

坐落于广东东莞的中国散裂中子源,服务基础研究,支撑高技术产业发展

这台“超级显微镜”不一般

本报记者 喻思南

走近大科学装置②

中子虽小,但产生强中子束的散裂中子源却很大,是集合了各种高、精、尖设备组成的大科学装置。

中国散裂中子源(CSNS)坐落于广东省东莞市松山湖畔。中国散裂中子源隧道内装置建在13米到18米深的地下,主要包括一台负氢离子直线加速器、一台快循环同步加速器、一个靶站、3台中子谱仪等。2011年9月开工建设,2018年8月,这一国之重器通过国家验收,成为世界上第四个脉冲散裂中子源装置。

“中国散裂中子源90%以上的装置设备,由我国自主研发并实现了国产化。”中国科学院院士、中国散裂中子源工程总指挥陈和生语气中带着自豪。他说,通过建造中国散裂中子源,显著提升了我国在磁铁、电源、探测器及电子学等领域的产业技术水平。

探测物质微观结构的重要“探针”

“散裂中子源就像一台‘超级显微镜’,它是探测物质微观结构的重要手段。”陈和生说。

科学家介绍,物质的结构决定了物质的性质。同样由碳元素构成,金刚石坚硬,石墨润滑,就缘于它们的不同结构。为看清物质的微观结构,科学家设计了很多方法,利用中子散射探测是其中之一。

中子散射为何能看清微观世界?原子由原子核和带负电的电子构成,其中原子核又包括带正电的质子和不带电的中子。相比其他探测方式,中子能轻松地穿透物质。

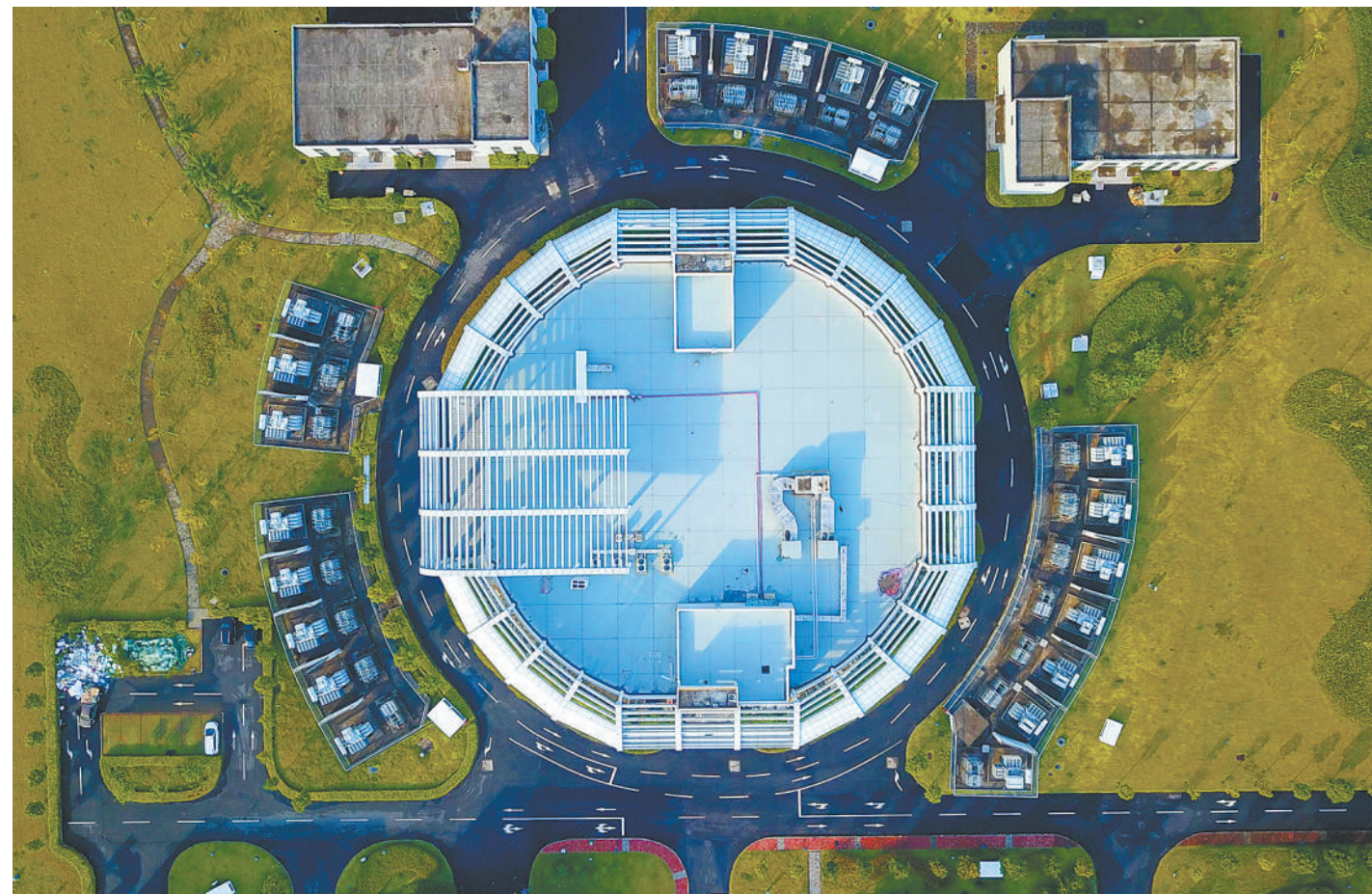
中子束打到被研究的样品上,虽然大多数不会受到任何阻碍,但有些中子会与研究对象的原子核发生相互作用,从而改变运动方向。通过分析中子散射的轨迹、中子和物质发生作用时能量和动量的变化,科学家就能反推物质的结构。

陈和生打了个比方:我们不断往一张看不见的网上扔弹珠,有的弹珠穿网而过,有的则打在網上,弹向不同的角度。如果记录下这些弹珠的运动轨迹,就能大致推测出网的形状;如果弹珠扔得够多、够密、够强,就能把这张网精确地描绘出来,甚至推断其材质。

散裂中子源就能发出“弹珠”。它的原理是,先把质子加速到一定的能量,再把质子束当成“子弹”,去轰击原子序数很高的重金属靶,靶的原子核被撞击出大量中子。科学家通过特殊装置“收集”中子,然后用中子做探针,便可以开展各种实验了。

中国科学院高能物理研究所东莞研究部副主任梁天骄介绍,除中子散射外,观察微观世界还有同步辐射和电子显微镜等方式。其中,中子散射用的是中子,同步辐射借助的是X射线,电子显微镜则依靠电子。

“散裂中子源有其他方式无法替代的作用,它与同步辐射光源互为补充。”梁天骄解释,比如,同步辐射X射线是与原子核外的电子相互作用,对含有电子数目较多的原子



无人机拍摄的中国散裂中子源外景。

新华社发

敏感,但探测如氢原子等轻元素就比较困难。而中子散射与原子核相互作用的散射强度,不受原子序数影响,它不仅能够区分同位素和相邻元素,还可以区分氢、锂、碳等轻元素,因此在研究含有氢、锂等轻元素的能源材料、软物质与生物材料等方面中子散射有优势。

破解新材料、生命科学、化学化工等领域难题

1998年6月,德国一列高铁意外出轨。是车轮、轴承还是铁轨出了故障?分析事故原因时,科学家陷入争论。有人提出,用电子显微镜观察这些部件,但这需要用激光刀把金属部件切成小于1微米的薄片,几乎无法操作。

借助中子散射技术,科学家找到事故的元凶——失事的车辆车轮内部的金属疲劳。陈和生告诉记者,高铁的车轮、飞机的涡轮叶片里的应力变化看不到、摸不着,但超过一定值,就存在隐患。如今,在散裂中子源上测量研究车轮和叶片的残余应力,可以优化机械加工工艺,帮助高铁和飞机变得更安全、更舒适。

研究大型工程部件残余应力和金属疲劳,只是中子散射诸多应用中的一种。在生物医药领域,中子散射能够帮助科学家看清蛋白质的内部结构;在可燃冰的开发利用中,散裂中子源可用来研究可燃气体甲烷水合物的形成机制和稳定条件,为安全、高效地开采和利用提供科学依据。

中子散射能用于文物研究。想了解

一尊佛像的制造工艺,但无法把它大卸八块,怎么办?利用中子成像技术,能清晰看到佛像的中间有一根木制“主梁”。这是因为中子散射对轻的元素非常敏感,中间的棍子是木头做的,也就是碳氢化合物,中子可以轻易地“看到”它。因此可推测出古代工匠在造佛像时,先在中间立一根木梁,然后在木梁周围缠上支撑架,最终用黏土制成。

“中子散射还是研究锂电池的利器。”梁天骄告诉记者,将工业电池连同模拟充放电过程的设备放入中子散射谱仪,实时原位测量在几百次充放电的过程中,锂电池各个部分材料结构、性能的变化,能够为改进和优化锂电池的设计提供关键数据。

回顾中国散裂中子源的建造历程,陈和生说:“散裂中子源建起来复杂,实验难度大,但国民经济许多关键领域的研究离不开它。20多年前,我们就向国家提出了要建造自己的散裂中子源,这件事困难再大也要做。”

突破关键核心技术,往往离不开对前沿科学问题的探索。陈和生认为,在新材料、生命科学、化学化工等领域,中国散裂中子源有望助力我国解决“瓶颈”难题。

成为粤港澳大湾区的创新策源地

科学家告诉记者,中国散裂中子源投入运行以来,为多学科交叉前沿研究和高技术创新提供了先进的平台,获得了大批重要成果,成为粤港澳大湾区科技创新的重大科技基础设施。

去年5月,香港大学教授黄明欣团队关于高强度钢的研究在《科学》杂志发表。正是利用中国散裂中子源,该团队得到了这种高强度钢独特性质的重要微观结构信息。

中国散裂中子源建成不久后,陈和生曾预言,松山湖畔将会成为科技创新的沃土。目前,中国散裂中子源就像一块磁铁,正吸引着科研人员慕名而来。

“建起来了,我们还要用好。”中国科学院高能物理研究所副所长、东莞研究部主任陈延伟介绍,中国散裂中子源正式运行以来,积极推进装置的开放共享,逐渐成为粤港澳大湾区的创新策源地。

记者了解到,截至目前,中国散裂中子源已完成四轮运行,注册用户超2000人,支撑了400多项研究课题,来自粤港澳大湾区的约占1/4,其中来自中国香港、中国澳门的用户大概一共占总用户的10%。

“今年上半年申请的时机翻了一倍,科学界、产业界对中国散裂中子源的需求很旺盛。”陈延伟告诉记者。

中国散裂中子源是服务基础研究的工具,也是发展高技术产业的支撑。谈起选址东莞的初衷,陈延伟告诉记者,珠三角地区产业基础好,但过去缺少有分量的大科学装置,在各方努力下,最终在这里选址。

陈延伟接着说,绝大多数企业不可能自己建设单独的大科学装置,有了中国散裂中子源这个平台,企业就能够做一些前沿的研究,为产业升级、迈向高端打基础。

中国散裂中子源仍在成长中。陈延伟说,中国散裂中子源设计了20个谱仪孔道,目前一期仅建设了3台谱仪。同时,散裂中子源的建设涉及大量高技术,中国散裂中子源要加强与国内外科学家交流,推动相关应用和研究走向深入,力争为国家科技发展做出更大贡献。

研发的知识图谱和数据中台,为群体流调、防控开展做出积极贡献。借助高性能图计算的能力,人类在与病毒争夺分秒的过程中将更具优势。

作为计算机技术的集大成者,高性能图计算可以说是尖端科技下一个前沿。高性能图计算牵涉到计算机产业的整个产业链。在硬件方面,离不开芯片、高性能服务器以及大规模集群的支撑;在软件方面,涉及数据库系统、存储系统、分布式计算框架,并与应用相结合,渗透到众多的应用领域和行业,成为牵动未来整个IT计算形态和产业变迁的关键推动力。由此,高性能图计算成为全球科技竞争新的战场。

“依托高性能图计算,我们团队正在围绕海致科技的图数据库系统,进一步提高图的表达能力,追求更加极致的性能。”清华大学计算机科学与技术系王永卫教授表示,根据高性能图计算院院士专家工作站工作规划,计划打造“云边端一体、软硬件协同”、自主可控的国际一流图技术产品体系和应用生态环境,实现从技术到产业的全面突破性发展,努力打造领先的图数据库,培育图计算软硬件生态体系。

创新故事

创新谈

经济高质量发展急需高水平基础研究的供给和支撑,只有持之以恒加强基础研究,才能打好关键核心技术攻坚战,提高创新链整体效能

“加大基础研究财政投入力度、优化支出结构”“形成持续稳定投入机制,基础研究经费投入占研发经费投入比重提高到8%以上”……“十四五”规划和2035年远景目标纲要中关于加强基础研究的表述,让科技界人士振奋不已,对基础研究的前景寄予厚望。

基础研究是整个科学体系的源头。我国进入新发展阶段,创新在现代化建设全局中居于核心地位,基础研究的战略意义更加凸显。我国面临的很多“卡脖子”技术问题,深层次原因正是基础理论研究跟不上,源头和底层的研究亟待加强。经济高质量发展急需高水平基础研究的供给和支撑,只有持之以恒加强基础研究,才能大力提升自主创新能力,打好关键核心技术攻坚战,提高创新链整体效能。

近年来,我国高度重视基础研究的基石作用,基础研究取得长足进步,投入大幅度增长,科研力量和科研条件大幅度改善,在国际上有影响的重大原始创新成果加速涌现。但与建设世界科技强国的要求相比,我国基础科学研究短板依然突出,数学等基础学科仍是薄弱环节,重大原创性成果和顶尖人才、团队都比较缺乏,基础研究投入不足、结构不合理的现象依然存在,全社会支持基础研究的环境还需要进一步优化。

持之以恒加强基础研究,要多渠道增加基础研究投入。我国基础研究投入近年来大幅增长,但绝大多数为中央财政投入,企业投入和其他社会力量投入都较低。反观一些发达国家,企业投入基础研究的比例接近总投入的20%。当前,我国部分企业已进入行业技术前沿,开展前沿技术创新迫切需要基础研究支撑。因此,全面加强基础科学研究,在继续增加中央财政对基础研究支持力度的同时,也要鼓励和引导地方政府、有能力的企业和社会力量增加投入。如对企业投入基础研究实行税收优惠;支持企业参与国家重大科研计划,加强产学研合作;鼓励社会以捐赠和建立基金等方式多渠道投入。

持之以恒加强基础研究,还要为科学家营造潜心研究的创新环境。基础研究面向一个重大问题或猜想,具有灵感瞬间性、方式随意性、路径不确定性的特点。做基础研究的科学家格外需要心无旁骛进行长期稳定的研究,这是由基础研究的特点和规律决定的。这就需要尊重科学发展规律,从顶层设计上突出目标导向,支持自由探索,优化总体布局,深化体制机制改革,为科学家营造一个宽松的科研环境。要建立完善符合基础研究特点和规律的管理和评价机制。其中也要注意,自由探索的基础研究和需求导向的基础研究目标不一样,在管理上要有所区别,实施分类管理与差异化评价。特别要支持高校和科研院所自主布局基础研究,建立鼓励创新、宽容失败的容错机制,鼓励科研人员大胆探索,挑战未知。

创新发展的蓝图已经绘就,基础研究迎来发展的春天。广大科技工作者乘势而上,进一步提升我国基础研究和科技创新能力,就能为创新型国家和世界科技强国建设提供强大支撑。

新闻速递

第七届中国机器人峰会将举行

本报电 由浙江省人民政府主办,宁波市人民政府、科技部高技术研究中心等联合承办的第七届中国机器人峰会暨智能经济人才峰会,将采用线上线下相结合的方式于5月26日至28日在浙江宁波余姚市举行。本届峰会以“机器智联、赋能万物、合作共赢”为主题,将发布机器人行业发展风向与技术工作重点,展示机器人领域突破性新品,举办智能制造创新创业大赛、院士专家企业座谈会、第四届中国高校智能机器人创意大赛等。在持续推进“机器人+”赋能百行业的基础上,将进一步突出峰会集聚产业链条,构建产业生态圈。 (张旭)

青海省生态高地建设研究中心成立

本报电 日前青海省生态高地建设研究中心成立暨专家咨询座谈会在北京举行。青海省生态高地建设研究中心设在青海省社会科学院,其定位是联合国内科研院所、高校企业和政府职能部门,紧紧围绕青海省建设生态高地目标进程中系列重大理论和现实问题开展高质量研究,建设服务党委政府科学决策的智能化高端智库平台。 (蒋建科)

科技助力蔬菜产业转型升级

本报电 “这种茄子嫁接扦插苗不仅产量高,而且抗旱抗病虫能力强。”湖南浏阳市葛家镇金源村科技致富带头人杨意红的蔬菜育苗基地里,“科技示范基地”的招牌格外醒目,前来购置种苗的客户络绎不绝。近年来,葛家镇依托科技创新,大力发展蔬菜、小水果等特色农业。“国家农产品地理标志”产品鸡肠子辣椒产业发展迅速,种植规模与效益不断提升。现代化的育苗大棚连上了物联网,辣椒选育品种多达300多个。 (周清萍)

实现最快、最准、最全关系挖掘,以及知识推理、事件溯源

高性能图计算:尖端科技下一个前沿

本报记者 刘诗瑶

警察把所有线索证据的物料贴到墙上,对它们的相互关系进行推导、演绎,寻求破案方向,密密麻麻写满一墙……这个刑侦影视剧常见的场景,本质上就是一种图计算。

图计算里的图,不是指图像,而是指一种抽象的数据结构,由顶点和边构成。人们在图之上进行个体分析、关系挖掘和复杂计算,实现知识推理和事件溯源及预判。世界是复杂关系的总和,图计算提供了从“关系”的角度去分析问题,发现问题的能力,能够更好地描摹世界真实存在的形态。

图达到一定规模后,对计算的要求随之提升。要想实现更快、更准、更高层次的图计算,就需要引入高性能计算。前不久,中国工程院院士郑伟民教授带领清华大学计算机科学与技术系团队,联合图计算企业海致科技,宣布筹备启动海致高性能图计算院

士专家工作站,将致力于高性能计算、图计算的融合发展,满足人们对更大规模、更复杂数据的实时处理和存储需求。

在我国发展高性能图计算,具备良好的技术基础和现实条件。

首先,人们如今的日常生活离不开高性能计算。天气预报、新药研发、新型材料、安全系数更高的汽车、高铁和飞机等都需要高性能计算做支撑。从天河超级计算机开始,我国在全球超算领域大放异彩,多次夺得超算世界冠军。2016年郑伟民及其团队参与的项目斩获有着“世界超级计算应用领域诺贝尔奖”之称的“戈登·贝尔奖”,实现了我国高性能计算应用成果在该奖项创办30年来零的突破。

另一方面,由于图的优秀表达能力、可视化效果和坚实的数学基础,图计算也已在国家安全、金融安全等方面有很高的价值。在金融领域,能即时识别出欺诈、洗钱

行为并给出风险预警或阻止;在电子商务领域,实现更为精准的商品在线实时推荐;在网络安全领域,实时识别出攻击流量,保护信息和服务安全。有研究报告显示,到2023年图技术将促进全球30%企业的快速决策场景化,图技术应用的年增长率超过100%。

高性能计算为图计算赋能,将释放出巨大的应用潜力。海致科技负责人杨娟表示,科技人员可以在图之上进行计算、分析和挖掘,包括关系的发现、群体的识别、个体的更高维度分析、事件的传导和隐性知识的推理,帮助用户实现最快、最准、最全关系挖掘,以及知识推理、事件溯源。比如,当某个企业发生信贷违规的风险,高性能图计算很快就能梳理清楚它的关系网络,第一时间判断风险传导的概率和范围,速度越快,损失有可能越小。又比如,去年武汉疫情防控大数据平台应用了海致自主