

科技云

科技连着你我他

本期观察:巴根那 赵文环 张校尉

高效耐用——

新型氢燃料电池



随着全球气候变暖,开发清洁能源代替化石燃料发电的需求更为迫切。日前,中国香港科技大学的研究团队就研发成功了一款新型氢燃料电池。

多年来,氢燃料电池受限于催化剂成本高昂,难以进行商业化推广。而这款新型氢燃料电池的催化剂中铂金所需用量较以往减少了80%。

据了解,该款新型电池革新催化剂技术后,电池持久力大幅增强,生产成本相较一般氢燃料电池更低。研究人员开发的新型混合催化剂,使用了含有原子分散的铂、铁单原子核铂铁纳米颗粒配方,催化活性更高,反应速度是传统铂的数倍。试验显示,该款新型电池即使经过10万次电压循环的加速压力测试,催化效率仍维持在97%;运行200小时,没有显示出任何性能衰减。因此,这款新型氢燃料电池更加经济耐用,且能提供更多的动力。

研究团队表示,未来他们会继续改良催化剂,以便氢燃料电池车和其他电化学设备使用。

抗寒耐热——

新型锂离子电池



近日,美国加州大学圣地亚哥分校研究团队开发出了一款新型锂离子电池。

这款电池采用了新电解质。新电解质中的二丁醚分子与锂离子结合较弱,在电池运行时更容易释放锂离子。分子的相互作用使得电池既耐寒又耐热,不同温度条件下都可以保持良好的性能。

试验中,零下40摄氏度的环境中,电池依旧保持87%左右的容量;当环境温度达到50摄氏度时,电池容量反而增加了15%。电池在停止工作前可以进行更多次充电-放电循环。电动汽车使用这款电池后,能在寒冷的天气下行驶更远。新电池还降低了对冷却系统的需求,防止车辆电池组在炎热天气下过热。

这款新型电池以锂金属为阳极,阴极附着在塑料基材上的硫化物材料。测试显示,它比典型的锂电池具有更长的循环寿命,可防止出现传统锂电池因阳极和阴极不稳定而导致电池短路问题。

高性价比——

首款商用沙电池



前不久,芬兰一家能源公司研发了全球第一个商用沙电池。

据悉,这款电池是一个热能储存系统,由4米宽、7米高的绝缘储罐构成,可容纳100吨左右的建筑用沙。该电池使用了“电阻加热”工作原理,通过加热电阻元件,使沙子升温。据悉,电池内部的热交换器能够将沙子加热到500摄氏度以上,进而加热空气,提供热量,为当地的区域供热系统提供能源。沙子的能量储存能力是水的4倍,这款电池内部的热交换器能够储存惊人的8兆瓦时的能量长达数月。

该公司表示,这款沙电池具有高性价比,且更为绿色环保。它可以用于集中供暖,适用于加热建筑物、游泳池或任何其他需要热量的情况,全程所涉及的最大成本通常是管道工程。

“在未来的某个战场上,士兵在陌生的地域中艰难前行。由于敌方干扰致使GPS信号失效,他使用量子精确导航系统确定了自己所处的位置。通过高精度重力传感器,他探测到前方有一个疑似钢筋混凝土建造的地下工事,可能隐藏了大量的敌军和他们的物资。在将地下工事的精确坐标上报给空中打击单元后,智能弹药摧毁了地下的一切,士兵安然无恙”——这是国外某科研机构设想的未来作战场景,其中量子精确导航、高精度重力传感器都是采用量子测量技术实现的。

随着量子测量技术的发展,相关产业逐渐涉及军事、科研、民生等诸多领域,其战略意义越来越突出。量子测量技术正在走出实验室,走向实践应用,走向更加广阔的未来。请看专家解读——

量子测量:突破经典测量极限

罗兆成 赵辉 李振举

高技术前沿

从经典测量到量子测量

认识量子测量之前,不得不先说一下基于经典力学的经典测量。

在经典力学里,物体的状态是可以被测量的,并且测量行为对被测对象的干扰可以忽略不计。也就是说,不论你测或者不测,物理量都在那里,不会改变。比如,如果想要测量一张纸的宽度,将尺子比上去便可得到结果。这张纸不会因为你的测量行为变宽或变窄。

只要是测量,就会有误差。在这种情况下,人们一般都是通过反复多次测量或改进技术来降低测量误差。但随着测量对精度的要求越来越高,经典测量技术已很难做到进一步提升。为此,科学家们不约而同地把目光转向量子测量技术。

要提升测量的精度,最直接的方法就是找到一把分辨率更高的“尺子”。近年来,人们利用量子力学的基本属性,发明了“三把尺子”——基于微观粒子能级的测量、基于量子相干性的测量、基于量子纠缠的测量。

基于微观粒子能级的测量是基于玻尔的原子理论提出的,并最早获得运用。该理论认为,原子从一个“能量态”跃迁至低的“能量态”时会释放电磁波,这种电磁波特征频率是不连续的。1967年,国际计量大会对“秒”做出了重新定义:铯原子中电子能级跃迁周期的9192631770倍为1秒。这是量子理论在测量问题上的第一个重大贡献。

基于量子相干性的测量技术,是利用量子的物质波特性,通过干涉法进行外部物理量的测量。我们熟悉的陀螺仪、重力仪、重力梯度仪等都运用了这一技术。

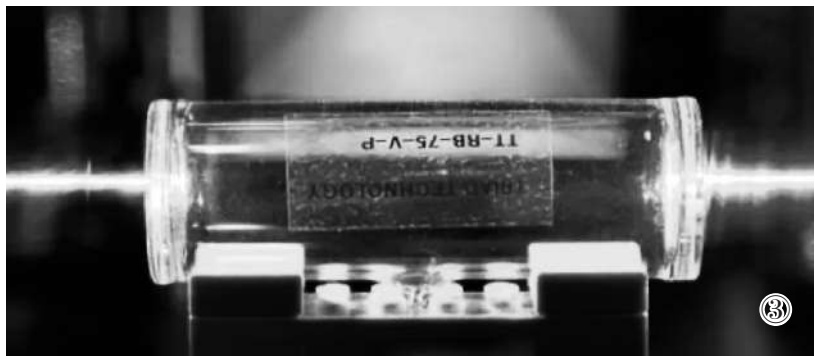
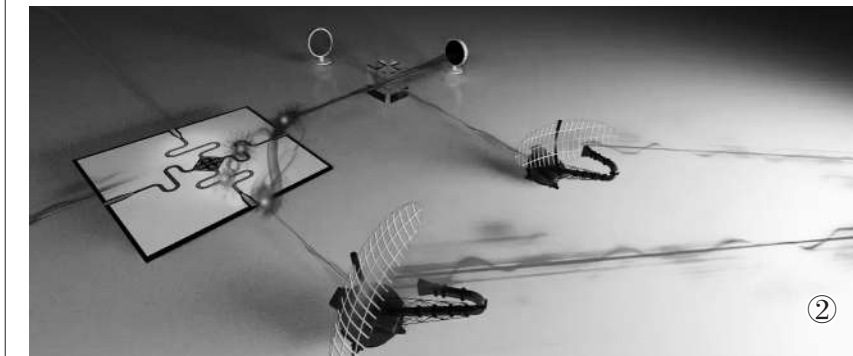
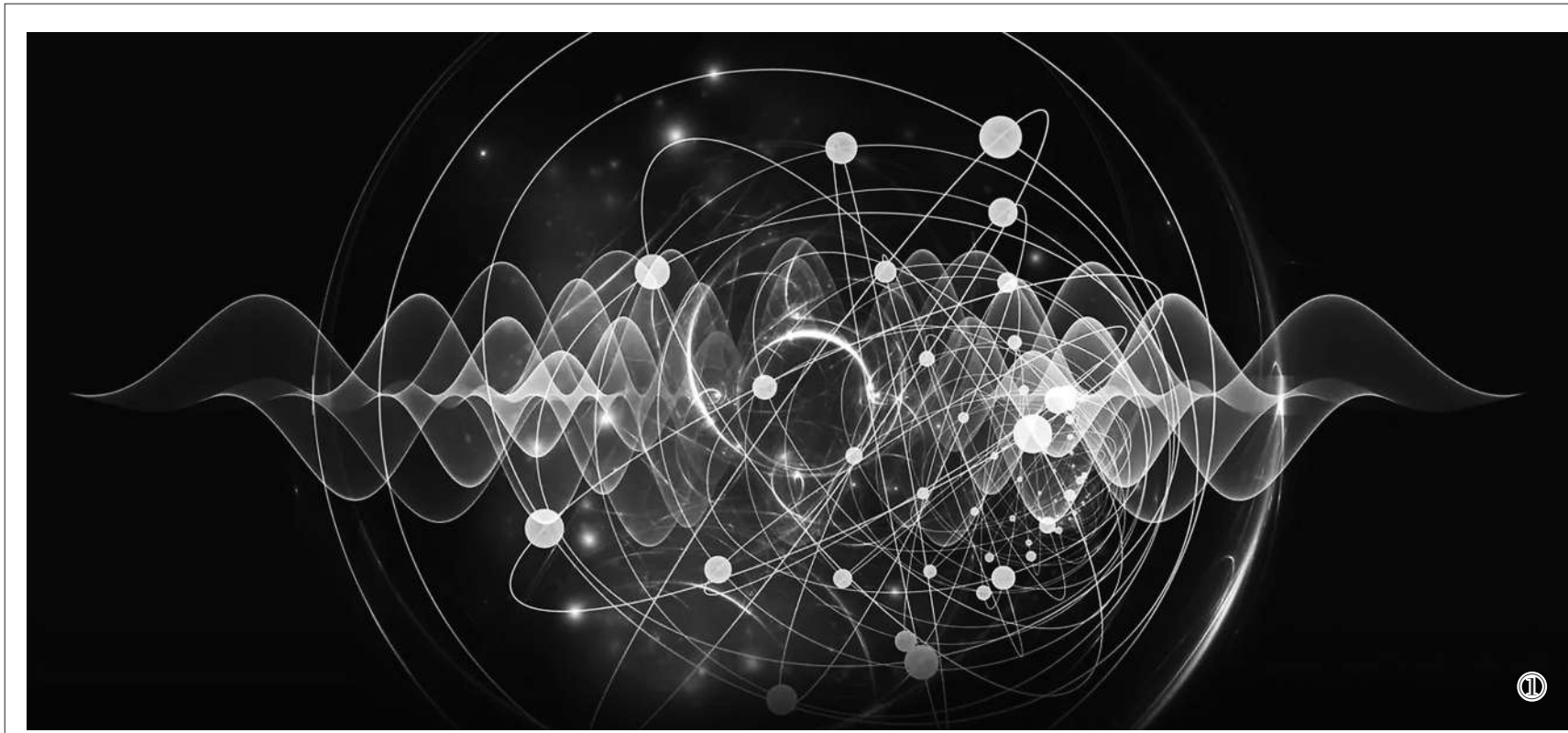
基于量子纠缠的测量技术,是通过测量处于纠缠态的N个量子“尺子”相干叠加后的结果,使得最终的测量精度达到单个量子“尺子”的1/N。它是量子力学理论范畴内所能达到的最高精度。

综上,量子测量是以量子力学为理论基础,运用相干叠加、量子纠缠等技术手段,对原子、离子、光子等微观粒子的量子态进行制备、操控、测量和读取,配合数据处理与转换,实现对角速度、重力场、磁场、频率等物理量的超高精度精密探测。简言之,人们可通过操作微观粒子(如光子、原子、离子等),分析待测物理量变化导致的量子态改变来实现精密测量。

量子测量有何神奇之处

2018年第26届国际计量大会正式通过决议,规定2019年开始从实物计量标准转向量子计量标准,这标志着物理量测量正式进入了量子时代。量子测量到底有哪些神奇之处呢?

量子测量的精度更高。基于量子测量,科学家们发明了原子钟。我们熟



图①:量子示意图;图②:量子雷达示意图;图③:量子微波接收器。

图片由作者提供

悉的北斗导航卫星,就是应用原子钟实现了精准导航。从100万年误差1秒,到500万年误差1秒,再到37亿年误差1秒……在这场追求更高精度的科技竞赛中,世界各国科学家研发的原子钟不断刷新着科学的极限。“在原子钟诞生后的60年里,每当我们建成一台更好的钟,便会催生一些无法预期的新应用。”美国国家标准技术局最新的铯原子钟研究项目负责人说。

量子测量的探测距离更远。当两个量子纠缠在一起时,其中一个会影响另一个,并且与距离等因素没有关系。简而言之,两个量子无论离得有多远,都能产生一种关联性的互动。如果我们能够把一对纠缠的量子分开两地,比如一个南极、一个北极,理论上就可以在两极之间实现测量了。此外,利用量子技术提高测量系统的灵敏度之后,可以探测到更微弱的信号,其作用距离比传统测量手段提升数倍甚至数十倍。

量子测量的测量设备更小。由于量子测量极高的灵敏度,在保持目标检测能力不变的前提下,量子测量所需的发射功率更低。这样有利于设备的小型化,在载荷有限的平台上装配具有较大优势。如果采用量子元器件替换普通电子元件,测量设备的体积可以减少一半甚至更多。美国麻省理工学院2019年首

次报道了在硅芯片上制造量子传感器,实现对磁场的精密测量。中国科学技术大学2019年成功实现了50纳米空间分辨率高精度多功能量子传感,可应用于微纳电磁场和光电子芯片的检测。

量子测量的测量手段更丰富。相比经典测量,基于量子态的测量表征了量子的微观特性,可以提取更多维度的目标信息。除了宏观的空间、时间和频域特征外,量子测量可利用的信息资源更为丰富,如光子的偏振、纠缠等,这些信息提升目标测量的维度,增强了目标识别能力。

量子测量应用未来战场

未来战场上,制电磁权成为交战各方争夺的重点之一。复杂的电磁环境下,指挥员对敌方的感知愈发困难。量子测量技术的应用,为制胜未来战场提供了更多可能。

过去,潜艇的导航问题一直困扰着各国海军。由于GPS会在水下失灵,潜艇下沉后会失去GPS信号。依靠加速计来导航,航行一天可能会偏离航线1千米左右。2016年,英国皇家海军在潜艇测试时发现,量子导航系统精度在24小时内的定位误差仅有1米。不仅是水下,地下和建筑群中等导航卫星难

以触及的地方,量子惯性导航同样可以发挥作用。通过使用量子重力仪或磁力仪对该区域的磁场进行精确测量,其导航精度可以精确到厘米级。

量子惯性导航既可以克服现有卫星导航和星载导航在复杂的电磁、地理环境下易受干扰和无法获取信息的缺陷,也可以克服惯性导航系统精度低、故障率高等系统缺陷,从而实现长航时高精度自主导航。

随着量子导航设备的小型化,其定位、定姿、定时等导航信息在预警机、无人机、潜艇、导弹、直升机等装备中将会得到广泛应用,提升装备战斗能力,甚至带来作战模式的变革。

人们常把雷达比作千里眼,量子技术的注入,如同又把这千里眼炼成了火眼金睛。量子雷达在抗干扰、反杂波、反隐身及目标识别等方面相比传统雷达优势明显,可将雷达的最大探测距离提高41%,对探测隐形飞机尤其有效。如果作战飞机上的远程空空导弹的末端制导使用量子雷达技术,它的攻击距离可提升至上千千米。

由于量子雷达采用的雷达体制不同,不易被发现和干扰,可有效避开现有反辐射导弹的攻击。基于量子雷达的成像技术还可实现对目标的多特性测量,形成普通雷达观测设备无法直接获得的

战场图像。此外,随着量子元器件水平的提升,未来采用量子无线电组件的量子雷达体积将减小到二分之一甚至四分之一,识别准确率和速度获得成倍提升。

量子测量技术的发展,也为电子侦察带来了新的技术手段。

电磁对抗中,无线电信号的接收极为关键。传统的无线电接收系统主要依靠天线和基于电子电路的接收机,其内部器件的热噪声制约了系统的灵敏度和测量精度。同时,天线体积与无线电波长成正比,无线电接收系统的体积也难以小型化。

2018年,美国科学家首次研发出量子接收机,使用高度受激、超灵敏的里德堡原子作为微波接收器,可探测从0到100吉赫兹的无线电信号,覆盖整个无线电频谱。传统无线电接收系统如果想覆盖如此大的频谱范围,需要多个独立天线系统、放大器及其他组件才可实现。相形之下,量子接收机的外形小巧,很难被其他设备探测到。其灵敏度还可进一步提高,用来探测微弱信号,并扩展用于探测复杂的无线电波。

目前,世界上多个国家的研究机构都在开展量子测量技术的工程化、小型化应用研究。可以预期,以军事应用为牵引,量子测量技术将会在通信、能源、航空等诸多领域发挥越来越重要的作用。

超低能耗的生物计算机有望问世

张朋 胡思泽

新看点

计算机是信息化时代的突出标志,它的出现极大地改变了人们学习、工作、生活方式。今天,伴随着笔记本电脑和智能手机的流行,供个人使用的计算机正在实现从“大块头”向小型化、微型化的发展。

但是,与计算机的小型化、微型化和功能多样化的趋势不相适应的是,其计算速度和能耗未能同步跟上发展“节奏”。起初,人们普遍认为,随着计算机芯片的微型化,计算机能耗将随之降低。但在实际运用中发现,面对海量数据的计算机仍然需要消耗更多

的能量来维持计算。

近日,据媒体报道,德国德累斯顿工业大学的研究人员制造出一台基于芯片的生物计算机,利用在通道中移动分子来完成计算任务。有科学家说,以分子为单位的生物计算机有望快速解决以往需要花费大量时间解决的问题,且能耗是传统计算机的万分之一。

生物计算机的芯片由玻璃制成,填充芯片的流体包含了驱动蛋白分子和微管等。通常情况下,微管相当于细胞内部“支架”,驱动蛋白沿着微管输送分子。但是这一生物计算机芯片恰恰相反,微管是在驱动蛋白上活动的。当所有微管同时移动时,计算机就能同时执行多个计算任务。

科学证实,微管非常小,1克流体可以容纳数万亿个微管。这就使得这台生物计算机在执行计算时,能耗只有传统计算机中电子的万分之一。有科学家说,新研发的生物计算机有效解决了计算机的能耗问题,有望在各领域崭露头角。

21世纪是人类科技快速发展的世纪,而生物计算机是计算机世界的“年轻一代”。生物计算机的主要构成部分是蛋白质分子,利用有机化合物存储数据,运行速度可令传统计算机望尘莫及。它能够自发调节生物机能,自动修复故障,以核酸分子作为“数据”,处理大量数据信息。随着生物计算机研究的深入,最新研制的新型生物计算机可对分子进行“编程”并执行



分子结构示意图。资料图片

细胞“命令”,从而能够更轻松地完成相关任务。

生物计算机缩减了传统计算机工作时间和能耗,但就实际工作而言还有很大差距。该类生物计算机依靠分子解决问题,分子数量多、微管数量也多,

如若研究不充分,则容易导致微管在移动时“走错路”,进而导致计算出错。

相信不久的将来,超低能耗的生物计算机问世,能够解决人类计算面临的许多问题,实现更低能耗、运算更快、更易于操作等愿景。