

A schematic diagram of a wastewater treatment process. It features a green background with a red rectangular area in the upper right. In the green area, there is a cylindrical tank with a vertical line through its center, and a rectangular tank with vertical lines. In the red area, there is a rectangular tank with a vertical line through its center, and a cylindrical tank with a vertical line through its center. Dashed lines connect these tanks, indicating a flow path. At the top of the red area, there is a small white rectangular box with four dots below it. At the bottom of the red area, there is a small white rectangular box with four dots below it. The title '污水处理' is written in large white characters on a black background, and '的基本方法及应用' is written in smaller red characters on a black background.

污水处理

的基本方法及应用

中国铁道出版社

86-644

69R

C.2

污水处理的基本 方法及应用

铁道部专业设计院标准处

兰州铁道学院给排水系 合编

铁道部第三勘测设计院给水科

3k206/17

中国铁道出版社

1987年·北京

(京) 新登字 063 号

污 水 处 理 的 基 本 方 法 及 应 用

铁道部专业设计院标准处

兰州铁道学院给排水系 合编

铁道部第三勘测设计院给水科

*

中国铁道出版社出版发行

北京市宣武区南菜园街甲72号

各地新华书店经售

北京顺义燕华印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 10.25 字数: 229 千

1982年7月第1版 1997年1月第2次印刷

印数: 15001—18000册

ISBN 7-113-02374-6/X·8 定价: 12.90元

内 容 提 要

本书针对小型工业企业污水处理的特点，介绍一些适用于这些企业污水处理的基本方法及其应用。全书分二篇九章，第一篇主要介绍污水的物理、化学、生物、物理-化学等处理方法的处理原理、处理设备及有关参数；第二篇主要介绍铁路货车洗刷污水、油罐车洗刷污水、机务段车辆段污水及中小型工厂企业的电镀车间、木材防腐、煤气发生站、企业医院等污水的处理。

本书可供环境保护工作者、给排水技术人员参考。

重印说明

保护环境、改善环境是关系到保护人民健康和造福子孙后代的大事，为了进一步推动环境保护工作的开展，应广大环保工作者的要求，在修订《污水处理的基本方法及应用》之前，在1982年版本的基础上，重新排印，以满足广大环保工作者的急需，书中的内容凡与现行的国家标准、铁道部标准不符时，以现行标准为准。

1996年3月

43772

前 言

保护和改善环境，是关系到保护人民健康和造福后代的大事。为了推动环境保护工作的开展，本书针对小型工业企业污水的特点，介绍一些污水处理的基本方法及其在铁路等小型工业企业中的运用，以供环境保护、给水排水、污水处理技术人员参考。

第一篇污水处理基本方法，主要介绍污水的物理、化学、生物、物理-化学等处理的原理、设备及参数。对污水消毒和污泥处理等本书亦作了介绍。

第二篇几种污水处理，主要介绍铁路货车、油罐车洗刷污水，机务段、车辆段、小型工厂企业的电镀车间、木材防腐、煤气发生站以及医院等的污水处理。

参加编写本书的有：

铁道部专业设计院：

王世聪（第1、9章，8章5、6节）

邓家钟（第8章1节）

李凤兰（第8章4节）

兰州铁道学院：

欧阳铭（第2、3、4、6章）

邱榕处（第5、7章）

铁道部第三勘测设计院：陈永锐，宋质彬，王玉捷，阎凤翥

（第8章第3、8节）

李爵森，杨秀明（第8章第2节）

管树勤，范西马（第8章第7节）

全书由王世聪，邓家钟 校订

本书在编写过程中曾得到铁道部有关业务局和有关同志的支持和帮助，特此致谢。

编 者

1981年5月

目 录

第一篇 污水处理基本方法

第一章 概 述	1
第一节 污水处理的任务与原则	1
第二节 污水水质指标及排放标准	1
第三节 污水处理方法的选择	9
第四节 水体自净及处理程度估算	12
第二章 污水的物理处理方法	16
第一节 格栅	16
第二节 沉淀与上浮	17
第三节 调节池	30
第三章 污水的化学处理方法	32
第一节 混凝	32
第二节 pH值的调整及中和	37
第三节 氧化还原	42
第四节 臭氧在污水处理中的应用	47
第四章 污水的生物处理方法	51
第一节 简 述	52
第二节 活性污泥法处理	64
第三节 生物膜法处理	82
第四节 氧化塘、氧化沟法处理	98
第五节 污水灌溉	101
第五章 物理-化学处理方法	104
第一节 吸附	104
第二节 离子交换	111

第三节	浮选	114
第四节	萃取	119
第五节	膜析	122
第六章	污水消毒	123
第七章	泥渣的处理和利用	137
第一节	泥渣的性质	137
第二节	污泥的输送	139
第三节	污泥消化	141
第四节	污泥浓缩和干化	146
第五节	湿法燃烧	157
第六节	泥渣利用	159

第二篇 几种污水处理

第八章	几种污水处理	163
第一节	铁路货车洗刷污水处理	163
第二节	铁路油罐车洗刷污水处理	187
第三节	铁路机务段、车辆段污水处理	208
第四节	电镀车间污水处理	220
第五节	木材防腐厂污水处理	256
第六节	煤气发生站污水处理	266
第七节	医院污水处理	269
第八节	计算示例	282
第九章	污水处理站的设计	300
第一节	污水处理站位置的选择	301
第二节	污水处理站设计	302
第三节	平剖面设计示例	310
附录	微生物图谱	316
主要参考资料		318

第一篇 污水处理基本方法

第一章 概 述

第一节 污水处理的任务与原则

污水中含有各种有毒、有害和有用的物质，如果不经处置直接排入水体，不仅污染水源，而且还造成浪费。若将其引入农田进行灌溉，会影响农业果实之食用，并污染地下水水源，严重时，会引起传染病的流行。因此，污水处理的任务在于把污水中 useful 物质用各种方法分离出来，回收利用；将其中有害成分分解为无害物质，达到不污染水源及土壤和防止传染病蔓延，以及改善污水的外观等目的。

在考虑污水处理问题时，应注意到污水的污染源情况。污水浓度和水量大小很大程度上取决于生产工艺。应尽量采用先进工艺，减少污水排放量和降低污水浓度，使污水中有毒物质尽可能减少，从而简化处理过程。对于某些含有有用物质的污水应积极开展综合利用，如：含油污水，可通过隔油池回收污水中的油品；电镀含铬污水，通过离子交换回收六价铬等。回收设备的设置应根据技术经济条件决定。

在考虑污水处理工艺时，要因地制宜，便于管理并应尽可能采用先进技术和高效处理设备，同时积极开展科学试验。

第二节 污水水质指标及排放标准

在工业污水处理中，常用下述指标来表示其污染程度及

净化程度。

生物化学需氧量（简称生化需氧量，以BOD表示）——在河湖中排放大量污水或生产废水，会强烈消耗河湖水中原有的溶解氧。当排放污水时，必须估计到放出多少量，将不致影响该河湖水中氧的平衡，因此一般要测定污水的生化需氧量。水中有机物质在有氧条件下，被微生物分解，在此过程中所消耗氧的毫克/升数，称为生化需氧量。此生化过程进行很慢，如在20°C培养时，若要完成这个过程，需100多天，因此除长期研究工作外，没有实际应用价值，一般地以20°C培养5天为标准，以BOD₅表示。

化学耗氧量（以COD表示）——当污水中含有有机物质时，在投加重铬酸钾后，便可将大部分有机物质氧化。由消耗的重铬酸钾量即可计算出水中有机物质被氧化所消耗的氧的毫克/升数，称化学耗氧量。

由于测定生化需氧量很费事，而且生化需氧量对指导生产实践很不及时，所以在实际工作中常采用化学耗氧量。对于同一水源，在一定条件下，其生化需氧量与化学耗氧量之间有一定关系。故可根据实测资料找出其关系，以作生产运转的参考。

各种有毒物质含量——污水中的有毒物质种类较多，如铬、酚、氰、砷等，应视污染源情况分别测定，以毫克/升计。

总氮——用经过适当处理和消毒后的生活污水和某些生产污水灌溉农田时，为了了解污水的肥份，应测定总氮量。总氮包括有机氮、氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮，以N毫克/升计。

氢离子浓度（pH值）——pH值为氢离子浓度倒数的对数。

$$\text{pH} = \log_{10} \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

一般用pH值来代表水的酸碱性。在实用上，pH的范围如下：

中性水	$\text{pH} = 6.5 \sim 8.0$
弱酸性水	$\text{pH} = 5.0 \sim 6.4$
弱碱性水	$\text{pH} = 8.1 \sim 10.0$
强酸性水	$\text{pH} < 5.0$
强碱性水	$\text{pH} > 10.0$

悬浮物——污水中的污染物质，根据其存在状态可分悬浮物、溶解物、漂浮物等。在污水处理中，悬浮物的去除百分率是衡量沉淀效果的重要指标。沉淀设备中沉淀下来的物质，如果主要是有机物质，叫污泥；如果主要是无机物质，则叫沉渣。污泥的含水率较大，其比重接近1。沉渣含水少，比重大于1，通常用湿度来表示其中的含水量。湿度就是单位体积沉渣所含水的体积百分数。

生产污水往往有很深的颜色和很高的混浊度，很难进行比色测定，故可用电位计测定。

为了保护水体不受大量污染物质的破坏，应严格控制排入水体的污水水质。

由于水体的各种用途不同，对水质的要求很不相同。

按照国家三废排放试行标准的规定，对水系的水质按三种标准进行管理：第一种，供人饮用的水源和风景游览区，必须保持水质清洁，严禁污染；第二种，农业灌溉、养殖鱼类和其他水生生物的水源，必须保证动植物生存的基本条件，并使有害物质在动植物体内的积累，不超过食用标准；第三种，工业用水源，必须保证水质符合工业生产的要求。总之污水排入上述水源时，都必须符合各种要求。

工业污水中有害物质最高容许排放浓度，分为两类：

第一类，能在环境或动植物体内蓄积，对人体健康产生长远影响的有害物质。在车间排出口处的水质应符合表 1—1 的规定，但不得用稀释方法代替必要的处理。

表 1—1

序号	有害物质名称	最高容许排放浓度 (毫克/升)
1	汞及其无机化合物	0.05 (按 Hg 计)
2	镉及其无机化合物	0.1 (按 Cd 计)
3	六价铬化合物	0.5 (按 Cr ⁶⁺ 计)
4	砷及其无机化合物	0.5 (按 As 计)
5	铅及其无机化合物	1.0 (按 Pb 计)

第二类，其长远影响小于第一类的有害物质，在总的排出口处水质应符合表 1—2 要求。

表 1—2

序号	有害物质或项目名称	最高容许排放浓度
1	pH 值	6~9
2	悬浮物 (水力排灰、洗煤水、水力冲渣)	500 毫克/升
3	生化需氧量 (5天20℃)	60 毫克/升
4	化学耗氧量 (重铬酸钾法)	100 毫克/升
5	硫化物	1 毫克/升
6	挥发性酚	0.5 毫克/升
7	氰化物 (以游离氰根计)	0.5 毫克/升
8	有机磷	0.5 毫克/升
9	石油类	10 毫克/升
10	铜及其化合物	1 (按 Cu 计) 毫克/升
11	锌及其化合物	5 (按 Zn 计) 毫克/升
12	氟的无机化合物	10 (按 F 计) 毫克/升
13	硝基苯类	5 毫克/升
14	苯胺类	3 毫克/升

当利用污水直接灌溉时，其水质应符合表 1 — 3 的规定。

农田灌溉用水标准

表 1 — 3

编号	项 目	标 准
1	水 温	不超过35℃
2	pH值	5.5~8.5
3	含盐量	非盐碱土农田不超过1500毫克/升
4	氯化物 (按Cl计)	非盐碱土农田不超过300毫克/升
5	硫化物 (按S计)	不超过1毫克/升
6	汞及其化合物 (按Hg计)	不超过0.001毫克/升
7	镉及其化合物 (按Cd计)	不超过0.005毫克/升
8	砷及其化合物 (按As计)	不超过0.05毫克/升
9	六价铬化合物 (按Cr ⁶⁺ 计)	不超过0.1毫克/升
10	铅及其化合物 (按Pb计)	不超过0.1毫克/升
11	铜及其化合物 (按Cu计)	不超过1.0毫克/升
12	锌及其化合物 (按Zn计)	不超过3毫克/升
13	硒及其化合物 (按Se计)	不超过0.01毫克/升
14	氟化物 (按F计)	不超过3毫克/升
15	氰化物 (按游离氰根计)	不超过0.5毫克/升
16	石油类	不超过10毫克/升
17	挥发性酚	不超过1毫克/升
18	苯	不超过2.5毫克/升
19	三氯乙醛	不超过0.5毫克/升
20	丙烯醛	不超过0.5毫克/升

注：1) 本表摘自《农田灌溉水质标准》(TJ24—79)

2) 放射性物质的标准，应按现行《放射防护规定》中关于露天水源中放射性物质限制浓度的规定执行。

当排入灌溉的地面水源时，在其下游最近的灌溉取水点的水质应符合表 1 — 3 要求。对于医疗卫生、科研和畜牧兽医等机构含病原体的污水，必须经过严格消毒处理，彻底消灭病原体。

当排入鱼虾类的产卵场、索饵场、越冬场、回游通道和鱼虾贝藻类的养殖场等渔业水域时，必须符合最近渔业水域的水质规定，水质标准见表1—4。

渔业水域水质标准

表1—4

编号	项 目	标 准
1	色、臭、味	不得使鱼虾贝藻类带有异色、异臭、异味
2	漂浮物质	水面不得出现明显油膜或浮沫
3	悬浮物质	人为增加的量不得超过10毫克/升，而且悬浮物质沉积于底部后，不得对鱼虾贝类产生有害的影响。
4	pH值	淡水6.5~8.5，海水7.0~8.5
5	生化需氧量 (五天、20℃)	不超过5毫克/升；冰封期不超过3毫克/升
6	溶解氧	24小时中，16小时以上必须大于5毫克/升，其余任何时候不得低于3毫克/升，对于鲑科鱼类栖息水域冰封期其余任何时候不得低于4毫克/升
7	汞	不超过0.0005毫克/升
8	镉	不超过0.005毫克/升
9	铅	不超过0.1毫克/升
10	铬	不超过1.0毫克/升
11	铜	不超过0.01毫克/升
12	锌	不超过0.1毫克/升
13	镍	不超过0.1毫克/升
14	砷	不超过0.1毫克/升
15	氰化物	不超过0.02毫克/升
16	硫化物	不超过0.2毫克/升
17	氟化物	不超过1.0毫克/升
18	挥发性酚	不超过0.005毫克/升
19	黄 磷	不超过0.002毫克/升
20	石油类	不超过0.05毫克/升
21	丙烯腈	不超过0.7毫克/升
22	丙烯醛	不超过0.02毫克/升
23	六六六	不超过0.02毫克/升
24	滴滴涕	不超过0.001毫克/升
25	马拉硫磷	不超过0.005毫克/升
26	五氯酚钠	不超过0.01毫克/升

续上表

编号	项 目	标 准
27	苯 胺	不超过0.4毫克/升
28	对硝基氯苯	不超过0.1毫克/升
29	对氨基苯酚	不超过0.1毫克/升
30	水合肼	不超过0.01毫克/升
31	邻苯二甲酸二丁脂	不超过0.06毫克/升
32	松节油	不超过0.3毫克/升
33	1,2,3~三氯苯	不超过0.06毫克/升
34	1,2,4,5~四氯苯	不超过0.02毫克/升

注：1）本表摘自《渔业水质标准》（TJ35—79）

2）放射性物质的标准，应按现行的《放射防护规定》中关于露天水源中放射性物质限制浓度的规定执行

当排入城市下水道时，应符合室外排水规范规定。

工业污水排入城镇排水管道，应取得当地城建部门的同意，并符合下列要求：

1. 水温不高于40℃；
2. 不阻塞管道，不影响污水的处理与利用；
3. 不产生易燃、易爆和有毒气体；
4. 对病原体（如伤寒、痢疾、炭疽、结核、肝炎等）必须严格消毒灭除；
5. 不伤害养护工作人员；
6. 有害物质最高容许浓度，应符合现行的《工业三废排放试行标准》的规定；
7. 当城市污水处理厂采用生物处理时，与生活污水性质相似的工业污水的有机物浓度，可根据处理能力适当提高，但抑制生物处理的有害物质，应符合有关规定。

当排入地面水体时，应先经必要的处理。排入地面水体后，下游最近用水点的水质，应符合表1—5及表1—6的要求。

地面水水质卫生要求 表 1—5

指 标	卫 生 要 求
悬浮物质	含有大量悬浮物质的工业废水，不得直接排入地面水体
色、嗅、味	不得呈现工业废水和生活污水所特有的颜色，异嗅或异味
漂浮物质	水面上不得出现较明显的油膜和浮沫
pH值	6.5~8.5
生化需氧量 (五日20℃)	不超过3~4毫克/升
溶解氧	不低于4毫克/升
有害物质	不超过有关规定（工业企业设计卫生标准）见表1—6
病原体	含有病原体的工业废水和医院污水，必须经过处理和严格消毒，彻底消灭病原体后方能排入地面水体

注： 1) 所谓最近用水点是指排出口下游最近的城镇、工业企业集中式给水取水点上游1000米断面处，或农村生活饮用水集中取水点。
2) 在城镇、工业企业集中式给水取水点的上游1000米及下游100米的范围内，不得排入工业废水和生活污水。
3) 地面水的流量应按最枯流量或95%保证率的最早年最早月的平均小时流量计算。污水按排出时最高小时流量计算。

地面水中部分有害物质的最高容许浓度 表 1—6

编号	物质名称	最高允许浓度 (毫克/升)	编号	物质名称	最高允许浓度 (毫克/升)
1	马拉硫磷(4049)	0.25	13	活性氯	不得检出（按地面水需氯量计算）
2	六六六	0.02	14	挥发酚类	0.01
3	六氯苯	0.05	15	砷	0.04
4	内吸磷(E059)	0.03	16	铅	0.1
5	四乙基铅	不得检出	17	铬：三价铬 六价铬	0.5 0.05
6	石油(包括煤油、汽油)	0.3	18	铜	0.1
7	甲基对硫磷(甲基E605)	0.02	19	锌	1.0
8	对硫磷(E605)	0.003	20	硫化物	不得检出（按地面水溶解氧计算）
9	乐戈(乐果)	0.08	21	氰化物	0.05
10	汞	0.001	22	滴滴涕	0.2
11	吡啶	0.2	23	镉	0.01
12	苯	2.5			

注：本表仅列出一般常用部分，其他要求见原表。

此外，污水中所含放射性物质尚应符合有关放射性防护规定。

总的来说，为了保护环境，减少污染，污水排放时，除遵照上述规定外，尚应按照当地环境保护部门有关规定办理。

近年来，有些国家已采用低质给水、重复用水的方法，如日本将生活污水经处理后重复利用。其供给范围是：厕所冲洗水、空调用水、冷却用水、道路清扫及洒淋水、洗车用水、融雪用水等，目前主要用于人们不直接接触的厕所冲洗水和空调冷却水。

低质给水的水质应按其用途来确定，一般 pH 值为 5.6~8.6，浊度为 10~20 度，BOD 在 8 毫克/升以下，有机物在 60 毫克/升以下，硬度在 300 毫克/升（以 CaCO_3 ）以下，铁和锰总含量应在 0.5 毫克/升以下。

第三节 污水处理方法的选择

污水中的杂质可分悬浮物、胶体物和溶解物三种，其处理方法有物理法、化学法、物理-化学法和生物法等。

物理法 一般也叫机械处理，主要是利用物理作用来分离污水中的悬浮物。

化学法 主要利用化学反应的原理来处理污水中的溶解的或胶体的物质。它通常是往水中投加化学药剂来完成。

物理-化学法 主要是用来处理污水中的溶解物质。常用的方法如浮选、吸附、萃取、离子交换、电渗析和反渗透等。

生物法 是利用微生物处理污水的方法。主要用来去除污水中的胶体和溶解性的有机物质。污水中的有机物许多都