

# 深圳市商用密码行业协会 在线公益课

(2021年第一期)

中国·深圳

深圳市商用密码行业协会  
The Shenzhen Commercial Cipher Industry Association



# 量子通信和量子计算机

报告人：李蒙

深圳技术大学大数据与互联网学院副教授

# 目 录



01

量子简介

02

量子通信

03

量子计算机

04

未来技术展望

# 1. 量子简介



## ■ 量子的概念

- 量子一词来自拉丁语quantum，意思是“有多少”
- 在物理学中常用到量子概念，指一个不可分割的基本个体，相当于最小单位
- 量子不可克隆
- 量子的观测不对异性

# 2. 量子通信



## ■ 信息传输

- 明文
- 密文

## ■ 量子保密通信

- 量子密钥分发保密通信
- 量子安全直接通信

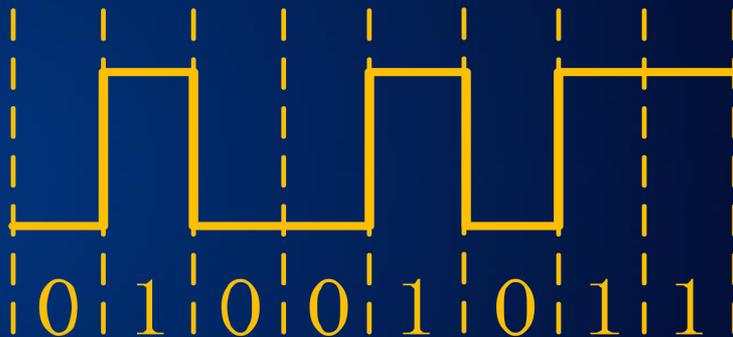
# 2. 量子通信

## ■ 经典处理过程

图像  
声音  
文字  
等



$(0, 1)$



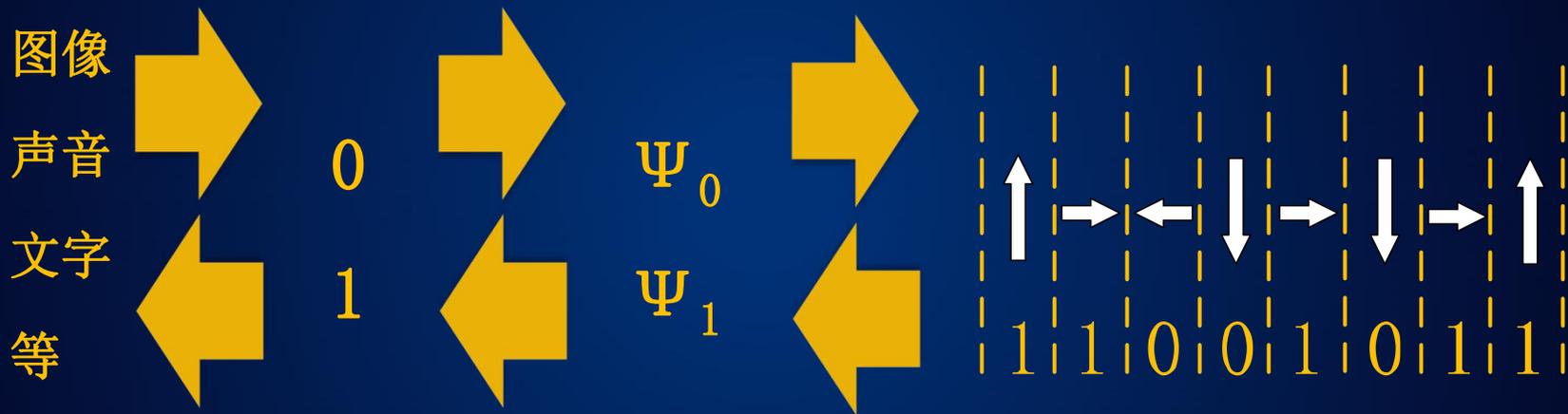
模拟  
信息

数字  
信息

编码传输  
(经典编码理论)

# 2. 量子通信

## ■ 量子化处理过程



模拟  
信息

数字化

量子化

量子态编码传输  
(量子信息论)

# 2. 量子通信



## ■ 量子态

- 既具有粒子性又具有波动性
- 假设一微观粒子进入某空间，其波函数必布满该空间（满足边界条件）；粒子性要求其必在某处出现，只能任选一位置（A/B/C）测量，在任一位置发现该粒子的概率为波函数在该处的模平方，且波函数即刻塌缩到该处！
- 概率波或物质波（德布罗意波）

## 2. 量子通信



■ Qbit (量子态) :  $|\Psi_0\rangle$ ,  $|\Psi_1\rangle$

➤ 光子的偏振  $|\leftrightarrow\rangle$ ,  $|\updownarrow\rangle$

➤ 电子的自旋  $|\uparrow\rangle$ ,  $|\downarrow\rangle$

➤ 原子的能级  $|0\rangle$ ,  $|1\rangle$

➤ ...

■ Qbyte:  $|\Psi_0\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_0\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_0\rangle |\Psi_1\rangle$

➤ 任何一个n位存储器, 某时刻可存储 $2^n$ 个数据!

## 2. 量子通信



### ■ 量子比特与经典比特的关系

➤  $|\Psi\rangle = C_1|0\rangle + C_2|1\rangle, |C_1|^2 + |C_2|^2 = 1$

➤  $C_1, C_2$  归一化, 且可以是复数

➤ 令  $C_1 = 1, C_2 = 0; C_1 = 0, C_2 = 1:$

$|\Psi_0\rangle = |0\rangle; |\Psi_1\rangle = |1\rangle$

### ■ Qbyte: $|\Psi_0\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_0\rangle |\Psi_1\rangle |\Psi_0\rangle |\Psi_1\rangle$

➤ 任何一个  $n$  位存储器, 某时刻可存储  $2^n$  个数据!

➤ 经典信息论 1Byte 代表  $2^8$  个数中的一个! 1个 Qbyte 代表  $2^8$  个数

# 2. 量子通信

## ■ 量子纠缠态



## 2. 量子通信



### ■ 量子密钥分发 (QKD)

- 传输候选密钥, 候选密钥在被确认之前不包含有用信息, 被确认传输安全后作为双方的共享密钥, 如果被发现其在传输中被窃听则放弃。

### ■ 量子隐形传态 (QT)

- 指借助经典通信和量子纠缠实现量子态的远程传输, 也可用于保密通信

### ■ 量子安全直接通信 (QSDC)

- 采用量子块进行数据传输

# 3. 量子计算



## ■ 门模型量子计算机

- 依靠逻辑门操作的线路序列实现算法

## ■ 绝热量子计算机

- 依靠哈密顿量的绝热演化实现基态
- 加拿大D-Wave公司，谷歌，IBM都是采用该方案

# 4. 未来技术展望



## ■ 量子通信

- 量子通信已经进入到实际应用阶段（通信时代的大哥大！）

## ■ 量子计算机普及

- 1946-1999（近50年）
- 2007- ?



# 深圳市商用密码行业协会

微信公众号



抖音号

