



量子干涉实验图 受访者供图

量子计算正从“玩具”变成“工具”

——访中国科学院院士、中国科学技术大学教授潘建伟

◎本报记者 华文婷

30多年前,在科学家们对量子叠加、量子纠缠等量子力学基本问题的研究过程中,精细的量子调控技术逐渐发展起来,使得人类从对量子规律的被动观测跨越到对量子状态的主动精确操纵,由此我们现在所说的“量子科技”便诞生了。

不会取代现有通信方式 量子通信将大幅提升信息安全水平

科技日报记者:在“墨子号”量子科学实验卫星发射升空后,我国科学家已经利用它取得了一系列研究成果,并成功将量子通信发展到了实用阶段,这是否意味着,一种颠覆传统的通信方式即将诞生?

潘建伟:尽管量子通信是一个新兴领域,但它并不是要取代现有的通信方式,恰恰相反,它将以一种新的途径来大幅提高现有信息系统的

安全性。现代信息安全体系的核心要素是密钥,只要确保密钥安全,就可以保证加密信息的安全。在传统保密通信中,至今还没有能严格证明其安全性的方法。

但量子保密通信却可以在已有公开信道中,通过量子密钥分发实时产生密钥并安全便捷地分配到用户,使得在量子密钥的传输过程中,如果信息被窃听,窃听器无法做到不留痕迹。而且这一点是绝对的,是由量子力学基本原理所保证的。

换句话说,量子保密通信是在传统通信中使用量子密钥以提升安全性,而非一种完全颠覆传

统的通信方式。量子科技是融合量子调控和信息技术而产生的新兴学科。在这一领域,我国已经取得了一系列重要科学问题和关键核心技术突破,并在部分方向实现国际领先。我国量子科技将如何深化发展,自主创新科技体系将如何构建,从基础研究到实用化、工程化的转化之路将如何实现引领性突破?科技日报记者对中国科学院院士、中国科学技术大学教授潘建伟进行了专访,请他谈谈对量子科技发展的思考。

潘建伟:量子通信的发展目标是构建全球范围的广域量子通信网络体系。首先通过光纤实现城域量子通信网络,进而通过中继器实现邻近两个城市之间的连接,最终通过卫星平台中转发实现遥远区域之间的连接,这是广域量子通信网络的发展路线。

按照这一路线,量子通信未来的发展,一方面需要扩大量子通信网络的有效覆盖范围,包括实现量子通信网络和经典通信网络的无缝衔接、实现可支持千公里量级的量子中继、发展下一代可全天时工作的量子卫星网络等;另一方面,需要在工程化集成与验证的实践中推动核心器件的自主研发、相关应用标准的制定和规模化的应用示范。

潘建伟:量子状态对环境高度敏感,其实就是一个非常灵敏的传感器。同时,物理量的量子化也提供了一个非常精确的基准,比如光子是光能量的最小单元,在一定频率下,一个光子的能量就是固定值,那么如果我们能够一个个地“数”光子的话,基本物理量中的发光强度就可以用光子数来定义,精度和稳定性都会大幅提升。这里“数”光子其实就是量子调控的能力。正是鉴于量子调控与量子信息技术的快速发展,2018年第26届国际计量大会通过了量子化方法定义国际单位制的重大决议。事实上,时间、位置、加速度、电磁场等很多物理量,都可以利用量子技术实现超越经典技术极限的精密测量。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。我国量子精密测量领域的研究整体上相比发达国家还存在一定差距,但这个差距近年来正在迅速缩小,并且在部分方向上已经与公开报道的国际最高水平相当。

潘建伟:量子精密测量包括哪些应用领域?潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。



视觉中国供图

潘建伟
中国科学院院士、中国科学技术大学教授

调控技术迅速发展 精密测量已经进入量子时代

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

量子通信未来的发展,一方面需要扩大量子通信网络的有效覆盖范围,包括实现量子通信网络和经典通信网络的无缝衔接、实现可支持千公里量级的量子中继、发展下一代可全天时工作的量子卫星网络等;另一方面,需要在工程化集成与验证的实践中推动核心器件的自主研发、相关应用标准的制定和规模化的应用示范。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

调控技术迅速发展 精密测量已经进入量子时代

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

潘建伟:量子精密测量的主要应用包括高精度光谱标与时间频率传递、量子陀螺仪、原子重力仪等量子导航技术,以及量子雷达、痕量原子示踪、弱磁场探测等量子灵敏探测技术等。这些技术将在惯性导航、下一代时间基准、隐身目标识别、全球地形测绘、医学检验等广泛领域发挥重要作用。

随“嫦娥”奔月的种子发芽了 与“前辈”相比它们经历大不同

◎本报记者 叶青

搭载嫦娥五号探测器在月球遨游23天后,一批重约40克的“航聚香丝苗”水稻种子随同返回器顺利着陆,标志着我国水稻育种首次完成深空空间诱变试验的搭载,具有里程碑式的意义。

2020年年末,国家探月与航天工程中心在北京举行了嫦娥五号搭载种子交接仪式。据了解,这批“奔月”的水稻种子来自华南农业大学国家植物航天育种工程技术研究中心(以下简称航天育种中心)。12月28日,记者在航天育种中心看到,有一些“奔月”水稻种子已经发芽,科研人员正在准备进行后续研究。

记者了解到,我国是世界上首创利用航天技术进行作物诱变育种的。航天育种的原理其实并不复杂——空间环境具有高真空、微重力、弱磁场及复杂辐射等特点,太空射线中复杂的高能重离子冲击生物细胞,诱导其产生遗传变异,就能获得新的性状。

“变异是物种进化的基础,也是新品种选育的重要途径。”航天育种中心副主任郭涛介绍,“深空极端环境是极为独特的诱变因素,这对于新品种选育非常重要。”

郭涛进一步介绍说:“水稻是遗传学研究的一个模式生物。选择水稻开展深空搭载研究物种进化,不仅有助于理解深空环境的遗传效应,而且可将所获得的优良变异应用于水稻品种选育,有助于提升农业生产水平。”

那么,此次参与航天育种的水稻种子是如何入选的呢?“所选的种子特性要与科研目标相匹配。”郭涛表示,种子首选条件应是性能优良、稳定。

经过严格科学的“选秀”,最终来自航天育种中心的“航聚香丝苗”水稻种子脱颖而出。有趣的是,这个种子出自“太空世家”,它的“父亲”和“母亲”同样来自太空。亲本之一的“华航31号”是利用空间诱变及现代生物技术培育出的超级稻,其米质达国标优质2级、高抗稻瘟病、耐肥抗倒、耐寒性强、适应性广;另一个亲本“航恢1508”同样是空间诱变的产物。

作为我国航天育种领域重要的国家级科研创新平台,航天育种中心自1996年以来先后进行了24次植物空间诱变试验。但与之前我国航天育种所搭载的返回卫星、神舟飞船相比,这次搭载实验有所不同。

“这次搭载的水稻种子历经近23天的飞行,在近月轨道长期接受深空独特极端环境的辐射影响,而且遭遇了范艾伦辐射带、太阳黑子爆发。其空间航行距离之远、遭遇空间环境之复杂,都是可遇不可求的。”郭涛表示,本次搭载实验预期将产生更强烈的遗传效应,这有助于寻找深空与前期近地轨道间的效应差异,为深入研究航天育种变异规律提供重要的实验样本和数据。

如今,搭载嫦娥五号“奔月”归来的种子们正静静躺在实验室里。“搭载只是第一步。接下来通过将这批水稻种子进行一系列的自交或杂交,科研人员会从抗病虫害、耐逆性、适应机械化生产等方面,培育适合未来需求的优良水稻新品种。”郭涛说。

郭涛表示,此次深空空间诱变实验,有望帮助人类更深入地了解水稻如何响应深空环境的分子及遗传机制;获取一批具有重要价值的优良新基因,并形成完善的关键基因利用技术体系,服务于水稻品种选育;选育一批高产、优质、多抗、绿色的水稻新品种,满足多元化产业需求。

“这次搭载嫦娥五号进行深空空间诱变试验,属于100%中国原创,将来也将产出100%原始创新的成果。”航天育种中心主任陈志强表示,要对此次嫦娥五号搭载的深空空间诱变材料进行深入研究,同时希望借此机会开展对深空航天诱变的系统性研究;创建、发现、挖掘一批好的基因和突变体,培育一批优质的新品种,服务国家粮食生产。

最大分段式固体火箭发动机试车成功 中国航天“大力士”来了

科技日报讯(记者史俊斌 通讯员荣元昭 张立中)2020年12月30日上午11时32分,我国最大的分段式固体火箭发动机——民用航天3.2米3分段大型固体火箭发动机在陕西西安试车成功。该机由中国航天科技集团四院(以下简称航天四院)自主研制生产,是迄今国内直径最大、装药量最大、工作时间最长的固体分段式助推器。

在运载火箭领域,固体发动机主要作为全固体运载火箭的主发动机、捆绑式运载火箭的助推发动机使用。由于固体发动机具有结构简单、可靠性高和机动性好,易实现大推力,可长时间储存等优势,采用固体助推器与液体芯级发动机组合,可以充分发挥固体大推力、液体长时间高比冲的技术优点,从而实现运载火箭动力系统技术性与经济性的完美结合。

“固体发动机要真正运用到宇航运载领域,必须达到更大推力才行。”航天四院大推力固体发动机总设计师王健儒指出,分段式固体发动机具有推力大、工作时间长、结构尺寸大等特点,是运载火箭实现大起飞推力的有效途径。同时,采用分段技术,可大幅降低发动机技术难度、研制条件难度以及研制成本。

作为实现固体发动机大型化的关键技术,分段对接技术在目前国际上被普遍使用。其主要将燃烧室分成若干段,每段燃烧室独立绝热、浇注,最终通过模块化组合装配,实现有限直径内大装药、大推力的技术需求。

航天四院党委书记任全彬表示,大型固体分段发动机,未来可以应用于大型、重型运载火箭固体助推器中,通过增加段数,发动机推力将大幅提升,可满足我国空间装备、载人登月、深空探索的不同发展需求。

专家表示,该成果是量子超表面研究在图像边缘探测的一次尝试,在图像加密和隐写上具有潜在应用。另外,在光子照明匮乏的场景,如酶反应跟踪与生物活体细胞的观察上,较高信噪比会表现出一定优势。该工作将会促进更多的关于量子光学和超表面材料结合的相关研究。