

科学仪器是科学教育高质量发展的关键

杨学明

摘要：科学仪器是科学创新的基础条件。高水平基础科学研究离不开创新科学仪器的研发，仪器研制是培养优秀科学家的重要途径。先进科学仪器产业的发展直接关乎我国科技自立自强。只有做真正独特的科学仪器，才有可能引领科技创新。科学仪器发展是实验科学教育的重要一环，实验科学教育是科学教育高质量发展的关键。促进实验科学教育发展的关键举措为重视实验在科学教育中的地位，根本路径是聚焦科学仪器的研发。

关键词：科学仪器；科学教育；实验科学教育；科技创新

科技强国行动计划对国家高水平科技人才培养能力提出了较高要求，科学教育是科技强国行动计划、科教兴国战略的重要抓手，是高水平科技人才培养、国家创新能力发展的关键所在。实验是科学研究的重要手段，也是科学教育的核心。然而，实验科学教育当下仍存在诸多不足，已成为制约我国科学教育高质量发展的关键问题。促进实验科学教育发展，重视实验在科学教育中的地位是关键举措，聚焦科学仪器的研发是根本路径。2024年6月24日，习近平总书记在全国科技大会上的讲话指出，“要聚焦现代化产业体系建设的重点领域和薄弱环节，针对集成电路、工业母机、基础软件、先进材料、科研仪器、核心种源等瓶颈制约，加大技术研发力度”。当下高端科学仪器发展仍存在重视程度、人才与技术、研

发结构、研发投资等方面的问题，迫使高端科学仪器依赖进口，制约我国科学研究和先进科技产业的发展，严重影响我国科技自立自强，阻碍科学教育高质量发展。

一、科学仪器发展：实验科学教育的重要一环

近几百年来科技革命，彻底改变了世界。科学的发展彻底改变了人类的认知，使得人类对世界的认识有了飞跃发展。从现代科技的源头来看，许多重要的科学发现和技术创新都是西方科学家做出来的，我国在过去的几百年里做出的科技贡献较少，落后于西方世界。

（一）我国在科学仪器方面存在诸多问题

高水平的基础科学和产业的发展均依赖先进的科学仪器，但我国在科学仪器研发与制

作者简介：杨学明，中国科学院院士，南方科技大学副校长（深圳 518055）；国家自然科学基金委员会化学科学部主任（北京 100085）；中国科学院大连化学物理研究所研究员（大连 116023）。

造中存在诸多问题。比如：高端仪器研发人才不足；缺少高端科学仪器核心技术；缺少具有国际竞争力的高端仪器公司，很多科学仪器公司还是小型的，缺乏综合竞争力；大部分科学仪器研发仍然依赖学校的小型实验室，规模小且分散；对于科学仪器领域的各类投资严重不足，投资界普遍愿意投资生物医药领域，但不愿意投资硬科技。硬科技投资周期长，不受欢迎，却是国家综合实力发展的关键。

（二）科学教育对实验科学不够重视

在中小学科学教育中，实验教育是较大的缺口。我们国家对课本的知识重视度很高，但对于实验科学教育的平台和机会重视程度不够。由于重视程度不够，投入的时间和资源也不够，实验室建设不足，导致许多学生从小没有机会接触实验科学。我在与国外顶尖科学家的交流中发现，许多美国和英国的院士、教授，在小时候就接触到了科学，家里都有实验室，这使他们很早就对科学有了深刻的认识。我国过去由于经济条件的限制，这类机会较为稀缺。随着中国经济的不断发展，我们应在学校和家庭层面创造更多机会，以推动实验科学教育相关领域的发展。这对于实现国家科技自立自强和建设科技强国至关重要。

先进科学仪器的发展需要更多的资源和人才投入，因此，我们的教育体系需要高度重视这一领域，真正推动一批有活力的年轻人投身到科学仪器的研发中。仅仅写软件是远远不够的，我们需要一批真正专注于硬件研发的高水平人才，希望这一状况能有所改变。

二、科学仪器创新：科学技术研究的根本动力

（一）科学仪器在高科技和产业发展中的重要地位

科学仪器在国民经济高质量发展，以及重

大基础科学创新中都扮演了极为重要的角色。美国商务部数据显示，科学仪器工业总产值虽然只占工业总产值的4%，但对国民经济的影响却达到了66%。在科研领域，科学仪器是科学创新的基础条件。据统计，截至2017年，诺贝尔奖自然科学获奖项目中，因发明科学仪器而直接获奖的项目占11%，而且72%的诺贝尔物理学奖、81%的诺贝尔化学奖、95%的诺贝尔生理学或医学奖都是借助尖端科学仪器来完成的。

质谱技术、核磁共振技术、激光技术在化学、生物学、医学、半导体、国防科技等领域应用广泛，发挥着重要的作用。例如，激光技术的应用范围非常广泛，从激光加工、通信、雷达、国防科技到医疗。在现代工业中，它已经成为关键技术之一，在各个领域中都发挥着重要作用。然而，目前我国一些仪器大多是国外进口的，每年我国花费数百亿元进口质谱仪器。

尽管我在这一领域做了一些工作，但我认为我们国家在科学仪器的发展上仍然比较落后。许多大学的实验科学研究依赖进口仪器，而对自制仪器的投资不足。科学仪器虽然在工业体系中占比很小，但其发展对国家科技创新至关重要。希望通过我们的努力，能够引起更多人对科学仪器发展的重视，并推动这一领域的进步。

（二）创新实验科学仪器是科学研究的原动力

从本科到博士后，我利用自己研制的科学仪器，从事交叉分子束的研究，推动了整个领域的发展，使我们对化学反应的研究，特别是量子态和机理的研究，有了更深入的认识。利用科学仪器，我们在探测氢原子领域、化学反应动力学研究领域、化学反应中的几何相位效应研究领域、化学反应的量子特性研究领域等

都取得了重要的成就。这些研究成果不仅在学术界有重要影响，还在教科书中有所体现。这些仪器的开发，使我们在研究化学反应时，不仅能看到反应产物，还能深入研究反应的量子特性。这些科学仪器也推动了我们实验室的发展，几乎所有实验工作都依赖这些自制的仪器，因为市面上买不到。在很多实验科学领域，如果使用落后的仪器，很难做出创新研究。

利用先进的科学仪器，深化了我们对化学反应的认识和理解，不仅推动了学术研究，也为科学教育做出了重要贡献。希望未来能有更多的研究人员和教师，参与到这一领域的发展中来，共同推动科学的发展。

三、科学仪器研制：科技人才培养的关键路径

（一）仪器研制是培养人才的极佳途径

仪器研制是科技发展的重要路径，同时也是人才培养的极佳方式。参与科学仪器的研制有助于参与者能力的提升，在培养优秀实验科学家、优秀科学仪器人才方面具有重要的支撑作用。学校和研究机构应当鼓励和支持更多研究生和博士后参与科学仪器研制，政府与学界应当加大科学仪器研发的资源投入与政策关注，鼓励和支持更多实验团队发展高水平且独特的实验技术和科学仪器，为优秀科学仪器研制人才提供更多的发展通道。充分发挥科学教育的科技人才培养战略功能，专注于研究生阶段的仪器素养与能力的培养提升，构建教育、科技、人才一体化战略。

（二）实验科学教育是科学教育高质量发展的关键

实验科学教育在高端科技人才培养中占据

着重要的地位，长期以来，我国在实验科学教育上的重视程度相对不足，而是非常注重书本知识和理论教育。这种倾向导致我们在早期实验科学培养人才方面的投入不足，制约了科技创新能力的提升。实验科学教育在激发学生的科学兴趣、培养他们的动手能力和创新精神方面具有重要作用，为科技自立自强和科技强国建设提供坚实基础。

实验科学教育能够提供更多动手实践的机会。实践经验对于个人发展至关重要，有助于学生更好地理解科学理论，提高解决实际问题的能力。对于那些更喜欢动手实践的学生来说，实验科学教育尤为重要，它能够激发他们的兴趣，促进其在科学研究中的发展。

加强实验科学教育有助于培养更多的科技人才。通过参与科学仪器的研制，学生可以全程参与设计和完成项目，从中获得宝贵的实践经验。这种经验不仅增强了他们的创新能力，还培养了他们在面对困难时的应对能力。高水平的实验科学教育是推动科学技术发展的重要保障，也是培养高端科技人才的重要途径。

教育和科技是一个整体，科学教育不仅是科学知识的传播，更是国家科技发展的关键环节。中国传统上对实验重视不够，现在我们需要大力强调实验科学的重要性，关注高端科学仪器的制造与研发，加强实验科学教育是我国科学教育高质量发展的关键一环，也是建设科技强国的重要途径。因此，教育体系应进一步调整和改进，推动科学仪器的研发，促进实验科学教育的发展，从而为实现科技强国的目标奠定基础。

（责任编辑：汤梅）