

● 现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书

净水厂 技术改造实施指南

张金松 主编

韩德宏 主审

中国建筑工业出版社

现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书

净水厂技术改造实施指南

张金松 主编

韩德宏 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

净水厂技术改造实施指南/张金松主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

(现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 112 - 10424 - 6

I. 净… II. 张… III. 净水 - 水厂 - 技术改造 - 指南 IV. TU991.2 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 159988 号

责任编辑: 于 莉

责任设计: 董建平

责任校对: 兰曼利 孟 楠

现有净水厂、污水处理厂技术改造系列丛书

净水厂技术改造实施指南

张金松 主编

韩德宏 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 20 字数: 500 千字

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月第一次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 55.00 元

ISBN 978 - 7 - 112 - 10424 - 6

(17348)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

内容摘要

本书结合全国供水行业近一个时期技术改造工作的经验，针对改造的各环节，从具体案例分析入手，将改造技术要求落在实处，并力图抓住共性技术问题，总结升华。“解决实际问题”、“关注细节、突出效果”、“以案例进行展示提炼”是本书的最大特色。

本书共分8章，分别为净水厂改造总则、水厂水源保障与原水系统改造、水厂工艺改造、机械设备改造、电气改造、自动化系统改造、水质监测改造、水厂改造的土建工程。

本书可供政府官员、给水排水行业技术人员和大专院校师生参考。

前 言

近年来,国民经济持续、高速发展,城市水源普遍受到污染,公众对饮用水的安全给予越来越多的关注。2005年10月,原建设部出台《城市供水行业2010年技术进步发展规划及2020年远景目标》;2007年7月,国家质检总局和卫生部联合发布的我国新的《生活饮用水卫生标准》GB 5479—2006开始实施。我国的供水行业在未来10年内将迎来净水厂技术改造的又一个高潮。国内相当数量的净水厂由于设施陈旧老化、处理能力不足、设计建造不够合理,或因水源变化、净水效果要求提高等多种原因,需要进行全面改造或局部改进。本书以全面提高净水厂设施技术水平、达到行业技术进步的技术经济目标为主旨,从全流程、多视角出发,以专业划分,针对实施过程的各个技术环节,系统介绍净水厂设施改造的具体要求、实施步骤、运行效果等。

本书以深圳水务集团多年来水厂技术改造的实践为基础,结合全国供水行业近一个时期技术改造工作的经验,针对改造的各环节,从具体案例分析入手,将改造技术要求落在实处,并力图抓住共性技术问题,总结升华。“解决实际问题”、“关注细节、突出效果”、“以案例进行展示提炼”是本书的最大特色,借助本书,与读者就净水厂技术改造一同回味思考,使其成为水厂改造实施的有益参考,是作者的心愿。

本书由张金松主编并负责全书统稿。各章编写人员分别为,第一章、第二章:张金松;第三章:范洁、鲁承虎;第四章:柴培英;第五章:吴春富;第六章:颜浩;第七章:刘岳峰;第八章:杨振宇。汪义强、邢艳、赵建树、刘雯参与了本书的部分编写工作。

本书由深圳市水务(集团)有限公司韩德宏教授级高工主审。

由于编者水平所限,书中难免疏漏与错误,恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 净水厂改造总则	1
1.1 净水厂改造的目标	1
1.2 水源和水厂现状	2
1.2.1 水源污染	2
1.2.2 供水水质风险分析	3
1.2.3 净水设施现状与问题	4
1.3 水厂改造的原则和途径	5
1.3.1 水厂改造的原则	5
1.3.2 水厂改造的途径	6
第 2 章 水厂水源保障与原水系统改造	13
2.1 水源选择	13
2.1.1 水源选择论证	14
2.1.2 工程实例 1: 广东南海二水厂扩建工程水源选择方案	15
2.1.3 工程实例 2: 上海嘉定第二水厂水源选择方案	19
2.2 水量分析	22
2.2.1 水量分析方法	22
2.2.2 工程实例 1: 浙江长兴第二水厂改扩建工程	22
2.2.3 工程实例 2: 深圳市龙岗区坪地水厂第三期扩建工程	28
2.3 原水取水	32
2.3.1 地下水源取水	32
2.3.2 地表水源取水	33
2.3.3 工程实例 1: 新型渗渠在汨罗市地下取水的应用	34
2.3.4 工程实例 2: 凤凰山水库取水头部技术改造	37
2.3.5 工程实例 3: 吉林市二水厂扩建工程取水头设计	37
2.4 取水泵站	39
2.4.1 泵站设计要求	39
2.4.2 工程实例 1: 上海陈行水库长江取水泵房	40
2.4.3 工程实例 2: 深圳市东湖泵站的水源水质预警系统	44
2.4.4 工程实例 3: 汕头市月浦水厂取水泵房出水阀门选型	47
2.5 原水输送	50

2.5.1	原水输送技术要点	50
2.5.2	工程实例 1: 深圳控制原水管道贝类滋生技术措施	50
2.5.3	工程实例 2: 宝鸡市冯家山水库引水管线的水锤防护	53
第 3 章	水厂工艺改造	56
3.1	水厂工艺的全面改造	56
3.1.1	水厂工艺改造的总体设计	56
3.1.2	工程实例 1: 韶钢集团民用水处理站改造工程	56
3.1.3	工程实例 2: 广东湛江市赤坎水厂改扩建	60
3.2	混合絮凝改造	63
3.2.1	混合	63
3.2.2	絮凝池	65
3.3	沉淀池改造	68
3.3.1	平流沉淀池	68
3.3.2	斜板(管)沉淀池	74
3.4	澄清池改造	77
3.4.1	澄清池改造技术要点	78
3.4.2	工程实例: 机械搅拌澄清池加设斜管(板)对澄清效果的改善	78
3.5	滤池改造	80
3.5.1	滤料与承托层	80
3.5.2	普通快滤池	83
3.5.3	双阀滤池	88
3.5.4	虹吸滤池	92
3.5.5	无阀滤池	96
3.6	清水池改造	100
3.6.1	清水池改造技术要点	100
3.6.2	工程实例: 深圳笔架山水厂清水池设计优化	100
3.7	送水泵房改造	103
3.7.1	水泵调节方式	103
3.7.2	水泵叶轮切削	103
3.7.3	水泵变频调速	104
3.7.4	供水系统运行方式	104
3.7.5	工程实例: 深圳大涌水厂给水泵房节能改造	105
3.8	加药间改造	108
3.8.1	加药间改造设计	108

3.8.2	增加 PAM 投加系统	109
3.8.3	增加粉末活性炭投加系统	111
3.8.4	增加高锰酸钾投加系统	112
3.9	增加预处理	114
3.9.1	生物过滤	115
3.9.2	生物接触氧化	115
3.9.3	工程实例 1: 悬浮填料接触氧化工艺在微污染原水生物预处理中的应用	116
3.9.4	工程实例 2: BIOSMEDI 生物过滤工艺在微污染原水预处理工程应用	118
3.10	臭氧—生物活性炭	121
3.10.1	臭氧应用技术要点	121
3.10.2	活性炭应用技术要点	122
3.10.3	工程实例 1: 深圳东湖水厂预臭氧技术应用	122
3.10.4	工程实例 2: 活性炭/砂双滤料滤池处理微污染原水	126
3.10.5	工程实例 3: 深圳梅林水厂深度处理工程	129
3.10.6	工程实例 4: 桐乡市果园桥水厂生物预处理与深度处理工程	131
3.11	增加排泥水处理设施	132
3.11.1	排泥水的性质	133
3.11.2	水厂排泥水处理技术要点	133
3.11.3	工程实例 1: 北京市第九水厂污泥处理运行介绍	135
3.11.4	工程实例 2: 深圳梅林水厂污泥处理系统工艺优化	138
第 4 章	机械设备改造	142
4.1	给水处理设备特点与要求	142
4.1.1	给水处理设备发展的特点	142
4.1.2	给水处理设备的使用要求	143
4.2	通用设备	144
4.2.1	阀门	144
4.2.2	鼓风机	157
4.2.3	空气压缩机	160
4.2.4	格栅机	162
4.2.5	刮(吸)泥机	163
4.2.6	搅拌混合设备	165
4.2.7	污泥脱水设备	167
4.2.8	起重机械	170
4.3	专用设备	171

4.3.1	水泵	171
4.3.2	消毒设备	179
4.3.3	药剂投加设备	188
第5章	电气改造	194
5.1	供电电源	194
5.1.1	供电电源配置要求	194
5.1.2	供电电源改造	194
5.2	变配电所	195
5.2.1	高压配电所	195
5.2.2	10/0.4kV 变电所	196
5.2.3	低压配电所	196
5.2.4	变配电所的布置与结构	196
5.3	供配电设备选择	202
5.3.1	电气设备选择及检验的一般原则	202
5.3.2	高压开关柜	202
5.3.3	操作电源	204
5.3.4	电力变压器	205
5.3.5	低压开关柜	206
5.3.6	无功功率补偿装置	208
5.4	继电保护与二次回路	209
5.4.1	继电保护	209
5.4.2	二次回路	211
5.5	电气传动设备	215
5.5.1	电动机选择	215
5.5.2	电动机启动方式	216
5.5.3	电动机调速	217
5.5.4	常用设备配电与控制	218
5.6	电线、电缆选择与敷设	218
5.6.1	电缆型号	218
5.6.2	电缆敷设	219
5.6.3	电线型号与敷设	220
5.6.4	电力线路的截面选择与效验	221
5.7	防雷、接地	221
5.7.1	防雷	221

5.7.2	接地	223
5.7.3	低压配电系统的等电位连接	225
5.8	电气照明	225
5.8.1	光源与灯具	226
5.8.2	照明供电与节能	227
第6章	自动化系统改造	230
6.1	总体要求	230
6.1.1	自动化系统现状及存在的问题	230
6.1.2	自动化改造应遵循的原则	230
6.2	自动化系统改造的技术指引	231
6.2.1	网络结构	231
6.2.2	站点划分	233
6.2.3	组态软件选择	233
6.2.4	底层工控硬件选择	235
6.2.5	系统功能	238
6.3	系统辅助设计指引	245
6.3.1	系统供电电源	245
6.3.2	防雷与接地	245
6.3.3	中控室布置	245
6.3.4	PLC 柜	245
6.3.5	电缆选择与敷设	246
6.3.6	生产视频监控	246
6.4	水厂自动化系统建设综合案例	246
第7章	水质监测改造	252
7.1	水源水质与监测	252
7.1.1	水源水质要求	252
7.1.2	水源水质监测改造要求	253
7.1.3	水源水质在线监测指标	253
7.1.4	水源水质监测实例	254
7.2	水厂水质监测	255
7.2.1	常规水处理工艺水质监测与控制改造	255
7.2.2	深度处理工艺之一的臭氧—生物活性炭工艺水质监测与控制改造	257
7.3	水厂水质监测仪器仪表	258

7.3.1	水厂水质仪器仪表及安装的总体要求	258
7.3.2	水质在线监测仪表选择与安装技术要点	258
7.4	水厂常用水质在线监测仪表的特点与选用实例	259
7.5	水厂生产运行控制仪器仪表的选择和安装	261
7.5.1	常规工艺仪器仪表要求	261
7.5.2	深度处理工艺之一的臭氧—生物活性炭工艺仪器仪表配置	262
7.5.3	水厂加药系统仪器仪表	262
7.5.4	水厂回收水系统仪器仪表	262
7.5.5	水厂仪表附属配套要求	263
7.6	水厂水质监测及仪表配置实例	263
7.7	水厂化验室建设	266
7.7.1	水厂化验室总体要求	266
7.7.2	水厂化验室改造可参照的要求	266
7.7.3	水厂化验室改造装修材料	266
7.7.4	化验室改造的环境保护及防污染措施	267
7.7.5	水厂化验室各功能分区建设要求	267
7.7.6	水厂化验室改造实例	269
第8章	水厂改造的土建工程	273
8.1	建筑改造工程	273
8.1.1	厂区道路改造	273
8.1.2	各类检查井、阀门井改造	274
8.2	结构缺陷修补与加固改造工程	275
8.2.1	结构设计要点	275
8.2.2	建(构)筑物防水抗渗与缺陷修复	275
8.2.3	混凝土结构补强加固技术及其应用	287
8.3	岩土加固支护工程	296
8.3.1	深基坑支护	296
8.3.2	高边坡支护	301
8.4	其他附属配套改造工程	305
8.4.1	防腐工程	305
8.4.2	栏杆、钢梯、平台、走道板及轻钢组合房屋等钢结构制安工程	305
参考文献	306

第 1 章 净水厂改造总则

1.1 净水厂改造的目标

由国家标准委和卫生部联合发布，我国新的《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006 已于 2007 年 7 月 1 日起实施。该标准属强制性国家标准，指标数量由原标准(GB 5749—85)的 35 项增至 106 项，并对原标准 35 项指标中的 8 项的数值进行了修订。新标准的出台，标志着我国的饮用水卫生和安全有了新的目标，使我国的供水行业的技术和管理在当前严峻的水源污染形势下，又将面临新的挑战，这必将推动供水行业实施新一轮的水厂工艺技术改造。

《生活饮用水卫生标准》的检验项目分为常规检验项目和非常规检验项目两类，其中，常规检验项目 42 项，非常规检验项目 64 项。常规检验项目反映水质的基本状况，非常规检验项目是根据地区、时间或特殊情况需要确定的检验指标。但在对饮用水水质评价时，非常规检验项目具有同等作用，均属于强制执行的项目。

《生活饮用水卫生标准》进一步提高了对原标准中微生物、化学物质和放射性物质的要求；修订了浊度指标，提出耗氧量 3mg/L 的限值；并重点对影响人体健康的毒理学指标，包括无机化合物和有机化合物两类毒理指标进行了强化修订。其中的有机毒理学指标包括了国内已经使用的大多数农药、环境激素、持久性有机物，这些都是目前国际上较为先进的评价饮用水与人体长期健康关系的关键因素。新增毒理学指标还增加了当采用氯、二氧化氯和臭氧消毒时，在水中可能产生的三卤甲烷、卤乙酸等卤代消毒副产物，以及在水中藻类繁殖时可能产生的微囊藻毒素等物质的指标要求。此外，新标准还增加了介水致病性原生动物的贾第鞭毛虫和隐孢子虫两项指标和检测要求。

由于我国净水构筑物的设计一般以建设年代的水质标准为基础，随着水质标准的提高和水源水质的恶化，要达到上述指标的要求，需要采用强化常规处理，或增加预处理和深度处理等工艺改造措施，其中应对以下指标重点关注：

(1) 浊度

新国标将浊度限值定为 1NTU，特殊情况不超过 3NTU。

浊度与水中的微生物、有机污染物和水的感官性能密切相关。实践表明，提高浊度标准，降低浊度限值，可以全面提高水质。常规处理是降低浊度的主要手段。应注意新国标浊度限值是指用户水龙头出水的浊度，在输配水过程中，水的浊度将会有所升高，据资料，从出厂水到

用户处，将升高 0.3NTU 左右，管网陈旧和管理措施薄弱的地区，浊度升高更多。为保证用户水质稳定达标，出厂水浊度控制应留有余地。

(2) 耗氧量

新国标将耗氧量限值定为 3mg/L(原水耗氧量高于 6mg/L 时，为 5)。

耗氧量是水质受到有机污染的替代指标之一，反映各个污染物可被高锰酸钾氧化的共性。耗氧量高的水有机污染程度高，其中的致嗅、致味、生色有机物是用户对水质投诉的重要来源；在对一些城市水源水质的调查中已发现耗氧量与致突变性存在明显的正相关性。控制耗氧量符合新国标要求，是各地供水企业特别是中小水司的紧迫任务。

(3) 贾第鞭毛虫和隐孢子虫

贾第鞭毛虫限值小于 1 个/10L；隐孢子虫限值小于 1 个/10L。

贾第鞭毛虫和隐孢子虫(以下称两虫)属介水致病性原生动物，易通过饮用水传播给人和禽畜。其包囊和卵囊在外界环境中抵抗力强，流行分布广泛。人感染其包囊或卵囊后会引发腹泻、呕吐、疲劳，免疫力低下者易感染致死。美国、英国、日本等地均发生过大规模传染病爆发，两虫已成为发达国家饮用水健康风险的首要病原微生物。由于我国生活污水对水源的普遍污染，饮用水的微生物包括两虫的风险更加不容忽视。

(4) 微囊藻毒素

新标准规定微囊藻毒素小于 0.001mg/L。

我国城镇水源约 45% 采用水库、湖泊取水。富营养化是水库、湖泊和部分江河水源的污染标志之一。藻和藻毒素污染是目前供水界关注的热点。微囊藻毒素 - LR 主要由淡水水体中发生普遍的微囊藻产生，毒性很强，严重损害肝脏。我国江苏海门和广西抚绥农村流行病学调查显示，原发性肝癌的高发与当地长期饮用含藻高的山塘水有相关关系。

去除藻毒素，首先在不破坏藻细胞结构的前提下，通过强化常规处理或膜过滤技术去除水中的藻类；而藻毒素一旦在水中存在，常规给水处理不能有效去除，目前微囊藻毒素的水处理技术主要为氧化法和活性炭吸附等。

针对新国标全面提高饮用水水质的要求，特别是上述重点关注的指标，在当前的水源普遍污染和水厂工艺设施条件下，供水企业将面临严峻的挑战。

1.2 水源和水厂现状

1.2.1 水源污染

进入 21 世纪，我国饮用水源的污染状况依然没有得到根本改善，虽然国家各级政府采取了许多措施来加以解决，但饮用水源的污染状况并没有得到根本改善。根据原国家环保总局发布的中国环境状况公报，比较 2001~2005 年度七大水系监测结果(表 1-1)，符合饮用水源要求的 I~III 类水质不升反降，特别是 2004 年度与 2003 年相比又出现了一次大的滑坡。另据中国环境监测总站 2006 年 6 月发布的《113 个环境保护重点城市集中式饮用水源地水质月报》，

有16个城市水质全部不达标,占重点城市的14%;有74个饮用水源地不达标,占重点城市饮用水源地的20.1%;有5.27亿t水量不达标,占重点城市总取水量的32.3%。这里的结果主要是以常规污染指标来反映的,若考虑到通常难以检测的水中微量有毒有害物质、三致物质以及环境激素类物质等,则目前的饮用水水源水质污染状况更加严峻。

2001~2005年我国七大流域干流地表水水质情况

表1-1

年份	按照国家地表水环境质量标准划分类别						总体评价
	I、II、III类		IV、V类		劣V类		
	比例	与上年比较情况	比例	与上年比较情况	比例	与上年比较情况	
2001	51.7%	下降6%	38.9%	上升4.5%	9.4%	上升1.5%	水质污染依然严峻
2002	52.9%	上升1.2%	26.8%	下降12.1%	20.3%	上升10.9%	水质有所改善
2003	52.5%	下降0.4%	38.1%	上升11.3%	9.3%	下降11%	水质状况略有下降
2004	41.8%	下降10.7%	30.3%	下降7.8%	27.9%	上升18.6%	水质状况明显下降
2005	41.0%	下降0.8%	30.0%	下降0.3%	27.0%	下降0.9%	水质状况总体持平

1.2.2 供水水质风险分析

在饮用水水源普遍污染的情况下,部分城市供水水质存在一些突出的问题:

(1) 水质感官性指标不良,有异臭、异味。此外,浊度既是重要的感官指标,也是微生物、有机物的重要表征。据统计资料,按新国标浊度1NTU的限值,我国24座省会城市,一半城市合格率低于80%,4座城市合格率低于50%。

(2) 湖泊水库富营养化,藻类繁殖,这类水源的藻密度通常高达 10^7 ,使水厂混凝恶化、滤池堵塞,并导致消毒副产物升高、管网水生物不稳定;藻类还会产生致病、致癌的藻毒素,深圳水源中藻毒素常有检出,而太湖水源等高度富营养化水体,供水水质满足微囊藻毒素小于0.001mg/L还存在一定风险。

(3) 中国预防医学科学院于1985~1988年对全国2074个县进行的调查,以耗氧量3mg/L为标准,超标率达13.3%,根据35座大城市1985~1994年资料,供水耗氧量不合格为35%。这表明,在新国标执行后,将有一大批水司供水耗氧量不合标准,水厂必须进行工艺强化和技术改造。此外,原水中的微量有机污染物,包括近年开始引起广泛关注的环境激素类物质,现有常规工艺难以去除,在非规范指标实施的过渡期内,将有部分地区饮用水中有机物总量或单项有机物浓度超标,需要采取相应对策。

(4) 目前国内能开展水中贾第鞭毛虫和隐孢子虫检验的供水企业较少,尚未就此方向开展系统研究。但据调查,贾第虫孢囊粪检结果,北京、甘肃为2.7%,浙江乐清2.5%,沈阳12.5%。隐孢子虫卵囊在南方地表水中检测率达18.8%~37.5%;初步检测证实我国一些水源确有致病原生动物的存在。控制两虫的风险,首先是降低出厂水的浊度。美国环保署(USEPA)研究表明,降低出厂水浊度至0.5NTU,可大大降低两虫的传播危险,浊度低于0.3NTU,两虫去除率达99%,浊度0.1NTU,去除率达99.9%。其次,采用消毒手段加以杀灭,两虫的耐氯性强,氯消毒难以奏效;臭氧和紫外线等消毒方法则可以有效杀灭两虫。

1.2.3 净水设施现状与问题

我国的净水工艺目前大多停留在以去除悬浮性颗粒物为主要目标的传统水处理技术水平，由于建设年代的不同，各水厂的净水工艺和技术水平差异很大。为了满足社会发展对供水事业的要求，不少水厂面临着更新改造的任务。

就具体处理工艺而言，我国绝大多数水厂采用的是以混凝、沉淀、过滤、消毒为主的常规净水工艺。一些城市由于水源污染的加剧，近年来增设了生物预处理和臭氧、活性炭等深度处理工艺技术。

净水厂混凝剂的投加以采用单一的聚合氯化铝、硫酸铝或三氯化铁等较多。与国外相比，在助凝剂的应用以及混凝过程中 pH 调节方面相对注意较少。早期投产的水厂，对混合过程不重视，甚至连混合设施都没有。近年来较多采用的管式静态混合器，虽然改善了混合条件，但其混合效果受水量变化较大，也有待进一步改善。目前应用的絮凝形式以水力絮凝为主，部分水厂也有采用机械絮凝。与国外相比，我国对水力絮凝形式的开发和研究较有特色，创造了折板絮凝、网格(栅条)絮凝、波形板絮凝、涡旋絮凝等多种形式。对于各种絮凝形式的比较以及水力絮凝如何适应水质和水量的变化，仍将是今后进一步研究的方向。我国大、中型水厂的沉淀构筑物以平流式沉淀池居多。20 世纪 60 年代建设的水厂，不少采用了机械搅拌澄清池或水力循环澄清池。70 年代起，斜管沉淀池的应用也较普遍。气浮作为含藻水处理的技术，在国内少数水厂也有应用。近年来，国外一些新型的沉淀构筑物，如 Densadeg 沉淀池、Actiflo 沉淀池等在我国也得到初步的应用。快滤池除了形式上有普通快滤池、双阀滤池、虹吸滤池、移动罩冲洗滤池、无阀滤池和 V 型滤池等各种形式外，在滤料级配上主要有传统的细级配砂滤料和均粒粗砂滤料，而双层滤料和多层滤料在国内应用不多。冲洗方式则主要有单水冲洗和汽水反冲洗，表面冲洗的应用不多。原来采用微絮凝直接过滤的水厂，现大多已增设了沉淀构筑物。目前水厂绝大多数仍以液氯作为消毒剂，个别水厂采用了二氧化氯投加，考虑到消毒副产物的影响，对加氯点的位置以及前加氯的控制作了不少改进。

通过中国水星网站对全国近 80 个水厂的工艺现状进行了调查，得到的主要结论包括：

(1) 常规处理工艺仍占主导地位，在调查的 72 个水厂中，完整常规工艺水厂占 91.7%，还有 4.17% 的水厂常规工艺都不完全，只有 4.17% 的水厂采用了臭氧氧化—活性炭等形式的深度处理工艺。

(2) 水厂的工艺老化严重，新技术应用不普及。以过滤工艺为例，43.2% 的水厂采用的是普通快滤池，分别有 12.1% 的水厂仍采用重力无阀滤池和虹吸滤池，还有 5.4% 的水厂没有设滤池，只有不到 30% 的水厂采用了较先进的 V 型滤池。在现场调研中发现，有些中小城市的水厂，滤池出水的浊度甚至比进水还高，完全失去了过滤功能，还带来新的污染。

(3) 在消毒工艺中，68.6% 的水厂采用氯消毒，25.7% 采用二氧化氯消毒工艺。针对原水的藻类和有机物污染，55.1% 的水厂采用了预氯化工艺，但 35.6% 的水厂存在增加消毒副产物生成量的风险。

由于各地水源条件的差异以及净水设施建设年代的不同，所面临的问题也不尽相同，其共

性问题是：

(1) 净水工艺和运行参数难以满足出水水质提高的要求。净水厂处理构筑物的设计一般均以建设年代要求的水质标准为基础，随着国家水质标准的提高，其处理能力与之不相适应。以浊度为例，1985年颁布的《生活饮用水卫生标准》GB 5749—85对饮用水浊度要求小于3NTU，1994年颁布的《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ 58—94要求滤池进水浊度小于8NTU；2006年颁布的《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2006将饮用水浊度要求提高到小于1NTU，2008年修订的《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》已将滤池进水浊度调整为小于3NTU。按此要求，现有净水设施需要面临更新和改造。

(2) 原水水质的恶化。近年来，地表水源污染日益普遍，水质恶化加剧，原以去除悬浮物质和细菌为主的常规处理工艺难以适应。除了通过强化常规处理，以提高对有机污染物的去除外，必要时还需增加预处理和深度处理等净水工艺。

(3) 检测仪表不完善，控制水平较低。对照近年来建设的水厂，早期建设的水厂往往缺乏必要的检测仪表，控制水平也不高。为了达到水厂的科学管理，确保净水设施的正常运行，配置必要的仪表是必不可少的。

(4) 设备陈旧、效率低下。由于设备经长时间运行，损耗严重，需要得到及时的更新，特别是对水厂运行成本影响较大的水泵设备，往往由于所选扬程与实际工况不匹配，效率低下，气蚀情况严重，更应结合改造予以更换。

(5) 构筑物结构破损严重。一些早期建成的水厂，由于构筑物长期使用，年久失修，渗漏严重，已影响使用安全，应有计划地结合净水厂的改造，予以修复或更新。

1.3 水厂改造的原则和途径

1.3.1 水厂改造的原则

针对以上水质问题，各地供水企业通过技术进步和加强管理来提高常规工艺净水效果，目前供水水质普遍较以前已有很大提高。以上这些处理技术具有特定的适用条件和范围，应根据各地不同的具体情况合理选择，实际中应遵循以下基本原则：

(1) 深入调查水源水质，明确水质目标

随着我国水环境整体形势的不断恶化，城市供水的原水水质也在不断恶化，部分城市供水水源水质甚至降为劣V类，因而被迫退出供水领域，造成水质型缺水问题。分析污染物的现状和变化趋势，在符合国家相关水质标准的前提下，综合当地水源和社会经济条件，明确城市供水的水质目标是净水厂技术改造的首要工作。

(2) 全面规划，分步实施

老水厂的改造涉及面广，受制约条件较多，因此必须做好全面规划，有步骤、有计划地逐步加以实施。在水质目标和净水工艺确定后，结合城市供水的发展，制定具体的实施规划是完成改造的重要环节。

(3) 现有设施的技术评估

根据供水水质目标, 评估常规处理工艺的净水能力, 提出需要通过技术改造解决的水质问题和主要工艺参数。这需要根据各地水源条件的不同和净水构筑物形式的差异, 建立一套科学的评价体系和方法。充分利用原有设施, 通过适当的改造, 改善其处理能力, 是提高出水水质最为经济有效的途径。实践表明, 加强常规处理在有效降低出水浊度的同时, 对有机物的去除也有一定效果。当通过加强常规处理仍无法满足出水水质要求时, 则需考虑增设预处理和深度处理工艺。

(4) 通过技术经济比较, 确定合理的处理工艺

确定水厂净水工艺的改造方案, 需要根据当地原水条件和要求的水质目标, 对各种处理技术进行合理地组合。比较理想的是用实际的原水进行长期的模型试验, 进行多个不同工艺流程的并行比较, 分析各处理单元的效果, 通过技术经济比较, 从中选择最合适的工艺流程组合, 通过以上的技术与经济比较分析确定采用一种或几种技术。应重视实地和资料调研国内外相关工程的设计与运行情况以及对应的工程建设背景和条件等, 通过全面客观地总结现有工程的经验来指导本地的工程实践, 结合工程投资、运行费用和管理技术条件, 最终确定改造技术方案。

1.3.2 水厂改造的途径

按照上述原则, 实现水厂技术改造目标的主要途径包括:

(1) 加强城市水源水量和水质的保障

1) 提高城市供水水源保证率。城市供水水源保证率一般应为 90% ~ 97%。根据城市规模、城市性质、水资源条件的不同, 城市供水保证率可做如下划分: ①按城市规模, 大中城市供水保证率 95% 以上; 小城市可适当放宽, 下限可取 90%。②按城市性质, 直辖市、省会城市、副省级城市、重点文物保护城市以及国家风景旅游名胜地等一些需要特别保护的重要城市, 供水保证率应达到 95% ~ 97%; 其他城市可相对低一些, 下限可降低到 90%。③按水资源条件, 在水资源较为丰富的地区, 水源保证率应不小于 95%; 水资源较为贫乏的地区, 可视其水源缺乏情况适当放宽, 但不能低于 90%。

城市供水水源要考虑特枯年份水源满足城市居民的基本生活, 如果水源枯水期流量不能满足保证率要求时, 应采取选择多个水源、增加水源调蓄设施、市域外引水等措施, 实施必要的水源工程和相关技术改造来满足供水要求。防止由于单一水源出现问题时, 影响城市居民正常生活的现象发生。没有条件建设多水源的地区, 应有供水应急方案, 建有应急备用水源, 以保证城市供水出现危机时, 能够保障居民基本生活用水。

2) 保障和改善城市水源水质

选用地表水作为供水水源时, 应根据《地表水环境质量标准》GB 3838—2002 的有关要求进行水质评价。其中饮用水水源的基本项目应达到 I ~ III 类水质要求, 并满足补充项目标准限值和当地有关部门规定的特定项目标准限值的要求。选用地下水作为供水水源时, 应根据《地下水质量标准》GB/T 14848—93 的有关要求进行水质评价。其中饮用水水源一般应达到