

10月16日,中共中央政治局就量子科技研究和应用前景举行集体学习。习近平总书记强调,要充分认识到推动量子科技发展的重要性和紧迫性,加强量子科技发展战略谋划和系统布局,把握大趋势,下好先手棋。

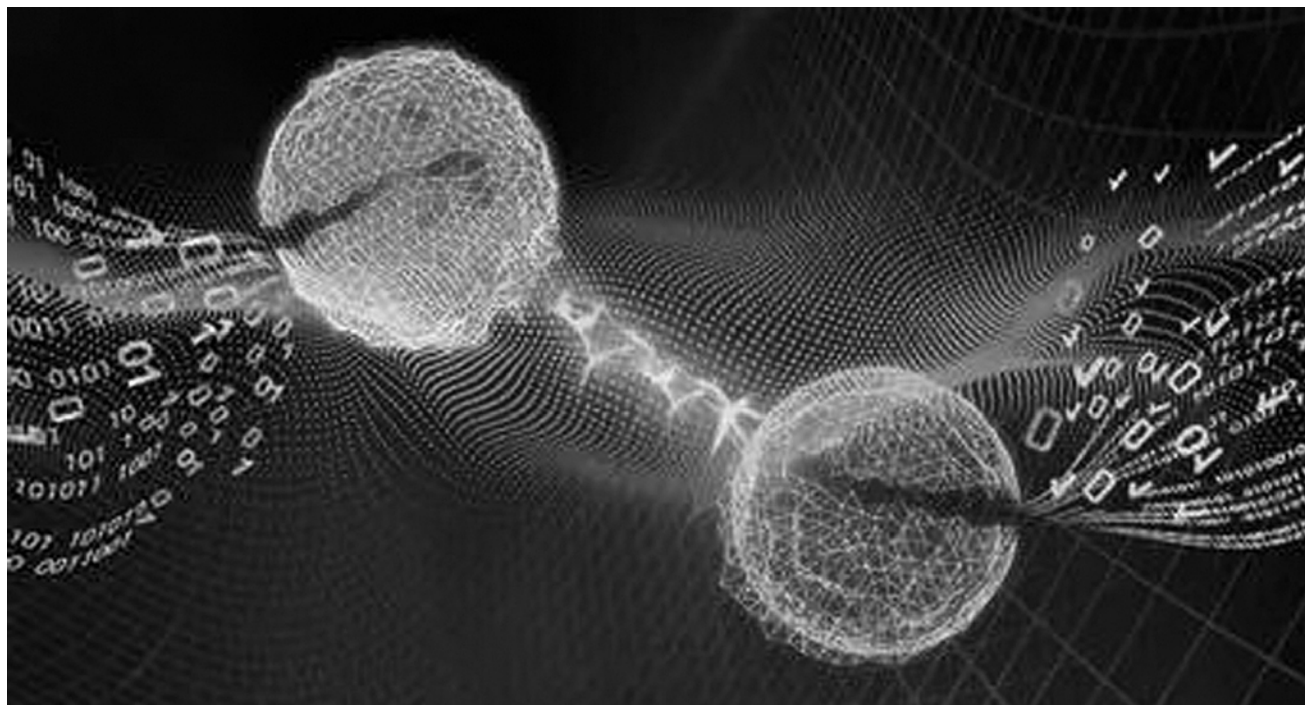
揭开量子的神秘面纱,人们愈来愈认识到,量子科技代表着人类社会未来,是事关国家安全和经济社会

高质量发展领域的战略性新兴产业,是对传统技术体系产生冲击、进行重构的重大颠覆性技术创新,将引领新一轮科技革命和产业变革,可谓“前途”无量。

对于量子科技的研究,美国、欧盟、澳大利亚、俄罗斯等世界大国和地区组织已持续多年,在量子信息领域都做了大量前期部署工作。我国在发展量子科技上,也按下了“加速键”。

「前途」无量的量子科技

张媛 纪小柠 汪冬立



在我们熟知的牛顿经典思维模式下,“世界是测得准的”,一切都是客观的、精准的、机械联系的、可描述可量化的数学模型,好比您提起笔就能计算出分析出一个木块从斜坡滑落的全过程。但是量子思维的几大关键词,可能颠覆这一切——

关键词一:“概率”。世界是跳跃的、不可预知的、测不准的,或者说是像蝴蝶效应那样异常复杂关联的。

关键词二:“重叠”。世界是“复数”的,在我们选定之前,选择是无限的和变化的。直到最终选定了,其他可能性才“崩塌”。同时,这个选择为我们下一次选择又提供了无穷多的选项。

关键词三:“观测者”。这个就更加诡异了——如果您去观测量子系统,它立刻就变了!换句话说,量子的状态取决于观测者。

爱因斯坦形容量子世界“如幽灵一般”。在那里,人们坚信不疑的很多自然法则都将失效,理解宇宙的角度会彻底发生改变。在推开量子世界大门前,您需要抛弃在宏观世界所获得的一切常识,换上量子思维,保持脑洞大开状态,并随时准备惊呼:“这怎么可能?!”

小小量子掀起两次革命

有了量子思维,也许您就理解量子所拥有的两个“绝技”了:一是“分身术”——量子叠加,一个量子可同时存在好几种状态;另一个是“远程心灵感应”——量子纠缠,一对纠缠的量子就好像一对有心灵感应的双胞胎一样。同时,量子还很“古怪”——不可分割和不可克隆。

正是具备这些神奇特性,使如此微小的量子爆发出巨大能量,在人类历史上掀起两次科技浪潮。

早在1900年,德国物理学家普朗克提出量子概念,现实世界的“硬核”就此被劈开,随之开启量子时代。海森堡、薛定谔、玻尔等一批天才科学家基本完成了量子力学的理论框架。

量子力学是上世纪最伟大的科学发现之一。基于量子力学,才有了晶体管、激光、核聚变、移动通信、全球定位系统等现代技术,使人类进入信息时代,继而发展产生了当下无处不在的电脑和互联网,造就了社会进一步繁荣。这便是第一次量子革命。

上世纪80年代,基于量子力学,在信息领域诞生了量子信息技术。比如量子计算机、量子密码、量子传感等,不仅其原理是量子力学,器件本身也具备了叠加、纠缠、非局域性、不可克隆性等量子世界特性,突破了经典技术的物理极限,找到了新的研究方向。量子信息技术的诞生称为第二次量子革命。

量子科技是目前最前沿的科技之

一,它正走出实验室,在各个领域实现前所未有的跨越式发展。甚至有人预言,就像蒸汽机、电力和计算机一样,量子技术将成为第四次技术革命的标志。

“升起一对双子星”

中国科技大学郭光灿院士曾经形象地说:“量子计算机的运算能力同电子计算机相比,等同于电子计算机的运算能力同算盘相比。”我们所使用的计算机,是以比特0和1两个状态作为信息处理单元,一次只能处理一个非0即1的单一状态比特;而量子计算处理单元是量子比特,由于叠加效应,可同时处理0和1,就像是孙悟空可分身成几十个来打妖怪一样。如果利用量子技术制造一台光量子计算机,那么经典计算机几十年的运算时间将缩短为几秒钟。

所以,当量子比特数不断增加,“分身”就越多,计算速度就会呈指数级增长。当量子比特达到50个,也就是2⁵⁰种状态同时存在时,这个数字究竟巨大到什么程度呢?换算成一张0.1毫米的A4纸对折50次的厚度,这个数字是1亿公里,接近从地球到太阳距离的3/4。当量子计算机能达到100个比特时,在某些方向就可能比超级计算机快百亿亿倍了。

这么强大的算力我们该怎么使用?首先,过去很难或无法解决的大规模、高维度计算难题,这下可以快速解决了。比如典型的搜索问题、组合优化问题,诸如最优路线选择、密码破译、网络威胁预测、城市规划,等等。

其次,可利用人造量子系统来模拟自然量子系统,从而探索分子的动力学性质。比如高温超导现象,一旦我们把高温超导的机制模拟分析出来,就能设计出一些超导新材料。这将为药物设计、新材料探索、天气预报、太空探索、化工等领域打开一扇新的大门,具有重大经济和社会价值。

特别值得期待的是,人工智能与量子科技将相生相伴、同时进化,“升起一对双子星”。

英特尔的创始人戈登·摩尔提出了著名的摩尔定律:每18个月左右,计算机的运算速度就会翻倍。如果没有芯片中硅晶体管的指数级增长,实现算力越来越强,近些年来人工智能不可能成绩斐然。然而今天,一枚晶体管的尺寸已远小于一个流感病毒,逼近物理极限,计算机运算速度即将陷入“瓶颈”,人工智能或将面临“寒冬”。

科学家们确信,只有超越经典计算的量子计算,才能成为人工智能突破极限的坚强后盾。特别是依赖大规模数据处理的机器学习技术,将大大受益于量子计算,产生无限可能;同时人工智

能技术可实现对量子计算的自校准评估,相伴进化发展。

在一个可预测的期间,量子计算将逐步从解决最优化问题、量子加密通信、分子结构研究,过渡到融入人工智能,渗透到智能制造、智能物流与智能零售、智慧金融等各行业。而云服务将是量子计算提供的服务新形态。

量子通信“编织”量子互联网

这是量子世界最奇妙的现象:相互独立的粒子可以完全“纠缠”在一起,就算这两个粒子分别处于宇宙的两端,双方都能“感应”到对方的状态;只要其中一个粒子的状态发生变化,另一个粒子也会瞬间发生状态改变。

同时,量子处于多种可能的叠加状态,在对其观测前,无法确定其真实状态。我们可通过构造有着量子纠缠态的粒子,实现具有颠覆意义的绝对安全通信。

借助量子的神奇特性,科学家们已寻找到无法被破译的密码,人类目前唯一无条件安全的加密方式,量子通信中最关键的一环——量子密钥分发。

量子密钥采用单光子作为载体,窃密者一旦行动,就会触发第一层“防火墙”——量子态的粒子发生改变。窃听行为马上会被传递信息的用户发觉,收发双方即刻不再使用该密钥对信息内容加密。作为“窃密者”,既然量子态的粒子不能被复制,截取后直接测量不就可以了?对不起,这么做会触发第二层“防火墙”——测不准原理。就算是被窃听者截住,也没有办法得到正确信息。量子卫星是实现超远距离量子通信最有希望的途径。2016年8月,世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”在中国发射成功。

量子通信技术和量子资源,催生了新型功能网络——量子互联网。它将带来网络安全、计算以及科学上的飞跃,应用前景广阔;除了可实现无条件安全通信外,还可连接多个量子计算机,构建分布式量子计算系统,形成单个量子计算机无法实现的规模计算能力;形成传感器网络,将全球定位系统等导航网络的精度从米级提高到毫米级;连接相距数千公里的光学望远镜,可获得相当于一个同等直径单筒望远镜的分辨率,等等。

2020年5月,欧盟表示,将推动量子通信与传统网络基础设施和应用相结合,开发可用于全球安全密钥分发,基于卫星的量子密码,为未来“量子互联网”远景奠定基础。

上图为量子纠缠概念图。本版图片均来自网络

论见

第二次世界大战期间,盟军总部秘密组织一批科学家,研究降低军机被击落概率的问题。他们发现,幸存的军机中,机翼中弹很多,而机身和机尾中弹很少,于是建议加强机翼部位的防护。但哥伦比亚大学统计学教授沃德力排众议,提出了完全相反的观点:应加强弹痕少的机身和机尾部位的防护。为什么呢?因为那些部位中弹的军机,更少有机会返航,而这部分数据被忽略了。

事实证明,沃德教授是对的。这就是统计分析学中“幸存者偏差”问题的来源。事实上,关于降低军机被击落概率的问题,沃德教授先后提交了8篇论文,其中主论文长达80多页。显然,他是针对相关问题进行缜密、严谨的分析后,才得出这一正确结论的。

批判质疑是科学精神的精髓。翻开科学史册,伽利略、牛顿等科学家,他们开启的科学思维、精神与方法,犹如黑暗里的灯塔,照亮了世界。从地心说到日心说,从牛顿力学到相对论,再到量子力学,人类科学事业的“圆环”之所以越画越大,正在于科学家们孜孜以求探索科学真谛,不断拓展了人类认知边界。每一种重大科学理论的诞生,都是新理论对旧理论的颠覆和革命。在科学光芒的照耀下,人们擦亮认知的双眸,观照自身与世界的容貌,调整实践的尺度与范围,反思科学与人性的平衡和边界,逐渐积淀与萃取出科学的世界观。

科学是演进的,没有永远不变的权威。一部科学史,就是质疑旧理论和发现新事实、新理论的进步史。但质疑不是怀疑一切,它建立在对科学规律系统、完整把握的基础之上,在看似正常中发现反常,在所谓天经地义中发现大谬不然。

古希腊科学家亚里士多德认为,物体下落速度的快慢是不一样的。1900多年之中,人们一直把这学说当成不可置疑的真理。伽利略根据自己的推理分析,大胆地对亚里士多德学说提出疑问,并亲自在比萨斜塔上做实验,证明了物体下落速度与物体重量是没有关系的,揭开了自由落体运动的秘密。

在地质学界,“中国不存在第四纪冰川”曾经是个定论。中国地质学家李四光在研究过程中发现,这个定论是错误的,并大胆提出相反的看法。经过十几年的考察、研究,他不仅证实了自己的判断,并改写了中国地质史。

锚定科学求真的坐标

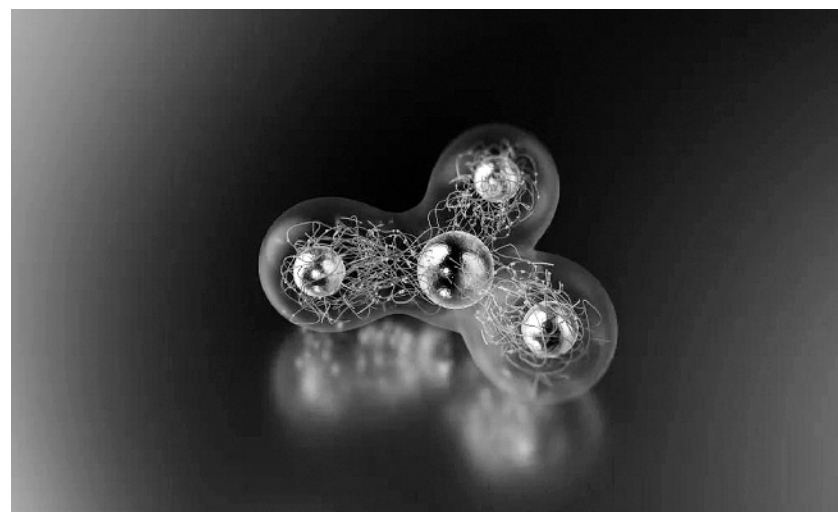
褚振江

瑞典古生物学家雅尔维克曾用多年时间研究得出结论:总鳍鱼类是包括人类在内的四足动物祖先。这个观点一度被视为权威结论写进了教科书。然而,他的学生、中国科学家张弥曼,在用化石连续磨片方法还原“杨氏鱼”后发现:老师错了。张弥曼的较真,为水生脊椎动物向陆地演化提供了新观点,推动人类对生物进化史的认知进入一个新阶段。

独立思考 and 批判性思维,是探寻真理和认识世界的关键。“从来如此,便对吗?”鲁迅先生《狂人日记》里这样一句话,正是对“批判性思维”的一种精妙解读。只有倡导平等争鸣,敢于理性质疑,葆有好奇心,培养创新能力,才能有所发现、有所创造,才能有所建树、取到真经。科学所蕴含的理性思维、质疑批判精神和永恒的好奇心,必将映照并引领人类面向未来,不断攀登新的科学高峰。

制备纳米“人造分子”

董彦均 陈佩琪 李超



新看点

近期,复旦大学相关课题组宣布,在纳米“人造分子”制备领域取得重大研究突破:掌握了一种实现纳米粒子之间定向结合——形成“人造分子”的新技术。

分子是参与生命与物质世界演化的最基本单元,由原子按照特定方式结合而成。创造出“人造分子”,利用其不同的物理性质,能够为传感、催化、超材料和光电器件等领域开辟更广阔的应用前景。

他们提出创造“人造分子”构想已近20年,但因操作层次极其微观、挑战巨大,一直未能实现。通俗地讲,就像我们有一堆乒乓球,每个球的表面都是一样的,把它们放在一起的接触点是随机的。这就产生了一个问题:如果我们不能按照特定的序列和结构控制它们之间的结合,那最终只会得到杂乱无章的聚集结果。

在此前的操作过程中,大多是在纳米粒子上定点修饰有机或生物分子,利用这些分子之间的相互作用,实现对不

同纳米粒子结合的调控。但难以大规模加工制备纳米“人造分子”,效率低、成本高,阻碍了对它们各种物理特性的进一步系统研究,使用此方法组成真正可用的新材料更是遥遥无期。

课题组跳出简单拼接思维,让这些纳米粒子去“自发”做事情,研究人员在纳米粒子表面“涂”上一层高分子聚合物,带有不同聚合物涂层的纳米粒子,会按照研究者的设计定向结合,形成具备特殊物理性质的纳米“人造分子”。再通过聚合物链条的反应设计,让表面的聚合物自己去调节结合方式,由此形成一种精确的定向结合,以批量制备纳米“人造分子”。

这项技术有望推动材料领域变革。借用创造出的新分子,可以精确设计新型高性能材料,对纳米级别的粒子与粒子之间的空间相对位置进行调控,创造出具有独特物理性能的新型物质,推动装备制造取得颠覆性发展。

这些“人造分子”在空间进行排列组合时,还会产生耦合效应,有可能实现1+1>2的效果,在未来催生更多新型物质材料。

上图为纳米“人造分子”示意图。

军队系统6人荣获本年度何梁何利基金科学与技术奖

科技时讯

11月3日,2020年度何梁何利基金科学与技术奖颁奖典礼在京举行,军队系统6人获奖。

本年度何梁何利基金科学与技术奖共评选出52位获奖人。其中,2位

为我国科技进步与创新作出卓越贡献的杰出科技工作者,荣获“何梁何利基金科学与技术成就奖”;30位在科学技术领域有重大发明、发现和科技成果的优秀科技工作者,荣获“何梁何利基金科学与技术进步奖”;20位取得高水平科技成就,通过技术创新和管理创新,创造重大经济效益和社会效益的优秀科技工

作者,荣获“何梁何利基金科学与技术创新奖”。

军队系统获奖者当中,东部战区总医院的光光明、海军军医大学东方肝胆外科医院的沈锋、中央军委科学技术委员会的刘泽金荣获“何梁何利基金科学与技术进步奖”,军事科学院国防科技创新研究院的陈小前、常超和海军工程大学的鲁军勇荣获“何梁何利基金科学与

技术创新奖”。

据悉,何梁何利基金是香港爱国金融实业家何善衡、梁銶珷、何添、利国伟先生于1994年3月30日捐资创立的,以奖励中华人民共和国杰出科技工作者为宗旨的科技奖励基金。26年来,共遴选奖励1414位杰出科技工作者。

(魏寅、张志华)