

江门中微子实验发布首个物理成果

■本报记者 倪思洁

11月19日,江门中微子实验国际合作组基于建成后59天有效数据中的2300多个中微子信号,获得并正式对外发布首个物理成果。该成果刷新了两个中微子振荡的关键参数,将测量精度提高1.5至1.8倍。相关成果目前以预印本形式公布。

“江门中微子实验是一个汇聚了全球智慧的大型基础科学研究国际合作项目。该项目充分展现了我国在国际合作方面开放、合作、共赢的理念,也是中国科学院在科技领域引领创新发展、体现大国担当的具体实践。”中国科学院副院长、党组成员丁赤飏说。

中微子:一杯混合味道的冰淇淋

在物理学中,有一个对外行人不太“友好”的名词,叫“振荡”。在物理学家的世界里,“振荡”不是一个物体上下或左右摆动,而是中微子在不同“味道”中的切换。

“味道”是物理学世界另一个对外行人不太“友好”的古怪术语。物理学家认为,中微子本身由不同“味道”的中微子混合而成,就像是一杯混合了不同味道的冰淇淋。

目前,中微子已知的“味道”有3种——电子型中微子、缪子型中微子、陶子型中微子。

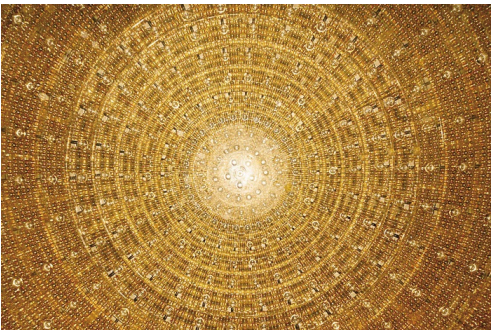
一杯混合味道的冰淇淋,可能前味是巧克力,后味是香草。一束从太阳或反应堆里飞出来的中微子,可能前味以电子型中微子为主,后味变成了缪子型中微子,这种味道的转换就是“中微子振荡”。

“精确测量中微子振荡参数,是江门中微子实验的科学目标之一。”中国科学院高能物理研究所所长、江门中微子实验副发言人曹俊告诉《中国科学报》,除此之外,该实验还将对来自太阳、超新星、大气、地球内部的中微子进行研究,并寻找超出粒子物理标准模型的新物理。

数值不一致:哪儿出了问题?

像混合冰淇淋一样的中微子,在宇宙中飞行时会在3种“味道”之间来回“变身”。

这些“变身”的规律被物理学家用6个数字来形容,其中有两个最关键:一个描述电子型中



用来探测中微子信号的球内光电倍增管。
中国科学院高能物理研究所供图

微子有多大概率会变成另一种类型,即混合角 θ_{12} ;一个反映电子型中微子与缪子型中微子的质量差有多大。

2002年,加拿大萨德伯里中微子观测站(SNO)通过探测来自太阳的中微子,首次给出了 θ_{12} 及其相关质量参数的可靠估计。

2005年,日本神冈反中微子探测实验(KamLAND)换了一个视角,通过探测来自核反应堆的中微子,又对这两个数字进行了独立测量。

然后,麻烦来了。物理学家发现,同样的两个数字,通过太阳中微子和反应堆中微子测得的结果存在细微不一致。即便后续各家探测器各显神通、提高精度,数值依然不一致。

“我们不知道这种‘不一致’究竟是统计误差导致的,还是其中潜藏了超出人类现有认识的新物理。”中国科学院院士、江门中微子实验项目经理和发言人王贻芳告诉《中国科学报》。

这就好比由两家不同代理商生产出来的同一品牌的冰淇淋,味道总有点不一样,那么到底是品控的问题还是配方的问题呢?

“江门中微子实验既能做反应堆中微子探测,又能做太阳中微子探测。我们希望通过这个实验,证实或证伪这一偏差,并找到出现偏差的原因。”王贻芳说。

完成第一步,未来可期

今年8月26日,经过10余年建设,江门中

微子实验正式运行取数。位于地下700米的探测器,每天能从接收到的8000万个信号中识别出40个左右的中微子信号。从8月26日至11月2日的59天里,探测器共识别出2300多个反应堆中微子有效事例。

中国科学院高能物理研究所副所长、合作组物理分析负责人温良剑介绍,合作组成员基于这2300多个反应堆中微子数据,精确测量了 θ_{12} 及其相关质量参数的大小,比KamLAND在2013年更新的数据精度高1.5到1.8倍。

“江门中微子实验在仅两个月的时间内完成如此高精度的测量,表明探测器性能完全符合设计预期。接下来,实验还将通过探测太阳中微子来测 θ_{12} 及其相关质量参数的大小。”王贻芳说。他表示,以江门中微子实验的测量精度,合作组将很快确定中微子质量顺序,检验3种中微子振荡的框架,寻找超出此框架的新物理。

江门中微子实验机构委员会主席、法国国家科学研究中心教授Marcos Dracos感慨:“看到这一全球努力达到这样的里程碑,我感到非常自豪。江门中微子实验的成功,反映了我们整个国际团队的投入和创造力。”

作为由中国科学院高能物理研究所领导的重重大国际合作项目,合作组成员涵盖来自17个国家和地区、75个科研机构约700多名研究人员。

据悉,江门中微子实验得到了中国科学院战略性先导科技专项(A类)及广东省人民政府的支持,2014年又得到国际合作组多个国家的批准和经费支持,在高探测效率光电倍增管、超高透明度液体闪烁体、超低本底材料和精密刻度系统等核心领域实现了重大突破。江门中微子实验合作组已于近日将探测器性能的分析文章提交至《中国物理C》杂志。

“江门中微子实验的设计使用寿命为30年,可升级改造为世界最灵敏的无中微子双贝塔衰变实验,以检验中微子是否为自身的反粒子,并探测中微子的绝对质量。未来几十年里,江门中微子实验将持续产生重要物理成果,并培养新一代物理学家。”曹俊说。

相关论文信息:
<https://arxiv.org/abs/2511.14593>
<https://arxiv.org/abs/2511.14590>



全球 81%人口居住在城镇



本 报 讯 联合国近日发布的一份报告显示,目前全球超过80%的人口居住在城镇地区,且这一数字还将进一步上升。这凸显出一个关键需求,即必须确保城镇有益于人类健康与地球环境。

2018年发布的《世界城市化展望》报告指出,全球55%的人口居住在城市,但这一估算依赖于各国对“城市”和“农村”的定义。而这些定义却大相径庭。例如,丹麦将城市定义为仅需200人居住的区域,而日本的标准是5万人。这种差异模糊了人们对全球城市化的整体认知。

为更清楚地了解实际情况,联合国人口事务官员Sara Hertog及同事制定了统一标准:城市需满足至少有5万人居住,且人口密度不低于每平方公里1500人;城镇需至少有5000名居

民,且密度不低于每平方公里300人;其余地区则归为农村。“我们首次在所有国家采用了相同的定义。”Hertog表示。

研究人员随后分析了237个国家和地区的卫星数据及国家调查数据,估算了2025年的全球城市化程度。结果显示,目前全球45%的人口居住在城市,其中多数是人口不足25万的城市;36%的人口居住在城镇。这意味着81%的人口为城镇居民,剩余19%的人居住在农村。

通过一个纳入人口老龄化和移民趋势等因素的统计模型,该团队还预测,到2050年,全球83%的人口将居住在城镇,而非农村。Hertog指出,城镇人口的实际数量将持续增长至2050年;而农村居民数量预计将在21世纪40年代达到峰值,之后将下降。

这些新估算将帮助联合国评估第11个可持续发展目标的进展情况,该目标旨在到2030年“使城市和人居环境具有包容性、安全性、韧性和可持续性”。研究结果还将为政府间气候变化专门委员会的报告提供参考,助力制定减缓全球变暖的政策。

城市人口增长的驱动因素因地而异。Hertog指出,在东亚和南亚,增长主要源于国内农村人口向城市迁移。“人们迁移是为了寻求教育和就业机会,也为了更丰富的社交生活。”在欧洲和北美,国际移民发挥着重要作用;而在撒哈拉以南非洲,增长主要因为出生率高于死亡率。

城市化对环境既有利也有害。Hertog举例说,如果城市因人口增长而扩张边界,但公共交通规划不当,可能使得人们过度依赖汽车,进而增加碳排放。反之,精心规划可提供比农村地区更节能的交通方式。

城市化还会影响健康。英国伦敦国王学院的Andrea Mechelli表示,城市居民通常更易暴露于空气污染和极端高温,二者均与心血管健康恶化相关,且似乎会增加患阿尔茨海默病等疾病的风险。此外,部分城市缺乏绿地,这与焦虑和抑郁发病率上升有关。

Mechelli强调:“我们并非要逆转城市化,也不是说人们不该住在城市。这份报告告诉我们,现在比以往任何时候都更迫切地需要思考如何让城市更宜居、更绿色,并充分彰显所有益处。”(王方)

AI for Science, 一场正在发生的科研范式革命

■鄂维南

当前,以人工智能(AI)为代表的新一代信息技术正在引发科学研究范式的深刻变革,为全球科技竞争格局带来新的变量。AI for Science(科学智能)的兴起,绝非简单的技术赋能,而是科研生产力发展到一定阶段的必然产物,更是重构科研生产关系的历史性机遇。

要在这场变革中抢占先机,需从科研基础设施与科研评价体系两个维度协同发力,构建适应智能时代的新型科研生态。

科研基础设施: 建设智能化的“国家级科研平台”

科研范式的变革离不开底层基础设施的支撑。传统科研模式下,资源分散、工具壁垒、重复劳动等问题制约着创新效率的提升。我们团队构建的“玻尔科研空间站”,其核心目标正是打造一个面向未来的统一、开放、智能的科研基础平台。

该平台具有双重功能定位:其一,它是科研人员的“一站式门户”,集成文献、数据、计算与实验资源,实现各类科研资源的智能化运用;其二,它是开发者的“工具应用超市”,提供便捷的部署环境,使各类科研模型、算法和软件能像手机应用一样被发布、共享和调用。

自今年3月上线以来,平台用户数量已突破175万,展现了强大的生命力和广泛的用户需求。该平台已被纳入北京市《人工智能赋能科学研究高质量发展行动计划》,成为区域科技创新核心平台,充分体现了其战略价值。

在此基础上,我们研发的通用科研智能体SciMaster,初步展现了AI驱动科研的潜力。它能够在特定科学问题引导下,自主调用平台工具完成“理解—计算—分析—写作”的全流程工作,在理论物理、计算科学等领域初步达到博士生水平。这标志着AI已从“辅助工具”进阶为“科研伙伴”。

基于此,各垂直领域的专业智能体得以低成本、高效率地开发,如燃烧仿真、流体力学等,极大加速了相关领域的研发进程。

科研评价体系: 从“唯论文”到“贡献多元论”

先进的生产力呼唤与之匹配的生产关系。“唯论文”评价体系已经难以适应AI for Science带来的科研活动多元化特征,甚至在某种程度上成为科技创新的桎梏。

我国卫星导航定位基准站将实行“三统一”

据新华社电 为促进卫星导航定位产业有序发展,维护国家地理信息安全,我国将对卫星导航定位基准站实行统一规划、统一标准、统一监管。

自然资源部11月18日晚间发布《卫星导航定位基准站管理办法》,自2026年1月1日起施行。根据测绘法、数据安全法、保守国家秘密法等法律法规制定的这一办法,强调基准站建设和运行维护实行统一规划、统一标准、统一监管,坚持合理布局、依法备案、资源共享、保障安全。

基准站是国家重要的空间基础设施,事关国家地理信息安全,是北斗卫星导航系统落地应用的关键配套设施,不仅在维持国家测绘基准、提升北斗高精度定位能力、促进北斗产业发展中发挥着重要作用,还在自动驾驶、灾害监测、城市建设、低空经济等领域广泛应用。针对目前基准站重复建设,存在数据安全

我们必须推动科研评价体系的结构性改革。科研成果的体现形式,不应再局限于期刊论文这一“中间态”。一个革命性的想法、一套高质量的科学数据、一个被广泛使用的软件工具,其科学价值与社会影响力,可能远超一篇普通论文。

物理学大师费曼关于超流量子化的关键思想,最初仅以“备注”形式在他人论文中被提及,却最终获得了广泛认可,这便是“思想贡献”重于“论文形式”的明证。

我们正在探索基于大数据的新一代评价方法。利用“玻尔平台”等新型基础设施汇聚的科研全过程数据,我们可以尝试对科研工作者的“想法—工具—数据—论文”这一全链条贡献进行更精细、更公正的度量。

这将有助于引导科研人员回归解决真问题的轨道,减少为发表文章而进行的重复性、跟风式研究,把宝贵的智力资源投入真正的原始创新和关键技术攻关上。

未来展望: 整合资源,实现科研范式的“中国引领”

展望未来3~5年,AI for Science最有希望的突破在于整体科研与研发范式的普及,从实验室自动化、新材料设计到新药研发、科学仪器创新,都将被深刻重塑。在此进程中,中国的优势在于国家层面的高度重视和基础设施的先行布局。

然而,我们也面临挑战:其一是资源配置有待优化,需要更多资源精准投向最具创新活力的年轻团队和原始创新方向;其二是亟须打破“门户之见”,推动国家级战略科技力量实现大协作。

每一次科学范式的革命,都是后发国家实现跨越发展的战略机遇。AI for Science正是这样一个“换道超车”的千载难逢的宝贵契机。

只要我们坚持基础设施共建,评价体系重构、全国力量协同,就完全有可能在不久的将来,在全球科技创新的赛道上,形成并确立由中国引领的智能科研新范式。这不仅是科技发展的必然要求,更是我们的历史责任。

(作者系中国科学院院士、北京大学教授,《中国科学报》记者张楠采访整理)



我国卫星导航定位基准站将实行“三统一”

据新华社电 为促进卫星导航定位产业有序发展,维护国家地理信息安全,我国将对卫星导航定位基准站实行统一规划、统一标准、统一监管。

自然资源部11月18日晚间发布《卫星导航定位基准站管理办法》,自2026年1月1日起施行。根据测绘法、数据安全法、保守国家秘密法等法律法规制定的这一办法,强调基准站建设和运行维护实行统一规划、统一标准、统一监管,坚持合理布局、依法备案、资源共享、保障安全。

基准站是国家重要的空间基础设施,事关国家地理信息安全,是北斗卫星导航系统落地应用的关键配套设施,不仅在维持国家测绘基准、提升北斗高精度定位能力、促进北斗产业发展中发挥着重要作用,还在自动驾驶、灾害监测、城市建设、低空经济等领域广泛应用。针对目前基准站重复建设,存在数据安全

隐患等主要问题,办法规定自然资源部会同有关部门制定全国基准站建设布局规划。基准站建设应当符合国土空间规划,纳入国土空间规划实施监督信息系统。基准站建设单位应向基准站所在地省级自然资源主管部门备案,跨省建设多个基准站要向自然资源部备案。

办法要求强化权威性和公益性,提高数据安全防护和应用水平,特别是加强向境外传输数据的监管,规定了重要数据管控以及出境安全评估要求,对外提供涉密测绘成果要依法履行审批手续。

办法要求各级自然资源主管部门加强对基准站建设和运行维护单位的政策指导,促进北斗产业规模化发展,推进基准站数据共享,为经营主体营造良好发展环境。同时要守好安全底线,加强对本行政区域内基准站的安全监管,切实保障国家地理信息安全。(王立彬)

湘黔、湘粤、渝黔三项网间 电力灵活互济工程通过国家核准

本 报 讯 (记者朱汉斌 通讯员郭冬冬)近日,湘黔、湘粤、渝黔三项网间电力灵活互济工程通过国家核准。这三项工程总投资预计超156亿元,将在今年年底前开工建设、2027年迎峰度夏前建成投产,最大输电能力共计可达900万千瓦。届时,南方电网和国家电网之间的输电通道将从当前的两条增加至5条,跨省跨区电力互济能力显著增强。

当前,南方电网和国家电网之间有两条电力输送通道,分别是三峡送广东的江城直流和闽粤联网互送的云霄直流。根据核准批复,湘黔、湘粤、渝黔电力灵活互济工程分别计划在贵州铜仁、湖南郴州、重庆各自建设一座容量300万千瓦的柔性直流背靠背换流站,并开

展相关配套线路工程建设,推动跨电网经营区互联互通水平进一步提升。

“在全国统一电力市场建设加快推进的背景下,湘黔、湘粤、渝黔电力灵活互济工程投产,将显著提升两个互联区域间的电力互补互济和紧急支援能力,为跨电网经营区常态化电力交易提供更坚实的物理基础,更好保障经济社会高质量发展的绿色用能需求。”南方电网战略规划部有关负责人说。

以贵州和湖南为例,夏季是湖南的电力负荷高峰期,而贵州的电力负荷呈现“冬高夏低”的特点,二者存在较强的时空互补特性,可通过湘黔工程实现错峰互济,增强电力保供和新能源消纳能力。

微型“仿鱼”机器人助力高效药物递送

本 报 讯 (记者孙丹宁)近日,哈尔滨工业大学教授谢晖团队在微型“仿鱼”机器人群体协调与靶向药物递送方面取得重要进展。团队提出微型“仿鱼”机器人的群体协调方法,有助于解决体内复杂三维环境中多发病灶的高效药物递送难题,为实现微型机器人群体智能提供了新的技术路径。相关成果发表于《国家科学评论》。

自然界中,鱼群通过协同行为适应复杂环境。洄游鱼群通过动态聚散穿越复杂通道,觅食鱼群则在特定区域调节形态以覆盖目标。然而,要让机器人在体内环境实现类似的群体协同行为,面临如何在全局磁场下实现个体差异化控制、如何调节机器人间的距离避免相互粘连、如何使机器人群体自适应地贴附于不规则病灶等诸多挑战。

针对上述问题,研究人员设计了头尾异质结构的微型机器人,通过激光加工实现高通量

制备。研究首次发现,当驱动频率接近机器人固有频率时,振荡磁场的恒定分量将完全主导游动方向。基于此,团队通过编程恒定磁场分量的空间分布实现了个体方向的差异化调控,通过调节交变磁场强度避免了机器人相互粘连。该机器人可实现全自由度游动,游动速度达每秒20体长。并且机器人群可在体内三维环境中主动聚散,如同洄游鱼群;而到达病灶后,可利用磁场与界面约束调节形态适应病灶轮廓,如同觅食鱼群,实现自适应贴附。

随后,团队开展了丰富的体外验证试验,证实了单个机器人可完成三维物体搬运、逆流游动等任务。在胃部病灶模型中,机器人群成功实现了向病灶定向聚集、调节形态并稳定贴附。团队还展示了机器人群在超声成像引导下的运动控制、抗重力运动等能力。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1093/nsr/nwaf429>