

中国环境保护 优秀论文集 (2005)

中国环境科学学会 编

下册



中国环境科学出版社

中国环境保护优秀论文集

(2005)

下册

中国环境科学学会 编

中国环境科学出版社 北京

中国环境科学学会学术年会

中国环境科学学会于 1978 年 5 月 5 日批准成立，是国内成立最早、专门从事环境保护事业的非盈利全国性非政府科技社团组织，是中国科协所属的全国一级学会，具有跨部门、跨行业、横向联系广泛的优势和特点。业务主管部门为中国科学技术协会和国家环境保护总局。

主要职能部门有：办公室、学术交流部（《中国环境科学》编辑部）、科学普及部、国际联络部、技术咨询与推广部、会员与网络部。



李鹏总理会见中国环境科学理事会理事



2002 年学术年会

中国环境科学学会学术年会由学术交流部主要承担，负责学术年会的筹备和组织实施。在中国科协和国家环境保护总局的支持下，学术年会每年都保持了很高的规格和层次，是环境学术界



2003 年学术年会



2004 年学术年会

每年的一次盛会，规模都保持在 400 人以上，主题紧密围绕国家环保政策和重大环境问题，

全面开展我国环境保护诸项问题的研讨和交流。在社会各界的支持下，年会影响力与日俱增。

地址：北京市海淀区红联南村 54 号 中国环境科学学会学术部

邮编：100088 联系电话：010-62210730 传真：010-62259894 网址：www.chinacses.org



中国环境科学出版社

China Environmental Science Press

中国环境科学出版社成立于 1980 年，是目前国内唯一一家以环境科学书刊为主要出版对象的专业出版社。办社宗旨是：宣传党和政府的环境保护方针政策，传播环境科学知识，提高全民族的环境意识。20 余载，中国环境科学出版社与中国的环境保护事业同步成长。《环境保护》、《环境教育》和《世界环境》等刊物，对广大读者了解国内外环保最新动态，学习先进的环保技术发挥了重要作用，是广大读者的忠实朋友。

环境类图书出版已达 2000 多种，不仅推出了《中国 21 世纪议程》、《中国可持续发展国家报告》、《水和废水监测分析方法》、《空气和废气监测分析方法》等一大批很有影响的精品图书；还有《环境科学大辞典》、《西北农林病虫害》、《水体颗粒物和难降解有机物的特性与控制技术原理》、《饮用水水质对人体健康的影响》、《环境教育论》等 100 余种图书获各种图书奖。



联系方式：

总编室：67112764 67112765

办公室：67113403

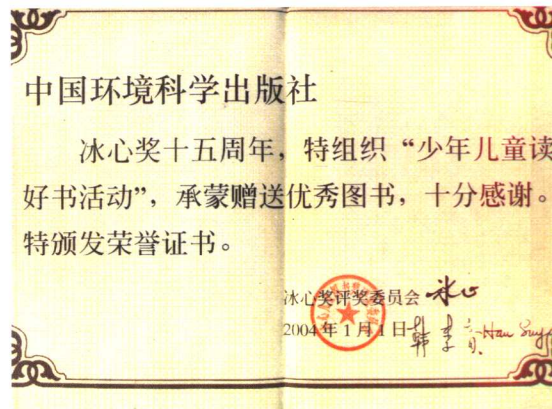
发行部：67112948 67113417

环境书店：67113419

广告部：67111484

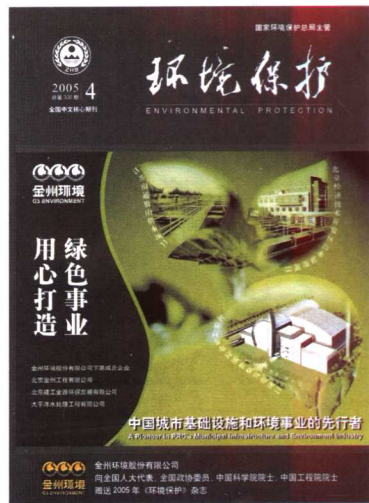
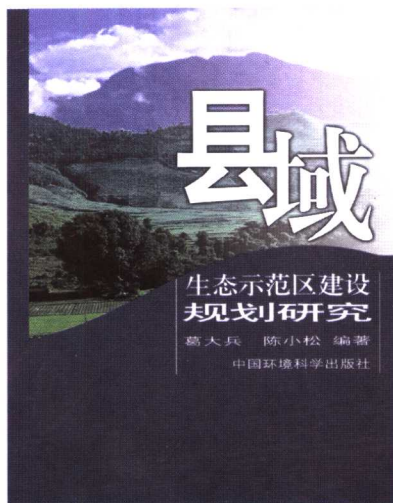
环境保护：67113764

环境教育：67112752



中国环境科学出版社重视环境教育图书的出版，开发了适用于幼儿园、中小学到高等院校各层次的环境类教材、教参和读本，并针对在职专业人士出版了一系列岗位培训用书及技术教育读物。

中国环境科学出版社不仅重视和各地经销商合作，还在环保系统内立了环境图书销售网点，旗下的环境书店已经成为国内环境类图书最为齐备的专业书店之一。此外，中国环境科学出版社还在网上发布图书信息，方便读者购书。



地址：北京市崇文区广渠门内大街 16 号 邮编：100062 传真：010-67113420 网站：<http://www.cesp.cn>

目 录 (下册)

第五章 环境污染防治技术与开发

一、水环境污染防治

含腈废水处理技术及发展概况.....	刘发强 赵 璞等 (1161)
含油废水处理研究进展.....	赵 蕊 解庆林等 (1165)
控制水体磷污染及其削减途径.....	张 薇 罗 颖 (1170)
控制和减少金属硫化矿酸性废水的理论和实践.....	吴义千 占幼鸿 (1173)
加速厌氧污泥颗粒化的研究进展.....	王 进 张振家 (1176)
离子色谱法测定水磨河中三种阴离子.....	胡西旦 (1181)
利丰食品公司(水果罐头加工)废水的厌氧-好氧生化处理.....	王建华 曲基成等 (1185)
论海河流域防洪治理与环境水利的发展 ——从国外防洪看海河流域水环境改善.....	孙景亮 (1190)
茂名乙烯公司废水排海口海域水环境质量变化分析.....	赖观辉 (1194)
浅析我国石化行业污水深度处理技术 ——污水处理必须走清洁化生产道路.....	牛进龙 杨如欣等 (1200)
浅议水体富营养化及污水脱氮除磷技术.....	杜 勤 赵保全 (1203)
全生化工艺处理印染废水的实验研究.....	杜文超 李禄新 (1209)
人工湿地技术在辽宁省城市污水处理中应用的研究.....	刘 冰 杨小南等 (1211)
推进漓江流域综合治理 构建漓江流域水环境安全.....	郭纯青 曾 成等 (1215)
天然水中 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 的快速连续测定.....	陈思萍 (1220)
水解酸化——接触氧化工艺处理松脂加工废水.....	潘正现 冼 萍等 (1222)
辽阳市地下水水源超采区水资源状况及治理保护对策.....	胡国军 赵素梅 (1226)
溢油对海洋生态环境污染损害评估程序、内容及技术研究.....	高振会 杨建强等 (1230)
台议水环境功能区划和水环境容量测算的成果应用.....	罗 志 (1234)
贮水过程中有机物分子量分布变化的研究.....	左梅梅 方振东等 (1237)
人造花果染色废水处理工程的设计与运行.....	刘惠成 陈 航 (1241)
手工静态顶空法测定水中挥发性卤代烃的操作关键与改进.....	杨丽莉 张平奇 (1244)
水体中粪大肠杆菌噬菌体的提取与应用.....	孟祥有 杜 彩 (1247)
一种新型的污水处理系统——分散式污水处理.....	薛 梅 韩洪军等 (1249)
保护汉江水资源, 促进武汉市可持续发展.....	李 蒲 周新萌 (1253)
中国华北地区缺水城市水环境承载力及其可持续发展研究.....	汪彦博 周培疆等 (1256)
大型 DAT-IAT 工艺在抚顺市三宝屯污水处理厂的应用.....	王文光 李亚峰等 (1260)
大连市水资源现状分析及优化保护措施.....	张英宇 李丽娜等 (1264)
关于采用 BOT 方式建设城市污水处理厂运营情况的调查与研究.....	鲍学杰 (1267)
以循环经济新发展模式保护崇左市水环境安全之我见.....	梁灿忠 (1276)
振兴东北老工业基地与大连地区水资源利用.....	滕兆麟 崔 晰等 (1281)
赣州市城区生活饮用水源污染现状及防治对策.....	兰荣华 (1284)
兰州石化公司第四循环水场的设计和运行.....	秦顺华 (1289)

基于水环境容量的经济-环境协调发展对策研究	郭梅 许振成等 (1292)
UBF+CAS 系统处理抗生素生产废水	赵胜利 毛全贵等 (1296)
济南市南部山区水源涵养能力分析	王 蕴 孙 良等 (1299)
大凌河排污口 COD_{Cr} 与 BOD_5 的相关性分析	蔡艳荣 丛 俏等 (1305)
高无机盐、低 COD 废水的处理方法研究	郭艳红 张庆书等 (1308)
水资源开发利用与城市水环境建设问题与对策	黄时达 田 军 (1312)
应用复合生物技术处理制药废水的探讨	郎咸明 赵玉彬等 (1316)
采油废水处理技术研究	李艳红 解庆林等 (1320)
铁铝复合氢氧化物对水中砷(V)去除的初步研究	梁美娜 刘海玲等 (1325)
中州铝厂循环水系统工艺设计探讨	班福忱 陈桂凤 (1330)
济南市地下水硝酸态氮污染现状及发展趋势	冷家峰 肖美丽等 (1335)
沈阳市城市景观水水质调查分析及治理保护对策	解宏端 (1338)
泉州湾近岸海域水体重金属污染及防治对策研究	胡恭任 于瑞莲 (1343)
乌鲁木齐水磨河 2000 年—2003 年变化趋势分析	赵建平 (1349)
唐山市煤矿矿井水资源化利用分析	刘文利 (1352)
武汉市土地利用变化对水体环境的影响研究	冯春涛 (1355)
颗粒污泥 MBR 中的胞外聚合物	李延军 李秀芬等 (1361)
污泥复肥的农业应用研究	黄 伟 俞林火等 (1365)
污泥制建材产品的新技术	董庆海 罗继亨 (1374)
五氯酚对好氧颗粒污泥与活性污泥活性影响的比较研究	李光伟 刘 和 (1379)
制药行业产品产污强度测算方法的研究	甘丽华 吴 昊等 (1383)
二、大气环境污染防治	
珠江三角洲大气颗粒物研究现状	刘 燕 (1389)
大气颗粒物源解析研究方法比较与进展	吕森林 汪安璞等 (1393)
大气净化中纳米二氧化钛催化剂的制备及分散技术	张秋勉 胡将军等 (1398)
沙尘暴对大连市空气质量影响的判别研究	万显烈 包娜仁等 (1402)
南京市环境空气中多环芳烃的污染特征	杭维琦 薛光璞 (1406)
VOC 废气处理的技术进展	李 洁 (1411)
乌鲁木齐地区雾对地面大气污染的影响	胡晏玲 (1414)
乌鲁木齐空气污染受气象因素影响的相关性分析	王 勇 (1418)
乌鲁木齐市汽车尾气排污现状及防治对策探讨	赵 晖 邹林英 (1425)
东莞市区酸雨污染特征分析及控制	罗晓虹 (1429)
TiO_2 基催化剂催化消除 NO_x 的国内外研究	侯梅芳 李芳柏等 (1434)
低温烟气脱氮活性炭基催化剂	梁锦平 尹华强等 (1438)
合理分配二氧化硫总量, 促进二氧化硫市场交易	田根山 (1445)
兰州石化化肥厂锅炉煤改气可行性分析	银 锴 汪元德等 (1447)
燃煤电厂同时脱硫脱氮技术研究	胡将军 蔡 进等 (1450)
燃煤电厂脱硫生成物综合利用的经济技术价值分析	矫学成 (1453)
乌鲁木齐市供暖锅炉污染状况分析	王 涛 张克潭 (1458)
烟气脱硫脱硝催化剂的研究进展	曾 鸣 杨 萌 (1461)
应用循环流化床洁净燃烧技术控制燃煤工业锅炉二氧化硫污染	张慧明 王 娟 (1463)
应用烟气脱硫技术控制燃煤工业锅炉二氧化硫污染——中国燃煤工业锅炉二氧化硫污染综合防治对策	王 娟 张慧明 (1474)
乌鲁木齐市 SO_2 污染现状与防治措施	韩文辉 伊力汗等 (1483)
乌鲁木齐市采暖锅炉烟尘初始排放情况浅析	张克潭 (1486)
综合利用是秸秆气化长期运行的经济保证	咸惠军 孙明湖等 (1489)

热电规划中电厂的污染及防治对策探讨	郑双林 张 勇等 (1492)
破解燃煤二氧化硫污染防治的世界难题实现循环经济的战略突破	范小克 (1496)
辽南地区的煤烟型大气污染特征分析	郭 辉 李 杰等 (1503)
区域环境规划中大气污染物总量控制方法研究——以珠江三角洲区域为例	韩 凌 宁 森 (1505)
全球气候变化与中国环境保护之对策	吴宜进 朱文晶等 (1510)
微氧厌氧生物脱硫技术实验研究	解庆林 李丽芳等 (1515)
我国燃煤电厂脱流工艺的分析和探讨	刘翠玲 汪 林 (1519)
我国火电行业 NO _x 排放现状及烟气脱氮技术发展	李 亮 胡筱敏 (1523)
鞍山市降雨(雪)中成份相关性分析	刘秋欣 (1527)
湿式洗涤法同时烟气脱硫脱氮技术现状及应用前景	刘勇军 程 琰等 (1533)
在烟尘排放量测算中的物料衡算方法研究	毛应淮 康 宏等 (1537)
三、固体废物污染防治	
我国生活垃圾的处理现状及展望	刘荣琼 葛晓光 (1543)
《固体废物污染环境防治法》的立法完善探析	张文艺 (1547)
加速垃圾分类管理, 推进循环经济发展	赵雪梅 (1551)
天津市垃圾分类收集方案	裴如俊 (1554)
MSW 填埋渗滤液及填埋气的处理处置	李 满 徐海宏 (1557)
城市垃圾处理产业对策研究	郭忠军 (1560)
城市垃圾处理产业化将成为新的经济增长点	董金狮 (1563)
城市垃圾填埋场生态恢复问题的探讨	崔树军 (1568)
城市企业搬迁与环境问题研究	郭新民 (1571)
城市生活垃圾的生命周期研究	姜玲燕 (1576)
城市生活垃圾焚烧中的气体污染与防治——以广东省佛山市为例	朱李华 韩静磊 (1580)
城市生活垃圾填埋场渗滤液水质特征及污染控制技术	杨红艳 马溪平等 (1584)
大连市医疗废物污染现状及防治对策	蔡浩洋 周 彤 (1589)
我国城市垃圾处理方法和资源的回收利用	孟雪莲 徐成斌 (1592)
小城市生活垃圾处理处置探讨	商井远 付保荣等 (1595)
医疗废物处理技术	杨 亚 (1598)
医疗垃圾热解焚烧技术研究	熊祖鸿 李海滨等 (1601)
垃圾——取之不尽的再生资源	齐丽媛 (1606)
垃圾渗滤液高效复合降解菌的研究	吴旭辉 李铁民等 (1608)
垃圾中转站滚筒筛的功能结构设计及仿真	王 超 王科社等 (1613)
辽宁省城市生活垃圾现状与治理对策建议	曹向宇 惠秀娟等 (1616)
热等离子体技术处理处置危险废物综述	梁昌雄 袁善齐 (1620)
电子废弃物综合利用技术现状及其对策分析	吴彩斌 向述林 (1624)
电子垃圾污染防治对策	张红星 (1628)
废旧电子产品的污染及其回收利用	梁 平 于 军等 (1631)
废旧家电及电子产品污染现状及回收治理对策的探讨	张 颖 陈 莎 (1636)
关于电子垃圾回收处理对策的研究	张姝妍 (1640)
垃圾转运站进料系统的功能设计	王科社 郭 凯等 (1646)
我国矿山固体废物综合治理的现状及其对策探讨	陈永贵 张可能 (1649)
等离子体处理危险废物技术	李 伟 李水清等 (1653)
电 Fenton 法处理垃圾渗滤液研究	张道斌 张 晖 (1658)
废塑料的资源化技术——回收再利用	陈荔峰 (1662)
废物焚烧炉排气、飞灰和炉灰中的二恶英类的简易抽检法	全 浩 (1668)
粉煤灰表面包覆技术	杨玉芬 盖国胜等 (1675)

甘蔗渣木材陶瓷化研究	吴文涛 (1679)
铬渣的生物治理与资源化新技术研究	柴立元 龙腾发等 (1684)
含砷废渣处理技术进展	王 丹 朱义年 (1690)
喷雾干燥法在垃圾焚烧尾气净化中的应用	汪 波 (1694)
浅谈欧洲城市垃圾管理及对我国的启示	郑如革 (1702)
剩余污泥处置及其在矿业废弃地复垦中的应用分析	李海波 李亚东等 (1707)
城市垃圾回收与资源化的研究及对策	张锦瑞 牛福生等 (1711)
发展生活垃圾焚烧处理技术和综合利用产业	金 坚 潘忠刚 (1716)
生活垃圾焚烧技术及应用概况	徐 珍 郭正元 (1719)
利用城市废渣砖制备胶凝材料的研究	牛福生 王国清等 (1723)

第六章、环境监测技术支持系统

加强环境监测网络标准化建设 促进全市监测能力建设可持续发展	刘文珊 侯爱玲等 (1728)
试论环境监测机构资源优化配置	肖 健 (1731)
加强突发性环境污染事故应急监测 促进社会经济可持续发展	唐爱国 李红涛 (1735)
基于 GIS 技术建立天津市环境监测地理信息系统	李 梅 辛小毛等 (1738)
武汉市酸雨污染状况及酸雨监测网络的管理	余 怡 (1743)
水环境监测质量管理与质量保证	陈海婴 贾凤芝等 (1747)
移动监测技术在环境管理中的应用研究	徐 冷 李红亮等 (1751)
关于加强环境监测与环境监察协调运行的建议	刘利娜 (1754)
差分吸收光谱法 (DOAS) 与传统点式自动监测方法的对比分析	杨丽萍 (1757)
从淮河流域监测数据看环境监测污染物总量监测能力	陈 炎 (1760)
关于重点工业企业污水排放与监测的专项调研	胡吾木 (1763)
海洋环境监测管理机制与可持续发展战略	招康塞 易 雯等 (1771)
天津市养鱼水质生态监控系统的研究	王 迎 丁立强等 (1775)
饮用水石油类项目监测质量保证的全过程措施	俞元春 (1780)
模糊聚类分析法在环境噪声监测优化布点中的应用	张金艳 (1783)
乌鲁木齐市出租车尾气污染监测与分析	黄 忠 (1787)

第七章 其他相关领域研究进展

生物入侵——敲响生态环境安全的警钟	李 洁 (1791)
浅述现代生物技术在环境污染治理中的发展及应用	介晓坤 姚 杰 (1795)
浅谈生物制氢技术	李清华 张 玲等 (1798)
环境微生物的上游技术与下游技术	吴海珍 梁世中等 (1801)
环境激素生物降解的研究	孙 黎 季宇彬等 (1807)
邻苯二甲酸酯类化合物生物降解的研究	季宇彬 范玉奇等 (1810)
大力发展生物柴油 切实推进环境保护 ——生物柴油产业的前景与发展对策	惠秀娟 曹向宇等 (1815)
生物入侵与环境安全	马丽娜 刘 建等 (1818)
论城镇规划的环境影响评价 ——促进城镇持续协调发展的有效工具	赵 杰 唐 毅等 (1824)
贫困山区经济社会可持续发展能力建设与研究	卞有生 刘桂中等 (1829)
小城市(镇)的绿色消费与可持续发展	支亚东 (1833)
海南省生态农业战略意义与文明生态村模式	周祖光 (1838)
餐饮服务性行业油烟无组织排放核算方法的研究	施 巍 丁勤栋等 (1842)
餐饮业通风机噪声与振动的控制	高军辉 张 旭 (1847)

餐饮娱乐行业噪声污染核算方法的研究	苏 静 丁勤栋 (1849)
电化学法处理餐饮废水的研究	王世真 (1854)
绿色食品: 发展的新思路	李晓红 张凤海 (1857)
有机食品发展与生态省建设	刘 伟 (1860)
有机食品在我国西部地区的产业发展分析	李 晶 铁 梅 (1864)
农业有机食品的发生和发展	李美娟 安志伟等 (1868)
辽宁省有机食品的市场前景	孔 飞 惠秀娟 (1872)
辽宁地区有机食品产业发展分析	张 晶 尹晓佳 (1876)
从价格角度分析中国有机食品市场	尹晓佳 张 晶 (1880)
绿色食品: 肉猪的生产实用技术	王晓燕 张铁丰 (1882)
室内环境污染问题的探讨	姜汉山 (1886)
室内空气甲醛检测中显色剂对空白及斜率的影响	王 琳 王德龙等 (1889)
室内装修污染状况及控制对策	苏 君 (1892)
乌鲁木齐室内环境污染现状调查与分析	田小玲 刘 宁 (1894)
室内装修污染现状分析及治理措施	林 松 (1897)
从根源上防治居室空气污染	许爱玉 吕勇强 (1901)
室内环境中甲醛测定方法的研究	阿依古丽 (1904)
西安市室内空气污染现状及改进对策	强 娟 李树声等 (1906)
驻波产生的室内低频污染——交通噪声污染特征探讨	卢庆普 (1910)
浅谈环境污染的防治和治理	张月明 (1914)
加强环境保护教育 切实推进可持续发展	马 涛 (1917)
爱护环境 人人有责	康灵芳 (1923)
高校在可持续发展中的角色和自身能力建设	王 津 王伟彤等 (1925)
浅谈环境信息公开	刘秀华 (1929)
“绿色能源”风电在我国的应用研究	冯 冲 张朝红等 (1933)
决策在环境保护中的决定作用	陈晓东 (1936)
七种野菜铜、镉、铅含量水平测定及其污染状况评价	唐群锋 唐树梅 (1938)
ETFE 膜电子束引发预辐射接枝丙烯酸和 2-乙烯基吡啶的研究	童 龙 郑建华等 (1941)
HPLC 方法测定小鼠粪便中邻苯二甲酸丁苄酯的排泄率	李文兰 (1945)
博物馆人工环境控制与节能研究	郑爱平 刘 静等 (1948)
出水循环强化人工湿地处理效能	何连生 刘鸿亮等 (1952)
二氧化钛锐钛矿溶胶的环境应用	刘同旭 李芳柏 (1958)
分光光度法测定底质中的有机质	杨 倩 史永松 (1961)
环境累积效应和政治因素对环境目标实现的影响	周小飞 刘惠成等 (1964)
福建省致酸污染物减排分析及控制对策	赵卫红 林秋平等 (1967)
复合微生物菌剂的研究应用现状	李清华 吴 昊 (1971)
高技术引领生物质能协同生态环境可持续发展	理 河 洗 萍等 (1974)
搞好油烟治理 惠及全体人民	谌清华 (1979)
广东省环保科技成果转化绩效评估指标体系初步研究	陈 南 常向阳等 (1982)
海藻酸和甲壳胺共混材料在污水处理中的应用	秦益民 刘静洁等 (1986)
化学实验教学绿色化课程设计的探讨	戴树东 (1991)
环境承载力影响因子分析方法研究	夏 进 张 勇 (1994)
环境规划中的公众参与浅析	杨海林 吕 勇 (1999)
环境教育——应对中国农村环境问题	徐 念 李慧明 (2003)
环境统计“三表合一”工作中存在的问题和对策	陈新军 唐振华等 (2007)
环境意识法律化	刘满福 (2010)

建立环境保护公众参与机制 NGO 大有作为	周 旌 严永路等 (2014)
建立钱塘江流域生态补偿机制的实践探讨	刘国才 (2017)
江岸区环境噪声功能区的划分及污染防治	史 薇 刘 璘 (2022)
江苏省发展洁净煤技术的政策建议	龙如银 (2026)
降低工作面粉尘浓度的采煤机参数优化设计研究	李晓谿 赵树强 (2031)
秸秆氧化气化工不宜做炊事燃气	孙明湖 咸惠军等 (2034)
街道峡谷污染物扩散的影响因素研究	辛梓弘 (2038)
开征油烟排污费的理论探讨	邓庭辉 (2042)
矿业权市场化配置中的环境权利保障制度研究	余振国 (2046)
辽宁省开展深井灌注技术处理工业污染物和危险废物的可行性探讨	鲁意扬 (2052)
流光放电等离子体在环保方面的应用	阎克平 金 华 (2055)
论机动车污染防治与可持续发展战略	陈 剑 (2060)
纳米技术在环境保护中的应用	张 艳 孙学凯 (2063)
牛奶生产的生命周期评价研究	范翠云 (2066)
农村污染零排放研究初探	王 军 刘金华等 (2070)
农业对环境污染的起因、后果与控制战略对策	白清云 (2075)
汽车内的环境质量研究	朱剑禾 杨 倩等 (2082)
浅谈油气回收技术及其意义	邢巍巍 (2085)
浅谈株洲环保干部队伍素质建设	钟学才 (2089)
浅议风能在我国的发展前景	张 巍 铁 梅等 (2092)
强化环保前置审批是控制新污染源产生的关键所在	陈新荣 (2095)
上海磁悬浮快速列车环境振动影响探讨	何 赞 王 悦等 (2098)
生态工业系统分析——以山东鲁北集团为例	周劲松 吴舜泽等 (2101)
石油污染土壤的堆腐技术研究	李学鹏 (2107)
水泥工业的环境保护和循环经济	袁文献 陈章水 (2111)
水溶性有机物对农药草胺在土壤中环境行为的影响研究	马爱军 何任红 (2116)
钼铈矿开发利用中的放射性污染防治	王文武 (2121)
推行绿色殡葬 共创美好家园	肖成龙 (2124)
微波再生活性炭的研究	高麒麟 包玉明等 (2128)
微纳米颗粒的捕集与除尘	沈继平 (2131)
我国生物柴油的发展亟待产业化	田亚男 惠秀娟 (2134)
我国土壤环境质量标准存在的问题及探讨	刘传平 李芳柏 (2138)
我国资源开发利用中的环境医学问题	徐厚恩 (2142)
我军生态营区建设实践与展望	谢有奎 谢朝新等 (2144)
无标准石墨炉原子吸收的绝对分析	吴福全 吴 华等 (2147)
莘庄工业园建设生态工业园产业结构优化分析研究	李 靖 王少平 (2152)
引滦水叶绿素 a 与水质理化因子的关联性分析	王 琳 王德龙等 (2156)
用 GC/MS 法对某有机化工厂周围土壤中有机污染物的分析研究	沈学崑 孙为军等 (2160)
用法律手段, 促进核技术的有序、高效开发和利用	曾一兵 门 蒙 (2163)
用科学化的决策解决非事故性环境污染纠纷事件	吴海梅 史 征 (2166)
在赣江流域环境保护中基于 GIS 的中间件技术的应用浅析	陈 英 (2168)
择型分子筛清洁化生产的探索	蔡智军 邹旭彪等 (2173)
扎扎实实推进环境监测实验室的国家认可工作	庄马展 (2177)
HPLC 法测定食用香菇中甲醛的含量	彭锦峰 刘景富等 (2181)
蚌埠市无公害食品产业现状及推进发展对策	郇宗智 郑 梅 (2185)
杯[4]芳烃及其酯类衍生物对水相中银离子的回收研究	刘 芳 贺启环等 (2189)

便携式 COD 测定仪分析性能浅析	张美琴 (2192)
城门山铜矿湖泥注浆工艺应用前景初探	但新民 (2195)
大化肥停运废水汽提塔的可行性应用	梁宗忠 原 丁 (2199)
稻鸭复合生态种养对产甲烷菌种群数量的影响	邓 晓 李勤奋 (2202)
低温技术在保护环境中的应用	王若晓 (2206)
电除尘技术的发展与展望	黄三明 (2208)
方便复合营养米饭生产技术	张芳芳 白洪涛 (2213)
福建省应对化学恐怖的研究	边归国 (2217)
社区扶贫——贫困山区生物多样性保护亟待解决的问题	宋洪涛 (2222)
环境友好催化技术发展趋势	张 敬 (2226)
降解烟膜的开发	王理珉 胡 群等 (2231)
离子色谱法测定蔬菜中硝酸盐含量方法初探	何龙飞 (2233)
裂化催化剂生产装置袋式除尘器的选择	尹九冬 李 强 (2237)
浅析国际最新强力消毒剂稳定性二氧化氯的应用	董向农 梅 涛等 (2240)
山东省环保科技成果转化应用研究	郑海春 商 博等 (2245)
生产秸秆型植物纤维制品新途径——环保花盆	魏 杰 董金狮 (2255)
生物法脱煤中硫的试验研究	巩冠群 张英杰等 (2260)
西部开发中危害环境罪的适用探讨	余 俊 (2265)
油品储运厂污油回收效益明显	杨 明 (2269)
制氢技术的研究进展	孙学凯 李清华等 (2271)
重铬酸钾测定稀释未稀释方法探讨	孙亦静 (2274)
环境友好型包膜控释肥料抑制氮素挥发效果的研究	邹洪涛 张玉龙 (2277)
光助 Fenton 氧化反应降解染料亮绿 SF	郑怀礼 张占梅等 (2282)
小型汽车车厢内空气污染研究	曾燕君 吴清柱等 (2287)
模糊数学在环境资源价值评估中的应用——以海河流域天津段为例	齐 宇 郝 冀等 (2294)
环境污染对人体健康影响的经济评价方法初步研究	周国梅 张 楷 (2299)
农户经济行为与农村环境变迁的响应关系研究	郝晓燕 栾胜基 (2305)
环境协议收费现象的积极与消极作用	王 琴 栾胜基等 (2312)
低尘低 NO _x 高效煤粉燃烧器的开发应用	何立波 赵黛青 (2317)
入出境水质连续传递法计算大江河水环境容量	王铁柱 (2322)

含腈废水处理技术及发展概况

刘发强 赵 瑛 文善雄 曹兰花 刘光利
(兰州石化研究院环境化工研究所)

摘 要 介绍了国内外含腈废水处理技术及发展概况, 提出湿法腈纶纤维生产废水, 利用臭氧与活性炭联合技术及臭氧的除味功能, 处理腈纶生产过程中产生的蒸发馏出液, 处理后可回用于纺丝水系系统, 实现水的资源化。臭氧分解最终产物为氧气, 无二次污染, 该工艺具有较好的环境效益。

关键词 含腈废水 处理技术 发展概况

腈纶废水处理是石油化工污染治理和控制的一个重要方面。国内 40 万吨/年规模的腈纶生产装置大多采用湿法生产工艺(即以硫氰酸钠为溶剂, 聚合产物经适当处理后直接用于纺丝), 排放的废水主要有酸碱废水和含腈废水, 其中后者是研究的重点。含腈废水具有丙烯腈(简称 AN)、低聚物含量高的特点。当 AN 含量高时, AN 毒性强, 刺激性气味强, 含 AN 废水属于 BOD_5/COD_{Cr} 较低的有机氰化物污水, 处理难度大。而低聚物是有机物部分聚合而形成的各种不同分子量的高分子化合物, 以胶体、悬浮物形式存在于水中, 既难以自然沉降又难以生物降解。因此, 含腈废水直接排放, 浪费资源、污染环境。

一、含腈废水处理技术

(一) 化学法

化学法主要包括化学混凝法、化学催化氧化法、水解法等。

1. 化学混凝法

化学混凝法是指在废水中预先投加混凝剂, 在混凝剂的溶解和水解产物作用下, 使水中的胶体污染物和细微悬浮物脱稳并聚集成具有可分离性的絮凝体的过程, 其中包括凝聚和絮凝两个过程。由于化学混凝法的这些特点, 在处理含腈废水时只能作为一种预处理的方法。如采用加入一定量的无机混凝剂溶液和 0.05% (质量分数) PAM (聚丙烯酰胺) 溶液^[2]对含腈废水进行预处理。化学混凝法的预处理作用主要在于去除原废水中的悬浮物质, 但该法出水的 B/C 仍然十分低。

2. 化学催化氧化法

化学催化氧化法是指在催化剂存在的条件下, 利用氧化剂的氧化性能在常温常压下氧化废水中的有机污染物, 将大分子有机污染物氧化成小分子污染物, 以提高废水的可生化性, 以较好的去除有机污染物。如取适量高温酸性腈纶废水按 1000mg/L 的量加入 ClO_2 , 搅拌 3 分钟后, 放于温度较高的地方, 并时常搅拌。 ClO_2 催化氧化预处理时间以 4 h 为宜, 相应的 COD 去除率为 21%。

3. 微电解法

微电解法^[4]是在酸性条件下, 当铸铁屑浸泡在废水中时, 利用铁碳电位的差异, 形成无数个微电池, 发生电化学反应。电化学反应如下:

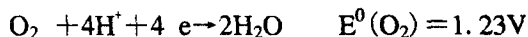
阳极(Fe)反应: $Fe - 2e \rightarrow Fe^{2+}$

$E^0(Fe^{2+}/Fe) = 0.44V$

阴极(C)反应: $2H^+ + 2e \rightarrow 2[H] \rightarrow H_2$

$E^0(Fe^{2+}/H_2) = 0V$

当有氧气时



电极反应生成的新生态[H]和 Fe^{2+} 化学活性极高。[H]可使有机物中的大分子转化为小分子,提高可生化性并去除部分COD。

发生微电解反应的反应器包括固定床微电解反应器和流化床微电解反应器。使用钢防腐结构的微电解反应器处理含腈废水,反应器内装铸铁屑和焦炭组成的填料,在底部通入流量为 $30\text{m}^3/\text{min}$,压力为 $5\text{mH}_2\text{O}$ 的压缩空气,使填料处于流化状态。同时使废水在槽内呈推流状态,废水停留时间为10分钟。用该法处理之后,COD去除率为22.6%。

4.水解法

含腈废水在高温下可被碱所分解。如果在温度为 $140\sim 160^\circ\text{C}$, $1.6\sim 2.0\text{MPa}$ 下进行则可减少碱的消耗。对于丙烯腈废水也可在 100°C 及4%~5%的氢氧化钠存在下进行。若在 $150\sim 160^\circ\text{C}$,压力为 $1.0\sim 1.2\text{MPa}$ 下处理,则在处理15min后,可加入排放液总量的0.25%的氢氧化钠,使HCN及其它有毒物质消除,使之成为可生化降解性。如不经处理,则需要稀释20倍才能进行生化处理,而用碱液处理后,只要稀释3倍就足够。经过水解预处理的废水,加入少量磷酸,微生物经过一段时间的驯化后,即可用生化法处理。

(二) 生化法

当腈类化合物含量较低时,均可用生化法处理。但当大于一定浓度(如丙烯腈高于 50mg/L)时,会对硝化反应产生抑制作用,从而影响生化法的处理效果。

在生产过程中产生的含腈废水也同时会含有较多的 CN^- 。为了提高生化处理效果,可以在进入生化系统之前先进行预处理。丙烯腈生产废水中含有无机氰,其浓度有时可达 5g/L CN^- 。可先用氢氧化钠、氢氧化钾或氢氧化钙在 $\text{pH}=11$ 、 95°C 下加热3h,除去大部分的 CN^- 及有机腈,然后进行生化处理。生化法主要包括SBR法、生物滤塔法、生物膜法以及添加特殊菌种法。

1.SBR法

序批式(间歇)活性污泥法(Sequencing Batch Reactor)简称SBR,是近年来在国内外被引起广泛重视和研究日趋增多的一种废水处理工艺。目前已用于处理含腈废水。如用SBR工艺处理腈纶废水,结果表明:进水COD浓度为 $3000\sim 4000\text{mg/L}$,进水容积负荷为 $2.0\text{kg}/\text{COD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ 时,出水浓度在 $400\sim 600\text{mg/L}$ 之间,去除率为75%~85%, $\text{NH}_3\text{-N}$ 小于 10mg/L ,达到排放标准。

在采用SBR法生化处理含腈废水时,加入磷酸可以提高丙烯腈的去除率。如前苏联在用活性污泥处理含腈废水时,先用硫酸将废水中和 pH 至7~8,并加入以磷酸盐形式的磷 5mg/L 。日本的研究也得到类似结果。如处理丙烯腈的活性污泥,经驯化以后,加入蛋白胨及磷酸盐以提高污泥活性。石化厂废水用生化法处理时,在活性污泥中添加磷酸后,可使丙烯腈由 185mg/L 降至 2mg/L ,BOD从 $1100\sim 2100\text{mg/L}$ 降至 100mg/L ,COD由 $870\sim 1890\text{mg/L}$ 降至 $200\sim 300\text{mg/L}$ 。

2.生物滤塔法

该法利用塔中的废水、生物膜、空气三者充分接触,在各种生物的协同作用下使丙烯腈等有机物得以有效降解。塔上层的生物膜以细菌为主,中层除大量细菌外,原生动物逐渐增多,下层原生动物更多,藻类也很多。采用2台并联的塔体为 $\Phi 4.2\text{m}\times 32.25\text{m}$ 生物滤塔来处理含腈废水,该塔设计表面负荷为 $110\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$,塔内装有比表面积为 $150\text{m}^2/\text{m}^3$ 、孔隙率>93%的聚氯乙烯波纹填料,并在塔顶设进口流量为 $90\text{m}^3/\text{min}$ 的D90-41型引风机。连续运行6天,每天都测进出水丙烯腈、COD。所得结果为:经过生物滤塔法处理之后,丙烯腈、COD去除率分别为97.7%和24.4%。由此说明,该法能有效去除废水中的丙烯腈,并符合后续生化处理装置的进水水质要求。

3.生物膜法

腈纶生产废水中含有丙烯腈及硫氰酸钠等成分,可用生物膜法A/O系统进行处理。A/O(Anoxic/

Oxic) 工艺是一种有回流的前置反硝化生物脱氮流程, 其中前置反硝化在缺氧 (Anoxic) 池中进行, 硝化在好氧池中进行。使 A/O 容积比为 1 : 3, 平均停留时间为 22.6h, 回流比为 3.2, 水温约 35℃ 左右时, COD 去除率可达 88.36%, BOD、TN、AN 去除率分别为 97.49%、77.67%、99.41%, 出水中 COD 约为 54mg/L, BOD5.6mg/L, TN14.94mg/L, 氨氮 6.92mg/L, 硫酸钠 2.67mg/L。

4. 添加特殊菌种法

中国微生物研究所曾报道从污泥中分出的放线菌株 *Nocardia corallina* No. 11, 可有效地处理 200~700mg/L 的丙烯腈废水, 适于细菌生长的最佳条件为 pH7~8 及温度为 28~37℃。菌株可直接接种于生物滤池中, 当丙烯腈含量为 160~200mg/L 时, 每天每立方米填料为 1.84~4.3kg, 去除率可达 99%, 排放液中丙烯腈含量在 1mg/L 以下, 去除率在 85%~90%, 排放液的小于 60mg/L。

(三) 物化法

物理化学法中主要有微孔过滤法和吸附法。由于微孔过滤法中, 生物膜易发生堵塞, 而膜的堵塞会使有效渗水率下降。采用适当的方法清洗膜可使膜的通透能恢复到新膜的 90%, 但是清洗膜的费用比较高。目前就国内而言, 用微孔过滤法处理含腈废水的报道比较少。

废水中的丙烯腈、丙腈以及乙腈可用活性炭吸附而去除。活性炭可用蒸馏法再生, 再生回用 5 次后应使用热再生, 以便进一步使活性炭恢复吸附能力, 以保持原有的吸附性能。据日本有关方面研究, 含有 70~230mg/L 的丙烯腈废水, 用 10g/L 的活性炭吸附, 在 2000mg/L 的铜离子存在下, pH7 或 3500mg/L 铜离子及 1.2% 氨存在下, 丙烯腈可有 66%~78% 的去除率。废炭可在 200~250℃ 及 7.0MPa 下进行热再生, 与合成吸附树脂连用可以提高活性炭的吸附能力。

(四) 臭氧氧化法

臭氧 O_3 是氧 (O_2) 的同素异构体, 是一种较为不稳定的、活泼的气体。臭氧具有极强的氧化能力, 在水中的氧化还原电位 (2.07V) 仅次于氟 (2.67V) 而居于第二。利用臭氧强氧化性处理污水技术, 主要包括去除废水中的有机物; 降低 BOD、COD; 并对脱色、去臭、杀菌消毒等也有显著的效果。不仅如此, 臭氧氧化法进行污水处理不产生污染, 没有二次污染问题, 臭氧一般用空气和电制取, 没有原料运输与贮存问题。

工业废水中最先采用臭氧氧化法处理的是含酚和含氰废水, 后者与臭氧发生如下反应:



反应 (1) 生成的氰酸盐其毒性仅为氰化物毒性的 1/100 左右, 反应 (2) 则将氰酸盐氧化至完全无害状态。

臭氧是一种更快更活泼的氧化剂, 处理含氰废水时, 臭氧氧化比氯氧化法所需化学药剂费用低的多。臭氧不仅能消毒, 还能增加水中溶解氧的浓度, 降低 COD 和氨氮值, 并能去除水中的营养物质、悬浮固体和水的颜色。

二、国内外含腈废水处理技术发展概况

含腈废水处理根据污染物的状况以及经济条件的不同, 可以采用不同的处理技术。各种技术都有它的优势, 当然也不可避免地存在一定的局限性。随着工业发展和污染的严重化, 传统水处理工艺中的化学方法、物理方法、生物方法往往不能得到满意的结果。于是科学家们致力于发展一些革新技术, 它的过程应该是经济有效和安全可靠, 对污染物的破坏程度应达到完全或接近完全。高级化学氧化法是在对传统水处理技术中经化学氧化法改进的基础上, 应运而生的一种新技术。

高级化学氧化 (Advanced Oxidation Process 简称 AOP) 的概念由 Glaze, W. H 等人在 1987 年提出的。它的原理是利用羟基自由基 ($\cdot OH$) 有效破坏水相中污染物的化学反应。羟基自由基的

产生方法一般采用加入强氧化剂,如臭氧、过氧化氢,及过渡金属催化剂或光催化剂,并且常借助于紫外光、超声波或电子束的辐射作用。目前,臭氧氧化法被公认为是比较突出的高级化学氧化技术之一,在国内外得到广泛的应用。

臭氧技术应用以欧洲大陆最为普遍。法国和瑞士臭氧化工艺的应用有着悠久的历史,臭氧化设备也居世界领先地位;德国全国 85% 的水厂采用了臭氧化深度处理技术。在美国,进入 80 年代以来,由于美国环保局提出了新的水质标准,对出厂水和管网水的消毒作了更加严格的规定,同时又对减少水中的消毒副作用作出进一步的限制,这双重的压力迫使国内的水厂不得不考虑采用臭氧氧化、强化混凝和生物过滤等技术来达到供水要求。因而臭氧化深度初度处理技术改造正在全世界范围内兴起,距 1990 年统计,美国已有 40 余座水厂已经应用了臭氧技术,还有许多类似的水厂则正在设计或建设之中。在日本,用于纺织工业废水中染料的脱色处理。在加拿大用于炼油废水中酚类化合物的去除。在法国、西班牙、希腊及其它国家贝类净养用海水的消毒。在奥地利维也纳用于照片洗印漂洗废氰化铁液的回收与再利用,用于汽车冲洗废水的回收与再利用等。在工业废水处理方面,臭氧已被用于电镀废水中氰化物的氧化。

我国于 20 世纪 70 年代末,臭氧已经用于医院污水的处理,主要用于医院污水的消毒,如鞍山传染病医院、鞍山第四人民医院、辽化职工医院、锦西市医院等单位,另外清华大学、鞍山静电技术研究设计院等单位均进行了臭氧处理印染废水和城市生活污水等方面的研究,取得了一定成果。由于臭氧与传统活性炭吸附法、凝聚沉淀法相比,具有反应速度快、脱色率高,处理工艺简单等优点,台湾工业废水处理采用臭氧化法已有相当规模的应用。臭氧化法处理含腈废水,在 pH 值为 9~12 范围内,氰化物很快被氧化为毒性较小的氰酸盐。所以,我国已将臭氧氧化法成功地用于炼油等化工废水中酚、腈、氰类化合物的去除。

目前,臭氧技术已由最初碱催化的直接氧化发展形成光催化、多相催化氧化。在污水处理方面,由单独使用发展形成与其他方法联合使用。臭氧与活性炭联合使用可以有效地去除含腈废水^[24]。目前国内水处理使用的活性炭能比较有效地去除小分子有机物,由于活性炭微孔孔隙小,限制了对大分子物质的吸附,而水中有机物一般分子量较大的多,所以活性炭孔的表面积将得不到充分的利用,势必加速饱和,缩短使用周期。但在碳前或碳层中投加臭氧后,一方面可使水中大分子转化为小分子,改变其分子结构形态,提供了有机物进入较小空隙的可能性;另一方面是大孔内和碳表面的有机物得到氧化分解,减轻了活性炭的负担,使活性炭可以充分吸收被氧化的有机物,从而达到水质深度净化的目的。

三、结论

(一) 由于水资源的短缺、环境意识的提高,工业水回用或多次利用以及空气质量的净化,就显得非常迫切和必要。因此,利用臭氧与活性炭联合技术及臭氧的除味功能,处理腈纶生产过程中产生的蒸发馏出液,消除工作环境中刺激性气味、氰化物超标现象,环境效益显著;腈纶生产装置多效蒸发馏出液经过处理后可代替脱盐水作纺丝洗涤水回用于纺丝水系系统,节约脱盐水量,经济效益显著。

(二) 臭氧化技术用于工业水处理,在国外已是一种较为成熟的技术,目前国内拥有臭氧机的生产技术,有十余个臭氧机生产厂家。该处理技术主要原材料为臭氧,原料国产化。臭氧分解最终产物为氧气,无二次污染,臭氧分解后的尾气可以直接排到大气中。

含油废水处理研究进展

赵 芯 解庆林 廖 雷 朱义年

(桂林工学院资源与环境工程系)

摘 要 本文介绍了含油污水处理的现状和前景,阐述了含油废水的处理方法、优缺点及适用范围。

对用膜法处理含油废水做了介绍,提出膜法处理含油废水是很有前途的处理路径。

关键词 含油废水 处理 现状 展望

一、前言

含油污水主要来源于石油、石油化工、钢铁、焦化、煤气发生站、机械加工等工业企业。就其量而言为各类工业废水之首。污水中的油类污染物质包括石油及其产品,焦油及其分馏物,还有动植物油等。其比重除了重质焦油外一般小于 1.0。污水中的油通常以可浮油、分散油和乳化油的形式存在,溶解油含量很少。含油污水是一种分散物系,纯粹的油和水混在一起是不稳定的,乳化剂的存在能显著地降低油水界面张力并形成保护膜,从而起到稳定的作用。

含油污水通常可以通过物理法、物理化学法及生物化学法来处理。目前主要用到的有隔油、浮选法、絮凝法、生物化学法、吸附法、膜分离法、氧化法、粗粒化法、磁化法、土地处理法等技术来处理。

二、絮凝法

絮凝法除油近年来应用较多,向乳化废水中投加絮凝剂,水解后生成胶体,吸附油珠,并通过絮凝产生矾花等物理化学作用或通过药剂中和表面电荷使其凝聚,或由于加入高分子物质的架桥作用达到絮凝,然后通过沉降或气浮的方法将油分除。常用的絮凝剂有无机絮凝剂和有机高分子絮凝剂两大类。无机絮凝法处理废水速度快,但药剂较贵,污泥生成量多;高分子有机絮凝剂处理含油废水较好投加量一般较少,其特点是可获得较大颗粒的絮体,并把油滴凝聚吸附除去。屈撑圉^[1]等用自制的 KY-3 型阳离子聚合物处理含油污水,研究结果表明与聚合铝复配后,除油率可达 90% 以上。马红竹等^[2]对油田含油污水使用 Z-10 多功能药剂及相应的综合处理方法,在投药量 15~20mg/L 下,处理水的综合达标率≥96%。

有机絮凝剂按其分子的电荷特征可分为非离子型、阴离子型、阳离子型、两性型 4 种。原油中的胶质、沥青质主要由含硫、氮、氧等杂原子化合物组成,它们具有乳化剂性质;原油中还存在着有机酸、粘土、金属盐等,它们也是乳化剂,除含碱性氮基团外,它们大都呈阴电性。因此,可选用含有阳离子基团(包括强、弱、中等阳离子基团)、不同种类的阳离子基团、阳离子和非离子基团共存等结构的絮凝剂。邵青等^[3]用 TX-107 系列有机高分子破乳絮凝剂对采油污水进行实验,使用该药剂处理后出水平均含油量低于 26.7mg/L。

聚硅硫酸铁是聚合硫酸铁的复配改性盐混凝剂,是一种新型的无机高分子絮凝剂。它在水溶液中存在多种络离子,以-OH 作为架桥形成多核络离子,从而形成较大的无机高分子化合物,混凝效果比聚合硫酸铁更为优越。常孝坤等^[4]用此种混凝剂进行现场试验,结果表明处理后水质的 pH 值 7.0、含油 0~0.2mg/L,产生的污泥量为 16t/d。

从化学法除油机理来看,絮凝剂能除去存在于水中不同类型的油份,既能除去浮油,也能除去

乳化状态的油份,除油彻底。化学药剂能和全部水流起物理化学反应,所以其除油作用全面,不存在局限性,其除油效果要好。加药技术在水处理技术中是成熟技术,易于应用管理。底流沉淀易集中排出,便于脱水处理、运输及回用^[5]。

三、隔油

隔油法处理含油污水的原理是利用油水间的密度差使油滴自然浮上,由此达到分离的目的。其处理对象是可浮油和部分分散油。隔油法在生产中的应用设施有两种:即平流隔油池和斜板隔油池。平流隔油池的优点是构造简单,便于运行管理;缺点是池体大,占地面积大。横向流含油污水除油设备是在斜板除油器的基础上发展起来的,它由含油污水的聚结区和分离区两部分组成。在进行油水、固体物质分离的同时,还可以进行气体(天然气)的分离。用该方法处理污水后水质不会产生二次污染等问题,处理油田含油污水效果良好^[6]。

无论是平流隔油池还是斜板隔油池,对入口的油含量均有一个要求,才能使装置出口含量满足总废水排放浓度的控制要求。入口的油含量高,还容易使分离装置发生沾污,甚至堵塞,从而影响隔油装置的正常运转。重力式隔油装置,不能直接应用于乳化油的分离处理,在此情况下,必须先行破乳。机械物理法除油方式的隔油、刮油及利用带、管在水面吸附油只能对浮油起去除作用,而对呈胶体状态存在于水中的油份则无法去除,这是机械物理法除油的局限性所致,也是其除油效率不高的主要原因。机械物理法除油方式在实际运行中由于受生产运行条件的制约,发挥不出最大除油效果。

四、氧化法

化学氧化是转化废水中有机污染物的有效方法,能将废水中呈溶解状态的无机物和有机物转化成微毒、无毒物质或转化成易于与水分离的形态。该法可以分为化学氧化法、电解氧化法和光化学氧化法。陈颖等^[7]研究光催化法处理油田含油污水,结果得出光催化法适合处理低质量浓度的含油污水,以超细 TiO_2 催化剂的活性最佳,且粒径越小活性越高,催化剂的质量分数以 0.5% 为宜。张海燕等^[8]制备纳米级 TiO_2 半导体光催化剂,以中压汞灯为光源,考察了催化剂晶体结构、粒度、用量、pH 值以及 Fe^{3+} 或 H_2O_2 并存时对含油污水中油的光催化降解效果,结果表明纳米级光催化剂 TiO_2 具有较高的光催化降解油的活性,油的去除率达到 98% 以上。

另外,超临界水氧化技术也可用于处理含油污水。其原理是将有机污染物在超临界水中氧化分解成为 CO_2 、 H_2O 等无害的小分子化合物。超临界水氧化是一种快速、高效去除污水中有毒、有害有机化合物的方法,一些用其它方法不能有效除去的污染物,用超临界水氧化法能够处理到环境可接受的程度。对大多数有机废物、工业废水和污泥中的有害物质等在较短的反应时间内达到完全彻底的消除,一般废水经超临界水氧化处理后能达到回用水要求。赵朝成等^[9]用超临界水氧化法对含油污水处理,实验结果表明,超临界水氧化技术可有效地深度处理含油污水,使之生成无毒、无害的水和二氧化碳等。但在实验研究中发现高压反应器存在比较严重的腐蚀问题。

五、萃取法

萃取是利用液体中各组分在溶剂(即萃取剂)中溶解度的差异分离液体混合物的方法。采出水主要是油和水组成的液体混合物。根据“相似相溶”原理,选择一种合适的有机溶剂作萃取剂,在与采出水充分混合,发生相间传质后,就可以将油从水中萃取到萃取剂中。然后,萃取相(油和萃取剂组成的混合物)与萃余相(水相)因密度差而彼此分层,从而净化了含油污水。为了回收油及循环使用萃取剂,还需对萃取剂和油进行蒸馏分离。该方法虽具有可进行油回收,不产生二次污染(含油污泥和浮渣),去除效率高等优点。但因现有可供选择的萃取剂都存在一些缺点,加上价