薛其坤:中国实验室里创造出“诺奖级成果”

文/新华社记者 陈 芳 胡 喆 荆淮侨

从中国实验室里,继铁基超导、多光子纠缠、中微子振荡后,我国物理学再获突破性进展。1月8日,由清华大学教授、中国科学院院士薛其坤领衔的清华大学和中科院物理所实验团队在量子反常霍尔效应取得的突破性成果,获得2018年度国家自然科学奖一等奖。

世界级原创成果

“量子反常霍尔效应”——当第一次听说这个名字,许多人都会一头雾水。霍尔效应是一种常见的电磁现象,广泛应用于磁传感器和半导体工业。那么当量子反常霍尔效应出现,会产生怎样的神奇?

科学家们认为,量子反常霍尔效应的最美妙之处是“不需要任何外加磁场就可以实现电子的量子霍尔态”。因此,这项研究成果将会推动新一代的低能耗晶体管和电子学器件的发展,可能加速推进信息技术革命的进程。

据介绍,量子反常霍尔效应,可以改变电子的运动轨迹,使其像在高速公路上行驶的汽车一样有序,减少了中间阻碍,降低了电子运动中的能量损耗。

这一发现经转化应用,对普通大众来说,最直接的影响就是有可能会解决手机或电脑发热、耗电快、运行慢等问题。

自1988年美国物理学家提出可能存在不需要外磁场的量子霍尔效应以来,不断有物理学家发表各种方案,但在实验上并没有取得任何实质性进展。2008年,薛其坤率领团队开始进入这一领域,经过四年研究,终于在世界范围内首次观测到量子反常霍尔效应。

这是世界物理学界近年来最重要的实验进展之一,引领了国际学术方向。这一发现的论文在美国《科学》杂志发表后,诺贝尔奖获得者杨振宁称:“这是从中国实验室里,第一次发表出了诺贝尔奖级的物理学论文!”

创新实验方法

从沂蒙山区走出来的薛其坤,个子不高、乡音浓浓,朴实而风趣。奋斗与执着,是他和团队成员王亚愚、何珂、马旭村、吕力等在科学之路上的人生信条。

薛其坤研究团队长期以来结合分子束外延生长、极低温强磁场扫描隧道显微镜、角分辨光电子能谱技术,在表面、界面、低维物理学领域做出了国际一流的工作。

2008年,薛其坤研究团队抓住拓扑绝缘体这个新领域兴起的契机,在国际上率先建立了拓扑绝缘体薄膜的生长动力学机制,利用分子束外延生长出国际最高质量的样品。所提出的生长方法现已成为国际上通用的拓扑绝缘体样品制备方法。

在此基础上,他们利用扫描隧道显微镜揭示出拓扑绝缘体表面态的拓扑保护性和朗道量子化等独特性质。该研究团队与国内相关科学家的努力使得中国在拓扑绝缘体领域研究中处于国际领先行列。

“这是过去二十多年来凝聚态物理和材料物理领域,最具挑战性的实验之一。”薛其坤坦言,实验的难度在于目标的不确定性,“我们所要实现的材料就像一个人既需要短跑运动员的速度、又要有举重运动员的力量、更要有花样滑冰运动员的技巧”。

“我们的实验结果得到了科学界的重复验证,量子反常霍尔效应的实验经受住了历史的考验。”薛其坤说,“想在科学原创上发现别人看不到、发现不了的东西,肯定你的眼睛要更亮,你使用的仪器工具分辨率、灵敏度必须要更高。”

量子反常霍尔效应和高温超导是物理学界最热门的两个课题。薛其坤已经完成了前者,下一步将朝着后者进发。他坦言这是一次崭新的尝试:“在学术的道路,前行的每一步都有意义,这就是科学的魅力。”

理解物理之美

科学探索就是无数次接近真理的过程。现在的薛其坤,越来越深刻地理解了“物理之美”。

“我们的成果与改革开放40年来取得的成就密不可分。”薛其坤说,量子反常霍尔效应的发现是改革开放40年间我国在基础研究上的一个重大成果,日益强大的国力、良好完善的科技政策、科学系统的科技规划、催人奋进的创新氛围是基础和保障。

发现量子霍尔反常效应团队的五位主要完成人,平均年龄48岁,他们瞄准同一重大科学目标,各有所长但相对独立,单元科研团队的成员间形成了高效合作,其深度和持久性在国内外也不多见。

人类的生命稍纵即逝,物质也会随着时间湮灭,唯有不朽的知识闪耀在历史的长河里。团队成员们表示:“中国的基础科研正处在一个黄金时代,能成为这个时代的奋斗者,倍感幸福。”

薛其坤认为,必须让创新人才坐得住冷板凳、耐得住寂寞,在基础研究、原始创新上不断突破,夯实国家核心竞争力的基石。

“我们是党和国家培养起来的科学家。新时代为我们提供了更好的机遇,我们定要不负使命、努力奋斗,为国家强大、人民幸福和科学探索不断做出新的贡献。”薛其坤和他的同事们壮志满怀。

“矿工院士”何继善:给地球做CT

文/新华社记者 谢 樱 胡 喆

他没读完高中,当过4年矿工,全靠自学考上大学;为了做实验,他变卖过自己的衣物,筹钱买电子元件;为了实地检测,他带着自制仪器,和学生们几乎攀遍了我国的崇山峻岭;勘探中,风餐露宿是常态,他患上了严重的胃病,如今年过八旬却从不停止脚步……8日举行的国家科学技术奖励大会上,中南大学教授、中国工程院院士何继善创立的大深度高精度广域电磁勘探技术与装备斩获国家技术发明奖一等奖。

成果世界领先

童年时期亲眼看见过日军飞机对家乡的轰炸,青少年时期因战争举家颠沛流离,热爱学习的何继善在历经坎坷中不断失学、复课再失学。高中都没读完的他,迫于生计当起了矿工,却仍不忘坚持自学。

那时候,矿上没有电,只能点电石灯。电石中往往含有杂质,产生的乙炔气体不纯,臭气难闻。每次下矿之后,何继善就在这臭气难闻的环境中埋头苦读,常常被熏得眼泪直流。

参加工作后,何继善便背着背包,在广西、云南、贵州等地的群山峻岭调查地质矿产资源。在贵州桑朗,地质队的一台“电子自动补偿仪”出了故障,无人能修,何继善利用自己业余时间研究双频激电的思路,凭着手上的一个万用表、一把螺丝刀,玩魔术般地把仪器给修好了。

“在那个年代,谁都不敢说自己的成果好,更不敢说国外的研究不对。”何继善说。

直到1978年,湖南代表团得到了一张无人认领的奖状——“电阻率法消除异常干扰研究”获得全国科学大会“成果奖”。找了半天,才找到奖项主人就是何继善。他说:“那一刻,我觉得自己的研究终于得到了认可。国家最终还是会重视真正潜心搞研究的人。”

出身矿工的何继善总是在思考,如何用先进的仪器探测地下资源?100年前,美国工程师哈里·康克琳曾提出电磁感应法并获得专利,但因电磁波向地下传播方程的求解极其复杂,国际上都不得不采用近似公式作定量解释。这种处理方法,使得勘测深度小、精度低,且抗干扰能力不强。

没有任何科研经费支持,何继善一头扎进了浩瀚的数据计算中,这一算便是数十年。2005年,何继善终于正式提出精确求解地下电磁波方程的“广域电磁法”。

这一成果世界领先,技术与装备能探测地表以下数公里。

打破欧美仪器神话

理论并不只是用来发论文、搞讲座的,为了真正做到“知行合一、经世致用”,何继善又开始了一个长达十余年的科研跋涉:用这一理论研制仪器。

这是个不断完善、永无止境的漫长过程,已84岁的何继善如今仍十分“挑剔”:仪器使用环境的复杂多变,设备的缺陷显现,重新改进投入使用,发现不足再继续改进……

60多年来,无论是宽广的平原、浩渺的海洋、无垠的沙漠,还是荒无人烟的盐碱地,都有何继善奔波的身影:“我们搞地球物理的人,取得的成绩都是靠跑出来的。”

“我永远忘不了2007年的冬天,内蒙古室外温度低至零下20摄氏度。73岁的何院士,自掏腰包带着我们在大庆油田区块上,在天寒地冻里开展勘探石油气初步试验。”团队成员、中南大学副教授瓮晶波说。

一次,一场“擂台赛”中,在已知地质资料的情况下,对国内外电磁法探测仪器有效性进行对比。包括美国、加拿大、德国等国家的电磁法仪器参赛,均宣告失败。

“我们的广域电磁法所用电流仅为欧美‘先进’仪器的五分之一,却轻松地测到了有效数据,打破了欧美仪器的神话。”何继善扬眉吐气。

想好了就去做

“想好了就去做”被人称为“何氏风格”,何继善说:“只要留心自己身边熟悉的事物,善于发现问题,到处都能有创新。”

何继善有无数的发明,但却从来没有想过要先立项、申请科研经费。

“堤坝管涌渗漏探测仪”就是他自费研究出来的成果。1998年,身在巴西学术访问的何继善,在电视上看到国内洪水肆虐,心痛不已。溃堤是汛期的最大灾害,而管涌是导致溃堤的“第一杀手”。

回国后,他根据电流场和水流场的相似性,创立了高分辨率检测堤坝管涌渗漏入水口的“流场法”,并由此研制出世界上第一台“堤坝管涌渗漏探测仪”。此后,这套仪器在全国准确测定了上百处江堤管涌和20多个水库大坝渗漏点。

其实,以何继善在科研领域的地位和影响力,他要申请立项经费,是轻而易举的事情。而何继善却觉得:“没有人要我们做,也没有人给钱。但我们有责任,科学家有义务为人民排忧解难。”

“小时候,我们渺小,别人强大,祖国饱受欺凌;眼下,许多人总认为外国的月亮比较圆,科学界也总有人幻想全盘照抄、照搬西方的那一套……中国科学家就应该挺直胸膛,撑起中国的脊梁、民族的富强。”何继善说。