全国高等院校应用型**创新规划**教材 计算机系列

Python 数据分析基础

余本国 编著

- 由浅入深，配有大量示例代码，有利于尽快进入角色
- 理论与实际应用紧密结合，通过案例讲解，突出实用性
- 从实例出发，结合课后练习，让读者少走弯路
- 配备免费教学资源——电子课件、习题答案

清华大学出版社

全国高等院校应用型创新规划教材·计算机系列

Python 数据分析基础

余本国　编　著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

Python 是由 Guido van Rossum 于 20 世纪 80 年代末和 90 年代初，在荷兰国家数学和计算机科学研究所设计出来的。它是一种面向对象的、用途非常广泛的编程语言，具有非常清晰的语法特点，适用于多种操作系统。目前 Python 在国际上非常流行，正在得到越来越多的应用。

Python 可以完成许多任务，功能非常强大，其利用 Pandas 处理大数据的过程，由于 Pandas 库的使用能够很好地展现数据结构，成为近来 Python 项目中经常使用的热门技术，并且 R 和 Spark 对 Python 都有很好的调用接口，甚至在内存使用方面都有优化。

本书根据作者多年教学经验编写，条理清楚，内容深浅适中，尽量让读者从实例出发，结合课后练习，少走弯路。本书涉及的内容主要包括 Python 数据类型与运算、流程控制及函数与类、Pandas 库的数据处理与分析等。在本书的最后，还附带了一些文件读写、网络爬虫、矩阵计算等最基本的内容。

本书可以作为本科生、研究生以及科研人员学习 Python 的基础教材。

图书在版编目(CIP)数据

Python 数据分析基础/余本国编著. —北京：清华大学出版社，2017
(全国高等院校应用型创新规划教材 • 计算机系列)
ISBN 978-7-302-47890-4

Ⅰ. ①P…　Ⅱ. ①余…　Ⅲ. ①软件工具—程序设计—高等学校—教材　Ⅳ. ①TP311.561

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 184452 号

责任编辑：秦　甲
封面设计：杨玉兰
责任校对：宋延清
责任印制：沈　露
出版发行：清华大学出版社
　　网　　址：http://www.tup.com.cn, http://www.wqbook.com
　　地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　**邮　　编**：100084
　　社 总 机：010-62770175　　**邮　　购**：010-62786544
　　投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn
　　质量反馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
　　课件下载：http://www.tup.com.cn, 010-62791865
印 装 者：三河市金元印装有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　张**：14.5　　**字　数**：279 千字
版　　次：2017 年 8 月第 1 版　　**印　次**：2017 年 8 月第 1 次印刷
印　　数：1～2500
定　　价：39.00 元

产品编号：071752-01

前　言

在写作本书的时候，国内大多数参考书还是 Python 2.7 版本，为了给在校大学生开设这门 Python 课程，我们选择了 Python 3.x，毕竟 Python 3.x 才是未来。与其让学生们从 Python 2.7 开始学，还不如直接从 Python 3.x 上手，以掌握更加完善的知识。

作者通过近三轮的教学，对 Python 3.x 的基础知识进行了筛选和总结，特编写此书，希望能够给准备使用 Python 的读者提供一些方便。

本书由浅入深，比较适合那些从未接触过计算机语言的读者。每章配有大量的示例代码，希望读者在使用本书的时候，能够尽可能自己敲代码，少用复制粘贴的方法，这样有利于读者尽快进入“角色”，毕竟“拷贝得来终觉浅”。

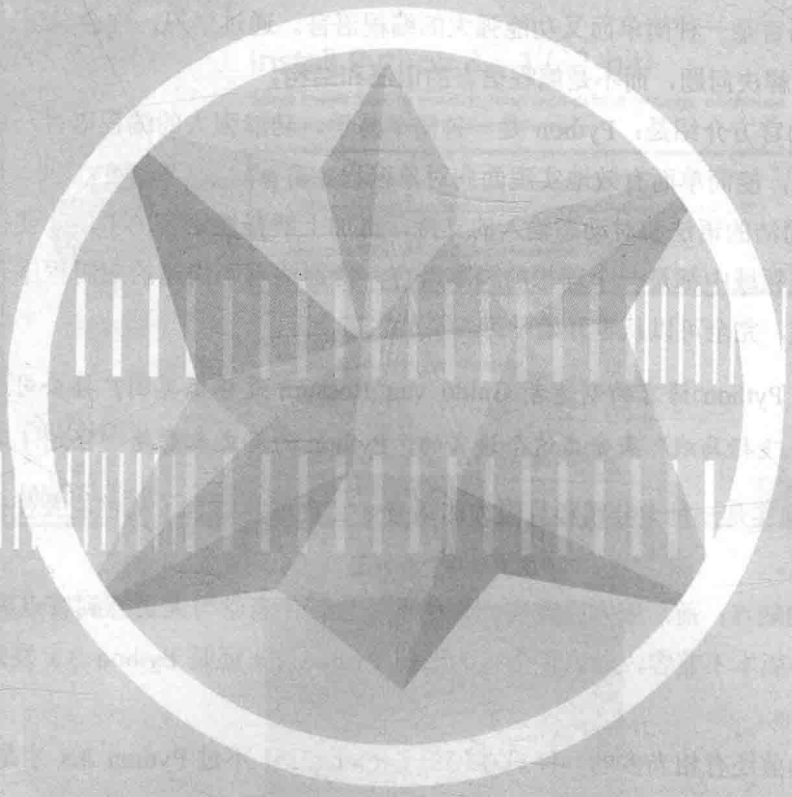
本书的前 3 章是 Python 的基础知识；第 4 章是利用 Pandas 库对数据进行处理、分析以及实现数据可视化；在第 5 章还列出了 Python 对文件的读取、存储方法，对网络爬虫、矩阵运算也做了简单的介绍。

作者在编写本书的过程中，得到了 Python 工程师齐伟的帮助。在开设这门课的时候，齐伟通过视频的形式与我们一起分享了 Python 开发经验。本书在完稿时，得到了研究生闫青、陈文华、马秀、樊宇凯和卢超在文字校对上的帮助。

最后感谢广大读者选择了本书。作者 E-mail：yubg@nuc.edu.cn，QQ：120487362。欢迎各位读者批评指正。

编　者

目录



第 1 章

Python 简介

Python 语言是一种简单而又功能强大的编程语言。通过学习，你会发现，Python 语言注重的是如何解决问题，而不是编程语言的语法和结构。

Python 的官方介绍是：Python 是一种简单易学、功能强大的编程语言，它有高效率的高层数据结构，能简单而有效地实现面向对象编程。

Python 简洁的语法和对动态输入的支持，再加上解释性语言的本质，使得它在大多数平台上的许多领域中都是一个理想的脚本语言，特别适用于快速的应用程序开发。不需要任何编程基础，完全可以从零开始学习。

注意： Python 语言的创造者 Guido van Rossum 是根据英国广播公司的节目“蟒蛇飞行马戏”来命名这个语言的，Python 的英文本意是“巨蛇，大蟒”。

Python 确实是一种十分精彩且强大的语言。它合理地结合了高性能及使得编写程序简单有趣的特色。

Python 的缺点：前后版本不兼容。这确实是让新、老学习人员感到有点头痛的事情。

因为前后版本不兼容，导致许多人为选择 Python 2.x 还是 Python 3.x 发愁。本书推荐使用 Python 3.x。

的确，当前还有相当多的程序员在使用 Python 2.7，不过 Python 3.x 才是 Python 发展的未来，这就像 Windows 7 和 Windows 10 谁是未来一样。

我们发现，Python 3.x 中的新特性确实很妙，很值得进行深入学习。

其实，我们也不用担心，如果了解了 Python 3.x，则 Python 2.7 的代码阅读起来是根本不成问题的。

1.1 安装 Python

Windows 用户可以访问 https://python.org/download，从网站中下载最新的版本，大小约为 27.4MB。与其他大多数语言相比，Python 的安装包算是十分紧凑的，其安装过程与其他 Windows 软件类似。

在本书即将完成的时候，我们使用的是最新版 Python 3.5.1，所使用的计算机系统为 Windows 10。

安装 Python 很简单，双击 python-3.5.1.exe，勾选 Add Python 3.5 to PATH，再单击 Install Now 即可，如图 1-1 所示，其下方已经显示了安装路径。安装完毕后，会显示安装成功界面，最后单击 Close 按钮就可以使用了。

安装完成后，在“开始”菜单中会显示安装目录，如图 1-2 所示。当我们要编写代码时，直接选择 IDLE 命令即可。

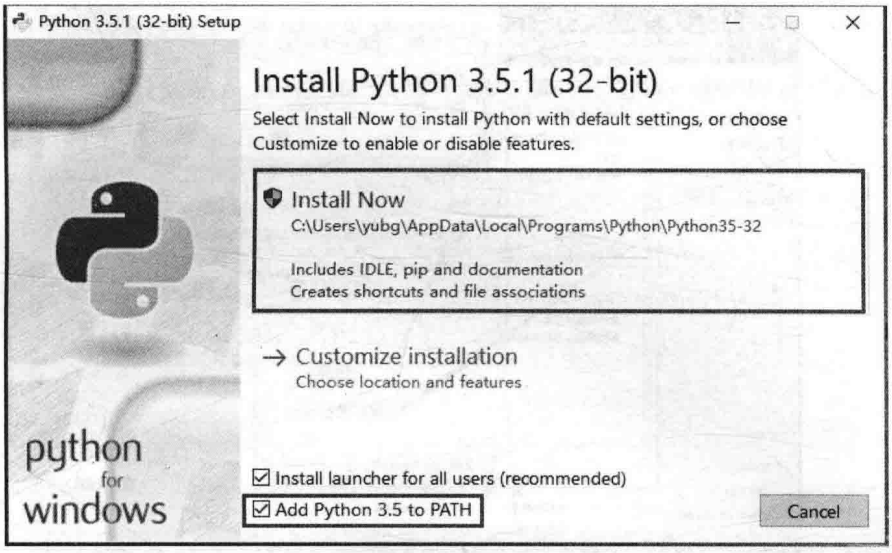


图 1-1　安装界面

图 1-2　“开始”菜单中的安装目录

如果是在 Windows 7 系统中，安装完毕后，还要进行环境的配置(以下是在 Windows 7 系统上安装的 Python 3.3 版本，3.5 版本的安装方法大致相同)，具体方法如下。

打开“控制面板”窗口，单击“系统”图标，打开“系统”窗口，在左侧单击“高级系统设置”图标，将弹出“系统属性”对话框。在该对话框中单击“环境变量”按钮，将弹出“环境变量”对话框，在“系统变量”列表框中选择 Path 选项，然后单击“编辑”按钮，在弹出的“编辑系统变量”对话框中编辑 Path 变量。把“**;C:\Python33**”添加到变量值的末尾，如图 1-3 所示。当然，前提是 Python 已经正确地安装在 C 盘的根目录下，即 C 盘中已经存在 Python33 文件夹。

然后在 DOS Shell 命令提示符下输入“python”，如果看到如图 1-4 所示的信息，就说明 Python 已经安装成功了。

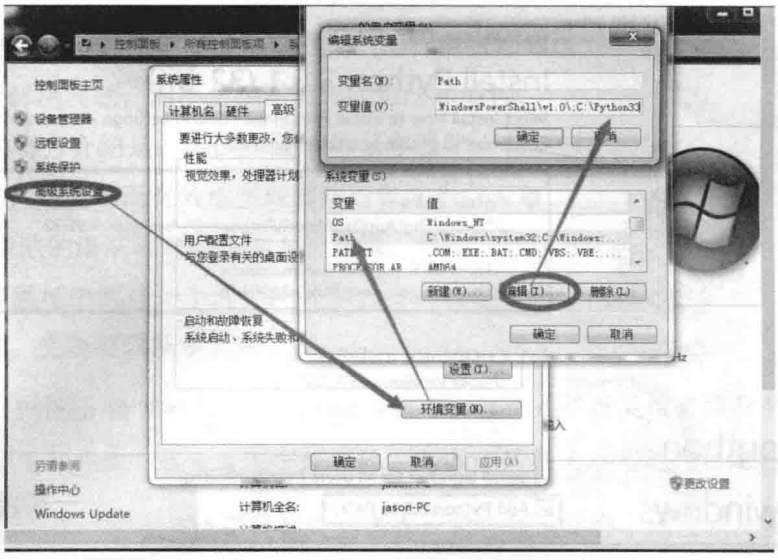


图 1-3　系统变量的设置

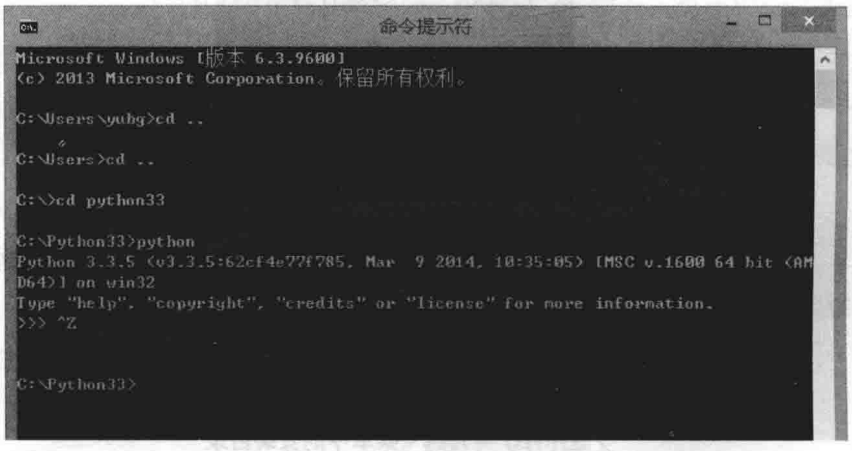


图 1-4　在命令提示符下测试 Python 安装

图 1-4 中显示的是在 C 盘下已安装 Python，目录为 C:\Python33。如果与此不一致，需要先下载并安装 Python。

后面还会介绍 Python 的其他安装方法，目的是为了避免安装复杂的 Python 数据包，如 pandas、numpy 等。

关于 Python 下载和学习的网站很多，例如：

- http://freelycode.com/fcode/downloadinstall?listall=True
- www.freelycode.com
- http://pythontutor.com/

综上所述，对于 Windows 系统，要安装 Python，只须下载安装程序，然后双击它就可以了，是非常简单的。从现在起，我们假设已经在计算机系统里安装了 Python 3.5。

打开 Python 的 IDLE，启动 Python 解释器。

我们在>>>提示符后面输入 print('Hello World')，然后按 Enter 键，应该可以看到输出了 Hello World，如图 1-5 所示。

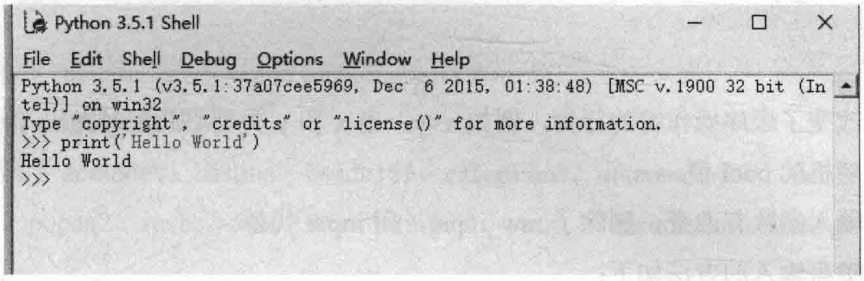


图 1-5　IDLE 界面

注意： 此处的>>>为系统自动显示的提示符，不需要人为地输入，而程序中所涉及的括号()、引号''等，都需要在英文半角状态下输入。

1.2　Python 2 和 Python 3 的区别

本节我们讲解 Python 2 和 Python 3 的主要区别。

1．性能

Python 3.0 运行 PyStone Benchmark 的速度比 Python 2.5 慢 30%。Guido 认为 Python 3.0 有极大的优化空间，在字符串和整型操作上可以取得很好的优化结果。目前 Python 3.5 版本的性能已经优于版本 2.7。

2．编码

Python 3.x 源码文件默认使用 utf-8 编码，这就使得以下代码是合法的，但在 Python 2.x 中是不可思议的事情，对于中国人来说是个“福音”：

```
>>> 中国 = 'china'
>>> print(中国)
china
>>>
```

3．语法

(1) 去除了不等号<>，全部改用!=。

(2) 关键词加入 as 和 with，还有 True、False、None。

(3) 整型除法返回浮点数，要得到整型结果，须使用//。

(4) 去除 print 语句，加入 print()函数实现相同的功能。同样地，还有 exec 语句，已经改为 exec()函数。

例如：

```
print "The answer is", 2*2          # 2.x
print("The answer is", 2*2)         # 3.x
```

(5) 改变了顺序操作符的行为，例如 x<y，当 x 和 y 类型不匹配时抛出 TypeError，而不是返回随机的 bool 值。

(6) 输入函数有改变，删除了 raw_input，用 input 代替。

读取键盘输入的方法如下：

```
guess = int(raw_input('Enter an integer : '))          # 2.x
guess = int(input('Enter an integer : '))              # 3.x
```

(7) 删除了 cmp()比较函数。

4. 数据类型

(1) Python 3.x 去除了 long 类型，现在只有一种整型——int，但它的行为就像 2.x 版本的 long。

(2) dict 的.keys()、.items 和.values()方法返回迭代器，而先前的 iterkeys()等函数都被废弃。同时去掉的还有 dict.has_key()，用 in 替代。

5. 异常

(1) 所有异常都从 BaseException 继承，并删除了 StandardError。

(2) 去除了异常类的序列行为和.message 属性。

(3) 用 raise Exception(args)代替 raise Exception, args 语法。

(4) 捕获异常的语法改变，引入了 as 关键字来标识异常实例。在 Python 2.5 中：

```
>>> try:
    raise NotImplementedError('Error')
except NotImplementedError, error:
    print error.message

Error
>>>
```

在 Python 3.0 中：

```
>>> try:
raise NotImplementedError('Error')
except NotImplementedError as error:     #注意这里的 as
```

```
print(str(error))
Error
>>>
```

6. 模块变动

(1) 移除了 cPickle 模块，使用 pickle 模块代替。

(2) 移除了 imageop 模块。

(3) 移除了 audiodev、bastion、bsddb185、exceptions、linuxaudiodev、md5、mimify、MimeWriter、popen2、rexec、sets、sha、stringold、strop、sunaudiodev、timing 和 xmllib 模块。

(4) 移除了 bsddb 模块(单独发布，可以从 http://www.jcea.es/programacion/pybsddb.htm 获取)。

(5) 移除了 new 模块。

(6) os.tmpnam()和 os.tmpfile()函数被移动到 tmpfile 模块下。

7. 其他

(1) xrange()改名为 range()，要想使用 range()获得一个 list，必须显式调用：

```
>>> list(range(10))
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>>
```

(2) bytes 对象不能 hash，也不支持 b.lower()、b.strip()和 b.split()方法，但对于后两者，可以使用 b.strip(b'\n\t\r \f')和 b.split(b' ')来达到相同的目的。

(3) zip()、map()和 filter()都返回迭代器。

(4) file 类被废弃，在 Python 2.5 中：

```
>>> file
<type 'file'>
>>>
```

在 Python 3.x 中：

```
>>> file
Traceback (most recent call last):
File "<pyshell120>", line 1, in <module>
file
NameError: name 'file' is not defined
>>>
```

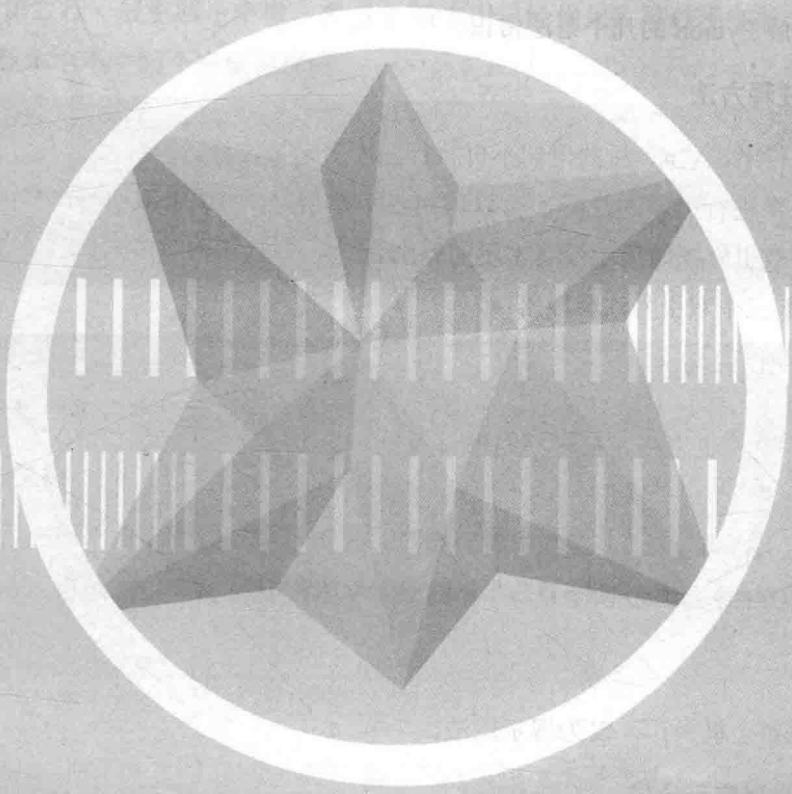
本章小结

本章主要学习了 Python 的安装和 IDLE 的启用，以及了解了 Python 2.7 和 Python 3.x 之间的差异。

练　习

(1) 请将 IDLE 的 Shell 界面字体调试成 18 号等线 light 字体。

(2) 在 Shell 编辑器的>>>后输入 help()，查看本机安装的 Python 版本信息。



第 2 章

Python 数据类型与运算

我们先了解 Python 的几个语法常识。

1. 代码注释方法

(1) 在一行中，“#”后的语句不再执行，而表示被注释。

(2) 如果要进行大段的注释，可以使用三个单引号(''')或者双引号(""")将注释内容包围。单引号和双引号在使用上没有本质的差别。

【例 2-1】三个双引号注释段落：

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Sun Mar 13 21:20:06 2016
@author: yubg
"""
lis=[1,2,3]
for i in lis:   #半角状态冒号不能少，下一行注意缩进
    i+=1
print(i)
```

本例不需要上机操作，仅为展示用法。

2. 用缩进来表示分层

Python 不像 C 语言那样用{}来表示语句块，而是通过让代码缩进 4 个空格来表示分层，当然也可以使用 Tab 键，但不要混合使用 Tab 键和空格来进行缩进，否则会使程序在跨平台时不能正常工作，官方推荐的做法是使用四个空格。

一般来说，行尾遇到“:”就表示下一行缩进的开始，如例 2-1 中的“for i in lis”行尾有冒号，下一行的“i+=1”就需要缩进四个空格。

3. 语句断行

一般来说，Python 中的一条语句占一行，在每条语句的结尾处不需要使用分号(;)。但在 Python 中也可以使用分号，表示将两条简单语句写在一行。但如果一条语句较长，要分几行来写，可以使用“\”来进行换行。分号还有个作用，使用在一行语句的末尾，表示对本行语句的结果不打印输出。一般地，系统能够自动识别换行，如在一对括号中间或三引号之间均可换行。例如下面代码中的第三行较长，若要对其分行，则必须在括号内进行(包括圆括号、方括号和花括号)：

```
from pandas import DataFrame   #导入模块中的函数，后面再讲
from pandas import Series
df = DataFrame({'age':Series([26,85,64]),'name':Series(['Ben','Joh','Jef'])})
print(df)
```

分行后的第二行一般空四个空格，在 3.5 版本中已经优化，可以不空四个空格，但是在较低的 3.x 版本中不空四个空格会报错。

```
from pandas import DataFrame
from pandas import Series
df = DataFrame({'age':Series([26,85,64]),   #此语句分成了两行
   'name':Series(['Ben','Joh','Jef'])})
print(df)
```

4．print()的作用

print()会在输出窗口中显示一些文本或结果，便于验证和显示数据。

5．使用转义符

如果需要在一个字符串中嵌入一个引号，该如何操作？

有两种方法：可以在引号前加反斜杠(\)，或者用不同的引号包围这个引号。

例如：

```
>>>s1='I\'am a boy. '  #可以使用转义符\
>>>print(s1)
I'am a boy.

>>>s2="I'am a boy. "   #也可以用不同的引号包围起来，此处用双引号是为了区分单引号
>>>print(s2)
I'am a boy.
>>>
```

转义符详见本章 2.2.5 小节的内容。

2.1　数 据 类 型

Python 总共有 6 种数据类型，分别是数字型(Numbers)、字符串型(String)、列表型(List)、元组型(Tuple)、集合型(Sets)和字典型(Dictionaries)。

数字型又可划分为整数型(int)、浮点型(float)、布尔型(bool)和复数型(complex)。

在 Python 中有 4 种类型的数——整数、长整数、浮点数和复数。

例如，2 是一个整数的例子。

长整数不过是大一些的整数。

3.23 和 52.3E-4 是浮点数的例子，E 标记表示 10 的幂。52.3E-4 表示 52.3×10^{-4}。

(-5+4j)和(2.3-4.6j)表示的是复数。