

废水处理工艺设计计算

崔玉川 马志毅 王效承 李亚新



水利电力出版社

废水处理工艺 设计计算

崔玉川 马志毅 王效承 李亚新

水利电力出版社

(京)新登字115号

废水处理工艺设计计算

魏玉川 马志毅 王效承 李亚新

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

朝阳区小红门印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 14.5印张 381千字

1994年10月第一版 1994年10月北京第一次印刷

印数 0001—2200册

ISBN 7-120-01984-8/TQ·2

定价 16.40 元

内 容 提 要

本书以工艺设计计算例题的形式，具体介绍废水处理构筑物及设备的主要工艺设计计算内容、方法和要求。例题内容包括：污（废）水筛滤、沉淀（沉砂），好氧及厌氧生物处理（活性污泥法、生物膜法、化粪池法），工业废水的均和、调节、除油、离心分离、过滤、中和、混凝、化学沉淀、电解、吹脱、吸附，污泥的输送、浓缩、脱水、干化及最终处置等。共计104个例题。

本书可供给水排水工程及环境工程等专业的工程技术人员和大专院校师生使用参考。

前 言

随着城市和工业的发展，污废水的排放量与日俱增。为了保护环境和充分利用水资源，污废水的处理与再用已势在必行。

1988年《水处理工艺设计计算》一书出版，受到有关人员的欢迎。但该书仅为给水方面的内容，因此，出版社根据社会需求的情况，在征集新的书目选题时，建议再编写一部与上书相匹配的《废水处理工艺设计计算》的书，要求风格体例与前书类同，以使两书成为姊妹篇。这样，1989年初，水利电力出版社便又约稿编写。——这就是本书产生的过程。

本书意在通过计算例题的形式，对废水处理基本构筑物（设备）工艺设计计算的内容、方法和要求，进行具体介绍。书中编写了城市污水和工业废水的物理处理、生物处理、化学处理以及污泥处理和处置的工艺设计计算例题共104个，其中的不少部分是在实际工程设计计算资料的基础上加工整理而成的。例题内容包括：污（废）水的筛滤、沉淀（沉砂）、好氧及厌氧生物处理（活性污泥法、生物膜法、湖塘法），工业废水的均和、调节、除油、离心分离、过滤、中和、混凝、化学沉淀、电解、吹脱、吸附；污泥的输送、浓缩、脱水、干化及最终处置等。

对计算过程中所用的公式和图表，本书采用边计算边引出的方法，进行简要介绍。计算例题的内容组成，一般分“已知条件”和“设计计算”两部分，但对某些处理设施，在进行具体计算之前，首先在“设计概述”中，对其构造组成、工作原理和设计参数进行简要介绍。

本书系污废水处理工艺中单元构筑物（设备）设计计算的应用性参考书，读者仿照例题即可完成一般的设计计算内容。本书可供给水排水工程及环境工程等有关专业的工程技术人员和大专院校师生使用参考。

书中的第2、3、4、6、9、11、12章由马志毅编写，第1、5、13、15章由王效承编写，第7、8、10、14、16、17、18章由李亚新编写，绪论与附录由崔玉川编写。全书由崔玉川主持编写并统稿，由王康琪高级工程师担任审稿工作。

在本书编写中，选用和参考了一些单位和个人的资料，得到不少同志的帮助和指导，在此一并致谢。由于我们的水平和收集的资料有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者指正。

编者

1990年11月

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 均和调节池	7
§ 1-1 均量池	8
例题1-1 均量池容积的计算	9
§ 1-2 均质池与均化池	11
例题1-2 在线调节工艺中的均化池计算	11
第二章 栅筛	20
§ 2-1 格栅	20
例题2-1 格栅的计算	22
§ 2-2 网筛	24
例题2-2 网筛的计算	25
第三章 沉砂池	27
§ 3-1 平流式沉砂池	27
例题3-1 平流式沉砂池的计算(方法一)	27
例题3-2 平流式沉砂池的计算(方法二)	30
§ 3-2 曝气沉砂池	32
例题3-3 曝气沉砂池的计算	33
§ 3-3 竖流式沉砂池	34
例题3-4 竖流式沉砂池的计算	34
第四章 初次沉淀池	38
§ 4-1 沉淀试验	41
例题4-1 利用沉淀试验结果计算沉淀效率	41
例题4-2 利用试验资料进行初次沉淀池的设计计算	44
§ 4-2 平流式沉淀池	47
例题4-3 平流式沉淀池的计算(方法一)	51

例题4-4 平流式沉淀池的计算(方法二)	54
例题4-5 平流式沉淀池的计算(方法三)	57
§ 4-3 辐流式沉淀池	58
例题4-6 辐流式沉淀池的计算	62
§ 4-4 竖流式沉淀池	65
例题4-7 竖流式沉淀池的计算	66
§ 4-5 斜板、斜管沉淀池	69
例题4-8 斜管沉淀池的计算	71
第五章 好氧活性污泥法处理设施	74
§ 5-1 传统活性污泥法曝气池	77
例题5-1 用经验公式计算传统活性污泥法曝气池	79
例题5-2 用经验数据计算传统活性污泥法曝气池	84
例题5-3 用近似法计算传统活性污泥法曝气池	86
例题5-4 用劳伦斯-麦卡蒂模式计算传统活性污泥法曝气池	88
§ 5-2 完全混合式活性污泥法曝气池	92
例题5-5 用污泥负荷率计算完全混合式曝气池	95
例题5-6 用泥龄 t_r 计算完全混合式曝气池	100
§ 5-3 阶段曝气活性污泥法处理构筑物	105
例题5-7 三阶段曝气活性污泥法曝气池的计算	107
§ 5-4 吸附再生活性污泥法处理构筑物	114
例题5-8 吸附、再生池的计算	116
§ 5-5 污泥再曝气法处理构筑物	120
例题5-9 污泥再曝气池的计算	121
§ 5-6 延时曝气法处理构筑物	125
例题5-10 延时曝气活性污泥法曝气池的计算	126
§ 5-7 氧化沟	128
例题5-11 氧化沟的计算	129
§ 5-8 生物硝化处理构筑物	131
例题5-12 分段硝化曝气池的计算	133
例题5-13 结合式硝化曝气池的计算	139

例题5-14 分段硝化后续脱氮池的计算.....	144
§ 5-9 曝气设备.....	146
例题5-15 曝气设备的计算.....	147
§ 5-10 二沉池.....	157
例题5-16 用固体通量法计算二沉池.....	159
第六章 好氧生物膜处理设施.....	166
§ 6-1 滴滤池.....	166
例题6-1 滴滤池的设计计算.....	170
例题6-2 滴滤池固定式喷嘴系统的计算.....	171
§ 6-2 高负荷生物滤池.....	180
例题6-3 高负荷生物滤池设计计算.....	182
例题6-4 旋转式布水器的计算.....	184
§ 6-3 塔式生物滤池.....	186
例题6-5 塔式生物滤池的计算.....	189
§ 6-4 淹没式生物滤池.....	191
例题6-6 淹没式生物滤池的计算.....	193
§ 6-5 生物转盘.....	195
例题6-7 生物转盘的计算.....	198
第七章 厌氧活性污泥法处理构筑物.....	203
§ 7-1 工业废水厌氧发酵产气量.....	205
例题7-1 工业废水厌氧发酵产气量计算.....	206
§ 7-2 厌氧消化池法.....	207
例题7-2 处理工业废水的厌氧消化池容积及几何尺寸计算.....	209
§ 7-3 厌氧接触法.....	212
例题7-3 用厌氧消化动力学模型法计算厌氧接触工艺中消化 池容积.....	214
例题7-4 用容积负荷法计算厌氧接触法中消化池容积.....	217
第八章 厌氧生物膜法处理构筑物.....	219
§ 8-1 厌氧生物滤池.....	219
例题8-1 厌氧生物滤池计算.....	223

第九章 湖塘法处理构筑物.....	226
例题9-1 好氧塘的计算(1).....	229
例题9-2 好氧塘的计算(2).....	232
例题9-3 兼性塘的设计计算.....	233
例题9-4 厌氧塘的计算.....	234
例题9-5 厌氧好氧串联塘的计算.....	235
例题9-6 曝气塘的计算.....	240
第十章 污泥处理设施.....	244
§ 10-1 污泥产量和污泥体积.....	244
例题10-1 初次沉淀池产生的污泥量计算.....	244
例题10-2 用活性污泥法计算剩余活性污泥量.....	246
§ 10-2 污泥的管道输送.....	248
例题10-3 污泥管道输送水头损失计算.....	252
§ 10-3 污泥浓缩.....	252
例题10-4 重力浓缩池的计算.....	253
例题10-5 气浮浓缩池的计算.....	256
§ 10-4 污泥厌氧消化.....	263
例题10-6 定容式消化池容积计算.....	266
例题10-7 消化池耗热量计算.....	272
例题10-8 消化池保温结构厚度计算.....	275
例题10-9 消化池污泥采用蒸汽竖管直接注入蒸汽加热所用 蒸汽量的计算.....	279
例题10-10 消化池外用套管式热交换器预热污泥计算.....	280
例题10-11 消化池污泥气循环搅拌计算.....	285
例题10-12 消化池螺旋搅拌器搅拌计算.....	288
例题10-13 消化池水力提升器搅拌计算.....	291
例题10-14 消化池低位槽容积计算.....	293
例题10-15 低压湿式贮气罐容积计算.....	294
例题10-16 浮动盖式消化池容积计算.....	294
§ 10-5 污泥的好氧消化.....	295

例题10-17 污泥好氧消化池的计算	296
§ 10-6 污泥的脱水与干化	298
例题10-18 污泥干化场计算	299
例题10-19 污泥真空过滤脱水计算	305
例题10-20 污泥压滤脱水计算	309
例题10-21 滚压带式过滤机计算	313
§ 10-7 污泥干燥与焚烧	315
例题10-22 污泥燃烧热值的计算	316
例题10-23 回转焚烧炉计算	319
第十一章 隔油池	322
§ 11-1 平流式隔油池	322
例题11-1 平流式隔油池的计算(1)	323
例题11-2 平流式隔油池的计算(2)	325
§ 11-2 斜板(管)隔油池	328
例题11-3 斜管隔油池的计算	328
第十二章 中和处理	331
§ 12-1 酸碱污水相互中和	335
例题12-1 酸碱污水相互中和的计算	335
§ 12-2 投药中和法	338
例题12-2 投药中和处理系统的计算	339
例题12-3 投药中和处理设施的计算	341
§ 12-3 过滤中和法	345
例题12-4 石灰石过滤中和系统的计算	347
例题12-5 升流式膨胀滤池的计算	349
第十三章 气浮处理设施	352
§ 13-1 需气量和溶气罐	357
例题13-1 需气量和溶气罐的计算	357
§ 13-2 气浮池	361
例题13-2 无回流气浮池的计算	362
例题13-3 有回流气浮池的计算	365

例题13-4 溶气释放器的计算.....	367
例题13-5 气浮池集水管的计算.....	367
第十四章 离心分离处理设备.....	369
§ 14-1 压力式水力旋流分离器.....	369
例题14-1 压力式水力旋流分离器的计算.....	371
§ 14-2 重力式水力旋流分离器.....	372
例题14-2 水力旋流沉淀池计算.....	373
§ 14-3 重力式水力下旋流分离器.....	374
例题14-3 水力下旋流沉淀池计算.....	376
第十五章 化学沉淀.....	379
§ 15-1 氢氧化物沉淀法.....	380
例题15-1 产生氢氧化镉沉淀所需pH值的计算.....	381
例题15-2 指定pH条件下的锌离子浓度计算.....	381
例题15-3 锌的羟基络合物沉淀条件的计算.....	383
例题15-4 废水中金属羟基络合物溶解条件的计算.....	387
例题15-5 用石灰处理含锌废水的沉淀条件计算.....	387
§ 15-2 硫化物沉淀法.....	387
例题15-6 用 H_2S 处理含镉废水的计算.....	387
第十六章 电解法处理设备.....	389
§ 16-1 含铬废水电解处理设备.....	389
例题16-1 除铬电解槽计算.....	390
§ 16-2 含氰废水电解处理设备.....	396
例题16-2 除氰电解槽计算.....	397
第十七章 活性炭吸附处理装置.....	401
§ 17-1 粉炭静态吸附设备.....	401
例题17-1 活性炭吸附等温式计算.....	402
例题17-2 单级静态间歇吸附操作设备计算.....	405
例题17-3 二级逆流静态间歇吸附操作投炭量计算.....	405
§ 17-2 粒炭动态吸附设备.....	407
例题17-4 吸附塔设计计算.....	408

第十八章 吹脱法处理装置	413
§ 18-1 溶解气体吹脱填料塔	413
例题18-1 CO ₂ 吹脱塔计算	415
例题18-2 氨吹脱塔计算	416
§ 18-2 挥发有机物的填料塔吹脱	422
例题18-3 挥发有机物填料吹脱塔计算	423
附 录	
一、我国《地面水环境质量标准》GB3838—88(摘)	425
二、我国《污水综合排放标准》GB8978—88(摘)	427
三、我国《农田灌溉水质标准》GB5084—85(摘)	439
四、我国《渔业水质标准》GB11607—89(摘)	441
五、我国《医院污水排放标准》GBJ48—83(摘)	442
六、我国《生活杂用水水质标准》CJ25.1—89(摘)	442
七、地面水水质卫生要求	442
八、地面水中有害物质的最高容许浓度	443
九、我国《污水排入城市下水道水质标准》CJ18—86(摘)	444
十、一般工业废水的BOD值	444
十一、非法定计量单位与法定计量单位换算	444
参考文献	450

绪 论

随着国民经济的发展和环境意识的提高，废水处理愈加引起重视。事实上，废水处理已经成为环境保护、充分利用水资源及节约用水的重要手段之一。

废水处理，从工程角度看它属于排水工程，在技术上它归水处理(或水再生)的范畴，从学科上它横跨市政和环境两个学科。

水的分类，若从水质角度考虑，大致可分为三大类型，即天然水(地表水和地下水)、使用水(此处仅指生活和工业用水，如自来水、高纯水和杂用水等)和污水(生活或生产使用过的水)。水处理是这三种水质类型转化的重要手段，这种关系见图0-1所示。水处理通常分作给水处理和污水处理两类，显然，这种分类的着眼点是原水的水质。

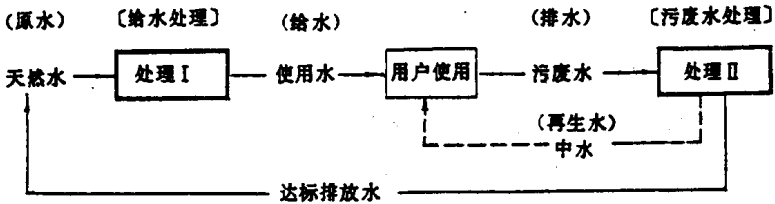


图 0-1 三类水质及转化关系

现在，由于世界性淡水资源的日趋紧张，城市污(废)水资源化作为重要对策之一，已被明确提出并在逐步实施。这样一来，可能会引起某些认识上或概念上的扩展与变化。例如，水资源的内容，水处理工艺的隶属关系，污水处理厂的功能任务，以及水的管理体制等。

从广义上讲，废水泛指城乡生活污水和生产废水两大类，后者由于所含污染物性质和数量的不同，污染程度十分悬殊。废水处理就是采用各种必要的手段和技术，将其中的污染物质分离出

来，使废水得到净化的一种过程。

通常，废水处理方法分为物理法、化学（物理化学）法和生物法三类。

（1）废水的物理处理法（也叫机械处理）就是利用物理作用分离废水中主要呈悬浮状态的污染物质，在处理过程中不改变污染物的化学性质。包括筛滤、沉淀、浮升、离心分离、蒸发、结晶、过滤和膜分离等。

（2）废水的化学（物理化学）处理法 是利用化学反应或物化原理来分离、回收污水中的污染物质，从而改变其性质或存在状态，化害为利。其方法有中和、混凝、电解、氧化还原、汽提、萃取、吸附以及离子交换、电渗析等。此法多用于工业废水的处理。

（3）废水的生物处理方法（也叫生化法）是利用微生物的代谢作用，使废水中呈溶解状态、胶体状态以及某些不溶解的有机甚至无机污染物质，转化为稳定、无害的物质，从而达到净化的目的。此法按照作用微生物习性的不同，可分为好氧法和厌氧法两大类。

好氧与厌氧这两类生物处理法，大体上又分活性污泥法和生物膜法两种，每种中又有许多形式，见表0-1。传统上好氧生物法常用于城市污水和有机生产污水的处理，厌氧生物法多用在污泥和有机性污水的处理。

表 0-1 好氧与厌氧生物法的处理设施

	活性污泥法	生物膜法
好氧生物法	曝气池 氧化沟	生物滤池 生物转盘 生物流化床 生物接触氧化池
厌氧生物法	消化池 上流式污泥床 (UASB)	生物滤池 生物转盘(RBC) 生物流化床

稳定塘（又称生物塘、氧化塘或湖塘法）也系污水的生物处理设施，它分好氧、厌氧和兼性三种类型，其中好氧塘和兼性塘是藻、菌共生的生物处理设施。另外，污水的土地处理系统（含污水灌溉）包含着物理、化学、物化和生化处理等综合作用，但就其中有机物质的处理而言，则主要属于自然生物处理的方法。

另外，按照生活污水的处理程度划分，污水处理以往多分为一级、二级和三级处理三种类型。尽管这种分类方法似难概括当今的处理工艺，但习惯上还在沿用。

污水的一级处理，其主要处理内容是去除污水中的悬浮固体。上述的物理处理方法，一般只能完成一级处理的要求。经一级处理后的污水，BOD一般只能去除30%左右，仍不宜排入水体。

污水的二级处理，其主要任务是大幅度地去除污水中呈胶体和溶解状态的有机性物质（即BOD物质），去除率往往在90%以上，处理后水的BOD可能降至20~30mg/L。由于二级处理通常是借生物法来完成的，所以，人们往往把生物处理与二级处理看作同义语。一般情况下，经二级处理后，污水即可达到排入水体的标准。

在进行二级处理之前，一级处理经常是必须的，故一级处理又叫预处理。一级和二级处理法，是城市污水经常采用的处理方法，所以又叫常规处理法。

污水的三级处理，目的在于进一步去除二级处理所未能去除的污染物质，其中包括微生物未能降解的有机物，以及氮、磷等能加速水体富营养化过程的可溶性无机物等。三级处理的方法是多种多样的，例如生物法、砂滤、活性炭过滤、化学氧化以及离子交换和电渗析等。通过三级处理，BOD₅可从20~30mg/L降至5mg/L以下，同时能够去除大部分的氮和磷。

对生活污水处理而言，三级处理是深度处理（或高级处理）的同义语，但二者并不完全一致。如前所述，三级处理是在常规处理之后，为了去除更多有机物及某些特定污染物质（如氮、磷）而增加的一项处理工艺。至于深度处理（或高级处理），则往往

是以污水回收及再用为目的，而在常规处理之外所增加的处理工艺流程。水回用的对象很广，对复用水水质的要求不尽相同，深度处理一般系指那些对水质要求较高时所采用的处理工艺流程，如活性炭过滤、反渗透和电渗析等。

污水处理的上述三种方法和级别的大致功能对应关系，可如图0-2所示。

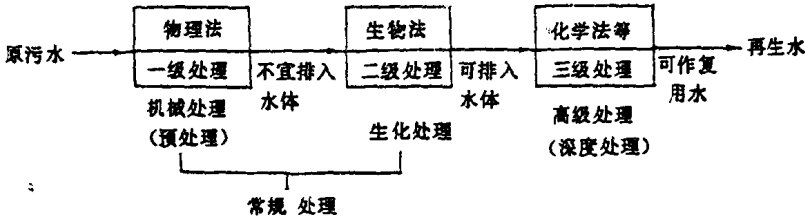


图 0-2 污水处理方法及功能

生活污水和以生活污水为主的城市污水处理的典型工艺流程，如图0-3所示。

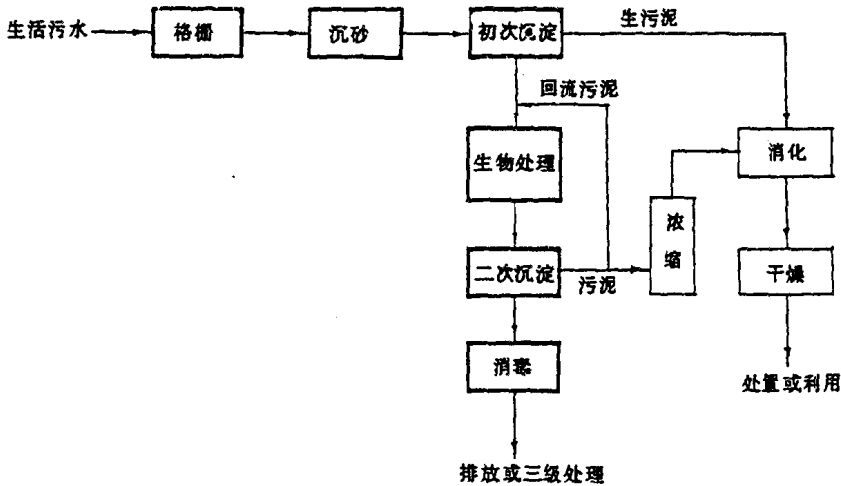


图 0-3 生活污水处理工艺流程

对各种工业生产废水的处理，由于其水质的多样性，所以处理流程各不相同，可参考表0-2选择合适的处理单元方法组合成