

「科」

中国高铁为何能「杯水不洒、立币不倒」

张可新

如今,乘坐高铁已成为人们日常出行的重要方式。从热带海滨到北方草原,从戈壁沙漠到崇山峻岭,中国高铁成为一道亮丽的风景。

数据显示,截至2024年底,我国高速铁路营业里程达4.8万公里。我国是世界上高速铁路运营里程最长、商业运营速度最高、高铁技术最全面、运营场景最为丰富的国家。

中国高铁为何又快又稳?这背后藏着不少科技奥秘。

就动车组而言,既要采用大功率牵引力,提供足够的牵引力,达到列车最高速度、加速性能和爬坡能力等动力性指标,又要有可以满足列车安全、可靠、平稳运行要求的车体、转向架、制动系统等。

“快”的秘密,还藏在流线型的车头中。因为速度越快,空气阻力越大,采用流线型车头、加大长细比,能够减少阻力系数,提高运行速度。比如,复兴号CR400BF的“头型”比和谐号长2米左右,整体形态更趋流线型,使其运行阻力降低了12%,因此列车更快、更节能。

车头两侧的导流槽,则是动车组“稳”的原因之一。当列车高速行驶时,气流会带来向上的抬升力,让车头“发飘”。应用导流槽,有利于引导空气从鼻锥流到导流槽产生向下的压力,如同附加了一双强有力的“手”,助力列车平稳疾行。

动车组跑得又快又稳,还要归功于转向架。转向架,被称为高速动车组的“飞毛腿”,是在构架装上两个轮对组成的“小车”。它可用于铁路车辆转向,配合道岔完成拐弯。

转向架如何适应高速行驶?随着速度的提高,车辆可能会出现失稳现象,一旦失稳,车轮将冲击钢轨,甚至造成脱轨。高速转向架通过采用轴箱弹性定位、空气弹簧、轴箱弹簧、各类减振器、弧形车轮路面等,避免在车辆运行速度范围内运动失稳。高速动车组转向架的失稳临界速度可达到500千米每小时以上,这让我国高速铁路运行具有较高的安全冗余。

安全平稳运行,轨道也功不可没。高速铁路的线路尽可能取直,减少弯道,且力求平顺。铁路轨道由桥梁、隧道、路基来支撑,由于它们的结构不同,刚度和沉降规律也不同。为此,铁路部门专门在它们之间设置了过渡措施,控制铁路的竖向差异沉降。尤其是无砟轨道路基,其差异沉降的标准是严苛的5毫米。

高铁的轨道,由500米长的钢轨无缝连接组成。其中,焊接接头顶面车面导向面的平直度要控制在0.2毫米。同时,焊接接头要能够承受1吨重的铁锤从5.2米高度落下的冲击,做到不裂不断。平时,还要用钢轨打磨车进行养护打磨,确保高铁轨道始终处于最佳状态,提高平顺性。

从一个零部件到一条轨道,一列动车,高铁蕴涵的科技含量还有许多。正是这些“黑科技”,保障高铁跑得又快又稳,让高铁上“杯水不洒、立币不倒”成为现实,也让通达的高铁更便利人们生活、助力经济社会发展。

(作者为中国铁道科学研究院研究员,本报记者李心萍采访整理)

「学术眼」

谷歌推出突破性量子芯片

据新华社电(记者吴晓凌)美国谷歌公司日前宣布推出最新量子芯片 Willow。谷歌首席执行官孙达尔·皮柴称其为迈向打造实用量子计算机的重要一步。

谷歌在官方博客撰文说,Willow取得了两项重大成就:首先,使用更多量子比特进行扩展,可大幅度减少错误,解决了量子纠错领域近30年来一直试图攻克的关键难题。另外,在标准基准计算测试中,Willow展示了非常高的性能。

量子比特利用叠加态来进行计算,对环境扰动极其敏感。通常量子比特越多,发生的错误就越多,而新研究有助于解决这一难题。这一已发表在《自然》杂志上的研究显示,在Willow芯片中使用的量子比特越多,系统的错误率越低,“取得了‘低于阈值’的历史性成就,即在增加量子比特数量的同时降低错误率”。

谷歌量子人工智能实验室创始人和领导者哈特穆特·内文表示,谷歌首创的随机电路采样(RCS)基准,已被广泛用于量子计算领域,是当今量子计算机可完成的难度最高的经典基准。Willow基于该基准取得了惊人表现,在不到5分钟的时间完成了当今领先的超级计算机需要10的25次方才能完成的计算。

“祖冲之三号”最新成果发布

本报电(记者徐靖)近期,由中国科学家研制的105个量子比特的“祖冲之三号”量子计算机在arXiv线上发表,实现目前超导量子计算的最强优越性。

量子计算优越性是指量子计算机在特定的问题上求解上,表现出超越经典计算机的能力,从而解决超级计算机无法在短时间内解决的计算任务。量子计算优越性是量子计算具备应用价值的前提条件。

中国科学技术大学超导量子团队正在基于“祖冲之三号”处理器开展相关工作,计划实现码距为7的表面码逻辑比特,并进一步将码距扩展到9和11,为实现大规模量子比特的集成和操纵铺平道路。“祖冲之三号”超导量子计算机在前代的基础上,进一步优化了设计与工艺,在比特数与性能上有了提升。

本版责编:智春丽 陈世涵 董映雷 版式设计:张丹峰

量子计算,未来不可限量

「瞰前沿」

郭光灿

量子企业聚集度较高,全球占比超过60%。国际商业机器公司(IBM)作为全球量子计算领跑者,于2023年12月发布1121比特量子处理器Condor,并推出首款模块化量子计算机IBM Quantum System Two。近期,美国谷歌公司开发的一款量子芯片Willow,首次实现了“低于阈值”的量子计算——即在扩展量子比特数量时,能够降低误差率,这是量子计算领域一个重要里程碑。加拿大、日本、中国的量子计算团队也在迅速向几百、上千比特迭代。本源量子于2024年1月上线“本源悟空”超导量子计算机,搭载由72个计算比特和126个耦合比特构成的量子芯片。

量子计算与超级计算、智能计算的融合发展正成为现实。全球主要国家正在加快布局建立量子经典协同计算平台。2023年,国际商业机器公司(IBM)在加拿大、西班牙的超算中心部署127比特量子计算机。欧盟将6台高性能量子计算机集成到捷克、法国、德国、意大利、波兰和西班牙的各个超算中心,组成欧洲的量子计算网络。日本理化研究所(RIKEN)在日本产的64比特超导量子计算机和超级计算机“富岳”之间建立通信链路。2024年,“本源悟空”成功接入上海超算中心、国家超算郑州中心、长三角枢纽芜湖集群,软件层面实现不同算力的弱耦合。合肥先算中心率先在国内启动超量融合中心建设,即将试点部署真实量子计算机。

各国积极发展应用生态,“量子实用”随时可能爆发。全球有超过100个企业案例活跃在能源、医疗保健、金融、汽车、航空航天、物流等行业。国际商业机器公司(IBM)的研究证明,利用量子经典协同工作,100+比特量子计算机可以探索化学、材料领域的实用级问题,并与化工、汽车、能源、航空等领域的众多合作者迅速推进应用,行业内预测量子计算产生商业价值的时间大大提前。

实用化量子计算机发展可分为3个阶段。第一阶段,实现量子计算优越性的实验室阶段。当前的超级计算机已经无法顺利求解某些特定的海量数据、高复杂度问题,若研制出50到100个逻辑量子比特的高精度专用量子计算机,就可在此类问题上充分展示其“量子优越性”,实现高效率求解。然而,量子芯片的高效运行并非孤立存在,它还需要一个完善的硬件系统来支持,包括量子芯片封装技术、量子芯片测试平台以及量子测控系统、相关元器件等。其中,量子芯片测试平台由极低温稀释制冷机及配套设施构成,为量子芯片提供接近绝对零度的极低温环境、红外辐射噪声屏蔽、磁场噪声屏蔽和极低的机械振动等高度隔离的运行条件,同时还需要高效率的导热组件及时带走量子芯片运行时产生的热量。

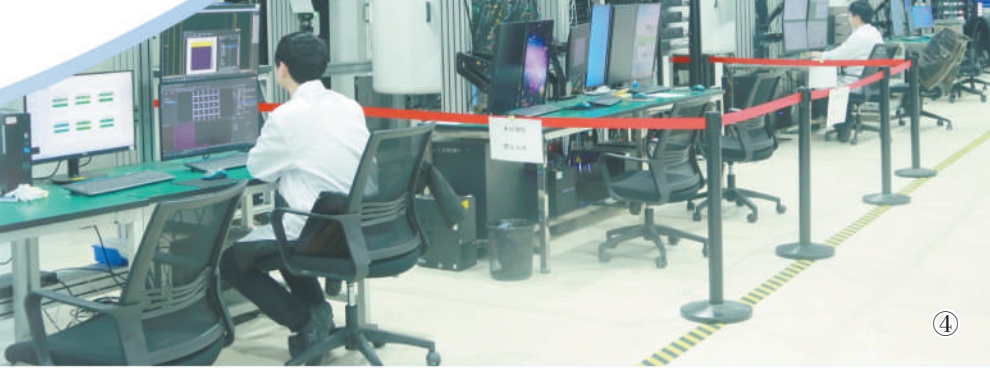
量子计算测控系统负责量子芯片所需信号的生成、采集、控制与处理,是实现量子芯片编程的关键工具。它如同一名精通量子语言的“翻译官”,将人类世界的复杂问题转化为量子芯片能够理解的“语言”,并引导量子芯片进行高效的计算。

在软件技术方面,量子计算机同样需要一套完整的软件系统来支持其运行,包括量子计算机操作系统、量子语言编译器、量子应用软件以及量子计算机集成开发环境等。这些软件系统不仅为用户提供量子程序的编程和操作界面,还需要对接硬件,将程序转换为硬件所需的指令信号,确保量子计算机能够高效、准确地执行各种计算任务。

从全球布局来看,美国和欧洲是量子产业生态的活跃地区,欧美国家的量子企业聚集度较高,全球占比超过60%。国际商业机器公司(IBM)作为全球量子计算领跑者,于2023年12月发布1121比特量子处理器Condor,并推出首款模块化量子计算机IBM Quantum System Two。近期,美国谷歌公司开发的一款量子芯片Willow,首次实现了“低于阈值”的量子计算——即在扩展量子比特数量时,能够降低误差率,这是量子计算领域一个重要里程碑。加拿大、日本、中国的量子计算团队也在迅速向几百、上千比特迭代。本源量子于2024年1月上线“本源悟空”超导量子计算机,搭载由72个计算比特和126个耦合比特构成的量子芯片。

全球主要国家加快布局量子计算

从全球布局来看,美国和欧洲是量子产业生态的活跃地区,欧美国家的量子企业聚集度较高,全球占比超过60%。国际商业机器公司(IBM)作为全球量子计算领跑者,于2023年12月发布1121比特量子处理器Condor,并推出首款模块化量子计算机IBM Quantum System Two。近期,美国谷歌公司开发的一款量子芯片Willow,首次实现了“低于阈值”的量子计算——即在扩展量子比特数量时,能够降低误差率,这是量子计算领域一个重要里程碑。加拿大、日本、中国的量子计算团队也在迅速向几百、上千比特迭代。本源量子于2024年1月上线“本源悟空”超导量子计算机,搭载由72个计算比特和126个耦合比特构成的量子芯片。



图④:量子计算机“本源悟空”。

图⑤:量子芯片封装盒。

图⑥:科研人员在量子芯片生产线操作。

图⑦:“本源悟空”机群。

图⑧:量子计算机部件“高密度微波互连模组”。

图⑨:量子芯片测试平台。

图⑩:量子芯片测试平台。

图⑪:量子芯片测试平台。

图⑫:量子芯片测试平台。

量子计算机,这一曾被视为科幻的技术奇迹,如今正逐步从理论走向现实,并在不断迭代中展现其颠覆性的计算潜力。

一个量子比特可以同时存储0和1两个数

量子力学是20世纪以来最重要的科学进展之一。随着第一次量子科技革命的推进,量子信息科学迎来了新一轮的快速发展。进入21世纪,量子科技革命的第二次浪潮来临,催生了量子计算、量子通信、量子测量等一批新兴技术,极大地改变了和提高了人类获取、传输和处理信息的方式和能力。

如果把量子科技比作一架“飞机”,那么量子计算就相当于飞机的“发动机”,量子通信就相当于飞机的“无线电”,量子测量就相当于飞机的“雷达”。量子计算是利用量子技术获取更强算力,量子通信是利用量子技术获得更安全通信,量子测量是利用量子技术获得更精准的测量。

量子计算的发展最早可以追溯到上世纪80年代,物理学家理查德·费曼首次提出量子模拟的概念,之后科学家通过一系列验证性实验论证了量子计算的可行性,指出可利用量子计算机求解电子计算机(经典计算机)难以解决的问题。

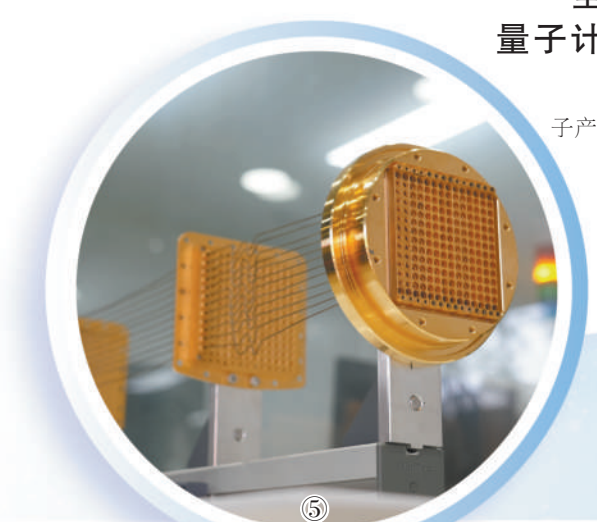
在随后的几十年里,理论物理学家不断完善量子计算的理论基础,包括量子比特的引入、量子叠加态和量子纠缠等特性的揭示。1994年,彼得·肖尔提出的肖尔算法和洛夫·格罗弗的格罗弗量子搜索算法,更是进一步展示了量子计算机在解决特定问题上的高效性。

相比于经典计算机,量子计算机具备一些独有的特性。首先,一个经典比特具有0和1两种可能的状态,在同一时间只能处于其中的某一个状态;而一个两能级量子比特可以处于0态和1态的叠加态,也就是说一个量子比特可以同时存储0和1两个数。其次,多个经典比特之间是独立的,而量子比特之间组成的是一个复合系统。这些特性共同导致量子计算机与经典计算机相比具有两个显著优势:一是量子计算机信息存储量随比特数的增多呈指数级增长,理论上当比特数足够大(例如比特数达到250个)时,量子计算机能够存储的数据量比宇宙中所有原子的数目还要多;二是量子计算机是对量子比特构成的整个复合系统进行操作,可以将其理解成一种原理上的“并行计算”,这是经典计算机无法实现的。

从概念走向实践的量子计算机

当前,量子计算新技术研究路径尚未收敛,主要包括超导、离子阱、光量子、量子点、冷原子等。从技术研发上看,超导路线拥有最多的技术追随者。

基于超导量子位的量子计算是一种最早被提出和研究的量子计算实现方法,它基于超导性能的材料,使用电荷量子比特、磁通量子比特和相位量子比特这3种方式形成量子比特。超导量子比特在操控、耦合、测量、扩展等方面具有显著优势。过去几十年里,超导量子计算有一定的发展,实现了与量子态所需精度相当的高精度控制、微波单光子状态的制备等主要技术。超导技术路线的缺点是易受环境噪声影响使得退相干时间变短,进而增加量子比特的操作难度。当前国际商业机器公司(IBM)开发的超导量子芯片比特数量已进入千位时代,在全球已部署了70余台量子计算机。拥有72个计算量子比特的中国第三代自主超导量子计算机“本源悟空”已完成137个国家用户的30万个量子计算任务。其他研究路径上,各有所长,各自推进。



图①:量子计算机怎么做计算?

图②:量子体积越大,量子计算机就越厉害吗?

图③:量子计算如何影响未来科技?

图④:量子计算机怎么做计算?

图⑤:量子计算机怎么做计算?

图⑥:量子计算机怎么做计算?

图⑦:量子计算机怎么做计算?

图⑧:量子计算机怎么做计算?

图⑨:量子计算机怎么做计算?

量子体积是衡量量子计算机性能的一个重要指标,就像是量子计算机的“肌肉块头”,越大就越强壮!它可不是只看量子比特数量,还得考虑设备连接、相干时间、测量误差等好多因素。量子体积越大,量子计算机可能解决的实际复杂问题就越多,诸如化学模拟、财务风险建模、供应链优化等都可借此更为完善。

量子计算能解决很多经典计算机难以或无法高效解决的问题。经典计算机模拟一种药品的化学结构可能需要几年时间,量子计算机只需要几天。量子计算机将加速科研进程,推动材料科学、化学、生物学等领域的创新发展;优化金融服务行业,提高市场预测的准确性;助力人工智能向更深层次发展;推动生物信息和基因组学的发展,实现更精准的医疗诊断和治疗;构建更加安全的加密系统,保障信息安全。

量子计算就像是一把打开未来科技大门的钥匙,将帮助我们走向一个更加智能、高效、安全的全新技术时代。

资料来源:中国科学技术大学

「趣科普」

1 量子计算机怎么做计算?

经典计算机用二进制(0和1)进行计算,就像马车只能一步一步往前走。量子计算机则利用量子的叠加态和纠缠态,能同时处理多个计算任务,如汽车一般能加速、转弯甚至漂移,速度飞快!

科学家利用量子的特性,设计出了复杂的算法和量子电路,就像给量子设定了一个舞台和剧本,让它们按照规则进行表演,从而得出精确的计算结果。当然,这背后的数学和物理原理非常深奥,可以简单理解为:量子虽然“模糊”,但通过科学家的巧妙设计,能做出十分精确的计算。

2 量子体积越大,量子计算机就越厉害吗?

量子体积是衡量量子计算机性能的一个重要指标,就像是量子计算机的“肌肉块头”,越大就越强壮!它可不是只看量子比特数量,还得考虑设备连接、相干时间、测量误差等好多因素。量子体积越大,量子计算机可能解决的实际复杂问题就越多,诸如化学模拟、财务风险建模、供应链优化等都可借此更为完善。

3 量子计算如何影响未来科技?

量子计算能解决很多经典计算机难以或无法高效解决的问题。经典计算机模拟一种药品的化学结构可能需要几年时间,量子计算机只需要几天。量子计算机将加速科研进程,推动材料科学、化学、生物学等领域的创新发展;优化金融服务行业,提高市场预测的准确性;助力人工智能向更深层次发展;推动生物信息和基因组学的发展,实现更精准的医疗诊断和治疗;构建更加安全的加密系统,保障信息安全。

量子计算就像是一把打开未来科技大门的钥匙,将帮助我们走向一个更加智能、高效、安全的全新技术时代。