

“祖冲之三号”问世

# 我们离用上量子计算机还有多远

近日,中国科学家在超导量子计算领域取得重大突破,成功构建出具有105个量子比特的“祖冲之三号”超导量子计算原型机,并通过随机线路采样(RCS)实验再次刷新量子计算优越性纪录,处理“量子随机线路采样”问题的速度比目前国际最快的超级计算机快千万亿倍。该成果以封面论文的形式正式发表于国际权威物理期刊《物理评论快报》(Physical Review Letters,简称PRL)。

快千万亿倍是多快?量子计算优越性又是什么意思?“祖冲之三号”这次进展究竟意味着什么?我们离用上量子计算机还有多远?接下来让我们一起来一探究竟。

## “祖冲之三号”这次突破究竟有多大?

量子具有叠加态,这意味着每个量子比特都可以同时编码2个状态。当量子比特的数量不断增加时,量子系统能够编码的状态数量会呈现出指数级的爆炸式增长。

如果我们把量子处理器比作一个超级大脑的话,那么量子比特就相当于大脑中的神经元。神经元的数量越多,大脑处理的信息就越复杂、越庞大,也就意味着它能够解决更困难的问题。

“祖冲之三号”拥有105个量子比特,能够编码2的105次方个状态,相比它的前一代——拥有66个量子比特的“祖冲之二号”,二者的编码状态空间大小就相差了约5000亿倍。当然,这仅仅是编码空间的差距,在衡量实际计算能力的差距时还需考虑量子门操作和读取的保真度。

“保真度”是量子计算中非常重要的概念,简单来说,保真

度就像是量子操作的“精准度”,用来衡量实际操作和理想操作之间的相似程度。保真度越高,说明实际量子操作越接近理想状态,误差就越小。

“祖冲之三号”量子计算机在三个关键指标上取得了很高的保真度:并行单比特门保真度达到99.90%、并行两比特门保真度达到99.62%、并行读取保真度达到99.13%。这些高保真度的实现,就像是给量子计算机装上了高精度的“眼睛”和“手”,让它能够更准确地执行复杂的量子算法。

所以,“祖冲之三号”的成功构建,一方面极大地提高了量子计算机计算能力的上限,使其能够处理更加复杂的问题;另一方面,也为量子纠错提供了更多的资源,有望实现码距更高的表面码逻辑比特,从而降低量子计算的错误率,推动量子计算机从实验室走向实际应用。

## 科学家们追求的量子计算优越性,究竟意味着什么?

在提到量子计算以及量子计算优越性时,绕不开一个词:量子随机线路采样(RCS)。它是目前衡量量子计算机性能的重要标准。

在经典计算机的计算过程中,通常是先将待处理的数据输入系统,然后依据特定算法执行一系列的逻辑门操作,这些操作完成后,得到的处理后数据就是计算结果。量子计算机的计算过程与之类似。

而量子随机线路采样,就是先将量子信息导入,接着运行一系列的量子逻辑门操

作,最后对最终的量子态计算结果进行取样。量子随机线路取样任务中的随机性主要体现在科学家们会随机选取多种量子逻辑门操作,从而获得多种随机的量子态计算结果。而通过对这些计算结果进行统计分析,可以得到量子计算机在多种情况下的计算结果的准确程度,进而全面评估量子计算机的整体性能。

因此,可以说,在实现量子随机线路采样上表现越好,量子计算机的性能越强。而当量子计算机在某些特定问

题上的计算能力能够超越最强的经典计算机时,我们就把它称为量子计算优越性。

“量子计算优越性”的研究具有里程碑意义,它不仅验证了量子力学原理在计算领域的可行性与潜力,也为量子计算理论发展提供了实验支撑,展示了量子计算机真正地提供超越经典计算机算力的能力,推动了第二次量子革命的进展,也为量子计算机向着终极目标——实现可容错的通用量子计算机——奠定了坚实的基础。

## 我们离用上量子计算机还有多远?

“祖冲之三号”超导量子计算原型机实现了目前超导体系最强量子计算优越性,是不是意味着我们就快用上量子计算机了呢?

如今,随着人工智能、气候模拟等领域的复杂度飙升,受限于晶体管逼近物理极限,摩尔定律逐渐失效,我们使用的经典计算机已难以满足指数级增长的计算需求。于是,人们寄希望于量子计算机,希望量子计算机能够早日实现应用,帮助我们解决算力提升的问题。

然而,要实现量子计算机

的实用化,并不是一蹴而就的事情。

目前,科学家们把量子计算的发展整体分为三个阶段:

第一阶段:实现量子计算优越性,相干操纵50多个量子比特,对特定问题的计算能力超越最快的超级计算机。

第二阶段:实现专用量子模拟机,相干操纵数百至上千个量子比特,用于解决经典计算机无法胜任的诸如量子化学、高温超导机理、拓扑物态等重要科学问题。

第三阶段:实现通用容错量子计算机,在量子纠错的辅

助下相干操纵至少上百万量子比特,用于解决经典密码破解、人工智能、材料设计、生物制药等领域的计算难题。

想要达到量子计算机发展的第三个阶段——通用可容错的量子计算机,实现量子计算的全面实用化,需要借助量子纠错算法来降低逻辑比特的错误率。

**审核:查辰,中国科学技术大学上海研究院博士后,论文第一作者**

**策划:史文慧、阎冬  
出品:科普中国**

东莞市哈珀电子商务有限公司遗失公章、财务专用章、发票专用章、法人章各一枚,现声明作废。  
云浮市锦顺运输有限公司遗失公章(编号:4453020043729)一枚,现声明作废。  
遗失声明:黄锋锋于2025年3月6日不慎遗失身份证件,证号62050219901019335X,现声明作废。  
广东全通教育科技集团有限公司遗失出版物经营许可证副本,证号:新出发粤T零字2024037号,声明作废。  
广州美程电子商务有限公司遗失公章(编号:4401110971661)、财务专用章(编号:4401110971662)、发票专用章(编号:4401110971663)、合同专用章(编号:4401110971664)、法人章(姓名:曾国明,编号:4401110971665)各一枚,现声明作废。  
广州市海珠区捌号便利店遗失广州市海珠区市场监督管理局核发的食品经营许可证正本,核发日期:2022年8月4日,许可证编号:JY24401050446171(1-1),声明作废。  
陈俊平警官证丢失,警号:094244,特此声明作废。2025年3月7日。  
彭秋兰于2025年3月6日不慎遗失身份证,证号:440883199910121985,本人已申领新证,原证已失效,特此声明。  
陈欣茹在2025年3月6日不慎遗失身份证,证号:440823200408023668,自见报之日起不承担被人冒用而引发的一切法律责任,特此声明。  
遗失声明:文涛于2025年3月5日不慎遗失身份证件,证号:430726199505273710,现声明作废。后续由此产生的经济与法律纠纷与本人无关。  
马楚廷遗失汕头市潮阳区和平镇下寨股份经济合作社开具的上交农民公寓第一期购

房款三房二厅收据。票号:0193906,金额:250000,声明作废。  
遗失声明:林全育于2025年3月8日不慎遗失身份证件,证号:440902199109240871,现声明作废。凡2025年3月8日用该身份证办理诸如网贷等事宜均非本人操作。特此声明。  
马子晗于2025年3月8日不慎遗失身份证,证号:320122199507070016,本人已申领新证,原证已失效,特此声明。  
卢隆文遗失身份证,证号:440222199601010354,声明作废。  
梁芳遗失珠海银沙物业管理有限公司开具的保证金收据2张,编号02938391,编号23979462,声明作废。  
遗失声明:吴本礼于2025年3月9日不慎遗失身份证件,证号:440882200508102750,现声明作废。  
邓非遗失普通高等学校(南宁师范大学师园学院大学)毕业证书,电子注册号:1364242023000258,特此声明。  
陆丰市城东新红家电维修部(个体工商户)遗失法人:唐林江私章一枚,声明作废。  
遗失声明:梁凯军于2025年3月11日不慎遗失身份证件,证号:43138220041012\*\*\*\*,现声明作废。  
林海林于2025年3月10日不慎遗失身份证,证号:440582198402110633,本人已申领新证,原证已失效,特此声明。  
本人李琴不慎遗失医师资格证书原件一本,编码:202244110362227199505153228,声明作废。  
黄家升遗失身份证,证号:441721200310235518,声明作废。  
牛坤遗失士兵证,证件号码:20170003756,

特此声明。  
遗失声明:黎广洪遗失《广州市白云区均禾街石马经济合作社收款统一收据》一张,金额10000万,编号0004258,声明作废。  
遗失声明:曾泽豪于2025年3月10日不慎遗失身份证件,证号440513200212055052,现声明作废。  
遗失声明:胡孔花于2025年3月11日不慎遗失身份证,500243199102136620,现声明作废。  
遗失声明:曾庆山于2025年3月10日不慎遗失身份证件,证号:360721199409129014,现声明作废。  
曹添豪在2025年3月12日不慎遗失政府专职消防员证,编号:110119006,现特此声明作废。  
刘梅菊身份证遗失,证号:430481200609245208,自见报之日起不承担被人冒用而引发的一切法律责任,特此声明。  
郑坚龙2025年3月11日因保管不善遗失广东省司法厅2024年5月14日颁发的律师执业证书,律师执业证书号:14403202010276550,执业证书流水号:11924028,现声明作废。  
谭国栋于2025年3月10日不慎遗失身份证,证号:511602200301140318,本人已申领新证,原证已失效,特此声明。  
叶建校遗失身份证,证号:441523199603127015,声明作废。  
遗失声明:梁冬于2025年3月10日不慎遗失身份证件,证号:142621198912191510,现声明作废。  
黄汉彬不慎遗失高州市农村集体经济组织成员股权证,证号:

N1440981MF5145828L-0046,声明作废。  
遗失声明:黄俊丰于2025年3月1日不慎遗失身份证件,证号:445281199504151379,现声明作废。  
凌国文遗失政府专职消防员证,证号:深专消字第070761号,声明作废。  
崔春霞(身份证号:440923199210154400)遗失普通高等学校(广东青年职业学院,国际经济与贸易专业)毕业证书(证书编号143611201506001378),特此声明。  
遗失声明:达娃祝玛于2025年3月12日不慎遗失身份证件,证号:513422200108220021,现声明作废。  
钟砚东遗失政府专职消防员证,证号:070107,声明作废。  
广州市白云区童星幼儿园拟终止办学公告:广州市白云区童星幼儿园,办学许可证号为:B44011161136190号统一社会信用代码为:52440111732960779M,税号:52440111732960779M,办学地址为:广州市白云区龙归街永兴村河塘东街9号,举办者为邓丽辉。本园因办学场地租赁合同到期原因,拟终止办学。本园根据《中华人民共和国民办教育促进法》及其实施条例的相关规定,依法制定终止方案,组织清算组进行清算,妥善安置在园幼儿,并报经审批登记机关核准登记后依法终止办学。有关本幼儿园的退费、债务清偿等问题请联系15302210383。本公告自发出之日起公告6个月,逾期不再接受退费、债务清偿等问题处理,均视为权利人弃权。特此公告。广州市白云区童星幼儿园2025年3月14日。  
广州市白云区太和实验幼儿园拟终止办学公告:广州市白云区太和实验幼儿园,办学许可证号为:B44011161133771,统一社会信用代码为:52440111558396235E,税号:

52440111558396235E,办学地址为:广州市白云区太和镇大源村11社岐山街18号,举办者为康敏。本园因办学场地租赁合同到期原因,拟终止办学。本园根据《中华人民共和国民办教育促进法》及其实施条例的相关规定,依法制定终止方案,并报经审批登记机关核准登记后依法终止办学。特此公告。广州市白云区太和实验幼儿园2025年3月14日。  
减资公告:广州拓视悦声电子科技有限公司(统一社会信用代码:91440113578047796W)经股东会决议,拟向公司登记机关申请减少注册资本,由原注册资本2382万元人民币减少至1000万元人民币,请有关债权人自本公司减资公告见报之日起45天内向本公司提出清偿债权债务或提供相应的担保请求,特此公告。  
变更公告:统一社会信用代码:524401063557202771,单位名称:广州市天河区汉海青少年体育俱乐部,地址:广州市天河区天河北路179号908房B82,法定代表人:唐婉君,变更事项:一:单位住所由“广州市天河区燕塘路20号307房”变更为“广州市天河区天河北路179号908房B82”。二:单位章程作相应变更。

跑政通:



全国登报、公证认证、公众号迁移、AAA信用认证、企业信用修复、律师函代发、翻译、正规备案刻章,一键式线上办理,咨询热线:4001081766、17364579989