

量子高轨卫星升空、量子通信网络走入生活、高精度原子钟为世界秒定义作贡献……

未来15年,中国量子科技将带来更多惊喜

■本报记者 许琦敏

量子高轨卫星升空、量子通信网络走入生活、高精度原子钟为世界秒定义作贡献、量子合成口径望远镜探测黑洞……未来15年,中国的量子科技将带来更多惊喜。

几十年基础研究奠定当下量子产业热潮

身为量子科技领域先驱,英国皇家学会院士、牛津大学教授、新加坡量子中心创始主任阿图尔·埃克特说,1991年,当他还是牛津大学博士

生时,很多人都劝他不要从事量子领域研究,但他非常坚定,“我就想做科学,我就想研究量子”。

如今,量子力学在现实世界中已开始展现强大应用潜力。美国加州大学伯克利分校教授、加州量子计算挑战研究院主任丹·斯坦佩尔·库恩在演讲中介绍,欧盟早在2018年就发布了量子技术旗舰计划,“我相信,现在的超冷原子和光已不仅仅是物质,更是一种资源。”

论坛上,来自美国、德国、英国、韩国的量子科学家分享的最新进展令人目眩:用光镊阵列操纵原子、飞行原子提升量子存储器效率、用镜头捕捉原子稳态的美丽图像……这些还在实验室中打磨的前沿研究,已在为量子时代的未来铺路。

事实上,正是20年前实验室中看似天马行空的量子力学和量子物

理学基础研究,奠定了当下的量子产业热潮。库恩提到,谷歌的量子计算机、IBM公司的量子模拟研究,将量子科技带到了新高度,而今量子计算机走向商用化,量子科技企业应运而生,量子产业生态正在逐步形成。

在量子产业生态系统中,学术机构应该发挥怎样的作用?库恩认为,基础研究在探索量子科技发展前路的同时,还需要产业界一起解决遇到的难题,不仅仅是对技术路线图的推进,还要在大众关注的量子技术标准等问题上有所贡献。

库恩透露,美国国家科学基金会在量子信息科学领域设立了5家科研机构,希望推动量子科学在美国的发展,他创建的量子计算挑战实验室就是其中之一。但他提醒,在这股量子热潮面前,“我们在适应现实世界对量

子科技发展需求的同时,要坚持忠实于现实世界,不要过分夸大量子科技,更不要进行炒作。”

2027年,首颗量子GEO卫星有望问世

盛赞中国的“墨子号”量子科学实验卫星,是这场论坛上的高频场景。

“墨子号”升空、“九章”和“祖冲之”系列量子计算机诞生、城域量子保密通信网建成,以及大量发表在《自然》《科学》等国际顶尖科学期刊上的原创高水平论文,无不显示出中国在量子科技领域取得的长足进展。潘建伟表示,未来15年还将完成更多挑战。

在量子计算方面,继成功研发“九章”“祖冲之”两个系列量子计算

机后,超冷原子量子模拟器“天元”也于近期构建成功。但真正的可编程的通用量子计算机估计还需要二十年左右才能实现。朝着这一目标,科研团队一方面通过研究不断提升量子计算机的计算容错能力,一方面寻找更多有用的科学难题用专用量子计算机来求解。

在量子通信方面,全球范围的量子通信乃至互联网将由3个板块构成:其一是基于光纤的城域量子通信网络;其二是量子中继器与存储器链接形成的城际间量子通信;其三是量子卫星加持的远距离量子通信。

潘建伟表示,城域量子网络已趋成熟,未来希望加大应用力度;基于中继的城际量子通信目前正快速发展,未来5到10年可成熟使用;量子高轨卫星正在研发中,其关键是卫星

要能在强烈的太阳辐射背景下工作,未来15年有望构建量子星座,形成天地一体化的量子网络。

同时,搭载原子光钟的第一颗地球同步轨道(GEO)量子卫星有望在2027年问世,其精度高达 10^{-19} 秒,即几百亿年才误差一秒。有了这样高精度的空间原子光钟,就能进行洲际时频比对,参与主导国际大科学计划,为未来的秒定义作出贡献。如果未来有两台更高精度的原子光钟,还可对宇宙中的中低频引力波进行探测。

此外,量子合成口径望远镜也在潘建伟团队的未来计划中。他解释,利用量子隐形传态技术,可将多台小望远镜联合在一起,就可对黑洞进行高精度观测,尤其是结合天上的量子星座,合成口径望远镜的等效口径原理有望达1万公里。

■本报记者 孙欣祺

假如让人工智能(AI)来研制卫星,会不会出现意想不到的造型结构,能不能在海洋监测方面带来突破性进展?

昨天,2024浦江创新论坛举行“空天海洋先进科学与技术论坛”,专家学者分享了相关领域的前沿信息,让听众得以窥见新一轮科技革命和产业变革背景下,哪些先进技术正在助力空间和海洋科学研究,哪些创新合作形式正在加速推进成果转化。

人工智能让卫星“脱胎换骨”

今年的浦江创新论坛上,人工智能成了几乎所有专家绕不开的话题。那么对于从事卫星设计、制造和运维的科研人员来说,AI意味着什么?

对此,中国科学院卫星数字化技术重点实验室副主任高法睿表示,人工智能在卫星领域的影响非常深远。比如,AI的介入有助于边缘计算的使用,有了这种计算方式,卫星上能够直接处理数据,不必再把数据带回地面上处理,这极大缓解了卫星的存储压力,也使用户能够获得更多可操作的数据和信息。

此外,卫星、空间站等航天结构不是消费品,而往往是具有特殊目的的定制产品,降本提质始终是一个难题。高法睿指出,AI可优化卫星的设计,提高产品质量,缩短研发时间,降低投入成本。

中国科学院微小卫星创新研究院副院长、卫星数字化技术重点实验室主任张永合表示,在航天领域,人工智能首先在数据应用层面发挥作用。比如今年5月,中国科学院上海天文台的团队通过深度学习方法,发现了极其稀少的107例宇宙早期星系内冷气体云块成分的关键探针——中性碳吸收体。张永合表示,这说明AI可以发现我们用常规方法发现不了的现象,并能从数据中找到新的科学信息。

其次,在卫星制造层面,人工智能可以提质增效。目前,研发人员在接到卫星研制需求后,要经过整体设计、分系统设计、测试验证、制造装配等步骤。在整个过程中,传统模式是人与人之间通过纸张文件传递信息,而现在数字化技术应用广泛,一些文字表达的内容需求被模型化,越来越多的内容转换成了计算机语言,能在比较短的时间内获得更优化的方案。这种“工程师+AI”的模式也许能

当卫星遇上人工智能,会擦出怎样的火花

够超越工程师本身的创造。

更进一步,就是生成式设计。比如卫星结构,人类工程师设计出来的,无非是经常能够看到或能够简单模仿的造型。但假如融入了AI系统,生成式设计的产物很可能超出人类想象。不过,张永合也坦言,要实现上述愿景,还需要很长一段时间,而且还需要制造能力的同步升级。

卫星领域亟需国际合作新范式

论坛上,阿联酋大学国家空间科技中心主任阿里·阿勒谢希作了《空间无边界》的主题演讲。他强调,科学无国界,在航天领域,全世界都应消除边界、尝试合作。葡萄牙系统与计算机工程研究所高级研究员若阿金·若昂·索萨也指出,面临如此多的挑战,大家真正需要的就是协作。

中国科学院微小卫星创新研究院院长胡海鹰介绍,小卫星创新院积极搭建国际合作平台,与多个国家和地区建立了紧密的科研合作关系。中国-葡萄牙星海“一带一路”联合实验室、近期发射的中法天文卫星SVOM,以及中国与阿联酋的卫星合作项目等,都是国际合作的生动体现。

此外,小卫星创新院依托中国科学院卫星数字化技术重点实验室,汇聚国内外顶尖人才,重塑卫星研发模式。张永合透露,空间科学合作需要一种新范式,而这种新范式的重点是“从教育到应用”。中方与外方之间的交流互鉴,其意义不仅在于完成项目,更在于通过教育培训,提升工程师队伍的设计能力。双方可先在教育层面加强合作,在长期合作的过程中维持纽带。他相信,国际化水平逐渐提升后,项目合作应该会水到渠成。

而作为外籍专家,不久前刚刚就任重点实验室副主任的高法睿对国际合作有着更深刻的体会。他表示,中国在航天领域是一个新兴崛起的国家,而且正在变得越来越强大,正在为全人类的探索太空作出卓越贡献。选择加入重点实验室,受聘管理岗位,对他来说是一个恰逢其时的决定,也是一个“千载难逢的机会”。

上任两个月以来,高法睿将工作重心放在人工智能、数字孪生等技术领域。他表示,要确保卫星的稳定运行,传统技术与新技术,特别是数字化技术的结合必不可少。



▲美国加州大学伯克利分校教授丹·斯坦佩尔·库恩在浦江创新论坛“未来之光”量子科技专题论坛上发表题为“从单个原子到信息处理的量子科学”的主旨演讲。本报记者袁婧摄
▲2024浦江创新论坛(第十七届)举办地张江科学会堂。本报记者邢千里摄 制图:张继

AI驱动时代,人类健康将“见微知著”

■本报记者 许琦敏

人工智能(AI)时代,生物大数据在算力、算法的加持下,正将人类健康领域推向一个见微知著、一叶知秋的新境界。昨天举行的2024浦江创新论坛“上海国际计算生物学创新论坛”上,围绕“计算生物学赋能生物医药创新”主题,与会嘉宾们分享了“AI+”在生物大数据、制药、复杂疾病中的“催化剂作用”。

药物设计时间减少70%,成功率提升10倍

有数据显示,2018年AI对行业的渗透率不到5%,而到2026年将达到20%。尤其在数据密集的生物医药行业,“拥抱AI”无疑是从实验室、临床,到生产一线都在积极实践的火热探索。

华为云医疗首席科学家乔楠在演讲中提到,华为自2021年发布盘古大模型,面向行业客户提供服务,“基于合作伙伴的数据,我们与客户共同打造基础大模型,完成更多行业场景应用。”乔楠认为,中国原研药力量相对薄弱,AI的介入是系统提升我国制药行业水平、实现“弯道超车”的一个好机会。已有实践表明,AI制药可降低70%药物设计时间,成功率可提升10倍。

在生命健康领域,人工智能为基因组、制药、医疗带来了颠覆性创新。中国医学科学院基于基因AI平台的病原鉴定监控系统对病原体的鉴定速度提升了5倍,节省80%的人力成本;在长

海医院,利用生成式AI技术,医生对患者问诊完毕的同时,病历也秒速生成;基于盘古药物分子大模型,西安交大第一附属医院在极少人力和资金投入的情况下,仅用数周就发现一款超级抗癌药。

乔楠表示,大模型未来还将与生物信息学、类器官技术结合,产生更大规模的高通量数据。例如,深圳湾实验室就在打造“BT+大模型”高通量筛选平台,药物筛选成本可下降60%,且预测精准度更高。

手机监测行为异常,AI破局帕金森诊断

随着深度老龄化时代的来临,阿尔茨海默病、帕金森病等神经退行性疾病给社会和家庭带来了沉重负担,早期识别、诊断和精准干预,是目前应对这些疾病的最佳策略。

然而这对专科医生来说,难度很大。复旦大学附属华山医院神经内科主任王坚介绍,帕金森病细分有十多种,其干预疗法各有不同,精准识别难度非常大。不过,AI将使这种疾病的诊断分析进入全新时代。

首先,AI技术协助医生判读分子影像,可显著提升帕金森病的诊断准确率。帕金森病患者的多巴胺转运体和葡萄糖代谢网络的分子影像呈现特征性变化,相关致病蛋白在脑区异常聚集的部位也不尽相同。王坚说,与AI专家合作,可训练出大模型精准识别特征性变化,提升诊断准确率。

AI还可通过视频的计算机视觉分析,对帕金森病患者进行运动监测。例如,冻结步态是帕金森病的另一特征,基于视频捕捉技术的肢体运动障碍AI分析研究,可对病人的行为模式进行精准判断及定量分析,由此更好预测其病情转归的规律。

“AI还使24小时居家连续监测成为可能,甚至有研究对帕金森病患者的呼吸信号进行监测,并从中提取出可以反映疾病严重度的相关特征。”王坚说,目前不仅在AI研究领域,在产业层面也有专业公司应用AI技术对帕金森病的行为学改变进行分析,相关产品已获准医疗器械许可,有望尽快在医院和居家场景中应用。

王坚透露,华山医院神经内科帕金森病研究团队已上线一款名为“帕为”的App,注册使用者已逾2万人,“这是国际运动障碍学会网站上唯一推荐的中文App”。利用这款软件,可对帕金森病患者上传的运动功能视频、语音障碍音频进行AI分析,整合成为帕金森病慢病管理平台的关键部分,从而实现更多数据挖掘,用于真实世界研究。

多维数据探索,求解人体“最复杂疾病”

“目前还没有保护心脏的有效药物上市,可能因为心脏真的太复杂了。”匈牙利塞梅维什大学副校长彼得·费迪南迪所在的研究团队在这一领域研究了30多年,但收获有限。在引入AI技术后,他们找到了一系列内源性的分子

RNA,对心脏可以起到保护作用。

为何之前没有发现?费迪南迪解释,这是因为这些小RNA对心脏的保护,是在一个分子网络中进行的,其作用靶点相当复杂,“如果没有AI工具的协助,很难从多组学数据中发现”。现在,费迪南迪团队已在小鼠、大鼠模型中验证了这种小分子RNA对心脏的保护作用。未来两年,他们计划投资数百万欧元,将研究向药物研发方向推进。

目前,他们已拥有专用AI驱动的药物研发工具,可以更高效地寻找靶点、设计mRNA序列,用于心血管、肿瘤等相关适应症的寡核苷酸药物研发。

有着“三磅宇宙”之称的人类大脑,是世界上最复杂的器官,脑疾病几乎是未解之谜。为此,脑疾病研究已被多国列入脑科学计划,迄今已产生海量数据。

2018年,张江国际脑库建立,这是首个中国人多维度脑科学数据平台。复旦大学类脑智能科学与技术研究院副院长赵兴明介绍,目前张江脑库已有国际共享数据52万余例,国内重大脑疾病数据1.5万例,已鉴定出71个脑细胞亚型,涵盖15个发育阶段和63个脑区。

“通过AI数据挖掘,我们发现不少脑疾病药物靶点富集在小肠,这将为未来新药开发、构建共病网络提供证据。”赵兴明透露,他们还发现神经疾病与内分泌疾病、精神疾病与肠胃疾病之间均有很强的并发现象。



空天海洋先进科学与技术论坛现场。本报记者邢千里摄