

城市供水行业等级工培训教材

包承忠 主编
宋仁元 沈大年 主审

净水工

中国建筑工程出版社

城市供水行业等级工培训教材

净 水 工

包承忠 夏柔则 徐彭令 编

包承忠 主编

宋仁元 沈大年 主审

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书以建设部颁发的《城市供水行业工人技术标准》中、高级工应知应会的要求为依据,注重实际操作经验的总结和实用理论知识的传授,全面介绍了净水厂各种设备的操作、运行和管理技术,尤其强调实际运行中事故、故障的处理和预防。本书是全国供水行业等级工培训用的专业教材,也可作为大中专院校师生的专业参考书。

城市供水行业等级工培训教材

净 水 工

包承忠 夏柔则 徐彭令 编

包 承 忠 主编

宋仁元 沈大年 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市顺义县燕华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 7¹¹/₁₆ 字数: 173 千字

1994年8月第一版 1994年8月第一次印刷

印数: 1-4,100册 定价: 7.90元

ISBN7-112-02376-9

TU·1838(7413)

前 言

“城市供水行业等级工 培训教材”一套共7册，分别是：《净水工》、《水表装修工》、《水泵运行工》、《供水设备维修电工》、《供水管道工》、《水质检验工》和《变配电运行工》。

《净水工》是以建设部颁发的《城市供水行业工人技术等级标准》中、高级应知应会的要求为依据，吸取了全国各地有关水处理方面部分实际操作经验，以及有关水处理方面专家长期实践的技术总结，用作全国净水厂工人的专业培训教材。教材内容更注重净水工人技术技能方面的提高，所以尽量收集在净水工艺中的操作、管理经验，并根据操作、管理的要求，从指导实践和应用出发充实了有实用价值的专业理论知识，以提高净水技术工人从感性到理性的认识；本教材尤其强调在净水工艺操作管理中经常出现的事故的处理方法，以及可能出现故障的防止措施。由于全国范围给水处理方面情况复杂，变化繁多，本书着重叙述基本的和使用较多的净水工艺和构筑物，各城市和地区可结合本地情况，根据基本理论和方法举一反三。

由于净水工艺和基本理论方面的通用性，所以本培训教材既可作为《城市供水行业工人技术等级标准》的中、高级净水工的培训教材，也可作为专业大专院校和中专学校的参

考书籍。

由于时间仓促和编者水平所限,肯定会有很多缺点错误,希望各地专家和有经验的技术工人能在使用过程中予以批评指正,以便今后逐步改进和充实提高。

目 录

第一章 净水工艺概述	1
1.1 净水工艺的任务	1
1.2 对水源水质要求	1
1.3 水质标准	5
1.4 给水处理方法概述	10
第二章 混合和絮凝(反应)	12
2.1 混凝的基本原理	12
2.2 凝聚剂投加系统及设备	23
2.3 混合和絮凝设备	34
第三章 沉淀	43
3.1 沉淀基本原理	43
3.2 几种常用的沉淀池形式	46
3.3 凝聚剂加注系统及絮凝、沉淀设备的 运行管理	56
3.4 凝聚剂加注系统自动控制简介	64
3.5 混合絮凝沉淀设备技术测定及一般 技术改造措施	68
第四章 澄清、气浮	72
4.1 澄清池	72
4.2 高浊度水的预沉和澄清	84
4.3 气浮	91

第五章 过滤	97
5.1 过滤的基本概念	97
5.2 普通快滤池	101
5.3 普通快滤池的布置形式	123
5.4 快滤池的运行管理	125
5.5 影响过滤效果的主要因素	137
5.6 改进和改造现有快滤池的主要途径	144
5.7 其它几种过滤装置	148
第六章 消毒	167
6.1 水的消毒	167
6.2 用氯消毒	169
6.3 加氯设备和氯的使用	189
6.4 安全用氯	199
6.5 其它消毒方法	210
6.6 加氯消毒的发展趋势	213
第七章 净水工艺中的全面质量管理	217
7.1 质量与质量管理的概念及其重要意义	217
7.2 全面质量管理 (T Q C) 的特点和 内容	220
7.3 质量保证体系	224
7.4 全面质量管理统计分析方法的提示	226
净水工培训计划大纲	229

第一章 净水工艺概述

1.1 净水工艺的任务

给水工程主要是向城镇居民和工业企业不间断地供应符合国家规定指标的饮用水，它包括水源、取水、净水、输配水服务等有关的全过程。而净水工艺是整个给水工程的一个重要组成部分，它包括投加混凝剂、消毒剂，混凝反应、沉淀（澄清）、过滤各道工序以及其有关的设备，这就是净水工人所管辖的范围，其主要任务是：通过我们的精心管理，操作好现有设备，使水源水或受一定污染的原水经净化后，保证达到国家《生活饮用水水质标准》所规定的水质要求，同时还要在水厂供水能力范围内保证供应所需水量，在经济上可行的情况下，还要使水质不断改善。

净水工人为了保证净化后的水质，还要注意与其相关的因素。例如，要不断监测水源水质的变化，根据原水变化及时调整净水手段。另外，为了保证管网水质，使管网末梢有一定剩余氯，净水工就应控制好出厂余氯，不断根据情况变化及时调整加氯量。

1.2 对水源水质要求

1.2.1 原水中的杂质

本教材只讲地面水水源。任何江河湖泊中，都不同程度地含有各种各样的杂质。这些杂质不外乎两种来源：一是自

然过程，例如，地层矿物质在水中的溶解，水中微生物的繁殖及其死亡残骸，水流对地表及河床冲刷所带入的泥沙和腐植质等等。二是人为因素即工业废水及生活污水排入水体所带入的。无论哪种来源的杂质，均可分成无机物、有机物以及微生物等。

原水中根据杂质颗粒大小，可以分悬浮物、胶体杂质及溶解物。悬浮物和胶体是产生浑浊现象的根源，一般是生活饮用水中处理去除对象，粒径大于0.1mm的泥沙去除较易，通常在水中可自然下沉。而粒径较小的悬浮物和胶体杂质，须投加凝聚剂后方可去除，这就是在水处理中的混凝沉淀和自然沉淀之区别。除以上悬浮物和胶体杂质外还有溶解杂质，它以低分子和离子状态存在，外观透明，能使水产生色、嗅、味，也是去除对象。

1.2.2 对水源水质的要求

对水源的选择是至关重要的。尤其是我国随着工农业生产的发展，废水的成分越来越复杂，有很多杂质不易被常规净化工艺所去除。所以一方面要加强废水处理，更主要的是加强对水源环境的保护，对新建的自来水厂选择一个好的水源已经成为当前情况下重要的问题。

选择水源的基本条件是：近期和长远均能满足计划取水量的要求；水质能满足饮用水水源要求，今后仍能达到要求；能够建立规定的水源防护地带；取水距离尽可能短，以降低工程投资和经常费用。这需要经过较长时间的调查研究并通过技术经济比较和可行性论证加以确定。评价地面水水质的主要指标及分级标准如表1-1。

作为饮用水水源要求地面水标准应不低于Ⅲ类。

地面水环境质量标准 (mg/L)

表 1-1

序 号	参 数	分 类				
		I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
		标 准 值				
1	基本要求 水 温 ℃	所有水体不应有非自然原因所导致的下述物质, a. 凡能沉淀而形成令人厌恶的沉积物; b. 漂浮物, 诸如碎片、浮渣、油类或其他的一些引起感官不快的物质; c. 产生令人厌恶的色、臭、味或浑浊度的; d. 对人类、动物或植物有损害、毒性或不良生理反应的; e. 易滋生令人厌恶的水生生物的人为造成的环境水温变化应限制在: 夏季周平均最大温升 ≤ 1 冬季周平均最大降温 ≤ 2				
2	pH	6.5~8.5				6~9
3	硫酸盐 ^① (以 SO ₄ ²⁻ 计) $\leq$	250以下	250	250	250	250
4	氯化物 ^① (以 Cl ⁻ 计) $\leq$	250以下	250	250	250	250
5	溶解性铁 ^① $\leq$	0.3以下	0.3	0.5	0.5	1.0
6	总锰 ^① $\leq$	0.1以下	0.1	0.1	0.5	1.0
7	总铜 ^① $\leq$	0.01以下	1.0 (渔0.01)	1.0 (渔0.01)	1.0	1.0
8	总锌 ^① $\leq$	0.05	1.0 (渔0.1)	1.0 (渔0.1)	2.0	2.0

续表

序号	参 数	分 类				
		I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
		标 准 值				
9	硝酸盐(以N计) $\leq$	10以下	10	20	20	25
10	亚硝酸盐(以N计) $\leq$	0.06	0.1	0.15	1.0	1.0
11	非离子氨 $\leq$	0.02	0.02	0.02	0.2	0.2
12	凯氏氮 $\leq$	0.5	0.5	1	2	2
13	总磷(以P计) $\leq$	0.02	0.1(湖、库 0.025)	0.1(湖、库 0.05)	0.2	0.2
14	高锰酸盐指数 $\leq$	2	4	6	8	10
15	溶解氧 $\geq$	饱和率90%	6	5	3	2
16	化学需氧量(COD _{Cr}) $\leq$	15以下	15以下	15	20	25
17	生化需氧量(BOD ₅) $\leq$	3 以下	3	4	6	10
18	氟化物(以F ⁻ 计) $\leq$	1.0以下	1.0	1.0	1.5	1.5
19	硒(四价) $\leq$	0.01以下	0.01	0.01	0.02	0.02
20	总砷 $\leq$	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
21	总汞② $\leq$	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001

续表

序 号	参 数	分 类				
		I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
		标 准 值				
22	总镉 ^③ ≤	0.001	0.005	0.005	0.01	0.01
23	铬(六价) ≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
24	总铅 ^② ≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
25	总氰化物 ≤	0.005	0.05 (渔0.005)	0.2 (渔0.005)	0.2	0.2
26	挥发酚 ^② ≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
27	石油类 ^② (石油醚萃取) ≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
28	阴离子表面活性剂 ≤	0.2以下	0.2	0.2	0.3	0.3
29	总大肠菌群 ^③ (个/L) ≤			10000		
30	苯并(a)芘 ^③ (μg/L) ≤	0.0025	0.0025	0.0025		

① 允许根据地方水域背景值特征做适当调整的项目。

② 规定分析检测方法的最低检出限, 达不到基淮要求。

③ 试行标准。

1.3 水质标准

水质标准是净水工必须了解的内容, 而且对浊度、余氯、色度、pH值、铁、锰等能作检验, 以便根据检验的值及时调整投药量和调整运行的设备负荷。

随着科学研究的深入, 工艺过程发展新要求, 以及水环

境的不断变化和水质检验技术的提高，水质标准也在不断修改和增加内容（详见表1-2）。

从表1-2中可知饮用水卫生标准共分四大类，有感官性状和一般化学指标、毒理学指标、细菌学指标以及放射性指标。下面分别对四类指标的意义作扼要叙述。

感官性状和一般化学指标：感官性状又称物理性状，是指水中某些杂质对人的视觉、味觉和嗅觉的刺激。色、嗅、味等指标虽然对人体健康不一定产生直接危害，但它们的存在给使用者以厌恶感，且色、嗅、味严重时，也可能是水中含有致病杂质的标志，如浑浊度超过10度时便令人感到不快。而且，病菌、病毒以及其他有害物质，往往依附于产生

生活饮用水水质标准

表 1-2

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

续表

项	目	标	准
毒理学指标	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(六价)	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
细菌学指标	细菌总数	100	个/ml
	总大肠菌群	3	个/L
	游离余氯	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0.05mg/L	
放射性指标	总α放射性	0.1	Bq/L
	总β放射性	1	Bq/L

浊度的杂质之中。因此,降低浊度不仅为满足感官性状要求,对降低水中病菌、病毒及其他有害物质的含量,也有着重要意义。

水中存在的一般化学物质,一般情况下虽然对人体并不直接构成危害,但往往对生活使用产生不良影响,其中包括

感官性状方面的不良影响。这类物质含量限制统归于化学指标。例如，硬度过高时，洗涤衣服时浪费肥皂，开水壶容易结垢；铁浓度超过一定限度会使水产生红褐色，以致出现沉淀物，用水器皿和洗涤的衣服会染上颜色，并具有铁锈味，含铁过多的水还容易使铁细菌繁殖。有些物质虽然有剧毒性，但当它们的含量尚未达到致毒浓度时，已对人的感官产生强烈的刺激。对于这类物质，通常不是根据毒理学要求而是根据感官性状要求来制订它们的指标值。这对保证人体健康是偏于安全的。酚就是这样一种化学物质，当酚的含量达到 $9 \sim 15\text{mg/L}$ 时，才会显出明显的毒性，鱼类将不能存活，但饮用水中挥发酚含量超过 0.01mg/L 时，就已产生气味，含量 0.002mg/L 时，加氯消毒时所产生的氯酚便出现异臭。因此，在标准中挥发酚含量是按感官性状要求制订的。由此可见，一般化学指标和感官性状指标在某些方面实际上是有联系的。

毒理学指标：有些化学物质，在饮用水中达到一定浓度时，就会对人体健康造成危害，这些属于有毒化学物质。有毒物质并非全部通过饮用水进入人体，也可通过食物或呼吸等进入人体。在不受污染的水体中，有毒物质含量极少（个别除外，如高氟水源），一般说对人体健康并无影响。威胁人体健康的主要是由工业废水所带入的有毒物质。有些有毒物质能引起急性中毒。大多数有毒物质可在人体内积蓄，引起慢性中毒。危害人体健康的有毒物质容许限量，应综合考虑上述各种进入人体的途径。对于饮用水来说，容许浓度一般是按每人每天用水量 2L 所吸收的毒物量来规定的。从事给水工程者必须严格遵守。

还须注意，我国《生活饮用水卫生标准》中尚未规定，

而国外先进国家已经规定的有毒物质指标。例如，石油化工中的多环芳烃等，是已经被证明了的致癌物质，易在人体内积蓄，引起中毒，溶解性的有毒物质，在一般的混凝沉淀、过滤中并不能被有效地去除。所以在选择水源时就应充分重视，作为选择水源时的重要依据。

细菌学指标：病原菌对人体健康的威胁是不言而喻的，如伤寒、霍乱、痢疾等肠道传染病，一般均通过饮用水传播，可是要直接测定水中的病原菌，并作为水质指标，还不能做到。但测定水中细菌总数和大肠菌群比较方便，并可反映水体受到污染的程度及水处理的效率。大肠菌群多半是来源于人类粪便的污染，它们本身虽非致病菌，但生存条件与肠道病原菌比较接近。当水中检出大肠菌群时，说明有受到肠道病菌污染的危害，当然也不能断定已受到人类粪便的污染，并存在伤寒等病菌了。

关于病毒，已引起人们的重视，但由于目前尚缺乏完善的经常性检测技术，所以还不能作为直接指标应用于水质标准中，至于大肠菌符合标准，能否表示病毒是否去除，尚缺乏依据。但要通过我们净水厂的混凝、沉淀、过滤及消毒的一整套处理措施，以有效地去除病毒和抑制病毒活动。

游离性余氯是指加氯消毒后经过一定的接触时间，水中还剩余游离性氯。它保证了在供水过程中，可以继续维持消毒效果，抑制水中残存的病原微生物再度繁殖。

放射性指标：过去未作规定，原来水质标准23项指标，经修订后增加了12项，并规定了放射性指标。随着工业的发达，有时水源会受到放射性物质的污染，已经引起人们的重视，经检出时，应及时报卫生部门追究根源，以便及时采取措施，防止继续受到污染。放射性物质，一般经常规给水处

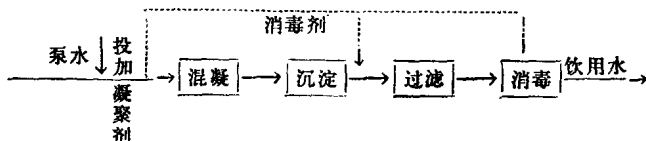
理后可以降低，但不能完全消除。

1.4 给水处理方法概述

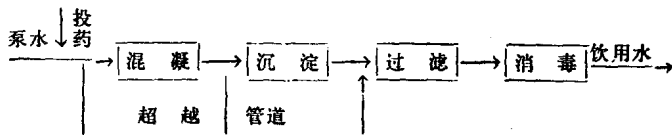
各种性质的用水都要求去除水中悬浮物质。一般说，生活饮用水的处理重点是去除悬浮物和细菌类。水中的杂质大致有：各类细菌、悬浮物、不溶物、胶体、可溶性物，这些杂质往往是产生色、嗅、味和浊度的根源。其中大部分物质可以通过常规处理工艺被去除，但有些物质需通过特殊处理和深度处理工艺，才能被去除。本书的内容主要是针对一般基本符合地面标准的原水，通过常规净化工艺，达到国家规定的饮用水卫生标准。

水处理工艺应根据水源水质和用水对象对水质的要求来确定。大致有以下几种类型：

1. 常规的水处理工艺流程



2. 如水源为水库水，经常性浊度较低，偶而在暴雨季节浊度较高，可以采用下列工艺流程



这一工艺流程，在经常的情况下，可以在加入凝聚剂以后，不通过混凝、沉淀（或澄清）直接进入滤池，当原水浊度比较高时，才通过混凝、沉淀。