

## 1、相位估计简介


本次只探讨 why 和 waht 两个部分，剩下的关于 when 和 how 将在以后说明，先放张图直观的感受一下

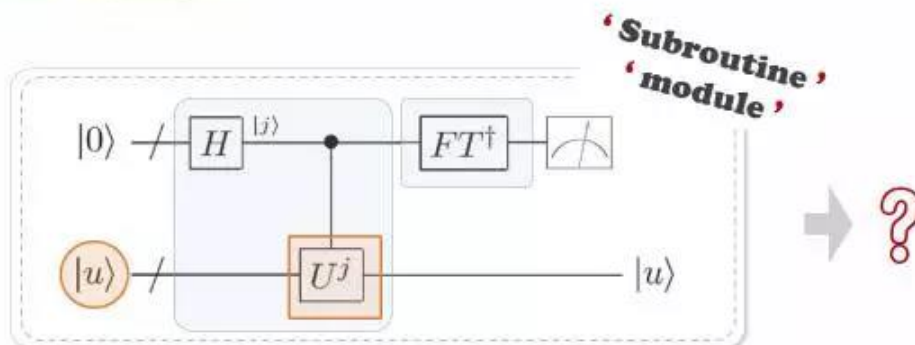


## 2、Why

相位估计最神奇的效果就是相比传统计算机上运行的速度达到了指数级的加速，比如经典算法上约运行  $2^{30}$  次的运算，量子计算机上只运行 30 次左右就 ok 了。当然这是有前提限制的，就是输入要为量子比特，如何制备量子态呢，以后会讨论。凭借该算法的优势，可以运用在求阶问题、量子分解问题还有大名鼎鼎的 HLL 算法等。

## 3、What

 Phase estimation



**Black boxes**  
**(Oracle)** 

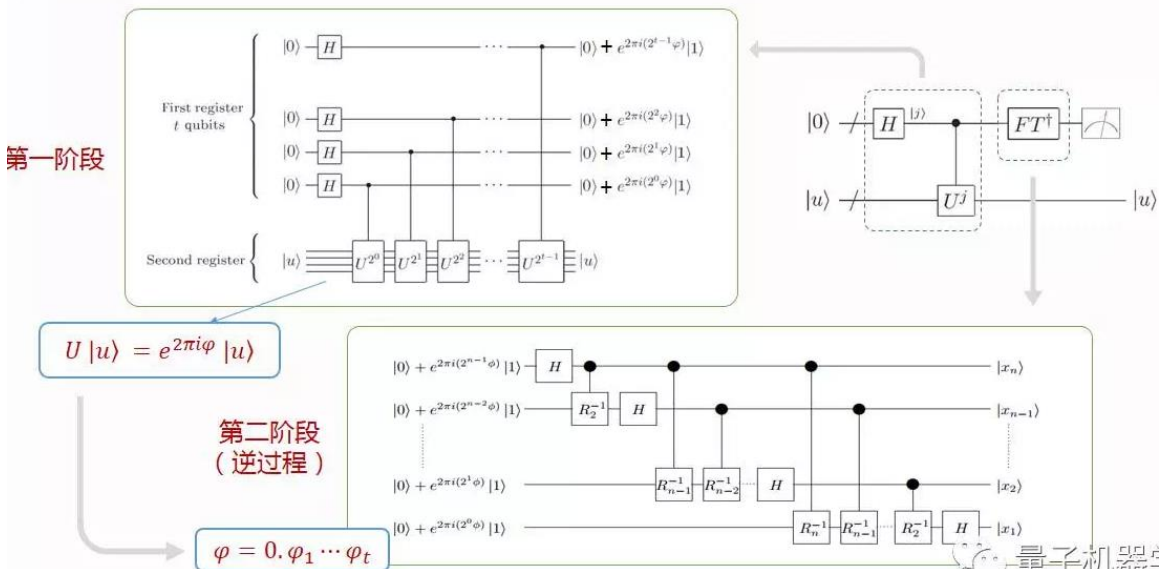
★ **Two stages**

 量子机器学习

这个算法有两个重要的模块，如蓝色方框所示，这部分为算法计算核心，先避而不谈。再看看橙色部分，它们是算法的输入部分，圆圈代表代表输入中的一个量子态（可以简单的理解为线性代数中的向量）方块代表一个酉算子（可以简单的理解为一个矩阵）其实该矩阵的特征向量就为圆圈代表的向量。我们需要计算的就是中间的特征值，而这个特征值还要满足为  $e^{i(2\pi\phi)}$ 。

上图所示是将两个蓝色运算模块提取出来，左边为根据酉算子代表的矩阵  $U$  和特征

## Phase estimation



向量计算出特征值  $e^{i(2\pi\phi)}$ ，然后通过下边所示的傅里叶变换 QFT 的逆运算，这样就可以提取到  $\phi$  了。

总结一下，相位估计算法依据的是  $U|u\rangle = e^{i(2\pi\phi)}|u\rangle$ ， $U$  为酉矩阵， $|u\rangle$  为特征向量， $e^{i(2\pi\phi)}$  为特征值，通过 QFT 运算，得到  $\phi$  值。