

# 关于科学研究的3个层次

## ——第二十六届中国科协年会主论坛主旨报告摘要

薛其坤

南方科技大学, 深圳 518055

很多科学研究可以从仪器、材料和发现3个方面去理解。仪器是研究工具;材料是研究对象;发现是研究目标。这里的“仪器”可以是实验工具、理论工具,也可以是实验方法或理论方法。“材料”可以是生命科学中的生命体,也可以是物质科学中的非生命体。多数科学研究要寄托在这些材料基础之上。“发现”主要指科学发现,可以是理论研究的发现,也可以是实验研究的发现。

与此同时,科学研究可以从3个层次——发明、拓展和应用去理解。发明/发现阶段的突破为科学界带来新的理论、视角和工具,拓展阶段的研究将这些新发现转化为实际解决方案,而应用阶段的研究则进一步深化和扩展这些发现的应用范围和影响力,可用于促进经济社会发展、提高人民的幸福生活水平。这3个层次的关系可更直观地表述为:“发明”解决的是从0到1的问题;“拓展”解决的是从1到10的问题;“应用”解决的是从10到100的问题。每个层次的研究都具有独特的重要意义和作用。

“仪器、材料、发现”均可切分出“发明、拓展、应用”3个层次。在“仪器”这一领域,以扫描隧道显微镜(STM)为例。扫描隧道显微镜是在1981年由德国科学家格尔德·宾宁和瑞士科学家海因里希·罗雷尔发明的。扫描隧道显微镜使人类可以实现

原子分辨测量,这对于表面物理研究等领域的推动作用极大的,是一个非常伟大的发明。随后,在20世纪90年代,得益于纳米科学的兴起,扫描隧道显微镜作为原子尺度的科学利器,出现了多个方面的拓展:其中一个来自IBM(International Business Machines Corporation)实验室的唐·艾格勒所做的原子操纵,另一个是华人科学家何文程所实现的化学分辨。其他方面的技术拓展还有时间分辨/超高真空/高压STM、近场光学显微镜、低温强磁场扫描隧道显微镜、原子力显微镜等,这些非常强大的表征工具都是因扫描隧道显微镜的发明而逐渐发展起来的。

2013年,笔者所带领的团队首次在实验上观测到量子反常霍尔效应,在美国物理学家霍尔于1881年发现反常霍尔效应132年后,首次实现了反常霍尔效应的量子化。从科学发现的角度来说,这是物理学领域的一项重要科学发现。量子反常霍尔效应的实验发现兼备了仪器的拓展、新材料的制备与新效应的发现。我们开发了超高真空分子束外延—扫描隧道显微镜—角分辨光电子能谱联合系统,制备了拓扑绝缘体,发现了量子反常霍尔效应,完整展现了科学研究在3个层次演变的全貌。这也表明,科学研究实际上是一个相互联系、相互促进的复杂过程。

收稿日期:2024-06-21

作者简介:薛其坤,教授,中国科学院院士,研究方向为扫描隧道显微学、分子束外延、拓扑绝缘量子态和高温超导电性等

引用格式:薛其坤. 关于科学研究的3个层次——第二十六届中国科协年会主论坛主旨报告摘要[J]. 科技导报, 2024, 42(12): 14.