



政策与战略专题报告

政策与战略专题
证券研究报告

国金证券研究所

分析师：夏昌盛（执业

S1130524020003）

xiachangsheng@gjzq.com.cn

分析师：樊志远（执业

S1130518070003）

fanzhiyuan@gjzq.com.cn

分析师：杨佳妮（执业

S1130524040002）

yangjjiani@gjzq.com.cn

量子科技：产业革命核心赛道，投资风口将至

基本内容

量子技术是大国科技竞争的核心赛道，已连续三年被写入政府工作报告，政策引导下，中国政府持续加大投入力度，2024 年相关投入超 20 亿美元，位居全球首位。

1、量子计算产业规模最大，以稀释制冷机为代表的核心设备价值量最高

量子计算利用量子比特的叠加纠缠特性，能够显著突破传统计算性能极限，2024 年，全球量子计算市场规模达 50.4 亿美元，在整个量子产业中占比高达 63%。目前，量子计算正逐步从含噪声中等规模量子时代向专用量子计算时代过渡，中短期内专用量子计算机或率先在金融服务、生物医药领域得到应用。对于量子计算而言，超导和光量子是最有可能率先实现商业化应用的技术路线。超导量子计算中，需长期维持稳定的低温低噪环境，稀释制冷机等核心设备是关键，也是超导量子计算机价值量最大的环节；光量子计算中，高性能光源、光子探测器等高精度操控设备是原型机性能提升的重要组成，有望随光量子技术的不断突破持续受益。从产业发展规律看，经典计算机商业化初期的行业利润主要集中在硬件端，直至硬件技术趋于成熟后，软件应用才逐步成为价值创造主体。2024 年，量子计算硬件投资占比高达 86.1%，在可预见的产业化进程中，以稀释制冷机为代表的上游硬件值得重点布局。

2、量子安全商业化进程较快，重点关注 PQC 领域增长潜力

量子安全是为应对量子计算对传统密码体系威胁而发展的技术密集型产业，主要包括量子通信与抗量子密码技术（PQC），二者分别用于提升信息传输安全性和抵御量子计算威胁。随着量子时代到来，抵御量子威胁开始成为政务、军工等行业的重中之重，直接催生了抗量子密码技术的快速发展。2024 年，PQC 市场规模达 6.6 亿美元，同比 23 年增加 5.6 亿美元，PQC 融资占比也首次达到 56.8%，同比提升 27.8%，成为量子安全的主要发展方向。目前，中国量子通信领域已初步具备商用条件，但在 PQC 方面仍存在较大市场空间。随着 PQC 标准制定持续推进，叠加信息传输安全需求不断攀升，PQC 未来有望迎来大规模应用，抗量子密码产品和抗量子密码迁移业务或成为国内量子产业新的价值增长点。

3、量子精密测量应用多元，重力测量市场成长性较高

与前两个方向相比，量子精密测量在量子领域中市场规模较小，但应用范围最广，其核心优势在于开发和利用量子叠加、量子纠缠等量子物理特性，指数级提升传感测量方法的精度和灵敏度。从细分领域看，量子重力仪在矿产、石油及地下结构探测中具备较大潜力。根据 ICV 预测，2035 年量子重力测量市场规模将达到 10.9 亿美元，年复合增长率 17.2%，较量子精密测量行业 9.4% 的平均增速高出近 8 个百分点，凸显出较高的行业成长性。

投资建议

我们认为量子科技产业当前正处于行业发展的历史性底部，有望在政策支持、技术突破、资本推动下迎来加速发展，建议重点布局两大核心赛道：1）量子计算设备国产替代机遇，特别是上游稀释制冷机等关键设备；2）抗量子密码（PQC）产业链中同时具备抗量子密码技术与标准制定能力的优质标的。

风险提示

1）关键技术进展不及预期；2）技术落地效果不及预期；3）政策支持力度不及预期。



内容目录

一、量子科技-下一代科技革命的核心引擎.....	5
1.1、量子科技涵盖三大方向.....	5
1.2、量子计算是核心，国内市场潜力巨大.....	5
1.3、政策推动量子产业加速布局.....	6
1.4、量子产业未来可期，国内政府持续投入.....	7
二、量子计算：量子领域最大蓝海.....	9
2.1、专用量子计算时代将至，超导和光量子计算商业价值或率先显现.....	9
2.2、以稀释制冷机为代表的上游核心设备是关键，金融、医药应用空间最广.....	11
2.3、投融资快速增长，呈现“硬件优先”的产业路径.....	14
2.4、全球相关重点企业评价.....	16
三、量子安全：产业化进程最快的量子方向.....	17
3.1、量子通信迈入商业应用，抗量子密码市场潜力逐步显现.....	17
3.2、QRNG、QKD 设备与 PQC 设备是关键，下游应用集中于军工领域.....	19
3.3、中欧投资额明显增加，抗量子密码受到重视.....	20
3.4、全球相关重点企业评价.....	21
四、量子精密测量：最具多元化特点的量子技术.....	23
4.1、量子测量可用于多个细分领域，重力测量前景较好.....	23
4.2、欧美占据上游主导，中游以量子时频和重力测量为主，军工领域应用最多.....	25
五、投资建议.....	26
5.1、国盾量子——国内首家以量子为核心业务的上市企业.....	26
5.2、禾信仪器——打造量子计算新增长极.....	28
5.3、腾景科技——光量子计算技术的核心赋能者.....	30
5.4、三未信安——兼备抗量子密码技术与标准的先行者.....	31
5.5、格尔软件——精准卡位量子安全.....	32
六、风险提示.....	33

图表目录

图表 1：量子科技三大领域概况.....	5
图表 2：量子计算产业占据量子市场主要份额（单位：亿美元）.....	6
图表 3：2024 年与 2035E 各地区量子科技产业规模（单位：亿美元）.....	6
图表 4：量子科技逐渐成为重点关注方向.....	7
图表 5：24 年全球量子产业回温，融资额同比+33.55%.....	8
图表 6：2024 年全球主要国家量子领域投融资情况.....	8
图表 7：2024 年量子三大领域社会融资情况（单位：十亿美元）.....	8



图表 8:	全球量子计算产业规模 (2024-2035E) (单位: 亿美元)	9
图表 9:	量子计算开始迈向专用量子计算时代	10
图表 10:	量子计算技术主要细分方向	10
图表 11:	量子计算产业链	11
图表 12:	全球领先量子计算机分布	12
图表 13:	中国主要量子计算云平台	13
图表 14:	量子计算在制药、金融领域的技术和应用成熟度最高	13
图表 15:	量子计算在各行业领域的主要应用场景	13
图表 16:	量子计算应用领域将逐渐由实验室走向金融医药等产业 (亿美元)	14
图表 17:	2024 年全球量子计算融资额回升至前期高点	14
图表 18:	2024 年全球量子计算企业融资笔数与金额	15
图表 19:	国内量子计算产业发展速度或开始提升	15
图表 20:	2024 年量子计算产业投融资集中在硬件端	15
图表 21:	全球量子计算硬件整机供应商评价	16
图表 22:	量子计算生态核心企业主要成果	16
图表 23:	量子安全主要细分领域	17
图表 24:	全球量子安全产业规模预测 (2023-2030E)	17
图表 25:	京沪干线/“量子号”卫星广域量子通信网络	18
图表 26:	量子安全产业发展周期	18
图表 27:	量子安全产业链整体较为完善	19
图表 28:	全球量子密钥分发下游应用预测 (2024-2035E)	20
图表 29:	2020-2024 年全球量子安全领域融资总额	20
图表 30:	2020-2024 年全球量子安全融资事件数量及平均金额	20
图表 31:	2023-2024 年各国量子安全企业融资总额	21
图表 32:	2023 年量子安全各领域融资额分布情况	21
图表 33:	2024 年量子安全各领域融资额分布情况	21
图表 34:	量子密钥分发供应商 (设备方面) 评价	22
图表 35:	量子密钥分发供应商 (网络方面) 评价	22
图表 36:	量子通信核心企业主要成果	22
图表 37:	抗量子密码 (PQC) 供应商评价	23
图表 38:	抗量子密码核心企业主要成果	23
图表 39:	量子精密测量的技术原理	24
图表 40:	量子精密测量的技术与应用图谱	24
图表 41:	全球量子精密测量产业规模预测 (2024-2035E) (单位: 十亿美元)	25
图表 42:	量子测量产业链	25
图表 43:	预计量子精密测量应用仍将以军工为主	26
图表 44:	21-24 年量子测量领域融资额 CAGR 达 33.90%	26



图表 45: 美国在量子精密测量领域投融资较活跃.....	26
图表 46: 多次完成星地量子密钥分发和数据中继任务.....	27
图表 47: 量子云计算平台.....	27
图表 48: 25Q1 公司营收加速增长.....	27
图表 49: 近期公司亏损明显收窄.....	27
图表 50: 公司业务逐步拓展至量子科技全领域.....	28
图表 51: 24 年净利率大幅提升 69.29pct.....	28
图表 52: 24 年公司营收增速放缓.....	28
图表 53: 公司利润持续承压.....	28
图表 54: 公司产品主要用于环境监测.....	28
图表 55: 净利率与毛利率趋于稳定.....	28
图表 56: 量羲技术产品主要应用于产业链上游.....	29
图表 57: 24 年量羲技术净利率大幅提升 23.76pct.....	29
图表 58: 量羲技术在量子计算领域的业务量明显增加.....	30
图表 59: 25Q1 公司营收同比+20.6%.....	31
图表 60: 25Q1 公司利润达 0.13 亿元.....	31
图表 61: 光学元件始终为公司核心业务.....	31
图表 62: 24 年公司毛利率提升 6.83pct.....	31
图表 63: 公司营收稳步增长.....	32
图表 64: 25Q1 公司利润出现承压.....	32
图表 65: 公司以密码整机和密码系统为核心业务.....	32
图表 66: 毛利率维持稳定, 净利率下滑 10.57pct.....	32
图表 67: 25Q1 公司营收略有承压.....	33
图表 68: 25Q1 净利润同比+2.52%.....	33
图表 69: 24 年抗量子产品业务占比增长 16.86pct.....	33
图表 70: 24 年毛利率增长 4.50pct.....	33



作为大国博弈的战略高地，量子科技正成为突破传统技术壁垒的核心领域。自 2023 年起，量子技术已连续三年被写入政府工作报告，2025 年也被联合国定为“国际量子科学技术年”，英伟达也宣布将今年 3 月 20 日设为首个“量子日”，在政策与国际共识的双重加持下，量子科技产业将成为大国硬科技博弈的核心战场。

一、量子科技-下一代科技革命的核心引擎

1.1、量子科技涵盖三大方向

作为未来产业发展的重要方向，量子科技主要包含量子计算、量子通信和量子精密测量三个主要方向。

量子计算利用量子叠加和纠缠等特性，在特定问题上展现出超越经典计算机的潜力，其发展遵循量子优越性、专用量子模拟机、通用量子计算机的演进路径。目前，量子计算行业处于含噪声中等规模量子（NISQ）时代向专用量子模拟机过渡的时期，超导、光量子等多元技术路线并行发展。未来，有望重点突破编码纠错、相干时间延长等关键技术瓶颈，逐步实现从专用量子模拟到通用量子计算的跨越，并为材料设计、药物研发等多领域带来变革。

量子安全是量子信息技术中产业化进程最快的领域，核心是通过量子力学原理实现信息的安全传输与处理。该技术主要包括量子通信和抗量子密码技术两大方向。量子通信主要利用量子态的不可克隆性，实现无条件安全的密钥共享，确保信息传输过程中的安全性。抗量子密码技术（PQC）则主要为抵御量子计算威胁的新算法，主要用于提升传输设备终端的安全性，两类技术已逐步在国防、政务等领域实现落地应用。

量子精密测量通过量子态调控实现物理量的超高精度检测，其核心优势在于突破标准量子极限，商业化落地应用逐步成熟。当前主要技术路径包括基于冷原子干涉的重力测量、金刚石 NV 色心的磁场传感、里德堡原子的电场探测等。产业发展正处于从实验室专用设备向工业级传感器过渡的关键期，正重点突破器件小型化、环境适应性等工程化难题，应用场景涵盖地质勘探、导航定位、生物医药等领域。未来随着集成度和可靠性提升，量子精密测量有望逐步向消费级市场渗透。

图表1：量子科技三大领域概况

领域	概念	特点	应用	典型产品
量子计算	利用量子比特进行计算，通过量子逻辑门实现信息的操作。量子计算机能够在某些问题上实现指数级别的加速。	能够实现 0 和 1 同时存在的计算状态叠加，具有远超传统计算的强大并行计算和模拟能力。	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域，加速机器学习 and 大数据处理能力等。	D-Wave 量子退火机、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“祖冲之二号”
量子安全	利用量子纠缠和量子隐形传态等原理实现信息的传输，并通过抗量子密码算法保障设备安全，具有无法破解的优势。	可以保障传输信息在量子计算时代的安全性、完整性和隐私性。	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，以及电力系统等领域的信息安全保障服务。	美国量子通信网络、东京高速量子通信网络、中国科学实验卫星“墨子号”、微纳量子卫星“济南一号”、保密通信骨干线路“京沪干线”
量子测量	利用量子力学原理，通过制备和操控特殊的量子态来超越经典测量极限，实现高精度的参数测量。	量子测量的精度更高、探测距离更远、测量设备体积更小、测量手段和维度更丰富。	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

来源：前瞻产业研究院，国金证券研究所

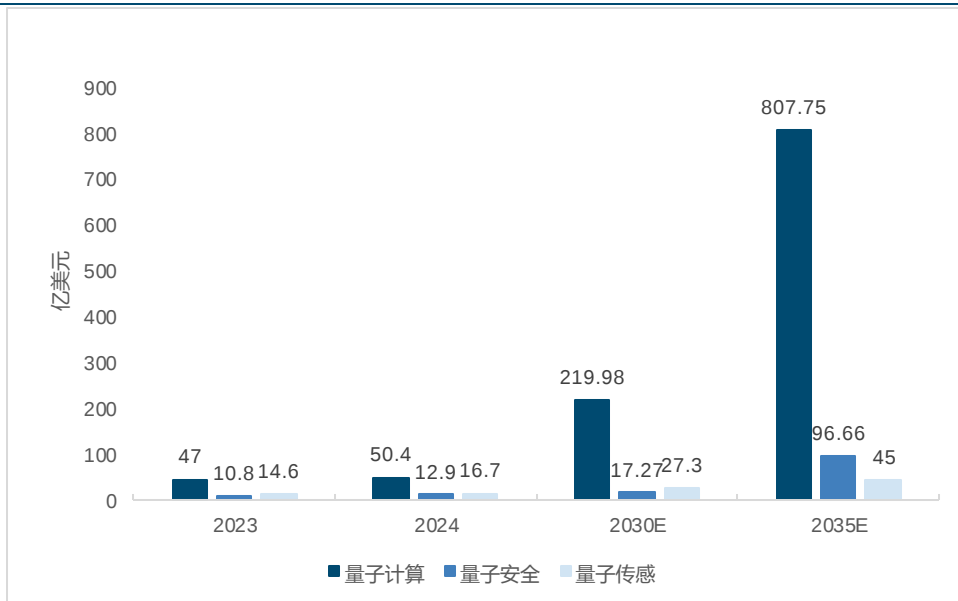
1.2、量子计算是核心，国内市场潜力巨大

量子科技有望进入高速成长期，量子计算或为核心增长引擎。根据光子盒数据，2024 年全球量子科技产业规模已达 80 亿美元，预计 2024-2030 年复合年增长率（CAGR）可达 76.27%，到 2035 年整体规模更有望突破 9000 亿美元，而量子计算在其中占比近 90%。当前，量子信息技术处于导入期尾声，技术瓶颈如量子纠错能力、相干时间等仍制约着大规模商业化进程，但数据安全需求与算力需求的爆发式增长，正推动量子通信、量子计



算及量子精密测量等技术不断取得突破。随着技术成熟度持续提升，行业将从导入期逐步迈向成长期，届时量子领域商业化潜力将得到全面释放，有望形成万亿级市场规模。

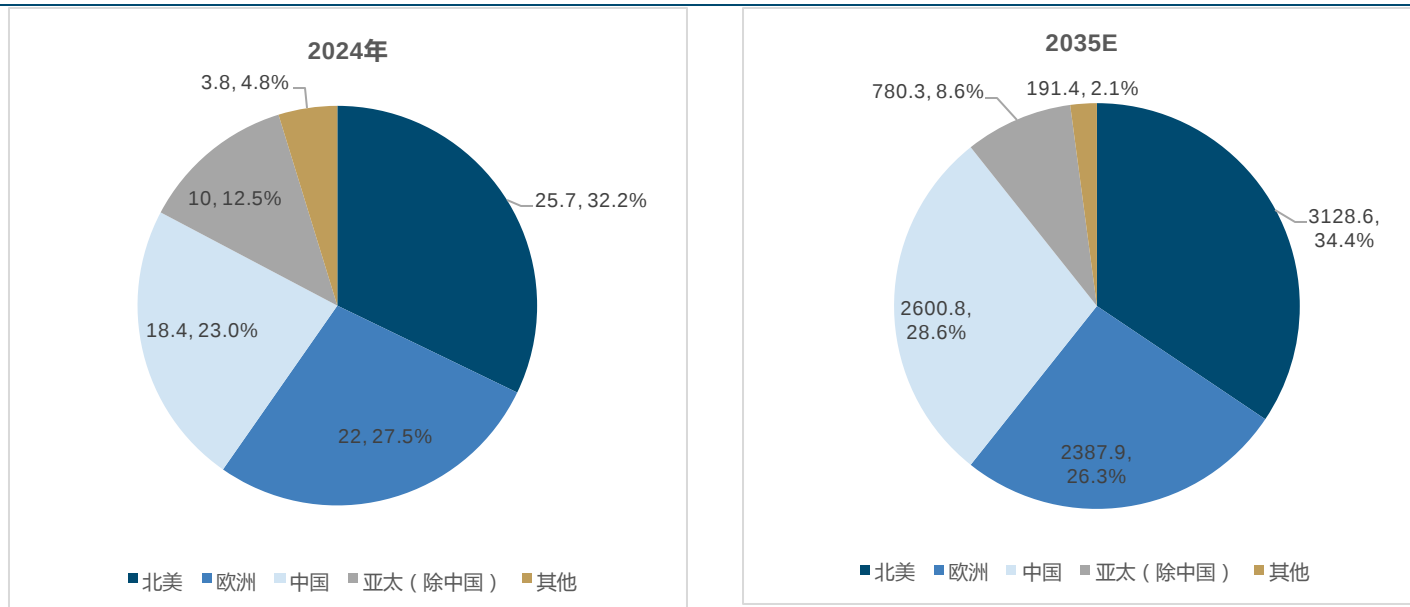
图表2：量子计算产业占据量子市场主要份额（单位：亿美元）



来源：光子盒，国金证券研究所

北美在量子领域的的影响力较大，中国市场增长潜力尤为显著。分地域来看，全球量子科技产业呈现出动态变化的趋势。2024 年，北美、欧洲和中国量子产业规模分别达 25.7 亿美元、22.0 亿美元和 18.4 亿美元。预计 2035 年，北美仍将以 34.4% 的市场份额保持全球领先地位，中国量子产业有望在政策与技术的双重驱动下，市场份额反超欧洲增至 2600.8 亿美元。

图表3：2024 年与 2035E 各地区量子科技产业规模（单位：亿美元）



来源：光子盒，国金证券研究所

来源：光子盒，国金证券研究所

1.3、政策推动量子产业加速布局

近年来，中国量子政策布局呈现明显的阶段性演进特征，从早期的基础研究支持逐步转向产业化应用推动。2021 年以来，量子相关政策密集出台，重点围绕基础设施建设、技术创新、产业应用及量子信息标准等领域，强力推动量子科技产业化进程。自 2023 年起，量子技术连续三年被写入《政府工作报告》，2025 年更被明确列为未来产业培育的核心领域，与生物制造、具身智能、6G 等前沿方向并列，其作为“新质生产力”的战略地位愈发凸显。政策导向从“十四五”初期的技术研发为主，逐步深化为产业化落地并重，



后续应用未来可期。

图表4：量子科技逐渐成为重点关注方向

日期	政策名称	部门	政策内容
2025 年 3 月	《2025 年国务院政府工作报告》	国务院	因地制宜发展新质生产力，加快建设现代化产业体系。培育壮大新兴产业、未来产业。建立未来产业投入增长机制，培育生物制造、量子科技、具身智能、6G 等未来产业。
2025 年 2 月	《关于资本市场做好金融五篇大文章的实施意见》	证监会	进一步提升对新产业新业态新技术的包容性，加大对新一代信息技术、人工智能、航空航天、新能源、新材料、高端装备、生物医药、量子科技等战略性新兴产业支持力度。
2024 年 5 月	《信息化标准建设行动计划（2024-2027 年）》	中央网信办、市场监管总局、工信部	加快量子信息标准布局，推动术语、功能模型、参考架构等基础通用标准研制，开展量子计算、量子通信、量子测量等关键技术标准研究。
2024 年 3 月	《2024 年国务院政府工作报告》	国务院	制定未来产业发展规划，开辟量子技术、生命科学等新赛道，创建一批未来产业先导区。
2024 年 1 月	《关于推动未来产业创新发展的实施意见》	工信部、教育部、科技部等	以实施意见为指南，围绕脑机接口、量子信息等专业领域制定专项政策文件，形成完备的未来产业政策体系。加强可容错通用量子计算技术研发，提升物理硬件指标和算法纠错性能，推动量子软件、量子云平台协同布置。
2023 年 8 月	《新产业标准化领航工程实施方案（2023-2035）	工信部、科技部等	开展量子信息技术标准化路线图研究。加快研制量子信息术语定义、功能模型、参考架构、基准测评等基础共性标准。聚焦量子计算领域，研制量子计算处理器、量子编译器、量子计算机操作系统、量子云平台、量子人工智能、量子优化、量子仿真等标准。聚焦量子通信领域，研制量子通信器件、系统、网络、协议、运维、服务、测试等标准。聚焦量子测量领域，研制量子超高精度定位、量子导航和授时、量子高灵敏度探测与目标识别等标准。
2023 年 3 月	《2023 年国务院政府工作报告》	国务院	科技创新成果丰硕。一些关键核心技术攻关取得新突破，量子信息等领域创新成果不断涌现。
2022 年 12 月	《扩大内需战略规划纲要（2022-2035 年）》	国务院	在人工智能、量子信息、脑科学等前沿领域实施一批前瞻性、战略性国家重大科技项目。以需求为导向，增强国家广域量子保密通信骨干网络服务能力。
2021 年 12 月	《“十四五”数字经济发展规划》	国务院	瞄准传感器、量子信息等战略性前瞻性领域，发挥我国社会主义制度优势、新型举国体制优势、超大规模市场优势，提高数字技术基础研发能力。

来源：中国政府网，证监会，国家标准化管理委员会，国金证券研究所

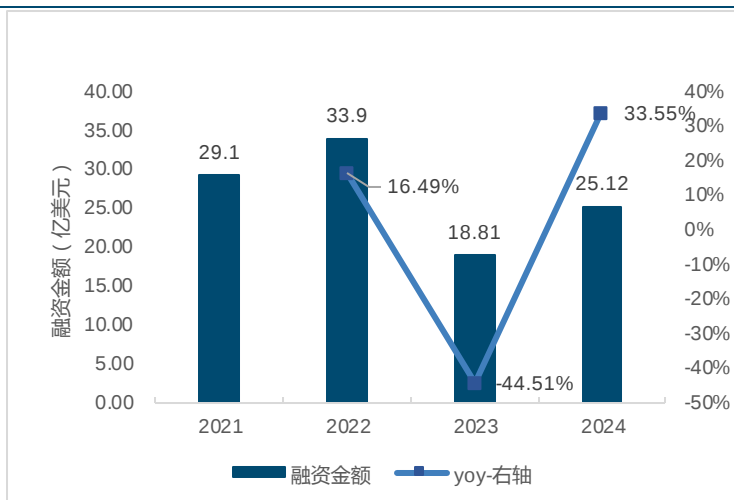
1.4、量子产业未来可期，国内政府持续投入

量子产业仍是“蓝海”，全球投融资呈现波动上升趋势。近年来，量子领域的投资额在过去的四年中呈现震荡趋势。在全球经济下行背景下，2023 年整体融资规模有所下降，投资者开始倾向于等待实用且可扩展的量子优势明确后，再开展针对性投资布局。2024 年，量子领域融资金额有所回升，总融资金额增长 33.55%，产业热度开始回温，量子行业成长动能有所增强。预计在各国政策持续加码和关键技术不断突破的双重驱动下，2025 年全球量子科技领域的融资规模有望继续实现显著增长。

从主要国家的投融资情况来看，美国在社会融资方面处于领先地位，中国量子产业则以政府为主导。2024 年，美国以 34.7 亿美元的总融资规模位居全球首位。中国在政府融资支持方面表现突出，全年投入超 20 亿美元，但在社会融资方面不到美国的十分之一。量子计算领域的融资不仅需要长期投入，还与产品的发展和应用阶段密切相关。美国量子计算企业的优势在于起步较早、产业化程度相对较高，而中国的量子计算企业大多处于产业化早期阶段，但在政府的强力支持下，中国量子产业的未来增长潜力值得关注。



图表5: 24 年全球量子产业回温, 融资额同比+33.55%



来源: 光子盒, 国金证券研究所

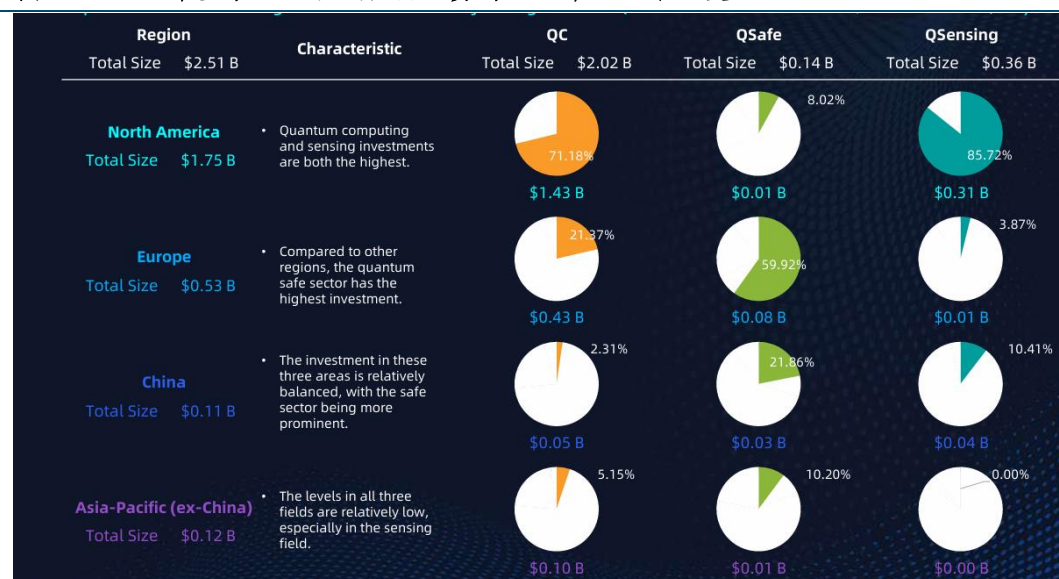
图表6: 2024 年全球主要国家量子领域投融资情况

国家	政府融资/亿美元	社会融资/亿美元	合计/亿美元
美国	19.01	15.69	34.7
中国	20.73	1.14	21.87
欧洲	15.78	4.41	20.19
印度	2.11	0.09	2.2
加拿大	0.08	1.75	1.83
俄罗斯	1.58	0	1.58
澳大利亚	0.55	0.94	1.49
日本	0.33	0.01	0.34

来源: iCV, 国金证券研究所

北美社会融资集中于量子计算和量子精密测量两大领域, 欧洲与中国则以量子安全为核心投资重点。2024 年, 北美地区的社会资本主要流向量子计算与量子精密测量领域, 分别占全球社会融资的 71.18%和 85.72%。而欧洲则在量子安全方面表现突出, 以 59.92%的社会融资占比位居该领域全球首位。中国的社会资本投资倾向与欧洲相似, 主要资金集中投入到量子安全领域, 但在量子计算和量子精密测量领域, 中国社会融资仍显不足。

图表7: 2024 年量子三大领域社会融资情况 (单位: 十亿美元)



来源: ICV, 国金证券研究所

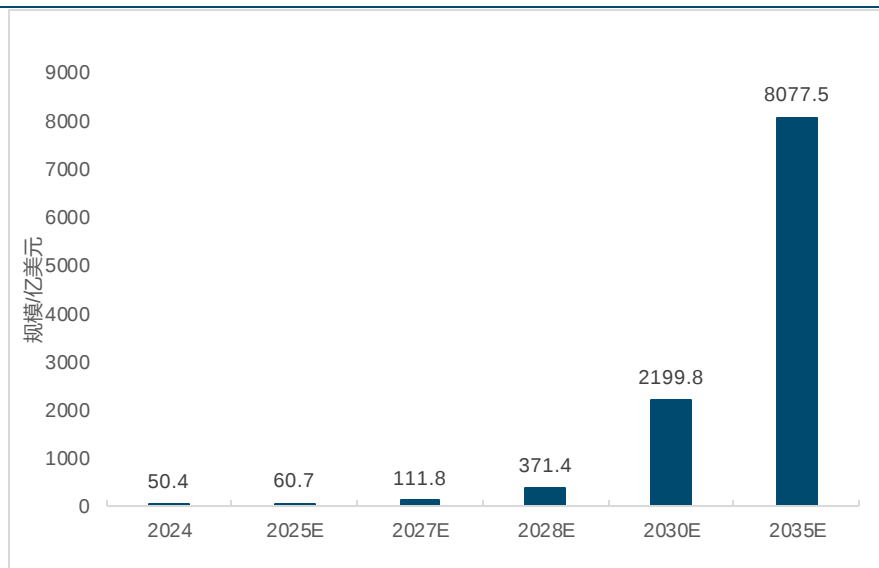


二、量子计算：量子领域最大蓝海

2.1、专用量子计算时代将至，超导和光量子计算商业价值或率先显现

量子计算产业正处于高速增长的黄金期，行业拐点将至。2024 年，全球量子产业规模已达到 50.4 亿美元，预计在 2024 至 2030 年间将以 87.64% 的年平均增长率（CAGR）快速增长。随着专用量子计算机在特定领域相较于经典计算的显著优势逐步显现，预计 2027 年量子计算产业规模将跃升至 111.8 亿美元。此后，在专用量子计算机的深度应用与通用量子计算机技术持续进步的双重推动下，产业规模有望迎来爆发式增长，预计 2035 年将突破 8000 亿美元，量子计算产业将迈向全面成熟与商业化。

图表8：全球量子计算产业规模（2024-2035E）（单位：亿美元）

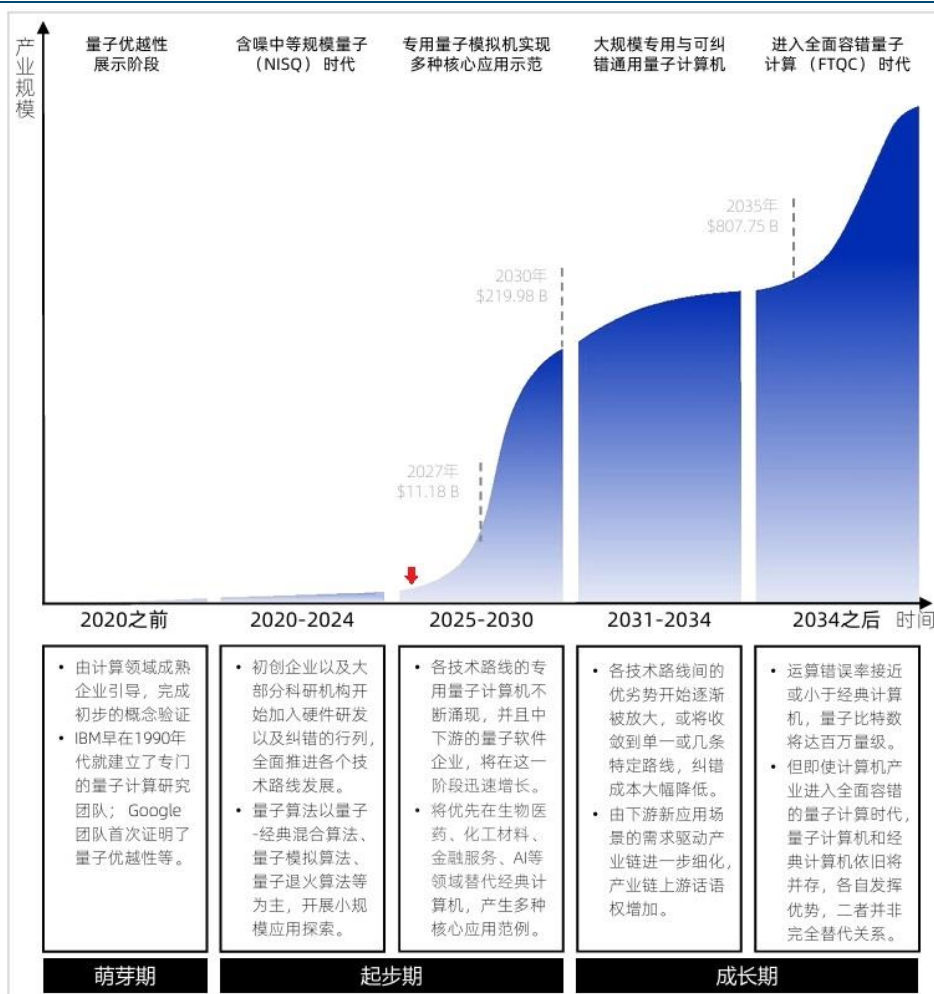


来源：光子盒，国金证券研究所

量子计算正处于从 NISQ（含噪声中等规模量子）时代向专用量子模拟机应用的关键转型期，专用量子计算的市场潜力或逐步显现。当前，量子计算产业已突破单纯硬件研发阶段，正加速向应用场景落地拓展。2025 年以来，Google、IBM、D-Wave，中电信量子等量子领域领先机构在专用量子模拟方面取得系列突破，推动各技术路线的专用量子计算机加速涌现。虽然完全商业化尚需时日，但随着产业链持续完善，金融建模、新材料研发、药物发现等领域的量子计算应用示范项目逐步落地。在各国政策支持和资本陆续加码的背景下，量子计算有望逐步从实验室走向行业应用，预计未来 2-3 年将形成更明确的市场化路径，专用量子计算机的商业价值将率先释放。



图表9：量子计算开始迈向专用量子计算时代



来源：光子盒，国金证券研究所

量子计算呈多元格局，超导量子计算和光量子计算是最有可能在特定领域实现商业化应用的路线。目前，量子计算呈现出多种技术路线并行发展的多元化格局，主要技术路线包括超导、离子阱、光量子、中性原子、硅半导体等。不同技术路线在量子比特的实现方式、性能特点、应用场景等方面各有优劣，尚未出现某一种技术路线占据绝对主导的局面。其中，超导技术路线有望凭借其在量子比特数量和量子纠错能力方面的相对领先地位，率先展现出实现大规模商业化的潜力，主要原因有两点：一是超导量子计算路线本身特点优势明显，比如保真度高、运算速度快、扩展性好、可控性强，从而受到更多科研人员与投资机构的关注。二是超导量子计算机与成熟的电子学、半导体工艺密切相关，而离子阱、中性原子等技术路线所用设备多为成熟度相对较低的光子学设备。同时，光量子路线由于具备可常温工作、相干时间长、保真度较高等优势，在量子优越性证明、光子纠缠操控试验等方面也取得了不少科研进展。例如中国“九章三号”原型机一经问世，便刷新了光量子信息的技术水平的世界纪录，并在金融、云计算等多个垂类行业开展了商业化探索。

图表10：量子计算技术主要细分方向

	人造粒子路线			天然粒子路线	
	超导路线	硅半导体路线	离子阱路线	光量子路线	中性原子路线
主要优势	- 学术路径相对成熟 - 门操作速度快 - 与现有集成电路技术兼容性好，高量子比特数更易扩展	- 半导体兼容性 - 门操作速度快	- 扩展性强，能实现完整的量子逻辑门操作 - 量子比特数量扩展快 - 成本控制能力较强	- 环境友好性 - 量子比特保真度高 - 长时间相干性 - 成本控制相对容易	- 量子比特数量规模大 - 高保真度 - 构建多维阵列的潜力
待突破点	- 量子比特数增加后的精确校准 - 超导量子芯片敏感度高，机	- 量子比特数量的快速扩展 - 操作精度提升缓慢	- 工程性的技术突破和迭代 - 操作起来慢，对激	- 大规模量子比特的稳定调控 - 光子的生成、操作	- 测量时依赖原子荧光，影响系统稳定性 - 量子门操作速度慢



	器系统复杂	光需求较高	和检测难，需高精度 操控技术和设备	• 测量和初始化的特征时间慢	
未来趋势	• 增加量子比特数、探索可扩展性机制 • 提高保真度 • 延长相干时间	• 降低测控信号、量子位噪声影响等 • 提纯材料以延长相干寿命	• 更高性能离子阱 • 扩展单离子阱计算架构下的比特数量 • 研制稳定的激光系统	• 研制高性能光源与光子探测器 • 改进光子集成芯片 • 研制光子间的纠缠方案	• 提升精确测控能力 • 降低原子所受碰撞影响 • 研制多维阵列连接方式

来源：亿欧智库，国金证券研究所

2.2、以稀释制冷机为代表的上游核心设备是关键，金融、医药应用空间最广

量子计算产业上游国产化进程提速，中游技术路线多元化发展，下游应用场景逐步丰富。目前，国内量子计算产业链呈现清晰的层级结构。上游聚焦核心器件与基础设施，涵盖量子比特测控系统、量子环境控制设备、专用芯片制造及关键材料供应，国产供应商在稀释制冷机、测控系统等核心领域不断突破；中游涵盖硬件系统集成与软件开发，包括超导、离子阱等主流技术路线的整机制造，以及量子算法、编译器和行业应用软件的开发；下游主要为商业化应用生态，通过量子云平台向金融、制药、交运等领域提供算力服务，推动行业解决方案落地。

量子计算产业的上游核心环节聚焦于量子比特的环境控制而非芯片，以稀释制冷机为代表的核心设备是决定超导量子计算产业化进程的关键。量子计算产业链涵盖了核心硬件、整机、软件及算法、云平台等四个核心环节，这些环节与传统计算机产业链相似，但量子计算机的计算属性有其独特之处，芯片在量子计算机中的占比相对较小，因为量子芯片的尺寸通常处于微米级别，制造难度并不像传统芯片那样高。在超导量子计算中，最关键的环节是量子比特的环境控制和信号传输，包括将环境温度降至接近绝对零度，并在此条件下保证信号的稳定传输。这一环节的设备价值量也最大。构建接近绝对零度的极低温环境以及实现超低噪声条件下的稳定信号传输，是当前超导量子计算领域面临的主要挑战。从2024年的发展来看，全球量子计算供应链呈现出多元化的格局。欧美企业凭借在高端材料、模块化设计以及制冷功率提升方面的技术积累，占据了先发优势。中国企业如中国电科16所、量羲技术、知冷低温、国盾量子等则加速推进国产替代，在稀释制冷机的关键性能指标上达到国际一流水平，并逐步推动产业自主保障能力从“点状替代”向“链式协同”升级，稀释制冷机作为超导、半导体、拓扑量子计算机的核心设备，是未来支撑量子计算机稳定运行的关键。

图表11：量子计算产业链



来源：亿欧智库，国金证券研究所

中国在超导、离子阱等主流技术路线上仍落后于美国，或将加速中游技术迭代与产业升级。量子计算产业链中游主要包括量子计算原型整机和软件。原型机方面，投入超导路线的企业数量最多，约占整体的三分之一，离子阱、中性原子、光量子、硅半导体等路线也均有国内外企业布局。软件方面，通过开源社区推动软件产品迭代和用户生态培育



是主要趋势，科技巨头依托传统软件生态影响力占据先发优势。整体看，欧美量子计算企业在中游技术创新成果、产品性能指标等方面处于领先，如 IBM 推出了首个模块化量子计算机 Condor，量子比特数突破 1000，并支持未来扩展至 10 万+量子比特。而中国超导量子计算能力与规模相对较小，与欧美头部企业相比仍有差距，存在较大的发展空间。

中国在光量子计算的实验验证和产业化方面更具优势，原型机的性能提升和技术突破将带动整个产业链发展。作为量子计算领域具备实用化潜力的方向之一，光量子计算在特定算法和专用计算场景中已展现出超越经典计算机的潜力。中国科学技术大学研发的“九章”系列光量子计算机，成功实现 1000 个量子比特的纠缠态制备，在特定问题处理上比超级计算机快 15 个数量级，代表了当前光量子计算领域最高技术水平。后续产业有望随光量子计算技术的不断突破持续受益。

图表12：全球领先量子计算机分布

路线	机构	型号	发布日期	量子比特数/模式数
超导	IBM	Condor	2023. 12	1121
	IBM	HeronR2	2024. 11	156
	Google	Willow	2024. 12	105
	Rigetti Computing	Ankaa-3	2024. 12	84
	QuantWare	Tenor	2023. 02	64
	IQM	IQMRadiance	2023. 11	20 或 54
	OQC	OQCToshikoGen1	2023. 11	32
	Alice&Bob	Helium1	2023. 12	16
	Alice&Bob	Boson4	2024. 05	2
	日本理化学研究所	-	2023. 03	64
	中科大、国盾量子、中电信量子	祖冲之三号	2024. 12	105
	中科大、国盾量子、中电信量子	天衍 504（骁龙）	2024. 04	504
	北京量子院	Yunmeng（云蒙）	2024. 04	156
	本源量子	本源悟空	2024. 01	72
	物理所、北京量子院	庄子号	2023. 08	43
离子阱	量旋科技	大熊座	2023. 04	20
	Quantinuum	SystemModelH2-1	2023. 05/2024. 06	32/56
	IonQ	Forte	2022. 05	36
	AQT	PINE	2023. 02	30
	华翎量子	HYQ-A37	2023. 07	37
	华翎量子	HYQ-B100	2024	-
中性原子	么正量子	UQM1	2024. 09	30
	QuEra Computing	Aquila	2022. 11	256
	Atom Computing	Phoenix	2021. 07	100
	Pasqal	Orion Alpha	2023	200
	中科酷睿	汉原一号	2024. 06	100+
光量子	中国科大	九章三号	2023. 10	255
	Xanadu	Borealis	2022. 06	216
	QCi	Dirac-3	2024. 03	949（变量数）
	QC82	-	2021	40
	硅臻	-	2024. 02	32

来源：光子盒，国金证券研究所

与传统云平台相似，量子云平台可显著降低量子计算使用门槛，加速应用落地。量子云平台通过为用户提供远程访问量子计算资源的接口，实现算力的灵活部署与成本优化。目前，国内众多机构陆续发布了不同类型的云平台，基本于量子计算机的比特数相匹配，以解决量子计算机部署成本高、维护复杂的问题。与传统的云平台相似，用户可通过量子云平台远程调用部署在数据中心或企业机房的量子算力，以较低成本访问优质的量子计算资源，降低资源使用门槛，从而将量子计算更好应用于金融、制药、能源等实际场景。



图表13：中国主要量子计算云平台

路线	云平台主体	云平台名称	量子比特数
超导	中科大&国盾量子	量子计算云平台	176; 12
超导	北京量子院	Quafu (夸父)	136; 18; 10
超导	本源量子	本源量子云	12
超导	浙江大学	太元一号	10
超导	中国移动&玻色量子	五岳量子计算云平台	20
超导/离子阱	百度	量易伏	8; 10; 1
超导/离子阱	弧光量子	弧光量子云平台	66; 11
光量子	图灵量子	SoftQubit	-
中性原子	武汉量子院&中科酷睿	酷睿量子云	-
模拟器	华为	HiQ	42; 81; 169
模拟器	阿里	太章	81

来源：亿欧智库，国金证券研究所

量子计算进入行业应用探索阶段，金融、生物医药和能源或为最具潜力应用方向。量子计算下游应用空间广泛，应用路径主要包括量子模拟、组合优化和线性代数求解，可以在衍生品定价、风险管理、药物筛选、药物分子设计等实际问题展现出远超经典计算机的性能。根据光子盒数据，随着技术成熟度提升，到2035年金融领域将成为量子计算最主要的应用场景，并占据30.41%的市场份额，医药（14.20%）和能源（7.38%）领域也有望实现规模化应用。

图表14：量子计算在制药、金融领域的技术和应用成熟度最高



来源：亿欧智库，国金证券研究所

图表15：量子计算在各行业领域的主要应用场景

领域	量子模拟	量子组合优化	量子线性代数
金融	衍生品定价	投资组合风险管理	信用评分和欺诈检测
生物医药	药物分子设计	药物筛选	-
能源	地质勘探	虚拟电厂聚合资源优化	-
信息安全	安全体系评估	-	密码破译
物流	-	物流线路优化	-
交通运输	-	交通干线规划	-
汽车	电池设计	-	自动驾驶
航空	飞机研发、燃料电池模拟	飞行路径优化	-
气象	-	提高天气预报准确性	-

来源：亿欧智库，国金证券研究所



图表16: 量子计算应用领域将逐渐由实验室走向金融医药等产业 (亿美元)

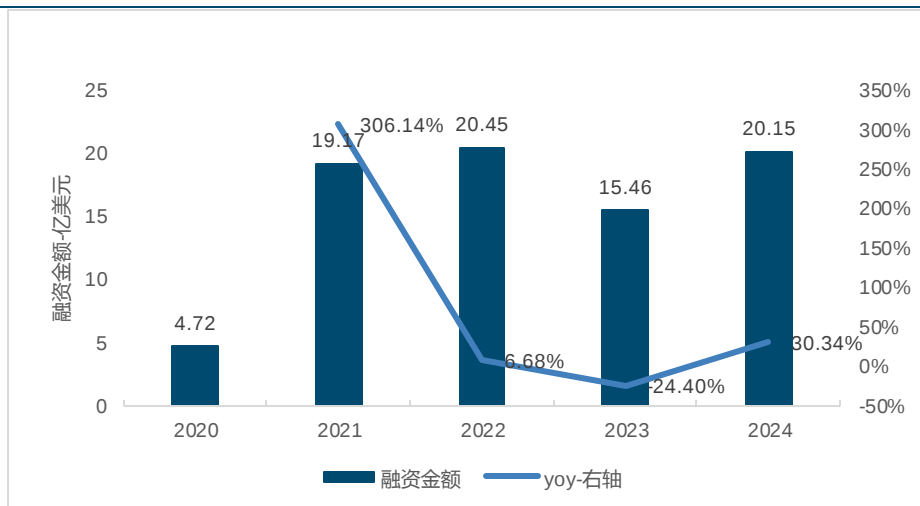
	2024 年	2035E
科研	0.7	83.5
金融	0.3	613.7
医药	0.3	286.6
化工	0.4	336
能源	0.2	149
物流	0.3	223.3
国防	0.4	326.3

来源: 光子盒, 国金证券研究所

2.3、投融资快速增长, 呈现“硬件优先”的产业路径

量子计算投融资市场呈现复苏态势, 行业成长动能有望再度增强。2020-2024 年间, 量子计算融资总额复合增长率 (CAGR) 达 43.74%, 其中 2024 年较前一年增长 30.34%, 反映出资本市场对量子技术商业化前景的重新评估与信心回升。一方面, IBM、D-wave 等企业相继实现千比特级量子处理器突破, 并在金融优化、药物研发等领域验证了量子优越性; 另一方面, 英伟达等科技巨头通过 CUDA-Q 平台, 推动量子-经典混合计算生态建设, 进一步强化了产业协同效应。随着全球资本加速向具备明确技术路线和商业场景的量子企业聚集, 量子计算产业的成长动能有望进一步增强。

图表17: 2024 年全球量子计算融资额回升至前期高点

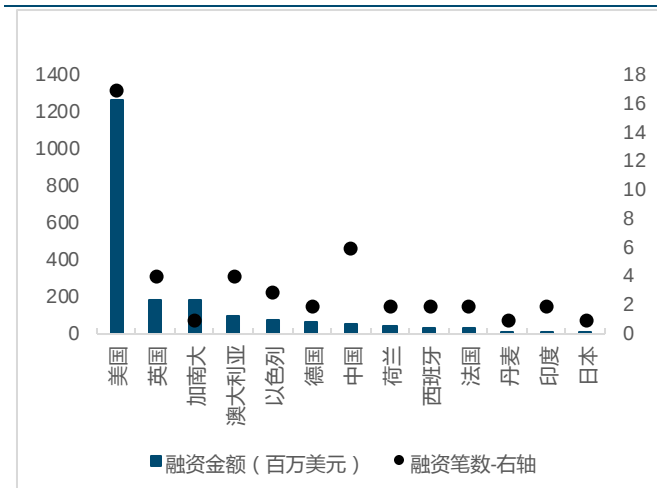


来源: 光子盒, 国金证券研究所

美国具有先发优势, 中国增长潜力最大。分地区来看, 美国以 12.60 亿美元的总融资规模位居全球首位, 在量子计算领域同时展现出资金规模和资本活跃度的双重优势。相比之下, 中国虽然交易数量排名靠前, 但单笔融资规模较小, 2024 年企业融资总额仅为 0.47 亿美元, 位列全球第七, 仅为美国的 3.7%, 与英国、澳大利亚等国也存在显著差距。但在政策支持和技术升级的双重推动下, 预计到 2035 年, 中国量子计算产业规模将从 12.7 亿美元增长至 2382.1 亿美元, 实现量级跃迁并反超欧洲。

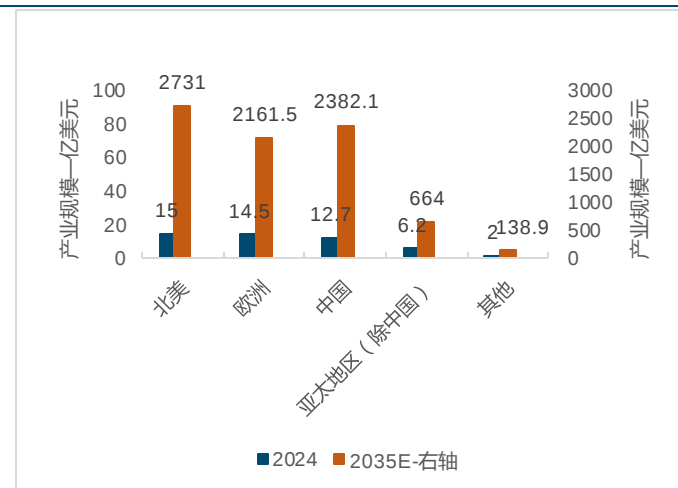


图表18：2024 年全球量子计算企业融资笔数与金额



来源：光子盒，国金证券研究所

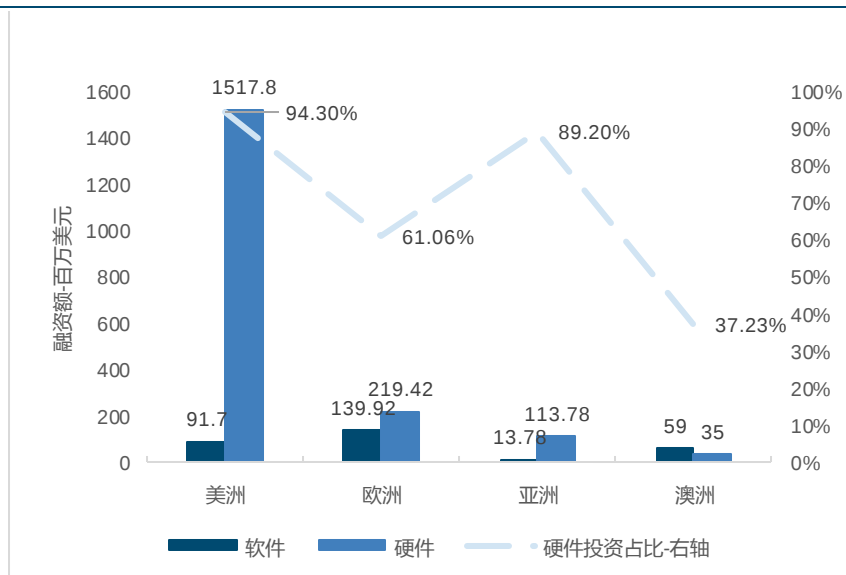
图表19：国内量子计算产业发展速度或开始提升



来源：光子盒，国金证券研究所

基于当前量子技术发展阶段与产业规律，预计量子计算产业的演进路径将遵循“硬件先行”的发展范式。目前，量子计算全球投融资格局呈现硬件优先特征。从技术层面来看，现有含噪声中等规模量子（NISQ）处理器受限于量子比特数量、相干时间及保真度等关键参数，尚难以有效支撑量子算法的理论性能实现，这使得硬件性能提升成为突破当前计算瓶颈的核心挑战。从产业发展规律看，参照经典计算机的发展轨迹，在其商业化初期的 30 年间，行业利润主要集中于硬件领域，直至硬件技术趋于成熟后，软件应用才逐步成为价值创造的主体。因此，在可预见的产业化进程中，上游硬件研发或将持续占据投资主导地位。

图表20：2024 年量子计算产业投融资集中在硬件端



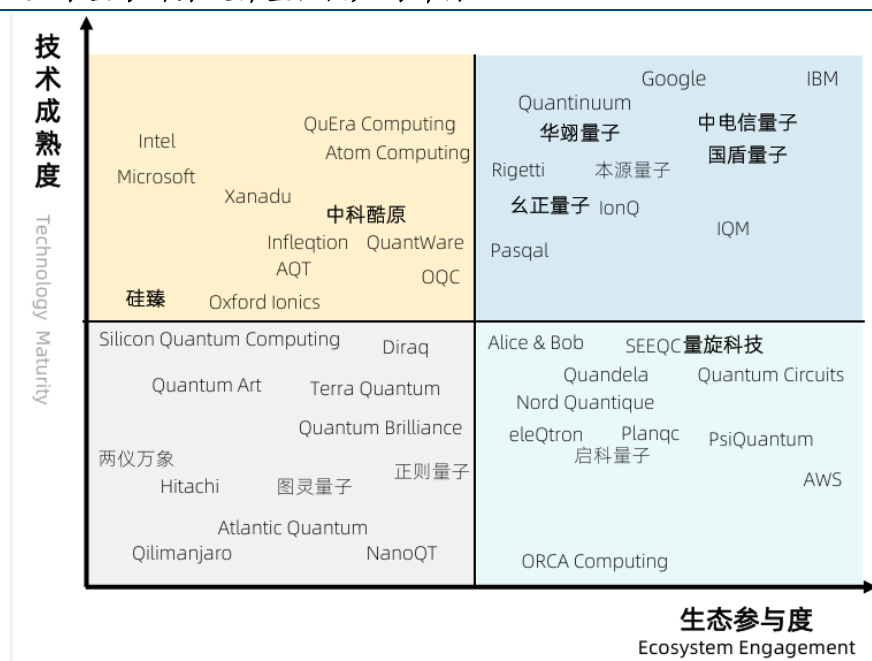
来源：ICV，国金证券研究所



2.4、全球相关重点企业评价

量子计算硬件生态核心企业以中美为主导。根据光子盒数据，从技术相对成熟度和生态参与度来看，量子计算硬件生态核心企业包括 IBM、Google、Quantinuum、中电信量子、国盾量子等，该企业分别在量子比特数、量子计算速度、量子纠错等方面有较大突破，并展现出高度的生态参与度与卓越的技术成熟度。

图表21：全球量子计算硬件整机供应商评价



注：技术成熟度具体权重指标包括：量子硬件性能（量子比特数、门保真度、相干时间等）、软件栈完备性（量子算法库、编译器、纠错等）、工程化能力、知识产权、2024年技术进展等；生态参与度具体权重指标包括：2024年合作进展情况、标准制定情况、开源贡献、联盟情况等。下同

来源：光子盒，国金证券研究所

图表22：量子计算生态核心企业主要成果

企业	国家	主要成果
IBM	美国	➢ 推出 1121 量子比特的 Condor 处理器，成为首个超过 1000 量子比特的超导量子比特处理器。 ➢ 推出 Heron 量子处理器，实现错误率降低 3 到 5 倍。 ➢ 计划在 2025 年展示首个量子中心超级计算机。
Google	美国	➢ 发布新一代量子芯片 Willow，量子比特的计算时间提升至 100 微秒，较前代芯片提高 5 倍，且该处理器在添加更多量子比特时能有效减少错误。
Quantinuum	美国/英国	➢ 实现了 50 个纠缠逻辑量子比特，保真度超过 98%，容错能力和计算效率显著提升。
中电信量子	中国	➢ 支撑最强优越性“祖冲之三号”超导量子计算芯片研发，研制全国比特数最多的超导量子计算机“天衍 504”，推动实现量子计算机工程化。 ➢ 研发超导量子计算稀释制冷机与测控系统，破解“卡脖子”技术难题。 ➢ 发布具备“量子优越性”潜力的“天衍”超量融合云平台。
国盾量子	中国	➢ 自主研发的稀释制冷机 ez-QFridge 性能达到国际主流水平，解决了超导量子计算机核心设备的“卡脖子”问题，并已实现量产。 ➢ 直接参与了“祖冲之三号”的研发。

来源：华尔街见闻，量子客，人民论坛网，国盾量子，国金证券研究所

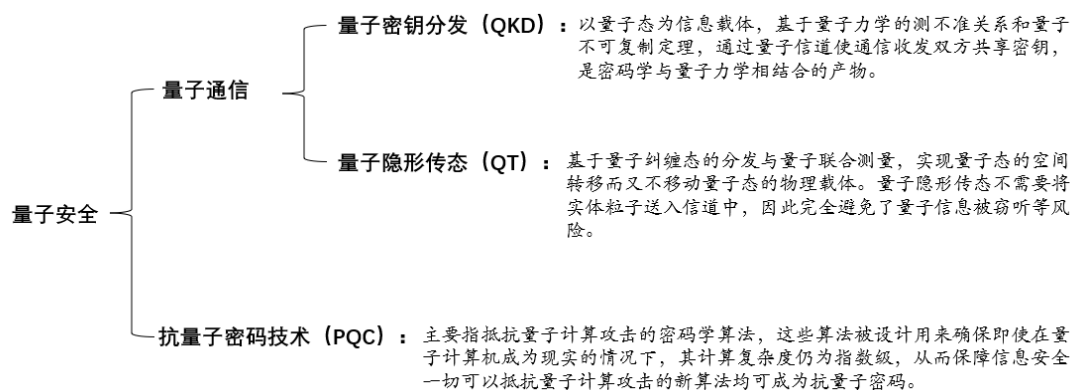


三、量子安全：产业化进程最快的量子方向

3.1、量子通信迈入商业应用，抗量子密码市场潜力逐步显现

量子安全领域包含量子保密通信与抗量子密码技术两大应用方向，旨在应对量子计算带来的安全挑战。量子安全是为应对量子计算对传统密码体系构成的潜在威胁而发展起来的技术密集型产业，其核心目标是构建基于量子力学原理或数学复杂性理论的下一代安全体系，确保传输信息在量子计算时代的安全性、完整性和隐私性。量子安全主要围绕量子通信技术和抗量子密码技术展开。量子保密通信利用量子不可克隆性和量子纠缠等量子力学基本原理，主要通过量子密钥分发（QKD）和量子隐形传态（QT）等技术，实现信息传输的高度安全性。抗量子密码技术（PQC）则旨在抵御量子计算对传统密码体系的威胁。一方面，众多研究机构和企业专注于抗量子密码算法的研发，美国国家标准与技术研究所（NIST）的加密算法验证程序也在推动算法的合规性发展；另一方面，抗量子密码技术正通过与其他技术的融合，例如与传统加密技术结合，开发新型加密模块和芯片，从而为设备提供更强大的加密功能，提升整体安全性。

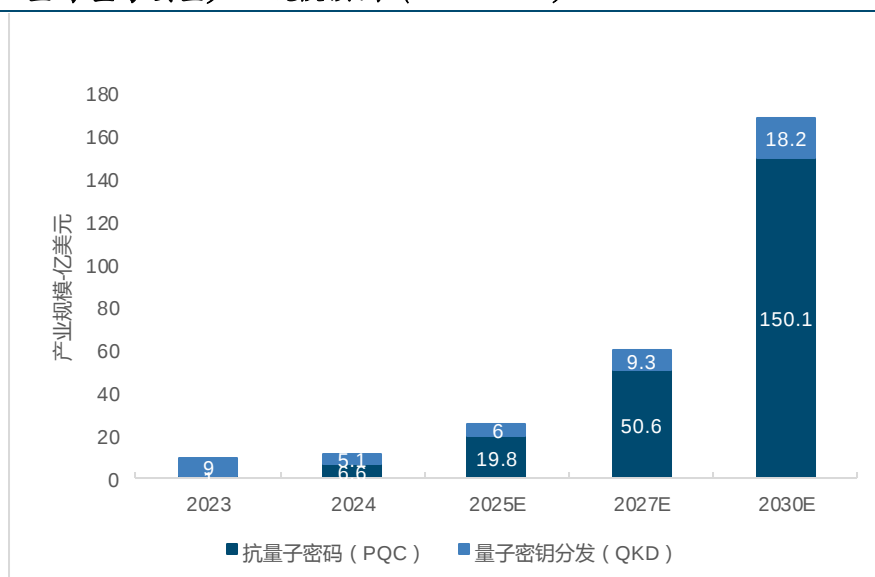
图表23：量子安全主要细分领域



来源：中国信通院，国金证券研究所

信息传输或面临“量子威胁”，抗量子密码是未来网络安全核心技术。随着量子计算发展，信息传输破译风险明显增加，催生抗量子密码技术快速发展。2024 年，量子安全市场规模达 11.7 亿美元，同比+17%，其中抗量子密码市场规模增长超 6 倍。随着抗量子密码逐步商用和后量子密码标准化，预计 2025-2030 年抗量子密码市场规模将以 49.9% 的复合增速增长，并在 2030 年突破 150 亿美元。

图表24：全球量子安全产业规模预测（2023-2030E）

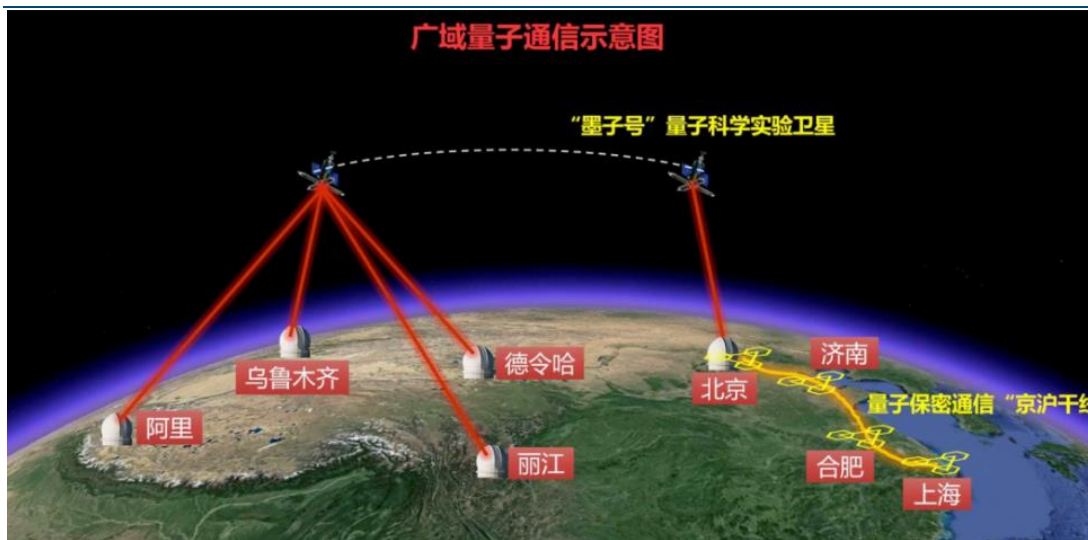


来源：ICV，国金证券研究所



中国量子通信技术已初步具备商用条件，量子安全组网或加速建设。在政策引导与重点行业需求的双重驱动下，中国已构建起全球领先的量子通信网络体系。近年来，中国加速推进量子通信领域产业化，以“京沪干线”和“武合干线”为代表的地面量子通信骨干网络，与“墨子号”量子科学实验卫星相结合，构建了天地一体化的量子通信网络。截至2023年底，中国已部署的量子保密通信光缆总长度突破1万公里，覆盖粤港澳、京津冀、长三角、成渝等重点区域。随着量子中继关键技术突破、量子微纳卫星与小型化地面站实用化，中国量子通信网络建设有望进一步提速。

图表25：京沪干线/“墨子号”卫星广域量子通信网络



来源：中国科学技术大学，国金证券研究所

QKD 与 PQC 技术有望融合发展，量子安全将从专用网络向泛安全基础设施演进。量子安全产业发展周期呈现震荡上升趋势。产业发展初期，主要聚焦于量子保密通信领域，目前已从实验室验证进入规模化组网阶段，当前重点在于提升城域量子密钥分发（QKD）网络的密钥分发速率和传输距离。同时，抗量子密码（PQC）近年来受到的关注度与日俱增，正经历从 NIST 标准化评估到产业迁移的关键过渡期。未来，随着标准化制定持续推进，叠加信息传输安全需求不断攀升，PQC 有望迎来大规模应用，其与 QKD 的融合趋势也会愈发明显，最终实现量子时代端到端的信息安全传输。

图表26：量子安全产业发展周期





来源：光子盒，国金证券研究所

3.2、QRNG、QKD 设备与 PQC 设备是关键，下游应用集中于军工领域

量子安全作为当前实用化进程最快的量子信息技术领域，已形成清晰的产业链架构，核心价值集中于中上游的核心零部件及设备。

QRNG 是量子安全领域上游的核心部件。量子安全上游主要器件与材料包括量子芯片、光源、单光子探测器、量子随机数发生器（QRNG）等。其中，QRNG 凭借量子物理过程的不可预测性，突破传统随机数生成模式的局限，成为上游环节中支撑量子安全技术落地、保障加密体系可靠性的核心部件，目前已实现商业化并具备替代经典随机数产品的成本优势。

中游聚焦核心设备与系统集成，QKD 设备与 PQC 产品是关键。中游设备包括量子密钥分发（QKD）设备、组网设备及网络管理软件平台。其中，QKD 设备能够高效地生成和分发密钥，是构建量子通信网络的核心组件。随着量子网络建设的稳步推进，广域量子通信网络有望实现更大范围的安全通信，为信息安全传输奠定基础。此外，产业中游还包含抗量子密码（PQC）产品，可基于数学算法实现抗量子攻击，为关键信息基础设施提供更高等级的安全保障。

图表27：量子安全产业链整体较为完善



来源：光子盒，国金证券研究所



下游应用覆盖多行业场景，军工行业应用面最广。2024 年，量子安全主要用于国防军工领域中军事机密通信，防范窃听与网络攻击，市场应用份额占比达 25.85%。其次分别为电力与金融领域，市场份额分别占比 21.36%和 16.41%。尽管当前量子安全产业仍处于发展初期，但产业链各环节协同推进，技术发展路径已从验证测试阶段快速向规模化商业应用转型，预计未来军工和金融等重点行业的市场渗透率将进一步提升，应用范围也将持续扩大。

图表28：全球量子密钥分发下游应用预测（2024-2035E）

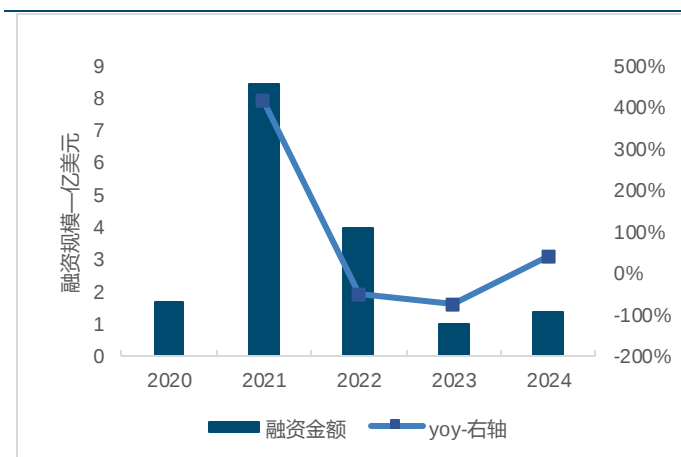
分部份额	2024	2025E	2030E	2035E
国防军工	25.85%	26.11%	26.64%	27.03%
电信	10.42%	10.53%	10.62%	10.88%
政府服务	10.22%	11.71%	12.11%	12.29%
电力	21.36%	16.41%	15.56%	15.32%
金融	16.41%	17.55%	18.30%	18.57%
铁路	12.64%	15.41%	15.00%	14.69%
其他	3.10%	2.28%	1.77%	1.22%

来源：光子盒，国金证券研究所

3.3、中欧投资额明显增加，抗量子密码受到重视

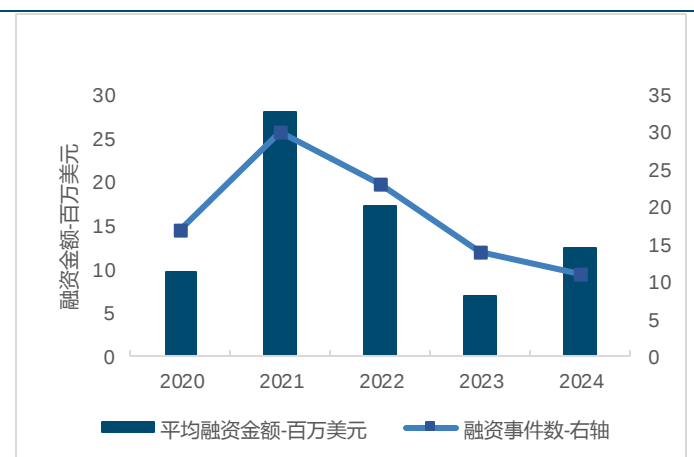
行业马太效应明显，资本向具备明确技术路线和商业场景的企业集聚。2024 年，量子安全领域共有 11 家公司获得 1.37 亿美元融资，较 23 年融资事件数有所降低，但平均融资额同比增长近 80%，单个项目的吸引力逐步增强，投资者对优质项目的投入力度有所增加，行业头部效应更加明显。

图表29：2020-2024 年全球量子安全领域融资总额



来源：ICV，国金证券研究所

图表30：2020-2024 年全球量子安全融资事件数量及平均金额

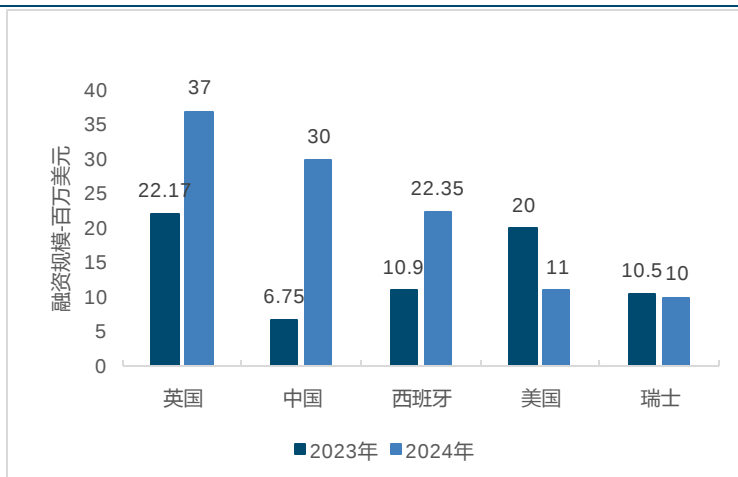


来源：ICV，国金证券研究所

美国融资规模有所下降，中国投入力度明显上升。分地区来看，2024 年，量子安全领域的投资涉及来自 9 个国家的企业，其中英国、中国和西班牙获得的投资金额位居前列。尽管近两年量子安全领域的融资出现下滑，但中国正积极布局量子安全领域产业，并出台了系列政策措施，推动量子通信的研发和应用，24 年全年融资额较 23 年增长近 5 倍。



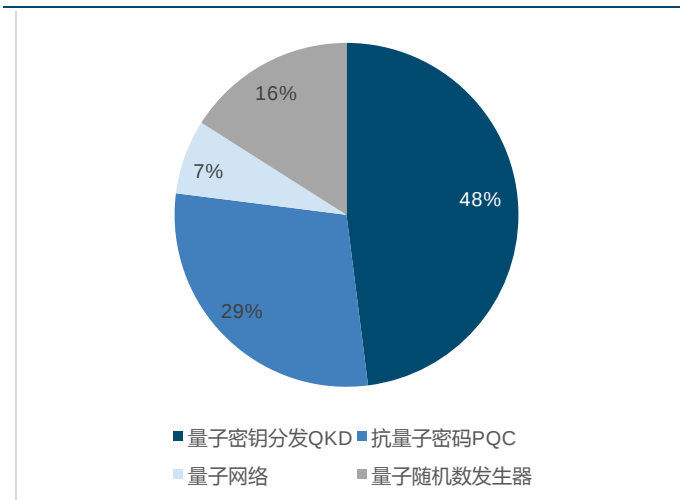
图表31：2023-2024 年各国量子安全企业融资总额



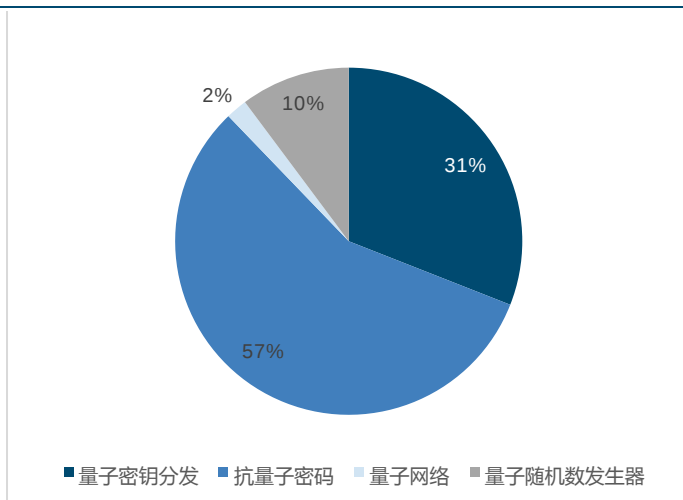
来源：ICV，光子盒，国金证券研究所

抗量子密码领域对资本的吸引力逐渐增强。作为量子安全领域的重要分支，抗量子密码正在吸引越来越多的投资。目前，量子安全领域融资主要覆盖量子密钥分发、抗量子密码解决方案、量子网络等多个细分领域，其中抗量子密码领域表现尤为突出。2024 年，该领域融资占比首次达到 57%。从计算优势来看，抗量子密码技术发展势头强劲。一方面，随着美国国家标准与技术研究院（NIST）推进抗量子密码标准化工作，该技术加速走向成熟，其可靠性得到显著提升，极大增强了投资者的信心。另一方面，市场需求的爆发也为抗量子密码带来广阔前景。在量子计算快速发展的背景下，全球对信息安全的关注度持续升温，企业和组织迫切需要抵御量子计算潜在安全威胁的方案，这使得抗量子密码的市场需求急剧增长，吸引了大量资金涌入。从成本角度看，抗量子密码的硬件实现市场逐渐成熟，相关芯片和设备逐渐规模化和规范化，生产成本逐渐减少，降低了抗量子密码技术的应用门槛，促进了其商业化进程，吸引了更多投资机构的关注。

图表32：2023 年量子安全各领域融资额分布情况



图表33：2024 年量子安全各领域融资额分布情况



来源：光子盒，国金证券研究所

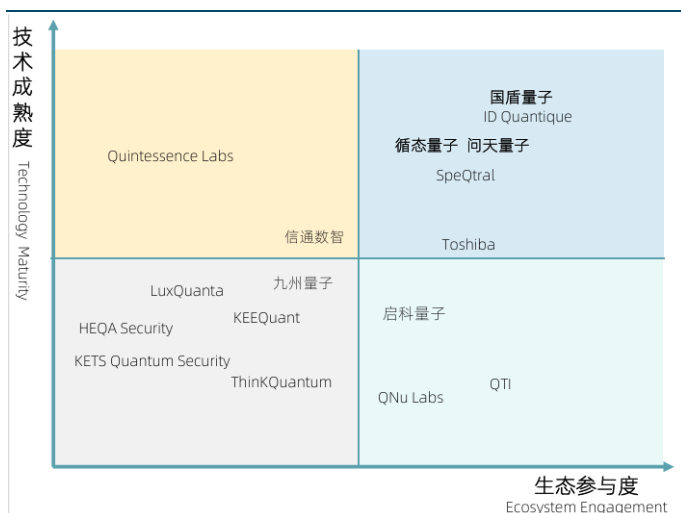
来源：光子盒，国金证券研究所

3.4、全球相关重点企业评价

中国在量子通信领域处于领先地位。当前，中国量子密钥分发技术已实现量子安全领域产品的商业化，并在较大范围内应用。因此，量子密钥分发供应商在技术成熟度和生态参与度方面分布较为均衡。设备方面，国盾量子 QKD 设备在工作距离和集成度等关键应用指标上达到国际先进水平。网络方面，国盾量子、中电信量子等凭借成熟技术与广泛生态合作，在产品商业化上成果显著，多次参与建设国内量子保密通信应用示范网，市场优势明显，未来有望持续领先。

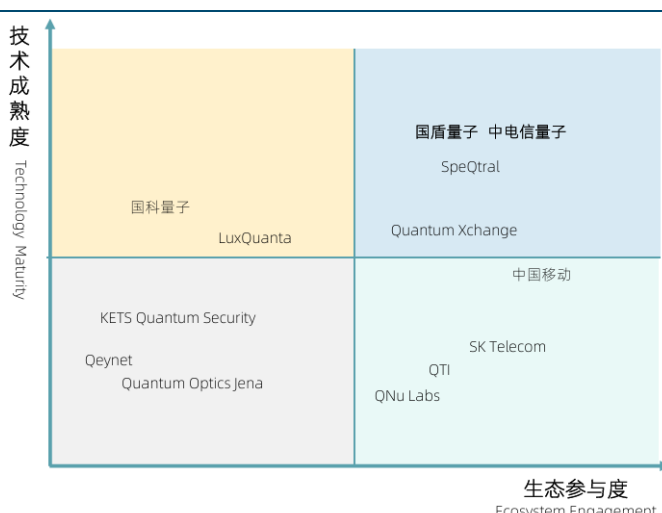


图表34：量子密钥分发供应商（设备方面）评价



来源：光子盒，国金证券研究所

图表35：量子密钥分发供应商（网络方面）评价



来源：光子盒，国金证券研究所

图表36：量子通信核心企业主要成果

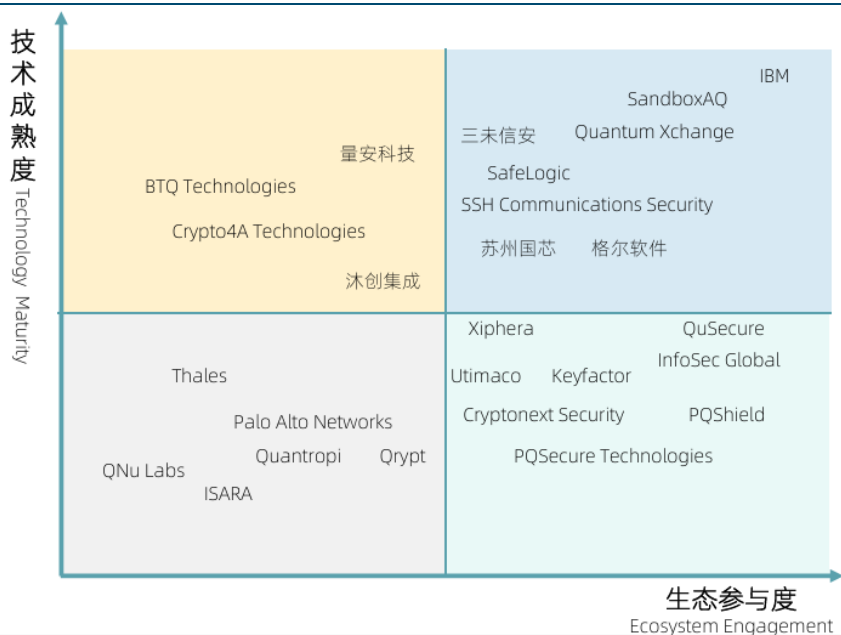
企业	国家	主要成果
国盾量子	中国	- 参与全球首条千公里级量子保密通信“京沪干线”建设，并提供核心设备。 - 主导和参与多项国际国内量子通信标准研制，构建技术话语权，量子通信专利数居全球前列。 - 推出多代 QKD 设备，支持量子通信实用化。
中电信量子	中国	- 打造国密量子 SD-WAN 产品，提供低成本、高安全的跨广域量子加密专线服务。 - 融合“量子密钥+双系统定制终端+国产芯片+国密算法”，打造量子密话警务通终端。
SpeQtral	新加坡	自主研发 QKD 系列卫星，包括 SpeQtral-1 卫星、洲际 QKD，与多国开展低轨星座合作。
IDQuantique	瑞士	- 推出量子安全通信生态系统，自研 ClarionKX 软件平台支持多供应商量子密钥分发互操作性。 - 研制了世界首个抗辐射的 QRNG 芯片，可承受太空环境下极端恶劣的工作环境。

来源：国家航天局，国盾量子，中国电信，量科，国金证券研究所

在抗量子密码领域，美国拥有更强的技术积累与话语权。技术层面，尽管当前抗量子密码技术尚未完全成熟，但各供应商已积极探索差异化发展路径，部分企业已实现量子安全加密工作以及抗量子密码（PQC）迁移。标准层面，多数企业高度重视生态协同，主动与产业链上下游展开深度合作。其中，IBM、SandboxAQ 等位于行业前列的企业均通过参与国际标准制定、推动技术研讨等方式，持续增强在行业生态中的话语权，加速技术落地与市场渗透。



图表37: 抗量子密码 (PQC) 供应商评价



来源：光子盒，国金证券研究所

图表38: 抗量子密码核心企业主要成果

企业	国家	主要成果
IBM	美国	- 参与 PQC 算法标准制定，其开发的 ML-KEM 和 ML-DSA 算法，是美国国家标准与技术研究院（NIST）公布的首批三个抗量子密码标准中的两个。 - 推出量子安全路线图，帮助政府和企业完成量子安全加密工作以及抗量子密码（PQC）迁移，成功实现将抗量子密码技术整合到其产品。
SandboxAQ	美国	- 完成经典密码与 PQC 算法的技术融合验证，确认其可应用于现有商业网络，助力企业完成 PQC 过渡。 - 其开发的 SPHINCS+ 签名算法被纳入 2022 年 NIST 首批 PQC 标准。 - 自主开发加密管理产品 AQtiveGuard，为企业和政府机构提供全面的量子安全解决方案。
QuantumXchange	美国	推出量子安全密钥递送平台“phiotx”4.0，支持所有 NIST 将要标准化的 PQC 算法。
三未信安	中国	发布了新一代抗量子密码系列产品，涵盖抗量子密码芯片、抗量子密码板卡、抗量子 UKEY、抗量子密码机、抗量子网关等。
格尔软件	中国	参与制定中国抗量子密码的国家标准，研发了抗量子密码卡，集成了国产自主知识产权的抗量子密码算法和美国已发布及拟发布的 4 个抗量子密码算法。

来源：SandboxAQ，三未信安，格尔软件，量科，光子盒，国金证券研究所

四、量子精密测量：最具多元化特点的量子技术

4.1、量子测量可用于多个细分领域，重力测量前景较好

与量子计算和量子安全相比，量子精密测量在量子领域中市场规模较小，但应用范围最广。量子精密测量是借助外界变化对微观粒子影响来高精度测量物理量的技术，其核心优势在于开发和利用量子叠加、量子纠缠和量子非经典关联等量子物理特性，指数级提升传感测量方法的精度灵敏度和分辨率等关键指标，基本原理是外界的电磁场、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的精度和灵敏度会更高。根据实现方式不同，量子精密测量主要分为中性原子、离子阱、里德堡原子、固态自旋、超导以及其他传感技术。根据测量的物理量不同，主要分为磁场、电场、时频、位移/相位、旋转、压力、温度、重力等量子传感器。



图表39：量子精密测量的技术原理



来源：光子盒，国金证券研究所

图表40：量子精密测量的技术与应用图谱



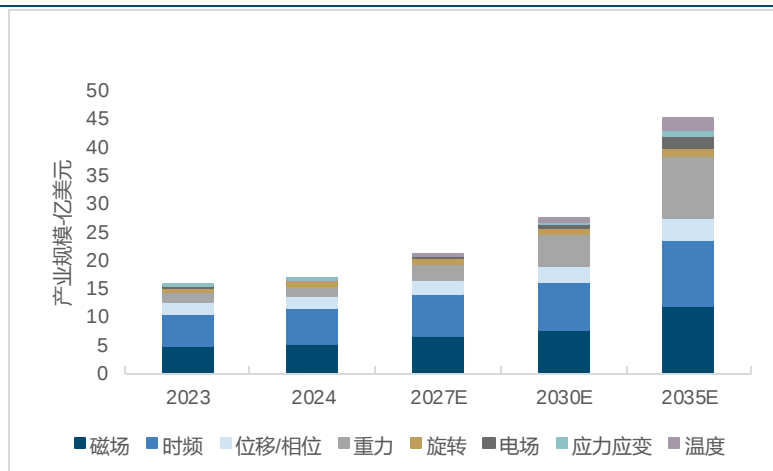
来源：光子盒，国金证券研究所

量子精密测量各细分领域呈现差异化发展态势，时频测量产业规模占比较高，重力测量市场潜力最大。在 5G 通信技术规模化部署和 AI 技术快速迭代的背景下，智能终端设备对高精度时间同步的需求呈现指数级增长，叠加军事信息化建设对纳秒级时间同步的刚性需求，共同推动量子时频需求持续增长。2024 年，量子时频市场份额约为 6.4 亿美元，占比最高（38.3%）。与此同时，量子重力仪在矿产、石油及地下结构探测中具备巨大应



用潜力，预计 2035 年量子重力测量市场规模将达 10.9 亿美元，年复合增长 17.21%。旋转测量、电场测量、温度测量和压力测量等细分领域的产业规模则相对较小，更多是基于特定工业和科研需求的驱动。

图表41：全球量子精密测量产业规模预测（2024-2035E）（单位：十亿美元）



来源：光子盒，国金证券研究所

4.2、欧美占据上游主导，中游以量子时频和重力测量为主，军工领域应用最多

量子精密测量产业链上游聚焦基础材料与硬件设备，欧美占据主导地位。该环节包括高纯度同位素材料、金刚石等基础材料供应商，以及激光器、电子元器件等核心硬件生产商。同时，磁屏蔽、真空、低温等环境保障系统作为外围支撑，对维持量子态稳定性至关重要。目前，欧美地区上游企业集中度较高，其技术积累和产品成熟度在全球处于领先地位，为中游研发和下游应用提供关键技术支撑。

中游是量子精密测量产业链的核心制造环节，以量子测量仪器研发与生产为主。企业围绕时间、磁场、重力、惯性等物理量检测，开发原子钟、量子磁力计、量子重力仪等系统设备。当前，时频、磁场和重力测量领域的技术已相对成熟，产品逐步实现商业化；而电场、温度等领域仍处于技术探索阶段。未来，中游发展将向集成化、模块化、小型化方向演进，通过降低设备功耗与成本，扩大技术应用边界。

图表42：量子测量产业链

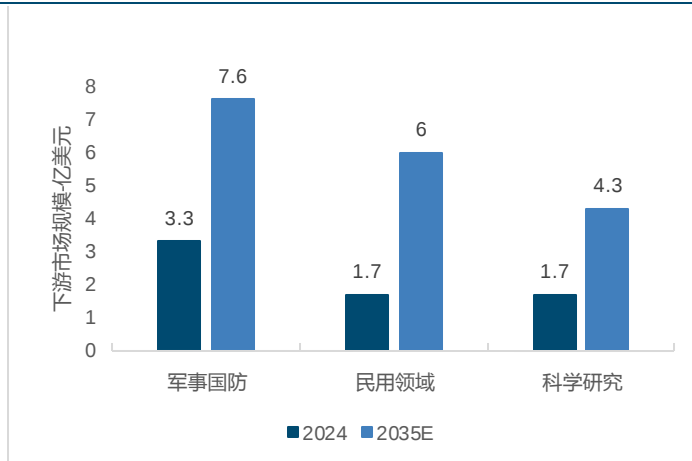


来源：中国信通院，国金证券研究所



下游应用覆盖多个领域，军工市场优势显著。量子精密测量产业链下游为应用与服务，主要覆盖国防、医疗、科研、航空航天等应用领域。2024 年，军工在量子精密测量下游应用中的规模为 3.3 亿美元，占比近半，成为推动量子精密测量技术发展的首要应用方向。

图表43：预计量子精密测量应用仍将以军工为主

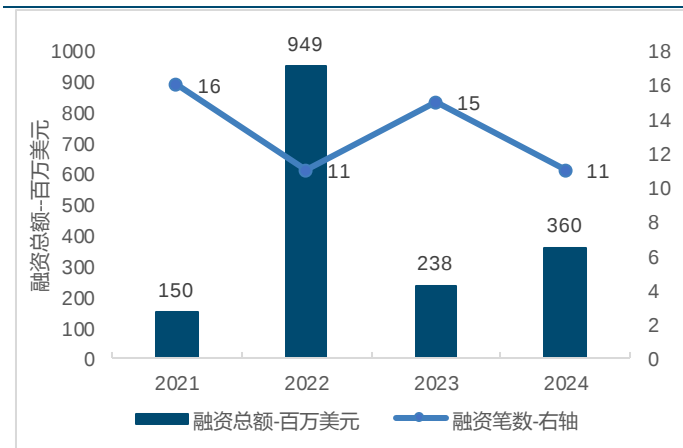


来源：ICV，国金证券研究所

4.3、量子测量投融资相对集中，以美国为主导

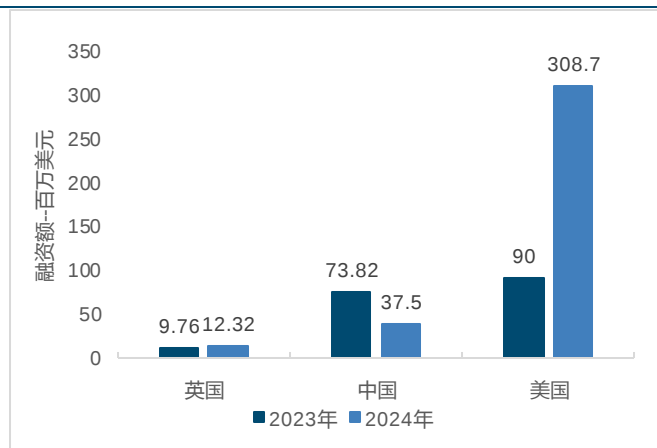
资金投向较为集中，美国投融资领先优势明显。全球量子精密测量领域的投融资活动展现出多元化特征，并且投资呈现出集中化趋势。2021 年至 2024 年，全球量子精密测量领域的融资额年复合增长率（CAGR）约 33.90%。2024 年，全球共有 11 家量子精密测量相关企业参与了投融资活动，融资总额达 3.6 亿美元，与量子计算和量子安全领域相比，量子精密测量投融资主要集中在中美等少数国家。其中，美国融资额达 3.09 亿美元，占比达 85.7%，具备明显优势。

图表44：21-24 年量子测量领域融资额 CAGR 达 33.90%



来源：ICV，国金证券研究所

图表45：美国在量子精密测量领域投融资较活跃



来源：ICV，国金证券研究所

五、投资建议

5.1、国盾量子——国内首家以量子为核心业务的上市企业

国盾量子技术起源于中国科学技术大学，并引入中国电信全资子公司中电信量子为战略投资者，专业从事量子通信、量子计算、量子精密测量产品的研发、生产和销售，并提供相关技术服务，是 A 股市场唯一一家以量子技术为主营业务的上市企业。

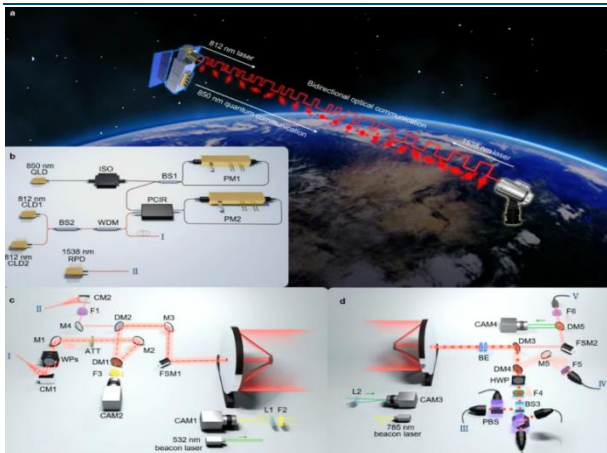
在量子通信领域，公司市场份额占比达 90%，是国内量子通信领域的绝对龙头，为各类光纤量子保密通信网络以及“星地一体”广域量子保密通信网提供软硬件产品，以及为政务、金融、电力等各行业和领域的客户提供量子安全应用解决方案；在量子计算领域，



公司参与“祖冲之号”超导量子计算研发，推出稀释制冷机 ez-QFridge，可提供 176 比特超导量子计算整机，并已通过量子计算云平台对外开放；在量子精密测量领域，公司已交付“飞秒激光频率梳”“冷原子重力仪”等产品，加速规模化商用进程。

图表46：多次完成星地量子密钥分发和数据中继任务

图表47：量子云计算平台



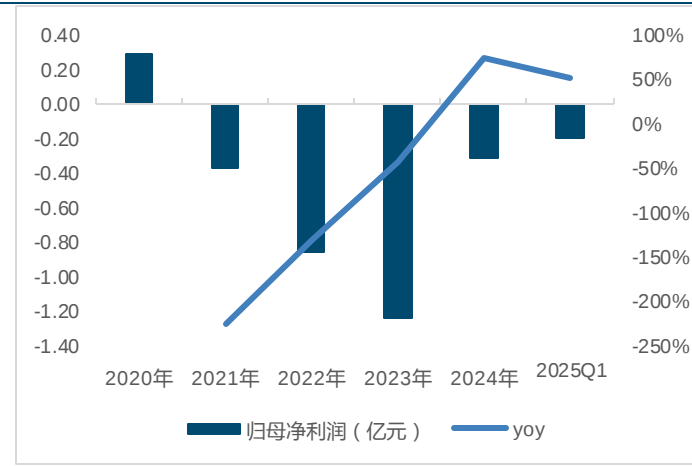
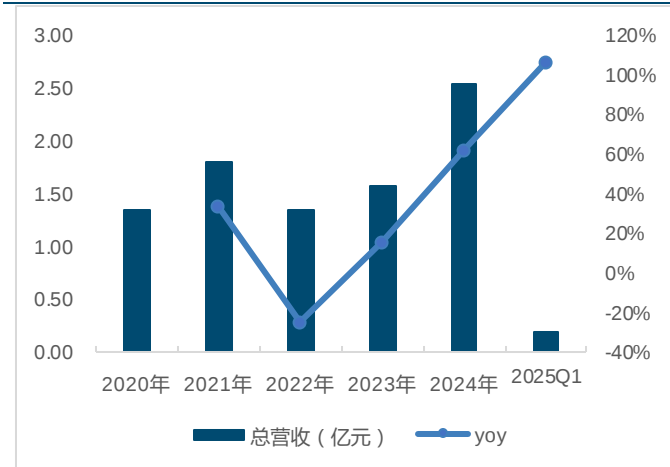
来源：国盾量子公众号，国金证券研究所

来源：国盾量子，国金证券研究所

得益于量子通信产品及解决方案的市场需求提升，25Q1 公司营业收入同比增长 106.03%，归母净利润-0.20 亿元，亏损同比收窄 51.04%。同时，公司量子业务布局持续拓展，已从量子通信单一领域延伸至量子计算及量子精密测量等多元化方向，规模化效应逐步显现。

图表48：25Q1 公司营收加速增长

图表49：近期公司亏损明显收窄

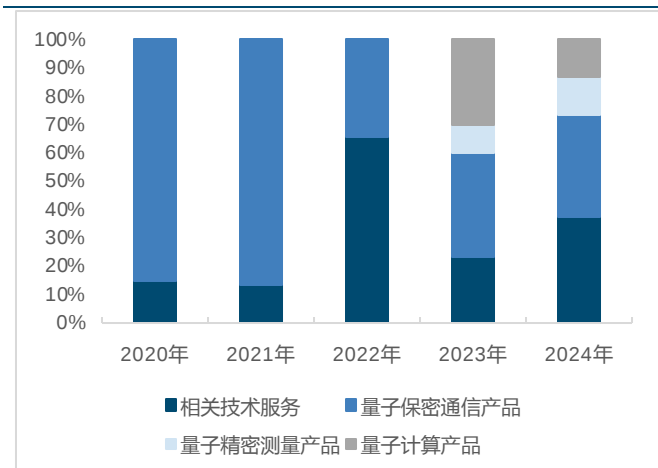


来源：wind，国金证券研究所

来源：wind，国金证券研究所

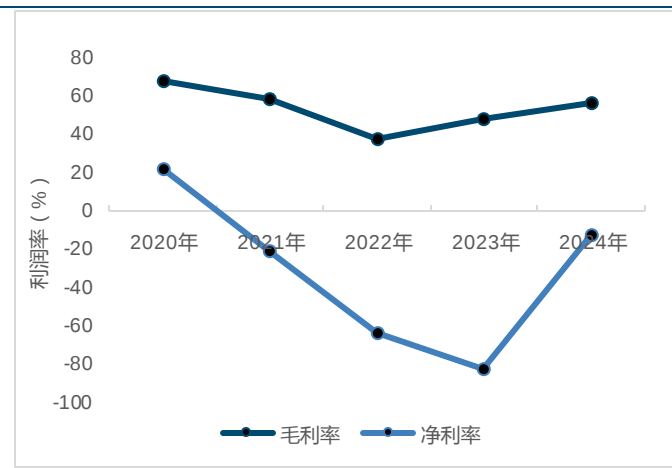


图表50：公司业务逐步拓展至量子科技全领域



来源：wind，国金证券研究所

图表51：24 年净利率大幅提升 69.29pct

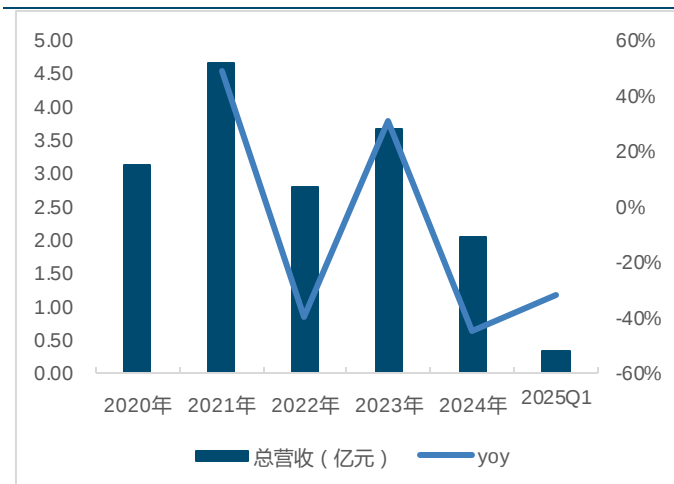


来源：wind，国金证券研究所

5.2、禾信仪器——打造量子计算新增长极

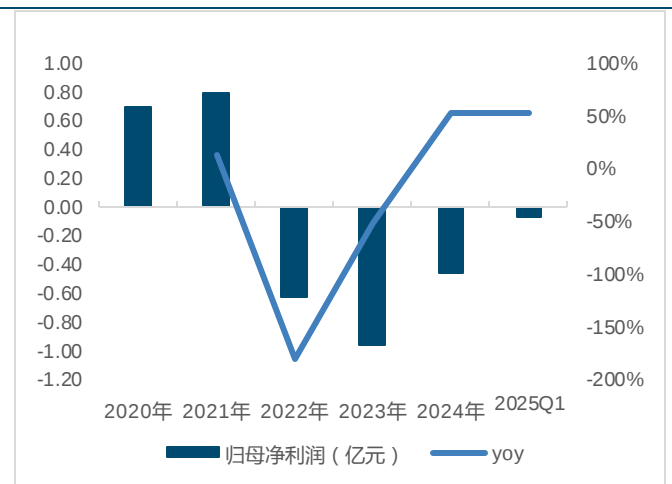
禾信仪器专注于质谱仪的自主研发、国产化及产业化，是国内质谱仪领域从事自主研发的少数企业之一。受宏观经济因素影响，公司营收规模持续下滑，25Q1 营收同比-32%，但毛利趋于稳定，未来有望借助创新业务场景和跨赛道并购，迎来业绩增长拐点。

图表52：24 年公司营收增速放缓



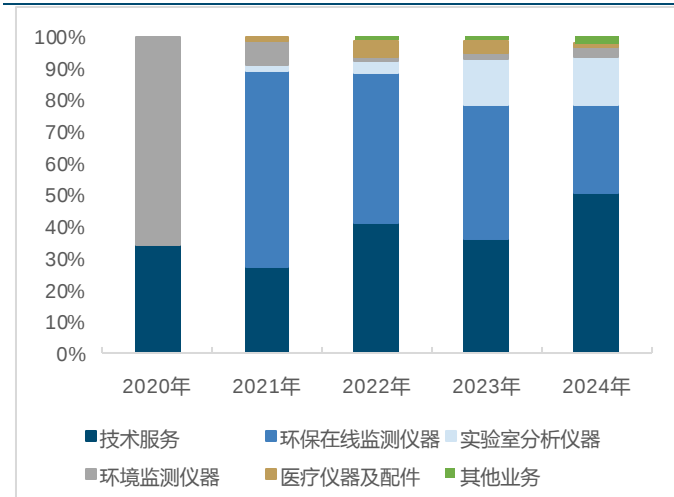
来源：wind，国金证券研究所

图表53：公司利润持续承压



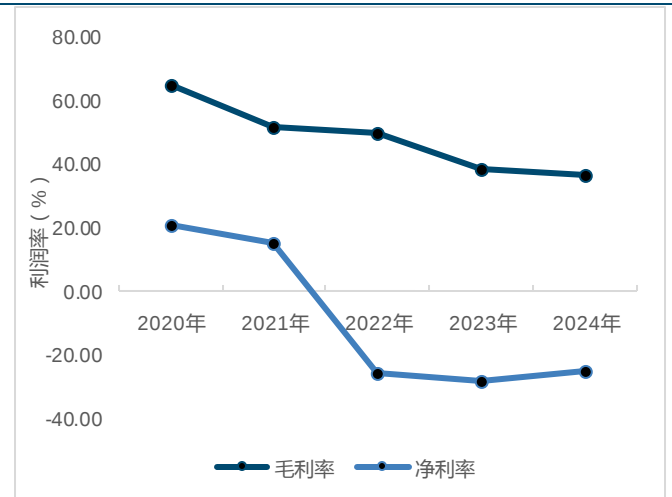
来源：wind，国金证券研究所

图表54：公司产品主要用于环境监测



来源：wind，国金证券研究所

图表55：净利率与毛利率趋于稳定

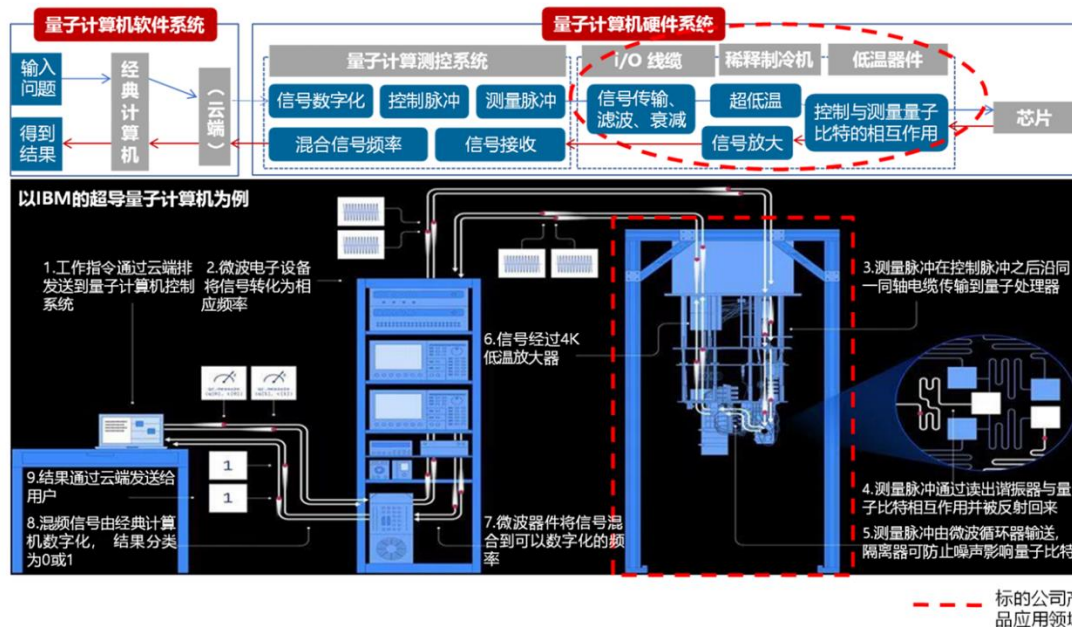


来源：wind，国金证券研究所



量子计算将成为公司重要增长极。24年10月，公司通过发行股份与现金支付，拟对上海量羲技术有限公司实施战略收购，现已通过股东大会。量羲技术长期深耕于极低温环境下极微弱信号测量调控设备的研发、生产与销售，其自主研发的设备广泛适配于超导量子计算、表面物理特性研究、拓扑超导现象探索等前沿领域，可以为超导量子计算芯片提供极低温、低噪音、低干扰的极端环境条件，客户群体覆盖国内头部高校、国家级科研院所及高新技术企业。若收购达成，禾信仪器有望依托双方技术与市场优势，在量子计算产业链中实现资源整合与技术协同，为公司开辟新的业绩增长点。

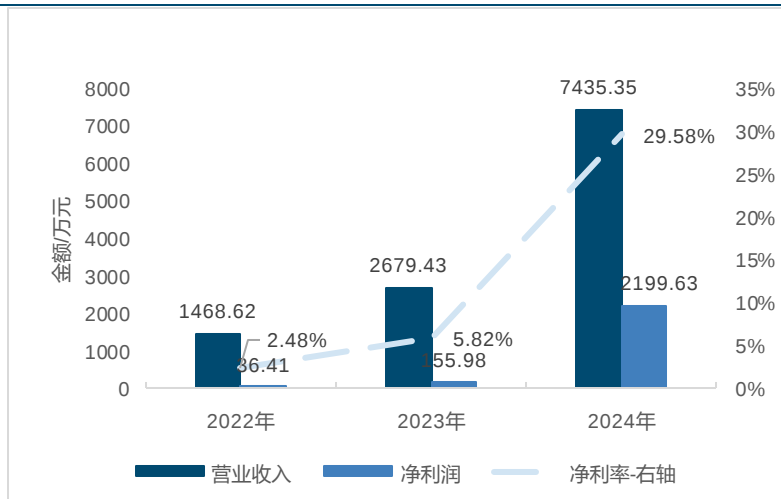
图表56：量羲技术产品主要应用于产业链上游



来源：禾信仪器，国金证券研究所

2024 年，受益于量子计算产业的快速发展和中标项目的大幅增加，量羲技术营收达 7435.35 万元，同比+177.5%。同时，随着公司生产技术的不断成熟和生产规模化效应的显现，公司 24 年利润达 2199.63 万元，增长超 14 倍。

图表57：24 年量羲技术净利率大幅提升 23.76pct



来源：禾信仪器公告，国金证券研究所

量羲技术业务需求密集释放，营收有望延续增长。2024 年，量羲技术深耕超导量子计算上游领域，凭借核心产品稀释制冷机的技术优势，项目中标数量显著增长，全年累计中标金额达 5171 万元，市场客户需求日趋丰富。2025 年，公司已成功中标 7 个项目，中标金额达 3082 万元，较去年同期增长 56.29%。考虑到 2024 年公司中标项目多集中在年末，相关营收尚未完全体现在财务报表中，随着项目交付与结算，预计 2025 年量羲技术主营业务收入将继续稳步增长。



图表58：量义技术在量子计算领域的业务量明显增加

序号	公告日期	公告标题	公告类型	采购单位	标的物	中标金额（百万元）
1	2025-05-30	济南量子技术研究院济南量子技术研究院二维材料实验室设备采购项目（五）采购合同公示	合同及验收公告	济南量子技术研究院	二维材料实验室设备采购,其他仪器仪表	480
2	2025-04-25	南方科技大学物理系稀释制冷机采购项目中标(成交)结果公告	中标公告	南方科技大学	稀释制冷机采购	350
3	2025-04-17	粤港澳大湾区(广东)量子科学中心氦回收纯化液化装置采购项目成交公告更正	中标公告	粤港澳大湾区(广东)量子科学中心	氦回收纯化液化装置	345
4	2025-04-16	某实验室稀释制冷机中标公告	中标公告	某实验室	稀释制冷机	417
5	2025-01-24	粤港澳大湾区(广东)量子科学中心低温平台高配版稀释制冷机及配套量子低温输运测量系统采购项目中标公告	中标公告	粤港澳大湾区(广东)量子科学中心	低温平台高配版稀释制冷机及配套量子低温输运测量系统采购	608
6	2025-01-16	某实验室气体纯化系统（2024--00283）项目中标公告	中标公告	某实验室	类项目收费标准的80%收取,共计38004元,气体纯化系统	396
7	2025-01-09	粤港澳大湾区(广东)量子科学中心低温平台低配版稀释制冷机采购项目中标(成交)结果公示	中标公告	粤港澳大湾区(广东)量子科学中心	低温平台低配版稀释制冷机	487
合计						3,082
8	2024-12-27	辽宁材料实验室极低温超导磁体系统采购项目结果公告	中标公告	辽宁材料实验室	极低温超导磁体系统	473
9	2024-12-23	中国科学院国家授时中心超高频率稳定度微波源采购项目成交公告	中标公告	中国科学院国家授时中心	超高频率稳定度微波源	194
10	2024-12-19	中国科学技术大学无液氦低温强磁场综合物性测量系统中标结果公告	中标公告	中国科学技术大学	无液氦低温强磁场综合物性测量系统	600
11	2024-11-12	某实验室稀释制冷机中标公告	中标公告	某实验室	稀释制冷机	675
12	2024-08-22	华东师范大学稀释制冷机中标公告	中标公告	华东师范大学	稀释制冷机	400
13	2024-07-23	中国科学院理化技术研究所稀释制冷机采购项目中标公告[公-RF1]	中标公告	中国科学院理化技术研究所	稀释制冷机	410
14	2024-07-15	北京理工大学矢量磁场稀释制冷机采购中标公告	中标公告	北京理工大学	矢量磁场稀释制冷机	449
15	2024-05-10	稀释制冷机	合同及验收公告	—	稀释制冷机	450
16	2024-03-28	某实验室稀释制冷机中标结果公告	中标公告	某实验室	稀释制冷机	497
17	2024-02-27	某实验室中型稀释制冷机中标公告	中标公告	某实验室	中型稀释制冷机	499
18	2024-01-04	三维矢量磁体稀释制冷机	合同及验收公告	—	三维矢量磁体稀释制冷机	526
合计						5,171
19	2023-12-19	北京理工大学长三角研究院（嘉兴）复杂网络协同探测与控制光量子平台仪器设备（第一批）招标结果公告	中标公告	北京理工大学长三角研究院(嘉兴)	低温纳米定位与共聚焦系统,超低温光电测试系统,复杂网络协同探测与控制光量子平台仪器设备,微波信号产生与分析系统,窄线宽激光光源与监测采集系统,多通道光学测量系统	1,167
20	2023-12-05	三维矢量磁体稀释制冷机采购项目评标结果公示公告(1)	中标公告	—	三维矢量磁体稀释制冷机1台,三维矢量磁体稀释制冷机采购	—
合计						1,167

来源：wind，国金证券研究所

5.3、腾景科技——光量子计算技术的核心赋能者

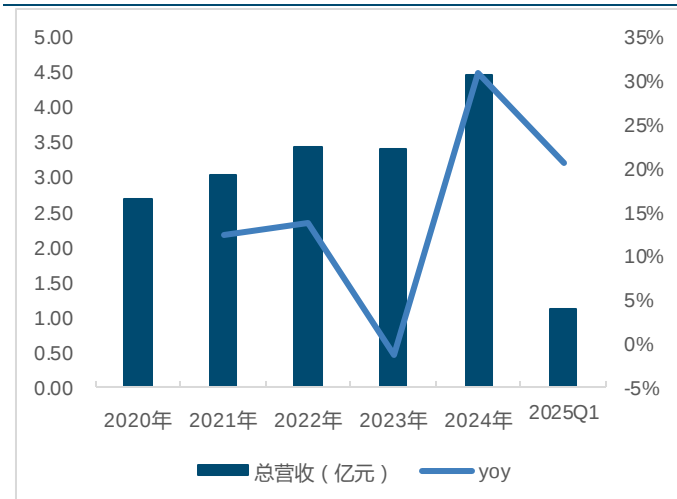
作为国内领先的光学平台型企业，腾景科技深度参与光量子技术的多个关键环节，为我国量子计算、量子通信领域重大科研项目提供精密光学元组件产品。在自主研发的“九章”“九章二号”量子计算原型机，以及18光量子比特纠缠等重大科研项目里，都采用了腾景科技生产的HWP（半波片）、filter（滤光片）、PBS（偏振分束器）、BS（即



NPBS，消偏振分束器）、YV04 等精密光学元组件，预计随着光量子计算技术的持续迭代，腾景科技有望迎来高增长。

25Q1 腾景科技营收、利润实现双增长，整体经营向好。随着公司在行业内竞争优势增强和下游需求驱动，25Q1 腾景科技营收达 1.13 亿元，同比+20.6%，归母净利润达 0.13 亿元，同比+15.8%。

图表59：25Q1 公司营收同比+20.6%



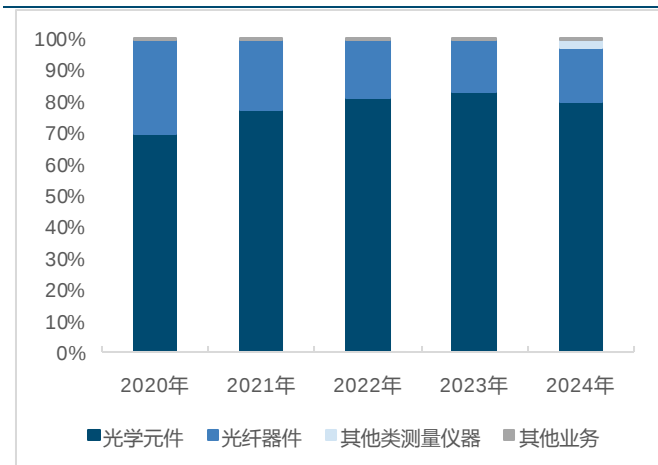
图表60：25Q1 公司利润达 0.13 亿元



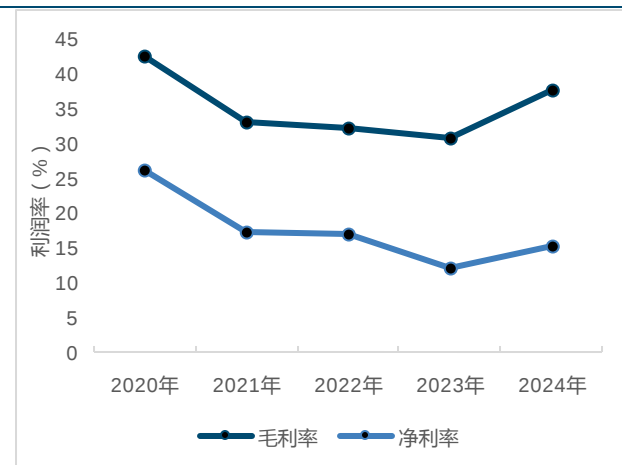
来源：wind，国金证券研究所

来源：wind，国金证券研究所

图表61：光学元件始终为公司核心业务



图表62：24 年公司毛利率提升 6.83pct



来源：wind，国金证券研究所

来源：wind，国金证券研究所

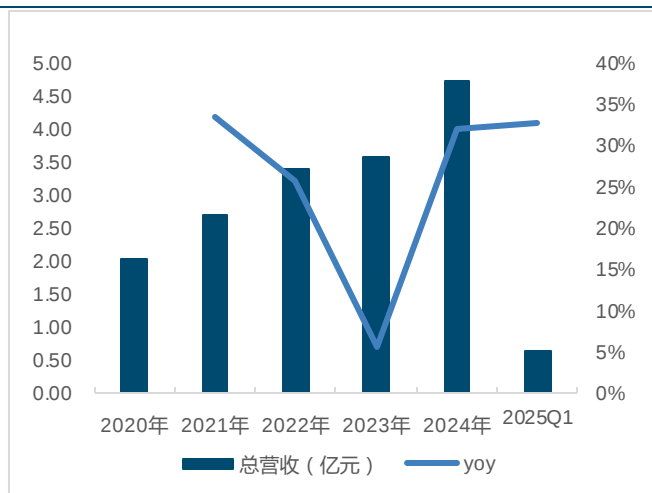
5.4、三未信安——兼备抗量子密码技术与标准的先行者

三未信安全面布局抗量子密码领域，以应对未来量子计算对信息安全的潜在威胁。随着量子计算技术的快速发展，传统密码算法将面临系统性安全威胁，抗量子密码(PQC)是量子计算机时代对抗量子计算攻击和破解威胁的密码体系，根据前述分析，抗量子密码产品有望在量子时代迎来爆发式增长，市场需求将显著增加。在抗量子密码研发和产品方面，三未信安于去年9月份发布了全系列抗量子密码产品，支持美国NIST标准算法和国内竞赛优秀算法，涵盖抗量子密码芯片、抗量子密码板卡、抗量子UKEY、抗量子密码机、抗量子网关、抗量子数字证书认证系统、抗量子密钥管理系统等，并具备抗量子密码迁移商用项目全产品交付能力。在抗量子密码算法标准化领域，三未信安积极牵头和参与标准制定，并将参与后续国家抗量子算法标准的验证工作。目前，三未信安在研抗量子系列密码产品研发项目，预期投入2000万元，现已投入1485.45万元，占总研发投入的12%。

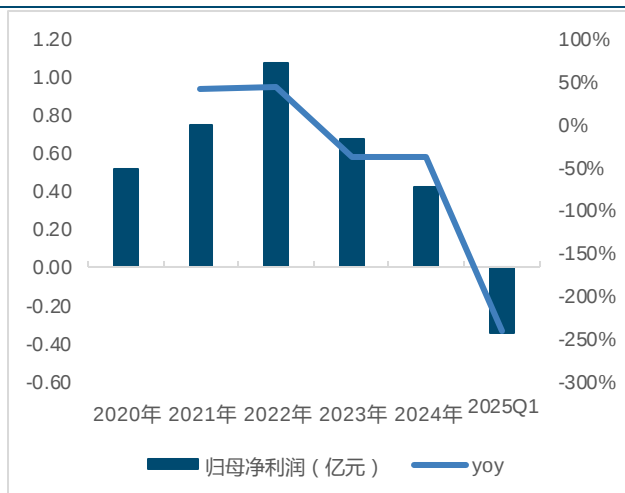
25Q1 公司实现营收 0.66 亿元，同比+32.7%，但由于研发投入同比增加 49.13%至 0.40 亿元，叠加收购江南天安带来的并表效应及人员扩张导致成本费用刚性上升，25Q1 公司利润暂时承压。



图表63：公司营收稳步增长



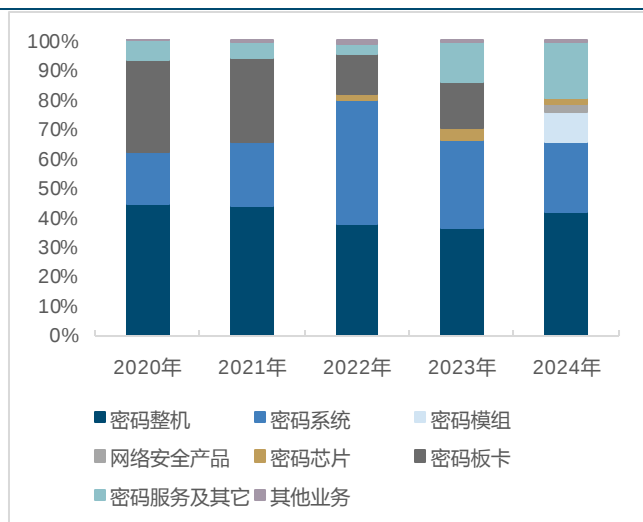
图表64：25Q1 公司利润出现承压



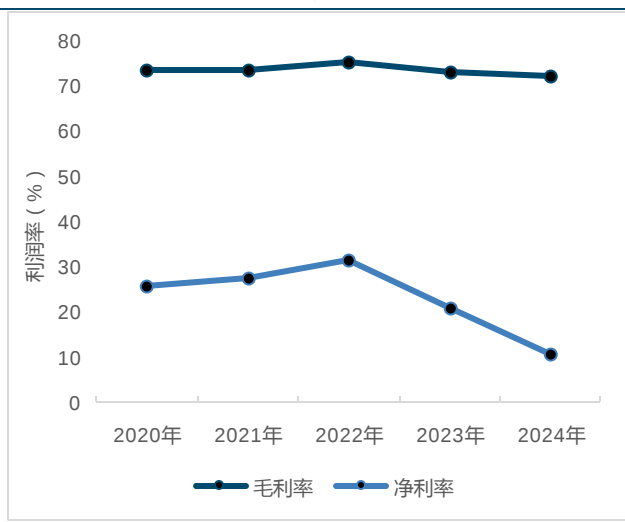
来源：wind，国金证券研究所

来源：wind，国金证券研究所

图表65：公司以密码整机和密码系统为核心业务



图表66：毛利率维持稳定，净利率下滑 10.57pct



来源：wind，国金证券研究所

来源：wind，国金证券研究所

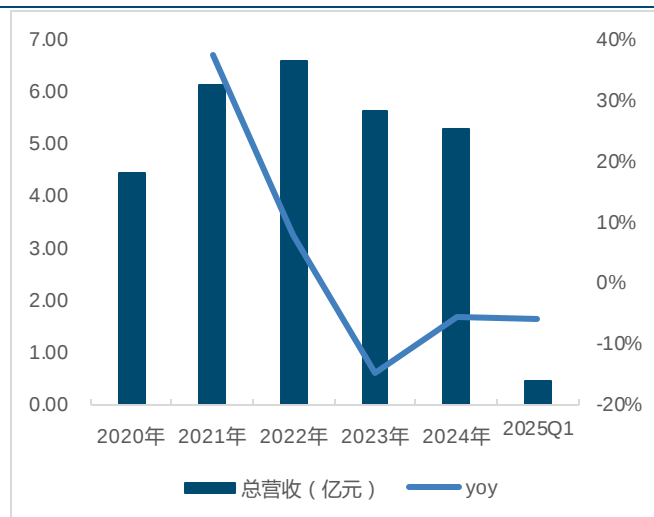
5.5、格尔软件—精准卡位量子安全

在量子威胁逐渐显现的背景下，格尔软件于 24 年完成了全线密码产品抗量子能力的升级工作，兼容美国 NIST 抗量子算法，并发布了量子安全 PKI 基础设施、量子安全密钥管理系统等一系列抗量子产品，格尔安全认证网关成为首家通过中国信息通信研究院抗量子技术验证的网关产品。目前，格尔软件已构建涵盖量子随机数生成、抗量子密码和量子密钥分发的全套产品体系，满足各行业用户的安全需求。

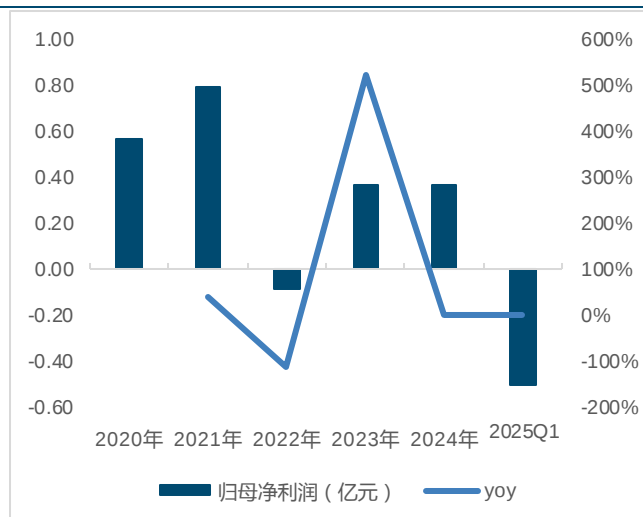
由于市场需求波动和业务结构调整，25Q1 格尔软件营收 0.46 亿元，同比-5.92%，净利润因费用率改善同比+2.52%。近年来，公司持续推进业务结构调整，逐步减少低毛利业务（通用安全产品）的占比，同时加大对高毛利抗量子密码业务（PKI 基础设施产品和 PKI 安全应用产品）的投入占比，带动公司毛利率稳步增长。



图表67: 25Q1 公司营收略有承压



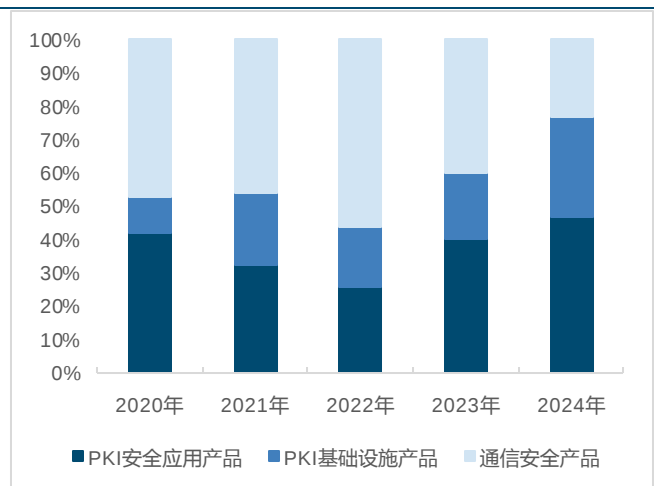
图表68: 25Q1 净利润同比+2.52%



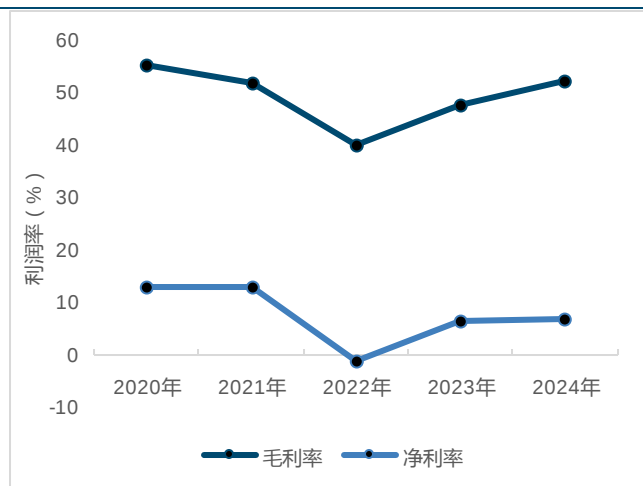
来源: wind, 国金证券研究所

来源: wind, 国金证券研究所

图表69: 24 年抗量子产品业务占比增长 16.86pct



图表70: 24 年毛利率增长 4.50pct



来源: wind, 国金证券研究所

来源: wind, 国金证券研究所

六、风险提示

- 1) 关键技术进展不及预期。**量子科技领域整体仍处于发展初期,技术路径与应用场景呈现多元化特征。若关键技术路线的探索进度滞后于预期,将直接制约产业应用的落地进程。
- 2) 技术落地效果不及预期。**量子产业的发展深度与场景落地效率相关。若国内在量子信息下游应用拓展方面未能达到预期目标,可能对产业整体发展节奏产生不利影响。
- 3) 政策支持力度不及预期。**中国量子产业尚处于早期发展阶段,亟需政策层面的支持引导。若政策扶持力度未达预期,可能导致技术持续创新动能不足,企业难以顺利度过发展初期。



特别声明：

国金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。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员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。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海
电话：021-80234211
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn
邮编：201204
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号
紫竹国际大厦 5 楼

北京
电话：010-85950438
邮箱：researchbj@gjzq.com.cn
邮编：100005
地址：北京市东城区建内大街 26 号
新闻大厦 8 层南侧

深圳
电话：0755-86695353
邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：518000
地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心
18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究