

2026 年 09 月 24 日

中小盘研究团队

量子科技系列报告（三）：量超融合加速落地，开启下一代算力周期

——中小盘主题

周佳（分析师）

zhoujia@kysec.cn

证书编号：S0790523070004

● 量超融合：整合量子与经典算力优势的新型计算范式

量超融合计算是一种将量子计算和经典计算相结合的新型计算模式，二者分工协作、优势互补，共同解决复杂问题。量子计算机适合于数据的并行运算、矩阵运算线性代数等问题；而经典计算机擅长进行逻辑运算、浮点运算等操作，并且具有相对完善的编程开发工具、操作系统和算法库。通过合理的设计和优化，量超融合系统可利用量子计算的并行优势加速复杂的特定问题求解，同时借助经典计算的稳定性和易用性处理大规模的计算任务，并确保系统计算结果的准确性和可靠性。这种分工合作的模式可以大大提高计算效率，同时降低计算成本。

● 量超融合或开启量子计算新周期，已进入加速部署阶段

量超融合可部分规避 NISQ 的固有局限，或开启量子计算应用的新周期。具体而言，当前量子计算仍处于 NISQ（含噪声中等规模量子）阶段，硬件在相干时间、纠错能力与错误率、可扩展性等方面尚无法达到容错量子计算（FTQC）的要求。而量超融合可通过 VQA、SQD 等算法，利用经典计算在一定程度上规避 NISQ 设备的短板，在 FTQC 实现之前先行利用量子计算的并行优势。当前，随着技术的不断发展和研究的深入，量超融合计算平台正在全球范围内加快部署，并开始初步试用。

● 本周板块行情：平均涨跌幅为+7.25%，A 股标的中频准激光领涨

9 月 14 日-9 月 18 日 Wind 量子技术指数（884208.WI）+1.41%，若以 2025 年 12 月 31 日为基准，指数累计+8.00%，同期沪深 300 指数-3.09%。统计范围内的量子科技 A 股相关标的本周平均涨跌幅为+7.25%，涨幅前五标的分别为频准激光（+12.5%）、华立股份（+11.9%）、国仪公司（+10.1%）、格尔软件（+9.5%）、国芯科技（+8.7%）；涨跌幅排名后五标的分别为神州信息（-0.9%）、吉大正元（-0.4%）、纬德信息（+2.0%）、科大国创（+2.1%）、国盾量子（+3.3%）。美股方面，QUANTUM X LABS（+24.8%）、QUANTUM COMPUTING（+8.9%）、IONQ（+6.5%）、QUANTINUUM（+5.2%）、RIGETTI COMPUTING（+3.2%）。港股方面，国富量子（-6.6%）。

● **风险提示：**技术研发与迭代不及预期、产业落地进度不及预期、下游应用场景需求不及预期。

相关研究报告

《碳市场专题：2026 年 CCER 供需缺口进一步扩大——中小盘策略专题》-2026.9.21

《国内检验检测优质公司，外延并购打开增长空间——中小盘首次覆盖报告》-2026.9.17

《8 月新股：科创板高估值、高涨幅特征延续，2026 年累计收益已超 2025 年全年》-2026.9.15

目 录

1、 本周主题：量超融合加速落地，开启下一代算力周期.....	4
1.1、 量超融合可规避 NISQ 的固有局限，开启量子计算新周期	4
1.1.1、 NISQ 时代：量子计算黎明前的黑暗	4
1.1.2、 量超融合：优势互补，规避 NISQ 固有局限	5
1.2、 整合量子与经典算力优势，量超融合计算系统应运而生.....	7
1.3、 量超融合计算平台已进入加速部署阶段.....	11
2、 本周板块回顾：板块平均涨跌幅为+7.25%，A 股频准激光领涨	17
3、 行业动态：NVIDIA 推出 CUDA-Q Logical，美国能源部启动容错量子计算竞赛	19
3.1、 NVIDIA 扩展开源 CUDA-Q 平台，推出容错量子计算编排层 CUDA-Q Logical.....	19
3.2、 美国能源部启动 2.15 亿美元容错量子计算竞赛，加速容错量子计算机开发	20
3.3、 量域芯创投数千万美元天使轮融资，加速开发全栈式低温测控平台	20
3.4、 三菱电机投资 OptQC，支持光学量子计算硬件发展	20
3.5、 富士通发布开源 OpenQARP，加速量子应用开发	20
4、 个股动态：Infleqtion 与 IQM 集成 NVIDIA CUDA-Q Logical 框架，推动量子计算纠错.....	20
4.1、 IonQ 和 Synopsys 称量子算法可使工程仿真流程加速 14.6%.....	20
4.2、 Infleqtion 将 qLDPC 与 NVIDIA CUDA-Q Logical 集成，推进量子纠错研究	21
4.3、 QCi 与 HBKU 签署三年量子技术合作协议，围绕量子三大领域展开合作	21
4.4、 IQM 采用 NVIDIA CUDA-Q Logical 框架，推进开放架构容错系统基准测试.....	21
4.5、 东洋公司采购第二套 IQM 系统，建设双 QPU 测试平台	21
5、 风险提示	21

图表目录

图 1： 量子计算技术目前仍处于 NISQ 阶段	4
图 2： VQA 通过经典计算机完成参数优化，降低对量子比特的要求	6
图 3： 电路编织：将超出硬件能力的大量子电路“切碎”，再靠经典计算“缝合”.....	7
图 4： 异构混合算力涵盖多种量子及经典算力间的混合	8
图 5： 量超融合计算架构包含用户交互、系统服务、计算后端.....	8
图 6： 对计算任务的执行可分为“穿插式”与“拆分式”.....	9
图 7： 指令对接负责执行的硬件时，需完成异构体系下的数据转化	10
图 8： CUDA-Q Logical 将纠错和逻辑比特操作抽象成了一个标准化的编排层	13
图 9： 本源量子量超协同工作流程：高级语言应用——量子编译器编译为可执行程序——量子任务调度——量子比特映射并匹配指令集——量子计算后端	15
图 10： 基于批处理的算力融合架构的优点在于实现清晰、简单直接，缺点在于用户需要重复提交任务并等待平台调度执行.....	16
图 11： 基于会话的交互式融合算力架构可提高计算效率、增强系统稳定性、降低操作复杂度	17
图 12： Wind 量子技术指数（884208.WI）本周+1.41%	18
图 13： 频准激光、华立股份、国仪公司表现出色.....	18
图 14： 神州信息、吉大正元领跌	18
图 15： 美股 QUANTUM X LABS、QUANTUM COMPUTING 等涨幅位居板块前列	19
图 16： A 股相关标的平均涨跌幅为+7.25%.....	19

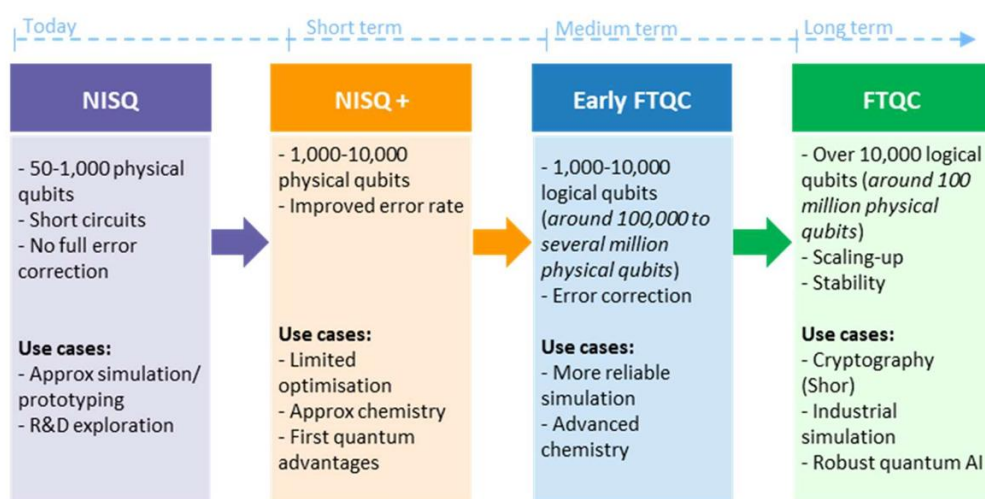
表 1： 2024 年至今量超融合主要进展梳理：全球范围内，量超融合计算平台正加快部署	11
表 2： NVQLink 具备作为工业级容错量子系统基础设施的实力	13
表 3： NVQLink 在量子计算硬件生态中具备诸多应用场景及合作伙伴	14

1、本周主题：量超融合加速落地，开启下一代算力周期

1.1、量超融合可规避 NISQ 的固有局限，开启量子计算新周期

尽管量子计算正不断取得真实且可验证的技术突破，标志着量子计算系统在通向容错、实用化的道路上迈出了坚实的步伐。但在当前时点来看，量子计算仍处于“含噪声中等规模量子”（NISQ, Noisy Intermediate-Scale Quantum）阶段，硬件在相干时间、纠错能力与错误率、规模化等方面暂时无法达到容错量子计算（FTQC）的要求，尚无法独立支撑商业化应用。而量超融合借助经典算力在一定程度上绕开了 NISQ 固有局限，并在部分案例中显示出精度及规模化方面的优势——核心思想是利用量子计算的优势来加速特定问题的求解，同时借助经典计算的稳定性和易用性来确保计算的准确性和可靠性。我们认为，通过规避 NISQ 硬件的短板，量超融合或将开启量子计算应用的新周期。

图1：量子计算技术目前仍处于 NISQ 阶段



资料来源：Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse

1.1.1、NISQ 时代：量子计算黎明前的黑暗

NISQ 这一术语由物理学家约翰·普雷斯基尔（John Preskill）于 2018 年提出，用来描述那些拥有约 50 至 1000 个物理量子比特、且尚未实现完整纠错的量子处理器。如上图所示，NISQ 与拥有 1 万个逻辑比特（约 1 亿个物理比特），且可执行可靠的大规模计算的 FTQC 相比，仍有较大差距。目前，业界普遍认为我们处于 NISQ 的后期阶段，距离实现容错计算还有约 8—10 年。目前来看，（1）相干时间是实现容错计算的根本性制约。具体而言，量子比特通过“0”和“1”的量子叠加态来编码信息。然而，这种状态在热力学上极为脆弱：任何与环境的非受控相互作用都会导致其坍缩，从而破坏所存储的信息。在这一过程发生之前的短暂时间窗口被称为相干时间，而每一次量子计算都必须在此窗口关闭之前完成。不同技术路线的相干时间差异显著，如超导量子比特通常只能维持微秒到毫秒级别的相干性；离子阱在隔离条件下可保持数秒的相干性；根据 2025 年 9 月加州理工学院的一次演示，中性原子阵列在 6,100 个量子比特的规模下甚至达到了 13 秒的相干时间。从绝对数值上看，离子阱和中性原子平台似乎更具优势，但关键问题在于速度：超导量子门的操作时

间以纳秒计，而囚禁离子门的速度则更慢，因此需综合考量相干时间和门操作速度。如果某个平台虽然相干时间长，但门操作缓慢，那么在其相干时间内所能执行的总操作次数可能反而少于那些相干时间短但门操作快的平台。此外，结构设计也是需要解决的重点问题：为了保持相干性，量子比特必须被严格隔离与保护；但与此同时，它们又需要被精确操控并进行测量，这就不可避免地引入了外部交互，而每根导线、每一次激光脉冲或微波信号，既是控制通道，也是噪声来源。

(2) 在退相干之外，控制误差、测量误差、串扰也会显著影响计算的错误率。其中，控制误差包括时序、幅度或频率上的细微偏差，其隐含在每次门操作中；测量误差会导致读取结果出现偏差；串扰则是指相邻量子比特因不必要的耦合而相互干扰。这些误差源彼此叠加，使得一个仅有几百步的顺序电路，也会在没有主动纠错的情况下积累足够的错误，最终使输出变得毫无意义。现阶段，经典处理器每 10^{17} 次运算大约会出现一次错误，而当前的量子计算机的门错误率介于约 $1/100$ 至 $1/1,000$ 之间，两者之间存在巨大的数量级差距。因此，降低错误率目前是所有量子计算机的共性核心挑战，其主流技术路径之一，是将大量物理量子比特组合构建为逻辑量子比特，以此提升运算可靠性、降低出错概率。该方法的技术原理为，一个逻辑量子比特将量子信息分散编码于多个物理量子比特之上，从而能够在不直接测量底层量子态的情况下检测并纠正错误。构建单个逻辑量子比特所需的物理量子比特数量，主要取决于量子比特本身的质量与所采用的纠错编码方案，数量可达数千甚至更多。在超导量子计算平台上，表面码是最主流的方案。谷歌的 Willow 芯片已表明，随着表面码中物理量子比特数量的增加，逻辑错误率会随之下降，证明了在原理上实现低于阈值的运行是可行的。但问题在于，物理量子比特的错误率能否被降至足够低，制造良率能否达到足够高，从而使这一规模效应在数百万个量子比特的级别上依然成立。

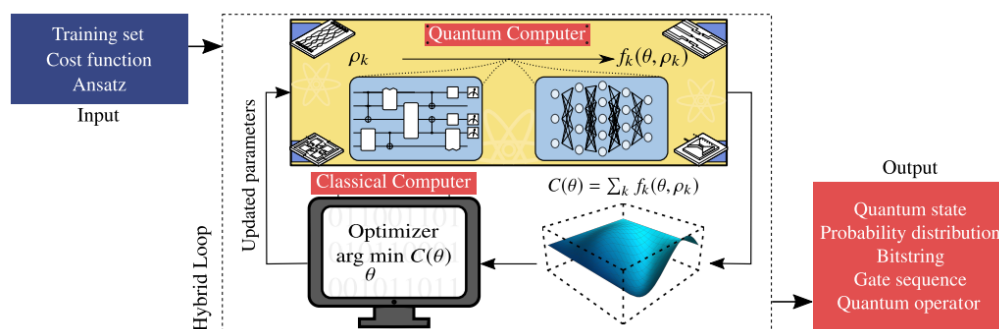
(3) 量子计算机的可扩展性也面临严峻挑战：行业不仅要实现量子比特数量的有效增长，还要确保在完整计算流程中，量子算法带来的理论加速优势仍能显著体现，其中的核心挑战在于能否以工业级应用所需的精度与可靠性，实现对大规模纠缠量子系统的调控与运行。具体而言，单纯增加处理器中的量子比特数量并不会自动提升计算性能，每一个新增的量子比特都需要被高精度控制、与邻近量子比特隔离，并以特定方式连接，以便纠错码能够正常工作。随着量子比特数量的增长，以下问题会同步加剧：对于超导系统而言，在接近绝对零度的稀释制冷机内部，布线与信号路由变得愈发难以管理；随着密度增加，量子比特间的串扰现象愈加严重；制造工艺的均匀性变得至关重要，一旦参数稍有差异的量子比特表现迥异，将进一步增加校准难度；控制电子设备必须随量子比特数量增长，同时避免引入额外噪声。正因如此，离子阱与中性原子技术路线才被视为有望绕过超导布线难题的潜在路径。不过，虽然每种技术路线都以不同的方式应对扩展性方面的挑战，但截至目前，仍没有任何一种方法能让量子计算系统的扩展变得简单易行。

1.1.2、量超融合：优势互补，规避 NISQ 固有局限

首先我们应明确，量超融合并非直接攻克 NISQ 的短板，而是通过结合量子与经典计算的优势，在 FTQC 实现之前先行利用量子计算的并行优势。(1) 在相干时间方面，典型的解决方案包括变分量子算法 (VQA, variational quantum algorithm)，即“任务外包”，只让量子处理器在有限的相干时间内执行浅层、短时序的任务，电路深度需求则转移给经典侧。具体而言，VQA 的核心思想是待求解问题的损失函数（用于衡量预测值与真实值之间的差异，其最小值一般对应问题最优解）由量子计

算机得到，经典计算机将参数优化后，反馈给量子计算机。其具体流程为：根据具体的应用需求建模，并设计损失函数，把损失函数的计算过程转化成相应的量子电路的输出期望值（这一步利用了叠加态的指数级加速优势）。接着，经典计算机根据量子电路输出的函数值，优化更新参数（电路深度需求被“外包”给经典计算），并将其反馈到量子电路中。通过结合量子电路和经典优化器的优势，VQA 既能加快问题求解速度，又通过把优化参数的任务交给经典计算机，降低对量子比特的要求，进而可在 NISQ 设备上运行。

图2：VQA 通过经典计算机完成参数优化，降低对量子比特的要求



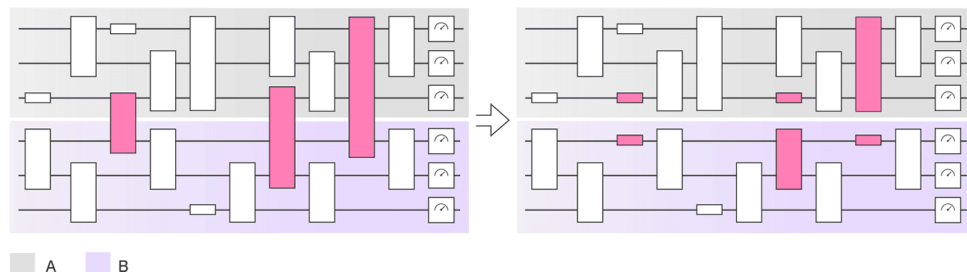
资料来源：Cerezo M, Arrasmith A, Babbush R, et al. Variational quantum algorithms[J]. Nature Reviews Physics, 2021, 3(9): 625-644.

（2）在错误率方面，量超融合系统可以在一定程度上做到“误差缓解”。2026 年年初，日本理化学研究所与 IBM 将准百亿亿次级超级计算机“富岳”的算力，与 IBM Quantum Heron 量子处理器相结合，用于计算一对复杂铁硫分子的电子结构，这一成果创下量子计算机上开展的规模最大、精度最高的化学模拟实验纪录。据悉，超级计算机与量子计算机共同运行了一套基于样本化量子对角化（sample-based quantum diagonalization, SQD）的工作流。SQD 算法旨在应对电子结构计算领域的一项最根本挑战：分子中电子的所有可能排布空间极其庞大，且随着分子结构的日益复杂，这一空间还会不断扩张。在 SQD 框架下，量子设备将对逼近分子哈密顿量基态的量子电路进行电子构型采样（快速识别出需要经典计算机重点分析的关键区域）。随后，经典分布式 HPC 资源介入，对量子测量结果进行后处理，以恢复被量子计算机噪声破坏的构型，并最终在这些恢复构型所跨越的子空间中求解薛定谔方程（基于量子测量的结果逐步推进，最终逼近问题的解）。这一算法利用量子的叠加态优势绕开了经典计算机面对指数级电子结构空间穷举不动的短板，又利用经典算力的精确计算缓解了量子计算误差对最终结果的影响。通过 Fugaku 与 Heron 的闭环协同运行，所得结果极为精准，远超此前利用量子计算机解决同一问题的多次尝试。

（3）在可扩展性方面，一些算法已可以做到利用额外的经典资源，使得量子计算能够执行超出物理可用量子比特数的任务。一般来说，此类算法通常将问题划分为弱相互作用的簇，然后在经典计算机上关联各簇结果。例如，IBM 提出了经典纠缠构建（classically forged entanglement），该方法将一个 $2N$ 量子比特的波函数表示为嵌入经典计算中的多个 N 量子比特态，通过将纠缠合成任务转移至经典处理环节（即利用经典资源捕获量子关联并拼出整体纠缠），将所需量子比特数量减半。IBM 已在 5 个量子比特的量子处理器上实现了水分子 10 个自旋轨道的表征。此外，IBM 还提出了一类名为“电路编织”（circuit knitting）的算法。这类技术能够将大型量子电路划分为可适配于小型量子器件的子电路，并借助经典电路的后处理将各子电

路的计算结果“拼接”起来，从而获得目标解。如下图所示：左侧作用于 $A \otimes B$ 的非局域电路，可通过对右侧仅作用于 A 或 B 的局域电路进行后处理来实现模拟。

图3：电路编织：将超出硬件能力的大量子电路“切碎”，再靠经典计算“缝合”



资料来源：IBM

1.2、整合量子与经典算力优势，量超融合计算系统应运而生

鉴于利用经典计算可在一定程度上规避 NISQ 设备的短板,使得两种计算范式的优势得以充分利用,分工协作解决复杂问题,量超融合系统应运而生。

从定义出发,量超融合系统包含两大基本特征——混合和协同。混合是指在一个系统中同时包含量子计算机和经典计算部分,形成一种异构算力的混合计算。其中,量子计算机可以分为通用门型量子计算机和专用量子计算机:通用门型量子计算机目前存在超导、离子阱、中性原子、光量子等多种技术路线,不同路线在技术原理、性能指标、成熟度等方面存在较大的差异;专用量子计算机主要包括量子退火机和相干伊辛机。经典计算按照弗林分类法可以分为四类:单指令流单数据流机器(Single Instruction Single Data, SISD)、单指令流多数据流机器(Single Instruction Multiple Data, SIMD)、多指令流单数据流机器(Multiple Instruction Single Data, MISD)和多指令流多数据流机器(Multiple Instruction Multiple Data, MIMD)。业界常用的经典处理器包括中央处理器(Central Processing Unit, CPU, 属于 MIMD)和图形处理器(Graphics Processing Unit, GPU, 属于 SIMD)。异构算力混合既包含通用门型量子计算机与专用量子计算机之间的混合,还包含多种量子计算架构与各类经典计算架构的混合。协同是指量子计算机负责处理量子信息,如量子态的制备和测量,而经典计算机则负责处理经典信息,如逻辑运算、浮点运算以及算法的分析和优化。通过设计算法和接口,可以让量子计算部分与经典计算部分相互协作,共同完成计算任务。

图4：异构混合算力涵盖多种量子及经典算力间的混合

	SISD	SIMD	MIMD	通用量子计算机	专用量子计算机
SISD					
SIMD					
MIMD					
通用量子计算机					
专用量子计算机					

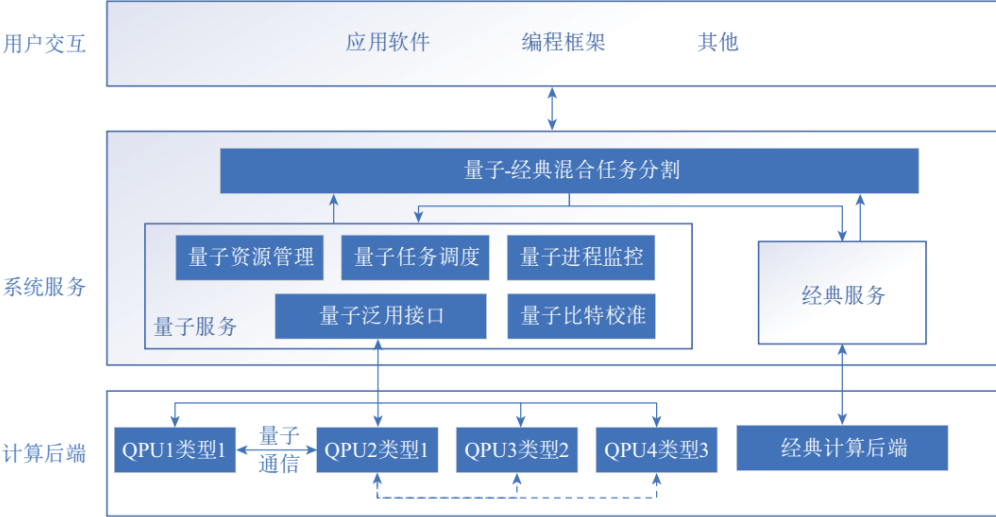
经典异构

量子-经典融合计算

量子异构

资料来源：张萌,王敬,黄智国,等.量子-经典融合计算发展现状与趋势研究[J].信息通信技术与政策,2024,50(7):9-17.

图5：量超融合计算架构包含用户交互、系统服务、计算后端



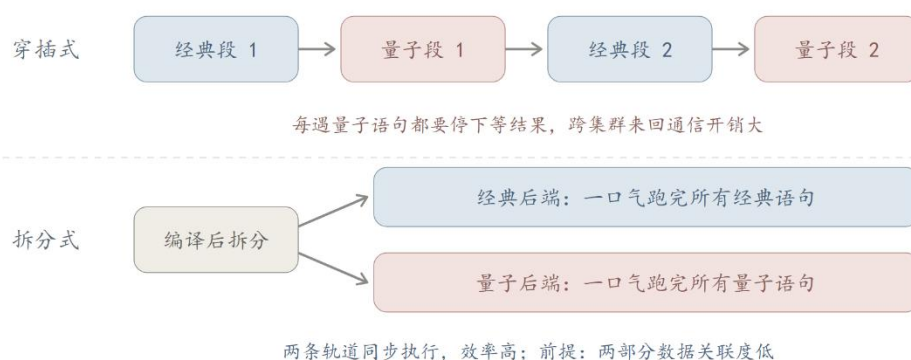
资料来源：付耀斌,周辉.量超协同计算发展概述[J].信息通信技术与政策,2023,49(7):36-43.

具体来看，一个完整的量超融合计算架构包含用户交互、系统服务、计算后端三层。（1）用户交互层负责实现使用者与计算设备的交互，包含应用软件、开发工具、编程框架等。其中，应用软件包含了量子—经典融合计算主要的应用领域，包括量化金融、能源材料、生物医药、交通物流、信息通信等，主要通过封装好的软件/函数，或自定义开发的形式向行业用户提供计算服务。开发工具为量子—经典融合算法提供开发和调试的工具，通常包括 Jupyter Notebook、WebIDE 等。编程框架指为算法开发提供基本的编程语言和编译工具。

（2）系统服务层包含了操作系统的各功能模块。其中，操作系统作为量超协同框架的核心部分，不仅包含经典操作系统的大部分基础功能，还需要额外完成对量子比特的校准、量子资源的管理、量子进程的监控等工作。进一步拆解系统服务层的具体功能，可划分为任务分配与指令对接两部分。在量子—经典并行计算的任务分配方面，任务由经典编程语句（Python）和量子语句混合构成，用户的代码经编

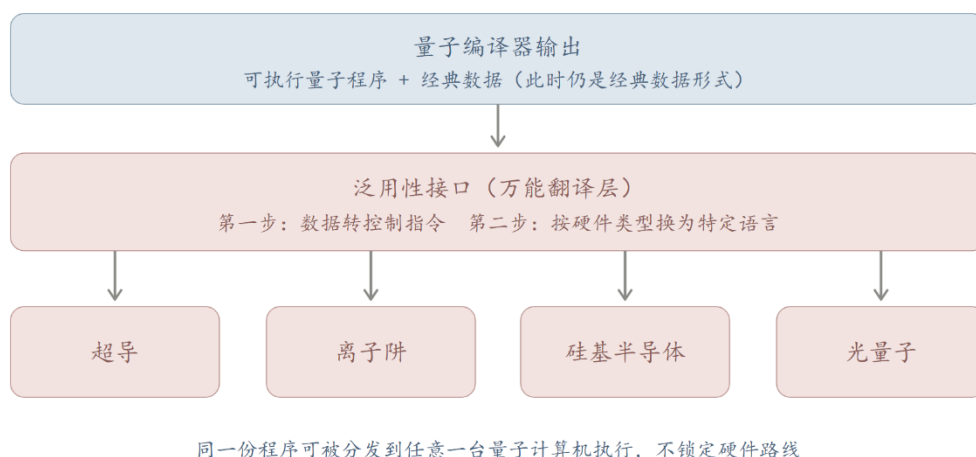
译器生成可执行程序的过程中，会根据语句标签自动分析，识别出经典指令和量子指令。之后有两种处理方式，一种是**穿插式执行**，经典程序将直接传递到经典后端执行，遇到量子语句在编译完成后分发到量子计算后端，返回结果后继续执行经典部分，然后重复这一流程。因为代码预处理阶段步骤少，该方式在量子语句密集时速度较快，不适用于量子—经典代码高度混合的情况，不但会浪费大量时间等待量子后端返回结果，而且频繁的跨集群通信会因为量子后端的数据转换效率带来巨大的开销。另一种是在**编译完成后，操作系统通过量子程序的标签自动将可执行程序拆分成经典与量子两个部分，然后提交给不同的计算后端同步执行**，可以大大提高计算效率。该方法对于用户输入的代码结构以及量子应用的算法模型有较高的要求，需要量子—经典两部分的数据关联度低，从而尽量降低集群间通信频率。在**任务分解后，指令需对接负责执行的硬件，因此涉及到了异构体系下的数据转化**。由于量子编译器生成的量子程序依然是经典数据模式，量子计算后端在接收到可执行的量子程序、经典计算数据时，需要先经过数据接口转换成量子硬件的控制指令；此外，由于量子算法和软件极度依赖量子硬件，当前的量子计算设备（如超导、离子阱、硅基半导体、光量子等）采用多种不同的实现路线，不同类型量子设备的操控方式也不尽相同，因此该接口还需要将接收到的量子程序翻译成多种不同类型量子硬件的控制指令，并传递到计算后端的任意一台量子计算机执行。

图6：对计算任务的执行可分为“穿插式”与“拆分式”



资料来源：付耀斌,周辉.量超协同计算发展概述[J].信息通信技术与政策,2023,49(7):36-43.、开源证券研究所

图7：指令对接负责执行的硬件时，需完成异构体系下的数据转化



资料来源：付耀斌,周辉.量超协同计算发展概述[J].信息通信技术与政策,2023,49(7):36-43.、开源证券研究所

(3) 量超协同架构的后端由量子计算机和经典计算机两部分组成，根据两种处理器的物理连接方式，可分为紧凑式和分布式两种方式。理想的情况下，量子计算机硬件能以一种更紧密的方式与经典计算机硬件结合，从而降低数据传输损耗，例如将量子计算机处理器集成到 CPU/GPU 上，但由于量子计算机硬件实现的独特方式以及工作环境的苛刻，难度巨大。具体而言，超导量子计算处理器需要在无磁、无震动、20mK 以下极低温的环境工作，光量子计算处理器也对震动极为敏感，其他路线对环境也有所要求，既要保证经典计算机处理器在该环境下的正常工作，也要保证其工作产生的噪声能被很好地屏蔽。值得期待的是硅基量子点处理器，量子点比特的操控可在 1K 以上的温度下依然保持很高的准确度，从而降低了硅基量子点和经典计算机处理器的集成难度。

另一种更为可行的方案是采用分布式架构，把量子计算和经典计算作为分隔的计算节点，各自独立执行计算任务，可以提供更灵活的集群部署方式。不过，经典计算集群和量子计算集群的远程协同以及量子硬件后续的扩展需要重点考虑。远距离协同方面，一般情况下，量子计算设备出于种种原因并没有部署在经典计算集群附近，为了能在更大的空间尺度上实现远程协同，需要搭建低延迟的通信网络。值得注意的是，目前量子硬件的相干时间仍较短，并不适合长距离传输，且量子信息十分脆弱，因此量子计算集群应该与经典计算集群采用经典网络互联。此外，鉴于数据转换的开销，应尽量避免频繁地跨集群通信，可以根据量子硬件的性能提前评估计算时间与需要通信的时间节点，进而合理分配经典硬件资源，以降低不同计算后端协同不足带来的结果反馈延迟。量子硬件扩展方面，在传统的超算系统中包含大量的计算节点，通过内部组网实现跨节点计算，可以很容易扩展集群规模。同样，鉴于量子计算硬件进步的速度，量子计算的集群、节点间的扩展方式也应充分考虑。量子叠加性可以带来所谓的“指数并行”优势，一块 20Qubit 处理器的计算空间将是两块 10Qubit 处理器的 500 多倍 ($2^{20} / (2 \times 2^{10}) \approx 500$)，因此在技术条件允许的情况下，同类型的量子硬件之间应尽量采用量子通信线路互联。

1.3、量超融合计算平台已进入加速部署阶段

自 2022 年英伟达发布 CUDA-Q (QODA) 以来，随着技术的不断发展和研究的深入，量超融合计算平台正在全球范围内加快部署，并初步开展试用。2022 年 10 月，欧洲高性能计算联盟选择捷克、德国、西班牙、法国、意大利和波兰六国部署量子计算机，并将其集成到超算中心。2022 年 12 月，芬兰第一台 5 比特量子计算机 HELMI 连接到超级计算机 LUMI 上，为一种新型计算奠定基础，以便更快速地解决复杂问题。2023 年 1 月，西班牙加利西亚超级计算中心宣布将在 2023 年内完成量子计算机的安装。2023 年 12 月，IBM 在最新的路线图中宣称计划于 2033 年布局以量子为中心的超级计算，包含超过 1000 个逻辑量子比特，全面释放量子计算的潜能。现阶段，英伟达已卡位全球量超融合赛道核心玩家，通过提供广泛兼容的“基础设施”已初步构建量超融合算力生态，合作伙伴包括 IQM、Rigetti、Quantinuum、IonQ、Pasqal 等量子计算上市公司。国内则呈现政企协同快速推进的格局：各地政府加快打造量超融合算力中心，头部厂商积极开展全链条技术探索。

表1：2024 年至今量超融合主要进展梳理：全球范围内，量超融合计算平台正加快部署

时间	主体	事件要点
2024 年 1 月	启科量子×上海软件中心×中交通信大数据	三方签约共建华东地区量超融合算力中心，围绕交通领域数字化、智慧化提供量子计算技术与经典算力支持。
2024 年 3 月	日本 AIST×NVIDIA	ABCI-Q 超算集成 CUDA-Q 混合量子计算平台，以 2000+块 H100 GPU 开展高保真量子线路模拟，可与量子硬件无缝集成。
2024 年 4 月	德国 Jülich 超算中心×IQM	Jülich 超算中心 (JSC) 采购 IQM Spark (5 比特超导) 量子计算机，并与经典超算互联。
2024 年 5 月	本源量子×长三角枢纽芜湖集群	“本源悟空” (72 比特超导量子计算机) 接入长三角枢纽芜湖集群算力公共服务平台，这是“本源悟空”联机的第三个超算中心，标志着中国通算、智算、超算、量算的“四算合一”体系正式建成。
2024 年 6 月	IQM×德国莱布尼茨超级计算中心 (LRZ)	IQM 将 20 比特量子计算机集成进莱布尼茨超算中心 SuperMUC-NG，推出世界首台完全集成的混合量子超算。
2025 年 2 月	Quantinuum×日本 RIKEN “富岳”	Quantinuum 的离子阱量子计算机与日本理化学研究所超级计算机“富岳”相连接，打造混合量子高性能计算 (HPC) 平台。
2025 年 3 月	本源量子×西班牙麒麟亚洲控股	签约共同开展在量子计算方面整合技术开发与产品研究，共建西班牙“量算—超算—智算”三算融合算力中心，力争打造欧洲最大融合算力中心。
2025 年 3 月	IQM×意大利 Cineca	IQM 宣布向 Cineca 提供 54 比特 Radiance 超导量子机，与全球第七的超算 Leonardo 集成。
2025 年 4 月	中电信量子集团×国家超算互联网平台	“天衍”量子计算云平台正式入驻国家超算互联网平台 SCNet，量子算力与传统超算资源并网。
2025 年 6 月	NVIDIA	黄仁勋公开表示：每个下一代超级计算机都将配备一个 QPU，并与 GPU 连接。
2025 年 7 月	玻色量子×国家超算成都中心	“自主可控常温量超融合计算系统研发及应用示范平台”获批成都市重点研发项目立项，计划在国家超级计算成都中心的传统超级计算机基础上，引入玻色量子自研的相干光量子计算机，打造一个能够在常温环境下稳定运行的量子—经典融合算力硬件平台。
2025 年 8 月	IBM×AMD	宣布联合开发“量子中心超级计算” (quantum-centric supercomputing)，集成 IBM 量子计算机与 AMD CPU/GPU/FPGA，聚焦药物研发、材料发现、物流等领域
2025 年 9 月	Jülich×NVIDIA	Jülich 超算中心首次部署由 NVIDIA DGX Quantum 驱动的量子计算机，标志着欧洲最快超级计算机

时间	主体	事件要点
		JUPITER（全球排名第4）实现了与量子计算能力的深度融合，数据往返传输的延迟低于4微秒。
2025年10月	NVIDIA	英伟达发布 NVQLink：一种全新的高速互连技术与开放架构，可将量子处理器（QPU）直接接入由 GPU 加速的超级计算机。该系统支持广泛的生态系统，可通过超高速链路连接 IonQ、Pasqal、Quantinuum、Rigetti 等 17 家量子硬件商和 9 个美国国家实验室
2025年11月	中电信量子×国盾量子	超导量子计算机“天衍-287”完成搭建，并与“天翼云”超算集中部署，基于硬件直连达成高带宽的超量融合，实现量子计算和超算的低延时交互。
2025年11月	陕西省大数据集团有限公司×图灵量子	发布“四算融合数据中心”，将携手研发可编程光量子计算系统平台（QPU），通过“量超融合”架构，重点突破金融风控、药物研发等经典算力瓶颈，同时为 AI 大模型训练、工业仿真等高精度计算提供支撑。
2026年1月	合肥量超融合计算中心	合肥量超融合计算中心正式上线运行，系统包括2台本源180+比特超导量子计算机、1台12比特离子阱量子计算机与“巢湖明月”超级计算机，是我国首个实现本地化部署、支持多技术路线的量超融合计算平台。
2026年3月	摩尔线程×硅臻	推出北京市首个面向全球的“量超智通”融合计算平台。平台从硬件设备、核心芯片，到操作系统及应用软件，均实现全链条自主可控。
2026年4月	Quantinuum×RIKEN	RIKEN 采购 System Model H2 量子计算机（56 比特），升级 Reimei-Fugaku 混合平台，进一步缩短求解时间、支持更大规模的工作负载。
2026年6月	RIKEN	量子—HPC 混合超算“ROQUO”投运，系统包含 270 个 Grace、540 块 Blackwell，并将与 IBM 量子系统及 Quantinuum 离子阱计算机进行集成。
2026年7月	本源量子×甘肃省计算中心	《“量超融合”算力服务平台关键技术研发与应用》取得阶段性成果，本源量子甘肃省量超融合算力服务平台正式上线试运行。

资料来源：上海证券报、Nvidia、新华网、HPCwire、RIKEN、人民网、量子位、中国日报、IBM、甘肃省计算中心、Forschungszentrum Jülich、IQM、C114 通信网、Quantinuum、科技日报、央广网、POSTQUANTUM、开源证券研究所

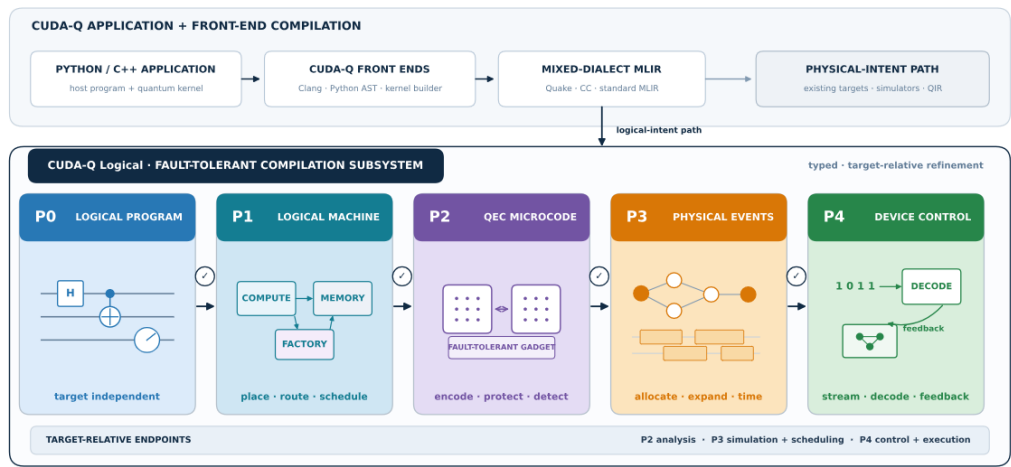
（一）全球市场：英伟达卡位量超融合核心玩家

目前，英伟达已卡位全球量超融合核心玩家。不过，其定位并非量子比特的制造商，而是量超融合计算“基础设施”的提供者。英伟达已针对这一定位进行了两方面的部署：其一为软件层的 CUDA-Q 开源平台，其二为硬件层的 NVQLink 开放互连架构，二者分别解决“如何编写及运行程序”与“怎么实现硬件间物理连接”的问题。CUDA-Q 的官方定义是面向异构计算架构的量子加速编程模型与工具链，支持 C++ 和 Python 语言。其采用基于核函数的编程模型（kernel-based programming model），将 CUDA 的成熟优势扩展至量子加速器，从而实现在单个程序中跨 GPU、CPU 和 QPU 资源进行计算。CUDA-Q 可与任何 QPU 或量子比特体系结构无缝集成，并同时支持 GPU 与 QPU 的协同计算以及 GPU 加速的量子模拟。官方称 CUDA-Q 已兼容约 75% 的公开可用 QPU，覆盖超导、离子阱、中性原子、光量子等全部主流技术路线，实现了“一次编写、多后端运行”的硬件无关性。

2026 年 9 月 14 日，英伟达宣布扩展开源平台 CUDA-Q，推出一个名为 CUDA-Q Logical 的编排层。官方定义是提供一种可编程、可验证的方法，用于推动开发容错量子计算机。具体而言，CUDA-Q Logical 将容错架构、量子纠错编码、资源分配等抽象模型融入编译流程。研究人员不用反复重构整套程序，就可以切换不同纠错方案与硬件架构，快速评估方案所需物理量子比特数量、运行开销，同时完成结果验证。简单来说，过去做容错量子系统设计，改一处参数就要重新做全流程资源测算，耗时数月。借助 CUDA-Q Logical，整个协同设计流程被标准化、自动化，大幅降低容错量子程序的开发与验证成本。截至目前，CUDA-Q Logical 已被包括费米国家加

速器实验室、Infleqtion、IQM、QCDesign、Quantum Motion 和桑迪亚国家实验室在内的 QPU 制造商和实验室使用。

图8：CUDA-Q Logical 将纠错和逻辑比特操作抽象成了一个标准化的编排层



资料来源：McCaskey A, Lietz J, Holmes A, et al. CUDA-Q Logical: Retargetable Compilation for Fault-Tolerant Quantum Computing[J]. arXiv preprint arXiv:2609.13388, 2026.

NVQLink 则是英伟达实现量子—GPU 混合架构的物理桥梁。它针对量子纠错（QEC）循环中极其严苛的低延迟要求，提供了行业领先的连接性能。NVQLink 通过融合了以太网上的 RDMA(RoCE)技术，充分利用了广泛部署的以太网基础设施。在使用“货架产品”搭建的测试线路中，量子控制器到 GPU 的往返延迟平均 3.84 微秒，标准差为 0.035 微秒，1,000 次采样中的最大延迟仅为 3.96 微秒。这一延迟水平及抖动幅度足以满足当前及未来容错型 QEC 解码以及其他实时控制任务的需求。目前，全球已有十余家顶尖超算中心（包括日本 AIST、韩国 KISTI、意大利 CINECA 等）以及 17 家 QPU 制造商采用了 NVQLink 技术。

表2：NVQLink 具备作为工业级容错量子系统基础设施的实力

性能指标	规格参数	工程意义与应用场景
GPU-QPU 吞吐量	400 Gb/s	支持大规模量子纠错码（如表面码、qLDPC 码）产生的海量校验子（Syndrome）数据的实时流式传输。
往返延迟（Round-Trip Latency）	<4.0 微秒（FPGA-GPU-FPGA）	这是系统的“生死线”。该延迟包含了信号从量子控制器（FPGA）发出，经由网络到达 GPU，GPU 计算完成并返回控制指令的全过程。4 微秒的时间窗口足以覆盖超导量子比特的相干需求，使得在 GPU 上运行复杂的纠错算法成为可能。
算力密度	40 PFLOPS（AI 性能）	基于 NVIDIA GB200 Grace Blackwell 超级芯片，提供处理复杂解码算法（如基于张量网络的解码器）所需的算力。
互联协议	RDMA over Ethernet	采用标准的以太网 RDMA 技术，而非专有总线，确保了与现有数据中心基础设施的兼容性和可扩展性。
时钟域（Time Domains）	4 级时钟域同步	NVQLink 引入了从最快（皮秒级脉冲生成）到最慢（秒级经典调度）的四级时钟域概念，解决了异构系统中的同步难题。

资料来源：ICV TA&K、开源证券研究所

表3: NVQLink 在量子计算硬件生态中具备诸多应用场景及合作伙伴

硬件技术路线	核心合作伙伴	合作动因与技术整合点
超导量子计算	IQM, Rigetti, Oxford Quantum Circuits (OQC), Alice&Bob, Anyon Computing, Quantum Circuits Inc.	超导比特速度极快（纳秒级门操作），对控制延迟最敏感。NVQLink 是目前唯一能满足其<4μs 反馈需求的商用接口，用于实现复杂的表面码解码。
离子阱	Quantinuum, IonQ	离子阱相干时间长但计算操作慢，适合运行极其复杂的纠错算法。结合 GPU 算力可实现如 qLDPC 等高级编码的实时解码（如 Helios 案例）。
中性原子	QuEra, Pasqal, Atom Computing, Infleqtion	中性原子阵列通过移动原子（Shuttling）实现逻辑门，需要实时处理相机图像以决定原子移动路径。GPU 的图像处理能力通过 NVQLink 直接赋能原子重排。
光量子	ORCA Computing, Quandela	ORCA 在 2025 年展示了在数据中心内部署光量子处理器，利用 CUDA-Q 实现分布式量子神经网络。光量子需要处理海量探测器数据，依赖 GPU 的高吞吐。
硅基/自旋	Silicon Quantum Computing, Diraq, Quantum Motion	硅基量子点集成度高，需要处理密集的读出信号。NVQLink 提供了这一高密度数据流的传输通道。

资料来源：ICV TA&K、开源证券研究所

（二）国内市场：政企协同推进量超融合落地

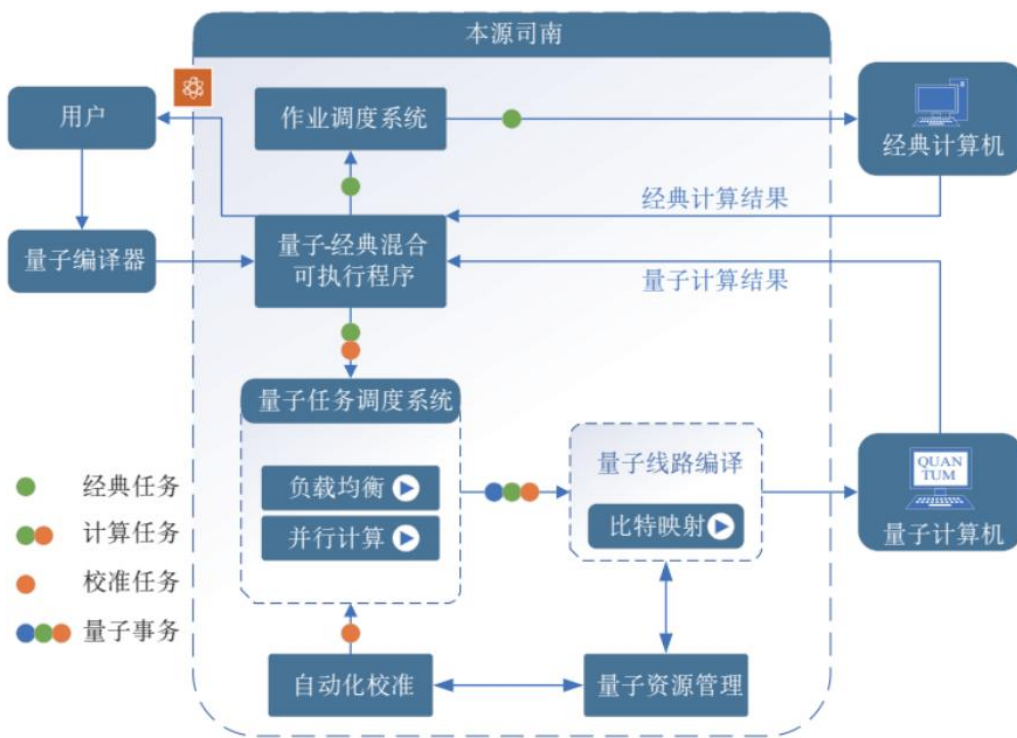
国内市场则呈现政企协同推进格局。政府端，各地政府加快打造量超融合算力中心:如 2023 年 6 月,上海超级计算中心与本源量子成立长三角量超协同创新中心，作为“量超协同”在全国的先行试点。2024 年 5 月，“本源悟空”成功接入长三角枢纽芜湖集群算力公共服务平台，该平台是省级算力统一调度平台，是以芜湖集群为起点推动安徽省算力资源服务化的重要工程，也是中国首个集通用传统计算机、智能计算机、超级计算机、量子计算机“四算合一”的平台。2025 年 7 月，“自主可控常温量超融合计算系统研发及应用示范平台”获批成都市重点研发项目立项，计划在国家超级计算成都中心的传统超级计算机基础上，引入玻色量子自研的相干光量子计算机，打造能够在常温环境下稳定运行的量子—经典融合算力硬件平台。2025 年 11 月，陕西省大数据集团有限公司与图灵量子正式发布“四算融合数据中心”，成功打造了该省首个新质生产力基础设施标杆项目。项目将通过“量超融合”架构，重点突破金融风控、药物研发等经典算力瓶颈，同时为 AI 大模型训练、工业仿真等高精度计算提供支撑。2026 年 3 月，在北京市和海淀区市区两级政府支持下，摩尔线程与光量子计算企业硅臻联合推出北京市首个面向全球的“量超智通”融合计算平台，且实现了从核心芯片到应用软件的全链条自主可控。2026 年 7 月，由甘肃省计算中心牵头实施的中央引导地方科技发展资金项目《“量超融合”算力服务平台关键技术研发与应用》取得阶段性成果，联合本源量子研发的甘肃省量超融合算力服务平台正式上线试运行，打通量子计算与传统超级计算资源壁垒，建成省内量子—经典异构一体化公共算力底座，填补甘肃量超协同计算基础设施空白。

产业端，头部厂商积极推进从操作系统到硬件设备的全链条技术探索。目前，本源量子、中电信量子等是国内量超融合方向落地实践相对成熟的代表企业。早在 2020 年 12 月,本源量子就发布了本源司南系统——国内首个量子计算操作系统框架。该系统实现了整体量子计算操作系统的各种基本功能，集成了一些基本计算服务和中间件服务,并通过 OSLib 提供了相关系统调用接口，操作者可快速开发上层应用。系统服务包含任务管理、编译优化、调度、资源管理、后端服务等核心模块，各模块通过系统隧道相互协作，完成量子计算工作。在此基础上，本源司南系统根据当

前 NISQ 硬件特性另外提供了三个特色功能。(1) **量子比特自动校准**：由于量子比特的错误积累会严重影响计算结果，所以在运行量子任务的同时，本源司南系统会通过自动化校准服务监控并校准量子资源的状态，首先定时检测量子资源中量子比特的状态，若量子比特状态不能满足计算需求，自动化校准服务会通知量子资源管理服务把该量子比特移动到待校准区，并向量子任务调度服务发送校准任务。在量子任务执行过程中，校准任务会被设置为最高优先级，避免量子资源浪费。(2) **量子任务并行计算**：在量子计算中，量子程序（量子任务）是量子处理器的最小执行单元。本源司南系统支持多个量子程序在单量子处理器执行并行计算，极大提高量子处理器的使用效率。(3) **多量子处理器负载均衡**：多量子处理器负载均衡是量子任务调度服务的核心功能，针对多量子处理器不能有效实现量子通信的情况，这时的多量子处理器只能各自单独工作。用户提交多个计算任务时，本源司南系统会根据提交任务的等待时间和要求服务时间进行自动调配，保证最大化利用多个量子芯片，减少排队时长。

在本源司南系统的基础上，本源量子构建了量超协同框架，用户通过 QRunes 语言编写的量子—经典混合应用，经过量子编译器的分析识别后，将对量子程序部分进行转译、量子逻辑门转化、量子程序优化等操作。量子应用被编译为量子—经典混合可执行程序，其中量子程序部分会通过任务形式把量子程序对应的 OriginIR（量子程序中间表示）提交给量子任务调度服务。量子任务调度服务根据当前系统存在的量子任务优先级进行排序，并选取优先级最高且满足量子资源要求的多个量子任务合并提交给量子程序编译服务。之后，通过量子比特映射，以适配不同拓扑结构的量子处理器，并经过低阶编译匹配计算后端的指令集，产生量子可执行程序并脉冲波形发送给量子计算设备。

图9：本源量子量超协同工作流程：高级语言应用——量子编译器编译为可执行程序——量子任务调度——量子比特映射并匹配指令集——量子计算后端



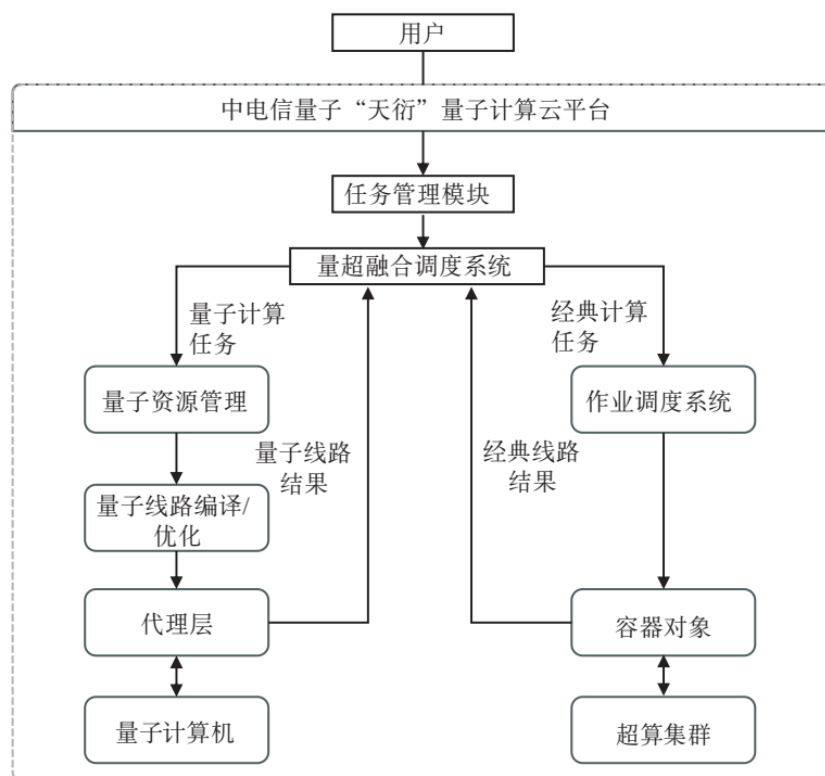
资料来源：付耀斌,周辉.量超协同计算发展概述[J].信息通信技术与政策,2023,49(7):36-43.

中电信量子则推出了“天衍”量子计算云平台，实现了量子算力与超算算力相结合的融合算力调度。具体来看，其量超融合架构可分别采用**基于批处理的融合算力架构**与**基于会话的交互式融合算力架构**。其中，基于批处理的融合算力架构是一种基础的融合计算架构，用户需要使用软件开发工具包（SDK）进行开发，将量子电路作为任务单元提交给量子计算云平台执行，云平台侧通过任务队列管理、资源调度等模块，合理分配资源来处理计算任务，并在任务执行完毕后将结果返回给用户。此外，用户可以通过一次提交批量的量子线路来避免重复提交带来的任务等待。

下图展示了“天衍”量子计算云平台的量子算力与超算算力相结合的融合算力调度系统，在该系统架构中用户使用 SDK 定义超算任务与量子线路任务并提交至云平台的任务队列中，通过任务管理模块排队进入调度模块，调度模块识别提交的计算单元的类型。对于量子计算任务，量子资源管理模块为任务分配合适的量子算力资源，并对量子线路执行必要的编译、优化等操作，最终由量子计算机代理层完成与量子计算机的交互以及结果的返回。对于超算任务，调度模块将其送入作业调度系统，并完成超算容器的创建、任务运行以及结果收集。调度模块根据用户的设置循环调用量子算力资源与超算资源，并最终完成任务的打包与结果的收集。

基于批处理的算力融合架构的特征在于实现清晰、简单直接，其架构与现有系统的兼容性较好，可以扩展接入不同的算力资源，很好地支持 Shor 算法等量子经典融合算法。但其缺点在于用户需要重复提交任务并等待平台调度执行，因此对于迭代工作流的应用支持性较差。

图10：基于批处理的算力融合架构的优点在于实现清晰、简单直接，缺点在于用户需要重复提交任务并等待平台调度执行



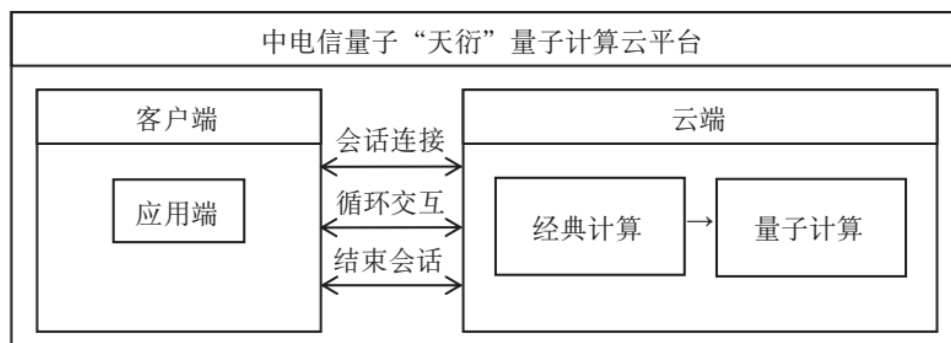
资料来源：王振,王乾坤,王翰逸,等.量子-经典融合算力架构与发展[J].信息通信技术与政策,2025,51(1):89-96.

基于会话的交互式融合算力架构则是一种新型的量子—经典混合计算体系结构，其核心在于引入会话机制实现客户端与云端之间的高效、持续交互，从而优化和提升量子计算资源的利用效率。其中，会话机制是指在量子计算过程中客户端与云端之间建立的一种长期、稳定的会话链接。

下图展示了“天衍”量子计算云平台交互式融合算力架构，该架构基于会话连接机制，融合了经典计算资源和量子计算资源。在此架构中，经典计算资源和量子计算资源都被部署至云端，客户端不会直接访问提交量子计算任务的接口，这个提交过程将由云端的经典计算部分负责，客户端在建立会话后，仅需提交混合计算作业，便可直接从云端接收计算结果。具体而言，客户端应用程序通过安全的通信协议与云端建立会话连接，在会话期间，客户端可以随时提交量子经典混合的计算任务，云端将接收并管理会话作业。之后，经典计算部分将对混合任务进行预处理，并采用循环调用的方式将任务提交至量子计算部分。量子计算部分对任务进行高效计算后，再由经典计算部分对量子任务的运算结果进行后处理并最终将混合计算结果返回至客户端。

基于会话的交互式融合算力架构具有独特的优势。首先，通过独占量子计算资源，减少了任务排队等待时间，提高了计算效率；其次，会话链接机制保证了作业的无间断执行，增强了系统稳定性；最后，该架构实现了混合计算作业的自动化处理流程，降低了用户操作的复杂度。用户在应用代码层面无需针对量子电路进行特化操作，云端负责资源的调度与量子电路的执行并将计算结果直接反馈给客户端，极大简化了作业提交流程。

图11：基于会话的交互式融合算力架构可提高计算效率、增强系统稳定性、降低操作复杂度

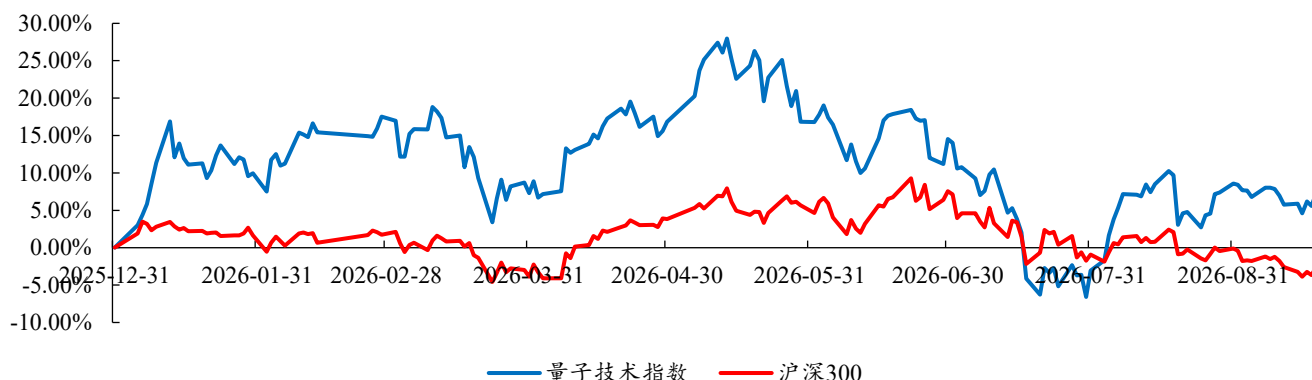


资料来源：王振,王乾坤,王翰逸,等.量子-经典融合算力架构与发展[J].信息通信技术与政策,2025,51(1):89-96.

2、本周板块回顾：板块平均涨跌幅为+7.25%，A 股频准激光领涨

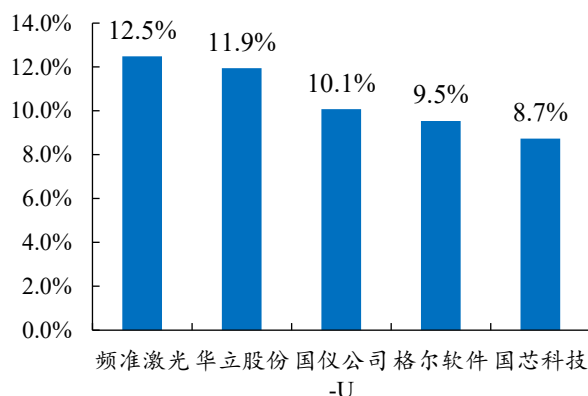
近七日股价复盘：

指数方面，本周(9月14日-9月18日)Wind 量子技术指数(884208.WI)+1.41%，若以2025年12月31日为基准，指数累计+8.00%，同期沪深300指数-3.09%。

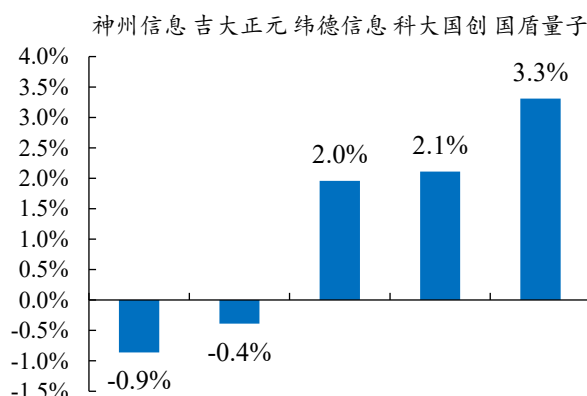
图12: Wind 量子技术指数 (884208.WI) 本周+1.41%


数据来源: Wind、开源证券研究所

个股方面, 本周量子科技 A 股相关标的平均涨跌幅为+7.25%, 涨幅前五标的分别为频准激光(+12.5%)、华立股份(+11.9%)、国仪公司(+10.1%)、格尔软件(+9.5%)、国芯科技(+8.7%); 涨跌幅排名后五标的分别为神州信息(-0.9%)、吉大正元(-0.4%)、纬德信息(+2.0%)、科大国创(+2.1%)、国盾量子(+3.3%)。

图13: 频准激光、华立股份、国仪公司表现出色


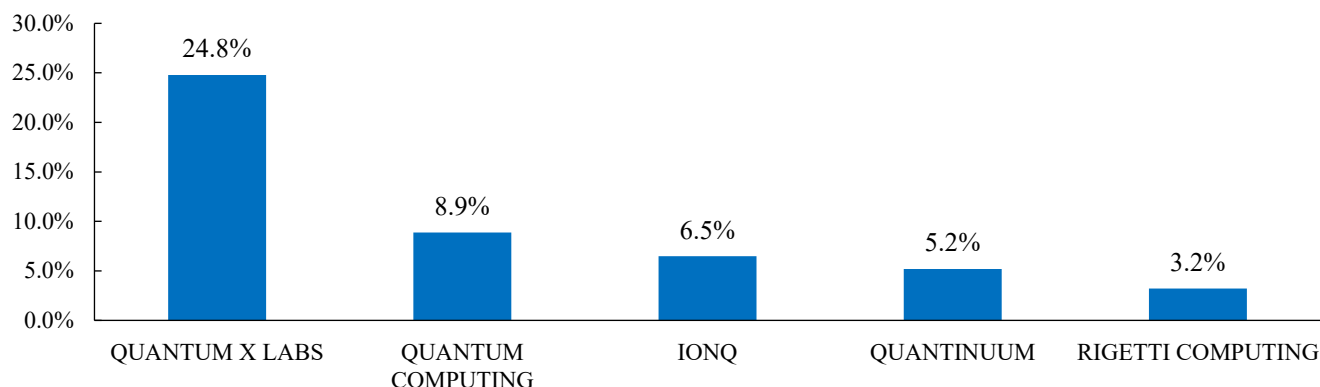
数据来源: Wind、开源证券研究所

图14: 神州信息、吉大正元领跌


数据来源: Wind、开源证券研究所

美股方面, 本周涨跌幅排名靠前的标的分别为 QUANTUM X LABS (+24.8%)、QUANTUM COMPUTING (+8.9%)、IONQ (+6.5%)、QUANTINUUM (+5.2%)、RIGETTI COMPUTING (+3.2%)。**港股方面**, 国富量子 (-6.6%)。

图15：美股 QUANTUM X LABS、QUANTUM COMPUTING 等涨幅位居板块前列



数据来源：Wind、开源证券研究所

图16：本周 A 股相关标的平均涨跌幅为+7.25%

代码	标的	量子布局介绍	市值 (亿元)	本周	涨跌幅 本月	本年
688828.SH	国仪公司-U	量子计算机、电子顺磁/核磁共振波谱仪、金刚石NV色心技术显微镜和磁共振谱仪、微弱信号测量产	378	10.88%	-6.24%	-12.82%
688027.SH	国盾量子	超导量子计算机、量子通信网络设备、冷原子重力仪等	360	3.31%	-6.24%	-28.74%
688826.SH	频准激光	激光器	319	12.48%	0.15%	-26.47%
002268.SZ	电科网安	抗量子软、硬件设备	123	6.28%	5.06%	-28.17%
000555.SZ	神州信息	通信网络承建	102	-0.86%	-4.24%	-37.11%
688262.SH	国芯科技	抗量子软、硬件设备	92	8.73%	-1.67%	-6.49%
300520.SZ	科大国创	量子-经典混合算力云平台	65	2.11%	-5.49%	-34.88%
603038.SH	华立股份	量子科技+水务	44	11.44%	-3.29%	8.10%
603232.SH	格尔软件	抗量子软、硬件设备	36	9.54%	6.13%	-28.03%
003029.SZ	吉大正元	抗量子软、硬件设备	35	-0.39%	3.68%	-32.28%
688171.SH	炜盛信息	量子算力云平台、抗量子软、硬件设备	27	1.96%	-13.54%	-29.89%
688619.SH	罗普特	硅基量子计算	27	4.78%	-2.04%	9.55%
美股 (亿美元)						
IONQ.N	IONQ	离子阱量子计算机	145	6.48%	-0.46%	-12.79%
QNT.O	QUANTINUUM	离子阱量子计算机	135	5.20%	2.95%	-14.57%
QBTS.O	D-WAVE QUANTUM	量子退火机、超导量子计算机	62	1.85%	-0.52%	-34.57%
RGT.O	RIGETTI COMPUTING	超导量子计算机	51	3.21%	0.64%	-28.85%
INFQ.N	INFLEQTION	中性原子量子计算机、原子钟等	28	0.84%	1.22%	-15.99%
XNDU.O	XANADU QUANTUM TECHNOLOGIES	光量子计算	23	-13.02%	-31.04%	-31.00%
QUBT.O	QUANTUM COMPUTING	光量子计算	19	8.89%	5.71%	-15.20%
IQMX.O	IQM QUANTUM	超导量子计算机	18	-7.36%	-9.66%	-6.65%
PSQL.O	PASQAL	中性原子量子计算机	17	-4.36%	-55.84%	-26.40%
LAES.O	SEALSQ	硅基量子计算、抗量子软、硬件设备	5	-5.88%	-10.04%	-40.74%
ARQQ.O	ARQIT QUANTUM	抗量子软件	3	0.40%	1.25%	-8.00%
QXL.O	QUANTUM X LABS	光学原子钟、量子磁力计等	1	24.77%	16.39%	262.09%
港股 (亿港元)						
0290.HK	国富量子	战略投资量子科技领域	167	-6.35%	-4.85%	-41.20%

数据来源：Wind、开源证券研究所；数据截至 9 月 18 日

3、行业动态：NVIDIA 推出 CUDA-Q Logical，美国能源部启动容错量子计算竞赛

3.1、NVIDIA 扩展开源 CUDA-Q 平台，推出容错量子计算编排层 CUDA-Q Logical

9 月 14 日，NVIDIA 宣布扩展开源 CUDA-Q 平台，推出 CUDA-Q Logical，用于设计和测试容错量子计算机应用。根据 NVIDIA 披露的信息，Iceberg Quantum 利用该平台对 1000 个逻辑量子比特进行了建模，对应约 15 万个物理量子比特；美国

费米实验室将评估容错系统设计的所需时间由约 5 个月缩短至 3 周，美国桑迪亚国家实验室则通过 CUDA-Q 提供 QUOPS 基准测试工具。

3.2、美国能源部启动 2.15 亿美元容错量子计算竞赛，加速容错量子计算机开发

9 月 17 日，美国能源部宣布 Quantum Genesis Q 竞赛，计划投入最高 2.15 亿美元，旨在推进实现全球首台具备容错能力、且具有科学应用价值的量子计算机（SRQC）。参与者需部署拥有至少 100 个逻辑量子比特、能够执行数亿次容错操作和科学演示程序的量子计算机。

3.3、量域芯创获数千万元天使轮融资，加速开发全栈式低温测控平台

9 月 14 日消息，杭州量域芯创科技有限公司（“量域芯创”）近日完成数千万元天使轮融资，本轮由金雨茂物领投，杭州高新投、藕舫天使、国信通联、海南高第等机构跟投。资金将主要用于大冷量低振动湿法稀释制冷机、低温测控芯片及低温柔性带状线缆三大核心产品的研发与迭代。量域芯创的核心思路是开发一套全栈式低温测控平台，替代目前主流的室温测控架构，该平台由大冷量低振动湿法稀释制冷机、低温测控芯片和低温柔性带状线缆三类产品构成。

3.4、三菱电机投资 OptQC，支持光学量子计算硬件发展

9 月 15 日，三菱电机株式会社称，其 ME 创新基金已投资于日本初创企业 OptQC 公司。这也是该基金迄今为止的第十六项投资。OptQC 是一家源自东京大学的初创企业，依托该校古泽实验室（Furusawa Laboratory）所研发的技术而成立。该实验室在光量子计算领域处于世界领先地位，其光量子计算机采用自主设计的架构，能够在量子比特数量增加时有效控制系统规模的扩张，这一硬件技术因适用于大规模系统而备受认可。此外，OptQC 已在推动技术实用化方面取得了多项成果，包括向一家公立研究机构交付了首台商用系统，并向多家私营企业提供了相关硬件模块。

通过此次投资，三菱电机期望能够尽早深入了解 OptQC 在光学量子计算机硬件、相关组件以及客户与市场趋势等方面的前沿技术与动态。公司计划以此为契机，引领量子计算领域的发展，并将相关洞见应用于自身的量子技术、软件实现经验以及工业领域的应用开发，从而开拓新的商业机遇。

3.5、富士通发布开源 OpenQARP，加速量子应用开发

9 月 15 日，富士通宣布，其量子应用开发软件 Open Quantum Application Research Package（OpenQARP）已在全球范围内以开源形式发布。该软件可提供超过 100 个软件组件，包括由富士通自主研发的量子算法。组件可灵活组合，大幅简化量子应用的开发流程。此外，OpenQARP 兼容多种执行环境，例如基于大规模高性能计算环境构建的富士通量子模拟器，以及用于混合量子—经典计算的 NVIDIA CUDA-Q 平台。通过将包含富士通自研算法的软件以开源形式公开发布，富士通将加速量子软件的实用化进程，并借助量子技术助力解决各类社会课题。

4、个股动态：Infleqtion 与 IQM 集成 NVIDIA CUDA-Q

Logical 框架，推动量子计算纠错

4.1、IonQ 和 Synopsys 称量子算法可使工程仿真流程加速 14.6%

9月17日, IonQ 和 Synopsys 报告称, 将量子算法集成至主流工程软件中, 可使复杂的工业设计效率提升高达 14.6%。这项研究还证实, 混合量子计算能够有效缓解传统超级计算机面临的重大计算瓶颈, 并在 2026 年于多伦多举行的 IEEE 量子周上荣获最佳论文一等奖。

4.2、Infleqtion 将 qLDPC 与 NVIDIA CUDA-Q Logical 集成, 推进量子纠错研究

9月14日, Infleqtion 宣布已完成开源 qLDPC 库与 NVIDIA CUDA-Q Logical 的集成。利用 CUDA-Q Logical 早期访问版本, Infleqtion 研究人员构建并验证了每逻辑量子比特仅需约 6 个物理数据量子比特的高速纠错码, 相较于用于对比的表面码方案, 码率提升了约五倍。这一物理量子比特与逻辑量子比特的比值低于 10:1, 标志着 Infleqtion 在实现其面向近期系统的架构目标方面取得了重要进展。

4.3、QCi 与 HBKU 签署三年量子技术合作协议, 围绕量子三大领域展开合作

9月14日, Quantum Computing Inc. (QCi) 宣布与卡塔尔哈马德·本·哈利法大学 (HBKU) 签署为期三年的框架协议, 围绕量子计算、量子传感和量子通信开展合作。协议将支持双方开展联合学术研究、高管教育项目、行业项目、应用开发及联合市场推广, 共同开发面向现实需求的量子技术解决方案, 同时推动卡塔尔量子人才与产业能力建设。

4.4、IQM 采用 NVIDIA CUDA-Q Logical 框架, 推进开放架构容错系统基准测试

9月14日, IQM Quantum Computers 采用 NVIDIA CUDA-Q Logical 作为其全栈硬件环境中的主要逻辑编排层。IQM 将 CUDA-Q 的开源容错编译栈与本地 Halocene 量子纠错产品线连接起来, 将高级逻辑算法基准测试与厂商专有控制软件及低级 FPGA 固件解耦。通过在 CUDA-Q Logical 中标准化高级逻辑电路描述, 编译层允许高速 qLDPC 代码、平面曲面码等 QEC 算法工作负载被编译、基准测试并在异构物理后端执行, 而无需改变底层操作指标。

4.5、东洋公司采购第二套 IQM 系统, 建设双 QPU 测试平台

9月15日, IQM 称, 东洋株式会社已采购其第二套全栈式量子计算机 IQM Spark。Spark 系统将部署于东洋位于东京木场的研发中心, 并于 2027 年初投入运行, 可支持量子计算基础教学及算法验证与测试。此前, 东洋已购置了一台 IQM Radiance 20 比特量子计算机, 计划于 2026 年底安装于由日本产业技术综合研究所 (AIST) 运营的“面向量子—AI 技术的全球研发基地”(G-QuAT)。东洋的两项部署共同印证了市场对 IQM 本地化量子计算机日益增长的需求。

5、风险提示

技术研发与迭代不及预期、产业落地进度不及预期、下游应用场景需求不及预期。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师声明

本研究报告的署名人员具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告，并对内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了署名人员的研究观点，所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。本报告署名人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（Outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（Underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（Overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（Underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数（北交所基准指数为北证 50 指数）、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动，过往的业绩表现不应作为其日后表现的预示。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼3层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn