《Python程序设计基础教程（微课版）》

http://dblab.xmu.edu.cn/post/python

第4章 序列

林子雨 博士/副教授

厦门大学计算机科学与技术系

E-mail: ziyulin@xmu.edu.cn

主页：http://dblab.xmu.edu.cn/linziyu

主讲教师

2017年度厦门大学奖教金获得者
2020年度厦门大学奖教金获得者

主讲教师：厦门大学 林子雨 博士/副教授

中国高校首个“**数字教师**”提出者和建设者

2009年7月从事教师职业以来

累计**免费**网络发布超过1500万字高价值教学和科研资料

网络浏览量超过1500万次

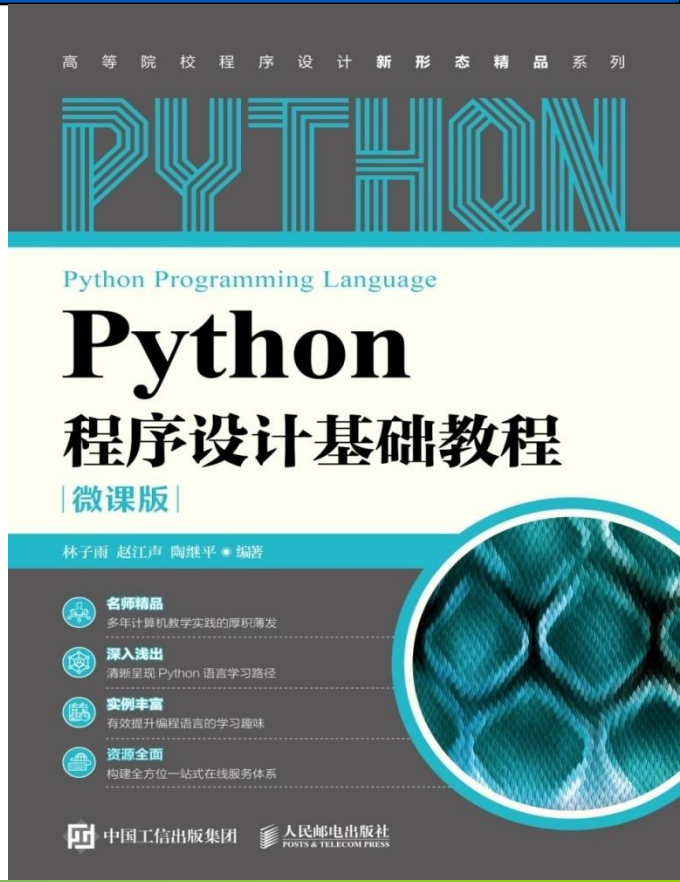
提纲

4.1 列表
4.2 元组
4.3 字典
4.4集合

本PPT是如下教材的配套讲义：
《Python程序设计基础教程（微课版）》

厦门大学 林子雨,赵江声,陶继平 编著，人民邮电出版社

《 Python程序设计基础教程（微课版） 》教材官方网站：
http://dblab.xmu.edu.cn/post/python



4.1 列表

列表是最常用的Python数据类型，列表的数据项不需要具有相同的类型。在形式上，只要把逗号分隔的不同的数据项使用方括号括起来，就可以构成一个列表，例如：

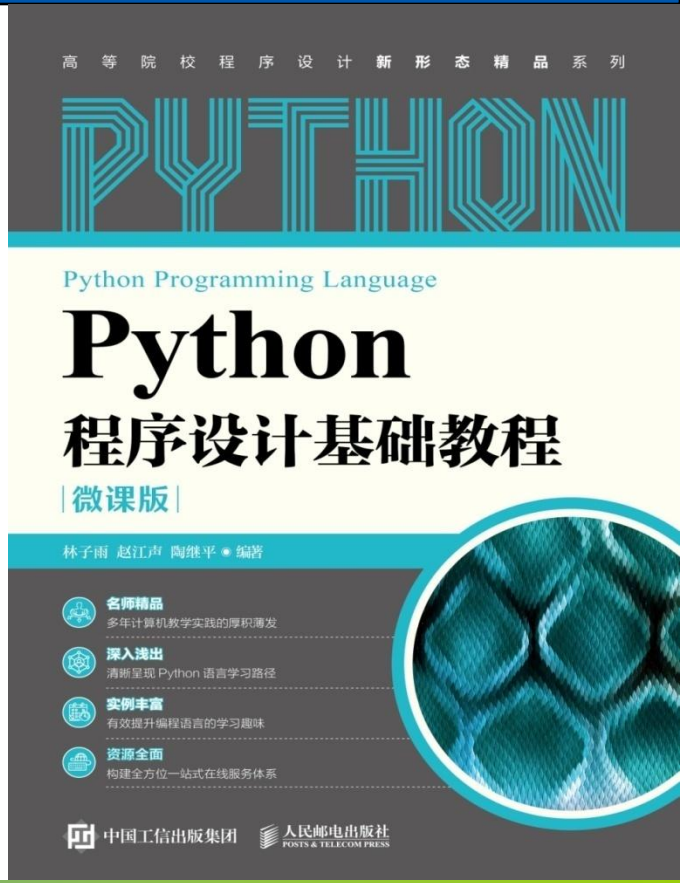
['hadoop', 'spark', 2021, 2010]
[1, 2, 3, 4, 5]
["a", "b", "c", "d"]
['Monday', 'Tuesday', 'Wednesday', 'Thursday', 'Friday', 'Saturday', 'Sunday']

4.1 列表

本PPT是如下教材的配套讲义：
《Python程序设计基础教程（微课版）》

厦门大学 林子雨,赵江声,陶继平 编著，人民邮电出版社

《 Python程序设计基础教程（微课版） 》教材官方网站：
http://dblab.xmu.edu.cn/post/python



4.1.1 列表的创建与删除

1. 使用赋值运算符直接创建列表

同其他类型的Python变量一样，在创建列表时，也可以直接使用赋值运算符“=”将一个列表赋值给变量。例如，以下都是合法的列表定义：

```
student = ['小明', '男', 2010,10]
num = [1, 2, 3, 4, 5]
motto = ["自强不息","止于至善"]
list = ['hadoop', '年度畅销书',[2020,12000]]
```

可以看出，列表里面的元素仍然可以是列表。需要注意的是，尽管一个列表中可以放入不同类型的数据，但是，为了提高程序的可读性，一般建议在一个列表中只出现一种数据类型。

4.1.1 列表的创建与删除

2.创建空列表

在Python中创建新的空列表的方法如下：

```
empty_list = []
```

这时生成的empty_list就是一个空列表，如果使用内置函数len()去获取它的长度，结果会返回0，如下所示：

```
>>> empty_list = []
>>> print(type(empty_list))
<class 'list'>
>>> print(len(empty_list))
0
```

4.1.1 列表的创建与删除

3.创建数值列表

Python中的数值列表很常用，用于存储数值集合。Python提供了list()函数，它可以将range()对象、字符串、元组或其他可迭代类型的数据转换为列表。例如，创建一个包含1到5的整数列表：

```
>>> num_list = list(range(1,6))
>>> print(num_list)
[1, 2, 3, 4, 5]
```

下面创建一个包含1到10中的奇数的列表：

```
>>> num_list = list(range(1,10,2))
>>> print(num_list)
[1, 3, 5, 7, 9]
```

4.1.1 列表的创建与删除

4.列表的删除

当列表不再使用时，可以使用del命令删除整个列表，如果列表对象所指向的值不再有其他对象指向，Python将同时删除该值。下面是一个具体实例：

```
>>> motto = ['自强不息','止于至善']
>>> motto
['自强不息', '止于至善']
>>> del motto
>>> motto
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#43>", line 1, in <module>
    motto
NameError: name 'motto' is not defined
```

从上面代码的执行结果可以看出，删除列表对象motto以后，该对象就不存在了，再次访问时就会抛出异常。

4.1.2 访问列表元素

列表索引从 0 开始，第二个索引是 1，依此类推（如图4-1所示）。

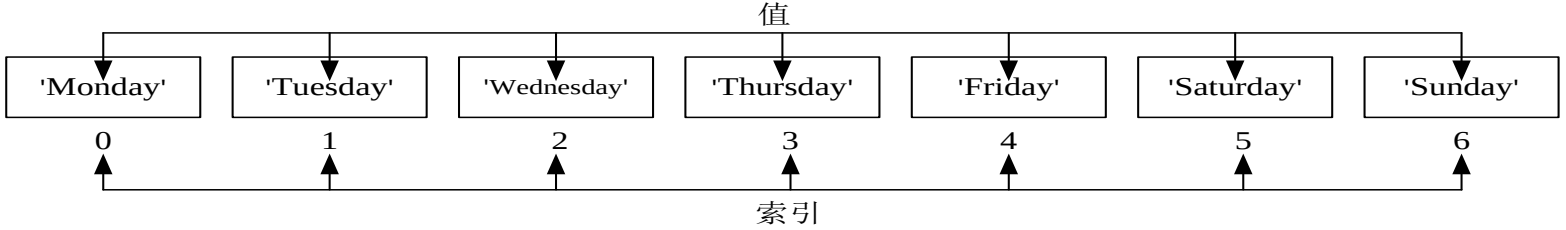


图4-1 列表的索引

下面是一段代码实例：

```
>>> list = ['Monday', 'Tuesday', 'Wednesday', 'Thursday', 'Friday', 'Saturday', 'Sunday']
>>> print(list[0])
Monday
>>> print(list[1])
Tuesday
>>> print(list[2])
Wednesday
```

4.1.2 访问列表元素

索引也可以从尾部开始，最后一个元素的索引为-1，往前一位为-2，依此类推（如图4-2所示）。

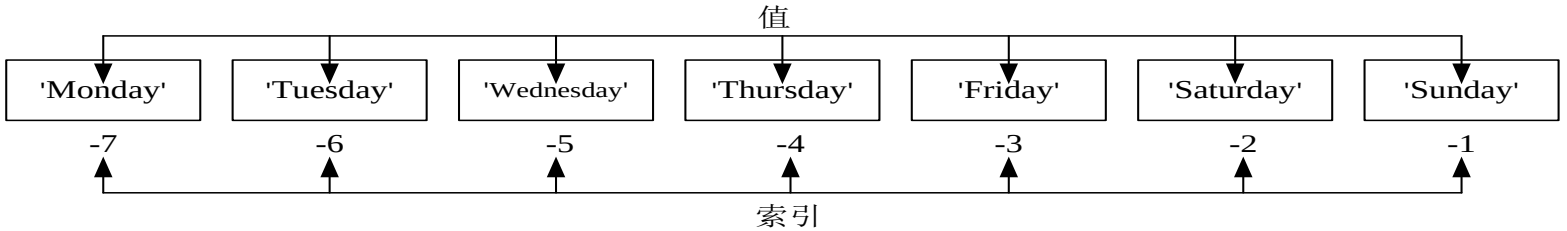


图4-2 列表的反向索引

下面是一段代码实例：

```
>>> list = ['Monday', 'Tuesday', 'Wednesday', 'Thursday', 'Friday', 'Saturday', 'Sunday']
>>> print(list[-1])
Sunday
>>> print(list[-2])
Saturday
>>> print(list[-3])
Friday
```

4.1.2 访问列表元素

可以使用for循环实现列表的遍历。

【例4-1】使用for循环实现列表的遍历。

```
01          list1 = ["hadoop", "spark", "flink", "storm“]
02          for element in list1:
03              print(element)
```

该程序的执行结果如下：

```
hadoop
spark
flink
storm
```

4.1.3 添加、删除、修改列表元素

1.列表元素的添加

在实际应用中，我们经常需要向列表中动态增加元素。Python主要提供了五种添加列表元素的方法。

（1）append()

列表对象的append()方法用于在列表的末尾追加元素，举例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark"]
>>> len(books)  #获取列表的元素个数
2
>>> books.append("flink")
>>> books.append("hbase")
>>> len(books)   #获取列表的元素个数
4
```

4.1.3 添加、删除、修改列表元素

（2）insert()

列表对象的insert()方法用于将元素添加至列表的指定位置，举例如下：

```
>>> num_list = [1,2,3,4,5]
>>> num_list
[1, 2, 3, 4, 5]
>>> num_list.insert(2,9)
>>> num_list
[1, 2, 9, 3, 4, 5]
```

在上面的代码中，num_list.insert(2,9)表示向列表的第2个元素后面添加一个新的元素9。这样会让插入位置后面所有的元素进行移动，如果列表元素较多，这样操作会影响处理速度。

4.1.3 添加、删除、修改列表元素

（3）extend()

使用列表对象的extend()方法可以将另一个迭代对象的所有元素添加至该列表对象尾部，举例如下：

```
>>> num_list = [1,1,2]
>>> id(num_list)
47251200
>>> num_list.extend([3,4])
>>> num_list
[1, 1, 2, 3, 4]
>>> id(num_list)
47251200
```

可以看出，num_list调用extend()方法将目标列表的所有元素添加到本列表的尾部，属于原地操作（内存地址没有发生变化），不创建新的列表对象。

4.1.3 添加、删除、修改列表元素

（4）“+”运算符

可以使用“+”运算符来把元素添加到列表中。实例如下：

```
>>> num_list = [1,2,3]
>>> id(num_list)
46818176
>>> num_list = num_list + [4]
>>> num_list
[1, 2, 3, 4]
>>> id(num_list)
47251392
```

可以看出，num_list在添加新元素以后，内存地址发生了变化，这是因为，添加新元素时，创建了一个新的列表，并把原列表中的元素和新元素依次复制到新列表的内存空间。当列表中的元素较多时，该操作速度会比较慢。

（5）“*”运算符

Python提供了“*”运算符来扩展列表对象。可以将列表与整数相乘，生成一个新列表，新列表是原列表中元素的重复。具体实例如下：

```
>>> num_list = [1,2,3]
>>> other_list = num_list
>>> id(num_list)
47170496
>>> id(other_list)
47170496
>>> num_list = num_list*3
>>> num_list
[1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3]
>>> other_list
[1, 2, 3]
>>> id(num_list)
50204480
>>> id(other_list)
47170496
```

4.1.3 添加、删除、修改列表元素

2.列表元素的删除

（1）使用del语句删除指定位置的元素

在Python中可以使用del语句删除指定位置的列表元素，实例如下：

```
>>> demo_list = ['a','b','c','d']
>>> del demo_list[0]
>>> demo_list
['b', 'c', 'd']
```

（2）使用pop()删除元素

pop()可删除列表末尾的元素，实例如下：

```
>>> demo_list = ['a','b','c','d']
>>> demo_list.pop()
'd'
>>> demo_list
['a', 'b', 'c']
```

（3）使用remove()根据值删除元素

可以使用remove()方法删除首次出现的指定元素，如果列表中不存在要删除的元素，则抛出异常。实例如下：

```
>>> num_list = [1,2,3,4,5,6,7]
>>> num_list.remove(4)
>>> num_list
[1, 2, 3, 5, 6, 7]
```

4.1.3 添加、删除、修改列表元素

3.列表元素的修改

修改列表元素的操作较为简单，实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark","flink"]
>>> books
['hadoop', 'spark', 'flink']
>>> books[2] = "storm"
>>> books
['hadoop', 'spark', 'storm']
```

4.1.4 对列表进行统计计算

1.获取指定元素出现的次数

可以使用列表对象的count()方法来获取指定元素在列表中的出现次数。实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark","flink","spark"]
>>> num = books.count("spark")
>>> print(num)
2
```

4.1.4 对列表进行统计计算

2.获取指定元素首次出现的下标

使用列表对象的index()方法可以获取指定元素首次出现的下标，语法格式为：

index(value,[start,[stop]])

其中，start和stop用来指定搜索范围，start默认为0，stop默认为列表长度。如果列表对象中不存在指定元素，则会抛出异常。实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark","flink","spark"]
>>> position = books.index("spark")
>>> print(position)
1
```

4.1.4 对列表进行统计计算

3.统计数值列表的元素和

Python提供了sum()函数用于统计数值列表中各个元素的和，语法格式如下：

sum(aList[,start])

其中，aList表示要统计的列表，start表示统计结果是从哪个数开始累加，如果没有指定，默认值为0。具体实例如下：

```
>>> score = [84,82,95,77,65]
>>> total = sum(score)    #从0开始累加
>>> print("总分数是：",total)
总分数是： 403
>>> totalplus = sum(score,100)     #从100开始累加
>>> print("增加100分后的总分数是：",totalplus)
增加100分后的总分数是： 503
```

4.1.5 对列表进行排序

1.使用列表对象的sort()方法排序

可以使用列表对象的sort()方法对列表中的元素进行排序，排序后列表中的元素顺序将会发生改变。具体语法格式如下：

```
aList.sort(key=None,reverse=False)
```

其中，aList表示要排序的列表，key参数来指定一个函数，此函数将在每个元素比较前被调用，例如，可以设置“key=str.lower”来忽略字符串的大小写；reverse是一个可选参数，如果值为True，则表示降序排序，如果值为False，则表示升序排序，默认为升序排序。

4.1.5 对列表进行排序

具体实例如下：

```
>>> num_list = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
>>> import random
>>> random.shuffle(num_list)    #打乱排序
>>> num_list
[4, 9, 10, 6, 2, 8, 1, 3, 7, 5]
>>> num_list.sort()     #升序排序
>>> num_list
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
>>> num_list.sort(reverse=True)     #降序
排序
>>> num_list
[10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]
```

4.1.5 对列表进行排序

当列表中的元素类型是字符串时，sort()函数排序的规则是，先对大写字母进行排序，然后再对小写字母进行排序。如果在排序时不考虑字母大小写，则需要设置“key=str.lower”。实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","Hadoop","Spark","spark","flink","Flink"]
>>> books.sort()   #默认区分字母大小写
>>> books
['Flink', 'Hadoop', 'Spark', 'flink', 'hadoop', 'spark']
>>> books.sort(key=str.lower)  #不区分字母大小写
>>> books
['Flink', 'flink', 'Hadoop', 'hadoop', 'Spark', 'spark']
```

4.1.5 对列表进行排序

2.使用内置的sorted()函数排序

Python提供了一个内置的全局sorted()方法，可以用来对列表排序生成新的列表，原列表的元素顺序保持不变，语法格式如下：

sorted(aList,key=None,reverse=False)

4.1.5 对列表进行排序

其中，aList表示要排序的列表，key参数来指定一个函数，此函数将在每个元素比较前被调用，例如，可以设置“key=str.lower”来忽略字符串的大小写；reverse是一个可选参数，如果值为True，则表示降序排序，如果值为False，则表示升序排序，默认为升序排序。

具体实例如下：

```
>>> score = [84,82,95,77,65]
>>> score_asc = sorted(score)    #升序排序
>>> score_asc
[65, 77, 82, 84, 95]
>>> score      #原列表不变
[84, 82, 95, 77, 65]
>>> score_desc = sorted(score,reverse=True)    #降序排序
>>> score_desc
[95, 84, 82, 77, 65]
>>> score      #原列表不变
[84, 82, 95, 77, 65]
```

4.1.6 成员资格判断

如果需要判断列表中是否存在指定的值，可以采用四种不同的方式：in、not in、count()、index()。

可以使用in操作符判断一个值是否存在于列表中，实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark","flink","spark"]
>>> "hadoop" in books
True
>>> "storm" in books
False
```

4.1.6 成员资格判断

可以使用not in操作符判断一个值是否不在列表中，实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark","flink","spark"]
>>> "storm" not in books
True
>>> "hadoop" not in books
False
```

可以使用列表对象的count()方法，如果指定的值存在，则返回大于0的数，如果返回0，则表示不存在，实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark","flink","spark"]
>>> books.count("spark")
2
>>> books.count("storm")
0
```

4.1.6 成员资格判断

可以使用index()方法查看指定值在列表中的位置，如果列表中存在指定值，则会返回该值第一次出现的位置，否则会抛出错误，实例如下：

```
>>> books = ["hadoop","spark","flink","spark"]
>>> books.index("spark")
1
>>> books.index("storm")
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#145>", line 1, in <module>
    books.index("storm")
ValueError: 'storm' is not in list
```

4.1.7 切片操作

切片操作是访问序列中元素的一种方法，切片操作不是列表特有的，Python中的有序序列（如字符串、元组）都支持切片操作。切片的返回结果类型和切片对象类型一致，返回的是切片对象的子序列，比如，对一个列表切片返回一个列表，对一个字符串切片返回字符串。
通过切片操作可以生成一个新的列表（不会改变原列表），切片操作的语法格式如下：

```
listname[start : end : step]
```

其中，listname表示列表名称；start是切片起点的索引，如果不指定，默认值为0；end是切片终点的索引（但是切片结果不包括终点索引的值），如果不指定，默认为列表的长度；step是步长，默认值是1（也就是一个一个依次遍历列表中的元素），当省略步长时，最后一个冒号也可以省略。

4.1.7 切片操作

下面是一些切片操作的具体实例：

```
>>> num_list = [13,54,38,93,28,74,59,92,85,66]
>>> num_list[1:3]  #从索引1的位置开始取，取到索引3的位置（不含索引3）
[54, 38]
>>> num_list[:3] #从索引0的位置开始取，取到索引3的位置（不含索引3）
[13, 54, 38]
>>> num_list[1:] #从索引1的位置开始取，取到列表尾部，步长为1
[54, 38, 93, 28, 74, 59, 92, 85, 66]
>>> num_list[1::] #从索引1的位置开始取，取到列表尾部，步长为1
[54, 38, 93, 28, 74, 59, 92, 85, 66]
>>> num_list[:] #从头取到尾，步长为1
[13, 54, 38, 93, 28, 74, 59, 92, 85, 66]
>>> num_list[::] #从头取到尾，步长为1
[13, 54, 38, 93, 28, 74, 59, 92, 85, 66]
>>> num_list[::-1] #从尾取到头，逆向获取列表元素
[66, 85, 92, 59, 74, 28, 93, 38, 54, 13]
>>> num_list[::2] #从头取到尾，步长为2
[13, 38, 28, 59, 85]
```

4.1.7 切片操作

```
>>> num_list[2:6:2]  #从索引2的位置开始取元素，取到索引6的位置（不含索引6）
[38, 28]
>>> num_list[0:100:1]  #从索引0的位置开始取元素，取到索引100的位置
[13, 54, 38, 93, 28, 74, 59, 92, 85, 66]
>>> num_list[100:]    #从索引100的位置开始取元素，不存在元素
[]
>>> num_list[8:2:-2]    #从索引8的位置逆向取元素，取到索引2的位置（不含索引2）
[85, 59, 28]
>>> num_list[3:-1]    #从索引3的位置取到倒数第1个元素（不包含倒数第1个元素）
[93, 28, 74, 59, 92, 85]
>>> num_list[-2]    #取出倒数第2个元素
85
>>> num_list       #原列表没有发生变化
[13, 54, 38, 93, 28, 74, 59, 92, 85, 66]
```

4.1.7 切片操作

可以结合使用del命令与切片操作来删除列表中的部分元素，实例如下：

```
>>> num_list =
[13,54,38,93,28,74,59,92,85,66]
>>> del num_list[:4]
>>> num_list
[28, 74, 59, 92, 85, 66]
```

4.1.8 列表推导式

列表推导式可以利用range对象、元组、列表、字典和集合等数据类型，快速生成一个满足指定需求的列表。
列表推导式的语法格式如下：

[表达式 for 迭代变量 in 可迭代对象 [if 条件表达式]]

其中，[if 条件表达式]不是必须的，可以使用，也可以省略。
例如，利用0到9的平方生成一个整数列表，代码如下：

```
>>> a_range = range(10)
>>> a_list = [x * x for x in a_range]
>>> a_list
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
```

4.1.8 列表推导式

还可以在列表推导式中添加if条件语句，这样列表推导式将只迭代那些符合条件的元素，实例如下：

```
>>> b_list = [x * x for x in a_range if x % 2 == 0]
>>> b_list
[0, 4, 16, 36, 64]
```

上面的列表推导式都只包含一个循环，实际上可以使用多重循环，实例如下：

```
>>> c_list = [(x, y) for x in range(3) for y in range(2)]
>>> c_list
[(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1), (2, 0), (2, 1)]
```

4.1.8 列表推导式

上面代码中，x是遍历range(3)的迭代变量（计数器），因此x可迭代3次；y是遍历 range(2)的计数器，因此y可迭代2次。因此，表达式(x, y)一共会迭代6次。

Python还支持类似于三层嵌套的for表达式，实例如下：

```
>>> d_list = [[x, y, z] for x in range(2) for y in range(2) for z in range(2)]
>>> d_list
[[0, 0, 0], [0, 0, 1], [0, 1, 0], [0, 1, 1], [1, 0, 0], [1, 0, 1], [1, 1, 0], [1, 1, 1]]
```

4.1.8 列表推导式

对于包含多个循环的for表达式，同样可以指定if条件。例如，要将两个列表中的数值按“能否整除”的关系配对在一起。比如列表list1中包含5，列表list2中包含20，20可以被5整除，那么就将20和5配对在一起。实现上述需求的代码如下：

```
>>> list1 = [3, 5, 7, 11]
>>> list2 = [20, 15, 33, 24, 27, 58, 46, 121, 49]
>>> result = [(x, y) for x in list1 for y in list2 if y % x == 0]
>>> result
[(3, 15), (3, 33), (3, 24), (3, 27), (5, 20), (5, 15), (7, 49), (11, 33), (11, 121)]
```

4.1.9二维列表

所谓的“二维列表”，是指列表中的每个元素仍然是列表。比如，下面就是一个二维列表的实例：

[['自','强','不','息'],
['止','于','至','善']]

可以通过直接赋值的方式来创建二维列表，代码如下：

```
>>> dim2_list = [['自','强','不','息'],['止','于','至','善']]
>>> dim2_list
[['自', '强', '不', '息'], ['止', '于', '至', '善']]
```

4.1.9二维列表

还可以通过for循环来为二维列表赋值。

【例4-2】通过for循环来为二维列表赋值。

```
01          # create_list.py
02          dim2_list = []              #创建一个空列表
03          for i in range(3):
04              dim2_list.append([])      #为空列表添加的每个元素依然是空列表
05              for j in range(4):
06                  dim2_list[i].append(j)  #为内层列表添加元素
07          print(dim2_list)
```

该程序的执行结果如下：

[[0, 1, 2, 3], [0, 1, 2, 3], [0, 1, 2, 3]]

4.1.9二维列表

此外，也可以使用列表推导式来创建二维列表，代码如下：

```
>>> dim2_list = [[j for j in range(4)] for i in range(3)]
>>> dim2_list
[[0, 1, 2, 3], [0, 1, 2, 3], [0, 1, 2, 3]]
```

访问二维数组时，可以使用下标来定位，实例如下：

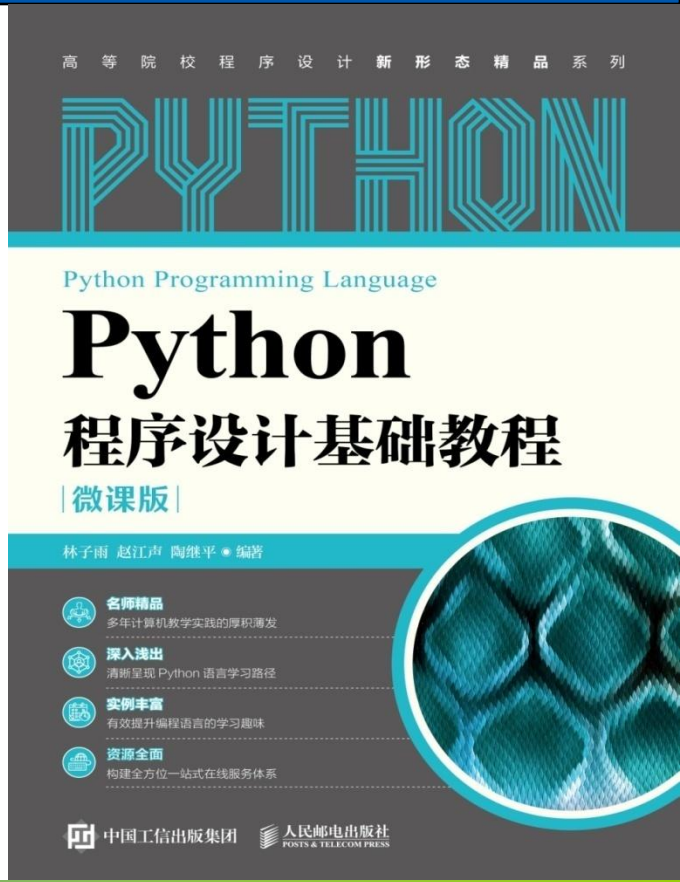
```
>>> dim2_list = [['自','强','不','息'],['止','于','至','善']]
>>> dim2_list[1][2]
'至'
```

4.2 元组

本PPT是如下教材的配套讲义：
《Python程序设计基础教程（微课版）》

厦门大学 林子雨,赵江声,陶继平 编著，人民邮电出版社

《 Python程序设计基础教程（微课版） 》教材官方网站：
http://dblab.xmu.edu.cn/post/python



4.2.1 创建元组

元组的创建和列表的创建很相似，不同之处在于，创建列表时使用的是方括号，而创建元组时则需要使用圆括号。元组的创建方法很简单，只需要在圆括号中添加元素，并使用逗号隔开即可，具体实例如下：

```
>>> tuple1 = ('hadoop','spark',2008,2009)
>>> tuple2 = (1,2,3,4,5)
>>> tuple3 = ('hadoop',2008,("大数据","分布式计算"),["spark","flink","storm"])
```

创建空元组的方法如下：

```
>>> tuple1 = ()
```

4.2.1 创建元组

需要注意的是，当元组中只包含一个元素时，需要在元素后面添加逗号，否则括号会被当作运算符使用，实例如下：

```
>>> tuple1 = (20)
>>> type(tuple1)
<class 'int'>
>>> tuple1 = (50,)
>>> type(tuple1)
<class 'tuple'>
```

也可以使用tuple()函数和range()函数来生成数值元组，实例如下：

```
>>> tuple1 = tuple(range(1,10,2))
>>> tuple1
(1, 3, 5, 7, 9)
```

4.2.2 访问元组

可以使用下标索引来访问元组中的元素，实例如下：

```
>>> tuple1 = ("hadoop", "spark", "flink", "storm")
>>> tuple1[0]
'hadoop'
>>> tuple1[1]
'spark‘
```

对于元组而言，也可以象列表一样，采用切片的方式来获取指定的元素，实例如下：

```
>>> tuple1 = (1,2,3,4,5,6,7,8,9)
>>> tuple1[2:5]
(3, 4, 5)
```

4.2.2 访问元组

还可以使用for循环实现元组的遍历。

【例4-3】使用for循环实现元组的遍历。

```
01          # for_tuple.py
02          tuple1 = ("hadoop", "spark", "flink", "storm")
03          for element in tuple1:
04              print(element)
```

该程序的执行结果如下：

```
hadoop
spark
flink
storm
```

4.2.3 修改元组

元组中的元素值是不允许修改的，实例如下：

```
>>> tuple1 = ("hadoop", "spark", "flink")
>>> tuple1[0]
'hadoop'
>>> tuple1[0] = 'storm'  #修改元组中的元素值，不允许，会报错
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#2>", line 1, in <module>
    tuple1[0] = 'storm'
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

4.2.3 修改元组

虽然元组中的元素值是不允许修改的，但是我们可以对元组进行连接组合，实例如下：

```
>>> tuple1 = ("hadoop", "spark", "flink")
>>> tuple2 = ("java","python","scala")
>>> tuple3 = tuple1 + tuple2
>>> tuple3
('hadoop', 'spark', 'flink', 'java', 'python', 'scala')
```

此外，也可以对元组进行重新赋值来改变元组的值，实例如下：

```
>>> tuple1 = (1,2,3)
>>> tuple1
(1, 2, 3)
>>> tuple1 = (4,5,6)
>>> tuple1
(4, 5, 6)
```

4.2.4 删除元组

元组属于不可变序列，无法删除元组中的部分元素，只能使用del命令删除整个元组对象，具体语法格式如下：

```
del tuplename
```

其中，tuplename表示要删除元组的名称。具体实例如下：

```
>>> tuple1 = ("hadoop", "spark", "flink", "storm")
>>> del tuple1
>>> tuple1
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#79>", line 1, in <module>
    tuple1
NameError: name 'tuple1' is not defined
```

可以看出，当一个元组被删除以后，就不能再次引用，否则会抛出异常。

4.2.5 元组推导式

和生成列表一样，我们也可以使用元组推导式快速生成元组。元组推导式的语法格式如下：
(表达式 for 迭代变量 in 可迭代对象 [if 条件表达式])

其中，[if 条件表达式]不是必须的，可以使用，也可以省略。
通过和列表推导式做对比可以发现，除了元组推导式是用圆括号将各部分括起来，而列表推导式用的是方括号，其它完全相同。不仅如此，元组推导式和列表推导式的用法也完全相同。例如，可以使用下面的代码生成一个包含数字1到9的元组：

```
>>> tuple1 = (x for x in range(1,10))
>>> tuple1
<generator object <genexpr> at 0x0000000002C7FC80>
```

可以看出，使用元组推导式生成的结果并不是一个元组，而是一个生成器对象，这一点和列表推导式是不同的。

4.2.5 元组推导式

如果我们想要使用元组推导式获得新元组或新元组中的元素，可以使用如下方式：

```
>>> tuple1 = (x for x in range(1,10))
>>> tuple(tuple1)
(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)
```

或者也可以使用__next__()方法遍历生成器对象来获得各个元素，例如：

```
>>> tuple1 = (x for x in range(1,10))
>>> print(tuple1.__next__())
1
>>> print(tuple1.__next__())
2
>>> print(tuple1.__next__())
3
>>> tuple1 = tuple(tuple1)
>>> tuple1
( 4, 5, 6, 7, 8, 9)
```

4.2.6 元组的常用内置函数

元组的常用内置函数如下：

- len(tuple)：计算元组大小，即元组中的元素个数；
- max(tuple)：返回元组中的元素最大值；
- min(tuple)：返回元组中元素最小值；
- tuple(seq)：将序列转为元组。

4.2.6 元组的常用内置函数

【例4-4】常用的元组内置函数应用实例。

```
01          # tuple_function.py
02          tuple1 = ("hadoop", "spark", "flink", "storm")
03          #计算元组的大小
04          len_size = len(tuple1)
05          print("元组大小是：",len_size)
06          # 返回元组元素最大值和最小值
07          tuple_number = (1,2,3,4,5)
08          max_number = max(tuple_number)
09          min_number = min(tuple_number)
10          print("元组最大值是：",max_number)
11          print("元组最小值是：",min_number)
12          # 将列表转为元组
13          list1 = ["hadoop", "spark", "flink", "storm"]
14          tuple2 = tuple(list1)
15          # 打印tuple2数据类型
16          print("tuple2的数据类型是：",type(tuple2))
```

4.2.6 元组的常用内置函数

该程序的执行结果如下：
元组大小是： 4
元组最大值是： 5
元组最小值是： 1
tuple2的数据类型是： <class 'tuple'>

4.2.7 元组与列表的区别

元组和列表都属于序列，二者的区别主要体现在以下几个方面：

（1）列表属于可变序列，可以随时修改或删除列表中的元素，比如使用append()、extend()、insert()向列表添加元素，使用del、remove()和pop()删除列表中的元素。元组属于不可变序列，没有append()、extend()和insert()等方法，不能修改其中的元素，也没有remove()和pop()方法，不能从元组中删除元素，更无法对元组元素进行del操作。

（2）元组和列表都支持切片操作，但是，列表可以使用切片方式来修改其中的元素，而元组则不支持使用切片方式来修改其中的元素。

（3）元组的访问和处理速度比列表快。如果只是对元素进行遍历，而不需要对元素进行任何修改，那么一般建议使用元组而非列表。

（4）作为不可变序列，与整数、字符串一样，元组可以作为字典的键，而列表则不可以。

4.2.7 元组与列表的区别

在实际应用中，经常需要在元组和列表之间进行转换，具体方法如下：
（1）tuple()函数可以接受一个列表作为参数，返回同样元素的元组；
（2）list()函数可以接受一个元组作为参数，返回同样元素的列表。
下面是元组和列表互相转换的实例：

```
>>> list1 = ["hadoop", "spark", "flink", "storm"]
>>> tuple1 = tuple(list1)   #把列表转换成元组
>>> tuple1
('hadoop', 'spark', 'flink', 'storm')
>>> print("tuple1的数据类型是：",type(tuple1))
tuple1的数据类型是： <class 'tuple'>
>>> tuple2 = (1,2,3,4,5)
>>> list2 = list(tuple2)  #把元组转换成列表
>>> list2
[1, 2, 3, 4, 5]
>>> print("list2的数据类型是：",type(list2))
list2的数据类型是： <class 'list'>
```

4.2.8 序列封包和序列解包

程序把多个值赋给一个变量时，Python会自动将多个值封装成元组，这种功能被称为“序列封包”。下面是一个序列封包的实例：

```
>>> values = 1, 2, 3
>>> values
(1, 2, 3)
>>> type(values)
<class 'tuple'>
>>> values[1]
2
```

4.2.8 序列封包和序列解包

程序允许将序列（元组或列表等）直接赋值给多个变量，此时序列的各元素会被依次赋值给每个变量（要求序列的元素个数和变量的个数相等），这种功能被称为“序列解包”。可以使用序列解包功能对多个变量同时赋值，实例如下：

```
>>> a, b, c = 1, 2, 3
>>> print(a, b, c)
1 2 3
```

可以对range对象进行序列解包，实例如下：

```
>>> a, b, c = range(3)
>>> print(a, b, c)
0 1 2
```

4.2.8 序列封包和序列解包

可以将元组的各个元素依次赋值给多个变量，实例如下：

```
>>> a_tuple = tuple(range(1, 10, 2))
>>> print(a_tuple)
(1, 3, 5, 7, 9)
>>> a, b, c, d, e = a_tuple
>>> print(a, b, c, d, e)
1 3 5 7 9
```

下面是一个关于列表的序列解包的实例：

```
>>> a_list = [1, 2, 3]
>>> x, y, z = a_list
>>> print(x, y, z)
1 2 3
```

4.3 字典

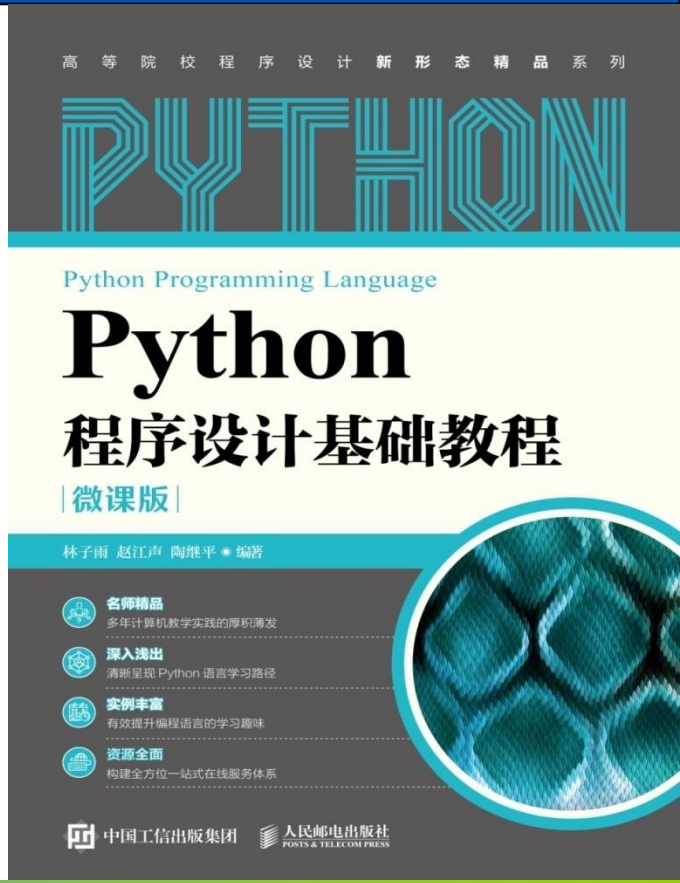
字典也是Python提供的一种常用的数据结构，它用于存放具有映射关系的数据。比如有一份学生成绩表数据，语文67分，数学91分，英语78分，如果使用列表保存这些数据，则需要两个列表，即["语文","数学","英语"]和[67,91,78]。但是，使用两个列表来保存这组数据以后，就无法记录两组数据之间的关联关系。为了保存这种具有映射关系的数据，Python 提供了字典，字典相当于保存了两组数据，其中一组数据是关键数据，被称为“键”（key）；另一组数据可通过键来访问，被称为“值”（value）。

4.3 字典

字典具有如下特性：
（1）字典的元素是“键值对”，由于字典中的键是非常关键的数据，而且程序需要通过键来访问值，因此字典中的键不允许重复，必须是唯一值，而且键必须不可变；
（2）字典不支持索引和切片，但可以通过“键”查询“值”；
（3）字典是无序的对象集合，列表是有序的对象集合，两者之间的区别在于，字典当中的元素是通过键来存取的，而不是通过偏移量存取；
（4）字典是可变的，并且可以任意嵌套。

4.3 字典

4.3.1字典的创建与删除
4.3.2 访问字典
4.3.3 添加、修改和删除字典元素
4.3.4 字典推导式



本PPT是如下教材的配套讲义：
《Python程序设计基础教程（微课版）》

厦门大学 林子雨,赵江声,陶继平 编著，人民邮电出版社

《 Python程序设计基础教程（微课版） 》教材官方网站：
http://dblab.xmu.edu.cn/post/python

4.3.1字典的创建与删除

字典用大括号{}标识。在使用大括号语法创建字典时，大括号中应包含多个“键值对”，键与值之间用英文冒号隔开，多个键值对之间用英文逗号隔开。具体实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}  #键是字符串
>>> grade
{'语文': 67, '数学': 91, '英语': 78}
>>> empty_dict = {}   #创建一个空字典
>>> empty_dict
{}
>>> dict1 = {(1,2):"male",(1,3):"female"}  #键是元组
>>> dict1
{(1, 2): 'male', (1, 3): 'female'}
```

需要指出的是，元组可以作为字典的键，但列表不能作为字典的键，因为字典要求键必须是不可变类型，但列表是可变类型，因此列表不能作为字典的键。

4.3.1字典的创建与删除

此外，Python还提供了内置函数dict()来创建字典，实例如下：

```
>>> books = [('hadoop', 132), ('spark', 563), ('flink', 211)]
>>> dict1 = dict(books)
>>> dict1
{'hadoop': 132, 'spark': 563, 'flink': 211}
>>> scores = [['计算机', 85], ['大数据', 88], ['Spark编程', 89]]
>>> dict2 = dict(scores)
>>> dict2
{'计算机': 85, '大数据': 88, 'Spark编程': 89}
>>> dict3 = dict(curriculum='计算机',grade=87)  #通过指定参数创建字典
>>> dict3
{'curriculum': '计算机', 'grade': 87}
>>> keys = ["语文","数学","英语"]
>>> values = [67,91,78]
>>> dict4 = dict(zip(keys,values))
>>> dict4
{'语文': 67, '数学': 91, '英语': 78}
>>> dict5 = dict()    #创建空字典
>>> dict5
{}
```

4.3.1字典的创建与删除

上面代码中，zip()函数用于将可迭代的对象作为参数，将对象中对应的元素打包成一个个元组，然后返回由这些元组组成的列表，例如：

```
>>> x = [1,2,3]
>>> y = ["a","b","c"]
>>> zipped = zip(x,y)
>>> zipped
<zip object at 0x0000000002CC9D40>
>>> list(zipped)
[(1, 'a'), (2, 'b'), (3, 'c')]
```

4.3.1字典的创建与删除

对于不再需要的字典，可以使用del命令删除，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> del grade
```

还可以使用字典对象的clear()方法清空字典中的所有元素，让字典变成一个空字典，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> grade.clear()
>>> grade
{}
```

4.3.2 访问字典

字典包含多个“键值对”，而键是字典的关键数据，因此对字典的操作都是基于键的，主要操作如下：

- 通过键访问值；
- 通过键添加键值对；
- 通过键删除键值对；
- 通过键修改键值对；
- 通过键判断指定键值对是否存在。

4.3.2 访问字典

与列表和元组一样，对于字典而言，通过键访问值时使用的也是方括号语法，只是此时在方括号中放的是键，而不是列表或元组中的索引，若指定的键不存在，则会抛出异常，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> grade["语文"]
67
>>> grade["计算机"]
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#9>", line 1, in <module>
    grade["计算机"]
KeyError: '计算机'
```

4.3.2 访问字典

Python中推荐的方法是使用字典对象的get()方法获取指定键的值，其语法格式如下：

```
dictname.get(key[,default])
```

其中，dictname表示字典对象，key表示指定的键，default是可选项，用于当指定的键不存在时返回一个默认值，如果省略，则返回None，具体实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> grade.get("数学")
91
>>> grade.get("英语","不存在该课程")
78
>>> grade.get("计算机","不存在该课程")
'不存在该课程'
>>> grade.get("计算机")
>>> #执行结果返回None，屏幕上不可见
```

4.3.2 访问字典

另外，可以使用字典对象的items()方法获取“键值对”列表，使用字典对象的keys()方法获取“键”列表，使用字典对象的values()方法获取“值”列表，具体实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> items = grade.items()
>>> type(items)
<class 'dict_items'>
>>> items
dict_items([('语文', 67), ('数学', 91), ('英语', 78)])
>>> keys = grade.keys()
>>> type(keys)
<class 'dict_keys'>
>>> keys
dict_keys(['语文', '数学', '英语'])
>>> values = grade.values()
>>> type(values)
<class 'dict_values'>
>>> values
dict_values([67, 91, 78])
```

4.3.2 访问字典

可以看出，items()、keys()、values()三个方法依次返回 dict_items、dict_keys 和 dict_values 对象，Python不希望用户直接操作这几个方法，但可通过list()函数把它们转换成列表，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> items = grade.items()
>>> list(items)
[('语文', 67), ('数学', 91), ('英语', 78)]
>>> keys = grade.keys()
>>> list(keys)
['语文', '数学', '英语']
>>> values = grade.values()
>>> list(values)
[67, 91, 78]
```

4.3.2 访问字典

还可以通过for循环对items()方法返回的结果进行遍历，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> for item in grade.items():
        print(item)
('语文', 67)
('数学', 91)
('英语', 78)
>>> for key,value in grade.items():
        print(key,value)
语文 67
数学 91
英语 78
```

4.3.2 访问字典

此外，Python还提供了pop()方法用于获取指定键对应的值，并删除这个键值对，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> grade.pop("英语")
78
>>> grade
{'语文': 67, '数学': 91}
```

4.3.3 添加、修改和删除字典元素

字典是可变序列，因此，可以对字典进行元素的添加、修改和删除操作。可以使用如下方式向列表中添加元素：

```
dictname[key] = value
```

其中，dictname表示字典对象的名称；key表示要添加的元素的键，可以是字符串、数字或者元组，但是键必须具有唯一性，并且是不可变的；value表示要添加的元素的值。具体实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> grade["计算机"] = 93
>>> grade
{'语文': 67, '数学': 91, '英语': 78, '计算机': 93}
```

4.3.3 添加、修改和删除字典元素

当需要修改字典对象某个元素的值时，可以直接为该元素赋予新值，新值会替换原来的旧值，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> grade
{'语文': 67, '数学': 91, '英语': 78}
>>> grade["语文"] = 88
>>> grade
{'语文': 88, '数学': 91, '英语': 78}
```

4.3.3 添加、修改和删除字典元素

当不再需要字典中的某个元素时，可以使用del命令将其删除，实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> del grade["英语"]
>>> grade
{'语文': 67, '数学': 91}
```

另外，还可以使用字典对象的update()方法，用一个字典所包含的键值对来更新已有的字典。在执行update()方法时，如果被更新的字典中已包含对应的键值对，那么原值会被覆盖；如果被更新的字典中不包含对应的键值对，则该键值对被添加进去。具体实例如下：

```
>>> grade = {"语文":67, "数学":91, "英语":78}
>>> grade.update({"语文":59,"数学":91,"英语":78,"计算机":98})
>>> grade
{'语文': 59, '数学': 91, '英语': 78, '计算机': 98}
```

4.3.4 字典推导式

和列表推导式、元组推导式类似，也可以使用字典推导式快速生成一个符合需求的字典。字典推导式的语法格式如下：

{表达式 for 迭代变量 in 可迭代对象 [if 条件表达式]}

其中，用[]括起来的部分是可选项，可以省略。可以看到，和其它推导式的语法格式相比，唯一不同在于，字典推导式用的是大括号{}。具体实例如下：

```
>>> word_list = ["hadoop","spark","hdfs"]
>>> word_dict = {key:len(key) for key in word_list}
>>> word_dict
{'hadoop': 6, 'spark': 5, 'hdfs': 4}
```

4.3.4 字典推导式

还可以根据列表生成字典，实例如下：

```
>>> name = ["张三", "李四", "王五", "李六"]   #名字列表
>>> title = ["教授", "副教授", "讲师", "助教"]   #职称列表
>>> dict1 = {i : j for i, j in zip(name, title)}       #字典推导式
>>> dict1
{'张三': '教授', '李四': '副教授', '王五': '讲师', '李六': '助教'}
```

4.3.4 字典推导式

下面给出一个实例，交换现有字典中各键值对的键和值：

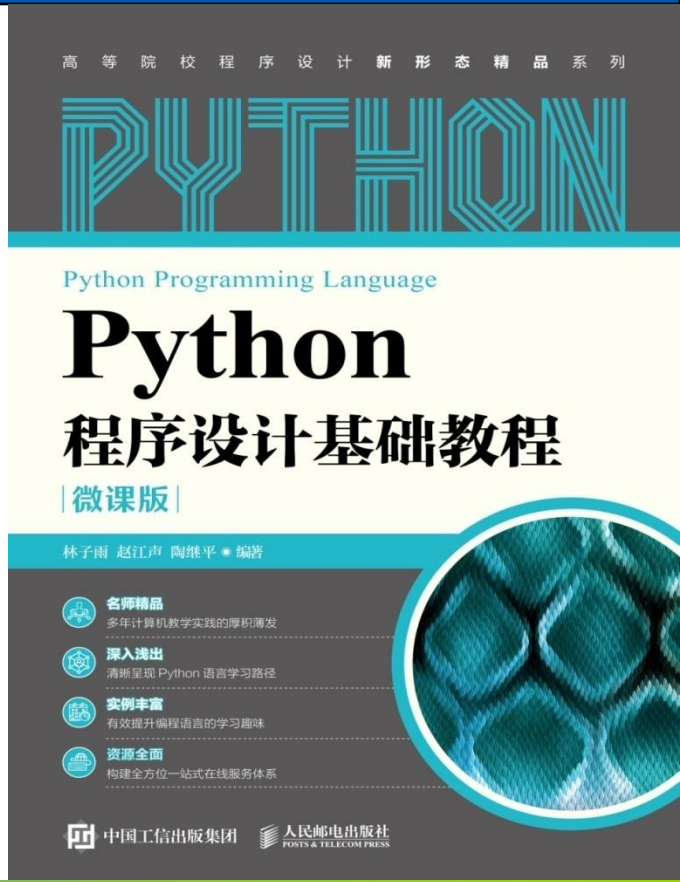
```
>>> olddict = {"hadoop": 6, "spark": 5, "hdfs": 4}
>>> newdict = {v: k for k, v in olddict.items()}
>>> newdict
{6: 'hadoop', 5: 'spark', 4: 'hdfs'}
```

还可以在上面实例的基础上，使用if表达式筛选符合条件的键值对：

```
>>> olddict = {"hadoop": 6, "spark": 5, "hdfs": 4}
>>> newdict = {v: k for k, v in olddict.items() if v>5}
>>> newdict
{6: 'hadoop'}
```

4.4集合

4.4.1 集合的创建与删除
4.4.2 集合元素的添加与删除
4.4.3 集合的并集、交集与差集操作



本PPT是如下教材的配套讲义：
《Python程序设计基础教程（微课版）》

厦门大学 林子雨,赵江声,陶继平 编著，人民邮电出版社

《 Python程序设计基础教程（微课版） 》教材官方网站：
http://dblab.xmu.edu.cn/post/python

4.4.1 集合的创建与删除

集合（set）是一个无序的不重复元素序列。集合中的元素必须是不可变类型。在形式上，集合的所有元素都放在一对大括号“{}”中，两个相邻的元素之间使用逗号分隔。
可以直接使用大括号{}创建集合，实例如下：

```
>>> dayset = {'Monday', 'Tuesday', 'Wednesday', 'Thursday', 'Friday',
'Saturday', 'Sunday'}
>>> dayset
{'Tuesday', 'Monday', 'Wednesday', 'Saturday', 'Thursday', 'Sunday',
'Friday'}
```

在创建集合时，如果存在重复元素，Python只会自动保留一个，实例如下：

```
>>> numset = {2,5,7,8,5,9}
>>> numset
{2, 5, 7, 8, 9}
```

4.4.1 集合的创建与删除

与列表推导式类似，集合也支持集合推导式，实例如下：

```
>>> squared = {x**2 for x in [1, 2, 3]}
>>> squared
{1, 4, 9}
```

4.4.1 集合的创建与删除

也可以使用set()函数将列表、元组、range对象等其他可迭代对象转换为集合，语法格式如下：

setname = set(iteration)

4.4.1 集合的创建与删除

其中，setname表示集合名称，iteration表示列表、元组、range对象等可迭代对象，或者也可以是字符串，如果是字符串，返回的是包含全部不重复字符的集合。实例如下：

```
>>> set1 = set([1,2,3,4,5])    #从列表转换得到集合
>>> set1
{1, 2, 3, 4, 5}
>>> set2 = set((2,4,6,8,10))    #从元组转换得到集合
>>> set2
{2, 4, 6, 8, 10}
>>> set3 = set(range(1,5))    #从range对象转换得到集合
>>> set3
{1, 2, 3, 4}
>>> set4 = set("自强不息，止于至善")    #从字符串转换得到字符集合
>>> set4
{'于', '息', '善', '强', '至', '不', '止', '自', '，'}
```

4.4.1 集合的创建与删除

需要注意的是，创建一个空集合必须用set()而不是{}，因为{}是用来创建一个空字典。实例如下：

```
>>> empty_set = set()
>>> empty_set
set()
```

当不再使用某个集合时，可以使用del命令删除整个集合。实例如下：

```
>>> numset = {1,2,3,4,5}
>>> del numset
```

4.4.2 集合元素的添加与删除

可以使用add()方法向集合中添加元素，被添加的元素只能是字符串、数字及布尔类型的True或者False等，不能是列表、元组等可迭代对象。如果被添加的元素已经在集合中存在，则不进行任何操作。实例如下：

```
>>> bookset = {"hadoop","spark"}
>>> bookset
{'spark', 'hadoop'}
>>> bookset.add("flink")
>>> bookset
{'flink', 'spark', 'hadoop'}
>>> bookset.add("spark")
>>> bookset
{'flink', 'spark', 'hadoop'}
```

4.4.2 集合元素的添加与删除

可以使用pop()、remove()方法删除集合中的一个元素，使用clear()方法清空集合中的所有元素，实例如下：

```
>>> numset = {1,2,3,4,5}
>>> numset.pop()
1
>>> numset
{2, 3, 4, 5}
>>> numset.remove(4)
>>> numset
{2, 3, 5}
>>> numset.clear()
>>> numset
set()
```

4.4.3 集合的并集、交集与差集操作

集合包括并集、交集、差集等操作。所谓并集是指把两个集合中的元素合并在一起，并且去除重复的元素。所谓交集是指取出两个集合中相同的元素。所谓差集是指，对于集合A和B，集合A中的元素在集合B中有重复时，去掉重复元素后集合A中剩余的元素就是A与B的差集。

4.4.3 集合的并集、交集与差集操作

Python集合支持常见的集合操作，包括并集、交集、差集等。具体实例如下：

```
>>> a = set('abc')
>>> b = set('cdef')
>>> a | b  #并集
{'e', 'f', 'c', 'b', 'd', 'a'}
>>> a & b  #交集
{'c'}
>>> a - b   #差集
{'b', 'a'}
>>> a.intersection(b)  #交集
{'c'}
>>> a.difference(b)  #差集
{'b', 'a'}
```

附录A：主讲教师林子雨简介

主讲教师：林子雨

单位：厦门大学计算机科学与技术系
E-mail: ziyulin@xmu.edu.cn
个人网页：http://dblab.xmu.edu.cn/post/linziyu
数据库实验室网站：http://dblab.xmu.edu.cn

扫一扫访问个人主页

林子雨，男，1978年出生，博士（毕业于北京大学），全国高校知名大数据教师，现为厦门大学计算机科学系副教授，厦门大学信息学院实验教学中心主任，曾任厦门大学信息科学与技术学院院长助理、晋江市发展和改革局副局长。中国计算机学会数据库专业委员会委员，中国计算机学会信息系统专业委员会委员。国内高校首个“数字教师”提出者和建设者，厦门大学数据库实验室负责人，厦门大学云计算与大数据研究中心主要建设者和骨干成员，2013年度、2017年度和2020年度厦门大学教学类奖教金获得者，荣获2019年福建省精品在线开放课程、2018年厦门大学高等教育成果特等奖、2018年福建省高等教育教学成果二等奖、2018年国家精品在线开放课程。主要研究方向为数据库、数据仓库、数据挖掘、大数据、云计算和物联网，并以第一作者身份在《软件学报》《计算机学报》和《计算机研究与发展》等国家重点期刊以及国际学术会议上发表多篇学术论文。作为项目负责人主持的科研项目包括1项国家自然科学青年基金项目(No.61303004)、1项福建省自然科学青年基金项目(No.2013J05099)和1项中央高校基本科研业务费项目(No.2011121049)，主持的教改课题包括1项2016年福建省教改课题和1项2016年教育部产学协作育人项目，同时，作为课题负责人完成了国家发改委城市信息化重大课题、国家物联网重大应用示范工程区域试点泉州市工作方案、2015泉州市互联网经济调研等课题。中国高校首个“数字教师”提出者和建设者，2009年至今，“数字教师”大平台累计向网络免费发布超过1000万字高价值的研究和教学资料，累计网络访问量超过1000万次。打造了中国高校大数据教学知名品牌，编著出版了中国高校第一本系统介绍大数据知识的专业教材《大数据技术原理与应用》，并成为京东、当当网等网店畅销书籍；建设了国内高校首个大数据课程公共服务平台，为教师教学和学生学习大数据课程提供全方位、一站式服务，年访问量超过400万次，累计访问量超过1500万次。

附录B：大数据学习路线图

大数据学习路线图访问地址：http://dblab.xmu.edu.cn/post/10164/

附录C：林子雨大数据系列教材

林子雨大数据系列教材

用于导论课、专业课、实训课、公共课

了解全部教材信息：http://dblab.xmu.edu.cn/post/bigdatabook/

附录D：《大数据导论（通识课版）》教材

开设全校公共选修课的优质教材

本课程旨在实现以下几个培养目标：

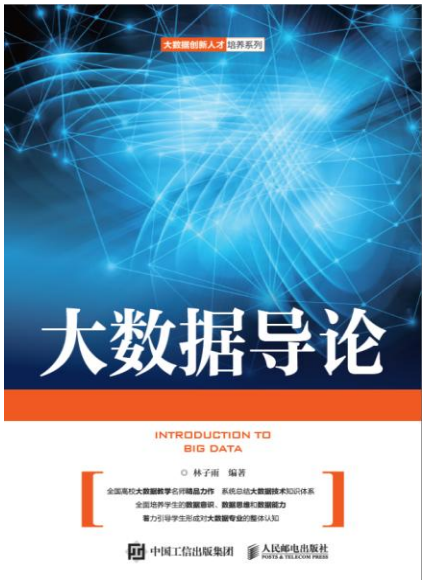
- 引导学生步入大数据时代，积极投身大数据的变革浪潮之中
- 了解大数据概念，培养大数据思维，养成数据安全意识
- 认识大数据伦理，努力使自己的行为符合大数据伦理规范要求
- 熟悉大数据应用，探寻大数据与自己专业的应用结合点
- 激发学生基于大数据的创新创业热情

高等教育出版社 ISBN:978-7-04-053577-8 定价：32元 版次：2020年2月第1版
教材官网：http://dblab.xmu.edu.cn/post/bigdataintroduction/

附录E：《大数据导论》教材

- 林子雨 编著《大数据导论》
- 人民邮电出版社，2020年9月第1版
- ISBN:978-7-115-54446-9 定价：49.80元

教材官网：http://dblab.xmu.edu.cn/post/bigdata-introduction/



开设大数据专业导论课的优质教材

扫一扫访问教材官网

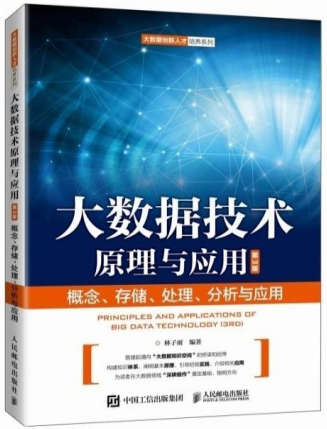
附录F：《大数据技术原理与应用（第3版）》教材

《大数据技术原理与应用——概念、存储、处理、分析与应用（第3版）》，由厦门大学计算机科学系林子雨博士编著，是国内高校第一本系统介绍大数据知识的专业教材。人民邮电出版社 ISBN:978-7-115-54405-6 定价：59.80元

全书共有17章，系统地论述了大数据的基本概念、大数据处理架构Hadoop、分布式文件系统HDFS、分布式数据 库HBase、NoSQL数据库、云数据库、分布式并行编程模型MapReduce、Spark、流计算、Flink、图计算、数据可视化以及大数据在互联网、生物医学和物流等各个领域的应用。在Hadoop、HDFS、HBase、MapReduce、Spark和Flink等重要章节，安排了入门级的实践操作，让读者更好地学习和掌握大数据关键技术。

本书可以作为高等院校计算机专业、信息管理等相关专业的大数据课程教材，也可供相关技术人员参考、学习、培训之用。
欢迎访问《大数据技术原理与应用——概念、存储、处理、分析与应用》教材官方网站：
http://dblab.xmu.edu.cn/post/bigdata3

扫一扫访问教材官网



附录G：《大数据基础编程、实验和案例教程（第2版）》

本书是与《大数据技术原理与应用（第3版）》教材配套的唯一指定实验指导书

大数据教材

1+1黄金组合

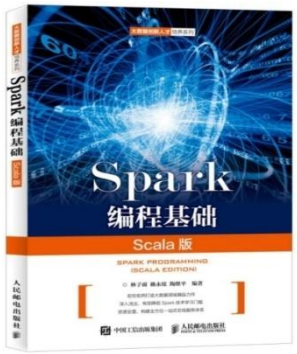
厦门大学林子雨编著

配套实验指导书

- 步步引导，循序渐进，详尽的安装指南为顺利搭建大数据实验环境铺平道路
- 深入浅出，去粗取精，丰富的代码实例帮助快速掌握大数据基础编程方法
- 精心设计，巧妙融合，八套大数据实验题目促进理论与编程知识的消化和吸收
- 结合理论，联系实际，大数据课程综合实验案例精彩呈现大数据分析全流程

林子雨编著《大数据基础编程、实验和案例教程（第2版）》
清华大学出版社 ISBN:978-7-302-55977-1 定价：69元 2020年10月第2版

附录H：《Spark编程基础（Scala版）》



《Spark编程基础（Scala版）》

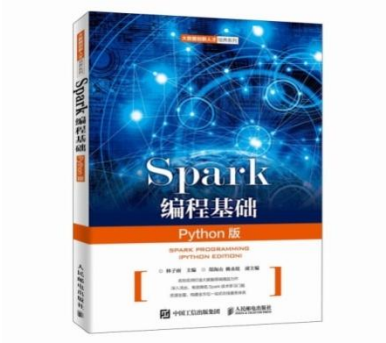
厦门大学 林子雨，赖永炫，陶继平 编著

披荆斩棘，在大数据丛林中开辟学习捷径
填沟削坎，为快速学习Spark技术铺平道路
深入浅出，有效降低Spark技术学习门槛
资源全面，构建全方位一站式在线服务体系

人民邮电出版社出版发行，ISBN:978-7-115-48816-9
教材官网：http://dblab.xmu.edu.cn/post/spark/

本书以Scala作为开发Spark应用程序的编程语言，系统介绍了Spark编程的基础知识。全书共8章，内容包括大数据技术概述、Scala语言基础、Spark的设计与运行原理、Spark环境搭建和使用方法、RDD编程、Spark SQL、Spark Streaming、Spark MLlib等。本书每个章节都安排了入门级的编程实践操作，以便读者更好地学习和掌握Spark编程方法。本书官网免费提供了全套的在线教学资源，包括讲义PPT、习题、源代码、软件、数据集、授课视频、上机实验指南等。

附录I：《Spark编程基础（Python版）》



《Spark编程基础（Python版）》

厦门大学 林子雨，郑海山，赖永炫 编著

披荆斩棘，在大数据丛林中开辟学习捷径
填沟削坎，为快速学习Spark技术铺平道路
深入浅出，有效降低Spark技术学习门槛
资源全面，构建全方位一站式在线服务体系

人民邮电出版社出版发行，ISBN:978-7-115-52439-3
教材官网： http://dblab.xmu.edu.cn/post/spark-python/

本书以Python作为开发Spark应用程序的编程语言，系统介绍了Spark编程的基础知识。全书共8章，内容包括大数据技术概述、Spark的设计与运行原理、Spark环境搭建和使用方法、RDD编程、Spark SQL、Spark Streaming、Structured Streaming、Spark MLlib等。本书每个章节都安排了入门级的编程实践操作，以便读者更好地学习和掌握Spark编程方法。本书官网免费提供了全套的在线教学资源，包括讲义PPT、习题、源代码、软件、数据集、上机实验指南等。

附录J：高校大数据课程公共服务平台

高校大数据课程

公 共 服 务 平 台

http://dblab.xmu.edu.cn/post/bigdata-teaching-platform/

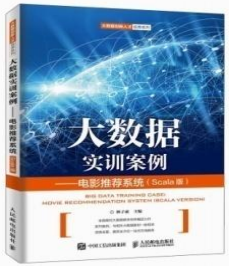
扫一扫访问平台主页

扫一扫观看3分钟FLASH动画宣传片

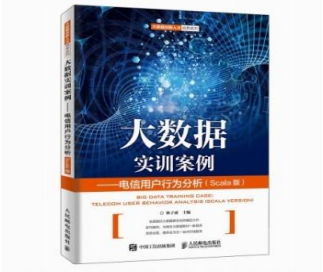
附录K：高校大数据实训课程系列案例教材

为了更好满足高校开设大数据实训课程的教材需求，厦门大学数据库实验室林子雨老师团队联合企业共同开发了《高校大数据实训课程系列案例》，目前已经完成开发的系列案例包括：

《电影推荐系统》（已经于2019年5月出版）
《电信用户行为分析》（已经于2019年5月出版）
《实时日志流处理分析》
《微博用户情感分析》
《互联网广告预测分析》
《网站日志处理分析》



系列案例教材将于2019年陆续出版发行，教材相关信息，敬请关注网页后续更新！
http://dblab.xmu.edu.cn/post/shixunkecheng/



扫一扫访问大数据实训课程系列案例教材主页


Thank You!