模块化

一般来说，编程语言中，库、包、模块是同一种概念，是代码组织方式。

Python中只有一种模块对象类型，但是为了模块化组织模块的便利，提供了"包"的概念。

模块module，指的是Python的源代码文件。
包package，指的是模块组织在一起的和包名同名的目录及其相关文件。

导入语句

语句	含义
import 模块1[,模块2,...]	完全导入
import ... as ...	模块别名

import语句
1、找到指定的模块，加载和初始化它，生成模块对象。找不到，抛出异常
2、在import所在的作用域的局部命名空间中，增加名称和上一步创建的对象关联

单独运行下面例子，体会区别

```
import functools # 导入模块
print(dir()) # [..., 'functools']
print(functools) # <module 'functools' from 'path/to/functools.py'>
print(functools.wraps) # <function wraps at 0x00000000010FB400>
```

```
import os.path # 导入os.path，os加入当前名词空间
print(dir()) # [..., 'os']
print(os) # <module 'os' from 'path/to/os.py'>
print(os.path) # 完全限定名称访问path
```

```
import os.path as osp # 导入os.path并赋给osp
print(dir()) #[..., 'osp']
print(osp) # <module 'ntpath' from 'path/to/path.py'>
```

总结
导入顶级模块，其名称会加入到本地名词空间中，并绑定到其模块对象。
导入非顶级模块，只将其顶级模块名称加入到本地名词空间中。导入的模块必须使用完全限定名称来访问。
如果使用了as，as后的名称直接绑定到导入的模块对象，并将该名称加入到本地名词空间中。

语句	含义
from ... import ...	部分导入
from ... import ... as ...	别名

from语句

```
from pathlib import Path, PosixPath # 在当前名词空间导入该模块指定的成员
print(dir()) # [..., 'Path', 'PosixPath']
```

```
from pathlib import * # 在当前名词空间导入该模块所有公共成员（非下划线开头成员）或指定成员
print(dir()) # [..., 'Path', 'PosixPath', 'PurePath', 'PurePosixPath', 'PureWindowsPath',
'WindowsPath']
```

```
from functools import wraps as wr, partial # 别名
print(dir()) # [..., 'wr', 'partial']
```

```
from os.path import exists # 加载、初始化os、os.path模块，exists加入本地名词空间并绑定

if exists('o:/t'):
    print('Found')
else:
    print('Not Found')

print(dir())
print(exists)

import os
# 4种方式获得同一个对象exists
print(os.path.exists)
print(exists)
print(os.path.__dict__['exists'])
print(getattr(os.path, 'exists'))
```

总结

- 找到from子句中指定的模块，加载并初始化它（注意不是导入）
- 对于import子句后的名称
    1. 先查from子句导入的模块是否具有该名称的属性
    2. 如果不是，则尝试导入该名称的子模块
    3. 还没有找到，则抛出ImportError异常
    4. 这个名称保存到本地名词空间中，如果有as子句，则使用as子句后的名称

```python
from pathlib import Path # 导入类Path
print(Path, id(Path))

import pathlib as pl # 导入模块使用别名
print(dir())
print(pl)
print(pl.Path, id(pl.Path))
# 可以看出导入的名词Path和pl.Path是同一个对象
```

自定义模块

自定义模块：.py文件就是一个模块

```python
# test1.py文件
print('This is test1 module')

class A:
    def showmodule(self):
        print(1, self.__module__, self)
        print(2, self.__dict__)
        print(3, self.__class__.__dict__)
        print(4, self.__class__.__name__)

a = A()
a.showmodule()

# test2.py文件
import test1

a = test1.A()
a.showmodule()

# test3.py文件
from test1 import A as cls

a = cls()
a.showmodule()
```

自定义模块命名规范

1. 模块名就是文件名
2. 模块名必须符合标识符的要求，是非数字开头的字母数字和下划线的组合。test-module.py这样的文件名不能作为模块名。也不要使用中文。
3. 不要使用系统模块名来避免冲突，除非你明确知道这个模块名的用途
4. 通常模块名为全小写，下划线来分割

模块搜索顺序

使用 **sys.path** 查看搜索顺序

```
import sys

# print(*sys.path, sep='\n')
for p in sys.path:
    print(p)
```

显示结果为，python模块的路径搜索顺序
当加载一个模块的时候，需要从这些搜索路径中从前到后依次查找，并不搜索这些目录的子目录。
搜索到模块就加载，搜索不到就抛异常

路径也可以为字典、zip文件、egg文件。
.egg文件，由setuptools库创建的包，第三方库常用的格式。添加了元数据（版本号、依赖项等）信息的zip文件

路径顺序为
程序主目录，程序运行的主程序脚本所在的目录
PYTHONPATH目录，环境变量PYTHONPATH设置的目录也是搜索模块的路径
标准库目录，Python自带的库模块所在目录

sys.path可以被修改，增加新的目录

模块的重复导入

```
# test1.py文件
print('This is test1 module')

class A:
    def showmodule(self):
        print(1, self.__module__, self)
        print(2, self.__dict__)
        print(3, self.__class__.__dict__)
        print(4, self.__class__.__name__)

a = A()
a.showmodule()


# test2.py文件
import test1
print('local module')
import test1
import test1
```

从执行结果来看，不会产生重复导入的现象。
所有加载的模块都会记录在**sys.modules**中，sys.modules是存储已经加载过的所有模块的字典。

打印sys.modules可以看到os、os.path都已经加载了。

模块运行

`__name__`，每个模块都会定义一个`__name__`特殊变量来存储当前模块的名称，如果不指定，则默认为源代码文件名，如果是包则有限定名。

解释器初始化的时候，会初始化sys.modules字典（保存已加载的模块），加载builtins（全局函数、常量）模块、`__main__`模块、sys模块，以及初始化模块搜索路径sys.path

Python是脚本语言，任何一个脚本都可以直接执行，也可以作为模块被导入。

当从标准输入（命令行方式敲代码）、脚本（$ python test.py）或交互式读取的时候，会将模块的`__name__`设置为`__main__`，模块的顶层代码就在`__main__`这个作用域中执行。顶层代码：模块中缩进最外层的代码。
如果是import导入的，其`__name__`默认就是模块名

```
# test1.py文件
import test2

# test2.py文件
# 判断模块是否以程序的方式运行 $python test.py
if __name__ == '__main__':
    print('in __main__') # 程序的方式运行的代码
else:
    print('in import module') # 模块导入的方式运行的代码
```

`if __name__ == '__main__':`用途

1. 本模块的功能测试
   对于非主模块，测试本模块内的函数、类
2. 避免主模块变更的副作用
   顶层代码，没有封装，主模块使用时没有问题。但是，一旦有了新的主模块，老的主模块成了被导入模块，由于原来代码没有封装，一并执行了。

模块的属性

属性	含义
`__file__`	字符串，源文件路径
`__cached__`	字符串，编译后的字节码文件路径
`__spec__`	显示模块的规范
`__name__`	模块名
`__package__`	当模块是包，同`__name__`;否则，可以设置为顶级模块的空字符串

```
import t3

for k,v in t3.__dict__.items():
    print(k, str(v)[:80])

print(dir(t3))
for name in dir(t3):
    print(getattr(t3, name))
```

包

包，特殊的模块

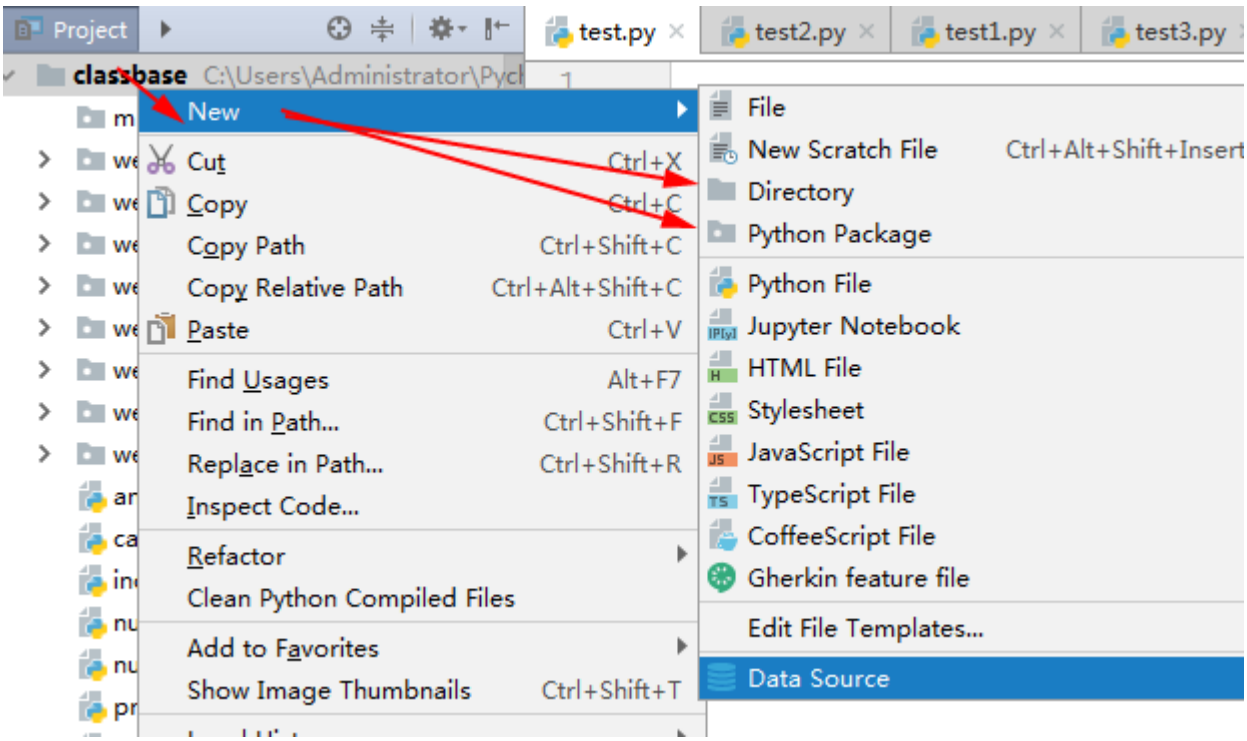
Python模块支持目录吗?

实验

项目中新建一个目录m，使用下面的代码

```
import m
print(m)
print(type(m))
print(dir(m)) # 没有__file__
```

竟然可以导入目录m，目录也是文件，所以可以导入，不过问题是，目录模块怎么写入代码?
为了解决这个问题，Python要求在目录下建立一个特殊文件`__init__.py`，在其中写入代码



pycharm中，创建Directory和创建Python package不同，前者是创建普通的目录，后者是创建一个带有`__init__.py`文件的目录即包

Python中，目录可以作为模块，这就是包，不过代码需要写在该目录下`__init__.py`中

子模块

包目录下的py文件、子目录都是其子模块

```
m
|-- __init__.py
|-- m1.py
|-- m2
    |-- __init__.py
    |-- m21
        |-- __init__.py
    |-- m22.py
```

如上建立子模块目录和文件，所有的py文件中就写一句话`print(__name__)`

```
# 注意观察已经加载的模块、当前名词空间的名词
#import m
#import m.m1
#from m import m1
#from m.m2 import m21
import m.m2.m21

print('-'*30)
print(dir())

print('-'*30)
import sys
print(sorted(filter(lambda x:x.startswith('m'), sys.modules.keys())))
```

删除`__init__.py`试一试，可以发现删除并不影响导入，但是这不是良好的习惯，请保留`__init__.py`文件

模块和包的总结

包能够更好的组织模块，尤其是大的模块，其代码行数很多，可以把它拆分成很多子模块，便于使用某些功能就加载相应的子模块。

包目录中`__init__.py`是在包第一次导入的时候就会执行，内容可以为空，也可以是用于该包初始化工作的代码，最好不要删除它（低版本不可删除`__init__.py`文件）
导入子模块一定会加载父模块，但是导入父模块一定不会导入子模块

包目录之间只能使用.点号作为间隔符，表示模块及其子模块的层级关系

模块也是封装，如同类、函数，不过它能够封装变量、类、函数。
模块就是命名空间，其内部的顶层标识符，都是它的属性，可以通过`__dict__`或dir(module)查看。
包也是模块，但模块不一定是包，包是特殊的模块，是一种组织方式，它包含`__path__`属性

问题
`from json import encoder`之后，`json.dump`函数用不了，为什么？
`import json.encoder`之后呢？`json.dump`函数能用吗？

原因是from json import encoder之后，当前名词空间没有json，但是json模块已经加载过了，没有json的引用，无法使用dump函数。
import json.encoder也加载json模块，但是当前名词空间有json，因此可以调用json.dump。

绝对导入、相对导入

绝对导入

在import语句或者from导入模块，模块名称最前面不是以.点开头的

绝对导入总是去模块搜索路径中找，当然会查看一下该模块是否已经加载

相对导入

只能在包内使用，且只能用在from语句中
使用.点号，表示当前目录内
..表示上一级目录
不要在顶层模块中使用相对导入

举例a.b.c模块，c是模块c.py，c的代码中，使用
from . import d # imports a.b.d
from .. import e # imports a.e
from .d import x # a.b.d.x
from ..e import x # a.e.x
... 三点表示上上一级

使用下面结构的包，体会相对导入的使用

```
m
|-- __init__.py
|-- m1.py
|-- m2
    |-- __init__.py
    |-- m21
        |-- __init__.py
    |-- m22.py
```

测试一下有相对导入语句的模块，能够直接运行吗?
不能了，很好理解，使用相对导入的模块就是为了内部互相的引用资源的，不是为了直接运行的，对于包来说，正确的使用方式还是在顶级模块使用这些包。

注意：**一旦一个模块中使用相对导入，就不可以作为主模块运行了**

访问控制

下划线开头的模块名

_ 或者 __ 开头的模块是否能够被导入呢?

创建文件名为 _xyz.py 或者 __xyz.py 测试
都可以成功的导入，因为它们都是合法的标识符，就可以用作模块名

模块内的标识符

```
# xyz.py
print(__name__)
A = 5
_B = 6
__C = 7

__my__ = 8

# test.py中
import xyz

import sys
print(sorted(sys.modules.keys()))
print(dir())

print(xyz.A, xyz._B, xyz.__C, xyz.__my__)
```

普通变量、保护变量、私有变量、特殊变量，都没有被隐藏，也就是说模块内没有私有的变量，在模块中定义不做特殊处理。

```
# from语句
from xyz import A, _B as B, __my__, __C as C

import sys
print(sorted(sys.modules.keys()))
print(dir())

print(A, B, __my__, C)
```

依然可以使用from语句，访问所有变量

from ... import * 和 `__all__`

使用from ... import * 导入

```
# xyz.py
print(__name__)
A = 5
_B = 6
__C = 7

__my__ = 8

# test.py中
from xyz import *

import sys
print(sorted(sys.modules.keys()))
print(dir())
print(locals()['A'])

A = 55
print(locals()['A']) # 思考这个A是谁的A了
```

结果是只导入了A，**下划线开头的都没有导入**

使用 `__all__`

`__all__`是一个列表，元素是字符串，每一个元素都是一个模块内的变量名

```
# xyz.py中
__all__ = ["X", "Y"]

print(__name__)
A = 5
_B = 6
__C = 7

__my__ = 8

X = 10
Y = 20


# test.py中
from xyz import *

import sys
print(sorted(sys.modules.keys()))
print(dir())
#print(locals()['A'])
print(locals()['X'])
print(locals()['Y'])
```

修改`__all__`列表，加入下划线开头变量，看看什么效果

```
# xyz.py中
__all__ = ["X", "Y", "_B", "__C"]

print(__name__)
A = 5
_B = 6
__C = 7

__my__ = 8

X = 10
Y = 20

# test.py中
from xyz import *

import sys
print(sorted(sys.modules.keys()))
print(dir())
#print(locals()['A'])
print(locals()['X'])
print(locals()['Y'])
print(locals()['_B'])
print(locals()['__C'])
```

可以看到使用from xyz import *导入`__all__`列表中的名称

包和子模块

```
m
|-- __init__.py
|-- m1.py
```

```
# __init__.py中
print(__name__)
x = 1

# m1.py中
print(__name__)
y = 5

# test.py中
# 如何访问到m1.py中的变量y
```

```
# 访问到m.m1的变量y的几种实现
# 方法1，直接导入m1模块
import m.m1
```

```
print(m.m1.y)

# 方法2，直接导入m.m1的属性y
from m.m1 import y
print(y)

# 方法3，from m import *
# print(dir())
# 该方法导入后，无法看到子模块m1，无法访问y
# 在__init__.py增加__all__ = ['x', 'm1']，使用__all__提供导出的名称
from m import *
print(m1.y)

# 方法4，不使用__all__
# 在__init__.py增加from . import m1

from m import *
print(m1.y)
```

`__init__.py`中有什么变量，则使用from m import *加载什么变量，这依然符合模块的访问控制

```
# __init__.py文件
print(__name__)
x = 1

from .m1 import y as _z
print(dir())
```

总结

一、使用`from xyz import *`导入

1. 如果模块没有`__all__`，`from xyz import *`只导入非下划线开头的该模块的变量。如果是包，子模块也不会导入，除非在`__all__`中设置，或`__init__.py`中导入它们
2. 如果模块有`__all__`，`from xyz import *`只导入`__all__`列表中指定的名称，哪怕这个名词是下划线开头的，或者是子模块
3. `from xyz import *`方式导入，使用简单，但是其副作用是导入大量不需要使用的变量，甚至有可能造成名称的冲突。而`__all__`可以控制被导入模块在这种导入方式下能够提供的变量名称，就是为了阻止from xyz import *导入过多的模块变量，从而避免冲突。因此，编写模块时，应该尽量加入`__all__`

二、from module import name1, name2 导入

这种方式的导入是明确的，哪怕是导入子模块，或者导入下划线开头的名称
程序员可以有控制的导入名称和其对应的对象

模块变量的修改

```
# xyz.py
print(__name__)
```

```
X = 10

# test2.py
import xyz

print(xyz.X)

# test.py
import xyz

print(xyz.X)
xyz.X = 50

import test2
```

模块对象是同一个，因此模块的变量也是同一个，对模块变量的修改，会影响所有使用者。
除非万不得已，或明确知道自己在做什么，否则不要修改模块的变量。
前面学习过的猴子补丁，也可以通过打补丁的方式，修改模块的变量、类、函数等内容。