

近年来,中国的内陆湖泊频频暴发严重的生态与环境问题。作为目前国内湖泊研究的先行者和“排头兵”,中科院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室也因此受到外界的关注,并成为向相关政府部门献计献策的“智囊团”。

湖泊研究的“领军者”

■本报记者 彭科峰 实习生 席芹可

太湖蓝藻水华引起的供水危机事件、巢湖污染事件、滇池的蓝藻水华……

中国目前湖泊研究的现状如何?未来湖泊研究的发展趋势在哪里?带着这些疑问,日前,《中国科学报》记者来到南京,和湖泊与环境国家重点实验室来了一次“亲密接触”。

四个研究方向

我国是一个多湖泊的国家,湖泊类型多、分布广,受人类活动干扰强烈,尤其是大型淡水湖泊在国际上极具特色和代表性。

“湖泊与环境研究不仅是国家解决日益严重的湖泊资源与环境问题的迫切需求,也可为国际湖泊科学发展作出重要贡献。”中科院南京地理与湖泊研究所湖泊与环境国家重点实验室副主任薛滨告诉《中国科学报》记者。

湖泊与环境国家重点实验室前身是1991年成立的中国科学院湖泊沉积与环境开放实验室。实验室着力解决我国湖泊环境面临的重大科学问题,发展以湖泊环境为核心的现代湖泊科学理论体系;提供国家改善湖泊水环境质量、保障水安全的方法与技术体系,为合理利用与保护湖泊资源,维护区域生态安全,促进经济社会可持续发展提供科学依据和技术支撑。

实验室主任沈吉向《中国科学报》记者表示,针对保障湖泊水安全和维系区域生态安全为核心的国家紧迫需求和现代湖泊科学发展的需要,实验室主要开展湖泊形成与演化、湖泊水与水资源、湖泊污染与生态修复和湖泊流域相互作用与调控四个方向的研究。

目前,实验室致力于揭示湖泊环境演变规律,发展湖泊环境污染治理和生态修复的原理与技术,建立湖泊——流域综合管理的理论与方法。

湖泊污染治理的智库

2007年,太湖蓝藻水华大规模暴发,导致周边多个城市供水告急。这一事件震惊了全国。但在国家重点实验室副主任孔繁翔看来,太湖蓝



▲湖底沉积物抽样检测设备
■科研人员正在进行湖芯的化验工作
彭科峰摄

藻水华现象一直存在,他们在当年5月初曾经向有关部门报告了蓝藻水华大面积发生及其后果的警示。

“在研究湖泊富营养化方面,我们研究所和实验室有着几十年的科研积累。”孔繁翔介绍,早在2001年中科院南京地理与湖泊研究所进入国家知识创新工程试点序列以后,他们就承担了国家“863”、“973”等多个项目和课题,基本掌握了我国大量湖泊环境质量的最新状况和大型淡水富营养化湖泊中蓝藻水华形成的基本规律。

2007年太湖蓝藻事件后,他们也迅速反应,提出了治标和治本两种控制蓝藻水华的思路供政府部门参考。

根据地方政府确保湖泊水源地供水安全的需求,在近年来他们还建立了太湖蓝藻水华的预测预警机制,每年4到9月份太湖蓝藻水华高发期,科研人员都会利用遥感技术和太湖湖内18个自动监测站的数据,根据预测模型,编制蓝藻水华发生地点与规模的预警信息,及时提供给江苏省政府,为地方政府的决策提供依据。

“我们的水质、气象和水文自动监测数据每15分钟更新一次。通过我们的预测报告,有关部门可以提前24~72小时了解蓝藻水华的情势,以便政府可以及时采取措施,有效避免了蓝藻水华堆积、恶化水质引起的供水危机。”

从2007年到现在,实验室的太湖蓝藻水华预测预警工作业务化运行了6年。根据过去几年数据的显示,实验室的24小时蓝藻水华发生概

率的预测准确率可达到80%。

孔繁翔介绍,应对太湖蓝藻水华,主要的措施一是控制污染源,减少入湖污染负荷,实施湖泊生态修复,提高湖泊的自我净化能力,尽量减缓蓝藻水华发生的强度及其对湖泊水源地的威胁,这是湖泊治理最根本的措施;二是在蓝藻水华发生时,及时打捞并进行资源化利用,防止其恶化水源地水质,保障供水安全。

此外,在湖泊的形成与演变等方面,实验室具有丰富的理论积累。以沈吉为代表的实验室科研人员,一直从事湖泊沉积与全球变化研究,开展了我国不同气候区近40个湖泊沉积岩芯的研究,在国内较早实现了湖泊沉积环境中古气候要素的定量重建。

在污染湖泊的生态修复方面,实验室研究员胡维平做了大量的实践工作。在之前对于东太湖的生态修复工作中,他们通过种植水生植物等手段,加快了污染水体的生态修复进程,“比自然修复要提早两三年”。

湖泊管理急需新模式

对于当前湖泊的治理与管理,实验室研究员高俊峰认为,尽管近年来国家对于湖泊的治理越来越重视,但我国的湖泊研究和管理总体上落后于国际10~15年,应继续建立多部门综合协作治理湖泊的新模式。

“在机构设置方面,2007年左右,国内才成

立综合性的湖泊管理部门。从2005年左右开始,我国开始出台各种国家级和省级的湖泊管理条例。在执行层面,中央主要针对三河三湖进行投资,省级层面在湖泊管理和治理方面的投资需要加大力度。”高俊峰认为,经济高速发展的同时,特别需要处理好环境污染的治理问题与经济社会发展的关系。

当前湖泊管理存在的问题是,湖泊治理缺乏总体的、国家宏观层面的规划,“哪些地区的湖泊,哪些类型的湖泊,哪些问题的湖泊需要采用怎样的解决措施来处理,目前没有这方面的方案与规划”。而在政府治理的层面,当地政府需要从规划层面就要考虑湖泊生态环境的保护和湖泊治理。“一定要实现从末端的治理到源头的控制,明确允许的产业和布局。”

湖泊的管理和治理涉及到政府各部门的协同工作,尤其是发展改革委的产业布局、规划局的城市建设、交通局的水运、环保部门的水环境保护、水利部门的水资源利用、农业部门的水产养殖、旅游部门的旅游休闲等等,“需要通力合作来对湖泊进行综合治理”。

“现阶段,需要建立新的湖泊治理与管理的模式,需要新理念、新方法、新思路。”高俊峰认为,当前国家强调水污染的治理,但其实水污染的治理关键,就在于湖泊的治理,“因为大部分污水最后都流入湖泊,流入江河,解决了湖泊的问题,水污染的问题就解决了一大半,国家需要更充分重视这一问题。”

北京射线成像技术与装备工程技术研究中心：

让大科学装置的创新成果“接地气”

■本报记者 沈春蕾

电缆经过辐照加工,可以大大提高耐高温的性能;管材经过辐照加工,有加热后恢复原形的“记忆”;食品经过辐照加工,可以在保证安全的基础上延长保质期。

上述的辐照加工是将电子加速器产生的电子束或放射性同位素产生的 γ 射线的能量转移给被辐照物质。随着带电粒子加速器技术的发展,不仅为粒子物理的研究提供了强大工具,而且被广泛应用于工业辐照、医疗设备消毒、肿瘤医疗、食品保鲜、材料改性等方面。

在中国科学院高能物理所(以下简称高能所)有这样一个机构,全称是北京射线成像技术与装备工程技术研究中心,它依托高能所,开展一些“接地气”的民用技术装备的开发和研制。

承担转化任务

高能所是中科院一家历史悠久的老所,也集中了我国多个大科学装置,建设有北京正负电子对撞机(BEPC)、北京谱仪(BES)、北京同步辐射装置(BSRF)、西藏羊八井国际宇宙线观测站、大亚湾中微子实验等大型装置等。

提起高能物理,会让人联想到重大科学研究和前瞻技术,然而,如何将这些科研成果转化为生产力,已经成为高能所要思考的一个重要问题。

北京市射线成像技术与装备工程技术研究中心(以下简称中心)的成立,承担起这项转化任务。中心依托大科学装置产生的创新成果、先进技术和高能所在核成像技术方面的积累,开展射线成像基础研究、关键技术研究和整机研制。

在此基础上,中心先后建立了“射线成像探测器技术实验平台”“高速核电子学综合实验平

台”“图像重建及算法、软件开发平台”和“成像设备系统测试检验平台”等一系列工程化实验平台,并在该平台上完成了一系列关键部件和整机的研发。

中心主任魏龙告诉《中国科学报》记者:“我们是高能所成果转化的窗口,这里既是研发部门,也是协调全所成果转化的部门。”

技术研发面向应用,产品开发面向市场。中心致力于掌握新型探测器、电子学、算法软件等方面的核心技术,同时争取开发出性能先进、具有市场竞争力的产品。

研发源自需求

“不同于高能所的其他科研单元,我们的研发工作围绕市场需求展开,用高能所的先进技术成果服务地方经济建设。”中心副主任魏存峰说。

成立以来,中心不仅提高了我国高端射线成像技术的自主创新能力,还为产业技术进步提供完整的技术支撑和专业的人才队伍。

针对国家战略和企业需求,中心先后研制成功“小型正电子发射断层扫描仪(Micro-PET)”“核素与荧光双模小动物成像系统”“小型SPECT/CT扫描仪”“小型PET/CT扫描仪”“乳腺癌早期诊断扫描仪(PEM)”“乳腺专用SPECT扫描仪”“高性能工业CT系列产品”等一系列具有自主知识产权的高性能射线成像装备。

中心的研发团队组成也比较年轻,这里聚集了一批“70/80后”的年轻人。比如,乳腺专用SPECT扫描仪项目的主要负责人李琳就是一位“80后”,她在团队开发了两台乳腺专用SPECT扫描仪设备,并且于2013年在两家医院顺利完成临床试验,即将为大众健康服务。

2011年,由中心团队参与研发的高精度CT设备,实现了对古生物化石、现生物样本的高精度扫描、图像重建和处理,在两年多的应用中已经取得了丰硕的研究成果。

当年,该设备的研发就是应中科院古脊椎所要求,以供古脊椎所等国内外研究机构进行古生物研究。

绽放合作之花

中心的成立还为地方培育了可持续性自主研发的战略新兴产业,并持续不断地使自主创新的产品进入国内外市场,对加速高端射线成像设备国产化具有重要意义。

2013年,中心团队参与研发的国内首台L波段10MeV/40kW工业辐照电子加速器问世,这也是高能所与企业紧密合作取得的重要科研成果。

合作始于2008年,双方在三级电子枪、L波段束流加速结构、恒流充电式脉冲调制器、大功率水冷系统和功率扫描系统等关键技术取得了一系列的突破。

一直以来,中心主要定位于新技术和新产品的开发,比如关键部件研制、核心算法、软件开发和系统集成,最后进行转移转化。

魏存峰介绍道,比如中心研发的板状物高精度三维扫描系统,可以对大尺寸薄板物体进行微米尺度的三维成像。这是一项先进技术,国外也是刚起步。

目前市场上的高精度探测器多数被国外垄断,而由中心研发的X射线探测器在性能、价格方面都可以满足用户需求,有望打破国外的垄断局面。

“我国POPs(持久性有机污染物)污染十分严重,面临比发达国家更加复杂的问题,科学认知上的不足是我国POPs污染控制的巨大挑战。我们实验室始终坚持的目标是POPs研究的科学创新并服务于国家需求。”在接受《中国科学报》记者采访时,环境化学与生态毒理学国家重点实验室副主任、全球POPs监测亚洲委员会主席郑明辉这样表示。

创新方法与仪器

POPs检测是世界性的难题,也是该研究领域一个最基础的问题。因为POPs有着多种同类物、异构体,比如:二恶英有210种,毒杀芬有6万多种化合物。国外相关研究已有30多年的历史,中国人能不能在分析方法上进行创新?

答案是肯定的。郑明辉介绍,实验室针对痕量污染物提取难题,开发了浊点萃取新方法,这是一种高效、操作简单的提取方法,可实现环境样品的有效分离和纯化。

美国Anal Chem 2011年的年度综述论文中,认为“基于浊点萃取的纳米原位分析技术”是该领域的“杰出应用”。

此外,他们开发同位素稀释全二维气质联用检测毒杀芬新技术,已在环保监测部门应用,从6万多种毒杀芬同类物中,检测3种指示性毒杀芬的技术难题。

“我们还综合研究了POPs从前处理到检测的新原理、新技术和新方法,形成了系统性、集成性的标准技术体系,在POPs检测的国际比对研究中名列前茅。”郑明辉说。

在POPs分析仪器的领域,中国科研机构使用的仪器设备主要来自进口。“在这一领域,我们也有一定的突破。”郑明辉说。

近年来,实验室先后成功研发了DNA损伤产物的高通量检测仪器、毛细管电泳—激光诱导荧光偏振检测仪器装置、成组毒理学分析仪、色谱—原子荧光联用仪等多个自主创新的检测仪器,深受国内外好评。

郑明辉说,实验室将创新方法与仪器研制结合,发明DNA加合物检测的CE/LIFP装置,实现了DNA加合物的快速分离和高灵敏度检测,推动了POPs致DNA损伤机制的研究。

“美国Warner教授认为,我们发明的荧光偏振与电泳迁移相结合的方法,可在核昔水平研究蛋白质与DNA的相互作用,具有快速、灵敏等优点,可广泛应用。”

引领新POPs的研究

在新POPs领域,中国的科学家无疑是后来者。

“POPs控制名单大都是西方国家提出来的,我们能不能有所作为?”郑明辉认为,依据中国不同的国情,他们应该在这一方面有所突破。

“这里面的问题在于,西方国家提出的POPs未必是我们需要优先控制的污染物。能否通过原创性工作在我国环境中发现有重要环境意义的新型POPs,从而变被动为主动?”郑明辉这样解释说。

在实验室人员的不断努力下,终于在这方面有了突破。他们通过环境介质及生物体内分布研究,首次在我国环境中发现具有生物累积性的新型溴代阻燃剂TBC。实验室通过TBC在环渤海区的分布研究,证明了其迁移性和生物累积性,并发表了相关论文,受到国外同行的重视。

此外,他们还通过质量平衡关系,在环境介质中发现新型全氟醚类化合物(PFIs)。

“我们的新POPs研究,正在由逐一化合物排查向效应导向的高通量筛选发展,由偶然性发现向系统科学性评价迈进。”郑明辉说。

目前,中国的科研人员发现的新型POPs已经得到广泛关注,国外已开始对我们的工作进行跟踪研究,并成为新的研究热点。“这表明我国POPs的研究已从全面跟踪研究向主动引领方向发展。”

回顾与展望

郑明辉认为,回顾过去,实验室的工作,一直以国家需求为导向,研究成果为国家履约和POPs污染控制服务。同时,也立足国际学科前沿,通过原创性的科研,力图提高我国POPs研究的国际影响力。

展望未来,郑明辉表示,实验室未来的发展战略,将努力保持在环境分析化学方面的总体优势;重视环境化学过程、污染现状与污染机制研究;大力加强生态毒理学和健康效应研究。

实验室力争在5~10年的时间内使研究队伍整体达到国际先进水平,成为在持久性有机污染物研究领域具有一定引领作用的研究单元,在国内环境化学与生态毒理学研究方面产生重要影响,“争取在国家环境安全、环境保护、食品安全等科学决策中发挥重要作用”。

■本报记者 彭科峰