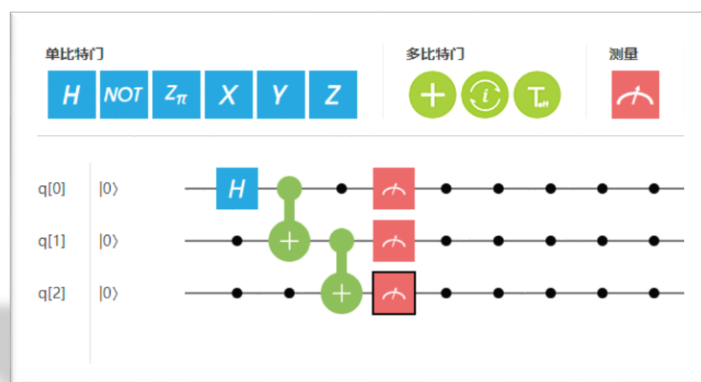


2.6 QRunes 介绍



本节将给大家介绍量子语言 QRunes。首先，我们需要了解什么是 QRunes；QRunes 是
本源开发的一种量子编程语言，它通过代码的形式来编写量子指令集。您可以理解为是一种
量子汇编语言，可以更加方便快捷的操作量子态，实现对量子态的任意操作。

在量子计算学习实验里，对于比较初级的指令设计，都会以量子线路的形式给出。也即
是说每一种图形化所设计的量子线路图，都有相应的 QRunes 语句与之对应。在本源量子云
平台上，图形化的界面和量子语言模块会实时同步。



设计 量子语言

使用“%”修饰的为注释代码，转为图形后自动取消

```
1 H 0
2 CNOT 0,1
3 CNOT 1,2
4 MEASURE 0,$0
5 MEASURE 1,$1
6 MEASURE 2,$2
7
```



接下来，了解一下在编写 QRunes 的过程中我们需要注意哪些语法，QRunes 的语法十分直接，采用了“指令+参数列表”的设计思路。

指令 + 参数列表

CNOT 1, 2

比如：指令定义了将要使用的量子逻辑门操作，而参数部分描述的是作用量子比特的序号。这里 H 和 CNOT 都是指令，而 0,1,2 都是量子门作用的量子比特序号。

下面，给出一个简单的 QRunes 量子程序案例：

```
1  % Comment: QRunes Example1
2  QINIT 2
3  % Define and initialize 2 qubit
4  CREG 2
5  % Define 2 classical register(boolean value)
6  % for saving measurement result
7  H 0
8  CNOT 0,1
9  % Perform a series of quantum logic gates
10 MEASURE 0,$0
11 MEASURE 1,$1
12 % Perform measurement, results will be saved and export.
```



现在，让我们来逐条解释一下每一行的作用，第一行以%开始的语句到该行的结尾，都是程序的行注释，注释的语句在运行的时候会自动跳过；这一行定义了两个量子比特，并将它们初始化到 $|0\rangle$ 态上，一个量子程序中第一行除注释之外，必须定义量子比特。

```
1 % Comment: QRunes Example1
2 QINIT 2
3 % Define and initialize 2 qubit
4 CREG 2
5 % Define 2 classical register(boolean value)
6 % for saving measurement result
7 H 0
8 CNOT 0,1
9 % Perform a series of quantum logic gates
10 MEASURE 0,$0
11 MEASURE 1,$1
12 % Perform measurement, results will be saved and export.
13 % b6l40lW w692nleWenF' l62njf2 mJJJ p6 29v6q suq exbolF'
14 WEV20KE J'2J
15 WEV20KE 8'28
```

特别的，在网页的量子程序编辑器这一行是隐藏的，在运行程序时，这一行会被自动添加到程序的开头；



这一行定义了两个经典寄存器，一个量子程序中的第二行，除了注释之外，必须定义经典寄存器的个数。经典寄存器是布尔型变量，被初始化到数字0，经典计算机被用于控制量子计算机的运行，在量子计算机运行时所有的测量值都会保存到经典计算机上，并且导出。

```

1  % Comment: QRunes Example1
2  QINIT 2
3  % Define and initialize 2 qubit
4  CREG 2
5  % Define 2 classical register(boolean value)
6  % for saving measurement result
7  H 0
8  CNOT 0,1
9  % Perform a series of quantum logic gates
10 MEASURE 0,$0
11 MEASURE 1,$1
12 % Perform measurement, results will be saved and export.

```

需要特别说明的是，在网页的量子程序编辑器中，这一行同样也是隐藏的，在运行程序时，这一行会被自动附带到程序的第二行。

这一行是逻辑门对比特的操作，单比特 Hadamard 门作用在 0 号量子比特上。您要注意的是，量子比特的编号是从 0 开始的，QRunes 指定操作的量子比特都是用整型变量描述的。定义了 n 个比特，其合法的整型变量的范围是 0 到 $n-1$ 。

```

1  % Comment: QRunes Example1
2  QINIT 2
3  % Define and initialize 2 qubit
4  CREG 2
5  % Define 2 classical register(boolean value)
6  % for saving measurement result
7  H 0
8  CNOT 0,1
9  % Perform a series of quantum logic gates
10 MEASURE 0,$0
11 MEASURE 1,$1
12 % Perform measurement, results will be saved and export.

```



这一行是两量子比特的 CNOT 门，作用在 0,1 上。特别需要指出的是对于控制门来说，最右的变量是受控的目标比特这个原则对 TOFFOLI 门同样成立。

```
1  % Comment: QRunes Example1
2  QINIT 2
3  % Define and initialize 2 qubit
4  CREG 2
5  % Define 2 classical register(boolean value)
6  % for saving measurement result
7  H 0
8  CNOT 0,1
9  % Perform a series of quantum logic gates
10 MEASURE 0,$0
11 MEASURE 1,$1
12 % Perform measurement, results will be saved and export.

13 % before measurement, results will be saved and export.
14 MEASURE 0,$0
15 MEASURE 1,$1
```



最后是测量操作，测量 0 号量子比特，并将结果保存到第 0 个经典寄存器上，\$x 指定了第 x 个经典寄存器的位置。

```
1  % Comment: QRunes Example1
2  QINIT 2
3  % Define and initialize 2 qubit
4  CREG 2
5  % Define 2 classical register(boolean value)
6  % for saving measurement result
7  H 0
8  CNOT 0,1
9  % Perform a series of quantum logic gates
10 MEASURE 0,$0
11 MEASURE 1,$1
12 % Perform measurement, results will be saved and export.

13 % before measurement, results will be saved and export.
14 MEASURE 0,$0
15 MEASURE 1,$1
```



如上就是 QRunes 基本语法的介绍，下面我们去云平台上操作一下。需要注意的是在云平台上，初始化量子比特，需要在量子设计界面里新建。我们新建初始化量子比特的个数会默认的放置到 QRunes 语言的前两行，现在切换为量子语言编辑界面。我们输入 H 0，需要注意的是，H 和 0 之间需要有空格，然后输入 MEASURE 0,\$0，返回图形界面，我们返回图形界面就可以看到一些对应的量子线路的效果。



接下来，初始化两个量子比特再切换到量子语言界面，我们输入：H 0 然后分别对 0 号位比特和 1 号位比特进行测量操作，返回到图形界面，就可以看到线路图的效果，点击直接可以运行。



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