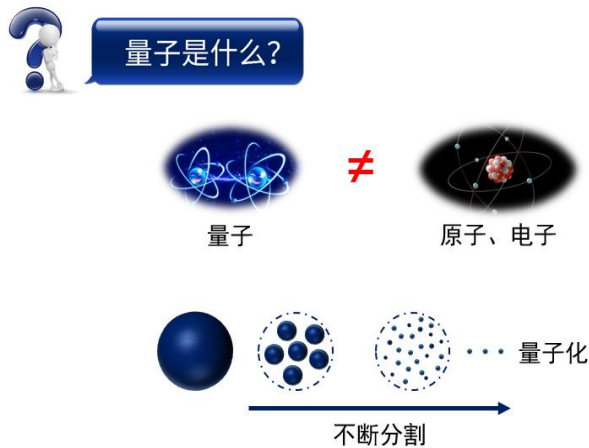


1.3-1.4 量子十问

随着当前量子计算的媒体报道越来越多,我们发现普通大众对于量子计算这项技术产生的误解也越来越多。在此,我们解答一下一些常见量子计算的问题。



首先,量子是什么呢? 量子并不指代具体的某种物质或粒子,在物理学中它可指物质分割到最小的一个单位,是量子力学的研究对象,比如“光子”便是光的最小单元,量子更多的体现是“量子化”的概念,而不是具体的物质。



既然量子来源于量子力学,那么量子力学又是什么呢? 量子力学也称量子论,是描述微观物质的,比如原子、亚原子粒子行为的物理学理论,抽象上可以将量子力学理解成一个物理理论所构建的数学框架或量子系统的规则集。

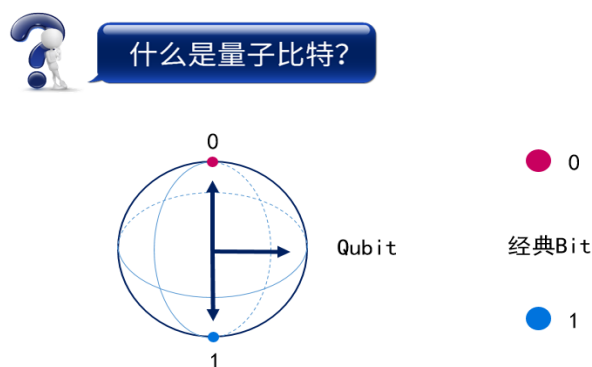


数学框架、规则集



微观物质世界

其次什么是量子比特呢？**量子比特 (Qubit)**，在中文翻译中也常称为量子位，是量子计算里的基本单位，与经典计算里的位 (bit) 相对应，通常用**狄拉克符号**表示量子比特的状态。一个量子比特可以处于 $|0\rangle$ 态，也可以处于 $|1\rangle$ 态，与经典比特不同的是，量子比特可以处于 $|0\rangle$ 和 $|1\rangle$ 的叠加态上，为了方便认知，你可以将 n 量子比特状态理解为一个 2^n 维的单位向量。

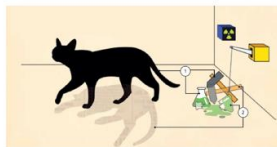


既然**量子叠加 (Superposition)** 为量子计算带来了强大的并行计算能力，那么什么是**量子叠加**呢？简单说明一下，在经典计算中，采用的是二进制的计算方式，它决定了经典信息要么是 0 要么是 1，明明白白。但在量子世界中，客体的物理量是不确定的，充满了概率性，量子态可以处于叠加的状态，也理解为同时拥有 0 和 1，比如著名的量子叠加解释：薛定谔的猫，这个描述中的猫可以处于生和死的叠加态，同时是死的，也是活的，这是不是很神奇呢？



什么是量子叠加？

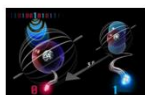
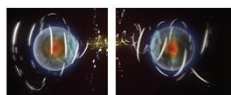
		
经典比特	0	1
量子比特	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
叠加态	$ \text{cat}\rangle$	$ \text{cat}\rangle$



那么量子计算要用的另一个量子力学特性，量子纠缠又怎么理解呢？量子纠缠 (Entanglement) 这个概念，是说一旦制备了两个纠缠的粒子（量子态），无论两个粒子相隔多远，哪怕是宇宙间的距离，当对其中一个粒子测量的时候，相隔数光年的另外一个粒子瞬间会发生对应的坍塌变化，假设有两个关系很好的粒子 A 和 B，它们都有两种状态： $|0\rangle$ 态和 $|1\rangle$ 态，在某个时刻，它们都处于 $|0\rangle$ 态和 $|1\rangle$ 态的叠加态。但特殊的地方是，不论它们之间相距多远都存在关联，如果 A 处于 $|0\rangle$ 态，那么 B 也处于 $|0\rangle$ 态，同理，如果 A 处于 $|1\rangle$ 态，那么 B 也处于 $|1\rangle$ 态，我们便称 A 和 B 之间有量子纠缠 (Entanglement)。



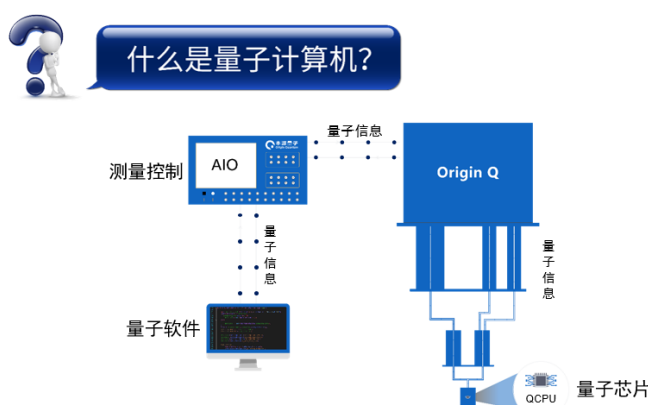
量子纠缠怎么理解？



量子计算机自从出现在人类科学研发的历程上，一直蒙着一层神秘面纱，那么到底什么

是量子计算机呢？

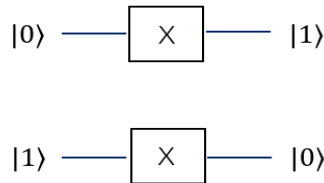
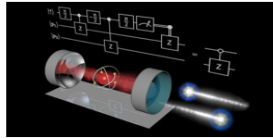
量子计算机 (Quantum Computer) 是一类遵循量子力学规律进行高速数学运算、存储及处理量子信息的物理装置，当某个装置处理和计算的是量子信息、运行的是量子算法时，它就是量子计算机。现在或许还无法准确预测“量子计算机”什么时候可以到来，但在科学家看来，已经没有什么原理性的困难可以阻挡这种革命性、颠覆性产品的诞生了。



在量子计算机的运行过程中，**量子逻辑门 (Quantum Logic Gate)** 是一个绕不开的操作，那么量子逻辑门是什么呢？在经典计算机中，逻辑电路由逻辑门组成，常见的经典逻辑门包括与门，非门，与非门，或非门等，类似地，以逻辑门式开发的超导量子计算设备所使用的量子线路是由量子逻辑门组成。量子逻辑门会对目标量子比特执行操作，根据作用目标量子比特的数目的不同，量子逻辑门分为单量子比特门、两量子比特门或多量子比特逻辑门等；简单来说，量子逻辑门就是对量子比特的一种酉操作。



什么是量子逻辑门？



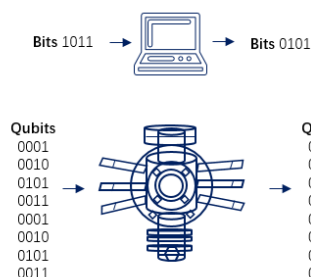
$$X = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

单量子比特门

不同于现在使用的计算机，量子计算机处理的是量子信息，运行的是量子算法，量子计算机结构主要是由两部分组成，一是**量子处理器（量子芯片 Quantum Chip）**，即接收并处理量子信息和量子指令；二是经典计算部分，返回存储我们所需要的经典信息，量子芯片是当前量子计算研究的核心。目前主要研究的物理体系包括超导约瑟夫森结、半导体超导量子、离子阱等；经典计算部分是控制量子处理器并接收量子处理器发来的信息的装置，这一部分直接用经典计算机来实现。



量子计算机跟经典计算机是一个形式的产物吗？



- 量子计算机由量子处理器和控制系统组成
- 量子计算机处理的是量子信息Qubit
- 量子计算机能指数级加速计算
- 量子计算使用量子算法，一次可算出求解问题的可能性远大于经典计算机

由于量子比特在自然物理条件下的制备条件和极度脆弱等问题，目前还没有真正能大规模使用的量子计算机问世，但无论是国内还是国外，从来没有停止对量子计算机的研究。本源量子目前已经完成量子软件语言、量子计算开发软件的部署开发，在硬件方面也发布了很

先进的量子测控一体机设备。随着时间的推移，真正可用的量子计算机已经不远了。



目前有开发出真正的可用量子计算机吗？



- 实现真正的量子计算应用需要成千上万的量子比特
- 量子比特极易受外部噪声甚至是比特本身能量干扰
- 难以实现对众多量子比特的精准编码控制

最后我们来回答下，量子计算机能否替代经典计算机？事实上，量子计算机是经典计算机加量子系统的一个总称。因为量子系统处理的信息，需要通过经典计算机记录存储以及用户通信。当前多数量子计算机研发都采用这种模式推进。目前，量子计算在解决某些问题上远远优越于经典计算机，但并不意味着是经典计算机的替代品，或者新一代的经典计算机。量子计算机是全新的东西，其巨大的潜力已经在科学研究界得到认同。

量子模拟 | 量子芯片 | 量子算法 | 量子教育 | 量子机器学习

官网: www.originqc.com.cn

邮件: edu@originqc.com

电话: 0551-63836039



长按关注本源量子



本源量子研究
OriginQ Research Group