

737080

524

7/73028

废水处理手册

(美国)

陆军部和空军部编

杨润昌 周书天译

湘潭大学

73028

译者前言

本手册译自美国陆军部和空军部编写的“Domestic Wastewater Treatment”，由美国政府出版局出版（U.S. Government Printing Office, 1981—349—679/8543）。该书对生活废水处理的各种方法的计算公式及设计作了系统的介绍，提供了各种技术数据及设计参数。并附有许多计算实例。对废水处理厂总体设计的规划、设计依据、流量测量装置、监测仪表、安全设施及处理厂的实验设施也都作了详细介绍，是一本实用性很强的参考书。我们期望本书的翻译出版，对我国废水的处理能有所帮助。

本手册可供国内环境保护部门及有关的设计院、工矿企业、大专院校环境工程专业师生参考。

本手册由杨润昌译第一～十，十四、十五章、附录及术语汇编，周书天译第十一～三十三、十六～二十一章，第1～6章由王霞瑜校，第11～13，16～21章由杨润昌校，第7～10、14、15章及附录由周书天校。

本手册还得到邹振新同志的大力帮助和支持，在此谨表谢意。

限于译者水平，错误之处，敬请读者批评指正。

译者 1984.7.18

《废水处理手册》

目 录

第一章 概 述	
1—1 目的	1
1—2 适用范围	1
1—3 缩写语	1
1—4 总体设计的要求	2
1—5 设特殊计的要求	2
第二章 场地选择	
2—1 位置	4
2—2 距离要求	4
2—3 道路	4
第三章 处理要求	
3—1 一般要求	5
3—2 预处理	5
3—3 初级处理	6
3—4 二级处理	6
3—5 废水的高级处理	6
3—6 废水处理方法的评价	6
第四章 主要设计依据	
4—1 概述	19
4—2 设计阶段	19
4—3 预计现在和将来所需要的处理量	19
4—4 废水容积	20
4—5 人口当量	21
4—6 容积系数	21
4—7 废水特性	22
4—8 预处理要求	22
第五章 处理方法的选择	
5—1 规章要求	23
5—2 选择处理方法应考虑的因素	23
5—3 对受纳水体的影响	23

第六章 废水处理厂的特点和处理厂的总体布置

6-1 处理装置的类型.....24

6-2 预处理和初级处理单元.....24

6-3 二级处理单元.....24

6-4 污水高级处理单元.....25

6-5 处理厂场地.....26

6-6 处理厂的总体布置.....26

6-7 处理厂的水力计算.....27

6-8 处理厂的附属设施.....27

第七章 流量测量装置

7-1 概述.....29

7-2 流量测量装置的种类.....29

第八章 预处理

8-1 概述.....30

8-2 格栅.....30

8-3 粉碎装置.....34

8-4 沉砂池.....37

8-5 溶气浮选.....38

8-6 废水絮凝.....38

第九章 沉淀和化学沉淀

9-1 概述.....41

9-2 沉淀装置的作用及类型.....41

9-3 设计参数.....41

9-4 池子类型及设计特点.....43

9-5 化学沉淀.....44

9-6 污泥特性.....48

9-7 改进现有沉淀装置的技术.....50

第十章 生物滤池

10-1 概述.....51

10-2 设计依据和指标.....51

10-3 生物滤池中的硝化作用.....55

10-4 水力构件.....57

10-5 滤池的其它部件.....58

10-6 改进现有生物滤池的技术.....58

第十一章 活性污泥法

11-1 概述.....60

11-2 活性污泥法.....60

11-3 设计依据和设计指标.....63

11—4	曝气方法	65
11—5	曝气池设计	67
11—6	最终沉淀池	68
11—7	污泥处理	69
11—8	传统活性污泥法的改进技术	69
第十二章 其它生物处理方法		
12—1	可代替活性污泥法及生物滤池的其它方法	71
12—2	废水稳定塘分类	71
12—3	废水稳定塘设计参数	73
12—4	塘的附属设施	73
12—5	生物转盘	76
第十三章 废水高级处理		
13—1	工艺流程	78
13—2	氧化塘 (Polishing Ponds)	78
13—3	后曝气	78
13—4	微滤	78
13—5	过滤	82
13—6	活性炭吸附	84
13—7	膜法	86
13—8	除磷	86
13—9	硝化	86
13—10	脱氮	97
13—11	三级生物处理系统	98
13—12	其它除氮方法	98
第十四章 污泥管理、处理和处置		
14—1	概述	100
14—2	污泥输送	100
14—3	污泥增稠	100
14—4	污泥调理	102
14—5	污泥脱水	103
14—6	污泥消化	104
14—7	污泥贮存	108
14—8	污泥干化	108
14—9	污泥处置	109
第十五章 消毒		
15—1	概述	111
15—2	设计依据和设计指标	111
15—3	加氯器	112

15—4	氯发生器	114
15—5	氯接触池	114
15—6	氯控制装置	114
15—7	脱氯	115
第十六章 小型废水处理装置		
16—1	概述	116
16—2	化粪池的设计指标	116
16—3	地下排灌设计指标	116
16—4	成套处理装置	119
第十七章 化学药剂的投料及运输		
17—1	概述	120
17—2	化学药品的运输	120
17—3	化学药品的保管	120
17—4	化学药品的投料	120
17—5	化学药品的特性	121
第十八章 其它设计的考虑		
18—1	概述	122
18—2	测量与检测仪表	122
18—3	采样	123
18—4	气味的控制	123
第十九章 安全设施		
19—1	概述	126
19—2	适用标准	126
19—3	工厂设计中的安全设施	126
19—4	安全装置	127
19—5	快速喷射器	127
第二十章 一般要求		
20—1	实验室设施	128
20—2	绘图和设计分析	128
20—3	操作规程	128
第二十一章 典型军用废水处理系统		
21—1	典型系统	129
附录A 参考书目 (略)		
附录B 文献目录 (略)		
附录C	单位和换算系数	133
附录D	淡水中氧的溶解度和温度校正	138
附录E	实例	136

E—1	沉砂池	139
E—2	机械絮凝	152
E—3	沉淀	153
E—4	化学沉淀	155
E—5	单级石头滤料生物滤池	157
E—6	石头滤料二级生物滤池	159
E—7	合成滤料滤池	160
E—8	活性污泥法, 推流式曝气	162
E—9	活性污泥法, 完全混合式曝气	163
E—10	氧化塘	164
E—11	微滤机	164
E—12	复合滤料过滤	165
E—13	活性炭吸附	166
E—14	膜分离、超滤	168
E—15	除磷	168
E—16	硝化	169
E—17	污泥厌气消化	170
E—18	污泥好气消化	172
E—19	污泥泵	172
E—20	污泥重力增稠	173
E—21	真空过滤	174
E—22	加氯器	175
附录F	军用污水处理厂实验室附属设施的最低要求	177
附录G	军用污水处理厂实验室设备的最低要求	178
附录H	军用污水处理厂实验室化学药品的最低要求	198
	术语汇编	208

第一章 概 述

1-1 目 的

为了指导生活污水处理厂的规划和设计, 需要提供一些常用的资料和设计指标。本手册第一章到第六章的内容为常用资料。其余章节的重点为设计。用于指导工业污水处理厂设计的资料可见TM(技术手册)5-814-6/AFM(空军技术手册)88-11的第六章。

1-2 适用范围

本手册为生活污水处理厂的规划和设计提供资料和设计参数。设计指标适用于下述三种流量范围。

- <0.1 百万加仑/天
- 0.1~1.0 百万加仑/天
- 1.0~10.0 百万加仑/天

1-3 缩略语

atm	大气压
avg	平均值
BOD	生化需氧量(除另作说明外, 一般指在20℃下, 5天内的需氧量)
Btu	英热单位
C	摄氏温度
cfm	英尺 ³ /分
cc	厘米 ³
cfs	英尺 ³ /秒
COD	化学需氧量
cu	立方
DO	溶解氧
F	华氏温度
fpm	英尺/分
cuft/d	英尺 ³ /天
fps	英尺/秒
ft	英尺
gal	加仑
gpcd	加仑/人·天

gph	加仑/小时
gpm	加仑/分
scfm	标准英尺 ³ /分
hp	马力
hr	小时
in	英寸
kw	千瓦
l, L	升
lb	磅
m	米
mil gal	百万加仑
mg	毫克
mgad	百万加仑/英亩·天
mgd	百万加仑/天
min	分钟
ml	毫升
MLSS	混合液悬浮固体浓度
MLVSS	混合液挥发性悬浮固体浓度
mm	毫米
No.	号码
ppm	百万分之一
psi	磅/英寸 ²
sec	秒
sq	平方
U.S.	美国
wt	重量
yd	码

1-4 总体设计的要求

废水处理厂的设计应与所要求的处理程度完全一致。这类废水处理厂应能处理常规洗衣与环境卫生的混合废水。当洗衣的废水量不超过每天平均废水总量的25%，或不超过资源保护措施允许值时，可以不设置预处理。这类废水处理厂可以接纳下列类型的工业废水：冷却塔排水、锅炉排水、车辆洗涤废水、游泳池过滤器排水，以及含可生物降解洗涤剂的飞机洗涤废水，必要时还应对上述工业废水进行预处理。对现有处理厂进行扩大设计时，若该厂已长期运行并有准确的记录数据，废水流量废水特性等设计参数可通过对这些运行数据的修正而得到。

1-5 特殊设计的要求

在进行现有装置的扩大设计或设计新型装置时，设计人员可以一些新的处理过程为依据提出设计参数供考虑。这里，污染控制装置将组成最新的实验工艺。这种新工艺只有在预定的气候条件下，用一个模拟装置对类似废水进行很成功的验证后，才考虑采用。对试验中的处理程度、操作性能和维护记录都应准确地记录下来，以验证它的处理能力。需要使用这些处理工艺时，有关的基础资料和操作运行记录，属于陆军军用设施的可向HQDA (DA EN—MCE—D) WASH DC 20314 (哥伦比亚特区华盛顿陆军总部20314) 申请，属于空军军用设施的可向 HQUSAF/PREEU WASH DC 20332 (哥伦比亚特区华盛顿美国空军总部20332) 申请。

第二章 场 地 选 择

2-1 位 置

选择处理装置场地时考虑的主要因素有：地形；合适的排放点；与生活区、操作区和公用事业区应保持的适当距离；以及总体规划中所提出的预留位置。50000加仑/天或小于此能力的处理装置离生活区等设施的距离不能少于500英尺，并且在此距离以外不应听到难以忍受的噪音和闻到难于忍受的气味。大型处理装置和无论哪一种规模的废水处理池距离上述生活、操作区的距离应大于 $1/4$ 英里。上述生活、操作区位于下述情况时，则需加大间距：位于处理装置的下风方向；经常遭受空气滞流或薄雾复盖的影响；标高低于处理装置，处理装置流出的地面水和地下水会侵占部分面积。在某些情况下可以不受500英尺的限制，这种条件取决于气候温差的综合模数，而处理系统也是综合模数的一个部分。污水处理装置不能与生活区具有相同的模数。使用地下排水管的标准化粪池系统时，它所在的区域不受500英尺范围的限制。在控制烟雾、有毒气体及臭气的特殊设计中，陆军军用设施或空军军用设施要求放宽限制缩短距离时，应通过控制系统分别向 HQDA (DAEN—MCE—D) WASH DC 20314 或HQ USAF/PREEU WASH DC 20322 提出申请。距离缩小后，设备在运转时不应增加难以忍受的噪音强度，还应说明要求放宽限制的特殊设计的特点，包括有关的确切资料。还要求提供单元过程、装置规模、主导风向和气候条件等资料。另外，还要注意海拔高度对主导风向的影响，毗邻工厂、地形等因素的影响。

2-2 间距要求

不仅需要足够的间距以满足单体设备以及有关管道的排布，还应考虑将来的发展需要。将来发展包括现有处理工艺能力的提高，以及为满足将来更加严格的河流标准和排水标准而设计的新装置。

2-3 道 路

场地应位于全天候公路能到达的地方，或能够提供通往工厂道路的地方。也能位于有合适的铁路侧线的地方。

第三章 处理要求

3-1 一般要求

在处理厂设计开始之前，其处理程度应根据联邦政府和州政府所颁布的河流和排水的要求来确定。在确定军事设施排出废水处理程度时，陆军按TM—5—814—8第四节的规定进行，空军按AFR19—1、AFP19—5第四章中的规定进行。

1、标准

美国环保局（EPA）将颁布包含有毒污染物的排水标准。可以对排放采用严格的限制，甚至完全禁止排放。对军队来讲，最适用的办法是禁止化学和生物战争物质及高剂量放射性废物的排放。

2、预处理

国家法律92—500，即后来的修正案，要求对进入处理厂前尚未处理而又会妨碍污水处理厂运行的污染物进行预处理。

3、州条例

大多数州对生活废水的要求是，至少进行二级处理，一些州还要求去除磷和氮，以防止水体的富营养化。还有一些州要求维持处理厂出水中溶解氧达到一定的浓度。对一些重要的地段，州里还规定对废水采用各种高级处理技术，以保护水资源。设计人员在确定处理程度和选选择处理方法之前，必须查对是否符合州的管理标准。

4、地方条例

在一般情况下，地方政府对废水处理装置不作特殊要求。但废水处理装置的结构必须符合使用地区的要求以及安全与卫生管理局（OSHA）的要求，陆军军用设施的还须符合AR 200—1的要求，空军军用设施的还须符合AFM88—15的要求。

3-2 预处理

1、定义

预处理为一些物理的和化学的处理方法，用于废水处理厂的初级处理之前。它的作用是保护后面的处理设备，并尽量减少后面操作的困难。它不包括生活污水处理厂能接纳的废水的预处理。

2、预处理的一般要求

生活废水的预处理可以采用下面的办法：

（1）筛分和（或）粉碎。

（2）当废水为暴雨与环境卫生的混合废水时，需要除去粗砂，以保护处理厂的机械设备。

（3）重力分离或浮选。当汇集的是高浓度含油工业废水与生活废水的混合废水时，可采用此方法。

3、其它预处理

在一定条件下，可以采用下面的方法：

(1) 控制气味的氯化预处理。这种方法在军用设施中不常采用，这是由于废水在军事设施的排水系统中流动的距离比典型的市政废水短得多，这种方法也不适于腐败性的废水。

在采用这种方法之前，要对整个处理系统进行分析，并对其它可用的方法进行评价。

(2) 均衡。这种方法最适用于被污染了的暴雨雨水或间歇操作的废水。均衡后，废水的有机物负荷或水力负荷降低，能减小处理装置的规模，均衡还能控制废水的化学组成变化。均衡通常需占用大量的土地，由于土地的缺乏或者价格昂贵，使它的使用受到了一定的限制。在均衡中，需要不断地混合或(和)曝气，没有混合(或)曝气时，一些废水在停留几小时后会变成厌氧型的。

3—3 初级处理

初级处理为能够除去废水中可沉淀物和漂浮物的物理处理或一些化学处理。

3—4 二级处理

二级处理为生物处理及一些化学的处理方法，它们能够除去废水中溶解性的有机物和胶体物。二级处理的法定解释可见术语汇编(GLOSSARY)。

3—5 废水的高级处理

1、定义

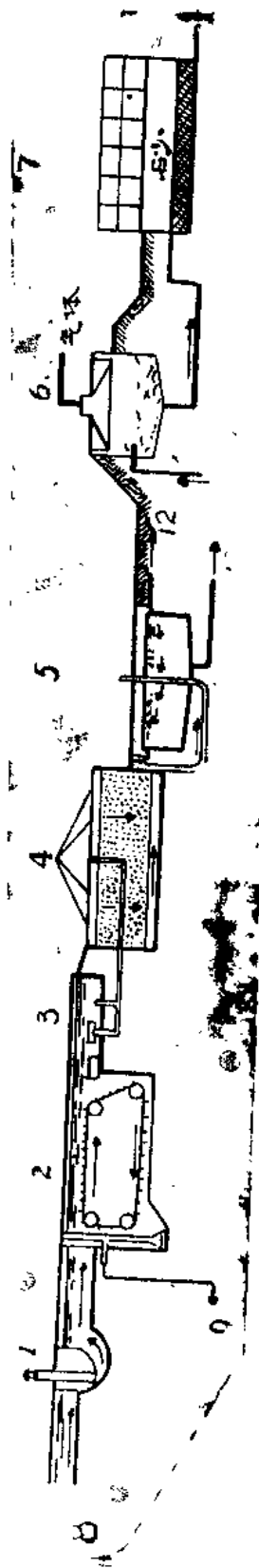
废水高级处理为进一步降低废水中污染物含量的一些方法，它们不同于那些传统的方法(如沉淀、活性污泥法、生物滤池等)。高级处理由以下各种单元操作组成：二次曝气、微滤、过滤、炭吸附、膜分离，以及除去磷和氮的一些特殊处理方法。

2、效率

废水的高级处理具有很高的去除率，被用于需要严格控制排放标准的地方。传统的废水处理方法与高级的处理方法的各种组合，可以除去废水中90%以上的有机物和悬浮固体。通过高级处理(第十三章)能使废水中磷 $<1\text{mg/L}$ 、总氮 $\leq 5\text{mg/L}$ 。

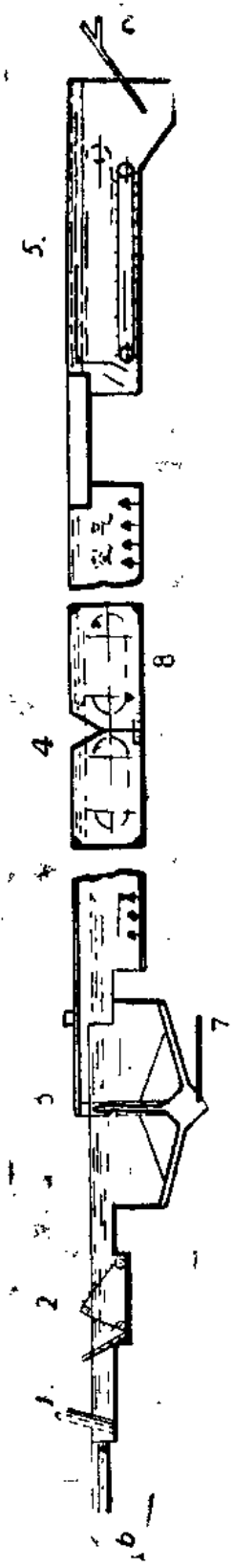
3—6 废水处理方法的评价

对各种废水处理方法的扼要评价列于表3—1。图3—1绘出了污水处理厂的通用流程。表3—2和3—3介绍了各种适用的处理方法及它们的特点。上述内容可用于选择各种处理单元组成的工艺流程。



- 1、粉碎机 2、初次沉淀池（沉淀固体由环状链条刮板除去） 3、投配池
 4、生物滤池（旋转臂将沉淀后的污水分散到接触材料上） 5、二次沉淀池（由滤池的
 出水中除去腐殖质。污泥被耙到中心，并被移出。） 6、消化池（消化污泥由二个沉淀
 池来，上层清液送回处理装置。） 7、玻璃盖的污泥干化床（已消化的污泥在玻璃盖
 下干化，干化污泥作土壤结构材料或填坑。） 8、粗碎物坑 9、污泥用泵送到消化池
 10、11、污泥 12、二次沉淀池出水排到河流

图3-1-A 二级污水处理厂的通用类型——包括粉碎、普通沉淀、接触处理、最终沉
 淀、污泥消化和干燥的生物滤池。



- 1、钢架 2、砂室（钢架和砂室用机械清理，把除物被切碎并返回污水，清除的砂填坑） 3、初次沉淀池（固体沉淀物被耙到池中心） 4、活性污泥池（返回的活性污泥与空气混合保持悬浮状态，溶解并能完全分解的有机物被转化成活性污泥）
- 5、最终沉淀池（沉淀的活性污泥部分返回曝气池，部分废弃，废弃污泥去最后处置）
- 6、接工厂污水管出口 7、污泥到消化池 8、扩散器 9、活性污泥

图3-1-B 二级污水处理厂的通用类型——包括去除粗砂、普通沉淀、接触处理及最终沉淀的活性污泥法，污泥用泵送去消化

表 3-1

废水处理方法的评介

处理方法	适用范围	优点和特性	缺点和局限性
1、预处理 a、均衡	变化较大的废水	1、减少废水变化。 2、降低化学处理的要求。 3、降低流量峰值，减小装置的规模。	1、占地面积大。 2、可能会腐败，需要混合和（或）曝气装置。
b、中和	具有较大或较小的PH值的废水。	1、为生物、物理化学处理提供合适的条件。 2、减缓腐蚀和结垢，	1、可能产生固体物。 2、设备操作复杂。
c、温度调整	具有较高或较低温度的废水。	为生物处理提供合适的条件。	一次设备费高。
d、补充营养	营养不足的废水。	使生物处理条件尽可能完善。	
e、筛分	含有大颗粒固体的废水（木头块、碎石等）。	1、防止泵和管子堵塞。 2、减少后面工序固体物的处理。	需要经常维护，以防止粘性固体使滤网堵塞和失效。
f、除砂	含有大量的比重较大的固体无机物废水。	1、降低维护费用和腐蚀。 2、减少其它处理单元的固体负荷。	对于固体物的处置有时是困难的。
2、初级处理 a、沉淀	含有可沉淀的悬浮固体的废水。	1、减少后面生物处理单元的无机和有机固体物负荷。 2、代价最低，应用最普遍的固-液分离方法。 3、适用于多种废水处理。 4、所需设备及操作简单。 5、已证明是确实可靠的处理方法。	1、可能会腐败和有臭气。 2、废水性质的变化会产生不利的影响。 3、占地面积较大。
b、溶气浮选	含有油、油脂、悬浮固体和其它漂浮物的废水。可用于澄清或增稠。	1、除去油脂和悬浮固体。 2、占地面积比沉淀池小。 3、固体浓度比沉淀法高。	1、一次设备费高。 2、设备和操作复杂。 3、功耗和维持费用高。

续表 3-1

处理方法	适用范围	优点和特性	缺点和局限性
		4、能及时供氧，维持需氧条件。	
3、二级处理 a、活性污泥法(曝气和二次沉淀)	可生物处理的有机废水。	1、适应性——能适应PH值、有机物和温度的较小变化。 2、产生高质量的出水——去除90%的BOD和悬浮固体。 3、占地面积小。 4、可采用成套设备。 5、可控制硝化程度。 6、臭味较少。	1、操作费用高(熟练的工人、电等)。 2、产生的固体废物需要作泥浆处置。 3、大部分过程对冲击负荷、有毒金属或其它毒物较敏感。
b、曝气池(1) (伴有二次沉淀)	可生物处理的有机废水。	1、适应性——能适应PH值、有机物、温度的较小变化。 2、建设费用低。 3、很少维护。 4、出水为中等质量(除去80~95%的BOD)。	1、出水中含有悬浮固体。 2、受季节性温度变化的影响。 3、操作问题(冰、固体沉淀物等)。 4、功耗中等。 5、占地面积大。 6、不降低色度。
c、好氧—厌气池	可生物降解的有机废水。	1、建设费用低。 2、不需要熟练的操作。 3、中等质量出水(除去80~95%的BOD)。 4、从废水中除去一些营养物质。	1、占地面积大。 2、出水中含有藻类。 3、可能会腐败和有臭气。 4、有杂草生长，蚊子、虫类等问题。
d、生物滤池	可生物处理的有机废水。	1、中等质量出水(除去80~90%的BOD)。 2、操作费用中等(比活性污泥法低，比氧化塘高)。 3、抗冲击负荷。	1、分配器和床层堵塞。 2、有蜗牛、蚊子和昆虫等问题。
e、化学氧化(2)	用于高浓度低流量废	1、出水消毒。	1、化学药品费用。