污染防治技术
WURAN FANGZHI JISHU
1982 年创办

第 31 卷 第 1 期(总第 140 期)
2018 年 2 月 20 日出版
(双月出版)

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

目　　次

基本参数: S(2017)00000161 * 1982 * b * A4 * 88 * zh * P * ▭ * 2 000 * 27 * 2018 - 2

MAIN CONTENTS

POLLUTION CONTROL TECHNOLOGY
(Bimonthly)
Founded in 1982
Vol. 31 , **No.** 1 (**Ser.** 140)
Published on Feb 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·

水泥窑协同处置典型危险废物预处理系统研究

李兴福[1]， 方斌斌[2]， 黄文平[1]， 姚 琪[3]
（1. 江苏省固体废物监督管理中心，江苏 南京 210036；2. 江苏省环境科学研究院，江苏 南京 210036；3. 南京大学环境规划设计研究院股份公司，江苏 南京 210093）

摘 要：选取江苏省产生量前20位的危险废物中典型危险废物类别，以固态废树脂，液态废有机溶剂、废矿物油，半固态废水处理污泥为研究对象。在水泥窑协同处置危险废物预处理工艺中，运输系统、预处理方法和投料系统等进行研究。主要探究水泥窑协同处置不同形态危险废物的预处理方式，为水泥窑协同处置危险废物行业提供管理依据。

关键词：水泥窑；协同处置；危险废物；不同形态；预处理系统
中图分类号：X705 **文献标识码**：A

Study on the Pretreatment system of typical hazardous wastes by using cement kiln

LI Xing－fu[1], FANGBin－bin[2], HUANG Wen－ping[1], Yao Qi[3]
(1. *Jiangsu Solid Waste Supervision and Management Center*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*; 2. *Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*; 3. *Academy of Environmental Planning & Design*, *Co.*, *Ltd. Nanjing University*, *Nanjing g*, *Jiangsu* 210093, *China*)

Abstract: In the selection of the hazardous wastes in jiangsu province the top 20 typical categories of hazardous wastes, solid waste resin, liquid waste, waste mineral oil, organic solvent, and semi－solid waste water treatment sludge were used as the objects of this study. The transportation system, pretreatment method and feeding system in the joint disposal process by cement kiln were studied. This paper mainly probed into the pretreatment of different forms of hazardous wastes in the joint disposal process using cement kilns, in order to provide the management basis for the joint disposal of hazardous waste industry by using cement kiln.

Key words: Cement kiln; Hazardous waste; Co－processing; Different form Pre－treatment system

随着经济的发展、城镇化规模的扩大，危险废物的处置是环境保护工作者面临的一个重大课题，当前危险废物产生量与日剧增，而水泥窑协调处置危险废物在“减量化、无害化和资源化”等方面具有明显优势和特点[1]。危险废物类型繁多而组成复杂，其形状、大小、结构，特别是性质均有很大的差别，进入水泥窑的危险废物应具有相对稳定的化学组成和物理特性。

在水泥窑协同处置危险废物过程中，危险废物的输送风险较大，危险废物的厂内输送根据危险废物形态选择输送设施，有效防止废物的滴漏、溢出、飘散、遗撒；危险废物预处理方法根据危险废物不同性质进行分类处理。水泥窑协同处置危险废物投料点的选择需根据危险废物燃料特性和形态，以确保水泥窑协调处置过程中危险废物焚烧过程的安全可靠和稳定运行。

目前国内外对于水泥窑协同处置固体废物有一定的研究，但主要集中在生活垃圾，对水泥窑协同处置危险废物预处理还缺乏系统的研究[2]。文中主要对水泥窑协同处置危险废物运输系统、预处理方法和投料系统等进行研究，并选取江苏省产生量前20位的危险废物中典型危险废物类别为分析

收稿日期：2018－01－05
＊**基金项目**：江苏省省级环保科研课题（No. 2015016）
作者简介：李兴福（1986—），男，福建上杭人，工程师，主要从事工业污泥管理。

对象,从危险废物形态的角度分析水泥窑协同处置不同危险废物的预处理方式。

1 以废树脂为例的固态危险废物预处理系统

1.1 输送系统

固态危险废物从储存库至预处理设施的输送,依托于铲斗车、移动抓料斗、传送带、螺杆绞笼或升降机等装置。破碎后的废物从破碎设施通过混凝土输送泵、蜗杆、升降机、铲斗车或传送带等装置输送至混合搅拌设施。预处理后危险废物至窑头、窑尾和原料磨投加点的输送,应配备传送带、泵力或气力输送装置,传送带应加设防护罩,防止粉尘飘散[3,4]。

1.2 预处理方法

固态废物预处理技术主要包括破碎、筛分、搅拌和混合等,常见的物理预处理技术见表 1。

1.3 投料系统

固体废物投料点包括:窑头高温段投加点、窑尾高温段投加点和原料磨投加点。原料磨投加点适合固态废物,粒径适应性广,块状粉状;窑头高温段投加点保证喷入的废物与窑内物料有足够的反应时间;窑尾烟室投料点粉状废物通过密闭的机械传送带或气力输送,大块状废物通过机械传送带输送。

1.4 废树脂的预处理系统

入窑前对废树脂的含水率、粘度、热值、重金属含量、有机成分等进行分析。其水分含量约在 20% 左右,主要成分含量见表 2。

废树脂属于 HW13 类危险废物,对于废树脂为例固体废物的输送方式,通过铲斗车、移动抓料斗、传送带的输送方式从储存库至预处理设施,预处理方法包括破碎、分选、粉磨,同时确保降低废树脂尺寸及对水泥生产有害的物质主要有碱含量、氯含量、硫含量、氧化镁含量,其中碱含量要求控制在 2% 以下,氯含量控制在 0.2% 以下,硫含量控制在 1% 以下,氧化镁控制在 3% 以下。通过对废树脂的成分进行分析,废树脂的含水率较低、有害物质含量控制在较低水平,结合主燃烧器、窑门罩、窑尾和生料磨等不同的投加方式进行投加。此外,由于废树脂含有水泥生产必须的氧化硅、氧化铝,因此可作为水泥生产的替代原料,根据具体需求控制入窑元素含量,按比例与原料一同入窑。

2 以废有机溶剂、废矿物油为例的液态危险废物预处理系统

2.1 输送系统

液态废物在厂内的运输,需配备耐腐蚀耐有机溶剂的密封容器,如 IBC 集装桶或配备泵力输送装置,输送泵应适应液态废物品质的波动以及固态悬浮颗粒的存在。

2.2 预处理方法

液态废物预处理技术主要包括破碎、筛分、搅拌和混合等,常见的物理预处理技术见表 3。

2.3 投料系统

液态废物投料点包括:窑头高温段投加点、主

表 1 常见的水泥窑协同处置危险废物预处理方法

适合废物类型	处理方法	具体操作	主要预处理设备
固体危险废物与半固体危险废物	破碎	利用人力或机械等外力的作用,破坏固体废物质点间的内聚力和分子间作用力而使大块固体废物破碎成小块的过程。	人工预处理、行车预处理、颚式破碎机、锤式破碎机、反击式破碎机、圆锥式破碎机、反击-锤式破碎机、立轴锤式破碎机。
	筛分	利用物料的某些性质方面的差异,将其分选开,完成粗、细物料分离。	振动筛;静电筛;回转筛。
	搅拌、混合	增大固体与助燃空气的接触和混合程度;吊车抓斗,叶片或螺旋搅拌,密闭的搅拌器切割、破碎和搅拌。	固态:吊车抓斗搅拌混合;安装在低转速水平轴上的叶片或螺旋搅拌混合;安装在转轴上刀片搅拌混合。

表 2 废树脂主要成分含量表 %

水分	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	碱含量	Cl
20	50.50	39.33	0.33	0.09	0.03	0.09	0.19	—

表 3　常见的水泥窑协同处置危险废物预处理方法

适合废物类型	处理方法	具体操作	主要预处理设备
液态危险废物	中和法	根据废物的酸碱性质、含量及废物的量选择适宜的中和剂。	中和反应器,膜式过滤装置,离心泵或者隔膜泵。
	配伍	按粘度、热值、水分、卤素、金属盐类、硫化物、环形或多环有机化合物和固体悬浮物的含量等对不同废物进行配伍。	分析化验室主要设备包括:采样制样工具仪器,原子吸收分光光度计,粘度仪,搅拌仪,温度计,压力计,pH 计,反应收集装置等。
	干燥(含水量较高的危险废物)	对于含水量较高不能直接焚烧的危险废物,进行烘干,以达到减少焚烧体积和增加燃烧值的目的,采取自然晒干、设备烘干和自然晒干与设备烘干相结合的方法。	有回转式烘干机、流态烘干机、振动式烘干机、立式烘干机等。

表 4　常见的水泥窑协同处置危险废物预处理方法

适合废物类型	处理方法	具体操作	主要预处理设备
半固态危险废物	搅拌、混合	增大固体与助燃空气的接触和混合程度;吊车抓斗,叶片或螺旋搅拌,密闭的搅拌器切割、破碎和搅拌。	安装搅拌叶片或再循环泵系统的混合罐。
	干燥(含水量较高的危险废物)	对于含水量较高不能直接焚烧的危险废物,进行烘干,以达到减少焚烧体积和增加燃烧值的目的,采取自然晒干、设备烘干和自然晒干与设备烘干相结合的方法。	有回转式烘干机、流态烘干机、振动式烘干机、立式烘干机等。

燃烧器投料点、窑门罩投料点、窑尾烟室投料点。窑头高温段投加点适合泵力输送投加的液态废物;主燃烧器投料点适合热值高、含水率低的有机废液;窑门罩投料点适合热值低、含水率高的有机废液和无机废液;窑尾烟室投料点适合投加的废物以液态为主。

2.4　*废有机溶剂、废矿物油预处理系统*

废有机溶剂、废矿物油热值较高、含水率低,入窑前,需对其性质进行分析,主要包括分析粘度、低位热值、pH 值、有机成分等性质。对于废有机溶剂、废矿物油液体废物的输送,通过耐腐蚀耐有机溶剂的密封容器和输送泵的输送方式从储存库至预处理设施,通常采用的预处理方式为搅拌、混合、配伍和中和,以保证液态废物中的污染物浓度始终处于适当的范围内。

废有机溶剂、废矿物油通常不含有对水泥生产有害的元素成分,可用作水泥窑协同处置替代燃料,这些替代燃料一般不会对分解炉的气流的停留时间有额外的要求,采用正常的操作方式能满足废弃物的处置利用。废矿物油和有机废液作为替代燃料,可从主燃烧器投加,在投加时,需要控制通过泵力输送投加的液态废物不应含有沉淀物,避免燃烧器喷嘴堵塞。

3　以废水处理污泥为例的半固态危险废物预处理系统

3.1　*输送系统*

半固态的废物从储存库至预处理设施的输送,应配备液压铲车或起重机桥和液压柱塞泵等装置。破碎分选调质后的废物至混合筛分设的施输送,应配备蜗杆或泵力输送装置,蜗杆输送坡度小于 15,泵力输送一般可采用混凝土输送泵。经混合、筛分和研磨后的流态化废物至水泥窑加料点的输送,应配备泵力输送装置。

3.2　*预处理方法*

半固态的危险废物预处理方法主要为搅拌、混

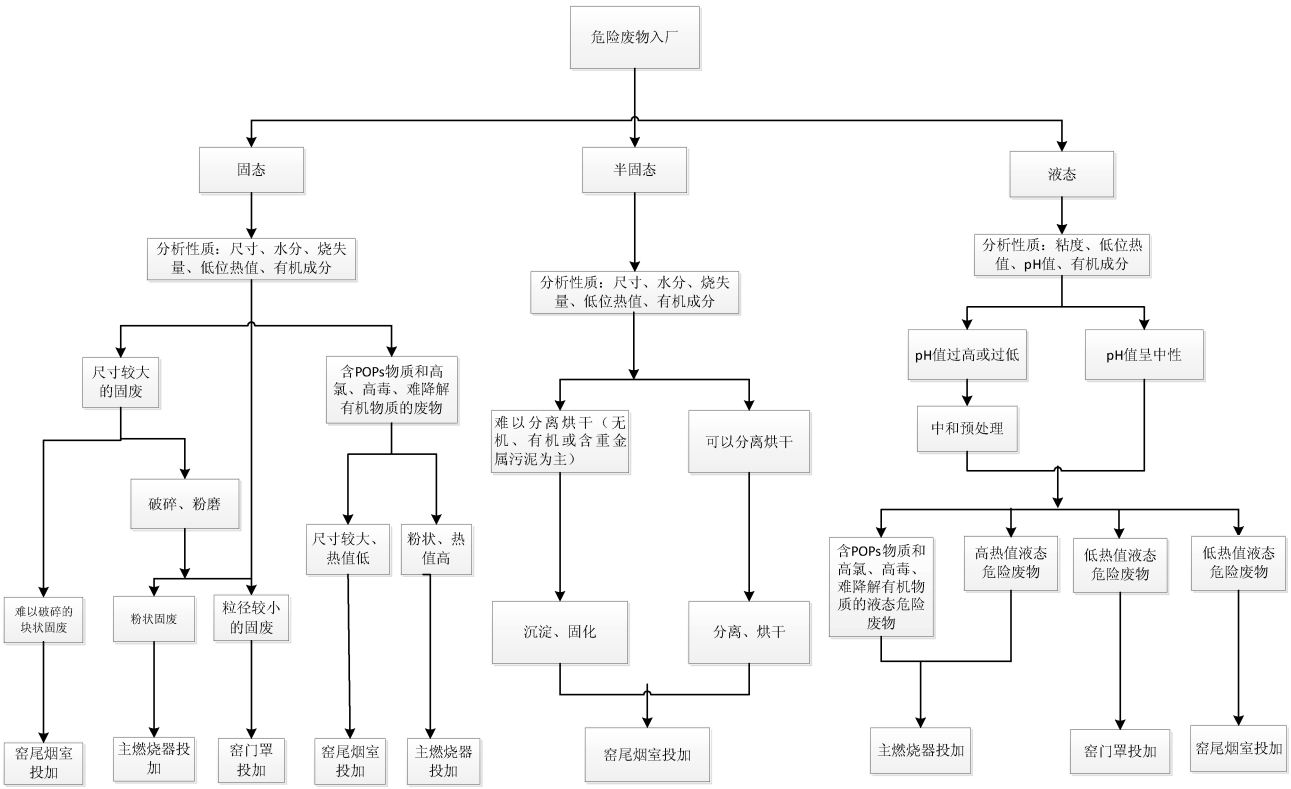


图 1　危险废物水泥窑预处理流程

合和干燥等。

3.3　投料系统

液态废物投料点包括:窑尾高温段投加点。窑尾烟室投料点具有温度较高,气相停留时间较长,物料停留时间长,分解炉燃烧工况不易受影响,物料适应性广的优势,投加的液态、浆状废物通过泵力输送。

3.4　废水处理污泥预处理系统

污水处理厂污泥是污水处理后的产物,作为非均质体,污泥的主要特性是含水率高(可高达 99% 以上),有机物含量高,并且颗粒较细,比重较小,呈胶状液态。废水处理污泥介于液体和固体之间的浓稠物,可以用泵运输,很难通过沉降进行固液分离。干化后的污泥基本为细的颗粒状,具有发热量低、着火点低、燃烧过程形成的飞灰多、燃烧时间短等特点。干化/半干化污泥不适合作为水泥窑原料配料大规模利用,应当尽可能在分解炉、窑尾烟室等高温部位投入,以保证焚毁效果。

4　结　语

随着工业的发展,目前危废种类繁多,水泥窑协同处置危险废物,作为新型城市净化器的水泥窑协同处置有着明显的技术优势和经济优势,同时也为水泥企业提供了新的发展方向。水泥窑协同处置预处理系统是采用物理和化学的方法降低和破坏固体废物中的有害成分,其目的在于改变处理危险废物的物理化学性质,降低危害性,从而达到无害化,或将其转变为适于进一步处理、处置的形态。文中结合危废种类的性质及物理形态等实际情况综合考虑预处理方式及确定预处理系统工艺流程,使水泥窑运行工矿连续,可控,安全,进料准确,在技术可靠、经济合理、避免产生二次污染,为水泥窑协同处置危险废物行业提供管理依据[5]。

[参考文献]

[1] 魏志刚,潘永宝,姬　涛,等. 利用新型干法水泥窑协同处置危险固体废物技术进展[J]. 科技展望,2017,27(12):145.

[2] 芦　澍. 水泥窑协同处置垃圾焚烧飞灰预处理工艺试验研究[J]. 环境工程,2013,31(S1):333 - 335 + 367.

[3] 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》GB 30760—2014.

[4] 彭金平,刘　晨,王克云. 浅析 GB 30760—2014《水泥窑协同处置固体废物技术规范》[J]. 中国标准导报,2015,(07):44 - 47.

[5] 崔小爱,吴云波. 利用水泥窑无害化协同处置生活垃圾及危险废物[J]. 污染防治技术,2013,26(02):29 - 31 + 42.

“十二五”期间泰州市农村种植业污染现状研究

赵 利
(泰州市环境监测中心站,江苏 泰州 225300)

摘 要:种植业生产过程中化肥、农药的过度使用及污水灌溉行为造成了农村水环境的严重污染。在农村水环境污染源中,种植业面源污染占有非常高的比例。文中介绍了泰州市“十二五”期间农村种植业污染现状及其与环境污染的关联性。结果显示,“十二五”期间,泰州市农业现代化进程进一步加快,农村种植业的化肥、农药使用量逐年递减,农用薄膜和农用柴油使用量逐年递增,泰州市农村农业污染防控初显成效的同时,仍存在氮肥施用量过大,农用薄膜回收率低,农药的高毒高残留等现象,因此必须加强立法和宣传教育力度,不断改善农村环境质量。

关键词:农业面源污染;种植业;“十二五”计划
中图分类号:X592 **文献标识码**:A

Study on Pollution status in the Rural Planting Industry in Taizhou City During The Twelfth Five – Year plan

ZHAO Li
(*Taizhou Environmental Monitoring Central Station*, *Taizhou*, *Jiangsu* 225300, *China*)

Abstract: The excessive usage chemical fertilizer, pesticide and sewage irrigation during the production process of crop farming caused serious pollution of rural water environment. planting non – point source pollution occupied a very high proportion of the sources that caused the pollution of water environment in rural areas. The planting pollution situation and its relevance to rural environmental pollution during the 12th five – year plan in Taizhou were introduced in this paper. The results showed that during the 12th five – year, the process of agricultural modernization had been further accelerated and the usage of chemical fertilizers, pesticides decreased year by year, while the usage of agricultural films, agricultural diesel consumption increased year by year. Although the pollution prevention and control of rural agriculture in Taizhou had achieved initial success, the phenomenon that over – use of nitrogen fertilizer, low rate recovery of agricultural film and high residues of pesticides with toxicity still existed at the same time, strengthening the legislation and education efforts, and continuously improving the rural environmental quality should be done.

Key words: agricultural non – point source pollution; planting industry; the twelfth five – Year plan

种植业是农业的主要组成部分之一,2008年底中国农作物总播种面积达到156 266千 hm^2,其中粮食作物播种面积为106 793千 hm^2[1]。在种植业生产过程中的不当行为会对农村水体环境造成严重的污染。由于中国农业种植存在着总数量庞大、高度分散、单个农户家庭小规模经营等特点,因此产生的水污染物绝大部分以面源的形式进行排放。面源污染是相对于点源污染而言的,除具有固定排放口的污染源以外的所有其它各类污染源均属于面源。面源污染具有排放分散性和隐蔽性、随机性和不确定性、难以监测和空间异质性、时间滞后性和跨界性等特点[2],因而防治十分困难。目前国内外已有很多学者开展了种植业面源污染的相关研究[3]。

泰州市目前共有建制镇69个,乡集镇6个,行政村1 487个。随着泰州市农业、农村经济的快速发展,农林牧渔业总产值逐年递增,农村规模化畜禽养殖污染物产生量和排放量逐年升高,农村生活污水排放逐渐增多,农业种植地膜的使用量逐步攀

收稿日期:2017 – 12 – 05
作者简介:赵利(1977—),女,江苏泰州人,工程师,本科,主要从事环境监测信息管理工作。

升。泰州市农业在飞速发展的同时,也带来了不容忽视的生态环境问题。为此,市委市政府强化农村环保专业队伍建设,加强对乡镇工业项目的环境管理,严格控制向农村转移污染源。并狠抓畜禽养殖等农业面源污染治理,进一步加强秸秆禁烧督查工作,不断改善农村环境质量,农业现代化建设成效明显[4]。

1 泰州市农村种植面积和产量

2015 年,主要农作物播种面积 581.03 千 hm^2,与 2011 年相比,上升 0.8%;粮食作物总产量 329.35 万 t,与 2011 年相比,上升 2.5%;蔬菜及特种作物播种面积 86 190 千 hm^2,与 2011 年相比,上升 11.8%;果园面积 3 340 hm^2,与 2011 年相比,上升 19.1%;园林水果产量 50 669 t,与 2011 年相比,上升 27.0%;桑园面积 142 hm^2,与 2011 年相比,下降 68.9%;蚕茧产量 49 t,与 2011 年相比,下降 82.2%;银杏 22 242 t,与 2011 年相比,上升 52.9%;森林面积 92 452 hm^2,与 2011 年相比,上升 15.2%;林地面积 116 417 hm^2,与 2011 年相比,上升 14.0%。

“十二五”期间,泰州市农村主要农作物种植面积 2013 年最大,蔬菜及特种作物种植面积逐年递增;主要经济林面积波动较大,果园面积 2015 年最高,桑园面积 2015 年最低;主要林业面积逐年递增。泰州市粮食作物总产量逐年递增;主要经济林产量逐年递增。(见图 1)

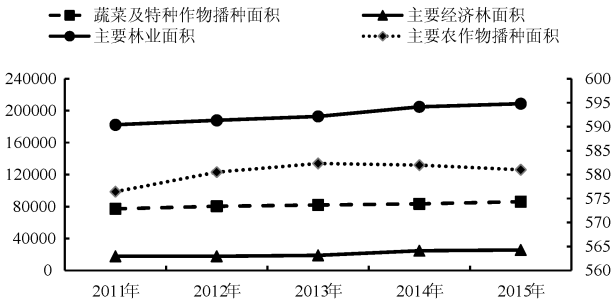


图 1 “十二五”期间泰州市农村种植面积

2 泰州市农村种植化学化情况

2015 年,泰州市农村化肥施用量 165 516 t,与 2011 年相比,下降 14.4%;其中,氮肥下降 19.1%,磷肥下降 32.5%,钾肥下降 17.4%,复合肥下降 8.4%;农药使用量 5 342 t,与 2011 年相比,下降 26.4%;农用薄膜使用 4 608 t,与 2011 年相比,上升 24.8%;农用柴油使用 54 392 t,与 2011 年相比,上升 10.5%。

“十二五”期间,泰州市农村化肥施用量和农药使用量逐年递减;农用薄膜使用量逐年递增;农用柴油使用量逐年递增。

表 1 泰州市农村种植面积和产量统计表

年度	主要农作物播种面积(千 hm^2)	粮食作物总产量(万 t)	蔬菜及特种作物播种面积(千 hm^2)	主要经济林(t、hm^2)					主要林业(t、万株、hm^2)				
				园林水果产量	银杏	果园面积	桑园面积	蚕茧产量	森林面积	林地面积	当年造林面积	零星植树	当年苗木产量
2011 年	576.45	321.26	77 113	39 910	14 551	2 805	457	276	80 285	102 163	5 150.8	452.26	4 755.08
2012 年	580.53	323.77	80 361	43 658	15 000	2 382	459	152	80 218	107 772	6 481	664.62	9 031.53
2013 年	582.32	326.68	81 960	49 741	15 305	3 232	459	109	82 376	110 581	4 397	625.3	9 780.1
2014 年	581.98	328.55	83 347	49 655	21 467	3 061	179	86	90 508	114 474	3 007	509.23	5 614.1
2015 年	581.03	329.35	86 190	50 669	22 242	3 340	142	49	92 452	116 417	2 768	507.5	18 417

表 2 泰州市农村种植化学化情况统计表

年度	化肥施用量(折纯)/t	化肥施用量(折纯)其中:				农用薄膜使用量/t	农用薄膜使用量		农用柴油使用量/t	农药使用量/t
		氮肥/t	磷肥/t	钾肥/t	复合肥/t		地膜使用量/t	地膜覆盖面积/hm^2		
2011 年	193 251	91 894	23 468	6 795	71 094	3 693	1 827	21 143	49 214	7 255
2012 年	179 192	87 406	19 752	6 308	65 726	4 019	1 869	21 759	51 638	6 232
2013 年	175 560	84 473	17 667	6 046	67 374	4 172	1 943	23 255	53 016	5 624
2014 年	169 473	82 030	16 118	5 743	65 582	4 381	1 969	25 127	54 258	5 523
2015 年	165 516	74 313	15 848	5 616	65 131	4 608	1 954	26 569	54 392	5 342

3　农村种植业与环境污染的关联性

农业生产中化肥的大量和不合理施用、大量农药施用和农用膜的使用量的递增,是导致农村种植业环境污染的主要原因。氮磷钾肥施用配比不科学和区域地区间化肥施用分配不均衡导致土壤理化性质变差、耕地生产力下降,过多使用化肥使养分通过地表径流和渗流大量流失,造成地表水、地下水水体污染;农药的大量施用,利用率不高,导致高毒高残留农药;农用膜回收率低,残存的地膜导致土壤肥力下降和农作物减产。

“十二五”期间,泰州市农业现代化进程进一步加快,2014 年已经基本实现水稻种植机械化,国家现代农业示范区建设水平位于全国前列。统计数据表明,泰州市农村种植业的化肥、农药使用量逐年递减,农用薄膜和农用柴油使用量逐年递增。由此可见,泰州市农村农业污染防控初显成效,但不容乐观的是,化肥施用氮磷钾比例不均衡,2015 年泰州市化肥中的氮磷钾比例为 1:0.21:0.08,氮肥施用量过大,农用薄膜回收率低,农药的高毒高残留,仍是农村农业污染的主要污染源之一(见图 2、图 3)。

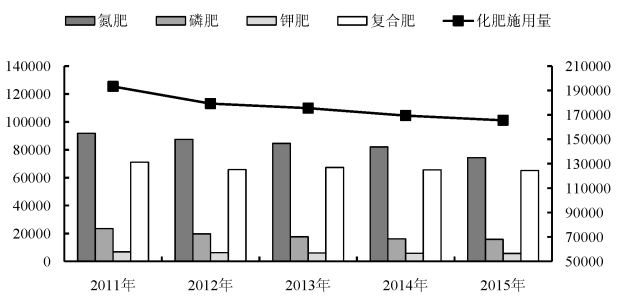


图 2　“十二五”期间泰州市农村种植业化肥施用量

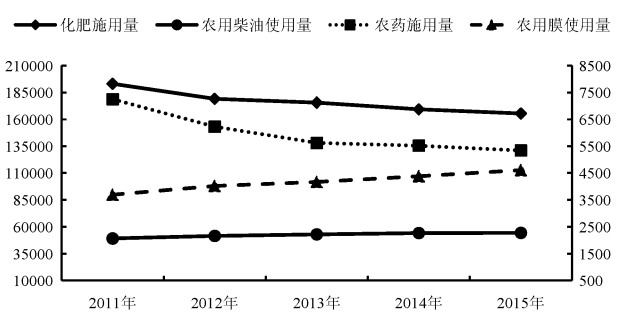


图 3　“十二五”期间泰州市农村种植业化学化使用量

根据统计数据显示,“十二五”期间地表水中化学需氧量、氨氮、总磷 2015 年度均值分别比 2011 年下降了 13.8%、22.3%、9.7%,总氮上升 17.7%。农村种植业氮、磷、钾、复合肥 2015 年施用量分别比 2011 年下降了 19.1%、32.5%、17.4%、8.4%。由此可见,农村种植业污染的比重在下降,机械化种植趋势明显。

4　小结

国家对化肥行业的种种价格管制政策以及国家对农民实施补贴的财政支农政策导致化肥要素市场扭曲的存在;中国广泛存在的化肥要素市场扭曲对农业面源污染物排放有显著的正向激发效应[5]。国家化肥政策使得价格规律无法发挥作用,在一定程度上是化肥滥用的主要原因[6]。

“十二五”期间,在地方政府的严格管控下,泰州市农村种植业化学化污染逐年下降,2015 年化肥和农药的施用量分别比 2011 年下降 14.4%、26.4%,但农用膜的使用量大幅上升,比 2011 年上升 24.8%。化肥施用氮磷钾配比的不均衡问题亦非常突出。因此,在取得一些成绩的同时,我们也要清醒的认识到,农业环境是自然生态环境和人类社会环境的重要组成部分,是人类赖以生存和发展的基础,也是农业生产持续稳定发展的根本保障。

“十三五”,我们首先要完善环境保护和污染防控立法,尤其是农村环境保护立法工作,做到有法可依、违法必究、执法必严。其次,要充分利用各种有效地宣传手段,广泛开展农村环境保护的宣传教育工作,引导农户学习环保知识,增强环保观念,确立生态意识。尤其要重视关于种植业水环境面源污染产生过程和危害的宣传,让农户了解污染来源和危害的基础上,鼓励农户因地制宜地发展循环经济并参与到种植业水环境面源污染的防治工作中[3]。

[参考文献]

[1]　中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴(2009)[DB/OL].[2010-10-10]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2009/indexch.htm.

[2]　袁　平. 农业污染及其综合防控的环境经济学研究-理论探讨与实证分析[D]. 北京:中国农业科学院, 2008.

[3]　方宇媛,许信旺,吴文忠,等. 种植业水环境面源污染及防治对策研究[J]. 池州学院学报,2010,24(6):72-75.

[4]　赵　利. 泰州市农业源污染现状及与地表水质相关性分析[J]. 污染防治技术,2017,30(2):32-34.

[5]　葛继红,周曙东. 要素市场扭曲是否激发了农业面源污染:以化肥为例[J]. 农业经济问题,2012(3): 92-98,112.

[6]　黄文芳,沈　哲. 农村面源污染治理的政策与管理服务体系优化:以上海郊区农村为例[J]. 生态与农村环境学报,2012,28(5):599-604.

泰兴市浅层地下水防污性能评价研究

姚宇平， 叶晓新
（泰兴市环境监测站，江苏 泰兴 225400）

摘 要：地下水防污性能评价对于合理开发、利用以及保护地下水资源值具有重要意义。文中结合泰兴市的水文地质条件，对DRASTIC评价模型进行了改进，建立了符合泰兴市的DRTA模型评价浅层地下水的防污性能。该模型由地下水位埋深、降雨入渗补给系数、包气带介质厚度以及含水层厚度4个因子组成。评分体系由单因子区域分布规律确定，利用差分法对各因子加权叠加的综合指数进行等级划分。应用GIS技术得到泰兴市地下水防污性能评价图，其成果可为行政主管部门对含水层保护和水资源配置提供科学依据。

关键词：：浅层地下水；防污性能；DRASTIC模型；泰兴市
中图分类号：X523 **文献标识码**：A

Antifouling Performance Assessment of Shallow Groundwater in Taxing City

YAO Yu－ping， YE－Xiao－xing
（*Taixing Environmental Monitoring Station*, *Taixing*, *Jiangsu* 225400, *China*）

Abstract: Assessment of groundwater antifouling performance is of great significance for the rational development, utilization and protection of groundwater resources. Based on the hydrogeological conditions of Taxing City, the DRTA evaluation model for Taixing City is established through improving the DRASTIC assessment model. The model consists of four parameters such as recharge of rainfall infiltration, depth of groudwater, vadose zone thickness, and aquifer thickness. The rating system is determined by the regional distribution of regularity of a single factor. The comprehensive index of weighted superposition on each factor is divided into different ranks using the finite difference method. The study can provide scientific references for the department of water administration to protect the aquiferand configure the water resources.

Key words: shallow groundwater; Antifouling Performance; DRASTIC model; Taixing City

地下水防污性能评价是目前国际水文地质研究的热点和前沿课题，是开展地下水污染防治工作的前导，其成果可为合理开发、利用和保护地下水资源提供重要参考[1-3]。当前国内外的地下水防污性能评价主要应用美国环保局提出的DRASTIC方法。近年来，国内外学者对DRASTIC评价模型进行着不断的完善和改进，取得了较好的评价效果[4]。如刘春华等将模型改进为DRITCS法，应用于鲁北平原地下水防污性能评价中[5]。张璜等改进为DRICS模型对北京新机场浅层地下水的防污性能进行评价[6]。文中根据江苏泰兴市的实际情况，采用改进的DRTA方法评价区域浅层地下水的防污性能，为该区域预防地下水污染、保护地下水环境提供科学依据。

1 研究区概况

泰兴市位于江苏省中部，长江下游北岸。范围介于北纬31°58′12″～32°23′05″和东经119°54′05″～120°21′56″之间。属长江三角洲冲积平原，地势东北高、西南低，由东北向西南渐次倾斜，海拔在2.2～7.0 m之间。城市面积为1 172.27 km^2，人口119.31万人。该区地处亚热带季风气候区，年平均气温14.9°，年平均降水量约1 000 mm。表层土壤以粉土、砂土为主，由东向西土壤颗粒逐渐变细，土层厚度约4～8 m。

该区浅层地下水赋存于第四系冲洪积、冲积、湖积等松散沉积物孔隙中，岩性以粉砂、细砂为主。水位埋深一般1～2 m，最大可到4 m，单井涌水量一般在1 000 m^3/d左右。含水层厚度多在20～

收稿日期：2017－11－27
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。

30 m 之间。充沛的降水和密集发育的河网是浅层地下水的主要补给来源,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。

泰兴市位于长三角经济圈内,经济发达,精细化工、机械电子、生物制药是该区三大主导产业。沿江经济开发区是江苏省精细化工产业重点开发区,涉及氯碱化工、染料颜料、医药农药、油脂化工等行业,是泰兴市工业活动最为集中地带。

2　评价方法

2.1　DRASTIC 方法介绍

DRASTIC 模型选择了地下水水位埋深(D)、地下水净补给量(R)、含水层介质(A)、土壤介质(S)、地形地貌(T)、包气带介质(I)和含水层水力传导系数(C)等 7 个参数为评价因子[7]。根据每个因子对地下水防污性能影响的相对重要程度给予其相应的权重,又根据其变化范围或内在属性划分为若干个范围,并给每个范围一定的评分值,防污性能评价综合指数即为各因子评分的线性加权和,可根据其大小来评价地下水受污染的相对难易程度。

DRASTIC 方法使用时考虑到适用条件,有 4 个主要假定:(1)污染物存在于地表;(2)污染物通过降雨入渗地下;(3)污染物随水迁移;(4)调查区面积≥100 acre (约 0.4 km^2)。研究区满足 DRASTIC 方法的适用条件:污染物主要是农业区的化肥农药,人口密集区的生活污水、工业废水及固废渗滤液等;污染物通过雨水、河流入渗进入含水层;污染物随地下水向下游迁移;调查区面积为 1 200 km^2。

2.2　因子选择

评价因子的选择必须结合研究区的水文地质特征[8]。泰兴市地势平坦,地形坡度差异小,含水层均有粉砂组成,因此地形和含水层介质不作为该次评价指标;研究区内城区地表多为建筑物或人工填土所覆盖,因此将土壤介质作为一个评价因子不合适,土壤实际上是包气带的一部分,所以与包气带介质合在一起更合理。该区包气带介质岩性由粉土、粉砂组成,而包气带对污染物的阻隔作用随着粉土厚度的增加而增加,因此以包气带土壤厚度代替包气带介质和土壤介质;考虑现有资料,含水层水力传到系数和地下水净补给量资料获取较难,而含水层厚度也能够反映污染物在地下水中扩散速度,以及大气降水是该区地下水的主要补给来源,因此选择含水层厚度和降雨入渗补给系数分别来代替含水层水力传到系数和地下水净补给量。最终,选择了 4 个影响地下水防污性能的因素:地下水位埋深(D)、降雨入渗补给系数(R)、包气带介质厚度(T)、含水层厚度(A),即 DRTA 评价模型。

2.3　评分体系

DRASTIC 评价模型中用 1 ~ 10 分代替每个因子的评分区间,评分值越大,地下水防污性能越差。该研究就已选择的四个评价因子,根据每个因子的区域分布规律,结合 DRASTIC 评价模型的因子评分体系,建立本模型的评分体系(表 1)。

表 1　评价因子评分表

水位埋深(D)		入渗补给系数(R)		包气带土壤厚度(T)		含水层厚度(A)	
埋深/m	评分	补给系数	评分	厚度/m	评分	厚度/m	评分
0 ~ 2	10	0.5	9	0 ~ 4	9	0 ~ 10	10
2 ~ 4	9	0.4	8	4 ~ 6	8	10 ~ 20	9
> 4	8			6 ~ 8	7	20 ~ 30	8
				> 8	5	> 30	7

2.4　权重体系

根据每个因子对地下水防污性能的相对重要程度,给予一个固定的权重构成权重体系。指标的权重越大,表示该因子对地下水防污性能的影响越大[9],在 DRASTIC 评价方法中,因子权重范围为 1 ~ 5,对地下水污染影响程度最小的因子权重为 1,影响最显著的因子权重为 5。本次评价相对于 DRASTIC 方法,评价因子做了调整,相应的,评价因子的相对权重也有所改变(表 2)。

表 2　评价因子权重

评价因子	水位埋深	降雨入渗系数	包气带介质厚度	含水层厚度
权重	5	1	4	3

2.5　数据来源与分析

文中各评价因子资料来源于“泰兴市天地一体化环境监测与管理系统建设”项目 2016 年针对 249 个民井和 50 个钻孔的调查结果,资料翔实可靠。防污性能评价图件的编制借助中地数码公司的 MapGIS 6.7 软件完成。

3　评价结果

3.1　各因子分布特征

(1) 地下水位埋深 水位埋深值的大小决定了包气带的厚度,一定程度上反映了污染物在包气带中所能滞留的时间,因此地下水位埋深越大,含水层越不易被污染,防污性能越好。根据此次调查时的实测水位埋深,利用 Kriging 插值法对实测值进行插值计算,并根据水文地质及地貌条件调整,进一步绘制水位埋深分区图,如图 1 所示。水位在 2 m 以内的区域主要分布在研究区以西长江沿岸地区。水位大于 4 m 的区域零散分布于张桥、河失、黄桥、分界的城镇集中区,分布范围较小,其他大部分区域内水位埋深在 2 ~4 m 之间。

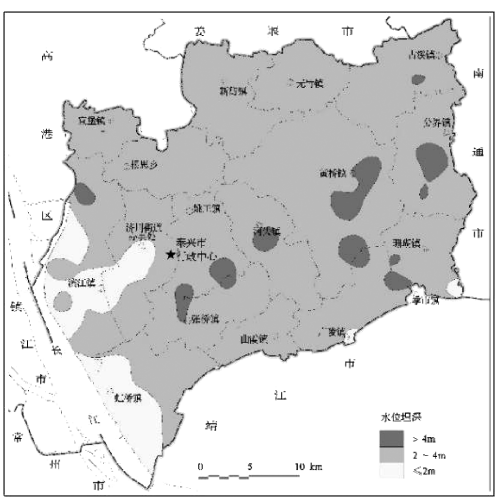


图 1　地下水水位埋深分区图

(2) 降雨入渗补给系数 大多数地表污染物可随地表水体的垂向入渗最终到达含水层,降雨入渗补给系数等于降水入渗补给地下水的水量与降水量的比值,间接反映了污染物迁移的通过能力,它与潜水埋深、地表岩性、降水、地形等条件有关。降雨入渗系数越小,防污性能相对越好。如图 2 所示,泰兴市大部地区地势平坦,包气带颗粒较粗,渗透性能好,根据前人研究经验,降水入渗系数取值为 0.5;在城市建筑用地和工业用地地区,不透水地面导致了降雨入渗系数相对偏低,取值 0.4。

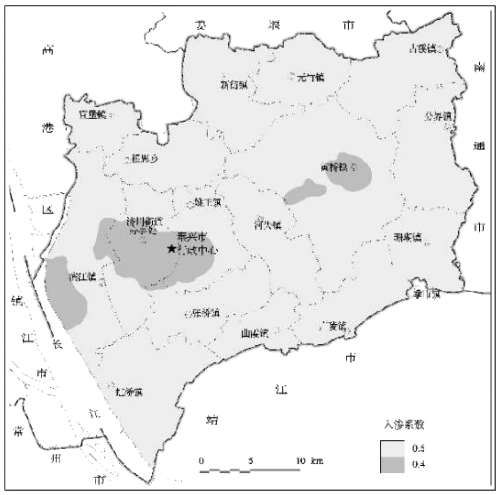


图 2　降雨入渗补给系数分区图

(3) 包气带土壤厚度 包气带的主要作用就像一个过滤层,在污染水体进入含水层之前,使得污染物的浓度尽可能的被衰减。包气带中土壤含量与包气带的过滤作用是密不可分的,粘性土对污染物具有吸附、胶结、对某些金属离子还具有络合作用。因此,土壤厚度越大,防污性能越好。如图 3 所示,研究区包气带土壤厚度整体较薄,在 4 ~8 m 之间,总体趋势为由泰兴市区—姚王—古稀一线向两侧逐渐增厚,最厚区域位于黄桥镇及黄桥与河失之间。

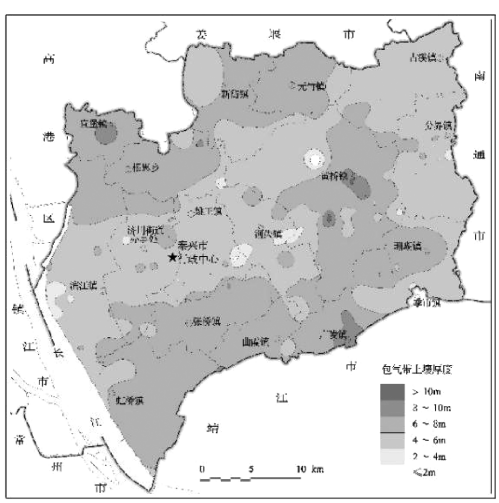


图 3　包气带土壤厚度分布图

(4) 含水层厚度 该值主要反映了地下水储存空间的大小,厚度越大,储水空间越大,稀释能力越强,地下水防污性能越好。如图 4 所示,泰兴市浅层地下水含水层岩性主要是粉砂,厚度在

10 ~ 40 m 之间,总体来看研究区东部较厚、西部较薄,南部较厚,北部较薄。大部分地区砂层厚度在 20 ~ 30 m 范围内,30 m 以上厚度地区主要集中在黄桥及以东地区。

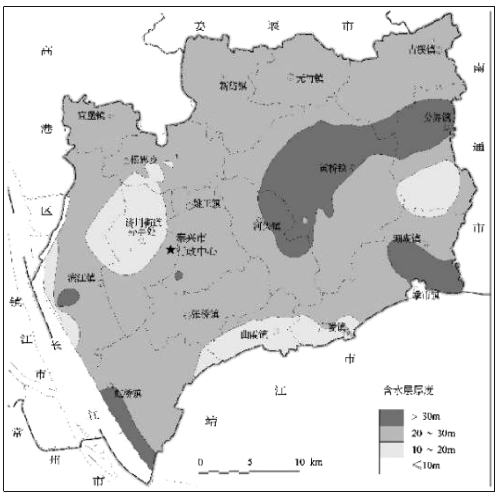


图 4　浅层地下水含水层厚度示意图

3.2　地下水防污性能分区

利用 GIS 技术的空间分析功能,对各因子的评分图按照各因子的相对权重进行图层间的叠加分析,计算出防污性能指数 DI,其结果范围为 49 ~ 131。将防污性能划分为 4 个级别,即 DI < 70,防污性能较好;70 ≤ DI < 90,防污性能中等;90 ≤ DI < 110,防污性能较差;DI ≥ 110,防污性能差。依据等级划分评价结果如图 5 所示。

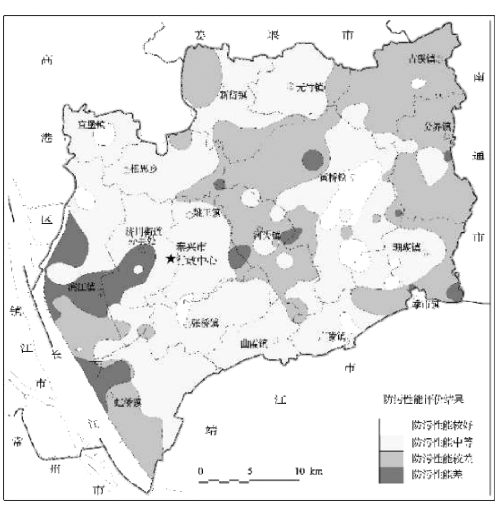


图 5　泰兴市浅层地下水防污性能分区图

防污性能差的区域主要分布于泰兴市西部是长江东岸,以及市区西北部,河失镇周边及黄桥镇西北亦局部分布;防污性能较差的区域分布在研究区中部河失镇南北大片区域,研究区东部古溪镇,分界镇,珊瑚镇南北两侧及新街镇西北区域;防污性能中等区域主要分布在中西部的泰兴市区、根思乡、姚王镇、张桥镇、北部的宣堡镇、新街镇及元竹镇,南部的曲霞镇,广陵镇,珊瑚镇及东部的黄桥镇;防污性能好的区域主要分布于宣堡镇、张桥镇、黄桥镇及南部平原区和广陵镇。具体各乡镇地下水防污性能比例分布见图 6。

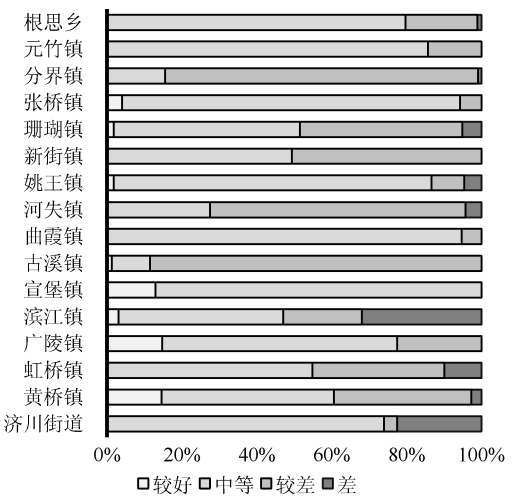


图 6　各乡镇地下水防污性能比例分布统计

由于每个地区的防污性能指数取值不同,评价结果往往反映的是这个地区的相对状况。总体而言,泰兴市浅层地下水水位埋深较浅;地表粉土、粉砂覆盖,厚度较薄,颗粒较粗,对污染物阻隔能力较低;含水层由粉砂组成,渗透性好,有利于污染物迁移;加之降水入渗补给充沛;共同导致污染物很容易进入浅层地下水水中,造成地下水污染。

4　结　论

文中基于前人的研究成果,结合泰兴市的水文地质特征,对 DRASTIC 地下水防污性能评价方法进行了改进,提出了 DRTA 模型,并对泰兴市浅层地下水的防污性能进行了评价。结果表明,受其水文地质条件因素制约,泰兴市浅层地下水防污性能总体较差。其中,西部临江及市区一带,河失镇周边及黄桥镇西北等局部地区防污性能相对差,而宣堡镇区以南、张桥镇、广陵镇以北以及黄桥镇南部地带防污性能相对好。该评价结果能较为客观的反映泰兴市地下水的防污性能,可以为地下水资源规划、保护提供重要科学依据。

(下转第 22 页)

Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的研究

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：通过测定 Fenton 试剂氧化作用对含芳香硝基化合物水样氧 COD 的影响，研究了 Fenton 试剂对芳香硝基化合物适宜的氧化条件，比较 Fenton 试剂对各类芳香硝基化合物的氧化能力。主要研究对象有硝基苯、对硝基苯酚、对硝基氯苯。经研究表明，利用 Fenton 试剂能有效氧化芳香硝基化合物，COD 去除率均在 60% 以上。Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物能力从大到小的顺序依次为：对硝基苯酚、硝基苯、对硝基氯苯。

关键词：Fenton 试剂；氧化；芳香族硝基化合物；COD
中图分类号：X703 **文献标识码**：A

Study on the oxidation of aromatic nitro compounds by Fenton reagent

Gu chun hong[1], Ding qing hua[2]
(*Jiangsu Province Salt City Environmental Protection new technology Research Center*, *Yancheng*, *Jiangsu* 224000, *China*)

Abstract: Through the tests of the effects of Fenton reagent oxidation on COD of aromatic nitro compound solutions, and the optimum conditions for the oxidation of aromatic nitro compounds by Fenton reagent was studied, and COD in aromatic nitro compounds solutions before and after oxidation was compared. The test chemicals of study were nitrobenzene, nitrophenol, nitro chlorobenzene. The results showed that Fenton reagent could be used to effectively oxidize aromatic nitro compounds and COD removal rate reached more than 60%. The capacity of Fenton reagent to oxidize aromatic nitro compounds was arranged in a sequence from large to small: nitrophenol, nitrobenzene, nitro chlorobenzene.

Key words: Fenton reagent; oxidation; aromatic nitro compounds; COD

前 言

芳香硝基化合物在水中十分稳定，难以自然降解，密度比水大，排入水体会富集在底泥中，能对水体造成持久性污染，对环境影响巨大；同时会影响水生生物的生长，并通过食物链危害人体健康[1]。本文研究了 Fenton 试剂对芳香硝基化合物的氧化能力，选取了芳香硝基化合物中较为典型的硝基苯、对硝基苯酚、对硝基氯苯三种物质作为研究对象，探讨了反应 pH、Fe^{2+} 与 H_2O_2 物质的量比、反应时间对 Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的能力的影响，旨在寻找 Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的最佳工艺条件，得出 Fenton 试剂对各芳香硝基化合物的氧化能力的差异。

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

硝基苯，对硝基苯酚，对硝基氯苯，七水合硫酸亚铁，30% 过氧化氢，重铬酸钾，硫酸亚铁铵，硫酸银，硫酸，氢氧化钠，硫酸汞，超声波清洗器，电子天平，pH 计，振荡培养箱，干燥箱。

1.2 水样的配制

分别称取 0.4 g 硝基苯，0.5 001 g 对硝基苯酚，0.4 036 g 对硝基氯苯于 2 000 mL 烧杯中，加入 2 000 mL 去离子水，配置成含硝基苯，对硝基苯酚，对硝基氯苯水样。

1.3 水样 COD 的测定

水样 COD 测定采用《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》(GB11914—89)。测得各含芳香硝基化合物水样初始 COD 如表 1 所示。

收稿日期：2017－12－13
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。

表 1　含芳香硝基化合物水样初始 COD

水样	COD/(mg · L^{-1})
硝基苯	229.25
对硝基苯酚	434.78
对硝基氯苯	150.16

1.4　Fe^{2+} 与 H_2O_2 物质的量比的确定

对水样进行 Fenton 试剂氧化,分为 3 组实验,每组取 8 个 250 mL 锥形瓶,分别量取 200 mL 水样于瓶中,加入 2.78 g 七水合硫酸亚铁,分别移取 1.03 mL、2.06 mL、3.09 mL、4.12 mL、5.15 mL、6.18 mL、7.21 mL、8.24 mL 30% 过氧化氢于瓶中,置于振荡培养箱(温度设定 25℃)反应 2 h,将反应后水样经絮凝沉淀后取上层清液,采用国标法测定各锥形瓶 COD,计算不同物质的量比($H_2O_2/FeSO_4$)条件下 Fenton 试剂处理水样的 COD 去除率。

1.5　反应 pH 的确定

对于水样探究初始 pH 对 Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的影响,分为 3 组实验,每组取 6 个 250 mL 锥形瓶,分别量取 200 mL 水样于瓶中,称取 2.78 g 七水合硫酸亚铁于瓶中,滴加 NaOH 溶液调节 pH 分别为 1、3、5、7、9、11,分别移取适宜的物质的量比($H_2O_2/FeSO_4$)条件下所需 H_2O_2 于瓶中,于振荡培养箱(温度设定 25℃)反应 2 h,将反应后水样经絮凝沉淀后取上层清液,采用国标法测定各锥形瓶 COD,计算各 pH 条件下 Fenton 试剂处理水样的 COD 去除率。

1.6　反应时间的确定

在探究出适宜物质的量比($H_2O_2/FeSO_4$)、适宜的反应 pH 的基础上,对水样探究反应时间对 Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的影响,分为 3 组实验,每组 取 6 个 250 mL 锥形瓶,分别量取 200 mL 水样于瓶中,称取 2.78 g 七水合硫酸亚铁于瓶中,滴加 NaOH 溶液调节锥形瓶 pH 为适宜的反应 pH,分别移取适宜的物质的量比($H_2O_2/FeSO_4$)条件下所需 H_2O_2 于瓶中,于振荡培养箱(温度设定 25℃)开始反应,锥形瓶分别反应 20 min、30 min、40 min、50 min、60 min、70 min。将反应后水样经絮凝沉淀后取上层清液,采用国标法测定各锥形瓶 COD,计算各反应时间下 Fenton 试剂处理水样的 COD 去除率。

2　结果与讨论

2.1　Fe^{2+} 与 H_2O_2 物质的量比对 Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的影响

经实验得出的 Fenton 试剂 H_2O_2 与 Fe^{2+} 的物质的量比对各芳香硝基化合物水样 COD 去除率影响分别见图 1、图 2、图 3。

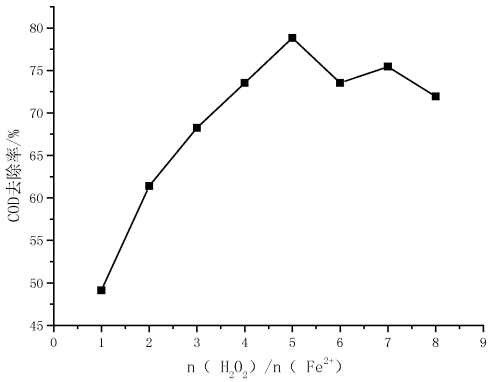


图 1　物质的量比对硝基苯的 COD 去除率影响

由图 1 可知,随着 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})的增加,Fenton 试剂对硝基苯水样的 COD 去除率逐步上升;当 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})达到 5:1 时,COD 去除率最大,为 78.83%;之后,随着 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})的进一步增加,Fenton 试剂对含硝基苯水样 COD 的去除能力有略微降低。

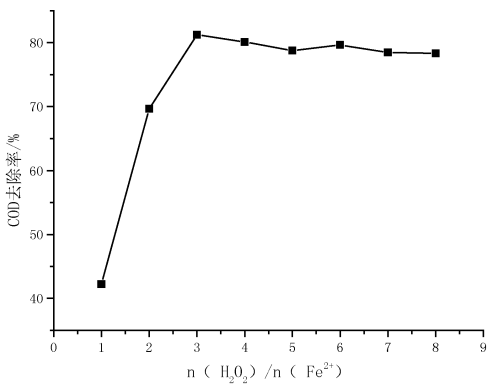


图 2　物质的量比对对硝基苯酚的 COD 去除率影响

由图 2 可知,随着 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})的增加,Fenton 试剂对含对硝基苯酚水样的 COD 去除率逐步上升;当 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})达到 3:1 时,COD 去除率最大,为 81.23%;之后,随着 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})的进一步增加,Fenton 试剂对含对硝基苯酚水样 COD 的去除能力基本保持不变。

由图 3 可知,随着 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})的增加,Fenton 试剂对含对硝基氯苯水样的 COD 去除率逐步上升;当 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})达到 5:1 时,COD 去除率最大,为 63.15%;之后,随着 n(H_2O_2)/n(Fe^{2+})的进一步增加,Fenton 试剂对含对硝基氯苯水样 COD 的去除能力基本保持不变。

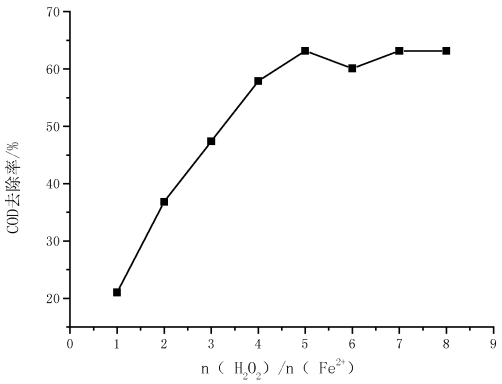


图 3　物质的量比对对硝基氯苯的 COD 去除率影响

比较图 1、图 2、图 3 可得，随着 n（H_2O_2）/n（Fe^{2+}）的增加，Fenton 试剂对含芳香硝基化合物废水的 COD 去除率上升，当 H_2O_2 加入量达到一定程度时，COD 去除率达到最大值，继续加入 H_2O_2，去除率呈下降趋势。其原因是过量的 H_2O_2 使得部分 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+}，抑制了 · OH 的产生速率，从而抑制了 Fenton 试剂对芳香硝基化合物 COD 的去除能力。这与韦朝海等人的研究结果相似[2]。

2.2　初始 pH 对 Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的影响

实验得出溶液初始 pH 对各芳香硝基化合物水样 COD 去除率影响分别见图 4 ~ 图 6。

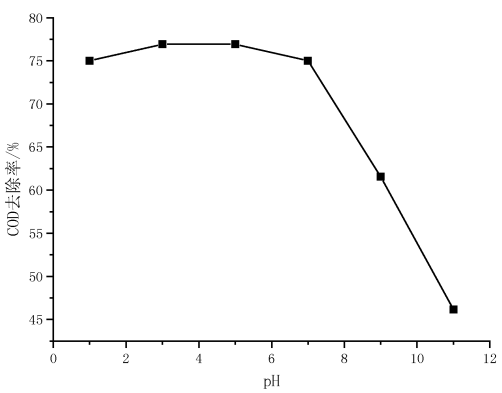


图 4　pH 对硝基苯的 COD 去除率影响

由图 4 可知，在 pH < 6 时（即在酸性条件下），Fenton 试剂对含硝基苯水样 COD 有较高的去除率，且变化不是特别明显；在 pH = 3 时，去除率最高，为 76.92%；当 pH > 7 时，Fenton 试剂氧化硝基苯的能力有明显下降。

由图 5 可知，在 pH < 5 时（即在酸性条件下），Fenton 试剂对含对硝基苯酚水样的 COD 有较高的去除率，且变化不是特别明显；在 pH = 3 时，去除率最高，为 83.02%；当 pH > 5 时，Fenton 试剂氧化对硝基苯酚的能力有明显下降。

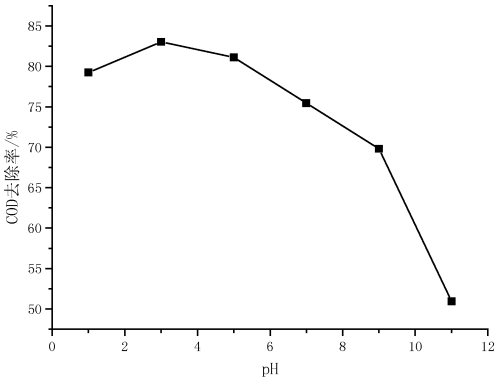


图 5　pH 对对硝基苯酚的 COD 去除率影响

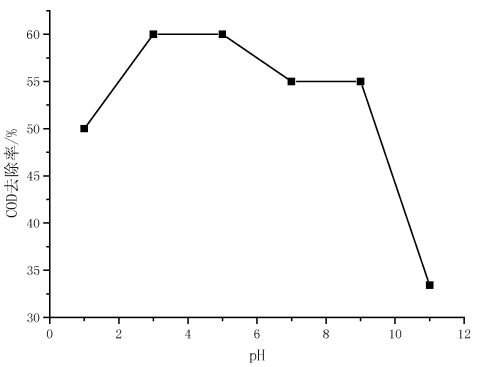


图 6　pH 对对硝基氯苯的 COD 去除率影响

由图 6 可知，在 pH = 3 ~ 5 时，Fenton 试剂对含对硝基氯苯水样的 COD 有较高的去除能力，COD 去除率达到 60%；随着 pH 进一步增加，Fenton 试剂氧化对硝基氯苯的能力有明显下降。

比较图 4、图 5、图 6 可得，Fenton 试剂氧化含芳香硝基化合物废水，最佳反应 pH 为 3 ~ 7，即在酸性条件下反应最佳。其原因为在酸性条件下能更快的产生 · OH，从而加快 Fenton 试剂对芳香硝基化合物的氧化速率，而在碱性条件下反应时，作为催化剂的 Fe^{2+} 与 OH^- 结合而沉淀，使得 · OH 的产生速率受到抑制，不利于氧化反应的发生。这与赵德明等人的研究结果相似[3]。

2.3　持续反应时间对 Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的影响

实验测定的各物质在不同的反应时间的 COD 去除率分别见图 7 ~ 图 9。

由图 7 可知，当反应时间在小于 50 min 时，Fenton 试剂对含硝基苯水样的 COD 的去除率逐渐上升；当反应时间达到 50 min 时，去除率最大，达到 78.75%；当反应时间超过 50 min，Fenton 试剂对含硝基苯水样的 COD 的去除率基本稳定。

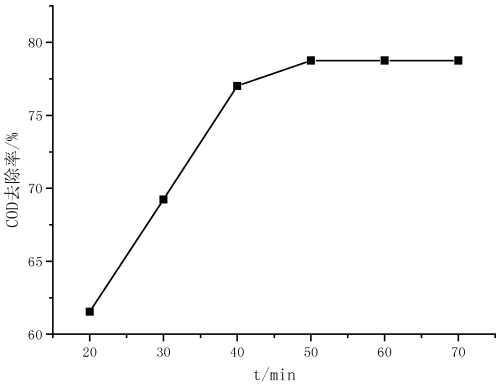


图 7　反应时间对硝基苯的 COD 去除率影响

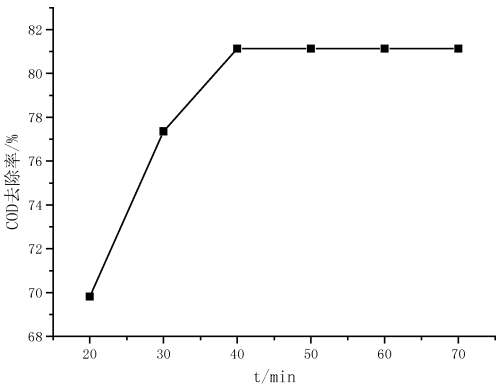


图 8　反应时间对对硝基苯酚的 COD 去除率影响

由图 8 可知,当反应时间在小于 40 min 时,Fenton 试剂对含对硝基苯酚水样的 COD 的去除率逐渐上升;当反应时间达到 40 min 时,去除率最大,达到 81.13%。当反应时间超过 40 min,Fenton 试剂对含对硝基苯酚水样的 COD 的去除率基本稳定。

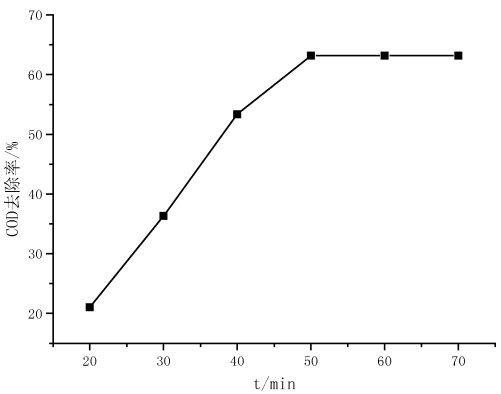


图 9　反应时间对对硝基氯苯的 COD 去除率影响

由图 9 可知,当反应时间在小于 50 min 时,Fenton 试剂对含对硝基氯苯水样的 COD 的去除能力逐渐上升;当反应时间达到 50 min 时,去除率最大,达到 63.16%;当反应时间超过 50 min,Fenton 试剂对含对硝基氯苯水样的 COD 的去除率基本稳定。

比较图 7、图 8、图 9 可知,随着反应时间的增加,COD 去除率逐渐增大,但经一定时间后,COD 去除率不再升高,说明反应已经结束,Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物,适宜的反应时间集中在30 ~ 60 min,其中硝基酚氧化时间较短,适宜的反应时间为 40 min,硝基氯苯类和硝基苯反应时间略长,反应时间为 50 min。

2.4　Fenton 试剂对芳香硝基化合物氧化能力的比较

比较图 7 ~ 图 9 可知,Fenton 试剂能有效氧化芳香硝基化合物,Fenton 试剂对硝基酚类化合物相较于其他芳香硝基化合物有较高的氧化去除能力,COD 去除率均在 80% 以上;而对于硝基氯苯类化合物,Fenton 试剂氧化能力相较于其他芳香硝基化合物欠佳,其 COD 去除率最高只能达到 71%。其原因为 · OH 氧化芳香硝基化合物的反应类似于芳环的亲电取代反应,反应的第一步是由 · OH 与苯环上的氢作用,使得苯环羟基化, · OH 对于仅有基团位置不同化合物(对硝基苯酚、对硝基氯苯)氧化速率相差不大[4];对硝基酚中的羟基为活化基团,更有利于第一步反应的发生,从而相较于带有钝化基团的硝基氯苯更容易被氧化,同时实验表明对于 Fenton 试剂氧化仅有基团位置不同化合物,其 COD 去除率差异并不是特别明显。

3　结　论

(1) Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物的适宜操作条件:a. 硝基苯:(Fe^{2+}/H_2O_2)物质的量比为 1∶5、pH = 3、氧化时间 50 min;b. 对硝基苯酚:(Fe^{2+}/H_2O_2)物质的量比为 1∶3、pH = 3、氧化时间 40 min;c. 对硝基氯苯:(Fe^{2+}/H_2O_2)物质的量比为 1∶5、pH = 3、氧化时间 50 min;

(2) 在适宜的反应条件下,Fenton 试剂氧化芳香硝基化合物能力顺序依次为(从大到小)对硝基苯酚、硝基苯、对硝基氯苯。

[参考文献]

[1] 胡玲芳,吴阳恒,严国兵. 芳香族硝基化合物合成的最新研究进展. 广州化工,2012, 40(20): 8 - 12.

[2] 韦朝海,陈传好,王　刚,等. Fenton 试剂催化氧化降解含硝基苯废水的特性. 环境科学,2001, 22(5):60 - 64.

[3] 赵德明,南　时,金鑫丽. Fenton 试剂氧化法预处理对氯硝基苯废水的研究. 浙江化工,2002, 33(1):28 - 29.

[4] 沈吉敏. 水中硝基(氯)苯及多羟基单宁酸的 O_3/H_2O_2 降解效果与机理. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学,2007.

江苏省化工园区危险废物循环利用处置技术指南的设计

林业星[1]， 张 宁[1]， 刘晓华[1]， 李舜斌[2]
（1. 江苏省生态环境评估中心，江苏 南京 210036；
2. 南京大学环境规划设计研究院有限公司，江苏 南京 210036）

摘 要：文中针对江苏省化工园区危险废物缺乏环保准入、轻源头削减和过程控制、综合利用率低、园区处置能力不足、规范化管理程度不高和监管能力薄弱等问题，从摸底调查、源头削减、循环利用、集中预处理、依托园区内企业自有设施处置、集中贮存、园区内最终处置、转移园区外处置等环节的角度，设计构建化工园区危险废物循环利用技术指南。

关键词：化工园区；危险废物；循环利用；技术指南
中图分类号：X705 **文献标识码**：A

Design for the technical Guidelines of recycling and disposal of hazardous waste in Jiangsu Chemical Industry Park

Lin Yexing[1], Liu Xiaohua[1], Zhang Ning[1], Li Shunbin[2]
(1. *Jiangsu Provincial Ecological Assessment Center*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036; *China*;
2. *Academy of Environmental of Planning and Design of Nanjing University*, *Co.*, *Ltd*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*)

Abstract: In view of the problems including the lack of environmental protection access, light source reduction and process control, low comprehensive utilization rate, insufficient park disposal capacity, low standardized management level and weak supervision ability, etc., the technical Guidelines of utilization and disposal of hazardous waste in Jiangsu Chemical Industry Park were designed from the point of views of baseline survey, source reduction, recycling utilization, centralized pre-treatment, relying on the park's own facilities within the enterprise disposal, centralized storage, the final disposal within and outside the park.

Key words: Chemical Industry Park; Hazardous Waste; Recycling; Technical Guidelines

江苏省化工园区较多，化工园区产生的危险废物数量较多，成分复杂，危害性大，其利用处置存在上述一系列问题亟待解决，探索化工园区危险废物循环利用技术处置新模式，对化工园区内危险废物进行统筹规划，分类、分步骤实现园区危险废物减量化、资源化和无害化，对避免危险废物园区外转移风险、降低危险废物处置成本具有重要意义。

文中针对存在问题提出分类、分步骤循环利用术路线和技术方法，探索构建江苏省化工园区危险废物循环利用处置技术新模式，力求形成可以在全省化工园区推广应用的指导意见。

1 技术指南构建原则

本技术指南的构建主要遵从以下几个原则：(1)重视源头削减和过程控制；(2)园区内利用和处置优先；(3)加强基础设施供给；(4)规范利用，限制填埋；(5)统一贮存、转移；(6)明确责任，加强信息化管理。

2 技术指南构建路线

该指南主要研究园区内危险废弃物分类、分步骤循环利用及处置技术路线和技术方法，其构建路

收稿日期：2017-12-01

作者简介：林业星(1986)，男，江苏南京人，工程师，硕士，主要从事环境管理政策研究等工作。

线如图 1 所示。

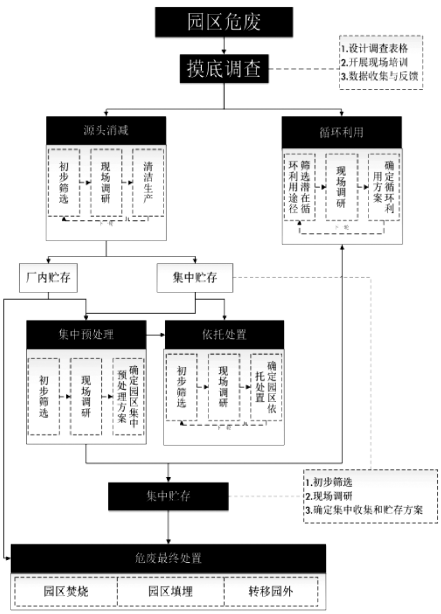


图 1　江苏省化工园区危险废物循环利用处置技术指南构建路线

3　设计技术指南

3.1　摸底调查

目的:摸清园区企业危险废弃物产生、贮存、处置及管理基本情况。为后续环节的设计提供支撑及依据。

摸底调查具体步骤和方法如下。

3.1.1　设计调查表格　制定基础调查表格,表格调查的主要内容应包括(1)园区基本情况:a. 危险废弃物集中处置设施情况;b. 园区发展规划情况。(2)企业基本情况:a. 生产原料及产品基本情况;b. 产生的危废种类、数量、贮存情况和处置去向;c. 自有处置设施、预处理设施情况;d. 有循环利用潜力的危废的性质以及下游利用企业对原料的要求。

3.1.2　开展现场培训　对园区内企业、园区管理部门等开展调查表格填报专题培训,发放调查表格开始填报。

3.1.3　数据收集与反馈　收集企业填报好的调查表格,对调查数据进行汇总、统计、分析,分别统计各企业产废量、各类危废产废量、各类危废贮存量等基础数据。审核并反馈问题,不合格的表格重新填写。

3.2　源头削减

3.2.1　初步筛选　采用打分法和权重总和计分排序法[1],从高到低进行排序,分别选取排名前 3 位的企业和危险废物作为园区首轮潜在的源头削减重点企业和危险废物,源头削减重点企业和危险废物确定审核打分表设计如下。

表 1　源头削减重点企业确定审核打分表

因素	权重 W (1 ~ 10)	得分 R(1 ~ 10)			
		备选企业 1	备选企业 2	备选企业 3	……
危废总产生量	10				
企业清洁生产潜力	9 ~ 8				
危废总贮存量	8 ~ 7				
危废利用处置水平	7 ~ 4				
危废相关环境风险	3 ~ 1				
总分 ∑R · W					
排序					

表 2　源头削减重点危险废物确定审核打分表

因素	权重 W (1 ~ 10)	得分 R(1 ~ 10)			
		备选危废 1	备选危废 2	备选危废 3	……
产生量	10				
危害特性	9 ~ 8				
超期贮存量	8 ~ 7				
产生量集中程度	6 ~ 4				
处置水平	3 ~ 1				
总分 ∑R · W					
排序					

3.2.2　现场调研　(1)现场调查潜在的源头消减重点企业,核实潜在重点企业产废环节、产废种类和产废量,找出重点企业产废量大的原因,重新采用打分法和权重总和计分排序法,将潜在的源头削减重点企业重新排序,确定排名前 2 位的企业作为园区首轮源头消减重点企业。(2)现场调查潜在的源头削减重点危险废物,核实潜在危险废物产生环节、产废种类、产废量、相应生产工艺等,重新采用打分法和权重总和计分排序法,将潜在的源头削减重点企业重新排序,确定排名前 2 位的危险废物作为园区首轮源头削减重点危险废物。

3.2.3　清洁生产　对园区首轮源头削减重点企业实施专门针对危险废物削减的强制性清洁生产审核,对园区首轮源头削减重点危险废物类别实施强制性清洁生产审核。根据第一轮清洁生产情况,园区可按照前三步骤开展持续性多轮清洁生产。从清洁生产角度,提出减少危险废物产生量的可行性

技术方案,实现危险废物减量化。

3.3 循环利用

3.3.1 筛选潜在循环利用途径 根据摸底调查基本情况,确定存在危险废物“点对点”循环利用潜力的上下游企业以及循环利用备选途径。采用打分法和权重总和计分排序法,对循环利用备选途径从高到低进行排序,分别选取排名前 3 位的“点对点”企业作为园区潜在循环利用途径。若企业之间直接提出循环利用方案,将此作为园区潜在循环利用途径。

表 3 循环利用重点途径确定审核打分表

因素	权重 W (1 ~ 10)	得分 R(1 ~ 10)			
		备选途径 1	备选途径 2	备选途径 3	……
环境影响①	10				
技术方面②	9 ~ 8				
实施方面③	8 ~ 7				
经济方面④	7 ~ 4				
前景方面⑤	3 ~ 1				
总分 ∑R · W					
排序					

3.3.2 现场调研 现场调查园区潜在循环利用途径,上游企业产废工艺环节、危废组分及含量,下游企业利用危废的工艺环节、对所利用危废组分及含量的要求以及对应的质量标准等,重新采用打分法和权重总和计分排序法,将潜在循环利用途径重新排序,确定排名前 2 位的途径作为园区首轮园区循环利用途径。

3.3.3 循环利用 根据危险废物特点及循环利用要求,确定循环利用方案。研究分析方案可行性,并根据实际情况组织实施。若摸底调查中确定不了循环利用企业名单,可直接对具有循环利用技术可行性的废酸、废活性炭、废盐等的产生单位进行现场调研,确定企业是否有循环利用意向或者技术基础,鼓励这类企业依托技术支撑单位设计危险废物循环利用技术方案,实现危废资源化。

3.3.4 开展下一轮循环利用方案筛选并实施 根据第一轮循环利用实施情况,园区可按照前三步骤开展持续性多轮循环利用方案筛选与实施。

3.4 集中预处理

3.4.1 初步筛选 对摸底调查中存在的危废集中预处理设施采用打分法和权重总和计分排序法,从高到低进行排序,分别选取排名前 3 位的企业危废集中预处理设施作为园区首轮潜在的集中预处理设施。

表 4 集中预处理设施确定审核打分表

因素	权重 W (1 ~ 10)	得分 R(1 ~ 10)			
		备选设施 1	备选设施 2	备选设施 3	……
处置危废类别与园区危废匹配程度	10				
处置能力	9 ~ 8				
运行稳定性	8 ~ 7				
建设运行成本	7 ~ 4				
配套管理水平	3 ~ 1				
总分 ∑R · W					
排序					

3.4.2 现场调研 现场调查潜在的集中预处理设施,核实潜在集中预处理设施处置能力、处理危废类别及要求、运行稳定性等,重新采用打分法和权重总和计分排序法,将潜在的集中预处理设施重新排序,确定排名前 2 位的设施作为园区首轮集中预处理设施。

3.4.3 集中预处理 根据园区现有集中处置设施,或规划建设园区集中预处理设施,确立园区集中预处理方案,研究分析可行性,并根据实际情况组织实施。

3.5 依托企业自有设施处置

3.5.1 初步筛选 根据摸底调查基本情况,采用打分法和权重总和计分排序法,从高到低进行排序,分别选取排名前 3 位的园区企业自有危废处置设施作为园区首轮潜在的依托处置设施;

表 5 依托自有处置设施确定审核打分表

因素	权重 W (1 ~ 10)	得分 R(1 ~ 10)			
		备选设施 1	备选设施 2	备选设施 3	……
处置危废类别与园区危废匹配程度	10				
处置能力余量	9 ~ 8				
运行稳定性	8 ~ 7				
建设运行成本	7 ~ 4				
配套管理水平	3 ~ 1				
总分 ∑R · W					
排序					

3.5.2　现场调研　现场调查潜在的依托处置设施,核实潜在依托处置设施处置能力、处理危废类别、处置余量等,重新采用打分法和权重总和计分排序法,将潜在的依托处置设施重新排序,确定排名前 2 位的设施作为园区首轮依托处置设施。

3.5.3　园区企业现有自有处置设施,确立园区依托处置方案,研究分析可行性,并根据实际情况组织实施。

3.6　集中贮存

3.6.1　初步筛选　对存在集中贮存需求(产生量较小、种类小宗,分散贮存环境风险高,产生源分散且具备集中贮存技术可行性)的危险废物,采用打分法和权重总和计分排序法,从高到低进行排序,分别选取排名前 3 位的适合集中贮存管理的危险废物作为园区首轮潜在集中贮存的危险废物。

表 6　集中贮存的潜在危险废物确定审核打分表

因素	权重 W (1 ~ 10)	得分 R(1 ~ 10)			
		备选危废 1	备选危废 2	备选危废 3	……
产生量及贮存分散程度	10				
分散贮存环境风险	9 ~ 8				
集中贮存技术可行性	8 ~ 7				
集中贮存经济可行性	7 ~ 4				
集中贮存管理难度	3 ~ 1				
总分 ∑R · W					
排序					

3.6.2　现场调研　(1)现场调查园区集中处置中心危险废物贮存场所,核实集中处置中心贮存仓库库容余量以及管理能力,对照集中贮存危险废物特性及库容需求,从包装、收集、运输、分类贮存、管理等方面确定依托园区集中处置中心进行集中贮存管理的可行性;(2)依托有条件、有意愿的企业仓库实施。现场调查确定企业仓库是否符合危险废物贮存场所规范性要求,或通过简单改造能否符合要求。确定企业仓库库容及管理能力,对照集中贮存危险废物特性及库容需求,从包装、收集、运输、分类贮存、管理等方面确定依托企业仓库进行集中贮存管理的可行性;(3)若无集中处置中心或企业仓库可依托,且园区集中贮存需求较大,可根据危险废物种类、数量确定集中贮存中心库容需求,规划建设园区集中贮存管理中心。

3.6.3　集中贮存　根据筛选确定的潜在集中贮存的危险废物特点,按照《危险废物收集、贮存、运输技术规范》等要求,确立园区集中贮存方案,并根据实际情况组织实施。集中贮存实施过程应明确各方主体责任,危险废物产生单位只是将危废暂存在集中贮存仓库,不免除产生单位对危险废物转移处置的主体责任。集中贮存中心负责提供规范的贮存场所,负责危险废物日常管理。

3.7　园区内最终处置

3.7.1　确定需要最终处置的危险废物的类别和数量　根据源头削减、循环利用、集中预处理、依托处置等几个环节危险废物的削减种类和削减量,分析、评估确定需要最终处置的危险废物的类别和数量,列出园区内需要进行最终处置的危险废物的类别和数量清单;

3.7.2　现场调查　(1)确定园区现有集中处置能力。对园区内集中焚烧、填埋处置中心进行现场调查,掌握园区集中处置中心可处置的危险废物的类别和数量,与第一步产生的危险废物处置需求清单进行对比,确定可通过园区内集中焚烧、填埋设施进行最终处置的危险废物类别和数量,统一签订企业危险废物委托处置协议;(2)若园区缺乏配套集中处置中心或集中处置中心处置能力不足,考虑到园区的可持续发展,可根据园区危险废物最终处置实际能力需求及计划入驻企业产废情况,规划建设新的危险废物焚烧处置、填埋处置中心。

3.7.3　确定园区危废处置方案　根据集中处置危险废物的特点,从包装、收集、运输、贮存、分类处置、管理等方面确定园区危废处置实施计划,并根据实际情况组织实施。

[参考文献]

[1]　唐国民,黄　钊,高大从. 权重总和计分排序法在浆纸企业清洁生产审核中的应用[J]. 造纸科学与技术,2011(03):155 – 161.

环境综合分析报告中数据统计问题的探讨

潘 伟， 姚宇平
（泰兴市环境监测站，江苏 泰兴 225400）

摘 要：为了提高环境综合分析报告中数据统计的有效性，文中分析了环境综合分析报告中数据统计的作用，对环境综合分析报告中数据统计存在的问题进行了探讨，并且有针对性的提出了解决的办法，希望能够为相关研究提供参考。

关键词：环境综合分析报告；数据统计；问题探讨
中图分类号：X830.3 **文献标识码**：A

The discussion of data statistics in environmental comprehensive analysis report

Pan Wei, Yao yu-ping
(*Taixing environmental monitoring station*, *Taixing*, *Jiangsu* 225400, *China*)

Abstract: In order to improve the effectiveness of data staistics in environmental comprehensive analysis report, the role of data statistics in the report is analysed and the existing problems are discussed. Some targeted solutions are put forward to provide a reference for related studies.

Key words: environmental comprehensive analysis report; data statistics; problem discussion

数据统计是环境综合分析报告的重要组成部分，完善数据统计相关技术，能够保证环境综合分析报告准确的反映实际的环境情况，在具体数据统计中，出现了一些技术和指标方面的问题，解决这些问题，使其为环境管理做出更大的贡献，是文中的主要研究目的。

1 环境综合分析报告中数据统计的作用

1.1 指出环境管理中的不足之处

一个地区可能出现的环境问题多种多样，情况复杂多变，环境管理部门在具体的工作中，难免会出现管理不到位的情况，通过环境综合分析报告的数据统计结果，环境管理部门就能够发现环境管理中出现的问题，并且及时的加以解决，例如，有一家化工厂偷偷的将不合格的工业废水排放到河流中，造成了一定的水污染，当地环境管理部门在分析环境综合报告中的数据时，就发现了当地水质污染，顺藤摸瓜，找到了这家违规企业，阻止了对水源的进一步污染。环境管理需要进行的具体工作有很多，尤其是在现阶段工厂企业大面积出现的情况之下，某个方面的疏忽，就可能对当地环境造成影响，环境综合分析报告中详实准确的数据统计能够有效的填补漏洞。

1.2 为制定环境保护政策提供依据

为了防止现代社会生产过程中大量的废水废气排放到环境中对环境造成污染，国家或者当地政府需要根据实际情况来制定相应的环境保护政策，阻止对环境的破坏，而政策制定的依据在一定程度上需要依靠当地的环境综合分析报告来进行，对报告中的数据进行统计分析，对不足之处进行修改，依靠相应的政策来进行限制和约束，例如，在中国的北方地区，存在着大面积焚烧秸秆的现象，在以前，政府并没有明确的认识到这种行为对于环境的危害，因而也没有制定政策加以管束，后来，在对当地的环境综合分析报告数据进行分析之后，发现了大气污染现象，并且最终确认了焚烧秸秆造成了大气污染，因而，针对这种现象制定了相应的限制政

收稿日期：2017-12-05

作者简介：潘 伟（1981—），男，江苏泰兴人，工程师，本科，主要从事环境监测综合分析研究与管理工作。

策,在很大程度上减少了焚烧秸秆的现象。

2　环境综合分析报告中数据统计存在的问题

2.1　数据统计的质量参差不齐

一个地区的环境综合分析报告需要涉及到当地的水源、大气、土壤等各个方面,范围上要包括整个地区,因此,环境综合分析报告的数据来源于很多个方面,只有将这些数据进行综合分析,才能发现问题所在,并及时的加以解决[1]。因为涉及的方面很多,单纯依靠环境管理部门的设备监测并不足以涵盖全部的内容,还需要从政府或者当地企业来获取统计数据,而这些部门往往缺乏专业的方法和手段,统计出来的数据有些时候并不准确,如果不加以甄别,就会造成环境综合分析报告的不准确,影响下一步的环境管理工作。例如,某企业向当地环境管理部门提供了一份环境分析报告,但是该企业本身存在着违规的现象,因此,在提供数据时,自然就会将相应的问题加以掩盖。

2.2　数据统计模式陈旧

环境监测数据统计分析需要一定的专业能力,而且需要进行的工作量比较繁杂,而中国在这方面的专业人才相对缺乏,难以满足中国的大面积环境监测的需求,根据中国大学本科毕业生就业统计数据分析,2017 年环境管理方面的本科毕业生人数不足 10 万人,而且最终从事本专业的毕业生不到 30%。专业人才的缺乏带来了相关部门的数据统计核算技术更新苦难,很多的环境部门使用的数据统计模式都是以前的数据统计核算方法,面对着日新月异的环境变化,难免会出现应对乏力的现象,例如,中国很多的环境分析报告数据统计采用的方法多是平均值、污染物超标率等固定的方法,统计模式缺乏有效的变通,不论面对哪一种情况,一律采取这些方法,难以有效应对各种新情况。

2.3　数据统计指标不统一

因为环境监测部门需要应对的情况复杂多变,数据的来源也千差万别,因此,在对同一个地区的环境进行数据统计分析时,可能会因为数据的来源不同,需要监测的项目不同,造成最终的结果出现差别。例如,某市环境检测部门对流经本市的河流水质进行了监测,因为数据统计指标不统一,结果出现了两种不同的结果,其中一个统计指标是“地表水 20 项”,监测结果显示水质符合《地表水环境质量标准》中的优质标准,但是另一项监测结果却显示,水质污染严重,原因是另一项监测采用的是“生物指标”。正是这种不统一的数据统计指标,给环境管理工作带来了极大的困扰,也对准确的应对环境中出现的各种问题带来了很大的麻烦,对相关政策的确定造成了阻碍。

2.4　数据统计评价系统不完善

环境综合分析报告做出了最终的数据统计,环境管理部门需要根据这些数据统计对环境质量是否合格做出准确的评价,才能采取相应的应对办法,但是,由于中国相关专业的人才缺乏,各方面的技术革新较为困难,因此,不仅是在统计模式上比较落后,在评价系统上同样存在着一定的不足,最终评价是需要在数据筛选的基础上按照质量评价标准来确定的,但是,中国的评价系统缺乏创新,而且不是中国自己制定的,现阶段国内应用的评价系统大多来自国外,缺乏有效的本土化,一旦数据统计出现了评价标准上没有的新数据,由于难以处理,多采用忽略的办法应对。例如,前文提到的“地表水 20 项”,就是一种常用的地表水检测标准,但是,实际的情况往往错综复杂,远远超过这 20 项[2]。

3　环境综合分析报告中数据统计完善办法

3.1　加强对数据统计的监督管理

面对数据统计质量参差不齐的情况,最有效的办法就是强化监督管理措施,通过制度约束来保证企业提供的数据真实可靠,因为环境监测部门能够管理的范围有限,单纯依靠环境管理部门往往很难达到有效的管理目的,为了约束企业的不正当行为,防止瞒报和漏报等现象的出现,政府应该制定严格的法律法规,加大违规惩处力度,对那些污染环境拒不整改的企业予以坚决的关停。环境部门也要充分发挥自身的管理作用,对企业呈上来的数据统计报告不能不加以甄别的采用,充分发挥自身的专业优势,对可疑之处要采取反复计算、实地考察等办法,进行准确性方面的确认工作,以保证最终的数据统计报告能够真实的反映环境情况,避免不良企业对环境造成更大的破坏。

3.2　创新数据统计的方式

创新才能发展,环境监测部门的数据统计分析也是如此,虽然相关的人才极度缺乏,导致技术创新相对乏力,但是为了更好的保护环境,环境监测部门一定不能因此而懈怠,应该积极的引进相关的人才,政府应该给与一定的财政和政策支持,帮助环境管理部门引进高新技术人才,尤其是那些国外

留学的人才,吸引他们回到国内,为国内的环境保护做出贡献[3]。中国每年也有很多的环境专业毕业生,应该加大人才引进力度,让专业毕业生人尽其才,面对数据统计模式陈旧的现状,部门内部的工作人员应该想办法进行技术创新,加强同行业之间的交流合作,引进国内外最先进的技术手段,然后按照当地的实际情况加以改进和完善,提高数据统计的有效程度,使之为环境管理做出更大的贡献。

3.3 完善数据统计指标

数据统计指标不统一是造成环境综合分析报告数据无法真实反映实际环境情况的重要因素,因此,应该采取有效的方法进行数据统计指标的统一,以此来保证最终的数据结果能够真实的反映环境的实际情况。整个环境监测部门是一个整体,所有的工作都是为了最终的环境质量安全,因此,部门内部应该有机结合,充分合作,彼此交流协调,集合所有人的力量进行统一的监测和数据统计分析,因为环境综合分析报告要有效反映当地的真实情况,所以指标的统一对于接下来的结果评价和政策制定具有重要的意义,相关技术人员要发挥自身所长,对不同的指标进行科学合理的筛选,如果必要,还可以到实际的地点进行考察,以此来确定最终的数据统计指标,从而满足环境质量分析的需求[4]。

3.4 提升工作人员数据统计能力

环境综合分析报告的数据统计要想发挥最终的效用,离不开相关技术人员的精密计算和科学的统计分析,因此,加速环境专业的人才培养十分重要,对于引进的人才,要有效的加以利用,以此来提升整个部门所有人员的专业能力和相关统计技术,对于没有经验的毕业生,要秉持着爱惜人才的态度,对其进行有效的专业培养,为行业未来发展提供动力。对于评价系统没能有效的实现本土化的问题,工作人员应该发挥专业特长,对不符合评价系统的新数据指标加以仔细的分析,通过这种方式,来有效的将评价体系本土化,完善相关的评价系统,提升整个行业的技术能力。

4 结束语

总之,环境综合分析报告中的数据统计为环境监测和相关政策的制定提供了有效的依据,在中国的环保事业中发挥着不可替代的作用,在实际的运用过程中,也出现了一些发展方面的问题,诸如数据统计的质量参差不齐、数据统计模式陈旧、数据统计指标不统一、数据统计评价系统不完善,面对这些问题,采取相应的应对办法,比如加强对数据统计的监督管理、创新数据统计的方式、完善数据统计指标、提升工作人员数据统计能力,来完善我国的环境监测技术,使之发挥出更大的作用。

[参考文献]

[1] 车 飞,宋英石,高 健,等. 中国大气超级站发展与展望:基于问卷调研的统计研究[J]. 中国环境监测,2017,33(05):7-14.

[2] 王海芹,高世楫. 生态环境监测网络建设的总体框架及其取向[J]. 改革,2017,(05):15-34.

[3] 耿建新,范长有,唐洁珑. 从国家自然资源核算体系到企业自然资源资产披露——基于石油资产平衡表的探讨[J]. 会计研究,2017,(01):5-14+95.

[4] 高江波,焦珂伟,吴绍洪,等. 气候变化影响与风险研究的理论范式和方法体系[J]. 生态学报,2017,37(07):2169-2178.

(上接第 11 页)

[参考文献]

[1] 黄冠星,孙继朝,荆继红,等. 珠江三角洲地区浅层地下水天然防污性能评价方法探讨[J]. 工程勘察, 2008, 11): 44-49.

[2] 钟佐燊. 地下水防污性能评价方法探讨[J]. 地学前缘, 2005, 12(s1): 3-13.

[3] 杨利国,王现国,钱建立. 洛阳盆地下地水防污性能评价[J]. 地下水, 2016, 38(4): 117-118.

[4] 吕敦玉,余 楚,周爱国,等. 某油田区地下水综合防污性能评价[J]. 水文地质工程地质, 2012, 39(3): 81-85.

[5] 刘春华,张光辉,王 威,等. 区域地下水系统防污性能评价方法探讨与验证——以鲁北平原为例[J]. 地球学报, 2014, 35(2): 217-222.

[6] 张 璜,谷洪彪,李海君,等. 北京新机场浅层地下水防污性能评价[J]. 人民黄河, 2017, 39(5): 81-87.

[7] KIM Y J, HAMM S Y. Assessment of the potential for groundwater contamination using the DRASTIC/EGIS technique, Cheongju area, South Korea[J]. Hydrogeology Journal, 1999, 7(2): 227-235.

[8] 张 昕,蒋晓东,张 龙. 地下水脆弱性评价方法与研究进展[J]. 地质与资源, 2010, 19(3): 253-258.

[9] 江广长,马 腾, JIANGGUANGCHANG, et al. 地下水水源地保护区划分方法研究[J]. 安全与环境工程, 2016, 23(3): 36-39.

2013—2016年南京市货车尾气排放特征分析

谢轶嵩， 郑新梅
（南京市环境保护科学研究院，江苏 南京 210013）

摘 要：利用南京市货车活动水平数据，建立了南京市2013—2016年货车排放清单。结果表明，2013—2016年，南京市货车保有量除轻型货车略涨外，其余车型均有不同程度减少，且各车型国Ⅲ、国Ⅳ车辆所占比例提高。到2016年，南京市货车以国Ⅲ排放标准居多，国Ⅳ次之。2016年南京市货车CO、NOx、VOCs、$PM_{2.5}$、PM_{10}的排放量较2013年分别下降了53.5%、32.4%、61.9%、60.7%和61.1%。其中，重型货车是NOx、PM_{10}和$PM_{2.5}$排放的主要贡献车型，CO和VOCs排放主要来源于重型货车与轻型货车。

关键词：货车；排放清单；排放量
中图分类号：X51 **文献标识码**：A

Analysis of truck emission characteristics in Nanjing from 2013 to 2016

XIE Yi-song, Zheng Xin-mei
(*Nanjing Research Institute of Environmental Protection*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210013, *China*)

Abstract: Based on the activity level data of trucks, the truck emission inventory in Nanjing from 2013 to 2017 was established. Results showed that there was a different degree of reduction in trucks except light trucks which increased slightly from 2013 to 2016. Besides, the amount of trucks meeting the requirements of China Ⅲ and China Ⅳ emission standards increased, and in 2016 the China Ⅲ emission standards truck was the major model in Nanjing. Comparing to the year 2013, the emissions of CO, NOx, VOCs, $PM_{2.5}$ and PM10 decreased by 53.5%, 32.4%, 61.9%, 60.7% and 61.1%, respectively in 2016. Heavy trucks contributed the most NOx, PM10 and $PM_{2.5}$ emissions, while both the heavy trucks and light trucks were the two major contributors to CO and VOCs emissions.

Key words: Truck; Emission inventory; Emissions

随着中国经济社会快速发展和城市化进程深化，大城市已经呈现出“煤烟-机动车”复合型的大气污染特征[1]。根据中国已经完成的第一批城市大气细颗粒物（$PM_{2.5}$）源解析结果，大多数城市$PM_{2.5}$浓度的贡献仍以煤炭排放为主，部分城市机动车排放已成为$PM_{2.5}$的首要来源，其中，南京机动车排放为第二大污染源，占比24.6%[2]。

重型商用车是道路客货运输的主体，但其技术发展相对国际先进水平有较大差距，同时受燃烧特性及排量等因素的影响，使得重型车辆尾气排放，尤其是颗粒物和氮氧化物排放在机动车尾气污染物中占据了很大比重[3]。中国机动车环境管理年报显示，2016年全国货车排放的CO、HC、NOx和PM分别占汽车排放总量的32.9%、39.2%、68.4%和78.2%。孙世达[4]等以青岛市2000—2014年机动车保有量与活动水平数据为基础，基于COPERT模型和GIS技术建立了0.02×0.02°高分辨率机动车排放清单，结果表明，CO与VOCs排放主要贡献车型为轻型载客车和摩托车，NOx与PM_{10}排放主要来自于重型载客车与中型载货车，CO_2和SO_2排放主要来源于轻型载客车与重型载货车。唐伟[5]等利用机动车排放管理数据库和IVE模型本地化后计算出各类机动车排放清单，结果显示，各种车型中中重型货车对NOx和$PM_{2.5}$的贡献均最大，分别为45.8%和36.3%，小微型客车对CO和VOCs的排放贡献最大，分别为69.3%和51.1%。机动车各污染物排放强度均呈现由城市中心向城市边缘的递减趋势。

收稿日期：2017-11-16
作者简介：谢轶嵩（1985— ），女，江西鄱阳人，工程师，硕士，主要从事环境保护等工作。

为摸清南京市货车排放现状及特征,该研究基于南京市货车活动水平数据,参照《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》(以下简称“指南”),建立了 2013—2016 年货车排放清单,并对货车尾气排放特征及年变化趋势进行了分析,以期为南京市货车污染管控提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 数据来源

该研究获取了 2013—2016 年南京市分车型、分燃料、分登记年份货车保有量数据。货车排放标准根据指南进行划分,各车型年均行驶里程、排放因子均来自指南。

1.2 计算方法

2013—2016 年南京市货车尾气排放量计算公式如下[6]:

$$E_1 = \sum_i P_i \times EF_i \times VKT_i \times 10^{-6}$$

式中, E_1 为机动车 CO、VOCs、NOx、PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 年排放量,单位为 t; EF_i 为 i 类型机动车排放系数,单位为 g/km; P 为 i 类型机动车的保有量,单位为辆; VKT 为 i 类型机动车的年均行驶里程,单位为 km/辆。

2 结果与讨论

2.1 货车保有量及结构特征分析

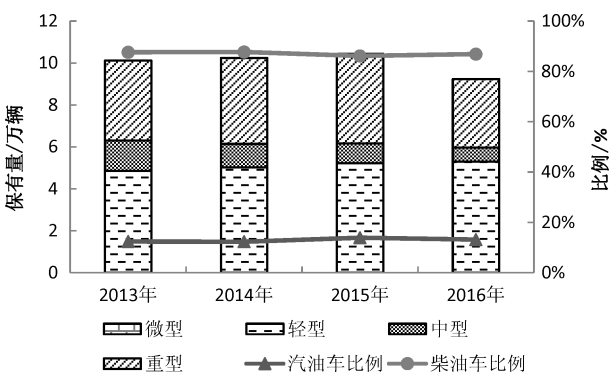


图 1 南京市不同车型货车保有量

由图 1 可以看出,南京市货车以柴油车为主,占比约为 87%,汽油车占比约为 13%。2013—2016 年,南京市货车保有量分别为 10.11、10.25、10.45 和 9.24 万辆,其中,2013—2015 年保有量略有上涨,2016 年出现明显下降,较 2015 年减少 1.21 万辆,降幅达 11.6%。就车型而言,除轻型货车保有量略涨外,其余车型均有不同程度减少。其中,微型货车和中型货车保有量逐年减少,而重型货车保有量在 2013—2015 年是持续增加的,2016 年下降且幅度较大,比 2015 年减少 1 万余辆。轻型货车和重型货车是南京市货车的主要车型,且两者之和占比逐年升高,从 2013 年的 85.6% 增至 2016 年的 92.7%。微型货车保有量则相当低,2013 年为 83 辆,至 2016 年仅剩 11 辆,基本可以忽略,因此文中不再对微型货车进行分析。

将货车按不同排放标准进行划分,如图 2,可以看出,各类型货车国 0、国Ⅰ和国Ⅱ排放标准车辆保有量比重均呈下降趋势。其中,轻型货车国 0、国Ⅰ和国Ⅱ比重之和由 2013 年的 31.3% 降至 2016 年的 5.6%,中型货车降幅最大,从 2013 年的 55.0% 降至 2016 年的 5.4%,重型货车则由 2013 年的 24.7% 降至 2016 年的 1.4%。到 2016 年,南京市货车以国Ⅲ排放标准车辆居多,在轻型、中型和重型货车中,国Ⅲ车辆占各自车型保有量的比重分别为 81.7%、66.4% 和 54.4%。国Ⅳ则次之,分别为 12.6%、28.1% 和 44.3%。

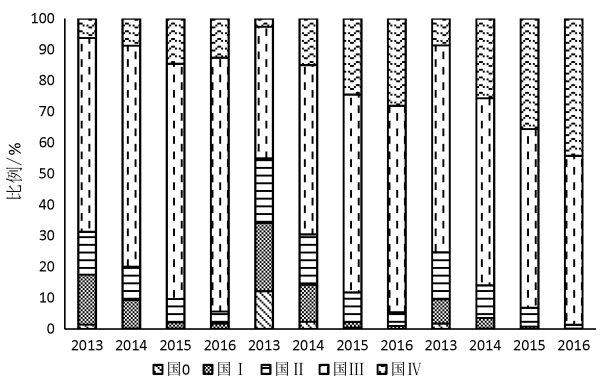


图 2 南京市货车不同排放标准车型组成

2.2 污染物排放特征及车型贡献分析

各污染物随时间变化如图 3 所示, 2016 年南京市货车 CO、NOx、VOCs、$PM_{2.5}$、PM_{10} 排放量较 2013 年均出现了较大幅度的下降,降幅分别为 53.5%、32.4%、61.9%、60.7% 和 61.1%,这主要是国Ⅲ前排放标准车辆减少导致的。南京市国 0、国Ⅰ和国Ⅱ货车 2016 年保有量相较 2013 年分别减少了 3161、12915 和 12721 辆,减少幅度分别为 99.8%、92.4% 和 82.3%。减少车辆虽然仅占总保有量的 2 成多,但因较为老旧,排放因子较大,对污染物排放的贡献率也较大,因此这一部分车辆的淘汰对货车尾气污染物排放减少影响显著,同时,

新排放标准车辆的入市也使得南京市货车排放水平明显优化。

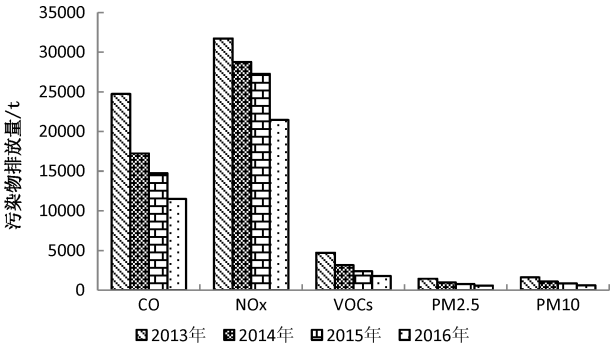


图 3　南京市货车污染物排放量

2013—2016 年各车型对污染物的贡献情况如图 4 所示,重型货车是货车尾气污染物排放的重要贡献源。对于 NOx,重型货车排放贡献率高达 7 成以上,其中 2015 年最高,为 77%,2016 年因其保有量减少,贡献率降至 72.5%,同时轻型货车贡献率占比升至 21.6%。对于 PM_{10}和 $PM_{2.5}$,重型货车贡献率随保有量变化也呈现先升后降的态势,总体占到了 7 成左右。其次是轻型货车,贡献率从 2013 年的 14.7% 和 15.0% 增至 2016 年的 25.8% 和 26.4%。中型货车贡献率比重则逐年下降,2013 年为 17.3%,到 2016 年降至 5.6%。对于 CO,2016 年重型货车贡献率为 52.3%,轻型货车为 43.1%,两者之和占总量的 95.4%。对于 VOCs,轻型货车贡献率呈上升趋势,到 2016 年比重为 50.4%,高出重型货车 4.6 个百分点,成为第一贡献源。

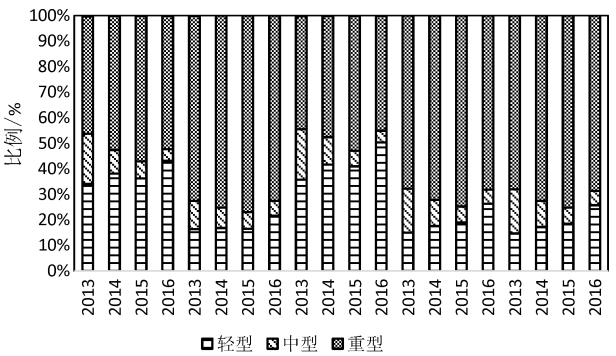


图 4　南京市各车型污染物排放贡献

3　不确定性分析

该研究建立的货车排放清单存在一定的不确定性。主要存在于年均行驶里程、车速以及排放因子上。由于数据获取的有限性,年均行驶里程采用指南推荐值,与本地车辆实际年均行驶里程之前可能存在一定偏差。在排放因子本地化修正时,采用了主要道路平均车速进行速度修正,但在实际情况中,货车有较大比例行驶在高度公路上,其实际车速要高于平均值,这就又导致了排放因子不确定性的存在。因此,在后续研究中还需要开展进一步的调查和测试,最大程度地降低这些不确定性,进而提高排放清单的准确性。

4　结　论

(1) 2013—2016 年,南京市货车保有量呈先增后减的态势。除轻型货车保有量略涨外,其余车型均有不同程度减少。

(2) 2013—2016 年,各类型货车国 0、国Ⅰ和国Ⅱ排放标准车辆保有量比重均呈下降趋势。其中,中型货车降幅最大。到 2016 年,南京市货车以国Ⅲ排放标准车辆居多,国Ⅳ次之。

(3) 2016 年南京市货车 CO、NOx、VOCs、$PM_{2.5}$、PM_{10}排放量较 2013 年均出现了较大幅度的下降,降幅分别为 53.5%、32.4%、61.9%、60.7% 和 61.1%。

(4) 重型货车是货车尾气排放的重要贡献源,其 NOx 排放贡献率高达 7 成以上,PM_{10}和 $PM_{2.5}$排放贡献率总体占 7 成左右。对于 CO,2016 年重型货车贡献率为 52.3%,轻型货车为 43.1%。对于 VOCs,轻型货车贡献率逐年上升,2016 年占比 50.4%,成为第一贡献源。

[参考文献]

[1] 马　品,曹生现,刘永红,等. 2006 - 2012 年广东省机动车尾气排放特征及变化规律[J]. 环境科学研究,2015,28(6):855 - 861.

[2] 环境保护部. 中国机动车环境管理年报(2017)[EB/OL]. http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/qt/201706/W020170605537942778925.pdf

[3] 苏　盛. 重型客货车排放特性的研究[J]. 资源与环境,2016,42(5):221 - 224.

[4] 孙世达,姜　巍,高卫东. 青岛市机动车排放清单与空间分布特征[J]. 中国环境科学,2017,37(1): 49 - 59.

[5] 唐　伟,杨　强,黄　成,等. 基于大数据分析和 IVE 模型的杭州市机动车污染物排放变化特征研究[EB/OL]. http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1843.X.20170621.0810.001.html.

[6] 环境保护部. 道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南(试行)[EB/OL]. http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201501/W020150107594587831090.pdf.

制药废水现状及处理技术研究概述

彭 瑾， 殷井云， 田学鹏
（江苏南大环保科技有限公司，江苏 南京 210000）

摘 要：制药废水排放因其毒性大、成分复杂等特点，现已成为水环境的重要污染源之一。在当今中国实施可持续发展及环境保护战略的社会背景下，制药行业的废水处理工作引起了人们的广泛关注。文中主要概述制药废水的社会现状，并针对制药废水的水质特征来阐述国内制药废水的处理工艺现状，同时，对制药废水处理技术也进行了展望。

关键词：制药废水；废水处理；水质特征；工艺现状
中图分类号：X703 **文献标识码**：A

Overview of the status and treatment technology of pharmaceutical wastewater

Peng Jin, Yin Jing yun, Tian Xuepeng
(*Jiangsu NJU Environmental Technology Co, Ltd. Nanjing, Jiangsu* 210000, *China*)

Abstract: Pharmaceutical wastewater discharge has become one of the most important pollution sources because of its high toxicity and complex components. Under the social background of implementing sustainable development and environmental protection strategy in our country, the treatment of wastewater in the pharmaceutical industry has aroused widespread concern. This paper mainly summarizes the social status of pharmaceutical wastewater, and describes the current situation of pharmaceutical wastewater treatment process in view of the characteristics of pharmaceutical wastewater. At the same time, the prospect of pharmaceutical wastewater treatment technology is also prospected.

Key words: Pharmaceutical Wastewater; waste water treatment; Water quality characteristics; Process status

引 言

中国有14亿左右的人口，对于疾病治疗、康复保健的需求量很大，因而衍生出众多制药行业。近年来，随着中国人口老龄化现象日益加剧，新增人口也在不断的增加，很大程度上加快中国制药行业的发展。与此同时，制药过程产生的制药废水也源源不断的呈现在广大民众面前，开始成为影响人们生存环境的重要污染源之一[1]。据统计，2009年中国制药废水排放总量达到5.27亿t[2]；《中国统计年鉴2011》数据显示，中国医药制造业2010年废水排放总量为52 606万t，占工业废水排放总量的2.48%；国家统计局2010年公布的《第一全国污染源普查公报》显示，医药制造业的化学需氧量排放量为21.93万t，占工业废水化学需要量排放总量的3.07%。2011年，废水排放量占工业废水排放量的2.0%[3,4]。在这些统计数据中，化学制药废水所占的比例较大，约占到60% ~80%[5]。目前，制药废水已经影响人们的生活环境，对人们的身体健康造成了也造成一定程度的危害。如何有效处理制药废水成为解决环境污染的重点问题之一，如何采取有效的处理技术是解决问题的关键。

1 制药废水特点及危害

1.1 废水的特点

制药废水是指在制药生产过程中排出的废水，由于生产的药物品中多样和生产工艺的不同，排出废水的成分也不尽相同。废水类型主要有抗生素、合成医药、中成药生产中产生的废水及各类医药制剂生产过程中的洗涤水[6]。以抗生素废水为例，其主要成分包括营养液、发酵残余基质、经溶媒回收后散出的蒸馏釜残液、提取溶媒过程中的萃余液、水中难溶性抗生素的染菌倒灌液和发酵滤液以及离子交换过程中所排出的吸附废液等[7]。由此

收稿日期：2017-11-17

作者简介：彭 瑾（1985—），女，湖北武汉人，工程师，硕士，专业方向为水环境微生物；从事环境咨询类工作。

可以看出,制药废水具有废水量大、水质复杂、有机物和悬浮物浓度高、含盐量高、毒性强、色度深、可生化性差等特点[8,9],属于难处理的高浓度工业废水。

1.2　废水的危害

制药废水中大多数成分属于极易挥发性物质,扩散到大气中,使空气中的化学物质浓度超过环境本底值,引起大气污染,并可能造成动物和人类感染呼吸类疾病[6]。制药废水中含有难降解有机污染物如有机氯化物、高分子聚合物等。这些污染物大多具有较强的毒性和致癌、致畸、致突变作用,如果不经过处理或者处理不当,排放水体后能长时间停留在水体中,通过食物链不断积累、富集、最终进入动物或人体内,对动物和人类的健康构成很大的威胁。

2　制药废水处理技术

2.1　物化处理技术

2.1.1　混凝沉淀法　混凝沉淀技术是让混凝剂中和废水中的胶体物质,使胶体微粒相互集结、失去稳定性,最终沉淀聚合。该技术处理制药废水,不仅能够降低绝大部分悬浮物和部分有机污染物,而且废水的可生化性能也能得到改善。因此,广泛用于制药废水的预处理阶段。但混凝沉淀会产生较多的化学污泥,也存在含盐量较高,氨氮的去除率较低等问题。吴郭虎等人利用自制的混凝剂对某制药厂生产抗菌素的废水进行处理研究,在 pH 值范围为 6.0 ~ 7.5、搅拌速度为 160 r/min,搅拌时间为 15 min 的工艺条件下,一次混凝剂投加量为 300 mg/L,沉降 150 min 后,COD 去除率可达 80% 以上,分两次投加效果更佳[10]。

2.1.2　吸附法　吸附法是借助于多孔性固体物质的吸附作用将制药废水中的污染物吸附出来,从而实现消除污染物净化废水的效果。吸附法主要针对废水中溶解度小、亲水性差、极性较弱、化学法难以去除的有机物[11]。常用的吸附剂有活性炭、沸石、二氧化硅、活性氧化铝、硅藻土、离子交换树脂等,在制药废水处理过程中,如对洁霉素、米非司酮以及扑热息痛等制药废水进行预处理工作时,往往都是采用活性炭或煤灰作为吸附剂[7]。可大大降低废水中的化学需氧量,且在异味和颜色的去除上效果明显。

但众多实验表明,该法一般仅在中成药或各种西药等产生的制药废水预处理中使用,吸附剂价格较高,且存在吸附剂再生等问题,一般用于小规模废水处理。

2.1.3　膜分离法　膜分离法处理制药废水是利用某些材料的膜具有选择透过性,仅允许废水中的小分子有机物通过,大分子有机物则被截留下来,使溶剂同溶质或微粒分离,从而起到浓缩和净化废水的作用。膜分离法主要分为电渗析、扩散渗析、反渗透、超滤和微孔过滤等[11]。该方法操作方便、运行安全、不会二次污染环境,。钟世安等人利用绿色水处理技术—减压膜蒸馏法(VMD)处理多酚类制药废水并从中回收乙醇,研究发现乙醇回收质量分数可达 34.5%,多酚类混合物的截留率可达 99.67%[12]。

2.1.4　气浮法　气浮法也称浮选法,是通过某种方法在水中产生大量的微气泡,使其与废水中密度接近于水的固体或者液体污染物微粒粘附,形成气浮体浮至水面而实现固液分离或者液液分离。这种方法种类多样,如充气气浮、电解气浮、化学气浮等[7]。如果废水中悬浮物含量较高,那么往往采用化学气浮法。由于其投资规模小,操作简单、维修方便等优点,但对于废水中的可溶性有机物的去除却并不理想,需要采取其他方法做进一步的处理。

2.2　化学处理技术

2.2.1　Fenton 试剂法　Fenton 试剂是一种强氧化剂,在去除废水中有机污染物过程中,具有效果好,操作简便等优点。在废水处理中 Fenton 试剂常于与混凝沉淀结合处理毒性大、一般氧化剂难氧化和生物难降解的废水[13]。影响 Fenton 试剂法效果的因素有、pH 值、H_2O_2 和 Fe^{2+} 投加量以及反应时间[14,15]。由于不同种类的制药废水,其处理条件亦不同。因此,在应用 Fenton 试剂处理制药废水时,应先找到最佳反应条件,再进行处理。

2.2.2　高级氧化技术　高级氧化技术(AOPs)是通过一定氧化反应产生具有强氧化性的羟基自由基,在高温高压、电、催化剂等条件下,通过 · OH 与废水中有机污染物产生反应,使废水中大分子有机物降解为小分子有机物或者直接降解为 CO2 和 H_2O,使有毒有机物氧化成低毒或者无毒有机物的工艺过程[16,17]。由于其氧化能力强、反应迅速、适用范围广等优点,且能够降低废水毒性和提高废水的可生化性,AOPs 已被广泛研究和应用于各种难处理工业废水中[18]。但就现阶段来说,高级氧化技术处理废水的成本较高,一般只用于制药废水预

处理阶段。

2.3　生化处理技术

2.3.1　好氧生物处理技术

（1）普通活性污泥法

普通活性污泥法作为一种现阶段在中国发展的较为成熟的制药废水处理技术，其预处理的过程得到重视，曝气的方法得到完善，大大提升了装置运行的稳定性。但这种方法需要进行大量的稀释作业，并且容易出现污泥膨胀等问题，去除效果也不是太理想，因此，要做进一步处理。

（2）SBR 法

SBR 法通常应用在间歇性排放的制药废水且水质水量波动较大的处理工作中，其不但能够较好的均化水质，同时还具有污泥活性高、运行稳定、操作简单、无需污泥回流以及抗冲击性强等优点[19]，但其也有污泥沉降、泥水分离时间较长等缺点。目前，SBR 法已经广泛的应用到了庆大霉素、四环素以及磺胺混合废水等制药废水处理工作中，并且取得了良好的效果。

2.3.2　厌氧生物处理技术

（1）上流式厌氧污泥床法（UASB 法）

该技术具有结构简单、水力停留时间短、厌氧消化效率高、无需另设污泥回流装置等优点。但是缺点也很明显，UASB 在运行过程中，对管理技术的要求较高，且启动驯化困难。周宇超等人在中温条件下采用 UASB 厌氧反应器处理含高浓度硫酸盐的制药废水，驯化 3 个月后，在进水 COD 为 9 500 mg/L、容积负荷达到 9.5 kg COD/(m^3 · d)、水力停留时间为 24 h 情况下，COD 去除率可达到 30 %，并且出水水质稳定[20]。

3　总结与展望

虽然中国在制药废水处理方面已经取得了一些进展，但在当前日益严格的废水排放标准限制下，制药行业面临着巨大的环境保护压力，如何有效治理废水并达标排放是制药企业亟需解决的问题之一。目前，中国制药产生的废水基本上属于高浓度、难降解的有机废水，仅仅单靠一种处理技术只能对部分污染物有很好的去除效果，很难使全部污染物达标排放[19]。因此，在未来的制药废水处理过程中，一方面要研制出新型的处理工艺，如微波处理法、超声波处理法等；另一方面企业应根据水质选择适宜的技术进行组合，作为联合处理方法，同时应尽可能实现资源的回收与利用。

迄今为止，制药废水处理技术处于试验阶段，在实际工程中还显得不够成熟，主力还是多年前就已经使用的技术，这些技术存在许多问题，如出水水质较差、效果不够稳定、处理成本高、资源利用率和回收率较低等问题。因此，研究新颖、高效且稳定的制药废水处理技术应当成为水处理领域的重点任务。希望在广大科研工作者的共同努力之下，制药废水可以在未来得到妥善处理。

［参考文献］

［1］ 王福龙. 制药废水处理技术的发展路径研究［J］. 化工管理，2015（12）：197－198.

［2］ 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴［M］. 北京：中国统计出版社，2010.

［3］ 刘秀宁，乐　飞，汤　捷. 多维电催化＋臭氧组合技术处理制药废水研究［J］. 医药工程设计，2011，32（2）：61－62.

［4］ 熊红莲. 制药废水深度处理技术的研究进展［J］. 化工与医药工程，2014，35（1）：47－49，20.

［5］ 张道新. 化学制药废水治理现状与出路［J］. 流程工业，2016（20）：26－29.

［6］ 韦上松. 国内外制药废水处理技术研究现状概述［J］. 环球市场信息导报（理论）2014（9）：172.

［7］ 王　亮，徐　琪，张文飞. 对制药废水特性及处理方法的探讨［J］. 科技创新与应用. 2015（6）：23.

［8］ 李向东，冯启言. 水解－好氧处理制药废水的实验研究［J］. 环境科学与技术，2006，29（1）：82－83.

［9］ Sui Q，Huang J，Deng S B，et al. Occurrence and removal of pharmaceuticals，caffeine and DEET in wastewater treatment plants of Beijing，China［J］. Water Research，2010，44：417－426.

［10］ 吴郭虎，李　鹏，王曙光，等. 电解氧化协同作用处理制药废水的研究［J］. 水处理技术，2000，26（1）：53－55.

［11］ 周楠楠，张　威，赵金龙，等. 废水深度处理的研究进展［J］. 无机盐工业. 2017. 49（2）：10－14.

［12］ 钟世安，李宇萍，周春山，等. 减压膜蒸馏法处理多酚类制药废水的研究［J］. 工业水处理，2003，23（4）：44－46.

［13］ 沈珊珊. 制药废水处理技术研究进展［J］. 资源节约与环保，2017（2）：12，14.

［14］ Yang Deng，James D. Englehardt. Treatment of Landfll Leachateby the Fenton Process［J］. Water Research，2006（40）：3683－3694.

［15］ V. Kavitha，K. Palanivelu. Destruction of Cresols by Fenton Oxidation Process［J］. Water Research，2005，39：3062－3072.

［16］ 魏令勇，郭绍辉，阎光绪. 高级氧化法提高难降解有机污水生物降解性能的研究进展［J］. 水处理技术，2011，37（1）：14－19.

［17］ Lech Kosa，Jan Perkowskib，Renata Zyllaa. Decomposition of Detergents in Industrial Wastewater by AOP in Flow Systems［J］. Ozone：Science & Engineering，2011，33（4）：301－307.

［18］ 江川春，肖蓉蓉，杨　平. 高级氧化技术在水处理中的研究进展［J］. 水处理技术，2011，37（7）：12－15.

［19］ 黄　昊，何永恒. 制药废水处理研究现状［J］. 广东化工，2013，40（14）：238－239.

［20］ 周宇昭，蒋文化，张　晔. UASB 反应器处理制药废水的实验研究［J］. 安徽化工，2011，37（2）：65－67.

宜兴殷村港2016—2017年水质调查与分析

蒋科伟，　陈　忠，　赵抒颖
（宜兴市环境监测站，江苏 宜兴 214206）

摘　要：以宜兴地区殷村港为研究对象，采用单因子水质评价法对2016年水质进行评价，评价结果显示殷村港水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838——2002）中Ⅳ类标准，对比2017年新的考核要求，评价结果显示殷村港水质与考核标准仍有较大差距，通过对其水质监测、分析与评估，研究其水质变化规律，为准确了解影响殷村港水质的主要原因，进一步改善水质，优化河流管理提供科学依据，同时也相应的提出了一些适当的河流保护建议。

关键词：殷村港；考核要求；水质监测；评价
中图分类号：X522　　**文献标识码**：A

Investigation and Analysis of the Water Quality in Yin Village Horbor in Yixing from 2016 to 2017

Jiang Kewei,　Chen Zhong,　Zhao Shuying
(*Yixing Environmental Monitoring Station*, *Yixing*, *Jiangsu* 214206, *China*)

Abstract: Yin Village Horbor water source in Yixing is selected as object in this study. Sing-factor evaluation of water quality is applies to the year of 2016, the results show that horbor water quality meets the requriements of Ⅳ standards of the surface water environment quality standards (GB3838—2002). Evaluation results for 2017 show that the horbor water quality of has a gap with new assessment requirement. Through the analysis and evaluation of water quality monitoring, and the variation of water quality, the main factors that affect the water quality are known. To provide the scientific basis for further improving water quality and optimizing river management, some appropriate water source protection recommendations are put forward.

Key words: Yin Village Horbor; Assessment Requirement; Water Quality Monitoring; Evaluation

殷村港（太滆南运河）位于宜兴市东北部，是连接滆湖与太湖的主要通道，全长20.3 km，起源于滆湖，常年流向自西向东。殷村港横贯宜兴市和桥镇、万石镇、周铁镇，经殷村港桥入太湖，沿途相交河流中较大的有武宜运河、横塘河。目前，在和桥水厂、钟溪大桥2个入境断面，殷村港桥1个入湖断面共设置3个水质自动监测站点，进行连续24 h水质监测预警。

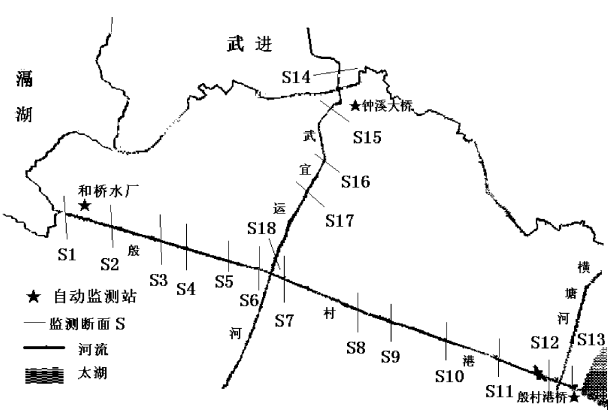


图1　殷村港河流示意图

殷村港桥断面水质目标纳入国家《水污染防治行动计划》（简称《水十条》）[1,2]。2016年5月，江苏省水污染防治联席会议办公室印发《关于公布“十三五”地表水国考断面“断面长”名单的函》（苏水治办[2016]4号），明确对国考断面水质达标情况进行通报，连续2次不达标的，约谈“断面长”，连续3次不达标的，对责任地方排放超标水污染物的项目实行区域限批[3]。

收稿日期：2018-01-05　**修订日期**：2018-01-11

作者简介：蒋科伟（1979—），男，江苏宜兴人，本科，主要从事环境监测、环境管理、环境工程等工作。

表 1 断面水质目标

断面名称	水质目标(年均值)				
	2016	2017	2018	2019	2020
殷村港桥	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

殷村港桥国考指标共 24 项,具体见《地表水环境质量标准》(GB3838—2002),除水温、总氮、粪大肠菌群不计入考核外,对其余 21 个指标进行总体评价。通过对历年监测结果统计分析可以得出:高锰酸盐指数、氨氮、总磷、化学需氧量(COD)为 4 个主要影响因子,从表 2 可以直观的看出各因子的类别。

表 2 2014 年—2016 年断面水质类别

时间	水质类别				
	高锰酸盐指数	氨氮	总磷	化学需氧量	总体水质
2014 年	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
2015 年	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ
2016 年	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ

根据表 2 可以看出,2016 年殷村港桥首要污染因子为总磷。

1 水质评价

1.1 水质评价标准[4]

地表水断面水质评价(采用单因子评价法)。即根据评价时段内参评指标中类别最高的一项来确定,水质类别与水质定性评价分级的对应关系见表 3。

1.2 水质评价指标及计算方法

殷村港桥进行常规例行监测,监测频次每月一次,主要分析 24 个项目。

单因子评价指标及计算方法:根据主要污染源的性质、类型确定单因子主要评价指标为《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)[5] 表 1 中(除水温、总氮、粪大肠菌群以外)共 21 项。

1.3 水质监测结果

单因子评价结果:殷村港桥断面 2016 年例行监测结果分析,高锰酸盐指数、氨氮、总磷、化学需氧量(COD)4 个主要影响因子类别见表 4。

从表 4 可以看出,2016 年殷村港桥国考断面 4 个主要指标按照 2017 年新的水质考核标准Ⅲ类进行比较:高锰酸盐指数年均值能达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中Ⅲ类标准,其中 2 月、4 月、6 月、8 月属于Ⅳ类,超过Ⅲ类标准,超标率 33.3%;氨氮年均值能达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中Ⅲ类标准,其中 1 月—4 月均超过Ⅲ类标准,2 月份甚至达到劣Ⅴ类,超标率 33.3%;化学需氧量(COD)年均值能达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中Ⅲ类标准,其中 2 月、6 月、8 月均超过Ⅲ类标准,超标率 25%;总磷年均值超过《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中Ⅲ类标准,其中 1 月—9 月均超过Ⅲ类标

表 3 断面水质定性评价

水质类别	水质状况	表征颜色	水质功能类别
Ⅰ~Ⅱ类水质	优	蓝色	饮用水地表水源地一级保护区、珍稀水生生物栖息地、鱼虾类产卵场、仔稚幼鱼的索饵场等
Ⅲ类水质	良好	绿色	饮用水地表水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区
Ⅳ类水质	轻度污染	黄色	一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区
Ⅴ类水质	中度污染	橙色	农业用水区及一般景观要求水域
劣Ⅴ类水质	重度污染	红色	除调节局部气候外,使用功能较差

表 4 殷村港桥断面 2016 年 4 个主要用影响因子类别

项目 \ 时间	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年均
高锰酸盐指数类别	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
氨氮类别	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
化学需氧量类别	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅲ
总磷类别	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ
总体水质类别	Ⅳ	劣Ⅴ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ

准,超标率 75%。因此,2016 年殷村港桥断面单因子评价结果:水质主要污染因子为总磷,化学需氧量类别总体较好,个别月份甚至能达到 I 类,对水质指数中污染物排序:总磷 > 氨氮 > 高锰酸盐指数 > 化学需氧量,水质属于Ⅳ类水质,水质状况轻度污染。

1.4　水质变化趋势

2016 年—2017 年分别在丰水期、枯水期、平水期,对殷村港漏湖至入湖口的主要影响指标高锰酸盐指数、氨氮、总磷 3 个指标浓度趋势进行分析,布设点位具体见图 1。

丰水期殷村港漏湖至入湖口的主要影响指标高锰酸盐指数、氨氮、总磷 3 个指标浓度趋势进行分析,趋势见图 2。

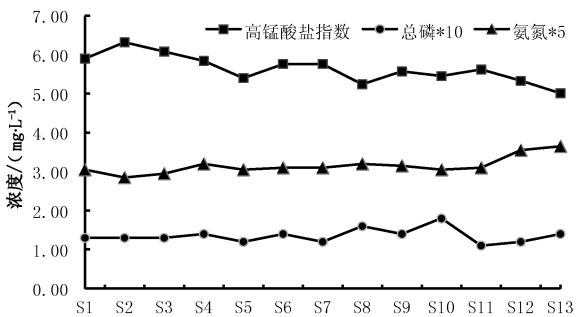


图 2　殷村港丰水期高锰酸盐指数、氨氮、总磷趋势图

丰水期殷村港漏湖至入湖口的主要影响指标高锰酸盐指数基本能达到Ⅲ类,波动不明显,整体呈下降趋势;氨氮能达到Ⅲ类,波动不是很明显,整体呈上升趋势,总磷能达到Ⅲ类,中后段有波动。

枯水期殷村港漏湖至入湖口的主要影响指标高锰酸盐指数、氨氮、总磷 3 个指标浓度趋势进行分析,趋势见图 3。

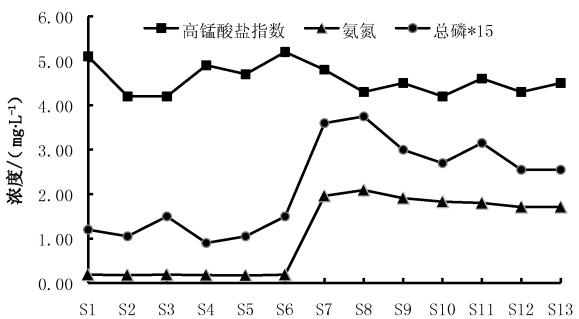


图 3　殷村港枯水期高锰酸盐指数、氨氮、总磷趋势图

枯水期殷村港漏湖至入湖口的主要影响指标高锰酸盐指数达到Ⅲ类,波动不明显;氨氮在监测点位 S1 ~ S6 达到Ⅱ类,到 S7 点位后恶化为Ⅴ类左右,可以肯定枯水期殷村港氨氮来源于武宜运河,到最终入湖处浓度有所下降;总磷指标在监测点位 S1 ~ S6 基本达到Ⅱ类,到 S7 点位后恶化为Ⅳ类,可以肯定枯水期殷村港总磷来源于武宜运河,到最终入湖处浓度有所下降。

平水期殷村港漏湖至入湖口的主要影响指标高锰酸盐指数、氨氮、总磷 3 个指标浓度趋势进行分析,趋势见图 4。

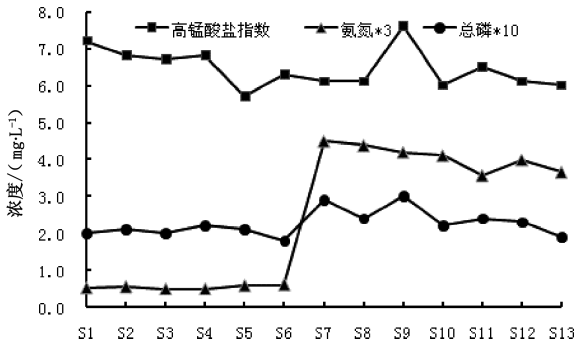


图 4　殷村港平水期高锰酸盐指数、氨氮、总磷趋势图

平水期殷村港漏湖至入湖口的主要影响指标高锰酸盐指数达到Ⅳ类,监测点位 S9(万石段)浓度有所上升;氨氮在监测点位 S1 ~ S6 达到Ⅱ类,到 S7 点位后恶化为Ⅳ类左右,可以肯定平水期武宜运河氨氮对殷村港有影响,到最终入湖处浓度有所下降;总磷指标在监测点位 S1 ~ S6 波动不明显,到 S7 点位后浓度有小幅上升,可以肯定平水期武宜运河总磷对殷村港有影响,到最终入湖处浓度有所下降。

1.5　武宜运河水质分析

枯水期、平水期殷村港氨氮、总磷指标受武宜运河影响,因此对武宜运河与殷村港交汇处至上游入境点进行分析。武宜运河北起常州江南运河,经武进区进入宜兴,常年流向自北向南。在宜兴境内分别与漕桥河、殷村港、烧香港、社渎港、芜申运河等相接。武宜运河入境前、后沿岸至殷村港段氨氮、总磷分别在枯水期、平水期的趋势见图 5。

从图 5 可以看到,入境前 S14 监测点位夏坊桥(武进区)平水期、枯水期的氨氮、总磷浓度明显高于入境后 S15 监测点位钟溪大桥(宜兴市),入境后氨氮、总磷在和桥镇闸口段 S16、S17 监测点位浓度有所上升。因此可以分析出:平水期、枯水期殷

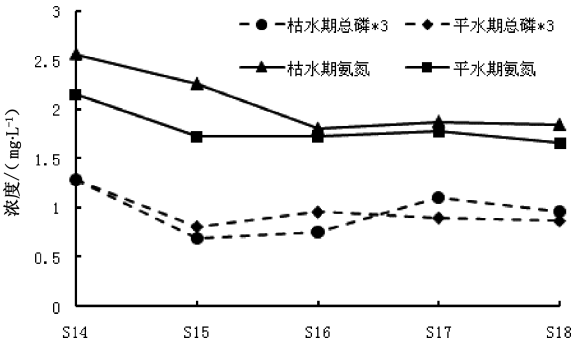


图 5　武宜运河平水期、枯水期氨氮和总磷趋势图

村港的水质恶化主要由武宜运河引起,外源性污染决定了武宜运河水质的优劣。

1.5　水质关联分析

钟溪大桥、殷村港桥 2 个断面进行氨氮、总磷的关联分析,具体见图 6、7。

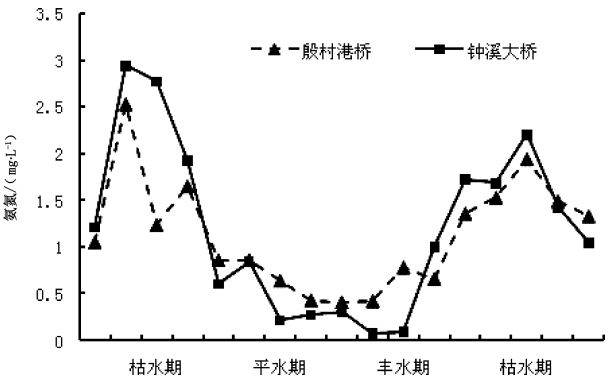


图 6　钟溪大桥、殷村港桥氨氮关联分析图

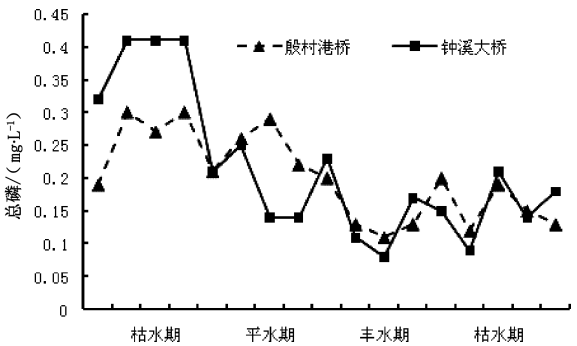


图 7　钟溪大桥、殷村港桥总磷关联分析图

从图 6、7 可以看到,钟溪大桥在枯水期的氨氮、总磷浓度较高,均超过Ⅳ类标准,并且高于殷村港桥断面,两个点位之间的氨氮、总磷指标有相关性。

2　建议

2.1　加快治污工程建设。

(1) 全面封堵武宜运河两侧排污口,加快推进闸口集聚区生活污水纳管。

(2) 全面排查闸口区域内畜禽养殖点,加快取缔与整改工作。

(3) 加快推进殷村港及其支浜的清淤工作。

(4) 在殷村港水域内,加快建设生态湿地,构建生态拦截屏障,进一步降低氮、磷排放。

2.2　推进引流降污工程。

建议依托新孟河水利工程[6],加大武宜运河新鲜水注入量,降低入境污染物浓度。

2.3　营造区域治污格局。

在目前新孟河工程尚未开工的情况下,争取上下联动,降低进入我市境内的外源性污染物入境量,改善入境水质。

3　结　论

从分析数据中可以看出,目前影响殷村港不能达到Ⅲ类水的最大的特征物为氨氮、总磷,结论如下。

(1) 殷村港的水质恶化主要由武宜运河引起,外源性污染决定了武宜运河水质的优劣。

(2) 钟溪大桥和殷村港入湖断面氨氮、总磷特征值有一定相关性。

(3) 和桥镇闸口段对武宜运河的氨氮、总磷值有一定的影响。

(4) 在特定季节殷村港万石段的本底及支浜对水质有一定影响。

[参考文献]

[1] 国务院. 国务院关于印发水污染防治行动计划的通知[Z]. 2015-4-2.

[2] 江苏省环境保护委员会办公室. 关于下达“十三五”水环境质量考核目标的通知[Z]. 2016-1-26.

[3] 江苏省水污染防治联席会议办公室. 省水污染防治联席会议办公室印发《关于公布“十三五”地表水国考断面“断面长”名单的函》[Z]. 2016-5-28.

[4] 中华人人共和国环境保护部. 关于印发《地表水环境质量评价办法(试行)》的通知[Z]. 2011-3-09.

[5] GB3838—2002,地表水环境质量标准[S].

[6] 朱　勇. 调水引流工程改善太湖流域水环境效果研究—以新孟河延伸拓浚工程为例[J]. 人民珠江,2014(4).

不同电压等级输电线路空间电磁环境的安全限值距离的估算

江世雄
(国网福建省电力有限公司,福建 福州 350003)

摘 要:为探讨高压输电线路下的电磁环境问题,通过对输电线路周围工频电磁场的理论计算,分析线路周围电磁环境,探索不同电压等级典型架设输电线路空间保护公众安全与健康的距离,为高压架空线路的合理设计和保障公众安全健康提供依据。

关键词:高压输电线路;工频电磁场;保护公众安全与健康的距离
中图分类号:TM15 **文献标识码**:A

Estimation of Protection Distance of Electromagnetic Environment around Transmission Line with Different Voltage Levels

Jiang Shixiong
(*State Grid Fujian Electric Power Company*, *Fuzhou*, *Fujian* 350003, *China*)

Abstract: For exploring the characteristics of electromagnetic environment around high voltage transmission lines, the theoretical calculation of power frequency electromagnetic field around transmission line was analyzed. The protection distance was introduced for the rational design of high voltage lines and the protection of public safety and health.

Key words: High voltage transmission line; Power frequency electromagnetic field; Distance for the protection of public safety and health

引言

随着城市化进程加快,电力负荷不断攀升,高压输变电设施不断增加。电力建设的蓬勃发展越来越多的引起公众对高压输变电设施电磁辐射污染问题的担忧,人们越来越关注输变电设备周围空间的工频电磁场是否会影响人体健康,是否满足国家相应标准。由此,输变电设备电磁环境污染控制问题也成为研究重点。根据现有研究结果,对于高压架空输电线路,电场强度有超标现象,但磁感应强度都远远小于国家标准[1-4]。因此,文中主要研究高压输电线路电场影响,通过理论计算探究了不同电压等级典型高压架空线路(110 kV,220 kV,500 kV)空间工频电场分布规律,了解其分布特征,并在此基础上探索控制限值距离,为高压架空线路的合理设计和保障公众安全健康提供依据。

1 输电线路空间电磁场分布

输电线路周围产生的是频率为50 Hz的工频电场和工频磁场,其与高频电磁场在发射电磁波的能力上截然不同。50 Hz工频场的波长长达6 000 km,输电线路本身的长度远远不足以构成有效的发射天线,根本不能形成有效的能量辐射[5],其周围的电场和磁场没有互相依存、互相转化的关系,彼此独立没有联系。郝娇[1]等通过理论计算表明在垂直高度上,距离输电线路越近,工频电场强度、磁感应强度越大。朱艺婷[4]等的研究结论是110 kV输电线路周围基本无超标区域,220 kV以上的输变电线路周围存在超标区域,磁感应强度一般都远低于0.1 mT的推荐限值;同时作者提出110、220和500 kV输变电线路的推荐防护距离分别为10 m,20 m和40 m。许正平[6]等在对强电磁发射源环境管理规划控制区的研究中认为对于工频电磁场,高压为20、120、400、720 kV时,对应输电线

收稿日期:2018-01-05
作者简介:江世雄(1982—),男,江西人,工程师,本科,主要从事电力环保等工作。

路两侧 20、30、40、50 m 宽度之内应为防护带。上述研究有的不符合中国现有常见电压等级,或者仅考虑水平防护距离而对电场的垂直空间分布未作考虑,所以急需进一步完善研究。

2 典型塔型空间电场分布

对交流输电线路而言,可依据电磁场理论建立其工频电场和工频磁场的数值计算方模型,近些年模拟电荷法凭借计算量小、精度高等特点受到广大学者的青睐,目前对模拟电荷法的研究主要集中在电荷位置的布置对精度影响、模拟电荷自适应反馈等方面[7]。对于工频磁场,常用的理论计算法有两种,一种为基于比奥萨法尔定律的积分运算,另一种为采用模拟电流法的数值计算,两者对线路磁场的计算精度基本没有太大区别[8-11]。

2.1 建立预测模型

为了便于分析与计算,对高压输电线模型做以下简化处理:(1)视工频交变电磁场为准静态场;(2)忽略输电线路弧垂、档距等因素,以弧垂最低处的离地高度作为计算时导线高度,将三维电场简化为二维电场处理;(3)输电导线从整体上简化为圆柱导线,导线半径采用等效半径;(4)取大地为零电位,在导线对应于大地的镜像位置上设置模拟电荷,等效代替大地表面上感应电荷的影响。根据等效电荷量,空间任意一点的电场强度可根据叠加原理计算得出,在点 $P(x,y)$ 的电场强度分量 Ex 和 Ey 可表示为:

$$E_{Px} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\left(\frac{x-x_i}{d_i^2}-\frac{x-x_i}{d_i'^2}\right)$$

$$E_{Py} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\left(\frac{y-y_i}{d_i^2}-\frac{y+y_i}{d_i'^2}\right)$$

$$E_P = \sqrt{E_{px}^2+E_{py}^2}$$

式中:x_i、y_i 为导线 i 的坐标($i=1$、2、…m);m 为导线数目;d_i、d'_i 为导线 i 及镜像到计算点的距离。

三相对称电流 I_A、I_B、I_C 的三相导线在 $P(x,y)$ 点的磁感应强度的水平和垂直分量为:

$$B_{px} = \sum_{i=1}^{m}B_{ix}\frac{u_0 I}{2\pi}\sum_{i=1}^{m}\frac{y_i-y}{r_i^2}\cos\varphi_i$$

$$B_{py} = \sum_{i=1}^{m}B_{iy}\frac{u_0 I}{2\pi}\sum_{i=1}^{m}\frac{x-x_i}{r_i^2}\sin\varphi_i$$

$$B_p = \sqrt{B_{px}^2+B_{py}^2}$$

$$r_i = \sqrt{(x_i-x)^2+(y_i-y)^2}$$

式中,x_i、y_i 为导线的横、纵坐标;r 为空间 P 点与导线的距离。

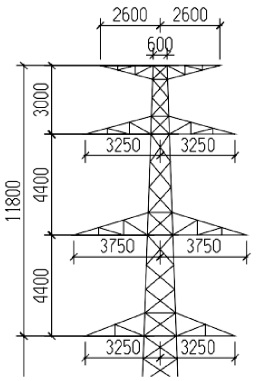
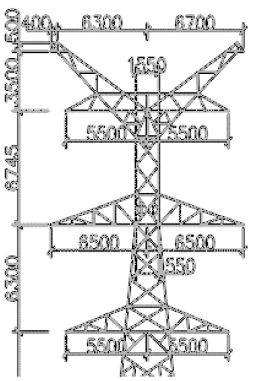
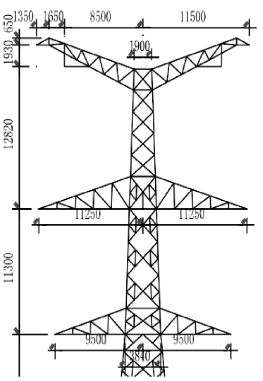
由于高压输电线路导线直径很小,因此邻近导线处电场高度集中,线路导线与大地间的空间电场分布是不均匀的,仅以单根("单相")带电高压导线为例,在无建筑物、树木等影响的情况下,沿导线到地面高度的空间范围内,电位分布呈指数衰减分布。越接近于地面处,电场强度(E)越小。另外,导线的布置形式、对地距离和相间距离、分裂根数以及双回路时电压、相序等,都直接影响线下电场强度的分布和大小。磁感应强度随着与磁场源(载流的导体)距离的增加而迅速衰减,如三相输电线路产生的磁场大致按距离平方的倒数衰减。输电线下方空间磁场的大小除了与线路负荷电流大小有关外,还和导线的布置形式、几何位置等有关。

文中以上述计算模型为基础,以国家电力公司武汉高压研究所自行研发的电磁场预测软件为辅助,计算得到了不同电压等级,不同相序的高压输电线路周围的电场值。以双回导线档距对应两杆塔中央连线对地投影为原点,水平方向为 X 轴,垂直方向为 Y 轴建立坐标系,从《输电线路塔型手册》选取 110 kV、220 kV 和 500 kV 架空线路工程所用的典型铁塔,考虑其在常规架设中的典型呼高与弧垂后取下导线对地最小距离为 18 m;由于以往研究结果表明线路同相架设的电磁影响会大于逆相架设,所以计算了同相/逆相架设的输电线路在原点两侧水平距离 20 m(500 kV 架空线路取 30 m),垂直高度在 0 ~ 60 m(约 20 层楼高)范围内的空间电场,其他计算参数见表 1。

3.2 空间电场预测结果与分析

由图 1 可知,高压架空线路周围的电压分布趋势为:电场关于线路几何中心线基本对称,电场最大值出现在导线附近,电场强度随着远离导线的方向逐渐衰减,且随着与导线的距离增大,电场强度衰减的速度逐渐降低,最后趋于稳定。电压等级增大时,架空线路周围相同空间位置处的电场强度也明显增大,同时线路对周围空间电场强度的影响范围也越来越大。对于 110 kV 线路,同相架设时,距离原点水平距离大于 7 m(距边导线水平距离大于 3.25 m),或垂直高度在 16 ~ 31 m 范围之外的区域,其电场强度小于 4 kV/m;逆相架设时,距离原点水平距离大于 7 m(距边导线水平距离大于 3.25 m),或垂直高度在 15 ~ 30 m 范围之外的区域,其电场强度小于 4 kV/m。对于 220 kV 线路,无论相

表 1　计算参数一览表

电压等级	110 kV	220 kV	500 kV
架设回路数	同塔双回	同塔双回	同塔双回
塔型	1D3 – SZ3	2E3 – SZ3	5E1 – SZK
导线型号	JL/G1A – 300/25	JL/G1A – 400/35	JL/G1A – 630/45
线路电压	110	220	500
导线排列方式	垂直排列	垂直排列	垂直排列
分裂数	/	2	4
分裂间距(mm)	/	400	500
计算电流(A)	400	800	1500
导线半径(cm)	1.197	1.34	1.69
塔型图			

序正逆,距离原点水平距离大于 13 m(距边导线水平距离大于 6.5 m),或垂直高度在 12 ~ 36 m 范围之外的区域,其电场强度小于 4 kV/m。500 kV 线路,同相架设时,距离原点水平距离大于 25 m(距边导线水平距离大于 13.75 m),或垂直高度在 0 ~ 52 m 范围之外的区域,其电场强度小于 4 kV/m;逆相架设时,距离原点水平距离大于 24 m(距边导线水平距离大于 12.75 m),或垂直高度在 1.5 ~ 52 m 范围之外的区域,其电场强度小于 4 kV/m。对比图 1(a)(b)、(c)(d)、(e)(f),发现对于 110 kV、220 kV 和 500 kV 架空线路,在导线所在高度,线路两回导线中间的区域内逆相排列时工频电场衰减速度要大于同相排列,双回路输电线路逆相序架设时可适当降低线路周围工频电场的曝露水平。

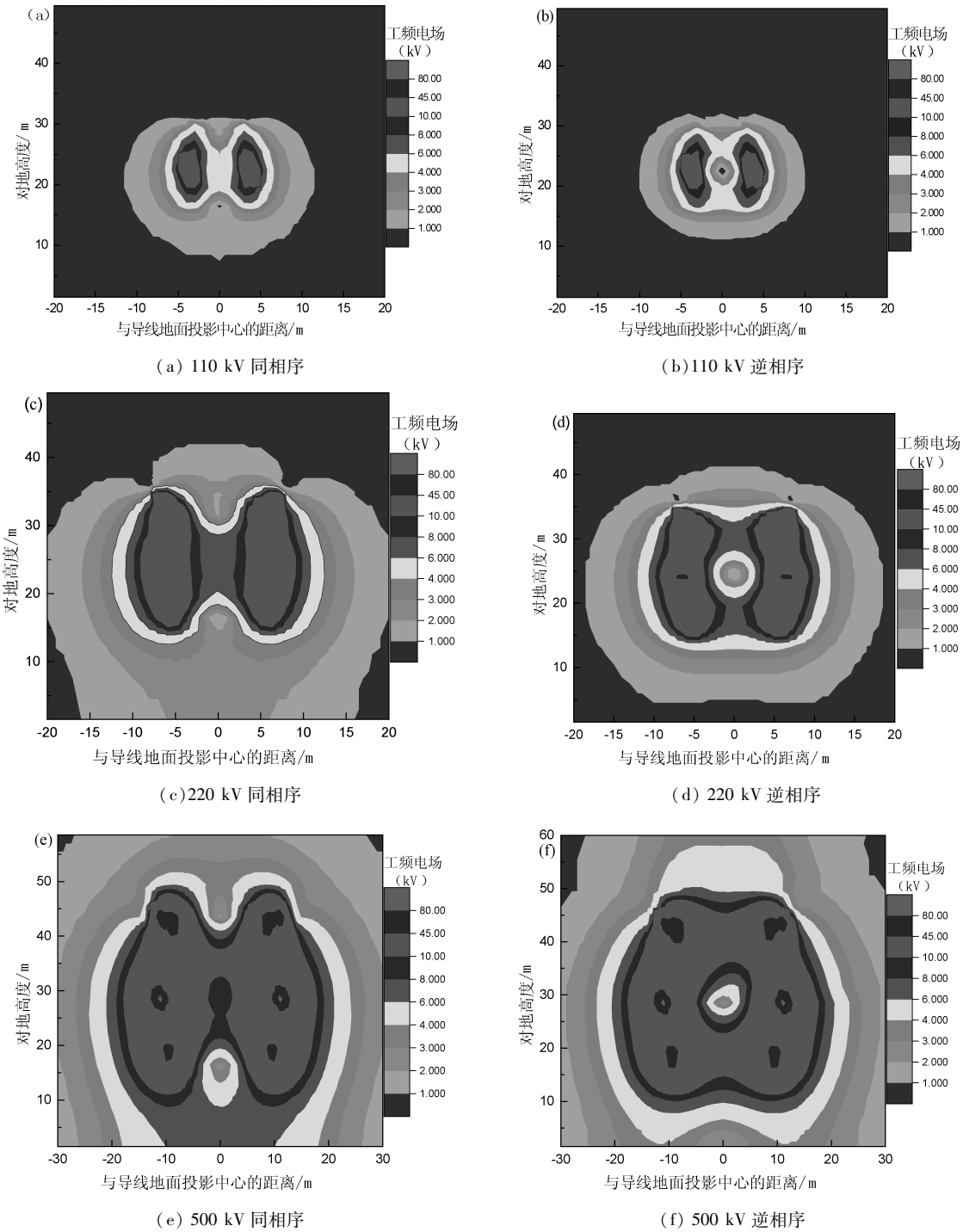
3　典型塔型控制限值距离要求

根据《电磁环境控制限值》(GB8702—2014)中对公众曝露控制限值规定,结合空间电场预测结果分析,本文对输电线路空间电磁环境控制限值距离提出如下要求:在下导线对地 18 m 的情况下,当架空线路经过非居民区时,距地面 1.5 m 高处的电场强度值均能满足 10 kV/m 的限值标准。当 110 kV 架空线路经过居民区时,位于垂直高度 15 ~ 31 m,水平距离原点 – 7 ~ 7 m 以内的部分区域超过 4 kV/m 标准限值,其他区域均满足标准要求,即线路沿线敏感点需与边导线的水平距离大于 4 m,或高于上相导线 5 m,或低于下相导线 3 m(三者满足其一即可),方可满足标准要求;当 220 kV 架空线路经过居民区时,位于垂直高度 12 ~ 36 m,水平距离原点 – 13 ~ 13 m 以内的部分区域超过 4 kV/m 标准限值,其他区域均满足标准要求,即线路沿线敏感点需与边导线的水平距离大于 7 m,或高于上相导线 5 m,或低于下相导线 6 m(三者满足其一即可),方可满足标准要求。当 500 kV 架空线路经过居民区时,位于垂直高度 0 ~ 52 m,水平距离原点 – 25 ~ 25 m 以内的部分区域超过 4 kV/m 标准限值,其他区域均满足标准要求,即线路沿线敏感点需与边导线的水平距离大于 14 m,或高于上相导线 10 m(二者满足其一即可),方可满足标准要求。

4　结　论

(1) 随着架空线路电压等级的提升,其周围电场强度随之增大,同时受其电磁污染影响的范围也逐渐加大;双回路输电线路逆相序架设时可适当降低线路周围工频电场的曝露水平。

(2) 对于典型塔型经过居民区时(下导线高



(a) 110 kV 同相序　　(b)110 kV 逆相序

(c)220 kV 同相序　　(d) 220 kV 逆相序

(e) 500 kV 同相序　　(f) 500 kV 逆相序

图 1　架空线路下导线对地 18 m 工频电场强度空间分布图

度为 18 m)的控制距离提出要求:110 kV 架空线路沿线敏感点需与边导线的水平距离大于 4 m,或与线路垂直距离大于 5 m(二者满足其一即可);220 kV 架空线路沿线敏感点需与边导线的水平距离大于 7 m,或与线路垂直距离大于 6 m(二者满足其一即可);500 kV 架空线路沿线敏感点需与边导线的水平距离大于 14 m,或与线路垂直距离大于 10 m(二者满足其一即可)。

[参考文献]

[1] 郝　娇. 高压输变电设施电磁环境公众风险感受和信息交流策略研究. 浙江大学硕士学位论文[D],2015

[2] 输变电设施的电场、磁场及其环境影响[M]. 中国电力出版社,2007

[3] 杨志祥. 高压输电线路和设备工频电磁场环境的分析[D]. 河南理工大学硕士学位论文,2009

(下转第 49 页)

·污染防治·

AO工艺应用于含油废水处理

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：采用气浮+AO工艺处理机械加工及相关过程中产生废水。工程设计规模为300 m^3/d，经过运行数据的检测，表明该工艺处理效果良好，出水COD≤100 mg/L，BOD_5≤20 mg/L，NH_3-N^-≤15 mg/L，SS≤70 mg/L，TP≤0.5 mg/L，pH值6~9，出水水质优于设计指标的要求。

关键词：含油废水；气浮；AO工艺；
中图分类号：X703 **文献标识码**：A

AO Process Appied to Oily Wastewater Treatment

WANG Meng-bo, LI Xin
(*Wuxi River Purification Environmental Engineering co., LTD, Yixing, Jiangsu* 214214, *China*)

Abstract: The process of air floatation and AO was used to treat the wastewater from mechanical processing and related processes. The project design scale was 300 m^3/d. The running data showed that the process was effective and the parameters of effluent were CODcr≤100 mg/L, BOD5≤20 mg/L, NH_3-N^-≤15 mg/L, SS≤70 mg/L, TP≤0.5 mg/L, and pH 6~9, respectively. So the treated effluent guaeity was better than the design requriements.

Key words: Oily wastewater; floatation.; AO process

1 废水来源及性质

根据含油废水来源和油类在水中的存在形式不同，可分为浮油、分散油、乳化油和溶解油四类：(1)浮油：以连续相漂浮于水面，形成油膜或油层，这种油的油滴粒径较大，一般大于100 μm。(2)分散油：以微小油滴悬浮于水中，不稳定，经静止一定时间后往往变成浮油，其油滴粒径为10~100 μm。(3)乳化油：水中往往含有表面活性剂使油成为稳定的乳化油，油滴粒径极微小，一般小于10 μm，大部分为0.1~2 μm。(4)溶解油：是一种以化学方式溶解的微粒分散油，油粒直径比乳化油还要细，有时可能小到几纳米[1]。

该项目污水处理主要含机械加工生产过程中产生废水，其综合水量为300 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	石油类/(mg·L^{-1})	COD/(mg·L^{-1})	NH_3-N	SS/(mg·L^{-1})
进水水质	27~45	253~920	8~25	108~454
出水水质	5	100	15	70

2 工艺选择

微细的油珠分散于水中形成水—油乳化液，由于乳化液的油珠极细，其表面形成一层界膜带有电荷，油珠外围形成双电层，使油珠相互排斥极难接近，因此，要使油水分离，首先要破坏油珠的界膜，使油珠相互接近并聚集成大滴油珠，从而浮于水面，这就叫破乳，常用的破乳方法有高压电场法、药剂法、离心法、超滤法等[2]。

综合污水进水水质特点为石油类、COD浓度高，BOD浓度低，生化性较差。可考虑预处理除油后再进行生化处理。由于生化性能较差须考虑提高B/C措施。根据水质分析情况确定工艺流程，工艺流程图如图1。

工艺流程说明：

(1) 生活污水和工业污水混合后进入格栅进。格栅井内安装机械格栅一台，格栅的作用是拦截较大渣物。

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。

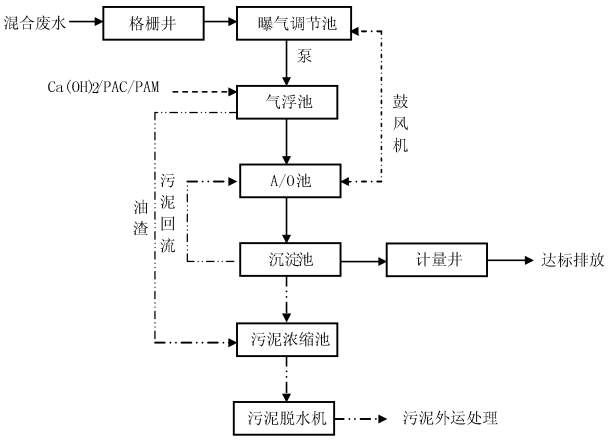


图 1　工艺流程

（2）混合污水经提升泵进入曝气调节池。曝气调节池起到均衡水量,均匀水质的作用。同时能将废水中的部分乳化油类进行破乳。

（3）调节池污水经泵进入气浮池。气浮池前端投加 $Ca(OH)_2$/PAC/PAM,作用是破乳、絮凝;气浮池内利用释放加压溶气水产生的细小气泡将絮凝的油滴、悬浮物与水分离。气浮浮渣排入污泥浓缩池内。

（4）气浮出水进入 A/O 系统。A/O 系统分为 A 池与 O 池。A 池设有潜水搅拌机,通过后续 O 池混合液回流,可起到脱除氨氮的作用。同时 A 池具有降低大分子有机物作用,有利于后续 O 池对有机物的去除。O 池装有生物填料和微孔曝气系统,可为微生物提供足够氧气和立体栖息空间,提高 O 池处理效果。在 O 池中,有机物得到将转化为二氧化碳和水,同时一部分脱落生物膜至沉淀池中沉淀后以污泥形式排出体外。污水中有机物、氨氮、和总磷在该处理系统中得到有效去除。

（5）沉淀池的作用是泥水分离。上清液经计量井排放。污泥一部分回流至 A 池,一部分进入污泥浓缩池。

（6）污泥浓缩池的作用是初步降低污泥含水率,保证污泥脱水设备的运行效果,脱水污泥外运安全处理。污泥池上清液回流至集水井,再次进入系统循环处理。

3　主要设计要点

（1）格栅井:1 座,尺寸:2.0 × 0.5 × 1.5 (H)m;

（2）曝气调节池:1 座,尺寸:8.0 × 9.0 × 3.0 (H)m,停留时间:14 h;

（3）A 池:1 座,尺寸:5.0 × 7.0 × 3.0(H)m,停留时间:4.6 h;

（4）O 池:1 座,尺寸:12.0 × 7.0 × 3.0(H)m,停留时间:10.9 h;

（5）二级沉淀池:1 座,尺寸:3.0 × 7.0 × 3.0 (H)m,表面负荷:0.95 $m^3/m^2 \cdot h$;

（6）污泥池:1 座,尺寸:2.0 × 7.0 × 3.0(H) m,有效容积:37 m^3;

（7）综合设备间,1 座,尺寸:13.0 × 6.5 × 4.0 (H)m

4　处理效果

该工程中采用加药及气浮工艺实现破乳除油,影响破乳效果的主要反应条件有 pH、药剂投加量等,其中药剂投加量对破乳效果的影响是很大的,远大于其它因素的影响,所以系统设置了药剂投加泵的流量根据进水水量的联动控制装置,来实现药剂的精确投加。

该工程废水排放标准中要求石油类小于 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,石油类保持在 0.5 mg/L 以下。运行一个月内进出水统计情况见表 2。

表 2　进出水水质统计表

项目	石油类/ ($mg \cdot L^{-1}$)	COD/ ($mg \cdot L^{-1}$)	NH_3-N	SS/ ($mg \cdot L^{-1}$)
进水水质	12 ~ 15	284 ~ 309	21 ~ 23	160 ~ 180
出水水质	0.1 ~ 0.2	25 ~ 31	2 ~ 3	20 ~ 30

5　运行效果分析

电费:电费按每度 0.50 元计,则 E1 = (351.42 × 0.50)/300 ≈ 0.586 元/m^3. 水

药剂费:(1) PAC 费用:投加量约 30 mg/L,市场价按 2.0 元/kg 计,PAC 投加费用为:0.06 元/t 水;

（2）PAM 费用:投加量约 4 mg/L,市场价按 20 元/kg 计,PAC 投加费用为:0.08 元/t 水;

（3）破乳剂费用:在污水站投运后,破乳剂没有另配药剂,仅投加 PAC 及 PAM 可以满足运行要求。所以破乳剂费用为 0;

（下转第 49 页）

苏州市吴江区分散式农村生活污水收集及处理工艺技术的研究及分析

沈 婧
(苏州市吴江区环境保护局,江苏 苏州 215200)

摘 要:通过对吴江区农村生活污水处理的现状的调研,深入分析了吴江分散式农村生活污水常用的收集模式、处理工艺的技术特征、投资费用及适用性,提出了适用于不同条件的分散式农村生活污水的处理工艺。

关键词:吴江区;分散式农村生活污水;收集;处理工艺;分析
中图分类号:X703 **文献标识码**:A

Analysis and Investigation on Pollution Control of Photovoltaic Industry In Wujiang District

SHEN Jing
(*Environmental Protection Agency of Wujiang District*, *Suzhou*, *Jiangsu* 215200, *China*)

Abstract: Through the investigation of the current situation of rural domestic sewage treatment in Wujiang District, the usual collection mode of decentralized rural domestic sewage in Wujiang, characteristics of the treatment technology, the investment cost and its applicability, were analysed in this paper. The treatment processes suitable for decentralized rural domestic sewage under different circumstances were put forward.

Key words: Wujiang District; decentralized rural domestic sewage; collection; treatment process; analysis

近年来,随着国家对农村环境治理工作的日趋重视,将农村环境工作纳入了生态文明建设考核、“五位一体”战略建设目标、“美丽乡村”建设行动、全省覆盖拉网式农村环境综合整治试点工作中。因此,加强农村生态环境保护,尤其是解决农村生活污水治理难题,对改善农村生态环境质量具有重要的意义。为此,文中根据苏州市吴江区近几年农村生活污水治理工艺技术的现状,对目前采用的分散式农村生活污水处理工艺系统地分析比较,提出了适用于不同区域环境条件的分散式农村生活污水处理工艺。

1 吴江区农村生活污水治理现状

苏州市吴江区地势低平,河道稠密,湖荡星罗棋布,是太湖水网平原的一部分。根据其地形条件,村庄布局主要有两种类型:西部紧邻太湖,河流众多且向太湖呈网格状分布,沿太湖村庄临水线状布局;东部、南部湖荡密布,水面宽广,村庄大多环湖团状布局,水乡风貌特色明显。受地形地貌、传统农业的影响,农村居民点较为分散,自然村规模小,多以30~100户为主,占比为59.0%。

表1 吴江区农村基本信息汇总表

村庄类型	总数	农户/户
特色村	32	3 535
重点村	279	28 363
一般村(有条件建设村庄)	1 364	73 278
一般村(控制建设村庄)	822	35 368
合计	2 497	140 544

根据最新《吴江区镇村布局规划》及太湖新城(松陵镇)、汾湖高新区(黎里镇)、吴江高新区(盛

收稿日期:2017-10-26

作者简介:沈 婧(1984—),女,江苏苏州人,工程师,本科,主要从事建设项目的审批和验收、太湖流域水污染防治及生态文明建设的相关工作。

泽镇)、吴江开发区(同里镇)、震泽镇、平望镇、七都镇、桃源镇村镇布局规划,全区规划重点村 279 个,总户数为 28 363 户;特色村 32 个,总户数为 3 535 户;一般村 2 186 个,总户数 108 646 户,其中一般村中控制建设的村庄 822 个。

截至 2014 年底,全区累计完成 302 个农村集居点和保留村的生活污水治理工程建设,涉及农户 29 036 户,农村污水治理率达 20.7%(以户计);其中纳入最新镇村布局规划的完成重点村、特色村 134 个,累计受益农户 16 252 户,农户受益率约 50.95%;完成一般村 168 个,累计受益农户 12 784 户,农户受益率约 11.77%,具体见表 2 所示。

表 2　已完成农村污水治理情况汇总表

村庄类别(自然村)	村数/个	户数/户	已开展治理村数	受益户数/户	受益率/%
特色村	32	3 535	17	2 592	73.3
重点村	279	28 363	117	13 660	48.2
一般村(有条件建设村庄)	1 364	73 278	130	9 437	12.9
一般村(控制建设村庄)	822	35 368	38	3347	9.5
合计	2 497	140 544	302	29 036	20.7

调查显示,2008—2014 年累计 77 个自然村采用接管方式进行治理,通过敷设污水管网将集居点内的生活污水收集后输送至城镇污水处理厂或者就近的处理设施进行处理;225 个自然村采用建造独立设施的方式进行治理,通过敷设管网将集居点内的污水集中收集,就地建造独立处理设施进行处理。建造的独立设施累计形成处理规模 1.67 万方/d。

根据相关规划要求,“十二五”期间,全面加大农村生活污水治理力度,遵循整村整片推进和沿河、沿湖等环境敏感区域优先治理的原则,通过三年行动计划的有效实施,实现重点村、特色村农村生活污水处理设施全覆盖,全区农村生活污水处理率达到 80% 以上,农村生活污水处理尾水实现“零”排放;同步实施撤并乡镇集镇区生活污水收集处理。因而,吴江区分散式农村生活污水治理的任务十分艰巨。同时,结合吴江区的村镇规划,吴江区近年主要治理对象为治理条件相对较好的重点村、特色村,或接管或建设独立处理设施,现已基本建设到位,具备集中处理生活污水条件的区域越来越少,所剩的大多为分散的小自然村,这部分污水在农村污水总排量中占有较大比例,也成为吴江农村生活污水治理工作的重点和难点。

2　分散式农村生活污水的收集方式

受到农村地形、农田、水系等阻隔,根据村庄的聚集程度、村庄大小、人口规模等因素,农村生活污水的收集可分为以下四种方式:农户内部收集、散户收集、多户分片收集及多户集中收集。

2.1　农户内部收集

农户室内污水收集系统详见图 1。粪便污水进入化粪池、厨房污水经隔油池(普通农户可不设,农家乐必须设置)进入污水管道,其它杂用水直接进入污水管。化粪池上清液、厨房、洗浴间污水收集排至设在院内或周边的污水处理设施。

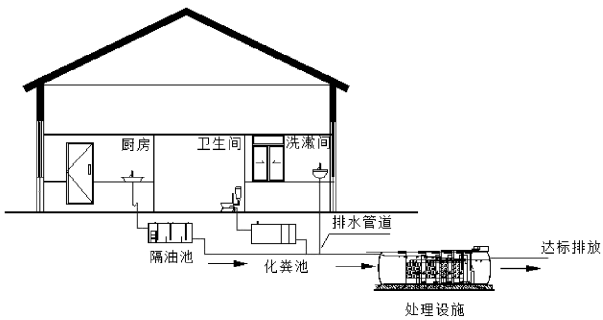


图 1　农户室内污水收集模式

2.2　农户户外收集

根据人口规模、聚居程度、地形特点不同,农村生活污水户外收集分为分散收集、分片收集和集中收集三种方式。

2.2.1　分散收集　污水分散收集系统如图 2 所示,适用于较为偏僻的单户或相邻农户的污水收集,一般污水量不大于 2 m^3/d,服务人口 6 ~ 20 人左右,服务家庭户数 2 ~ 5 户。污水处理设施布置在农户周边;相邻农户的化粪池可单建,也可合建,在单户收集系统基础上,将 2 ~ 5 户的污水管道或沟渠引入污水处理设施。

2.2.2　多户分片收集　多户分片收集系统一般污

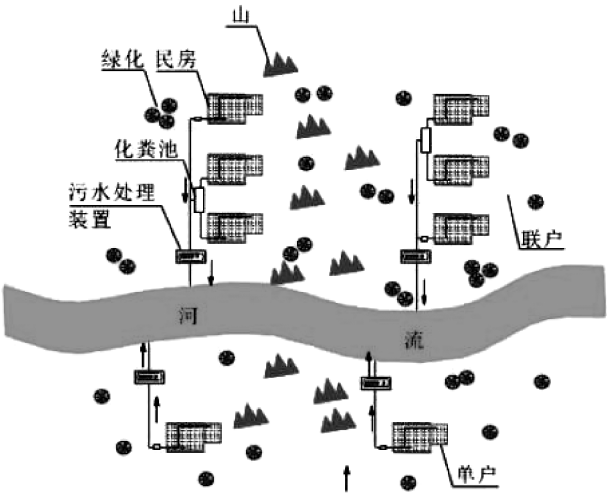


图 2　污水分散收集系统

水量为不大于 30 m^3/d,服务人口 180 人左右,服务家庭户数约 60 户,污水处理设施布置在村落中;在单户收集系统基础上,将各户的污水用管道或沟渠引入污水处理设施。多户收集系统参见图 3。

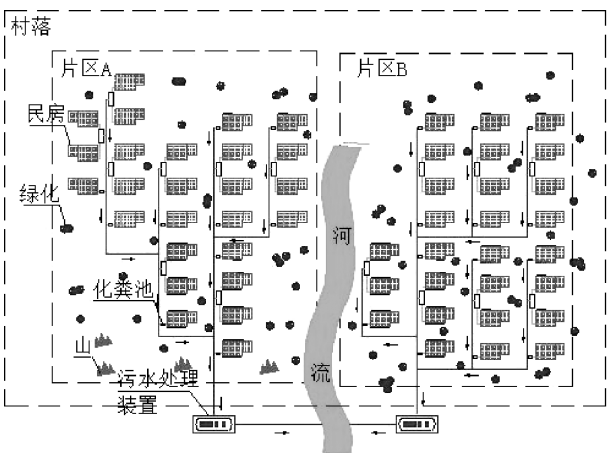


图 3　分片区收集模式

此类收集系统适用于受地形等条件限制,相对聚居的几户农家组成的小型独立收集系统,或聚集程度相对较高,但受河道阻隔等地形条件限制,以片区为单位的收集系统。

2.2.3　多户集中收集　多户集中收集系统一般污水量大于 30 m^3/d,服务人口 200 人以上,服务家庭户数 60 户以上,污水处理设施布置在村落中,在单户收集系统基础上,将各户的污水用管道或沟渠引入污水处理设施。

此类收集系统适用于地形条件有利于生活污水依靠重力流汇集、聚集程度很高的集居点或地理位置相邻的几个自然村。

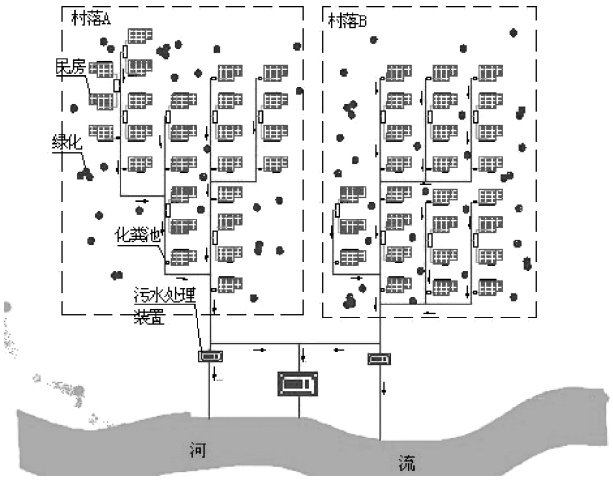


图 4　多户集中收集系统

3　分散式农村生活污水处理工艺技术分析

根据前期调研,针对当前处理技术存在的主要问题,重点选择具有“三低一高”(低能耗、低投资、低成本和高效率)的分散型污水资源化处理技术,并提高污水处理深度,增加脱氮除磷的功能以控制水体富营养化。

3.1　工艺选择原则

一是环境优先原则,处理技术应能有效去除有机污染物、氮、磷营养物。

二是因地制宜原则,处理技术应根据村庄所处自然地理环境条件、规划定位、人口规模、集聚程度、排水特点及排放去向、经济承受能力等因素来确定。

三是成本低廉原则,优先选择无动力或少动力、无管网或少管网、低运行成本的生化处理和生态净化相结合处理技术。充分利用农村地形地势、可利用的水塘及闲置地,降低能耗,节约成本。

四是成熟可靠原则,优先选择在国内得到广泛运用、耐受冲击负荷、运行稳定可靠的处理技术。

五是景观相容原则,要求处理设施建设与“美丽乡村”建设统一规划、设计和施工,优先考虑与周边景观的相容性。有空闲用地的区域,推荐采用与景观相容性较好的人工湿地工艺。

六是再生利用需要。充分利用农村地区的地形地势和居民住宅建设布局等具体情况,结合农业生产做到减量化、资源化,节约水资源、保护水环境,促进农村地区的社会经济发展与资源、环境相协调。

七是处理工艺提档升级。充分借鉴已建运行设施的情况,对处理工艺流程提档升级,满足尾水资源化利用。

3.2　常用农村生活用水处理工艺技术分析

3.2.1　庭院式人工湿地　庭院式人工湿地是一种小型的人工湿地,因地制宜地建在庭院或周边闲散地。与村庄景观建设结合,美化环境,改善景观。处理后出水可就地利用。单个或几户生活污水经收集送到格栅井、厌氧发酵池过滤沉淀后,进入小型潜流人工湿地内,污水中的有害物质经过过滤和植物吸收,达到排放标准后回灌菜地、农田。庭院人工湿地建设施工方便,构筑物和处理设备配置少,运行费用低廉,但处理能力有限。

3.2.2　地埋式微动力氧化沟工艺　这是一种依靠自然供氧的地埋式污水处理工艺。生活污水经厌氧段水解、消化,降低有机物浓度,有机氮得到充分氨化后,利用射流泵打入好氧滤池并最后进入氧化沟进行深度处理。该工艺主体构筑物全部在地下,适用用地紧张的集聚点,运行费用较低,但维护不便,氨氮去除率不稳定。

3.2.3　组合式人工湿地系统　人工湿地系统基建和运行费用低,具有显著的生态环境效益的同时,也有着较强的观赏性,它可以与村镇绿化环境建设相结合。人工湿地填料表面吸附许多微生物而形成大量生物膜,植物根系分布于湿地表面,于自然生态系统中通过物理、化学及生物反应三重协同作用净化污水。但该工艺的氮磷去除稳定性较差,且滤料层易板结和下漏、渗滤速度慢以及单位面积日处理量少等问题。

3.2.4　生物接触氧化 + 人工生态湿地　当处理规模 30 m^3/d 左右时,工艺选择可以考虑 AO(接触氧化系统) + 人工湿地污水处理系统、厌氧 + 生物膜法(生物接触氧化 > 生物滤池 > 生物转盘);当处理规模 > 50 m^3/d 时,工艺选择可以考虑厌氧 + 生物膜法(生物接触氧化 > 生物滤池 > 生物转盘),后续可根据实际情况选择人工湿地系统;但是该工艺投资和运行费用高,普适性差等问题。

3.3　常用处理工艺技术参数与经济性比较分析

表 3 为所选择的 4 种分散式农村生活污水处理工艺运行特征和工程经济估算情况[1-3]。这 4 种工艺各具优势。其中生物接触氧化 + 人工生态湿地工艺运行效果和稳定性优于其他工艺,适用于处理规模较大,排放要求高的村庄;地埋式微动力氧化沟工艺具有一定的基建投资优势,但处理效果有限;庭院式人工湿地和组合式人工湿地系统具有明显的运行维护成本优势,但仅适用于处理规模较小的场合,且处理效果并不十分理想,适用于排放要求不高的单门独户或几户的污水处理。

表 3　吴江典型分散式农村生活污水处理工艺技术特点分析

工艺技术	处理规模	占地面积	投资(不含管网)/元 m^3	自动化程度	维护管理	运行成本/元 m^3	出水水质(GB18918—2002)
庭院式人工湿地	≤1	小	2 800 ~ 3 700	低	简便	无	一级 B
地埋式微动力氧化沟工艺	50 ~ 200	中等	2 400 ~ 3 000	一般	较复杂	0.2 ~ 0.3	一级 B
组合式人工湿地系统	≤10	中等	3 600 ~ 4 800	低	简便	0.08 ~ 0.12	一级 B/一级 A
生物接触氧化 + 人工生态湿地	1 ~ 250	小	10 000 ~ 39 000	高	较复杂	0.35 ~ 0.75	一级 A

4　结　语

根据吴江环太湖地区地理环境和农村生活污水分散的特点,生物接触氧化 + 人工湿地系统工艺适宜在经济条件较好的村庄及城乡结合部村庄使用;组合式人工湿地工艺适宜在面积大、经济条件较差、对出水水质要求不高的村庄使用;地埋式氧化沟工艺则适宜民俗旅游村等经济条件较好、出水水质要求一般的村镇地区使用;对于区域范围内村庄分散、人口规模较小、地形布局条件复杂、污水不易集中收集,建议采用无动力的庭院式小型湿地、污水净化池和小型净化槽等分散处理技术。

农村生活污水综合治理可极大缓解农村生活污染的现状,有助于实现区域污染物总磷控制目标,有效降低太湖河网水系的污染,对于保障饮用水安全、改善人居环境、推进社会主义新农村建设、保障农村地区可持续发展均具有重要意义。

[参考文献]

[1]　张后虎,祝栋林. 农村生活污水处理技术及太湖流域示范工程案例分析[M]. 北京:中国环境科学出版社,2011.

[2]　江苏省建设厅. 农村生活污水处理适用技术指南[S]. 南京:江苏省建设厅,2008.

[3]　中华人民共和国环境保护部. 农村生活污水处理项目建设与投资指南[S]. 北京:中华人民共和国环境保护部,2013.

废水生物脱氮除磷新工艺研究

李小虎
(江苏环保产业技术研究院股份公司,江苏 南京 210036)

摘 要:传统的生物脱氮除磷去除效率低,是导致水体的富营养化的主要原因。文中分析了传统生物脱氮除磷工艺的不足,并介绍了反硝化除磷、同时硝化反硝化、短程硝化反硝化、厌氧氨氧化等几种生物脱氮除磷新技术的机理与典型工艺。最后指出经济、高效、低能耗的可持续脱氮除磷工艺是污水处理的发展方向。

关键词:生物处理;脱氮除磷;新工艺
中图分类号:X52 **文献标识码**:A

Study on New Process of Biological Denifrification and Phosphate Removal of Wastewater

LI Xiao-hu
(*Jiangsu Academy of Environmental Industry and Technology Corp.*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*)

Abstract: The low efficiency of traditional biological denitrification and dephosphorization, is the main reason causing the eutrophication of water environment. The deficiency of traditional biological nitrogen removal and phosphorus removal is analyzed. The mechanism and typical process of several new biological denitrification and dephosphorization technologies are introduced, such as denitrifying dephosphorization, nitrification and denitrification, short-range nitrification and anaerobic ammonia oxidation. Finally, it is pointed out that the economical, efficient and low-energy sustainable process of denitrification and dephosphorization is the development direction of wastewater treatment.

Key words: Biological treatment; Denitrification and dephosphorization; New process

前 言

随着经济的快速发展,环境污染问题越来越突出,特别是含氮、磷等植物营养型污染物的超标排放,导致水体富营养化问题日益严重。而常规活性污泥工艺对总氮、总磷的去除率仅在10%~30%之间,远不能达到国家排放标准[1]。因此,研究开发高效、经济的生物脱氮除磷工艺已成为当前水污染控制领域的研究重点和热点。研究表明,生物的脱氮除磷过程出现了一些超出人们传统认识的新发现,如某些异养菌也可以参与硝化作用;某些微生物在好氧条件下也可以进行反硝化作用。这些现象的发现以及各个不同工艺之间的组合,都为设计处理工艺提供了新的理论和思路。

1 传统脱氮除磷工艺

1.1 A^2/O 工艺

A^2/O 工艺是 Anaerobic/Anoxic/Oxic 的简称,即厌氧/缺氧/好氧生物脱氮除磷工艺。该工艺的特点是工艺简单,能够同步脱氮除磷,总停留时间短,不易膨胀,不需投药,运行费用低。

污水首先进入厌氧区与回流污泥混合,在兼性厌氧发酵菌的作用下,将部分易生物降解的大分子有机物转化为VFA(挥发性脂肪酸)。在缺氧区,反硝化菌利用污水中的有机物和经混合液回流而带来的硝酸盐进行反硝化,同时去碳脱氮。在好氧区,有机物浓度相当低,有利于自养硝化菌生长繁殖,进行硝化反应。

A^2/O 工艺是较早用来脱氮除磷的方法,但是它的脱氮除磷效果难于进一步提高。工艺流程见图1。

收稿日期:2017-11-16

作者简介:李小虎(1984—),男,河南平舆人,工程师,硕士,主要从事水污染防治及水环境管理研究、环境影响评价等工作。

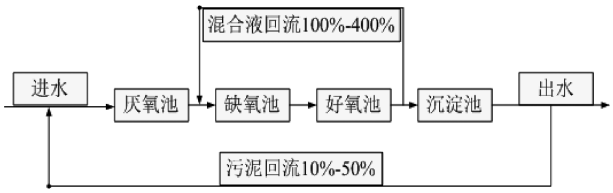


图 1　A^2/O 工艺流程

Fig. 1　A^2/O process

1.2　phoredox 工艺

在此工艺中,缺氧池可以保证磷的释放,从而保证在好氧条件下有更强的吸磷能力,提高除磷效果。由于有两极 A^2/O 工艺串联组合,脱磷效果好,则回流污泥中挟带的硝酸盐很少,对除磷效果影响较少,但该工艺流程较复杂。工艺流程见图 2[2]。

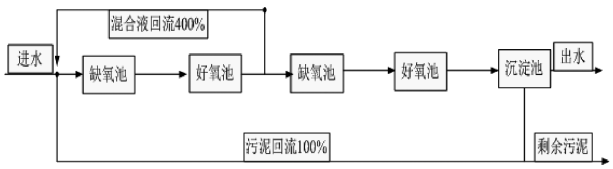


图 2　phoredox 工艺流程

Fig. 2　phoredox process

2.3　UCT 工艺

此工艺是对 phoredox 工艺的改进,将沉淀池污泥回流到缺氧池而不是回流到厌氧池,避免回流污泥中的硝酸盐对除磷效果的影响,增加了缺氧池到厌氧池的混合液回流,以弥补厌氧池中污泥的流失,强化除磷效果。工艺流程见图 3。

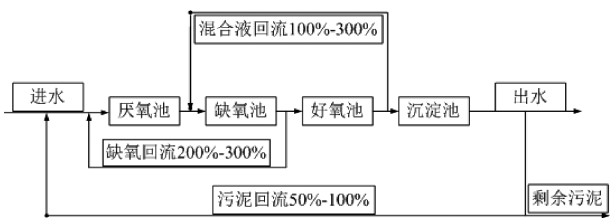


图 3　UCT 工艺流程

Fig. 3　UCT process

上述工艺都是研究者们根据厌氧、缺氧、好氧等池子的排列数量及混合液循环和回流方式的变化开发出的一系列工艺。此外,还有通过对曝气供氧的控制,在空间和时间上形成厌氧与缺氧环境的 SBR(序批间歇式活性污泥法)工艺和氧化沟工艺。这些工艺中存在多种问题,制约了工艺的高效性和稳定性。

2　传统工艺中存在的问题[3]

2.1　微生物的混合培养

传统的生物脱氮除磷工艺一般都采用单一污泥悬浮生长系统,在该系统中有多种差别较大的微生物,不同功能的微生物对营养物质和生长条件的要求都有很大的不同,要保证所有的微生物都达到最佳生长条件是不可能的,这就使得系统很难达到高效运行。

2.2　泥龄问题

由于硝化菌的世代期长,为获得良好的硝化效果,必须保证系统有较长的泥龄。而聚磷菌世代期较短,且磷的去除是通过排除剩余污泥实现的,所以为了保证良好的除磷效果,系统必须短泥龄运行。这就使得系统的运行,在脱氮和除磷的泥龄控制上存在矛盾。

2.3　碳源问题

在脱氮除磷系统中,碳源主要消耗在释磷、反硝化和异养菌的正常代谢等方面。其中,释磷和反硝化的反应速率与进水碳源中易降解的部分,尤其是挥发性有机脂肪酸的含量关系很大。一般说来,城市污水中所含的易降解的有机污染物是有限的,所以在生物脱氮除磷系统中,释磷和反硝化之间存在着因碳源不足而引发的竞争性矛盾。

2.4　回流污泥中的硝酸盐问题

在整个系统中,聚磷菌、硝化细菌、反硝化细菌及其它多种微生物共同生长,并参与系统的循环运行。常规工艺中,由于厌氧区在前,回流污泥不可避免地将一部分硝酸盐带入该区,一旦聚磷菌与硝酸盐接触,就导致聚磷效果下降。这主要是由于反硝化细菌与聚磷菌对底物形成竞争,其脱氮作用造成碳源无法满足聚磷菌的充分释磷所致。

3　生物脱氮除磷新工艺

3.1　DEPHANOX 工艺

DEPHANOX 工艺是 BortoneG 等[4]于 1996 年提出的一种具有硝化和反硝化除磷双污泥回流系统的技术,是为了满 DPB 所需的环境要求而开发的一种强化生物除磷工艺。该工艺在厌氧池与缺氧池之间增加了沉淀池和固定膜反应池,可以避免由于氧化作用而造成有机碳源的损失并稳定系统的硝酸盐浓度。污水在厌氧池中释磷,在沉淀池中进行泥水分离,含氨较多的上清液进入固定膜反应池进行硝化,污泥则跨越固定膜反应池进入缺氧段完成反硝化和摄磷[5]。

该工艺具有能耗低,污泥产量低且 COD 消耗量低的特点。但该工艺中磷的去除效果很大程度上取决于缺氧段硝酸盐的浓度,当缺氧段硝酸盐不充足时,磷的过量摄取受到限制;反之硝酸盐又会随回流污泥进入厌氧段,干扰磷的释放和聚磷菌体的 PHB 的合成[6]。

该工艺优点在于不但能解决除磷系统反硝化碳源不足的问题和降低系统的能源(曝气)消耗,而且可缩小曝气区的体积,降低剩余污泥量,尤其适用于处理低 COD/TKN(TKN 为总凯氏氮)的污水。不过由于进水中氮和磷的比例很难恰好满足缺氧摄磷的要求,从而给系统的控制带来一定困难。工艺流程见图 4。

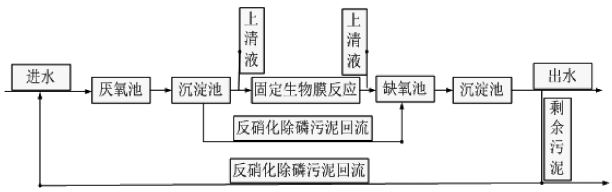


图 4　DEPHANOX 工艺流程

Fig. 4　DEPHANOX process

3.2　A2NSBR 工艺

A2NSBR 反硝化除磷工艺由 2 个反应器组成:A^2/O - SBR 反应器的主要功能是去除 COD 和反硝化除磷脱氮,N - SBR 反应器主要起硝化作用。这 2 个反应器的活性污泥是完全分开的,只将各自沉淀后的上清液相互交换。

在 N - SBR 反应器中进水 COD/TKN 比较低的进水和泥龄超长,直接导致污泥浓度和污泥负荷低,从而减小曝气量并得到较好的硝化效果。A^2/O - SBR 反应器中,好氧区有好氧吸磷和硝化发生,进一步去除水中残余磷和氨氮。此工艺硝化段、反硝化脱氮吸磷段和好氧吸磷段都处于较理想的反应条件下,显示出非常稳定的硝化和脱氮除磷效果。

经研究表明,两反应器的结合表现出稳定的脱氮除磷特性,除磷率几乎达到 100%,脱氮率稳定在 90% 左右;同时与传统脱氮除磷工艺相比较 COD 消耗量减少 50%,耗氧量和污泥产量也可分别减少约 30% 和 50%。因此该工艺特别适合处理 BOD_5/TP 值较低的污水[7]。

3.3　BCFS 工艺

BCFS 工艺是由荷兰 Delft 大学的 Mark 教授在氧化沟和 UCT 工艺基础上开发的,是目前已经投入使用的单污泥系统[8]。工艺由厌氧池、选择池、缺氧池、混合池及好氧池等 5 个功能相对专一的反应器组成。通过反应器之间的 3 个循环,来优化各反应器内细菌的生存环境,充分利用反硝化除磷菌的反硝化除磷和脱氮双重作用,来实现磷的完全去除和氮的最佳去除过程。工艺流程见图 5。

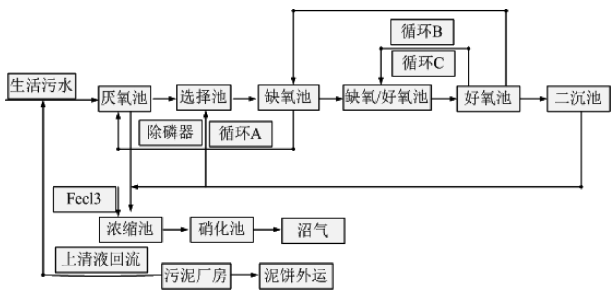


图 5　BCFS 工艺流程

Fig. 5　BCFS process

5 个主要反应器中(1)厌氧池的厌氧条件用以确保污水中的挥发性脂肪酸(VFA)只被用于除磷菌释磷时所吸附;(2)选择池(厌氧)的设置一方面为了阻止污泥膨胀,一方面也进一步杜绝流入缺氧区的 VFA;(3)缺氧池的设置是通过反硝化以获得不含硝酸盐的污泥,进而提高厌氧池的释磷效率;同时利用好氧池中的硝酸盐来除磷,强化了反硝化除磷菌来达到真正的同步生物除磷脱氮的目的;(4)缺氧/好氧池混合池的主要功能是脱氮,可以曝气也可以缺氧,避免同步硝化反硝化,从而控制污泥膨胀;(5)好氧池与常规处理工艺中功能相同,其主要作用是去除 COD 及进行氨氮的硝化,如果不能完成硝化,可回流至混合池,这根据进水的情况定。

BCFS 工艺突出了反硝化除磷在系统中的作用,将反硝化脱氮与生物除磷有机地合二为一,其主要特点是:(1)对氮、磷的去除率高;(2)SVI 值低(80 ~ 120 ml/g)且稳定;(3)控制简单,通过氧化还原电位与溶解氧可有效地实现过程稳定;(4)与常规污水厂相比,其污泥量减少 10%;(5)利用反硝化聚磷菌(DPB)实现生物除磷,使碳源(COD)能被有效地利用,使该工艺在 COD/(N + P)值相对低的情况下仍能保持良好的运行状态;(6)可回收磷[9]。因此该工艺是一种可持续的污水处理技术。

3.4　SHARON 工艺

SHARON 工艺是由荷兰 Delf 工业大学开发的脱氮新工艺[10],其基本原理是短程硝化反硝化。即

将氨氮氧化控制在亚硝化阶段,然后进行反硝化。该工艺核心是应用硝化细菌和亚硝化细菌的不同生长速率,即在操作温度 30 ~35℃下,亚硝化细菌的生长速率明显高于硝化细菌的生长速率,亚硝化细菌的最小停留时间小于硝化细菌这一特性,通过控制系统的水力停留时间使其介于硝化细菌和亚硝化细菌最小停留时间之间,可以将硝化细菌从反应器中淘汰出去,使反应器中亚硝化细菌占据绝对优势,从而使氨氧化控制在亚硝化阶段,同时通过缺氧环境达到反硝化的目的[11]。工艺流程见图 6。

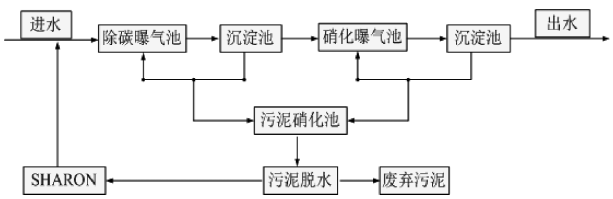


图 6 SHARON 工艺流程

Fig. 6 SHARON process

3.5 CANON 工艺

CANON 工艺通过控制生物膜内溶解氧的浓度实现短程硝化反硝化,使生物膜内聚集的亚硝酸菌和厌氧氨氧化菌能同时生长,满足生物膜内一体化完全自养脱氮工艺实现的条件。CANON 工艺无需外源有机物质,能够在完全无机的条件下进行。亚硝酸菌需要氧气,而厌氧氨氧化菌对氧气敏感,故 CANON 工艺必须在低氧环境中实施。CANON 工艺目前在世界上还处于研究阶段,没有真正应用到工程实践中。

3.6 ANAMMOX 工艺

厌氧氨氧化(ANAMMOX)工艺由荷兰 Delft 技术大学 Kluyve 生物技术实验室研究开发[12]。由于 SHARON 工艺在反硝化过程中需要消耗有机碳源,并且出水亚硝酸盐浓度相对较高,因此以该工艺作为硝化反应器、ANAMMOX 工艺作为反硝化反应器进行组合,可以有效提脱氮效率。将 SHARON 工艺的出水作 ANAMMOX 工艺的进水,将氨氮和亚硝酸盐在厌氧条件下转化为 N_2 和水。工艺流程见图 7[13]。

图 7 SHARON 与 ANAMMOX 相结合的自养脱氮工艺流程

Fig. 7 SHARON and ANAMMOX autotrophic denitrification combination process

SHARON - ANAMMOX 联合工艺适合处理高浓度氨氮废水而不需外加碳源,与传统工艺相比,耗氧量节约 50%,同时减少 CO_2 的排放,污泥产量少,与其他工艺相比对环境造成的污染小,具有良好的应用前景[14]。

4 结 论

反硝化除磷、同时硝化与反硝化、短程硝化反硝化、厌氧氨氧化等生物脱氮除磷技术均是突破传统生物脱氮除磷原理基础上发展起来的新技术,是朝着经济、高效、低耗的可持续方向发展的生物脱氮除磷新技术。研究者们对这些新技术已进行了较为深入的研究。并且,一些新技术都已经运用于实践中。但这些新技术的原理、工艺还不够成熟,其原理、工艺及其影响因素还有待于进一步的研究。

[参考文献]

[1] 薛艳,黄 勇,潘 杨. 废水生物脱氮除磷工艺的进展与评述[J]. 工业用水与废水,2006,37(3):11 - 15.

[2] 赵世芬,王增长. 污水生物脱氮除磷工艺的新进展[J]. 科技情报开发与经济,2007,17(1):134 - 135.

[3] 李芬芳,龙 睿. 污水生物脱氮除磷新技术[J]. 杭州化工. 2007,37(2):25 - 28.

[4] BORTONE G. BIOLOGICAL Anoxic Phosphorus Removalthe Dephanox Process[J]. WatSci Tech,1996,34(1 - 2):119 - 128.

[5] 汤 琪. 生物脱氮除磷新技术[J]. 重庆大学学报(自然科学版),2006,29(9):138 - 143.

[6] SORMP. PhosphorusUptake UnderAnoxic Condition and Fired Fiml Nitrication in NutrientRemoval Activiated Sludge[J]. WatRes,1996,30(7):1573 - 1584.

[7] 黄 梅. 反硝化除磷脱氮理论及工艺研究进展[J]. 广东化工,2009,36(6):149 - 151.

[8] 操家顺,杨雪冬,Mark Van Loosdrech. BCFS—生物除磷新工艺[J]. 中国给水排水,2002,18(3):23 - 26.

[9] 易津湘. 污水中生物除磷技术的应用进展[J]. 黑龙江水利科技,2008,36(3):79 - 80.

[10] JETTEN SNM. 1 Towards a more sustainable municipal wastewater treatment system[J]. WatSci Tech,1997,35(9):171 - 180.

[11] 蒋 彬,吕锡武. 生物脱氮除磷机理及技术研究[J]. 安全与环境工程,2005,12(3):74 - 77.

[12] 郝晓地,汪慧贞,钱 易,等. 欧洲城市污水处理技术新概念—可持续生物除磷脱氮工艺(上)[J]. 给水排水,2002,28(6):6 - 11.

[13] 王 青,陈建中. 污水生物脱氮除磷技术的研究进展[J]. 环境科学与管理,2006,32(8):126 - 129.

[14] 侯金良,康 勇. 城市污水生物脱氮除磷技术的研究进展[J]. 化工进展,2007,26(3):366 - 370.

浅析生活垃圾增多的原因及治理对策

严仙伟， 唐昌贻
（遂昌县城乡建设局，浙江 遂昌 323300）

摘 要：介绍了遂昌县县域环境概况，分析了遂昌县在伴随着经济迅猛增长和城镇化水平提高中，生活垃圾增多的原因，提出了延长填埋场的使用年限的治理对策。

关键词：垃圾；治理；现状；对策；遂昌县
中图分类号：X705 **文献标识码**：A

Brief Analysis on Reasons for the Increase of Household Garbage and Governing Countermeasures

Yanxianwei, Tangchangyi
(*The local urban and rural construction bureau*, *Suichang County*, *Zhejiang* 323300, *China*)

Abstract: This paper introduces the general situation of Suichang County environment, analyzes the reasons for the increase of household garbage in the County with the rapid growth of economy and the improvement of urbanization level. The governing countermeasure of extending the service life of landfills are put forward.

Key words: Garbage; Governance; Current Situation; Countermeasures; Suichang County

近年来，随着经济持续发展和人们生活水平的提高，城市在高速发展的同时正遭遇“垃圾围城”之殇。而同样在伴随着经济迅猛增长和城镇化水平提高的同时，生活垃圾污染开始侵蚀农村，在这些垃圾的包围之下，农村生态环境遭遇到前所未有的威胁。改善农村生存环境对于中国经济、社会的可持续发展仍具有举足轻重的作用。探索一条适合生活垃圾减量化、资源化、无害化的处理路径刻不容缓，为此，文中以浙江省遂昌县为例，通过对垃圾增多的原因分析，提出相应的治理对策，旨在延长填埋场的使用期，顺利建设山区新农村，圆满达成村容整洁目标以及构建农村和谐社会，给子孙后代预留更大的发展空间。

1 县域基本概况

遂昌县是一个典型的“九山半水半分田”的山区县，位于浙江省西南部。介于东径118°41′～119°30′北纬28°13′～18°49′之间。境内地势西南高，东北低。武夷山系仙霞岭山脉由龙泉和福建省浦城逶迤入境，横贯南北，展布全县。山川秀美，林海氤氲，云雾飘渺，素有“金山林海、仙县遂昌”的美誉。全县总面积2 539 km^2，总人口23.1万，辖9镇11乡，203个行政村，7个城市社区，有耕地15.5万亩，人均0.69亩，拥有林业用地327.7万亩，人均17亩，林木蓄积量592万 m^3，森林覆盖率83.47%，是浙江省林业大县。

2 垃圾处理现状

经过4年的努力，投入资金3 100万元，于2007年新建20万 m^3 垃圾填埋场一处，该垃圾填埋场按卫生填埋场建设标准要求施工，并采用垂直帷幕防渗加水平防渗系统，配套建设了渗滤液处理站。使垃圾渗滤液与地下水实现了有效隔离，杜绝了填埋场的二次污染，实现了渗滤液达标纳管处理，使用年限为20年。至今，不仅县城的生活垃圾得到有效处置，而且，全县各乡镇也弃用了老旧的简易焚烧炉进行焚烧垃圾的处理措施，采取通过村收、镇运、县处理的方式，将生活垃圾集中运至垃圾

收稿日期：2018－01－05
作者简介：严仙伟（1982—），男，浙江遂昌人，助理工程师，本科，主要从事渗滤液处理和环境监察工作。

填埋场进行卫生处置。为实现在运输过程中无滴漏、无抛洒,对清运车辆进行了全面的更新换代,以密封压缩车替代拖拉机。由于垃圾实行了清洁、无害化处理,改变了村镇面貌、改善了居住、生活环境,遂昌县环卫处曾获全国建设系统基层思想政治工作先进集体;全国城市市容环境卫生先进集体;全国精神文明建设工作先进单位;浙江省五一劳动奖状;浙江省城市市容环境卫生工作先进集体等称号。

3 垃圾增多原因

在 2009 年时,据严仙伟、唐昌贻等归纳的,生活垃圾——厨房废弃物(废菜、煤灰、废弃的食品等)以及废塑料、废纸、碎玻璃、碎陶瓷、废纤维、废金属、废电池及其废弃的生活用品等;农业废弃物——农田和果园残留物(如秸秆、杂草、落叶、废弃农膜等),牲畜和家禽的排泄物及畜栏垫料,农产品加工的废弃物[1]等;时至今日,由于人们对生态环境的要求的提高,开展了森林城市和六边(公路边、铁路边、水边、山边、城边、村边)三化(洁化、绿化、美化)三美(城美、村美、房美)建设,结果人民群众的生活品质及城乡建设品位是提高了,环境优美了、空气新鲜了,但随之而来的杂草、枯枝、落叶不仅果园中有,在城中、村中也有,且面广量大。还有遂昌县森林密布,生态优美,具有浙西南地区峡谷、森林、溪瀑等自然景观。人文旅游资源品位高,据统计,2015 年以来,年接待游客人次已突破 1 000 万,大量的游客到来,促使厨房废弃物的大量增加。另外,随着经济快速发展和人们生活水平的提高,在传统节日、婚礼喜庆、各类庆典、庙会活动等场合,特别是在春节期间,燃放烟花、炮竹的(集中在农村,县城城区已禁止),燃放的数量逐年增加,所产生的纸屑也越来越多。

4 垃圾减量对策

4.1 用于竹子林地覆盖

垃圾中的落叶、杂草、纸屑等和稻草的性质相同,通过堆积,在雨水的作用下,会腐烂分解,覆盖在林地上,一是冬季能提高土壤温度;二是可以保持土壤湿度,雨天能加快土壤吸收水分的能力,减少地表径流,避免地表冲刷,减轻表土及土壤养分的流失,晴天能减少土壤水分的蒸发,保持土壤湿润。但目前,竹业专家们普遍利用稻草作为促进笋芽分化,提早萌发,显著提高竹笋产量[2,3]的竹子林地覆盖材料,而垃圾中的落叶、杂草、纸屑等却没有被利用,所以,能将垃圾中的落叶、杂草、纸屑等用来代替稻草,作为覆盖材料在遂昌县现有的 2 万 hm^2 竹林面积中使用。这样既可减少垃圾的运输费用和延长填埋场的使用期,又可减轻竹子林地覆盖的材料成本,实现三赢。

4.2 用于制作农家肥料

由于旅游业的兴起,游客增多,民宿的发展,大量的餐厨垃圾也随之而来,因此,对有旅游景点的村庄,往往距离县城比较远、农村住户比较分散,餐厨垃圾难以形成统一集中处理,应因地制宜,最大限度地采用就地处理利用方法,如可以采用每天上山下田干活时,顺便在田间地头填埋有机垃圾,既不占时间,还可为田地增加肥力。对农村住户相对集中的村庄,建议在村民小组的组织和协调下,调动村民的积极性,在每个村社组织建设适当堆肥场地,并且引导村民把瓜皮果壳、蔬菜残渣等易腐烂的餐厨垃圾收集并送到堆肥场地进行堆肥处理。农肥用于农田种植,这既有利于有机原料回归农田,又有利于村容村貌的改善。

4.3 用于制作沼气原料

在江西省新余市渝水区良山镇黄虎村已有用粪便、秸秆、废果壳、树枝等进行制沼气,使垃圾变成能源,沼气池生产的有机肥料还田,使农村生活垃圾成了村民的“心肝宝贝”[1]的例子,在遂昌县王宅桥村也有利用沼气池生产的剩余的沼液、沼渣作为植物有机肥的例子,对初果期香榧林进行施肥培育,结果榧树树高度、基径粗度、冠幅生长量与对照之间均达到极显著差异[4]。既然餐厨垃圾中的瓜皮果壳、蔬菜残渣、剩菜剩饭和垃圾中的落叶、杂草、纸屑等有机垃圾可以作原料生产沼气,而且,遂昌已有制作沼气的生产技术,所以,政府就应指导村民利用生活垃圾作原料制作沼气,以此来解决生活垃圾的污染问题和改变农村的能源结构,并且,用沼气池中的废渣和废液作农作物的肥料,真正实现生活环境美好,农作物产量提高,林农经济收入增加的垃圾处理模式。

4.4 节控燃放烟花炮竹

烟花和鞭炮燃放时不仅会释放出一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等有毒或有害气体,并产生碳粒、金属氧化物等颗粒烟尘,对我们的身体健康而言都是无形的“杀手”。当这些气体和烟尘弥漫于空气中,会使空气浑浊,并刺激人的呼吸道黏膜和眼睛,伤害肺组织,对呼吸系统、神经系统有

一定的损害作用,会诱发呼吸道疾病,有的还会对一些慢性疾病的发生或发展起着推波助澜的作用。而且在放完之后, 满地都是烟花爆竹燃放后的残余物。”因此,应转变观念、移风易俗,从自身开始,从现在做起,改燃放烟花炮竹为燃放“电子鞭炮”,倡导节控燃放烟花炮竹,提倡文明祭祀,齐心协力,积极抵制破坏大气环境的各种不良行为,共同建设美好的生态家园。

5　小　结

农村生活水平提高带来垃圾增多的原因,从浙江省遂昌县的情况看,主要来自以下 3 个方面:首先是城镇、乡村、房前屋后的绿化带来了大量的枯枝落叶和杂物,其次是旅游产业的发展,游客人数猛增,致使餐厨垃圾大量增加,最后是人们生活富裕了,无节制地燃放烟花、炮竹所产生的纸屑垃圾。

农村垃圾处理是农村生态环境保护的重中之重,对于山区农村更是如此,同时也是实现农村、农业可持续发展的重要举措[5]。针对现实的垃圾增多问题,对不同垃圾采取不同的处理方式:落叶、杂草、纸屑等垃圾作为覆盖竹子林地的材料;餐厨垃圾中的瓜皮果壳、蔬菜残渣、剩菜剩饭等有机垃圾进行堆肥处理或用于制作沼气,使之成为农家的有机肥料和绿色能源,这样就不会造成二次污染, 并能减少垃圾的运输费用和延长填埋场的使用年限。

[参考文献]

[1] 李　娜,丛日凤. 浅谈宁安市农村垃圾污染现状与防治对策[J]. 环境科学与管理, 2009,34(7):10 – 13

[2] 何钧潮,方伟,沈振明. 雷竹笋用林二季丰产高效栽培技术的研究[J]. 福建林学院学报,1995,15(3):257 – 261.

[3] 胡卫滨,童文仁,芦志能,等. 毛竹覆盖初步研究[J]. 浙江林业科技,2012,32(6):64 – 66.

[4] 周智峰,黄文斌,钟子龙,等. 不同施肥措施对初果期香榧林生长的影响[J]. 浙江林业科技,2015,35(3):83 – 86.

[5] 郑绍武,黄　梅,胡咏秋. 浅谈镇雄县农村垃圾现状及处理对策[J]. 环境科学导刊,2014,33(增刊):60 – 61

(上接第 36 页)

[4] 朱艺婷. 环境电磁功能区划研究[D]. 浙江大学硕士学位论文,2008

[5] 万保权,邬　雄. 输变电工程的电磁环境[M]. 中国电力出版社,2009:19 – 20

[6] 许正平,姜　槐,谢　亮,等. 强电磁发射源环境管理规划控制区实施措施的研究[R]. 北京:国家环境保护总局核安全中心,2005,1 ~ 6

[7] 张　予,张弓达. 模拟电荷法中电荷布置方式对电场计算精度的影响[J]. 中国水运月刊,2014,14(3): 149 – 150.

[8] Ismail H M. Effect of tower displacement of parallel transmission lines on the magnetic field distribution[J]. Power Delivery, IEEE Transactions on, 2008, 23(4): 1705 – 1712.

[9] Cardoso J R, Sartori C, Costa M C, et al. Upgrading urban high voltage transmission line: impacton electric and magnetic fields in the environment[C]. Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America, 2004 IEEE/PES. IEEE, 2004: 788 – 793.

[10] El Dein A Z. Magnetic – field calculation under EHV transmission lines for more realisticcases[J]. Power Delivery, IEEE Transactions on, 2009, 24(4): 2214 – 2222.

[11] 文　武,彭　磊,张小武,等. 特高压大跨越架空线路二维工频电场计算[J]. 高电压技术,2008, 34(9): 1821 – 1825.

(上接第 38 页)

加药费合计:E2≈0. 14 元/t 水

人工费:操作工 1 名,工资按 3000 元/月计,人工费为:E3 = 0. 33 元/t 水

运行成本 = E1 + E2 + E3 = 1. 056 元/t 水

6　结　论

污水站于 2016 年 3 月投运,运行一个月后,出水稳定,水质稳定达到设计要求。

污水站运行中的问题及改进措施:

问题及现象:气浮装置停机后,气浮分离区范围翻出大水花。

问题分析:经现场检查,气浮停机后溶气罐内有一定的余压未释放,此时在溶气罐进出口端均有一定压力,溶气罐进水端连接溶气泵,而溶气泵当时安装时出口缺少止回阀,所以溶气罐压力气水通过泵的进水口直接返回到了气浮池分离区,导致翻出大水花。

改进措施:在溶气泵出口端增加止回阀。该止回阀安装后,经多次检验,未出现翻大水花现象,气浮装置运行稳定。

[参考文献]

[1] [1] 任玉森. 含油废水处理技术综述[J];节能与环保;2003 年 07 期.

[2] 王承智,石　荣. 含油废水处理方法综述,辽宁师专学报,2003. 3 第四卷第 1 期.

高环多环芳烃污染土壤氧化修复

何 达， 苏志龙， 侯国凤
（天津市环境保护技术开发中心设计所，天津 300110）

摘 要：多环芳烃类污染物中，高环多环芳烃分子量大，结构稳定，难以去除。研究以京津冀地区某污染土壤作为研究对象，针对苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽五种高环多环芳烃，使用了次氯酸钠、过氧化氢、过硫酸钠、高锰酸钾四种试剂进行氧化实验，并针对不同氧化剂，探索了加强其氧化能力方法，实验结果显示，经亚铁离子活化的过硫酸钠(过硫酸钠10 g/L，硫酸亚铁1g/L，柠檬酸0.1g/L)对高环多环芳烃具有相对较好的处理结果。文中结论可为高环多环芳烃氧化处理提供借鉴。

关键词：高环多环芳烃；工业污染场地；氧化剂；修复
中图分类号：X53 **文献标识码**：A

Oxidation Remediation of High-molecular Weight PAHs Contaminated Soil

He Da, Su Zhi-long, Hou Guo-feng
(*Environment Engineering Designing Department*, *Tianjin Environmental Protection Technical Development Center*, *Tianjin* 300110, *China*)

Abstract: High-molecular Weight polycyclic aromatic hydrocarbons which have high molecular weight and stable structure are difficult to be removed. In this study, using different oxidations to oxidate the High-molecular Weight polycyclic aromatic hydrocarbons include BaA, BbF, BaP, IPY, DBA, in soil samples which are taken from contaminated soil in Jing-jin-ji district. The result show that typical oxidations including sodium hypochlorite, hydrogen peroxide, sodium persulfate, Potassium Permanganate have different effects in High-molecular Weight polycyclic aromatic hydrocarbons removal. Then the method to strengthen its ability of oxidation is explored. The result show that the PAHs removal rate have improved though the oxidation advanced. The suitable concentration of advanced oxidation is sodium persulfate: 10 g/L; ferrous sulfate: 1g/L, citric acid: 0.1 g/L. The conclusion can be used as a reference for the oxidation treatment of High-molecular Weight polycyclic aromatic hydrocarbons.

Key words: high-molecular weight PAHs; industrial pollution sites; oxidation; remediation

多环芳烃是指分子结构中含有两个及以上苯环的碳氢化合物，大部分是无色或淡黄色的结晶，个别具深色，熔点及沸点较高，蒸气压很小，大多不溶于水，易溶于苯类芳香性溶剂中，微溶于其他有机溶剂中，辛醇-水分配系数比较高。多环芳烃大多具有大的共扼体系，因此其溶液具有一定荧光。一般说来，随多环芳烃分子量的增加，熔沸点升高，蒸气压减小。多环芳烃的颜色、荧光性和溶解性主要与多环芳烃的共扼体系和分子苯环的排列方式有关：随p电子数的增多和p电子离域性的增强，颜色加深、荧光性增强，紫外吸收光谱中的最大吸收波长也明显向长波方向移动；对直线状的多环芳烃，苯环数增多，辛醇-水分配系数增加，对苯环数相同的多环芳烃，苯环结构越“团簇”辛醇-水分配系数越大。

多环芳烃化学性质稳定. 当它们发生反应时，趋向保留它们的共扼环状系，一般多通过亲电取代反应形成衍生物并代谢为最终致癌物的活泼形式。其基本单元是苯环，但化学性质与苯并不完全相似。

中国多环芳烃重点污染区域主要包括华北地区、长江中下游地区和四川盆地等。其具有致癌、致畸、致突变性。多环芳烃易吸附并聚集于土壤中，抑制土壤正常功能，还可能进入到食物链中。

收稿日期：2017-11-16

作者简介：何 达(1991—)，男，云南普洱人，助理工程师，学士学位，主要研究方向为突发环境事件应急处置与环境综合修复治理。

表 1　几种高环多环芳烃性质

名称	简称	环数	分子量	溶解度/($mg \cdot L^{-1}$)
苯并(a)蒽	BaA	4	228	0.011
苯并(b)荧蒽	BbF	5	252	0.0 015
苯并(a)芘	BaP	5	252	0.0 038
茚并(1,2,3-cd)芘	IPY	6	278	0.0 006
二苯并(a,h)蒽	DBA	6	276	0.00 019

随着城市不断发展外延,以及人们环保意识的不断提高,越来越多的工厂外迁,多年的工厂生产活动可能对土壤造成污染,其中多环芳烃污染就是其中主要的污染形式之一。针对多环芳烃污染土壤,开发清洁高效的修复技术十分必要。

受多环芳烃污染的土壤修复方式包括生物修复、物理修复以及化学修复。其中生物修复时间较长,物理修复(主要为热解吸修复技术)能耗较高,修复成本较高,场地适应性较差,而化学氧化修复技术具有时间段、效率高、成本低等诸多优点,且对污染物类型以及浓度范围适应性较广,目前在有机类土壤污染中已经得到越来越广泛的应用[1]。

在多环芳烃类物质中,随着苯环数的增加,其在水中溶解度不断降低,一般来说,苯环数量多,导致分子量大,辛醇水分配系统大,从而更易附着于土壤颗粒上,另一方面由于更加稳定而不易被降解。这与多环芳烃的性质有关,高环多环芳烃的疏水性更强,更易被土壤颗粒吸附,从而更难以被氧化。文中以京津冀地区某钢铁设备厂受多环芳烃污染的土壤为例,利用化学氧化技术研究了主流氧化剂种类(包括过硫酸钠、过氧化氢、高锰酸钾、次氯酸钠)在不同氧化剂剂量以及不同氧化时间对高环多环芳烃的去处效率。

1　实验部分

1.1　供试土壤

供试土壤采自京津冀地区某钢铁设备场地。该场地具有三十多年的钢铁存放、相关设备生产加工历史,污染土壤由沙粒、细黏土、钢渣组合而成。经调查证实场地内存在多环芳烃类污染物包括 BaA、BbF、BaP、IPY、DBA,其中 BaP 是致癌性最强的多环芳烃。采集该厂区内较重污染区域土壤,布袋封装,带回实验室进行自然通风风干,过 1 mm 筛,混合均匀后,保藏备用。土壤含多环芳烃浓度如表 2 所示。

表 2　供试土壤多环芳烃浓度　$mg \cdot kg^{-1}$

名称	浓度
BaA	4.12
BbF	5.21
BaP	2.61
IPY	4.61
DBA	1.60

1.2　主要试剂及仪器

该实验中所用到主要试剂见表 3,主要仪器见表 4。

表 3　试剂一览表

试剂名称	规格	生产厂家
过氧化氢(30%)	AR	天津市科密欧化学试剂有限公司
过硫酸钠	AR	天津市风船化学试剂科技有限公司
次氯酸钠(10%)	AR	天津市风船化学试剂科技有限公司
高锰酸钾	AR	天津市风船化学试剂科技有限公司
硫酸铜	AR	天津市风船化学试剂科技有限公司
硫酸亚铁	AR	天津市北辰方正试剂厂
柠檬酸	AR	天津市风船化学试剂科技有限公司

表 4　仪器一览表

仪器名称	规格	生产厂家
气相色谱-质谱仪	QP2010 plus	岛津
百分之一分析天平	JE1002	上海浦春
加压流体萃取仪	HPSE Gemini	LabTech
氮吹仪	HGC-12A	天津恒奥
精密定时电动搅拌器	JJ-1	江苏中大

1.3　实验方法

1.3.1　不同剂量下氧化剂对高环多环芳烃的去除

化学氧化技术的机理是利用氧化剂分解产生的自由基,如 OH·、SO_4^-·、Cl·等,与难降解的有机物发生电子转移、氢的加成或取代等反应使有机物的化学键断裂,甚至可以直接将有机物矿化成为 CO_2 和 H_2O。

化学氧化技术常见的氧化剂包括:高锰酸钾[2,3]、过氧化氢[4]、过硫酸盐及次氯酸钠,其中,高锰酸钾价格便宜,技术成熟,但氧化能力较弱,氧化处理的污染物范围相对有限,药剂为紫红色,使用感官效果不好;过氧化氢的氧化性最强,理论上能够对多种污染物进行有效去除,且无二次污染,但实际应用中反应非常迅速和激烈,持续时间短,氧化速率常数可达 $10^6 \sim 10^9 M^{-1} s^{-1}$,反应时会释

放较大的热量,其氧化过程难以控制;次氯酸钠易释放刺激性气味气体,工程上应用需考虑控制异味措施;过硫酸盐分子在水中可电离出过硫酸根离子,该离子中含有过氧基—O—O—,可在外加能量或过渡金属离子的活化作用下可断裂—O—O—键产生 SO_4^- ·,活化后氧化还原电位可达 2.6 V,且活化的过硫酸盐氧化反应持久稳定(SO_4^- ·半衰期为 4 s,而 OH·半衰期小于 1 μs),是目前较为常用的新型氧化药剂。SO_4^- ·主要通过与芳香类化合物发生电子转移反应而降解有机物。

为验证不同氧化剂对高环多环芳烃去除的效果,取污染土壤 20 g,按表 5 加入试剂配成的溶液 100 mL,使用电动搅拌器持续搅拌 2 h 后将溶液滤出,将处理后土壤晾干 24 h 后,按照 HJ 805—2016《土壤和沉积物 多环芳烃的测定 气相色谱 - 质谱法》进行 BaA、BbF、BaP、IPY、DBA 含量测定。每组处理重复 3 次。

表 5　实验处理(1)

氧化剂	浓度	单位
过氧化氢(30%)	20	mL/L
过氧化氢(30%)	40	mL/L
过氧化氢(30%)	60	mL/L
次氯酸钠(10%)	20	mL/L
次氯酸钠(10%)	40	mL/L
次氯酸钠(10%)	60	mL/L
高锰酸钾	2	g/L
高锰酸钾	5	g/L
高锰酸钾	10	g/L
过硫酸钠	3	g/L
过硫酸钠	10	g/L
过硫酸钠	30	g/L

1.3.2　不同氧化时间对高环多环芳烃的去除　由于过氧化氢氧化过程中有气泡产生,可能干扰氧化剂与多环芳烃的接触,为验证不同氧化时间对高环多环芳烃去除的影响,选取过氧化氢为代表,在不同反应时间条件下观察高环多环芳烃去除效果。取污染土壤 20 g,按表 6 加入试剂配成的溶液 100 mL,使用电动搅拌器持续搅拌固定时间后将溶液滤出,将处理后土壤晾干 24 h 后,按照 HJ 805—2016《土壤和沉积物 多环芳烃的测定 气相色谱 - 质谱法》进行 BaA、BbF、BaP、IPY、DBA 含量测定。每组处理重复 3 次。

表 6　实验处理(2)

氧化剂	浓度	单位	反应时间/h
过氧化氢	40	mL/L	2
过氧化氢	40	mL/L	5
过氧化氢	40	mL/L	10

1.3.3　添加辅助剂与不同氧化剂联用对高环多环芳烃的去除　为强化氧化效果,根据研究结果,在过氧化氢氧化实验中加入硫酸铜催化,在过硫酸钠氧化实验中使用硫酸亚铁与柠檬酸活化,并尝试两种氧化剂配合使用进行复合氧化。并尝试在不同环境条件下进行氧化实验。

取污染土壤 20 g,按表 7 加入试剂配成的溶液 100 mL,使用电动搅拌器持续搅拌两小时后将溶液滤出,将处理后土壤晾干 24 h 后,按照 HJ 805—2016《土壤和沉积物 多环芳烃的测定 气相色谱 - 质谱法》进行 BaA、BbF、BaP、IPY、DBA 含量测定。每组处理重复 3 次。

表 7　实验处理(3)

序号	氧化剂	浓度	单位	备注
1	过氧化氢	20	mL/L	
	硫酸亚铁	20	g/L	
2	过硫酸钠	10	g/L	
	硫酸亚铁	1	g/L	
	柠檬酸	0.2	g/L	
3	过硫酸钠	10	g/L	
	过氧化氢	4.5	mL/L	
4	过硫酸钠	10	g/L	pH = 10

2　结果与讨论

2.1　不同剂量下氧化剂对高环多环芳烃的去除

不同剂量下氧化剂对多环芳烃的去除效果如图 1 所示。实验结果显示,次氯酸钠对高环多环芳烃的去除率约在 40% ~60% 之间,其中对 BbF 去除效果较差;随着用量上升,对 DBA 去除效果有提升,而其余种类高环多环芳烃的去除率提升不明显。高锰酸钾对 BaP 去除效果较差,其余种类高环多环芳烃去除率约在 40% ~55% 之间。过氧化氢对 BaP 去除效果极差,其余种类高环多环芳烃去除率约在 40% ~50% 之间。过硫酸钠对 BaP 去除效果极差,而其余四种高环多环芳烃去除率在

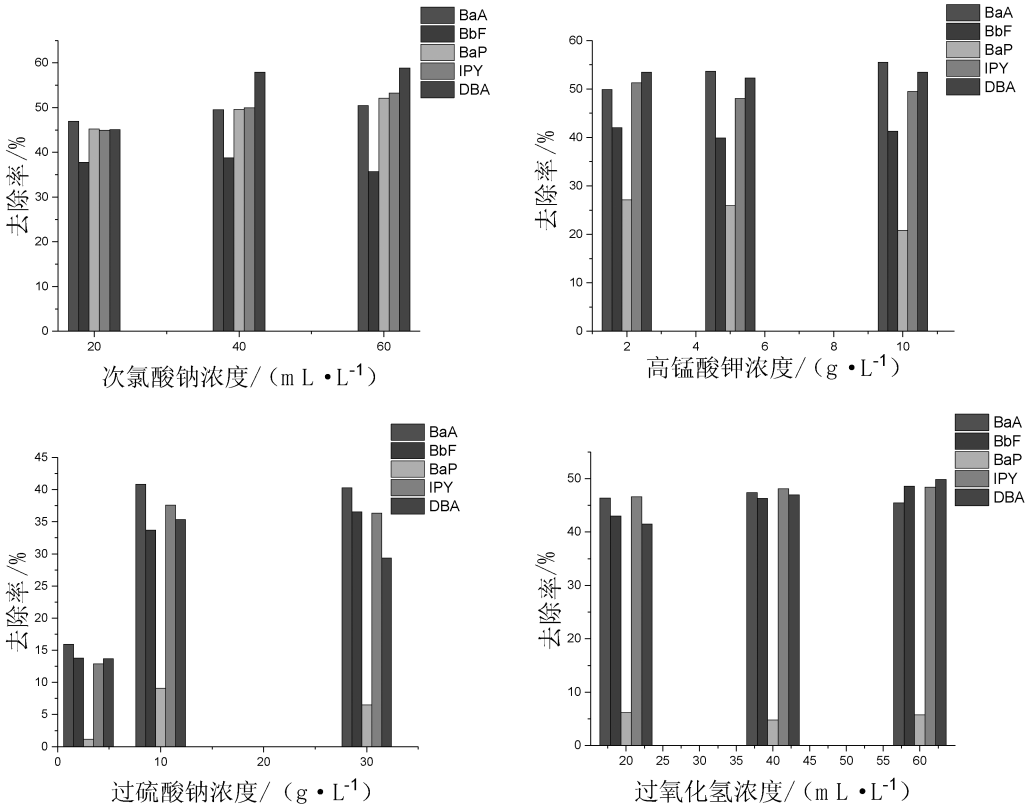


图 1　不同剂量下氧化剂对高环多环芳烃的去除效果

30% ~45%之间。

对比不同氧化剂氧化规律发现,随着氧化剂用量的上升,多环芳烃去除率并不会同比例提升。这可能是由于反应刚开始时,多环芳烃浓度较高,氧化剂对其作用明显,随着反应进行,多环芳烃浓度的下降,其它有机物开始大量消耗氧化剂。

同一氧化剂对不同种类多环芳烃去除效果不同,其中除次氯酸钠外,普遍对 BaP 去除效果较差,造成这一现象的原因是各个多环芳烃由于结构差异,可氧化性不同,其中 BaP 去除效果最差,可能是由于 BaP 分子最为稳定,本身难以被 OH · 等自由基氧化。

2.2　不同氧化时间对高环多环芳烃的去除实验结果

不同氧化时间对高环多环芳烃的去除实验结果如图 2 所示。实验结果显示,随着反应时间增长,各种多环芳烃去除率均有提高,当反应进行至 10 h 时,BaP 去除率能达到 20.83%,而其余项目去除效果均能达到 40% ~50%之间。这是因为随着反应时间增长,氧化剂与多环芳烃接触几率增高,能够尽可能多的氧化多环芳烃,同时反应进行过程中,过氧化氢自身再不段分解,因此其去除率提高与反应时间增长并不成比例。

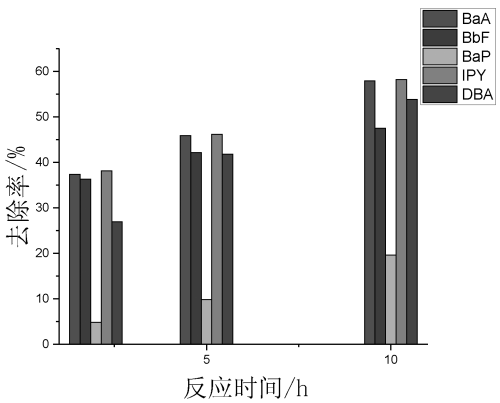


图 2　不同氧化时间对高环多环芳烃的去除效果

2.3　添加辅助剂与不同氧化剂联用对高环多环芳烃的去除效果

高级氧化对高环多环芳烃的去除效果如图 3 所示。实验结果显示,由于在二价铁离子的催化作用下,过氧化氢产生了更多的 HO ·,因此多环芳烃去除率进一步提高。

在硫酸亚铁作用下,亚铁离子可以将一个电子转移给过硫酸根离子,从而使—O—O—键断裂,直

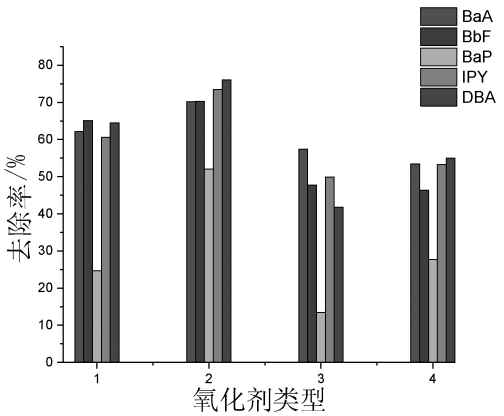


图 3　高级氧化对高环多环芳烃的去除效果

接生成 SO_4^-，柠檬酸可加速这一过程，这能够对过硫酸钠氧化性能有较大提升；活化后的过硫酸钠对 BaP 的去除率能够达到 52%，其余四种多环芳烃去除率在 70% ~80% 之间。

过硫酸钠与过氧化氢联合使用能够使 BaP 去除率较单种氧化剂作用提升一倍以上，这是由于过氧化氢与过硫化钠联合作用，其氧化能力得以提高，所以能够氧化原来较难氧化的 BaP，其余四种多环芳烃仅有小幅提升，这可能是由于过氧化氢活化产生的大量过硫酸根在过氧化氢产生气泡的影响下为来得及与多环芳烃反应，相互间发生淬灭反应。

在 pH 大于 10 条件下，$S_2O_8^{2-}$ 能与 OH^- 反应生成更多的 HO·、O_2^-，继而进行非选择性降解，但碱性条件可能使过硫酸钠过快分解，而多环芳烃本身溶解度较低，因此可能导致多环芳烃未被充分氧化。在碱性条件下使用过硫酸钠较中性条件，BaP 去除率提高 3 倍，其余种类多环芳烃去除效率有 10% ~20% 的提升。

2.4　讨论

各氧化剂单独作用过程中，Brown G S[2] 等人实验中，高锰酸钾对 BaP 去除率能高达 72.1%，这可能是由于供试土壤中较低的有机质含量以及较高的 BaP 初始浓度。

在亚铁离子活化过硫酸钠实验中，实验结果与 Nadim[11]、Zhao Dan[4] 等实验结果 75% ~100% 接近。显示经亚铁离子与柠檬酸活化后的过硫酸钠对高环多环芳烃有良好的去除效果。

在施维林[13] 等人氧化实验中，芬顿对多环芳烃去除效率在 40% ~50% 之间，低于该实验去除效果，这是由于为顺利去除土壤中污染物，该实验氧化过程在水土混合物中进行（水土比约为 4∶1），较大的水土比增大了氧化剂分散能力，从而加大了氧化剂与土壤接触几率。

而在双氧水活化过硫酸钠、碱活化过硫酸钠实验中，对高环多环芳烃的去除率低于施维林等人实验结果，这可能是由于施维林等人实验土壤中多环芳烃远高于该实验初始值。对比实验结果可发现，其实验土壤中 DBA 值相对较低，其去除率与该实验较为接近。多环芳烃含量越低，氧化剂和其接触几率越小，去除越难。

占升[14] 等人实验结果显示，过氧化氢活化过硫酸钠处理含有多环芳烃土壤，其污染 BaP 的去除率在 60% ~88.8% 之间，当过氧化氢与过硫酸钠摩尔比为 1∶1 时，可达到 88.8% 的最高去除率，较该实验去除效果好，这可能是因为占升等人所用污染土壤为新制染毒土壤，而该实验供试土壤污染时间长达数十年，易分解多环芳烃已自然分解，土壤中剩余污染物质均为难分解多环芳烃，且与土壤接触较为牢靠，因此总体去除效率较低。

3　结　论

（1）土壤中多环芳烃去除效果不仅与氧化剂种类、剂量、反应时间等因素有关，还受到土壤组成、受污染时间、污染物初始浓度等环境因素影响。污染土壤组成中有机物含量越多，污染时间越长，污染物初始浓度越低，其高环多环芳烃去除率越低。氧化剂作用时间延长对高环多环芳烃去除有一定帮助，但工程上应结合场地修复规模及条件限制，综合考虑修复费用，确定最佳氧化剂作用时间。

（2）对于供试土壤中存在的 BaA、BbF、BaP、IPY、DBA 五种多环芳烃，单独使用氧化剂建议使用次氯酸钠或高锰酸钾，次氯酸钠（10%）用量推荐为 40 mL/L，高锰酸钾推荐用量为 2 g/L。

（3）使用添加剂或多种氧化剂联合使用能够提升高环多环芳烃的去除效率，其中硫酸亚铁与柠檬酸活化过硫酸钠对高环多环芳烃的去除效果最佳。其各成分用量为：过硫酸钠：10 g/L；硫酸亚铁：1 g/L，柠檬酸：0.1 g/L。

［参考文献］

［1］ EDITION F. Superfund Remedy Report［J］. 2013.

［2］ Brown G S, Barton L L, Thomson B M. Permanganate oxidation of sorbed polycyclic aromatic hydrocarbons［J］. Waste Management, 2003, 23(8): 737 - 740.

［3］ Gan S, Lau E V, Ng H K. Remediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)［J］. Journal of Hazardous Materials, 2009, 172(2): 532 - 549.

（下转第 65 页）

废弃电器电子产品中废线路板的POPs排放控制研究

冷湘梓[1]， 姚 敏[1]， 余 辉[2]， 吴军莲[2]， 王玲玲[2]
（1. 江苏省环境科学研究院，江苏 南京 210036；2. 江苏省固体废物监督管理中心，江苏 南京 210036）

摘 要：目前，中国已进入电器电子产品报废高峰期，废弃电器电子产品，特别是作为拆解产物的废线路板，含有大量溴化阻燃剂和持久性有害物质，这些物质进入环境不易降解，并不断富集。文中针对中国当前急剧增长的废弃电器电子产品，分析了现有的废弃电子电路板的回收方法，并结合一家江苏省典型企业做出具体分析，提出对于回收过程中的POPs减排建议。

关键词：废弃电器电子产品；POPs；江苏省；典型企业；控制
中图分类号：X705 **文献标识码**：A

Study on the Control of POPs Emission of Discard Circuit Boards in Waste Electronics and Electrical Appliance

LENG Xiang-zi[1], YAO Min[1], YU Hui[2], WU Jun-lian[2], WANG Ling-ling[2]
(1. *Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science*, *Jiangsu Nanjing* 210036;
2. *Jiangsu Provincial Solid Waste Supervision and Management Center*, *Jiangsu Nanjing* 210036)

Abstract: At present, China has entered the peak period of scrapped electrical and electronic products. Waste electrical and electronic products, especially waste circuit boards used as disassembled products, containing a large amount of brominated flame retardants and persistent toxic substances that are not degraded in the environment and are continuously enriched. In view of the current rapid growth of waste electrical and electronic equipment (WEEE) in our country, the existing methods of recycling waste electronic circuit boards are analyzed in this paper. What's more, combined with a typical enterprise in Jiangsu Province, a specific analysis is made and the suggestions on POPs emission reduction during the recovery process are put forward.

Key words: WEEE; POPs; Jiangsu Province; typical enterprise; control

随着电子产品的普及、技术持续进步，电子电器产品不断增加、更新换代加速，中国电子废弃物迅猛增长。目前，中国已进入电器电子产品报废高峰期，据估算，每年的产生量超过230万t，且每年以5~10%的速度快速增长，产生的废旧电器电子产品量不容小觑。目前，针对废弃电器电子产品拆解回收的产业链条逐渐形成。然而，废弃电器电子产品中含有大量的污染物质，例如，废旧的冰箱以及空调中含有制冷剂氟利昂等有害物质，电视机及电脑显示器的阴极射线管中含有高浓度的铅和汞，矿物油电容器中含有大量的多氯联苯，水银继电器中含有大量的汞，各类电池中含有汞镍等的氧化物，大部分的塑料部件中又会含有聚氯乙烯，且添加阻燃剂和重金属。而作为废弃电器电子产品中重要组成部分的废线路板，是电子产品的主体功能的核心，并负载着大量电子元器件，是废弃电器电子产品中各类阻燃剂污染物的重要载体，废线路板合理正确的处理是废弃电器电子产品中污染物控制的关键[1]。

在废弃电器电子产品拆解以及废线路板的处理区域，一些易挥发的污染物在拆解过程中直接进入大气，部分不易挥发的污染物在大气中则以气溶胶和悬浮颗粒物等形式存在，对陆生动物造成潜在的暴露风险。在广州贵屿和浙江台州的大气和颗

收稿日期：2018-01-05
* **基金项目**：全球环境基金（GEF）“通过环境无害化管理减少电子电器产品的生命周期内持久性有机污染物和持久性有毒化学品（POPs/PTS）排放全额示范”项目（编号ID5044）
作者简介：冷湘梓（1992—），女，江苏宜兴人，硕士，主要从事环境规划与管理工作。

粒物中发现大量有毒有害物质,包括多氯代二苯并二噁英/呋喃[2]、多溴代二苯并二噁英/呋喃[2]、多溴联苯醚[3-5]、多氯联苯(PCB)[6]、多环芳烃[7]等。因此,废线路板的不当处理已经开始影响周边居民的生产生活[8,9]。这些持久性有机污染物(POPs)有致癌、致畸作用,可损害神经、肾和生殖系统,危害人体健康。电子设备是城市废物中已知最大的重金属、有毒材料和有机污染物的来源,当他们废弃时,若处置不当就会对环境及人体造成危害[10]。

在此背景下,文中针对废弃电器电子产品产生的拆解余物——废线路板的处置技术进行分析,识别 POPs 的排放环节,提出废线路板中处置的 POPs 减排技术建议,并结合一家江苏省典型企业做出具体分析。

1 废线路板中持久性有机污染物

印刷线路板是以覆铜层压板为基板而制成的重要电子组装基地,其上装配有各类电子元件。通过废弃电器电子产品精细化拆解,取得的废线路板往往含有大量电子元器件和覆铜层压板,这其中含有大量 POPs,使得废线路板的合理处置成为 POPs 减排的关键过程。

表 1 中列出废电路板中典型的 POPs,其中,包括大量溴代阻燃剂、氯代阻燃剂以及磷系阻燃剂。由于 POPs 对生态安全和人群健康的潜在危害,废线路板处置过程应当削减这些污染物的环境释放强度,此外,避免这些污染物在处置过程产生危害性更大的副产物,例如二噁英类物质(多氯、多溴代二苯并二恶英和二苯并呋喃)。

2 现有的废线路板处置技术

针对废线路板的机械物理法处置,主要通过机械粉碎后,实现层板间金属与非金属类材料的剥离,再通过重力、形状大小、磁性、导电性等特性差异性进行金属与非金属粉末的分离。湿法冶金是依据废线路板中各种金属化学性质的差异性,通过采用浸取液逐步回收废线路板中的铜、锡、铅、金、银等金属。废线路板的热解处置,一般在热解温度为 500 ~ 600 摄氏度下进行,将废线路板中可燃树脂组分进行热解和气化处理,转化为燃料、化工原料以及可利用的金属进行回收。废线路板的焚烧处置技术往往与金属冶炼联用,该基本原理是将废弃印刷线路板在高温下进行焚烧。废线路板填埋处置技术并不是推荐技术,废线路板的填埋处置并没有消除污染物质含量,只是延缓了有害物质进入环境,成本低廉,在一些欠发达国家使用。

各类方法的优劣对比如表 2 所示。

3 江苏省典型企业分析

3.1 工艺流程

机械物理法是江苏省废线路板处置的主要技术,尽管也有湿法冶金和焚烧法,但为了更好处置废线路板,往往前置工艺都选择了机械物理法进行处置。为了进一步了解机械物理法在开展废线路板处置过程中产生的 POPs,我们选择了一家机械物理法的处置企业作为典型公司进行调查,依据企

表 1 废线路板中典型 POPs

持久性有害物质	说明	持久性有害物质	说明
多溴联苯醚	列入斯德哥尔摩公约欧盟 RoHS 指令	四溴双酚 A	应用最广的阻燃剂
六溴环十二烷	列入斯德哥尔摩公约	1,2 - 双(2,4,6 - 三溴苯氧基)乙烷	新型溴代阻燃剂
得克隆	新型氯代阻燃剂	十溴二苯乙烷	新型溴代阻燃剂
有机磷酸三酯类	新型磷系阻燃剂	多溴联苯	欧盟 RoHS 指令

表 2 废线路板处置技术特点

工艺名称	技术特点	污染类型	治污成本
机械物理法	可以收集金属富集体和非金属富集体	粉尘量较大,挥发性有机污染物	低
湿法冶金	可以获取纯度高的金属	大量废气、废水和废渣	较高
焚烧法	可以获得含有多种金属元素的富集体,回收非金属材料热能	产生有毒有害废气,含二噁英、铅、锡等低熔点金属	高
热解法	可以回收含有多种金属元素的富集体,回收部分非金属材料	产生有毒有害废气,含二噁英、溴	较高
安全填埋	不回收任何材料	渗滤液和填埋气	低

业原有污染物排放调查报告进行研究。

该公司车间主要包括“四机一脑”拆解车间、线路板及塑料深加等工车间，主要经营电视机、电脑、洗衣机、冰箱、空调五大类电子废物的拆解。电子废物拆解及回收处理车间集中在一个大车间内，内有多个并列的小车间。电视机和电脑拆解线为一个车间，其他电器拆解以及线路板深加工处理线分别为单独的处理车间。在每个车间有除尘设备，车间顶部有排气口排除废气。线路板深加工处理工艺流程包括：人工拆解工段→退锡工段（密闭空间）→基板破碎和分选工段。

人工拆解工段首先将废线路板从废弃电器电子产品中剥离出来。退锡工段需通过烫锡炉在250℃左右对线路板焊锡面进行熔化退锡处理，锡液收集固化，此过程中会对尾气进行收集处理。退锡后电子元器件经人工剔除并分类为基板、可利用元器件、不可用普通元器件，不可用危险废物元器件。基板破碎和分选阶段，基板经一级、二级破碎处理后通过旋风分选设施，将部分轻质的非金属粉末（包括玻璃纤维粉末、树脂粉沫等）首先分离出来，剩余粉末经电选设施处理后分离为非金属粉末和金属粉末，非金属粉末再与助剂混合加工成景观脂塑制品。

3.2　各流程可能的污染物释放

在人工拆解工段，可能会有少量 POPs 进入车间及环境。在退锡工段可能导致诸如 PBDE，四溴双酚 A，有机磷阻燃剂等添加型有机阻燃剂挥发进入环境，也会导致少量二噁英类物质生成。在粉碎工段可能会导致局部过热，致使少量 POPs 挥发进入环境。

3.3　企业原有的检测报告

企业原有的车间空气与降尘的检测报告如图 1 与图 2 所示。

检测报告表明 PBDE 在线路板深加工处理线的人工拆解、退锡及基板破碎工段的空气和降尘中都有检出。三个工段空气中，破碎段空气中 PBDEs 浓度最高，∑8PBDEs 浓度为 122.39 ng/m^3，其次为退锡段（25.76 ng/m^3）和拆解工段（19.2 ng/m^3）。根据空气中 PBDEs 含量的分析发现，易挥发性 PBDEs 挥发释放的关键环节破碎段，PBDEs 最低浓度出现在人工拆解工段，和预测的污染物释放阶段相似。

在各个工段降尘中，BDE－209 的最高浓度出现在人工拆解工段，达到 9.34 ×10^5 ng/g。退锡工段和基板破碎工段 BDE－209 浓度随工序依次递减低，说明降尘是废线路板处理过程中 BDE 的主要赋存形式，退锡工段降尘要高于基板破碎工段，这也可能与破碎工段中 BDE 挥发量增加有关，根据降尘监测结果应当对车间降尘进行定期收集处置。

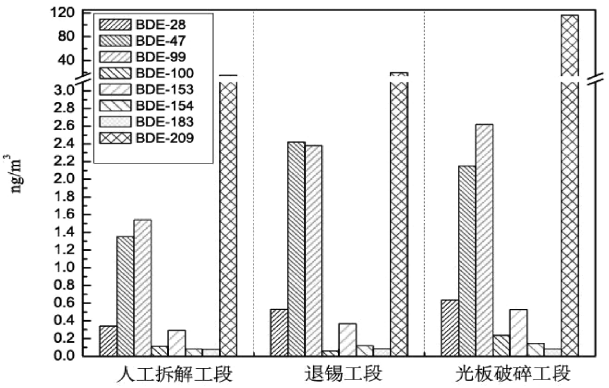


图 1　线路板深加工各工段空气中 PBDEs 浓度

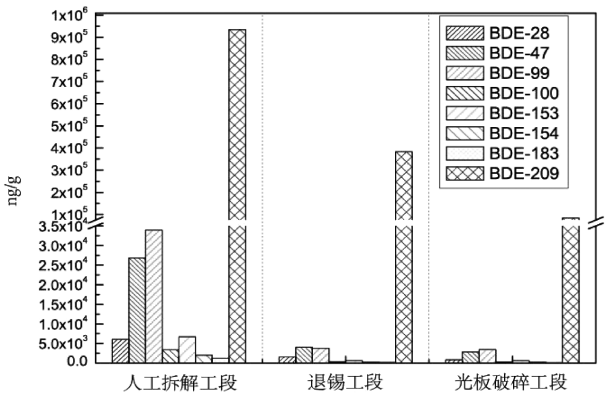


图 2　线路板深加工各工段降尘中 PBDEs 浓度

3.4　污染物减排建议

通过对该公司废线路板机械物理法处置工艺中 POPs 的分析，可以看出，粉碎工段和退锡工段是污染物排放的关键环节，粉碎工段的物料局部过热以及粉尘是排放的原因，虽然采用了布袋除尘控制粉尘，但对于挥发性的 POPs 的排放并无法控制。退锡工段过程的加热可以产生二噁英类物质。此外，也会导致 POPs 的挥发，但这种 POPs 的挥发排放强度要低于粉碎工段。车间的 POPs 无组织排放得到了较好的控制，排放强度要低于工艺的有组织排放强度。

该公司废线路板处置工艺采用了布袋除尘等设施，可以控制粉碎工段中含有 POPs 的颗粒物的排放，针对其他 POPs 产生环节，提出开展 POPs 减排工作的技术建议如下。

（1）退锡工段与粉碎工段，通过负压收集装置，收集含有 POPs 的废气，并采用活性炭吸附污染物。

（2）对于布袋除尘收集的颗粒物，可重新回用于分选工段，无法作为产品的颗粒物，应作为危险固体废弃物在工厂妥善存放，交由有资质的危废处置单位进行处置。

（3）收集退锡工艺产生的元器件，应作为危险固体废弃物在工厂妥善存放，交由有资质的危废处置单位进行处置。

此外，针对该公司的产品，从生命周期与物质流角度，对其产品也提出以下建议。

（1）应建立废线路板回收铜粉和树脂粉产品质量标准，表征持久性有机污染物、有毒有害物质以及重金属的含量，并标注在产品包装。

（2）建立废线路板回收铜粉和树脂粉产品标识，区别非资源回收产品，避免下游生产活动（如金属冶炼），产生无意 POPs（二噁英类物质）排放。

综上，如何控制废线路板机械物理法处置粉碎与退锡工段的含 POPs 废气与粉尘，是 POPs 减排的关键。

4 结 论

江苏省废线路板处置主要选择机械物理法，该方法可以使废线路板中的有价物质充分地富集，减少了后续处理的难度，与其他方法相比其主要优点在于污染小、设备成本低、可以实现废线路板中的金属与非金属等各种成分综合回收利用，但在后续处理中，需要注意回收产品中仍含有 POPs，应评估 POPs 在后续处理中排放。废线路板各种处置方法具有不同的技术特点，通过多方法的联用可以获得更好的效果，包括已应用的机械物理法 - 焚烧法、机械物理法 - 湿法冶金法联用技术等，这些联用技术实现了废线路板处置的优势互补。

[参考文献]

[1] 黄文秀. 浅谈废旧电子电器回收处理. 电机电器技术. 2002. (6):15 - 17

[2] Li H, Yu L, Sheng G, et al. Severe PCDD/F and PBDD/F pollution in air around an electronic waste dismantling area in China[J]. Environmental Science & Technology, 2007, 41(16): 5641 - 5646.

[3] Wong M H, Wu S C, Deng W J, et al. Export of toxic chemicals - a review of the case of uncontrolled electronic - waste recycling[J]. Environmental Pollution, 2007, 149(2): 131 - 140.

[4] Deng W J, Louie P K K, Liu W K, et al. Atmospheric levels and cytotoxicity of PAHs and heavy metals in TSP and $PM_{2.5}$ at an electronic waste recycling site in southeast China[J]. Atmospheric Environment, 2006, 40(36): 6945 - 6955.

[5] Deng W J, Zheng J S, Bi X H, et al. Distribution of PBDEs in air particles from an electronic waste recycling site compared with Guangzhou and Hong Kong, South China[J]. Environment International, 2007, 33(8): 1063 - 1069.

[6] Xing G H, Chan J K Y, Leung A O W, et al. Environmental impact and human exposure to PCBs in Guiyu, an electronic waste recycling site in China[J]. Environment International, 2009, 35(1): 76 - 82.

[7] Gu Z, Feng J, Han W, et al. Characteristics of organic matter in PM 2.5 from an e - waste dismantling area in Taizhou, China[J]. Chemosphere, 2010, 80(7): 800 - 806.

[8] Wang J, Guo X. Impact of electronic wastes recycling on environmental quality[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2006, 19(2): 137 - 142.

[9] Guo Y, Huang C, Zhang H, et al. Heavy metal contamination from electronic waste recycling at Guiyu, Southeastern China[J]. Journal of environmental quality, 2009, 38(4): 1617 - 1626.

[10] 许冠英. 广东省废旧电子电器污染现状及期防治对策初探. 19 卷 4 期. 18 - 21.

（上接第 62 页）

5.3 样品加标回收试验

同时采集 4 组水样，每组双份，一份直接进样，另一份加入 1 μl 浓度为 785.5 mg/L 的标准溶液（配置方法与标准曲线一致），计算结果见表 5。

表 5 异丙醇样品加标回收实验

样品	本底值/μg	加标量/μg	测得总量/μg	回收率/%
样品 1	0.341	0.7855	1.07	92.8
样品 2	0.373	0.7855	1.13	96.4
样品 3	0.335	0.7855	1.07	93.6
样品 4	0.351	0.7855	1.10	95.3

6 结 论

异丙醇是一种重要的化工原料，被广泛地用于生产中，但是中国尚未制定空气和废气中异丙醇的监测标准方法。该方法以水吸收顶空/气相色谱法测定空气和废气中的异丙醇含量，方法最低检出浓度为 0.03 mg/L，加标回收率在 90% ~110% 之间，并且具有较好的精密度，其相对偏差 <5%。该法可以快速、准确的检测空气和废气中异丙醇的含量，在日常监测任务中有很好的适用性。

[参考文献]

[1] 本书编委会. 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，2011：550 - 566.

·环境监测·

液液萃取-气相色谱法测定地表水中三氯乙醛

沈进萍
(宜兴市水质监测中心有限公司,江苏 宜兴 214200)

摘 要:建立了液液萃取气相色谱法测定地表水中三氯乙醛的方法。用盐酸调节水样pH值至5左右,用甲苯萃取水样中三氯乙醛,用气相色谱仪进行检测。该方法操作简单、精密度和准确度好,检出限低,测定结果令人满意,适用于地表水中三氯乙醛的检测。

关键词:液液萃取;气相色谱法;地表水;三氯乙醛
中图分类号:X832;O657.71 **文献标识码**:A

Determination of trichloroacetaldehyde in surface water by using liquid-liquid extraction-gas chromatography

Shen JinPing
(*Yixing Water Quality Monitoring Center Co., Ltd. Yixing, Jiangsu* 214200, *China*)

Abstract: A method for the determination of trichloro acetaldehyde in surface water by using liquid liquid extraction-gas chromatography was developed. The pH value of water sample was adjusted to 5 with hydrochloric acid, chloral was extracted by toluene and then detected by gas chromatograph. The method had the advantages of simple operation, good precision and accuracy, low detection limit and satisfactory results. The method was suitable for the determination of chloral in surface water.

Key words: Liquid-liquid extraction; gas chromatography; surface water; trichloro acetaldehyde(chloral)

三氯乙醛是一种有刺激性气味无色易挥发油状液体,在工业上主要用作有机合成原料,如用于制造滴滴涕、敌百虫、敌敌畏等杀虫剂,医药上用于生产氯霉素、合霉素等。三氯乙醛是具强刺激性的有毒有机物,对皮肤和粘膜有强烈的刺激作用,人体吸收后会造成中枢神经系统功能紊乱,引起肝、肾及脾脏损害[1]。三氯乙醛是中国水质监测优先控制的污染物之一,《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)规定其限值为0.01 mg/L,因此,对地表水三氯乙醛的监控具有重要的现实意义。

三氯乙醛的测定常采用气相色谱法,但地表水中三氯乙醛含量一般较低,在分析前需要对水样进行富集预处理。地表水中有机物的富集预处理主要有吹扫捕集法、固相萃取法和液液萃取法等,其中液液萃取法是水中有机污染物提取的经典方法,具有技术成熟、易于操作、回收率高、成本较低等优点,有利于推广使用[2]。文中采用液液萃取-气相色谱法对地表水中三氯乙醛进行测定,并通过优化萃取剂的类型、水样pH值和氯化钠加入量等实验因素,提高方法的检测灵敏度和准确度,使方法能够满足地表水中三氯乙醛的测定要求。

1 实验部分

1.1 主要试验仪器和试剂

美国瓦里安CP-3800型气相色谱仪,附电子捕俘获检测器(ECD);HP-5型毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm×1 μm);CH-3000型全自动液液萃取仪;MilliQ-reference型超纯水机1 000 mg/L三氯乙醛标准溶液,国家标准物质中心;正已烷、二氯甲烷、乙酸乙酯、苯和甲苯,均为色谱纯;优级纯盐酸;优级纯氯化钠和无水硫酸钠,450℃条件下烘烤4 h。

1.2 气相色谱条件

载气为高纯氮气(纯度≥99.999%),流速为1.0 mL/min,尾吹流量28 mL/min;进样口温度250℃;ECD检测器温度300℃;色谱柱温度110℃,

收稿日期:2017-11-27
作者简介:沈进萍(1976—),女,江苏宜兴人,工程师,本科,从事水质检测工作。

保持 15 min;进样方式为不分流进样,进样量 1μL。

1.3 水样处理

取经过沉淀和 0.45 μm 微孔滤膜过滤后的 100 mL 地表水置于 250 mL 分液漏斗中,用盐酸调节水样 pH 值至 5 左右,加入 4 g 氯化钠振摇溶解,再加入 10 mL 甲苯至水样中振摇 10 min 后静置 5 min,收集有机相。有机相通过无水硫酸钠脱水后经氮吹浓缩仪氮吹至近干,用甲苯定容至 1 mL,按色谱条件进行分析测定[3]。

2 结果与讨论

2.1 萃取溶剂的选择

在液液微萃取过程中,萃取溶剂的选择是影响待测物萃取效率的主要因素,选用的萃取试剂的密度要比水大,溶剂色谱峰不会影响待测物峰形。为研究不同萃取溶剂对三氯乙醛的富集效率,该实验选择正已烷、二氯甲烷、乙酸乙酯、苯和甲苯 5 种有机试剂作为萃取剂,按 1.3 步骤对水样中的三氯乙醛进行富集处理。实验结果表明,在相同操作条件下苯和甲苯对三氯乙醛的萃取效果最佳,样品测试回收率最高,但甲苯的毒性小于苯。因此,该实验选用甲苯作为萃取溶剂。

2.2 水样 pH 值的影响

三氯乙醛水溶液在碱性条件下易分解成氯仿,而在酸性溶液中主要以分子状态存在,因此,水样的酸碱性对三氯乙醛的测定影响较大。用盐酸和氢氧化钠将含有一定浓度的三氯乙醛水样 pH 值调节为 3、5、7、9 后按上述步骤进行液液萃取分析,考察样品溶液的 PH 值对三氯乙醛回收率的影响。结果表明,水样 pH 值在 3 ~ 5 范围内三氯乙醛的回收率较高且回收稳定。综合考虑,本实验选择水样在 pH 值为 5 时进行液液萃取,以提高方法的萃取效果。

2.3 氯化钠用量优化

对水样进行液液萃取前处理时加入适量的无机盐可增加溶液离子强度,降低水中有机物的溶解度,可有利于提高待测物的萃取效率。在 200 mL 含有一定浓度的三氯乙醛水样分别加入 0,2,3,4,5 g 氯化钠后进行液液萃取,考察氯化钠的加入量对三氯乙醛的回收率影响。实验结果表明,随着氯化钠加入量的增加,三氯乙醛测定的回收率也随之变大,当氯化钠加入量超过 4 g 时其回收率变化不大。因此,该实验氯化钠加入量为 4 g/100 mL。

2.4 标准工作曲线配制和方法检出限

用甲苯将 1 000 mg/L 三氯乙醛标准溶液液逐步稀释,配制浓度分别为 0.00、1.00、3.00、8.00、15.0、30.0 μg/L 三氯乙醛标准系列。在上述气相色谱条件下,取三氯乙醛标准系列由低浓度到高浓度进行分析,以三氯乙醛保留时间定性,峰面积对应其质量浓度绘制标准曲线。实验结果表明,在 0.00 ~ 30.0 μg/L 浓度范围内三氯乙醛线性关系良好,其回归方程为 Y = 1 347.84X – 93.27,线性相关系数 r = 0.9 994。

采用该方法对浓度为 0.50 μg/L 三氯乙醛标准溶液重复测定 7 次,计算其标准偏差 S。检出限按 $MDL = S \cdot t_{(n-1,0.99)}$ 计算[4],式中 $t_{(n-1,0.99)}$ 为置信度 99%、自由度为 n – 1 时的 t 值($t_{(6,0.99)} = 3.143$),得地表水中三氯乙醛的方法检出限为 0.02 μg/L,远低于地表水环境质量标准规定限值要求。

2.5 方法精密度

按该方法对浓度为 15.0 μg/L 的三氯乙醛水样重复测定 7 次,进行精密度试验。实验结果表明,三氯乙醛 7 次测定结果的相对标准偏差为 1.15%,方法精密度较好,符合分析测试质量控制要求,见表 1。

表 1 精密度试验

项目	三氯乙醛
测定值	9.29、9.38、9.51、9.44、9.35、9.49、9.61
平均值	9.44
RSD	1.15%

2.6 加标回收率试验

用该试验方法对 5 个不同点位的地表水样品进行测定,均未检出三氯乙醛。向 100 mL 空白水样中分别添加一定量的三氯乙醛标准溶液后按上述步骤进行加标回收试验。实验结果表明,三氯乙醛的加标回收率在 93.9% ~ 103.8% 间,符合分析测试质量控制要求,见表 2。

表 2 加标回收率试验

样品	成份	本底值/(μg · L⁻¹)	加入量/(μg · L⁻¹)	测定值/(μg · L⁻¹)	回收率/%
1	三氯乙醛	0.00	5.00	5.19	103.8
2		0.00	5.00	4.93	98.6
3		0.00	10.0	9.53	95.3
4		0.00	10.0	9.39	93.9

(下转第 65 页)

空气和废气中异丙醇的测定方法探讨

鞠 峰, 刘 振
(泰兴市环境监测站,江苏 泰兴 225400)

摘 要:异丙醇作为一种重要的有机溶剂和化工原料在化工生产中广泛使用,沸点较低,有一定的毒性,能对环境和人体健康造成一定的影响。中国现阶段尚无空气和废气中异丙醇监测分析的国家标准方法,相应的环境质量标准及排放标准也没有明确的规定。该方法采用顶空/气相色谱法测定空气和废气中异丙醇的浓度,方法最低检出浓度为0.03 mg/L,无溶剂污染,不受甲醇、乙醇、丙酮等物质的干扰,结果准确可靠,操作快捷方便,在日常监测分析中有很好的适用性。

关键词:异丙醇;顶空/气相色谱法;毛细管柱;测定
中图分类号:X830.2 **文献标识码**:A

Discussion on the Determination Method of Isopropyl Alcohol in Air and Exhaust Gas

JU Feng, LIU Zhen
(*Taixing Enviornmental Monitoring Station*, *Taixing Jiangsu* 225400 *China*)

Abstract: Isopropyl alcohol as the solvent is widely used in chemical industry and laboratory, but at present, the monitoring and analysis method of isopropyl alcohol in air and waste gas in China has not been clearly defined. In this study, the concentration of isopropyl alcohol in air and exhaust gas was determined by head space gas chromatography. The minimum detectable concentration was 0.03 mg/L, and no solvent pollution, and the results were accurate and easy to operate.

Key words: isoprogyl alcohol; head space / gas chromatography; capillary column; determination

异丙醇又称2-丙醇、二甲基甲醇、二羟基丙烷。无色透明可燃性液体,有类似乙醇的气味;易挥发,沸点82.45℃,易燃;能与水、乙醇、乙醚、氯仿互溶。异丙醇是一种重要的化工原料,同时作为一种有机污染物存在于基本有机合成、制药、塑料、香料、涂料以及电子工业的脱水和清洗等有组织和无组织排放废气中。目前《环境空气质量标准》(GB3095—2012)、《大气污染物综合排放标准》(GB16297—1996)均未提出明确的质量标准或排放标准。《空气和废气监测分析方法》(第四版)也未明确规定异丙醇的监测分析方法。该方法以水吸收顶空/气相色谱法测定空气和废气中的异丙醇含量,当采样体积为20 L、样品溶液为10 mL时,最低检出浓度为0.02 mg/m^3;标准曲线的线性好($r>0.999$),不受甲醇、乙醇、丙酮等物质的干扰,检出限低,适用于空气和废气中异丙醇监测。

1 实验主要仪器和试剂

气相色谱仪:安捷伦7890A,具火焰离子化检测器(FID);

顶空进样器:安捷伦7694E;

色谱柱:30 m×0.53 mm,DB—624毛细管柱;

样品瓶:20 ml密闭顶空瓶;

采样瓶:多孔玻板吸收管;

纯水:不含异丙醇的超纯水;

异丙醇标液:进口色谱纯异丙醇标液(ρ:0.7 855 kg/L)。

2 采样

串联两只各装10.0 mL重蒸水的气泡吸收管,以150 mL/min的流量,采样2~3 h,气泡吸收管的重蒸水若有挥发,采样后应补充至10.0 mL。

3 实验步骤

3.1 标准溶液的配制

用移液枪取1.00 mL色谱纯异丙醇注入干

收稿日期:2017-11-16

作者简介:鞠 峰(1987—),男,江苏泰兴人,助理工程师,学士,长期从事环境监测工作。

燥、洁净的 1 000 mL 容量瓶中,用超纯水稀释至标线,此为异丙醇中间液(浓度为:785.5 mg/L)。用移液枪分别取 1 mL、2 mL、4 mL、6 mL、8 mL、10 mL 中间液注入干燥、洁净的 1 000 mL 容量瓶中,并稀释至标线,以此作为标准溶液系列,6 个容量瓶中异丙醇标准溶液浓度分别为:0.7 855 mg/L、1.571 mg/L、3.142 mg/L、4.713 mg/L、6.284 mg/L、7.855 mg/L。

3.2　分析条件

(1) 顶空条件

样品瓶温度:60℃;样品及阀的定量环温度:70℃;传送管线温度:80℃。

(2) 色谱条件

柱温:60℃;气化室温度:220℃;检测器温度:300℃;色谱柱流速:4 mL/min;燃气:氢气流量 40 mL/min;助燃气:空气流量 450 mL/min;不分流。

3.3　标准曲线绘制

用移液枪取 3.1 配制的 6 个标准溶液各 10.0 mL,注入干燥、洁净的 20 mL 顶空瓶中,加盖、密封,放入自动进样器,设置进样序列,待顶空进样器温度稳定,气相色谱仪基线稳定后,进行进样分析。有关标准曲线的数据见表 1。

表 1　该方法绘制的标准曲线

序号	1	2	3	4	5	6
加入标准溶液体积/mL	1	2	4	6	8	10
加入标准溶液浓度/(mg·L^{-1})	0.0 785	0.1 571	0.3 142	0.4 713	0.6 284	0.7 855
仪器响应值	0.0 253	0.0 362	0.0 527	0.0 723	0.0 889	0.1 089
标准曲线	Y = 0.0 167 + 0.1 166x　　r = 0.9 992					

3.4　色谱图

对某化工厂排放水进行测定,水样中含甲醇、乙醇、异丙醇,其色谱图见图 1。

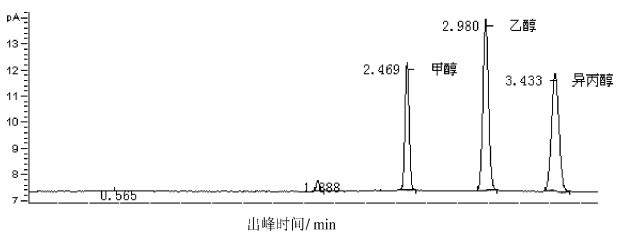


图 1　某化工厂排放水中的醇类色谱图

4　实例

对某化工厂处理后的排放水进行监测,监测方法与绘制标准曲线条件相同,监测结果如表 2。

表 2　某厂排放水中异丙醇的分析结果

采样时间	取样体积/mL	异丙醇含量/(mg·L^{-1})
9:00	10.0	0.352
11:00	10.0	0.395
14:00	10.0	0.332
16:00	10.0	0.306

5　结果与讨论

5.1　检出限的测定

配置浓度为 0.1178 mg/L 的标准溶液(配置方法与标准曲线一致),测定 7 次,检测限计算公式为:MDL = t × SD,计算结果见表 3。

5.2　精密度试验

配置浓度为 0.3 927 mg/L 的标准溶液(配置方法与标准曲线一致),测定 10 次,测定结果见表 4。

表 3　检出限的测定

单次测定结果/(mg·L^{-1})							均值/(mg·L^{-1})	SD	t 值	MDL
0.1 256	0.1 280	0.1 091	0.1 272	0.1 107	0.1 083	0.1 277	0.1 182	0.0 095	3.143	0.030

表 4　标准溶液精密度试验

项目	异丙醇									
测定值	0.3 744	0.3 725	0.3 772	0.3 941	0.3 932	0.3 838	0.3 997	0.3 828	0.3 866	0.3 988
平均值	0.3 863									
RSD	2.6%									

(下转第 58 页)

原子荧光光谱法测定土壤中的痕量锡

谢 锋
(南京市江宁区环境监测站,江苏 南京 211100)

摘 要:建立了微波消解土壤,原子荧光光谱法测定土壤中锡的方法,以硝酸、氢氟酸和双氧水为消解体系,消解温度为180℃。用GSS—5环境土壤标准样品对本方法精密度和准确度进行实验,测定结果准确可靠,结果令人满意。该方法操作简单快速、酸试剂用量少,具有较好的精密度和准确度,检出限低,适用于土壤中样品痕量锡的测定。

关键词:微波消解;原子荧光光谱法;土壤;锡
中图分类号:X833.02 **文献标识码**:A

Determination of Trace Tin in soil by using Atomic Fluorescence Spectrometry

Xie Feng
(*Nanjing Jiangning District Environmental Monitoring Station, Nanjing, Jiangsu* 21100, *China*)

Abstract: A method for the determination of tin in soil by using microwave digestion and atomic fluorescence spectrometry was established. The digestion temperature of nitric acid, hydrofluoric acid and hydrogen peroxide was 180℃. The precision and accuracy of this method were tested with GSS 5 environmental soil standard samples. The results were accurate, reliable and also satisfactory. This method was simple and fast, with less acid reagents, good precision and accuracy as well as low detection limit. This method was suitable for the determination of Trace Tin in soil samples.

Key words: Microwave digestion; atomic fluorescence spectrometry; soil; tin

锡是一种质地较软的金属,在工业上主要用于制造合金锡,也是人体不可缺少的微量元素之一。适量的锡对人们进行各种生理活动和维护人体的健康有重要影响,但人体吸入过多的锡会导致神经系统、肝脏功能和肠胃功能等受到损害。土壤中锡含量较低,其污染主要来源于工矿企业排入的废水、废气和废渣,随着工业的发展,锡的使用领域逐步扩大,因此,对土壤中锡的监测具有重要意义[1]。

目前,锡的测定方法主要有分光光度法、原子吸收法、极谱法和原子荧光光谱法等,其中原子荧光光谱法具有操作简单、灵敏度高、干扰易消除、检出限低等优点,可满足痕量锡的测定[2,3]。土壤样品前处理方法主要有微波消解法、电热板消解法和水浴消解法等,微波消解技术具有快速、消解完全、低空白和酸用量少的优点,是一种广泛应用于各种样品预处理的技术[4,5]。文中使用微波消解法对土壤进行前处理,采用原子荧光光谱法对土壤中锡进行测定,并进行方法检出限、相对标准偏差和加标回收率等技术指标分析。方法操作简单,检出限低,灵敏度高,适用于土壤中痕量锡的测定。

1 实验部分

1.1 仪器和试剂

AFS-3100型原子荧光分析仪,北京海光仪器公司;锡空心阴极灯;珀金埃尔默DMA8000型微波消解系统;电热板;GSS—5环境土壤标准样品,锡含量为18±3 μg/g);试验用水为二次去离子水;载气为高纯氩气。

100 mg/L锡标准溶液,国家标准物质研究中心;硝酸、氢氟酸、硼氢化钾、氢氧化钠均为优级纯,双氧水、硫脲、抗坏血酸和酒石酸均为分析纯,国药集团上海化学试剂公司。

1.2 溶液的配制

5%硫脲-抗坏血酸溶液:称取5 g硫脲溶于100 mL去离子水中,全部溶解后加入5 g抗坏血酸后溶解,现用现配。

硼氢化钾和氢氧化钠混合溶液;称取10 g硼

收稿日期:2018-01-05
作者简介:谢 锋(1982—),男,江苏南京人,工程师,本科,主要从事环境监测等工作。

氢化钾溶于先加有 2.5 g 氢氧化钠的 500 mL 去离子水中后混匀,现用现配。

10% 酒石酸溶液:称取 10 g 酒石酸溶于去离子水中,稀释至 100 mL,摇匀,现用现配。

锡系列标准工作溶液:用 5% 硝酸溶液将 100 mg/L 锡标准溶液逐级稀释至 100 μg/L 锡标准使用液。准确移取 0.00、1.00、3.00、8.00、15.0、20.0 mL 锡标准使用液于 100 mL 容量瓶中,加入 5 mL 5% 硫脲 - 抗坏血酸溶液和 5 mL10% 酒石酸溶液,用 5% 硝酸溶液定容至刻度后摇匀,配制浓度为 0.00、1.00、3.00、8.00、15.0、20.0 μg/L 锡标准系列。

1.3 仪器工作条件

选用锡空心阴极灯,灯电流 80 mA;光电倍增管负高压 280 V;原子化器高度 8 mm;载气流速为 400 mL/min;屏蔽气流量 900 mL/min;载流液为 5% 硝酸溶液;进样体积 1 mL;测定方法为标准曲线法。

1.4 样品的制备

称取经风干、研磨过 100 目分样筛的土壤样品 0.200 g 于消解罐中,用少量去离子水浸湿,加入 4 mL 硝酸、2 mL 氢氟酸和 2 mL 双氧水,拧紧罐塞,放置在微波消解仪中进行消解,消解程序见表 1。消解结束后,将消解液转移至刚玉坩锅中,置于电热板上加热至近干,加入 5 mL5% 硝酸、2.5 mL 5% 硫脲 - 抗坏血酸和 2.5 mL 10% 酒石酸的混合溶液提取,定容至 50 mL 比色管中,摇匀澄清后测量,同时做样品空白实验。

表 1 微波消解程序

步骤	升温时间/min	温度/℃	保持时间/min
1	4	室温 ~ 110	5
2	4	120 ~ 150	5
3	5	150 ~ 180	20

1.5 样品测定

在选定的仪器条件下对锡标准系列进行原子荧光光谱分析,以锡质量浓度为横坐标,其荧光强度为纵坐标绘制标准工作曲线。采用该方法对待测土壤样品和样品空白消解液进行测定,将样品荧光强度减去空白对照荧光强度后代入标准曲线得出消解液中锡的含量,再根据土壤消解质量和消解定容体积计算出锡的质量浓度。

2 结果与讨论

2.1 样品前处理条件选择

将土壤样品分别通过电热板湿法消解和微波消解法进行前处理对比分析。电热板法消解土壤样品操作步骤繁琐,消解时需加入 4 mL 盐酸、3 mL 氢氟酸、2 mL 高氯酸和 8 mL 硝酸,消解时间超过 5h,消解过程产生的大量酸雾会影响操作人员身体健康。微波消解是一种利用微波辐射的内加热的高温高压系统,其高温高压环境提高酸的氧化能力,提高样品消解效率,密封消解也可避免待测元素的损失。微波消解土壤样品只需加 4 mL 硝酸、2 mL 氢氟酸和 2 mL 双氧水,消解时间约 40 min,与电热板湿法消解相比减少了酸的使用量和缩短操作时间。

2.2 消解液的选择

土壤样品消解常采用硝酸、氢氟酸、盐酸和高氯酸等酸试剂,但只采用一种酸消解所需酸量大且消解不完全,因此微波消解时常采用混酸进行消解土壤样品。土壤中有机物一般含量较高,消解时常采用高氯酸破坏有机物,但高氯酸氧化性极强,在微波消解过程中有爆炸的危险,而盐酸在高温下易于锡反应生成易挥发的四氯化锡导致检测结果偏低。试验表明,采用 4 mL 硝酸、2 mL 氢氟酸和 2 mL 双氧水对 0.2 g 左右的 GSS — 5 环境土壤标准样品进行消解,土壤消解效果良好,其测定结果在定值范围内。

2.3 共存离子的影响

实验表明,土壤消解液中铜、铅、铁等金属离子会对原子荧光光谱法测定锡的结果产生不同程度的干扰。在消解液中加入硫脲 - 抗坏血酸混合溶液可有效去除金属离子对锡测定结果的干扰。锡在强酸中氢化物发生酸度较窄且易水解,在消解液中加入酒石酸不但可以使锡稳定存在,还可以使锡氢化物发生的酸度范围显著变宽。文中考察了硫脲 - 抗坏血酸和酒石酸混合溶液对土壤中常规金属元素干扰的消除效果,结果表明,实验选取 5% 硫脲 - 抗坏血酸和 10% 酒石酸能完全去除消解液中金属离子测定结果的干扰,且锡的荧光强度较高。

2.4 标准曲线和方法检出限

在选定的实验条件下,锡在 0.00 ~ 20.0 μg/L 浓度范围内的线性关系良好,其线性方程为 $Y = 61.854X - 5.418$,相关系数为 R 为 0.9 996。根据仪器设定的测定方法连续测定浓度为 1.00 μg/L 锡标准样品 7 次,计算测定结果的标准偏差 S。检出限按公式 $MDL = S \cdot t_{(n-1,0.99)}$ 计算,式中 $t_{(n-1,0.99)}$ 为置信度 99%、自由度为 n - 1 时的 t 值 ($t_{(6,0.99)} = 3.143$)[6],计算出该方法土壤消解液的锡检出限为 0.2 μg/L,土壤质量为 0.200 g 时锡的

最低检出浓度为 0.05 μg/g。

2.5　方法的精密度和准确度

根据仪器设定的测定方法对 GSS — 5 环境土壤标准样品(锡含量为 18 ± 3 μg/g)进行预处理和原子荧光测试,测定结果和标准值对比,从而得出方法的精密度和准确度,见表 2。由表 2 可见,微波消解原子荧光光谱法测定标准土壤样品中锡的 7 次测定结果平均值在定值内,相对标准偏差为 3.39%,表明该方法具有较好的准确度和精密度。

表 2　精密度和准确度试验　　μg/g

项目	测定值	平均值	RSD/%
锡	17.2、16.8、15.7、16.3、17.0、16.4、15.9	16.5	3.39

3　结　论

文中选用硝酸、氢氟酸和双氧水为消解体系,消解温度设置为 180℃,对土壤样品进行微波消解前处理,原子荧光光谱法测定土壤中的锡含量。微波消解技术具有消解速度快、耗酸量少、对外环境污染少等优点,原子荧光光谱法对锡具有较高的方法灵敏度。实验结果表明,锡在 0.00 ~ 20.0 μg/L 浓度范围内具有良好的线性关系,方法最低检出浓度为 0.05 μg/g,土壤标准样品锡测定结果在定值范围内。该方法操作简便,干扰少,检出限低,测定结果准确可靠,可满足于土壤中锡的测定要求。

[参考文献]

[1] 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 4 版)[M]. 北京:中国环境科学出版社.

[2] 王建滨,耿勇超. 石墨炉原子吸收光谱法测定工业废气中的锡[J]. 环境科技,2007,20(2):74 - 75.

[3] 张晔霞,沈　清. 碱熔法消解 - 原子荧光法测定土壤中的锡[J]. 污染防治技术,2011 (4):63 - 65.

[4] 薄维平,孔肖肖,陈士新. 水浴消解 - 原子荧光法测定土壤中的砷汞[J]. 环境监控与预警,2016,8(3):34 - 37.

[5] 杨启霞,孙海燕,秦绍燕. 微波消解原子吸收光谱法测定土壤中的铅、镉[J]. 环境科学与技术,2005,28(5):47 - 48.

[6] 中国环境监测总站. 环境水质监测质量保证手册[M]. 第二版. 北京:化学工业出版社. 2010:87 - 88.

(上接第 54 页)

[4] Quan H N, Teel A L, Watts R J. Effect of contaminant hydrophobicity on hydrogen peroxide dosage requirements in the Fenton - like treatment of soils[J]. Journal of hazardous materials, 2003, 102(2): 277 - 289.

[5] Usman M, Faure P, Ruby C, et al. Remediation of PAH - contaminated soils by magnetite catalyzed Fenton - like oxidation[J]. Applied Catalysis B Environmental, 2012, s 117 - 118(1):10 - 17.

[6] Zhao D, Liao X, Yan X, et al. Effect and mechanism of persulfate activated by different methods for PAHs removal in soil [J]. Journal of Hazardous Materials, 2013, s 254 - 255 (254):228 - 235.

[7] Liao X, Dan Z, Yan X. Determination of potassium permanganate demand variation with depth for oxidation - remediation of soils from a PAHs - contaminated coking plant[J]. Journal of Hazardous Materials, 2011, 193(193):164 - 170.

[8] 晏井春. 含铁化合物活化过硫酸盐及其在有机污染物修复中的应用[D]. 华中科技大学, 2012.

[9] Ball D L, Edwards J O. The kinetics and mechanism of the decomposition of Caro's acid. I[J]. Journal of the American Chemical Society, 1956, 78(6): 1125 - 1129.

[10] Do S H, Kwon Y J, Kong S H. Effect of metal oxides on the reactivity of persulfate/Fe (II) in the remediation of diesel - contaminated soil and sand[J]. Journal of hazardous materials, 2010, 182(1): 933 - 936.

[11] Minisci F, Citterio A, Giordano C. Electron - transfer processes: peroxydisulfate, a useful and versatile reagent in organic chemistry[J]. Accounts of Chemical Research, 1983, 16(1): 27 - 32.

[12] Nadim F, Huang K C, Dahmani A M. Remediation of soil and ground water contaminated with PAH using heat and Fe (II) - EDTA catalyzed persulfate oxidation[J]. Water, Air, & Soil Pollution: Focus, 2006, 6(1 - 2): 227 - 232.

[13] 施维林,沈秋悦,王　儒,等. 不同化学氧化剂对多环芳烃污染土壤修复效果研究[J]. 苏州科技大学学报: 自然科学版, 2017, 34(1): 61 - 66.

[14] 占　升,郑　义,李　森,等. 不同氧化剂活化过硫酸钠对土壤中多环芳烃降解的影响[J]. 浙江农业学报, 2017, 29 (1):129 - 136.

(上接第 60 页)

3　结　论

该文中建立了利用甲苯液液萃取地表水中的三氯乙醛,采用气相色谱法 - 电子捕俘获检测器测定的方法。该方法具有操作简单、方法灵敏度和准确度高、仪器和实验条件要求不高、检出限能满足地表水中痕量三氯乙醛的测定等优点,能满足水样中三氯乙醛的定性、定量分析要求。

[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]. 中国环境科学出版社,1992;389 - 399.

[2] 沈　彬,罗三姗,张占恩. 液相微萃取 - 气相色谱/质谱测定水中硝基苯类化合物[J]. 分析科学学报,2007,23(6):705 - 708.

[3] 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.

[4] 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].

两种方法测定固体废物中铜的比较

陈京京
(盐城市大丰区环境监测站,江苏 盐城 224100)

摘 要:分别用火焰原子吸收法和石墨炉原子吸收法测定固体废物中的铜,比较两种测定方法的优劣。实验结果表明,两种方法都具有良好的精密度和准确度,无显著性差异。火焰原子吸收法基质效应小、分析速度快,在大批量固质样品分析中更具优势。石墨炉原子吸收法的灵敏度高、检出限低、分析速度慢,适用于固体废物中痕量铜的测定。

关键词:火焰原子吸收法;石墨炉原子吸收法;固体废物;铜
中图分类号:X830.2 **文献标识码**:A

Comparative Analysis of Two Methods for Determining Copper in Solid Waste

Chen Jingjing
(*Dafeng Dstrict Environmental Monitoring Station*, *Yancheng* 224100 *Jiangsu*)

Abstract: The copper in solid waste was determined by FAAS and GFAAS, respectively. The advantages and disadvantages of these two methods were compared. The results showed that both methods had good precision and accuracy without significant difference. The FAAS had small matrix effect, quick detection, and this method was more advantageous in the analysis of bulk solid waste samples. The GFAAS had high sensitivity, low detection limit and slow analysis, which was suitable for the determination of trace copper in solid waste.

Key words: flame atomic absorption spectrometry; graphite furnace atomic absorption spectrometry; solid waste; copper

引 言

铜是人体必需的微量元素,成人每日的需要量估计为20 mg,缺铜会发生贫血、腹泻等病症,但过量摄入铜亦会产生危害。铜的主要污染源来自电镀、冶炼、五金、石油化工和化学工业等部门[1]。目前火焰原子吸收法和石墨炉原子吸收法是分析测定固体废物中铜的主要方法,文中以上两种方法对固体废物中铜进行测定并比较。

1 实验部分

1.1 仪器与试剂

ZEEnit700P原子吸收分光光度计;铜空心阴极灯:空气压缩机;微波消解系统;可调式电热板;铜标准溶液(500 mg·L^{-1}):环境保护部标准样品研究所;硝酸:高氯酸:盐酸;氢氟酸;超纯水;高纯氮气;高纯乙炔。

1.2 实验原理

1.2.1 火焰原子吸收法 固体废物经酸消解后,试样中的铜在空气-乙炔火焰中原子化,其基态原子对铜的特征辐射谱线产生选择性吸收,其吸收强度在一定范围内与铜的质量浓度成正比[2]。

1.2.2 石墨炉原子吸收法 固体废物经酸消解后,注入石墨炉原子化器中,试样中的铜经高温原子化,其基态原子对铜的特征辐射谱线产生选择性吸收,其吸收强度在一定浓度范围内与试样中的铜浓度成正比[3]。

1.3 仪器条件

测定波长:324.8 nm;通带宽度:0.5 nm;灯电流:4.0 mA;火焰法采用氘灯扣背景,火焰类型为空气-乙炔火焰,乙炔气流量50 L·h^{-1},燃助比为0.075,燃烧器高度为6 mm。石墨炉法采用塞曼效应扣背景,保护气为高纯氩气,氩气流量300 mL·min^{-1},石墨炉温度曲线见表1。

1.4 样品的预处理

称取0.50 g过筛后的样品置于微波消解罐

收稿日期:2018-01-05
作者简介:陈京京(1982—),男,江苏大丰人,工程师,本科,主要从事环境监测分析工作。

表 1　温度曲线

阶段名称	温度	时间	内气路
干燥	85	32.8	开
干燥	105	25	开
干燥	120	12.5	开
灰化	1 100	20	开
较零	1 100	4	关
原子化	2 500	3	关
清除	2 550	2	开

中,用少量水润湿后,加入 6 mL 硝酸、2 mL 盐酸、5 mL 氢氟酸,按照设定的升温程序进行消解,冷却后加入 1 mL 高氯酸,电热板加热飞硅,温度控制在 160℃,加热至冒浓厚高氯酸白烟且内容物呈不流动状态,取下坩埚稍冷,用少量水冲洗坩埚盖和内壁,加入 1 mL 硝酸溶液,温热溶解可溶性残渣,转移至 50 mL 容量瓶中,冷却后水定容至标线,摇匀。

1.5　校准曲线的配制

分别移取铜标准溶液(50 mg · L^{-1})0.00 mL、1.00 mL、2.00 mL、3.00 mL、4.00 mL、5.00 mL 于 100 mL 容量瓶中,用体积分数为 1% 的硝酸溶液定容摇匀,配置成火焰原子吸收法测定标准系列溶液,此标准系列含铜浓度分别为 0.00 mg · L^{-1}、0.50 mg · L^{-1}、1.00 mg · L^{-1}、1.50 mg · L^{-1}、2.00 mg · L^{-1}、2.50 mg · L^{-1}。用配置好的铜标准溶液(50 μg · L^{-1}),由仪器自动配置成石墨炉原子吸收法测定所需标准系列溶液,此标准系列含铜浓度分别为 0.00 μg · L^{-1}、5.00 μg · L^{-1}、10.0 μg · L^{-1}、15.0 μg · L^{-1}、20.0 μg · L^{-1}、25.0 μg · L^{-1}。

2　结果与讨论

2.1　校准工作曲线的制定

按照设定的最佳仪器条件,分别对铜工作标准溶液进行测定,火焰原子吸收法测定铜得出的校准曲线方程为 $y = 0.0\ 031x + 0.0\ 022$,$\gamma = 0.9\ 999$,截距为 0.0 022,在(0 – 2.50) mg · L^{-1} 范围内,该法的吸光度与浓度呈较好的线性关系;石墨炉原子吸收法得出的校准曲线方程为 $y = 0.0\ 199x + 0.0\ 009$,$\gamma = 0.9\ 997$,截距为 0.0 009,在(0 – 25.0) μg · L^{-1} 范围内,该法的吸光度与浓度呈良好的线性关系。从校准曲线得出火焰原子吸收法测定固体废物中铜的浓度范围远大于石墨炉原子吸收法测定铜的浓度范围。

2.2　检出限

检出限通过公式 D. L = 3δ/k 计算,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,火焰原子吸收法测定铜的检出限为 0.004 mg · L^{-1},以固体废物取样量为 0.50 g 计,则该方法的检出限为 0.40 mg · kg^{-1};石墨炉原子吸收法测定铜的检出限为 0.20 μg · L^{-1},以固体废物取样量为 0.50 g 计,则该方法的检出限为 0.02 mg · kg^{-1}。由检出限试验可以看出,石墨炉原子吸收法检出限更,适用于固体废物中痕量铜的测定。

2.3　精密度

按文中预处理方法对 GSB07 – 1019 – 1999 固体废物标准样品(Cu = 13.8 ± 2.2 mg · kg^{-1})进行预处理,制备 6 份样品溶液,分别用火焰原子吸收法、石墨炉原子吸收法对每个样品溶液进行测定,测定结果见表 2。测定结果表明,火焰原子吸收法的相对标准偏差为 2.28%,石墨炉原子吸收法的相对标准偏差为 2.57%。对以上两种方法进行 F 检验,$F_{0.05(5,5)} = 1.77 < 5.05$,说明两种测定方法测定结果具有相同的精密度;对以上两种方法进行 t 检验,$t_{(0.05,10)} = 1.639 < 2.228$,说明两种方法无显著性差异。

2.4　加标回收率

对上述六种固体废物标准样品进行加标回收实验,加标回收率试验结果见表 3。火焰原子吸收法的加标回收率在 91.0% ~107%,石墨炉原子吸收法在 92.0% ~109%,两种方法的加标回收率均在 80% ~120% 之间,表明两种方法都具有良好的加标回收率。

3　结　论

试验结果表明,用上述两种方法分别测定固体

表 2　固体废物标准样品测定结果

测定方法	测定值/(mg · kg^{-1})						平均值/(mg · kg^{-1})	相对标准偏差/%	$F_{0.05(5,5)}$	$t_{(0.05,12)}$
	1	2	3	4	5	6				
火焰法	13.5	13.2	13.7	12.9	13.2	13.0	13.2	2.28	1.20	1.639
石墨炉法	13.2	13.3	13.1	12.5	12.8	12.6	12.9	2.57		

(下转第 77 页)

气相色谱分析中的样品前处理技术分析

施星星
(启东市环境监测站,江苏 启东 226200)

摘 要:随着科技技术的不断发展,气相色谱法已然成为了目前应用最为广泛的分析技术之一。然而在使用气相色谱分析法分析复杂基体的时候,样品的前处理步骤十分繁琐,且误差频频发生,这就使得气相色谱分析法的效率和准确度大打折扣。如何提高气相色谱分析中的样品前处理技术水平就显得尤为关键。因此,文中就气相色谱分析中的样品前处理技术展开分析。

关键词:气相色谱分析;样品前处理;技术分析
中图分类号:O657.1 **文献标识码**:A

The Technical analysis of environmental sample pretreatment in gas chromatography

Shi Xing Xing
(*Qidong Environmental Monitoring Station*, *Qidong*, *Jiangshu* 226200, *China*)

Abstract: with the continuous development of science and technology, gas chromatography has become one of the most widely used analytical techniques. But in the use of gas chromatography analysis method, the analysis of complex matrix samples before the complicated processing steps, and error occur frequently, which greatly reduce the efficiency and accuracy of the analysis. How to improve the pre-treatment technology of gas chromatography is very important. Therefore, the sample pretreatment technology in gas chromatography is analyzed.

Key words: gas chromatography; Sample pretreatment; Technical analysis

气相色谱法(GC)对分析样品的要求较高,大多数样品必须经过前处理后才能进行分析。复杂基体样品前处理的步骤往往繁琐耗时、易引起误差,已成为制约分析效率和准确度提升的关键环节,成为分析化学的瓶颈问题,因此样品前处理技术研究越来越受到分析工作者的重视。

1 气相色谱分析的定义及特点

气相色谱分析(chromatography)是使混合物中各组分在两相间进行分配,其中一相是不动的(固定相),另一相(流动相)携带混合物流过此固定相,与固定相发生作用,在同一推动力下,不同组分在固定相中滞留的时间不同,依次从固定相中流出,又称色层法或者层析法。按流动相可分为气相色谱(GC)和液相色谱(LC)。气相色谱分析的主要特点:第一,高效能。是指一般色谱柱都有几千块理论板,毛细管柱可达105~106块理论班。因而可以分析沸点十分相近的组分,和极为复杂的多组份混合物。例如,用毛细管,可以分析轻油中150个组份。第二,高选择性。是指固定相对性质极为相似的组份,如同位素,烃类的异构体等有较强的分离能力。主要通过选用高选择性的固定液。第三,高灵敏度。指用高灵敏度的检测器可检测出10-11-10-13克的物质。因此可用于痕量分析。第四,分析速度快。一般分析一次用几分钟到十几分钟。某些快速分析中,一秒钟可以分析若干份。色谱法易的操作与处理都自动化。速度很快。第五,应用范围广。气象色谱法可以分析气体和易挥发的或可以转化为易挥发的液体和固体。也可以分析无机物。高分子,和生物大分子,而且应用范围正在日益扩大。

2 气相色谱分析中的样品前处理技术

2.1 P&T技术(抽出-处理技术)

P&T技术不需要有机溶剂,且效率极高,技术

收稿日期:2017-11-17
作者简介:施星星(1977—),男,江苏启东人,工程师,主要研究方向为环境监测与分析。

快速、准确,是一种高效的气相色谱分析的样品前处理技术分析,萃取有机气体低于 200℃ 沸点、小于 2% 溶解度的挥发性或半挥发性的样品,P&T 技术在环境、食品等方面的有机物的分析检测的地位也非常重要,吹扫气体的时候液体样品中容易产生泡沫,仪器超载的现象就会出现,水蒸气不利于下一步的采集,为气象色谱的分析增加了难度,但改进后的 P&T 技术先对水进行分析,吹扫管中放入 25 mL,再用氦气等气体对样本进行吹扫,用液体 CO_2 冷却吸附三卤甲烷分析物,样品吹扫捕集以后热解吸捕集管,再用气相色谱 - 质谱联用仪进行分析,此方法可以高效、快速的对化合物进行分析,检出限能够低于 0.1 μg/L.

2.2　SPE 技术(固相萃取技术)

SPE 技术操作便捷、富集倍数高,而且有利于分析仪器与自动化融合,渐渐成为液体样品处理优先应用的方法,SPE 技术与气相色谱、气相色谱 - 质谱联用仪在线联合起来进行分析处理,SPE 技术一般在中空容器中填满颗粒固相进行萃取,具有良好吸附性能的材料硅胶、碳纳米管等多应用 SPE 技术进行分离,SPE 技术与气相色谱 - 质谱联用仪在线分析样品中多环芳烃检出限可达 2.0 ~ 8.5 ng/L,以吩噻嗪键合硅胶为吸附剂,运用此方法进行分析,硝基苯类化合物的检出值可以低到 0.06 ~ 0.3 ng/mL,而以磺化石墨烯片作为吸附剂进行分析多环芳烃检出限也可达 0.8 ~ 3.9 μg/L。分子印迹材料在复杂基体中的应用前景非常不错,以分子印迹材料作为吸附剂,进行有选择的固相萃取,样品中 PAHS 检出限为 5.2 ~ 12.6 ng/L。

2.3　SPME 技术(固相微萃取技术)

固相微萃取集采样、萃取、富集和进样于一体,具有耗时少、效率高、操作简单等优点,是一种无溶剂或少溶剂的样品前处理技术。与固相萃取技术类似,固相微萃取技术也是气相色谱分析中主要的样品前处理技术。它可以以纤维针式 SPME、管内 SPME、固态搅拌棒萃取等多种形式处理复杂基体中的目标物,在食品、环境、天然产物等领域的挥发性有机物分析中应用广泛。离子液体因对有机物和无机物都具有良好的溶解性且其结构可调的优点,作为萃取介质在 SPME。

2.4　MSPD 技术(农残检测技术)

MSPD 技术操作相对简单、快捷,适合固体、半固体等样品进行前处理,过程中有效的避免了样品沉淀、离心、乳化等造成样本的损失的现象出现,MSPD 技术与气相色谱、气相色谱 - 质谱联用仪结合,不但强化了技术的优势,还能弥补其不足,在医药、卫生、环境等多个领域的应用反响都很好,影响 MSPD 联合技术的因素主要是基质分散的程度和分散剂的性质,适合此技术的分散剂都包括 C18 等亲脂性分散剂、弗罗里硅土等正相分散剂、硅藻土等中性分散剂,还有多壁碳纳米管和金属有机骨架化合物(MOFs)等新材料。分散剂和目标分子相互作用过强,能够提高目标分子的萃取效率,基质和分散剂混合物用超声波处理,能够有效的提高萃取效果。

2.5　LPME 技术(液相微萃取)

L 传统的液 - 液萃取法有机溶剂消耗多、环境污染较重。以此为基础,Jeannot 等于 1996 年提出了 LPME 技术,它集萃取、净化、浓缩和预分离为一体,具有萃取效率高、溶剂消耗少的优点,可以方便地与 GC、LC 等色谱及各种检测器进行连接,实现样品前处理与分析测定的在线联用。对于一些沸点比较低的化合物,如食品、环境样品中的有机氯农药残留、短链脂肪酸或者药品中的溶剂残留,可以直接通过单液滴微萃取或分散液液微萃取(DLLME)之后,采用 GC 或 GC/MS 分析。而对于一些极性较大、沸点较高的化合物,如生物胺、长链脂肪酸等,可以在萃取时对目标物进行衍生化,然后再结合 GC 或 GC/MS 分析。

2.6　场辅助样品前处理技术

就目前的形势来看,诸多以两相或是多相分离为前提的基质固相分散萃取技术、固液相微萃取技术以及吹扫捕集技术等专业技术得到了飞速的发展,与此同时,诸多的分离介质,比如石墨烯、碳纳米管、分子印迹和聚合物、离子液体等等,都能够在进行液体样品处理的过程中得到良好的应用。但是,对于半固体或是固体的样品来说,过程就会相对复杂。首先就是需要将分析物从固体基质中进行提取,整个的过程需要保证快速且有效。当分析物成功的转移至相应的萃取溶剂中以后,就可以开始对分离富集和分析检测开展进一步的工作。将适当数量的相、膜与场之类的外部的作用力为其体系增强能量,同时也为其体系降低熵值,以此来有效的对半固体和固体中的分析物与其溶剂之间的相对迁移与平衡材料得效率进行提高。最近数年,利用声、电、力、磁等诸多外场作用加强对样品的处理,使处理技术和效率都得到了很快的提高。

(下转第 77 页)

·环境管理·

泰州市辐射安全管理现状及管理建议

许文君， 吴喜冰
（泰州市辐射环境监督站，江苏 泰州 225300）

摘 要：根据省厅2016年年底开展全市放射源安全检查专项行动的检查情况和2017年上半年开展全省核与辐射安全生产大检查的行动工作情况，对泰州市放射源安全管理现状更加清晰。对专项行动和辐射安全大检查中发现的问题、存在的不足，提出整改方法、建议。文中重点论述放射源监管中的问题和工作建议，为以后放射源监管、辐射工作管理提供更加科学高效的手段。针对使用单位和监督管理部门提出了相关可行性建议，为泰州市辐射工作管理提供了较好的理论和实践的总结。

关键词：核技术利用；辐射工作；辐射管理；放射源
中图分类号：X591 **文献标识码**：A

Radiation safety management status and management advice in Taizhou

Xuwenjun， wuxibing
(*Taizhou radiation environmental supervision station*, *Taizhou*, *Jiangsu* 225300, *China*)

Abstract: According to the situation of the provincial EPD to carry out the radiation sources safety inspection in Taizhou at the late 2016, and to carry out the city's nuclear and radiation safety inspection by the provincial EPD in early 2017, the status of safety management of radiation sources in His city is clearer. For the shortage and the existed problems in that special action and radiation safety inspection, the rectification method and the suggestions are put forward. This paper is focused on the problems and relevant suggestions in arder to provide more scientific and efficient means for the supervision of radioactive sources and radiation management. Relevant suggestions are put forward for the units using radioactive sources and radiation manaqement sectors, and a better summary of theory and practice for the radiation management in Taizhou city is provided.

Key words: Utilization of nuclear technology; radiation work; management; radioactive sources

前 言

泰州市自2007年成立辐射管理专门机构以来，一直注重对放射源安全管理的研究和探索，一直把放射源安全监管作为单位监管工作的重中之重。日常放射源的监管主要有生产（泰州市尚未有相关单位）、销售、进出口、使用、贮存、运输和处置等环节，根据辐射监管工作程序和规范，这些环节监管的内容和要求略有区别，大力宣贯核安全文化，加强企业业主主体责任意识，建立有效的放射源安全监管制度，才能更好、更全面的加强放射源安全监管。针对泰州市放射源检查中存在的问题和不足，提出了一些个人的建议，对以后辐射管理工作有更好的管理实效。

1 泰州市辐射工作监管中存在的问题和不足

泰州市核技术利用单位共有265家，其中放射源使用单位54家，其中Ⅰ类3家、Ⅱ类4家、Ⅲ类1家、Ⅳ类、Ⅴ类共46家，共计密封放射源422枚（其中Ⅰ类191枚、Ⅱ类9枚、Ⅲ类1枚、Ⅳ类196枚，Ⅴ类25枚）。

2017年，通过市、市（区）放射源专项检查和辐射安全生产大检查工作的全面展开，涉源单位监督检查全部完成，射线装置单位监督检查达110家，闲置放射源数量44枚，专项行动和辐射安全生产大检查中全部送省废物库收贮，及时妥善处置了存在安全隐患的放射源，通过这两次检查妥善处理了许多监管中存在的难题。

（1）少数涉源单位因对放射源进出口、转让、送贮及异地使用审批备案流程不了解，未按规定流程进行备案；8家企业没有履行备案手续，2家涉源单位许可证不及时进行变更，13家单位在用源数量与国家核技术利用监管系统数据和许可证副本上不符。部分企业放射源转让后，或放射源送贮后，不及时去环保部门备案；少数企业放射源收贮

收稿日期 2017.11.16

作者简介：许文君（1982—），男，湖北黄梅人，工程师，硕士，从事辐射环境监测，监督管理等工作，精通辐射监测、管理工作。

完成后,不进行许可证变更、注销申请。

(2) 2 家企业没有按规定履行环评、验收等环保手续。对环保法律法规不十分了解。极少部分核技术利用单位辐射安全意识淡漠。认为辐射安全监管工作属于多头管理,对环保部门的辐射安全监管不太重视,对执法人员提出的整改要求敷衍了事,能拖则拖,部分企业辐射管理人员法制意识欠缺。

(3) 有 16 家涉源单位(主要是Ⅳ类、Ⅴ类放射源)对闲置的放射源没有按照法规及时送贮置,存在较大安全隐患。对闲置源的辐射安全和防偷防盗意识不足,把闲置源放置于简陋的杂物房内或视频监控失灵的轧机上,没有采取更规范、更可靠、必须的安全保卫措施。

(4) 不少核技术利用单位辐射规章制度不完善,没有应急预案或简单应付,或制定的应急演练计划、事故应急处置措施并未真正落实;没有制定方便可行的放射源安全检查制度、日常放射源运行检查档案不完善等。

(5) 少许企业存在辐射警示牌不规范,探伤房警示灯等辅助设施运转不失灵。对警示标志不重视,尺寸、颜色、文字标识各异,警示标识脱落不及时安装,警示灯不亮、不联锁不及时整改等。

(6) 不少企业对个人剂量建立档案不重视,大约有 30% 的企业没有按要求配备辐射报警仪和巡测器。检查期间还发现,部分核技术利用单位辐射工作人员个人剂量计管理存在问题,佩戴不规范,长期至于工作台处或者办公室抽屉里,没有要安全规范佩戴于胸前,没有按要求三个月一到,及时送检等。

(7) 部分企业辐射工作人员培训证书过期,甚至有新进人员未进行上岗培训就直接在辐射岗位上工作。大多单位没有人员培训计划或人员培训计划不完善。辐射安全管理人员不明确,辐射安全管理机构形同虚设。一些私营企业,人员流动性大,从事辐射工作的人业务水平不算高、责任心一般,辐射知识和业务能力有待提高。

2　辐射安全管理的一些意见和建议

2.1　针对监督管理部门的一些建议

作为放射源的安全管理的主管部门,加强监督管理不容置疑,要加强对国家有关的放射性防护法规和标准的贯彻实施,尤其是在专项检查和日常的监督检查中加强对企业宣传教育。因此,监督管理部门在加强放射源的安全管理中,要做到以下几点。

(1) 县级环保局应成立专门的辐射监管部门。环保部门的辐射安全监管工作起步较晚,在实际管理工作上还处在不断实践、完善阶段,尤其是县级环保部门,辐射安全监管力量相对比较薄弱,随着权利下放扩大,许多放射性工作单位日常监督检查逐渐交由县级环保局相关部门完成,因此,提议县级环保局领导提高认识,成立相关科室专门负责辐射工作事务。

(2)负责辐射监管工作的领导和相关人员,应对国家相关的放射性法律和法规学习贯彻到位,长期的宣贯工作尤为重要,不断提高放射源使用单位负责人、直接责任人对辐射工作的认识,提高放射工作人员的素质。

(3)对于新增的放射性工作单位,事前要做好核技术利用项目环境影响评价备案或审批、许可、转让等工作,事后要加强对其监督和检查,对检查中发现的问题,及时给予解决,对存在问题而又不整改的单位,要进行严肃查处,必须消除一切可能发生事故的隐患。

(4)在例行监督检查中,主动对使用放射源的单位提供技术指导与咨询服务,做到既要管更要帮,特别是对闲置的或退役的放射源,要全程跟踪服务,直至放射源被收贮或妥善处置,消除使用单位的后顾之忧。

2.2　针对核技术利用单位的一些建议

对于核技术利用单位尤其是放射源,每个部门都有其对应的职责,应该按照分工,做好放射源安全管理,保证放射源的安全。

(1)各核技术利用单位必须严格遵守国家的放射性防护相关法规,核技术利用单位都要办理许可证,制定有效的辐射防护管理规章制度,设专门人员专职负责。

(2)各核技术利用的单位主要负责人要将放射源的安全管理作为环保工作的重中之重,时刻放在首要位置,作为一个单位的负责人要定期不定期对本单位职工进行辐射安全教育,使所有员工都有强烈的辐射安全意识。

(3) 核技术利用单位对于闲置的放射源,必须建立有专用的存储库,存储库的门、窗及其周围环境要采取必要的视频监控和防护措施,千万不能将放射源作为普通物品,随意放在杂物间或其他经常有人出入的场所。单位领导必须要高度重视,专人保管,尽早按照有关规定妥善处置,既可以退回原生产厂家或经申请送到江苏省城市放射性废物库收贮。

江苏省以下环境监测监察垂直管理改革进展及对策建议

张新华， 王 静， 江 慧， 李 舵
（江苏省生态环境评估中心，江苏 南京 210036）

摘 要：省以下环境监测监察垂直管理改革是中国环境保护管理体制的一项根本性改革。江苏作为试点省份，发布了改革实施方案，正推进省级层面环境监察机构和人员队伍建设，启动市县层面的体制改革。文中分析了改革过程中需要关注的4个问题，并就强化地方政府及职能部门责任、细化环保部门责任清单、加强机构及人员队伍建设、健全监督考核制度、建立沟通协调机制等方面提出对策建议。

关键词：环境监测；环境监察；垂直管理；制度改革
中图分类号：X322 **文献标识码**：A

Studieson Vertical Administration of Environmental Monitoring and Supervision at Sub – Provincial Level

ZHANG Xinhua， WANG Jing， JIAGN Hui， LI Duo
（*Jiangsu Provincial Ecological Assessment Center*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*）

Abstract: Abstract: The reform of the vertical administration of environmental monitoring and supervision at sub – provincial level is a fundamental reform of the local environmental protection administration system. As a pilot province, the provincial government of Jiangsu has released the reform plan, and began to implement it both at provincial level and sub – provincial level. In this article, 4 problems that might encounter in the reform are summarized. Based on these problems, 5 aspects of the problem countermeasures are set up.

Key words: Environmental Monitoring; Environmental Supervision; Vertical Administration; System Reform

长期以来，中国以块为主的环保管理体制存在诸多弊端，一些地方重发展轻环保、干预环保监测监管执法，地方政府及其相关部门的环保责任难以落实，环境监管能力建设滞后，有法不依、执法不严、违法不究现象大量存在[1]。为加快解决现行地方环保管理体制存在的突出问题，十八届五中全会明确提出实行省以下环保机构监测监察执法垂直管理，增强环境监管的统一性、权威性和有效性，为实现环境质量改善提供坚强的体制保障[2]。2016年9月，中共中央办公厅 国务院办公厅《关于省以下环保机构监测监察执法垂直管理制度改革试点工作的指导意见》要求，在部分省份先行先试。江苏等12个省市被列为试点。

1 垂直管理改革思路及进展

1.1 改革思路

2017年8月，《关于印发〈江苏省环保机构监测监察执法垂直管理制度改革实施方案〉的通知》（苏办发[2017]31号）正式下发实施。其体制改革核心内容包括：调整市县两级环保机构管理体制，设区市环保局实行以省环保厅为主的双重管理体制，县（市、区）环保局调整为设区市环保局的派出机构；加强省环保厅环境监察内设机构，建立环境监察专员制度，上收市县两级环保部门的环境监察职能，由省级环保部门统一行使；设区市环境监测机构调整为省环保厅驻市环境监测机构，主要负责生态环境质量监测工作，县（市、区）环境监测站主要职能调整为执法监测；环境执法重心向设区市、县（市、区）下移，县（市、区）环境监察局（大

收稿日期：2018－01－16
＊**省级环保科研课题**：省以下环保机构监测监察执法垂直管理制度建设研究（课题编号：2016028）
作者简介：张新华（1978—）女，河南漯河人，硕士，主要研究方向为环境政策、环境管理、环境规划等。

队)随县(市、区)环保局一并上收到设区市,在乡镇(街道)按区域设置环境执法机构,配备与职责任务相适应的人员。垂直管理后各级环保局、监测、监察机构管理体制如表 1。

表 1　垂直管理后市、县级环保局、监测、监察机构管理体制

Table 1　Vertical Administration System of Environmental Protection Bureau, Environmental monitoring and supervision institutions at Sub - provincial Level

部门	人员及工作经费承担主体	上级管理部门	主要职责
设区市环保局	市级财政	省环保厅、设区市政府	对全市范围内环境保护工作实施统一监督管理
县(市、区)环保局	市级财政	设区市环保局	强化现场环境执法,承担部分环境保护许可工作
设区市环境执法局	市级财政	设区市环保局	负责全市范围内的环境执法工作
县(市、区)环境执法局	市级财政	设区市环保局	实施属地环境执法,并受设区市环保局统一管理与调配
设区市监测站	省级财政	省环保厅	生态环境质量监测
县(市、区)监测站	市级财政	县(市、区)环保局	环境执法监测

1.2　方案分析

省以下环境监测监察垂直管理实施后,将带来四个方面的好处:一是市县环境监察职能上收,由省级环保部门统一行使“督政”职能,改变原有地方政府干预环保监管执法现象;二是环境执法中心向设区市、县(市、区)倾斜,且由市环保局统一指挥、调配执法力量,有利于提高环境执法监管效能;三是环境监测权限上收,市级环境监测站负责环境质量监测,且由省级环保部门直接管理,有利于保障监测结果免受行政干预;县级环境监测站调整为执法监测,有利于实现环境执法与监测联动,保障了环境执法的权威性和科学性;四是改革有利于改变长期以来环保部门、监测、监察工作人员混岗现象,规范和加强环保队伍建设,解决“小马拉大车”、人员严重缺编的现象[3]。

1.3　工作进展

2016 年 3 月起,江苏省组织开展全省环境监测、监察系统机构、编制、人员等情况摸底调查,要求各地冻结机构编制,暂停干部任免、人员调动和录用事项,做好资产清查和财务管理。目前按照垂直管理实施方案要求,江苏省环保厅 4 个区域环境监察专员办公室已成立,13 个设区市驻市监察室专员已到位,正在强化监察人员队伍建设。各设区市正陆续出台市级垂改方案,贯彻落实垂改工作,谋划垂改后环境监测监察工作如何开展。垂改后江苏省首家县级环保机构—泰州市海陵环境保护局已正式挂牌。

2　改革需要关注的问题

省以下环境监测监察垂直管理改革是环境治理基础制度的重大变革,改革方案实施后,必将在解决现行以块为主的地方环保管理体制存在的突出问题方面取得实效。但同时,这项改革涉及面广、政策性强、敏感度高,对于改革过程中可能面临的问题需要及早考虑。笔者认为,需要关注以下四个方面的问题。

2.1　县级政府缺乏环境部门,环保责任如何落实

垂直管理破坏原有县级政府组织构架,县级环保局不再作为政府工作部门,环境监测监察资源无法调用,使得县级政府缺乏完整的管理职能,削弱了县级政府管理本地区环境事务的能力。《环境保护法》规定:地方各级人民政府应当对该行政区域的环境质量负责。由于县级政府在环保领域的职权变小,如何落实环保责任,是需要探讨和解决的一个重要问题。

2.2　市级无环境监测机构,如何实现环境监测与执法联动

依据江苏省政府办公厅印发的《江苏省生态环境监测网络建设实施方案》,各级环保部门要实现监测执法协同联动。垂直管理后,市级环境监测站改为省环保厅驻市环境监测机构,主要职责为环境质量监测,这样市级层面就没有了与环境执法联动的监测部门,如何实现监测执法联动是需要解决的现实问题。

2.3　垂直管理体制改革后,监督考核如何实施

在属地管理体制下,环保局由同级政府进行考核,并接受人大、政协监督,环境监测、监察部门作为环保局的直属单位,由同级环保局进行考核。垂直管理后,各项监督考核机制需随着人、钱、物及管理权限的转移重新制订。

2.4 县级环保部门上收后,与政府及其他部门协作如何实现

县级环保局作为市级环保局的派出机构,需落实市级环保局的工作部署,完成总量控制、污染防治、重大环境政策及任务的落实,这些都需要当地政府及其他具有环境保护职能部门的配合。其与当地政府关系发生变化,在工作落实及环境执法联动方面,与其他部门协调合作协作存在一定难度。环保部门在摆脱地方政府掣肘的同时,也有可能在一定程度上失去地方政府的支持和地方职能部门的有效配合。

3 重点环节措施建议

3.1 强化各级党委政府及部门的环保责任

各级党委和政府对生态环境保护工作及环境质量负总责,省级环保部门及其环境监察系统对履责情况进行监督,尽快建立履责监督机制及细则。各市、县(市、区)党委和政府依据《江苏省生态环境保护工作责任规定(试行)》(苏发[2016] 37 号),结合当地机构设置和相关工作分工,按照管生产必须管环保、管发展必须管环保的原则,落实各相关部门环境保护职责,按照责任清单去履责,形成齐抓共管的环境保护工作格局。各级政府须将相关部门环境保护履职尽责情况纳入年度部门绩效考核。

3.2 细化环保部门及监测监察机构责任清单

垂直管理后,省、市、县环保部门工作职责及权限发生了变化:省级层面行使环境监察职能,建立环境监察专员制度;市级环境监测机构职能调整为生态环境质量监测,县级环境监测机构主要负责属地执法监测;县级环保局强化现场环境执法,上交行政许可职能等等。这些变化需要对应在部门职责中予以明确,在环保体系内也需建立环境保护责任清单制。结合当地常熟、张家港等地实施的综合行政执法改革试点,实现环境执法与综合执法、网格化环境监管等措施有机衔接。

3.3 加强机构及人员队伍建设

针对环保部门工作人员混岗严重、环境监察力量不足的问题,统筹解决好体制改革涉及的环保机构编制和人员身份问题,加快出台环保监测监察执法标准化建设规范,推进环保队伍及装备能力建设,不断提升履职能力和专业化水平。环境执法的重心在基层,结合网格化环境管理要求,配齐乡镇网格员,加强一线环境巡查监管队伍建设[4]。对于市级环保部门无对应环境监测机构的问题,可根据各地实际,采取新建环境执法监测站(如泰州已明确组建泰州环境执法监测中心站)、完善在线监测设施、政府购买监测服务等多种形式,补足短板。

3.4 健全监督考核及激励制度

进行垂直管理改革后,在对地方政府的监督考核方面,应进一步完善环保目标责任制,突出环保考核对地方政府行为的引导功能,实行差别化的评价考核,削弱地方经济增长压力对实现环保目标的干扰[5]。在对环保系统内部考核中,由于新建环保监察专员制度,县级环保部门、市县环境监测监察的工作职责及管理部门发生改变,需要依据职责建立新的考核评估体系。同时,在人员待遇、晋升渠道等方面开展研究,确保新老体系平稳过渡,激发工作人员的动力和活力。

3.5 建立常态化协调沟通机制

针对长期以来环保部门“统一监督管理”职能难以发挥的问题,应结合环保部门体制改革,建立高效协调的运行机制。一是建立健全省市县三级环境保护委员会,由政府主要领导任主任,明确环保议事原则,统筹协调各个负有环保监管职责的职能部门,形成环境保护的合力。二是强化环保部门尤其是县级环保部门与相关部门协作,加强联动执法、应急响应,健全环境行政执法和刑事司法衔接机制。三是加强垂直管理的效果,发挥环境监察专员办作用,将环保督查制度化、常态化。

4 结 语

省以下环境监测监察垂直管理改革是对地方环境保护管理体制的一项根本性改革,必须要积极稳妥、平稳过渡。体制改革是基础,制度完善是保障,建立并有效执行科学有效的职责清单、协调机制和运行管理机制,是该项改革取得成功的重要因素。

[参考文献]

[1] 常纪文. 省以下环保监测监察执法垂直管理改革试点要义评析[J]. 环境保护,2016,44(19):9-13.

[2] 吴舜泽. 环保垂直管理制度改革核心在于重构发展与保护条块责任体系[J]. 环境保护,2016,44(22):16-20.

[3] 贺 震. 监察监管,需解决哪三大问题[J]. 环境经济,2015(11):32.

[4] 江苏省编办. 整合力量 重心下移 有序推进地方环保执法体制改革[J]. 行政科学论坛,2016(12):10-11.

[5] 李 萱,沈晓悦. 我国地方环保垂直管理体制改革的经验与启示[J]. 环境保护,2011(13):36-39.

如何提高环境监察执法效能

陈艺阳
(无锡市滨湖区环境监察大队,江苏 无锡 214000)

摘 要:文中结合实际工作,从环境监察管理模式方面,阐述了如何提高环境监察执法效能。

关键词:环境监察;环境管理模式;执法效能
中图分类号:X321 **文献标识码**:A

How to enhance the efficiency of law enforcement in environmental supervison

Chen Yiyang
(*Environmental Inspection Team. Binhu district, Wuxi city, Environmental, Jiangsu* 214000, *China*)

Abstract: Based on practice, this paper analyzed how to enhance the efficiency of law enforcement in environmental supervison.

Key words: Environmental inspection; Environmental supervison model; Efficiency of law enforcement

环境监察是环保部门所具有的最重要的职能之一,是打击环境违法行为,保障环境质量的有力推手。它是一种具体的、直接的和微观的环境保护执法行为,其核心是对"企业在生产过程中应对可能造成的环境影响所配套防护措施是否配备及配备是否合理"的监管。在当前形势下,加强环境监察执法对于全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中、六中全会精神以及习近平总书记系列重要讲话精神,特别是"绿水青山就是金山银山"重要思想起着十分重要的作用。

在现阶段,环境监察执法的形势十分严峻,粗放式经济增长方式造成的环境危害越来越严重,企业片面追求经济利益最大化与环境效益之间的矛盾日益尖锐,污染严重的"小散乱污"到处存在,部分企业偷排偷放、违法排污导致群众的环境权益受到损害,因环境管理不当造成的环境污染事故屡屡发生等。同时,环境监察执法工作中有法不依、执法不严、违法不究,行政不作为的现象仍在部分地区严重存在。

随着经济的快速增长,环境监察领域的逐步拓展,环境监察工作日益繁重。然而由于现有环保法律不完善、监察力量薄弱,监察手段落后,管理体制不顺等原因,环境监察工作不断暴露出一些问题,提高环境监察效能已刻不容缓。环境监察执法的效能,直接影响着环境质量。笔者认为,环境监察执法的效能,涵盖了多方面的因素,包括管理模式、执法人员素质、执法的效率等方面因素,文中根据笔者多年来从事环境监察执法工作的经历,结合辖区内的实际情况,谈谈如何提高环境监察执法效能。

1 着实推进网格化管理模式

环境监察网格化管理是将各级环保部门管辖的区域划分为网格,通过"定区域、定人员、定职责、定任务"的方式将基本工作任务落实到具体人员[1]。在实际中,应强化各镇、街道及开发区环保监察力量配备,各镇、街道及开发区范围内结合实际划定网格及网格管理专员。在划定好网格后,首先集中精力梳理出各网格内污染源名称,逐步建立"一企一档"信息,做到对网格内的污染源了然于胸。网格内日常工作以巡查为主,配套做好对网格内各企业的环保管理指导和宣传,及时督促企业按要求落实环保措施。

网格化管理员的配备应具备环保相关专业知识,区、县环保局应定期对各网格员开展培训,同时

收稿日期:2017-08-23

作者简介:陈艺阳(1982—),男,福建安溪人,工程师,硕士,主要从事环境监察等工作。

应提供平台,让各不同网格的网格员有交流和借鉴的机会,以促进共同提升环保管理水平。

2 让“双随机”工作机制常态化,做精“双随机”工作

“双随机”是指即在监管过程中随机抽取检查对象,随机选派执法检查人员的一种执法监管模式,在网格化管理模式建立之后,区、县环境监察部门日常监管工作以双随机抽查为主,让双随机制度成为打击企业违法行为的有力保障,同时让所有企业认识到,自身随时有被“抽中”的可能,该制度亦可以起到震慑企业环境违法行为的效果。

双随机工作应具针对性和侧重点,若单纯在整个辖区范围内抽取名单,难免造成被抽取的对象不凸显价值,要做到双随机工作具有针对性和侧重点,笔者认为被抽查对象可以采用以下三种方式进行。

(1) 按行业类别进行,如滨湖区范围内存在诸如压力容器制造行业、换热器制造行业等,可按批次划定一个或多个行业同时进行双随机抽查。

(2) 按产污工艺类型进行,如涉及喷漆工艺的行业、涉及表面处理的行业等,同样可以按批次划定一个或多个产污工艺类型进行抽查。

(3) 由网格员梳理出各自板块范围内的具有较大环境污染隐患、管理模式较为落后或被信访投诉较为频繁的企业名单,综合到名单库里进行抽查。

双随机被检查名单确认后,执法人员的配备亦是非常重要的一个环节,按现行各区、县环境监察部门的人员配备情况,存在无法完全胜任检查工作的实情,针对这一点,可以借助网格员的力量,将网格员充实到双随机检查队伍中来,这不仅提高了执法工作的效率,从很大程度上也提升了网格员的环境监管水平。

3 现行“零排放”审批制度应改变

根据《江苏省太湖水污染防治条例》第四十五条规定:“除城镇污水集中处理设施依法设置的排污口外,一级保护区内禁止设置排污口”,滨湖区地处太湖流域一级保护区内,现建设项目审批时,涉及有生产废水产生的,均要求做到“零排放”,即有生产废水产生的企业,废水均需处理后回用,不得外排。

根据实际环境监管结果来看,“零排放”可能在项目建成初期可以实现,随着经处理后的生产废水循环使用次数的增加,废水中的某些无法通过处理设施去除的成分(如盐分)越积越多,势必会造成处理后的废水亦无法使用。其后果是企业只能偷排废水,因这类废水水量都不大,可在很短时间内完成偷排,导致这种偷排废水的行为很难被发现。在此,笔者认为,此种现状应该得到改变,“零排放”是一种理论上的概念,其初衷是为了不让废水对外环境造成影响,相比之下,如果能允许企业正常排水,在达到一定的出水要求后排入污水管网,不光企业是欢迎的,更重要的是更易于进行有效的日常监管。

4 让企业认识到环境风险隐患,切实提高环境风险管理意识

滨湖区胡埭工业园的产业结构以机械加工为主导,从污染程度来讲大多属于轻污染项目,但每个有污染物产生的企业,不管污染程度轻重,都是一个环境风险源。2016 年以来,胡埭工业园内已发生了为数较多的环境污染事故,且这些环境污染事故均存在很大的共性,大多因机械加工过程使用的乳化液使用不当或因废乳化液管理不当,导致其进入雨水管网继而污染河道。对于此类型企业,重点应督促企业认识环境风险隐患,明确并落实环境风险应急措施,切实提升环保风险管理意识。应改变现有重审批和验收的模式,过渡到以重点落实法人代表为第一责任人的环保管理模式。环保意识应深入人心,亦要深入企业“心”,法定代表人是企业第一责任人,其意识到了,后续管理才能跟得上。

针对企业发生的环境污染事故,处理污染事故仅是环境监察管理部门的职责之一,更重要的职责是如何让企业做到防范风险,举一反三,这就要求做好环保管理宣传指导工作。企业发生污染事故后,控制事故是第一步,其次是事故消除和污染修复,第三,也是最重要的是要让企业认识到环保管理上的不足,认识到环保管理模式和水平提升的迫切性,同时,环境监管部门应该采取相应措施,以合理的方式将环境污染事故起因和造成的后果告知同类型企业,对企业敲响警钟,以将同类型的环境污染事故发生率将到最低,这才是环保宣传的核心价值。

5 形成各区、县环保部门交叉检查机制

现行环境监管模式是区、县环保局环境监察部

门对本辖区内的企业开展环境监察执法工作,环境监管人员流动性不强,久而久之难免形成人情执法、执法疲劳等局面,这不利于执法效能的提高。双随机制度虽然可以从一定程度上打破这种不利局面,但难以完全摆脱不利影响。市级环保部门可定期统筹各下设区、县级环境监察人员,结合双随机制度,形成市局统抓,区、县环境监察人员共同参与的交叉检查机制,这不仅可以打破人情执法、执法疲劳等局面,还可以促进各区、县环境监察人员的业务交流。

6　发动社会力量共同参与环保事业

因企业环境违法行为具有隐蔽性、瞬时性等特点,使得某些环境违法企业不易被环境监察部门发觉,依靠社会力量是打击环境违法行为的另一个有力渠道。环境监管部门应畅通环保信访举报通道,有效公开举报热线,推行有奖举报制度,充分发动群众参与环保事业。同时,发挥新闻媒介的监督作用,公开曝光环境违法企业及其受到的行政处罚情况,使环境违法无处可藏。同时深入推行政务公开工作,推行环境监察执法公示制,增强执法工作的透明度,落实群众的知情权、参与权。

7　结束语

环境监察工作任重道远,各环境监察执法机构要因地制宜,从自身的实际情况出发,积极探索环境监管新模式,突出重点,重点抓住影响群众健康的环境污染现象,紧扣阻碍社会、经济协调发展的环境问题,锁定环境违法的企业和行为,严查严办。要充分利用新环境保护法赋予的查封扣押、按日计罚、案件司法移送等三大利器,加大排污费的征收力度和经济处罚力度,提高企业环境违法成本,使环境违法者在经济上不仅无利可图,还要付出不可承受的代价。

[参考文献]

[1] 陈群伟. 我国环境监察网格化管理的实践与思考. 环境保护. 2014(42):60 – 62.

(上接第 67 页)

表 3　加标回收测定结果

样品编号	方法	样品含量/(mg · kg^{-1})	加入量/(mg · kg^{-1})	测定量/(mg · kg^{-1})	加标回收率/%
1	火焰法	13.5	10	24.2	107
2	石墨炉法	13.2	10	22.8	96.0
1	火焰法	13.2	10	23.5	103
2	石墨炉法	13.3	10	24.2	109
1	火焰法	13.7	10	22.8	91.0
2	石墨炉法	13.1	10	22.6	95.0
1	火焰法	12.9	20	31.6	93.5
2	石墨炉法	12.5	20	31.7	96.0
1	火焰法	13.2	20	33.6	102
2	石墨炉法	12.8	20	33.9	106
1	火焰法	13.0	20	31.4	92.0
2	石墨炉法	12.6	20	33.3	104

废物中铜,都具有良好的精密度和准确度,无显著差异,均能满足固体废物监测分析的要求,但两种方法各有优缺点。火焰原子吸收法基质效应小、线性范围宽、分析速度快、操作简单、成本低,在大批量固体样品分析中更具优势。而石墨炉原子吸收法的灵敏度高、检出限低,但其成本高、分析速度慢、线性范围窄,通常适用于固体废物中痕量铜的测定。

[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,2002:351 – 354.
[2] 环境保护部. HJ751 – 2015,固体废物镍和铜的测定 火焰原子吸收分光光度法.
[3] 环境保护部. HJ752 – 2015,固体废物铍镍铜和钼的测定 石墨炉原子吸收分光光度法.

(上接第 69 页)

总之,在气相色谱分析中,样品前处理是最复杂的环节,耗费时间长,还容易产生误差,对气象色谱的结果影响最大,因此,相关工作人员对样品前分析技术相当重视,先进的样品前分析技术不断涌现,并及时的应用其中,大大的提高了气相色谱的精确度以及分析速度,这使气象色谱技术在各个领域的应用更加广泛了。

[参考文献]

[1] 兰天宇,杜海军. 全二维气相色谱技术在环境分析中的应用[J]. 化工技术与开发,2017,4604.
[2] 王　鸿. 气相色谱法在医药化工分析中的应用初探[J]. 化工管理,2017,12.
[3] 马德鑫. 气相色谱分析技术在食品检测中的应用[J]. 食品安全导刊,2017,15.
[4] 陈吉喜. 气相色谱法进行油品分析的应用研究[J]. 化工设计通讯,2017,4308.

南京江北新区环保形势分析

袁 哲[1]， 奚璐翊[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：文中浅析了南京江北新区资源环境现状，对下一步环境保护工作的形势任务进行了研判，提出了江北新区中长期环境保护工作的建议目标。从构建科学合理的开发格局、严格落实环境功能分区管理、引导经济绿色发展、加强环境污染治理等方面提出了政策建议。

关键词：生态文明；江北新区；环境保护；政策建议
中图分类号：X53 **文献标识码**：A

Analysis on the Situation of Environmental Protection in Jiangbei New District of Nanjing

YUAN Zhe[1], XI Luyi[2]
(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: The situation of resources and environment in Jiangbei new district of Nanjing was analyzed, and a judgment on the situation and tasks of the further environmental protection was made. The proposed target of medium and long term environmental protection work in Jiangbei new district was put forward, and some political recommendations on constructing a scientific and rational development pattern were presented in the aspects of implementing the management of environmental function district, guiding the development of green economy and strengthening the control of environmental pollution.

Key words: Ecological Civilization; Jiangbei New District; Environmental Protection; political Recommendations

南京江北新区是中国第13个、江苏省首个国家级新区，位于江苏省南京市长江以北，包括南京市浦口区、六合区和栖霞区八卦洲街道，覆盖南京高新技术产业开发区、南京海峡两岸科技工业园、南京化学工业园等园区和南京港西坝、七坝2个港区，规划面积788 km^2。作为下一阶段南京市最重要的发展极，江北新区应该坚持以人为本、生态优先，区域统筹、产城融合”的思路，将生态文明建设和环境保护工作融入政治、经济、文化和社会建设的全过程，推动区域绿色发展水平走在全省全国前列。

1 江北新区环境资源现状分析

1.1 自然资源禀赋

江北新区自然禀赋较好，包括良好的长江岸线、湿地生态资源，以及自然水体、郊野山林、江岛资源等。根据旅游资源分类、调查、评价，江北新区拥有3个五级资源，包括老山国家森林公园、金牛湖水利风景区等；10个四级资源，包括珍珠泉风景区、浦口火车站、平山省级森林公园、止马岭自然保护区、冶山国家矿山公园等；14个三级资源，包括灵岩山旅游风景区、绿水湾湿地公园、中华茉莉谷等。

截至2016年，江北新区建成区森林覆盖率达42%，林木覆盖率27%，人均公园绿地面积4.5 m^2，生态环境优越。生态红线区占国土面积比例为26.5%，主要有森林公园、风景名胜区、江河重要湿地等类别，共计9大类别46个红线保护区。

1.2 产业现状

江北新区初步形成了以新材料、生物医药、软件和信息服务、轨道交通、汽车及零部件等为主导的产业体系，其中轨道交通占全市43.3%，新材料

收稿日期：2017-09-04

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。

产业占 42.3%，生物医药占 40.7%，智能制造装备占 29.7%，在全市具有明显优势。卫星应用、轨道交通等高端装备制造业以及航运物流、研发设计、文化创意等现代服务业近三年产值年均增幅超过 20%。培育形成了上汽、扬子、扬巴、南钢等百亿级企业，以及南车、南瑞、先声、焦点等国内外知名的行业龙头企业，是长三角地区重要的制造业基地。

但从产业结构来看，江北新区仍以资源型重工业为主导，缺少有区域配置能力的代表性大企业，对周边区域产业的组织能力也较弱，而且地均产出效率低。从环境经济协调性角度来看，江北新区还面临工业污染排放较为严重的问题。重型产业结构的工业企业带来的最大问题就是水和大气的污染排放。目前，江北新区工业源水污染物排放已占全市的 50%，大气污染负荷近几年均达 42 ~ 46%。新区内的化工、金属冶炼等工业企业单位 GDP 能耗为 2.4 t 标煤/万元，大大高于江苏省平均 0.6 t 标煤/万元的水平。

1.3　环境质量现状

江北新区环境质量总体进入稳定阶段，污染状况得到有效控制，将逐步进入环境修复的阶段。从大气环境质量上看，2016 年江北新区建成区环境空气质量达到二级标准的天数较上年有所增加，主要污染物为 $PM_{2.5}$ 和 O_3。根据南京市全年各项污染物指标检测结果趋势分析，CO 年均值同比基本持平，日均值达标；SO_2 年均值达标并同比下降；$PM_{2.5}$、PM_{10}、NO_2 年均值超标但较上年同比下降。从水环境质量上看，长江南京段干流水质总体稳定，水质良好，受上游来水影响，除总磷指标处于Ⅲ类水平外，其他指标均达到且类标准。滁河南京段总体水质为Ⅳ类，主要污染指标为氨氮、总磷。城市主要集中式饮用水水源地水质继续保持优良，达标率为 100%。

2　江北新区环境保护形势与目标

2.1　面临形势

经综合分析，江北新区环境保护工作进入了全新的机遇期，主要的优势有以下几个方面。一是顶层设计日趋完善，十八大以来，党中央和习近平总书记就生态文明建设提出了一系列新思想、新论断、新举措，深刻阐述了生态文明建设的重大意义、指导思想、方针原则和目标任务，形成了以“绿水青山就是金山银山”为核心理念，科学完整的生态文明理论框架，江苏省和南京市政府也先后出台了《江苏省生态文明建设工程行动计划》、《江苏省生态文明建设规划（2013—2022）》、《江苏省委省政府关于加快推进生态文明建设的实施意见》、《南京市生态文明建设规划（2013——2020）》、《南京市“十三五”生态环境保护规划》、《2017 年南京市生态环境保护和建设目标任务》等，全面确立了未来江苏省和南京市生态文明建设的制度规章和总体目标。二是新区整体定位高端。平台高，不同于雄安新区，江北新区有一定的产业基础和条件，需要站在一定高度上再向更高更宏伟目标前进的一个新区。定位高，新区定位是长江经济带的关键节点，长三角地区重要的增长极，也是南京市未来 30 年发展的最重要最核心的支撑。期望高，从党中央的期望看，要实现“强富美高”的现实模板，从人民群众角度也希望高新区走新型工业化城镇化的道路，增加老百姓的幸福感和满意度。三是区位优势不断彰显，江北新区在“一带一路”和长江经济带建设、长三角一体化发展以及南京都市圈、宁镇扬同城化发展中的示范引领带动作用，既对江北新区经济社会发展质量提出了新的更高的要求，也为生态文明建设带来了新的机遇。四是创新发展条件卓越。新区现有各类科技创新平台和工程技术中心 50 多个，集聚国内外知名的高科技企业及研发机构数百家。如此卓越的创新条件，可以为新区整体转型升级提供雄厚的科技和人才支撑，也帮助整体环境质量的不断提升。

然而，也应该清醒的认识到，江北新区的环境保护工作仍然面临很多的短板和问题。一是经济发展压力与环境保护的矛盾依旧突出，当前江北新区工业经济结构主要存在三个问题，即产业结构偏重，尤其是六合大厂和长芦地区，化工污染严重；与居住用地混杂，影响城市生活环境；大厂、长芦生态隔离廊道缺乏保护，滨江岸线用地混杂，影响城市景观环境。因此，江北新区环境压力仍然较大，快速发展的工业化、城市化无疑使得资源消耗进入快速增长期，给生态环境保护工作带来极大挑战。二是环境质量仍不容乐观，新区工业源水污染物排放已占全市的 50%，大气污染负荷近几年均达 42 ~ 46%。产业结构重、污染排放量大，造成江北新区，特别是六合片区局部环境质量改善难度很大。三是基础设施建设还有待完善，污水处理系统基本形成“集中处理”与“分散处理”并举的格局，老城区如江埔街道大部分片区基本为合流制或截流式合流制的排水体制，对水体污染较大；各乡镇污水管网建设相对滞后，污水收集率较低。垃圾处理方式单一，全部采用填埋处置，填埋场满负荷或超负荷

运行,处置缺口问题十分突出。四是体制机制尚不成熟,由于新区成立时间短,环境保护等相关工作机制还没有成型,制度建设的系统性、整体性、协同性尚不完善,对照国家的改革要求,对比新区定位和跨越式发展的要求,还有很大的差距,特别是党政领导干部差异化考核制度、自然资源资产产权、领导干部自然资源资产离任审计等多项关键制度尚未建立,新时期进一步提升生态文明发展水平的改革创新动力有待提升。

2.2 主要目标

建议在一个中长期时间阶段,即到 2030 年,江北新区,实现与经济发展匹配的环境治理水平,推动经济社会健康协调可持续发展,建成全国绿色发展模范新区。环境综合整治实效明显、环境安全水平大幅提高、城乡环境基本公共服务一体化,资源承载与环境容纳适宜水平明显提升,环境功能空间格局科学合理、人居环境健康保障显著增强,打造国家持续发展示范区和生态文明建设示范区,实现 4 个美。一是山水美,即国土空间开发格局进一步优化,生态红线、耕地红线得到有效保护,自然资源资产不断充实。二是发展美,环境准入标准逐步提高,高新技术产业、战略性新兴产业和第三产业的比重逐步提高,传统产业向高精尖方向改造,资源消耗大幅度降低、污染排放大幅度减小。三是人居美,城市生活环境不断优化,城市居住区布局合理,生产生活生态空间相得益彰,老百姓身边环境问题得到有效解决,垃圾分类在全社会推广,海绵城市建设基本实现全覆盖。四是心灵美,环境保护和生态文明理念深入人心,政府、企业、公众三方联动,在全社会营造爱护生态环境的良好风气,全社会基本树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。在具体执行上,可以以五年为一个周期滚动推进,结合五年规划确定合理的目标值,推动工作有序快速向前。

3 主要任务

建议江北新区从以下五个方面入手,从宏观上和大局上把握绿色发展方向,构建合理的开发布局和空间利用格局,同时着力做好各项环保专项行动任务,推动环境质量的整体优化提升。

3.1 构建科学合理的开发格局

一是严格落实主体功能区划,根据空间开发适宜性,综合考虑江北新区总体开发格局、建设用地分布和绿色城镇化进程,明确生态空间、生产空间和生活空间。优化城市空间结构,加强城市空间开发利用管制,合理确定开发规模、开发强度和保护性空间,划定城市边界红线。二是构建区域生态安全格局,加大“山水林田湖”生态空间保护力度,强化国土空间开发生态指引,维护自然生态系统的完整和健康,不断提升生态系统服务功能,构建滨江、沿河、沿线生态带,形成河流水系、自然山体、生态绿地和城市空间有机连接的绿色生态安全格局。三是推进自然生态保护,实施生物多样性保育行动计划,提高生态系统、生物物种和遗传资源保护能力。重点保护老山中华虎凤蝶及秤锤树、长江湿地震旦鸦雀、长江大胜关长吻鮠铜鱼、长江江豚等珍稀濒危物种及其栖息环境。全面实施受损山水林田湖自然生态系统修复,有序推进重要生态系统的修养生息。着力实施废弃露采矿山环境治理,对重要生态功能保护区和主要交通干线两侧废弃露采矿山进行整治、复垦、复绿及景观再造,恢复山体原有生态功能。强化长江岸线和沿江地区环境综合整治,清理和整顿沿江排污口和重污染企业,逐步调整一切与长江生态保护不符的开发功能。

3.2 严格落实环境功能分区管理

依据区域自然环境条件、资源禀赋及城市发展布局空间差异,充分衔接城市发展、土地利用和生态保护等规划,严格落实南京市环境总体规划纲要的环境分区管制的要求,将区域划分为生态功能保护、宜居环境维护及生产环境优化三大环境功能区,实施环境功能分区分级管制。生态功能保护区包括生态红线管控区和生态功能保留区,其中生态红线管控区又分为生态红线一级管控区和二级管控区。生态功能保留区包括生态红线管控区以外连通性好森林绿地、河流水系等。宜居环境维护区是区域城市人口集聚区,位于区域城市增长边界以内。包括江北新区总体规划的江北中心城、六合副中心城、桥林与龙袍两个新城和八卦洲新市镇等,不包括规划的中心城、新城和新市镇的工业成片布局区。主要功能为保障城市人口集聚生活环境舒适健康,促进城市可持续发展。生态环境优化区为生态与生活空间之外,承载工、农业产品生产与经营活动的区域,包括农业发展保障区和工业环境优化区,其中农业发展保障区又分为基本农田保护与一般农田保护,工业环境优化区又分为基础工业集聚和其它工业集聚二级管控,应重点发展高效益、低消耗、低污染、关联度强产业,严格限制化工、冶金、建材等重化工业进入;优化用地布局,提高单位土地产出效益,严格工业集聚区项目和规划环评,有效维护和提升区域环境。

(下转第 86 页)

浅议近年江苏省覆盖拉网式农村环境综合整治工作

吴 菲，李 健[2]，吴俊锋[3]，任晓鸣[3]
（1. 江苏省安全生产科学研究院，江苏 南京 210042；2. 江苏环保产业技术研究院股份公司，江苏 南京 210036；3. 江苏省环境科学研究院，江苏 南京 210036）

摘 要：2013年以来，江苏省开展了农村环境综合整治工作，分析了2013—2016年的工作内容，预期目标以及为确保工作顺利开展的保障措施，为其他省份的农村环境整治工作提供借鉴。

关键词：江苏省；农村环境；综合整治
中图分类号：X321 **文献标识码**：A

Analysis of Comprehensive Improvement of Rural Environment in Jiang Su Province in Recent Years

Wu Fei[1], Li Jian[2], Wu Jun Feng[3], Ren Xiao Ming[3]
(1. *Jiangsu Academy of Safety Science & Technology*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210042, *China*;
2. *Jiangsu Academy of Environmental Industry and Technology Corp.*, *Nanjing*, 210036, *China*;
3. *Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*)

Abstract: Since 2013, Jiang su province has carried out comprehensive improvement of rural environment. The contents of 2013 ~ 2016 years' work, anticipated goal and safeguards to ensure the smooth implementation are analyzed. This paper provides reference of rural environmental improvement for other provinces.

Key words: Jiang su province; rural environment; comprehensive improvement

前 言

为解决农村突出环境问题，改善环境质量，国家环保部、财政部于2010年启动了农村环境连片整治示范工作，江苏省被列为8个示范省之一[1]。在此基础上，国家环保部、财政部于2013年启动了全国覆盖拉网式农村环境综合整治试点工作，江苏省被确定为全国两个试点省之一[2]。

根据《财政部 环境保护部 江苏省人民政府全省覆盖拉网式农村环境综合整治试点协议》（以下简称"部省协议"），2013—2017年，中央财政安排20亿元，支持江苏省在规模较大的规划布点保留行政村开展农村环境综合整治工作。

1 工作区域范围

2013年度，江苏省共有65个涉农县（市、区）、314个涉农乡镇（街道），830个行政村参与试点工作，约有195万人口直接受益。

2014年度，江苏省共有77个涉农地区及省农垦集团、552个涉农乡镇（街道）、1 382个行政村参与覆盖拉网式农村环境综合整治试点工作，约有316万人口直接受益。

2015年度，江苏省共有75个涉农地区及省农垦集团、581个涉农乡镇（街道）、1 332个行政村参与覆盖拉网式农村环境综合整治试点工作，约有298.5 112万人口直接受益。

2016年度，江苏省共有75个涉农县（市、区）及省农垦集团、868个涉农乡镇（街道）、1 548个行政村参与覆盖拉网式农村环境综合整治试点工作，约有302.1 815万人口直接受益。

2013年—2016年江苏省示范区域的涉农乡镇、行政村、直接受益人口处于增加趋势。

收稿日期：2017-11-06

作者简介：吴 菲（1987—），女，江苏宜兴人，工程师，硕士，主要从事环境规划的研究。

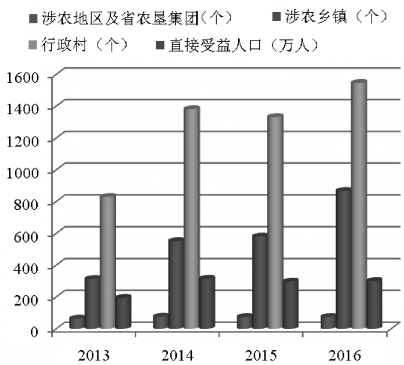


图 1　2013 年—2016 年江苏省示范区域基本情况图

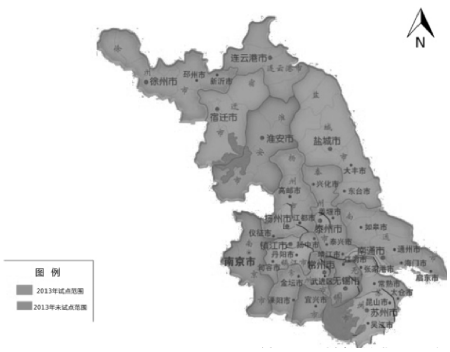


图 2　2013 年江苏省示范区分布图

图 3　2014 年江苏省示范区分布图

图 4　2015 年江苏省示范区分布图

2　工作内容

2013 年度覆盖拉网式农村环境综合整治工作建设 415 套农村污水处理设施，新增污水处理能力

图 5　2016 年江苏省示范区分布图

15 816 t/d，配套建设污水收集管网 2 437.51 km。建设垃圾转运站 45 座，村庄垃圾集中清运房 207 座，垃圾箱（桶）/小垃圾房 31 500 座；购置中型垃圾转运车 37 辆，小型垃圾清运车 174 辆，渗滤液槽罐车 5 辆，村庄保洁车 502 辆。建设非规模化畜禽粪便综合利用与处置设施 4 座、蓄粪池 3 090 个，购置吸粪车 426 辆，新增畜禽粪便处理和综合利用能力 230 t/d。

2014 年度覆盖拉网式农村环境综合整治工作建设 769 套农村污水处理设施，新增污水处理能力 3 865.093 t/d，配套建设污水收集管网 24 013 km。建设垃圾转运站 81 座，村庄垃圾集中清运房 308 座，垃圾箱（桶）/小垃圾房 38 872 座；购置中型垃圾转运车 223 辆，小型垃圾清运车 460 辆，渗滤液槽罐车 28 辆，村庄保洁车 563 辆。建设非规模化畜禽粪便综合利用与处置设施 16 座、蓄粪池 11 535 个，购置吸粪车 46 辆，新增畜禽粪便处理和综合利用能力 301 290 t/d。

2015 年度覆盖拉网式农村环境综合整治工作建设 2 446 套农村污水处理设施，新增污水处理能力 128 621 t/d，配套建设污水收集管网 1 962.785 km。建设垃圾转运站 33 座，村庄垃圾集中清运房 302 座，垃圾箱（桶）/小垃圾房 17 445 座；购置中型垃圾转运车 545 辆，小型垃圾清运车 197 辆，渗滤液槽罐车 7 辆，村庄保洁车 347 辆。建设非规模化畜禽粪便综合利用与处置设施 8 座、蓄粪池 575 个，购置吸粪车 28 辆，新增畜禽粪便处理和综合利用能力 335 t/d。

2016 年度覆盖拉网式农村环境综合整治工作建设 1 329 套农村污水处理设施，新增污水处理能力 30 497 t/d，配套建设污水收集管网 248.06 km。建设垃圾转运站 40 座，村庄垃圾集中清运房 2 126 座，垃圾箱（桶）/小垃圾房 16 037 座；购置中型垃圾转运车 177 辆，小型垃圾清运车 237 辆，渗滤液槽罐车 5 辆，村庄保洁车 509 辆。建设非规模化畜禽粪便综合利用与处置设施 101 座、蓄粪池 20 951 个，购置吸粪车 3 辆，新增畜禽粪便处理和综合利用能力 82.19 t/d。

表 1　2013—2016 年度江苏省覆盖拉网式农村环境综合整治工作内容

项目类型	建设内容	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
污水	污水处理设施/套	415	769	2 446	1 329
	新增污水处理能力/(t·d^{-1})	15 816	3 866	128 621	31 497
	污水收集管网/km	2 438	24 013	1 963	248
垃圾	垃圾转运站/座	45	81	33	40
	垃圾集中清运房/座	207	308	302	2 126
	垃圾箱/桶　小垃圾房/座	31 500	38 872	17 445	16 037
	中型垃圾转运车/辆	37	223	545	177
	小型垃圾清运车/辆	174	460	197	237
	渗滤液槽罐/辆	5	28	7	5
	村庄保洁车/辆	502	563	347	509
畜禽粪便处理和综合利用	非规模化畜禽粪便综合利用与处置设施/座	4	16	8	101
	蓄粪池/个	3090	11 535	575	20 951
	吸粪车/辆	426	46	28	3
	新增畜禽粪便处理和综合利用能力/(t·d^{-1})	230	300	335	83

3　预期环境目标

部省协议对试点工作的具体考核指标是:村庄生活污水处理率不低于 60%,生活垃圾处理率不低于 70%,集中式饮用水源地水质合格率不低于 90%,畜禽粪便综合利用率不低于 70%,历史遗留工矿污染得到有效治理。

4　保障措施

4.1　加强组织领导,落实任务分工

建立了江苏省覆盖拉网式农村环境综合整治试点工作联席会议及办公室,签订目标责任书,明确治理任务,落实地方财政配套资金。示范县(市、区)人民政府成立试点工作领导小组及办公室,负责牵头编制计划、建立工作制度、筹措配套资金、组织工程建设。

4.2　加强工作推动,完善工作机制

政府统一领导,环保部门统筹计划、居中协调,财政部门落实资金、县级报账,监察和审计部门加强监管、跟踪审计,住建、农林、水利、卫生等相关部门和示范乡镇各司其职、各负其责,加大试点工作的推进力度。县(市、区)政府将示范工作分解、落实到各有关部门和乡镇,明确责任单位和责任人,并对目标责任书的完成情况进行考核。建立定期督查考核制度,每周组织现场检查,每月调度工作进度,每季开展分析评估。

4.3　加强投入力度,严格资金监管

按照“中央补助、省级补贴、市县配套、镇村自筹、社会捐助、农民自助”的资金多元筹措模式加强试点工作投入力度。创新投入模式,拓展资金筹措渠道,引导社会资金以各种形式参与农村环境基础设施建设和运营,探索建立“政府引导、市场运作、社会参与”的多元化投入机制。加强整治资金的使用管理,制定补助资金管理办法和具体操作规程,严格资金拨付程序,确保专款专用,严禁截留、挪用、挤占整治资金。

4.4　加强项目管理,规范考核验收

加强对试点工作的规划指导,打造新农村建设示范亮点。杜绝脱离地方实际情况和农民群众需要、贪大求洋、华而不实的面子工程和形象工程。在示范项目实施过程中,依法履行立项、可研、征地、规划、环评、招投标、集中采购等基本建设程序。试点项目完工后,建立健全各项工作制度和档案台帐,依据省有关要求及时组织财政、环保、审计、纪检监察及其他相关职能部门开展市级自验工作,并及时申请省辖市复核和省级考核。

4.5　加强智库建设,推广实用技术

组建稳定的农村环保专家队伍和技术队伍,建立包括生活污水治理、生活垃圾治理、畜禽养殖污染治理等农村环保工程专家和财务审计专家的专家库;通过政策引导、宣传发动、奖励机制等各种手段发挥省内各大高校、科研院所以及环保企业的积极性,鼓励他们广泛参与试点工作。

4.6　加强宣传发动,引导公众参与

充分利用广播、电视、报刊、网络等各种媒体,广泛宣传、普及农村环境保护知识。组织有关专家编写农村环保科普知识挂图和系列读物,宣传环保知识,倡导环境文化和生态文明;实行农村环境质量公告制度,利用镇、村环保宣传栏和示范县(市、区)财政、环保部门门户网站定期发布农村环境质量,公布工程实施进度、经费开支等情况,引导全社会监督、推动农村环保工作。

[参考文献]

[1]　陈进春. 村环境连片整治中存在的问题及对策研究. 广东科技,2011(22):70,72.

[2]　王维来. 高邮市覆盖拉网式农村环境综合整治的做法和体会. 污染防治技术,2016,29(2):93-96.

江苏省区域突发环境事件风险评估工作存在的问题与建议

赵志刚[1]， 华 娟[1]， 焦 涛[2]， 刘萌斐[2]， 李文颀[1]
（1. 江苏省环境应急与事故调查中心，江苏 南京 210036；
2. 南京大学环境规划设计研究院股份公司，江苏 南京 210093）

摘 要：区域突发环境事件风险评估是摸清区域内突发环境事件风险底数，制定有针对性的整改措施的重要途径，有助于防控区域整体环境风险水平。江苏省区域突发环境事件风险评估工作在中国起步较早、体系较为健全，在先行先试的过程中遇到了一些困难和问题，如缺乏政策依据和有力抓手，各地对区域风险评估的目的认识不足，工作的基础和保障还不完备，评估质量有待提升等。针对上述问题，提出了完善配套政策、突出评估工作关键重点、强化能力提升等相关建议，以期为下一步重点解决的问题和重要举措的出台提供参考。

关键词：江苏；区域突发环境事件风险评估；问题；建议
中图分类号：X507 **文献标识码**：A

Existing Problems in he Risk Assessment of Regional Environmental Emergencies in Jiangsu and Relevant suggestions

Zhigang Zhao[1], Juan Hua[1], Tao Jiao[2], Mengfei Liu[2], Wenqi Li[1]
(1. *Jiangsu environmental emergency and accident investigation center*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210036, *China*;
2. *Nanjing University Environmental Planning & Design Institute stock company*, *Nanjing*, *Jiangsu* 210093, *China*)

Abstract: The risk assessment of regional environmental emergencies is to find out the regional environmental emergencies risk basic situations, an important way to make targeted corrective measures, to help control the regional overall environmenta risk level. Regional environmental emergencies risk assessment work in Jiangsu Province has started earlier and has a more perfect system. Meantime, Jiangsu has encountered some difficulties and problems in the process of piloting, such as lack of policy basis and a powerful starting point. The basic security work is not complete, quality evaluation should be improved, and so on. In view of the above problems, some relevant suggestions are put forward such as improving the supporting policies, highlighting the key points of evaluation work, strengthening the ability to upgrade in order to provide reference for the next key solutions and important measures.

Key words: Jiangsu; Risk assessment of regional sudden environmental emergencies; problems; suggestions

引 言

区域突发环境事件风险评估是基于行政区域内企业、园区突发环境事件风险评估基础上，对整个行政区域的突发环境事件风险问题进行把脉问诊，对于摸清区域内各种突发环境事件风险底数，并提出有针对性的整改措施建议，是保护生态环境、公众健康，维护社会稳定不可或缺的工作，是实现社会经济协调可持续发展的重要措施[1]。国家《突发事件应对法》和环保部《突发环境事件应急管理办法》等众多法律规章和规范性文件中都明确要求各地要推进开展区域突发环境事件风险评估的有关工作。

中国尚未形成统一、完善的区域环境风险评估和管理体系，区域环境风险评估评估工作仍处于起步和发展阶段，难以有效应对复杂多变的区域环境风险评估的实际要求[2]。江苏省区域突发环境事件风险评估起步相对较早、体系较为健全。早在2015年环保部出台《突发环境事件应急管理办法》时，江苏就研究制定了《江苏省区域突发环境事件风险评估指南（试行）》，并在全国率先组织了省辖各个设区市的13个县、区，开展第一批区域突发环境事件风险评估试点。去年又选择27个县（市、

收稿日期：2018-01-05
* **课题来源**：2016年省厅课题“江苏省区域突发环境事件风险评估技术指南研究”（编号：2016009）
作者简介：赵志刚（1987—），男，山东临沂人，工程师，硕士研究生，主要从事区域突发环境事件风险评估等环境应急管理方面的工作。

区)继续开展第二批试点。目前正在有序推进市级、省级行政区域突发环境事件风险评估工作。

目前该项工作业已列入推进环保领域改革措施落实的重点任务之中。在先行先试、探索问题、总结经验的思路指导下,总结梳理了推进工作中遇到的困难、问题,并针对上述问题提出有关建议和对策。

1　存在问题

1.1　地方推动区域风险评估的政策依据和有力抓手还比较缺乏,评估推动力度相对不足

各地在组织推动区域风险评估工作时,普遍反映与评估配套的政策、指导性文件还比较缺乏,现有的法律法规、部门规章和规范性文件只是笼统的阐述或要求地方开展风险评估,实际指导性不强,对评估的组织推动、部门职责、质量保证、结果反馈、成果应用等操作层面具体内容缺乏明确规定,对认识不够、组织不力、推动不积极的地方政府及有关部门缺乏有效的约束力;地方政府的主体责任普遍缺失,根据环保部《突发环境事件应急管理办法》,区域风险评估的主体责任是地方政府,环保部门在建议争取当地政府支持开展区域风险评估时,地方政府对风险评估的重要性认识不足,给予的支持力度不够,致使评估沦为环保部门的一项部门工作,评估深度不够,现实意义无法体现;市级环保部门在推动县级开展评估工作时,一些县区因为地方财力和人员、经费、精力等因素的限制,对区域风险评估工作的积极性不高、推动不力,导致评估工作流于形式,各地被动应付完事,有些地方甚至有始无终、工作开展不起来,评估陷于停滞状态。

1.2　各地对区域风险评估的目的认识还不到位,评估作用未能充分发挥

目前全省初步完成区域风险评估的县、市、区中,多数反映评估报告完成后,仅仅获得本地区域突发环境事件风险水平的一个级别表征而已,费时、费财、费力完成的评估工作,绩效却严重不足,甚至得不偿失;地方政府和有关部门对评估报告中针对区域突发环境事件风险特点提出的风险防控措施,关注不够、重视不足、缺少落实;编制单位重评估、轻整改,把风险防控措施建议仅作为评估报告的附属章节,阐述肤浅,简略带过,提出的建议缺乏针对性、有效性和可操作性。

1.3　推动区域风险评估工作的基础和保障还不完备,评估质量还有待进一步提升

区域环境风险防控是涉及安全、环保、消防、卫生、海事等多部门甚至跨区域的行为,区域应急联动机制由政府主导实施的,而不单单是企业、园区或环保部门的单一行动[3]。而风险评估所需的基础数据量大、种类繁多,数据来源涉及多部门,各地委托第三方开展风险评估,评估单位在搜集数据时,有关部门配合不到位或统计不完善、口径不一致,导致数据获取较为困难,数据缺失和不准确直接影响评估结果;现有评估单位数量不充足,业务集中化趋势明显,同一评估单位接受全省多地委托,受业务量大、时间节点要求一致、人员业务素质参差不齐等的限制,编制的报告千篇一律,雷同率较高,报告质量无法保证;同时,基层县区环境应急管理部门也受人员、经费和业务能力等因素的限制,对评估工作的要求不明晰,对评估工作的跟踪服务不到位,对报告质量的审核把关不严格,致使区域风险评估报告质量不高现象普遍。

2　建议

2.1　完善配套政策,推动评估横向铺开

研究出台《区域突发环境事件风险评估管理办法》,推动地方政府主体责任落实,进一步完善健全区域风险评估的政策法规体系,做好顶层设计,明确推进程序、时序和范围,有计划、有步骤的推进各地的风险评估工作,为地方基层环保部门推动当地政府落实主体责任、开展区域风险评估工作提供法律依据和工作抓手;尽快出台《区域突发环境事件风险评估方法(技术指南)》,推动各地结合实际制定符合本区域环境风险特征、可操作性强的区域风险评估方法,增强地区评估结果的科学性和可比性;探索设立专项引导、补助资金,对评估工作完成质量较好、成效较明显的地区给予扶持资助,增强地方开展区域风险评估工作的积极性。

2.2　突出关键重点,推动评估纵深推进

在完成区域突发环境事件风险等级评估的基础上,增强风险防控措施建议的重要性认识,加大对风险防控措施阐述的要求,基于评估出的该区域突发环境事件风险特点,提出切实可行的风险源空间布局优化、应急物资和救援力量部署、应急监测预警等风险防控措施,增强评估的实用性;研究提出风险防控措施各有关部门责任清单建议,依据部门职能划分部门职责分工,推动地方政府统一领导下的风险防控措施的全面落实,真正发挥评估降低区域突发环境事件风险的重要作用;增强区域风险评估和地方政府及环保部门突发环境事件应急预案编制、修编工作的联系,推动工作一体化整合,以预案编制的法制性强有力的带动区域风险评估广泛深入的开展。

2.3 强化能力提升,推动评估高效开展

持续推进基层环境应急管理部门应急能力标准化建设,推动基层应急管理人员编制、经费保障到位,有效增强基层应急管理能力,从根本上保障区域风险评估工作高质量开展;进一步加强环保部门与其他职能部门的职责联动,加大跨部门数据信息资源的共享,保障评估基础数据源的充足、全面和准确;加大对区域风险评估第三方评估机构和有关专家的专业培训,有效提升评估机构的业务水准,大力增强专家的审核把关作用,促进评估工作水平的整体提升。

3 结 语

区域突发环境事件风险评估是环境风险管理体系的重要组陈部分,有助于摸清区域内突发环境事件风险底数,制定有针对性的整改措施,有效防控消减区域整体环境风险水平。江苏省区域突发环境事件风险评估工作在中国起步较早、体系较为健全,在先行先试的过程中遇到了一些困难和问题,如缺乏政策依据和有力抓手,各地对区域风险评估的目的认识不足,工作的基础和保障还不完备,评估质量有待提升等。针对上述问题,提出了完善配套政策、突出评估工作关键重点、强化能力提升等相关建议,以期为下一步重点解决的问题和重要举措的出台提供参考。

[参考文献]

[1] 唐 征,吴昌子,谢 白,等. 区域环境风险评估研究进展[J]. 环境监测管理与技术,2012,24(1):8-11.
[2] 姜伟立,毕 军,吴海锁,等. 区域环境风险研究进展探讨[J]. 江苏环境科技,2006,19(6):35-37.
[3] 籍 伟. 区域环境风险专项评价体系探析[J]. 环境影响评价, 2014(5):15-18:15-18.

(上接第 80 页)

3.3 引导经济绿色发展

一是优化产业布局,强化空间、总量、准入三条红线对产业布局的约束,按照主体功能区定位和环境功能分区管制要求,合理布局工业集聚区。引导工业项目全部向工业集聚区集中,调整现有工业产业布局。居住区和通风走廊的上风向,严格限制有大气污染的产业和项目布局,将重化工业以及涉重涉危企业逐步集中至化工园长芦和玉带两个基础工业集聚区,集中治理污染,统一防范风险。二是推动产业绿色发展,遵循绿色发展的理念,大力发展创新型、服务型、枢纽型、开放型和生态型经济,加快构建以战略性新兴产业为导向、以现代服务业为主体、以先进制造业为支撑、以都市型现代农业为基础的绿色低碳环保现代产业体系。三是提升资源能源利用效率,

3.4 加强环境污染治理

以环境质量提升为核心,划定环境功能区,实施大气污染防治、水污染防治和土壤污染防治三大行动计划,整体推进城市环境综合治理,加强重点流域和区域环境治理,切实解决突出环境问题,改善人居环境质量。一是推动大气环境质量改善,实施工业污染源全面达标排放计划,对现有污染源,综合采取清洁生产改造和污染深度治理、限产限排、停业关闭等措施,确保达标排放。开展重点园区挥发性有机物监测监控体系建设,推进石化、有机化工、表面涂装等重点行业挥发性有机物排查与综合整治。控制城市集中建设地区通风廊道沿线建筑高度和建筑密度,保留区域的长江通风廊道、长江—滁河通风廊道等城市通风廊道并保证 200 m 以上的开敞空间,增加城市空气流动性。二是全面提升水环境质量。深入实施水源地专项整治,清理保护区内的违法设施和排污口,全面实施现有水厂深度处理工艺改造。加快生活污水处理设施建设与改造,完成江北新区现有污水处理厂一级 A 提标改造。加快现有合流制排水系统改造,重点推进区域污水收集系统及郊区街镇建成区污水收集系统配套管网建设,实现污水收集管网全覆盖。严格执行畜禽养殖禁养区、限养区制度,到 2020 年,规模化畜禽养殖场粪便综合利用率达到 90% 以上。对建城区内黑臭河道实施综合治理,逐步消除建城区内黑臭水体。三是积极开展土壤污染防治,开展土壤环境质量调查,以农用地和重点行业企业用地为重点,查明农用地土壤污染的面积、分布及其对农产品质量的影响,掌握重点行业企业用地中的污染地块分布及其环境风险状况。以影响农产品质量和人居环境安全的突出土壤污染问题为重点,配合完成土壤污染治理与修复规划制定和项目库建立工作。结合城市环境质量提升和布局调整,以拟开发建设居住、商业、学校、医疗和养老机构等项目的污染地块为重点,有序开展土壤污染治理与修复。四是强化环境风险防控,以南京化工园为重点,在环境风险企业集中的片区环境和安全防护距离内,禁止规划建设居民生活区以及医院和文化教育设施,对已有的要逐步搬迁;对区域工艺水平低、环境风险大的企业全部关停。对集中式饮用水源地保护区及周边地区环境风险源,根据风险源性质、风险等级及对水源地威胁程度,限期搬迁退出。