 侯 锋 宋宝增 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是为适应目前城市污水厂的建设 and 人才培养的需求而编写的实习培训教材。

全书共分九章，第一章介绍实习培训的目的、任务、特点、要求和实习培训报告的编写；第二章介绍城市污水特点、处理系统和处理方法；第三章介绍城市污水处理典型工艺流程，包括传统活性污泥法工艺、生物脱氮除磷工艺（A/O 工艺）、氧化沟工艺、SBR 工艺、AB 法工艺、生物膜法工艺、污泥处理工艺、工程实例；第四章介绍城市污水处理厂主要设备；第五章介绍城市污水处理厂仪表与自动控制；第六章介绍城市污水处理系统的运行管理；第七章介绍城市污水处理厂水质监测；第八章介绍城市污水处理厂的建设；第九章介绍城市污水处理工艺流程实例。

本书可作为高等院校环境工程、环境科学专业及相关专业的本科生、环境工程领域工程技术人员实习与培训教材，同时可作为工业企业环境保护与环境工程专业技术及管理人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

城市污水厂实习培训教程/蒋文举, 侯锋, 宋宝增主编.
北京: 化学工业出版社, 2007. 1
ISBN 978-7-5025-9832-7

I. 城… II. ①蒋…②侯…③宋… III. 城市污水-污水处理-实习-高等学校-教材 IV. X703. 3-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 011616 号

责任编辑: 满悦芝
责任校对: 陈 静

文字编辑: 刘莉珺
装帧设计: 尹琳琳

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 装: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 408 千字 2007 年 4 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: 29.80 元

版权所有 违者必究

前 言

我国水污染严重。根据《全国环境统计公报》，2005年全国废水排放总量524.5亿吨，其中城镇生活污水排放量281.4亿吨，占废水排放总量的53.65%，处理率为37.4%。随着我国城镇化水平的提高，城市污水排放量预计将以年均5%以上的速度增加，而城市污水处理的严重滞后，将使我国水污染形势更为严峻，严重制约社会经济的可持续发展。因此，加快建设城市污水处理设施，提高污水处理率已刻不容缓。按照《国务院关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知》（国发〔2000〕36号）要求：到2010年，所有设市城市的污水处理率不低于60%，直辖市、省会城市、计划单列市以及重点风景旅游城市的污水处理率不低于70%。因此，在最近5年，我国将会有大量城市污水厂开工建设并投入运行。

为了保证污水处理厂顺利建设和正常运转，对污水厂的建设者和员工进行职业培训是十分重要的措施。同时，城市污水处理厂又是高等学校环境类专业学生的重要实习基地之一，学生通过在城市污水厂的实习，丰富和验证已学的理论知识，使理论与实践相结合，可以促进学生创新思维的培养。为此，国家城市污水处理及资源化工程技术研究中心（筹）组织编写了本实习培训教材。

全书共分九章，第一章介绍实习培训的目的、任务、特点、要求和实习培训报告的编写；第二章介绍城市污水特点、处理系统和处理方法；第三章介绍城市污水处理典型工艺流程，包括传统活性污泥法工艺、生物脱氮除磷工艺（A/O工艺）、氧化沟工艺、SBR工艺、AB法工艺、生物膜法工艺、污泥处理工艺、工程实例；第四章介绍城市污水处理厂主要设备，包括水泵、鼓风机、闸门与阀门、格栅除污机及螺旋输送机、除砂与砂水分离设备、刮泥机、曝气方法和曝气设备、水下推进器及搅拌器、吸泥机、滗水器、污泥浓缩脱水设备；第五章介绍城市污水处理厂仪表与自动控制；第六章介绍城市污水处理系统的运行管理；第七章介绍城市污水处理厂水质监测；第八章介绍城市污水处理厂的建设；第九章介绍城市污水处理工艺流程实例。

本书由蒋文举、侯锋、宋宝增任主编，具体参加本书编写的人员有：第一章，蒋文举、侯锋；第二章，宋宝增；第三章，蒋文举、侯锋；第四章，谷晋川、宋宝增；第五章，谷晋川、李洪；第六章，杨志山；第七章，王向东；第八章，侯锋、蒋文举；第九章，王东尔、代健、张进。

本书参考了一些科研、设计、教学以及生产领域同行的文献资料，也使用了相关企业和设计单位提供的工程实例基础资料，编者谨在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之水平有限，书中疏漏之处，敬请读者和同行批评指正。

编 者
2007年3月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 实习培训的目的和任务	1
一、实习培训的目的和意义	1
二、实习培训的任务和目标	1
第二节 实习培训的特点和要求	1
一、实习培训的特点	1
二、实习培训的要求	2
第三节 实习培训报告的编写	2
一、实习报告的形式	2
二、实习报告编写的内容和格式	2
第二章 城市污水特点及处理概况	3
第一节 城市污水的来源及性质	3
一、城市污水的来源	3
二、城市污水的性质	3
三、城市污水的特点	5
第二节 城市污水处理系统	5
一、城市排水管道系统	5
二、污水无害化处理系统	5
三、污水深度处理和再利用系统	5
第三节 城市污水处理方法	6
一、城市污水处理基本方法	6
二、城市污水一级处理系统	6
三、城市污水二级处理系统	10
第三章 城市污水处理典型工艺流程	12
第一节 传统活性污泥工艺	12
一、工艺原理	12
二、工艺流程	12
三、活性污泥系统的工艺参数	14
四、传统活性污泥法的变形工艺	17
第二节 生物脱氮除磷工艺	19
一、生物脱氮除磷机理	20
二、缺氧好氧 (A ₁ /O) 生物脱氮工艺	23
三、厌氧/好氧 (A ₂ /O) 生物除磷工艺	25
四、厌氧/缺氧/好氧 (A/A/O) 生物脱氮除磷工艺	26
第三节 氧化沟工艺	27
一、工艺原理及过程	27
二、氧化沟工艺的技术特征	28
三、氧化沟工艺流程	29

第四节 SBR 活性污泥工艺	31
一、工艺原理及过程	31
二、SBR 工艺的特点	32
三、影响 SBR 工艺处理效果的主要因素	33
四、SBR 工艺流程类型	34
第五节 AB 法工艺	37
一、AB 法工艺流程	37
二、AB 法工艺基本原理	37
三、AB 法工艺特点	39
第六节 生物膜法工艺	39
一、生物滤池	40
二、生物接触氧化法	42
三、生物转盘法	44
四、生物流化床	46
第七节 城市污水处理厂污泥处理工艺	48
一、城市污泥的性质及主要指标	49
二、常规污泥处理工艺	49
三、减少磷释放的污泥处理工艺	50
第四章 城市污水处理厂主要设备	51
第一节 城市污水处理厂设备的分类	51
第二节 水泵	52
一、离心泵的工作原理、构造	53
二、离心泵的主要性能参数	54
三、离心泵的特性曲线	55
四、离心泵的工作点	55
五、潜水式离心泵管理	56
第三节 鼓风机	59
一、分类与特点	59
二、离心式鼓风机	60
三、罗茨式鼓风机	69
第四节 闸门与阀门	71
一、闸门	71
二、阀门及其型号	71
三、闸门与阀门的检修与维护	72
第五节 格栅除污机及螺旋输送机	73
一、格栅除污机	73
二、输送机	76
第六节 除砂与砂水分离设备	77
一、除砂设备种类	77
二、旋流沉砂池除砂机的结构组成和功能	77
三、平流式曝气除油沉砂池结构组成和功能	79
四、砂水分离器	80
第七节 刮泥机	81

一、链条刮板式刮泥机	81
二、回转式刮泥机及浓缩机	81
第八节 曝气方法和曝气设备	84
一、曝气方法	84
二、曝气设备	85
第九节 水下推进器及搅拌器	89
一、水下推进器	89
二、潜水搅拌器	90
第十节 吸泥机	91
一、桁车式吸泥机	91
二、回转式吸泥机	92
第十一节 滗水器	93
一、作用与分类	93
二、构造与运行特点	93
三、维修与保养	95
第十二节 污泥浓缩脱水设备	95
一、絮凝剂投加装置	96
二、带式压滤机	96
三、卧螺沉降离心机	98
四、污泥脱水系统操作和维护（带式压滤系统）	100
第五章 城市污水处理厂仪表与自动控制	104
第一节 污水处理厂常用仪表	104
一、概述	104
二、污水处理厂测量仪表基础知识	104
三、污水处理厂测量参数	105
四、污水处理厂常用测量仪表	106
五、在线仪表在污水处理厂的应用示例	118
第二节 污水处理厂自动控制	120
一、概述	120
二、自动控制系统	121
三、计算机控制技术	123
四、PLC 控制技术	124
五、污水处理厂常用自动控制方案	125
六、污水处理厂自控系统案例	126
第六章 城市污水处理系统的运行管理	131
第一节 概述	131
一、运行管理的内容	131
二、运行管理的意义	131
三、运行管理基本要求	131
四、运行管理人员的职责	131
第二节 城市污水处理技术经济指标和运行报表	132
一、技术经济指标	132
二、运行记录与报表	133

第三节 污水处理系统的运行管理	133
一、预处理系统的运行管理	133
二、初沉池的运行管理	135
三、曝气池和二沉池的运行管理	135
四、活性污泥法处理装置的运行管理	137
五、厌氧生物处理系统的运行管理	141
六、消毒系统的运行管理	144
七、流量计量装置的运行管理	145
第四节 污泥处理系统的运行管理	145
一、脱水工艺流程	146
二、污泥浓缩池的运行管理	146
三、储泥池的运行管理	147
四、污泥脱水机的运行管理	147
第五节 自动化控制系统的运行管理	148
一、自动化系统的投运	148
二、自动化系统的参数整定、要求和方法	149
三、自动化系统的日常维护和管理	150
第六节 城市污水处理厂的安全生产教育	152
一、安全生产教育	152
二、安全生产制度	152
三、安全生产	153
第七章 城市污水处理厂水质监测	156
第一节 水质监测实习目的与要求	156
一、实习目的和要求	156
二、能力目标	156
第二节 城市污水处理厂的水质监测	156
一、水质监测的对象和目的	156
二、水样的采集和保存方法	156
三、水质监测项目与方法	158
第三节 城市污水处理厂活性污泥性质的测定	163
一、混合液悬浮物浓度 (MLSS) 和混合液挥发性悬浮物浓度 (MLVSS)	163
二、污泥沉降体积 (SV 或 SV_{30})	164
三、污泥体积指数 (SVI)	164
第四节 城市污水处理厂活性污泥生物相及其指示作用	164
一、样品的采集及保存方法	164
二、活性污泥中的微生物	164
三、微生物对活性污泥状况的指示作用	166
第八章 城市污水处理厂的建设	168
第一节 城市污水处理厂的建设程序	168
一、工程立项	168
二、城市污水厂建设的初期工作	169
三、工程设计	170
四、工程施工	170
五、工程验收	171
第二节 城市污水厂的设计	171

一、污水处理工程设计基础资料	171
二、初步设计	172
三、施工图设计	173
四、设计后期工作	174
第三节 主要相关法规及标准	174
第九章 城市污水处理工艺流程实例	177
第一节 北京高碑店污水处理厂二期工程设计（传统活性污泥工艺）	177
一、工程概况	177
二、设计原则	177
三、工艺设计特点与主要改进内容	177
四、主要处理构筑物设计	178
五、土建设计	181
六、采暖通风设计	181
七、机械设计	181
八、电气设计	181
九、仪表自控设计	181
十、劳动定员与工程数量	182
十一、主要经济指标	182
第二节 山东莱阳市污水处理工程（一体化氧化沟工艺）	182
一、工程概况	182
二、设计规模及进出水水质	182
三、处理工艺方案的选择及特点	183
四、工程设计	184
五、主要设备	185
六、工程投资及成本计算	186
七、运行状况	186
第三节 山东淄博城市污水处理工艺（AB工艺）	187
一、工程概况	187
二、水质水量及排放要求	187
三、工艺流程设计	187
四、主要处理构筑物及设备	189
第四节 湖南长沙市开福污水处理厂（MSBR工艺）	191
一、工程概况	191
二、设计原则	191
三、工艺流程	192
四、该技术方案的特点和优势	194
第五节 河北某市污水处理工程（A ² /O工艺）	194
一、工程概况	194
二、设计水质水量及排放标准	194
三、工艺流程	194
四、设计工艺参数	194
五、除磷工艺运行状况	194
六、分析及讨论	195

七、结论及存在的问题	196
第六节 绵阳塔子坝污水处理厂一期工程 (A/O/E 工艺)	197
一、工程概况	197
二、设计原则	197
三、工艺流程设计	197
四、AOE 工艺的特点	200
第七节 绵阳塔子坝污水处理厂二期工程 (LIER-POOLK 工艺)	201
一、工程概况	201
二、设计原则	201
三、工艺流程设计	201
四、工艺特点	203
第八节 四川华阳污水处理厂工程 (百乐克工艺)	203
一、工程概况	203
二、设计原则	203
三、污水、污泥处理工艺	204
四、主要构筑物设计	205
五、工程造价	208
第九节 山东东阿县污水处理工程 (生物膜法)	208
一、工程概况	208
二、设计水量及水质	208
三、处理工艺及特点	209
四、厂址及主要构筑物设计	209
五、工程投资及经济分析	212
六、工程运行	212
第十节 新疆某城市污水处理工程 (曝气生物滤池)	212
一、工程概述	212
二、设计依据	213
三、设计水质水量及排放标准	213
四、工艺流程	213
五、工艺说明	214
六、污染物沿程去除率	215
七、主要设备与构筑物	215
八、投资与运行费用	215
九、污泥处理与处置	217
十、自控仪表	217
十一、仪表设计说明	218
十二、建筑设计	218
十三、公用工程	218
附录	220
附录 I 城镇污水处理厂污染物排放标准	220
附录 II 城市污水处理厂运行、维护及其安全技术规程	226
附录 III 城市污水处理及污染防治技术政策	240
参考文献	243

第一章 绪 论

第一节 实习培训的目的和任务

一、实习培训的目的和意义

实习培训是学习者把学到的理论知识带到实际工作中去应用和检验以锻炼工作能力的教育活动,也是学习者接触社会、了解社会、提高工作能力和全面素质的过程。它是学校教学计划中必不可少的实践教学环节,是在职人员接受再教育行之有效的方方式之一,是实现理论和实际相结合、教育与生产劳动相结合的重要途径,是使学习者养成劳动习惯、热爱劳动、获得实际生产知识和管理经验、巩固所学理论知识、培养动手能力和独立工作能力的重要手段,也是学校人才培养过程中的有机组成部分,没有实习培训的教育是不完整的教育。因此,实习培训对于广大学生及工作者提高实际工作能力具有重大的意义。

二、实习培训的任务和目标

通过在污染控制场所(如污水处理厂)进行实习和职业技能培训,熟悉废物、废水、大气等污染物的性质,掌握污染治理的工艺流程、工艺设备、监测技术及其操作运行管理等环节的具体内容,达到理论联系实际,强化综合职业能力、独立思考能力、实践技能、爱岗敬业品质,提高业务素质的目的,为今后从事技术工作、生产工作和管理工作奠定基础。

实习培训的教学目标如下。

- (1) 知识目标 在课堂学习的基础上,加深对污染防治技术、污染源调查、环境评价等知识的理解,掌握现行污染防治技术的基本原理。
- (2) 能力目标 具备识别污染因子的能力,能进行环保设施(设备)的操作、运行管理与维护,具备污染防治的初步能力及阅读和分析使用简单的环境工程图的能力。
- (3) 素质目标 具备勇于探索的科学精神,爱岗敬业、严谨求实、团结协作的工作作风,具有良好的职业道德和法律、安全意识。

第二节 实习培训的特点和要求

一、实习培训的特点

(1) 实践性 实习培训的主要任务是组织学员直接向生产中有实践经验的技术人员和工人学习,学习生产实践知识,丰富和验证已学理论知识,使理论与实践相结合。学习者在实习培训时,必须根据实习培训大纲的要求,深入现场,向第一线的生产者或工作者学习实践经验和操作知识。

(2) 双重性 实习培训学员既是学习者又是生产者(或工作者),既是一名学生,又是实习培训单位的一员,具有双重身份。学员通过实习培训既要学习业务知识,又要接触实际生产者,了解社会,了解企业,提高工作技能和业务素质,具有双重任务。实习培训要顺利进行,取得理想的效果,则既要遵循教学、教育规律,又要遵循生产规律。

(3) 独立性 实习培训场所远离原单位或学校各级领导,因而实习培训对带队教师和实习培训者的业务要求、政治思想、生活管理、人身安全等都要全面负责,代表原单位实行全面领导和管理,因此,具有相对独立性。但重大问题的处理仍应依靠实习培训单位领导。

(4) 灵活性 实习培训是在生产(或工作)现场进行,不同的培训者,不同的实习培训

对象，实习培训的内容也不尽相同，同时实习培训现场的情况也时常发生改变。因此，为了取得良好的实习培训效果，在满足实习培训大纲基本要求的前提下，实习培训的教与学的方式、方法，实习培训的具体对象或内容，都应具有一定的灵活性，应根据现场情况的变化，及时做出必要的、合理的调整。

二、实习培训的要求

1. 对指导老师的要求

① 实习培训指导老师必须具有丰富的教学经验、较强的解决实际问题的能力和组织管理能力；

② 为人师表，能将德育渗透到实习培训的全过程；

③ 能指导学生系统掌握实习培训内容所涉及的基础知识、基本原理和技术要求；

④ 具有强烈的责任心和安全意识，对学生实习培训的全过程能按要求进行考核。

2. 对学员的要求

① 实习培训中既要有尊重科学勇于创新的精神，又要虚心好学，遇到问题及时请教老师和现场工程技术人员；

② 培养自身爱岗敬业的品质、团结协作的能力、实事求是的作风、踏实肯干勇于奉献的精神；

③ 熟悉实习培训内容所涉及的污染防治技术的工艺流程，掌握设备的基本操作方法，通过实践了解操作过程中的技术要点，并能进行初步的设备运行管理与维护；

④ 讲究职业道德，严格执行实习培训单位的规章制度和要求，进行规范操作；

⑤ 自觉遵守实习培训纪律，注意个人安全防护；

⑥ 实习培训结束，应在教师指导下按要求写出实习培训报告。

第三节 实习培训报告的编写

一、实习培训报告的形式

实习培训报告可分为阶段实习培训报告和总实习培训报告两种。阶段实习培训报告是在完成一个实习培训岗位的工作后编写的实习培训的阶段性小结，是学员在实习培训过程中，在实习培训日记和实际材料积累的基础上进行的。总实习培训报告是实习培训者完成全部的实习任务后，对整个实习阶段的总结。实习培训报告的内容主要说明自己在经过一定阶段的培训后，对照实习培训目的与要求的内容，总结分析自己的收获。比如：对一些技术问题和操作方法的认识和研究；对某个生产技术问题和操作工艺的分析和改进意见；不同生产操作方法优越性的比较等。在报告中应尽量附上必要的草图和数字。

二、实习培训报告编写的内容和格式

① 实习培训完成的工作内容和时间；

② 实习培训项目的工程概况介绍；

③ 实习培训项目的技术方法、主要设施（设备）及工艺流程；

④ 实习培训项目主要设施（设备）的操作、运行管理；

⑤ 处理效果、存在问题及其原因分析；

⑥ 合理化建议；

⑦ 总结与评价。

第二章 城市污水特点及处理概况

第一节 城市污水的来源及性质

一、城市污水的来源

城市污水是通过下水管道收集到的所有排水，是排入下水管道系统的各种生活污水、工业废水和城市降雨径流的混合水。

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、体育场馆、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。这类污水的水质特点是含有较高的有机物，如淀粉、蛋白质、油脂等，以及氮、磷等无机物，此外，还含有病原微生物和较多悬浮物。相比较于工业废水，生活污水的水质一般比较稳定，浓度较低。

工业废水是生产过程中排出的废水，包括生产工艺废水、循环冷却水、冲洗废水以及综合废水。由于各种工业生产的工艺、原材料、使用设备的用水条件等的不同，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，具有浓度高、毒性大等特征，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。

降雨径流是由降水或冰雪融化形成的。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；对于采用雨污合流排水管道的城市，可以使降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，将造成对水体更严重的污染。

二、城市污水的性质

1. 物理性质

城市污水的物理性质包括颜色、气味、水温、氧化还原电位等指标。

(1) 颜色 以生活污水为主的污水厂，进水颜色通常为灰褐色，这种污水比较新鲜，但实际上进水的颜色通常变化不定，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。如果进水呈黑色且臭味特别严重，则污水比较陈腐，可能在管道内存积太久。如果进水中混有明显可辨的其他颜色如红、绿、黄等，则说明有工业废水进入。对一个已建成的污水厂来说，只要它的服务范围与服务对象不发生大的变化，则进厂的污水颜色一般变化不大，要按流程逐个观测各构筑物里的污水。活性污泥的颜色也有助于判断构筑物运转状态，活性污泥正常的颜色应为黄褐色，正常气味应为土腥味，运行人员在现场巡视中应有意识地观察与嗅闻。如果颜色变黑或闻到腐败性气味，则说明供氧不足，或污泥已发生腐败。

(2) 气味 污水厂的进水除了正常的粪臭味外，有时在集水井附近有臭鸡蛋味，这是管道内因污水厌氧发酵而产生的少量硫化氢气体所致。活性污泥混合液也有一定的气味，当操作工人在曝气池旁嗅到一股土腥味时，则就能断定曝气池运转良好。若城市污水中有汽油、溶剂、香味，可能是有工业废水排入。

(3) 水温 水温对曝气池生化反应有着很大的影响。一个污水厂的水温是随季节逐渐缓慢变化的，一天内几乎无甚变化。如果发现一天内变化很大，则要进行检查，是否有工业冷却水进入。

(4) 氧化还原电位 正常的城市污水具有约+100mV的氧化还原电位，小于+40mV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，说明有工业氧化剂废水大量排入。

2. 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)、固体物质、氨氮 (NH₃-N)、总磷 (TP)、重金属含量等。

(1) 酸碱度 (pH) 城市污水 pH 值一般为 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。雨季时进水较低的 pH 值往往是城市酸雨造成的，这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) 生化需氧量 (BOD) 城市污水处理中，常用生化需氧量 BOD 指标反映污水中有有机污染物的浓度。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，单位为 mg/L。由于微生物的好氧分解速度开始很快，约 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用 5d 生化需氧量 (BOD₅) 来衡量污水中有机污染物的浓度。

(3) 化学需氧量 (COD) 化学需氧量指用强氧化剂使被测废水中有机物进行化学氧化时所消耗的氧量。COD 测定速度快，不受水质限制，用它指导生产较方便。常用的氧化剂为 KMnO₄ 和 K₂Cr₂O₇。KMnO₄ 的氧化能力较弱，往往只有一部分被氧化，因此所测定的结果与实际情况有很大的差别，而 K₂Cr₂O₇ 的氧化能力很强，能使污水中的绝大部分有机物氧化，故常用 K₂Cr₂O₇ 来测定。

在城市污水处理分析中，把 BOD₅/COD 的比值作为可生化性指标。当 BOD₅/COD ≥ 0.3 时，可生化性较好，适宜采用生化处理工艺。城市污水的 BOD₅ 和 COD 的均值之间保持着一定的相关关系，通过大量的数据分析对比，可以近似地从 COD 推求 BOD₅。

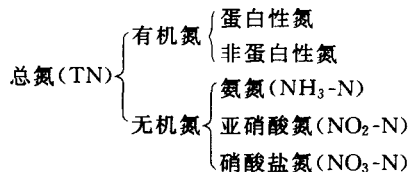
(4) 溶解固体 (DS) 和悬浮固体 (SS) 城市污水中含有大量的固体物质，按其物理性质可分为悬浮固体 SS 和溶解固体 DS。悬浮固体 (SS) 简称悬浮物，是检测污水的重要指标。SS 指标的意义为：

① 表示污水的污染情况，SS 含量的多少直接影响着水环境的外观情况，也不利于水的复氧过程；

② 可以反映用简单沉淀方法去除污染物的效果和难易程度。

(5) 总氮 (TN)、氨氮 (NH₃-N) 和总磷 (TP) 氮、磷含量是重要的污水水质指标之一，在污水生化处理过程中微生物的新陈代谢需要消耗一定量的氮、磷。如果氮、磷排入到水体中，将会导致水体中藻类的超量增长，造成富营养化问题。

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和无机磷的总和。



3. 生物指标

目前应用较多的生物指标是细菌总数和总大肠杆菌数，在生活污水、医院污水中常可检测到。

三、城市污水的特点

城市污水的水质在主要方面具有生活污水的一切特征。但在不同的城市，因工业的规模和性质不同，城市污水的水质也受工业废水的水质和水量的影响而明显变化。

典型的生活污水水质变化大体有一定范围，可参见表 2-1。

表 2-1 典型的生活污水水质示例

指 标	浓度/(mg/L)			指 标	浓度/(mg/L)		
	高	中	低		高	中	低
固体(TS)	1200	720	350	可生物降解部分	750	300	200
溶解性总固体	850	500	250	溶解性	375	150	100
非挥发性	525	300	145	悬浮性	375	150	100
挥发性	325	200	105	总氮	85	40	20
悬浮物(SS)	350	220	100	有机氮	35	15	8
非挥发性	75	55	20	游离氨	50	25	12
挥发性	275	165	80	亚硝酸盐	0	0	0
可沉降物/(mL/L)	20	10	5	硝酸盐	0	0	0
生化需氧量(BOD ₅)	400	200	100	总磷	15	8	4
溶解性	200	100	50	有机磷	5	3	1
悬浮性	200	100	50	无机磷	10	5	3
总有机碳(TOC)	290	160	80	氯化物(Cl ⁻)	200	100	60
化学需氧量(COD)	1000	400	250	碱度(CaCO ₃)	200	100	50
溶解性	400	150	100	油脂	150	100	50
悬浮性	600	250	150				

注：该表摘自《给水排水设计手册》。

第二节 城市污水处理系统

城市污水处理系统由三部分组成：收集和输送城市污水、雨水的排水管道系统，污水无害化处理系统，污水深度处理和再利用系统。

一、城市排水管道系统

城市排水管道系统是指收集和输送城市污水、雨水和雪水到泵站、处理厂或排放点的管道系统。根据功能不同，城市排水管道系统可分为污水管道系统、雨水管道系统和合流制管道系统。

二、污水无害化处理系统

污水无害化处理系统是指通过物理、化学和生物处理方法，将城市污水中的主要污染物质去除或转化为无害的物质，从而达到相关污水排放标准的处理系统。

城市污水无害化处理系统包括一级处理系统、二级处理系统和污泥处理系统。

三、污水深度处理和再利用系统

污水深度处理和再利用系统一般以污水二级处理系统出水作为原水，通过混凝沉淀、过滤、生物脱氮除磷等深度处理工艺，进一步去除污水残存的污染物质，也称为三级处理系统。处理后的废水达到排放或重复使用（如农田灌溉、绿化用水）要求。随着社会经济的发展，污水深度处理和再利用是未来发展的趋势。

城市污水处理系统的具体流程见图 2-1 所示。确定污水处理流程的主要依据是所要求达到的处理程度，在处理技术的选择上要尽可能合理、先进，保证处理出水不会造成二次污染，同时应选用高效、节能的处理设备，以节约建设投资和运行管理费用。

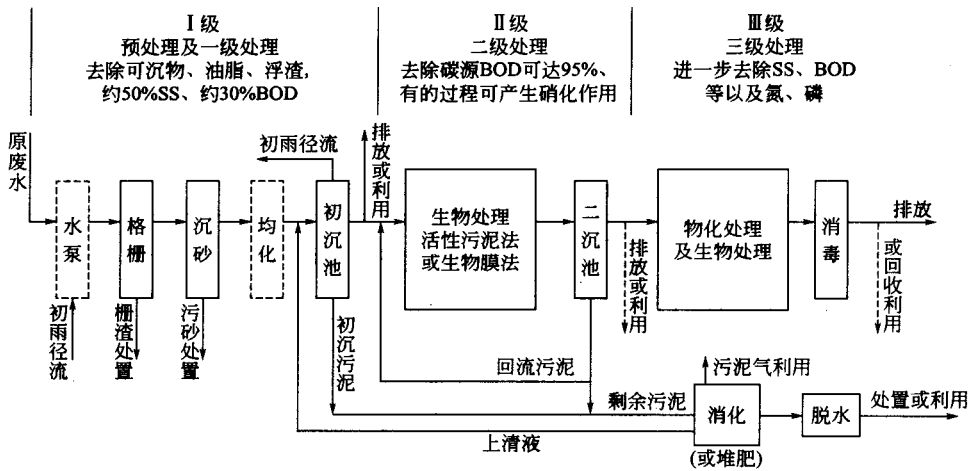


图 2-1 城市污水处理系统

注：1. 泵有时不需要，亦可能移至沉砂后，或与均化结合；2. 在小型污水厂中，可酌情使用均化；3. 初雨径流一般只处理到初沉为止；4. 在有条件的地方，可结合采用稳定塘及（或）土地处理。

第三节 城市污水处理方法

一、城市污水处理基本方法

城市污水处理方法很多，按其作用原理，可分为物理处理方法、化学处理方法、物理化学处理方法、生物处理方法等。

(1) 物理处理方法 物理处理方法是利用物理作用分离污水中主要呈悬浮状态的污染物质，在处理过程中不改变物质的化学性质。典型的物理处理方法有沉淀法、过滤法、离心分离法、气浮法等。

(2) 化学处理方法 化学处理方法是利用化学反应作用来分离或回收污水中的污染物质，或使其转化为无害的物质。典型的化学处理方法有中和法、混凝法、氧化还原法等。

(3) 物理化学处理方法 物理化学处理方法是通过对物理化学过程使污水得到净化的方法，主要有吸附、萃取、离子交换、反渗透等方法。

(4) 生物处理方法 生物处理方法是利用微生物的作用来去除污水中溶解的和胶体状态的有机物的方法。生物处理方法可分为好氧生物处理（主要有活性污泥法、生物膜法等）和厌氧生物处理两大类。

城市污水处理工艺，实际上是以上这些处理方法的应用与组合。

二、城市污水一级处理系统

城市污水一级处理系统包括预处理、一级处理。

污水预处理和一级处理称为物理处理或机械处理，如图 2-2 所示。它是去除污水中的漂浮物和悬浮物的处理过程，一般能去除悬浮固体 SS 约 50%~60%，BOD₅ 去除 20%~30%。出水达不到排放标准，故一级处理属于二级处理的前处理。

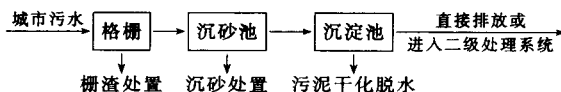


图 2-2 城市污水一级处理系统

一级处理主要应用在以下方面。

① 沿海或靠近较大水体的城市，经充分论证后，可采用一级处理或一级强化处理方案，污水经处理后直接排海或排入地面水体。

② 城市污水进行二级处理时先进行一级处理，可减轻二级处理负担，保证二级处理系统正常工作。

③ 城市污水进入稳定塘处理系统前需进行一级处理，避免稳定塘产生淤积，延长使用年限。

④ 城市污水进入土地处理系统前，也应进行一级处理，避免污水中杂质堵塞土壤颗粒间空隙，并提高土地处理的程度。

(一) 污水的预处理

城市污水预处理主要包括污物拦截和沉砂，一般设置机械格栅除污机，去除污水中的大块悬浮物，沉砂则靠设置沉砂池来去除污水中密度较大的无机颗粒，以保护后续处理设施的正常运行，它是任何城市污水处理工程中必不可少的处理设施。

1. 格栅

在城市污水处理构筑物中，通过实践证明格栅在前处理中起着重要的作用，直接影响污水处理设施的正常运行。

格栅清污目前一般采用机械清污，清污时间有定时自动清污和按格栅的水位差自动清污之分。为保证安全运行，一般 24h 连续运行，使来水中的杂物随来随清，不致积压。

格栅的间隙大小与污水处理运行有直接关系。目前设计采用格栅的间隙可分三级：细格栅间隙为 5~10mm；中格栅间隙为 15~40mm；粗格栅间隙为 40mm 以上。

中、粗格栅设在污水泵房之前，细格栅设在污水泵房之后沉砂池之前。

污水在栅前渠道内的流速一般控制在 $0.4 \sim 0.8 \text{ m/s}$ ，经过格栅的流速一般采用 $0.6 \sim 1.0 \text{ m/s}$ 。过栅流速太大和太小都会直接影响到截污效果和栅前泥沙的沉积。

污水过栅水头与过栅流速有关，一般水头损失在 $0.1 \sim 0.3 \text{ m}$ 之间，最大不超过 0.5 m 。

2. 沉砂池

沉砂池也是城市污水处理厂必不可少的处理设施，常设在进水泵房的后面。除砂的目的是避免砂粒对处理工艺和设备带来不利影响，如对沉淀池刮泥板、污泥泵叶轮和离心或带式脱水机等部位产生磨损，使其寿命缩短，同时在曝气池、污泥消化池产生淤积而减少有效容积等。

按池内水流方向的不同，沉砂池可以分为平流式沉砂池、竖流式沉砂池、曝气沉砂池、旋流沉砂池等。

平流式沉砂池见图 2-3。它是最常用的一种沉砂池，污水在池内沿水平方向流动。两端设有闸板，以控制水流，池底设 1~3 个储砂斗，下接排砂管。普通平流式沉砂池的主要缺点是沉砂中含有 15% 的有机物，使沉砂的后续处理难度增加。

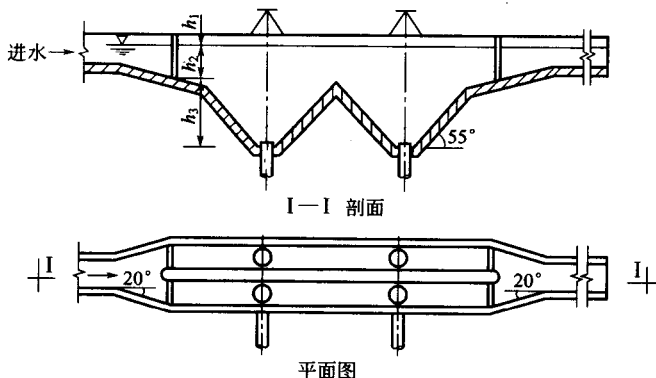


图 2-3 平流式沉砂池示意