

# 在一座小岛上，他们打破稳态强磁场世界纪录

■本报记者 王敏

在合肥西北郊的一座小岛上，王灿与同事正马不停蹄地开展下一代大功率高稳定度直流电源技术研究，以期进一步提升电源的技术性能指标，为未来建设更强、更稳定的稳态强磁场提供供电条件。

高级工程师王灿是中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心电源系统的负责人。就在一个多月前的9月22日，他与同事成功输出32.3兆瓦电源功率，助力强磁场科学中心自主研制的水冷磁体产生了42.02万高斯的稳态磁场，打破了此前由美国同类磁体产生的41.4万高斯的世界纪录，成为国际强磁场水冷磁体技术发展新的里程碑。

这也是稳态强磁场实验装置继2022年混合磁体创造45.22万高斯的世界纪录之后，取得的又一项重大技术突破。

## 拿下一项“单打冠军”

强磁场是现代科学实验最重要的极端实验条件之一，在这种条件下，物质特性会发生改变。科学家通过分析这些新现象背后的规律，有可能获得重大发现，因此，强磁场被誉为“诺贝尔奖的摇篮”。到目前为止，全球有19项与强磁场有关的成果获得了诺贝尔奖。同时，强磁场还能带来更多的重要应用。

强磁场科学中心学术主任、研究员匡光力介绍：“产生强磁场的方法通常有3种，科学家称之为3种磁体，即水冷磁体、超导磁体以及由水冷磁体和超导磁体组合的混合磁体。”

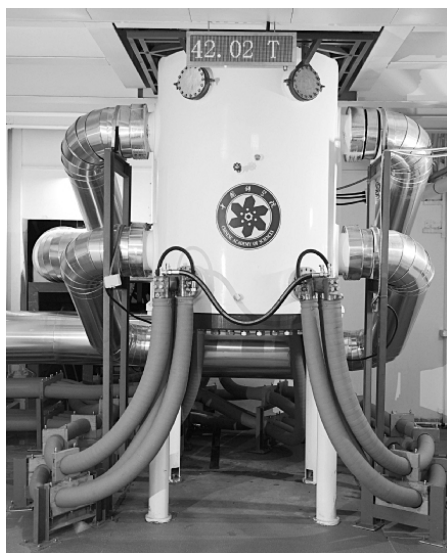
其中，水冷磁体是科学家最早使用的类型，磁场调控灵活快捷，具有迄今磁场强度远高于超导磁体的优势，为物质科学研究提供了可靠和高效的实验条件。

4年前，强磁场科学中心技术研制团队开始创新磁体结构，优化电源系统、水冷系统技术，最终创造了新的世界纪录——42.02万高斯的稳态磁场。

“水冷磁体、超导磁体都是‘单打高手’，混合磁体是‘混双组合’。”匡光力将稳态强磁场技术的发展形象地比作乒乓球赛场上的竞技，“我们在2022年曾以综合优势问鼎‘混双冠军’，现在又在水冷磁体领域有了新突破，拿下一项‘单打冠军’。”

## 让青年人当“主角”

匡光力介绍，水冷磁体的成功运行有赖



42.02万高斯稳态强磁场水冷磁体。中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心供图

于3个要素——水冷磁体的设计及研制、大功率电源的稳定输出、去离子水冷却系统的正常运行。

这3个子系统被一个“总开关”——中央控制系统控制，而张俊正是“总开关”的负责人。在这项工作中，他带领团队进一步提高了中央控制系统的控制保护能力，为整个磁体运行提供了强大的安全保障。

张俊的另一个身份是强磁场科学中心党委委员，因此，他一直在思考如何促进党建与科研的有效融合，为青年科技骨干成长提供平台。他认为，个人成长应融入具体工作中，要让青年人在科技攻关中挑大梁、当“主角”。

张俊介绍，2022年4月，在中国共产党成立100周年之际，强磁场科学中心成立了包括高场磁体技术青年创新突击队、高场运行青年创新突击队、低功耗量子材料青年创新突击队等在内的6支青年创新突击队。同年10月，为凝聚更多青年人才，更好发挥青年党员的先锋模范作用，强磁场科学中心党委将“创新突击队”升级为“创新先锋队”。

水冷系统负责人、高级工程师唐佳丽是高场运行青年创新先锋队的一员，也是

一位老党员。每周三是她值班的日子，早上8点，她准时来到中控室查看控制屏幕上的各项运行数据。检查无异后，就开始在系统现场巡检。其余时间她主要从事大功率水冷系统节能优化设计及水蓄冷技术相关研究。

“装置运行不是启动一个按钮就能正常运转的。这些屏幕的背后，是很多设备在同时运行，任何一个地方出现故障，都可能导致实验无法进行。”唐佳丽说。

2022年8月的一天，给唐佳丽留下了深刻印象。“就在混合磁体调试的前一天，一台制冷设备出了问题。当天，合肥室外温度高达40摄氏度，我和一名女同志直接爬上5米多高的冷却塔顶检修，当时汗水流进眼睛，辣得睁不开。我们当时的目标只有一个，把问题解决了。”

唐佳丽说：“为应对更高磁场强度带来的巨大热量，这次水冷系统从制冷、供冷及提纯等方面都进行了全面的性能升级，为水冷磁体提供了理想的运行环境，水冷系统团队在大功率冷却系统设计优化方面的技术水平也有了显著提高。”

2022年12月，强磁场科学中心党委在青年创新先锋队的基础上成立了青年理论学习小组，并以此为抓手，开展了理论学习、实践探索和科研攻关等活动。

过去，比特片是水冷磁体里的关键部件，每台水冷磁体由几千片比特片叠加而成。强磁场科学中心研究员房震介绍说：“在此次工作中，我们在比特片、磁体线圈、磁体结构3个层面进行了系统性技术创新，很好地解决了水冷磁体在高场下面临的大电磁应力破坏和高功率密度冷却等难题，为水冷磁体强度实现新的突破提供了保障。”

房震介绍说，高强度高电导的金属合金材料对磁体的研制至关重要，这几年，他一直在寻找新型的高性能导体材料。就在今年6月初，强磁场科学中心党委像往常一样，组织青年理论学习小组成员赴地开展党建交流活动。这次，他们的目的地是铜陵有色金属集团控股有限公司金威铜业分公司。

房震说：“这不是一次简单的外出学习，而是合作伙伴间深化交流的重要机会。通过实地参观金威铜业分公司的生产现场，大家深入了解了铜业生产的工艺流程和技术创新，充分交流了稳态强磁场实验装置与高性能材料的应用与需求。”

## 为中国强磁场事业贡献更多力量

此前，我国在强磁场研究领域几乎是一片空白，科学家不得不去国外强磁场实验室申请机时，不仅获批比例不高，等待周期也非常漫长。这制约了我国在该领域的科技进步。

国家高度重视重大科技基础设施建设，2007年批准建设稳态强磁场实验装置。从那时起，强磁场科学中心技术研制团队就有了一个坚定的信念——以为祖国研制大科学装置为己任，白手起家，攻坚克难。

2010年开始，稳态强磁场实验装置开始“边建设、边运行”，2017年9月27日，稳态强磁场实验装置通过国家验收并正式投入运行，使我国成为继美国、法国、荷兰、日本之后第五个拥有稳态强磁场装置的国家。

匡光力介绍，截至2023年底，装置已经运行超过60万个机时，为国内外197家用户单位提供了实验条件，开展了超过3000项课题的前沿研究，取得了一系列重大科技成果，如“首次发现外尔轨道导致的三维量子霍尔效应”“揭示日光照射改善学习记忆分子及神经环路机制”等。

磁场越强，科学发现的机遇就越多。“此次水冷磁体的成功研制不仅进一步检验了高场水冷磁体技术，而且为凝聚态物理、材料科学等领域提供了强大稳定的实验条件，将更好地满足科研用户对快捷调控的稳态强磁场的实际需求。”匡光力表示，更重要的是，这项成果还为下一代稳态强磁场大科学装置的建设奠定了一项关键技术基础。

党建促科研，科研强党建。除了丰硕的科研成果，近年来，强磁场科学中心技术研制团队还先后获得了“全国工人先锋号”荣誉称号、中国科学院青年五四奖章团队等称号。目前，强磁场科学中心在职员工近200人，其中党员人数超过总职工人数的一半。近年来，强磁场科学中心还不断引导科技骨干向党组织靠拢。

平日里，王灿也会积极参加强磁场科学中心党委开展的党建活动，分享经验和心得。“这些交流让我感受到不同学科、领域思想的碰撞和共同进步的力量，也让我看到了党员在工作中的无私奉献和对科研执着追求的精神。”正是在这样的氛围中，王灿有了向党组织靠拢的想法。他说：“希望能够在党组织的引领下，进一步坚定自己的信仰，与团队一起为中国强磁场事业贡献更多力量，勇攀科技高峰。”

## 发现·进展

### 国防科技大学

## 极端条件下氢氦相分离研究获理论突破

本报讯(记者王昊昊 通讯员康冬冬)研究极端条件下的氢氦混合物特性及动力学行为是揭示生命起源、宇宙演化的重要基础，也是惯性约束聚变、武器库存与爆炸毁伤等国家战略的重要支撑。以气态巨星如木星和土星为背景，氢氦不混溶性是行星物理中的关键参数，其相分离边界对精准评估行星的结构和演化至关重要。

国防科技大学理学院教授戴佳钰团队通过机器学习加速分子动力学模拟，揭示了在木星和土星内部极端温度和压力条件下氢氦混合物的相分离行为。相关研究成果近日发表于《自然-通讯》。

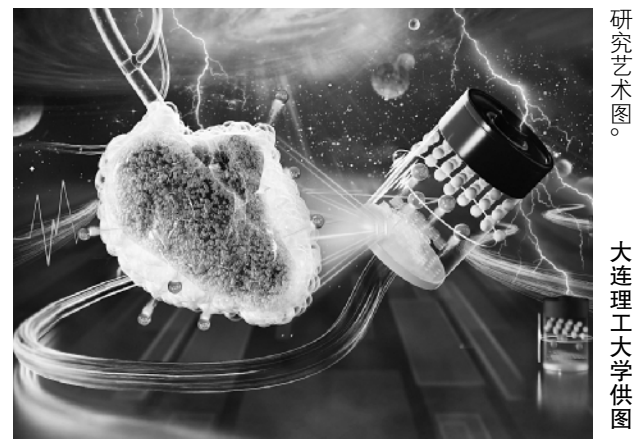
研究团队针对混合体系发展了宽温压区间机器学习势函数，结合条件概率方法与基于Jarzynski不等式的非平衡自由能计算手段，给出了第一性原理精度的H/He分层热力学相图，得到了木星和土星内部氢雨分布区域半径，显著修正了原有的行星模型，为解释木星和土星大气中氨含量的降低提供了新视角。

据介绍，戴佳钰团队此前在人工智能融合科学计算上发展了系列方法，为揭示高温高压复杂环境下物质的物态特性研究提供了有力工具，也为冲击、准等熵等动态加载过程的精确描述提供了直接支撑。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-52868-4>

### 大连理工大学

## “仿生心脏”微应力泵助力钠离子快速传输



研究艺术图。

大连理工大学供图

本报讯(记者孙丹宁)近日，大连理工大学教授胡方圆等人揭示了电极电势诱导液态金属界面张力变化的构效关系，阐明了微应力场促进Na<sup>+</sup>传输的新机制，构筑了新型高性能电化学储能器件。相关成果以封面论文形式发表于《能源与环境科学》。

胡方圆等人受到心脏泵血机制的启发，提出了微应力泵促进离子流传输的新策略，促进了Na<sup>+</sup>的快速传输。他们在电化学过程中通过电压变化调控液态金属规律性收缩/扩张，作为微应力泵模拟心脏节律性跳动过程，从而出现类似加速血流泵出现现象，继而改善离子流传输过程，起到了通过应力场加快离子传输速率的作用。

研究人员还结合微型传感器原位监测技术，阐明了液态金属基电极材料的应力与电化学性能之间的构效关系。构筑出Ah级软包电池，在1C电流密度下经过500次循环充放电后，其容量保持率为90.2%。

该工作阐述了液态金属界面张力与电极电势之间的关系，揭示了电极电势对Na<sup>+</sup>电化学传输速率的影响规律。在还原反应过程中，电极电势降低，液态金属的界面张力加快了Na<sup>+</sup>向内的传输速率。在氧化反应过程中，电极电势增加，液态金属表面电荷密度增大，界面张力下降，加快了Na<sup>+</sup>向外的传输速率。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1039/D4EE00282B>

### 四川大学华西医院

## 系统综述肿瘤早期演进研究新策略

本报讯(记者杨晨)近日，四川大学华西医院研究员汪源课题组在《自然评论-癌症》发表综述，系统总结了癌症发生及早期演进的最新研究进展和研究新范式。该综述涵盖了临床样本、自发成瘤小鼠、类器官及干细胞等肿瘤早期演进研究模型，以及多组学、人工智能、谱系示踪、成像等先进技术，深入探讨了这些研究策略的优势和局限，并对未来发展作出展望。

该综述首先从具有明确癌前病变的临床样本出发，通过比较正常组织、癌前病变及终末期癌症样本，结合单细胞、空间组学和深度学习等技术，精确描绘了肿瘤早期演进过程中的克隆选择、关键分子事件及影像特征。

综述中提到，由于大多数癌症缺乏明确的癌前病变，建立大规模纵向队列不仅耗时、成本高，且癌前病变进展为癌症的概率较低，因此基于临床特征进行因果关系预测仍具挑战性。临床前模型如自发成瘤小鼠、类器官和干细胞肿瘤模型则打破了临床样本获取和研究的限制，能够进行纵向采样，特别是在缺乏癌前病变的癌症类型研究中具有优势。此外，临床前模型通常一次性引入多重驱动突变，这与人类癌症逐步积累突变的过程不同，可能影响特定研究结论的临床相关性。

综述系统总结了肿瘤早期演进领域近年来涌现的模型、方法和发现。研究人员指出，肿瘤早期演进研究新范式的发展，有望进一步阐明肿瘤起始和早期阶段的复杂调控机制，明确早期干预的时机和靶点，为开发早诊早治新策略奠定基础。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41568-024-00754-y>

## 公众最快可提前8分钟 获知气象预警信息

本报讯(记者高雅丽)10月29日，记者从中国气象局新闻发布会获悉，我国气象灾害风险预警能力大幅提升，暴雨预警信号准确率提高到93%，强对流天气预警时间提前量达43分钟，气象预警信息可提前3至8分钟送达社会公众，覆盖率达98.8%。

中国气象局党组成员、副局长熊绍良介绍，目前，我国以气象灾害预警为先导的应急联动机制不断健全，已全面完成第一次全国自然灾害综合风险普查任务十大类气象灾害风险普查，逐日发布的自然灾害风险产品达45种，山洪灾害、地质灾害、森林草原火险等气象风险预警服务实现精准化数字化。此外，我国人工影响天气能力显著增强，5年来组织飞机作业5547架次，地面作业22.7万余次，年均增加降水超380亿吨，人工增雨(雪)影响面积达500万平方公里，人工防雹保护面积达60万平方公里，在农业抗旱减灾、森林草原防火、生态保护与修复等方面发挥了重要支撑作用。

据介绍，目前，气象服务已覆盖国民经济70余个行业，在交通保畅、能源保供、民生保优等方面充分发挥趋利避害、赋能增益作用。



“二航卓越”起重船。

杨雪/摄

## 水中“大力士” 完成首秀

本报讯(记者李思辉 通讯员杨雪)

10月28日，在杭州湾海平面上，高25.1米、长55.7米、宽40.2米、重2500吨的杭州湾跨海铁路大桥160号主墩钢吊箱被“二航卓越”起重船稳稳沉放到设计位置。这意味着由中交二航局投资建造的“二航卓越”顺利完成首秀。

“二航卓越”是国内同类型船舶中起重能力最大的双臂架变幅式起重船，是名副其实的水中“大力士”。该船总长165米、型宽52米、型深11米，起重能力5500吨，其起重重量、起升高度可覆盖130米跨度非通航孔桥梁吊装，具备47米限高通航能力，适用于大跨桥梁箱梁等大构件整体吊装。

## 唐金陵：以病人为中心，重申慢性疾病概念

■本报记者 刁雯璿

近日，2024年中国慢性病防控大会在京召开。会上，《英国医学杂志》“中国慢性病当前挑战”正式发表。作为该专刊的发起人和组织者，深圳理工大学计算机科学与控制工程学院讲席教授、《英国医学杂志》中国编辑唐金陵与香港中文大学教授杨祖耀合作，在专刊上发文提出医学应重申慢性疾病的概念。

过去几十年，随着新生儿死亡率和传染病死亡率不断下降，以及人口老龄化和生活方式的改变，心脑血管病和癌症等慢性非传染性疾病(以下简称慢性病)已成为我国居民的主要死因。

2021年，我国慢性病死亡人数占总死亡人数的91%。我国人口虽然占全球的18%，但慢性病造成的死亡人数却占全球的26%。鉴于其涉及人数多、防治周期长的特点，慢性病已成为我国未来需要长期面对的公共卫生挑战。

在过去一个世纪里，生理、生化、组织学

和影像等技术的进步大大提高了医学“观察”人体的能力，并使人们认识到，疾病总是始于分子、细胞、生化或生理层面的微小变化，而症状和体征只有在这些变化足够严重时才会出现。

这一认识促使医学对疾病的定义逐渐从基于患者症状和体征的传统模式，转向依赖于人体微观层面的变化，疾病的定义也被大大扩展了。例如，糖尿病是根据生化指标，即血糖浓度定义的；癌症是根据组织学特征，即细胞的形态结构定义的；高血压则是根据生理学指标，即血压定义的。

“我们不能仅仅因为技术检测到身体的微小变化，就将这些变化视为疾病并进行干预。定义慢性病需从病人的利益出发，考虑这些变化是否真正对健康和生命构成威胁，更重要的是我们是否具有有效的干预措施，能使患者从治疗中受益。”唐金陵表示。

事实上，一些早期微小的身体异常往往

终身都不会引起麻烦。例如，据中国的一项大型长期随访研究估计，86%的高血压患者终身都不会因高血压而发生心血管事件。又如，通过筛查发现的甲状腺癌和前列腺癌的死亡率与发病率之比很小，这意味着很多携带早期甲状腺癌或前列腺癌的患者并不会死于这两种癌症。

对于这些绝大部分终身都不会引起麻烦的所谓早期疾病，治疗的作用微乎其微。例如，在一般高血压患者中，不治疗的10年心血管病风险为6%，降压药能把这个风险降低1/3，即从6%降低到4%，绝对效果为2%。换言之，在100个高血压患者中，降压药10年内能预防2例心血管事件，而对其他98人没有任何作用。

在其他疾病的早诊早治方面，美国斯坦福大学教授John Ioannidis及其同事总结了针对19种疾病的39种筛检方法的48个随机对照试验，结果发现，可降低筛检疾病死亡率的方法并不常见，可降低全死因死亡率

的方法极其罕见或者根本不存在。另外，《英国医学杂志》2014年发表的一项研究发现，一般的无选择性的体检对降低全死因死亡、心血管病死亡和癌症死亡的风险没有作用。

然而，把早期微小的身体异常视为疾病进而展开治疗，给医疗卫生增加了很大负担。

唐金陵指出，当前很多慢性病的诊断都依赖一个主观确定的诊断切点，而这些切点的微小下移会导致大量新增患者。因此，医学界应重新思考慢性病的定义逻辑，从病人利益以及医学根本目的出发，只有当有效的干预措施存在时，早期、微小的身体异常才应被视为疾病。

“医学的目的是照护病人，而不是‘制造’更多病人。”唐金陵表示，“为了实现这一目标，我们必须以病人为中心，重新审视当前的疾病概念和治疗模式。”

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1136/bmj.q1858>