



薛其坤院士在实验室。

场离子显微镜是1951年宾州大学物理系的教授埃尔文·穆勒（Erwin Mueller）发现的，在一个非常尖锐的金属针尖上面加一个非常高的电压，导致的强电场能把惰性气体电离，通过电场驱动投影到一个屏幕上，可以直接在实空间看到原子。“我在物理所学习场离子显微镜技术，最重要的是学会了怎么做针尖，制备了几千个针尖。随便给我一个金属丝，我能做出非常理想的针尖来，用它来做场离子显微镜实验。”

后来，薛其坤拜师樱井利夫教授门下。而樱井利夫恰好是埃尔文·穆勒的关门弟子。“我开始学习使用扫描隧道显微镜。扫描隧道显微镜实验需要自己制备针尖，我在当时的实验室别的方面水平不行，但是在制备针尖方面是水平最高的学生。有一个韩国的学生，花了一天没制备出来，我帮他20分钟做出来以后，他还请我吃了一顿饭。”

薛其坤说，陆华导师教会了他怎么做针尖，樱井利夫教会了他用针尖作为探针如何做好扫描隧道显微镜实验。在日本期间，他还掌握了分子束外延技术。利用分子束外延，人们可以把薄膜生长控制到单原子层水平。把这两个仪器结合在一起就是他在日本工作时学到的技术。2000年回国以后，薛其坤想着能不能在分子束外延和扫描隧道显微镜的基础上再加一个技术，这样就可以在原子尺度上控制材料、观察材料，通过观察和生长以及它们之间的反馈，能够在原子尺度上控制材料的性质。

“材料的性质怎么表征？靠角分辨光电子能谱。我们在物理所实现了三种高精尖实验技术在超高真空下的联合。联合系统的操作是非常有挑战性的，因为你掌握一个实验技术是很难的，掌握两个更难，掌握三个而且一年到头让它一直顺利工作，这是非常有挑战性的。这个idea很好，却给学生制造了每天学习生活的极大困难。”

“制备针尖只是一项小小的实验技术，但短时间内如能做出高质量的针尖，不仅意味着实验做得更快，数据也更好。”薛其坤感慨，在科研的道路上，真可谓“不积跬步，无以至千里”。从本质上说，物理学是一项实验科学，大部分科学发现首先源自于在实验上取得突破。这些突破往往是建立在点点滴滴努力之上。

在薛其坤看来，物理学科发展至今，要在理论层取得重大突破已比较困难，而实验层面的突破则越来越依赖于实验仪器设备的发展。

“就物理学而言，要继续探索自然的奥秘，必须利用高精尖的仪器设备，把这个世界‘看得更细、听得更远’，才可能有新发现。要知道，在牛顿年代，看到苹果落地就可以提出新的理论，而如今基本不可能出现。”薛其坤认为，这也是为什么对现代科学发展来说，精密仪器设备等技术发展显得越来越重要的原因。

量子大乾坤

量子霍尔效应，对普通人来说，拗口而晦涩。但在物理学家眼中，它神奇又美妙，是一座科学“富矿”，让一代又一代科学家为之着迷和献身。

量子反常霍尔效应解决了不用外磁场就能解决电子碰撞发热的问题。采用这种效应设计集成电路和元器件，有望克服目前计算机发热耗能等带来的一系列问题！

薛其坤指出，量子力学已经建立了100多年，是人类探究微观世界的重大成果，是关于微观物质世界运动规律的理论体系，与相对论一起构成现代物理学的理论基础。

量子力学的发展，触发了第一次量子技术革命。第一次量子技术革命，是从认识量子世界、发现量子效应到发展量子技术应用。信息时代的关键核心技术，如晶体管、激光、硬盘、GPS等是第一代量子技术的成果。

目前我们已经进入第二次量子技术革命时代，是通过主动人工设计和操控量子系统来发展量子技术和应用。量子计算能颠覆性提高信息运算处理速度，量子通信会大幅度提升通信安全性，量子精密测量和传感技术会在未来数字时代和万物互联时代有着广泛的应用。量子科技发展具有重大科学意义和战略价值，是一项对传统技术体系产生冲击、进行重构的重大颠覆性技术创新，将引领新一轮科技革命和产业变革方向。“除了科学家在量子科技领域开疆拓土之外，量子技术要真正给人类带来福祉，还需要更多创新创业者、企业家、投资人的加入。”薛其坤说。✎