

Python 科学计算及应用

谭云松 章 瑾 金 豪 编 著

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内容简介

本书以科学计算方法为核心，以 Python 为工具，讲解了 Python 计算生态，涵盖了常用的数学计算、符号计算、数据分析、数据可视化、办公自动化和人工智能等内容。本书根据作者多年软件开发和教学实践经验，用通俗易懂的语言围绕如何计算数据而展开，实例丰富，易于理解和掌握。本书内容安排合理，循序渐进，深入浅出，融内容讲解、练习题和实验于一体，并提供全方位的教学资源。

本书既注重基础，也重视应用和实践，不要求学生先学其他计算机语言，适合 Python 的初学者使用，可作为高等学校各专业学习科学计算语言或 Python 程序设计的教材或参考书，也可供自学者使用。

图书在版编目（CIP）数据

Python 科学计算及应用 / 谭云松，章瑾，金豪编著
—成都：西南交通大学出版社，2021.9
ISBN 978-7-5643-8260-5
I. P… II. 谭… 章… 金… III. 软件工具 - 程序设计 IV. TP311.561

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2021）第 190464 号

Python Kexue Jisuan ji Yingyong
Python 科学计算及应用

谭云松 章瑾 金豪 / 编著

责任编辑 / 李伟
封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话：028-87600564 028-87600533
网址：<http://www.xnjdcbs.com>
印刷：四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 14.75 字数 368 千
版次 2021 年 9 月第 1 版 印次 2021 年 9 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-8260-5
定价 39.00 元

课件咨询电话：028-81435775
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

前言

PREFACE

科学计算是大专院校理工类及相关专业的必修课,能够进行科学计算的程序设计语言很多,Python 作为科学计算的工具之一,因其免费、开源、跨平台,并拥有大量功能强大的内置对象、标准库和扩展库及众多狂热的支持者,在编程语言流行排行榜稳居前列。

Python 科学计算有如下几个优点:首先,Python 完全免费,众多开源的科学计算库都提供了 Python 的调用接口,用户可以在任何计算机上免费安装 Python 及其绝大多数扩展库;其次,Python 是一门更易学、更严谨的程序设计语言,能够让用户编写出更易读、更易维护的代码;最后,Python 有着丰富的扩展库,可以轻易完成各种高级任务,开发者可以用 Python 实现完整应用程序所需的各种功能。因此,掌握 Python 科学计算语言成为各领域科研及管理人士的必备技术之一。

由于 Python 语言的简洁、易读以及可扩展性,用 Python 做科学计算的工具也十分普遍,本书除了讲解常用的编程技术外,也详细讲解了多个经典的科学计算扩展库,如 SymPy、NumPy、SciPy 和 Matplotlib 等,它们分别为 Python 提供了符号计算、快速数组处理、数值分析以及绘图等功能。因此,Python 语言及其众多的扩展库所构成的科学计算生态十分适合工程技术人员、科研人员处理实验数据、制作图表,甚至开发科学计算应用程序。

掌握科学计算工具 Python,需要熟练运用优秀、成熟的扩展库,而熟练掌握 Python 基础知识和基本数据结构是理解和运用其他扩展库的必备条件,在实际科学计算中,优先使用 Python 内置对象和标准库,再结合专业领域运用其扩展库。本书共分为 3 篇 10 章内容:第 1 篇是基础部分,包含前 5 章内容,介绍了 Python

的语法基础知识，通过大量的案例讲解和练习夯实基础；第2篇是应用部分，包含后5章内容，介绍了常用科学计算库、数据可视化、办公自动化、人工智能及文件处理等内容；第3篇是实验部分，共10个实验，基本上对应于每一章内容，教学与实践相结合。主要内容组织如下：

在基础部分，第1章介绍Python语言的开发环境，第2章是科学计算基础，第3章讲解计算结构，第4章介绍Python序列及用法，第5章是函数计算。

在应用部分，第6章介绍科学计算的扩展库，第7章介绍Python数据可视化，第8章是Python办公自动化，第9章介绍Python在人工智能中的应用，第10章介绍文件及数据格式化。

每个学校对本门课程的学时规定不一，本书适合学时为32~64课时的课程，如学时有限，建议先学完前5章基础内容，再根据各专业的特点有选择性地学完后面的应用部分。

为方便教师教学和学生学学习，本书还提供了教学课件和所有源代码，每一章后面包含了基本练习题及实践操作题，附录实验中提供了实践操作题的源代码，教学更轻松。

本书由谭云松、章瑾和金豪编著，参加编写的还有李玮、张蕾等同志。本书在编写过程中，参考和引用了很多同行的教材及网络博客，在此，向被引用文献的作者及给予本书帮助的所有人士表示衷心的感谢，同时感谢西南交通大学出版社领导和编辑的大力支持与帮助。

本书是作者多年教学经验的总结和体现，尽管不遗余力，但由于作者水平有限，书中难免存在不足与疏漏之处，敬请读者予以批评指正，在此表示衷心感谢！



本书课件



源代码

作 者

2021 年 7 月

目 录

CONTENTS

第 1 篇 基础部分

第 1 章	Python 概述	001
1.1	Python 简介	001
1.2	Python 的应用场景	003
1.3	Python 科学计算环境	004
1.4	Python 模块与包	009
	练习题	011
第 2 章	Python 科学计算基础	014
2.1	Python 标识符与编码	014
2.2	Python 数字类型	017
2.3	运算符	018
2.4	常用标准库	021
	练习题	026
第 3 章	Python 计算结构	028
3.1	顺序计算	029
3.2	分支计算	033
3.3	循环计算	037
	练习题	043
第 4 章	Python 序列计算	046
4.1	字符串 (str)	046
4.2	列表 (list)	053
4.3	元组 (tuple)	059
4.4	字典 (dict)	062
4.5	集合 (set)	066
4.6	常用内置函数	072
4.7	数据类型转换	074
	练习题	076

第 5 章	Python 函数计算	081
5.1	函数的定义和调用	081
5.2	函数的参数	082
5.3	函数嵌套与递归	085
5.4	匿名函数	087
5.5	变量的作用域	088
	练习题	089

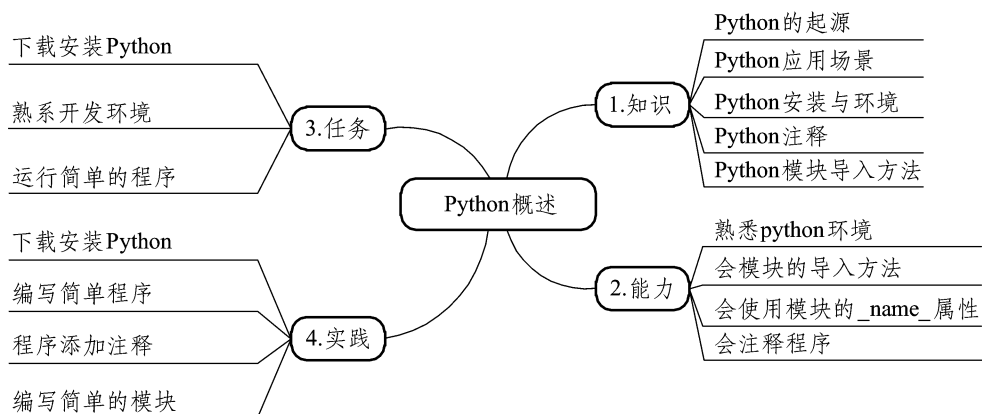
第 2 篇 应用部分

第 6 章	Python 科学计算库	092
6.1	Python 扩展库的安装	092
6.2	符号计算库 SymPy	093
6.3	NumPy 库	098
6.4	Pandas 库	111
6.5	SciPy 库	118
	练习题	123
第 7 章	Python 数据可视化	125
7.1	Matplotlib 库	125
7.2	Seaborn 库	140
	练习题	148
第 8 章	Python 办公自动化	150
8.1	Excel 表数据自动处理	150
8.2	Word 数据自动处理	154
8.3	PPT 数据自动处理	158
8.4	文件批量处理	162
	练习题	165
第 9 章	Python 人工智能	167
9.1	自然语言处理	167
9.2	网络爬虫	172
9.3	机器学习	181
	练习题	189
第 10 章	Python 文件与数据格式化	191
10.1	文件的读写	191
10.2	数据格式化处理	196
	练习题	200

第 3 篇 实验部分

实验 1	Python 环境与输入输出	204
实验 2	Python 科学计算基础	207
实验 3	Python 计算结构	209
实验 4	Python 序列计算	213
实验 5	Python 函数计算	216
实验 6	Python 科学计算库	218
实验 7	Python 数据可视化	220
实验 8	Python 办公自动化	222
实验 9	Python 人工智能	224
实验 10	Python 文件处理	226
参考文献	228

第 1 章 Python 概述



思维导图

1.1 Python 简介

1.1.1 起 源

Python 命名的由来颇具感性色彩。1989 年圣诞节期间，在阿姆斯特丹，Guido 为了打发圣诞节的无趣，决定开发一个新的脚本解释程序，命名来自 Guido 所挚爱的电视剧 *Monty Python's Flying Circus*。他希望这个程序叫 Python（蟒蛇）语言，创造一种介于 C 和 shell 之间、功能全面、易学易用、可拓展的语言。

Python 是一个易于学习、功能强大的编程语言。它拥有高效的数据结构和一种简单有效的面向对象的编程方法。Python 优雅的语法、动态类型及其解释性，使其成为一个大多数平台上许多领域中脚本编写和快速应用程序开发的理想语言。从 2021 年 7 月编程语言流行排行榜上的数据可以看出，Python 语言稳居前三名位置，如图 1.1 所示。



Jul 2021	Jul 2020	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		 C	11.62%	-4.83%
2	2		 Java	11.17%	-3.93%
3	3		 Python	10.95%	+1.86%
4	4		 C++	8.01%	+1.80%
5	5		 C#	4.83%	-0.42%

图 1.1 2021 年 7 月编程语言流行排行榜

1.1.2 Python 的特点

1. 语法简洁

Python 语法非常接近自然语言，可以用来精确表达问题逻辑，能够让用户专注于问题的解决方法，而不是语言本身。Python 3 只有 30 多个保留字，十分简洁，语法非常简单，上手非常容易。

2. 免费开源

Python 是一个免费/自由的开源软件（Free/Libre and Open Source Software，FLOSS）。简单来讲，用户可以自由发布软件的副本，阅读它的源代码，对其进行修改，并且在新的免费程序中使用它的部分内容。

3. 高级语言

当使用 Python 编写程序时，永远不需要考虑底层细节，诸如管理程序使用的内存等。

4. 可移植

由于它的开源特性，Python 已经被移植（为了它能够正常工作而修改）到许多平台上。所有的 Python 程序在任意一个平台上都能正常工作，而不需要做任何修改。

5. 解释性（和编译性相对）

用 C 或 C++ 等编译语言写的程序，需要通过使用带有各种标志和选项的编译器，从 C 或 C++ 的源语言转换为计算机所使用的语言（二进制代码，即 0 和 1）。当运行程序时，链接器或加载器软件把程序从硬盘复制到内存中并开始运行。而 Python 不需要编译成二进制代码，可以直接从源代码运行程序。在内部，Python 会转换成一种被称为字节码的中间形式，然后将字节码转换成计算机的机器语言来运行。实际上，所有这些操作使得 Python 更加易于使用，而不必考虑如何编译程序，也不必考虑如何确保合适的库已经被链接和加载等。这也让 Python 程序更加具有移植性，把程序复制到另一台计算机上，它依然可以正常工作。

6. 面向对象（OOP）

Python 既支持面向过程编程，又支持面向对象编程。在面向过程的语言中，程序围绕过程或者函数构建；在面向对象的语言中，程序围绕包括数据和对象构建。与 C++ 或者

Java 等大型语言相比，Python 有一种非常强大又极其简单的 OOP 方法。

7. 可扩展

Python 提供了丰富的 API（应用程序接口）和工具，程序员能够轻松地使用 C 或 C++ 语言编写扩充模块。

8. 丰富的库

Python 标准库丰富，能够帮用户做各种各样的事情，包括正则表达式、文档生成、单元测试、线程、数据库、网页浏览器、CGI（通用网关接口）、FTP（文件传输协议）、电子邮件、XML（可扩展标记语言）、XML-RPC（远程过程调用）、HTML（超文本标记语言）、WAV 文件、加密、GUI（图形用户界面）以及其他系统相关的内容。只要安装了 Python，所有这些功能都可以使用。除了标准库以外，还可以在 Python 包索引中找到其他各种高质量的库。

1.2 Python 的应用场景

1. Web 应用开发

Python 经常用于 Web 开发，在这个过程中，涌现出了很多优秀的 Web 开发框架，如 Django、Pyramid、Bottle、Tornado、Flask 和 web2py 等。许多知名网站都是使用 Python 语言开发的，如豆瓣、知乎、Instagram、Pinterest、Dropbox 等。

2. 操作系统管理

Python 简单易用、语法优美，特别适合系统管理，在很多操作系统里，Python 是标准的系统组件。大多数 Linux 发行版以及 NetBSD、OpenBSD 和 Mac OS X 都集成了 Python，可以在终端直接运行 Python。还有一些 Linux 发行版的安装器使用 Python 语言编写，比如 Ubuntu 的 Ubiquity 安装器、Red Hat Linux 和 Fedora 的 Anaconda 安装器。一般说来，Python 编写的系统管理脚本在可读性、性能、代码重用度、扩展性几方面都优于普通的 shell 脚本。

3. 科学计算

Python 语言是科研人员最喜爱的数值计算和科学计算编程语言，Python 生态中有 SymPy、NumPy、SciPy 和 Matplotlib 等开源库，可以让 Python 程序员编写与 MATLAB 媲美的科学计算程序。

4. 桌面软件开发

可以使用 Python 标准库模块进行 GUI 编程，此外，PyQt、PySide、wxPython 和 PyGTK 等也是 Python 快速开发桌面应用程序的利器，使用 Python 程序可以轻松地开发出一个可移植的应用软件。

5. 服务器软件开发

Python 对于各种网络协议的支持很完善，因此经常用于编写服务器软件、网络爬虫。第三方库 Twisted 支持异步网络编程和多数标准的网络协议（包含客户端和服务端），并且提供了多种工具，被广泛用于编写高性能的服务器软件。

6. 游戏开发

很多游戏使用 C++ 编写图形显示等高性能模块, 而使用 Python 或者 Lua 编写游戏的逻辑。相较于 Python, Lua 的功能更简单、体积更小; 而 Python 则支持更多的特性和数据类型。

7. 人工智能

Python 广泛地支持和应用于人工智能领域, 是人工智能的主流语言之一。在大量数据的基础上, 结合科学计算、机器学习等技术, Python 对数据进行分析处理的功能非常完善。

1.3 Python 科学计算环境

基于 Python 的科学计算环境需要安装相应的软件, 本书基于 Windows 操作系统, 首先需要安装 Python 软件。此外, 在命令行中通过 `pip install` 指令安装扩展库 NumPy、SymPy、Matplotlib、Scipy、Pandas、Scikit-learn 等。在实际工作中, 要根据具体的计算需求安装合适的库。

1.3.1 Python 软件安装

Python 开发工具的官方下载网址为 www.python.org, 以 Python 3.9.1 为例, 界面如图 1.2 所示。

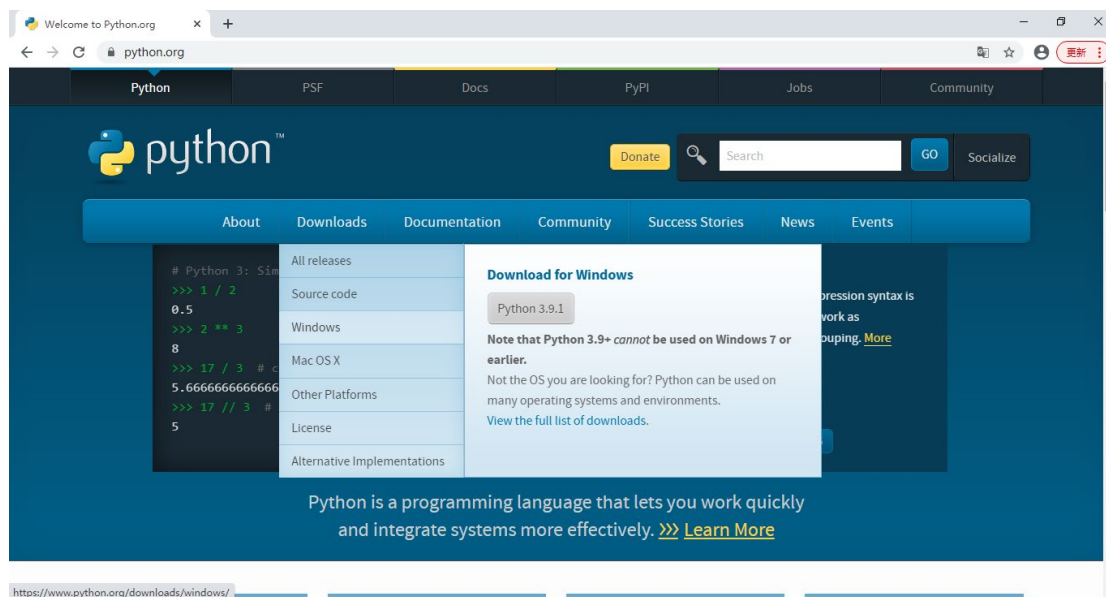


图 1.2 Python 官方网站下载 Python 3.9.1

单击 Downloads 选项, 显示有最新版本的 Python, 下载安装即可。如选择其他版本, 可单击 Windows 选项, 根据自己的计算机操作系统选择 Windows installer (32-bit) 或 Windows installer (64-bit) 选项, 如图 1.3 所示。默认安装选择 Install Now 选项, 用默认路径。自定义安装选择 Customize installation 选项, 可以修改安装路径。

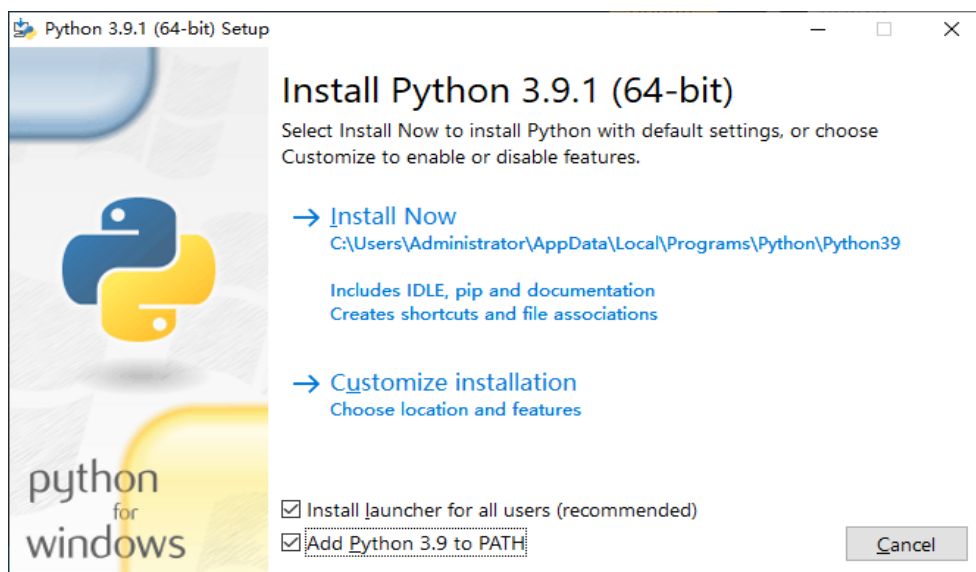


图 1.3 安装 Python

安装成功后，可以在“开始”菜单看到 Python 的选项，如图 1.4 所示。

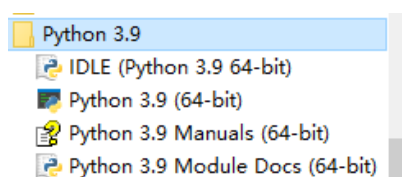


图 1.4 安装目录

选择 IDLE (Python 3.9 64-bit)，打开集成开发环境，如图 1.5 所示。

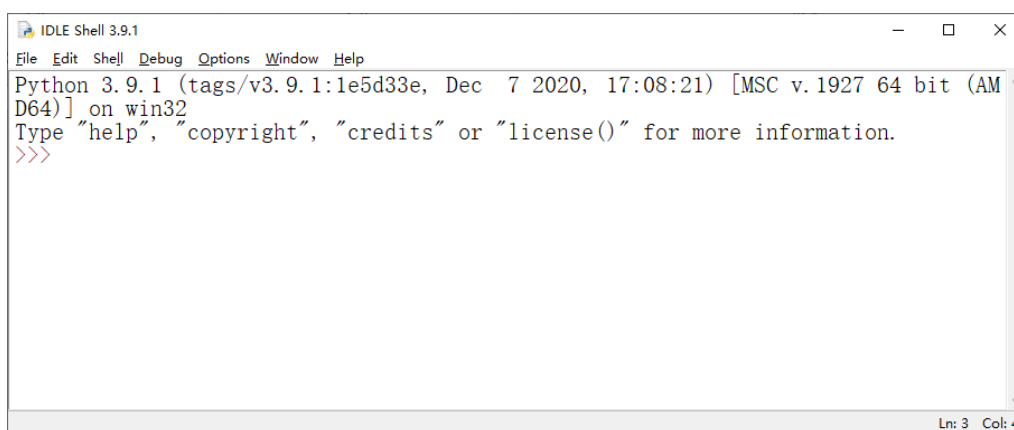
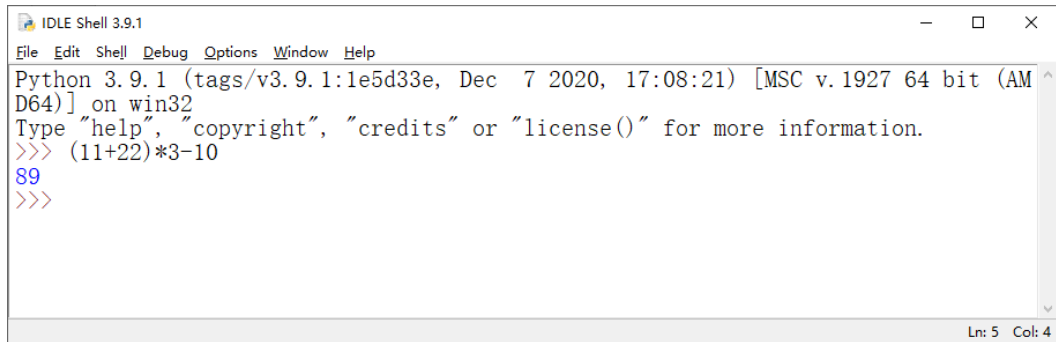


图 1.5 Python 集成开发环境

1.3.2 Python IDLE 用法

在安装 Python 后，会自动安装一个 IDLE (Integrated Development and Learning Environment ,集成开发与学习环境)，程序开发人员可以利用 IDLE Shell 与 Python 交互。在

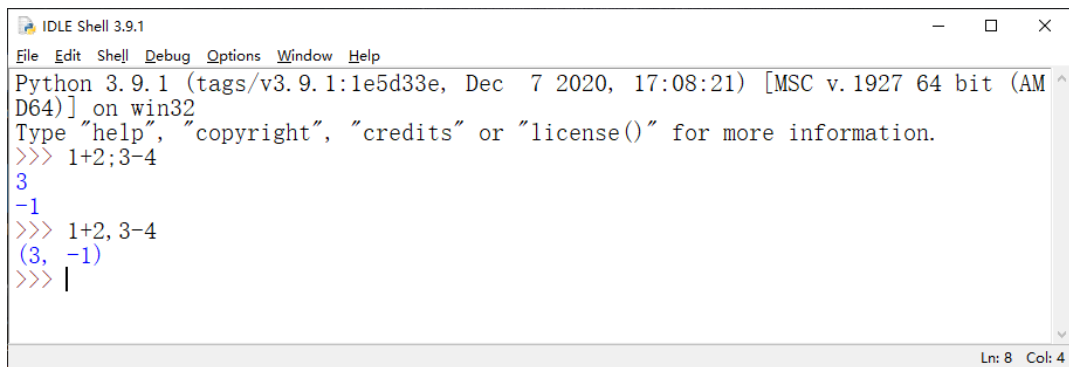
图 1.5 中，>>>是命令提示符，是自动出现的，把要执行的命令输入在后面，然后单击 Enter 键执行命令。这种命令行的形式可以运行单条命令或一组命令，执行完就不能修改，把这种运行程序的模式称为交互模式。例如：计算一个式子，如图 1.6 所示。



```
Python 3.9.1 (tags/v3.9.1:1e5d33e, Dec 7 2020, 17:08:21) [MSC v.1927 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> (11+22)*3-10
89
>>>
```

图 1.6 简单计算

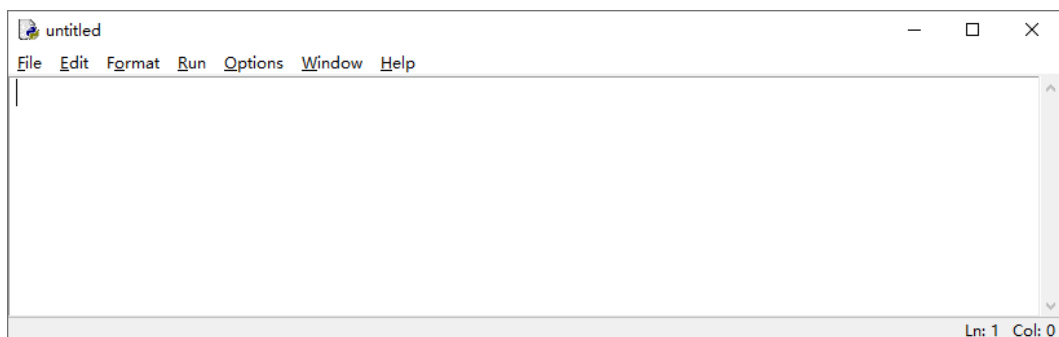
在一行可以输入多条命令，以分号(;)或逗号(,)隔开。注意区别，以分号隔开时，结果分行显示，以逗号隔开时，结果显示在一对圆括号中，如图 1.7 所示。



```
Python 3.9.1 (tags/v3.9.1:1e5d33e, Dec 7 2020, 17:08:21) [MSC v.1927 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> 1+2;3-4
3
-1
>>> 1+2,3-4
(3, -1)
>>> |
```

图 1.7 多条命令计算

对于多条命令，为便于修改与调试，以文件的形式保存程序，称这种模式为文件模式。在图 1.7 中，选择 File→New File 命令，会出现如图 1.8 所示的编辑窗口。



```
untitled
File Edit Format Run Options Window Help
|
```

图 1.8 文件编辑器

在这里就可以编辑多条语句，如图 1.9 所示。

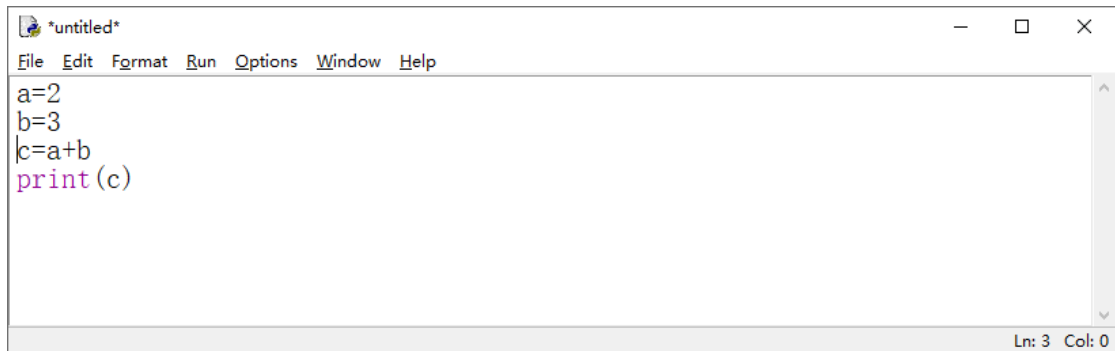


图 1.9 编辑文件

编辑完语句后，单击 Run→Run Module 命令，弹出提示框，如图 1.10 所示，需要保存程序，单击“确定”按钮，将程序保存在计算机上，为文件命名为×××.py 或者×××（×表示任意符号），默认文件扩展名是.py（Python 文件）。

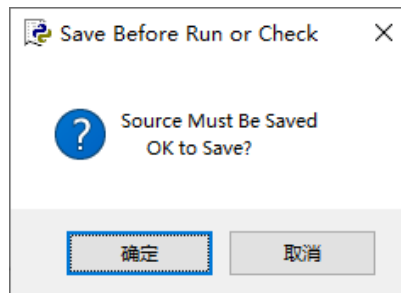


图 1.10 提示框

保存后会出现如图 1.11 所示的运行结果，可以修改程序多次运行观察结果。

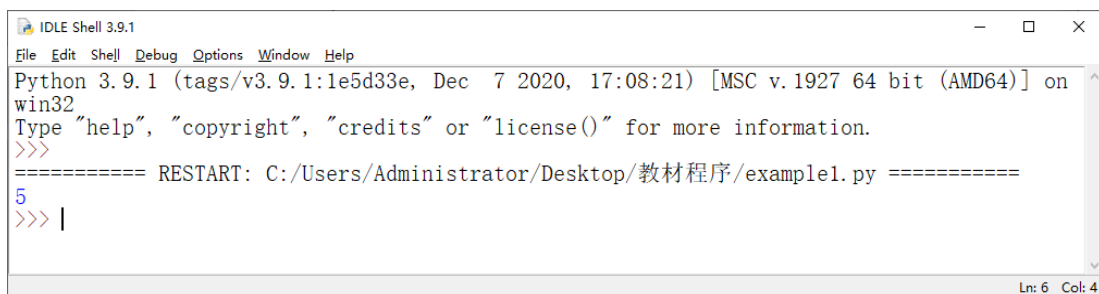


图 1.11 运行窗口

在后续章节中，将用交互模式来测试一些不熟悉的命令，用文件模式进行代码编写。由于 IDLE 简单、方便，很适合初学者，本书均使用 IDLE 作为开发工具。为了编写、调试和运行较复杂的程序，还有其他的开发工具可以选择，如 Anaconda、Pycharm、VS Code、Sublime Text 3、Jupyter Notebook 等。