**参数化量子电路评估软件（pqc）**

**使用说明书**

**国开启科量子技术（北京）有限公司**

**二〇二一年十一月**

目录

[1引言 2](#_Toc52288319)

[1.1编写目的 2](#_Toc488965810)

[1.2编写背景 3](#_Toc1775935248)

[2运行环境 3](#_Toc268503483)

[2.1 Python版本 3](#_Toc874896434)

[2.2 Python包 3](#_Toc563835229)

[3接口使用说明 3](#_Toc1680843239)

[3.1调用qiskit的函数 3](#_Toc1932425235)

[3.2创建一个量子电路 4](#_Toc1875731064)

[3.3将量子电路放入软件并输出结果 4](#_Toc352054688)

[4实例展示 5](#_Toc665693731)

[4.1实例一 5](#_Toc2072219694)

[4.2实例二 6](#_Toc2054093659)

[4.3实例三 6](#_Toc205017641)

[4.4实例四 7](#_Toc1167722499)

**说明书**

# 1引言

## 1.1编写目的

提供参数化量子电路评估软件的使用说明，介绍该软件的算法实现方式，包括评估指标的定义，作用。让软件使用者了解其对任意电路的使用方式，并解读软件输出结果的含义。

## 1.2编写背景

参数化量子电路在经典量子混合（HQC）算法的应用中起到了至关重要的作用。然而，目前为止我们并没有一种行之有效的方式，在电路复杂度一定的前提下来选择能够很好表征特征空间的电路模版。更通俗的来说，量子电路在处理各类基于HQC算法的问题中是一种“可调的参数”，然而我们缺少一种手段让这些“参数”收敛到最优值。这是我们在嘈杂中型量子（NISQ）时代发展HQC算法遇到的一个挑战。

# 2运行环境

## 2.1 Python版本

3.9及以上

## 2.2 Python包

numpy>=1.21.3

scipy>=1.7.1

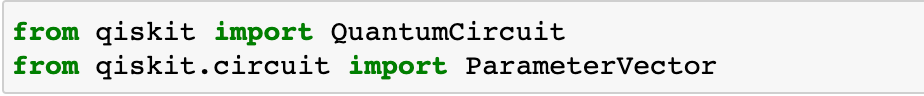
qiskit=0.18.3

# 3接口使用说明

## 3.1调用qiskit的函数

我们可以通过调用python包“qiskit”，来创建一个参数化量子电路。具体操作方式如下：

1. 从qiskit包中调用QuantumCircuit，用来承载用户自定义的量子电路
2. 从qiskit包中调用ParameterVector，用来承载放入量子电路里的参数

如下图所示：

*图三、调用qiskit示意图*

## 3.2创建一个量子电路

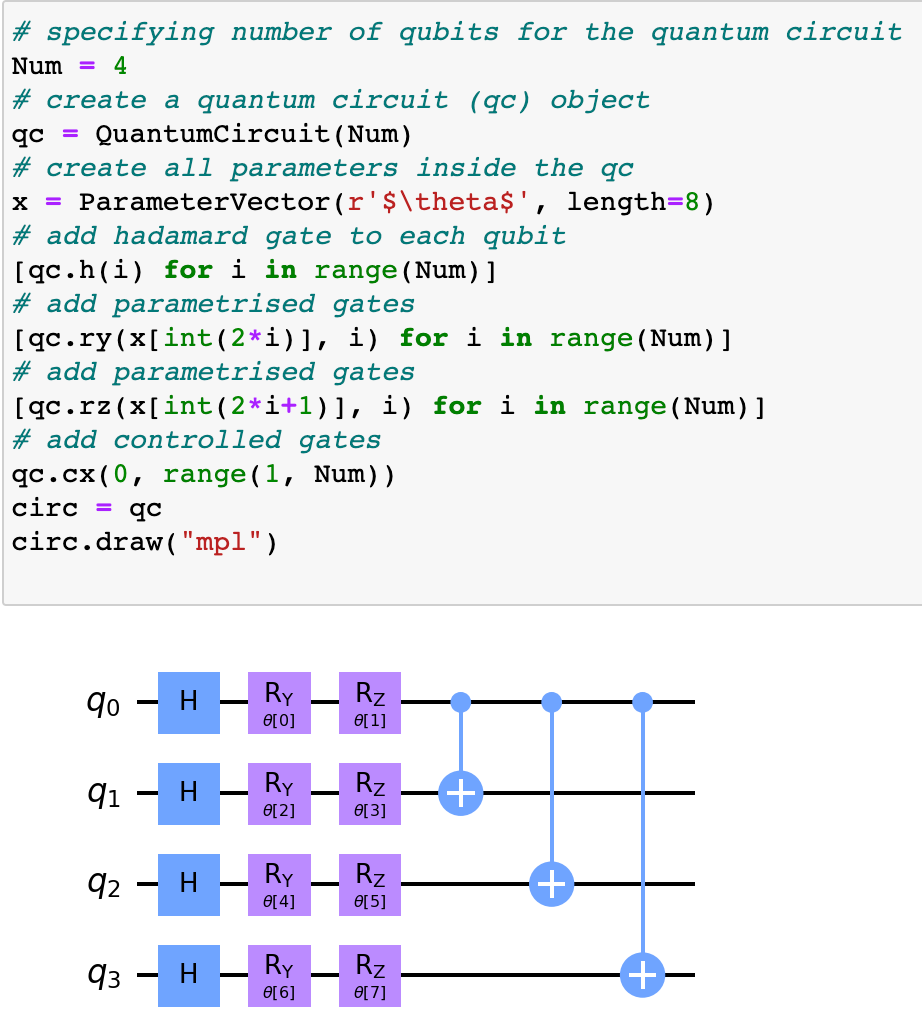
1. 首先需要申明量子电路的比特数，如图四所示，我们创建一个4比特的量子电路
2. 创建包含量子电路所有参数的序列，通过ParameterVector来实现

3.在量子电路的每个比特后面接上一个hardamard门，此门的功效为使每个比特产生混合态（superposition）

4.将创建的参数通过参数化量子门，如rx，ry，rz，的方式，放进量子电路5.用控制门实现

比特与比特之间的纠缠（entanglement）

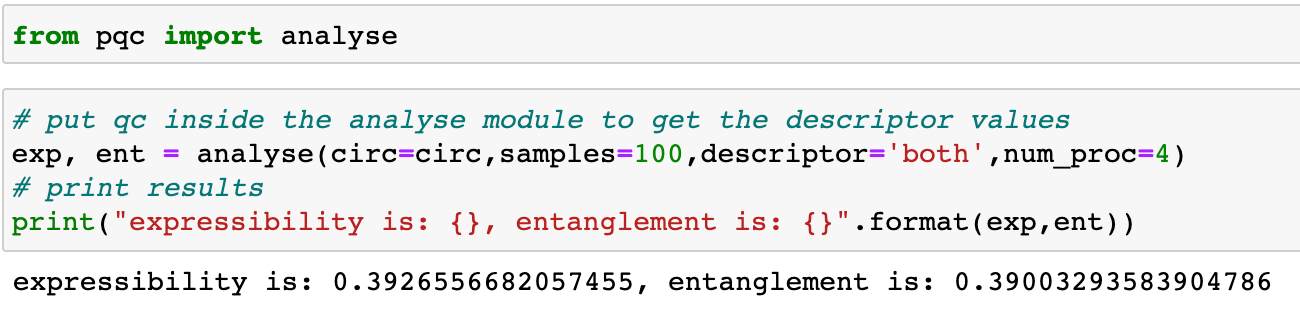
1. 通过qc.draw画出刚刚创建的量子电路

如下图所示：

*图四、创建量子电路示意图*

## 3.3将量子电路放入软件并输出结果

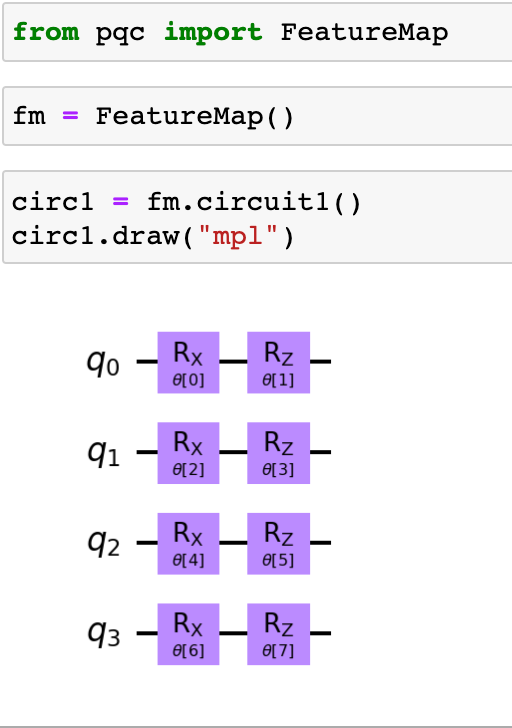
我们可以通过调用软件包pqc中的analyse函数，来实现对所创建的量子电路进行品质因数的评估分析，其返还值根据用户指定的品质因数的不同，会有区别。当“descriptor”被指定为“ex”的时候，返还值为一个浮点数，即该量子电路的E；当“descriptor”被指定为“ec”的时候，返还值为一个浮点数，即该量子电路的Q；当“descriptor”被指定为“both”的时候，两个品质因数的测量值都会被返还，如下图所示：

*图五、输出结果示意图*

# 4实例展示

除了上述实例之外，我们还提供了一套量子电路库，可供用户参考学习。调用库内自带量子电路的方式为：

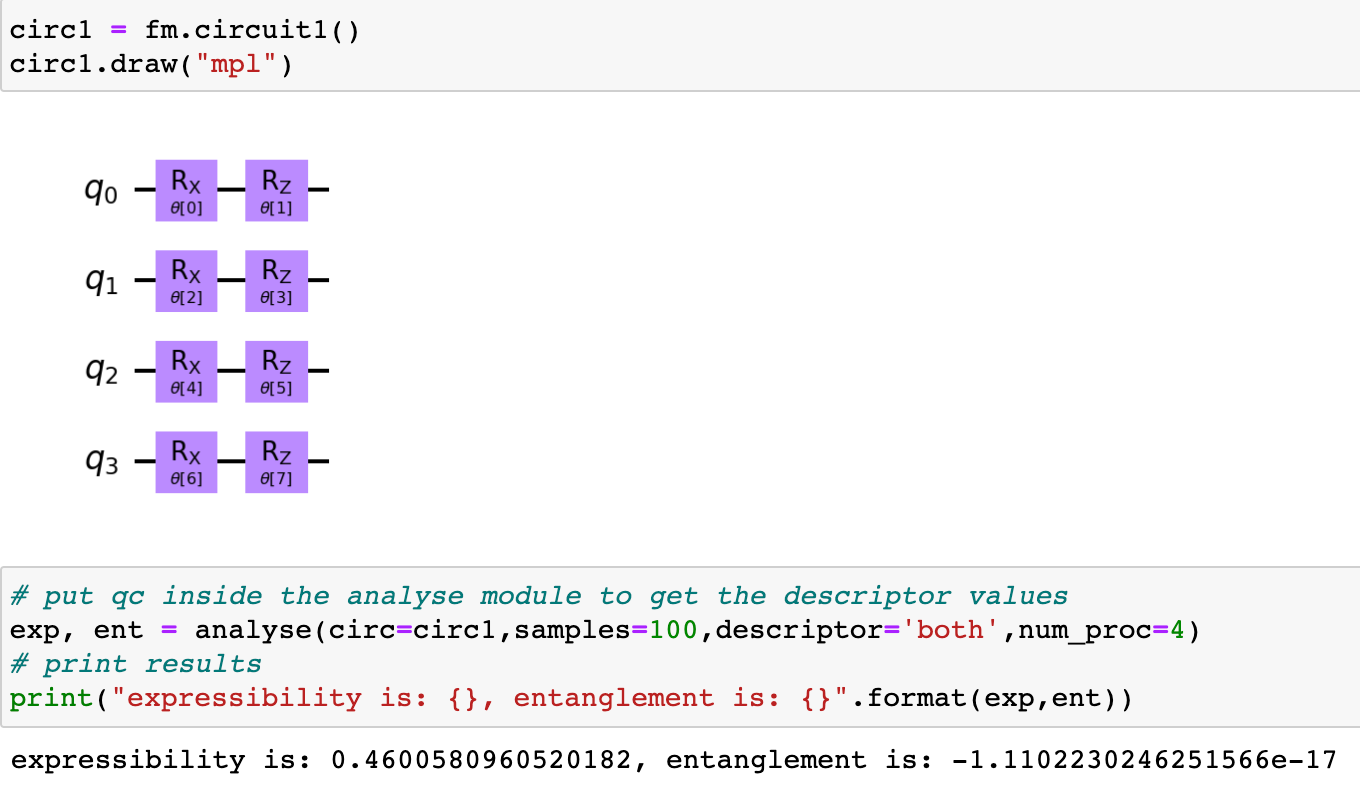
1. 首先，从pqc包中调出FeatureMap函数，这即是包含pqc自带的所有量子电路的库
2. 其次，从库中取出一个量子电路。目前库中有11个量子电路，命名规则为circuit+序号，序号值为从1到11之间的任意整数。

如下图所示：

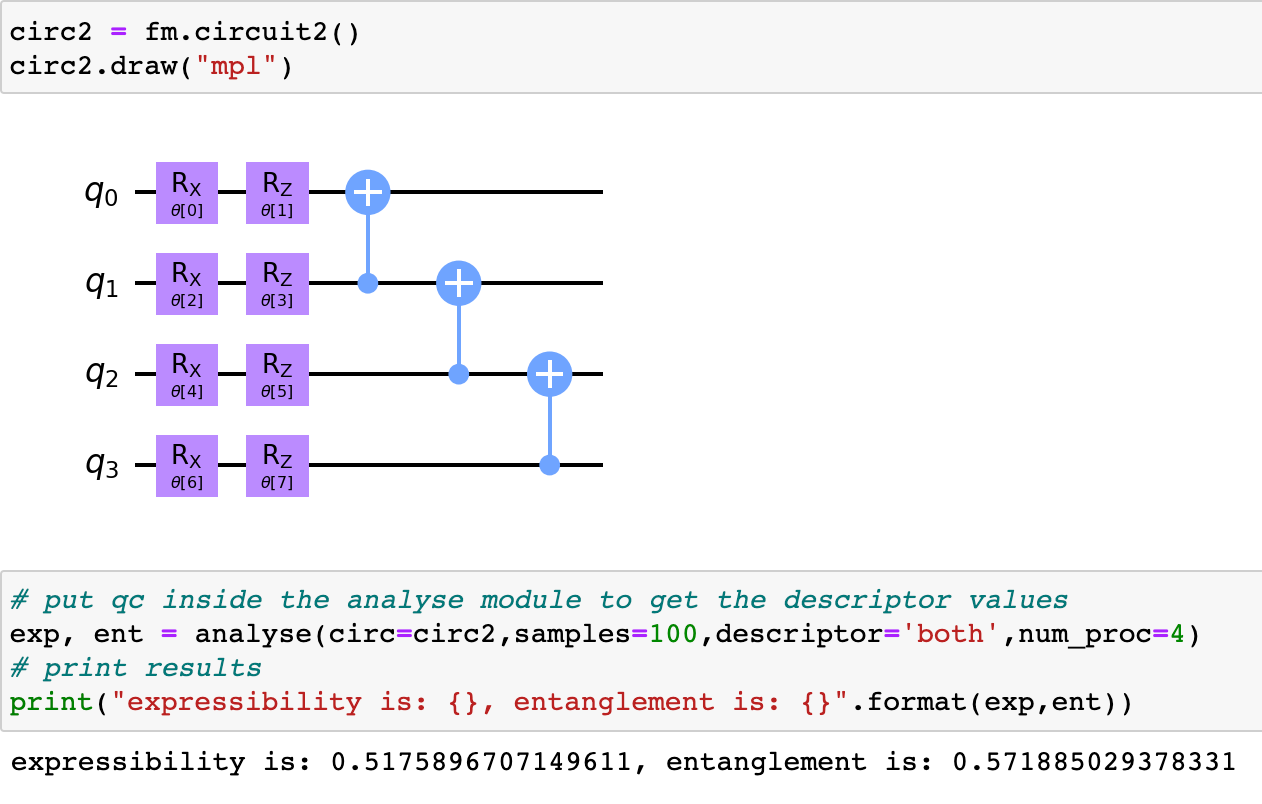
*图六、取出库中自带量子电路*

## 4.1实例一

如图七所示，我们可以通过pqc包中的analyse函数直接分析从库中取出的一号量子电路的品质因数。

*图七、**一号量子电路的两个品质因数输出结果*

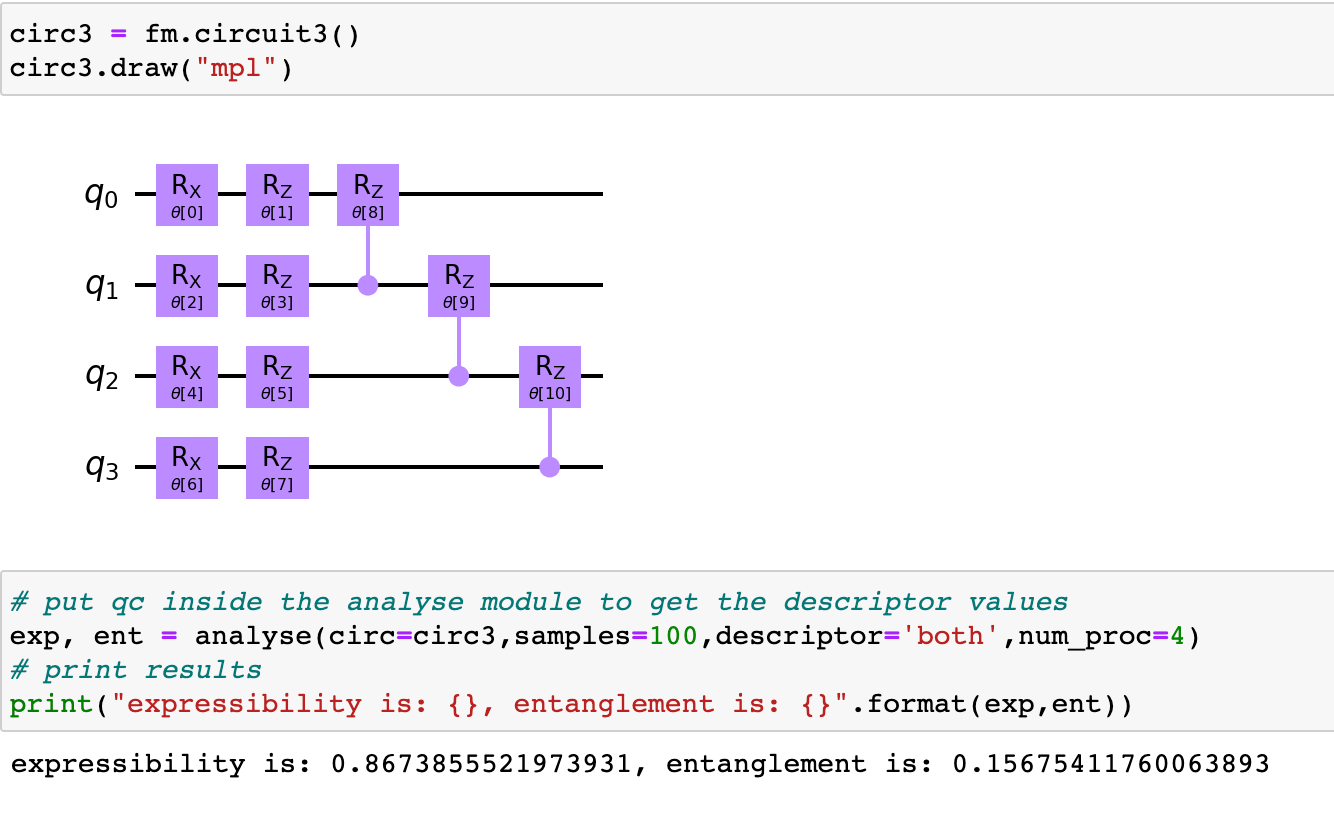
## 4.2实例二

如图八所示，我们可以通过pqc包中的analyse函数直接分析从库中取出的二号量子电路的品质因数。

*图八、二号量子电路的两个品质因数输出结果*

## 4.3实例三

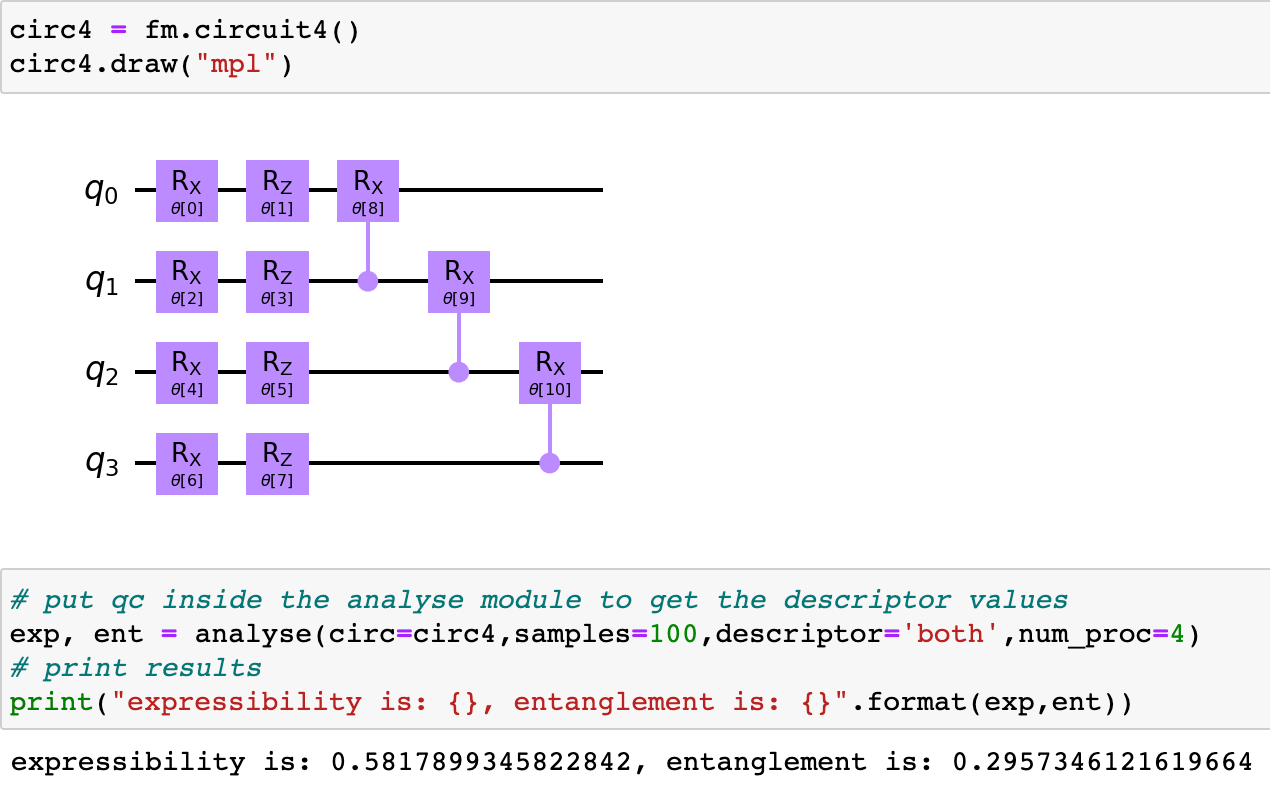
如图九所示，我们可以通过pqc包中的analyse函数直接分析从库中取出的三号量子电路的品质因数。



*图九、三号量子电路的两个品质因数输出结果*

## 4.4实例四

如图十所示，我们可以通过pqc包中的analyse函数直接分析从库中取出的四号量子电路的品质因数。

*图**十、四号量子电路的两个品质因数输出结果*