

# 量子信息技术大发展，产业升级赋能新质生产力

通信

推荐 (维持)

## 核心观点：

- **量子信息技术研发壁垒高周期长，资金投入赋能核心技术攻关持续推进。**

量子信息科技带来重要的科学意义和巨大的潜在应用价值，全球加快技术研发攻关，领域竞争较为激烈。从产业周期上来看，国际学术界一般认为实现通用量子计算机仍需 10 年甚至更长时间。欧美等发达国家的政府、科研机构 and 产业资本正在不断完善战略部署，稳步增加研发投入。近年来，美国启动了为期 10 年的“国家量子行动法案”，欧盟正式实施“量子技术旗舰项目”，英国发布《国家量子战略》等，全球政府发挥主导和引领作用不断加强。从科研基础来看，我国论文及专利主要来自高校和科研院所，而欧美量子信息领域研究专利中，科技企业申请数量占据主导，产业界的创新引领作用较强，我国科技成果仍需进一步向产业转化。目前中美研发投入资金量级差距较小，我国量子计算重要研究中心的数量有望不断增加。伴随我国量子信息企业数量和投融资规模的不断增长，量子关键核心技术攻关和产业化水平有望持续推进。

- **我国量子通信产业链逐步完备自主可控，行业高成长规模有望持续攀升。**

量子计算方面，产业链主要分为量子算法、量子硬件以及量子应用三部分，由于量子算法复杂程度较高，且耗费时间相对较长，故主要以高校及国家牵头的技术研究组成，研究成果产业化进程相对较缓慢。量子硬件中，国内软硬件整体皆呈现互联网厂商牵头，专业研究机构以大学及相关部门为主，海外软件方面更分散，硬件层面则较为集中。量子通信方面，网络及其应用不断演进，目前具备设备全链生产能力。目前量子通信技术可构建超光速信息网络，利用量子隐形传态以及超大信道容量、超高通信速率和信息高效率等特点，不仅满足军事信息网络的特殊需求，也满足民用领域对于低时延高带宽的需求，应用前景光明。伴随未来我国天空一体化通信的建设，量子信息行业呈现高成长性，量子通信市场规模有望持续攀升。

- **投资建议：**我们认为当前量子通信及量子计算产业化进程将随着我国新质生产力以及学术界的推动而持续提升，当前量子计算及量子通信产业化前景相对较好，且我国居世界领先地位，预计随着超导技术的不断突破，量子计算机技术路线的逐步确定，以及量子计算算法的持续演进，量子计算及量子通信依靠其高保密性，低时延及高可靠性等特点，应用场景逐步从特种场景向民用消费级领域拓展，从而拓宽市场空间。同时，因量子计算机当前所需芯片制程并非限制条件，故而量子领域我国有望保持领先态势，引领国际量子技术发展及演化，于量子时代中延续我国在电信领域的领先态势。

建议关注：中电信控股，量子通信重点标的国盾量子（688027），光传输重点标的中天科技（600522），量子芯片重点标的光迅科技（002281）等。

**风险提示：**国内外政策和技术摩擦不确定性的风险；全球量子信息行业竞争加剧的风险；技术开发不确定性的风险；市场开拓不及预期的风险等。

## 分析师

赵良毕

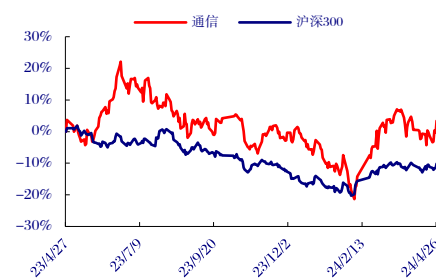
☎：010-80927619

✉：zhaoliangbi\_yj@chinastock.com.cn

分析师登记编码：S0130522030003

## 相对沪深 300 表现图

2024-04-26



资料来源：中国银河证券研究院

## 相关研究

【银河通信】行业周报\_增值电信业务扬帆起航，云网智联 AI+潮共涌

# 并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

## 目 录

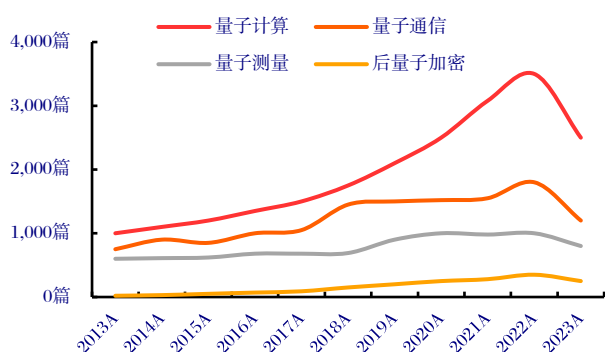
|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 一、量子技术全球布局加速，技术创新持续活跃机遇大 .....       | 3  |
| （一）量子科研攻关加速发展，成为全球科技竞争关注热点 .....     | 3  |
| （二）我国产业政策支持力度强，创新驱动发展能力持续提升 .....    | 4  |
| （三）技术路线多元并行发展，创新成果有望不断显现 .....       | 6  |
| （四）生态构建增强自主可控能力，技术应用有望持续拓展 .....     | 7  |
| 二、量子计算持续积极探索，量子通信产业链逐步完备 .....       | 8  |
| （一）算法为量子计算核心动能，技术不断演进云平台快速发展 .....   | 8  |
| （二）量子通信网络及其应用不断演进，目前具备设备全链生产能力 ..... | 11 |
| （三）量子科技全球加速推进，技术不断演进云平台快速发展 .....    | 13 |
| （四）量子信息行业呈现高成长性，量子通信市场规模有望持续攀升 ..... | 16 |
| 三、投资建议 .....                         | 17 |
| 四、风险提示 .....                         | 20 |

## 一、量子技术全球布局加速，技术创新持续活跃机遇大

### （一）量子科研攻关加速发展，成为全球科技竞争关注热点

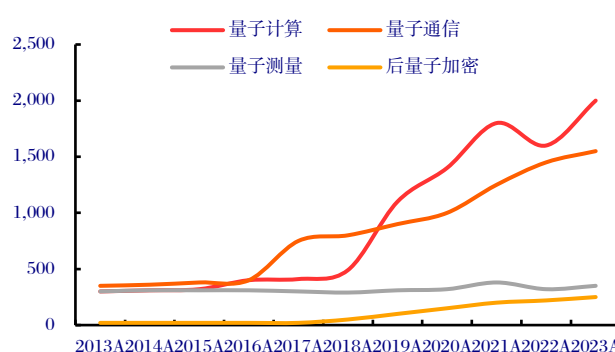
量子信息技术是未来产业发展的重要方向。量子信息科技主要包含量子通信、量子计算和量子精密检测三个主要研究方向。具体来看，量子通信包括量子密钥分发和量子隐形传态两种应用方式，其中量子密钥分发是指利用量子态来加载信息，通过一定的协议在遥远地点的通信双方共享密钥，是最先走向实用化和产业化的量子信息技术。量子计算具有强大的并行计算和模拟能力，能在某些计算复杂问题上提供指数级加速，是未来计算能力跨越式发展的重要方向。量子精密检测利用量子资源和量子调控带来的量子计量给精密测量带来新的发展契机，有望实现如时间、电场、磁场等物理量超越经典技术极限的精密测量。经过四十余年的发展，量子信息技术目前已经从仅有学术界关注的基础科学研究和前沿技术探索，逐步开启产业界共同参与的工程应用研究和未来产业培育。

图1：量子信息科研论文数量



资料来源：信通院，中国银河证券研究院

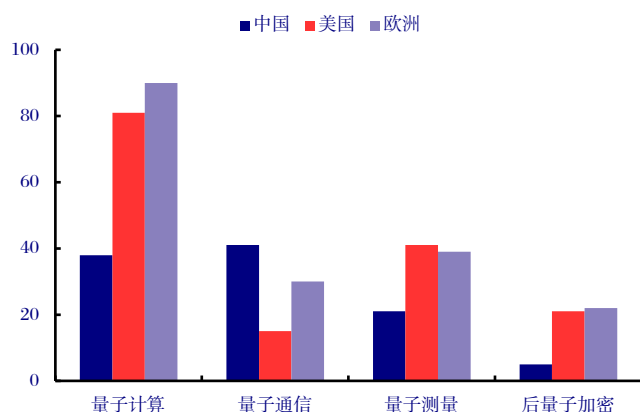
图2：量子信息专利数增加，产业化水平提升



资料来源：信通院，中国银河证券研究院

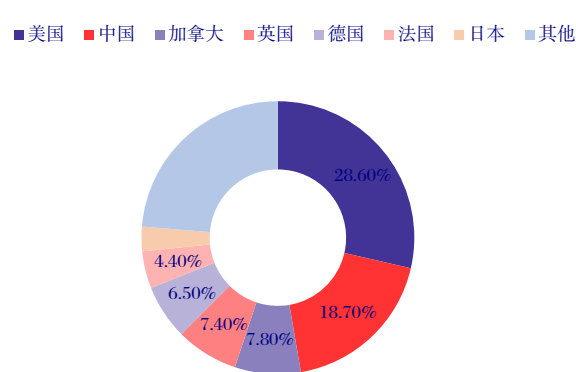
全球量子信息布局加速，产业增长趋势已基本明确。从全球布局来看，量子信息企业欧美聚集度较高，全球占比超过 60%，美国和欧洲是量子信息产业生态的活跃地区。中国量子信息领域相关企业占比约 30%，其中量子通信领域中国相关企业数量最多。美国代表性量子计算企业包括 IBM、Google、Intel、微软、亚马逊等科技巨头成立的研发部门，IonQ、Rigetti、QCI、QuEra 等多类型初创企业在硬件、软件、算法等领域开展创新。我国华为、百度、腾讯等企业近年来相继成立量子实验室，在软硬件研发、算法研究、应用探索、量子计算云平台等方面积极布局，但相对美国科技企业而言投入推动力度仍较为有限。

图3：量子信息领域企业分布



资料来源：信通院，中国银河证券研究院

图4：中美两国量子信息企业占比较高



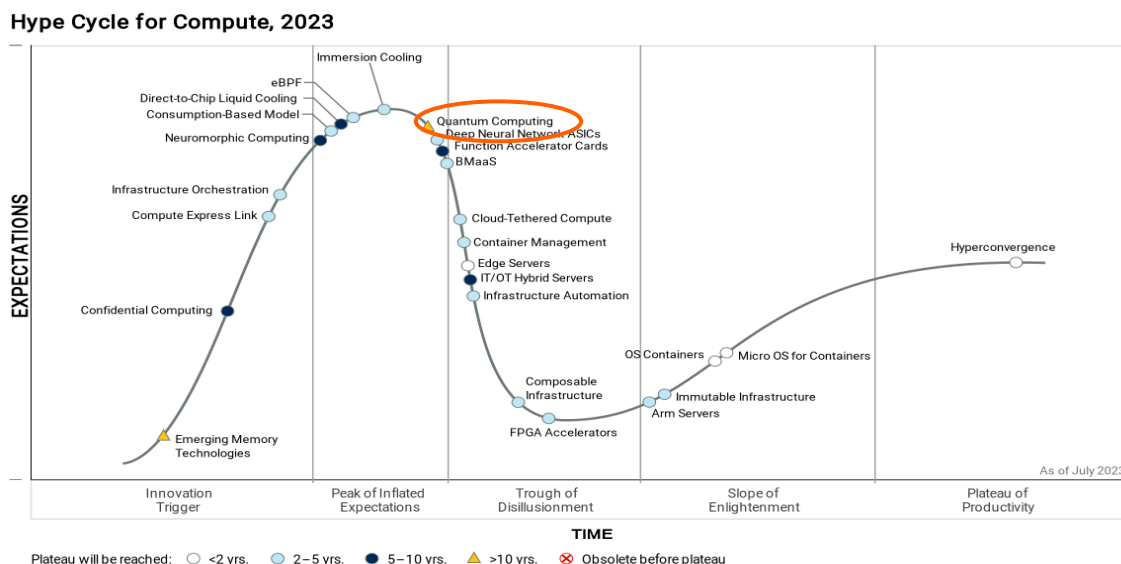
资料来源：信通院，中国银河证券研究院

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

3

**量子信息行业呈现研发周期长，研发资金投入推动特征。**由于量子信息科技重要的科学意义和巨大的应用价值，欧美等发达国家的政府、科研机构和产业资本正在不断完善战略部署，稳步增加研发投入。2018 年，美国启动了为期 10 年的“国家量子行动法案”，欧盟正式实施“量子技术旗舰项目”。2023 年 3 月，英国发布《国家量子战略》，将在 2024 到 2034 年间提供 25 亿英镑的政府投资，并吸引至少 10 亿英镑的额外私人投资。由于技术上的难度，国际学术界一般认为实现通用量子计算机仍需 10 年甚至更长时间。

图5：量子计算技术成熟度预测曲线



资料来源：Gartner，中国银河证券研究院

## （二）我国产业政策支持力度强，创新驱动发展能力持续提升

量子信息属于我国战略新兴产业，受到产业政策持续支持。中央各部委近年来出台一系列相关量子信息产业政策，自 2016 年起两会政府工作报告均提及量子信息科技。2023 年 12 月，中央经济工作会议上再次强调加快量子计算等前沿技术研发和应用推广。24 年两会期间，国务院国资委指出，2025 年中央企业战略性新兴产业收入的占比要达 35%，在量子信息等方面提前布局。我国量子信息企业主要分布在京津冀、长三角等地，合肥市已成为量子产业聚集地。

表1：我国量子技术政策持续支持

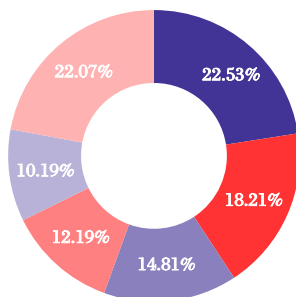
| 时间          | 政策文件                      | 主要内容                                               |
|-------------|---------------------------|----------------------------------------------------|
| 2024 年 3 月  | 《政府工作报告》                  | 一些关键核心技术攻关取得新突破，超级计算机、卫星导航、量子信息、人工智能等领域创新成果不断涌现。   |
| 2024 年 1 月  | 《关于推动未来产业创新发展的实施意见》       | 聚焦元宇宙、脑机接口、量子信息等重点领域，制定标准化路线。                      |
| 2023 年 12 月 | 中央经济工作会议                  | 打造生物制造、商业航天、低空经济等若干战略性新兴产业，开辟量子、生命科学等未来产业新赛道。      |
| 2023 年 2 月  | 《质量强国建设纲要》                | 突破量子化计量及扁平化量值传递关键技术。                               |
| 2023 年 1 月  | 《关于促进数据安全产业发展的指导意见》       | 支持后量子密码算法、密态计算等技术在数据安全产业的发展应用。                     |
| 2022 年 12 月 | 中央经济工作会议                  | 要加快新能源、人工智能、生物制造、绿色低碳、量子计算等前沿技术研发和应用推广，支持专精特新企业发展。 |
| 2022 年 12 月 | 《扩大内需战略规划纲要(2022-2035 年)》 | 增强国家广域量子保密通信骨干网络服务能力。                              |
| 2022 年 8 月  | 《“十四五”国家科学技术普及发展规划》       | 强化脑科学、量子计算等战略导向基础研究领域的科普。                          |
| 2022 年 1 月  | 《计量发展规划(2021-2035 年)》     | 加强量子计量、量值传递扁平化和计量数字化转型技术研究。                        |
| 2022 年 1 月  | 《关于加强国家现代先进测量体系建设的指导意见》   | 推动以量子物理为基础的高准确度、高稳定性计量基准、计量标准建设。                   |
| 2021 年 12 月 | 《“十四五”国家信息化规划》            | 加强量子通信等关键前沿领域的战略研究布局和技术融通创新。                       |
| 2021 年 3 月  | “十四五”规划和 2035 年远景目标纲要     | 加快布局量子计算、量子通信、神经芯片、DNA 存储等前沿技术。                    |

资料来源：，中国银河证券研究院

我国量子信息产业当前技术成熟度整体较低，量子信息行业投融资有望提升。从投资总额来看，根据前瞻产业研究数据，2023 年全球量子信息投资规模达到 386 亿美元，其中中国投资总额达 150 亿美元，占比位居全球前列。重点投资细分领域为量子软件、量子硬件等技术领域，投资额占比分别为 22.53%、18.21%。目前我国给予量子通信高度的关注和推动，支持量子技术发展和开展量子保密通信网络的建设，量子通信市场规模增长迅速。

图6：量子信息技术投资赛道占比情况

■ 量子软件 ■ 量子硬件 ■ Enabling technologies ■ 量子计算 ■ 量子通信 ■ 其他



资料来源：中商产业研究，中国银河证券研究院

量子技术等前沿领域创新成果不断涌现。在城际量子通信网络方面，我国建成了国际上首条远距离光纤量子保密通信骨干网“京沪干线”。在卫星量子通信方面，我国研制并成功发射了世界首颗量子科学实验卫星“墨子号”，在国际上率先实现了星地量子通信。在光量子体系，我国构建了 76 光子的光量子计算原型机“九章”，在超导量子体系，我国先后构建了 62 qubits 超导量子计算原型机“祖冲之号”。总体来说，我国量子信息技术科研不断推进，成果不断显现。

图7：我国量子技术新成果不断涌现



资料来源：证券时报，中国银河证券研究院

图8：“九章”系列光量子计算原型机

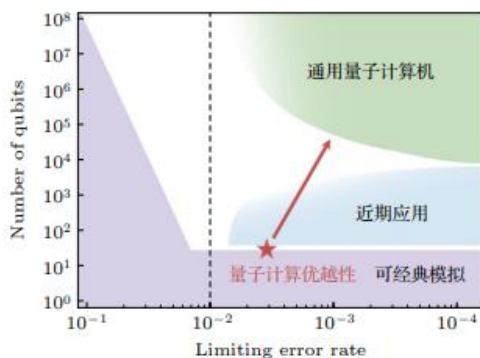


资料来源：物理学报，中国银河证券研究院

### （三）技术路线多元并行发展，创新成果有望不断显现

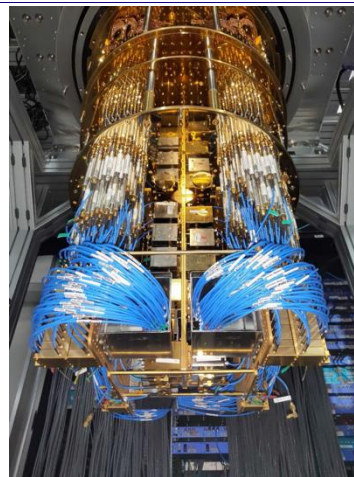
量子计算研究的核心任务是实现多量子比特的相干操纵。根据相干操纵量子比特的规模，国际学术界设定了如下三个“里程碑”。第一个是实现“量子计算优越性”，即量子计算机对特定问题的计算能力超越经典超级计算机，达到这一里程碑需要约 50 个量子比特的相干操纵。第二个是实现专用量子模拟机，应用于组合优化、量子化学、机器学习等特定问题，为特定领域提供初步算力服务。达到这一里程碑需要实现千量子比特的相干操纵和高精度量子逻辑门，是当前的主要研究任务。第三个是在量子纠错的辅助下实现可编程通用量子计算机，即相干操纵至少数百万个量子比特，能在密码分析、新材料设计、气象预报、生物制药等方面发挥巨大作用。

图9：量子计算的 3 个发展阶段



资料来源：物理学报，中国银河证券研究院

图10：“祖冲之”系列超导量子计算原型机



资料来源：物理学报，中国银河证券研究院

量子计算硬件目前有多种技术路线，处于并行发展阶段。大致可以分为两大类，一是基于微观结构形成能级系统的“人造粒子”路线，如超导和硅半导体，二是直接操控微观粒子的天然粒子路线，如离子阱、光量子和中性原子。在量子计算硬件技术路线中，超导路线专利数量占比超过 50%，光量子 and 中性原子路线技术创新热度高于离子阱和硅半导体。量子通信领域中量子密钥分发技术专利占比超过 70%，器件、设备等系统研发类专利数量众多，量子信息技术成熟度不足，相关专利尚未大量涌现。

图11：量子计算的主要技术方案

| 技术路线  | 超导                                                                               | 离子阱                                                                             | 硅半导体                                                 | 光子                                                      | 中性原子                                                                 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 原理与优势 | 超导约瑟夫森结形成二能级系统。<br>✓ 保真度较高、门操作速度快、集成电路兼容、可设计性较高。                                 | 利用电荷与磁场间所产生的交互作用力约束带电子。<br>✓ 保真度高、相干时间长、制备读取效率高。                                | 硅同位素量子点电子自旋作为二能级系统。<br>✓ 半导体兼容性、门操作速度快。              | 使用光子多种自由度构建量子位。<br>✓ 环境友好性、保真度高、相干时间长。                  | 利用光镊或光晶格囚禁原子悬浮在超高真空中。<br>✓ 保真度高、相干时间长、构建多维阵列潜力。                      |
| 典型成就  | 中科院：41位“庄子”芯片模拟埃世达模拟物态。<br>中国科大：“祖冲之二号”可模拟量子比特数达176。<br>Rigetti：84位量子处理器Ankaa-1。 | 华翔量子：37位离子阱量子计算原型机H1Q-A37。<br>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。 | Intel：12位硅基自旋量子芯片Tunnel Falls。<br>中科院：实现硅自旋量子比特超快操控。 | 中国科大：255光子量子计算原型机“九章三号”。<br>玻色量子：100比特相干光子量子芯片“天工量子大脑”。 | 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。<br>Atom computing：1180量子比特的中性原子量子计算原型机。 |
| 发展趋势  | ◆ 增加比特规模、探索可扩展性机制<br>◆ 提升保真度<br>◆ 延长相干时间                                         | ◆ 更高性能离子阱<br>◆ 扩展单离子阱计算架构下的比特数量<br>◆ 研制稳定激光系统                                   | ◆ 降低测控信号、量子位噪声影响<br>◆ 提升材料以延长相干寿命                    | ◆ 研制高性能的光源与光子探测器<br>◆ 改进光子集成芯片<br>◆ 研制光子纠缠的方案           | ◆ 提升精确操控能力<br>◆ 降低原子所受碰撞影响<br>◆ 研究多阵列连接方式                            |

资料来源：信通院，中国银河证券研究院

图12：量子计算主要技术路线关键指标现状

|                    | 超导                  | 离子阱                   | 光子             | 硅半导体              | 中性原子                    |
|--------------------|---------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------------|
| 量子比特规模 (光子/原子/量子点) | 433 (IBM)           | 37 (华翔量子)             | 255 (中科院)      | 16 (TUDelft)      | 1180 (Chicago)          |
| 单比特逻辑门保真度          | 99.99 % (Maryland)  | 99.9999 % (Oxford)    | 99.84 % (华中科大) | 99.96 % (SQC)     | 99.9953% (精测院)          |
| 双比特逻辑门保真度          | 99.92 % (MIT)       | 99.92 % (NIST)        | 99.69 % (华中科大) | 99.65 % (TUDelft) | 99.5 % (Harvard)        |
| SPAM读取保真度          | 99.2 % (ETH Zurich) | 99.904 % (Quantinuum) | 98 % (属同科技)    | 97 % (Princeton)  | 99 % (QuEra)            |
| T1时间               | 1.2 ms (Maryland)   | 数百 s 量级               | 数百 μs 量级       | 数百 ms 量级          | 数百 s 量级                 |
| T2时间               | 1.48 ms (Maryland)  | 5500 s (清华)           | 数百 μs 量级       | 0.23 ms (UNSW)    | 40±7 s (Atom Computing) |
| 门速度                | 24 ns (中科院)         | μs~ms 量级              | ns~μs 量级       | ns~μs 量级          | 数百 ns 量级                |

资料来源：信通院，中国银河证券研究院

## (四) 生态构建增强自主可控能力，技术应用有望持续拓展

量子云平台发展迭代迅速，生态成熟度有望提升。硬件、软件、算法是三大支柱，云平台是三者面向用户提供服务的平台与产业生态汇聚点。量子计算软件需要满足量子计算的底层理论与算法逻辑，提供面向不同技术路线和硬件方案的量子指令集，编译功能与中间表示，并提供基于开源的编程语言框架，特异性与专业性较强，目前处于设计开发与生态构建的早期阶段。

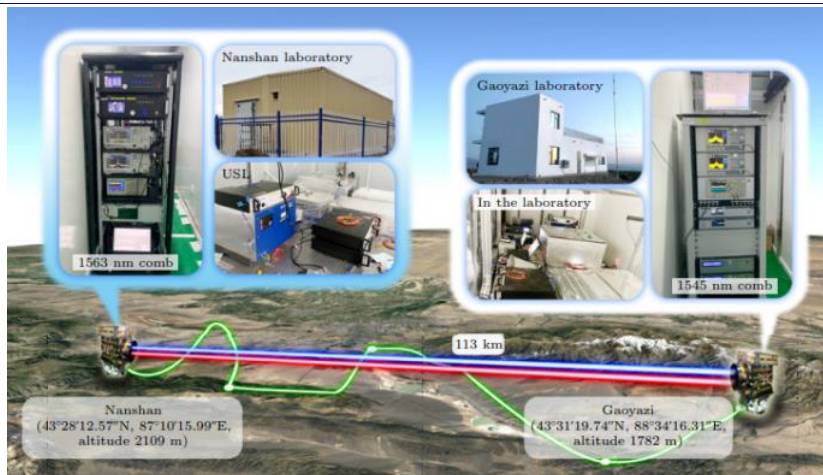
图13：量子计算技术体系框架及生态



资料来源：信通院，中国银河证券研究院

量子技术应用有望持续演进。我国的城域量子通信网络技术已初步满足实用化要求，自主研发的量子通信装备已经为党的“十八大”“十九大”、纪念抗战胜利70周年阅兵、北京冬奥会、杭州亚运会等国家重要活动提供了信息安全保障。在城域量子通信网络方面，我国建成了国际上首条远距离光纤量子保密通信骨干网“京沪干线”，率先在金融、政务、电力等领域开展了远距离量子保密通信的技术验证与应用示范。在此基础上，我国全线贯通了总里程超过104 km的国家量子骨干网，覆盖京津冀、长三角、粤港澳、成渝等重要区域，将推动量子保密通信的规模化应用。

图14：我国在国际上首次实现百公里级自由空间时间频率传递



资料来源：太空与网络，中国银河证券研究院

## 二、量子计算持续积极探索，量子通信产业链逐步完备

### （一）算法为量子计算核心动能，技术不断演进云平台快速发展

由于量子的基础为量子力学，量子计算可以实现高速并行计算，其理论基石为量子比特，产业链主要分为量子算法、量子硬件以及量子应用三部分。量子算法方面，由于复杂程度较高，且耗费时间相对较长，故最上游主要以高校研究，或国家牵头的技术研究组成，研究成果产业化进程相对较缓慢；量子硬件中，量子计算机作为实现量子计算的关键，是当前产业化进程相对较快的环节；量子应用作为量子信息技术的落地，主要应用于密码学、量子模拟、量子优化、机器学习、量子通信等。

表2：量子计算产业链主要可分为量子算法、量子硬件以及量子应用三部分

|      | 产业链位置 | 当前进展/成熟度         | 主要代表                             |
|------|-------|------------------|----------------------------------|
| 量子算法 | 产业链上游 | 算法更新中，最终路径并未完全明晰 | Shor 算法、Grover 算法、HHL 算法等相对较为知名  |
| 量子硬件 | 产业链中游 | 量子计算机为主，正在更新迭代中  | 仍以高度定制为主（祖冲之、悬铃木、九章等），通用量子计算机仍在研 |
| 量子应用 | 产业链下游 | 应用场景相对较窄，成长空间较大  | 密码学、量子模拟、量子优化、机器学习、量子通信、人工智能等    |

资料来源：《人民日报》，Wikipedia，中国银河证券研究院

**量子算法：量子计算核心动力，持续快速发展中。**量子算法是在量子计算中，于量子计算的现实模型上运行的算法，最常用的模型是量子线路的计算模型。经典（或非量子）算法是有限的指令序列，或用于解决问题的分步骤过程，其中每个步骤或指令都可以在经典计算机上执行。同样的量子算法是一个循序渐进的过程，其中每个步骤都可以在量子计算机上执行。由于时刻面临新技术及新挑战，以及完备的量子计算系统的逐步推进，故而目前量子算法较多，主要以 Shor 算法、Grover 算法、HHL 算法、QAA（量子近似优化算法）、QPE（量子相位估计）算法、QFT（量子傅里叶变换）算法、Amplitude Amplification 算法、Quantum Walk 算法、Simon 算法、VQE（变分量子特征值求解）算法、TensorFlow Quantum(TFQ)框架等为主。

表3：主流量子算法简要对比

|           | 主要针对问题              | 应用价值及前景             |
|-----------|---------------------|---------------------|
| Simon 算法  | 密码破译                | 密码破译                |
| Shor 算法   | 质因数分解               | 使得 RSA 加密体系受到威胁     |
| Grover 算法 | 量子搜索                | 搜索速度指数级提升           |
| VQE       | 组合优化求解              | 收敛速度较经典算法实现二次方级别加速  |
| TSF       | 在真实量子处理器上运行混合量子经典模型 | 可用于量子分类、量子控制和量子近似优化 |

资料来源：量子发烧友，中国银河证券研究院

请务必阅读正文最后的中国银河证券股份有限公司免责声明。

**量子软件：连接用户与硬件的关键纽带。**在编译运行和应用开发等领域需要根据量子计算原理特征进行新设计,提供面向不同技术路径的底层编译工具,具备逻辑抽象工程的量子中间表示和指令集,以及支撑不同计算问题的应用软件。目前量子计算软件处于开放研发和生态建设的早期阶段,业界在量子计算应用开发软件、编译软件、EDA 软件等方面进行布局。

**量子硬件：量子计算机操作数据，利用量子特性及算法实现超越传统计算机的计算速率。**量子计算主要通过量子计算机为操作媒介来解决相应问题,故而其硬件承接主体主要为量子计算机。量子计算是指利用量子的特性,也就是自然界在原子尺度上的特性,来解决复杂的问题,计算速度远超经典计算机。量子计算机并不是简单的经典计算机的更快版本,它们是一种根本不同的计算模式,因为量子计算机利用量子力学的基本规律进行计算。

**量子计算机建设遵循 DiVincenzo 原则。**根据 IBM 研究员 DiVincenzo 提出的五条原则,建设量子计算机主要需要满足具有可以良好表征的量子比特并且可拓展、必须有一种方法能够在计算之前将所有量子比特设置为 0 也就是初始化、要有一套通用量子逻辑门(量子计算机中的通用门就是单量子比特门和双量子比特的受控非门)、要有一种有效的解决退相干问题的办法、必须要能通过测量量子比特得到想要的答案。为实现该五条原则,当前量子计算机发展主要通过“三步走”：**第一步：实现“量子优越性”**,即通过高精度地操纵近百个物理比特,高效求解超级计算机无法在合理时间内解决的特定高复杂度数学问题。**第二步：研制可操纵数百个量子比特的量子模拟机**,解决一些超级计算机无法胜任、具有重大实用价值的问题。**第三步：制造通用量子计算机**。大幅提高量子比特的操纵精度、集成数量和容错能力,研制可编程的通用量子计算机。

**量子计算机路径较多，当前主要以超导量子计算机及离子阱量子计算机路径为主。**当前量子计算硬件主要朝着百万量子比特的目标在进行前进,量子计算机整体可分为超导量子计算机,光学量子计算机,量子点量子计算机,离子阱量子计算机,金刚石 nv 色心量子计算机等,其最主要解决的问题便是如何约束量子或带电粒子,以攻克量子消相干、量子纠缠、量子并行计算、量子不可克隆等难点。各种量子计算机均有其优劣特点,其中超导量子计算机及离子阱成熟度较高,产业投资相对较为领先。

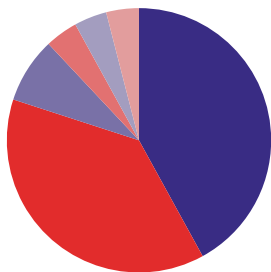
表4：几种不同路径的量子计算机对比

|                 | 主要设计路径                                                                                              | 优缺点分析                                                                     | 当前产业情况      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 超导量子计算机         | 靠超导电子电路来实现量子处理器，可以用超导体的电荷、相位和磁通量三种方式来形成量子比特                                                         | 优势在于量子比特可控性强、拓展性良好、可依托现有成熟的集成电路工艺；<br>为了保障退相干时间，超导量子比特必须在接近绝对零度的真空环境下运行。  | 相对较多（约 42%） |
| 光学量子计算机         | 利用光子作为量子比特的计算机，它可以利用光子的量子力学特性，如叠加、干涉、纠缠等，来实现高效的并行计算和信息处理。                                           | 具有量子比特相干时间长、操控简单、与光纤和集成光学技术相容，拓展性好；<br>很难小型化，量子比特之间逻辑操作困难，无法进行编程。         | 相对较少（约 4%）  |
| 量子点量子计算机        | 利用半导体量子点中的电子制造量子比特，将其电子的自旋方向编码为量子态储存量子信息。                                                           | 与传统芯片技术有相通之处，比其他方案更具可扩展性，有助于实现芯片产业化；<br>半导体量子比特体积小、数量少且相干性较弱。             | 相对较少（约 4%）  |
| 离子阱量子计算机        | 利用电荷与电磁场间的相互作用力来牵制带电粒子的运动，并利用受限离子的基态和激发态组成两个能级，作为量子比特。同时，利用微波激光照射操纵量子态，通过连续泵浦光和态相关荧光，实现量子比特的初始化和探测。 | 量子比特品质高、相干时间较长、量子比特的制备和读出效率较高；<br>量子比特操纵速度相对较慢，随着量子比特数的增加，量子比特的操纵在技术上有困难。 | 相对较多（约 38%） |
| 金刚石 nv 色心量子计算机等 | 基于金刚石中 nv 色心和自旋磁共振为原理，通过控制激光、微波、磁场等物理量，对 nv 色心的自旋进行量子操控和读出，从而实现量子计算功能的仪器。                           | 拥有优秀的自旋退相干性质和室温下可进行单自旋操控、读出的突出能力；<br>当前 nv 色心在向多量子比特扩展上的困难制约了该领域研究的进一步发展。 | 相对较少        |

资料来源：《人民日报》，人民论坛网，量子客，TQD，QuantumComputingReport，中国银河证券研究院

图15：量子计算云平台后端硬件分布

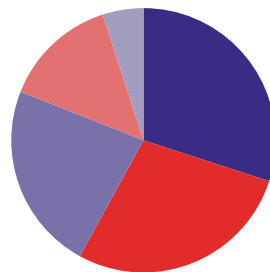
■ 超导 ■ 离子阱 ■ 退火 ■ 核磁共振 ■ 半导体 ■ 光子量



资料来源：量子客，TQD，QuantumComputingReport，中国银河证券研究院

图16：TOP10 量子计算（硬件）公司投资占比

■ 离子阱 ■ 超导 ■ 光子量 ■ 退火 ■ 硅量子



资料来源：量子客，TQD，QuantumComputingReport，中国银河证券研究院

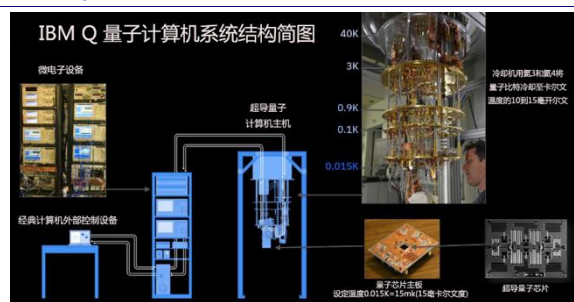
量子计算机对于芯片制程需求相对较低，对运行环境有较强需求。对于不同路径的量子计算机，芯片设计均为其核心之一，但其对制程工艺相较于当前消费电子级芯片并无较大要求，但对于芯片运行环境要求较高。为了实现对量子比特的精确控制，就需要精确控制量子芯片周围的温度、震动、噪声、电磁波等等环境因素，如超导量子计算机分为高温、低温及室温三种，室温超导当前尚未研制成功，而低温超导及高温超导方案均需要较严苛的温度环境，以保障超导量子计算机的稳定运行。

图17：百度量子平台全景图



资料来源：百度，中国银河证券研究院

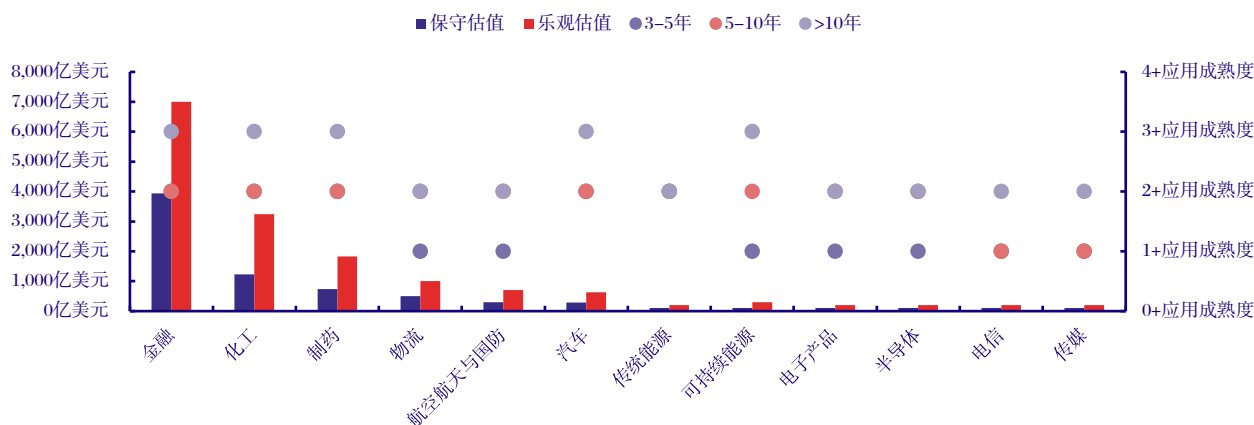
图18：IBM Q 量子计算机所需量子芯片制程较低，对温度要求较高



资料来源：大诨量子，中国银河证券研究院

量子应用方面，应用场景较多，应用突破临界点逐步接近。近年来，基于中等规模含噪量子处理器(NISO)和专用量子计算机的应用案例探索在国内外广泛开展，应用场景较丰富，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。量子计算公司普遍期待未来数年，在 NISO 系统中完成具有社会经济价值的计算问题加速求解，实现杀手级应用突破。

图19：量子应用市场空间及市场成熟度指标对比



资料来源：麦肯锡，信通院，中国银河证券研究院

注：应用成熟度指标参考信通院《量子计算发展态势研究报告（2023）》

## （二）量子通信网络及其应用不断演进，目前具备设备全链生产能力

量子通信的核心设备主要是量子光源、单光子探测器、QKD 设备、量子路由器、量子交换机、量子随机数发生器、量子卫星地面站等设备，是支撑量子通信的基石。拆分来看，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、量子随机数发生器等；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、经典网络管理子系统、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、量子网络管理子系统等；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。目前，中国在量子保密通信技术的产业化方面已经走在了世界前列，并且已经基本全面实现了核心设备全链生产。

表5：量子通信产业链简析

|                    |                                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | <b>产品或服务</b>                                                                                          |
| <b>原材料及核心设备</b>    | <b>元器件：</b> 信号处理芯片、光纤光缆、雪崩二极管、射频器件等；<br><b>核心设备：</b> 量子密钥分发器、量子路由器、量子随机分发器、量子交换机、量子点激光器、量子探测仪等。       |
| <b>网络传输干线及系统平台</b> | <b>网络传输干线：</b> 光纤骨干网、卫星中继等；<br><b>系统平台：</b> 经典网络管理系统、备份与灾容子系统、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、量子密钥管理系统等； |
| <b>消费市场</b>        | <b>终端产品：</b> 量子 IDC、量子电话、量子白板等；<br><b>应用领域：</b> 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                        |

资料来源：中商产业研究院，中国银河证券研究院

图20：量子通信产业链图谱

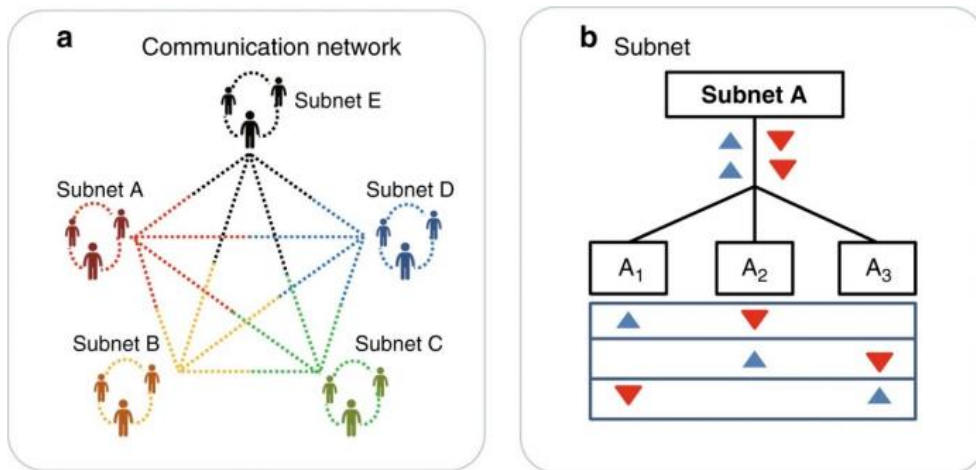


资料来源：ICV Tank，中国银河证券研究院

当前，量子通信特种领域应用较多。由于目前量子通信传输速率有限，更适合传输信息量小、对保密性要求高的应用场合，因此金融、政府、军队成为第一批量子通信客户。其中，国防领域对量子保密通信技术的应用研究、规划布局已持续了十余年。国防领域的大量应用场景对量子通信技术有相关的需求，包括全军共用基础系统和军兵种专用系统、战略保障体系和战术支撑体系等。

随着量子信息技术的发展，量子通信网络及其应用不断演进。目前，量子保密通信的应用主要集中在利用 QKD 链路加密的数据中心防护、量子随机数发生器，并延伸到政务、国防等特殊领域的安全应用；未来，随着 QKD 组网技术成熟，终端设备趋于小型化、移动化，QKD 还将扩展到电信网、企业网、个人与家庭、云存储等应用领域；长远来看，随着量子卫星、量子中继、量子计算、量子传感等技术取得突破，通过量子通信网络将分布式的量子计算机和量子传感器连接，还将产生量子云计算、量子传感网等一系列全新的应用，行业前景广阔。

图21：量子安全直接通信网络示意图

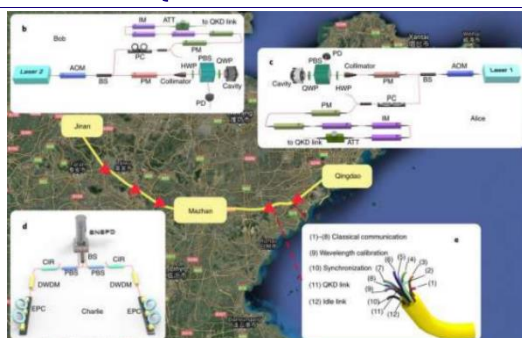


资料来源：上海交通大学，中国银河证券研究院

**量子通信民用前景较为广阔，政策推动技术普及：**随着国盾量子与中电信量子信息科技集团签订《附条件生效的股份认购暨战略合作协议》，中电信量子集团通过与科大控股等签订《一致行动协议》，成为公司控股股东。**政策方面**，中央经济工作会议及政府工作报告指出，打造新兴未来产业发展，开辟量子技术等新赛道，创建一批未来产业先导区，国家实验室体系建设有力推进。伴随产业结构政策积极推进量子新基建规划及建设，加强相关领域的产学研合作，量子技术等前沿领域创新成果有望不断涌现。

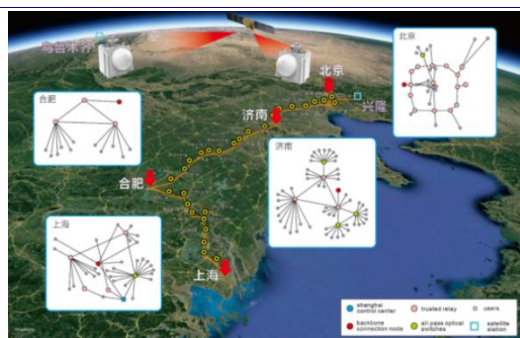
**技术方面，量子通信可以构建超光速信息网络。**可以利用量子隐形传态以及超大信道容量、超高通信速率和信息高效率等特点，不仅满足军事信息网络对大容量、高速率传输处理及按需共享能力的需要，建立满足军事特殊需求的超光速军事信息网络，也满足民用领域对于低时延高带宽的需求，应用前景光明,当前已有整个京沪干线由 32 座中继站和 31 段光纤量子通信线路构成主干量子通信线路，另外还包含北京和上海的城域量子通信网络等应用场景落地,从 0 到 1 向从 1 到 n 扩张进程有望加速。

图22：511 公里无中继 QKD 网络



资料来源：CNCSTO，中国银河证券研究院

图23：综合空间对地量子网络的说明



资料来源：中国科学技术大学，中国银河证券研究院

### （三）量子科技全球加速推进，技术不断演进云平台快速发展

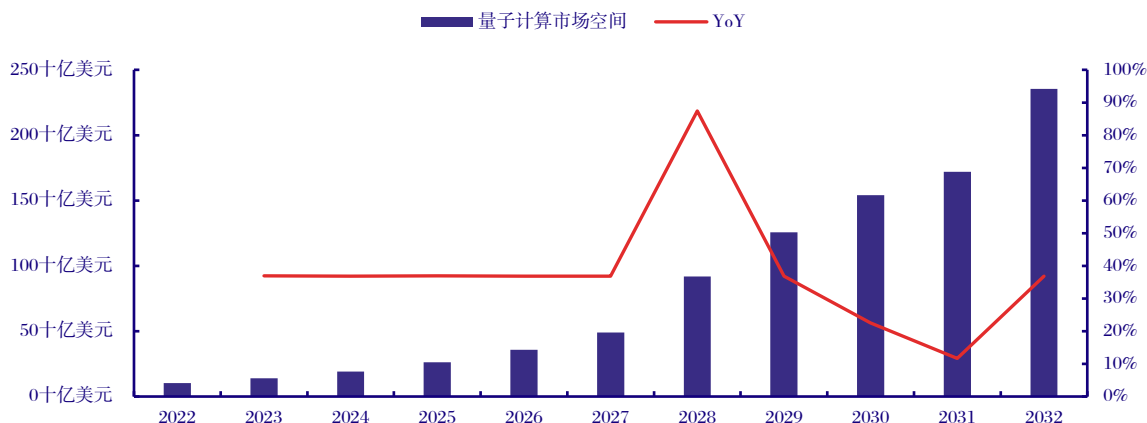
量子计算按照软件及硬件划分，在海内外目前研究热度均较高。国内软硬件整体皆呈现互联网厂商牵头，专业研究机构以大学及相关部门为主，海外软件方面更分散，硬件层面则更加集中。

表6：全球国家量子信息领域竞争较激烈（截至 2023.10）

| 时间   | 战略规划/法案                 | 国家/地区 | 投资规模（美元）                        |
|------|-------------------------|-------|---------------------------------|
| 2014 | 国家量子技术规划                | 英国    | 10 年投资约 12.15 亿                 |
|      | 光量子跃迁旗舰计划               | 日本    | 投资约 1.2 亿/年                     |
| 2018 | 国家量子信息科学战略国家量子倡议(NOI)法案 | 法国    | 计划 5 年投资 12.75 亿，实际投资已达 37.38 亿 |
|      | 量子技术从科研到市场              | 德国    | 投资约 7.1 亿                       |
|      | 量子技术发展国家计划              | 荷兰    | 7 年投资约 7.4 亿                    |
| 2019 | 国家量子技术计划                | 以色列   | 5 年投资约 3.3 亿                    |
|      | 国家量子行动计划                | 俄罗斯   | 5 年投资约 5.3 亿                    |
| 2020 | 国家量子技术投资计划              | 法国    | 投资约 19.6 亿                      |
| 2021 | 量子系统研究计划                | 德国    | 5 年投资约 21.7 亿                   |
| 2022 | 国家量子计算平台                | 法国    | 投资约 1.85 亿                      |
|      | 芯片与科学法案                 | 美国    | 4 个量子项目 1.53 亿/年                |
| 2023 | 国家量子战略                  | 加拿大   | 投资约 2.7 亿                       |
|      | 国家量子战略(NOS)             | 英国    | 10 年投资 31.8 亿                   |
|      | 国家量子战略                  | 澳大利亚  | 投资约 6.4 亿                       |
|      | 国家量子技术战略                | 丹麦    | 5 年投资约 1 亿                      |
|      | 量子科技发展战略                | 韩国    | 2035 年前投资 17.9 亿                |
|      | 国家量子任务                  | 印度    | 2030 年前投资 7.2 亿                 |

资料来源：信通院，中国银河证券研究院

图24：全球量子计算市场空间及增长率



资料来源：novaoneadvisor，中国银河证券研究院

**软件方面，开放探索百家争鸣，成熟度仍有较大上升空间。**可分为应用开发软件、编译软件以及芯片设计 EDA 软件，量子计算软件目前处于开放式探索阶段，软件功能各有侧重，量子编程语言和框架、量子编译器和优化器、量子误差校正模块等关键功能特性仍需要持续研发，构建完善的软硬件技术栈和应用生态还有待业界进一步协同推动。

**应用开发软件：**2023 年，PASQAL 发布中性原子量子计算软件 PulserStudio，使用户能够以图形方式构建量子寄存器并设计脉冲序列。微软发布 Azure 量子开发套件(ODK)预览版。PASQAL 推出用于数字模拟量子计算软件 Qadence。量子计算编译软件未来需要持续提升软硬件协同编译、调度和优化能力。

表7：国内外代表性量子应用开发软件

|          | 开发软件名称                               | 应用领域             | 发布机构                           |
|----------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| 量子应用开发软件 | OpenFermion                          | 化学               | Google                         |
|          | TesorFlowQuantum                     | 人工智能             |                                |
|          | PennyLane                            | 机器学习             | Xanadu                         |
|          | InQuanto                             | 化学               | Quantinuum                     |
|          | QristalSDK                           | 化学、经典量子混合应用、自动驾驶 | QuantumBrilliance              |
|          | SuperConga                           | 量子物理             | ChalmersUniversityofTechnology |
|          | ChemiQ                               | 化学               | 本源量子                           |
|          | VQNet                                | 人工智能             |                                |
|          | HiQFermion                           | 化学               | 华为                             |
|          | PaddleQuantum                        | 人工智能             | 百度                             |
|          | QuOmics、QuChem、Qudocking、QuSynthesis | 化学、生物制药          | 图灵量子                           |
|          | QuFraudDetection、QuPortfolio         | 金融               |                                |

资料来源：中国信通院，中国银河证券研究院

**量子计算编译软件**我国以互联网厂商牵头为主，海外软件发布机构相对较分散。编译软件用于明确量子编程边界并确保程序编译正确执行，并提供完善且体系化的语法规则用于协调和约束量子操作与经典操作。2023 年，PASQAL 发布中性原子量子计算软件 PulserStudio，使用户能够以图形方式构建量子寄存器并设计脉冲序列。微软发布 Azure 量子开发套件(ODK)预览版。PASQAL 推出用于数字模拟量子计算软件 Qadence。量子计算编译软件未来需要持续提升软硬件协同编译、调度和优化能力。

表8：国内外代表性量子计算编译软件

| 软件名称             | 主要特征                                            | 软件发布机构          |
|------------------|-------------------------------------------------|-----------------|
| Qiskit           | 具有 Terra、Aqua、Ignis、Aer 等四个功能模块，可用于编写、模拟和运行量子程序 | IBM             |
| Cirq             | 针对量子电路精确控制、优化数据结构                               | Google          |
| QDK              | Q#量子编程语言、编译器、资源估计器等                             | 微软              |
| Forest           | 全栈编程和执行环境，Quil、pyQuil 等组件                       | Rigetti         |
| qbsolv           | 协助开发者为 D-Wave 机器开发程序                            | D-Wave          |
| StrawberryFields | 支持 python 库原型设计和量子电路优化                          | Xanadu          |
| PulserStudio     | 以图形方式构建量子寄存器并设计脉冲序列                             | PASQAL          |
| Oadence          | 简化在相互作用的量子比特系统上构建和执行数字模拟量子程序的过程                 |                 |
| Super.tech       | 根据硬件的脉冲级原生门自动优化量子程序                             | SuperstaQ       |
| ProjectQ         | 基于 python 编译并对量子电路编译优化执行                        | ETHZurich       |
| Qulacs           | 基于 Python/C++编译，可模拟噪声量子门、参数化量子门等                | KyotoUniversity |
| HiQPulse         | 包含量子最优控制算法和脉冲库，提供快速优化设计的调控解决方案                  | 华为              |
| QCompute         | 支持 Python/QASM 混合编译和量子电路本地运行                    | 百度              |
| TensorCircuit    | 支持自动微分、即时编译、向量并行化和 GPU 加速                       | 腾讯              |

资料来源：中国信通院，中国银河证券研究院

**芯片设计 EDA 软件**：芯片设计 EDA 软件主要用于实现量子芯片的自动化设计、参数标定与优化、封装设计等功能，2023 年，亚马逊推出开源软件平台 Palace3，可执行复杂电磁模型的 3D 模拟并支持量子计算硬件设计。量旋科技发布超导芯片 EDA 软件天乙。未来，量子计算芯片 EDA 软件需要在芯片性能验证、设计自主程度、设计效率等方面持续研究和完善。

表9：国内外代表性量子计算 EDA 软件

| 名称           | 主要用途                               | 发布机构 |
|--------------|------------------------------------|------|
| Qiskit Metal | 用于超导量子处理器，构建芯片设计图，产生定制组件           | IBM  |
| KOCircuits   | 用于超导量子处理器，可用于生成芯片设计，并在制造器件之前检查信号路由 | IQM  |
| FeynmanPAQS  | 光量子芯片设计辅助系统与光学模拟系统                 | 图灵量子 |
| 本源坤元         | 支持超导和半导体量子芯片版图自动化设计                | 本源量子 |
| 天乙           | 用于超导量子处理器，通过参数化生成量子器件，可自动布线算法      | 量旋科技 |

资料来源：信通院，中国银河证券研究院

硬件方面，我国布局不同类型下的量子计算机方案。总体来说各种方案优劣势均较为明显，我们认为虽然当前量子计算各技术路线的性能指标发展水平参差不齐，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，但最终路径尚未明晰的情况下，对于多种量子计算机方案的研究有助于奠定行业领先态势，随着路径的不断迭代，我国多头布局，有望成为量子计算时代的领先国家。

表10：2023 年我国布局不同路径的量子计算机方案

|       | 超导                                                                                                                                                 | 离子阱                                                                                                                                         | 硅半导体                                                                                                                        | 光量子                                              | 中性原子                                   |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 代表性产品 | 中科院：41 位“庄子”芯片模拟量子态。中核集团：41 位“庄子”芯片模拟量子态。<br>国科大：“祖冲之二号”可操纵量子比特数达 176。Rigetti：84 位全连接量子比特；11-1 量子系超过 1.2 GHz 的自旋量子比特计算机“天工”量子大脑。<br>量子处理器 Ankaa-1。 | 华翔量子：37 位离子阱量子计算原型机 HYQ-A37。<br>Quantinuum：H2 系统实现 32 位量子比特；11-1 量子系超过 1.2 GHz 的自旋量子比特计算机“天工”量子大脑。<br>Atom computing：1180 量子比特的中性原子量子计算原型机。 | Intel：12 位硅基自旋量子芯片 Tunnel Falls。<br>中科院：实现硅自旋翻转速率超快操控。<br>降低测控信号、量子位噪声影响研制高性能的光源与光子探测提升精确测控能力；<br>降低原子所受碰撞影响；<br>研究多维阵列连接方式 | 中国科大：255 光子量子计算原型机“九章三号”。<br>玻色量子：100 比特相干光量子纠缠。 | 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。           |
| 发展趋势  | 增加比特规模；<br>探索可扩展性机制；<br>提升保真度延长相干时间                                                                                                                | 更高性能离子阱；<br>扩展单离子阱计算架构下的比特数量；<br>研制稳定激光系统                                                                                                   | 超快操控。<br>降低测控信号、量子位噪声影响研制高性能的光源与光子探测提升精确测控能力；<br>降低原子所受碰撞影响；<br>研究多维阵列连接方式                                                  | 器；<br>改进光子集成芯片；<br>研制光子间纠缠的方案                    | 提升精确测控能力；<br>降低原子所受碰撞影响；<br>研究多维阵列连接方式 |

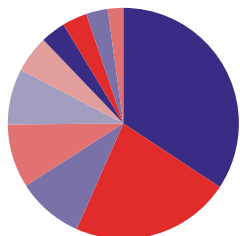
资料来源：，中国银河证券研究院

#### （四）量子信息行业呈现高成长性，量子通信市场规模有望持续攀升

市场空间预计年复合增速超 30%，中美两国当前具备领先态势，拉动行业空间提升。市场空间方面，预期软件将带动整体市场空间增长，亚太地区由中国引领，日本跟随，预计在未来将成为全球最大的量子计算市场，美国或将居次席，同时，根据专利数量分析，中美当前领先态势较大，由于美欧为量子技术发源，故短时期内我国量子计算专利数量相对美国仍有追赶差距，预计随着政策引导以及需求提升，我国量子计算将体现出较高成长性态势。

图25：全球量子通信企业分布情况

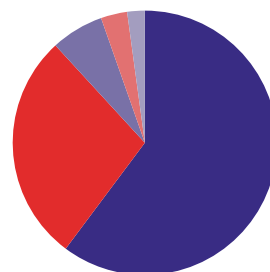
■美国 ■中国 ■加拿大 ■英国 ■德国  
■法国 ■日本 ■荷兰 ■瑞士 ■西班牙



资料来源：novaoneadvisor，中国银河证券研究院

图26：全球量子计算专利数量-中美位于第一梯队且领先态势较大

■美国 ■中国 ■日本 ■欧洲 ■澳大利亚



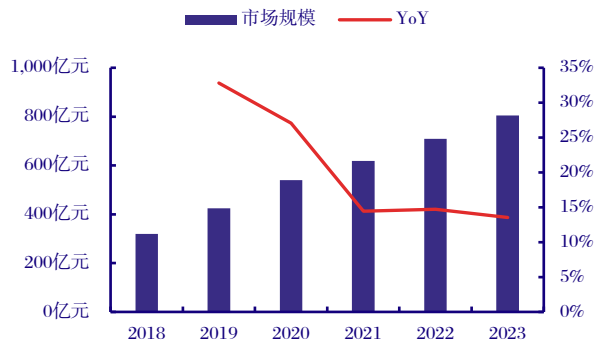
资料来源：信通院，华经产业研究院，中国银河证券研究院

当前，国内外均有量子通信技术落地，主要偏向特种领域较多。美国、欧洲、中国等国家已经建立了量子通信网络，其中，中国的量子通信网络基础设施规模最大、传输总距离最长，并且实现了地空连接，网络覆盖面积最大。随着量子通信网络的建设，一些提供组件、核心设备、基础设施建设、通信运维、解决方案等的公司，为量子通信网络建设提供产品和服务，产生了可观的收入，量子通信产业因此逐步商业化。

我国当前量子通信市场规模超 800 亿元，其中量子通信产品及建设运营占比较高。目前，量子保密通信的应用主要集中在利用 QKD 链路加密的数据中心防护、量子随机数发生器，并延伸到政务、国防等特殊领域的安全应用；未来，随着 QKD 组网技术成熟，终端设备趋于小型化、移动化，QKD 还将扩展到电信网、企业网、个人与家庭、云存储等应用领域；长远来看，随着量子卫星、量子中继、量子计算、量子传感等技术取得突破，通过量子通信网络将分布式的量子计算机和量子传感器连接，还

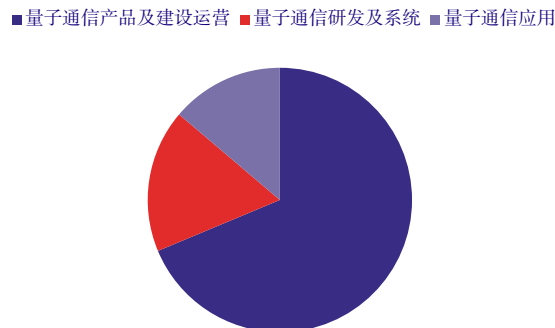
将产生量子云计算、量子传感网等一系列全新的应用，行业前景广阔。比例方面，我国量子通信市场中量子通信产品及建设运营占比较高，量子通信研发及系统占比居次席，量子通信应用相对较低，占比约为 13.8%，量子通信应用市场空间具备较大提升空间。

图27：我国量子通信市场规模及增速



资料来源：ICV，光子盒，中国银河证券研究院

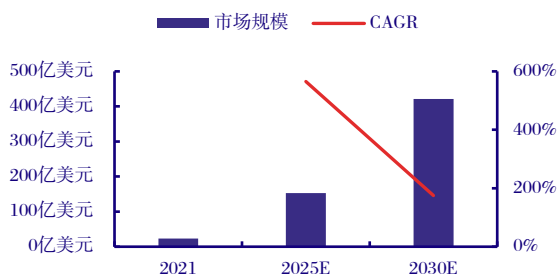
图28：我国量子通信市场规模结构-应用市场提升空间较大



资料来源：资产信息网，中国银河证券研究院

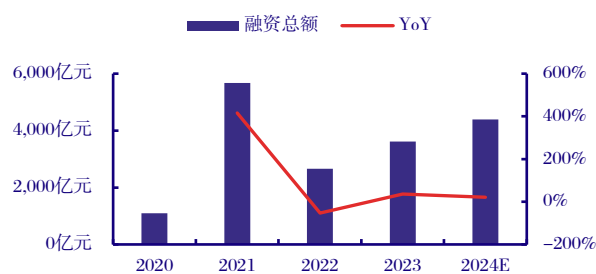
**安全引领，预计全球量子通信市场规模持续攀升。**全球方面，量子通信预计 2021-2025 年提升速度较快，我们认为主因为全球量子通信与安全领域需求提升，带动相关行业融资以及市场空间增长，从融资额看，2021 年到达高点，代表需求端处于较快增长态势，但由于 2022 年没有量子通信与安全领域的公司上市，故而融资金额减少。我们认为随着量子通信的逐步普及，其安全性受到的重视程度有望持续提升，从而拉动全球市场空间快速增长。

图29：全球预计量子通信市场规模及增速



资料来源：ICV，光子盒，中国银河证券研究院

图30：全球量子通信与安全领域融资总额

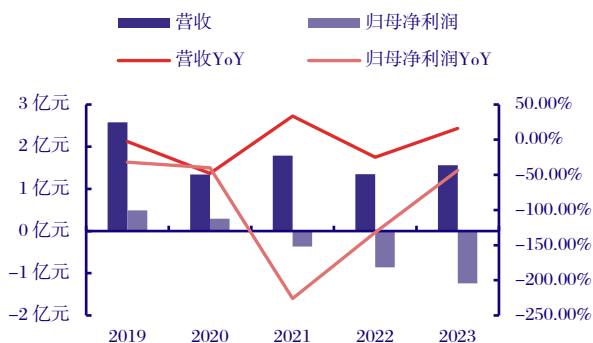


资料来源：中商情报网，中国银河证券研究院

### 三、投资建议

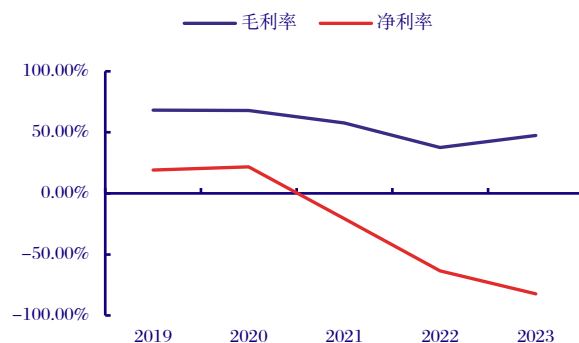
**国盾量子：**公司盈利能力不断增强，业务不断拓展。2023 全年公司实现营收 1.5 亿元，同比增长 15.87%；实现归母净利润亏损 1.25 亿元，亏损同比扩大 3909 万元，主要系部分客户回款不及预期，致减值损失预计较上年增加 1700 万元左右；因递延所得税费用影响，致所得税费用预计较上年增加 1800 万元左右。伴随中国电信与公司之间的合作和协同加深，持续拓展下游业务应用，保持核心技术竞争优势，未来公司业绩有望边际改善。

图31：国盾量子营收及归母净利润情况



资料来源：，中国银河证券研究院

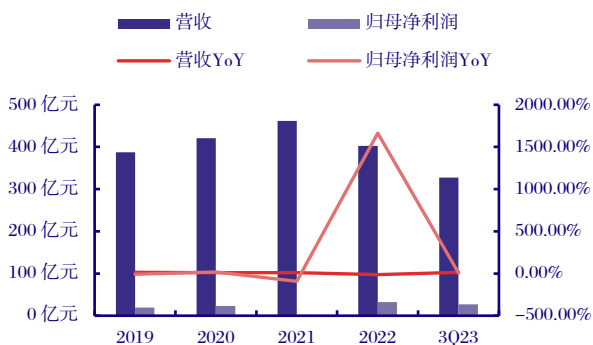
图32：国盾量子毛利率及净利率情况



资料来源：，中国银河证券研究院

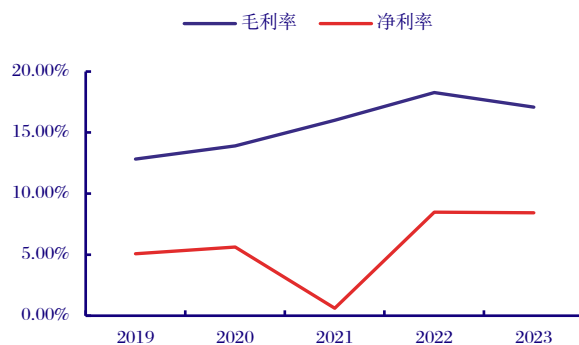
**中天科技：**公司前三季度实现营收 327.51 亿元，同增 12.18%，实现归母净利润 26.60 亿元，同增 7.68%，实现毛利率 17.08%，同降 1.76pcts，实现净利率 8.42%，同降 0.26pcts，公司是国内光电缆品种最齐全的专业企业、国家级重点高新技术企业，主营光纤通信和电力传输。公司在国内率先建成海底光缆完整生产线，拥有海底光缆制造的核心技术，同时公司密切关注量子通信技术商用化进程，坚持持续创新，满足发展过程中的新应用需求，未来可期。

图33：中天科技营收及归母净利润情况



资料来源：，中国银河证券研究院

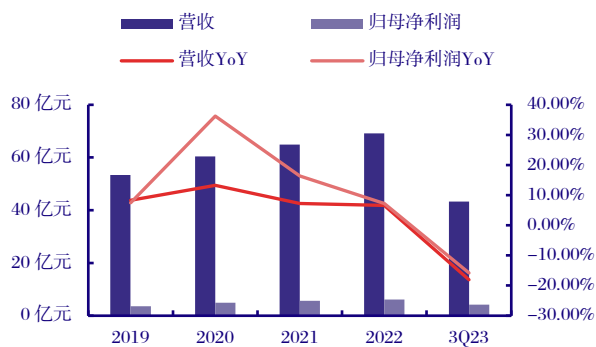
图34：中天科技毛利率及净利率情况



资料来源：，中国银河证券研究院

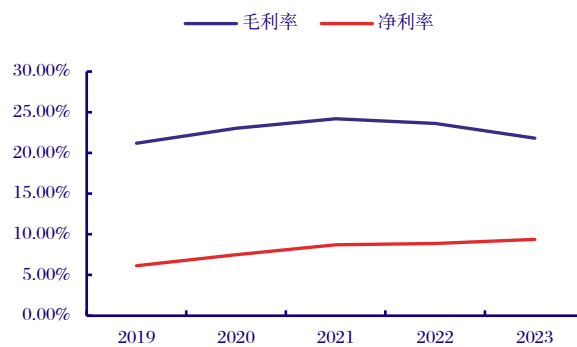
**光迅科技：**公司 2023 年前三季度实现营收 43.27 亿元，同降 18.06%，实现归母净利润 4.14 亿元，同降 15.80%，公司是中国最大光通信器件供货商，是目前中国唯一一家有能力对光电子器件进行系统性、战略性研究开发的高科技企业，是中国光电子器件行业最具影响的实体之一。当前公司的量子芯片研发成功，已收到多家客户订单，预计随着 400G 骨干网的建设，以及量子通信普及度的逐步提升，公司作为行业领先企业，有望在 AI+量子时代实现营收及利润双增。

图35：光迅科技营收及归母净利润情况



资料来源：，中国银河证券研究院

图36：光迅科技毛利率及净利率情况



资料来源：，中国银河证券研究院

## 四、风险提示

1. 国内外政策和技术摩擦不确定性的风险；
2. 全球量子信息行业竞争加剧的风险；
3. 技术开发不确定性的风险；
4. 市场开拓不及预期的风险等。

## 图表目录

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 图 1: 量子信息科研论文数量.....                      | 3  |
| 图 2: 量子信息专利数增加, 产业化水平提升.....              | 3  |
| 图 3: 量子信息领域企业分布.....                      | 3  |
| 图 4: 中美两国量子信息企业占比较高.....                  | 3  |
| 图 5: 量子计算技术成熟度预测曲线.....                   | 4  |
| 图 6: 量子信息技术投资赛道占比情况.....                  | 5  |
| 图 7: 我国量子技术新成果不断涌现.....                   | 6  |
| 图 8: “九章”系列光量子计算原型机.....                  | 6  |
| 图 9: 量子计算的 3 个发展阶段.....                   | 6  |
| 图 10: “祖冲之”系列超导量子计算原型机.....               | 6  |
| 图 11: 量子计算的主要技术方案.....                    | 7  |
| 图 12: 量子计算主要技术路线关键指标现状.....               | 7  |
| 图 13: 量子计算技术体系框架及生态.....                  | 7  |
| 图 14: 我国在国际上首次实现百公里级自由空间时间频率传递.....       | 8  |
| 图 15: 量子计算云平台后端硬件分布.....                  | 10 |
| 图 16: TOP10 量子计算(硬件)公司投资占比.....           | 10 |
| 图 17: 百度量子平台全景图.....                      | 11 |
| 图 18: IBM Q 量子计算机所需量子芯片制程较低, 对温度要求较高..... | 11 |
| 图 19: 量子应用市场空间及市场成熟度指标对比.....             | 11 |
| 图 20: 量子通信产业链图谱.....                      | 12 |
| 图 21: 量子安全直接通信网络示意图.....                  | 13 |
| 图 22: 511 公里无中继 QKD 网络.....               | 13 |
| 图 23: 综合空间对地量子网络的说明.....                  | 13 |
| 图 24: 全球量子计算市场空间及增长率.....                 | 14 |
| 图 25: 全球量子通信企业分布情况.....                   | 16 |
| 图 26: 全球量子计算专利数量-中美位于第一梯队且领先态势较大.....     | 16 |
| 图 27: 我国量子通信市场规模及增速.....                  | 17 |
| 图 28: 我国量子通信市场规模结构-应用市场提升空间较大.....        | 17 |
| 图 29: 全球预计量子通信市场规模及增速.....                | 17 |
| 图 30: 全球量子通信与安全领域融资总额.....                | 17 |
| 图 31: 国盾量子营收及归母净利润情况.....                 | 18 |
| 图 32: 国盾量子毛利率及净利率情况.....                  | 18 |
| 图 33: 中天科技营收及归母净利润情况.....                 | 18 |
| 图 34: 中天科技毛利率及净利率情况.....                  | 18 |
| 图 35: 光迅科技营收及归母净利润情况.....                 | 19 |
| 图 36: 光迅科技毛利率及净利率情况.....                  | 19 |

## 表格目录

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 表 1： 我国量子技术政策持续支持.....                    | 5  |
| 表 2： 量子计算产业链主要可分为量子算法、量子硬件以及量子应用三部分 ..... | 8  |
| 表 3： 主流量子算法简要对比.....                      | 8  |
| 表 4： 几种不同路径的量子计算机对比.....                  | 10 |
| 表 5： 量子通信产业链简析.....                       | 12 |
| 表 6： 全球国家量子信息领域竞争较激烈（截至 2023.10） .....    | 14 |
| 表 7： 国内外代表性量子应用开发软件.....                  | 15 |
| 表 8： 国内外代表性量子计算编译软件.....                  | 15 |
| 表 9： 国内外代表性量子计算 EDA 软件.....               | 15 |
| 表 10： 2023 年我国布局不同路径的量子计算机方案.....         | 16 |

## 分析师承诺及简介

本人承诺以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

**赵良毕，通信&中小盘首席分析师。**北京邮电大学通信硕士，复合学科背景，2022 年加入中国银河证券。8 年中国移动通信产业研究经验，6 年证券从业经验。曾获得 2018/2019 年（机构投资者 II-财新）通信行业最佳分析师前三名，2020 年获得（万得）金牌通信分析师前五名，获得 2022 年 Choice（东方财富网）通信行业最佳分析师前三名。

## 免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其客户提供。银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告资料来源是可靠的，所载内容及观点客观公正，但不担保其准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河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。银河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。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告。

本报告版权归银河证券所有并保留最终解释权。

## 评级标准

| 评级标准                                                                                                                                                         | 评级    | 说明                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|
| 评级标准为报告发布日后的 6 到 12 个月行业指数（或公司股价）相对市场表现，其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准，北交所市场以北证 50 指数为基准，香港市场以摩根士丹利中国指数为基准。 | 推荐：   | 相对基准指数涨幅 10%以上     |
|                                                                                                                                                              | 中性：   | 相对基准指数涨幅在-5%~10%之间 |
|                                                                                                                                                              | 回避：   | 相对基准指数跌幅 5%以上      |
| 公司评级                                                                                                                                                         | 推荐：   | 相对基准指数涨幅 20%以上     |
|                                                                                                                                                              | 谨慎推荐： | 相对基准指数涨幅在 5%~20%之间 |
|                                                                                                                                                              | 中性：   | 相对基准指数涨幅在-5%~5%之间  |
|                                                                                                                                                              | 回避：   | 相对基准指数跌幅 5%以上      |

## 联系

### 中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京市丰台区西营街 8 号院 1 号楼青海金融大厦

公司网址：www.chinastock.com.cn

### 机构请致电：

深广地区：程曦 0755-83471683 chengxi\_yj@chinastock.com.cn  
 苏一耘 0755-83479312 suyiyun\_yj@chinastock.com.cn  
 上海地区：陆韵如 021-60387901 luyunru\_yj@chinastock.com.cn  
 李洋洋 021-20252671 liyangyang\_yj@chinastock.com.cn  
 北京地区：田薇 010-80927721 tianwei@chinastock.com.cn  
 唐嫚玲 010-80927722 tangmanling\_bj@chinastock.com.cn