

1600℃！在梦天舱安全“玩火”

■本报记者 陈欢欢

一个要在天上“玩火”，一个要在天上“炼丹”，中国空间站梦天实验舱中这两个科学实验柜堪称“火热”的一对——燃烧科学实验柜和高温材料科学实验柜。

日前，实验柜主任设计师等研制人员向《中国科学报》揭秘了梦天舱如何点燃太空中最热的“一把火”。

1600℃的“炼丹炉”

1600℃！这是梦天舱高温材料科学实验柜的最高工作温度，也是国际空间站科学实验舱能够达到的最高温度。

铜的熔点是1085℃，单晶硅的熔点是1410℃……实验柜的工作温度越高，能研究的范围越广，出现变革性成果的可能性就越大。在太空中做材料科学研究，几乎是每一位材料科学家的梦想。

“空间站的重力只有0.001~0.000001个加速度，很可能产生地面无法制备的材料。”中科院上海硅酸盐研究所研究员、高温材料科学实验柜科学实验系统主任设计师刘学超表示。

但是，中国科学家要想实现梦想却不易。国际空间站中，美国命运号实验舱最高工作温度为1400℃，欧洲哥伦布号为1400℃，日本希望号为1600℃，俄罗斯科学号为1200℃。

“过去我们没有资源，现在有了很好的机会。我们在立项时就确定，所有技术指标均不低于国际空间站同类装置。”刘学超说。

他们说到做到。目前，高温材料科学实验柜的一系列指标国际领先——温度稳定度达到正负0.2℃、自动化样品数量为16支、首次采用X射线实时观察。

一次性批量处理16支样品，打破了日本希望号GHF材料实验装置15支的纪录。这意味着，航天员挂上16支样品后，几个月都不需要进行任何操作，实验柜将自主完成所有实验，大大提高了效率和精度。

中科院上海硅酸盐研究所副研究员、高

为科研人员减负还需“刀刃向内的改革”

■李思辉

过去需要两三天才能完成的科研审批流程，现在动鼠标，不到一个小时就能完成。近日，华中科技大学历时4年研发的“一张表”平台正式上线，实现科研人员近400项流程网上办，把流程化的工作量减到最轻。华中科技大学这一创新举措，受到使用者普遍好评。这启发我们，为科研人员减负松绑既需要来自“上头的压力”，又离不开刀刃向内的主动作为。

表格多、材料多、报销繁、检查多、数据难找、手续难办……广大科研人员苦类似问题久矣，有的可谓屡受其累、苦不堪言。近年来“减负松绑”呼声不可谓不高，社会共识不可谓不强，然而负担过重、手续过多、流程过长等问题，在一些科研院所、高校、科技企业中依然客观存在，与广大科学家和科研人员的预期还有很大差距。

出现此种情况，既有历史积弊甚深、改革无法一蹴而就的原因，也有部分单位畏难不前、空喊口号不见行动、敷衍塞责的原因，还有过度依赖“上头的压力”，缺乏破冰的主动性、自觉性的原因。为科研人员减负松绑，既是党中央的明确要求，也是相关部门的改革任务，也是科研院所、高校和科技企业“自己的事”，不能眼睛只盯着上面看，上级咋说就咋喊，上级不推就不转。认真贯彻落实上级政策要求的同时，结合自身实际，打破固有路径依赖，创新思路举措，探索更多切实可行、务实管用的办法，把来自“上头的压力”与来自“下头的努力”结合起来，方能形成向内改革、创新驱动的合力，尽快达成减负松绑的目的。

“一张表”平台看起来只是一个“技术上的小改革”，实际上对应着主动探索“改革方法路径”，主动求解“怎么落实改革意图”的不懈努力。以一张表代替几百张表，以线上一键可查代替到处找数据，以一套程序解决成百上千个问题，这种“以科技创新手段破解科研人员负担过重问题”的做法，这种刀刃向内的自我革命，对于其他科研院所、高校、科技企业具有借鉴意义。

习近平总书记强调，要建立让科研人员把主要精力放在科研上的保障机制，让科研人员把主要精力投入科技创新和研发活动。让科研人员把主要精力放在科研上，既需要宏观层面持续优化制度设计，又需要发挥科研单位的主观能动性。鼓励更多单位立足实际，从具体操作层面切实简化科研管理，减少各类评估、检查等活动，这有利于最大限度降低其对科研活动的干扰。

空谈误国，实干兴邦。在为科研人员减负松绑这件事上，尤须坚持改革思维、问题导向，实干标准，看效果、看作为、看实绩。



研制人员正在检查设备。受访者供图

温材料科学实验柜科学实验系统主管设计师张明辉表示，批次实验有点像左手枪的弹匣，依次轮转进行实验。而对整个实验过程实时拍照的CCD相机则像是太上老君的童子，时刻守护着“炼丹炉”。

据了解，为了提高空间实验成功率，科学家在地面进行了大量匹配实验，和空间实验的比例达到95:5。台上一分钟，台下十年功。张明辉说：“我们这里是天上一次加热实验，地面千锤百炼。”

多重手段确保绝对安全

“在空间站‘玩火’是不是太危险了？”从梦天舱燃烧科学实验柜立项第一天起，这样的质疑就不绝于耳。

但是，燃烧现象同人类生活息息相关，更何况空间燃烧实验有望产生重大科学成果，这也是全球的热点研究方向。

中科院工程热物理研究所副研究员、燃烧科学实验柜科学实验系统主任设计师郑会

龙表示，太空去除了对流的影响，可以深层次理解燃烧机理，有助于航空航天发动机研究、新材料合成、PM2.5产生机理分析等。

“我们的空间实验开展得晚，但也因此具有了后发优势。”郑会龙表示，梦天舱燃烧科学实验柜通用性强、功能强大，传感器最高可测3000℃高温，高速相机每秒可拍摄3000张照片，将面向全世界科学家开放科研项目申请。

为了保证燃烧实验的绝对安全，研制团队采取了多重措施：实验中火苗最大只有3根生日蜡烛的燃烧量，而燃烧室能承受9个大气压的压力；燃料同氧气隔绝放置，防止意外；燃烧产物多重过滤回收，保证航天员生命健康。此外，研究人员还设定了很多预警系统。

高温材料科学实验柜则在国际上首次将X射线装置搬到了空间站。

航天科技集团兰州空间技术物理研究所高级工程师、高温材料科学实验柜科学实验系统副主任设计师孙晋川表示，X射线实验装置是空间科学实验的“火眼金睛”，可以通过可视化手段，获得材料样品在制备过程中的实时图像信息和数据。

为了避免X射线对航天员健康产生影响，研制团队设计了一套屏蔽吸收系统，就算装置满功率输出，X射线溢出量也远低于国家标准。

高温材料科学实验柜还通过技术攻关，实现了内部1600℃、外部低于40℃的效果，使实验柜摸起来不冷不热，跟航天员体温差不多。

交一份完美答卷

10月31日下午3点半，梦天舱随着长征五号运载火箭发射升空。在海南文昌现场观看发射的刘学超、郑会龙等人激动地在草坪上飞奔起来。

那一刻，他们百感交集。所有技术指标均不低于国际同类装置，还有许多国际首创，意味着从设计到研发必

定要经历艰苦的攻关过程。6年时间，他们已经数不清失败过多少次。

有一次，加热陶瓷结构件接连三次断裂，每次都要重新设计、开模、实验。最后一次力学台前，同事跟刘学超说，自己昨晚梦见陶瓷又裂了。刘学超苦笑：“巧了，我也做了一样的梦。”还好，那次实验终于通过了。

为了批量放置16支样品，来自中科院沈阳自动化研究所的技术专家前后做了10套方案，怎么都放不下。但他们告诉自己，不行，一定要放下。最终通过不断优化设计，将空间用到极致，16支样品放下了。

为了总重量不超标，高温材料科学实验柜设计方案历经5轮减重，在保证先进性、安全性的同时从每个细节抠重量。最后一轮时孙晋川笑称：“能不能别减箱子了，我自己体重都减了好几斤。”

多少次觉得“坚持不下去了”，但最终还是爬起来成为“打不死的小强”。回头再看，孙晋川自信地说：“这些攻克下来的具体技术都成为了我们掌握的核心技术。”

在这场全国大协作中，来自各顶尖科研机构专家们也结下了深厚的战斗友谊。“没有这么多单位的支持，我们无法在短时间内完成这么复杂的工程，这体现了我们国家强大的设计、科研和集成能力。”郑会龙说。

尤其是最近几年，为了保障后墙不倒，大家没有节假日，冒着疫情的风险出差就是一个多月。今年春节，来自全国各地的研制团队齐聚北京，进行正样机交付前最后的调试，除夕之夜工作到凌晨一两点，大年初一早上8点又来到现场工作。

“我们整个团队几乎都拼了老命。”郑会龙说，“既然承担了国家任务，就要交一份完美的答卷，这就是航天精神，也是我国航天事业能够不断超越自我的根本原因。”



莱州市海上风电与海洋牧场融合发展研究试验项目。中国广核新能源控股有限公司供图

发电机组，是国家发展改革委、国家能源局批复确定的新能源领域增量混合所有制改革重点项目。

该项目于2022年7月正式开工建设，从开工到发电仅用时4个月，创下海上风电行业建设速度新纪录。待其全容量投运

后，年上网电量可达10.64亿千瓦时，每年可节约标煤约30万吨，相应可减少二氧化碳排放78万吨、二氧化硫排放约5700吨、氮氧化物排放约8500吨。此外，每年还可减少大量灰渣、烟尘排放，以及相应的废水排放，节能减排效益显著。

国内首个海上风电与海洋牧场融合项目并网发电

■本报记者 王昊昊 通讯员 邓婷婷

11月25日，由中国电建中南院EPC总承包的全国首个海上风电与海洋牧场融合发展研究试验项目——莱州市海上风电与海洋牧场融合发展研究试验项目首批机组顺利并网发电。

莱州市海上风电与海洋牧场融合发展研究试验项目位于山东省莱州市西侧国家级海洋牧场示范区海域，规划装机容量304兆瓦，共建设38台单机容量8.0兆瓦风力

一所一人一事

他们想用精准医学掀起“蝴蝶效应”

■本报记者 冯丽妃

南美洲亚马孙河流域热带雨林中的一只蝴蝶，偶尔扇动几下翅膀，可能在两周后引起美国得克萨斯州的一场龙卷风。

一项精准医学技术从实验室走向临床，会产生什么样的“蝴蝶效应”呢？

作为国家战略科技力量，中科院在国内成立了首个精准医学学科二级学科。这个落地在中科院北京基因组研究所(以下简称基因组所)的学科正在把一批精准医学技术推向临床，酝酿着未来医学发展的一场新风暴。

验尿可知是否患病

在基因组所，研究员慈维敏正以尿液为对象，开展基于基因组学和表观基因组学特征的泌尿肿瘤无创诊断研究。通俗地讲，就是利用尿液中尿沉渣里的脱落细胞和游离DNA，判断一个人是否患病、患了什么病、处于癌症早期还是晚期、能否治愈。

泌尿系统的解剖学位置，使其更容易通过尿液将肿瘤变异细胞直接释放出去，特别是膀胱癌细胞。“我们可以用微量尿液进行全基因组测序，从而准确判断一个人是否患泌尿系统肿瘤。”慈维敏告诉《中国科学报》，尿路上皮癌就是对这一诊断方法十分敏感的癌种之一。

利用该方法，他们可以对尿路上皮癌进行风险分层，从而对患者进行精准分类治疗。如由鸟嘌呤酸引起的尿路上皮癌是一类低危类型恶性

肿瘤，可通过早期诊断和监测进行保肾治疗；DNA甲基化低的尿路上皮癌患者也是低风险患者，即使是肌层浸润性的，也可进行保肾治疗。

当前，我国每年新发肿瘤人数逾450万、死亡人数超300万，均列全球之首。慈维敏希望以泌尿肿瘤研究为核心，使尿液微量样本的基因组学检测包含更多信息，组合出包含各种癌症特征的“条形码”，只要一次检测，就能对癌症进行精准诊断和溯源。

白血病低剂量化疗

除了泌尿系统肿瘤外，目前还有一种常见的血液肿瘤困扰着中国至少400万人，它就是白血病。据统计，每年新增白血病患者约4万名，其中50%是儿童。

目前，高剂量化疗是治疗白血病的主要手段，为尽可能对肿瘤细胞“赶尽杀绝”，临床上往往采用最大耐受剂量化疗。而这容易导致血小板缺乏等严重并发症，产生高额费用，迫使贫困家庭放弃治疗。

基因组所研究员王前飞曾亲眼目睹患儿的痛苦和这些家庭的无奈，这极大触动了他。

2014年起，王前飞团队与苏州大学附属儿童医院合作，在国际上首次将1/10剂量化疗药物联合细胞因子G-CSF方案(低剂量联合方案)用于治疗初诊儿童急性髓系白血病，并采用基因组测序技术，全程跟踪检测疗效。

他们评估了183例患儿的疗效，结果表明该方案具有与传统常规化疗相似的临床和分子学疗效，并可使人均单疗程治疗费用节省2万到3万元。目前，低剂量联合方案已被写入中低收入国家儿童AML诊疗指南、中国儿童及青少年急性白血病诊疗指南2021(III级专家推荐)等。

但王前飞表示，我国III级专家推荐仅是参考选用方案，尚未成为国内白血病治疗一线方案。“从精准医学的角度看，我们希望只要通过其分子特征检测，就能判断一名患者是否适合使用低剂量联合方案。”

实现这一目标面临不少挑战。王前飞和团队近年来开展了不同剂量化疗药、靶向药等多种治疗方案的耐药演化机制研究，发现了多种潜在诊疗新靶点。同时，国内多家医院已联合启动了低剂量联合方案的多中心临床试验，自2018年以来，已随机入组了400余例患儿，为深入研究低剂量联合方案的分层特征提供了临床资源和研究基础。

试管中的新一代生殖辅助技术

与致力于攻克肿瘤的慈维敏、王前飞不同，基因组所研究员刘江试图探寻人类生命早期的秘密——人类胚胎发育过程中为什么会出现问题。

10年前，在好奇心的促使下，刘江试图用斑马鱼回答这个问题。现在，他和合作者在国际上首创的试管婴儿筛查新技术——胚胎植

发现·进展

中科院金属研究所

新一代液流电池储能技术研究获进展

■本报记者 沈春蕾

近期，中科院金属研究所材料腐蚀与防护中心腐蚀电化学课题组在新一代低成本全铁液流电池储能技术领域取得了一系列进展。

水系液流电池技术以其本质安全、环境友好等优势，成为长时储能领域首选技术之一。但是，现阶段较高的钒价格，在一定程度上限制了技术成熟度最高的全钒液流电池技术规模化发展。全铁液流电池以中性氯化亚铁作为活性物质，成本低廉、环境友好、能量密度高，但铁负极存在析氢、水解和铁枝晶团簇问题，严重制约了铁负极和全铁液流电池的长期循环稳定性。

针对这一问题，研究人员在氯化亚铁水溶液中引入柠檬酸钠，强配体柠檬酸根通过羧基与Fe²⁺(铁离子)结合形成稳定的配位结构，改变了Fe²⁺在水溶液中固有的六水合结构形式，进而抑制水解及避免还原过程中的析氢反应，有效改善了Fe/Fe²⁺沉积-溶解反应的可逆性，组装的全铁液流电池实现了99.3%的电流效率、70%的能量效率和300圈循环100%的高容量保持率，循环寿命提升了11倍。

研究结果证明，配位化学设计策略可有效改进铁负极有问题，为实现全铁液流电池铁负极高效沉积-溶解反应提供了新途径。相关研究成果发表于《材料化学杂志A辑》。

研究还发现，配位化学设计策略在提升全铁液流电池循环可逆性方面效果显著，但高结合能下铁配位结构的氧化还原电位会发生偏移，限制了全铁液流电池高功率输出特性。

针对这一问题，研究人员选取富含极性基团的极性溶剂DMSO作为负极溶剂添加剂，得益于极性溶剂的双功能调控，组装的全铁液流电池可实现134 mW/cm²的输出功率密度、75%的能量效率和98.6%的容量保持率，循环稳定性提升了130%，为低成本长寿命全铁液流电池产业化开发提供了技术支持。相关研究成果发表于《Small》。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/sml.202204356>
<https://doi.org/10.1039/D1TA07295A>

中国水稻研究所

基因编辑技术调控水稻遗传重组频率

■本报记者 李晨

中国水稻研究所研究员王克剑团队利用CRISPR/Cas9基因编辑技术，对水稻重组关键基因HEI10的转录调控区域进行编辑。结果表明，通过对单个重组关键基因转录调控区域的编辑，可以实现遗传重组的正向和负向调控。为加速新品种培育、缩短育种周期提供了重要理论基础和技术支撑。相关研究近日在线发表于《植物通讯》。

王克剑介绍，遗传重组是动植物遗传育种过程中遗传多样性的主要来源之一，特异发生在生殖发育的减数分裂时期。增加遗传重组频率可提高遗传多样性，促进新组合产生；而重组频率的减少则能保持已聚合优良性状的稳定性。

研究人员已在不同物种中克隆了众多调控遗传重组的基因。然而，这些基因的突变植株通常结实率会严重下降，甚至完全不育，从而限制了相关突变体在遗传育种中的应用。该研究发现，利用CRISPR/Cas9基因编辑技术对水稻重组关键基因HEI10的转录调控区域进行编辑，不同等位突变植株不仅保证了减数分裂期染色体的正常分离，还保留了较高的结实率。同时，突变植株中遗传重组频率发生了不同程度的增加或减少。

该研究表明，通过对单个关键基因进行编辑可实现水稻遗传重组的正向和负向调控。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.xplc.2022.100474>

人前DNA甲基化筛查技术，已经帮助100多个家庭拥有了健康的宝宝。

当前，我国育龄夫妇不孕不育率达18%，每年做试管婴儿的家庭达到100万。“但现有辅助生殖技术仍存在三大问题，即出生率较低、出生缺陷较高、表现遗传引起的出生缺陷不能提前筛查和避免。”刘江分析道。

据统计，我国临床辅助生殖技术的出生率仅约30%，且试管婴儿患印记疾病的概率为3%，是自然分娩婴儿患病率的两倍。这些疾病往往导致婴儿智力发育障碍乃至死亡，而当前临床无法筛查和避免。

如何筛选高质量的囊胚，提高试管婴儿的出生率？刘江发现，大量早期胚胎中存在DNA甲基化图谱的异常，这与胎儿出生率相关。此外，从DNA甲基化图谱数据中能获得胚胎的染色体非整倍性信息，可用于产前遗传学诊断。这为辅助生殖技术提供了一种新型筛查方法。

在临床试验中，刘江与山东大学陈子江院士团队合作，发现基于DNA甲基化图谱的筛选技术可以使试管婴儿出生率达到65%以上，是当前我国试管婴儿整体出生率的两倍。这种方法在囊胚发育第五六天就能发现其是否优良，从而将疾病发现时间大幅提前，避免了出生缺陷，提高了婴儿健康水平。

这项突破行业瓶颈的技术，被称为新一代辅助生殖技术。目前，刘江团队已与19家生殖中心合作。自2019年该技术进入临床试验以来，已服务200多个家庭，接下来将有1500多个家庭入组临床试验。

刘江的短期目标是，在5年或10年内，能够让我国试管婴儿出生缺陷比降低一个百分点。他们还会不断累积数据，让婴儿出生缺陷筛查变得更加精准。