

SHISANWU SHUIWURAN ZHILI  
SHIYONG JISHU

# “十三五”水污染治理 实用技术

中国环境保护产业协会水污染治理委员会  
环境保护部对外合作中心 | 编



化学工业出版社

# “十三五”水污染治理 实用技术

中国环境保护产业协会水污染治理委员会  
环 境 保 护 部 对 外 合 作 中 心

编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共分为四篇：第一篇就“水十条”的出台对我国水污染治理行业的影响及在“水十条”引领下水处理细分领域技术与装备的发展方向进行分析与论述；第二篇选编了 27 个生活污水治理实用技术，其中包括城市生活污水处理实用技术和小规模村镇以及农村分散型生活污水处理实用技术；第三篇精选了 43 个重污染行业废水治理实用技术，涉及印染、煤化工、造纸、制药、电镀等行业的工业废水处理以及养殖废水处理、环境水体修复（黑臭水体）等重点领域的实用先进技术，基本涵盖了水污染治理的最新在用技术；第四篇精选了 21 个水污染治理部分装备与药剂材料，可以基本反映我国污水处理设备的制造技术和国产化装备水平。同时，各个技术与产品介绍最后附有技术与产品持有单位的简介、联系方式等信息。

本书适合水污染治理技术与装备研发人员、废水排放单位污染治理设施运营管理人员、工程设计人员、设备选型人员、政府环保工作人员、高等学校相关专业师生等阅读。

#### 图书在版编目 (CIP) 数据

“十三五”水污染治理实用技术/中国环境保护产业  
协会水污染治理委员会，环境保护部对外合作中心编.  
北京：化学工业出版社，2016.9

ISBN 978-7-122-27724-4

I. ①十… II. ①中… ②环… III. ①水污染防治-  
中国 IV. ①X52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 173822 号

---

责任编辑：左晨燕

装帧设计：关 飞

责任校对：宋 玮

---

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：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 24 $\frac{1}{2}$  字数 657 千字 2017 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：98.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2016—17 号

## 《“十三五”水污染治理实用技术》编委会名单

主任委员：王家廉

副主任委员：唐艳冬 汤天丽

编委会成员：（按姓氏笔画排序）

王兆祥 王树堂 王家廉 汤天丽 李 佳 杨 倩 吴 敏  
陈 坤 金晓玲 胡华清 秦萍萍 郭 昕 唐艳冬 黄海军  
韵晋琦

## 《“十三五”水污染治理实用技术》编写组成员

（按姓氏笔画排序）

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁南华 | 丁海荣 | 卫淑婷 | 王 波 | 王兆祥 | 王若雪 | 王俊安 | 王树堂 |
| 王洪发 | 王家廉 | 尤玉清 | 仇志国 | 乌 兰 | 左 健 | 叶小虎 | 丛安生 |
| 包进锋 | 冯 雷 | 朱甲华 | 伍立波 | 刘 飞 | 刘志杰 | 刘宝玉 | 刘胜军 |
| 刘晋恺 | 刘晨明 | 江娇容 | 汤天丽 | 孙晓慰 | 麦建波 | 苏 辉 | 苏高强 |
| 李 佳 | 李 坤 | 李文生 | 李运玮 | 杨 倩 | 杨向阳 | 肖 东 | 肖国军 |
| 吴 敏 | 何晓英 | 余毅坚 | 邹朝亮 | 汪荣勋 | 宋岱峰 | 张 戈 | 张少先 |
| 张志江 | 张国宇 | 张建忠 | 张建鹏 | 陈 坤 | 陈允盈 | 陈业钢 | 陈永兵 |
| 陈永明 | 陈志荣 | 陈寅生 | 陈福海 | 陈繁荣 | 邵明福 | 邵海鸥 | 范鸿仁 |
| 侠文革 | 金晓玲 | 周义文 | 周作绪 | 周国亚 | 周侃宇 | 周保昌 | 周焕祥 |
| 周景明 | 郑 俊 | 郑亚青 | 宛金晖 | 赵洪兵 | 郝聿铭 | 胡华清 | 俞建德 |
| 施孟华 | 姚杰宇 | 贺前锋 | 秦萍萍 | 顾 杨 | 钱盘生 | 徐卫东 | 徐桂林 |
| 翁 磊 | 高伟荣 | 高志军 | 郭 昕 | 唐艳冬 | 诸建军 | 黄 鹏 | 黄海军 |
| 曹贵华 | 章北霖 | 彭继伟 | 董治麟 | 董振海 | 程晓玲 | 雷 斌 | 韵晋琦 |
| 廖志民 | 翟 俊 | 潘亚斌 |     |     |     |     |     |

# 前言

2015年4月，国家《水污染防治行动计划》（“水十条”）正式出台，“十三五”期间水污染防治的重点是：“饮用水水源地保护和水体水质维护，保证水质较好的水质不下降、水体功能不退化，确保饮用水安全；消灭严重污染的劣Ⅴ类水体和黑臭水体，提高水体环境质量；继续加强重污染行业工业废水的污染治理、农村生活污水和畜禽养殖污水的污染治理，加快城镇生活污水处理厂的技术提升，加快污泥无害化处置的进展。”到2020年，预计“水十条”的总投资为4万亿~5万亿元，其中前三年的资金投入约为2万亿元。如此巨大的投资规模创我国水污染治理行动的历史新高，水污染治理企业将迎来巨大的市场机遇和发展机会。

水污染治理的关键要素当属技术和装备，先进、实用的技术和装备是水污染治理企业抓住市场机遇、获得发展的先决条件，也是顺利实施“水十条”的必要保障。为此，中国环境保护产业协会水污染治理委员会联合环境保护部对外合作中心面向全国水污染治理企业广泛征集实用、先进的技术与装备，这些技术与装备基本上反映了目前我国水污染治理技术与装备的发展水平。

本书共分为四篇：第一篇就“水十条”的出台对我国水污染治理行业的影响及在“水十条”引领下水处理细分领域技术与装备的发展方向进行分析与论述；第二篇选编了27个生活污水治理实用技术，其中包括城市生活污水处理实用技术和小规模村镇以及农村分散型生活污水处理实用技术；第三篇精选了43个重污染行业废水治理实用技术，涉及印染、煤化工、造纸、制药、电镀等行业的工业废水处理以及养殖废水处理、环境水体修复（黑臭水体）等重点领域的实用先进技术，基本涵盖了水污染治理的最新在用技术；第四篇精选了21个水污染治理部分装备与药剂材料，可以基本反映我国污水处理设备的制造技术和国产化装备水平。同时，各个技术与产品介绍最后附有技术与产品持有单位的简介、联系方式等信息。

本书既面向治污企业，为治污企业推荐先进、实用的技术与装备，以帮助治污企业做好技术筛选；同时也是为“水污染防治行动计划”的实施提供坚实可靠的技术支撑和技术储备，最终为国家有关部门创建一个技术推广、应用和交流的平台奠定广泛的产业基础。

限于编者水平，书中的疏漏和不妥之处敬请指正。

编者

2016年5月

# 目 录

## 第一篇

### “水十条” 对水污染治理行业及技术产品的影响

## 第二篇

### 生活污水处理实用技术（城镇、农村）

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 多段多级 AO 除磷脱氮工艺 .....             | 10  |
| 连续流分段进水高效生物脱氮除磷技术 .....          | 15  |
| 上流式污泥床过滤技术 .....                 | 19  |
| EH-BFB 生化脱氮除磷技术 .....            | 23  |
| 颗粒膨胀床生物反应器 .....                 | 26  |
| IBR 技术及成套设备 .....                | 30  |
| ZHS 组合式污水净化装置 .....              | 33  |
| 流离生化污水处理技术 .....                 | 38  |
| 导流曝气生物滤池 .....                   | 41  |
| 城镇污水处理厂全过程除臭工艺 .....             | 45  |
| 一体化智能膜法污水处理及再生技术 .....           | 50  |
| FMBR 兼氧膜生物反应器技术 .....            | 54  |
| 贝斯生物膜节能生活污水处理设备 .....            | 59  |
| SMART 村镇污水处理技术 .....             | 62  |
| 地理式高效率低运行费(PASG)生活污水处理技术 .....   | 69  |
| 德安分布式污水处理装置(WTBOX-Ⅲ型) .....      | 73  |
| SWW 系列污水处理设备 .....               | 78  |
| 建管一体化村镇污水处理新模式 .....             | 82  |
| 接触氧化法联合人工湿地处理农村生活污水技术 .....      | 86  |
| 复合潜流人工湿地技术 .....                 | 90  |
| 太阳能曝气强化湿地技术 .....                | 93  |
| 复合型人工湿地:竖向折流湿地+侧向潜流湿地污水处理系统..... | 95  |
| 人工快速渗滤污水处理技术 .....               | 99  |
| 高负荷地下渗滤污水处理复合技术.....             | 104 |
| 程控高压隔膜压滤机污泥深度脱水干化成套技术.....       | 108 |
| 微生物蛋白提取方式的污泥处理及资源化利用技术.....      | 112 |
| 污泥内碳源释放技术.....                   | 116 |

### 第三篇

## 重污染行业废水处理实用技术

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| JRECS 复极感应式电化学水处理技术 .....          | 122 |
| 高压脉冲电絮凝技术 .....                    | 127 |
| 含盐有机废水造粒焚烧技术 .....                 | 130 |
| 高效节能蒸发技术处理 2-萘酚生产废水 .....          | 134 |
| 含盐工业废水高效低耗再生关键技术装备 .....           | 136 |
| 精细化工行业“三高”废水零排放技术 .....            | 141 |
| 悬浮法 PVC 母液回聚合釜新技术 .....            | 145 |
| 羟丙基甲基纤维素废水处理回用技术 .....             | 149 |
| “分子活化降解+膜”新型焦化废水回用技术 .....         | 153 |
| 焦化废水达标处理工艺技术 .....                 | 156 |
| 一种煤粉/煤浆气化装置污水处理与循环利用技术 .....       | 161 |
| 煤化工含酚废水处理技术 .....                  | 166 |
| 煤化工废水“零排放”关键工艺技术 .....             | 171 |
| 高浓度难降解有机工业废水处理技术——催化湿式氧化 .....     | 174 |
| 运用催化湿式氧化 (ECO) 技术处理高浓度废水 .....     | 178 |
| 垃圾焚烧厂渗沥液综合处理技术 .....               | 181 |
| 金属切削乳化废液循环经济处理技术 .....             | 184 |
| 制浆工业的水处理方法 .....                   | 188 |
| 一种应用于废浆制浆造纸废水处理的高效厌氧处理装置 .....     | 192 |
| 含 PVA 废水的生物降解技术 .....              | 196 |
| 秸秆清洁制浆与三废利用及水污染控制技术 .....          | 199 |
| 砗式膜——第四代中空纤维膜技术 .....              | 202 |
| XIM 型 MBR 膜智能反应器 .....             | 207 |
| 特种膜油气田废水处理一体化设备 .....              | 211 |
| 微米载体流化床工艺 .....                    | 216 |
| 臭氧氧化+BAF 工艺技术 .....                | 219 |
| QIC 厌氧反应有机废水处理装置 .....             | 223 |
| 重金属废水生物制剂法深度处理与回用技术 .....          | 228 |
| 制革行业鞣革含铬 (Ⅲ) 废水深度净化及资源化回用技术 .....  | 233 |
| 铅酸废水资源化处理技术 (WD-QS 技术) .....       | 237 |
| 重金属水污染处理成套装备 (SAE 水处理设备) .....     | 241 |
| 含重金属高浓度氨氮废水资源化处理技术 .....           | 245 |
| CDS 无氰无甲醛酸性镀铜 & 电镀废水在线循环使用技术 ..... | 250 |
| RG 型立式沉淀气浮一体化净水器 .....             | 255 |
| 荣勋挡墙技术 .....                       | 259 |
| EPSB 工程菌固化颗粒底泥削减与水污染治理技术 .....     | 263 |
| 洛东生物发酵舍零排放养殖技术 .....               | 267 |
| 洛东规模化畜禽养殖粪污水零排放技术——异位发酵床模式 .....   | 271 |
| 人造生物膜——强化污水处理及污泥减量新技术 .....        | 274 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 高浓度有机污水电催化氧化一体化处理设备.....   | 279 |
| 太阳能低温复合膜处理餐厨垃圾或生化污泥技术..... | 283 |
| 羽绒工业废水处理并完全回用技术.....       | 288 |
| 卫士循环水处理系统.....             | 293 |

第四篇

水污染治理产品（装备、药剂、材料）

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 高效节能可靠型潜水推流器.....                      | 300 |
| 浮筒式曝气搅拌机.....                          | 304 |
| 厌氧高效脉冲布水装置.....                        | 308 |
| PLB 伞形立式搅拌机 .....                      | 313 |
| 倒伞型复合叶轮表面曝气机.....                      | 316 |
| 氧化沟倒伞型表面曝气机.....                       | 320 |
| NXG 型内进流式旋转细格栅 .....                   | 324 |
| 高密度沉淀池正方形扫角刮泥机成套装备.....                | 328 |
| 压力式气浮机.....                            | 332 |
| 旋流絮凝净水器.....                           | 336 |
| 高效浓缩、澄清技术与装备 .....                     | 340 |
| 平板膜——膜生物反应器.....                       | 344 |
| 高性能芳香聚酰胺中空纤维复合纳滤膜材料及组件.....            | 348 |
| 沛尔浸没式膜生物反应器.....                       | 351 |
| 辫带式水处理填料.....                          | 357 |
| 铝碳铜微电解填料.....                          | 361 |
| 立华保®生物膜载体 .....                        | 364 |
| 复合微生物制剂.....                           | 367 |
| 污水处理新型消毒剂.....                         | 370 |
| 智能水质采样器——固定式（GD）、便携式（BX）与移动式（YD） ..... | 374 |
| 智能化水质在线监测系统.....                       | 377 |



## 第一篇

# **“水十条”对水污染治理行业及 技术产品的影响**

2015年4月,国务院发布《关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17号)。历时两年,30次易稿的《水污染防治行动计划》(以下简称“水十条”)正式出台。“水十条”展示了国家对水环境污染治理的宏伟计划,彰显了中央政府治理水环境污染的决心。

区别于以往的环境保护规划,“水十条”对工业废水处理、城镇污水处理提标改造、污泥无害化处理处置、河流黑臭治理、农村畜禽养殖污染防治等均以明确的量化指标进行了详细的要求,这标志着我国以环境质量和环境效果为核心的环保新时代即将到来。

## 一、“水十条”与水污染治理产品制造业

未来的3~5年,我国水污染治理产品制造业的市场规模有可能超过万亿元,产品制造业的快速发展,将彰显出水污染治理产业作为新兴服务业的特点。在“水十条”利好政策的带动下,未来几年水污染治理产品与装备需求将重点在以下领域得到发展:

① 针对河流、地下水、湖泊、滨海湿地等领域的污染治理与生态恢复和水源地保护,将促进各地城镇生活污水处理厂的新建、提标改建,各类污水处理专用机械、市政管网、污泥处理处置等设备,以及膜组件、药剂等环保产品将有极大的市场需求;

② 针对重污染行业工业废水处理和工业园区的水污染综合整治,将促进工业废水处理的核心设备、高端材料及药剂的生产制造;

③ 针对农村生活污染治理,将促进小型化、自动化污水处理系统和集群监控预警维护系统的蓬勃发展;

④ 针对水体环境的监测事业,水环境监测仪器设备以及应急管理平台和软件系统的发展将令业内瞩目;

⑤ 针对面源污染综合治理,将促进用于垃圾处理工程、畜禽养殖污染治理工程和区域综合修复建设工程的防渗系统以及河道生态修复等新型装备和产品的制造业的发展。

## 二、“水十条”与水污染治理环境服务业

水污染治理环境服务业具有技术服务的鲜明特点,其服务领域和服务范围已从单一的工程技术咨询发展至包括环境工程设计、施工与运营,环境评价、规划、决策、管理等咨询,环境技术与开发,环境监测与检测,环境贸易、金融服务,环境信息、教育与培训及其他与环境相关的多种综合性服务活动。伴随我国经济体制改革的不断深化,“水十条”对水污染治理环境服务业的影响主要表现为对以下领域的发展体现强大的市场促进作用:

① “PPP”模式下的水污染治理设施建设发展和国家鼓励水污染治理设施交由第三方专业化运营的新政,将极大地促进“EPC”、“BOT”和“IPO”等商业模式的空前发展,环境工程建设与设计施工业和环境保护设施运营服务业将成为水污染治理环境服务业的市场主体;

② “十大”重点行业专项整治与规模化畜禽养殖场(小区)污染防治的清洁化生产设计、改造、建设、运维的环保综合服务,由此将广泛带动水源地、区域环境保护规划、湖泊生态调查等工程设计、咨询、评估、环评和规划环评等环保咨询服务业的发展;

③ 水体环境、工业污染源、园区污水处理厂和生活污水处理厂等水环境监测、污染防控和安全预警一体化的监控服务业也将成为我国水污染治理服务业的一个亮点;

④ “水十条”提出城镇、村镇的生活污水处理率分别达到95%和85%,新建的城镇污水处理厂和现有污水处理厂的升级改造,以及污水处理厂的污泥无害化处理等任务具有相对

垄断性、专业性较强的特点，将最大程度地吸引并促进环境金融服务业的发展，并且市场竞争将趋于白热化；

⑤ 以饮用水安全和水源地保护为目标的城乡供水处理厂的技术改造将全面启动，再生水和海水淡化等城市第二水源利用的设施建设与运维服务将成为水污染治理市场的重点领域，以消除城市黑臭水体为目标的水体环境的生态修复服务，将成为我国水污染治理环境服务业的新辟战场。

### 三、“水十条”引导下水处理细分领域技术与装备的发展方向

#### 1. 城镇生活污水处理技术发展

对部分已建污水处理设施进行升级改造，进一步提高对主要污染物的削减能力。大力改造除磷脱氮功能欠缺、不具备生物处理能力的污水处理厂，重点改造设市城市和发达地区、重点流域以及重要水源地等敏感水域地区的污水处理厂，重点发展膜技术、脱氮除磷技术、高效节能曝气技术等。

城镇污水处理厂的提标改造和提效改造，其技术路线不能简单地建立在污水处理工艺单元的累加式长流程的工艺路线上，而应强调技术有效、经济合理，积极发展高效、低耗的污水处理新技术。

① 围绕“提标改造”的要求，广泛应用膜技术、高效节能曝气技术、生物膜法污水处理工艺、物化-生化法脱氮除磷工艺，确保重点流域、环境敏感地区和二级污水处理厂升级改造。同时，推广应用臭氧氧化技术及大型臭氧发生器、好氧生物流化床成套装置、好氧膜生物反应器成套装置、溶气供氧生物膜与活性污泥法复合成套装置，以及污泥床、膨胀床复合厌氧成套装置等新设备、新装备。

② 积极开发污水处理厂“提效改造”新技术。我国超常规发展的污水处理事业，面临着亟待解决效能提升和适应未来发展的迫切需求，将迎来以可持续发展为核心的全新时期。在污水处理厂新功能需求下，相关污水处理技术也将面临新变革。重点进行城市污水处理厂的优化运行和节能降耗技术的研发，主要包括：污水处理系统的在线监测技术、精确曝气技术、化学除磷及反硝化碳源的加药控制技术 & 污水处理工艺优化运行模型等。

#### 2. 农村生活污水处理技术发展

我国农村生活污水处理尚处于起步阶段。一方面村镇缺乏排水设施规划，设施建设跟不上农村经济社会发展的要求，排水能力不足、管网建设水平低、维护管理不善造成输水堵塞、污水漫流；另一方面，农户在新建房屋和旧房卫生设施改造中，建设标准过低，绝大部分生活污水不经任何处理直接排入河道或排出室外空地后任其渗入地下，少部分建有“三格式”化粪池，简单处理后外排或渗入地下，也没有集中处理设施。尤其是近些年随着农村水冲厕所的广泛使用，大量污水未经处理直接排入沟渠河道，农村生活污水排放已经成为水体富营养化的一个重要污染源。

从目前已有工程实践来看，我国农村生活污水的处理可以考虑进一步向高端水处理技术和物联网监控技术发展。生活污水高端处理技术，是指高效生物反应器的应用，它不仅应具有较高的污染物去除效率，还应具有自动化运行和免维护的性能，并且不排放剩余污泥；物联网监控技术，是为了适应农村生活污水处理设施规模小、布局分散和无人值守特点，可采用多点联网远程监控技术。

### 3. 工业园区污水集中处理技术发展

从宏观角度讲,在各类工业园区将同一行业或不同行业的混合工业废水进行集中处理,将成为未来几年中我国水污染治理技术的重点攻关目标。坦言之,目前我国缺乏工业废水集中处理技术,也缺乏工业废水集中控制的环境监理手段和基本能力。我国各地拥有大量的工业园区,废水通常采取混合收集的方式,不同的污染物的叠加效果使混合后的工业废水成分更为复杂、性质更为恶劣,对集中式污水处理厂的污水处理工艺技术更需要强化。

现实情况是,多数园区污水处理厂都是按照生活污水处理厂的处理工艺和技术要求进行建设的,基本不具有处理重污染工业废水的技术基础,更无法做到达标排放;入园企业由于环境监管不到位,工业污染源的排放要求不明确,工厂废水预处理设施的污染物削减能力先天性缺憾,不仅处理不好工业废水,甚至造成部分工业企业向园区下水道直排废水,给园区集中式污水处理厂的处理工艺和设施运行带来破坏性的冲击,导致园区废水总体上不能做到达标排放。

所以,在新环保法及“水十条”强化监管的大背景下,我国将对园区工业废水的污染治理列为重点,并给予了高度重视,将从法律、政策、标准、技术、监管等方面采取一系列的细化措施,切实保障园区工业废水的处理效果。具体包括以下几点。

① 重点开发工业园区废水全流程技术管理体系,建立和推广工业园区废水处理与资源化系统工程示范。选择不同类型的典型工业园区,针对园区废水系统的特征采取相应的技术对策,以节水减污为目标,因区制宜开发园区工业废水处理与资源化模式:对于不适合混合处理的废水,应分质收集、浓淡分家、分类处理、回收套用,如废酸废碱、重金属废水、有机废水、有毒废水等,避免不同性质废水混合时形成混合型叠加污染,或形成更难处理的废水水质;园区污染企业应从废水来源控制污染产生,采用合理的处理流程和相关设备,进行有效的单独处理;预处理后的混合工业废水,应以有效的工艺流程进行污水处理,实现集中式污水处理设施的工艺运行稳定、节省运行费用以及再生水回用等污染控制目标。

② 要建立健全工业园区环境管理制度,强化园区环境监管,加大规划执行力度,科学开展规划环评,并加强入园企业环评,从源头上杜绝污染企业入园;要重视危险化学品的管理并有效贯彻清洁生产,在使用有毒原料及产生有毒中间产物和产品过程中,应严格操作、监督,消除跑冒滴漏,减少物料流失,在生产过程中杜绝或减少有毒有害废水的产生;应优先选用无毒生产工艺代替或改革落后生产工艺;园区配套的污水/废水处理设施及其污水管网若没有建设好,废水或污染物排放的企业不能开工生产;畅通社会沟通渠道,在加强园区环境监管力度的前提下,鼓励园区及其周边居民对园区实行环境监督,定期公布园区污水处理厂的运行状况,奖惩分明,加大对污染企业或污染园区的惩罚力度。

### 4. 重污染行业工业废水治理技术发展

#### (1) 高盐废水处理技术的发展

主要排放高盐废水的工业行业有化工、石油、制药、食品、纺织、染料等。

除了常规的废水脱盐技术外,重点发展柱塞流填充床电解装置、改性纳滤膜资源化处理工艺、耐盐生物载体流化床工艺等,采用耐高盐工业废水生化处理高效复合菌种处理高盐化工废水。

对化工等行业产生的高浓盐水,首先根据高盐废水的软化程度选择合适的软化方法,经软化后的高盐废水经过“超滤+纳滤”或“超滤+反渗透”等组合膜分离工艺进行脱盐处理,处理后的浓盐水可选用压缩蒸发和热泵蒸发及相应固化措施回收盐。

## (2) 高浓度氨氮废水处理技术的发展

主要排放高浓度氨氮废水的工业行业有煤化工、屠宰、食品发酵、制药、石油化工和有机合成等。

重点发展高浓度无机氨废水资源化处理技术。氨氮浓度在 2000~8000mg/L 的特高浓度氨氮废水,可采用“蒸馏/精馏+生物处理”的工艺。基于氨与水分子相对挥发度的差异,优化精馏脱氨工艺和膜蒸馏工艺,设计制造高通量、低阻降、高分离效率、抗结垢新型塔内件,全过程自动化控制,实现工业高浓度氨氮废水的资源化处理。

根据废水中含氮有机物和游离氨的转化关系,优化有机氨氮废水处理组合工艺流程;对氨氮浓度在 300~800mg/L 的中浓度氨氮废水,重在分解含氮有机物,可采用“物化强化(氨吸附、低温蒸氨)”和“化学氧化+生化强化”的污水处理工艺;氨氮浓度在 800~2000mg/L 的高浓度氨氮废水,可采用膜分离技术结合物化+生化技术的工艺方法处理,并对浓水进行深度处理。

## (3) 难生物降解有机废水的技术发展

主要排放高浓度难降解有机废水的工业行业有酿造、造纸、制药(包括中药)、石化/油类、纺织/印染、有机化工、涂料等。难生物降解有机废水的水质特征是低 B/C(通常低于 0.3,甚至低于 0.1)和低 C/N(通常小于 3,甚至小于 1)。

重点发展高浓度难降解有机废水强化预处理技术,其中高级氧化技术能快速大量产生强氧化性的羟基自由基,能够满足此类废水预处理工艺要求;而单一的高级氧化技术处理此类废水的效果有待进一步提高,所以两种或多种强化氧化的协同催化氧化技术的研究是难生物降解工业废水预处理技术的重点发展领域。

重点发展具有较强的分解复杂有机物的特效生物处理技术,尤其是适合高浓度有机废水的厌氧生物降解技术。一般单独的生物法或物化法很难达到降解大分子的污水处理要求,将生物法和物化法等其他方法组合应用也是今后的重点发展领域。

## (4) 含重金属废水处理

主要排放含重金属废水的工业行业有电镀、金属冶炼、选矿、线路板制造等。治理重金属废水污染的有效方法是回收重金属资源,防止重金属在水环境中的迁移转化。针对目前我国重金属工业废水处理存在的困难和问题,应重点发展以下技术。

① 积极发展重金属废水生物处理技术。重金属废水微生物处理技术,利用植物的絮凝、吸收、积累、富集等作用处理重金属废水的方法等,具有降低成本、提高效益、容易管理等优点,并且还不会造成二次污染。此外,通过基因工程、分子生物学等生物高端技术的应用使得生物的吸附、絮凝、整治修复能力不断加强。

② 加强系统技术集成的研发。集各种技术方法之所长,满足日益严格的环保标准要求,实现废水回用和重金属回收。例如,胶束增强超滤法集成技术去除水溶液中的铜离子,络合-超滤-电解集成技术处理重金属废水,超滤浓缩液的电解法回收重金属技术,微波化学处理与高聚复配絮凝剂沉淀处理技术,采用二甲基二烯丙基氯化铵与聚合硅酸硫酸铁改性复配形成高聚复配絮凝剂,提高对重金属的捕集与沉降效果。

③ 大力促进重点行业的重金属污染治理。在电镀行业,重点推行无氰化镀铜技术、无氰无甲醛镀铜液在线生产循环技术及资源回收技术工艺、高压脉冲电絮凝技术、兼氧 FMBR 技术、XYMBR 膜-生物反应器技术。在 PCB 行业,重点推行蚀刻液循环再生系统及资源回收工艺、高压脉冲电絮凝技术、兼氧 FMBR 技术、XYMBR 膜-生物反应器技术。对废弃 PCB 和含重金属污泥(渣),推行微生物法金属回收技术。

## (5) 工业用水的循环利用技术发展

在我国工业行业建立“水管理”。从石化、钢铁、电力、化肥、造纸、印染等重点行业

切入，开发工业行业水管理系统，制定相应的支持政策，编制工业行业水管理技术规范 and 行业推广应用技术指南等技术文件，深入推进“超低排放”工业废水处理技术的开发和应用，促进工业废水回用发展。

在石化行业，废水回用于循环冷却水系统面临腐蚀、结垢、有机物和盐分浓缩等问题，应重点开展生物过滤、高级氧化、脱盐软化等处理工艺的筛选研究，突破石化循环冷却水单纯依靠投加药剂处理的技术局限，移植现代废水处理技术处理循环冷却水。构建运行成本低、处理效果好、自动化程度高的石化行业废水回用的成套技术，提升我国石化行业废水利用和循环利用的技术水平。

在钢铁冶金行业，针对行业水资源配置不合理、用水浪费、废水排放量大的问题，重点研究开发节水减排关键技术，推广原水水质调控、循环水高浓缩倍数运行、综合废水安全回用和废水近零排放等支撑技术；将污染物资源化回收利用技术、污染物排放全过程控制技术、深度催化氧化技术和膜分离技术、回用水含盐量调控技术等污水深度处理技术进行集成，形成综合废水处理与回用零排放技术；发展以先进技术为支撑的 EPC（Engineering Procurement and Construction，工程总承包）和环保设施投资运营，推进环境服务业在钢铁冶金行业的发展；建立行业节水减排技术支持体系，指导企业节水减排基础设施建设，使行业吨钢新水取水量和排水总量大幅降低，大幅提升我国冶金行业废水利用的水平。

## 5. 畜禽养殖与水产养殖污染防治技术发展

畜禽养殖污染防治要重点发展畜禽清洁养殖和废物、废水低成本处理技术，提高我国规模化养殖场（小区）畜禽养殖废物、废水减量化、资源化和无害化水平。

① 推进畜禽和水产的清洁养殖。结合土地消纳能力，推进畜禽养殖适度规模化，合理优化养殖布局，鼓励采取种养结合养殖方式；以规模化养殖场（小区）为重点，因地制宜推行干清粪收集方法，养殖场区实施雨污分流，发展废物循环利用，鼓励粪污、沼渣等废弃物发酵生产有机肥料。

② 发展畜禽养殖废物统一收集和集中治理。以规模化养殖场（小区）为重点，建设雨污分离污水收集系统和厌氧发酵处理设施，配套建设分布式粪污贮存及处理设施；加强规模化养殖场沼气预处理设施、发酵装置、沼气和沼肥利用设施建设，实现畜禽养殖场废物废水资源化利用。布局分散的规模化畜禽养殖场（小区），就地单独进行处理与利用。

③ 优化养殖废水处理工艺技术。根据畜禽养殖场的清粪方式、废水水质、排放去向、外排水应达到的环境要求等因素，选择适宜的畜禽养殖废水处理工艺，应进行固液分离预处理，选用脱氮除磷效率高的“厌氧+兼氧”等处理成本低的生物处理工艺，处理后的出水水质符合排放去向的环境要求。

④ 加强新技术的开发和推广应用。采用“干清粪”技术、粪便干法发酵产沼气技术、水中粪污筛分技术和生物发酵床畜禽养殖技术实现畜禽养殖业的清洁生产和过程减排；采用“微生物菌种镶嵌包埋技术”和“高效填料固定化技术”处理畜禽养殖废水取得稳定达标的治理效果；采用畜禽粪便的厌氧发酵技术、好氧堆肥技术，以及沼气净化技术和沼气分离提纯技术、沼气压缩技术等，使粪污变为商品化的民用燃气。

## 6. 污泥处理与处置的技术发展

污泥的无害化处理与处置应贯彻以下基本原则。

① 从源头减少或避免污泥的产生，为此应推广无污泥产生的污水生物处理新技术。

② 坚持污泥的就地处理处置，研发适宜的技术在污水处理厂内处理其产生的污泥，并做到无害化；以防止污泥转运扩散形成的二次污染，并减少处理成本和能源消耗。

③ 污泥的无害化处理处置应简单、直接，避免处置工艺不必要的复杂化。

污泥无害化处理处置技术的发展方向如下。

① 污泥稳定化技术方面，研究开发好氧-厌氧两段消化、酸性发酵-碱性发酵两相消化及中温-高温双重消化等新工艺，以及污泥热处理-干化、污泥低温热解、污泥等离子法处理、污泥超声波处理等新工艺。

② 污泥深度脱水技术方面，采用化学和物理的综合方法对污泥进行改性，加入纳米级的无机药剂，使胶黏状的污泥成为颗粒状，并结合新型压力脱水设备，提高脱水效率，即从改变污泥结构性质和压滤机工艺两方面使脱水后污泥的含水率达到 50% 以下。

③ 污泥资源化利用方面，大力发展新兴污泥处理技术。例如：污泥微生物蛋白提取技术，通过热解碱性水解作用，使污泥中微生物细胞破壁，释放出蛋白质和细胞水，同时杀死污泥中的病原体；污泥亚临界水解制肥技术，将污泥置于亚临界水环境中，利用亚临界水环境的超溶解、超电离等特性，将污泥中的有机物迅速分解，处理后的污泥可直接作为有机土壤改良剂或制成高级有机肥；污泥热解制油技术，使污泥在缺氧条件下加热裂解成油，得到的生物质柴油价值高，且固体残渣体积仅为原料污泥的 10% 左右；污泥好氧发酵提取合成生物降解塑料原料聚羟基脂肪酸酯（PHAS），通过水解酸化释放剩余污泥中的碳元素，然后筛选活性污泥系统中的功能微生物，将有机物合成为 PHAS；制备沸石技术，利用生活污水处理厂机械脱水污泥作为基本原料，采用碱熔融-水热合成法制备具有优异性能的沸石；采用鸟粪石工艺，从污泥的厌氧澄清液中提取磷肥，可以达成良好的经济效益。





## 第二篇

# 生活污水处理实用技术 ( 城镇、农村 )