

科学

## 专访国科大杭高院环境学院执行院长

# 郑明辉:从“世纪之毒”到新污染物

本报记者 郑琳 通讯员 姜旭晨 陈秀秀

最近,记者来到了国科大杭高院,在这里,我们有幸采访到了杭高院环境学院执行院长郑明辉教授。

本期“科学大家面对面”,郑明辉教授将和同学们聊聊“世纪之毒”二噁英。也许大家对二噁英这个名词还比较陌生,它是一种化学物质,毒性比砒霜、氰化钾都要厉害成百上千倍!而郑明辉教授的科研之路,就始于对这个“毒王”的研究。让我们听听他的故事。

### 为什么要应对“世纪之毒”

说到二噁英,首先要说说POPs污染。POPs是英文 Persistent Organic Pollutants 的缩写,中文叫做持久性有机污染物。这些污染物的特性就是在环境中难以降解,具有很高的生物富集性,能远距离迁移,对生态环境和人体健康构成严重威胁。

“POPs在食物链中会发生生物富集和生物积累。”郑明辉教授告诉记者。例如,科学家曾在北极熊体内发现某种POPs污染物的浓度,比它周围的海洋里高出1千万倍!

POPs对人类的危害也非常大。长期暴露在这些污染物中,可能会引发多种健康问题,例如:癌症、免疫系统损伤、神经系统疾病等等。

二噁英就是其中一种典型的POPs。它是一种无色无味的化学物质,它的毒性有多大呢?大家可能在影视剧里经常看到,间谍和特工常常在衣领里暗藏一颗毒药,里面含有氰化钾,通常几十到上百毫克氰化钾就能迅速毒死一个人。而二噁英对豚鼠的半致死剂量比氰化钾还要低1万3千倍!所以,它的“世纪之毒”称号名副其实。

“二噁英在环境中特别的稳定。”郑明辉说,“在土壤中降解一半浓度的时间需要十多年。它可以通过母乳以及孕妇脐带血传导给下一代。”

### 博士时代就提纯97%的“毒王”

郑明辉教授的科学之路,就始于对二噁英的探索。

早在1994年,当他还是一名博士生的时候,为了研究二噁英在土壤中的降解,郑明辉需要大量纯度很高的二噁英。然而,这些高纯度二噁英样品价格昂贵。

实验室显然无法负担这么贵的样品,于是,他决定自己合成二噁英。经过半年多的努力,他终于合成出了30毫克纯度达到97%的二噁英。“二噁英有210多种物质,我合成出来的是最毒的那种。”这让他对二噁英的生成有了更深刻的认识。合成二噁英的经验为他调查中国有哪些可能产生二噁英的排放源奠定了科学基础。

“如何在焚烧过程中减少二噁英的产生?”这个问题始终萦绕在郑明辉教授的脑海中。他从合成高纯度二噁英的经历获得启发,发明了一种技术,阻滞二噁英产生,而不是像通常污染控制措施那样将其吸附在活性炭上。这个技术是通过向烟气中加入化学阻滞剂,在烟气的降温过程中减少二噁英的产生。在实践中证明,这个技术非常成功,并在一些生活垃圾焚烧厂得到应用。

“这是我们的自主知识产权,有多项国家发明专利。”在2019年,这项技术获得了国家科技进步二等奖,郑明辉是第一获奖人。



郑明辉

### 编制中国二噁英排放清单

2001年国际社会通过《斯德哥尔摩公约》,作为保护人类健康和环境免受POPs危害的全球行动,我国成为首批签约国。按照《公约》的要求,各缔约国需要提供本国二噁英排放源的数据和年排放总量,这就需要有一个科学的评估。“然而,当时我国对二噁英排放源的认知还停留在垃圾焚烧排放源,对其他排放源的认知几乎是空白。”

郑明辉和他的研究团队承担起了这个重任,他们开发了调查我国二噁英排放源的方法,提出了我国二噁英排放清单。当时,中国哪些行业排放了多少二噁英还是未知数。郑教授基于国情,借鉴国际上清单调查的经验,提出了适合我国工业生产实际情况的62类工业行业二噁英排放因子。以2004年作为基准年,详细计算了每个行业的排放数据。

“我们计算的排放因子,就是生产或加工单位质量产品排放的二噁英量。我们对排放因子做了很细的分类,如废弃物焚烧细分为工业固体废物、危险废物、医疗废物和生活垃圾焚烧。还要考虑焚烧垃圾用的焚烧炉的类型,如炉排炉或流化床。”

郑明辉教授带领的团队为中国编制了一份二噁英排放清单,这成为了国家全面开展二噁英减排的科学依据。这份清单载入国务院批准的《履行斯德哥尔摩公约国家实施计划》。

我国很多二噁英排放源调查案例编入了《二噁英排放源清单调查指南》修订版中。“我们专家组每隔一段时间都会更新这个‘技术指南’(又称工具包),供世界各地使用。”郑明辉说,“我们特别高兴地看到中国经验在全球POPs源识别和污染控制中发挥越来越大的作用。”

2022年,国务院办公厅发布了新污染物治理行动方案,主要列出了四类污染物,包括列入斯德哥尔摩公约的POPs、抗生素类污染物、内分泌干扰物和微塑料。

为什么要开展新污染物治理?“因为世界各国监测污染物的名录,都是以美国在上世纪70年代末期编制的空气和水体有限监测污染物名录为主要参考。很显然,这是不全面的,有待进一步完善。”

现有的监测体系缺少对新污染物的监测。为此,郑明辉的团队发展了筛查新污染物的技术和方法,并建立了国际领先的成组毒理学平台,为筛查新污染物提供有力的技术支撑。

### 杭高院环境学院 院士领衔培养人才 科研成果落地杭州

2004年开始建设的环境化学与生态毒理学国家重点实验室隶属于中国科学院生态环境研究中心,该实验室自成立以来一直名列优秀国家重点实验室之列。在实验室的发展过程中也出现了拓展研究领域受场地制约,科研成果的转化缺少技术孵化基地等问题。国科大杭高院的建设为国家重点实验室的发展和支撑杭州地方经济发展提供了很好的双赢契机。

江桂斌院士率领骨干研究力量投入环境学院的建设。“我们的目标是将环境研究成果向健康方面扩展。同时要借助杭州众多的仪器仪表制造企业的优势,做好研究成果的转化和产业化。”郑明辉说。

现在,杭高院环境学院有中国科学院院士1人,国家杰出青年基金获得者7人。2020年开始培养硕士和博士研究生,并招收博士后工作人员,承担起了国家自然科学基金委重大项目课题等项目,初具规模。

面向国家和地方需求,投入新污染物治理的科技研发将是环境学院的工作重点。在开展新污染物筛查技术与方法研发的同时,环境学院也正在和浙江省及杭州市生态环境监测中心密切合作,希望能将新污染物检测的技术和方法应用到省市环境监测的实践中,进而形成监测标准,辐射全国。另外,环境学院和杭州一些高新企业技术合作也在稳步推进中,一批技术领先可用于新污染物检测的小型化仪器设备也在加紧研制中。

本报记者

郑琳