

本报讯(见习记者王敏)近日,美国物理学会旗下 Physics 网站公布今年国际物理学领域的十项重大进展,回顾了 2022 年国际范围内取得的代表性科研成果。其中,中国科学技术大学潘建伟、陆朝阳、朱晓波、张强等完成的实数量子力学检验系列实验,与激光聚焦首次跨越盈亏点、银河系黑洞的第一张照片、詹姆斯·韦布空间望远镜拍摄标志性宇宙图像、航天器碰撞改变行星轨道、破译蛋白质折叠等研究成果入围。

潘建伟团队在国际上率先开展了对实数量子力学的一系列检验。2021 年,团队以超过 43 个标准差的实验精度首次证明了复数在标准量子力学形式中的必要性。为了严格检验复数的客观存在性,填补存在的定域漏洞等问题,研究团队又开展了新的实验,利用一个具有 5 个节点的纠缠交换量子网络。每个节点之间相距至少 89 米,防止信息以光速从参与方传播到另一方,从而使参与者之间互相影响导致实验结果不可信。在此类空间间隔的基础上,两个互相独立的纠缠源各自独立产生纠缠光子对,分发给远处的 3 个参与者进行高速随机的光子测量操作。实验结果以 5.3 个标准差超过了实数形式的量子力学预测结果,实验结论支持量子物理需要使用复数,更严格验证了量子力学中复数的不可或缺。

系列实验研究工作首次在爱因斯坦严格条件下证明了“虚数不虚”,不仅加深了人们对量子基础物理的认知,激发科学家探索更多量子力学基本问题,也为未来量子信息技术的探索提供了新启示。

直面挑战持续创新,建设低温科技研究高地

汪鹏飞

大型低温制冷系统广泛应用于大科学装置、航天发射、氢能储运、氦资源提取、量子计算等国家安全和战略高技术领域,是我国重要战略支撑技术。随着我国经济与科技发展,对大型低温技术和装备的需求日益迫切,中国科学院理化技术研究所(以下简称理化所)曾于 2010 年和 2015 年先后承担两项财政部国家重大科研装备研制专项任务,成功研制出我国首套液氦温度(20K)大型低温制冷装备、2.5kW@4.5K/500W@2K 大型低温制冷系统,关键指标达到国际先进水平。

但是,由于当时我国尚未具备液氦温度万瓦级超大型低温制冷技术和装备制造能力,多个大科学装置建设还需要进口西方的制冷装备系统,并随时面临漫天要价和断供的风险。面向国家战略需求,理化所迎难而上,揭榜挂帅,发起对“液氦温度万瓦级超大型低温制冷技术和装备制造”这一低温技术制高点的新一轮冲刺,承担起中科院 C 类先导专项重大攻关任务,努力成为氦资源自主保障以及航天工程低温制冷装备的自主可控提供重要技术支撑。

从早期的重大专项到如今的先导专项,研究所在项目实施过程中最大的挑战是工程化能力。一是科研团队偏小、偏散,实施重大任务的工程化研制能力有待进一步提高;二是统筹协调难度大,特别是先导专项,理化所牵头数十家单位共同研发,需要院内外各方面协调配合,对研究所工程化管理能力提出了更高要求。

十几年来,面对挑战,理化所做了三方面尝试:

一是打破 PI(学术带头人)制,重组课题组成立研究中心。以重大任务为牵引,整合研究所内研究开发、系统集成和工程应用 3 个课题组,组建“低温工程与系统集成研究中心”,形成首席科学家领衔,科研骨干、技术支撑人员联合攻关的创新团队模式,建立了一支集研究开发、集成制造、工程应用于一体,具备工程开发能力的大型低温技术核心团队。

二是任务为经、方向为纬,实行矩阵化管理模式。在传统任务专项—项目—课题层级设置的基础上,进一步按照工艺流程设置流程设计与控制、透平膨胀机、冷箱集成、冷压缩机、氦压缩机及滤油系统、系统集成调试六大方向,由各个方向统筹把握各类任务实施进度,加强不同任务之间的统筹协调,确保高效协同作战。

三是技术管理、党建高效协同,深化“三线”工作法。借鉴理化所在空间制冷研制中发展的“三线”工作法,在大型低温制冷系统研制过程中进一步深化,设置项目指挥线、技术线和党建线,指挥线抓管理,技术线抓节点,党建线抓思想,形成三线高效协同的管理模式,有力保障了项目顺利实施。

通过大家的努力,在方方面面的大力支持下,2022 年 7 月底,先导专项经过一年多紧急攻关,成功研制出 300L/h 液氦液化器样机,性能指标

达到国际先进水平并通过专家成果鉴定。更重要的是,通过这些任务的实施,理化所建立了一支不计个人得失、敢于创新、特别能战斗的年轻低温技术研发团队,和一整套行之有效的工程化管理模式,为后续重大任务实施提供了有益借鉴。

与此同时,我们也认识到,由于科研团队长期围绕重大任务持续攻关,重视关键节点的把控,对于事关长远发展的一些基础科学问题考虑不足,因此,研究所正在以重点实验室体系重组为抓手,不断凝练重大战略需求背后的基础科学问题,着眼未来可持续发展。

面向未来,理化所仍将秉持“低温国家队”的使命定位,承担“国家事”“国家责”,为国家战略资源、能源、重大科技基础设施等领域的发展提供重要战略支撑。到“十四五”末,我们将突破万瓦级制冷机核心技术,推动我国大型低温制冷技术达到国际先进水平。未来,理化所还将在极低温乃至 mK 温度大型低温制冷技术研究和装备研制的路上继续拼搏、持续创新,努力成为国际低温科学与技术的探索高地。

(作者系中国科学院理化技术研究所所长,本报记者倪思洁采访整理)

研究所发展大家谈⑭

黄季焜：潜心做好三农「大研究」

本报记者张双虎

发展中国科学院院士、北京大学新农村发展研究院院长黄季焜关注和研究的都是“大问题”。

粮食安全与农业、农村、农民问题在我国始终是重要话题。黄季焜认为,面对这些牵涉面广、影响因素多、情况错综复杂且需要深入研究的“大问题”,研究者要具有“大视野”,潜心做好“大研究”,并依靠团队力量,在共同兴趣牵引下协同努力、长期坚持,予以解决。

献策粮食安全

“研究不同发展阶段的粮食、农业和农村发展问题,需要系统考虑、动态优化。”黄季焜告诉《中国科学报》,“在方法上要以前瞻性为导向,将宏观与微观、历史与现实结合起来,开展前瞻性和战略性研究。”

在当前国际环境下,解决粮食安全问题尤为重要。黄季焜解释说,中国水土资源有限,一方面正面临保障粮食安全与农民增收的挑战,另一方面已经从吃饱、吃好向吃得营养健康、种类丰富阶段转型。未来中国还要把有限的水土资源用在种植蔬菜、水果和发展畜牧、水产等高价农业产品上。

黄季焜认为,“当前和未来的策略应该是做好自己、向世界开放、帮助朋友”。其中,以最大的努力做好自己,就是要夯实“藏粮于技、藏粮于地”战略,大幅提高我国粮食等主要农产品的生产力,最大限度保障粮食安全和高值农业发展,以促进农民增收。以最大的诚意向世界开放,就是要积极推进粮食等主要农产品贸易国际治理体系建设,创造良好国际贸易环境。尽最大的能力帮助朋友,就是要帮助发展中国家提升其粮食等

主要农产品生产能力。在帮助发展中国家提升食物安全保障能力和改善全球食物供给的同时,也能扩大我们的朋友圈,并为从中国国际市场购买适度粮食创造宽松环境。

“研究农业、农村和农民问题要掌握不同时期的特点以及与之相适应的制度、政策和投资安排。”黄季焜说。

深入基层做研究

黄季焜主张以“问题导向”,用扎实的农村调查、准确的数据和严谨的分析找到问题的解决方案。

“我们许多研究都是以实地调查为基础的,深入田间地头,进入农户家里。只有沉到基层,才能发现‘三农’面临的真正具体问题,才能摸清因果关系,找到解决方案,从而提出有针对性的政策建议。”黄季焜说。

科学家提出生育力保存新方法

本报讯(见习记者王敏)中国科学技术大学(以下简称中国科大)信息科学技术学院教授赵刚与生命科学学院教授赵庆华、安徽医科大学第一附属医院生殖医学中心教授曹云霞合作,基于结构仿生的空间物理场的协同抑冰效应,成功实现了小鼠卵母细胞的高质量深低温保存。该结果对基于卵母细胞的女性生育力保存具有重要参考价值。相关研究成果日前发表于《自然—通讯》。

中国科大低温生物医学研究团队开发了基于协同抑冰策略的小鼠卵母细胞深低温保护剂玻璃化保存方法。他们将磁热和光热空间复温与水凝胶微封装相结合,实现了协同抑冰,将渗透性保护剂的浓度降低了 75%(仅为原来的约 25%)。该方法兼具传统程序降温冷冻法所需低温保护剂浓度较低、毒性较小的优点,以及传统玻璃化冷冻法操作便捷的优点。



受访者供图

出生于福建长乐农村的黄季焜,普通话带有浓重口音,这给他进行农村调查和入户访问带来了一些困扰。他回忆起一次有趣的调查,上世纪 90 年代,黄季焜和合作者、美国斯坦福大学教授罗斯高一起到云南农村做入户调查。尽管调查队请了当地向导做翻译,但沟通仍不顺利。

当黄季焜操着一口福建普通话提问时,不仅当地农民听不懂,向导一时也搞不清他的意思。双方前言不搭后语地沟通了好一阵子,最后“中国通”罗斯高急了,一把拿过黄季焜手上的问卷开始发问,问题才圆满解决。问卷完成后,当地农民通过向导告诉黄季焜:“你那个外国学生很厉害,普通话讲得比你你好,你要多向学生学习啊。”

数十年来,黄季焜一直坚持做农村调查。每个项目从研究设计时的田野预调研,到项目执行期间的大规模实地调研,他从不缺席。

把农业故事讲好

不久前,黄季焜刚从山东等地完成大规模土地托管和数字农业发展调研回京。今年初,他组织的一项有关乡村振兴的调查涉及 5 个省份 169 个行政村,完成了 1768 户农户的入户调查。

“农业农村发展与政策研究需要研究人员对乡村和农户开展长期跟踪调研。”黄季焜说,“我们 2000 年开始启动土地劳动力调查,一直跟踪到现在。这项历时 20 多年的调查,共开展了 8 轮涉及 8 个省份。基于长期跟踪调研数据所获得的研究成果,不仅能较好解释农村社会和农民发展的演变过程,还能在不同时期提出相应的政策建议,具有很重要的学术价值。”

黄季焜领导的团队(中国农业政策研究中心,简称 CCAP)在宁夏、河南、河北等地开展的水土资源调查,从 2001 年到 2020 年进行了 6 轮大规模跟踪调研;在转基因棉花产业化与政策研究领域,在华北和长江中下游棉区进行了 14 年调查;在农村公共物品领域,从 2003 年至今在 5 个省份进行了 5 轮乡村跟踪调查。

长期跟踪调查,深挖“三农”问题,不但积累了大量科研基础数据,而且其成果对中国农村发展产生了较大影响。黄季焜坚信“任何事情必须以数据为依据,用事实说话。只有这样,我们才能把故事讲好”。

在学界,黄季焜被誉为“用数字说话的农业经济学家”。截至 2022 年 2 月 23 日,他的论文 Google Scholar 总引用为 35400 次;多年名列 Elsevier 发布的“经济,经济计量学和金融”领域中国高被引学者的榜首;有 60 多份政策建议获国家领导人批示。

“黄埔军校”的育人方式

1995 年 9 月,黄季焜学成归国,不久就获得国家自然科学基金重点项目资助,并组建了队伍。此后,他先后获得国家杰出青年科学基金、创新研究群体等项目的持续资助,在科学基金的稳定支持下开展系统研究。(下转第 2 版)

致敬科学家·奋进新时代

恐龙时代的蚂蚁长什么样

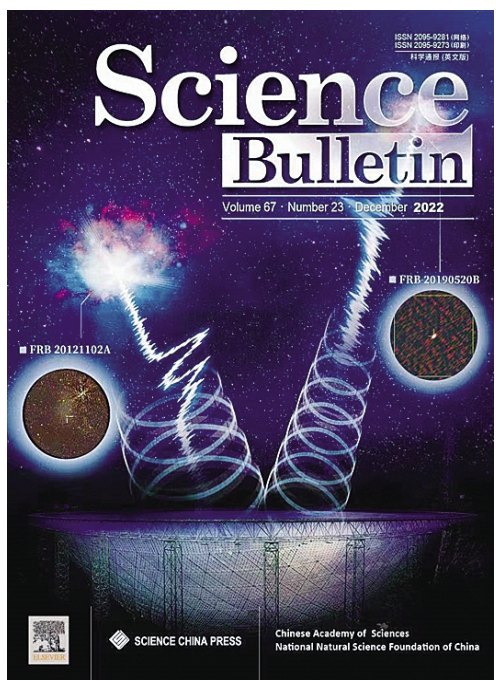


古蚁婚飞场景复原图。刘野/绘

本报讯(记者胡琰琦)琥珀是远古滴落的树脂,就像一枚枚封印的时间胶囊,让我们有机会获得更多细节。近日,我国科学家团队以白垩纪

缅甸克钦琥珀的昆虫内含物为研究对象,成功重建了恐龙时代一种古蚂蚁的身体内部解剖结构,揭示了目前化石里保存最完整的蚂蚁内部

中国天眼精细刻画射频频宇宙偏振特征



《科学通报》杂志封面。课题组供图

本报讯(记者崔雪芹)12 月 26 日,中国科学院国家天文台 FAST(“中国天眼”)首席科学家李菂团队首次发现两个活跃重复快速射电暴(FRB)的圆偏振,精细刻画了动态宇宙中这一神秘现象的偏振特征。该成果作为封面文章发表于《科学通报》。

“这一发现将有圆偏振重复暴的样本数量从 1 增加到 3。作为为数不多的活跃重复暴,对快速射电暴 FRB20121102A、20190520B 和 20201124A 圆偏振的探测暗示少量圆偏振可能是活跃重复快速射电暴的共有特征。”论文通讯作者李菂告诉《中国科学报》。

快速射电暴是宇宙中射电波段最强烈的爆发现象,其在毫秒量级的时标内可以释放太阳一天、一月甚至一年的能量,与之对应的辐射机制和起源则尚不清楚。

2007 年人类发布第一例快速射电暴“洛里默暴”。到目前为止,已有超过 600 个快速射电暴源被探测到,其中绝大多数只有一次探测,不到 5% 的快速射电暴观测到重复爆发。

作为电磁波的基本属性之一,偏振携带着光源本征的辐射特征以及光线传播环境的关键信息。一般光源属于非偏振光源,而在几乎所有重复爆发的快速射电暴中都曾探测到线偏振,

但圆偏振较为罕见,此前只有一例重复暴 FRB20201124A 中有圆偏振的报道。

FRB20121102A 是第一例被发现的重复暴。FRB20190520B 是中国天眼 CRAFTS 巡天发现的首例持续活跃重复暴。作为数百例快速射电暴中唯二拥有射电持续源的爆发源,它们可能代表了特殊的起源或者特殊的演化阶段。

论文第一作者、之江实验室研究员冯毅介绍,通过深度监测,FAST 捕获到两源的极端活跃期,积累了大量宝贵观测数据,发现两个重复暴均有不到 5% 的少量爆发存在圆偏振辐射特征,圆偏振度最高可达 64%。如此高的圆偏振度限制了圆偏振来自多路径传播。可能的机制有极端磁场环境中的法拉第旋转或者是 FRB 源的本征特征。

“目前测算,圆偏振在非重复快速射电暴脉冲中出现的概率高于重复暴。这显示无论哪种机制,重复暴产生圆偏振的条件都更为苛刻。”论文共同第一作者、国家天文台博士生张永坤说。

李菂表示,FAST 进一步系统地精细刻画了动态宇宙的射频频偏振特征,将加深人们对于快速射电暴辐射机制的了解,有望最终揭示这一神秘天体物理现象的起源。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.scib.2022.11.014>