



滨湖金融小镇

BINHU FINANCIAL TOWN

金融科技行业 信息汇编



2020/12/11 全球金融论坛





量子技术与金融应用

QUANTUM TECHNOLOGY AND FINANCIAL APPLICATION

量子科技的发展已经迈入新的历史时期,机遇与挑战并存。大数据时代的到来,人工智能的蓬勃发展,都将成为推动量子人工智能研究进程的内在动力。可以预见,量子计算和量子人工智能在未来几年,乃至几十年将成为全球竞相争夺的科技制高点。

2020年10月17日,习近平总书记在中央政治局第24次集体学习中强调,“要充分认识推动量子科技发展的重要性和紧迫性,加强量子科技发展战略谋划和系统布局,把握大趋势,下好先手棋。”2020年12月4日,中国科学技术大学、中科院上海微系统所等研究团队宣布合作构建了76个光子100个模式的量子计算原型机——“九章”。在“高斯玻色取样”任务时速度远超传统计算机,实现“量子优越性”(Quantum Supremacy)。“九章”的问世,奠定了我国在国际量子领域竞合的“先手棋”优势,极大地提升了我国量子产业的国际优势和竞争力。

量子(Quantum)作为现代物理学中的一个重要概念,最初由德国著名物理学家普朗克在1900年提出,后来经过爱因斯坦、海森伯、薛定谔等科学家不断完善,在上世纪的前半期,完整的量子力学理论初步建立。上世纪七十年代,科学家尝试对量子纠缠、量子相干性理论展开深度研究和变革性应用,在量子力学和信息科学的交叉研究中心,产生了量子信息技术。随着量子信息技术的神秘面纱被逐步揭开,率先拥有主导权和话语权将变得尤为重要。国家“十三五”规划对量子信息技术发展做出了明确的顶层设计,中国人民银行也对量子通信技术发展做出了明确部署。

2020年第9期金融科技行业汇编,立足合肥具有技术制高点地位的量子计算、量子通信产业,系统性梳理了量子技术在金融领域的应用,尤其是加密技术对于数字货币研发的关键性推进作用,旨在为下一步合肥市乃至安徽省,如何以优势技术吸引增量产业,推动安徽金融业率先在量子技术应用领域做出突破,提供有益的借鉴。



目录

CONTENTS



01 / 量子信息技术在金融业的探索应用 ●

- 量子通信 01
- 量子计算 03
- 量子存储 08
- 量子传感 08
- 量子防伪技术 09
- 量子神经网络 10

12 / 量子技术在金融业应用的挑战和发展 ●

13 / 专家视点 ●

- 量子计算与数字货币应互推彼此进步 13
- 量子计算的金融应用:急不得、慢不得 14



2020/12/11 总第9期





一、量子信息技术在金融业的探索应用

● 量子通信

量子通信 (Quantum Teleportation) 的理论概念是由美国科学家 Charles Bennett 于 1993 年在量子纠缠理论的基础上提出, 量子通信是指利用单个光量子不可分割和量子不可克隆原理的奇特性质, 以量子为载体 (传输信道) 进行数据传输, 是一种全新的绝对安全通信方式。量子通信包括量子保密通信、量子隐形传态、量子密集编码等研究分支。目前, 量子通信一般分为量子隐形传态 (Quantum Teleportation) 和量子密钥分发 (Quantum Key Distribution) 两类, 其中量子密钥分发逐渐成为发展势头最猛、应用最广泛的通信方案。

2016年, 继“墨子”号量子通讯卫星发射成功, 我国已逐步开始布局量子传输专线建设, 已有京沪干线、沪杭干线等远距离传输专线, 北京、上海、济南、合肥、武汉、南京、杭州、乌鲁木齐、宁波、雄安新区等城市已经实现量子网络覆盖, 江苏、新疆、深圳等地同步布局量子金融专线。

对于金融业来说, 金融活动涉及的数据传输或交换成为不可或缺的经营基础, 而如何保障这些海量数据的高效、安全传输或交换则成为金融机构的主要难题。量子保密通信技术能够在物理层面实现金融数据的加密传输, 满足金融通信安全的重大需求, 对金融业具有现实的战略意义。我国在量子保密通信领域的领先发展优势为国内金融系统的保密传输提供了新的契机, 也日益成为金融机构关注和重视的焦点。在中国人民银行和证监会等机构领导下, 国内多家银行和证券单位加入到量子保密通信应用中。

(一) 中国人民银行苏州支行量子金融专线

2017年8月, 江苏省首条量子金融专线——中国人民银行苏州支行量子金融专线正式开通。该条专线的开通, 在不改变原网拓扑结构的基础上, 为人行财务金融数据传输提供重要安全保障。

(二) 中国工商银行领先应用量子通信项目

中国工商银行在国内的量子保密通信应用中起步较早。2012年, 中国工商银行开始关注量子保密通信技术, 并与科研机构展开交流。2013年, 中国工商银行作为试点单位参与了量



子保密通信“京沪干线”技术的验证及应用示范项目,并在2015年率先实现了电子档案数据在同城内量子的加密传输。2017年2月,依托量子通信技术,中国工商银行成功实现了网上银行系统数据在京沪异地数据中心间千公里加密传输,成为全球首家实现千公里级量子保密传输的银行单位,也是我国量子通信实用化的重要里程碑。

(三) 中国人民银行人民币跨境收付信息管理系统量子应用示范项目

2017年,依托神州信息参与建设的星地一体化量子通信广域网络和北京城域网,以及神州信息提供的量子金融网络加密行业应用解决方案,实现新疆支行至北京金融信息中心之间的数据传输加密,其核心传输方式通过“墨子号”科学卫星进行天地一体的量子密钥分发和接收。这是全球首个星地一体化量子保密通信网络的成功示范工程,首次从工程上检验了星地一体量子通信应用的可行性,入选了2019中国国际软件博览会“十大优秀案例”。同时,项目还依托神州信息承建“京沪干线”和北京城域网等,实现人行金融信息中

心、北京营业管理部和工商银行、农业银行、中国银行、建设银行、光大银行、北京农商行等商业银行之间的信息加密,为金融业的安全发展打下坚实基础。

(四) 网商银行:信贷业务数据云上量子加密通讯试点

2017年3月29日,在云栖大会·深圳峰会上,阿里云公布了云上量子加密通讯案例。网商银行采用量子技术在专有云上完成了量子加密通讯试点。阿里云成为全世界第一家可以提供量子加密信息传送服务的云计算公司。

据了解,网商银行的一组信贷业务数据率先进





行了云上量子加密通讯的远距离传输“实战”。该贷款需要运用到大量的数据计算来给客户授信,服务的客户都是散落在各地的小微经营者,这就对数据是否安全抵达数据中心提出了极高的要求。这一云上量子加密由阿里云、科大国盾量子紧密合作实现。技术人员表示,该次传输在城域之间的专有云通道进行。通过对信息采用量子密钥加密,并使用量子技术对密钥进行分发,保障了数据的不可破解和密钥传递过程中的不可窃取或篡改。

除中国工商银行外,银保监会、中国银行、交通银行等银行或金融机构也进入了量子保密通信的实用化阶段,如下表所示。

量子保密通信技术应用实例

银行/机构	量子通信应用
银保监会	银保监会(北京)利用量子加密技术实现了与上海、安徽、山东等银监局的监管数据报送。
中国银行	启动京沪异地生产和灾备数据中心之间量子加密传输的应用。
交通银行	首次实现了将量子通信技术应用于网银实时交易。
北京农商银行	应用量子加密技术实现了总行、数据中心、业务处理中心之间的办公、生产、同城灾备数据的安全传输。
徽商银行	应用量子通信技术实现了徽商银行与中国金融认证中心间的数字证书信息端到端加密。
网商银行	通过部署量子保密通信设备实现了京沪之间信贷业务数据的量子通信加密传输。

● 量子计算

量子计算(Quantum teleportation)起源于上世纪八十年代,由美国著名物理学家、诺贝尔奖获得者R.P.Feynman 首先提出,它是一种遵循量子力学规律调控量子信息单元进行计算的新型计算模式。普通计算机理论模型是通用图灵机,一个比特(Bit)只有“0”或“1”两种逻辑态;量子计算机理论模型是用量子力学规律重新诠释的通用图灵机,虽然基本存储单位量子比特(Qubit)也有“0”和“1”两个逻辑态,但它可以实现多状态的线性相干叠加。当量子数为 n 时,普通计算机只能承载“0”和“1”两数 2^n 种组合中的一个,而量子计算机能承载 2^n 个叠加状态,即量子计算每一步都能对 2^n 种可能同时做出操作,实现高速并行计算。当 n 足够大时,量子计算机的计算能力将变得十分巨大。



几种主要量子计算机技术比较

技术路径		超导	半导体量子点	离子阱	光学	量子拓扑
品质因素						
比特操作方式		全电	全电	全光	全光	NA
量子比特数		50+	4	70+	76	从0到1的过程
相干时间		~50微秒	~100微秒	>1000秒	长	理论上可以无限长
两比特门保真度		94%	92%	99.9%	97%	理论上可达100%
两比特门操作时间		~50纳秒	~100纳秒	~10微秒	NA	NA
可实现门数		~10 ³	~10 ³	~10 ⁸	NA	NA
主频		~20Mhz	~10Mhz	~100Khz	NA	NA
知名研究机构 (企业)	国内	谷歌、IBM、 英特尔	英特尔、 普林斯顿、 代尔夫特	IonQ、NIST	Xanadu、MIT	微软、 代尔夫特
	国外	本源量子、浙 大、南大、北京 量子研究院	本源量子、 中科大	清华、 中科大	中科大	清华、北大、 中科院物理所
优势		可控性强， 可拓展性优 良，可依托成 熟的现有集 成电路工艺	可拓展性好， 易集成， 与现有半导 体芯片工艺 完全兼容	量子比特品 质高，相干时 间长，量子比 特制备和读出 效率较高	相干时间长， 操纵简单， 与光纤和集成 光学技术相 容，拓展性好	对环境干扰、 噪音、杂质 有很强的 抵抗能力
需突破点		极为苛刻的 物理环境 (超低温)	相干时间短， 纠缠数量少， 需低温环境	可拓展性差， 小型化难	两量子 比特之间 逻辑操作难	尚停留在 理论层面，无 器具化实现

(资料来源:中国计算机学会青年计算机科技论坛)



目前进展最快最好的是超导方向。一是超导科技可以借助现有技术促进量子计算发展,包括半导体集成、电路工艺和技术;二是超导路径的优势是可扩展性非常强,固态器件、电学方向能够使未来的量子计算与经典的计算机相兼容、融合。但未来技术更加成熟之后,或将持续发力离子阱和量子拓扑这两个前景更加广阔但很难实现的方向。谷歌、IBM、英特尔等巨头目前都押注超导或者半导体方向。

近几年,全球数据量增长率正以接近24%的速度飞快增长。根据国际数据公司的数字报告,全球数据中有90%产生于近年;预计到2020年,全球数据总和将达到44ZB(人均数据达5247GB),而中国将产生全球21%的数据,而在这些数据中,约三分之一数据具有大数据价值。依托经典计算方式实现如此庞大的数据处理,人工智能的训练学习将因数据量超出了内存和处理器的承载上限而变得十分漫长,甚至无法实现。因此,大数据的爆炸式增长,势必会给智能金融的升级带来巨大阻力。另一方面,摩尔定律趋于失效引发经典计算的能力达到瓶颈。过去半个世纪,计算机科学一直遵守着摩尔定律,即每18到24个月,集成电路上可容纳的元器件数目提升一倍,性能也增加一倍。然而,近年来摩尔定律逐渐走向崩溃,因为芯片上线条宽度逼近纳米级,晶体管只能容纳几个分子,由此会带来不可忽视的电子在不同线路之间的隧穿,使经典电子线路模型变得不再可靠。摩尔定律失效后,只能靠增加计算集群中的芯片数量提升经典计算的算力。单机多核并行、多服务器方案等,都是应对摩尔定律失效的可靠途径;但这相应地需要庞大的硬件机柜和配套的硬件机房,能耗和散热问题都将成为限制因素。以人工智能为代表的科技革命给半导体产业带来了难以承受的压力,人工智能硬件系统在技术上的局限性正日益凸显。近年来,量子计算成为炙手可热的技术热点。





(一) 升级金融服务的智能化水平

量子计算超强的并行计算能力,能够从根本解决智能金融发展面临的算力瓶颈问题,进而提升机器学习深度,达到升级智能服务水平的目的。以智能信贷为例,目前国内商业银行的信贷不良率一般在1.5%-2%,即使是掌握了先进智能技术的蚂蚁金服,也只能将信贷业务的不良率控制在1%左右。要将不良率控制在更低的水平,需要纳入更加庞大的数据量,消除数据盲点,因而必须升级硬件计算能力和计算模型。这显然超出了经典计算的算力水平。而量子计算不仅在硬件算力上具有得天独厚的优势,而且还为深度学习提供了比经典模型更丰富的框架。此外,量子计算一些算法也具有相对于经典算法的优势。例如,量子退火算法能够利用量子隧穿效应跳出局部亚优解,达到全局最优解,在智能投顾、量化投资等领域,具有广阔的应用前景。

(二) 提升智能服务的响应速度

金融业对人工智能的响应速度具有很高要求,尤其是在反欺诈、支付清算、授信等领域,智能设备的响应速度直接关乎金融机构的资金安全和客户体验。以GPU为代表的芯片技术的发展,为人工智能和机器学习的计算提速奠定了硬件基础,使得人工智能得以在过去几年真正蓬勃发展起来。目前,人工智能在金融领域应用的响应速度已达到毫秒级,具有显著优于人脑响应的速度优势。这也是人工智能得以广泛应用于金融领域的先决条件。不过,随着未来数据体量的快速膨胀,更大量级的碎片化、非结构化数据将被纳入应用,成为支撑智能金融发展的数据物料。面对如此庞大的数据计算需求,经典计算的硬件算力将很难保持住智能应用所需要的响应速度。而量子计算在计算速度方面相对于经典计算具有绝对优势,能够显著加速神经网络的训练,将智能金融的响应速度提升到一个新的水平。





(三) 缩小计算设备体积和节省能耗

经典计算资源有两个无法克服的缺陷：一是计算集群的体积问题；二是巨大的能耗问题。一方面，经典计算模式下，随着摩尔定律趋于崩溃，增加分布式服务器架构中GPU数量成为提升硬件算力的主要途径，相应地需扩大硬件机房规模，带来巨额的维护成本和硬件成本；另一方面，经典计算是不可逆且能量耗散的过程，庞大的计算集群运行中会造成巨大能耗。数据显示，2015年我国数据中心的年耗电量已达到1000亿千瓦时，超过全社会用电量的1.5%，且这一比例仍在不断上涨。而量子计算能够很好地克服经典计算的缺陷。天然的并行计算能力，使得一台量子计算机能够达到远超经典计算集群的算力，且基于量子计算的智能金融服务设备还具有轻量化、可移动的优势，可极大拓展智能金融的覆盖场景。与此同时，量子计算机能够通过么正变换实现可逆计算，解决了计算过程中的能耗问题，可大幅降低智能金融发展的能源负担。

根据波士顿咨询公司的预测，当前基于经典计算的高性能机器学习市场，有望在2030年前被量子机器学习取代。当然，聚焦到金融领域，推进量子智能金融的发展还需继续丰富量子机器学习算法，解决与金融的融合问题。这些都需要进行系统的规划和准备。





● 量子存储

量子存储 (Quantum Storage) 概念的提出, 起初用于解决远程通信中单光子在传输信道中的指数衰减问题, 后来逐渐引起了美国、欧洲和中国等方面的关注。2017年, 来自中国清华大学的段路明研究组通过利用二维量子存储列阵的方法, 将存储单元数目提升至225个, 进而使量子存储器的存储容量得到了有效的大幅提升。

量子存储技术可以应用于金融机构构建企业级基础数据平台以及大型应用系统所依赖的数据集市建设, 进一步夯实数据基础, 提升数据的准确性、有效性和安全性。

● 量子传感

量子传感器 (Quantum Sensor) 是根据量子力学规律, 利用量子效应和相应的量子算法设计, 用于





执行变换功能的物理装置。相比于传统传感器，量子传感器则在灵敏度、准确率和稳定性上都有了质的飞跃。

根据其特点，结合物联网、移动互联网等新技术，量子传感在金融业主要有以下应用。一方面提升管理效率。量子传感可应用于档案管理、凭证管理等，可以大幅提升档案保管环境的安全性、节能性和智能性，同时还能提高管理效率，降低人力成本。另一方面提升风险管理水平。量子传感可应用于抵押物定位和管理，实时对抵押物进行精确定位和跟踪，保障抵押物的安全，降低业务风险，提升业务管理水平。

● 量子防伪技术

数字货币形式上就是一串二进制编码的信息，由于没有实体存在，所以解决了传统货币可以被伪造的缺点。但正因为它是一串编码信息，任何人都可以用“复制/粘贴”的方式获得一模一样的副本。这就出现了“双花问题”。即在甲方

和乙方的交易中，如果没有任何其他人知道，甲方完全可以在和乙方交易之前偷偷备份相同的数字货币，然后假装和乙方的交易没有发生，与丙方进行交易。解决方案采用一个账本的形式来记录已经发生的交易，以此避免同一笔数字





货币被多次花费。这个账本既可以是银行或者支付宝那样的中心化账本，也可以像比特币一样采用基于区块链技术的分布式账本。

量子货币则通过量子不可克隆原理来解决货币的伪造和双花问题。量子货币在本质上也是一串信息，这点与电子货币和数字货币类似，但不同之处在于，量子货币除了经典的二进制编码信息外，还包含以量子比特的形式存储的量子信息。采用量子比特的好处在于每个量子比特都能以叠加态的形式保存远比经典比特丰富的信息，并且这些信息无法被精确测量出来。根据量子不可克隆原理，对量子比特的测量都必然导致量子态坍缩到其中某一个叠加态上，从而永久地损失掉所有关于其他未坍缩到的状态的信息。这样就可以在本质上防止量子货币的信息被测量和复制，因为量子物理学保证了对量子比特的测量无法获得完整的信息。此外，量子货币还可采用与数字货币相似的密码学技术，避免被攻击者伪造。

● 量子神经网络

机器学习是训练算法的重要步骤，通过海量的样本数据，得到的模型会更精准。但训练本身可能在计算上会非常昂贵。通过使用之前提到的量子退火炉 (D-Wave) 对神经网络进行训练，可以显著减少这种开销，





而且训练成功的算法可以在任何经典计算机上运行。这在隐马尔可夫模型的训练中尤其有用——这种模型通常用于金融预测(股价预测),量子隐马尔可夫模型可以提供更好更快的预测。已有金融机构在探索设计一种全新的量子神经网络算法,能够学习比传统神经网络更复杂的数据模式。

金融衍生品合约的收益取决于某些资产的未来价格走势(可能具有随机性)。解决这个问题的经典方法是通过简化的场景,如Black-Scholes-Merton模型和蒙特卡罗抽样。由于衍生品的数量越来越多,只有蒙特卡罗模拟是可行的,但计算成本高,执行时间长。量子加速蒙特卡罗算法可以解决这一问题,提供二次加速。此外,金融机构需要能够准确地管理和计算风险。数学上一般通过风险价值模型(VaR)和条件风险价值模型(CVaR)来量化风险,而VaR和CVaR是使用相关概率分布的蒙特卡罗抽样来估计的。通过量子振幅估计算法(Quantum Amplitude Estimation,简称QAE算法),可以加速蒙特卡罗计算,从而快速获得精度较高的VaR和CVaR值。

【案例:Xanadu+加拿大BMO金融集团&丰业银行】

2019年8月宣布已成功落地应用。利用量子蒙特卡罗算法,完成百倍级实时定价,提高衍生品定价的处理速度和准确性。经预测,运行完整的量子蒙特卡罗将提速达数百到数千倍。

【案例:IBM + CaixaBank】

2019年完成量子算法测试,2020年6月CaixaBank与IBM签署合作协议。使用量子机器学习算法,基于实际数据评估了专为该项目创建的两个投资组合(抵押投资组合和国库券投资组合)的财务风险。预计将复杂的工作从几天减少到只有几分钟。





二、量子技术在金融业应用的挑战和发展

量子信息技术虽然在理论上有了较大的突破,有些技术甚至开始逐步走出实验室进入实际应用中,但是如何发展与应用量子信息技术,如何突破实际应用中的技术瓶颈,都会面临较多的困难和挑战,尤其是科研力量较为薄弱的金融业更为凸显。

为更好地迎接量子信息技术应用的到来,各金融机构应将量子信息技术作为战略性技术,纳入科技发展战略规划中,以规划为指引,重点开展科学研究,争取早日攻克难关,取得重大突破。量子信息技术的研究工作任务艰巨,涉及知识领域众多,各省市政府部门联合金融监管机构及各大金融机构应该成立领导小组,全面指导各项工作的开展,同时探索建立跨条线、跨领域的创新协同工作机制,突破传统机制的束缚,充分发挥各领域的人才优势,全面推进量子信息技术研究和应用开展。金融机构的重心在业务发展及业务创新方面,新技术创新应用相对薄弱,而诸如中国科学技术大学、中国科学院、清华大学等高校以及华为、国盾量子、本源量子、神州信息等企业在量子信息技术方面的研究和应用方面已经取得了重大突破,金融机构应该抓住合作机会,释放项目资源,积极推动安徽启动建设首条金融量子专线,积极围绕数字货币与量子技术的协同创新推进与央行的专项合作,围绕量子计算机的示范应用助推滨湖金融后台服务基地转型升级,建设基于量子技术的开放实验室和成果平台;同时重视量子信息技术相关领域的人才储备和培养,携手量子产业核心企业联合培养一支优秀的人才队伍。





三、专家视点

量子计算与数字货币应互推彼此进步

中国科学技术大学中国科学院量子信息重点实验室教授韩正甫表示，区块链主要是用非对称加密算法来保护数字货币安全，而量子计算机以其无可比拟的计算能力，对上述加密算法形成威胁，使之可能被破解。

数学家们在积极寻找破译密码的“钥匙”时，密码学专家也在积极寻找对抗量子计算机的“武器”。目前，已有一些有望对抗量子计算的候选密码。比如格密码，它虽然已有几十年的历史，但是由于其在数学计算方面的难度较大，因此一直未被当作密码进行开发、利用。不过，由于量子计算机实在强大，它对密码的攻击是釜底抽薪式的，各种密码在它面前都很容易露出破绽。在这种情况下，格密码又重新被科学家“挖掘”出来，目前正在被重新设计，希望用它来抵御量子计算机的威胁。

此外，还有专家指出应用多种密码联合机制，是可以抵抗量子计算机攻击的。例如，基于哈希算法的密码、基于纠错码的密码、基于格的密码、多变量二次方程组密码等，可将它们联合起来进行使用。但这种方法，因其秘钥长度过长、签名信息十分冗长以及运算时间过长，并不适用于数字货币。但未来可通过技术迭代，补足这些技术短板，用多种密码联合机制研发可抵御量子计算机攻击的数字货币。

量子计算机距离真正成熟还需要一段较长的时间，在此期间，区块链的加密算法也会不断迭代、升级，双方都处在博弈状态中，应共同推动彼此技术的进步和发展。

(节选自《科技日报》)



量子计算的金融应用：急不得、慢不得

在中央政治局第24次集体学习中，习近平总书记的讲话将发展量子计算提高到国家战略角度，并要求健全政策支持体系，保证对量子科技领域的资金投入，带动地方、企业、社会加大投入力度，加强国家战略科技力量统筹建设，完善科研管理和组织机制。

从目前情况看，虽然我国在量子通信相关领域处于领先地位，但在量子计算其他方面的积累却还处于相对薄弱甚至滞后的阶段，仍需奋起直追。展望未来，量子计算发展意义重大且任重道远，需要政府、专业机构、企业等多方携手，群策群力。

对于政府来说，既需要驱逐“劣币”，更需要培植“良币”。量子计算在技术上前景与缺陷并存，应用上泡沫和意义同在，为不至于重蹈前期部分金融业务“先发展后治理”而给国家及公众带来重大损失的覆辙，政府首先需要完善政策法规体系，对以量子计算等为名的非法金融活动重拳打击，对量子计算之于国家信息安全、公民隐私保护的影响提前予以规范。

此外，量子计算是一个高投入、高风险的领域，技术路径上目前也属于多头并进的阶段，这就需要政府组织相关机构及时开展全局分析，早日明确顶层设计。在此基础上，既要用好传统科技机制动员快、集中力量办大事的优势，又要探索适应量子计算产学研协同发展的新型研发机制，注意发挥市场的主动性。

对于专业机构来说，关键是发挥纽带作用，凝结各方智慧。技术从实验室到市场，需要实现从理论模型到原型应用，从原型应用到实际场景的多次跳跃，其间必然需要各类机构发挥各自优势，当好现象级应用落地的“接生婆”。科技机构除了要在中西充分交流基础上做好基础研究外，也要以“问题”为导向，注意与企业、市场的结合与资源互补。

科研机构之外，行业协会、新型研发机构等也各有用武之地。量子计算投入巨大，如何控制成本、找准方向很大意义上是项目成败的关键。政府的顶层设计、法律制度固然勾勒了技术及其应用的框架，但



更细节的指导如标准建立等还需要行业协会的作用。在传统高校、科研机构推进基础研究之外，也需要与市场、资本联系更为紧密的新型研发机构在场景本地化上一展所长，使量子计算相关成果不仅能用，而且好用。

对于金融机构、科技企业来说，不仅要前瞻布局，更要深度参与。如前所述，金融业务是受量子计算影响比较大的领域之一，一方面，量子计算所带来的算力增长为开发新的金融服务和产品带来了无限可能性；另一方面，量子计算对现有安全体系的冲击绝不可忽视，金融机构唯有早作布局应对，才能从容面对危险。

更为关键的是科技企业及其背后的投资机构。历史的正反经验充分说明，技术能否真正孕育成熟走向生产，固然需要象牙塔，更需要市场化。当前，量子计算从软体到硬件诸多发展路径仍不清晰，充满挑战的同时也不乏重大商机。并且正是在敏感的市场信号调节下，量子计算应用才能走出可持续发展之路。

事实上，我国企业的量子研究已然起步，如华为建设有量子计算云平台，阿里完成了可控量子比特研发，本源量子发布了分布式含噪量子虚拟机，翼帆数科开始对格密码进行产品孵化等等，然而与国外同行相比仍有差距。立足如此广阔的中国市场，期待更多企业能投入历史洪流，在量子计算特别是其金融应用有所斩获、有所贡献。

(节选自《量子计算的金融应用：急不得、慢不得》)

—— 车宁

(北京市网络法学会副秘书长)

—— Peter Grandich

(美国Hiker Pi公司高级技术专家)



免责声明

《金融科技行业信息汇编》是合肥滨湖金融小镇管理有限公司推出的专题分析类的非盈利报告。内容聚焦于国内外金融行业的热点领域——金融科技，并结合对信息的简要分析和评述，发出“滨湖金融小镇”的见解和声音。旨在服务于地方金融发展的需要，为集团公司、各子公司和相关专业人士提供参考。

《金融科技行业信息汇编》基于公开渠道和专业数据库资料搜集整理而成，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。信息汇编中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。合肥滨湖金融小镇管理有限公司不对使用《金融科技行业信息汇编》及其内容所引发的任何直接或间接损失负任何责任。

《金融科技行业信息汇编》所列观点解释权归合肥滨湖金融小镇管理有限公司所有。未经合肥滨湖金融小镇管理有限公司事先书面许可，任何机构和个人均不得以任何形式翻版、复制、引用或转载。

合肥滨湖金融小镇管理有限公司



更多精彩 敬请关注

 咨询热线 **0551 64366619**

合肥滨湖金融小镇管理有限公司
合肥市包河区兰州路728号中建智立方一期A6-16F