

【新知·把握科学研究新趋势】

超高温、超低温、超高压、超强磁场……科学家们将实验条件推向前所未有的极限状态

向极端条件迈进，揭示科学新现象

本报记者 谷业凯

近日，在中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心，我国科研团队自主研发的水冷磁体产生了42.02万高斯（即42.02特斯拉）的稳态磁场，刷新了水冷磁体的世界纪录。稳态强磁体是开展物质科学前沿研究所需的一种极端条件，也是推动重大科学发现的利器。这一磁体的成功研制，为科学家探索新现象、揭示新规律提供了更好的实验条件，也为我国建设更高场强的稳态磁体打下关键技术基础。

我国稳态强磁场实验装置取得重大技术突破，是科学研究“向极端条件迈进”的重要体现。近年来，随着理论模型、实验技术的不断进步，科学家们将实验条件推向前所未有的极限状态，在超高温、超低温、超高压、超强磁场等极端条件下，大量科学现象与规律得以揭示，极大拓展了人类的认知边界，推动着经济社会的发展。

在极端条件下，可揭示自然界的基本规律、物质的新状态以及生命的极限适应能力

什么是极端条件？科学家能创造哪些极端条件？这些极端条件有哪些作用？

极端条件，是指实验室中人为创造出来的、达到或接近目前技术极限的单项或综合物理条件，它们的影响各不相同又相互关联。科学研究向极端条件迈进，可以对自然界在极端状态下开展深入探索。在极端条件下，科学家们可以揭示自然界的基本规律、物质的新状态以及生命的极限适应能力，从而推动物理学、化学、材料科学、生物学等多个学科的发展，助力实现技术突破。

“在物质科学领域，我们可以把物质的状态理解为温度、磁场、压力等这些基本物理参量的一个“函数”，例如水会随着温度的变化成为气态或固态，石墨在高温高压下会变成金刚石，很多矿产也是在地球内部高温高压的环境下形成的。”中国科学院物理研究所副所长程金光介绍。

“在一些极端条件下，很多物质会出现常规环境中难以出现的状态。”程金光说，“当我们拓展这些极端条件，就会观察到很多新的物质状态、新的物理现象。通过极端条件下的物态调控，极大拓展了人类认知的边界。”

早在100多年前，荷兰科学家

通过将氦气液化、将水银冷却到零下268.98摄氏度时，发现其电阻突然消失，即超导态。超导态的发现，改变了人类对物质世界的认知，推动了能源、交通、信息、医疗等领域技术的发展。

近年来，极端条件下的科学研究取得了丰硕成果。比如，在高温高压条件下，科学家们成功合成了新型超导材料，为电力传输和电子设备研制提供了新的可能；在超低温条件下，量子纠缠等奇特现象被观测到，为量子计算和量子保密通信等前沿技术的发展奠定了基础；全球科学家在稳态强磁场条件下的科学研究取得了许多重大成果，这些成果在物理、化学、材料、生命健康以及工程技术等方面得到综合应用……

在程金光所从事的材料科学领域，探索具有奇异物理性质的新材料体系是推动凝聚态物理发展的强大动力。

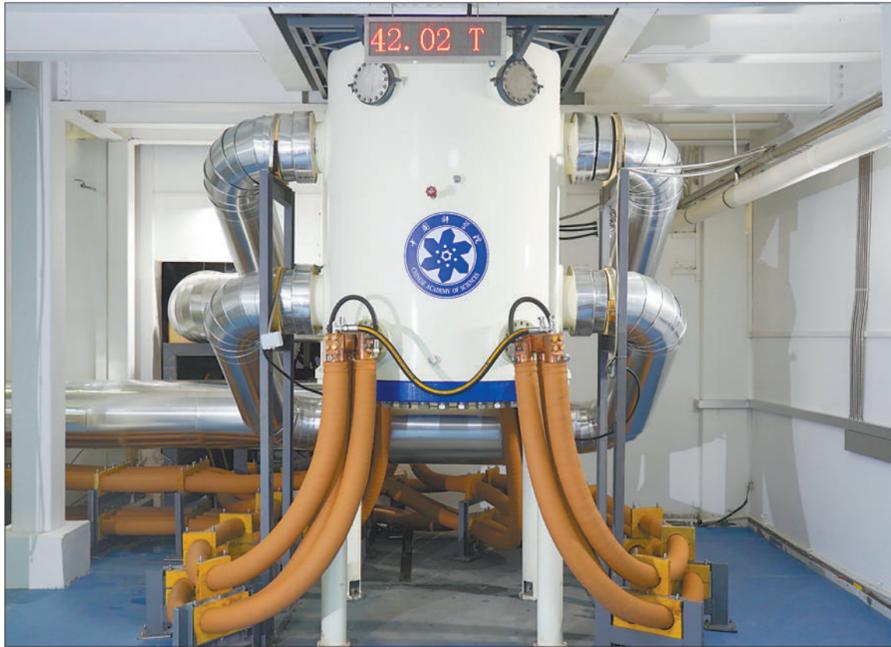
“高压技术在现代凝聚态物理的研究中正发挥着越来越重要的作用。”程金光介绍，作为与温度同等重要的热力学参量，高压可以在很大程度上决定许多固态反应的方向和速率。在高温高压条件下，能够合成出许多常压条件下不存在的新材料。通过施加高压，还可以改变决定材料物性非常关键的参数——原子间距离，从而可以精确地调控物性；将超静水压和极低温、强磁场等极端条件结合在一起，可以探索材料在这些极端条件下的响应，揭示许多奇特并具有潜在应用价值的物理现象。

极端条件的实现，往往需要复杂的实验设备和精湛的实验技术

前不久，位于北京怀柔科学城的综合极端条件实验装置开放了今年的第二轮普通课题征集。

综合极端条件实验装置是北京怀柔科学城第一个开工的国家重大科技基础设施，也是国际领先的集多种极端条件于一体的实验装置。它由中国科学院物理研究所承建、吉林大学共建，于2017年9月正式开工建设。这里有比地球磁场高出60万倍的强磁场，有接近绝对零度（零下273.15摄氏度）的极低温，还有把时间“切割”到只有1秒的一亿分之一超快光场……

近年来，借助极端条件取得创新突破，已成为科学研究的一种重要范式。程金光认为：“随着科学的发展，物态调控的手段变得更加



中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心，我国科研团队自主研发的水冷磁体产生了42.02万高斯（即42.02特斯拉）的稳态磁场。

精密、复杂，很多重要科学发现依赖于极端条件的突破。”

“在大科学时代，通过建设先进的极端条件实验设施，创造极端温度、极端压力、超强磁场等极端状态，有助于发现新物质、揭示新规律、开辟新应用。”中国科学院发展战略研究所科技与经济社会发展研究所所长陈志刚认为。

近年来，我国重大科技基础设施建设加快推进，大科学装置日趋完备，为开展极端条件下的科学研究提供了强有力的保障。在华南理工大学教授殷超看来，建立并发展集成多种极端条件的实验装置，将为提升我国科学研究水平、实现重大原创突破提供重要支撑平台。

极端条件下的科学研究往往涉及多学科交叉，需要不同领域的科学家紧密合作。中国科学院院士、复旦大学副校长马余刚认为，开展极端条件下的科学研究，要重视合作，通过建立一些多学科的实验室和研究团队，积极推进学科交叉融合。

“不仅要达到单项的极端条件，还要将不同的极端条件综合起来。”程金光举例，综合极端条件实验装置有多达20个实验站，其中绝大多数实验站都将2至3个极端条件结合在一起。利用这些综合极端条件，可以开展材料合成、物性表征、量子调控、超快过程等领域的前沿研究。

极端条件的实现，往往需要复杂的实验设备和精湛的实验技术。马余刚表示，物理学是一门实

验科学，涉及极端条件的仪器和装置很多都是精密仪器、高精度特殊设备。因此，要高度重视科研仪器设备方面的自主创新。

“此外，极端条件下的科学研究需要既懂实验、又懂理论的复合型人才，对人才培养也要充分重视。在建立并发展集成多种极端条件的实验装置的同时，还要依托这些科研平台积极培养人才。”马余刚说。

近年来，科研范式发生深刻变革。在马余刚看来，大规模算力、机器学习等新的研究手段、研究方式，对极端条件下的科学研究产生了重要影响。“通过人工智能辅助计算等手段，已经可以很好地模拟一些极端条件，我们要通过这些科研新范式，把极端条件下的科学研究继续引向深入。”

极端条件为技术创新提供支撑，服务经济社会高质量发展

极端条件不仅在科学研究方面作用巨大，还能为技术创新提供支撑。“近年来，很多能源、材料领域的突破，都是随着极端条件的拓展取得的。此外，深空、深海、深地等战略高技术领域，也是极端条件出现较多、应用较广的领域。”马余刚介绍，“比如，深海

环境里也可以做中微子研究，深海条件下可以开展生命科学方面的探索。总之，极端条件为很多领域打开了新天地。”

极端条件下的科学研究，也积极服务经济社会高质量发展。比如，目前在医学领域广泛应用的结构解析和非侵入性成像——核磁共振技术，就是强磁场条件催生的应用技术。再比如，我国稳态强磁场实验装置投入全面运行后，研发装置衍生的成果和依托装置研究产生的多项成果，如组合扫描探针显微技术、国家Ⅰ类抗癌新靶点药物等，已顺利实现转化和应用。

在浙江杭州，依托即将开工建设极弱磁大科学装置，中国科学院院士、北京航空航天大学教授房建成带领团队建造了零磁空间缩比样机，着力攻克磁屏蔽等关键技术，并推动相关成果转化。

房建成介绍，相比强磁场方面的成果，科学界对弱磁条件仍知之甚少。近年来，他和团队在零磁与近零磁极端条件下，开展零磁医学、生物学、化学、基础物理和材料学等方面的基础研究，产生了一批原创性成果，也实现了技术的落地转化。

专家表示，极端条件科学研究前景无比广阔。展望未来，科学研究向极端条件迈进将继续推动多个学科的发展，科学家能够更深入地探索极端条件下的物质状态、生命行为和宇宙演化等科学问题。同时，极端条件科学研究也将为新材料、新能源等领域的创新提供重要支撑。

【创新谈·大力弘扬科学家精神】

作为中国共产党人精神谱系的重要组成部分，科学家精神是推动科技强国建设的重要动力

习近平总书记强调：“科学成就离不开精神支撑。科学家精神是科技工作者在长期科学实践中积累的宝贵精神财富”“大力弘扬科学家精神”。

新中国成立以来，广大科技工作者在中国大地上树立起一座座科技创新的丰碑，也铸就了独特的精神气质。中共中央办公厅和国务院办公厅2019年印发的《关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见》，明确了新时代科学家精神的内涵，即胸怀祖国、服务人民的爱国精神；勇攀高峰、敢为人先的创新精神；追求真理、严谨治学的求实精神；淡泊名利、潜心研究的奉献精神；集智攻关、团结协作的协同精神；甘为人梯、奖掖后学的育人精神。作为中国共产党人精神谱系的重要组成部分，科学家精神是推动科技强国建设的重要动力。

大力弘扬科学家精神，有助于激发科研人员创新创造活力。

人的积极性能否得到有效发挥，除物质激励之外，精神鼓舞至关重要。我国科技事业取得的辉煌成就，离不开科学家矢志报国、服务人民的高尚情怀和优秀品质。突破重重阻力、不远万里回国的钱学森曾说：“我作为一名中国的科技工作者，活着的目的就是为人民服务。”中国载人航天工程首任总设计师王永志曾表示：“祖国的需要就是我们前进的方向，只有把自己的事业同祖国、同人民紧密联系在一起才能大有作为。”无论是老一辈科学家还是新一代科技人员，深怀爱国之心、报国之志，由此增添了克服困难、战胜挑战的巨大精神力量，取得了辉煌成就。科学家精神的灵魂是爱国，新征程上，要进一步继承发扬以国家民族命运为己任的爱国主义精神，继续发扬以爱国主义为底色的科学家精神。坚持胸怀祖国、心系人民，广大科技工作者必能充分迸发创造力，坚持“四个面向”，把论文写在祖国大地上，主动承担起时代赋予的使命感。

大力弘扬科学家精神，能够激励和引导科研人员勇攀科技高峰。

追求真理、敢为人先、集智攻关等品质是科学家精神的重要组成部分。以南仁东为榜样，FAST（500米口径球面射电望远镜）团队全年无休、日夜坚守，“中国天眼”性能提升、成果频出；屠呦呦潜心研究，确保零差错，中国航天人团结协作，一棒接一棒跑好接力赛……多年来，我国科研人员创新求实、接续奋斗，推动科技事业实现跨越式发展。当今世界正经历百年未有之大变局，我国发展面临的国内外环境发生深刻复杂变化，“十四五”时期以及更长时期的发展对加快科技创新提出了更为迫切的要求。进一步实现更多关键核心技术突破，必须坚持自主创新、自立自强。创新精神是科学家精神的核心要义，强调勇于探索、追求卓越，将有效激励科技人员勇攀科技高峰，实现更多“从0到1”的突破，为科技强国建设贡献更多力量。

大力弘扬科学家精神，有助于培养高水平创新人才队伍。

实现高水平科技自立自强，归根结底要靠高水平创新人才。甘为人梯、奖掖后学的育人精神是科学家精神的重要内涵。地球物理学家黄大年回国后，根据学生不同情况采取个性化培养模式，培养了一大批优秀人才；众多资深航天工作者甘当绿叶，支持年轻人在重大科研任务中挑大梁，如今北斗导航、探月探火等重大战略科技任务的团队成员平均年龄在30多岁……科技事业需要代代传承，唯有薪火相传才能接续发展。弘扬科学家精神，有利于更多青年科技人才崭露头角、施展才华，构建更加合理的科技创新人才梯队。

实践证明，我国自主创新事业是大有可为的，我国广大科技工作者是大有可为的。大力弘扬科学家精神，给予科学成就更多的精神支持，广大科技工作者必将为加快建设科技强国作出新的更大贡献。

【新闻速递】

装备维修战线技能人才角逐赛场

本报电 第二届“匠心杯”装备维修职业技能大赛日前在四川省彭州市开幕。本届大赛由国家人力资源和社会保障部、中央军委政治工作部和中央军委装备发展部联合举办。共有来自军兵种、武警部队及军工集团的429名军地装备维修战线技能人才晋级决赛。本届大赛设置的6个赛项均来自战场装备抢修作业一线实践，其中增材制造设备操作、工业机器人系统操作、无人机装调检修等3项为新增设的赛事项目。（李凯旋）

新型绿色农药科研成果实现转化

本报电 近日，中国农业科学院植物保护研究所举办“靶向真菌几丁质修饰抑制剂研讨会暨成果转化签约仪式”，体现了该项研究实现了从理论到实践的完整闭环。此次签约的靶向真菌几丁质修饰抑制剂，源于该所农药分子靶标与绿色农药创新团队对农业重大病虫害的几丁质生物合成、组装、降解与修饰机制的研究成果。据团队首席专家杨青研究员介绍，该抑制剂具有高效、高生物安全、环境友好等特点，可有效防治多种作物真菌病害。（蒋建科）

北斗短报文为户外运动提供安全保障

本报电 近日，中兵北斗卫星通信有限公司联合生态合作伙伴，发布了基于北斗卫星短报文通信的北斗徽章、北斗移动储能设备、北斗智能腕表等多款户外卫星通信产品，全面展示了紧急求救、位置上报等功能，可为旅游出行、户外运动等提供安全保障。据了解，中兵卫通的产品与服务系统，可实现3分钟救援响应、1小时内提供救援实施方案、5小时内触达救援。（谷业凯）

本版责编：刘诗瑶

以科学家精神激发创新活力

刘诗瑶

《2024年中国科技论文统计报告》发布

我国高水平国际期刊论文数量保持世界第一

本报记者 赵永新

中国科学技术信息研究所（以下简称“中信所”）日前在京发布《2024年中国科技论文统计报告》。报告显示，我国各学科最具影响力期刊论文数量、高水平国际期刊论文数量及被引用次数继续保持世界第一。

自1987年以来，中信所一直承担着中国科研人员在国内外发表科技论文情况的统计分析工作，每年定期公布中国科技论文产出整体分析报告，并在此基础上根据科技创新发展需求，拓展到对中国科技期刊等基于科技论文的统计分析工作。2023年增加了对预印本平台论文、重要学术会议等领域情况的统计分析。

各学科影响力最高的期刊被看作是各学科最具影响力期刊。2023年，178个学科中高影响力期刊共有161种（含学科交叉期刊），各学科最具影响力期刊上的论文总数为51440篇，中国在这些期刊上发表的论文数为14227篇，占世界总量的27.7%，排在第一位。

所谓高水平国际期刊论文，是指发表在国内外各学科代表性科技期刊上的论文。世界各学科代表性科技期刊的影响因子和总被引用次数均居本学科前10%，且每年发表的学术论文及述评文章数大于50篇。2023年共有384种国际科技期刊入选世界各学科代表性科技期刊，发表高水平国际期刊论文35.25万篇。按第一作者第一单位统计分析的结果显示，中国发表高水平国际期刊论文11.85万篇，占世界总量的33.6%，被引用次数为81.89万次，论文发表数量和被引用次数均排在第一位。

近两年间发表的论文在统计周期内得到大量引用，且被引用次数进入本学科前1%的论文被称为热点论文。各学科论文近10年被引用次数处于世界前1%的论文被称为高被引论文。

截至今年7月，中国的热点论文数为

2071篇，占世界热点论文总数的48.4%，数量比2023年统计时增加了2.5%，世界排名保持第一位。美国的热点论文数为1625篇，居第二位。中国高被引论文数为6.57万篇，占世界高被引论文总数的33.8%，相比2023年统计时世界占比增加了3%，排在世界第二位；美国的高被引论文数量为7.65万篇，占世界高被引论文总数的39.3%，仍居第一位。

《细胞》(Cell)、《自然》(Nature)和《科学》(Science)是国际公认的三个享有高学术声誉的科技期刊。2023年，这三个期刊共刊登论文5907篇，中国论文为395篇，世界排名从2022年第四位升至第二位。

根据近10年最新统计数据，中国科技人员发表国际论文平均每篇论文被引用16.20次，首次超过世界平均水平(15.76次)，其中，

中国持续开展高质量开放合作，中国高被引论文中以我为主的国际合著论文占比已升至1/3。2023年，国际合著论文占中国发表论文总数的20.4%。中国作者为第一作者的国际合著论文占中国全部国际合著论文的73.8%，合作伙伴涉及177个国家(地区)，排名前6位的国家为美国、英国、澳大利亚、加拿大、德国和日本。

中国国际科技论文被国际科技论文引用，反映全球科技界对中国科技创新的关注程度。2023年，中国论文在发表当年即获得引用的论文中，四成以上为国际引用。

报告还显示，中国国际科技期刊影响力进一步提升。2023年，中国科技期刊排名前1/4的中国期刊共有37种，比2022年增加2种；影响因子进入本学科排名前1/4的期刊有149种，比2022年增加12种。

材料科学、工程技术、化学、环境与生态学、计算机科学、农业科学和数学7个学科论文的被引次数排名世界第一。

报告显示，2023年，