



杭世珺 张大群 主编

净水厂、污水厂 工艺与设备手册

JINGSHUICHANG WUSHUICHANG
GONGYI YU SHEBEI SHOUCHE



化学工业出版社

本书共分10章，第1章为总论，第2~7章为污水处理工艺，第8~10章为污水处理设备。本书可作为从事污水处理工程技术人员、设计人员、管理人员、大专院校师生的参考书，也可供从事其他工业水处理工程技术人员、设计人员、管理人员、大专院校师生的参考。



杭世珺 张大群 主编

净水厂、污水厂 工艺与设备手册

JINGSHUICHANG WUSHUICHANG
GONGYI YU SHEBEI SHOUCHE



化学工业出版社

· 北京 ·

元 138.00 3

本书是一本全面介绍净水厂、污水厂工艺与设备的手册，全书共分三篇，内容包括：净水厂的工艺与设备，主要介绍了常规处理、预处理、臭氧活性炭深度处理、除铁除锰除氟、超滤微滤的工艺与设备；污水处理厂的工艺与设备，主要介绍了传统法、 A_NO 、 $A_P O$ 、 $A^2 O$ 、SBR、氧化沟、稳定塘、MBR法、生物膜法的工艺与设备；通用设备，不仅包括各种工艺配套的专用设备，还包括其他主要通用设备。

本书图文并茂地介绍了各种设备的外形尺寸、性能参数以及安装注意事项，并配有不同类型的工艺选择、计算与设备选型的工程案例，实用性强。

本书可供市政工程、环境工程专业的科研人员、工程设计人员和管理人员参考，也可供高等院校相关专业师生参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

净水厂、污水厂工艺与设备手册/杭世珺，张大群主编.
北京：化学工业出版社，2010.10
ISBN 978-7-122-09315-8

I. 净… II. ①杭…②张… III. ①净水-水厂-工艺-技术手册②净水-水厂-水处理设施-技术手册③污水处理厂-污水处理-技术手册④污水处理厂-污水处理设备-技术手册 IV. ①TU991.2-62②X505-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 156913 号

责任编辑：刘兴春 董琳
责任校对：宋夏

文字编辑：汲永臻
装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印刷：北京永鑫印刷有限责任公司
装订：三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 41¼ 字数 1141 千字 2011 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：138.00 元

版权所有 违者必究

《净水厂、污水厂工艺与设备手册》编委会

主 编 杭世珺 张大群

副 主 编 宋桂杰 孙济发

编写人员名单 刘旭东 姜亦增 杨京生 曹井国 张 炯

金 宏 梁小田 张述超 马淑军 王秀朵

王立彤 史 俊 张 蓁 姚左纲 孙 菁

王哲勇 刘 瑶 于德强 张 蕾 李慧颖

李 杨 李彩斌 梁 伟 殷成博 勒德智

香 藏

2010年2月

前言

水是生命的源泉，水是城镇的命脉，水是工业的乳汁，水是农业的甘泉。伴随着共和国走过 60 年的给排水行业，越来越成为世人关注的焦点，水资源短缺、饮用水安全、水体污染等现实问题更要求给排水行业必须加速发展，以保障人类生存环境和营造发展空间。

净水厂工程和污水处理厂工程是给排水工程的核心，60 年来，特别是近 20 多年来，其普及程度、规模、数量、技术水平均得到了飞速的发展，水工艺技术的研究、开发、应用和水设备技术的引进、研制、生产，使得我国水工艺与水设备的总体技术水平达到或接近国际先进水平，并逐步与国际接轨。

在净水厂和污水处理厂中，工艺是先导、设备是依托，工艺是龙头、设备是基础，工艺是实现总体要求的途径，设备是实现总体目标的保证。设备服从于工艺，设备为工艺服务，设备的发展，反过来又促进工艺的提高和部分新工艺的诞生，给新工艺的实现提供了机遇和路径。本书就是秉承这一思路，将水工艺与水设备两大学科密切结合在一起进行论述和介绍。将几十种不同设计流程、不同的建（构）筑物所采用的工艺描述、计算与设备选型、校核全部融合起来，又分别放在按序固定的章节中。既可使读者做到易掌握、易查找、易了解工艺设备的结合状况，又易通晓全厂的技术分布。

本书第一篇为净水厂工艺与设备，主要介绍了常规处理、预处理、臭氧活性炭深度处理、除铁除锰除氟、超滤微滤的工艺与设备。本书第二篇为污水处理工艺与设备，主要介绍了活性污泥法，包括传统法、 A_NO 、 $A_P O$ 、 $A^2 O$ 、SBR、氧化沟、稳定塘、MBR 法的工艺与设备；生物膜法，包括生物接触氧化、曝气生物滤池、生物转盘、高负荷生物滤池的工艺与设备。并在第一篇、第二篇中都有数例工艺与设备的流程、计算、选型案例。第三篇为通用设备，主要介绍了除上述第一篇、第二篇中已介绍的配合此种工艺使用的专用设备之外的其他主要通用设备，包括水泵、阀门、闸门、鼓风机、消毒、起重及输送设备。本书在第二篇污水处理工艺与设备的第一章中，列出 12 种污水处理工艺的流程与对应设备的框图表格，可将目前过多污水处理工艺与设备的众多内容简化、清晰、明了。此种体例可减少各种工艺共用设备论述中的重叠，将主要通用设备分层独立论述，将各工艺经常共用的专用设备分章独立论述，将使不同流程、不同构筑物的工艺与设备清晰的呈现在读者面前。

本书重点介绍了最新的工艺和设备，如在净水厂预处理中，介绍了“粉末活性炭吸附（应急）”工艺和“磁分离预处理技术 MIEX”；超滤/微滤介绍了工艺和膜组件；介绍了纳滤、反渗透和电渗析等深度处理工艺与设备。在污水处理中，介绍了 $A_N O$ 、 $A_P O$ 、 $A^2 O$ 、SBR、氧化沟、MBR、曝气生物滤池、高负荷生物滤池等工艺及磁悬浮鼓风机、空气悬浮鼓风机、高速浓缩脱水螺压离心一体机、污泥干化设备等。在通用设备篇中介绍了零渗漏的软密封阀门、活性炭投加设备、各种先进的消毒设备、高效率的水泵和潜水泵等。

本书编者主要为北京市市政工程设计研究总院、天津水工业工程设备有限公司、天津市市政工程设计研究院、天津艾杰环保技术工程有限公司等单位的多年从事给排水工艺、设备的技术人员。上述单位和本书的编者参与完成了国内上百项大中型净水厂、污水厂的设计、设备配置及工程承包，并承担过国外净水厂、污水厂的设计与承包。

本书由杭世珺、张大群主编，主要编写人员有杭世珺、张大群、宋桂杰、孙济发、刘旭东、姜亦增、杨京生、曹井国、张炯、金宏、梁小田、张述超、马淑军、王秀朵、王立彤、史俊、张蓁、姚左纲、孙菁、王哲勇、刘瑶、于德强、张蕾、李慧颖、李杨、李彩斌、梁伟、殷成博、勒德智等。

由于时间和能力所限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者
2010 年 5 月

目 录

第一篇 净水厂工艺与设备

第1章 净水厂工艺与设备概述	2	3.2.3 化学预氧化	125
第2章 常规处理工艺	4	3.2.4 粉末活性炭吸附(应急)	127
2.1 主要工艺及流程	4	3.2.5 磁分离预处理技术 MIEX®	127
2.1.1 针对常温常浊水处理工艺	4	3.3 主要设备	127
2.1.2 针对常温低浊水处理工艺	4	3.3.1 除砂机	127
2.1.3 针对低温低浊水处理工艺	4	3.3.2 预氯化设备	134
2.1.4 针对高浊水处理工艺	4	3.3.3 臭氧设备	134
2.1.5 针对低浊高藻水处理工艺	5	3.3.4 粉末炭投加设备	135
2.1.6 针对高浊高藻水处理工艺	6	3.3.5 其他通用设备	137
2.2 单元构筑物及主要设备	6	第4章 臭氧活性炭深度处理工艺	138
2.2.1 取水工程	6	4.1 主要工艺	138
2.2.2 配水溢流井	10	4.1.1 工艺简介	138
2.2.3 混合	10	4.1.2 主要工艺流程	138
2.2.4 絮凝	11	4.2 单元构筑物及设备	139
2.2.5 沉淀	14	4.2.1 臭氧化法工艺系统	139
2.2.6 澄清	18	4.2.2 活性炭吸附池	140
2.2.7 气浮	32	4.2.3 其他构筑物	141
2.2.8 过滤	35	4.2.4 臭氧-活性炭工艺设计中应注意的 问题	141
2.2.9 消毒	45	4.3 主要设备	141
2.2.10 加药间	53	4.3.1 氧化塔	142
2.2.11 配水泵房	53	4.3.2 臭氧曝气头	142
2.2.12 污泥处理系统	53	4.3.3 其他通用设备	142
2.3 主要设备	56	第5章 除铁、除锰除氟工艺	143
2.3.1 拦污设备	56	5.1 主要工艺	143
2.3.2 混合设备	78	5.1.1 工艺简介	143
2.3.3 絮凝设备——搅拌机	81	5.1.2 除铁工艺	143
2.3.4 沉淀池设备——排泥设备	83	5.1.3 除锰工艺	143
2.3.5 澄清池设备	89	5.1.4 除铁除锰工艺	144
2.3.6 气浮设备	92	5.1.5 地下水含氟超标除氟工艺	144
2.3.7 消毒设备	99	5.2 单元构筑物及设备	144
2.3.8 加药设备	99	5.2.1 曝气的要求	144
2.3.9 浓缩脱水设备	105	5.2.2 除铁除锰滤池	145
2.3.10 其他通用设备	120	5.3 主要设备	145
第3章 预处理工艺	122	5.3.1 曝气设备	145
3.1 主要工艺	122	5.3.2 成套设备	145
3.2 单元构筑物及设备	122	第6章 超、微滤膜过滤技术	149
3.2.1 预沉	122	6.1 综述	149
3.2.2 生物预处理	124		

6.2	超滤膜处理单元	150	7.3.4	电渗析器	178
6.3	工艺流程组合	150	7.3.5	诺氏高级氧化系统及设备	179
6.4	膜法在给水处理中的效果	151	第8章 设备选型案例分析 181		
6.5	设备及仪表	152	8.1	北方地区某水厂设计案例	181
6.5.1	超滤膜组件	152	8.1.1	项目背景	181
6.5.2	微滤膜组件	158	8.1.2	水源及水质情况	181
第7章 其他处理工艺单元 161			8.1.3	主要工程内容	181
7.1	主要工艺	161	8.1.4	取水部分主要构筑物设计参数及设备选型	182
7.1.1	离子交换技术	161	8.1.5	净水厂部分主要构筑物设计参数及设备选型	183
7.1.2	纳滤	161	8.2	南方地区某水厂设计案例	194
7.1.3	反渗透	161	8.2.1	项目概况	194
7.1.4	电渗析	162	8.2.2	水源及水质情况	194
7.1.5	高级氧化技术	162	8.2.3	主要工程内容	194
7.2	单元构筑物及设备	163	8.2.4	主要构筑物设计参数及设备选型	195
7.3	主要设备	163			
7.3.1	阴、阳离子交换器	163			
7.3.2	纳滤膜	167			
7.3.3	反渗透膜	173			

第二篇 污水处理厂工艺与设备

第1章 污水处理厂工艺与设备概述 206		2.1.1	格栅工艺描述、设计要点及计算	226	
1.1	活性污泥法	206	2.1.2	格栅主要设备	227
1.1.1	传统法工艺流程	206	2.2	进水泵房工艺与设备	245
1.1.2	A _N O法工艺流程	206	2.2.1	进水泵房工艺描述、设计要点及计算	245
1.1.3	A _P O法工艺流程	206	2.2.2	进水泵房主要设备	246
1.1.4	A ² O法工艺流程	206	2.3	沉砂池工艺与设备	246
1.1.5	传统法及其变法工艺对应设备	206	2.3.1	平流沉砂池工艺描述、设计要点及计算	246
1.1.6	SBR工艺流程	209	2.3.2	平流沉砂池主要设备	247
1.1.7	SBR工艺对应设备	209	2.3.3	竖流沉砂池工艺描述、设计要点及计算	250
1.1.8	氧化沟工艺流程	211	2.3.4	竖流沉砂池主要设备	250
1.1.9	氧化沟工艺对应设备	211	2.3.5	曝气沉砂池工艺描述、设计要点及计算	250
1.1.10	稳定塘工艺流程	213	2.3.6	曝气沉砂池主要设备	251
1.1.11	稳定塘工艺对应设备	213	2.3.7	旋流沉砂池工艺描述、设计要点及计算	252
1.1.12	MBR工艺流程	214	2.3.8	旋流沉砂池主要设备	252
1.1.13	MBR工艺对应设备	214	第3章 沉淀处理工艺与设备 256		
1.2	生物膜法	216	3.1	初次沉淀池工艺与设备	256
1.2.1	生物接触氧化工艺流程	216	3.1.1	平流式沉淀池工艺描述、设计要点及计算	256
1.2.2	生物接触氧化工艺对应设备	217	3.1.2	平流式沉淀池主要设备	256
1.2.3	曝气生物滤池工艺流程	219	3.1.3	竖流式沉淀池工艺描述、设计要点及计算	260
1.2.4	曝气生物滤池工艺对应设备	219			
1.2.5	生物转盘工艺流程	221			
1.2.6	生物转盘工艺对应设备	221			
1.2.7	高负荷生物滤池工艺流程	223			
1.2.8	高负荷生物滤池工艺对应设备	223			
第2章 预处理工艺与设备 226					
2.1	格栅工艺与设备	226			

3.1.4	竖流式沉淀池主要设备	261	4.2.7	高负荷生物滤池工艺描述、设计要点及计算	336
3.1.5	辐流式沉淀池工艺描述、设计要点及计算	261	4.2.8	高负荷生物滤池主要设备	336
3.1.6	辐流式沉淀池主要设备	261	第5章 污泥处理及处置工艺与设备	339	
3.2	二次沉淀池工艺与设备	264	5.1	集泥池工艺与设备	339
3.2.1	二次沉淀池工艺描述、设计要点及计算	264	5.1.1	集泥池工艺描述、设计要点及计算	339
3.2.2	二次沉淀池主要设备	264	5.1.2	集泥池主要设备	339
第4章 生物处理工艺与设备	270		5.2	重力浓缩池工艺与设备	340
4.1	活性污泥法工艺与设备	270	5.2.1	重力浓缩池工艺描述、设计要点及计算	340
4.1.1	传统法工艺描述、设计要点及计算	270	5.2.2	重力浓缩池主要设备	340
4.1.2	传统法主要设备	272	5.3	厌氧消化工艺与设备	342
4.1.3	A _N O(缺氧/好氧生物脱氮)法工艺描述、设计要点及计算	285	5.3.1	厌氧消化工艺描述、设计要点及计算	342
4.1.4	A _N O(缺氧/好氧生物脱氮)法主要设备	286	5.3.2	厌氧消化主要设备	343
4.1.5	A _P O(缺氧/好氧生物脱氮)法工艺描述、设计要点及计算	286	5.4	沼气系统工艺与设备	349
4.1.6	A _P O(缺氧/好氧生物脱氮)法主要设备	287	5.4.1	沼气系统工艺描述	349
4.1.7	A ² O(厌/缺/好氧生物同步脱氮除磷)法工艺描述、设计要点及计算	287	5.4.2	沼气系统主要设备	350
4.1.8	A ² O(厌氧/缺氧/好氧生物同步脱氮除磷)法主要设备	287	5.5	污泥浓缩脱水工艺与设备	354
4.1.9	SBR工艺描述、设计要点及计算	292	5.5.1	压滤浓缩脱水工艺描述、设计要点及计算	355
4.1.10	SBR法主要设备	294	5.5.2	压滤浓缩脱水主要设备	355
4.1.11	氧化沟工艺描述、设计要点及计算	301	5.5.3	离心浓缩脱水工艺描述	361
4.1.12	氧化沟主要设备	304	5.5.4	离心浓缩脱水主要设备	362
4.1.13	稳定塘工艺描述、设计要点及计算	309	5.5.5	螺压浓缩脱水设备	367
4.1.14	稳定塘主要设备	309	5.5.6	浓缩脱水配套设备	370
4.1.15	MBR工艺描述、设计要点及计算	310	5.6	污泥堆置棚工艺与设备	372
4.1.16	MBR主要设备	312	5.6.1	污泥堆置棚工艺描述	372
4.2	生物膜法工艺与设备	321	5.6.2	污泥堆置棚主要设备	372
4.2.1	生物接触氧化工艺描述、设计要点及计算	321	5.7	污泥干化技术	374
4.2.2	生物接触氧化主要设备	322	5.7.1	WG型污泥干化机	374
4.2.3	曝气生物滤池工艺描述、设计要点及计算	326	5.7.2	JGZ型浆叶式干燥机	374
4.2.4	曝气生物滤池主要设备	328	5.7.3	太阳能高温双热源热泵污泥干化装置	375
4.2.5	生物转盘工艺描述、设计要点及计算	331	5.8	消毒设施工艺与设备	376
4.2.6	生物转盘主要设备	333	5.8.1	消毒设施工艺描述	376
			5.8.2	消毒设施主要设备	376
			第6章 工程实例	377	
			6.1	A/A/O法污水处理工程实例	377
			6.1.1	工程概述	377
			6.1.2	工程设计及设备选型	377
			6.2	SBR法污水处理工程实例	383
			6.2.1	工程概述	383
			6.2.2	工程设计及设备选型	384
			6.3	氧化沟法污水处理工程实例	389
			6.3.1	工程概述	389

第三篇 净水厂、污水厂通用设备

第1章 净水厂和污水处理厂通用设备

概述 398

- 1.1 水泵 398
- 1.2 阀门 398
- 1.3 风机 399
- 1.4 消毒设备 399
- 1.5 其他通用设备：起重设备和输送机 399

第2章 泵

- 2.1 离心泵 400
 - 2.1.1 单级离心清水泵 400
 - 2.1.2 多级离心泵 412
- 2.2 潜水泵 416
 - 2.2.1 潜水给水泵 416
 - 2.2.2 潜水排污泵 418
 - 2.2.3 轴流、混流潜水泵 423
 - 2.2.4 潜水切割泵 437
- 2.3 长轴泵 439
- 2.4 真空泵 454
- 2.5 污泥泵 456
 - 2.5.1 污泥回流泵 456
 - 2.5.2 单螺杆泵 457
 - 2.5.3 污泥转子泵 460
- 2.6 耐腐蚀泵 461
- 2.7 气液增压泵 462
 - 2.7.1 L系列气液增压泵 462
 - 2.7.2 M系列微型气液增压泵
(Mini型) 463
 - 2.7.3 MD系列气液增压泵 463
 - 2.7.4 S系列气液增压泵 464
 - 2.7.5 SD系列气液增压泵 465
- 2.8 计量泵 465
 - 2.8.1 电动隔膜泵 465
 - 2.8.2 SJM型机械隔膜计量泵 466
 - 2.8.3 SJ—M系列液压隔膜计量泵 468
 - 2.8.4 SJ系列柱塞计量泵 470

第3章 阀门

- 3.1 闸阀 471
 - 3.1.1 楔式闸阀 471
 - 3.1.2 Z945^T_W型电动暗杆楔式闸阀 472
 - 3.1.3 软密封闸阀 473
 - 3.1.4 埋地式闸阀 479
- 3.2 截止阀 484

3.2.1 J41^T_W型法兰连接铁制截止阀 484

3.2.2 J144X系列电磁—液(气)动角式截止阀 485

3.3 蝶阀 486

3.3.1 对夹式蝶阀 486

3.3.2 法兰蝶阀 500

3.3.3 软密封蝶阀 506

3.3.4 蜗轮传动蝶阀 513

3.3.5 三偏心蝶阀 515

3.4 止回阀 519

3.4.1 HH44X型微阻缓闭消声止回阀 519

3.4.2 HQ41X—10型无磨损球形止回阀 520

3.4.3 H47X—¹⁰/₁₆蝶形缓冲止回阀 520

3.4.4 HS47X—^{2.5}/₁₀双蝶板缓冲止回阀 521

3.4.5 HD7Q41AXR智能型全液控止回蝶阀 522

3.4.6 H44H型旋启式止回阀 523

3.4.7 节能消声止回阀(炮弹型) 524

3.4.8 LH241X—¹⁰/₁₆调流缓冲止回阀 526

3.4.9 鸭嘴式橡胶止回阀 527

3.4.10 缓闭止回阀 CL1001 528

3.4.11 球型止回阀 B系列 529

3.4.12 防污染逆止阀 529

3.4.13 对夹式双瓣止回阀 05系列 531

3.5 排气阀 532

3.5.1 CARX复合式排气阀 532

3.5.2 FGP4X型复合式高速进排气阀 532

3.5.3 SCAR污水复合式排气阀 534

3.5.4 排气阀 535

3.6 浆液阀 536

3.6.1 Z673X型气动对夹式浆液阀 536

3.6.2 SZ73X型疏齿式浆液阀 537

3.7 柱塞阀 538

3.7.1 U41M铁制、钢制法兰连接柱塞阀 538

3.7.2 X743H—10型液控旋塞阀 539

3.8 球阀 540

3.8.1 Q11F(Ⅲ)型三片球阀 540

3.8.2 Q41F型法兰连接铸钢球阀 540

3.8.3	Q941 型电动球阀	541
3.8.4	600—A 型高性能球阀	543
3.8.5	偏心半球阀	544
3.9	调节阀	544
3.9.1	TJ40H 型 TJS40H 型手动调节阀	544
3.9.2	TDS9K41X— $\frac{2.5}{6}$ ₁₀ 梳齿式调节阀	545
3.9.3	LP9Z41X—(6~25)C 型环喷式流量调节阀	546
3.9.4	LG979H— $\frac{10}{16}$ 孔板式调节阀	549
3.10	水力控制阀	550
3.10.1	多功能过滤活塞式水力控制阀	550
3.10.2	多功能活塞式水力控制阀	551
3.10.3	700X 型水泵控制阀	552
3.10.4	600X 型水力电动控制阀	553
3.10.5	Dx7k41X—10 型蓄能器式液控缓闭蝶阀	554
3.10.6	水锤消除器 CL501	555
3.10.7	AD 减压阀	556
3.11	浮球阀	556
3.11.1	MAC3 modM15 浮球开关——浮球阀	556
3.11.2	水力(遥控)浮球阀	557
3.11.3	浮球阀 CL701 型	557
3.12	排泥阀	558
3.12.1	H742X 型池底阀	558
3.12.2	J744X 型、J644 型角式排泥阀	558
3.12.3	膜片式快开排泥阀	559
3.13	电磁阀	560
3.13.1	常开式电磁阀	560
3.13.2	常闭式电磁阀	561
3.14	可调节堰(闸)	561
3.14.1	TY、TYZ、TYX 和 TYG 型可调节堰	561
3.14.2	DY 型可调式堰门	563
3.15	电动装置	564
3.15.1	SMC 系列阀门电动装置	564
3.15.2	SMC/HBC 系列阀门电动装置	566
3.15.3	OOM 系列阀门电动装置	568
3.15.4	QT 系列阀门电动装置	569
3.16	橡胶接头	572
3.17	闸门	573
3.17.1	圆闸门	573
3.17.2	方闸门	574
3.17.3	平面钢闸门	575
3.17.4	不锈钢闸门	576

第 4 章	风机	578
4.1	罗茨鼓风机	578
4.1.1	3L30 系列三叶罗茨鼓风机	578
4.1.2	RR 系列双叶罗茨鼓风机	578
4.1.3	ZR 系列大型高压罗茨鼓风机	580
4.1.4	L 系列罗茨鼓风机	581
4.1.5	MJL、PJL 系列鼓风机	582
4.1.6	ZG 系列三叶罗茨鼓风机	583
4.2	离心鼓风机(单极、多极)	585
4.2.1	单极离心鼓风机	585
4.2.2	多级离心鼓风机	593
4.3	磁悬浮鼓风机	597
4.4	空气悬浮鼓风机(30-300)	597
4.5	空压机	598
4.6	通风设备	599
4.6.1	离心通风机	599
4.6.2	轴流式通风机	601
第 5 章	消毒设备	605
5.1	加氯设备	605
5.1.1	加氯机	605
5.1.2	液氯蒸发器	605
5.1.3	液压秤	607
5.1.4	氯吸收设备	608
5.2	加氨设备	612
5.3	二氧化氯发生器	613
5.3.1	HRSC—Y 型二氧化氯消毒剂发生器	613
5.3.2	HSB 型二氧化氯消毒剂发生器	613
5.3.3	HTSC 型二氧化氯复合消毒剂发生器	614
5.3.4	二氧化氯复合消毒剂发生器	615
5.3.5	二氧化氯复合消毒剂发生器	616
5.3.6	F 型二氧化氯复合消毒剂发生器	616
5.3.7	CPF 型二氧化氯复合发生器	617
5.3.8	JYL 二氧化氯发生器	617
5.3.9	H908 二氧化氯复合消毒剂发生器	617
5.3.10	H99 二氧化氯复合消毒剂发生器	618
5.4	次氯酸钠发生器	619
5.5	超声波水处理器	620
5.5.1	JPCS0340 型过流式水处理器	620
5.5.2	QYP 型超声波发生器	621
5.6	紫外消毒设备	621
5.6.1	SZX 型、LU 型封闭压力式紫外线消毒器	622

第一篇

净水厂工艺与设备

第 1 章 净水厂工艺与设备概述

我国水资源匮乏，空间和地域上分布不均，年际和季节变化大。并且我国人口众多，人均占有水量少。依据水资源有关资料，我国人均淡水资源仅为世界人均量的 1/4，居世界第 109 位，属世界 13 个人均水资源贫乏国家之一。

环境保护部发布的《2008 年中国环境状况公报》显示，我国地表水污染依然较严重。长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河和辽河七大水系总体水质与上年持平。200 条河流 409 个断面中，I 类至 III 类、IV 类至 V 类和劣 V 类水质的断面比例分别为 55.0%、24.2% 和 20.8%。珠江、长江总体水质良好，松花江为轻度污染，黄河、淮河、辽河为中度污染，海河为重度污染。在监测营养状态的 26 个湖泊及水库中，呈富营养状态的占 46.2%。

随着我国新的《生活饮用水卫生标准》的颁布，检测项目由原来的 35 项扩展到 106 项，对一些微量有机污染物、高致病微生物、嗅味感官等提出了明确的指标。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，对普通的悬浮物、浊度、细菌、微生物等物质有较好的去除效果。然而在微量有机污染物、新型致病微生物、消毒副产物控制等方面有较大的局限性，需要结合生物预处理、臭氧活性炭深度处理、膜技术、高级氧化技术等，提高饮用水水质的安全可靠性的。

饮用水水源中的主要污染物有耗氧量、微量有机物、金属、致病微生物、藻类、嗅、味和其他污染物。给水处理的目的是主要是控制致病微生物的传播（原生动、细菌、病毒等），控制水中化学污染物（有毒物质和致癌、致畸、致突的“三致”物质），提高水的舒适度（色、嗅、味和口感等）；同时对水中贾第虫和隐孢子虫（两虫）问题，水蚤、红虫问题，藻类污染加剧及臭味、藻毒素问题，水的生物稳定性问题，高氨氮含量问题，内分泌干扰物和持久性有机物急性毒性和慢性毒性问题等加以重视，并给予妥善解决。

现状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 值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影响较大，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。

目前我国大、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。近年来对于国外新型高效沉淀构筑物的应用也引起较大关注。

目前应用的快滤池，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 形滤池等各种形式外，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。双层滤料和多层滤料国内应用不多。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做了不少改进。

净水厂建设包括新建和改扩建工程,其工艺设备的选择对水厂处理工艺的净化效果,净水厂出厂水水量、水质、水压能否达标至关重要。工艺设备的选择应结合所选工艺流程,尽可能选用先进、成熟、安全、节能的设备,并应进行技术经济比较后确定。首先根据城市净水厂原水水质特征和出水水质要求(主要针对生活饮用水)选择适合的工艺流程,如常规处理工艺流程、常规处理加预处理和深度处理工艺流程等;然后根据各工艺流程特点选择合适的构筑物型式,如不同类型的澄清池、滤池等;根据工艺流程和构筑物型式对所需的机械设备做技术经济比较,如不同型式的格栅、阀门、搅拌机、水泵、鼓风机、刮泥机、脱水机等;在确定设备型式后,还应注意设备的参数、结构的选取,结合设备的使用环境,合理选择材质。

净水厂工艺专用设备根据其使用功能,大致可分为8大类,即拦污设备、搅拌设备、投药消毒设备、除污排泥设备、固液分离设备、软化除盐设备、污泥处理设备、一体化处理设备及其他设备等。

拦污设备主要有格栅、格网/滤网和栅渣运输设备;搅拌设备主要有混合搅拌设备和絮凝搅拌设备;投药消毒设备主要有一体化投药设备、加氯消毒设备、臭氧消毒设备等;排泥设备主要有刮泥机和吸泥机;固液分离设备主要有气浮设备和膜分离设备;软化除盐设备主要介绍了离子交换器、电渗析设备和反渗透设备;污泥处理设备主要有污泥浓缩设备和污泥脱水设备;一体化设备主要有除铁、除锰和除氟装置。

综上,作为发展中国家,我国各地随着城镇的综合发展,水量需求逐年增加。我国水资源匮乏,水源水质已受到不同程度污染,污染成分越来越复杂,短期内很难有根本改善。水质标准越来越严格,水质指标数量和限值都有大幅度提高,供水标准的全面实施迫在眉睫。常规处理工艺(混凝、沉淀、过滤、消毒)已经难以满足现代社会发展的要求,必须采用氧化、吸附、生物降解、强化混凝沉淀、深度处理、安全消毒等新技术组成的综合工艺获得安全洁净的生活饮用水。此外膜过滤如微滤、超滤技术,因其工艺简单、占地少,适合分散式处理,出水水质可达0.1NTU以下,具有高效截留病原微生物等特点,被认为是21世纪有效、经济和绿色的工艺;随着饮用水水源的多元化,纳滤、反渗透、电渗析等也将走到给水净化领域的前台。故此,根据原水水源条件和出水水质目标,在常规处理的基础上,由生物预处理、安全预氧化、强化混凝沉淀、活性炭吸附和生物降解、膜技术高效截留及安全消毒的多级屏障组合技术是未来净水处理工艺的发展方向。

第2章 常规处理工艺

常规处理工艺是目前世界上应用最广泛的处理工艺,已经沿用了100多年。主要由混合、絮凝、沉淀(澄清)、过滤、消毒等处理单元组成。主要去除目标是悬浮物、胶体、细菌类微生物等污染物。常规工艺在国内仍为现阶段的主流工艺,且作为基础和核心,与各类工艺组合实现多重屏障、安全可靠的供水系统,是净水厂工艺未来的发展趋势,故此具有长期存在的合理性。

2.1 主要工艺及流程

2.1.1 针对常温常浊水处理工艺

可采用基本的常规处理工艺,也可采用强化常规处理工艺和组合消毒工艺。主要工艺流程如图1-2-1所示。

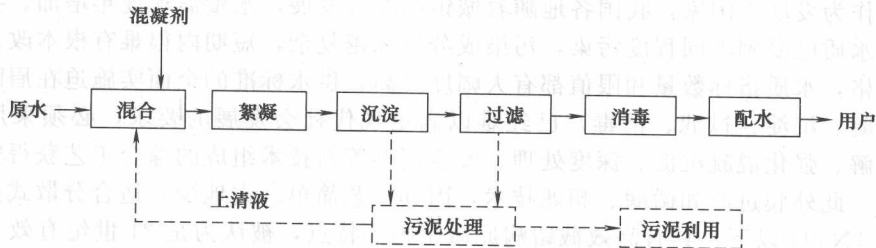


图 1-2-1 常温常浊水处理工艺

2.1.2 针对常温低浊水处理工艺

当原水最高浊度不大于20NTU时,有条件可以省略沉淀单元,采用微絮凝直接过滤工艺。主要工艺流程如图1-2-2所示。



图 1-2-2 常温低浊水处理工艺

2.1.3 针对低温低浊水处理工艺

当原水温度、浊度低时,颗粒碰撞速率大大较少,混凝效果较差。为提高低浊原水的处理效果,通常投加高分子助凝剂或投加矿物颗粒,以增加混凝剂水解产物的凝结中心,提高颗粒碰撞速率并增加絮凝密度,一般可采用澄清工艺。目前开发了多种改进型澄清池,如高密度澄清池、微砂循环澄清池、上向流炭吸附澄清池等,对原水温度、浊度、藻类适应性较强。

主要工艺流程如图1-2-3所示。

2.1.4 针对高浊水处理工艺

原水泥砂颗粒较大或浓度较高时,采用一次混凝沉淀和加大投药量仍难以满足沉淀出水要求时,应根据原水含砂量、粒径、砂峰持续时间、排泥要求和条件、处理水量水质要求,结合地形、现有条件等选择预沉方式。

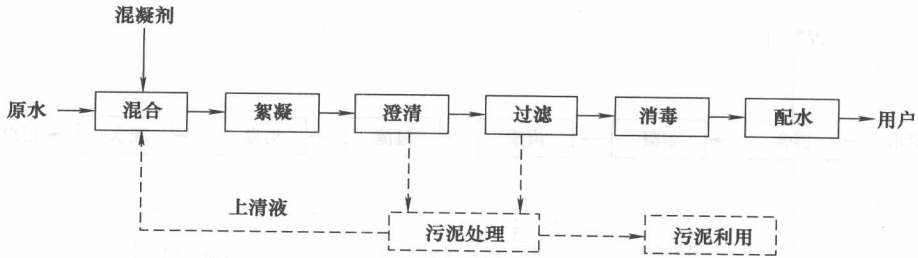


图 1-2-3 低温低浊水处理工艺

主要工艺流程如图 1-2-4 所示。

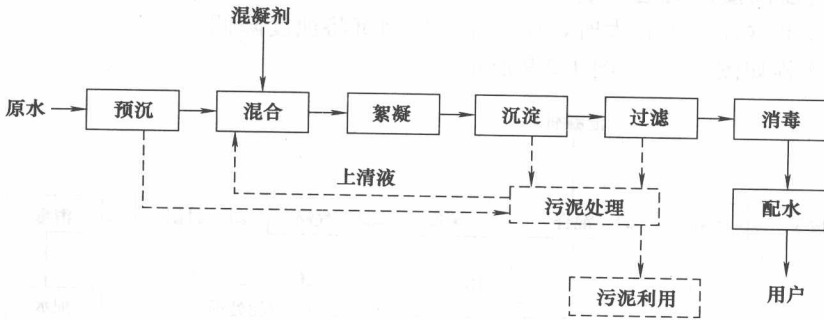


图 1-2-4 高浊水处理工艺

2.1.5 针对低浊高藻水处理工艺

水库、湖泊水往往浊度小于 50NTU、含藻较高（每升近千万个），在除浊的同时需考虑除藻，一般可采用气浮或微滤工艺。

净水工艺流程：如图 1-2-5~图 1-2-7 所示。

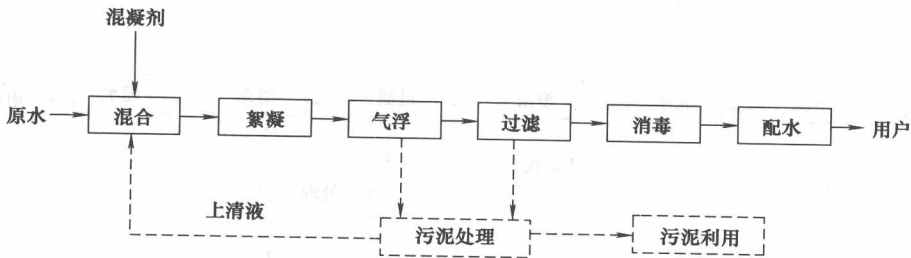


图 1-2-5 低浊高藻水处理工艺（一）

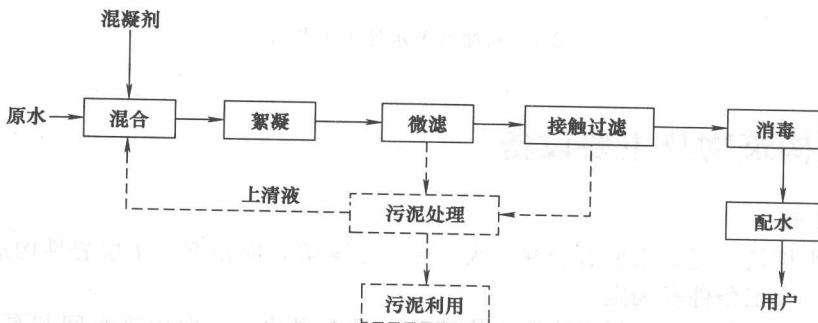


图 1-2-6 低浊高藻水处理工艺（二）

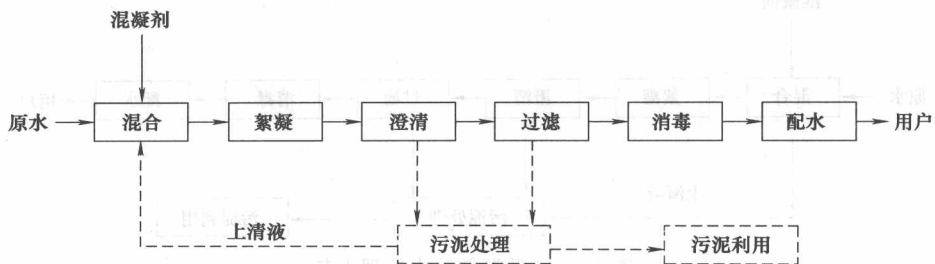


图 1-2-7 低浊高藻水处理工艺（三）

2.1.6 针对高浊高藻水处理工艺

当原水浊度和含藻量均较大时，应首先选择预沉将浊度降低。

净水工艺流程如图 1-2-8、图 1-2-9 所示。

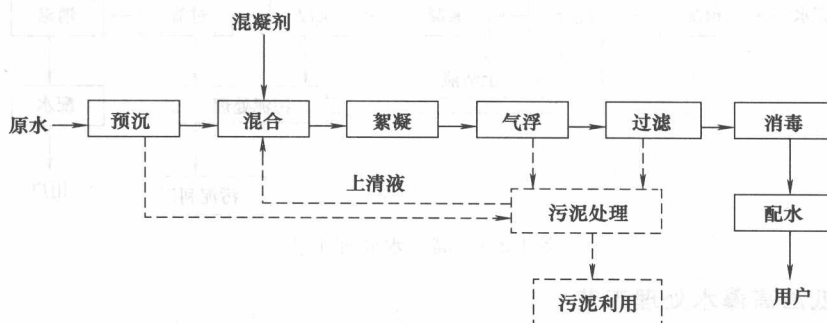


图 1-2-8 高浊高藻水处理工艺（一）

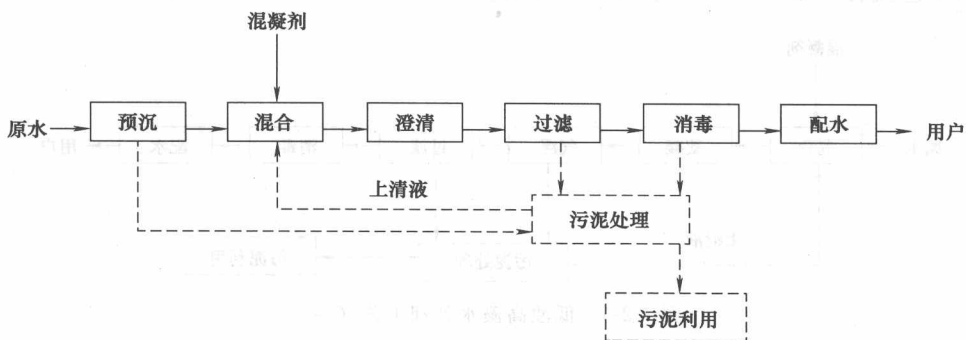


图 1-2-9 高浊高藻水处理工艺（二）

2.2 单元构筑物及主要设备

2.2.1 取水工程

地下水取水构筑物型式主要有管井、大口井、渗渠等，应根据含水层岩性构造、厚度、埋深及变化规律、施工条件等确定。

地表水取水构筑物主要包括岸边取水构筑物（设在岸边，一般由进水间和泵房组成），河床取水构筑物（利用进水管将取水头部伸入江河湖泊中，一般由取水头部和泵房组成）。

2.2.1.1 取水头部

取水头部是河床式取水构筑物的进水部分,主要设备有格栅、格网、螺旋输送机、吊车、闸门等。

(1) 格栅 格栅设在取水头部或集水井的进水孔处,用来拦截河流中较大的漂浮物及杂质,起到净化水质、保护水泵的作用。格栅有金属框架和栅条组成,外形和进水孔尺寸相同。栅条断面有矩形、圆形等。栅条厚度或直径一般采用10mm。栅条净距视河中漂流物情况而定,通常采用30~120mm。栅条可以固定在进水孔上,或者放在进水孔外侧的格栅槽中并可拆卸,以便于上下移动清洗和检修。

格栅面积按下式计算:

$$F_0 = \frac{Q}{K_1 K_2 v_0} \quad (1-2-1)$$

$$K_1 = \frac{b}{b+s}$$

式中, F_0 为进水孔或格栅的面积, m^2 ; Q 为进水孔的设计流量, m^3/s ; v_0 为进水孔设计流速,当江水有冰絮时采用 $0.2 \sim 0.6 m/s$,无冰絮时采用 $0.4 \sim 1.0 m/s$,当取水量较小、江河水流速度较小、泥砂和漂浮物较多时可取较小值,反之可取较大值; K_1 为栅条引起的面积减少系数; b 为栅条净距,一般采用 $30 \sim 120 mm$; s 为栅条厚度(或直径),一般采用 $10 mm$; K_2 为格栅阻塞系数,采用 0.75 。

水流通过格栅的水头损失一般采用 $0.05 \sim 0.1 m$ 。

(2) 格网 格网设在进水间内用以拦截水中细小的漂浮物。格网分为平板格网和旋转格网两种。

平板格网一般由槽钢或角钢框架及金属网构成。金属格网一般设一层;面积较大时设两层,一层是工作网,起拦截水中漂浮物的作用,另一层是支撑网,用以增加工作网的强度。工作网的孔眼尺寸应根据水中漂浮物情况和水质要求确定。金属网宜用耐腐蚀材料,如铜丝、镀锌钢丝或不透钢丝等制成。平板格网放置在槽钢或钢轨制成的倒槽或导轨内。

格网堵塞时需要及时冲洗,以免格网前后水位差过大,使网破裂。最好能设置测量格网两侧水位差的标尺或水位继电器,以便根据信号及时冲洗格网。

冲洗格网时,应先用起吊设备放下备用网,然后提起工作网至操作平台,用 $196 \sim 490 kPa$ ($2 \sim 5 kg/cm^2$) 的高压水通过穿孔管或喷嘴进行冲洗。

平板格网的优点是构造简单,占地较小,可以缩小进水间尺寸。在中小水量、漂浮物不多时采用较广。其缺点是冲洗麻烦;网眼不能太小,因而不能拦截较细的漂浮物;每当提起格网冲洗时,一部分杂质会进入吸入室。

平板格网的面积可按下式计算:

$$F_1 = \frac{Q}{K_1 K_2 \epsilon v_1} \quad (1-2-2)$$

$$K_1 = \frac{b^2}{(b+d)^2}$$

式中, F_1 为平板格网的面积, m^2 ; Q 为通过格网的流量, m^3/s ; v_1 为通过格网的流速,一般采用 $0.2 \sim 0.4 m/s$; K_1 为网丝引起的面积减少系数; b 为网眼尺寸, mm ; d 为金属丝直径, mm ; K_2 为格网阻塞后面积减少系数,一般采用 0.5 ; ϵ 为水流收缩系数,一般采用 $0.64 \sim 0.80$ 。

通过平板格网的水头损失,一般采用 $0.1 \sim 0.2 m$ 。

旋转格网是由绕在上下两个旋转轮上的连续网板组成,用电动机带动。网板由金属框架及金属网组成。一般网眼尺寸为 $(4 mm \times 4 mm) \sim (10 mm \times 10 mm)$,视水中漂浮物数量和大小而