

# 基础研究 激发创新不竭动力

编前:在发现量子反常霍尔效应方面,中国实验室做出具有诺贝尔奖级的物理学论文;揭秘“纳米限域催化”,让化学反应更加节能环保、更加精准高效;国际上首次在实验室实现了二氧化碳到淀粉的人工从头全合成;中国两系法杂交水稻推动了世界杂交水稻的快速发展……

十年来,我国科技投入大幅提高,全社会研发经费从1.03万亿元增长到2.79万亿元,居世界第二位;研发强度从1.91%提高到2.44%;基础研究经费增至十年前的3.4倍,达历史最高值。其中,“十三五”期间,中央财政对基础研究经费的投入增长了1倍,还首次建设了13个应用数学中心,在物质科学、量子科学、纳米科学、生命科学等方面取得了一批重大原创成果。

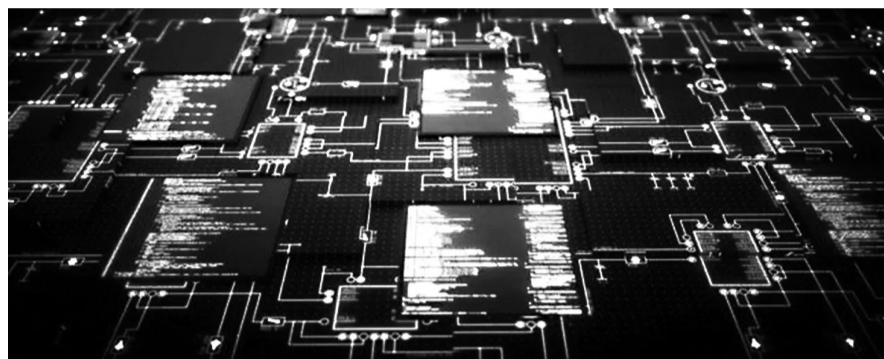
科技日报  
新华社  
人民日报

## 破解凝聚态物理领域重大难题

量子霍尔效应在凝聚态物理的研究中有着极其重要的地位。但是,在量子霍尔效应家族里,有一个神秘的家族成员——量子反常霍尔效应,即不需要外加磁场的量子霍尔效应,却迟迟没有被发现。

2014年4月10日,清华大学和中国科学院物理研究所在北京联合宣布:由双方联合组成的实验团队在量子反常霍尔效应研究中取得重大突破,在磁性掺杂的拓扑绝缘体薄膜中,首次观测到量子反常霍尔效应。

领衔该实验的中国科学院院士、时任清华大学副校长薛其坤说:“物理学家认为,量子霍尔效应家族中也应该存在量子反常霍尔效应。但如何使其现身并在实验中观测到它,成为近些年凝聚态物理学



家探索的难题之一。”

薛其坤说,要在实验实现反常霍尔效应的量子化,需要拓扑绝缘体材料同时满足三项非常苛刻的条件:材料的能带结构必须具有拓扑特性,从而具有导电的一维边缘态;材料必须具有长程铁磁序,从而存在反常霍尔效应;材料的体内必须为绝缘态,从而对导电没有任何贡

献。在实际材料中,实现以上任何一点都具有相当大的难度,而要同时满足这三点,对实验物理学家来讲更是一个巨大的挑战。

清华大学和中国科学院物理研究所的研究人员,从2009年开始向量子反常霍尔效应实验发起冲击。此后4年时间里,团队生长和测量了超过1000个样品,一步步实现了对磁

性掺杂拓扑绝缘体高质量薄膜的生长、表面电子态的观测,特别是对其电子结构、磁有序态和能带拓扑结构的精密调控,终于在2012年10月观测到了量子反常霍尔效应。

诺贝尔奖获得者杨振宁表示,这篇关于发现量子反常霍尔效应的论文,是从中国实验室做出的具有诺贝尔奖级的物理学论文。

## 首次在实验室实现人工合成淀粉



科研人员展示人工合成淀粉样品

2021年9月24日,《科学》在线发表了中国科学院天津工业生物技术研究所的科研人员在淀粉人工合成方面取得的重大突破性成果——国际上首次在实验室实现了二氧化碳到淀粉的人工从头全合成,这属于基础研究领域的重大突破。

据悉,该所研究人员提出了一种颠覆性的淀粉制备方法,不依赖植物光合作用,以二氧化碳、电解产生的氢气为原料,成功生产出淀粉,使淀粉生产从传统农业种植模式向工业车间生产模式转变成为可能。

目前,淀粉主要由绿色植物通过光合作用固定二氧化碳进行合成。在玉米等农作物中,将二氧化碳转变为淀粉涉及约60步的代谢反应和复杂的生理调控,太阳能的理论利用效率不

超过2%。农作物的种植通常需要数月的周期,且需要大量的土地、淡水、肥料等资源。

中国科学院天津工业生物技术研究所研究人员从头设计了11步主反应的非自然二氧化碳固定与人工合成淀粉新途径,在实验室中首次实现了从二氧化碳到淀粉分子的全合成。

这一人工途径的淀粉合成速率是玉米淀粉合成速率的8.5倍,为创建新功能的生物系统提供了新的科学基础。

在充足能量供给的条件下,按照目前的技术参数推算,理论上1立方米大小的生物反应器年产淀粉量相当于我国5亩土地玉米种植的平均年产量。这一成果为二氧化碳原料合成复杂分子开辟了新的技术路线。

## 八千米以上完成科考“巅峰使命”

2017年8月19日,第二次青藏高原综合科学考察研究在拉萨启动。第二次青藏科考聚焦水、生态、人类活动,着力解决青藏高原资源环境承载力、灾害风险、绿色发展途径等方面的问题。

2022年5月4日,13名科考队员登顶珠穆朗玛峰,完成“巅峰使命—2022”珠峰联合科考,填补珠峰海拔8000米以上研究空白,这在青藏高原科学考察研究历史上具有划时代意义。至此,已经持续5年的第二次青藏科考,在科研的标尺上

划出崭新刻度。

第二次青藏科考队长、中国科学院院士姚檀栋说,此次珠峰科考还实现了如直升机、无人机、浮空艇、3D激光扫描仪等新技术和新手段的应用,取得了重要的国际影响。

总体而言,5年来,第二次青藏科考瞄准国际前沿和国家战略,开展跨学科、跨领域、跨区域的协同攻关,聚焦重点区域,拓展科学研究和野外考察的广度和深度,填补了重要区域战略空白,摸清了青藏高原本底情况。

## 两系法开启杂交水稻新纪元



袁隆平团队研发的杂交水稻双季亩产达1603.9公斤

如果说三系法杂交水稻为中国开启了自己养活自己的时代,那么两系法杂交水稻则为中国开启了更高产、更优质、更高效的杂交水稻新纪元,确保了我国杂交水稻技术的领先地位,并推动了世界杂交水稻的快速发展,对遗传育种学科发展作出巨大贡献。

2014年1月10日,由中国工程院院士袁隆平领衔攻关的“两系法杂交水稻技术研究与推广”项目获得了国家科技进步奖特等奖。

从三系法到两系法,仅一字之别,却带来了杂交水稻技术的飞跃。

湖南杂交水稻研究中心牵头并组织全国多单位、多学科针对三系法存在的配组不自由等问题,利用水稻光温敏核不育新材料,经过20多年的协作攻关,围绕光温敏核不育系育性转换机理、

实用光温敏核不育系创制、两系杂交稻组合选育技术、安全高效繁殖制种技术等深入研究,创立了实用光温敏核不育系选育理念、鉴定技术、核心种子与原种生产技术;建立了不育系高产稳产繁殖、安全高产制种技术体系;解决了杂交水稻高产与优质、早熟难协调的技术难题,突破两系杂交稻育种与种子生产技术瓶颈;育成了两系不育系170个、配制了两系杂交水稻组合528个,并实现了大面积推广应用;形成了比较完整的两系法杂交水稻理论体系,解决了三系杂交稻的主要限制因素,使水稻杂种优势利用进入一个新阶段,带动和促进了我国油菜、高粱、棉花、玉米、小麦等作物两系法杂种优势利用的研究与应用,为现代作物遗传育种学科的发展作出了重大贡献。

## 找到打开催化“黑匣子”的钥匙

加速或减缓化学反应速率、减少化学反应“副产品”、降低能源消耗……这些“神奇”作用,使催化成为化工生产中的关键一环。通过催化来精准调控化学反应过程,是科学家长期以来追求的目标。

然而在学术界,很多催化反应的机理至今尚不明晰,长期以来被视为“黑匣子”。解密这个“黑匣子”,才能创制出更加高效的催化剂,让化学反应更加节能

环保、更加精准高效。而“纳米限域催化”有望成为解密“黑匣子”的一把钥匙。

20世纪90年代,中国科学院院士包信和从德国马普研究所回到中国科学院大连化学物理研究所,带领团队从事纳米催化的基础和应用研究,追求对催化过程的准确理解和对催化剂的理性设计。

“费托合成”过程在煤化工领域有重要地位。这一反应要用大量的水去制

取更多氢气,同时该反应还会产生废水。包信和团队另辟蹊径,利用纳米界面限域概念,稳定氧化物催化剂表面配位不饱和的氧缺陷活性中心,提高合成气中一氧化碳解离和加氢形成中间体的活性;再利用纳米孔道限域作用,调变中间体小分子在分子筛中偶联的选择性,从而对目标产物的选择性进行精准调控。

这种催化,实现了高活性和高选择性的双赢。

基于新概念的转化路径,可以实现低耗水进行煤转化,为我国的能源革命提供了有力支撑。

基于该项创新成果,研究团队与中国工程院院士刘中民团队及陕西延长石油(集团)有限责任公司合作,建成世界首套千吨级规模的煤经合成气直接制低碳烯烃工业试验装置,并于2020年成功完成全流程工业试验,验证了技术的可行性和先进性。



在珠峰登山大本营,科研人员放飞无线电探空气球