

巡礼 CSNS 之多功能反射谱仪

薄膜材料的微观探针

■本报见习记者 田瑞颖

“人随装置走”是大科学装置建设的常态。2007年,随着中国散裂中子源(CSNS)选址东莞,100多名来自北京的科研人员,开始了漫长艰辛的“两头跑”“多头跑”。

CSNS的多功能反射谱仪(MR)负责人朱涛就是其中一员。朱涛告诉《中国科学报》,如果把材料简单地分为三类:块体(三维)、薄膜(二维)、纳米线(一维),MR可以研究各类薄膜材料的内部结构,特别是磁性薄膜材料的磁结构,“MR可以说是薄膜材料的微观探针”。

经过CSNS前两轮开放运行,MR完成的用户课题涵盖了磁性薄膜、有机太阳能薄膜、半导体薄膜、薄膜辐射损伤机理等研究领域,为研究薄膜材料的结构和磁性提供了强有力的支持。

布阵:透视薄膜 手段先行

随着人们对微观世界探索的需求,“针尖”和“麦芒”的肉眼观察范围早已不能满足。于是人们发明了光学显微镜、电子显微镜。一切并没有结束,用中子看世界的“超级显微镜”——散裂中子源应运而生。

如何用中子看世界?当一束中子入射到研究材料时,与材料中的原子核或磁矩发生相互作用,被散射出来,通过测量散射出来的中子动量或能量的变化,便可以研究在原子、分子尺度上各种物质的微观结构和运动规律,从而知道原子、分子在哪里,在如何运动,这就是用中子看世界的方式,即中子散射技术。

中子反射是十分重要的散射技术之一,在薄膜材料和界面科学研究方面具有独特优势。

朱涛解释说,薄膜材料是随着现代科技的发展,为了满足一定的功能人为设计并制造的一种材料。然而,该材料是否符合人们的设计,就需要通过反射谱仪来分析。

当中子入射到薄膜材料中,由于薄膜中各层对中子的反射能力不一样,从而能够分析出各层的厚度、粗糙度等结构信息,并分辨出轻的元素,比如氢、氘、锂等在薄膜中的实际分布,特别是对于磁性薄膜材料而言,可以准确地描绘出各层的磁性分布,“这是目前可以得到该信息的唯一手段”。

MR主要用于各类磁性薄膜的磁结构、有机功能薄膜的结构研究。朱涛进一步介绍说,磁性薄膜广泛用于磁传感器及磁存储介质的制造,可用于计算机硬盘、断电后仍能保留信息的



多功能反射谱仪

磁随机存储器等,对于信息安全及保护具有重要意义。

由于中子具有磁矩,可以和磁性薄膜中的磁矩发生相互作用。因此,通过分析磁性薄膜的反射中子的特性就可以准确地描绘出各层的磁性分布,“这是MR最有特色的功能”。

据朱涛介绍,国际上的散裂中子源都十分重视反射谱仪的建设,美国SNS首期的三台谱仪中有两台是反射谱仪,日本J-Parc也建设了两台反射谱仪,英国ISIS一期和二期共建设了5台反射谱仪。

中国科学院高能物理研究所东莞分部副主任梁天驹告诉《中国科学报》,“MR的多功能主要体现在它可以开展常规的中子反射,还可以开展中子衍射,这使得样品在同一个谱仪中既能获得反射的信息,也能获得衍射信息,不必再更换谱仪,重新调试等;此外,它还可以进行极化中子反射研究,更清晰地解析样品的磁结构,是研究磁性的最好工具。”

建设:肩负责任 自主攻关

2004年,朱涛开始负责CSNS的MR前期工作。实际上,从1997年开始,朱涛就一直从事磁性薄膜的研究,是国内最早一批从事磁道结研究的科研人员。

从地道的“用户”转而为设备的建设者,“这是一个全新的挑战,我很感兴趣”。朱涛回忆道,但是随着CSNS选址东莞,他便开始了北京、东莞“两头跑”的生活。

这一跑就是十多年,他的女儿从幼儿园变成了高中生,MR也从无发展到“开花结果”。

正是凭借多年的磁性薄膜研究积累,朱涛对于这一新领域并没有茫然失措,而且更了解用户的需求。

但从头建设,谈何容易。项目初期,MR的团队其实只有朱涛一个人。2005年,为了更好地建设MR,朱涛利用前往德国于利希研究中心做洪堡学者这一年,开始系统学习中子散射的基本原理,以及中子反射技术。2010年以后,朱涛才慢慢有了自己的团队。

“为了保证工程进度,连接靶站和谱仪的导管穿墙件安装必须按时完成。”朱涛说,当时,瑞士厂家担心现场调试条件,放弃了制造该部件。

随后,朱涛带领团队反复修改设计方案,经过3年的自主攻关,最终设计出了全新的结构,充分保证了安装精度。2017年4月1日,MR中子导管安装工作顺利完成,在导管安装过程中检验了自主设计的穿墙管部件的快速更换技术,实现了几分钟完成穿墙管部件的安装和定位,属国际首例。由于穿墙管部件周边受中子的辐照后具有一定的放射性,这为CSNS运行后辐射环境下谱仪导管的安装提供了有益的参考。

朱涛说,MR的设计采用了国际化、高标准理念,博采各国先进技术,但是他们始终坚持谱仪的设计完全自主知识产权,对于一些关键部件,“不等不靠,积极组织攻关,确保工程进度”。

目前,MR的设计、调试过程中完

成了6项专利申请,已授权发明专利3项,其中一项就是上述的连接靶站和谱仪的导管穿墙件的设计。

截至目前,MR共完成了14个用户课题,第三轮用户申请数接近前两轮的总申请数。梁天驹表示,用户课题提交申请后的评审包括形式审查、技术可行性评价和专家评审,其中,专家评审重点评价申请课题的科学意义和科学价值。

“第三轮用户实验机时需求远不能满足。”朱涛表示,下一步,MR还将进一步解决信号的噪声问题,同时增加各种原位测量的条件,例如为了适应高质量薄膜研究工作的需求而定制的5T磁场。

培养:人才用户 双管齐下

人才之难万冀一。我国谱仪科学家十分缺乏,人才培养至关重要。MR的建设过程中,朱涛十分注重对团队年轻成员的培养。

由于MR建设经费有限,深知实践重要性的朱涛,为了给“初出茅庐”的硕士毕业的工程师寻找去国外散裂中子源学习的机会,开始大量申请国外散裂中子源的实验机时。每次去国外做实验时,朱涛便带上一两人,分批让他们在国外散裂中子源上轮训,从而使他们能够迅速建立起对中子反射谱仪的整体认识。

“现在,这些团队年轻成员已经可以‘挑大梁’了,并开始参与到其他谱仪的建设中。”朱涛说。

朱涛认为,谱仪科学家要有自己的研究兴趣、独立的研究能力以及完整的研究经历,才能更好地与用户沟通,帮助用户使用谱仪,产出高水平的研究成果。

用户作为谱仪的使用者,对谱仪的深入了解也至关重要。梁天驹告诉记者,CSNS非常重视用户的培养,早在2004年便举办了第一届散裂中子源多学科应用研讨会,多年来,CSNS通过举办年度的用户会议和各种专题研讨会,向更多用户宣传相关谱仪的应用,同时了解、收集用户需求,以更好地服务用户使用谱仪。

此外,为更好地发挥CSNS的作用、培养潜在用户,CSNS正在组织中子学校,将于今年10月开展首批学员培训。培训期间,为使学员更深入地了解谱仪,CSNS还将安排学员在谱仪上应用操作,使学员不仅学习到谱仪及应用的相关知识,还可以体验实验设计、实验准备、谱仪实际操作、数据分析等实验全流程。

“理想”的齿轮制造中心应具备操作简单、工作效率高、适用范围广的特点。为了达成这一目标,宋爱平创新采用激光三角测距法,这是一种高速、高精度、具有广阔应用前景的非接触齿轮测量方法。

齿轮是现代传动装置中关键的基礎元件之一,被广泛应用于机械装置和工业设备中。准确、快速地检测齿轮的各项误差是控制齿轮精度和提高传动质量的关键。然而,国内齿轮测量装置存在着测量驱动和误差评定系统不完善、测量效率低下的问题。

面对圆锥齿轮或特殊齿轮等复杂型面齿轮甚至出现难以测量的困境,扬州大学机械工程学院教授宋爱平带领团队进行了5年多的攻关,成功设计出一款齿轮激光精密测量装置,目前该装置已进行应用测试。

自主研发 弥补短板

国内现有的齿轮测量装置可分为齿轮啮合检查仪、CNC齿轮测量中心、齿轮在线测量分选机三种,在设备稳定性、系统精度、适用范围,特别是测量软件与测量方式上与国外产品仍然存在一定的差距。

“这些齿轮测量中心专用设备不完善,操作复杂,测量时间长,人工测量效率低下、精度不足,制约了国内齿轮制造精度的提高。”宋爱平告诉《中国科学报》,齿轮作为机械传动部件中的重要部分,其精度直接决定了机械传动的稳定性,因此对其生产制造的要求也越来越严格,对齿轮制造精度的检测成为企业生产过程中的重要环节。

针对这些问题,从2014年开始,宋爱平带领团队开启了研发高效率齿轮激光精密测量装置之路。

宋爱平团队研发的测量装置针对目前接触式齿轮测量方法的不足,创新性使用了非接触式测量法,有效提高了齿轮的测量精度与效率,同时建立齿面全信息数据处理方法,开发齿轮几何偏差分析软件,有效测量处理齿轮误差信息。

据宋爱平介绍,该测量装置操作简单,效率高并且能够适用于多种齿轮类型,可对直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮、圆锥齿轮以及摆线齿轮进行齿距、齿廓和径向跳动偏差的测量分析,弥补了国内齿轮测量装置在适用性、使用精度上的短板。

推动齿轮制造精度提升

理想的齿轮测量中心应具备操作简单、工作效率高、适用范围广的特点。为了达成这一目标,宋爱平创新采用激光三角测距法,这是一种高速、高精度、具有广阔应用前景的非接触齿轮测量方法。

宋爱平解释说,与传统接触式测量相比,激光三角法测量避免了测头与工件表面的接触压力,同时解决了接触测

纵览

仅两原子厚的最薄黄金问世

本通讯近日,英国利兹大学的科学家们创造出一种只有两个原子厚度的新型黄金,这也是有史以来最薄的黄金。

研究人员测量出该黄金的厚度为0.47纳米,仅为人类指甲厚度的百万分之一,因此也被认为是二维材料的一种。该黄金可广泛应用于医疗设备和电子工业,也可以作为新的高效催化剂,加速工业过程中的许多化学反应。

实验测试表明,这种“超薄金”作为催化剂基质的催化效率是目前使用的金纳米颗粒的10倍。作为领导这项研究的利兹分子和纳米研究小组负责人

头半径较大带来的横向分辨率问题,对比其它非接触测量方法,测量精度和测量范围都有很大的提高,并且对待测物体表面尺寸要求较低,可以胜任微小齿轮的轮廓测量和大型齿轮的形貌测量。

此外,激光三角法采用非接触式测量法,能有效简化测量的前置步骤,从而提高测量效率。

“该测量装置基于激光三角测距法,具有实现对齿轮形面的精密测量、对齿轮外表面实际形状的高精度几何建模、实现齿轮副的综合传动误差分析、保证测量系统对复杂齿形测量的适应性这几大创新点。”宋爱平表示。

激光测量可以不受干扰测物体的运动,具有精度高、测量范围大、效率高、空间分辨率高等优点。同时,运用激光反射法能连续测量物体、单点采集表面数据,克服常用齿轮的齿面反射率不足等问题。

为实现对齿轮外表面实际形状的精确几何建模,解决测量驱动和误差评定系统研发的重大课题,宋爱平团队新研发的软件通过样条曲线构建齿轮截面轮廓曲线,将齿轮实测数据模型与理想模型相比较,采用图形变换、插值样条分析、多点曲线拟合技术,实现齿轮全方位几何偏差的测量与分析。

目前,该团队已研制出的齿轮激光测量装置可以对多种圆柱齿轮实现几何测量与基本偏差分析,并已申请“一种基于激光位移传感器的齿轮测量装置及齿轮测量方法”“一种基于激光位移传感器的齿轮测量装置”“一种多自由度激光位移传感器系统及弧齿锥齿轮测量方法”“一种蜗杆测量方法”4项发明专利,已授权2项。

宋爱平表示,希望随着齿轮测量方法的应用,可以解决目前国内企业齿轮测量方面的难题,实现国内齿轮检测领域的自主创新,推动齿轮制造精度的提升。

匠人匠心

王硕: 坚守在智能机器人研究的乐园里

■本报记者 郑金武

智能的本质是什么?人的智能是怎么产生的?要探索这些终极问题,即便是遥远的未来也未必有解。

这也是王硕在人工智能研究的道路上遇到的最大困难。“现阶段的人工智能,针对一些典型场景,取得了很好的进展。但在处理复杂场景和任务时,人工智能算法还需要极大提升。”

王硕说,了解人的智能是怎么形成的,会对机器人的智能生成有比较大的帮助。在人工智能与机器人领域近二十年的耕作中,王硕的研究方向没有太多变动。他觉得,这样的坚守让研究变成乐趣,也有助于让汗水结出硕果。

二十年坚守

王硕是中国科学院自动化研究所(以下简称自动化所)研究员。他所在的复杂系统管理与控制国家重点实验室,主要针对智能机器人技术开展从基础理论、前沿核心到重大应用的全方位、多层次的研究和探索。

1998年,王硕来到自动化所攻读博士学位,方向就是多机器人系统。2001年毕业后,留在自动化所工作至今。

“所里的很多老师,坚持人工智能的相关研究很多年。”在当时,人工智能的发展并没有现在这般如火如荼。蛰伏多年,王硕和同事们才迎来了人工智能的黄金机遇期。

“仿章鱼水下作业机器人”是王硕及其团队近年来的一个标志性成果。这个仿生物机器人系统借鉴了章鱼推进结构,并挂载了一个轻量的机械臂,可以抓取物体。

机器鱼类产品,仿生推进控制问题是最大难点。王硕及其团队在研究中,研发了仿生推进系统,使得机器鱼的推进控制问题得到了很好的解决。

而要让机械臂能够抓取物体,首先是要让机器鱼能够识别目标物体。自动化所多年来在模式识别领域的积累,为物体识别提供了保障。不过,识别物体后,是让机器鱼先游过去再抓取,还是直接伸臂去抓?是从上面去抓,还是从左边去抓?这个问题让团队犯了难。

王硕说,不同的环境和目标位置,就有不同的操作和控制策略。“我们把多方面的技术结合在一起,取得的效果还可以。”

2018年,仿章鱼水下作业机器人参加肇庆水下机器人大赛,下海抓取海参、海胆、扇贝等。团队的王宇参与了现场的操作,最终的成绩十分亮眼。

“我们的机器鱼在在线识别方面取得第一名,在抓取方面取得第三名。”王硕说。

研发“云脑”

随着智能机器人应用领域的不断扩大,机器人所需面对的环境变得越来越复杂与不确定,对机器人自主、智能的要求也越来越高。特别是面对云计算、大数据等技术的迅速发展,王硕思考,如何结合新技术,构建一个机器人系统的公共“大脑”。

王硕认为,将大量计算需求从机器人本体移至具有更强计算能力和存储能力的“大脑”,实现机器人基础功能的模块化、标准化和快速接入,并且实现

机器人之间数据的交互和知识的共享,“是机器人研究和应用领域的共性需求和发展目标”。

王硕及其团队为此开展了“云脑”系统研发,希望通过云端智能信息处理与决策服务平台,实现多个机器人的统一协调管理并为机器人提供智能服务。

同时,“云脑”通过标准化、模块化的机器人核心基础软硬件和本地/云端接口协议,可实现机器人软件和硬件功能构件的可复用和可替换,能有效解决目前机器人研发中难以快速集成、存在大量的重复性工作的向题。

王硕说,这将大大提高机器人系统学习的效率、知识的共享。

迈向更深

在王硕看来,机器人产业是很重要的产业方向,而多学科交叉、机器人技术与其他不同领域技术相结合,也将产生很好的颠覆性技术。

自动化所参与了中国科学院脑科



王硕(右二)和同事们在现场调试机器人

学卓越创新中心建设。在这个创新型机构中,集成了中国科学院神经科学研究所(以下简称中科院神经所)、深圳先进技术研究院、中国科技大学等单位,促进学科交叉融合是这一机构的重要特征。

但如今的脑科学中,关于大脑智能的研究还没有形成统一、完整的理论体系。王硕意识到,现在的人工智能,更多的是借助计算能力,通过高性能的算法对人类智能做一些功能的模仿。这些模仿与人的真正的智能差距还是很大的。

“尽管在实际生活中,有一些已经在应用了,应用效果也很好。但这些都只是在特定场景的应用。如果场景环境发生较大变化,其适用能力就会大幅降低。”王硕说。

通过与中科院神经所等单位的同仁进行交流,促进了王硕团队对神经科学的了解。他们也跟中科院神经所、东北师范大学心理学等单位建立了合作联系,“这对我们人工智能算法的进一步研究很有启发”。

国内首个海相大油田塔河油田原油产量破1亿吨

本通讯 记者近日从中石化西北油田获悉,位于新疆塔里木盆地的西北油田主力区块塔河油田累计原油产量破1亿吨,成为我国首个海相碳酸盐岩油田。个体原油产量达到亿吨级目标的油田,对推动我国海相油气资源勘探开发和保障国家能源安全具有重要意义。

“塔河油田的稳产,为全力保障国家能源安全贡献了‘石化力量’。”西北油田通过提升油气勘探技术手段和能力,将持续加大油气勘探开发力度。”中国石化西北石油局有限公司执行董事、党委书记刘宝增表示。

艾利特机器人获1亿元B轮融资

本通讯 8月20日,国内工业机器人创新企业艾利特机器人宣布完成1亿元B轮融资。本轮融资由中创投领投,元原资本、策源创投、索道资本跟投。

艾利特创始人兼CEO曹宇男介绍,本轮融资将主要用于完成艾利特全系统机器人的产品升级和协作化控制平台建设、完善多传感器融合技术及在人工智能领域的布局,提高用户使用易用性、推进典型场景的落地,深耕包括汽车、3C、金属加工和注塑等垂直行业细分市场。

据了解,艾利特5000万元A轮融资完成于2018年1月,距今不足20个月。

Stephen Evans认为,这种“超薄金”在催化相关领域可以获得可观收益的原因,主要在于其拥有非常高的表面积与体积比。新制成的金纳米薄片非常薄,几乎每个金原子都可以参与催化,这意味着整个过程会非常高效。

此外,研究团队还进行了其他相关基准测试,结果显示该“超薄金”还可以作为高效的人工酶,有助于医疗诊断。同时,这种薄片还具有良好的柔韧性,这意味着它可以成为可弯曲屏幕、电子墨水、透明导电显示屏的电子元件的基础成分。

(田瑞颖)

海相碳酸盐岩油藏非均质性极强,勘探开发属于世界级难题。22年来,西北石油人发扬“敢为人先、创新不止”的“塔河精神”,先后创立了海相碳酸盐岩油气藏藏理论和缝洞型油藏开发理论,集成创新形成了适合塔里木盆地复杂地质条件的勘探开发配套技术,成功破解碳酸盐岩油藏勘探开发这一世界级难题,先后两次荣获国家科技进步奖一等奖,支撑了塔河油田高效勘探、效益开发。

截至目前,塔河油田探明原油储量13.5亿吨,年产能能力约600万吨,成为中国石化国内的第二大油田。

(张洋)