

我国2016年发射的“墨子号”卫星,为全球量子通信网奠定了基础。

量子:看我的“72变”

揭秘量子科技如何深刻改变我们的生活



今年的政府工作报告提出,“培育生物制造、量子科技、真身智能、6G等未来产业”。同时,2025年也被联合国确定为“量子科学和技术年”。那么,量子科技是什么?它是如何改变我们普通百姓生活的?

主笔:于梅君

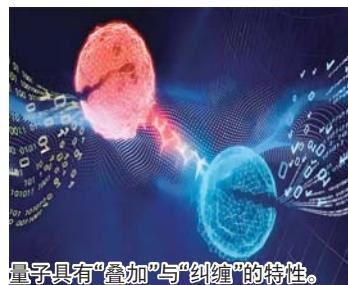
1 量子不是“东西”,而是不可再分割的最小单位

中国科学技术大学郭光灿院士指出:“量子不是玄学,而是一把打开微观世界的钥匙,它的应用早已渗透现代社会的每个角落。”那么,量子究竟是什么?

量子听上去与分子、原子、电子等非常相似,很容易让人误认为它也是一种具体粒子。

其实,量子并不是一个实体的“东西”,而是一种物理概念。

2 量子的“叠加”与“纠缠”,如同孙悟空的分身术



量子具有“叠加”与“纠缠”的特性。

量子具有“叠加”与“纠缠”的特性,这反映了它在微观世界的“超能力”。

所谓“叠加态”,是指电子可以同时处于多个位置,如同孙悟空的分身术,可以在同一时间处理多种不同任务。因此,利用量子叠加,我们可以实现计算机的并行计算。

例如,分解一个300位的大数,用传统计算机可能需要15万年,而利用量子叠加技术并行运算,仅需一秒钟即可完成。

再比如一枚硬币,当它静止时,我们可以将其视为一个经典

简单来说,量子就是一种物理量中不可再分割的最小单位。

假设将全人类视为一个物理量,那么它的最小单位便是“一个人”,不存在半个人,“一个人”便是全人类这个物理量的量子。

再比如上楼梯时,你只能站在第1、2个台阶,却无法停在1.5个台阶——这就是量子化的生动比喻。

比特,这是经典计算机中的基础逻辑单元,它只能表示硬币的一面朝上或朝下。

然而,如果我们让硬币开始旋转,它便能同时表达正面和反面两种状态,这就像量子计算机中的量子比特。

在量子力学中,还存在一个奇妙现象——量子纠缠,这是指两个粒子即使相隔千里,状态仍紧密关联,被爱因斯坦称为“鬼魅般的超距作用”。

当大量的量子彼此纠缠时,它们所构成的计算空间,便会以指数级方式扩展,从而带来计算能力的指数级增长。

正是因为量子的这些特性,催生了量子通信和量子计算的革命性突破。

谈及“量子科技”,多数人的第一印象还停留在科幻大片里。其实,“量子科技”并不遥远,它正以“润物细无声”的方式改变着每个人的生活。

3 量子通信:二人世界拒绝“第三者”插足

在武汉等城市的一些电信营业厅里,量子SIM卡、量子密话等新产品琳琅满目,激起不少人的好奇心。

用户办理“量子密话”套餐后,营业厅将提供首次免费换卡服务——将普通SIM卡更换为量子SIM卡,用户在手机应用市场下载“量子密信”APP后,就能享受量子加密的移动通信服务。

“更换量子SIM卡,手机网速不受任何影响,通信安全将更有保障。”武汉电信云网发展部专家张珣介绍,“量子密信”APP可进行加密通话、发送加密短信等,无惧监听破译和信息泄露。

为什么量子技术能保障通信安全?张珣解释,传统加密依赖于数学难题,而量子通信则基于物理定律,任何窃听都会扰动量子态,使其立即暴露行踪。

比如把一个光子比作一个乒乓球,从球台一边飞到另一边,会形成一个独一无二的固定轨迹;若乒乓球在飞行途中被人截取,再抛向球台另一边,尽管乒乓球仍朝目标区域飞去,但原

始飞行轨迹将产生偏差。

因此,量子通信是单纯的“二人世界”,只有发送方和接收方能“点对点”查看信息,所有监听行为都将改变量子系统状态,任何“插足的第三者”只能收到乱码。

目前,一张新的量子SIM卡配有一约13万支密钥,一般足够使用4至5年。密钥用尽后,需到营业厅给SIM卡补充密钥。

基于量子通信特性,多媒体消息“阅后即焚”功能是一大亮点,消息焚毁后再也无法找回。而市面上即时通讯APP的消息撤回功能,技术人员通过专业软件仍可恢复消息内容。

我国2016年发射的“墨子号”卫星,首次实现千公里级量子密钥分发,误码率低于1%,为全球量子通信网奠定了基础。

今年2月23日,北京量子信息科学研究院宣布:成功研制出实用化量子直接通信系统,并创造多项世界纪录。该系统在104.8公里标准光纤上,实现188小时连续稳定运行,标志着量子直接通信从实验室走向实用化阶段。

4 量子计算:破解传统算力“天花板”

量子力学,这个曾让爱因斯坦都感叹“上帝掷骰子”的领域,如今正掀起一场静默的“革命”。量子计算与量子通信如同双翼,不断推动人类突破经典物理的边界。

量子计算被认为可能是下一代信息革命的关键技术。量子计算优越性像个门槛,验证了量子计算机超越传统计算机的可行性。

中国科学家近期发布的超导量子计算原型机“祖冲之三号”,以比传统超算快千万亿倍的运算速度,再次刷新世界纪录。

2019年,谷歌凭借53比特超导量子芯片“悬铃木”,首次宣称实现量子计算优越性,但中国科研团队仅用两年便以“祖冲之二号”反超,并在2025年推出105比特的“祖冲之三号”,将超导体系量子计算优越性提升到新高度。中国科大教授朱晓波形容:“这就像从手工打造自行

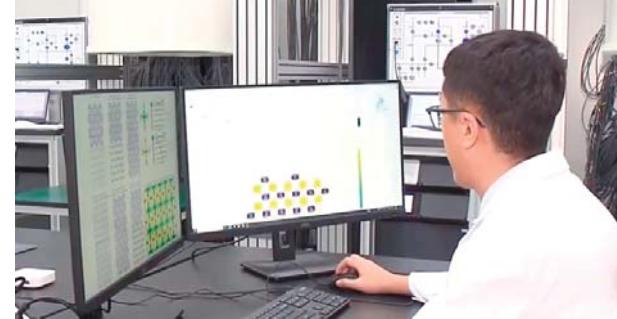
车,升级到工业化生产高铁。”

这一成果不仅比谷歌2024年发布的成果快百万倍,更以83比特规模的随机线路采样实验,让经典计算机需耗时“ $10^{9.9}$ 次方”年的任务,在量子芯片上仅需几秒就能完成,成为超导量子计算领域的“新王者”。

这一实验不仅验证了量子计算的可行性,更揭示了其指数级加速潜力——就像用火箭取代马车,彻底颠覆计算范式。

目前这些突破虽未直接服务百姓,但已在新药研发(如抗癌分子模拟)、交通优化(城市拥堵预测)等领域试水。

以药物研发为例,过去,当分子规模超过100个原子时,经典计算机便难以应对其精确计算的需求。随着量子计算的出现,有望直接计算千万甚至上亿个原子的蛋白质分子结构,为药物研发带来革命性突破。



超导量子计算原型机“祖冲之三号”,比传统超算快千万亿倍。

5 量子测量:精准捕捉过去测不到的信号

相比量子计算,量子感知技术目前有更广泛的应用场景。国仪量子(合肥)技术有限公司董事长贺羽介绍,传统测量技术在分辨率和灵敏度上有一定局限,而量子测量技术可以精细到纳米、亚纳米量级。

将量子精密测量用于超导材料的研发,能实现纳米级别的表面磁性分布成像;用于石油行业,则可以实现对地下油气存储分布勘探等。

北斗系统搭载的量子原子钟,让手机定位误差从10米缩至1米,滴滴司机再也不会“错过路口”。

在智能驾驶中,量子随机数可用于每次通讯的加密,即使被截获,密码也无法破解。

随着智能家居的普及,量子传

感器也将发挥重要作用,它可以精确测量室内环境参数,如温度、湿度、空气质量等,让人们生活更加舒适、健康。此外,量子传感器还可以用于智能安防系统,实现更精确的监控和报警功能。

在智能电网中,通过精确测量电压、电流等参数,可以提高电网的稳定性运行效率,减少能源损耗。

在大气污染监测中,量子传感器可以精确测量PM2.5、二氧化硫等污染物的浓度变化,为制定有效的污染防治措施提供指导。

在工业生产过程中,量子传感器还可以实现对产品尺寸、形状、材料特性等参数的超高精度测量,提高产品质量和生产效率。

6 量子医学:能看清细胞内部,准确诊断疾病

量子医学是一个新兴的医学领域,通过量子医学技术,医生可以更准确地诊断病情、制订治疗方案。

2024年,上海一医院引入量子磁力计,可检测早期阿尔茨海默病患者脑部微量磁性变化,诊断准确率提升40%。

利用量子传感器改进的磁共振成像(MRI)设备,可以看清头发丝直径百分之一的细胞内部影像,为手术等治疗方案的制定,提供更可靠的依据。

中国科学院院士杜江峰团队还研制出比细胞和分子更小的传感器,可以用来寻找暗物质、暗能量的踪迹;在生命健康领域,量子精密测量可以实现生物标识物的超灵敏检测,未来可以用来做神经、癌症等疾病的早筛,药物研发的药效评估等。

从“墨子号”守护信息安全,到原子钟精准导航;从量子传感器预警疾病,到未来量子计算机优化城市,量子科技正以不可思议的力量,重塑我们未来的生活图景。

开机、指纹解锁、人脸识别、接入系统、盖章、审计拍照……这就是一枚“量子云印章”的使用过程。

所谓“量子云印章”,它是一款量子安全办公产品,将传统实体印章存入电子章筒,利用内置在终端的量子安全介质以及量子安全密钥,对业务过程数据进行加密,通过量子云印章管理平台,对盖章行为全过程监督,实现用印“事前审批可控制、事中监管防风险、事后留痕可追溯”。

“量子云印章在办公场所中非常实用。”中电信量子集团量子云印章产品经理蒋兴凡介绍,量子云印章将用章全流程数字化,既让百姓办事时少跑腿,更实现了用、传、存、稽核等用印全流程量子加密安全保护。

每一次使用,系统都会记录用印申请人和审批人,用印文件、时间、地点、次数等数据,任何伪造、跨区域用章等异常行为,都将在量子动态防伪技术与OCR内容识别下无所遁形,不仅能提升盖章效率,还能大幅减少人为干预和错误。

目前,量子印章已在京津冀、安徽、河北等地的政务审批、乡村治理、财务审计等3000多个场景里使用,预计在未来10年内,量子云印章的市场容量有望达到数百亿规模。



量子云印章:为文件披上「防伪铠甲」