

关于量子通信，你必须知道这些！

（专家：杭添仁 航天科普作家） 2016 年 8 月中旬，我国将择机发射首颗“量子科学实验卫星”。如果卫星成功运行，我国将成为世界上首次实现卫星和地面之间量子通信的国家，并结合地面已有的光纤量子通信网络，初步构建一个广域量子通信体系，在世界上率先实现全球化的量子保密通信。众所周知，通信保密在国防、金融、政务、商业等领域具有重要作用。就目前和可以预见的将来来看，量子通信被公认是迄今为止唯一被严格证明能‘无条件安全’的通信方式，可确保通信安全和提升计算速度。量子世界中存在一种类似“心电感应”的现象，即通常所说的量子纠缠。实验验证，具有纠缠态的两个粒子无论相距多远，只要一个发生变化，另外一个也会瞬间发生变化。其原因目前还没搞清楚。量子纠缠示意图量子通信是利用量子的纠缠效应进行信息传递的新型通信方式。它主要基于量子纠缠态的理论，使用量子隐形传态的方式实现信息传递。传统的通信加密和传输安全都是依赖于复杂的算法，但是只要对方的计算能力足够强大，再复杂的保密算法都能够被破解，所以都不能够做到绝对安全。量子通信的安全性基于量子物理基本原理，作为光的最小颗粒，单个光量子在传输信息的时候具有不可分割和不可被精确的复制两大特性，从而能保证信息的不可窃听和不可破解，

因此，哪怕计算能力再强也是破解不了的。量子通信是将信息编码加载到单个光量子叠加态的偏振方向上。在量子保密通信过程中，发送方和接收方采用单个光量子的状态作为信息载体来建立密钥。由于单个光量子是光能量的最小组成单元，不能被再分割，所以在单个光量子发射的情况下，窃听者无法将单个光量子分割成两部分，让其中一部分继续传送，而对另一部分进行状态测量获取密钥信息。又由于不可被精确的复制，所以窃听者无论是对单个光量子状态进行测量或是试图复制之后再测量，都会对光量子的状态产生扰动，从而使窃听行为暴露。量子通信永远不会泄密的原因之一是，量子加密的密钥是随机的，即使被窃取者截获，也无法得到正确的密钥，因此无法破解信息；其二，分别在通信双方中具有纠缠态的 2 个粒子，其中 1 个粒子的量子态发生变化，另 1 个粒子的量子态就会随之立刻变化，根据量子理论，任何干扰都会立刻改变量子态，使窃取者得到的信息遭到破坏，并非原有信息。与成熟的传统通信技术相比，量子通信具有以下主要优点：一是保密性强。二是隐蔽性高，量子通信是一种完全无“电磁”的通信技术，现有的无线电探测系统无法对其进行探测。三是应用性广，量子既可在太空中进行通信，又可以在海底等恶劣条件下通信，还可以在光纤等介质中进行信息“传递”，可以应用到各种应用场景。四是时效性高，由于量子通信时延为零，能极大地提高通信速度。近年来，

我国科学家潘建伟院士带领的团队在自由空间量子纠缠分发和量子隐形传态实验方面不断取得国际领先的突破性成果，为基于卫星的广域量子通信和量子力学基础原理检验奠定了坚实基础。“量子科学实验卫星”首席科学家潘建伟虽然在光纤中可以实现城域量子通信网络，但由于光量子易被光纤吸收，存在固有的光量子损耗，与环境的耦合也会使量子纠缠品质下降，导致信号在光纤传送的过程中越来越弱，因此仅仅利用光纤难以实现远距离的量子通信。另外，近地面自由空间通道会受地面障碍物、地表曲率、气象条件的影响，光量子传输难以在地面自由空间中向远距离拓展。为此，发展量子卫星通信是远距离光量子传输的必由之路。它能克服地表曲率、没有障碍物的阻碍；光量子在光纤中的损耗远高于自由空间的损耗，大气对光量子的吸收和散射远小于光纤，并能保持光量子极化纠缠品质。另外，受到地面条件的限制，很多地方无法铺设量子通信的专用光纤。“量子科学实验卫星”示意图我国将于 2016 年 8 月发射全球首颗“量子科学实验卫星”。该卫星发射后，将是国际上首次实现空间大尺度的量子纠缠分发和量子隐形传态实验，推进人类对大尺度范围量子力学规律的认识，并带动我国量子物理整体水平大幅提升。

编辑：赵楚 刘伟琼