

序 言

为加强国内外学术交流,促进分析测试领域的创新和发展,由《分析测试学报》(简称《学报》)、广东省科学院测试分析研究所(中国广州分析测试中心)、中国分析测试协会、广东省分析测试协会联合主办的“2023分析测试高峰论坛暨《分析测试学报》编委换届会议”于2023年11月26日-28日在广州顺利举行,得到了广大读者观众的积极参与。

随着时代与技术的进一步发展,分析测试行业面临着多种机遇与挑战。因此,本次论坛特别设置了高端对话环节,邀请5位分析测试领域的著名科学家畅谈分析测试的发展与未来。为了让广大《学报》读者共享本次科技盛宴,本刊特将高端对话的内容予以整理刊出。今后《学报》会继续企划更多类似的论坛活动,期待能为读者、观众带来更多元的学术研讨交流方式。

高端对话:分析测试的发展与未来

11月26日上午在广州召开的2023分析测试高峰论坛——大会报告环节,一场关于“分析测试的发展与未来”的高端对话吸引众人瞩目。由中国分析测试协会副理事长、清华大学张新荣教授担任主持人,《学报》主编、中国分析测试协会理事长、中国科学院生态环境研究中心江桂斌院士,《学报》副主编、中国科学院精密测量科学与技术创新研究院刘买利院士,《学报》编委、深圳大学副校长张学记教授,《学报》编委、广州禾信仪器股份有限公司董事长兼总裁、首席科学家周振教授为主讲嘉宾,共同围绕“分析测试与环境、分析测试与学科交叉、分析测试与智能化、分析测试与仪器”等对话主题开启了一场高端对话。



张新荣教授(主持人):

大家好!本次的高端对话环节特别邀请了4位行业专家分享有关分析测试发展与未来的问题。在刚结束的大会报告中,江桂斌院士特别强调了关于新污染物的治理问题。下面,首先有请江院士谈谈新污染物环境毒理效应应该重点关注哪些方面?以及下一步新污染物防治的重点领域和具体措施有哪些?

江桂斌院士(主讲嘉宾):

我们目前面临两项艰巨的任务,第一个是减碳。要控制二氧化碳和甲烷的排放;第二个是新污染物的治理。由于海量化学品的使用,使得环境中存在大量结构和毒性未知的新污染物。治理新污染物

的关键是从检测开始。首先我们需要通过质谱等技术对未知污染物做结构与含量分析,同时现场检测仪器也至关重要,比如Portable的传感设备等传统或现代技术。另外,这对于分析测试行业也是全方位的挑战,比如样品前处理技术,如何在大气、水、土、底泥、生物体等复杂介质中富集和提取超痕量的污染物,并获取其结构等信息。因此新污染物的研究需求将全方位提升我国分析仪器行业水平,同时也为分析仪器产业带来机遇。

另一个问题是新污染物的毒性到底如何?如果一种化学品毒性很低,或有毒性但只是在试剂瓶里,那么我们无需担心。事实上,我们需要对化学品的实际赋存浓度和毒性进行风险评估。比如开发细胞水平的毒性评价技术,如果能够利用传感器进行细胞毒性测试,就可以避免细胞培养过程可能存在的系列问题。这是一项具有挑战性和革命性的工作。此外,新污染物对健康的影响也是一个非常关键的难题,需要结合流行病学研究与AI技术等进行多方面考虑。因此,对于新污染物治理这样涉及全局的重大战略,需要从基础研究到技术、政策等全方位的进步,这也给分析仪器行业带来了新的机遇和挑战。

张新荣教授(主持人):

谢谢江院士。其实新污染物治理和我们在座的很多老师都密切相关,因此大家对新污染物的研究兴趣颇深,刚才您提到的关键点也引发了我们思考。首先,样品前处理是新污染物检测的关键环节。如果能实现很好的富集和分离,甚至实现自动化前处理,都将有助于提高检测的准确性和效率,并减轻测试人员的劳动强度。其次,从测试部门建立更先进的新污染物评价体系也是这一领域的重要任务。因为评价体系也涉及测试,做完毒理之后还需通过测试得到结果。所以江院士能否给我们指点一下,如果测试人员下一步希望往新污染物治理方面发展,应该重点从哪些方面入手?

江桂斌院士(主讲嘉宾):

这个问题我们可以从两个方面进行深入研究,首先是广泛快速地开展不同领域的研究。我们这个领域的研究,不需要去Follow其他人的脚步,我们更多的是需要关注国内决策依据和我们国家的实际需求。其次,污染物的毒理学研究也很重要。近期生态环境部等部门联合发布了14项《重点管控新污染物清单(2023年版)》,其中部分化合物并不属于新污染物,如二硫甲烷、三硫甲烷等,该类试剂的检测方法也相对简单。与此相比,全氟化合物等污染物的检测就复杂得多。我们需要解决干扰问题,并设计特殊的仪器设备以实现准确测定的需求,包括提高在生物体等复杂介质中的检测能力。这都是我们未来发展的机遇。对于每个学者来说,可根据个人情况选择适合的研究方向。

作为国家层面,对新污染物的治理是国家基础研究的核心内容,这是一个长期的事业,非朝夕之功,也不能仅通过几年攻坚战来实现。众所周知,2011~2013年我国的PM_{2.5}污染非常严重,全国300多个地级市的平均值为72。经过10年的努力现已降至28~30,取得了显著的进展。但新污染物不能采取同样方法,它需要清单式的管理。哪些化合物应纳入清单取决于基础研究,如果一种化合物在环境中的含量是逐步降低而不是增加,那么我们可能无需过多关注。那些与我们的生产和使用密切关联的,特别是在生物体内的累积和毒性之间存在关联的化合物需要系统研究。有机污染物分析相比于重金属检测更复杂,重金属检测基本通过ICP-MS、原子荧光、原子吸收、原子发射几大谱即可解决,而有机污染物分析则任重道远,这也意味着我们未来的平台建设需要投入更多的资金,比如购置各种质谱仪器等,还需要更多专业人员来操作各种仪器设备。目前还有很多地方环保机构对于新污染物的了解不多。因此从哪方面开展深入研究是个复杂且长期的问题,但同时也蕴藏着很大的机遇。

张新荣教授(主持人):

新污染物的确是一个充满机遇又富有挑战的全新研究领域,新污染物检测也是一个全新的研究领域,感谢江院士的分享。刚才刘买利院士谈到了In-cell的问题,并指出In-cell将来可在新污染物及生命科学等研究领域起到很大的作用。过去科研人员普遍认为质谱灵敏度高,但核磁不高。尤其做到细胞层面后,灵敏度对核磁是一个重大挑战。现在请刘院士为我们介绍目前核磁的发展情况,特别是备受关注的国内核磁仪器,已发展到什么程度?

刘买利院士（主讲嘉宾）：

核磁共振历来都是分析测试行业重要的测试手段之一。国内核磁共振技术发展可追溯到五六十年代，最早做出了一个 360 兆的核磁共振谱仪，同时也进行了顺磁共振谱仪的研究。

目前核磁共振主要有核磁共振波谱仪和核磁共振成像仪两大分支。核磁共振波谱仪目前相对先进的程度可达 400~600 兆，生产该仪器的公司以中科牛津为代表，已在国内销售 150 多套 400 兆仪器，现又承担了一个 600 兆仪器的研制项目。这些技术均为国内自主研发。核磁共振成像仪在国内较为普遍，生产企业多，产量也较大。市场影响力较大的企业有东软和联影。东软最初做的是永磁类型的成像仪，现在开始制作 1.5T、3.0T 等超导型成像仪；而联影已经成为国内龙头企业，新开发的 5T 人体磁共振成像仪和 9.4T 动物磁共振成像仪已经上市，其市场份额达 20%~30%。精密测量院研制的超灵敏肺部磁共振成像仪获得医疗许可证，与联影合作开发的多核磁共振成像仪，低温磁共振探头进展顺利，预期很快会进入市场。

大家都知道，低灵敏度是核磁共振在生物医学应用研究中的固有缺点和首要挑战，现在也有一些可以大幅提高灵敏度的技术，其中中国科学技术大学杜江峰院士团队开发出了基于 NV Center 的技术，可实现单个分子检测。精密测量院研制的超灵敏肺部磁共振成像仪利用光泵（Optical Pumping）技术将氦气强度提高了数万倍。肺部作为人体内唯一不含水的器官，不含水在常规磁共振成像仪上就没有信号，光泵技术可将氦气转化为超灵敏的肺部信号源进行探测。此外，氦气还可穿过屏障进入血液，因而氦的成像可以观察肺部的两大功能：气体通气跟气体交换功能，从而实现肺功能的研究。该仪器是我们承担的基金委重大仪器研究专项，已结题和产业化，并获得三类临床许可。现已与医院合作用于新冠后肺功能的后续影响研究。低温动态核极化（DNP）技术可以把信号强度提高四个数量级以上，今年得到基金委部门推荐项目的支持，研制高灵敏分子磁共振成像仪。

所以灵敏度低虽是一个问题，但好的方法和技术能解决这些问题，这是一个不断推进的过程。实际上，分析测试也是一个多学科交叉的技术集成。通过集成，获得我们需要的灵敏度和可靠性。

张新荣教授（主持人）：

刘院士刚才讲到了一个很重要的问题，分析测试实际上是一个多学科、多技术运用的领域。学术界普遍认为分析测试的第一次革命是因为物理学的四大平衡中的热力学和动力学平衡，第二次是因为电气化、机械化，才有了仪器分析。最近，学术界普遍认为大数据、人工智能已成为新一轮的科技潮流，有请张校长谈谈，分析测试领域怎么与大数据、人工智能等相结合。

张学记教授（主讲嘉宾）：

谢谢张老师，这问题正好也是我的研究领域。正如刚才刘院士所说的，分析测试是一个交叉学科，而我目前主要研究的智能传感同样是分析测试的一个分支，也属于多学科交叉范畴，这一点也可以从我实验室学生的学科分布领域（涉及物理、化学、生物、电子、计算机、机械等）得以体现。

以前的传感技术是被动传感，从分子识别到信号转化再到信号放大，而现今的传感技术已与大数据、人工智能充分结合。7~8 年前我们实验室首先提出了智能生物传感的新概念，随后我们对其基础理论和研发方案进行了数年研究，最终成功研制出智能传感系统。在新冠期间该系统已投入全国 60 多个城市使用，同时还为我国特殊情况下举办的冬奥会提供了 2 万多套系统，圆满完成了冬奥的检测任务。

因此，智能传感技术实际是传统传感技术与人工智能的结合，已展现了广阔的应用前景。我们现正将智能传感发展为可穿戴式智能传感，并致力于向植入式智能传感发展，数据也从单一走向集成，最终目标是打造 Digital Life，即数字人。一旦成功，数字人将使人类生命从碳基向硅基发展，从而实现真正永生。

学科的交叉融合为分析测试提供了更广阔的发展平台，也为应用提供了更广阔的前景。江院士刚刚提到分析测试的经费从何而来，如果我们能把这些应用落到实处，经费就不成问题，因为分析测试学科仅仅在医疗诊断领域，每年的费用就非常可观。我们国家有 14 亿人口，分析测试产生的 GDP 占据

了相当大的比重。因此,作为分析测试的从业者,我们应为自己的工作感到骄傲,让我们一起把这个充满希望、前景广阔的行业做得更好,实现社会效益与经济效益双丰收,谢谢!

张新荣教授(主持人):

说到经济,要请教我们学者型的企业家周振教授。国产仪器这些年的发展特别快,希望周教授从企业角度谈谈我们国产仪器的发展,因为现在一方面大众认可国产仪器发展的很快,另一方面购买者面临国产和进口仪器的选择时,还是会有所动摇。那么这究竟是仪器的质量问题,还是我们的观念问题,有请周教授从企业角度、用户角度谈谈如何更好地推进国产仪器发展?

周 振教授(主讲嘉宾):

我想从4个角度展开讨论。首先要探讨当前国产分析仪器发展现状。理论上,我国科学仪器产业在分析测试行业还有很大的提升空间。由于历史原因,我们目前还无法制造最高端或质量更好的仪器,以质谱仪器为例,中国的商品质谱仪器发展只有20年历史,而美国已有百年,商品质谱仪器也有80年。中国想用20年的发展经验赶超美国80年的成就几乎不可能,所以国产科学仪器依然很难满足尖端的科学研究,这是我们必须面临的阶段。在这种情况下,如何实现国产替代,如何推动国产仪器的快速发展就成为了一个课题,以禾信为例,前期走了一条差异化竞争的道路,在我国环保事业蓬勃发展的过往十年中,紧跟政策需求,推出颗粒物源解析质谱、VOCs走航质谱等特色产品,让公司得以快速发展。

第二点是根据当前国情,我们需要综合考虑不同层次的需求而多方位发展。作为国家、企业、团队以及个人,这4种身份和层次的差异,需要考虑的角度也不一样。从国家的角度,在目前紧张的国际关系下,科学仪器被禁运的风险很大,所以我们必须具备自主制造仪器的能力才能应对极端情况。从企业的角度,最终目的是生存、盈利和发展。科学仪器行业实际上是在啃硬骨头,其体量不大,利润不高,而所需投入大,所以纯粹的科学仪器企业要实现盈利是很难的,需要国家支持。从团队和个人的角度看,技术人员希望自己的技术能够转化为产品,实现科技成果的商业化。作为分析测试人员,则希望仪器能够获得有效的检测结果,这两个层面之间存在一定差距。再回到国家层面,如果中美关系和谐美好,企业则专注于研发专精特新的仪器即可,但目前情况,禾信作为质谱仪器领军企业不仅要研发高精尖仪器,也要涉足主流测试仪器,还要不断积累技术和人才,我们要格外努力。

第三个谈谈发展路径。企业想走专精特新的仪器研发路径,本质上是因为国产仪器在正规的“阵地战”上无法与国外竞争。我们目前还属于新生代,只能先打游击战,通过研发特殊应用以谋生存,然后再积累技术。所以我们希望大家在测试过程中,有新发明、新方法,或有高端实用的需求,请与我们的终端仪器相结合,共同创造我们自己的仪器,共同解决国家所面临的问题。这是我认为目前中国分析仪器企业最需要大家支持的地方。

第四个是要有发展信心。国家会越来越重视科研仪器的发展,以前我们科学仪器的两个五年计划只投资200亿左右的经费,而国外大企业一年就是100亿,而且是建立在积累了几十年经验的基础上,而我们只有两个五年计划。但十五五期间国家一定会加大投入力度。在政府的大力支持下,禾信作为国产科学仪器中的一员,近些年扩展了包括高分辨液质、气质、无机质谱等多条完全自主知识产权的通用质谱产品线,形成了在环境新污染物检测、食品农产品检测、毒品毒物检测、饮用水检测等多个细分方向的应用方案。基于政府及客户对国产科学仪器的支持,我们对未来充满信心,也请大家给国产科学仪器企业多一点时间、容忍、理解和支持,我们共同努力,携手共创分析测试行业的辉煌,谢谢大家。

张新荣教授(主持人):

谢谢周振教授。中国科学仪器行业是个特殊行业,这个行业不能仅靠企业发展。中国科学仪器若想发展,科学家要具备创新力,企业要具备精密制造的能力,同时用户也要尽可能的使用国产科学仪器,并在使用过程中给予一些更好的建议,让我们国产仪器能够更好、更快地进步。这种需要创新研发、精密生产、用户反馈等多层面多角度的合作特征,也是仪器行业最特殊的一个地方,所以在这行业发展进程中大家的互动非常重要。

(整理:陈艺、龙秀芬)