

分析师: 唐月

执业证书编号: S0730512030001

tangyue@ccnew.com 021-50586635

布局量子信息, 开启未来信息技术之争

——计算机行业专题研究

证券研究报告-行业专题研究

强于大市 (维持)

计算机相对沪深 300 指数表现

发布日期: 2020 年 03 月 12 日



相关报告

- 1 《计算机行业专题研究: 区块链技术先行, 助力全球货币之争》 2019-11-27
- 2 《网络安全行业半年度策略: 等保 2.0 落地, 网络安全行业开启新征程》 2019-9-20
- 3 《计算机行业专题研究: 盘点我国在超算领域进展与机遇》 2019-7-31

联系人: 李琳琳

电话: 021-50586983

传真: 021-50587779

地址: 上海浦东新区世纪大道 1600 号 18 楼

邮编: 200122

投资要点:

- 人类当前已经迎来了以主动调控和操纵为特征, 以量子信息为代表的第二次量子革命。以被动观测与应用为代表的第一次量子革命催生了现代信息技术。而在人类对量子纠缠的实验研究中发展出精细的量子调控技术, 并将其应用到了量子信息的研究中, 这一技术变化将带来人类历史的飞跃。
- 正是看到了量子信息对未来政治和军事格局可能带来的影响, 各国相继出台量子信息的国家战略, 加入量子竞赛的角逐中。近期美国发布了《美国量子网络战略愿景》, 提出美国将开辟量子互联网, 确保量子信息科学 (QIS) 惠及大众, 同时美国还将量子信息设置成出口管制重要领域。
- 近代社会以来, 量子保密通信是第一个由中国创造的新产业, 具有里程碑意义。量子保密通信是首个从实验室走向实际应用的量子信息技术分支。在 2016 年墨子号量子科学实验卫星成功发射和 2017 年京沪干线建成并连接后, 构成了天地一体化量子通信网络的雏形, 也标志着我国率先进入广域网阶段, 我国正在成为全球相关行业标准和规则的制定者。
- 目前我国正在建设的国家广域量子骨干网一期项目, 2020 年将发射第一颗实用化量子卫星, 同时长三角区域有望借助《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》得到率先发展, 实现保密通信干线网与国家骨干网络的无缝连接, 开展量子通信应用试点, 形成全国首个量子通信商业化地区, 成为全球量子通信的引领示范区域。
- 由于量子信息发展还处于早期阶段, 相关的上市公司层面对量子信息业务涉及的不多。A 股标的中, 仅有国盾量子是专业从事相关业务的企业, 而类似神州信息、中兴通讯、亨通光电、中国联通这些各领域的领先企业也积极参与到了量子保密通信网络的建设中。随着相关应用的持续推广, 未来更多企业有望参与到量子信息产业中。

风险提示: 量子信息技术的推进不及预期。



内容目录

1. 从近期科技领域 3 大事件看量子信息对国家网络安全的重要意义	4
1.1. 事件 1: 美国控制瑞士密码设备公司, 窃取各国情报	4
1.2. 事件 2: 美国加大对华为的打压力度	4
1.3. 事件 3: 美国发布《美国量子网络战略愿景》	5
1.4. 3 大事件的背后, 是关系到国家网络安全的过去、现在和未来	5
2. 近年来, 各国已经开启了在量子竞赛, 纷纷将量子信息纳入国家战略	6
3. 代表未来的量子信息具有开创时代的存在意义	8
3.1. 量子信息是什么	8
3.2. 量子信息的分类与发展概况	9
3.3. 量子信息具有开创时代的存在意义	11
4. 量子信息对密码学和信息安全具有颠覆性的影响	12
4.1. 量子因数分解威胁下, RSA 或将被攻破	12
4.2. 量子保密通信构建出密码学的终极解决方案	12
5. 量子计算机: 距离实用仍有很长的路要走	13
6. 量子通信: 中国正在引领和创造一个新产业	15
6.1. 量子保密通信是近现代唯一一个由中国新创造的产业	15
6.2. 量子信息产业成为了十三五我国重点培育的战略性产业	16
6.3. 量子保密通信骨干网络有序建设中, 长三角成为前期建设重点区域	17
6.4. 量子保密通信的应用还处于初级阶段	20
7. 产业链概况及投资标的	21
7.1. 中国通信标准化协会量子通信与信息技术特设任务组	21
7.2. 中国信息协会量子信息分会会员单位	21
7.3. 量子信息产业链分布与相关概念股	22
8. 风险提示	25

图表目录

图 1: Crypto AG 密码机	4
图 2: 全球在量子技术的研发投入情况 (2016.5, 美元)	8
图 3: 量子信息与量子力学的关系	9
图 4: 量子信息的分类及主要应用	9
图 5: 加密和解密过程示意图	12
图 6: 量子计算技术发展历程	14
图 7: 量子计算物理比特位数发展趋势	15
图 8: 量子信息产业的支持政策	16
图 9: 国家广域量子保密通信骨干网络	18
图 10: 量子通信应用发展趋势	20
图 11: 我国量子保密通信产业链及主要企业	22
表 1: 各国量子信息产业支持政策	6
表 2: 经典信息科学与量子信息对比概况	9
表 3: 量子信息主要研究进展及重要事件	10
表 4: 密码学主要算法破解情况	13



表 5: 量子计算不同物理体系路线下主要成果	14
表 6: 量子信息领域的主要支持政策内容	17
表 7: 中国量子保密通信网络建设情况	19
表 8: 量子保密通信网络的行业实际应用类型	20
表 9: 中国通信标准化协会量子通信与信息技术特设任务组成员单位	21
表 10: 中国信息协会量子信息分会会员单位	22
表 11: 主要量子信息概念股	23

1. 从近期科技领域 3 大事件看量子信息对国家网络安全的重要意义

1.1. 事件 1: 美国控制瑞士密码设备公司，窃取各国情报

2020 年 2 月 11 日,《华盛顿邮报》公布了一份中情局的机密文件,揭露从上世纪 70 年代以来,美国和德国的情报部门,一直通过自己控制的一家瑞士密码设备公司,窃取各国情报。

瑞士克里普托公司作为全球最为知名的加密机器制造商,一直以来为全球各个国家提供通讯加密机器。克里普托公司由于一直在精密机器方面颇有造诣,所以其市场非常广泛,对于许多工业相对不完整的国家而言,从克里普托进口加密机就成为了最稳妥的方式。购买该公司加密机的国家包括了伊朗、沙特阿拉伯、印度、巴基斯坦、伊拉克、巴西、阿根廷、埃及、叙利亚、利比亚、意大利、希腊、土耳其、西班牙、日本、韩国等 120 多个国家。这些国家往往在购买到加密机后,首先做的就是将其应用在国家机密情报的传输方面。

图 1: Crypto AG 密码机



资料来源:百家号 IT 分析师,中原证券

由于美德两国掌握着这些加密机的快速解码方法,便一直获取着这些国家的军事政治机密情报。1980 年美国国家安全局就通过这种方式获取了的其他国家外交机构大量机密,占总情报数的 40%。

美国直到 2018 年还在利用这家公司,之后将该公司资产卖给了两家私人企业。

1.2. 事件 2: 美国加大对华为的打压力度

2020 年 2 月 15 日,美国商务部延长了华为的“临时许可证”,提供为期 45 天的延期,允许美国公司继续与华为开展业务,延长后的“临时许可证”将在四月到期。这已经是美国政府第四次向其国内企业开出临时采购许可。

同天,美国司法部公布了一份联邦起诉书,指控华为犯有敲诈勒索罪,并密谋窃取美国公



司的商业机密，被告包括华为及其四家子公司，还有华为首席财务官孟晚舟。在这份联邦起诉书中，美国司法部指控华为及其关联公司在过去数十年时间里，曾试图从 6 家美国公司窃取商业机密来发展自己的业务，被盗信息包括源代码、无线技术手册等。《纽约时报》认为，这些新指控表明美国正在加大针对华为的压力攻势。美国政府将华为视为国家安全威胁，禁止其购买许多美国产品，其本质目的是阻止中国获得技术优势。

同时，有消息称五角大楼很可能扭转之前的反对态度，转而支持美国对华为技术的进一步限制，这种逆转将使美国公司更难绕开对华为的出口禁令，进一步打击美国对列入黑名单的中国电信公司华为的出口。

1.3. 事件 3：美国发布《美国量子网络战略愿景》

2020 年 2 月 20 日根据澎湃新闻的消息，美国白宫国家量子协调办公室发布了《美国量子网络战略愿景》，提出美国将开辟量子互联网，确保量子信息科学（QIS）惠及大众。

根据文件的描述，量子互联网是一张由量子计算机和其他量子设备组成的庞大网络，它将催化出许多新兴技术，从而加速现有互联网的发展，提供通信安全，并使计算技术发生巨变。

通过在量子网络领域的前驱开拓，美国预备革新国家和金融安全、患者隐私、药物发现以及新材料的设计和制造，同时增加我们对宇宙的科学认识。

文件提出了两个具体目标：一、在未来 5 年中，美国的公司和实验室将演示量子网络的基础科学和关键技术，包括量子互连、量子中继器、量子存储器、高通量量子信道和洲际天基纠缠分发。同时，将查明这些系统的潜在影响和改善应用，带来商业、科学、卫生和国家安全方面的好处。二、在未来 20 年里，量子互联网链路将利用网络化量子设备实现经典技术无法实现的新功能，同时促进对量子纠缠作用的理解。

1.4.3 大事件的背后，是关系到国家网络安全的过去、现在和未来

站在国家安全的角度来看，对先进技术的控制一定会影响到国家的军事和政治独立。而 2 月以来行业内这 3 大事件看似并不相关，但是我们认为其内在却分别代表了科技对网络安全过去、现在和未来的影响。

（1）过去：美国作为全球科技领域的霸主，利用在瑞士加密通信设备上留下的后门，进一步加强了其在政治、军事领域对他国的影响和控制能力。而与此同时，美国的 Intel、思科、苹果、google、微软、Facebook、波音等企业也在全球核心科技领域占据了统治地位，而根据 2013 年披露的“棱镜计划”，美国政府一直在利用互联网巨头挖掘用户数据信息，不排除也在各大科技产品中植入后门。在各国震惊于美国无耻行为的同时，也必然将自主可控提高到史无前例的高度。

（2）现在：华为在 5G 领域全球领先，却成为了美国持续打压的对象。即使华为已经开放了欧洲安全中心，允许查看源代码，美国依然认定华为正在输出“数字专制”，竭尽所能遏制华为的发展。而在这一事件的背后，美国正是担心一旦华为 5G 设备得到普及，其将减少一种重要

的监控世界的手段。

(3) 未来：为了抢占未来的科技高地，包括美国在内的主要发达经济体都将不遗余力大力发展量子互联网。虽然量子信息领域仍然处于发展初期，但是中国在量子通信领域已经占据了领先地位，同时有望和美国在量子计算领域一较高下。

2. 近年来，各国已经开启了在量子竞赛，纷纷将量子信息纳入国家战略

由于早期的投入，美国在量子信息领域占据了先发优势。早在 2002 年美国国防部高级研究计划局就制定了《量子信息科学与技术发展规划》，给出量子计算发展的主要步骤和时间表，成为美国早在 21 世纪初期便已建立量子信息领域先发优势的重要原因。

正是看到了量子信息对未来政治和军事格局可能带来的影响，各国相继出台量子信息的国家战略，加入量子竞赛的角逐中。其中欧盟 2016 年宣布投入 10 亿欧元，美国按照 2018 年 6 月发布《国家量子协议法案》将投入 12.75 亿美元，德国在 2018 年 9 月提出一项涉及 6.5 亿欧元的量子技术投入计划，英国通过持续增加投资对其 2014 年推出的“国家量子技术计划”的总投入超过了 10 亿英镑，俄罗斯 2019 年 12 月宣布投资 7.9 亿美元用于量子信息领域，印度亦在 2020 年 2 月推出了一个涉及 11.2 亿美元的量子信息 5 年规划。

表 1：各国量子信息产业支持政策

时间	国别	内容
2002	美国	美国国防部高级研究计划局制定《量子信息科学与技术发展规划》，给出量子计算发展的主要步骤和时间表，成为美国早在 21 世纪初期便已建立量子信息领域先发优势的重要原因
2013	日本	成立量子信息和通信研究促进会以及量子科学技术研究开发机构，计划未来 10 年内投资 400 亿日元，支持量子通信和量子信息领域的研发
2014	英国	设立为期 5 年的“国家量子技术计划”，投资 2.7 亿英镑建立量子通信、传感、成像和计算四大研发中心，开展学术与应用研究
2014.12	韩国	发布了《量子信息通信中长期推进战略》，计划到 2020 年进入全球量子通信领先国家行列。
2015	英国	发布《量子技术国家战略》和《英国量子技术路线图》，将量子技术发展提升至影响未来国家创新力和国际竞争力的重要战略地位，并通过科学的顶层设计引导未来 20 年的量子技术研发与应用
2016.5	欧洲	发表《量子宣言》，宣布将从 2018 年起启动 10 亿欧元的量子技术旗舰研究计划，目标包括发展能用于密码术和窃听检测的量子中继器的核心技术，实现长距离、点对点、量子安全的链接。
2016.7.22	美国	美国国家科学技术委员会发布《先进量子信息科学：国家调整及机遇》
2018	印度	启动了一个预算 2790 万美元，为期五年的量子技术研究项目，作为印度“国家跨学科网络物理系统”的一部分，由印度国家科技部管理。
2018.6.27	美国	发布《国家量子协议法案》(NQIA)，计划在 2019-2023 年的第一阶段，在原有基础上每年新增 2.55 亿美元投资，共计 12.75 亿美元，加快推动量子信息技术研发与应用。这也标志着在接下来的 10 年内，联邦政府将全力推动量子科学发展。
2018.9	美国	发布《量子信息科学国家战略概述》，分析美国在该领域维持和扩大领先优势的措

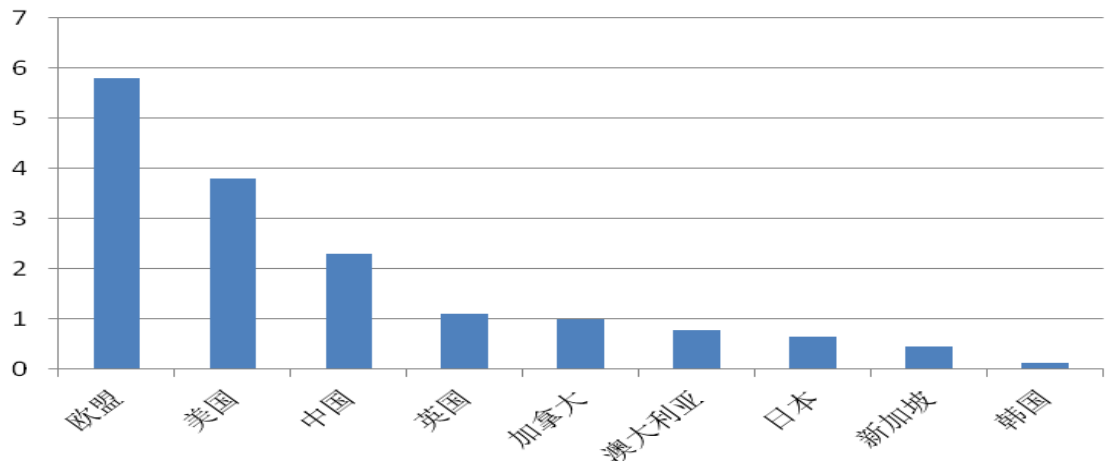


		施，其中提出 6 点科学建议，包括量子信息科学教育应从小学开始。同时，美国能源部宣布将成立多个国家级实验室，投入 2.18 亿美元 到 85 个量子技术研究项目，并在未来五年内，每年为每个实验室拨款 2500 万美元。美国国家科学基金会则承诺投入 3100 万美元 资助相关的研究项目。
2018.9	德国	提出“量子技术——从基础到市场”框架计划，拟于 2022 年前投资 6.5 亿欧元 促进量子技术发展与应用，并可延长资助至 2028 年
2018.11	英国	对“国家量子技术计划”进行了第二阶段 2.35 亿英镑 投资拨款
2018.11	美国	出台了一份针对关键新兴和基础技术和相关产品的出口管制框架《受管制的新兴技术清单征求意见草案》(ANPRM)，并将面向公众进行为期一个月的意见征询，是 ECRA 立法进程的重要一环。这次提案涉及人工智能、AI 芯片、机器人、量子技术等 14 个领域，目的是保证美国在科技、工程和制造领域的领导地位不受影响。
2019.6	英国	在政府和工业界联合投资 3.5 亿英镑 之后，英国研究与创新基金会(UKRI)近日宣称，将通过“产业战略挑战基金(ISCF)”再增加 1.53 亿英镑 资金用于量子技术的商业化。至此，英国政府对其 2014 年推出的“国家量子技术计划”的总投入超过了 10 亿英镑
2019.12	俄罗斯	宣布将投资 7.9 亿美元 ，在未来五年内为俄罗斯研究人员提供资金，以开发使用的量子计算，并实现量子优势
2020.2.6	印度	未来五年，印度将在量子计算、量子通信、量子材料、量子加密方面投入重金 800 亿卢比，约合 11.2 亿美元
2020.2.11	美国	发布《特朗普总统 2021 财年预算承诺增加对未来关键行业的投资》，其中提到对于量子信息科学，特朗普将加大 2021 财年联邦量子信息研发资金预算，主要机构的总投资相对于 2020 财年预算增长了 50% 以上。
2020.2.20	美国	美国白宫国家量子协调办公室发布了《美国量子网络战略愿景》，提出美国将开辟量子互联网，确保量子信息科学(QIS)惠及大众。

资料来源：信通院，中原证券

在根据 2016 年 5 月在欧洲量子技术研发旗舰计划启动会议上，由荷兰政府所做的全球研发投入数据统计，全球在量子技术上研发投入的年度预算排名靠前的国家和地区分别为：欧盟 5.8 亿美元、美国 3.8 亿美元、中国 2.3 亿美元、英国 1.1 亿美元、加拿大 1 亿美元。对比此前各国在量子信息领域的投入预算来看，除了中美欧在持续加大投入以外，俄罗斯和印度也新加入这一科技领域的角逐中。

图 2: 全球在量子技术的研发投入情况 (2016.5, 美元)



资料来源: 中科院物理所, 中原证券

由于考虑到量子信息的重要性, 美国还将量子信息设置成出口管制重要领域。早在 2017 年 8 月, 美国针对信息安全类商品的出口管制清单中, 明确列入“专门设计(或制造)以用于实现或使用量子密钥(也称量子密钥分发 QKD)”的商品; 在 2017 年 12 月更新的针对“许可证例外”的说明中, 量子密码类商品或软件只对中国非政府类用户可以适用“许可证例外”; 在 2018 年 11 月, 美国政府出台了一份针对关键新兴和基础技术和相关产品的出口管制框架《受管制的新兴技术清单征求意见草案》(ANPRM), 提案涉及人工智能、AI 芯片、机器人、量子信息等 14 个领域, 目的是保证美国在科技、工程和制造领域的领导地位不受影响。

3. 代表未来的量子信息具有开创时代的存在意义

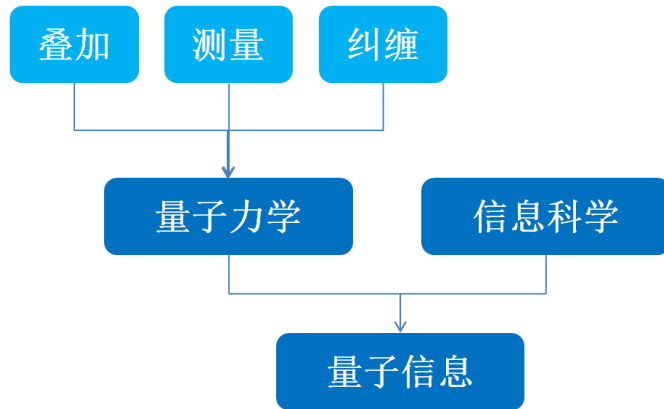
3.1. 量子信息是什么

量子是一个数学概念, 是离散变化的最小单元, 在不同的语境下可以对应不同的对象。

微观世界运行遵循了两大离散变化的特征, 即物质组成的离散变化(如光是由光子组成的)和物理量的离散变化(如氢原子中电子能量处于特定的能级上), 在这一基础上人类建立了“量子力学”来描述微观世界的物理学理论。由于宏观物质的性质是由其微观结构所决定的, 所以量子力学的应用无处不在。

量子信息是量子力学与信息科学的交叉学科, 是借助量子力学的特性, 实现经典信息科学中实现不了的功能。在量子力学的诸多原理中, 叠加、测量、纠缠三大违反宏观世界认知的奥义对量子信息的研究起到了决定性作用。

图 3: 量子信息与量子力学的关系



资料来源: 新浪科技, 袁岚峰, 中原证券

3.2. 量子信息的分类与发展概况

传统的信息科学使用比特作为最基本的表示单位, 对应了 0 和 1 两个可能的状态; 而量子信息中使用的量子比特是一个旋钮, 对应无穷多个状态, 信息量大幅增加。因而面对计算量指数级增长的问题时, 量子信息可以发挥出潜在的巨大优势。但是量子信息的利用对算法要求较高, 目前人类仅仅在少数特定应用上取得了突破。

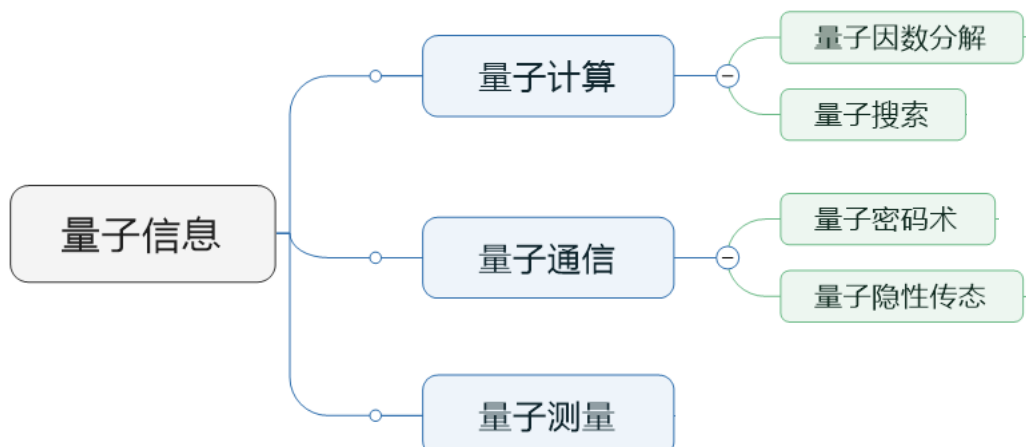
表 2: 经典信息科学与量子信息对比概况

	经典信息科学	量子信息
物理体系	电子管、晶体管	超导、离子阱、硅量子点、光量子等
信息量单位	比特	量子比特
应用领域	通用问题	特定问题

资料来源: 中原证券

量子信息按照研究内容可以分为量子计算、量子通信、量子测量三个大类, 其下又可以分为量子因数分解、量子搜索、量子保密通信 (又称量子密钥分发、量子密码术, QKD)、量子隐性传态 (QT) 等应用领域。

图 4: 量子信息的分类及主要应用



资料来源：新浪科技，袁岚峰，中原证券

从中国在量子信息领域的发展情况来看，我们在量子通信领域处于全球领先的地位，在量子计算领域起步较晚，虽然呈现快速追赶之势，但是仍然略落后于美国。

伴随着量子比特数的增加，量子技术领域的发展可以划分为 3 个阶段：

- (1) 1-10 个量子比特，可实现量子通讯；
- (2) 10-100 个量子比特，可实现量子感知；
- (3) 超过 100 个量子比特，进入量子计算阶段。

而当前人类的研究已经进入了量子感知阶段，量子通信目前已经有了一些实际的应用，而量子计算还仅仅处于演示阶段，未创造出有实用价值的量子计算机。在量子信息的几大应用中，量子保密通信是目前唯一进入实用阶段的量子信息应用。

表 3：量子信息主要研究进展及重要事件

时间	国别	分类	内容
1984	美国、加拿大	量子保密通信	美国科学家 Charles H. Bennett 和加拿大科学家 Gilles Brassard 提出 BB84 协议
1994	美国	量子因数分解	肖尔发明了一种因数分解的量子算法，可以将因数分解计算量减少到多项式级别
1996	美国	量子搜索	罗格弗提出了一种搜索的量子算法，对经典算法的计算量有了指数级的改进
1997	奥地利	量子隐性传态	赛格林、潘建伟等在《自然》上发表了《实验量子隐性传态》，第一次实现了量子隐性传态，并入选了《自然》“百年物理学 21 篇经典论文”
2003-2005	韩国、加拿大、中国		韩国、加拿大、中国科学家提出了诱骗态协议，使得安全传输距离可以提高到百公里的量级
2007	中国、澳大利亚	量子因数分解	中科大潘建伟和陆朝阳等人及澳大利亚布里斯班大学团队同时用量子算法分解了质因数 $15=3*5$
2012	中国	量子保密通信	中科院潘建伟团队在青海湖的湖心岛实现了百公里级的双向量子纠缠分发和量子隐形传态，验证了量子通信卫星的可行性。
2015	中国	量子隐性传态	潘建伟和陆朝阳等人在《自然》上发表了《单个光子的多个自由度的量子隐性传态》，首次实现了多自由度量子隐性传态，并被英国物理学会评为 2015 年十大物理突破之首
2016.8.16	中国	量子保密通信	我国发射世界第一颗量子科学实验卫星“墨子号”
2016.11	中国	量子保密通信	中科大、清华、中科院上海微系统与信息技术研究所、济南量子技术研究院等单位合作，将量子密码术的安全传输距离提高到了 404 公里，而且在 102 公里处的安全成码率已经足以保证安全的语音通话。
2016.12	中国	量子纠缠	中科大潘建伟团队实现了 10 个光子比特和 10 个超导量子比特的纠缠，刷新了以前同一研究组创造的 8 个光子纠缠的世界纪录。
2017	中国	量子因数分解	中科大杜江峰和彭新华等人实验上分解了 $291311=523*557$
2017.5	中国	量子计算机	中科大潘建伟和陆朝阳等人宣布造出了世界上第一台超越早期



			电子计算机的光量子计算机。
2017.6	中国	量子纠缠	中科大潘建伟、彭承志等人在《科学》上发表文章，宣布在国际上首次实现了千公里级的星地双向量子纠缠分发
2017.8	中国		中科大潘建伟、彭承志等人在《自然》上发表文章，宣布在国际上首次实现了从卫星到地面的量子密钥分发和从地面到卫星的量子隐形传态。
2017.9.29	中国	量子保密通信	中国开通了世界上第一条量子保密通信干线——“京沪干线”
2018.7.3	中国	量子纠缠	中科大潘建伟团队实现了 18 个光子的纠缠态，刷新了以前同一研究组创造的 10 个光子纠缠的世界纪录。
2019.7.4	中国	量子保密通信	中科院潘建伟、陈宇翱、徐飞虎等人在《自然·光子学》上发表《没有量子存储的量子中继》，宣布在世界上首次实现了全光子中继。
2019.9	中国	量子保密通信	2019 年 9 月，中科大、清华、中科院上海微系统所等单位合作，在 300 公里真实环境的光纤中实现了双场量子密钥分发实验，验证了 700 公里以上光纤远距离量子密钥分发的可行性，是实用双场量子密钥分发的重要里程碑。
2019.10.23	美国	量子计算机	谷歌研究院在《自然》上发表文章，宣布新的 53 位量子计算机 Sycamore 处理器可以在 200 秒内运行需要全球最庞大的超级计算机耗时 10000 年才能完成的测试，实现了所谓的“量子霸权”（后《自然》杂志官方澄清：量子霸权被夸大）
2019.12	美国	量子因数分解	由 IBM 创造了量子因数分解的最新记录，可以将 1,099,551,473,989 分解成 1,048,589*1,048,601
2020.2.12	美国		IBM 推出了 53 量子比特的量子计算机，并计划向外部用户开放使用。
2020.3.	中国	量子保密通信	2020 年 3 月，中科大、清华、济南量子技术研究院等单位合作，首次实现 500 公里级真空环境光纤的双量子密钥分发和相位匹配量子密钥分发，传输距离达到 509 公里。

资料来源：中原证券

3.3. 量子信息具有开创时代的存在意义

以被动观测与应用为代表的**第一次量子革命**催生了现代信息技术。核能、半导体晶体管、激光、核磁共振、高温超导材料等诸多应用都是建立在量子力学的研究基础之上。有了半导体，人类构建了现代意义上的通用计算机，并催生出了改变人类生活的互联网；有了精确的原子钟，人类构建了卫星导航系统，实现了全球精确定位。从这个意义上来说，量子技术是现代信息技术的硬件基础。

人类当前已经迎来了以**主动调控和操纵**为特征，以量子信息为代表的**第二次量子革命**。在对量子纠缠的实验研究中，人类发展出精细的量子调控技术，并将其应用到了量子信息的研究中。如同人类对生物学的认识从孟德尔遗传定律跨越到 DNA 基因工程的影响一样，这一技术变化将带来人类历史的飞跃。量子保密通信正在提供一种原理上无条件安全的通信方式；量子计算机已经验证了量子霸权，并有望于人工智能技术相结合，打破目前的技术瓶颈。

4. 量子信息对密码学和信息安全具有颠覆性的影响

4.1. 量子因数分解威胁下，RSA 或将被攻破

目前全球最常用的密码系统 RSA 就是采用了因数分解作为理论基础。由于两个质数的乘积容易得到，而对乘积进行因数分解非常困难，因而因数分解问题易守难攻，导致了 RSA 加密容易解密难，目前难以通过已知的算法在传统计算机上进行破解。而由于量子计算机可以把因数分解的计算量从指数级降低到多项式级别，因而可以破解 RSA。

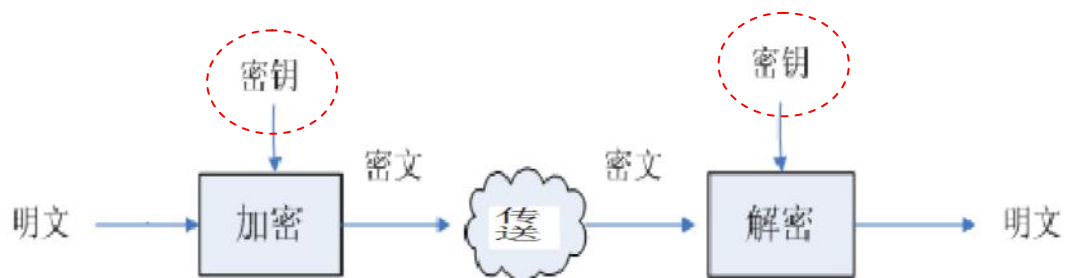
目前来看，人类还未能造出有实用价值的量子计算机，量子因数分解也还没有威胁到 RSA 的日常应用。2007 年人类首次在实验中使用量子算法进行了因数分解，将 15 分解成了 3×5 ；量子因数分解的最新记录是由 IBM 在 2019 年 12 月创造的，可以将 1,099,551,473,989 分解成 $1,048,589 \times 1,048,601$ ，而经典计算机最长可以分解出的质因数已经长达 350 多位。

但是从长远来看，量子计算的潜力优势对密码学是具有颠覆性的，其发展的进程也是研究密码学不能忽视的。斯诺登就曾透露美国国家安全局有一个绝密项目，计划建造一台专用于破解密码的量子计算机，用于破解国外政府的密电。同时，对于使用密码学作为技术和理论基础的区块链来说，同样受到极大的威胁。

4.2. 量子保密通信构建出密码学的终极解决方案

加密算法分为了对称加密和非对称加密两种。其中对称密码体制下，加密解密双方需要相同的密钥；而非对称密码体制（或称公钥密码体制）下，加密和解密的双方拥有的密钥（分别叫做公钥和私钥）不同，而且有了至关重要的私钥可以得到公钥，而已知公钥却很难得到私钥。

图 5：加密和解密过程示意图



资料来源：卫士通招股说明书，中原证券

在对称密码体制下，算法本身是安全的，但是密码的传输和分发过程具有被窃取的风险。而非对称密码体制下，公钥可以任意分发。但是由于算法本身依靠的是“易守难攻”的数学问题，有被破解的风险。

即使没有量子计算机的出现，经典计算机和密码分析技术的发展，已经对包括 RSA 在内的加密算法带来了巨大的冲击，破解压力持续。1999 年和 2009 年人类已经分别破解了 512 位密



钥和 768 位密钥的 RSA 算法。面对未知的威胁，2011 年美国国家安全局 NSA 建议停用 RSA-1024，改用 RSA-2048，而 NIST 要求对于最高机密保护需使用 RSA-3072。随着密钥长度的增加，破解压力得到暂时的缓解，但是 RSA 算法效率也在变差。

表 4：密码学主要算法破解情况

时间	破解算法	事件
二战期间		图灵破解德军 Enigma 密码系统
1999 年	RSA512	512 位密钥的 RSA-512 被破解
2004 年 8 月 17 日	MD5	在召开的国际密码会议上，来自山东大学的王小云教授做了破译 MD5、HAVAL-128、MD4 和 RIPEMD 算法的报告，轰动了全场
2009 年	RSA768	768 位密钥的 RSA-768 被破解
2011 年		美国国家安全局 NSA 建议停用 RSA-1024，改用 RSA-2048
2017 年 2 月	SHA-1	Google 研究人员公布首例 SHA-1 哈希碰撞实例
2019 年 12 月	RSA795	795 位密钥的 RSA-795 被破解

资料来源：中原证券

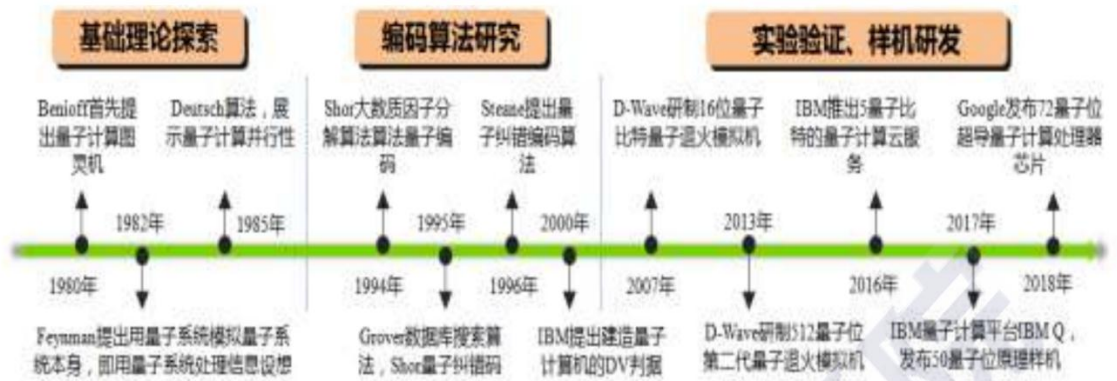
而量子保密通信最重要的作用是解决对称密码体制下，密码分发过程的安全问题。通过发送和接收选定状态的光子传递出的信息，量子保密通信可以生成密钥，同时可以探明是否存在窃听以及确定窃听者的位置。这一系列特性使得量子保密通信成为目前唯一不可破解的保密方法。

量子保密通信是首个从实验室走向实际应用的量子信息技术分支。在 2016 年墨子号量子科学实验卫星成功发射和 2017 年京沪干线建成并连接后，构成了天地一体化量子通信网络的雏形，也标志着我国率先进入广域网阶段。

5. 量子计算机：距离实用仍有很长的路要走

量子计算基础理论创立于二十世纪八十年代，经过基础理论探索、编码算法研究两个阶段以后，目前已经进入到实验验证和样机研发的过程中。

图 6: 量子计算技术发展历程



资料来源: 信通院, 中原证券

量子处理器的物理比特实现仍然是量子计算研究的核心瓶颈。目前量子计算机的物理体系主要包含超导、离子阱、硅量子点、中性原子、光量子、金刚石色心和拓扑等。在这多种量子计算物理平台中, 超导和离子阱路线相对领先, 但尚无任何一种路线能够完全满足量子计算技术实用化的条件, 未来趋势或将走向一种多路线并存的混合体系。

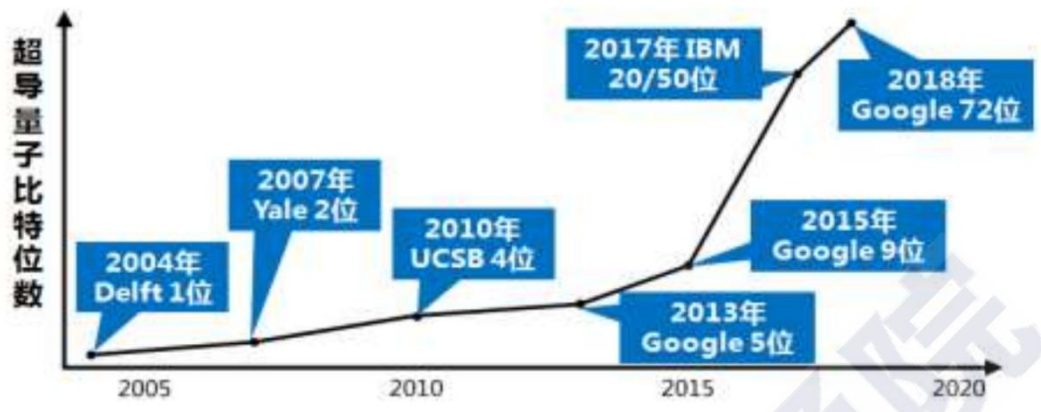
表 5: 量子计算不同物理体系路线下主要成果

路线	时间	成果
超导	2016.12	中科大潘建伟团队首次实现了 10 个光子比特和 10 个超导量子比特的纠缠
	2017.11	IBM 首次构建了 50 量子比特的处理器
	2018.3	Google 首次推出 72 量子比特处理器
	2018.8	Rigetti Computing 宣布在开发一个 128 量子位量子计算系统
	2019.1	清华大学首次利用单量子比特实现了精度为 98.8% 的量子生成对抗网络, 未来可应用于图像生成等领域
	2019.4	中科大潘建伟团队首次实现了 12 个超导比特的纠缠
	2019.8	中科大实现 24 量子比特处理器, 并进行多体量子系统模拟
离子阱	2018.12	IonQ 实现 79 位处理量子比特和 160 位存储量子比特
光量子	2017.5	中科大潘建伟和陆朝阳等人宣布造出了世界上第一台超越早期电子计算机的光量子计算机
	2018.7	中科大首次实现 18 位光量子纠缠操控
硅量子点	2019.5	新南威尔士大学实现了保真度为 98% 的双比特逻辑门
中性原子	2018.12	中科院詹明生研究员团队在国际上首次实现了保真度超过 99.99%、错误率低于 0.01% 的原子量子态操控

资料来源: 信通院, 中原证券

由于量子计算机的基本单位是量子比特。通常来说, 能使用的量子比特越多, 计算能力就越强。从近年来超导量子比特位数的发展趋势可以看出, 随着 Google、IBM 等科技企业的加入, 超导量子比特位数也实现了快速增长。

图 7: 量子计算物理比特位数发展趋势



资料来源：信通院，中原证券

2019年，google 宣布实现“量子霸权”，吸引了全球的关注。Google 称其新的 53 位量子计算机 Sycamore 处理器可以在 200 秒内运行需要全球最庞大的超级计算机耗时 10000 年才能完成的测试（对 google 是否真实实现了量子霸权，科技界仍有争议）。

量子计算机对经典计算机的超越过程可以划分为 3 个步骤：（1）超越早期计算机；（2）超越个人电脑；（3）超越超级计算机。其中第三步涉及就是量子霸权的概念，具体来说是指量子计算在解决特定计算困难问题时，相比于超级计算机可实现指数量级的运算处理加速，从而体现量子计算原理性优势。业界认为，如果量子计算机能以足够低的误差有效操纵 50 个左右量子比特，计算能力就能实现量子霸权，而我国也有望在 2020 年底实现量子霸权。

量子计算机可以分为通用机和专用机两类。其中通用量子计算机需要上百万甚至更多的物理比特，具备容错能力，以及软件、算法的支撑，短期来看难以实现。而专用机只需要在部分问题上具备处理优势，对软硬件的要求低，也更容易实现。而 google 所谓的量子霸权也是仅仅是针对某个特定问题实现的。这也意味着，在未来相当长的一段时间内，量子计算机不会替代经典计算机，而是成为经典计算机的补充。

6. 量子通信：中国正在引领和创造一个新产业

6.1. 量子保密通信是近现代唯一一个由中国新创造的产业

我国在量子通信领域目前保持了领先优势，主要表现在以下几个方面：

（1）2016 年 8 月 16 日，我国发射了全球第一颗量子科学实验卫星“墨子号”，使得人类首次具有在空间尺度开展量子科学实验的能力，并与 2017 年超预期完成三大科学任务（卫星和地面绝对安全量子密钥分发、验证空间贝尔不等式和实现地面与卫星之间隐形传态），中科大潘建伟研究团队也因此获得了 2018 年度的克利夫兰奖；

（2）2017 年 9 月率先完成了“京沪干线”，开通了全球第一条量子保密通信干线，同时我国也是率先部署大规模量子保密通信网络的国家；

(3) 自京沪干线建成后，与墨子号量子科学试验卫星连接，构成了天地一体化量子通信网络的雏形，标志着我国率先进入广域网阶段；2019年12月30日，我国研制的全球首个可移动量子卫星地面站与“墨子号”卫星对接成功。“星地一体”的网络构建完成以后，中国量子通信正式开启了产业化的新时代。

(4) 能实现核心部件的自主供给，多项核心技术研究领先全球。就以安全传输距离指标来看，2016年11月，中科大、清华、中科院上海微系统与信息技术研究所、济南量子技术研究院等单位合作，将量子保密通信的安全传输距离提高到了404公里，而且在102公里处的安全成码率已经足以保证安全的语音通话。2019年9月，中科大、清华、中科院上海微系统所等单位合作，在300公里真实环境的光纤中实现了双场量子密钥分发实验，验证了700公里以上光纤远距离量子密钥分发的可行性，是实用双场量子密钥分发的重要里程碑。2020年3月，中科大、清华、济南量子技术研究院等单位合作，首次实现500公里级真空环境光纤的双量子密钥分发和相位匹配量子密钥分发，传输距离达到509公里。

近代社会以来，量子保密通信是第一个由中国创造的新产业，具有里程碑意义。这也意味着中国量子通信的发展除了能让我们享受技术和科技本身给生产力带来的提升以外，我们还将成为全球相关行业标准和规则的制定者，这个重要性远甚于高铁、电信、超算这种中国后来居上的产业。

6.2. 量子信息产业成为了十三五我国重点培育的战略性新兴产业

作为国家战略性新兴产业，量子通信产业的发展受到了国家战略、技术引领、产业推动、工程建设等多个方面政策的支持，出现在了《十三五国民经济和社会发展规划》、《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》等重要的国家规划中，同时发改委也将国家广域量子保密通信骨干网络建设一期工程列入到了2018年新一代信息基础设施建设工程拟支持项目名单之中。在2019年最新出台的《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》中，量子信息也成为了长三角未来规划布局产业重点。

图 8：量子信息产业的支持政策



资料来源：国盾量子招股书，中原证券

从地方政策来看，贵阳、海口、枣庄、昆明、广州、金华、南京等地方政府也出台了支持量子通信网络建设的相关政策。在《山东省量子技术创新发展规划（2018-2025年）》出台以后，《济南市人民政府关于加快建设量子信息大科学中心的若干政策措施》作为国内首个量子信息产业专项政策，将为地方发展量子信息产业奠定坚实的基础。

表 6：量子信息领域的主要支持政策内容

时间	部门	政策	内容
2016.3.16	十二届全国人大四次会 议	《十三五国民经济和社会发展规划》	培育发展战略性新兴产业：加强前瞻布局，在空天海洋、信息网络、生命科学、核技术等领域，培育一批战略性新兴产业。大力发展新型飞行器及航行器、新一代作业平台和空天一体化观测系统， 着力构建量子通信 和泛在安全物联网，加快发展合成生物和再生医学技术，加速开发新一代核电装备和小型核动力系统、民用核分析与成像，打造未来发展新优势。
2016.12.19	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	持续推动量子密钥技术应用。统筹布局量子芯片、量子编程、量子软件以及相关材料和装置制备关键技术研发，推动量子计算机的物理实现和量子仿真的应用。
2017.11.21	发改委	《国家发展改革委办公厅关于组织实施 2018 年新一代信息基础设施建设工程的通知》	国家广域量子保密通信骨干网络建设一期工程 作为支持重点，在京津冀、长江经济带等重点区域建设量子保密通信骨干网及城域网，并在若干地区设卫星地面站，形成量子保密通信骨干环网。
2018.2.	发改委	《2018 年新一代信息基础设施建设工程拟支持项目名单》	“国科量子通信网络有限公司国家广域量子保密通信骨干网络建设工程项目” 为支持项目之一
2018.3.13	山东省科学技术局	《山东省量子技术创新发展规划（2018-2025 年）》	先行建设连接济南青岛、横贯我省东西的量子保密通信‘齐鲁干线’及城域量子保密通信网络
2019.9.6	济南市	《济南市人民政府关于加快建设量子信息大科学中心的若干政策措施》	该政策是我国城市出台的首个量子信息产业专项政策。政策主要明确了打造量子信息大科学中心、建设量子谷的具体目标和建设任务，从建设量子信息大科学中心、集聚量子创新创业人才、培育量子信息产业发展新动能、培育量子信息产业发展新动能、培育量子信息产业发展新动能五个方面，提出了 15 条具体措施。 对符合条件的量子企业在济南设立的高端科技研发机构或分支机构，在仪器设备购置、项目研发、人才团队引进等科研条件建设方面给予资金支持，最高支持 1 亿元。
2019.12.1	中共中央、国务院	《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》	面向量子信息、类脑芯片、第三代半导体、下一代人工智能、靶向药物、免疫细胞治疗、干细胞治疗、基因检测八大领域，加快培育布局一批未来产业。 加快量子通信产业发展，统筹布局和规划建设量子保密通信干线网，实现与国家广域量子保密通信骨干网络无缝对接，开展量子通信应用试点。

资料来源：政府网站，中原证券

6.3. 量子保密通信骨干网络有序建设中，长三角成为前期建设重点区域

量子保密通信网络的建设目前主要分为几个层级：



(1) **国家骨干网（一级干线）**：已经建成的包括量子保密通信“京沪干线”（2017 年建成，北京-济南-合肥-上海）、“武合干线”（2018 年建成，合肥-武汉），量子保密通信骨干网（汉广段、沪合段）正在建设中。

目前正在建设的国家广域量子骨干网一期项目是“星地一体、多横多纵”国家广域量子保密通信网络（总长约 3.5 万公里）的第一个建设项目，预计总投资 7.78 亿元，项目内容包括：京汉、沪合、汉广量子保密通信骨干网（总长约 3,800 公里）、5 个卫星地面站、量子保密通信城域接入网、IP 承载网、运营服务支撑系统以及其他相关配套设施等。

图 9：国家广域量子保密通信骨干网络



资料来源：金华新闻网，中原证券

(2) **省骨干网（二级干线）**：已经建成了“合巢芜”城际量子通信网（2012 年建成，合肥-芜湖）、江苏省宁苏量子干线（2017 建成，南京-镇江-常州-无锡-苏州）、阿里巴巴 OTN 量子安全加密通信系统、京雄量子加密通信干线（2019 年建成）等多个网络，量子保密通讯齐鲁干线也在 2019 年 9 月签约。

(3) **城域网**：合肥、济南、武汉、北京、上海、贵阳、宿州、枣庄、乌鲁木齐、金华等多个城域网已建设完成，西安城域网在建设之中，广州、成都、南京、海口的城域网正在规划建设之中，主要以骨干网沿线为主。

(4) **卫星地面站**：目前已经建成新疆、上海地面站，北京、广州、成都、海南卫星地面站已规划建设。同时 2019 年 12 月 30 日，我国研制的全球首个可移动量子卫星地面站与“墨子号”卫星对接成功。



(5) 行业应用：目前主要针对政府、金融、电力等重点行业。

(6) 量子卫星：2016年8月发射的全球首颗量子科学试验卫星“墨子号”量子卫星的基础上，国科量子将通过自主发射或搭载的方式，在2020年发射第一颗实用化量子卫星。通过量子卫星建立起来的网络，量子密钥分发将可以实现全球网络覆盖。

同时已经建成的保密通信网络也有持续扩容和升级改造的需求也在不断释放，比如济南党政机关量子通信专网一期之后，还有二期项目、济南量子通信试验网运维及升级改造项目，形成了“网络建设-接入应用-网络扩容”的良性循环。

根据国盾量子招股书，截至2018年末，中国已建成的实用化光纤量子保密通信网络总长已达7000余公里，预期未来3~5年，京津冀、长三角、珠三角、西南地区、中西部地区等城市带将陆续新建或扩建量子通信城域网。这其中长三角区域有望借助《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》得到率先发展，实现保密通信干线网与国家骨干网络的无缝连接，开展量子通信应用试点，形成全国首个量子通信商业化地区，成为全球量子通信的引领示范区域。

截至2018年末，全国光缆线路总长度达到4358万公里（皮长），其中长途光缆线路长度107万公里，占比2.46%。量子保密通信网络的建设规模可参照现有的光纤通信网络规模，还有巨大的发展空间。

表 7：中国量子保密通信网络建设情况

建成时间	名称	地点	公里数
2009	5节点全通型量子通信网络	合肥	
2009	7节点量子政务网	芜湖	
2009	建国60周年阅兵量子保密热线	北京	
2012	合肥城域量子通信试验示范网	合肥	
2012	新华社金融信息量子通信验证网	北京	
2012	十八大量子安全通信保障	北京	
2012	“合巢芜”城际量子通信网	合肥-芜湖	
2013	济南量子通信试验网	济南	
2014	公安量子安全通信试点工程	合肥	
2015	抗战胜利70周年阅兵量子密话及传输系统	北京	
2017	量子保密通信“京沪干线”	北京-上海	2032
2017	江苏省宁苏量子干线	南京-苏州	578.8
2017	融合量子安全的合肥政务外网	合肥	
2017	济南党政机关量子通信专网	济南	
2017	十九大量子安全通信保障	北京	
2018	武合量子保密通信干线	武汉合肥	609.7
2018	武汉量子保密通信城域网	武汉	
2018	北京量子城域网	北京	
2018	阿里巴巴 OTN 量子安全加密通信系统	华东	
2018	陆家嘴金融量子保密通信应用示范网	上海	
在建	国家广域量子骨干网一期		约3.5万

资料来源：国盾量子招股书，中原证券

6.4. 量子保密通信的应用还处于初级阶段

在商业应用方面，量子保密通信目前已经应用到了政府、金融、电力、国防、互联网等行业。仅就银行业来看，前期就已经有多家银行实施了人民币跨境支付管理系统、同城数据备份加密传输、银行业威胁信息共享平台等量子保密通信产品和应用。

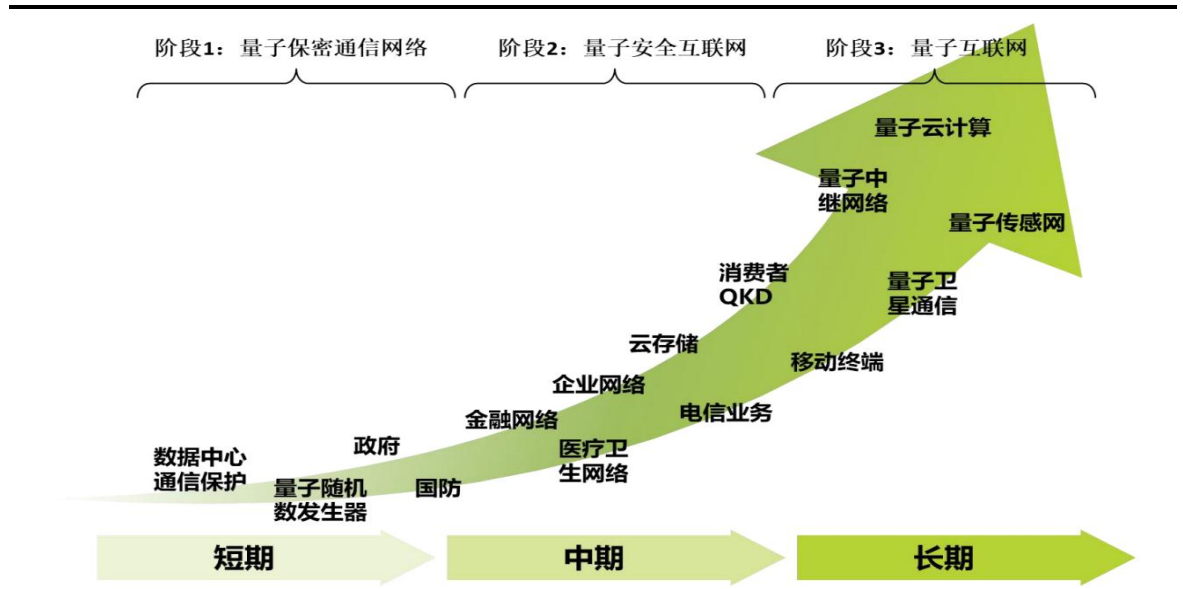
表 8：量子保密通信网络的行业实际应用类型

行业	应用类型
金融	人民币跨境支付管理系统（RCPMIS）、银行业监管信息采集报送、同城数据备份加密传输、网上银行灾备数据加密传输、企业网银量子加密传输、数字证书量子加密传输、生产系统维护密钥异地加密传输、银行业威胁信息共享平台、中小银行生产系统托管量子加密传输
电力	异地容灾备份数据加密传输、调度和配电自动化电量采集、电力业务综合应用、源网荷控制业务、电力移动巡检业务、保电指挥
国防	全军共用基础系统和军兵种专用系统、战略保障体系和战术支撑体系

资料来源：国盾量子招股书，中原证券

按照英国政府科学办公室的研究报告中描绘的量子通信应用发展趋势，目前量子通信应用还处于早期的应用阶段。未来随着组网技术的成熟和终端设备的小型化、移动化，量子通信的应用还将扩展到电信网、企业网、个人与家庭、云存储等领域，长期有望产生量子云计算、量子传感网等一系列全新应用，真正进入量子互联网时代。

图 10：量子通信应用发展趋势



资料来源：国盾量子招股书，中原证券

从市场规模角度测算，京沪干线总投资 5.65 亿元，长度为 2032 公里，对应建设费用是 27.81 万每公里。在不考虑建设成本变化的基础上简单测算，截至 2018 年末，中国已建成的实用化光纤量子保密通信网络总长达 7000 余公里，对应的总体网络建设规模不足 20 亿元。同时国家广域量子保密通信网络 3.5 万公里对应建设成本 97.34 亿元，全国长途光缆线路 107 万公里、全国光缆线路 4358 万公里分别对应 2975.94 亿元、12.12 万亿元的建设成本。虽然随着量

子保密通信规模化的应用，相关设备价格和建设成本还有持续下降的空间，但是通过以上测算我们可以看到，量子保密通信网络建设本身还是处于初级阶段，随着国家广域量子保密通信网络建设和城域网、行业应用的加快，建设需求将呈现爆发式增长。加之在下游的应用市场和海外市场拓展，未来我国保密通信行业的发展具有非常大的想象空间。

7. 产业链概况及投资标的

7.1. 中国通信标准化协会量子通信与信息技术特设任务组

2017年6月，在中国科学院国有资产经营有限责任公司牵头发起下，中国通信标准化协会专门成立了量子通信与信息技术特设任务组，开展量子信息技术方面的标准研究和制订工作，来抢占国际竞争和产业发展的制高点，目前已经围绕应用场景、网络架构、安全性等开展了25项标准研制工作。

标准化是量子通信从实用化迈向产业化发展的关键一步，因而量子通信与信息技术特设任务组的50个成员单位是在量子信息产业中具有较强的代表性和话语权的企业，值得重点关注。

表 9：中国通信标准化协会量子通信与信息技术特设任务组成员单位

组织结构	家数	成员单位
组长单位		量子网络（组长）、信通院（副组长）
量子通信工作组组长单位		组长：国盾量子 副组长：信通院、中国移动、中国电信、中国联通
量子信息处理工作组组长单位		组长：济南量子技术研究院 副组长：信通院、中兴通讯、国科量子
成员单位	50	量子网络、国盾量子、九州量子、中创为、问天量子、亨通问天（亨通光电子子公司）、如般量子（三力士控股子公司）、神州国信（神州信息控股子公司，国盾量子参股）、神州网络（三力士间接持股）、循态信息、国开启科、上交、北邮、济南量子技术研究院、山东量子科学技术研究院、华为、中兴通讯、新华三、诺基亚、爱立信、大唐电信、普天信息、皖通邮电（中兴通讯控股子公司）、中兴新地、天邑股份、凌云光子、三星、苹果、英特尔、维沃移动、阿里巴巴、腾讯、是德科技、科华恒盛、天衢量子、中国网安（卫士通控股股东）、中国铁塔、中国联通、中国电信、中国移动、中国移动设计院、信通院、中国信息通信科技集团、中国通信建设集团设计院、广东省电信规划设计院、数据通信科学技术研究所、华信咨询、上海邮电设计咨询研究院、中通服、中讯邮电

资料来源：中国信息协会量子信息分会网站，中原证券

7.2. 中国信息协会量子信息分会会员单位

2016年10月12日，由中国科学院重大科技任务局、中国信息协会主办的中国量子信息技术产业发展峰会在京召开，会上中国信息协会量子信息分会及中国量子通信产业联盟正式成

立。从此中国拥有了一支潜心于将量子技术、科研成果产业化的“国家队”，而协会成员也是我国参与量子信息领域的重要参与方。

表 10: 中国信息协会量子信息分会会员单位

组织结构	家数	成员单位
会长单位	1	国盾量子
副会长单位	8	量子网络、阿里巴巴、中兴通讯、神州信息(系统集成)、中经云(数据中心)、润泽科技、中科曙光、中国网安(卫士通控股股东)
理事单位	19	国家电网、全球能源互联网研究院、中国电力科学研究院、中国铁路网络有限公司、中国通信建设集团、中科院创新孵化投资有限责任公司、济南量子计算研究院、山东量子科学技术研究院、中电科技集团重庆声光电有限公司、皖通邮电(中兴通讯控股子公司)、科大国创、科大讯飞、三力士量子通信网络有限公司(三力士控股子公司,已注销)、中创为、信威通信、赋同科技、凤凰军民融合技术创新研究院、天宽科技、融汇金融信息
会员单位	10	信而泰(新三板)、科华恒盛(电力行业)、苏州科达(视频会议)、数据通信科学技术研究所、光迅科技、科航信息、玳数科技、瑞信创锦、中金金融、闪捷信息(数据安全)

资料来源: 中国信息协会量子信息分会网站, 中原证券

7.3. 量子信息产业链分布与相关概念股

量子保密通信作为量子信息领域最早落地的应用领域, 目前已经产业发展初具雏形, 产业链分为上游设备、中游网络建设、下游运营及应用服务 3 个主要环节。

图 11: 我国量子保密通信产业链及主要企业



资料来源: 中国通信标准化协会, 中原证券



由于量子信息发展还处于早期阶段，相关的上市公司层面对量子信息业务涉及的不多。A股标的中，仅有国盾量子是专业从事相关业务的企业，而类似神州信息、中兴通讯、亨通光电、中国联通这些各领域的领先企业也积极参与到了量子保密通信网络的建设中。随着相关应用的持续推广，未来更多企业有望参与到量子信息产业中。

表 11：主要量子信息概念股

代码	个股	简介
科创板提交注册	国盾量子	量子通信全球龙头，中科大为公司第一大股东，国内量子信息领域学术带头人潘建伟是公司第二大股东。量子通讯设备制造商和量子安全解决方案供应商，量子通信产业化的开拓者、实践者和引领者。截至 2018 年末，我国已建成的实用化光纤量子保密通信网络总长 7,000 余公里，其中超过 6,000 公里使用了公司提供的产品。
000555.SZ	神州信息	2012 年开始积极参与量子通信干线系统建设，大力推进量子在国家重点行业中的试点和推广工作，承建了 80% 的建设工程，是京沪干线的主要承建者，武合干线、量子保密通信骨干网一期工程（沪合段、汉广段）的承建方。 公司间接持有国盾量子 1% 股权。 2018 年 4 月与国盾量子、国翔辰瑞成立神州国信量子科技有限公司。
002268.SZ	卫士通	2018 年 4 月中国网安与国盾量子签署战略合作协议，联合打造量子安全系列化产品，为政务、金融、能源等领域信息安全提供系统解决方案。中国网安是公司控股股东，而且公司作为国内密码行业龙头，已经开启了对量子密码的研发和布局。
000063.SZ	中兴通讯	2016 年 9 月，中兴通讯成为业内首家实现 OTN 设备支持量子加密技术方案提供商。 2017 年 3 月与国盾量子、国科控股、阿里巴巴、中国铁路网络有限公司、中国电信上海分公司签订了《关于在上海市共同推动量子技术应用开发及产业化的战略合作框架协议》，共建量子技术应用开发联合实验室、推动国家广域量子通信骨干网络建设。 2017 年 7 月，国盾量子联合中国电信北京研究院、中兴通讯、皖通邮电等合作单位共同发布了业界首个开放型量子加密通信系统。 2017 年 9 月，国盾量子联合中国电信、烽火通信、中兴通讯等，发布全球首个大容量商用化超长距量子共纤传输成果，实现了量子通信和现网宽带光通信技术的融合； 2017 年 12 月，国盾量子与中兴通讯合作推出全球首款商用量子加密手机中兴天机 7S 量子安全版。 2018 年 9 月，阿里巴巴与国盾量子、中兴通讯共同合作在华东地区部署了阿里巴巴 OTN 量子安全加密通信系统，加密通信的传输速率达到 200Gbps，是公开且可得而知的世界最高速率的商用量子安全加密通信系统。
603660.SH	苏州科达	于 2016 年和 2018 年发布了量子网呈和国密视频会议等产品，中国信息协会量子信息分会的首批成员。目前公司量子加密视频会议已在量子保密通信控制中心、中科大先进技术研究院、新疆天文台等地获得部署应用。
002335.SZ	科华恒盛	2016 年 4 月与科大国盾签署《合作备忘录》，共同开发量子技术应用市场；研发成功量子通信微模块数据中心实验平台、智慧能源运维管理解决方案等技术成果。
002281.SZ	光迅科技	与国盾量子共同投资成立山东国迅量子芯科技有限公司，进行量子通信光电子器件的研发、生产及销售，公司出资 900 万元，占比 45%
600487.SH	亨通光电	作为我国光纤光网、电力电网领域规模最大的系统集成商与网络服务商，亨通光电率先把握信息通信发展这一趋势，快速切入量子保密通信领域。参与了“合巢芜”城际量子通信网、江苏省宁苏量子干线、雄量子加密通信干线等量子加密通信网络的建设。 与问天量子合作成立“江苏亨通问天量子信息研究院有限公司”，与北邮联合建立“量子光子学与弥聚子论实验室”，拥有量子通信自主核心技术及知识产权，布局量子通信全产业链，提供量子通信整体解决方案。2017 年与中国联通签署战略合作协议，开展



		量子加密通信的研究工作，并成立了量子加密通信联合实验室，并联合承建了雄量子加密通信干线。 2019年4月与联通联合申报的《基于量子通信干线的信息加密防泄防篡改网络系统》荣获信息社会世界峰会 C5 类别最高奖项 2020年1月，与武汉大学电气与自动化学院张俊教授团队合作，于在线运行的量子保密通信节点之间成功部署了区块链系统，这是国内首次融合量子信息技术和区块链技术的工程实践与尝试。
600050.SH	中国联通	2017年与中国联通签署战略合作协议，开展量子加密通信的研究工作，并成立了量子加密通信联合实验室，并联合承建了雄量子加密通信干线。 2019年4月与联通联合申报的《基于量子通信干线的信息加密防泄防篡改网络系统》荣获信息社会世界峰会 C5 类别最高奖项
601039.SH	中科曙光	2017年公司与量子网络签署《战略合作协议》，双方将在量子通信领域核心技术突破、关键产品研发、产业化应用拓展等领域进行紧密合作。并于同日发布了公司与量子网络联合研发的云安全一体机 QC Server，该产品集成了基于量子通信的密钥管理系统和安全运营平台，搭载了基于量子通信的云计算操作系统
300520.SZ	科大国创	分别在2018年12月、2019年4月，以3500万元投资持有国仪量子3.3%的股权。国仪量子是一家以量子精密测量、量子计算为核心技术的高科技企业，拥有国际领先的科学装置平台和高精度、高分辨率的量子传感器等技术及产品，其产品将广泛应用于生物医学、脑科学、材料、能源等多个领域。国仪量子源于中国科学技术大学“中科院微观磁共振重点实验室”，该实验室在大型科学仪器、关键核心器件的研制领域深耕十余年，获得“中国科学十大进展”、“国家自然科学基金二等奖”、“中国分析测试协会科学技术奖特等奖”等诸多奖项。
002230.SZ	科大讯飞	2018年12月以2000万增资国仪量子，获得1.89%股权
600764.SH	中国海防	公司拟联合中船重工旗下电子信息板块骨干研究所第七一七所、七二二所、七二四所，以中船重工-中国科大量子导航联合实验室、量子通信联合实验室、量子探测联合实验室为依托，分别设立量子导航、量子通信、量子探测技术研究项目，开展技术攻关和产品研发，为后续产业化做准备
600260.SH	凯乐科技	国内第一家通过证券市场发行股份募集资金投入量子通信产业化项目的公司，掌握着量子保密数据链产品核心技术，整套系统自主可控。目前，凯乐科技的量子保密通信产品已实现量产，部分产品已经供货。2016年5月与中创为合作成立了量子技术数据链应用研究中心，开展数据链量子产品产业化生产的技术研发。 2016年募资金子通信技术数据链产品产业化项目，投资总额6.18亿元 截止2019年3季度末，全资子公司凯乐量子通信子公司共实现销售收入2536万元
600120.SH	浙江东方	控股子公司浙江国贸东方投资管理公司与中科大潘建伟教授团队战略合作，设立“浙江神州东方量子网络技术有限公司”，作为浙江省量子技术产业化平台。 间接持股国盾量子：参股公司杭州兆富和杭州云鸿投资分别持有科大国盾4.34%和4.90%的股权。 间接持股神州网络：参股公司杭州兆富持有神州网络16.26%的股权 2019年1月2692万元收购神州量通51%的股权
002126.SZ	银轮股份	间接持股国盾量子：直接或间接参股的杭州兆富和杭州云鸿投资分别持有科大国盾4.34%和4.90%的股权。
002224.SZ	三力士	2017年与富尧团队及彭顷钰共同出资设立如般量子，投资7650万元持股51%。如般量子是一家量子保密通信设备研发商，主要量子随机数发生器、量子白板通信系统、量子安全通信电话系统等量子保密通信核心设备产品 间接持股神州网络



601789.SH	宁波建工	间接持股中经云：公司持有融美科技 20%股份，融美科技持有中经云 56%股份，中经云和国盾量子发起成立了中经量通，来发展量子通信在数据中心领域的市场推广。
600990.SH	四创电子	京沪干线承建方之一
300297.SZ	蓝盾股份	2015 年 8 月与华南师范大学信息光电子科技学院共同筹建量子密码技术联合实验室。
300008.SZ	天海防务	与深圳中科创客学院有限公司、瑞兆资产签订战略合作框架协议，拟共同打造量子工程领域的技术旗舰和产业化航母，发起成立“深圳中科佳豪量子工程研究院”
837638.OC	九州量子	量子通信设备厂商，曾因为沪杭干线问题与中科大的上海研究院发生冲突。
603703.SH	盛洋科技	2016 年 8 月与九州量子签署战略合作协议

资料来源：上市公司公告，中原证券

8. 风险提示

量子信息的技术推进不及预期。



行业投资评级

强于大市：未来6个月内行业指数相对大盘涨幅10%以上；

同步大市：未来6个月内行业指数相对大盘涨幅-10%至10%之间；

弱于大市：未来6个月内行业指数相对大盘跌幅10%以上。

公司投资评级

买入：未来6个月内公司相对大盘涨幅15%以上；

增持：未来6个月内公司相对大盘涨幅5%至15%；

观望：未来6个月内公司相对大盘涨幅-5%至5%；

卖出：未来6个月内公司相对大盘跌幅5%以上。

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券分析师执业资格，本人任职符合监管机构相关合规要求。本人基于认真审慎的职业态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑，独立、客观的制作本报告。本报告准确的反映了本人的研究观点，本人对报告内容和观点负责，保证报告信息来源合法合规。

重要声明

中原证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本报告由中原证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作并仅向本公司客户发布，本公司不会因任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告中的信息均来源于已公开的资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，也不保证所含的信息不会发生任何变更。本报告中的推测、预测、评估、建议均为报告发布日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收益可能会波动，过往的业绩表现也不应当作为未来证券或投资标的表现的依据和担保。报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或征价。本报告所含观点和建议并未考虑投资者的具体投资目标、财务状况以及特殊需求，任何时候不应视为对特定投资者关于特定证券或投资标的的推荐。

本报告具有专业性，仅供专业投资者和合格投资者参考。根据《证券期货投资者适当性管理办法》相关规定，本报告作为资讯类服务属于低风险（R1）等级，普通投资者应在投资顾问指导下谨慎使用。

本报告版权归本公司所有，未经本公司书面授权，任何机构、个人不得刊载、转发本报告或本报告任何部分，不得以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的刊载、转发，本公司不承担任何刊载、转发责任。获得本公司书面授权的刊载、转发、引用，须在本公司允许的范围内使用，并注明报告出处、发布人、发布日期，提示使用本报告的风险。

若本公司客户（以下简称“该客户”）向第三方发送本报告，则由该客户独自为其发送行为负责，提醒通过该种途径获得本报告的投资者注意，本公司不对通过该种途径获得本报告所引起的任何损失承担任何责任。

特别声明

在合法合规的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问等各种服务。本公司资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或者建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到潜在的利益冲突，勿将本报告作为投资或者其他决定的唯一信赖依据。