

2025年量子芯片将行至何处？



图为“祖冲之三号”量子处理器示意图

本报记者 张心怡

2024年最后一个月，谷歌和中国科学技术大学(以下简称“中科大”)先后发布105比特的超导量子芯片，再度点燃了产业界对量子计算的热情。

2024年最后一个月，谷歌和中国科学技术大学(以下简称“中科大”)先后发布105比特的超导量子芯片，再度点燃了产业界对量子计算的热情。

谷歌团队基于量子处理器 Willow，破解了困扰量子纠错领域近30年的关键问题，使量子纠错能够随着量子比特数的增加“越纠越对”，还在5分钟内完成了当前最强大的超级计算机之一需要10⁵年才能完成的计算任务。

中科大团队基于量子处理器“祖冲之三号”，实现了比谷歌(SYC-67和SYC-70实验)更大规模的随机电路采样，经典模拟成本(经典计算机模拟该任务的成本)提升了6个数量级，树立了量子计算优势的新基准。

在电路规模、纠错效率、保真度、相干时间、处理能力上，量子芯片都取得了新的进展。

更大规模的量子电路

基于“祖冲之三号”量子处理器，中科大团队实现了比谷歌上一代量子处理器“悬铃木”更大规模的随机电路采样，提高了当前量子硬件功能的上限。

在基于“祖冲之三号”的随机电路采样实验中，中科大团队构建了32次循环、83个量子比特的随机量子电路。此前，最大规模的随机量子电路由谷歌基于“悬铃木”处理器实现，包括32次循环、67个量子比特的SYC-67实验和24次循环、70个量子比特的SYC-70实验。

除了使用更多量子比特，中科大团队的随机量子电路还追平了谷歌的循环数。循环数指线路深度，每一个循环包含单量子比特门和双量子比特门各一层。循环次数的增加，意味着能够实现更大的量子电路体积。

量子纠错新突破

由于量子比特容易受到环境中的噪声和干扰，变得不稳定，远高于

经典计算的错误率就成为量子计算的一大挑战。1995年，麻省理工学院应用数学教授彼得·肖尔(Peter Shor)提出量子纠错理论，将多个物理量子比特编码为逻辑量子比特，基于两者的映射关系来检测并纠正错误。

在量子纠错的过程中，增加物理量子比特的数量能够提升对物理错误的抑制能力，但也会导致错误的增加。因而，错误必须足够稀疏，才能使量子计算的逻辑性能随着编码规模的扩大而增强。

2024年12月，谷歌量子AI团队发布了一项基于Willow的突破性进展：随着量子比特数量的增加，错误率降低，使量子纠错“越纠越对”。

在基于Willow的量子纠错实验中，逻辑量子比特以低于量子纠错阈值的错误率运行。谷歌团队测试了表面码码距为3、5和7的物理量子比特阵列，错误率随着码距增加依次减半。

国盾量子云平台负责人储文皓向《中国电子报》记者表示，低于阈值的量子纠错，为量子计算芯片的Scaling Law(缩放定律)奠定了基础，只要产业界能通过工艺技术集成更多的量子比特，并提升量子计算机整机的工程化规模，就能够实现码距为9、码距为11，甚至码距为2n+1的大规模纠错结构，且纠错效率、保真度以及量子比特寿命都将随之提升。

正确率提升

在量子计算测试中，“祖冲之三号”和Willow都实现了高保真度。

“祖冲之三号”单比特门、双比特门和读出保真度分别为99.90%、99.62%和99.18%。

在量子纠错测试中，谷歌Willow单比特门、双比特门、读取错误率的中位数分别为0.035%、0.33%和0.77%，也就是保真度中位数分别为99.97%、99.67%和99.23%；在RCS基准测试中的单比特门、双比特门、读取错误率

中位数分别为0.036%、0.14%和0.67%，也就是保真度中位数分别为99.96%、99.86%和99.33%。

据储文皓介绍，量子保真度分为读取保真度、单比特门保真度、双比特门保真度，指代的是在量子计算中，对于单个或多个量子比特进行同时操作以及整体读取时的正确率。保真度越高，对量子比特的操控和读取就越准确。

相干时间延长

另一个重要进展是相干时间的延长。“祖冲之三号”的能量弛豫时间(T1)和相位弛豫时间(T2)分别提升至72μs和58μs。Willow的T1时间提升至100μs，是上一代悬铃木处理器的5倍。

相干时间是比特能够维持量子状态的时间，相干时间结束后，量子比特会坍塌，无法再执行计算。更长的相干时间意味着量子能够维持更长时间的叠加态，完成更多计算。

据国仪量子介绍，T1时间和T2时间是相干时间的两个主要参数。T1时间是量子比特从高能态(激发态)返回到低能态的时间，类似于经典计算就是经典比特从1变回0的时间；T2时间是量子比特在叠加态中保持相位信息的时间，T2时间结束后，量子比特会丢失所携带的信息。较长的T1和T2时间，使量子比特可以在较长时间内保持稳定的状态，从而提高计算的准确性和可靠性。

更强的处理能力

基于量子比特规模的增加、操作保真度的提升、相干时间的延长以及工艺技术的改善，Willow和“祖冲之三号”在随机电路采样(RCS)基准测试中，都展现出较上一代量子处理器的更好成绩，进一步展现了量子计算优越性。

Willow在5分钟内，完成了当前最强大的超级计算机之一需要10⁵年才能完成的计算任务。

“祖冲之三号”在几百秒内实现

了对100万个样本的采样，同等任务需要经典超级计算机Frontier大约6.4×10⁵年才能复制，经典模拟成本(经典计算机模拟该任务的成本)较谷歌的SYC-67和SYC-70实验提升了6个数量级，树立了量子计算优势的新基准。

2025年被寄予厚望

2025年，被联合国定为“量子科学与技术之年”。产业界有望在2025年看到更大量子比特规模的量子处理器及其工程化集成系统。按照量子计算路线图，谷歌将在2025年之后实现其“6个里程碑”中的第3个，即构建1000物理量子比特的量子计算机，并编码1个长寿命的逻辑量子比特。IBM将在2025年发布包含1386量子比特、具有量子通信链路的多芯片处理器“Kookaburra”。作为演示，IBM会将3个Kookaburra芯片接入一个包含4158量子比特的系统中。

在谷歌围绕“具备纠错能力的实用量子计算机”设计的路线图中，每一个里程碑的实现，都会将物理量子比特的数量提升10倍。如果芯片工艺能够匹配量子计算的脚步，量子芯片或将迎来自己的“摩尔定律”。

“最重要的是如何基于现有的芯片技术、芯片产业，去做好量子计算芯片在未来5到10年内的Scaling(扩展)。无论是把它的设计方案进一步精进，减少芯片制造过程中的薄膜缺陷、电路差损等问题，还是更好地嵌入现有的微纳加工工艺，在更微缩的制程上实现芯片的制备和表征，以及更好地实现封装工艺或者更底层技术范式的革新。”储文皓告诉《中国电子报》记者。

除了量子芯片，超导量子计算系统还包括低温组件、包含稀释制冷机的极低温极低噪声平台、室温电子学测控系统、操控软件及系统等。储文皓表示，更大规模的稀释制冷机、更低温的射频电子学设备和传输设备，以及更加高效智能的基础软件，将与量子芯片的迭代一起，推动量子计算的创新发展。

FPGA公司Altera宣布脱离英特尔

本报讯 近日，Altera在国外社交平台X上声明称：“今天，Altera正式成为一家独立的FPGA公司。”并附上了Altera首席执行官Sandra Rivera位于美国加州圣何塞Altera总部展示公司旗帜的照片，这标志着该公司正式结束了与英特尔长达8年以上的从属关系，正式宣布“独立”运营。

据了解，Altera和英特尔的历史渊源颇深，不仅互有收购，也使Altera经历了独立、被收购、重新独立的过程。

1983年成立的Altera，在1984年就与英特尔建立了长期合作伙伴关系，并于1988年通过首次公开募股(IPO)成为上市公司，甚至在1994年，它仍以5000万美元收购了英特尔的PLD业务，这也使其在可编程逻辑市场的份额提升至约20%，成为全球第二大FPGA厂商。

2015年6月，英特尔为了拓展当时高速发展的数据中心业务，更好地满足数据中心对高性能、可定制化芯片的需求，以167亿美元的高价收购了Altera，被收购之后的Altera成为英特尔新的业务单元——可编程解决方案事业部(PSG)。

但在整合过程中，双方业务未能发挥“1+1>2”的效果，Altera的市场份额没有得到明显提升。2023年10月4日，英特尔宣布将剥离上述可编程解决方案事业部，计划自2024年1月1日起让其作为独立业务运营。2024年3月1日，英特尔正式将拆分的可编程解决方案事业部重新更名为Altera，任命当时还是英特尔执行副总裁兼可编程解决方案事业部首席执行官的Sandra Rivera为首席执行官。在2024年3月，英特尔宣布将PSG作为独立业务运营，转型为大型独立FPGA制造商，公司的新名称沿用“Altera”。

当时，Sandra Rivera表示，Altera将通过打造集成AI功能的FPGA等举措，在通信、云、数据中心、嵌入式、工业、汽车等领域提供具备AI功能且便于应用的解决方案，以应对FPGA预计将达到550亿美元规模的市场机遇。

业内专家表示，考虑到此前英特尔就有拆分汽车自动驾驶公司Mobileye并推进其上市的操作，如果Altera的运营战略取得成功，后续英特尔也可能推动Altera上市。(许子皓)

中微公司宣布在成都设立子公司

本报讯 记者许子皓报道：近日，中微半导体设备(上海)股份有限公司(以下简称“中微公司”)发布了对外投资设立全资子公司的公告。公告显示，中微公司拟在成都高新区投资设立全资子公司中微半导体设备(成都)有限公司，建设研发及生产基地暨西南总部项目。中微公司表示，该项目的实施将有助于公司扩展集成电路设备业务范围，增强研发能力和扩大产能，巩固公司在高端半导体设备领域的优势地位。

据了解，中微半导体设备(成都)有限公司的注册资本为1亿元，中微公司将在2025年至2030年期间投资约30.5亿元，用于该公司在成都高新区建设研发中心、生产制造基地、办公用房及附属配套设施，配备先进的自动化生产线和高

精度检测设备，满足量产需求。此外，该公司将积极推动公司上下游供应链企业落户成都高新区，推动形成半导体高端装备产业链集群。

中微半导体设备(成都)有限公司作为中微公司的西南总部项目，将面向高端逻辑及存储芯片，开展化学气相沉积设备、原子层沉积设备及其他关键设备的研发和生产工作。公司将在设立后，加强与成都高校和科研院所等的合作，通过联合研发、创新人才培养等形式，推动产学研一体化，提升区域科技创新能力。

中微公司表示，该项目计划于2025年启动建设，2027年正式投入生产。预计到2030年，中微半导体设备(成都)有限公司的年销售额将达到10亿元，助力区域性半导体产业链的升级。

康佳拟收购宏晶微电子

本报讯 记者吴修齐报道：近日，康佳集团发布公告称，拟购买宏晶微电子科技股份有限公司78%股份，并募集配套资金。康佳表示，收购宏晶微电子可进一步完善其在半导体产业链中的布局，带来新的增长点。

康佳表示，宏晶微电子在多媒体芯片设计方面具有技术优势，且宏晶微电子的芯片产品应用广泛，其半导体业务可与康佳的消费电子业务、光电业务形成纵向协同。通过收购宏晶微电子，康佳可以提升其在高端显示终端等上游核心芯片的自主可控能力，进一步完善其在半导体产业链中的布局。同时，此次收购可以为康佳的封装业务及PCB业务带来协同增长潜力，拓展半导体业务的应用领域，进入更多高附加值的市场。

据了解，本次交易预计不构成重大资产重组、关联交易及重组上市，以发行股份的方式支付交易对

价，发行股份购买资产的发行价格为3.64元/股。本次交易的具体交易价格及股份支付数量尚未确定。

康佳集团主营业务为消费电子、半导体及存储芯片、PCB。在消费电子业务领域，产品主要涵盖内外销彩电，以及冰箱、洗衣机、空调、冷柜等白电；在半导体领域，主要在存储、光电等领域进行布局。其中光电领域主要聚焦Micro LED及Mini LED芯片、巨量转移、显示三大业务板块；在PCB领域，聚焦新能源、汽车电子、通信及数据中心、新消费电子四大电子领域。

宏晶微电子科技股份有限公司成立于2009年，主要从事音视频采集芯片、传输芯片、处理芯片、屏控芯片设计与销售业务。宏晶微电子2015年在新三板挂牌，2019年1月终止挂牌。宏晶微电子2022年、2023年及2024年前11月营收分别为2.91亿元、2.86亿元和2.69亿元。

中国电子报

全媒体

权威性高 传播力强 覆盖面广 影响力大

融媒体服务



- 报纸出版
- 官方网站(电子信息网www.cena.com.cn)
- 官方微博(公众号cena1984)
- 官方微信(http://weibo.com/cena1984)
- 视频平台
- 现场服务(视频制作、在线直播、在线会议等)
- 平台推广
- 内参专报
- 行业报告
- 图书出版

会展服务



- 会议活动
- 专业大赛
- 展览展示
- 专业培训
- 政府服务
- 指数发布
- 编辑推荐
- 产品评测
- 企业定制
- 舆情监测
- 数据挖掘
- 招商引资

中国电子报社创建于1984年。目前拥有集报纸、网站、微信、微博、音视频、第三方平台等全媒体服务，集会议活动、展览展示、专业大赛、定制服务等会展服务于一体的立体化、多介质系列产品，是促进行业高质量发展的“喉舌”与“纽带”。《中国电子报》是具有机关报职能的权威媒体。《中国电子报》全媒体面向工业和信息化领域，聚焦集成电路、新型显示、智能终端、信息通信、人工智能、物联网、工业互联网、移动互联网、大数据、云计算、区块链、应用服务等电子信息完整产业链。《中国电子报》全媒体日均触达用户量超过200万。

立足电子信息业
服务新型工业化

国内统一连续出版物号：CN11-0005
邮发代号：1-29



在这里让我们一起把握行业脉动
www.cena.com.cn

地址：北京市海淀区紫竹院路66号赛迪大厦18层
电话：010-88558808/8838/9779/8853
传真：010-88558805

广告