

给水与污染控制

[美] J.W. 克拉克等著

王业俊 译

中国建筑工程出版社

01188
TU991

给水与污染控制

〔美〕 J.W.克拉克 等著

王业俊 译

中国建筑工业出版社

这是美国的一本大学教科书，它阐述了环境工程的基本知识、给水处理、给水排水基本原理、工程设计和计算实例。重点讲述了污水处理的基本原理、处理方法、污水的高级处理及其展望。

本书可供给水排水、环境保护、环境监测等专业技术人员和大学有关专业的师生、研究生参考。

本书由酆永刚同志校对。

Water Supply and Pollution Control

second edition-1971.

John W. Clark

Warren Viessman, Jr.

Mark J. Hammer

International Textbook Company

* * *

给 水 与 污 染 控 制

王 业 俊 译

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米1/32 印张：157/8字数：425千字

1979年5月第一版 1979年5月第一次印刷

印数：1—26,140册 定价：1.55元

统一书号：15040·3556

目 录

第一章 绪论	1
1-1 历史	1
1-2 现状	4
1-3 今后的问题	5
第二章 环境的质量	6
2-1 空气污染	8
健康与空气污染	10
疾病与空气污染	10
污染质	12
空气污染的控制	19
2-2 动物的废物	21
2-3 热污染	23
2-4 毒性化学剂	25
2-5 固体废物	27
2-6 噪声	28
2-7 油污染	30
第三章 水源的开发	32
水量	32
3-1 土壤的水分	32
3-2 地面水和地下水	32
3-3 径流分布	33
3-4 地下水分布	33
水质	33
3-5 地下水	34
3-6 地面水	35
水源开发的目标	35
3-7 水源开发的规划	36
3-8 水的用途	37

水的预算	41
3-9 水预算项目的定义	42
地面水源	42
3-10 影响径流的流域特征	43
3-11 自然径流和调节的径流	43
3-12 蓄水	44
水库	44
3-13 确定需要的库容	44
3-14 经典的计算方法	45
3-15 极端事件的频率	47
3-16 机率的容积式分析	48
3-17 与水库产水额相关的风险	51
3-18 蓄水的损失	55
地下水	57
3-19 水在地下的分布	57
3-20 含水层	58
3-21 地下水位的波动	59
3-22 含水层的保证产水额	59
3-23 地下水流	61
3-24 井的水力学	62
3-25 边界效应	70
3-26 盐水侵入	70
3-27 地下水的回灌	70
地下水与地面水源的协同开发	71
第四章 需水量与废水量	73
需水量	73
4-1 影响用水的因素	74
4-2 生活用水	75
4-3 消防需水量	76
4-4 商业用水	78
4-5 工业用水	78
4-6 农业用水	78
废水量	80

4-7	生活污水流量	80
4-8	工业废水量	83
4-9	农业废水	84
第五章 输水与配水		85
5-1	古罗马的输水道	85
5-2	加利福尼亚州的供水工程	85
5-3	输水道的形式	88
5-4	水力计算	89
5-5	输水系统的设计	91
配水系统		100
5-6	配水系统的形状	100
5-7	系统的基本要求	101
5-8	水力设计	101
5-9	系统的布置与设计	113
5-10	调节水库与工作蓄水量	115
水泵扬水		123
5-11	泵的扬程	123
5-12	功率	124
5-13	空化作用	124
5-14	系统的水头	125
5-15	水泵的特性	126
5-16	泵组的选择	127
第六章 排水系统		130
水力计算		130
6-1	等速流	130
6-2	缓变流及水面纵剖面	133
6-3	流速的考虑	136
生活污水管道的设计		137
6-4	房屋及建筑物连接管	138
6-5	集流管	138
6-6	截流管	138
6-7	材料	138
6-8	系统的布置	139

6-9	水力设计	139
6-10	防洪	141
6-11	倒虹吸管	141
6-12	废水泵站	143
暴雨排水系统的设计		143
6-13	水文的考虑	143
6-14	设计流量	144
6-15	估算径流的方法	145
6-16	暴雨进水口	153
6-17	系统的布置	159
6-18	城市暴雨排水系统的水力设计	160
第七章 水质		169
7-1	水与健康	169
7-2	生活给水	170
7-3	其他用水	173
7-4	检验的目的	179
7-5	卫生勘查	180
7-6	水样的采集	180
7-7	代表性水样	181
7-8	标准测定项目	182
7-9	细菌测定	184
7-10	大肠菌群——发酵试管测定	186
7-11	最大可能数 (MPN)	189
7-12	水中的病毒	190
7-13	氟化物	192
7-14	放射性	193
7-15	河流污染	194
7-16	湖泊与富营养化	196
7-17	水库与水质	199
7-18	氧	200
7-19	生化需氧量 (BOD)	203
生态动力学		204
7-20	河流的有机负荷	210

7-21 废热	215
第八章 水和废水的处理系统	217
废水处理系统	217
8-1 工业废水	218
8-2 合流下水道	220
8-3 废水处理的目的是	221
8-4 废水处理工艺的选择	222
给水处理系统	228
8-5 水源	228
8-6 水处理的目的是	231
8-7 水处理工艺的选择	231
第九章 物理处理法	237
测流装置	237
9-1 水流量的测量	237
9-2 废水流量的测量	238
栅网	239
9-3 取水口的栅网	239
9-4 废水处理中所用的栅网	239
9-5 破碎机	240
混合与搅拌	240
9-6 连续混合	240
9-7 快速混合设备	244
9-8 絮凝	244
9-9 对水厂的建议标准	249
沉淀	250
9-10 I型沉淀	250
9-11 II型沉淀	255
9-12 分层沉淀	257
9-13 压缩	261
9-14 短路	262
9-15 沉淀池	264
9-16 给水处理中的沉淀	265
9-17 废水处理中的沉淀	268

9-18 废水处理中的沉渣池	271
过滤	276
9-19 微滤	276
9-20 硅藻土过滤器	276
9-21 压力过滤器	277
9-22 慢滤池	277
9-23 快滤	277
9-24 快滤池的描述与运行	279
9-25 滤料	282
9-26 过滤水力学	284
9-27 膨胀床水力学	290
9-28 滤池单元的设计	294
第十章 化学处理法	297
侵蚀及其控制	297
10-1 污水管道的侵蚀	297
10-2 给水干管的侵蚀	298
10-3 水质稳定	301
消毒	304
10-4 氯化化学	305
10-5 加氯消毒	307
10-6 废水处理中的氯化	308
10-7 氯的管理和控制	309
10-8 用其它化学药剂消毒	311
水的软化	313
10-9 石灰-苏打法的化学原理	313
10-10 石灰-苏打软化法的各种方式	315
10-11 离子交换软化法	319
除铁和除锰	320
10-12 铁和锰的化学作用	320
10-13 预防性处理	321
10-14 除铁和除锰的工艺	321
混凝	323
10-15 胶体分散物	324

10-16	混凝和絮凝	326
10-17	混凝剂	330
10-18	助凝剂	332
10-19	瓶试	333
	味与臭	334
10-20	味与臭的来源及性质	334
10-21	味与臭的控制	335
	盐水淡化	337
10-22	能量需要	338
10-23	成本	341
10-24	淡化工艺	342
10-25	蒸发	343
10-26	蒸气压缩厂的设计问题	346
10-27	冻结法	348
10-28	反渗透	350
10-29	离子渗透法	350
10-30	电渗析	351
	水和废水处理中的放射性	354
10-31	放射性	354
10-32	放射性污染质	355
10-33	从水中去除放射性	356
第十一章 生物处理法		357
	生物学的考察	357
11-1	细菌与真菌	357
11-2	藻类	360
11-3	原生动物和高等动物	361
11-4	新陈代谢、能及合成	364
11-5	生长	368
11-6	影响生长的因素	370
11-7	生态动力学	372
	废水处理系统	376
11-8	生活污水的特性	376
11-9	废水处理的发展	379

11-10	生活污水处理的目标	381
11-11	废水处理厂的效率	382
	生物滤池	384
11-12	生物滤池的描述	385
11-13	生物滤池二级处理系统	386
11-14	BOD及水力负荷	390
11-15	埃肯费尔德公式	392
11-16	美国国家研究委员会生物滤池设计法	394
11-17	生物滤池运行的问题	400
	活性污泥法	400
11-18	BOD负荷及曝气时间	401
11-19	活性污泥处理系统	406
11-20	活性污泥法的稳定性	415
11-21	氧的传输和需氧量	416
11-22	麦肯尼方程式	422
11-23	好气消化	425
11-24	运行和控制	427
	稳定塘	427
11-25	稳定塘的描述	429
11-26	BOD负荷	429
11-27	稳定塘的运行	429
11-28	稳定塘的优缺点	430
	厌气消化	431
11-29	生污泥量	432
11-30	单级浮动盖消化池	433
11-31	高负荷(完全混合)消化池	435
11-32	挥发性固体负荷及停留时间	436
11-33	消化池容量	437
11-34	消化池的投产和监测	441
11-35	废水的厌气处理	442
	第十二章 污泥处理	444
12-1	污泥的来源	444
12-2	污泥的性质	444

12-3	污泥的浓缩	445
12-4	污泥干化床	446
12-5	真空过滤	448
12-6	离心脱水	450
12-7	湿氧化法	451
12-8	焚化法	452
12-9	堆肥	457
12-10	卫生填埋	460
12-11	水中处置	462
12-12	给水处理污泥的处置	462
第十三章 废水的高级处理		463
除磷与除氮		464
13-1	磷和氮	464
13-2	废水除磷	468
13-3	废水除氮	471
水的回收		472
13-4	塔候湖的水回收厂	474
13-5	处理成本	477
第十四章 水的重复利用		481
水的自然或间接重复利用		482
14-1	城市的间接复用	483
14-2	工业与农业的间接复用	484
废水的直接重复利用		484
14-3	关于公共卫生的考虑	485
14-4	废水高级处理的概念	485
14-5	工业利用	487
14-6	农业利用	488
14-7	旅游利用	491
用废水回灌地下水库		491
14-8	回灌的需要	492
14-9	用废水厂出水回灌	492
14-10	回灌地下水的成本	494

第一章 绪 论

空气、水、食物、热和光构成人类生存的五要素。环境工程学在一定程度上联系到所有这些方面。本书则主要涉及水与废水的开发、输送、处理和处置。

水和废水必须同时考虑，因为两者之间只有细微的差别。此一城镇的废水可能就是另一城镇给水的组成部分。水处理的最终目标在于最经济地使用水资源。

1-1 历史

在史前时期，人们已开始找寻清洁的水了。当时有些人可能在他们需要之处开掘土渠引水。以后可能用空心木做出第一条水管。

关于水处理知识的最早记载见于公元前二千年 *Sanskrit* 的《医学论丛》和埃及的壁画。它阐述了如何用铜钵中煮沸，太阳中曝晒，经过木炭过滤和瓦缸中冷却来处理发臭水的方法。

已知最早的净水装置见于公元前十五及十三世纪的埃及壁画。第一幅画表示用虹吸管引水或引酒的方法。第二幅画表示在一埃及厨房中用虹吸软管的情景。

第一个关于水供应和处理的工程报告是公元98年罗马 *Frontinus* 所著，其中描述了一条输水渠道前的沉淀池和在大多数输水渠道中修建的集砂井。公元十八世纪，阿拉伯一本关于蒸馏的专论，其中涉及各种用于水和其他液体的蒸馏器。

英国也有用过滤，煮沸，蒸馏和凝聚澄清净化水的试验报告。这是1627年发表的，提到了净化水能改进健康和提高“观感的愉快”。

已知第一个阐述砂滤池的著作是意大利一位医生根据自己在土奥战争中的经验，写了一本关于保护军营中士兵健康的书。这

可能是有关集体卫生的最早出版的著作。描写了如何使用砂滤池及沉淀池。这种过滤法与那些在威尼斯王宫及在罗马王宫中建造水井的人们所用的相同。

考古资料中获知的最早的水过滤事例在威尼斯及其占领的殖民地。在集水池头部的饰石上刻有日期，但滤池建于何时则无所知。威尼斯在一系列岛屿上建造了依靠集中并储存雨水作为主要淡水源的工程达一千三百年之久。多数集水池是与砂滤池相连接的。雨水自屋面流至街道，在此集中到设有石栏的集流槽中，然后经过砂层过滤，再进入集水池。

1863年的《实用机械学期刊》中有一篇关于威尼斯给水工程的简要专论。这篇专论详细解释了集水池的构造。通常池深为12英尺。首先掘土成空心倒锥体形的坑。坑边用精心混合的粘土泥浆铺筑。池底设置一块石板，并用砖砌成一个露缝墙的圆筒。中心砖砌圆筒与粘土墙之间的空隙用砂填满。庭院的片石铺砌地面坡向集水池，在这里有穿孔块石，在最低处将水集中并泄入砂滤层。这种水经常保持清洁和 52°F 的低温。这种集水池直至十六世纪一直是威尼斯的主要给水工程。

在十八和十九世纪中，英国、法国、德国和俄国都进行过许多实验。

亨利达西（Henry Darcy）于1856年在法国和英国取得专利的滤池，除凝聚外，其他各方面均比美国的快滤池先进。他是将水力学定律应用于滤池设计的第一人。

第一座供应整个城镇用水的滤池是1804年在苏格兰的Paisley建成的，但水是用车送给用户的。1807年在苏格兰的格拉斯哥（Glasgow），过滤水始用管道送至用户。

在美国，直到国内战争之后还很少注意到水处理的问题，浑浊度问题不象欧洲那样迫切。第一批滤池是英国式的慢滤池。约在1890年，美国发展了快滤池，并引用了凝聚法以提高其效能。

Nippur及罗马的排水渠道和废水管道是古代巨大建筑之一。这些排水管道主要用于排除暴雨径流和冲洗街道的水。直接与私

人住宅和王宫接通的乃是特殊情况，因为大多数房屋均无这种连接。罗马的 *Frontinus* 已清楚地认识到定期清洗城市和冲洗废水管道的必要性。正如他的论述所指出的，“我希望未经本人或我的代表允许，任何人不得引走任何余水，因为部分从水堡供给的水不仅需要用来清洁我们的城市，而且还要冲洗废水管道。”

令人惊奇的是，一直到十九世纪中叶，排水工程并无显著的进展。1842年德国汉堡市，在一场火灾毁坏了老区之后，才决定按照近代的便利观点重建城市的这一区域。这项工作委托英国工程师 *W. Lindley* 进行的。他的设想远比他所处的时代先进。设计了一个出色的集流系统，其中包括了许多现代所用的观念。不幸，*Lindley* 的观点以及其对公共卫生的效果在当时并未得到承认。

伦敦的环境卫生发展史大概可以为十九世纪中期有哪些作为，提供了一个更为典型的图景。1847年，印度流行了一场霍乱，它开始向西蔓延。在此之后，一个皇家委员会被指派对伦敦的卫生情况进行调查。伦敦城只是大都会面积中的一小部分，占有近9.5%的土地面积和不到250万总人口的6%的人口。已有的废水管道建在不同的高程上，而且有些地方废水不得不向山上流。1848年，议会按照委员会的建议，成立了首都下水道委员会。该会及其继承者提出的报告，清楚地表明了大范围的排水工程或其他卫生条件的必要性。1848年夏，伦敦发生了霍乱，1849年记录有14600人死亡。1854年宣称，在伦敦有10675人死于霍乱，疾病的传播与给水系统被污染有关，而且明确了解决这一问题的主要障碍在于缺乏有效的排水系统。

1855年，议会通过了一项“为了改善首都的管理”的法案为“首都下水道委员会”奠定了基础，使之不久后承担起修建合理的排水系统的任务。可见伦敦的排水系统是霍乱流行的结果。同样，巴黎也是这样。

对这些腐臭情况的自然矫正方法导致将人类的粪便排入已建成的雨水管道和增加集流系统。这就产生了许多老城市的合流制

排水管。这些雨水管道原是排入最近水体的。增加废水至小河流，超过了它们的接受能力，于是有许多河道被加上盖板，改变成排水沟渠。更多的污物由此排出又进而使尾间水体污染。开始是较小的，随后是较大的水体开始发酵，并产生了普遍的卫生问题，干旱酷热季节尤为严重。解决的办法是象现在实践的那样，根据尾间河，湖接受负荷的能力，采取不同的处理措施。

美国的排水工程是与欧洲，特别是英国，紧密平行发展的。由于降雨规律与英国不同，曾经受某些困难。英国降雨频繁但强度低，在相似的地形条件下，我们的雨水管道必须采用较大的管径。强度较大的降雨有较好的清洗能力，而且一般说来，尾间河流要排送较大的流量。再加上较低的人口密度，产生的污秽就比欧洲的为少。在英国，人口密度高和适合废水灌溉的用地少的条件引起了对排进清洁水体前的处理废水方法的兴趣。

1-2 现状

当前对给水与排水日益增长的需要，已使环境工程学原则的应用必须远较原来所想象的具有更广泛的概念。

美国城市居民的平均用水率为 150 加仑/人/日，高峰用水已发展到超过以往在设计中所采用的甚多。要求的水质标准显著提高，而可取得的原水水质明显下降。以最终利用咸水或海水供生活用水为目标的大量研究工作正在开展起来。

废水处理场的出水一般排入河流，湖泊，海洋或其他水体。处理程度视尾间水体的同化能力及其用途而异。

一般的实践为，水体容量大或河流条件好的，可以接受有限处理的废水。那些尾间水体不能同化额外污染或水体立即用作生活水源或用以满足大规模游览目的者，则需要昂贵的处理。在尾间水体用于生活给水或游泳场之处，废水处理场出水需要经过氯化处理。

在美国，特别在半干旱的西南部，废水场出水多用于浇地。废水分布到土地之前，一般要清除沉渣及悬浮固体。许多州的卫生部门限制用废水场出水灌溉谷物，特别是那些可以生食的蔬

菜。有些废水场出水用于补给地下水库和制止海水入侵。废水场出水经过不同程度处理用于工业。

作为给水水源的地面水，正常经过凝聚、过滤及消毒处理。处理的深度决定于可能引起的卫生危害及原水的水质。正常井水除消毒外不作其他的处理。然而地下水正受到愈来愈多的污染，故须加强监督。

给水与排水是相互关联的社会活动。虽然它们是密切联系的，但主要着重点还是放在提供可靠的给水上。

公共给水必须可口并有利于健康。它必须对于视觉，味觉和嗅觉具有吸引力，而且必须对健康是安全的。

废水排除系统必须从家庭及工厂收集废水并无害地将其远送到卫生的处置地点。

1-3 今后的问题

今天由于世界人口以惊人的速度增长着，环境的控制明显地成为一个关键因素。随着人口的增长，土地和水日益变得重要了。环境工程学的重要性将继续增强。水源工程人员所做的工作，在受到最大人口压力的世界中，也日益增强其重要性。