

浅谈我国生命科学仪器研发和产业化

范红¹ 王磊² 韩世鹏^{2,3} Olatunji Mumini OMISORE² 苏月¹

(1. 中国生物技术发展中心, 北京 100039; 2. 中国科学院深圳先进技术研究院, 广东深圳 518055;
3. 中国科学院微电子研究所, 北京 100029)

摘要: 生命科学仪器是生命科学和生物技术创新研发的重要工具, 是新时代科技跨越式发展进步的重要推动力, 为避免生命科学仪器关键零部件和核心技术受制于人, 急需切实推进我国生命科学仪器的自主创新研发及产业化进程。文章分析了我国生命科学仪器研发现状, 重点研究了我国生命科学仪器研发和产业化的最新进展和存在的差距, 并针对促进国产生命科学仪器研发和产业化健康发展提出了建议。

关键词: 生命科学仪器; 生命科学; 生物技术; 核心技术; 自主创新

中图分类号: TH79

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2019.04.003

Research Development and Industrialization of Chinese Life Science Instruments

FAN Hong¹, WANG Lei², HAN Shipeng^{2,3}, Olatunji Mumini OMISORE², SU Yue¹

(1. China National Center for Biotechnology Development, Beijing 100039; 2. Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055; 3. Institute of Microelectronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract: Life science instrument is an important tool towards the development of life science and biotechnology. It plays an important role in promoting the leap-forward development and progress of science and technology in this new era. To avoid limitation in the availability of life science instruments needed in China, it is urgent to promote independent innovation, development and industrialization of life science instruments towards a stable economy of the nation. In this paper, status of research and development of life science instruments in China is briefly discussed; while the latest progress and existing gaps in research, development, and industrialization of life sciences instruments in China are mainly introduced. Important suggestions are put forward towards promoting the healthy development of domestic life science instruments and biotechnology in the nation.

Keywords: life science instruments, life sciences, biotechnology, core technology, independent innovation

生命科学仪器是指生物技术与生命科学领域 子/细胞生物学仪器、微生物检测仪器、植物/动
研发过程中需要使用的仪器设备的总称, 包括分 物生理生态仪器以及其他生命科学仪器设备。纵

作者简介: 范红 (1966—), 女, 中国生物技术发展中心工程师, 研究方向: 生物医药、科技管理; 王磊 (1973—), 男, 中科院深圳先进技术研究院研究员, 主要研究方向: 身体传感器网络; 韩世鹏 (1990—), 男, 中国科学院大学博士生, 研究方向: 微纳系统、MEMS传感器; Olatunji Mumini OMISORE (1985—), 男, 中科院深圳先进技术研究院博士后, 研究方向: 人工智能、数据挖掘; 苏月 (1977—), 女, 中国生物技术发展中心研究员, 研究方向: 生物医药、科技管理 (通讯作者)。

资助项目:《国家生物技术发展战略纲要》编制研究。

收稿时间: 2019年2月27日。

观全球，开展生命科学研究需要的高端生命科学仪器几乎全部被发达国家垄断，虽然我国生命科学研究无论规模上还是质量上都在世界上处于较前列的地位，但是科研人员使用的科研仪器大多却是“舶来品”，研制和开发国产生命科学仪器刻不容缓。本文拟对我国生命科研仪器的研发与产业化进行初步探讨。

1 国外生命科学仪器研发现状

目前，美国、欧洲及日本在科学仪器产业规模及科技创新方面处于世界领先地位。根据《化学与工程新闻》杂志公布的2018年度全球仪器公司TOP 20排位名单，可以清晰地看到，8家是美国公司，7家来自欧洲，5家是日本公司，具体包括赛默飞世尔科技、岛津、罗氏诊断、安捷伦科技、丹纳赫、蔡司、布鲁克、梅特勒-托利多、沃特世、珀金埃尔默、Bio-Rad Laboratories、Eppendorf、Spectris、日本电子、日立高新、尼康、Illumina、赛多利斯、奥林巴斯、Tecan等制造商。Research and Markets最新的研究报告显示，2017年全球生命科学仪器市场规模为544.9亿美元，2022年有望达到752.4亿美元，预测复合年增长率为6.7%，其中光谱仪、色谱仪、基因导入仪、蛋白质纯化系统、细胞融合仪、电泳仪、医用原子吸收光谱仪、病毒免疫荧光分析仪、层析仪、生化分析仪等生命科学仪器需求量很大。总体而言，发达国家的生命科学仪器开发具备较强的科技创新竞争力，主要表现为：一是国外科学仪器行业重视源头创新和高端设计，企业研发人员中高学历从业人员和技术支持人员占比相对较高，企业年销售额用于创新研发的费用相对充足；二是发达国家科学仪器知名企业大多与高校、研究院所、国家实验室等科研机构保持着密切合作，原始创新和成果转化能力十分强劲，知识产权产出突出，发明专利申请量和授权量远远高于国内企业；三是发达国家的金融服务机构和融资渠道较为完善，各类政策保障及创新环境良好，科学仪器企业获益匪浅。

2 我国生命科研仪器研发现状

相比于发达国家，国内生命科学仪器产业起步较晚，技术理论创新不足，配套体系尚不完善，难以与进口仪器展开市场竞争。近年来，随着国家对科技自主创新的需求不断增加，我国开始高度重视生命科学仪器的创新发展，逐步开展科学仪器设备及检测技术的自主研究开发，已具备一定的發展基础：一是各地先后出台鼓励性政策措施，引导生命科学仪器的创新发展。“十三五”生物技术创新专项规划对生命科学仪器创新研究和制造进行了顶层设计，为全面提升我国生命科学研究水平提供支撑^[1]；上海市“科技创新行动计划”对接国家重大科学仪器设备开发，专项支持科学高性能色谱、光谱、质谱等重大科学仪器的研究。二是我国生命科学仪器研发已获得初步资助，国家科技计划相继启动支持了一些科学仪器的重大项目，如科技部重大科学仪器设备开发专项，以及近5年立项的国家自然科学基金项目中都涉及部分生命科学仪器研制的内容。虽然各级政府对我国生命科学仪器的研发资助有限，暂时不能完全满足生命科学仪器领域的研发需求，但是这些支持为该领域的前瞻性研究奠定了一定的基础。三是部分生命科学仪器领域的发展成长较快，专业人才与技术力量形成一定的储备。随着个体化医疗的蓬勃兴起，我国相继批准了国产质谱产品、基因测序仪及检测试剂盒，并先后应用到医疗系统。四是当前人工智能、大数据和生命科学融合，基因组、干细胞等许多领域的突破，生命健康产业的发展迎来前所未有的机遇。我国自行研发先进生命科学仪器有望推动我国生物技术产业与科技创新实现跨越式发展，未来有望革命性的改变我国生命科学研发的进程。

3 我国生命科学仪器研发和产业化中的差距和问题

我国生命科学仪器研发和产业化程度与国外相比存在较大差距^[2]。目前，我国生命科学仪器市场尤其是先进精密仪器市场几乎被发达国家所

垄断。究其原因,一是我国在世界生命科学仪器高端产品的开发上仍存在市场空缺。据统计,中国进口的光学显微镜单台平均价格远高于出口显微镜,这充分表明国内高端显微镜市场依赖于进口产品。又如至今国内没有一家企业能生产观察埃级精度蛋白质的透射式电镜,而在几十家显微镜生产企业中大部分以生产教学类显微镜为主,能生产共聚焦扫描、超分辨显微镜等高端显微镜的企业屈指可数。二是我国主要科研用户使用的高档、大型仪器设备基本依赖于进口。根据科技部重点科技条件资源历年数据显示,我国每年科研固定资产投资中,有60%的经费用于科学仪器设备进口,而这些产品主要来自美国、德国和日本等国家^[4]。我国每年购买国外科学仪器设备整机的投入在400亿元以上^[3]。2017年,科技部对部分生物医学类国家重点实验室购买的大型科研仪器设备进行了统计,其总价值超过46亿元,但国产科学仪器不足1%。另据不完全统计,目前我国三甲院所使用的高端光学显微镜几乎都是来自德国蔡司、莱卡以及日本尼康、奥林巴斯公司的产品。三是高端生命科学仪器核心零部件供应主要分布在国外。例如,只有少数几家欧美和日本公司具备生物制药分离纯化或实验室分析检测的色谱“芯”规模化生产能力,在仅占20%的国产色谱仪器中,核心部件色谱柱大量依赖于进口,更重要的是用于分析检测和生物分离纯化的色谱“芯”材料几乎都是国外产品。

我国生命科学仪器研发及产业化面临巨大挑战。我国生命科学仪器的研发仍处于起步阶段,主要表现在:一是生命科学仪器研发技术以跟跑为主,领跑、原创稀少。如我国每年仅基因测序仪一项的进口额就超过8亿元,而对第三代基因测序的核心技术的依赖度较大。二是有自主创新能力的领军企业匮乏,产业基础较为薄弱。国内生命科学仪器主要以代理和销售国外产品为主,自主开发刚刚起步,深度精密制造、核心部件设计及工艺严重制约产业升级,产品可靠性、易用性不强,用户对高端国产仪器的认可度较低。三是生命科学仪器“空心化”问题严重。由于关键

材料、部件及产品技术壁垒高,工艺复杂,仪器研发所需的大量关键核心部件无法国产化,如激光器、质谱四极杆、小型分子泵等。四是我国目前尚无生命科学仪器的系统规划和定义,与生命科学仪器相关的政策法规尚不健全,行业标准体系还有待进一步完善。

4 加快我国生命科学仪器研发及产业化的几点建议

新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图,重塑全球经济结构。当前我国经济发展已进入速度变化、结构优化和动力转换的新常态^[5]。推进供给侧结构性改革,促进经济提质增效、转型升级,迫切需要依靠科技创新培育发展新动力。同时与进入创新型国家行列和建设世界科技强国的要求相比,我国科技创新正处于可以大有作为的重要战略机遇期,当然也面临进一步拉大差距的风险^[6]。显然长期使用各种进口科研仪器不仅消耗大量的外汇,而且会使得我国科研工作长期受制于他国,因此发展国产生命科学仪器势在必行。

(1) 开展前瞻性研发部署,明确重点研发方向。围绕我国科技创新、社会和经济对生命科学仪器设备的迫切需求和重大战略目标,紧扣组分—结构—功能—操控一体化技术发展方向,在生命科学仪器领域突破一批关键共性技术,重点布局生物组成与成分分析仪器、生物构象与结构测量仪器、生物活动与功能检测仪器、生物反应与过程操控仪器及其核心部件,支撑脑科学、合成生物学等新兴学科发展,促进生物制药、生物制造等战略性新兴产业的发展,提升我国在生命科学仪器领域的创新发展能力和核心竞争力。

(2) 坚持需求导向和问题导向,创新项目布局模式。一方面,面向我国生命科学重点实验室的科研需求,对量大面广的仪器进行梳理与分析,重点部署开发出一批重大通用生命科学仪器产品,通过攻克仪器核心技术,形成具有自主知识产权的高性能、高可靠、高智能的通用仪器并

推广使用。另一方面，面向我国重点行业与产业发展的特殊需求，重点部署开发一批专业重大生命科学仪器产品，通过学科交叉和重点攻关，大幅提高我国在生命科学战略领域专业仪器的自主创新水平和自我装备水平，实现对生物制药、生物制造、食药质量安全、国家安全等国家重大战略的支撑，推动产业转型升级和社会和谐发展^[7]。

(3) 加快生命科学仪器配套试剂的研发及产业化步伐。生命科学试剂是生命科学仪器研发与应用必不可少的组成部分。除了少部分重大科研仪器的伴随试剂在仪器类项目中有部署外，我国还没有系统地全面布局生命科学试剂，建议将配套试剂与生命科学仪器研发任务协同部署。加强试剂分级体系、技术标准与质量管理认证体系、溯源管理体系的建设，有效地推进国产生命科学试剂产业的发展。

(4) 加强自主创新，注重科学仪器可靠性提升。国产生命科学仪器具有价格低、售后用户服务方便、零配件供应快速等优点，但国产生命科学仪器大多产品细节比较粗糙、系统不够稳定、使用寿命较短，其主要原因是生产制造问题。我国一些仪器生产厂家重设计轻工艺，有实力的科技工作者都不愿到生产最前端的工艺岗位。研究所和高校的科研工作者也很少开展仪器制造或具体工艺的研究工作。如何才能提高国产生命科学仪器水平和档次，解决中低档产品重复、恶性竞争以及仪器可靠性差、寿命短等问题^[8]；如何才能使我国生命科学仪器研究、设计、制造水平提高到可与进口仪器相互竞争的高度；如何既可以满足国内生命科学仪器市场大部分需求，又可以走出去抢占国际市场。建议加强企业自主创新，从设计、制造、质检，环环紧扣，全方位提升，尤其需要重视生命科学仪器生产工艺、产品质检以及仪器可靠性认证。

(5) 优化我国生命科学仪器健康发展的政策生态环境。为国产生命科学仪器产业化健康发展提供一个优良的政策生态环境，可将国产生命科学仪器纳入我国政府采购自主创新产品清单、建立支持生命科学仪器首台套政府采购及国产科学

仪器设备优惠采购政策，完善我国进口生命科学仪器的免税政策、制定国产科学仪器研发/生产企业税收优惠政策，建立国产生命科学仪器研发与产业化的多元化金融政策^[9]。

(6) 扩大国际与地区合作，加强研发成果转移转化。我国需要与发达国家高校、企业等研究机构积极开展人才培养、人才引进、技术交流合作。积极参与并适时发起和组织国际大科学计划和大科学工程，促进国际技术转移，以及向“一带一路”国家的技术转移转化，深化与沿线国家的交流合作。推进国际互认实验室的建设，推进与生物领域大型跨国公司建立战略伙伴关系，积极引导和支持有条件的科研机构和企业到国外建立研究开发机构，加强对引进技术的消化、吸收和再创新^[10]，全方位提升我国生命科学仪器研发水平。

5 结语

新时代，切实推进我国生命科学仪器的创新发展，不仅能够降低我们对发达国家的依赖程度而且可以走出国门，抢占国际市场。生命科学仪器作为生命科学和生物技术战略技术创新发展的重要工具，为避免关键技术受制于人，需要加强相关基础科学研究创新研发、建立“政、产、学、研、用”长期合作机制，大力鼓励和支持生命科学仪器和核心关键部件自主创新研发及示范应用。具体思考和建议：其一，开展前瞻性研发部署，明确重点研发方向；其二，坚持需求导向和问题导向，创新项目布局模式；其三，加快生命科学仪器配套试剂的研发及产业化步伐；其四，加强自主创新，注重可靠性提升；其五，优化我国生命科学仪器健康发展的政策生态环境；其六，扩大国际与地区合作，加强研发成果转移转化。为应对国家生命科学仪器的未来重大战略需求，各方发挥自身的特点和优势，充分利用现有的基础，寻求新的突破，协同攻关，早日实现我国生命科学仪器的创新研发和产业化的自主可控。

(下转第 23 页)

- [13] JAMES G. 2018 Global go to think tank index report[EB/R]. [2019-05-10]. https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=think_tanks.
- [14] 国家科学技术委员会. 中国科学技术蓝皮书第6号：国家科学技术情报发展政策[M]. 北京, 科学技术文献出版社, 1991.
- [15] GREGORY F, TREVERTON C, GABBARD B. Assessing the tradecraft of intelligence analysis[R]. Santa Monica: RAND.
- [16] KRIZAN L. Analysis[EB/OL]. [2019-05-10]. <https://www.directionsmag.com/article/2788>.
- [17] FLANAGAN K, UYARRA E. Four dangers in innovation policy studies—and how to avoid them[J]. Industry and innovation, 2016, 23(2):177-188.
- [18] BALFOUR R. What are think tanks for? Policy research in the age of anti-expertise[EB/OL]. [2019-05-10]. <http://www.lse.ac.uk/ideas/Assets/Documents/updates/LSE-IDEAS-What-are-think-tanks-for.pdf>.
- [19] DE MARCHI G, LUCERTINI G, TSOUKIÀS A. From evidence-based policy making to policy analytics[J]. Annals of Operations Research, 2016, 236(1):15-38.
- [20] CABINET OFFICE. Professional policy making for the twenty first century[EB/OL]. [2019-05-10]. <https://dera.ioe.ac.uk/6320/1/profpolicymaking.pdf>.
- [21] 森川正之. “循证决策”的证据[EB/OL]. [2019-05-10]. https://www.rieti.go.jp/cn/columns/a01_0447.html.
- [22] DE MARCHI G, LUCERTINI G, TSOUKIÀS A. From evidence-based policy making to policy analytics[J]. Annals of Operations Research, 2016, 236(1):15-38.
- [23] 梁战平. 情报学若干问题辨析[J]. 情报理论与实践, 2003, 26(3):193-198.
- [24] AGARWAL R, DHAR V. Big data, data science, and analytics: The opportunity and challenge for research[J]. Information System Research, 2014, 25(3):443-448.
- [25] 郑毅. 证析：大数据与基于证据的决策[M]. 北京：华夏出版社, 2012.
- [26] WIKI. Business_analytics[EB/OL]. [2019-05-10]. https://en.wikipedia.org/wiki/Business_analytics.
- [27] DE MARCHI G, LUCERTINI G, TSOUKIÀS A. From evidence-based policy making to policy analytics[J]. Annals of Operations Research, 2016, 236(1):15-38.
- [28] FINGAR T. A guide to all-source analysis[J]. Journal of U.S. intelligence studies, 2012, 19(1):63-66.
- [29] FARLEY A J, FEASTER D, SCHAPMIRE T J, et al. The challenges of implementing evidence based practice: Ethical consideration in practice, education, policy and research[J]. Social work and society international online journal, 2009, 7(2):246-259.
- [30] 赵志耘, 张兆锋, 姚长青, 等. 面向科技创新的决策剧场研究[J]. 中国软科学, 2018, 334(10):141-146.
- [31] 赵志耘, 张均胜, 姚长青, 等. 面向管理与决策的中国科技创新图谱研究[J]. 情报学报, 2018, 37(8):774-781.

(上接第15页)

参考文献

- [1] 科技部. “十三五”生物技术创新专项规划[Z]. 2017.
- [2] 中国生物技术发展中心. 2018中国生命科学与生物技术发展报告[R]. 2018.
- [3] 伊彤, 常静. 中、美、德、日科学仪器产业技术创新比较研究[J]. 中国科技论坛, 2017(7): 161-168, 183.
- [4] 智研咨询. 2016-2022年中国科学仪器产业深度调研及市场前景预测报告[R]. 2016.
- [5] 习近平. 习近平总书记在2018年两院院士大会上的讲话[EB/OL]. [2018-05-28] http://www.xinhuanet.com/2018-05/28/c_1122901308.htm.
- [6] 国务院. “十三五”国家科技创新规划[Z]. 2016.
- [7] 赵捷, 张杰军, 郑健. 政府支持科学仪器设备产业自主创新的若干思考[J]. 中国科技论坛, 2009(10): 47-51, 71.
- [8] 朱嘉伟, 李骞, 高军. 我国仪器行业的可靠性工作现状分析[J]. 电子产品可靠性与环境试验, 2015(1): 61-65.
- [9] 张莉. “中国制造2025”时期科学仪器产业发展思考[J]. 科技纵横, 2015(7): 52-53.
- [10] 范世福. 我国今后科学仪器事业持续发展的战略思考[C]. 科学仪器服务民生学术大会, 2011.