

目 次

美国《化学文摘》(CA)源

《中国核心期刊遴选数据库》收录

《万方数据 - 数字化期刊群》全文上网

《中文科技期刊数据库》原文收录

《CNKI 中国期刊全文数据库》全文收录

《中国学术期刊综合评价数据库》统计源

《CEPS 中文电子期刊服务》全文收录

江苏省环保专业工程师、高级工程师资格
评审认可

顾 问 陈蒙蒙 史振华 陈惠娟
任官平 高振宁 张铁恒
赵 挺 许纲熙 袁克昌

主 编 刘建琳

副 主 编 刘东霞 刘一帆

编 辑 俞学如 匡 萍 张 皓

主 办 单 位 中国环境科学学会
江苏省环境科学学会

编辑出版 《污染防治技术》编辑部

地 址 南京市凤凰西街 241 号

邮 政 编 码 210036

电 话 (025) 86505117 86557136

电 子 邮 箱 wrfzjs@vip.sina.com

网 址 www.jsses.org.cn

准 印 证 号 S(2017)00000161 号

印 刷 单 位 河海大学印刷厂

● 研究报告

四种水培植物对生活污水的净化效果比较研究

林 劲,郭炜超,王趁义(1)

有机废气处理之活性炭吸附与催化燃烧浅谈 汪 俊(4)

化工废水处理技术及其应用分析 顾峰华(7)

连云港市区饮用水水源地水体质量变化趋势的研究

张佩芳,单 璐,武建君(10)

石墨烯光催化技术在黑臭河道治理中的应用

邹胜男,郑 科,张华英,许 亮,陈 虹(12)

浅析工业污水处理厂次氯酸盐投加量对出水水质的影响

杨春艳(15)

某热电厂项目水土流失预测及防治措施研究

闵俊杰,余 寒(17)

环评过程中低热值煤电厂超低排放可行方案研究

戴明丽,王同成,朱心悦(22)

一种废乳化液处理设备简介 周宇航(27)

玉米秸秆热解特性研究 浮爱青,栾进华,胡 科(30)

● 环境监测

浅谈高效液相色谱法测定水质多环芳烃 杜晓锋,崔乃芸(33)

石墨炉原子吸收法与原子荧光法测定水中硒的比较

陈京京(38)

气相色谱法测定环境空气中乙腈和丙烯腈 陈科峰(41)

液液萃取 - 气相色谱法测定生活饮用水中一氯二溴甲烷

徐 畅(44)

顶空气相色谱 ECD 法快速测定土壤中 14 种挥发性卤代烃

蔡源兢,陈广银,夏 飞,姜 欣,夏圣斌(46)

启东市地表水水质自动监测现状与探析 杨天周(49)

泰兴市天地一体化环境监测系统建设初探

肖 亦,刘 振,李 斌,黄志民(52)

天地一体化系统在地下水环境监测中的应用

姚宇平,叶晓新(55)

昆山市微型岸基水质自动站系统构成与应用

邱 亮,孟 烨(58)

全自动电位滴定仪测定水中化学需氧量的方法探讨

陶 佳,邵红艳(62)

田湾核电外围辐射环境监测结果及分析 刘建茹(65)

浅谈移动通信基站电磁辐射环境监测的质量控制措施

李 爽(71)

● 环境管理

论苏南丘陵地区乡镇生态文明建设 任海鹏(74)

初探如何确保工业污染源普查质量 杨道林,蒋文涛,徐 榕(77)

泰州市绿色发展评估研究 袁 哲,奚璐璐(81)

完善交通事故引发突发环境事件应急管理机制的探讨

陈斌华(85)

金属构件行业危险废物产生源分析与环境管理要求 王明明(87)

长江经济带区域开发规划环评工作方法探讨——以江苏省沿江

地区的开发区规划环评为例 鲍春晖,辛玉婷,花 月(89)

● 工程实例

高压脉冲电凝 - Fenton 氧化 - 生化工艺处理戊基蒽醌生产废水

工程实例 汪佛松,冯 敏(94)

杏仁加工废水处理工程实例 汪孟波,李 鑫(97)

己唑醇废水的预处理工艺研究 顾春红,董庆华(99)

MAIN CONTENTS

Comparative study on the purification effects of domestic sewage by using four hydroponic plants	 LIN Shao, GUO Wei – chao, WANG Chen – yi (1)
Discussion on Organic Waste Gas Treatment by Activated Carbon Adsorption and Catalytic Combustion	 Wang Jun(4)
Analysis of Chemical Waste Water Treatment Technology and Its Application	 GU Feng – hua(7)
Investigation on the water quality change trend of drinking water source in Lianyungang	 ZHANG Pei – fang, SHAN Lu, WU Jianjun(10)
Application of Graphene Photocatalysis in Black Smelly River Regulation	 ZOU Shengnan, ZHENG Ke, ZHANG Huaying, Xu Liang, CHENG hong(12)
Effects of hypochlorite dosage on the effluent quality of industrial wastewater treatment plant	 Yang chun yan(15)
Study on the prediction and control measures of soil erosion in a thermal power plant	 Min – Junjie, Yu – Han (17)
A Feasible Proposal for Super Low Level of Air Pollutant Emission in Fired Power Plants With Low Calorific Value Coal During EIA	 Dai Ming – li, Wang Tong – cheng, Zhu Xin – yue(22)
A small – scale test for the removal of hypophosphite in electroplating wastewater	 Zhou Yuhang(27)
Study on Pyrolysis characteristics of the Corn Stalk	 Fu Ai – qing, Luan Jin – hua, Hu Ke(30)
Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by using High Performance Liquid Chromatography	 Du Xiaofeng, Cuinaiyun(33)
Comparison between GFAAS and AFS for the Determination of Se in Water	 Chen Jingjing(38)
Determination of acetonitrile and acrylonitrile in ambient air by using gas chromatography	 Chen KeFeng(41)
Liquid – liquid extraction – gas chromatography for the determination of chlorodibromomethane in drinking water	 Xu Chang(44)
Rapid determination of 14 kinds of volatile halogenated hydrocarbons in soil by using Headspace Gas Chromatography ECD	 Cai Haojing, Chen guangyin, Xia fei, Jiang xin, Xia shengbin(46)
The Current Situation and Analysis of Automatic Monitoring of Surface Water Quality in Qidong City	 Yang Tianzhou(49)
Construction of Environmental Monitoring System for Land and Air Integration in Taixing	 Xiao Yi, Liu Zhen, Li Bin, Huang Zhimin(52)
The application of the land – air integration system in groundwater environment monitoring	 YAO Yu – ping, YE – Xiao – xing (55)
Composition and application of micro shore – based monitoring station system in Kunshan	 Qiu Liang, Meng Ye(58)
Discussion on the Determination of chemical oxygen demand in water by using automatic potentiometric titration	 TaoJia Shaohongyan(62)
Results and analysis of Peripheral radiation environmental monitoring of Tianwan nuclear power station	 Liu Jianru(65)
Discussion on Quality Control Measures for Electromagnetic Radiation Environment Monitoring in Mobile Communication Base Stations	 LI Shuang(71)
The construction of rural ecological civilization in the hilly area of Southern Jinansu	 REN hai – peng(74)
How to ensure the general survey quality of industrial pollution sources	 YANG Dao – lin, JIANG Wen – tao, XU Rong(77)
Study on Evaluation of Green Development in Taizhou City	 YUAN Zhe, XI Luyi(81)
Discussion on perfecting the Emergency Management system of Environmental Emergency caused by Traffic Accidents	 Chen Bin – hua(85)
Source analysis and environmental management requirements for hazardous wastes in metal component industry	 WANG Ming-ming(87)
Discussion on the work method of EIA for regional development planning in Yangzi Economic Belt	 Bao chunhui, Xin yuting, Hua Yue(89)
A Project Case of Amylthraquinone Wastewater Treatment by High Voltage Electrocoagulation – Fenton Oxidation – Biological Process	 Wang Fo – song, Feng Min(94)
A Project Case of Almond Processing Wastewater Treatment	 WANG Meng – bo, LI Xin(97)
Study on Pretreatment Process of Hexazolyl Alcohol Wastewater	 GU Chun – hong, DING Qing – hua(99)

POLLUTION CONTROL TECHNOLOGY

(Bimonthly)

Founded in 1982

Vol. 31 , No. 2 (Ser. 141)

Published on Apr 20, 2018

Chief Editor

LIU Jianling

Sponsor

Chinese Society for Environmental Sciences

Jiangsu Society for Environmental Sciences

Editor The Editorial Office of Pollution Control Technology

Address 241 Fenghuang Xijie, Nanjing 210036, China

Telephone (025)86505117 86557136

Fax (025)86505117

E-mail wrfzjs@vip.sina.com

Publication No S(2017)00000161 号

· 研究报告 ·

四种水培植物对生活污水的净化效果比较研究

林 劭¹, 郭炜超², 王趁义²

(1. 宁波碧城生态科技有限公司, 浙江 宁波 315040;

2. 浙江万里学院 生物与环境学院, 浙江 宁波 315100)

摘 要: 由于人类过度的实践活动, 生活污水的过量排放导致水体富营养化, 其已经成为备受瞩目的问题。选取风信子、吊兰、水仙花和富贵竹4种常见观赏植物作为水培试验研究对象, 探讨这4种植物对生活污水(劣V类)中总氮(TN)、总磷(TP)、化学需氧量(COD_{cr})的去除和净化效果。结果表明, 在实验室静水栽培、寒冷的冬季条件下, 4种观赏植物都可以正常存活, 并有很好的净化能力, 对TN的去除率大小依次为水仙花>风信子>吊兰>富贵竹, 分别为66.8%, 65.8%, 73.5%, 59.5%, 净化效果明显; 对TP的去除率均到90%以上, 净化效果显著; 对COD_{cr}的去除率分别为57.51%, 49.05%, 60.19%, 44.06%, 达到预期的处理效果。研究结果能为利用城市观赏植物治理城市生活污水提供实验依据。

关键词: 水培植物; 静水栽培; 生活污水; 净化

中图分类号: X703

文献标识码: A

Comparative study on the purification effects of domestic sewage by using four hydroponic plants

LIN Shao¹, GUO Wei-chao², WANG Chen-yi²

(1. Ningbo Bicheng Ecological Technology Co. Ltd. Ningbo, Zhejiang 315040, China; 2. College of Department of Biology and Environment, University of Zhejiang Wanli, Ningbo, Zhejiang 315100, China)

Abstract: Due to excessive practical activities of human beings, huge discharge of domestic sewage leads to the eutrophication of water, which has become a high-profile issue. Four common ornamental plants of hyacinth, chlorophytum, narcissus and rich bamboo are selected as the test objects of hydroponics, and total nitrogen (TN) and total phosphorus (TP) removal efficiencies, the chemical oxygen demand (COD_{cr}) removal rate of the simulated sewage (bad V class) are the water purification indications. The results show that the four plants are normal and there is a good survival purification capacity under simulated conditions. The removal rate of total nitrogen followed by daffodils > hyacinth > chlorophytum > rich bamboo, which are 66.8%, 65.8%, 73.5%, 59.5%, in addition to lucky bamboo, the purifying effect was obvious; The removal of total phosphorus of water are more than 90%, the purifying effect is remarkable. The removal rates of COD_{cr} were 57.51%, 49.05%, 60.19%, 44.06%; removal rates are higher than non-treated control tests. The results can provide experimental basis for the use of urban ornamental plants to control water pollution by urban domestic sewage.

Key words: Hydroponic plants; Hydrostatic cultivation; Domestic sewage; Purification

引 言

随着全球城市化的不断发展, 城市生活污水排放量的日益增加, 其中水体中较高浓度的总氮、总磷和化学需氧量等是使水体富营养化、水质发黑变臭的重要原因之一, 已经严重影响到全国许多城镇饮用水的质量, 甚至危及人类的生活, 虽然传统的污水处理厂对控制水污染起到积极作用, 但是它的缺点也是显而易见的, 不仅运行费用高, 能耗大, 并且对N、P等营养物去除率也较低, 经处理后仍可

能引起富营养化问题。而对于一些小城镇, 住宅小区, 旅游景点等的污染治理, 更可以说是难上加难, 没有足够的费用、场地的限制、冬季寒冷季节的限制都成为生活污水处理的难处。如何高效、低成本

收稿日期: 2018-01-11

* 基金项目: 浙江省公益性技术应用研究计划(2015C32035)、宁波市科技惠民项目(2017C50010)资助

作者简介: 林 劭(1985—), 男, 浙江宁波人, 本科, 主要从事环境修复方面的研究。

地去除生活污水中的污染物总量,一直是该领域科研工作者致力研究的方向。

生物法作为解决环境污染的友好方法,近年来一直被广泛应用^[1],它包括植物法、微生物法和生物膜技术等。中国于 20 世纪 80 年代实施了以凤眼莲氧化塘为主的污水处理与利用生态工程,达到治污和增产双重效益。就国内外大量植物净化水质的研究成果显示,芦苇、凤眼莲和香蒲等植物都具有比较高效的净化污水能力,近年来的研究也都集中在这几种植物上^[2,3]。但这几类植物的重复利用途径少,大量长期堆放还可能引起二次污染。有些学者的研究兴趣转向了具有一定经济价值的水生经济植物,如空心菜、小葱、大蒜、青菜、西洋菜和黑麦草等^[3],胡绵好等^[4]研究了 6 种经济植物的净化能力和生物学特性,发现水雍菜处理效果最好,但其食用安全问题还有待研究。该研究从城市美化角度出发,选用 4 种城市常见的观赏植物,利用实验室模拟自然条件的方法,研究其对城市生活污水的修复净化能力,为面广量大的城市生活污水净化与修复提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选用常见的 4 种抗寒力强的观赏植物:水仙花(*Narcissus tazetta* L. var. *chinensis* Roem),风信子(*Hyacinthus orientalis* L.),吊兰(*Chlorophytum comosum*),富贵竹(*Dracaena sanderiana*)作为受试对象,均采集于当地花鸟市场。

城市生活污水为参照文献^[5],在实验室内通过添加一定量的淀粉、葡萄糖、尿素、碳酸氢铵、磷酸二氢钾、碳酸氢钠等配置而成,试剂均为分析纯,模拟生活污水水质指标如表 1 所示。

表 1 模拟生活污水的水质指标

项目	COD _{cr} / (mg · L ⁻¹)	TN/ (mg · L ⁻¹)	TP/ (mg · L ⁻¹)	pH 值
模拟废水	55.41	5.75	1.96	7.6

1.2 实验仪器与方法

主要仪器有:YXQ-75SII 高压灭菌锅(浙江新丰医疗器械有限公司),电子天平,微波 COD 消解仪,UV2800 紫外可见分光光度计等。参照文献^[6],pH 采用玻璃电极法,TN 采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法,TP 采用钼酸铵分光光度法,

COD_{cr}采用酸性重铬酸钾法。

1.3 实验设计

在实验运行初期,将买来的 4 种观赏植物根系用蒸馏水清洗,注意不要损坏根系,对 4 种观赏植物进行污水水培驯化 1 周,使其适应水生环境,观察这几种植物对实验废水的耐受性。然后将 500 mL 的供试水样注入 5 个玻璃水培容器中,将经驯化的植物移入 4 个水培容器,每个容器中分别植入等生物量的 4 种观赏植物,每容器种植 6 棵,以水刚浸没到根颈部为宜,光照须充足。同时另外再设 1 个无植物移栽的空白处理作为对照,并同步进行水体水质指标的测定。需要定期于每天下午 4 点取样并补充蒸馏水以弥补由于水分蒸发和植物蒸腾而丧失的水分,植物和对照处理均设置 2 个重复。实验在宁波冬季的 1 月至 2 月进行,每 8 d 为一个试验周期,在水培试验的第 0、8、16、24、32、40 d 分别取水样测定,实验过程中的平均温度为 5~7℃。

各指标的去除率按下列公式计算:

$$\text{去除率} = [(C_0 - C_t) / C_0] \times 100\% \quad (1)$$

式中: C_0 为试验开始时水体中的污染物浓度(mg/L); C_t 为第 t d 时水体中的污染物浓度(mg/L)。

2 结果与分析

2.1 水培观赏植物对污水中 TP 的净化效果分析

表 2 为各实验周期内每种水培容器中的 TP 浓度变化,从表 2 中可以发现,实验初期 TP 的浓度下降较快,3 个周期后则趋于缓慢,4 种选定植物对污水 TP 的去除率均在 90% 以上,其中水仙花的处理效果最好,其他植物也明显高于对照组。水体中磷的主要去除机制包括植物吸收、微生物同化作用、物理作用、化学吸附和沉淀作用,然后通过植物的收获而移去^[6]。由于实验周期短,污水中磷元素的减少量主要是植物的吸收以及植物表面附着的微生物对磷的同化作用,同时根系对颗粒态磷的滞留、根际微生物对有机磷的矿化吸收,对水生植物去除 TP 也有较大贡献^[7]。

表 2 不同观赏植物对污水中 TP 的去除效果 mg/L

试验周期	水仙花	吊兰	风信子	富贵竹
0	1.96	1.96	1.96	1.96
1	1.33	1.46	1.36	1.40
2	0.82	0.99	1.01	1.09
3	0.36	0.42	0.63	0.66
4	0.18	0.19	0.20	0.22

2.2 水培观赏植物对污水中 TN 的净化效果分析

4 种水培观赏植物对污水中 TN 的净化效果见图 1。由图 1 可知,随着处理时间的增加,对 TN 的去除效果逐渐提高,风信子、吊兰、水仙花和富贵竹对总氮(TN)的去除率分别为 66.8%, 65.8%, 73.5%, 59.5%, 都大于对照处理中 TN 的浓度变化,其中水仙花处理 TN 的效果最佳。而由于水温较低,对照组中的 TN 去除率很少变化。在水培植物净化污水系统中,植物组织及根际微生物吸收、根系滞留、根际周围硝化反硝化等作用植物去除 TN 的主要途径^[8]。

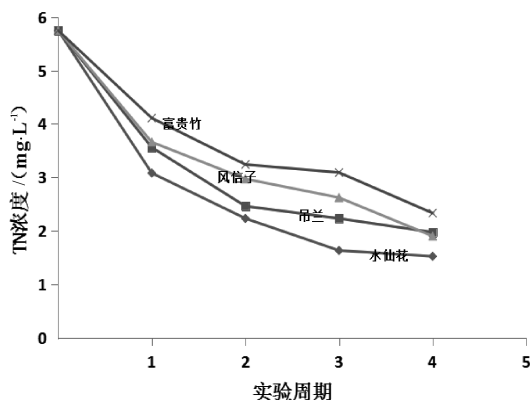


图 1 不同植物对污水中 TN 的净化效果

2.3 水培观赏植物对污水中 COD_{cr} 的净化效果分析

四种水培植物对污水中 COD_{cr} 的净化效果见表 3。由表 3 可知,随着处理时间的增加,水体中 COD_{cr} 浓度呈明显的降低趋势。风信子、吊兰、水仙花和富贵竹对水体中 COD_{cr} 的去除率分别为 57.51%, 49.05%, 60.19%, 44.06%, 其中水仙花处理 COD_{cr} 的效果最佳,而对照组中 COD_{cr} 的变化几乎为零。由于前期处理时间短,使得实验第一个周期所测量的 COD_{cr} 去除率,明显小于其他几个周期所测的去除率,随后由于污水中微生物的降解作用及自然沉淀等作用使 COD_{cr} 浓度持续降低。

表 3 不同观赏植物对污水中 COD_{cr} 的去除效果 mg/L

试验周期	水仙花	吊兰	风信子	富贵竹
0	55.41	55.41	55.41	55.41
1	48.18	50.18	47.96	50.14
2	30.21	44.51	38.25	45.26
3	28.12	39.29	29.66	35.26
4	22.06	28.23	23.55	30.99

3 结论

(1) 吊兰,水仙花,风信子,富贵竹 4 种水培观赏植物对于模拟生活污水都具有良好的净化能力,即使在冬季寒冷环境条件下,4 种植物都能很好的适应生活污水,受温度的影响不大,生长状况良好,叶片饱满,根系发达,生物量增加明显。

(2) 4 种水培观赏植物对生活污水的总氮 TN、总磷 TP 和化学需氧量 COD_{cr} 等具有不同程度的净化作用,其中,处理效果最好的是水仙花,其次是风信子,最后的是富贵竹;具体地讲,对于 COD_{cr},水仙花的处理效果最好,而对于 TN、TP,4 种植物都有很好的处理效果,相比较下还是水仙花胜出,水仙花强大的吸水能力是其处理效果好的原因之一。

(3) 利用观赏性植物修复城市生活污水,不仅达到去除水中污染物的目的,而且能收获一定的经济价值,做到美化城市的效果。但真正将此种技术运用到实际生活当中还需要深刻地研究时空问题以及植物的护理与修复之间的关系,一年四季交替使用不同的观赏植物不失为一种好方法。如能因地制宜,发展以水生观赏植物为核心的净化系统,在污水处理过程中利用从污水资源转化而来的生物能源和资源,将是一项非常有意义的工作。

[参考文献]

- [1] Sesha S V, Giridhar M. Treatment of urban sewage water using phytoremediation [C] // National Conference on Water, Environment and Society. 2017.
- [2] Hu M H, Ao Y S, Yang X E, et al. Treating eutrophic water for nutrient reduction using an aquatic macrophyte (ipomoea aquatica forsskal) in a deep flow technique system[J]. Agricultural Water Management, 2008, 95(5): 607-615.
- [3] Rui M S C, Margarida C V, Cristina L M. Effect of heat and thermosonication treatments on peroxidase inactivation kinetics in watercress (Nasturtium officinale) [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 72(1): 8-15.
- [4] 胡绵好, 奥岩松, 杨肖娥. 不同 N 水平的富营养化水体中经济植物净化能力比较研究[J]. 水土保持学报, 2007, 21(2): 147-150.
- [5] 肖志伟. 常温条件下复合式 ABR 反应器处理模拟生活污水实验研究[D]. 西安:长安大学硕士论文, 2006.
- [6] 常会庆, 寇太记, 乔鲜花, 等. 几种植物去除污染水体中养分效果研究[J]. 水土保持通报, 2009, 29(5): 118-122.
- [7] 汤显强, 黄岁樑. 人工湿地去污机理及国内外应用现状[J]. 水处理技术, 2007, 33(2): 9-13.
- [8] 罗固源, 卜发平, 许晓毅, 等. 生态浮床的去污效果与机理研究[J]. 四川大学学报: 工程科学版, 2009, 41(9): 108-113.

有机废气处理之活性炭吸附与催化燃烧浅谈

汪俊

(福州闽涵环境工程有限公司苏州分公司, 江苏 苏州 215000)

摘要:目前中国各地大气污染状况还不容乐观,尤其是有机废气污染。随着国家对大气环境污染越来越重视,相关的环保产业也随之不断壮大和发展,针对有机废气处理设备也呈现出多种多样,厂家也越来越多,各自也有各自的特点。对于客户来说,一般处理废气的原理可以理解,但是是否能够达到预期的处理效果,确有所顾虑。对于设计单位来说,怎样为客户提供一套既可靠又经济的处理设备才是关键。结合以往的实际工作经验和案例,此次浅谈就活性炭处理工艺与催化燃烧处理工艺,在设计与实际使用过程中遇到的一些问题和注意点进行探讨。

关键词:活性炭;吸附速率;催化燃烧;预热;升温

中图分类号:X701

文献标识码:A

Discussion on Organic Waste Gas Treatment by Activated Carbon Adsorption and Catalytic Combustion

Wang Jun

(Fuzhou Fujian Minhan Environmental Protection Engineering Co., Ltd. Suzhou branch, Suzhou City, Suzhou, Jiangsu 215000, China)

Abstract: At present, the air pollution in all parts of China is not optimistic, especially the pollution by organic waste gas. With the increasing emphasis on air pollution, the related environmental protection industry is also growing and developing. There are many kinds of organic waste gas treatment equipment, and more and more manufacturers have their own characteristics. For customers, the principle of general disposal of exhaust gas is understandable, but it is sure whether it can achieve the desired effect. For a design unit, it is the key to provide a set of reliable and economical processing equipment for the customer. Combined with past practical work experience and case, this paper discusses some problems and notices in the design and actual operation process of activated carbon process and catalytic combustion process.

Key words: Activated carbon; Adsorption rate; Catalytic combustion; Preheating; Heating up

1 有机废气处理工艺比选要素

常见的有机废气处理工艺有:活性炭/棉吸附、生物洗涤吸收、等离子、光催化氧化、冷凝回收、催化燃烧、热力焚烧等。但选择哪种合适有效的处理工艺,就需要根据实际情况进行工艺比选。

正常情况下,首先需要考虑废气中的污染因子、产生浓度、废气排放量,其次就是要考虑需要的去除效率,在了解上述两方面的基础上,再考虑采用何种工艺。但具体采用哪种工艺合适,还需要进一步对废气的温度、湿度、污染因子特性(熔点、沸点、易燃易爆性、水溶性、是否含有卤素、粘性)以及非有机性污染因子(如:颗粒物)等,做进一步的分析。同时也要兼顾处理工艺的安全性、经济性以及稳定性等。

2 活性炭吸附工艺

2.1 工艺原理及适用范围

活性炭是经过活化处理后的碳,其具备比表面积大,孔隙多的特点,使其具有较强吸附能力。颗粒碳比表面积一般可达 $700 \sim 1200 \text{ m}^2/\text{g}$,其孔径大小范围在 $1.5 \text{ nm} \sim 5 \text{ }\mu\text{m}$ 之间。其吸附方式主要通过2种途径:一是活性炭与气体分子间的范德华力,当气体分子经过活性炭表面,范德华力起主导作用时,气体分子先被吸附至活性炭外表面,小于活性炭孔径的分子经内部扩散转移至内表面,从

收稿日期:2018-03-05

作者简介:汪俊(1981—),男,江苏扬州人,工程师,学士,主要从事环境影响评价和废水废气处理工程等工作。

而达到吸附的效果,此为物理吸附;二是吸附质与吸附剂表面原子间的化学键合成,此为化学吸附^[1]。活性炭吸附一般适用于大风量、低浓度、低湿度、低含尘的有机废气。

2.2 影响吸附效果的因素

活性炭的吸附能力主要是受其本身的比表面积、孔隙大小、分子间力、化学键合成等因素影响;而在实际应用中,对活性炭装置的设计,关键是活性炭的过滤面积、过滤风速、活性炭的层厚。

活性炭过滤风速在《吸附法工业有机废气治理工程技术规范》(HJ 2026-2013)中,可以查到固定床吸附,采用颗粒状吸附剂气体流速宜低于 0.6 m/s,采用纤维状吸附剂气体流速宜低于 0.15 m/s,采用蜂窝状吸附剂气体流速宜低于 1.2 m/s;过滤面积即可根据处理风量和过滤风速计算得出。

碳层厚度的设计,就需要结合废气的产生浓度、去除效率、活性炭的更换时长等因素进行。一般会采用 2 种方式计算碳层厚度:一是,根据活性炭需要的更换周期,来确定活性炭的总的装填量,之后再根据过滤面积计算碳层厚度;二是,在考虑吸附箱尺寸大小、碳层风阻、过滤风速的情况下,依照经验直接选定一个厚度值。

以上设计基于活性炭的吸附速率为一个恒定值或者无限大到可忽略不计的情况下设计的。而实际中吸附速率目前还不能有效计算出,不同的碳、不同的过滤风速、不同的风压等等,都会影响碳层的速率吸附速率。

实际中影响碳层吸附速率的因素有:吸附质浓度、风压、温度、活性炭比表面积等等,各条件参数之间的关系可以表示为以下公司:

$$V = k \times C \times P \times S / (T \times v)$$

式中:V—吸附速率,C—废气浓度,P—废气压力,S—活性炭比表面积,T—废气温度,v—过滤风速,k—其他相关影响系数(暂还不明确,有待进一步实验总结)

如果能用公式或实验将吸附速率推到求出,可以根据气体流量、进气浓度和出气浓度,计算出废气在活性炭内所需的停留时间。

$$t = Q(C_{\text{进}} - C_{\text{出}}) / V$$

式中:t—停留时间,Q—进气量, $C_{\text{进}}$ —活性炭进口浓度, $C_{\text{出}}$ —活性炭出口浓度。

停留时间确定后,活性炭的厚度即可根据设计的过滤风速计算得出。

同样的条件下,一般活性炭层的厚度越厚,其去除效率也会越高,但实际应用中,为提高设备的经济性,通常要考虑碳层厚度不能无限制的加厚,因此对于活性炭层厚度的选择,需要根据去除效率要求和碳本身的吸附速率,进行有效设计计算。通过图 1 可以看出,(1)碳层厚度选择小,吸附速率慢,碳层就会容易被穿透,导致去除效率降低;(2)碳层厚度选择大,吸附速率快,碳层就不容易被穿透,碳可以长时间使用。

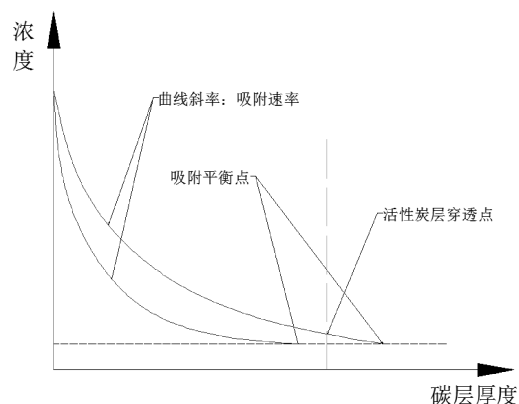


图 1 吸附速率关系图

3 催化燃烧工艺

3.1 工艺原理及适用范围

催化燃烧是利用贵金属催化剂降低废气中有机物的活化能,使有机物在较低的温度(一般在 250~300℃左右,不同成分的有机物,其催化燃烧温度不一样)下发生无火焰燃烧。其原理是废气经过催化剂时,先被吸附至催化剂表面,然后在一定的温度下发生催化燃烧,达到净化的目的。目前有机废气处理中常用的催化一般为蜂窝状钯金属催化剂和铂金属催化剂,催化燃烧方式有电加热和燃气加热,燃烧类型有直接催化燃烧(CO)和蓄热式催化燃烧(RCO)。催化燃烧一般适用于小风量、高浓度、高温的气态有机物,且废气中不能含有硫、铅、汞、砷及卤素等可使催化剂中毒的因子。^[2]

3.2 设计注意点

(1) 能耗:催化燃烧需要在一定温度条件下进行,对于低温气体就必须进行加热,风量越大其耗能越大,运行成本也就提高;因此选择此工艺时,在确保收集效率的前提下,尽可能降低排风量,这样既可提升排气浓度提升废气单位热值,又可降低风量降低能耗;同时也要考虑热将尾气中热量进行

回收。

(2) 设备开机预热:设计时设备预热应为动态,而非静态预热;初始预热阶段利用的气体一般为空气,而非废气,待系统达到设计温度后方可切换为废气。

(3) 安全:有机废气一般属于易燃易爆性气体,虽然浓度高可以回收利用有机物燃烧产生的部分热量,降低能耗,但在处理中必须将其浓度控制在爆炸限范围内。一般需要设置泄爆片、可燃气体探测器、应急排空阀、稀释阀、防火阀等。

(4) 热回收方式:在能耗可接受范围的情况下,小风量一般采用简管的列管直接热交换回收热;对于能耗超出接受范围的,大风量一般需要采用蓄热式催化燃烧,可提高热回收效率。

4 活性炭吸脱附与催化燃烧组合工艺

4.1 工艺原理

实际应用中,活性炭吸附与催化燃烧,两者除了可以单独使用外,也可以组合使用。组合使用主要利用两者之间具有互补性的特点:活性炭吸附适用于大风量、低浓度废气,催化燃烧适用于小风量、高浓度废气,且活性炭在高温下被吸附的有机物能够脱附出来^[3]。从另一个角度看,此组合工艺可视为活性炭的现场再生利用工艺,既减少了活性炭吸附饱和后的更换处置成本,同时定期的浓缩脱附也避免了因活性炭吸附饱和未及时更换造成的超标排放风险。

4.2 设计要点

随着催化燃烧废气处理中应用逐渐增多,相关技术也已趋于成熟。在设计方面,主要是以下几个关键点:一是加热热交换与尾气热回收热交换的设计,二是对催化剂填料层的设计和催化剂选型,三是对设备运行控制和安全控制设计。

4.3 设计注意点

目前气体加热、热交换、催化剂填料层的设计,都可以查阅相关资料进行设计计算,但将这些设备组合为一个系统进行设计,因各设备厂商之间存在市场竞争关系和技术保密,关键的设计计算还无法查阅。现就系统在实际工程使用中,发现的一些问题归纳如下。

(1) 活性炭升温 and 催化燃烧室升温控制。在使用脱附 + 催化燃烧时,应将催化燃烧室温度升至工作温度后,然后再对活性炭进行逐步升温脱附;而有些厂家设计在催化燃烧室的温度没有达到设

计温度时,就开始对活性炭进行升温脱附,此种情况造成脱附出的废气无法有效的经过催化燃烧室燃烧。

(2) 催化燃烧室预热。催化室预热时,未对流动的气流进行动态加热,而是对催化室内的空气进行静态加热,导致一旦废气进入催化燃烧室,其催化室温度急速下降,造成达不到催化燃烧的温度。

(3) 利用催化燃烧的热部分尾气作为活性炭脱附气体。催化燃烧的尾气温度较高,一般 300℃ 左右,为降低能耗,部分厂家设计是利用处理后的尾气作为脱附热气。活性炭的脱附温度只需要 80 ~ 90℃,利用尾气前必须先对尾气进行降温处理,若不能将温度降至设计范围,就会存在活性炭着火的风险;而且脱附产生的有机废气是浓缩废气,其浓度较高,与高温气体接触也会存在爆炸的风险。如果采用燃气加热,燃气燃烧产生的废气和燃气本身所含部分因子,也会对活性炭、催化剂造成不利影响;再有燃气使用若控制不好,天然气未燃烧直接进入催化装置,一旦点火也会发生爆炸,其风险相比电加热更大。

5 结束语

综上所述,对活性炭吸脱附与催化燃烧组合工艺,设计时应采取相应对策避免上述问题的发生,从安全角度考虑,加热系统采用电加热,对脱附气体采用新风,其安全系数更高;从经济角度考虑,一般采用燃气加热,脱附气体采用尾气;但最终采用何种方式还需现场具体情况来确定。若单独使用催化燃烧工艺,其不需要脱附加热,相应风险也比组合工艺会降低很多,至于采用哪种方式加热,也需要结合企业实际情况来确定。单独使用活性炭工艺,其运行存在主要风险是活性炭的更换周期,目前还没有简单有效的方法去确定,只能在设计时按照经验和计算参数给定一个建议值。

[参考文献]

- [1] 李守信. 挥发性有机物污染控制工程,第 1 版,化学工业出版社,2017,29 - 53.
- [2] 吴忠标. 实用环境工程手册,第 1 版,化学工业出版社,2001,314 - 322.
- [3] 周兴求. 环保设备设计手册,第 1 版,化学工业出版社,2004,392 - 421.

化工废水处理技术及其应用分析

顾峰华

(江苏海丰新材料有限公司, 江苏 启东 226200)

摘 要: 社会经济的快速发展使得当前的化工企业也得到了较快的发展, 现阶段中, 化工园区在发展的过程中, 通常情况下入驻的相关企业都存在有规模相对较小以及技术含量较低等方面的问题。这些企业主要从事的是农药和医药以及化肥等行业, 而企业在进行产品生产和废水处理的时候, 其工艺水平相对不高, 使得化工废水中会存在有较多的有机有毒物质, 而这些废水也同时具有水量和水质情况变化较大的特点, 并且有毒物质的含量也较多等方面的特点, 使得这些废水在处理的时候, 存在一定难度, 这就需要加强对化工废水处理技术及其应用的重视和不断完善。

关键词: 化工; 废水处理; 技术; 应用分析

中图分类号: X742 **文献标识码:** A

Analysis of Chemical Waste Water Treatment Technology and Its Application

GU Feng - hua

(Jiangsu SewinNew Materials Limited, Qidong, Jiangsu 226200, China)

Abstract: The rapid development of the social economy has led to the rapid development of the current chemical enterprises. At the present stage, the related enterprises that are usually located in the chemical parks have the problems of relatively small scale and low technical level. These enterprises are mainly engaged in the industries of pesticides and medicine and fertilizers, while the industrial quality of the wastewater is relatively different and the level of the wastewater is relatively low when the wastewater is produced and treated with high toxicity. It is difficult to treat these wastewater, so it needs to pay more attention to chemical wastewater treatment technology and its application.

Key words: chemical industry; Wastewater treatment; Technology; Application analysis

在中国化工行业不断发展的情况下, 化工废水在治理方面的问题已经逐渐成为社会发展中需要解决的重要问题, 也需要企业在发展的过程中以及环保部门加以重视, 化工废水本身含有较多的盐分和可溶性有机污染物等物质, 在一般情况下, 使用物理化学的方式对这些废水加以处理的时候, 其效果不够显著, 并且处理的成本也较多, 同时在对这些工业废水加以具体处理的时候, 也会造成二次污染情况的发生, 因此, 生物处理技术逐渐成为化工废水处理的重要发展方向。在对化工废水处理技术研究的时候, 需要对化工废水处理工艺实施必要的补充和完善, 对其中存在的不足加以解决, 促使化工废水处理技术更加具有现实意义。

1 化工工业废水的特点

水资源是人类生存和发展过程中所需要的必要资源, 也是人们生活过程中的重要资源, 而水质

的本身具有一定程度上的复杂性, 水中包含有多种副产物, 这些副产物对水质具有一定程度上的影响, 在人们进行生活用水的时候, 其水质问题也是人们关注的重要问题。

在化工工业发展的过程中, 其化工相关原料的组成部分主要是由和溶剂相似的化合物所构成的, 这些化合物存在一定的复杂性和多样性的特点, 使得化合物在处理的时候, 其处理难度是相对较大的, 并且在化工废水中, 其有毒物质的量也呈现出不断增加的现象, 包含有硝基化合物和卤素化合物等等有毒物质, 这些化工原料在水中进行有效分解之后, 其能够形成含有毒性性质的物质, 这些物质对人体的健康具有严重威胁, 也会对人们所处的生存环境造成一定影响。

收稿日期: 2018-02-09 修订日期: 2018-03-13

作者简介: 顾峰华(1983—), 江苏启东人, 工程师, 主要从事环保工程技术及环保管理工作, 已公开发表论文2篇。

化工废水是极其复杂的,废水中的污染物的含量相对较高,化工废水的有毒物质也在不断增加,就会造成水资源被污染之后,出现色度加深的情况。化工废水中存在的污染物质相对较多,化工废水在处理的时候,如果在化工废水中所含有的有毒物质出现增加的现象,这些化合物可能会出现分解的情况,使得其逐渐形成有毒的物质,对人体健康具有一定威胁,也对人们的生活环境产生负面影响。因此,化工废水在处理的时候,其处理工序较为复杂,化工废水中的污染物质的含量也是比较高的,其中的有毒物质容易使得水质出现变质的情况^[1]。

化工废水主要是化工企业所排放的工业废水,而其接收到的生活污水是相对较少的,其接纳的化工污水的水质和接纳污水量等方面的变动幅度相对较大,在污水进入污水处理厂加以处理的时候,其污水的成分相对复杂,并且含有的有机物以及有毒物质含量相对较高。最后,经过化工企业预处理,其化工企业的废水相关指标虽然合格,但是其污水的后续处理明显存在较大的困难。

2 化工废水处理的方法

化工废水处理存在一定的危险性和一定难度,水中的污染物主要包含有难生物降解又有毒性的废水和能够进行生物降解处理没有明显毒性的废水以及容易处理和危害性较小的废水等,根据化工废水处理的相关原理和技术,在进行废水处理的时候,主要将废水处理方式分为物理法和化学法以及生物法等方法。

首先是物理法,在使用物理方法对化工废水加以处理的时候,主要是将废水里的不溶性悬浮颗粒物等物质进行分离处理,其主要是使用筛网与格栅的方式对其中的细小悬浮物等加以去除处理,随后使用沉淀法的方式对其中的无机砂粒以及具水大的悬浮有机物和生物污泥等去除处理。气浮法主要是将其中密度要比水低的细颗粒等物质进行分离处理,使用离心分离的方式能够对其中不同质量的悬浮物等物质加以分离处理^[2]。

其次是化学法,化学法的处理方式主要是对含有重金属以及酸和碱等物质的废水加以处理的主要方式,其在对废水处理的时候,包含有重金属的废水通常是来源于酸性矿水或者工业废水等,这些废水在加以处理的时候,主要是使用氧化还原法以及硫酸盐与硫化物沉淀法为主的化学沉淀法等方式加以处理,而在对酸碱废水处理的时候,通常使

用中和法的方式对其中的酸碱物质去除。在具体处理的过程中,首先需要使水质均化以及对其水量加以调节处理。由于污水处理相关工厂在进行化工污水接受的时候,其污水水质和接纳污水量等方面的波动是相对较大的,其也就容易对污水处理设备功能的发挥等方面产生不利影响,甚至在严重的时候,也会造成污水处理设备出现损坏的情况。水质和水量的波动现象的出现,会使得污水处理过程参数的控制更加困难,使得处理的稳定性有所降低和破坏,这就需要实施必要的水质均化以及水量调节。主要是将其汇入到调节池中加以处理。

化学法的处理方式其次也需要对污水中所包含有的油状有机物隔除处理。化工废水中含有的非水溶性油状有机污染物等物质的量是较多的,而这些油状有机物也能够对生物膜的表面或者活性污泥颗粒表面等产生强有力的吸附力,并且能够对好氧生物加以隔绝处理,使得其得到获得氧气的方式,从而使得其活性能够得到必要降低,促使其逐渐失去活性,对污水处理的效果产生影响,其具体处理的方式是使用隔油池对油状有机物去除处理,同时,也需要对污水在隔油池中实施必要的沉淀处理,对其中所含有的可沉淀物加以去除,对污水处理过程中后续处理的药剂用量有效降低,节约成本。再次,气浮工艺处理,气浮的主要原理是使用气泡发生设备促使污水池中所具有的较多高度分散的微小气泡使得污水当中的悬浮物被黏贴吸附,在气泡上升到水面的时候,对其分离处理,其分离的对象是细微固体悬浮物和油类悬浮物等物质。加压溶气气浮工艺是气浮处理方式中较为传统的处理工艺。最后是混凝工艺。混凝工艺主要是将某些物质放置入污水中,在这些物质经过必要化学物质处理之后,或者对这些物质物理作用处理之后,促使污水中所含有的悬浮物质以及其他不容易出现沉淀的物质等成为较大的颗粒之后对其分离处理,在进行化工废水处理的时候,混凝工艺通常要和沉淀工艺和气浮工艺等废水处理方式联合应用处理,也为了促使混凝的效果能够得到必要提升,在混凝剂进行选择的时候,主要是进行符合混凝剂的选取,而不是进行单一的混凝剂选取。

最后是生物法,在使用生物法对废水处理的时候,主要是使用微生物有机物实施氧化以及分解的方式进行,促使其能够更加具有稳定性的特点,随后对其进行废水处理。在进行生物法具体处理的时候,首先需要使用水解酸化工艺的处理方式,水解酸化就是将厌氧的反应控制在酸化处理的阶段,

在这一过程中,主要是将某些大分子并且难以降解的有机物进行小分子转化,促使其在转化为小分子有机物之后更加容易讲解,对化工废水的可生化性有效改善,同时也为化工废水的后续处理进行更加有利的条件创造,水解酸化在常温下就可以进行运行,其适应性是相对较强的,耐 COD 负荷变化,pH 的适应范围是相对比较广泛的,其在具体运行的过程中,启动的速度较快,并且其运行也具有较高的稳定性,水解酸化—好氧工艺在进行具体运用的时候,主要是在工业废水处理的过程中加以应用,其在对适当的运行条件加以控制之后,就能够取得更加有效的应用效果。其次,是 A/O 工艺,A/O 工艺在进行化工工业废水处理的时候,其中相关的试验研究表明,在具体处理过程中,选用较为恰当的 A 段和 O 段 HRT,对其中的碱度、回流比等相关条件有效控制之后,能够促使其实现 COD、色度等方面的全面达标,并且促使 TN 能够在一定程度上去除处理,也为化工废水在进行生化处理的时候,对其进行较为可行的技术路线提供。最后还包含有 PACT 工艺,这一工艺主要是向活性污泥系统中进行粉末活性炭等物质混合处理,这一方式由于其具有较高的经济性和处理效率较高等优势,逐渐在工业废水中的应用广泛,其在进行废水处理的时候,主要使得石油化工以及有机化工等加以处理。

3 化工废水的处理工艺

3.1 化工废水的物化处理工艺

化工废水的物化处理的时候,主要是进行水质均化处理,并且对其水量进行必要调节,促使污水处理厂能够对水质和水量的变化加以观察,并且对其变化的幅度有效处理,水质和水量的剧烈变化对污水处理技术的实施具有不利影响,同时也会对污水处理的效果造成负面作用。这就需要对污水进行集中处理,对其水质均化以及水量加以调节之后正式开始处理污水。随后是进行隔除油状有机物工序。化工废水的大量有机物质不溶于水就需要去除处理,并且对污水沉淀之后,促使其其中沉淀物的含量有效降低,使得其后续处理的药剂用量等有所减少。再次是气浮工序和混凝工序以及微电解工序,其主要是在使用气浮工具之后,促使大量吸附水中悬浮颗粒升至水面之后进行分离处理。混凝工艺主要是指在污水中添加混凝剂,使得水中悬浮物或者其他不易沉降的物质凝聚之后便于分离。微电解工序主要是根据氧化还原反应和絮凝等方法对水中污染物加以去除处理^[3]。

3.2 化工废水的生化处理工艺

化工废水的生化处理的时候,主要使用水解酸化工艺和 A/O 工艺以及 PACT 工艺等。水解酸化主要是在对微生物控制的基础上,将其中存在的一些大分子加以讲解处理,同时将其中的有机物转化为容易讲解的小分子有机物,使得废水的生物利用度等得到必要提升,也为其后续的处理提供更加有力的条件。水解酸化工艺具有相对较强的适应性,其存在启动快和运行较为稳定等方面的特点,能够在常温下运行,水解酸化—好氧工艺是化工废水处理的主要方式,只有对其运行条件加以控制,才能够促使其处理效果更加显著。A/O 工艺主要是通过串联使用缺氧环境和富氧环境等,利用微生物能够将水中的悬浮物质变为有机酸,促使其中的大分子有机物分解为小分子,使得污水中包含有的含氮有机物实施必要的脱氮处理,促使污水的色度等方面达到合格标准,污染物含量的降低,使得废水生物可利用度能够得到必要提升。PACT 工艺在具体应用的时候,其主要原理是对活性炭粉末加以应用,其能够对污水中有机物产生一定程度上的吸附作用,从而去除废水中包含有的污染物。这一工艺本身具有成本相对较低以及操作简单的特点,应用范围相对较广^[4,5]。

4 结束语

化工废水处理之后,其具有较为显著的应用价值,能够对中国当前较为紧张的水资源利用局面加以环节,促使水资源的利用效率能够得到必要提升,在化工废水处理的时候,需要对化工废水处理的传统工艺方面的关注加强,使得化工废水处理工艺的使用更加适当,并且能够对化工废水处理工艺进行必要的补充和完善,指出其中存在的问题,不断对化工废水处理工艺的相关内容加以优化处理,促使化工废水处理技术以及应用对当前中国经济发展具有更大的现实意义和价值,也能够促使水资源的回收利用得到更加有效的处理,促进中国能够实现可持续发展。

[参考文献]

- [1] 吕茂盛,胡连生. 精细化工废水处理技术及控制对策[J]. 生物化工, 2017, 3(06): 67-68.
- [2] 陈珊珊. 精细化工废水处理技术及控制对策分析[J]. 当代化工研究, 2017(04): 6-7.
- [3] 吴智仁,蒋素英,谢 菁,等. 一种处理化工废水的氧化剂及其制备方法[P]. 江苏:CN105906073A, 2016-08-31.
- [4] 吴聪慧,王彬浩,虞奕丹,等. 氟化工废水处理系统中活性污泥的耐毒性及微生物群落结构特征分析[J]. 环境科学学报, 2017, 37(03): 962-970.
- [5] 陈毅忠. 一种化工废水的处理方法[P]. 江苏:CN105481091A, 2016-04-13.

连云港市区饮用水水源地水体质量 变化趋势的研究

张佩芳, 单璐, 武建君
(连云港市环境监测中心站, 江苏 连云港 222001)

摘要:以连云港饮用水源地为研究对象,对两个监测点位水体的水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮进行监测,分析其浓度水平及2015年至2017年三年间变化趋势。

关键词:饮用水源地;水质参数;变化趋势

中图分类号:X824 文献标识码:A

Investigation on the water quality change trend of drinking water source in Lianyungang

ZHANG Pei-fang, SHAN Lu, WU Jianjun
(Lianyungang Environmental Monitoring Center, Lianyungang, Jiangsu 222000, China)

Abstract: Taking Lianyungang drinking water source as the case five parameters at two monitoring sites, including water temperature, pH, dissolved oxygen, permanganate index and ammonia nitrogen were monitored. The change trend of the parameters during the three years from 2015 to 2017 were analysed in this paper.

Key words: drinking water source; water quality parameters; change tendency

连云港市市区饮用水源地自2014年8月起由蔷薇河改为沭新渠^[1],沭新渠的水主要来之由宿迁市进入连云港市的淮沭新河。该研究选取连云港市淮沭新河的源头沭新闻与连云港市市区饮用水水源地沭新渠两个地点,对水体的水温、pH、溶解氧、高锰酸钾指数、氨氮环境因子进行研究,分析其浓度水平及2015年以来的变化趋势,以期为其具名的饮用水安全提供保障^[2]。

1 环境因子变化规律研究

1.1 水温

2015年至2017年近三年沭新闻与沭新渠水体的水温变化趋势见图1。沭新闻与沭新渠3年的最高温皆出现在8月及其附近,最低温出现在2月及其附近。沭新闻最高温分别为28.2℃,31.0℃和30.1℃,最低温分别为7.5℃,5.0℃和8.8℃;沭新渠最高温分别为32.8℃,31.2℃和30.8℃,最低温分别为4.4℃,2.0℃和4.5℃。两个监测点的水温变化趋势一致。

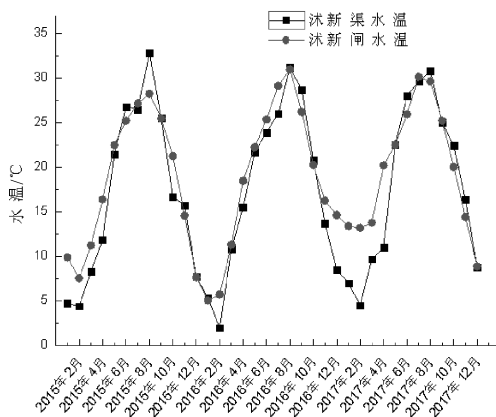


图1 2015—2017年沭新渠与沭新闻水温变化情况

1.2 pH

2015年至2017年近三年沭新闻与沭新渠水体的pH变化趋势见图2。沭新闻与沭新渠3年的

收稿日期:2018-01-05 修订日期:2018-01-24

作者简介:张佩芳(1986—),女,湖北武汉人,硕士研究生,主要从事环境监测工作。

pH 均在 7~9 之间,波动较平稳。近 3 年沐新渠 pH 皆满足地表水Ⅲ标准要求。

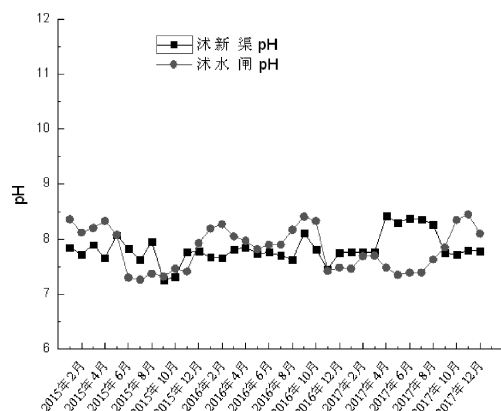


图2 2015—2017 年沐新渠与沐新闸 pH 变化情况

1.3 溶解氧

2015 年至 2017 年近 3 年沐新闸与沐新渠水体的溶解氧变化趋势见图 3。沐新闸 2015 年溶解氧最高值为 12.14 mg/L, 出现在 10 月, 最低值为 6.61 mg/L, 出现在 5 月; 2016 年溶解氧最高值为 11.81 mg/L, 出现在 2 月, 最低值为 4.57 mg/L, 出现在 7 月; 2017 年溶解氧最高值为 10.25 mg/L, 出现在 12 月, 最低值为 3.62 mg/L, 出现在 7 月。沐新渠 2015 年溶解氧最高值为 9.31 mg/L, 出现在 5 月, 最低值为 5.37 mg/L, 出现在 9 月; 2016 年溶解氧最高值为 10.2 mg/L, 出现在 12 月, 最低值为 6.1 mg/L, 出现在 8 月; 2017 年溶解氧最高值为 8.6 mg/L, 出现在 3 月, 最低值为 5.8 mg/L, 出现在 10 月。近 3 年沐新渠溶解氧都大于 5 mg/L, 皆满足地表水Ⅲ标准要求。

通过以上分析,可以看出溶解氧在夏季时候较低,在冬季时较高,这是因为一方面温度越低水体中氧的饱和浓度越高;另一方面温度越高,水体中 BOD 分解速率越快,好氧越多。

1.4 高锰酸盐指数

2015 年至 2017 年近 3 年沐新闸与沐新渠水体的高锰酸盐指数变化趋势见图 4。沐新闸 2015 年、2017 年高锰酸盐指数最高值分别为 5.12 mg/L 与 6.42 mg/L, 皆出现在 7 月份, 高锰酸盐指数最低值分别为 3.67 mg/L 与 3.38 mg/L, 皆出现在 5 月份; 沐新渠 3 年高锰酸盐指数波动不大, 在 3.1~5.4 mg/L 之间, 都小于 6.0 mg/L, 满足地表水Ⅲ标准要求。

高锰酸盐指数波动较小主要是因为其受溶解

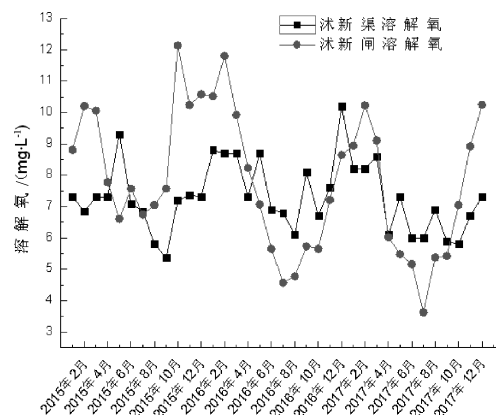


图3 2015—2017 年沐新渠与沐新闸溶解氧变化情况

氧与水体流量共同影响,溶解氧越高、流量越大,高锰酸盐指数越小,而沐新闸与沐新渠在夏季时溶解氧较小,流量较大,而冬季则相反,从而导致高锰酸盐指数波动并不大。

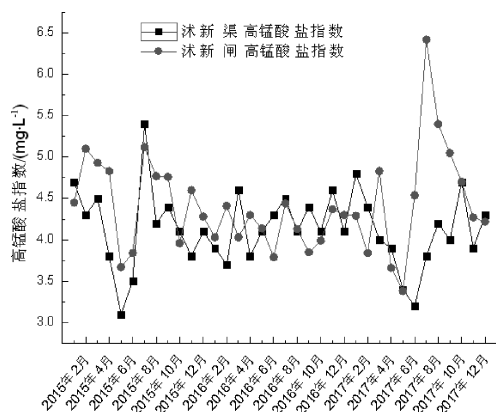


图4 2015—2017 年沐新渠与沐新闸高锰酸盐指数变化情况

1.5 氨氮

2015 年至 2017 年近 3 年沐新闸与沐新渠水体的氨氮变化趋势见图 5。

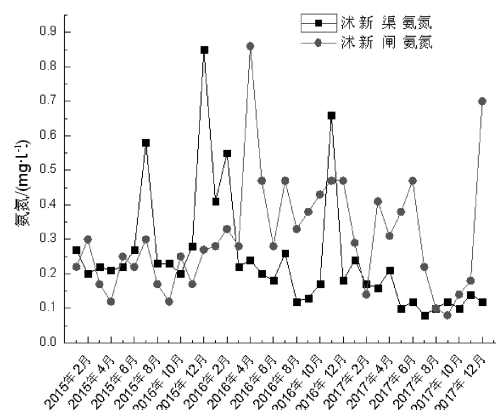


图5 2015—2017 年沐新渠与沐新闸氨氮变化情况

(下转第 21 页)

石墨烯光催化技术在黑臭河道治理中的应用

邹胜男¹, 郑科², 张华英², 许亮³, 陈虹³

(1. 江阴秋毫检测有限公司, 江苏 江阴 214400; 2. 江阴市环境监测站, 江苏 江阴 214400;
3. 江阴双良石墨烯光催化技术有限公司, 江苏 江阴 214400)

摘 要:黑臭河道整治是“263”专项行动的内容之一,南段河是一条典型的水质为劣V类黑臭河道,颜色发黑,散发臭味。光催化网由光敏材料、载流子高效转移石墨烯材料和具有量子尺寸效应的光催化材料组成,共同构建可见光红外响应的复合层状光催化材料系统。用石墨烯光催化技术对其进行治理,在布网一个月内,溶解氧明显上升,最高达10.0 mg/L,其他污染因子如氨氮、总磷、高锰酸盐指数等浓度均迅速下降,前10 d去除率分别达47.3%、79.5%、45.6%。水质由原来的劣V类接近Ⅲ,河水颜色也变清澈。石墨烯光催化技术作为新型的水处理技术,对黑臭河道的治理具有明显的作用。

关键词:石墨烯光催化;黑臭;溶解氧;污染因子

中图分类号:X522 **文献标识码:**A

Application of Graphene Photocatalysis in Black Smelly River Regulation

ZOU Shengnan¹, ZHENG Ke², ZHANG Huaying², Xu Liang³, CHENG hong³

(1. JiangYin QiuHao Testing Co., Ltd, JiangYin, Jiangsu 214400, China;
2. JiangYin Environmental Monitoring Station, JiangYin 214400, China;
3. JiangYin Shuangliang Graphene Photocatalytic Technology Co., Ltd, JiangYin, Jiangsu 214400, China)

Abstract: Stench river regulation is one of the elements of the special action “263”, the southern section of the river is a typical water quality of lower than Level V black smelly river. The photocatalytic network consists of a photosensitive material, a highly efficient carrier – graphene graphene material and a photocatalytic material with a quantum size effect to form a composite layered photocatalytic material system for visible light infrared response. As Graphene photocatalysis was used to treat it, The dissolved oxygen increased significantly up to 10.0 mg / L within one month after the net was laid down. The concentrations of other pollution factors such as ammonia nitrogen, total phosphorus and permanganate rapidly decreased. The removal rates in the first ten days were 47.3%, 79.5% and 45.6%, respectively. Water quality from the original Level V to Level III, the color of the water has become clean and clear. As a new type of water treatment technology, graphene photocatalysis has obvious effect on the regulation of black – smelly rivers.

Key words: Graphene photocatalysis; Stench; Dissolved oxygen; Pollution factor

2015年国务院发布的《水污染防治行动计划》(简称“水十条”)对黑臭水体问题提出明确要求,到2020年,中国地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内;到2030年,城市建成区黑臭水体总体得到消除^[1]。2017年治理黑臭水体作为江苏省政府《关于印发<“两减六治三提升”专项行动方案>的通知》^[2]的专项整治内容之一,突出了黑臭水体污染的严重性和治理的必要性。河道黑臭主要是过量纳污导致水体供氧和耗氧失衡的结果,水体缺氧乃至厌氧条件下污染物转化并产生氨氮、硫化氢、挥发性有机酸等恶臭物质以及铁、锰

硫化物等黑色物质^[3]。国内学者普遍以溶解氧(DO)指标作为界定水体是否黑臭的基本标准。认为水体中当DO < 2.0 mg/L时,表示出现黑臭^[4]。目前已有多种方法整治黑臭河道,如清淤换水、生物净化、生态修复^[3,5-8]等。清淤换水在短时段内可以改善河道的整体水平,但在数月后底泥释放量就会恢复甚至超过原来的水平^[6],无法

收稿日期:2018-01-17 修订日期:2018-01-30

作者简介:邹胜男(1984—),女,江苏常州人,工程师,硕士研究生,主要从事环境监测相关工作。

根治黑臭的本质。生态净化和生态修复由于黑臭水体受污染情况复杂,单用一种修复方法往往不能达到理想的效果^[6],因此更多的是生物、生态组合修复技术,但由于组合复杂,如何将这些技术组合起来,各单项技术进行优化和筛选费用较高,实施起来受到一定的限制。

石墨烯光催化技术作为最新的技术应用于黑臭水体的治理,传统的生态化改造需要通过曝气复氧技术提高水体的溶解氧。该工程中使用的石墨烯光催化氧化技术特性之一是大幅度提高溶解氧;该技术无动力需求且无需添加化学药剂或生物菌种,故是一种零能耗、零污染的新型环保技术。该石墨烯光催化氧化技术特性之二是能直接氧化分解水中的污染物。利用该技术处理黑臭水体,有以下优势:(1) 系统无动力装置,运行

费用低;(2) 施工及维护简便;(3) 可短时间快速布置于大面积水域;(4) 系统启动速度快,15~20 d 就能使水质发生明显变化;(5) 耐污、耐候性强,使用寿命长。

1 试验概况

1.1 试验河道概况

南段河位于江阴某小区附近,全长 1 000 m、宽 10 m、水深 1.5~2.5 m。上游 500 处是乡镇垃圾转运站,水质呈灰黑色,且散发臭味。由于多年污水的排入,南段河道水质污染严重,处于地表水劣 V 类水平(《地表水环境质量标准》),丧失自净能力,水体发黑发臭。该研究采用石墨烯光催化网对河道进行整治,为黑臭河道的治理提供依据和支持。

表 1 原始水质一览表

河道断面	溶解氧 /(mg · L ⁻¹)	氨氮 /(mg · L ⁻¹)	总磷 /(mg · L ⁻¹)	高锰酸盐指数 /(mg · L ⁻¹)	氧化还原电位 /mv	透明度 /cm
北	0.30	3.04	0.56	11.0	53	455
中	0.15	4.07	0.65	12.4	-86	35.2
南	0.00	4.36	0.78	12.6	-127	20.5

从表 1 中看出,溶解氧、氨氮、总磷的值均属于劣 V 类水质,尽管高锰酸盐指数还在 V 类的范围内,从数据来看也已经很高;从城市黑臭水体分级看溶解氧在 0.2 mg/L 以下,属于重度黑臭水体,透明度、氧化还原电位和氨氮均属于轻度黑臭水体。

1.2 工程概况

石墨烯光催化网由光敏材料、载流子高效转移石墨烯材料和具有量子尺寸效应的光催化材料组成,共同构建可见光红外响应的复合层状光催化材料系统。

该研究主要对 600 m 的河道进行治理,在该范围内进行截污。于 2016. 10. 16 开始在河道内布网。

石墨烯光催化网布设:将石墨烯光催化网布设于水下 10 cm 处,每块网长 3.5 m,宽 1.35 m,20 张网连成一条,网之间用聚乙烯绳连接,两头用木桩固定,用红色浮标标记。

1.3 水质监测方法

水质监测断面:在河道南、中、北处各设置一个监测断面。监测溶解氧、氨氮、总磷、高锰酸盐指

数、透明度和氧化还原点位。

溶解氧用手提式 9250 型溶解氧测定仪现场测定,透明度采用赛氏盘测定,高锰酸盐指数《水质 高锰酸盐指数的测定》(GB/T 11892-1989)测定,氨氮用《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 535-2009),总磷用《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》(GB/T 11893-1989),氧化还原电位用电极法《水和废水监测分析方法》(第四版增补版 国家环境保护总局 2002 年) 3.1.10 方法进行测定。

2 结果与讨论

2.1 溶解氧

石墨烯光催化网的优点就是启动速度快,对于水质最明显的改善就是溶解氧的上升。从 2016 年 10 月 16 日布网后,运行一个月三个断面的溶解氧变化图如图 1 所示。

布网前后 3 d,溶解氧数据变化不明显,与未处理前没有明显的变化,从第 5 d 开始,溶解氧迅速上升,到第 8 d 时北断面溶解氧达 3.38 mg/L,在布网的一个月的时间内,溶解氧一直处于上升趋势,

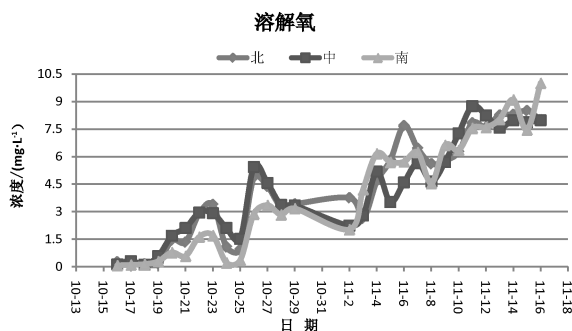


图1 布网后一个月溶解氧变化情况

从最初的 0.07 mg/L 达到最高的 10.0 mg/L。石墨烯光催化网通过光触发光敏材料在水溶中产生光敏材料自身特有的可见光响应异质间高效量子转移的“电子波”, 触发水中氧原子, 从而使水中溶解氧恒定的增加。对于水中的污染物质, 溶解氧是不可或缺的因素, 好氧微生物在溶解氧充足的情况下才能将有机物转化为无机物, 净化水质。

2.2 氨氮、总磷和高锰酸盐指数

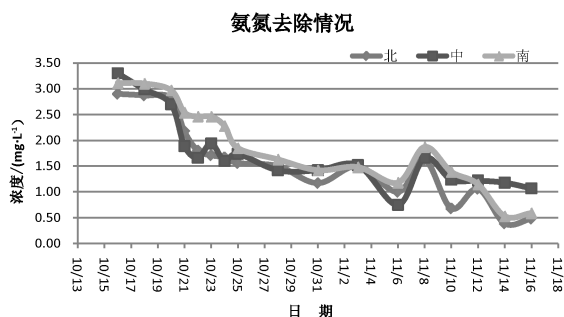
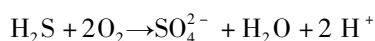
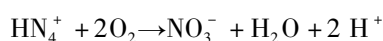
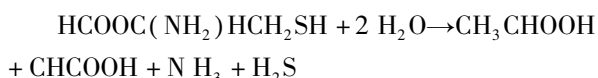


图2 布网后一个月氨氮浓度变化情况

一般黑臭水体, 有机物好氧分解使得水体中耗氧速率 > 复氧速率, 造成水体缺氧。在缺氧水体中, 产臭过程会与致黑同步, 丁琦等^[9]通过试验研究发现, 水体发臭主要为含硫、氮等有机物分解时逸出的 H_2S 和 NH_3 等所致。随着水体中溶解氧的升高, 在好氧条件下, 水体中的硝化细菌将氨氮转化成硝态氮, 从而使氨氮浓度降低, 硫化细菌将 H_2S 转化成硫酸盐, 减少水质发黑的硫及其化合物, 致使水质变清澈。反应式如下:



布网后 10 d, 水中氨氮浓度下降速度明显, 去除率达 47.3%, 布网 30 d, 氨氮去除率达 83.0%。氨氮作为黑臭河道的特征因子之一, 在无新污染源增加的情况下, 石墨烯光催化网对其有较明显的去除效率。

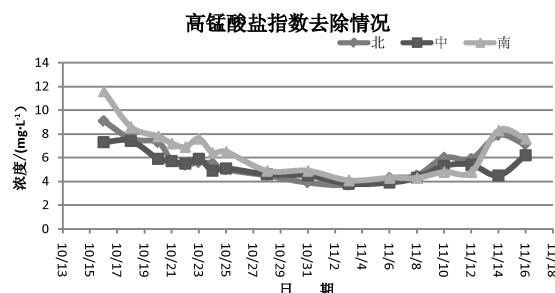


图3 布网后一个月高锰酸盐指数浓度变化情况

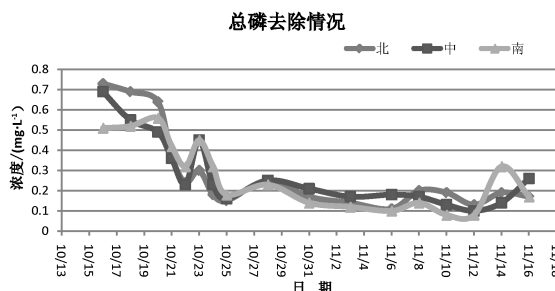


图4 布网后一个月总磷浓度变化情况

黑臭河道水体中磷污染严重, N/P 值较低^[10]。黑臭河道治理的首要目的是消除黑臭, 但是治理后的磷仍处于相对较高的水平^[11], 从图 3 和图 4 可以看出, 总磷和高锰酸盐指数浓度下降趋势一致。布网后 10 d, 这二种污染因子下降速度明显, 高锰酸盐指数去除率达 45.6%, 总磷去除率达 79.5%。后 10 d, 高锰酸盐指数和总磷的浓度稍有下降, 但下降趋势趋于平稳, 水质基本达地表水Ⅲ类水质。这是由于在好氧条件下, 高浓度的总磷在好氧聚磷菌和有机物(高锰酸盐指数)的作用下, 将所摄取的磷合成聚磷酸盐贮存于细胞内, 降低水中的总磷。布网 30 d, 高锰酸盐指数和总磷的去除率分别为 64.7% 和 85.0%。偶尔出现浓度上升, 可能的原因有(1) 黑臭河道水深较浅, 底质较厚, 污泥中含有高浓度的有机和无机污染物, 在一定环境下释放到水体中;(2) 该河道虽进行了截污, 对于截污口的污水反灌现象时有发生, 也会导致水体中污染物浓度的升高。

(下转第 37 页)

浅析工业污水处理厂次氯酸盐投加量 对出水水质的影响

杨春艳

(泗阳县环境监测站, 江苏 泗阳 223700)

摘 要:通过分析苏北某工业污水处理厂运行工艺、底泥主要成分、酸性介质对底泥磷的释放、次氯酸盐量的投放对出水口水质总磷和色度的影响, 为确保出水水质稳定达标排放, 确定次氯酸盐最佳投加量。

关键词:工业废水; 底泥; 次氯酸盐; 色度; 总磷

中图分类号: X703

文献标识码: A

Effects of hypochlorite dosage on the effluent quality of industrial wastewater treatment plant

Yang chun yan

(Siyang County Environmental Protection Bureau, siyang, jiansu, 223700, China)

Abstract: One industrial wastewater treatment plant in northern Jiangsu through analyzing the operation process, main composition of sediment, the influence of acid medium on release the phosphorus from sediment, the influence of hypochlorite dosage on the total phosphorus and chromaticity of the output water, in order to ensure stable effluent quality, the optimal hypochlorite dosage was determined.

Key words: industrial wastewater; sediment; hypochlorite; chromaticity; total phosphorus

1 污水处理厂概况

2003年实施的《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)对新建城镇污水处理厂出水口总磷提出了更高要求, 特别是一级A标准, 总磷 ≤ 0.5 mg/L, 方能达标排放。江苏省苏北某经济开发区新建一工业废水处理厂, 废水主要来自开发区内纺织印染企业、白酒企业、光伏企业及食品行业等高磷排污企业, 进水口总磷日均达15 mg/L左右, 该污水处理厂采用C-Orbel氧化沟工艺, 氧化前废水进行水解酸化, 氧化后混凝沉淀、砂滤、紫外消毒后排入地表水体。日常管理中, 发现印染等高色度高表面活性剂废水影响出水口色度, 监管中发现此类废水较多时会在混凝沉淀池(污水处理工艺见图1)末端投加次氯酸盐进行脱色。

2 次氯酸盐对底泥影响

次氯酸盐具有强氧化作用和漂白作用, 很不稳定, 在水溶液中, 经光照分解成HCl, 除低水质pH。另一方面, 底泥中磷按连续提取法分为无机磷和有

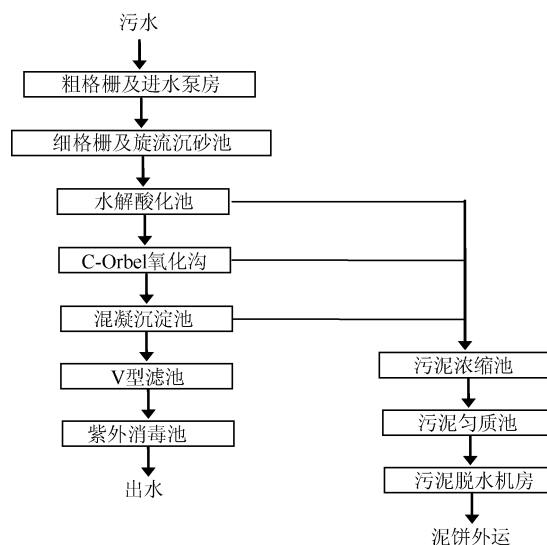


图1 污水处理工艺

收稿日期: 2018-01-19 修订日期: 2018-02-01

作者简介: 杨春艳(1982—), 女, 江苏泗阳人, 工程师, 硕士, 主要研究方向为工业水处理, 从事环境监测工作6年。

机磷,无机磷又被细分为弱吸附态磷、铝结合态磷、铁结合态磷、钙结合态磷、闭蓄态磷。随着 pH 降低, H^+ 对钙结合态磷具有溶出作用,使水体中的 $H_2PO_4^-$ 增加。同时,在酸性条件下,由于微生物对有机质的降解,产生的 CO_2 也会加大钙结合态磷的溶解^[1]。因此,酸性状态下,钙磷酸盐如羟基磷灰石及弱吸附态磷等迅速释放^[2],酸性越强,这种溶解作用也越强^[3]。经实验室分时分段采样得到的总磷数据如表 1,实验条件为次氯酸盐投加量为 0.040 kg/m^3 (废水),氯离子有效成分达 10%。

表 1 实验室分时分段采样得到总磷数据

磷浓度 /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	时段			
	8:00	10:00	12:00	14:00
监测点				
混凝沉淀池	0.387	0.408	0.424	0.397
出水口	0.521	0.534	0.507	0.558

由表 1 可知,混凝沉淀池总磷浓度均值为 0.404 mg/L ,而出水口总磷浓度均值为 0.530 mg/L ,超出排放标准《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准要求 ($\leq 0.5\text{ mg/L}$)。

3 结果与讨论

如果不投加次氯酸盐进行脱色处理,出水口总磷将达标排放,但色度较高往往超出排放限值要求 (≤ 30),如何确保出水口两项指标均稳定达标排放?文中以此为切入点,在其它运行条件相对稳定情况下,研究不同进水总磷浓度、进水色度及混凝沉淀池次氯酸盐投加量对出水总磷和色度的影响,找寻平衡点。

通过反复调试运行,得到不同次氯酸盐投加量(氯离子有效成分达 10%)对不同进水口、混凝沉淀池及出水口水质总磷和色度的影响。

次氯酸盐投加量为 0.020 kg/m^3 (废水),各点位运行数值如表 2,总磷单位为 mg/L ,色度单位为度。

次氯酸盐投加量为 0.025 kg/m^3 (废水),各点位运行数值如表 3,总磷单位为 mg/L ,色度单位为度。

次氯酸盐投加量为 0.035 kg/m^3 (废水),各点位运行数值如表 4,总磷单位为 mg/L ,色度单位为度。

表 2 次氯酸盐投加量为 0.020 kg/m^3 (废水)各点位运行数值

监测点 \ 监测指标		时段			
		10:00	12:00	14:00	16:00
进水口	总磷	13.6	16.3	15.7	14.8
	色度	114	136	120	126
混凝沉淀池	总磷	0.336	0.452	0.403	0.421
	色度	34	41	36	40
出水口	总磷	0.406	0.471	0.468	0.473
	色度	27	32	38	34

表 3 次氯酸盐投加量为 0.025 kg/m^3 (废水)各点位运行数值

监测点 \ 监测指标		时段			
		10:00	12:00	14:00	16:00
进水口	总磷	15.2	16.0	14.7	13.9
	色度	125	135	117	108
混凝沉淀池	总磷	0.434	0.428	0.442	0.419
	色度	33	34	35	33
出水口	总磷	0.488	0.492	0.466	0.472
	色度	25	27	24	24

表 4 次氯酸盐投加量为 0.035 kg/m^3 (废水),各点位运行数值

监测点 \ 监测指标		时段			
		10:00	12:00	14:00	16:00
进水口	总磷	12.5	14.1	13.7	15.0
	色度	102	134	125	142
混凝沉淀池	总磷	0.421	0.457	0.397	0.435
	色度	38	42	35	39
出水口	总磷	0.481	0.492	0.473	0.488
	色度	20	21	18	20

由表 2,表 3,表 4 可以看出,当进水口总磷维持在 $10 \sim 20\text{ mg/L}$,色度在 $100 \sim 150$ 左右时,整个污水处理系统较稳定,混凝沉淀池总磷均低于 0.5 mg/L ,色度保持 40 以下,次氯酸盐投加量控制在 $0.025 \sim 0.035\text{ kg/m}^3$ (废水)时,均能确保出水口总磷、色度同时达标排放。

[参考文献]

- [1] 姜敬龙,吴云海. 底泥磷释放的影响因素[J]. 环境科学与管理,2008(06):43-46.
- [2] 朱晓芸,杨红. 磷形态和 pH 对剩余污泥磷释放的影响[J]. 上海海洋大学学报,2014(01):102-107.
- [3] 焦念志. 关于沉积物释磷问题的研究[J]. 海洋湖沼通报,1989(02):80-84.

某热电厂项目水土流失预测及防治措施研究

闵俊杰, 余 寒

(国电环境保护研究院, 江苏 南京 210031)

摘 要:工程建设带来的水土流失严重制约着中国生态环境的可持续发展。文中以江苏某拟建热电厂项目为例,展开了对该项目的水土流失预测工作,对该项目的水土流失原因进行全方位的分析,通过对拟建项目的水土流失情况的预测给出了相对应防治方案,以减少工程建设可能带来的水土流失影响及危害。对该电厂项目的是施工建设及水土保持具有重要的指导和借鉴意义。

关键词:热电厂;水土流失;预测方法;防治措施;

中图分类号:X5 **文献标识码:**A

Study on the prediction and control measures of soil erosion in a thermal power plant

Min - Junjie, Yu - Han

(State Power environmental protection research institute, Nanjing, Jiangsu 210031, Chian)

Abstract: the soil erosion caused by the construction of the project seriously restricts the sustainable development of the ecological environment in China. This paper takes a power plant project in Jiangsu as an example, the prediction of soil erosion caused by the project is conducted, a comprehensive analysis of the factors of soil erosion by the project, was made. The corresponding control measures for the project through, through the prediction of soil erosion to are given in order reduce the impacts of the project construction. It has important guidance and reference significance for the power plant construction with good soil and water conservation.

Key words: thermal power plant; soil erosion; prediction method; control measures

为了贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等法律法规的相关规定,必须依照相关的水土保持技术,规范编制水土保持方案,并进行必要的水土保持工作。平衡项目建设与周围环境之间的关系,使项目区生态环境得以维护,防止由于开发建设而引起的新一轮的水土流失是目前电厂工程建设的重中之重。文中针对江苏省徐州市某热电厂建设项目,对可能造成的水土流失进行了全方位的分析、预测,设计并提出了相关防治措施,以期达到保护该项目区内水土资源的目的。

1 项目基本情况

该拟建热电厂项目,装机容量为 1×350 MW,年发电量 2.196×10^9 kWh,年供热量 4.121×10^9 kJ,分别由生产区、施工临时生产区、临时对土场区

和厂外供排水管线区组成,总占地面积 13.89 hm^2 。其中,生产区、施工临时生产区占地 11.57 hm^2 ,属永久占地;临时堆土场区、厂外供排水管线区占地面积 2.32 hm^2 ,属临时占地。该项目建设期挖方量 $72\,468 \text{ m}^3$,填方量 $72\,468 \text{ m}^3$,无弃方,无外借土方。

该项目厂址位于徐州市东北部,距市区中心约 10 km 。项目区属温带季风气候,四季分明,光照充足,雨量适中,雨热同期。年平均气温 14.4°C ,极端最高气温为 40.63°C (1972.6.11),极端最低气温为 -22.6°C (1969.2.6);无霜期 216d。大于 10°C 多年平均积温 $4\,585^\circ\text{C}$,年平均降雨量 842.5 mm 。项目区域土壤为潮土中的砂土,地势平坦,有

收稿日期:2018-01-30

作者简介:闵俊杰(1987—),男,江苏宜兴人,工程师,硕士,研究方向为水土保持及环境保护。

人工栽植部分地面植被覆盖良好,开发区拆迁部分有部分水土流失,占区域为规划工业用地用地。根据《江苏省土壤侵蚀遥感调查报告》,水力侵蚀是江苏省水土流失的主要类型之一,水蚀是该项目区内水土流失的主要类型,土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主。项目区属于北方土石山区,土壤容许流失量 $200 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。项目所在区域不在国家级重点预防保护区、重点监督区和重点治理区范围。根据《江苏省水土保持规划(2015—2030)》,该区域不在江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区内。

2 工程建设对水土流失的影响因素分析

该项目在建设过程中可能造成水土流失的原因主要有两点:自然因素和人为因素。自然因素是造成水土流失的潜在因素,包括当地的降水情况、地貌情况、植物覆盖率、土壤抗腐蚀能力等;人为因素是指能够影响水土流失自然因素的一些人类行为,在本项目中,主要指工程建设期的施工活动,必然扰动原地表,破坏表层植被、破坏使土壤层,丧失固土防冲的能力,恶化水土流失情况。施工期形成的松散土堆及边坡,更易造成新的水土流失。随着施工阶段的施工量的不同将会造成不同程度的水土流失。因此,人为因素是造成建设项目水土流失的主要因素。

2.1 施工准备期

在施工准备期为工程正式施工创造条件。主要工程有剥离表土、平整场地,修筑围墙和临时道路,这些工程必然扰动原地貌,破坏土壤和植被,损坏原水土保持设施,造成大面积地表裸露。原有植被的防冲、固土功能遭到破坏,将增加新的水土流失。土堆松散边坡较大,更易造成新的水土流失。

2.2 施工期

建筑物工程施工过程中,基坑开挖、桩基工程及建(构)筑物的建设,致使大面积原地貌土壤裸露或堆弃,土壤失去原有防冲、固土能力。从而在水力作用下发生冲刷现象,产生新的水土流失。主厂房、辅助机房、烟囱等主要工程施工区基坑开挖深度较大,水土流失主要表现在边坡部位。围墙、消防池等工程施工时,开挖基础,产生边坡,堆积余土,也将产生新增水土流失。临时堆土区的松散土堆,如果防护不慎,极易造成很大的水土流失。厂外供排水管线施工挖方临时堆置在管沟旁,如不加覆盖易产生水土流失。

2.3 自然恢复期

自然恢复期,大面积土建施工已基本结束,设备材料也清理运走。场地平整完毕,地面绿化完成,植被开始逐步恢复,此阶段仍有少量水土流失,但流失强度已大大降低。

2.4 生产运行期

该项目为建设生产类项目,生产运行期间年产灰约 24.48 万 t,产渣 4.32 万 t。项目运行期厂区水土保持措施已充分发挥作用,地表土壤侵蚀模数基本恢复到扰动前的水平。该工程为避免灰渣随意倾倒对环境造成危害,排出的灰渣由有资质的公司负责外运综合利用。

3 项目水土流失预测

该项目在建设过程中由于各区域内的施工内容和施工方式的不同,对植被、土壤结构的改变程度存在着差异性,因此可能造成水土流失的影响也存在着不一致性。下面将逐一介绍该项目的预测内容和方法以及最终的预测结果。

3.1 预测内容

根据该项目可能造成水土流失特征,确定预测内容主要包括:破坏土地、扰动原地貌和植被面积;弃石、弃土、弃渣量;损坏或影响水土保持设施的面积;可能造成水土流失量,包括项目建设区原地貌的侵蚀量、施工建设过程中的新增土壤的侵蚀量、施工建设过程中通过采取各项防治措施后减少水土流失量;可能产生的水土流失影响和危害。

3.2 预测方法

(1) 扰动原地貌、破坏土地和植被面积

该工程对原地貌、土地和植被的扰动和损坏主要是工程占地、开挖和回填引起的。通过相关资料的调查和现场勘测,获得以下面积表统计数据,见表 1。

(2) 弃土、弃石、弃渣量

在分析主体工程资料的基础上,部分直接引用,部分通过计算获得。本工程总挖方 $72\,468 \text{ m}^3$,总填方 $72\,468 \text{ m}^3$,无弃方,无外借土方。基础开挖余土部分全部用于回填平整场地。

(3) 损坏水土保持设施面积

水土保持设施是指包括原地貌、自然植被在内的具有水土保持功能的一切事物的总称。该工程建设过程中损坏的具有水土保持功能的有林地、园地、水域等,按施工建设损坏的面积统计。该工程建设过程中损坏水土保持设施的面积统计见表 2。

表 1 损坏土地、扰动原地貌和植被的占地面积 hm²

分区	各用地类型占地面积					面积合计
	园地	林地	草地	水域	工矿仓储用地	
生产区	1.34	1.7	1.03	0.16	6.68	10.91
施工临时生产区	0.03	0.1	0	0	0.53	0.66
临时堆土区	0	0	0	0	2	2
厂外供排水管线区	0	0	0.32	0	0	0.32
总计	1.37	1.8	1.35	0.16	9.21	13.89

表 2 损坏水土保持设施面积统计表 hm²

分区	占地	占地性质		各用地类型占地面积				
		永久占地	临时占地	园地	林地	草地	水域	工矿仓储用地
生产区	10.91	10.91	0	1.34	1.7	1.03	0.16	6.68
施工临时生产区	0.66	0.66	0	0.03	0.1	0	0	0.53
临时堆土区	2	0	2	0	0	0	0	2
厂外供排水管线区	0.32	0	0.32	0	0	0.32	0	0
总计	13.89	11.57	2.32	1.37	1.8	1.35	0.16	9.21

(4) 可能产生的水土流失量

项目新增的水土流失量是指因工程建设所导致的水土流失增量,即项目建设区域内在没有任何水土流失防治措施下建设和生产过程中造成的水土流失总量与原地面通常的水土流失总量的数值之差。该项目所在地的水土流失的类型主要是水力侵蚀,采用经验公式法进行水土流失量的预测,计算本项目建设区域内不同地貌的侵蚀背景值,和预测的新增水土流失量。原地貌水土流失量计算公式:

$$w = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji})$$
$$\Delta w = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中:W—土壤流失量,t; ΔW —新增土壤流失量,t; F_{ji} —某时段某单元的预测面积,km²; M_{ji} —某时段某单元的土壤侵蚀模数,t/(km²·a); ΔM_{ji} —某时段某单元的新增土壤侵蚀模数,t/(km²·a); T_{ji} —某时段某单元的预测时间,a; i —预测单元, $i=1、2、3\cdots n$; j —预测时段, $j=1、2、3$,指施工准备期、施工期和自然恢复期。

根据对项目建设区现场勘察、调查及参阅相关资料,项目所在区域水土流失类型以水蚀为主。根据当地的地质、地貌、降雨量、土壤特性、植被率等

水土流失影响因素的特性及预测对象受扰动情况,建立本工程区域背景下土壤侵蚀模数。按照《江苏省土壤侵蚀遥感调查报告》中土壤侵蚀水蚀强度分级面积统计表显示,工程建设区域的现状土壤侵蚀强度以轻度为主,背景土壤的侵蚀模数取值为200 t/(km²·a)。

项目施工建设,必然会破坏原有地形、地貌及植被,从而降低土壤的抗蚀能力;另外,由于项目施工地平整,原有地表植被被破坏必然使得土壤大范围地裸露,从而导致土壤侵蚀模数大大增加。该工程扰动后地貌土壤侵蚀模数采用类比法,即通过对水土流失主要影响因子,如地形地貌、降雨量、植被率、人类活动等方面进行类比。类比工程为徐州金山桥热电有限公司三期扩建项目,该工程已通过验收并投产运行。根据本项目工程的特点,土壤侵蚀模数通过对类修正类似工程用于该项目水土流失量预测,建设期3 000~5 000 t/(km²·a),自然恢复期200~750 t/(km²·a)。具体取值情况如下:

a. 建设期

施工准备阶段,厂区主要工作是平整场地、剥离表土和修筑围墙,为工程正式施工创造条件。由于本工程施工准备期为1个月,时间较短,将其与施工期合并进行水土流失量预测,扰动后土壤侵蚀模数以施工期为准。生产区将进行大面积、大深

度、高坡比开挖,如不进行有效防护,土壤侵蚀强度将很大,考虑采用类比工程生产厂区侵蚀模数,取平均土壤侵蚀模数为 $4\,300\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。施工临时生产区开挖面较小,土壤侵蚀强度小于生产区,考虑采用类比工程临时工程区侵蚀模数,取平均土壤侵蚀模数为 $3\,000\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。临时堆土场区,临时堆土量大坡陡,如防护不当将产生严重的水土流失,临时堆土区扰动后侵蚀模数,管线工程通常也会临时进行堆土,且坡度较陡。因此考虑采用类比工程管线工程区侵蚀模数,取平均土壤侵蚀模数为 $5\,000\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。厂外供排水管线区管沟开挖土临时堆放,如防护不当也极易产生水土流失,考虑与生产区采用相同的侵蚀模数,即 $5\,000\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

b. 自然恢复期

施工期的生产区、施工临时生产区在自然恢复期已局部硬化、大部分绿化,只产生少量土壤流失。厂区建构筑物、道路及混凝土地坪等所占地表不再产生土壤流失,同时失去保水功能。其它裸露地表按计划进行绿化,植被逐步恢复,但植物措施不能够完全满足水土保持的需求,因此水土流失的现象或多或少都会存在,综合分析取平均土壤侵蚀模数为 $200\text{ t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。对临时堆土场区进行绿化,植被逐步恢复,但植物措施尚未完全发挥水土保持作用,仍有一定程度的水土流失,综合分析取平均土壤侵蚀模数为 $750\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。厂外供排水管线区管线敷设后土方回填,恢复植被,但作物尚未完全发挥水土保持作用,仍有一定程度的水土流失,取平均土壤侵蚀模数为 $300\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

该工程不同分区的预测侵蚀模数取值见表 3。

表 3 项目水土流失的预测侵蚀模数取值表

预测期	扰动地表位置	原生地貌的侵蚀模数 $/(\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	扰动之后侵蚀模数 $/(\text{t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1})$	因素分析
建设期	生产区	200	4 300	场地平整,清除地表植被,地表裸露。基础
	施工临时生产区	200	3 000	开挖,改变原地貌,土壤流动性增加。
	临时堆土场区	200	5 000	临时堆土场土石方堆放,土壤流动性增加。
	厂外供排水管线区	200	5 000	管线开挖敷设,植被恢复。
自然恢复期	生产区	200	200	场地绿化,自然植被恢复。
	施工临时生产区	200	200	场地绿化,自然植被恢复。
	临时堆土场区	200	750	场地绿化,自然植被恢复。
	厂外供排水管线区	200	300	场地绿化,自然植被恢复。

3.3 水土流失预测结果

(1) 该工程建设过程中扰动原地貌的面积共计为 13.98 hm^2 。(2) 该工程建设过程中扰动土地面积为,损坏水土保持设施的面积为 13.89 hm^2 ,其中园地 1.37 hm^2 ,林地 1.8 hm^2 ,草地 1.35 hm^2 ,水域 0.16 hm^2 ,工矿仓储用地 9.21 hm^2 。(3) 该工程建设期挖方量 $72\,468\text{ m}^3$,填方量 $72\,468\text{ m}^3$,无弃方,无外借土方。(4) 工程建设期及经过 1 a 自然恢复期后,土壤流失总量约 421 t,背景流失量约 45 t,新增流失量约 376 t。

该工程水土流失总量 421 t,包括施工期和自然恢复期,各占比例大约为 90.71% 和 9.29%,施工期水土流失量严重大于自然恢复期所产生的水土流失量,因此将施工期作为治理水土流失的关键期。预测时段内生产区的水土流失量最多,占水土流失总量的 74.72%,主要是由于该工程建设区域

主要集中在生产区,其面积相对较大。此外,临时堆土场区内有临时堆土,场区水土流失强度大,因此,该方案将生产区和临时堆土场区作为重点防治和监测区域。

4 项目水土防治建议

项目工程区地处平原,雨水充沛,水土流失以水蚀为主。由预测结果发现,该工程项目水土流失所产生的影响,主要体现在施期对地面的扰动,以及破坏项目地原有的地貌和绿色植被,导致土层松散,进一步减弱了表土层的抗蚀能力,从而使土壤失去了其自有的固土防冲能力,进而导致水土流失。如不针对性的采取有效措施,降雨量过大时会产生较大的雨水径流,造成大范围的水土流失,影响施工项目的正常运行,淤塞道路和排涝河道,甚至造成当地的环境灾害。

为尽量减少施工期的水土流失量,该项目水土保持建议如下。

(1) 项目建设过程中,应根据工程不同的施工区域、施工工艺、施工特点与施工时间,因害设防的制定水土流失防治方案,使工程的防治措施形成一套完善整的水土保持防治体系,在确保工程施工进度与生产运行一致性的同时,也能够使得水土流失得到最大力度的控制,区域生态环境得到有效保护与完善。

(2) 通过预测结果可知,施工期是水土流失防治的关键期,生产区域和临时堆土区域是该项目水土流失防治的重点单元。对重点防治时期和重点防治区域采取严格的防治措施,是本项目工程建设中水土防治的重点。通过相关防治措施和植物措施的综合利用,确保该时段和相关区域水土流失防治及时可靠。

(3) 该项目工程区水土流失以水蚀为主,雨季的水土保持工作尤为重要。建议在施工过程中提高对主体工程施工进度的效率,有效减少水土流失时间。在主体工程的基础开挖、管线施工过程中尽量避开雨季。汛前要细致谋划,认真做好各种设备材料的采购工作,制定好应急预案,雨季来临要落实好各项防护措施。特别是排水沟、沉沙池要尽早做好,防雨布要尽早准备。

(4) 施工期是该项目水土流失较严重的阶段,因而建议在施工过程中加强对主体施工进度的紧凑安排,降低整体施工期,从而有效的缓解水土流失。在主体施工的过程中,如基础开挖、管线施工

尽量避开雨季,另外主体工程与防治措施同时进行;在其它非施工地段,考虑先期进行植物的种植和抚育,植物措施结合主体工程施工进度的安排,分期、分批地实施,如某部分工程竣工时间早,则可先期进行水土保持措施的布设。

(5) 施工时,要做好水土保持监测工作,针对容易产生水土流失的重点区段和部位,布设相应的水土流失监测站点。如临时堆土场、开挖边坡与回填处等。同时开展面上水土流失、植被因素及其它水土流失因素的监控等。

(6) 在开展水土流失监控的同时,应评价水土保持措施的防护效果,对效果不明显的措施需及时完善与改进,尽量减少水土流失。

总之,该建设项目水土保持工作的关键点在于做好本项目施工期间的水土保持工作,对维护发电厂周边环境的生态平衡、建立完善的生态防护体系及对电厂自身的运营安全都有着极其重要的现实意义。

[参考文献]

- [1] 王莹. 长益庙水库工程水土流失预测及防治措施探讨[J]. 中国水土保持, 2016(07): 22-24+60.
- [2] 菊燕宁, 张壮志. 水电站建设中新增水土流失预测及防治措施研究[J]. 水利水电技术, 2015, 46(09): 128-134.
- [3] 周亮. 水电站水土流失预测及防治措施[J]. 水利科技与经济, 2014, 20(09): 23-24+27.
- [4] 陈少博. 水利工程建设水土流失预测方法和防治措施研究[J]. 河南水利与南水北调, 2013(13): 64-65.
- [5] 姚俊琪, 夏卫兵. 江苏省输变电工程水土流失预测与防治措施[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(01): 340-342.

(上接第 11 页)

沭新闸 3 年里氨氮峰值出现在 2016 年 4 月与 2017 年 12 月, 分别为 0.86 mg/L 与 0.70 mg/L, 其它时间氨氮值波动较小, 在 0.35 mg/L 上下波动。沭新渠 3 年里氨氮峰值出现在 2015 年 7 月、2015 年 12 月与 2016 年 11 月, 分别为 0.58 mg/L、0.85 mg/L 与 0.66 mg/L, 其它时间氨氮值波动较小, 在 0.20 mg/L 上下波动。2015 年至 2017 年沭新渠氨氮值皆小于 1.0, 满足Ⅲ标准要求。

由于沭新闸与沭新渠的水体功能为饮用水, 故附近无点源与面源氮污染, 故氨氮值 3 年里一直较小。

2 结论

通过对连云港饮用水源地的沭新渠及其源头沭新闸水体的水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数及氨氮环境因子进行监测, 2015 至 2017 年 3 年间, 溶解氧主要受温度影响, 在夏季时较低, 在冬季时较高; 高锰酸盐指数主要受溶解氧与水体流量共同影响, 使得浓度变化波动较小; 另外由于监测断面为饮用水功能区, 无点源与面源氮污染, 故氨氮浓度值一直保持较低水平。

[参考文献]

- [1] 姚远, 孙娟, 杨伟波, 等. 连云港市环境质量报告书[M]. 连云港市环境保护局, 2012: 38.
- [2] 徐振秋, 廖蕾, 张晓赞, 等. 太湖饮用水源地环境因子变化趋势的研究[J]. 污染防治技术, 2017, 30(3): 8-10.

环评过程中低热值煤电厂超低排放可行方案研究

戴明丽, 王同成, 朱心悦
(南京国环科技股份有限公司, 江苏 南京 210042)

摘 要:在煤炭生产过程中产生的大量煤矸石等低热值煤资源,部分未得到合理有效利用。而电力行业面临的环保形势亦日益严峻,为积极探索低热值煤“超低排放”技术,通过系统整理和对比当前各类低热值煤电厂废气治理措施,给出了项目电厂达到超低排放要求的废气治理设计方案。

关键词:低热值煤;超低排放;燃煤电厂;除尘;脱硝;脱硫

中图分类号:X773 文献标识码:A

A Feasible Proposal for Super Low Level of Air Pollutant Emission in Fired Power Plants With Low Calorific Value Coal During EIA

Dai Ming-li, Wang Tong-cheng, Zhu Xin-yue
(Nanjing Guohuan Technology CO., LTD, Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract: In the process of coal production, a large amount of low-calorific value coal resources such as coal gangue has not been rationally and effectively utilized. It is necessary to solve the problem of low-calorific value coal resources wasting energy, polluting the environment, destroying the land and destroying the ecological system. Utilization of Coal gangue and other low calorific value of coal resources should be solved. And the power industry is facing increasingly serious environmental protection situation. In order to actively explore low calorific value coal “ultra-low emission” technology, the project power plant meeting ultra-low emission requirements through comparison of various types of low calorific value coal power plant, are given.

Key words: low-calorific value coal; Super Low Level of Emission; Coal Fired Power Plants; dust elimination; denitration; desulfidation

在煤炭生产过程中产生了大量的煤矸石、煤泥、洗中煤等低热值煤资源。近年来,低热值煤发电取得一定进展,但总体发展相对滞后,无法满足低热值煤就近消纳的需要,由常规燃煤发电企业掺烧,又使得机组效率偏低,设备磨损加快,产生不必要的浪费,造成部分煤矸石、煤泥等低热值煤资源未得到合理有效利用,既浪费能源、污染环境,又占压土地、破坏生态。煤矸石等低热值煤资源去向问题亟待解决。

1 低热值煤超低排放项目概况

1.1 技术方案

该研究依托某中部地区新建2×350 MW超临界循环流化床发电机组,以煤矸石、煤泥、洗中煤为主要燃料,燃料来自电厂所属集团矿区煤矿,供给煤矿距离电厂均在30 km范围之内。由于采用低

热值煤,灰分较高,且项目采用石灰石-石膏湿法脱硫,石膏雨粉尘量进一步增加了粉尘产生量,实现超低排放比较困难。

表1 煤质资料

项 目	符号	单位	设计煤种	校核煤种
收到基全水分	Mt	%	14.1	12.2
空气干燥基水分	Mad	%	0.65	0.76
灰分:空气收到基	Aar	%	49.46	44.73
空气干燥基挥发分	Vad	%	6.51	6.4
固定碳		%	29.83	36.67
全硫:空气收到基	St. ar	%	0.5	0.52
收到基低位发热量	Qnet. ar	kJ/kg	12 610	14 570
碳:收到基	Car	%	33.41	39.6

收稿日期:2018-01-05

作者简介:戴明丽(1983—),女,江苏南京人,工程师,硕士,研究方向为生态建设和环境保护规划、环境影响评价。

1.2 排放限值

根据《关于印发〈煤电节能减排升级与改造行动计划(2014—2020 年)〉的通知》(发改能源[2014]2093 号),中部地区新建燃煤发电机组大气污染物排放浓度原则上接近或达到燃气轮机排放限值,即在基准氧含量 6% 条件下,烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、35、50 mg/m³。由于电厂所在地区大气环境质量现状不容乐观,地区电厂实现超低排放刻不容缓。因此电厂在选择措施过程中,要求达到烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 5、35、50 mg/m³。

2 方案选择

2.1 锅炉特性、灰的性质及成分

(1) 飞灰性质。数据类比同区域,同种燃料来源的电厂。

表 2 煤灰比电阻

测试温度	比电阻值(Ω·cm)
℃	设计煤种
19	4.5×10 ⁸
80	9.1×10 ⁹
100	5.52×10 ¹⁰
120	3.45×10 ¹¹
150	8.1×10 ¹¹
180	1.43×10 ¹¹

表 3 粉煤灰的成分

项目	符号	含量/%
二氧化硅	SiO ₂	46.49
三氧化二铝	Al ₂ O ₃	33.19
二氧化钛	TiO ₂	101
三氧化二铁	Fe ₂ O ₃	5.7
氧化钙	CaO	3.58
氧化镁	MgO	0.63
三氧化硫	SO ₃	0.62
五氧化二磷	P ₂ O ₅	0.62
氧化钾	K ₂ O	0.86
氧化钠	Na ₂ O	0.36
游离氯化钙	CaCl ₂	0.02

从飞灰性质看,该电厂适宜静电除尘、电袋除尘,但考虑到燃料灰分较高(设计煤种收到基灰分 49.46%、校核煤种收到基灰分 44.73%),同时依据《燃煤电厂除尘技术路线指导意见》(中电联研究[2013]473 号)中的评价指标,飞灰成分:Na₂O 为 0.36%,>0.3%,Sar 为 0.5~0.52%,>0.3%,SiO₂+Al₂O₃为 79.68,≤85%,且 Al₂O₃为 33.19%,≤40%,该电厂电除尘对煤种的除尘难易度为一般及以上,为确保该电厂除尘设施的稳定性,因此该电厂拟采用电袋除尘工艺。

(2) 锅炉特性为循环流化床锅炉。CFB 锅炉的燃烧温度通常在 850℃~950℃,热力型 NO_x 的量很少,主要是燃料型 NO_x,即指燃料中的 N 在 600℃以上氧化而成的,燃料中的氮化物经热分解后生成 HCN、NH₃等中间产物,在缺氧时,这些中间产物很容易再结合生成 N₂,反之,中间产物会逐步氧化生成 NO^[1]。

2.2 方案选择

脱硫系统前设置电袋除尘器,每台炉配 2 台电袋除尘器,电区设 2 个电场,其后设 3 个袋区(超净滤袋),电袋除尘器设计除尘效率不低于 99.97%。每台炉在脱硫出口设一台一电场湿式静电除尘器,同时预留一台一电场湿式静电除尘器,除尘效率不低于 80%。加上脱硫洗涤塔的烟尘去除效率 50%,整个除尘系统总除尘效率大于 99.99%。燃用设计煤种时,烟尘排放浓度为 3.55 mg/m³;燃用校核煤种时,烟尘排放浓度为 3.16 mg/m³。可以达到 5 mg/m³ 的排放要求。

循环流化床锅炉,适用于炉内脱硫,为了保证脱硫效率,还需在炉后设置石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统,因此该电厂选用炉内喷钙脱硫+炉外石灰石-石膏湿法烟气脱硫,具体采用单塔双区石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统(一炉一塔方案),对锅炉烟气进行脱硫处理,脱硫塔采用单塔双区,每塔共布置 5 个喷淋层。烟气系统不设增压风机、烟气旁路,不设 GGH。设计脱硫效率在 98.3% 以上。

SNCR+SCR(1+1)的适应性好、投资省和运行成本低,SNCR+SCR(2+1)次之,SCR(3+1)适应性一般、投资和运行成本较高。为了保障更稳定的达标,选取 SNCR+SCR(2+1)。

3 达标可行性分析

3.1 运行案例

目前国内与该电厂同等规模的循环流化床锅炉执行超低标准排放并通过环保验收的电厂较少。

本次根据国内目前的运行实例进一步分析该电厂废气处理措施处理效率的可达性。

3.1.1 除尘案例

(1) 电袋除尘

表 4 考察企业概况对比

项目	电厂 1	电厂 2	电厂 3	该电厂
机组规模	300 MW	300 MW	300 MW	350 MW
锅炉类型	循环流化床锅炉	循环流化床锅炉	循环流化床锅炉	循环流化床锅炉
燃煤性质	无烟煤	无烟煤	低热值煤	低热值煤
煤质参数及收到基灰分	8.71 ~ 33.81%	12.5 ~ 33.4%	40.15 ~ 44.99%	44.73 ~ 49.46%
灰比电阻	20 680/	19 940 ~ 22 310/	11 590 ~ 13 470/	12 610 ~ 14 570/
燃煤热值	(kJ · kg ⁻¹)	(kJ · kg ⁻¹)	(kJ · kg ⁻¹)	(kJ · kg ⁻¹)
脱硫工艺的影响	炉内喷钙脱硫 + 半干法	炉内喷钙脱硫 + 半干法	炉内喷钙脱硫 + 湿法	炉内喷钙脱硫 + 湿法
除尘工艺	4 电(预除) + 3 袋	2 电(预除) + 3 袋	2 电 3 袋 + 湿法脱硫	2 电 3 袋 + 湿法脱硫 + 一级湿式电除尘
设计除尘效率%	电 90 袋 99.995	电 90 袋 99.995	电 90 袋 99.995	电 90 袋 99.75
出口烟尘浓度设计值	<5/(mg · m ⁻³)	<5/(mg · m ⁻³)	<15/(mg · m ⁻³)	<20/(mg · m ⁻³)
电设置	4 电	2 电	2 电	2 电
电袋除尘设计参数				
电出口浓度/(g · m ⁻³)	6	3.3	2 ~ 3	4.63 ~ 5.79
袋设置	3 袋	3 袋	3 袋	3 袋
袋区过滤风速/(m · min ⁻¹)	0.69	0.6	1.19	0.9
布袋数量/条	13 200	14 640	9 630	14 200
材质	纯 PPS	纯 PPS	50% PTFE + 针刺毡复合刺毡 + 20% PPS + 迎风面 30% PPS 超细纤维	50% PPS + 50% PTFE + PTFE 覆膜(热熔覆膜), 克重 600 g/m ²

(2) 湿式静电除尘运行案例

广东某电厂对其#9 炉(330 MW 机组)进行了湿式电除尘器环保改造,湿式电除尘器设计入口烟尘 <20 mg/m³,实际烟气流速 <3 m/s,比集尘面积 18.4 m²/m³/s。根据#9 炉湿式电除尘器测试报告,在 2014 年 7 月 11 日测试期间,该电厂#9 炉湿式电除尘器出口烟尘浓度仅 1.73 mg/m³,湿式电除尘器除尘效率高达 81.8%。

根据《山东某电厂 6#炉配套湿式电除尘器性能试验报告》,在 2014 年 6 月 21 日 ~ 6 月 25 日测试期间,湿式电除尘器设计入口烟尘 <30.2 mg/m³,比集尘面积 18.23 m²/m³/s,湿式静电除尘器效率 90.868%,出口浓度烟尘浓度仅 2.8 mg/m³。

3.1.2 脱硫案例

表 5 单塔双区脱硫工艺运行实例

企业	除尘措施	机组规模	含硫率	测试结果	测试日期
保定某电厂	单塔双区石灰石—石膏湿法, 5 个喷淋层	300 MW	山西阳泉煤, 收到基含硫率 2.06%	入口 SO ₂ 4 628 mg/Nm ³ , 出口 SO ₂ 27 mg/Nm ³ , 效率 99.4%	2013 年 12 月
河北某电厂	单塔双区石灰石—石膏湿法, 5 个喷淋层 (测试期间 3 个喷淋层运行)	600 MW	山西阳泉煤与晋中贫煤 1:1 混煤, 收到基含硫率 1.7%	入口 SO ₂ 3 679.4 mg/Nm ³ , 出口 SO ₂ 50.5 mg/Nm ³ , 脱硫效率 98.6%	2013 年 8 月
邢台某电厂	单塔双区石灰石—石膏湿法, 5 个喷淋层	300 MW	山西阳泉地区贫煤混煤, 收到基含硫率 1.86%	目前尚未测试, 预计 2014 年 11 月底可完成测试, 根据试运行期间测试单位的监测数据: 入口 SO ₂ 4 000 mg/Nm ³ , 出口 SO ₂ ≤ 50 mg/Nm ³ , 脱硫效率 ≥ 98.75%	2014 年 9 月

3.1.3 脱硝案例 调查了锅炉厂目前国内已经有的低氮燃烧运行案例, NO_x 浓度均低于 120 mg/Nm³, 具体见表 6。

同类型 SNCR + SCR 脱硝设计实例很少, 类比

“广东某“上大压小”热电联产工程”, 详见表 7, 批复的脱硝效率不低于 80%。同时分别类比 SNCR 及 SCR, 详见表 8、表 9。

表 6 锅炉低氮燃烧实例

序号	电厂及锅炉容量/MW	NO _x /(mg · Nm ⁻³)	来源
1	某示范电站 300	84	验收报告, 2007. 12
2	梅县某电厂 3 号炉	117	污染物排放测试报告, 2009. 1
3	某循环流化床示范工程#61 机组	111.94	性能试验报告, 2014. 9
4	某 300 MW CFB 锅炉	102	验收监测, 2010

表 7 SNCR - SCR 脱硝方案设计实例

序号	项目名称	炉型	技术类型	机组等级	机组数量	脱硝效率/%
1	广东某“上大压小”热电联产工程(2 × 35 万)	CFB	SNCR - SCR	350 MW	2	80

表 8 脱硝方案实例

序号	企业名称	炉型	措施类型	机组等级	脱硝效率/%	数据来源
1	湖南某电厂	CFB	SNCR	2 × 330 MW	75.55 ~ 89.23	验收批复
2	内蒙某电厂	CFB	SNCR	2 × 300 MW	77.8 ~ 81.0	验收监测报告
3	宜昌某电厂	CFB	SNCR	2 × 300 MW	86.2 ~ 91	验收监测报告
4	宁夏某电厂	/	SNCR	2 × 330 MW	66.2 ~ 71.7	验收批复
5	秦皇岛某电厂	CFB	SNCR	2 × 300 MW	> 74	项目环保验收书
6	济宁某电厂 1#炉	亚临界参数自然循环气炉包	SCR(2 + 1)	2 × 350 MW	64.2	性能检测报告, 2010. 10
7	海门某电厂	超超临界直流炉	SCR(2 + 1)	2 × 1036 MW	70	性能检测报告, 2010. 4
8	沙角某电厂	煤粉炉	SCR(2 + 1)	3 × 660 MW	80	性能检测报告, 2012. 5. 14

3.2 可达性对比分析

3.2.1 除尘 类比案例烟尘的最大值均不超过 5 mg/m³。

电袋除尘综合了静电除尘和布袋除尘优势, 前级采用静电除尘收集 80% ~ 90% 的粉尘, 后级采用布袋收集细颗粒粉尘, 除尘器出口可以长期稳定

在 20 mg/Nm^3 以下,甚至可以达到 5 mg/Nm^3 ,基本不受灰分含量高低和成分影响,技术较成熟,适用于各级容量机组^[2]。

布袋除尘器除尘效率随着过滤速度的增大而减小;随着单位面积积尘量的增大而增大;随着颗粒物入口浓度的增大而增大^[3]。

综上所述,电袋复合除尘器适应性强,不受煤种、烟尘特性影响,适用于排放要求严格的环境敏感地区,该电厂采用2电3袋(超净滤袋)复合除尘,其设计效率能保证达到99.97%以上,出口浓度能够长期稳定在 20 mg/Nm^3 以下。

湿式静电除尘器将粉尘颗粒通过电场力作用吸附到集尘极上,通过喷水将极板上的粉尘冲刷到灰斗排出,同时,喷到烟道中的水雾既能捕获微小烟尘也能降低电阻率,利于向极板移动,通常设置在脱硫系统后端,除尘效率可以达到70%~80%,可有效除去 $\text{PM}_{2.5}$ 细颗粒物和石膏雨微液滴,技术较成熟^[2]。

美国 Bruce Mansfield 电厂、AES Deepwater 电厂、日本碧南等多家电厂测试报告表明,湿式静电除尘器对 $\text{PM}_{2.5}$ 的去除效率均可高于90%,粉尘排放浓度可低于 5 mg/m^3 ,酸雾的去除率可超过90%^[3]。

综上所述,该电厂湿式电除尘器设计入口浓度 $< 20 \text{ mg/m}^3$,可以达到80%除尘效率,最终可实现出口浓度低于 5 mg/m^3 。达到超低排放的要求。

3.2.2 脱硫 根据保定某电厂2#机组脱硫系统2014年8月在线监测入口 SO_2 小时浓度 $2\,496 \sim 5\,611 \text{ mg/m}^3$,脱硫系统出口 SO_2 小时浓度 $13.15 \sim 32.34 \text{ mg/m}^3$,脱硫效率99.08~99.69%。不考虑启停机非正常工况,该机组2014年8月~10月间(该期间脱硫塔5个喷淋层均投运),脱硫系统入口 SO_2 日均浓度 $3\,063.00 \sim 5\,164.00 \text{ mg/m}^3$,脱硫系统出口 SO_2 日均浓度 $12.69 \sim 27.65 \text{ mg/m}^3$,脱硫效率97.76~99.64%。

根据吴明立^[5]测试结果,钙硫比为2.0,床温在 $880 \sim 890^\circ\text{C}$ 时,脱硫效率不低于65%,因此该电厂钙硫比为2.2,床温位 880°C ,炉内脱硫效率可稳定在50%以上,再类比以上实例,炉外湿法脱硫效率可稳定在96.6%以上,因此,该电厂 SO_2 在采用炉内喷钙脱硫+炉外石灰石-石膏湿法烟气脱硫的情况下,总体效率不低于98.3%,出口浓度不高于 35 mg/Nm^3 。

3.2.3 脱硝 该电厂配套建设 SNCR + SCR (2 +

1) 烟气脱硝方案,SNCR、SCR 设计烟气脱硝效率分别不低于70%、60%,设计总脱硝效率不低于88%。根据《大气污染防治先进技术汇编》(环保部、科技部,2014年3月)循环流化床锅炉选择性非催化还原法(SNCR)脱硝技术,脱硝效率一般大于60%,可达75%以上,另外根据类比电厂数据,SNCR、SCR 烟气脱硝效率分别可达到66%及64%以上。

综合上述,采用 SNCR + SCR (2 + 1) 烟气脱硝后 NO_x 排放浓度约可满足国家《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)燃气轮机组限值 50 mg/Nm^3 要求。

4 结论

该电厂在脱硫系统前设置电袋除尘器,每台炉配2台电袋除尘器,电区设2个电场,其后设3个袋区(超净滤袋),电袋除尘器设计除尘效率不低于99.97%;每台炉在脱硫出口设一台一电场湿式静电除尘器,同时预留一台一电场湿式静电除尘器,除尘效率不低于80%;加上脱硫洗涤塔的烟尘去除效率50%,整个除尘系统总除尘效率大于99.99%。燃用设计煤种时,烟尘排放浓度为 3.55 mg/m^3 ;燃用校核煤种时,烟尘排放浓度为 3.16 mg/m^3 。可以达到 5 mg/m^3 的超低排放要求。

SO_2 在采用炉内喷钙脱硫+炉外石灰石-石膏湿法烟气脱硫的情况下,总体效率不低于98.3%,出口浓度不高于 35 mg/Nm^3 。

采用 SNCR + SCR (2 + 1) 烟气脱硝后 NO_x 排放浓度约可满足国家《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)燃气轮机组限值 50 mg/Nm^3 要求。

以上各方案是可行的。

[参考文献]

- [1] 彭 岚. CFB 锅炉 NO_x 的生成机理与计算[J]. 浙江电力,2007(4):17-22.
- [2] 根据河南省发展和改革委员会河南省环境保护厅. 关于印发《2014-2020年煤电节能减排升级与改造行动计划》的通知[Z]. 2014.
- [3] 郝艳红,邱丽霞,孙 楠. 布袋除尘器除尘性能的实验研究[J]. 电站系统工程,2010,26(5):11-12.
- [4] 毛雷符. 湿式静电除尘器对烟尘的精处理[J]. 建筑工程技术与设计,2015(16):1895.
- [5] 吴明立. 大型循环流化床锅炉炉内脱硫技术应用实践. 安徽华电六安电厂有限公司. 2015(13):54-55.

一种废乳化液处理设备简介

周宇航

(太仓市环保局, 江苏 太仓 215400)

摘 要:文中比较了废乳化液的几种常用处理技术,介绍了德国 MRK Metzger 公司生产的 ET 系列乳化液处理设备的设计原理、工作流程和主要特点。该系列产品具有节能、高效、先进,操作压力低;易于操作;蒸发回收的液体占比高,废切削液综合利用效果好等优点,比较适合在太仓地区推广应用。

关键词:废水处理;废乳化液;浓缩

中图分类号:X705 **文献标识码:**A

A small – scale test for the removal of hypophosphite in electroplating wastewater

ZhouYuhang

(Taicang city environmental protection bureau, Taicang, Jiangsu 215400, China)

Abstract: Through comparing several usual treatment technologies of waste emulsion, the design principle, working process and main characteristics of ET series emulsion processing equipment produced by MRK Metzger in Germany are introduced. This series of products had the advantages of energy saving, high efficiency, advanced operation, low operation pressure, easy operation, high proportion of liquid from evaporation recovery, good comprehensive utilization of waste cutting fluid and so on. So it is suitable for popularization and application in Taicang area.

Key words: wastewater treatment; Waste emulsion; Enriched

前 言

乳化液的主要化学成分包括:软水、基础油(矿物油、合成酯、表面活性剂、防锈剂、极压添加剂(含硫、磷等极性化合物)、摩擦改进剂、杀菌剂、抗氧化剂等,它能把基础油的润滑性和防锈性与水的冷却性结合起来,具备较好的润滑冷却性^[1],因而对于有大量热生成的高速低负荷的金属切削加工十分有助,与油基切削液相比,乳化液的优点在于较大的散热性,较好的清洗性,以及可用软水(一般要求硬度低于 300 ppm 以下)稀释至 8% 以下使用,相比其他切削液有较大的经济优势,此外也有利于生产现场的卫生和安全。在机械加工行业中需大量使用乳化液,一般每台 CNC 自动车床需要 200 kg 循环乳化液,乳化液在生产过程中会蒸发和浸润损耗,需定时添加,但由于是水溶剂,使用较长后会滋生细菌,导致变质、发臭、失效,所以在定期检测和添加的同时,还需要每半年更换一次^[2]。矿物油、表面活性剂、极压添加剂等乳化液成分具有毒性,且生物降解性差,能长期滞留在水

体和土壤里,造成环境污染,因此从 1998 年开始中国政府将废皂液、乳化油/水、乳化液(膏)切削剂等为危险废物(危废代码为 HW09),产生单位必须严格按照危废管理规范收集、储存,并委托有资质的第三方公司处置。

1 目前常见的废乳化液处理方法

1.1 物理吸附法

物理吸附法主要是利用活性炭等多孔物体与废乳化液直接接触、过滤,以达到水质净化的目的,这种方法处理设备简单,缺点是处理成本较高,处理效果不稳定。

1.2 物理 + 生化法

主要处理流程为过滤沉淀、隔油、破乳、气浮、多级生物处理、深度处理等工段,其中破乳方法有

收稿日期:2018-02-26

作者简介:周宇航(1979—),男,浙江诸暨人,工程师,硕士,主要从事环境监测监察工作,研究水处理治理工艺方面的方法和技术。

化学法、电解法、盐析法、凝聚法等。一般采用盐析凝聚混合法,离子在乳化液发生水化作用,减少乳化液中的自由水分子,油珠产生脱水作用,破坏

乳化油珠中的水化层^[3]。具体工艺流程见图 1,该工艺的缺点是处理速度慢、工艺复杂、流程长、占地面积大、排放水质不稳定等。

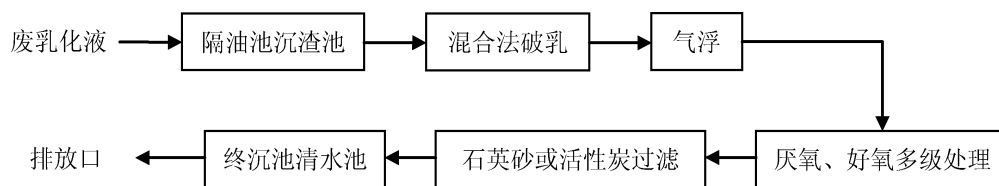


图 1 物理 + 生化法处理废乳化液

1.3 超滤、反渗透等膜处理技术

膜处理技术是一种在上世纪 70 年代发明的一种分离技术,它利用不同粒径分子的混合物在通过半透膜时达到选择性分离的目的。该技术具有提纯、分离、浓缩和精制的功能,且过滤过程简单,易于过程控制、占地面积小等优点,因此广泛应用于医药、生物、环保、化工等工业领域^[4]。主要处理

流程见图 2。废乳化液处理一般采用超滤技术,不需破乳即可通过半透膜将水和大分子量油粒分开,实现油水分离。经过膜处理的浓缩液可用热分离或化学分离等方式回收废油,不可回收部分应作为危废进行焚烧。膜处理技术的缺点是容易出现膜孔堵塞失效,维护保养、膜更换成本和单位处理能耗均较高。

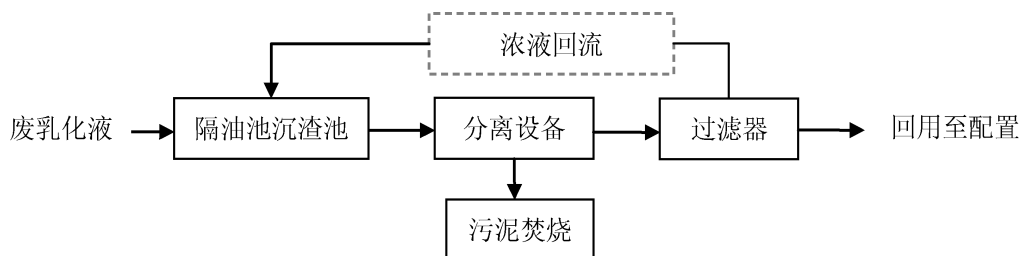


图 2 膜分离技术处理废乳化液

1.4 焚烧处理

焚烧是指在通过可控高温氧化,将废乳化液喷射到有天然气或柴油助燃的燃烧室内,使乳化液中基础油、表面活性剂等有害完全氧化成二氧化碳和水的处理方式。焚烧废乳化液可分为蒸发、气化、氧化三个过程,废乳化液中的水首先蒸发出来,然后,基础油等有机物发生气化并裂解为低分子化合物,气态有机物与炉内的氧气发生氧化反应,为了确保焚烧效果,一般焚烧炉温度要求控制在 800℃ 以上。焚烧优点是对有毒有害、成分复杂的固态、液态、气态有机物处理效率高,缺点是设备投资非常高,且运行费用也相当高,一般焚烧处理用于专业的危废处置单位或医疗机构。

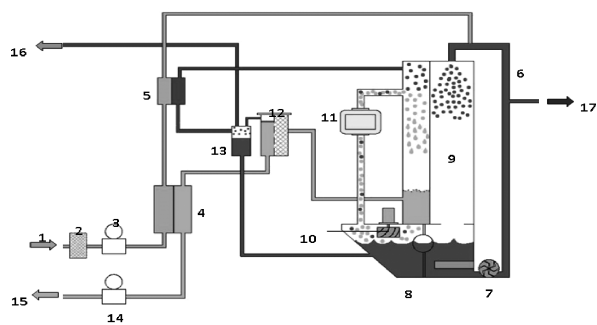
2 ET 系列乳化液蒸发器的设计和工作原理

MRK Metzger 公司位于德国曼海姆,创建于 1990 年,该公司主要从事针对机械加工行业的润

滑油、乳化液等的循环再利用设备制造,ET 系列(处理能力 40 l/h ~ 1 500 l/h)真空蒸发器在低压(压力 < 300 mbar)、温度 100℃ 工作条件下蒸发浓缩废乳化液,回收废乳化液中的液相用于重新配制,实现对废乳化液的循环利用,并通过二次热能回收提高热效率,起到节能减排作用。工作原理见图 3。

工作原理说明:

(1)需要处理的废切削液经供给接口 1,通过预滤器 2 和布袋过滤,进入到蒸发装置中。在此过程,废切削液被一级热交换器 4 和二级 5 热交换器加热,并被泵入到再循环线路 6 中。(2)循环泵 7 从蒸馏(容)器 8 输送废切削液(作为冷凝液用)通过再循环管线 6 进入到热交换器 9 中。(3)废切削液经冷凝热交换器 9,返回到蒸馏(容)器 8 中。废切削液在蒸馏(容)器 8 被加热至 100℃。在蒸馏(容)器 8 中废切削液中的水被蒸发掉。(4)水



图例：1. 废切削液；2. 带式过滤器；3. 布袋过滤+给水泵；4. 一级热交换器；5. 二级热交换器；6. 再循环线路；7. 循环泵；8. 蒸馏（容）器；9. 冷凝热交换器；10. 机械消泡机；11. 变频压缩机；12. 聚结分离器；13. 收集箱；14. 蒸馏水泵；15. 蒸馏水返回接口；16. 不凝气排口（泄压阀）；17. 浓缩液排口。

图 3 工作原理

蒸汽通过变频压缩机 11 吸入,并被压入冷凝热交换器 9 的蒸馏水一侧(右侧),水蒸汽被进一步冷凝。这个过程中形成的蒸馏水被输送到聚结分离器 12 中,并在此对蒸馏水进行再次过滤净化。(5)然后,蒸馏水继续向前,流向一级热交换器 4。蒸馏水通过蒸馏水泵 14 回收,并通过蒸馏水回流接口 15 从蒸发设备中退出。(6)不能被冷凝的气体被聚集在冷凝热交换器 9 的蒸馏水一侧的上面部分。这些气体被引入通过二级热交换器 5 至收集箱 13,并从这里进入排气口 16。(7)在蒸馏(容)器 8 中,因为有蒸汽流动,因此形成的冷凝水,这些冷凝水通过再循环线路 6 和通过设备的浓缩液回流接头 17 被释放出来。蒸馏热源为电。(8)安装在蒸馏(容)器 8 中机械去泡装置 10 可防止泡沫被压缩机 11 吸入。其中通过泄压阀排放的有机物水溶性较好,通过水封装置吸收水溶性有机物后排放,水封装置有机物水吸收率达到 90%,可通过车间通风系统无组织排放。水封装置见图 4。

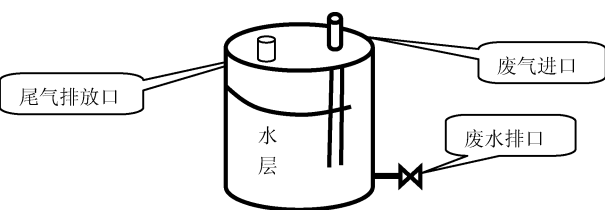


图 4 水封装置示意图

3 ET 系列乳化液蒸发器的应用和能耗情况

腐败变质是乳化液不能使用的主要原因之一,

采用蒸发的方式回收废切削液中的液相,可以杀灭废切削液中的微生物,完成一次净化过程,是回收的液相能够长期循环利用的重要保证。用于配制切削液用水水质要求不高(见表 1),ET 系列乳化液蒸发器回收的液相在上海大众变速器有限公司循环使用的成功范例,且运行稳定,上海大众变速器有限公司回收的液相水质见表 1。

表 1 类比单位蒸馏回收液相水质状况 mg/L				
项目名称	pH	COD	SS	石油类
结果	9.35(无量纲)	1 820	16	164

ET 系列乳化液蒸发器可达到 80% 以上回收效率,扣除无组织排放部分蒸发水分,剩余约 15% 过滤渣和浓缩液。能耗情况见表 2。

表 2 能耗表						
ET 系列设备型号	ET50	ET100	ET150	ET250	ET500	ET1500
额定处理能力 /(L·h ⁻¹)	50	100	150	250	500	1 500
能量消耗 /(kWh·m ⁻³)	75	60	60	55	40	35
费用折算 /(RMB·m ⁻³)	60	48	48	44	32	28

注:费用以太仓平均工业用电 0.8 元/kWh 折算

以单位能耗最高的 ET50 测算,该设备每台售价 8 万美元(人民币 50 万/台),太仓鲍赫动力公司年产废乳化液为 706 t,委托有资质第三方处置,按 3 000 元/t 处置费用折算,每年需处置费用为 21 万元,如果购买 ET50 乳化液蒸发器,基本上两到三年就可以收回设备投资成本,假如产生量大的企业,购买更大型号设备,将更快收回投资成本。

4 ET 系列乳化液蒸发器的主要技术特点

(1) 蒸发浓缩设备采用德国技术,废切削液蒸发浓缩过程设有多个换热器,充分利用蒸馏液的余热预热废切削液,尽可能减少热源损失。压缩机采用变频电机,可以根据工况和外界温度调控压缩功

(下转第 43 页)

玉米秸秆热解特性研究

浮爱青^{1,2}, 栾进华^{1,2}, 胡科^{1,2}

- (1. 外生成矿与矿山环境重庆市重点实验室(重庆地质矿产研究院)重庆, 400042;
2. 煤炭资源与安全开采国家重点实验室重庆研究中心, 重庆, 400042)

摘 要:文中采用热重分析法研究了 20℃/min、40℃/min、60℃/min、80℃/min 不同的升温速率下玉米秸秆的热解过程。通过研究表明,随着升温速率的增加,试样的热解指数越大,试样的挥发份析出特性越好,热解反应越容易发生。该研究为进一步研究玉米秸秆的燃烧特性以及燃烧设备的设计参数提供了理论依据。

关键词:玉米秸秆;热解;热重分析

中图分类号:S216 **文献标识码:**A

Study on Pyrolysis characteristics of the Corn Stalk

Fu Ai-qing^{1,2}, Luan Jin-hua^{1,2}, Hu Ke^{1,2}

- (1. Chongqing Key Laboratory of Exogenic Mineralization and Mine Environment, Chongqing Institute of Geology and Mineral Resources, Chongqing 400042, China;
2. Chongqing Research Center of State Key Laboratory of Coal Resources and Safe Mining, Chongqing 400042, China)

Abstract: By the thermo-gravimetric analysis the pyrolysis process of corn stalk was study at four different heating rates (20℃/min, 40℃/min, 60℃/min, 80℃/min) under high purify N₂. Experimental results showed: With the heating rate adding, the most pyrolysis index, the actual pyrolysis process of corn stalk was easy. The study could provide theoretical basis for further research on the actual pyrolysis process of corn stalk and determine design parameters of burning equipments.

Key words: Corn Stalk; Pyrolysis; Thermo-gravimetric analysis

引 言

生物质燃烧是大气污染排放的重要污染源之一。特别是在农忙季节,大量燃烧的玉米秸秆向大气环境排放大量污染物,这些排放的污染物与空气质量、能见度、温室效应和强迫辐射等环境问题以及人体健康直接相关^[1-3]。有数据表明,全球农作物秸秆燃烧排放颗粒物占生物质燃烧排放 20% 左右^[4],是生物质燃烧的重要组成部分^[5]。

为了解决这些环境问题和生物质能源的开发利用,建立可持续能源发展系统。近年来,关于玉米秸秆的热解特性,国内外研究者已提出一些有价值的结论和见解。文中采用热重分析针对不同升温速率对玉米秸秆的热解特性进行了研究,为深入研究玉米秸秆的热解机理提供了基础数据。

1 实验条件

玉米秸秆取自焦作农村,经粉碎机粉碎后,用 3 mm 筛子分选,取筛下产物做秸秆原料。

热重分析为美国 TA 公司生产的 SDTQ600 热分析仪。试验气氛为氮气,样品为 8.5 ± 0.5 mg,气体流量为 100 mL/min,试验从室温开始,升温速率分别为 20℃/min, 40℃/min, 60℃/min, 80℃/min,终温为 800℃。

2 试验结果与讨论

2.1 TG、DTG 曲线分析

图 1 为 20℃/min、40℃/min、60℃/min、80℃/min 的 TG 和 DTG 曲线,由图 1 可以看出,在 100℃

收稿日期:2018-01-24

作者简介:浮爱青(1976—),女,高级工程师,硕士,主要从事分析测试与标准制修订研究。

左右,质量有明显的失重,DTG 曲线出现一个失重峰,这个阶段主要是失水过程,因此试验时在该阶段恒温 5 min,以保证外在水分的脱除。该失重量约占原料的 10%。随着温度进一步升高,在 200℃~500℃ 温度区间失重最为明显,是秸秆的主

要热解区段,在此温度区间挥发分析出量约占整个温度区间析出量的 80%。500℃ 之后是热解的第三个阶段,是残留物缓慢分解阶段,其失重逐渐趋于平缓。试验中在终温 800℃ 时恒温 5 min,以保证试样完全热解。

表 1 生物质样品的工业分析和元素分析

样 品	工业分析				元素分析				
	M_{ad}	A_{ad}	V_{ad}	FC_{ad}	C_{ad}	H_{ad}	O_{ad}	N_{ad}	S_{ad}
玉米秸秆	8.89	47.35	36.39	7.37	29.16	2.87	10.81	0.80	0.12

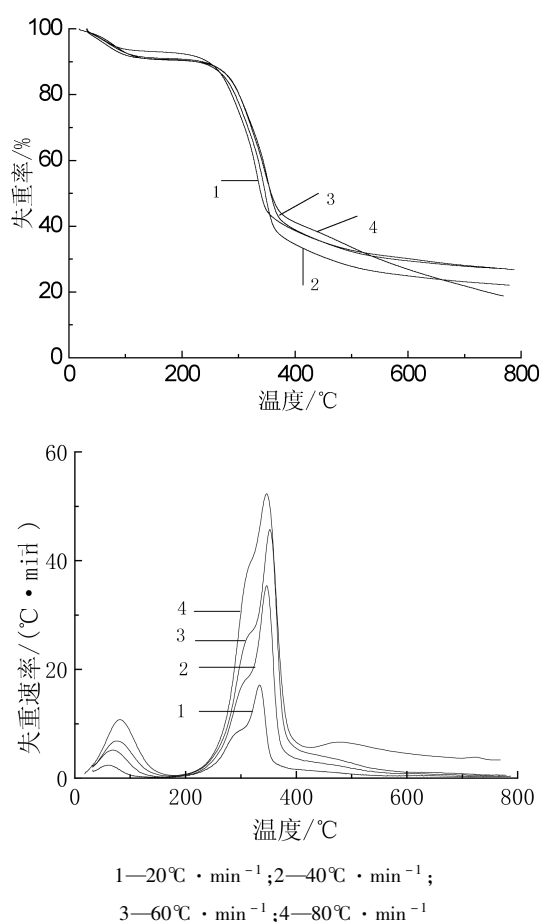


图 1 玉米秆在不同升温速率下的 TG,DTG 曲线

比较 20℃/min、40℃/min、60℃/min、80℃/min 的 TG 曲线可以看出,玉米秸秆的 TG 曲线形状基本相同,有两个明显的失重阶梯。第一个阶梯位于开始至 100℃,第二个阶梯位于 200℃~500℃。对应的 DTG 曲线有两个明显的失重峰。从 DTG 曲线可以看出,随着升温速率的提高,DTG 曲线也向高温区移动,最大失重速率逐渐升高,其对应的温度增加,最终总体的失重率也逐渐增大。

同时可以看出,最大失重速率对应的温度变化要比热解起始温度的变化大很多,这说明升温速率对后期的温度影响较大,所以说升温速率影响了玉米秸秆的热解进程,尤其是后期的反应过程发生了很大的变化。随着升温速率的提高,热解起始温度、质量损失速率最大处的温度均提高,对应时间的最大质量损失速率也增大。

比较水分分析出和玉米秸秆热解的 DTG 曲线可以发现,玉米秸秆热解的 DTG 曲线有明显的峰肩。其原因可能为,一般来说生物质可看作主要由纤维素、半纤维素和木质素三种组分构成^[9]。有研究表明^[10-12],当生物质进行热解时,水分在 105℃ 首先被驱出,随着热解温度的升高,半纤维素首先在 200℃ 以下开始初步软化,然后在 200~260℃ 之间发生分解,产生挥发性产物;纤维素在 200~400℃ 之间开始软化,然后在 240~350℃ 之间发生分解,大部分也是生成挥发性物质;木质素的分解温度最宽,在 200℃ 以下的温度开始软化,分解主要发生在 280~500℃,大部分分解为炭。也有研究表明^[13-16],生物质热解有两个区域,一个是对应于纤维素的热解,另一个对应于半纤维素的热解。低温区的低分解速率峰与半纤维素热解有关,高温区的快分解速率峰与纤维素分解有关,而观察不到木质素的热解速率峰。由于半纤维素结构上带有支链,是生物质中最不稳定的组分,通常在 225~325℃ 分解,比纤维素更易热分解。热解是否出现两个分离的 DTG 峰,取决于生物质原料中的半纤维素相对于纤维素的组分含量。

2.2 热解特性

随着升温速率的提高,热解起始温度、质量损失速率最大处的温度均提高,对应时间的最大质量损失速率 DTG_m 也增大。

为了综合评价生物物质的热解特性,李斌^[6-8]等定义了热解特性指数 I:

$$I = DTG_m / (T_{max} \cdot \Delta T) \% \cdot \min^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-2}$$

式中: ΔT —失重起始到终止时的温度间隔($^\circ\text{C}$)。;
 DTG_m —最大失重速率; T_{max} —最大失重速率所对应的温度。

表 2 玉米秸秆热解过程中的一些参数值

样品 名称	升温速率 ($^\circ\text{C} \cdot \min^{-1}$)	T_{max} ($^\circ\text{C}$)	DTG_m / ($\% \cdot \min^{-1}$)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	I (10^4)
玉米 秸秆	20	335.2	16.98	215	2.356
	40	346.8	35.38	207	4.928
	60	351.2	45.66	205	6.342
	80	348.5	52.24	198	7.571

从各特性参数的定义可以知道: DTG_m 越大,挥发分释放得越强烈; ΔT 越小,挥发份析出越容易; T_{max} 越低,则挥发份的释放高峰出现越早,总体热解反应进行过程越集中;I 值越大,生物质的挥发份析出特性越好,热解反应越容易进行。由表 2 可见,随着升温速率的提高,试样的热解指数越来越大,表明其挥发份析出特性越好,也就是说升温速率的提高有利于生物物质的热解反应。

3 结论

(1) 分析玉米秸秆的 TG 曲线,玉米秸秆的热解过程可以分为起始到 100°C 左右的失水阶段; $200^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 主要热解阶段; 500°C 之后残留物缓慢分解阶段;

(2) 分析比较不同升温速率玉米秸秆的 TG 和 DTG 曲线可以得出:随着升温速率的提高,热解起始温度、质量损失速率最大处的温度均提高,对应时间的最大质量损失速率也增大;

(3) 结合玉米秸秆的组成分析 TG 和 DTG 曲线可以得出: $200^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 主要热解阶段的峰形特征与原料中的半纤维素相对于纤维素的组分含量密切相关;

(4) 通过燃烧指数评价玉米秸秆的热解指数可以得出:随着升温速率的提高,试样的热解指

数越来越大,挥发份析出特性越好,热解反应越容易。

[参考文献]

- [1] Andreae M O, Merlet P. Emissions of trace gases and aerosols from biomass burning [J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 2001, 15:955-966.
- [2] Ogunjobi K O, He Z, Kim K W, et al. Aerosol optical depth during episodes of Asian dust storms and biomass burning at Kwangju, South Korea. [J]. *Atmospheric Environment*, 2004, 38: 1313-1323.
- [3] Schkolnik G, Chand D, Hoffer A, et al. Constraining the density and complex refractive index of elemental and organic carbon in biomass burning aerosol using optical and chemical measurements [J]. *Atmospheric Environment*, 2007, 41:1107-1118.
- [4] Crutzen P J, Andreae M O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles [J]. *Science*, 1990, 250:1669-1678.
- [5] Streets D G, Yarber K F, Woo J-H, et al. Biomass burning in Asia: Annual and seasonal estimates and atmospheric emissions [J]. *Global Biogeochemical Cycles*, 2003, 17(4):1099-1118.
- [6] 杨冬,陈清文. 北方地区典型生物质的热重分析及动力学研究[J]. *燃烧科学与技术*. 2014, (04):319-322.
- [7] 樊永胜,蔡忆昔,李中华,等. 4 种农林生物质的热解特性及动力学研究[J]. *中国科技论文*. 2013, (12):1253-1257.
- [8] 李斌,谷月玲,严建华,等. 城市生活垃圾典型组分的热解动力学模型研究[J]. *环境科学学报*. 1999, 19(5):562-566.
- [9] 杨淑惠. 植物纤维化学[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2001.
- [10] Gabor Varhegyi, Michael J. Antal J. Kinetics of the Thermal Decomposition of Cellulose, Hemicellulose, and Sugar Cane Bagasse[J]. *Energy & Fuels*, 1989, 3: 329-335.
- [11] Lv G, Wu S, Lou R. Kinetic study of the thermal decomposition of hemicellulose isolated from corn stalk [J]. *Bio Resources*, 2010, 5(2): 1281-1291.
- [12] J. C. Domínguez, M. Oliet, M. V. Alonso, et al. Thermal stability and pyrolysis kinetics of organosolv lignins obtained from Eucalyptus globulus [J]. *Industrial Crops and Products*, 2008, 27: 150-156.
- [13] M. M. Hagedorn, et al. A Comparative Kinetic Study on the Pyrolysis of Three Different Wood Species. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2003, 68(8): 231-249.
- [14] 郑赞. 基于组分分析的生物质热裂解动力学机理研究. 浙江大学硕士学位论文. 2006:72-75.
- [15] G. Wang. TG Study on Pyrolysis of Biomass And Its Three Components Under Syngas. *Fuel*. 2007, 26(3):1-7.
- [16] 王树荣, 郑赞, 骆仲浚, 等. 生物质组分热裂解动力学研究. *浙江大学学报*. 2007, (4):585-588.

· 环境监测 ·

浅谈高效液相色谱法测定水质多环芳烃

杜晓锋, 崔乃芸

(张家港市环境监测站, 江苏 张家港 215600)

摘 要:通过液液萃取和高效液相色谱仪的联合分析,建立了适用于饮用水、地下水、地表水、海水、工业废水及生活污水中的十六种多环芳烃的测定。水样于分液漏斗中,用二氯甲烷进行萃取,净化,收集,用氮吹仪进行吹干并且用乙腈进行置换,定容至1 mL,采用带紫外检测器的液相色谱仪进行测定。结果表明,十六种多环芳烃在0.025 mg/L~2.0 mg/L的浓度范围内,相关系数均大于0.999,十六种多环芳烃的AQC的0.3C、0.8C的相对标准偏差均小于5%,加标回收率也在90%~110%之内,方法检出限均低于国标规定检出限。该方法简单了水质多环芳烃的测定步骤,检测效率高,各项指标都比较理想。

关键词:液液萃取;液相色谱仪;多环芳烃

中图分类号:X832 **文献标识码:**A

Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by using High Performance Liquid Chromatography

DuXiaofeng, Cuinaiyun

(Zhangjiagang Environmental Monitoring Station, Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China)

Abstract: A combination of liquid-liquid extraction and high performance liquid chromatography, the determination method of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons in drinking water, groundwater, surface water, seawater, industrial waste water and domestic sewage was established. The water sample was in the separatory funnel, extraction, purification and collection with dichloromethane. The mixture was blown dry with a nitrogen blowing instrument and replaced with acetonitrile. Set to 1 mL, the measurement was carried out using a liquid chromatograph with an ultraviolet detector. The results showed that the 16 polycyclic aromatic hydrocarbons in the concentration range of 0.025 mg/L ~ 2.0 mg/L, the correlation coefficients are greater than 0.999. The relative standard deviations of 0.3C and 0.8C for AQC of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons were less than 5%. Spike recovery rate was also within 90%~110%. The detection limit were lower than the national standard detection limit. The method was simple to measure polycyclic aromatic hydrocarbons in water, the detection efficiency was high, and the indicators were ideal.

Key words: Liquid-liquid extraction; Liquid chromatography; Polycyclic aromatic hydrocarbons

用二氯甲烷萃取水中多环芳烃(PAHs),萃取液经硅胶或弗罗里硅土柱净化,用二氯甲烷洗脱,洗脱液浓缩后,用具有紫外检测器的高效液相色谱仪分离检测。

1 仪器与试剂

- (1) 甲醇:色谱纯。
- (2) 乙腈:色谱纯。
- (3) 去离子水。
- (4) 二氯甲烷:色谱纯。
- (5) 液相色谱仪:安捷伦 1290。

(6) 氮吹仪。

2 色谱条件

PAH 色谱柱(100 mm×4.6 mm×1.8 μm):柱温为40℃,进样体积是10 μL,紫外波长为220 nm,带宽为4 nm;流动相:A为纯水,B为乙腈。流动相梯度洗脱如表1。

收稿日期:2018-01-19

作者简介:杜晓锋(1991—),男,江苏张家港人,工程师,主要从事环境监测工作。

表 1 流动相梯度洗脱程序

时间/min	流速/(mL · min ⁻¹)	A/%	B/%
Initial	1.0	60	40
15.0	1.0	0	100

3 分析步骤

(1) 取一定量多环芳烃的标准使用液于乙腈中,制备 7 个浓度点的标准序列,多环芳烃的质量浓度分别是 0.025、0.05、0.10、0.20、0.40、1.00、2.00 mg/L,储存于棕色小瓶子中,通过高效液相色谱仪制作标准序列表。

(2) 萃取:量取池塘水 1 000 mL 水样,倒入 2 000 mL 的分液漏斗中,加入 30 g 氯化钠,再加入 50 mL 二氯甲烷,振摇 10 min,静置分层,收集有机相,放入锥形瓶中,重复萃取两遍,,重复收集有机相,待有机相通过无水硫酸钠除水。

(3) 浓缩置换:将有机相通过氮吹仪将二氯甲烷置换成乙腈,定容至 1 mL。

(4) 将标准溶液和池塘水水样做 5 d 的标准曲线、精密度和准确度。标准曲线的制作如表 2—表 6。

表 2 标准曲线第一天

项目	回归方程	相关系数
蔡	$Y = 178.4x + 0.118$	$R = 0.999\ 9$
茈	$Y = 49.35x + 0.170$	$R = 0.999\ 9$
芴	$Y = 92.17x - 0.427$	$R = 0.999\ 8$
二氢茈	$Y = 27.02x - 0.196$	$R = 0.999\ 8$
菲	$Y = 30.85x + 0.165$	$R = 0.999\ 9$
蒽	$Y = 15.44x + 0.364$	$R = 0.999\ 6$
荧蒽	$Y = 41.51x - 0.492$	$R = 0.999\ 8$
芘	$Y = 17.09x + 0.054$	$R = 0.999\ 7$
屈	$Y = 47.86x + 2.897$	$R = 0.999\ 0$
苯并(a)蒽	$Y = 38.52x + 0.521$	$R = 0.999\ 3$
苯并(b)荧蒽	$Y = 44.16x + 0.174$	$R = 0.999\ 9$
苯并(k)荧蒽	$Y = 33.27x + 0.154$	$R = 0.999\ 9$
苯并(a)芘	$Y = 24.89x + 0.231$	$R = 0.999\ 8$
二苯并(a,h)蒽	$Y = 34.21x - 0.537$	$R = 0.999\ 7$
苯并(g,h,i)芘	$Y = 45.82x - 0.635$	$R = 0.999\ 6$
茚并(1,2,3-cd)芘	$Y = 34.12x + 0.126$	$R = 0.999\ 8$

表 3 标准曲线第二天

项目	回归方程	相关系数
蔡	$Y = 179.4x + 0.148$	$R = 0.999\ 9$
茈	$Y = 49.48x + 0.043$	$R = 0.999\ 9$
芴	$Y = 91.36x - 0.108$	$R = 0.999\ 9$
二氢茈	$Y = 27.60x - 0.187$	$R = 0.999\ 9$

续表 表 3

项目	回归方程	相关系数
菲	$Y = 30.86x + 0.157$	$R = 0.999\ 8$
蒽	$Y = 15.47x + 0.161$	$R = 0.999\ 8$
荧蒽	$Y = 41.30x - 0.528$	$R = 0.999\ 8$
芘	$Y = 17.01x + 0.024$	$R = 0.999\ 8$
屈	$Y = 44.88x + 2.871$	$R = 0.999\ 0$
苯并(a)蒽	$Y = 38.47x + 0.755$	$R = 0.999\ 1$
苯并(b)荧蒽	$Y = 44.71x + 0.016$	$R = 0.999\ 9$
苯并(k)荧蒽	$Y = 33.67x + 0.110$	$R = 0.999\ 9$
苯并(a)芘	$Y = 24.60x + 0.141$	$R = 0.999\ 9$
二苯并(a,h)蒽	$Y = 32.68x - 0.007$	$R = 0.999\ 3$
苯并(g,h,i)芘	$Y = 43.15x + 0.284$	$R = 0.999\ 3$
茚并(1,2,3-cd)芘	$Y = 33.18x + 0.155$	$R = 0.999\ 5$

表 4 标准曲线第三天

项目	回归方程	相关系数
蔡	$Y = 179.5x + 0.166$	$R = 0.999\ 9$
茈	$Y = 49.69x + 0.007$	$R = 0.999\ 9$
芴	$Y = 91.77x - 0.608$	$R = 0.999\ 8$
二氢茈	$Y = 27.82x - 0.234$	$R = 0.999\ 9$
菲	$Y = 30.99x + 0.055$	$R = 0.999\ 9$
蒽	$Y = 14.63x + 0.469$	$R = 0.999\ 4$
荧蒽	$Y = 43.13x - 0.146$	$R = 0.999\ 0$
芘	$Y = 16.31x + 0.106$	$R = 0.999\ 6$
屈	$Y = 39.63x + 2.048$	$R = 0.999\ 1$
苯并(a)蒽	$Y = 37.72x + 0.028$	$R = 0.999\ 8$
苯并(b)荧蒽	$Y = 44.95x + 0.125$	$R = 0.999\ 8$
苯并(k)荧蒽	$Y = 34.05x - 0.015$	$R = 0.999\ 8$
苯并(a)芘	$Y = 24.61x + 0.151$	$R = 0.999\ 7$
二苯并(a,h)蒽	$Y = 34.15x - 0.491$	$R = 0.999\ 4$
苯并(g,h,i)芘	$Y = 45.89x - 0.143$	$R = 0.999\ 8$
茚并(1,2,3-cd)芘	$Y = 35.67x - 0.168$	$R = 0.999\ 9$

表 5 标准曲线第四天

项目	回归方程	相关系数
蔡	$Y = 180.5x + 0.277$	$R = 0.999\ 9$
茈	$Y = 49.89x + 0.008$	$R = 0.999\ 9$
芴	$Y = 92.00x + 0.397$	$R = 0.999\ 8$
二氢茈	$Y = 28.14x - 0.130$	$R = 0.999\ 9$
菲	$Y = 31.25x + 0.151$	$R = 0.999\ 9$
蒽	$Y = 14.80x + 0.259$	$R = 0.999\ 8$
荧蒽	$Y = 42.39x - 0.751$	$R = 0.999\ 3$
芘	$Y = 16.60x + 0.144$	$R = 0.999\ 8$
屈	$Y = 47.59x + 2.727$	$R = 0.999\ 1$
苯并(a)蒽	$Y = 37.62x + 0.697$	$R = 0.999\ 3$
苯并(b)荧蒽	$Y = 45.39x + 0.156$	$R = 0.999\ 9$
苯并(k)荧蒽	$Y = 33.97x + 0.316$	$R = 0.999\ 8$

续表 表 5

项目	回归方程	相关系数
苯并(a) 芘	$Y = 24.92x + 0.257$	$R = 0.999\ 5$
二苯并(a,h) 蒽	$Y = 33.85x - 0.295$	$R = 0.999\ 6$
苯并(g,h,i) 芘	$Y = 45.05x + 0.768$	$R = 0.999\ 7$
茚并(1,2,3-cd) 芘	$Y = 34.38x + 0.054$	$R = 0.999\ 9$

表 6 标准曲线第五天

项目	回归方程	相关系数
萘	$Y = 181.2x + 0.383$	$R = 0.999\ 9$
苊	$Y = 50.13x + 0.015$	$R = 0.999\ 9$
芴	$Y = 92.89x + 0.302$	$R = 0.999\ 9$
二氢苊	$Y = 27.81x - 0.395$	$R = 0.999\ 2$
菲	$Y = 31.35x + 0.125$	$R = 0.999\ 9$
蒽	$Y = 15.14x + 0.337$	$R = 0.999\ 1$
荧蒽	$Y = 40.85x - 0.428$	$R = 0.999\ 9$
芘	$Y = 16.56x + 0.102$	$R = 0.999\ 8$
屈	$Y = 40.61x + 0.419$	$R = 0.999\ 9$
苯并(a) 蒽	$Y = 38.75x + 0.210$	$R = 0.999\ 8$
苯并(b) 荧蒽	$Y = 45.69x + 0.344$	$R = 0.999\ 9$
苯并(k) 荧蒽	$Y = 34.82x + 0.035$	$R = 0.999\ 9$
苯并(a) 芘	$Y = 24.59x + 0.130$	$R = 0.999\ 9$
二苯并(a,h) 蒽	$Y = 32.42x + 0.163$	$R = 0.999\ 2$
苯并(g,h,i) 芘	$Y = 42.34x + 1.648$	$R = 0.999\ 3$
茚并(1,2,3-cd) 芘	$Y = 34.25x + 0.464$	$R = 0.999\ 1$

(5) 精密度和准确度:按照 5 d 配置的 0.3c (0.10 mg/L) 和 0.8c (0.40 mg/L) 的精密度检测和池塘水水样萃取的加标回收率的检测。检测结果如表 7—表 23。

表 7 精密度的检测

PAHs	相对标准偏差%	≤5%
萘	1.0	≤5%
苊	1.4	≤5%
芴	2.3	≤5%
二氢苊	2.8	≤5%
菲	3.5	≤5%
蒽	3.0	≤5%
荧蒽	3.3	≤5%
芘	2.3	≤5%
屈	2.3	≤5%
苯并(a) 蒽	3.4	≤5%
苯并(b) 荧蒽	3.3	≤5%
苯并(k) 荧蒽	3.6	≤5%
苯并(a) 芘	3.2	≤5%
二苯并(a,h) 蒽	1.5	≤5%
苯并(g,h,i) 芘	3.3	≤5%
茚并(1,2,3-cd) 芘	2.7	≤5%

表 8 准确性的检测 - 萘

测定结果	样品含量	加标含量	回收量	加标回收
/ug	/ug	/ug	/ug	率/%
第一天	0.000	0.408	0.408	102
第二天	0.000	0.402	0.402	100
第三天	0.000	0.404	0.404	101
第四天	0.000	0.407	0.407	102
第五天	0.000	0.405	0.405	101

表 9 准确性的检测 - 苊

测定结果	样品含量	加标含量	回收量	加标回收
/ug	/ug	/ug	/ug	率/%
第一天	0.000	0.401	0.401	100
第二天	0.000	0.402	0.402	100
第三天	0.000	0.403	0.403	101
第四天	0.000	0.405	0.405	101
第五天	0.000	0.401	0.401	100

表 10 准确性的检测 - 芴

测定结果	样品含量	加标含量	回收量	加标回收
/ug	/ug	/ug	/ug	率/%
第一天	0.000	0.410	0.410	102
第二天	0.000	0.404	0.404	101
第三天	0.000	0.407	0.407	102
第四天	0.000	0.398	0.398	99.5
第五天	0.000	0.409	0.409	102

表 11 准确性的检测 - 二氢苊

测定结果	样品含量	加标含量	回收量	加标回收
/ug	/ug	/ug	/ug	率/%
第一天	0.000	0.414	0.414	104
第二天	0.000	0.404	0.404	101
第三天	0.000	0.406	0.406	102
第四天	0.000	0.399	0.399	99.8
第五天	0.000	0.416	0.416	104

表 12 准确性的检测 - 菲

测定结果	样品含量	加标含量	回收量	加标回收
/ug	/ug	/ug	/ug	率/%
第一天	0.000	0.405	0.405	101
第二天	0.000	0.400	0.400	100
第三天	0.000	0.403	0.403	101
第四天	0.000	0.401	0.401	100
第五天	0.000	0.401	0.401	100

表 13 准确性的检测 - 蒽

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.419	0.419	105
第二天	0.000	0.403	0.403	101
第三天	0.000	0.414	0.414	104
第四天	0.000	0.401	0.401	100
第五天	0.000	0.413	0.413	103

表 14 准确性的检测 - 荧蒽

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.385	0.385	96.2
第二天	0.000	0.385	0.385	96.2
第三天	0.000	0.385	0.385	96.2
第四天	0.000	0.394	0.394	98.5
第五天	0.000	0.390	0.390	97.5

表 15 准确性的检测 - 芘

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.393	0.393	98.2
第二天	0.000	0.398	0.398	99.5
第三天	0.000	0.374	0.374	93.5
第四天	0.000	0.395	0.395	98.8
第五天	0.000	0.403	0.403	101

表 16 准确性的检测 - 屈

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.413	0.413	103
第二天	0.000	0.429	0.429	107
第三天	0.000	0.383	0.383	95.8
第四天	0.000	0.407	0.407	102
第五天	0.000	0.409	0.409	102

表 17 准确性的检测 - 苯并(a)蒽

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.413	0.413	103
第二天	0.000	0.423	0.423	106
第三天	0.000	0.422	0.422	106
第四天	0.000	0.393	0.393	98.2
第五天	0.000	0.396	0.396	99.0

表 18 准确性的检测 - 苯并(b)荧蒽

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.408	0.408	102
第二天	0.000	0.404	0.404	101
第三天	0.000	0.397	0.397	99.2
第四天	0.000	0.405	0.405	101
第五天	0.000	0.407	0.407	102

表 19 准确性的检测 - 苯并(k)荧蒽

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.401	0.401	100
第二天	0.000	0.397	0.397	99.2
第三天	0.000	0.401	0.401	100
第四天	0.000	0.402	0.402	100
第五天	0.000	0.413	0.413	103

表 20 准确性的检测 - 苯并(a)芘

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.402	0.402	100
第二天	0.000	0.416	0.416	104
第三天	0.000	0.392	0.392	98.0
第四天	0.000	0.398	0.398	99.5
第五天	0.000	0.435	0.435	109

表 21 准确性的检测 - 二苯并(a,h)蒽

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.386	0.386	96.5
第二天	0.000	0.385	0.385	96.2
第三天	0.000	0.389	0.389	97.2
第四天	0.000	0.408	0.408	102
第五天	0.000	0.419	0.419	105

表 22 准确性的检测 - 苯并(g,h,i)芘

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.408	0.408	102
第二天	0.000	0.414	0.414	104
第三天	0.000	0.393	0.393	98.2
第四天	0.000	0.427	0.427	107
第五天	0.000	0.410	0.410	102

表 23 准确性的检测 - 茚并(1,2,3-cd) 芘

测定结果 /ug	样品含量 /ug	加标含量 /ug	回收量 /ug	加标回收 率/%
第一天	0.000	0.395	0.395	98.8
第二天	0.000	0.406	0.406	102
第三天	0.000	0.377	0.377	94.2
第四天	0.000	0.422	0.422	106
第五天	0.000	0.382	0.382	95.5

(6) 检出限的计算:根据 HJ168-2010 的标准选择计算检出限的公式 $MDL = T(n-1, 0.99) \times S$, 检出限计算结果如表 24。

4 结论

(1) 采用液液萃取水样,净化水样,紫外检测器分析十六种多环芳烃,同时建立饮用水、地下水、地表水、海水、工业废水及生活污水的分析方法。

(2) 观察表 2 至表 24 发现选十六种多环芳烃的 0.025 mg/L ~ 2.0 mg/L 的标准曲线相关系数都能达到 0.999 以上,精密度、准确度和检出限均能达到国家标准,0.3C、0.8C 的变异系数均小于 5%,准确度在 94.2 ~ 107% 范围内,方法检出限也均能小于国标检出限。

表 24 检出限

项目	检出限(MDL = $T(n-1, 0.99) \times S$)	国标 检出限
萘	0.002	0.012
苊	0.004	0.005
苊	0.002	0.013
二氢苊	0.004	0.008
菲	0.004	0.012
蒽	0.002	0.004
荧蒽	0.004	0.005
芘	0.003	0.016
屈	0.003	0.005
苯并(a) 蒽	0.005	0.012
苯并(b) 荧蒽	0.004	0.004
苯并(k) 荧蒽	0.004	0.004
苯并(a) 芘	0.003	0.004
二苯并(a,h) 蒽	0.001	0.003
苯并(g,h,i) 芘	0.004	0.005
茚并(1,2,3-cd) 芘	0.003	0.005

[参考文献]

- [1] 《水质 多环芳烃的测定 液液萃取和固相萃取高效液相色谱法》(HJ 478-2009)
- [2] 《生活饮用水标准检验方法》(GB/T 5750.8-2006)

(上接第 14 页)

3 结论

(1) 该工程中使用的石墨烯光催化氧化技术特性之一是大幅度提高溶解氧;该技术无动力需求且无需添加化学药剂或生物菌种,是一种零能耗、零污染的新型环保技术,可以广泛推广。

(2) 石墨烯光催化网能在自然光的作用下产生大量的溶解氧,试验河道溶解氧从 0.07 mg/L 升高至 10.0 mg/L。氨氮、总磷、高锰酸盐指数在充足的溶解氧情况下,浓度下降明显,布网 10 d 后,氨氮、高锰酸盐指数、总磷去除率达 47.3%、45.6%、79.5%。之后浓度仍在继续下降,但下降速度放缓,趋于平稳;经过一个月的布网治理,河道的水质明显变好,由原来的劣 V 类水质,接近 III 水质。

(3) 对治理的河道进行截污后,水体在不受外界污染影响下,并且光照充足的时候,用石墨烯光催化网治理后可达到较好的效果。

[参考文献]

- [1] 国务院,《水污染防治行动计划》. 2015,4.
- [2] 江苏省人民政府,《“两减六治三提升”专项行动方案》, 2016. 12.
- [3] 钱嫦萍,王东启,陈振楼,等. 生物修复技术在黑臭河道治理中的应用[J]. 水处理技术, 2009, 35(4): 13-17.
- [4] 王旭. 城市黑臭水体形成机理与评价方法研究进展[J]. 应用生态学报, 2016, 27(4): 1331-1340.
- [5] 於建明. 宁波市中塘河支流黑臭河道治理与生态修复[J]. 中国给水排水, 2013, 29(4): 64-67.
- [6] 谢飞. 城市黑臭河流成因及治理技术研究[J]. 污染防治技术, 2016, 29(1): 1-3, 15.
- [7] 陈鸣钊,冯 骞,夏 敏. 黑臭河道治理 - “三部曲”难以根除. 环境工程, 2015, 33: 145-146.
- [8] 胡湛波. 曝气对生物促生剂修复城市黑臭河道水体的影响. 环境工程学报, 2012, 12(6): 4281-4288.
- [9] 丁琦. 校园湖水体黑臭产生机制的研究[J]. 工业用水与废水, 2012, 43(3): 28-30, 43.
- [10] 曹承进. 城市黑臭河道治理共性技术及次生富营养化研究[R]. 上海: 华东师范大学学报(自然科学版), 2011: 171-181.
- [11] 曹承进. 城市黑臭河道富营养化次生灾害形成机制及其控制对策思考[R]. 上海: 华东师范大学学报(自然科学版), 2015: 9-20.

石墨炉原子吸收法与原子荧光法测定水中硒的比较

陈京京

(盐城市大丰区环境监测站, 江苏 盐城 224100)

摘要:分别用石墨炉原子吸收法和原子荧光法测定水中微量硒,比较两种方法测定硒元素的优劣,实验结果表明,两种方法都具有较好的线性和加标回收率,方法的精密度和准确度无显著性差异,但各有优缺点。石墨炉原子吸收法检出限高,分析速度慢,通常适合硒浓度较高样品的测定;原子荧光法的检出限低,分析速度快,通常适合水中痕量硒的测定。

关键词:石墨炉原子吸收法;原子荧光法;硒

中图分类号:X832

文献标识码:A

Comparison between GFAAS and AFS for the Determination of Se in Water

Chen Jingjing

(Dafeng District Environmental Monitoring Station, Yancheng, Jiangsu 224100, China)

Abstract: Se in water was determined by GFAAS and AFS. The results show that both methods have good linearity and recovery rate, also have no obvious difference in detection limits, precision and accuracy but each have its advantages and disadvantages. The detection of GFAAS is high and the analysis is slow, usually is suitable for the determination of Se concentrations higher samples; The detection of AFS is low and the analysis speed is fast, which is usually suitable for determination of trace Se in water.

Key words: graphite furnace atomic absorption spectrophotometry; atomic fluorescence; spectrometry; selenium

引言

硒是动物机体所必须的微量元素,适量硒具有增强机体免疫功能和抗癌的作用,但其有用性和致癌性之间的界限很窄,过量的硒能引起中毒,使人脱发、脱指甲,四肢麻木甚至偏瘫等病症。含硒废水主要来源于硒矿山开采、冶炼、炼油、精炼铜、制造硫酸及特种玻璃等行业。废水中常含有各种价态硒,含量为几十至数百微克升^[1]。

硒的测定方法有:比色法、电化学法、气相色谱法、中子活化法、石墨炉原子吸收法、原子荧光法等^[2]。文中采用石墨炉原子吸收法和原子荧光法分别测定水中微量硒,并进行比较,对两种方法的检出限、精密度和准确度、加标回收率等进行评价。

1 实验部分

1.1 主要仪器与试剂

ZEE nit700P 原子吸收分光光度计; AFS — 9760 双道原子荧光光度计; 硒高性能空心阴极灯;

硒空心阴极灯; 硒标准溶液 ($500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$); 环境保护部标准样品研究所; 硝酸; 高氯酸; 盐酸; 硝酸镍; 氢氧化钾; 硼氢化钾; 硫脲, 以上试剂均为优级纯; 超纯水。

1.2 实验原理

1.2.1 石墨炉原子吸收法 将试样或者处理过的试样直接注入石墨炉,在石墨炉中形成的硒基态原子对特征电磁辐射 (196.0 nm) 产生吸收,将测定的试样吸光度与标准溶液的吸光度进行比较,确定试样中被测元素硒的浓度^[3]。

1.2.2 原子荧光法 在消解处理水样后加入硫脲,把硒还原成四价,在酸性介质中加入硼氢化钾溶液反应生成硒化氢气体,由氩气直接导入石英原子化器中,进而在氩氢火焰中原子化,在特制硒空

收稿日期:2018-01-16

作者简介:陈京京(1982—),男,江苏大丰人,工程师,本科,从事环境监测分析工作。

心阴极灯的激发下产生原子荧光,其荧光强度在一定范围内与被测定溶液中硒的浓度成正比,与标准系列比较定量。

1.3 仪器条件

石墨炉设置参数见表 1。

表 1 设置参数					
波长 /nm	狭缝 /nm	负高压 /V	灯电流 /mA	校准 方式	测量 方式
196.0	1.3	591	8.0	塞曼校准	峰面积

石墨炉温度曲线见表 2。

表 2 温度曲线			
阶段名称	温度	时间	内气路
干燥	90	32.5	开
干燥	105	25	开
干燥	120	12.5	开
灰化	400	5	开
较零	400	10	关
原子化	2 400	5	关
清除	2 600	2	开

原子荧光工作条件见表 3。

表 3 工作条件	
项目	分析条件
元素	D 道:Se
光电倍增管负高压/V	280
总灯电流/mA	80
辅阴极灯电流/mA	40
原子化器高度/mm	8
载气流量/(mL·min ⁻¹)	400
屏蔽气流量/(mL·min ⁻¹)	1 000
读数时间/S	16
延迟时间/S	4
重复次数	3
测量方式	标准曲线法
读数方式	峰面积

原子荧光进样泵设置参数见表 4。

表 4 设置参数				
步骤	时间/s	A 泵转速 /(r·min ⁻¹)	B 泵转速 /(r·min ⁻¹)	读数
1	0	1 500	0	No
2	21	100	120	Yes

1.4 样品的预处理

1.4.1 石墨炉原子吸收法 取混合均匀的水样 50 mL,加入 5 mL 硝酸,在电热板上加热消解,蒸至近干,取下稍冷后,再加入 20 mL 硝酸,温热溶解,定容至 50 mL 待测。

1.4.2 原子荧光法 取混合均匀的水样 50 mL,加入 5 mL 硝酸-高氯酸(1+1),在电热板上加热消解,蒸至冒白烟后,取下冷却,再加入 5 mL 盐酸(1+1)加热至黄褐色烟冒尽,冷却后定容至 50 mL 待测。

1.5 校准曲线的配制

分别配置一个空白和 5 个硒工作标准溶液,其中石墨炉原子吸收法标准使用液的浓度为 100 μg·L⁻¹,具体工作标准溶液见表 5;原子荧光法标准使用液的浓度为 10 μg·L⁻¹,具体工作标准溶液见表 6。

表 5 工作标准溶液(100 ug·L ⁻¹)						
序号	0	1	2	3	4	5
硒标准使用液 加入体积/mL	0	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
硒的含量 /μg	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
硒的标准溶液 浓度/μg·L ⁻¹	0	10	20	30	40	50

表 6 工作标准溶液(10 ug·L ⁻¹)						
序号	0	1	2	3	4	5
硒标准使用液 加入体积/mL	0	2.00	4.00	6.00	8.00	10.0
硒的含量 /μg	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
硒的标准溶液 浓度/μg·L ⁻¹	0	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00

2 结果与讨论

2.1 干扰及消除

石墨炉原子吸收法测定水中硒时,在水样中加

入硝酸镍,在石墨炉中与硒生产不易挥发的 Ni-Se 化合物,使硒在热解预处理时保持稳定,降低硒的挥发损失来消除干扰,同时采用塞曼背景校正消除干扰。原子荧光法测定水中硒时,在水样中加入硫脲+抗坏血酸溶液消除干扰,同时选择使用双层结构石英管原子化器等措施来消除干扰。

2.2 校准工作曲线的制定

按照设定的最佳仪器条件,分别对硒工作标准溶液进行测定,石墨炉原子吸收法在(0~50) $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓度范围内具有良好的线性关系,由试验得出的校准曲线方程为 $y = 0.0021x + 0.0039$, $\gamma = 0.9998$,截距为 0.0039。原子荧光法在(0~2.0) $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓度范围内具有良好的线性关系,由试验得出的校准曲线方程为 $y = 140.3x - 1.908$, $\gamma = 0.9997$,截距为 -1.908。

2.3 检出限

硒的检出限通过计算公式 $D.L = 3\delta/k$, δ 为

空白平行测定(批内)标准偏差,该实验对空白重复测定 11 次,计算中将各个测定结果换算成浓度,石墨炉原子吸收法测定的硒检出限为 $0.60 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$;原子荧光法测定的硒检出限为 $0.03 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2.4 精密度和准确度

分别采用两种方法对浓度为 $(12.1 \pm 1.1) \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硒标准样品(环境保护部标准样品所研制,样品编号:203715)进行测定,每种方法个测定 6 次,测定结果均在标准浓度范围内,具体测定结果见表 7。分别计算两种方法的相对标准偏差,石墨炉原子吸收法测定硒的相对标准偏差为 2.34%,原子荧光法测定硒的相对标准偏差为 1.58%,对这两种方法的结果分别进行 F 检验和 t 检验, $F = 1.63 < F_{0.05(5,5)} = 4.95$,说明两种方法具有相同的精密性, $t = 2.211 < t_{0.05(5,5)} = 2.228$,说明两种方法的测定结果无显著性差异。

表 7 标准工作样品结果

方法	测定值/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)							RSD /%	标准值 /($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
	1	2	3	4	5	6	平均值		
石墨炉原子吸收法	12.2	11.9	11.7	11.6	11.5	11.5	11.7	2.34	12.1 ± 1.1
氢化物原子荧光法	11.8	12.0	12.1	12.0	12.3	11.8	12.0	1.58	

2.5 加标回收率

在同一批样品中分别加入硒标准溶液,按以上测定程序进行分别进行 3 次加标回收实验,加标回收率实验结果见表 8。石墨炉原子吸收法的加标回收率在 96.8%~104%,原子荧光法在 98.0%~102%,表明两种方法都具有较好的准确度。

表 8 加标回收测定结果

方法	样号	样品浓度 /($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	加入量 / μg	回收量 / μg	加标回收率/%
石墨炉原子吸收法	1	0.152	1.0	1.03	103
	2	0.150	2.0	2.08	104
	3	0.154	5.0	4.84	96.8
原子荧光法	1	0.150	1.0	1.02	102
	2	0.152	2.0	2.02	101
	3	0.152	5.0	4.90	98.0

4 结论

从以上实验结果可以看出,两种方法都具有良好的线性和加标回收率,方法的精密度和准确度无显著性差异,均能满足日常水质监测的要求,但两种方法各有优缺点。石墨炉原子吸收法测定硒含量的线性范围宽、检出限高,但该方法成本高,耗时长、重复性差,通常适合硒浓度较高样品的测定;原子荧光法测定硒含量的线性范围窄、灵敏度高,检出限低,且该方法成本低、分析速度快、操作简单,通常适合水中痕量硒的测定。

[参考文献]

- [1] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第四版)(增补版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002: 308-311, 388-391.
- [2] 李茹, 王丽艳, 杨荣, 等. 氢化物发生-原子荧光法测定废水中硒[J]. 西安工程科技学院学报, 2006 年 6 月, 第 20 卷第 3 期: 359-362.
- [3] 国家环境保护局, 国家技术监督局. 水质 硒的测定 石墨炉原子吸收分光光度法(GB/T15505-1995).

气相色谱法测定环境空气中乙腈和丙烯腈

陈科峰

(溧阳市环境保护局, 江苏 溧阳 213300)

摘 要:建立了气相色谱法同时测定环境空气中乙腈和丙烯腈的方法。采用经活性炭采集环境空气样品,二硫化碳解吸后进入气相色谱仪,经毛细管色谱柱分离,以氢火焰离子化检测器检测。该方法对二种组分的分离效果较好,操作简便快速,线性好,灵敏度高,测定结果准确可靠,适用于环境空气中乙腈和丙烯腈的监测。

关键词:环境空气;乙腈;丙烯腈;二硫化碳;气相色谱法

中图分类号:X831

文献标识码:A

Determination of acetonitrile and acrylonitrile in ambient air by using gas chromatography

Chen KeFeng

(Liyang Environmental Protection Bureau, Liyang, Jiangsu 213300, China)

Abstract: A method for the simultaneous determination of acetonitrile and acrylonitrile in ambient air by using gas chromatography was established. Ambient air samples collected by activated carbon and carbon disulfide were desorbed into gas chromatograph, separated by capillary column and detected by hydrogen flame ionization detector. This method had good separation effect for the two components. It was simple, fast, linear, sensitive, accurate and reliable. It was suitable for monitoring acetonitrile and acrylonitrile in ambient air.

Key words: Ambient air; acetonitrile; acrylonitrile; carbon disulfide; gas chromatography

乙腈是一种极易挥发的无色液体,作为一个重要的有机中间体在织物染色,照明、医药、香料制造和感光材料制造等行业用途广泛;丙烯腈是一种无色的有刺激性气味液体,是合成纤维,合成橡胶和合成树脂的重要单体,也是杀虫剂虫螨腈的中间体^[1]。乙腈和丙烯腈均为有毒物质,易溶于二硫化碳、丙酮、醇类等多数有机溶剂,在工艺生产和使用过程中逸出以蒸汽状态存在于空气中,人体吸入或经皮肤吸收后会对身体健康造成一定的损害,因此准确测定空气中乙腈和丙烯腈的含量具有一定现实意义。

空气中乙腈和丙烯腈检测方法有直接进样气相色谱法、溶剂解析气相色谱法和热解析气相色谱法,其中直接进样法样品保存时间短,热解析法仪器配制成本较高^[2]。文中通过实验,用活性炭管采集环境空气样品,二硫化碳解吸,经毛细管色谱柱分离,氢火焰离子化检测器检测,建立了环境空气中空气中乙腈和丙烯腈的测定方法。该方法

操作简单快速,分离效果好,检测灵敏度高,测定结果准确可靠^[3,4]。

1 试验

1.1 仪器和试剂

美国安捷伦 7890A 型气相色谱仪,配氢火焰离子化检测器(FID)和自动进样器 791;GQC-1 型空气采样器,流量为 0.1~1.0 L/min,使用前需样准流量;溶剂解吸型采样管,内装 100 mg/50 mg 活性炭;2 mL 样品瓶;10 mL 比色管;安捷伦微量注射器,使用前需用二硫化碳试剂清洗;1 000 μ L 移液器。

色谱纯二硫化碳,色谱检测无杂峰;乙腈、丙烯腈标准物质:质量浓度均为 1 000 mg/L,介质为二硫化碳,国家标准物质研究中心。

收稿日期:2018-01-05

作者简介:陈科峰(1980—),男,江苏溧阳人,工程师,本科,主要从事环境监测管理工作。

1.2 色谱分析条件

气相色谱仪进样口温度 200℃; 检测器为 FID 检测器, 温度 250℃; DB-FFAP 毛细管色谱柱 (30m×0.25 mm×0.25 μm); 载气为高纯氮气, 柱流量 2.0 mL/min; 氢气流量 60 mL/min, 空气流量 400 mL/min; 程序升温: 初始温度 40℃, 保持 2 min, 然后以 20℃/min 升至 120℃, 保持 3 min; 进样模式为分流进样, 分流比 10:1, 进样量 1 μL。

1.3 样品采集和前处理

在采样地点, 打开活性炭采样管两端, 用橡胶管与空气采样器进气口垂直向上连接, 采样流量设置为 1.0 L/min, 采样时间为 40 min, 同时记录温度、风向、风速、大气压等气象参数。同时做空白对照试验: 打开活性炭管两端带至采样地点, 除不连接采样器外, 其余操作同样品。采样后, 立即将活性炭管两端套上塑料帽, 标记号码后置于清洁容器内运输和保存^[5]。

将采过样的活性炭前后二段分别倒入 10 mL 比色管中, 加入 1 mL 二硫化碳, 塞紧管塞轻轻震荡 1 min 后, 解吸 30 min 后供测定。取 1 μL 样品消解液进行气相色谱分析, 以保留时间定性, 峰面积定量。

1.4 标准溶液配制

用移液器准确移取 1 000 μL 二硫化碳到样品瓶中, 用微量注射器分别移去 0、2、5、10、20、40 μL 二硫化碳, 再补充加入相同量的乙腈和丙烯腈标准物质, 配制成浓度为 0.00、2.00、5.00、10.0、20.0、40.0 mg/L 混合标准溶液系列。

2 结果与讨论

2.1 色谱条件优化选择

在气相色谱分析过程中, 氮气流速和柱温是影响分析结果较大的二个因素, 文中通过试验对这两个条件进行优化选择。如果柱温过高或柱流速过快会导致样品中乙腈和丙烯腈分离度过差, 使定量结果不准确; 而柱温过低或流速过慢, 分析时间长且峰形平坦不利于定量分析。实验表明, 文中最佳程序升温为初始温度 40℃, 保持 2 min, 然后以 20℃/min 升至 120℃, 保持 3 min; 最佳柱流量为 2.0 mL/min。

2.2 标准溶液色谱图

根据乙腈和丙烯腈的理化性质, 选用 DB-200 型、DB-624 型、DB-FFAP 和 HP-5 型毛细管色谱柱对乙腈和丙烯腈标准溶液进行分析。实验结

果显示, DB-FFAP 型色谱柱具有高柱效性、高通用性等特点, 在上述色谱条件下乙腈和丙烯腈分离效果较好, 具有较高的信号响应值, 能满足分析测试要求, 见图 1。

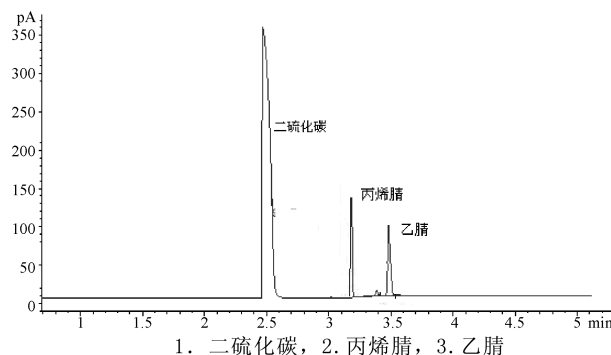


图 1 气相色谱分离图

2.3 方法的线性范围和检出限

按照上述仪器色谱条件将气相色谱仪调节至最佳状态, 分别取 1 μL 标准系列溶液从低浓度到高浓度进行分析, 以乙腈和丙烯腈色谱峰面积对应其质量浓度绘制标准曲线。实验结果表明, 乙腈和丙烯腈在质量浓度 0.00 ~ 40.0 mg/L 范围内线性关系良好, 乙腈回归方程为 $Y = 1.084X + 0.459$, $r = 0.999\ 3$; 丙烯腈回归方程为 $Y = 0.983X + 0.267$, $r = 0.999\ 6$ 。

在上述色谱条件下对浓度为 1.00 mg/L 乙腈和丙烯腈混和标准样品平行测定 7 次, 计算其相对标准偏差 S 。检出限按 $MDL = S \cdot t_{(n-1, 0.99)}$ 计算, 式中 $t_{(n-1, 0.99)}$ 为置信度为 99%、自由度为 $n-1$ 时 t 值, 当 $n=7$ 时, t 值取 3.143^[6], 计算乙腈检出限为 0.19 mg/L, 丙烯腈检出限为 0.21 mg/L。按采样体积为 40L, 解析液为 1 mL 计算, 环境空气中乙腈和丙烯腈的最低检出浓度均为 0.005 mg/m³。

2.4 样品的测量

在上述气相色谱条件下分别对待测空气收集样品及空白样品解吸液进行测定, 将样品色谱峰面积减去空白峰面积值后代入标准曲线得出质量浓度。将采样体积换算成标准采样体积, 再根据标态采样体积、解吸体积计算出环境空气中乙腈和丙烯腈的含量^[5]。

2.5 方法的重现性

在上述气相色谱工作条件下对浓度为 8.00 mg/L 乙腈和丙烯腈的标准混合溶液平行测定 7 次, 做重复性试验。实验结果表明, 乙腈和丙烯腈

7 次测定结果的相对标准偏差均小于 2% ,因此该方法重复性较好,精密度符合分析测试质量控制要求,见表 1。

表 1 重现性试验		mg/L
项目	乙腈	丙烯腈
测定值	7.74、7.80、7.56、7.68、 7.61、7.47、7.50	7.84、7.79、7.82、7.65、 7.53、7.61、7.76
平均值	7.62	7.71
RSD	1.62%	1.53%

2.6 加标回收率试验

采用该方法对某化工区周围的环境空气进行采样分析。同时采集 4 组空气样品,每组双份,一份按上述方法直接采样,一份用微量注射器分别加入 3、4、5、6 μL 乙腈和丙烯腈标准物质后进行采样。采样结束后按上述步骤对 4 组空气样品进行解吸气相色谱分析。实验表明,该企业附近环境空气中未检出乙腈和丙烯腈,乙腈加标回收率为 92.6% ~ 102.3% ,丙烯腈加标回收率为 93.8% ~ 103.7% ,见表 2。

3 结论

文中建立气相色谱法同时测定环境空气中乙腈和丙烯腈的方法,确定了最佳色谱条件,方法分析时间短,分离度好,其定性定量准确。实验结果表明,该方法操作简便快速,方法灵敏度高,检出限

低,方法准确度和精密度符合分析测试要求,能用于环境空气中乙腈和丙烯腈的同时测定。

表 2 加标回收率试验

样 品	成 份	本底值 /(mg · L ⁻¹)	加入量 /(mg · L ⁻¹)	测定值 /(mg · L ⁻¹)	回收率 /%
1		0.00	3.00	3.07	102.3
2	乙	0.00	4.00	3.89	97.2
3	腈	0.00	5.00	4.63	92.6
4		0.00	6.00	5.69	94.8
1		0.00	3.00	3.11	103.7
2	丙	0.00	4.00	3.94	98.5
3	烯	0.00	5.00	4.69	93.8
4	腈	0.00	6.00	5.73	95.5

[参考文献]

[1] 国家环境保护局有毒化学品管理办公室. 化学品毒性法规环境数据手册[M].
[2] 刘云富,谭广辉. 气相色谱法同时测定工作场所空气中的丙烯腈和三氯乙烯[J]. 中国卫生检验杂志,2013(3):625-627.
[3] 刘战峰,周 凯. 程序升温毛细管气相色谱法同时测定工作场所空气中常见有机毒物[J]. 中国卫生检验杂志,2013(6):1392-1394.
[4] 赵延亮. 气相色谱法同时测定环境空气中的甲苯、乙苯和异丙苯[J]. 资源节约与环保,2014(3):94-94.
[5] 国家环保总局. 空气和废气监测分析方法指南[M]. 第四版. 北京:中国环境科学出版社. 2004.
[6] 中国人民共和国环境保护部. HJ168-2010 环境监测分析方法标准制修订技术导则[S].

(上接第 29 页)

率,从而实现节能的作用。(2)蒸发浓缩设备采用西门子电脑控制,自动进料和出料,做到精确操作,设备运行稳定,可有效预防和降低因人为操作造成的生产事故。(3)整套设备主要特点为节能、高效、先进,操作压力低,易于操作,蒸发回收的液体占比高,废切削液综合利用效果好。

5 结束语

太仓市位于江苏省东南部,长江口南岸,紧邻上海嘉定,汽车机械零部件制造发达,根据太仓市固废管理中心的统计数据,2017 年全市转移委托处置的废乳化液(含油废水)约 8 000 t,目前苏州地区委托处置费用约 3 000 ~ 5 000 元/t,对产生量大的公司来说这是一笔不小的费用。所以如何科

学、低成本的做到废乳化液的减量化、无害化成为当前很多环保公司考虑的问题,MRK Metzger 公司生产 ET 系列乳化液蒸发器优点较多,可以为废乳化液产生单位提供另一种选择,比较适合在太仓地区推广应用。

[参考文献]

[1] 张福生. 乳化液废水处理污水提升器[M]. 中国石油和化工标准与质量,1995, 36(02):61-62.
[2] 李晓军,陈晓平. 工业废水焚烧处理工艺综述 [M]. 工业水处理, 2005, 36(02):56-57.
[3] 肖双全,马吉亮,李晓军,等. 含石油类废水处理工艺 化工技术与开发 2012,36(02):102-103.
[4] 巩清叶. 废切削液的处理与排放 工业安全与环保, 2006, 39(10):35-37.

液液萃取-气相色谱法测定生活饮用水中 一氯二溴甲烷

徐 畅

(靖江市环境监测站, 江苏 靖江 214500)

摘 要:建立了液液萃取气相色谱法测定饮用水中一氯二溴甲烷的方法。文中采用正己烷萃取水中一氯二溴甲烷,用DB-5毛细管柱分离,电子捕获检测器检测的方式进行气相色谱分析。该方法操作简便,灵敏度高,检出限低,具有较好的准确度和精密度,可用于生活饮用水中一氯二溴甲烷的测定。

关键词:液液萃取;气相色谱法;饮用水;一氯二溴甲烷

中图分类号:X832

文献标识码:A

Liquid-liquid extraction-gas chromatography for the determination of chlorodibromomethane in drinking water.

Xu Chang

(Province jingjiang environmental monitoring station, Jingjiang, Jiangsu 214500, China)

Abstract: A method for the determination of chlorodibromomethane in drinking water by using liquid liquid extraction-gas chromatography was established. In this paper, chlorodibromomethane in the water was extracted by n-hexane and separated by DB-5 capillary column, and the detection method of electron capture detector was analyzed by gas chromatography. This method was easy to operate, with high sensitivity, low detection limit, good accuracy and precision. So the method can be used for determination of chlorodibromomethane in drinking water.

Key words: Liquid-liquid extraction; Gas chromatography; Drinking water; chlorodibromomethane.

饮用水的安全卫生直接关系到人民群众的身体
健康,因此生活饮用水的消毒处理成为自来水厂最
基本的处理工艺。目前自来水厂使用的消毒剂有成品
二氧化氯消毒剂、氯酸钠、液氯、漂白粉和臭氧等,
其中加氯法是中国自来水厂普遍采用的消毒方式。
在饮用水氯化消毒过程中消毒剂和水中天然有机
物、无机物会反应产生少量对人体健康有害的副产
物,主要由氯仿、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷和氯
酸盐等组成。一氯二溴甲烷是一种有毒化学物质,
对人体具有致癌风险性,且不断得到生物学和毒理
学的证实^[1]。一氯二溴甲烷是中国生活饮用水监测
控制的污染物之一,《生活饮用水卫生标准》(GB
5749-2006)中规定生活饮用水中一氯二溴甲烷的
限值不得高于0.10 mg/L,因此,准确测定生活饮用
水中一氯二溴甲烷的含量具有重要的现实意义。

一氯二溴甲烷在饮用水中含量一般较低,在进
行气相色谱分析前需对水样进行富集前处理。目

前,水样中有机物的富集前处理一般采用顶空法、液
液萃取法、吹扫捕集法和固相萃取法等,其中液液萃
取法操作简单易行,分析成本低,样品回收率高,是
水中有机污染物提取富集的经典方法^[2-4]。文中选
用正己烷作萃取剂对水样进行液液萃取,用气相色
谱法测定生活饮用水中一氯二溴甲烷的含量。该方
法的操作简单,精密度和准确度高,检出限低,
适用饮用水中痕量一氯二溴甲烷的测定^[5]。

1 实验部分

1.1 仪器和试剂

美国安捷伦 6890N 型气相色谱仪配电子捕获
检测器(ECD);色谱柱为 DB-5 毛细管柱(5% 苯
基甲基聚硅氧烷,30 m × 0.25 mm × 0.25 μm);

收稿日期:2018-01-18

作者简介:徐 畅(1976—),女,江苏靖江人,工程师,大专,主
要从事环境监测工作。

TurboVap II 型定量氮吹浓缩仪,美国 Caliper 公司;实验用水为超纯水,由 Milli-Q 型纯水系统制备;高纯氮气(99.999%)。

一氯二溴甲烷标准品(浓度为 0.50 mg/mL,介质为甲醇),购于国家标准物质中心;色谱纯甲醇、丙酮、二氯甲烷、石油醚、正己烷和环己烷;分析纯氯化钠和硫酸钠,使用前在 400℃ 条件下烘 3 h。

1.2 色谱条件

DB-5 色谱柱,进样口温度为 200℃;载气为高纯氮气,柱流速为 1.0 mL/min,尾吹气流量为 30 mL/min;ECD 检测器温度为 260℃;柱温采用程序升温:50℃ 保持 2 min,以 20℃ 的速率升温至 130℃,保持 2 min;采用分流进样,分流比为 10:1,进样量 1 μL。

1.3 水样采集及预处理

采用洁净的棕色磨口塞玻璃瓶采集水样,水样充满后塞紧瓶口使水样处于密封状态。采集后的水样应尽快分析,如不能及时测定的应将样品置于 4℃ 冰箱中保存^[6]。

取水样 500 mL 置于 1 000 mL 分液漏斗中,加入 20 g 氯化钠和 10 mL 正己烷后振摇 4 min 左右,静置分层后收集有机相。将有机相通过装有无水硫酸钠的层析柱脱水后收集于浓缩管中,经氮吹浓缩仪氮吹至近干,残液用正己烷定容至 1 mL,上机测定。

1.4 校准曲线配制

准确移取 1.0 mL 一氯二溴甲烷标准品至 50 mL 容量瓶中,用正己烷定容至刻度,配制浓度为 10 mg/L 的标准使用液。用注射器分别移取 0.5、10、20、30、50 μL 一氯二溴甲烷标准使用液于 10.0 mL 容量瓶中,用正己烷定容至刻度线,配制浓度为 0.5、10、20、30、50 μg/L 的标准系列。按 1.2 色谱仪器参数设定仪器,待系统稳定后对一氯二溴甲烷标准系列进行分析,根据各标准物质浓度与其所对应的峰面积作标准曲线。

2 结果与讨论

2.1 色谱柱的选择

分别选用非极性毛细管色谱柱 DB-5、中等强度极性毛细管色谱柱 DB-1701 和强极性毛细管色谱柱 HP-INNOWAX 在上述色谱条件下对一氯二溴甲烷标准样品进行分析。实验结果表明,DB-5 色谱柱对一氯二溴甲烷具有较高的信号响应值,能满足分析测试要求,见图 1。

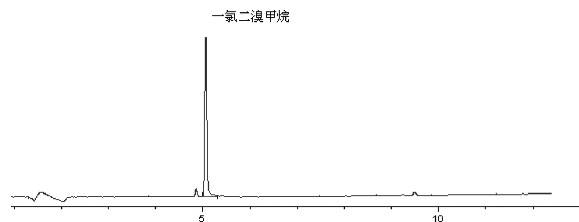


图 1 样品色谱图

2.2 萃取溶剂的选择

在液液萃取过程中,合适的萃取剂可高效萃取待测组分,提高其样品回收率。该实验选择丙酮、二氯甲烷、石油醚、正己烷和环己烷作为萃取剂,按上述步骤对含有一定浓度的一氯二溴甲烷水样进行萃取处理。结果表明,在相同操作条件下正己烷对一氯二溴甲烷的萃取效果最佳,测定结果的回收率在 90% 以上,且溶剂的毒性对外环境影响最小。因此,该实验选用正己烷作为萃取试剂。

2.3 盐用量的影响

在萃取过程中加入适量的盐,可减少水分子活度,降低一氯二溴甲烷在水样中溶解度,从而提高方法萃取效果。按上述步骤向含有一定浓度的一氯二溴甲烷水样中加入不同剂量的氯化钠,考察氯化钠的用量对正己烷萃取一氯二溴甲烷的影响。实验结果显示,随着水样中氯化钠浓度的增加,一氯二溴甲烷的测定结果回收率也随之增加,当氯化钠加入量为 20 g 时,样品萃取效果最佳,一氯二溴甲烷测定结果回收率最高,继续加入氯化钠实验萃取效果无明显提高。因此,该试验选择在 500 mL 水样中加入 20 g 氯化钠后进行萃取试验。

2.4 线性范围和检出限

在上述色谱条件下对一氯二溴甲烷标准系列从低浓度到高浓度进行气相色谱分析,以色谱峰面积为纵坐标,质量浓度为横坐标绘制标准曲线。实验结果表明,一氯二溴甲烷在 0 ~ 50 μg/L 浓度范围内线性关系良好,其标准曲线回归方程为 $Y = 4029.5X - 76.2$ 线性相关系数 $r = 0.9994$ 。

在上述色谱条件对 1.0 μg/L 一氯二溴甲烷溶液平行测定 7 次,计算其标准偏差 S 。按照《环境监测分析方法标准制订技术导则》(HJ168-2010)的相关规定^[7],检出限按 $MDL = S \cdot t_{(n-1,0.99)}$ 计算,式中 $t_{(n-1,0.99)}$ 为置信度 99%、自由度为 $n-1$ 时的 t 值($t_{(6,0.99)} = 3.143$), S 表示 n 次平行测定的标准偏差,计算出生活饮用水中一氯二溴甲烷的检出限为 0.02 μg/L。

(下转第 73 页)

顶空气相色谱 ECD 法快速测定土壤中 14 种挥发性卤代烃

蔡灏兢¹, 陈广银¹, 夏飞², 姜欣¹, 夏圣斌¹

(1. 昆山市环境监测站, 江苏 昆山 215316; 2. 江苏新锐环境监测有限公司, 江苏 张家港 215618)

摘 要:采用顶空气相色谱法分离 ECD 检测器定量法(HS/GC-ECD)快速测定土壤中 14 种挥发性卤代烃。实验证明, 14 种挥发性卤代烃在气相色谱条件下实现很好的基线分离, 方法的检出限为 0.004 ~ 1.202 ug/kg, 测定下限为 0.02 ~ 4.81 ug/kg。加标低、中、高三种不同浓度的标准物质, 得出土壤中 14 种挥发性卤代烃的相对标准偏差(RSD)分别为 1.1% ~ 9.1%、5.5% ~ 10.5% 和 3.2% ~ 13.8%, 加标回收率分别为 85.3% ~ 106.4%、88.2% ~ 106.0% 和 91.4% ~ 114.1%。

关键词:土壤; 挥发性卤代烃; 顶空; ECD

中图分类号: X833

文献标识码: A

Rapid determination of 14 kinds of volatile halogenated hydrocarbons in soil by using Headspace Gas Chromatography ECD

Cai Haojing¹, Chen Guangyin¹, Xia Fei², Jiang Xin¹, Xia Shengbin¹

(1. Kunshan Environmental Monitoring Station, Kunshan, Jiangsu, 215300, China;

2. Jiangsu XinRui environment monitoring Co., Ltd, Zhangjiagang, Jiangsu, 215618, China)

Abstract: The method of determining the 14 kinds of volatile halogenated hydrocarbons in soil by using headspace gas chromatography-ECD spectrometry (HS/GC-ECD) was used in this article. Experimental results showed that the 14 kinds of volatile halogenated hydrocarbons had good baseline separation under gas chromatography parameters. The detection limit of this method were 0.004 ~ 1.202 ug/kg, and the determination limit of this method were 0.02 ~ 4.81 ug/kg. The relative standard deviations were 1.1% ~ 9.1%, 5.5% ~ 10.5% and 3.2% ~ 13.8%, the recovery rates were 85.3% ~ 106.4%, 88.2% ~ 106.0% and 91.4% ~ 114.1% when adding low, medium, and high concentrations of standard substances of the 14 kinds of volatile halogenated hydrocarbons in soil, sample.

Key words: Soil; volatile halogenated hydrocarbon; headspace; ECD

挥发性卤代烃是烃类与卤族元素发生加成、取代等反应生成的一系列衍生物, 一般不溶或微溶于水, 沸点低于 200℃, 分子量在 16 ~ 250 之间。挥发性卤代烃是一种重要的化工原料, 被广泛地用做溶剂、洗涤剂、脱脂剂、发泡剂、农药、灭火剂、麻醉剂、工业制冷剂、聚合调节剂和热交换液等。挥发性卤代烃由于其用途广泛, 易挥发性, 穿透性强, 对水、大气和土壤都造成了严重的污染^[1,2]。目前土壤中挥发性卤代烃的分析方法中, 比较成熟的方法是顶空进样技术、吹扫捕集技术、顶空固相微萃取技术以及零顶空技术。美国环保署(EPA)也建立了相关的分析方法^[3,4], 国内目前研究比较多主要采用静态顶空或吹扫捕集气相色谱结合 FID(火焰

离子化检测器)或质谱来检测土壤中的挥发性卤代烃^[5-8], 对此也有相应的环境领域行业标准《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空气相色谱法》(HJ 741-2015)和《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空气相色谱-质谱法》(HJ 642-2013)前者使用外标法和 FID(火焰离子化检测器)检测, 检出限较高, 后者使用的是内标法和质谱检测器, 虽然检出限比 FID(火焰离子化检测器)的要低很多, 但质控过程繁杂。文中讨论的是使用顶空气相色谱 ECD(电子捕获)检测器和外标法来快速

收稿日期: 2018-01-24

作者简介: 蔡灏兢(1981—), 男, 江苏昆山人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事环境中有机污染物分析检测工作。

测定土壤中的 14 种挥发性卤代烃,方法检测限更低,操作便捷,所以可以快速准确的测定土壤中挥发性卤代烃。

1 实验原理

在一定的温度条件下,顶空瓶内样品中挥发性组分向液上空间挥发,产生蒸气压,在气液固三相达到热力学动态平衡。气相中的挥发性有机物进入气相色谱分离后,用 ECD 检测器检测信号,外标法定量^[5]。

2 实验部分

2.1 试剂和材料

甲醇(色谱纯);氯化钠(优级纯);磷酸(优级纯);石英砂:20~50 目。

实验用水:二次蒸馏水或通过纯水设备制备的水,使用前需经过空白检验,确认在目标化合物保留时间区间内没有干扰峰。

基体改性剂:量取 500 mL 实验用水,滴加几滴磷酸(5.4)调节 $\text{pH} \leq 2$,加入 180 g 氯化钠,溶解并混匀。

14 种挥发性卤代烃标准物质:购买有证标准物质。

2.2 仪器和设备

气相色谱仪:Agilent 7890B,配 Agilent 7697A 顶空进样器,美国 Agilent 公司。色谱柱配 DB-624(30 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25 μm) 的毛细管柱子,ECD 检测器。

2.3 样品的制备

称取 2.0 g 样品放入 20 mL 顶空瓶中,迅速向顶空瓶内加入 10 mL 氯化钠饱和溶液,并立即密封,待测。以 2.0 g 石英砂代替样品制备空白试样。

2.4 仪器参数条件

顶空进样器:加热平衡温度 85℃;平衡时间 30 min;定量环温度 110℃,传输线温度 120℃;

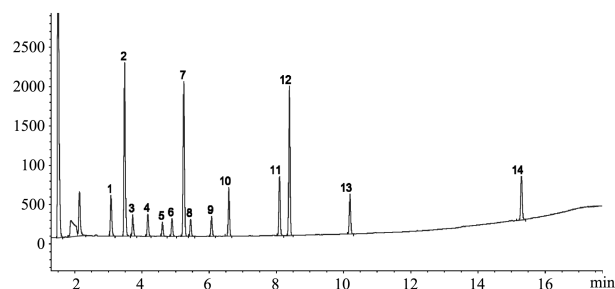
气相色谱:进样口温度 230℃,分流比 10:1;ECD 检测器 300℃;程序升温 40℃(保持 1 min)后以 10℃/min 升温到 200℃(保持 1 min);色谱柱恒流 2.5 mL/min。

3 实验结果与讨论

3.1 14 种挥发性卤代烃出峰保留时间图

配置各组分浓度为: $\rho = 25.0 \text{ ug/kg}$,组分为 1,

1-二氯乙烯、氯丁二烯; $\rho = 100 \text{ ug/kg}$,组分为二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、顺式-1,2-二氯乙烯、1,2-二氯乙烷; $\rho = 5.0 \text{ ug/kg}$,组分为二溴一氯甲烷、三溴甲烷; $\rho = 1.0 \text{ ug/kg}$,组分为三氯甲烷、四氯化碳、三氯乙烯、一溴二氯甲烷、四氯乙烯、六氯丁二烯,依照前述气相色谱条件进行分析,得到 14 种挥发性卤代烃的色谱图,见图 1。



1-1,1-二氯乙烯、2-二氯甲烷、3-反式-1,2-二氯乙烯、4-氯丁二烯、5-顺式-1,2-二氯乙烯、6-三氯甲烷、7-四氯化碳、8-1,2-二氯乙烷、9-三氯乙烯、10-一溴二氯甲烷、11-四氯乙烯、12-二溴一氯甲烷、13-三溴甲烷、14-六氯丁二烯

图 1 土壤中 14 种挥发性卤代烃色谱图

3.2 定性和定量分析

向 5 支顶空瓶中分别称取 2.0 g 石英砂,加入不同质量的标准物质后再立即加入 10 mL 基体改性剂密封,配置成浓度如下工作曲线,见表 1。

表 1 挥发性卤代烃工作曲线浓度值 $\text{ug} \cdot \text{kg}^{-1}$

序号	化合物名称	浓度 1	浓度 2	浓度 3	浓度 4	浓度 5
1	1,1-二氯乙烯	2.5	25.0	50.0	125	250
2	二氯甲烷	10.0	100	200.0	500	1 000
3	反式-1,2-二氯乙烯	10.0	100	200.0	500	1 000
4	氯丁二烯	2.5	25.0	50.0	125	250
5	顺式-1,2-二氯乙烯	10.0	100	200.0	500	1 000
6	三氯甲烷	0.1	1.0	2.0	5.0	10
7	四氯化碳	0.1	1.0	2.0	5.0	10
8	1,2-二氯乙烷	10.0	100	200.0	500	1 000
9	三氯乙烯	0.1	1.0	2.0	5.0	10
10	一溴二氯甲烷	0.1	1.0	2.0	5.0	10
11	四氯乙烯	0.1	1.0	2.0	5.0	10
12	二溴一氯甲烷	0.5	5.0	10.0	25.0	50
13	三溴甲烷	0.5	5.0	10.0	25.0	50
14	六氯丁二烯	0.1	1.0	2.0	5.0	10

将配置好的样品放在顶空自动进样器上,浓度由低到高依次分析并建立曲线。

3.3 方法检出限和测定下限

取 7 只顶空进样品,分别加入 2.0g 石英砂和标准物质,配置成表 1 中浓度 1 的浓度后加入 10 mL 基体改性剂并立即密封,分别进样,气相色谱分离 ECD 检测。依据《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》(HJ 168-2010)标准规定进行方法检出限与测定下限检测, $MDL = 3.143 \times S$ (S 为 7 次平行的标准偏差),以 4 倍检出限为测定下限。由实验数据得出土壤中 14 种挥发性卤代烃的方法检出限为 0.004 ~ 1.202 $\mu\text{g}/\text{kg}$,测定下限为 0.02 ~ 4.81 $\mu\text{g}/\text{kg}$,见表 2。实验表明,此方法的检出限和测定下限明显优于《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空气相色谱法》(HJ 741-2015)和《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空气相色谱-质谱法》(HJ 642-2013)。

表 2 土壤中 14 种挥发性卤代烃检出限及测定下限

序号	化合物名称	检出限 $/(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	测定下限 $/(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$
1	1,1-二氯乙烯	0.467	1.87
2	二氯甲烷	1.202	4.81
3	反式-1,2-二氯乙烯	0.494	1.98
4	氯丁二烯	0.071	0.28
5	顺式-1,2-二氯乙烯	0.271	1.08
6	三氯甲烷	0.004	0.02
7	四氯化碳	0.006	0.02
8	1,2-二氯乙烷	0.461	1.84
9	三氯乙烯	0.005	0.02
10	一溴二氯甲烷	0.004	0.02
11	四氯乙烯	0.006	0.02
12	二溴一氯甲烷	0.004	0.02
13	三溴甲烷	0.008	0.03
14	六氯丁二烯	0.004	0.02

3.4 精密度和准确度

配置加标低、中、高三组浓度的土壤样品,每组样品配置 6 个,加入 10 mL 基体改性剂后立即密封,进样分析,测出每组 6 次测得数据的平均值后计算相对标准偏差(RSD)和平均加标回收率。实验结果表明,土壤中 14 种挥发性卤代烃的相对标准偏差(RSD)分别为 1.1% ~ 9.1%、5.5% ~ 10.5% 和 3.2% ~ 13.8,加标回收率分别为 85.3% ~ 106.4%、88.2% ~ 106.0% 和 91.4% ~ 114.1%,见表 3。

表 3 精密度和准确度实验

序号	化合物名称	加标浓度 $/(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	测定平均值 $/(\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	RSD /%	加标回收率/%
1	1,1-二氯乙烯	2.5	2.52	5.9	100.9
		25	25.17	7.4	100.7
		250	263.19	3.2	105.3
2	二氯甲烷	10	9.47	9.1	94.7
		100	94.20	5.5	94.2
		1 000	1 018.05	8.2	101.8
3	反式-1,2-二氯乙烯	10	10.12	6.7	101.2
		100	92.70	9.1	92.7
		1 000	991.48	10.8	99.1
4	氯丁二烯	2.5	2.54	3.4	101.5
		25	25.58	10.5	102.3
		250	254.15	13.8	101.7
5	顺式-1,2-二氯乙烯	10	10.30	4.9	103.0
		100	105.76	10.0	105.8
		1 000	992.88	9.2	99.3
6	三氯甲烷	0.1	0.09	6.5	94.1
		1	1.06	5.8	106.0
		10	9.86	7.3	98.6
7	四氯化碳	0.1	0.10	6.5	100.4
		1	1.02	6.3	102.3
		10	10.54	7.3	103.9
8	1,2-二氯乙烷	10	9.71	1.1	85.3
		100	97.79	8.5	88.2
		1 000	913.93	6.8	91.4
9	三氯乙烯	0.1	0.10	5.0	98.9
		1	1.06	9.8	105.8
		10	10.62	10.9	106.2
10	一溴二氯甲烷	0.1	0.11	1.6	106.4
		1	1.04	7.5	103.9
		10	11.32	6.5	113.2
11	四氯乙烯	0.1	0.10	8.0	97.8
		1	0.98	9.9	98.4
		10	11.41	7.1	114.1
12	二溴一氯甲烷	0.5	0.49	4.5	98.8
		5	4.96	8.2	99.3
		50	54.12	6.4	108.2
13	三溴甲烷	0.5	0.52	7.0	103.3
		5	5.16	7.1	103.1
		50	48.99	5.5	98.0
14	六氯丁二烯	0.1	0.10	8.1	102.4
		1	1.00	8.6	100.3
		10	10.83	8.3	100.1

(下转第 80 页)

启东市地表水水质自动监测现状与探析

杨天周

(启东市环境监测站, 江苏 启东 226200)

摘 要:水质自动监测在获得实时的监测数据后,对水质的现状进行研究,对分析其变化趋势以及控制等方面起到了极大的作用。在启东,水质的自动监测工作也已经在不断的开展,而在实际的工作中还是遇到了很多的困难,出现了较多的问题,因此要对实践工作进行总结。文中主要是对启东市地表水的污染现状、地表水自动监测系统的基本情况和如何更好地进行地表水水质的自动监测进行分析论述,希望能够提供一些有价值的参考,进而做好水质监测工作,改善地表水的水质。

关键词:地表水;水质自动监测;现状;探析

中图分类号:X832

文献标识码:A

The Current Situation and Analysis of Automatic Monitoring of Surface Water Quality in Qidong City

Yang Tianzhou

(Environment Monitoring Station of Qidong, Qidong, Jiansu 226200, China)

Abstract: After obtaining real-time monitoring data, the current situation of water quality is studied by water quality automatic monitoring, which plays a great role in analyzing its changing trend and controlling. In Qidong, the automatic monitoring of water quality has been carried out continuously, but there are still many difficulties and problems in the actual work, so we should summarize the practical work. This paper mainly analyzes and discusses the pollution status of surface water in the City, basic situation of surface water automatic monitoring system and how to better carry out automatic monitoring of surface water quality, which hopes to provide some valuable reference for monitoring and improving the surface water quality.

Key words: Surface water; Water quality automatic monitoring; Current situation; Discussion and analysis

引 言

随着中国经济的发展,人民生活水平的不断提高,地表水水质状况越来越受到世人关注。启东市地处长江入海口北侧,黄海与长江交汇处,海洋性季风气候特征明显。辖区内遍布长江支流一、二、三级河道,其水质变化情况直接关系着全市群众健康和社会稳定。为提高各级政府对辖区水环境质量管理水平,促进国家环境保护模范城市的成功创建,早在2007年就建成了首个县市交界水质自动监测系统。但由于启东市在这方面仍然处于刚起步阶段,所以建设和运行过程中有众多问题都需要研究分析。

河、通启运河、新三和港河、蒿枝港河、南引河和头兴港河。通吕运河和通启运河为启东市两条跨境大运河;新三和港河、蒿枝港河、南引河和头兴港河是境内二横二纵相互贯通的河道。通过2016年的监测数据分析,通启运河、通吕运河、三河港河、头兴港河4条河流水质总体符合Ⅲ类标准,水质状况良好;蒿枝港河、南引河2条河流水质总体符合Ⅳ类标准,水质状况属轻度污染,见表1。

启东市的地表水水环境的质量状况总体上变化不是很大,水污染形势依然是非常严峻的,而且由于农村大部分地区的污水处理率还比较

1 启东市地表水的污染现状

启东市境内主要河流有六条,分别是通吕运

收稿日期:2018-01-30

作者简介:杨天周(1981—),男,江苏启东人,工程师,学士学位,从事生态环境监测工作。

低,从而导致大量未经处理的生活污水又直接或间接的排入到当地的地表水体,大大的超过了其

水体的自净能力,这就使得水体的污染问题更加的突出。

表 1 2016 年启东市六条内河水水质状况

河流名称	点位名称	符合水质类别	水质状况	超标率/%	主要污染物
通吕运河	天西大桥	Ⅲ类	良好	50.0	化学需氧量、氨氮、高锰酸盐指数、总磷
	如意村	Ⅲ类	良好	30.0	化学需氧量、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、生化需氧量
	近海大桥	Ⅲ类	良好	30.0	化学需氧量、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、生化需氧量
通启运河	聚南大桥	Ⅲ类	良好	41.7	氨氮、总磷
	通启运河桥	Ⅲ类	良好	40.0	化学需氧量、高锰酸盐指数、总磷
三和港河	沿江公路桥	Ⅲ类	良好	50.0	化学需氧量、氨氮
蒿枝港河	海复大桥	Ⅳ类	轻度污染	25.0	溶解氧、氨氮、高锰酸盐指数
南引河	民主三条桥	Ⅳ类	轻度污染	50.0	化学需氧量、氨氮、高锰酸盐指数、总磷
头兴港河	头兴港北桥	Ⅲ类	良好	40.0	化学需氧量、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、生化需氧量
	沿江公路桥	Ⅲ类	良好	50.0	化学需氧量、氨氮、高锰酸盐指数、总磷、生化需氧量

2 启东市地表水水质自动监测系统简介

截止 2017 年底,启东市共建成 5 座地表水自动监测站。其中,启东市两条跨境大运河通吕运河和通启运河各建成 2 座(通吕运河启东海门交界处 1 座、吕四自来水厂 1 座;通启运河聚南大桥 1 座、塘芦港闸 1 座),另外 1 座位于头兴港河汇龙水厂备用水源地取水处。自动监测系统的核心部分由采样单元、预处理及辅助单元、控制系统、分析单元以及数据及传输单元所共同组成。^[1]

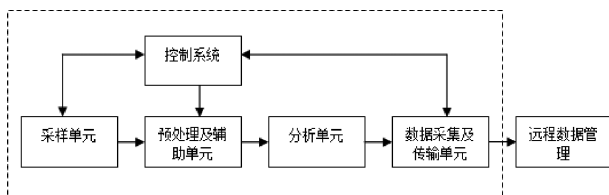


图 1 自动监测系统

自动监测系统可实现对运河水质的 24 h 自动监测,监测水中氨氮、化学需氧量、溶解氧、pH 值、水温、浊度和电导率等数据,控制中心通过远程通讯系统对监测数据进行收集汇总。目前 5 座地表水自动监测站都委托第三方公司进行维护运行,日常质量管理由市、县环境监测站组织实施。托管方对水站实施“周检查,月比对”的质量管理制度,

每周用标准物对仪器进行标定,每周仪器调零,采水和配水系统每周清洗 1~2 次,保证采、配水系统顺畅运行。每月进行一次不定期实际水样实验室比对测试,每周加测一个国家质控盲样,结果按规定上报。质量管理与质量控制基本符合质控要求。

启东市环境监测站对仪器设备维护、数据备份、质量管理与质量控制、运行记录等技术和质量管理记录按档案管理进行存档,保证监测结果的可溯源性。在数据传输方面,配备一台专用计算机,由专职人员负责管理和维护,及时收集水站监测原始数据,并按时汇总,上报周报数据。每周一上午 12 点之前完成上周的周报数据传输,对于离群数据,核实原因并给予说明。

3 地表水水质自动监测系统运行中存在的问题

3.1 对于自动站的投入与建设尚显薄弱

目前,启东市的地表水水质自动监测站网还比较稀疏,没能覆盖所有主要境内河流。已建水质自动站均属于小型或微型自动站,基础设施较为缺失,站房结构较为简陋。除吕四自来水厂及头兴港河备用水源地借用原砖混结构房屋之外,其他均采用结构简单的集装箱式或移动彩钢板房。普遍缺乏对防雷设施的安装,给设备的正常运作带来隐患。

3.2 自动监测系统仍然缺乏稳定性

从这几年的运作过程中,我们发现水质监测的数据缺乏稳定性。故障率高、故障不确定性以及人力、物力和财力投入不足,都给运行管理造成相当大的困难。还有,集成系统相当复杂,每一部分的建设安装和运行管理对监测数据的连续性、真实性和准确性都有较高的要求。

3.3 自动监测系统预警手段待加强

地表水水质自动监测系统的一个重要作用就是可尽早发现水质的异常变化,为防止下游水质污染迅速做出预警预报,及时追踪污染源,从而为管理决策服务。但实际操作和运行过程中,缺乏相关的技术支撑。根据启东市目前运行终端情况分析,关于水质重大变化的预报预警只能通过人工主动对于系统数据的关注,而目前执行数据管理的环境监测站人员受上下班时间限制,无法24 h查看自动系统回传的监测数据。如遇突发水质变化,往往不能在第一时间及时获得相关信息,对于应急处置环境突发事件造成较大影响。

3.4 系统的管理漏洞依然存在

根据启东市目前建设情况,水质自动监测站均建在野外,条件恶劣,运行管理相当复杂,系统中的电路、水路、分析仪器等,在无人值守的情况下长期运行,均随时可能出现故障,造成分析数据异常或者伪数据等。

4 关于加强地表水水质自动监测的思考

4.1 重视点位的选择

在进行水质自动监测站建设的过程中,要充分考虑所选地水质能够具有宏观的代表性,同时还应该侧重于所选点位所在地区的水质以及对污染情况的控制效果。以通吕运河为例,首先,在启东海门两市交界处的天汾范龙村进行水质自动监测站的建设是非常明智的,对入境的水质进行监测是十分正确的。所建的水质自动监测系统,不仅仅要体现入境水质的基本状况,同时更能对河流水质的突发状况起到预报和预警作用。所以,今后政府在全市范围进行其他站点的选择时也应该要包含以上的功能。

4.2 注重专业型人才的培养

因为水质的自动监测系统的装备目前国内

的发展尚不完善,同时这些设备由因为其自身具有较高的技术含量,因此要想保证设备的正常运行,不仅仅要依靠仪器的供应商和代理商的售后服务,监测站更应该立足于自身的技术力量,因此要注重培养仪器仪表、电化学以及计算机技能等方面专业型的技术型人才,同时还应该注重对其进行工作责任心的培养,增强其工作责任心和责任感。^[2]

4.3 做好水质自动监测站维保

为保证分析数据的连续性和准确性,必须对地表水自动监测系统进行定期检查维护。首先需要检查各分析仪器的运行状态,查看各分析仪器的历史数据和传输情况,进而判断数据是否异常和仪器运行是否正常,尤其是停电又来电和故障前后的数据和运行状态。每次维护时,必须按质量控制程序进行,主要针对质控样、样品的加标回收率及现场实验数据的比对,使各分析仪器处于正常的运行状态中。

4.4 加强技术引入提高预警时效

用过自动控制技术、数据库技术、网络通信技术,建立一套先进又切实可行的水质自动监测预警系统,使得突发水质异常信息能在第一时间进行传送,从而提高水质监测的信息化水平,增强水质管理与决策能力,为环境应急响应争取宝贵时间。同时对提高启东市水质监测的能力和技术水平,防止重大污染事故的发生,对总量控制起到重要作用。

5 结论

综上所述,启东市的地表水水质自动监测工作已经有条不紊的进行着,为了进一步促进监测工作的有效性和可靠性,必须加强各方面的协调工作并规范水质自动监测的技术项目,从而促进地区环境建设的飞速发展。

[参考文献]

- [1] 王恒亮,王团安. 地表水水质自动监测系统研究. 华东科技, 2014(8):19.
- [2] 刘红艳. 探析地表水水质自动监测系统. 科技博览, 2015(4):267.

泰兴市天地一体化环境监测系统建设初探

肖亦^{1,2}, 刘振¹, 李斌², 黄志民²

(1. 泰兴市环境监测站, 江苏 泰兴 225400;

2. 泰兴市环境科学研究所, 江苏 泰兴 225400)

摘要: 天地一体化环境监测平台结合“数字环保”平台和在线监测网络, 依托传感器、互联网、3S 等技术, 并集成水、土、气、声等多要素, 利用遥感解译、地面调查、无人机航拍、样品采集分析等技术手段, 对地区水土环境质量状况实时监控和演化规律进行综合研究。为地方污染防治提供技术支撑, 同时为项目选址等政府决策提供依据。

关键词: 泰兴市; 天地一体化; 环境监测

中图分类号: X84

文献标识码: A

Construction of Environmental Monitoring System for Land and Air Integration in Taixing

Xiao Yi^{1,2}, Liu Zhen¹, Li Bin², Huang Zhimin²

(1. Taixing Environmental Monitoring Station, Taixing, Jiangsu 225400, China;

2. Taixing Institute of Environmental Science, Taixing, Jiangsu 225400, China)

Abstract: The integrated environment monitoring platform is integrated with the “digital environmental protection” platform and the online monitoring network. It relies on sensors, Internet, 3S and other technologies, and integrates many elements such as water, soil, gas and sound. By means of remote sensing interpretation, surface survey, UAV aerial photography and sample collection and analysis, the real-time monitoring and evolution laws of soil and water quality in different areas are comprehensively studied. It provides technical support for local pollution prevention and control, and provides a basis for government decision-making such as project location selection.

Key words: Taixing; integration of the land and air; environmental monitoring

概述

随着工业化、城市化的迅速发展, 环境污染问题日趋严重。国家在污染防治、生态建设等方面出台了一系列重要政策, 2015 年《水污染防治行动计划》(“水十条”)^[1]中明确提出“遏制地下水水质恶化”的主要任务。2016 年《土壤污染防治行动计划》(“土十条”)^[2]制定了“到 2020 年初步遏制土壤污染加重趋势”的目标, 水土环境监测工作任务任重道远。2009 年, 环保部发布的《先进的环境监测预警体系建设纲要(2010—2020 年)》^[3]提出“监测网络天地一体化”的概念。2015 年《生态环境监测网络建设方案》^[4]中明确“建立天地一体化的生态遥感监测系统”的要求。环境监测工作需要实现“由粗放型向精准型转变”, 以促进环境质量逐步改善、生态状况逐步好

转的要求。在战略机遇与技术挑战凸显并存的关键时期, 加快推进天地一体化环境监测与管理体系建设, 进一步优化监测手段、完善监测网络、提升监测效能, 对提高地区环境监管能力和决策水平具有重要意义。

1 现有监测体系构建情况及存在不足

近年来, 泰兴市环境监测事业取得了较好的发展, 日常环境监管所需的监测能力已经基本形成, 废水、废气在线监测体系也已初具规模, 监测技术水平显著提升, 及时为环境保护决策和环境

收稿日期: 2018-01-05

作者简介: 肖亦(1981—), 男, 江苏泰兴人, 工程师, 硕士, 主要从事环境影响评价、环境监理、环境咨询等工作。

管理提供了大量监测信息。随着环境监管服务职能及技术发展,以地面布点采样监测为主的常规监测不仅成本较高,且无法实现空间立体监测,宏观性、时效性都有待改善,难以满足越来越高的环境管理需求。因此,提升环境监测技术、建立包括地下在内的立体的环境监测体系已成为当务之急。为全面提升环境监测及预警能力和水平,建立天地一体化监测体系,有效结合地面常规监测与卫星遥感监测技术优势,弥补现行环境监测体系的不足,为环境污染,生态变化,灾害监测、预警、评估及应急救助等指挥体系提供参考。

2 天地一体化环境监测系统构建

天地一体化系统建设其重点在于对泰兴市污染源、环境各项要素进行全方位普查、筛选,并利用GIS系统对各环境要素进行叠加、解译,配合实地监测的实施,达到良好的实时监控要求。

2.1 工作内容

2.1.1 资料收集分析 重点为与水土环境直接相关的水文地质结构、地下水流场特征、土地利用与地表水系分布、污染物排放处置、水土测试报告等资料。对所有收集资料进行分类整理,掌握水文地质条件、主要污染源类型及分布情况,借助卫星影像资料了解区域地貌特征、土地利用、地表水系分布现状及历史变化。对水文地质条件进行分区,结合地表水系和污染源分布情况,对重点地区进行更精细单元划分,为深入调查奠定基础。

2.1.2 遥感解译 通过不同渠道收集研究区相关土地利用状况及地表水水质等调查分析资料,并对资料进行整理、分析、归类。获取研究地区TM影像图,利用遥感技术进行解译,识别并推断研究区土地利用类型及水质概况,分析时空分布及变迁特征。采用先进的图像处理技术手段,实现遥感数据高效利用。

2.1.3 野外调查核实与现场测试 在资料收集分析和遥感解译基础上开展现场调查核实工作。现场调查工作将结合地下水赋存条件、地下水流场复杂程度,受污染源影响可能性等划分调查区并进行控制。结合地表水系和污染源分布情况开展地表水或土壤环境重点调查,对于水土环境污染风险较大的区域加密控制点。根据资料收

集和分析情况,结合现场调查测试,开展遥感解译结果的核查。

2.1.4 无人机航拍 无人机通过遥感技术快速获取地理、资源、环境等空间遥感信息,完成数据采集、处理和应用分析。通过无人机在短时间内提供时效性强、精度高的图件作为底图,有效减少在偏远、危险区域现场踏勘的工作量,提高调查工作效率和技术水平。

2.1.5 建立三维地质结构模型 构建主要含水层信息系统,实现基于三维空间的含水层信息检索、查询,作为监测系统的三维立体结构基础平台。建立主要含水层信息系统框架,在此基础上,系统收集钻孔资料和水文地质结构资料,结合野外调查认识,利用三维地学建模软件进行建模。

2.1.6 建立溶质运移模型 在收集分析地层结构、地下水位动态和水化学资料基础上,结合野外调查资料、土地利用状况和地表水系发育情况以及污染源分布状况,确定开展模拟实验的典型地带,建立水文地质概念模型。利用专业建模软件对研究区的地下水流进行模拟,建立地下水流数学模型。选择典型污染物作为模拟因子,对研究区内的地下水中污染物运移进行模拟,建立研究区典型污染物迁移模型。

3 工作方法及成果

3.1 目标任务

查明地下水和土壤环境质量状况,解析地表环境变化特征,分析并直观表达地层结构和污染特征,实时反映重点污染地段地下水水质状况,预测重点地段污染趋势,构建天地一体化监管系统。

3.2 工作内容

主要包括:水土环境质量野外调查与无人机航拍、水土环境质量现场测试与实验室测试、地表环境遥感解译、三维地质结构模型建立、典型地段地下水溶质运移模型、地下水水质动态监测系统和天地一体化监测平台开发集成等工作内容。

3.3 水土环境质量野外调查与无人机航拍

开展水土环境野外调查工作,工作区覆盖泰兴市辖区范围面积约1200 km²,对辖区地表水体、土壤和地下水环境,开展系统资料收集分析、地面调查、现场访问等工作,查明水土环境质量和污染状

况,其中泰兴经济开发区和黄桥镇附近划定为重点调查区,查明水文地质特征、补径排条件、水土污染特征,分析污染程度和范围。采用精良的航拍设备,采用多旋翼无人机航空拍摄技术手段,开展系列地表环境、工作场景、研究成果拍摄工作,形成可用于宣传的高清影像成果。

3.4 环境质量现场测试与实验室测试

根据污染源分布情况,开展水土环境质量现场测试工作,结合现场测试结果选择代表性样品进行样品采集和实验室测试,掌握水土环境质量状况和污染程度,为动态监测选点奠定基础。

3.5 地表环境遥感解译

采用多光谱遥感影像对市重点河流质量进行动态监测,为环境监管提供强有力的技术和数据支持。主要包括土地利用及主要河流水环境质量两方面解译。对现状及历史动态变化数据进行解译判读、分类和人工勾绘,制作相应的现状矢量数据和动态监测矢量数据。对土地利用类型进行划分,进行遥感解译、分类和人工勾画,并进行属性编码、赋值。

3.6 地下水溶质运移模型

利用数值模拟软件,结合前期含水层结构调查、水文地质参数测量、场地污染物类型及浓度分布等基础数据资料,结合现场测试与实验室测试结果,建立典型污染地带的地下水溶质运移模型,预测在人为干预及自然衰减等环境条件下地下水中主要污染物的迁移、变化情形,并在此基础上进行风险评估,为环境风险预测、管理和控制提供技术支撑。

3.7 地下水水质动态监测系统

全面掌握区域水土环境质量基础上,结合污染源分布和测试数据,选取重点地带开展精细调查,依据精细调查认识,选取典型污染场地(原化工区固体废弃物堆置场、江北染料化工厂旧址、南沙化工污泥堆放场、南沙染料化工场旧址、毗芦电镀厂旧址等地带)针对性进行场地污染源分布、场地特征和水土污染特征分析,并开展相应的现场踏勘工作,明确调查监测点位、代表性和工况条件,提出污染动态监测点布设方案。区域水位水质监测点根据调查和测试结果布设代表性监测点。地下水水质动态监测系统主要由现场监测仪器、商用 GSM

网络和监测中心站组成。中心站通过 GSM 网络与各监测仪器进行信息交换,完成监测数据的回收和监测设备的管理。现场监测仪器包括水位、水温、水质的自动监测和数据传输系统。各监测仪器通过复合式探头实现了地下水参数的长期自动监测。监测数据通过数据传输系统自动发送到中心站。

3.8 天地一体化监测平台

天地一体化监测平台建设包括基础硬件建设和软件开发两部分。硬件组成包括必要的服务器、客户端电脑、交换机和必要配件等。软件部分包括:系统管理子系统、数据采集与集成子系统、水土保持监测等子系统、数据整合分析与报表子系统等。平台能够实现对所辖区域的特征污染物监控信息的科学组织和有效管理,对各种监测信息进行可视化监控,并实现基础信息的查询、维护及专题分析、专题制图、信息服务等多种功能。

4 结论

泰兴市“天地一体化”环境监测与管理体的有效实施必将取得显著的环境和社会经济效益。平台能够有效满足大气、水和土壤等主要环境要素监测、评估需求,环境监测体系、环境监管体系和环境信息体系将进一步优化融合,地区环境快速预警和应急处理能力逐步提高,为适应环境管理战略转型要求提供有效的技术支撑。通过建立动态数据库,构建云信息服务系统,为建设先进完备的环境管理大数据综合平台打下良好基础,逐步达到全面解析泰兴市重点区域水、气、土环境质量状况和演化趋势的功能,为开发区的科学规划建设和优质项目引进提供强大的助力。

[参考文献]

- [1] 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》,国发[2015]17号,国务院,2015.4.2.
- [2] 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》,国发[2016]31号,国务院,2016.5.28.
- [3] 关于印发《先进的环境监测预警体系建设纲要(2010-2020年)》的通知,环发[2009]156号,环境保护部,2009.12.28.
- [4] 《国务院办公厅关于印发生态环境监测网络建设方案的通知》,国办发[2015]56号,国务院办公厅,2015.7.26.

天地一体化系统在地下水环境监测中的应用

姚宇平, 叶晓新

(泰兴市环境监测站, 江苏 泰兴 225400)

摘要:为适应国家对地下水监管的新要求,利用天地一体化环境监测与管理系统中的地下水环境监测模块,以泰兴市为例介绍了地下水监测的实施过程及监测数据的应用。解决了地下水监测固定单一模式,搭建了地下水环境在线监测系统,实现重点地带地下水水质变化动态预警分析。

关键词:天地一体化;地下水环境监测;应用

中图分类号:X87

文献标识码:A

The application of the land – air integration system in groundwater environment monitoring

YAO Yu – ping, YE – Xiao – xing

(Taixing Environmental Monitoring Station, Taixing, Jiangsu 225400, China)

Abstract: In order to adapt to the new requirements of national to groundwater regulation, using the integration of air and land environmental monitoring and management system of environmental monitoring system of groundwater in taixing city, the implementation of the groundwater monitoring process and the application of monitoring data are introduced in this paper. The fixed single mode of groundwater monitoring is solved, and the on – line monitoring system of groundwater environment is set up, and the dynamic early warning analysis of groundwater quality in key areas is realized.

Key words: Integration of the land and air; Groundwater environment monitoring; apply

引言

近年来,随着工业产生的快速发展,各类有毒有害污染物质,通过各种途径进入到地下水中。国家逐渐加强了对地下水环境保护的领导和指导,相继出台了《全国地下水污染防治规划》(2011—2020年)及《水污染防治行动计划》(“水十条”)。各地开展了地下水环境质量监测,以便了解污染指标、污染来源及产生的风险,为进一步开展针对性的防控治理措施,提供科学依据。泰兴市建成的天地一体化监测系统集成了大气、水和土壤等主要环境要素,地下水环境监测模块作为天地一体化监测系统的重要组成部分初步建立了本地区的地下水环境基础数据库,构建地下水环境信息化管理平台,实现了地下水环境在线监测及变化动态预警分析。

1 地下水监测井设置

通过查阅自然地理、地形地貌、区域地质条件

和水文地质条件文献和搜集地下水环境历史监测数据等相关资料,对该地区的基本概况做了解,以便科学合理设置监测点位。

泰兴市属长江三角洲平原的江北部分,从地质力学观点分析,整个长江三角洲平原处于新华夏第二巨型隆起带与淮阳山字东翼反射弧构造复合部位,地质构造十分复杂。泰兴市域应属南京—南通纬向构造带中、东台—金坛新华夏凹陷带次一级构造海安凹陷的一部分。新生界地层厚约2 000 m左右,其中第四系厚220 m左右,其下伏基岩为白垩系红色砂岩。

泰兴地区区域内水文地质条件十分复杂。含水层的埋藏条件,岩性及厚度变化很大,水质类型及矿化度差别明显,同一个含水层在不同地区,其水文地质条件变化很大,形成上述条件因素主要是

收稿日期:2018-01-05

作者简介:姚宇平(1978—),男,江苏泰兴人,工程师,本科,长期从事环境监测与研究工作。

长江河床在不同地质历史时期上的摆动位置和东部海水入侵影响以及西部地区地下水径流淡水补给相互作用而成。区内地势平坦,潜水埋深浅,地下水水位 1~3 m 不等,地表以粉土和粉砂为主,充沛的降水和密集发育的河网是潜水的主要补给来源,排泄方式有蒸发、径流泄入地表和广泛分布的水井分散开采三种方式,具有就地补给、排泄的特征。潜水水位高(如雨季、农田灌溉时)时向河道排泄,潜水水位低时(如枯水期)接受河水的补给。

承压含水层随着三角洲的发育和海退的演变,粘性土层在很多地区缺失或为透镜体状,使得承压含水层间水力联系密切,形成了以砂性土为主的巨厚承压含水层,沟通了长江水对区域承压含水层的补给,天然状态下水力坡度很小约万分之几,由东向西,向下游排泄,局部长期开采承压水地带,除去增大侧向补给量以外,还会得到上层含水层的越流补给。承压含水层排泄以人工开采排泄为主,地下径流排泄量很小。

调查区内可供开采利用的地下水主要赋存于第四系和新近系地层中。其中浅层潜水开采利用普遍,与人体接触频繁,且容易遭受污染,并可通过向地表水排泄进一步影响周边环境。浅层潜水是本次调查的重点对象,根据重点地带精细调查结果,划分重点地段监测等级,分重点区调查点、区域控制调查点及深层水调查点。在潜在风险区布置了专门钻探的监测井 20 组,结合现有水井的点位 50 组,总计获得 70 组地下水环境监测资料。

2 地下水环境质量调查

根据预先设定的点位,此次调查采取了现场测试与实验室送检相结合的方式。其中对地下水样进行了多项现场物理化学指标的测试,包括 pH 值、溶解氧(DO)、电导率(EC)、氧化还原电位(ORP)、温度等。pH 值、DO、EC、ORP 均采用哈希 HQ-30d 便携式多参数水质测试箱进行测试,温度采用普通的酒精温度计进行测试。共获取地下水现场测试数据 237 组,其中水温数据 237 个,pH 值 237 个,DO 值 237 个,EC 值 238 个,ORP 值 186 个(表 1)。为了便于分析,依据土地利用变迁和污染源时空分布特征可将调查点大致分为重点调查点、区域控制调查点以及深层水调查点,现场测试数据中重点数据共 44 组,占 17.7%;区域控制数据共

203 组,占 81.5%;深层水数据 2 组,占 0.8%。

表 1 地下水现场测试指标统计结果

类型		pH 值	EC/ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	DO/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	ORP /mv	水温 /℃
重点区 调查点	最小值	6.81	464	0.80	-225.8	14.0
	最大值	8.66	3 670	8.91	189.6	23.7
	平均值	7.58	1 245	4.74	65.9	17.9
	标准差	0.39	657.69	2.02	95.44	2.51
	变异系数	0.05	0.53	0.43	1.45	0.14
区域 控制 调查点	最小值	6.3	249	1.27	-150	14.1
	最大值	9.04	3 290	10.34	263.9	25
	平均值	7.68	1 241	4.32	111.2	17.7
	标准差	0.46	422.78	1.85	86.83	1.71
	变异系数	0.06	0.34	0.43	0.78	0.10
深层水 调查点	150 m	7.79	1 419	8.21	-55	19
	380 m	7.01	1 435	4.33	163.2	23.9

实验室送检地下水取样共 105 组,包括 1 组深层地下水和 104 组浅层地下水。深层地下水井深 150 m,为 I 层承压水;浅层水井深普遍在 10 m 以内,为潜水。测试的指标共 85 项,包括现场测试指标 4 项、无机常规指标 16 项,无机毒理指标 12 项,微量有机指标 53 项。

地下水无机常规化学指标涉及总硬度(CaCO_3)、高锰酸盐指数、氨氮、挥发酚、石油类、总磷、阴离子表面活性剂、TDS、COD、总氮、 SO_4^{2-} 、Fe、Mn、 Cl^- 、Cu、Zn 等 16 项。共有总硬度、氨氮、挥发酚、阴离子表面活性剂、TDS、COD、 SO_4^{2-} 、Fe、Mn、 Cl^- 、Zn 等 11 项指标存在超过地下水水质标准Ⅲ类水的情况,在唯一的 1 组深层水样品中,只有总硬度、氨氮、Fe、Mn、 Cl^- 等 4 项指标超标。下面按照超标率大小顺序对超标指标进行简单介绍,各组分超标情况如表 2 所示。

地下水无机毒理指标涉及 NO_3^- 、 NO_2^- 、Cr(VI)、As、Pb、Cd、Se、Co、总氰化物、 F^- 、Hg、Ni 共 12 项。其中,超标项目包括 NO_3^- 、As、Co、 F^- 、Hg、Ni 共 6 项。 NO_3^- 的含量介于 0.53~2 950 mg/L,平均值 103.84 mg/L,超标率最高,达 62%,最大超标倍数为 147.5 倍。Hg 的检出率为 18%,含量介于未检出至 18.6 $\mu\text{g/L}$,平均值为 2.20 $\mu\text{g/L}$,超标率 4.04%,最大值超标 18.6 倍。 F^- 检出率 100%,

含量介于 0.07 ~ 35 mg/L, 平均为 0.75 mg/L, 超标率 4%, 最大超标倍数为 35 倍。As 检出率 100%, 含量介于 0.3 ~ 24 $\mu\text{g/L}$, 平均值 2.69 $\mu\text{g/L}$, 共 2 组样品超标, 超标率为 2%, 最高值超标 2.4 倍。

Co、Ni 的检出率均等于超标率为 1%, 最大超标倍数分别为 71.6 倍和 167.5 倍。其他指标中, 总氰化物、Pb、Cd 有部分样品检出, 但均无超标; Cr(VI)、 NO_2^- 、Se 均无检出(表 3)。

表 2 地下水无机常规指标超标情况

检测项目	最小值 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	最大值 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	平均值 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	质量标准 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	最大超标 倍数	超标总数 /个	超标率 /%
总硬度	240	1040	544.61	450	2.31	73	74
Mn	0.01	30	1.14	0.1	300	44	44
挥发酚	0.000 5	0.04	0.002 7	0.002	17.6	27	28
氨氮	0.01	30.1	1.34	0.5	60.2	27	27
COD	10	937	70.85	3	312.22	20	20
TDS	279	51 460	1 389.53	1 000	51.46	19	19
Fe	0.04	3.39	0.77	0.3	11.3	13	13
SO_4^{2-}	4.21	2 860	220.2	250	11.44	10	10
Cl^-	3.66	1 340	106.07	250	5.36	8	8
阴离子表面活性剂	0.06	2.55	0.28	0.3	8.5	3	3
Zn	0.05	2.2	0.33	1	2.2	1	1
高锰酸盐指数	0.2	6.1	1.23	—	—	0	0.00
石油类	0.01	0.3	0.06	—	—	0	0.00
总磷	0.005	7.77	0.306	—	—	0	0.00
总氮	0.24	970	22.15	—	—	0	0.00

表 3 地下水无机毒理指标超标情况

检测项目	最小值 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	最大值 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	平均值 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	质量标准 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	最大超标 倍数	超标总数 /个	超标率 /%
NO_3^-	0.53	2 950	103.84	20	147.5	61	61.6
Hg	0.000 19	0.018 6	0.002 2	0.001	18.6	4	4.04
F^-	0.07	35	0.75	1	35	4	4.04
As	0.000 3	0.024	0.002 69	0.01	2.4	2	2.02
Co	ND	3.58	—	0.05	71.6	1	1.01
Ni	ND	3.35	—	0.02	167.5	1	1.01
总氰化物	ND	0.04	—	0.05	—	0	0.00
Pb	ND	6.89	—	0.01	—	0	0.00
Cd	ND	0.74	—	0.005	—	0	0.00
Cr(VI)	ND	ND	—	0.05	—	0	0.00
NO_2^-	ND	ND	—	1	—	0	0.00
Se	ND	ND	—	0.01	—	0	0.00

(下转第 64 页)

昆山市微型岸基水质自动站系统构成与应用

邱 亮, 孟 烨

(昆山市环境监测站, 江苏 昆山 215316)

摘 要:中国是一个水资源严重匮乏的国家,人均淡水资源仅为世界平均水平的四分之一,对于水资源尤其是淡水资源的监测和治理显得尤为重要,文中详细介绍了一种微型岸基水质自动站的结构组成和应用实例,并在昆山城区选择具有代表性的7个河道设置监测站点,对其中两个点进行数据分析,充分证明了微型水质自动站在未来水环境监测方面的优势。

关键词:水环境;微型水站;自动监测;系统应用

中图分类号:X84 **文献标识码:**A

Composition and application of micro shore – based monitoring station system in Kunshan

Qiu Liang, Meng Ye

(Kunshan Environmental Monitor Centre, Kunshan, Jiangsu 215316, China)

Abstract: Our country has suffered from of water shortage for a long time. Freshwater resources per capita is only one quarter of the world average. As a result, it is important to monitor and manage the water resources, especially the freshwater resources. A micro – shore – based automatic monitoring station system composition and its application are described in this paper. Also, seven representative water sources are selected as the test sites in Kunshan City. Two of the points are collected for data analysis. The results indicate the advantage of the water quality monitoring station represented by water quality guard in the future.

Key words: water environment; micro water station; automatic monitoring; system application

前 言

近年来,随着昆山经济发展、城市化进程和人口的不断增加,许多河道水体普遍受到污染,已经超出它本身的纳污能力,河道的生态系统遭到破坏,区域水环境受到严重污染^[1,2]。为彻底改善城市水环境质量,昆山开展了57条黑臭河道和断面达标整治工作,计划至2017年底完成黑臭水体整治工作,并实现吴淞江、娄江干流达Ⅲ类水,支流达Ⅳ类水,阳澄湖全面达Ⅲ类水的整治目标,为此昆山市政府成立了黑臭河道整治领导小组,建立了完善了各项制度,通过“一河一策”专项整治行动的推进,从“截、清、引、管”等环节入手,抓好控源截污、改善河道生态、日常管理养护,开展河道日常督查考核等相关工作,黑臭河道治理已初见成效。

科学地对黑臭河道和断面开展监测是评价河道治理的重要依据,根据河道的特点,以及国家最新颁布的地表水自动监测技术规范(试行)^[3],昆

山在相应水域设置了微型岸基水质自动站,该系统实现了对城区河道环境整治水质变化的跟踪监测,并可实时掌握城区主要河道水质状况,以便对河道水体按需更换,提升整治工程的可控性和水体流动的可管理性。

1 系统构成

微型岸基水质自动站箱体800 mm(宽)×600 mm(深)×1 600 mm(高),仅占地0.5 m²,采用坚固耐用防锈蚀的不锈钢材质,结构稳固。系统主要包括采水配水单元,分析单元,数据管理和控制单元,供电单元以及安防单元(图1),可以实时监测水温,pH,溶解氧,电导率,浊度,氧化还原电位,高锰酸盐指数,氨氮等多项指标,可根据不同水样,不

收稿日期:2018-01-19

作者简介:邱 亮(1981—),男,江苏南通人,工程师,硕士,主要从事环境自动监测工作。

同环境对监测参数适当调整。

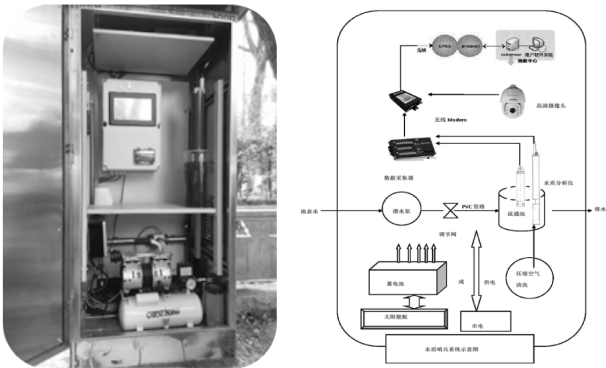


图 1 微型岸基水质自动站系统构成示意图

1.1 采水配水单元

采用双泵/双管路设计,双采样线均可以进行 24 h 不间断采样,且当一路出现故障时,会立即自动切换至另一路进行工作,保证了系统的正常运行。潜水泵采用功率为 0.03 KW 的德国 NK750 型直流泵,扬程可达 10 m,测量时抽取水样进入箱体内存置分析仪表的流通池,测量均采用原水测量,测量完后把水排空,河道取水口设置有安全保护措施,提醒过往船只,保障取水设备和来往船只的安全。整个系统灵活多变,可根据河流实际水文情况采取合适的采水方案。

1.2 分析监测单元

监测单元仪器选择了 Xylem 公司 EXO 型,能同时连接 pH 值、溶解氧、水温、电导率、浊度、氧化还原电位、总藻类等不同类型的探头,探头可在不同主机更换并且可以在同一主机的不同接口更换。

S::CAN 公司 spectro::lyser 在线光谱测定仪,采用全光谱(从 200 - 750 nm 波段)连续紫外、可见光谱吸收法,可同时测定 COD、BOD、TSS、NO₃ - N、TOC、DOC、色度、指纹图和光谱报警、温度和压力等。各监测参数所用方法见表 1。

表 1 微型岸基水质自动站监测参数及方法		
监测参数	监测方法	测量范围
水温	温度传感器法	- 5 ~ 50.0℃
pH	玻璃电极法	0.0 ~ 14.0
溶解氧	荧光法	0.0 ~ 50.00/(mg · L ⁻¹)
电导率	电极法	0 ~ 200/(mS · cm ⁻¹)
浊度	光散射法	0 ~ 4 000 NTU
氧化还原电位	玻璃电极法	- 999 ~ 999 mv

续表 1

监测参数	监测方法	测量范围
高锰酸盐指数	紫外吸收连续光谱法	0 ~ 400 mg/L
氨氮	电极法	0 ~ 200 mg/L

1.3 数据管理和控制单元

数据采集控制器采用 CR 系列型,功能强大灵活,模块化结构,极强的兼容性和扩展性,可靠性高,故障率低,数据记录、控制和传输能力强。

通讯系统采用 MD - 620,它同时内嵌工业级 4G 通信模块和 BDS/GPS 双模定位模块。MD - 620 提供灵活的端子接线方式,同时支持串口 RS232 和 RS485,另外有对应的电源、DI 和 DO 端子。MD - 620 具有 MODBUS RTU 功能,支持一路 DI、一路 DO,可以实现远程开关控制、报警等功能。

中心站控制单元配置固定 IP 地址的专用服务器,安装后台管理软件,自动执行数据收取、存储、监控、诊断及报警程序,并可通过 WEB 发布数据信息,数据无缝接入昆山市环境质量监测监控平台。

1.4 供电单元

采用单晶硅太阳能电池供电,在阳光下便会产生直流电,由几乎全部以单晶硅制成的薄身固体光伏电池组成。光伏发电功率 400 W,能抵受腐蚀性环境,耐磨、耐刮,耐碰撞,大功率,保护电路,寿命长。通过太阳能发电产生的电量储存在高能免维护蓄电池里。蓄电池采用栅格状板栅结构,阀控式铅酸蓄电池,可再生循环,可耐深度放电,免维护蓄电池(无需加液),自放电率极低,适合长时间独立存放达两年以上(20℃)。

1.5 安防单元

子站均安装雷击保护器,可以有效地保护自动监测系统中的仪器设备和监控设备。电控部分的主要配件符合相关部门抗电磁辐射、电磁感应的规定。监测系统配置开门声响报警和开门短信报警功能,防止非法入侵。另外,除了普通的安防设计外,还有其他多种安防设计,如机柜外防攀爬围栏,配有多颗高性能红外灯的视频系统,可随时调看实时监控和历史录像。视频监控可以在箱体开门的瞬间激发传感器发送无线信号,引导视频对准箱体,达到更好的安防效果。

微型岸基水质自动站相较于大型水站,在建设运行维护等各方面都具有很强的优势,具体见表 2。

表2 微型岸基水质自动站与大型水站的对比

车站类型	占地面积/m ²	建设费用/万元	水电接入	年运维费/万元	监测频率/min
微型岸基站	0.5	50	非必须	6	5(大部分参数)
大型水站	50	100	需市电市水	12	60(或更久)

2 应用实例

2.1 现场水质监测结果

根据监测需求,设置了7个站点,对城区主要河道水质进行实时连续监控,分别位于庙泾河老二水厂取水口,庙泾河张家港河口,东环城河儿童公园,东仓基溢流堰下游,致塘河亭林路桥,叶荷河涵

养中心进水口,张家港河玉城大桥,监测项目为水质五参数、氨氮、高锰酸盐指数、氧化还原电位等。选取东环城河儿童公园和叶荷河涵养中心进水口2个站点为案例,对二个站点2017年10月份起,近一个月的各参数监测数据进行分析整理,详见图2,图3。

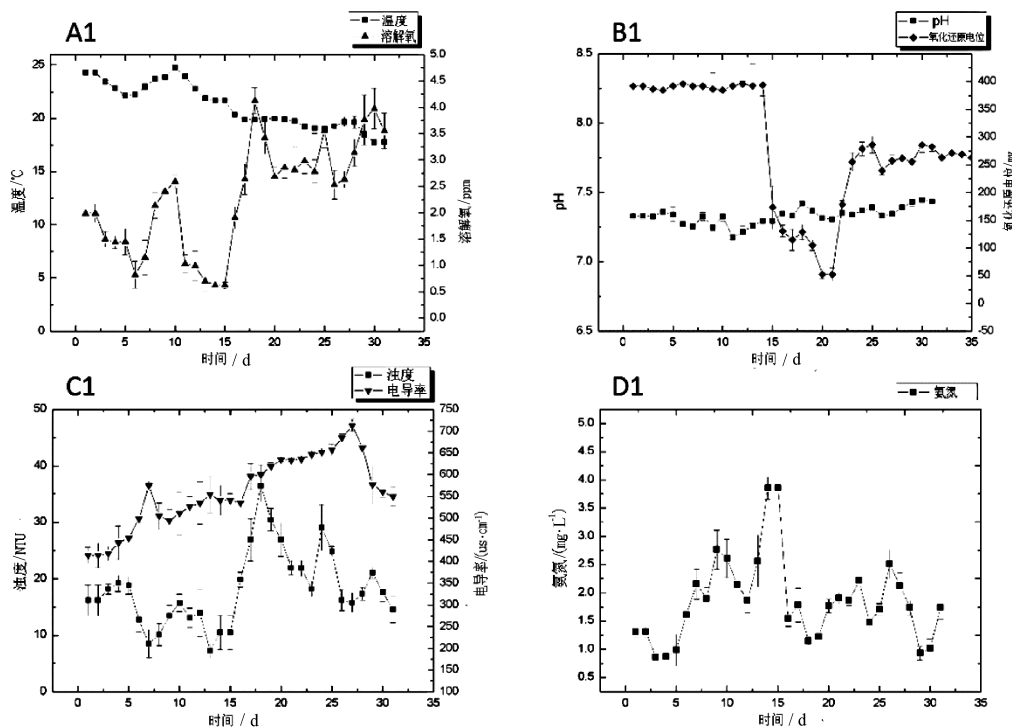


图2 东环城河儿童公园站点监测数据

从图2可以看出,东环城河儿童公园站点(未配置高锰酸盐指数监测单元)在为期一个月的监测期间,溶解氧0.6~4.3 mg/L波动较大;氧化还原电位在第15 d时有明显的下降,在第25 d时恢复正常;氨氮浓度基本都在1.5 mg/L以上,已超过Ⅳ类水质标准。其他参数如pH稳定在7.2~7.4之间,浊度最高值小于40 NTU,电导率为450~750 us/cm均在正常范围内。

从图3可以看出,叶荷河涵养中心进水口站点(配置高锰酸盐指数监测单元)在为期一个月的监测期间,各项数据均在正常范围内,溶解氧4.5~8 mg/L, pH 7.6~7.8,氧化还原电位300~350 mV,浊度为20~30 NTU,电导率为500~700 us/cm,氨氮

0.8~1.2 mg/L,高锰酸盐指数0.7~4.6 mg/L,基本能达到Ⅲ类水质标准。

站点运行期间仪器稳定,数据良好。整体上叶荷河涵养中心进水口水质优于东环城河儿童公园站点,这与二者的地理位置和各自的水文特征有密切的关系。东环城河儿童公园站点位于城区较繁华区域,周围人口密集,但是生活污水的布网尚不完善,存在直接将生活用水直接排放的现象,河道平缓,纵比小,流动性低,流动慢,水体的自净化能力较差,周围若是存在违规排放现象,很容易出现指数超标的现象。如图2,在第15 d时氧化还原电位和氨氮均存在较大波动,10 d后恢复正常,期间不排除存在污水违规排放。因此,可适当加强该处

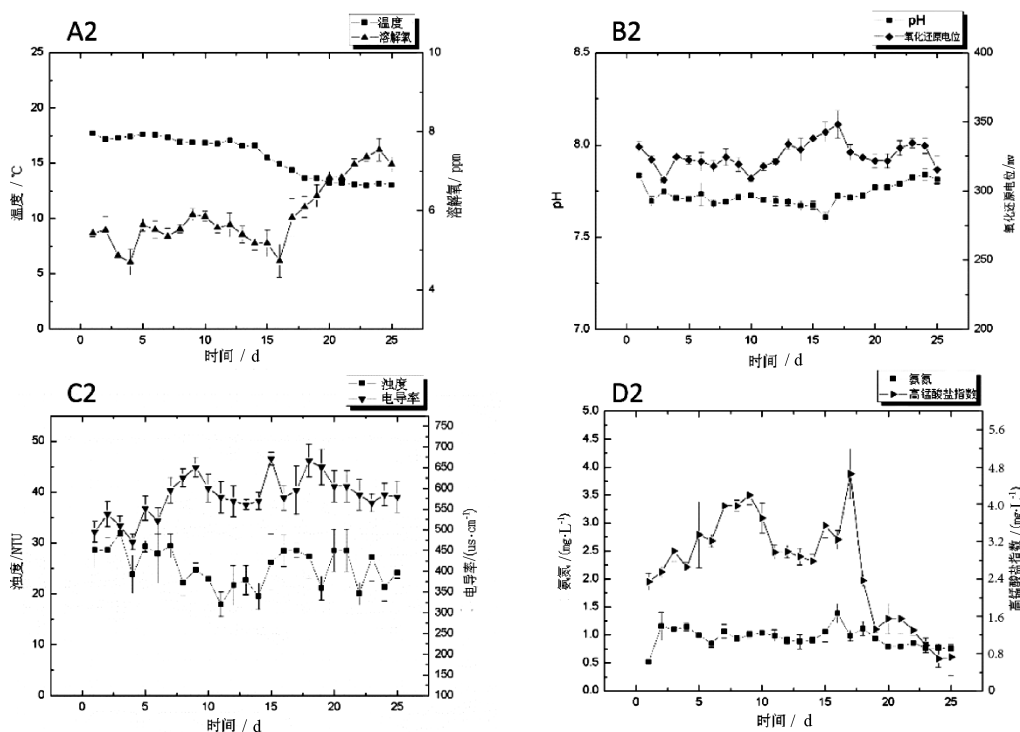


图3 叶荷河涵养中心进水口站点监测数据

的监测和治理,必要时进行水质多指标分析,追本溯源。叶荷河涵养中心进水口站点的各项数据都在正常范围内,叶荷河作为昆山市娄江北上的较大分支之一,流动性强,流量大,水体自净化能力强,水质总体较好。

2.2 各参数准确度测定结果及评价

pH、电导率、浊度、氧化还原电位测试相应浓度标准液,连续测量6次,计算相对误差;氨氮采用有证标准物质考核,计算相对误差^[4,5]。编号1~7分别对应庙泾河老二水厂取水口,庙泾河张家港河口,东环城河儿童公园,东仓基溢流堰下游,致塘河亭林路桥,叶荷河涵养中心进水口,张家港河玉城大桥等7个站点。测定结果见图4。

由图4可知,各参数稳定性良好,准确度较高,所有误差均在误差范围内,大部分数据的误差均在2%以内,远远低于10%误差要求。

3 结论

污染预警装置有着广泛的应用前景,微型岸基水质自动站因为其建设简单经济,维护省时省力,能源绿色环保,数据快速准确以及其广泛的地域适用性等特点,大大提高了水安全保障的技术,降低了排污监管成本,提高了水污染事故的响应速率,为水质监测和河道治理提供了坚实的支撑依据。

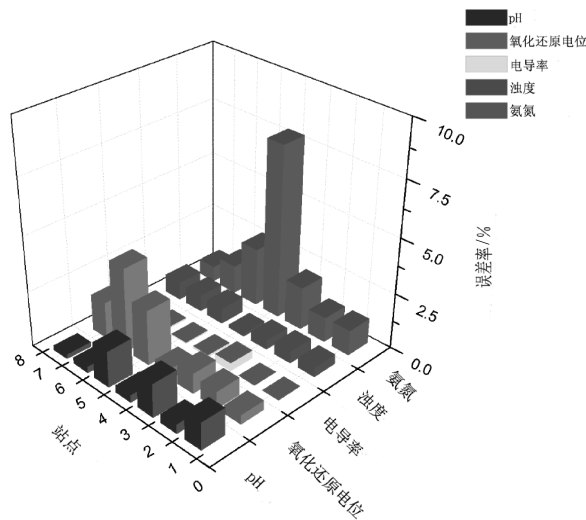


图4 各参数准确度测定结果

[参考文献]

- [1] 苏明玉,吕清,顾晓明. 苏州城区河道水质现状分析[J]. 干旱环境监测. 2015,03(6):104-109.
- [2] 顾俊强,吕清. 苏州水环境自动预警监测网络体系发展思路研究[J]. 环境科学与管理. 2013,09(5):129-132.
- [3] 国家环境保护部. 环境保护部环境监测司和科技标准司. HJ915-2017.
- [4] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法编委会. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2002:420-422.
- [5] 俞凌云,赵欢欢,张新申. 水样中氨氮测定方法研究[J]. 西部皮革,2010,32(5):27-33.

全自动电位滴定仪测定水中化学需氧量的方法探讨

陶 佳, 邵红艳

(张家港市环境监测站, 江苏 张家港 215600)

摘 要:文中探讨了全自动电位滴定仪分别测定高低浓度废水化学需氧量的分析结果,并与手动滴定进行比较,在浓度小于 50 mg/L 时,电位滴定相比手动滴定准确度更高,在保证较高的准确度和精密度的条件下,极大的缩短了分析时间。

关键词:全自动电位滴定; Titrand 905; 化学需氧量

中图分类号: X832

文献标识码: A

Discussion on the Determination of chemical oxygen demand in water by using automatic potentiometric titration

TaoJia Shaohongyan

(Zhangjiagang Environmental Monitoring Station, Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China)

Abstract: In this paper, the analytical results of chemical oxygen demand in high and low concentration waste water by using automatic potentiometric titration are discussed. Under the condition of higher accuracy and precision, the analysis time is greatly shortened

Key words: automatic potentiometric titration; Titrand 905; COD

化学需氧量是通过测定水体中有机物耗氧量来反映水体质量的参数,是用来评价水体有机污染程度的指标。

近年来,随着环境监测工作的发展,张家港市环境监测站 COD 类的样品量越来越多,分析任务越来越重。在工作人员没有增加的前提下,劳动强度却日益增大。并且, COD 样品具有批量大、时效性强的特点,传统的手动消解、手动滴定的方法已经难以满足实际工作需要。

全自动电位滴定仪能够做到无人值守自动化分析,该仪器即便在无人看守或非工作时间,仍然可以做到自动稀释样品,自动滴定分析,自动判断终点及自动计算结果,以及保存数据。该仪器测量范围跨度大,从几 mg/L 到几万 mg/L,特别是对 50 mg/L 以下低浓度水样的测量精度相当高,完全能满足实际工作的需要。

该系统的工作原理:首先选用适当的指示电极和参比电极,与被测溶液组成一个工作电池,然后加入滴定剂。在滴定过程中,由于发生化学反应,被测离子的浓度不断发生变化,因而指示电极的点位随之变化,在滴定终点附近,被测离子的浓度发生突变,引起电极电位的突越,因此根据电极电位的突越可确定滴定终点,并给出测定结果。

1.2 试剂

(1) 硫酸汞溶液: $\rho = 100 \text{ g/L}$ 。称取 10 g 硫酸汞,溶于 100 mL (1+9) 硫酸溶液中,混匀。

(2) 硫酸银-硫酸试剂:向 1 L 硫酸中加入 10 g 硫酸银。放置 1~2 d 使之溶解,并混匀,使用前小心摇动。

(3) 重铬酸钾标准溶液:浓度为 $C(1/6K_2Cr_2O_7) = 0.0250 \text{ mol/L}$ 的重铬酸钾标准溶液。

1 实验部分

1.1 仪器

瑞士万通 COD 自动滴定分析系统;

收稿日期: 2018-01-05

作者简介:陶 佳(1983—),女,江苏张家港人,工程师,主要从事环境监测工作。

(4) 重铬酸钾标准溶液: 浓度为 $C(1/6K_2Cr_2O_7) = 0.2500 \text{ mol/L}$ 的重铬酸钾标准溶液。

(5) 硫酸亚铁铵标准滴定溶液: 浓度为 $C[(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O] \approx 0.0050 \text{ mol/L}$ 的硫酸亚铁铵标准滴定溶液。

(6) 硫酸亚铁铵标准滴定溶液: 浓度为 $C[(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O] \approx 0.0500 \text{ mol/L}$ 的硫酸亚铁铵标准滴定溶液。

(7) COD_{cr} 标准溶液 (500 mg/L): 称取 105°C 干燥 2 h 的邻苯二甲酸氢钾 ($HOOC_6H_4COOK$) 0.4251 g 溶于水, 并稀释至 1000 mL , 混匀。该标准溶液理论的 COD_{cr} 值为 500 mg/L 。

1.3 分析步骤

取 10.0 mL 样品于锥形瓶中, 依次加入硫酸汞溶液、重铬酸钾溶液 5.00 mL 摇匀。将锥形瓶连接到回流装置冷凝管下端, 从冷凝管上端缓慢加入 15 mL 硫酸银-硫酸溶液, 以防止低沸点有机物的

逸出, 不断旋动锥形瓶使之混合均匀。自溶液开始沸腾起保持微沸回流 2 h 。

回流冷却后, 自冷凝管上端加入 45 mL 水冲洗冷凝管, 使之体积在 70 mL 左右, 取下锥形瓶。

溶液冷却至室温后, 移至 COD 自动滴定分析系统进行滴定分析。

按同样步骤以纯水代替水样进行空白实验。

1.4 实验结果

1.4.1 检出限 该次实验配制了浓度为 10 mg/L 的标准溶液, 按照方法中规定的分析步骤, 平行测定 7 次, 检出限 $L = 2\sqrt{2}t_r S_{wb}$, $t_{(n-1, 0.95)} = 1.943$, S_{wb} 为标准偏差, 试验结果见表 1, 方法检出限为 2.6 mg/L 。

1.4.2 标准样品准确度的测定 标准样品准确度的测定结果见表 2, 采用全自动电位滴定仪按新标准测定标准样品的值均在不确定度范围内, 方法的准确度较好, 满足标准的要求。

表 1 方法检出限计算

分析/数	1	2	3	4	5	6	7
测定值/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	9.4	9.8	10.3	10.2	9.6	9.2	10.4
平均值/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$: 9.8	标准偏差 $S/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$: 0.47						

表 2 标准样品准确度结果表

编号	1	2	3	4	5	6
COD 有证标准样品 测定值/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	77.5	82.5	84.5	81.6	75.8	83.7
(79.5 ± 6.6) mg/L 平均值/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	80.9					
标准偏差/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	3.5					
变异系数 $Cv/\%$	4.3					

1.4.3 实际样品的测定 该次实验分别用全自动电位滴定法和手动滴定法对多个高低浓度的样品进行了平行样测定, 测定结果见表 3、表 4。

表 3 全自动电位滴定实际样品检测精密度结果表

样品浓度 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	测定次数		相对允许差 $/\%$
	1	2	
水样 1	10	11	10.0
水样 2	49	50	2.0
水样 3	487	490	0.6

表 4 手动滴定实际样品检测精密度结果表

样品浓度 $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	测定次数		相对允许差 $/\%$
	1	2	
水样 1	8	12	40.0
水样 2	47	51	8.2
水样 3	488	495	1.4

1.5 结果

文中使用瑞士万通全自动电位滴定仪按新的标准方法滴定低、中、高三个浓度样品的 COD 值, 得到了较好的准确度和精密度, 在浓度 $< 50 \text{ mg/L}$

时,采用 0.025 mol/L 的重铬酸钾滴定,尤其是低于 10 mg/L 时,手动滴定得到的数据准确度较差,全自动电位滴定法比手动滴定法的平行性更好,数据更加可靠。且此方法不受水样浊度和色度的影响,不需要指示剂,比用指示剂指示终点的手动滴定方法更为客观,更为准确。

2 结语

由环境保护部发布的新方法标准《HJ 828 - 2017 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》自

2017 年 5 月 1 日起实施,文中使用瑞士万通全自动电位滴定仪对新方法的精密度、准确度进行了实验,测定了标准样品及高、中、低浓度的实际样品,结果均满意;得出检出限为 2.6 mg/L,完全满足了新标准的为 4 mg/L 的检出限要求。

[参考文献]

- [1] HJ 828 - 2017 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法.
- [2] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》中国环境科学出版社 第 4 版 北京: 2002. 12.

(上接第 57 页)

该次调查指标,包括卤代脂肪烃 29 种,卤代芳烃 6 种,单环芳烃 17 种,多环芳烃 1 种,共 53 种指标。共测试 48 组有机样品,结果表明,地下水中共检出 2 种微量有机指标,分别为氯苯和二氯苯,且在同一组样品中检出,来自于南沙土壤修复场地。由于检出值均远小于地下水水质标准Ⅲ类水的限值,因此泰兴市无微量有机指标无超标点。可见,泰兴市地下水有机污染程度总体较轻,仅在个别污染场地的浅层水中检出,且未超标,环境风险较低。

3 地下水质量数据建模分析

对所有收集资料进行分类整理,利用遥感技术进行解译,识别并推断研究区土地利用类型及水质概况,分析时空分布及变迁特征。借助卫星影像资料了解区域地貌特征、土地利用及地表水系分布现状以及历史变化。

建立主要含水层信息系统框架,系统收集钻孔资料和水文地质结构资料,结合野外调查认识,通过系统分析,梳理出地层顺序,并将钻孔由上至下所有岩层进行定位,而后将整理好的钻孔数据导入到三维地学建模软件进行建模。

建立研究区溶质运移模型:确定弥散系数、初始浓度、分配系数和补给浓度等参数,建立研究区典型污染物迁移模型。并通过调查取样分析获得的地下水监测数据对模拟结果进行验证。

建立地下水环境监测数据库,通过数据库模型生成地下水取样综合统计模型,并进行下水环境质量及污染风险分析。在潜在风险区部署了由 16 套地下水监测装置、商用 GSM 网络和监测中心站组成的地下水水质污染在线动态预警监测网,实现地下水水位、水温、pH 值、电导率、溶解氧、氧化还原

电位等指标的在线监测,开展水质污染预警监测。

经分析浅层水中,共 17 项无机指标超标,包括常规指标总硬度、Mn、挥发酚、氨氮、COD、TDS、Fe、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、Zn、阴离子表面活性剂等 11 项和毒理指标 NO_3^- 、Hg、F $^-$ 、As、 Ni 、Co 共 6 项。其中,总硬度、 NO_3^- 及 Mn 的超标率最高。浅层水中有机物检出指标包括氯苯、二氯苯 2 项,但未超标。浅层地下水主要指标中,排除极大值的情况,总硬度、 NO_3^- 、氨氮的含量本反映了生活和农业污染状况;挥发酚、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、COD 的含量反映的是工业污染的特征,Mn、Fe 的含量基本反映了自然背景对地下水的影响;但极大值的出现往往是由工业污染场地、生活垃圾场等典型污染源所造成。

深层水中仅有 5 项无机常规指标超标,包括总硬度、 Cl^- 、氨氮、铁、锰。未检出有机物。浅层水中超标指标较多,许多来自人为污染,深层水中超标指标较少,主要来自天然背景。

4 小结

通过天地一体化地下水模块的建设能方便快捷的完成对地下水环境质量的调查,运用溶质运移模型,能立体解析地下环境质量状况、污染特征及发生发展过程。为分析区域地下水污染特征、地下水防污性能及污染防治区划快速准确的提供科学依据。

[参考文献]

- [1] 吕超寅. 大庆市地下水环境监测信息系统研究[D]. 中国地质大学(北京), 2006.
- [2] 滕彦国,左 锐,苏小四,等. 区域地下水环境风险评价技术方法[J]. 环境科学研究, 2014, 12: 1532 - 1539.
- [3] HJ/T 164 - 2004. 地下水环境监测技术规范[S]. 2004.

田湾核电外围辐射环境监测结果及分析

刘建茹

(连云港辐射环境监测管理站, 江苏 连云港 222001)

摘要:介绍了田湾核电外围 30 km 范围内近六年(2010 年—2016 年)辐射环境监测概况,包括监测方案、质量保证以及环境介质中主要放射性核素监测结果,并对监测结果进行简要分析。介绍几年监测的经验以及目前存在的问题。

关键词:田湾核电;辐射监测;质量保证

中图分类号:X837 **文献标识码:**A

Results and analysis of Peripheral radiation environmental monitoring of Tianwan nuclear power station

Liu Jianru

(Lianyungang radiation environment monitoring station, Lianyungang, Jiangsu 222001, China)

Abstract: The paper introduces the general situation of radiation environmental monitoring of peripheral 30 kms of the Tianwan nuclear power station in nearly six years (2010 – 2016), including monitoring scheme, quality assurance and main radionuclides monitoring results, and the monitoring results are briefly analyzed. It also introduces the monitoring experience and the existing problems in recent years.

Key words: Tianwan nuclear power station; radiation monitoring; quality assurance

田湾核电站位于江苏省连云港市连云区高公岛乡田湾(见图1),厂址座落于后云台山南麓的扒山头地区,东临黄海,西与宿城山谷相邻,南面是黄海滩地,北靠后云台山。厂址西距连云港市区(新浦)约 28 km,总体规划建设 8 台机组,一期、二期工程 1、2、3、4 号机组均采用俄罗斯 AES-91 型压水堆核电机组,单机容量 106 万 kW,年发电量 140 亿千万时。田湾核电站 1、2 号机组分别于 2007 年 5 月和 8 月投入商业运行。二期工程 3、4 号机分别于 2012 年 12 月和 2013 年 9 月正式开工建设。

田湾核电站作为江苏唯一的一座核电站,自建成投入运行以来,辐射环境状况一直是公众关注的焦点。文中总结了近六年田湾核电外围辐射环境监测结果概况,并进行了分析。结果表明,田湾核电外围环境放射性水平处于本底正常波动范围。

田湾核电外围辐射环境监测工作由江苏省核与辐射安全监督管理局统一负责实施,考虑到南京市离连云港市的距离有 350 km,江苏省核与辐射安全监督管理局在连云港市设置了前沿站即连云

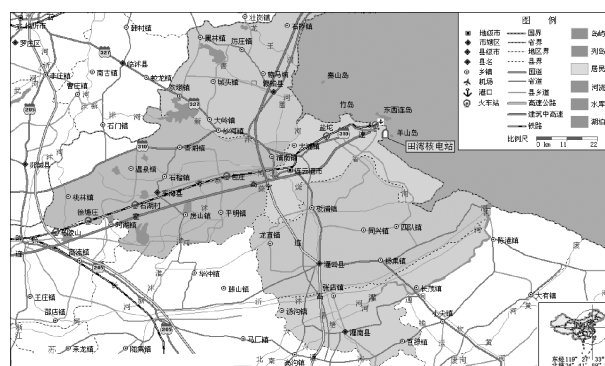


图1 田湾核电站地理位置图

港辐射环境监测管理站,全面负责田湾核电外围辐射环境监督监测,该站成立于 2003 年,经过十几年的运行,已初步建成核电辐射环境监督性监测站网,包括 14 个监测子站、田湾核电外围监督性监测系统、可进行放射性核素物理测量和放射化学测量

收稿日期:2018-01-24 修订日期:2018-03-12

作者简介:刘建茹(1982—),女,山西霍州人,工程师,学士,主要研究方向为核电外围辐射环境监督监测及质量保证。

的监测实验室、测量仪器及设备、空气在线超大流量放射性监测系统、应急监测车和环境采样车等。

1 环境监测方案

1.1 方案制订原则

江苏省核与辐射安全监督管理局根据国家、行业标准并结合连云港的具体条件制订《江苏省田湾核电站外围监督监测方案》报国家核安全局审批,方案五年为一个周期(目前执行的是 2015 版),方案编制的原则有以下几个方面:

- (1) 监测范围以核电站为中心,半径为 20 - 30 km,重点加强对核电站 10 km 范围内环境介质的监测;
- (2) 监督性监测与运行前的本底调查较好的衔接;
- (3) 监督性监测围绕“关键核素”、“关键途径”和“关键居民组”来展开;
- (4) 强化质量保证工作,确保监测对象的覆盖面齐全,监测布点代表性强,符合国家对核电站监测的要求。

1.2 主要介质及核素的确定

核电厂正常运行时,放射性流出物在环境中迁移和扩散,对人的照射途径见图 2。

气载放射性流出物在大气的迁移和扩散,对人的照射途径主要有以下几种:

浸没在放射性污染的空气中受到的外照射;

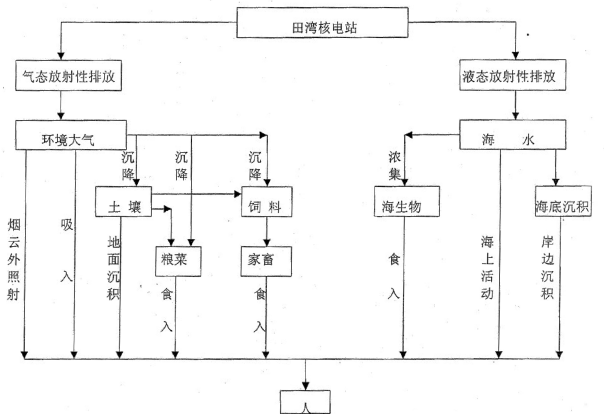


图 2 核电厂正常运行排放的照射途径

- 沉积在地面的放射性物质造成的外照射;
- 食入放射性污染的蔬菜、粮食、水果等造成的内照射;
- 食入放射性污染的饲料喂养的牲畜肉、奶等造成的内照射;
- 吸入放射性污染的空气造成的内照射。
- 液态放射性流出物在受纳海域中稀释和扩散过程中对人产生的照射途径主要有以下几种:
- 食入受放射性污染的海洋生物造成的内照射;
- 在放射性污染的水域中游泳、划船和从事水上作业时受到的外照射。

田湾核电站运行以来历年的“三关键”见表 1。

表 1 田湾核电站历年“三关键”变化情况

年份	关键居民组	关键照射途径	关键核素
2016 年	NNE1 - 2 km,柳河村渔民	食入陆生食品	C - 14
2015 年	NNW1 - 2 km,柳河村渔民	食入海产品	C - 14
2014 年	NNE1 - 2 km,柳河村渔民	空气浸没	Co - 60
2013 年	NNW1 - 2 km,东崖屋成人	空气浸没	Ar - 41
2012 年	NNE1 - 2 km 柳河村渔民	空气浸没	Ar - 41
2011 年	NNE1 - 2km 柳河村渔民	空气浸没	Co - 60
2010 年	NNE1 - 2 km 柳河村渔民	空气浸没	Co - 60
2009 年	NNE1 - 2 km 柳河村渔民	岸边活动	Co - 60
2008 年	NNE1 - 2 km 柳河村渔民	空气浸没	Co - 60
2007 年	NNE2 - 3 km 高公岛乡驻地渔民	岸边活动	Co - 60
装料环评	NNE1 - 2 km 柳河村渔民	空气浸没	Kr - 88

根据田湾核电站历年环境辐射影响评价报告,关键居民组主要为柳河村渔民,关键途径主要是岸

边活动或空气浸没照射,关键核素主要为氩 - 41 或钴 - 60,近几年为 C - 14。

1.3 环境监测内容

监测方案见表 2。方案中选择青口为对照点，

一是青口距田湾核电站超过 30 km 范围,二是青口物产丰富,动植物、海产品都不缺乏。

表 2 田湾核电站外围辐射环境监督性监测方案简表

项目	监测对象	监测种类及核素	取样/测量频次	取样或测量点描述	布点数
陆地 γ 辐射	剂量率	贯穿辐射 *	连续	厂前区、杨圩、高公岛、连云港镇、墟沟、新浦	6
		贯穿辐射 *	季	监测对象是开阔的路面与田野,在核电站周围 30 km 范围内布设 30 个点(其中在 10 km 范围内加密布点,共 22 个)	30
	累积剂量	贯穿辐射 *	季	原则同上	30
大气及 沉降物	大气	^3H 、 ^{14}C β/α	季 季	厂前区监测站	1
	气溶胶	总 α 、总 β 、 γ 核素	季	厂前区监测站、杨圩监测站、高公岛监测站	4
	沉降灰	总 α 、总 β 、 γ 核素、 ^{90}Sr	季	中云监测站	
	雨水	^3H 、 γ 核素	季		
土壤	土壤	^{90}Sr 、 γ 核素	年	杨圩、柳河、高公岛、宿城、板桥、东辛农场、 查口、查口叶菜处、宿城茶叶处、宿城松针处	10
底泥	底泥	^{90}Sr 、 γ 核素	年	宿城水库、蔷薇河	2
陆地 生物	小麦	γ 核素、 ^3H 、 ^{14}C	年	中云、查口	2
	大米	^{90}Sr 、 γ 核素	年	朝阳	1
	叶菜	γ 核素、 ^3H 、 ^{14}C	年	中云、查口	2
	牛奶	^{131}I 、 ^{90}Sr	半年	东辛牛奶	2
	淡水鱼	^{90}Sr 、 γ 核素 *	年	朝阳、查口	2
	鸡肉	^{90}Sr 、 γ 核素	年	开发区、查口	2
	猪肉	^{90}Sr 、 γ 核素 *	年	宿城、查口	2
海水及 海洋沉 积物	海水	^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 γ 核素 *、 ^3H	半年	排放口、丁港、高公岛、厂址以东、查口闸 ²	5
	海底沉积物	γ 核素、 ^{90}Sr	年	排放口附近海域、丁港、厂址以东、查口闸	5
	潮间带土	γ 核素、 ^{90}Sr	年	丁港、刘圩附近海域	2
海洋 生物	海鱼	^{90}Sr 、 γ 核素、 ^3H	年	核电站周边海域、查口海域	2
	海虾	^{90}Sr 、 γ 核素	年	高公岛、查口海域	2
	紫菜	^{90}Sr 、 γ 核素、 ^{131}I 、 ^3H	年	杨圩(核电厂附近)养殖场、丁港、高公岛、查口海域	4
陆地水	地表水	^3H 、 γ 核素	半年	宿城水库、蔷薇河、查口	3
	饮用水	总 α 、总 β 、 ^3H 、 γ 核素	季	杨圩、查口	2
	井水	^3H 、 γ 核素	半年	高公岛乡、平山警备区修理所、查口	3
指示 生物	茶叶、松针	^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 γ 核素、 ^3H 、 ^{14}C	年	宿城水库保驾山	1
	花蚬	^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 γ 核素、 ^3H 、 ^{14}C	年	高公岛海域	1
	牡蛎	^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 γ 核素、 ^3H 、 ^{14}C	年	高公岛海域、东连岛海域	2
流出物	液态流出物	γ 核素	月	1、2 号机组烟囱	2
	液态流出物	γ 核素、氡	月	1、2 号机组排放槽	2

注:标“*”为对照点

1.4 监测方法

环境 γ 辐射空气吸收剂量率的测量方法分为连续监测和瞬时监测。连续监测系统由 6 个 γ 辐射剂量率固定监测点组成,有 5 个点布设在田湾核电基地外围 10 km 范围内,另外一个为对照点,2015 年将点位增加至 14 个,其中 13 个点覆盖了田湾核电外围 10 km 范围内的所有方位角,剂量率监测每 5 s 报送一个数值,数据通过有线无线双备份的方式传输,实行全天 24 h 的连续监测,具有超值报警功能。该系统选用美国 GE 公司生产的 RSS-131 高压电离室为主要探测器,高压电离室灵敏度高,能量响应较好,圆形的探测体使它的角响应参数相当优异;另外,高压电离室具有稳定性好、探测下限低等优点,很适合环境辐射监测使用。环境 γ 辐射空气吸收剂量率同样采用高气压电离室。监测时仪器的有效中心离地面 1 m 高,每点读取 10 个数据,结果取算术平均值,扣除仪器宇宙射线响应值。

环境 γ 辐射累积剂量的测量元件选用中国防化研究院生产的 Li(Mg, Cu, P) 圆片探测器。读出器采用防化院生产的 RGD-3B 型热释光剂量仪。经一个季度放置后,回收各个 TLD,在实验室读出各监测点 TLD 的净读数值。

环境样品的分析测量,分为物理测量和放化分析测量。物理测量主要采用 γ 能谱分析法,用高纯锗 γ 谱仪(GC6020 型)和液体闪烁谱仪(Quantulus 1220 型)测量样品中的 γ 核素、 ^3H 和 ^{14}C 。放化分析方法测定样品中 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{131}I 的含量,测量仪器为低本底 α 、 β 测量仪(LB770 型)。

1.5 质量保证

为保证监测数据的准确、可靠,连云港辐射环境监测管理站制订切实可行的质量保证措施,主要从人员培训和考核、仪器设备量值溯源、样品从采集、运输、贮存到制备、样品分析各个环节进行质量控制。在样品分析过程中,采取实验室内部自控措施和它控措施,自控措施包括空白试验值的测定、标准曲线的绘制及线性检验、绘制质控图、平行双样(要求随机抽取 10% 的样品进行平行双样测定)、加标回收(加标样比例为 5%)。在自控基础上,由质量管理员、质量监督员定期采用多种方式(标准样品考核、留样复测、密码加标、密码平行、不同人比对等)进行他控,以及进行外部比对。

2 监测结果及分析

文中主要列取关键监测点位和对照点中 γ 辐射空气吸收剂量率连续监测、气溶胶、海水、土壤、指示生物等介质中主要核素总 α 、总 β 、 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 以及本底调查阶段对应介质中主要核素的数据,数据结果均为年均值。

2011—2016 年度田湾核电站周围环境辐射自动监测站 γ 辐射空气吸收剂量率(未扣除宇宙射线响应值)厂前区、杨圩和对照点新浦监测结果年平均值及本底水平对比情况见表 3。2015 年四季度,核电外围辐射环境监测二期站网项目 14 个监测哨全面启用,与旧监测哨相比,由于更换了探头并调整了位置,6 个老监测哨监测结果与以往相比出现阶跃性变化。2011—2016 年的监测结果年平均值总体涨落变化基本一致,均在本底水平涨落范围内,与新浦对照点相比,无明显差异。

表 3 2011—2016 年度环境 γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位	年度	连续监测结果		
		年均值范围	年平均值	标准偏差
厂前区	2011	105.9 ~ 109.0	107.5	1.1
	2012	105.1 ~ 108.9	107.0	1.0
	2013	99.9 ~ 106.1	102.7	2.2
	2014	98.6 ~ 102.0	100.5	0.9
	2015	83.9 ~ 115.3	98.2	8.1
	2016	84.0 ~ 104.1	88.1	1.3
	本底	100.4 ~ 111.0	107.8	2.2
杨圩	2011	90.5 ~ 94.1	92.2	1.2
	2012	90.1 ~ 93.4	91.7	0.9
	2013	90.2 ~ 102.8	98.5	4.8
	2014	89.1 ~ 91.9	91.0	0.8
	2015	91.4 ~ 111.4	100.5	5.4
	2016	91.4 ~ 109.3	96.7	1.6
	本底	88.1 ~ 94.6	92.2	1.5
新浦 (对照点)	2011	111.9 ~ 113.6	112.8	0.5
	2012	112.3 ~ 114.0	113.1	0.5
	2013	112.4 ~ 114.2	113.1	0.5
	2014	111.4 ~ 113.7	112.6	0.6
	2015	98.7 ~ 117.5	108.9	4.8
	2016	101.1 ~ 111.6	103.2	0.7
	本底	107.1 ~ 117.6	114.5	2.1

2011—2016 年度各监测点气溶胶监测结果见表 4。

表 4 2011—2016 年度空气中放射性核素监测结果

监测 点位	频 次	采样 时间	放射性活度浓度/ (mBq · m ⁻³)			mBq /m ³	Bq /g · 碳
			总 α	总 β	⁷ Be	³ H	¹⁴ C
厂前 区	12	2011 年	0.16	2.17	6.27	18.0	0.19
		2012 年	0.10	1.70	4.75	36.2	0.17
		2013 年	0.30	1.44	5.88	21.0	0.22
		2014 年	0.08	1.2	4.3	28.9	0.14
		2015 年	0.13	1.15	3.20	36.5	0.20
		2016 年	0.037	0.422	2.20	25.7	0.23
本底		测量	0.08 ~	0.16 ~	0.05 ~	5.8 ~	0.053 ~
		范围	2.04	2.54	9.45	50.1	0.68

各年度总体监测结果均在本底水平涨落范围内。厂前区铍-7 活度浓度范围在(2.20 ~ 6.27) mBq/m³,均值为 4.43 mBq/m³,其他人工放射性核素锰-54、钴-60、钴-58、锌-65、镓-95、银-110、碘-131、碘-133、铯-134、铯-137、铈-144 等均未检出。

2011—2015 年度杨圩饮用水源地水监测结果见表 5。杨圩点位监测结果与青口对照点监测结果相比无明显差异,监测结果在本底水平涨落范围内,钴-60、钴-58、锌-65、银-110、碘-131、碘-133、铯-134、铯-137、铈-144 等人工核素均未检出。饮用水中总 α、总 β 活度浓度均低于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定的放射性指标指导值 0.5 Bq/L 和 1.0Bq/L。

表 5 2011—2016 年度饮用水中放射性核素监测结果

监测 点位	频次	采样 时间	放射性核素活度浓度/ (mBq · L ⁻¹)			
			总 α	总 β	³ H	¹³⁷ Cs
杨圩	4 次 /a	2011 年	40.0	190	1 100	<0.9
		2012 年	18.9	187	1 460	<0.88
		2013 年	27.0	226	1 190	<0.88
		2014 年	62.1	180	634	<1.40
		2015 年	30.0	190	736	<1.40
		2016 年	47	180	1 350	<1.73
青口镇 (对照 点)	4 次 /a	2011 年	45.3	120	1 100	<0.88
		2012 年	16.1	168	1 250	<0.88
		2013 年	18.8	159	1 050	<0.88
		2014 年	24.5	181	642	<1.60
		2015 年	22.5	60.0	820	<2.65
		2016 年	31.5	180	930	<1.70

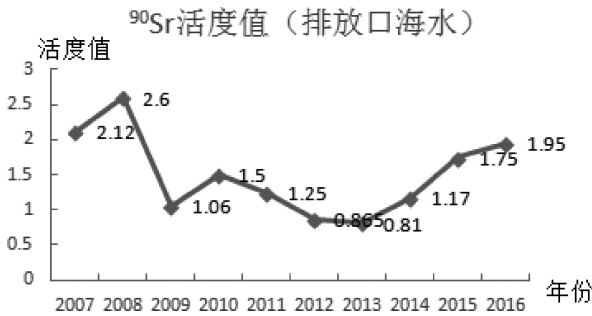


图 3 2007—2016 年排放口海水⁹⁰Sr 监测结果

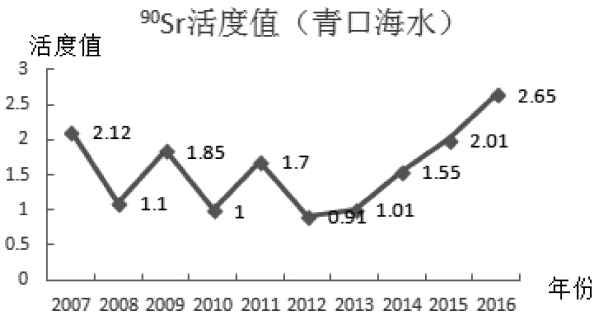


图 4 2007—2016 年青口海水⁹⁰Sr 监测结果



图 5 2007—2016 年排放口海水³H 监测结果



图 6 2007—2016 年青口海水³H 监测结果

从图 3 ~ 图 6 中可以看出,排放口海水与青口对照点海水相比,⁹⁰Sr 活度水平未见显著升高,但

氟浓度水平高于青口对照点以及核电站运行前本底值,初步原因分析是核电站液态流出物排放造成的。

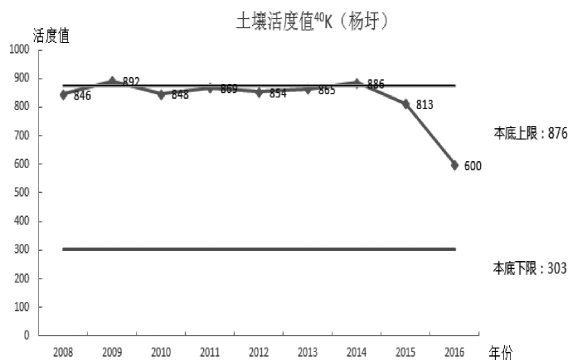


图 7 2008—2016 年杨圩土壤⁴⁰K 监测结果

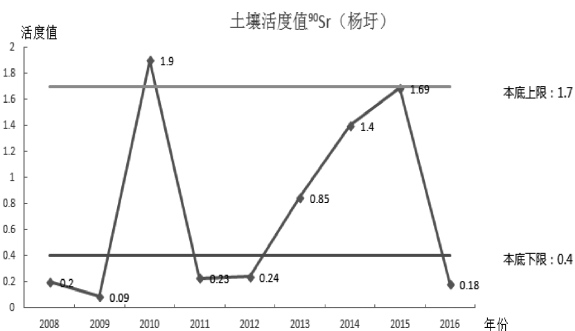


图 8 2008—2016 年杨圩土壤⁹⁰Sr 监测结果

从图 7 可以看出,田湾核电站周围土壤中⁴⁰K 和⁹⁰Sr 活度与本底相比,无显著升高。



图 9 2010—2016 年宿城松针³H 监测结果

图 9 ~ 图 10 为 2011—2016 年茶叶³H 和¹⁴C 监测结果。从图 9 可以看出,茶叶 2012³H 的波动较大且结果偏高,变化趋势同空气中³H 监测结果,近 5 年波动较小,基本维持在同一个水平,另外监测结果低于本底水平,主要是本底调查阶段生物中³H 和¹⁴C 的分析方法尚未成熟,导致分析结果存在

偏差。

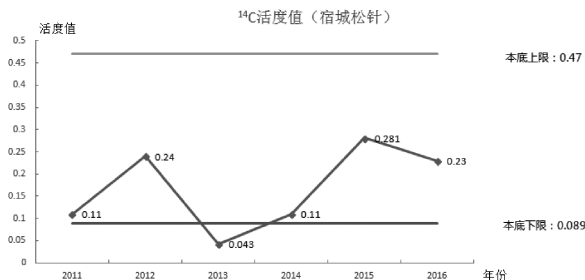


图 10 2010—2016 年宿城松针¹⁴C 监测结果

3 经验及存在的问题

3.1 经验

(1) 监测项目更加科学和严格。自 2014 年取消了 U, Th, Ra 天然放射性核素分析,增加了⁶⁵Zn、¹⁴⁴Ce、⁹⁵Zr、^{110m}Ag 等人工核素分析以及增加了⁹⁰Sr 分析频次。

(2) 分析方法不断完善。由于人类活动频繁增加,导致环境条件变化较大,对一些相对复杂的样品要增加除杂质的过程提高其准确率。例如,地表水因受杂质的影响比较大,在分析⁹⁰Sr 含量时,在锶-90 放射化学分析方法二-(2-乙基基)磷酸萃取色层法(GB6766-86)的基础上,增加了去除²¹⁰Pb-²¹⁰Bi 对结果的影响,并引入了发烟硝酸沉淀法(GB6764-86),通过不同方法,不同人员的反复验证,提高数据的准确性。

(3) 样品前处理过程更加规范。实验分析前期发现生物中⁹⁰Sr 波动较大,经分析是因为灰鲜比波动较大引起的,因海生生物如牡蛎、花蚬每次采样含水量差别较大,后来在生物前处理过程增加了含水率监测,并增加了除²²¹⁰Bi 过程,使监测数据趋于平稳。

3.2 存在的问题

(1) 本底调查时监测项目与目前监测项目差别较大,导致部分监测项目缺乏本底数据。另外由于本底调查时,有些项目分析方法尚未成熟,又没有保留样品,导致本底调查数据未必可靠但又无法追溯。

(2) 分析样品的不可再现性。因采集的样品均为核电外围环境样品,放射性核素浓度处于低水平,某些样品如大气样品个别人工核素被检测出浓度较高,重新采样分析后,发现结果趋于正常,这在一定程度上给监测工作者带来困扰。

浅谈移动通信基站电磁辐射环境监测的 质量控制措施

李 爽

(江苏省苏核辐射检测科技有限责任公司, 江苏 南京 210019)

摘 要:文中从移动通信基站电磁辐射环境监测的仪器及人员准备、现场布点与监测、数据记录到最终出具监测报告的各环节探讨其质量控制措施,对移动通信基站电磁辐射环境监测的质量控制措施进行总结和归纳。

关键词:移动通信基站;电磁辐射;环境监测;质量控制措施

中图分类号:X591

文献标识码:A

Discussion on Quality Control Measures for Electromagnetic Radiation Environment Monitoring in Mobile Communication Base Stations

LI Shuang

(Jiangsu Suhe Radiation Monitoring co., Nanjing, Jiangsu 210019, China)

Abstract: This article summarized quality control measures in the process of electromagnetic radiation environment monitoring in mobile communication base stations, which including the preparation of monitoring instruments and personnel, spots - setting and monitoring, data recording and monitoring report.

Key words: Mobile communication base stations; Electromagnetic radiation; Environmental monitoring; Quality control measures

随着中国经济持续快速发展,现代通信技术的发展也日新月异,随之而来的电磁辐射污染问题也日益严峻,电磁辐射已成为继水污染、空气污染、噪声污染之后的中国第四大环境污染源^[1]。电磁辐射是指以电磁波形式通过空间传播的能量流,且限于非电离辐射,包括信息传递中的电磁波发射,工业、科学、医疗应用中的电磁辐射,高压送变电中产生的电磁辐射^[2]。中国颁布实施了一系列法规和规范,包括《电磁辐射环境保护管理办法》、《电磁辐射防护规定》(GB8702-88)和《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T 10.2-1996)等,初步建立了电磁辐射防护和监测的标准体系。十三五期间,国家进一步加大对电磁辐射环境监测能力建设的投入力度,电磁辐射环境监测力量得到了长足的发展和进步。移动通信基站电磁辐射作为电磁辐射环境监测的一个重要对象,随着移动通信业的迅猛发展,其工作存在项目多、分布广、变化大等特点^[3],越来越成为电磁辐射环

境管理工作的重点。

开展移动通信基站电磁辐射环境监测过程必须采取必要的质量控制措施,保证监测数据的真实可靠,并满足监测报告所需的准确性和完整性,从而为环境管理部门的决策提供强而有力的基础支撑。文中从移动通信基站电磁辐射环境监测的仪器及人员准备、现场布点与监测、数据记录到最终出具监测报告的各环节探讨其质量控制措施,为电磁辐射环境监测相关技术人员提供参考。

1 监测前仪器及人员准备

按照检验检测机构计量认证(CMA)体系管理要求,监测仪器应进行外部检定及内部检定。外部检定是指在国家法定计量检定机构或法定授权组织,按照检定规程,通过实验,确定监测仪器的示值

收稿日期:2018-01-18

作者简介:李 爽(1986—),男,江苏南京人,从事电磁辐射环境管理、监测和评价相关方面的工作。

误差是否满足规定要求,频次为每年至少一次。内部检定是检验检测机构内部组织实施的,使用设备配套的校准程序或功能,为实现设备的量值溯源而实施的校准。内部检定包括期间核查及内部校准,新购置或维修后的设备在投入使用前应进行校准/检定。

监测仪器可分为非选频式宽带辐射监测仪和选频式辐射监测仪。根据监测对象和监测目的的不同具体选择适用的监测仪器,其中非选频式宽带辐射监测仪主要是针对移动通信基站电磁辐射环境监测,而选频式辐射监测仪适用于了解多个电磁辐射源中各个辐射源的电磁辐射贡献量时采用^[4]。监测工作开展前,需对监测仪器的相关性能进行确认,保证仪器能满足监测所需的频率、量程、分辨率等要求。同时在监测前后均应进行仪器检查,保证监测仪器工作正常。

在强化监测仪器保障的同时,监测人员专业素质及工作能力也直接影响了监测质量的高低。监测人员应加强监测技能的培训和指导,具备电磁辐射监测专业基础知识,熟悉电磁辐射监测的标准和规定,并能对监测仪器熟练使用,掌握校准和维护保养仪器的方法,了解相关质量控制的措施及手段。同时也应加强监测人员在实施监测工作时的质量控制意识,在实事求是、尽职尽责的工作态度下完成环境监测工作。在人员管理上做好相关工作,保障电磁辐射环境监测工作的质量。

2 现场布点和监测

移动通信基站的电磁辐射环境监测,与其他电磁辐射环境监测相比,在监测工作实施时具有特异性和针对性。移动通信基站的电磁辐射天线具有方向性特性,因此选择合适的监测点位对于提高监测工作的合理性和效率具有重要意义。在监测工作开展前,需对基站的名称、位置、高度、主机参数,天线参数等材料进行收集,并实时了解基站周围敏感点的分布情况及其他与基站相关的情况。监测点位布设时应优先考虑主瓣方向上高差较小的环境敏感点,同时对副瓣方向上高差较小的建筑物也应关注。

监测时,监测仪器探头与监测人员间距应不少于 0.5 m,并尽量避免周围其他偶发辐射源的干扰。监测读数时每个点应连续测量 5 次,每次应不

少于 15 s,并读取稳定状态下的最大值。若读数时数据起伏较大,应适当延长监测时间。当监测使用仪器自动测量时,应以平均值检波方式进行不少于 6 min 的连续采样,数据采集采样率为 2 次/s。

3 数据记录及报告审核

对于电磁辐射环境监测的数据,应从数据记录、数据审核及复核等几个方面进行质量控制。现场数据的记录需在本监测机构核发的统一的记录表格中完成,记录表格应具有如下基本要点:(1)移动通信基站的基本信息,包括名称、建设单位、地理位置(地址或经纬度)、网络制式类型、发射频率范围、钢塔桅类型(钢塔架、拉线塔、单管塔等)、基站天线离地高度等;(2)现场条件,包括现场温湿度、天气等外部状况,以及监测仪器名称型号、监测人员和监测时段等情况;(3)监测结果,包括点位示意图、监测数据和其他必要的信息。数据记录应准确、详细,不能随意更改。

监测数据最终应以监测报告的形式出具,按照相关要求,监测报告应执行三级审核制度,从数据记录、审核到签发各个阶段应严格执行质量控制措施。数据审核及复核时需对原始数据的完整性和正确性进行细致的检查,如发现可疑数据或记录不明,应由至少两名审核人员核实后确认,组织相关人员追溯原始数据记录,对相关数据进行再次确认,必要时进行更正,并形成相关更正记录,最终审核无误后,由审核人签字确认。报告审核人员和编制人员应定期进行质量控制方面的培训,尽可能避免在报告审核编制阶段出现差错。监测报告按照规定需进行资料的归档及妥善保存,保证有档可查,有源可溯。

4 其他质量控制措施

在保证正常的电磁辐射环境监测工作的同时,监测机构也应开展其他必要的质量控制措施,包括定期开展仪器比对、人员比对、监测机构间比对和参加国家认监委组织的能力验证等。仪器比对的对象为监测仪器,主要目的为评价不同监测仪器间的性能差异(如灵敏度、精密度、抗干扰能力等)、测定结果的符合程度和存在的问题。所选择的监测项目和监测方法应该能够适合和充分体现参加比对的仪器的性能。人员比对是指不同监测人员对同一对象,使用同一方法、仪器进行监测,比较监

测结果的符合程度,判定人员操作水平的可比性。监测机构比对是针对某监测对象开展监测机构之间的比对测量,可有效发现监测系统误差,监测人员和仪器是否有异常,也可使监测机构相互交流经验。监测机构也可定期参加国家认监委组织的能力验证,科学评判本机构从事监测工作的能力,寻找不足及可改进的方面,从而提高本机构在监测工作方面的水平。

5 结语

在中国移动通信业快速发展的大背景下,移动通信基站电磁环境监测须严格按照相关技术规范和标准要求,实施相关质量控制措施,做好仪器及人员准备、现场布点及监测、数据记录及报告审核

的质量控制工作。让具有准确性、代表性、客观性的监测数据,为移动通信基站电磁辐射的科学评价,相关法律法规政策的制定和相关基础研究提供数据基础支撑,更好的为中国电磁辐射污染防治提供技术支撑。

[参考文献]

- [1] 姜 妹. 电磁辐射污染及环境保护研究[J]. 环境科学, 2016, 19: 83-84.
- [2] 国家环境保护总局. 电磁辐射环境保护管理办法[S]. 1997. 国家环保总局.
- [3] 李 璇, 王文兵, 林 炬. 移动通信基站项目环境管理工作现状及解决方案初探[J]. 资源节约与环保, 2016, 1: 149.
- [4] 国家环境保护总局. 移动通信基站电磁辐射环境监测方法(试行)[S]. 2007. 国家环保总局.

(上接第 45 页)

2.5 方法的精密度和加标回收率试验

应用该方法对本地自来水及从超市购买的 3 种不同品牌的瓶装饮用水进行测定,实验结果中一氯二溴甲烷均未检出。取上述 500 mL 水样中加入一定量的一氯二溴甲烷的标准品使加标水平分别

为 4.00、6.00、8.00 和 10.0 $\mu\text{g/L}$,按该方法平行测定 7 次,进行精密度和加标回收率试验,见表 1。实验结果表明,一氯二溴甲烷的加标回收率在 94.0% ~ 103.6% 之间,相对标准偏差均小于 2%,表明该方法准确度和精密度均较好,符合分析测试质量控制要求。

表 1 精密度和加标回收率试验

化合物 名称	样品 类别	测定值 $/(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	加标量 $/(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	回收量 $/(\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	平均回收 率/%	RSD /%
一氯 二溴 甲烷	自来水	0.00	4.00	4.08、4.15、4.21、4.13、4.06、4.16、4.22	103.6	1.45
	1#水样	0.00	6.00	6.12、6.02、5.94、6.09、6.15、6.23、6.10	101.5	1.52
	2#水样	0.00	8.00	7.65、7.77、7.90、7.84、7.72、7.68、7.55	96.6	1.56
	3#水样	0.00	10.0	9.40、9.55、9.45、9.38、9.23、9.32、9.47	94.0	1.11

3 结论

文中建立了液液萃取结合气相色谱法测定饮用水中痕量一氯二溴甲烷的方法,并考察了萃取剂和氯化钠加入量对萃取效果的影响。该方法操作简便快速,具有较好的准确度和精密度,方法检出限低于生活饮用水卫生标准限值要求,可适用于饮用水中痕量一氯二溴甲烷的测定。

[参考文献]

- [1] 郑德瑞,王卫东,任 立,等. 饮用水的消毒及其消毒副产物的控制[J]. 能源与环境, 2014(4): 70-71.
- [2] 王 磊,乐小亮,司 蔚. 固相萃取-气相色谱法测定水和废

- 水中四种氯苯类有机污染物[J]. 生态科学, 2012, 31(5): 563-566.
- [3] 胡景珂. 吹扫捕集-气相色谱-质谱法测定地下水中挥发性有机物[J]. 理化检验: 化学分册, 2009(3): 281-283.
- [4] 陆 华. 液液萃取-气相色谱法测定地表水中 17 种有机氯农药研究[J]. 环境科学与管理, 2014, 39(2): 94-96.
- [5] 王海鸥,陈忠林,张学军. 液液萃取气相色谱法测定水中三卤甲烷研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2011, 27(3): 296-299.
- [6] 国家环境保护总局.《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法[M]. 第 4 版. 北京: 中国环境科学出版社.
- [7] 中华人民共和国环境保护部. HJ 168-2010 环境监测分析方法标准制订修订技术导则[S].

· 环境管理 ·

论苏南丘陵地区乡镇生态文明建设

任海鹏

(句容市环境保护局, 江苏 句容 212400)

摘 要: 苏南丘陵地区乡镇, 生态禀赋好, 水源涵养能力强, 乡镇工业企业较少, 污染总量小, 推进生态文明建设的各项条件十分出色。本文以位于南京市东南郊、句容市最南端的天王镇作为该类地区的典型代表, 深入分析这类地区乡镇生态文明建设形势任务, 提出推动相关工作进一步提升的主要任务。

关键词: 苏南丘陵地区; 生态文明; 建设任务

中图分类号: X322

文献标识码: A

The construction of rural ecological civilization in the hilly area of Southern Jinangsu

REN hai - peng

(Jurong environmental protection bureau, Jurong, Jiangsu 212400, China)

Abstract: Towns and villages in southern jiangsu, ecological endowment, water conservation ability is strong, township industrial enterprises are less with the less pollution, the conditions for promoting ecological civilization construction are excellent. This area is located in the southeast suburb of Nanjing, tianwang town, at the southern tip of Jurong, is typical of this kind of area, the task of building ecological civilization in these areas is deeply analysed and the main task of promoting the further promotion of related work is presented.

Key words: hilly area of southern Jiangsu; ecological civilization; construction task

1 苏南丘陵地区生态文明建设基本条件

1.1 经济条件

天王镇镇域总面积约为 131 131 km², 下辖 16 个行政村和 3 个社区居委会。2013 年到 2016 年, 天王镇经济总量从 31.31 亿元快速增长到 45.96 亿元, 年均涨幅约 11.6%, 呈现出较好的经济增长势头。2016 年度, 完成公共财政收入 6 274 万元 (财政体制调整后), 是 2011 年的 2.8 倍; 五年间, 累计新增社会固定资产近 50 亿元, 实际利用外资超 5 500 万美元, 新增注册企业逾 400 户, 个体工商户逾 1 600 家, 注册资本近 30 亿元。从产业结构来看, 天王镇体现出明显的农业大镇特征, 第一产业比重高达 15%, 主要以苗木产销为主。

1.2 自然生态条件

天王镇作为典型的丘陵地区, 地表大部分为粘土, 地质条件较好, 土壤深厚肥沃, 耐压力为 10 ~ 15 t/m², 属七度地震烈度区。全境属于北亚热带季风气候, 四季分明、日照充足、环境宜人, 全年平

均气温为 15.1℃, 年平均相对湿度为 78%, 年平均降水量为 1 105 mm, 平均风速为 3.2 m/s, 无霜期为 229 d, 平均年日照为 2 116 h。境内水面较多, 主要属秦淮河水域。动植物资源较丰富。

1.3 工作基础

近年来, 天王镇积极贯彻落实句容市关于生态文明建设的新要求, 新部署, 突出农村环境污染治理、水环境治理等工作重点, 加大投入力度, 建成国家级生态乡镇, 取得多个国家级荣誉称号, 生态文明建设取得积极成效, 主要如下: (1) 通过严守生态红线和加强自然资源等措施使得生态空间保护工作取得积极进展; (2) 是产业结构持续优化; (3) 深入开展河道综合治理、不断推广化肥农药减量工程使得水环境等污染治理工作取得良好进展;

收稿日期: 2018-01-05 修订日期: 2018-01-30

作者简介: 任海鹏 (1980—), 男, 江苏海安人, 工程师, 硕士, 主要从事生态环境保护, 水环境治理、农村环保、环境监察和环境政策法规等工作。

(4) 城乡人居环境不断改善、执法监管不断强化、宣传教育工作取得积极成效。

1.4 主要问题

尽管天王镇生态文明建设取得了积极成效,但相对于句容市委区政府的要求,以及群众的期盼相比,还有一定的进步空间,主要可分为以下三个方面。

(1) 环境基础设施建设运行还不到位

一是镇区污水处理设施不完善。现有工艺在洪涝及干旱时期不能有效处理和应对;二是农村大量生活污水还没有有效处理;三是乡镇垃圾收集转运仍处于简单清理阶段,尚未推行垃圾分类,镇区内也缺乏分类垃圾收集设施。

(2) 乡镇发展愿景与主体功能区定位存在一定矛盾

需要从长远的角度考虑协调发展和保护的关系,目前丘陵地区的优良环境资源尚未转化为发展优势,生态旅游产业发展处于初级阶段,由于目前旅游行业同质化竞争严重,后续发展存在一定的不确定性。

(3) 体制机制尚不健全,生态文明理念尚需强化

现有的生态建设组织架构仍比较松散,难以形成各部门推进生态文明建设的合力。党政部门的绩效考核体系中缺乏科学的绿色发展绩效评估机制,导致其缺乏足够的生态责任感和生态文明建设动力。多数群众具有生态文明的粗浅认识,但相关专业常识较为匮乏,对环境问题的来源成因及解决方法认识不足,存在想要保护环境却缺乏有效手段与方法的现象。

2 主要建设任务

为深入贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中、六中全会,和习近平总书记系列重要讲话特别是视察江苏时重要讲话精神,牢固树立绿水青山就是金山银山的理念,按照“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局的要求,深入实施生态文明建设,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,坚持绿色发展、循环发展、低碳发展,加快形成人与自然和谐发展的现代化建设新格局。结合上述对苏南丘陵地区乡镇典型代表——天王镇的分析,文中对苏南丘陵地区乡镇提出以下几个主要建设任务。

2.1 保护优质自然山水

全面落实主体功能区发展战略,严格坚持农产

品主产区的定位,生产、生活、生态空间分布稳定合理,开发内容、强度在合理范围。生态空间管控到位,加强天王河湿地保护,优化镇村生态面貌,打造绿色生态屏障,提高生态产品生产能力。

2.1.1 落实主体功能区划 落实差别化财政、投资、产业、土地、人口、环境、考核等政策。对于适度开发区域,严格执行农产品主产区定位,重点发展特色优势农业,鼓励发展生态旅游、商贸等服务经济,因地制宜发展资源环境可承载的加工制造业,推进工业向有限的特色园区集中布局,实施点状集聚开发,合理控制开发强度和规模,加强生态环境保护和修复,保障地区生态安全,建设成为区域的重要农产品主产区和生态经济区。

优化城镇空间布局。建设用地分为公共设施片、工业集中区片和居住片。通过梳理相关规划、结合现状调研,对各自然村进行价值评估,确定村庄类型和发展方向,落实村庄保护要求^[1]。

2.1.2 加强生态红线区域保护 按照统一部署,勘定建设区域的生态红线区域边界,加强红线区域监管,保护区内现有与保护功能不相符的企业和其他生产经营性项目全部搬迁完毕。加强生态补偿资金的监督和管理,保证生态补偿资金专款专用。加大生态文明建设的财政投入和政策支持力度,确保公共财政投入生态文明建设的总量、增量和比重持续提高。强化林地生态系统休养生息,对退化林地进行生态修复,加强森林抚育改造,积极进行林业病虫害防治。开展天然次生林、重点生态公益林保护。实施水生生态养护,退养还湿,推进湿地保护和修复工作。

2.1.3 加强自然资源保护 (1) 深入开展植树造林。注重植被配置的多样性,增强绿地综合生态服务能力。优先选择乡土植物,构筑适地适生植物体系。(2) 切实开展水源和湿地保护。严厉打击在水源周边一定范围内违规建设和倾倒垃圾等违法行为。开展湿地资源调查,建立以生物多样性保护为基本格局的湿地规划、保护、修复、管理、共建和示范体系。(3) 加强水土资源保护。深化水生态文明建设试点示范工作,大力开展节水型社会、节水型城市创建活动。(4) 加大生物多样性保护力度。

2.2 发展特色生态产业

按照主体功能区定位,以各地区重点产业为引领,推动农业向高端化精品化发展,进一步增加农民收入。以服务性等产业为主导,进一步扩大服务业比重,推动乡镇经济多元化发展;严格限制工业

类型,走清洁可持续的绿色发展道路^[2]。主要从以下几个方面着手。

(1) 推进农业向精品高端方向发展

强化农业发展分区引导,根据各地区的自身特点,分区域确定其特色农业,提高资源利用率;突出科技兴农,发展发展农业+互联网,农业+旅游,农业+文化,农业+工业等产业的发展,开发以土地为基础的农业地产,农业结合文化、养老、休闲与度假等多功能全覆盖的新型土地综合开发新模式;推进农业清洁生产,从源头减少农业污染物产生。

(2) 加快发展商务养老旅游服务业

紧密结合各地区特色产业,延伸产业链,加快中心镇区商贸市场建设;按照生态、宜居、适度的发展思路,加精品小区及配套商业区建设;结合各区域自身特质和资源禀赋,利用境内丰富的水系以及特色农业资源,以“观光、休闲、养生、农趣体验”为主题,打造闲淡清雅的农业休闲产业。依托镇区山水旅游资源,加强养老产业开发。积极引进商业地产投资养老项目,兴建一批老年公寓,配套适度的老年休闲健身医疗场所,逐步将养老产业做大做强^[3]。

(3) 引导工业绿色发展

全面整治淘汰燃煤锅炉,禁止新建燃煤供热锅炉;加强散煤治理。严格落实《商品煤质量管理暂行办法》,限制销售和使用灰分大于等于16%、硫分大于等于1%的散煤;加大低端落后化工企业淘汰力度,完成对化工企业摸底排查,加强危险化学品环境风险防范;突出抓好产业转型升级,加快构建现代产业体系,加大对创新型企业和人才的招引培育力度。

2.3 加大污染防治力度

坚持把改善环境质量作为生态文明建设的核心任务和苏南丘陵地区乡镇的核心竞争力,按照各县(区)乡镇建设要求,对乡镇环境进行系统整治提升,深入推进水、大气、土壤污染防治,有效预防环境风险^[5]。

(1) 加强水污染治理

主要包括加强工业污染、畜禽养殖污染、地下水污染防治,控制农业面源污染、加强黑臭河道治理以及加强城镇污水管网建设等措施^[6]。开展水污染治理设施排查,全面推行企业废水和水污染物纳管总量双控制度,积极推进重点涉水企业工艺改造和达标整治,废水必须经预处理达到集中处理要求,方可进入污水集中处理设施。

(2) 加强空气污染治理

加快产业结构调整。在化工、机械等传统行业

退出一批低端低效产能,强制重点行业清洁原料替代,推进重点行业 VOCs (Volatile Organic Compounds) 治理;综合整治城市扬尘。加强施工扬尘监管,积极推进绿色施工。

(3) 保护土壤环境质量

配合各市(区)有关部门,详细查明土壤环境质量。以土壤污染状况详查结果为依据,有序开展建设活动,完成潜在风险企业治理和关闭任务,严格执行相关行业企业布局选址要求。根据企业分布、污染排放情况,确定土壤环境重点监管企业名单,加强对其日常环境监管。

(4) 提升执法监管水平

建立网格化环境监管责任体系,完善网格化环境监管配套制度,进一步细化网格化监管工作流程,明确监管职责等。加快建立排污许可管理制度。

2.4 完善生态文化制度

积极开展生态文明宣传教育,政府、企业、公众三方联动,在在苏南丘陵地区的各乡镇营造爱护生态环境的良好风气,基本树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,生态文明各项改革有序推进。

(1) 加强生态文明宣传教育。通过强化党政领导干部培训,广泛开展生态文明宣教实践活动等措施,强化企业环境主体责任,提高企业生态意识、责任意识和自律意识。(2) 积极倡导绿色生活。通过积极推进绿色采购,广泛开展生活垃圾分类的宣传活动,强化绿色办公,引导绿色出行等方式,减少资源消耗。(3) 落实生态文明制度改革。党政机关应认真贯彻环保法律法规,切实履行政府环保责任,充分利用乡镇、社区公告栏、手机短信、“两微一端”等工具,推进乡镇生态文明建设信息公开,包括环境质量公开、环境治理措施公开、重要建设项目环境影响评价信息公开等,引导人民群众树立环保意识,保障人民群众依法有序行使环境监督权。

3 结论

通过生态文明建设将大大提高天王镇的经济运行环境,提高经济发展的绿色含量,奠定经济持续健康发展的基础,同时适当扩大环境基础设施投资,拉动内需,促进消费,对抑制经济下行,促进就业也有着一定的帮助作用。其次,通过生态产业发展、生态环境建设和生态人居工程的实施,明显提高社会公众的生活质量。生态文明建设为人民

(下转第96页)

初探如何确保工业污染源普查质量

杨道林, 蒋文涛, 徐 榕
(阜宁县环境监测站, 江苏 盐城 224400)

摘 要:对工业污染源普查前期资料的收集以及质量审核方法进行探讨,通过规范收集与审核方法,确保普查数据的规范性、全面性、准确性、逻辑性、可靠性和科学性。

关键词:污染源普查;资料收集;质量审核

中图分类号:X508 **文献标识码:**A

How to ensure the general survey quality of industrial pollution sources

YANG Dao - lin, JIANG Wen - tao, XU Rong
(Funing Environmental Monitoring Station, Yancheng, Jiangsu 224400, China)

Abstract: this article makes a discussion about the early data collection and quality audit methods of the industrial pollution sources investigation. By standardizing the methods of collecting and auditing methods, the standardization, comprehensiveness, accuracy, logicity, reliability and scientificity of investigation data are ensured.

Key words: general investigation of pollution sources; data collection; quality audit.

前 言

工业污染源普查是为了全面掌握区域内各类污染源的数量、行业和区域分布,了解主要污染物及其排放量、排放去向、污染治理设施运行状况、污染治理水平和治理费用等情况,为污染治理和产业结构调整提供依据;为污染源的管理奠定基础;为建立科学的环境统计制度、提高统计数据质量创造条件;为建立新的环境统计平台,提高环保行政主管部门的管理能力,健全环境统计、环境监测、环境监督和执法体系提供技术支持。

加强污染源普查前期资料的收集工作,特别是加强清查前的资料收集工作尤其重要,对清查工作量的识别、普查员选配、提高清查与核查效能以及确保之后的普查质量十分重要。数据质量是普查的生命,全过程质量管理与审核是提高普查质量重要保障。通过严格的、规范的全过程质量审核,确保普查数据的完整性、代表性、准确性、可靠性和科学性,是决定污染源普查成败的关键。《全国污染源普查质量管理技术规定》与《全国污染源普查数据审核技术规定》从管理、技术层面论述了数据审核的目的、标准、程序、过程以及方法,文中从另一个侧面对质量审核方法进行了探讨。

1 收集与整理的作用

1.1 建立清查底册

建立清查底册是前期资料的收集与整理的基本目的。单位清查是对法人单位、产业活动单位、个体经营户的清理登记,是污染源普查的一项基础性工作,是确定普查总体样本数,确保普查对象不重不漏,保证普查顺利实施的重要前期工作。清查的目的在于查清普查区域范围内各类单位(包括法人单位、产业活动单位以及个体经营户)的基本信息,以确定是否纳入普查、是详细普查还是简要普查,为科学制定普查工作实施方案提供依据。清查基础资料经各地普查办公室进行收集、整理和核对,形成各地污染源普查“清查基础资料册(库)”,建立清查底册,是作为开展单位清查工作的主要依据。

1.2 识别清查工作量

通过前期资料的收集整理,清查底册的建立,掌握各清查区域范围大小、各清查区域内需清查的

收稿日期:2018-01-05

作者简介:杨道林(1969—),男,江苏阜宁人,高级工程师,大学,学士,主要从事环境监测工作。

各类单位数量以及基本分布情况,系统的识别不同清查区域内的总体工作量,为后续的清查工作分工提供依据。

1.3 普查员选配

入户走访清查阶段,需分区配备清查人员,按照划定的清查区域走街串巷,逐户登门,进行“横到边纵到底”的拉网式的清查核实登记,用“清查底册”逐一核对。对清查底册中重复的、破产的、关闭的给予剔除,对漏掉的进行补充,对暂时停产的逐一甄别摸清。根据“清查底册”,按区域大小,工作量多少,分区选配清查人员是按时保质完成清查任务的关键。

1.4 提高清查效能

清查人员随身携带的“清查底册”已经初期整理,剔除了许多不需清查的单位,降低清查工作量。同时“清查底册”包含清查单位的名称、地址、联系人、联系电话、行业类别、经济(生产)规模等基础信息,便于清查人员有的放矢的开展工作,减少工作的盲目性,提高清查效能。

1.5 提高核查效能

普查员、普查指导员、县普查办、上级普查机构对污染源清查结果要进质量行核查,分别核实污染源分类(填报的清查表格种类)是否正确,清查指标是否填写完整,有无漏填缺填;核查各区、县清查结果的全面性和准确性。因有“清查底册”,已清楚了清查单位的基本信息,这样就便于对清查对象提供的信息进行人工审核,便于普查机构对清查结果的全面性和准确性进行核实,提高了清查过程中的核查效能。

2 收集的主要途径、内容

2.1 统计系统

统计系统有普查区域基础信息,许多信息是污染源普查过程中清查、入户调查、质量核查必不可少的。在统计系统主要收集区域统计年鉴、区域行政区划及代码、规模以上工业企业基本信息。其中规模以上工业企业基本信息包括:单位代码、名称、法人名称、联系电话、主要产品、产量、产值、用水量、能耗等。区域统计年鉴中的许多信息对普查过程、汇总过程、总结阶段都相当有用,特别是有助于提高普查过程、汇总过程的准确性、可比性。规模以上工业是必查单位,其基本信息对清查、普查、核查都相当重要。

2.2 工商系统

所有领取工商执照的单位工商系统都有基本信息,其中工业、三产基本信息是清查前收集最不可缺的资料,对防止漏查、保证必查都查、提高普查全面性至关重要。在工商系统主要收集工业企业、三产企业基本信息,包括:单位代码、名称、地址、法人名称、联系电话、行业类别等。

2.3 税务系统

纳税单位在税务系统都有电子档案,按普查技术规定,初步筛分过的符合时间与规模要求的单位,只要有纳税的一般都应进行普查。在税务系统主要收集纳税工业企业、三产企业基本信息,包括:单位代码、名称、地址、法人名称、联系电话、主要产品销量等。税务系统信息,对普查表填报阶段的准确性审核十分重要。

2.4 环保系统

环保系统掌握着大多数排污企事业单位的排污信息,这些信息有助于对清查的全面性、普查的准确性、汇总的逻辑性进行核查。环保系统主要信息有:环境监测、排污申报、环境统计、危险废物及放射源等信息,主要包括:污染源单位名称、地址、法人名称、联系电话,主要污染物的产生、排放、监测、申报、统计、管理信息。

2.5 编办系统

各区域的人事局编办有本区域内机关、事业单位基本信息,主要包括机关、事业单位、学校、医院的单位代码、名称、地址、法人名称、联系电话等信息。这些信息有助于确定独立燃烧设施及医院的清查范围。

清查前的资料收集不仅仅包含以上方面,根据清查的范围、目的、时间安排,可以收集其它部门信息。例如:可以通过质监系统收集区域锅炉登记信息,通过卫生系统收集医院床位信息,通过城建系统收集集中式治理设施以及各单位耗用城市自来水信息,通过水利系统收集主要普查单位水资源利用信息,通过供电系统收集主要普查单位用电信息等。

3 整理的主要内容、方法

清查前的资料收集只是形成各地第一次全国污染源普查“清查基础资料册(库)”,建立清查底册的基础性工作。前期收集的资料多、乱、杂,不能直接用于清查工作,不利于提高清查、普查效能。

整理的主要内容包括:单位名称、单位地址、联系人、行业类别、经济(生产)规模等。整理的主要方法有删减、合并、分类、分区造册等。删减就是对前期收集来的资料,根据相关清查技术规定以及普查办掌握的各种信息,删除不需列入清查对象的单位。合并就是对前期收集来的不同部门的资料进行整合,添加新增的、合并重复的、删除多余的单位。分类就是对整合后资料按不同普查类别进行分类汇总,相同普查类别数据汇总到一个数据库,便于再核实。分区造册就是对分类汇总后的数据按清查分区,分类按区汇总造册、打印,下发到各清查小区,便于各清查小区入户清查、审核、汇总。

4 质量审核方法

4.1 规范性审核

工业污染源普查过程中,清查、普查方案以及各种表格填报都有规范化要求,规范性审核是最基本的审核要求。例如:《第一次全国污染源普查清查工作细则》规范了工业污染源清查表表式,必需按表式要求填写,否则在确定普查对象时无法确定重点源、一般源。在选用监测数据时,必需符合普查监测质量控制要求,监测频次、布点与采样、分析方法和质量保证按《工业污染源及集中式污染治理设施监测技术规定》、《放射性污染源普查监测技术规定》和国家环境保护总局发布的相关监测技术规范要求执行。在选用排污系数时,必需符合“四同”要求,所选系数是否具有代表性、科学性。在填报普查表时许多数据有单位与填报小数点规范要求,必需按规范填写。

4.2 一致性审核

一致性审核包括表表一致、前后一致、表机一致审核。表表一致指清查、普查对象提供的数据表与清查、普查基层表一致,核查普查对象基本情况是否与有关台帐和票据相符,基层表与汇总表一致;前后一致指清查对象与普查对象前后名称数量一致,同一份普查表格相关内容前后一致;表机一致数据库中数据与普查表一致。

4.3 全面性审核

全面性审核包括清查、普查总体样本的全面性与普查表填写内容的全面性。清查过程中按照划定的清查区域走街串巷,逐户登门,进行“横到边纵到底”的拉网式的清查核实登记,用“清查底册”

逐一核对。对清查底册中重复的、破产的、关闭的给予剔除,对漏掉的进行补充,对暂时停产的逐一甄别摸清,对没有清查到的单位要说明原因,确保普查不漏、不重。普查时没有普查到的已确定普查对象要有详细说明,确保普查率 100%。普查员要对填写好的普查表进行逐项审核,应填、必填内容必需填报,防止缺填、漏填。

4.4 准确性审核

普查内容准确可靠是普查质量审核的重点,准确性审核贯穿清查、普查、汇总全过程。不仅要核实普查对象基本情况、各种代码准确性,更要核实各种资源、能源消费数据,特别是废水、废气、固废产生、利用、排放情况,各种治理设施基本情况以及运转情况。各种原材料用量、产品产量、资源、能源消费量等直接影响最后污染物产生、排放结果。

4.5 可比性审核

可比性审核就是用前期收集的统计、工商、税务、环保、电力、水务、质监等数据与普查数据进行比对。在普查阶段,列出主要原辅材料消耗量、主要产品产量、能源、水消费量、污染物排放量审核结果偏差在 20% 以上的普查对象重点审核,查找偏差原因,及时更正或说明;当存在锅炉、治理设施、放射源漏报、错报必须从新调查。在汇总阶段,当普查汇总数据与相关部门提供的同类数据有较大出入时,更应该利用数据库分析功能查找原因,及时更正或说明。可比性审核是防止普查对象瞒报、漏报、错报的关键,特别能够防止普查对象弄虚作假。如果极少数普查对象刻意瞒报,普查一般审核很难发现,但通过可比性审核就容易发现。

4.6 合理性审核

普查数据是否合理是数据是否可靠的重要标志,填报、汇总指标偏大或偏小的,应重点审核。产品产量与原料用量不配,吨产品水耗、能耗偏大、偏小,水耗、能耗强度偏大、偏小,煤的灰份、含硫率偏大、偏小,吨产品产生废水、废气及其污染物产生、排放量偏大、偏小,废水、废气及其污染物排放强度偏大、偏小,污染物产生浓度、排放浓度以及污染物去除效率偏大、偏小,单位废水、废气治理及其污染物去除量能耗、费用偏大、偏小,污染治理设施的投资、处理能力和实际处理量偏大或偏小等,都是合理性审核的重点。

4.7 逻辑性审核

逻辑性审核是指相关联数据间的逻辑关系科学、合理。存在下列不符合逻辑关系的需重点审核:有“废水排放量”却无废水中污染物排放量的情况;有燃料煤消费,却无燃烧废气、二氧化硫、烟尘、炉渣产生量的现象;无燃料消费,却有燃烧废气及污染物产生量的情况;有污染治理设施、处理能力和耗电量,却无污染物去除量现象;无治理设施,却有污染物去除量的现象;有脱硫设施和实际处理量,却无 SO_2 去除量或 SO_2 去除率小于 40% 的现象;无脱硫设施,却有 SO_2 去除量或 SO_2 去除率大于 40% 的现象;有烟尘去除量无粉煤灰产生量的现象;废水(气)治理设施数、耗电量、处理能力 3 个指标间的逻辑关系及变化趋势不一致的现象;废水(气)治理设施实际处理量与设计处理能力差异较大的现象;有工业锅炉或工业炉窑却没有废气及污染物排放量的情况。

(上接第 48 页)

3.5 实样测试

随机采集昆山地区一个点实际土壤样品,依照文中所述方法进行实样测试。经测试,实样中含有少量的二氯甲烷、三氯甲烷和四氯化碳,谱图见图 2。

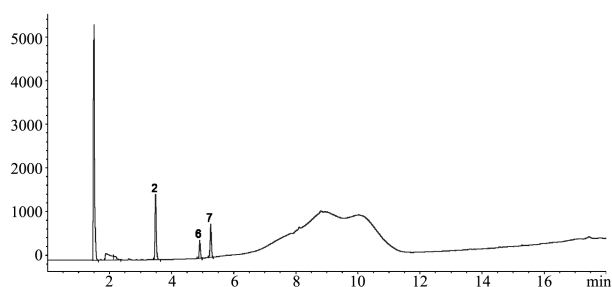


图 2 实际样品谱图

4 结语

实验结果表明,用次方法可快速准确测定土壤中 14 种挥发性卤代烃,方法检出限为 $0.004 \sim 1.202 \text{ ug/kg}$,相对标准偏差(RSD)分别为 $1.1\% \sim 9.1\%$ 、 $5.5\% \sim 10.5\%$ 和 $3.2\% \sim 13.8\%$,加标回收率分别为 $85.3\% \sim 106.4\%$ 、 $88.2\% \sim 106.0\%$ 和 $91.4\% \sim 114.1\%$,测定方法简便高效,明显优于国

5 结语

污染源普查前期资料的收集、整理和核对,形成污染源普查“清查基础资料册(库)”,分区建立清查底册,是开展单位清查工作的基础性工作,直接关系清查工作的全面性、准确性质量,对提高清查效能起到事半功倍的作用。不同审核方法侧重数据不同方面的审核,运用多种审核方法对污染源普查质量进行审核,能够保证清查、入户调查、数据汇总全过程质量符合普查要求。

[参考文献]

- [1] 《全国污染源普查条例》,中华人民共和国国务院令,第 508 号.
- [2] 《全国污染源普查质量管理技术规定》,中国环境科学出版社,2011 年.
- [3] 《全国污染源普查数据审核技术规定》,中国环境科学出版社,2011 年.

标方法。

[参考文献]

- [1] 高存荣,王俊桃. 中国 69 个城市地下水挥发性卤代烃污染检测与特征研究[J]. 地球科学与环境学报,2012,34(1):67-71.
- [2] 樊占春,裴永强,李永青,等. 顶空-气相色谱-质谱法测定土壤中卤代烃[J]. 中国环境监测,2016,32(5):120-124.
- [3] U. S. Environmental Protection Agency (Edited by J. W. Munch). Method 502. 2. Volatile organic compounds in water by purge and trap capillary column gas chromatography with photoionization and electrolytic conductivity detectors in series[S]. Cincinnati, 1995:1-35.
- [4] U. S. Environmental Protection Agency(Edited by J. W. Munch). Method 524. 2. Measurement of purgeable organic compounds in water by Capillary column gas chromatography/mass spectrometry. Cincinnati, 1995:1-48.
- [5] 环境保护部. 土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空/气相色谱-质谱法(HJ 642-2013)[S]. 北京:中国标准出版社,1996.
- [6] 丁 岚. 顶空气相色谱质谱法测定土壤中挥发性卤代烃方法研究[J]. 干旱环境监测,2016,30(2):62-65.
- [7] 朱向东. 土壤和底泥中挥发性有机物的测定研究[D]. 苏州:苏州科技学院,2009.
- [8] 秦宏兵,顾海东,尹燕敏. 吹扫捕集气相色谱质谱法测定土壤中挥发性有机物[J]. 中国环境监测,2009,25(4):38-41.

泰州市绿色发展评估研究

袁 哲¹, 奚璐璐²

(1. 江苏环保产业技术研究院股份公司, 江苏 南京 210036;

2. 南京国环科技股份有限公司, 江苏 南京 210042)

摘 要:文中以2015年度为例,简述泰州市绿色发展评估指标体系的构建和计算过程,对资源消耗指数、环境损害指数和生态效益指数三个方面进行了结果分析,并对泰州市加强生态文明建设,推动绿色发展水平不断提升提出了政策建议,对绿色发展评估工作提出了展望。

关键词:生态文明;绿色发展评估;消耗指数;环境损害指数;生态效益指数

中图分类号:X53 **文献标识码:**A

Study on Evaluation of Green Development in Taizhou City

YUAN Zhe¹, XI Luyu²

(1. Jiangsu Academy of Environmental Industry and Technology Corp., Ltd., Nanjing,

Jiangsu 210036, China;

2. Nanjing Guohuan Science And Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210042, China)

Abstract: Taking the year of 2015 as an example, this paper summarizes the construction and calculation process of the green development evaluation index system of Taizhou City, and analyzes the results of resource consumption index, environmental damage index and ecological benefit index, and put forward policy recommendations on the civilize construction of ecological stability and the promotion of the level of green development of the City. The author made a prospect on, the evaluation of green development.

Key words: Ecological civilization; evaluation of green development; consumption index; environmental damage index; ecological benefit index

党的十八大提出,加强生态文明制度建设,要把资源消耗、环境损害、生态效益纳入经济社会发展评价体系,建立体现生态文明要求的目标体系、考核办法、奖惩机制。绿色发展是江苏破解资源环境约束,实现“经济强、百姓富、环境美、社会文明程度高”新江苏建设目标的必然途径。2016年2月,江苏省委省政府召开全省生态文明建设大会,印发《江苏省生态文明体制改革实施方案》,明确提出“逐步对县一级行政区开展绿色发展评估,逐步扩大评估结果应用范围”,为贯彻上级决策部署,我们在泰州开展绿色发展评估及相关研究工作。

1 指标体系建立

绿色发展是建立在生态环境容量和资源承载力的约束条件下,把环境保护作为实现可持续发展重要支柱的一种新型发展模式。遵循政策引导性、体系创新性、指标可靠性的评。按照江苏省生态文

明建设领导小组办公室的统一要求,依据《江苏省绿色发展评估报告》的指标体系,发展模式。遵循政策引导性、体系创新性、指标可靠性的评估原则,紧扣绿色发展的内涵,从资源利用效率、环境污染代价和生态产品贡献三个方面评估泰州市及下辖各市区的绿色发展水平。参考《江苏省生态文明建设规划》2022年目标,依据江苏省绿色发展评估指标体系,设定泰州市绿色发展各项指标第一阶段目标值,具体见表1。

绿色发展综合指数反映了一个地区绿色发展的程度。本报告构建了基于目标值法的综合评估模型,由3个专项指数等权重平均计算得出绿色发展综合指数。

收稿日期:2018-01-05

作者简介:袁 哲(1986—),男,江苏南京人,工程师,硕士,主要从事生态文明建设理论与实践方面研究。

表 1 泰州市绿色发展指标体系及目标值

一级指标	二级指标(权重)	表征指标(权重)	单位	目标
综合指数	资源消耗指数 (1/3)	单位 GDP 能源消耗(0.4)	吨标煤/万元	0.45
		单位 GDP 占用建设用地面积(0.4)	亩/亿元	345
		单位 GDP 水资源消耗(0.2)	m ³ /万元	66
	环境损害指数 (1/3)	单位 GDP 污染虚拟治理成本(0.7)	万元/万元 GDP	—
		单位国土面积污染虚拟治理成本(0.3)	万元/km ²	—
	生态效益指数 (1/3)	国控与省控断面地表水好于Ⅲ类水质比例(0.25)	%	100
		空气质量达到二级标准以上天数比例(0.25)	%	100
		生态红线区管控水平(0.2)	%	—
		林木覆盖率(0.1)	%	24
		城市建成区绿地率(0.1)	%	38
		人均生态产品供给水平(0.1)	公顷/人	0.204

$F_j = (f \text{ 资源消耗指数}, j + f \text{ 环境损害指数}, j + f \text{ 生态效益指数}, j) / 3$

式中, F_j 表示泰州市下辖区(市) j 的绿色发展综合指数, $j = 1, 2, \dots, 6$; f 资源消耗指数, j 为区(市) j 的资源消耗指数; f 环境损害指数, j 为区(市) j 的环境损害指数; f 生态效益指数, j 为区(市) j 的生态效益指数。

为使各项指标具有可比性,采用比值法、分段赋值法与线性插值法相结合的方法计算每项指标得分。资源消耗指数和环境损害指数的各项指标为逆向指标,设定最高分为 100 分,生态效益指数的各项指标为正向指标,按照实际计算结果得分,得分可能大于 100 分。

2 评估结果

2.1 总体结果

2015 年,泰州市紧紧围绕推进“三大主题工

作”和生态文明建设“三步走”的战略目标,编制实施《泰州市生态文明建设规划》,加强组织推进,加大投入力度,姜堰区、海陵区、高港区和泰兴市通过国家级生态市(区)考核验收,靖江市通过国家级生态市技术评估,兴化市通过省级生态市考核验收,全市绿色发展水平取得了一定提升。经测评,泰州市绿色发展综合指数为 78.32,分指标看,生态效益指数和资源消耗指数得分均超过 80 分,生态宜居型城市和资源节约型城市的建设已初具雏形,但由于经济和城镇化的快速发展,泰州市污染排放总量特别是水污染物排放量还比较高,导致环境损害得分相对较低。具体得分见表 2。

各市区的得分情况存在较大差距(差距分数为 14.78 分),总分排名靠前的分别是高港区、靖江市和姜堰区,其余市、区未达到全市平均水平。导致各市区之间出现差距的主要影响指标是环境损害指数,排名第一的高港区得分为 83.32 分,而排

表 2 泰州市 2015 年度绿色发展评估结果

市、区	绿色发展综合指数		分指标					
			资源消耗指数		环境损害指数		生态效益指数	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
海陵区	70.76	6	87.02	2	44.09	6	81.16	4
高港区	85.54	1	91.90	1	83.32	1	81.40	3
姜堰区	78.94	3	82.32	4	77.87	3	76.63	6
兴化市	77.47	4	65.05	6	79.46	2	87.91	2
靖江市	80.43	2	85.97	3	64.29	5	91.04	1
泰兴市	77.28	5	76.18	5	77.02	4	78.64	5
泰州市	78.32	—	80.57	—	71.46	—	82.93	—

名靠后的海陵区得分仅有 44.09 分,差距为 39.23 分。此外,兴化市环境损害指数和生态效益指数得分均处于全市较好水平,但因资源消耗特别是水资源消耗量过大,因此整体得分和排名受到一定程度的影响。

2.2 资源消耗指数

2015 年度,泰州市资源消耗指数为 80.57,能源、土地、水资源利用效率得分分别达到 82.22、72.86 和 92.70,水资源利用效率较高,已经接近全省 2022 年的目标值,土地资源利用效率尚有提升空间(见表 3)。

从各市区情况看,海陵区、高港区、姜堰区和靖江市资源消耗指数评分较高,而兴化市相对较低,这与产业结构与产业发展阶段密切相关。作为经济发展相对较快的地区,海陵区、高港区、姜堰区和靖江市战略新兴产业、高新技术产业、现代服务业等所占比重较高,这些产业产值较大,但资源消耗水平相对较低;而经济发展相对缓慢的地区,受制于产业结构限制,资源消耗量绝对值并没有显著减

少,导致资源消耗指数评分较低。

2.3 环境损害指数

2015 年泰州市环境损害指数为 71.46,其中大气环境污染损害指数为 81.74,水环境污染损害指数为 61.18,见表 4。值得注意的是,目前全省大部分地区水环境损害指数都在 85 以上,泰州市水污染物排放量较大已经成为制约绿色发展水平进一步提升的关键因素。

各市、区得分情况差距很大,在大气污染虚拟治理成本方面,姜堰区和兴化市已经超过了全省目标值,因该指标为逆向指标,因此最终得分为 100 分。但海陵区因为国土面积小,空气污染物排放大,因此大气污染虚拟治理成本得分仅为 34.56 分。在水污染虚拟治理成本方面,高港区、泰兴市相对得分较高,分别为 79.53 和 66.25 分,海陵区排名仍然靠后,得分为 53.62 分。根据全省近年来平均得分情况和环境质量变化趋势,我们认为大气污染虚拟治理成本得分低于 80 分,水污染虚拟成本低于 70 分的地区污染排放

表 3 泰州市 2015 年资源消耗指数评估结果

市、区	资源消耗指数		分指标					
			单位 GDP 能源消耗		单位 GDP 建设用地面积		单位 GDP 水耗	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
海陵区	87.02	2	74.94	5	92.61	3	100.00	1
高港区	91.90	1	79.74	3	100.00	1	100.00	1
姜堰区	82.32	4	100.00	1	67.52	4	76.57	5
兴化市	65.05	6	93.26	2	48.40	6	41.93	6
靖江市	85.97	3	68.01	6	96.91	2	100.00	1
泰兴市	76.18	5	76.88	4	66.55	5	94.02	4
泰州市	80.57	—	82.22	—	72.86	—	92.70	—

表 4 泰州市 2015 年环境损害指数评估结果

市、区	环境损害指数		分指标			
			大气污染虚拟治理成本		水污染虚拟治理成本	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名
海陵区	44.09	6	34.56	6	53.62	6
高港区	83.32	1	87.12	4	79.53	1
姜堰区	77.87	3	100.00	1	55.75	5
兴化市	79.46	2	100.00	1	58.92	4
靖江市	64.29	5	67.15	5	61.43	3
泰兴市	77.02	4	87.79	3	66.25	2
泰州市	71.46	—	81.74	—	61.18	—

量已经超过当地环境承载能力,环境质量有潜在恶化的可能性,需要加大工作力度,大幅度削减污染排放量。

2.4 生态效益指数

2015 年泰州市生态效益指数为 82.93,分指标看,得分较高的分别为国控与省控断面优于Ⅲ类的比例、林木覆盖率和城市建成区绿地率,都已接近省定目标值。而得分相对较低的指标是空气质量达到二级标准以上的比例,生态红线管控水平和人均生态产品供给水平。

从各市、区情况看,排名靠前的分别是靖江市、兴化市和高港区。在环境质量方面,各市、区水环

境质量均较好,仅姜堰区存在省控断面不达标的情况,大气环境质量存在一定差距,兴化市、姜堰区空气质量达到全省较好水平,接近甚至超越了部分沿海地区,海陵区空气质量达标率为 65.5%,在泰州地区排名靠后,但也超过了全省 64.2% 的平均水平。在绿化指标方面,各地区建成区绿地率均较高,差距不大,林木覆盖率受到自然地理条件影响,各市、区存在一定的差距,兴化市水面面积较大,影响了林木覆盖率的进一步提升。各市、区出现明显差距的指标生态红线管控水平和人均生态产品供给水平两项指标,由于生态效益指数为正向指标,在计算得分时不设上限,进一步拉大了差距。

表 5 泰州市 2015 年度生态效益指数结果

市、区	生态效益 指数		分指标											
			国控与省控断 面优于Ⅲ类的 比例		空气质量达到 二级标准以上 的比例		生态红线 管控水平		林木覆盖率		城市建成区 绿地率		人均生态产 品供给水平	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
海陵区	81.16	4	100.00	1	65.50	6	74.0	2	128.71	1	99.47	4	21.76	6
高港区	81.40	3	100.00	1	66.00	5	56.9	5	123.17	2	103.66	1	58.28	4
姜堰区	76.63	6	75.00	6	68.50	3	64.0	4	105.33	4	98.63	5	75.65	2
兴化市	87.91	2	100.00	1	73.20	1	72.9	3	79.21	6	99.84	3	121.33	1
靖江市	91.04	1	100.00	1	71.50	2	109.6	1	111.88	3	100.58	2	49.93	5
泰兴市	78.64	5	100.00	1	68.20	4	51.0	6	102.25	5	98.63	5	63.13	3
泰州市	82.93	—	96.67	—	71.20	—	70.2	—	96.25	—	99.63	—	73.45	—

3 对策建议

通过此次评估可以看出,泰州市仍处于工业化城镇化快速进程中,资源消耗和环境损害成为制约泰州绿色发展水平的关键因素,自然生态系统的保护压力也将与日俱增。为此,我们建议泰州市发挥好环境保护对绿色发展的倒逼作用,在保持经济在保持经济平稳增长的同时,实现环境质量的有效改善,重点做好以下几个方面。

(1) 全面加强资源能源节约。建议泰州市特别是海陵区(包括医药新城)、靖江市、泰兴市等对能源消费以及水资源、土地开发利用等设置上限,处理好经济发展与环境保护之间的关系,严格控制新增建设用地,做到取之有度、用之有节,着力解决泰州市能源资源消耗量不断增长的问题。

(2) 全面减少污染物排放。针对海陵等地区污染排放量过大的问题,我们建议对传统高污染高排放产业,实行严格的环境准入标准、污染物排放

标准和产品能耗限额标准,深化排污许可制度改革,加强排污总量限额管理,进一步削减主要污染物排放总量。

(3) 全面改善环境质量。打好大气、水、土壤治理三大攻坚战,维护长江流域水环境质量,加大新通扬运河、城市黑臭水体等的治理力度,努力改善空气质量,保护耕地土壤环境,牢牢守住生态环境质量底线,将生态环境打造成泰州的核心竞争力,真正建成“生态名城”。

(4) 全面加强生态空间保护。严守耕地红线、开发强度红线和生态红线,严格划定永久基本农田,适时探索中心城区城市边界划定工作,进一步规范空间开发活动,全面遏制五类生态用地不断下降的态势,为自然留下更多修复空间,为农业留下更多良田,为子孙后代留下天蓝、地绿、水净的美好家园。

(下转第 102 页)

完善交通事故引发突发环境事件应急管理机制的探讨

陈斌华

(苏州市环境应急与事故调查中心,江苏 苏州 215000)

摘要:近年来,苏州市交通事故引发的突发环境事件一直居高不下,成为突发环境事件的一个主要成因,然而与之相匹配的风险防控机制、处置机制、联动机制、保障机制却相对滞后,文中主要探讨交通事故引发的突发环境事件后,如何能有效减少此类突发环境事件的发生,以及及时、有效的应对此类事件。

关键词:交通事故;环境污染;管理机制

中图分类号:X820.4 **文献标识码:**A

Discussion on perfecting the Emergency Management system of Environmental Emergency caused by Traffic Accidents

Chen Bin - hua

(Suzhou Environmental Emergency and Accident Investigation Centre, Suzhou, Jiangsu 215000, China)

Abstract: In recent years, the sudden environmental events caused by traffic accidents in Suzhou have been high and become a major cause of environmental emergencies. However, the corresponding rapid risk prevention and control mechanism, disposal system, linkage system, the protection system are relatively lagging behind. This paper mainly discusses how to effectively reduce the occurrence of such sudden environmental events after the sudden environmental events caused by traffic accidents, and how to deal with such incidents in a timely and effective manner.

Key words: traffic accidents; environmental pollution; management mechanism

引言

苏州全市危化品道路危险品运输企业 195 家,危险化学品运输车 6 000 多辆;市内每月仅通过公路运输的化学品达到百万吨以上,过境危化品运输车辆更是难以统计;危险货物码头泊位数量多、规模大,全市现有港口危险货物企业 133 家,沿长江危货码头 30 个,从事危险货物作业的码头泊位吨位大(万吨以上的有 56 个)。长江江苏段危化品船舶日均流量约 500 艘次,年过境危化品运输量超过 2 亿 t,相当于每天运输 55 万 t 左右,危化品交通运输事故时有发生,危化品的储存和运输引发的环境事件是诱发苏州市突发环境事件的主要原因,据统计 2007 年至 2017 年,苏州全市共调处突发环境事件 116 起,其中 66 起由交通事故引发,且占比呈不断上升趋势。然而交通安全管理、危险化学品管理、道路运输管理等涉及交通事故导致突发环境

事件的主管部门不尽相同,这就造成了此类突发环境事件从风险防控、事前准备和应急处置及事后恢复的环境应急全过程管理中存在很多机制不够完善。

1 应急管理体制机制探讨

为了更好的防范和应对由交通事故引发的突发环境事件,从环境应急管理工作的全过程考虑,可以从以下几个方面进一步完善。

(1) 强化风险防控,加强危险化学品运输源头的安全管理。一是进一步完善危化品运输从业人员准入机制,严格从业人员培训和资质管理。二是强化危化品运输企业的管理机制,危化品运输企业

收稿日期:2018-01-30

作者简介:陈斌华(1983—),男,江苏苏州人,工程师,硕士,主要从事环境应急管理工作。

应当设置危险化学品运输车辆专用停车场、洗车场。三是提高危化品运输器具质量标准,提升危化品槽罐、包装等在事故状态下的完好性。四是建立危险化学品运输行业协会^[1],由协会参与制定有针对性的、专业性强的事件防控规范,事件处置规范,鼓励行业协会的相关企业成立专业的应急处置队伍,合力购置大型处置装备。

(2) 完善应急准备,强化危险化学品运输突发环境事件预警机制,完善危险化学品运输应急预案。一是依托交通运输综合监控指挥平台,逐步将危化品信息化监管系统接入交通运输指挥中心,利用海事、航道等交通大数据资源和手段进一步提升港口的安全监管水平。二是采取视频监控和动态巡查相结合的监管方法,分别在海关、国检等职能部门设立监控中心,在执法大队设立监控终端,实现对码头单位的24 h全方位监控。三是利用地理信息系统、物联网等先进技术对危险化学品运输车辆实时监控,创造条件逐步实现封闭管理,确保发现问题及时处置。四是强化部门联动,公安、交通、安监、环保等相关部门根据辖区内的公路、水路运输状况,制定操作性强的联动方案和应急预案;督促危化品运输企业制定运输物质相关的处置预案;督促各路段公路、水路航道管理部门制定危化品事故救援应急预案。有条件的运输企业应配备相关的应急救援物资及救援转驳车、船;公路、水路航道管理部门储备常用的化学品应急处置物资。

(3) 加强应急处置,确保事件处置及时有效。交通事故引发的突发环境事件处置往往处于开放的环境,释放的污染物质浓度高,可能发生次生安全事故的风险大,因此,处置行动必须及时有效,并且需要有效防止二次事故的发生,为此公安、消防、交通、安监、环保等部门必须建立有效地联动和信息共享机制,发现危化品运输事故及时互相通报,处置时互相配合,第一时间控制事故的范围和影响;成立或依托现有处置力量成立一支既有危化品

处置能力,又能预防二次事故,并且对污染物进行妥善回收处置的综合应急救援队伍。

(4) 完善资金保障,确保事件处置无后顾之忧。在交通事故引发的突发环境事件中,多数车、船事故为过境车、船事故,事故的原因责任也有多种多样,这就造成了事后环境应急处置费用的追偿难,因此一个完善的资金保障制度必不可少,应逐步建立交通事故突发环境事件处置理赔制度,将事件的环境应急处置费用,与事故造成的人身伤亡、财产损失等相关费用合并理赔,确保处置资金落实到位。另一方面,政府相关部门应当根据自身的自责落实事故处置、生态恢复等的资金预算。

此外,参考西方国家危险化学品交通运输的安全管理体系,可采取“统一管理,综合执法”手段,消除多部门下政出多门、职责交叉、相互制肘的弊端,提高权力运作效率,也可在交通运输管理部门中设置环境保护机构^[2],将环境保护也作为交通运输管理的一个重点。

2 总结

随着企业环境风险管控力度的不断加大,由安全生产事故引发的突发环境事件呈现逐年减少的趋势,而交通事故引发的突发环境事件的比例却不断上升,在今后一段时间内此类突发环境事件必然会成为突发环境事件的主要诱因,因此,遵循“预防为主,预防与应急”相结合管理原则,各相关部门联合建立一个全过程的化学品运输环境安全管理机制,有重要的现实意义,值得我们去深入探讨和研究。

[参考文献]

- [1] 汤庆合,蒋文燕,李怀正,等.上海市突发环境事故近10年变化及统计学分析[J].环境污染与防治.2010.32(6):86-89.
- [2] 席欧,曾亚梅.取经国外危险品运输安全管理[J].中国港口.2014(11):15-17 21.

(上接第88页)

4 结论与建议

目前危险废物的产生源分析工作少有开展,一定程度上造成了企业危险废物产生种类和数量的难以厘清。下一步需要在部分重点行业开展系统性的危险废物产生情况调查,做危险废物产生源分析,确定经验产生系数。此类基础性工作的开展,有利于准确识别生产过程中危险废物的来源、种

类、数量等信息,提高危险废物环境管控水平。

[参考文献]

- [1] 曹广林.危险废物管理工作中调查方法、存在问题及优化对策分析[J].价值工程,2012,31(11):284-285.
- [2] 胡晓燕.闵行区危险废物管理现状与对策[J].中国人口资源与环境,2013,23(11):101-104.
- [3] 周莹雯.钢管热镀锌主要大气、水污染物治理措施分析[J].高新技术,2013,03(3):56-57.

金属构件行业危险废物产生源分析与环境管理要求

王明明

(徐州市放射性与危险废物管理处, 江苏 徐州 221000)

摘 要:文中通过研究金属构件热镀锌生产工艺特点,分析各工艺节点对应的危险废物产生原因和种类,明确相应危险废物所属类别。阐述热镀锌行业危险废物管理要求。

关键词:危险废物;产生;管理

中图分类号:X705 **文献标识码:**A

Source analysis and environmental management requirements for hazardous wastes in metal component industry

WANG Ming-ming

(Xuzhou administration of radioactive and hazardous waste management, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China)

Abstract: By studying the characteristics of hot galvanizing process for metal components, the causes and types of hazardous wastes corresponding to each process node are analyzed, and the corresponding categories of hazardous wastes are identified. The requirements for management of hazardous wastes in hot-dip galvanizing industry are described.

Key words: Hazardous waste; Production; management

近年来中国制造业规模快速扩张,对各类热镀锌结构件的需求大幅增加,在热镀锌生产多个环节,以及工艺废水、废气处理最终环节中都会产生大量危险废物^[1],因此需要对其各产污节点的危险废物产生情况进行分析,明确危险废物环境管理要求。

1 危险废物产生机理

根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定,危险废物,是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物^[2]。

金属构件经过脱脂(选择性工序)处理、酸洗去除表面氧化物、水冲洗待镀件表面酸液、助镀清除表面氧化物和防止再次氧化、烘干预热、热浸锌和冷却后镀件表面形成保护膜,可以大大降低金属表面氧化的速度。与此同时也伴随大量酸液、脱脂液、助镀剂、和锌灰等危险废物的产生。

2 危险废物产生源分析

2.1 脱脂

部分金属构件表面含油酸洗前需要进行脱脂

处理,脱脂一般采用碱性脱脂液(如30%氢氧化钠溶液),脱脂液经气浮去油和除杂通过去油和去除杂质后可循环使用,此过程产生的气浮渣属于危险废物,其所属的危险废物种类为HW08废矿物油,行业来源为非特定行业,名称为油/水分离设施产生的废油、油泥及废水处理产生的浮渣和污泥,废物代码是900-210-08,危险特性是毒性(Toxicity, T)、易燃性(Ignitability, I)。

2.2 酸洗

酸洗目的是去除镀件表面铁的氧化物,以获得良好镀层。一般在酸洗槽中注入27~30%盐酸,再加入水配制成18~20%盐酸溶液,随着铁盐的增加和酸度的降低,当酸洗槽中铁盐浓度达到150~200g/L,盐酸浓度低于4~5%时,酸洗效率大幅降低,酸洗槽酸液不再具有使用价值,需要将废酸液和槽渣一同进行清理即成为危险废物,其主要污染

收稿日期:2018-02-07

作者简介:王明明(1982—),男,江苏徐州人,工程师,本科,主要从事固体废物环境管理等工作。

物是 HCL 和 Fe 离子,注入盐酸(30%)量与废酸产生量的比例经验值为 1:1.1~1.3。其所属危险废物种类为 HW17 表面处理废物,行业来源为金属表面处理和热处理加工,名称为金属表面酸洗、除锈工艺产生的废腐蚀液,废物代码是 336-064-17,危险特性是毒性(Toxicity, T)和腐蚀性(Corrosivity, C)。

2.3 助镀

助镀使用氯化铵和氯化锌溶剂清除工件表面的氧化物和铁盐,用来保持工件表面浸锌前的清洁和防止二次氧化。氯化铵水解产生 NH_4OH 和 HCL,因水解常数差异,溶液呈酸性,抑制 Fe 的氧化,同时溶解已生成的 Fe 氧化物和沉淀物。氯化锌也可以结合部分 FeO 以去除铁锈。随着生产时间则延长,带入的构件冲洗水使溶剂浓度降低,另外 Fe 离子浓度升高趋于饱和,溶剂需要进行再生。助镀过程和溶剂再生过程产生的危险废物属于 HW17 表面处理废物,行业来源为金属表面处理和热处理加工,名称为使用氯化锌和氯化铵进行敏化处理产生的废渣,废物代码是 336-051-17,危险特性是毒性(Toxicity, T)。

2.4 浸锌

高温锌液表面与空气接触,形成锌的氧化物,在浸锌过程中由于对液面的搅动,部分锌灰进入空气中,产生白色烟尘,主要成分是氧化锌^[3]。另外因敏化工序的存在,构件上的氯化铵和氯化锌盐在浸锌工艺的高温作用下使烟气中的主要成分还包括:氯化锌、氯化铵、氨气和氯化氢。上述环节产生的烟气由高效除尘设备进行捕集。收集下来的粉尘属于危险废物,其主要成分包括氧化锌、氯化锌和氯化铵。所属危险废物类别为 HW23 含锌废物,行业来源为金属表面处理及热处理加工,名称为热镀锌过程中产生的集尘装置收集粉尘,废物代码是 336-103-23,危险特性是毒性(Toxicity, T)。

2.5 污水处理

生产废需要使用氢氧化钠溶液进行中和,中和过程产生氢氧化铁,反应机理如下: $\text{Fe}_2\text{Cl}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NaCl}$; $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$

中和处理后产生的污泥需要进行压滤,其主要成分是氢氧化铁和水,含有少量氯化钠和氢氧化锌。其所属危险废物种类为 HW17 表面处理废物,行业来源为金属表面处理和热处理加工,名称为金属表面酸洗、除锈工艺产生的废腐蚀液,废物

代码是 336-064-17,危险特性是毒性(Toxicity, T)和腐蚀性(Corrosivity, C)。

2.6 其他环节

金属构件热镀锌企业如有切削等机械加工活动还会产生部分乳化液和废润滑油类废物,分别属于 HW08 废矿物油和含油废物,行业来源为非特定行业,名称为其他生产、销售、使用和拆解过程中产生的废矿物油及含油废物,废物代码是 900-249-08,危险特性是毒性(Toxicity, T)和易燃性(Ignitability, I); HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液,行业来源为非特定行业,名称为使用切削油或切削液进行机械加工过程中产生的油/水、烃/水混合物或乳化液,废物代码是 900-006-09,危险特性是毒性(Toxicity, T)。

3 危险废物基本管理要求

申报登记制度。产生危险废物的热镀锌企业,必须按照国家规定制定危险废物管理计划,如实地向环境保护行政主管部门申报危险废物的种类、产生量、流向、贮存、处置等有关资料。管理计划要包括危险废物“减量化”、“无害化”、“资源化”的利用处置措施。环境保护行政主管部门则需要对申报的资料进行收集保存,对申报信息真实性进行审查。

转移审批制度。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》要求转移危险废物需要经过环境保护行政主管部门批准同意。目前某些地区已经试点开展取消了危险废物转移前的审批手续,强化转移活动全过程的跟踪监管。

转移联单制度。危险废物转移联单是没批次转移危险废物的有效“身份”证明文书,转移联单详细载明废物来源、成分、数量、危害特性、运输人、接收人。危险废物转移联单的运行是为了保证危险废物的整个转运过程处在产生企、运输和接收单位以及行政主管部门的有效监管之下。

经营许可证制度。危险废物必须委托具有危险废物经营许可证的单位从事收集、贮存、利用和处置活动。许可证制度的落实与否决定了危险废物是否得到了安全有效处置。2013 年《关于办理环境污染刑事案件适用法律若干问题的解释》发布实施,非法排放、倾倒、处置危险废物 3 t 以上即构成刑事犯罪,惩治措施从行政处罚的范畴拓宽至刑事处理。

(下转第 86 页)

长江经济带区域开发规划环评工作方法探讨

——以江苏省沿江地区的开发区规划环评为例

鲍春晖, 辛玉婷, 花月

(江苏省环境科学研究院, 江苏省环境工程重点实验室, 江苏省环科咨询股份有限公司,
江苏 南京 210036)

摘 要: 规划环评作为规划实施前期环境战略安排, 能较好地解决长期性、区域性的环境问题。选取长江经济带地区一个综合型开发区, 以区域环境质量改善作为规划方案合理与否的一个重要准则。通过规划环评引导开发区在维持快速发展的同时, 进一步减少污染物排放, 集约利用资源能源, 并基于生态敏感性、适宜性确定合理的开发格局, 为开发强度高、现状环境问题较突出的同类开发区规划环评提供借鉴。

关键词: 环境保护; 长江经济带; 开发区; 规划环评; 工作方法

中图分类号: X820 **文献标识码:** A

Discussion on the work method of EIA for regional development planning in Yangzi Economic Belt

Bao chunhui, Xin yuting, HuaYue

(Jiangsu Research Academy of Environmental Sciences, Jiangsu Provincial Key Laboratory of Environmental Engineering, Jiangsu Environmental science consulting co., LTD, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

Abstract: As an environmental strategic arrangement in the early stage of planning and implementation, the planning EIA can better solve the long-term and regional environmental problems. A comprehensive development zone in the Yangtze Economic Belt is selected as an important criterion for the rational planning of the regional environmental quality improvement. Through the planning environmental impact assessment to guide the development zones in maintaining rapid development at the same time, to further reduce pollutant emissions, the intensive use of energy and resources. Based on the ecological sensitivity and suitability for the determination of reasonable development pattern, a reference for the development of the Development Zone Planning EIA similar high strength, the status of environmental issues more prominent is provided.

Key words: Environmental protection; Yangzi Economic Belt; development zone; planning EIA; working methods

引 言

2017年党的第十九次人民代表大会对于生态文明建设和绿色发展高度重视, 指出我们要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化, 生态文明建设功在当代、利在千秋, 建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计。党中央、国务院高度重视长江经济带生态环境保护工作。习近平总书记多次对长江经济带生态环境保护工作作出重要指示, 强调推动长江经济带发展, 理念要先进, 坚持生态优先、绿色发展, 把生态环境保护摆在优先地位, 涉及长江的一切经济活动都要以不破坏生态环境为前提, 共抓大保护, 不搞大开发^[1-3]。

作为改革开放的先行区域, 开发区规划对宏观经济增长作出了重要贡献, 直接推动了地方经济增长、产业集群发展、技术升级、自主创新等, 同时也存在资源能源消耗高、污染物排放量大等问题^[4]。江苏是中国兴办开发区时间早、发展快、规模大的省份之一, 近5年来大量省级开发区升级为国家级开发区, 现已拥有国家级开发区44家, 由此拉开了新一轮转型升级规划编制与实施的序幕, 将迎来经济发展和城市建设又一个快速发展时期, 但这也可

收稿日期: 2018-02-26

作者简介: 鲍春晖(1983—)女, 江苏南京人, 工程师, 本科, 研究方向为环境保护规划及生态保护。

能成为资源、环境保护压力进一步加剧的时期。因此,开发区作为独立的行政主体,必须思考如何在维持快速发展的同时解决已经和即将出现的环境问题,实现环境质量改善,而规划环境影响评价(简称规划环评)是实现这一目标的重要手段。规划的大范围性与高水平性使规划环评能够较好地解决长期的、区域性的环境问题,从而有助于解决不能在项目层次上解决的冲突。

中国开展战略环评、规划环评的历史较短,1998 年颁布的《建设项目环境保护管理条例》首次开始了规划环评的探索;2003 年颁布的《中华人民共和国环境影响评价法》正式确定了规划环评制度,步入了法制化轨道。经过十几年的探索、发展,国内规划环评制度日益规范和完善,使环境保护参与综合决策迈向更高台阶。但是,面对目前环境保护的新形势、新要求,作者认为应改变以往规划环评思路,必须把环境质量改善作为判定规划方案是否合理的重要准则。此次选择位于长江流域、大气污染防治重点控制区的一个综合型开发区作为典型案例,采用合适的评价方法对环境质量改善程度、生态敏感度与适宜度等进行详细计算分析,论述新形势下规划环评工作思路应作出的转变^[5,6]。

1 规划案例

此次选取的开发区规划范围较大,约 120 km²,是当地城市主城区的重要组成部分,规划范围涉及部分长江水面,部分区域属于江苏省长江水污染防治条例划定的饮用水水源保护区、部分区域属于农业部划定的国家级水产种质资源保护区和江苏省生态红线一、二级管控区,还属于《重点区域大气污染防治“十二五”规划》确定的重点城市区域,由此可以看出该开发区选址具有较为显著的环境敏感性。

开发区创建于 1993 年,至今历经了二十几年的发展历程,区内有国务院批复设立的国家一类开放口岸,也有市政府批准成立的化工专业园区,曾于 2006 年开展过 1 次规划环评,根据规划环评提出的规划优化调整建议与环境影响减缓措施,对于区域环境管理工作具有一定指导作用。

开发区现状建设用地占总用地的 23.58%,开发强度不足,现状 3 次产业比例为 3:52:44,工业占据主导地位,产业类型多样,主要为化工、船舶、机械加工、仓储物流等产业为主。区域的持续性开发对当地环境造成一定影响,NH₃、NO₂ 和 SO₂ 监

测值均有所上升,部分区域工业用地与居住用地混杂,引发了群众针对废气污染的投诉,化工专业园区内分布具有较多风险源的化工、医药等企业,存在较大的环境风险。

规划方案提出了现代化发展目标与生态建设目标,划定了禁建区、限建区、适建区、已建区等“四区”并明确了相应管控要求,规划形成“一心两轴、一区四园”的空间布局结构,至 2030 年规划期末,建设用地规模占总用地的 45.8%,配套规划了道路、岸线、供水、排水、供热、燃气等市政公用设施规划,提出了环境保护和生态建设规划目标。

2 评价工作总体思路

2014 年 9 月 1 日起实施的 HJT 130-2014《规划环境影响评价技术导则-总纲》,在 2003 版本基础上增加了环境影响回顾评价、重大环境影响的判定、规划开发强度分析、不同规划发展情景的预测、规划方案综合论证与优化调整建议、目标指标可达性分析等相关要求,进一步提升了规划环评科学性、规范性和有效性。此次依据新导则,针对开发区选址的环境敏感性、发展过程中历次环评要求、开发过程中已产生的环境问题,确定评价工作总体思路见图 1。

3 此次规划环评主要成果

3.1 开发现状与影响回顾

通过现场调研及资料查询等方式详细调查了区域开发现状,具体包括:规划范围内用地现状布局与构成,收集了 100 多家重点企业各期项目环保手续履行情况、三废排放情况;重点对化工、涉重企业开展了详细调研;识别了区域重大危险源及具体分布;分析区域高新技术水平与清洁生产水平;针对污水处理厂、集中供热设施、危废处置等环保基础设施的建设现状、规划规模,污水集中处理率与集中供热率、在线监控数据达标排放率等进行详细调查与评价。

环境影响回顾评价工作主要包括:对比用地现状布局、产业结构现状与原规划分析执行情况,原规划环保基础设施的执行情况,原规划环评提出优化调整建议与环境保护措施的执行情况,环境管理体系、风险应急体系建设情况,各环境要素以及陆域生态、水生生态变化趋势等。梳理总结开发过程中存在的环境问题并提出针对性强、可操作性强的整改对策与措施。

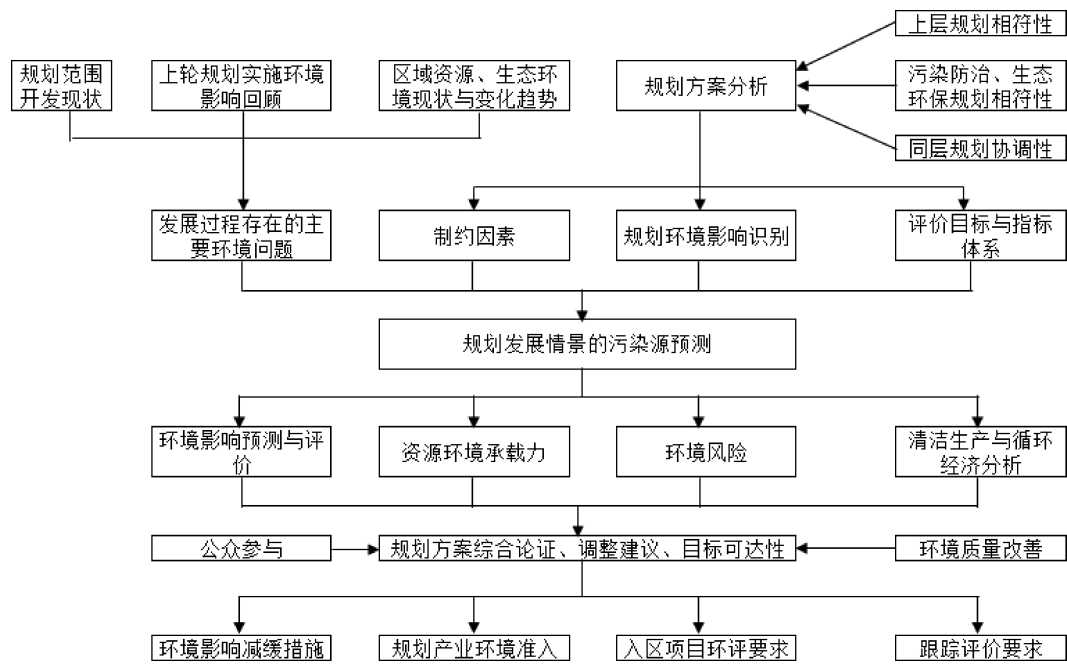


图 1 开发区规划环评总体思路

3.2 基于 ArcGIS 叠图的规划协调性分析

开发区涉及多个不同类型的生态敏感区,采用 ArcGIS 技术将规划功能布局、用地布局、“四区”布局等与 1 个饮用水水源保护区、5 个生态红线区域、基本农田等进行叠图分析,分析开发区规划与各污染防治、环境综合治理、生态敏感区管控、基本农田保护等相关规划、行政性文件的协调性,明确区域发展存在的资源环境制约因素,为开发区生态环境敏感程度分析提供依据,也为规划总体格局、用地布局调整方案的拟订提

供技术支撑。

3.3 规划环境影响识别与评价指标体系

针对区域环境特点、环境质量现状,在充分分析现有环境问题的基础上,设计了规划发展规模、各类产业发展、用地布局、生态建设、资源利用、基础设施建设等对自然环境质量、生态环境、环境风险、资源能源、社会经济发展的环境影响识别矩阵,包括影响性质(有利或不利)、方式(短期或长期)、程度(重大、中等或轻微),具体内容见表 1,进一步明确评价工作重点。

表 1 规划方案环境影响识别矩阵

规划方案		环境质量				生态环境			环境风险	资源能源			社会经济		
		水环境	大气环境	土壤环境	声环境	固体废弃物	陆域生态	水生生态		土地资源	水资源	能源	经济结构	交通运输	人居环境
规划规模	城市化率提高	- I3	- I2	- I2	- L1	- I3	- I3		- L1	- I3	- I2	- I2	+ I3	+ I3	+ I3
	人口增加	- I3	- I2	- I2	- L1	- I3	- I3		- L1	- I3	- I2	- I2	+ I3	+ I3	+ I3
	机械加工(节能环保、重型装备)	- I3	- I3	- S2	- I2	- I2	- S2		- L1	- I2	- I2	- I3	+ I3	+ I3	- L1
产业发展	移动通信	- I3	- I3	- S2	- I2	- I3	- S2		- L1	- I2	- I3	- I3	+ I3	+ I3	- L1
	船舶海工	- I3	- I3	- S2	- I2	- I2	- S2		- L1	- I2	- I2	- I3	+ I3	+ I3	- L1
	石材	- I2	- I2	- I2	- I2	- I2	- S2		- L1	- I2	- I2	- L1	+ I3	+ I3	- I2
	化工	- I2	- I2	- I2	- I2	- I2	- S2		- I3	- I2	- I3	- I2	+ I3	+ I3	- I2
	新材料	- I3	- I3	- S2	- I2	- I3	- S2		- I3	- I2	- I2	- I2	+ I3	+ I3	- I2
	生产性服务业	- L1	- L1			- L1	- L1			- L1	- L1	- L1	+ I3	+ I3	+ I3
第三产业	房地产开发	- L1	- L1		- S1	- S1	- I2			- L1	- L1	- L1	+ I3	+ I3	+ I3
	现代物流		- L1	- S1	- I2	- S1				- L1			+ I3	+ I3	- L1

续表 1

规划方案		环境质量					生态环境			环境 风险	资源能源			社会经济		
		水环 境	大气 环境	土壤 环境	声环 境	固体 废物	陆域 生态	水生 生态	土地 资源		水资 源	能源	经济 结构	交通 运输	人居 环境	
用地 布局	空间结构布局	- I2	- I2	- L1	- L1	- I2	- I2	- L1	- I2	- I3	- I2	- I2	+ I3	+ I3	+ I3	
	工业用地布局	- L1	+ L1	- L1	- L1	- L1	- I2		- I2	- I3	- I2	- I2	+ I3	+ I3	+ I3	
	居住用地布局	- I2	- I2	0	- L1	- I2	- I2			- I3	- I2	- I2	+ I3	+ I3	+ I3	
生态 建设	生态建设	+ I2	+ I3	+ I3	+ I2		+ I3	+ I3		+ I3	- I2	- I2	+ I3	+ I3	+ I3	
	城市绿化	+ I3	+ I3	+ I3	+ I2		+ I3	+ I3		+ I3	- I2	- I2	+ I3	+ I3	+ I3	
	环境保护	+ I3	+ I3	+ I3	+ I2	+ I2	+ I3	+ I3		+ I3	+ L1	+ I2	+ I3	+ I3	+ I3	
资源 节约	节约、集约利用土地						+ I3			+ I3	+ I3		+ I3	+ I3	+ I3	
	节约能源	+ I2	+ I3	+ I2		+ I2	+ I2					+ I3	+ I3	+ I3	+ I3	
	循环经济	+ I3	+ I3	+ I2		+ I2	+ I2				+ I3	+ I3	+ I3	+ I3	+ I3	
基础 设施	综合交通体系	- S1	- I2	- S1	- I2		- I2			- I3		+ I2	+ I3	+ I3	+ I2	
	市政公用设施	+ I3	+ L1	+ I3		+ I3	+ I3			- L1	+ I2		+ I3	+ I3	+ I3	

注:表中“+”表示有利影响,“-”表示不利影响,“S”表示短期影响,“L”表示长期影响,“3”表示重大影响,“2”表示中等影响,“1”表示轻微影响。

根据环境影响识别结果确立了规划环境影响评价指标体系,包括资源能源、生态环境、环境质量、污染控制、环境风险、社会经济、环境管理等 7 大类 27 项;依据《国家生态工业示范园区标准》(HJ274 - 2015)、《江苏省生态文明建设规划

(2013—2022)》等相关要求确定了目标指标体系。

3.4 规划发展情景下的污染源预测

规划期至 2030 年,由于规划在环评的指导下经过了修改,重点调整了开发强度,现状与规划开发区土地利用构成对比见表 2。

表 2 现状与开发区规划建设用地利用构成

类别名称	现状(2017 年)		规划期末(2030 年)	
	面积/hm ²	占比/%	面积/hm ²	占比/%
居住用地	572.95	20.20	1 146.82	20.73
公共管理与公共服务用地	118.64	4.20	241.07	4.36
商业服务业设施用地	104.93	3.70	160.68	2.91
工业用地	1 346.27	47.60	2 091.34	37.81
物流仓储用地	253.92	9.00	462.44	8.36
道路与交通设施用地	206.63	7.30	628.53	11.36
公用设施用地	67.81	2.40	127.69	2.31
绿地与广场用地	158.71	5.60	672.31	12.16
城市建设用地(合计)	2 829.86	100.00	5 530.88	100

针对该规划发展情景开展了污染源强预测,预测统计结果见表 3。废气源强预测时考虑了集中供热设施建成后的面源削减,按照规划情景发展,工业用地在现有基础上增加 55.3% 的情况下,开发区的 SO₂、NO_x 排放量在现有基础上增加 18.2%、21.2%。废水源强预测按照规划情景发展,开发区在人口增加 150% 的情况下,COD、NH₃-N 排放量有所增加,但未翻番。

表 3 现状与开发区规划发展情景下污染物排放量 t/a

污染物	现状排放量	规划排放量
COD	366.838	721.48
NH ₃ -N	64.368	115.44
SO ₂	914.21	1 080.86
NO _x	1 153.18	1 398

3.5 环境影响预测

对规划发展情景的污染源预测结果进行了环

境影响预测,结果表明,按照该情景发展对于局部区域大气、地表水环境是具有改善作用的,并从技术层面分析了区域环境质量改善的可行性以及改善程度。此外,此次还依据开发区主要废气污染物排放现状数据,并考虑规划新增污染物以及削减的点源、面源,采用 AERMOD 模式模拟不同气象条件下,各种污染物地面浓度分布情况。全年逐时、逐日、长期气象条件下,环境空气关心点最大地面小时浓度、日平均浓度、年平均浓度预测值与现状监测值的叠加占标率见表 4。

表 4 环境空气关心点的最大小时、日、年平均浓度占标率

关心点位 因子	G1-G8 关心点占标率范围/%		
	小时均值	日均值	年均值
SO ₂	8.18~9.24	22.39~25.96	7.38~8.23
PM ₁₀	23.22~29.84	42.55~48.06	14.56~17.74
NO _x	19.18~23.35	31.30~37.68	9.47~11.44
VOCs	17.44~25.06		
HCl	30.16~43.66	70.04~76.56	
CO	3.67~7.85	2.95~6.49	
HF	2.37~2.58	6.45~6.72	
甲苯	6.58~15.87		
二甲苯	6.58~15.87	1.64~7.96	
硫酸雾	0.84~0.85	2.50~2.50	
NH ₃	40.13~55.16		
非甲烷总烃	26.72~56.72		
甲醛	21.43~24.49		
镉及其化合物	0.08~0.09	0.25~0.26	
铅及其化合物	12.21~12.82	35.78~36.24	
汞及其化合物	7.36~7.57	21.72~21.80	

由表 4 可见,在各关心点各种污染物最大地面小时平均浓度叠加值、最大地面日均浓度叠加值均、最大地面年均浓度叠加值均能达到相应标准限值的要求,规划发展情景对应预测排放的大气污染物对大气环境影响在可接受范围内。

3.6 规划方案综合论证与优化调整建议

基于开发区规划与各相关规划、条例等的协调性,开布局与各生态敏感区叠图分析、区域开发的生态敏感性与适宜性分析、环境影响预测等成

果,分别从规划选址、定位与目标、建设用地发展规模、产业结构、布局以及配套环保基础设施等方面进行了环境合理性与可持续发展论证,得出如下结论:(1) 规划情景作为开发区今后可持续发展的方式,具有环境合理性;(2) 明确开发总体格局、化工集中区空间防护距离等优化调整方案;(3) 针对规划目标指标、产业发展方向与局部敏感区域的限制产业、用地布局等方面提出了具体的优化调整建议;(4) 基于各项评价指标的现状水平,结合规划实施环境影响预测结构以及拟采取的各项环境影响减缓措施,论证了规划环境保护目标与评价指标的可达性。

4 结语

尝试将环境质量改善作为规划方案合理性的一个重要准则,环评工作在规划编制初期就介入,对现状存在的工业用地与居住用地混杂现象、工业开发强度过大等问题给予充分关注并建议在规划方案中予以体现,有效指导了规划的编制与完善。规划环评过程中充分考虑了大气污染防治、长江流域水环境综合治理等对于环境质量改善的具体要求以及生态敏感区、基本农田等保护需要,预测了规划发展情景的环境影响,为规划方案的环境合理性与可持续性论证提供了技术支撑,在此基础上提出了切合当地实际、并满足区域环境质量改善需求的优化调整建议,为开发强度高、现状环境问题较突出的同类开发区规划环境提供借鉴。

[参考文献]

- [1] 李 根. 长江经济带城市发展评价探析——基于协同发展的视角. 中国集体经济, 2017(26): 5-7.
- [2] 任长娟, 张小敏. 长江经济带新型城镇化效率的时空差异分析. 重庆文理学院学报, 2017(36): 125-131.
- [3] 黄国华, 戴 军, 钱春燕. 长江经济带工业绿色发展评价与对策. 老区建设, 2017(10): 40-44.
- [4] 自治区发展和改革委员会. 开发区发展应加强资源节约和环境保护[J]. 新疆环境保护, 2013, 35(S1): 8-10.
- [5] 姚立英, 王 伟, 李 潘, 等. 规划环评实施空间管制探析. 环境影响评价, 2017(39): 27-30.
- [6] 王汉席, 徐建玲. 加强规划环境影响评价的全过程管理[J]. 环境科学与管理, 2015, 40(11): 182-186.

(上接第 98 页)

问题 2: 污泥池污泥进入污泥搅拌罐投药反应后清液较多, 压滤机压滤后出泥效果不好。

问题 2 改进措施: 在污泥搅拌罐上设置多个清液排放口, 加药反应后的上清液排入调节池。达到

一定浓度的污泥再经压滤机压滤后出泥效果改善。

[参考文献]

- [1] 林思鑫. 杏仁加工废水处理工艺浅析, 电子期刊.
- [2] 唐受印. 《食品工业废水处理》, 化学工业出版社, 2001. 5.

· 工程实例 ·

高压脉冲电凝 - Fenton 氧化 - 生化工艺处理 戊基蒽醌生产废水工程实例

汪佛松, 冯 敏

(江苏江南环境工程设计院有限公司, 江苏 南京 210000)

摘 要:戊基蒽醌生产废水具有成分复杂、污染物含量高、强酸性和难生化等特点。文中以工程实例为基础,介绍高压脉冲电凝 - Fenton 氧化 - 生化工艺在处理戊基蒽醌生产废水工程中的应用,详细介绍了工艺原理、参数以及成本分析。工程运行表明,该组合工艺具有处理效果好、投资少和处理成本低等特点。COD 和 BOD 的去除率均达到 90% 以上,出水水质各项指标均达到《污水综合排放标准》(GB 8978 - 1996)三级标准中有关规定。

关键词:戊基蒽醌;废水;高压脉冲电凝;Fenton 氧化;生化处理

中图分类号:X703

文献标识码:A

A Project Case of Amylanthraquinone Wastewater Treatment by High Voltage Electrocoagulation - Fenton Oxidation - Biological Process

Wang Fo - song, Feng Min

(Jiangsu Jiangnan Environmental Engineering Design Institute Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210000, China)

Abstract: The amylanthraquinone wastewater had the characteristics of complex composition, high contaminant concentration, strong acidity, and poor biodegradability. Based on the project case, the application of high voltage electrocoagulation - Fenton oxidation - biological process in the wastewater treatment was described in this paper. The practice showed that this combined process had the advantages of good treatment effect, low investment and low processing cost. The removals of COD and BOD were both above 90%, and all of the effluent quality parameters could meet the requirements of grade III standard in *Integrated Wastewater Discharge Standard* (GB8978 - 1996).

Key words: Amylanthraquinone; Wastewater; High voltage electrocoagulation; Fenton oxidation; Biological treatment

引 言

湖北某化工厂主要生产戊基蒽醌精细化学品,其生产废水成分复杂,主要污染物质包括无机酸、苯、二甲苯、烷基苯、低沸烃类溶剂和未完全反应的原料、副产品及产品。其中蒽醌磺酸、蒽醌二磺酸等物质属于多环芳香族化合物,B/C 比较低,可生化性较差;苯系物(BTEX)具有较高的水溶性和毒性,容易被微生物吸收的同时能抑制微生物活性。总体上,该股废水具有水量小、污染物含量高、抑制性强、强酸型等特点。根据废水的水质特性,采用高压脉冲电凝 + Fenton 氧化 + 生化工艺对戊基蒽醌生产废水进行处理,系统稳定运行后,出水水质各项指标均达到《污水综合排放标准》(GB 8978 - 1996)三级标准,以下是工程的详细情况。

1 工程设计

1.1 设计水量和水质

设计处理的废水水量 $Q = 25 \text{ m}^3/\text{d}$ 。进水水质: pH 为 3, COD 为 3100 mg/L , BOD 为 465 mg/L 。废水站处理后的水质指标需要达到《污水综合排放标准》GB8978 - 1996 三级标准中相关规定。设计出水水质: pH 为 6 ~ 9, $\text{COD} \leq 400 \text{ mg/L}$, $\text{BOD} \leq 200 \text{ mg/L}$ 。

1.2 废水处理工艺

1.2.1 废水处理工艺流程图 废水处理工艺流程图见图 1。

1.2.2 工艺流程说明 戊基蒽醌生产废水自流到废水接收池,经安装在池底的穿孔曝气管曝气混合

收稿日期:2018 - 03 - 05

作者简介:汪佛松(1980—),男,湖北黄石人,工程师,本科,主要从事工业废水处理相关工作。

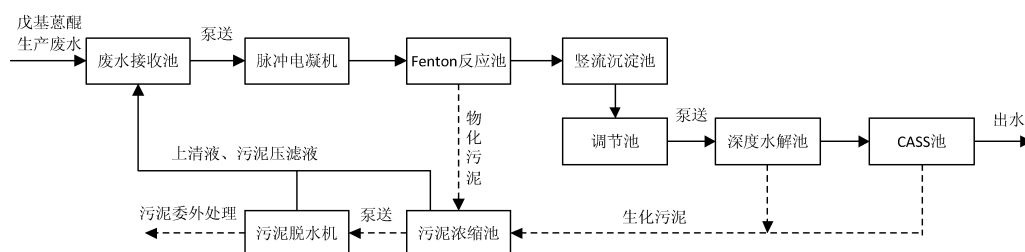


图 1 废水处理工艺流程

均匀;均质液由污水提升泵抽入到脉冲电凝机,废水中污染物在电极板上发生氧化还原反应;废水经过 Fenton 池时,调节 pH 至 3 ~ 4,并投加芬顿试剂 FeSO_4 和 H_2O_2 ,废水中 H_2O_2 在脉冲电凝机产生的 Fe^{2+} 和投加的 Fe^{2+} 催化作用下,产生具有强氧化性的 $\cdot\text{OH}$ 自由基,引发一系列自由基反应,使大分子有机物开环、断键,提高和改善废水的可生化性。预处理后的戊基萘醌废水经热交换器升温至 35°C 后进入脉冲布水器,并通过池内的布水装置进入到反应池底部进行厌氧处理,废水中有毒有害或难降解的大分子有机物在厌氧菌的作用下得到进一步转化;处理后的出水推流进入 CASS 池,CASS 池运行过程中的进水、排水、供气、排泥在 PLC 程序控制下自动进行切换。处理后废水的水质指标全面达标排放。

1.2.3 各主要处理单元设计参数 废水接收池有效容积为 37.5 m^3 ,水力停留时间(HRT)为 36 h;过渡池有效容积 17.5 m^3 ;脉冲电凝选用 RCOF-2 型,其处理量为 $10\text{ m}^3/\text{h}$, $\text{HRT} = 30\text{ min}$,自带刮渣机和浮渣接收槽;混凝池有效容积 24 m^3 ;调节池有效容积 76.5 m^3 ;深度水解池有效容积 55.4 m^3 ,容积负荷 $1.4\text{ Kg COD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$,水力停留时间 53.76 h;CASS 有效容积 60 m^3 ,连续进水、间接排水,需氧量为 $1.2\text{ kg O}_2/\text{Kg BOD} \cdot \text{d}$ 。

2 各主要处理单元说明

2.1 高压脉冲电凝 - Fenton 氧化工艺

高压脉冲电凝 - Fenton 氧化组合工艺是基于电化学原理,采用高压低流的放电方式将电能转化为化学能,使废水中的有机物或无机物在电极板上发生氧化还原反应,污染物凝聚成悬浮物从废水中分离。高压脉冲电凝可以在很大程度上降低废水中电流强度和电解时间,在提高电流效率的同时达到更好的电解效果。适用于水量小、可生化性较差的工艺废水预处理。与此同时,高压脉冲电凝产生

的 Fe^{2+} 与投加的 H_2O_2 形成氧化还原电位达到 $+2.8\text{ V}$ 的 Fenton 试剂,可使废水中有毒有害或难降解的大分子有机物得到进一步氧化分解。在实际运行过程中,通过不断的调节高压脉冲电凝反应时间、pH 值、电流强度、 H_2O_2 投加量和 Fenton 反应时间等处理效果的影响因素,最终确定在最佳的运行条件分别为 30 min 、4、10 A、 $1.5\text{ mL}/\text{L}$ 、4 h。

2.2 深度水解池

厌氧生物处理理论将废水处理划分为三个阶段:水解阶段、酸化阶段和甲烷化阶段^[1]。对于难降解的大分子有机物的降解,水解阶段是生化处理的限速阶段。水解阶段可以定义为将难降解的大分子有机物在微生物胞外酶和胞内酶的作用下转化为可溶性的小分子的过程。此次采用的深度水解工艺是在 UASB 厌氧工艺的基础上,采用脉冲布水方式,克服了传统厌氧工艺布水器易堵塞的问题,与此同时,使微生物和废水中的污染物充分接触,提高废水的处理效果。此外,深度水解池内污泥浓度高达 $10 \sim 15\text{ g}/\text{L}$,且具有较好的沉降性,是保证水解阶段具有较高处理效率的重要因素。

2.3 CASS 池

CASS 池在序批式活性污泥法(SBR)的基础上发展而来,池体分为两部分,前段为生物选择区,后段为主反应区且安装可升降的自动撇水装置。整个工艺的曝气、沉淀、排水等过程周期循环运行,省去了常规活性污泥法的二沉池和污泥回流系统;连续进水、间断排水方式也提高了废水的处理能力。此外,此工艺具有沉淀效果好、抗冲击能力强和不易发生污泥膨胀等特点^[2]。

3 运行效果

为了更好的研究此工艺对戊基萘醌废水的处理效果。从 2017 年 3 月到 2017 年 4 月对进水口、Fenton 池出水、深度水解池出水和 CASS 池出水水质进行间隔 3 d 的连续监测。整个废水处理系统实际运行出水水质为:pH 为 7.6,COD 为 $97\text{ mg}/\text{L}$,BOD 为 $31\text{ mg}/\text{L}$ 。处理后的废水水质均达到排放标准。

3.1 pH

在水质监测期间深度水解池 pH 变化趋势如图 2 所示。从图 2 中可以看出,池内 pH 基本稳定在 7.33~7.81 范围内,保证了深度水解池的正常运行。

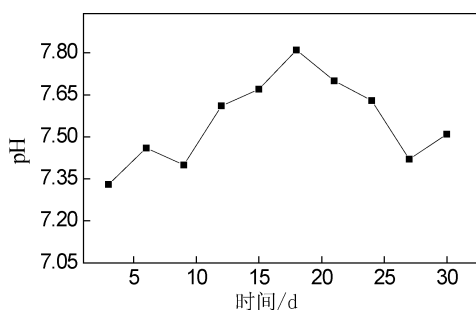


图 2 监测期间深度水解池 pH 变化趋势

3.2 COD 去除效果

进水口、Fenton 池出水、深度水解池出水和 CASS 池出水水质及 COD 总去除率如图 3 所示。从图 3 可以看出,整个系统 COD 总去除率高达 97.1%,表明针对戊基蒽醌废水水质特性,所采用的工艺具可行性、高效性。

4 运行费用分析

戊基蒽醌生产废水处理系统装机容量为 3.2 KW,电费按 0.80 元/Kw·h 计算,每吨废水运行费用为 2.44 元;每吨废水使用 NaOH、H₂O₂、PAC、阴离子 PAM、阳离子 PAM 等药剂费用为 2.14;污水站需要 2 名操作人员,若人均工资按 3 500 元/月

计算,处理每吨废水人员工资为 9.3 元。因此,每吨废水处理成本为 11.8 元。

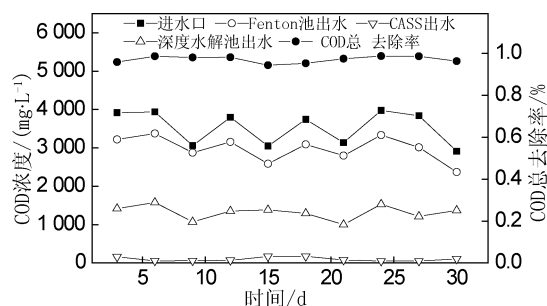


图 3 监测期间进水口、Fenton 池出水、深度水解池出水和 CASS 池出水水质及 COD 总去除率

5 结论

该工程已通过相关环保部门验收,处理后的废水水质指标达到《污水综合排放标准》GB8978 - 1996 三级标准中有关规定。该工程运行结果表明,针对戊基蒽醌生产废水的水质特性,选用耦合氧化 + 生化具有很好的处理效果。其中,预处理高压脉冲电凝 - Fenton 工艺可有效提高废水的可生化性,原水 B/C 比由 0.15 提高到 0.23,为生化处理创造良好的条件。

[参考文献]

- [1] 吕建国, 张明霞. UASB 厌氧反应器污水处理研究进展[J]. 甘肃科技, 2010, 26(13):95-97.
- [2] 王尚文, 李巍, 李树辉. SBR 反应器及其变型工艺研究进展[J]. 图书情报导刊, 2009, 19(12):147-149.

(上接第 76 页)

提供清新良好的生态环境质量,创造了良好的社会生活环境,并有力支持经济的发展,减轻对未来城市环境状况的担忧,提高增强了广大人民群众对党和政府的信任,发展未来发展的信心不断增强,有利于促进社会的和谐稳定。再次,通过产业结构优化调整、生态环境建设和环境污染综合整治的措施的实施,资源能源利用效率明显提高,生态功能显著加强,生态安全得到可靠保障,人居环境得到明显改善,资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的问题得到解决,环境质量得到全面改善。所有这些为天王发展生态旅游、人文旅游产业提供了有利保证,对天王的经济和社会发展起到良好的推动作用。

4 展望

建设生态文明,把生态文明建设融入经济建

设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程,是关系天王镇人民福祉和未来的长远大计,是建设经济发达、生活富裕、环境优美、行为文明、人与自然和谐发展的美丽宜居新天王的必然选择,是天王建设社会主义和谐社会,实现生产发展、生活富裕、生态良好有机统一的必由之路。

[参考文献]

- [1] 顾朝林. 新时期城镇体系规划探论与方法. 城市规划会刊, 1997(2).
- [2] 石屹郡. 长江三角洲区域经济发展的新趋势. 长江流域资源与环境, 2004(7).
- [3] 朱清海, 李崇光. 农业科技园区企业化经营的理论和优势效应分析及策略[J]. 农业现代化研究, 2004(5).
- [4] 李红卫. 生态文明建设 - 构建和谐社会的必然要求, 学术论坛, 2007 年第 6 期.
- [5] 高芳. 建湖县打造水生态文明高新区对策与成效[J], 治淮, 2016(10):37-39.

杏仁加工废水处理工程实例

汪孟波, 李 鑫

(无锡市河净环境工程有限公司, 江苏 宜兴 214214)

摘 要:采用微电解+生化及过滤组合工艺处理杏仁加工废水。工程设计规模为 $50\text{m}^3/\text{d}$,运行结果表明,该工艺处理效果良好,出水 $\text{COD} \leq 100\text{ mg/L}$, $\text{NH}_3 - \text{N} \leq 15\text{ mg/L}$, $\text{SS} \leq 70\text{ mg/L}$,总氰化物 $\leq 0.5\text{ mg/L}$,pH值 $6 \sim 9$,出水水质优于设计指标的要求。

关键词:杏仁加工废水;微电解;过滤;

中图分类号:X703 文献标识码:A

A Project Case of Almond Processing Wastewater Treatment

WANG Meng-bo, LI Xin

(Wuxi River Purification Environmental Engineering co., LTD, Yixing, Jiangsu 214214, China)

Abstract: The almond processing wastewater was treated by micro-electrolysis, biochemistry and filtration combined process. The project design scale is $50\text{m}^3/\text{d}$ for concentrated acid wastewater. The operation result shows that the process is effective and the effluent parameters are good $\text{COD} \leq 100\text{ mg/L}$, $\text{NH}_3 - \text{N} \leq 15\text{ mg/L}$, $\text{SS} \leq 70\text{ mg/L}$, $\text{CN}^- \leq 0.5\text{ mg/L}$, PH value $6 \sim 9$, so the effluent quality is better than the design index.

Key words: Almond processing wastewater; Micro electrolysis; filter

1 废水来源及性质

杏仁加工废水是一种高浓度有机废水,废水来源于生产加工过程中的蒸煮和酸洗工艺,除酸洗工序外不含其它化工原料,废水的有机物浓度较高,含有大量的杏仁皮及苦杏仁中含有苦杏仁甙,在酶、酸的作用下分解成氰化物。氰化物具有剧毒,须予以去除,氰化物随脱苦后的废水进入废水中,废水处理工艺中须严格对氰化物进行处理,废水处理难度大^[1]。

该项目污水处理主要含杏仁加工生产过程中产生废水,其综合水量为 50 t/d 。主要进出水水质见表1。

表1 废水水质及排放标准

项目	CN^- $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	COD $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	$\text{NH}_3 - \text{N}$	SS $/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
进水水质	15	2 500	10	600
出水水质	0.5	100	15	70

2 工艺选择

该项目污水含有杏仁脱苦生产废水,杏仁脱苦工序中能产生氰化物,氰化物对污水中各类微生物

具有杀灭作用,所以污水处理工艺中须考虑预先去除氰化物。由于污水有机物浓度较高,单纯采用生化处理工艺将会导致生化池容积相对较大,且生化处理效果难以保证,综合考虑去氰和去除有机物,拟采用铁炭微电解工艺,既可以去氰同时能大幅降低有机物浓度^[2]。经铁炭处理后废水生化性能同时得到大大提高,再进入水解酸化池,经水解酸化后进一步提高其生化性能,并能有效降解有机物,水解酸化池出水进入好氧池,在此段处理工艺中有机物浓度得到大幅降低。出水进入沉淀池,经沉淀后出水进入中间池,再由提升泵提升进入多介质过滤器。由于废水经前段处理后仍然有一些细小颗粒的难以去除的有机物、悬浮物等,多介质过滤器能起到截留过滤和吸附的双重功能,对细小颗粒污染物进行去除,多介质过滤器作为出水悬浮物的保障。经多介质过滤后出水进入消毒池进行消毒后达标排放。工艺流程如图1。

收稿日期:2018-01-16

作者简介:汪孟波(1976—),男,湖北大冶人,主要研究方向为废水处理工程。

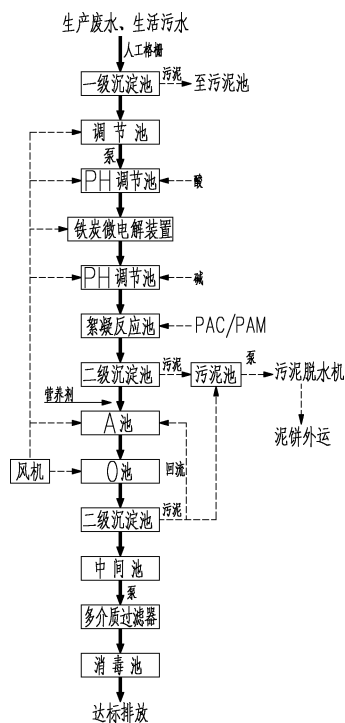


图1 工艺流程

3 主要设计要点

(1) 一级沉淀池: 1座, 尺寸: $2\,000 \times 1\,500 \times 3\,500$ (H) mm, 表面负荷: $0.83 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, 停留时间: 2.5 h;

(2) 调节池: 1座, 尺寸: $8\,000 \times 1\,500 \times 3\,500$ (H) mm, 有效容积: 35 m^3 , 停留时间: 16.8 h;

(3) 二级沉淀池: 1座, 尺寸: $2\,000 \times 2\,000 \times 3\,500$ (H) mm, 表面负荷: $0.63 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, 停留时间: 3.0 h;

(4) A/O池: 1座, 尺寸: $7\,000 \times 7\,500 \times 3\,500$ (H) mm, 有效容积: 150 m^3 , 停留时间: 3 d;

(5) 三级沉淀池: 1座, 尺寸: $1\,500 \times 2\,000 \times 3\,500$ (H) mm, 表面负荷: $0.83 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, 停留时间: 2.5 h;

(6) 中间池: 1座, 尺寸: $1\,000 \times 2\,000 \times 3\,500$ (H) mm, 停留时间: 2.0 h;

(7) 消毒池: 1座, 尺寸: $1\,000 \times 2\,000 \times 3\,500$ (H) mm, 停留时间: 2.0 h;

(8) 污泥池: 1座, 尺寸: $1\,500 \times 2\,000 \times 3\,500$ (H) mm, 有效容积: 9 m^3 ;

(9) 综合设备间, 1座, 尺寸: $4.0 \times 15.0 \times 4.0$ (H) m

4 处理效果

该工程氰化物的去除主要采用铁炭微电解及

絮凝加药反应去除, 影响铁炭微电解处理效果的主要反应条件有 pH、停留时间、填料粒径等, 其中 pH 值及停留时间对铁炭微电解效果的影响是很大的, 远大于填料粒径等, 所以系统设置了在线的 pH 计及通过出水堰控制液位来监控运行过程。

该工程废水排放标准中要求总氰化物小于 0.5 mg/L 。

经过调试运行, 整个处理系统达到了设计要求, 监测结果表明, 出水水质基本稳定, 各项污染物指标均达到排放标准, 排放池出水水质 COD 保持在 100 mg/L 以下, CN^- 保持在 0.5 mg/L 以下。运行一个月进出水统计情况见表 2。

表2 进出水水质统计表

项目	$\text{CN}^- /$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\text{NH}_3 - \text{N}$	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
进水水质	12.9	2 920	5.7	686.2
出水水质	0.11	56	0.8	24.1

5 运行效果分析

电费: 该系统总装机容量: 26.85 KW; 其中常用: 17.5 KW, 日用电量约: 212.9 Kw. h。电费按 0.6 元/度计, 则电费为: $212.9 \times 0.6/50 = 2.55 \text{ 元}/\text{m}^3$ 污水

药剂费: (1) 酸、碱投加费约为: $2.5 \text{ 元}/\text{m}^3$ 污水; (2) PAM 投加费约为: $0.06 \text{ 元}/\text{m}^3$ 污水; (3) 营养剂实际运行中基本不用投加, 费用为 0

药剂费合计: $2.56 \text{ 元}/\text{m}^3$ 污水

人工费: 该系统可全自动化运行, 一般安排一人管理即可, 工资成本按: 24 000 元/人. 年计, 人工费约为: $1.33 \text{ 元}/\text{m}^3$ 污水

废水处理总费用: $2.55 + 2.56 + 1.33 = 6.44 \text{ 元}/\text{m}^3$ 污水

6 结论

污水站于 2014 年 11 月投运, 运行一个月后, 出水稳定, 水质可以达到设计要求。

通过运行总结, 污水站存在几点运行中的问题及改进措施。

问题 1: 铁炭微电解运行过程中产生大量泡沫, 设备制造中未考虑消泡系统, 导致操作人员需定时清理。

问题 1 改进措施: 发现该问题后, 在铁炭微电解池上方增加了刮沫机, 同时设置喷水装置。

(下转第 93 页)

己唑醇废水的预处理工艺研究

顾春红, 董庆华

(盐城市环境保护新技术研究中心, 江苏 盐城 224000)

摘 要:文中目的旨在研究铁碳微电解法去除废水中乙唑醇,探究了 pH 值、反应时间、铁碳比等因素对废水处理效果的影响。通过一系列的实验确定出最佳运行参数,使 COD 去除尽量达到最佳效果。结果表明,铁碳微电解在 pH 为 4、铁碳比为 2:3、反应时间为 1.5h 时的处理效果最好。

关键词: 己唑醇;铁碳微电解

中图分类号: X703; **文献标识码:** A

Study on Pretreatment Process of Hexazoly Alcohol Wastewater

GU Chun - hong, DING Qing - hua

(Yancheng Environmental Protection new technology Research Center,
Yancheng, Jiangsu 224000, China)

Abstract: In this paper, the principle of the iron - carbon micro - electrolysis method is introduced, the effects of the pH value, reaction time and ratio of iron to carbon on the wastewater treatment are investigated, and the optimal operating parameters are determined through a series of experiments to ensure that COD removal rate is as best as possible. The results show that the iron - carbon micro - electrolysis is the best when the pH value is 4, the iron - carbon ratio is 2:3 and the reaction time is 1.5 hours.

Key words: Hexaconazole; Iron - Carbon Micro - electrolysis

近年来,突发性污染事故的发生次数呈逐年递增的趋势^[1],由农药杀菌剂引起的突发性污染事故也时常发生。当农药杀菌剂使用过量时,会随着降雨形成的径流排入水源地或通过渗透进入地下水,如果进入城市管网,还会危害人体健康。

目前,农药废水主要来源于生产加工过程中所产生的废水,这部分废水的主要特点有:(1)污染物浓度高:农药废水在还未被处理之前 COD 比较高,农药生产过程中合成废水的 COD 在几万 mg/L 到几十万 mg/L 左右。(2)有恶臭:会有对人的器官产生影响的刺激性气味,严重时可能会导致中毒。(3)废水成分复杂:农药废水涉及到有机化学反应非常多,成分也十分复杂,会产生很多副产物以及中间产物。(4)水质、水量不稳定:由于生产工艺不稳定,废水排放的水质和水量也不稳定。(5)毒性大:废水中有砷、苯环类、汞等有毒物质,抑制生物降解。

己唑醇是三唑类杀菌剂中的重要品种,它防效高、杀菌谱广、药效时间长,广泛用于治疗因各种高等真菌引起的植物病害^[2]。三氮唑是一种有机物,广泛应用于三氮唑类农药杀菌剂的合成,为白色针状晶体,工业品为浅黄色或褐色针状晶体,吸水性强。

铁碳微电解是电化学反应的氧化还原,主要作用是氧化还原和电附集。因为 Fe 和 C 之间存在 1.2 V 的电极电位差,将它们与溶液混合在一起之后会形成无数个微电池体系。阴极反应产生大量新生态的 [H] 和 [O]。阳极反应生成大量的 Fe^{2+} 后氧化成 Fe^{3+} , 形成具有高吸附絮凝能力的絮凝剂。在 pH 较低的偏酸性的条件下,这些活性成分能和废水中的很多成分发生氧化还原反应,使有机大分子发生断链降解。

收稿日期:2018-01-19

作者简介:顾春红(1972—),女,江苏盐城人,工程师,本科,主要从事环境监测工作。

目前对农药废水的处理方法有很多,但是真正在实际生产中应用的却不是很多。主要原因是运行成本过高和操作难度较大,使得很多工艺并不能在生产生活中得到应用。微电解技术是效果比较理想的一种工艺。因为它在不通电的情况下对废水进行电解处理,既达到降解有机污染物的目的,又节约了成本。所以,在综合考虑之后,文中选择了铁碳微电解法作为此次实验的处理工艺,以达到改善废水的可生化性的目的。

1 实验部分

1.1 试剂和仪器

三氮唑;氢氧化钠;硫酸;还原铁粉;活性炭粉七水合硫酸亚铁;重铬酸钾;硫酸亚铁铵;硫酸;硫酸银;硫酸汞;电子天平;pH计;增氧泵;电热恒温鼓风干燥箱;高效液相色谱仪。

1.2 三氮唑的处理

三氮唑标准曲线的测定 实验中,称取三氮唑固体6组分别为60 mg,76.2 mg,92.4 mg,120 mg,184 mg,242.8 mg溶于1 000 mL的容量瓶中,加入蒸馏水稀释至刻度,密封,摇匀后。以电子pH计测定出标准水样的pH,得出其pH为6.4。打开容量瓶,以5 mL注射器分别抽取水样,经微型过滤头过滤后注射进液相色谱进样瓶。将进样瓶依次放入液相色谱仪,测定出其峰面积。

1.3 铁碳微电解处理

准确称取200 mg(实际称取200.5 mg)的三氮唑溶于1 000 mL的容量瓶中,加蒸馏水稀释至刻度,震荡,摇匀。分别以量筒称取4组100 mL标准溶液加入250 mL锥形瓶中。分别调节pH为3、4、5、6。再分别称取20g还原性铁粉、10g碳粉,加入水样中。用增氧泵通氧进行曝气,曝气2h后,停止曝气,将水样pH调节到10,混凝沉淀后,过滤。再将pH调节至6.4。以5 mL注射器吸取水样,经微型过滤头过滤后将水样注射进液相色谱进样瓶。将进样瓶放入液相色谱仪中。依次测出样品的峰面积。

1.4 己唑醇废水COD测定

用移液管取5 mL己唑醇废水试样,加入500 mL容量瓶,稀释100倍定容至500 mL。取0.4g硫酸汞于加热管中,用移液管取20.00 mL水样,加入10.00 mL重铬酸钾标准溶液,加几粒沸石,并用纯

净水做空白样。于加热管中加入30 mL的硫酸-硫酸银溶液,接上冷凝管,179℃恒温加热2 h(待温度上升至179℃开始计时2h)。待冷却后加入90 mL纯净水(可先用少许纯净水有冷凝管上部缓缓加入,冲洗管壁后移入锥形瓶中,并用剩余纯净水冲洗加热管),移入锥形瓶中,加三滴试亚铁灵指示剂,用盐酸亚铁铵滴定,至溶液由黄绿色变为酒红色,记录消耗的体积。用滴定后的空白样加入10.00 mL的重铬酸钾,滴定至变色,记录数据 $V_{\text{标}}$,用来标定硫酸亚铁铵标准溶液的浓度。计算COD如下:

$$\begin{aligned}\text{COD} &= [(V_{\text{空白}} - V_{\text{水样}}) \times C_{\text{标}} \times 8 \times 1\,000 / V] \\ &= [(23.3 - 19.1) \times 8\,000 \times 0.101\,1 / 20] \times 100 \\ &= 16\,984.8 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

式中:C—硫酸亚铁铵标准溶液的浓度(mol/L);V—水样体积(mL); $V_{\text{空白}}$ —滴定空白时硫酸亚铁铵标准溶液的用量(mL); $V_{\text{水样}}$ —滴定水样时硫酸亚铁铵标准溶液的用量(mL)。

1.5 铁碳微电解实验

1.5.1 pH对处理效果的影响 研究表明^[3],pH为4,铁碳比为1:1时处理效果较好。因此分别取100 mL己唑醇水样于250 mL锥形瓶中,投加铁碳比为1:1,pH分别调至2、3、4、5、6,通过增氧泵进行鼓泡,反应2 h,将pH调至碱性过滤,取部分清液测COD,算出COD去除率。

1.5.2 反应时间对处理效果的影响 分别取100 mL己唑醇水样于250 mL锥形瓶中,投加铁碳比为1:1,pH调至4,通过增氧泵进行鼓泡,分别反应1 h、1.5 h、2 h、2.5 h、3 h,将pH调至碱性过滤,取部分清液测COD,算出COD去除率。

1.5.3 铁碳比对处理效果的影响 分别取100 mL己唑醇水样于250 mL锥形瓶中,投加铁碳比分别为3:1、2:1、1:1、1:2、1:3,pH调至4,通过增氧泵进行鼓泡,反应2 h,将pH调至碱性过滤,取部分清液测COD,算出COD去除率。

2 结果与讨论

2.1 三氮唑标准曲线的测定

根据测得的数据做出标准曲线图,如图1,计算其线性方程式为 $y = 0.123\,1x + 13.91$ 。其中y为峰面积,x为三氮唑浓度(/ppm)。可用来检测三氮唑的浓度。

由图 1 可以看出,三氮唑溶液峰面积和浓度成正向线性关系。

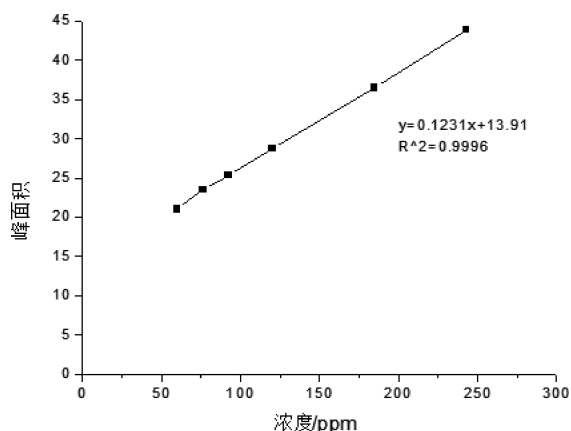


图 1 三氮唑浓度与峰面积的标准曲线

2.2 铁碳微电解处理三氮唑标准溶液效果曲线

由图 2 可以看出,铁碳微电解三氮唑溶液,浓度先降低后上升,在 pH 在 4 到 5 之间三氮唑浓度最低,说明处理效果最好。

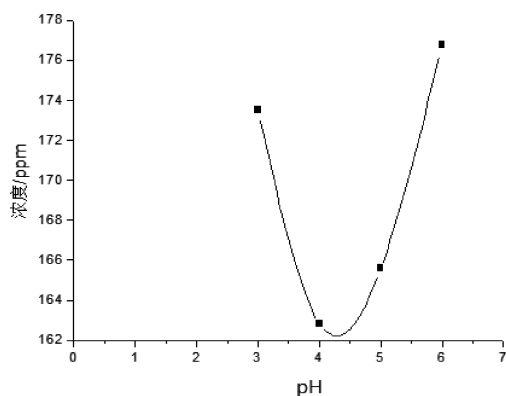


图 2 铁碳微电解的 pH 和三氮唑浓度的关系

2.3 铁碳微电解实验

2.3.1 pH 值对 COD 去除率的影响 固定铁碳比为 1:1,反应时间为 1.5 h。当 pH 分别为 2、3、4、5、6、7 时,铁碳微电解处理后的己唑醇废水 COD 分别为 13 995 mg/L、13 655 mg/L、13 451 mg/L、13 485 mg/L、13 689 mg/L、13 774 mg/L。

表 1 pH 对 COD 去除率的影响

pH	2	3	4	5	6	7
去除率/%	17.6	19.6	20.8	20.6	19.4	18.9

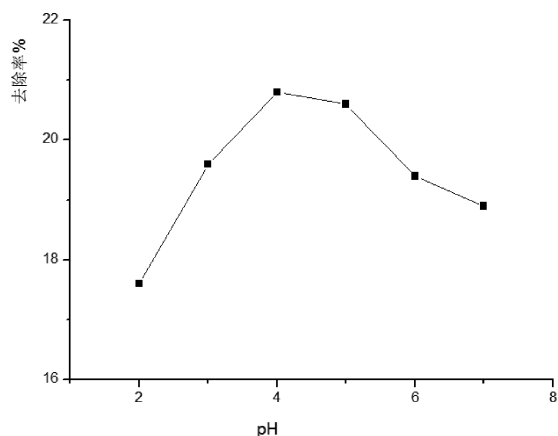


图 3 pH 对 COD 去除率的影响

在 pH 在 2 到 4 时,COD 去除率随着其 pH 值的增大而增大,pH 在 4 到 5 时去除率较高, pH = 4 时达到最大值 20.8%。在酸性条件下,酸性越强,铁碳原电池电位差越大,电极反应越容易进行。pH 较低时,铁屑在酸中易发生钝化,从而影响 COD 的去除效果。综合考虑,选取 pH 值为 4 左右,与所查文献研究一致。

2.3.2 反应时间对 COD 的影响 放入铁粉 10 g,活性炭 10g,固定铁碳比为 1:1,将 pH 调至 4,使用增氧泵分别鼓泡 10 min、20 min、30 min、60 min、90 min、120 min,反应结束后测得 COD 分别为 15 099 mg/L、14 691 mg/L、13 944 mg/L、13 383 mg/L、13 570mg/L、13 604 mg/L。

表 2 反应时间和 COD 去除率的关系

反应时间	10 min	20 min	30 min	60 min	90 min	120 min
去除率/%	11.1	13.5	17.9	21.2	20.1	19.9

在 0 ~ 120 min 范围内,零价铁在酸性环境下持续释放电子,COD 去除率随着反应时间的增加而上升,在反应时间为 60 min 时,COD 去除率达到最大为 21.2%,而在时间大于 60 min 后,去除率呈降低状态,但下降比较缓慢。微电解将废水中的简单有机物降解同时,对废水中的大分子有机污染物进行断链,当 COD 降解速度小于开环致使 COD 增大的速度时,废水中 COD 值呈上升趋势。

2.3.3 铁碳比对 COD 去除率的影响 控制 pH 至 4,将铁碳比分别调为 3:1、2:1、1:1、2:3、1:2、1:3,设定反应时间为 1.5 h。处理后测定

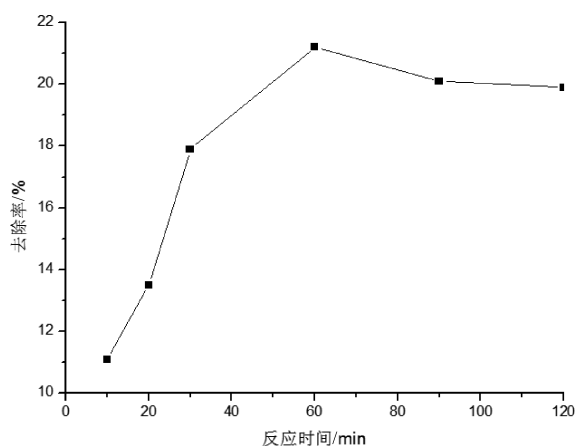


图4 反应时间和 COD 去除率的关系

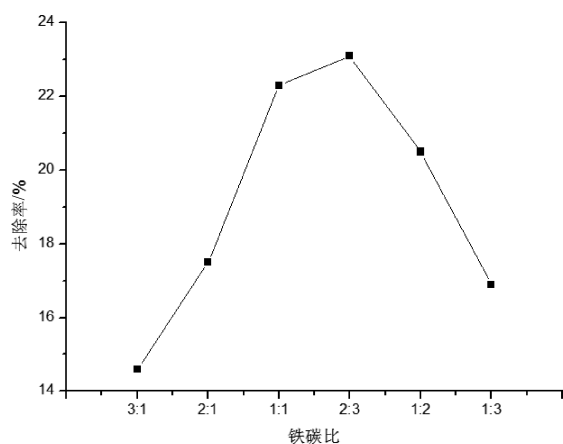


图5 铁碳比与 COD 去除率的关系

己唑醇废水 COD 分别为 14 504 mg/L、14 010 mg/L、13 197 mg/L、13 065 mg/L、13 468 mg/L、14 113 mg/L。

表3 铁碳比与 COD 去除率的关系

铁碳比	3:1	2:1	1:1	2:3	1:2	1:3
去除率/%	14.6	17.5	22.3	23.1	20.5	16.9

由图5可知,当铁碳比为2:3时,COD去除率达到最高,约为23.1%,这是因为加入的碳形成了宏观电池^[4]。铁的用量过高就会导致二价铁离子的生成速率过快,二价铁离子大量存在溶液中,并与与羟基自由基发生反应而消耗羟基自由基,对于改变废水中许多有机物的结构和特性而使有机物发生断链、开环等的作用减弱^[5],从而使COD的去除率下降。

3 结论

在铁碳微电解中,最佳铁碳比为2:3左右,最佳pH为4,较芬顿氧化最佳pH低,反应时间控制在1.5 h内。

[参考文献]

- [1] 申元丽,马金锋,赵旭,等. 臭氧氧化降解除草剂草甘膦的实验研究. 环境科学学报, Acta Scientiae Circumstantiae, 2011年08期, 0253-2468(2011)08-1647-06.
- [2] 徐仲杰. 杀菌剂己唑醇的合成工艺研究及几种新型农药微乳剂的研制. 青岛科技大学, 2008.
- [3] 王晓阳, 费学宁, 周立峰. 铁碳微电解降解高浓度制药废水, 环境科学与管理, Environmental Science and Management, 1674-6139(2011)05-0100-06.
- [4] 詹燕, 熊忠, 林衍, 等. 铁屑内电解法对苈麻废水的预处理研究[J]. 工业水处理, 2003, 23(1): 28-31.
- [5] 全国第四届水处理大会资料组. 全国第四届水处理大会论文集[C]. 南京: 东南大学出版社, 2002: 80-83; 100-105.

(上接第84页)

(5) 积极创新体制机制。在生态文明建设各项关键领域和关键环节, 系统实施一批制度改革, 重点完善生态文明绩效评价考核和责任追究制度、自然资源产权和国土空间规划保护制度、环境治理制度及市场运作机制等, 为新时期生态文明建设注入强大的创新推动力。

4 展望

绿色发展评估结果是基于一套数学模型计算得出, 为便于横向对比, 因该数学模型仍处于探索

性、试验性的阶段, 特别是对县市区的适用性还有待进一步的论证。2017年, 中办国办印发《生态文明建设目标考核办法》, 要求对省一级绿色发展开展评估, 作为生态文明考核的重要指标和参考条件。发改委、统计局、环保部和中组部也联合下文, 印发了国家层面的《绿色发展指标体系》, 目前各地也在深入学习吸收国家关于绿色发展评估的新要求, 结合实际开展落实工作。我们也将深入开展绿色发展评估的研究, 根据实际情况适时调整计算方法, 推动绿色发展评估体系更加科学, 方法更加完善。