

·科学人物·

第十三届中国青年女科学家奖得主系列报道

周树云:新奇电子结构的探索者

在物理研究领域,成功的女性科学家较少。在第十三届中国青年女科学家奖颁奖典礼上,出现了一位凝聚态物理领域的女性科学家,她就是清华大学教授——周树云。颁奖辞中写道:她深耕于凝聚态物理领域,运用“角分辨率光电子谱”技术,在石墨烯、第二类拓扑材料以及异质结等新奇电子结构研究方面做出了重要的贡献。

周树云选择了凝聚态物理这条研究道路完全是出于兴趣。在读大学时,她就毅然选择了清华大学物理系,师从中国科学院院士、清华大学物理系教授朱邦芬。2002—2007年,她在美国加州大学伯克利分校物理系读博士,并获博士学位。之后,她在美国劳伦斯伯克利国家实验室任“先进光源”博士后研究员、材料科学部项目科学家。在国外时,周树云发现中国的科研团队变化非常大,无论是科研硬件还是学生资源,都可以开展前沿的科学研究。能在自己的国家做科研,她觉得非常幸福。2012年,周树云计划回国。一切都如她所愿,这一年,周树云入选中组部“青年千人计划”,回到母校清华大学工作。

石墨烯的研究近几年炙手可热,石墨烯在力学、电学、光学、热学等方面都展示出优异特性,被看作取代硅的理想材料。然而,它却缺少半导体器件的重要特征——能隙。这也是石墨烯迄今没有真正大规模运用起来的原因之一。周树云的研究团队将石墨烯与氮化硼重新组合,二者通过弱范德华作用力形成了范德华异质结。在范德华异质结中,晶格失配产生了一个缓慢变化的周期势,直接导致在石墨烯原有的狄拉克锥下方产生新的(第二级)狄拉克锥,使具有自相似递归能谱的霍夫施塔特(Hofstadter)蝴蝶态和拓扑电流等新奇量子效应被陆续发现。周树云研究组利用角分辨率光电子能谱首次观测到石墨烯/氮化硼的原始和第二级狄拉克锥能带结构,证实了在原始狄拉克锥和第二级狄拉克



第十三届中国青年女科学家奖得主周树云

锥处均存在能隙。相关研究成果发表在《Nature Physics》上。

像石墨烯这样的二维材料,将单一材料的研究扩展到多种材料堆叠组成的人工异质结构是一个重要的研究方向。周树云打了个比方:“这就像最简单的乐高积木,可以搭建各种想象不到的东西一样。把研究透彻的不同材料进行‘拼接’后,它们之间的相互作用会产生原来单个材料所没有的、更加有意思的特性,有一些特性甚至是超出我们预想的。”

在探索组合材料的同时,周树云还在探寻其他具有优良特性的新型材料。她成功制备出二硒化铂,揭示出它具有1.2 eV的能隙。实验证实,单层的二硒化铂有半导体的性质,而多层累加的二硒化铂“单晶”具有半金属性质。二硒化铂薄膜的原子结构具有空间反演对称性,周树云研究组在实验中测量的能带与理论计算的自旋简并的能带吻合,但是他们通过自旋分辨角分辨光电子能谱实验测量,显示出该材料具有显著的面内螺旋型自旋极化。他们分析提出,这种自旋极化来自该薄膜材料中硒原子位

的局域电场,使得电子自旋在能量上简并但在空间上分离,形成自旋-层间锁定现象。他们首次在单层薄膜中实现这种自旋结构。由于之前自旋电子学载体的研究主要集中在非中心对称结构的材料体系(因为电子自旋极化的产生需要破坏时间反演对称性或者晶体整体的空间反演对称性),因而这项工作成为对局域拉什巴效应在实验上的首次验证。

根据研究中的经验,周树云研究组注意到“过渡金属硫化化合物”中的二碲化钼材料体系,证实了低温下的二碲化钼具有“第二类外尔半金属”特征。该研究成果为层状材料实现拓扑电子学器件开辟了新体系。

在中国,传统上女性会挑起更多的家庭重担。作为成功的中国女性科学家,如何平衡生活与工作几乎是绕不开的话题。对此,周树云从来没有感觉到这成问题。这得益于她在美国学习时的导师——Alessandra Lanzara教授。她说:“我开始读博士的那一年,也正是她到伯克利开始教职的时候。在几年的时间里,我看到她是怎么样一步一步从零开始建立小组,并且取得很好的研究成果。在这个过程中,她建立了家庭、有了孩子,工作和生活都处理得井井有条。”导师这种正面的形象为她拨走了研究道路上烦琐的“乌云”,她在潜意识里就认为工作和家庭是可以很好的兼顾。她说她是幸运的,她的家人一直对她特别肯定、支持,老师、朋友和学生也都非常给力。

周树云不负众望,她对自己有着严格的要求,她给自己的压力比外部压力还要大。她说,她的压力更多的是来自于自己对一些目标的追求,追求卓越的信念一直督促着她做得更好。

文/王丽娜

作者简介 科技导报社事业发展部。