

# 我国新污染物污染现状、问题及治理对策

刘沛<sup>1</sup>, 黄慧敏<sup>1</sup>, 余涛<sup>1\*</sup>, 陈诗雅<sup>1</sup>, 毕军平<sup>1</sup>, 丁华<sup>1</sup>, 曾恬静<sup>1</sup>, 吴先伟<sup>2</sup>, 罗志琴<sup>2</sup>

(1. 湖南省生态环境监测中心, 国家环境保护重金属污染监测重点实验室, 湖南 长沙 410019; 2. 力合科技股份有限公司, 湖南 长沙 410205)

**摘要:** 新污染物具有生物毒性、环境持久性和生物累积性, 威胁人体健康和生态环境。随着综合国力的提升和人民对美好生活的向往, 新污染物治理是“十四五”及今后的重点任务。简述了新污染物的定义、分类及危害, 分析了我国新污染物的分布特征, 针对新污染物风险防范过程中存在的新污染物底数不清、管理水平缺乏、环保意识不强等问题。提出, 开展摸底调查, 提高管理水平, 科普宣传等措施建议, 以期为实现新污染物的风险管控和保障人民生命健康安全提供参考。

**关键词:** 新污染物; 风险防范; 措施建议

中图分类号: X505

文献标志码: A

文章编号: 1674-6732(2022)05-0027-04

## Present Situation, Problems and Treatment Countermeasures of Emerging Pollutants in China

LIU Pei<sup>1</sup>, HUANG Hui-min<sup>1</sup>, YU Tao<sup>1\*</sup>, CHEN Shi-ya<sup>1</sup>, BI Jun-ping<sup>1</sup>, DING Hua<sup>1</sup>, ZENG Tian-jing<sup>1</sup>, WU Xian-wei<sup>2</sup>, LUO Zhi-qin<sup>2</sup>

(1. State Environmental Protection Key Laboratory of Monitoring for Heavy Metal Pollutants, Hunan Ecological and Environmental Monitoring Center, Changsha, Hunan 410019, China; Lihe Technology (Hunan) Co., Ltd., Changsha, Hunan 410205, China)

**Abstract:** Emerging pollutants show biological toxicity, environmental persistence and bioaccumulation, they threaten human health and ecological environment. With the improvement of composite national strength and the aspirations of the people to live a better life, the governance of emerging pollutants is the key task in the 14th Five-Year Plan and in the future. This paper briefly describes the definition, classification and harm of emerging pollutants, analyzes the distribution characteristics of emerging pollutants in China, and puts forward measures and suggestions to carry out thorough investigation, improve management level and popularize science, aiming at the problems such as unclear base number of emerging pollutants, lack of management level and weak awareness of environmental protection in the process of risk prevention of emerging pollutants, so as to provide reference for realizing risk control of emerging pollutants and ensuring people's life, health and safety.

**Key words:** Emerging pollutants; Risk prevention; Measures and suggestions

## 0 前言

新污染物指新近发现或被关注, 对生态环境或人体健康存在风险, 尚未纳入管理或者现有管理措施不足以有效防控其风险的污染物<sup>[1]</sup>。新污染物和常规污染物的来源一样, 源于工业生产、日常生

活以及农业活动, 随着大量化学物质投入生产和使用, 新污染物种类越来越多, 目前, 全球已发现的新污染物超过 20 大类, 每一类又包含数十种甚至上百种化合物。随着各种化学品的大量生产和使用, 一些典型新污染物对人体健康和生态系统的危害

收稿日期: 2022-02-18; 修订日期: 2022-06-06

基金项目: 湖湘高层次人才聚集工程-创新团队基金资助项目(2021RC5030); 国家环境保护污染物计量和标准样品研究重点实验室开放课题基金资助项目(KF202102)

作者简介: 刘沛(1985—), 男, 高级工程师, 博士, 从事环境监测工作。

\* 通讯作者: 余涛 E-mail: 382506225@qq.com

开始显现,新污染问题开始得到重视。2018年5月在全国生态环境保护大会上,习近平指出要重点解决损害群众健康的突出环境问题,对新的污染治理开展专项研究和前瞻研究。2020年11月,《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二零三五年远景目标的建议》中明确提出“重视新污染治理”;2021年1月21日,生态环境部部长黄润秋在全国生态环境保护工作会议上指出,“要更加重视新污染治理”“重视新污染物评估治理体系建设”;2021年1月29—30日,以“新污染物的健康风险和防控对策”为主题的香山会议在北京召开,会议围绕新污染物定义、其环境过程和暴露组学、毒理学研究和健康效应机制、削减及风险防控等中心议题进行了深入探讨。随着对新污染物认识的不断深入以及环境监测技术的不断发展,可被识别出的新污染物种类不断增多。

现阶段国际上主要关注的新污染物包括:环境内分泌干扰物、全氟化合物(PFCs)等持久性有机污染物、抗生素、微塑料等4大类<sup>[2-3]</sup>。不同种类的新污染物具有器官毒性、胚胎毒性、生殖毒性、神经毒性、内分泌干扰效应、致癌性、致畸性、致突变性等一种或多种生物毒性<sup>[4]</sup>,部分新污染物具有环境持久性或生物累积性。环境内分泌干扰物是指外源性物质或混合物,进入机体内后,能够干扰体内正常内分泌功能,从而破坏机体稳定性和调控作用,并对生物体、后代或种群产生不良影响<sup>[5]</sup>。内分泌干扰物通过食物、水源等各种途径进入生物体内,其化学性质稳定,可通过食物链富集,并在机体内长期蓄积难以排出体外,因此,即使低浓度的摄入都可能会对生物体产生危害<sup>[6-7]</sup>。常见的内分泌干扰物质种类繁多,如双酚类、烷基酚类、邻苯二甲酸酯类、多氯联苯(PCBs)、农药、类固醇激素和多环芳烃(PAHs)、重金属铅、汞等,被广泛应用于洗涤剂、增塑剂、阻燃剂、除草剂、杀虫剂、农药等生产中<sup>[8-11]</sup>。PFCs是指化合物分子中与碳原子链接的氢原子全部被氟原子所取代的一类有机化合物,主要包括全氟羧酸类(PFCAs)、全氟磺酸类(PFSAs)、全氟磺酰胺类(PFASs)和全氟调聚醇类(FTOHs)等,被广泛应用于纺织、润滑剂、表面活性剂、食品包装、不粘锅涂层、电子产品、防火服、灭火泡沫等领域<sup>[12-14]</sup>。PFCs具有肝毒性、胚胎毒性、生殖毒性、神经毒性和致癌性等<sup>[15]</sup>,可以干扰

内分泌、改变动物的本能行为,对人类特别是幼儿可能具有潜在的发育神经毒性。抗生素是指低浓度下,能够选择性抑制或杀灭其他微生物的微生物代谢产物及其化学衍生物。抗生素在医学治疗、畜禽养殖中广泛使用,对水生生物具有慢性毒性效应,同时抗生素的广泛使用会使细菌产生耐药性而导致细菌基因突变,形成新的更多的耐药细菌<sup>[16-17]</sup>。微塑料是指部分尺寸<5 mm的塑料颗粒、纤维或碎片,实际上,微塑料的粒径范围从几微米到几毫米,肉眼往往难以分辨,被形象地称为“海中的PM<sub>2.5</sub>”<sup>[18-19]</sup>。化妆品、洗涤剂、药品、工业生产过程中产生的粉末、大尺寸塑料垃圾的降解等均会产生微塑料,当微塑料进入微生物体内后,不能被消化掉,其通过食物链进入人体,在富集作用下,会累积大量的微塑料在体内,这些难以消化的小颗粒对人类会产生难以预计的危害<sup>[20-21]</sup>。现对我国新污染物的污染现状进行研究,针对存在的问题提出相应的治理措施,对推动相应政策的出台具有非常重要的现实意义。

## 1 我国新污染物的分布特征

随着工业快速发展和各类化学物质的大量生产和使用,一些新污染物对公众健康和生态环境的危害正逐步显现。抗生素、止痛药、防晒霜中的有效成分喹诺酮类、布洛芬、阿司匹林等这些原本只该存在于药品和化妆品里的物质,近年来却经常在河流、土壤、近海等自然环境中被检测出来。长三角、珠三角、京津冀等经济发达地区已成为新污染物的重点污染区域。从全国格局来看,新污染物浓度水平总体呈现由西向东不断增大的分布特征,并且沿海地区的新污染物种类比中西部地区更多<sup>[22]</sup>。内分泌干扰物主要分布在沿海和中部地区<sup>[22-25]</sup>,其中渤海湾、长江口、珠江口地区分布较为密集。全氟化合物主要分布在中部、西南和北部地区,在污染水平空间分布上呈现西低东高的特征<sup>[22,26]</sup>。在我国河流、湖泊、海洋水体和沉积物中均被证实存在多种抗生素污染<sup>[22,27-28]</sup>,检出种类较丰富,内陆与沿海水体中抗生素的主要污染种类存在一定的差异性,内陆湖泊河流以磺胺类为主,沿海区域则以喹诺酮类为主,其中珠江流域抗生素排放密度最高,其次是海河、太湖。微塑料主要分布在东南沿海地区,污染物浓度水平呈现南高北低、东高西低的分布特征<sup>[22,29]</sup>。

## 2 我国新污染物风险防范存在的主要问题

与常规污染物相比,新污染物具有种类繁多、数量大、分布广,不易降解、易生物累积的特点,其危害、转化、迁移机理研究难度大。我国新污染物管理工作起步较晚,虽然也取得了一定的成效,但仍存在一系列有待解决的突出问题。

### 2.1 新污染物底数不清

我国对新污染物的研究尚处于起步阶段,生产使用 and 环境污染底数尚不清楚。一是由于历年来全国污染源普查等全域性的调查均未涉及新污染物,导致我国新污染物的基本情况、各类新污染物的数量和分布状态缺乏基础数据;二是新污染物含量低且分布分散,对监测人员和科学技术人员提出了更高的监测筛查要求,要求监测人员具有较高的专业技术水平和综合素质。因此,我国新污染物主要来源、分布情况和数量、环境赋存水平不明晰,缺乏重点流域、重点行业新污染物污染程度的空间分布数据。

### 2.2 新污染物管理水平有待提升

我国现有法规中重点关注的是常规污染物,缺乏新污染物风险防范相关条款,重点行业尚未构建完善的新污染物风险评估与管控标准体系;新污染物管理理念不足,缺乏统一的协调机制,相关部门职责不明确;相关监测技术标准体系有待建立,一些被国际社会普遍关注的新污染物缺乏标准和技术规范,一些影响巨大的新污染物未被列入新污染物优先控制名录;科研投入相对较少,基础薄弱,前瞻性研究和原创成果较少。

### 2.3 新污染物环保意识有待加强

随着工业化的快速发展和各类化学物质的大量生产使用,新污染物在环境中的存量越来越高,但是由于新污染物浓度低,短时间内其危害性也不会显露出来,且目前对新污染物毒理学研究不够成熟,因此人们对新污染物的环境行为和危害普遍认识不足,环保意识有待提升。

## 3 我国新污染物污染治理对策

随着综合国力的提升和人民对美好生活的向往,新污染物治理是“十四五”及今后一个时期的重点任务。我国新污染物风险防范体系正处于多点推进、逐步深化的发展阶段,建议多部门共同参与,加快推进新污染物治理工作,实现科学化、精准化、务实化管理<sup>[30]</sup>。为贯彻新发展理念,构建新发

展格局,促进经济社会发展全面绿色转型,建设美丽中国提供有力保障。

### 3.1 开展调查,摸清底数,重点掌握新污染物基本情况

开展新污染物基本信息调查,摸清重点行业、重点化学物质生产使用的品种、数量、用途等基本信息,开展有关生产、使用、环境排放数量和途径、危害特性等详细信息的调查。

制定新污染物专项调查监测制度,依托现有生态环境监测网络,聚焦重点流域、重点行业,探索开展新污染物环境赋存状况调查,开展试点性的摸底工作,查清重点污染源的基本情况及其主要污染物排放情况,建立新污染物数据库,绘制环境风险分布地图。

建立新污染物环境风险评估制度,聚焦一批国内外关注度高,用量高,环境检出率高的新污染物,开展环境与健康危害测试和风险筛查,综合分析新污染物危害和环境暴露情况。

### 3.2 突出重点,循序渐进,全面提升新污染物管理水平

秉承全生命周期管理理念,从源头控制新污染物进入生态环境,同时加强过程控制,推进清洁生产,强化末端治理,加强新污染物协同治理,对新污染物进行从源头到末端的全生命周期精准管控,并鼓励重点流域、重点行业先行先试,形成可复制、可推广的经验和管理办法。

加快生态环境监测实验室能力建设,开展新污染物监测专业技术人员培训。攻克重点管控新污染物分析技术难题,完善新污染物环境监测体系,根据新污染物的时空分布情况,实现对不同地区新污染物污染程度数据的获取。

加强新污染物的科学技术研究,启动国家和地方重大科技专项,加强对新污染物毒理学研究,提升对各类新污染物的科学认知;加快新污染物清洁生产、减排、消除污染物等技术的研究与应用落地,重点攻克绿色产品替代和新污染物治理等技术难点,促进科技成果转化,同时加强新污染物基础科研国际合作。

建立和完善新污染物管理的标准体系,逐步推动《水污染防治法》《大气污染防治法》《土壤污染防治法》《固体废物污染环境防治法》的修订,将典型新污染物纳入生态环境质量标准,加快推动新污染物的环境监测方法标准和处置技

术规范出台。

### 3.3 强化宣传,科普引导,着力提升全社会对新污染物环保意识

积极开展新污染物科普宣传教育,加强法规政策宣传解读,将新污染防治科学知识纳入党政领导干部教育培训内容,提高政府及有关部门和社会公众对新污染物危害的认知水平;以抗生素为例,建议加强合理使用药品、合理处理过期药物的宣传工作,利用典型案例和数据资料向大众宣传新污染物的危害。

创新宣传教育形式,提倡文明的生产、生活方式和绿色消费观念,充分利用广播、自媒体、电视等各种载体,采用系列报道、专题片、文艺演出等形式广泛普及新污染物的危害和宣传教育加强生态环境保护的重要性。

管理和宣传部门应建立宣传引导协调联动机制,发布权威信息,及时回应人民群众关心的热点、难点问题。新闻媒体充分发挥宣传引导作用,积极引导社会舆论,形成公众关心,政府引导,社会共治的良好局面。

## 4 结语

新污染物会直接或间接导致对环境的污染,从而威胁生态系统和人体健康。今后一个时期,我国新污染物治理的完善方向是:以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,针对我国新污染物污染现状,开展摸底调查,提升新污染物管理水平,提高全社会的环保意识,为深入打好污染防治攻坚战,建设美丽中国提供有力保障。

### [参考文献]

- [1] 周林军,梁梦园,范德玲,等.新污染物环境监测国际实践及启示[J].生态与农村环境学报,2021,37(12):1532-1539.
- [2] 张丛林,郑诗豪,邹秀萍,等.新型污染物风险防范国际实践及其对中国的启示[J].中国环境管理,2020,12(5):71-78.
- [3] 李秋爽,於方,曹国志,等.新污染物治理进展及“十四五”期间和长期治理思路研究[J].环境保护,2021,49(10):11-17.
- [4] VANDENBERG L N, COLBORN T, HAYES T B, et al. Hormones and endocrine-disrupting chemicals: Low-dose effects and nonmonotonic dose responses[J]. Endocrine Reviews, 2012, 33: 378-455.
- [5] 杨先海,刘会会,刘济宁,等.国外环境内分泌干扰物管控现状与我国的对策[J].生态与农村环境学报,2018,34(2):104-113.
- [6] COMBARNOUS Y. Endocrine disruptor compounds (EDCs) and agriculture: The case of pesticides[J]. Comptes Rendus Biologies, 2017, 340(9-10):406-409.
- [7] 熊仕茂,王秀珍,罗伟铿,等.北江中下游内分泌干扰物的空间分布、生态风险及产业相关性[J].环境化学,2021,40(12):3803-3814.
- [8] 赵利霞,林金明.环境内分泌干扰物分析方法的研究与进展[J].分析试验室,2006,25(2):110-122.
- [9] 李金荣,郭瑞昕,刘艳华,等.五种典型环境内分泌干扰物赋存及风险评估的研究进展[J].环境化学,2020,39(10):2637-2653.
- [10] 李欣慧,赵飞,徐倩茹,等.内分泌干扰物对机体脂质代谢的影响及其机制研究进展[J].生态毒理学报,2021,16(3):52-65.
- [11] 严敏,郑姗姗,马军,等.水环境中的内分泌干扰物及其生物降解[J].浙江工业大学学报,2007,35(5):547-552.
- [12] 吴修鹏,马志远,李志华,等.全氟化合物内分泌干扰作用研究[J].毒理学杂志,2021,35(5):436-439.
- [13] 武倩倩,吴强,宋帅,等.天津市主要河流和土壤中全氟化合物空间分布、来源及风险评价[J].环境科学,2021,42(8):3682-3694.
- [14] 汤家喜,朱永乐,李玉,等.辽河流域及周边水体中全氟化合物的污染状况及生态风险评价[J].生态环境学报,2021,30(7):1447-1454.
- [15] 祖蕾.全氟化合物的生物降解研究进展[J].化学与生物工程,2021,38(10):6-10,15.
- [16] 凌文翠,范玉梅,方瑶瑶,等.京津冀地区畜禽养殖业抗生素污染现状分析[J].环境工程技术学报,2018,8(4):390-397.
- [17] LUO Y, MAO D, RYSZ M, et al. Trends in antibiotic resistance genes occurrence in the Haihe River, China. [J]. Environmental Science & Technology, 2010, 44(19):7220-7225.
- [18] 梁维明.微塑料污染的危害及防治方法分析[J].中国资源综合利用,2021,39(12):139-141.
- [19] 饶丹,简敏菲,杨梓轩,等.鄱阳湖五河近岸藻类植物带微塑料与重金属污染物的赋存及其生态风险[J].应用与环境生物学报,2021,27(5):1246-1255.
- [20] 刘洁,陈锡煜,郭育硕,等.微塑料对土壤污染问题的研究进展[J].山东化工,2021,50(24):95-97.
- [21] 薛青青,陈荣昌.船源微塑料海洋污染问题及对策研究[J].交通节能与环保,2021,17(6):33-36.
- [22] 刘宝印,荀斌,黄宝荣,等.我国水环境中新污染物空间分布特征分析[J].环境保护,2021,49(10):23-28.
- [23] 黄俊,衣俊,程金平.长江口及近海水环境中新型污染物研究进展[J].环境化学,2014,33(9):11.
- [24] 杨清伟,梅晓杏,孙皎霞,等.典型环境内分泌干扰物的来源、环境分布和主要环境过程[J].生态毒理学报,2018,13(3):14.

(下转第70页)

的检出值为4.3~8.2 ng/L, SMZ的检出值为45.6~63.4 ng/L, SCP的检出值为6.7~24.2 ng/L, 其余磺胺类抗生素均未检出。

### 3 结语

采用固相萃取-超高压液相色谱-串联质谱法建立了海水中16种磺胺类抗生素的分析方法。通过优化海水前处理条件和液相色谱-串联质谱仪条件, 最终方法线性关系良好, 检出限符合痕量分析要求。实际海水样品分析时, 高、中、低加标质量浓度样品均得到较好的准确度与精密度。分析连云港市典型入海河口的海水样品, 检出SDZ、SMZ和SCP 3种磺胺类抗生素, 其质量浓度为4.3~63.4 ng/L。该方法应用于海水中磺胺类化合物的检测, 具有快速、高效、灵敏度高的优点, 对于连云港近岸海域水中抗生素的监测分析具有实际意义。

### 【参考文献】

- [1] FLEMING A. On the antibacterial action of cultures of a penicillium, with special reference to their use in the isolation of *B. influenzae* [J]. *Bulletin of the World Health Organization*, 2001, 79(8): 780-790.
- [2] KUEMMERER K. Antibiotics in the aquatic environment: A review - Part I [J]. *Chemosphere*, 2009, 75(4): 417-434.
- [3] 张川, 胡冠九, 孙成. UPLC-ESI-MS/MS法同时测定水中7种抗生素[J]. *环境监测管理与技术*, 2009, 21(3): 37-40.
- [4] 庞昕瑞, 曾鸿鹄, 梁延鹏, 等. 固相萃取-超高效液相色谱-串联质谱法测定地表水中10种磺胺类抗生素残留[J]. *分析科学学报*, 2019, 35(4): 461-466.
- [5] 刘翔宇, 钟怡程, 潘博文. 固相萃取-超高效液相色谱-串联质谱法对水中抗生素检测方法的研究[J]. *广东化工*, 2022, 49(8): 189-192.
- [6] CHEN T, CHENG G Y, SAEED A, et al. New methodologies in screening of antibiotic residues in animal-derived foods: Biosensors [J]. *Talanta*, 2017, 175: 435-442.
- [7] 王强, 王旭峰, 杨金兰, 等. 直接竞争ELISA法快速测定水产品中6种氟喹诺酮类药物[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(8): 61-65.
- [8] SERGIO M S, MARILIA H, ARMANDO C D, et al. Development and application of a capillary electrophoresis based method for the simultaneous screening of six antibiotics in spiked milk samples [J]. *Talanta*, 2006, 71(2): 731-737.
- [9] YANG S X, MA S Y, ZHU K L, et al. Simultaneous enrichment/determination of six sulfonamides in animal husbandry products and environmental waters by pressure-assisted electrokinetic injection coupled with capillary zone electrophoresis [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2020, 88: 103462.
- [10] NATALIA A M, LAURA G G, ANA M G C. Alternative sample treatments for the determination of sulfonamides in milk by HPLC with fluorescence detection [J]. *Food Chemistry*, 2014, 143: 459-464.
- [11] CHANG H, HU J, ASAMI M, et al. Simultaneous analysis of 16 sulfonamide and trimethoprim antibiotics in environmental waters by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry [J]. *Journal of Chromatography A*, 2008, 1190(1-2): 390-393.
- [12] KAWANO S, HAO H Y, HASHI Y, et al. Analysis of chloramphenicol in honey by on-line pretreatment liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *Chinese Chemical Letters*, 2015, 26(1): 36-38.
- [13] 张腾云, 徐文, 张鸣珊, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法检测东寨港海水中磺胺类药物残留[J]. *热带生物学报*, 2019, 10(2): 197-203.
- [14] 苏仲毅, 陈猛, 袁东星, 等. 固相萃取-超高压液相色谱-串联质谱法分析海水中9种磺胺类抗生素[J]. *厦门大学学报(自然科学版)*, 2007(S1): 72-76.
- [15] 姜明宏, 王金鹏, 赵阳国. 固相萃取-高效液相色谱-串联质谱法同时测定海水中12种抗生素[J]. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 2021, 51(10): 107-114.
- [16] 杨姝丽, 余焘, 吴明媛, 等. 液相色谱-高分辨质谱快速筛查海水中磺胺类药物[J]. *分析实验室*, 2021, 40(1): 25-29.

(上接第30页)

- [25] 刘畅伶, 张文强, 单保庆. 珠江口典型河段内分泌干扰物的空间分布及风险评价[J]. *环境科学学报*, 2018, 38(1): 10.
- [26] 吴越超, 蒋强, 陶晓红, 等. 水环境中全氟化合物的污染现状及检测方法研究[J]. *皮革与化工*, 2017, 34(6): 3.
- [27] 刘四光, 张乐蒙, 李赫男, 等. 闽江河口区沉积物中的抗生素分布特征及生态风险评价[J]. *应用海洋学学报*, 2020, 39(2): 10.
- [28] 封丽, 程艳茹, 封雷, 等. 三峡库区主要水域典型抗生素分布及生态风险评估[J]. *环境科学研究*, 2017, 30(7): 1031-1040.
- [29] 赵光明. 我国微塑料分布及管控建议[J]. *中华环境*, 2020(Z1): 74-77.
- [30] 张茜, 许航, 苏良湖, 等. 垃圾渗滤液中新污染物分析方法的研究进展[J]. *环境科学与管理*, 2021, 46(12): 104-109.