

工业废水处理技术 与工程实践

冯宽利 编著



化学工业出版社

工业废水处理技术 与工程实践

冯宽利 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了水资源及污染治理状况、废水处理常用技术、纺织印染废水处理技术与工程实践、造纸废水处理技术与工程实践、石油废水处理技术与工程实践、化工废水处理技术与工程实践、制酒废水处理技术与工程实践、食品工业废水处理技术与工程实践、煤气发生站废水处理技术与工程实践、制革工业废水处理技术与工程实践、电镀废水处理技术与工程实践、一体化设备处理工业废水与工程实践、工业废水处理设备采购等内容。

本书将理论与实际紧密结合，为读者展示工业废水处理技术、工艺与应用的全貌，帮助读者提升解决工业废水处理实际问题的能力，不仅适合从事污水处理，尤其是工业废水处理领域的科研人员、技术人员和管理人员阅读，也适合高等学校环境工程、市政工程及相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业废水处理技术与工程实践/冯宽利编著. —北京: 化学工业出版社, 2019. 3

ISBN 978-7-122-33869-3

I. ①工… II. ①冯… III. ①工业废水处理 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 027138 号

责任编辑: 卢萌萌 刘兴春
责任校对: 王 静

文字编辑: 向 东
装帧设计: 史利平

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: 三河市航远印刷有限公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 483 千字 2020 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888

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: 98.00 元

版权所有 违者必究

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com



前言

当今世界，能源、环境和人口这三大问题已经成为影响各国发展的重要因素。特别是生态和环境问题，越来越受到各国的重视。人们已认识到，经济发展和环境保护是不可分割的整体，只有切实有效地保护环境才能确保经济的持续发展。水是地球上唯一不可替代的自然资源。我国人均水资源占有量仅为世界平均水平的 1/4，因此，水资源保护、防治水污染和改善水环境问题已上升为各级政府的政务内容之一。

在工业废水处理中，造纸、印染、化工、制酒、食品、皮革、电镀、煤气焦化等行业一直以来就是我国工业企业污染的大户，如何将这些重污染的工业废水治理好，是各级政府及环保管理人员和科技人员的重要使命。本书就是从理论及处理方法上并结合工程实例介绍了这些工业废水的治理措施及处理效果，以供各级政府及环保技术人员参考，以期为我国的环保工作贡献一份力量。

本书共十三章，第一章主要介绍世界及我国水污染防治的有关情况。第二章主要介绍废水处理常用技术。第三章至第十二章主要介绍各种工业废水的治理技术及工程实例。第十三章主要介绍一体化处理设备的应用及废水处理设备采购时应注意的问题。

本书是基于作者几十年的废水工程设计经验及工程实践编写而成的，但限于作者水平及时间，书中难免有不足或疏漏之处，还望读者予以批评指正。同时，对所引用的有关文献的作者及单位表示诚挚的感谢。

编著者

2019年6月

◎ 第一章 水资源及污染治理状况

1

第一节 世界水资源及污染治理状况	1
一、地球水资源状况	1
二、各国废水治理状况	2
第二节 各国废水处理的先进技术与经验	4
一、美国	4
二、其他发达国家	6
第三节 我国水资源及污染治理状况	7
一、我国水资源污染状况	7
二、我国废水污染治理状况	11
三、我国废水污染治理存在的主要问题	12
第四节 工程实践内容	13

◎ 第二章 废水处理常用技术

14

第一节 废水处理技术概述	14
第二节 废水物理法处理技术	15
一、调节	15
二、格栅	16
三、沉淀	22
四、过滤	30
五、气浮	37
六、反渗透	39
第三节 废水化学法处理技术	42
一、混凝沉淀法	42
二、氧化还原法	46
三、电解法	52
四、吸附法	54
五、离子交换法	56

第四节 废水生化法处理技术	59
一、概述	59
二、好氧处理法	59
三、厌氧处理法	71
四、生化法处理形式汇总	82

◎ 第三章 纺织印染废水处理技术与工程实践

84

第一节 概述	84
一、纺织印染废水的来源及性质	84
二、印染废水主要来源	86
三、印染废水的主要特点	86
第二节 棉纺织工业废水处理	87
一、棉纺织生产工艺	87
二、棉纺产品水质和水量	88
三、棉纺织物废水的来源及性质	89
四、棉及棉混织物印染废水处理技术	90
第三节 毛纺织工业废水处理	90
一、毛纺织产品生产工艺	90
二、毛纺织废水的性质及废水量	91
三、毛纺织废水处理技术	92
第四节 丝织工业废水处理	92
一、丝织废水的性质和废水量	92
二、丝织物废水处理技术	94
第五节 麻纺织工业废水处理	95
一、概述	95
二、麻纺织品废水水质和废水量	95
三、麻纺织品废水处理技术	95
第六节 印染厂混合废水处理	96
一、概述	96
二、混合印染废水的水质水量	96
三、混合印染废水处理技术	97
第七节 印染废水处理主要构筑物设计要点	97
第八节 印染废水处理工程实例	98
一、实例一 北京光华染织厂	98
二、实例二 山东如意集团印染公司	101

◎ 第四章 造纸废水处理技术与工程实践

104

第一节 概述	104
第二节 造纸废水处理技术	113

一、概述	113
二、常规的造纸废水处理技术	115
三、以化学浆为主的全能造纸厂废水处理技术	115
四、废纸造纸厂废水处理技术	117
五、无蒸煮和脱墨工艺废水集中处理技术	118
六、抄纸白水的循环利用	118
第三节 造纸废水处理工程实例	118
一、实例一 山东宏河矿业集团有限公司	119
二、实例二 东兴纸业(香河)有限公司	123

◎ 第五章 石油废水处理技术与工程实践

129

第一节 概述	129
第二节 含油废水处理的一般方法	130
第三节 石油废水处理工程实例	132

◎ 第六章 化工废水处理技术与工程实践

138

第一节 概述	138
第二节 化工废水的常规处理技术	139
第三节 化工废水处理工程实例	140
一、实例一 山东恒大化工(集团)有限公司	141
二、实例二 北京华大粘合剂厂	145

◎ 第七章 制酒废水处理技术与工程实践

149

第一节 概述	149
第二节 白酒废水处理	149
一、白酒的生产工艺	149
二、白酒废水的水质水量和处理方法	150
三、白酒废水处理工程实例:某白酒厂	152
第三节 啤酒废水处理	155
一、啤酒生产工艺	155
二、啤酒废水的来源与性质	155
三、啤酒废水的常规处理方法	156
四、啤酒废水处理工程实例:内蒙古乌海市金瓯啤酒有限责任公司	157
第四节 酒精废水处理	162
一、酒精的种类、生产工艺和生产方法	162
二、酒精生产污染物的来源	163
三、酒精生产废水水质和排放量	164
四、酒精工业废水处理工艺	164
五、酒精废水处理工程实例:广西明阳生化科技股份有限公司	165

◎ 第八章 食品工业废水处理技术与工程实践 170

第一节 淀粉工业废水处理	170
一、概述	170
二、淀粉废水常规处理方法	171
三、淀粉废水处理工程实例：河北省围场双九淀粉厂	172
第二节 乳制品废水处理	174
一、概述	174
二、乳制品生产废水的水质和水量	175
三、乳制品废水处理的常规方法	176
四、乳制品废水处理工程实例：包头伊利乳业有限责任公司	176
第三节 屠宰废水处理与工程实践	180
一、概述	180
二、屠宰废水的常规处理方法	181
三、屠宰废水处理工程实例：河北大厂福顺肉类公司	185

◎ 第九章 煤气发生站废水处理技术与工程实践 189

第一节 概述	189
一、煤气发生站生产工艺	189
二、煤气发生站废水的特点、水质和水量	190
三、煤气发生站废水循环系统及水量平衡与控制	192
第二节 煤气发生站废水的常规处理技术	193
第三节 煤气站含酚废水处理工程实例：北京第二通用机械厂	195

◎ 第十章 制革工业废水处理技术与工程实践 198

第一节 概述	198
一、制革生产工艺	198
二、制革工艺各工序化工原料使用情况	199
三、制革工业废水来源	199
四、制革废水的危害和特点	201
第二节 制革废水的常规处理方法	205
一、脱脂废液处理	205
二、灰碱脱毛废液处理	205
三、铬鞣废液处理	207
四、综合废水处理	208
五、常规处理工艺流程	209
第三节 制革废水处理工程实例：某大型制革企业	211

第十一章 电镀废水处理技术与工程实践

第一节 概述	219
第二节 电镀废水常规处理技术	221
一、概述	221
二、关于逆流漂洗	221
三、含铬废水处理	223
四、含氰废水处理	230
五、电镀混合废水处理	235
六、电镀废液的处理与回用	237
第三节 电镀废水处理工程实例	237
一、实例一 某电镀厂含铬废水处理工程（离子交换法）	237
二、实例二 某电镀厂含氰废水处理工程（碱性氯化法）	241

第十二章 一体化设备处理工业废水与工程实践

第一节 当前一体化设备处理工业废水的状况和发展趋势	244
第二节 污水处理机（专利）的研制与开发	254
一、概述	254
二、污水处理机介绍	255
三、新产品开发	256
第三节 污水处理机（专利）处理工业废水工程实例	257
一、实例一 保定南郊板纸厂	257
二、实例二 北京特丽美染印厂（原驸马压印染厂）	259

第十三章 工业废水处理设备采购

第一节 工业废水处理中常用设备	265
一、工业废水处理工艺中常用设备	265
二、化验室主要仪器设备和机修车间应配备的主要设备	267
第二节 处理设备和产品在采购中应注意的问题	268
一、水泵	268
二、闸板、闸门	269
三、阀门	269
四、格栅（筛网）	271
五、除砂系统	273
六、气浮设备	275
七、厌氧处理设备	278
八、好氧处理设备	281
九、风机	286
十、滗水器	287

十一、MBR（膜生物反应器）	289
十二、接触氧化反应池（槽、罐）	291
十三、沉淀设备	292
十四、过滤设备	293
十五、吸附设备	295
十六、消毒设备	296
十七、污泥脱水设备	298
第三节 设备采购中的其他问题	300
一、到货验收应注意的问题	300
二、关于套牌问题	301
三、异地生产问题	301

◎ 参考文献

302

第一章

水资源及污染治理状况

第一节 世界水资源及污染治理状况

一、地球水资源状况

当今世界面临着人口、资源和环境三大问题。其中水资源是其他资源不可替代的资源，因而已成为各国都十分重视的问题之一。

地球上水储量看似很大，约 138 亿立方米，但其中 97.5% 为咸水，不能直接为人类使用，只有 2.5% 为淡水，而在这 2.5% 的淡水中，90% 又不能被人类利用（如：深层地下水、冰雪固态淡水等）。实际上在河流和湖泊中的地表水，可利用的淡水资源只占 0.5%。因此可知，虽然地球存在水的生物地球化学循环和物理循环，在较长的时间内可保持平衡，但在一定的时间和空间内，它的数量是十分有限的，并不像人们想象的那样，可以取之不尽、用之不竭。

另外，由于各大洲的自然条件差别较大，其降水和径流分布不甚均匀，其水资源分布也不尽相同。若按地区分布，巴西、俄罗斯、加拿大、中国、美国、印度尼西亚、印度、哥伦比亚等 9 个国家的水资源占了世界淡水资源的 60%，而约占世界人口 40% 的 80 余个国家和地区存在着严重缺水的现象。地球水储量见表 1-1。

表 1-1 地球水储量

序号	水体种类	水		咸水		淡水	
		储量/ 10^{12} m^3	占比/%	储量/ 10^{12} m^3	占比/%	储量/ 10^{12} m^3	占比/%
1	海洋水	1338000	96.538	1338000	99.04		
2	冰川与永久积雪	24064.1	1.736			24064.1	68.697
3	地下水	23400	1.6883	12870	0.953	10530	30.06
4	永冻层中的水	300	0.0216			300	0.856
5	湖泊水	176.4	0.0127	85.4	0.006	91	0.260
6	土壤水	16.5	0.0012			16.5	0.047
7	大气水	12.9	0.0009			12.9	0.0368
8	沼泽水	11.47	0.0008			11.47	0.0327

续表

序号	水体种类	水		咸水		淡水	
		储量/ 10^{12} m^3	占比/%	储量/ 10^{12} m^3	占比/%	储量/ 10^{12} m^3	占比/%
9	河流水	2.12	0.0002			2.12	0.0061
10	生物水	1.12	0.0001			1.12	0.0032
总计		1385984.61	100	1350955.4	100	35029.21	100

由于各国自然条件以及管理水平和技术水平的不同,各国的人均水量及耕地亩(1亩=666.7 m^2)均水量有所不同。部分国家的人均水量及耕地亩均水量见表1-2。

表1-2 部分国家的人均水量及耕地亩均水量

国家	年径流量 / 10^8 m^3	年径流深 /mm	人均水量 / m^3	耕地亩均水量 / m^3
巴西	51912	609	42210	10700
加拿大	31220	313	130080	4770
美国	29709	317	13500	1050
印度尼西亚	28113	1476	18990	13200
中国	27115	284	2474	1888
印度	17800	514	2630	720
日本	5470	1470	4720	8420
全世界	468500	314	9360	2353

从世界各国拥有的水资源来看,居第一位的是巴西,其次为俄罗斯、加拿大、美国、印度尼西亚和中国。亚洲国家中,年径流深最大的是印度尼西亚和日本,约为1500mm,欧洲国家年径流深最大的国家是挪威,约为1250mm。

从表1-2中可以看出,我国的人均拥有水量约为世界平均水平的1/4、是美国的1/5、加拿大的1/40,在世界名列110位,是全球最贫水的国家之一。因此,如何节约用水,提高水的利用率和重复利用率,以及做好污水处理及回用是一个十分迫切和重要的课题。

二、各国废水治理状况

(一) 发达国家和地区

1. 美国

美国在1948年国会就通过了“清洁水法”,后经过1972年和1977年两次大幅度修改后继续执行。该法主要分为两个控制对象;对于污染物直接排入地表水的要受“国家污染物排放消除体制”管控,对于排入污水处理系统的间接排放者要受“国家预处理项目”管控(排放者要获得排污许可证方可排入)。达到要求后方可排入市政污水处理系统。州、市环保局采用控制单位产品污染物排放限制的办法控制企业的排放动态,以防止企业用稀释的办法排放污染物。同时,该法还规定污水处理厂有权对排污企业进行监督考核,以致可以对之下达停止令,甚至还可撤销企业排污许可证。另外,排污企业附近,视企业排污情况可以起诉企业。

由于清洁水法的严格执行及资金保证,美国的污水处理已进入世界先进行列。目前,美

国有污水处理厂 23000 座（其中一级处理厂 14%，二级处理厂 81%，三级处理厂 5%），处理能力为 4000~19000t/d，其中，小于 4000t/d 的占 79%，处理能力只达到 8.4%；大于 19000t/d 的占 8.4%，处理能力可达 38.8%。美国当前大中型城市污水处理厂处理工艺仍以好氧和厌氧生物法为主，小城镇生活污水以氧化塘或氧化沟法为主，工业废水处理视行业不同采用不同的处理方法。

2. 欧盟

总体来说，欧洲的水资源状况良好，但因农业生产排放的硝酸盐所引起的河流、湖泊、水库及海水的富营养化污染在不断增长。而且，在欧洲由于国家地域小，一条河流往往流经几个国家，而各个国家在污水处理工艺和技术上也不尽相同，这就需要各国之间的相互协调和配合。为此，欧盟在水资源管理及立法方法上采取了三步走的规划，即：

第一阶段为 1975 年通过了有关地表水的法规和 1980 年通过了有关饮水的法规，其主要对象是渔业养殖水、贝类养殖水、游泳水和地下水。

第二阶段为制定排放标准，包括 1991 年通过了硝酸盐法规和城市污水处理法规（UWTD）。该法规主要包括：所有区域必须在 1998 年、2000 年或 2005 年年底前逐步建立污水收集系统，并将污水处理划分为一、二、三级处理。一级处理（预处理）主要是通过格栅、沉淀或气浮等处理；二级处理主要是生物处理；三级处理（深度处理）包括营养物的去除及加氯、紫外线及臭氧消毒处理。我国目前所沿用的三级处理概况与之相符。

第三阶段为 2015 年通过的新水体法规（WFD），它主要是将排放标准和水质目标结合在一起，并适用于所有水体，并在 15 个欧盟国家进行了统一和协调。同时还决定在德国、法国、意大利、荷兰和瑞士这 5 个国家的污水处理中，从基础数据、处理工艺、设计与建造、处理费用以及管网建设等方面进行详尽的比较，以求共同制定有关参数。

3. 日本

日本由于地域狭窄，且淡水资源不足、能源缺乏，因此，该国早就开始重视水资源问题，并采取了修水库和人工渠等措施，增加水资源量，并积极研究水资源保护及循环利用和节水技术。同时大力研制和开发污水处理及回用的先进技术和设备，以至于在污水处理方面一直处于国际先进水平行列。

目前，日本的污水处理管理体制由国家、地方和个人三方面负责。大型污水处理项目由国家及大公司承担，中小污水处理项目由地方和企业承担，农村及小型污水处理项目由个人、地方（包括国家给予一定支持的区域）来完成。

工业污水处理项目基本由产污企业委托专业污水处理公司用托管的形式完成。

（二）欠发达国家

欠发达国家由于经济及技术均落后于发达国家，有的国家大部分地区的生活水平处于世界平均水平之下。因此，对污水处理无暇顾及，造成对生态的严重污染。如印度和巴基斯坦等国家，多年来，污水基本上没怎么处理就直接排入江河湖海，有的也是简单地预处理一下就算了事。作者在前几年接触印度污水处理项目时，发现一些产污企业对环境保护和污水处理尚无基本的概念和了解，相对我国又要差一个阶段。因此，从联合国角度如何加大对第三世界国家的环境保护，污水处理方面的宣传、帮助和支援，发动发达国家对其进行资金、技

术援助显得尤为重要。特别是发达国家将污染严重的纺织印染、造纸等产品转向欠发达国家加工，即污染转移的做法，在经济上应对这些国家予以补偿。

（三）缺水地区

中东地区是世界上典型的缺水地区（全世界 15 个最缺水的国家就有 12 个在中东地区）。虽然该地区石油丰富，但水资源十分紧张。由于常年降雨量少（有的地区年平均降雨量仅 20mm 左右）。同时，人口却以 3% 的速度增长，使得用水问题成为突出矛盾。有的国家甚至为争水动用武力。目前，整个中东地区农业用水占 81%，工业和家庭用水分别为 7% 和 6%。而根据阿拉伯干旱研究中心发表的调查表明，必须再开发目前供水量的一倍才能满足阿拉伯地区的需要。另据世界银行的报告：到 2025 年，中东地区每人仅有 700m³ 的新鲜水。像约旦，1988 年用水为 5.55 亿立方米，而到 2000 年，随着人口的不断增长，需水量为 11 亿立方米。为此，阿拉伯国家已将水资源问题列为国家的首要问题，纷纷采取开发改造河流、灌溉革新、减少农作物耗水、采取滴灌等低耗水措施。由于严重缺水，阿拉伯地区不得不采取海水淡化技术提供淡水。如：科威特每年的海水淡化水量约占全国水量的 70%，阿联酋也占到 50% 左右，预计在 2022 年前，中东地区花在海水淡化上的投资将达到 3000 亿美元。

由于阿拉伯地区缺水严重，目前该地区的污水处理（包括城市生活污水处理及工业污水处理）除要求做到达标排放外，基本均要求做到可回用水平。因此，该地区的污水处理费用相对世界其他地区是较贵的。

第二节 ▶ 各国废水处理的先进技术与经验

一、美国

1. 在管理体制方面

由于严格地执行“清洁水法”，多年来，美国的污水处理取得了很好的进展。特别应该指出的是在“清洁水法”中规定的排污许可证制度，对污染源进行了有效的控制，使得排污企业排除的污水必须达到要求方能排出。另外，城市污水厂有权对排污企业进行监控，甚至可以令其停产，这就确保了污水处理的正常运转。

2. 在污水处理技术方面

美国将再生水作为供水资源已有几十年之久。早在 1976 年，美国南加利福尼亚州桔城水区的第 21 世纪再生水厂就已运用膜处理技术，处理出高质量的再生水注入地面水中。现在，美国最大的污水处理厂——洛杉矶的 ELWRF 水厂，每天可处理 3000 万加仑（1 加仑 = 3.79L）的再生水，这足够 6 万家庭使用一年。同时该厂还可根据用户的不同需求，向用户提供五种不同水质的水：①广泛用于工业和农业灌溉的三级水；②用于工业冷却塔的用水；③软化的反渗透水，并可将之进行微滤、反渗透和消毒，然后补充到地下水；④深化反渗透水用于低压锅炉用水；⑤超高纯反渗透水用于高压锅炉用水。

3. 污水处理厂

目前美国已建成市政污水处理厂约 15000 座。其中，全球最大的 10 座污水处理厂美国就有 5 座，具体如下：

(1) 芝加哥 Stickney 污水厂

处理规模：465×10⁴ m³/d (实际 271×10⁴ m³/d)。

处理工艺：传统活性污泥法。

特点：①进水泵站是世界上最大的地下式泵站，从地下 90m 隧道中提升至污水厂；②通过延长泥龄实现氨氮的稳定去除；③污水处理停留时间 4~8h，出水 BOD 和 SS 平均能达到 10mg/L；④污泥处理采用多种工艺。

(2) 波士顿鹿鹿岛污水厂

处理规模：峰值 492×10⁴ m³/d，日均 141×10⁴ m³/d。

处理工艺：纯氧活性污泥。

特点：①3 座泵站提升，48 座初沉池，12 座消化池；②次氯酸钠消毒后再投加亚硫酸氢钠脱氯；③先进的实验室，每年可引进 10 万个数据试验分析，对工艺操作提供极大帮助。

(3) 底特律污水厂

处理规模：360×10⁴ m³/d。

处理工艺：纯氧曝气。

特点：①化学除磷（氯化亚铁取自当代钢厂）；②25 座周边进水周边出水二沉池。

(4) 洛杉矶 Hyperion 污水厂

处理规模：174×10⁴ m³/d。

处理工艺：纯氧活性污泥。

特点：①污泥可用于农肥和沼气发电；②27 座初沉池。

(5) 华盛顿 Blue Plains 污水厂

处理规模：143×10⁴ m³/d。

处理工艺：二段法（第一段去除 BOD，第二段硝化反硝化）

特点：

1) 污泥采用热水解技术（Cambii）消化产气量高。

目前美国已达到每 5000 人一座污水厂（其中 78% 为二级生物处理厂），全国已有约 15000 座污水厂，是我国最近统计全国 3800 座的 4~5 倍。况且，从技术水平上讲，我国污水厂处理工艺主要是沿用国外传统的活性污泥法或变形和 SBR 法及氧化沟法，像美国采用的纯氧曝气及热水解技术等在我国尚很少采用。

2) 至于工业废水污水的处理，由于严格执行排污许可证制度和城市污水厂有权否决排污企业污水进入污水厂，使美国的污水处理效果较好，再加上一些污染严重的企业，如纺织、印染、造纸等转移至欠发达国家（如印度、墨西哥等）生产，更加减轻了美国的水污染负担。

3) 除了兴建众多先进的污水厂外，美国在污水处理技术的研发方面也取得了举世瞩目的成绩，现举几个例子如下。

① CASS 技术。该技术简要地说就是一种连续进水的 SBR 系统，它主要的特点是：
a. 曝气时污水和污泥处于完全理想混合状态，以保证 BOD 和 COD 的去除率；
b. 好氧-缺氧及好氧-厌氧反复进行，强化了磷的吸收和硝化，反硝化作用使氮磷去除率可达到 80% 以上；
c. 沉淀时，整个处理池处于完全理想状态。

② SPR 高浊度污水净化系统。该技术是将一级处理和三级处理合并在一起处理的先进工艺。处理过程只需 30min。进水 SS 可达 500~5000mg/L，出水可达 3mg/L。进水 COD 可达 200~800mg/L，出水可达 40mg/L 以下。

投资只需一、二级费用，运行费用只相当二级且最后出水可达三级处理水平。

③ WT-FG 生物法是美国富美生物工程有限公司开发的，该技术具有可高度浓缩和组合的特点，可针对不同水质组合不同的微生物菌剂，污泥产量极少，已完全抛弃了传统的机械曝气手段而采用电量极少的循环喷水装置和 FG-21 专用助剂增加水中溶解氧的方式，大大节约了成本。

该技术对河流沟渠水污染的处理效果良好，对我国的河流沟渠治理具有重大的现实意义（目前我国海口市已着手予以应用，初见成效）。同时，该技术对皮革、造纸、印染、石化及垃圾渗透液治理也有很好的效果，应该说该项技术是污水处理特别是工业废水处理的革新换代处理工艺技术。

除此之外，美国在监测、仪器仪表方面也处于世界先进水平。目前，我国许多污水厂都采用美国知名公司（如哈希公司）的产品。

二、其他发达国家

1. 英国

英国早在 1884 年就制定了《公共健康法》，到 1979 年，英国就已建成污水厂 800 余座，平均每 7000 人一座。

2. 日本

早在 1876 年就颁布了《河流法》，1970 年颁布《水污染防治法》。在 1922 年在东京建造了一座药物滤池形式的三河岛污水厂。1960 年，全日本共建造 34 座污水厂，目前已建造 630 座污水厂，平均每 20 万人一座（其中二级及高级处理占 98.6%）。处理规模 $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{人}$ 的已有 14 座， $10 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{人}$ 的已达 75 座。

除了兴建先进的污水厂外，日本多年来对污水处理技术也进行了大量研发，特别是在小型污水处理技术的设备方面，有突出的成就，现列举以下几例。

(1) JDS 处理系统

采用高性能疏水化剂（DLH）混凝，可缩短固液分离时间，并可通过 DLH 配比变换适用于多种水质。

(2) MBR 膜生物反应器

它是一种膜法和生物泥法相结合的处理工艺，主要有以下特点：

① 可省去二沉池，并能高效地进行固液分离，出水效果好。

② 可使生物处理单元内生物量维持高浓度，容积负荷大，水力停留时间短，反应器占地少。

③ 一些大分子难降解的有机物，由于停留时间长，利于分解。

目前该技术已在我国污水处理特别是城市中小污水处理领域广泛应用。

(3) 污水净化槽技术

该技术是一体化净化设备，广泛用于城市或农村中小水量处理。处理工艺由厌氧滤法、接触工艺、沉淀分离接触工艺和脱氧滤法工艺组成。

壳体一般由强化塑料（FRP 或 DCPD）组成。常用的小型净化槽尺寸如下：

5.98m×2.5m×1.75m（长×宽×高）

7.98m×2.75m×1.75m（长×宽×高）

10.1m×3.3m×1.75m（长×宽×高）

污泥用真空抽粪车抽取。

目前我国一些环保公司也陆续生产了该类净化槽产品，但处理效果尚与日本产品有一定的差距。

(4) 污泥处理技术

目前日本对污水处理中的污泥处理主要采取以下措施。

① 加温干燥法，即污泥经中温消化后进入加温干燥，然后进行制肥或烧制水泥骨料。

② 生物能沼气发酵法，即污泥与人禽粪在 37℃ 温度下，发酵 19d，产生的沼气用于发电等。

③ 综合焚烧法，即污泥经过浓缩、消化、脱水、干化、焚烧后制建材。

另外，日本帝人株式会社研制开发了污泥的减量化技术。

④ 近年来，日本的膜生产技术也处于世界先进水平，如东丽株式会社等公司开发研制的 RO、NF、UF、MF 纤维处理系列等膜技术，已处于先进水平。

3. 德国

目前已建成污水厂 7780 座（其中生物处理厂 3849 座，部分生物处理厂 1347 座，机械处理厂 2584 座）。鲁尔工业区已投资 3 亿~6 亿美元建成 180 座污水厂，可去除 83% 的污染物。目前德国大中型污水厂基本采用活性污泥工艺，小型污水厂一般采用生物滤池工艺。

4. 法国、瑞典和英国

法国 1969 年已建成污水厂 1500 座，到 1978 年已达到 8000 余座。

瑞典每 5000 人拥有一座污水厂。

目前，英国的泰晤士河和欧洲的莱茵河中已又现鱼群，环境保护取得了举世公认的效果。

第三节 ▶ 我国水资源及污染治理状况

一、我国水资源污染状况

(一) 我国的水资源状况

我国是一个水资源短缺的国家，淡水资源总量为 2.8 万立方米，占全世界水资源总量的 6%，仅次于巴西、俄罗斯、加拿大、美国、印度尼西亚，为世界第 6 位。但由于人口众多，人均水资源只有 2474m³，约为世界平均水平的 1/4、美国的 1/5、加拿大的 1/40。根据国际标准，人均水资源低于 3000m³ 的为轻度缺水国家，低于 2000m³ 的为中度缺水国家，低于 1000m³ 的为重度缺水国家。扣除难以利用的洪水径流和散布在偏远山区的地下水资源后，我国现实可利用的淡水资源仅为 11000 亿立方米，人均可利用的水资源仅有 900m³ 左右，已属于重度缺水国家，且分布不均衡。再加上我国城乡人口的不断增加及水体被污染等因素，已使我国 669 个城市中的 400 个供水不足。其中，100 个城市已处于严重缺水状态，这其中 32 个百万人口的大城市中，已有 9 个严重缺水。且随着水污染情况的出现，安全的可以饮用和使用的的水也在受到威胁。据资料介绍，目前我国农村已有近亿人饮水受到安全威胁。另外，预计到 2030 年，我国人口将达到 16 亿，人均水资源只有 1750m³，而到时供水也只有 6000 亿立方米左右，缺水 1300 亿~2300 亿立方米。