

普通高等教育“十一五”规划教材

水处理实习指导教程

郑坤灿 主编



化学工业出版社

同，为教师提供教学材料，提供思路，适合同事交流，适合各社区一本一式设计本
工区美而更优水西市城，容内本基所系委治区交大三部台管内本具，并微除研考实以各富情
效谢但能野似水西，容内本基所系委治区交大三部台管内本具，并微除研考实以各富情

普通高等教育“十一五”规划教材

水处理实习指导教程

郑坤灿 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书作为一本实习指导教程,具有布局合理、构思新颖、针对性和实用性强的特色,同时富有启发性和创新性。具体内容包括三大实习的要求和基本内容,城市污水处理的典型工艺和构筑物,城市污水处理的新工艺和构筑物,水处理的运行和管理,污水处理辅助构筑物,工艺废水的处理方法和设备等,最后还介绍了我国南北各地的13个水处理工艺实例。

本书可作为环境工程和给排水专业师生的实习教材,也可供其他相关专业人士参考。

水处理实习指导教程

主编: 耿献明

图书在版编目(CIP)数据

水处理实习指导教程/郑坤灿主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 1
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-01867-0

I. 水… II. 郑… III. ①污水处理-实习-高等学校-教材②废水处理-实习-高等学校-教材 IV. X703-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 003122 号

责任编辑: 满悦芝
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 管景岩
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 12½ 字数 330 千字 2008 年 2 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: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

编写本教材的目的就是要增强学生解决问题的能力,从而调动学生的积极性和主动性。书中三大实习基本要求作为行为管理的规范,三大实习大纲让学生知道该掌握什么,详细内容讲解可以让学生方便快速地查询。因此,本书可以作为环境工程和给排水专业师生的实习教材用书。同时本书因为较全面深入地涉及了水处理从基本理论、运行管理到设计施工等知识,所以它也是相关专业人士的一本不错的参考书。

本书的特色之处在于布局合理,构思新颖,针对性和实用性强,同时富有启发性和创新性。全书内容包括城市污水和工业废水的处理,由于基本工艺一致,故重点放在前者。全书根据学生对实习厂的认识规律和深入程度,基本按照工艺、设备、运行控制和实例分析的先后顺序编写。对工艺和设备重点解决4个问题:①是什么?——流程和构造;②干什么?——功能;③怎么干?——工作原理;④干得如何?——效率和特点。对运行控制,主要掌握运行参数和具体控制策略。各章导读阐明了本章的主要内容和编写顺序,预习思考题目激发学生的阅读热情和思考动力,文献调研题目提高学生自己解决问题的能力并增加他们学习的新渠道。

另外,需要提及两个用词“典型工艺”和“新工艺”在本书中的意义。典型工艺就是传统工艺,这种工艺虽然是传统的,但对目前的水处理工艺又是基本的、基础和必需的,新的工艺都是在它的基础上生长起来的,主要是包容和发展的关系,是辩证的扬弃。新工艺在本书主要指的是脱氮、除磷工艺,所以此处的新并非一个绝对意义,更多是相对成分,是相对传统工艺而新,是更适应时代发展而新。因为随着人们对污染内涵的深入理解,污水中仅仅COD的去除远远不够了,氮、磷等其他有毒有害物质也在严重地威胁人类生存的环境,故新工艺应运而生。

本书共包括7章内容:第1章主要是三大实习的要求和基本内容,由郑坤灿编写;第2章介绍城市污水处理的典型工艺和构筑物,由陈莉荣编写;第3章介绍城市污水处理新工艺和构筑物,由陈莉荣编写;第4章介绍水处理的运行和管理,由张连科编写;第5章介绍污水处理辅助构筑物,由李玉梅编写;第6章介绍工业废水的处理方法和设备,由张凯编写;第7章介绍水处理实例分析,由于玲红编写。全书由陈义胜教授和郑坤灿统一策划、总体设计、具体构思和最后整理。各章导读由郑坤灿书写,预习思考、复习思考和文献调研题目由郑坤灿和各章编者共同设计完成。

鉴于时间及编者水平所限,书中疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

郑坤灿

2008年1月

目 录

1 实习要求、考核和实习主要内容	1
1.1 三大实习基本要求和成绩评定	1
1.1.1 三大实习基本要求	1
1.1.2 成绩评定	2
1.1.3 注意事项	2
1.2 工程教育水处理实习大纲	2
1.2.1 实习时间、地点和方式	2
1.2.2 实习目的	2
1.2.3 实习所要掌握的主要内容	3
1.2.4 课程内容、教学方法与学时分配	3
1.3 生产实习水处理实习大纲	3
1.3.1 实习时间、地点和方式	3
1.3.2 实习目的	3
1.3.3 实习所要掌握的主要内容	4
1.4 毕业实习水处理实习大纲	4
1.4.1 实习时间、地点和方式	4
1.4.2 实习目的	4
1.4.3 实习所要掌握的主要内容	5
2 城市污水处理厂典型工艺与构筑物	6
2.1 城市污水处理厂的典型工艺	6
2.2 城市污水处理厂的典型构筑物	8
2.2.1 污水处理典型构筑物	8
2.2.2 污泥处理典型构筑物	22
复习思考	28
文献调研	28
3 城市污水处理厂新工艺与构筑物	29
3.1 吸附-生物降解工艺 (AB 法) 及构筑物	29
3.2 A/A/O 组合工艺	31
3.2.1 缺氧/好氧工艺 (A_1/O 法)	31
3.2.2 厌氧/好氧工艺 (A_2/O 法)	32
3.2.3 厌氧/缺氧/好氧工艺 (A^2/O 法)	34
3.3 间歇式活性污泥法	35
3.3.1 SBR 工艺	35
3.3.2 SBR 工艺的改进新工艺	37
3.3.3 SBR 法的设备和装置	42
3.4 氧化沟	53
3.4.1 卡鲁塞尔 (Carrousel) 氧化沟	54
3.4.2 奥贝尔 (Orbal) 氧化沟	56
3.4.3 交替式工作氧化沟	56
3.4.4 DE 型氧化沟	57
3.4.5 一体化氧化沟	58
3.4.6 转刷曝气氧化沟	59
3.4.7 射流曝气氧化沟	60
3.4.8 氧化沟的设备和装置	60
3.5 污水深度处理与再生回用工艺	65
3.5.1 概述	65
3.5.2 污水深度处理与再生回用技术	65
3.5.3 污水深度处理的工艺选择与组合	66
3.5.4 污水深度处理与再生回用主要设备和构筑物	67
复习思考	79
文献调研	79
4 水处理厂的运行控制与管理	80
4.1 物理预处理	80
4.1.1 格栅	80
4.1.2 沉砂池	81
4.1.3 污水提升泵站	83
4.1.4 初次沉淀池	84
4.2 生物处理	86
4.2.1 好氧活性污泥法	86
4.2.2 生物膜法	102
4.2.3 厌氧生物处理	107
4.2.4 稳定塘法	109
4.2.5 人工湿地污水处理技术	111
4.3 深度处理	112
4.3.1 混凝	112
4.3.2 沉淀	114
4.3.3 过滤	114
4.3.4 消毒	117
4.4 污泥的处理	117
4.4.1 污泥浓缩	118
4.4.2 污泥消化	120
4.4.3 污泥脱水	121
4.4.4 污泥的综合利用与最终处置	123
4.5 污水处理厂的自动控制	123
4.5.1 工艺控制方式	123
4.5.2 自控系统组成	123
4.5.3 自控系统的运行管理与安全	123
复习思考	124
文献调研	124

5 污水处理厂辅助构筑物与公共设施	125
5.1 辅助生产构筑物及其设备	125
5.1.1 鼓风机和鼓风机房	125
5.1.2 生产管理用房	128
5.1.3 办公室	128
5.1.4 化验室	128
5.1.5 维修间	129
5.1.6 锅炉房	129
5.1.7 传达室	130
5.1.8 变电站	130
5.1.9 仓库	130
5.1.10 车库	130
5.2 附属生活建筑物	130
5.3 污水处理厂公共设施	131
复习思考	133
文献调研	133
6 工业废水处理的方法、工艺和设备	134
6.1 工业废水中的主要污染物	134
6.2 物理处理	137
6.2.1 均化调节	137
6.2.2 隔油与吸油	139
6.2.3 隔滤法	141
6.2.4 汽提和吹脱	142
6.2.5 磁分离法	143
6.3 化学处理	144
6.3.1 pH 值中和	144
6.3.2 化学沉淀处理	145

6.3.3 氧化还原	152
6.4 物理化学处理	157
6.4.1 混凝沉淀	157
6.4.2 气浮与混凝气浮	160
6.4.3 膜过滤	163
6.5 生物处理法	165
6.5.1 膜分离活性污泥法 (MBR)	165
6.5.2 新型生物膜法反应器介绍	167
6.5.3 厌氧生物处理法	168
复习思考	177
文献调研	177
7 水处理厂实例分析	178
7.1 包头市画匠营子总水源工程	178
7.2 杭州市西区水厂工程	180
7.3 包头市北郊水质净化厂	181
7.4 高碑店污水处理厂	183
7.5 北京同仁堂中药二厂污水处理	184
7.6 北京航天城生活污水处理	184
7.7 邯郸市东污水处理厂	185
7.8 大庆乘风庄污水处理厂	186
7.9 北京造纸七厂白水处理	187
7.10 双鸭山矿务局集贤煤矿污水处理	188
7.11 昆明市第五污水处理厂	188
7.12 上海铁路洗衣厂洗涤污水处理工程	190
7.13 合肥钢铁公司轧钢废水处理	190
参考文献	192

1 实习要求、考核和实习主要内容

本章导读：目前，教育机制和社会环境已经发生了很大转变，给传统教学的理念和方法带来了冲击，实习教学更是如此。本章通过三大实习基本要求对实习教学的管理模式进行了规范，通过三大实习的教学大纲，对实习目的、方法和掌握内容进行了明确具体的规定，能使学生学习和教师教学做到有章可循，有的放矢，尤其是提高学生实习的目的性和自主性。

1.1 三大实习基本要求和成绩评定

1.1.1 三大实习基本要求

(1) 安全问题至关重要，指导老师和实习单位一定要在实习前认真做好安全教育。

(2) 实习过程要采取灵活多样的形式，例如可以把参观实习、岗位实习、观看多媒体、听学术或技术报告和资料查阅等形式相结合，具体要根据不同的实习和学校条件来定。

(3) 实习指导老师必须在实习前一个月联系好实习地点，对大纲上未涉及的工艺和设备，指导老师须根据实习大纲按具体工艺和设备分岗位列出学生应了解和掌握的具体问题，作为实习大纲的增补；而且要针对所有实习工艺和设备需掌握的问题出具参考答案；同时指导老师必须做出详尽的实习计划，包括日程安排、采取的具体形式和要完成的实习内容。实习内容、参考答案和实习计划最好发到每个学生手中。

(4) 岗位实习由实习指导教师划分岗位并确定每个岗位所需时间。学生根据岗位分组，每组由组长带队，按实习大纲和具体实习要求搞清楚本岗位须掌握和了解的所有问题，然后组间轮换。指导老师负责监督管理、辅导答疑和协调实习单位。具体岗位情况、分组情况和时间安排要写在实习计划中。

(5) 指导教师必须给出本次实习内容所涉及的参考书目，附在实习计划后面通知学生。

(6) 对工厂现场不能解决的问题，指导教师应通过答疑或者安排学生查阅文献和资料，或者安排专题报告等可行方案解决。

(7) 如果有条件，对能力较强的学生，可以在指导老师的带领下，针对厂里的一些难度适中的实际课题进行攻关，运用所学理论，查阅文献，提出切实可行的解决方案。

(8) 学生实习要做到有的放矢，学生到实习现场须尽量做到人手一册实习大纲（包括增补部分）和实习计划及相关的参考书。

(9) 学生务必遵守国家法律法规，遵守实习单位的工作和生活制度，不得无故缺勤、迟到、早退。在实习期间，不得私自离开实习单位，更不得擅自外出游山玩水，否则严肃处理。

(10) 学生未经许可不准私自开关厂里的管理、监测和运行设备。

(11) 学生认真听取实习指导老师或者厂方安排的工程师的讲解，要尊重厂里的员工，虚心向他们请教，学习他们的实践经验和优秀品质。

1.1.2 成绩评定

(1) 每天有详尽的实习日记，最后有实习总结报告，平时考核，实习结束考试，成绩根据这几方面综合给出。

(2) 实习日记、实习总结报告、平时考核和实习结束考试有任何一项不及格者实习总成绩为不及格。

1.1.3 注意事项

(1) 指导教师务必于实习前一个月联系好实习地点，提前到实习地点了解现场情况，结合实际做好大纲增补、参考答案和实习计划，必须把实习大纲和实习计划提前交给实习单位以便实习单位能有充分的准备。在实习期间指导老师负责监督管理、辅导答疑和与实习单位协调，实习结束负责成绩评定。

(2) 平时考核过程应该是最重要的，指导教师要经常与学生交流，掌握他们的实习情况，了解他们的想法，及时根据学生成绩平时考核表（见表 1-1）给出平时考核成绩，对做得好的学生予以肯定和褒奖，对做得差的学生要给予警示并耐心引导，另外在方法上注意“抓两头，带中间”，重点考核优等生和差等生，尤其是针对学生人数较多的情况。

表 1-1 学生实习过程考核表

分标 姓名	缺勤 30	礼仪 5	着装 5	日记 20	答问 10	积极性 5	创新性 5	态度 20	合计

注：1. 该考核表满分为 100 分，共由八项成绩组成，该表作为评定学生最终成绩优秀和不及格的依据。

2. 表格一般横置，每一个单元格可以多次记录成绩，学生多时可以增加表的行数，且重点考核表现优秀和很差的两类学生。

3. 实习态度包括学生是否遵守实习纪律，是否携带实习大纲、日记本、书本和笔等，是否听从指导教师的安排。

4. 学生两次无故旷课和早退，或者两次不做实习日记，或者态度极端恶劣者无实习成绩。

指导教师签字：

时间：

1.2 工程教育水处理实习大纲

1.2.1 实习时间、地点和方式

(1) 实习时间为两周。

(2) 实习方式采取学校统一组织和学生自联实习相结合，形式为参观实习。

(3) 实习地点选取专业相关的代表性的企业，主要包括污水厂、给水厂、垃圾处理厂、钢铁企业和电厂等，具体根据地方特点和经费等决定。

1.2.2 实习目的

(1) 通过实践教学活

污染源、污染物及其监测和治理方法有一个基本的了解,获得足够的感性认识,为后续专业学习打下基础。

(2) 加强学生环境危机意识教育,充分认识环境保护的重要地位和作用,激发学生对专业的兴趣和深入认识自己肩上的责任。

1.2.3 实习所要掌握的主要内容

(1) 了解城市污水的性质、基本处理工艺、基本处理单元及其作用,了解城市垃圾的处理处置过程与基本方法;

(2) 了解企业给排水的主要工艺和构筑物,了解企业其他污染源和污染物及其基本处理方法和工艺;

(3) 了解参观企业污染物对人健康的危害,了解主要的污染指标及监测设备和监测方法。

1.2.4 课程内容、教学方法与学时分配

(1) 实习动员 (1天)

认识实习的目的、意义;安全知识教育;专业基本介绍;污染物、治理技术及工艺简介;实习准备工作要求。

教学方法:课堂讲授+多媒体+问答

(2) 城市污水处理厂 (1~2天)

入厂教育;观看城市污水处理厂专题片;参观污水处理流程及设施;参观污泥处理流程及设施;参观监测站。

教学方法:讲解和观看为主

(3) 给水厂 (1~2天)

入厂教育;参观水源地和给水流程及设施;参观水质监测室,了解水质监测指标和方法。

教学方法:讲解和观看为主

(4) 企业污染源的产生及治理 (3天)

入厂教育;企业概况及污染源的产生;参观企业生产装置;参观企业供排水设施;参观企业废水及废气治理和利用设施;参观企业“三废”处理和处置设施;参观企业环保监测站。

教学方法:讲解和观看为主

(5) 其余工业污染源及污染物的产生及治理 (1~2天)

教学方法:讲解和观看为主

1.3 生产实习水处理实习大纲

1.3.1 实习时间、地点和方式

(1) 实习时间为3周。

(2) 实习采取学校统一组织和学生自联实习相结合的方式,统一组织实习分为一般了解和岗位实习。

(3) 实习地点以一个或两个具有代表性的厂作为主要实习点进行全面实习,对其余厂的相关工艺和设备进行有选择、有针对性的实习。

1.3.2 实习目的

(1) 全面了解和认识与专业相关的实际工艺流程、设备状况、原料性质和来源、产品种类和去向、经营管理模式以及经济效益等。

(2) 巩固已学知识,运用所学基础理论对相关专业问题进行分析解决,并为后续专业的学

习积累感性认识 and 实践经验。

(3) 了解工厂出现的技术和管理问题,了解工厂及其员工的状况,学习他们的优秀品质,学会如何与之和谐相处。

(4) 掌握目前普遍应用的和先进的专业工艺技术、设备水平以及管理方式方法。

1.3.3 实习所要掌握的主要内容

(1) 了解实习单位基本概况(包括地理位置、规模、功能、原料、产品、历史、现状、今后发展方向及规划、技术课题和技术难题等)。

(2) 工艺和设备

① 了解实习单位总的生产工艺,尤其注意与自己专业的相关部分(比如环境专业,要注意污染物从哪里产生,种类如何,排放量的大小如何,排放形式怎样,有什么危害,处理情况如何,国家排放标准为多少等)。

② 掌握具体的与专业相关的处理工艺和设备,掌握管道布置,了解工艺选择、工厂选址和设备选型,要求画出工艺流程草图。

③ 了解平面布置和高层布置的基本原则和方法。

④ 学会对照实物看懂图纸。

⑤ 掌握主要设备的形状、结构、工作原理、作用、优缺点和改进措施;了解主要设备的种类、型号、规格、主要尺寸、设计参数、故障及处理、维修及维护,画出主要设备的草图。

⑥ 掌握工厂工艺和主要设备运行的管理经验。

(3) 经济技术分析(了解工艺设备的经济性、投入和产出、运行费用、成本、人员编制等)。

(4) 分析监测(掌握监测指标、方式、方法、频率和所用仪器仪表等)。

(5) 动力系统:一要了解电力系统电的输送分配和消耗情况,二要了解该厂泵站与风机房的尺寸、生活间与操作间的情况,了解该厂泵与风机的组合形式、启动方式、管路走向、自动化程度和仪表配置等。

(6) 了解自动控制过程,了解其仪器与仪表的用途与种类。

(7) 零部件

① 认识常用的零部件(如阀门、水泵、弯头、仪表等)。

② 了解各部件的用途、种类和选择。

(8) 了解企业的管理模式(有什么优势和劣势?有什么问题?怎样解决?)

1.4 毕业实习水处理实习大纲

1.4.1 实习时间、地点和方式

实习方式根据学生毕业设计题目分组实习,不同设计题目安排相应的实习内容,具体时间安排、地点选取和进度根据毕业设计题目要求和进度来确定。实习指导教师由毕业设计指导教师负责,实习教学安排由毕业设计指导教师在申报设计题目时给出。

1.4.2 实习目的

(1) 全局性了解和认识与毕业设计题目相关的实际工艺流程、设备状况、原料状况、产品种类和去向、经营管理模式以及经济效益等。

(2) 重点学习实际工艺的选择、设备的选型、平面布置和高层布置,进一步掌握设计标准和设计规范,巩固和熟练应用所学专业知

(3) 进行详细的经济技术分析,了解工厂出现的技术和管理问题,了解工厂及其员工的状

2 城市污水处理厂典型工艺与构筑物

本章导读：城市污水处理厂是环境工程及给水排水专业水处理的主要实习单位。本章按照人对事物认识的规律，首先从全厂工艺流程对污水厂做一个整体把握，然后按照污水的行进路线对各个处理单元（构筑物）进行详细介绍。对工艺和构筑物重点解决4个问题：①是什么？——流程和构造；②干什么？——功能；③怎么干？——工作原理；④干得如何？——效率和特点。

预习思考：在阅读本章之前，让我们先来看看下面几个问题，也许你没有太准确的答案，但一定会有自己的想法，这往往是最重要的。这将有助于你对本章内容的学习和对相关问题的理解。

(1) 城市污水处理厂是生产性企业吗？它的生产原料和产品分别是什么？与一般的工厂相比有什么不一样？

(2) 从切身感受，尽你所能描述一下你见到的或者能想到的城市污水特征，并运用你的生活经验找出一个或几个办法来，让臭水不臭，让污水变清。

2.1 城市污水处理厂的典型工艺

城市污水指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，是一种混合水。生活污水量的大小直接取决于生活用水量，通常生活污水量占生活用水量的70%~90%；而工业废水的排水量则与排水区域内工业企业的类型、规模、单位产品的耗水量以及水资源利用率等因素有关。排入城市管道系统的工业生产废水通常应该符合《污水排入城市下水道水质标准》(CJ 3082—1999)的要求。目前，在我国城市污水量中，工业污水量占百分之几到百分之几十不等。城市污水的水质在主要方面具有生活污水的一切特征，但同时受工业废水所占的比例、城市规模、经济生活水平、居民生活习惯、气候条件及下水道系统的影响，存在一定的差异。常用的污水水质指标、平均浓度及意义见表2-1。

表 2-1 常用的污水水质指标、平均浓度及意义

水质指标	平均浓度 (mg/L)	意 义
BOD ₅	200	BOD 是生物化学需氧量(biochemical oxygen demand)的缩写，表示水中有机物被好氧微生物分解时所需的氧量。它反映了在有氧条件下，水中可生物降解的有机物量，其值愈高，表示水中需氧有机物愈多。目前以 20℃、5 天作为测定生物化学需氧量的标准温度和标准时间，简称 5 日生化需氧量(BOD ₅)
COD	500	COD 是化学需氧量(chemical oxygen demand)的缩写，表示水中有机物被化学氧化剂分解时所需氧化剂中的氧量。其值愈高，表示水中有机物愈多。以重铬酸钾作为氧化剂时，测的值称为 COD _{Cr} 或简称 COD。一般 COD 和 BOD ₅ 的差值可粗略地表示不能被需氧微生物分解的有机物量。如果废水中有机物组分相对稳定，则 BOD ₅ 和 COD 之间有一定的比例关系，当 BOD ₅ /COD≥0.3 时，认为污水的可生化性好，可用好氧生物法处理

水质指标	平均浓度 (mg/L)	意义
SS TS	200 700	SS 是悬浮固体物质(suspended solid)的缩写。水样经 2mm 的筛通过,然后用孔径为 1 μ m 的玻璃滤纸过滤,滤渣脱水烘干后即是 SS,滤液蒸干所得的固体即为溶解性固体(DS),SS 和 DS 总和为水中所有残渣的量,称为总固体(TS)
总氮	35	总氮包括有机氮(蛋白性氮、非蛋白性氮)和无机氮(氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮),有机氮在微生物氨化作用下转化为氨氮,氨氮在硝化细菌作用下转化为硝态氮(亚硝酸盐氮和硝酸盐氮),硝态氮在反硝化细菌作用下转化为氮气。氮是微生物生长繁殖不可缺少的物质元素,采用生物处理时,水中氮量不足时应人工补充氮。但氮也是引发水体富营养化污染的元素之一
有机氮	15	
氨氮	20	
亚硝酸盐氮	0	
硝酸盐氮	0	
总磷	10	在粪便、洗涤剂、肥料中含有较多的磷,污水中存在磷酸盐和聚磷酸盐等无机磷酸盐和磷脂等有机磷酸化合物。磷和氮一样,也是污水生物处理所必需的元素,但同时也是引发封闭性水体富营养化污染的元素之一
有机磷	3	
无机磷	7	
pH 值	6.5~7.5	生活污水 pH 值在 7 左右,强酸或强碱性的工业废水排入会造成 pH 值变化。pH 值异常变化会影响生物处理效果
碱度	100	碱度是指能与水中含有的强酸发生中和反应的物质,即 H ⁺ 的受体,主要有氢氧化物碱度、碳酸盐碱度、碳酸氢盐碱度。在污水处理中,碱度对外界加入的酸、碱具有缓冲作用,使 pH 值保持基本不变,这样可以保证生物处理中微生物具有较好的生长环境和繁殖条件

表 2-1 中的指标及数据表明,城市污水中污染物是多种多样的,从物理形态分有悬浮固体、胶体及溶解性污染物,从化学成分分有有机污染物和无机污染物。因此,在实际处理工程中,往往需要将物理处理方法、生物处理方法、化学处理方法等多种方法进行组合,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或回用水标准。

城市污水处理工艺按处理程度分为一级处理、二级处理、三级处理。近年来又出现了一级强化处理和二级强化处理等。

(1) 一级处理

城市污水的一级处理主要去除污水中呈漂浮态或悬浮态的固体污染物质,一般采用物理处理法。一级处理采用的主要构筑物有格栅、沉砂池和初沉池等。经过一级处理后的污水,悬浮固体一般可去除 70%~80%,BOD 一般可去除 30%左右,尚达不到排放标准,需进一步处理。另外,在一级处理流程中有时也将“格栅和沉砂”称为预处理。

(2) 二级处理

城市污水二级处理主要去除的是污水中呈胶体和溶解态的有机污染物(即 BOD、COD),以及部分氮、磷等可溶性无机污染物。主要采用的方法是生物处理法,包括活性污泥法和生物膜法,其中 80%以上的城市污水处理厂采用的是活性污泥法。污水经过二级处理后,有机物的去除率可达 90%以上,出水中 COD、BOD、SS 等指标均能达到排放标准。一级处理和二级处理的组合工艺是城市污水处理厂典型的常规处理工艺,如图 2-1 所示,应用非常广泛。

(3) 三级处理

城市污水三级处理的目的是进一步除去二级处理所未能去除的污染物,包括微生物未能降解的有机物,以及可导致水体富营养化的氮、磷等无机物。可采用的方法有生物法、化学法、物理法和物理化学法。三级处理是深度处理的同义语,但二者又不完全相同。三级处理常用在二级处理后,全面提高出水水质。而当出流标准是某些特定的污染物时,则处理工艺称为深度

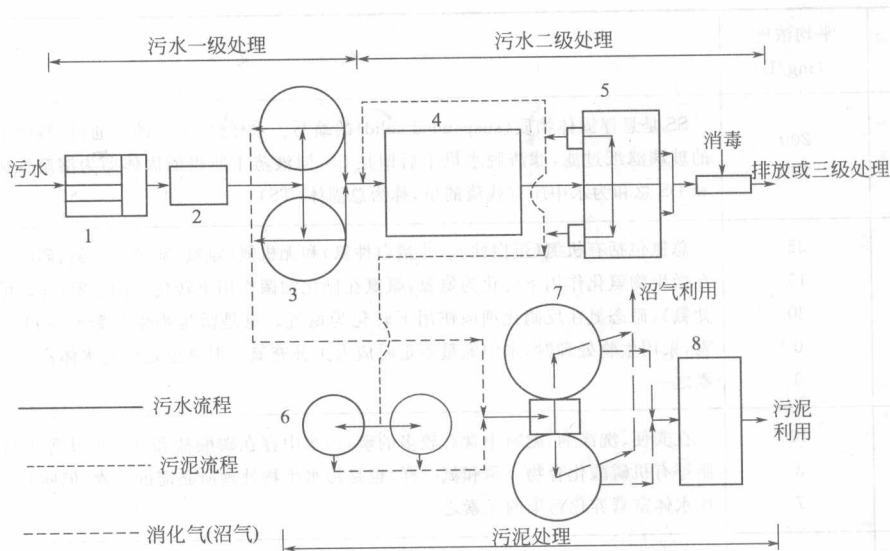


图 2-1 城市污水处理厂典型工艺流程

1—格栅；2—沉砂池；3—初次沉淀池；4—生物处理设备（活性污泥法或生物膜法）；

5—二次沉淀池；6—污泥浓缩池；7—污泥消化池；8—脱水及干燥设备

处理工艺。

2.2 城市污水处理厂的典型构筑物

城市污水二级处理工艺是一个比较完善的处理工艺，污水处理包括的主要构筑物有格栅、泵站、沉砂池、初沉池、生物处理设备、二沉池，污泥处理包括的主要构筑物有污泥浓缩池、污泥厌氧消化池、污泥脱水干化设备等。

2.2.1 污水处理典型构筑物

2.2.1.1 格栅

格栅是由一组平行的金属栅条（或筛网）、框架、清渣耙组成的，安装在进水渠道、泵房集水井的进口处或污水处理厂的前端部，用于截留较大的漂浮物或悬浮物，如纤维、碎皮、毛发、木屑、果皮、蔬菜、塑料制品等，以便减轻后续处理构筑物的负荷，并使提升设备等正常运行。格栅按不同方法可分为不同的类型。

按格栅条间距的大小，格栅分为粗格栅（50~10mm）、中格栅（10~40mm）和细格栅（3~10mm）。

按形状，格栅可分为平面格栅与曲面格栅。

按清渣方式，格栅分为人工清渣格栅和机械清渣格栅。机械格栅按构造特点，又分为齿耙式、旋转式、回转式、阶梯式等多种形式，其中链条式机械格栅见图 2-2，移动式伸缩臂机械格栅见图 2-3，XGS 型旋转式机械格栅见图 2-4。

城市污水处理厂可以设置两道格栅，提升泵站前根据泵的要求设置粗格栅或中格栅，处理系统前设置中格栅或细格栅。若泵站前格栅栅条间距不大于 25mm，污水处理系统前可不设置格栅。格栅清渣方式的选择与栅渣量有关，当栅渣量大于 0.2m³/d 时，一般采用机械清渣；栅渣量小于 0.2m³/d 时，一些小型污水厂可采用人工清渣，但为了改善劳动条件，提高自动化水平，也可采用机械清渣。

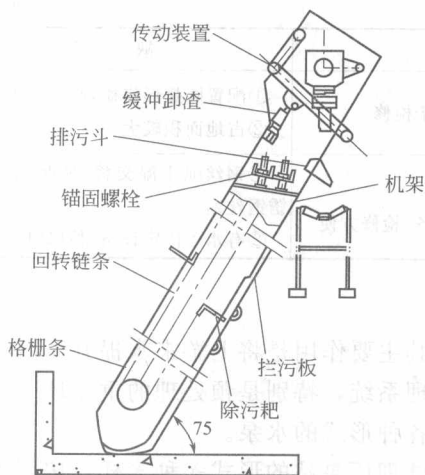


图 2-2 链条式机械格栅

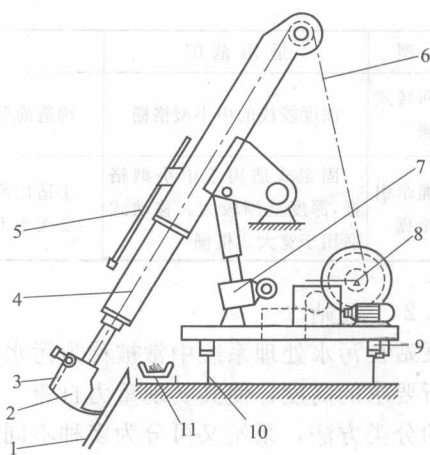


图 2-3 移动式伸缩臂机械格栅

1—格栅；2—耙斗；3—卸污板；4—伸缩臂；5—卸污调整杆；
6—钢丝绳；7—臂角调整机构；8—卷扬机构；9—行走轮；
10—轨道；11—皮带运输机

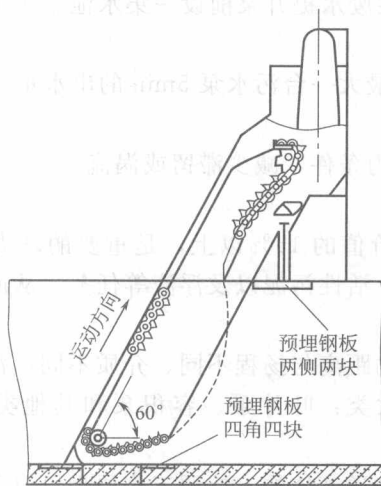
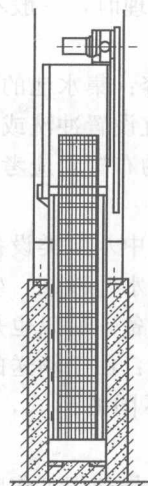


图 2-4 XGS 型旋转式机械格栅



目前我国常用的几种机械格栅，其适用范围及优、缺点见表 2-2。

表 2-2 几种机械格栅适用范围及其优、缺点

类 型	适 用 范 围	优 点	缺 点
链条式机械格栅	深度不大的中小型格栅，主要去除长纤维、带状物	①构造简单，制造方便 ②占地面积小	①杂物进入链条和链轮之间时，容易卡住 ②套筒滚子链造价高，耐腐蚀性差
移动式伸缩臂机械格栅	中等深度的宽大格栅	①不清污时，设备全在水面上，维修方便 ②可不停水检修 ③钢丝绳在水面上运行，寿命较长	①需三套电动机、减速器，构造较复杂 ②移动时，耙齿与栅条间隙的对位较难

续表

类 型	适 用 范 围	优 点	缺 点
周围回转式机械格栅	深度较浅的中小型格栅	构造简单,制造方便,便于检修	①配置圆弧形格栅,制造困难 ②占地面积较大
钢丝绳牵引式机械格栅	固定式适用于中小型格栅,深度范围较大。移动式适用于宽大式格栅	①适用范围广 ②无水下固定部件的设备,检修方便	①钢丝绳干湿交替,易腐蚀,宜用不锈钢钢丝绳 ②有水下固定设备,检修时需停水

2.2.1.2 泵站

泵站在污水处理系统中常被称为污水提升泵站,其主要作用是将上游来水提升至后续处理单元所要求的高度,使其实现重力自流。它是污水处理系统,特别是预处理的重要环节。按照不同的分类方法,泵站又可分为多种不同类型,采取各种形式的水泵。

泵站一般由水泵、集水池和泵房组成。城市污水处理厂泵站的形式多种多样,按照不同的条件和采用的水泵种类可分为干式和湿式,自灌式和非自灌式,地下式和半地下式,与集水池合建式和分建式等。按照泵在污水处理系统中所起的作用不同,可以分为中途泵站和最终提升泵站。

(1) 集水池

城市污水处理时,一般不设调节池,而是在废水提升泵前设一集水池。集水池的设计遵循以下原则。

- ① 最小池容:集水池的最小容积不应小于最大一台污水泵 5min 的出水量。
- ② 集水池宜设置冲洗或清泥设施。
- ③ 集水池的布置:应考虑水泵吸水管的水力条件,减少滞留或涡流。

(2) 水泵

污水处理厂中水泵类设备约占机械设备总价值的 15% 以上,是重要的动力设备。这些水泵担负着输送污水、砂浆、生污泥、消化污泥、活性污泥以及浮渣等任务。从能耗角度讲,泵是主要的能耗设备,所以也是主要的动力设备。

水泵的分类:由于输送的水量不同,输送的距离与扬程不同、介质不同,污水处理厂水泵类设备有各种不同的形式,主要可以分为三大类:叶片泵、容积泵和其他类型泵,如螺旋泵等。

叶片式水泵是利用工作叶轮的旋转运动来输送液体的,按照工作原理可以分为离心泵、轴流泵、混流泵和旋流泵。

容积泵是利用工作时容积的周期变化来输送液体的,主要有螺杆泵、隔膜泵及转子式容积泵等,主要用来输送污泥、浮渣等。

螺旋泵是利用螺旋推进的原理输送液体的,主要输送介质有活性污泥与污水。

常用水泵的形式及适用条件见表 2-3。

表 2-3 水泵形式及适用条件

泵 型	适 用 条 件
ZLB 型立式轴流泵	①中、大流量,低扬程。设计流量为 $2.0 \sim 15.0 \text{ m}^3/\text{s}$,扬程 $3 \sim 8 \text{ m}$ ②雨水、合流、排灌泵站
HLB 型立式、HBC 型卧式混流泵	①流量、扬程较低。设计流量为 $0.25 \sim 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$,扬程 $5 \sim 9 \text{ m}$ $Q=0.6 \sim 2.5 \text{ m}^3/\text{s}, H=5 \sim 10 \text{ m}; Q=2.0 \sim 3.0 \text{ m}^3/\text{s}, H=7 \sim 15 \text{ m}$ ②雨水、合流泵站

泵 型	适 用 条 件
SH 型双吸式离心清水泵	①大流量,设计流量为 1.0m ³ /s ②雨水、合流泵房
PW 卧式污水泵	①中、小流量,较低扬程:Q=30~100L/s,H=9~25m;Q=200~1500L/s,H=7~15m ②污水、合流泵、雨水站
丰产型混流泵	①中流量,较低扬程:Q=300~1000L/s,H=8~13m ②污水、合流泵、雨水站
JTC 型螺旋泵	①中、小流量,较低扬程:Q=100~1000L/s,H=3~7m ②污水、污泥
FY 型耐腐蚀型液下立式离心泵	①小流量,较高扬程:Q=1~100L/s,H=16~33m ②用于带腐蚀性污水
WQ 型潜水排污泵	①中、小流量,中扬程:Q=15~3750m ³ /h,H=7~40m ②雨水、合流、排灌泵站
WL 立式排污泵	①大、中、小流量,低扬程:Q=80~10000m ³ /h,H=5~30m ②雨水、合流、排灌泵站
QZ 潜水轴流泵	①大流量,低扬程:Q=125~3400L/s,H=1.5~9m ②雨水、合流、排灌泵站

2.2.1.3 沉砂池

沉砂池的功能是去除密度较大的无机颗粒（如泥砂、煤渣等，相对密度约为 2.65）。沉砂池一般设置于泵站、倒虹管前，以便减轻无机颗粒对水泵、管道的磨损；城市污水处理厂中沉砂池设于初沉池前，以减轻沉淀池负荷及消除无机颗粒对污泥厌氧消化处理的影响。常用的沉砂池有平流沉砂池、曝气沉砂池、多尔沉砂池、圆形涡流式沉砂池等。

(1) 平流沉砂池

平流沉砂池由入流渠、出流渠、闸板、水流部分及沉砂斗组成。图 2-5 为多斗式平流沉砂池构造图。平流沉砂池的上部实际是一个用闸板控制水流的加宽明渠，当污水流过时，由于断面增大，水流速度下降，污水中夹带的无机颗粒在重力的作用下下沉，从而达到分

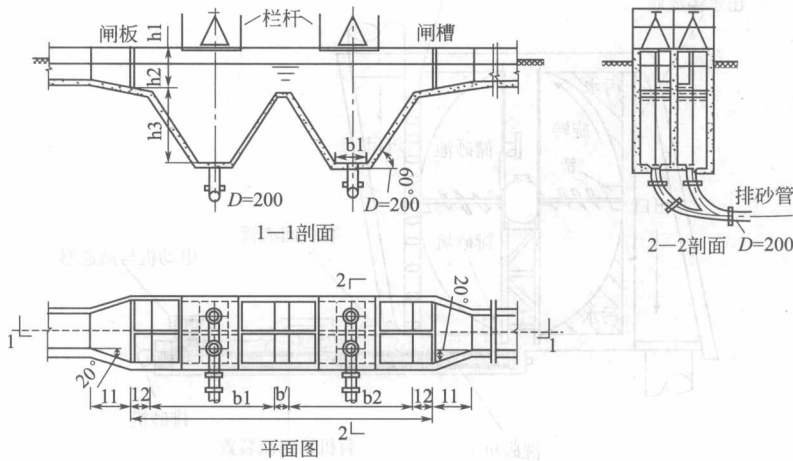


图 2-5 多斗式平流沉砂池构造图