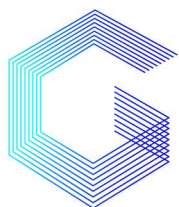


Global  
Quantum  
Information  
Policy  
Research

# 全球量子信息 政策观察

2023.07



光子盒<sup>®</sup>  
— QUANTUMCHINA —

## 序言

量子信息科学(Quantum Information Science, QIS)是未来一个重要的技术和产业领域。随着全球各国在量子信息技术领域的投入不断增加,全球竞争的格局也在逐渐形成。因此,研究全球量子政策对于了解各个国家/地区和国际组织在量子信息领域的战略布局非常重要,其中包括目标导向、投资强度、研究内容、合作伙伴等方面的情况。通过比较各国政策,可以发现异同点,为制定和推出新政策、投资等决策提供参考。

本报告旨在全面深入研究全球量子信息技术政策的发展和趋势,主要关注于2023年上半年发布或实施的量子政策。报告将总结和提炼与政策相关的内容和图表,以便读者全面了解相关信息。同时,本报告以美国作为案例进行研究,并展示其政策背后的组织框架。除了2023年上半年发布的政策,本报告还将此前发布的政策、成立的相关机构和组织的情况进行梳理,力求让读者更全面地了解全球量子政策发展态势。

本报告共有五个章节。第一章将介绍全球量子信息政策研究的背景,包括政策分类标准以及政策对于发展量子产业的重要性。第二章将从国家战略、资金投入和国际合作三个方面总结全球量子技术政策的特点。第三章将对主要国家实施量子战略相关的组织架构进行解读,包括成立的量子协调机构、国家级量子中心和实验室、量子产业联盟等,并重点分析美国量子信息的战略布局。第四章将总结美国、中国、澳大利亚、日本、欧盟等国家或组织在2023年上半年发布的量子相关政策的特点。最后,第五章将列举政策制定者需要关注的几个关键领域,包括人才培养、国际合作、标准制定、知识产权和行业规范等。

## 研究说明

### 研究期间

本报告所指 2023 年上半年，即 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 6 月 30 日，本报告重点关注这一最新期间发布的与量子信息相关政策。

- 本次研究的政策为公开发布信息，非公开政策不在研究范围。

### 研究方法

本报告综合运用以下方法进行研究：

- 文献分析：通过查阅量子相关文献、报告、政策文件等资料，了解政策实施的背景、目标、内容、效果等信息，从而深入了解政策的内涵和外延。
- 实证研究：采用定量或定性的方法，通过数据分析等手段，收集政策实施过程中的数据和实证材料，以验证政策的合理性、有效性和可行性。
- 案例分析：选取具有代表性的量子政策案例，深入分析量子政策实施的过程、影响因素、成效等情况，从而寻找规律和经验，为政策的制定和实施提供参考。
- 对比分析：将不同地区、不同时期、不同政策的实施情况进行对比分析，从中发现共性和差异，为量子政策的制定和实施提供启示和借鉴。

### 研究对象

- 政策定义：本次研究的政策为以国家政府或其相关机构、国际联盟组织或其相关机构为发布单位的，旨在促进量子信息科技基础研究和应用开发，推动量子技术产业发展和创新，提高国家在量子信息科技领域核心竞争力的政策措施。
- 政策分类：若根据政策发布主体的差异划分，可将政策分为国家/组织级最高级别量子信息科技政策、政府/组织的部门发布的有关量子信息科技的政策、州/省或以下级别量子信息科技政策、政府/组织主导的量子信息科技资助计划/项目。若根据政策目标和内容导向划分，可将政策分为国家战略类政策、资金支持类政策和国际合作类政策。需要说明的是，实际上，政策的内容可能存在一定交织，对政策进行分类的主要目的是便于读者形成较为明确的框架。

## 声明

本报告阐述的观点力求独立、客观，不构成任何广告。

本报告数据以公开信息为主，以及对公开数据的整理。

本报告版权归光子盒所有，其他任何形式的使用或传播，包括但不限于刊物、网站、公众号或个人使用本报告内容的，需要注明来源(2023年上半年 全球量子信息政策观察，光子盒，2023.07)。

使用本报告内容时，不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删减和篡改。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制或发表。如征得同意进行引用、转载、刊发的，需在允许范围内。违规使用本报告者，承担相应的法律责任。

本报告引用数据、事件及观点的目的在于收集和归纳信息，并不代表赞同其全部观点，不对其真实性负责。

本报告涉及动态数据，表达截至发稿时的情况，不代表未来情况。

本报告中的信息或所表述的观点均不构成投资建议，请谨慎参考。

# 目录

一、量子信息政策研究背景 .....	1
1.量子信息技术政策分类 .....	1
2.政策对于量子信息技术发展的重要性 .....	2
二、2023 上半年发布的主要量子政策与战略 .....	3
1.美国 .....	5
2.中国 .....	6
3.加拿大 .....	7
4.英国 .....	8
5.日本 .....	9
6.德国 .....	9
7.印度 .....	12
8.澳大利亚 .....	12
9.丹麦 .....	14
10.韩国 .....	14
11.欧盟 .....	15
三、2023 年上半年全球量子信息政策小结 .....	17
1.八国发布国家量子战略计划 .....	17
2.各国政府投入资金持续增加 .....	18
3.多国间签署双边或多边量子合作协议 .....	20
四、主要量子技术参与国或组织的举措 .....	20
1.建立量子研发机构 .....	20
2.成立量子产业联盟 .....	26
五、政策展望 .....	30
1.量子人才缺乏，实施人才培养计划 .....	30
2.加强国家间的技术合作，加速技术突破 .....	30
3.制定标准和法规，推动生态发展 .....	31
4.规划知识产权布局 .....	31
5.警惕量子科技发展可能带来的伦理问题 .....	31
附录 .....	32
来源 .....	39

## 图表目录

图表 1	量子技术主要参与国政策评价 .....	4
图表 2	美国与他在量子领域签署合作情况 .....	6
图表 3	2023 年上半年中国政府文件提及量子信息的情况 .....	7
图表 4	2023 年上半年发布量子政策的国家或组织的地理分布 .....	17
图表 5	2023 年上半年全球主要量子技术参与国家或组织的资金投入情况 .....	18
图表 6	美国国家量子倡议法案发展时间线 .....	20
图表 7	美国量子信息技术实施机构及组织架构 .....	21
图表 8	美国量子信息协调机构及职责 .....	22
图表 9	美国 DOE 及 NSF 资助的量子研究机构 .....	24
图表 10	量子技术主要参与国或组织的量子研究中心 .....	25
图表 11	美国量子经济发展联盟(QED-C)的成员类型 .....	27
图表 12	全球量子产业联盟成立情况 .....	29
图表 13	2023 年上半年发布实施的国家量子战略 .....	32
图表 14	2023 年上半年主要量子技术参与国量子政策 .....	33
图表 15	国家及组织间量子国际合作情况 .....	34

## 01 量子信息政策研究背景

### 1. 量子信息技术政策分类

通过对各国已发布的量子政策进行梳理,本报告将量子信息政策划分为国家战略类政策、资金支持类政策和国际合作类政策。这样的分类有助于明确政策的目标和内容导向,以更好地理解这些政策。

国家战略类政策是指各国针对量子信息技术领域中长期全方位发展所制定的战略规划。例如,2023年1月,加拿大政府发布了国家量子战略;3月,英国科学、创新与技术部发布的新十年国家量子战略(National Quantum Strategy);5月,日本内阁发布的量子未来产业创新战略(量子未来産業創出戦略)、澳大利亚政府发布的国家量子战略(National Quantum Strategy)和印度内阁发布的国家量子任务(National Quantum Mission)。

资金支持类政策是指各国政府部门在量子相关政策中明确提及给予资金支持的举措,包括设立专项资金、提供科研项目拨款和科技创新资金等。例如,2023年1月,加拿大联邦政府表示将向多伦多量子计算公司 Xanadu 投资 4000 美元,旨在支持该公司构建世界上第一台基于光子技术的容错量子计算机,并推向市场。

国际合作类政策是指两个或以上的国家间在量子信息领域建立合作关系,包括签署联合声明、备忘录和发展协议等。例如,2023年1月,美国和意大利签署了量子科技合作联合声明;2月,美国、欧洲、加拿大、日本签署谅解备忘录;4月,美国与荷兰、法国与荷兰、美国与韩国分别签署的关于量子信息科技合作的联合声明、创新和可持续发展协议以及量子信息科学与技术合作联合声明。

### 2. 政策对于量子信息技术发展的重要性

世界各国政府都推出了促进其发展的倡议和政策,这有助于全社会认识到量子技术的重要性。例如,在美国,2018年通过了国家量子计划法案(National Quantum Initiative Act, NQIA),这一动作反映了政府对量子技术对未来经济和技

术竞争力的重要性的认识。随后，在 NQIA 这一顶层设计下，美国为量子技术研究和产业发提供资金等多项支持。此外，英国、欧盟也是在全球范围内较早将量子信息技术确定为主要发展技术领域的国家或组织。

当前国际上量子技术和产业发展较快的国家，无一例外受到政策推行后的正向影响。因此，政策制定是量子信息科技产业发展的重要驱动力之一，制定适合本国发展的政策，有助于加快本国量子信息技术的进展，保持在新一代技术革命中处在优势地位。政策对于量子信息技术发展的重要性体现在：

一，政策能够为量子信息技术的发展提供明确的指导方向和发展目标。通过制定战略性政策，政府可以确定国家在量子信息技术领域的战略定位，明确发展重点和优先领域，促进科学研究和商业应用的有序推进。

二，政府可以通过资金支持和投资，为量子信息技术的研究和发展提供必要的资金保障。政策可以设立专项基金或提供研究经费，鼓励科研机构、企业和创新者在量子信息技术领域进行研究和开发，推动相关技术的突破和商业化。

三，量子信息技术需要高水平的科学家、工程师和技术人才。政策可以通过设立人才培养计划、奖学金和引进政策等方式，吸引和培养优秀的人才，并提供良好的研究和创新环境，推动人才的集聚和培养，满足量子信息技术发展的人力需求。

四，量子信息技术的发展涉及到安全、隐私和伦理等重要问题。政府可以制定相关法规和标准，确保量子信息技术的安全性、可靠性和合规性，保护国家和公众的利益。这有助于建立信任和推动技术的健康发展。

五，政府在制定政策时可以促进国内外的合作与协调。通过国际合作，共享资源、知识和经验，加强国际间的合作研究和技术交流，推动量子信息技术在全球范围内的发展。

## 02 2023 上半年发布的主要量子政策与战略

截至 2023 年 6 月 30 日,全球已有 30 个国家和 2 个国际组织在不同程度上认可量子信息技术,给予政策支持,包括英国、美国、法国、德国、日本、韩国、澳大利亚、中国(港澳台)、俄罗斯、印度、南非、加拿大、丹麦、瑞典、芬兰、意大利、西班牙、瑞士、荷兰、巴西、以色列、塞浦路斯、匈牙利、菲律宾、新加坡、伊朗、奥地利,以及欧盟和北约。

为深入了解主要量子技术参与国的参与情况,报告选取了十个主要的量子技术参与国进行更为细致的统计分析,收集信息截至 2023 年 6 月 30 日发布的政策,统计维度包括:是否已发布国家级量子实施计划,是否成立量子技术发展的协调部门,是否设立国家级量子科研机构,是否提供发展量子技术产业的资金支持,是否明确在量子计算领域的支持,是否明确在量子通信与安全领域的支持,是否明确在量子精密测量领域的支持,是否发布人才支持计划,是否展开国际合作等。

除了上述维度外,目前仅有美国和英国建立了政府官方的量子信息网站,因此未将此项纳入统计评价项。由于大量评价指标无法极致量化,因此该评价体系依据各国在各维度的表现评出高中低三个等级。该评价体系具有一定的时效性,基于当前数据评价,随着时间的推移,结果可能发生改变。

根据评价结果,美国发展量子信息的深度和广度都是较高的,从各方面综合布局,从基础研究、人才培养、国际合作等几个方面统筹推进,既强调基础科学和人才,同时也开展了相应的投资和布局。

图表 1 量子技术主要参与国政策评价

国家	国家 战略	研究 机构	资金 投入	量子 计算	量子 通信	量子 测量	量子 人才	国际 合作	量子 联盟
美国	●	●	●	●	●	●	●	●	●
英国	●	●	●	●	●	●	●	●	●
中国	●	●	●	●	●	●	●	●	●
加拿大	●	●	●	●	●	●	●	●	●
日本	●	●	●	●	●	●	●	●	●
德国	●	●	●	●	●	●	●	●	●
荷兰	●	●	●	●	●	●	●	●	●
法国	●	●	●	●	●	●	●	●	●
澳大利亚	●	●	●	●	●	●	●	●	●
印度	●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：以上信息来自公开数据整理，非公开信息不在统计范围内。  
不同颜色深度表示国家在该领域政策支持力度的差异，强●，中●，弱●。

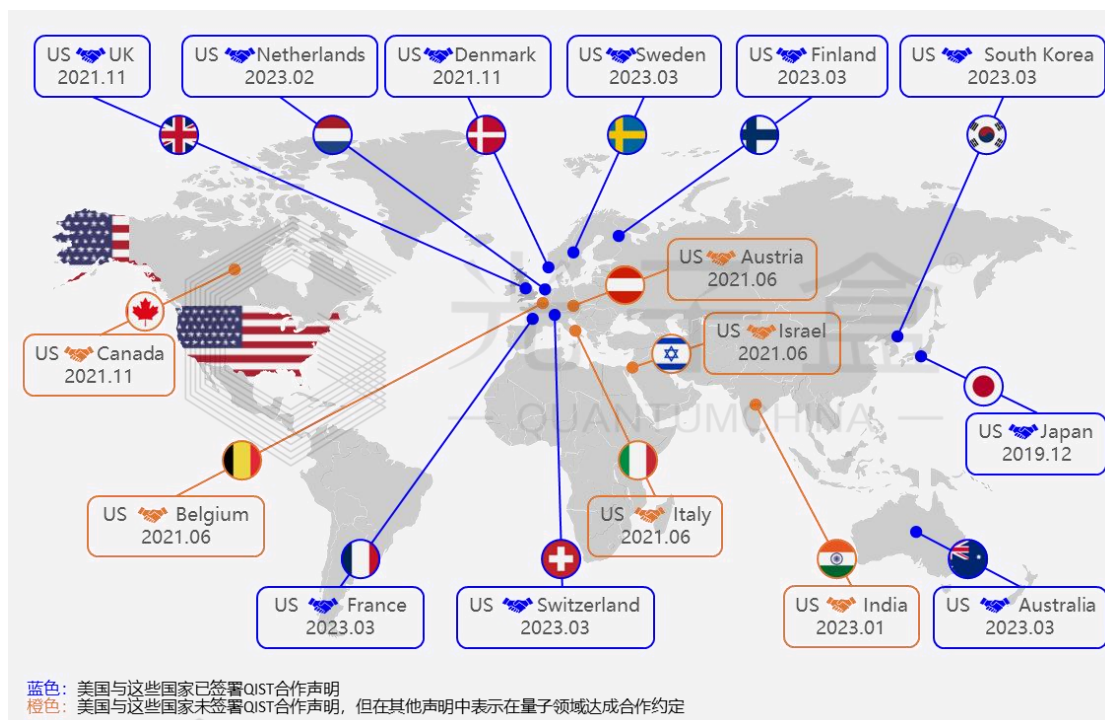
来源：公开信息，光子盒

## 1. 美国

研发支出方面，在国家量子倡议法案(NQIA)的规定下，每年美国在法案之下的资金投入情况需公开。2023年1月，美国国家科学技术委员会量子信息科学小组委员会发布《国家量子计划-2023财年总统补充预算》，这份文件相当于QIS执行情况的年度报告，公开了2019-2021年的实际支出、2022年的预计支出和2023年申报预算。QIS的预算主要分配给五个领域：量子计量与传感(QSENS)、量子计算(QCOMP)、量子网络(QNET)、推进基础科学的量子信息系统(QADV)、量子技术(QT)。数据显示，2019-2022年，美国QIS研发(R&D)支出逐年上升，而2023年申报预算少于2022年。从预算的分配领域来看，2023年在量子计量与传感、量子计算领域的预算分配较2022年有所减少。但是，NQIA机构的QIS研发预算2019-2023年始终保持增长，2023年的增长主要将资金分配给NIST，其次是NSF和DOE。

国际合作方面，截至2023年6月30日，美国已与10个国家签署了关于量子信息科技合作的联合声明。在地理分布上，这些国家在欧洲有7个(荷兰、法国、瑞士、丹麦、瑞典、芬兰、英国)，在澳洲有1个(澳大利亚)，在亚洲有2个(日本、韩国)。其中，荷兰和韩国是在2023年上半年与美国签署QIST合作的联合声明。根据美国目前已形成的国际合作布局特点，预测美国可能在国际合作的国家选择方面遵从如下逻辑：在亚洲地区，美国可能会和印度签署QIST合作的联合声明，尽管已公布美印双方在量子技术领域展开合作(例如，2023年1月，“美印关键和新兴技术倡议”(iCET)的会后声明称，将要推动两国包括量子技术在内的前沿和重要科技领域的合作)，但尚未就量子这一单一领域签署文件。在欧洲地区，目前与美国签署合作声明的十个国家中，有3个是北约成员(英国、法国、荷兰)，因此推断美国或与德国、加拿大、西班牙这三个已发展量子技术的北约成员国签署量子合作声明。

图表 2 美国与他国在量子领域签署合作情况



来源：公开信息，光子盒

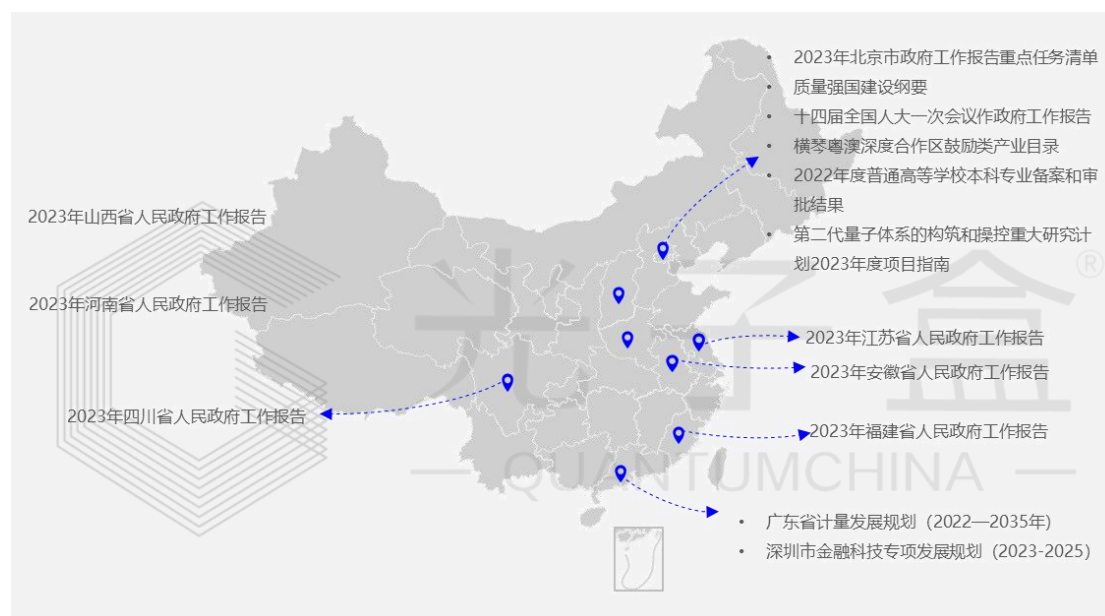
## 2. 中国

近 20 年，中国通过大量科技项目给予量子信息发展的机会，尤其近 10 年，在政策方面也做出更多明确的支持。从 2016 年、2018 年和 2021 年的两会政府工作报告均提及量子信息科技，肯定其发展成果。“十三五”起，国务院 2016 年发布《“十三五”国家科技创新规划》，将“量子通信与量子计算机”列入“科技创新 2030-重大项目”；“十四五”开局之年，无论是作为顶层设计的《“十四五”规划》，还是进一步细化的《“十四五”数字经济发展规划》，均提到量子信息，推进这一具备战略性、前瞻性的高新技术。

中国在 2023 年上半年仍然有很多支持量子发展的政策发布。1 月，北京、安徽、江苏、福建、四川、河南、山西等多省发布政府工作报告，强调发展量子信息/量子科技。2 月，中央经济工作会议上再一次强调要加快量子计算等前沿技术研发和应用推广；中共中央、国务院印发《质量强国建设纲要》，强调实施质量基础设施能力提升行动，突破量子化计量及扁平化量值传递关键技术。2 月，广东省人民政府发布《广东省计量发展规划(2022—2035 年)》，提出到 2035 年

的远景目标，即建成以量子计量为核心、科技水平一流、符合时代发展需求和国际化发展潮流的广东现代先进测量体系，对经济社会发展的贡献水平显著提升。4月，国家发展改革委印发《横琴粤澳深度合作区鼓励类产业目录》，此次修订印发的《产业目录》，将量子这一新兴科学技术研发与应用纳入鼓励类产业，并且在科技研发与高端制造产业类别中，两次提及量子：量子、类脑等新机理计算机系统开发(第11项)；光传输技术、小型接入设备技术、无线接入技术、移动通信技术、量子通信技术、光通信技术开发(第38项)。

图表 3 2023 年上半年中国政府文件提及量子信息的情况



来源：公开信息，光子盒

### 3. 加拿大

2023年1月，加拿大创新、科学和工业部部长弗朗索瓦-菲利普·香槟(François-Philippe Champagne)宣布启动加拿大国家量子战略，该战略将致力实现加拿大量子技术的未来愿景，并帮助创造数千个就业机会。在2021年预算中承诺的3.6亿加元资金的支持下，该战略将扩大加拿大在量子研究方面的现有全球领导地位，并发展加拿大的量子技术、企业和人才。

加拿大国家量子战略由关键量子技术领域的三个任务驱动：一是计算硬件和软件，使加拿大在持续开发、部署和使用这些技术方面成为世界领先者；二是通

信，为加拿大配备国家安全量子通信网络和后量子密码能力；三是传感器，支持加拿大开发人员和新量子传感技术的早期采用者。

这些任务将通过对三个支柱的投资来推进：一是研究，1.41 亿加元用于支持基础和应用研究，以实现新的解决方案和新的创新；二是人才，4500 万加元用于在加拿大发展和留住量子专业知识和人才，并吸引来自加拿大和世界各地的专家，以建设量子领域；三是商业化，1.69 亿加元用于将研究转化为可扩展的商业产品和服务。

#### 4. 英国

2023 年 3 月，英国政府发布了《科学和技术框架》，《框架》是新成立的科学、创新和技术部的首要工作，目标是到 2030 年巩固英国作为“科学技术超级大国”的地位，为实现这一目标，英国政府将投资 3.7 亿英镑(约 4.45 亿美元)推进创新。基于这一计划，将由新资金和已有资金启动第一批项目，投资额约 5 亿英镑，其中 2.5 亿英镑用于投资人工智能、量子和生物技术。

2023 年 3 月，致力于推动英国科技创新、促进科技成果转化的科学、创新与技术部(DSIT)发布了《国家量子战略》，《战略》回顾了过去十年，英国在量子科技领域的优势地位，描述了未来十年英国成为领先的量子经济体的远景及行动计划，并阐述了量子技术对英国国家的重要性。其中，英国对于本国量子技术未来的十年愿景为：到 2033 年，英国将成为世界先进的量子经济体，创造繁荣的量子行业，确保量子技术成为英国数字基础设施和先进制造业不可或缺的一部分，推动建立强大而有弹性的经济和社会；未来的十年目标是为了实现未来十年愿景，英国承诺从 2024 年开始，近 10 年里投入 25 亿英镑开发量子技术，并将引入 10 亿英镑私人资本，以实现设定的四个目标，分别为：发展知识和技能，确保英国拥有世界领先的量子科学和工程；支持量子业务发展，使英国成为量子企业首选地和全球供应链不可分割的一部分，以及投资者和全球人才首选地点；推动使用量子技术，以支撑经济、社会和英国国家安全；引领量子监管并保护该行业发展。

## 5. 日本

日本致力于加强量子研发部署，推动量子技术应用。2020年，日本制定了“量子技术创新战略”。2022年，日本制定了新战略“量子未来社会愿景”草案，提出将在本年度内建成首台可进行超高速计算的量子计算机，并打造四个量子技术研究基地，完善量子计算机使用环境，力争在医疗新材料研发和金融等多个领域应用。2023年4月，日本政府发布《量子未来产业创新战略》，内容涉及量子技术的实用化与产业化方针以及实施计划。该战略除了强化在日本产业技术综合研究所、日本理化学研究所、量子科学技术研究开发机构(QST)设置的据点，加强对新入企业的支持之外，还将东海国立大学机构定位为新的量子前沿产业创建基地，旨在通过化学、材料等学科与量子科学的融合，创造出新的量子产业。目标到2030年，国产量子技术实现拥有1000万量子技术用户，并将投资50万亿日元用于创建开辟新领域的量子独角兽公司。

## 6. 德国

2023年4月，德国联邦政府通过了由联邦教研部(BMBWF)提出的《量子技术行动计划》，目的是使德国成为量子技术的世界领导者，并确保对这一重要未来技术的主权使用。该行动计划是联邦政府2023~2026年量子技术活动的新战略框架，制定了3个优先事项：将量子技术投入应用、有针对性地推动技术开发、为强大的生态系统创造良好条件。联邦政府将与科学组织一起，为此目的提供约30亿欧元(约合227.46亿元人民币)。

### (一)3个优先事项

#### (1)使量子技术可用于经济、社会和政府机构

经济创新。量子传感器和量子通信领域，联邦政府将通过量子传感技术灯塔项目将第一批应用推向市场，例如在原材料勘探、建筑地基勘察和高精度惯性定位和导航系统的使用；通过有针对性的支持，构建网络化的量子通信产业，从材料、组件到模块和网络，再到网络安全和软件，并将第一批来自德国的可应用的

量子通信组件推向市场；到 2026 年，至少在 5 个不同的行业实现产品应用；通过量子计量学为量子技术领域的质量保证创造条件。量子计算领域，联邦政府将通过开放开发的方式开发量子计算在商业和社会的实际应用；支持全栈式量子计算开发，特别是算法、应用软件和用户的早期参与；到 2032 年，通过企业的具体应用实现量子优势。

社会挑战。通过量子传感技术灯塔项目，为医学诊断和成像创造新的可能性；支持欧洲地球观测任务的准备工作，基于量子重力测量/梯度测量监测气候变化，并为此推动下一代基于卫星的重力场量子传感器的开发(达到 TRL 5)；将用于卫星导航系统的光学钟和惯性传感的量子陀螺仪的开发推向应用成熟。

安全和主权。联邦政府将通过后量子密码学和互补量子通信，确保商业和公共行政部门、安全机构和联邦国防军的数据安全。为此，将推动德国向后量子密码学迁移；促进抗量子密码系统的开发，并通过标准确保其质量；促进量子密钥分发作为后量子密码学和量子通信的补充技术；调查量子技术在联邦和政府网络中的使用情况，重点考察对通信安全的影响；促进长距离量子通信链路(>200 公里)的量子中继器的研发；促进量子通信在实际应用中的安全性研究，分析潜在的攻击和有效的应对措施；促进基于量子力学原理的安全技术研究，如基于量子效应的安全令牌；加快对量子通信和量子传感技术的认证，使其在工业和公共机构中得到可靠的使用；为量子通信提供第一个必要的基础设施。

## (2)有针对性地推动技术开发，着眼于未来的应用

突破技术界限。通过定向资助，确保并扩大德国在基础技术方面的强势地位；开发用于传感器、导航和通信的太空光子和光电关键部件，并将其推向市场，例如微集成激光器、量子源、探测器、调制器或频率梳；推动量子计算硬件的发展，到 2026 年开发一台与国际发展比肩的量子计算机，并至少有 100 个可单独控制的量子比特，中期可扩展到 500 个量子比特。此外，还将开发适合应用领域的高性能专用硬件。

制定标准。支持量子技术领域的标准化活动，并加强德国和欧洲在标准化委员会的参与；建立高质量量子技术基础设施。

### (3)为强大的生态系统创造良好条件

加强生态系统。资助建立工业和科学联盟，在基础研究人员、开发人员和用户之间建立密切联系；利用研究订单刺激生态系统，例如，通过研究合同为德国航空航天中心和高斯超级计算中心采购量子计算机；提供研讨会和交流论坛，加强技术研发的交流和协同。

加强创业文化和创新型企业。资助量子技术领域的大学和科研机构成立衍生企业；专项支持中小型企业；为年轻公司、初创企业和中小型企业提供获得大学和科研机构量子技术专业知识和基础设施的便利；在公共风险资本和私人投资者之间建立联系。

激发兴趣，吸引专业人才。展示不同职业发展路径的机会和可能性；分析德国量子技术开发者和使用者的需求以及人才培养领域的相关能力，以评估必要措施的范围；促进物理学以外的学科，特别是计算机科学和工程等相关领域对量子技术的利用；支持具有实践经验的量子专业人员的教育和培训。

识别机会并关注影响。通过专家委员会、协会与科学界和工业界专家及社会主体不断进行交流，同时建立一个系统、持续的生态系统监测，在早期阶段关注量子技术的新发展和后果，及时应对可能出现的不良事态。

## (二)预期里程碑

行动计划的成功是通过里程碑来衡量的，在 2026 年行动计划结束时，德国将实现以下里程碑，具体取决于技术领域：

量子计算。提供具有国际竞争力的量子计算机，至少具有 100 个可单独控制的量子比特，可扩展到 500 个量子比特；开发适用于量子计算应用领域的高性能专用硬件；德国量子计算创业生态系统的技术经济发展跻身欧盟前三，并至少达到美国或日本等重要非欧洲工业化国家的水平；至少有 60 个量子计算的终端用户活跃在德国。

量子传感器。市场上有 5 款量子传感器技术的新产品；满足下一代伽利略时钟要求的光学时钟。

量子通信和后量子密码学。在选定的政府机构地点之间建立第一个防窃听，

即量子加密通信测试路线；在量子通信领域成立更多的初创企业/公司；实现用于量子通信和时间、频率分配的全国光纤骨干网；演示第一个量子中继器测试轨道；发射第一批量子密钥分配的测试卫星；制定向后量子密码学迁移的战略；继续为高安全领域向后量子密码学的迁移；在其他安全关键领域启动向后量子密码学的迁移；将后量子密码学方法集成到实际的 IT 安全解决方案中。

标准化。建立量子技术的质量基础设施，对量子技术组件和比较基准进行客观、独立的表征、认定和标准化。

## 7. 印度

2023 年 4 月，印度内阁宣布在 2023 年-2030 年期间投资超 600 亿卢比，用于支持“国家量子任务(National Quantum Mission, NQM)”。该任务旨在促进量子科技研究和工业应用开发，使印度成为量子技术的全球领导者，同时支持数字印度、印度制造、技能印度和可持续发展目标等国家优先事项。

NQM 的建设目标有：

(1)未来 8 年内开发具有 50-1000 个量子比特的中规模量子计算机。

(2)拟在建立卫星与印度境内地面站的安全量子通信，并与其他国家进行远距离安全量子通信；实现超过 2000 公里的城际量子密钥分发，同时也部署了具有量子存储的多节点量子网络。

(3)开发高灵敏度磁力计和用于精确计时、通信和导航的原子钟。

(4)支持量子材料的设计和合成，例如超导体、新型半导体结构和用于制造量子器件的拓扑材料。

(5)为量子通信、传感和计量应用开发单光子源/探测器和纠缠光子源。

为促进量子科技研发，NQM 将在学术界和国家研发机构建立四个主题中心，专注于量子计算、量子通信、量子传感与计量以及量子材料与器件。这些中心将通过基础和应用研究产生新知识和新技术，同时促进它们所承担任务领域的研究和开发。

## 8. 澳大利亚

2023年5月，澳大利亚政府发布了该国第一个国家量子战略，为澳大利亚制定了利用量子机遇的长期愿景。该战略确定了五个优先领域：投资研发和商业化、保护基础设施和材料、培养熟练劳动力、支持国家利益以及促进可信、合乎道德、包容的生态系统。

(1)支持量子技术的研发和商业应用的具体行动包括：通过新的项目激励量子传感、量子通信和量子计算方面的应用；推动生态系统增长，加强与国际国内战略合作伙伴的联系，支持产学研联合开展量子研究成果应用转化；通过总投入为150亿美元的国家重建基金资助包括量子技术在内的技术研发和企业发展，其中至少10亿美元投入到关键技术研发。

(2)发展必要的量子基础设施和材料的具体行动包括：对从事量子研究的相关基础设施进行国家审计，确定的专门投资领域；监测澳大利亚量子产业链发展的挑战和机遇，并着手解决这些问题。

(3)培养专业的、不断增长的量子人才的具体行动包括：提供国家量子合作倡议和量子技术人才博士奖学金，为全国范围内的学术合作奠定基础；发布量子劳动力报告，确定澳大利亚量子行业和相关行业的劳动力和教育需求；与教育机构合作，将量子科学整合到大学和职业教育培训中的STEM项目；探索吸引全球量子人才的措施，包括有针对性地吸引技术移民，开展人才项目，促进澳大利亚成为量子 and 邻近行业的专业人才聚集地。

(4)建立符合国家利益的国际标准和框架的具体行动包括：支持跨政府合作，确保监管措施和框架符合需求；基于现有的和潜在的伙伴关系，加强量子技术领域的合作机会；通过科学研究、科学外交和提供基础设施渠道等，探索发展澳大利亚量子领导地位的机会。

(5)构建可靠的、包容的量子生态系统的具体行动包括：与工业界、学术界、各地区合作，制定原则，鼓励以可靠的和包容性的态度发展和使用量子技术；持续与业界合作，促进国际量子标准开发，确保澳大利亚在国际量子标准制定机构中的领先代表地位。

## 9. 丹麦

2023年6月，丹麦政府公布将实施国内首个量子技术子战略，计划在量子研究和创新方面投入10亿克朗，用于推动丹麦的量子研究发展，为量子技术的开发和应用建立框架，以保持其全球领先地位，并促进将研究成果转化为应对全球挑战的实用量子解决方案。

该战略包括了对研究和创新的长期投资、建立量子技术国家论坛、加强创新、国际合作以及获取数字研究基础设施和量子计算机的访问权限的倡议。目标是在量子技术的研究和创新方面达到世界级水平。关于建立量子技术国家论坛的内容摘要：政府希望，尤其是在量子领域的长期和战略性研究和创新投资，能得到核心参与者和利益相关者的广泛合作，以推动全国范围内的广泛接触。因此，政府将成立量子技术国家论坛，汇集来自研究机构、公共和私人基金、初创公司和企业等的核心参与者。论坛将使核心参与者有机会讨论研究和创新的优先事项、挑战和需求，以及协调努力。论坛应提供咨询，并定期评估策略的实施情况，并讨论跨领域的主题，例如如何进一步加强生态系统的框架条件、商业化研究和人才工作。论坛可以讨论并提出未来工作的建议。

论坛的成立也是为了解决一个基本的挑战，即丹麦公司通常对量子技术的潜力和可能的价值创造不够了解。这是一个需要通过实施战略量子计划，重点关注应用研究、基于知识的创新和支持测试和演示项目来解决的问题。此外，还需要在策略的第二部分中解决这个问题，例如通过开发用例来展示量子技术的具体应用可能性。

## 10. 韩国

2023年6月，韩国科学技术信息通信部召开量子科技战略报告会，会上宣布2023年为韩国量子科技元年，发布韩国量子科技发展战略。目标到2035年，将至少投入3万亿韩元(23亿美元)用于量子技术的研究和应用，目标是助力韩国成为量子科技领域的第四大强国。此项资金投入是2019-2023年间韩国量子技术

支持资金的 10 倍多。

该项资金将分两阶段投入，韩国政府将在 2035 年前投入 2.4 万亿韩元，私营部门将在 2027 年前投入 6000 亿韩元，2027 年后，私营部门的投入将根据量子技术进展和商业条件进行调整。韩国的具体目标是：

(1) 韩国将自主研发量子计算机、量子城域网和量子传感器等相关产品和服务，力争到 2035 年将量子技术水平提高到美国等领先国家的 85%。

(2) 计划在 2023 年内将拥有博士学位的量子研究人员从 384 人增加到 2500 人，将学士和硕士从业人员从 1000 人增加到 10000 人，另外每年派遣 500 名本土专家赴海外学习交流。

(3) 在量子基础设施方面，计划在 2027 年前建立一个专门供研究人员使用的量子工厂，在 2031 年前建设公共量子工厂，2035 年前建设私人量子工厂。

(4) 到 2035 年将韩国量子技术国际排名从目前的第 10 位提高到第 4 位，市场份额率从 1.8% 提高到 10%。此外，将供应或使用量子技术的本地公司从 80 家增加到 1200 家。

(5) 韩国政府将分阶段实现具有 1000 个以上量子比特的量子计算机、全国通信网络以及量子传感器的商业化。

目前，韩国各大公司也正在其业务中加大力度开发和使用量子技术。同时，韩国政府也在加强与产业和研究机构间的合作，韩国科学技术信息通信部与 IBM 和量子计算公司 IonQ Inc. 签署了一份关于培养量子专家的谅解备忘录，确保本地博士生和产业工人能够接受全球量子公司的培训。

## 11. 欧盟

欧盟作为世界上最有成效的、最大区域性国际的组织，在量子科技领域已经达成共识，致力于将产学研联合起来，推进量子技术发展，体现出较强的大局意识和组织协调能力。2023 年 1 月，欧盟委员会发布关于量子技术旗舰计划 (Quantum Technologies Flagship) 最初三年阶段的报告《Quantum Tech Flagship Ramp-up Phase Report》。报告回顾了旗舰计划的量子研究项目实施

---

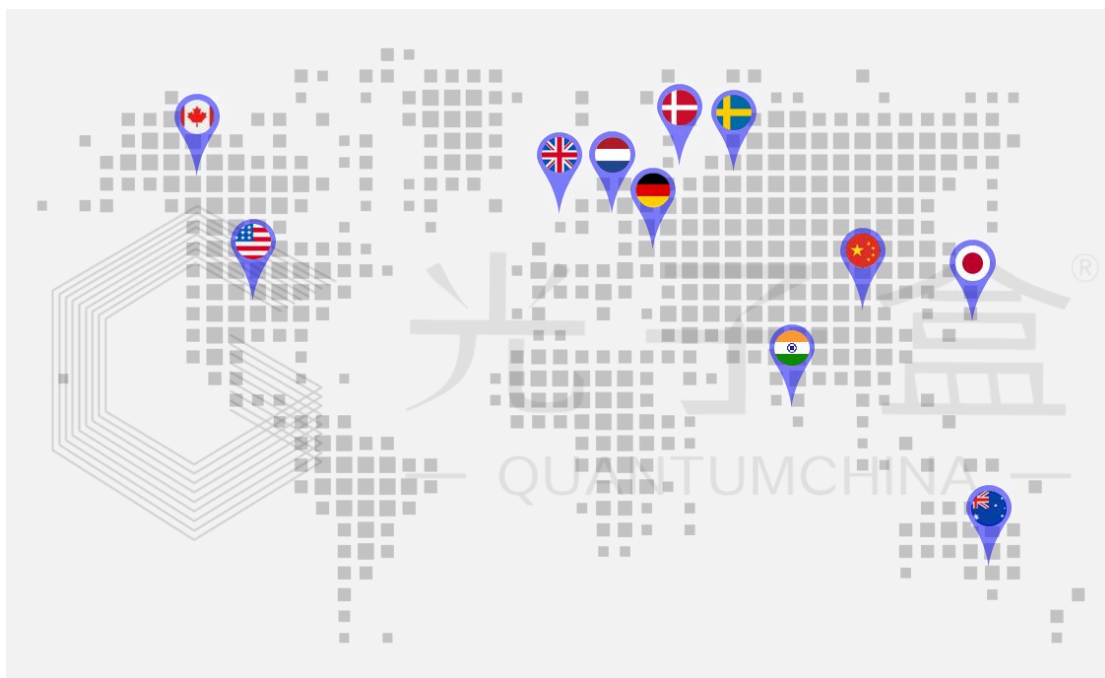
的具体成就和主要经验教训。欧洲量子技术旗舰计划于 2018 年推出。旗舰计划的启动阶段内(2018-2022 年), 旗舰计划支持了量子通信、量子计算、量子模拟、量子传感和测量以及基础量子科学的 24 个项目。在资助旗舰项目和 QuantERA(支持 31 个欧洲国家的量子研究)方面, 欧盟自 2016 年以来为欧洲量子研究提供了超过 1.75 亿欧元的资金; 科研方面, 所有参与量子技术旗舰计划的 1654 名科学家和 236 个组织通过合作, 发表了 1313 篇科学论文(包括 223 篇在审论文); 量子技术的商业应用方面, 成立了 25 家初创公司, 申请了 105 项专利, 其中 64 项已经获得授权。



## 03 2023 全球量子信息政策概述

根据光子盒数据库信息，2023 年上半年，共有 11 个国家(美国、加拿大、英国、德国、丹麦、瑞典、荷兰、中国、印度、日本、澳大利亚)和欧盟共发布了 40 项量子相关政策，这包括 20 个国家战略政策、16 个资助计划和 4 个国家间合作政策。量子政策发布反映出全球主要经济体对量子信息科技的重视与支持。

图表 4 2023 年上半年发布量子政策的国家或组织的地理分布



来源：公开信息，光子盒

本报告从国家战略、资金支持和国际合作三方面对 2023 年上半年全球量子信息政策进行总结和分析。

### 1. 八国发布国家量子战略计划

2023 年上半年，共八个国家发布或启动了本国的国家量子战略，包括加拿大政府启动国家量子战略；英国政府发布了《科学和技术框架》；日本内阁发布量子未来产业创新战略；德国发布量子技术行动计划；印度投入 600 亿卢比支持《国家量子任务》；澳大利亚发布《国家量子战略》；丹麦政府公布将实施国内

首个量子技术子战略；韩国科学技术信息通信部发布量子科技发展战略。

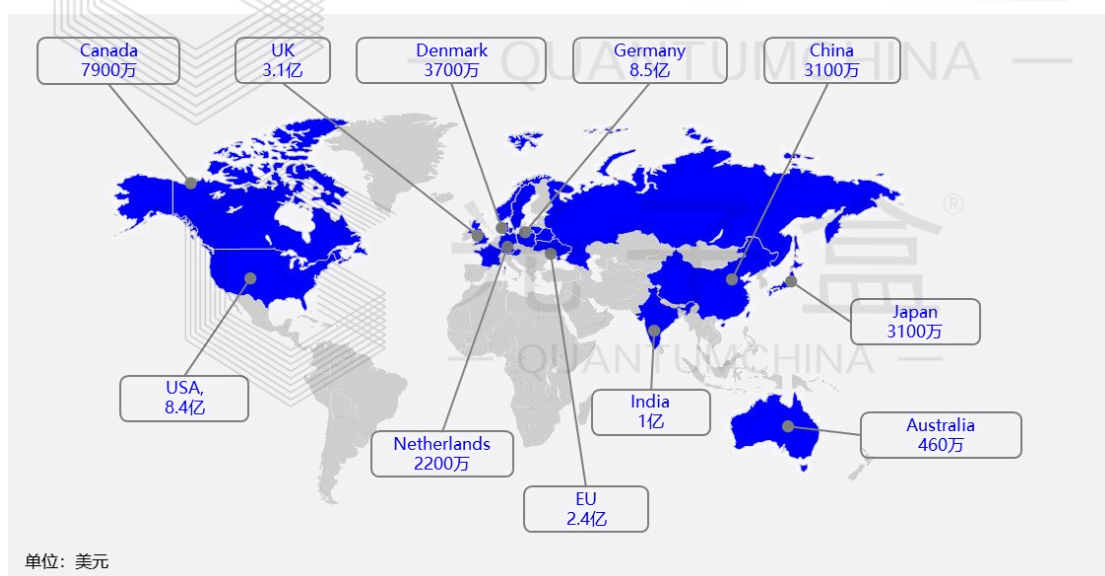
## 2. 各国政府投入资金持续增加

量子信息科学作为前沿领域，其前期发展资金大多来自国家政府。各国为实现在量子信息领域的领先地位或保持不败之势，不断对这一领域投入资金。

根据公开收集信息统计，2023年1月至6月，全球诸国中，美国投入的资金规模位列第一，国家级量子政策、政府部门发布的量子政策、政府资助的量子项目以及国家间合作类政策等共计涉及的资金额约25亿美元。

需要说明的是，各国根据不同情况的考虑，一些资金投入的具体金额并非全数公开，例如，中国的政策文件中少有具体资金规模的披露，因此，各国实际投入的资金数额未知，统计数据仅供参考。由于一些国家对量子的投资不止针对2023年，而是计划在数年内将资金投入该领域，这种情况按平均每年的投资额进行统计。一些国家强调将资金投入多个领域，量子信息只作为其中的一个领域，这种情况的资金额按照平均每个领域获得的资金量统计。

图表 5 2023 年上半年全球主要量子技术参与国家或组织的资金投入情况



来源：公开信息，光子盒

## 3. 多国间签署双边或多边量子合作协议

量子技术作为一项革新技术，单凭一国之力难以快速发展。国际社会在量子

技术发展方然而，技术角逐日趋激烈，一些国家通过区域内或跨区域合作，希望早日共同突破技术难关，共建共享产业发展带来的红利。

2023年1月，美国和意大利发布量子科技合作联合声明。2月，日本的量子革命战略产业联盟(Q-STAR)、美国的量子经济发展联盟(QED-C)、欧洲的量子产业联盟(QuIC)和加拿大量子产业联盟(QIC)共同签署了一份谅解备忘录(MoU)，四大量子产业联盟联合成立量子技术国际协会(International Council of Quantum Industry Associations)，旨在加强参与财团之间在量子技术发展目标和应用方法方面的沟通和协作。4月，美国与荷兰发布量子信息科技合作的联合声明。同月，法国和荷兰签署创新和可持续发展协议，两国希望围绕以量子技术为代表的具体项目开展对话并加强公私合作。

2023年4月，法国与荷兰签署创新和可持续发展协议，希望围绕数字和可持续双转型以及欧盟战略自主的关键经济领域，围绕具体项目开展结构性对话并加强公私合作。其中包括：关键使能技术(半导体、量子技术、光子学)、可持续工业(工业过程脱碳、可再生能源和低碳能源，包括核能和氢能、关键和生物基原材料、循环经济、脱碳储能)、农业和农业食品，以及可持续流动性。

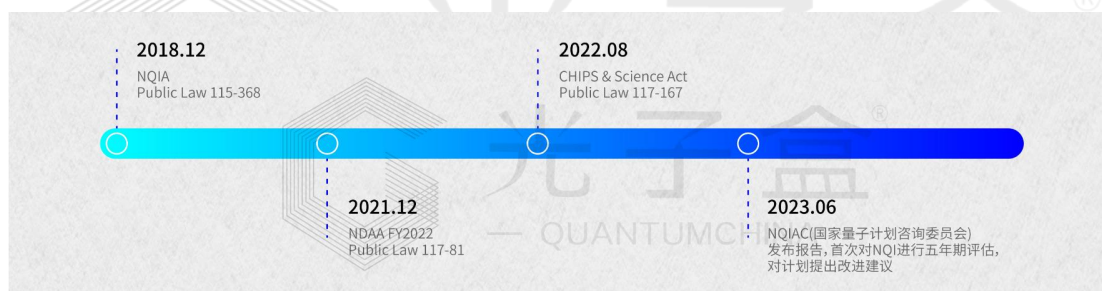
## 04 全球各主要国家或组织支持量子信息的举措

### 1. 建立量子研发机构

为加强多部门协同合作，整合资源力量，统筹推进各项量子信息战略规划及相关政策落地，美国、英国、日本、加拿大、澳大利亚等世界各国和经济体纷纷建立专门的量子信息机构或中心。

在众多国家中，美国在量子信息科学(QIS)计划实施方面的组织架构最为全面。2018年12月，美国国家量子倡议法案(NQIA)生效成为公法(Public Law 115-368)，2021年和2022分别通过国防授权法案(NDAA)和芯片与科学法案(CHIPS & Science Act)进行QIS相关内容修订。

图表 6 美国国家量子倡议法案发展时间线



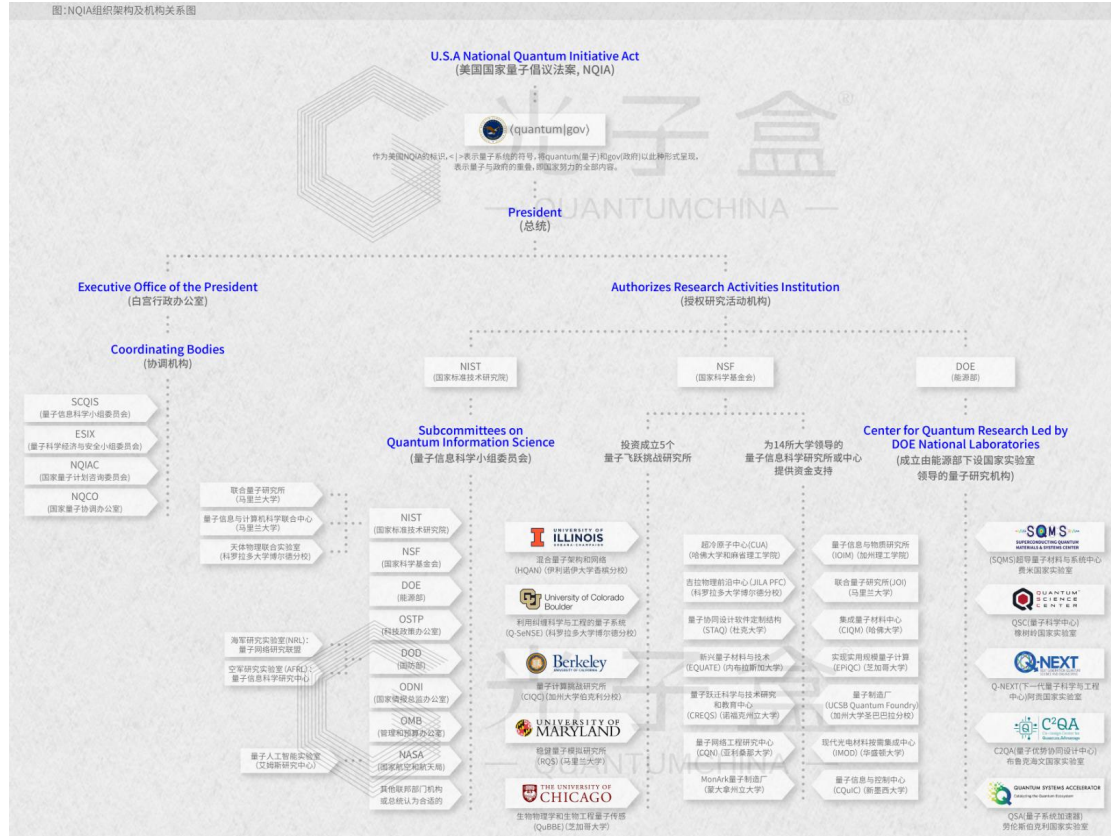
来源：公开信息，光子盒

在法案的内容要求下，美国形成了以总统领导的联邦机构，包括国家科技政策办公室(OSTP)、国家科学技术委员会(NSTC)领导的协调顶层生态。其中，OSTP下设国家量子协调办公室(NQCO)和国家量子科学咨询委员会(NQIAC)，NSTC下设量子信息科学小组委员会(SCQIS)和量子科学经济与安全影响小组委员会(ESIX)。

美国为NQIA的推行，设立了官方网站，制作了别具用心的logo，在NQIA规定下，授权NIST、NSF和DOE作为研究机构的领导者(主要的资金分配方)。美国这一组织架构，调动相关联邦机构、国家实验室、顶尖大学等，共同实施国

家量子计划。

图表 7 美国量子信息技术实施机构及组织架构



来源：公开信息，光子盒

图表 8 美国量子信息协调机构及职责

机构名称	主要职责
国家量子协调办公室 (NQCO)	协调国家量子科学和技术发展战略，提出量子科学和技术发展规划；组织制定和实施量子科学和技术相关政策；推动量子科学和技术领域的国际交流与合作；协调国家量子科学和技术研究项目的实施；推进量子科学和技术的产业化和应用落地；组织开展人才培养、科普宣传等工作，促进量子科学和技术人才队伍建设。
国家量子科学咨询委员会(NQIAC)	向美国政府提供关于量子科学和技术的咨询和建议，推动美国在该领域的研究和发展。
量子科学经济与安全风险小组委员会(ESIX)	对美国国家安全和经济的重要性越来越突出的量子科学技术发展进行监测和评估，以及制定国家安全和经济政策。
量子信息科学小组委员会(SCQIS)	协调各个部门和机构在科学、计算、量子信息和通信领域的研究和发展，推动美国在这些领域的国际竞争力和技术创新能力。

来源：公开信息，光子盒

2018年12月，美国《量子倡议法案》生效，试图通过引导和投资打造一个包含政府部门、学术界和产业界的量子信息科技生态体系。根据《国家量子法案》，国家标准技术研究院、国家科学基金会、能源部、国防部、国家航空航天局等均有各自的任务。

量子科学发展需要跨部门多学科的密切合作，发挥资源整合和学科互补优势，促进数学、物理、信息等领域专家共同解决量子科学及其工程问题，推动量子研究和产业化发展。为此，2020年1月，DOE发布针对量子信息科学方向的项目资助计划《国家量子信息科学研究中心》，并计划在2020至2025年期间投入6.25亿美元成立5个量子信息科学研究中心。旨在扶持和加速美国国内对量子相关领域的研究，并维持美国在相关领域的全球领导者地位。

量子信息科学小组委员会(Quantum Information Science Subcommittee)由多个单位的代表组成，包括NIST、NSF、DOE、DOD、NASA等，以及总统认为适合的人选。以下将介绍NSF、NIST、DOD和NASA为推进量子战略的具体措施。

NSF 于 2019 年启动量子飞跃挑战研究所(Quantum Leap Challenge Institutes, QLCI)计划, 该计划支持两种类型的资助: 一是为期 12 个月的概念化补助金(CG), 资助金额为 10 万至 15 万美元。二是为期 5 年的挑战研究所(CI)奖励, 资助金额高达 500 万美元/年, 为期 5 年。NSF 牵头建立 5 个跨学科的 CI, 涵盖传感、网络、计算、模拟器、生物物理学和工程 5 个主题的研究, 主要解决三方面的挑战: 能显示量子优势的超精确传感和测量、适用于量子信息科学的工程原则、应用于量子传感的国家基础设施。

NIST 除了发起成立量子经济发展联盟(QED-C)之外, 还与部分顶尖大学合作开展量子信息科学研究。例如, 国家标准技术研究院、马里兰大学物理系与和国家安全局物理实验室(LPS)联合成立联合量子研究所(Joint Quantum Institute, JQI); 2014 年, 国家标准技术研究院与马里兰大学联合成立量子信息与计算机科学联合中心(Joint Center for Quantum Information and Computer Science, QuICS)。

DOD 与 NASA 方面, 2021 年 8 月, 空军研究实验室(AFRL)在官网是上发布新闻, AFRL 已被指定为美国空军和美国太空部队的量子信息科学研究中心。2022 年 6 月, 美国海军研究实验室(NRL)宣布于 2022 年 5 月与其他五个美国政府机构合作, 成立华盛顿城域量子网络研究联盟(DC-QNet), 创建、演示和运行一个量子网络区域试验台。2013 年, Google 联合 NASA, 成立量子人工智能实验室(Quantum Artificial Intelligence Lab, QuAIL), 与 D-Wave 合作开展量子退火模拟专用机研究。

图表 9 美国 DOE 及 NSF 资助的量子研究机构



来源：公开信息，光子盒

为了快速发展量子信息技术,多个国家为此专门成立了国家量子研究中心或实验室(例如中国),或者成立了有组织架构的多个实验室联合实施的国家量子研究中心(例如美国),或者制定现有具备相关基础的研究院所为国家量子研究中心(例如韩国)。

图表 10 量子技术主要参与国或组织的量子研究中心

国家	成立年份	机构名称	简介	依托机构
美国	2021	国家量子信息科学研究中心 (NQI Science Research Center)	由 5 个国家实验室领导的 5 个量子实验室组成，包括：下一代量子科学与工程(Q-NEXT)、量子优势联合设计中心(C2QA)、超导量子材料和系统中心(SQMS)、量子系统加速器(QSA)、量子科学中心(QSC)。	能源部 (DOE)
澳大利亚	2011	量子计算和通信技术卓越中心(CQC <sup>2</sup> T)	提供世界领先的量子研究，以开发量子计算、安全量子通信和分布式量子信息处理。开发基于硅、光学和网络平台方面全尺寸量子系统。	澳大利亚研究委员会
加拿大	2002	量子计算研究所(IQC)	最大优势在于能将学术研究的卓越性与将这项技术商业化的创业动力结合起来	滑铁卢大学
俄罗斯	2010	俄罗斯量子中心(RQC)	目标是在量子世界中做出发现，并以此为基础创造新技术；吸引全世界最优秀的人才，培养高素质专家；成为国家新型研究机构的雏形；为俄罗斯科学的崛起和俄罗斯科学界与国际科学界的融合做出贡献。	俄罗斯原子能集团下属企业、斯科尔科沃基金会等
英国	2020	国家量子计算中心(NQTP)	旨在联合国内产学研各方力量，快速推动量子计算科学的创新和应用，以促进英国量子计算产业的增长，从而推动就业和创新	英国研究与创新中心 (UKRI)
日本	2021	理研所量子计算研究中心 (RQC)	目标是开发一台量子计算机，开辟量子信息科学新领域的前沿；光量子计算机的开发，以及利用半导体中的电子自旋和真空中的原子等各种物理系统的方法的硬件研究。	日本理化研究所 (RIKEN)
日本	2001	量子 ICT 协作中心 (QICT-CC)	旨在营造从量子 ICT 基础研究到技术示范、开放式创新、人才培养等各个环节，人人都能参与其中的环境。	日本信息通信研究机构 (NICT)
以色列	2022	国家量子计算中心 (Quantum Computing R&D Centre)	该中心将通过提供全栈量子计算机服务，为工业界和学术界的以色列量子计算社区提供服务，以运行直接计算，并提供未来的云可访问性选项。	创新局 (Israel Innovation)

新加坡	2007	量子技术中心 (CQT)	旨在促进新加坡大学的卓越研究,使世界一流的研究人员主导的研究符合国家长期战略利益	新加坡国立大学
中国	2017	量子信息科学国家实验室	为国家重点支持的重大前沿科技项目,已列入2017年安徽省重点项目投资计划,建成后将以国家信息安全保障、计算能力提高等重大需求为导向,着力突破推动以量子信息为主导的第二次量子革命的前沿科学问题和核心关键技术,培育形成量子通信等战略性新兴产业,抢占量子科技国际竞争和未来发展的制高点。	中科院量子信息与量子科技创新研究院 (Quantum CAS)等
俄罗斯	2022	国家量子实验室(NQL)	该项目由俄罗斯国家原子能公司主持,联合量子计算机领域的重点大学、研究中心、技术公司、金融组织、初创企业等共同完成	俄罗斯国家原子能公司 (Rosatom)
韩国	2023	韩国标准科学研究院 (KRISS)	指定成为韩国双边国家技术战略中心,支持国家量子科技战略制定	韩国标准科学研究院
澳大利亚	2019	量子计算和通信技术卓越中心(CQC2T)	致力于提供世界领先的量子研究,以开发全面的量子系统,包括超快速量子计算、安全量子通信和分布式量子信息处理。	澳大利亚研究委员会 (ARC)
丹麦	2022	北约量子技术中心/尼尔斯·玻尔研究所	该中心建在丹麦,是哥本哈根大学尼尔斯·玻尔研究所的一部分。中心计划创建两个与量子技术发展合作的单位。为丹麦技术大学、奥尔胡斯大学和丹麦国家计量研究所做出贡献,旨在开发和测试各项新技术,以加速国防领域发展。	北约(NATO)

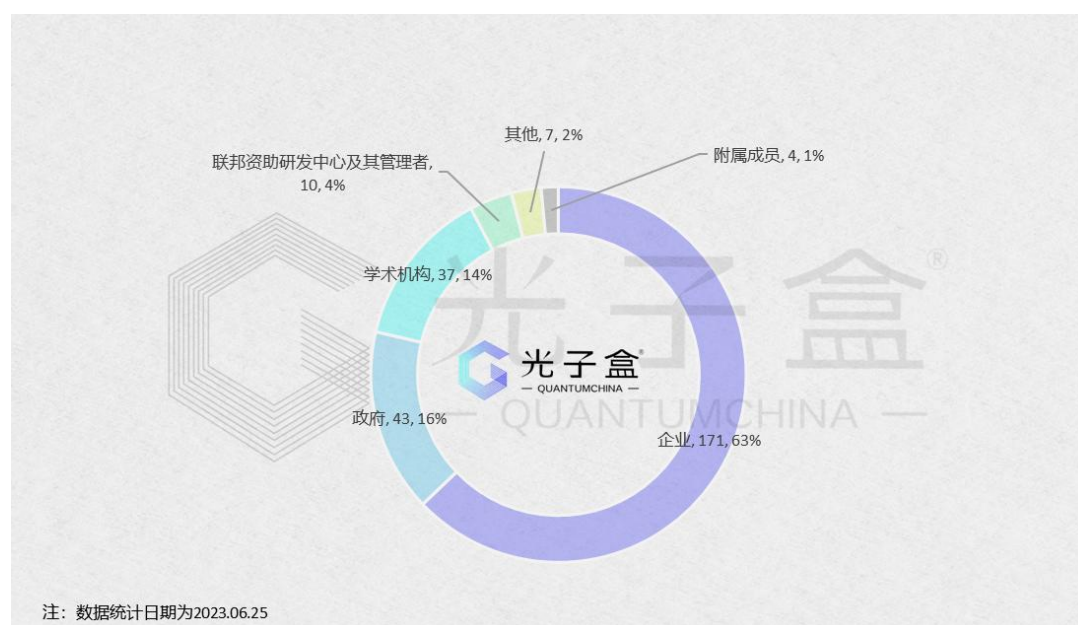
来源：公开信息，光子盒

## 2. 成立量子产业联盟

全球各主要国家/组织发展量子信息科技的另一举措是建立量子联盟。美国、澳大利亚、欧盟、中国、加拿大、德国、日本、英国、丹麦等国纷纷建立了量子联盟。其中，美国 QED·C 联盟发展最早，也是目前成员数量最多的联盟。

2018年12月，美国《国家量子倡议法案》生效，作为推进国家战略的一部分，在NIST支持下，由斯坦福国际研究院负责管理的量子经济发展联盟(Quantum Economic Development Consortium, QED-C)成立。QED-C的联盟成员包括企业、政府部门、学术机构、联邦资助研发中心(FFRDC)及其管理者、附属成员、其他等6大类。联盟旨在协调联邦、学术和行业伙伴之间的资源，支持来自公共、私营部门和研究机构的量子研发工作，以确保美国在全球量子研究和开发领域的领导地位，并推动计算、通信和传感领域的新兴量子产业发展。

图表 11 美国量子经济发展联盟(QED-C)的成员类型



来源：公开信息，光子盒

2020年10月，加拿大组建量子工业联盟(Quantum Industry Canada, QIC)，24家成员来自加拿大量子计算、量子传感、量子通信、量子密码学等领域的硬件和软件公司，其目的是加速加拿大量子技术创新、实现人才的转化以及推进量子技术商业化进程。

2021年4月，欧洲量子产业联盟(European Quantum Industry Consortium, QuIC)成立，负责倡导、促进和推动欧洲量子产业面向所有量子技术利益相关方实现共同利益。QuIC如今联盟成员数量超过160个，包括大型企业、中小企业、

投资者和初创公司。联盟工作组讨论的主题包括法律和贸易、新兴量子技术的标准化、教育和专业培训、市场情报以及泛欧产业的战略路线图。

2021年6月，德国十家龙头企业成立量子技术与应用联盟(Quantum Technology and Application Consortium, QUTAC)，联盟创始成员有宝马、大众、博世、巴斯夫、勃林格殷格翰、英飞凌、默克、慕尼黑再保险、SAP和西门子。

2022年7月，中国成立量子信息网络产业联盟(Quantum Internet Industry Alliance, QIIA)。联盟在工业和信息化部指导下，由中国信息通信研究院联合40家量子信息领域相关高校、科研机构、企业公司等单位共同发起，旨在通过汇聚量子信息产业界和学术界各方力量，搭建技术与产业交流、合作与促进平台，支撑政府决策，促进成果转化，培育和构建产业生态。

2022年9月，量子产业大会召开，宣布成立量子科技产学研创新联盟。联盟以推动中国量子科技产业的发展，服务国家创新发展战略，服务国民经济主战场为目标。联盟宗旨是以国家产业政策为导向，以市场需求为驱动，以国家级科研力量为引领，搭建“政、产、学、研、用、金”协作平台，推动技术研发、促进应用创新、开拓市场需求，构筑可持续发展的量子科技创新生态体系。联盟成员包括百度、北京量子院、中国信通院、中国移动、华翊量子、玻色量子、启科量子、北京知识产权运营管理有限公司等，2023年6月，光子盒与易科腾也加入该联盟。

联盟除了自身的内部合作外，还与其他联盟展开合作。2023年1月，加拿大QIC、美国QED-C、日本Q-STAR和欧盟QuIC签署了一份谅解备忘录(MoU)，成立国际量子产业协会理事会(International Council of Quantum Industry Associations, ICQIA)，旨在加强参与财团之间在量子技术发展目标和方法方面的沟通和协作。

图表 12 全球量子产业联盟成立情况



来源：公开信息，光子盒

## 05 总结与展望

### 1. 量子人才缺乏，实施人才培养计划

要在量子信息领域拥有长期的竞争优势，人才生态建设至关重要。量子信息产业融合了数学、物理、电子、工程、半导体制造等多项技术，使其成为技术门槛较高的行业，也带来人才培养周期长的问题。目前，各国均面临量子人才缺乏的现状，各国政策几乎都提出过对量子人才发展的重视，但在执行层面，多数国家缺乏健全的人才培养体系，这一新兴学科的人才培养机制需要尽快建立，并执行措施。

总体来说，量子人才培养的三大方向包括：一是增加量子科技的早期教育和科普支持。早期教育可以提升学生对量子技术的认识，唤醒他们对量子领域的梦想和憧憬，科普可以吸引更广泛的人群加强对量子信息的理解，也对量子技术成熟后的推广应用有重要教育作用。二是建设量子研发中心，研发中心的作用是汇聚多领域的研究人员在此研发和培养后备力量。三是支持构建量子教育生态，结合国家教育体制的特点，设置中学通识教育、技术院校职业教育、大学专业教育，制定完善的培训体系和课程，为量子产业发展所需的不同层次的人才提供知识和技能培训。

### 2. 加强国家间的技术合作，加速技术突破

当前，量子信息技术仍处于基础研究与实验探索阶段，并逐步在向产品研发和应用探索过渡。基于其所处发展阶段，需要加强国家间的技术合作。国家间需要对量子技术及其实施进行合作，并就量子技术的政策和标准达成适当的协议。与其他国家合作，制定共同的技术转让政策。不合时宜或设计不当的技术转让限制将切断进入全球量子研究界的渠道，并扼杀量子应用的商业市场和企业家进入量子市场的意愿，从而减缓各国量子信息技术的发展。目前中国量子信息技术在科研与产业发展方面均面临着国际合作的困难与挑战。

### 3.制定标准和法规，推动生态发展

这包括为量子技术的性能和可靠性制定标准，以及管理在金融、交通、能源和电信等关键行业使用该技术的法规，这需要通过国家间合作来完成，确保安全和负责任地开发和部署量子技术。2023年5月，中国首个量子信息技术领域国家标准《量子计算 术语和定义》(GB/T 42565-2023)通过国家标准化管理委员会批准正式发布，将于2023年12月1日实施。该标准是全国量子计算与测量标准化技术委员会首个获批发布的国家标准，其规范了量子计算通用基础、硬件、软件及应用方面相关的术语和定义，为量子计算领域相关研究报告编写、标准制定、技术文件编制等工作提供规范指导。

### 4.规划知识产权布局

知识产权作为成果转化的核心载体、协同创新的重要纽带和自主可控的关键屏障，对于量子科技发展具有不可或缺重要意义。对知识产权的保护和利用，是量子信息技术发展过程中至关重要的一环，特别是对于未来产业而言更是不可或缺的基础。因此，可以通过成立专利池，为企业、科研机构搭建合作桥梁，推动量子产业必要专利的布局。同时，也可以使企业与科研机构通过专利池统一发声，构建有利于量子信息产业健康发展的知识产权环境。

### 5.警惕量子科技发展可能带来的伦理问题

2023年上半年，AIGC (AI generated content)，即人工智能生成内容所带来的强大能力不得不让人将审视新科技带来的伦理道德问题提升至优先等级，量子科技也不例外。以量子计算为例，它有很大可能改变计算机的工作方式，为世界上一些最复杂的问题提供强大的解决方案，但伴随着这种巨大的潜力而来的是一系列必须解决的伦理问题。首先，它有可能被用来破坏安全系统，有可能被用于破解密码和访问敏感信息，这可能会对机密数据(包括财务和个人信息)的安全产生严重影响。其次，量子计算机存在被用来操纵市场的可能性，量子计算机或将用于分析大量数据并进行复杂计算，这将为一些利益团体或个人预测市场趋势并获得不公平的优势，导致市场被操纵，并可能产生重大的经济影响。

## 附录

图表 13 2023 年 H1 发布实施的国家量子战略

国家	战略规划	战略愿景/目的	战略目标任务
加拿大	国家量子战略	旨在增强加拿大在量子研究方面的重要实力；发展加拿大的量子技术、公司和人才；巩固量子科学及其商业化的全球领导地位。	根据利益相关者社区的反馈，国家量子战略专注于三个关键任务：量子计算机和软件、量子通信、量子传感器。 战略由三个相互关联的支柱支撑，以加强加拿大的量子优势：研究支柱、人才支柱及商业化支柱。
	量子科学和技术战略实施计划——《Quantum 2030》	计划为期 7 年，是确保国防部和武装部队为量子技术对国防与安全的颠覆性潜力做好准备的路线图。	实施计划包括五项针对 DND/CAF 的行动呼吁： 确定谁应该在 DND/CAF 中使用量子技术； 培训人员对量子有基本的理解，称为量子素养； 协调 DND/CAF 之间的量子投资； 通过创新计划获得最先进的技术； 让工业界和学术界参与进来。
澳大利亚	国家量子战略	到 2030 年，澳大利亚被认为是全球量子行业的领军者，量子技术成为澳大利亚繁荣、公平和包容的重要组成部分。	围绕五个关键主题： 创造蓬勃发展的量子技术研发、投资和使用； 确保获得必要的量子基础设施和材料； 培养一支熟练且不断增长的量子劳动力队伍； 确保支持国家利益的标准和框架； 建立一个值得信赖、道德和包容的量子生态系统。
英国	国家量子战略	到 2033 年，英国将成为世界先进的量子经济体，创造繁荣的量子行业，确保量子技术成为英国数字基础设施和先进制造业不可或缺的一部分，推动建立强大而有弹性的经济和社会。	为了实现未来十年愿景，设定四个目标： 发展知识和技能，确保英国拥有世界领先的量子科学和工程； 支持量子业务发展，使英国成为量子企业首选地和全球供应链不可分割的一部分，以及投资者和全球人才首选地点； 推动使用量子技术，以支撑经济、社会和英国国家安全； 引领量子监管并保护该行业发展。

图表 14 2023 年 H1 主要量子技术参与国量子政策

发布时间	国家/组织	发布机构	文件名称
2023.01	美国	国家科技委员会	国家量子倡议补充到总统的 FY2023 年预算
2023.01	德国	国家计量局	2023-2025 年专题领域的任务和目标
2023.01	欧盟	欧盟委员会	2030 年数字指南针：数字十年的欧洲方式
2023.01	加拿大	联邦政府	世界上第一台基于光子的容错量子计算机
2023.01	丹麦	工业、商业和金融事务部、外交部、国防部和国防部高等教育和科学	丹麦量子通信基础设施项目(QCI.DK)
2023.02	英国	创新部	创新英国变革性技术基金
2023.02	中国香港	政府	2023-24 财政预算
2023.03	英国	科学、创新与技术部	科学与技术框架
2023.03	英国	科学、创新与技术部	英国国际技术战略
2023.03	欧盟	欧盟委员会	欧洲量子通信基础设施 (EuroQCI) 倡议
2023.03	欧盟	欧盟委员会	EuroHPC 联合承诺第 03/2023 号修改 2023 年工作计划和预算(工作计划和预算修正案第 1 号)
2023.03	加拿大	国防部和武装部队	量子 2030-量子科学和技术战略实施计划
2023.03	欧盟	欧盟委员会	数字欧洲工作计划 2023-2024
2023.03	欧盟	欧洲标准化委员会和欧洲电工标准化委员会	量子技术的标准化路线图 <sup>®</sup>
2023.04	日本	经济产业省	确保云程序的稳定供应
2023.04	澳大利亚	工业和科学部	培养澳大利亚世界级的量子技术毕业生
2023.04	欧盟	欧洲委员会	欧洲量子技术能力框架

图表 15 国家及组织间量子国际合作情况

发布时间	国家/组织	文件	内容
2019.12	美国、日本	东京量子合作声明	两国未来将在量子信息科学技术研究与开发方面持续合作，具体合作领域包括但不限于量子计算、量子网络和量子探测；合作培育下一代量子信息科学家和工程师；利用多边合作机会解决国际性重要问题和关键政策问题；促进研究方法、基础设施和数据的共享等
2021.06	美国、英国、日本、加拿大、意大利、比利时、奥地利	联邦量子系统	7国宣布联合开发一个基于卫星的量子加密网络——“联邦量子系统”(FQS)。FQS基于英国初创公司Arqit为商业客户开发的一个利用卫星向客户分发量子密钥的系统，利用量子技术的突破来防范日益复杂的网络攻击。FQS将以某种方式实现封闭操作，以实现盟国之间的互操作性。参与国将统筹资源和资金以促进共同研究，计划于2023年发射第一颗FQS卫星。
2021.08	法国、荷兰	法荷联合声明	法国和荷兰宣布在量子领域加强合作，促进欧洲在该技术领域的战略自主。其目标是：建立欧洲量子生态系统，增强法国和荷兰生态系统之间的自然协同效应，并达到帮助培养欧洲领军人物和吸引最优秀国际人才所需的群聚效应。目前，正在考虑的工作领域包括：(1)加强研究合作；(2)促进研究与产业合作；(3)协调教育和宣传工作；(4)投资于生态系统的发展；(5)加速欧洲倡议；(6)鼓励创造就业。
2021.11	美国、英国	促进量子信息科学和技术合作的联合声明	英国国家物理实验室(NPL)和美国国家标准与技术研究院(NIST)将探索如何通过项目的协调以及关键领域(包括量子计量、计算、时钟和未来技术标准)的交流来发展两国在量子计划之间的长期合作伙伴关系。
2021.11	美国、澳大利亚	美国和澳大利亚关于量子科学和技术合作的联合声明	该声明旨在合作并分享世界领先的量子科学和技术进步所带来的巨大机遇和利益，加强了澳大利亚和美国交流量子知识和技能的能力。该声明为促进研发创造了更多机会，并鼓励两国量子企业获得更大的市场准入。
2021.11	美国、英国	关于量子信息科学和技术合作的联合声明	阐述了两国在量子技术方面继续合作的共同愿景，包括促进联合研究、建立全球市场和供应链以及培养下一代科学家和工程师。
2022.04	美国、瑞典	美国和瑞典关于量子信息科技合作的联合声明	美国和瑞典打算利用科学、技术和创新的精神来寻求合作和相互尊重，并促进QIST，包括但不限于量子计算、量子网络和量子传感，巩固社会和行业的发展。并初步提出了具体的合作方式。
2022.04	美国、芬兰	美国和芬兰关于量子信息科技合作的联合声明	两国积极参与研究和创新项目的条款，并在其中倡导尽可能开放的国际合作；旨在利用科学、技术和创新精神寻求合作和相互尊重，并促进QIST，包括但不限于量子计算、量子网络和量子传感。
2022.04	印度、芬兰	联合声明	印度政府与芬兰签署了一项联合声明，以建立一个关于量子计算的虚拟网络中心；讨论了可能的合作领域和明确的合作

			路线图, 以将印度带入量子计算的全球舞台。
2022.04	匈牙利、菲律宾	匈牙利和菲律宾谅解备忘录	双方合作将围绕多项技术的联合研发计划、外派任务以及科学家、研究人员和专家的互访; 能力建设活动, 包括奖学金、奖学金和培训计划; RDI 政策、战略和计划; 促进菲律宾和匈牙利其他相关科学机构和组织之间的合作。双方将在包括但不限于可持续农业(包括水产养殖)、信息通信技术(包括频谱监测和地球观测)和量子技术等领域探索相互合作。
2022.05	美国、印度	美印关键和新兴技术 (iCET) 倡议	印度和美国官员团队发起了一项联合量子倡议。该团队还签署了一项新的美国国家科学基金会与印度科学机构之间的研究机构合作伙伴关系实施安排, 以通过加强人工智能、量子技术和增强无线等各个领域的国际合作来加强两国之间的创新生态系统。
2022.06	美国、丹麦	美国和丹麦关于量子信息技术合作的联合声明	美国和丹麦打算利用科学、技术和创新精神来寻求合作和相互尊重, 并推动 QIST, 包括但不限于量子计算、量子网络和量子传感, 为发展奠定基础社会和行业。并初步提出了具体的合作方式。
2022.06	法国、韩国	通过科学和工业合作实现高性能计算 (HPC) 能力	韩法合作将加强高性能计算、人工智能和量子计算领域的科学合作, 包括利用法国在 EuroHPC Joint Undertaking 中的关键作用, 开发全混合架构, 培养和培训人力资源。
2022.08	新加坡、芬兰	谅解备忘录	两国同意利用各方在量子相关技术方面的各自优势和专业知识, 加速量子技术硬件组件、算法和应用的开发, 在量子加速高性能计算以及地面和卫星量子通信领域开展合作, 并为量子技术国家战略路线图的知识交流铺平道路, 为多功能量子技术开发提供了先决条件。
2022.10	美国、瑞士	美国和瑞士两国关于量子信息技术合作的联合声明	声明强调与会各方拟发挥科学、技术和创新的精神, 寻求合作和相互尊重, 推动量子科学技术研究院的发展, 包括但不限于量子计算、量子网络和量子传感等领域的研究, 为量子技术的发展奠定基础。并初步提出了具体的合作方式。
2022.10	欧盟、加拿大	欧洲地平线框架计划-3 个项目	欧盟委员会和加拿大宣布支持三个量子联合项目, 欧盟总计资助 400 万欧元, 加拿大 资助 500 万加元。
2022.11	美国、法国	美国和法国关于量子信息技术合作的联合声明	为国家科学基金会和印度科学机构之间的研究机构合作伙伴关系签署新的实施安排, 以扩大一系列领域的国际合作——包括人工智能、量子技术和先进的无线技术——在我们两国之间建立一个强大的创新生态系统。 建立由工业界、学术界和政府参与的印美联合量子协调机制, 以促进研究和工业合作。
2022.11	欧盟、韩国	欧盟-韩国数字伙伴关系发表的联合声明	该联合声明将促进在半导体、下一代移动网络、量子和高性能计算、网络安全、人工智能、平台、数据和技能等方面的联合工作。
2022.11	欧盟、印度	关于高性能计算(HPC)、极端	合作意向进一步建立在双方在 2021 年 5 月 8 日欧盟-印度领导人会议期间深化量子和高性能计算技术合作的承诺

		天气和气候建模以及量子技术的合作意向书	之上。此外，该协议的签署在决定于 2022 年 4 月 25 日成立欧盟-印度贸易和技术委员会 (TTC)。同时，旨在利用印度和欧洲超级计算机在生物分子药物、COVID 疗法、缓解气候变化、预测自然灾害和量子计算领域建立高性能计算应用合作。
2022.12	荷兰、法国、德国	量子技术合作联合声明	签署方希望加强荷兰、法国和德国量子生态系统之间的协同，并共同构建吸引最优秀国际人才所需的环境，为整个欧洲大陆的量子业务奠定基础。三方约定开展非正式的信息交流并定期会面，就量子技术的研究、教育、政策、实施和应用开发等方面的最新发展交换意见，探索有效协调与合作的可能性，并加强政策和资金等优先事项的一致性。此外，三方已在量子人才发展、量子供应链和量子技术领导力发展等方面积极探索合作。
2022.01	美国、意大利	关于美国和意大利科技合作的联合声明	双方支持继续开展研究合作，包括加强物理学和天体物理学合作的机会；地球科学、应用和观测；健康和生命科学；气候变化和减缓；先进材料；量子信息科学；数字化转型和人工智能；和能源转型。
2022.07	美国、以色列	美以关于启动技术战略高层对话联合声明	承诺将合作拓展到更多领域，并启动量子信息科学交流计划，以便美国 and 以色列能够共同应对战略技术挑战，追求共同目标，实现两国互利。
2023.02	美国、欧洲、加拿大、日本	谅解备忘录	加拿大量子产业联盟 (QIC)、量子经济发展联盟 (QED-C)、量子革命战略产业联盟 (Q-STAR) 和欧洲量子产业联盟 (QuIC) 正式成立国际量子产业协会理事会。
2023.04	美国、荷兰	美荷两国关于量子信息科技合作的联合声明	该声明强调了在新兴技术方面稳固的双边关系，促进 QIST，包括但不限于量子计算、量子网络和量子传感，这支撑社会和产业的发展。并初步提出了具体的合作方式。
2023.04	法国、荷兰	创新和可持续发展协议	国希望围绕数字和可持续双转型以及欧盟战略自主的关键经济领域，围绕具体项目开展结构性对话并加强公私合作。其中包括：关键使能技术(半导体、量子技术、光子学)、可持续工业(工业过程脱碳、可再生能源和低碳能源，包括核能和氢能、关键和生物基原材料、循环经济、脱碳储能)、农业和农业食品，以及可持续流动性。
2023.04	美国、韩国	量子信息科学与技术合作联合声明	声明强调加强公共和私人合作，以保护和促进关键和新兴技术，包括量子技术，并申明积极支持量子技术领域专家之间的人文交流
2023.06	美国、印度	植入安排 (Implanting Arrangement)	在量子、先进计算和人工智能领域：两国建立印美联合量子协调机制，以促进两国公共和私营部门之间的联合研究。美国还欢迎印度加入量子纠缠交易所和量子经济发展联盟，以促进各国之间量子交流。此外，印度和美国签署一项植入安排，以进一步支持量子、人工智能 (AI) 和先进无线技术的联合研究——以美印科学技术捐赠基金 200 万美元的赠款为基础，用于联合开发和研究人工智能和量子技术的商业化。

## 来源

1. <https://ised-isde.canada.ca/site/national-quantum-strategy/en>
2. <https://www.gov.uk/government/publications/national-quantum-strategy/national-quantum-strategy-accessible-webpage>
3. [https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/230414\\_mirai.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/230414_mirai.pdf)
4. <https://www.industry.gov.au/publications/national-quantum-strategy/>
5. [https://www.pmindia.gov.in/en/news\\_updates/cabinet-approves-national-quantum-mission-to-scale-up-scientific-industrial-rd-for-quantum-technologies/](https://www.pmindia.gov.in/en/news_updates/cabinet-approves-national-quantum-mission-to-scale-up-scientific-industrial-rd-for-quantum-technologies/)
6. <https://pm.gc.ca/en/news/news-releases/2023/01/23/supporting-canadas-leadership-quantum-computing-grow-economy-and>
7. <https://www.state.gov/joint-statement-on-u-s-italy-science-and-technology-cooperation/>
8. <https://www.businesswire.com/news/home/20230131005218/en/Quantum-Consortia-QIC-QED-C-Q-STAR-and-QulC-Form-International-Council-to-Enable-and-Grow-the-Global-Quantum-Industry>
9. <https://www.state.gov/joint-statement-of-the-united-states-of-america-and-the-netherlands-on-cooperation-in-quantum-information-science-and-technology/>
10. <https://presse.economie.gouv.fr/13042023-france-and-the-netherlands-sign-a-pact-for-innovation-and-sustainable-growth/>
11. <https://www.quantum.gov/the-united-states-and-republic-of-korea-sign-joint-statement-to-boost-quantum-cooperation/>
12. <https://www.quantum.gov>
13. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/1605/text>  
<https://www.quantum.gov/quantum-in-the-chips-and-science-act-of-2022/>
14. <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/quantum-leap-challenge-institutes-qlci>
15. <https://quantumconsortium.org/>
16. <https://jqj.umd.edu/>
17. <https://quics.umd.edu/>
18. <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/2725020/afri-designated-as-quantum-information-science-research-center-for-air-space-fo/>
19. <https://www.quantum.gov/nrl-announces-the-washington-metropolitan-quantum-network-research-consortium-dc-qnet/>
20. <https://www.nasa.gov/content/nasa-quantum-artificial-intelligence-laboratory-quail/>
21. <https://quantumconsortium.org/>
22. <https://www.quantumindustrycanada.ca/>
23. <https://www.euroquic.org/>
24. <https://www.qutac.de/>
25. <http://chinaqia.cn/>
26. <https://www.businesswire.com/news/home/20230131005218/en/Quantum-Consortia-QIC-QED-C-Q-STAR-and-QulC-Form-International-Council-to-Enable-and-Grow-the-Global-Quantum-Industry>
27. <https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2023/01/NQI-Annual-Report-FY2023.pdf>
28. <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=FC816D04FFC562EBE05397BE0A0AD5FA>
29. <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=FC816D04FFC562EBE05397BE0A0AD5FA>
30. [https://blog.naver.com/with\\_msip/223147546413](https://blog.naver.com/with_msip/223147546413)

## 关于光子盒



光子盒是中国量子信息一流的产业服务平台，平台提供了一系列包括科技资讯、专业研究、会议活动、咨询服务、科普策划和融资服务等在内的全方位产品和服务，坚定地支持着中国的量子科技产业发展。

光子盒已经与多地政府、研究机构、大学及科技企业建立了深度的合作关系，得以在量子信息领域中占据关键的位置。光子盒自成立以来，积极参与中国量子领域重大活动，为一系列大型会议提供了支持和服务，如 2021 中国量子科技产业‘双循环’高峰论坛、首届 Fin-Q 量子金融研讨会、首届 CCF 量子计算大会、第一届低温电子学与光电子研讨会、第二届量子软件论坛等。

光子盒的专业研究能力更是领先业界，其发布的年度报告及系列专题报告向广大中英文读者提供了丰富的行业资讯，为推动中国量子科技产业的发展注入了强大的动力。®

咨询报告相关情况，请联系：

庞女士

电话：13691131022

或添加“盒叔”微信，回复“政策报告”进行咨询





光子盒  
不止于量子

# 全球量子信息 政策观察

2023.07



[WWW.QUANTUMCHINA.COM](http://WWW.QUANTUMCHINA.COM)