

污水处理节能减排

新技术、新工艺、新设备

徐 强 主 编 ▲

刘 明 张春敏 副主编 ▲

WUSHUI CHULI
JIENENG JIANPAI
XINSHU XINGONGXI XINSHEBEI

ZOCA  中昌

<http://www.zhongchangcn.com>
E-mail: zhongchang@vip.163.com

气水冲洗滤池整体浇筑滤板及可调式滤头是滤池配水布气系统技术重大进步 CECS178:2009



化学工业出版社

污水处理节能减排

新技术、新工艺、新设备

徐 强 主 编
刘 明 张春敏 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书围绕国内外污水处理节能减排研究成果、现状和发展趋势,由国内各大设计单位、高等院校、研究单位和企业的专家、学者结合实际工作,编写了近百篇城镇污水处理厂升级改造、再生水回用、污水处理设备仪器等方面的文章和案例,可推动我国污水处理行业开发节能减排新技术、新工艺、新设备,为选择技术方案和设备提供有实际价值的参考。

图书在版编目(CIP)数据

污水处理节能减排新技术、新工艺、新设备/徐强
主编. —北京:化学工业出版社, 2009.12
ISBN 978-7-122-06785-2

I. 污… II. 徐… III. 污水处理厂-节能-研究
IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 179270 号

责任编辑:徐娟
责任校对:顾淑云

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: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32¼ 字数1020千字 2010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:148.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2009 22 号

近年来,随着国家和各级政府对城镇污水处理问题的高度重视,城市污水处理设施建设不断加快,特别是进入 21 世纪以来,国家采取多种措施,积极鼓励加强污水处理节能减排基础设施的建设,使我国城市污水处理事业得到了前所未有的发展,城镇污水处理能力也有了大幅度的增长,技术手段、处理水平也得到进一步提升。

从全国范围来看,不断恶化的水环境和极其脆弱的水环境生态系统,使我们充分认识到目前我国在水污染控制与治理方面依然任重道远。要真正实现我国水环境质量的全面改善,控制污染物的排放和实施污水达标处理是目前最根本的手段和措施。

由于国家有关城镇污水处理厂污染物排放标准的提高,城镇污水处理厂的出水水质标准将得以改善,从而推动污水处理技术与再生水利用技术的发展和进步。依托国家科技攻关项目和其他水污染控制与治理科技专项活动的开展,我国在污水处理技术方面已经取得了长足的进步,与国外先进国家相比,一些工程应用实例所展现的工艺技术水平已处于国际先进行列。但是我国地域辽阔,地区经济发展不平衡,地理位置、自然环境条件差异较大,迫切需要积极开发和探索适用于我国不同地区、不同条件的先进的污水处理新技术、新工艺、新设备,这给从事污水处理的广大业者提供了一个开拓创新的空间和施展聪明才智的舞台。

本书精选了近年来我国在污水处理新技术、新工艺、新设备方面的文章一百余篇,作者分别来自全国各设计研究机构、高等院校、建设单位、运营单位、管理单位、污水处理设备企业的专家、学者、科研人员、工程技术人员,内容涵盖了排水行业关注的污水处理厂建设、污水处理厂升级改造、提高出水水质、污染物减排、非水源水利用、工业废水处理、垃圾渗滤液处理、污泥处理处置、科研成果转化等主题。这些研究成果和新技术实例将对我国今后排水行业技术应用和发展产生示范作用,为正在建设和运营中的污水处理设施建设提供现实参考技术方案和实例。

本书在组织过程中得到了各有关单位的大力支持和帮助,特别是中国市政工程东北设计研究院、中国市政工程华北设计研究总院、中国市政工程中南设计研究院、中国市政工程西南设计研究院、中国市政工程西北设计研究院有限公司、北京市市政工程设计研究总院、天津市市政工程设计研究院、上海市市政工程设计研究总院、上海市水务局以及天津创业环保集团股份有限公司、上海市离心机械研究所有限公司、台州中昌水处理设备有限公司、兰州捷晖生物环境工程有限公司、贵州长城环保科技有限公司等众多国内优秀环保企业单位的大力支持,在此谨致衷心感谢。

本书由徐强担任主编,刘明、张春敏担任副主编,参加组织协调工作的人员还有赵琳、屈颖、王领全、孙永利、李德强、李惠、董蕊。本书还得到了国家城市给水排水工程技术研究中心郑兴灿总工、中国市政工程华北设计研究总院李成江总工等同仁的帮助。

编者

2009 年 10 月

目 录

第一部分 污水处理节能减排新技术、新工艺

明确目标,多管齐下做好 COD 削减工作	唐建国	杨立新	1			
城镇污水处理厂达国家一级排放标准的工艺选择实例	林文波	李慧秋	王圣杰	4		
城镇污水处理厂升级改造技术路线探讨	王阿华	8				
污水处理厂运行的节能降耗技术进展	徐晓宇	李春光	12			
滇池北岸水环境综合治理工程设计简介	李国洪	李树苑	万年红	张定昌	16	
北京市污水处理厂升级改造及水质提升技术策略	甘一萍	王佳伟	25			
天津污水处理厂升级改造工艺技术优选	李玉庆	彭金利	顾启峰	29		
人工湿地污水处理技术及工程应用	张 统	李志颖	35			
人工湿地处理系统的构成与运行管理	张秋贞	王立彤	郭淑琴	42		
人工湿地和稳定塘在污水深度处理和综合利用中的应用	丁永伟	王宝贞	47			
活性污泥法除磷脱氮工艺技术分析	张雁秋	李 昂	李 燕	杨燕舞	52	
分点进水脱氮除磷新工艺及其应用	李 昂	张雁秋	李 燕	56		
多箱一体化活性污泥除磷脱氮工艺研究	吕锡武	60				
分段进水多级 A/O 工艺处理城市污水的试验研究一	李 军	李乃实	王 磊	李大功	任 建	64
分段进水多级 A/O 工艺处理城市污水的试验研究二	李 军	李乃实	王 磊	李大功	任 建	71
流动生物膜法与活性污泥法组合工艺生物除磷脱氮工程应用与实践	潘文胜	李 健	刘 桐	刘振江	陈双星	78
水污染控制磁技术试验研究与应用前景分析	张雅玲	李 艺	方先金	尹 斌	82	
加载絮凝沉淀工艺在水处理中的应用	张 帅	李 军	88			
磁生物反应器试验研究	倪明亮	93				
磁性活性污泥法处理生活污水工艺 (MagBR™) 的研究	倪明亮	97				
高效磁分离 CoMag™ 与磁生化 BioMag™ 技术	黑国翔	100				
村镇排水工程技术规程	张 辰	105				

城镇污水处理及升级改造——导流曝气生物滤池用于污水处理及中水回用	刘佳奇 刘 虹 刘 飞	107
我国小城镇污水处理工程建设几个问题的探讨	吴瑜红 李树苑	118
中小型污水处理厂(工艺)节能降耗关键工艺参数分析与工程实践	潘文胜	121
城镇污水中氮的形态及相互关系	孔令勇	124
城镇污水生物脱氮的硝化与反硝化理论计算	孔令勇	127
同步硝化反硝化工艺生产性试验研究	邓 彪 张 建 马 劲 张轶凡 轩兴歧 乌 兰 刘 烨 郭金芳	131
前置反硝化曝气生物滤池(BAF)的设计计算	王舜和 郭淑琴 罗 婷	136
不同功能曝气生物滤池(BAF)的设计要点	王舜和 郭淑琴	141
生物滤池工艺在污水处理厂升级改造中的应用实例	高梦国 厉彦松 高 欣 邢利英	146
淮安市污水处理厂生物滤池的设计和运行	许晓慧 刘惠成	149
状态点用于污水厂二沉池运行分析的研究	胡海涛 汪慧贞 王文海 甘一萍 周 军 郝二成	152
污水处理厂水量变化规律及对 A ² /O 工艺控制系统的影响	常 江 徐商瑜 王佳伟 甘一萍 范岳峰 马 刚 林 海	156
A ² /O 工艺预缺氧段强化脱氮除磷工艺条件及机理研究	周 虹 王佳伟 周 军 甘一萍 王洪臣 林 海	162
改进型氧化沟水力流态特性与脱氮除磷效果实验研究	袁忠伟 孙力平 于静洁 王少坡	168
Carrousel 氧化沟在涟水污水处理厂的设计和运行	尹国中 刘惠成	172
废水化学除磷的基本原理与设计	孔令勇 马小蕾	177
城镇污水厂达到一级 A 排放标准中的化学除磷	张亚勤	182
城市污水处理厂应用化学除磷工艺的探讨	宫洪艳 任海龙	185
城市污水处理厂进水量变化系数与栅渣量调查分析	张日霞 王社平 张兴兴	189
CASS 工艺中曝气系统节能技术探讨	宋桂杰 张 韵	193
纤维束过滤技术在大型污水处理厂一级 A 达标排放中的应用	刘凡清 汪一丰	199
转盘微过滤技术在污水深度处理过程中的应用	高 颖 王 冰 杨鹏程	202
污水处理厂升级改造一级 A 排放标准新工艺及工程实例	周金全 董小龙 蒋伯忠	207
利用纤毛状生物膜除磷脱氮工艺的研究	刘月琴 李晓娟 滕志玲 董 宁	211
CNR 工艺的实践与应用	王 军	216
泥膜共生工艺用于污水处理厂提标改造的试验研究	杨 红 吕 晨 姜义圆 杨致升 王 辉	221

CAST 工艺在佳木斯市污水处理厂中的应用	于喜波 厉彦松 苏 君 杨 雷	226
Highsludge®城市污水高浓度活性污泥 SND 除氮工艺试验研究	周克钊	228
上海曲阳污水处理厂达标改造工艺及应用	张 辰 邹伟国 李正明 徐俊伟	236
两段活性污泥法在上海老污水处理厂提标改造中的应用	张 欣 李春光	241
浅谈 AB 工艺污水处理厂技术改造	阎怀国 季 氏 陈慧洁 高凌鹏	246
光大水务（济南）有限公司一厂一级 A 改造工程实例	崔洪升 阙薇莉	249
强化脱氮改良 A ² /O 工艺在深圳市光明污水处理厂的应用	彭 弘 俞士静	253
复合活性污泥法在城镇污水厂升级减排中的应用实践	张 硕	258
郑州市王新庄污水处理厂改造工程设计	王锡清 谭云飞 高陆令 李春光	261
上海松江污水处理厂达标改造工程技术方案	张亚勤 熊建英 雷震珊	266
盐田污水处理厂的设计及运行	赵忠富 黄慎勇 任 梨 孟锦根	273
ZT 节能新工艺在吉大水质净化厂的成功运行	刘章富 孟凡良 熊 杨 郝晓龙 吴平胜 陈桂红	278
采用 BNR 工艺升级改造咸阳路污水处理厂	刘天顺 杨淑霞	283
污水处理厂 SBR 池提标改造工艺设计探讨	孙 鹏 林 菱	287
恒水位 CWSBR 工艺在夏家河污水处理厂的应用	王 玥 陈晓波 刘东海 董连英 王海龙	292
城市老二级污水处理厂升级改造工艺选择	郭庆英 李成江 李 晶	297
铜冶炼烟气制酸系统酸性废水减排再利用工艺研究	崔树生 刘建国 路八智 魏 睿 吉战民 卢云霞	301
垃圾渗滤液处理技术与工程实例	赵振振	306
天津市双口垃圾卫生填埋场渗滤液改造设计方案	张大群 金 宏 王洪云 曹井国 刘 斌	312
合肥市龙泉山垃圾渗滤液处理工艺简介	杜 昱 刘淑玲	316
MBBR 工艺在制药废水处理工程改造中的应用	卢 峰	318
大中型生态城镇灰水水质特性与灰水集中处理技术研究——以内蒙古鄂尔多斯市 郝兆奎（HZK）生态城镇灰水系统为例	唐运平 张志扬 廖 沈 庞伟亮	324
污水处理厂利用太阳能的可行性分析	侯立安 张明亮 陆煜康	330
污水处理厂物流和能流研究分析	牛庆利 邝 诺 李鑫玮 周 军 甘一萍 吕 铨	334
BOT 模式下的污水处理厂管理	周 南 刘惠成	339

第二部分 非水源水回用

再生水回用的水资源循环模式	钟卉元 赵庆良 张金娜	343
---------------------	-------------	-----

滤池配水布气系统标准化研究——整体浇筑滤板可调节滤头技术规范

..... 丁云鹤 倪士忠 南亚彬 齐 翀 347

实现污水资源化的关键膜技术及应用 戴海平 352

中新天津生态城城市雨水调蓄减排模式探索

..... 魏新庆 王立彤 王秀朵 郭淑琴 宋汝华 房 宏 357

污水源热泵用于天津地区的可行性分析 李殿海 李育宏 361

膜法技术在市政废水回用上的应用 邵耀锋 367

紫外线消毒技术在城市污水再生利用中的试验研究

..... 杨 波 张林军 王社平 朱海蓉 372

浅谈紫外消毒在污水处理工程中的运用 杨 清 颜炳魁 375

北小河污水处理厂改扩建及再生水利用工程介绍 李 艺 李振川 380

唐山市西郊污水处理二厂污水再生回用工程设计方案 张亚勤 熊建英 沈振中 386

纪庄子再生水厂砂滤工艺改造相关试验研究 唐福生 高文宝 李育宏 391

天津北辰污水再生回用工程处理工艺的选择 李 兵 孙青梅 394

某混凝—沉淀—过滤工艺再生水厂运转效果后评估

..... 赵乐军 曹 红 王秀朵 王舜和 399

微滤—反渗透工艺在高品质再生水回用工程中的应用 杨京生 孟瑞明 李 艺 405

污水回用稳定达标新技术及应用实例 孙理密 朱 丽 409

工业废水再生利用基本技术路线探讨 余淦申 413

造纸废水回用膜技术的预处理工艺研究及技术经济比较 余淦申 陈旭良 王 刚 417

再生水回用于景观水体时富营养化趋势研究 赵乐军 王秀朵 刘春光 颜炳魁 422

第三部分 污水处理设备及管材

运用日立 SPAROTOR ACE 的氧化沟系统 张宏伟 李 艳 王国远 曹利钢 427

污水处理工艺中罗茨鼓风机的节能改造 蒋姪琳 431

德国家庭型超滤污水处理装置 高 颖 王 冰 李学义 434

膜格栅——用于保护膜生物反应器的精细过滤装置 高 颖 王 冰 李学义 437

用 BioWIN 软件模拟优化城市污水处理厂运行的研究 沈童刚 邱 勇 施汉昌 441

BioWin 在污水脱氮除磷系统中的应用研究

..... 牛庆利 高 琼 李鑫玮 周 军 甘一萍 吕 镔 446

氮磷在线监测水质分析仪在城市污水脱氮除磷过程中的应用

..... 李俊英 程 立 方 闻 450

德国 WTW ISE 离子选择电极法氨氮+硝氮在线分析仪在污水处理厂

节能减排自控系统中的应用 刘炳灶 张四龙 455

试谈国内污水管网建设运营改革之路	严俊泉	460
排水管网的优化设计探讨——将树形结构理论应用于污水管网设计	李国金	463
排水管网全局优化设计数学模型探讨	李国金	466
浅谈双曲面搅拌机流态特性及其应用	汪文生 曾德全	469
德国污水管网的现状及修复	左耀龄	472
用“生命周期价格”分析方法比较不同管材方案	左耀龄	475
因地制宜布置小型污水处理厂平面及高程	贺俊兰 董春宏	478
合流制排水系统强化污染物处理能力示范工程研究 李树苑 张怀宇 刘海燕 袁国文 杨逢乐 王海玲 钱望新 何 飞		481
浸没式超滤膜在污水三级处理中的应用	罗 敏	491
ASTRASAND®气提式连续砂滤在中国市政污水处理提标改造的应用	戚 凯	497
泥水分离科学与应用技术研发及产业化	丁南华 虞国量 任洪强 庄昌玺	500
Bandscreen Monster™板式超细格栅——一种新型的尤其适用于 MBR工艺的污水预处理设备	许彩霞 周 锋 韩少唐	506
污水泵站节能减排新思路——以粉碎技术为核心的全封闭埋地式泵站	解 利	508
低能耗高干度离心机在市政及工业污水处理环节中的应用	熊 诚	510

第一部分 污水处理节能减排新技术、新工艺

明确目标，多管齐下做好 COD 削减工作

唐建国 杨立新

(上海市水务局，上海，200003)

摘要：削减水污染物 COD 的排放量是国家“十一五”期间节能减排的重要工作内容。上海市按照国家确定的削减目标，在相关水环境规划指导下，在相关政策的引导下，工程措施、管理措施并举，较好地完成了 COD 削减任务。本文主要介绍了上海市削减 COD 的工作思路和主要做法，对全国做好 COD 削减工作具有一定参考作用。

关键词：COD；削减；工程管理；政策

产业结构调整、建设减排工程、提高减排设施运行管理效能是削减水污染物 COD 排放量的三大措施。为实现“十一五”COD 减排目标，上海市在积极调整产业结构、转变经济发展方式的同时，把加快城镇污水处理厂网建设和提高污水处理厂运行管理效能作为削减 COD 的主要手段和措施，较好地完成了“十一五”头三年的 COD 减排任务。

1 明晰目标，确定思路

1.1 明晰目标

根据国家要求，我市“十一五”化学需氧量 COD 的考核目标是，在 2005 年 30.4 万吨排放量的基础上削减 15%，控制在 25.9 万吨以内。其中，2008 年作为“十一五”中间检查年，排放量需控制在 28.3 万吨以内。

1.2 确定思路

我市 COD 削减的主要思路是：按照规划，通过不断完善污水处理系统、提高处理效能和水平，实现“削减存量、消化增量、控制总量”。

所谓削减存量就是指“十一五”期间，各年度 COD 排放总量将在 2005 年的基础上，按照一定比例削减的 COD 量，累计实现 15%。

所谓消化增量就是将每年因人口增加、经济发展而新增的 COD 量 100%地削减掉。

所谓控制总量就是将每年的 COD 排放量严格控制在国家规定的范围内，并确保 2010 年本市的 COD 排放量不超过 25.9 万吨。

2 明确责任、落实措施

根据削减目标与思路，我们首先将 COD 削减责任分解到各区县政府和市级排水相关企业，市水务部门等政府有关职能部门负责水环境治理工作的指导、协调和监督，并与相关责任主体签订污水厂网建设、COD 削减、截污纳管目标责任书，确保落实分项任务和节点目标的实现。其次，我市以三年一轮的环保行动计划为平台，大力推进污水处理厂网建设，有效落实各项减排措施。

2.1 科学规划、合理布局、完善污水处理系统

规划是管理的龙头，上海市水务局成立以来，以城市总体规划为指导，先后编制了一系列的涉

水规划,为上海市水务基础设施建设奠定了基础。2001年,市政府批准了《上海市城镇污水处理系统专业规划》,明确提出了集中与分散相结合的城镇污水处理原则,确定了城镇污水分石洞口、竹园、白龙港、杭州湾沿岸、嘉定黄浦江上游、长江三岛六大片区进行分片治理的规划方案。整个规划覆盖全市6340平方公里,服务人口2000万人,包含中心城、新城、集镇和中心村四个层次。中心城区主要以集中处理为主,服务中心城区西北部的石洞口片区,主要系统由西干线和石洞口污水处理厂(40万立方米/天)构成;服务中部的竹园片区,主要由合流污水一期、三期输送干线和竹园第一污水处理厂(170万立方米/天)、第二污水处理厂(50万立方米/天)构成;服务西南、南部的白龙港片区,主要由污水治理二期输送干线和白龙港污水处理厂(目前规模200万立方米/天,远期350万立方米/天)构成;郊区城镇化地区主要以集中处理和分散处理相结合,共计规划建设48个污水处理系统。2007年,本市对规划进行了调整优化,以凸现污水治理在水环境整治中的作用,进一步强调城乡同步发展、污水与污泥同步处理的具体要求。针对郊区农村生活污水分布零散、收集处理难度大、投入资金不足等问题,采取分散处理,与自然村落改造一并推进的模式。2007年在试点的基础上,2008年扩大到各区县农村化地区。在处理方式的选择上,结合农村综合规划,遵循“投入低、维护省、运行可靠”的原则,因地制宜选择技术先进、不会造成二次污染、农民能够接受的处理模式。建议推广预处理加土壤渗滤,出水基本上可达一级B以上标准。

2.2 突出重点、加快建设、提高设施减排能力

首先是大力推进对COD削减有重要作用的白龙港污水处理厂升级、改造。2004年建成投产的日处理规模120万立方米的白龙港污水处理厂原采用一级化学沉淀加强工艺,无论是从处理能力上,还是从满足国家排放标准方面均不能够满足实际需求。故白龙港污水处理厂升级和扩容工程是我市全面完成COD削减任务的重要措施。早一天投产运行,每天就能够至少增加380t的COD削减量。为此,从2006年开始对白龙港污水处理厂进行升级、扩容。期间市水务局与有关建设公司建立例会制度,加大协调和推进力度。参与白龙港建设的各有关单位发扬吃苦耐劳、敢打敢拼的白龙港精神,使120万立方米/天的升级改造部分于7月底投产,规模为80万立方米/天扩容部分目前也已进入试运行,白龙港系统污水量目前已达200万立方米,该厂成为本市COD减排的核心力量。

二是推进全市污水处理设施建设,特别是进一步完善郊区县污水系统。本市各区县以水务“十一五”规划为指导,以环保三年行动计划为平台,近三年建成污水收集管道近1500km,新建、扩建15座污水处理厂,到2008年底郊区共拥有污水处理厂36座,处理能力165万立方米/天,处理水量近100万立方米,进一步凸显了各区县的COD削减能力。在推进全市污水系统建设过程中,我们从明确责任主体出发,将污水管网分为三级,即以输送功能为主,连接污水处理厂和二级管网的管道系统为一级管网;以收集功能为主,铺设在城镇道路下,接纳城镇道路两侧污染源的管道为二级管网和小区、街坊、企事业单位内部的管道为三级污水管网。其中,一、二级管道建设的责任主体为区县政府和管道所在的乡镇政府;三级管网建设的责任主体则为开发商或镇级政府,其中新建小区、街坊的三级管网建设责任主体为开发商;工业区管网由工业区负责;企事业单位内部管网由本单位负责;已建小区、街坊的三级管网责任主体为镇级政府。通过对污水管网系统的分级,较好地落实了污水管网的建设责任,也保证了污水处理厂建成投入运行后的实际效益。

2.3 加强管理、严格考核、提高设施运行效能

一是下达好运行计划,市水务局每年年初结合本市COD减排任务,在对本市污水处理认真厂调查、总结分析上一年度各厂实际运行情况的基础上,及时向各城镇污水处理厂下达年度运行考核指标;2008年的考核指标不但包括日均运行水量、出水水质,还包括了COD削减的要求。该指标的下达对污水处理厂运行起到了重要的指导作用。

二是强化监管措施,结合2007年和2008年国家环保部门数次对我市污水处理厂明察暗访中提出的一些有针对性改进意见、建议和我市污水处理厂运行管理中实际存在的薄弱环节,不断强化对城镇污水处理厂运行的监管,坚持每月对污水处理厂进行飞行检查与运行情况分析,每次检查均对每个污水处理厂提出书面整改意见,并督促有效整改。为了强化对污水处理厂的有效监管,市水务

局会同环保部门联合下发了《关于进一步加强污水处理厂运行管理的有关规定的通知》、《本市污水处理厂设施运行及管理台账要求的通知》等。

三是做好水量调度,石洞口、竹园第二是规模较大污水处理厂,设计规模分别约为 40 万立方米/天和 50 万立方米/天,尚未实现满负荷运行。两大污水处理厂 2008 年运行水量若分别增加到 38 万立方米/天和 45 万立方米/天,则因运行水量增加会给本市带来较大的 COD 新增削减量。为此,市水务局积极协调相关运行公司,强化污水输送运行调度,优化干线输送模式,以减少昼夜水量差,并加强与两大污水处理厂的信息沟通,确保了石洞口和竹园第二污水处理厂的运行水量。

2.4 制定政策、加强引领、提高减排积极性

为调动相关责任单位推进污染物减排的积极性。近几年先后出台了《2006~2008 年郊区污水管网建设市级资金补贴实施方案》,《城镇污水处理厂 COD 超量削减资金补贴政策实施方案》和《污染源截污纳管资金补贴实施方案》三大政策。

郊区管网补贴政策旨在调动各区县建设污水收集管网的积极性,主要依据各区县所属污水处理厂的处理水量增量为核定补贴额的依据,每增加 1m^3 污水处理量,根据地区类别分别补贴 800~1400 元,补贴资金专款用于污水处理厂的配套污水二级管网建设;补贴资金每年按管网建设进展情况予以补贴,余款最终以污水处理厂实际运行水量增量和管网工程完成情况的考核结果进行拨付;市政府从市级财力每年拿出 3 个多亿,补贴额度相当于管网工程投资的 20%~40%,这一政策有力地推进了郊区污水收集管网建设。

COD 超量削减补贴政策旨在鼓励污水处理厂挖掘设施、设备潜力,高效运行,进一步降低出水 COD 浓度。如执行国家二级标准的污水处理厂(标准规定 COD 小于 100mg/L),如果出水 COD 浓度降低到 80mg/L ,或者 60mg/L 以下,就可享受相应标准的补贴。这是提高 COD 削减效果的花钱少、见效快的重要途径之一。补贴标准按照污水处理厂的规模、执行的排放标准、实际出水 COD 浓度情况,处理每立方米污水补贴 0.03~0.09 元,补贴资金由市“节能减排专项资金”支付,每年补贴金额约为 5000 万元。这一政策的实施,不但对调动污水处理厂加强管理,提高运行质量的积极性有重要作用,而且也能够降低 COD 出水浓度同时,降低其他污染物的排放浓度。同时,也为政府有关部门强化运行监管,提供了有效手段。

截污纳管补贴政策旨在调动三级管网改造、建设责任主体积极实现污水有效纳管的积极性。不断提高污水收集二级管网和污水处理厂处理负荷的关键在于三级管网是否完善、排水户污水是否有效被收集。该政策补贴对象是已建二级管网服务范围内的企事业单位和居民住宅小区,每个排水户按照所处地区、用户性质一次性补贴 3 万~30 万元,用于支持排水户实施内部三级管网建设,或者改造。如郊区每个住宅小区补贴 30 万元,企事业单位补贴 4 万元。计划用三年的时间,力争使全市各污水处理厂配套一、二级污水管网覆盖地区的水污染源全部截污纳管,全面提高污水收集率和处理率,确保 2010 年全市城镇污水处理率达到 80%以上,减少污水直排河道,有效改善本市水环境质量。

目前上海市六大污水处理服务区域,共建有城镇污水处理厂 50 座,设计处理规模达 674 万立方米/天,日均处理水量 480 万立方米;2008 年全市城镇污水日均产生量为 637 万立方米,今年全市城镇污水处理率可由 2007 年 73.1%,提高到 75.5%以上。污水收集管道近几年以每年 500km 的速度增加,全市污水管道总长已达 5400 余公里。这些污水治理设施是满足 COD 削减的前提条件,是 COD 削减的生力军。



城镇污水处理厂达国家一级排放标准的工艺选择实例

林文波 李慧秋 王圣杰

(天津创业环保集团股份有限公司, 天津, 300381)

摘要:近年来, 国家和各地方对污水处理厂的排放标准要求越来越严格, 选择能够稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 中一级标准的工艺是新建污水处理厂和老污水处理厂升级改造所面临的关键问题。本文选取了近年来国内较大规模的市政污水处理工程, 介绍了这些工程的概况、采用的工艺及运行效果。希望这些有代表性的实例能够为今后市政污水处理工程的工艺选择提供有价值的参考。

关键词:城镇污水处理厂; 脱氮除磷; 工艺选择; 工程实例

近年来, 我国不断出现由于水体富营养化引起的爆发性环境事件, 全社会对于水环境问题的关注度大幅提高。国家和各地方对污水处理厂的排放标准要求日趋严格, 越来越多的污水处理厂二级出水还被用作再生水厂的水源或是景观河道补充水。大部分已经建成的污水处理厂的工艺已经不能满足新的排放要求, 需要进行升级改造。

对于城镇污水处理厂来说, 达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 中一级排放标准, 主要难度在于出水氮、磷指标很难稳定达到排放标准。而市政污水处理厂一般处理规模较大, 化学脱氮除磷的成本太高, 通常只作为辅助手段。在这种形式下, 选择能够稳定达到一级标准的生物脱氮除磷工艺是新建污水处理厂和老污水处理厂升级改造所面临的关键问题。在新工艺的选择过程中, 无论是运行稳定性方面还是运行成本方面都存在一定风险。本文选取了近年来国内较大规模的市政污水处理工程, 介绍了这些工程的概况、采用的生物脱氮除磷工艺及运行效果。在这些实例中, 有国内较早开始为达到一级排放标准而进行改造的老污水处理厂, 有国内首次应用的新工艺, 有某种工艺在国内最大规模的应用, 还有的目前尚未正式投入运行。希望这些有代表性的实例能够为今后市政污水处理工程的工艺选择提供有价值的参考。

1 天津市四个大型污水处理厂升级改造工程工艺选择

1.1 工程背景

2008年2月开始实施的《天津市污水综合排放标准》(DB 12/356—2008) 中提出已建成的城市、城镇和工业园区污水处理厂排水应在2010年12月31日前达到GB 18918—2002中一级B标准。天津市四个大型市政污水处理厂——纪庄子污水处理厂(现有规模54万吨/天)、咸阳路污水处理厂(现有规模45万吨/天)、东郊污水处理厂(现有规模40万吨/天)和北辰污水处理厂(现有规模10万吨/天)由于设计建造的时间较早, 现有的工艺已经不能满足新标准的排放要求, 需要进行升级改造。

1.2 进出水水质

进水水质的确定是根据对污水处理厂上游管网多年监测值的概率分析, 并调查了收水范围内的工业污染源。污水处理厂一部分出水供给再生水厂作为水源, 这部分出水指标执行一级A标准, 其余部分出水执行一级B标准。

1.3 生物处理工艺的确定

四个污水处理厂分属不同的城市排水系统, 进水水质差别很大, C/N、C/P、可生化性等指标各不相同, 不可能使用同一种工艺。经过长时间的试验对比和专家反复论证, 最终确定了两种工艺作为四个污水处理厂升级改造的主要生物处理工艺, 一种是强化生物脱氮, 另一种是分段进水生物除磷脱氮。

强化生物脱氮工艺的核心设计理念是短程硝化反硝化。影响需氧量的关键因素是设计中采用的DO值, 强化生物脱氮设计使得需氧量大大降低, 氧传递效率大大提高。另外, 通过预反硝化、短

程硝化反硝化和同时硝化反硝化,有助于提高反硝化能力。当 $BOD:N \leq 4:1$ 时,这种工艺的优势就体现出来了,可以不投加碳源或少投加碳源。此工艺的反应器由两部分组成,前半部分采用机械曝气的氧化沟,后半部分采用微孔曝气。这种混合曝气的方式能够最大程度地提高曝气效率,从而节能。其原因在于:利用污水中表面活性剂组分对微孔曝气和机械曝气氧传输效率的影响不同。表面活性剂在活性污泥工艺中被分解,它们的影响也随之减小。因此,微孔曝气之前设置机械曝气的氧化沟,在节能方面也具有相当大的优势。

分段进水生物除磷脱氮工艺是 20 世纪 90 年代,国外学者将分段进水的概念应用于脱氮除磷系统所形成的。国内外已经有许多新建和扩建的污水处理厂采用了分段进水工艺,并取得了很好的处理效果。分段进水生物除磷脱氮工艺通常由 2~5 段缺氧/好氧顺序排列组成。原水分别在首端的厌氧区和各缺氧区进入反应器,回流污泥回流到系统的首端,通常不设内回流设施。四段进水多级 A/O 工艺见图 1。

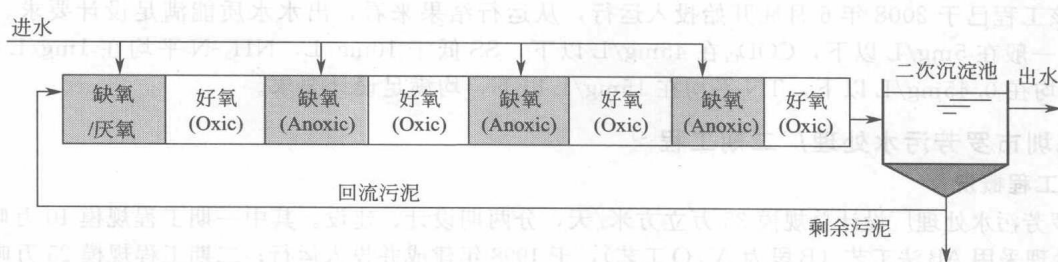


图 1 四段进水多级 A/O 工艺

该工艺同传统的 A/A/O 工艺相比具有以下优点:(1) 无需混合液内回流,节省能源,降低运行成本;(2) 回流污泥的稀释作用被推迟,反应器内污泥浓度大大增加,提高了处理效率,节省了池容;(3) 缺氧段分别进水,可充分将进水中的碳源用于硝酸盐氮的反硝化,提高脱氮效率及碳源的利用率;(4) 在碳源充足的条件下,理论上脱氮率可高于 90%。

该工艺存在的缺点是:(1) 缺氧、好氧阶段交替存在,缺氧区的控制较为重要,如不能形成缺氧区,则不能实现预设的脱氮功能;(2) 操作复杂,由于分段进水,进水点较多,较难调控。

2 无锡市城北污水处理厂升级改造工程^[1]

2.1 工程概况

无锡市城北污水处理厂为太湖流域地区首批完成升级改造的工程,是无锡市主城区三大污水处理厂之一,位于主城区中北部,现状规模 15 万吨/天,分三期建设,每期工程规模 5 万吨/天,采用具有脱氮除磷功能的 Orbal 氧化沟工艺,尾水排入北兴塘河,设计出水指标为 GB 18918—2002 中一级 B 排放标准。该厂进行升级改造项目已于 2008 年 6 月竣工,目前运行情况良好,出水稳定达到 GB 18918—2002 中一级 A 标准。

2.2 进出水水质指标的确定

设计单位通过对城北污水处理厂目前的水质监测数据进行分析,按 90% 的频率统计值确定升级改造工程的进水水质。依据统计分析数据进行工艺设计计算,更加符合实际、节省投资并提高了运行的安全可靠。设计进、出水水质见表 1。

表 1 无锡市城北污水处理厂升级改造工程设计进、出水水质

单位: mg/L

项目	BOD ₅	COD	SS	TN	NH ₃ -N	TP
进水	237	881	532	51	34.7	9.43
出水	10	50	10	15	5(8)	0.5

注: 括号外为水温 $>12^{\circ}\text{C}$ 时的控制指标, 括号内为水温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 时的控制指标。

2.3 生物处理工艺的确定

在确定改造方案前,先进行了中试研究,结果表明采用外沟进水、回流污泥曝气再生的工艺可

提高活性污泥的 MLVSS/MLSS 值,即提高污泥中的活性微生物数量,从而增强了系统的处理效果尤其可显著改善对 TN 的去除效率。同时还充分结合厂区现状条件,生物处理部分力求通过内部改造,利用现有的生物池(氧化沟)内厌氧区改造成回流污泥曝气再生池,实现生物池降解功能的强化,改造方便并节省工程投资。综合多方案比选,最终确定采用强化二级生物脱氮除磷处理工艺作为厂区生物处理段改造的主体工艺。该工艺的关键为:控制回流污泥曝气再生。对回流污泥进行曝气再生的作用有三:(1)在不过度增加进入二沉池的污泥通量负荷的情况下增加生物污泥总量;(2)将回流污泥在再生池内进行曝气,可使污泥充分进入内源呼吸期的后期,其活性得到比较彻底的恢复,回流到曝气池后可以加快活性污泥的反应进程,提高反应效果;(3)回流污泥中含有大量处于“饥饿”状态硝化细菌,与原水混合后可以快速将原水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 转化为硝态氮,并在外沟缺氧条件下通过反硝化反应成为 N_2 ,有助于提高系统整体的脱氮效果。

2.4 改造后的工程运行情况

该工程已于 2008 年 6 月底开始投入运行,从运行结果来看,出水水质能满足设计要求。出水 BOD_5 一般在 5mg/L 以下, COD_{Cr} 在 45mg/L 以下, SS 低于 10mg/L , $\text{NH}_3\text{-N}$ 平均在 1mg/L 以下, TP 平均在 0.45mg/L 以下, TN 平均在 15mg/L 以下,均满足设计要求。

3 深圳市罗芳污水处理厂二期工程^[2]

3.1 工程概况

罗芳污水处理厂设计总规模 35 万立方米/天,分两期设计、建设。其中一期工程规模 10 万吨/天,污水处理采用 AB 法工艺(B 段为 A^2/O 工艺),于 1998 年建成并投入运行;二期工程规模 25 万吨/天,于 2001 年建成并投入运行。一期工程污水处理用地 4.13hm^2 ,二期工程污水处理用地 7hm^2 ,污泥处理用地 1.58hm^2 ,厂内自用中水处理用地 0.45hm^2 。

3.2 进出水水质指标

罗芳污水处理厂一、二期工程的尾水均排至深圳市莲塘河,出水设计目标满足国家《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级排放标准。罗芳污水处理厂设计进水水质指标见表 2。

表 2 罗芳污水处理厂设计进水水质指标

单位: mg/L

项目	BOD_5	COD	SS	TN	$\text{NH}_3\text{-N}$	TP
进水	150	250~400	150	30	—	4

3.3 生物处理工艺

针对二期工程用地紧张的实际情况,结合水下搅拌器的使用,在国内首次采用了深池型 T 形氧化沟工艺,采用 4 座 T 形氧化沟,单座氧化沟设计规模为 6.25 万吨/天,水深 5.8m,克服了传统氧化沟占地大的缺点,使该工艺在大型污水处理厂得到了应用。在氧化沟工艺前增设了厌氧池,增强了氧化沟生物除磷功能,同时流程中增设了污泥回流措施及回流污泥浓缩池,浓缩后污泥流入厌氧池,上清液直接流至氧化沟,这样就避免了浓缩污泥中硝酸盐对厌氧池释磷的影响,增强了氧化沟的生物除磷功能。

3.4 运行效果分析

二期工程建成投产以来,运行正常,出水水质优于设计水质,完全达到 GB 18918—2002 中的一级 B 排放标准要求,部分指标还达到一级 A 排放标准。

4 厦门市筭筭污水处理厂^[3]

4.1 工程概况

厦门市筭筭污水厂目前是亚洲最大的采用 DN/CN 曝气生物滤池工艺的污水处理厂,将前置反硝化技术应用在 BIOFOR 工艺中,在国内属于首次运用。筭筭污水厂一期工程于 1996 年建成投产,规模为 10 万吨/天,污水经一级处理后通过排海管深海排放。二期工程二级处理部分规模为 30 万吨/天,工程总投资为 3.78 亿元,厂内主要工艺设备和自控检测系统由法国得利满公司提供。工程于 2005 年动工,2006 年 6 月建成运行,目前工艺运行状况良好,工艺设备、仪表及自控系统稳

定, 出水的各项指标均达到或优于设计排放标准。

4.2 进出水水质指标的确定

厦门岛西南片区的污水浓度较低, 此外还具有地下水渗入量较大和合流污水的特征。多年平均进水 BOD_5 为 100mg/L , COD 为 200mg/L , SS 为 150mg/L , TN 为 30mg/L , TP 为 2.5mg/L 。考虑到厦门岛将逐步把污水合流制系统改造成分流制, 同时将地下水渗入量大的污水管进行整修, 其平均污水水质浓度会有所提高, 因此设计中将现状水质指标进行了调整。污水处理厂出水排入西海域, 因西海域的水质将直接影响到鼓浪屿的环境质量, 故被划为“二类海域”, 污水处理厂出水必须满足 GB 18918—2002 的一级 B 排放标准。厦门市筼筴污水处理厂具体设计进、出水水质见表 3。

表 3 厦门市筼筴污水处理厂设计进、出水水质

单位: mg/L

项目	BOD_5	COD	SS	TN	NH_3-N	TP
进水	130	300	180	35	—	3.5
出水	20	60	20	20	8	1

4.3 生物处理工艺

本工程污水处理工艺在国外的常规 BIOFOR 工艺的基础上进行了改进优化, 即用 $DN+CN$ 池组合代替了 $CN+DN$ 池的组合。进水先入 DN 池, 保证了反硝化所需碳源, 使得 TN 去除率明显提高, 且生物除磷的效果也有所改善。与 $CN+DN$ 池的后置反硝化工艺比较, 前置反硝化克服了碳源不足而需投加大量甲醇的缺点, 且前置反硝化增设回流系统, 使滤池的滤速增加, 从而减少了 CN 池的数量, 也节省了投资。另外前置反硝化生物滤池出水水质不受 CN 池的控制, 所以能有效去除污水中的各种有机物, 出水水质稳定。而后置反硝化则需要投加甲醇, 且出水水质受 DN 池的影响。

4.4 运行效果分析

该厂工艺处理效果良好, 生物滤池的进、出水水质见表 4。

表 4 生物滤池的进、出水水质

单位: mg/L

项目	BOD_5	COD	SS	TN	NH_3-N	TP
进水	47	108.6	39.1	35.4	16.9	2.53
出水	4	30.4	6.2	21.4	3.65	1.42
去除率/%	91	72	84.1	34.3	78.4	45.0

由表 3 可见, 除 TN 外, 其他各项指标均达到了设计标准。这是因为污水处理厂进水大部分为旧市区合流制污水, BOD_5 值很低, 因此池中碳源不足, 从而影响了反硝化的进行, 为此暂时需要投加甲醇补充碳源, 补充碳源后出水 $TN \leq 18.5\text{mg/L}$, 能够达到了设计标准。

5 深圳市横岭污水处理厂二期工程^[4]

5.1 工程概况

横岭污水处理厂二期工程是龙岗河流域水质改善工程的重要组成部分, 设计规模为 40 万吨/天, 与一期工程合计总规模为 60 万吨/天。

5.2 进出水水质指标的确定

由于横岭污水处理厂配套截污干管系统近期是对沿龙岗河各支流进行总口截流, 远期逐步完善为市政截污干管, 因此将由合流制逐渐过渡到分流制, 也就是污水处理厂进水浓度有一个由低变高的过程。根据《龙岗河流域水环境综合整治工程规划》, 2010 年的污水处理厂建设目标是使出水满足景观用水的要求, 因此确定污水处理厂近期执行一级 A 排放标准。具体设计进、出水水质见表 5。

表 5 深圳市横岭污水处理厂二期工程设计进、出水水质

单位: mg/L

项目	BOD_5	COD	SS	TN	NH_3-N	TP
进水	60	135	140	28	22	3.7
出水	10	50	10	15	5	0.5

5.3 生物处理工艺的确定

根据本工程规模大、可用地小、进水水质浓度变化大的特点,确定采用以 DN/CN 的 BAF 曝气生物滤池为主体的污水处理工艺。该工艺耐水质波动能力强,适应低、中、高浓度污水,且耐水力冲击负荷能力好,生物膜附着能力强,不易随流速增大而流失。而且工艺占地面积小,不需新征地,可以大大缩短建设周期。强化预处理采用曝气沉砂池、气浮池、斜管沉淀池合建,将生化反应与物理重力分离作用相结合,对有机物及悬浮物的去除作用明显。

为了更好地了解采用曝气生物滤池工艺的污水处理厂的特点,横岭污水处理厂二期工程在设计时还学习和借鉴了厦门筭筭污水厂的一些经验。

6 结语

在选择生物处理系统工艺的过程中,应当进行反复论证,尤其是设计进水水质的确定,它直接关系着工艺的选择。即使某工艺在国内外已有应用,也应当考虑该工艺在本工程的水质、水量、气候和用地等方面条件下是否仍然适用。

天津市几个大型污水处理厂的运行经验表明,工艺选择和设计是否合理,直接影响着污水厂长期运行的稳定性和成本。所以,在污水处理厂升级改造的准备过程中,创业环保集团股份有限公司非常慎重地筛选了数家国内外知名公司和设计单位的多个已经较为成熟的工艺,并先后对这些工艺进行了生产性试验,严格模拟升级改造后的水质水量。全部试验对比工作历时一年多,每种工艺的试验至少进行半年。所有备选工艺都要经历冬季水温最低的时期,以考察工艺脱氮除磷的稳定性,确保污水厂升级改造后能够稳定达标运行。

参考文献

- [1] 蒋岚岚,张万里,胡邦等.无锡市城北污水处理厂升级改造工艺设计.给水排水,2009,35(6):29~34.
- [2] 赵忠富,付志忠,王雪原等.深圳罗芳污水处理厂二期工程设计及运行.给水排水,2006,32(5):13~18.
- [3] 曾广德.城市污水处理厂前置反硝化 BIOFOR 工艺的设计与运行.中国给水排水,2009,25(6):34~36.
- [4] 党清平,朱敏,薛昆等.横岭污水处理厂二期工程的设计.中国给水排水,2009,25(6):37~40.



城镇污水处理厂升级改造技术路线探讨

王阿华

(南京市市政设计研究院有限责任公司,南京,210008)

摘要: 本文根据城镇污水处理厂进水量水质特征,结合科研项目成果及本人多年的工作经验,重点探讨了城镇污水处理系统源头控制和管理存在的问题及其对策、城镇污水处理厂升级改造科学性及其必要性、提标改造技术方案及其工艺参数确定思路、预处理技术措施、强化生物处理技术措施、深度处理技术措施、碳源利用原则及低温运行管理要求等,并在此基础上提出了实用的城镇污水处理厂出水稳定达标的升级改造技术路线,可供全国其他地区在污水处理厂升级改造工程实践中参考。

关键词: 水质特征;稳定达标;除磷脱氮;升级改造;技术路线

1 问题的提出

随着我国城市发展进程的加快,人们环保意识的提高,污水处理要求和排放标准日益严格。2006年原国家环境保护总局对《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中一级 A 标准和一级 B 标准的执行对象进行修改,城镇污水处理厂出水排入国家和省确定的重点流域及湖泊、水库等封闭、半封闭水域时,执行一级 A 标准,排入《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅲ类功能水域(划定的饮用水水源保护区和游泳区除外)、《海水水质标准》(GB 3097—1982)中海水二类功能水域时,执行一级 B 标准。2007年江苏省环保厅和江苏省质量技术监督局联合发布