一、生成器交互

```
def inc():
    base = 1
    while True:
        response = yield base
        print(response, '~~~~~~~')
        if response:
            base = response
        base += 1
        print('base = {}'.format(base))

g = inc()
next(g)
next(g)
# 交互
g.send(-1) # 相当于next同时传入-1
```

生成器提供了一个send方法，该方法可以和生成器方向沟通。

调用send方法，就可以把send的实参传给yield语句做结果，这个结果可以在等式右边被赋值给其它变量。

send和next一样可以推动生成器启动并执行。

二、__slots__

问题的引出

都是字典惹的祸。
字典为了提升查询效率，必须用空间换时间。
一般来说一个实例，属性多一点，都存储在字典中便于查询，问题不大。
但是如果数百万个实例，那么字典占的总空间就有点大了。
这个时候，能不能把属性字典`__dict__`省了？
Python提供了`__slots__`

```
class A:
    X = 1
    def __init__(self):
        self.y = 5
        self.z = 6

    def show(self):
        print(self.X, self.y, self.z)

a = A()
print(A.__dict__) # ?
print(a.__dict__) # ?
```

思考
上面2个字典，谁的字典是个问题?
实例多达百万个的时候，这么多存放实例属性的字典是个问题

```
class A:
    X = 1

    __slots__ = ('y','z') # 元组
    # __slots__ = ['y','z'] # 可以吗
    # __slots__ = 'y','z' # 可以吗
    # __slots__ = 'y'

    def __init__(self):
        self.y = 5
        #self.z = 6

    def show(self):
        print(self.X, self.y)

a = A()
a.show()
#
print('A', A.__dict__)
#print('obj', a.__dict__)
print(a.__slots__)
```

`__slots__` 告诉解释器，实例的属性都叫什么，一般来说，既然要节约内存，最好还是使用元组比较好。
一旦类提供了`__slots__`，就阻止实例产生 `__dict__` 来保存实例的属性。

尝试为实例a动态增加属性
a.newx = 5
返回AttributeError: 'A' object has no attribute 'newx'
说明实例不可以动态增加属性了
A.NEWX = 20，这是可以的，因为这个类属性。

继承

```
class A:
    X = 1

    __slots__ = ('y','z') # 元组

    def __init__(self):
        self.y = 5
        #self.z = 6

    def show(self):
        print(self.X, self.y)

a = A()
a.show()
```

```
#
print('A', A.__dict__)
#print('obj', a.__dict__)
print(a.__slots__)


class B(A):
    pass

print('B', B().__dict__)
```

`__slots__`不影响子类实例，不会继承下去，除非子类里面自己也定义了`__slots__`。

应用场景

使用需要构建在数百万以上众多对象，且内存容量较为紧张，实例的属性简单、固定且不用动态增加的场景。

三、未实现和未实现异常

```
print(type(NotImplemented))
print(type(NotImplementedError))

# <class 'NotImplementedType'>
# <class 'type'>

#raise NotImplemented
raise NotImplementedError
```


NotImplemented是个值，单值，是NotImplementedType的实例
NotImplementedError 是类型，是异常类，返回type

四、运算符重载中的反向方法

前面学习过运算符重载的方法，例如__add__和__iadd__

```
class A:
    def __init__(self, x):
        self.x = x

    def __add__(self, other):
        print(self, 'add')
        return self.x + other.x

    def __iadd__(self, other):
        print(self, 'iadd')
        return A(self.x + other.x)

    def __radd__(self, other):
```

```
        print(self, 'radd')
        return self.x + other.x

a = A(4)
b = A(5)
print(a, b)
print(a + b)
print(b + a)
b += a
a += b

# 运行结果
<__main__.A object at 0x0000000000B8C550> <__main__.A object at 0x0000000000B8C240>
<__main__.A object at 0x0000000000B8C550> add
9
<__main__.A object at 0x0000000000B8C240> add
9
<__main__.A object at 0x0000000000B8C240> iadd
<__main__.A object at 0x0000000000B8C550> iadd
```

`__radd__`方法根本没有执行过，为什么?

因为都是A的实例，都是调用的`__add__`，无非就是实例a还是b调用而已。

测试一下 a + 1

```
class A:
    def __init__(self, x):
        self.x = x

    def __add__(self, other):
        print(self, 'add')
        return self.x + other.x

    def __iadd__(self, other):
        print(self, 'iadd')
        return A(self.x + other.x)

    def __radd__(self, other):
        print(self, 'radd')
        return self.x + other.x

a = A(4)
a + 1

# 运行结果
<__main__.A object at 0x0000000000B7DA58> add
Traceback (most recent call last):
  File "test.py", line 22, in <module>
    a + 1
  File "test.py", line 10, in __add__
    return self.x + other.x
AttributeError: 'int' object has no attribute 'x'
```

出现了AttributeError，因为1是int类型，没有x这个属性，还是`__add__`被执行了。

测试1 + a，运行结果如下

```
<__main__.A object at 0x0000000000DADA58> radd
Traceback (most recent call last):
  File "test.py", line 22, in <module>
    1 + a
  File "test.py", line 18, in __radd__
    return self.x + other.x
AttributeError: 'int' object has no attribute 'x'
```

这次执行的是实例a的`__radd__`方法。

1 + a 等价于`1.__add__(a)`，也就是`int.__add__(1, a)`，而int类型实现了`__add__`方法的，为什么却不抛出异常，而是执行了实例a的`__radd__`方法?

再看一个例子

```
class A:
    def __init__(self, x):
        self.x = x

    def __add__(self, other):
        print(self, 'add')
        return self.x + other.x

    def __iadd__(self, other):
        print(self, 'iadd')
        return A(self.x + other.x)

    def __radd__(self, other):
        print(self, 'radd')
        return self.x + other.x

class B: # 未实现__add__
    def __init__(self, x):
        self.x = x

a = A(4)
b = B(10)
print(a + b)
print(b + a)

# 运行结果
<__main__.A object at 0x0000000000B6C240> add
14
<__main__.A object at 0x0000000000B6C240> radd
14
```

b + a 等价于 `b.__add__(a)`，但是类B没有实现 `__add__` 方法，就去找a的 `__radd__` 方法
1 + a 等价于 `1.__add__(a)`，而int类型实现了 `__add__` 方法的，不过这个方法对于这种加法的返回值是 NotImplemented，解释器发现是这个值，就会发起对第二操作对象的 `__radd__` 方法的调用。

B类也等价于下面的实现

```
class B:
    def __init__(self, x):
        self.x = x

    def __add__(self, other):
        if isinstance(other, type(self)):
            return self.x + other.x
        else:
            return NotImplemented
```

1 + a能解决吗?

```
class A:
    def __init__(self, x):
        self.x = x

    def __add__(self, other):
        print(self, 'add')
        if hasattr(other, 'x'):
            return self.x + other.x
        else:
            try:
                x = int(other)
            except:
                x = 0
            return self.x + x


    def __iadd__(self, other):
        print(self, 'iadd')
        return A(self.x + other.x)

    def __radd__(self, other):
        print(self, 'radd')
        return self + other

class B:
    def __init__(self, x):
        self.x = x

a = A(4)
b = B(10)
print(a + b)
print(b + a)
print(a + 2)
print(2 + a)
```

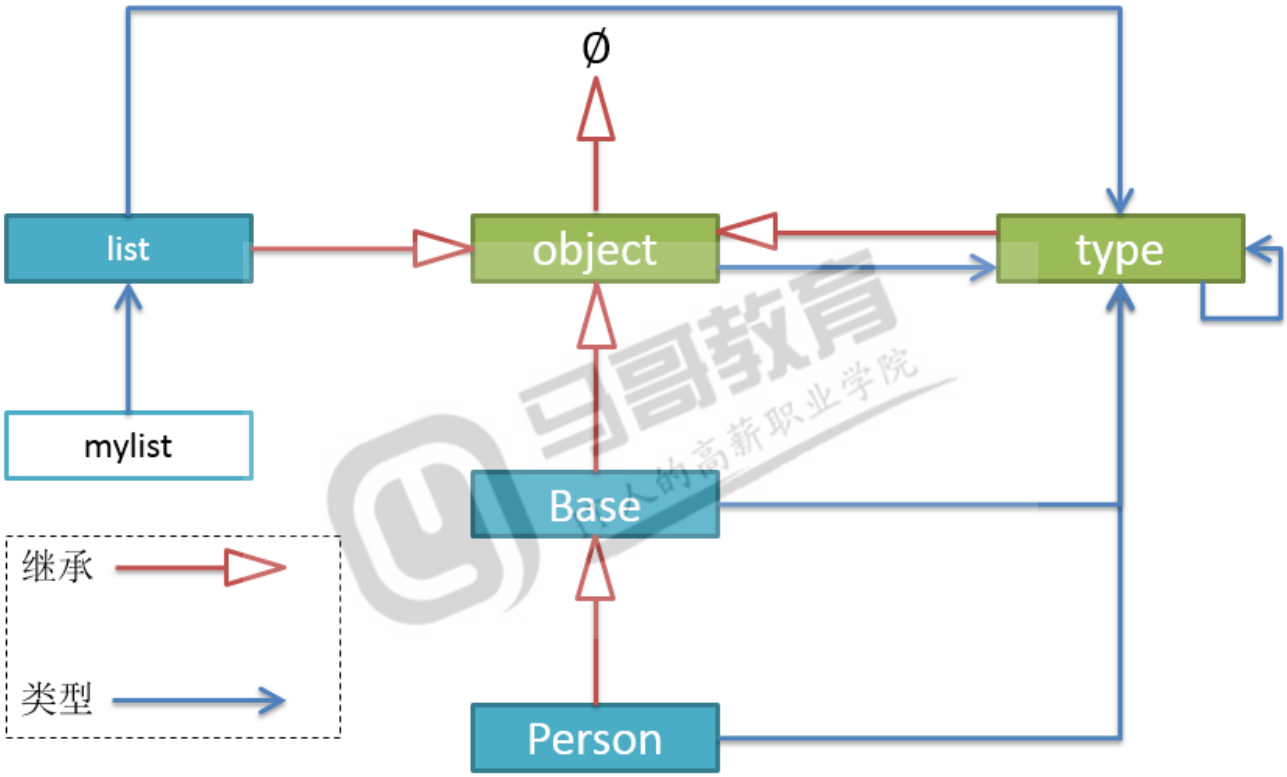
```
print(a + 'abc')
print('abc' + a)
```

'abc' + a，字符串也实现了`__add__`方法，不过默认是处理不了和其他类型的加法，就返回NotImplemented。

五、Python的对象模型

在Python中，任何对象都有类型，可以使用type()或者`__class__`查看。

但是类型也是对象即类对象，它也有自己的类型



所有新类型的缺省类型是type（可以使用元类来改变）

内建类型例如list和用户自定义类

特殊类型type是所有对象的缺省类型，也包括type自己。但它又是一个对象，因此从object继承

特殊类型object是继承树的顶层，它是python所有类型的最终基类

也就是说，继承都来自object，类型都看type。type也是对象继承自object，object也有类型是type。

这俩又特殊，type类型是它自己，object没有基类。