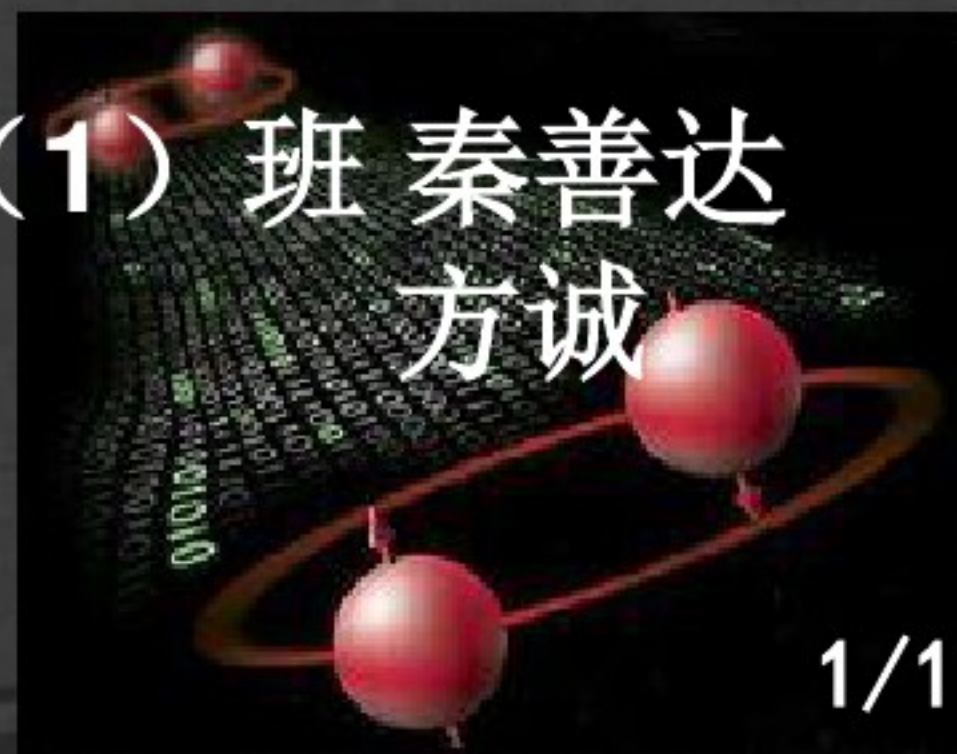




量子通信

电信工 (1) 班 秦善达
方诚





1 量子通信的起源

1982年，法国物理学家艾伦·阿斯派克特和他的小组成功地完成了一项实验，证实了微观粒子“量子纠缠”的现象确实存在。



在量子纠缠理论的基础上，**1993年**，美国科学**C.H.Bennett**提出了量子通信（**Quantum Teleportation**）的概念。



1993年，在贝内特提出量子通信概念以后，**6位**来自不同国家的科学家，基于量子纠缠理论，提出了利用经典与量子相结合的方法实现量子隐形传送的方案。



从此量子通信发展起来了。



2、什么是量子通信？

量子通信 (Quantum Teleportation)

是指利用量子纠缠效应进行信息传递的一种新型的通讯方式。

我们可以通过类比来了解它的意义：

电子通信：通过电信号的参数传送信息

量子通信：由量子态携带信息

PS: 量子纠缠是指两（多）个量子级别的粒子，当其中一颗被操作而状态发生变化，另一颗也会即刻发生相应的状态变化，尽管距离极其遥远。（即两个或多个量子系统之间的非定域非经典的关联）



3、量子通信有什么优点？

(一)，高效率



因此，它被认为可能是下一代IT技术的支撑性研究！

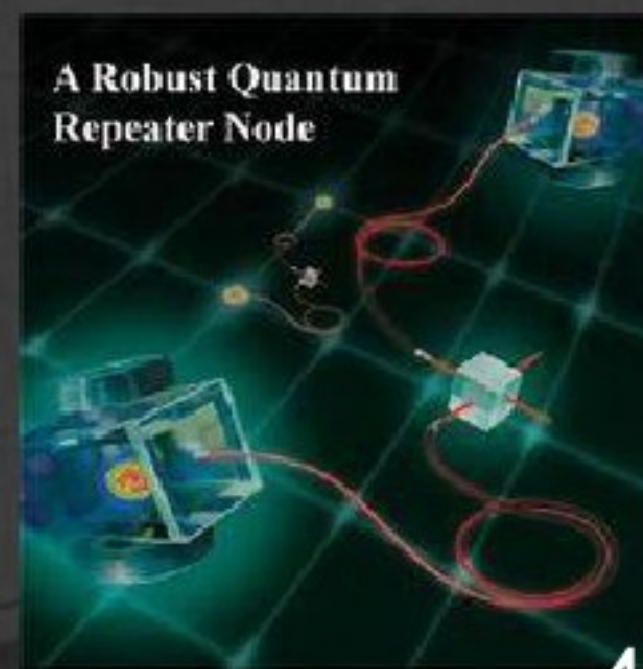
比光速还快！！！！

(二)，绝对安全



任何窃听者都无法窃听量子密码通信中的信息而不被发现！！！！

这是由量子力学理论决定的。

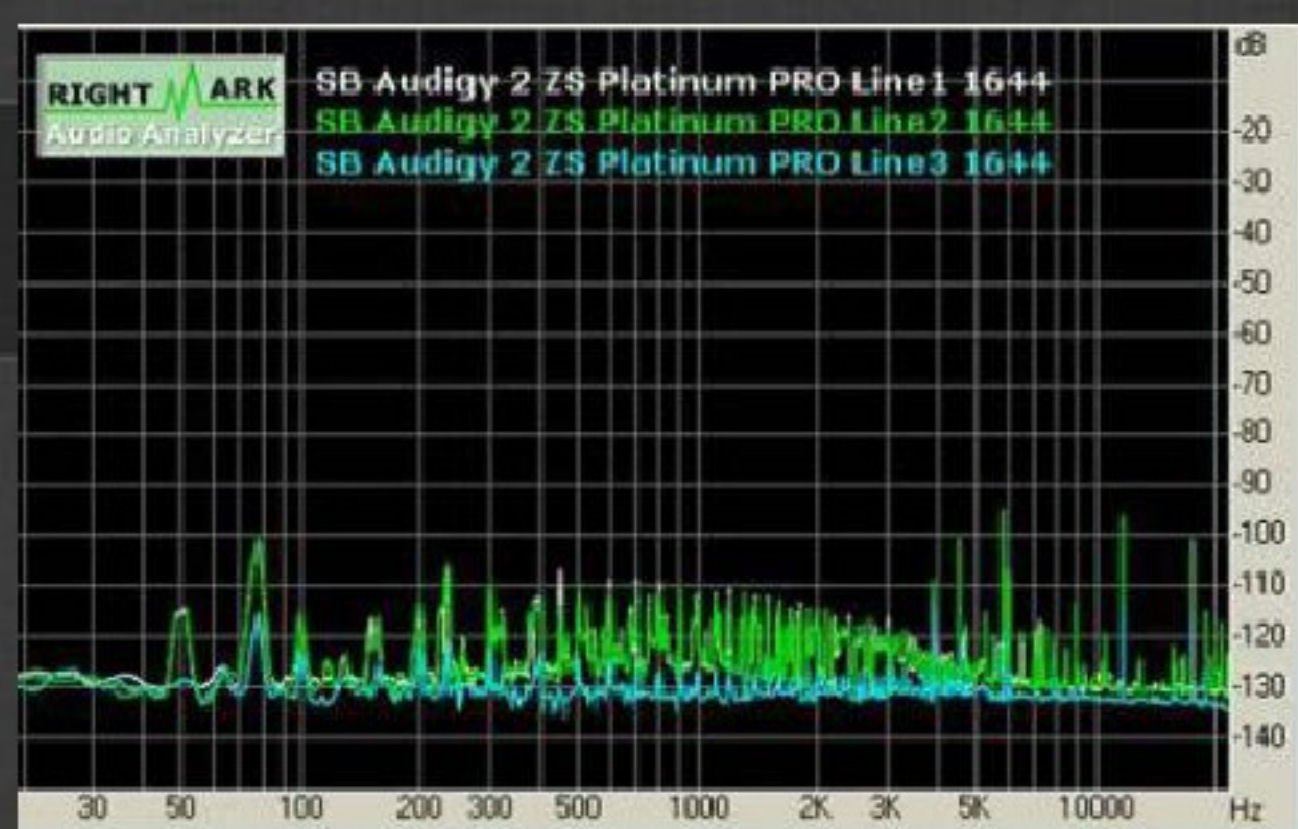




(三)，信噪比低



在同等条件下，量子通信获得可靠通信所需信噪比比一般通信低很多。



(四)，无电磁波辐射，通信隐蔽性好



量子通信是没有经典意义上的电磁辐射的，无论现有的无线电探测系统性能如何先进，对量子通信这种完全电磁静默的通信目标是无能为力的。





4、量子通信研究什么？

量子通信主要涉及：

量子密码通信、量子远程传态和量子密集编码

简单地说，就是利用量子力学原理中的量子纠缠传输信息





5、量子通信系统的部件

量子通信系统的基本部件包括量子态发生器、量子通道和量子测量装置。

量子态发生器



发送过程

量子通道



传输过程

量子测量装置



接收过程



6、工作过程是什么？

首先，假设甲手头有一个粒子 **A** 处于未知量子态，她希望将这个量子态（即一个量子比特的量子信息）送给远处的乙，但不传送作为信息载体的粒子 **A** 本身。甲和乙事先需要共享 **EPR** 粒子对 **B** 和 **C**（即纠缠粒子），由于 **EPR** 粒子对具有量子关联特性，若对其中一个粒子进行局域操作（包括测量），另一个粒子的量子态立即发生相应的变化，因此 **EPR** 粒子对构成甲和乙之间的一条量子通道。



6、工作过程是什么？

然后，甲对她手头上的纠缠粒子 B和量子信息载体 A实施一种所谓的 B e l l态测量，这个测量可能输出4种结果，每种测量结果的几率为 $1/4$ ，但一次测量只能给出其中一个结果。甲测量到其中一个 B e l l态后，获得2比特的经典信息，当然这个信息完全无法用来确定未知的量子比特。



6、

工作过程是什么？

最后，甲将测量结果（即获得那一个 Bell 态）经由经典通道传递给乙，乙手头的纠缠粒子 C 会因甲的测量坍缩到相应的量子态上，于是乙在获知甲的测量结果之后，对粒子 C 做相应的操作，便可以使粒子 C 处在与粒子 A 原先未知量子态完全相同的量子态上，这就完成了粒子 A 的未知量子态的量子隐形传送，此时量子信息的载体是粒子 C，在这过程中甲和乙都不知道他们所传送的量子比特是什么。



7. 量子通信传输的信息

经典信息



用于

量子密钥的传输

量子信息



用于

量子隐形传态和量子纠缠的分发



所谓隐形传送指的是脱离实物的一种“完全”的信息传送。从物理学角度，可以这样来想象隐形传送的过程：先提取原物的所有信息，然后将这些信息传送到接收地点，接收者依据这些信息，选取与构成原物完全相同的基本单元，制造出原物完美的复制品。

但是，量子力学的不确定性原理不允许精确地提取原物的全部信息，这个复制品不可能是完美的。因此长期以来，隐形传送不过是一种幻想而已



幻想

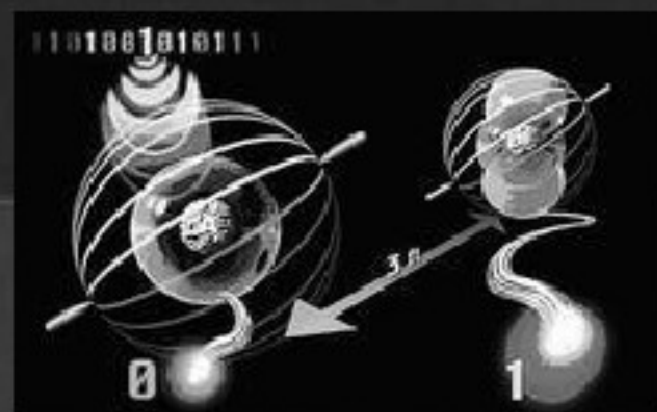




但是

1993年，6位来自不同国家的科学家，提出了利用经典与量子相结合的方法实现量子隐形传态的方案。

8. 发展历程



1. 1993年，C.H.Bennett提出了量子通信的概念；

2. 1993提出量子隐形传送的方案



将某个粒子的未知量子态传送到另一个地方，把另一个粒子制备到该量子态上，而原来的粒子仍留在原处。

基本思想：将原物的信息分成经典信息和量子信息两部分，它们分别经由经典通道和量子通道传送给接收者。

经典信息：发送者对原物进行某种测量而获得的。

量子信息：发送者在测量中未提取的其余信息。



9 中国贡献

3.1997年潘建伟与荷兰学者波密斯特等人首次实现了未知量子态的远程传输。

4.中科大潘建伟教授及其同事，首次实现了具有存储和读出功能的纠缠交换，实现了“量子中继器”，向量子通信网络的最终实现迈出了坚实的一步。

5.2010年，中国科技大学和清华大学的自由空间量子通信实验将通信距离从数百米记录一步跨越到**16公里**。

6.2012.08.09，中国科技大学的研究人员再次创造了新纪录，将通信距离扩大到了**97公里**，横跨中国的一个湖泊。



中科大量子领头人潘建伟



9. 中国贡献

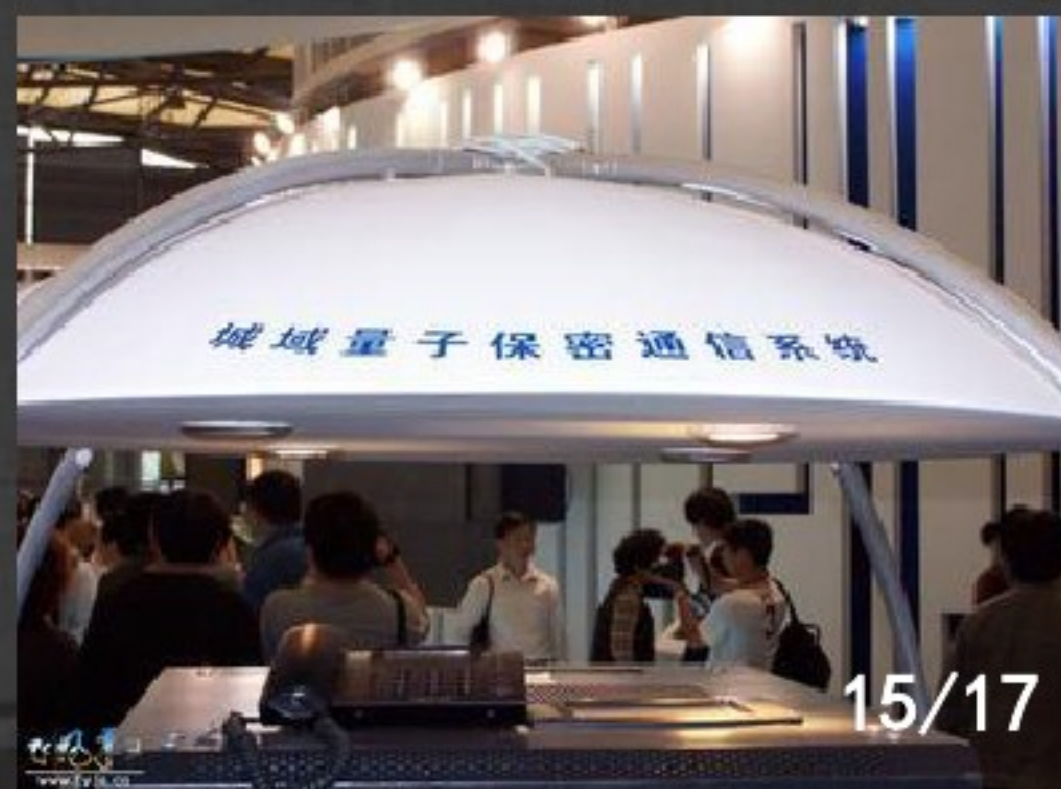
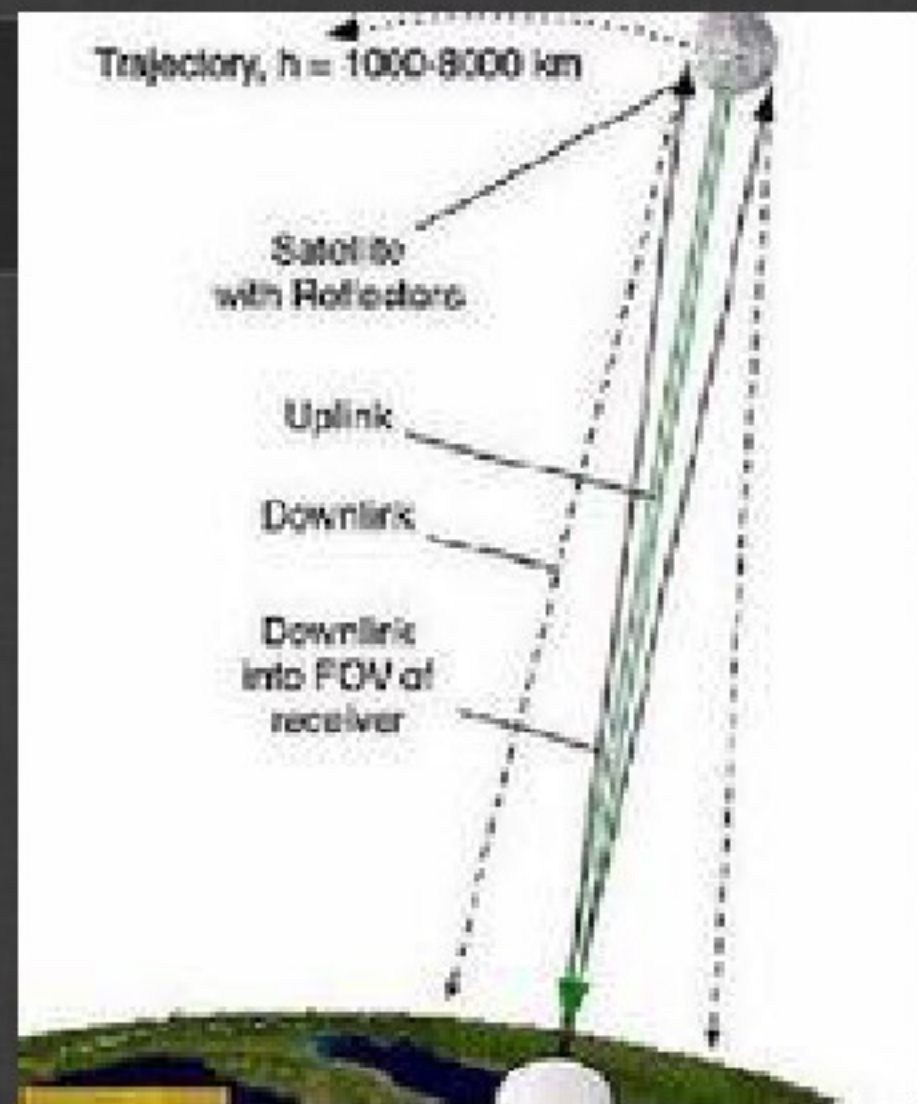
6. 合肥量子通信网建成使用
2010年7月启动建设

2012年3月29日通过验收

30日正式投入使用

标志着我国继量子信息基础研究跻身全球一流水平后，在量子信息先期产业化竞争中迈出了重要一步。

7. 2016年2月19日，科技部公布的第一批国家重点研发计划项目中，量子通信、纳米科技等9大专项入选。





10.量子通信的应用

在网络信息安全威胁日益严峻的大背景下，量子通信作为能够在物理层提供无法被窃听和破解的绝对安全信息传输的通信技术手段，对于网络安全和国家安全的战略意义不言而喻。

同时随着量子通信技术的发展，量子通信必将作为常规通讯手段，走入寻常百姓家。



Thank you!

