

清華團隊礪劍20載研發 雙重保險防竊聽 中國實現100公里量子直接通信

【大公報訊】據新華社報道：12日，來自北京量子信息科學研究院消息，北京量子信息科學研究院副院長、清華大學理學院物理系教授龍桂魯與清華大學電子工程系教授陸建華團隊合作設計了一種相位量子態與時間量子態混合編碼的量子直接通信新系統，成功實現100公里的量子直接通信，這是至今為止世界上最長的量子直接通信距離。量子直接通信2000年由龍桂魯教授首次提出，能夠感知並阻止竊聽，給予雙重保險。專家表示，這一突破能夠實現無中繼條件下部分城市與城市之間的點對點量子直接通信。

領先全球

「量子原理能夠用於感知竊聽。」龍桂魯介紹，量子直接通信以量子態作為載體來編碼和傳輸信息。量子直接通信改變了傳統保密通信的雙信道結構，將噪聲信道下的可靠通信發展為噪聲和竊聽信道下的可靠和安全通信，不僅能夠感知竊聽，還能夠阻止竊聽。

北京量子信息科學研究院相關負責人介紹，龍桂魯與其博士生劉曉曙於2000年提出量子直接通信的首個協議，量子安全直接通信的特殊之處在於，不需要密碼，就可以完成信息的安全傳輸。2016年至2017年間，國內多所高校的科研團隊分別合作完成了龍桂魯等提出的基於單光子和基於糾纏的量子直接通信協議的原理演示實驗。2019年，龍桂魯團隊與陸建華團隊合作，成功研製了量子直接通信系統，實現1.5公里光纖距離下50bps（比特每秒）的安全通信速率。2020年，他們發布實用化量子直接通信樣機，實現了10公里光纖中4000bps的傳輸速率。同年，他們將通信距離提升至18公里。

鋪路北京建城際量子網

據介紹，量子通信包括量子密鑰分發、量子秘密共享和量子安全直接通信等模式。量子密鑰分發和量子秘密共享是在通信雙方共享密碼。現有的量子通信網絡主要是基於量子密鑰分發，用光子的方法在網絡中分發安全密鑰，目前未能在網絡中直接傳輸安全信息。

2000年，龍桂魯原創提出了量子安全直接通信，2021年，上海交通大學陳險峰團隊和江西師範大學李洲華等人合作，在量子通信網絡取得重要突破：他們利用量子安全直接通信原理，首次實現了網絡中15個用戶之間的安全通信，該研究為未來基於衛星量子通信網絡和全球量子通信網絡奠定了基礎。2021年年初，由50名國內外著名通信專家提出了《6G研究白皮書》。他們這樣提到：量子安全直接通信具有偵測竊聽的能力，在下一代安全通信方面能夠展現巨大的潛力。

據介紹，目前市場上已經出現用於保密的量子通信相關產品，但量子直接通信產品尚未面市。該研究成果表明，使用現有的成熟技術手段，城市間的點對點量子直接通信可行；可以建設具有端對端安全的安全中繼量子網絡，支撐多種應用，並為實現《北京市「十四五」時期國際科技創新中心建設規劃》中，建設基於安全中繼的城際量子示範網絡的目標打下堅實基礎。



清華大學龍桂魯教授（圖）團隊與陸建華團隊合作設計了一種量子直接通信新系統，成功實現100公里的量子直接通信。

這一突破能夠實現無中繼條件下部分城市與城市之間的點對點量子直接通信。龍桂魯說：「無中繼長距離量子直接通信的意義在於，可滿足一些無法進行中繼的場景的量子直接通信，如星地之間的量子直接通信。此外，當通信速率滿足要求時，長距離通信可減少中繼數量，降低鏈路節點的部署成本，降低通信延時，提升通信性能，優化用戶使用體驗。」

跳過密鑰分發 直輸信息

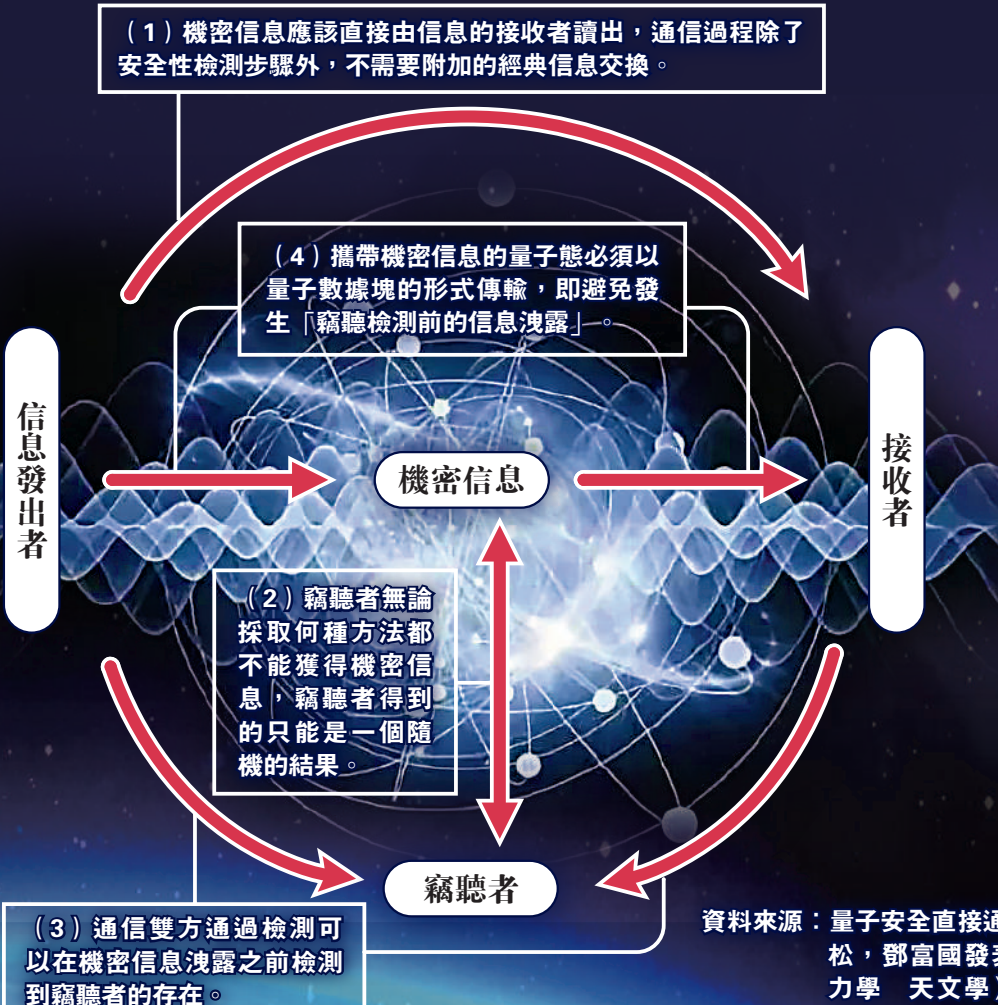
據悉，量子通信包括量子密鑰分發、量子秘密共享和量子安全直接通信等模式。量子密鑰分發和量子秘密共享是在通信雙方共享密碼。現有的量子通信網絡主要是基於量子密鑰分發，用光子的方法在網絡中分發安全密鑰，目前未能在網絡中直接傳輸安全信息。

2000年，龍桂魯原創提出了量子安全直接通信，2021年，上海交通大學陳險峰團隊和江西師範大學李洲華等人合作，在量子通信網絡取得重要突破：他們利用量子安全直接通信原理，首次實現了網絡中15個用戶之間的安全通信，該研究為未來基於衛星量子通信網絡和全球量子通信網絡奠定了基礎。2021年年初，由50名國內外著名通信專家提出了《6G研究白皮書》。他們這樣提到：量子安全直接通信具有偵測竊聽的能力，在下一代安全通信方面能夠展現巨大的潛力。



量子安全直接通信新系統能感知並阻止竊聽。

「量子安全直接通信」四大標準



- ### 量子安全直接通信VS與量子密鑰分發
- | 原理 | 相同
(量子不可克隆原理，量子測不准原理，糾纏粒子的關聯性和非定域等) |
|------|--|
| 傳遞方式 | 直接/間接 |
| 密鑰生成 | 不需要/需要 |
| 安全級別 | 量子安全直接通信着力防範秘密信息在直接傳輸過程中發生的洩露 |

中國量子通信領域成就

資料來源：量子安全直接通信，龍桂魯，王川，李巖松，鄧富國發表於《中國科學：物理學 天文學》2011年第41卷第4期：332-342

年份	成就
2000年	清華大學龍桂魯團隊提出最早的三個量子直接通信的協議
2003年	建立了世界上第一個量子密鑰分發網絡
2004年	中國發射世界第一顆量子實驗衛星「墨子號」
2009年	清華大學和北京量子院聯合團隊合作，提出了5種關鍵技術，解決了量子直接通信實用化中的一些關鍵難題
2016年	這些技術包括：完成定量子安全分析、高損信編碼、無量子存儲方案、掩膜容技術以及單向傳輸協議
2020年	中國發射了第一個高軌道同步衛星的量子通信的可行性實驗
2021年	王魏院士團隊證明了在3.6萬公里做量子密鑰分發的量子通信是可行的
2022年	創量子直接通信領域100公里世界紀錄

中國星地量子通信網 總長4600公里

2021年1月初，中國科學院院士、中國科學技術大學教授潘建偉團隊及其合作者，推出量子通信方面的重磅成果，首次展現完整的天地一體化量子通信網絡，在「墨子號」量子通信實驗衛星和「京滬幹線」的串聯下，綜合通信鏈路距離長達4600公里。從北京到上海，光纖總長2000多公里，另外通過衛星連到了烏魯木齊，橫跨2600公里。網絡內任意一個用戶可實現最長達到4600公里的量子保密通信。假設，北京用戶想傳輸信息到上海，計算機向密鑰管理系統發送請求密鑰命令，並向路由尋找經典信息傳輸的經典路徑。密鑰管理系統檢查密鑰是否足夠，如果是，那就是將密鑰發送到計算機。使用密鑰對消息進行編碼或解碼之後，信息可以安全地傳輸給上海的用戶。

濟南領跑商用 打造千億產業

【大公報訊】記者丁春麗濟南報導：十餘年來，濟南量子科技從實驗室走向產業化，應用場景越來越多，在量子技術、量子產業方面雙軌道發展，圍繞量子通信、量子精密測量領域，打造了很多國際領先的平台。

「鈮酸鋰波導芯片」在量子通信、量子雷達以及非視域單光子成像等領域都不可或缺，雖然只有圓珠筆截面大小，但可以用於民用衛星、環境監測、大氣污染監測等民用領域。周期極化鈮酸鋰波導芯片研製平台亦是世界前三、內地唯一掌握逆向質子交換鈮酸鋰波導技術的研發機構，已實現周期極化鈮酸鋰波導芯片的完全自主化、國產化、量產化，芯片相關技術參數已達到國際領先水平。

2014年初，濟南量子保密通信試驗網正式投用，成為「京滬幹線」的重要一環，也是世界上規模最大、功能最全的量子通信城域網；2017年，濟南市黨政機關量子通信專網通過技術驗收，創造了大規模量子通信網絡建設的速度紀錄，也成為中國首個商用量子保密通信專網。2019年3月，該專網擴容，其覆蓋面積達到8000平方公里。2019年12月31日，全球首個可移動量子衛星地面站與「墨子號」成功握手；2021年，濟南參與「中國構建天地一體化廣域量子通信網」入圍央廣總台國際十大科技新聞。

濟南在量子通信領域有着先發優勢，該市將力爭到2035年實現量子通信和量子測量領域實現大規模商用，量子信息產業達到千億級規模。



▲濟南的量子科技實現產業化，應用場景不斷拓寬。

南京送別大屠殺4倖存者 銘記歷史

【大公報訊】記者賀鵬飛南京報導：4月13日，侵華日軍南京大屠殺遇難同胞紀念館舉行「去世倖存者熄燈儀式」，送別近期去世的南京大屠殺倖存者祝再強、濮業良、王素明、王恆四位老人。去世倖存者後人表示，將傳承父輩記憶，向更多的人講述南京大屠殺真相，提醒世人銘記歷史，珍愛和平。

目前，南京侵華日軍受害者援助協會登記在冊在世的倖存者僅剩57位。侵華日軍南京大屠殺遇難同胞紀念館館長周峰說，近期，幾位倖存者老人相繼離世，讓人感到十分遺憾與悲痛。舉辦「去世倖存者熄燈儀式」，既是對去世倖存者的緬懷與哀思，也是對歷史記憶的銘記與傳承。

倖存者濮業良於今年2月離世，享年100歲。其長子濮傳政介紹，1937年日軍佔領南京時，濮業良親眼目睹了侵華日軍慘絕人寰的大屠殺，並且曾被日軍拉去做苦力，濮業良的二表哥也被日軍抓去殺害。「作為倖存者的後代，我們將接過接力棒，將南京大屠殺歷史記憶一代一代持續傳承下去。」

倖存者祝再強也於2月離世，享年90歲。祝再強的兒子祝肖亮指出，侵華日軍對中國人民所犯下的罪行罄竹難書，歷史的傷痕歷歷在目。

另一位倖存者王素明於3月23日走完了她87年的人生。1937年南京大屠殺時，王素明的父親楊代福被侵華日軍殘忍殺害，這讓她小小年紀就失去了父親。

「南京大屠殺倖存者們見證了侵華日軍南京大屠殺這段慘痛的歷史，他們經歷了出生於和平年代的我們難以想像的深重苦難。」周峰認為，南京大屠殺，不僅是每位倖存者的個體記憶，還應鐫刻在每個人的腦海中，沉澱為整個國家、整個民族的集體記憶。



▲倖存者王恆的孫女在紀念儀式上發言。受訪者供圖