



第二十届中美前沿科学研讨会举行

本报讯 11 月 18 日至 21 日，中国科学院和美国国家科学院在京联合举办第二十届中美前沿科学研讨会，来自中美两国科研机构和高校的青年科学家围绕相关科技前沿主题展开深入交流和跨学科研讨。中国科学院院长侯建国发表书面致辞，美国国家科学院院长玛西娅·麦克纳特发表视频致辞。

侯建国表示，中美两国科学院共同肩负着新形势下推进国际科学交流与合作的责任，多年来双方合作取得了实质性互利成果，为应对气候变化、生态环境破坏、能源紧缺等全球挑战提供了科学解决方案。中美前沿科学研讨会作为两国科学院乃至两国青年学者跨学科交流的重要平台之一，自举办以来，为增进相互了解与信任、促进中美科技交流与合作发挥了积极作用。他期待本届研讨会能够帮助大家在重大科学前沿领域分享新成果、碰撞新思想、推动新合作，促进中美科技互利共赢，为全球科技进步贡献力量。

麦克纳特表示，双方科学家通过研讨会在

基础研究领域互学互鉴，增进了友谊、拓宽了视野，希望中美前沿科学研讨会未来继续取得更丰硕的成果。

研讨会上，来自中国科学院、清华大学、北京大学以及美国哈佛大学、麻省理工学院、劳伦斯·伯克利国家实验室等 40 余家中美研究机构和高校的近百名参会人员，围绕人工智能促进科学发展、神经疾病的连接组学、系外行星、原位结构细胞生物学、纳米孔生物技术分析、海洋二氧化碳移除、面向未来的量子材料、用新的数学工具理解人工智能等主题开展深入交流研讨。中美两国科学院还共同发布了中美星球健康联合计划，旨在汇聚两国科学家智慧，共同解决人类面临的健康、食品安全和城市化等方面的挑战。

中美前沿科学系列研讨会始于 1998 年，由中美两国科学院共同发起。研讨会围绕自然科学领域的不同主题组织跨学科研讨，已发展成为中美两国青年学者的重要交流平台。（柯汛）

扎根科学岛 逐梦“种太阳”

■本报记者 陈欢欢 王敏

在安徽省合肥市西郊一座远离城市喧嚣的静谧小岛上——科学岛上，一项创纪录的实验正在开展。40 多年来，可控核聚变这一人类清洁能源的终极梦想，使一支有理想、有情怀的队伍牢牢扎根于此，齐心协力“种太阳”。

《中国科学报》记者日前在采访时发现，这个建制化团队有点“不一样”。他们最有共鸣的不是物理理论，也不是聚变理论，而是管理学中经典的木桶理论——无论科学家、工程师，还是技术工人，每个角色都在努力成长，绝不做团队中的短板。

这种共鸣被他们凝练成 4 个短句——“甘于奉献、团结协作、锐意进取、争创一流”。对于每一位“种太阳”的人来说，每个短句的背后都有故事。

锐意进取：“天方夜谭”变成现实

“托卡马克”这一科学概念最早由苏联科学家在 20 世纪 50 年代提出。它模拟太阳内部核聚变产生巨大能量，一旦成功，将为全人类提供取之不尽、用之不竭的清洁能源，因此也被称为“人造太阳”。1968 年，苏联 T-3 装置实现了 1000 万度等离子体放电，一下轰动了整个核聚变界。

当时就职于中国科学院物理研究所的陈春先敏锐注意到这一巨大成就。1970 年，他瞅准机会，在讨论中国科学院第 4 个五年计划时提出，利用中国科学院安徽光学精密机械研究所闲置的八号电感线圈建设一个热核反应实验装置，可以大大节省经费。

中国科学院经过慎重考虑，在 1973 年同意在合肥建立“受控热核反应研究实验站”，并从院内外调集 110 名相关专业人员。

就这样，“人造太阳”的火种落户合肥。陈春先从北京赶来，真空组组长万元熙从四川凉山州调来，不久后从上海同济大学毕业的吴维越也来了。

吴维越回忆，团队刚成立时就像一张白纸，没有研究经验，也没有很突出的“牛人”。但是，刚上马的八号工程却非同一般，从设计之初就瞄准世界一流水平，对标当时日本最先进的装置。这让吴维越等年轻人干劲十足。

1978 年 9 月，实验站正式升级，中国科学院等离子体物理研究所（以下简称等离子体所）应运而生。就在大家撸起袖子加油干时，由于国家政策调整，八号工程不幸下马，对等离子体所形成极大冲击。好在中国科学院明确指示，等离子



世界首台非圆截面全超导托卡马克实验装置 EAST。

体所不撤销，核聚变研究继续做。

随后几年里，陈春先从全国各地挖来一批高才生，陆续建成 HT-6B、HT-6M 和 HT-7 三代装置。直到如今，所里的老人依然记得 HT-6B 第一次放电成功时，全岛科技人员都赶来了，在装置旁围了个里三层外三层。雷鸣般的掌声中，“人造太阳”的火种扎下了根。

为了维持更稳定的强磁场、实现长脉冲等离子体，建设全超导托卡马克装置势在必行。然而，当等离子体所在 1990 年前后提出这一想法时，却遭遇重重阻力，一些人甚至认为是“天方夜谭”。

因为超导托卡马克又烧钱、又缺技术，国际上并没有先例，只有经费更充足的韩国早于我国 3 年提出建设计划。而我国当时每年只能生产三五十公斤超导线圈，对于建设装置需要的 20 多吨线圈来说，简直是杯水车薪。

一时间，参与论证的专家吵成一团。两位超导专家严陆光、周廉支持态度，认为其可以带动我国超导产业的发展。经过大家多方奔走呼吁，HT-7U（后更名为 EAST）大科学工程在 1998 年 7 月正式通过国家立项，获批经费 1.65 亿元。

业内专家清楚，仅靠这些经费，这个项目是干不成的。但项目负责人万元熙有办法，他先是看中了美国超级对撞机项目下马后遗留的一批超导线圈，无奈此路不通。后来，他又派出一个小组在全世界寻找可用的超导材料，最终在俄罗斯的一处库房中找到可用的废弃线材。

但是，如何把这些 0.8 毫米直径、公里级长度的超导股线加工成没有任何瑕疵的超导线，又成为一个新问题。团队专门请来的外国专家

也束手无策。最终，团队依靠自身力量，在尝试了无数种失败方案后，终于实现了上千米长的超导线百分百不断线。

没有先例，就让自己成为先例。2006 年 6 月，EAST 工程调试一次性成功，后来居上成为国际上建成的第一台非圆截面全超导托卡马克实验装置，自主研制率达 90% 以上。

甘于奉献：灵魂人物“老万”

EAST 能顺利立项、建成，离不开“灵魂人物”万元熙。

万元熙 1966 年加入中国共产党，1967 年研究生毕业于北京大学物理系。1973 年，万元熙被招到合肥从事聚变研究时，正在老家四川一座工厂当技术工人。在任何岗位上，万元熙都不闲着，当工人时自学了电焊手艺，来到等离子体所后还曾亲手焊了一座绘图架，令同事大开眼界。

EAST 立项后，物理设计方案迟迟未能定下。万元熙了解到，这是由于全超导托卡马克装置物理复杂性极高，同时物理设计要同工程设计耦合，难住了没有工程经验的设计人员。但项目已经立项，不能再拖延下去。万元熙慧眼识珠，找到工程师吴维越：“你能不能把物理设计接下去？”

这让学机电的吴维越吃了一惊：“你真敢交给我做？”其他同事也“打抱不平”：“他又不是学物理的，老万怎么能这样压担子？”

其实，吴维越心里有几分把握。自从加入这个大科学工程团队，他深深认识到，托卡马克装置是多系统的复杂工程，每个人不能只顾自己，而要了解整个系统，不懂什么就学什么。20 世纪 80 年代计算机热潮兴起后，吴维越就利用业余时间自学计算机编程，此时的他已经熟练掌握了相关设计软件。

最终，吴维越带头啃下了这块“硬骨头”，直到 20 多年后的今天，EAST 装置的物理设计都没有做过改变。

在 EAST 立项的最初几年，万元熙带着一帮年轻人没日没夜地干，没钱借钱也要干。有一段时间，所里一度发不出工资，他竟然大胆向银行贷款，找兄弟单位借钱，从此留下了“借款做研究、借钱发工资”的故事。（下转第 2 版）



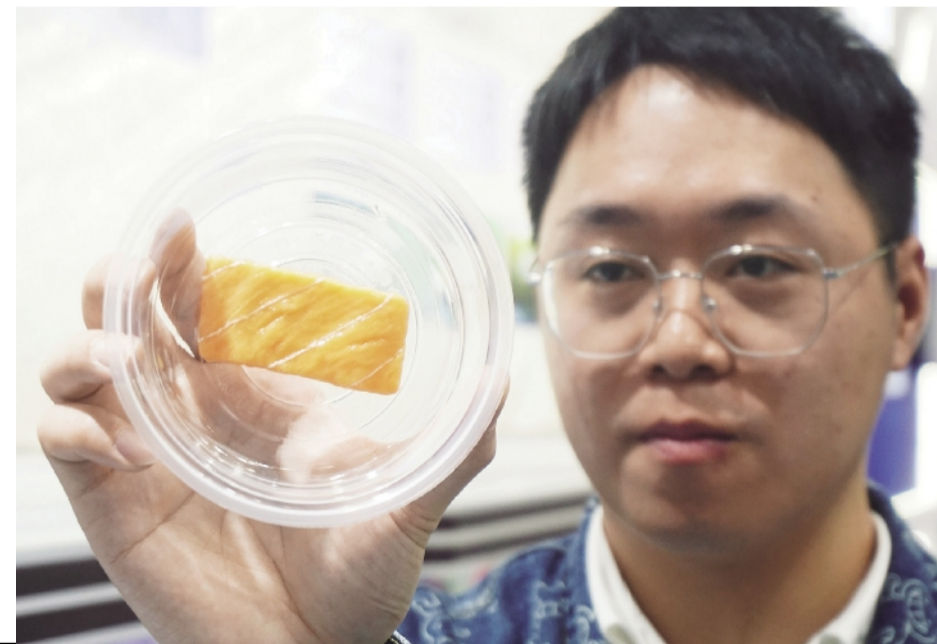
攻坚 | 弘扬新时代科学家精神

人造鱼肉 亮相 2024 浙江农博会

11 月 22 日，2024 浙江农业博览会在杭州开幕。博览会上，浙江大学科研人员研发的多款人造鱼肉中亮相，吸引了不少观众前来观看询问。

据了解，由浙江大学科研人员组成的细胞培养鱼肉团队通过干细胞分离、工厂化培养与组织化构建技术，成功合成国内首批细胞培养的虹鳟鱼肉、大鲈鱼、普通鱼肉等多款仿真鱼排，而这项技术将为未来开展不同鱼类乃至其他经济动物的细胞培养、获取优质蛋白提供新思路，对海洋鱼类资源保护有重要意义。

图为浙江大学科研人员采用细胞培养的虹鳟鱼肉。图片来源：视觉中国



《全球科技创新中心 100 强(2024)》发布

本报讯（见习记者江庆龄）11 月 23 日，华东师范大学全球创新与发展研究院面向全球发布《全球科技创新中心 100 强(2024)》（以下简称报告）。报告从创新要素全球集聚、全球研究引领力、技术创新全球策源力、产业变革全球驱动力和创新环境全球支撑力 5 个维度，对全球 140 个科技创新中心的发展态势进行了科学评估。

评估结果显示，全球科技创新中心发展的“北美—欧洲—亚太”大三角格局越趋稳固。综合排名前 100 强的全球科技创新中心中有 99 个位于上述区域。亚太地区入围前 100 强的科技创新中心数量首次超过欧洲和北美，而 2023 年报告中预测的欧洲科技创新中心建设机会窗口期似乎并未到来，欧洲诸多城市的排名出现明显下滑。

报告指出，美国和中国构成全球科技创新中心的两极。美国进入全球前 100 的科技创新中心数量达 27 个，在前 30 强中独占 12 席，前 10 强中坐拥 4 席。旧金山—圣何塞依然是全球顶尖的科技创新中心，同时继续保持在创新要素全球集聚力、技术创新全球策源力、产业变革全球驱动力这 3 个维度上的领导力。中国有 21 个科技创新中心进入全球前 100，且有 6 个科技创新中心进入前 30 强。北京继续保持其全球第四、亚太第一的地位，同时也继续在科学研究引领力这一维度上引领全球发展。上海继续保持其全球第十、亚太第四的位置。

为充分了解中国在全球科创版图中的地位，报告在 2023 年的基础上对中国 37 个城市在全球科技创新体系中的地位进行了进一步测

评。测评显示，过去一年，中国科技创新中心发展呈现一定的区域差异和等级差异，即顶级科技创新中心稳中有升，西部地区科技创新中心稳步前进，东部和中部多数科技创新中心出现下滑。

此外，沿海与沿江架构起中国科创发展的基本格局，京津冀、长三角和粤港澳大湾区依然是中国顶尖科技创新中心成长的三大核心地带。从空间分布上看，中国科技创新中心高度集聚在东部沿海和长江经济带沿线。

需要注意的是，相较于 2023 年，中国科技创新中心在创新要素全球集聚力这一维度上下降明显。北京跌出前 10 强，仅排名第 18 位，上海、广州、杭州等城市均有不同程度下跌，表明中国科技创新中心在集聚全球创新要素上遇到严峻挑战。

科学家全面绘制

人类健康与疾病蛋白质组图谱

本报讯（见习记者江庆龄）复旦大学附属华山医院教授郁金泰、毛颖团队与复旦大学类脑智能科学与技术研究院研究员程伟、教授冯建峰团队合作，全面绘制了人类健康与疾病蛋白质组图谱。他们结合人工智能大数据分析构建了疾病诊断预测模型，并发现了 26 个药物治疗新靶点，为精准医学的实施提供了重要科学依据。11 月 22 日，相关研究发表于《细胞》。

大规模蛋白质组学研究能够深化对健康和疾病的理解，但现有研究仍集中于有限的疾病结局，蛋白与健康与疾病之间的关系还存在许多未解之谜。

研究团队深入分析了 53026 个个体的血浆蛋白质组数据，纳入了 2920 种血浆蛋白质与 406 种既往患病、660 种随访新发疾病以及 986 种健康相关特征，跨越了 14.8 年的中位随访期，揭示了 168100 个蛋白质—疾病关联和 554488 个蛋白质—表型关联。其中，超过 650 种蛋白质与至少 50 种疾病存在联系，而超过 1000 种蛋白质表现出性别和年龄的异质性。

利用蛋白质组学特征对 660 种疾病进行聚类，能够重新审视疾病的类别和亚型。例如，按照传统疾病分类策略，各种痴呆亚型被划分到同一疾病亚群，而亚群还包含精神、内分泌、

心血管等系统疾病。结合蛋白质组学特征，研究团队揭示了该亚群的特征性生物学功能，进而解释了患者身上同时出现看似不相关症状的缘由。

研究团队进一步识别出具有潜在诊断和预测价值的生物标志物，发现基于蛋白质的模型在 183 种疾病中的 AUC 值（接受者操作特征曲线下方面积值）超过 0.80，将有助于提高疾病的早期诊断率。值得一提的是，GDF15 被发现是预测和诊断多种疾病的关键蛋白，可能成为一个重要生物标志物。EDA2R、NT-proBNP、COL9A1 和 NEFL 等蛋白也在多个疾病中表现出良好的预测和诊断性能。

同时，研究人员确定了 474 个具有潜在因果关联的蛋白质—疾病对，为 25 个已知靶点的 37 种潜在药物提供了重新审视的机会，并确立了 26 个具有治疗潜力且安全性良好的新靶点，为老药新用和新药研发提供了重要线索。基于研究结果，研究团队建立了一个可开放访问的蛋白质组—表型组资源数据库 Proteome-Phenome Atlas，以期帮助科学家更好理解疾病的生物学机制，加速疾病生物标志物、预测诊断模型和治疗靶点的开发。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.10.045>

中国科学院院士方忠：

从事基础研究并不枯燥，而是享受

■本报记者 沈春蕾

“您从事基础研究多年，会感到枯燥吗？”面对这一问题，中国科学院院士、中国科学院物理研究所（以下简称物理所）所长方忠的回答从未变过：“不枯燥，可能身体上会觉得劳累，但精神上非常享受。”

今年 6 月，方忠等人完成的“拓扑电子材料计算预测”获得国家自然科学一等奖。11 月 19 日，在北京市科技大会暨科学技术奖励大会上，方忠获得北京市突出贡献中关村奖。

“获奖是对我们工作的认可，也是对纯理论基础研究的认可。”在接受《中国科学报》采访时，方忠表示，如果认识不到科学之美，肯定会觉得基础研究枯燥乏味，只有懂得欣赏美，才知道研究的方向在哪里。

颠覆对物质状态的理解

物理学界有一个主流观点——所有物质的状态都可以用对称性来描述。苏联物理学家、诺贝尔物理学奖获得者列夫·达维多维奇·朗道将凝聚态物理中的相变，如冰变水、水变水蒸气，与物质结构对称性的变化联系在一起。他把从高对称到低对称的过程叫作“对称破缺”，该理论也被称为对称性破缺理论。

遗憾的是，对称性破缺理论并不完备。20 世纪 80 年代，科研人员在理论上发现了新量子物态，该物态并不能为对称性破缺理论所描述。这一类新量子物态被称为拓扑物态。

方忠介绍，拓扑是一个数学概念，用于研究几何物体在连续形变下不变的性质，随后被引入物理学中，描述材料中电子分布的状态。“拓扑的研究兴起于几十年前，其颠覆了我们原来对物质状态的理解。”

在 2016 年诺贝尔物理学奖的颁奖现场，评委委员会成员拿出一袋面包来解释拓扑——没有洞的桂圆面包、一个洞的面包圈、两个洞的椒盐蝴蝶卷，虽然这几种面包结构完全不一样，但无论如何弯曲、挤压面包，都无法改变面包的孔洞数量，除非动手撕开。

除了与众不同的导电性能，拓扑材料还可以实现零电阻，这为未来的应用提供了丰富的想象空间。不过，方忠表示，拓扑材料距离真正的应用还很远。

“拓扑电子材料计算预测”的研究可以追

溯到 20 年前。2003 年，方忠加入物理所成立计算物理学研究组，聚焦研究凝聚态理论和计算物理学，特别是自旋—轨道物理和拓扑物理学。

随后，方忠团队先后发表了 5 篇代表性论文，最近一篇于 2015 年发表在《物理评论 X》，并入选美国物理学会《Physical Review》系列期刊 125 周年纪念文集。该文集精选了 125 年来的 49 项重要工作，而方忠团队发表的论文是文集中唯一出自中国的科研工作。

经常有学生问：“方老师，我不是来晚了？物理学研究是不是已经做得差不多，我没什么可做的？”方忠回答：“你们来得正是时候，我们现在的物理只研究了一半，另外一半才刚刚开始研究。这一半就是拓扑物理学。”

近年来，方忠带领团队研究了 4 万多种无机材料，并从中发现 8000 多种拓扑材料。由此推测，这类材料不在少数，目前发现的只是已知材料体系中很少的一部分。

“拓扑物态的研究刚刚开启，还有很多未知有待进一步探索。”方忠说，“将来，我们还要构建拓扑物理学，需要完成很多基础研究工作，希望这件事由中国科学家主导。”

“优秀科学家要具备‘美食家的味觉’”

方忠认为，科学研究是幸福的，是一个让人陶醉其中的过程。但在外人看来，这一过程可能会很辛苦、很枯燥。

“一个优秀科学家需要具备‘美食家的味觉’，能够‘品尝’出哪项工作是先进的。”方忠说，科学家只有不断提高判断力，才能产出更多原创性成果。

甘坐冷板凳、十年磨一剑。方忠认为，科学研究需要不断探索、努力思考，一步一个脚印向前走，取得成果的过程是艰难的，但也是幸福的。

方忠指出，这一探索过程中，除了需要思考，还要持续做重复性工作，如查文献、做实验、交流及讨论，有时也会陷入一筹莫展的境地，但拨开迷雾走出来后，将会迎来惊喜、收获进步。遗憾的是，最后往往只有很少一部分人才能成功“上岸”。

基础研究要想产生重量级成果，不仅需要长期坚持，还需要有先进的研究平台。2017 年 9 月，由物理所主导建设的综合极端条件实验装置工程（北京部分）在北京市怀柔科学城开工。该装置旨在提供国际先进的极低温、强磁场、超高压、超快光场等综合极端实验条件，拓展物质科学研究空间，促进新物态、新现象、新规律地发现。目前，该装置已全面运行，并向全球用户开放申请。

方忠表示，基础研究要向前发展，离不开科研人员的努力、国家政策的支持和科研生态的建设。国家自然科学基金一等奖曾授予千次空缺，说明基础研究的突破难度很大，需要漫长的时间来积累技术，也需要全社会的支持。

“由中国科学家主导”

“拓扑电子材料计算预测”的研究可以追