

SHUIWURAN KONGZHI GONGCHENG
KECHENG SHEJI ANLI YU ZHIDAO

水污染控制工程 课程设计案例与指导

主 编 刘 咏
副主编 张爱平 雷 弢 范 璐



四川大学出版社

水污染控制工程

课程设计案例与指导

SHUIWURAN KONGZHI GONGCHENG
KECHENG SHEJI ANLI YU ZHIDAO

主 编 刘 咏
副主编 张爱平 雷 弢 范 璐



四川大学出版社

责任编辑:唐 飞
责任校对:蒋 玟
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

水污染控制工程课程设计案例与指导 / 刘咏主编.
—成都:四川大学出版社, 2016. 3
ISBN 978-7-5614-9348-9

I. ①水… II. ①刘… III. ①水污染—污染控制—课
程设计—高等学校 IV. ①X52-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 052877 号

书名 水污染控制工程课程设计案例与指导

主 编	刘 咏
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5614-9348-9
印 刷	四川和乐印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	10
字 数	243 千字
版 次	2016 年 5 月第 1 版
印 次	2016 年 6 月第 2 次印刷
定 价	28.00 元



版权所有◆侵权必究

- ◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065
- ◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。
- ◆网址:<http://www.scupress.net>

前 言

随着经济的快速发展,环境问题日益突出,培养优秀的环保专业人才在解决环境问题中起着非常重要的作用。高校作为我国高等人才的培养基地,其设置的环境工程相关专业肩负着培养我国专业环保人才的重任。在许多高校的环境工程及其相关专业的人才培养目标中都包括有“具备水、气、声、固体废物等污染防治,给排水管道工程,环境规划和资源保护等方面的知识,具有进行污染控制工程的设计及运营管理能力,环境工程方面的新理论、新工艺和新设备的研究和开发能力”等内容。为实现上述目标,许多高校在环境工程及其相关专业的人才培养方案中都设置了环境污染防治方面的课程和环保实践教学环节。“水污染控制工程”课程是环境工程专业一门重要的专业主干课程,同时也是一门涉及数学、物理、化学、生物等学科交叉、应用性极强的课程。该门课程的教学对于提高学生对水处理理论与技术的理解与掌握、培养学生工程实践能力有着重要的意义。“水污染控制工程课程设计”是课程教学的重要组成部分,是培养学生工程设计能力和创新能力的实践教学重要环节,是工科高等院校不可缺少的实践教学环节,是教学计划中的有机组成部分,是各门专业课(专业基础课)教学环节的继续、深入和发展。

加强学生掌握工程设计的基本知识,提升学生运用设计手册、设计规范的能力,增加学生工程设计的综合概念,是新形势下“水污染控制工程课程设计”教学的主要目标。如何改革传统的教学方式,使学生的专业能力适应市场经济对人才知识结构的需求,是许多高校环境工程专业建设中急需解决的问题,高校环境工程专业建设也非常需要这方面的教学研究成果。为此,编者结合几年来的教学实践,编写了此书,旨在与同行共勉。

全书包括水污染控制工程课程设计、水污染控制工程课程设计指导、水污染控制工程课程设计案例等内容,共5章。其中,第1~2章由刘咏、雷弢编写,第3~5章由刘咏、雷弢、张爱平、范璐在整理环境工程专业学生2013—2014年期间水污染控制工程课程设计作品的基础上编写而成。王超、范琴、王林、李海涛、唐吉丹参与了第3~5章内容的编写。全书的图表绘制和整理工作由范琴、汪诗翔、王林、李海涛等完成,文字校对工作由王林、周安澜、刘燕兰完成。

在本书的编写过程中，我们还得到了海天水务集团的陈勇明工程师及四川天益成环保科技有限公司的秦晓华工程师的帮助和支持，在此表示衷心的感谢。

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，也使用了相关污水处理厂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，加之编者知识水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者和同行批评指正。

编 者

2015 年 10 月

目 录

第一章	水污染控制工程课程设计	(1)
第二章	水污染控制工程课程设计指导	(5)
第三章	工业园区综合污水处理工程设计案例	(21)
第一节	5000 m ³ /d 某工业园区综合污水处理厂工艺设计 (接触氧化法)	(21)
第二节	5000 m ³ /d 某工业园区综合污水处理厂工艺设计 (改良 UCT 法)	(29)
第四章	工业废水处理工程设计案例	(56)
第一节	1000 m ³ /d 某工业生产废水处理厂工艺设计 (水解酸化+活性污泥法)	(56)
第二节	1000 m ³ /d 某工业生产废水处理厂工艺设计 (水解酸化+生物接触氧化法)	(72)
第五章	城镇污水处理工程设计案例	(91)
第一节	20000 m ³ /d 某城市污水处理厂工艺设计 (A ² /O 法)	(91)
第二节	20000 m ³ /d 四川省某城镇污水处理厂工艺设计 (奥贝尔氧化沟法)	(104)
第三节	20000 m ³ /d 某城市生活污水处理厂工艺设计 (卡鲁塞尔氧化沟法)	(123)
附 录		(140)

第一章 水污染控制工程课程设计

一、水污染控制工程课程设计的意义

“水污染控制工程”是环境科学与工程本科专业环境工程课程的一部分，是重要的专业课之一。通过对本课程的学习，使学生明确认识到水资源是有限而宝贵的，水体作为重要的自然资源之一，其环境容量是有限的，人类不仅要合理地利用水资源，更要爱惜和保护水资源。该课程的教学目的是提高学生的水环境保护意识，掌握对生活污水和工业废水的各种处理方法和再生利用技术，掌握水污染控制的原理、方法和有关设计计算问题。培养学生的专业技术能力和工程实践能力是该门课程的主要目标之一。

“水污染控制工程课程设计”作为“水污染控制工程”课程教学的重要组成部分，是培养学生工程设计能力和创新能力的实践教学重要环节。通过对这门课程的学习，加深学生对有关废水处理理论的理解，使学生掌握文献和设计资料使用方法，掌握水处理工艺选择、工艺计算的方法，掌握平面布置图、高程图及主要构筑物的绘制方法，掌握有关工程设计文件的编制方法，培养学生具备一定的设计和工程制图能力。

进行“水污染控制工程”和“水污染控制工程课程设计”这两门课程的学习，对于学生掌握调查研究、查阅文献的学习方法，进一步消化和巩固污水处理方法的学习内容，培养学生污水处理工程工艺设计与计算、图纸绘制及设计说明书的编写等能力都有重要的意义。此外，“水污染控制工程课程设计”是学生学习“环境工程专业毕业设计”的先行课程，将为学生更好地完成毕业设计打下良好的基础。

二、水污染控制工程课程设计前期课程教学的要求

进行水污染控制工程课程设计涉及的内容较多，需要的知识面较广。这就要求学生在进行水污染控制工程课程设计之前，必须要学习“高等数学”“普通物理”“普通化学”“物理化学”“工程制图”“AutoCAD 制图技术”“环境工程专业认识实习”等基础课程，掌握“环境学概论”“水污染控制工程”“水污染控制工程实验”“环境工程原理”“环境化学”“环境监测”“环境影响评价”“环境微生物学”等专业课程。上述课程中，“工程制图”“AutoCAD 制图技术”“环境工程原理”“水污染控制工程”“水污染控制工程实验”等课程的教学内容和效果对学生进行水污染控制工程课程设计影响较大。为使能更好地进行水污染控制工程课程设计，上述课程在教学上的要求如下：

“工程制图”“AutoCAD 制图技术”是研究绘制和阅读工程图样基本原理和方法的课程，是表达和交流技术思想的重要工具。通过这两门课程的教学，应达到以下目的和要求：熟练掌握 AutoCAD 的基本操作，灵活使用各种绘图工具和操作命令；能运用 AutoCAD 绘制和输出基本的二维工程图纸；了解计算机绘图的基本流程和方法，并利用它进一步加深对工程制图原理的理解；掌握投影法的基本原理及其应用；培养绘制和阅读工程图纸的基本能力；培养解决空间几何问题的读图能力。

“环境工程原理”是环境工程专业与生产实际紧密联系的专业基础课。本课程的教学内容主要包括系统介绍主要单元操作的基本原理、典型环境工程设备及其计算方法。通过本课程的教学，应达到以下目的和要求：使学生熟悉实际流体与理想流体、流动形态；了解对流传热机理、传质双膜理论等基本概念；基本掌握伯努利方程、传热方程、汽液平衡和操作线方程等的计算和应用；了解典型环境工程设备的主要性能；学会有关环境过程的基本计算方法；使学生具备一定的与工程技术人员对话和开发产品的能力。

“水污染控制工程实验”是“水污染控制工程”课程的重要实践环节。该门课程通过设置一些验证型实验和综合设计型实验的教学，使学生进行实验操作、观察实验现象和对实验结果进行分析，从而加深学生对“水污染控制工程”课程中一些基本概念和基本原理的理解，巩固所学内容和知识，提升学生的实际动手能力和解决实际问题的能力。这门课程在教学时应达到以下目的和要求：使学生熟悉污水自由沉淀实验、污水絮凝沉淀实验、活性污泥性质测定实验、污泥脱水性能测定实验、污水吸附处理实验等的实验原理、实验流程、操作方法和数据处理；了解典型污水处理实验设备的主要构造、工作原理和性能。

“水污染控制工程”是学生进行水污染控制工程课程设计时必须学习的一门重要的先行课，应达到以下目的和要求：使学生全面认识水污染控制工程在环境保护中的任务及作用，掌握水污染控制的基本概念、基本原理、基本方法；掌握污水处理构筑物的一般设计原则和方法；掌握污水处理工程设计的基本程序和方法；配合课程设计和实验等实践教学环节，使学生获得独立进行一般污水处理工程（包括城市污水处理厂和工业废水处理厂或处理站）的设计与运行管理的基本能力，并具备初步从事水污染控制技术方面的科学研究能力。

为达到以上目的和要求，“水污染控制工程”在教学内容和课程设置中应注意以下一些问题：

(1) 鉴于本课程是环境科学与工程专业的专业课，在教材内容的选取上既要考虑学生已学的基础知识，又要注意与后继课和平行课之间的分工和衔接。例如介绍废水的化学处理单元和物化处理单元时，应着重介绍该处理单元的基本原理和实际应用；在介绍物理处理单元和生物处理单元时，还应着重介绍一些处理构筑物的设计计算。又如有关工业冷却水的处理，在“环境工程原理”课程中已有所涉及，本课程就不再进行讲述。

(2) 本课程是学生在学完基础课后所接触的实际应用型课程之一。为此，要将教材上的理论知识和社会实际应用有机地结合起来，将某些废水处理方法的应用现状和发展动态穿插在课程教学之中，拓宽学生的知识面，培养学生学知识的能力。

(3) 为了培养学生分析问题和解决问题的能力，本课程应讲解适当的例题和安排一

定的习题课,使学生学会正确地运用所学知识解决实际问题,同时要布置适量的习题和思考题,引导学生深入钻研所学的基本概念,牢固掌握基础知识。

(4) 本课程是一门实际应用性很强的学科,在不影响理论体系完整性的条件下,应安排适量的社会实践活动。社会实践活动的方式可采取组织学生到污水处理厂进行参观学习、鼓励学生参加各种与水处理技术相关的科研课题研究和各种水污染防治方面的公益性活动等。

三、水污染控制工程课程设计的教学任务、总体思路、基本内容及学时分配

(一) 教学任务

“水污染控制工程课程设计”是“水污染控制工程”课程的实践环节,是“环境工程专业毕业生产实习”“环境工程专业毕业设计”的先行课。该门课程的学习对学生进行水污染控制工程课程设计意义重大。本课程的教学任务如下:①掌握工程设计的设计步骤、方案选择方法;②了解污水处理工程设计的特点和原则;③熟悉使用国家相关的法律法规、标准规范、设计手册的方法;④掌握主要处理构筑物和设备的设计方法;⑤掌握平面布置图、高程图及主要构筑物的绘制方法;⑥掌握有关工程设计文件的编写方法。

(二) 学时数及学分数

该门课程的教学方式主要以学生的实际动手实践为主,教师的指导为辅。要达到设定的教学目标,这种教学方式的教学学时数及学分数至少为8个学时、0.5学分。

(三) 教学总体思路

该门课程采取以“设计思路引导为主,工程实例为辅”的授课思路,即首先对污水处理工程的设计总体思路进行阐述,形成一条主线后进行分步骤讲解,并在此过程中穿插工程案例进行辅助引证说明,力争让学生始终保持比较清晰的思路,培养学生对本课程学习的兴趣,初步具有污水处理工程设计的能力。

(四) 教学基本内容及学时分配

1. 水污染控制工程设计概述 (2个学时)

主要讲解四个问题:什么是污水处理工程设计?污水处理工程设计包含哪些方面的内容?污水处理工程设计需要有哪些前期资料以及能够解决哪些问题?作为设计工程师需要具备哪些能力和素质?

2. 水污染控制工程设计内容 (5个学时)

主要讲解污水处理工程设计资料的收集和准备 (0.5个学时)、污水处理工程设计方案的编制 (1.5个学时)、污水处理工程设计计算 (1.5个学时)、工程材料统计及概预算 (0.5个学时)、设计图纸相关讲解 (1个学时)。

3. 总结 (1个学时)

重新梳理工程设计思路,布置课程设计任务,并对水污染控制工程课程设计进行指导。

四、水污染控制工程课程设计的组织与实施

水污染控制工程课程设计由环境工程系组织,由担任“水污染控制工程课程设计”和“水污染控制工程”课程教学的教师和参加课程学习的学生来具体实施。指导教师的主要职责是:确定课程设计任务书的内容并下达给学生;组织学生参观污水处理厂;配合学院邀请校外水处理工程师来学校作与水处理相关的知识讲座;对学生的课程设计内容进行具体指导;对学生交上来的课程设计成果进行评定,给出设计成绩。学生的主要职责是:根据课程设计任务书的要求分成若干个设计小组,确定每个设计小组的设计任务,推选设计小组负责人;按照学院要求认真参观污水处理厂;认真学习校外污水处理工程师讲座的内容并做好记录;认真开展课程设计并及时与指导老师沟通;在规定的时间内完成课程设计内容并及时上交课程设计成果,必要时进行课程设计答辩。

在组织与实施的过程中,应注意以下几点:

(1) 指导教师在确定设计任务书的内容时最好聘请知名环保公司的污水处理工程师作顾问,征求他们的意见并在综合考虑授课学生的情况后下达给学生。为确保每位同学设计内容的唯一性,可根据教学班学生的规模来确定设计任务书的数量。

(2) 尽管学生学习了课程设计的先行课,有了一定的知识储备,但学生对污水处理厂的了解不够深入,有些构筑物和设备的构造在学生头脑里还没有直观的印象,这对学生的课程设计非常不利。为解决此问题,学生在进行课程设计前,到污水处理厂去参观的程序必不可少。指导教师在组织学生参观污水处理厂时,根据需要可选择多个不同处理工艺、不同处理规模的污水处理厂,让学生对污水处理厂有更多的了解。

(3) 课程设计的时间最好安排在三年级下学期期末,课程内容丰富且时间较短,每个课程设计一般为2~3周。在课程设计期间,指导教师可采取“集中授课+单独讲评结合”的方式进行指导,集中授课的学时不少于8个学时,在单独讲评时,可采取现场讲解、电子邮件、电话、QQ等多种形式。

(4) 学生一般以5~10人为一个设计小组,分工合作,共同完成一个课程设计任务。在进行设计内容安排时,实行组长负责制,由组长对设计任务进行分解,并以设计任务通知的形式分配给组员,设计任务通知的内容上交给指导教师存档。

(5) 指导教师和设计小组组长应对学生的课程设计开展情况进行监督,根据学生在设计中的表现给出平时成绩。由于课程设计任务的完成需要组员之间的分工协作、积极配合才能共同完成,这就要求指导教师要及时发现并解决学生在设计中出现的各种问题,确保设计成果能按期完成。

五、水污染控制工程课程成绩的考核与评定

“水污染控制工程课程设计”的成绩主要由平时成绩和书面成绩组成,其中平时成绩占30%,书面成绩占70%。书面成绩考核的内容包括:设计说明书和图纸的质量;完成题目的难度;完成设计情况;答辩情况。成绩采取审定与答辩相结合的方式进行评价,按五级积分制(优、良、中、及格、不及格)评定。

第二章 水污染控制工程课程设计指导

一、污水处理工程设计思路与设计要点

污水处理工程设计需要庞大的知识体系，它涉及物理、化学、生物、机电等一系列的学科，需要这些学科有机交叉地组合在一起。污水处理工程同样是一个系统工程，它涉及的知识更广。从专业方面来说，涉及各种学科的实际应用；从经济方面来说，涉及投资、收益等；从社会方面来说，涉及人文、地理等。

污水处理工程设计作为一项系统性工作，其囊括各个专业直接的协同设计，即工艺、给排水、建筑、结构、电气和自控等。在污水处理工程设计过程中，若要有条不紊地推进设计工作，就需要一条清晰的主线。针对污水处理工程设计的主线，可以归纳为水、气、固三相的统筹和规划设计。

“水”相：污水处理工程的主要处理对象为水，从污水进入整个处理系统开始到最终处理达标排放，整个过程需要涉及的工艺构筑物、管道、设备材料，污水处理工程中的加药系统设计，污水处理工程中的自来水系统设计等，均可归纳为“水”相。

“气”相：污水处理工程，尤其是城镇污水处理工程，一般都要采用生物处理技术作为主体工艺，其中好氧处理技术必然涉及充氧曝气环节。“气”相包括曝气系统的统筹设计和规划设计，污水处理构筑物产生的臭气或有害气体的收集处理系统的设计，厌氧处理或污泥厌氧消化产生的生物气的收集、处理和利用系统的设计，设备所用的压缩动力气源系统设计等。

“固”相：污水处理工程中必然会产生固体废弃物，如物化污泥、生化剩余污泥和栅渣，其中污泥的排放、回流、浓缩、干化等均可归纳为“固”相。

污水处理工程设计的思路即围绕水、气、固三相为主线进行统筹设计。其中，污水处理流程为设计的主线。厘清三相之间的逻辑关系（见图 2-1），就能对污水处理工程的设计有一个更清晰的认识，剩下的就是丰富完善其中涉及的细节。

作为环境工程专业的学生，其学习任务主要侧重于污水处理工艺设计。在进行污水处理工程设计时，要围绕三相展

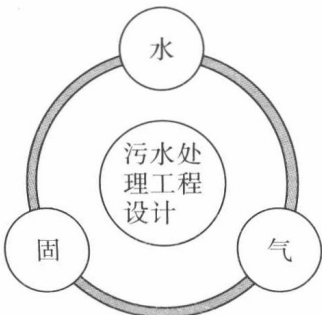


图 2-1 污水处理工程“三相”逻辑思维图

开，其内容如下：

(1) “水”相的设计要点可归纳为污水特性的分析和掌握，工艺流程经济合理的确定，末端出水的利用及排放等。可参考《排水工程》(下)中水质、水量分析和各个工艺流程选择等内容。

(2) “气”相的设计要点可归纳为需、供氧量的设计计算，风管管路设计计算以及设备选型等。可参考《排水工程》(下)中需、供氧量的设计计算，风机选型设计等内容。

(3) “固”相的设计要点可归纳为回流污泥、内循环混合液的设计，剩余污泥的处理与处置设计等方面。可参考《排水工程》(下)中污泥系统设计等内容。

二、水污染控制工程课程设计和深度

水污染控制工程课程设计的目的在于加深学生理解所学的有关水处理技术方面的专业知识，培养运用所学专业知识和解决实际问题的能力，在设计、计算、绘图等方面得到锻炼。具体体现在以下几点：

(1) 让学生了解环保产业，以及环保产业给人们生活带来的效益。

(2) 促使学生进一步掌握专业理论知识，同时培养学生对所学课程理论知识合理运用与结合的能力。

(3) 培养学生将理论知识通过工程术语方式清晰表达的能力，让理论与实际工程有机结合。

(4) 利用课程设计，让学生了解国家对工程设计的要求，培养学生查阅国家相关规范、条例和法规，并将规范结合理论知识，选择合理设计参数的能力。

针对一座二级处理的污水处理厂，在特定外界条件下选择合理的工艺技术路线，要求对主要污水处理构筑物的工艺尺寸进行设计计算，确定污水处理厂的平面布置和高程布置，完成设计计算说明书和设计图(污水处理厂平面布置图和高程布置图，必要时附上工程效果图)。设计深度为初步设计的深度。

三、水污染控制工程课程设计任务书

(一) 课程设计总体要求

(1) 设计内容：污水处理厂工艺设计。

(2) 设计深度：初步设计。

(3) 课程时间要求： 年 月 日— 年 月 日。

(4) 设计分组：10组，每组5~10人，每组完成1个设计任务。

(二) 设计题目

××污水处理厂××工艺设计。

(三) 设计基本资料

本次设计选择3个实际工程，其中包括城市生活污水处理厂工程、工业污水处理厂

工程和综合污水处理厂工程（其中生活污水比例 70%，工业污水比例 30%）各 1 个。

1. 工程设计条件

(1) 某工业园区综合污水处理厂设计水量： $Q=50000\text{ m}^3/\text{d}$ 。进水水质见表 2-1。

表 2-1 某工业园区综合污水处理厂设计进水水质

水质指标	COD_{Cr} /(mg/L)	BOD_5 /(mg/L)	SS /(mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ /(mg/L)	TN /(mg/L)	TP /(mg/L)	pH	T /℃
进水水质	500	180	150	30	40	8	6~9	12~25

(2) 某工业生产废水处理厂设计水量： $Q=1000\text{ m}^3/\text{d}$ 。进水水质见表 2-2。

表 2-2 某工业生产废水处理厂设计进水水质

水质指标	COD_{Cr} /(mg/L)	BOD_5 /(mg/L)	SS /(mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ /(mg/L)	TN /(mg/L)	TP /(mg/L)	pH	T /℃
进水水质	860	300	200	15	20	1	6~9	12~25

(3) 某生活污水处理厂设计水量： $Q=20000\text{ m}^3/\text{d}$ 。进水水质见表 2-3。

表 2-3 某生活污水处理厂设计进水水质

水质指标	COD_{Cr} /(mg/L)	BOD_5 /(mg/L)	SS /(mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ /(mg/L)	TN /(mg/L)	TP /(mg/L)	pH	T /℃
进水水质	350	150	200	35	40	3.5	6~9	12~25

2. 排放标准

工业园区综合污水处理厂和生活污水处理厂达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 中一级 B 标，工业生产废水处理厂达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 中一级标准。

3. 处理工艺流程

(1) 某工业园区综合污水处理厂（有以下 2 种工艺流程供选择）。

①污水处理流程：污水→预处理单元→水解酸化池→生物膜法→絮凝反应池→过滤池→接触消毒池→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→贮泥池→浓缩一体脱水机→泥饼外运。

②污水处理流程：污水→预处理单元→水解酸化池→A/O 生物池→絮凝反应池→沉淀池→接触消毒池→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→贮泥池→浓缩一体脱水机→泥饼外运。

(2) 某工业生产废水处理厂（有以下 2 种工艺流程供选择）。

①污水处理流程：污水→预处理单元→水解酸化池→活性污泥生物池（好氧段）→二沉池→接触消毒→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→污泥浓缩池→板框压滤机→泥饼外运。

②污水处理流程：污水→预处理单元→水解酸化池→生物膜法生物池（好氧段）→二沉池→接触消毒→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→污泥浓缩池→板框压滤机→泥饼外运。

(3) 某生活污水处理厂（有以下 4 种工艺流程供选择）。

①污水处理流程：污水→预处理单元→ A^2/O 生化池→辐流式二沉池→紫外线消毒→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→贮泥池→浓缩一体脱水机→泥饼外运。

②污水处理流程：污水→预处理单元→氧化沟（卡鲁塞尔）生化池→辐流式二沉池→紫外线消毒→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→贮泥池→浓缩一体脱水机→泥饼外运。

③污水处理流程：污水→预处理单元→CASS生化池→紫外线消毒→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→贮泥池→浓缩一体脱水机→泥饼外运。

④污水处理流程：污水→预处理单元→氧化沟（奥贝尔）生化池→辐流式二沉池→接触消毒→出水。

污泥处理流程：污泥→剩余污泥池→贮泥池→浓缩一体脱水机→泥饼外运。

(4) 自行选择工艺（设计组自己选择工艺）。

①生活污水处理厂。

②工业园区综合污水处理厂。

4. 气象与水文资料

(1) 降雨。

年平均降雨量 8595 mm，年最大降雨量 1360 mm，最大日降雨量 296 mm，年平均蒸发量 1200 mm，全年降雨量的 60%集中在 6~8 月份。此部分内容也可自拟。

(2) 气温。

历年最高气温 40.1℃，历年最低气温 -23.3℃，年平均气温 12℃，最高月平均气温 25℃，最低月平均气温 -5℃。此部分内容也可自拟。

(3) 风向。

年主导风向东南偏北。此部分内容也可自拟。

(4) 地质。

地震烈度 6 度。

5. 厂区地形

此部分内容自拟。

(四) 设计内容

(1) 对工艺构筑物选型做说明。

(2) 主要处理设施（格栅、沉砂池、初沉池、生化反应池、二沉池等）的工艺计算。

(3) 污水处理厂平面布置和高程布置。

(五) 设计成果

(1) 设计计算说明书一份。

(2) 设计图纸 2 张（厂区平面布置图和高程布置图）。

四、水污染控制工程课程设计指导书

(一) 总体要求

(1) 为充分发挥设计人员团队作战的精神,本次设计是以组为单位来共同完成1个设计任务。在设计过程中,组长要组织和协调好各种关系,把组员分成几个小组,把设计任务分解成几部分,合理地分配给组员。组员在设计过程中既要发挥独立思考、独立工作的能力,又要有大局意识,与同组成员积极配合,共同完成任务。

(2) 本课程设计训练的重点是污水处理主要构筑物的设计计算和总体布置。

(3) 课程设计不要求对设计方案作比较,可以不进行污泥处理构筑物的计算。按技术特征进行污水处理构筑物和处理设备的选型说明。

(4) 设计计算说明书,应内容完整(包括计算草图)、简明扼要、文句通顺、字迹工整。设计图纸应按标准绘制,内容完整,主次分明。

(二) 设计要点

1. 污水处理设施设计的一般规定

污水处理厂所在地的排水系统为合流制,污水流量总变化系数按《室外排水设计规范》(2014版)(GB 50014—2006)选取。

处理构筑物流量:生化反应池之前,各种构筑物按最大日最大时流量设计;生化反应池之后(包括生化反应池),构筑物按平均日平均时流量设计。

管渠设计流量:按最大日最大时流量设计。

各处理构筑物不应小于2组(个或格),且按平行设计。

2. 预处理单元

根据原废水中有机物、悬浮物的含量以及后续生化处理工艺的要求确定预处理工艺。对SS含量较高的废水,在预处理时一般要设置格栅、沉砂池、初沉池等处理单元。对生活污水的处理必须设置沉砂池,初沉池的设置可根据后续生化处理工艺来确定,在SBR工艺、氧化沟工艺前可以不用设置初沉池。

(1) 格栅设计一般规定。

① 栅隙。

水泵前格栅栅条间隙应根据水泵要求确定。

废水处理系统前格栅栅条间隙应符合下列要求:最大间隙40 mm,其中人工清除25~40 mm,机械格栅清除16~25 mm。废水处理厂也可设置粗、细两道格栅,粗格栅栅条间隙50~100 mm。大型废水处理厂也可设置粗、中、细三道格栅。如泵前格栅间隙不大于25 mm,废水处理系统前可不设置格栅。

② 栅渣。

栅渣量与多种因素有关,在无当地运行资料时,可以采取下列资料。

格栅间隙16~25 mm: $0.10 \sim 0.05 \text{ m}^3 / 10^3 \text{ m}^3$ (栅渣量/废水量)。

格栅间隙30~50 mm: $0.03 \sim 0.01 \text{ m}^3 / 10^3 \text{ m}^3$ (栅渣量/废水量)。

栅渣量的含水率一般为80%,容量约为960 kg/m³。

大型污水处理厂或泵站前的大型格栅（每日栅渣量大于 0.2 m^3 ），一般应采用机械格栅。

③其他参数。

过栅流速一般采用 $0.6 \sim 1.0 \text{ m/s}$ 。

格栅前渠道内水流速度一般采用 $0.4 \sim 0.9 \text{ m/s}$ 。

格栅倾角一般采用 $45^\circ \sim 75^\circ$ ，小角度较省力，但占地面积大。

通过格栅的水头损失与过栅流速相关，一般采用 $0.08 \sim 0.15 \text{ m}$ 。

(2) 沉砂池设计一般规定。

①池型选择。

对于一座理想的沉砂池，最好在去除所有无机砂粒的同时，将砂粒表面附着的所有有机组分分离出来，以利于砂粒的最终处置。因此，在进行沉砂池设计时，主要考虑两方面问题：一是如何通过合理的水力设计，使得尽可能多的砂粒得以沉降，并以可靠便捷的方式排出池外；二是采用何种有效方式，尽可能多地分离附着在砂粒上的有机物，并将其送回到废水中。

平流式沉砂池采用分散性颗粒的沉淀理论设计，只有当废水在沉砂池中的运行时间等于或大于设计砂粒沉降时间时，才能够实现砂粒的截留。由于实际运行中进水量和含砂量的情况在不断变化，甚至变化幅度很大，因此进水波动较大，平流式沉砂池的去除效果很难保证。平流式沉砂池本身不具有分离砂粒上有机物的能力，对于排出的砂粒必须进行专门的砂洗。

曝气沉砂池的特点是通过曝气形成水的旋流产生洗砂作用，以提高除砂效率及有机物分离效率。研究表明，当处理的砂粒的粒径小于 0.6 mm 时，曝气沉砂池有明显的优越性。对粒径为 $0.2 \sim 0.4 \text{ mm}$ 的砂粒，平流式沉砂池仅能截留 34% ，而曝气沉砂池则有 66% 的截留效率，两者相差一倍。但对于粒径大于 0.6 mm 的砂粒，情况恰恰相反。这种差异说明进水砂粒中的不同粒径级配对于不同沉砂池除砂效率的影响。只要旋流速度保持在 $0.25 \sim 0.35 \text{ m/s}$ 的范围内，即可获得良好的除砂效果。尽管水平流速因进水量的波动差别很大，但只要上升速度保持不变，其旋流速度可维持在合适的范围内。曝气沉砂池的这一特点使其具有良好的耐冲击性，对于流量波动较大的废水厂较为适用。

旋流式沉砂池的特点是可节省占地面积及土建费用、降低能耗、改善运行条件。但由于目前国内采用的旋流式沉砂池多为国外产品，往往价格过高，其在土建造价上的节省通常会被抵消。

②设计流量。

沉砂池的设计流量应按分期建设考虑：当废水为自流进入时，应按每期的最大流量设计；当废水为提升进入时，按每期工作水泵的最大组合流量计算；在合流制处理系统中，应按降雨时的设计流量设计计算。

③除砂粒径。

沉砂池按去除相对密度 2.65 、粒径 0.2 mm 以上的砂粒设计。

④沉砂量与砂斗设计。

城市污水的沉砂量可按 $15 \sim 30 \text{ m}^3/10^6 \text{ m}^3$ （砂量/废水量）计算，其含水率为 60% ，

容重为 1500 kg/m^3 ，合流制废水的沉砂量应该根据实际情况确定；砂斗容积应按照不大于 2 d 的砂量计算，斗壁与水平面的倾角不应小于 55° 。

⑤除砂方式。

除砂方式一般采用机械方法，并设置贮砂池或晒砂场。采用人工排砂时，排砂管直径不应小于 200 mm。

当采用重力排砂时，沉砂池和贮砂池应尽量靠近，以缩短排砂管的长度，并设排砂闸门于管道的首段，使排砂管畅通，易于维护管理。

⑥沉砂池设置。

城市污水处理厂一般应设置沉砂池。

沉砂池的个数或分格数不应少于 2 个，并宜按并联设置。当废水量较少时，可以考虑 1 格工作，1 格备用。

沉砂池的超高不应小于 0.3 m。

(3) 沉淀池设计一般原则。

①设计流量。

沉淀池的设计流量应按分期建设考虑：当废水为自流进入时，设计流量为每期的最大设计流量；当废水为提升泵进入时，设计流量为每期工作泵的最大组合流量；在合流制处理系统中，应按降雨时的设计流量计算，沉淀时间不应小于 30 min。

②池（格）数。

沉淀池的个数或分格数不应少于 2 个，并宜按并联设置。

③设计参数。

城市污水的沉淀池的设计参数可参考表 2-4。工业废水由于差别较大，沉淀池的设计参数应根据试验结果或运行经验确定。

表 2-4 沉淀池的设计参数

沉淀池类型	沉淀时间 /h	表面水力负荷 /[$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$]	污泥含水率 /%	固体负荷 /[$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	堰口负荷 /[$\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m})$]
初次沉淀池	1.0~2.5	1.2~2.0	95~97	—	≤ 2.9

④有效水深、超高及缓冲层。

沉淀池的有效水深宜采用 2~4 m。辐流式沉淀池指池边水深；超高至少采用 0.3 m；缓冲层一般采用 0.3~0.5 m。

⑤初次沉淀池。

应设置撇渣设施。

⑥沉淀池入口或出口。

均应采取整流措施。

⑦污泥区容积及泥斗构造。

初次沉淀池的污泥区容积宜按不大于 2 d 的污泥量计算；采用机械排泥时，可按 4 h 的污泥量计算。污泥斗的斜壁与水平夹角：方斗宜为 60° ，圈斗宜为 55° 。

⑧污泥排放。