

12月4日,中国科学技术大学宣布该校潘建伟等人成功构建76个光子的量子计算原型机“九章”,求解数学算法高斯玻色取样只需200秒,而目前世界最快的超级计算机要用6亿年。这台量子计算原型机,推动全球量子计算的前沿研究达到一个新高度,使我国成为全球第二个实现“量子优越性”的国家。

“九章”优胜在何处?“算力革命”走向何方?很多人在惊叹这一重大科研成果的同时,也希望更进一步了解其中的原理、成果的意义、量子计算机的应用前景。



### 什么是量子计算机

量子计算机是计算机吗?首先,用一句话来概括什么是量子计算机:量子计算机是一种使用量子力学的计算机,它能比普通计算机更高效地执行某些特定的计算。

所以说,量子计算机是一种计算机,但它不是简单的“进阶版”计算机。量子计算机和我们现在所理解的“电脑”差别很大,它是量子状态作为计算形式的。

“目前的量子计算机使用的是如原子、离子、光子等物理系统,不同类型的量子计算机使用的是不同的粒子,这次的‘九章’使用的是光子。”河北大学物理科学与技术学院副教授肖勇说。

200秒只是短短一瞬,6亿年早已是沧海桑田。“九章”量子计算机是如何通过量子计算达到“超快”的计算速度的?

我们日常用的电脑,不管是屏幕上的图像还是输入的汉字,这些信息在硬件电路里都会转换成1和0(在电路中则表达为“开”和“关”),再进行传输、运算与存储。正是因为这种0和1的“计算”过程,电脑才被称为“计算机”。

“传统计算机只有0或1两种选择,而量子计算机使用的粒子则能够同时处于多种状态。”肖勇介绍,以光子为例,光除了亮与灭,其本身有着不同的偏振态,这种偏振态可以表示除了0与1之外的多组信息,量子计算机因而能够同时承载更多内容。普通的计算机单元一次只能处理一个数据,称之为1个比特;量子计算机则可以一次处理1个“量子比特”,这不仅是0和1的状态,而是一种叠加态,可以简单认为这是包含了多个数据,从而使处理速度大大提升。“简单来说,量子计算机每个单位储存的信息更多。”

当然,量子计算机不光有强大的储存能力,它的并行计算的能力也十分强大。

专家举例,假设有一个黑盒子,左边伸出1000根电线头,右边也伸出1000根电线头,但其实只有1根电线是连通的,想要找到这根连通的电线,就需要尝试1000×1000次,也就是要100万次才能找到答案。

但如果用量子计算机,解决这个问题就简单多了。

“量子比特的存储是所有可能的数字叠加在一起存储的。那么从1到1000,其实就只是一组量子比

特而已。”专家解释,也就是说,只需要一次计算,量子计算机就可以同时把所有可能的考虑进去。它能一次性地找到那根连通的电线,通过并行计算,实现了100万倍的效率提升。

因此,在某些问题上,量子计算机有更大的优势。“比如,上学的时候我们学过质因数分解,就像6可以分解为2和3两个质数;但如果数字很大,质因数分解就是一个很难的数学问题。1994年,为了解一个129位的大数,科学家同时动用了1600台高端计算机,花了8个月的时间才分解成功。”肖勇说,而量子计算机理论上只需1秒钟就可以破解。

那么,量子计算机需要像普通计算机一样安装系统吗?

中国科学技术大学林梅教授曾在公开报道中介绍,量子计算机本身就是一套“系统”,独立的光学组件提供了硬件,复杂的光路结构则决定了它的“算法”。例如,以光子作为量子比特的量子计算机,需要能够产生光子的单光子源,能够改变光子状态、完成“算法”的特定光路结构,还需要单光子探测器对光子的最终状态进行观测。

据了解,对于量子计算机的控制,仍然需要通过普通电脑进行信息的输入和输出。工作人员需要在普通电脑上输入初始数据,数据在量子计算机控制系统中进行复杂的转换和运算,最后得到的结果会再传输回工作人员的普通电脑上。

### “九章”攻擂“悬铃木”

“九章”的厉害之处在哪儿?

2019年,谷歌宣布率先实现“量子霸权”。根据谷歌的论文,该团队将其量子计算机命名为“悬铃木”,处理的问题大致可以理解为“判断一个量子随机数发生器是否真的随机”。

“悬铃木”包含53个量子比特的芯片,仅需花200秒就能对一个量子线路取样一百万次,而相同的运算量在当今世界最大的超级计算机Summit上则需要1万年才能完成。

200秒之一万年,如果是双方的最佳表现,那意味着量子计算对于超级计算具有压倒性优势。因此,这项工作也被认为是人类历史上首次在实验环境中验证了量子优越性,具有里程碑意义。

何为量子优越性?肖勇表示,如果量子计算原型机,在某个问题上的计算能力超过了最强的传统计算机,就证明量子计算在未来有多方超越的可能。通俗来讲,就是

# 揭开「九章」神秘面纱

河北日报记者 王璐丹

用极端复杂的问题来考验量子计算,让它在实际应用中证明自己的实力。多年来,国际学界一直高度关注。

而“九章”让中国成为全球第二个实现“量子优越性”的国家,并且在“悬铃木”的基础上又更进一步。

之所以这么说,是因为“悬铃木”量子优越性的实现是有前提的——它依赖其样本数量。

“虽然采集100万个样本时,‘悬铃木’仅需要200秒,量子计算相比于超级计算机有优越性。但如果采集100亿个样本的话,经典计算机就比‘悬铃木’快很多。”有专家表示,在这样的条件下,量子计算就会丧失优越性。

“悬铃木”针对的是一种叫作“随机线路采样(Random Circuit Sampling)”的任务,而很长一段时间里,量子计算机的优越性都只针对特定任务。

“一般来说,选取这种特定任务的时候,需要经过精心考量,该任务最好比较适合已有的量子体系,同时对于经典计算来说很难模拟。”专家说,这意味着,量子计算机并不是对所有的问题都超过经典计算机,而是只对某些特定的问题超过经典计算机,因其对这些特定的问题设计出高效的量子算法。对于没有量子算法的问题,量子计算机不具有优势。

而这也是“九章”创造性突破所在。

“九章”所解决的高斯玻色采样问题,其量子计算优越性不依赖于样本数量。从等效速度来看,“九章”在同样的赛道上,比“悬铃木”还快了一百倍。“九章”二次演示的“量子霸权”不仅证明了原理,更有迹象表明,“高斯玻色采样”可能有实际用途,例如解决量子化学和数学领域中的专门问题。更广泛地说,掌握控制作为量子比特的光子的能力是构建任何大规模量子互联网的先决条件。

此外,在态空间方面,“九章”也以输出量子态空间规模达到1030的优势远远优于“悬铃木”。“‘九章’的出色表现,让我国在国际量子计算研究进入第一方阵,是量子计算领域的一个重大成就。”肖勇表示。

### 距离实用还有多远

量子计算机能不能处理有实用价值的问题?答案是:能。“例如之前提到的因数分解,

因数分解的困难性是现在最常用的密码体系RSA的基础,所以量子计算机能快速进行因数分解,也就意味着量子计算机能快速破解密码。”但肖勇也表示,现有的量子计算机只能分解很小的数,还不足以破解实用的密码。

目前,国际主流观点认为,量子计算机的发展将分为三个阶段:第一阶段,研制50个到100个量子比特的量子模拟机,解决一些超级计算机无法胜任、具有重大实用价值的问题,比如量子化学、新材料设计、优化算法等。第二阶段,研制可操纵数百个量子比特的量子模拟机,解决一些超级计算机无法胜任、具有重大实用价值的问题,比如量子化学、新材料设计、优化算法等。第三阶段,大幅提高量子比特的操纵精度、集成数量和容错能力,研制可编程的通用量子计算原型机。

“九章”还处在第一阶段,但在图论、机器学习、量子化学等领域具有潜在应用价值。“展望未来,如果通用量子计算机得到了广泛应用,那么各个行业——医疗、农业生产、工业生产、人工智能,整个社会方方面面都会受到量子技术的影响。”肖勇说。

医疗方面,生产新药物的速度会大大提高。肖勇解释,这是因为新药制造需要计算机模拟哪个配方是最有效的,使用电子计算机模拟非常慢,但量子计算机很快就能计算出来。

人工智能方面,无人驾驶汽车传感器处理的速度会更快,性能也会提高。

农业方面,量子计算机问世后,可以解释光合作用是怎么回事。有科学家预言,如果这个应用研究成功了,太阳能的利用率会从现有的10%提高到20%—30%,农业会发生跳跃式发展。

“在初级阶段,量子计算追求的是原理上的可行、实验上的实现、计算效率的超越。这个阶段的量子计算,可能就像1814年的火车,和1903年的飞机一样,那时候火车连马车的速度都赶不上,飞机只能在天上坚持飞1分钟,但是它们的科学意义远远大于其实用价值。”肖勇说,不管量子计算机现在有多么初级,总有一天,它会像曾经的火车和飞机一样,一步一步向我们走来。也许将来,我们能够用光学实现真正强大的量子计算机,也就是可编程的、能处理很多有实用价值问题的量子计算机。

### 热点释疑

## 手机信号增强贴真的有用吗?

河北日报记者 王璐丹

“打王者荣耀网络不卡顿”“回到乡下信号也杠杠的”“火车上信号也稳定”……时下,基于手机用户的这类需求,一些商家适时地推出了“手机信号增强贴”,宣称能满足手机用户改善信号的“花样”需求,多款产品展示已拼单10万件。那么,手机信号增强贴真如上述所说那么有用吗?

### 信号贴并不能明显改善网络

记者在天猫、淘宝、京东、拼多多等多家电商平台搜索发现,出售手机信号增强贴的商家不计其数。有淘宝商家显示,其产品有2000多人付款购买,在拼多多上,有的手机信号增强贴显示拼单超10万件。

手机信号增强贴售价不等,几元、几十元到几百元的都有。宣传也五花八门,有的商家称使用后信号提速80%;有的商家称,采用的高通技术;还有商家称是进口产品,已经更新多代,2代、4代、6代、8代,甚至23代产品都有。

记者针对贴纸效果与原理解问平台商家,客服回复:“只要手机后盖不是玻璃的就可增强,贴上后1格信号一般可以增强至3格。”“原理是贴纸(芯片)可以增加手机的波长。”

为了验证信号增强贴是否如商家说的那么神奇,记者按照说明书要求将贴片粘贴至一部手机背部,分别选取地铁、电梯和开阔室外三个场景进行测试。测试发现,在通话方面,无论是在运行的地铁内还是电梯里,有无贴片的手机信号状态图标均不满格,通话质量也时断时续;在上网速度方面,手机测速软件显示,贴上贴片之后网速并无明显提升。

“事实上,手机信号贴对手机信号无任何改善作用。‘增强贴原理是通过拉长手机内置天线接收信号的波长来增强信号的接收范围’这种说法,从原理上讲就不通。”河北工程大学技术转移中心侯华说,首先,波长在现实生活中不可能被“拉长”;其次,放大任何东西都需要能源,而贴纸属于“无源天线”,无法为有效放大信号提供能源。

那么贴纸能通过“共振放大信号”的说法属实吗?

记者查阅资料发现,不同的手机型号、运营商导致各手机信号频率不同,要实现共振就必须与相应手机信号的频率相同,当前而言,一张贴纸即便能产生某种共振,也不可能符合所有手机频率,不可能实现商家宣称的“全场景”应用。

据“互联网联合辟谣平台”称,所谓的手机信号增强贴,既无电力驱动,也没有和手机内置天线连接,想隔空增加信号是不可能的。

### 遇到手机信号不好该咋办

手机信号的强弱与什么有关?“手机信号的强弱主要和手机与基站之间的距离以及遮挡情况有关。”侯华介绍,比如在少数结构复杂的大楼、过道、地下室等区域,信号强度经层层穿墙衰减后已大幅降低,可能难以满足业务需求,导致信号出现不稳定的情况。

还有一种情况是当周围大多数用户都用同一个网络运营商的时候,人流激增,大家同时抢夺信号,而基站能够同时服务的用户又是有限的,这时就可能发生网络拥塞,导致呼叫失败或语音断续。此外,较之晴天,下雨天、雾天、雪天时空气中的水密度会变大,手机信号的穿透力也会随之变弱,手机信号自然也就就会变差。

除了外界的信号基站外,专家认为,如果手机损坏故障,也会影响到手机信号的接收。

那么,如何避免上述问题呢?中国移动官网给出了三种解决办法:尝试开关飞行模式、关机重启的方法,来尝试恢复手机信号;尽可能避开高峰时间、恶劣天气、远离电磁干扰地带;金属保护壳会影响手机信号接收,如果手机使用了金属保护壳,可以卸下保护壳再次尝试。

## 国网保定供电公司 全力推进电力迁改

北方的冬天,微风亦冽。从高空俯瞰辽阔的北方原野,津石高速犹如一条盘旋的巨龙驰骋于天地间。

高速新建段沿线,施工场地上一片热火朝天的景象,几名着装统一、训练有素的电力工人正腾挪于银色高压塔线之上。重型机车往来轰鸣,现场操作稳中有序。几基铁塔从这边消失,顷刻间又自别处拔地而起,重新矗立在华北平原。

11月16日13时,当位于博野、蠡县交界的220千伏蠡武线新建铁塔完成最后一颗螺丝钉的验收,恢复送电,津石高速新建段电力设施系列迁改工程即全部竣工投运。

按照雄安新区建设总体规划,大批原有电力设施需要迁旧基、改新址。一般而言,迁改工作从申请立项到现场勘查,再到工程实施、项目结算,一个项目从启动到结束至少需要半年时间。然而新区建设日新月异,

推进速度刻不容缓。早在2018年,国网保定供电公司便专门从各部室、各单位抽调业务骨干,成立电力设施迁改处。从前期规划到工程实施,再到项目后期,均由迁改处负责推进开展,以便能够更加专业专注地开展迁改服务工作。

2020年,雄安新区正式进入大规模建设阶段,对外骨干路网重点项目也随之掀起建设热潮。有关雄安新区的电力设施迁改工作不只在新区范围内,还涉及到荣乌高速、京雄高速、津石高速等对外骨干高速公路建设,以及安大路、容易路、K1快速路等重要路网建设项目,点多面广,任务艰巨。雄安新区以其独有的重要性和特殊性,对电力设施迁改工作提出了更高要求。

铁军担重任,克难保民生。常打胜仗、敢打硬仗,是保供电力铁军的良好作风传承。为了更加出色完成

## 服务重点工程建设

电力迁改任务,与国网雄安新区供电公司建立高效沟通联络。今年3月,国网保定供电公司立足雄安新区迁改工作实际,在公司范围内选拔青年骨干党员组建雄安迁改专班,4月成立专班临时党支部。专班办公地点设于雄安新区境内,驻守一线开展日常工作,便于第一时间掌握动态,零距离沟通协调,快速有效解决问题。专班通过“传帮带”“党建引领+”等方式,真正发挥出党支部战斗堡垒作用和党员先锋模范作用,为迁改工作高效率高质量实施提供了强有力的



组织保障。10月12日,因荣乌高速公路津保新线建设,位于定兴县小王庄村附近的220千伏力萍线迁改工程交令完工,工程拆除杆塔4基、新建杆塔5基、新建线路1.704千米;

10月13日,位于雄安新区容城县境内的35千伏奥剧线迁改工程交令完工。至此,自6月10日进驻迁改现场以来,除不影响高速公路建设的部分电缆等待接引以外,历时125天的京雄高速新区段系列迁改工程大会战,取得了全面胜利;10月



110千伏电力线路跨越京雄高速、荣乌高速互通迁改施工现场。

26日,因京雄高速、荣乌高速建设,位于高碑店市境内的220千伏力雄双、110千伏力白线、110千伏力南双线迁改工程,经过11天争分夺秒的奋战顺利完工;

捷报频传,成绩斐然。截至12月中旬,国网保定供电公司共收到电力迁改申请项目112项,其中涉及及服务雄安新区的迁改项目38项,涉及35~220千伏迁改线路205条,目前已完工项目16项、完成迁改线路76条,47条迁改线路正在施工,82条迁

改线路处于前期手续办理阶段。随着新区建设的持续推进,这些数字将会不断增加。

该公司建设部副主任、电力设施迁改处负责人刘亚锋说:“今年的电力迁改任务规模大、布点多、标准高,尤其是涉及雄安新区的迁改工程更要求我们高质量、高效率、高标准推进。我们保供电力人定当全力以赴,列出时间表、路线图,倒排工期、挂图作战,在砥砺攻坚中淬炼初心,在迁改战役中干出精彩。”(文/庞龙光、刘鑫、杜鹏 图/高远、陈伟义)