

高效分辨量子信息扰动 “反蝴蝶效应”有办法

◎本报记者 吴长锋

近期,发表于国际著名学术期刊《物理评论快报》上的一项研究引发了业内的关注。国外研究人员借鉴量子“反蝴蝶效应”的研究,

解决了物理学中长期存在的实验问题。研究建立了对量子计算机性能进行基准测试的方法,并且有效地减少了量子信息扰动对于计算的干扰。

这一研究无疑对于正在探索前进中的量子计算显得尤为重要。

量子世界不允许有“蝴蝶效应”

时间旅行是科幻小说中的热门主题。那么一旦回到过去,初始条件的改变是否会产生“蝴蝶效应”,以致于改变整个历史走向?

国外两位科学家,也就是上述研究的论文作者,用量子计算机模拟了“时间旅行”。他们发现:量子有自我修复的能力。也就是说,在量子层面上,“蝴蝶效应”不成立。

在研究中,论文作者通过量子计算机模拟,让量子比特进行了一次“时间旅行”,回到了过去。在“时间旅行”的过程中,所有的量子比特其中的一个会被破坏。然而,出人意料的是,当所有的量子比特回到现在,一切却都恢复了原样,仿佛它们具备自愈的能力。

论文作者解释说:在量子计算机上,可以模拟时间的反方向演化,换言之,可以模拟一个回到过去的旅程。因此,我们可以回到过去,弄些小损伤,然后返回现在。我们在经历了上述过程之后,却发现世界仍然好好的,因此,量子力学中没有“蝴蝶效应。”

这就意味着,这种“量子反蝴蝶效应”可以应用于信息隐藏硬件和量子信息器件测试中,计算机可以通过将初始状态转换为强纠缠态来隐藏

信息。这一新发现还可以被用来测试量子处理器是否真的在量子原理下工作。

论文作者表示,他们的协议量化了量子系统中的信息加扰,并明确地将其与由量子退相干引起的嘈杂背景中的假阳性信号区分开。使用他们开发的简单、强大的协议,可以确定量子计算机有效处理信息的程度。同时,该协议也适用于其他复杂量子系统中的信息丢失。退相干形式的噪声在与周围环境耦合时,会擦除复杂系统(例如量子计算机)中所有的量子信息。

论文作者表示,他们的方法利用“量子反蝴蝶效应”,在一个循环中随着时间的向前和向后演化一个系统,因此可以将其应用于任何具有时间反转动力的系统,包括量子计算机和使用冷原子的量子模拟器。

为此,他们准备了一个量子系统和子系统,使整个系统向前演化,从而在不同的子系统中引起变化,然后在相同的时间内向后演化系统。作者表示,通过测量两个子系统之间的信息重叠,就可以显示有多少信息被加扰保留了,而有多少信息因退相干而丢失。

多种因素影响量子计算机性能

“在量子计算中,相干性是一种能够实现量子计算的量子状态,而退相干性是指随着信息泄露到周围环境而失去该状态的状态。”合肥本源量子计算公司相关技术专家(以下简称有关专家)向科技日报记者解释道:量子比特要保持其相干性,才能让量子叠加态信息得以维持,量子

比特的相干性被破坏的过程叫做退相干,其所经历的时间叫做退相干时间。量子比特与环境的相互作用是造成其退相干的主要原因。

“因此,要延长量子比特的退相干时间,就必须有效隔绝量子比特与环境的一切相互作用,仅仅放开对量子比特控制和读取所需的部分,让量子比特



视觉中国供图

近似成为一个‘孤立系统’。”有关专家表示。

有关专家告诉记者,在实际的量子比特系统中,造成量子比特退相干的因素还有很多。而且这些因素往往相互关联,因此,在设计和制造过程中需要经常权衡取舍。其中有属于外界环境的因素,如电磁辐射、温度涨落、振动;也有属于量子比特制造过程的因素,如量子比特周边的杂质导致的二能级损耗(TLS损耗)、量子芯片或封装上的磁性物质、封装和线路工艺尚不能完全超导而在低温下加信号产生的热噪声等。

有关专家强调,除“量子比特的相干性”外,

量子逻辑门的操作、读取的速度和保真度,同样也是影响量子计算机性能的重要因素。

“在有限的相干时间内,量子逻辑门的操作速度越快,量子计算机所能执行的门数量越多。量子逻辑门的操作保真度越高,则计算错误率越小。”有关专家告诉记者,操作速度和保真度的瓶颈则在于线路的优化和量子测控系统的操作精度。线路优化包括从室温到低温直到封装盒和芯片内部每一级线路的转换与性能优化。量子测控系统的操作精度则取决于内部数模转换器(DAC)、模数转换器(ADC)的精度、微波器件的精度等。

一种处理信息扰动的简洁方法

“确切地说,此次研究是建立了一种基准方法。通过测量系统中的一种特殊可观测量的值,再根据该测量结果,就可以严格准确地区分量子信息扰动过程和普通的量子退相干过程。”有关专家说。

“这一研究再次表明,量子信息扰动与量子退相干效应具有本质的不同,这进一步加深了我们对量子世界,尤其是对于复杂量子系统的认识。”有关专家表示,利用量子信息扰动的“反蝴蝶效应”,人们可以对量子信息进行编码或者隐藏。例如,将初始信息制备成一个高度纠缠态,就可以使得该信息在经历环境的扰动,甚至是外

界的攻击之后,仍能被很好地还原。

此外,由于“量子反蝴蝶效应”是复杂量子系统特有的性质,因此其也可以被用来检验量子计算机是否遵循量子力学规律。

有关专家表示,在早期的实验中,利用量子隐形传态技术观测到了量子信息扰动的存在。“不过那样的实验依赖于对量子系统的精密而复杂的控制,因而难以推广。”

有关专家表示,本次研究提出了一种十分简洁的新方法,可以有效地分辨出量子信息扰动,避免受到诸如量子退相干效应等引起的嘈杂背景干扰。

新知

水稻叶片宽度调控机制被发现 有助提高粮食产量

科技日报讯(记者雍黎)近日,记者从西南大学获悉,该校农学与生物科技学院何光华教授团队克隆出水稻叶片形态发育基因——宽叶1,并对其调控水稻叶片宽度的分子机制进行了深入解析,揭示了水稻叶宽发育的新通路,相关研究成果近日在线发表于植物学期刊《植物细胞》上。这一发现对水稻在分子遗传层面上的改良具有重要的指导意义。

水稻新品种培育的主要目标是提高产量。两次“绿色革命”和超级稻育种实践表明,作为水稻光合作用的主要器官,叶片的形态得到改良可以让水稻更加充分地利用生境下的光能和养分,从而生长得更加健壮。生长得更加健壮的水稻,可以更好地协调产量三要素(每亩穗数、每穗粒数和千粒重),进而让产量得到提高。改善水稻叶片的形态是实现我国水稻高产、稳产,解决粮食安全问题的有效途径。

何光华教授团队从突变体库中筛选出一个水稻宽叶突变体WL1,表现为全生育期叶片宽度极显著增加的表型。团队通过图位克隆的方法鉴定了宽叶1基因(又叫耐旱耐盐基因DST),能编码一个新型锌指转录因子。

该团队通过遗传学、细胞学与分子生物学等手段,发现并揭示了宽叶1蛋白WL1通过与分裂后期启动复合物APC/C的共激活子多聚体1蛋白TAD1互作,受蛋白酶体途径降解;同时与转录共抑制子OsTPR_s结合,进一步招募组蛋白乙酰化酶去抑制窄叶1基因NAL1的表达,从而调控叶片宽度发育。该研究为改善水稻叶型提供了新的思路。

异兽化石研究 为哺乳动物起源提供新证据

科技日报讯(记者何亮)近日,记者从中国科学院古脊椎动物与古人类研究所获悉,由该所与英国伦敦自然历史博物馆、纽约美国自然历史博物馆合作的学术论文,首次对已知贼兽进行种一级的系统发育分析,并对贼兽长期存在的形态、分类问题进行了厘定,为认识哺乳动物的起源分化过程提供了新的证据。该论文在线发表在《系统古生物》期刊。

据了解,异兽包括多瘤齿兽、贼兽、冈瓦纳兽等。其中,贼兽类化石是最早研究报道的中生代哺乳动物化石。该研究根据在英国伍德伊腾新发现的化石标本,建立了两个贼兽的新属种。新化石标本显示了介于欧洲晚三叠世和中侏罗世以及亚洲中晚侏罗世之间的过渡特征,对了解贼兽的连续演化具有重要意义。论文同时也报道了一枚多瘤齿兽上牙标本,该种多瘤齿兽是已知多瘤齿兽的最早代表之一。

此外,该研究对早年报道的英国异兽标本进行了系统厘定,并对该种并种的齿列形态进行了重新解释和重建。结果表明,欧洲中侏罗的异兽类与亚洲的异兽类更接近,贼兽类在中生代时已分布全球。英国中侏罗世伍德伊腾的化石记录再一次显示,贼兽和中侏罗世多瘤齿兽在欧洲、西伯利亚、东亚地区的动物群中都同时存在。而且现有化石显示,在这些最早的异兽组合中,贼兽的化石丰度和物种多样性高于多瘤齿兽。



2022世界智能网联汽车大会

World Intelligent Connected Vehicles Conference

智能加速度·网联新生态



2022年9月16-19日

北京·中国国际展览中心(顺义馆)

主办单位:北京市人民政府 工业和信息化部 公安部 交通运输部 中国科学技术协会