

10年！每秒6亿亿个质子“稳了”！

■本报记者 倪思洁

大年三十，就在家家户户都忙着拍全家福时，中国科学院近代物理研究所（以下简称近物所）超导直线加速器团队成员也聚在一起，面向镜头竖起象征着胜利的大拇指。

他们身后的红色电子屏上写着：“2021年2月11日5:16,ADS超导直线加速器样机(CAFE)成功加速10.3mA连续波质子束，超过设计指标！”

为了这一刻，他们拼了十年。

从0到5再到10

合影人员，很多都参加了十年前中国科学院启动实施的一项战略性先导科技专项(A类)——“未来先进核裂变能—ADS嬗变系统”(ADS先导专项)。

ADS又名“加速器驱动次临界洁净核能系统”，顾名思义，在这个系统里，超导直线加速器扮演着“开关”的角色。

从接到研发强流高功率质子超导直线加速器这一重大任务开始，这支科研团队埋头攻关、自主创新，2017年ADS专项验收时，他们不仅在国内首次研制出了超导直线加速器，还让加速器成功打出了连续波流强为0.15毫安的质子束。

然而，0.15毫安并不能让近物所的科研人员满足。“强流高功率质子束是核科学和核技术的前沿，也是发达国家争先抢占的战略高地。强流超导直线加速器未来的应用场景是多方面的，是核废料嬗变处理、医用放射性同位素生产、高通量中子源等国家重大战略需求的核心技术。”ADS先导专项首席科学家、近物所所长徐瑚珊告诉《中国科学报》，满足这些国家重大战略需求的前提，是让加速器稳定地打出足够多的质子，实现更高流强的稳定运行。

于是，近物所自筹经费，依托ADS专项的原型样机，继续研究下去。此后，近物所ADS团队的科研人员一次次挑战极限，把加速器的加速束流功率和连续运行时间一点一点提高。2019年1月，他们实现了2毫安流强、30千瓦功率的连续波质子束，并实现了大于100小时的长时间稳定运行。他们又用了2年对加速器进行重大改进，今年1月25日，连续波质子束的最大束流强度达到5.6毫安，最大束流功率达到110.9千瓦，这又一次刷新了世界纪录。

“达到5毫安后，我们对加速器各方面的状态进行了评估，认为具备将流强提升到10毫安的可行性。”超导直线加速器项目负责人、近物所研究员何源告诉《中国科学报》。

于是，这支团队立刻进入新一轮紧张工作中。束流开始调试之后，就不能停，终于在2月11日清晨，质子束流强提升到了10毫安，2月12日凌晨2时20分，实现了束流的稳定运行。这些在国际上都属首次。



超导直线加速器团队成员面向镜头竖起象征着胜利的大拇指。项目团队供图

瓦，这又一次刷新了世界纪录。“达到5毫安后，我们对加速器各方面的状态进行了评估，认为具备将流强提升到10毫安的可行性。”超导直线加速器项目负责人、近物所研究员何源告诉《中国科学报》。

于是，这支团队立刻进入新一轮紧张工作中。束流开始调试之后，就不能停，终于在2月11日清晨，质子束流强提升到了10毫安，2月12日凌晨2时20分，实现了束流的稳定运行。这些在国际上都属首次。

提高流强为什么难

之所以要合影，是因为这一刻来得不容易。

谈到这项成果的背景时，何源说：“实现10毫安连续波、强流、高功率质子束稳定加速，是国际上20多年来长期追求的目标，无论在物理上还是技术上，都存在前所未有的巨大挑战。就连通过全超导直线加速器加速5毫安以上连续波质子束的情况，都从未在国际上被验证或实现过。”

那么，科学家究竟是被什么难住了？这要从加速器的加速原理说起。

加速器要加速粒子，需要让粒子集成一束，穿过一个个加速腔。每个加速腔就像一个足球运动员，依次在传球时狠狠踢上一脚，让球以更快的速度传给下一个球员。而困住全球科学家的难题就出在传球过程中。

提高流强，意味着加速器每秒要把更多带着正电荷、相互排斥的质子捆成一束，并让束流实现加速。10毫安，则意味着束流中，每秒大约有6亿亿个质子。

束流里的质子多了，控制难度也相应增加。“在约束质子的時候，某些粒子会出现不可预知的行为，比方说，有的质子会从队伍里跑出去，撞到加速腔壁上，而每一个损失掉的质子都带着很高的能量，损失得多了，就会对加速器造成伤害，甚至可能把加速腔壁烧出个洞。”何源说。

束流里的质子多了，也意味着“球”更重了。“以前踢的是皮球，现在踢的是铅球。铅球过来之后，运动员要用更大的力量去踢球，万一踢不着球，腿可能就会闪着，甚至会折了。”何源打比方说。在束流还没有到达的时候，加速腔只有几瓦的能量损耗，而当束流到达时，加速腔送出的能量会在瞬间提高到几千瓦。要让加速器成功运行，就要让接力更精准，加速腔之间的时间误差不能超过百万分之一秒。

从0.15毫安到5毫安再到10毫安，近物所ADS团队并非一帆风顺。“我们曾经无数次遇到在当时看来无法克服的困难，也经历过无数次的失败。比如我们多次把加速器打出洞，但经验就是在一次次的失败中积累起来的。”何源说。“在我们的团队，大家群策群力想办法，各抒己见，年轻人提出的想法和建议，我都会给予验证的机会，鼓励大家去

思考、去创新、去实践。”

在过去的十年里，何源还带领团队实现了一个核心技术——让加速器在发生束流丢失或硬件故障时，能够在没人干预的情况下实现“可靠切断”并以最快速度“自主恢复”束流。而这个核心技术也为他们的成功打下了基础。

无人区里的行者

拍合影时，何源作为项目负责人，被大家推在了前排正中间。刚接到ADS超导直线加速器任务的那年，他37岁。十年后的今天，中国超导直线加速器在国际上首次成功实现质子束10毫安稳定运行，他的一头黑发也染了白霜。

这一次取得突破，何源很开心。他告诉记者，他们首次验证了全超导直线加速器可以稳定加速5至10毫安连续波质子束，为国际上同类强流高功率加速器装置建设及一系列重大应用提供了成功先例。

“接下来，我们还要推动下一步研究，保持束流的长期稳定性，同时对技术进行工业化、商业化、智能化研发，例如将其用于医用同位素靶向治疗药物的生产；为目前正在建设的强流重离子加速器(HIAF)和加速器驱动嬗变研究装置(CADS)提供技术支持；研制ADS商用装置等。”何源说。

在接受记者采访时，何源兴奋的声音中也透出了疲惫的沙哑。从5毫安到10毫安，他们用了20天左右的时间，这些日子里，团队的核心成员经常彻夜不能合眼，何源更是从没睡过一个好觉。“大家心里都坚信，10毫安的目标一定能实现，因为大家一直为了这个目标而努力，但是真的到了目标实现的那一瞬间，大家还是非常激动。”何源说。

唯一出乎意料的是，成功的这天恰好就是春节。“我们合个影吧！”一个提议引来了大家的赞同。这是他们对春节唯一的也是独有的庆祝。

咔嚓！没有专业的摄影师、专业的设备。欢声笑语中，手机镜头定格下每个人上扬的嘴角和他们对自己的信心。



简讯

碳中和绿色技术联合研发中心成立

本报讯 为助力国家碳达峰碳中和战略目标实现，加快推进碳中和绿色技术研发转化应用，中国科学院与中国石化近日联合成立碳中和绿色技术联合研发中心。该中心将充分发挥各方在技术创新、工程设计和产业应用等方面优势，创新体制机制，共同构建以科技创新为引领的开放共享协同攻关新模式。

据悉，碳中和绿色技术联合研发中心由中国科学院过程工程研究所、中国石化所属燕山石化、工程建设有限公司联手创立。该中心将通过助推科技成果转化规模应用及人才和平台共享，形成国际一流的碳中和研发中心，建成具有国际影响的绿色低碳产业示范园区。(计红梅)

北京推出举措 助力老年人跨越“数字鸿沟”

本报讯 北京最近推出了一系列举措，如医疗机构增设老年患者“无健康码”绿色通道，旅游景区、文化馆等适当保留人工窗口和电话专线，全市范围内开展“智慧助老”行动等，广泛动员各方力量为老年人提供志愿服务，引导老年人正确认识网络信息和智能技术。

此外，为助力老年人跨越“数字鸿沟”，北京市发展改革委、市卫生健康委联合印发通知，建立北京市切实解决老年人运用智能技术困难联席会议制度，由30个相关部门参加。(斯响)

我国加强打击 非正常申请专利行为

据新华社电 国家知识产权局日前就《关于规范申请专利行为的办法(征求意见稿)》公开征求意见，旨在通过禁止和打击各类非正常申请专利行为，确保实现专利法鼓励真实创新活动的立法宗旨，维护公平竞争营商环境。

征求意见稿对各类非正常申请专利行为进行了界定，列举了非正常申请专利行为的表现形式，明确了国家知识产权局对非正常申请专利的专门处理程序，同时为保障相对人的合法权益，告知了相关法律救济途径。征求意见稿明确，对于被认定的非正常专利申请，国家知识产权局可以视情节不予减缴专利费用，已经减缴的，要求补缴已经减缴的费用。(张泉)



蜜蜂采集花粉。

脂代谢紊乱是动脉粥样硬化、冠心病、脑卒中、脂肪肝、糖尿病等疾病的重要危险因素之一。蜂胶作为一种天然蜂产品，因其富含多种酚类成分，在辅助改善脂代谢疾病等方面受到持续关注。

近日，中国农业科学院蜜蜂研究所蜂产品加工与功能评价团队研究发现，蜂胶中的酚类化合物能够明显改善肝细胞的脂质积聚及脂肪细胞的炎症因子分泌异常。该团队揭示了其调节脂代谢紊乱的分子机制，为蜂胶辅助治疗脂代谢疾病提供了重要参考。相关成果在线发表于《循证补充和替代医学》。

本报记者李晨 通讯员谢文报道 中国农业科学院蜜蜂研究所供图 相关论文信息: <https://doi.org/10.1155/2021/7615830>



蜜蜂采集树脂后回到蜂巢，把它加工成蜂胶。

778个项目获北京市自然科学基金资助

本报讯(记者郑金武)近日，北京市自然科学基金委员会办公室发布通知，依据《北京市自然科学基金管理办法》等规定，2021年度北京市自然科学基金面上及青年科学基金项目评审工作已经完成，且在公示期间，未收到针对拟资助项目的异议申请材料。

据了解，北京市自然科学基金委员会办公室共接收2021年度北京市自然科学基金面上项目、面上专项项目及青年科学基金项目申请8882项。经初步审查、通讯评审、会议评审、该委员会六届十二次全体委员会议审定和社会公示，决定资助778项，其中面上项目499项、面上专项项目40项、青年科学基金项目239项，资助项目经费超1.35亿元。

北京市自然科学基金成立已经有30年，资助经费总额约23.9亿元，共受理项目申请约10万项，资助项目近12000项，平均资助率约12%，参与项目的科技人员超过60万人次。

在穗粤港澳联合实验室达10家

本报讯(记者朱汉斌)记者从广州市科技局获悉，截至目前，在穗粤港澳联合实验室已达10家，其中牵头单位为高校的有6家，为科研机构的有4家，主要分布在新材料、先进制造、生物医药、人工智能等重点领域。

据介绍，2019年9月，广东省科技厅启动建设联合实验室工作，目的是结合国家战略及粤港澳大湾区科技创新及产业发展实

际需求，瞄准世界科技前沿，汇聚粤港澳创新资源、创新科研合作模式，打造高水平科技创新载体和平台。2019年12月，首批10家联合实验室正式授牌，其中广州6家。2020年11月，第二批10家联合实验室授牌，其中广州4家。

据悉，联合实验室建设周期均为3年，每个首期建设经费均为500万元。港澳参与

方包括香港大学、香港科技大学、澳门大学等8所高校。联合实验室成立以来，在为广东省经济社会发展提供关键性支撑上取得了良好成效，特别是在新冠肺炎防控科技攻关中，粤港澳呼吸系统传染病联合实验室、粤港澳中医药与免疫疾病研究联合实验室等在病毒研究、治疗药物、快速检测及公共支撑服务上作出了积极贡献。

发现·进展

中国林科院亚热带林业研究所

发现核桃中酚类物质 主要以游离形式存在



核桃 中国林科院供图

本报讯(记者李晨)近日，《食品化学》在线发表了中国林科院亚热带林业研究所最新成果。他们发现，核桃坚果中的多酚主要以游离形式存在，不同于水果和谷物中的多酚以结合态为主。

核桃具有显著的降糖、降血脂、预防心血管疾病的保健作用。已有研究表明核桃的保健功能主要与其抗氧化能力有关，而这又与核桃种仁中富含的多酚相关。

论文通讯作者刘毅华介绍，多酚根据与食物基质结合的方式可分为可溶性游离酚、可溶性酯化酚和不溶性结合酚。然而目前坚果多酚研究尚不深入，这极大地限制了其生理活性和相应功能活性产品的开发。

该团队实现了核桃中3种形态下37种酚类小分子的定性定量，发现胡桃醌、山奈酚、槲皮素-7-O-β-D-葡萄糖苷和二氢槲皮素仅存在于游离酚中。

他们还证实，酯化态、结合态的多酚与其抗氧化能力线性正相关。从提取效率的角度，丙酮被证实具有较高的提取可溶性酚类物质的能力，特别是对于羟基肉桂酸类和黄酮醇类物质；而甲醇更擅长提取不溶性结合态酚类物质。

该结果将加深人们对核桃特征代谢产物基础理论和酚类分布的认知，为促进核桃酚类的高效开发和功能性食品的设计提供了理论依据。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129217>

中科院大连化学物理研究所

用新型油墨打印 全柔性自供电系统

本报讯(记者卜叶 通讯员郑双好)近日，中科院大连化学物理研究所研究员吴志帅团队与刘生忠团队合作，开发出一种多功能的水系MXene印刷油墨，并基于该油墨打印出微型超级电容器、锂离子微型电池和全柔性自供电电压传感系统。相关研究成果发表在《先进材料》上。

传统储能、供电设施功能单一，设计集产能、储能、用能于一体的自供电系统是研究热点之一。目前，这类集成系统大多基于多种制造方法，如光刻、激光切割、电沉积等，制作周期长、成本高，且不同零部件间的兼容性较差。MXene具有独特的电学、力学、光学和机械性能，广泛用于电化学储能、电催化、电磁屏蔽和传感设备中。然而，通常制作的MXene油墨存在非活性添加剂或杂质成分较多的问题，开发无添加剂、多功能、高质量的MXene油墨极具挑战性。

为此，研究团队采用选择性刻蚀技术，设计并开发一种多功能的水系可印刷MXene油墨。该油墨可同时作为高电容电极、灵敏的压力传感材料、高导电集流体、无金属连接线和导电黏合剂。利用MXene油墨，研究团队在各类基材上制备出微型超级电容器。该电容器具有高面积电容量，串联器件输出电压可达60伏。

研究还发现，MXene与钛酸锂、磷酸铁锂组成的复合油墨，可打印获得高能量密度的锂离子微型电池。此外，团队还借助多功能的MXene油墨实现了MXene基微型超级电容器/锂离子微型电池、柔性太阳能电池、MXene水凝胶压力传感器的集成，构建出全柔性自供电电压传感集成系统。该集成系统对人体运动响应非常快，响应时间仅需35毫秒。

研究团队认为，该多功能MXene油墨为构建可打印的自供电微系统开辟了新途径。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1002/adma.202005449>

中科院广州生物医药与健康研究院等

拓展对寨卡病毒NS1 抗体作用机理认识

本报讯(记者朱汉斌 通讯员黄博纯)中科院广州生物医药与健康研究院马立强课题组、陈凌课题组与广州市第八人民医院庚雷课题组合作，在寨卡病毒非结构蛋白1(NS1)抗体作用机制研究领域取得新进展。相关研究近日发表于《微生物》。

寨卡病毒主要通过蚊媒传播，其感染可导致新生儿小头畸形及成年人吉兰-巴雷综合征。自2013年起，该病毒在美洲、东南亚等80多个国家和地区流行，对全球公共卫生造成重大威胁。当前尚无疫苗或特效药物。

冯立强课题组、陈凌课题组前期发现在疫苗设计中纳入NS1可提升免疫保护效果，并率先证实NS1抗体可发挥抗病毒作用。此次，研究人员利用小鼠感染模型评估了人源NS1单抗的保护效果，发现了一类特殊的NS1单抗，不仅可通过Fc依赖的途径(如抗体依赖细胞介导的细胞毒性作用)发挥保护作用，还可能经Fc受体非依赖的途径抑制病毒复制。

专家认为，该成果拓展了对NS1抗体作用机理的认识，为单抗药物及预防疫苗研究提供了新的依据。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1128/mBio.03179-20>