

# 量子通信：绝密的安全“卫士”

本报记者 温济聪

## 热点追踪

保密通信是一个十分重要的科学领域，有着十分悠久并且充满神秘的历史，它随着技术的发展和进步不断得到提高和完善。时至今日，究竟有没有一种绝对不可破译的保密方式，能让传送的信息绝对安全可靠？

量子通信，就是迄今为止唯一被严格证明是无条件安全的通信方式。那么，究竟什么是“量子通信”？它的技术路径选择是怎样的？中国量子通信领域目前的发展成果有哪些？它的潜在应用和未来前景怎样？下面就让我们问专家，访企业，一起揭开量子通信的神秘面纱。

## 量子通信的技术路径选择是怎样的

是否有必要走一条全新的量子通信技术路线？记者采访的多位专家、学者表示，从目前的实际情况来看，将量子通信网络与现有网络进行融合是其最优的发展战略。互联网在最初设计时并没有全面深入地考虑其自身的安全性，这是造成现今网络安全问题十分突出的主要原因之一。

“走量子通信与经典通信的融合发展之路是基于技术上的考虑，而不是基于经济层面的考虑。”郭光灿认为，量子通信极强的保密性是基于量子密钥技术而实现的，密钥也是基于量子的特殊性而研发的，而其他通信方面的技术与传统经典通信差异不大。

中国科学院院士、中国科学院物理研究所研究员于渌在接受本报记者时表示：“量子通信从原理上走小范围专用问题的实用化，是现在全世界都在努力的方向。中国的起步不错，也有很好的学术带头人，下一步的发展就是明确定位的问题。这其中，十分重要的一方面就是要注重将量子通信与现有的传统通信相互融合，要善于借鉴现有的通信技术来发展量子通信技术。”

多位专家认为，量子通信和经典网络的融合需要解决物理层和组网技术、中继技术和通信应用技术等方面的问题。由于传统的光通信可能在未来很长一段时间内仍然是主要通信技术手段，因此，在光通信网络上实现量子通信网络，将是双方融合的基础。

在现实的量子通信中，量子通信与现有传统通信的融合是一个相互“取长补短”的过程。“量子通信不会完全取代现有的通信技术，而是在现有的技术上在物理层、网络层、应用层三方面将两者进行完美融合。”郭光灿告诉记者。

郭光灿进一步解释，从物理层来说，可以从光源、探测器和信道方面考虑。“在网络层方面，我们可以采取独立的信道和统一的网络结构，也可以用一根光纤既传递量子信号又传递经典信号。”

而在应用层面，郭光灿建议，量子通信可以同现有的互联网安全协议相结合，用量子密码来替换现有协议中的初始密码。他表示，这样既可以得到更可靠的的安全性，也可以保持较高的通信速率。他举例说：“我们用量子密码生成种子密钥，然后用传统的经典方法进行扩张，这样既可以保证种子密钥的可靠安全，同时也可以保证较高的通信效率。”

公元前405年，古希腊两大城邦雅典和斯巴达之间的伯罗奔尼撒战争已近尾声，雅典情报人员从波斯帝国带回一条布满杂乱无章的希腊字母的腰带，当这条“普通”的腰带呈螺旋形状缠绕在剑鞘上时，毫无规律可循的字母却变成了一串串文字。

2400多年后的今天，随着量子通信的发展与进步，保密措施变得越来越复杂、越来越可靠。那么，量子通信的潜在应用和未来前景怎样？业内人士表示，量子通信在未来的国际竞争将愈来愈激烈，人类将致力于将量子保密通信向更远距离和更大规模的广域网络发展。

“量子通信在军事、国防、金融等信息全领域有着重大的潜在应用价值和发展前景。”李剑认为，量子通信不仅可用于军事、国防等领域的国家级保密通信，还可用于涉及秘密数据、票据的政府、电信、证券、保

## 量子通信究竟“神”在哪儿

当你从远处观看电脑屏幕时，你会发现，电脑中的画面都是连续不断的；然而，当你用放大设备仔细观察屏幕时，那些连续不断的画面都是由一粒粒最小单位的“像素点”构成的。

量子也是如此。它听起来很神秘，但却每天无时无刻不充斥在我们身边，比如我们日常生活中常见的光，就是由大量光量子组成的。在微观领域中，某些物理量的变化是以最小的单位跳跃式进行，并不是连续进行的。而量子就像电脑屏幕中的最小“像素点”一样，它是能量中的最小单位。

“量子通信是指利用量子力学基本原理或基于物质量子特性的通信技术。它是结合量子技术与现代通信技术的一种新兴通信技术，在理论上可实现无条件安全的链路数据传输，被认为是保障未来通信安全最重要的技术手段。”北京邮电大学智能网络实验室主任李剑认为。

而在清华大学物理系教授王向斌看来：“量子通信，简单地说，就是基于光的单量子态实现的通信手段，以完成经典通信手段无法完成的通信任务，例如保密性任务等。”

中科院院士、国家科技部“973”项目首席科学家、中国科技大学教授郭光灿告诉记者，整个量子通信中，具有短期内实际应用潜能的是量子保密通信，这其中最有用的部分就是量子密钥分发。

“通过传输光的单量子态获取的密钥（即秘密随机数）为量子密钥。所谓秘密随机数，就是除了通信双方外，任何第三者都无从知道的随机数。”王向斌说。

而经典通信使用最广泛的公钥密码，

最典型的要数假定大型数据分解的数学难题。但是，随着计算能力的不断提高，特别是未来量子计算机的渐行渐近，这种数学难题的复杂性就迎刃而解了，经典保密通信基于的数学方法并不能获得严格的数学证明。“而量子保密通信最大卖点之一就是它的安全性获得了严格的数学证明，这也可以从其基本的量子力学的基本原理来解释。”郭光灿表示。

李剑表示，目前我国已将以量子通信系统为核心的量子调控技术列入了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020）》中重大研究计划。我国从2001年开始，在科技部“973”计划、“863”计划、国家自然科学基金重点项目、中科院知识创新工程重大项目的支持下，量子通信科研方面取得许多重要研究成果。

## 量子通信的

## 量子通信发展成果有哪些

是否有必要走一条全新的量子通信技术路线？记者采访的多位专家、学者表示，从目前的实际情况来看，将量子通信网络与现有网络进行融合是其最优的发展战略。互联网在最初设计时并没有全面深入地考虑其自身的安全性，这是造成现今网络安全问题十分突出的主要原因之一。

“走量子通信与经典通信的融合发展之路是基于技术上的考虑，而不是基于经济层面的考虑。”郭光灿认为，量子通信极强的保密性是基于量子密钥技术而实现的，密钥也是基于量子的特殊性而研发的，而其他通信方面的技术与传统经典通信差异不大。

中国科学院院士、中国科学院物理研究所研究员于渌在接受本报记者时表示：“量子通信从原理上走小范围专用问题的实用化，是现在全世界都在努力的方向。中国的起步不错，也有很好的学术带头人，下一步的发展就是明确定位的问题。这其中，十分重要的一方面就是要注重将量子通信与现有的传统通信相互融合，要善于借鉴现有的通信技术来发展量子通信技术。”

多位专家认为，量子通信和经典网络的融合需要解决物理层和组网技术、中继技术和通信应用技术等方面的问题。由于传统的光通信可能在未来很长一段时间内仍然是主要通信技术手段，因此，在光通信网络上实现量子通信网络，将是双方融合的基础。

在现实的量子通信中，量子通信与现有传统通信的融合是一个相互“取长补短”的过程。“量子通信不会完全取代现有的通信技术，而是在现有的技术上在物理层、网络层、应用层三方面将两者进行完美融合。”郭光灿告诉记者。

郭光灿进一步解释，从物理层来说，可以从光源、探测器和信道方面考虑。“在网络层方面，我们可以采取独立的信道和统一的网络结构，也可以用一根光纤既传递量子信号又传递经典信号。”

而在应用层面，郭光灿建议，量子通信可以同现有的互联网安全协议相结合，用量子密码来替换现有协议中的初始密码。他表示，这样既可以得到更可靠的的安全性，也可以保持较高的通信速率。他举例说：“我们用量子密码生成种子密钥，然后用传统的经典方法进行扩张，这样既可以保证种子密钥的可靠安全，同时也可以保证较高的通信效率。”

险、银行、工商、地税、财政等领域和部门。

李剑告诉记者，在国防和军事领域，量子通信能够应用于通信密钥生成与分发系统，向未来战场覆盖区域内任意两个用户分发量子密钥，构成作战区域内的自动化的安全军事通信网络；此外，它还能够应用于信息对抗，改进军用光网信息传输保密性，提高信息保护和信息对抗能力；并能够应用于深海安全通信，为远洋深海安全通信开辟了新途径；利用量子隐形传态以及量子通信绝对安全性、超大信道容量、超高通信速率、远距离传输和信息高效率等特点，建立满足军事特殊需求的军事信息网络，为国防和军事赢得先机。

而在国民经济领域和部门，“量子通信未来可用于金融机构的隐匿通信等工程以及对电网、煤气管网和自来水管网等重要基础设施的监视和通信保障，促进国民经

济的发展”，李剑说。

记者从山东量子科学技术研究院有限公司获悉，目前，城域范围量子通信技术已经完全成熟，从未来来看，量子保密通信必将向更远距离骨干线路和更大规模网络的方向发展，这也是国际上量子通信的应用模式发展的趋势。据介绍，国家计划构建连接北京、济南、合肥、南京和上海等地的量子保密通信“京沪干线”，该项目总体目标是和北京城域接入网以及上海城域接入网，并连接原有的山东“济南量子通信试验网”和安徽“合肥城域量子通信试验示范网”，形成大尺度广域量子保密通信网络。

在未来，将计划构建以此网络作为技术验证平台和基础网络设施，集成验证量子通信和应用技术，开展远程高清量子保密视频会议系统和其他多媒体跨域互联应用研究，实现金融、政务领域的远程/同城金融数据灾备系统、金融

机构数据采集系统等多项应用示范。

不过，量子通信技术的未来发展前景并不会一帆风顺，也会遇到各种挑战和困惑。据了解，量子信息技术包括两方面：量子通信和量子计算机。而量子计算机目前仍然处在基础研究阶段，未能广泛实际应用。

尽管困难重重，但郭光灿仍信心满满。他向记者表示，量子保密通信已经实现工程化、产业化，在不久的将来会诞生一个新兴产业——量子信息产业。

“神”气十足的量子通信听起来让人不可思议，而事实上，它已经渐行渐近地走进我们的生活。不难想象，随着量子通信技术的产业化推进和广域量子通信网络的进一步发展，在不久的将来，作为保障未来信息社会通信安全的关键技术，量子通信将有望走向大规模应用，为信息化社会的发展提供基础的安全服务和可靠的安全保障。

## “海归”：

## 创新创业的生力军

□ 王文岩

“海归”是有国外学习和工作经验的留学归国人员。当代“海归”创新创业始于20世纪80年代，在20世纪90年代中后期形成热潮并持续至今。“海归”创新创业潮的兴起，既与我国迅速崛起、经济快速增长的时代背景有关，又与“海归”的个人经历与个人素质有着密切的关系。

从“海归”创新创业的整体环境来看，改革开放后，我国进入快速发展阶段，但与发达国家在技术、产品、信息、管理等方面存在着不小的差距。对于“海归”创业者来说，国际差距昭示着创业空间，大国崛起充满了发展机会，许多胸怀大志的留学生认为，回来积极参与绝对胜过在海外远远旁观。他们有的带回本领域的第一手资料，有的带回专利技术，有的带回资本，有的带回先进理念，有的带回新的商业模式，有的带回国外已开展的项目，积极投身市场经济大潮，涌现出何鲁敏、方杰、蒲忠杰、常兆华、邓中翰、张朝阳、李彦宏、陈一舟、沈南鹏、俞渝等一大批优秀创业者。我国政府亦敞开怀抱欢迎“海归”创业，从中央到地方制订了多项鼓励和支持留学生创业的政策措施。截至2011年7月，我国已建成各级各类留学回国园160多家，在孵的“海归企业”1万余家，累计孵化的“海归企业”超过2万家，近百家“海归企业”在境内外成功上市，可以说，正是中国梦掀起了海外学子归国创业的热潮。

从“海归”创新创业的个人因素来看，创业者的创业欲望、能力素质、商业意识、个性特质等对企业的生成与发展有着重要的影响。尤其是在企业发展出现重大转折，需要做出重要决策的时候，创业者个人素质往往决定着企业未来的命运。而许多取得辉煌成就的“海归企业”，不仅整个企业文化处处彰显着创业者的内涵素养与工作习惯，而且每次关键抉择都离不开创业者的杀伐决断，都凸现出创业者鲜明的个性烙印。

创业欲望是“海归”创业者开创事业的最大推动力，很大程度上来自于创业者内心对成功的强烈渴求。“海归”创业者多为同龄人中的佼佼者，不仅有着展示才能、自我实现的创业激情，而且有着成就事业、报效国家的创业梦想。亚信创始人田溯宁有“把互联网带回家”的梦想，人人网创始人陈一舟有着“开一个价值10亿美元公司”的梦想。“根在中国，事业就在中国”，正是基于“生逢其时、自我实现”的强烈欲望，“海归”才有了源源不断的创业动力，才能跋山涉水、穿越创业过程中的艰难险阻，造就一个个创业奇迹。

能力素质是“海归”创业者开创事业的重要基石。“海归”创业者的能力素质与其在海外工作学习时积累的知识、技能、职业素养有着密切的关系，对于企业核心竞争力的形成有着直接的影响。中星微创始人邓中翰、携程网创始人沈南鹏、无锡尚德创始人施正荣、启明星辰创始人严望佳等在海外学习和工作期间积累了大量的专业知识与宝贵的经验。这些积累既是他们开拓事业的起点，也是他们发展事业的基石。除了专业知识技能外，跨文化学习工作经历和国际化背景使海归善于比较借鉴经营管理方面的国际经验，“先进理念、全球视野”也成为了“海归”创业的重要优势。

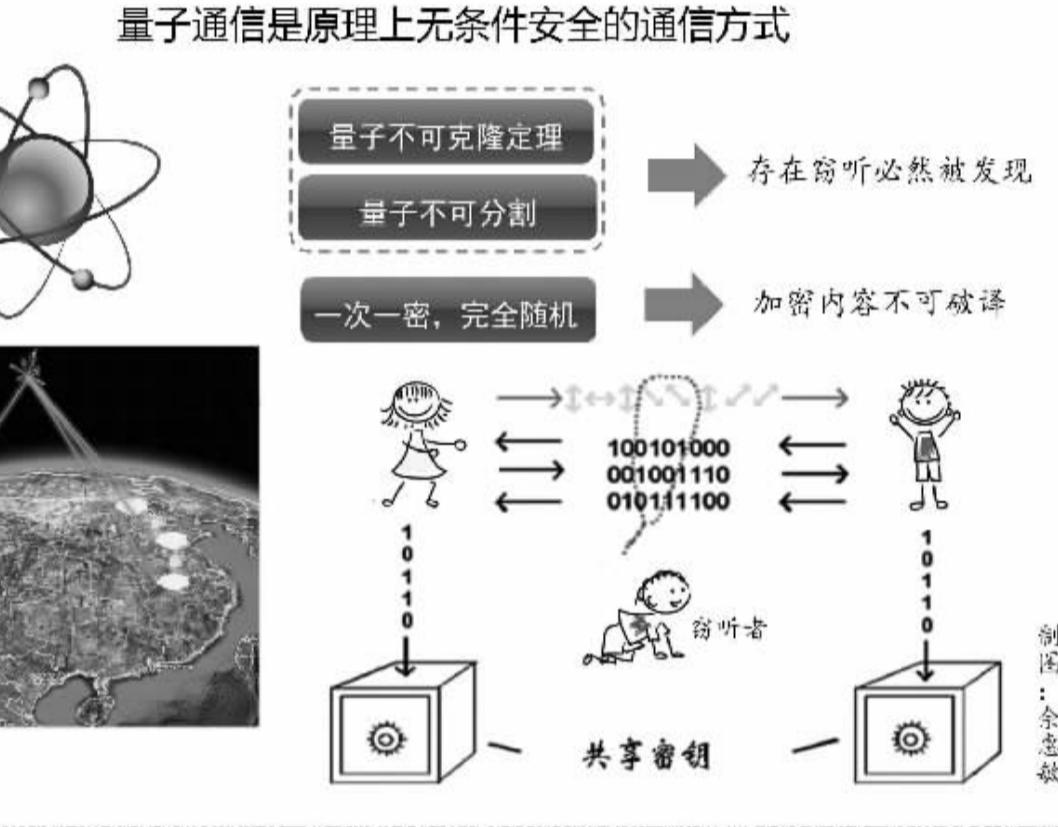
商业意识是“海归”发现创业机会和把握创业机会的重要禀赋。成功的“海归”创业者往往有着敏锐的市场洞察力、快速的反应能力和强大的执行力，既善于从国内外技术势差和信息势差中发掘创业机会，又能通过快速的商业行动和有效的商业模式把握创业机会。1990年代初，亚信科技创始人田溯宁、搜狐网创始人张朝阳、百度创始人李彦宏等在美国感受到IT革命的震撼力量和互联网世界的无限魅力，发现我国信息产业与美国有很大的差距，并从中觅得商机，选择回国创业，由此掀起了我国互联网创业热潮。正是基于出众的商业意识，这些“海归”才能从经济社会发展、行业趋势和市场需求中发现商业机会，才能在瞬息万变的市场环境中抓住创业机会，为创业企业赢得生存和发展的空间。

个性特质是每个创业者独有的行为方式倾向，对“海归”创业成败有着重要的影响。成功的“海归”创业者不仅有集聚人才、凝聚资源的人格魅力，往往还有超强的抗压能力和坚持不懈的精神。陈一舟之所以能成为“海归”创业的代表性人物，不仅仅是因为人人网，更是因为他用了10多年的坚持才圆了自己的创业梦，从1999年参与创立ChinaRen到被迫出售ChinaRen，从二次创业的失败到三次创业的坎坷，直到2011年人人网上市，陈一舟的多年坚持终于修成正果，实现了他“开一个价值10亿美元公司”的梦想。他的创业经历说明，在充满荆棘的创业路上，坚持是创业成功至关重要的个性特质。只有坚持“不抛弃、不放弃”的精神，才能最终达致创业成功。

中国的发展赋予了“海归”罕见的时代机遇，发展的中国为“海归”提供了叱咤风云的舞台。时势造英雄，优秀的海归创新创业者凭借着强烈的创业欲望、强大的能力素质、敏锐的商业意识、坚持不懈的精神行走在创新创业途中，成为我国建设创新型国家、推进经济社会发展的重要力量。

（作者单位：北京理工大学管理与经济学院）

新  
野  
视



## 中国量子通信发展成果有哪些

古人在信封上用火漆封口，信件一旦在运输途中被拆开，便会留下“泄密”的痕迹。不难理解，量子密钥在量子通信中的痕迹比火漆更彻底：一旦有人试图打开信件，量子密钥会让信件自动销毁，并让使用者获知情况。由此来看，拥有这项技术成果对我国科学技术发展影响巨大。而事实上，在量子通信领域，我国已是世界上最有发言权的仅有的几个国家之一，成果斐然。

“在不需要中继的情况下，我国的量子通信技术可以在200多公里的距离上保证通信安全。在这一层面，我国是在世界上领先的。”郭光灿坦言，这项技术应用到实际层面上，安全距离可达100多公里，“我国与美国、欧洲、日本等科技发达国家水平相当”。

郭光灿是我国量子信息的理论与实验领域的著名科学家之一，其“段-郭概率量子克隆机”被认为是“该领域最激动人心的进展之一”，“量子避错编码”被公认为三种不同原理编码之一。

今年10月，郭光灿院士领导的中科院

院量子信息重点实验室在高维量子信息存储方面取得重要进展。据了解，该实验室首次实现了携带轨道角动量、具有空间结构的单光子脉冲在冷原子系综中的存储与释放，证明了建立高维量子存储单元的可行性，迈出了基于高维量子中继器实现远距离大信息量量子信息传输的关键一步。这项成果在线发表在著名的《自然·通讯》上。

此外，该实验室李传锋教授研究组与英国、意大利两国的合作者利用一个两粒子体系的简单模型，实验上观测到经典噪声环境中量子关联的恢复现象。这项研究成果于去年11月29日在线发表于《自然·通讯》上。

业内专家表示，这项研究成果使在经典噪声环境中对量子关联资源的调控成为可能，进一步实现简化量子关联恢复所

需要的条件，并为研究量子关联在经典噪声环境中的恢复开辟了一条新路径。

不仅仅在实验室等科研领域，量子通

## 量子通信潜在应用和未来前景

济的发展”，李剑说。

记者从山东量子科学技术研究院有限公司获悉，目前，城域范围量子通信技术已经完全成熟，从未来来看，量子保密通信必将向更远距离骨干线路和更大规模网络的方向发展，这也是国际上量子通信的应用模式发展的趋势。据介绍，国家计划构建连接北京、济南、合肥、南京和上海等地的量子保密通信“京沪干线”，该项目总体目标是和北京城域接入网以及上海城域接入网，并连接原有的山东“济南量子通信试验网”和安徽“合肥城域量子通信试验示范网”，形成大尺度广域量子保密通信网络。

在未来，将计划构建以此网络作为技术验证平台和基础网络设施，集成验证量子通信和应用技术，开展远程高清量子保密视频会议系统以及其他多媒体跨域互联应用研究，实现金融、政务领域的远程/同城金融数据灾备系统、金融

机构数据采集系统等多项应用示范。

不过，量子通信技术的未来发展前景并不会一帆风顺，也会遇到各种挑战和困惑。据了解，量子信息技术包括两方面：量子通信和量子计算机。而量子计算机目前仍然处在基础研究阶段，未能广泛实际应用。

尽管困难重重，但郭光灿仍信心满满。他向记者表示，量子保密通信已经实现工程化、产业化，在不久的将来会诞生一个新兴产业——量子信息产业。

“神”气十足的量子通信听起来让人不可思议，而事实上，它已经渐行渐近地走进我们的生活。不难想象，随着量子通信技术的产业化推进和广域量子通信网络的进一步发展，在不久的将来，作为保障未来信息社会通信安全的关键技术，量子通信将有望走向大规模应用，为信息化社会的发展提供基础的安全服务和可靠的安全保障。