

3.1 量子编程介绍

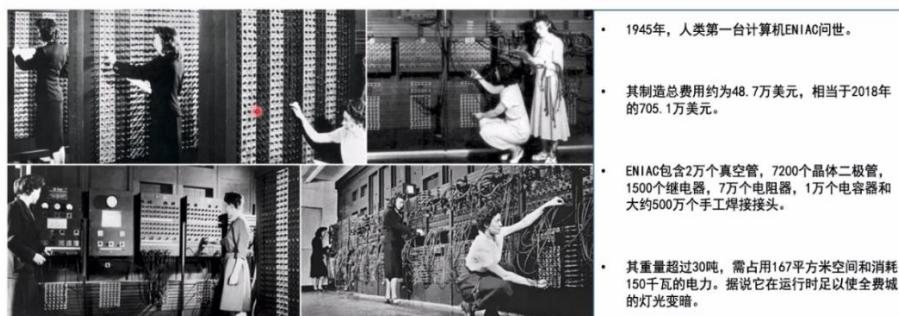
随着量子计算机不断的发展，量子编程也走入了我们的研究生活中，本节将从经典计算机开始，然后将我们列出的问题一一列出来进行讨论。这一小节包含了计算机的编程概述，量子编程的引列与说明，量子编程的差异需求以及验证。



首先从计算机的编程概述说起，在1946年**第一台晶体管计算机诞生**，随后的1968年互联网诞生，并有了软件工程。经典计算机的软件工程在过去的半个世纪里，为人类做出的贡献非常巨大。基于对量子计算的研究，那么过去使用的软件技术和方法能否直接沿用到量子计算的编程环境中呢？



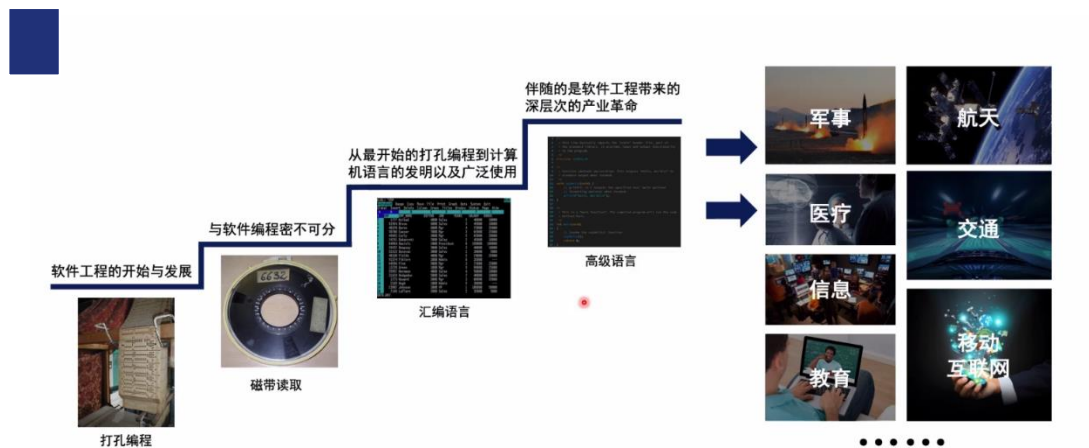
第一台计算机有着庞大的身躯，但和经典计算机比较起来不分伯仲啊，而当时这台古老的计算机其造价昂贵，相当于今天5000万左右的人民币，重量超过了30吨，需占用167平方米空间，消耗150千瓦的电力。



图为操作人员通过插拔电缆和调整开关，对ENIAC进行编程。



最早的编程方式从打孔编程开始，直到后来有磁带读取，有汇编语言，到今天我们使用的各式各样的高级语言，比如 c 语言，c++，java，python 等；这样的发展对人类影响巨大，在军事、航天、医疗、交通、信息、教育以及我们众所周知的移动互联网等有着巨大的影响。软件工程能用到量子编程上吗？在过去几十年的积累中，我们能够将其快速的用到量子计算机上吗？

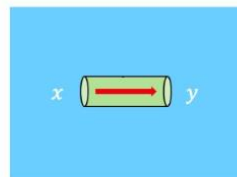


接下来，分析一下量子编程的引列与说明，通过两个案例分析量子编程和经典编程的差异性。这里我们给出了一部分经典计算机的代码，初始化两个变量 x 和 y，将 8 赋值给 y，再将 y 的值赋值给 x，最后我们将其结果输出，我们可以直接预测结果是 8。但同样的问题，如果是在量子计算机中可以赋值吗？由于受到不可克隆原理的影响，使得赋值失效，在经典计算中，经典计算机遵循宏观世界的物理特性，它的比特信息可以被复制的，因此这样的赋值是有效的。但是对于严格遵循量子力学规律的量子计算机，它的量子比特能不能被复制呢？不可克隆原理使得两个量子比特不会出现像经典计算那样的赋值方式，因此在量子计算中这样的赋值是无效的。

思考，对比一个问题：

```
0 int main()
1 {
2   int x, y;
3   y = 8;
4   x = y;
5   cout << x << endl;
6 }
```

- 传统计算机编程的语句赋值形式
- x,y 在程序中是变量。
- 赋值的过程，是将y的值对应的内存地址指向了x的地址。
- 赋值运算，标记了x,y 具有相同的内存地址。
- 输出结果是8。



遵循宏观世界的物理特性
比特的信息能够被复制

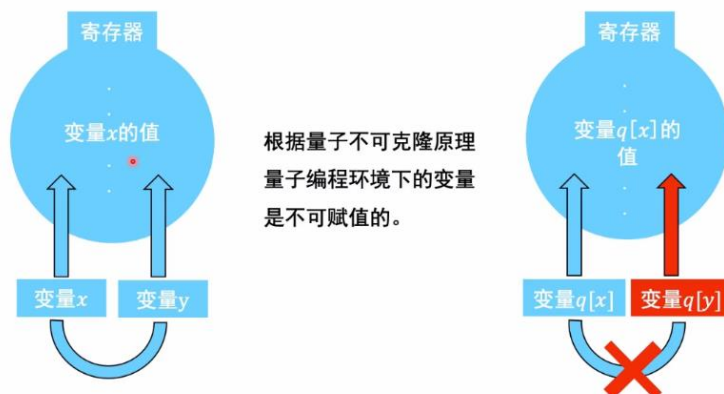
$x = y$; 这样的赋值有效



严格遵循量子力学规律
量子比特不能够被复制

$q[x] = q[y]$; 这样的赋值无效

下面是赋值运算的比较，大家可以了解一下二者的差异：





量子不可克隆原理使得量子编程环境下的变量是不可以赋值的，下面是另一段代码，我们初始化变量 x，并赋值为 1，现在对它进行条件操作，判断该赋值是否等于 1，如果该值为真，那输出结果为 x，反之报错。如果在量子编程中，一个量子态，当我们判断它的经典比特是否为 1 时，实际上已经对它进行测量操作，发生了测量操作，状态一定会发生坍塌，坍塌的状态已经发生了改变，因此量子条件语句会改变条件里的值，程序并不能直接使用条件式中的量子比特。



思考，对比一个问题：

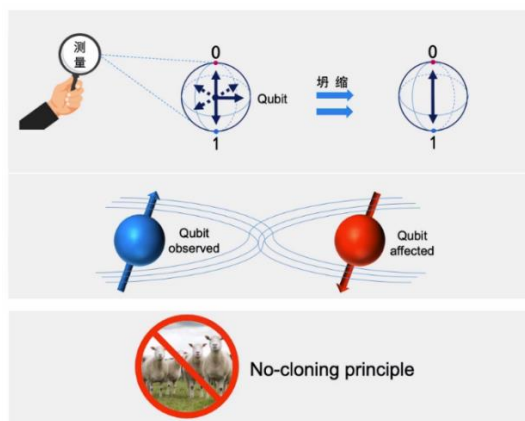
```
0 int mian()
1 {
2   int x = 1;
3   if (x == 1)
4   {
5     cout << x << endl;
6   }
7   else
8   {
9     cout << "error!" << endl;
10  }
11 }
```

```
if(q[x].Cbit == 1)
{
    cout << "Right" << endl; //cbit是测量结果
}
```

问题点：

- 量子条件语句会改变条件里的值。
- 程序并不能直接使用条件式中的量子比特。

下面介绍量子编程的差异需求，量子编程与经典编程有一些物理上的差异，测量一个状态的时候，它会**坍塌 (Collapse)**到具体的某一个基态上，而且量子计算中还存在物理上的特别现象就是**量子纠缠 (Entanglement)**，当我们对其中一个量子比特进行操作的时候，那么与之纠缠的量子比特也会受到影响，以及非常重要的一点量子比特具有不可克隆原理，所以我们不能将经典计算机中的编程方法完美的过渡到量子计算上，而量子计算的物理特性特性，在无形中推动着软件编程的发展和变革。



因为：

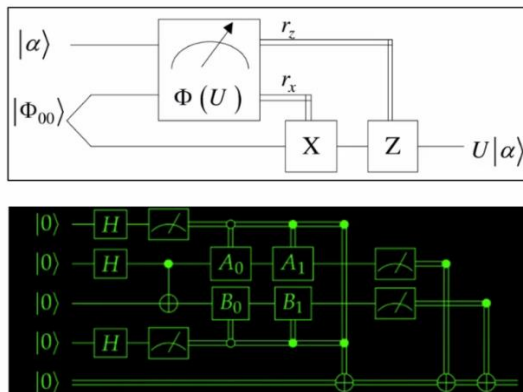
- 叠加态测量之后会坍塌
- 量子有纠缠态特性
- 量子态具有不可克隆原理

所以：

- 我们不能将经典计算机的编程方法完美过渡到量子计算上。
- 而量子计算的物理特性，在无形中推动着软件编程的发展和变革。



现在了解一下量子编程初期会遇到哪些问题，和早期的计算机研究发展相似，现在量子编程采用的是门形量子线路图表示方法。纵观目前软件开发的复杂程度，这样的描述方法在客观上还是存在不足，比如不适合大规模的表述，不易于经典计算机的工作者快速进入该领域，调试难度加大，基于上面的问题，企业或机构很难引入自己的用例。



和早期的计算机研究发展相似，现在量子编程采用的是 门形（Gate Model）量子线路图表示方法。纵观目前软件开发复杂程度，这样的描述方法客观上还是会存在一些不足：

- 不适合大规模表示
- 不易于经典计算机的工作者快速进入该领域
- 调试的难度增加
- 基于上面的问题，企业或机构很难引入自己的用例

最后是设计和验证分析，目前的软件开发都有测试的环节，即便是如此如此确定性的软件开发，都需要设法规避错误，更何况是并不确定的量子计算编程开发，如何设计和验证程序的正确性也是未来我们研究的大问题。



目前的软件开发，都有软件测试这一环节，即是如此确定性的软件开发都需要想办法去规避错误。更何况是量子计算的编程开发，如何设计和验证程序的正确性，都是一个很大的问题。



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