

新知

量子互联网：小荷已露尖尖角

◎本报记者 刘霞

近日，美国纽约州立大学石溪分校科学家菲格罗阿等人在一篇发表于《自然·量子信息》上的论文中称，他们通过把两个独立的光子存储在铷气里，首次在室温条件下构建了一个量子存储器网络。量子存储器是量子互联网的基础性技术，最新研究让我们离量子互联网又近了一步。

中山大学电子与通信工程学院教授孙仕海告诉科技日报记者：“相比于现有经典互联网，量子互联网具有更灵敏的信息获取能力，以及更安全、更快速的信息处理能力。”

鉴于量子互联网的上述优势，美国、欧盟国家的多个研究机构和大企业，已竞相开始构建量子互联网。“但构建量子互联网不可能一蹴而就，还有很多关键技术亟待突破。”孙仕海强调。

信息处理更快更安全

量子互联网究竟是“何方神圣”？

孙仕海介绍：“广义上的量子互联网是采用量子通信连接量子传感器和量子计算机所形成的新一代互联网络，是量子通信网络、量子传感网络和量子计算网络的总称。”

量子计算机和量子传感器等量子设备都利用了量子态的叠加和纠缠两大特性。比特作为传统计算机的基本信息处理单元，只能处于0和1两种逻辑态中的一种。而作为量子信息基本单位的量子比特可以是1、0，以及两者的叠加。因此量子计算机可以用远超传统比特的密度，存储和传输更多信息。量子比特还能发生纠缠，即两个或两个以上粒子之间密不可分的联系。爱因斯坦将量子纠缠称为“幽灵般的超距作用”。

在上述两大特性的加持下，拥有数以百万计量子比特的量子计算机的功能预计会比目前最快的超级计算机强大得多，因为纠缠在一起的量子比特能同时进行更多计算。

菲格罗阿也表示，量子互联网拥有固有的安全性。传统互联网的通信可以被拦截或操纵，但量子纠缠理论提出，对其中一个粒子的任何观测都会瞬间影响到另一个粒子的状态，而任何拦截和读取通过量子网络传输的信息的尝试都等同于观测，这将导致通过线路移动的量子比特叠加崩溃，从而“露出马脚”，因此可被用来检测任何潜在的窃听行为。

美国能源部也曾指出，量子互联网利用量子力学定律，和现有网络相比，能更安全地传输信息，“几乎不可破解”。未来将对科学、工业及国家安全等关键领域产生深远影响。美国芝加哥大学量子研究团队负责人戴维·奥沙洛姆则将量子互联网称为第二次量子革命。

量子互联网提供的安全通信方式有望开辟更广泛的应用领域，远远超出传统互联网的范畴。荷兰代尔夫特理工大学量子信息学教授斯特凡妮·魏纳在接受欧洲《现代外交》杂志采访时指出，如果量子互联网建成了，天文学是可能受益的领域之一。执行远距离观测任务的望远镜可以利用量子互联网让传感器与传感器发生纠缠，以便生成更清晰的图像”。

波士顿咨询公司的一项调查称，到2030年，后量子密码学和量子通信市场的规模将达100亿美元，与量子计算市场60亿美元到120亿美元的规模相当。



图为量子通信公司展出的量子可信中继站。视觉中国供图

大规模网络建设任重道远

理想很丰满，现实却很骨感。

孙仕海认为，量子互联网的实现有很多关键技术待突破。首先，量子互联网与经典互联网在协议和架构上具有一定的差异，如何构建高效的量子互联网架构尚在研究中。其次，目前量子通信网络的研究和建设主要还集中在量子密钥分发等安全领域，研究如何使数据更安全传输，而通信网络协议方面的研究还比较欠缺。

“最后，量子互联网建设，除需要量子存储、量子中继等器件突破外，在高亮度纠缠源、高性能单光子探测、光电集成量子态调制解调芯片、针对量子器件的编程软件等方面也亟待突破，需要进一步降低这些器件的体积、功耗、成本等，以满足大规模网络建设需求。”孙仕海进一步解释。

菲格罗阿团队的研究正是在量子存储器领域取得最新进展。菲格罗阿表示，近年来建立的量子网络都需要把温度降至绝对零度才能运行，这限制了实用性。而他们的最新研究比以往的成果更具可行性。不过，在室温条件下，他们目前只能把量子比特存储零点几秒。而其他科学家在极低温下能将量子比特存储1个多小时。

此外，建立更大规模的量子网络也充满挑战。专家认为，量子信息由光子携带，后者通过光纤传输，就像现有的传统互联网一样。但最多“旅行”50公里到150公里后，这些光子就会被吸收。因此，目前科学家只能建立一个大都市规模的量子网络，而无法建造一个国家或世界规模的网络。

鉴于此，菲格罗阿团队计划下一步开发量子中继器，这种装置可以延长量子信号的传输距离，有助构建大规模量子互联网。

多国发力打造量子互联网

据《回声报》报道，为构建更大规模的量子互联网，多

家大企业、初创企业以及大学和科研机构于2023年4月发起了“法国量子通信网络”计划，致力于打造法国“量子网络的未来通信系统”，该计划将持续30个月。

2023年，欧盟也启动了名为“量子互联网联盟”的项目，汇集了欧洲各地的研究机构和公司。该项目计划在3年内（截至2026年3月底）获得2400万欧元的欧盟资金。目前欧盟内部同时有27个类似的项目正在测试。法国索邦大学物理学教授朱利安·洛拉表示，这些项目旨在发展国家基础设施，然后在欧洲范围内连接成一个更大的量子网络。

科学家也在全球多地开展量子互联网方面的实验。据欧洲《现代外交》网站此前报道，2023年5月，奥地利因斯布鲁克大学的研究团队利用量子物理学原理，沿着50公里长的光纤传输了量子信息。另据美国《大众科学》月刊网站报道，亚马逊网络服务公司与哈佛大学合作，测试和开发量子互联网技术，正在接受测试的量子网络利用光子来实现量子态的长距离通信。2022年夏天，芝加哥大学量子研究团队等也公布了一个长约200公里的量子网络，用于测试发送量子信息的方法。2023年，中国科学院院士、中国科学技术大学教授潘建伟等实现了光纤中1002公里点对点远距离量子密钥分发，不仅创下了光纤中继量子密钥分发距离的世界纪录，也提供了城际量子通信高速率主干链路的方案。

科学家的目标是，有朝一日通过光纤和卫星连接，将目前在全球各地开展测试的量子通信网络连接成一个最终横跨全球的量子互联网雏形。

至于这一互联网未来将给世界带来什么翻天覆地的变化，人们只能拭目以待。正如芝加哥大学量子研究团队的格兰特·史密斯所说，当互联网的雏形首次面世时，人们没有预料到电子商务的出现，目前我们也无法想象量子互联网所有的潜在用途。

“当然，量子互联网也不能完全替代经典互联网。可以想象，即使在量子互联网时代，网络中应该也会存在经典的传感器和计算模块。”孙仕海说。

“认知选择”或影响人类语言演化

◎本报记者 孙明源

人类的语言自产生以来，就不断演化发展。发音、词汇、语法的演变过程，是语言学家较为关注的领域。语言演化的根本动力是什么，演化又呈现出怎样的规律？我国科学家主导的一项心理学研究显示，人类的某种“认知选择”或许可以像自然选择推动生物进化一样影响语言演化。

近日，中国科学院心理研究所副研究员李赢借助大规模心理学实验和历史文本分析开展了两项研究，揭示了微观层面上“认知选择”对个体使用语言的影响是

如何累积放大到宏观层面上的。该成果论文发表于《美国科学院院刊》。

李赢的研究主要围绕语言中的词汇展开。李赢认为，语言演化和生物进化存在很多相似之处。如果将语言中的单词看成是一个个有生命的有机体，那么它们想要在人类有限的认知资源（如注意力、记忆）里“生存”下去，就得“进化”出适应环境的特征，这种过程可以称为“认知选择”。

“就像自然选择通过竞争机制筛选出最适应环境的生物特征一样，‘认知选择’也会将语言塑造得越来越适合被人类大脑习得、加工和使用。”李赢说。



视觉中国供图

在湖北省武汉市江汉区西马路小学，教师正为学生讲解普通话与武汉方言的区别。

李赢介绍，他的两项研究分别关注微观与宏观层面的语言演变。第一项研究的数据来自合作团队开展的实验结果。合作团队一共准备了97条文字信息，每一条信息由不同被试者转述3次。由于信息不可能被一字不差地记忆下来，在转述过程中，被试者使用的词汇发生了变化。研究人员利用统计学方法分析了这些变化，量化回归模型显示，形象程度越高、习得年龄越早或情感表达越强的单词有更大可能在转述中被保留下来。

在第二项研究中，李赢利用谷歌提供的历史文本库，分析了不同时代英文小说中各个单词的频次。单词频次在过去200年间的涨落趋势同样表明，高度形象、较早习得或含有强烈情感的单词，其使用频率在过去200年间的上升幅度更大。这说明拥有这些特征的单词在演化过程中更不容易消亡。两项研究的结果表明，微观层面上“认知选择”对个体使用语言的影响，会逐渐被累积放大到宏观层面上。

在“认知选择”的作用下，我们不仅仅是语言的使用者，还同时是未来语言的塑造者。”李赢分析说。

李赢认为，语言或许存在一种向简单化方向发展的趋势，这和人类的“认知选择”也有着直接关系——简单的语言容易被更多人接受。

李赢的两项研究聚焦于词汇，但他猜测语法可能也遵循类似的演化规律。例如英语的前身古英语、古日耳曼语、原始印欧语等语言的语法都相当复杂，但是随着历史演化和使用人数的增多，英语语法在性、数、格以及时态上的变化已经大为简化，最终形成了现代英语。

在语言学中，屈折语拥有丰富的词缀

变化。拉丁语、德语、英语等，都属于屈折语。屈折语的特征是会通过词形变化来表示词与词之间的关系。例如，英语在表示不同人称、不同时态时，词性会有所变化。而孤立语的词干单一，往往不通过词形变化来表达词与词之间的关系。但是随着屈折语在使用人群和地域上的扩张，语言的“屈折性”往往会下降，表现为语法简化。有观点认为，远古时期的汉藏语可能也是一种屈折语，但今天的现代标准汉语已经是一种特征明显的孤立语了，单词不存在任何词缀变化。

“复杂模糊的词汇，天然有着比较高的认知成本。相对于简单明晰的词汇，复杂词汇的意义更容易变形，甚至在流传当中消亡。宏观来看，语言演化是在无数人类个体的认知加工过程中，发生的一种长期变化。”李赢说。

那么，语法、词汇在人类的认知选择之下变得越来越简单，这是语言演化的必然方向吗？李赢表示，认知选择只是塑造语言演化的一个因素而已。由于新事物和新观念不断产生，语言也存在一种复杂化的倾向，这种复杂化倾向和“认知选择”影响下的简化倾向产生了“对冲”。

“就像进化论框架下的随机突变为基因库增加了多样性一样，不断涌现的新词也在为语言系统注入新鲜血液。新词产生之后，它们又将面临‘认知选择’的筛选。”李赢解释说。

李赢透露，他目前的研究方向就是分析这两股对抗的机制如何影响语言的演化。在他看来，在“新词涌现”和“认知选择”两种力量的共同作用之下，语言产生了多样性，并且在表达力和简洁性之间找到了自己的平衡。

植物遇险“呼救”机制揭秘

科技日报讯（记者马爱平）3月19日，记者从中国农业科学院获悉，该院农业资源与农业区划研究所农业微生物资源团队成功揭示了植物在遭遇病原菌攻击时，如何发出“呼救”信号，“招募”根际的益生菌来“助战”的机制。相关论文日前发表于《自然·通讯》。

当植物受到病原菌侵害等外部威胁时，能够在根际召集一批有益的微生物，形成一层保护性的“屏障”。对植物来说，这不仅有助于抵抗病害，还能促进生长。这一现象被称为“呼救”反应。然而，如何模拟病原菌信号，在不引起植物发病的情况下触发“呼救”反应，研究该反应的工作机制，一直是困扰科学家的难题。

论文第一作者、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所研究员刘云鹏告诉记者，团队使用了一系列经过改造的、不致病的细菌来模拟病原菌的攻击。研究发现，这些“温和”的细菌也能激起植物的“呼救”反应，使其成功“招募”到大量的根际益生菌。这种诱导效果甚至可以持续数个种植周期，为植物提供持久保护。

科研团队进一步研究发现，当植物发出“呼救”信号时，一种名为沃斯特氏菌的微生物能够迅速响应，并在植物根际大量繁殖，进而形成一道防线来保护植物。此外，沃斯特氏菌鞭毛中的一种多肽成分，还能进一步触发植物的“呼救”反应，加强植物与微生物之间的相互作用。这种相互作用对于植物的生长和健康可能具有重要意义。

“这一发现不仅揭示了植物与微生物之间复杂的互作机制，也为开发新型植物保护策略提供了基础。未来，科学家或许能够利用这些‘温和’的细菌或其活性成分，设计出一种类似‘植物疫苗’的产品，帮助植物在不接触病原菌的情况下，建立起强大的根际微生物防御系统。”刘云鹏说。

银鲟高质量染色体水平参考基因组发布

科技日报讯（记者宋迎迎 通讯员王敏）3月19日，记者从中国科学院海洋研究所了解到，该所研究团队在国际上首次发布了银鲟的高质量染色体水平参考基因组。相关研究论文近日在线发表于《自然·科学数据》。

银鲟广泛分布于西北太平洋近岸海域，肉质细腻，油脂丰富，是我国重要的经济鱼类。近年来，由于过度捕捞，野生银鲟资源急剧衰退。我国银鲟人工繁育与养殖技术虽取得突破性进展，但银鲟对环境变化极为敏感，在运输和养殖过程中容易发生应激死亡，这大大制约了银鲟养殖产业的发展。

在前期研究的基础上，中国科学院海洋研究所刘静研究团队综合采用二代、三代高通量测序技术以及染色体构象捕获技术，对银鲟基因组进行了深度测序和组装，在国际上首次获得了银鲟的高质量染色体水平参考基因组，得到银鲟24条染色体单体序列。研究精确揭示了银鲟基因组大小为5.1806亿个碱基，指示基因完整度的两个指标——Contig N50和Scaffold N50长度均达两千万碱基级别，这表明该基因组完整度极高，达到染色体级别。最终，研究人员获得了24696个蛋白编码基因，通用单拷贝直系同源基因基准数据集的评估值高达98.90%。

该研究成果为深入解析银鲟食道侧囊和腹鳍缺失性状演化、种质遗传资源评估、抗逆品种选育及银鲟渔业资源可持续利用等研究提供了高质量参考基因组基础。

科学家提出人类性别决定新理论

科技日报讯（记者俞慧友 通讯员袁诗敏）3月18日，记者从中南大学生殖与干细胞研究所获悉，研究所林戈、卢光琇教授团队提出的一项新理论称，原始生殖细胞的性染色体组成在人类性别决定中起关键作用。相关论文日前发表于国际生殖领域杂志《人类生殖》。

性别决定是生物学的核心议题。传统观点认为，人类性别由体细胞中的性染色体组成决定。林戈和卢光琇教授团队在开展植入前胚胎遗传学检测（PGT）助孕过程中，发现一例XX/XY嵌合体的不孕女性患者，但传统的性别决定理论却无法解释患者核型为嵌合体，但生理特征与正常女性一致的现象。

团队在对该患者进行PGT助孕时发现，患者的颗粒细胞（体细胞）为XY核型或XX/XY嵌合体，而卵母细胞均为X染色体，推测其原始生殖细胞的核型均为46,XX。团队据此推断：原始生殖细胞的性染色体组成在人类性别决定中起关键作用，人类性别并非仅由体细胞性染色体组成决定。该理论从早期胚胎发育的角度深入探讨了性别决定机制，为解释XX/XY嵌合体个体的性别表现提供了新视角。

新研究揭示光合作用进化“缺失的一环”

新华社讯（记者钱铮）一个国际团队近日在英国《自然》杂志上发表论文说，他们利用湖水样本培养出一种奇特的光合细菌，它属于绿菌门一种此前未知的目，代表了光合作用生物进化过程中的过渡形式。新发现为进一步探索远古地球上光合作用的进化提供了线索。

通常对光合作用的定义是植物和藻类吸收光能，把二氧化碳和水合成富能有机物，同时释放氧气的过程。而事实上，还有一种光合作用不产生氧气，是一种发生在光合细菌中的原始光合作用机制，在地球生命诞生不久后就已出现，而产氧光合作用的出现要晚大约10亿年。

据日本北海道大学和日本海洋研究开发机构联合发布的公报，进行产氧光合作用的植物和藻类拥有两个被称为光系统的吸收光能单位，即光系统I和光系统II，分别对应光反应和暗反应阶段。每个光系统都由捕光天线（即捕光色素）和反应中心构成，光系统I和光系统II的反应中心分别称为I型反应中心和II型反应中心，它们均由远古光合细菌的反应中心进化而来。光合细菌细胞内只有一个光系统。绿菌门是一类现存的光合细菌，它们具有被称为绿色体的光合作用细胞器，迄今已知的绿菌门细菌光系统反应中心均为II型。

北海道大学、日本海洋研究开发机构和加拿大滑铁卢大学等单位的研究人员利用从加拿大北部一处湖泊采集的湖水样本培养出一种光合细菌，并利用基因组学、光谱学等方法对其分析后发现，这种细菌属于绿菌门一种此前未知的目。它拥有光合作用所需的绿色体，与其他已知绿菌门细菌不同的是，它通过I型反应中心进行光能转换。研究人员认为这种细菌与其他绿菌门成员从相近的共同祖先那里继承了光合作用能力。

研究人员认为，新发现的绿菌门细菌代表了光合作用生物进化过程中一种奇特的过渡形式，是光合作用“系统进化树上”此前“缺失的一环”，也是全面了解远古地球上光合作用从不产氧向产氧进化的“活化石”。