

中间有一个人想穿过去，这些人如果一直乱走，人很难走过去；但如果这些人都停下来，这个人就能找到空隙走过去。也就是说，温度越低，原子振动越弱，电子就容易通过，所以超导也一般会发生在低温。”而温度超过 40K（零下 233℃）的超导体就被称为高温超导。在超导研究领域，提高超导体材料的临界温度（ T_c ）是关键。

另一方面，霍尔效应的发现打开了我们认识微观世界的又一扇大门。霍尔效应指当电流沿纵向通过导体或半导体薄片时，如果薄片置于垂直方向的磁场中，就会在其两侧产生一个横向电压，即霍尔电压。而量子霍尔效应，则是霍尔效应的一种量子化版本。它是在强磁场下出现的一种特殊状态，其中霍尔电阻呈现出量子化的阶梯状特征。薛其坤提到，尽管霍尔效应通常需要在极强磁场下才能观察到，但早在 1880 年，霍尔就在研究磁性金属的霍尔效应时发现了一个有趣的现象：即使不加外磁场，也可以观测到霍尔电阻，这种在零磁场中的霍尔效应被称为反常霍尔效应。

这一发现引发了另一个问题：既然存在量子霍尔效应，那么是否也存在一个量子化的反常霍尔效应版本？

量子反常霍尔效应正是这样一种现象，它不需要外加磁场即可观察到量子化的霍尔电阻。在量子反常霍尔状态下，材料表面的电子遵循着特定的轨迹运动，形成所谓的边缘态，这些边缘态允许电子沿着特定的方向无散射地流动，从而大大降低了能量损耗。

“如果超导体中所有地方的电

阻都为 0，那么量子霍尔效应的材料就是内部的电阻无穷大，而边缘的电阻为 0。”薛其坤说，“超海量数据时代对信息的存储和处理提出极高的要求，需要一种完全创新的计算机，实现类似于超导、电阻等于零的无能耗运输。”

回溯超导研究发展历程，薛其坤选定了自己的“航向”——2005 年，他加入清华大学物理系组建科研团队，搭建实验平台，瞄准物理学最前沿的研究方向，开始“没有跑道的赛跑”。

首次实验观测到量子反常霍尔效应，在国际上产生重大学术影响，被诺贝尔奖获得者杨振宁称为中国实验室里做出来的“诺奖级成果”；首次发现异质结界面高温超导性，开启了国际高温超导领域的全新研究方向……

经过多年耕耘，薛其坤带领团队取得多项引领性的重要科学突破。从 0 到 1 盖起第一层楼，助力中国量子科学研究跻身世界第一梯队。

薛其坤把科学研究分成三个层次——“0 到 1”的发现、“1 到 10”的拓展以及“10 到 100”的突破。

薛其坤

作为凝聚态物理领域的著名科学家，薛其坤取得多项引领性的重要科学突破。他率领团队首次实验观测到量子反常霍尔效应，在国际上产生重大学术影响；在异质结体系中发现界面增强的高温超导电性，开启了国际高温超导领域的全新研究方向。

2005 年，41 岁的薛其坤成为中国科学院最年轻的院士之一。因为在实验上发现量子反常霍尔效应，2020 年度菲尔兹·伦敦奖授予薛其坤。2023 年他获得美国物理学会巴克利奖，这个被公认为国际凝聚态物理领域的最高奖，自 1953 年设立以来，首次颁发给中国籍物理学家。2024 年薛其坤荣获 2023 国家最高科学技术奖。



扫码观看精彩视频

“选择研究方向至关重要。”他为青年研究人员给出建议，“如果是在这样一个前沿方向上，你就可能有机会在原来巨大科学发现的基础上再做出新的科学发现。”

努力与坚持的馈赠

“基础研究取得突破，绝非一日之功。相较于天赋，更多依靠日复一日的努力和坚持。”薛其坤说，再高深的学问也是在找到方向之后，一步一个脚印慢慢从基础向高深推进的。

那么，如此重要的量子反常霍尔效应，到底是怎么被薛其坤团队发现的呢？

为验证这一理论物理预言，2008 年起薛其坤就开始带领研究团队探索量子反常霍尔效应实现的可能性。

量子反常霍尔效应的实现条件极为苛刻，必须具有拓扑特性，从而具有导电的一维边缘态，即一维导电通道；二是材料内必须具有长程铁磁序，从而无需借助外磁场而存在反常霍尔效应；三是材料体内必须为绝缘态，对导电没有任何贡献，只有一维边缘态参与导电。在实验中，想实现以上任何一点都很难，即使在理论上，能否同时满足这三个条件也存在很大不确定性。因此，有人将这项全球实验物理学家面临的巨大挑战，形容为“没有赛道的竞技场”。

“这是一种三不像的矛盾体，三