iCV TAnK
Technology Advisory
& Knowledgebase

光子盒
QUANTUMCHINA

2023
全球量子通信与安全产业发展展望

量子信息年度系列报告

2023年2月

序言

2022年10月4日，诺贝尔物理学奖公布，表彰获奖者“用纠缠光子进行实验，证伪贝尔不等式，开创量子信息科学”，诺贝尔奖的授予，既是因为他们的先驱研究为量子信息学奠定了基础，也是对量子力学和量子纠缠理论的承认。

当前，人类社会正在经历前所未有的技术大爆炸时代，以人工智能和数字技术为代表的新一代信息技术正在快速融入我们的工作和生活，然而，数字信息泄露事件所带来的威胁持续存在，破坏性事件使得国家、组织机构和个人对信息安全的需求也与日俱增。同时，我们也深刻感受到量子计算机的真实威胁，量子算力的发展将极大推动人类社会进步，但也对基于大数分解、离散对数等公钥密码体系带来了前所未有的挑战。

密码技术是网络安全技术的基石，量子信息安全使用基于量子物理的密码技术(QKD、QT、QSDC等)和基于数学算法的密码技术(PQC)，这些新一代加密技术可嵌套在整个网络的不同环节，提供一个额外的安全层，担负起抵御量子时代的信息安全重任。当前，基于物理技术的QKD密码体系已有一定应用，但仍在发展初期阶段；基于数学算法的现代密码学体系一直经历着破解技术的挑战，PQC会是终极解决方案吗？

2022年，全球受困于经济增长乏力和新冠疫情的双重影响，量子通信与安全产业发展出现了短暂滑坡，但以美国、中国、欧盟、日本和韩国为主的科技发达国家并未停止在技术研发与产业政策支持方面的行动，量子通信与安全是量子时代国家间对抗的坚固的盾牌，不容忽视。

在应用方面，国防军工、电网和金融仍然是目前量子通信与安全产业的主要应用行业，行业参与者需要不断探索新的行业应用场景，以需求来促进产业发展才是正确的路径。

憧憬2023年，我们对行业仍然保持信心，期待QKD、QRNG和PQC在各垂直行业能加速应用。

ICV 前沿科技咨询总监、高级副总裁：Jude Green

声明

本报告阐明的观点力求独立、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ICV及光子盒所有，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全球量子通信与安全产业发展展望. ICV TAnK, 光子盒, 2023.02)。

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。

如有其它问题，请联系infer@icvtank.com， zhangxinyu@quantumchina.com 。

致谢

本篇报告由全球前沿科技咨询机构ICV 邀请中国量子科技平台公司光子盒联合研究和发布。
感谢包括但不限于以下机构给予技术和素材的支持：

目录

1 技术进展 ---------- 01

2 产业生态 ---------- 10

3 公司分析 ---------- 15

4 网络建设 ---------- 26

5 投资概况 ---------- 30

6 政策发布 ---------- 38

7 产业预测 ---------- 41

8 展望观点 ---------- 48

9 附录 ---------- 53

01

技术进展

为了解决量子时代的信息安全问题，出现了不同的技术及产品。无论是以物理为基础的方式，还是以数学为基础的方式，终极目的都是为了能将现有网络信息传输的风险降低。本章从以物理基础为主的加密技术和以数学基础为主的加密技术作为大类，将2022年的各项进展按技术、应用和标准三大方面进行展开分析。

物理加密技术主要进展

基于光纤传输的QKD线路刷新距离，为千公里陆基QKD打下基础。

基于光纤的传输在2022年在QKD和量子安全直接通信(QSDC)两类技术闪，长度方上均刷新了长度纪录。量子密钥分发(TF-QKD)的传输距离刷新到833公里，这一成果向将千公里陆基量子保密通信更迈进一步。此外，TF-QKD也是近年来主要的发展细分方向，TF-QKD协议具有密钥速率随信道透过率平方根尺度下降的优势，是超远距离QKD的新方向。QSDC的传输距离刷新至100公里。

子系统纵深发展，高性能光源、量子中继器等核心上游器件是重要提升点之一。

QKD系统的提升，除了在安全性这一核心方面在提升，也在核心组件级方面做成努力，例如高品质光源。除了在QKD系统中应用，量子光源技术还可能赋能量子计算和量子精密测量，因此，发展新一代光源这一基础技术及器件，将为多个未来应用提供可能性。德国在光子技术被明确为重点发展技术。

2022年有多个团队在量子光源方面尝试不同的基底材料、工艺和器件技术，以提升光源的质量。例如，中国的电子科技大学与合作方验证了铌酸锂基片上频分复用宣布式单光子源方案；英国量子光源初创公司Aegiq与埃塞克特大学合作，研发用于空间通信的量子光源。另外，美国的亚马逊云科技(AWS)与美国能源部国家量子信息科学研究中心(Q-NEXT)合作，进行量子中继器相关技术工艺的制造和开发，并通过纳米定位器将光纤尖端和中继器接收光子的部分进行对齐，以应对工程挑战，推进量子网络建设。

DI-QKD和MDI-QKD为主要前沿技术提升方向，尚不构成商业应用的能力。

设备无关量子密钥分发(DI-QKD)和测量设备无关量子密钥分发(MDI-QKD)协议是2022年度学术论文成果展现的重要方向，MDI是解决攻击方控制探测器，DI是解决攻击方控制所有设备。需要明确的是，这些技术都是假设攻击方能力非常强大的实验验证，目前离产业化还很远。

荷兰QuTech与Eurofiber合作推出连接荷兰多个数据中心的量子网络测试平台，该平台基于QuTech的MDI-QKD技术，将验证MDI-QKD系统集成到商用光纤网络中的可操作性。

基于卫星的QKD已有多国参与研究，以期发射微纳卫星以验证组网技术。

卫星传输是除光纤传输之外的重要传输方式，也是目前量子通信的主要发展技术。由量子通信卫星组成的天地一体的量子网络进一步展开实验，各国均希望在网络安全和通信方面的拥有自主权，通过印证卫星组网的方案，将量子保密通信网络向经济化、小型化、商业化发展。中国、英国、新加坡、荷兰、卢森堡、法国、加拿大、印度等国均在2022年有卫星QKD进展：

中国的墨子号卫星刷新到当前最远的1200公里QKD；济南一号微纳卫星成功发射。

英国将原有卫星地面站选为用于演示和测试量子安全通信卫星光学地面站；英国还与新加坡公司和荷兰公司合作，开发Spetre卫星。

卢森堡卫星公司SES牵头的20家欧洲公司组成联盟，在欧洲航天局(ESA)和欧盟委员会的支持下，将设计、开发、发射和运营基于低轨卫星EAGLE-1的端到端安全QKD系统。

法国Airbus称已开发出能够支持基于卫星的QKD网络的高通量需求的高性能卫星，并计划在2026年之前将新型的载荷系统投入使用。

新加坡公司SpeQtral与法国Thales Alenia Space签署谅解备忘录，研究、开发和演示星地量子通信，将使用SpeQtral正在开发的量子卫星SpeQtral-1与Thales Alenia Space正在开发的量子地面接收站进行联合实验。

加拿大和英国正展开跨大西洋量子卫星链路合作。

印度初创公司QNu Labs与印度国家空间促进和授权中心签署谅解备忘录，开发本土QKD产品。

交叉研究正成为量子通信技术走向实用化的必经之路。

5G甚至6G与量子通信与安全的结合，以及计算网络等更多领域与量子通信与安全的结合都是基于当前的已有的成熟技术展而开交叉性研究。无论量子通信与安全技术本身怎样发展，与全行业的交叉研究是使这项技术真正走向实用化必经的阶段。

例如，德国网络设备供应商UET与德累斯顿工业大学启动6G-QuaS研究项目，目标是展示工业网络中实现更安全的通信和性能增强的应用，并实现量子技术与现有电信基础设施的结合，显示出具有新加密协议的量子网络相对于以前系统设计的优势。

中国的本源量子与中国移动通信研究院合作，本源量子提供基于量子计算机真机验证的相关量子通信算法，为5G及6G面临的算力瓶颈探索量子算法解决方案。

美国的亚马逊AWS成立AWS量子网络中心(CQN)，将为量子网络开发新的硬件、软件和应用程序，CQN将补充AWS量子计算中心和亚马逊量子解决方案实验室已经在进行的高级量子科学和工程工作。

PQC主要进展

NIST标准化项目、算法应用研发、推广迁移部署是PQC领域三大重要工作。

2022年PQC的主要进展表现为三方面：

一是美国NIST的PQC标准化工作，PQC算法经历了过去20年的发展，当前正在被以NIST为主的标准化机构选择和确立标准。当前已有4个算法初步确认，它们是用于通用加密的CRYSTALS-Kyber和三种用于数字加密的方案：CRYSTALS-Dilithium、FALCON和SPHINCS+。前者用于保证证消息传输的机密性；后者用于保证消息传输的真实性、完整性和不可抵赖性。

二是PQC技术开发商根据NIST公布的标准算法，研发和推出适应的商业化产品，例如，零信任和网络安全解决方案提供商Castle Shield推出安全通信移动解决方案Typhos®，支持NIST为音频和视频通话选择的PQC算法，所有Typhos®功能都受到端到端PQC加密的保护。

三是PQC技术开发及密码使用组织展开更多地学习、讨论和推广PQC的重要性，为最终的迁移部署做准备，例如美国的SandBox AI与Google在Nature发布题为推文组织过渡到抗量子密码的文章，较为全面的阐述系统性。

网络安全、物联网、半导体等领域公司进军PQC，展开自研或合作研发。

2022年，有更多的网络安全公司、物联网和半导体公司开展量子通信与安全业务，因为这类公司有着强大的应用结合，其传统业务离不开为信息安全传输。例如，瑞士的网络安全、人工智能、区块链和物联网公司WISeKey与PQC初创公司进行合作，成立新的半导体量子技术公司SEALSQ Corp，使其可广泛与公司现有半导体应用结合，推动通信、计算、医疗保健、军事系统、交通、清洁能源和无数其他应用领域的进步。半导体芯片及解决方案公司英飞凌推出保护固件更新机制的科信平台模块，抵消攻击者对固件损坏的威胁，提高设备长期运行能力。

PQC不具备立即商业化的条件，经典密码向抗量子密码的过渡仍有挑战。

在数学加密领域，PQC作为一系列算法的统称，有一些具体的算法曾被实验证实是不具备抵抗量子计算机能力的，因此，算法也逐步在向更高级别的算法演进和优化。除了算法技术本身还有很多需要验证和待标准化的情况，公众对量子计算机所带来的威胁仍未有切身感受，这也是下游行业应用各方当前还行动缓慢的一大主因。

但是，对于保密级别高的信息，例如需要长期保密的国家机密，如果等到量子计算机真正可用时再做迁移，则面临不可估量的危险。因此，在这些领域短期内将最先采用混合加密方式进行部署，即经典加密体系与抗量子密码体系嵌套使用。并且，这种应用优先出现在金融机构等特殊行业。

目前，也有一些芯片设计公司参与到PQC芯片的研发中，以及PQC的工程化也是下一步亟待发展的方向，因为从一套“学术派”的数学算法，到真正可服务于社会的“实用派”并非易事。

美国是PQC推进的主导者，在标准化和实际推行方面动作频繁。

美国一直是全球PQC的主要推进力量，2022年，美国拜登政府通过国家安全备忘录，以及和G7集团联合签署协议，不断推进PQC发展速度。在《关于改善国家安全部网络安全和情报共同体系统的备忘录》中，尽管PQC相关词汇仅出现四次(quantumquantum resistant protocols, quantum resistant cryptography, Quantum Resistant Algorithms, quantum resistant encryption)，但以及可以看出，美国政府接纳PQC，并做出实际行动，要求在有限的日期内完成迁移前的一些准备工作，也要求欧盟快速推进PQC迁移工作。另外，白宫在G7集团的情况说明书中，在标题上公开对抗中国(PRC)，会议强调提升产业链弹性，加强合作以应付对国防安全构成的挑战等。

无论是QKD还是PQC的商业应用都需要考虑到量子计算实用化的到来。

QKD的方式可以理解为在网络中额外加入一个环节，双方通过密码验证，确保安全后，再进行信息传输；而PQC则是一系列经过数学方法验证安全性后的算法，目前正处在多方讨论验证选择几种最佳的安全算法阶段，在算法选定后，将开始根据信息保密等级，在各个场景或环节，从经典算法与PQC算法的结合，逐步替代，在量子计算机实用化之前，完成全部替代，否则，信息安全将遭受巨大威胁。

最大接入节点的量子城域网开通，为实现更多应用功能案例提供可能。

在实用QKD网络建设方面，中国合肥量子城域网(中国最大量子城域网，包含8个核心网站点和159个接入网站点，光纤全长1,147公里，可为市、区两级近500家党政机关提供量子安全接入服务。中国是目前全球在QKD网络基础设施建设中，成果最多的国家。量子城域网(城市范围内不同区域、不同行业机构的连接)的开通，打通与量子骨干网(跨省、跨城的连接)和量子局域网(一个单位或一处地点内多个终端的接入)的连接案例，为下一步有更多领域接入保密通信网所带来的广泛应用提供必要基础设施。

QRNG作为一个可以应用在QKD也有其他应用的产品，发展迅速。

目前，QRNG芯片化、商业化的公司极少，因为QRNG芯片在制造环节仍有一些可以提升的方向。在全球提供QRNG芯片的公司中，瑞士IDQ的表现出众，IDQ公司的QRNG芯片第三次应用于韩国的三星和SKT联合发布的量子5G智能手机中。SKT还有IDQ及其他下游应用方展开合作，开发用于物联网、V2X、金融领域的安全产品，并且期望在QRNG芯片的尺寸、性能、价格方面都做出有利于商业化的进步。IDQ还与法国的PQC公司CryptoNext Security合作，开发QRNG+PQC应用于手机的技术。加拿大Quantum eMotion公司的QRNG产品在区块链应用开发中取得进展，完成了硬件加密钱包设计。

量子通信在QaaS、区块链应用、无人机、股票交易、智能电网等方面进行测试。

量子通信的下游应用结合逐渐拓宽，在QaaS、区块链、无人机、金融、电网等领域也有更多应用，拓宽下游发展空间。比如，美国EPB和美国Qubitekk公司推出量子即服务(quantum-as-a-service)商用量子网络，专为私营公司、政府和大学研究人员设计，可在现有光纤中运行量子设备和应用程序。

日本东芝与合作伙伴在美国建立了首个用于保护任务关键型区块链应用程序QKD网络。美国佛罗里达大西洋大学、Qubitekk公司、美国国防承包商和信息技术服务提供商L3Harris合作，为美国空军开发首个基于无人机的移动量子通信网络。日本野村控股公司、野村证券有限公司、日本国家信息和通信技术研究所，基于东芝开发的高速QKD设备和NEC开发的QKD设备交换的密钥，结合实际股票交易操作进行了测试用例，验证了QKD系统和每种加密方法的实用性。美国橡树岭国家实验室和Qubitekk公司合作在实际的智能电网数控系统上开展了基于QKD的安全认证(包含签名与验证)研究和试验，中国国盾量子开展电力领域“量子+5G”应用。

PQC已在VPN、IC卡等方面有小规模试用。

韩国SKT和SKB将其抗量子密码拓展到使用国际网络的全球虚拟网络(VPN)，进一步提高其国际网络部分的安全等级。日本NICT与合作方开发了基于PQC技术的IC卡，并应用于医务人员IC卡认证和电子病历数据在长期安全数据存储和交换系统中的访问控制。

移动运营商优先开展以通话为主的下游应用，离不开QKD基础设施建设。

越来越多的移动运营商加入量子通信与安全领域，其中，中国运营商和韩国运营商表现相对积极，这与他们各自国家现有的量子保密通信基础设施建设程度有较大关联。中国三大移动运营商均在2022年有所表现，中国电信发布天翼量子高清密话；中国移动发布基于VoLTE的量子加密通话业务，将面向雄安等地商用；中国联通发布《云时代量子通信技术白皮书》，中国联通表示将不断推进量子通信标准、产业化发展及应用。韩国三大移动运营商之一的SKT也已连续第三年和三星发布量子5G智能手机。

标准化工作进展

QKD和PQC所涉标准均正在推进，新工作组成立拟形成标准。

2022年，QKD和PQC的标准化工作均在继续向前推进，标准发布节奏与当前各类细分技术的发展节奏保持在合理的时序范围。也就是说，当前仍有很多细分的技术尚未达到系统性标准化的必要需求，而一些成熟度高、具备标准化基础的细分技术，其标准化已有序开展。除了之前一直在由NIST和ISO/IEC推进的标准，英国GSMA也和美国IBM、英国沃达丰成立工作组，尽管当前还未有明确公告说明该工作组的内容将会形成整个行业的标准，但其所做的工作实际上也是对细分领域技术细节的规范性整理。

标准制定工作已向更为细分的技术领域立项。

除了QKD和PQC标准，细分技术及产品也展开了标准化工作。中国对铌酸锂晶体的标准化工作立项，一些特殊的晶体对量子保密通信高质量发展发挥着重要作用。中国在这方面的工作，侧面反映了在这一细分技术及产品方面，中国已经积累了一定的基础。

中国在量子通信及安全领域的标准文件以涉及通信和国密领域。

截至2023年1月，中国已发布实施的量子通信及安全领域的标准有7条，其中5条是通信(YD)领域，2条是国密(GM)领域。中国的国家标准已经从通信领域扩展到国密领域，说明量子安全通信技术在中国的行业覆盖范围进一步拓宽。量子安全技术不仅是通信领域必不可少的新技术，也是国家密码体系里的重要新技术。

详见附录：中国现行量子通信及安全行业/国家标准。

02

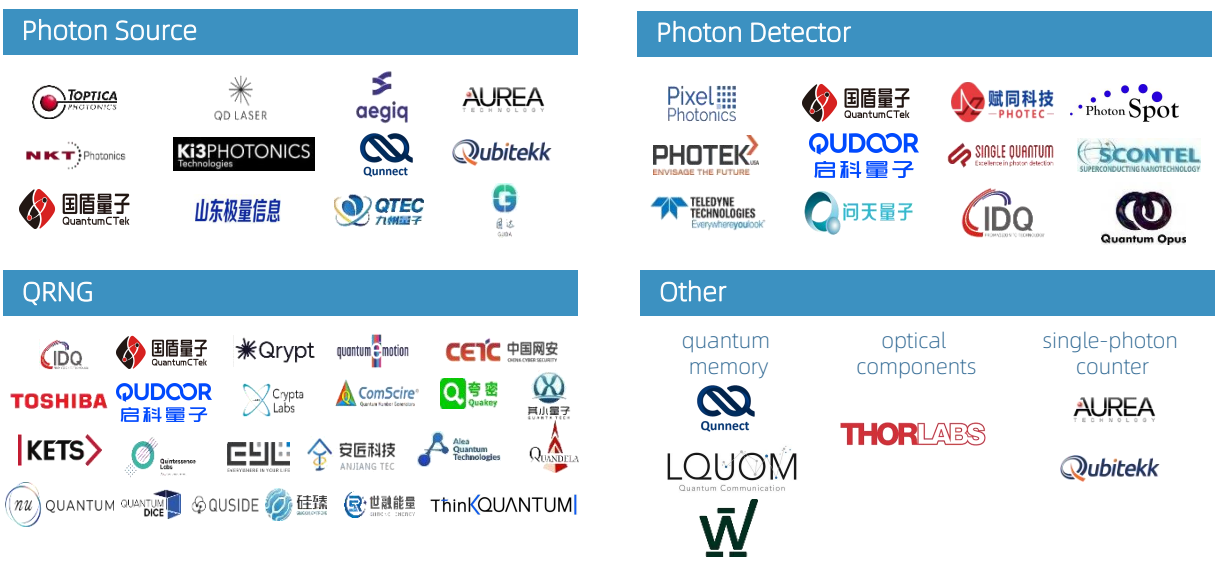
产业生态

量子通信与安全领域是在当前信息通信与网络安全产业的基础上，由于新技术的出现，丰富了信息安全产业生态。同时，因为量子通信与安全技术仍为前沿技术，作为辅助产业发展的科研仪器设备，尤其是一些提供精密测量、物态稳定(例如低温设备)的产品实际上也为该产业提供设备。例如，在实际实验中，为了追求一些极限的、特殊要求的情况，光源的品质或性能参数要求高于在实际QKD组网中的产品；低温恒温器也会在一些实验中作为实验样品的环境辅助使用。需要说明的是，有一些精密仪器设备是量子通信研发不可或缺的硬件(例如示波器、任意波性发生器)，这些多是成熟的研发设备，因此未列入本次产业供应商图谱。

上游

量子通信与安全领域产业链的上游是提供核心设备及组件的供应商。目前PQC的商业化形态预估会与密码算法行业类似，其上游可能为一些软件类的开发工具和硬件类的测试设备等。目前还未形成针对于PQC的完整产业链，因此未纳入本次产业链上游研究范畴。QKD网络的搭建目前主要为基于光纤的网络和基于卫星两种，基于光纤的QKD网络基础设施建设占绝大多数。因此，经典的光通信产品在QKD的产业链中也有使用，但这些产品较为成熟(例如电源、光纤、广电调制器、偏振分束器、PFGA、模数转换器等)且应用广泛，因此未列入本次产业供应商图谱。此次研究主要关注核心的、新型的量子通信产品。这类公司提供光源(例如激光器、纠缠源)、光子探测器、QRNG和其他组件(例如量子存储器在远距离量子通信及量子互联网发挥重要作用)。这些产品共同构成QKD设备产品(例如量子密钥分发机、量子密钥接收机或量子密钥接收一体机)。

图表 2-1 量子通信与安全上游 - 核心设备器件



iCV TAnK | Version Feb 2023

注：部分公司的LOGO出现多次，旨在显示该公司在不同的版块均有业务涉及。

产业链中游为提供量子通信与安全领域整体解决方案的供应商，例如，它们有些是集成上游产品，以及提供配套软件或平台系统，为QKD网络的实施提供最核心的支持。中游的公司主要分为利用量子物理学原理为主开发产品及解决方案的公司(例如QKD设备提供方东芝和国盾量子)，利用数学算法开发产品及解决方案的公司(例如英国PQ Sheild和中国量安科技)，以及研发密钥管理、量子安全通信SaaS的公司。

图表 2-2 量子通信与安全中游

ICV TAnK | Version Feb 2023

参与者分布

本次量子通信与安全产业参与者主要关注有盈利性质的组织，且为初创公司。但大学、科研院所实际上也大量参与到量子通信与安全产业的发展中，为产业发展贡献重要技术。很多该领域的初创公司，孵化自大学或科研院所，例如，IDQ是日内瓦大学技术的衍生公司，国盾量子是中国科学技术大学技术的衍生公司，Q-bird是代尔夫特理工大学技术的衍生公司，Quantum Dice是牛津大学技术的衍生公司。网络安全领域、半导体领域的传统公司也越来越多的实施量子安全技术，例如NXP、Thales、Fortinet等。此外，IBM、Google除了在量子计算领域部署研究外，在量子信息安全方面也有所参与。

从企业总部所在国家来看，美国、加拿大、欧盟(例如德国、法国、西班牙、意大利、芬兰)、英国和中国是量子通讯与安全领域参与者较为密集的国家。此外，俄罗斯、以色列、日本、韩国、印度、新加波、澳大利亚也拥有很多量子通信与安全领域的初创公司。

从企业在量子安全与通信领域的细分业务来看，美国少有QKD硬件公司，PQC算法软件及安全平台公司较多；加拿大公司也以算法软件及安全平台公司居多；中国公司以硬件公司为主，PQC领域仅有一家公司；英国、瑞士的公司偏向硬件；欧盟成员国也以硬件公司居多。俄罗斯、以色列、印度、日本、韩国、澳大利亚的核心量子安全公司也以硬件为主。

图表 2-3 量子通信与安全公司分布

注：本图行业参与者主要考虑以量子技术为核心业务的公司，传统企业进军量子领域不涉及。

下游

产业链下游为量子安全产品需求方及使用方。目前量子安全技术的下游应用仍处在推展行业应用可能性的探索阶段。

本次量子安全产业下游展示的组织由两方面构成：

一类是直接采购量子安全产品或服务组织。例如，与国防相关的一些国家部门是较早采购量子安全设备的组织；

另一类是对量子安全产品有需求但同时与量子初创公司合作研发产品或服务的组织。例如，由于QKD的部署绝大多数是基于现有光纤通信网络的，因此，QKD供应商和拥有光纤通信基础设施的通信商之间存在合作研发，华为曾和西班牙电信使用SDN在商业光网络上进行了量子密码的现场试验。因此，与通信相关的企业，将会始终作为一大下游应用方。

尽管未来全部基础设施的用途还很难全部预测，但主要的应用都已基本确定。下游的公司/组织主要是国防军事、金融信息、能源网络、数据中心、智能驾驶、移动运营商、个人消费等对信息安全有较高需求的单位。目前，下游的采购方/供应商还以党政军单位、大型未来，随着QKD组网技术发展，终端设备趋于小型化、移动化，QKD还将扩展到电信网、企业网、个人与家庭、云存储等更广阔的应用领域。

图表 2-4 量子通信与安全下游-行业应用

03

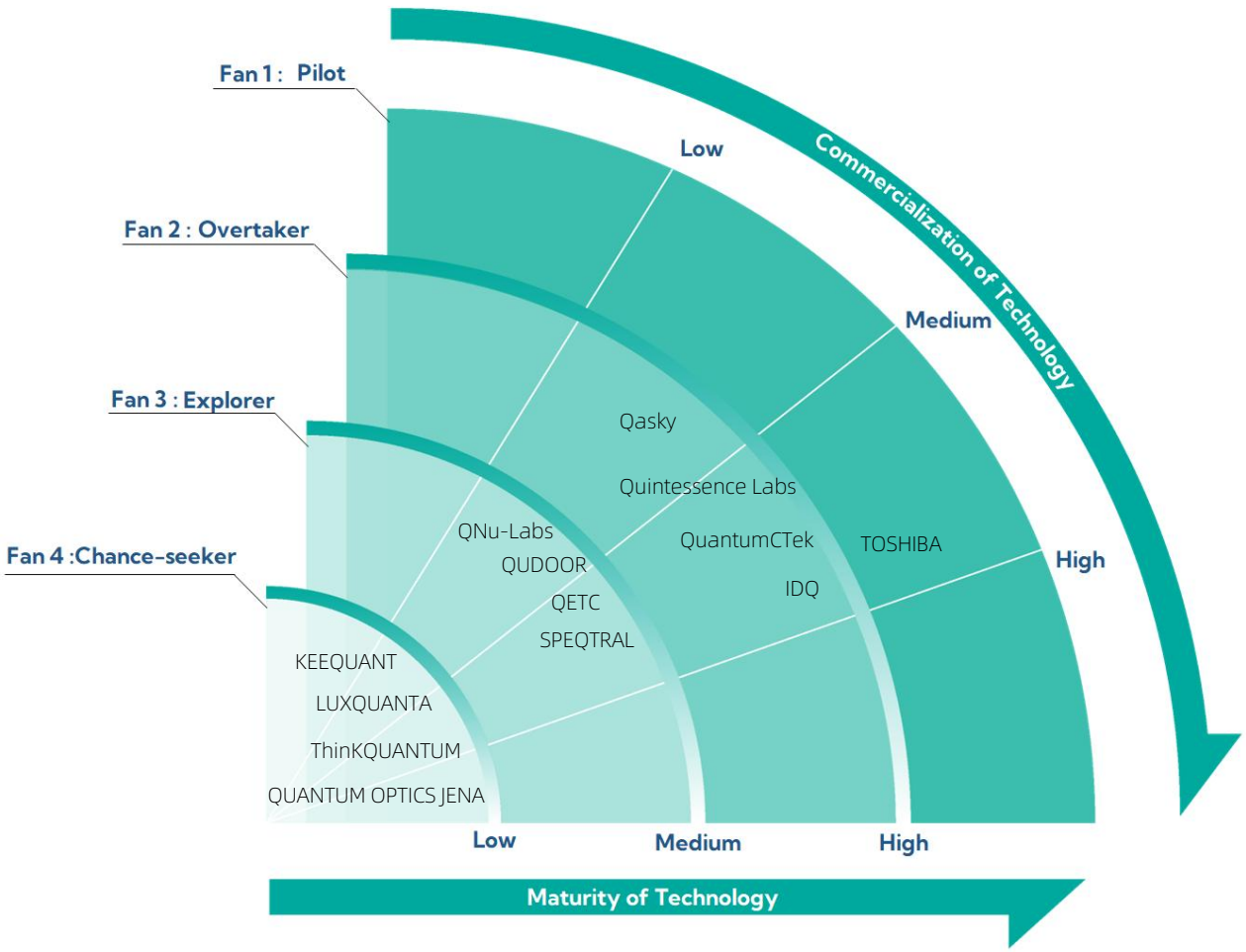
公司分析

QKD供应商分析

目前，QKD是量子通信与安全领域里最成熟的技术产品，已经在多国多行业展开应用，由于PQC算法尚在标准化阶段，尽管已经有很多技术供应商出现，但仍需待标准公布后收集市场对实际产品的反馈。本次评价主要针对拥有QKD整套系统解决方案能力的供应商进行评价。

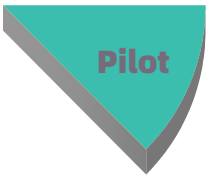
根据CTF模型对4个层级扇面的定义，QKD领域供应商评价如下：

图表 3-1 QKD 供应商分析



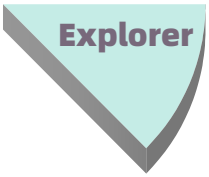
注：供应商评价是为了使采购方及广泛的行业参与者(例如投资机构)了解当前企业的相对状态，为决策提供帮助。使用未来技术评价的CTF模型(Cutting-edge Tech Fan)，从技术(包括技术就绪程度和在研技术储备等)、市场(市场开拓情况和市场占有率)、企业综合积累等多个维度评价供应商。

ICV TAnK | Version Feb 2023



Pilot扇面代表着在行业中具有“领航者”气质的企业，毫无疑问，东芝欧洲研究公司是所有QKD企业中体量最大的，它在半导体、信息、电力、工业等多个领域均有深厚积累，自2003年起，与剑桥大学研究院共同研发QKD领域的相关技术，并在在欧洲及日本等多国开展QKD相关业务。

Overtaker扇面代表着在该领域有强劲“超车”实力的公司，比如，瑞士的IDQ、中国的国盾量子和问天量子、澳大利亚的Quintessence Labs是这一领域主要的供应商，它们的产品应用在本国甚至有的用于本国以外国家的QKD网络基础设施建设中，产品得以在实际场景中的验证其可靠性。但是，两家中国企业的国际化程度显然不如东芝和IDQ，这可能受制于中国当下所处的国际竞争及封锁环境。与东芝欧洲公司相比，Overtaker中的企业在供应链、市场渠道、研发人员等方面的积累还有很长时间需要沉淀。但在QKD产品及技术领域的角逐中，已经与东芝齐头，这是企业快速发展的成果。



Explorer扇面代表着一些已经走进该领域但发展规模仍较为有限的供应商，它们的技术尚可，有一定的供应经验，但目前QKD的市场还有很多未开拓，这些公司的市场化水平不足，技术也仍有提高空间。例如，新加坡SpeQtral公司当前主要专注在卫星QKD领域，这一领域的竞争者相对光纤QKD公司来说较少，需要公司具备在空间领域的能力，若未来展开大规模的空间低轨道QKD卫星部署，SpeQtral的业务将会有较大的增长，公司的卫星计划在2024年升空，这也代表着其更多的商业化进程将在这随后的时间展开。

Chance-seeker扇面的供应商是具有敏锐商业嗅觉的参与者，它们刚进入该行业不久。目前，在多个量子科技主要国均出现了量子通信与安全领域的国家重点支持的公司，它们的技术源于各自国家的顶尖大学或科研院所，是本国的QKD建设项目的参与者，在合适的时间，这些团队成员组建公司，开展商业化运营。这类公司包括德国的KEEQUANT和QUANTUM OPTICS JENA、俄罗斯的QSpace、意大利的ThinKQuantum、西班牙的LUXQUANTA和荷兰的Q-bird，它们均成立于2020-2022年间。从新成立公司产品研发到稳定制造，再到商业化需要较长的时间，仍需一段时间才能对这些公司的相对发展状态进行新的评判。

为了从更多层面审视全球核心QKD供应商发展情况，以下对东芝欧洲公司、IDQ和国盾量子进行如下分析：

技术业务

从公司创立之初的技术与当前业务的关系来看：

- 英国的东芝欧洲公司的量子通信技术源自其剑桥实验室的量子信息研究组(QIG)，公司当前业务涉及半导体及存储解决方案、充电电池、数字解决方案、铁路系统等，量子技术之于公司还未能作为最主要的业务进行发展。
- 瑞士的IDQ公司的技术源自日内瓦大学应用物理实验室，由日内瓦大学量子密码技术领域的教授创立，公司当前三大产品仍围绕QKD及关联技术。
- 中国的国盾量子公司，创立之初的技术源自于中国科学技术大学，最初的产品为量子密码学应用产品，但当前已经拥有量子计算原型机，这对未来公司将量子通信与量子计算的融合应用提供了重要基础。国盾在量子密码产品方面，除了QKD系统设备整机，在其相关的核心组件、组网配套产品、量子科教产品方面也有所发展。

市场渠道

从公司现有市场渠道来看：

- 东芝欧洲在政府公共关系、供应链建设、分销渠道建设方面可以依靠过往所积累的大部分资源，TOSHIBA(上市公司)品牌历史悠久，对公司推广产品可以提供极大帮助。
- IDQ经过二十余年的发展，在量子科技企业中已形成全球影响力，在瑞士日内瓦(总部)、美国波士顿、韩国首尔设有销售办事处以及工程、开发和研究实验室，在被韩国SKT公司(上市公司)收购后，可以借助SKT的商业版图拓展业务和技术。
- 国盾量子发展10余年来，2020年在中国科创板上市，是中国首家上市的纯量子科技公司，受到了市场极大地关注，较早地入局量子科技领域，为公司拓展业务和合作带来极大的先机。由于东芝欧洲和IDQ均为欧洲公司，为了拓展产品销路，必然需要走出国门，在欧洲大陆、北美乃至全球寻找更广阔的市场。国盾量子当前在中国形成了广泛的合作关系网络，这包括上游供应商和下游行业应用合作伙伴，而且中国的内需市场大，给予国盾量子较大的发展空间。

另外需要说明的是，QKD产品当前在一些国家归类为密码产品。美国、英国、中国等国对密码产品的进出口管制规定不完全相同，QKD作为新一代密码产品，在一些国家地区的管制规定可能存在滞后的情况。这一因素也可能是造成产品无法跨国推广的因素被予以考虑。

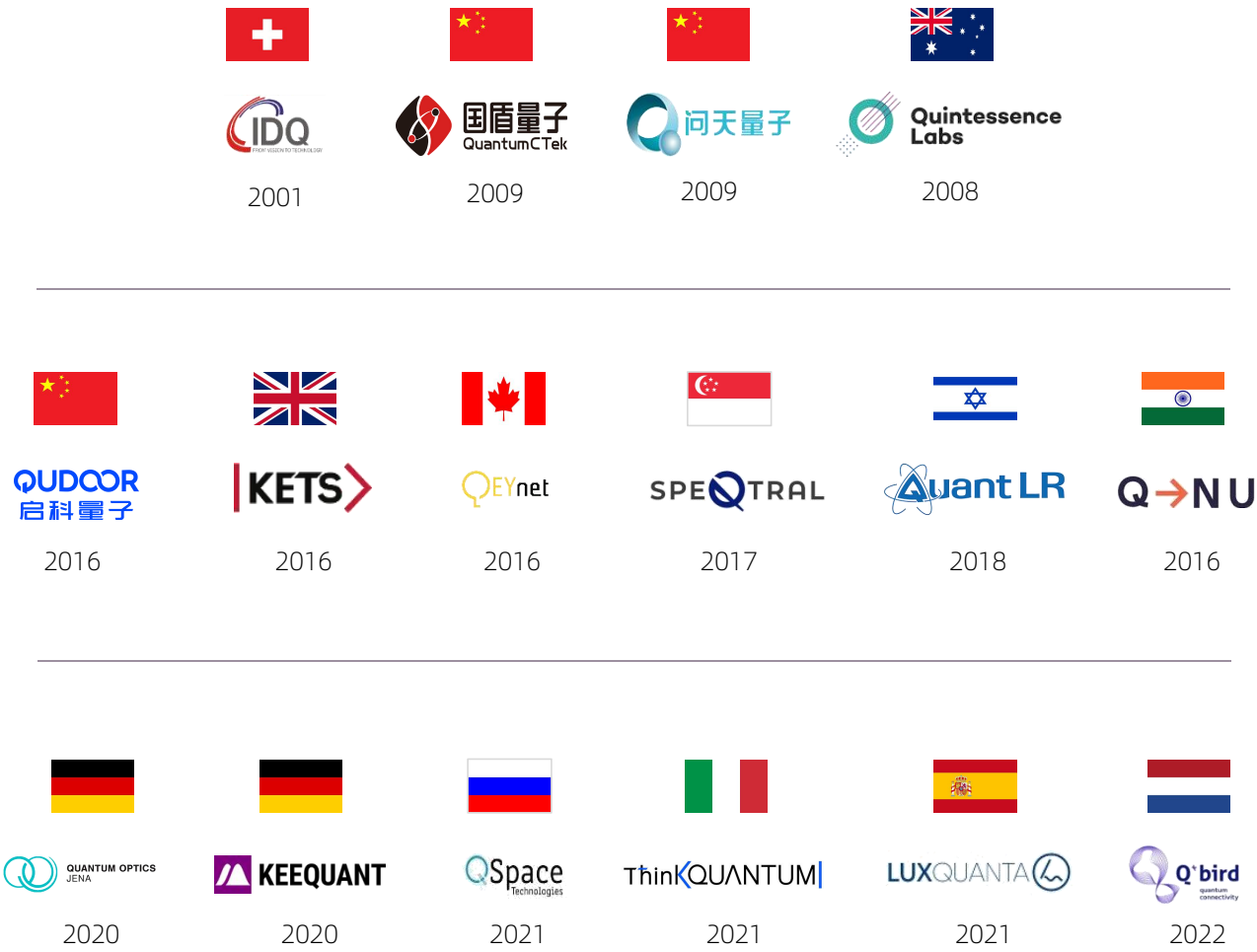
除上述三家QKD领域的发展程度最高的公司，还有很多以QKD技术为主的初创企业。通过对一些初创企业的所在国、成立时间进行对比，可以发现，它们大致成立在3个时间段：

第一阶段是QKD技术在实验展示阶段取得成功的时间段，QKD的工程机已显现雏形；

第二阶段是美国、英国、欧盟广泛推出量子国家实施规划的时间段；

第三阶段是量子通信与安全技术产生一定范围的应用阶段。

图表 3-2 QKD 公司所在国及成立时间比较



注：以上公司仅考虑因为量子技术而成立的公司，QKD只是东芝欧洲公司的业务之一，不在对比范畴内。

iCV TAnK | Version Feb 2023

Toshiba Europe Limited

东芝欧洲公司简称TEUR，于1998年在英国成立，是日本东芝公司创立的全球化企业级研发机构，由位于英国剑桥的剑桥研究实验室(CRL)和位于布里斯托的电信研究实验室(TRL)两个实验室组成。剑桥研究实验室是研究物理、工程和计算机科学领域的基础和应用研究中心。TEUR是英国量子通信中心(Quantum Communications Hub)的合作伙伴之一，参与建立英国量子网络(UKQN)，还参与了欧洲电信标准化协会(ETSI)的量子通信行业标准制定工作。除了QKD相关领域，东芝在PQC领域领导ISCF资助的AQuaSec项目。TEUR已成立量子技术业务部门，以将其量子通信技术商业化，于2020年10月发布了第一款QKD产品，现已部署在英国、欧洲、美国、日本和韩国的网络中。

2022年，东芝及其集团相关公司与英国BT、英国安永、韩国KT、美国摩根大通、美国Ciena、日本野村控股及野村证券、日本国家信息和通信技术研究所等组织广泛合作，在QKD系统搭建和测试、下游应用测试及开发等方面有诸多成果，对QKD国际标准(QoS领域)的发布起到推动作用。

ID Quantique SA

公司简称IDQ，成立于2001年。IDQ的主要产品包括QKD设备，QRNG(芯片)、单光子探测器。2022年，在这三大产品进展方面，QKD方面，推出了Clavis XG系列，产品密钥生成速率>100 kb/s和成码距离最长150km，作为长距离和骨干网QKD解决方案；QRNG方面，与SKT继续合作，计划在2024年发布比当前芯片尺寸(2.5mm x 2.5mm x 0.8mm)更小、价格更低、性能更高的产品，在在物联网、V2X、金融等领域进行开发应用；推出用于太空的抗辐射QRNG芯片，可承受极端恶劣的太空环境；QRNG还结合了法国PQC公司CryptoNext Security的技术，研发为手机用户提供有效且长期量子安全通信的解决方案，用于各种类型的政府、企业和组织能够管理特定人群(如执行团队和/或特定项目)的敏感通信。

IDQ还向法国电信商Orange提供用于光纤网络的QKD产品，应用于巴黎量子通信基础设施项目ParisRegionQCI的一部分。

科大国盾量子技术股份有限公司

公司简称科大国盾或国盾量子，成立于2009年，是中国首个登录科创板上市的量子技术企业。公司当前业务已不局限于量子保密通信领域，还推出了“祖冲之”二号同等规模超导量子计算原型机。公司保密通信相关产品主要包括四大类：量子保密通信网络核心设备(QKD产品、量子卫星小型化地面接收站、信道与密钥组网交换产品等)、量子安全应用产品(固网加密应用产品、移动加密应用产品等)、核心组件(单光子探测器、量子随机数源等)和量子保密通信网络管理与控制软件。

公司2022年在量子通信领域的重要事件如下：完成了“新一代量子卫星地面接收站”样机研制，与“济南一号”微纳卫星开展实验对接；完成高性能编码光学芯片研制。参与了中国标准《基于BB84协议的量子密钥分发(QKD)用关键器件和模块 第1部分：光源》、《基于BB84协议的量子密钥分发(QKD)用关键器件和模块 第2部分：单光子探测器》、《量子通信术语和定义》、《量子保密通信网络架构》、《量子密钥分发(QKD)网络网络管理技术要求 第1部分：网络管理系统(NMS)功能》和《基于IPSec协议的量子保密通信应用设备技术规范》的制定；参与了国际标准ISO/IEC《量子密钥分发的安全要求、测试和评估方法》的制定。

KETS Quantum Security Limited

公司成立于2016年，位于英国布里斯托，是英国布里斯托大学量子工程技术实验室(QETLabs)衍生公司，是英国国家量子技术计划量子通信中心的工业合作伙伴。公司主营产品为QKD设备和QRNG(目前为非芯片化产品形态)。公司在巴黎设有国际办事处，并参与了位于法国的Thales Cyber@Station计划、ParisRegionQC，与法国电信商Orange、法国Thales等合作建设巴黎量子安全网络。

QEYnet INC.

QEYnet由航天器工程师和量子通信专家于2016年创立，位于加拿大多伦多。公司专注于研发QKD小卫星，旨在建立一个全球性的、低成本的、支持微卫星的量子密钥分发网络。QEYnet的QKD技术源自滑铁卢大学量子计算研究所，该研究所获得加拿大政府提供超过700万美元的资金。

QNU Labs Private Limited

QNuLabs于2016年在IIT-Madras研究园孵化，2017年在班加罗尔开始商业运营，是印度第一家提供量子网络安全产品的公司。公司现有三大产品线QKD(Armos)、QRNG(Tropos)和PQC(Hodos)，公司还在AWS Marketplace上销售Qosmos(量子密钥生成即服务，Entropy as a Service)产品 。2021年，公司在其班加罗尔研发实验室展示了105公里处的差分相移量子密钥分发，每秒生成10-15个安全的AES密钥。2022年公司成功进入印度陆军采购名单中。除了在印度开展业务，通过与波兰的QuantumBlockchains公司建立合作，公司2019年在美国马萨诸塞州成立子公司QNu Labs INC，欲将业务扩展到欧洲和美国等地，并且为基于卫星的QKD技术建立合作伙伴关系。公司合作伙伴包括Let's Solve、airticle、Quantum Allance、Cystel、CISCO、Thales Accelerate、Urban Matrix等。

SpeQtral Pte Limited

公司2017年成立于新加坡，主要业务是设计和制造基于卫星的量子通信QKD系统。由新加坡国立大学量子技术中心(CQT)的一个小组衍生而来，目前全职成员20余人。该小组曾展示太空中小型化的纠缠光子源。团队参与研制的量子纳米卫星SPOOQY-1于2019年由国际空间站部署。

2022年，公司的主要活动大多以QKD卫星通信相关，以及与各类组织的合作，也有少量地面QKD试验和展示工作，包括：宣布2024年即将发射QKD卫星SpeQtral-1；与比利时RHEA System Luxembourg公司合作，展示洲际QKD；与东芝数字解决方案公司推出了在新加坡的东南亚首个量子网络体验中心(QNEX)；在新加坡电信商SPTel的光纤网络上使用新加坡ST Engineering公司的量子加密器和东芝数字解决方案公司的QKD系统进行了试验；与德国Rivada Space Networks公司签署谅解备忘录，在2024年展示添加SpeQtral-1后的低地球轨道卫星星座通信安全性及技术兼容性，并验证Rivada Space Networks星座上支持QKD的加密流量所需的空间和地面站终端；与总部位于美国的提供软件定义卫星平台的太空初创公司Antaris签署备忘录，托管SpeQtral在Antaris技术演示卫星任务中的天基量子安全软件沙盒。

国开启科量子技术(北京)有限公司

公司简称启科量子，成立于2019年，是亚洲首家离子阱量子计算公司，公司专注于离子阱量子计算机与量子通信技术的开发与应用，为用户在海量数据处理与信息安全传输中的需求提供产品与服务。公司目前申请和授权专利超过350项，参与20余项量子信息领域的国家及行业标准制订工作，例如《量子密钥分发(QKD)系统技术要求 第1部分：基于诱骗态BB84协议的 QKD 系统》《量子密钥分发(QKD)系统测试方法 第1部分：基于诱骗态BB84协议的QKD系统》。

在量子通信方面，目前可向用户提供包括量子保密通信终端（QKD）、量子随机数（QRNG）、密钥管理、网络交换/路由、量子服务器、量子网关、移动加密设备、核心组件等二十余项产品及解决方案。2022年，新一代QKD、PCIe-QRNG、API网关等多型产品完成研制并通过认证。公司已在通信、云计算、基础设施建设、能源、信息安全、金融领域与中国广电、中兴通讯、神州数码、阿里云生态、中国金融认证中心、国家电网、广汽集团等行业头部企业围绕量子计算、量子密码应用、安全云底座等方面展开业务合作。

KEEQuant GmbH

公司成立于2020年，位于德国巴伐利亚，公司目前的主营业务是QKD产品，包括基于光纤的连续变量的量子密钥分发系统(CV-QKD)和网络中的密码管理系统(KMS)，服务于数据中心与网络、国防与安全领域。资金支持全部来自EU27(欧盟27个成员国)，是EuroQCI(欧洲量子通信基础设施)项目的参与者，正在协调SEQRET项目。参与了欧盟OpenQKD标准化与认证工作。

Quantum Optics Jena GmbH

公司成立于2020年，位于德国耶拿。公司基于在量子光学多年的研究经验，以及在应用科学与工业在精密光学、机械和光电子领域的积累，现提供高性能纠缠光子源、基于光纤网络和卫星的QKD系统、量子成像系统、用于量子网络的光电元件和系统(偏振分析模块)，为通信、生物医学成像和科学界提供解决方案。

在技术方面，公司位于图林根省耶拿，该城市在光子和光学技术领域享有盛誉，弗劳恩霍夫应用光学与精密工程研究所(Fraunhofer IOF)就位于此，这对公司的技术发展提供了有利的地理区位。在业务拓展及合作关系网络方面，公司是QBN(Quantum Business Network, 欧洲量子商业网络)的成员之一。

ThinkQuantum SRL

公司成立于2021年，位于意大利萨尔塞多，是意大利帕多瓦大学的衍生公司，由意大利Officina Stellare Spa公司(设计和制造用于地面和空间应用的复杂光学机械和航空航天仪器)和其他学术创始人创立，创始人大多来自QuantumFuture研究组(该团队在量子光学、光量子信息处理、量子通信、量子密钥分配和量子随机数生成方面拥有20年的背景)，QuantumFuture是OPENQKD项目(在整个欧洲实施各种QKD测试平台和用例)在意大利的唯一合作伙伴；QuantumFuture的资助来自意大利航天局、欧洲航天局、欧盟委员会。公司获得帕多瓦大学实验室、相关知识产权等资源。公司当前主营业务是提供基于光纤的QKD、自由空间QKD(是与无人机、高空平台、飞机、船舶等移动平台通信的唯一解决方案)、卫星QKD及有效载荷和地面站、QRNG。公司目前可提供批量QKD产品，可实现完全EU27的供应链，在技术上与已使用的非EU27的产品属于同一类别，公司的QKD和QRNG系统已于2022年投放市场。

对外合作和业务拓展方面，公司与受保护的多云存储领域的领导者fragmentiX Storage Solutions公司在QKD合作。

LuxQuanta Technologies S.L.

公司成立于2021年，总部位于西班牙巴塞罗那，是ICFO(西班牙光子科学研究所)的衍生产品，并在此孵化了四年多，团队当前有14人。公司大部分股东来自欧洲，欧洲拥有全部控制权。公司主要产品为CV-QKD系统，提供QKD系统和技术以集成到现有网络基础设施中，在顶部提供量子安全的安全层数学密码技术。

LuxQuanta是欧盟Digital项目(数字项目的核心包括通过超级计算、人工智能、网络安全等高级数字技术实现欧洲社会和经济的数字化转型)。Digtal项目的一部分是开发并使QKD技术成熟，部署欧洲QKD链路，建设欧洲量子通信基础设施。

公司的QKD系统于2022年首次实测，在ICFO总部(Castelldefels)和加泰罗尼亚政府CTTI总部(Hospitalet de Llobregat)之间建立了一条30公里点对点光纤链路的量子通信链路。这是巴塞罗那部署量子网络的第一步。

Q.Bird B.V.

Q*Bird成立于2022年，位于荷兰代尔夫特，是荷兰量子计算公司QuTech的分拆公司，主要为荷兰和欧洲的量子通信基础设施提供基础构建模块，也是Quantum Delft和Quantum Delta NL生态系统的一部分，是Quantum Delta NL(国家量子网络计划)和量子互联网联盟(QIA)的参与者。公司主要提供QKD技术。Q-Bird的技术团队在交付下一代量子原型系统和为工业和商业合作伙伴交付项目方面有多年经验，曾作为一个工程团队在QuTech内部运作了3年，在此期间设计并构建了下一代QKD原型系统，这些系统已经在相关领域环境中与工业参与者进行了测试。

Q-Bird正在与金融、电信、数据中心等商业合作伙伴部署在荷兰各地试验台的QKD原型系统。例如Eurofiber的乌得勒支区域网络，该测试平台对新合作伙伴开放，加入并共同探索量子安全通信的可能性。Q-Bird下一代系统将在荷兰鹿特丹港务局推出，并将用户连接到港口的数据共享平台Portbase以及位于鹿特丹港的其他两三个海运物流公司，测试使用量子技术保护关键通信系统，项目的资金有三分之二来自Quantum Delta NL SME计划，三分之一来自鹿特丹港务局，该项目中，公司与荷兰超导纳米线单光子探测器公司Single Quantum合作。

Arqit Quantum INC.

公司成立于2017年，总部位于英国，在美国设有子公司，以SPAC形式于2021年在美国纳斯达克交易，也是全球为数不多的量子科技上市公司。公司产品为量子加密云平台软件QuantumCloud™，该产品是与英国政府、英国电信(BT)公司和维珍轨道(Virgin Orbit)公司合作四年开发而来。

2022财年，公司收入2,000万美元，其中，720万美元来自QuantumCloudTM的5个合同总收入，1280万美元的其他营业收入来自与欧洲航天局的项目合同。公司2022财年的行政费用为7,220万美元(2021财年为1,460万美元)，员工成本占该期间人员增加导致的增长的很大一部分(员工人数从73增加到145人)。营业亏损为5210万美元(2021财年为1.726亿美元)。Arqit还通过行使认股权证获得现金收益2,130万美元。

在业务拓展方面，Arqit在与私有云基础设置、云存储平台和硬件领域均进行了产品合作与部署，这包括与美国公司Fortinet的Fortigate系列下一代防火墙集成；与英国网络安全解决方案提供商Nine23签署合同，将在Nine23的英国主权安全私有云基础设施Platform Flex上，并将通过数字市场在新的G-Cloud 13框架上提供这些服务；将产品部署在Amazon Simple Storage Service(Amazon S3)上供AWS客户使用；在戴尔选定的硬件设备上预装产品，进行单个SKU进行销售等 。

04

网络建设

2022年，美国、加拿大、英国、法国、韩国、中国、波兰、印度等国的量子通信网络基础设施建设进一步发展。

相关发展情况如下：

美国：尽管未有大规模国家级基础设施规划，仍不影响QKD应用研究工作开展。

5月，美国能源部布鲁克海文国家实验室(BNL)推出了一个新的量子网络设施，提供研究人员所需的工具和能力，使大规模量子纠缠分发网络成为现实。新设施已经拥有美国最先进的区域量子网络之一，由BNL和石溪大学正在完成的美国最长量子网络，横跨98英里并连接这两个机构的所属校区。 6月，芝加哥大学Pritzker分子工程学院芝加哥量子交换中心(Chicago Quantum Exchange, CQE)首次将芝加哥市和郊区实验室与量子网络连接起来，建成200公里QKD网络，以每秒超过80,000个量子比特的速度通过光缆分发量子密钥，即将向学术界和工业界开放的芝加哥网络将成为美国首批公开的量子安全技术测试平台之一。 整个网络现由6个节点组成，在阿贡国家实验室和芝加哥南部的两座建筑(芝加哥大学校园、海德公园附近的CQE总部)之间传输携带量子编码信息的粒子。6月，美国伊利诺伊州快速量子网络(IEQNET)研究团队在美国能源部的两个相距50公里的实验室之间部署量子网络，并在该网络上同时传输了一个传统的时钟信号和一个量子信号，两个信号在小于5皮秒的时间窗口内保持同步，这一性能是构建实用多节点量子网络的重要一步。

中国：合肥量子保密通信城域网开通，全长1147公里，共159个接入点。

8月，合肥量子城域网开通，这是目前规模最大、用户最多、应用最全的量子保密通信城域网。该网络由中电信量子承建、国盾量子提供核心设备，包含8个核心网站点和159个接入网站点，光纤全长1147公里，可为市、区两级近500家党政机关提供量子安全接入服务。该网络后期还将服务于金融、能源、医疗、科技等行业，并有望拓展至四县一市，接入国家量子骨干网。

德国：弗劳恩霍夫位于耶拿和埃尔福特的研究所间建立75公里光纤QKD连接。

9月，量子通信网络基础设施建设已在图林根州(德国十六个联邦州之一)，图林根州科学部提供了1100万欧元，由弗劳恩霍夫应用光学与精密工程研究所(IOF)与合作伙伴建设，在超过75公里的光纤QKD上首次测试，这条线路将耶拿(Jena)的弗劳恩霍夫IOF与埃尔福特(Erfurt)的弗劳恩霍夫生物医学微电子和光学系统中心(MEOS)链接，两地间发送了超过30万个量子密钥。 此项实验也是德国联邦教育与研究部(BMBF)资助的研究计划QuNET(量子通信网络)的第一阶段建设，参与此计划的四个核心研究所是弗劳恩霍夫应用光学与精密工程研究所IOF、弗劳恩霍夫海因里希赫兹研究所HHI、德国航空航天中心通信与导航研究所(DLR-IKN)和马克斯普朗克光物理研究所(MPL)。

法国：量子通信基础设施项目在巴黎的部分节点间完成连接测试。

10月，由法国电信商Orange领导的ParisRegionQCI(量子通信基础设施项目)在Saclay、Châtillon和巴黎之间部署量子通信网络以测试安全通信解决方案，将在大型集团、初创企业、巴黎计算机科学实验室(LIP6)、光学研究所和巴黎电信之间建立，项目由法兰西岛大区资助100万欧元，是该地区第一个量子通信网络。该项目依赖于ID Quantique的QKD解决方案、Thales的IPsec Mistral加密网关以及与索邦大学等单位的合作。

波兰：华沙和波兹南间建成380公里QKD城际基础设施链路。

9月，在华沙和波兹南两城之间搭成380公里的城际QKD链路。该链路是波兰光子学和量子技术国家实验室(NLPQT)开发全国量子通信基础设施项目的一部分，由波兹南超级计算和网络中心(PSNC)和瑞士公司IDQ合建，将为远程医疗、医疗数据传输、数据存储和公共服务等多种应用提供服务。PSNC的目标是将其2021年在波兹南开发的地铁QKD基础设施与这条新的长途波兹南-华沙QKD链路进一步整合，最终目标是互连波兰的所有高性能计算中心，并建立QKD服务的通用访问层。

英国：北部地区实施首个量子通信网络，链接约克和曼彻斯特

2月，量子通信中心资助了在英国北部实施的首个量子通信网络项目，该项目将利用CV-QKD技术在约克和曼彻斯特之间(途经利兹和哈德斯菲尔德)部署实现4个战略互连点间的量子安全网络。

韩国：QKD网络基础设施一期工程实施完毕，连接48个政府组织。

7月，SK Broadband和IDQ合作完成了韩国正在建设的全长800公里的QKD网络基础设施一期工程。该网络连接了韩国48个政府组织，为其提供敏感信息和通信的安全保护，是中国之外最大的量子密码网络。

印度：陆军地面光纤基础设施成功实现超150公里量子密钥分发。

8月，通过印度QNu Labs公司的QKD系统，在地面光纤基础设施中成功试验了超过150公里的安全密钥分发。印度陆军将该公司纳入采购名单，开始采购QNu Labs开发的Armos QKD系统。

加拿大：魁北克政府为行业和研究人员开放新的光纤量子通信测试平台。

6月，加拿大魁北克非营利组织Numana在舍布鲁克的量子创新区开放量子通信基础设施，为行业和研究人员提供光纤量子通信测试平台。该项目耗资375万加元，得到了魁北克经济与创新部250万加元的资金支持，技术方面得到通信服务公司Bell的支持。魁北克政府计划在蒙特利尔和魁北克市建立网络，以逐步部署连接整个魁北克省的基础设施量子生态系统。

05

投资概况

目前，量子通信与安全领域仍是未来技术，本章较多地关注因此成立的初创企业。很多传统的网络及信息安全公司已涉足量子通信与安全研发或开展业务，但这类公司经过长期的持续经营，有较好的资本积累，几乎不需要风险资本注入。量子初创公司，尤其是以研发硬件为主的公司，在创立初期，少有抵押物，且研发存在风险，因此通过银行贷款的方式较为少见，主要是通过风险资金及政府资金支持其初期发展。

关于统计金额的范畴，除了来自风险机构的资金(本章不深究风险资本是否为政府产业指导基金的情况)，初创企业也通过政府组织的项目获得来自政府的投资(例如，美国能源部或英国UKRI提供资金/奖金等)，这两大类资金来源有时在企业的单轮中均有存在，无法详细拆分，因此，来自风险机构的投资和政府直接投向企业的资金均纳入此次计算。本次融资数据统计源于公开信息，一些公司未将投资情况公开或未将投资金额公开，这将不在计算范围内。一些公司的技术与业务不仅涉及量子通信与安全，还可能涉及量子计算或量子精密测量，而公开的投资金额往往不会拆分至确切的研发方向。资金的币种以美元为主，还有欧元、英镑、澳元、人民币、韩币、卢比，计算金额不考虑通货膨胀和汇率变动。综上，量子通信与安全领域行业实际收到的投资金额可能存在偏差，使用数据时需考虑上述情况。

2022年度融资呈现的主要特点如下：

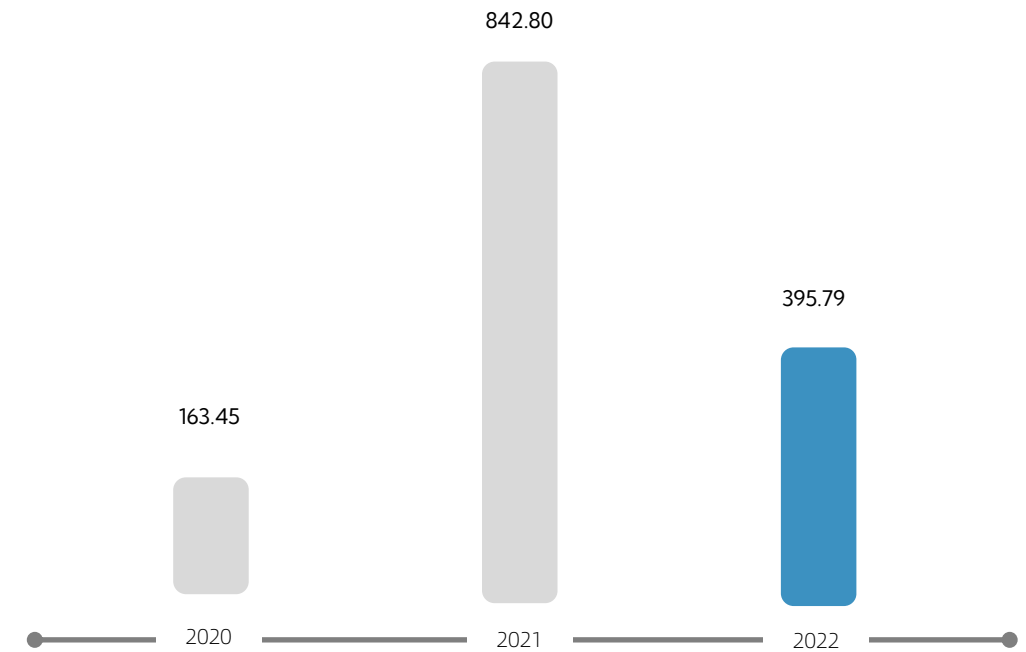
2022年量子通信与安全领域融资与2021年相比大幅下降。

2022年度量子通信与安全领域共有21家初创公司获得约3.96亿美元融资，包括3个未披露融资金额的公司(印度QNu Labs公司、中国合肥硅臻量子公司、中国弦海量子公司)。

与2021年(约8.43亿美元)相比，2022年融资总规模大幅下降。这其中，2021年，英国Arqit公司在美国以SPAC形式上市，获得约4亿美元收益，中国国科量子公司通过股权融资获得约2.25亿美元，这两笔融资占到2021年总金额的74.14%，抬升了2021年通信领域的融资规模。相比之下，2022年没有任何一家量子通信与安全领域的公司上市，最高的融资来自于美国Sandbox AQ，这是一家剥离自Alphabet(谷歌母公司)的公司，得到了9位数的融资(具体融资金额未披露，按1亿美元计算)。Sandbox AQ于2022年正式独立。Sandbox目前与SoftBank合作，共同展示软银网络上PQC的技术验证，用于VPN等实际应用。

除了较高单笔融资的影响外，还有一些因素也可以被考虑在内。例如，由于统计数据以公司对外公告的时间进行划分，公司实际的融资可能不会在短期内完成交割，也就不会发布公告。另外，公司在融资环节中往往需要近些年的销售收入数据提供给投资人评判。而2022年是COVID-19持续传播的第三年，由疫情导致的研发进展缓慢、市场开拓进展缓慢、投资评估缓慢、资金到账缓慢等一系列影响都可能会导致2022年呈现的融资金额下降。

图表 5-1 2020-2022年全球量子通信与安全领域融资总额
(单位：百万美元)

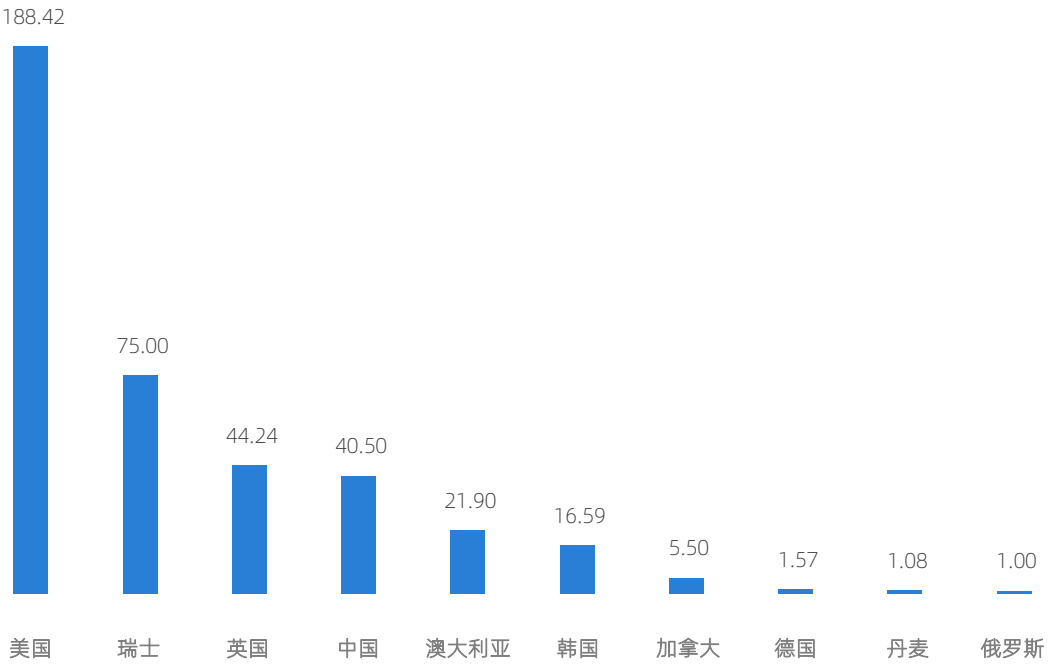


iCV TAnK | Version Feb 2023

资金投向美国企业最多，其次是瑞士、英国、中国、澳大利亚。

2022年被投企业来自11个国家(英国、丹麦、美国、加拿大、韩国、德国、印度、俄罗斯、澳大利亚、瑞士、中国)。从已披露的融资金额来看(印度QNu Labs未披露金额)，资金投向美国公司金额最高(约1.88亿美元，6家公司)，其次为瑞士(约0.75亿美元，2家公司)、英国(约0.44亿美元，4家公司)、中国(约0.41亿美元，4家公司)。出现这一情况的原因可能包括美国的量子通信与安全初创企业数量较多，美国网络安全领域政策发布较多，欧美资本市场更加开放和活跃等。

图表 5-2 2022年全球量子通信与安全领域融资额(按被投企业所在国)
(单位：百万美元)

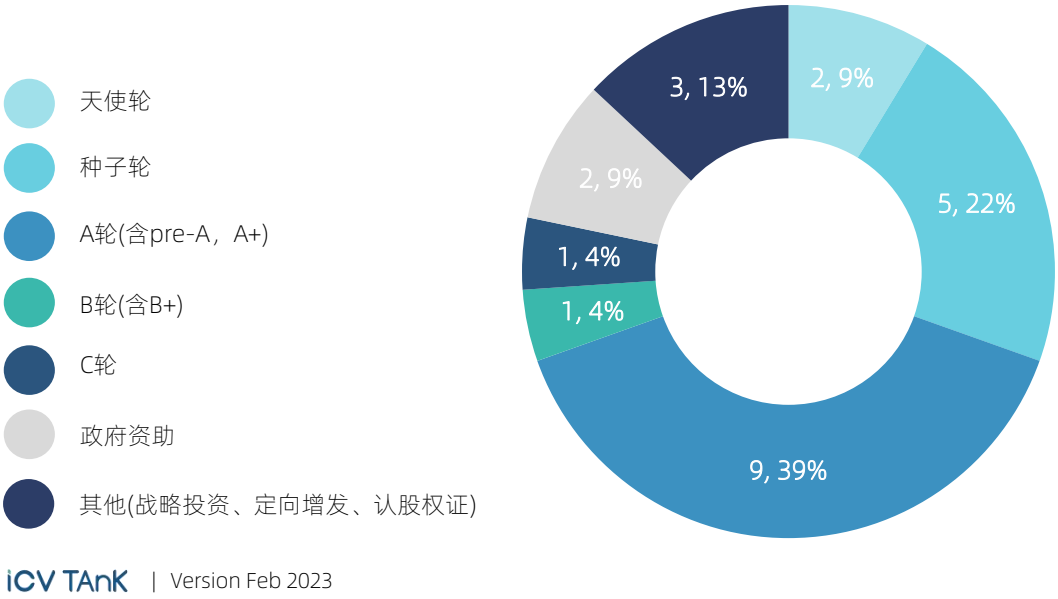


ICV TAnK | Version Feb 2023

融资类型依然以早期为主，种子轮和A轮占比最高。

本次融资统计按融资类型分为天使轮、种子轮、A轮(含pre-A、A+)、B轮(含B+)、C轮、政府资助、其他(战略投资、定向增发、认股权证)。从融资类型来看，A轮融资最多(9次，占比39%)，其次是种子轮(5此，22%)，这说明被投企业的融资阶段多处在早期，距离上市还有一定距离。这与量子通信与安全领域仍属于前沿技术的早期发展阶段的情况相符。

图表 5-3 2022年全球量子通信与安全领域融资类型



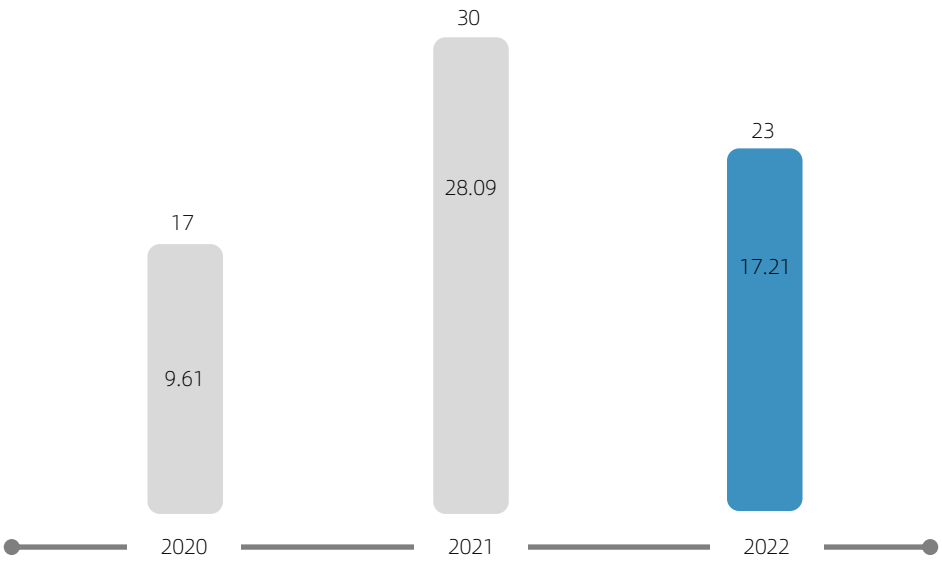
iCV TAnK | Version Feb 2023

2022年融资事件次数从2021年的30件降至23件。

2022年度总计发生融资事件23件，较2021融资事件数有所降低。并且，单件融资额低于2022年水平，约为1721万美元，但高于2020年平均值。

2022年的融资的总金额、融资事件、单次融资金额均比2021年有所下降。这与COVID-19和宏观经济增长放缓有关，各国政府为了应对疫情，投入了大量资金，用于技术创新、产业发展领域的资金必然会受到一定影响，而在持续到疫情第三年时，这种消耗已经达到一定峰值。2022年，公司上市和单笔大投资交易的情况较以往减少。

图表 5-4 2020-2022年全球量子通信投融资事件数及平均事件金额
(单位：件，百万美元)



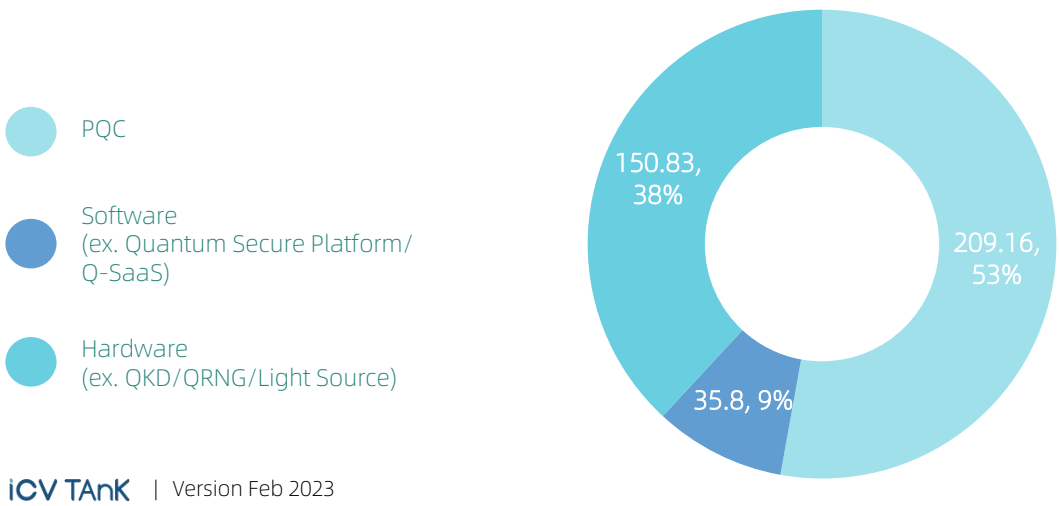
iCV TAnK | Version Feb 2023

QKD、QRNG等硬件为主的企业融资比PQC企业融资总额高。

当前量子通信与安全领域企业主要分为三大类：研发以量子物理为基础的产品(例如QKD、QRNG、光源)，研发量子密码平台产品(Q-SaaS、密码管理平台)，研发以数学算法为基础的产品(全同态加密算法)。

从已披露投融资数据来看，2022年的有6家PQC领域的企业获得融资，它们是Cornami(美国)、HEAAN CRYPTO LAB(韩国)、PQSecure Technologies(美国)、PQShield(英国)、Sandbox AQ(美国)、杭州量安科技有限公司(中国)，共获得约2.09亿美元投资。2022年有11家量子物理加密领域的企业获得投资，它们是Aegiq(英国)、Alea-quantum(丹麦)、Pixel Photonics(德国)、QNU Labs(印度)、QSpace Technologies(俄罗斯)、QuintessenceLabs(澳大利亚)、Qunnect(美国)、Terra Quantum(瑞士)、合肥硅臻量子(中国)、上海弦海量子(中国)、浙江九州量子(中国)，共获得约1.51亿美元投资。2022年有3家量子软件平台类公司获得3笔融资，它们是Arqit(英国)、evolutionQ(加拿大)、QuSecure(美国)，共获得约0.36亿美元投资。未来随着PQC算法标准化后，可能会出现一些PQC算法应用的初创公司，PQC与QKD、QRNG等硬件领域的投资比重可能会发生新的调整。

图表 5-5 2022年量子通信与安全投资技术领域分布



iCV TAnK | Version Feb 2023

多国政府持续向量子通信与安全领域注资，用于产业、学科建设、人才等方面。

2022年，中国、美国、加拿大、芬兰、澳大利亚、新加坡、德国、英国、南非等国家均在包括量子通信与安全在内的量子领域进行积极布局，持续支持量子科技领域发展。2022年各主要政府在包含量子通信领域的投入资金约12.03亿美元。从资金投向的领域来看，涉及基础设施建设、量子学科建设、量子人才培育、量子创新区/量子城建立、国家量子计划、工业推动等方面。

这些带有资金数额的政策中，一些是专门投向量子通信与安全领域的，另一些是量子信息科学领域的。投向量子通信的资金包括，新加坡的量子工程计划(QEP)中的国家量子安全网络(NQSN)，在全国范围内进行量子安全通信技术的试验，对安全系统进行深入评估，并制定指导方针，以支持企业采用此类技术。项目步计划部署10个节点，并将在三年内获得850万新元。

资金政策还专门投向量子人才，例如，2022年，澳大利亚工党承诺提供400万澳元支持量子人才培养，其中300万澳元用于培养量子技术博士生，另外100万澳元用于“启动”基于悉尼量子学院模式的国家量子研究和教育合作；美国乔治梅森大学量子科学与工程中心运营的K12量子人才发展项目获得了众议院拨款法案中的65万美元，将在费尔法克斯和劳登县公立学校试点量子物理课程，在北弗吉尼亚州培养多元化的量子人才。

从资金政策的发布方来看，国家科学科技部门、国家工业部门、国家创新部门、国家量子研究中心、国家量子研究计划、国家标准及技术研究机构、地方政府等是主要的政策发布方。

投向量子产业的资金来源多样化，激发创新创业潜力，有助于推动量子产业发展。

除了国家政府、地方政府、投资公司，专业学会也通过设立奖金的方式，鼓励量子技术发展，例如英国物理学会(IOP)与英国投资公司Quantum Exponential合作推出创新奖qBIG，获奖者将获得1万英镑现金以及来自学术和产业界人士的指导。这类举措展现出资本对量子投资标的的渴求，也为初创企业提供多一个获得资金的渠道。

06

政策发布

政策作为指导产业发展的纲领性文件，是产业发展的风向标，极具前置性和推广性，也就是说政策发布后，需要逐级影响到产业的方方面面。本章将从国家或国际组织方面，以时间为序，归纳指导型政策及资金型政策。

量子信息

量子通信与安全相关政策仍较多被量子信息一词涵盖。

目前政策仍大多以“量子信息”这一综合体出现，细致到量子通信与安全领域的相对较少，这可能有两方面原因：一是量子科技领域被广泛划分的量子通信、量子计算和量子精密测量三大技术其背后的有很大程度的技术关联，基于目前技术的未来发展愿景是终有一时，三大技术会相辅相成、融合发展，形成全面的量子互联网时代，因此在实际发展中不易于过于割裂；二是量子通信、量子计算、量子精密测量这三大技术即便已经有了很多发展，但尚有很多在探索的“枝干”，在“枝繁叶茂”时再划分为分立的政策可能更具针对性。

举国推动

美国以立法形式举国推动量子信息发展，这一做法仍在各国中独树一帜。

美国、中国、芬兰、新加坡、加拿大、英国、德国、日本、荷兰、西班牙、澳大利亚、韩国、南非等国均在2022年发布了用于推动量子通信与安全领域的政策。各国政策发布形式或倾向所差异，美国倾向使用发布不同方向主题的法案，以立法方式自上而下带动科学发展、技术研发研和产业发展。除了美国，其他国家尚未出现此类立法。这一方式除了与美国的治国立法习惯有关，也与美国希望在量子技术中始终处于领先地位的目标有关。除了以国家为主体发布政策外，欧盟和北约也在2022年发布了支持量子通信和安全领域发展的政策。整体来说，量子通信与安全领域通过政策支持得到了延续性发展，这一技术继续受到国家及国际组织层面的支持。

量子人才

发展量子技术的人才被政策关注。

多个国家的政策已或多或少提到量子人才，美国更是发布报告Quantum Information Science and Technology Workforce Development National Strategic Plan，以具有高影响力的发布机构NSTC为发布方，向各界展示其对劳动力的关注。量子政策从关注科学和技术逐渐拓展到关注研究科学和发展技术的人。目前提及劳动力的政策主要是希望发展量子科研的后备力量，通过课程设置等方式为行业储备人才。但是，量子教育不应仅发展大学教育，尤其目前主要在博士生阶段，不仅要逐级向下发展，在K12阶段逐渐渗透，还应考虑到对口的职业教育，在量子产品制造过程中，这些人才必不可少。

形式多样

美国的量子政策形式最为多样化，通过G7、圆桌会议等方式释放其领导力及合作信号。

除了G7签署的合作，美国还与芬兰、瑞典、印度、丹麦、韩国等国通过单方和多方对话签署协议，以及政府高层公开发言的方式，向外界释放美国与他国在量子技术领域合作的信号，不断释放其在量子领域的重要地位，推动美国量子技术产业化发展。

持续发布

中国东部和中部省市多发布政策，持续支持量子发展。

中国的量子政策从经济和地理分布来看，东部沿海省及直辖市，仅有天津在2022年未发布量子相关政策，上一轮量子政策发布热潮是2021年全国各省市发布的地方“十四五”规划。中部及西南地区省市有一定技术积累和产业基础的，也均发布了政策。政策的关键词包括数字经济、未来产业、商用密码应用、网络和数字安全、先进制造业等，这些关键词同样也适用于全球量子通信与安全产业的政策发展方向。

中国各地方政府政策出台比较密集，但实际落地政策较少，考虑到量子信息产业仍在早期阶段，产业规模非常有限，中国各地方政府的投资参与热情不高。

联盟推进

欧盟和北约均发布支持量子通信发展的政策，但欧盟整体推进程度高于北约。

欧盟，宣布投资60亿欧元建立卫星星座基础设施并连接欧洲量子通信基础设施；爱尔兰签署EuroQCI宣言，欧盟27国全部完成签署；发布初步战略研究和产业议程(预计2023年更新确定)。北约方面，宣布在丹麦尼尔斯玻尔研究所建立量子测试中心和实验室，用于开发和测试量子技术(包括量子加密)；确定量子技术作为一项关键的新兴技术，研究QKD和PQC集成技术，以对联盟来说以最佳和最全面的方式保护信息基础设施。

07

产业分析预测

量子信息与安全领域的产品及技术服务主要归属于网络安全领域，是网络安全这一庞大产业中的一个较为核心和根本的子产业，向下可延申至多个行业涉及的安全产品中。

量子信息与安全产业从目前已经发展的形态来看，主要是由量子物理加密产品与技术(例如QKD)、PQC、QRNG等带来的产业价值。

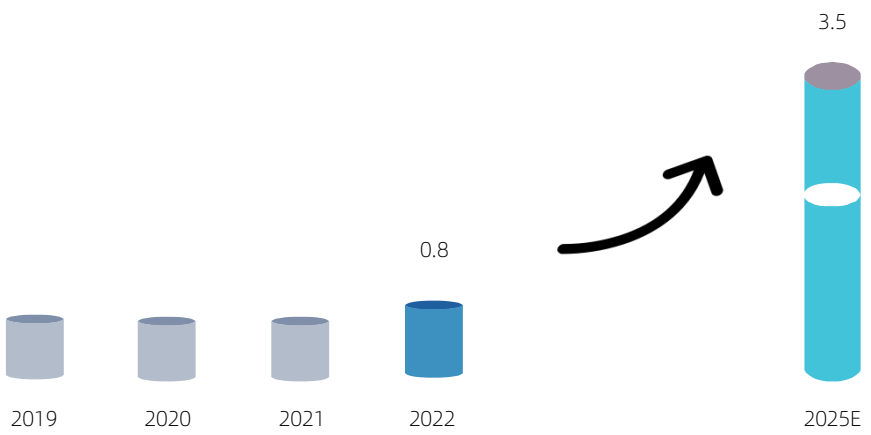
QKD

QKD产品技术发展相对成熟，现在主要是产品升级迭代，使其性能更优越、价格更具应用优势、整机尺寸更小等，QKD产品不存在对传统产品的替代。

2022年全球QKD市场规模较2021年有所下降，为8亿美元，受COVID-19影响，以往由政府资金支持的项目受到影响，很多项目也因疫情和经济增长放缓而中止或进展缓慢，当然，QKD还未实现大规模应用，公众的认知还需要进一步提升，这些都影响到QKD市场的增长。

我们认为，随着全球经济的逐步恢复，QKD的应用场景逐渐清晰与增多等，未来几年将是QKD行业快速增长的好阶段，到2025年，预计市场规模将达到35.04亿美元，这将是2022年的5倍。

图表 7-1 全球量子通信产业规模 (2019-2025E)
(单位: 十亿美元)



ICV TAnK | Version Feb 2023

国防军事是QKD最主要的应用市场，但未来几年随着其他行业应用规模的增加，国防军事的全行业占比将从2022年29.75%略微下降至26.11%；电网是过去几年QKD的主要应用行业之一，未来几年的行业占比也将出现较大幅度的下降，从2022年21.88%下降至16.41%，电信、政府服务、金融、铁路等市场占比均略微上升。

图表 7-2 全球QKD下游应用预测 (2022-2025E)

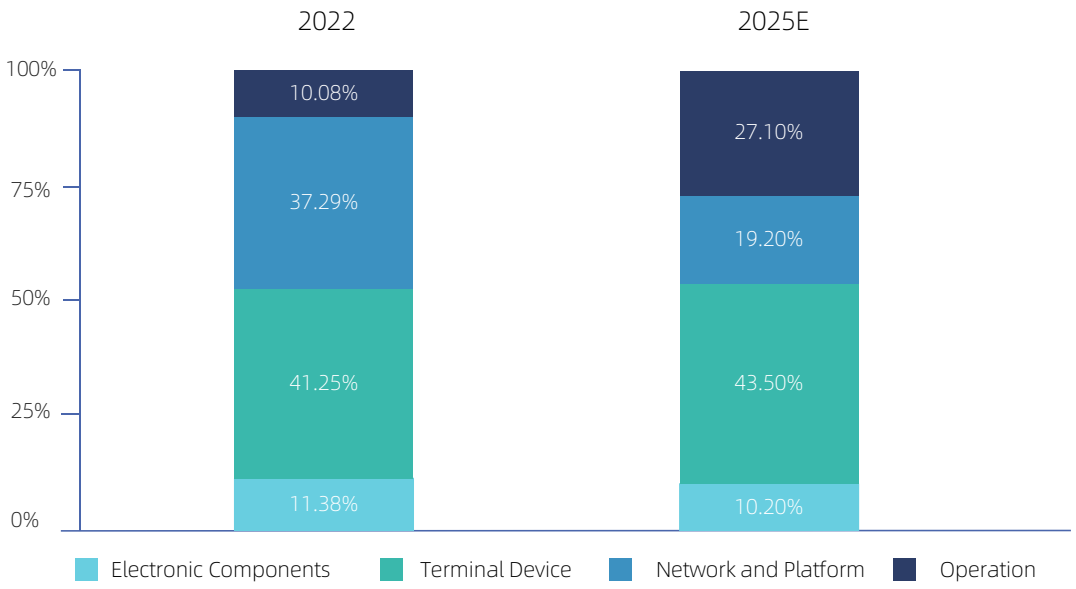
Segment Share	2022	2023E	2024E	2025E
Defense & Military	29.75%	25.65%	25.85%	26.11%
Telecommunications	9.38%	10.05%	10.42%	10.53%
Government Affairs	11.38%	10.05%	10.22%	11.70%
Power Grid	21.88%	22.53%	21.36%	16.41%
Finance	16.50%	15.94%	16.41%	17.55%
Rail	8.63%	12.31%	12.64%	15.41%
Others	2.50%	3.47%	3.10%	2.28%

ICV TAnK | Version Feb 2023

从产业链上主要环节各结构占比来看，元器件作为产业链上游最重要的环节，随着技术进步，大规模应用带来的成本下降，以及元器件供应稳定等因素影响，预计到2025年在整个产业结构中的占比将略微下降。而未来几年，终端设备销售仍将是产业中最主要的盈利模式，在产业结构中的占比略微增加。

预计到2025年，网络和平台搭建的规模占比将明显降低，这是由于过去几年主要国家都进行了大规模的网络基础设施建设。随着QKD基础设施逐渐完善，运营在产业结构中的占比将会显著增加，运营业务迎来高峰期，更多的下游应用展开运营活动。

图表 7-3 全球QKD产业结构预测(2022-2025E)



ICV TAnK | Version Feb 2023

量子随机数发生器(QRNG)是一个组件级产品，不像QKD设备那样相对复杂，对于一些想要进入量子产业的创业者来说是一个可以快速切入的领域。而且，QRNG应用广泛，在计算模拟、金融支付、生物植入、视频安防等各个领域都有很大的应用价值。并且，QRNG会随着产品性能的提升及规模效应带来的成本降低，将在某些应用场景中逐步替代一些经典随机数产品。

QRNG的应用增长与量子信息时代的蓬勃发展有关，虽然目前经典物理的RNG可以满足当前的绝大部分应用需求，但显然QRNG可以给行业客户提供更高级别的安全防护，特别是在替代软件随机数方面有着庞大的市场。

QRNG的大规模使用受限于两个方面：产品形态和成本。产品形态需要快速过渡到芯片化，而随之成本也可以大幅度下降，对于IoT设备来说，几美金的成本增加是大规模应用的临界点。而对于行业客户来说，100-130美金是很重要的价格接受临界点，如果不能将终端价格下降到这个区间，QRNG的市场将很难打开。

目前，博彩业是QRNG早期应用的典型场景，这是因为黑客曾于2014年通过锁定和入侵老虎机成功赚取了数百万美元，美国、罗马尼亚、澳门等赌场都曾因此受到损失。美国、澳门的赌场目前已有使用QRNG的情况，旨在为参与游戏的人提供了公平的环境。

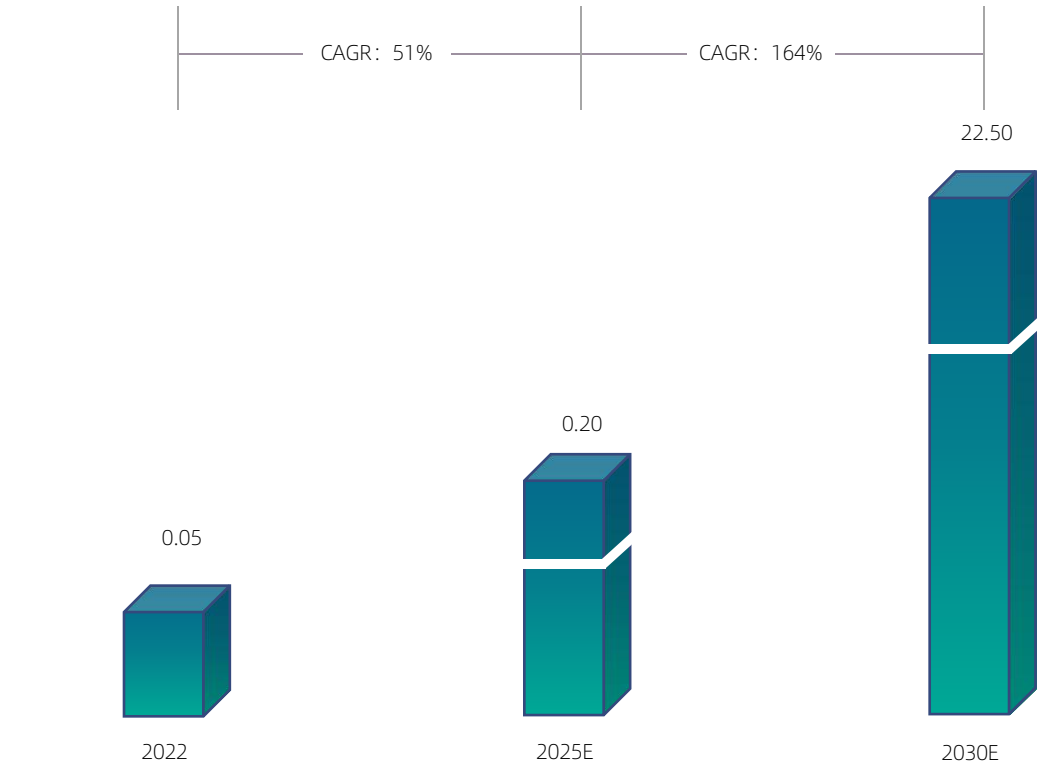
未来随着QRNG芯片化技术的成熟以及成本效应的体现，QRNG有望快速进入消费市场中。例如，在5G/6G时代，大量的移动设备可以使用QRNG增加安全性，QRNG可能大规模在智能终端设备、银行U盾、智能驾驶(无人机、无人船、无人车)、及其他物联网产品中应用。

QRNG产业增长驱动力来自产品芯片技术成熟，以及下游应用对产品的广泛认知。

2022年，全球QRNG产业规模约为5,100万美元。随着QRNG芯片技术趋于成熟，以及各方对其认知度的提高和下游应用普及，预计到2025年，全球QRNG产业规模将扩大至2.03亿美元；预计到2030年，QRNG产业规模将达到225亿美元。

对于在这一领域的企业来说，市场前景非常美好，但需要加快技术研发、降低成本及开发应用场景。

图表 7-4 全球QRNG产业规模预测 (2022-2030E)
(单位: 十亿美元)

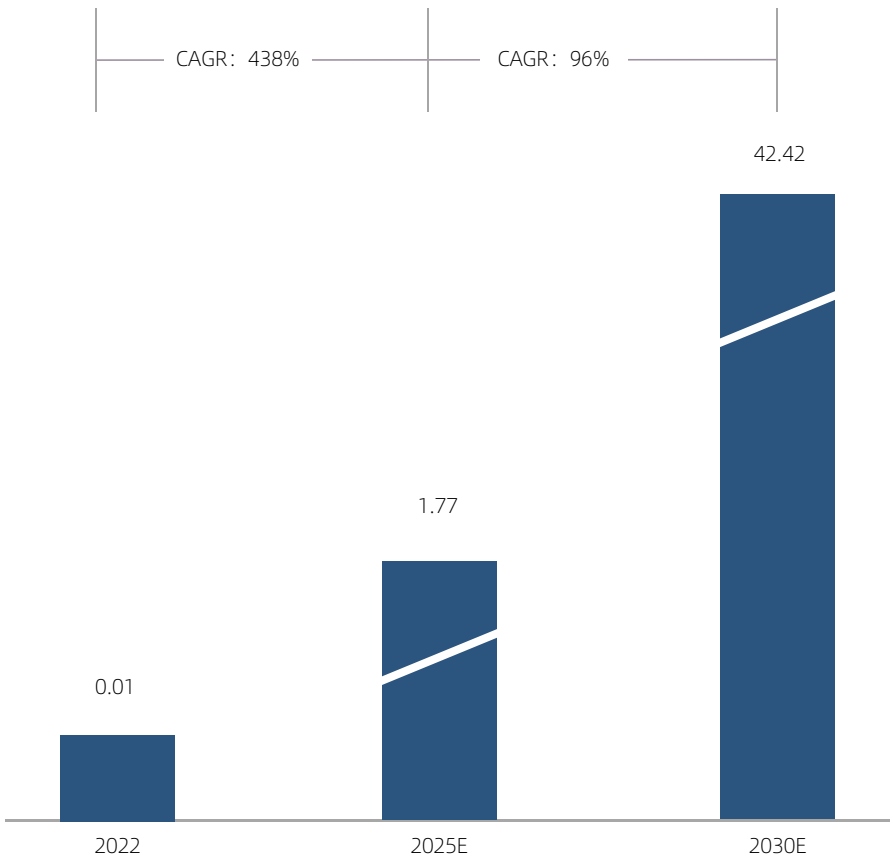


ICV TANK | Version Feb 2023

PQC是对当前密码体系的升级和加固，早期阶段对现有安全产业的替代影响不大，未来存在对现有安全软件或安全芯片的替代。 PQC产品形态包括软件和硬件两种方式（一般为组合态），软件类产品(含算法)可能应用于浏览器等软件系统应用中，硬件类产品可能会以模块化设备或嵌入芯片等产品形态，逐步应用到下游行业的硬件系统中。

PQC市场增长与PQC标准化进程及量子计算机的实用化有较大关联。2022年PQC产业规模还处在初期阶段，约为1,000万美元。根据NIST的PQC标准化工作预计完成的时间点（2024年），我们预计2024年是全行业发展的重要时间点，之后行业发展将进入快车道。预计到2025年，全球PQC产业规模将达到17.7亿美金；随后的几年，伴随着量子计算机的快速发展也将对PQC的应用有极大的促进作用，预计到2030年，全球PQC产业规模将达到424.2亿美元。

图表 7-5 全球PQC产业规模预测 (2022-2030E)
(单位: 十亿美元)



ICV TAnK | Version Feb 2023

08

展望观点

01 QKD与PQC继续上演最佳解决方案之争

QKD与PQC密码技术是量子时代网络信息安全最重要的技术选择。它们的相同点是解决量子时代信息安全所面临的问题，不同点则很多。例如，QKD和PQC对信息的保护机制不同，可以简单理解为QKD是基于物理的、以硬件为主的方式，而PQC是基于数学的、以算法软件为主的方式。

QKD和PQC在当前的实际应用和技术成熟度不同，QKD已有大量国家部署这一基础设施，虽然仍未大规模应用，而PQC正处在标准化阶段。基于已实现和验证和可预见的未来，QKD和PQC并不会相互取代（并且，当前全球有多个团队在试验两者结合的方案），它们各有优缺点。例如，QKD可能存在硬件漏洞或使部署方增加使用成本，PQC可能会在某刻被破解。未来，可能会根据不同的信息安全等级需求、不同的应用场景以及其他因素，选择QKD或PQC技术方案，再或者是两种解决方案一起部署。

02 QKD发展目标仍为实现将通信距离扩展到可实用的规模

在实际应用中，800多公里(当前地面光纤QKD通信最远距离)地面QKD链路的通信范围仍限于城市圈或区域范围，这样还远不能满足实际使用需求。

从长远来看，长距离量子通信需要发展量子中继器和卫星网络，这一发展趋势也通过2022年的实际行动得以证实。例如，亚马逊和美国阿贡实验室领导的量子研究组织Q-NEXT合作研发量子中继器；美国和韩国建立了量子中继合作中心，由韩国科学技术院和哈佛大学共同运营。目前已有美国公司Qunnect在国防部的支持下专注于量子中继器的公司这些量子中继器合作研发项目，量子中继器的发展进程，也将体现出量子网络实用化进展。

此外，中国QKD量子城域网的开通打开了一个新的局面，向可实用规模的量子保密通信网络推进。除了中国以外，韩国、欧盟、美国均在推进本国的QKD网络建设。虽然美国国家安全局曾表示，QKD仍存在未被验证的问题，但从实际行动来看，美国与量子有关的国家实验室从未停止过QKD技术的研究和验证QKD网络的可使用性。

尽管QKD当前多项性能参数具有吸引力，但仍有提升空间，QKD技术和应用的目标很重要一点就是将通信距离扩展到可实用的规模。

03 QRNG独立发展，进行技术迭代，拓展场景应用

量子随机数发生器(QRNG)作为一个相对成熟的产品，借助QKD被大众知晓。它不像QKD一样是一项有一定系统规模的综合应用，因此，对于一些想进入到量子领域的创业者来说是一个可以快速切入的领域。同时，它应用广泛，在计算模拟、金融支付、生物植入等领域也能发挥价值。英国和欧盟针对QRNG立项，例如，英国设立AQURAND项目 和欧盟的QRANGE项目 ，这些项目都旨在加速QRNG的商业和工业开发，联合工业合作伙伴，由国家资金为主支持，由国家单位牵头。

目前，手机等智能终端设备和智能汽车市场是距离大众社会生活最近、最为热门的QRNG下游应用，三星公司已经连续三年推出带有QRNG芯片的量子5G手机，虽然三年来公布的芯片尺寸未发生变化，但受保护的手机应用有所增加；LG公司、360公司已经开始了QRNG智能驾驶的应用测试研究。在大众不太能看到的另一面，数据中心及云端应用可能是更大的市场，因为数据传输的底层正来源于此。未来，以小型设备形态和以芯片形态的QRNG产品将继续分别服务于数据中心/云端应用和移动应用，包括视频安防、智能终端、智能汽车等。

04 PQC算法的开发已经在进行中，但其应用规划仍处于起步阶段

根据NIST公告，PQC标准化草案可能在2023年公布，目标是到2024年发布一套标准。美国已发出告知，联邦机构需要在运行量子计算机之前开始向PQC迁移。美国的动作必将带来全球多国的追踪和效仿，预计2024-2030年，全球各主要国家都将制定与PQC标准相关的文件以及逐步向PQC迁移，以此来应对2030年左右量子计算机实用化所带来的冲击。

向后量子加密算法的过渡既取决于此类算法的开发，也取决于它们的采用。创建新的抗量子密码学标准的NIST进程正在进行中。美国、中国、日本、荷兰、瑞士、德国、英国、法国、意大利、加拿大、韩国、俄罗斯、巴西、澳大利亚、西班牙、挪威、比利时、芬兰、丹麦、新加坡、新西兰、以色列，都参与过NIST的近些年举办的PQC标准化会议，这也表明这些国家是最早一批参与者，这些国家绝大多数都是全球GDP前十五国家，这表明，PQC已经在全球主要经济体中建立的认知。

05 以行业会议等增进沟通方式益于量子新技术发展

尽管受COVID-19影响，出行和线下会议受到一定限制，但美国、中国、西班牙等国家仍举办了量子通信相关的行业会议，推进行业内企业、政府、学术组织间交流。例如，7月International Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (QCMC 2022)在葡萄牙里斯本举办，The 17th Conference on the Theory of Quantum Computation, Communication, and Cryptography (TQC 2022) 在美国伊利诺伊大学香槟分校举办；9月，2022第二届量子产业大会 在中国合肥举办；12月，第四届粤港澳大湾区(广东)量子密码与信息安全高峰论坛(CFQCIS)在广州举办。不过，这些交流还是受到一些地域、国际关系和语言的影响，比如，中国的会议少有中国籍以外的嘉宾参加。

行业会议的举办，是在地区范围内、产业联盟范围内较为有效的沟通方式，可以提高行业知识共享和交流的效率。量子技术虽然可以创造新的市场，但对于量子通信与安全领域的公司，尤其是初创公司来说，没有充分的市场需求将会是件非常麻烦的事。量子信息技术行业的下游应用需要不断挖掘和创新，也需要对产业的正确引导。行业会议是一种很好的宣传方式，引导行业客户、对接有效需求，从需求来指引产品研发，从而加快量子保密和安全产品的应用速度。

06 全球合作有助于优势互补，加速技术推向应用的时间表

2022年，量子通信及量子信息科学领域里的全球合作频出，这些合作的目的主要是为了以他国的优势补足本国的劣势，或者是拉拢共建全球、区域或盟国产业链，以期通过联合的方式对抗一些国际关系变动带来的不确定性。合作形式多样，这包括：

建立科学技术等领域研究中心。例如，韩国国家研究基金会(NRF)向美国芝加哥大学普利兹克分子工程学院(PME)投资，以共同领导创建一个致力于量子纠错的韩美联合研究中心。目前韩美科学合作中心(KUSCO)共有五个量子领域合作，其中与通信相关的是韩国标准科学研究院(KRISS)和美国伊利诺伊大学香槟分校合作的基于纠缠的量子网络中心，以及韩国科学技术院和哈佛大学的量子中继器中心。

为量子研究人员建立的联系平台。例如，澳大利亚、加拿大、丹麦、芬兰、法国、德国、日本、荷兰、瑞典、瑞士、英国和美国在伦敦举行关于推进量子多边对话的圆桌会议，由十二国合作的Entanglement Exchange启动。此次会议是继5月，十二国在华盛顿举行的Pursuing Quantum Information Together圆桌会议后的后续行动。

国与国之间签署量子技术协议。例如，美国和法国签署量子技术协议，该声明明确将量子信息科学列为双方认可继续开展研究合作的领域。

07 量子通信与安全领域的投资将逐步复苏并有新标的出现

从宏观经济层面来看，2022年是疫情席卷全球的第三年，世界上主要的经济体在这一年都逐渐放宽疫情限制，这对整个经济循环来说，及时地注入的动力。

从中观国家层面来看，美国2022年QIS预算自2019年至今首次下降，俄罗斯也出现过政府对既定量子项目投资下降的新闻，不排除这样的结果与2022年俄乌冲突造成的开支增加及受COVID-19疫情带来的经济下行有关。但更多的国家，在量子通信与安全领域的支持仍未减退。

从微观企业层面来看，2022年诺贝尔物理学奖颁给量子信息领域，这是对量子信息科学的极大认可，在这一拨信息潮的，有一大批公众开始知道量子、关注量子，继而在未来的择学择业中选择量子信息科学，这对未来的人才储备有正向影响。但是，这样的正向影响对于投资机构来说还不够，机构是理智的，初创公司在近三年的疫情中，成绩必然受到某种程度的折扣，原定的融资计划可能延迟，投资标的数量增长缓慢。

08 主要科技国均以量子科技凝聚培育产业生态

除了科学和技术研究的联盟之外，多国政府均认为量子技术是带动本国未来经济增长的重要行业，因此，以发展产业为导向的行业联盟和协会逐步在成立。比如，美国成立了QED-C联盟，其联盟成员不断扩充，联盟网站及其他信息的建设越来越细化，联盟的规划性逐渐显现。中国在2022年成立了量子信息网络产业联盟(QIIA)和量子科技产学研创新联盟；英国成立了UKQuantum联盟；澳大利亚联邦科学与工业研究组织在悉尼科技大学发起建立AQSN(Australian Quantum Software Network，澳大利亚量子软件网络联盟）等。

这其中，澳大利亚的联盟除了本国的组织外，AQSN还融入了谷歌量子人工智能、日本冲绳科技学院(OIST)、芬兰阿尔托大学这些非本国组织，以促进量子硬件和软件方面的合作和伙伴关系。在前沿技术的国际合作方面，中国是被美国为核心的西方联盟排除在外的。

ICV TAnK
Technology Advisory
& Knowledgebase

在ICV，我们对新技术充满好奇，我们努力提供最强大的市场数据和洞察力，以帮助我们的客户做出正确的战略决策。

我们在最广泛的资本密集型行业和市场中汇集了最深入的情报。通过连接不同变量的数据，我们的分析师和行业专家为我们的客户提供了一个更丰富、高度整合的世界观。

光子盒
— QUANTUMCHINA —

光子盒创立于2020年2月，作为一家量子产业服务平台，光子盒通过推送前沿量子科技新闻、科普量子知识、解读量子技术、发布年度和专题报告等形式，致力成为中国量子科技产业最值得信赖的服务机构。

光子盒不断扩充自有量子科技产业数据库的广度与深度，建立多维量子产业数据信息，提供客观、专业、深入及具有时效性的量子行业报道与咨询服务。

未来，光子盒将继续联合量子产业科技公司、金融行业投资公司、国家/省级量子相关科研院所、政策战略研究单位等共同促进量子产业持续向好发展。

意大利国家计量研究院、国家和物理研究所、中国北京量子信息科学研究院、东芝欧洲、英国利兹大学、约克大学 Nature Communications Coherent phase transfer for real-world twin-field quantum key distribution	1月	使用双波段稳相技术第一次将光频梳这一量子计量技术引入到量子通信领域，在意大利Bardonecchia、Torino和Santhia三地长达206公里的光纤传输线路上成功演示了相干相位的精准传输，解决了双场协议相位稳定的需求，为TF-QKD提供了高效实用的解决方案。
中国科学技术大学 Nature Photonics Twin-field quantum key distribution over 830-km fibre		实现833公里光纤双场量子密钥分发，将安全传输距离世界纪录提升了200余公里，将安全码率提升了50-1000倍。
中国南京大学 PRX Quantum Breaking the Rate-Loss Bound of Quantum Key Distribution with Asynchronous Two-Photon Interference	4月	提出打破码率-距离限制的异步MDI-QKD协议，研究成果突破了双轨MDI-QKD的码率-距离限制。采用通用的MDI-QKD技术，该异步协议通过经典后处理实现时间复用，从而构建双光子贝尔态，将城际传输密钥率提高了多个数量级，大幅提升了传输距离，建立起了沟通MDI-QKD与TF-QKD之间的桥梁。
北京量子信息科学研究院；清华大学 Light-Science & Applications Realization of quantum secure direct communication over 100 km fiber with time-bin and phase quantum states		合作设计了一种相位量子态与时间戳量子态混合编码的量子直接通信新系统，成功实现100公里的量子直接安全通信，这是至今为止世界上最长的量子直接通信距离。
中国科学技术大学；中国科学院上海量子研究中心 Physical Review Letters Quantum State Transfer over 1200 km Assisted by Prior Distributed Entanglement		利用“墨子号”量子科学实验卫星，在远距离量子态传输方面取得重要实验进展，实现了1200公里地表量子态传输的新纪录。
中国科学技术大学、中国济南量子技术研究院 Physical Review Letters Quantum Key Distribution over 658 km Fiber with Distributed Vibration Sensing	5月	实现了一套融合量子密钥分发和光纤振动传感的实验系统，在完成光纤TF-QKD的同时，实现了658公里远距离光纤传感，定位精度达到1公里，大幅突破了传统光纤振动传感技术距离难以超过100公里的限制。
荷兰QuTech、Kavli纳米科学研究所、代尔夫特理工大学 Nature Qubit teleportation between non-neighboring nodes in a quantum network		实现了量子网络中远程、非相邻节点之间的量子隐形传态。该网络使用三个基于固态自旋量子位的光学连接节点。这项工作展示了未来量子网络的主要构建块，并为探索基于隐形传态的多节点协议和应用程序打开了大门。
	7月	
中国电子科技大学中国、加拿大国家科学研究所-能源、材料和电信中心(INRS-EMT)等 Photonics Research Spectrally multiplexed indistinguishable single-photon generation at telecom-band		合作提出并原理验证了铌酸锂基片上频分复用宣布式单光子源方案，首次实现了光纤通信波段频分复用宣布式单光子产生。
中国科学技术大学 Physical Review Letters Toward a Photonic Demonstration of Device-Independent Quantum Key Distribution		在国际上首次实现了基于全光学的设备无关量子密钥分发(DI-QKD)的原理性演示，成码率达到466bps(比特每秒)，并且验证了该系统在光纤长度达到220米时仍然可以产生安全的量子密钥。

中国科学技术大学
Optica
Unbalanced-basis-misalignment-tolerant measurement-device-independent quantum key distribution

8月

提出兼具高稳定性和高安全性的误差容忍MDI-QKD协议，并从安全性分析和实验验证两方面证实了该协议对源端非理想特性具有极强的容忍能力。

中国清华大学、深圳技术大学
ACS Nano
Large-Scale, High-Yield Laser Fabrication of Bright and Pure Single-Photon Emitters at Room Temperature in Hexagonal Boron Nitride

9月

将激光加工的可控性大规模制作能力和二维宽禁带半导体材料氮化硼(hBN)的优异性质相结合，解决了目前单光子光源存在的几个关键问题，实现了空间可控地大规模制作高纯度、高亮度的单光子光源。

中国南京大学、矩阵时光数字科技有限公司
National Science Review
Experimental quantum secure network with digital signatures and encryption

10月

首次基于非对称量子密码在超过100公里距离下成功实现不可否认地传输兆比特图像。该课题组创造性地提出“一次一哈希”，结合秘密共享的密钥非对称特性和“一次一密”的加密原理构造了可商用化的量子数字签名框架。以签名一份兆比特的文件为例，该框架将签名速率提升数亿倍。该实用化量子数字签名协议只需消耗数百比特的非对称量子密钥即可实现对几乎任意长的文件进行信息论安全的数字签名，从而确保文件传输的真实性、完整性和不可否认性。该量子数字签名框架兼容各种量子秘密共享和量子密钥分发协议。

中国科学技术大学、济南量子技术研究院、中国科学院上海微系统与信息技术研究所、德国维尔茨堡大学、德国奥登堡大学、德国卡塞尔大学、上海纽约大学
Advanced Photonics
Quantum interference with independent single-photon sources over 300 km fiber

12月

在自由302公里光纤相连的两个独立量子点(QD)之间实现了量子干涉，干涉可见度高达93%。这项工作有利于拓展量子通信距离，代表了长距离固态量子网络的关键一步。

德国英飞凌	2月	推出全球首款具有PQC保护固件更新机制的OPTIGA™ TPM(可信平台模块)SLB 9672，这是一种采用后量子加密技术的面向未来的安全解决方案，使用 XMSS 签名保护固件更新机制。该机制抵消了访问量子计算机的攻击者固件损坏的威胁，并通过启用抗量子固件升级路径提高了设备的长期生存能力。
日本东北大学电气通信研究所、日本电报电话公司		共同开发PQC技术，此次开发的技术消除了在软件或硬件中实施国际标准候选(9 种中的 8 种)时发生物理攻击的担忧，预计它将为国际标准化活动做出巨大贡献。
美国SandboxAQ、谷歌	5月	在Nature发表Transitioning organizations to post-quantum cryptography，提出了PQC过渡的组织视角；讨论了过渡时间表、保护系统免受量子攻击的主要策略，以及将前量子密码学与PQC相结合以最大限度地降低过渡风险的方法；建议现在开始试验的标准，并提供一系列其他建议，使组织能够顺利、及时地实现PQC过渡。
美国QuSecure		推出量子编排平台QuProtect™，软件平台专门设计用于使用量子安全通道保护具有量子弹性的加密通信和数据的解决方案。
韩国SKT、韩国SKB	9月	已将其商业级PQC扩展到使用国际网络的全球虚拟网络(VPN)，进一步提高了国际网络部分的安全级别。 这标志着韩国公司的首次国际PQC商业化。
日本凸版印刷株式会社(Toppan)、日本国立信息通信技术研究所(NICT)	10月	开发了PQC的IC卡“PQC CARD®”，并应用于医务人员IC卡认证和电子病历数据在长期安全数据存储和交换系统中的访问控制。
韩国LG 电子、韩国LG Uplus、韩国CryptoLab		签署谅解备忘录，三方将共同开发PQC技术，以增强汽车网络安全。
瑞士WISeKey	11月	推出抗量子安全架构QUASARS，这是一个基于新的WISeKey Secure RISC V平台的激进创新解决方案。
美国Mercury Workspace		发布集成了后量子加密的统一通信和协作(UCC)平台，以保护客户端数据免受未来量子计算机的攻击。
谷歌		美国谷歌云已经启用了谷歌内部传输中加密协议应用层的算法传输安全ALTS协议，确保公司内部基础设施上的通信经过身份验证和加密。
芬兰Xiphera	12月	推出了用于PQC的IP核的新xQlave™产品系列。该产品系列提供全面的量子安全密钥交换和数字签名集合，作为FPGA(现场可编程门阵列)和ASIC(专用集成电路)硬件的知识产权(IP)核心实施。
美国Castle Shield		宣布其Typhos®安全通信移动解决方案现在支持NIST为音频和视频通话选择的PQC算法。通过此更新，所有Typhos®功能都受到端到端PQC加密的保护。
澳大利亚莫纳什大学和大洋洲网络安全中心(OCSC)		将运营美国政府资助的Post-Quantum Cryptography in the Indo-Pacific Program (PQCIP)。PQCIP将帮助参与组织和政府实体对其当前的抗量子网络安全能力进行详细评估，并将提供量身定制的教育、规划和网络威胁评估。计划的目标是让参与者深入了解，全面了解相关工具，并能够制定计划来保护他们的组织免受量子计算的威胁。

日本野村控股公司、日本野村证券有限公司、日本国家信息和通信技术研究所	1月	日本东芝公司和日本NEC公司，以股票交易操作为用例，共同验证了量子密码在未来社会实施中的有效性和实用性。基于东芝开发的高速QKD设备和NEC开发的QKD设备交换的密钥，结合实际股票交易操作进行了测试用例，测量了几种不同数据加密方式在大容量数据传输过程中的响应时间，验证了QKD系统和每种加密方法的实用性。
美国摩根大通、日本东芝、Ciena	2月	建立了第一个用于保护任务关键型区块链应用程序的QKD网络，展示了首个针对大都市地区的QKD网络的完全可行性。该网络可抵抗量子计算攻击，能够在真实环境条件下为关键任务应用程序支持800 Gbps数据速率。
韩国三星电子、韩国SK Telecom	4月	推出配备IDQ的QRNG芯片的量子5G智能手机Galaxy Quantum 3。这是三星电子和SK Telecom连续第三年推出量子5G智能手机。QRNG芯片组以支持可靠的身份验证和信息加密，让智能手机用户能够通过生成没有模式的真实随机数，可以以更安全的方式更安全地使用应用程序和服务。
英国电信、东芝、安永		一起启动了世界上第一个商业量子安全地铁网络的试验。该基础设施将能够连接伦敦各地的众多客户，帮助他们使用QKD通过标准光纤链路在多个物理位置之间保护有价值的数据和信息的传输。
美国佛罗里达大西洋大学(FAU)、美国Qubitekk、美国商L3Harris	5月	为美国空军开发首个基于无人机的移动量子通信网络，使无人机无缝穿行在建筑物、恶劣天气及地形之间，并迅速适应不断变化的环境，例如战争环境。
美国Blue Bear		使用其无人机指令控制系统进行了信息监视和侦察任务模拟飞行，该系统的任务及目标数据使用了Arqit的对称密钥协议平台进行对称加密保护。在任务期间，潜在目标的图像数据被加密并使用Arqit的量子安全通信隧道进行了安全中继。此外，通过端点的主动授权和对称密钥的频繁轮换，限制了系统的受攻击面，实现了数据的完全保密。
中国移动		召开“量子数智，和创未来”成果发布会，发布基于VoLTE的量子加密通话业务，将面向雄安等地推进商用落地使用。中移(雄安)产业研究院将与政企事业部、技术部、集成公司、终端公司以及信通数智量子、卫士通、鼎桥等产业合作伙伴联合开发“量子+DICT”融合产品，面向政务、金融、能源、医疗等行业开展服务。
英国埃罗尔机场	6月	其卫星地面站设施已被选为最新的光学地面站(OGS)，用于演示和测试卫星量子安全通信。新设施将使英国和相关国际研究团队能够通过量子安全通信有效载荷连接到卫星，以在所有距离范围内提供量子安全，包括通过卫星实现洲际安全。该研究设施将作为量子通信中心(Quantum Communications Hub)的一部分，由英国国家量子技术计划资助。
美国亚马逊AWS		成立AWS量子网络中心(CQN)，将为量子网络市场开发产品，以实现全球量子网络。虽然具体产品尚未公布，但AWS将为量子网络开发新的硬件、软件和应用程序。CQN将补充AWS量子计算中心和亚马逊量子解决方案实验室已经在进行的高级量子科学和工程工作。
美国Fortinet、新加坡国立大学(NUS)		签署谅解备忘录，将与NUS主持的新加坡量子工程计划(QEP)合作，以支持新加坡的国家量子安全网络(NQSN)项目。该合作将支持QEP的概念验证，并探索量子安全通信的用例。NQSN由新加坡国家研究基金会(NRF)资助。
美国橡树岭国家实验室、美国Qubitekk	7月	在实际的智能电网数控系统上开展了基于QKD的安全认证(包含签名与验证)研究和试验。试验表明，基于GMAC(Galois Message Authentication Code)编码的认证显著效率高于传统方案，运算耗时RSA2048>AES256>GMac。该成果发表于Scientific Reports。
中国科学院微小卫星创新研究院		抓总研制的低轨道量子密钥分发试验卫星“济南一号”通过中国科学院自主研制的一型固体运载火箭“力箭一号”顺利入轨。“济南一号”是中国发射的第二颗量子通信卫星，也是世界首颗量子微纳卫星。“低轨道量子密钥分发试验卫星”将完成星地量子密钥分发业务，同时搭载辐射源探测、超算平台、空间环境探测载荷，并采用无毒液氨推进进行后期离轨操作。
荷兰QuTech、Eurofiber等		合作推出了连接荷兰多个数据中心的量子网络测试平台。该测试平台基于QuTech开发的测量设备无关量子密钥分发(MDI-QKD)技术，将相应的概念验证MDI-QKD系统集成到商用光纤网络中。
东芝美国、美国Safe Quantum		在QKD和量子通信领域建立合作伙伴关系，将有助于满足北美潜在用户日益增长的兴趣。
加拿大Quantum eMotion	8月	宣布其量子随机数发生器QRNG2 技术的首个区块链应用开发取得了重大进展，特别是与QRNG2集成的硬件加密货币钱包的设计完成，使得该硬件加密钱包能够在量子加密设备中离线存储加密货币的私钥，防止黑客窃取。
美国SandboxAQ、加拿大evolutionQ		宣布建立合作关系。SandboxAQ将推广evolutionQ的BasejumpQDN软件，其用于管理和保护QKD的密钥传递，并优化QKD的使用，以提高效率、网络自适应和减少延迟；evolutionQ将集成和分发SandboxAQ的安全套件和服务，并挖掘利用该公司的业务、产品和技术专长。

2022中国—东盟卫星应用产业合作论坛	9月	在广西南宁举行。全球首款“北斗量子手机”在此次论坛上发布。
卢森堡SES牵头的20家欧洲公司		组成联盟，在欧洲航天局(ESA)和欧盟委员会的支持下，将设计、开发、发射和运营基于低轨卫星EAGLE-1的端到端安全QKD系统，旨在提高欧洲在网络安全和通信方面的自主权。
新加坡SpeQtral、法国Thales Alenia Space		签署谅解备忘录，研究、开发和演示星地量子通信。将使用SpeQtral正在开发的量子卫星SpeQtral-1与Thales Alenia Space正在开发的量子地面接收站进行联合实验，以演示量子信息长距离传输的可行性，以及演示目前正在建设的各种城域量子网络间的互联。
韩国SKT		称已将NIST的PQC算法应用于SK宽带公司的全球VPN系统中。SKT还表示，继去年12月获得10Gbps~100Gbps级密码模块的KCMVP认证后，于2022年8月已完成量子通信加密设备混合密钥组合技术的开发，该技术将传统的基于公钥的加密密钥与QKD产生的量子密钥相结合，用作现有加密设备的密钥。
美国哈佛大学和美国AWS		启动战略联盟，以推进量子网络方面的基础研究和创新。这项工作为哈佛大学教研人员主导的研究提供了大量资金，将支持哈佛量子计划(HQI)在量子存储、集成光子学和量子材料领域的研究项目。
美国摩根大通		宣布加入美国Q-NEXT量子研究中心，并将与Q-NEXT合作推进量子技术在基础算法中的应用，包括在金融领域的应用。
美国Aliro Quantum	10月	宣布推出基于纠缠的全栈量子网络软件解决方案AliroNet，其可用于三种不同的模式，分别是：仿真模式，可用于仿真、设计和验证量子网络；试点模式，可用于实现小规模量子网络试验台；部署模式，可用于拓展量子网络并集成端到端的应用。每种模式直接对应于构建量子网络的三个必要阶段之一，部署模式的交付物是用户部署的基于纠缠的全量子网络。
荷兰量子技术研究机构QuTech		将借助其分拆公司Q*Bird部署基于MDI-QKD技术的新型量子安全网络。该网络的中心节点将设在鹿特丹港管理局。鹿特丹港管理局、港口基地和一些航海服务提供商将参与测试，数据将在封闭环境中在港口的多个用户之间进行交换。用户将共享量子技术生成的密钥，并用于实现经典消息加密。
法国Arianespace	11月	支持欧洲端到端安全(QKD系统的EAGLE-1卫星，最早将于2024年第四季度由Arianespace公司在Vega C火箭上为欧洲卫星运营商SES发射，完成三年在轨任务。在欧洲航天局和欧盟委员会的支持下，由SES牵头的20家欧洲机构组成的联盟共同开设计、开发、发射和运行一个EAGLE-1卫星的端到端QKD系统，以测试和验证加密密钥的天基安全传输，并建设欧洲首个主权端到端天基QKD系统，开发和运营专用的LEO卫星，同时在卢森堡建立一个最先进的QKD运营中心。
中国电信、中电信量子		全新升级了天翼量子密话(密话2.0)，拓展了集图文安全、语音安全、视频安全、阅后即焚等于一体的高安全即时通讯功能。密话2.0安全即时通讯系统提供覆盖“端-边-网-云”一体化的移动办公信息安全保护，有效解决用户在移动通讯办公中的信息安全问题。
美国EPB、美国Qubitekk		推出美国第一个由行业主导的商用量子网络，专为私营公司以及政府和大学研究人员设计，用于在已建立的光纤环境中运行量子设备和应用程序。EPB Quantum NetworkSM是一种量子即服务(quantum-as-a-service)，以加速他们将量子技术推向市场的过程。
国科量子		中国海南“星地一体”环岛量子网络(海口-文昌)段和“文昌国际航天城量子卫星地面站”完成建设并投入运营，将为海南自贸港开展跨域、跨境数据安全流通提供自主可控的安全保障。
美国IBM、英国沃达丰集团		在量子安全网络安全方面展开合作，验证和推进电信领域的潜在量子用例。
新加坡SpeQtral、卢森堡网络安全设施和工程公司RHEA		建立战略合作伙伴关系，双方将在新加坡和欧洲之间建立首批基于卫星的量子安全链路。RHEA将利用SpeQtral计划于2024年发射的卫星SpeQtral-1，展示洲际量子密钥分发，并在新加坡和欧洲航天局成员国之间交换加密密钥。SpeQtral宣布与日本东芝数字解决方案公司合作推出东南亚首个量子网络体验中心(QNEX)。QNEX是一个协作技术展示平台，将向包括政府机构和私营企业在内的战略合作伙伴开放，为探索和原型化基于QKD的商用量子密码用例提供支持。
美国亚马逊云科技(AWS)		将深化与美国能源部国家量子信息科学研究中心(Q-NEXT)的量子通信合作，进行量子中继器相关技术工艺的制造和开发，并通过纳米定位器将光纤尖端和中继器接收光子的部分进行对齐，以应对工程挑战，推进量子网络建设。

12月

中国电信联合华为、中国科大国盾量子技术股份有限公司、中国中电信量子科技有限公司	发布“OTN融量子加密专线”，使能业务传输高等级安全保密，有效推进传送网量子加密走向商用。
德国UET、德国德累斯顿工业大学	启动6G-QuaS研究项目，目标是展示工业网络中实现更安全的通信和性能增强的应用，并实现量子技术与现有电信基础设施的结合，显示出具有新加密协议的量子网络相对于以前系统设计的优势。该项目由德国联邦教育和研究部资助，是“量子通信创新中心”计划的一部分，预计运行到2025年。
英国Aegiq、英国埃克塞特大学Luxmoore实验室	合作启动了U-Quant项目，旨在开发经济的洲际量子链路。这一项目将利用真正的量子光源的优势提供改进的空间通信能力，并探索用于单光子生成的新型材料。该项目由Aegiq领导，由创新英国提供资助，将为市场提供低损耗、低SWaP(尺寸、重量和功率)的集成量子通信系统。
Aegiq、埃克塞特大学、Luxmoore实验室	启动U-Quant项目，将利用真正的量子光源的优势改进空间通信能力，并探索用于单光子生成的新型材料。项目旨在开发经济的洲际量子链路(传统的数字通信主要使用海底光缆，但是由于损耗，并不适用于量子链路)。基于卫星的通信提供了一个近期解决方案，它没有海底通信的物理脆弱性。
印度国家空间促进和授权中心(IN-SPACe)、印度QNu Labs	签署谅解备忘录，以开发本土卫星QKD产品。QNu Labs将在印度空间研究组织ISRO和IN-SPACe的支持下，展示无限距离的基于卫星QKD的量子安全通信。

中国现行量子通信及安全行业/国家标准

标准号	标准名称	行业领域	批准/实施日期
YD/T 3907.2-2022	基于BB84协议的量子密钥分发(QKD)用关键器件和模块第2部分：单光子探测器	通信	2022-09-30 2023-01-01
YD/T 3907.1-2022	基于BB84协议的量子密钥分发(QKD)用关键器件和模块第1部分：光源	通信	2022-09-30 2023-01-01
GM/T 0114-2021	诱骗态BB84量子密钥分配产品检测规范	国密	2021-10-19 2022-05-01
GM/T 0108-2021	诱骗态BB84量子密钥分配产品技术规范	国密	2021-10-19 2022-05-01
YD/T 3907.3-2021	基于BB84协议的量子密钥分发(QKD)用关键器件和模块第3部分：量子随机数发生器(QRNG)	通信	2021-05-17 2021-07-01
YD/T 3835.1-2021	量子密钥分发(QKD)系统测试方法第1部分：基于诱骗态BB84协议的QKD系统	通信	2021-03-05 2021-04-01
YD/T 3834.1-2021	量子密钥分发(QKD)系统技术要求第1部分：基于诱骗态BB84协议的QKD系统	通信	2021-03-05 2021-04-01

来源：中国行业标准信息服务平台，2023.01

美国为PQC迁移公布的文件

时间	名称（英/中）	PQC相关内容
2022.01	Memorandum on Improving the Cybersecurity of National Security Department of Defense and Intelligence Community Systems 关于改善国家安全部网络安全和情报共同体系统的备忘录	美国国家安全局应修订并向首席信息官提供咨询备忘录，包括抗量子协议，并在必要时计划使用PQC；将系统转换为使用合规加密的时间表，包括抗量子加密。
2022.05	National Security Memorandum 国家安全备忘录	NIST在国家网络安全卓越中心建立一个“迁移到抗量子密码学项目”，以及一个与行业开放的工作组，以研究并鼓励广泛、公平地采用量子弹性密码学标准和技术。考虑到完全过渡到抗量子密码标准所需的复杂性、成本和时间，NSM为机构清点其IT系统提供了路线图，并要求设定和满足特定的里程碑。这样做将有助于确保联邦机构获得所需的支持，以充分有效地保护其网络免受未来的利用。
2022.06	United States Continues to Strengthen Cooperation with G7 on 21st Century Challenges, including those Posed by the People's Republic of China (PRC) 美国继续加强与七国集团的合作，应对21世纪的挑战，包括中华人民共和国提出的挑战	加强G7集团的网络合作以部署PQC技术，以确保ICT系统之间的安全互操作性并促进数字经济的增长。

ICV TAnK | Version Feb 2023

NIST	7月	宣布了首批PQC算法，将成为NIST后量子密码标准的一部分。这四种算法分别是用于加密(KEMs)的CRYSTALS-Kyber和用于数字加密的CRYSTALS-Dilithium、FALCON和SPHINCS+。
ISO/IEC	9月	DIS 23837-1: Information security — Security requirements, test and evaluation methods for quantum key distribution — Part 1: Requirements (量子密钥分发的安全要求、测试和评估方法第1部分：要求)和DIS 23837-2: Information security — Security requirements, test and evaluation methods for quantum key distribution — Part 2: Evaluation and testing methods (量子密钥分发的安全要求、测试和评估方法第2部分：测试和评估方法)的询问(Enquiry)阶段投票结束，目前阶段进度为40.60。 该标准详细规定了QKD协议、QKD发射器模块中的量子光学组件和QKD接收器模块的测试和评估。该文件有望提供规范，帮助QKD制造商提高QKD模块的设计和实现安全性，并指导评估人员对QKD模块进行测试和安全评估，从而降低安全运行失败的风险。
GSMA、IBM； 沃达丰		成立后量子电信网络工作组，以帮助定义政策、法规和运营商业务流程，以加强对电信的保护先进量子计算的未来。新的工作组将支持后量子密码学的路线图和在全球电信供应链中的采用。
NIST	11月	NIST宣布第四轮提交，NIST宣布到2024年，四种算法(其中三种是IBM帮助开发的)被选为标准化协议的一部分。IBM Quantum Safe率先了解和准备应对电信中的这种风险。
济南量子技术研究院、山东大学 、南京大学 、南开大学、南京南智先进光电集成技术研究院有限公司	12月	中国国家标准《量子信息用光学级近化学计量比铌酸锂晶体(Optical Near Stoichiometric Lithium Niobate Single Crystal Used in Quantum Information)》立项，项目周期12个月。该标准将为量子信息技术领域常用的近化学计量比铌酸锂晶体规定技术要求、提供试验方法和质量评定程序，填补中国相关领域的标准空白。

CTF模型是一个未来产业参与者的评价分析模型。ICV TAnK 的CTF模型是帮助公众了解前沿技术领域及对应公司的发展情况，前沿科技具有技术路线未收敛、技术发展存在高度不确定性、商业化推进处于早期等诸多特点，随着技术的不断发展，对公司的评价需要一套合理的模型，对特定时期前沿技术供应商的综合评估形成“共识”。

CTF模型由4层不同大小的扇形区域纵深呈现，以及3维坐标共同构成。横向坐标Maturity of Technology(技术层面，即供应商的技术、研发、团队等)、侧向坐标Commercialization of Technology(商业层面，即供应商的营收、客户、用例等)以及隐含变量Implicit Variable(底蕴层面，即供应商长期经营所积淀的能够助推企业发展的要素)。CTF模型根据供应商在不同维度的综合表现，将其划分入如下四个扇面中：Pilot(领航员)、Overtaker(超越者)、Explorer(探索者)和Chance-seeker(寻机者)。

由于新兴技术处在高速成长期，也存在高度不确定性，因此，各细分领域的CTF图需要不定期进行更新。

Fan1—Pilot：这一板块的公司特点是企业规模较大，在前一次技术发展周期中积累了诸多经验，为它们进入新的前沿技术领域打下坚实基础。这些公司有能力和资源成为新一轮前沿技术的领航者，并有可能对行业未来的发展方向产生深远的影响。

Fan2—Overtaker：这一板块的公司经过一段时间的发展已经初具规模，它们的一大优势是强大的新技术研发实力。基于它们在特定技术领域已取得的积累，这些公司将来有望“超车”成为行业领军者。

Fan3—Explorer：这一板块的公司体量较小，但是它们较早地走上了新兴技术发展轨道。特定技术的开发仍处于早期阶段，与Pilot和Overtaker相比，它们通常在整体技术实力方面有所差距。

Fan4—Chance-seeker：这一板块的公司商业嗅觉敏锐，是新进入行业的新兴公司，它们的规模不大，但创始团队成员拥有一定的资源，能够让公司在新的赛道上获得发展机会。这些公司目前少有产品的工程原型，市场展现机会较少。

使用CTF模型，可以帮助前沿科技领域的客户评估对于某个技术供应商的采购与投资。特别需要留意的是，处于领航员扇面的供应商并不一定总是最佳选择，在企业的实际需求情况下，处于超越者或探索者扇面的企业可能是更好的选择。

	115万加元	6月，加拿大政府(GoC)正在寻求与三个快速发展的量子相关技术领域相关的“商业前创新原型”提案，三大领域分别为量子传感器、量子通信和量子计算。加拿大创新解决方案可能将为符合条件的创新者提供高达115万加元的资金。
	2300万加元	6月，阿尔伯塔省政府和加拿大卡尔加里大学宣布将在阿尔伯塔省建立一个世界级的量子中心-量子城。量子城将进一步将阿尔伯塔省打造成领先的技术中心，并将加速卡尔加里量子生态系统的发展。阿尔伯塔省政府与阿尔伯塔大学和莱斯布里奇大学结成战略伙伴关系，将为卡尔加里大学量子城的发展提供2300万加元。
	2300万加元	6月，南安大略省联邦经济发展署(FedDev Ontario)事务部长Helena Jaczek宣布，企业现在可以向安大略省南部的区域量子计划(RQI)提出申请，FedDev Ontario将在未来六年内提供超过2300万加元，以支持符合条件的企业在国内和全球市场上推进和商业化其量子产品和解决方案。该计划是推进加拿大国家量子战略的重要步骤。
	10亿澳元	8月，澳大利亚新联邦政府计划使用10亿澳元的关键技术基金来发展澳大利亚的量子产业，并计划在2022年年底前制定国家量子战略。
	1100万欧元	9月，图林根州科学部提供了1100万欧元，用于在图林根州开发量子通信网络基础设施。
	5400万兰特	10月，南非金山大学领导的国家联盟从南非科学与创新部(DSI)获得5400万兰特(约2160万元)的启动资金，以协调建立South African Quantum Technologies Initiative(南非量子技术计划)。该计划将在包括金山大学在内的五个大学建立量子节点，通过寻找和支持新兴的量子领导者，来增加全国量子中心的数量。该资金将用于人力资本开发、新兴领导者的发展、量子计算机的使用、宣传以及通过初创实体支持量子通信、量子传感和计量部署。
	1500万欧元	11月，加泰罗尼亚的六家研究机构启动了新的量子技术研究计划，最终目标是将其应用在未来的欧洲量子互联网中。该项目在未来三年内将获得1500万欧元的资助，其中970万欧元来自于欧盟复苏基金的资助，并通过科学与创新部获得了其余530万欧元。该计划的参与机构包括西班牙光子科学研究所(ICFO)、加泰罗尼亚纳米科学与纳米技术研究所(ICN2)、高能物理研究所(IFAE)、巴塞罗那大学(UB)、加泰罗尼亚理工大学(UPC)和巴塞罗那自治大学(UAB)。

	1000万欧元	1月，芬兰国家技术中心VTT宣布，Quantum Technologies Industrial(量子技术工业)项目启动，以加快芬兰量子技术的进步。QuTI项目由VTT协调，将在量子计算、通信和传感设备等方向开发新的组件、制造和测试解决方案以及算法，以满足量子技术的需求。QuTI联盟由12个合作伙伴组成，部分由芬兰商业部出资，总预算约为1000万欧元。
	850万新元	2月，新加坡量子工程计划(QEP)将开始在全国范围内进行量子安全通信技术的试验，为期3年，从而为关键基础设施和处理敏感数据的公司提供强大的网络安全。新的国家量子安全网络(NQSN)将部署商业技术，与政府和私营公司进行试验，对安全系统进行深入评估，并制定指导方针，以支持企业采用此类技术。项目初步计划部署10个节点，并将在三年内获得850万新元(约4000万RMB)资金支持。
	4.35亿加元	2月，加拿大启动位于魁北克谢尔布鲁克市的量子创新区Sherbrooke quantique(Quantum Sherbrooke)，将重点在量子信息应用领域进行布局，目前已筹集超过4.35亿加元投资金。
	1.379亿加元	3月，创新、科学和工业部长宣布通过加拿大自然科学和工程研究委员会(NSERC)的合作研究和培训经验(CREATE)拨款及联盟拨款，形成共计1.379亿加元投资金。这些拨款是推进国家量子战略的重要一步，将加强加拿大在量子科学方面的研究优势，同时也有助于开发人才管道，支持强大量子社区的发展。
	400万澳元	5月，澳大利亚工党承诺提供400万澳元支持量子人才培养，其中300万澳元用于培养量子技术博士生，另外100万澳元用于“启动”基于悉尼量子学院模式的国家量子研究和教育合作，承诺发展这个具有重要战略意义的行业。
	65万美元	5月，由美国乔治梅森大学量子科学与工程中心运营的 K12 量子人才发展项目获得了 3.5 万亿美元的众议院拨款法案中的 65万美元，并将作为费尔法克斯和劳登县公立学校量子物理课程的试点。该计划的目的是激励下一代学生追求该领域，同时在北弗吉尼亚州培养多元化的量子人才。
	208万美元	5月，美国NIST拨款30万美元支持量子技术，美国商务部的国家标准与技术研究院(NIST)已向六个州的七个组织拨款208万美元，用于制定制造技术路线图，以加强美国在整个行业领域的创新和生产力。

2022年美国与他国签订的QIST合作声明

时间	合作方		事项
2022.04	美国	芬兰	签署Joint Statement of the United States and Finland on Cooperation in Quantum Information Science and Technology (美国与芬兰在量子信息科学技术合作的联合声明)
2022.04	美国	瑞典	签署Joint Statement of the United States of America and Sweden on Cooperation in Quantum Information Science and Technology(美国与瑞典在量子信息科学技术合作的联合声明)
2022.06	美国	丹麦	签署Joint Statement of the United States of America and Denmark on Cooperation in Quantum Information Science and Technology(美国与丹麦在量子信息科学与技术合作的联合声明)
2022.11	美国	法国	签署Joint Statement on Cooperation in Quantum Information Science and Technology(关于量子信息科技合作的联合声明)

2022年国际合作事件

时间	合作方		事项
2022.04	印度	美国	决定推进通信、量子科学等新兴技术领域的合作，敦促两国私营企业共同开发和生产国防设备。
2022.09	韩国	美国	在华盛顿开设Korea-US Quantum Technology Cooperation Center（韩美量子技术技术合作中心)
2022.10	欧盟委员会	加拿大自然科学与工程研究委员会(NSERC)	共同出资280万欧元，资助基于卫星的量子纠缠分发的超空间研究项目(HYPERSPACE)。该项目将侧重于研究集成量子光子学和光学空间通信，目标是建立一个基于卫星的洲际量子网络。研究内容涵盖了光量子通信整个过程链的研究和创新。弗劳恩霍夫应用光学与精密工程研究所(Fraunhofer IOF)等8个来自欧洲和加拿大的合作伙伴参与了此研究项目，其中，Fraunhofer IOF获得了30万欧元资金。
2022.12	爱尔兰	欧盟	宣布投资1000万欧元建设一个旨在保护敏感数据传输和防止网络攻击的新网络。量子通信基础设施(QCI)网络是爱尔兰的首个网络，将在未来两年内由IrelandQCI部署。该试点网络是欧洲倡议的一部分：在整个欧盟建立安全的量子通信基础设施。爱尔兰政府承诺为该倡议提供500万欧元，与IrelandQCI获得的500万欧元欧盟资金相匹配。

美国

国家科学技术委员会	2月	在Critical and Emerging Technologies List Update(关键和新兴技术清单)的技术领域中新增了量子信息技术。
白宫科技政策办公室 国家量子协调办公室 国家科学基金会		发布Quantum Information Science and Technology Work Force Development National Strategic Plan(量子信息科技劳动力发展国家战略计划)，建议采取几项行动来评估量子信息科学与技术(QIST)的劳动力状况和前景，让更多人准备好从事量子技术工作，加强各级STEM教育，加快量子前沿的探索，并扩大未来行业的人才库。
总统拜登	5月	签署Executive Order on Enhancing the National Quantum Initiative Advisory Committee(关于加强国家量子倡议咨询委员会的行政命令)，旨在根据National Quantum Initiative Act(国家量子倡议法案)，创建国家量子倡议咨询委员会，以确保NQI计划和国家能够了解来自不同专家和利益相关方的证据、数据和观点，并就NQI计划向总统、量子信息科学组委会(SCQIS)和量子科学的经济和安全影响组委会(ESIX)提供建议。
总统拜登		签署National Security Memorandum on Promoting United States Leadership in Quantum Computing While Mitigating Risks to Vulnerable Cryptographic Systems(关于促进美国在量子计算领域的领导地位同时降低易受攻击的密码系统风险的国家安全备忘录)，概述了美国政府目前与量子计算相关的政策和举措，确定了“保持美国在量子信息科学方面的竞争优势”以及“降低量子计算机对美国网络、经济和国家安全的风险”方面所需的关键步骤。
国家安全局	9月	发布Commercial National Security Algorithm Suite 2.0(CNSA 2.0) Cybersecurity Advisory (CSA)(商业国家安全算法套件2.0(CNSA套件2.0)) NSA通知国家安全系统 NSS所有者、运营商和供应商未来对所有NSS中使用的PQC的要求。
白宫管理和预算办公室	11月	发布Migrating to Post Quantum Cryptography声明，概述了联邦机构需要在运行量子计算机之前开始向PQC迁移。声明要求联邦机构清点其当前的加密硬件和软件系统，强调需要额外网络安全协议的高价值资产和高影响系统。随后，机构领导层的任务是将这些信息汇编成一份报告，其中包含他们对高风险信息资产和系统的个人总结，供国家网络主任办公室和网络安全与基础设s施安全局帮助预算、计划和执行从标准的过渡到有效的PQC。
总统拜登	12月	签署Quantum Computing Cybersecurity Preparedness Act (量子计算网络安全准备法案)，法案涉及到执行机构信息技术系统向量子后密码学的转移。该法案要求管理与预算办公室OMB在购买或迁移到新IT系统时优先考虑联邦机构的后量子密码学。
总统拜登		签署 NDDA(国防授权法案)，授权了7682亿美元的国防开支。法案中提到“加速两用量子技术开发和部署的活动”“修改支持初级预备役军官训练团科学、技术、工程和数学教育的拨款计划，以包括量子信息科学”“成立量子信息科学的经济和安全影响小组委员会。”
国家量子信息科学研究中心		Q-NEXT发布A Roadmap for Quantum Interconnects(量子互连路线图)，概述了在10到15年时间内开发量子信息分布式技术所需的研究和科学发现。该路线图包括三个部分，重点是量子互连在量子计算、通信和传感中的应用。每一节内容都确定了在未来十年推进研究领域所需的科学和技术要务；列出它们使用的组件和系统；提出需要社区解决的问题；并概述了将该技术转化为实际优势所需的发展。

中央

数字经济、金融数据安全、高新技术产业、国家自然科学基金、未来产业科技园、扩大内需

华西、中部

四川：数字经济、高新技术产业发展

重庆：战略性新兴产业

湖北：半导体产业创新发展、数字经济

河南：未来产业布局、新型基础设施建设、科技创新发展、中长期规划

华北

北京：数字经济

河北：数字经济促进条例

山东：先进制造业

辽宁：结构调整行动方案

华东南

广东：基础与应用基础研究十年计划、战略新兴产业集群、未来产业发展、培育壮大市场主体、创新链产业链融合发展

福建：高层次留学人才回国资助

江西：未来产业发展、数字经济

海南：商用密码应用、网络和数据安全

台湾：量子研发方向、量子产业发展

长三角

安徽：长三角一体化发展、科技创新规划、开发区发展规划、计量发展规划、建设世界领先科技园区

上海：数字经济、未来产业创新高地

江苏：循环发展经济体系

浙江：数字经济

中国

国务院 《“十四五”数字经济发展规划》	1月	瞄准传感器、量子信息等前瞻性领域，提高数字技术基础研发能力，强化关键产品自给保障能力。
武汉市政府办公厅 《关于促进半导体产业创新发展的意见》		支持单光子源、激光器、探测器等光量子芯片的研发及产业化；布局量子传感器、量子精密测量器件等生产项目；开展量子通信、量子成像、量子导航、量子雷达、量子计算芯片共性前沿技术攻关。
九江市政府 《关于加快推动九江未来产业发展的指导意见》		面向未来，九江重点聚焦新型能源、生命健康、量子通信三大前沿科技和产业变革领域，兼顾未来场景应用所需前沿性技术，协同培育人工智能、区块链、柔性电子、未来网络、前沿新材料、先进装备制造、元宇宙等领域，组织实施未来产业孵化与培育，谋划布局一批未来产业项目，逐步构建未来产业发展体系。
江苏省政府 《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的实施意见》		积极发展新一代信息技术、新材料、新能源汽车等战略性新兴产业，增强亮橙色经济新动能，打造自主可控、安全高效的绿色产业链供应链。大力提升绿色环保产业发展水平，建设一批绿色环保产业基地，打造一批大型绿色环保领军企业，培育“专精特新”中小企业。前瞻布局虚拟现实、增材制造、量子通信、氢能、固态电池等未来绿色产业。
安徽省发展改革委 《安徽省实施长三角一体化发展规划“十四五”行动方案》		推进“量子中心”建设，加快布局“量子科技”等未来产业，推进量子计算机研发等。
河南省人民政府办公厅 《河南省加快未来产业谋篇布局行动方案》		重点培育量子信息等未来产业，初步建成量子信息等国家级先进制造业集群。在主要任务中，探索发展量子信息产业是其中之一，具体包括：集中突破量子通信、量子计算、量子精密测量方向核心器件和装置制备关键技术，在郑州建设星地一体量子通信网络枢纽与调度中心，建设国家广域量子保密通信骨干网络河南段及郑州量子通信城域网等。
安徽省政府 《安徽省“十四五”科技创新规划》	2月	推动产业基础高级化。加大量子信息、生物制造、先进核能等未来产业技术创新，推动类脑智能、大数据、云计算、工业互联网、区块链等技术变革，培育发展一批未来产业。充分发挥量子通信、量子计算、量子精密测量研发领先优势，支持量子科技产业化发展。
中国人民银行、市场监管总局、银保监会、证监会 《金融标准化“十四五”发展规划》		健全金融业网络安全与数据安全标准体系。建立健全金融业关键信息基础设施保护标准体系，支持提升安全防护能力。强调要探索量子通信等新技术应用标准。
河南省发改委 《河南省“十四五”新型基础设施建设规划》		超前部署量子通信网等未来网络，加快推进量子通信网络、卫星地面站建设，打造星地一体量子通信网络全国调度中心。积极引进量子通信国家实验室科研资源，建设国际一流的量子通信基础科研设施，探索开展量子安全在政务等领域的示范应用。加强量子计算等前沿科技研究。
辽宁省人民政府办公厅		引育壮大增材制造、柔性电子、量子科技、储能材料等未来产业。
福建省人力资源和社会保障厅办公室 《关于开展2022年度高层次留学人才回国资助试点工作的通知》		今年重点支持人工智能、量子信息、集成电路、生命健康、生物育种、空天科技等前沿领域和基础研究领域。
中共江西省委、江西省人民政府 《关于深入推进数字经济做优做强“一号发展工程”的意见》	3月	深入推进国家"03专项"成果转移转化，加快突破智能感知.新型短距离通信、高精度定位等物联网产业关键共性技术。统筹谋划布局量子通信、类脑智能、6G等重大前沿技术。实施重大科研攻关项目，形成更多具有自主知识产权的核心技术。
安徽省发改委 《安徽省“十四五”开发区高质量发展规划》		大力发展量子科技未来产业。在“新一代信息技术产业集群”的打造上，提出“合肥、芜湖等市开发区：发挥量子计算、量子通信、量子精密测量先发优势，加速抢占量子科技国际制高点和产业发展先机。全力推进国家实验室建设，加快培育壮大科大国盾、国仪量子、本源量子等省内龙头企业，建设‘量子中心’，推进示范应用，打造量子信息产业发展集聚区”。
浙江省数字经济发展领导小组办公室 《浙江省高质量推进数字经济发展2022年工作要点》		加快布局一批包括量子信息在内的未来产业先导区。

中国

深圳市人民政府《关于加快培育壮大市场主体的实施意见》	4月	提出聚焦量子科技等战略性新兴产业发展方向，精确锁定具有“硬核”科技、爆发式成长潜力的企业，建立独角兽企业培育库。
广州市人民政府办公厅《广州市战略性新兴产业发展“十四五”规划》		提出瞄准量子科技等一批面向未来的前沿产业集中突破，把广州打造成为全球重要的未来产业策源地。具体包括，谋划建设量子互联网和量子通信产业园，推动量子科技向商用、民用领域普及应用，努力打造贯穿量子信息上中下游的全产业链条等。
深圳市人民政府《关于加快培育壮大市场主体的实施意见》		提出聚焦量子科技等战略性新兴产业发展方向，精确锁定具有“硬核”科技、爆发式成长潜力的企业，建立独角兽企业培育库。
成都市发改委《成都市“十四五”数字经济发展规划》		提出前瞻布局量子科技、6G通信等六大数字经济未来赛道；建设量子信息技术国家实验室四川分中心等国家级创新平台；加快接入国家量子保密通信骨干网，开通国家广域量子保密通信骨干网“成渝干线”，开展量子通信应用试点；重点发展量子通信应用方案、量子计算软件系统、量子信息材料等；大力发展基于量子保密技术的IDC、量子交换机、网络传输系统集成等产品服务，积极参与国家量子通信技术标准的研制，以超级应用为带动融入量子通信产业链高端。
北京市经济和信息化局《北京市数字经济全产业链开放发展行动方案》	5月	提出要提高数字技术供给能力，包括超前布局量子计算等未来科技前沿领域，力争取得一批重大原始创新和颠覆性成果。
安徽省人民政府办公厅《安徽省实施计量发展规划(2021—2035年)工作方案》		提出“到2035年，计量科技创新水平大幅提升，以量子测量为核心的计量技术在全国领先”的主要目标。具体包括：强化计量基础理论和量子标准、量子传感、精密测量等技术研究和创新；充分发挥安徽省在量子通信、量子计算、量子精密测量研发的领先优势，推动“量子度量衡”计划，开展量子计量及计量标准装置技术研究等。
深圳市人民政府《关于发展壮大战略性新兴产业集群和培育发展未来产业的意见》	6月	提出要重点发展量子计算、量子通信、量子测量等领域，建设一流研发平台、开源平台和标准化公共服务平台，推动在量子操作系统、量子云计算、含噪声中等规模量子处理器等方面取得突破性进展，建设粤港澳大湾区量子科学中心。
深圳市科技创新委员会、深圳市发展和改革委员会、深圳市工业和信息化局《深圳市培育发展未来产业行动计划(2022-2025年)》		计划指出，深圳产业发展已具备较好基础，产业链相对完备，量子信息等四个未来产业处于孕育期，10至15年内有望成为战略性新兴产业中坚力量。
深圳市人民政府《深圳市人民政府关于发展壮大战略性新兴产业集群和培育发展未来产业的意见》		指出包含量子计算、量子通信、量子测量在内的量子信息是培育未来产业八大重点方向之一，要推动在量子操作系统、量子云计算、含噪声中等规模量子处理器等方面取得突破性进展，建设粤港澳大湾区量子科学中心。
上海市人民政府办公厅《上海市数字经济发展“十四五”规划》		提出加强网络新型基础设施部署、技术研发和应用创新，打造面向未来的网络生态。强化6G、IPv6、Wi-Fi6、量子通信等前瞻研发和部署，构建数据互联互通的第三代互联网技术应用生态。
河北省十三届人大常委会《河北省数字经济促进条例》	7月	根据条例，河北省将支持培育区块链、量子信息、虚拟现实等产业。在立法保障下，未来业态创新与产业发展也将提速。
海南省国家密码管理局等10个部门《海南省促进商用密码应用和产业发展若干政策措施》		提出15条政策措施，护航自贸港网络和数据安全，夯实智慧海南密码保障基础，服务经济社会数字化发展。鼓励政府、高校、科研机构、企业通过揭榜挂帅等方式开展后量子密码、轻量级密码、隐私计算等密码理论研究，推动密码在自主可控海洋通信安全、天地一体化管控、跨境数据安全、区块链等领域重大科技创新与示范应用。
河南省人民政府办公厅《河南省全面加快基础设施建设稳住经济大盘工作方案》	8月	提出重点围绕量子信息等前沿领域，谋划建设一批重大科技基础设施。同时实施网络安全基础设施建设工程，包括超前布局量子通信网，建设国家广域量子通信骨干网络河南段及郑州量子通信城域网等。
郑州市人民政府办公厅《郑州市“十四五”科技创新发展规划》		鼓励高校院所牵头谋划量子信息技术基础支撑平台等重大科技基础设施。同时实施未来产业培育行动，包括在未来网络领域，重点开展量子芯片和超导量子器件的设计制备等前沿技术研究。

中国

广州市人民政府办公厅《广州市促进创新链产业链融合发展行动计划(2022—2025年)》	8月	表示将围绕新兴支柱产业、新兴优势产业以及包括量子科技在内的未来产业，依靠创新驱动，努力把握新兴产业发展主动权，推动实现创新链与产业链深度融合，支撑经济社会高质量发展。
上海市人民政府《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》	9月	明确打造未来产业集群的目标。其中在打造未来智能产业集群中，对于量子科技提出“围绕量子计算、量子通信、量子测量，积极培育量子科技产业”、“推动量子技术在金融、大数据计算、医疗健康、资源环境等领域的应用”等。
合肥高新区《合肥高新区建设世界领先科技园区行动方案》		合肥高新区将以建设未来产业创新改革试验区为核心，实施八大“领先行动”，力争到2025年在局部领域率先达到全球领先水平，到2035年基本建成“世界量子中心”，量子信息产业产值突破200亿元，相关企业总数突破100家。
湖北省人民政府办公厅《湖北数字经济强省三年行动计划(2022-2024年)》		提出实施网络强基行动，着力打造新型基础设施中部枢纽节点，加快量子规模部署，支持湖北国科量子、湖北交投量子、武汉国科量子公司加快推进“武合干线”“京汉干线”“汉广干线”湖北段以及湖北省量子保密通信骨干网建设。到2024年底，武汉基本建成国家级“星地一体”量子通信网络核心枢纽节点。
河南省人民政府办公厅《设计河南建设中长期规划(2022—2035年)》		提出赋能未来产业前瞻布局，在量子信息研发设计方面，积极参与国际、国内量子信息领域标准制定，集中突破量子通信、量子计算、量子精密测量方向核心器件和装置制备关键技术研发与设计，探索研发量子通信应用产品与核心装备，探索开展“量子+安全政务”“量子+移动政务”等融合创新应用试点示范。
科技部《“十四五”国家高新技术产业开发区发展规划》	11月	规划提及“围绕量子科技，加大具有科技感、未来感的场景供给”“面向量子信息等前沿科技和产业变革领域，前瞻部署未来产业”等方面，深化量子产业布局。
科技部、教育部《关于批复未来产业科技园建设试点的函》		批复未来产业科技园建设试点名单，量子信息未来产业科技园作为建设试点培育，中国科学技术大学、合肥国家高新技术产业开发区为建设单位。
国家自然科学基金委员会《国家自然科学基金“十四五”发展规划》		规划共提出115项优先发展领域版块，其中量子领域占了8项。包括围绕量子计算、量子通信、量子传感、量子精密测量等重要领域进行相关研究；研究网络安全，涉及新型的量子密码、物联网安全等技术等。
北京市第十五届人民代表大会常务委员会第四十五次会议《北京市数字经济促进条例》		条例第二章第十条规定，信息网络基础设施建设应当重点支持新一代高速固定宽带和移动通信网络、卫星互联网、量子通信等，形成高速泛在、天地一体、云网融合、安全可控的网络服务体系。
山东省委、省政府《先进制造业强省行动计划(2022—2025年)》		提出要积极前瞻布局未来产业，坚持瞄准前沿、重点突破，聚焦生命科学、量子信息、基因技术、未来网络、深海空天开发、氢能与储能等领域，着力打造未来技术应用场景，加快推动创新突破和融合应用。
中共中央、国务院《扩大内需战略规划纲要(2022 - 2035年)》	12月	要求系统布局新型基础设施，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；要求加快发展新产业新产品，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。
济南市人民政府作工作报告		济南市市长于海田代表济南市人民政府作工作报告。报告提出发力突破未来产业。抢占量子信息产业发展先机。发挥量子保密通信“京沪干线”重要节点城市优势，支持山东量子、国迅量子芯发展壮大，拓展“量子+”应用示范，加快量子科技产业化进程。加快电子政务量子应用研究实验室建设，为公共数据安全提供有力支撑。
四川省科学技术厅《四川省“十四五”高新技术产业发展规划(2021—2025年)》		在《规划》的十大重点领域中，电子信息及数字经济部分均指出前瞻布局量子领域前沿科学研究与技术研发，打造量子科技研发平台与产业化基地，助力推进四川省新技术产业发展壮大。

英国

英国研究与创新署	3月	发布UKRI strategy 2022 to 2027: transforming tomorrow together(2022—2027年战略：共同改变未来)，大力发展英国具有全球优势的7个技术领域：先进材料与制造，人工智能、数字和先进计算，生物信息学和基因组学，工程生物学，电子学、光子学和量子技术，能源、环境与气候技术，机器人和智能机器。
英国物理学会	11月	发布A Vision for Quantum Technologies in the UK(量子技术愿景报告)，旨在为英国政府的量子战略提供支持。报告提出了英国量子领域愿景以及10条实现该愿景的建议，重点部分为：量子商品和服务商业化的路线图；支持生态系统的发展和规模化能力；建立强大的技能基础以支持量子产业；以及更广泛的推动因素，包括伙伴关系和沟通。

德国

联邦教育及研究部(BMBF)	6月	在前沿关键技术领域，如人工智能、量子技术等领域加大投入，并与欧盟伙伴一起扩大欧洲的技术主权。经济部也在量子方面投资了7.4亿欧元。
联邦教育及研究部(BMBF)	8月	将投入约2800万欧元资助由量子技术初创公司Q.ANT、博世公司、通快集团和德国宇航中心(DLR)合作开展的QYRO项目，用以开发符合太空要求的姿态传感器，利用这些基于量子技术的传感器实现小型卫星的高精度姿态控制，并改善全球数据通信。QYRO项目计划于2027年发射首颗具有量子技术姿态控制的卫星。

荷兰

量子应用实验室(QAL)	3月	量子应用实验室(QAL)启动。QAL是一个新成立的公私研发合作伙伴关系，在其领先的平台上提供一支由科学家、研究人员、工程师、应用程序开发人员以及软件和硬件专家组成的独特团队，以探索量子计算的优势并将其推向市场。QAL最初将专注于优化，模拟和机器学习应用程序。因此，它与量子Delta NL基金会(QDNL)的路线图完全一致。QAL将评估和支持其合作伙伴迈向“量子价值”和“量子优势”，并帮助他们制定研发战略并做出投资决策。
PhotonDelta	4月	获得六年期共计11亿欧元的公共和私人投资，该投资包括通过国家增长基金(Nationaal Groeifonds)获得的4.7亿欧元。这将使PhotonDelta及其合作伙伴能够进一步投资光子初创公司和扩大规模、扩大生产和研究设施、吸引和培训人才、推动应用并开发世界一流的设计库。PhotonDelta目前由26家公司、11家技术合作伙伴和12个研发合作伙伴组成，相关负责人表示“光子技术的发展将为包括量子计算在内的大量新应用打开大门”。
荷兰研究委员会(NWO)	5月	向荷兰七个学术团体提供总计1.427亿欧元的资助，其中“Quantum Age(量子时代材料,简称Qumat)”项目获得2150万欧元，用于开发具有稳定相干量子态的原型材料。
Quantum Delta NL (国家量子计划)	9月	宣布首届“量子中小企业征集活动”的获胜者，将向选出的十家量子中小企业提供共787万欧元的资助。Quantum Delta NL计划在未来七年向荷兰量子中小企业提供3500万欧元资金，企业须提供1700万欧元的配套资金。
Quantum Delta NL (国家量子计划)	10月	由量子技术研究机构QuTech领导的量子互联网联盟(QIA)启动了一项为期七年的计划，旨在开发一个连接远距离城市(相距数百公里)之间的全栈原型网络，从而进一步在欧洲建立创新型量子互联网生态系统。该计划第一阶段将从2022年10月开始，持续3年半，总预算为2400万欧元。
Quantum Delta NL (国家量子计划)	11月	量子之家将成为世界上第一个国家量子园区，由荷兰各地量子公司的多座多租户大楼组成。量子之家为本地和国际公司、投资者和研究人员提供会员资格，以就未来的量子技术开展工作、会面和协作并发展他们的业务。QDNL将量子之家作为一项单独的计划，旨在扩大技术生态系统，在围绕荷兰主要知识机构的所有专业知识之间以及量子硬件和软件之间创造协同效应，并引入能够支持的非技术利益相关者国家量子生态系统。这是荷兰国家级的增长计划的核心目标，为此拨款6.15亿欧元。

澳大利亚

政府 2021 National Research Infrastructure (NRI) Roadmap(2021年国家研究基础设施(NRI)路线图)	4月	以指导澳大利亚的2022年研究基础设施投资计划，其中包括支持建设量子技术基础设施。
National Quantum Strategy: issues paper(国家量子战略：议题文件)	6月	该文件将用于帮助制定国家量子战略。该战略的制定将为量子商业化中心和澳大利亚量子简章(Australian Quantum Prospectus)提供信息。

日本

日本政府	1月	日本将修改其国家量子技术战略，旨在实现该领域的自给自足。日本目前的战略侧重于大学等机构的基础研究，现在将通过支持初创公司等措施培育产业。专家小组开始规划制定修改方案，日本政府计划在6月之前批准这些修改方案。
日本政府	4月	在首相官邸召开了“综合创新战略推进会议”，制定了关于量子技术和人工智能的新战略，强调两个领域对该国的经济安全和灾害预警非常重要。其中，关于量子技术，将在本财年开发日本第一台“全国产”量子计算机，到2030年将量子技术的用户数量增加到1000万，以加速量子技术在日本的普及。
日本防卫省自卫队发布《防衛白書(2022防卫白皮书)》	7月	文件中“量子”一词出现36次，与通信相关的内容包括与国家信息和通信技术研究所(NICT)主要合作领域及技术电子信息通讯领域：网络安全技术、量子密码通信。
日本任防卫大臣	8月	滨田靖一称：为了坚决保护人民的生命和生活，政府将努力从根本上加强防卫力，面对各种挑战，如通过确保弹药、研究和开发人工智能、无人机和量子等先进技术，以及加强国防生产和技术基础设施来保持继续作战的能力。
日本政府制定的综合创新战略促进委员会	11月	提议在冲绳科学技术研究所(OIST)创建了一个量子技术国际合作中心，作为其“量子未来社会愿景”的一部分。该中心现在是日本十个量子技术创新中心之一。OIST启动了OIST量子技术中心(OQT)，该中心于2022年10月31日开始创建，旨在推动量子技术国际合作中心的研究和创新。OIST量子信息科学与技术部门负责人Kae Nemoto教授被任命为OQT的主任。

韩国

科学与信息通信技术部(MSIT)	1月	在板桥举行了“Korea Quantum Industry Center,K-QIC(韩国量子工业中心)”的开幕式。K-QIC的建立是为了培养量子技术。该中心还分享了商业化努力和技术发展的成果，并支持各行业之间的合作。三星电子、LG电子、KT、SKT和LGU+等参会。MSIT将把量子技术的预算增加一倍，以培养人力，利用该技术建立商业模式，并开发核心的量子技术。此外，还将编制由韩国科学技术信息研究所(KISTI)和美国阿贡国家实验室签署的意向书的后续措施。
韩国总统主持会议 韩国科学技术信息通信部 国家战略技术培育方案	10月	方案提出12项国家战略技术(半导体和显示器、动力电池、高科技出行、新一代核能、高科技生物技术、宇宙太空及海洋、氢能源、网络安全、人工智能、新一代通信、高科技机器人及制造技术、量子技术)。韩国科学技术信息通信部综合考虑产业全球竞争力、对未来产业影响力、外交与安全价值、取得成果的可能性等因素选定了12项战略技术。 韩国政府将上述战略技术的研发投资额在2022年的3.74万亿韩元基础上增加10%至4.12万亿韩元(约合人民币210亿元)，并将在2023年的预算中为系统半导体、小型模块化反应堆(SMR)、5G开放式无线接入网络(Open RAN)、量子计算与传感器等技术研发专门划拨2651亿韩元。

西班牙

西班牙 第一个国家和商业层面的重大量子计算项目CUCO	1月	该项目由西班牙国家工业技术开发署(CDTI)资助，并由科学和创新部根据复苏和转型计划提供支持。目前，已经有七家公司、五个研究中心和瓦伦西亚理工大学联合加入了CUCO项目，共同致力于将量子计算技术赋能于西班牙的经济战略行业：能源、金融、太空、国防和物流。

芬兰

国家量子办公室、VTT技术研究中心、IQM量子计算公司、CSC科学信息技术中心	8月	签署谅解备忘录，以探索和促进量子技术领域的研发合作。双方旨在加速量子技术硬件组件、算法和应用的开发，并在量子加速的高性能计算以及地面和卫星量子通信领域进行合作。该谅解备忘录还将为量子技术国家战略路线图的知识交流铺平道路。

爱尔兰

廷德尔国家研究所、高端计算中心(ICHEC)	5月	双方正在寻求协同合作，将开发端到端的量子技术，特别是在量子计算和面向量子互联网的量子通信方面，致力于开发与高性能计算系统紧密集成的量子计算和量子互联网平台、软件、应用和服务。

俄罗斯

俄罗斯铁路公司	8月	提议制定量子通信技术和量子物联网的国家标准。将由俄罗斯铁路、基于Skoltech的国家技术计划 (NTI) 能力中心、技术委员会网络物理系统 (TC 194) 和技术委员会密码信息保护(26)共同制定。
俄罗斯政府高科技领域路线图最新意向协议	12月	涉及量子通信的内容包括为实现量子网络长度路线图主要目标，确保2023年建成2500公里以上，2024年建成7000公里以上。

印度

印度-以色列量子技术双边研讨会	4月	召开Indo-Israel Bilateral workshop on Quantum Technologies(印度-以色列量子技术双边研讨会)。来自印度科学院(IISc)、塔塔基础研究所(TIFR)、IIT Bombay、IIT Madras、IIT Kanpur、IIT Kharagpur、IIT Tirupati、印度科学教育与研究院(IISER)、Jaypee的175位专家和科学家信息技术研究所(JPIT) Noida、Bharat Electronics Limited (BEL)、高级计算发展中心(CDAC)、远程信息处理发展中心(CDoT)和空间部参加了此次研讨会。会议讨论了光量子计算、量子传感、量子加密、量子磁测、原子钟和自由空间量子通信等领域，会议议题还包括制定联合量子技术路线图以及两国合作开发计划等。

欧盟

2月 欧盟宣布将建立卫星星座基础设施，并与欧洲量子通信基础设施集成，以借助量子加密技术为成员国的经济、安全和国防等提供安全通信。计划总投资约60亿欧元，其中欧盟将在5年内拨款24亿欧元。相关人员表示，初步开发和部署可能从2023年开始；到2025年提供量子密码的初始服务和在轨测试；到2028年，全面部署集成量子密码技术，实现全面服务。

7月 所有27个欧盟成员国同意在欧盟委员会和欧洲航天局的支持下，共同努力发展覆盖整个欧盟的量子通信基础设施(EuroQCI)。

9月 欧盟委员会对荷兰的复兴计划进行了积极评估，将根据复兴措施基金(RRF)向荷兰拨款47亿欧元，以支持其计划中的关键投资和改革措施。荷兰计划将该笔资金的26%用于支持数字化转型的措施，包括对量子技术、人工智能、数字教育和数字政府的投资。其中，为支持数字化转型，预计将调用2.7亿欧元来促进开发量子技术的创新应用。

11月 欧盟委员会、欧洲议会和欧盟成员国就The Union Secure Connectivity Programme 2023-2027(2023-2027年欧盟安全连接计划)为欧洲议会和欧盟理事会最终批准法律文本铺平了道路。《计划》旨在部署一个欧盟卫星星座IRIS²(卫星弹性、互联性和安全性基础设施)，总投资为24亿欧元，该计划将于2023年至2027年运行，以在近地轨道(LEO)部署卫星星座，其中将包括用于欧洲量子通信基础设施(EuroQCI)安全加密的最新量子通信技术。

加泰罗尼亚的光子科学研究所(ICFO)、加泰罗尼亚纳米科学与纳米技术研究所(ICN2)、高能物理研究所(IFAE)、巴塞罗那大学(UB)、加泰罗尼亚理工大学(UPC)和巴塞罗那自治大学(UAB)开展量子技术研究，最终目标是将其应用在未来的欧洲量子互联网中。该项目在未来三年内获得了1500万欧元的资助，其中970万欧元由欧盟恢复和复原力机制通过科学与创新部资助，530MEUR由加泰罗尼亚总局分配给研究机构。

Strategic Research and Industry Agenda(战略研究和产业议程)发布初步内容，涵盖并统筹了“量子技术旗舰战略研究议程(SRA)”、“量子芯片战略工业路线图(SIR)”、EuroQCI工程、EuroQCS工程和芯片法案等欧洲正在进行的量子技术工业和研发计划，全面推进量子技术(QT)战略。在量子通信领域，明确到2026年欧洲将推进部署多个城域量子密钥分发(QKD)网络、具有可信节点的大规模QKD网络、实现基于欧洲供应链的QKD制造、在电信公司销售QKD服务等，逐步实现区域、国家、欧洲范围和基于卫星的量子保密通信网络部署。长期目标是开发全欧洲范围的量子网络。

支持欧洲端到端安全量子密钥分发(QKD)系统的EAGLE-1卫星，最早将于2024年第四季度由Arianespace公司在Vega C火箭上为欧洲卫星运营商SES发射，完成三年在轨任务。在欧洲航天局和欧盟委员会的支持下，由SES牵头的20家欧洲机构组成的联盟共同开设计、开发、发射和运行一个EAGLE-1卫星的端到端QKD系统，以测试和验证加密密钥的天基安全传输，并建设欧洲首个主权端到端天基QKD系统，开发和运营专用的LEO卫星，同时在卢森堡建立一个最先进的QKD运营中心。

北约

4月 北约将在位于丹麦哥本哈根的尼尔斯玻尔研究所建立一个新的量子技术中心。该中心将设立一个测试中心和实验室，用于开发和测试量子技术，包括量子传感器、量子加密设备和量子计算机中的组件。

9月 在北约马德里峰会上，盟国达成一致，通过北约和平与安全科学(Science for Peace and Security, SPS)研究计划支持量子技术。SPS将着眼于如何将QKD和PQC集成起来，以对联盟来说以最佳和最全面的方式保护信息基础设施。

http://www.baqis.ac.cn/news/detail/?cid=1281
http://xcb.ustc.edu.cn/info/1011/22628.htm
https://scit.nju.edu.cn/a8/d7/c11003a567511/pagem.htm
https://www.tsinghua.edu.cn/info/1175/92860.htm
https://physics.ustc.edu.cn/2022/0508/c3588a553755/page.htm
https://news.ustc.edu.cn/info/1055/79044.htm
https://qutech.nl/2022/05/25/teleport-quantum-information-across-network/
https://news.uestc.edu.cn/?n=UestcNews.Front.DocumentV2.ArticlePage&Id=85958
https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.129.050502
https://kyb.ustc.edu.cn/2022/0818/c6076a564245/page.htm
https://www.tsinghua.edu.cn/info/1175/100860.htm
https://scit.nju.edu.cn/2b/b4/c10927a601012/page.htm
https://www.spiedigitallibrary.org/journals/advanced-photonics/volume-4/issue-06/066003/Quantum-interference-with-independent-single-photon-sources-over-300km-fiber/10.1117/1.AP.4.6.066003.full?SSO=1
https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/market-news/2022/INFCSS202202-051.html
https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2022/02/press20220202-01-PQC.html
https://www.nature.com/articles/s41586-022-04623-2
https://www.qusecure.com/qusecure-launches-industrys-first-end-to-end-post-quantum-cybersecurity-solution/
https://pulsenews.co.kr/view.php?sc=30800024&year=2022&no=810697
https://www.toppan.co.jp/news/2022/10/newsrelease221024_1.html
https://www.lg.com/global/mobility/press-release/lg-signs-mou-to-bring-enhanced-cybersecurity-to-connected-vehicles
https://www.wisekey.com/press/project-quasars-quantum-resistant-secure-architecures-project-from-wisekey-semiconductor-has-officially-received-the-scs-label-as-a-recognition-of-its-quality-and-innovative-aspects/
https://www.einnews.com/pr_news/600414918/mercury-workspace-is-the-world-s-first-quantum-resistant-ucc-platform
https://cloud.google.com/blog/products/identity-security/why-google-now-uses-post-quantum-cryptography-for-internal-comms?utm_source=substack&utm_medium=email
https://xiphera.com/pqc.php
https://castle-shield.com/castle-shield-holdings-llc-adds-post-quantum-cryptography-pqc-support-to-its-typhos-communications-app-for-audio-video-calls/
https://www.monash.edu/news/articles/future-proofing-cybersecurity-in-the-indo-pacific-region
https://www.nec.com/en/press/202201/global_20220114_01.html
https://www.ciena.com/about/newsroom/press-releases/jpmorgan-chase,-toshiba-and-ciena-build-the-first-quantum-key-distribution-network-used-to-secure-mission-critical-blockchain-application
https://www.idquantique.com/sk-telecom-and-samsung-unveil-the-galaxy-quantum-3-world-most-secure-5g-smartphone-featuring-idq-qrng-chip/
https://www.global.toshiba/ww/news/corporate/2022/04/news-20220427-01.html
https://qubitekk.com/news/beam-me-up-quantum-network-on-drones/
https://www.fau.edu/newsdesk/articles/quantum-drone-security.php
http://www.rmxiongan.com/n2/2022/0517/c383557-35272278.html
https://www.quantumcommshub.net/news/errol-aerodrome-chosen-to-host-new-quantum-optical-ground-station-for-secure-satellite-connectivity/?site=industry-government-media
https://aws.amazon.com/cn/blogs/quantum-computing/announcing-the-aws-center-for-quantum-networking/
https://www.fortinet.com/corporate/about-us/newsroom/press-releases/2022/fortinet-support-singapore-quest-quantum-safe-future
https://www.cas.cn/zt/kjzt/cxcg/ljyh/ljyhmtbd/202209/t20220915_4847715.shtml
https://www.ukri.org/news/quantum-encryption-spacecraft-closer-to-launch/
https://qutech.nl/2022/07/05/qutech-eurofiber-juniper-deploy-quantum-testbed/
https://news.toshiba.com/press-releases/press-release-details/2022/Toshiba-Safe-Quantum-Enter-Agreement-to-Accelerate-Quantum-Communication-Solutions-in-North-America/default.asp
https://www.newsfilecorp.com/release/133879/Quantum-eMotion-Announces-Design-Completion-of-its-First-Blockchain-Application-of-QRNG-Technology
https://www.hpcwire.com/off-the-wire/sandboxaq-announces-partnership-with-evolutionq/
http://www.beidou.gov.cn/yw/xwzx/202209/t20220929_24640.html
https://www.ses.com/press-release/ses-esa-and-european-commission-partnering-deliver-satellite-quantum-cryptography
https://www.thalesgroup.com/en/worldwide/space/press-release/speqtral-and-thales-alenia-space-collaborate-demonstrate-satellite
https://news.sktelecom.com/181250
https://quantumxc.com/featured/fortinet-and-quantum-xchange-team-to-deliver-quantum-safe-sd-wan/
https://www.seas.harvard.edu/news/2022/09/harvard-and-aws-launch-alliance-advance-research-quantum-science
https://www.anl.gov/article/jpmorgan-chase-is-newest-partner-in-qnext-quantum-research-collaboration
https://www.aliroquantum.com/blog/simplify-with-alironet
https://qutech.nl/2022/10/03/untappable-internet-for-port-of-rotterdam-offered-by-quantum-technology
https://www.ses.com/press-release/ses-selects-arianespace-launch-eagle-1-satellite-europes-quantum-cryptography
https://www.zdxlz.com/newsDetail.html?id=22
https://qubitekk.com/news/epb-and-qubitekk-launch-commercial-quantum-network/

http://hnrb.hinews.cn/html/2022-11/24/content_58464_15535437.htm
https://www.dbappsecurity.com.cn/content/details2148_14122.html
https://newsroom.ibm.com/2022-11-09-IBM-and-Vodafone-Join-Forces-in-Exploration-of-Quantum-Computing-Technology-and-Quantum-Safe-Cryptography
https://www.insidequantumtechnology.com/news-archive/airbus-readies-high-capacity-qkd-satellite-to-fly-in-2026-for-euroqci/amp/
https://speqtral.space/speqtral-and-rhea-group-partner-to-develop-first-quantum-safe-link-between-singapore-and-europe/
https://www.anl.gov/article/amazon-web-services-and-antia-lamaslinares-to-bring-quantum-communication-innovations-to-qnext
https://www.zdxlz.com/newsDetail.html?id=23
https://www.uet-group.com/uet-group-creates-with-quantum-cryptography-secure-communications-in-telecommunications-networks/
https://www.aegiq.com/2022/12/15/aegiq-launches-project-u-quant-in-partnership-with-the-university-of-exeter-to-help-power-space-communications/
https://www.gadgetsnow.com/tech-news/in-space-inks-pact-with-qnu-labs-to-develop-satellite-quantum-key-distribution-products/articleshow/96379108.cms
https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2022/01/19/memorandum-on-improving-the-cybersecurity-of-national-security-department-of-defense-and-intelligence-community-systems/
https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/05/04/fact-sheet-president-biden-announces-two-presidential-directives-advancing-quantum-technologies/
https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/06/28/fact-sheet-the-united-states-continues-to-strengthen-cooperation-with-g7-on-21st-century-challenges-including-those-posed-by-the-peoples-republic-of-china-prc/
https://hbba.sacinfo.org.cn/stdList?key=%E9%87%8F%E5%AD%90
https://www.nist.gov/news-events/news/2022/07/pqc-standardization-process-announcing-four-candidates-be-standardized-plus
https://www.iso.org/standard/77097.html
https://www.iso.org/standard/77309.html
https://newsroom.ibm.com/2022-09-29-GSMA,-IBM-and-Vodafone-Establish-Post-Quantum-Telco-Network-Taskforce
https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=F0DFFD3EEBABE06BE05397BE0A0A129B#
https://www.idquantique.com/id-quantique-expands-the-xg-series-with-the-launch-of-the-clavis-xg/
https://news.sktelecom.com/178465
https://www.idquantique.com/id-quantique-expands-its-qrng-chip-range-for-space-application/
https://www.idquantique.com/idq-and-cryptonext-partner-to-deliver-quantum-safe-messaging/
https://www.qnulabs.com/partners/
https://qo-jena.com/#about
https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme
https://www.luxquanta.com/luxquantas-2022-accomplishments-looking-ahead-to-bright-future-n-23-en
https://fragmentix.com/thinkquantum-partnership-announcement/
https://q-bird.nl/untappable-internet-at-dutch-harbor-with-quantum-technology/
https://ir.arqit.uk/investors/news-events/press-releases/detail/52/arqit-quantum-inc-announces-financial-and-operational
https://www.nine23.co.uk/press-releases/arqit-partners-with-nine23/
https://arqit-res.cloudinary.com/image/upload/v1670588216/Press/Arqit_announces_QuantumCloud_powered_by_AWS_bf0mqe.pdf
https://ir.arqit.uk/investors/news-events/press-releases/detail/49/arqit-announces-a-partnership-with-dell-technologies-to
https://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=119602
https://chicagoquantum.org/news/chicago-expands-and-activates-quantum-network-taking-steps-toward-secure-quantum-internet
https://www.anl.gov/article/quantum-network-between-two-national-labs-achieves-record-synch
https://numana.tech/en/publications/numana-annonce-le-lancement-dun-reseau-de-telecommunications-quantiques-ouvert/
https://www.quantumcommshub.net/news/quantum-by-the-tracks-project-funded-to-launch-a-quantum-network-on-trackside-fibre-in-the-north-of-uk/?site=research-community
https://www.iof.fraunhofer.de/en/pressrelease/2022/quantum-keys-exchange-successful.html
https://www.qunet-initiative.de/ueber-qunet/
https://newsroom.orange.com/the-10th-edition-of-the-orange-research-and-innovation-图表ion-opens-on-18-october/?lang=en
https://www.idquantique.com/idq-and-sk-broadband-complete-phase-one-of-nation-wide-korean-qkd-network/
https://szb.ahnews.com.cn/ahrb/layout/202208/27/node_01.html#c928469
https://www.idquantique.com/a-new-380-km-long-intercity-qkd-infrastructure-in-poland/
https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1851732
https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/major-project-brings-together-finnish-industry-and-research-quantum-technology

https://qepsg.org/news-singapore-to-build-national-quantum-safe-network-that-provides-robust-cybersecurity-for-critical-infrastructure
https://sherbrooke-innopole.com/en/news/quantum-sherbrooke-innovation-zone-officially-launches-with-investments-over-435m/
http://www.gov.cn/xinwen/2022-02/09/content_5672688.htm
https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2022/202211/t20221109_183360.html
https://www.nsfc.gov.cn/publish/portal0/tab1392/info87786.htm
https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2022/202211/t20221128_183701.html
http://www.moj.gov.cn/pub/sfbgw/gwxw/ttxw/202212/t20221215_469355.html
https://www.ukri.org/publications/ukri-strategy-2022-to-2027/
https://www.iop.org/sites/default/files/2022-11/iop-a-vision-for-quantum-technologies-in-the-UK.pdf
https://www.cwi.nl/news/2022/quantum-application-lab-opened
https://www.photondelta.com/news/photondelta-lands-1-1-billion-to-usher-in-a-new-generation-of-semiconductor-technology/
http://quantumcas.ac.cn/2022/0516/c24874a554448/page.htm
https://quantumdelta.nl/winners-of-first-quantum-delta-nl-sme-call-announce
https://quantum-internet.team/2022/10/14/the-quantum-internet-alliance-will-build-an-advanced-european-quantum-internet-ecosystem/
https://quantumdelta.nl/dutch-minister-micky-adriaansens-opens-the-first-house-of-quantum/
https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Japan-steps-up-quantum-push-as-U.S.-and-China-forge-ahead
https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220422/k10013593721000.html?utm_int=nsearch_contents_search-items_001
https://www.mod.go.jp/j/publication/wp/wp2022/pdf/wp2022_JP_Full_01.pdf
https://www.nserc-crsng.gc.ca/Media-Media/NewsDetail-DetailNouvelles_eng.asp?ID=1307
https://www.innovationaus.com/labor-pledges-4million-for-quantum-research-support/
https://www.quantumlah.org/about/highlight/2022-05-singapore-national-quantum-platforms
https://www.alberta.ca/release.cfm?xID=83038DA200B87-051F-AE29-8F3F095789304D56#jumplinks-0
https://www.canada.ca/en/economic-development-southern-ontario/news/2022/06/businesses-can-now-apply-to-the-regional-quantum-initiative-in-southern-ontario.html?
https://www.innovationaus.com/australian-quantum-leaders-form-industry-alliance/
https://www.ukri.org/news/6-million-to-spur-the-uks-quantum-leap/
https://news.unm.edu/news/unm-receives-nsf-award-to-further-quantum-science-and-engineering-research
https://thequantuminsider.com/2022/11/10/iop-launches-business-innovation-award-in-partnership-with-quantum-exponential-to-drive-uk-quantum-commercialization/
https://www.icfo.eu/news/2105/start-of-the-future-quantum-internet-research-program-in-catalonia-with-next-generation-funds/
https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/02-2022-Critical-and-Emerging-Technologies-List-Update.pdf
https://www.quantum.gov/wp-content/uploads/2022/02/QIST-Natl-Workforce-Plan.pdf
https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2022/05/04/executive-order-on-enhancing-the-national-quantum-initiative-advisory-committee/
https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/05/04/national-security-memorandum-on-promoting-united-states-leadership-in-quantum-computing-while-mitigating-risks-to-vulnerable-cryptographic-systems/
https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/
https://www.nsa.gov/Press-Room/News-Highlights/Article/Article/3148990/nsa-releases-future-quantum-resistant-qr-algorithm-requirements-for-national-se/
https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/M-23-02-M-Memo-on-Migrating-to-Post-Quantum-Cryptography.pdf
https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/7535
https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/3252968/biden-signs-national-defense-authorization-act-into-law/
https://www.osti.gov/biblio/1900586/
http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm
https://www.oist.jp/news-center/news/2022/12/11/new-center-quantum-technologies-launched-oist?utm_source=miragenews&utm_medium=miragenews&utm_campaign=news
https://uwaterloo.ca/institute-for-quantum-computing/news/uk-canada-research-partnership-aims-expand-global-quantum
https://pib.gov.in/PressReleseDetailm.aspx?PRID=1814223
https://www.zdnet.com/article/australia-reinforces-data-and-quantum-as-priority-research-areas-in-new-roadmap/
https://consult.industry.gov.au/national-quantum-strategy-issues-paper
https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=1&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=627&searchOpt=ALL&searchTxt=quantum
https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2022/08/25/937508-rzhd-kvantovih-tehnologii
http://government.ru/news/47466/
https://dzen.ru/a/Y6KwzmIaShVTM2MW
https://www.hpcwire.com/off-the-wire/tyndall-and-ichec-to-foster-further-collaboration-following-appointment-of-academic-associate/

https://www.vttresearch.com/en/news-and-ideas/finland-and-singapores-national-quantum-office-ink-mou-strengthen-quantum-technology
https://www.hpcwire.com/off-the-wire/multiverse-computing-participates-in-spanish-consortium-to-run-cuco-quantum-project/
https://www.icfo.eu/news/2105/start-of-the-future-quantum-internet-research-program-in-catalonia-with-next-generation-funds/
https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/all-member-states-now-committed-building-eu-quantum-communication-infrastructure
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_5397
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6952
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_921
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_22_922
https://qt.eu/about-quantum-flagship/newsroom/quantum-flagship-publishes-preliminary-strategic-research-and-industry-agenda/
https://investindk.com/insights/new-danish-nato-center-for-quantum-technology
https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_207634.htm
https://www.quantum.gov/the-united-states-and-finland-move-to-strengthen-cooperation-in-quantum/https://www.quantum.gov/the-united-states-and-sweden-sign-quantum-cooperation-statement/
https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/india-us-to-advance-ties-in-quantum-science-biotech-chips-rajnath-singh/articleshow/90988560.cms
https://dst.gov.in/india-finland-discuss-possible-areas-co-operation-quantum-computing-virtual-coe
https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2022/05/07/readout-international-roundtable-on-pursuing-quantum-information-together-2n-vs-2n/
https://www.quantum.gov/the-united-states-and-denmark-take-steps-to-strengthen-quantum-cooperation/
https://en.yna.co.kr/view/AEN20220922010000320?section=search
https://pme.uchicago.edu/news/pritzker-molecular-engineering-professors-david-awschalom-and-liang-jiang-awarded-1-million
https://www.iof.fraunhofer.de/en/pressrelease/2022/hyperspace.html
https://www.quantumcommshub.net/news/press-release-uks-quantum-communications-hub-satellite-rd-mission-awarded-to-isispace-group/?site=research-community
https://www.quantum.gov/the-united-states-and-france-sign-joint-statement-to-enhance-cooperation-on-quantum/
https://waltoninstitute.ie/news-and-events/news/irish-quantum-technology-experts-future-proofing-eu-communications-infrastructure
https://www.quantumcommshub.net/research-community/collaboration-opportunities/industrial-strategy-challenge-fund/assurance-of-quantum-random-number-generators/
https://qrange.eu/
http://www.aqurand.org/
https://www.quantumcommshub.net/research-community/collaboration-opportunities/industrial-strategy-challenge-fund/assurance-of-quantum-random-number-generators/
https://qrange.eu/
http://www.aqurand.org/
https://pme.uchicago.edu/news/pritzker-molecular-engineering-professors-david-awschalom-and-liang-jiang-awarded-1-million
https://entanglementexchange.org/entanglement-exchange-links-quantum-researchers-across-twelve-nations.html
https://www.quantum.gov/the-united-states-and-france-sign-joint-statement-to-enhance-cooperation-on-quantum/
https://ukquantum.org/ukquantum-launches-consortium-to-accelerate-uk-innovation/
https://www.uts.edu.au/news/tech-design/network-puts-australia-forefront-quantum-development
https://www.uts.edu.au/research/centre-quantum-software-and-information/news/qsi-spearheads-new-venture-quantum
https://tqc2022-conference.iquist.illinois.edu/
https://www.qiconf.com/
https://www.prnewswire.com/news-releases/quintessencelabs-chosen-as-inaugural-member-of-the-quantum-security-alliance-301612047.html?tc=eml_cleartime
https://sciencebusiness.net/news/uk-faces-exclusion-high-level-horizon-calls-quantum
https://www.mod.go.jp/j/press/kisha/2022/0810a_r.html
https://aws.amazon.com/marketplace/pp/prodview-fzkuj32ktapmq?sr=0-1&ref_=beagle&applicationId=AWSMPContessa

Contact

ICV TAnk
Technology Advisory
& Knowledgebase

5250 Fairwind Dr. Mississauga, Ontario, L5R 3H4, Canada

（+1） 929 530 5901

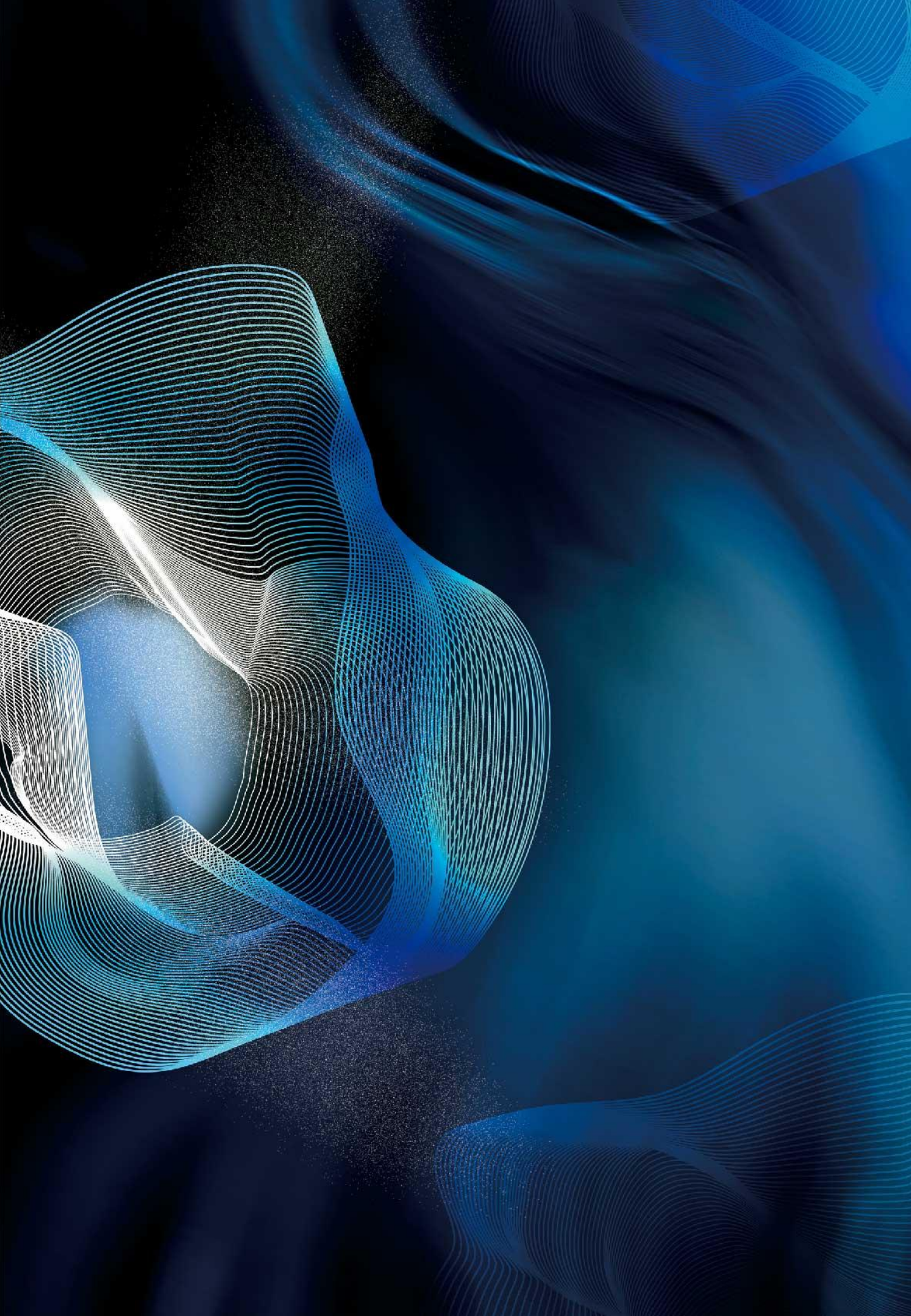
infer@icvtank.com

https://www.icvtank.com/

光子盒
QUANTUMCHINA

北京市东城区朝阳门SOHO 1507

（+86） 10 6517 5590

zhangxinyu@quantumchina.com

https://www.quantumchina.com/