



重点实验室巡礼

持之以恒,让生活更健康

——走进环境化学与生态毒理学国家重点实验室

■本报记者 陈欢欢



地球上有多少种人工合成的化学品?这个问题无法精准回答,据美国《化学文摘》统计,已注册登记的化学物质超过1.6亿种,其中被大量生产和使用的约有10万种。

美国化学会的徽标上写着一句名言:化学为了生活。化学品的广泛使用极大促进了社会进步和经济发展,但它也是一把双刃剑。“理论上说,化学品只要生产出来就可能被使用,从而进入环境,也就有可能进入生命体。”中国科学院院士、环境化学与生态毒理学国家重点实验室主任江桂斌告诉《中国科学报》。

在这10万种化学品中,虽然科学家已经锁定了一些影响人体健康的“真凶”,但仍有大量“嫌疑犯”逍遥法外。

环境化学与生态毒理学国家重点实验室的目标之一就是发现更多隐藏在环境中、对我国生态环境和人体健康影响巨大的新型污染物。“在我们实验室的布局中,始终把解决有毒有害化学品导致的环境与健康问题放在首位。”江桂斌说。

开创国内持久性有机污染物研究先河

在人迹罕至的南极和北极,除了受到全球变暖的影响,动物还面临着持久性有机污染物(POPs)的威胁。2017年的一项研究表明,POPs在北极熊体内的浓度高得吓人,幼熊因为吃了受污染的母奶,中毒风险更是成倍增加。

“POPs污染的严重性和复杂性远远超过常规环境污染物,已成为影响人类健康与生存的重大环境问题。”江桂斌说。

POPs是一类毒性很强,在环境中难降解、可远距离传输,并随食物链在动物和人体中累积、放大的污染物。

环境化学与生态毒理学国家重点实验室的任务,正是聚焦POPs研究中的关键科学问题,发展相关分析方法,深入研究其环境过程,开发污染控制技术。其在这一领域的相关研究已有几十年历史。

环境化学与生态毒理学国家重点实验室最初为中国科学院生态环境研究中心(以下简称生态环境中心)环境分析化学与生态毒理学实验室。生态环境中心始建于1975年,前身为中国科学院环境化学研究所,为我国环境化学学科发展作出了奠基性贡献——1980年出版的《环境监测分析方法》成为我国现代环境监测方法的基础;1980年提出多氯联苯测试方法;1987年提出二恶英分析方法,开创我国POPs研究先河。

二恶英作为一种强致癌性POPs,由于在环境中浓度低,监测难度极大。20年前,国内二恶英研究最大的瓶颈就是缺乏精密仪器设备和超痕量分析经验。

要打破这一瓶颈,必须有真金白银的投入。2002年还在读博士的研究员张庆华清晰

得,当年生态环境中心举全中心之力,把全年400万元预算几乎全部投入建设二恶英实验室。在没有多少经验可以借鉴的情况下,实验室成员“摸着石头过河”,一砖一瓦建起了二恶英实验室,为建设我国其他二恶英分析实验室提供了重要技术支持,培训的学员已成为行业中的技术骨干或学术带头人。

2002年,经中国科学院批准,环境分析化学与生态毒理学实验室成为中科院重点实验室;2004年,经科技部批准,筹建环境化学与生态毒理学国家重点实验室,2007年通过验收。

生态环境中心副主任杨敏表示:“国家重点实验室是很好的科研平台,一方面有利于吸引和培养人才,另一方面也有经费支持自由探索性的创新研究。”

迎来跨越式发展

从发展态势看,进入国家重点实验室序列,无疑给了实验室一次跨越式发展的良机。

自2003年起,实验室研究员江桂斌、郑明辉接连领衔有关POPs的3个“973”项目,在结题验收中均被评为优秀。通过15年扎实的基础研究,实验室发展了POPs检测技术与方法,摸清了典型POPs环境污染与人体暴露的特征,研发了从源头减少POPs排放的控污技术,为我国制定环境生态安全政策提供了科学支撑,引导了国内外相关研究。2013年,实验室POPs研究集体获中科院杰出成就奖。

为认识POPs的远距离迁移特性,实验室在被称为地球“三极”的南极、北极和珠峰地区开展了长期观测。2005年,张庆华参加了青藏高原科考,在海拔6500米的珠穆朗玛峰前进营地取样;2009年,他和江桂斌一起参加了南极科考;2010年江桂斌踏上北极,开始了实验室涵盖“三极”的POPs研究。此后,实验室十几次先后参加南、北极考察,获得许多宝贵的样本资源,并和西藏大学建立了长期合作关系,成立了联合实验室。

在成立16年间,中国经历了公众环境意识觉醒和环保产业快速增长,环境化学与生态毒理学国家重点实验室也默默坚守着环境科学基础研究,实现了跨越式发展。目前,实验室先后获得6项国家自然科学奖和1项国家科技进步奖;部分研究成果入选中国科学院“十二五”重大科技进展及标志性成果;成为国内软硬件条件最好的二恶英实验室,拥有5台高分辨质谱质谱联用仪,被联合国环境规划署命名为“全球POPs监测计划示范实验室”。

江桂斌认为,实验室成功的秘诀在于牢牢抓住“环境污染与健康危害”这一关键科学问题,聚焦持久性有毒污染物研究,同时随着研究深度的积累和广度的增加,不断将研究的基础性成果转化为服务国家目标的硬实力。

杨敏亦表示:“更好地对接国家发展战略,是国家重点实验室应该肩负起来的重任。”

在二恶英控制方面,生活垃圾焚烧烟气排放的二恶英减排难度极大。郑明辉团队独辟蹊径,发明生活垃圾焚烧二恶英阻滞技术,应用于垃圾焚烧厂后,使二恶英排放量低于国际最严排放标准。该成果获得2019年度国家科技进步奖二等奖。

今年新冠肺炎疫情期间,人们发现,虽然工业化活动大大降低,但大气污染有时依旧严重。研究员刘倩告诉《中国科学报》,这说明现有常规技术不能满足PM2.5精准溯源的需求。在雾霾溯源方面,他所在的团队研究发现硅同位素指纹可以作为追溯PM2.5一次源的指示物,进而揭示燃煤是北京今年冬春季雾霾加重的重要原因,为PM2.5溯源提供了新技术。

在新型污染物筛选方面,研究员阮挺告诉记者,目前只有部分污染物被列入国家监管范围,要扩大这一名单,必须加大技术投入。经过十多年积累,环境化学与生态毒理学国家重点实验室建立了高通量多功能成组毒理学分析系统,为高通量新型污染物的识别和复合毒性效应等研究提供了全新平台。依据此平台,已识别了100余种具有潜在健康危害的新型污染物。

扎实科研基础支撑国家履约谈判

瑞士日内瓦是著名的旅游胜地,“国际会议之都”。自2006年起,《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》(以下简称斯德哥尔摩公约)技术专家组成员、中国代表团技术专家郑明辉每年都要数次往返日内瓦,参加履约相关会议。但他完全无暇领略迷人的风景。因为,履约谈判每一场都是“硬仗”。

“有一次会议开到凌晨5点,睡眠蒙眬的会议主席发现参会者全都趴在桌上睡着了,不得不宣布休会。”郑明辉回忆。

他告诉《中国科学报》,履约相关国际技术标准编制不仅有科学技术问题,还有政治和策略的考量,而谈判方大会更是国际环境外交的激烈交锋。“代表经常为国际履约行动规划吵得不可开交,很多平时关系很好的外国专家谈完也‘六亲不认’。”郑明辉笑称。

斯德哥尔摩公约作为著名国际环境公约,针对的正是POPs。为了用科学论据最大限度支持全球履约,维护国家利益,实验室成员江桂斌、郑明辉、王亚轶已60余次参加履约相关会议。

江桂斌表示:“履约技术支持是系统工程,实验室平台和资源使得国内不同学科科学家能够形成国家利益服务的合力。”

前方谈判,后方支援。谈判桌上针锋相对、有理有据的背后,是基础研究的深厚积累。例如,在被列入斯德哥尔摩公约新增POPs名单的全氟烷基化合物及短链氯化石蜡研究方面,环境化学与生态毒理学国家重

点实验室近10年发表学术论文的数量和论文总被引频次都排名全球第一。

相关研究不仅支持了履约谈判,也为国家环境建设解决了诸多实际问题。实验室建立了二恶英排放清单调查方法学,多种排放因子被公约标准工具包引用;参与制定的《全球POPs监测导则》在全球监测计划中反映了中国及其他发展中国家需求;筛查出我国二恶英十大重点排放源和四大优先控制污染源;提出的我国二恶英排放清单收录在国务院批准的《我国履行斯德哥尔摩公约实施计划》,成为我国制定二恶英污染防治对策的依据。

凝心聚力 和谐奋进

近几年,人才争夺呈“白热化”,环境化学与生态毒理学国家重点实验室也面临着严峻的竞争形势,但仍然凝聚了一批“想干事、干大事”的科研骨干。

在国家杰出青年科学基金获得者刘倩看来,实验室能给年轻人创造上升通道和团结向上、凝心聚力的科研文化,提供使其快速成长的资源。

刘倩本人就曾经历过研究方向的变更。为了拓展新的研究领域,他曾用3年时间和学生一起在科学迷雾中摸索,利用学科交叉优势,终于在环境纳米同位素分馏方面获得令人振奋的新发现。

“这就是我们国家重点实验室的优势,科研人员能够不受外界干扰,自主创新。”刘倩说。

江桂斌从1984年到生态环境中心读研究生至今,30多年的科研生涯除博士后和国外访学,几乎全部在此度过。2017年,他从生态环境中心主任的位置上退下,全身心投入环境化学与生态毒理学国家重点实验室的工作。

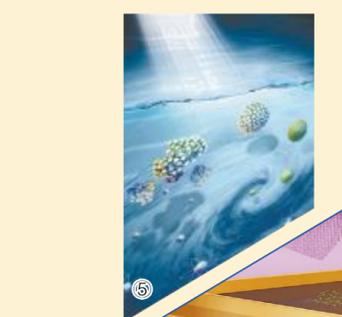
做了几十年科研,江桂斌感慨,科学家最大的幸福在于能够从事自己所钟情的科研事业。在他的带领下,实验室努力塑造学术自由、以人为本的良好氛围。

据悉,实验室培养的学生出国后学成回国率很高,最近几年引进的人才大多是从实验室走出去的,杨敏认为,“最主要的原因还是认同实验室的文化。”

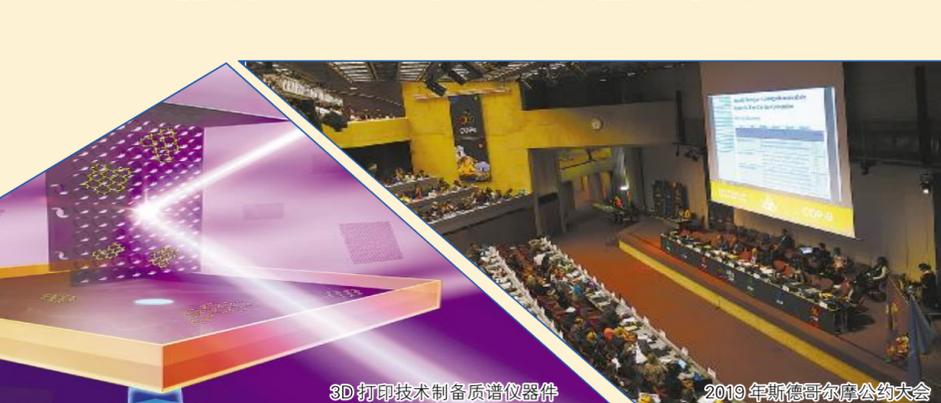
如今,环境化学与生态毒理学国家重点实验室有研究员37人,其中“973”项目首席科学家5人、国家杰出青年科学基金获得者11人、优秀青年科学基金获得者12人。这支队伍虽然规模不大,但高水平人才却很稳定。

江桂斌表示,实验室之所以能稳得住人才,得益于用事业发展吸引人,促进青年科学家产生新的学术思想,为其提供平台,实现科研跨越与人生理想。

“我们的优势是集中团队力量攻克科学难题,做别人做不到的事,提升实验室的竞争力和国际影响力,做出无愧于时代的成果。”江桂斌说。



3D打印技术制备质谱仪器件



2019年斯德哥尔摩公约大会



高通量多功能成组毒理学平台

- ① 青藏高原科考——珠峰合影
- ② 诺贝尔化学奖获得者 Mario J. Molina (中) 采访
- ③ 郑明辉 2017 年参加全球 POPs 监测协调委员会会议
- ④ 采集并探测 PM2.5 中来自燃煤和机动车排放的有害颗粒物组分
- ⑤ 稳定同位素分馏技术探索水体中银纳米颗粒转化行为

实验室小故事

科技创新从研制仪器开始

2015年回国后,环境化学与生态毒理学国家重点实验室研究员胡立刚怎么都想不到,自己居然会成立一个3D打印实验室。

当时,胡立刚计划开展单细胞分析研究,但商品化的质谱接口不能满足研究需求,也没有厂商能够提供商品化的专用接口,他冒出了自己打印接口的想法。这一想法很快得到实验室主任江桂斌的全力支持。于是,胡立刚带着两个学生一头扎了进去。

“刚开始挺痛苦,基本上是外行,构型理论化设计和优化花了很长时间,其中涉及流体力学、计算机辅助设计和材料加工等多种基础理论问题和

索和攻坚破难,他们终于走通了全流程,购买3D打印机,轰轰烈烈干起了分析仪器器件3D打印的技术研发。

在3D打印实验室,记者看见了打印出的成品。小孩拳头大小的零件看着不起眼,里面却暗藏玄机。接口内分布了打印精度达2微米的导流柱,能满足科研需求,而这正是常规机加工难以逾越的技术障碍。

2018年,3D打印研发的单细胞质谱接口获得了国家发明专利授权,没想到很快就受到相关企业的关注,并于2019年签署了技术转让协议。

“单细胞质谱分析是生命科学和环境与健康研究领域的热点,市场需求很旺盛。”胡立刚说,“国内材料合

成是强项,精密加工却是短板,3D打印正好可以利用合成的强项在一定程度上弥补这块短板。”

工欲善其事,必先利其器。环境化学与生态毒理学国家重点实验室始终重视科研仪器自主研发,先后研发了毛细管电泳分子筛成像检测装置、便携式痕量挥发性有机物快速检测仪、高灵敏度表面增强拉曼检测装置、色谱和原子荧光联用仪器等多种具有自主知识产权的分析仪器,部分仪器已产业化并推广应用。

实验室还创新性地提出高通量多功能成组毒理学分析仪的设计,这也是全球首台高通量多功能成组毒理学分析系统。

2005年,江桂斌首次提出成组毒理学概念,发明了高通量毒性筛选平台,2013年获得国家发明专利。2014年,在国家重大仪器研制项目的支持下,融入了新的创新思维,规模更大、功能更全的“高通量多功能成组毒理学分析仪”重新纳入系统研制的轨道。

该仪器结合微量复合污染物识别与毒性评价为一体的全新思路,在复杂体系效应导向的毒物筛查与识别新方法和基于信号通路的新型生物传感技术基础上,建立未知毒物筛选及复合毒性效应的技术通用平台。

“有了它,我们对新型有毒化学污染物的甄别将如虎添翼。”江桂斌说。(陈欢欢)

环境化学与生态毒理学国家重点实验室简介

环境化学与生态毒理学国家重点实验室2004年通过科技部论证,2007年正式通过验收。2010年和2015年在地质领域国家重点实验室评估中连续被评为优秀国家重点实验室。

实验室的主要研究方向是持久性有毒污染物(PTS)的分析方法、环境化学行为、毒理与健康效应。实验室围绕国际学科发展前沿和国家环境与健康研究的重大需求,针对PTS研究中的关键科学问题开展了一系列基础性、前瞻性和创新性研究,取得了一系列原创性成果,形成了鲜明的研究特色,在国内外学术界产生了重要影响,对

推动我国环境化学与毒理学科的发展,支撑国家履行《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》发挥了重要作用。

实验室先后主持6项“973”项目,以及国家科技支撑计划重大项目、基金委重大项目、国家重大仪器研制项目、国家基金委重大项目、国家重点研发计划专项项目等,研究成果获得6项国家自然科学奖二等奖和1项国家科技进步奖二等奖。实验室发起的持久性有毒污染物国际研讨会系列国际会议,自2004年以来连续召开了16届,已成为PTS研究领域水平最高、国际同行积极承办的国际会议之一。