

● 严煦世主编

自来水厂 管理知识



ZILAI SHUICHANG

GUANLI ZHISHI

高等教育出版社

自来水厂管理知识

严煦世 主编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 提 要

本书着重介绍中小型水厂的取水、净水构筑物 and 泵站的管理技术,重点放在加药、反应沉淀、过滤和消毒等净水构筑物,以及活性炭吸附、除铁、除锰、除氟和净水器等内容。本书从管理和操作人员的实践需要出发,将常见的水处理中的技术问题,以深入浅出通俗易懂的文字,以问答的形式编写,从理论和实践上加以叙述,可供具有初中以上文化程度的城镇自来水厂和工业企业净水站管理和操作人员自学或作为培训教材。

自来水厂管理知识

严煦世 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

民族印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 11.75 字数 300 000

1993年4月第1版 1993年4月第1次印刷

印数0001—2 635

ISBN7-04-003021-7/Z·26

定价 7.20 元

前 言

供应自来水的重要性已越来越被人们所认识，因为它不仅在某种程度上制约国民经济的发展，而且还会影响人民生活水平的提高。因此，近年来城镇自来水厂的建设发展迅速，从大城市到小村镇，比比皆是，前景喜人。

自来水厂供水的要求是以经济合理的费用供应充裕水量，保证良好的水质和足够的水压。要达到这种要求，必须抓好水厂的设计、施工和运转管理等各个环节。但是，根据国内外的经验，认为最重要的是在水厂建成以后，有一批懂得技术的人员去管理，掌握水厂的生产规律，探索生产中的问题和研究解决办法，并且能够运用理论和实践知识来提高水厂运转水平。

提高管理和操作人员的技术水平，需要一本适合于培训和自学的书。本书就是从管理和操作人员的实践需要出发，将常见的水处理技术问题，以深入浅出，通俗易懂的文字，从理论和实践上加以叙述，以供具有初中以上文化程度的城镇自来水厂和工业净水站管理和操作人员自学或作为培训教材。

本书着重介绍中、小型水厂的取水、净水构筑和泵站的管理技术，重点放在加药、反应、沉淀、过滤和消毒等净水构筑物，以及活性炭吸附、除铁、除锰、除氟和净水器等内容。本书以问答的形式编写，每一问题有它的针对性和独立性，但全书仍保持一定的系统性。

本书由同济大学严煦世主编，参加编写的人员有严煦世，吕锡武，李田，李建国，严伟，朱粹敏和张秀涛等。

本书虽然尽量吸收国内外水厂的运转管理经验，但限于水平，难免取舍不当，也可能有错误，希望读者提出宝贵意见。

编 者

1989.10.

目 录

前 言

一、水质 (1)

1. 我国生活饮用水水质标准有哪些内容? (1)
2. 水中有机物的来源怎样? 如何去除? (1)
3. 氯仿等五项试行水质指标对人体健康有何影响? (5)
4. 什么是三卤甲烷? (7)
5. 我国对地面水源的水质有什么要求? (9)
6. 我国《地面水环境质量标准》有哪些内容? (9)
7. 地下水有什么特点? (11)
8. 水体中有哪些污染物? (17)
9. 水库水和湖水有哪些特点? (18)
10. 什么是水体的富营养化? (20)
11. 怎样进行水源卫生防护? (21)
12. 自来水为什么会有臭味? (22)
13. 为什么有时自来水会带红色或黑色? (24)
14. 水处理对病毒有效吗? (26)
15. 为什么要进行水质检验? (26)
16. 怎样采集水样? (28)
17. 怎样保存水样? (29)
18. 怎样看水质化验单? (31)
19. 为改善水质, 有哪些分离杂质的方法? (33)

二、混凝 (35)

1. 硫酸铝加到水中后, 起什么反应? (35)
2. 铁盐混凝剂有哪些特性? (37)
3. 碱式氯化铝有什么特点? (38)
4. 水的pH值和水温会影响混凝效果吗? (39)
5. 什么叫胶体颗粒的“脱稳”? (41)

6.	怎样溶解固体混凝剂?	(43)
7.	怎样确定最佳混凝剂品种和投药量?	(45)
8.	怎样做好混凝搅拌试验?	(46)
9.	怎样控制混凝剂的投加量?	(48)
10.	投加混凝剂有几种方式?	(50)
11.	水厂的投药设备由哪几部分组成?	(52)
12.	怎样用好投药设备?	(55)
13.	提升混凝剂溶液可以选用什么设备?	(56)
14.	混凝剂溶液储存池如何防腐?	(57)
15.	混凝剂仓库应该怎样布置?	(59)
16.	为什么要把药剂加在水泵吸水管或泵站吸水井中? ...	(61)
17.	有哪些因素影响混凝剂投加量?	(62)
18.	静态混合器有什么作用?	(63)
19.	管流混合器和快速混合器是怎么回事?	(65)
20.	絮凝是怎么回事?	(67)
21.	什么是流速梯度 G ?	(69)
22.	目前常用的反应池有几种形式?	(71)
23.	隔板反应池有哪些特点?	(73)
24.	什么是穿孔旋流反应池?	(75)
25.	什么是折板反应池?	(76)
26.	什么是网格或栅条反应池?	(78)
27.	栅条和网格反应池有哪些设计要点?	(81)
28.	活化硅酸处理低温低油水有什么效果?	(82)
29.	什么是卵石反应池?	(84)
30.	水处理中常用哪些药剂?	(86)
三、沉淀、澄清		(89)
1.	预沉池起什么作用?	(89)
2.	悬浮物颗粒的沉淀速度是由哪些因素决定的?	(91)
3.	表面负荷率或溢流率的含义是什么?	(92)
4.	常用沉淀池有几种形式?	(93)

5. 怎样选用沉淀池的形式? (94)
6. 竖流沉淀池和辐流沉淀池各有何特点? (96)
7. 短流对沉淀效果有什么影响? (97)
8. 怎样测定沉淀池的短流程度? (99)
9. 平流沉淀池体积一定时, 是面积大些浅些好还是面积
小些但深些好? (101)
10. 怎样确定平流沉淀池的尺寸? (104)
11. 平流沉淀池的进口和出口布置应满足哪些要求? (106)
12. 为什么平流沉淀池出口处要有指形出水槽? (108)
13. 平流沉淀池为什么要设纵向隔墙? (110)
14. 平流沉淀池有哪几种排泥方法? (111)
15. 怎样提高沉淀池的效率? (114)
16. 怎样通过观察矾花判断平流沉淀池的运行情况? (116)
17. 平流沉淀池管理应注意什么? (117)
18. 沉淀池怎样快速排泥? (119)
19. Re 数和 Fr 数的含义是什么? (120)
20. 斜管和斜板沉淀池有几种水流形式, 各有什么特
点? (122)
21. 异流向斜管沉淀池的构造有哪些特点? (124)
22. 斜管沉淀池中的斜管怎样做才可保证效果? (126)
23. 斜板间距或斜管管径及板与管的长度对沉淀池
效果有何影响? (128)
24. 斜板、斜管沉淀池运转中会有哪些问题, 如何解
决? (129)
25. 什么叫拥挤沉淀? 它与悬浮澄清池的运转稳定
性有什么关系? (130)
26. 澄清池有什么特点? (132)
27. 机械搅拌澄清池是怎样工作的? 运行的主要控
制参数有哪些? (133)
28. 澄清池中悬浮泥渣层浓度多大比较合适? (135)
29. 水力循环澄清池是如何工作的? (136)
30. 水力循环澄清池有哪些设计要点? (138)

31. 澄清池脉冲式进水有什么特点? (139)
32. 什么是超脉冲澄清池? (141)
33. 悬浮澄清池是怎样工作的? (142)
34. 澄清池的污泥浓缩室怎样自动排泥? (144)
35. 沉淀池或澄清池的集水堰有几种形式? (146)
36. 怎样管理好澄清池? (148)
37. 澄清池运转中会出现哪些问题? (149)
38. 怎样用好沉淀池和澄清池? (151)

四、过滤 (153)

1. 为什么要过滤? 快滤池是怎样工作的? (153)
2. 滤池有哪几种形式? (155)
3. 什么叫变速过滤和等速过滤? (157)
4. 什么叫滤料层的含污能力? (158)
5. 怎样选用滤池的滤料? (159)
6. 为什么要用双层滤料? (161)
7. 双层滤料滤池冲洗时如何防止煤滤料流失? (162)
8. 什么叫多层滤料过滤? (164)
9. 双层滤料和三层滤料滤池的设计和单层滤料滤池有什么差别? (166)
10. 自来水厂不用快滤池行吗? (167)
11. 滤池运行时怎样测定水头损失? 什么叫滤层的负水头? (169)
12. 怎样测定滤速? (171)
13. 常用的滤池配水系统有几类? (172)
14. 快滤池有哪些冲洗方式? (175)
15. 滤池反冲洗时, 是不是流量越大越好? (176)
16. 如何测定冲洗强度? (178)
17. 快滤池用水塔冲洗好还是用水泵冲洗好? (179)
18. 快滤池排水槽设计有哪些要点? (180)
19. 快滤池管廊怎样布置较好? (182)
20. 怎样铺设快滤池的滤料? (185)

21.	滤池投产时应做哪些工作?	(186)
22.	滤池运行中可能会出现什么问题?	(187)
23.	什么是上向流过滤?	(189)
24.	什么是虹吸滤池?	(190)
25.	怎样使虹吸滤池自动冲洗?	(192)
26.	无阀滤池是怎样工作的?	(194)
27.	无阀滤池怎样利用虹吸原理?	(196)
28.	无阀滤池的自动停水装置是怎么回事?	(198)
29.	无阀滤池为什么要合用冲洗水箱?	(200)
30.	无阀滤池长时间不能形成虹吸的原因是什么?	(201)
31.	无阀滤池施工和运转时应注意什么?	(203)
32.	液动三通阀滤池有什么特点?	(205)
33.	什么是移动冲洗罩滤池?	(207)
34.	移动冲洗罩滤池对冲洗罩有什么要求?	(209)
35.	怎样稳定过滤的水量? 虹吸水位稳定管 是怎么回事?	(210)
36.	什么是连续冲洗砂滤池?	(212)
37.	什么是钟罩式无阀滤池?	(214)
38.	什么是硅藻土过滤器?	(214)
五、消毒	(217)
1.	自来水为什么要消毒?	(217)
2.	怎样安全用氯?	(218)
3.	“有效氯”怎样计算?	(219)
4.	为什么水温低和pH值小时, 氯的消毒效果 较好?	(221)
5.	影响氯消毒效果的因素是什么?	(223)
6.	什么叫剩余氯?	(224)
7.	什么是预氯化?	(226)
8.	液氯钢瓶有哪些特点?	(227)
9.	ZJ型加氯机是怎样工作的?	(229)
10.	加氯间和氯库怎样布置?	(231)

11.	怎样配制漂白粉和漂粉精溶液?	(232)
12.	怎样使用次氯酸钠发生器?	(234)
13.	怎样进行氯胺消毒?	(235)
14.	二氧化氯的性能怎样?	(236)
15.	臭氧在水处理中有哪些用途?	(237)
16.	臭氧和水怎样接触?	(240)
17.	臭氧尾气怎样处理? 使用臭氧应注意什么?	(241)
六、特种处理	(244)
1.	怎样去除水中臭味?	(244)
2.	怎样控制富营养化水体中的生物生长?	(246)
3.	怎样消除藻类和浮游生物?	(247)
4.	活性炭的性能怎样?	(251)
5.	什么是吸附等温线?	(252)
6.	活性炭在水厂中应用有哪些例子?	(254)
7.	怎样使用颗粒活性炭滤池?	(255)
8.	什么是生物活性炭法?	(257)
9.	生活饮用水中的酚、洗涤剂、农药和重金属等 微量污染物如何去除?	(259)
10.	为什么要去除水中的铁和锰?	(261)
11.	除铁可有几种方法?	(262)
12.	曝气法除铁的工艺流程怎样?	(264)
13.	除铁除锰滤池用什么滤料?	(267)
14.	除铁除锰滤池的设计滤速和反冲洗强度是多少?	(270)
15.	除铁滤池采用吸气器曝气时, 对吸气器的构造 有什么要求?	(271)
16.	什么是氯化过滤除铁法?	(272)
17.	含氟水饮用时会有什么影响?	(274)
18.	什么是活性氧化铝除氟法?	(275)
19.	什么是小型净水装置?	(277)
20.	怎样管好小型净水器?	(281)
21.	和水的密度相近的颗粒可用什么方法从水中分	

离?	(282)
22. 气浮法有哪些特点?	(284)
23. 如何产生微气泡?	(285)
24. 气浮池是怎样工作的?	(286)
25. 气浮池运行管理应注意什么?	(289)
26. 除藻用气浮法好还是用沉淀法好?	(291)
27. 水处理中有哪些气体传递过程?	(292)
28. 气液接触装置有哪些?	(923)
七、水泵和泵房	(296)
1. 水厂中常用的水泵有哪些?	(296)
2. 离心泵有哪些性能参数?	(297)
3. 怎样选用水泵?	(300)
4. 怎样选用电动机?	(302)
5. 电动机的铭牌说明什么?	(303)
6. 要改变水泵的性能有什么办法?	(304)
7. 离心式水泵的安装高度怎样确定?	(306)
8. 二级泵房的水泵应有多大的扬程?	(308)
9. 为什么几台大小泵搭配后, 可以适应管网用水量 的变化?	(309)
10. 水泵为什么要调速?	(318)
11. 水泵吸水管的设计安装有什么要求?	(314)
12. 水泵基础怎样做法?	(316)
13. 真空泵怎样引水?	(318)
14. 泵房怎样排水?	(310)
15. 为什么水泵开动后有时不出水或出水很少?	(321)
16. 水泵开不动、有振动和噪音、轴承和填料函发热是 什么原因?	(322)
17. 怎样开泵和关系?	(323)
18. 什么是压力表和它的主要技术特性?	(325)
19. 怎样选用和安装压力表?	(327)
20. 怎样使用弹簧压力表?	(328)

21. 什么是流量计?	(330)
22. 什么是转子流量计?	(332)
23. 什么是电远传转子流量计?	(333)
24. 电接点压力表和真空表是怎样工作的?	(335)
25. 什么是电磁流量计?	(337)
八、水厂	(339)
1. 水厂的设计规模怎样确定?	(339)
2. 新建、改建和扩建净水构筑物时应注意什么?	(340)
3. 常用净水构筑物的池体高度和池内水头损失是多 少?	(342)
4. 如何选用季节性短期浑水水源的净水构筑物?	(343)
5. 去除水中的杂质有哪些工艺单元?	(345)
6. 为什么地面水水厂的净水工艺不完全相同?	(347)
7. 水厂内应有哪些管道?	(349)
8. 水厂内的超越管有什么作用?	(350)
9. 水厂的变电所怎样布置?	(352)
10. 水厂的附属建筑物要占多大面积?	(353)
11. 水厂内道路怎样做法?	(354)
12. 清水池有哪些管道?	(355)
13. 清水池应有多大容积?	(357)
14. 为什么自来水厂通常采用混凝、沉淀、过滤和消毒 的工艺流程?	(358)
15. 净水系统如何选择?	(360)
附录	(368)

一、水 质

1.我国生活饮用水水质标准有哪些内容？

为了向居民供应符合卫生要求的生活饮用水，保证人民的身体健康，我国卫生部订出《生活饮用水卫生标准》GB5749—85，并于1986年10月1日起实施。凡是供应城乡生活饮用的集中式给水（包括各单位自备的生活饮用水）和分散式给水，水质不应超过表1-1所规定的限量。

2.水中有机物的来源怎样？如何去除？

水中的有机物主要有以下来源：

- (1) 天然有机物溶解在水中；
- (2) 在水的处理、消毒和输送过程中生成的有机物；
- (3) 工农业发展带来的污染物。

水厂应该注意减少后面两种来源的有机污染物。但是在多数水源中，农药和氯化烃只占有有机物总量的极少部分，浓度通常以十亿分之一（ppb）或 $\mu\text{g}/\text{L}$ 计。可是水中的总有机碳（TOC）浓度可以高到百万分之几（ppm）或以 mg/L 计。一般地下水和地面水的有机碳浓度范围分别为0.1—2和1—20 mg/L 。沼泽地的高色度水所含TOC可到几百 mg/L 。

所谓总有机碳TOC是以含碳量来表示水中有机物的总量。由于水中有机污染物的增加，用BOD和COD已不能适应需要，但TOC对所有含碳有机物均可测出，因此能定量反映水中有机物的污染程度。

天然有机物主要是腐殖质、微生物和石油残渣等。藻类、细菌和放线菌是地面水中普遍存在的污染物，当这些生物繁殖时，它们的细胞质可增加水的总有机碳量。蓝绿藻和放线菌密集繁殖的水源会产生霉烂的臭味。

表1-1 生活饮用水水质标准

项 目	标 准
感官性状和一般化学指标	色 色度不超过15度，并不得呈现其他异色 浑浊度 不超过3度，特殊情况不超过5度 臭和味 不得有异臭、异味 肉眼可见物 不得含有 pH 6.5—8.5 总硬度(以碳酸钙计) 450 mg/L 铁 0.3 mg/L 锰 0.1 mg/L 铜 1.0 mg/L 锌 1.0 mg/L 挥发酚类(以苯酚计) 0.002 mg/L 阴离子合成洗涤剂 0.3 mg/L 硫酸盐 250 mg/L 氯化物 250 mg/L 溶解性总固体 1000 mg/L
毒理学指标	氟化物 1.0 mg/L 氰化物 0.05 mg/L 砷 0.05 mg/L 硒 0.01 mg/L 汞 0.001 mg/L 镉 0.01 mg/L 铬(6价) 0.05 mg/L 铅 0.05 mg/L 银 0.05 mg/L 硝酸盐(以氮计) 20 mg/L 氯仿* 60 μg/L 四氯化碳* 3 μg/L 苯并(a)芘* 0.01 μg/L 滴滴涕* 1 μg/L 六六六* 5 μg/L

续表

项 目		标 准
细菌学指标	细菌总数 总大肠菌群 游离余氯	100 个/mL 3 个/L 在与水接触30min后应不低于 0.3mg/L。集中式给水除出厂 水应符合上述要求外,管网末 梢水不应低于0.5mg/L。
放射性指标	总 α 放射性 总 β 放射性	0.1 Bq/L 1 Bq/L

*试行标准

在水处理过程中会带入许多有机物。天然有机物在氯化消毒时,由于化学反应可产生许多有机污染物,例如氯可以将腐殖质转化为三卤甲烷和其他有机卤氧化物。加氯时也可将水中腐殖质转化为低分子量的富里酸和腐殖酸。

工业发展带来的有机污染物主要有:

(1) 酚和它的衍生物,通常是水源中排入工业废水带来的。它所产生的不良影响是在加氯消毒时,即使极少量的酚也会产生讨厌的氯酚味,有时酚的含量低到0.1—0.01 $\mu\text{g/L}$ 仍有一点臭味。

(2) 炼油厂废水、各种工业废水和煤气厂废水排出的石蜡、煤油、汽油、柴油、燃料油中含有烃,可污染地面水和地下水源。它所产生的有毒有害影响,是在水面形成一层薄膜,妨碍水的充氧和自净作用,干扰水厂的混凝和沉淀过程,并且烃会长期留在滤池的滤料上,有时可使水产生臭味。当饮用水中烃的浓度高到发生臭味时,就可出现毒性。燃料油添加剂可引起皮肤病;环烃如3—4苯并蒽为可疑致癌物,危害性更大,如同时有表面活性物质时则更为危险。

(3) 洗涤剂是合成的表面活性物质，常由生活污水和工业废水带入水体。洗涤剂中含有各种类型的表面活性剂，其中阴离子表面活性剂，例如磺化烷基苯，生物降解性差，是产生水质问题的原因。水中有洗涤剂时，会形成泡沫，阻碍净化过程，而且可以传播细菌和病毒。阴离子合成洗涤剂的浓度在 0.3mg/L 以上时，就能产生稳定的泡沫，在水面生成薄膜，降低氧的传递和溶解速度。

(4) 农药，农药有许多种类：1) 有机氯化物，如滴滴涕、多氯联苯等；2) 比较不稳定的有机磷化合物；3) 有机氮化合物；4) 有机金属化合物；5) 无机物，如硫酸铜，砷酸盐等。由于作物上洒农药时，一部分粘附在作物上，大部分被土壤吸收，然后通过侵蚀而到水源中。农田用药时，散落在田里的农药随灌溉水或雨水冲刷到江河，工业废水排放和河边洗施药工具也会污染水源。

水中含农药时，会产生臭味，例如 $1\mu\text{g/L}$ 六六六和 1mg/L 的滴滴涕都可在水中留下味道。水中的农药因含量较微，一般不会引起急性中毒，但因农药有积累性，所以可引起慢性中毒。有机磷农药的毒性比有机氯农药大。有机氯农药主要影响脂肪组织，而肝和肾对滴滴涕比较敏感。

为去除饮用水中的上述各种有机物，有若干方法可以使用，如反渗透，离子交换，吹脱，吸附，氧化和混凝等方法。图1-1表示各种有机物的适用去除方法，是以有机物在水中的溶解度和有机物分子量来划分的。图中没有表示出反渗透的应用范围，原因是现代膜技术的进展，扩大了用反渗透技术去除有机物的范围。应用反渗透去除有机物，在研究领域虽得到快速发展，毕竟费用昂贵，在大规模生产中应用仍有其局限性。

离子交换法可去除水中极性和离子化的有机物，如极易溶于水的酚和胺；吹脱法可有效地去除挥发性有机物，如低溶解度和低分子量的四氯化碳。活性炭吸附可以去除不易生物降解的杀虫

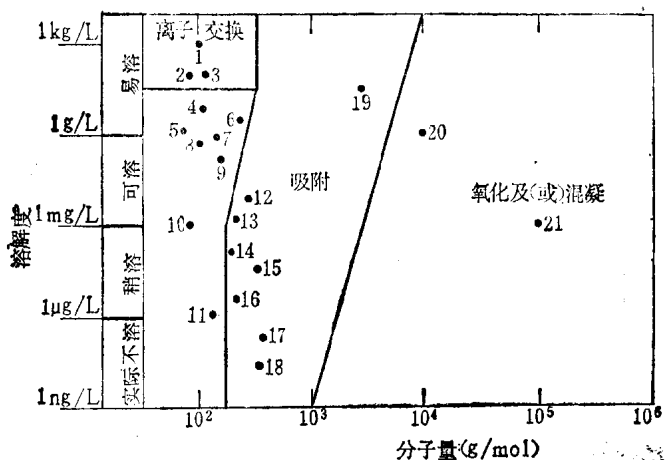


图1-1 有机物去除方法

1. 间苯二酚, 2. 酚, 3. 己酸, 4. 氯仿, 5. 苯, 6. 溴仿
 7. 四氯化碳, 8. 氯苯, 9. 全氯乙烯, 10. 己烷, 11. 癸烷,
 12. 高丙体六六六, 13. 芳氯1232, 14. 莰, 15. 芳氯 1254,
 16. 苯并(a)蒽, 17. 狄氏剂, 18. 艾氏剂, 19. 直链淀粉, 20. 富里酸,
 21. 腐殖酸

剂和多核芳香烃。一般，氧化和混凝法用在降解和沉淀高分子量的腐殖酸和富里酸，也可作为离子交换法，吹脱法和吸附法的前处理阶段，使能更多地去除水中的有机污染物。

3. 氯仿等五项试行水质指标对人体健康有何影响？

水中的有机物是影响水质的重要因素。水处理的早期已经发现好几种有机物，使饮用水产生讨厌的臭味。在工业化社会中，给水中不可避免地存在有毒的有机物，只是含量不同而已。饮用水中发现的氯乙烯、苯和其他有机污染物都是可以致癌的，其他经常检测到的物质，例如氯仿也是一种可疑致癌剂。但是这些污染物的浓度是很低的，所以不至于立刻损害到人体健康。目前正在研究微量有机污染物到哪种浓度时才会严重危害健康，当然，这类问题短时期内不易得出明确的结果。

氯仿等五项试行标准都属于有机物。

有机物含义是广泛的，一般指由碳（C）和一个或多个下列