

计算机行业深度报告

量子信息：下一场信息革命

增持（维持）

2024年04月04日

证券分析师 王紫敬

执业证书：S0600521080005

021-60199781

wangzj@dwzq.com.cn

证券分析师 王世杰

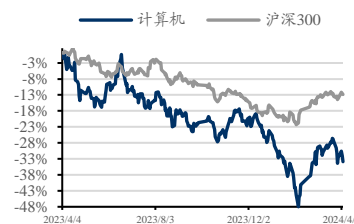
执业证书：S0600523080004

wangshijie@dwzq.com.cn

投资要点

- **量子信息**是量子力学与信息技术的交叉，主要包括量子计算、量子通信和量子测量三大领域。
- **量子计算**：量子计算是量子信息颠覆传统信息技术最核心的领域。利用量子的叠加和相干性，量子计算可以实现相比于传统计算机指数级别倍数的计算能力。但现在量子计算技术尚未成熟，超导、离子阱等各种技术路线尚未收敛。当前量子计算主要应用一些特定领域，乐观地估计，十到二十年之后，可以制造出普适的“通用量子计算机”。**2023年全球量子计算市场规模约为47亿美元，2035年有望达到8117亿美元。**产业链包括上游的环境支撑系统、测控系统、各类关键设备组件以及元器件等，是研制量子计算原型机的必要保障。产业中游主要涉及量子计算原型机和软件，其中原型机是产业生态的核心部分。产业生态下游主要涵盖量子计算云平台以及行业应用。
- **量子通信**：量子通信利用量子的纠缠性、不可复制性等特性实现加密信息传输。量子通信主要包括量子密钥分发、量子隐形传态和量子保密通信网络三种技术。**量子密钥分发（QKD）确保任何企图窃取传送中的密钥都会被合法用户所发现，是商业化进程较快的细分方向。**量子隐形传态和量子保密通信网络仍处于技术研发早期。量子通信方面，中国已经建设了局域网、城域网、广域网和量子通信卫星等工程。量子通信产业链上游为元器件及核心设备；中游为网络传输线路及系统平台；下游消费市场，应用于军事国防、电子政务、电子商务、能源电力、电子医疗、电信运营等领域。2030年全球量子通信市场规模为196.8亿美元。
- **量子测量**：量子测量利用量子系统对外部干扰的强烈敏感性来对物理量进行精密测量。**量子测量各技术方向的发展成熟度有较大差异**，既有原子钟、原子重力仪等已成熟商用产品，也有量子磁力计和量子陀螺等处于早期的样机产品，还有量子关联成像、里德堡原子天线等尚处于系统技术攻关的原型机。量子测量产业链上游主要是系统研发所需的基础材料、元器件和支撑系统提供。中游包含各种技术方向的系统设备提供商。下游涉及基础科研、国防军工等诸多领域。全球量子精密市场规模预计从2019年的11.2亿美元增长到2030年的25.27亿美元，市场规模呈现不断上升趋势，年复合增长率为7.97%。
- **投资建议**：量子信息产业是大国博弈的重要领域，中美两国是该领域的头部玩家，后续量子信息会成为科技角逐的高地。量子信息领域技术更迭不断，量子纠错等关键技术被逐个攻破，我们预计量子信息产业商业化曙光在前。3月29日，国务院提出重点布局量子信息等新兴领域，我们预计后续会有更多支持政策落地。建议关注量子信息产业链投资机会。**相关标的**：**量子计算**：国盾量子、普源精电、科华数据等。**量子通信**：国芯科技、神州信息、吉大正元、迪普科技、浙江东方、格尔软件、光迅科技、电科网安、亨通光电、亚光科技、金卡智能、中国长城等。**量子测量**：科大国创等。
- **风险提示**：技术发展不及预期；政策支持不及预期。

行业走势



相关研究

《国产AI算力行业报告：浪潮汹涌，势不可挡》

2024-03-26

《AI算力不断迭代，液冷大势所趋》

2024-03-11

内容目录

1. 量子信息：量子力学与信息技术的交叉	4
2. 量子计算	5
2.1. 量子计算的定义与优势	5
2.2. 量子计算的发展现状与瓶颈	6
2.3. 量子计算的主要应用场景	8
2.4. 量子计算主要技术路线	9
2.5. 量子计算市场空间	10
2.6. 量子计算产业链	12
2.7. 量子计算全球进展	13
3. 量子通信	16
3.1. 量子通信的定义与分类	16
3.2. 量子通信的发展现状	18
3.3. 量子通信产业链	19
3.4. 量子通信市场规模	20
4. 量子测量	21
4.1. 量子测量定义与分类	21
4.2. 量子测量发展现状与瓶颈	22
4.3. 量子测量产业链	22
4.4. 量子测量市场规模	24
5. 量子计算产业链标的	24
6. 政策推动	26
7. 投资建议	26
8. 风险提示	26

图表目录

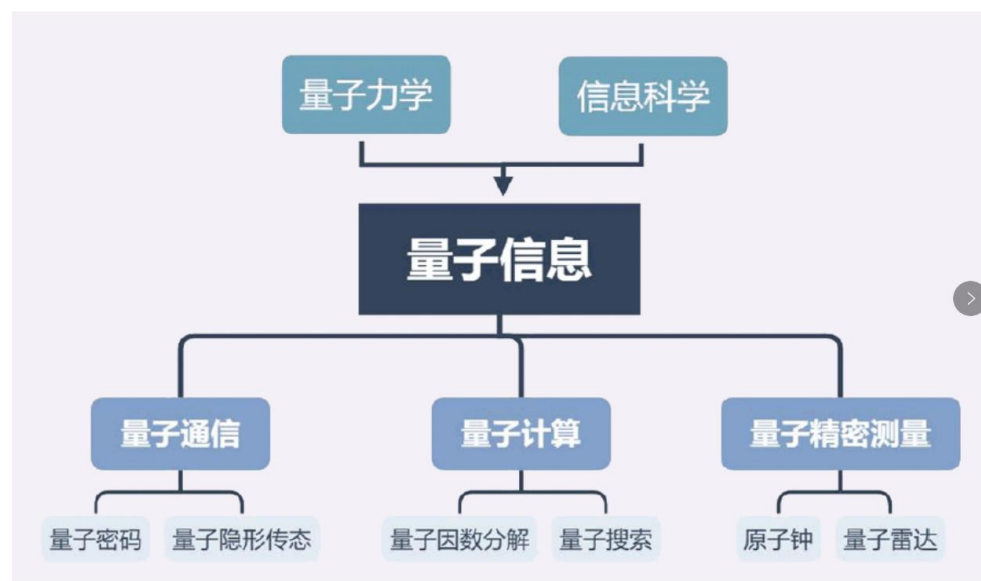
图 1:	量子信息三大领域.....	4
图 2:	量子比特对比传统比特.....	6
图 3:	量子计算发展生命周期示意图.....	7
图 4:	量子计算硬件主要技术路线.....	10
图 5:	全球量子计算产业规模 (2021~2035) (单位: 十亿美元)	11
图 6:	全球量子计算上游产业规模 (2023-2035) (单位: 十亿美元)	12
图 7:	量子计算产业生态.....	13
图 8:	70 量子比特的 Sycamore 实现了量子优势.....	14
图 9:	量子超级计算机的测量.....	14
图 10:	IBM 将量子开发路线图延长至 2033 年.....	15
图 11:	“祖冲之二号”量子处理器图.....	16
图 12:	量子隐形传态原理.....	17
图 13:	量子通信产业链.....	20
图 14:	2023-2030 年全球量子通信市场规模.....	21
图 15:	量子精密测量与经典测量对比.....	22
图 16:	当前量子精密测量主要技术路径进展.....	22
图 17:	量子测量产业链.....	23
图 18:	2019-2030 年全球量子精密测量市场规模.....	24
图 19:	量子计算产业链标的梳理 (单位: 亿元)	25
表 1:	量子信息领域概况.....	4
表 2:	量子计算应用场景分析 (2035 年)	9

1. 量子信息：量子力学与信息技术的交叉

量子的特性，带来信息科学变革的可能。量子代表的是一种不可再分的基本单位。在微观世界，只要是不可再细分的概念，都可以叫做量子化，比如光子就是不可再分的基本粒子，所以光子也叫光量子。量子信息的两个重要特性，是得以改变信息科学的重要依据。一是量子的“叠加态”；二是量子“纠缠”。**叠加态**是指量子位（qubit）可以同时处于0和1的状态。这种能同时表示两种或多种状态的特性称为量子叠加。**量子纠缠**是指当两个或多个量子位纠缠在一起时，无论它们之间的距离有多远，一个量子位的状态改变会即刻影响到另一个。

量子信息包括量子计算、量子通信和量子测量三大领域。20世纪80年代以来，量子力学与信息科学交叉，产生了一门新的学科——量子信息（quantum information）。量子信息主要包括量子计算、量子通信和量子测量三大领域，在提升计算困难问题运算处理能力、加强信息安全保护能力、提高传感测量精度等方面，具备超越经典信息技术的潜力。

图1：量子信息三大领域



数据来源：中科院物理所，东吴证券研究所

表1：量子信息领域概况

领域	概念释义	应用场景	典型研发产品
量子计算	遵循量子力学规律来调控量子信息单元进行计算的新型计算模式	在生物制药、材料研发、分子化学、资源勘探等领域，通过量子处理器来模拟量子系统运行状态；在人工智能、量化金融、密码解析、交通优化等大规模计算领	D-Wave-量子退火机、“悬铃木”量子计算机、光量子计算原型机“九章”与“九章二号”、超导量子计算原型机“祖冲之”与“祖冲之二

		域，加速机器学习和大数据处理能力等	号”
量子通信	利用量子力学原理，通过移动量子态来实现信号、信息和量子态的转移和传输	主要是量子密钥分发和量子隐形传态技术的应用，提供军事国防、国家政务、金融交易互联网云服务，电力系统等领域的信息安全保障服务	美国量子通信网络、欧盟光纤·QT实验网络、东京高速量子通信网络、中国科学实验卫星“墨子号”、保密通信骨干线路“京沪干线”
量子测量	基于量子体系纠缠、压缩、高阶关联等特性，实现对量子态的操控和测量	集中于量子时频同步、量子重力测量、量子磁场测量、量子定位导航、量子目标识别等五大领域，覆盖军事国防、航空航天、生物医药、能源勘探、交通运输、灾害预警等行业	时钟源、原子干涉磁力仪、量子干涉器件磁力计、原子干涉加速度计、原子干涉陀螺仪、原子干涉重力仪、原子干涉重力梯度仪、量子雷达

数据来源：世界科技研究与发展前瞻产业研究院，东吴证券研究所

2. 量子计算

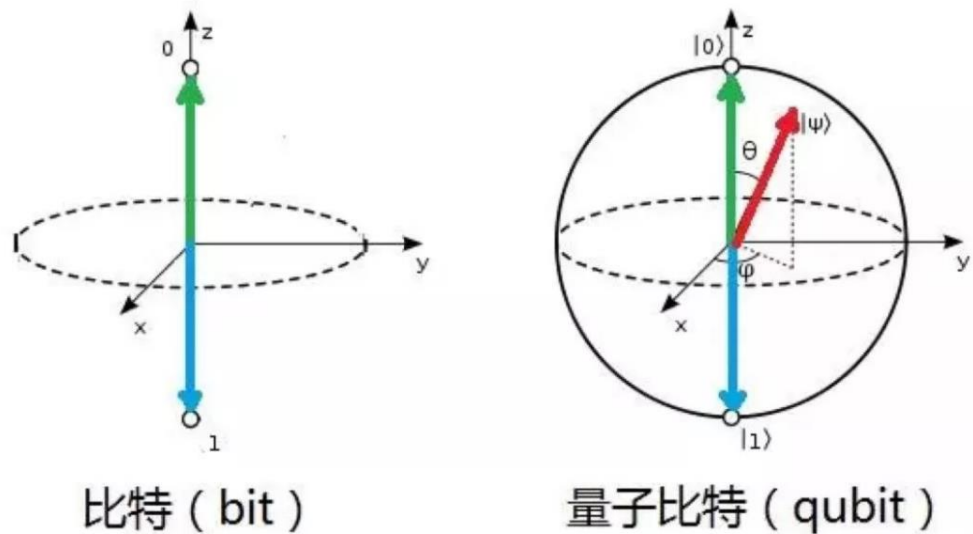
2.1. 量子计算的定义与优势

量子计算按照既定的算法和程序，对量子态进行操控和测量的过程。量子态的演化过程，对应的就是一个量子计算过程。量子计算是量子信息技术的核心。没有量子计算，量子技术其他领域的发展，不足以动摇现有信息技术的根基。

量子计算利用的是量子叠加的特性。多个量子比特与同样数目的经典比特比较，差别是指数级的。N个经典比特一次表示的数字只有1个，N个量子比特一次能表示的数字数目为2的N次方。当N=250时，可以表示的数字数目比宇宙中所有原子的数目还要多。

量子计算以量子比特为基本单元，对传统计算机来说，两个比特能表示四个数，也就是00、01、10、11，但某个具体的时刻只能有一个值。但对于两个量子比特，这四个值可以同时存在。随着量子比特数的增加，能同时表示的数也会指数级的增加，N个量子比特就可以同时有2的N次方个值，这就相当于在同一个时刻，可以进行2的N次方个运算。

图2: 量子比特对比传统比特



数据来源: 中科院物理所, 东吴证券研究所

与经典计算机不同, 量子计算机的算力随量子比特的数目不是线性增加, 而是指数增加的。

2.2. 量子计算的发展现状与瓶颈

在目前阶段, 实验室能够制备的量子比特的退相干时间不够长, 操控的精度也有限, 还远未达到要实现量子计算指数加速的要求。

量子计算在理论和实验层面都经历了多个发展历程, 主要有以下几个阶段。

初步概念阶段 (1980-1994): 1980 年代初期, Paul Benioff 提出将量子力学原理用于模拟图灵机的想法, 成为量子计算理论研究的起点。理查德·费曼 (Richard Feynman) 和大卫·多伊奇 (David Deutsch) 分别于 1982 年和 1985 年提出了量子系统和量子图灵机的概念。

算法和理论发展阶段 (1994-2000): 1994 年, 彼得·秀尔 (Peter Shor) 发明了 Shor 算法, 证明了量子计算机在解决特定问题上超越经典计算机的潜力。1996 年鲁弗 (Lov Grover) 发明了 Grover 算法, 可以在无序数据库中以平方根的时间复杂度查找特定元素。

实验验证和技术进步阶段 (2001-2010): 研究小组开始使用不同的物理系统 (如离子陷阱、超导电路、光子等) 实现量子比特和量子逻辑门, 证实了量子计算的实际可行性。

商业化和标准化阶段 (2011-现在): 2011 年以后, 随着技术的成熟和投资的增加, 多家公司 (例如 Google、IBM、Intel、Rigetti Computing 等) 开始研发量子计算机, 并通过云服务形式提供用户远程访问量子计算资源。

图3: 量子计算发展生命周期示意图



数据来源: ICV TA&K, 东吴证券研究所

从上世纪八十年代开始,量子计算经过了基本物理思想和初级原理的验证,现在进入了所谓的“中等规模带噪声的量子计算时代”。“中等规模”是指现在能比较可靠操控的量子比特数大约在几十到几千的水平;“带噪声”指的是对量子比特的门操作有一定的误差,量子态的读取也存在一定错误,还无法实现精确的量子计算。这是量子计算技术发展必然要经过的一个阶段,也是量子计算各种路线探索和人才积累的关键阶段。

近年来量子计算应用探索广泛开展,但目前尚未在实用化问题中展现出有现实意义的量子计算优越性,仍处于原理性与可行性验证的探索阶段。

量子处理器硬件性能水平距离实现大规模可容错通用量子计算还有很大差距。中国信通院技术与标准研究所所长张海懿表示,当前,在量子计算领域,超导、离子阱、光

量子、中性原子、硅半导体、金刚石色心和拓扑等主要技术路线并行发展，整体上依然处于中等规模含噪声量子处理器阶段，量子纠错已实验验证突破盈亏平衡点。**超导技术路线是有望率先实现量子纠错和突破杀手级应用的“种子选手”之一**，中性原子路线今年在技术路线竞争中异军突起，量子物理比特规模提升和纠错实验发展迅速，有望成为一匹“黑马”。总体来说，未来仍需业界长期艰苦努力攻关。

量子计算机发展的制约因素主要有以下几个方面：

温度限制：全球各地的量子计算机都只能在约 0.1 开尔文（-273.05℃）的极寒温度下工作，然而实现这种低温又是超导量子的特性，不在低温下就发挥不出来，而达到这样的温度需要数百万美元的制冷。随着量子计算机的运算能力越强，需要的制冷设备就越多，要求也就越高。

技术限制：量子计算机对硬件技术的依赖度极高，主要是实现不了**编码逻辑比特**，**其次还有系统扩展、逻辑门精度、相干消等几个方面**，其次，除了要有基础的硬件，对比经典计算机，量子计算也需要有**软件、算法以及云平台**等技术的支持。要实现其量子纠缠等技术特性，需要一系列高端材料和设备的支持。其中，**超导电子学和纳米加工技术**是量子计算机实现所必须的，其发展趋势与成熟程度都会对其应用产生严重影响。

应用限制：目前量子计算机应用场景非常有限，主要在化学、金融、优化等领域。但对于传统的数据中心应用和人工智能应用并不适应。虽然**量子计算机**对于某些领域问题的解决速度非常迅速，但对于其他问题则会显得非常低效，这也限制了它的应用场景。

量子计算未来的发展趋势，主要在三个方面：一是**规模化**，当前量子计算能比较可靠操控的量子比特数大约在 100 个量子比特左右，今后将逐渐达到几千、几万、几十万、几百万甚至更高的水平。二是**容错化**，量子计算需要很多量子比特，但更需要制备出相干时间可以任意长、错误率小于纠错阈值的所谓容错的逻辑量子比特。三是**集成化**，目的是实现对大量量子比特及其测控系统集成和小型化，是降低量子计算机的研发成本、实现量子计算机广泛应用的前提。

如果对未来做一个展望的话，乐观地估计，十到二十年之后，高质量制备和操控的量子比特数将达到上万个，在这个基础上，通过对大量量子比特的不断纠错，有望制备出一个能容错的逻辑量子比特；再过十到二十年，有希望实现对多个逻辑量子比特和普适逻辑门的相干操控，并且在这样的基础上，制造出普适的量子计算机。到那时，量子信息技术及应用将进入全面高速发展阶段，也将成为人类征服自然的一个新的里程碑！

2.3. 量子计算的主要应用场景

量子计算机能够实现**量子傅里叶变换、量子搜索和量子因式分解**等复杂计算，将深刻影响**密码学、材料科学、人工智能**等领域：

1) **密码学：**由于 Shor's algorithm 可以用来破解某些传统加密技术，因此需要开发

新的加密技术保护数据的安全性。基于量子密钥分发 (QKD) 技术的加密技术已经被提出并得到了广泛研究。

2) 材料科学: 传统计算机可以使用分子动力学 (MD) 模拟分子和材料结构, 但分子和材料结构非常复杂, 需要大量的计算资源。在量子计算机中, 可以使用量子模拟器来模拟分子和材料结构。这将有助于加快新材料和新药物的研发过程。

3) 人工智能: 由于量子比特可以处于多个状态, 因此可以使用量子神经网络来处理大规模数据集和复杂模型。这将有助于提高人工智能系统的性能, 并推动人工智能技术向前发展。

应用探索成业界热点, 行业领域趋向多元化。 基于中等规模含噪量子处理器 (NISQ) 和专用量子计算机的应用案例探索在国内外广泛开展, 代表性应用领域和典型场景涵盖了化学、金融、人工智能、交通运输、气象等众多行业领域, 产业规模估值达到千亿美元级别。

表2: 量子计算应用场景分析 (2035年)

行业领域	关键环节	产业估值 (亿美元)
金融	金融服务	3940~7000
	传统能源	100~200
能源与材料	可持续能源	100~300
	化工	1230~3240
生命科学	制药	740~1830
	汽车	290~630
先进工业	航空航天与国防	300~700
	电子产品	100~200
	半导体	100~200
电信传媒	电信	100~200
	传媒	100~200
出行、运输与物流	物流	500~1000

数据来源: 麦肯锡《量子技术监测》、波士顿《量子计算为商业化做好准备》等, 东吴证券研究所

2.4. 量子计算主要技术路线

当前量子计算各技术路线的性能指标发展水平参差不齐, 但距离实现大规模可容错通用量子计算的目标都还有很大差距: 1) 超导路线: 在量子比特数量、逻辑门保真度等指标方面表现较为均衡; 2) 离子阱路线: 在逻辑门保真度和相干时间方面优势明显, 但比特数量和门操作速度方面瓶颈也同样突出; 3) 光量子路线: 目前在比特数量、逻辑门保真度和相干时间等指标方面均未展现出明显优势; 4) 中性原子路线: 近年来在比特数量规模、门保真度和相干时间等指标方面提升迅速。

量子计算硬件有多种技术路线并行发展，主要可分为两大类：1) 以超导和硅半导体等为代表的人造粒子路线，2) 以离子阱、光量子和中性原子为代表的天然粒子路线。

人造粒子路线：可重用半导体集成电路制造工艺，在比特数量扩展方面具有一定优势，但在提升逻辑门精度等指标方面受到基础材料和加工工艺等限制。

天然粒子路线：具有长相干时间和高逻辑门精度等优势，但在比特数量扩展等方面面临挑战。近年来，各种主要技术路线均有研究成果不断涌现，呈现开放竞争态势，尚无某种技术路线体现出明显综合优势。

超导技术路线是量子计算领域业界关注度最高的发展方向。离子阱路线能否在量子计算技术路线竞争中占据优势仍有待进一步观察。光量子路线中专用光量子计算近年来研发成果较多。硅半导体路线的比特数量和操控精度等指标提升缓慢。中性原子路线有望成为技术路线竞争中的后起之秀。**超导技术路线的比特数量操控精度和相干时间等关键指标提升迅速且发展较为均衡，是有望率先实现量子纠错和突破杀手级应用的“种子选手”。**

图4：量子计算硬件主要技术路线

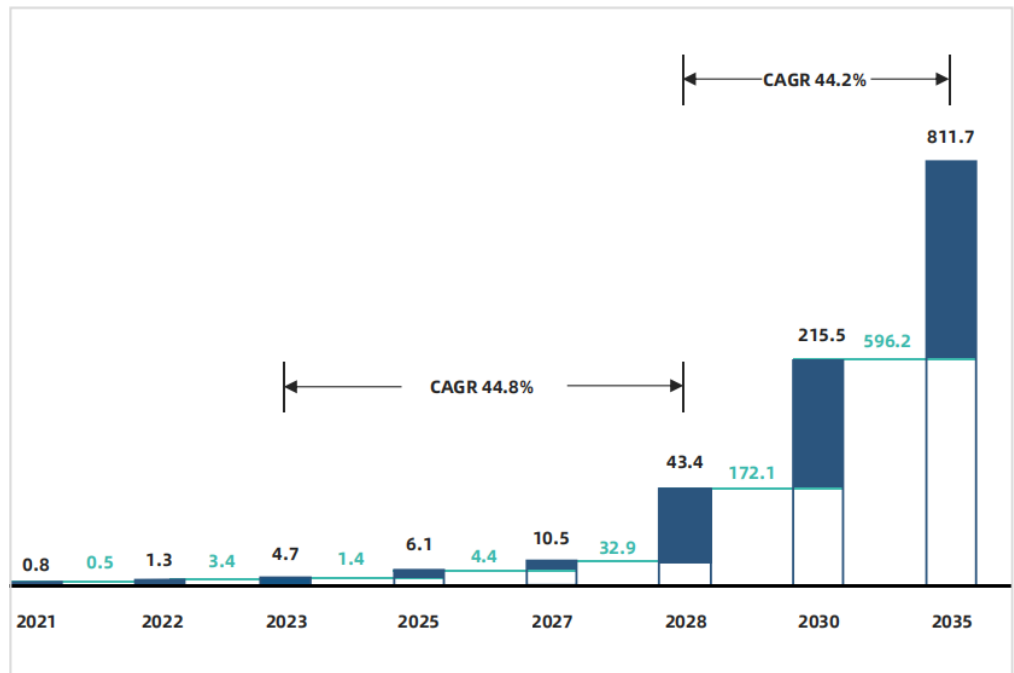
技术路线	超导	离子阱	硅半导体	光量子	中性原子
原理与优势	<ul style="list-style-type: none"> 超导约瑟夫森结形成二能级系统。 保真度较高、门操控速度快、集成电路兼容、可设计性较高。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用电荷与磁场间所产生的交互作用力约束带电离子。 保真度高、相干时间长、制备读取效率高。 	<ul style="list-style-type: none"> 硅同位素量子点电子自旋作为二能级系统。 半导体兼容性、门操作速度快。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用光子多种自由度构建量子位。 环境友好性、保真度高、相干时间长。 	<ul style="list-style-type: none"> 利用光镊或光晶格囚禁原子悬浮在超高真空中。 保真度高、相干时间长、构建多维阵列潜力。
典型成就	<ul style="list-style-type: none"> 中科院：41位“庄子”芯片模拟侯世达蝴蝶拓扑物态。 中国科大：“祖冲之二号”可操纵量子比特数达176。 Rigetti：84位量子处理器Ankaa-1。 	<ul style="list-style-type: none"> 华翎量子：37位离子阱量子计算原型机HYQ-A37。 Quantinuum：H2系统实现32位全连接量子比特；H1-1量子系统量子体积达到524288。 	<ul style="list-style-type: none"> Intel：12位硅基自旋量子芯片Tunnel Falls。 中科院：实现硅自旋翻转速率超过1.2 GHz的自旋量子比特超快操控。 	<ul style="list-style-type: none"> 中国科大：255光子量子计算原型机“九章三号”。 玻色量子：100比特相干光子伊辛机“天工量子大脑”。 	<ul style="list-style-type: none"> 微尺度国家研究中心：实现光晶格中基于自旋交换的量子纠缠。 Atom computing：1180量子比特的中性原子量子计算原型机。
发展趋势	<ul style="list-style-type: none"> 增加比特规模、探索可扩展性机制 提升保真度 延长相干时间 	<ul style="list-style-type: none"> 更高性能离子阱 扩展单离子阱计算架构下的比特数量 研制稳定激光系统 	<ul style="list-style-type: none"> 降低测控信号、量子位噪声影响 提纯材料以延长相干寿命 	<ul style="list-style-type: none"> 研制高性能的光源与光子探测器 改进光子集成芯片 研制光子间纠缠的方案 	<ul style="list-style-type: none"> 提升精确测控能力 降低原子所受碰撞影响 研究多维阵列连接方式

数据来源：中国信通院，东吴证券研究所

2.5. 量子计算市场空间

2035年总市场规模有望达到8117亿美元。2023年，全球量子产业规模达到47亿美元，2023至2028年的年平均增长率（CAGR）达到44.8%，基本符合行业发展规律。2027年，专用量子计算机预计将实现性能突破，带动整体市场规模达到105.4亿美元。在2028年至2035年，市场规模将继续迅速扩大，受益于通用量子计算机的技术进步和专用量子计算机在特定领域的广泛应用，到2035年总市场规模有望达到8117亿美元。这一接近万亿级别的市场规模标志着量子计算会在此进入全面成熟和商业化的关键阶段，预示着未来量子计算将在各个领域带来深远而持久的影响。

图5: 全球量子计算产业规模 (2021~2035) (单位: 十亿美元)



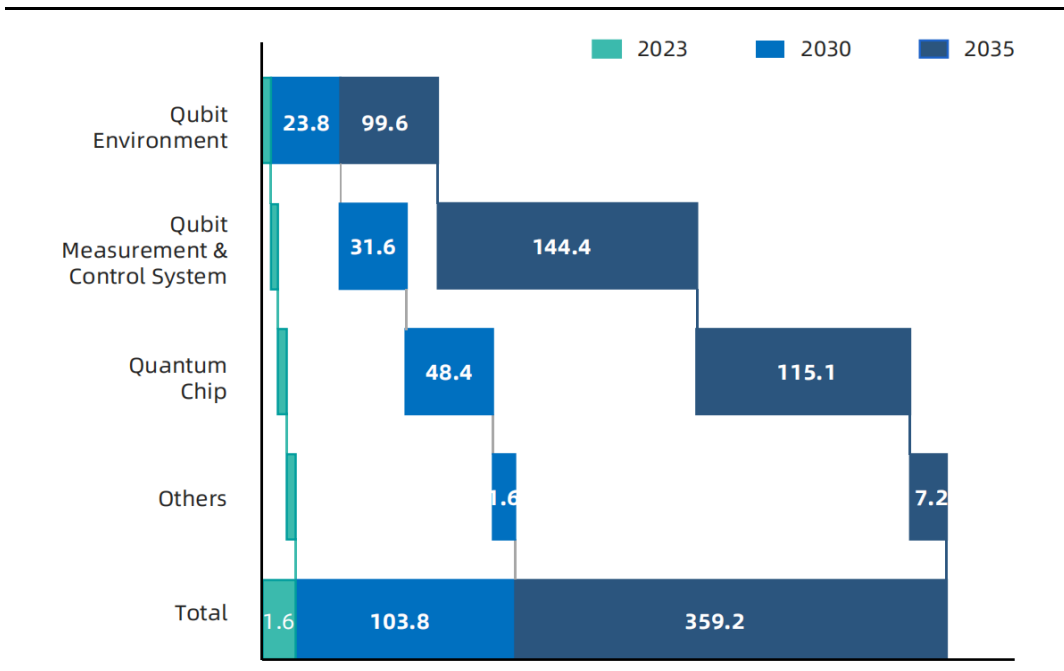
数据来源: ICV TA&K, 东吴证券研究所

上游市场在量子计算领域的发展至关重要, 主要分为量子比特环境、量子比特测量与控制系统、量子芯片以及其他。技术进步、应用领域的扩大、政策支持、投资增加以及商业化的挑战和机遇等因素, 共同推动了量子计算市场的快速发展。从 2023 年到 2035 年, 上游市场规模呈现出显著的增长趋势, 市场总规模由 2023 年不到 20 亿美元增长到 2035 年千亿美元。

量子比特测量与控制系统市场规模增长最为迅猛, 从 2023 年的几亿美元到 2030 年的 316 亿美元, 最后增长到 2035 年的 1444 亿美元。测量和控制系统对于保持量子比特的相干性和实现量子计算任务至关重要, 而技术的发展推动了对更为精密、高效的测量和控制系统的持续需求增加。

量子芯片市场规模到 2030 年以及 2035 年均有指数级别的增长。量子芯片作为量子计算的核心组件, 对实现量子计算任务具有至关重要的作用。随着对量子计算性能要求的提高, 对更先进、可扩展的量子芯片的需求持续上升。

图6: 全球量子计算上游产业规模 (2023-2035) (单位: 十亿美元)



数据来源: ICV&光盒子《2024 全球量子计算产业发展展望》, 东吴证券研究所

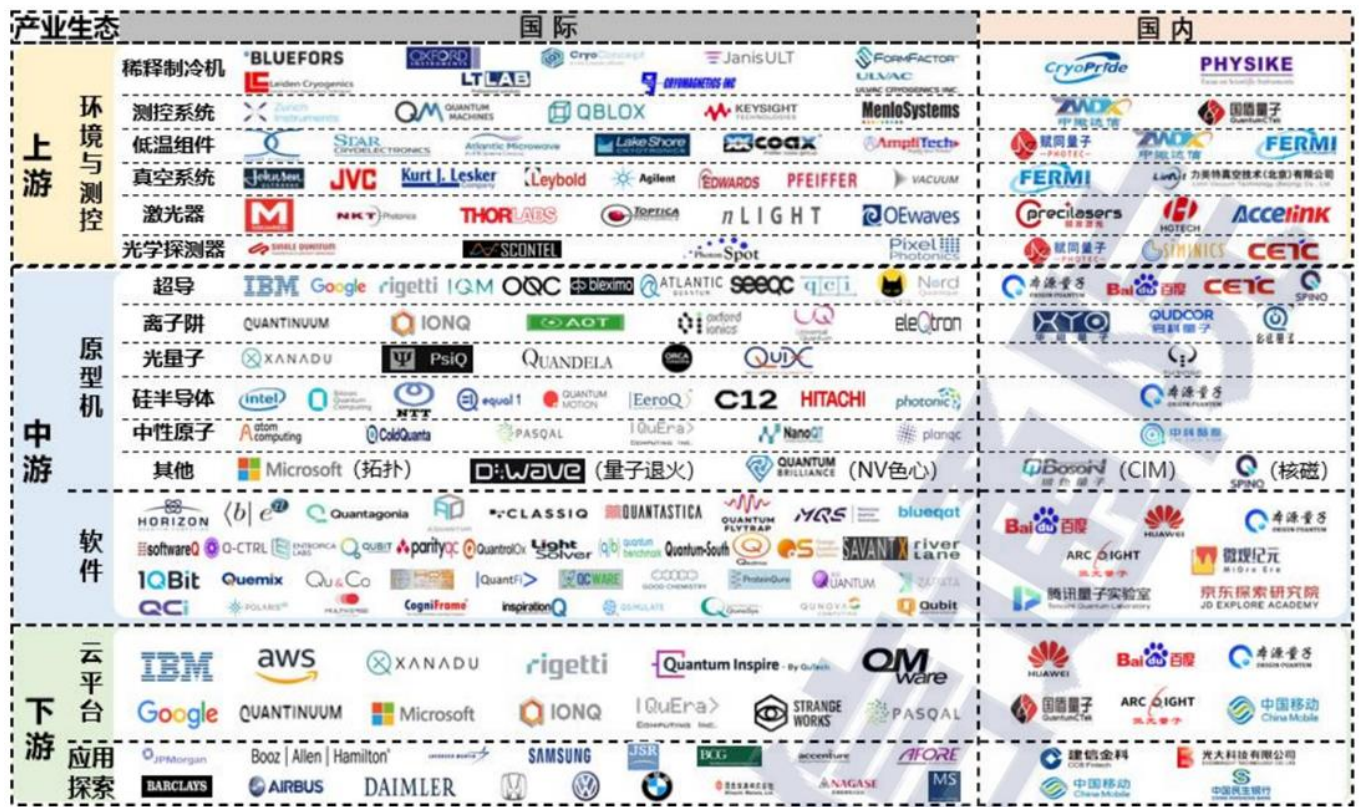
2.6. 量子计算产业链

产业生态上游主要包含环境支撑系统、测控系统、各类关键设备组件以及元器件等, 是研制量子计算原型机的必要保障。目前由于技术路线未收敛、硬件研制个性化需求多等原因, 上游供应链存在碎片化问题, 逐一突破攻关存在难度, 一定程度上限制了上游企业的发展。国内外情况对比而言, 上游企业以欧美居多, 部分头部企业占据较大市场份额, 我国部分关键设备和元器件对外依赖程度较高。

产业生态中游主要涉及量子计算原型机和软件, 其中原型机是产业生态的核心部分, 目前超导、离子阱、光量子、硅半导体和中性原子等技术路线发展较快, 其中超导路线备受青睐, 离子、光量子 and 中性原子路线获得较多初创企业关注。美国原型机研制与软件研发占据一定优势, 我国量子计算硬件企业数量有限且技术路线布局较为单一, 集中在超导和离子阱路线, 量子计算软件企业存在数量规模较少、创新成果有限、应用探索推动力等问题。

产业生态下游主要涵盖量子计算云平台以及行业应用, 处在早期发展阶段。近年来全球已有数十家公司和研究机构推出了不同类型的量子计算云平台积极争夺产业生态地位。目前量子计算领域应用探索已在金融、化工、人工智能、医药、汽车、能源等领域广泛开展。国外量子计算云平台的优势体现在后端硬件性能、软硬件协同程度、商业模式等方面。大量欧美行业头部企业成立量子计算研究团队, 与量子企业联合开展应用研究, 我国下游行业用户对量子计算重视程度有限, 开展应用探索动力仍需提升。

图7: 量子计算产业生态

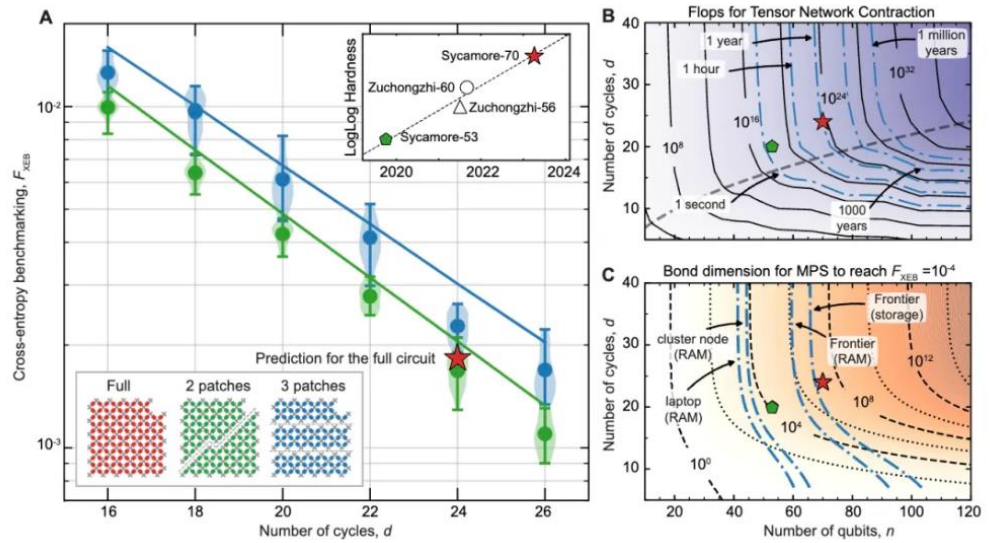


数据来源: 信通院, 东吴证券研究所

2.7. 量子计算全球进展

谷歌采用超导路线, 最新 Sycamore 量子处理器目前拥有 70 个量子比特。谷歌的量子优势实验基于他们的超导量子芯片 Sycamore, 利用交叉熵基准, 谷歌量子计算研究人员观察到了阶段边界, 由此定义噪声量子演化的计算复杂性。在模拟的估计计算成本, 比起经典计算机, 53 量子比特完成 1 百万个噪音样本比其快 6.18 秒。而 70 量子比特要快 47.2 年。

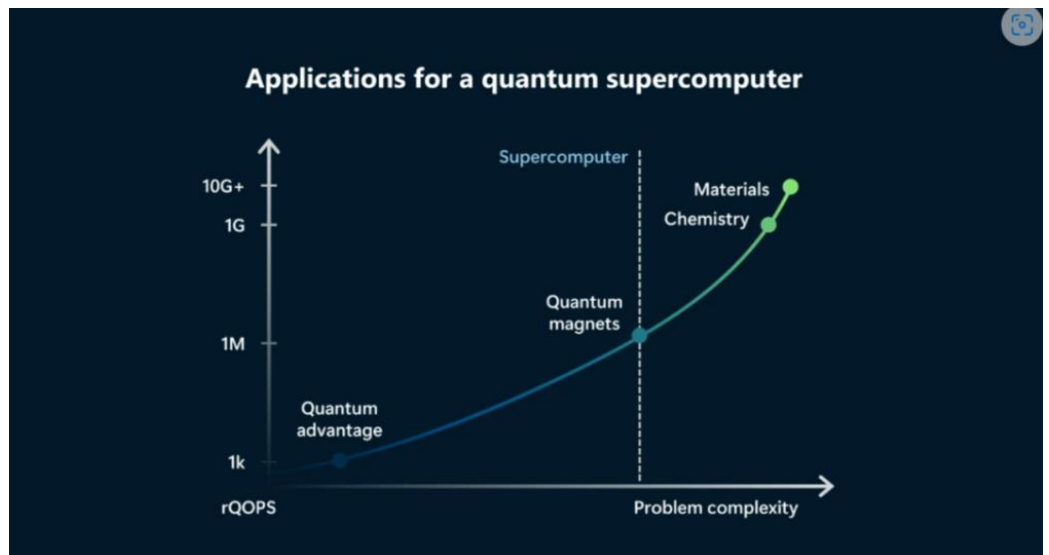
图8: 70 量子比特的 Sycamore 实现了量子优势



数据来源: 谷歌官网, 东吴证券研究所

微软预计 10 年内完成量子超级计算机的构建。公司将未来量子计算分为基础、弹性和规模三个级别。**基础阶段**，在噪声物理量子比特上运行的量子系统，微软已经将量子机器带到了 Azure Quantum 的云端，包括 IonQ, Pasqal, Quantinuum, QCI 和 Rigetti。**弹性阶段**，从嘈杂的物理量子比特过渡到可靠的逻辑量子比特，增加每个逻辑量子比特的物理量子比特数，使物理量子比特更稳定，或者两者兼而有之；**规模阶段**，设计出一台规模化的、可编程的量子超级计算机，这样的量子超级计算机至少需要 100 万个每秒可靠的量子操作数 (rQOPS)。

图9: 量子超级计算机的测量

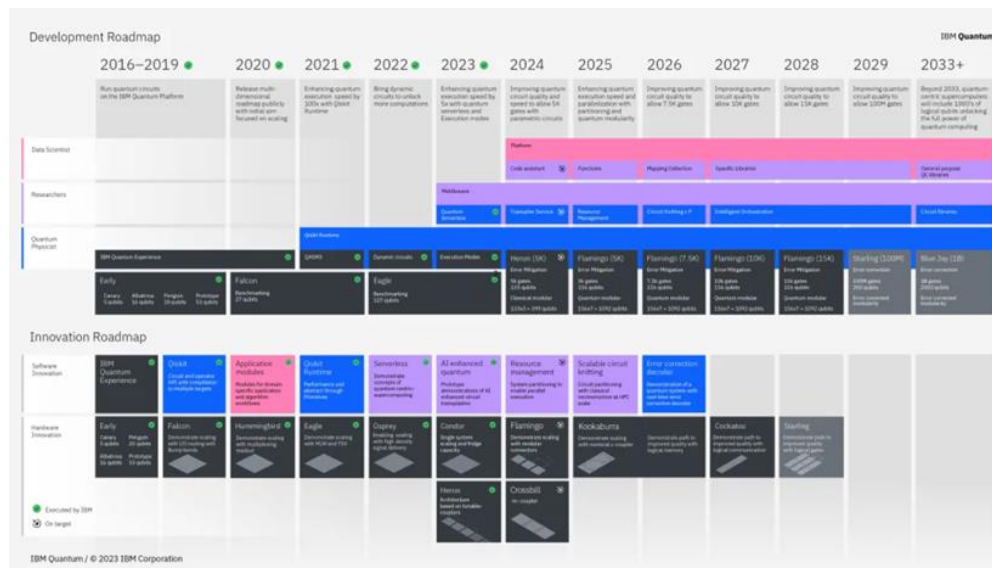


数据来源: 微软官网, 东吴证券研究所

IBM 推出新型模块化系统，瞄准 2033 年超级计算机。2023 年 12 月，IBM 公司推出了 133 量子位的量子处理器 IBM Quantum Heron，可提供迄今为止 IBM 最高的性能

指标和最低的错误率，同时展示了一种新方法，将机器内部的处理器连接在一起，然后将机器连接在一起，以形成模块化系统，当与新的纠错代码相结合时，有望在 2033 年生产出引人注目的量子机器：包括 1000 个逻辑量子比特的超级计算机，全面释放量子计算的能量。

图10: IBM 将量子开发路线图延长至 2033 年



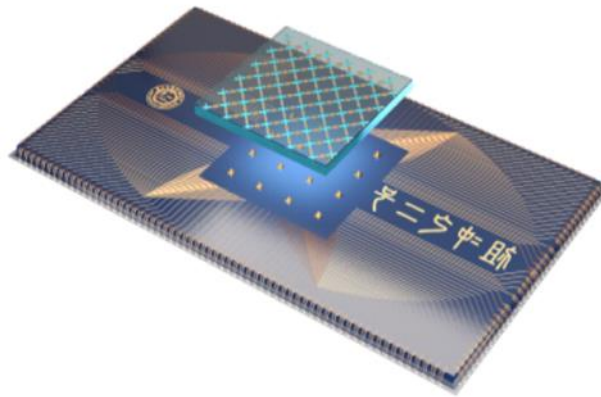
数据来源：IBM 官网，东吴证券研究所

实现 Condor 处理器，拥有 1121 个超导量子位。Condor 突破了芯片设计的规模和产量极限，量子比特密度提高了 50%，在量子比特制造和层压板尺寸方面取得了进步，并在单个稀释制冷器中包含超过一英里的高密度低温柔性 IO 接线。性能可与 433 量子比特的 Osprey 相媲美。多年来，IBM 一直遵循量子计算路线图，每年将量子比特数量增加约一倍。

中科院团队成功构建 255 个光子的量子计算原型机“九章三号”，科研人员设计了时空解复用的光子探测新方法，构建了高保真度的准光子数可分辨探测器，提升了光子操纵水平和量子计算复杂度。根据公开正式发表的经典精确采样算法，“九章三号”处理高斯玻色取样的速度比上一代“九章二号”提升一百万倍。其在百万分之一秒时间内所处理的最高复杂度的样本，需要当前最强的超级计算机“Frontier”花费超过二百亿年的时间。

“祖冲之二号”量子计算机可操纵的量子比特数达到 176 比特。祖冲之二号采用大规模并行处理的硬件结构和智能的调度和管理系统，可以实现处理器核心之间的快速通信和数据传输，有效地避免资源浪费和处理能力不均衡的问题。其单比特门、两比特门和读取保真度分别为 99.84%、99.40%和 97.74%，相比之下，谷歌“悬铃木”在其“量子计算优越性”实验中的三项保真度分别为 99.84%、99.38%和 96.20%。

图11: “祖冲之二号”量子处理器图



数据来源: 光子盒, 东吴证券研究所

3. 量子通信

3.1. 量子通信的定义与分类

量子通信是利用物理实体粒子(如光子、原子、分子、离子)的某个物理量的量子态作为信息编码的载体,通过量子信道将该量子态进行传输到达传递信息目的,是量子信息科学的重要研究分支。其核心在于以量子态来编码信息并传输,其通信过程服从量子不确定性原理、量子相干叠加和量子非定域性等量子力学的基本物理原理。

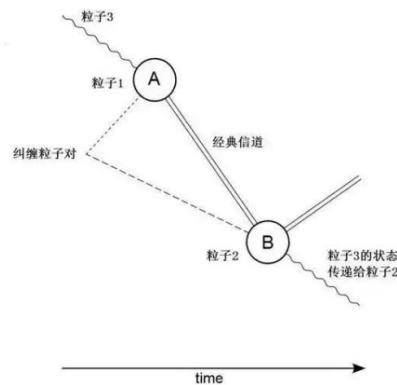
量子通信主要包括量子密钥分发、量子隐形传态和量子保密通信网络三种技术。

量子密钥分发(QKD)应用了量子力学的基本特性,确保任何企图窃取传送中的密钥都会被合法用户所发现。窃听者如果要窃听量子密码,必须进行相应的测量,而根据不确定性原理和量子不可克隆性,一旦测量必定会对量子系统造成影响,从而改变量子系统的状态。

利用量子纠缠态的量子通讯就是“量子隐形传态”(quantum teleportation)。“量子密钥分发”只是利用量子的不可克隆性,对信息进行加密,属于解决密钥问题。而“量子隐形传态”是利用量子的纠缠态,来传输量子比特。

量子隐形传态的原理。量子隐形传态方式的载体是单个粒子,如单个光子或单个电子,利用其内在的微观的行为特征,如粒子的自旋方向,利用量子纠缠效应让量子通信传输的不再是传统信息,而是量子态携带的量子信息。举例来说,两个处于纠缠态的粒子A和B,无论相隔多远,只要把其中一个粒子(A)和携带想要传输的量子比特的粒子(C)一起测量,C的量子比特马上消失,但是相隔遥远的粒子(B)却立刻携带上了C之前携带的量子比特。这就是在量子纠缠的帮助下,待传输的量子态不需要任何载体的携带,在一个地方神秘地消失,又在另一个地方神秘地出现。

图12: 量子隐形传态原理



数据来源：面包板社区，东吴证券研究所

量子保密通信网络核心设备包括 QKD 产品、信道与密钥组网交换产品等。目前能够实现的量子保密通信网络，包括局域网、城域网和骨干网。

局域网实现一个单位或一处地点内多个终端的接入，对距离要求不高；城域网负责城市范围内不同区域的连接，上联骨干网，下联局域网；而骨干网实现跨省、跨城的连接（包括地面光纤和卫星-地面站两种实现方式），现阶段以地面光纤为主，对距离要求高。

量子城域网是一种可覆盖整个城市的量子密钥分发网络。在与传统通信网络相结合后，能实现基于量子安全技术的高等级安全通信服务，为涉及国计民生的政务、金融、电力等重要信息提供保障。2022 年 8 月，安徽合肥开通了当时全国最大、覆盖最广、应用最多的量子城域网——合肥量子城域网，包含 8 个核心网站点和 159 个接入网站点，光纤全长 1147 公里。

在量子广域网方面，2021 年 1 月，中国科学技术大学宣布中国科研团队成功实现了跨越 4600 公里的星地量子密钥分发，此举标志着我国已成功构建出天地一体化广域量子通信网络，为未来实现覆盖全球的量子保密通信网络奠定了科学与技术基础。

抗量子密码（PQC），也称后量子密码，是能够抵抗量子计算对公钥密码算法攻击的新一代密码算法，旨在研究密码算法在量子环境下的安全性，并设计在经典和量子环境下均具有安全性的密码系统。其基于数学原理，以软件和算法为主，依赖计算复杂度，易于实现标准化、集成化、芯片化、小型化和低成本，能够提供完整的加密、身份认证和数字签名等解决方案。PQC 的出现，可有效地防止攻击者窃取和破解加密信息，为网络信息安全提供保障。

Shor 算法的出现，意味着 RSA 加密在理论上已经不再安全。1994 年，美国科学家 Peter Shor 提出了著名的 Shor 算法，在理论上展示了一个足够强大的量子计算机能将质因数分解的时间复杂性降到多项式时间内。随着量子计算机软硬件技术飞速发展，现

代密码体系的崩溃也不再是理论上的风险。以 RSA-2048 算法为例，Shor 算法破解效率大约是经典算法的 10(43) 倍。2021 年，业内分别预估了 Shor 算法破解 RSA2048、ECDSA 的成本，大约需要 2000 万量子比特，耗时几小时内。

3.2. 量子通信的发展现状

量子通信领域的量子密钥分发(OKD)技术初步实用化，多种协议类型的 OKD 系统在国内已经实现商用，但商用 OKD 系统的性能仍有明显瓶颈，例如，单跨段现网光纤传输距离通常在数十 km 范围，密钥成码率通常为数 kbps 至数十 kbps 量级。进一步提升 OKD 系统的传输距离和密钥成码率，对于远距离传输、组网和高带宽加密业务应用等具有重要意义，也是提升 OKD 技术实用化水平，破解应用推广与产业发展困境的必由之路。

量子信息网络目前主要处于基础研究实验探索阶段，关键技术与使能组件仍有技术瓶颈尚未突破，实用化前景尚不明确，但其实现量子计算机互联组网，指数级提升量子信息处理能力的应用潜力较大。已成为欧美国家布局的重点发展方向之一。近年来，欧美研究机构和行业组织等，通过合作项目、组网实验和平台建设等多种方式，加快推动技术试验与测试验证。

陆地部分：QKD 基础设施网络建设。

美国：纽约大学量子信息物理学中心 (CQIP) 和量子安全网络技术公司 Qunnect 合作，使用 Qunnect 的量子安全网络技术，通过纽约市的标准电信光纤发送量子信息，成功测试了布鲁克林海军造船厂和纽约大学曼哈顿校区之间 10 英里（16 公里）量子网络链路。在 10 英里的光纤中，Qunnect 和 CQIP 实现了以每秒 15000 对的速度传输高度纠缠的量子比特通过光缆，测试过程中链路正常运行时间达到 99%。此次实验打开了纽约都市区的金融服务、关键基础设施和电信公司试点量子网络技术的大门。

中国：由国科量子建设和运营的长三角区域量子保密通信骨干网建设成果于 2023 年 6 月在第五届长三角一体化发展高层论坛上正式发布。长三角量子网络线路总里程约 2860 公里，形成了以合肥、上海为核心节点，链接南京、杭州、无锡、金华、芜湖等城市的环网，通过量子业务运营支撑系统及量子卫星调度系统，为星地一体量子保密通信网络提供全方位保障。

太空部分：卫星通信建设。

美国：QuSecure 推出首个具有量子弹性的实时端到端卫星加密通信链路，这一里程碑标志着美国卫星数据传输首次采用 PQC 来抵御经典和量子解密攻击，以保护卫星数据通信的安全性。QuSecure 的量子弹性加密通信链路可以使任何联邦政府和商业组织都能够通过太空进行实时、安全、经典和量子安全的通信和数据传输。在星链网络上的安全卫星通信测试中，QuSecure 成功地将量子弹性数据从 Quark 服务器通过科罗拉多州 Rearden Logic 的实验室发送到星链终端。然后通过上行链路将信号发送到 Starlink 卫星，

再通过下行链路传回地球。所有这些通信均受到 QuSecure 的量子安全层（Quantum Secure Layer, QSL）的保护，通过 PQC 网络安全保护传输中的所有数据。

美国纳米卫星服务提供商 Sky and Space（SAS）宣布与 CyberProtonics 建立合作伙伴关系。CyberProtonics 将为 SAS 公司的纳米卫星和地面终端机群嵌入 PQC 技术，为 2024 年初的发射做准备。这一合作将确保卫星通信的安全性，为未来的卫星网络提供了更强的数据保护。

中国：中国科学院科学家、第十四届全国政协委员潘建伟在接受媒体采访时表示：“我们正在与国家航天科学中心合作研制一颗中高地球轨道卫星。未来，高轨卫星与近地轨道卫星相结合，将构建广域量子通信网络。将有 3-5 颗专注于 QKD 的小卫星，产生纠缠粒子用作量子密钥，且质量在 100 公斤以下。低地球轨道卫星将提供城市之间的联系，而更高轨道的卫星将允许创建一个全球性、全天的量子通信网络。该网络将使用量子力学的元素来加密和安全传输信息。中国还一直在为该网络建设地面站，目前，已经实现了“墨子号”卫星与北京、济南、威海、丽江和漠河等城市之间的量子通信演示。

POC 技术产业发展具有鲜明的方案竞争和标准先行特性，美国是 POC 算法标准制定的引领者，欧美科技巨头和密码学界是重要贡献者。

随着 POC 标准初具雏形，欧美在 POC 产业化方面也加快推进抢占先机。2022 年 5 月，拜登政府发布行政令 16，提出在 2035 年前，由国家安全局(NSA)和 NIST 负责及时完成美国国家信息系统的 POC 升级迁移，为应用推广扣响了“发令枪”。2023 年 1 月，互联网工程任务组(IETF)成立后量子应用协议工作组(POUIP)，开始从加密技术标准和网络协议升级等方面开展研究与推动。10 月，POUIP 发布《面向工程师的后量子密码》报告¹¹⁷，分析 POC 标准算法特性、过渡时间表、算法替换升级方案等具体技术问题。7 月，NIST 联合国家网络安全卓越中心(NCCoE)发起“向 POC 迁移”计划 118，提出升级项目工作流程，推荐 28 家 POC 技术产品供应商，包含 IBM、亚马逊、思科等科技巨头和 SandboxAO、POShield 等初创企业。

POC 算法标准的推出，拉开了全球 POC 技术产业化序幕。我国需加快 POC 相关算法研究、评估和标准化进程，推动技术产品研发、应用部署推广和培育领军企业，在技术产业竞争中占据一席之地，掌握自主的量子时代信息安全保障能力。

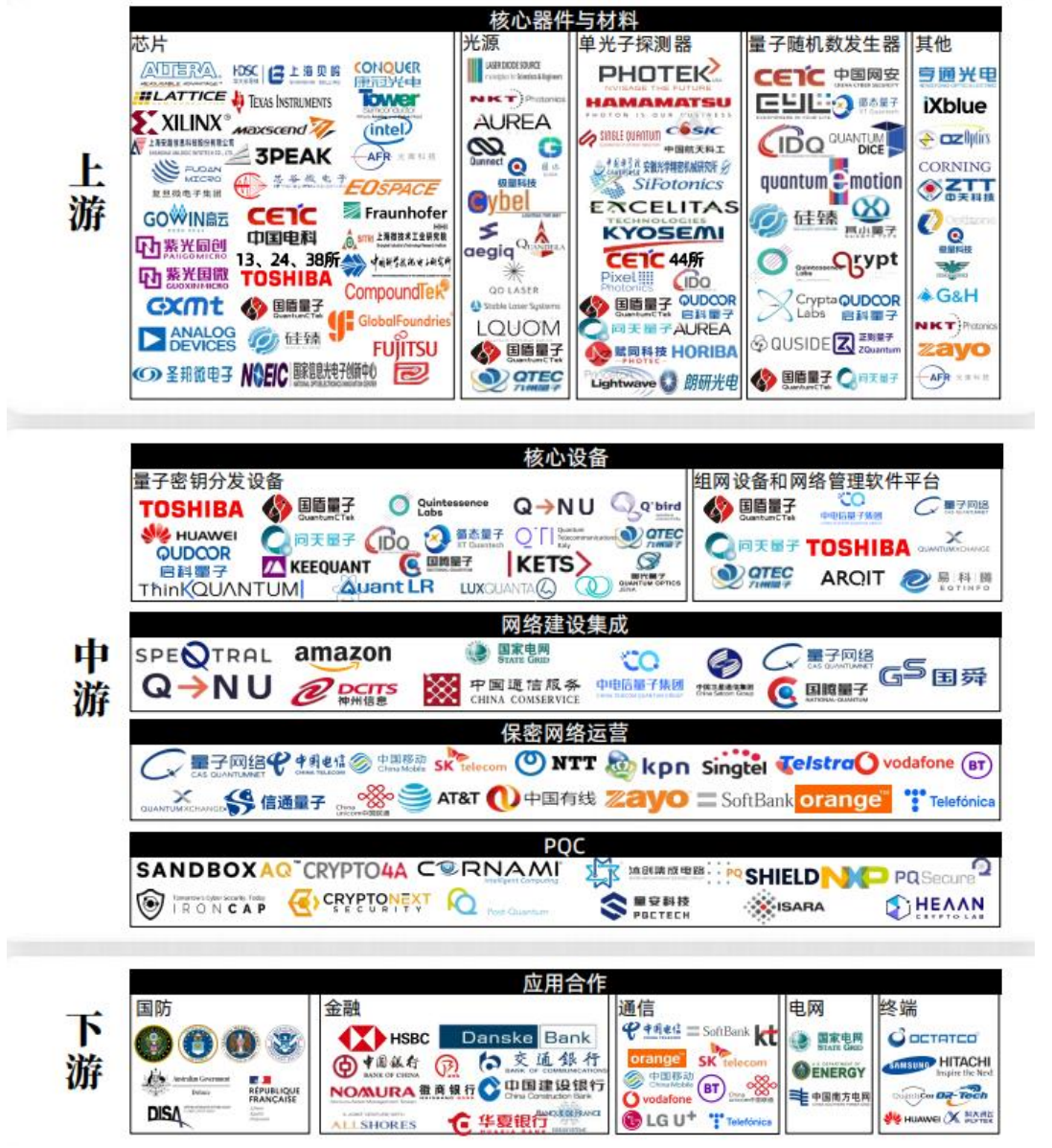
3.3. 量子通信产业链

中国量子通信产业链上游为元器件及核心设备，包括信号处理芯片、光纤光缆、雪崩二极管、射频器件、量子密钥分发器、量子路由器、量子交换机、量子随机发生器等。

中游为网络传输线路及系统平台，包括光纤骨干网、卫星中继、经典网络管理系统、备份与容灾子系统、综合网络监控子系统、量子密钥分发子系统、量子网络管理系统等。

下游消费市场，应用于军事国防、电子政务、电子商务、能源电力、电子医疗、电信运营等领域。

图13: 量子通信产业链

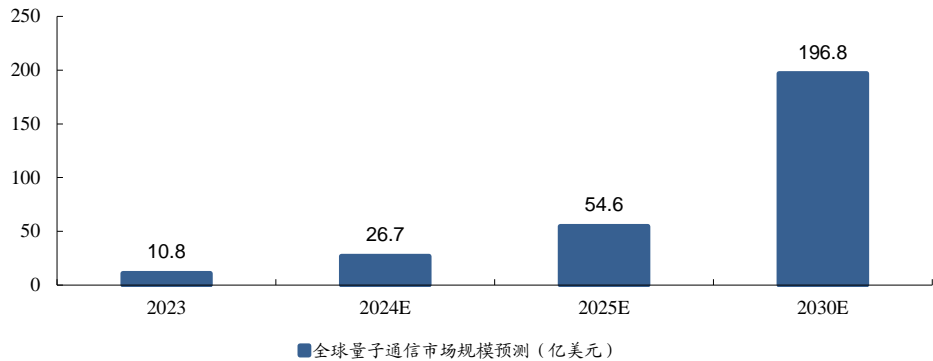


数据来源：光子盒，东吴证券研究所

3.4. 量子通信市场规模

量子通信从目前已经发展的形态来看，主要是由量子物理加密产品与技术（例如 QKD、PQC、QRNG 等）带来的产业价值。仅考虑 QKD、PQC、QRNG 三个重要市场，2030 年全球量子通信市场规模为 196.8 亿美元。

图14: 2023-2030 年全球量子通信市场规模



数据来源: ICV TA&K, 东吴证券研究所

4. 量子测量

4.1. 量子测量定义与分类

量子精密测量旨在利用量子资源和效应,实现超越经典方法的测量精度,是原子物理、物理光学、电子技术、控制技术等多学科交叉融合的综合技术。基本原理:外部的电磁场、温度、压力等物理量因素会改变电子、光子、声子等微观粒子的量子态,对这些变化后的量子态进行测量,从而实现对外部物理量的测量。

量子测量通过对原子、离子和光子等微观粒子体系及其中量子态的制备、调控和观测,实现对外部物理量变化更加准确、精细和可靠的测量与探测。量子测量典型技术方案包括冷原子干涉、核磁/顺磁共振、金刚石色心、无自旋交换弛豫原子自旋(SERF)、量子纠缠或压缩增强探测等;被测物理量包括频率、时间、重力场、加速度、角速度、磁场、电场、温度、物质痕量等;应用场景涉及基础科研、国防军工、航空航天、定位导航、环境监测、生物医疗、资源勘测等众多行业领域。量子测量不仅可以带来测量精度、灵敏度等关键指标的数量级提升,还可以基于微观粒子系统的独特优势,在测量可靠性和空间分辨率等方面提供全新测量传感方案和应用。

量子计算机和量子通信被广泛认为是最有前途的量子应用,但技术研发进展较慢,其中主要原因之一是源自量子系统的弱点——它们对外部干扰的强烈敏感性。量子精密测量便是利用这核心弱点,实现对外部某些物理量的测量,也是近年来量子信息技术的新兴应用定义。

图15: 量子精密测量与经典测量对比



数据来源：ICV Tank，光子盒，东吴证券研究所

4.2. 量子测量发展现状与瓶颈

量子测量产业链形成，规模化商用仍有挑战。

在量子信息三大领域中，量子测量具有技术方向多元、应用场景丰富、产业化前景明确的特点。量子测量各技术方向的发展成熟度有较大差异，既有原子钟、原子重力仪等已成熟商用产品，也有量子磁力计、光量子雷达和量子陀螺等处于工程化研发和应用探索阶段的样机产品，还有量子关联成像、里德堡原子天线等尚处于系统技术攻关的原型机。

图16: 当前量子精密测量主要技术路径进展

应用领域	传感器	阶段	落地时长
时间测量	原子钟 分子钟	商业化	现有/短期
磁力测量	磁力计	工程样机向商业化过渡	短期
重力测量	重力仪 梯度仪	工程样机向商业化过渡	短期
惯性测量	加速度计 陀螺仪	工程样机	中期
目标识别	原子天线	工程样机向商业化过渡	短期
目标识别	量子雷达	光量子雷达为工程样机； 量子纠缠雷达为理论研究	长期

ICV TAnK

数据来源：ICV Tank，光子盒，东吴证券研究所

4.3. 量子测量产业链

量子测量产业链上游主要是系统研发所需的基础材料、元器件和支撑系统提供商。

基础材料包括高纯度同位素材料、金刚石、性气体等;元器件主要包括激光器、原子气室、光学系统元器件、电子元器件、线缆等;支撑系统主要包括磁屏蔽、真空、低温、隔振等环境保障;量子测量上游厂商在欧美集中度较高。目前量子测量技术路线多元,所需上游材料、器件差异性大,给上游整合和优化带来挑战。

图17: 量子测量产业链



数据来源: 中国信通院, 东吴证券研究所

量子测量产业链中游包含各种技术方向的系统设备提供商。目前可以商用的量子测量设备产品包括量子时钟、量子重力仪、量子磁力计及其衍生产品、光量子雷达等。

冷原子钟多用于计量、授时、基础科研等场景,同时其设备结构复杂、体积庞大,产业化程度较低。热原子钟已经广泛应用于通信、电力、卫星导航等领域,成熟度和商业化成熟度最高。

分子钟是近年来提出的一种新型量子时钟,利用惰性气体的振动谱特性,有望实现千秒稳 10⁻¹~10⁻¹³ 量级,纯电学元件驱动,无需光学器件和恒温加热系统,对磁场不敏感,易实现芯片化,未来应用前景广阔。

量子重力仪目前已实现集成化、可移动、自动化控制,未来还需要实现小型化和降低成本。

量子磁力计近年来发展迅速,也随之衍生出一系列新型测量传感设备,如脑磁图仪、心磁图仪、量子扫描显微镜、量子电流互感器等,商业化成熟度方面正在快速提升。

量子雷达主要分为两种,一种是基于单光子探测的光量子雷达,另一种是基于量子纠缠、压缩等原理的量子干涉雷达、量子照明雷达和量子增强雷达。前者已经实现商用,后者仍处于原理验证阶段。

光量子雷达在环境监测、道路交通、气象测绘等诸多领域具有广阔的应用前景,市

场驱动力较大。其他量子测量产品如量子惯性导航系统和原子天线等，在国防军工等领域有重要战略价值，但是产品成熟度还有待提升。

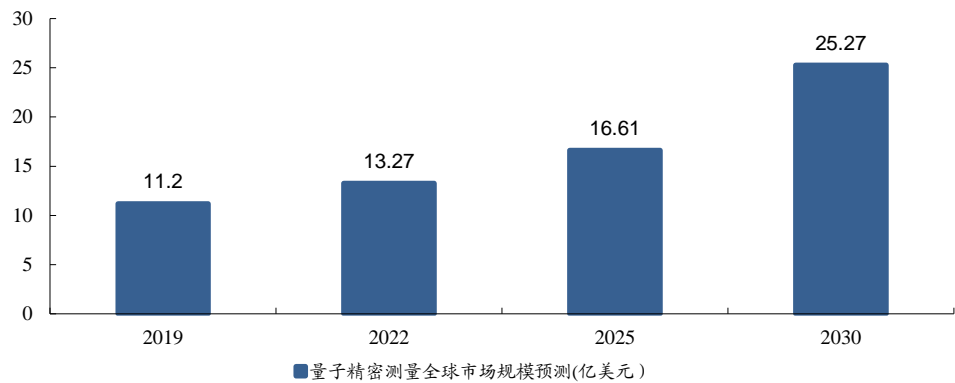
量子测量产业下游涉及基础科研、国防军工、生物医药、能源开发、工业制造、资源勘探、环境监测等诸多领域。当前量子测量技术产品已经成为传统传感测量领域的有效补充和增强技术方案，未来随着样机产品性能指标、工程化水平和体积成本的进一步优化，有望成为超越现有传感测量手段的下一代技术方案演进方向。

大多数量子测量技术仍主要处于实验室研发和原型机攻关阶段，如何走出实验室，在工程化应用场景中实现落地样机整体能力指标如何满足实际场景中全方位应用需求，仍是需要产业界和学术界开展协同推动并突破的科技成果转化瓶颈。

4.4. 量子测量市场规模

全球量子精密市场规模预计从 2019 年的 11.2 亿美元增长到 2030 年的 25.27 亿美元，市场规模呈现不断上升趋势，年复合增长率为 7.97%。

图18：2019-2030 年全球量子精密测量市场规模



数据来源：ICV TA&K，东吴证券研究所

5. 量子计算产业链标的

图19: 量子计算产业链标的梳理 (单位: 亿元)

股票代码	公司名称	量子信息相关业务	量子信息领域	市值	收入	归母净利润	PE
688027	国盾量子	主要业务分为量子保密通信产品及相关技术服务、量子计算及测量仪器设备两大板块。量子保密通信相关产品: 1) 量子保密通信网络核心设备 (QKD 产品、量子卫星小型化地面接收站、信道与密钥组网交换产品等)、2) 量子安全应用产品 (固网加密应用产品、移动加密应用产品、量子安全服务平台等)、3) 核心组件 (单光子探测器、量子随机数源等), 4) 以及量子保密通信网络的管理与控制软件。 量子保密通信相关技术服务: 基于量子通信的技术开发及验证服务、量子保密通信网络运维服务、面向量子安全应用的相关技术服务 (量子密话业务服务、云服务等)。 公司量子计算仪器设备产品及服务可分为超导量子计算子系统、整机解决方案以及云平台三部分。	量子通信/量子计算/量子测量	141	2.22	0.19	736
688262	国芯科技	参股12.11%合肥硅臻芯片, 公司和合肥硅臻合作成功研发的量子密码卡产品是基于公司CCP903T 高性能密码芯片和合肥硅臻QRNG25SPI 量子随机数发生器模组设计的一款高速量子密码卡。硅臻提供纠缠源芯片、光子量子计算处理芯片等光子量子计算核心器件/系统。	量子通信/量子计算	70	11.50	1.19	59
300520	科大国创	持有国仪量子2.75%股权, 国仪提供以量子精密测量为代表的先进测量技术, 提供以增强型量子传感器为代表的核心关键器件、用于分析测试的科学仪器装备。	量子测量	49	41.20	1.56	32
000555	神州信息	神州信息是我国量子保密通信干线工程的重要服务商之一, 早期参与了我国在全球领先构建的“星地一体化”量子通信广域网络建设, 随后陆续承建了“京沪干线”“武合干线”“沪合干线”“汉广干线”“粤港澳大湾区”等多条国家骨干网, 贵州省网和北、上、广、深等十余城域网, 助力完善量子应用相关配套设施。同时携手国盾量子等成立子公司“神州国信”, 探索产品研发及行业应用, 自主研发数据加密传输、终端安全接入、安全即时通信、保密视频会议、安全数据加密等典型解决方案, 推出了“量子增强安全服务平台”“量子VPN身份认证平台”等多款产品。	量子通信	114	133.31	4.19	27
002335	科华数据	公司与公司与坡色量子在2023年4月达成了战略合作, 双方将积极地把以光子量子计算机为代表的新型算力设备融入现有算力中心。科华数据和国盾量子在2023年7月19日签署了战略合作协议。双方计划在量子计算、量子通信和量子安全等领域展开深入合作, 共同推动量子技术在数据中心、云计算和智能制造等领域的应用落地。	量子通信/量子计算	135	111.95	9.06	15
688337	普源精电	持有耐数电子32.26%股权。2024年4月2日公告拟发行股份购买耐数电子剩余67.74%股权。耐数电子具有数字化的全量子测控解决方案, 采用高采样率、高模拟带宽、低噪声的射频直出式通道技术, 实现对量子比特的数字化测控。	量子计算	63	8.99	1.64	38
003029	吉大正元	公司在抗量子密码算法研究方面取得了一定进展, 实现了抗量子签名的算法, 并成功开发传统密码和抗量子密码混合模式的密钥生成以及证书签发功能, 完成抗量子算法与数字证书技术的结合, 以进一步提升数字认证基础设施的安全性。	量子通信	33	-	-	-
300768	迪普科技	量子通信“京沪干线”最终选择迪普科技作为其基础安全设备的唯一供应商。	量子通信	75	12.97	2.69	28
600120	浙江东方	持有神州量子51%股权。神州量子专注于量子通信网络的建设及运营、量子加密技术的应用开发、研发移动量子加密技术、开发与量子通信网络相关的应用软件。神州量子是全球首条量子通信商用干线—沪杭干线承建方。	量子通信	130	-	-	-
603232	格尔软件	公司持股上海泓格后量子科技有限公司, 致力于抗量子密码领域技术研究、标准制定、产品研发, 在政务、金融、军队等领域开展试点、和应用推广工作, 目前状态正常。	量子通信	28	7.93	0.84	34
002281	光迅科技	持有国讯量子45%股权, 国讯量子公司专注QKD通信的核心芯片迭代开发, 国讯公司的量子芯片主要应用在QKD通信与量子测量等领域。	量子通信/量子测量	289	75.03	7.16	40
002268	电科网安	开展以5G 系统密码需求、抗泄露密码、后量子密码以及商用密码基础理论研究。	量子通信	162	-	-	-
600487	亨通光电	持有问天量子信息70%股权。公司自主研发的产品涵盖量子密钥分发设备系列、量子密码通信应用设备系列、量子及其衍生技术核心仪器系列、量子信息安全产品系列、商用密码产品系列、量子密码教学科研设备系列、量子密码网络运维保障产品系列。	量子通信	305	569.69	26.81	11
300123	亚光科技	量子加密通讯等产品的加工制造业务。	量子通信	59	24.01	1.56	38
300349	金卡智能	公司间接持有国科量子其0.59%股权。公司致力于研发、建设和运营基于量子通信技术的星地一体、云网融合、应用牵引、自主可控的设施与业务。	量子通信	55	40.77	4.94	11
000066	中国长城	中国长城量子实验室是中国长城科技集团股份有限公司与湖南知名高校共建的量子实验室, 主要开展基于光量子与拓扑超导量子计算的基础科研, 以及量子芯片加工设备等方面的科研工作。	量子通信	310	184.42	3.60	86

数据来源: 互动易, 各公司官网, 东吴证券研究所

注: 表中收入和归母净利润数据为 2024 年 wind 一致预期数据, PE 为对应 2024 年动态 PE, 所有数据时间为 2024 年 4 月 4 日

6. 政策推动

3月29日，国务院国资委近日按照“四新”（新赛道、新技术、新平台、新机制）标准，遴选确定了首批启航企业，加快新领域新赛道布局、培育发展新质生产力。此次遴选出的首批启航企业多数成立于3年以内，重点布局人工智能、量子信息、生物医药等新兴领域，企业核心技术骨干平均年龄35岁左右。例如，中电量子信息科技集团有限公司加快建设抗量子计算的新型安全基础设施，积极推动量子通信产业化和量子计算实用化。

我们预计后续还会有更多量子信息支持政策推出。

7. 投资建议

量子信息产业是大国博弈的重要领域，中美两国是该领域的头部玩家，后续量子信息会成为科技角逐的高地。量子信息领域技术更迭不断，量子纠错等关键技术被逐个攻破，我们预计量子信息产业商业化曙光在前。3月29日，国务院提出重点布局量子信息等新兴领域，我们预计后续会有更多支持政策加持。建议关注量子信息产业链投资机会。

相关标的：

量子计算：国盾量子、普源精电、科华数据等。

量子通信：国芯科技、神州信息、吉大正元、迪普科技、浙江东方、格尔软件、光迅科技、电科网安、亨通光电、亚光科技、金卡智能、中国长城等。

量子测量：科大国创等。

8. 风险提示

技术发展不及预期：量子信息属于技术密集型行业，如果中国量子信息产业技术发展不及预期，产业进展会受到影响。

政策支持不及预期：量子信息产业前期投入较大，风险较高，需要政策支持，否则难以度过早期研发阶段。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准,已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司(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。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,本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。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。

在法律许可的情况下,东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易,还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险,投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息,本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性,也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更,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。

本报告的版权归本公司所有,未经书面许可,任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的,应当注明出处为东吴证券研究所,并注明本报告发布人和发布日期,提示使用本报告的风险,且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的,应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期(A 股市场基准为沪深 300 指数,香港市场基准为恒生指数,美国市场基准为标普 500 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),北交所基准指数为北证 50 指数),具体如下:

公司投资评级:

- 买入: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15%以上;
- 增持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5%与 15%之间;
- 中性: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与 5%之间;
- 减持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间;
- 卖出: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级:

- 增持: 预期未来 6 个月内,行业指数相对强于基准 5%以上;
- 中性: 预期未来 6 个月内,行业指数相对基准-5%与 5%;
- 减持: 预期未来 6 个月内,行业指数相对弱于基准 5%以上。

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应当充分考虑自身特定状况,如具体投资目的、财务状况以及特定需求等,并完整理解和使用本报告内容,不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码: 215021
传真: (0512) 62938527
公司网址: <http://www.dwzq.com.cn>