新时期科学仪器“国产替代”的研究与探索

袁勇¹ 张燕勤¹ 付国春¹ 李俊峰¹ 骆锋生¹

(1. 浙江中医药大学 资产与实验室管理处, 杭州 310053)

摘要: 科学仪器作为科学研究不可或缺工具, 代表了科学技术的高度和深度。科学仪器市场长期被西方发达国家垄断, 我国七层以上高端仪器依赖进口, 关键技术和零部件被国外“卡脖子”。为振兴民族产业, 国家提出了以科技为核心的全面创新, 出台多项政策扶持国产高端仪器的自主研发, 攻克核心技术和关键零部件壁垒。文章从国产仪器的发展现状、突出短板和创新举措三方面对实现科学仪器“国产替代”进行研究。

关键词: 科学仪器; 国产替代; 创新; 卡脖子

中图分类号: G311

文献标识码:

Research and exploration on "domestic substitution" of scientific instruments in the new era

YUAN Yong¹, ZHANG Yanqin¹, FU Guochun¹, LI Junfeng¹, LUO Fengsheng¹

(1. Department of Asset and Laboratory Management, Zhejiang Chinese Medicine University, Hangzhou 310053, China)

Abstract: As an indispensable tool for scientific research, scientific instruments represent the height and depth of science and technology. The scientific instrument market has long been monopolized by Western developed countries, and more than seven high-end instruments in China rely on imports, and key technologies and parts are "stuck" by foreign countries. In order to revitalize the national industry, the state has put forward comprehensive innovation with science and technology as the core, introduced a number of policies to support the independent research and development of domestic high-end instruments, and overcome barriers to core technologies and key components. This paper studies the development status of domestic instruments, outstanding shortcomings and innovative measures to realize the "domestic substitution" of scientific instruments.

Keywords: Scientific instruments; Domestic substitution; Innovate; Catch sb. by the neck

科技发展历程表明, 科学研究的重大突破离不开科学仪器支撑, 科学仪器赋能科技进步。新时期科学仪器不仅成为了国家科技自立自强基石^[1], 更是科学家探索与创新的“眼睛”和改造世界工具, 我国在人工智能、航空航天、北斗导航等领域取得的世人瞩目成就是最好的佐证。不可否认, 纵观全球科研领域, 西方发达国家不仅占领着技术高地, 而且在科学仪器中占据了大半江山, 全球 20 强仪器生产商均被欧美等发达国家垄断。反观国内, 我国科学仪器行业起步晚, 在知识产权、产品工艺、转让推广等方面与国外相比差距较大^[2]。学科带头人大都有海外留学经历, 而国产仪器与国外相比在质量和品质上确有一定差距, 采购仪器时自然更多选择海外品牌。中国仪器仪表行业协会秘书长李跃光认为, “对标国际先进, 国内仪器仪表行业的差距依然明显”。为实现科学仪器高质量发展和国产替代目标, 习近平总书记明确指出“要打好科技仪器设备、操作系统和基础软件国产化攻坚战”。新时期科学仪器实现“国产替代”已上升为国家创新驱动发展战略高度, 引起了国内企业、专家学者和

全社会广泛关注。面对激烈的国际竞争市场，本文对我国科学仪器自主创新如何走出一条适合国情道路进行研究。

1 国产仪器发展现状

毋庸置疑，科学仪器作为科学研究不可或缺工具，代表了科学技术的高度和深度，是科技创新效率的重要体现。近年来，拥有先进仪器的国家掌握着科学研究的主动权，“国产化”成为了我国科技行业发展的主旋律。高端科学仪器作为科技创新的基础和重要成果，其国产化程度受到全社会广泛关注。新时期国家推动以科技为核心的全面创新，因此为加快推进我国科学仪器自主研发水平，国家出台了“科学仪器基础研究专项”、“国家重大科研仪器设备研制专项”、“国家重大科学仪器设备开发专项”等多项利好政策，旨在发挥科技创新的主导作用^[3]。当然我们应清醒认识到，“国产仪器用了一段时间之后很容易出问题，宁愿多花一点钱买使用时间更长的进口仪器”声音不时会传到耳边，意味着国产仪器正遭遇国内用户的信任危机。

1.1 高端科学仪器过度依赖进口

客观分析，国产中低档仪器的研发技术已完全可以与进口产品媲美，部分性能指标甚至超越国外同类产品。我国高端仪器在基础技术、制造工艺和智能化程度方面落后于国外，影响了仪器的可靠性、稳定性和测量精度。据统计，科学仪器已成为我国第三大进口产品，超七成高端科学仪器依赖进口，如核磁共振波谱仪、液质联用仪、X射线衍射仪等仪器国内销售量占比仅为1%左右^[4]。由此看来提高我国高端仪器质量刻不容缓。世上无捷径可走，无弯道可超，更不能一蹴而就，只有脚踏实地、兢兢业业、补强短板，才能从源头上改变依赖进口局面。路虽远，冰将破，只要各方厚积薄发、通力协作，走进那条最窄的门，我国高端科学仪器定能全面实现国产化。

1.2 科学仪器国产化替代空间巨大

近年来国内科研、工业、医疗等领域对高性能、高精度、高可靠性科学仪器需求持续增加，市场潜力巨大。相比于国外，我国自主研发历史短，基础薄弱，大量高端仪器依赖进口。为了振兴我国科学仪器原始创新，国家推出了实施创新驱动发展战略^[5]，鼓励高校和科研机构与企业联合攻关，在技术研发、市场拓展、产业布局等方面也给予财政补贴、税收减免、研发投入等更多的政策扶持，为早日实现用我国自主研发平台和科学仪器解决重大基础研究问题创造条件。随着我国科学仪器研发技术不断提高，相信未来我国科学仪器国产替代空间必定巨大，实现从学习到创新、从替代到超越的蜕变。

1.3 技术创新是实现国产替代核心

纵观科学仪器发展历程，我国在高端仪器研制过程中存在诸多壁垒，包括技术、人才、资金、营销、服务体系、客户资源医技品牌效应等壁垒。虽然我国已在一些某些领域中取得了突破和进步，如电子显微镜、高效液相色谱仪、量子精密测量仪器等，但在核磁共振波谱仪、质谱仪、X射线衍射仪等高端领域，国产化率不到10%。要全面实现高端仪器国产替代，技

术创新是核心。近年来,面对瞬息万变的国际科技市场,国家持续加大研发投入和人才培养,积极推动国内仪器行业、高校及科研院所强强联合,力图在“卡脖子”最严重领域撕开一个缺口,从而提振国人信心,最终从源头和底层解决“卡脖子”问题。

2 国产仪器突出短板

尽管科学仪器权重仅占工业总产值 4%,但对国民经济影响超过了 60%^[6]。毫无疑问,科学仪器已成为各国创造世界一流科研成果、培养和吸引优秀人才的一项战略措施^[7]。科学仪器价值链呈倒金字塔,市场份额主要集中于高端。欧、美、日等发达国家长期重视仪器装备与创新,对高端仪器的研发、关键零部件生产积累了丰厚经验,拥有众多专利技术^[8],搭建起集产品研发、性能测试、宣传推广、市场营销等各环节于一体融合发展平台,在国际仪器市场占主导地位。近几年来我国仪器自主研发在国家政策助推下已取得重大突破,但以中低端产品居多,高端仪器仍徘徊于创新“门缘”,而高端仪器市场所占份额从另一层面体现了综合国力。

2.1 国内企业成为放大“仪器作坊”

质量是仪器生命线,更是企业命脉,生产企业的质量控制意识关系到企业的生存与发展。由于国内企业的战略眼光、发展格局、质控意识、质控能力等不及发达国家,研发人员的理论水平通常低于使用仪器做研究的科学家,久而久之削弱了自身创新动力和能力。另外利益驱使国内一些企业热衷于生产、改进和销售市场上份额大、口碑好、受欢迎的老型号仪器或局限于盲目跟踪模仿国外仪器,宁愿低水平重复操作,也不愿潜心开展高端仪器的创新研究。因此,某种程度上国内企业成为了放大的“仪器作坊”。

2.2 关键技术阻碍企业自主创新

王大珩院士说过,“仪器仪表产业是国民经济和科学技术发展‘卡脖子’的产业”^[9],其中关键技术和核心零部件落后是我国高端仪器质量总体滞后于发达国家的重要因素。近几年我国工业化水平整体发展速度很快,但仪器行业涉及的密封、焊接等加工工艺依然水平较低,光学技术以及检测器、电子元器件等零部件质量的可靠性和稳定性难以达到应用标准^[10],与国际一流水平差距较大。归纳起来,关键技术抑制了我国企业自主创新潜能。“关键核心技术攻关可以搞揭榜挂帅,英雄不论出处,谁有本事谁就揭榜。”习近平总书记为我国突破国外技术封锁、夯实科技自立自强根基指明了方向。

2.3 凭借经验忽视专业知识学习

科学仪器研发涉及材料学、光学、机械学、电子学、计算机、化学等多个紧密结合学科^[11],需拥有足够专业技术和学科知识储备。高端仪器自主创新周期长,技术壁垒高。一些研发人员理论基础薄弱,知识面不够宽,不了解仪器技术指标与可靠性关系和用户对仪器的要求,难以对仪器相关原理做到融会贯通。往往凭借经验进行设计、研发和生产,最终用户不满意。究其原因,主要在于研发人员平时不注重仪器学等专业理论知识学习,造成对仪器

原理知其然不知其所以然。仅凭经验研制的仪器当然无法有质的飞跃，欲从‘不望国外企业项背’到跟跑、并跑甚至领跑无从谈起。

2.4 人才缺失陷入低水平研发窘境

人才是创新之本，缺少高素质、复合型人才的国内企业，难以突破当前国产高端仪器现状。做仪器研发，能人必不可少。首先要有基础扎实、立足于科学前沿、对所涉足仪器研制领域知识非常清楚的一批高素质、有实践经验的人才。这样的人才了解最新前沿技术，善于整合资源，对自主创新的高端仪器提出切实可行的解决方案，形成更多的原创性技术成果和发明专利等自主知识产权。其次高端仪器研制涉及很多学科知识，因此需要一支团结协作的研发团队，建立科学仪器开发“人才库”，避免闭门造车和单兵作战。我国目前急需培养和锻炼一批综合性强、研发水平高、懂仪器学的高端仪器研发人才，因此，我国高端仪器研制因人才缺失而陷入了低水平研发的窘境。

2.5 工艺缺陷失去成果转化优势

工艺技术是高端仪器制造的重要技术保障，先进合理的工艺技术是研发的前提和条件。在影响仪器质量诸多因素中，加工工艺约占 40%。众所周知，再好的仪器只有投放到市场才能体现其价值，也就是实现成果产业化。因工艺问题，往往导致自主创新仪器成果大打折扣。转化时，仪器水平失去了原有的先进性和市场竞争力。目前我国科技成果转化率约 25%，但真正实现产业化的不足 5%，而发达国家有 80% 成果转化^[12]，差距一目了然，这充分说明制造工艺对仪器质量、市场销售起着至关重要的作用，工艺缺陷将失去成果转化优势和市场份额。当然，精湛工艺离不开能工巧匠，只有经过严格培训的技术人员才能付诸实施。

3 国产科学仪器创新举措

高端仪器的原始创新是国家自主创新能力重要标志，一味依赖进口一定程度上制约了国产仪器发展。进口仪器存在货期长、价格高、服务不便等弱势，给国产仪器发展带来了机遇和挑战。突破技术壁垒，实现“0 到 1”质的飞跃，是当前我国研发人员需要克服的最大困难。

3.1 政策东风助推“国产替代”进程加速

国家重点布局战略产业，政策支持国产高端仪器发展。科学仪器对现代科技产业、国家安全、医疗健康、环境保护和社会生活起着重要支撑，是实现重大科学研究发现和基础研究突破的基石^[13]。中国工程院刘先林院士认为，国产仪器的推广需要国家政策大力支持^[14]。近年来国家越来越重视高端科学仪器自主研发，出台“国家重大科学仪器设备开发专项”、《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南》、《关于加快部分领域设备更新改造贷款财政贴息工作的通知》等利好政策，旨在打破国外垄断、提高科学仪器国产化率。政策东风助推“国产替代”进程不断加速，未来我国不仅要成为“仪器大国”，更要成为“仪器强国”。

3.2 中华文化托起国内企业创新之路

创新是时代主题，是撑起民族产业的脊梁，体现一个国家综合竞争力。创新驱动战略促进国内企业大幅提升自主创新能力。当今社会科技竞争日趋激烈，各国科学仪器研发经费投入逐年增长，全球仪器市场规模呈扩张趋势。西方国家为了达到长期霸占中国市场目的，防止中国企业崛起，通过技术封锁、禁售关键零部件等手段强行打压。众所周知，中国是一个具有深厚文化底蕴大国，中华文明博大精深，优秀文化源远流长。如今中华文化赋能企业技术创新，渗入仪器研发、制造、营销各环节，表现形式不再单一。我国孕育了一批根植于中华文化的自主创新企业，通过文化内涵挖掘，为企业提供强大精神支柱，既能挑战“卡脖子”难题，又拥有技术专利等知识产权，从而托起我国高端仪器制造的守正创新之路。

3.3 凝心聚力开创协作共赢新格局

毋庸置疑，国产高端仪器目前尚难打开国内市场。一方面用户存在短视性思维，始终对国产仪器抱迟疑态度；另一方面国产仪器研发的关键技术被‘卡脖子’，始终徘徊于中低端产品研发。长期以来国外将科学仪器产业定位于高端制造业，技术上不断迭代更新，产品成熟，质量上乘。习近平总书记指出，“我国基础科学研究和关键核心技术短板依然突出。”毫无疑问，目前国外高端仪器制造技术优于我国。因此以命运共同体意识，跨越国家界限，引进国外先进技术，积极与国外开展高端仪器研发技术合作，开创协作共赢新格局^[15]。一方面可以补强自身短板，提升产品创新力和竞争力；另一方面消化、吸收国外先进技术并加以创新，形成自己独有的专利技术。相信不久将来我国高端仪器研制必定打破发达国家垄断局面，“国产替代”方兴日盛。

4 结语

如前所述，我国高端仪器绝大部分仍依赖进口，国产仪器自主创新任重而道远。尽管我国高端仪器自主创新整体实力不断提高，正努力缩小与发达国家差距，但受制于人的局面短期内难以得到根本改变。某些关键零部件一旦海外出现断供，国内企业将受到严重冲击，高端国产仪器制造短期内要“并跑”甚至“领跑”世界尚不现实。“国产替代”有多长路要走无人知晓，但我国有“集中力量办大事”的制度优势，只要汇聚各方精英，科学推动，凝心聚力，相信不久将来我国科学仪器制造定会会长坡厚雪，快速驶入发展快车道。国内企业必将勇立世界科技创新潮头，实现对国外仪器性能的全面超越，最终登上世界之巅。

参考文献

- [1] 武晨箫, 黄晓伟. 我国科技自立自强道路研究[J]. 理论视野, 2023, 275(1): 65-71. DOI:10.19632/j.cnki.11-3953/a.2023.01.010.
- [2] 田杰, 练霞. 切实提高科学仪器设备国产化率是保障我国科技自主创新的基础[J]. 现代科学仪器, 2007(05): 22-25.
- [3] 张小蒙, 王益民. 高校教学科研用仪器设备国产化研究[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(6): 291-294.

- [4] 韩凤芹, 陈亚平. 我国科研仪器进口依赖的原因分析与对策建议[J]. 世界科技研究与发展, 2022, 44(03):314-321. DOI:10.16507/j.issn.1006-6055. 2022. 04. 002.
- [5] 徐艳慧. 创新永不止步 助力仪器强国[J]. 科学中国人, 2021(18):41.
- [6] 王兵丽, 黄冰晴. 浅谈国产科学仪器的现状及发展[J]. 闽南师范大学学报(自然科学版), 2018, 31(2):117-121.
- [7] 陈九龙. 论科研装备现代化在科技创新中的作用[J]. 自然辩证法研究, 2013, 29(04):121-125. DOI:10.19484/j.cnki.1000-8934. 2013. 04. 023.
- [8] 袁勇, 付国春, 戴灵豪等. 加快推进国产科研仪器“进口替代”的思考[J]. 分析测试技术与仪器, 2022, 28(01):62-67. DOI:10.16495/j.1006-3757. 2022. 01. 010.
- [9] 郑贺. 让中国龙的眼睛亮起来-王大珩院士谈我国仪器仪表产业发展战略[J]. 科学新闻, 2001(1):4-5.
- [10] 苏力宏. 科研仪器自主创新的隐性问题[N]. 中国科学报, 2012-12-03(006). DOI:10.28514/n.cnki.nkxsb. 2012. 000972.
- [11] 李昌厚. 仪器学理论是仪器领域的生命线和金钥匙[J]. 生命科学仪器, 2013, 11(04):18-20.
- [12] 李昌厚. 现代科学仪器发展现状和趋势[J]. 分析仪器, 2014(01):119-122.
- [13] 陈盼, 陈宁, 亓云涛等. 浙江省国产科研仪器发展现状分析及对策[J]. 分析测试技术与仪器, 2022, 28(01):57-61. DOI:10.16495/j.1006-3757. 2022. 01. 009.
- [14] 胡柏顺, 张强, 魏均玲. 坚持自主研发, 勇于赶超世界先进水平——访中国测绘科学院名誉院长、中国工程院刘先林院士[J]. 现代科学仪器, 2010(5):7-9.
- [15] 李正风, 程志波. 创新方法研究推进自主创新的作用机理[J]. 创新科技, 2013(08):30-31+41. DOI:10.19345/j.cnki.1671-0037. 2013. 08. 012.