

26 岁后,张成“像坐上了直升机”。

26 岁的张成作为共同第一作者,在《自然》刊发论文;2019 年,博士刚毕业,张成便被复旦大学破格录用为博士生导师、青年研究员。终身教职的考核期 6 年,他只花了 3 年时间,便再次提前通过考核,29 岁晋升为研究员。

如今,没了“后顾之忧”的张成全身心投入研究那些真正重要的问题。“大家觉得我是标准的‘卷王’,但我不认可。我并不是‘卷王’。”张成说。

作为“90 后”博导,张成的实验室氛围非常宽松。面对具有挑战性的课题时,他常跟学生说:“没事儿,失败了我给你兜底。”他的实验室一度成为“转组圣地”,接收了好几个从其他课题组转来的学生,以至于满员而一席难求。

解决了 40 多年来的物理学难题

“土博”、未毕业、《自然》、共同一作,这几个关键词叠加在一起,把张成推向了人生舞台上的聚光灯下。

更受瞩目的是发表于《自然》的这篇论文的研究成果:砷化镓中基于外尔轨道的三维量子霍尔效应。

量子霍尔效应是 20 世纪以来凝聚态物理领域最重要的科学发现之一,迄今已有 4 个诺贝尔奖与其直接相关。但 40 多年来,科学家们对量子霍尔效应的研究仍停留于二维体系,从未涉足三维领域。

首次将量子霍尔效应从二维体系推向三维体系这件事,张成与合作者们做到了。

大家都知道,农贸市场里往往热闹非凡,人群熙熙攘攘。事实上,在导体中运动的电子也是这样,没有明确的方向和轨迹,在运动的过程中还会使导体发热、产生能量损耗。

但井然有序的高速公路就不一样了,汽车各行其道,畅通无阻。如果电子也能如此,按照一定的规则有序运动,其在传输过程中的能量损耗就会大大减少。

早在 130 多年前,美国物理学家霍尔就发现,对通电的导体加上垂直于电流方向的磁场,电子的运动轨迹将发生偏转,在导体的纵向方向产生电压,这个电磁现象就是“霍尔效应”。如果将电子限制在二维平面内,在强大的磁场作用下,电子的运动可以在导体边缘做一维运动,变得“讲规则”“守秩序”。

但以往的实验证明,量子霍尔效应只会在二维或者准二维体系中发生。比如在一间屋子的“天花板”或者“地面”,电子可以沿着“边界线”有条不紊地规则运动,一列朝前,一列向后,像两列在各自轨道上疾驰的列车。

那么,在三维空间中会发生什么?张成与合作者们第一次在三维砷化镓纳米片中看到量子霍尔效应时,就像目睹汽车飞到空中一样又惊又喜。他们不仅发现了电子在三维体系的量子化电导这一现象,还解析了电子的运动机制。

从接水管做起,逐渐接触到更大、更难的课题

如此看来,张成似乎非常幸运。“幸运地”选择加入归国不久的复旦大学物理系教授修发贤的课题组,“幸运地”接下了课题,并顺利做出重磅成果。

这些“幸运”的背后,是张成在曙光未现时持续 5 年的努力。

29 岁任复旦大学研究员他却说『我不是卷王』

■ 本报记者 刘如楠



读博期间,张成在美国强磁场国家实验室。受访者供图

的,我很快就把材料的物理表征分析清楚了,顺利在《先进材料》上发表了第一篇“论文”。

就这样,从科研中的点滴做起,他逐渐接触到更大、更难的课题。

做上述《自然》论文的课题时,需要在高达几十特斯拉的强磁场条件下进行量子输运测量,实验初期需要到美国强磁场国家实验室开展研究。

当时,张成和合作者前后坐过 20 多趟越洋航班,常常是时差还没倒过来,就开始了几天连轴转的工作。

由于美国实验室对外开放时间有限,他们必须在短时间内完成大量的数据采集和分析工作。为了提高效率,他们轮流倒班做实验,甚至曾经有一周都没有踏出实验楼,实验间隙直接到隔壁办公室躺在睡袋里就地休息。由于强磁场设备被大量冷却水围绕,张成觉得好像“睡在瀑布边上”。

“我们吃了一个星期的面包和罐头,那个味道至今令人印象深刻。”张成说。

两次破格,他却说“我不是卷王”

张成的努力最终积攒出喜人的成果,也被导师和学院院长看在眼里。2019 年,临近毕业,他们联名向学校推荐这位对科研充满热情的博士生。然而,本土博士想直接留校任教的难度非常大,更何况是在复旦大学这样的知名高校。但最终,他被破格录用为博士生导师、青年研究员。

在实验室建立初期,由于家住得远,张成在办公室睡了两年多。每两天回一次家成了需要他“努力做到的事”。他带着学生们又一次从接水管、拧螺丝做起,搭建起属于自己的实验室。

凭着这股子冲劲,凭着在先前研究基础上做出的新成果,张成得到了 8 位专家的一致认可,仅用 3 年时间便完成了常规需要 6 年的考核任务,再一次被破格晋升为研究员。

在有些人眼里,张成是个标准的“卷王”,而对于这个称呼,他并不认可。“说实话,我觉得目前青年教师‘卷’的程度有点过头。适当的竞争

有必要,但如果是为了‘卷’某个课题,而放弃自己原有的研究方向,去从事某个更加热门的方向,只是因为可以更好发论文或者拿项目,那完全没有必要。我不认可或者说不好看这种‘卷’,更谈不上是‘卷王’。”

“当然,这和大家的考核压力分不开。我们的梦想可能是星辰大海,但现在头上有个紧箍,为了完成任务,去做一些短时间就能有产出的课题无可厚非,但要时刻提醒自己不要形成思维惯性。如果眼下的目标是 3 年或者 6 年的考核期,通过了之后呢?还会有下一个指标,有各种各样的考核压力,那是一个又一个无形的枷锁。”张成说。

因此,张成选择从一开始就奔赴自己的星辰大海。2021 年,实验室进入稳定运转阶段,他带领团队开启了声表面波技术在凝聚态物理研究的探索,将其作为新的量子物态探测手段。该技术研究在过去一直存在困难而无法得到广泛应用。

“磨刀不误砍柴工,我们希望打磨出一把更锋利的柴刀。”张成说。

“失败了我给你兜底”

比起砍柴,打磨柴刀面临的困难自然更大。有学生经受不了屡战屡败的压力,跟他抱怨:“我们很可能失败,为什么还要去做?为什么不选择一些更稳定成熟的方向?”

对此,张成尽可能解除学生的后顾之忧。在最初的一两年,他会给学生安排具有挑战性的课题。如果走得通就继续走,如果走不通,便转向更稳妥的方向。“我希望学生不要过于焦虑。如果他做完了足以顺利毕业的课题,我再鼓励他往前走,去做一个更难的课题。”

张成常常对学生说:“没事儿,失败了我给你兜底。”

话说回来,“兜底”的底气既来自这位年轻导师的实力,也来自实验室良性运转、往届学生留下的可供延续的课题。

慢慢地,张成课题组的“美名”传开了。学生们都知道,在他的课题组大概率能顺利毕业。甚至,有学生把这里叫作“转组圣地”。当他们在其他课题组研究受挫想换方向时,张老师愿意再给他们一次机会。

“我相信学生是很有智慧的,我不希望培养一个工具的角色,所以我不过多干涉学生的工作,只是提供指导或者辅助。”张成常常“睁只眼,闭只眼”。

同时,张成也有自己的策略,“如果给了学生一段时间的自由度,他却一直没有动力的话,我就会提出一些具体要求”。

有时候,张成的鼓励和要求也不奏效。面对难度更大且富有挑战性的课题,学生会本能地拒绝,尤其在遇到诸多挫折时,会十分消极。

这是最令张成沮丧的时刻,往往比课题本身的压力还让他失落。他的解决办法是交给时间,“我暂时不想这件事,去做别的。备课上课、陪家人、带小孩,之后就觉得有了新的动力”。

张成不急。他明白,有些问题值得用一生去解决,有些刀值得一寸寸打磨。在一个以成功为标尺的时代,那句“失败了我给你兜底”,或许比他发表的任何一篇论文都更有分量。

科研的意义,从来不是只发表几篇论文,而是在无数次退潮之后,依然有人愿意蹲下来,在沙滩上拾起一颗又一颗平凡的贝壳,轻轻擦拭,耐心等待——直到它们最终泛出星辰的光。

1 个月上线 4 篇论文,他攻克冷门领域经典难题

■ 本报见习记者 赵宇彤

5 月 15 日凌晨 2:13,中国科学院大学在站博士后、特别研究助理赵国强收到了一封邮件。

“几周前我们曾就您提交的论文发过信件,审稿意见都非常积极,但迄今未收到回复。您打算近期重新提交这篇论文的修订稿吗?”看到这封来自凝聚态物理领域权威期刊《物理评论 B》主编的“催稿”,赵国强激动万分。

自 2012 年踏进稀磁半导体领域,赵国强就开始了漫长的闯关:稀磁半导体材料制备难、表征探测难、理论解析难……其中,机理问题是困扰广大科研人员的关键难题。

“针对稀磁半导体铁磁机理持续数十年的争论,传统研究长期视‘磁性半导体’为半导体本体附加磁性修饰。”赵国强告诉《中国科学报》,然而,基于长期观察和实验,他创新性将其重新定义为“具半导体特性的磁体”,并对三代磁性半导体的铁磁机理和系列物性问题做了统一梳理。

“作者对不同类型的稀磁半导体进行了详细的对比和总结,这可以作为研究领域的权威参考。”对赵国强提交的论文,审稿人给予高度评价。近日,这项研究成果发表于《物理评论 B》,并被选为“编辑推荐”。

值得一提的是,围绕稀磁半导体,作为第一作者,赵国强还有 3 篇论文在近 1 个月内陆续上线。

在冷门领域“逆袭”

“稀磁半导体领域相对小众,但意义深远。”赵国强说,自 20 世纪 60 年代被提出后,稀磁半导体也曾有过“高光时刻”,但近 10 余年却逐渐沉寂。

稀磁半导体兼具半导体与磁体的双重特性,既能像传统半导体般处理和传输电子信号,又能像磁铁一样保留磁性信息。它也成为开发新一代高效节能电子器件极具潜力的基础材料。

而回顾稀磁半导体的研究历程,多以材料体系的迭代为核心驱动力。稀磁半导体作为强关联电子体系,电子之间存在很强的相互作用,现有理论

计算方法大多依赖近似方法,只能给电子拍“单人照”,而忽视了期间的相互影响,因此难以全面精准描绘稀磁半导体真实的物理状态和能量图景。

“尤其针对稀磁半导体中铁磁序产生的微观物理机制,学界存在诸多争议,缺少统一共识。”赵国强说,要想进一步推进稀磁半导体的研究,解决铁磁机理问题是重中之重。

在本征半导体中掺入少量磁性元素时,只有极少数情况会产生铁磁性,而大多数情况会出现自旋玻璃态。

“过去研究大多只聚焦铁磁性的物性特征来推导机理,往往陷入‘单轨思维’,我们则提出了‘双轨互证’的新范式,将不同情况都视作同一机理的不同表现,再通过对比研究揭示全貌。”赵国强等人将这些不同的实验观测结果都视作揭开铁磁机理“庐山真面目”的横岭侧峰,“本质上就是同一物理本质的多维呈现”。

2018 年底,赵国强转换思路,将稀磁半导体重新定义为“具半导体特性的磁体”,提出“基于铁磁和自旋玻璃的类比及相图演变”学术想法,尝试对铁磁机理进行系统研究。

通过整合四大材料家族,10 余种掺杂组分的实验与理论成果,赵国强等人完整描绘了三代稀磁半导体不同状态的演化路径。他们发现铁磁耦合与近邻磁性原子的反铁磁耦合的竞争决定了材料的磁性,当铁磁主导时呈铁磁性、反铁磁主导时呈反铁磁性,二者平衡时则产生自旋玻璃态。

厘清铁磁机理后,赵国强等人开始了深入探索:他们提出系统的居里温度提升方案,为室温稀磁半导体开辟道路;他们瞄准其在半导体核心构建中的应用潜力,成功制备出首个 n 型磁性半导体单晶候选材料,为磁性半导体器件奠定基础。

博士后决定从零开始

“研究稀磁半导体,不单单是找到合适的材料,更重要的是应用。”赵国强说,但必须掌握关

键的测量技术,寻找与铁磁机理最相关的物理性质。

然而,“稀磁半导体关键的磁学信号通常极其微弱,现有的实验表征手段存在局限”,怎样才能找到最合适的测量技术,赵国强犯了难。

基于对该领域的长期观察与研究,他不断梳理、回想、思考合适的解决方案。突然,赵国强想起 2012 年刚接触稀磁半导体时,曾读过的一篇文章详细介绍了缪子自旋谱学技术。该技术能直接判断材料磁性的均匀性,如果材料中磁有序含量达到 100%,就可以认为该磁学信号是材料本征特性,如果没有达到 100%,说明材料中还存在别的干扰信号。

缪子是一种不稳定的基本粒子,带有一个单位电荷,带正电基本粒子质量约为电子的 207 倍,且具有很强的自旋极化特性,可以看作“纳米磁针”,将其注入材料中就会与周围局域磁场发生相互作用,并在 2.2 微秒后衰变为正电子,通过测量其在磁场中的时序变化,就可以反演局域磁场信息,解析材料磁结构、电子态和动力学行为。

细数缪子自旋谱学技术领域的权威科学家,美国哥伦比亚大学教授 Y.J.Uemura 名列前茅。“幸运的是,他经常来中国科学院物理研究所交流分享,有几次我负责他的接送机工作。”赵国强回忆道,在车上,他抓紧时间,与 Y.J.Uemura 分享交流自身工作。“后来,我开始思考,是不是用缪子自旋谱学技术就能破解稀磁半导体的表征难题。”

思考良久,他决定试一试,便向 Y.J.Uemura 发了邮件。这是一场豪赌。

“我并没有缪子自旋谱学技术的基础,就相当于在博士后阶段从零开始。”赵国强说,但如果不尝试,可能难以在稀磁半导体的研究上向前一步。但很快,Y.J.Uemura 的邮件也给他泼了冷水,“他担心我没有相关基础,入门难度更大,他也没有足够的经费来支持”。

赵国强不甘心放弃,他一边自己摸索,和 Y.J.Uemura 保持联络,学习相关领域知识,一

边努力申请中国科学院大学的奖学金,在 2018 年 10 月加入 Y.J.Uemura 教授的团队,并在国家留学基金委的资助下,做了两年博士后研究。

从 2018 年 10 月到 2021 年 11 月,赵国强从最基础的工作做起,一点一滴打下扎实基础。“缪子自旋谱学技术在物理、化学、生物、能源等诸多领域都十分重要。”赵国强介绍,他到 Y.J.Uemura 团队后,还尝试了用该技术开辟“拓朴磁体 MuSR 新方向”,布局四大类材料,共研究 10 多种不同体系,“这几年来我积累了大量实验数据,仅在这个方向就能以第一作者身份发表多篇论文”。

从稀磁半导体到缪子自旋谱学技术,赵国强自我调侃,“从一个冷门到另一个冷门”,但正是这段“转行”的独特经历,为他后续取得的一系列成果奠定坚实基础。

“国家需要,我就干”

尽管缪子自旋谱学技术应用前景广阔,但目前全球四大缪子源分别位于英国、日本、瑞士、加拿大,与其他国家相比,我国起步较晚,落后约 60 年。

“2022 年夏天,有一个国际合作实验的机会,当时我刚结束在 Y.J.Uemura 教授团队的博士后工作。我们共同开拓的拓朴磁学研究新方向需要继续推进,都希望把课题做好,保持长期合作。”赵国强回忆道,然而,当时新冠病毒肆虐,“出门都困难,更别提出国了”。

赵国强陷入两难境地:一头是未知的风险,以及家人朋友的担心和牵挂;一头是莫大的机遇。“国内继续发展缪子自旋谱学技术,需要有人把这项技术带回国。”他没有考虑太多,“国家科技发展需要这项技术,我就要干”。



赵国强(左)与导师 Y.J.Uemura。受访者供图

看“圈”



栏目主持:雨田



何继善
向中南大学捐赠
3800 万元股权

7 月 1 日,91 岁高龄的中国工程院院士、中南大学教授何继善与中南大学签署捐赠协议,将其持有的湖南继善高科技有限公司价值近 3800 万元的全部股权无偿捐赠给中南大学,支持学校教育事业发展。

何继善 1960 年从长春地质学院物探专业毕业后,被分配到中南矿冶学院(现中南大学)地质系任教,深耕地球物理学,主要从事电磁波传播、探测技术与仪器和工程管理理论研究。他的研究使中国在频率域电磁法领域独树一帜,居世界领先地位。

2002 年,何继善发起成立湖南继善高科技有限公司,将科研成果转化为生产力。



黄三文
任中国农业科学院院长

人力资源和社会保障部网站日前发布的消息显示,黄三文被任命为中国农业科学院院长(副部长级)。

黄三文曾任中国农业科学院农业基因组研究所所长,中国农业科学院副院长、中国热带农业科学院院长。2023 年当选为中国科学院院士。

黄三文主要从事植物基因组学与遗传育种研究,是马铃薯和蔬菜基因组设计育种的开创者。他创造了杂交马铃薯基因组设计育种体系,在作物育种史上首次成功地把无性繁殖作物改造成有性繁殖作物,阐明了番茄风味及黄瓜苦味性状的化学和遗传基础,实现了从基因组设计到新品种培育的突破。



张益唐
全职加盟中山大学

近日,中山大学发布消息称,著名数学家张益唐已全职加盟中山大学,受聘于中山大学香港高等研究院。

张益唐 1955 年出生于上海,1978 年考入北京大学数学系,1992 年在美国普渡大学获博士学位。他证明了存在无穷多对间隙小于 7000 万的相邻素数对,在数学史上第一次实质性推进破解著名数论难题“孪生素数猜想”,并在与黎曼猜想有关的朗道-西格尔零点猜想上取得重要进展。