



# 2024年 头豹行业词条报告

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施、追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

# 企业竞争图谱：2024年量子计算 头豹词条报告系列



马天奇 · 头豹分析师

2024-06-21 未经平台授权，禁止转载

版权问题？[点此投诉](#)

行业：

制造业/计算机、通信和其他电子设备制造业

工业制品/工业制造



## 词条目录

### 行业定义

背景：当科学家和工程师遇到复杂问题时，通常使用...

AI访谈

### 行业分类

根据量子计算分类法（包括基本特征、算法特征、时...

AI访谈

### 行业特征

量子计算行业特征包括;1.行业进入NISQ时代，多技术...

AI访谈

### 发展历程

量子计算行业目前已达到 **3个**阶段

AI访谈

### 产业链分析

上游分析 中游分析 下游分析

AI访谈

### 行业规模

量子计算行业规模暂无评级报告

AI访谈

SIZE数据

### 政策梳理

量子计算行业相关政策 **5篇**

AI访谈

### 竞争格局

AI访谈

数据图表

### 摘要

根据量子计算分类法（包括基本特征、算法特征、时间和门特征以及其他特征）以及技术应用，量子计算可分为量子比特、量子门、量子算法、量子纠错、量子通信、量子仿真和量子编码等。量子计算行业产业链上游为环境与测控部分，主要包括量子比特测控系统（测控系统整机、低温微波器件、线缆、激光器和探测器）、量子比特环境（GM/脉冲管制冷机、稀释制冷机、真空系统）、芯片（设备与加工制造）、其它（材料）；产业链中游为硬件整机制造与软件，主要包含整机制造（超导、离子阱、光量子、中性原子、半导体和其它）和系统与软件开发；产业链下游为运营和应用环节，主要包含云平台以及行业应用。2019年—2023年，量子计算行业市场规模由0.24人民币元增长至50.21人民币元，期间年复合增长率281.79%。预计2024年—2028年，量子计算行业市场规模由69.58人民币元增长至256.46人民币元，期间年复合增长率38.56%。

## 量子计算行业定义<sup>[1]</sup>

**背景：**当科学家和工程师遇到复杂问题时，通常使用超级计算机（拥有数千个传统的CPU和GPU内核）。但超级计算机基于二进制代码和晶体管技术，面对复杂度高的问题仍会遇到困难（例如模拟分子行为或识别金融欺诈）。由于现实世界运行在量子物理基础上，量子计算机利用量子比特进行计算，更适合解决这些复杂问题。

**定义：**量子计算是一种基于量子力学原理调控量子比特进行计算的新型计算模式。与传统计算机相比，量子计算机具有指数级的计算能力优势，对广泛使用的公钥算法构成重大威胁。

**优势：**传统非量子保密通信技术常用的公钥密码系统（基于因子分解和离散对数问题）容易被量子计算的Shor算法破解。而量子保密通信技术基于物理机制，具有无条件安全性，能够抵抗任何计算破解，产品已达到实用水平。

[1]

1: <https://www.ibm.c...>

2: IBM、国盾量子

## | 量子计算行业分类<sup>[2]</sup>

根据量子计算分类法（包括基本特征、算法特征、时间和门特征以及其他特征）以及技术应用，量子计算可分为量子比特、量子门、量子算法、量子纠错、量子通信、量子仿真和量子编码等。

量子计算行业基于技术的分类

量子计算分类

量子比特

量子比特是量子计算的基本计算单元，与传统计算机的比特不同，量子比特可以处于0和1的叠加态中。这种特性使得量子比特可以同时处理多个任务，从而实现更高效的计算。目前，超导量子比特、离子阱量子比特和光学量子比特等不同的实现方式正在被研究和发展。

量子门

量子门是量子计算的基本操作，类似于经典计算机中的逻辑门。通过组合不同的量子门，可以实现复杂的量子算法和量子纠错。目前，已有多种不同类型的量子门被提出，如CNOT门、Toffoli门和Hadamard门等。

量子算法

量子算法是一种在量子计算机上运行的算法，它可以更快地解决某些特定的问题，比如质因数分解和搜索问题。目前，已有多种经典的算法被改进为量子算法，如Grover搜索算法和Shor质因数分解算法等。

量子纠错

由于量子比特极度脆弱，容易受到环境中的噪声和干扰，因此量子纠错是量子计算中重要的一环。目前，已有多种不同的量子纠错方案被提出，如表面码和Reed-Muller码等。

量子通信

量子通信是利用量子力学原理进行通信的一种方式，可以实现绝对安全的通信。目前，基于纠缠的量子通信已经得到了广泛应用，如量子密钥分发和量子隐形传态等。

量子仿真

量子仿真利用量子计算机模拟量子系统的行为，可以用于物理、化学等领域的研究。通过模拟复杂的量子系统，可以更好地理解其性质和行为，从而为实际应用提供更准确的预测和指导。

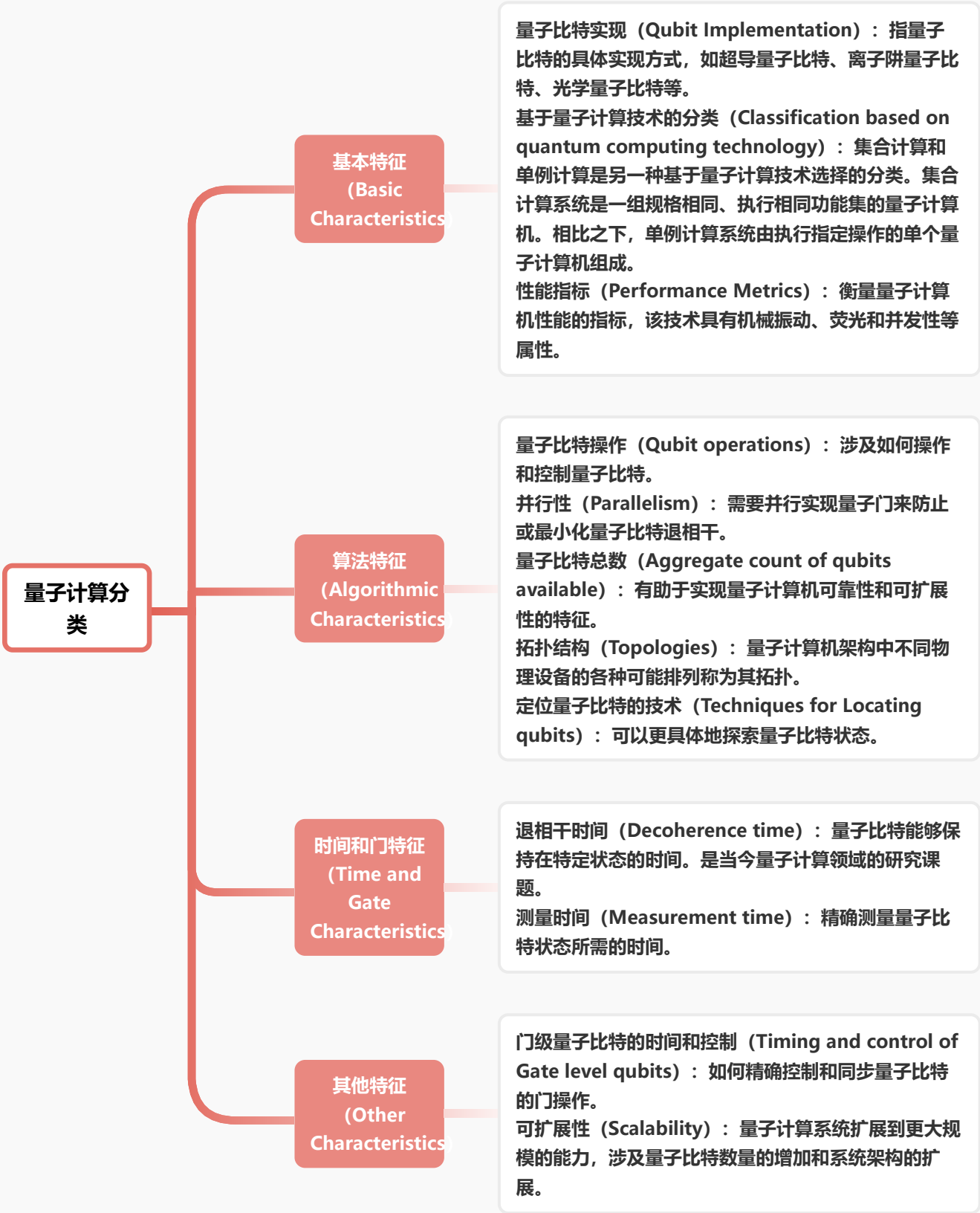
量子编码

量子编码是利用量子比特的叠加态和纠缠态来实现信息的编码和传输。通过利用量子比特的特性，可以实现更安全和更可靠的信息传输和存储。目前，基于纠缠的量子编码方案已经得到了广泛应用。

量子硬件

随着量子计算技术的发展，相应的硬件也在不断发展。目前，主要的硬件实现方式包括超导、离子阱、光子和冷原子等。这些硬件实现方式各有优缺点，需要根据具体的应用场景来选择合适的硬件平台。

量子计算技术分类法



[2] 1: <https://developer...> | 2: 《Quantum Computin...



## 量子计算行业特征<sup>[3]</sup>

量子计算行业特征包括;1.行业进入NISQ时代，多技术路线并行发展；2.以量子比特作为基本单元进行计算；3.硬件+软件+算法为核心，云平台构成生态。

### 1 量子计算进入NISQ时代，多技术路线并行发展

量子计算发展的**生命周期**可分为：1.**量子优越性展示（-2019）**：计算领域的成熟企业引领量子计算初步阶段的探索与验证。主要企业有IBM、Google、Intel、Microsoft等。该阶段实现了量子优越性的展示。

2.**NISQ时代（2020-2027）**：初创企业及大企业量子计算部门开始从硬件研发向应用研发拓展。全面推进量子技术基础设施。代表企业有Rigetti、IonQ、Quantinuum、Xanadu、QuEra等。行业进入NISQ（噪声中等规模量子计算）时代。

3.**专用量子计算机实现多种核心应用示范（2028-2033）**：各技术路线的专用量子计算机不断涌现，并且开始商业化应用示范。产业链逐渐完善，各行业逐步形成量子计算技术的应用示范。实现多种核心应用示范。

4.**研制出可纠错的通用量子计算机（2034-2040）**：各技术路线间的优劣势已被充分验证，部分技术路线成为主流。代表企业进一步巩固市场地位，部分企业可能因技术路线选择失误而退出。研制出可制备的通用量子计算机。

5.**进入全面容错量子计算（FTQC）时代（2040-）**：逐渐进入全面容错量子计算（FTQC）时代。运营性能接近或小于经典数值模拟，量子计算应用广泛成熟，成为行业标准。市场进入成熟期，进一步整合和优化。目前量子计算进入NISQ时代，多技术共同发展，随着时间推移产业规模上升、量子计算成本逐步下降。

### 2 以量子比特作为基本单元进行计算

量子计算是一种基于量子力学原理的新型计算模式，其基本单元是**量子比特**。**量子比特具有量子叠加和量子纠缠等特性，在非结构化搜索、组合优化、大数分解和矩阵计算等任务上相较于经典计算具有多项式级或指数级的加速优势。**量子计算的基本过程包括量子态制备、量子态调控和量子态测量三个步骤：1.**量子态制备**：将输入的经典比特和辅助比特通过相位编码或振幅编码等方法转换为量子态初态。2.**量子态调控**：通过酉变换将量子态初态演化为目标态，这一过程可由一系列量子门组合成的量子线路来实现。3.**量子态测量**：通过选择一组测量基对目标态进行观测，从而读取计算结果。为了确保计算结果的正确性，需要设计巧妙的量子算法，利用量子干涉特性最大化目标态的概率。

### 3 硬件+软件+算法为核心，云平台构成生态

量子计算技术体系中，硬件、软件和算法是三大支柱，云平台集成三者并提供服务。主要包含1.**量子计算云平台**：基础设施层（Q-IaaS），包括量子计算硬件、基础设施等。平台层（Q-PaaS），中间件、平台服务等。服务层（Q-SaaS），测试系统软件、芯片EDA软件等。安全服务：保障量子计算平台的安全；2.**量**

**量子计算软件：**应用开发软件，包括量子模拟应用、组合优化应用、量子AI应用等。计算编译软件，包括量子编译器、中间件等；3.**量子计算硬件：**逻辑门型量子计算机，包括量子门、处理器、控制系统、mK低温系统、环境控制系统等。专用量子计算机，包括玻色采样、相干耦合、量子退火等。量子经典计算的跨学科研究，包括量子传感、量子测量、张量网络模拟等。

[3] 1: ICV TA&K、光子盒、中...

## 量子计算发展历程<sup>[4]</sup>

量子计算发展历程可分为：1.**理论研究阶段（1905年-2011年）**。早期基础：爱因斯坦光电效应（1905），德布罗意物质波（1924），海森堡和薛定谔量子力学（1925-1927）。关键概念：费曼提出量子计算（1950s），EPR悖论（1935），Shor算法（1994），Grover搜索算法（1996）；2.**商用化开展阶段（2011年 - 2019年）**。初步应用：D-Wave推出首台商用量子计算机（2011），IBM云量子计算平台（2016），谷歌Bristlecone量子处理器（2017）。国际进展：中国发射“墨子号”量子卫星（2017），IBM推出商用量子计算系统（2019）。3.**技术应用阶段（2019年至今）**。技术突破：中国实现76个光子的量子计算优越性（2020），“九章二号”光量子计算机（2021），清华大学实现模块化量子网络（2022）。行业特点：量子计算商业化加速，各国加大投入推动技术进步。量子计算从理论到实践，历经百年，逐步实现商业化和技术应用。

### 理论研究阶段 · 1905~2011

1905年，阿尔伯特·爱因斯坦解释了光电效应，并提出光本身是由单个量子粒子或光子组成。

1924年，量子力学一词首次出现在论文中。

1925年，维尔纳·海森堡、马克斯·玻恩和帕斯夸尔·约尔旦提出了矩阵力学，量子力学中第一个在概念上自治、逻辑上一致的表述。

1925-1927年，尼尔斯·玻尔和维尔纳·海森堡提出了哥本哈根诠释，是对量子力学最早的一种诠释。

1930年，保罗·狄拉克出版了《量子力学原理》，至今仍是量子力学的经典教材。

1935年，阿尔伯特·爱因斯坦、鲍里斯·波多尔斯基和纳森·罗森发表了一篇论文，强调了量子叠加的反直觉性质，并认为量子力学提供的物理现实描述是不完整的。

1935年，薛定谔与爱因斯坦讨论量子叠加问题，并对量子力学的哥本哈根诠释进行了批判，提出了一个思想实验“薛定谔的猫”，薛定谔还创造了“量子纠缠”这一术语。

1976年，罗曼·斯坦尼斯瓦夫·英伽登(Roman Stanisław Ingarden) 发表了一篇题为《量子信息论》的开创性论文，成为**首批尝试创建量子信息理论者之一**。

1980年，美国阿贡国家实验室的保罗·贝尼奥夫(Paul Benioff) 描述了图灵机或经典计算机的量子力学哈密顿量模型，**首次证明了量子计算的可能性**。

1981年，理查德·费曼在题为《利用计算机模拟物理学》的报告中指出**量子计算机有可能模拟出经典计算机无法模拟的物理现象。**

1985年，戴维·多伊奇为量子图灵机制定了一个描述。

1992年，**Deutsch-Jozsa算法证明了量子算法相对于经典算法有指数级别的加速能力。**

1994年，美国科学家秀尔（Peter Williston Shor）提出用于分解大数质因子的量子算法，被称为Shor算法。

1994年，美国国家标准技术研究所（NIST）组织了由美国政府主办的首届量子计算会议。

1996年，贝尔实验室的洛夫·格罗弗发明了Grover搜索算法，**该算法被公认为继Shor算法后的第二大算法。**

1998年，首次展示了量子纠错；首次证明了可以用经典计算机有效模拟某一类量子计算。

1999年，中村泰信和蔡兆申**证明了超导电路可以用作量子比特。**

2002年，美国发布了第一版量子计算路线图。

2004年，中国科学技术大学潘建伟院士的研究小组，首次展示了**五光子纠缠。**

2008年，MIT科学家Aram Harrow、Aviathan Hassidim 和Seth Lloyd联合设计了HHL算法，与经典算法相比实现了指数级的加速。

量子力学的诞生为量子计算提供了基础，计算机应用空间被进一步打开。

## 商用化开启阶段 · 2011~2019

2011年，D-Wave公司推出**首台商用量子计算机。**

2012年，全球首家专门的量子计算软件公司1QBit成立。

2014年，荷兰代尔夫特理工大学的科维理纳米科学研究所的物理学家们，以100%的准确率在相隔约3米的两个量子比特之间完成信息传送。

2016年，**中国“墨子号”卫星顺利发射**，作为全球首颗量子科学实验卫星，圆满完成量子密钥分发等三大科学目标。

2017年，中国科学技术大学潘建伟院士的研究小组，首次实现从地面观测站到低地球轨道卫星的纠缠光子发射，量子隐形传态实验通信距离达1,400公里。

2018年，美国颁布《国家量子倡议法案》，确立了加速美国发展量子信息科学和技术应用的十年计划的目标和优先事项。

2019年，IBM发布了世界上第一台独立的量子计算机IBM Q System One。

量子计算机开始商业化，并在全球范围内蔓延开来。

## 技术拓展阶段 · 2019~至今

2020年，中国科学技术大学潘建伟院士、陆朝阳教授组成的研究小组在76个光子量子计算原型机上完成了“高斯玻色采样”计算，计算速度要比超级计算机快100万亿倍，从而声称实现“量子计算优



越性”

2021年，中国“祖冲之二号”问世。

2022年，清华大学交叉信息研究院讲席教授段路明、副研究员张宏毅等研究组成功制备相干态飞行微波光子的多体“薛定谔猫”态，**使基于微波光子的量子网络和模块化量子计算成为可能。**

中国成为继美国之后第二个实现超导量子优越性的国家，也是唯一实现光子和超导两种体系量子优越性的国家。

[4] 1: <https://new.qq.co...>

2: <https://new.qq.co...>

3: 量子客、《探臻科技评...

[13]

## 量子计算产业链分析

量子计算行业产业链上游为环境与测控部分，主要包括量子比特测控系统（测控系统整机、低温微波器件、线缆、激光器和探测器）、量子比特环境（GM/脉冲管制冷机、稀释制冷机、真空系统）、芯片（设备与加工制造）、其它（材料）；产业链中游为硬件整机制造与软件，主要包含整机制造（超导、离子阱、光量子、中性原子、半导体和其它）和系统与应用软件开发；产业链下游为运营和应用环节，主要包含云平台以及行业应用。<sup>[7]</sup>

量子计算行业产业链主要有以下核心研究观点：<sup>[7]</sup>

### **制冷机设备是核心，量子芯片研发聚焦技术与材料。**

随着量子计算比特数量和操控精度提升，稀释制冷机、脉冲管设备、极低温工艺等技术成为核心，量子芯片研发聚焦提高比特数量、连通性和质量，优化硅基集成光量子芯片和晶圆级硅锗材料。

### **当前主流硬件技术路线包括超导、中性原子和离子阱，软件技术路线正处早期阶段，未来将着重提高正确性。**

当前硬件技术路线包括超导、中性原子和离子阱，软件处于早期阶段；未来量子计算将聚焦提高比特规模、保真度和计算正确性，预计在2040年及以后实现百万量子比特和千逻辑量子比特的通用量子计算。

### **国内外提供2-5,000+量子比特，应用场景广泛，各企业/机构应用方向不同。**

量子计算云平台融合经典云服务，架构包括基础设施、平台、服务和运维管理层，国际（IBM、Google等）和国内（中科大、华为等）平台提供2到5,000+量子比特，应用涵盖金融、能源、生命科学等领域。<sup>[7]</sup>

## 产业链上游

## 生产制造端

量子比特测控系统（测控系统整机、低温微波器件、线缆、激光器和探测器）、量子比特环境（GM/脉冲管制冷机、稀释制冷机、真空系统）、芯片（设备与加工制造）、其它（材料）制造商

## 上游厂商

[是德科技（中国）有限公司 >](#)

[成都中微达信科技有限公司 >](#)

[本源量子计算科技（合肥）股份有限公司 >](#)

[查看全部 >](#)

## 产业链上游说明

### 制冷机是环境实现核心装备，脉冲管设备制造等技术突破为主要方向。

随着量子计算比特数量规模和操控精度的进一步提升，环境将面临更高的要求。稀释制冷机能够支持数千比特量级的布线和低温制冷，是量子计算的核心装备（主要用于超导和硅半导体路线）。稀释制冷机通过多级制冷机制，首先使用脉管制冷机降温至液氮温区（约4K），然后利用氦-3和氦-4混合液的浓缩相和稀释相分离及循环转换进一步降温，将样品区域温度降低至毫开尔文（mK）量级，以满足超导和硅半导体量子计算芯片的环境温度要求。为真空系统实现极高真空环境（ $<1\text{E-}12\text{mbar}$ ），脉冲管和冷头设备制造、极低温区焊接和检漏工艺、样品空间和制冷量提升等技术成为重点突破方向。

### 量子芯片是提高量子比特的关键，未来将聚焦技术与材料研发。

量子芯片是量子计算机的“大脑”，为提高量子比特数量、连通性和质量，多方机构加大对量子计算芯片的研发。目前IBM超导量子芯片Osprey达到433量子比特，北京量子院在其云平台上上线单芯片136量子比特超导量子芯片，2024年4月中国科学院量子信息与量子科技创新研究院成功交付一款504比特超导量子计算芯片“骁鸿”。未来量子计算芯片**技术端**将着重于提高量子比特数量、降低错误率，并优化硅基集成光量子芯片技术等。**材料端**研究的目标是实现晶圆级硅锗量子材料在原子尺度上的可控制造，关键因素包括位错、应力、原子占位、台阶、同位素纯化和纳米线结构。

## 中 产业链中游

## 品牌端

整机制造（超导、离子阱、光量子、中性原子、半导体和其它）和系统与应用软件开发商

## 中游厂商

[Google AI Quantum >](#)

["Rigetti Computing, Inc." >](#)

[Oxford Quantum Circuits Ltd. >](#)

[查看全部 >](#)

## 产业链中游说明

### 硬件技术路线：超导、中性原子和离子阱技术是当前主流技术。

**对比：**当前硬件技术路线可分为“人造粒子”路线，如超导和硅半导体和天然粒子路线，如离子阱、光量子 and 中性原子。各技术路线对比情况如下：

- 1.量子比特规模：中性原子技术在量子比特规模方面遥遥领先，达到1180个量子比特，其次是超导量子比特（433个）。
- 2.单比特逻辑门保真度：离子阱技术的单比特逻辑门保真度最高，达到99.9999%。
- 3.双比特逻辑门保真度：超导和离子阱技术在双比特逻辑门保真度方面表现优异，均在99.92%以上。
- 4.SPAM读取保真度：离子阱技术的SPAM读取保真度最高，达到99.9904%。
- 5.T1和T2时间：离子阱技术在T1和T2时间方面表现最为优越，分别达到数百秒和5500秒。
- 6.T门延迟：超导T门延迟最短，仅为24纳秒。

**现状：**实用的通用量子计算机须具备100万量子比特和1,000逻辑量子比特规模，要到FTQC阶段（2040年及以后）才能实现，预计还需要10年以上。

**市场选择：**通过各产品发布情况（比特数和量子体积）沿时间轴分析，**超导、中性原子和离子阱技术路线是迈向通用量子计算的主要应用技术**，逻辑门型光量子计算和硅半导体技术路线需要取得重大技术和工程突破才能有所改善。

### 软件技术路线：正处于早期阶段，未来将着重提高正确性等方面。

量子计算软件需满足底层理论与算法逻辑，提供适用于不同技术路线和硬件方案的量子指令集、编译功能及中间表示，并基于开源编程语言框架，具有较强的特异性和专业性。目前，**该领域正处于设计与生态构建的早期阶段**。未来量子计算软件开发将聚焦于提升计算正确性、优化编译器和运行时系统效率、模块化程序设计及完善调试工具，同时增强经典-量子协同支持能力。

下

## 产业链下游

### 渠道端及终端客户

云平台以及行业应用

#### 渠道端

QMware

谷歌信息技术（中国）有限公司 >

中电信量子信息科技集团有限公司 >

查看全部 ▾

## 产业链下游说明

**云平台：国际有IBM、Google等，国内有中科大、华为等，量子比特数2到5,000+。**

**架构：**量子计算云平台将量子计算与经典云服务融合，通过网络提供量子计算能力。其架构分为基础设施层、平台层、服务层和运维管理与安全服务层。基础设施层包括外围设施、物理资源（量子计算机、模拟器、经典云计算资源）和虚拟资源（量子虚拟机、云计算虚拟机、虚拟网络）。资源管理层负责物理机、虚拟机、存储和网络的管理与调度。平台层负责程序开发和编译，服务层提供用户和开发者接口及管理功能。应用开发层通过软件提供量子计算服务。运营管理实现用户服务和运行维护，安全服务涵盖接入、软件、虚拟化、硬件和数据安全。

**现状：**1.国际平台。主要由IBM、rigetti、Google、IONQ、Xanadu、Quantum Inspire、D-WAVE等公司提供，量子比特数从2到5,000+不等。2.国内平台。包括中科大、北航、中科院物理所、清华大学、国防科大、华为和本源量子等，量子比特数从10到136不等。

**量子计算应用场景广阔，各企业/机构应用方向不同。**

场景：行业领域	关键环节	问题原型	应用时间（1代表影响力最小，3代表影响力最大）
金融	金融服务	组合优化、人工智能	3-5年：2， 5-10年：3， 10年以上：3
能源与材料	传统能源、 可持续能源、 化工	量子模拟、组合优化、人工智能	3-5年：1， 5-10年：2， 10年以上：3
生命科学	制药	量子模拟、组合优化、人工智能	3-5年：2， 5-10年：3， 10年以上：3
先进工业	航空航天等	量子模拟、组合优化、因式分解	3-5年：1， 5-10年：2， 10年以上：3
电信传媒	电信、传媒	量子模拟、组合优化	3-5年：2， 5-10年：2， 10年以上：3
运输和物流	物流	组合优化、人工智能、因式分解	3-5年：2， 5-10年：2， 10年以上：3

参与者：行业领域	代表性参与机构	应用场景
化学模拟	IBM, Google, Xanadu, Quanscient, 中国科学技术大学等	化学工业与催化剂设计, 生物制药, 材料研发
量化金融	IBM, Xanadu, D-Wave, QC Ware, IonQ等	组合优化, 模型定价, 风险预测
交通航空	Quantinuum, Q-CTRL, QCI, 宝马, Quantum-South, 空客等	路线优化, 货物装配, 线路调度, 流体动力学
人工智能	Google, Zapata, 哈佛大学, Multiverse Computing, IKERLAN	自动驾驶, 机器学习
气象预测	PsiQuantum, Pasqal, Rigetti, 巴斯夫等	气象预测, 灾害预警

[5] 1: <https://baike.baidu...> 2: <https://www.cas.c...> 3: 中国信通院、百度百科...

[6] 1: 中国信通院、《量子计...

[7] 1: 中国信通院、中国移动...

[8] 1: 中国信通院

[9] 1: <https://baike.baidu...> 2: <https://www.cas.c...> 3: 百度百科、中国科学院...

[10] 1: 中国信通院、中国移动

[11] 1: 中国信通院、ICV TA&K...

[12] 1: 中国信通院

[13] 1: 中国信通院、《量子计...

## 量子计算行业规模

2019年—2023年，量子计算行业市场规模由0.24人民币元增长至50.21人民币元，期间年复合增长率281.79%。预计2024年—2028年，量子计算行业市场规模由69.58人民币元增长至256.46人民币元，期间年复合增长率38.56%。<sup>[17]</sup>

量子计算行业市场规模历史变化的原因如下：<sup>[17]</sup>

**各国颁布量子科技战略，推动量子计算发展。**

截至2023年10月，29个国家和地区已制定并发布了量子信息领域的发展战略规划或法案文件。据公开信息的不完全统计，这些国家和地区的投资总额已超过280亿美元。以2018年欧盟的“量子旗舰计划”和美国的《国家量子倡议（NQI）》法案为重要标志，过去五年来各国在量子信息领域的规划和布局不断加速。2023年，6个国家相继发布了量子信息相关的国家战略和投资规划，计划投资总规模达到67亿美元。全球主要国家在量子信息领域的战略规划和投资概况如下：

时间	战略规划/法案	国家/地区	投资规模（美元）
2014	国家量子技术计划	英国	10年投资约12.15亿
2016	光量子跃迁旗舰计划	日本	投资约12.4亿
2018	量子旗舰计划	欧盟	10年投资约11亿 实际投资达37.38亿
2018	国家量子信息科学战略规划	美国	5年投资约12.75亿
2018	国家量子倡议（NQI）法案	美国	计划5年投资12.75亿
2018	量子技术从科研到市场	德国	投资约7.4亿
2019	量子技术发展国家计划	英国	5年投资约7.4亿
2021	量子技术发展战略计划	以色列	6年投资约3.7亿



2021 国家量子行动计划	俄罗斯	投资约7.4亿
<b>2021 国家量子行动计划</b>	<b>中国</b>	<b>投资约10亿</b>
2021 量子国家计划	法国	5年投资约18.5亿
2022 芯片与科学法案	美国	4年每年投资1.53亿
2022 国家量子战略	加拿大	投资约2.7亿
2022 国家量子战略 (NQS)	英国	10年投资约1.25亿/年
2022 国家量子战略	澳大利亚	投资约6.4亿
2023 国家量子信息战略	荷兰	2035年前投资7亿
2023 国家量子任务	印度	2030年前投资7.2亿

量子信息技术主要包括量子计算、量子通信和量子测量三大领域，在全球多国量子科技战略推动下，量子计算产业得到快速发展。

**早期投融资爆发式增长，近期增速回落。**

规模：2020-2023年全球量子计算总融资金额达到59.8亿美元，年复合增长率CAGR达34.53%，增速较高。分时间段来看，2020-2021年量子计算融资市场出现爆发式增长，增速为306.14%；2021-2022年从19.17亿美元上升至20.45亿美元，同比增长6.68%；2022-2023年同比下滑24.4%，增速开始放缓。

原因：1. **技术核心区域风险资本从硬件转向软件。**2023年美洲（2023年达到5.794亿美元，金额大小排名全球第一）的软件融资占比高达72.8%，远高于硬件融资。这表明基于硬件技术在美洲地区逐步成型，资本开始转向软件生态建设。澳洲的软硬件融资几乎持平，但软件投资略高于硬件，也有着向软件转向的趋势。2. **单笔融资金额下降。**2023年，量子计算领域共发生55轮融资事件，融资数量略有上升，但融资金额较2022年显著下降。其中，种子轮和A轮各17轮，B轮和政府非股权资助各7轮，其他轮次共7轮。<sup>[17]</sup>

量子计算行业市场规模未来变化的原因主要包括：<sup>[17]</sup>

**中国技术飞速增长，未来占比逐步提升。**

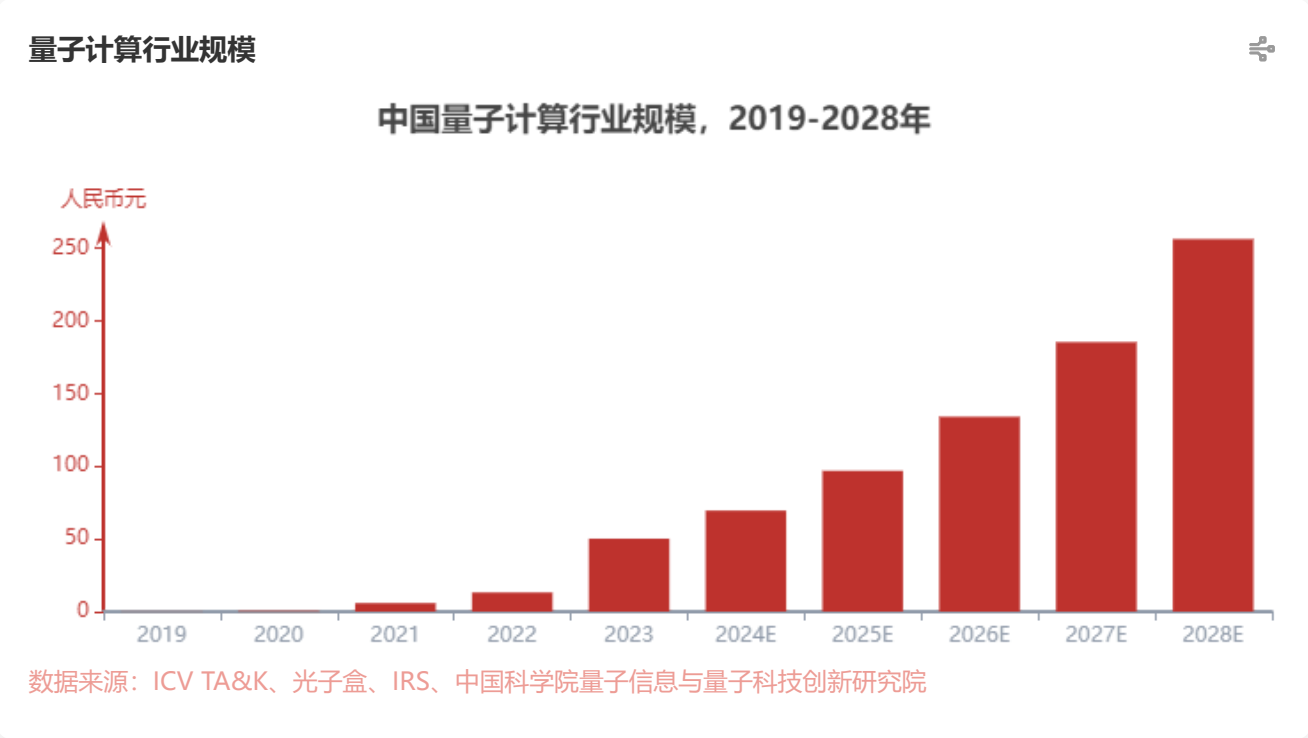
量子信息各领域的科研论文数量前十位国家统计数据显示，量子通信中国论文数量远超其他国家。但论文被引频次与欧美相比仍有一定差距，高质量论文数量有待提升。通过中美量子计算产业基础对比发现，美国在量子计算领域的科研基础、政府活动、私营企业参与度和技术成果上均表现出明显优势。中国在部分领域有所进步，但在整体上仍需加强。未来随着基础研究提升、企业创新能力增强，中国量子计算市场规模在世界占比有望从2023年的15.1%上升至2028年的17.2%。

**产业联盟推动行业飞速发展。**

通过对各联盟的成立时间、成员数量及分布情况进行分析发现：1.美欧中是世界主要的产业地区。量子信息产业联盟在全球范围内广泛分布，包括北美、欧洲、亚洲和大洋洲等地区。美国、欧洲和中国的联盟成员数量较多，分别为290家、183家和68家，显示出这些地区在量子信息产业中的重要地位。2.美国起步较早。其QED-C于2018年成立，在成员数量和国际合作方面具有先发优势。3.未来趋势。中国本源量子计算产业联盟（OQIA）已有四十余个成员，共同开展研发制造、应用探索和科普教育等方面合作。随着量子计算技术的不断进步和应用场

景的拓展，各国将继续加强在量子信息产业的投入和合作。国际合作和跨区域联盟将成为推动量子计算产业发展的重要力量，促进技术共享和资源整合。<sup>[17]</sup>

中国量子计算行业规模



- [14] 1: 中国信通院
- [15] 1: ICV TA&K、光子盒
- [16] 1: 中国信通院
- [17] 1: 中国信通院、ICV TA&K...

量子计算政策梳理<sup>[18]</sup>

	政策名称	颁布主体	生效日期	影响
	《关于推动未来产业创新发展的实施意见》	工业和信息化部 教育部 科学技术部 交通运输部 文化和旅游部 国资委 中国科学院	2024-01	10

政策内容	推动下一代移动通信、卫星互联网、量子信息等技术产业化应用,加快量子、光子等计算技术创新突破,加速类脑智能、群体智能、大模型等深度赋能,加速培育智能产业。
政策解读	该政策将显著加速量子计算技术的创新突破和产业化应用，推动其在智能产业中的深度赋能和广泛应用。通过与移动通信、卫星互联网等新兴技术的结合，量子计算将迎来更多实际应用场景，促进市场快速扩展，提升国家在全球科技竞争中的地位，并推动整体智能产业的发展。
政策性质	指导性政策

	政策名称	颁布主体	生效日期	影响
	《十四届全国人大一次会议作政府工作报告》	国务院	2023-03	7
政策内容	部分关键核心技术攻关取得新突破，载人航天、探月探火、深海深地探测、超级计算机、卫星导航、量子信息、核电技术、大飞机制造、人工智能、生物医药等领域创新成果不断涌现。			
政策解读	政策大力推动量子信息产业发展，通过加大科研资金投入、优化科研环境、鼓励产学研结合、加强国际合作、完善知识产权保护等多项措施，助力关键核心技术攻关和创新成果的不断涌现，显著提升产业整体竞争力，推动量子信息技术在各领域的广泛应用，促进经济高质量发展。			
政策性质	指导性政策			

	政策名称	颁布主体	生效日期	影响
	《质量强国建设纲要》	国务院	2023-02	6
政策内容	突破量子化计量及扁平化量值传递关键技术。			
政策解读	突破量子化计量及扁平化量值传递关键技术将显著提升量子计算的精度和效率，推动产业技术标准化和应用普及。这些技术进展不仅有助于解决当前量子计算中的技术瓶颈，还将促进量子计算在各个行业的广泛应用，如金融、医疗、材料科学等，推动市场快速发展，增强国家在全球科技竞争中的地位。			
政策性质	指导性政策			

	政策名称	颁布主体	生效日期	影响
	《扩大内需战略规划纲要（2022-2035年）》	国务院	2022-12	6

政策内容	增强国家广域量子保密通信骨干网络服务能力。
政策解读	该政策将大幅提升量子计算的基础设施和网络安全，促进其在大数据、人工智能等领域的广泛应用，加速产业化进程。量子计算将获得更强大的技术支撑和应用场景。特别是国家广域量子保密通信骨干网络的建设，将为量子计算提供安全可靠的通信环境，推动其在更多行业中的深度融合与创新应用，促进市场快速扩展和技术进步。
政策性质	指导性政策

	政策名称	颁布主体	生效日期	影响
	《“十四五”国家科学技术普及发展规划》	科技部 中央宣传部 中国科协	2022-08	7
政策内容	强化脑科学、量子计算等战略导向基础研究领域的科普。			
政策解读	该政策将显著提升公众对量子计算的理解和支持，营造良好的科研氛围，促进技术研发与应用，加速产业发展。通过针对性科普活动，使公众更加了解量子计算的前沿技术和潜在应用。			
政策性质	指导性政策			

[18] 1: <https://www.gov.c...> 2: <https://www.gov.c...> 3: <https://zwgk.mct...> 4: <http://gd.people.c...>

5: <https://www.gov.c...> 6: 中国政府网

## 量子计算竞争格局<sup>[19]</sup>

全球量子计算相关企业278家，占比量子通信超50%，其中共有76家量子计算整机公司，北美占34.21%，欧洲占30.26%，亚洲占28.95%，其他地区占6.58%。<sup>[23]</sup>

量子计算行业呈现以下梯队情况：第一梯队公司有IBM、谷歌、微软、亚马逊、英特尔等美国及全球计算机行业龙头企业，该梯队企业科研和创新能力领先，对量子计算的高度重视和投入较大，主要采用超导、离子阱、光子技术路线；第二梯队公司有华为、本源量子、国盾量子等中国本土科技企业，该梯队企业已经开发出初期产品，在拓展下游应用和提高量子比特方面不断努力，主要采用超导、离子阱、光子技术路线；第三梯队有Pasqal、Quandela等欧洲量子技术企业，该梯队企业主要采用超导、离子阱、光子、中性原子技术路线。<sup>[23]</sup>

量子计算行业竞争格局的形成主要包括以下原因：[23]

**政策引领本土企业积极投入产业竞争。**

从政策层面来看，美国、中国、欧洲持续推动量子计算技术和产业发展。中国通过“十四五”规划和相关政策支持量子信息产业，美国依靠NIST、DOE、AFRL等机构支持量子倡议法案并扩大国际合作，欧盟通过Digital、EuroHPC等计划推动量子计算，英国发布新十年《国家量子战略》并提供巨额投资。这些政策引领下，全球量子计算企业竞争格局加剧，各国企业在技术研发和市场拓展方面均加大投入，推动量子计算技术快速发展。

**各企业发布远期规划针对提高量子比特展开竞争。**

根据中国移动全球主要量子计算企业在未来十年内的量子比特（Q）和量子体积（AQ）发展路线图中，IBM计划在2025年实现1,000-1,000,000个量子比特，谷歌计划在2029年达到100万个量子比特；中国的本源量子计划在2024年达到1024个量子比特，华翊量子计划在2025年达到200个量子比特；欧洲的PASQAL计划在2027年达到256AQ。显示了各企业为获得竞争力在量子比特方面激烈竞争。[23]

未来随各国及企业技术研发脚步加快，行业竞争将进一步加剧，技术实力不足、融资渠道较差的企业将被行业淘汰。[23]

量子计算行业竞争格局的变化主要有以下几方面原因：[23]

**美、中、欧在量子计算领域各有优势，国际竞争加剧。**

美国：IBM发布了超过1,000个量子比特的Condor处理器，并推出了由133量子比特处理器（Heron）构建的机群式量子计算机架构。微软在其量子超级计算机路线图中取得关键进展，英伟达的DGX Quantum和CUDA Quantum为量子云平台 and 量超融合提供了解决方案。

中国：中国科学技术大学、清华大学等机构在超导、离子阱、光量子等技术上不断突破，特别是“九章三号”光量子计算原型机使中国在光量子计算领域保持国际领先地位。

欧洲：PASQAL、AQT、QUANDELA和OQC在量子计算整机、云平台 and 量超融合等方面取得重要进展。

美、中、欧在量子计算各有优势，积极探索前沿技术，持续投入使得国际竞争加剧。

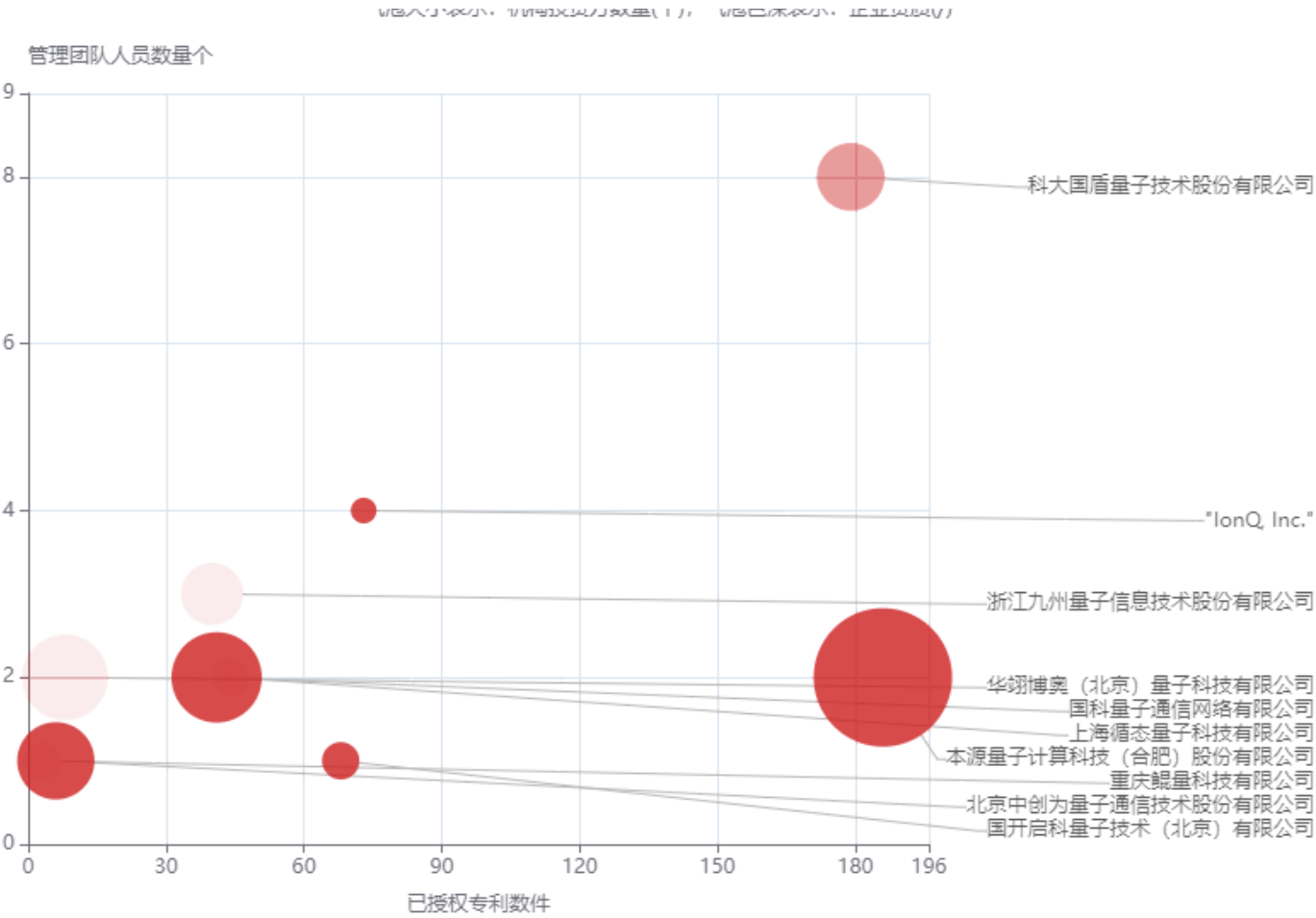
**产学合作建立技术壁垒。**

中国量子计算专利申请主体情况公司：公司的专利申请占据主导地位，约占总申请量的70%左右；高校和研究所的专利申请占比约为30%。

美国量子计算专利申请主体情况公司：公司的专利申请占据主导地位，约占总申请量的80%左右。高校和研究所的专利申请占比约为20%。

数据显示，中美两国在量子计算领域的专利申请主体均以公司为主，但中国高校和研究所的参与度相对较高（技术较美国有差距，前期需要高校理论支撑）。未来企业将联合高校打造技术壁垒，提高市场竞争力，原因有以下两点：1.高校输送人才。如IBM与美国麻省理工学院合作，开展量子计算人才培养项目，将挑选有物理、数学、计算机等背景的学生加入。可有效缓解行业人才短缺的问题。2.加快理论研究。高校可为提供软硬件设备资源，并且可与企业联合开展技术培训与交流，加快技术研发进度。[23]





上市公司速览

科大国盾量子技术股份有限公司 (688027)				IONQ (IONQ.N)			
总市值	营收规模	同比增长(%)	毛利率(%)	总市值	营收规模	同比增长(%)	毛利率(%)
132.0亿元	947.6万元	-68.95	45.26	117.0亿元	2.9亿元	126.98	-

[19] 1: ICV TA&K、光子盒、中...

[20] 1: <https://m.thepape...> 2: <https://www.spinq....> 3: 中国信通院、IBM、量...

[21] 1: ICV TA&K、光子盒

[22] 1: 中国移动

[23] 1: ICV TA&K、光子盒

[24] 1: Wind、光子盒

[25] 1: Wind

[26] 1: Wind

## 量子计算代表企业分析<sup>[28]</sup>

### 1 本源量子计算科技（合肥）股份有限公司

#### · 公司信息

企业状态	存续	注册资本	720.2284万人民币
企业总部	合肥市	行业	研究和试验发展
法人	张辉	统一社会信用代码	91340100MA2P1E699C
企业类型	其他股份有限公司(非上市)	成立时间	2017-09-11
品牌名称	本源量子计算科技（合肥）股份有限公司		
经营范围	一般项目：量子计算技术服务；软件开发；软件销售；集成电路设计；集成电路制造；集成... <a href="#">查看更多</a>		

#### · 融资信息

**种子轮**  
未披露  
2017-11-17

**天使轮**  
未披露  
2019-11-05

**Pre-A轮**  
未披露  
2020-05-07

**A轮**  
数亿元人民币  
2021-01-14

**B轮**  
近10亿人民币  
2022-07-21

#### · 竞争优势



技术优势：团队技术起源于中科院量子信息重点实验室。本源量子聚焦量子计算产业生态建设，打造自主可控工程化量子计算机，围绕量子芯片、量子计算测控一体机、量子操作系统、量子软件、量子计算云平台和量子计算科普教育核心业务，全栈研制开发量子计算，积极推动量子计算产业落地，聚焦生物科技、化学材料、金融分析、轮船制造、大数据等多行业领域，探索量子计算产业应用，争抢量子计算核心专利。

### 2 华翊博奥（北京）量子科技有限公司


#### · 公司信息

企业状态	存续	注册资本	762.1804万人民币
企业总部	北京市	行业	科技推广和应用服务业

法人企业类型	姚麟其他有限责任公司	统一社会信用代码成立时间	91110400MA7FEMXN8G2022-01-28
品牌名称	华翊博奥（北京）量子科技有限公司		
经营范围	一般项目：量子计算技术服务；实验分析仪器制造；实验分析仪器销售；电子测量仪器制造... 查看更多		



竞争优势



团队优势：华翊量子脱胎于清华大学量子信息中心，由清华大学交叉信息研究院量子信息研究团队联合创立，团队由原清华大学研究员、博士后及优秀博士毕业生组成，专注于离子阱量子计算机的架构设计与硬件研发，致力于推动量子计算产业革命。

3 科大国盾量子技术股份有限公司【688027】

公司信息

企业状态	存续	注册资本	8037.437万人民币
企业总部	合肥市	行业	计算机、通信和其他电子设备制造业
法人	应勇	统一社会信用代码	9134010068976734XU
企业类型	其他股份有限公司(上市)	成立时间	2009-05-27
品牌名称	科大国盾量子技术股份有限公司	股票类型	科创板
经营范围	信息系统、量子通信、量子计算及通用量子技术开发、应用、咨询、系统集成服务及相关设... 查看更多		
2023年业绩	公司营业收入15,611.11万元，同比增加15.87%。其中，公司量子通信营业收入为8,610.45万元，量子计算营业收入4,478.25万元，量子精密测量营业收入为1,772.19万元。公司全年研发投入为12,881.30万元，研发投入占营业收入的比例为82.51%，归属于上市公司股东的净利润为-12,391.71万元。		

财务数据分析

财务指标	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024(Q1)
销售现金流/营业收入	0.55	0.86	0.91	1.37	1.27	0.83	1.91	1.53	-
资产负债率(%)	28.6652	28.0347	26.49	20.2374	12.7894	15.3407	15.2989	15.1014	-



稀释每股收益 (元)	0.99	1.24	1.21	0.82	-	-0.46	-1.08	-1.54	-0.52
归属净利润(元)	5875.36万	7431.46万	7249.06万	4930.61万	2948.86万	-3713621 5.33	-8620013 5.09	-1239171 17.7	-4147361 3.69
扣非每股收益 (元)	0.5	0.51	0.38	0.24	-0.44	-1.05	-1.78	-1.96	-
经营现金流/营 业收入	-0.76	-0.28	-0.06	2.85	0.3381	-0.8013	0.9247	-0.0505	-

▪ 竞争优势



品牌优势：公司在国家相关部门的指导下进一步推进量子通信相关技术标准制定和检测平台建设工作，在量子信息领域国际标准制定上发挥中国力量。公司核心产品入选“安徽省首版次软件”公示名单、“合肥市新技术新产品新模式”和“济南市‘高新优品’”；核心技术荣获全国颠覆性技术创新大赛优胜奖、第二十四届中国专利银奖、安徽省科技进步一等奖、河南省科技进步一等奖以及第十届安徽省外观设计银奖等省部级重要奖项，入选国家知识产权局首批参加“千企百城”商标品牌价值提升行动名单。

[28] 1: <https://originqc.co...> 2: <https://www.hyqu...> 3: 本源量子、华翊量子、...

法律声明

**权利归属：**头豹上关于页面内容的补充说明、描述，以及其中包含的头豹标识、版面设计、排版方式、文本、图片、图形等，相关知识产权归头豹所有，均受著作权法、商标法及其它法律保护。

**尊重原创：**头豹上发布的内容（包括但不限于页面中呈现的数据、文字、图表、图像等），著作权均归发布者所有。头豹有权但无义务对用户发布的内容进行审核，有权根据相关证据结合法律法规对侵权信息进行处理。头豹不对发布者发布内容的知识产权权属进行保证，并且尊重权利人的知识产权及其他合法权益。如果权利人认为头豹平台上发布者发布的内容侵犯自身的知识产权及其他合法权益，可依法向头豹（联系邮箱：support@leadleo.com）发出书面说明，并提供具有证明效力的证据材料。头豹在书面审核相关材料后，有权根据《中华人民共和国侵权责任法》等法律法规删除相关内容，并依法保留相关数据。

**内容使用：**未经发布方及头豹事先书面许可，任何人不得以任何方式直接或间接地复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编上述内容，或用于任何商业目的。任何第三方如需转载、引用或基于任何商业目的使用本页面上的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等），可根据页面相关的指引进行授权操作；或联系头豹取得相应授权，联系邮箱：support@leadleo.com。

**合作维权：**头豹已获得发布方的授权，如果任何第三方侵犯了发布方相关的权利，发布方或将授权头豹或其指定的代理人代表头豹自身或发布方对该第三方提出警告、投诉、发起诉讼、进行上诉，或谈判和解，或在认为必要的情况下参与共同维权。



**完整性：**以上声明和本页内容以及本平台所有内容（包括但不限于文字、图片、图表、视频、数据）构成不可分割的部分，在未详细阅读并认可本声明所有条款的前提下，请勿对本页面以及头豹所有内容做任何形式的浏览、点击、引用或下载。

# 业务合作

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告库、募投、市场地位确认、二级市场数据引用、白皮书及词条报告等产品**，以及其他以企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等。
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展。



13080197867 李先生

18129990784 陈女士

[www.leadleo.com](http://www.leadleo.com)

深圳市华润置地大厦E座4105室



# 诚邀企业 共建词条报告

- 企业IPO上市招股书
- 企业市占率材料申报
- 企业融资BP引用
- 上市公司市值管理
- 企业市场地位确认证书
- 企业品牌宣传 PR/IR

