



# 中国环境科学学会 学术年会

## 论文集 2012【第三卷】

中国环境科学学会 编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

中国环境科学学会学术年会

# 论文集

(2012)

第三卷

中国环境科学学会 编



中国农业大学出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

中国环境科学学会学术年会论文集 (2012) / 中国环境科学学会编. —北京: 中国农业大学出版社, 2012.

ISBN 978 - 7 - 5655 - 0554 - 6

I. ①中… II. ①中… III. ①环境科学—学术会议—中国—2012—文集 IV. ①X-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 121128 号

书 名 中国环境科学学会学术年会论文集 (2012)

作 者 中国环境科学学会 编

---

责任编辑 赵 中 刘耀华

封面设计 东方印艺

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100193

电 话 发行部 010 - 62818525, 8625 读者服务部 010 - 62732336

编辑部 010 - 62732617, 2618 出版部 010 - 62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup> e-mail [cbsszs@cau.edu.cn](mailto:cbsszs@cau.edu.cn)

经 销 新华书店

印 刷 北京市登峰印刷厂

版 次 2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月北京第 1 次印刷

规 格 889 毫米 × 1194 毫米 16 开本 220.25 印张 6196 千字

总 定 价 980.00 元 (全四册)

---

图书如有质量总是本社发行部负责调换

## 编委会

主 任 任官平

副主任 侯雪松 姜艳萍

主 编 姜艳萍 王国清

编 委 (按拼音排序)

陈红威 侯雪松 姜艳萍 李向阳 任官平

任彩霞 邵世云 王国清 王少霞 王晓飞



# 前 言

国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》和第七次全国环境大会，提出了“要坚持在发展中保护，在保护中发展”，“积极探索代价小、效益好、排放低、可持续的环境保护新道路”的战略方针。“十二五”期间，环境保护将以节能减排为主要任务，大力推进环境质量明显改善为着力点，进一步把环境保护作为优化经济发展，转方式、调结构的重要抓手，以节约能源和资源，减少污染排放的倒逼机制，加快促进我国社会经济发展的绿色转型。“十一五”期间，环境科技发展有效保障了结构减排、工程减排和管理减排三大减排工程的实施，有效支撑了节能减排和各项环境保护目标的超额完成。为提升我国环境科技对环境保护中心任务的支撑能力，引领科学研究和环境科技创新发展，交流、展示环境学科研究、开发的最新成果，更好地为“十二五”国家环境保护中心工作和举办地可持续发展服务，经研究，我会2012年学术年会定于2012年6月在广西南宁举办。会议主题为：环境科技创新与绿色转型。会议的主要内容包括：以环境科技创新与绿色转型为主题的学术年会，同时举办绿色转型高峰论坛。此次会议得到了环境保护部、中国科协的领导以及环境、经济和社会学界知名院士、专家学者，各地科研院所、环境监测站、环境信息中心、环境监察支队、地方学会、高等院校以及环境科技企业等各方面的大力支持和积极参与，截至2012年4月10日，组委会共收到来自全国各地环保科技工作者、研究人员以及企业界环保专家等各类论文1082篇。经过中国环境科学学会专家委员会相关专家认真评审，最终评选出600余篇论文予以录用。现将这些论文汇编成册正式出版，以展示国内环保领域专家学者最新研究成果，充分反映现阶段我国环境保护科研现状和水平，更好地为我国环境保护工作提供重要的智力支持。

本次论文集的顺利出版，要特别感谢中国农业大学出版社的大力支持，感谢各位专家和领导的悉心指导和鼎力相助。由于编者能力有限，书中错误、疏漏之处在所难免，恳请专家学者、有识之士不吝赐教，以便今后在工作中不断加以改进。

编 者

2012年6月

## 目 录

|                                         |                      |
|-----------------------------------------|----------------------|
| 混凝法深度处理维生素 C 废水的脱色研究 .....              | 王晓辉 刘冬芹 胡小兵 (1771)   |
| 云南省高速公路不同污水处理设施处理效果的初步研究 .....          | 徐宗永 (1777)           |
| 新型脱氰剂处理焦化废水深度脱氰混凝工艺的应用研究 .....          | 沈 健 赵 赫 李玉平等 (1783)  |
| 利用粉煤灰处理模拟含铬废水的试验研究 .....                | 丁 君 (1789)           |
| 西安市旅游风景区餐饮废水排放状况及处理对策研究 .....           | 高 榕 蔡俊恒 王 莉 等 (1792) |
| 线路板废水处理工艺研究 .....                       | 钟烘军 (1795)           |
| 生活污水除氮工艺初步探讨 .....                      | 李秋钰 (1798)           |
| 快速降解高含油废水菌种的性能研究 .....                  | 杭仕荣 葛勇德 梁 捷 (1802)   |
| 混凝/折流曝气生物滤池脱氮除磷效能实例分析 .....             | 翟 俊 徐凤林 张晓虎 等 (1809) |
| 黄水源分离排水技术对我国城镇生活污水氮磷减排的作用 .....         | 徐康宁 张 驰 汪诚文 (1814)   |
| 混凝土生物膜 SBR 净水工艺特性的试验研究 .....            | 金腊华 蒋娜莎 (1821)       |
| 活性炭吸附流化床去除水中苯酚的工艺研究 .....               | 唐 思 郑 彤 何钟怡 等 (1825) |
| 化学反应 + 微滤膜固液分离法在电镀工业园废水中的应用 .....       | 周相宙 王 玮 陶红蕾 (1832)   |
| 黄金工业含氰、重金属及类金属废水治理技术现状与发展趋势 .....       | 李哲浩 吕春玲 迟崇哲 (1837)   |
| 浮床生物膜系统处理含铬分散污水研究 .....                 | 税永红 (1843)           |
| 浅析印染废水处理污泥处置和资源化 .....                  | 孙炳宏 刘青川 戴永明 (1848)   |
| 土地渗滤法处理生活污水的模拟试验研究 .....                | 梁益聪 武春辉 梁 正 等 (1851) |
| 日本遗弃化学武器含砷废水处理技术展望 .....                | 周建梅 周黎明 王宏娟 (1855)   |
| 利用养猪废水养殖钝顶螺旋藻及净化水质初步研究 .....            | 张红红 刘 锐 张永明 等 (1859) |
| 植物生物质强化污染源水生物膜修复工艺脱氮及农药类环境激素去除 .....    | 冯丽娟 徐 剑 朱 亮 等 (1865) |
| 陶瓷膜污染阻力构成试验及膜污染机理研究 .....               | 田岳林 刘桂中 袁栋栋 等 (1871) |
| 微波紫外耦合催化氧化降解吸附态苯酚的研究 .....              | 徐 鑫 郑 彤 王 鹏 (1878)   |
| 电离辐射技术在水环境保护中的应用 .....                  | 孙伟华 陈吕军 王建龙 等 (1883) |
| 改性花生壳的制备及其表征 .....                      | 鲁秀国 钟 璐 党晓芳 等 (1891) |
| <b>三、地表水、地下水安全与评价</b>                   |                      |
| 无锡市地下水环境质量现状评价与分析 .....                 | 顾中华 管 雪 苏首炜 (1896)   |
| 无锡市地下水水质调查成果分析与评价 .....                 | 管 雪 顾中华 严 飞 (1901)   |
| 东莞市饮用水源水质特征与水厂应对措施研究 .....              | 吴对林 谢宏琴 金腊华 等 (1906) |
| 紫外线消毒反应器的数值模拟 .....                     | 洪 洁 葛大强 邓保庆 (1913)   |
| 我国环境微生物地表水质量基准制定方法研究 .....              | 王先良 满江红 吕占禄 等 (1918) |
| 福岛核危机中饮用水安全问题的回顾与思考 .....               | 刘长安 李小娟 陈尔东 等 (1924) |
| 桂林市饮用水源突发性 $Pb^{2+}$ 污染应急处理技术初步研究 ..... | 韦文渊 成官文 覃 平 等 (1932) |
| 饮用水源中 PAEs 控制技术比较分析 .....               | 白小舰 贺 涛 魏东洋 等 (1937) |
| 咸淡水过渡带渗透性突变的实验研究 .....                  | 林国庆 王 斐 丁吉东 等 (1941) |
| 降雨径流源头控制措施的运行效果及系统评估 .....              | 邢 薇 千里里 左剑恶 等 (1948) |
| 苦咸水淡化技术发展现状 .....                       | 刘亮亮 周 莉 张兴文 (1953)   |



## 第四章 大气污染物减排与区域环境质量改善技术与措施

|                                                                    |                      |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 空气负离子自动测量系统试验考核方案设计与结果评估 .....                                     | 李 伟 赵培涛 邢 毅 (1959)   |
| 我国大气环境形势及大气环境评价研究展望 .....                                          | 段飞舟 杜蕴慧 李时蓓 (1965)   |
| 近 15 年山东省城市环境空气质量变化特征分析 .....                                      | 夏传真 毛 欣 王 洋 (1969)   |
| 乌鲁木齐市大气污染的成因与防治 .....                                              | 汪新红 朱 彬 (1973)       |
| 浅谈环境空气污染 .....                                                     | 齐 堃 (1978)           |
| “宜居重庆”建设中的大气环境保护工作总结 .....                                         | 周志恩 张 丹 马波峰 等 (1981) |
| PM <sub>2.5</sub> 标准制定及强制监测问题的探讨 .....                             | 张广卷 潘 光 王绪刚 等 (1985) |
| 北京 PM <sub>2.5</sub> 污染来源及年均浓度值达标浅析 .....                          | 彭应登 张中华 (1991)       |
| 深圳市大气 PM <sub>2.5</sub> 中重金属的健康风险评价 .....                          | 杜金花 黄晓锋 何凌燕 等 (1994) |
| 从“霾天气”浅谈 PM <sub>2.5</sub> 的监测与防控 .....                            | 钟学才 (2000)           |
| 科学城环境空气中 PM <sub>2.5</sub> 和 PM <sub>10</sub> 的变化特征及其线性关系研究 .....  | 胥全敏 钟志京 何小波 等 (2004) |
| 天气形势和中远距离输送对天津市大气 PM <sub>10</sub> 污染的影响 .....                     | 翟殿清 张小勇 李 洁 等 (2011) |
| 通过分析抚顺市大气 PM <sub>10</sub> 中 PAHs 浅议 PM <sub>2.5</sub> 监控必要性 ..... | 国 堃 吝吉芳 马 楠 (2017)   |
| 绵阳市城郊春季大气中 PM <sub>2.5</sub> 特性分析 .....                            | 董发勤 代群威 周世平 等 (2024) |
| 微波消解-电感耦合等离子体质谱法测定 PM <sub>2.5</sub> 中金属元素的研究 .....                | 岳太星 金玲仁 赵燕芳 等 (2030) |
| 周边城市对广州市颗粒物污染影响研究 .....                                            | 王 芳 程水源 (2039)       |
| 大气降尘所暴露出的问题探讨 .....                                                | 赵东宇 韩书宝 (2045)       |
| 大气颗粒物源解析技术发展及研究现状 .....                                            | 龙红艳 都基俊 邓 双 等 (2048) |
| 大气颗粒物中 Pb、Zn 总量及形态特征研究 .....                                       | 周 亮 高 榕 梅凡民 等 (2055) |
| 大气颗粒物中有机酸的研究进展 .....                                               | 何 翔 钱 枫 李 晓 (2060)   |
| 预测不同通风条件下建材 VOCs 散发和吸附的通用模型 .....                                  | 祝 磊 薛 娇 王莉烨 等 (2065) |
| 乌海及周边地区大气污染物减排与区域环境质量改善 .....                                      | 全化民 信 佳 (2071)       |
| 确定大气环境承载力的烟云足迹法 .....                                              | 徐大海 王 郁 (2075)       |
| 抚州市大气污染物及酸雨现状分析 .....                                              | 陈卫民 肖育新 龙琳芳 (2084)   |
| 污染减排对长沙市空气质量变化的影响分析 .....                                          | 董晓钢 彭 珂 (2088)       |
| 寿阳县城大气污染特征成因分析和对策研究 .....                                          | 弓海瑞 贾怡平 (2093)       |
| 崇明隧桥通车对区域大气化学本底值的调查研究 .....                                        | 高 伟 杨 帆 潘文伟 等 (2098) |
| 全面提升硃口区环境空气质量路径思考 .....                                            | 何中波 (2106)           |
| 北京市机动车排气污染防治的思考和建议 .....                                           | 马淑平 王军玲 韩玉花 (2111)   |
| 遥感设备在机动车尾气检测工作中的应用 .....                                           | 孙冬梅 (2115)           |
| 浅谈机动车“减排” .....                                                    | 孙冬梅 (2118)           |
| 烟气条件对火电厂 SCR 催化剂设计的影响 .....                                        | 张帅夫 张珈毓 (2122)       |
| 浅谈电厂半干法脱硫灰的资源化利用 .....                                             | 姜诗慧 王 梅 金婉婧 (2127)   |
| 燃煤电厂固体副产物中汞含量测定及对环境影响研究 .....                                      | 曹 晴 邓 双 王相凤 等 (2131) |
| 生物法烟气脱硫脱氮研究进展 .....                                                | 毛永杨 邹 平 孙珮石 等 (2136) |
| 我国火电厂脱硫脱硝技术发展现状 .....                                              | 赵 欣 李建军 (2143)       |
| 我国脱硫脱硝行业发展综述 .....                                                 | 岳 涛 韩斌杰 左朋莱 等 (2148) |
| 具有发展前景的烟气同步脱硫脱硝技术 .....                                            | 杨 玲 李建军 尹华强 (2153)   |
| 北京市燃煤工业锅炉脱硝装置技术评估 .....                                            | 闫 静 李金玉 宋光武 等 (2158) |
| 煤燃烧过程汞的迁移转化及排放特性 .....                                             | 姜雨泽 王 彬 苏建鹰 (2166)   |

|                                                        |                         |
|--------------------------------------------------------|-------------------------|
| 非催化协同脱硝技术在水泥窑炉上的应用 .....                               | 张益智 赵 芳 曹燕春 (2174)      |
| 钢铁业烧结烟气脱硫技术的研究与应用 .....                                | 覃毅强 (2177)              |
| 活性炭法烟气脱硫技术应用研究进展 .....                                 | 王维竹 郭家秀 孙明超 等 (2182)    |
| 关于燃煤脱硝装置出口处烟气中微量 $\text{NH}_3$ 测量技术 .....              | 秋山重之 藤原雅彦 吕 岩 等 (2191)  |
| 钢铁烧结机烟气多污染物协同控制技术评述 .....                              | 赵瑞壮 叶 猛 王 贞 等 (2200)    |
| 钢铁行业大气污染物协同减排研究 .....                                  | 沈 鹏 傅泽强 高 宝 (2203)      |
| 一段转化炉尾气余热回收设备的设计 II: 热管换热器 .....                       | 迪丽努尔·塔力甫 郑宝刚 薛 援 (2207) |
| 循环流化床锅炉烟气脱硫脱硝综合性解决方案 .....                             | 王建春 张哲然 初 琨 等 (2213)    |
| 催化剂的壁厚设计与寿命管理 .....                                    | 杨述芳 陶若虹 徐树元 等 (2217)    |
| 分布式能源站区域大气环境影响分析 .....                                 | 魏子章 孙晓蓉 张 吉 等 (2221)    |
| 砖瓦工业大气污染物排放状况及控制对策研究 .....                             | 薛亦峰 闫 静 李金玉 等 (2224)    |
| 大气环境污染与人类健康的关系 .....                                   | 李 粟 刘志建 洪 刚 (2228)      |
| 大气样品中多氯联苯的分析方法 .....                                   | 李 峴 钱 枫 何 翔 (2231)      |
| 中国东部一次典型生物燃烧气溶胶的光学和微物理特征分析 .....                       | 贺千山 李成才 何 涛 等 (2236)    |
| 燃煤 $\text{PM}_{2.5}$ 对血管内皮细胞 EA. hy926 释放 NO 的影响 ..... | 丁明玉 王菲菲 王先良 等 (2244)    |
| 室内环境空气主要污染因子污染特征及监测结果分析 .....                          | 王秋莲 孟海涛 孙国鼎 (2248)      |
| 沥青基防水卷材生产过程污染及控制对策 .....                               | 何万清 聂 磊 李 靖 等 (2253)    |
| 过管吸附法结合气相色谱法对活性炭纤维多次循环吸附性能研究 .....                     | 张志红 陈 宁 杨 霞等 (2258)     |
| 活性炭改性方法研究 .....                                        | 范武波 尹华强 郭家秀 (2262)      |
| 火电厂石膏脱水困难问题及处理措施浅析 .....                               | 史洛建 霍 鹏 杨俊果 等 (2267)    |
| 校园空气微生物气溶胶中可培养菌多样性初步研究 .....                           | 徐 莉 赵 媛 严 盼 等 (2270)    |
| 非道路柴油机稳态和瞬态排放特征研究 .....                                | 周 璟 胡京南 鲍晓峰 等 (2276)    |
| 国外重型车排放标准体系研究 .....                                    | 赵 磊 鲍晓峰 (2285)          |
| 全球 500hPa 位势高度在增高吗 .....                               | 王万里 王芳芳 侯浩波 等 (2292)    |
| 机动车污染物排放控制对策概述 .....                                   | 王少霞 邵世云 王晓飞 等 (2304)    |

## 第五章 固体废弃物污染防治及资源化利用措施与支撑技术

|                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| 城市生活垃圾分类处理的试试效果及政策完善建议——以上海市为例 ..... | 王 婷 李晓婕 (2310)       |
| 安阳市农村生活垃圾污染环境问题的调查及对策研究 .....        | 高爱梅 袁幸福 张启新 (2317)   |
| 我国城市生活垃圾收集和运输模式的研究 .....             | 洪慧兰 赵 虹 刘泽军 等 (2321) |
| 我国市政污泥和餐厨垃圾处理技术分析 & 展望 .....         | 陈绳建 李书卷 李 丁 (2325)   |
| 厌氧污泥颗粒化影响因素和促成条件探讨 .....             | 唐 铭 冼 萍 徐英博 等 (2330) |
| 化工污泥中温厌氧消化技术研究 .....                 | 钱 云 高兴波 韩文举 等 (2334) |
| 利用剩余污泥发酵产氢的优化研究 .....                | 王 博 史 强 杨 阳 等 (2339) |
| 浅谈建筑垃圾的污染防治和资源化利用 .....              | 丁宇晶 陈红路 莫 蕾 等 (2344) |
| 金州地区农村垃圾处理状况研究 .....                 | 王少华 (2348)           |
| 电石法生产聚氯乙烯行业危险废物产生规律研究 .....          | 岳战林 白 杰 (2351)       |
| 天津市工业固体废物调查信息系统设计 .....              | 秦 峥 (2355)           |
| 昆明城市垃圾分类收集处理现状研究 .....               | 陈云进 (2360)           |
| 垃圾渗滤液处理技术的研究进展 .....                 | 邵世云 王少霞 王晓飞 等 (2365) |
| 旅顺口区农村垃圾处理现状的调查研究 .....              | 赵 阳 李文霞 周 莉 等 (2370) |
| 基于生命周期模型的生活垃圾分类收运与处理系统环境影响评估 .....   | 赵 岩 邢 薇 王洪涛 等 (2374) |



|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| 污水处理厂剩余污泥臭氧减量化技术探讨 .....        | 聂亚峰 卢彩虹 屈秀文 等 (2381) |
| 城市生活垃圾分类收集处置对策探讨 .....          | 邱少男 王 军 夏娜娜 等 (2387) |
| 浅析餐厨垃圾的利用和处理 .....              | 李巧莲 朱立奎 (2391)       |
| 山西省天津市生活垃圾处置措施分析 .....          | 陈二萍 王 雁 韩照宇 等 (2394) |
| 餐厨垃圾发酵制乳酸技术发展历程回顾与展望 .....      | 王丹丹 吴 畏 (2399)       |
| 城市垃圾热化学处理过程中低分子芳香族化合物发生特性 ..... | 吴 畏 (2405)           |
| 我国打印机的废弃量预测及管理对策 .....          | 阮久莉 郭玉文 乔 琦 (2413)   |
| 电子废物回收处理与资源化利用研究 .....          | 任科钦 (2418)           |
| 废旧电脑回收处理与利用初探 .....             | 崔喜军 (2423)           |
| 国内外废旧电子电器产品回收处理体系对比研究 .....     | 黄思宇 彭晓春 胡小英 等 (2427) |
| 初探中国电子垃圾循环利用模式 .....            | 朱群芳 (2433)           |
| 含钛高炉渣提取氧化铝及熔剂循环利用 .....         | 王思佳 张 悦 薛向欣 等 (2437) |
| 我国铅酸废旧电池处理处置现状及宏观管理研究 .....     | 王红梅 刘 茜 (2441)       |
| 水泥窑处置可燃废物技术分析与保障措施 .....        | 王煥顺 矫学成 严良政 (2444)   |
| 垃圾填埋场的多点地震响应分析方法研究 .....        | 尚文涛 孙树林 柏仇勇 等 (2448) |
| 利用橙废物凝胶和酸从焚烧污水污泥灰中吸附和浸出磷 .....  | 牛姗姗 张亚娟 (2454)       |
| 浓硫酸糖化降解白酒丢糟生产燃料酒精的研究 .....      | 谭 力 孙照勇 张文学 等 (2458) |
| 固相电还原回收铅电化学基本机理研究 .....         | 祁国恕 张正洁 陈 扬 (2464)   |
| 探讨金属尾矿库综合治理——以克拉玛依金矿尾矿库为例 ..... | 汪新红 朱 彬 (2469)       |
| 飞灰污染特性及无害化处理研究进展 .....          | 周高煜 邓义祥 杨丽标 等 (2474) |
| 高抗冲聚苯乙烯塑料中十溴联苯醚的溶剂法分离研究 .....   | 彭绍洪 赵向阳 (2479)       |
| 生物降解技术用碱渣粉煤灰陶粒制备研究 .....        | 孙端方 李建军 许玫英 等 (2484) |

## 第六章 土壤污染防治及生态修复技术

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| 2 种不同组合的菌群对土壤中柴油的降解研究 .....     | 陆泗进 何立环 孙 聪 (2491)   |
| 表面活性剂强化零价铁降解污染土壤中的六氯苯 .....     | 郑中华 袁松虎 刘 勇 等 (2499) |
| 草木灰污泥联合施用对镉污染土壤中土壤酶活性的影响 .....  | 朱雅兰 周国胜 罗承辉 等 (2507) |
| 植物修复方法在有机污染土壤修复中的应用 .....       | 潘林艳 宋晓薇 (2513)       |
| 水葫芦渣有机肥对土壤养分的影响 .....           | 王丽芬 邓辅唐 孙珮石 等 (2518) |
| 澜沧江中下游水电开发对河岸带土壤养分空间分布的影响 ..... | 魏国良 (2524)           |
| 废弃农药厂污染场地急性毒性和遗传毒性研究 .....      | 薛银刚 许 霞 孙 成 等 (2535) |
| 贵州省典型酸雨区酸化土壤修复方案试验研究 .....      | 李娜娜 李天昕 (2540)       |
| 华北不同类型土壤氮素矿化规律研究 .....          | 杜连凤 张成军 安志装 等 (2550) |
| 土壤的水文特征及生态修复措施 .....            | 许 岚 (2555)           |
| 土壤铅同位素溯源方法研究 .....              | 赵世君 扬 柳 郭 伟 等 (2558) |
| 土壤水盐运动发展研究 .....                | 吕佳芮 王祖伟 (2566)       |
| 土壤中水溶性有机碳研究进展 .....             | 陈安冉 王祖伟 (2570)       |
| 微气象因子对土壤温度影响的滞后性及其预测模型探究 .....  | 张修玉 黄生志 张 强 等 (2576) |
| 石家庄土壤污染成因及防治策略分析 .....          | 王 玮 (2584)           |
| 台湾土壤与地下水污染管理经验综述 .....          | 付 璐 龚宇阳 (2589)       |
| 污染场地中挥发性有机物修复技术及其应用前景 .....     | 杨 宾 杜 平 伍 斌 等 (2594) |
| 植物修复技术在有机污染物修复中的应用研究 .....      | 康苏花 左文涛 袁张桑 等 (2602) |

|                                            |                      |
|--------------------------------------------|----------------------|
| 运城地质土壤与公路工程环境问题 .....                      | 张振凤 (2609)           |
| 基于多元地统计和 GIS 的湛江市土壤多环芳烃污染状况及空间分布特征研究 ..... |                      |
| ..... 马 瑾 周永章 万洪富 (2613)                   |                      |
| 巴西墨西哥污染场地管理框架综述 .....                      | 付 璐 梁 静 (2626)       |
| 铜陵市主要铜矿废弃地耐铜植物的铜积累能力比较研究 .....             | 娄晓祎 杨如意 郭耀广 等 (2631) |
| 生长时间对蜈蚣草体内砷含量的影响 .....                     | 周 廷 尤立娟 王新明 等 (2635) |
| 耐盐石油烃降解菌研究进展 .....                         | 王新新 吴 亮 朱生凤 等 (2642) |
| 腐殖酸和酸雨对贫铀在土壤中溶解性能影响的研究 .....               | 崔晓磊 郭志英 梁月琴 等 (2647) |

# 混凝法深度处理维生素 C 废水的脱色研究

王晓辉<sup>1</sup> 刘冬芹<sup>1</sup> 胡小兵<sup>2</sup>

1. 河北科技大学环境科学与工程学院 河北 石家庄

2. 污染控制与资源化研究国家重点实验室 南京大学环境学院 江苏 南京

**摘 要** 利用 PAC-PAM 混凝剂对维生素 C 发酵废水二沉池出水进行了脱色试验研究。对影响混凝法脱色效果的主要因素进行了单因素实验,确定了最佳的工艺条件: PAC 投加量为 1300mg/L、PAM 投加量为 10mg/L、pH 为 6、温度 30℃。在此优化条件下,废水脱色率达 60.6%, TOC 去除率达 50.9%。同时利用紫外和红外光谱对废水色度的发色机理进行了初步探讨。

**关键词** 维生素 C 生产废水 深度处理 混凝 脱色

维生素 C 又名抗坏血酸,是维生素类药中发展最快、产量最大、用途最广的品种。我国是全球最大的维生素 C 生产国和出口国,全球 80% 的维生素 C 产品来自中国。在维生素 C 生产过程会伴随产生大量的废水,目前,国内外对该废水的处理以生物法<sup>[1-4]</sup>为主,主要是厌氧-好氧相结合的方法,出水水质较差。此外,2008 年 8 月 1 日颁布的《发酵类制药工业水污染物排放标准》(GB21903-2008)对色度、COD 污染物指标提高了要求,因此对维生素 C 废水进行深度处理的研究是十分必要的。

色度是制约废水达标排放的关键指标,其废水色度大小和有机物质的含量有一定的相关性,因此有效解决废水脱色问题是至关重要的。目前,国内外对废水脱色技术进行了广泛的研究,常用的脱色处理技术有吸附法<sup>[5]</sup>、混凝法和氧化法<sup>[6]</sup>等。其中混凝沉淀法作为一种废水预处理工艺与其他物化方法相比,具有工艺简单、经济实用<sup>[7]</sup>、脱色效率高<sup>[8]</sup>等优点,在废水处理方面得到了广泛的应用。

本文采用聚合氯化铝(PAC)和聚丙烯酰胺(PAM)深度处理维生素 C 废水,考察混凝剂对维生素 C 二级生化出水的影响因素及脱色效果,并通过紫外和红外光谱对废水发色机理进行初步的探索,为实现废水完全达标奠定技术基础。

## 一、实验材料和方法

### (一) 实验用水

试验用废水取自河北某维生素 C 生产企业污水处理的二沉池出水,为厌氧-两级好氧生物二级生化处理出水,其主要水质指标如表 1 所示:

表 1 主要水质指标

| 项目 | pH  | 色度/倍    | COD (mg/L) | TOC (mg/L) | Cl- (mg/L) |
|----|-----|---------|------------|------------|------------|
| 废水 | 7~9 | 250~380 | 250~350    | 95~148     | 5000~6000  |

### (二) 仪器设备与实验药品

紫外-可见分光光度计(UVProbe-2550,日本岛津公司);红外分光光度计(Nicolet 6700,美国热电公司);TOC 分析仪(TOC-V<sub>CN</sub>,日本岛津公司);电热恒温水浴锅(DK-98-11A,天津市泰斯特仪器有限公司);混凝实验搅拌仪(MY3000-6A,潜江梅宇仪器有限公司);pH 计(SG2,天津梅特勒公司);冷冻干燥机(LGJ-10,北京四环科技仪器厂)。

实验所用药品聚合氯化铝(PAC)、聚丙烯酰胺(PAM)、NaOH、HCl 均为分析纯。

(三) 实验方法

将废水放在调至所需温度的电热恒温水浴锅中加热，用 5% 的 NaOH 溶液和 5% 的 HCl 溶液调节至所需 pH 值，加入一定量 PAC，250r/min 快速搅拌 2min，然后加入 PAM，50r/min 慢速搅拌 10min，静置 30min 后，取上层清液测定色度和 TOC，并进行紫外 - 可见光谱和红外光谱的扫描分析。紫外 - 可见光谱和红外光谱具体的测试方法分别为：(1) 待混凝沉淀实验前后的生化出水稀释适当的倍数后，用 UVProbe - 2550 紫外可见分光光度计进行 800 ~ 200nm 的全波段扫描；(2) 待混凝沉淀实验前后的生化出水经冷冻干燥机处理后，采用衰减全反射光谱 (ATR) 技术，用 Nicolet 6700 红外分光光度计进行 4000 ~ 400nm 的全波段扫描。

(四) 分析项目和方法

色度采用稀释倍数法<sup>[9]</sup>测定，Cl - 1 采用 AgNO<sub>3</sub> 滴定法测定<sup>[9]</sup>，TOC 采用非色散红外吸收法<sup>[10]</sup>测定。紫外吸光度采用 UVProbe - 2550 紫外 - 可见分光光度计测定。由于维生素 C 废水 Cl - 含量在 5000 ~ 6000mg/L，对废水 COD 的测定有较大的干扰，因此采用 TOC 代替 COD 来表征维生素 C 废水的有机物浓度。

二、结果与讨论

(一) 单因素实验

1. PAC 投加量对混凝脱色效果的影响

当废水 pH 为 8、温度 30℃、PAM 投加量为 10mg/L 的条件下，考察 PAC 的投加量对废水色度和 TOC 去除效果的影响，结果如图 1 所示。

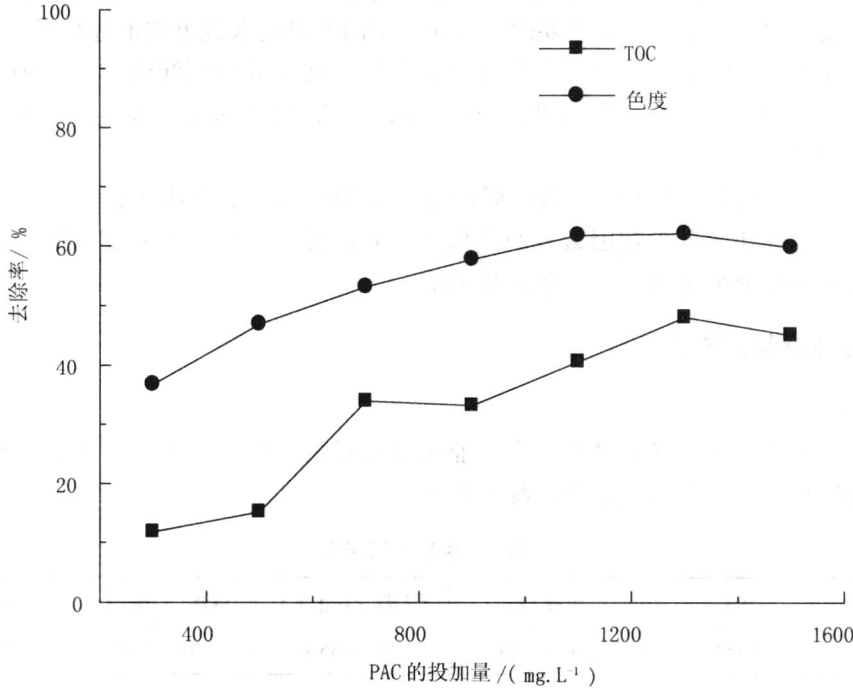


图 1 PAC 投加量对处理效果的影响

从图 1 中可以看出，废水色度和 TOC 的去除率均随着 PAC 用量的增加而增大，当 PAC 用量增至 1300mg/L 时，TOC 和色度的去除率都达到了最大值，分别为 46% 和 60%。再增加投加量时，色度和 TOC 的去除率开始下降。这主要是由于随着混凝剂投加量的加大，使得废水中胶体颗粒脱稳，混凝效果逐渐提高，但投加量过多时，会使部分胶体颗粒带上相反的电荷，增加电排斥力<sup>[11]</sup>，从而出现会出现絮凝体的解絮现象，使色度与 TOC 的去除率会有所下降。因此，PAC

最佳投加量为 1300mg/L。

2. 废水初始 pH 值对混凝脱色效果的影响

在废水温度 30℃，PAC 与 PAM 投加量分别为 1300mg/L、10mg/L 的条件下，考察废水初始 pH 对废水色度和 TOC 去除效果的影响，结果如图 2 所示。

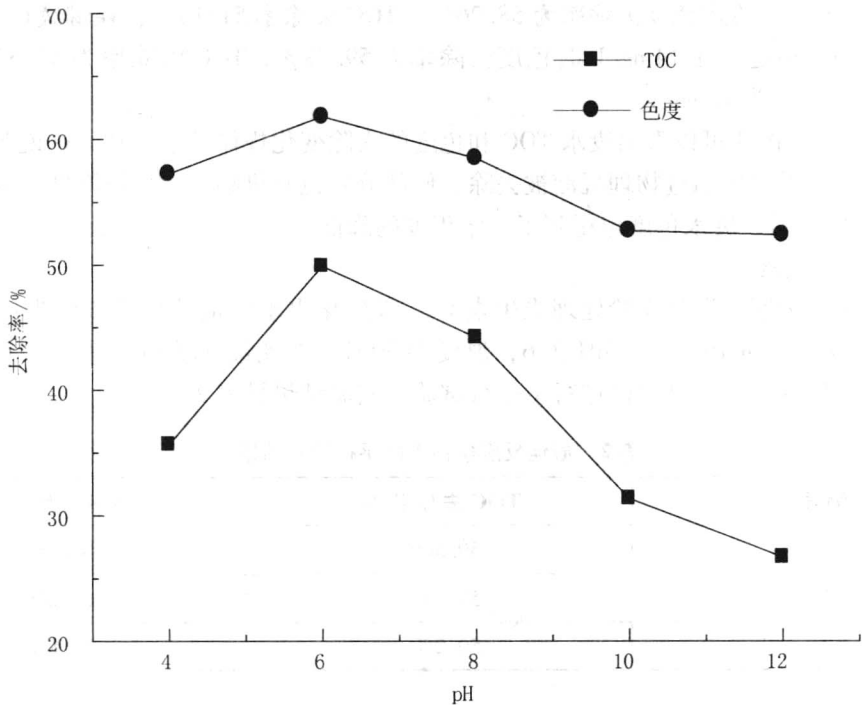


图2 pH 值对去除效果的影响

由图 2 可以看出，色度和 TOC 的去除率均随着 pH 的增加而增大，当 pH 为 6 时，TOC 和色度的去除率都达到了最大值，分别为 50.3% 和 62.2%，在继续提高废水 pH 值，废水的色度和 TOC 的去除率开始下降。主要是由于 pH 值对有机物在水中的存在状态和混凝剂的性质等较大的影响，这样就直接影响混凝脱色效果。因此，在 pH 为 6 时，混凝剂对废水具有最佳的脱色效果。

3. 温度对混凝脱色效果的影响

在废水初始 pH 为 6，PAC 与 PAM 投加量分别为 1300mg/L、10mg/L 的条件下，考察温度对废水色度和 TOC 去除效果的影响，结果如图 3 所示。

图 3 中可知，在 10~30℃ 之间随着温度的升高去除率都逐渐提高，在 30℃ 时 TOC 和色度的去除率达到了最佳，在继续提高温度 TOC 和色度的去除率开始下降。一方面，废水温度的升高会加剧分子热运动，分子的碰撞概率也会提高，因而脱色效果提高；另一方面，高温对 PAM 的影响较大，会导致 PAM 降解，影响其絮凝效果，因而脱色效果降低<sup>[12]</sup>。因此，最佳

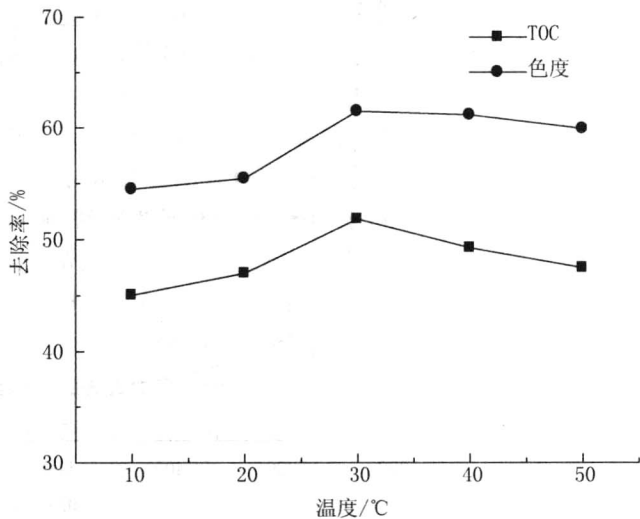


图3 温度对混凝脱色的影响

的反应温度为 30℃。

4. PAM 对混凝脱色效果的影响

在废水初始 pH 为 6，温度 30℃，PAC 投加量 1100mg/L 的条件下，考察了 PAM 的投加量对混凝效果的影响。当 PAM 投加量在 0 ~ 14mg/L，随着 PAM 的投加量的增大，混凝脱色效果逐渐提高，在 10mg/L 时，废水色度去除率为 58.26%，TOC 去除率 51.18%，在继续增大 PAM 的投加量，去除率趋于稳定，在 14mg/L 时色度去除率为 59.78%，TOC 去除率为 52.57%。由此可见，PAM 最佳投加量为 10mg/L。

从图 1、图 2 和图 3 可以看出废水 TOC 和色度的去除变化规律基本一致，这说明废水中某些发色有机物在混凝过程中通过物理沉淀被去除，使部分发色有机物质的含量降低，因次，混凝出水 TOC 在降低的同时，废水色度也得到了了一定程度的降低。

(二) 稳定性试验

由单因素实验表明，混凝实验处理维生素 C 二级生化出水的最佳反应条件为：PAC 投加量 1300mg/L，PAM 投加量 10mg/L，pH 为 6，温度为 30℃。在此最佳试验条件下，考察混凝法处理废水效果的稳定性，用三批水样进行了平行试验，实验结果见表 2。

表 2 最佳反应条件下的平行试验结果

| 编号 | TOC 去除率/% | 色度去除率/% |
|----|-----------|---------|
| 1  | 50.56%    | 60.78%  |
| 2  | 51.85%    | 61.24%  |
| 3  | 50.2%     | 59.8%   |

由表 2 平行试验结果可知，最佳实验条件下得出维生素 C 废水的平均脱色率为 60.6%，平均 TOC 去除率为 50.9%，混凝法处理效果比较稳定。

(三) 紫外 - 可见光谱和红外光谱的分析

混凝实验前后的废水紫外 - 可见光谱图和红外光谱图见图 4 和图 5 所示。

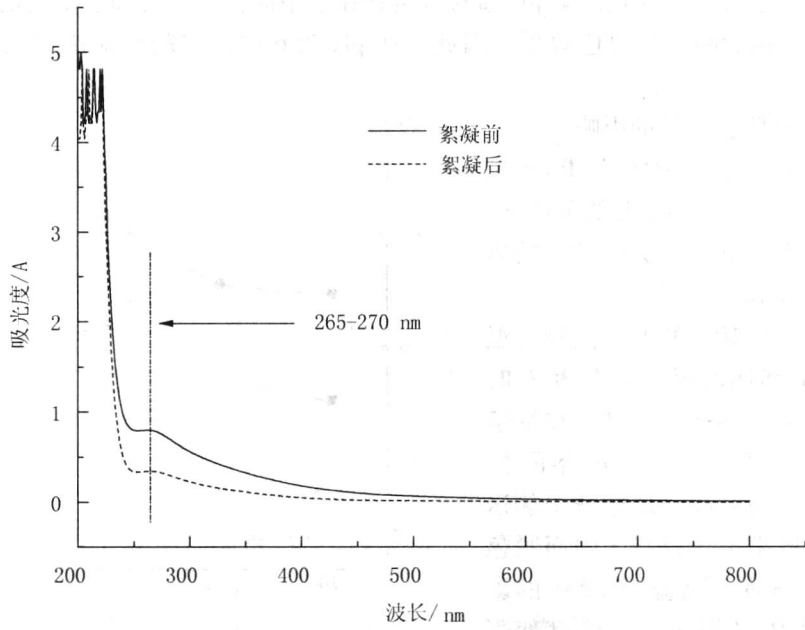


图 4 维生素 C 废水混凝处理前后的紫外 - 可见光谱图



在 250 ~ 300nm 处显示低强度吸收, 则可能含有简单的非共轭体系并含有 n 电子的生色团。由图 4 所示, 废水在 265 ~ 270nm 处有吸收峰, 表明维生素 C 生化出水存在发色官能团的羧基吸收峰。在 210 ~ 250nm 处有强吸收, 则可能是含有两个双键的共轭体系存在<sup>[13]</sup>, 废水在 210nm 处存在精细结构的吸收峰, 表明维生素 C 生化出水存在共轭体系。同时可以看出通过混凝沉淀反应使得生化出水在 265 ~ 270nm 处的吸收峰强度明显降低, 表明具有此发色官能团的有机物能被混凝反应有效的去除, 同时废水色度也得到较大的去除。

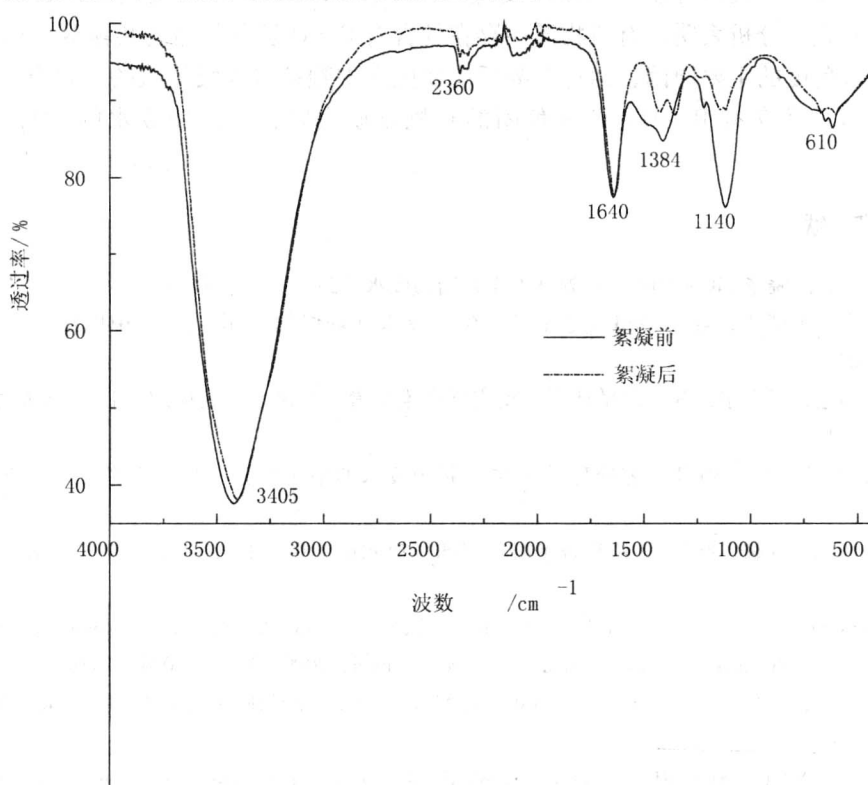


图 5 维生素 C 废水混凝处理前后的红外光谱图

图 5 所示, 在  $3405\text{cm}^{-1}$  处存在较强的吸收峰, 主要是  $-\text{OH}$  的面外伸缩振动所引起的。在  $2360\text{cm}^{-1}$  左右存在较弱的双吸收峰, 主要是  $-\text{C}=\text{C}=\text{C}$  或  $-\text{C}=\text{C}=\text{O}$  等的共轭双键的不对称伸缩振动引起的。在  $1640\text{cm}^{-1}$  左右处存在一个弱的吸收峰, 主要是  $\text{C}=\text{O}$  双键的伸缩振动引起的, 说明  $2360\text{cm}^{-1}$  处为  $-\text{C}=\text{C}=\text{O}$ 。在  $1384\text{cm}^{-1}$  出现了吸收峰, 主要是  $(-\text{CH}_3)_2$  基团引起的。在  $1141\text{cm}^{-1}$  处出现了吸收峰, 是由助色团  $\text{R}-\text{O}-\text{C}$  基团引起的, 表明废水中可能存在酯类或者醚类物质。在  $610\text{cm}^{-1}$  处出现了吸收峰, 可能是由苯环上的取代引起的<sup>[14]</sup>。

通过混凝前后废水的红外光谱图可以看出: 经过混凝处理后, 废水中有机物质的官能团结构没有发生变化, 主要是由于混凝是一种处理废水的物理法。在  $2360\text{cm}^{-1}$  吸收峰的强度降低, 表明废水中含有发色基团的共轭双键数量减少, 但降低的强度较小; 在  $1141\text{cm}^{-1}$  处吸收峰的强度有明显降低, 表明助色团数量减少较多。因此, 可以推断: 有机物质中存在的含有  $\text{C}=\text{O}$  发色基团的共轭双键体系和助色团可能是产生废水色度的主要原因, 混凝反应使废水中颗粒状或胶体状的、含有  $\text{C}=\text{O}$  发色基团的共轭双键体系及含有  $\text{R}-\text{O}-\text{C}$  助色团的有机物质去除, 使废水的 TOC 和色度得到降低。

### 三、结 论

(1) 通过混凝单因素试验得出混凝法深度处理维生素 C 二级生化出水的最佳工艺参数为:

PAC 投加量 1300mg/L, PAM 投加量 10mg/L, pH 为 6, 温度为 30℃, 在此条件下废水脱色率为 60.6%, TOC 去除率为 50.9%, 处理效果较好。由此可见, 混凝法作为深度处理维生素 C 废水预处理的方法是可行的。

(2) 通过紫外-可见光图谱分析表明, 通过混凝反应使生化出水在紫外光区和可见光区的吸光度明显降低, 表明废水中有机物被有效的去除, 同时废水色度也得到较大的去除。在 265 ~ 270nm 处存在吸收峰, 表明可能存在羰基发色基团; 在 210nm 处存在吸收峰, 表明有共轭体系存在。通过红外光谱分析表明, 有机物质中存在的含有 C=O 发色基团的共轭双键体系和助色团可能是产生废水色度的主要原因, 通过混凝反应使废水中颗粒状或胶体状的、含有 C=O 发色基团的共轭双键体系及含有 R-O-C 助色团的有机物质去除, 最终使废水的 TOC 和色度得到降低。

## 参 考 文 献

- [1] 牛娜, 买文宁, 沈晓华. IC-SBR 工艺处理维生素制药废水 [J]. 水处理技术, 2010, 36 (8): 133-135.
- [2] 王路光, 王强, 王靖飞, 等. EGSB 工艺在 VC 生产废水处理中的应用 [J]. 中国给水排水, 2009, 25 (17): 81-84.
- [3] 李伟民, 孙润超, 买文宁, 等. 内循环厌氧反应器在维生素生产废水中的应用 [J]. 水处理技术, 2010, 36 (1): 98-100.
- [4] 冯斐, 周文斌, 汤贵兰. MBR 工艺处理维生素 C 制药废水的中试实验 [J]. 环境工程, 2006, 24 (6): 16-18.
- [5] 孙德帅, 吴裕德, 刘馨. 有机/无机复合絮凝剂对印染废水的脱色 [J]. 环境科学与技术 2010, 33 (6): 160-163.
- [6] ATA M, MOKHTAR A, NIYAZ M M. Decolorization and aromatic ring degradation of colored textile wastewater using indirect electrochemical oxidation method [J]. Desalination, 2009 (249): 1074-1078.
- [7] 伏培仟, 孙力平, 王少坡, 等. PAC 与 PAM 复合絮凝剂在回用水处理中的应用 [J]. 水处理技术, 2008, 34 (9): 58-60.
- [8] ELTAIEF K, HANA G, YOUSSEF T, et al. Aerobic decolourization of the indigo dye-containing textile wastewater using continuous combined bioreactors [J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, (152): 683-689.
- [9] 国家环境保护总局. 水和废水检测分析方法, 第四版 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [10] HJ 501-2009 总有机碳的测定 燃烧氧化-非色散红外吸收法 [S].
- [11] 胡恭任, 于瑞莲. PAC 和 PASS 对印染废水的混凝效果研究 [J]. 环境技术, 2004 (5): 35-39.
- [12] 黄永春, 容元平, 马月飞, 等. PAC-PAM 复合絮凝剂对回溶糖浆脱色的研究 [J]. 广西工学报, 2007, 18 (1): 6-10.
- [13] 蒋绍阶, 刘宗源. UV<sub>254</sub> 作为水处理中有机物控制指标的意义 [J]. 重庆建筑大学学报, 2002, 24 (2): 61-65.
- [14] 王国强. 焦化废水微生物深度脱色的应用研究 [D]. 武汉: 武汉科技大学, 2007.

# 云南省高速公路不同污水处理设施处理效果的初步研究

徐宗永

国家山区公路工程技术研究中心 招商局重庆交通科研设计院有限公司 重庆

**摘 要** 根据对云南省已通车高速公路附属服务设施的污水特点、不同污水处理设施的现场调查及相关监测资料,通过对不同处理工艺的污水处理设施的处理效果及运行管理进行了分析。根据调查结果,对云南省高速公路附属服务设施污水处理设施设计时采用的工艺、设备选用及管理措施提出了合理化建议。

**关键词** 云南 高速公路 污水处理 工艺 效果

## 一、云南省高速公路建设概况

九十年代,特别是1998年中央实施积极的财政政策以来,云南省公路交通事业获得了难得的发展机遇,高速公路建设取得了巨大的成绩。“十一五”期间,圆满完成了国道主干线改造和西部开发省际通道的建设任务,出省通边、内外连通的高速公路主骨架初步形成,新增里程1209km,截止2010年年底,高速公路通车里程达2630km。在“十二五”期间,以国家高速公路网和重要国道、省道为依托,围绕“七出省、四出境”,重点实施大通道高速公路中的“断头路”以及连接省际、州市的高速公路项目,加快拥挤路段扩能改造。到“十二五”末,高速公路总里程达4500km,通达广西、贵州、四川不少于2条高速公路,沟通毗邻国家不少于1条高速公路<sup>[1]</sup>。

## 二、云南省高速公路污水处理现状

### (一) 附属设施污水处理设施设置情况

云南省交通厅及各建设单位高度重视环境保护工作,根据对不同区域、不同时期通车的高速公路的调查,2004年前建设的高速公路对服务区等产污量较大的附属设施设置了小型污水处理设备,对部分收费站、管理所等则仅设置化粪池进行处理,之后建设的高速公路则基本都安装了污水处理设施。所调查的高速公路建成试运营从2003年到2008年都有,分别位于云南省的昆明、玉溪、普洱、楚雄、西双版纳、文山、昭通、保山8个地州,设置的污水处理设施主要有化粪池、一体化污水处理系统、生态填料土地处理系统等,经统计所调查高速公路共95处污水处理设施,采用化粪池、生态填料土地处理系统、一体化污水处理系统分别占总数量的23.16%、47.37%、29.47%<sup>[2-11]</sup>。

所调查的污水处理设施中,化粪池有效处理容积一般为 $8 \sim 12\text{m}^3$ ;生态填料土地处理系统一般为处理 $1\text{m}^3/\text{d}$ 的污水需要 $8\text{m}^2$ 的绿地面积,其绿地面积一般为 $40 \sim 500\text{m}^2$ ;一体化污水处理系统的处理能力一般为 $5 \sim 50\text{m}^3/\text{d}$ 。

### (二) 采用的处理工艺及特点

其中化粪池主要是使用积淀和厌氧微生物发酵的效果,以去除粪便污水或其余生活污水中悬浮物、有机物和病原微生物的小型污水高级处置构筑物。化粪池的优点是构造简单,易施工,造价低,保护治理简便,能干耗,运转费用少等。

生态填料土地处理系统是将通过隔油池、化粪池、调节池等前处理的污水通过配水系统引入绿化单元下的土壤渗滤系统,利用土壤中的微生物、植物以及土壤的物理、化学特性将污水净化。其具有建设投资低、运转费用少、操作管理简便等特点。同时还能够利用污水中的水肥资源,将污水处理与绿化相结合,充分利用附属设施中规划的绿地,既减少了新增占地,又美化和