

专论与评述

解决我国二 ■ 英污染问题的 进展与策略

彭争尤^{1,2}, 杨小玲^{1,2}

(1. 国家环境保护总局, 北京 100012; 2. 联合国工业发展组织, 维也纳, 奥地利)

摘要: 二 ■ 英是一种毒性极强的特殊有机化合物。介绍了二 ■ 英类物质对人体健康的影响以及我国二 ■ 英类物质的排放情况, 对二 ■ 英的污染源进行了分析, 指出要解决我国二 ■ 英的污染问题应该立即开展对污染源的调查; 完善监测系统; 利用循环经济的原理从源头进行治理; 加强对环境医学的研究; 加强对二 ■ 英类物质降解过程的基础研究。

关键词: 二 ■ 英; 污染; 排放; 循环经济; 环境医学

中图分类号: X503

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2005)07-0001-03

The progress and strategy in resolving dioxin pollution in China

PENG Zheng-you^{1,2}, YANG Xiao-ling^{1,2}

(1. State Environment Protection Bureau, Beijing 100012, China;

2. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Vienna, Austria)

Abstract: Dioxins are a kind of specific organic compounds which are extremely toxic. The influences of dioxins on human health and the situation of its emission in China are presented, and its pollutant sources are analyzed. It is pointed out that to resolve the dioxin pollution problems in China some work for instance ① the investigation of pollutant sources must be carried through; ② the inspective system made perfect; ③ the pollutant sources treated through the circular economic method; ④ the study of environmental iatrolgy strengthened; and ⑤ the fundamental study of degradation process of dioxins intensified too.

Key words: dioxin; pollution; emission; circular economy; environmental iatrolgy

20 世纪 90 年代中期, 比利时“污染鸡”事件极大地冲击了比利时、德国、法国、荷兰等国的畜牧业市场和食品出口贸易, 引起了消费者的极大恐慌, 甚至引发了比利时政局的动荡。后来的大规模检测和调查证实, 比利时的动物饲料在生产中使用了含二 ■ 英类的脂肪原料。这次二 ■ 英类污染事件造成的直接经济损失高达数十亿欧元, 间接损失更是无法估计, 在世界范围内引起了强烈反响。我国也受到这次事件的波及, 新闻媒体有很多报道, 通过这一事件提高了公众对环境二 ■ 英类有毒物质的关注程度。我国环境界成立了“二 ■ 英类专家委员会”, 国家也制定了废物焚烧的二 ■ 英类排放标准。

世界卫生组织 (WHO) 于 1997 年将二 ■ 英确认为一级致癌物。2004 年 9 月, 我国签署了《关于持久性有机污染物 (POPs) 的斯德哥尔摩公约》(简称 POPs 公约)。该公约旨在限制 12 种 POPs 的生产和使用, 其中包括二 ■ 英、呋喃、9 种有机氯杀虫剂和多氯联苯^[1]。

POPs 公约中所提到的受控物质在英文中简称为 POPs, 具有剧毒性和危害持久性的特点。它们不易降解, 极易通过空气和水的流动做远距离迁移, 从而对全球环境构成危害。同消耗臭氧层物质相似, 一些持久性有机污染物在过去曾有过积极影响, 但是, 现在人们已经认识到使用它们所引起的问题已经远远超过其给人类带来的益处, 控制与淘汰二 ■ 英等持久性有机污染物, 已成为当今世界保护环境, 维护人类健康的重要议题。

1 二 ■ 英污染源分析

二 ■ 英首先来源于氯碱工业中的杀虫剂厂和塑料厂等在生产过程中使用氯所产生的有害副产品。随着 POPs 的禁止生产, 这个来源会逐渐消失。但是, 近 20 年的研究表明, 二 ■ 英还可从另外的一些工业过程产生, 如有机氯杀虫剂的生产、造纸厂、氯碱工业、轧钢厂、冶炼厂、炼焦厂、水泥厂、熔烧煤窑、炼锌炉、炼铝厂、炼铅厂、化学品废物燃烧、工业煤燃

收稿日期: 2005-05-08

作者简介: 彭争尤 (1968-), 男, 博士, 从事国际环境公约履约项目开发和管理, 目前就职于联合国工业发展组织, cao7299@163.com。

烧、汽车尾气排放、垃圾焚烧炉、工业废物燃烧炉等的工业过程。

这些涉及到国民经济基础工业,如:化工、钢铁、水泥工业以及城市废物和工业废物焚烧等。到目前为止,联合国环境署才开始发表了少数几个国家的有关二■英类物质的年排放量的报道。例如:菲律宾二■英类物质年排放量为 327.3 g TEQ(毒性当量, toxic equivalent quantity, 简称 TEQ), 而泰国年排放量却达到 1 kg TEQ。仅从这些数字就可以预测到:由于二■英的化学稳定性很高,分解半衰期很长,因此其在全世界范围内不同地区,不同国家的大气中的囤积和增多是显而易见的。在可预见的将来,对其排放量的预测与危险性的评估研究也是刻不容缓。二■英遍布于全球的空气、土壤、水、沉淀物和食物(尤其是奶制品、肉类、水生有壳动物)在内的所有媒介中。其在土壤、沉淀物及动物中的含量最高,在水和空气中的含量较低^[2]。

2 二■英类物质对人体健康的影响

由于二■英具有脂溶性,极易沉积于动物脂肪和乳汁中,鱼、家禽、家畜及其蛋、肉、乳是最易受到污染的食品。据估计,有 90% 的人群是通过饮用食用(以动物类食品为主)而意外地摄入含有二■英的食品^[3]。食品中的二■英污染主要由各种类型排放物(如焚烧垃圾、生产化学制品)通过生物累积形成的水陆食品链造成。其他污染方式还包括动物饲料污染、下水道污物的处理方式不当、畜牧业泛滥以及废液的排放和特殊方式的食物加工等。从事某些特殊职业(如造纸厂、焚烧厂以及有危险废弃物场所)的工人们可能会暴露于二■英浓度较高的环境中。

二■英通过呼吸道、皮肤和消化道进入人体,它能够导致严重的皮肤损伤性疾病,具有强烈的致癌、致畸作用,同时还具有生殖毒性、免疫毒性和内分泌毒性。如果人体短时间暴露于较高浓度的二■英中,就可能导致皮肤的损伤(如出现氯痤疮及皮肤黑斑),还会出现肝功能的改变。如果长期暴露于其中则会对免疫系统、发育中的神经系统、内分泌系统和生殖系统造成损害。研究表明,暴露于高浓度的二■英环境下的工人其癌症死亡率比普通人群高 60 个百分点。二■英进入人体后所带来的最敏感的后果包括:子宫内膜异位症、影响神经系统行为(识别)发育效应、影响生殖(精子的数量、女性泌尿生殖系统畸形)系统发育效应以及免疫毒性效应^[4]。

值得注意的是:母亲血液中的二■英已经在一

代一代地往下传。有数据表明,母亲血液中二■英遗传给胎儿的转移率为 90%,这就是所谓的代际转移。由于二■英类物质的化学稳定性相当高,一旦侵入人的机体,它就会溶解在脂肪中,储存起来,很难降解及排泄到体外,它的半衰期能达到 30 年,完全降解和排泄则可能要 100 年。因此,二■英类物质对人类生存的威胁引起了全球极大的关注。

3 我国二■英类物质排放情况

我国是氯碱生产大国,在全世界 500 家氯碱企业中,我国就有近 300 家,烧碱年产量居世界第一位,2004 年为 1 060 万 t。由于技术落后,在生产过程中产生了大量的环境污染问题。在氯碱法生产烧碱过程中,可产生大量盐泥废渣,其组成和排放量与原盐杂质含量以及生产工艺有很大关系,一般每生产 1 t 烧碱会产生 40~60 kg(干基)的盐泥。我国某氯碱厂电解盐泥中二■英质量浓度高达 378.85 $\mu\text{g}/\text{kg}$,其毒性当量浓度为 21.65 $\mu\text{g}/\text{kg}$,按此估算我国氯碱工业产生的盐泥中每年二■英的排放量约为 5.41 kg TEQ。目前只有部分厂家对盐泥进行了治理,大多数厂家,尤其是中小型氯碱厂都没有进行有效的治理,未经处理的盐泥有的在厂内外堆存,有的排入厂区附近的江、河、湖、海,造成了严重污染。作为氯碱生产大国,氯碱生产的废渣可以认为是我国二■英的主要来源之一。

我国二■英的其他来源可能还有染料生产、纸浆漂白、钢铁、水泥等行业。由此可见,我国由于不少行业工艺落后,环境管理尚待完善,所以二■英的污染比发达国家更为严重。例如,在三氯苯生产残渣中二■英质量分数高达 10%。我国的血吸虫防区曾大量使用杀钉螺剂——五氯酚钠,也将其中的副产物二■英带入了水环境。

4 解决我国二■英污染问题的思路

为了减少二■英对人类健康的危害,最根本的措施是控制环境中二■英的排放,从而减少其在食物链中的沉积。在过去的 10 年里,许多发达国家所采取的控制二■英释放的措施已经使二■英污染事件大大减少。由于 90% 的人是通过饮食而意外地摄入二■英,因此,保护食品供应是非常关键的一个环节。食品污染可以发生在由农场到餐桌的任何一个阶段。保证食品安全是一个从生产到消费的连续过程,在最初的生产、加工、分配和销售过程中,良好的控制和操作惯例是制作安全食品必不可少的环

节。食品污染监测系统必须要保证二■英不超过规定的容许量。如果怀疑有污染事件发生,国家相关部门就应该及时采取措施来鉴定、扣押以及处置那些不安全食品,并对接触二■英的人群进行检查。

4.1 立即开展污染源的调查

我国关于二■英的防治刚刚提到议事日程,还没有进行二■英的污染调查、监测及生态效应方面的研究,在“比利时二■英事件”发生后,二■英的污染已经成为十分受关注的话题。查明我国二■英的主要污染源和排放量,建立二■英污染数据库,可加速推动我国对二■英的污染监控能力,为进一步制定我国有关二■英的各种环境标准、人体的安全摄入量及制定我国二■英污染控制对策和防治措施提供科学根据。为了保护我国的生态环境,保障人民身体健康,对二■英类污染物加大污染控制和环境治理力度已迫在眉睫。

2004年中意合作已经开始对多氯联苯污染问题进行调查。

4.2 完善监测系统

由于二■英和呋喃监测与分析设备价格昂贵,我国仅有几台,这些实验室建设的不同,技术侧重点也不相同。如:疾病控制中心的二■英实验室侧重于食品安全和人体健康,进出口商品检验部门的二■英实验室侧重于商品检测,高校和研究室的二■英实验室侧重于科学研究,而国家环境分析测试中心的二■英实验室则是针对排放源和环境样品的二■英测试。

在国家层面上对二■英类污染源及污染现状的调查几乎是空白。一些学术研究机构对某些化工产品及其生产排放的废弃物中二■英类含量进行过一些分析检测,然而由于检测样本数少,所得结果还不能估算这些行业的排放因子,总体研究和分析面还非常狭窄。

2004年我国签署了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》,开始制定二■英排放标准,目前二■英实验室的建设已出现了超常规发展的局面,陆续出现了十几家二■英实验室,但这些二■英实验室在装备上良莠不齐,技术水平高低不一,亟待整顿。

4.3 利用循环经济的原理从源头进行治理

工业的生态化是正确处理人和自然的物质代谢过程与自然界生态系统本身的物质代谢过程之间关系的必然选择。

为了尽量减少一些重要的工业过程的二■英类 POPs 向大气排放,就要加强这些工业过程的生态

化。虽然二■英类排放物的质量浓度基本上是在 $(1.0 \sim 50) \times 10^{-9} \text{ g/m}^3$, 这已经是超微量的范围。但是,因为二■英类 POPs 的毒性比普通剧毒的氰化钾还要大 1 000 倍,因此,它在自然界中能允许存在的临界浓度是很低的,这意味着现有的一些主要工业过程的生态化还面临着相当艰巨的任务,也就是有必要将排放物的质量浓度从纳克水平 $(1 \times 10^{-9} \text{ g/m}^3)$ 继续下降到皮克水平 $(1 \times 10^{-12} \text{ g/m}^3)$, 这是一项非常艰巨的任务。许多工业过程都有生成二■英类 POPs 的条件和因素,因此提高燃烧效率,尽可能多地分解二■英类 POPs 所采取的实际措施也就会有所不同,需要进行专门研究。

目前中国科学院有关单位已经开展在垃圾焚烧过程中消除二■英的研究,但在化工生产中消除二■英问题尚未见报道。解决化工生产过程中的二■英污染问题,一是寻找替代品,取消原有的工艺;二是利用循环经济的原理,从源头解决二■英的污染问题。

4.4 加强对旨在减少威胁人类生存的环境医学的研究

目前二■英类 POPs 的污染已经遍及人类生存的任何空间,包括极地和西藏高原;二■英类 POPs 已经储存在人类机体的每一个角落;二■英类 POPs 通过生物链转移、代际转移和家庭转移(home transfer),已经在人体内储存短则十几年,长则半个世纪,正在诱发染色体的畸变、诱导基因的突变,人类的神经系统、生殖能力和免疫体系正在被二■英类 POPs 所侵蚀和袭击^[5]。基于以上事实,强化二■英类 POPs 的环境医学的研究已经是刻不容缓。

4.5 加强旨在加速二■英类物质的降解过程的基础研究

二■英类 POPs 已经广泛地扩散到地球的每一个角落,已经对动物和人类在内的生存构成了严重的威胁。目前,全球二■英的排放还在继续,要尽快组织力量,对二■英类物质的去污染问题进行系统深入研究,目的是要尽可能快地使它们降解、丧失毒性或使毒性降低。过去认为多氯联苯的污染很难治理,随着光催化和纳米科学技术的发展,如今对五氯苯这种污染物的治理,已经有了希望,当然,二■英的稳定性比五氯苯还要高,降解起来还要困难,进行这种研究所需的技术安全条件也远非五氯苯所能比拟。建议国家有关部门尽早启动这一综合性和前沿性的科研项目。

(下转第 6 页)

年初的 5.5 亿桶提高到 2005 年初的 6.7 亿桶;日本进口资源的近 90% 来自中东,随着中东部分国家原油勘探开发政策的调整,日本在中东一些国家分成油比例将会下降。为了保障未来的原油供应安全,近来,日本为积极拓展中东以外的市场而费尽心机。我国同俄罗斯的“安大线”输油管线建设项目因受到来自日本的干扰而“流产”。此外,韩国为了扩大原油进口来源,加大在海外的投入力度,目前,已经在也门、埃及等国家积极参与石油的勘探开发。

印度作为高速发展的新兴经济国家之一,其石油消费潜力十分巨大,加之印度石油需求对外依赖度较高,其未来原油进口量将会对国际原油贸易产生更重要的影响。为了保障未来的石油供应安全,印度一方面大力加强海外原油勘探开发的投资力度,如在苏丹、俄罗斯和越南的油气项目中已持股,并对伊朗、伊拉克、缅甸和利比亚等国的油气勘探开发项目表现出浓厚的兴趣,另一方面印度积极推行原油进口来源多元化、提高能源的利用效率和发展可替代能源等产业发展政策。另外,印度也在加紧建立石油储备制度,计划储备量为 500 万 t,可以满足其国内 15 天左右的原油消费。

近年来,随着我国原油进口量的增大,石油需求的对外依赖度越来越高,在世界原油贸易中的地位

也不断加强。与此同时,主要发达国家继续保持对世界石油资源的庞大消费量,并采取各种手段(甚至是军事手段)不断强化对石油资源的控制力。此外,一些快速发展的新兴经济国家,如印度,其消费潜力也十分巨大,将成为未来世界石油资源主要消费国。可见,我国未来面临的围绕世界原油资源的竞争将十分激烈。

实际上,从目前的竞争环境看,这种激烈竞争的局面已经出现,主要表现在 2 个方面,一是在原油现货市场中产生的贸易竞争。从美国原油进口来源看,其原油进口来源与我国相比相同性较低,我国同美国的原油进口面对面的资源竞争相对较小。与亚洲国家相比,我国同亚洲主要原油进口国的原油进口资源的相近性更强。亚洲 4 个主要原油进口国(日本、中国、韩国和印度)的原油进口资源大部分来自中东国家,尤其是日本和韩国。此外,亚洲其他一些国家和地区,如新加坡、我国台湾省、泰国等,尽管原油进口量同上述四国相比较小,但是,其进口来源中大部分也是来自中东国家,这样,在现货贸易中的竞争将不可避免;二是在海外原油勘探开发项目中的开发权竞争。因此,加强我国石油安全供应风险管理体制的建设意义十分重大。■

(上接第 3 页)

5 最新进展

POPs 公约生效后,国家环保总局已组织开展有关政策、信息交流、宣传教育、项目开发和管理等多项工作,成立了由 11 个部委组成的履行 POPs 公约国家实施方案编制领导小组,该小组已就编制我国履行 POPs 公约的国家方案、履行准备、协调实施中可能出现的重大问题开展了有效的工作。

为了加强 POPs 管理决策者和进行相关研究的科学家之间的交流,为 POPs 污染控制政策的制定提供科学支持,提高我国履行相关 POPs 国际公约能力,我国与美国开展了 POPs 暴露、风险、对环境与人体健康影响以及相关替代、削减技术的合作研究,并且进行 POPs 决策管理和科学研究的信息交流。

我国与 POPs 相关的基础研究相对滞后,要淘汰

和削减 POPs,履行 POPs 公约,还面临诸多需要解决的现实问题,如 POPs 现状底数不清、监测评估体系不健全、适合我国国情的替代品和处理技术缺乏等,这些都需要科学技术研究予以强有力支持,也需要国际社会的援助。从目前来看,欧盟、美国等发达地区和国家已经和我国开展了解决二 ■ 英与多氯联苯的双边合作项目,联合国全球环境基金拟向我国提供 2 000 万美元的资金援助以开展履约活动。

参考文献

- [1] 彭争允.[J].明胶科学与技术(日本),2001,21(3):137-141.
- [2] 杨志军,倪余文,张青,等.[J].广州环境科学,2004,19(1):25-27.
- [3] Cleverly D, Schaum J, Schweer G, et al. [J]. Organohalogen Compounds, 1997, 32: 430-435.
- [4] Alcock R E, Sweetman A J, Jones K C. [J]. Organohalogen Compounds, 2000, 46: 47-50.
- [5] Takei Teiji Hinnichi, et al. [J]. Organohalogen, 2000, 46: 475-478. ■