尚硅谷大模型技术之 Python

（作者：尚硅谷研究院）

版本：V1.0

第 1 章 概述

1.1 计算机的组成

1.1.1 什么是计算机

> 计算机（computer）俗称电脑，是现代一种用于高速计算的电子计算机器，可以进行数值计算，又可以进行逻辑计算，还具有存储记忆功能。是能够按照程序运行，自动、高速处理海量数据的现代化智能电子设备。由硬件系统和软件系统所组成，没有安装任何软件的计算机称为裸机。 --百度百科【计算机】

1.1.2 硬件

> 硬件（英文名 Hardware），计算机硬件是指计算机系统中由电子，机械和光电元件等组成的各种物理装置的总称。这些物理装置按系统结构的要求构成一个有机整体为计算机软件运行提供物质基础。 --百度百科【硬件】

计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等五个逻辑部件组成

（1）运算器

运算器由算术逻辑单元（ALU）、累加器、状态寄存器、通用寄存器组等组成。

算术逻辑运算单元（ALU）的基本功能为加、减、乘、除四则运算，与、或、非、异或等逻辑操作，以及移位、求补等操作。

（2）控制器

控制器（Control Unit），是整个计算机系统的控制中心，它指挥计算机各部分协调地工作，保证计算机按照预先规定的目标和步骤有条不紊地进行操作及处理。

（3）中央处理器

中央处理器（CentralProcessingUnit，CPU），由运算器和控制器组成，是任何计算机系统中必备的核心部件。CPU 由运算器和控制器组成，分别由运算电路和控制电路实现。

（4）存储器

存储器（Memory）是计算机系统中的记忆设备，用来存放程序和数据。

计算机中全部信息，包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。它根据控制器指定的位置存入和取出信息。有了存储器，计算机才有记忆功能，才能保证正常工作。

（5）输入设备

向计算机输入数据和信息的设备。是计算机与用户或其他设备通信的桥梁。输入设备是用户和计算机系统之间进行信息交换的主要装置之一。

（6）输出设备

输出设备（Output Device）是计算机的终端设备，用于接收计算机数据的输出显示、打印、声音、控制外围设备操作等。也是把各种计算结果数据或信息以数字、字符、图像、声音等形式表示出来。

1.1.3 软件

> 软件（英文：Software）是一系列按照特定顺序组织的计算机数据和指令的集合。一般来讲软件被划分为系统软件、应用软件和介于这两者之间的中间件。
>
> --百度百科【软件】

（1）系统软件

系统软件是各类操作系统，如 Dos、windows、Linux、UNIX、Mac、Android、IOS 等，还包括操作系统的补丁程序及硬件驱动程序，都是系统软件类。

（2）应用软件

应用软件可以细分的种类就更多了，如 QQ、酷我、暴风、微信软件等都属于应用软件类。

1.2 程序和编程语言

当我们要让计算机帮我们解决问题时，就需要编写**程序**。

程序是一组计算机能识别和执行的指令，这些指令由数字、字符和语法规则组成，它通常是用某种计算机编程语言编写的。

计算机编程语言，便是我们与计算机沟通的工具，就像我们交流使用的语言一样，只不过是人与计算机之间通讯的语言。

计算机只能执行二进制代码，程序设计语言一般类似英文，想要让计算机理解你写的程序，必须把程序代码“翻译”成计算机能理解的二进制代码，根据翻译形式的不同，可以分为：

- 编译：将程序代码翻译成计算机能理解的二进制目标代码，会生成特定的可执行代码（在 window 上是 exe 文件），可执行代码是二进制的，无法看到源码。然后执行可执行代码就可以得到结果，如 C 语言、C++等。
- 解释：将程序代码一句一句翻译为计算机可以执行的指令，立即执行，不会生成可执行文件，如 Python、Php、JavaScript 等。

1.3 计算机语言简史

1.3.1 第一代：机器语言

1946 年 2 月 14 日，世界上第一台计算机 ENIAC 诞生，使用的是最原始的穿孔卡片。这种卡片上使用的是二进制代码表示的语言，与人类语言差别极大，这种语言就称为机器语言。比如一段典型的机器码：

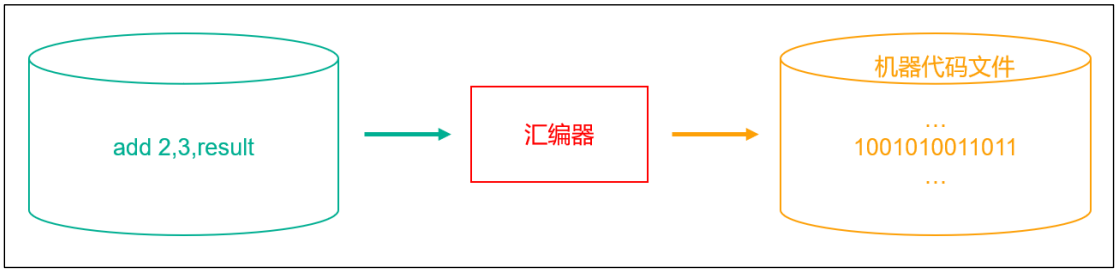
- 0000,0000,000000010000 代表 LOAD A, 16
- 0000,0001,000000000001 代表 LOAD B, 1
- 0001,0001,000000010000 代表 STORE B, 16

1.3.2 第二代：汇编语言

使用英文缩写的助记符来表示基本的操作，比如：LOAD、MOVE 等，使人更容易使用，这些助记符构成了汇编语言的基础。因此，汇编语言也称为符号语言。

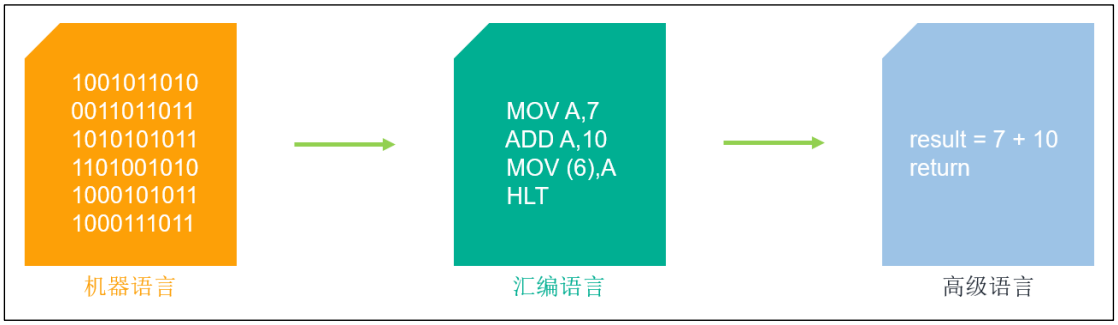
优点：能编写高效率的程序。

缺点：汇编语言是面向机器的，不同计算机会有不同的汇编语言，程序不易移植。

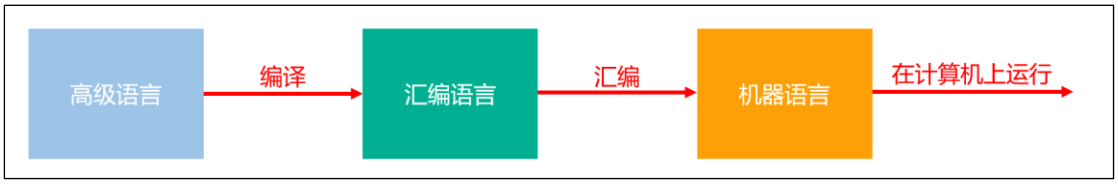


1.3.3 第三代：高级语言

高级语言，是一种接近于人类使用习惯的程序设计语言，它允许程序员使用接近日常英语的指令来编写程序，程序中的符号和算式也与日常用的数学算式差不多，接近于自然语言和数学语言，容易被人们掌握。



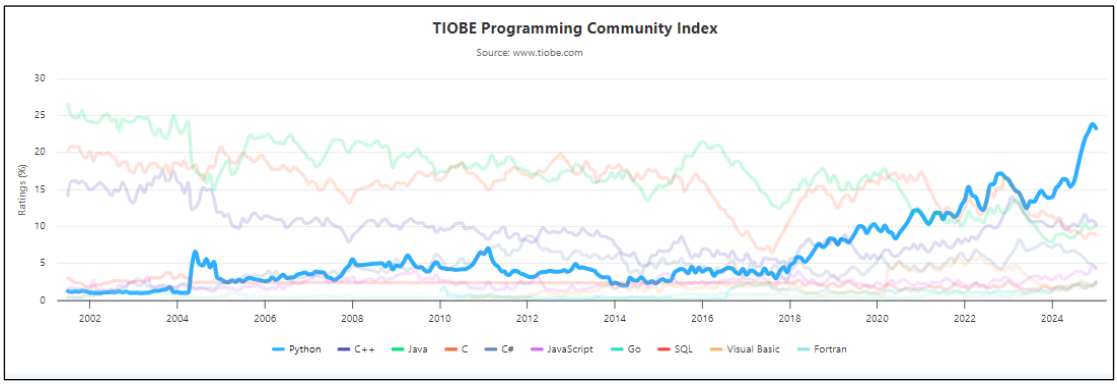
高级语言独立于计算机硬件，有一定的通用性；计算机不能直接识别和执行用高级语言编写的程序，需要使用编译器或者解释器，将高级语言转换为机器语言才能被识别和执行。



常见的高级语言有 Fortran、ALGOL、Basic、COBOL、LISP、Pascal、PROLOG、C、C++、VB、Delphi、Java、PHP、JavaScript、Python 等，我们主要学习的是 Python。

下图是 TIOBE 在 2025 年 01 月份统计的热门语言排行

https://www.tiobe.com/tiobe-index/



Jan 2025	Jan 2024	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Python	23.28%	+9.32%
2	3	↑	C++	10.29%	+0.33%
3	4	↑	Java	10.15%	+2.28%
4	2	↓	C	8.86%	-2.59%
5	5		C#	4.45%	-2.71%
6	6		JavaScript	4.20%	+1.43%
7	11	⇈	Go	2.61%	+1.24%
8	9	↑	SQL	2.41%	+0.95%
9	8	↓	Visual Basic	2.37%	+0.77%
10	12	↑	Fortran	2.04%	+0.94%
11	13	↑	Delphi/Object Pascal	1.79%	+0.70%
12	10	↓	Scratch	1.55%	+0.11%
13	7	⇊	PHP	1.38%	-0.41%
14	19	⇈	Rust	1.16%	+0.37%
15	14	↓	MATLAB	1.07%	+0.09%
16	18	↑	Ruby	1.06%	+0.25%
17	15	↓	Assembly language	1.01%	+0.10%
18	23	⇈	R	1.00%	+0.27%
19	16	↓	Swift	0.99%	+0.10%
20	20		COBOL	0.95%	+0.17%

1.4 为什么学习 Python

1.4.1 Python 起源

Python（英国发音：/ˈpaɪθən/ 美国发音：/ˈpaɪθɑːn/）,是一门优雅而健壮的编程语言。

作者是荷兰人 Guido van Rossum（吉多·范罗苏姆），1982 年从阿姆斯特丹大学获得了数学和计算机硕士学位。然而，尽管他算得上是一位数学家，但他更加享受计算机带来的乐趣。

在那时，Guido 接触并使用过诸如 Pascal、C、Fortran 等语言。这些语言的基本设计原则是让机器能更快运行。但为了增进效率，语言也迫使程序员像计算机一样思考。这种编程方式让 Guido 感到苦恼。即使 Guido 知道如何用 C 语言写出一个功能，但整个编写过程却也需要耗费大量的时间。他的另一个选择是 shell。Bourne Shell(是一个交换式的命令解释器和命令编程语言)作为 UNIX 系统的解释器已经长期存在。shell 可以像胶水一样，将 UNIX 下的许多功能连接在一起。许多 C 语言下上百行的程序，在 shell 下只用几行就可以完成。

Guido 希望有一种语言既能像 C 语言那样全面调用计算机的功能接口，又可以像 shell 那样轻松的编程。1989 年，为了打发聊的圣诞节假期，Guido 开始编写 Python 语言的编译器。Python 这个名字，来自 Guido 所挚爱的电视剧 Monty Python's Flying Circus(飞行马戏团)。他希望这个新的叫做 Python 的语言，能符合他的理想：创造一种 C 和 shell 之间，功能全面，易学易用，可拓展的语言。

Python 的设计哲学是“优雅”、“明确”、“简单”。

用一种方法，最好是只有一种方法来做一件事，如果面临多种选择，Python 开发者一般会拒绝花俏的语法，而选择明确没有或者很少有歧义的语法。

Python 第一个公开发行版发行于 1991 年。

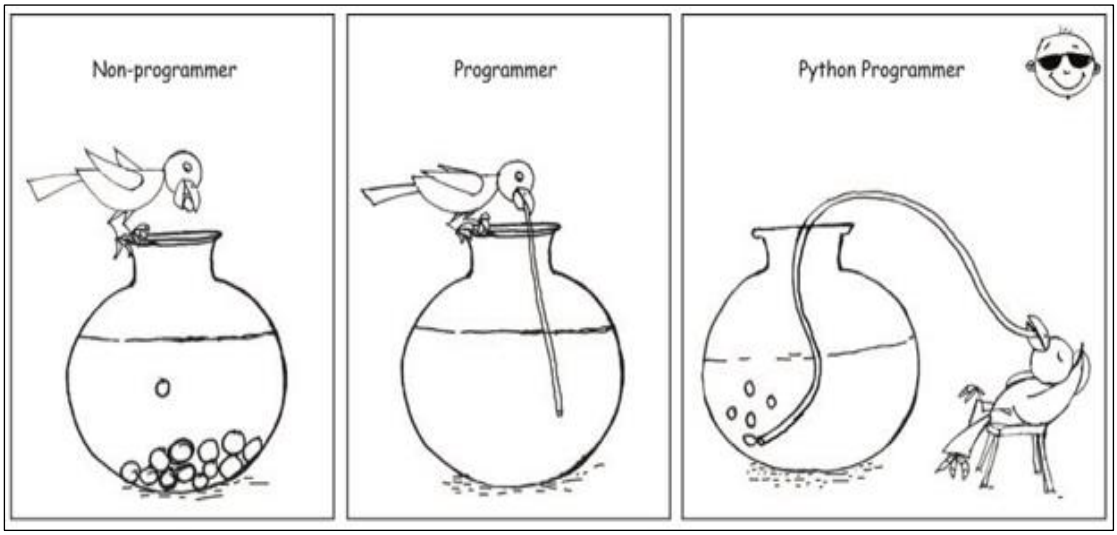
1.4.2 Python 能做什么

作为一个实用主义的学习者，最关心的问题一定是 “我为什么要选择学 Python，学会之后我可以用来做什么？”

首先，对于初学者来说，比起其他编程语言，Python 更容易上手。

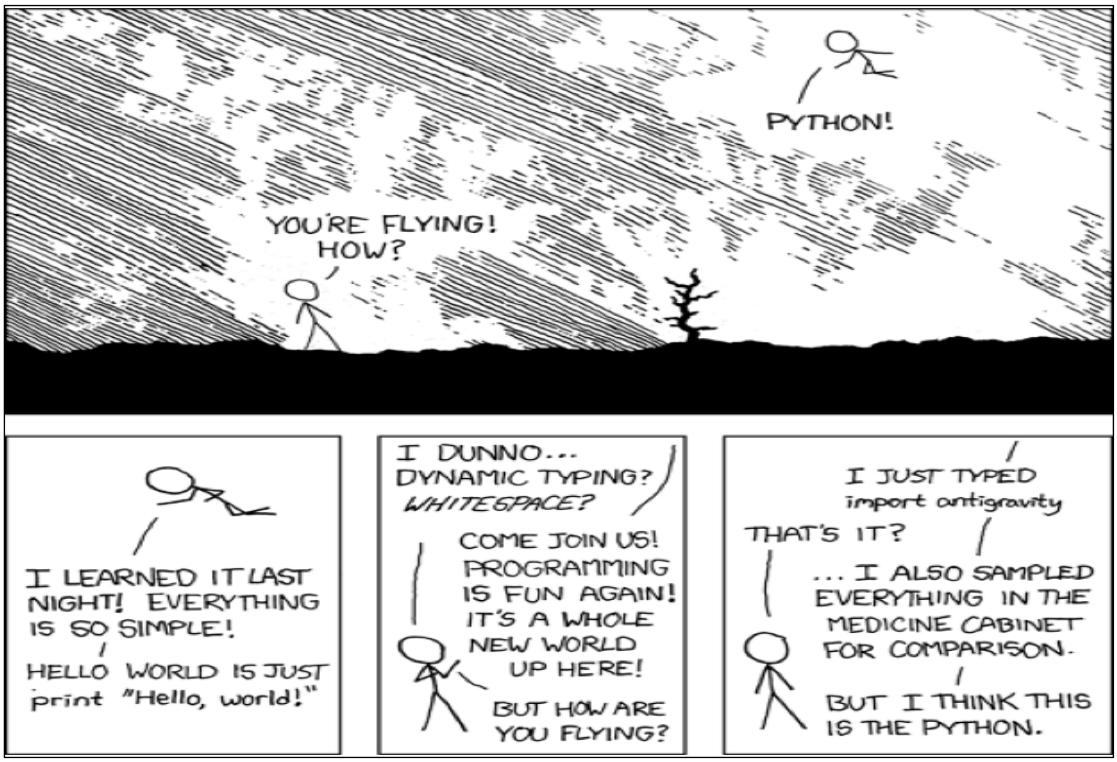
Python 的设计哲学是优雅、明确、简单。在官方的 The Zen of Python（《Python 之禅》）中，有这样一句话，There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it. Python 追求的是找到最好的解决方案。相比之下，其他语言追求的是多种解决方案。

如果你试着读一段写的不错的 Python 代码，会发现像是在读英语一样。这也是 Python 的最大优点，它使你能够专注于解决问题而不是去搞明白语言本身。



以上漫画形容了 Python 开发者是多么轻松

其次，Python 功能强大，很多你本来应该操心的事情，Python 都替你考虑到了。当你用 Python 语言编写程序的时候，你不需要考虑如何管理你的程序使用的内存之类的底层细节。并且 Python 有很丰富的库，其中有官方的，也有第三方开发的，你想做的功能模块很有可能已经有人写好了，你只需要调用，不需要重新发明轮子。这就像是拥有了智能手机，可以任意安装需要的 app。



这幅漫画形容了 Python 的库有多强大，导入一个反重力库就可以飞起来了。

第三，Python 能做的事情有许多（应用面广），主要应用场景如下：

- **Web 应用开发**

拥有 Django、Flask 等丰富的 Web 开发框架，能够快速完成网站的开发和 Web 服务，像 Google、豆瓣等都有使用。

- **网络爬虫**

可按照一定规则自动抓取互联网信息，用于爬取图片、数据等，在新闻采集、数据挖掘、网站监测、舆情分析等方面应用广泛。

- **系统网络运维**

适合将运维工作中的大量重复性工作自动化，如管理、监控、发布系统等，可提高工作效率。

- **数据分析与科学计算**

广泛应用于科学与数字分析，常用 Numpy、Scipy 等库。可进行数据处理、清洗、转换和计算，还能实现统计分析和数据可视化，帮助理解数据规律和趋势。

- **人工智能与机器学习**

是人工智能的主要开发语言，拥有 TensorFlow、Keras 等众多相关库，可用于机器学习、自然语言处理和计算机视觉等领域。

- **办公自动化**

可用于处理 ppt 文件、图片处理、文件备份、系统监控等，还能与 Excel、Word 文档结合，实现数据清洗、分析、批量操作等。

- **金融分析与量化交易**

可高效处理大量金融数据，开发量化交易模型，进行回测和性能评估、风险管理、算法交易和自动化交易以及金融可视化和报告生成等。

- **3D 游戏开发**

有 Pygame、Pykyra 等很好的 3D 渲染库和游戏开发框架，可用于网络游戏开发等。

- **桌面 GUI 应用**

Tkinter 库可用于设计用户界面，PyQt、Kivy 等工具包则有助于跨平台设计 UI 应用。

- **教育领域**

作为一种对初学者友好的编程语言，拥有简单的学习曲线和丰富的学习资源，常被用于开发教育程序和在线课程。

1.4.3 Python 特点

1）Python 优点

（1）易于学习：Python 有相对较少的关键字，结构简单，和一个明确定义的语法，学习起来更加简单。

（2）广泛的标准库：Python 最大的优势之一就是有着丰富的库。Python 拥有一个强大的标准库，Python 语言的核心只包含一些常见类型和函数，而 Python 标准库提供了系统管理、网络通信、文本处理、数据库接口、图形系统、XML 处理等额外的功能。

（3）大量的第三方模块：Python 社区提供了大量的第三方模块，使用方式与标准库类似。它们的功能覆盖科学计算、人工智能、机器学习、Web 开发、数据库接口、图形系统等多个领域。

（4）互动模式：可以从终端输入执行代码并立即获得结果。

（5）可移植：基于其开放源代码的特性，Python 已经被移植（也就是使其工作）到许多平台。

（6）可扩展：如果需要一段运行很快的关键代码，或者是想要编写一些不愿开放的算法，你可以使用 C 或 C++完成那部分程序，然后从你的 Python 程序中调用。

（7）免费、开源。

2）Python 缺点

（1）运行速度慢：和 C 程序相比非常慢，因为 Python 是解释型语言，代码在执行时会一行一行地翻译成 CPU 能理解的机器码，这个翻译过程非常耗时。而 C 程序是运行前直接编译成 CPU 能执行的机器码。

（2）代码不能加密：如果要发布 Python 程序，实际上就是发布源代码，这一点跟 C 语言不同，C 语言不用发布源代码，只需要把编译后的机器码（也就是在 Windows 上常见的 exe 文件）发布出去。所以，凡是编译型的语言都没有这个问题，而解释型的语言则必须把源码发布出去。

1.5 Python 版本

Python 有 2 个版本，Python2 和 Python3。

2020 年 1 月 1 日，官方宣布，停止 Python 2 的更新，Python 2.7 被确定为最后一个 Python 2.x 版本

Python 3.x 是现在和未来主流的版本。相对于 Python 的早期版本是一个比较大的升级，且为了不带入过多的累赘， Python 3.0 在设计的时候没有考虑向下兼容，因而许多早期 Python 版本设计的程序都无法在 Python 3.0 上正常执行。但随着 Python3 使用越来越广泛，大部分新项目开始使用 Python3，且大部分三方库已经支持 Python3.x,Python3.x 已经成为趋势。

- Python 3.0 发布于 2008 年
- Python 3.13.1 发布于 2024 年 12 月
- 当前课程使用的版本是 Python3.12.8

1.6 Python 解释器

当我们编写 Python 代码时，我们得到的是一个包含 Python 代码的以.py 为扩展名的文本文件。要运行代码，就需要 Python 解释器去执行.py 文件。

由于整个 Python 语言从规范到解释器都是开源的，所以理论上，只要水平够高，任何人都可以编写 Python 解释器来执行 Python 代码（当然难度很大）。事实上，确实存在多种 Python 解释器。

- **CPython**

当我们从 Python 官方网站下载并安装好 Python 3.x 后，我们就直接获得了一个官方版本的解释器：CPython。这个解释器是用 C 语言开发的，所以叫 CPython。在命令行下运行 python 就是启动 CPython 解释器。

CPython 是使用最广的 Python 解释器。教程的所有代码也都在 CPython 下执行。

- **IPython**

IPython 是基于 CPython 之上的一个交互式解释器，也就是说，IPython 只是在交互方式上有所增强，但是执行 Python 代码的功能和 CPython 是完全一样的。好比很多国产浏览器虽然外观不同，但内核其实都是调用了 IE。

CPython 用>>>作为提示符，而 IPython 用 In [序号]:作为提示符。

- **PyPy**

PyPy 是另一个 Python 解释器，它的目标是执行速度。PyPy 采用 JIT 技术，对 Python 代码进行动态编译（注意不是解释），所以可以显著提高 Python 代码的执行速度。绝大部分 Python 代码都可以在 PyPy 下运行，但是 PyPy 和 CPython 有一些是不同的，这就导致相同的 Python 代码在两种解释器下执行可能会有不同的结果。如果你的代码要放到 PyPy 下执行，就需要了解 PyPy 和 CPython 的不同点。

- **Jython**

Jython 是运行在 Java 平台上的 Python 解释器，可以直接把 Python 代码编译成 Java 字节码执行。

- **IronPython**

IronPython 和 Jython 类似，只不过 IronPython 是运行在微软.Net 平台上的 Python 解释器，可以直接把 Python 代码编译成.Net 的字节码。

- **小结**

Python 的解释器很多，但使用最广泛的还是 CPython。如果要和 Java 或.Net 平台交互，最好的办法不是用 Jython 或 IronPython，而是通过网络调用来交互，确保各程序之间的独立性。

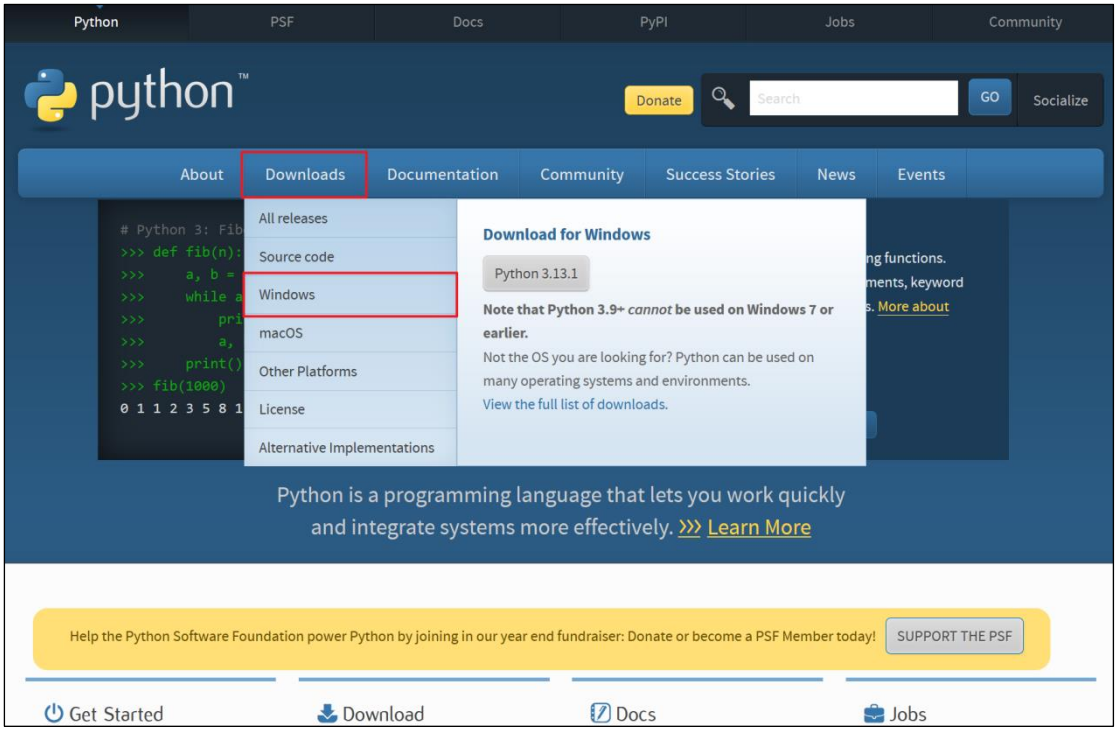
第 2 章 快速入门

2.1 安装 Python

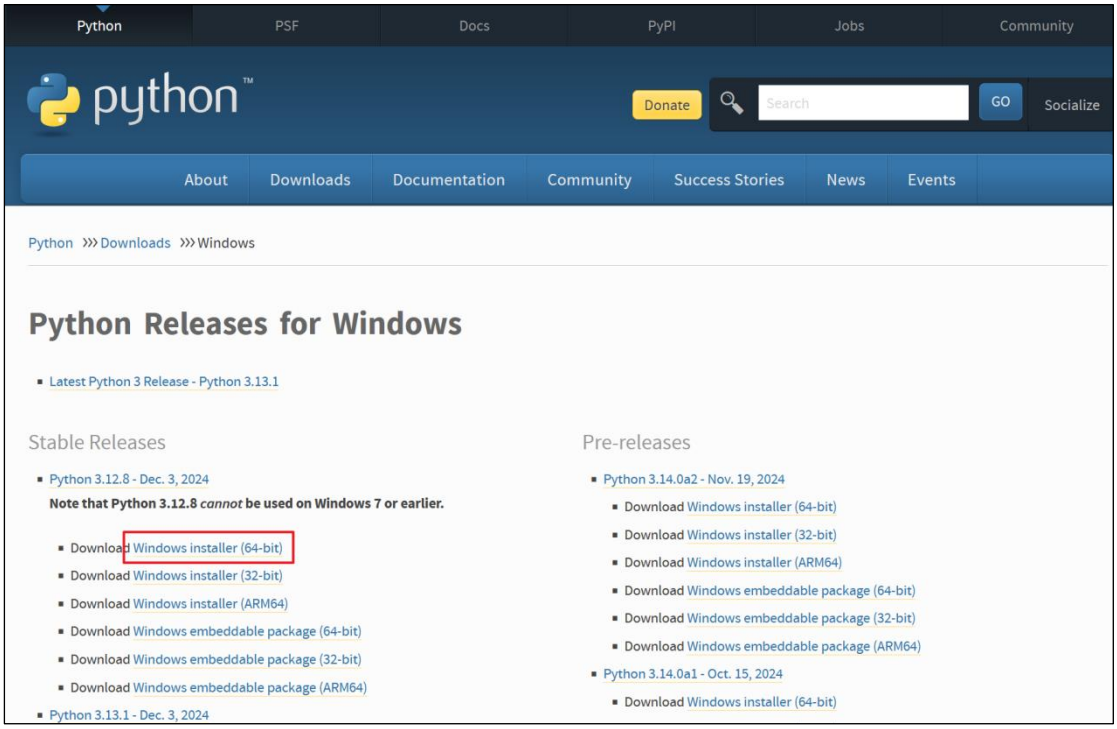
为了让计算机能够执行 Python 代码，我们需要 Python 解释器，从官网上下载的 Python 中内置解释器。

Python 官网地址：https://www.python.org/

（1）进入官网，点击 Downloads，选择对应的操作系统。



（2）选择版本，点击链接下载，我们这里的版本是 3.12.8。



这里主要有两类安装包

- **“install”安装包**

最常见的用于在桌面系统、服务器等常规环境中完整安装 Python 的方式。无论是开发者想要搭建一个本地的开发环境用于 Web 开发、数据分析，还是普通用户希望在电脑上运行一些基于 Python 的脚本程序，都会选择这种安装包。比如，你要在个人电脑上使用 Python 结合 Django 框架开发一个网站，那就需要下载常规的“install”安装包，安装完成后系统会自动配置好各种环境变量、关联文件类型等，方便后续开发使用。

通常包含完整的 Python 标准库、解释器以及一些辅助工具（如 pip 用于安装第三方库）等。以 Python 3.10 的“install”安装包为例，安装完成后占用的磁盘空间相对较大，一般可能达到几十兆甚至上百兆，这是因为它要确保用户在各种常规开发场景下所需的功能都一应俱全，能够“开箱即用”。

安装过程相对复杂一些，对于 Windows 系统，会自动设置系统环境变量 PATH，安装目录下会有完整的 bin、include、lib 等文件夹结构，用户安装完成后可以直接在命令提示符（CMD）或者终端中输入“python”命令启动解释器，使用“pip install”命令安装第三方库也非常便捷。

- **“embeddable”可嵌入安装包**

主要设计用于将 Python 嵌入到其他应用程序中。例如，有一款用 C++ 编写的图形处理软件，开发者想要为其添加一些脚本扩展功能，允许用户通过编写 Python 脚本来实现个性化的图像处理操作，这时就可以使用 “embeddable” 安装包。将 Python 以一种精简、可控的方式嵌入到已有软件中，避免引入过多不必要的组件，同时又能利用 Python 的强大功能。

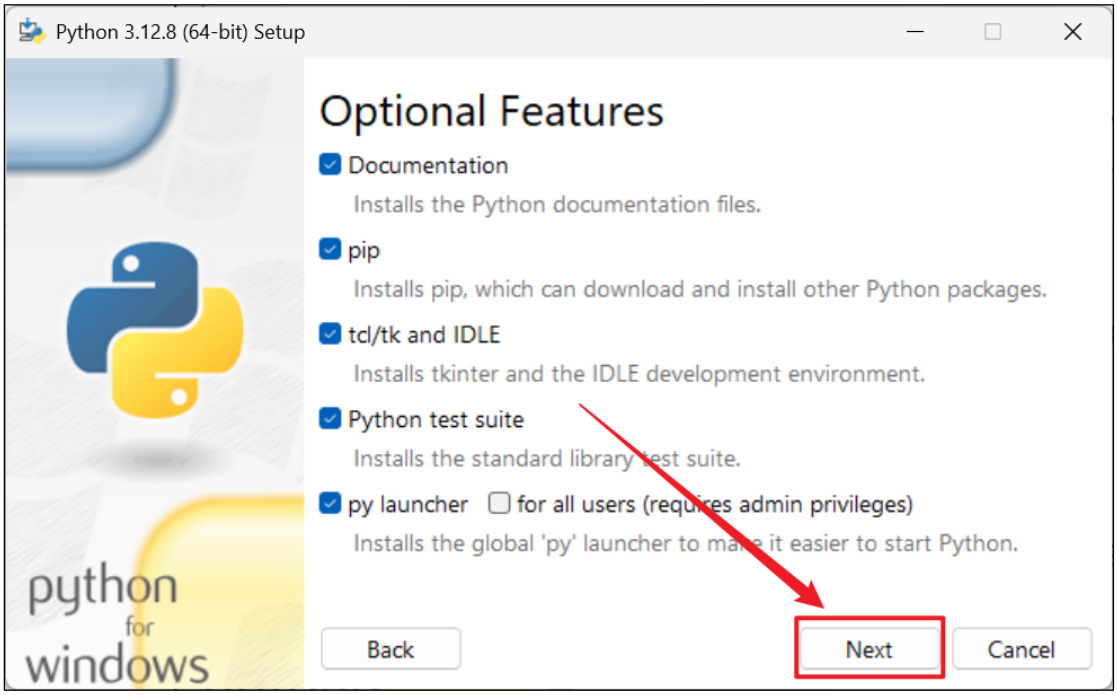
它只包含最核心的 Python 解释器以及一些必要的基础组件，不包含完整的标准库。其目的是在嵌入其他应用时尽量减少冗余内容，所以文件大小通常只有几兆，方便集成到其他应用程序中，而不会大幅增加宿主应用的体积。

它不会像常规安装包那样自动配置系统环境变量。在嵌入应用程序时，开发者需要手动进行一些设置，比如指定 Python 解释器的路径，根据需求选择性地引入部分标准库等。使用方式更多是从宿主应用程序内部调用 Python 的功能，而不是像常规安装包那样供用户直接在系统层面独立使用。

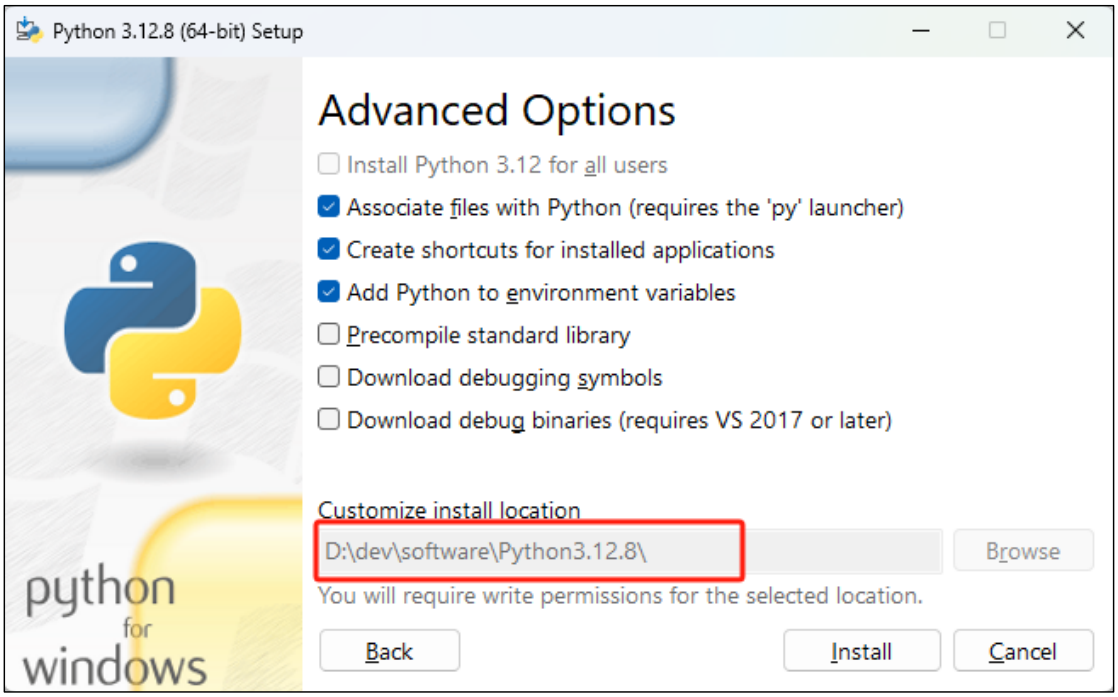
综上所述，选择使用哪种 Python 安装包取决于具体的需求，是要搭建一个通用的开发环境，还是将 Python 功能巧妙地嵌入到已有应用之中。很明显我们属于第一种情况，所以选择 Install 安装包。

（3）双击下载好的文件，开始安装。

（4）保持默认，点击 Next。

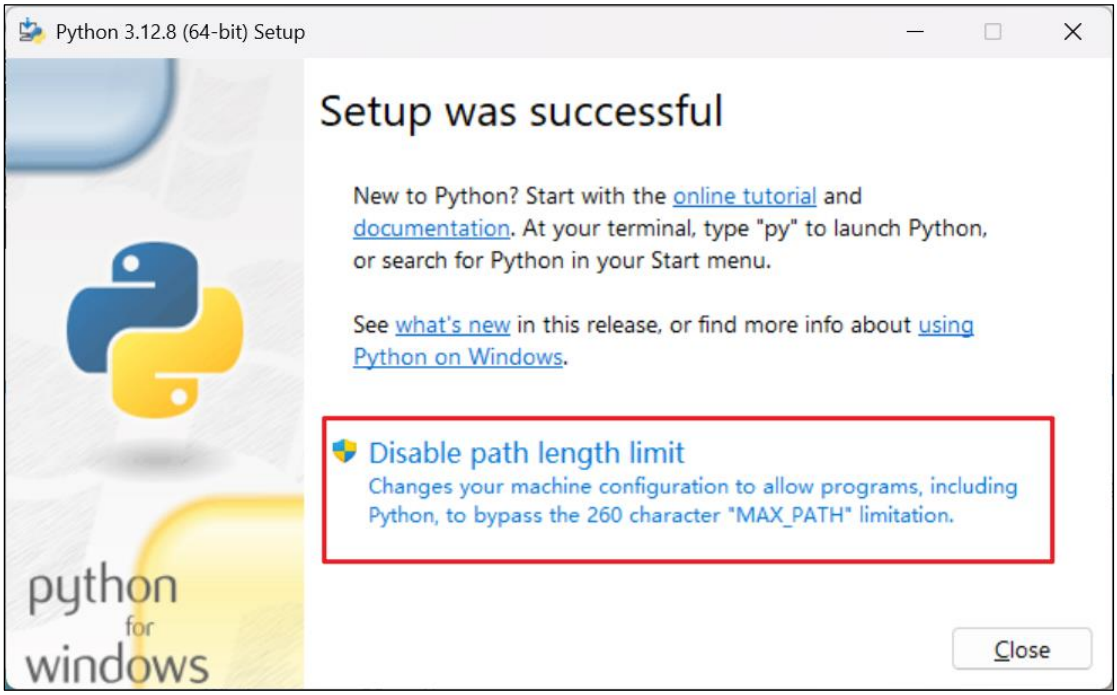


（5）修改安装路径，其他保持默认，点击 Install 开始安装。

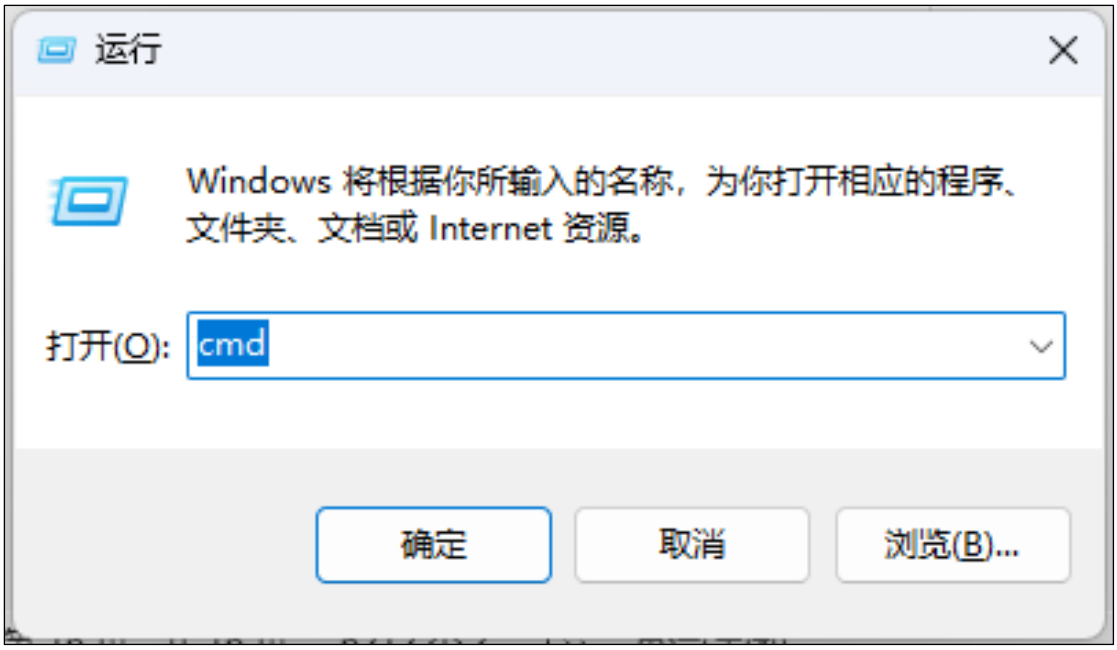


（6）点击 Disable python length limit，点击 close，完成安装。

禁用系统的路径长度自动限制，以避免因路径过长而导致的错误



（7）安装完成后检查是否安装成功。同时按下 Win 键 和 R ，输入 cmd ，点击确定，进入命令提示符。



（8）输入 python --version，打印出 Python 版本，安装成功。

```
C:\Users\fuxiaofeng>python --version
Python 3.12.8
```

2.2 安装 PyCharm

2.2.1 什么是 IDE

集成开发环境（简称：IDE；英文名：Integrated Development Environment ）是用于提供程序开发环境的应用程序，一般包括代码编辑器、编译器、调试器和图形用户界面等工具。集成了代码编写功能、分析功能、编译功能、调试功能等多种功能。

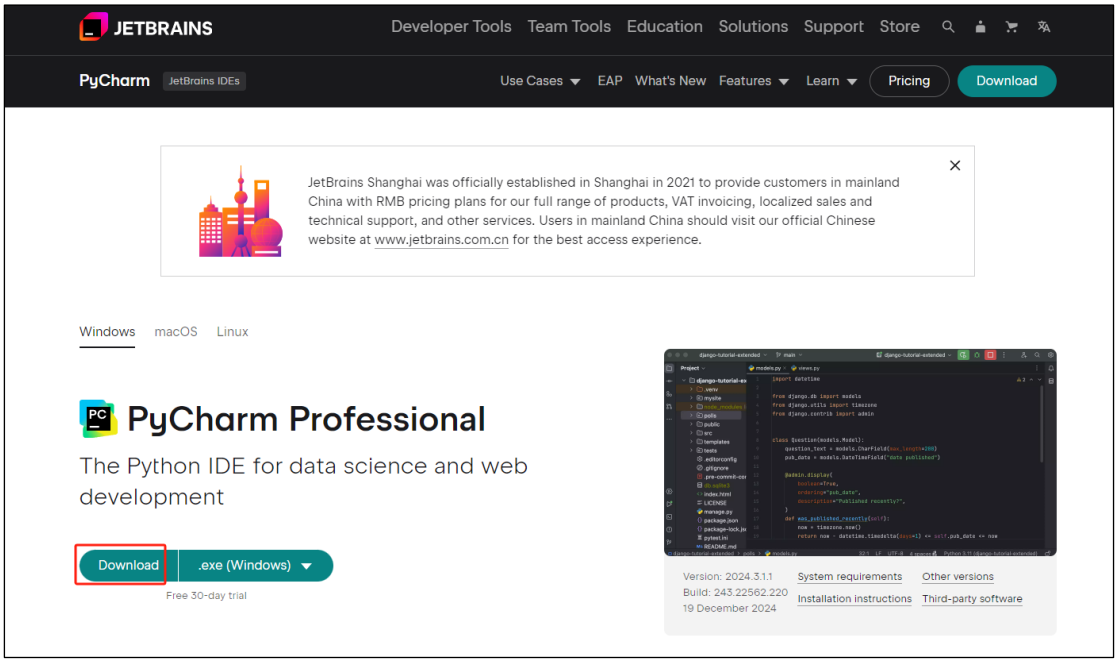
虽然我们也可以使用记事本编写代码，并通过命令行调用 Python 解释器来执行 Python 程序。但这样比较繁琐，会降低开发效率。而使用 IDE 后，很多工作可以交给 IDE 帮我们去做，让我们可以专注于代码的编写。

Python 的 IDE 我们选择使用 PyCharm。

2.2.2 PyCharm 下载

PyCharm 官方地址：https://www.jetbrains.com/pycharm/download

进入官网，点击左下角下载 PyCharm 安装包，专业版可试用 30 天，社区版完全免费。



2.2.3 PyCharm 安装

（1）双击安装包进入安装。

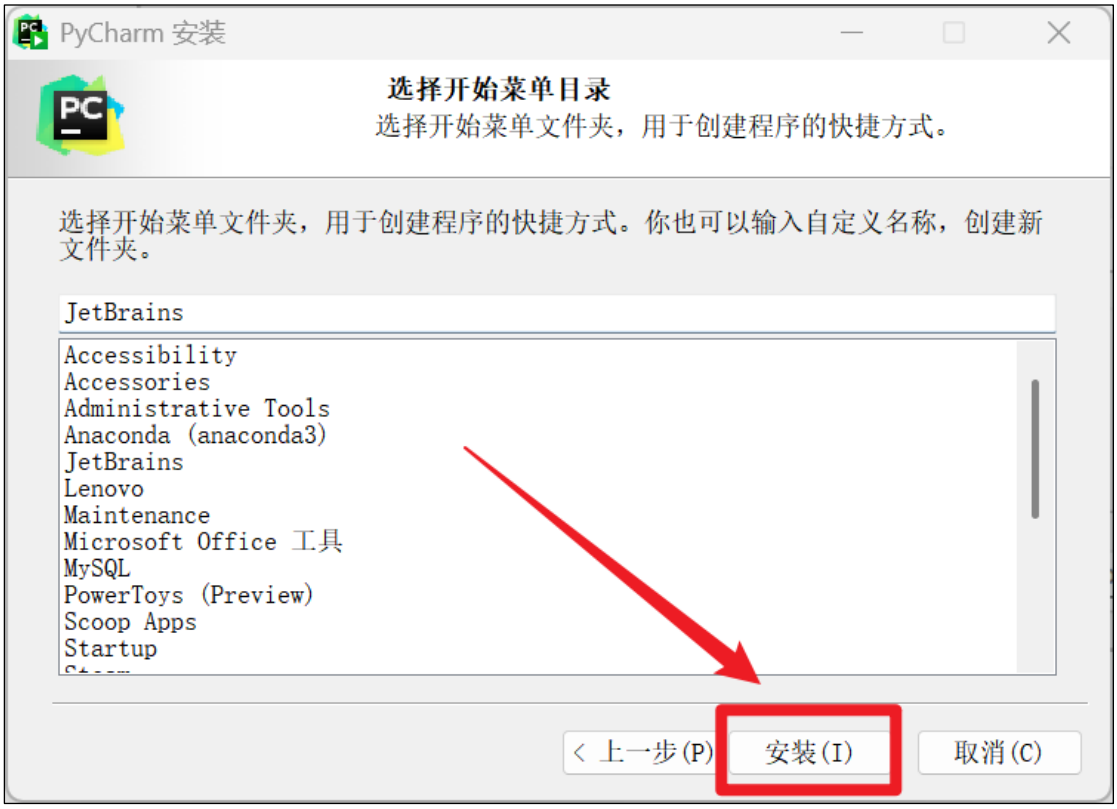
（2）点击下一步。

（3）修改安装目录，点击下一步。

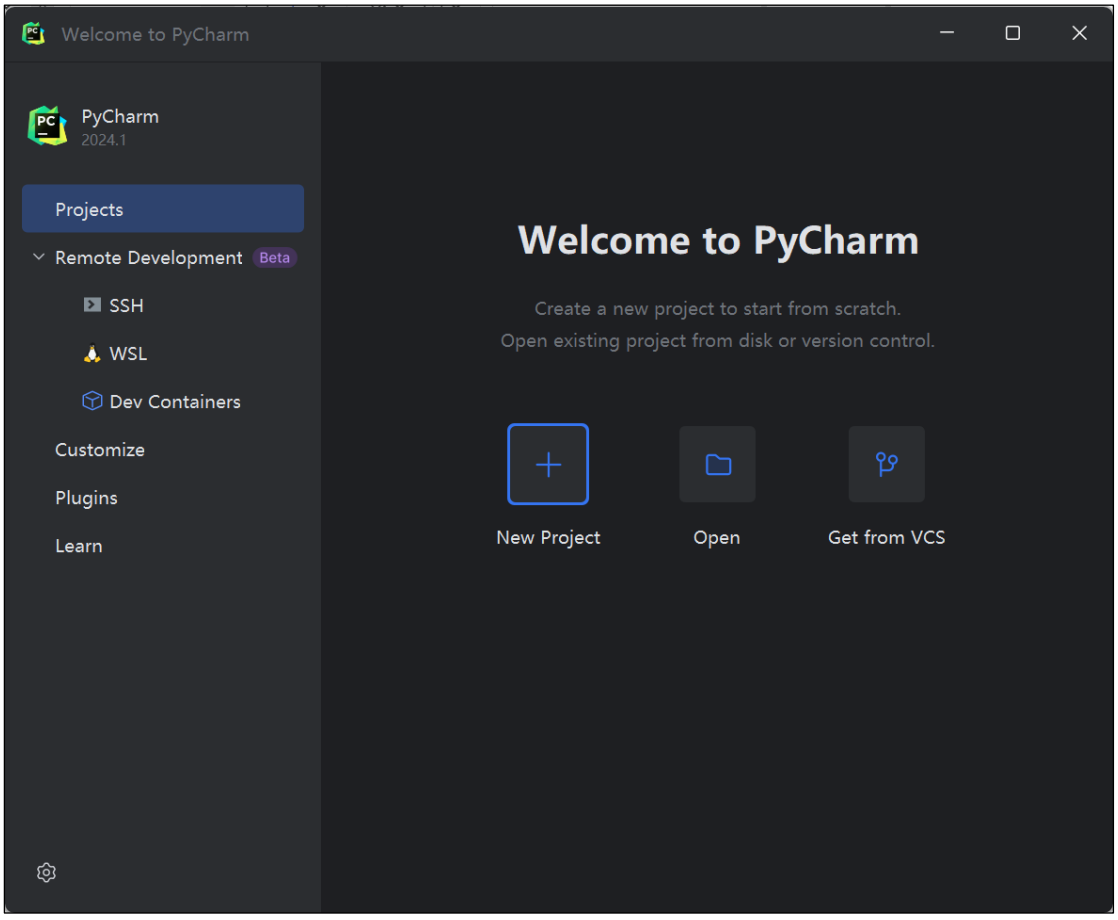
（4）酌情勾选安装选项，之后点击下一步。


PyCharm 安装
安装选项
配置 PyCharm 安装
创建桌面快捷方式
PyCharm
更新 PATH 变量（需要重启）
添加 "bin" 文件夹到 PATH
更新上下文菜单
添加 "将文件夹作为项目打开"
创建关联
.py
< 上一步(P)
下一步(N) >
取消(C)

（5）点击安装。


PyCharm 安装
选择开始菜单目录
选择开始菜单文件夹，用于创建程序的快捷方式。
选择开始菜单文件夹，用于创建程序的快捷方式。你也可以输入自定义名称，创建新文件夹。
JetBrains
Accessibility
Accessories
Administrative Tools
Anaconda (anaconda3)
JetBrains
Lenovo
Maintenance
Microsoft Office 工具
MySQL
PowerToys (Preview)
Scoop Apps
Startup
< 上一步(P)
安装(I)
取消(C)

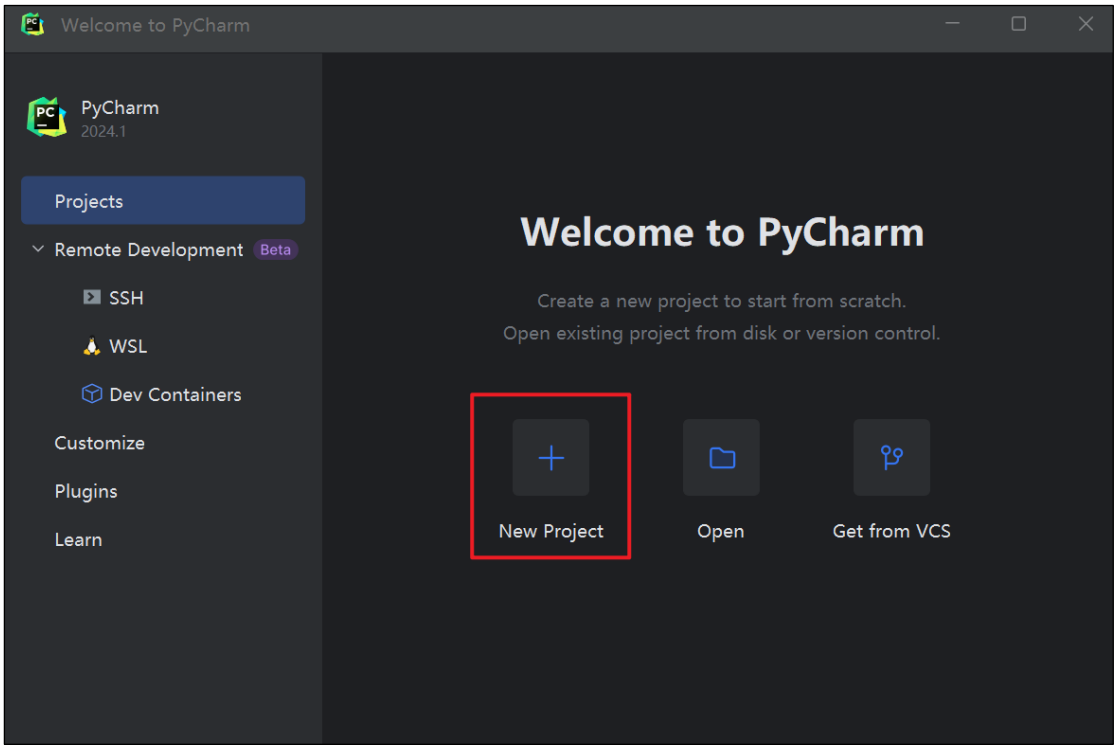
（6）安装完成。



2.2.4 PyCharm 设置

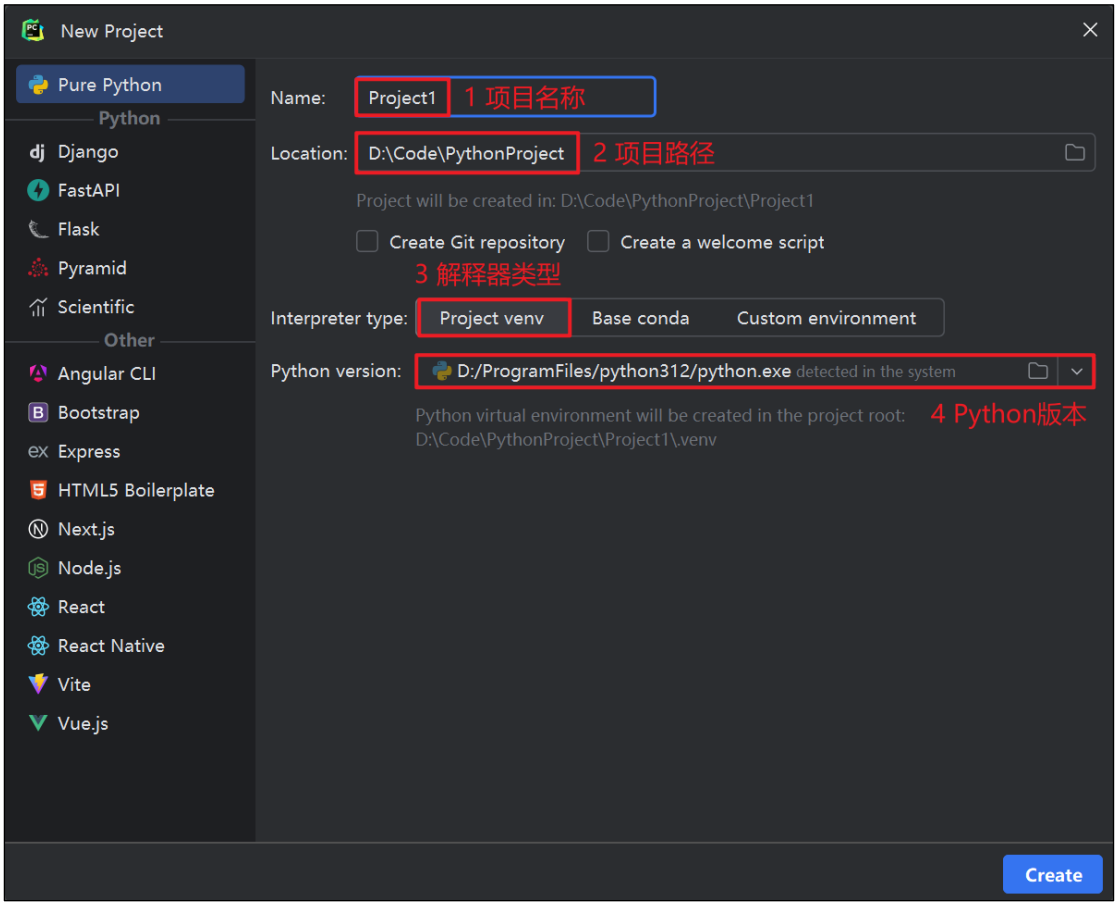
1）创建新项目

（1）点击 New Project 创建新项目。



（2）设置项目名称，项目路径，解释器类型，Python 版本。

注意：不同的 pycharm 版本，看到的界面会略有不同



解释器类型说明：

- **Project venv:**

当前项目的虚拟环境，python 版本可以在右侧小箭头下拉选择，在**当前项目**内安装的包只会在项目内有效，在项目目录下会有一个.venv 目录。

- **Base Conda:**

Anaconda 环境，Anaconda 是一个集成了大量 python 包的 python 环境，如果选择这个**需要先在电脑内安装 Anaconda**。

- **Custom environment:**

自定义环境，可以：

  - generate new 新建虚拟环境（选择本机已安装的 python 或下载新的 python 作为 BasePython）

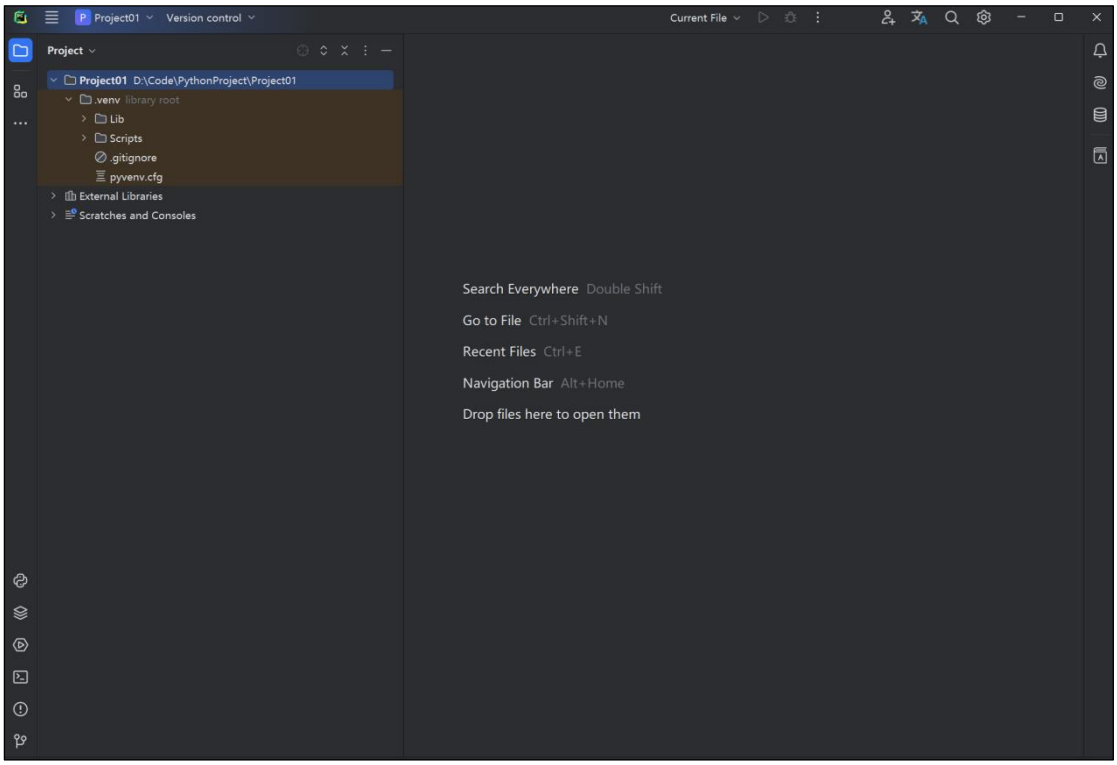
generate new 表示为新项目基于你所选择虚拟环境中的 python 作为 Base python 生成一个虚拟环境，生成后放在其项目文件夹下的 venv 中，使用 venv 作为解释器。这里所选择的虚拟环境中已安装的第三方库并不会出现在新生成的项目下的 venv 中，可以说只是将已安装的虚拟环境下的 python 复制了一份到项目下的 venv 中，所有需要使用的第三方库都需要

重新安装。它可以脱离系统安装的 python 独立运行，它对于自身 venv 的修改也只影响它自身。当然它的基础虚拟环境是基于 Base python 进行建立的,所以使用 conda 在其 Basepython 中安装第三官方库对这里新建的项目环境没有影响

- Select existing 选择已配置好的虚拟环境

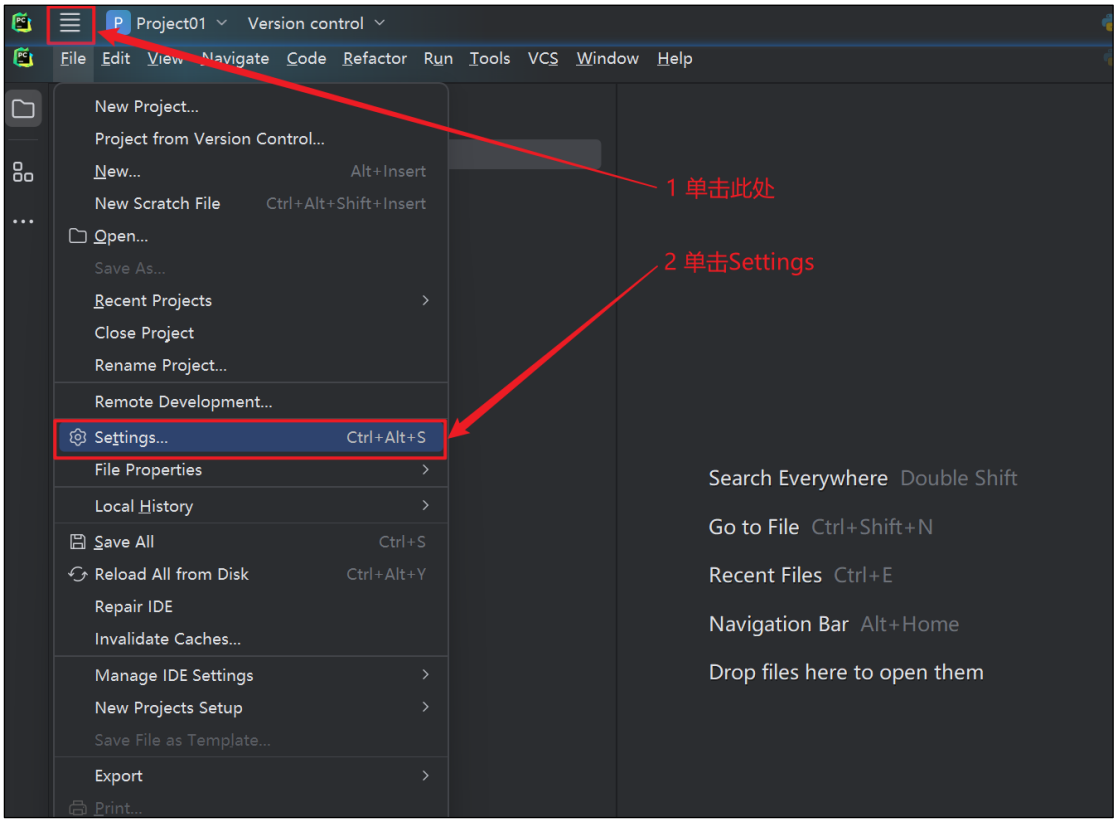
Select existing 表示选择已安装的虚拟环境作为自己的编译器，并不会在项目文件夹下产生项目本身的 venv，所选择的虚拟环境中的所有已安装的第三方包都可以使用，而不用重新安装。

（3）一个 Python 项目创建成功。

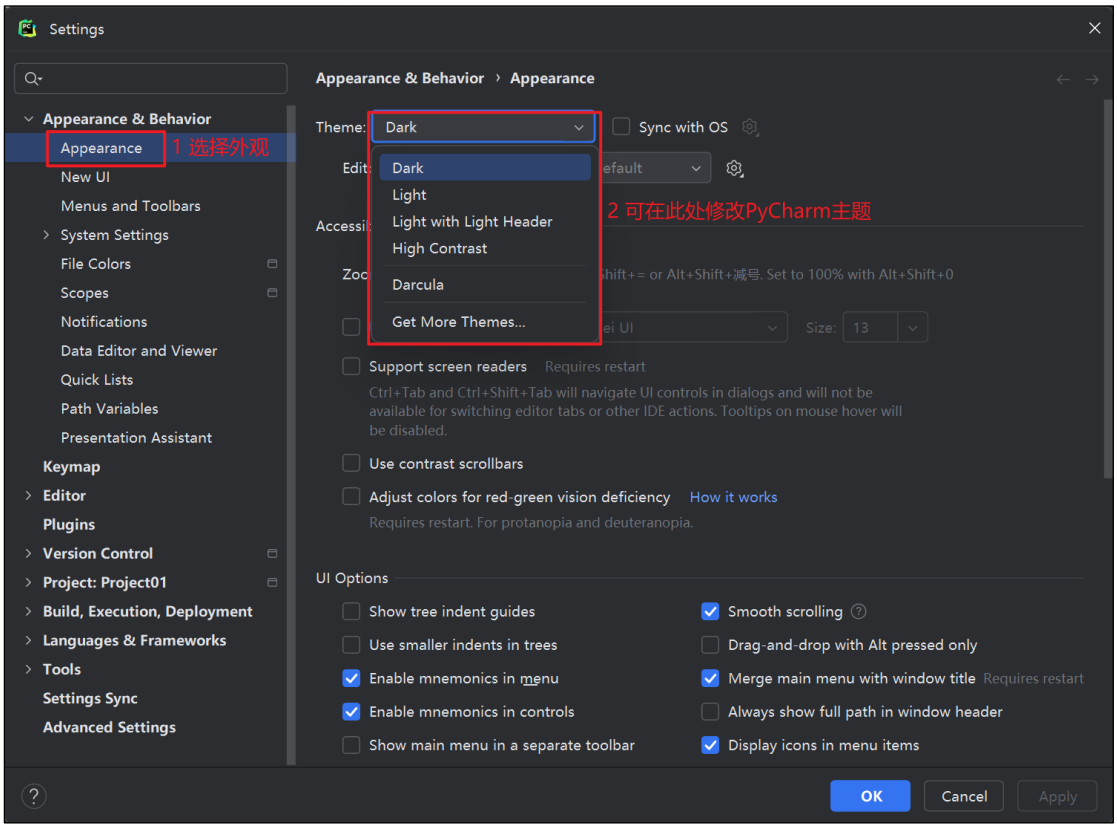


2）主题设置

（1）打开设置面板

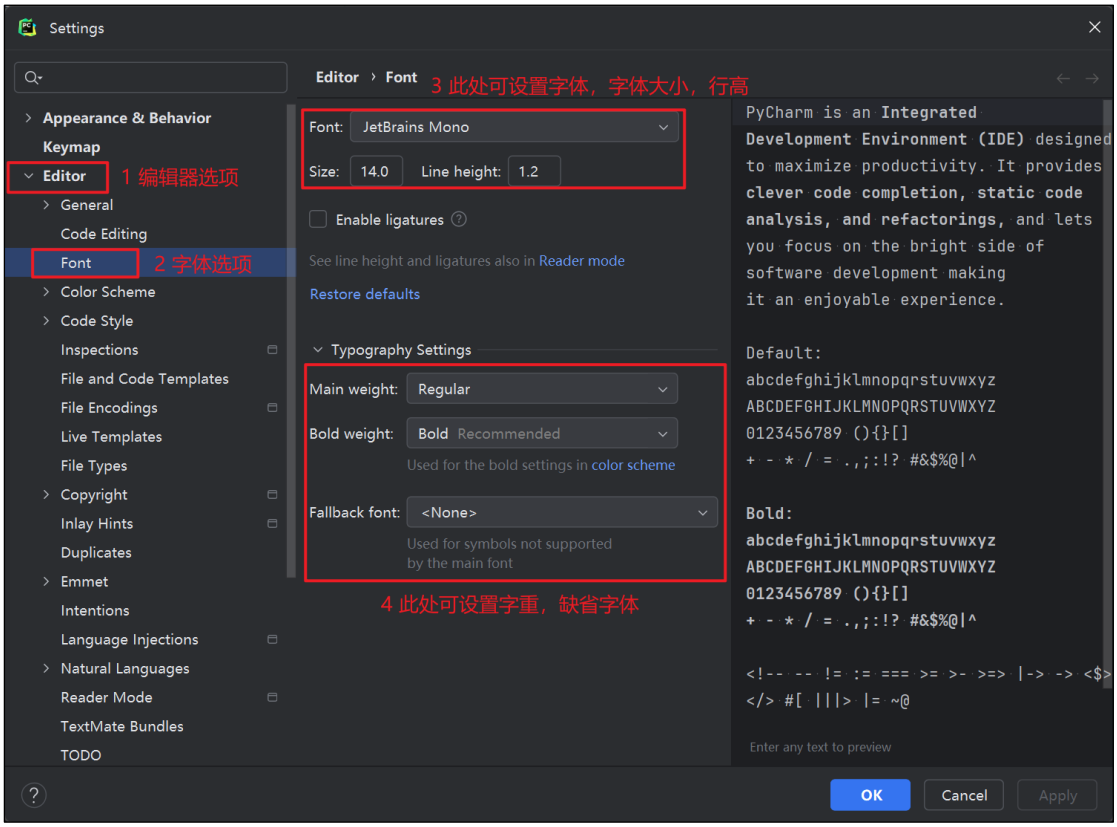


（2）进入 Appearance&Behavior->Appearance，修改主题



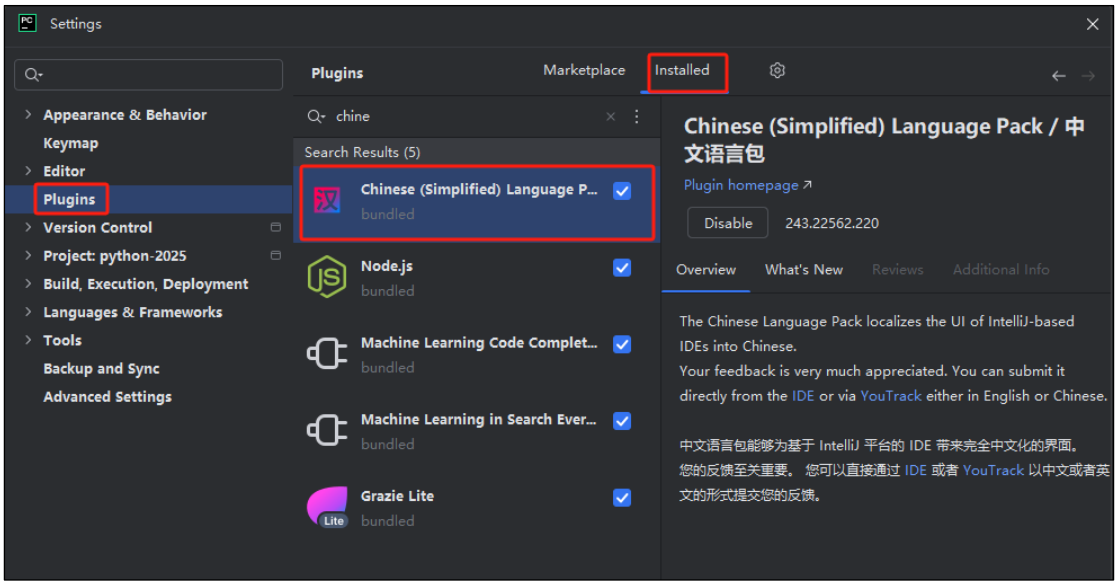
3）字体设置

（1）进入 Editor->Font 设置字体

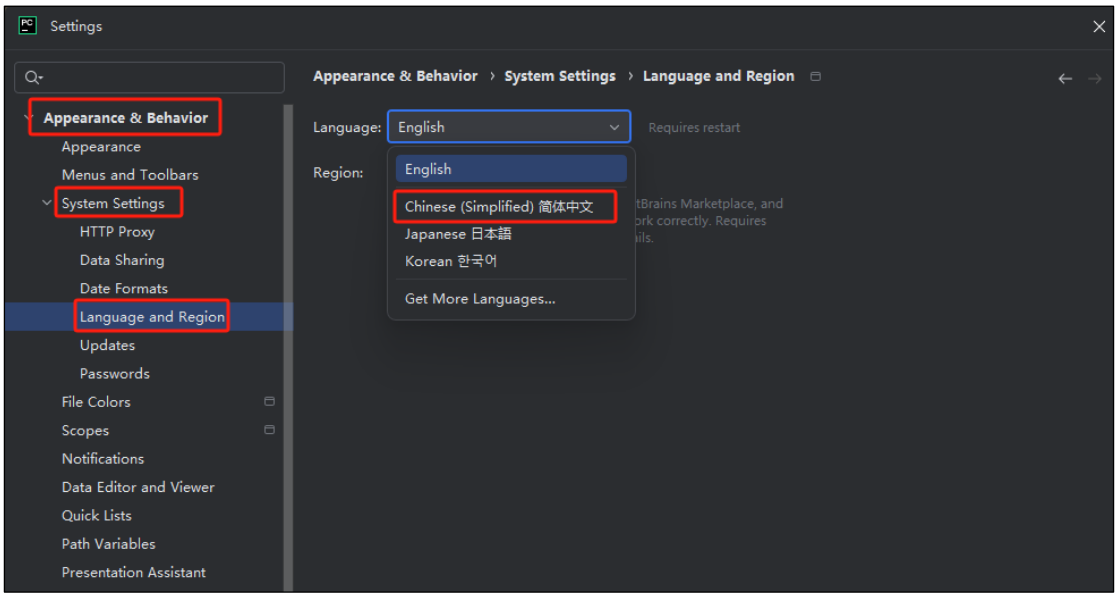


4）中文设置，建议使用默认的 english

（1）首先确认已经安装了中文语言包

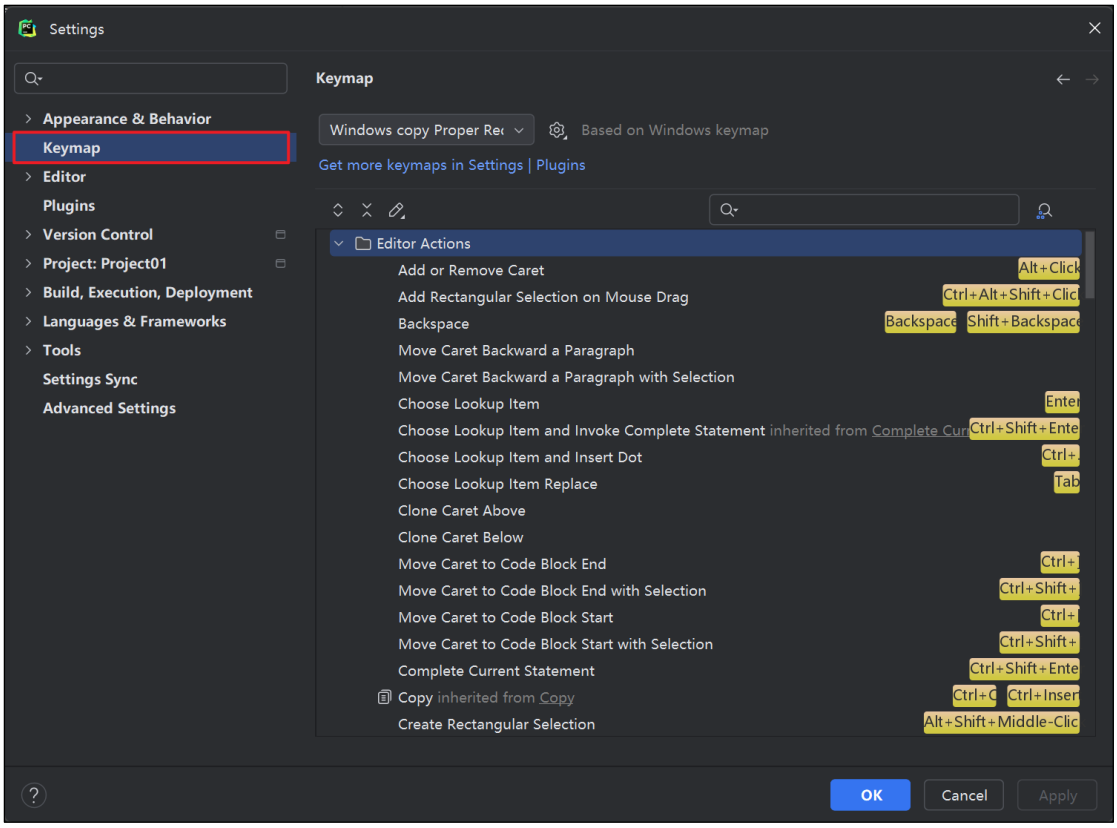


（2）切换简体中文



5）快捷键设置

（1）在 Keymap 下可对快捷键进行设置。



（2）常用快捷键：

快捷键	说明
Ctrl + /	行注释（可选中多行）
Ctrl + Alt + L	代码格式化

Ctrl + C	复制当前行或选定的代码块到剪贴板
Ctrl + D	复制并粘贴当前行或选定的代码
Ctrl + Z	撤销上次操作
Ctrl + Y	可选为删除当前行或重做
Ctrl + X	剪切整行或选中代码
Ctrl + = / -	展开/折叠当前代码块
Ctrl + Backspace / Delete	向前/向后删除一个单词
Ctrl + W	选中单词或代码块
Ctrl + [/]	移动到行首/行尾或代码块起始/末尾
Ctrl + Shift + ↑ / ↓	将当前行或当前方法上移或下移
Ctrl + F / R	查找/替换
Tab / Shift + Tab	缩进/反向缩进当前行（可选中多行）
Shift + Enter	换行，光标不在结尾处也可换行
Alt + ↑ / ↓	光标上移或下移到另一个方法
Alt + Shift + ↑ / ↓	将当前行上移或下移
Alt + J	选中相同代码
Ctrl + P	查看方法传参

2.3 第一个 Python 程序

2.3.1 Python 程序运行方式

有多种方式执行 Python 程序，以下是常见的三种方式：

- 交互式命令行模式
- 脚本模式
- 集成开发环境（IDE）模式

2.3.2 交互式命令行模式

（1）同时按下 Win 键 和 R ，并输入 cmd ，进入命令提示符。

（2）在命令提示符中输入 python，进入 Python 交互模式。

（3）输入 print(“hello”)，按下回车，控制台会打印 hello。

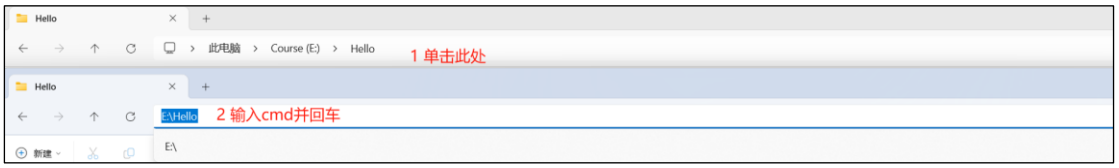
```
C:\Users\fuxiaofeng>python   1 输入python，进入交互模式
Python 3.12.8 (tags/v3.12.8:2dc476b, Dec  3 2024, 19:30:04) [MSC v.1942 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> print("hello")   2 输入程序代码
hello   3 程序打印输出结果
>>>
```

2.3.3 脚本模式

（1）在 E:\Hello 路径下新建一个文件，将其重命名为 hello.py 。

（2）双击此文件，选择使用记事本打开，在其中写入 `print("hello")`，并保存。

（3）在资源管理器上方输入 cmd 并回车，就会打开命令提示符并进入当前路径。或先打开命令提示符，再输入 `E: && cd Hello` 进入 E:\Hello 路径。



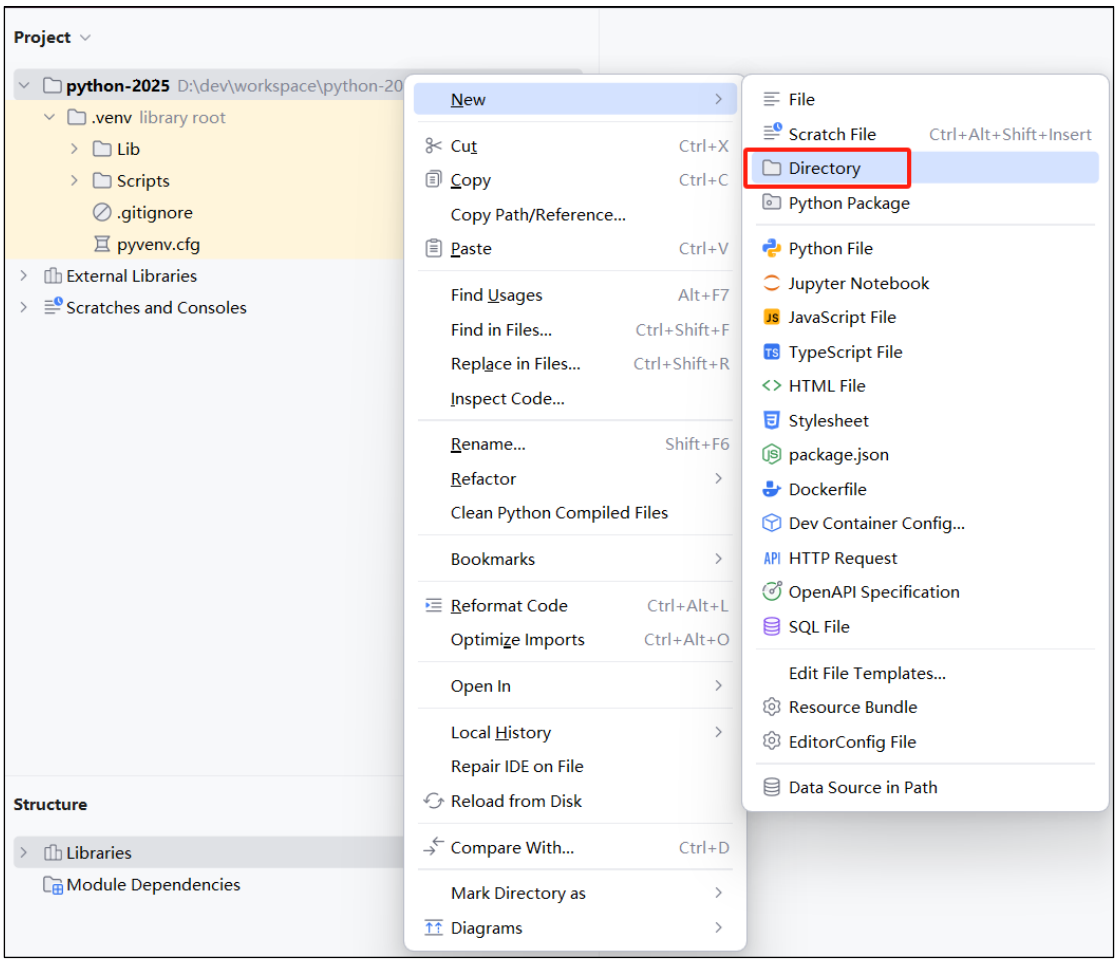
（4）在命令提示符中输入 `python hello.py` 执行程序。

```
C:\Users\fuxiaofeng>e: && cd Hello

E:\Hello>python hellp.py
hello

E:\Hello>
```

2.3.4 IDE 模式

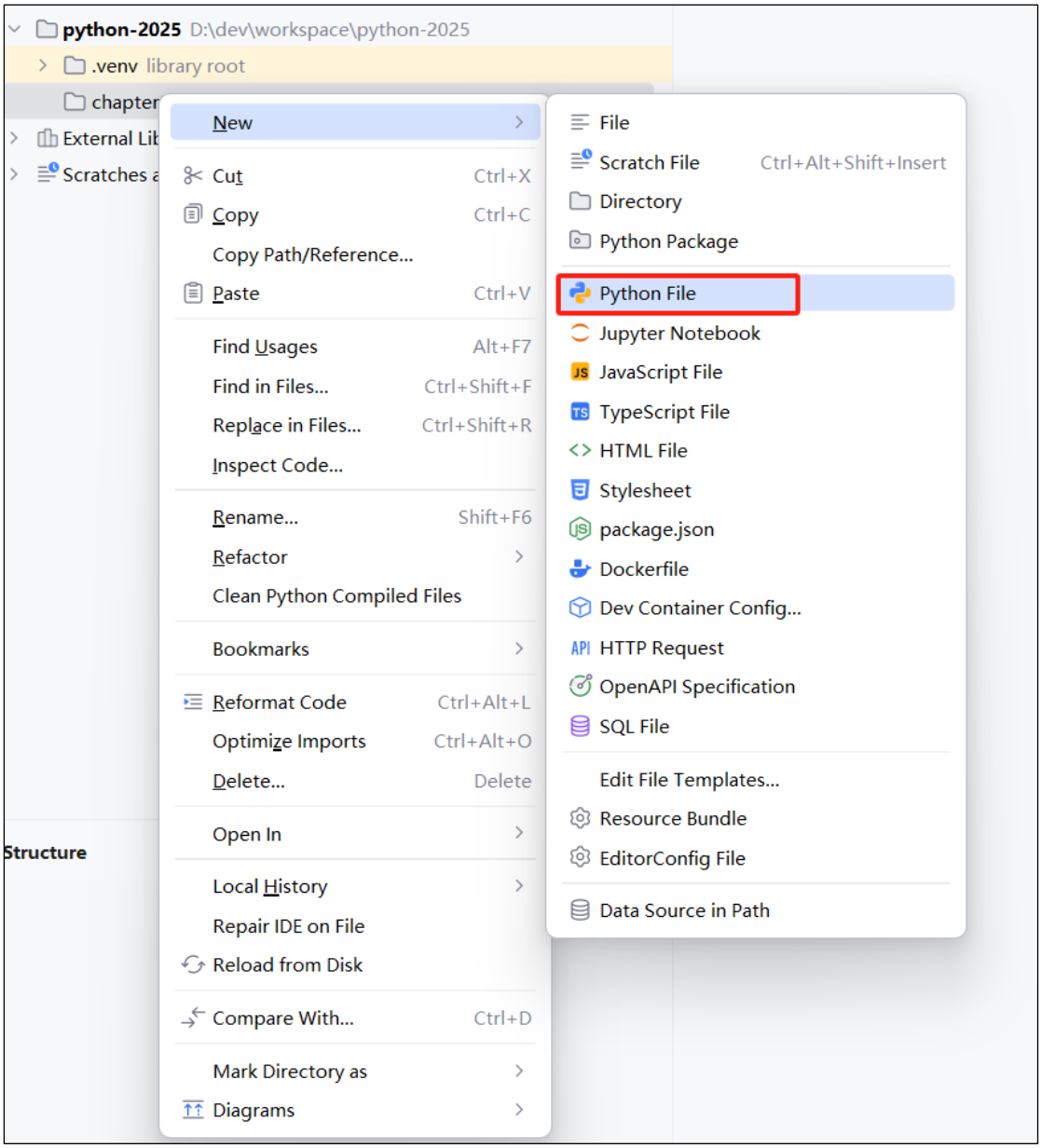
使用 IDE 运行 Python 程序，也是日后我们最常用的方式。

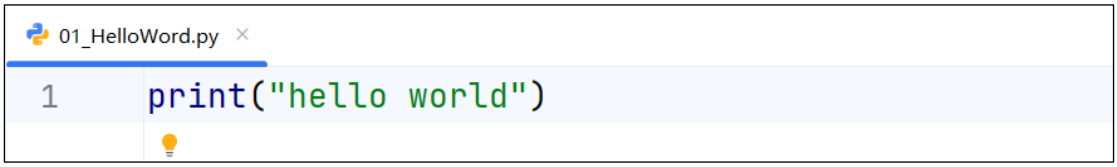
（1）在 python-2025 项目下创建一个新的目录 chapter02



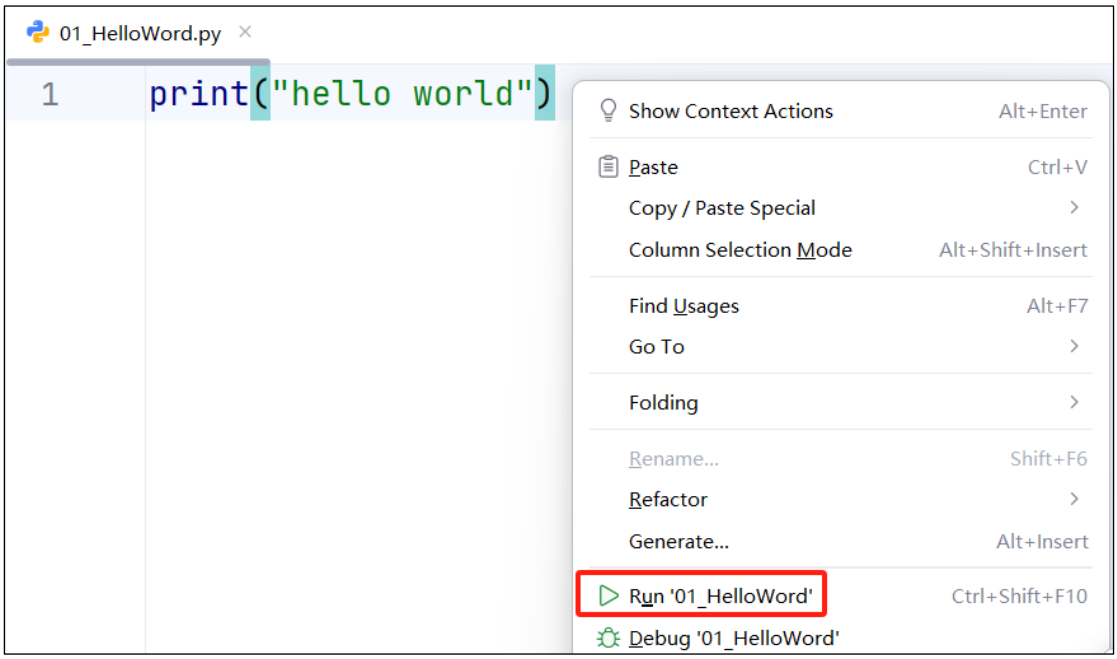
（2）在 chapter02 目录下创建一个 Python 程序文件，输入

```
print("hello world")
```





（3）Pycharm 工作区空白处右键，单击 Run‘01_Hello_World’。



（4）可以在下方控制台看到程序执行结果，打印出了 hello world 。

第 3 章 基础知识

3.1 注释

3.1.1 什么是注释

注释是对代码的解释说明。

注释是给程序员看的，在代码执行的时候不起任何作用，不影响程序的结构。

3.1.2 注释的作用

- 提高代码的可读性。
- 屏蔽掉暂时不需要的代码
- 可以定位程序中出错的位置

3.1.3 单行注释（行注释）

Python 中 # 后的一行内的内容会被视为注释

```
# print("hello world")
```

```
print("hello world")  # 打印 hello world
```

为了保持注释的整洁，Python 官方建议在#和注释的内容之间加一个空格，在语句和#之间加两个空格。

3.1.4 多行注释（块注释）

Python 中使用三个引号开始，三个引号结束（单引号或者双引号都可以），为多行注释

多行注释在说明文字需要换行时使用，不能嵌套

```
"""
Hello World
hello world
"""
```

但实际上它是一个多行字符串

```
print(
    """
    Hello World
    hello world
    """
)
```

3.2 变量

3.2.1 什么是变量

变量是指在程序执行过程中，其值可以改变的量。在内存的数据区中，会为变量分配存储空间来存放变量的值，这个内存空间的地址对应着变量名称，所以在程序中可以通过变量名称来区分和使用这些内存空间。它的唯一目的是在内存中标记和存储数据,这些数据可以在整个程序中使用。

可以将变量理解为一个可以赋给值的标签，也可以说变量指向特定的值。

3.2.2 变量的创建

变量创建方式：变量名 = 变量值

Python 中的变量不需要声明。每个变量在使用前都必须赋值，变量赋值以后该变量才会被创建。

等号（=）用来给变量赋值。

等号（=）运算符左边是一个变量名,等号（=）运算符右边是存储在变量中的值。

```
var1 = 2  # 定义一个变量，变量名为 var1，变量值为 2
var2 = 3  # 定义一个变量，变量名为 var2，变量值为 3
```

```
result = var1 + var2  # 定义一个变量，变量名为 result，变量值为 var1 和 var2 相加的结果
print(result)  # 打印 result 变量的值
name = "张三"
age = 18
weight = 1000.3
```

多个变量的创建：

```
var1 = var2 = var3 = 10  # 多个变量的值相同
var4, var5, var6 = 10, 20, 30  # 多个变量的值不同
```

3.2.3 标识符命名规则

1）标识符

程序中可以自己命名的地方

2）命名规则

- 只能包含字母、数字和下划线，且不能以数字开头。
- 区分大小写，即 Name 和 name 是两个不同的标识符。
- 不要和关键字重复。
- 应既简短又具有描述性。
- 注意：Python 源文件不遵循命名规范不影响程序的执行，但不建议

3）关键字

Python 有一组关键字，这些关键字不能用作变量名、函数名或任何其他标识符。

and	as	assert	break	class	continue	def	del	elif
逻辑运算符，与	创建别名	用于调试	跳出循环	定义类	继续循环的下一个迭代	定义函数	删除对象	在条件语句中使用，等同于 else if
else	except	False	finally	for	from	global	if	import
用于条件语句	处理异常，发生异常时如何执行	布尔值，假	处理异常，无论是否存在异常，都将执行一段代码	创建 for 循环	导入模块的特定部分	声明全局变量	写一个条件语句	导入模块
in	is	lambda	None	nonlocal	not	or	pass	raise
检查列表、元组等集合中是否存在某个值	测试两个变量是否相等	创建匿名函数	表示 null 值	声明非局部变量	逻辑运算符，非	逻辑运算符，或	一条什么都不做的语句	产生异常
return	True	try	while	with	yield			
退出函数并返回值	布尔值，真	try...except 语句	创建 while 循环	用于简化异常处理	结束函数，返回生成器			

Python 的标准库提供了一个 keyword 模块，可以输出当前版本的所有关键字：

```
>>> import keyword
>>> print(keyword.kwlist)
['False', 'None', 'True', 'and', 'as', 'assert', 'async', 'await', 'break', 'class', 'continue',
'def', 'del', 'elif', 'else', 'except', 'finally', 'for', 'from', 'global', 'if', 'import', 'in',
 'is', 'lambda', 'nonlocal', 'not', 'or', 'pass', 'raise', 'return', 'try', 'while', 'with', 'yie
ld']
```

4）标识符命名方法

常见的命名方法有三种：

- 大驼峰命名法(upper camel case)：每个单词首字母大写，例如 UpperCamelCase。
- 小驼峰命名法（lower camel case）：第一个单词首字母小写，之后每个单词首字母大写，例如 lowerCamelCase。
- 蛇形命名法（snake case）：单词间用下划线连接，例如 snake_case。

3.2.4 变量的修改

在程序中可随时修改变量的值，而 Python 将始终记录变量的最新值。

```
message = "hello world"
print(message)

message = "hello world hello world"
print(message)
```

Python 还支持方便的对变量相互替换

```
var1 = 2
var2 = 20
print(var1, var2)  # 2 20

var1, var2 = var2, var1
print(var1, var2)  # 20 2
```

3.2.5 常量

在程序中定义后就不再修改的值为常量，Python 中没有内置的常量类型。一般约定使用全大写变量名来表示常量。

```
PI = 3.1415926
E = 2.718282
```

3.3 进制以及源码、反码和补码

3.3.1 进制

计算机世界中只有二进制，所以计算机中存储和运算的所有数据都要转为二进制。包括数字、字符、图片、声音、视频等。常见的进制

（1）二进制：0、1，满 2 进 1。

（2）八进制：0-7，满 8 进 1。

（3）十进制：0-9，满 10 进 1。

（4）十六进制：0 - 9 及 A-F，满 16 进 1。十六进制中，除了 0 到 9 十个数字外，还引入了字母，以便表示超过 9 的值。字母 A 对应十进制的 10，字母 B 对应十进制的 11，字母 C、D、E、F 分别对应十进制的 12、13、14、15。

二进制	八进制	十进制	十六进制
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3
100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	10	8	8
1001	11	9	9
1010	12	10	A
1011	13	11	B
1100	14	12	C
1101	15	13	D
1110	16	14	E
1111	17	15	F
10000	20	16	10
10001	21	17	11

3.3.2 不同进制表示整数

（1）二进制：以 0b 或 0B 开头表示。

（2）八进制：以 0o 开头表示

（3）十进制：正常数字表示。

（4）十六进制：以 0x 或 0X 开头表示，此处的 A-F 不区分大小写。

```
# 十进制
dec = 10
# 二进制 以 0b 开头
binary_number = 0b1010
# 八进制 以 0o 开头
octal_number = 0o12
# 十六进制 以 0x 开头
hex_number = 0xA
print(dec)
print(binary_number)
print(octal_number)
print(hex_number)
print("~~~~~~~~~~~~~~~~~")
print("十进制数为：", dec)
print("转换为二进制为：", bin(dec))
print("转换为八进制为：", oct(dec))
print("转换为十六进制为：", hex(dec))
```

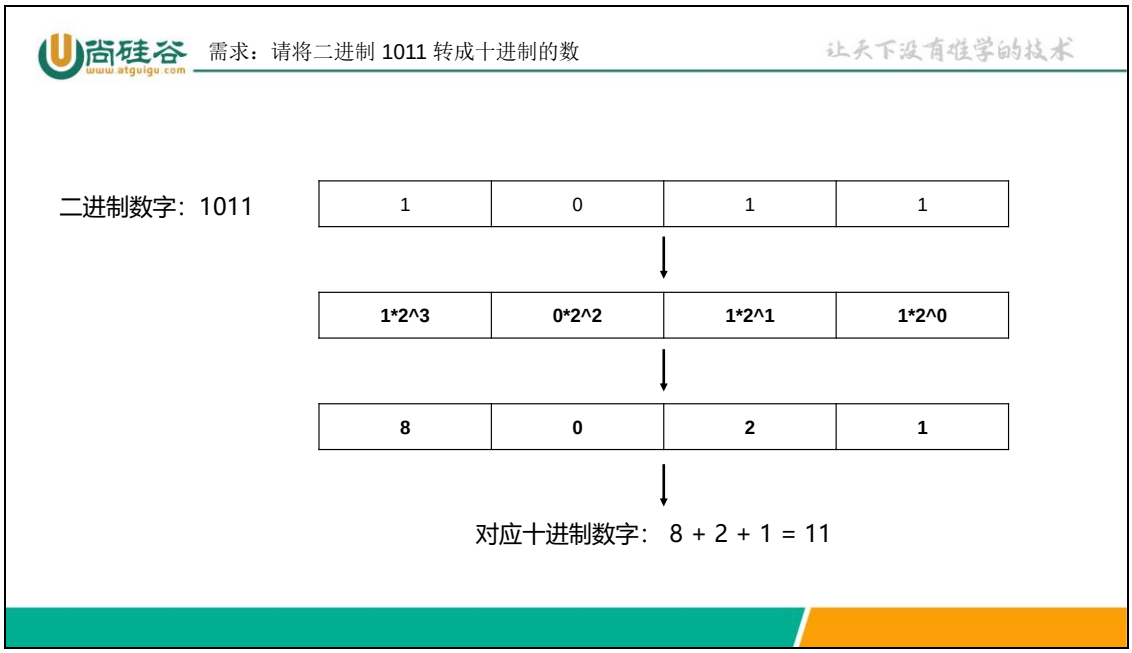
输出：

```
10
10
10
10
~~~~~~~~~~~~~~~~~
十进制数为： 10
转换为二进制为： 0b1010
转换为八进制为： 0o12
转换为十六进制为： 0xa
```

3.3.3 二进制转换成十进制

（1）规则：从最低位开始，将每个位上的数提取出来，乘以 2 的（位数-1）次方，然后求和。

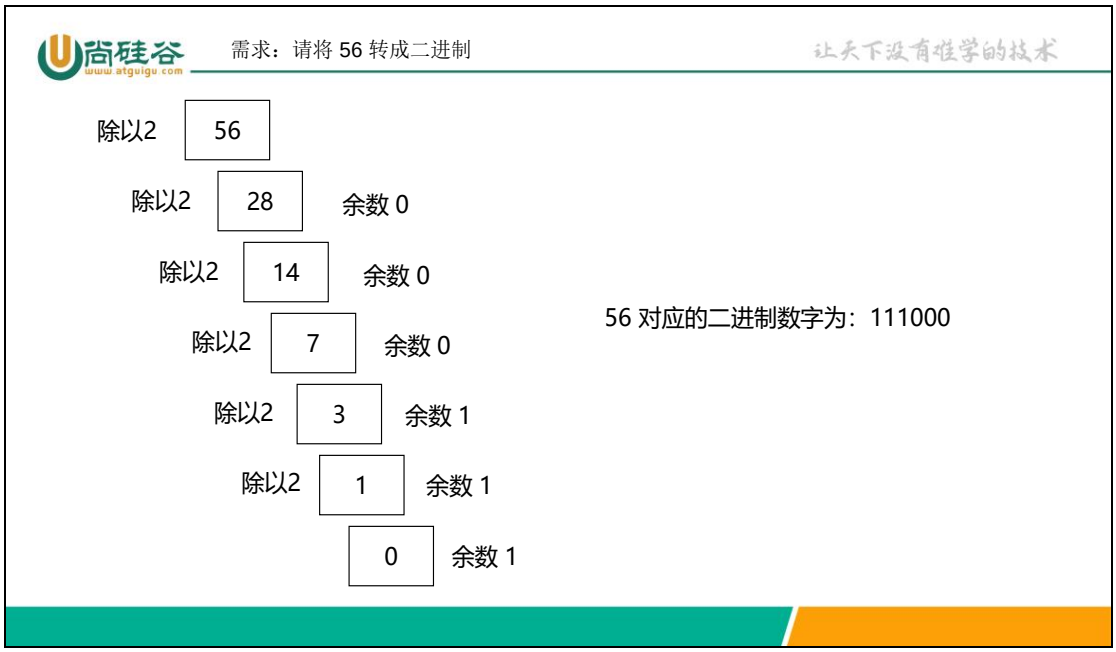
（2）案例：请将二进制 1011 转成十进制的数。



3.3.4 十进制转换成二进制

（1）规则：将该数不断除以 2，直到商为 0 为止，然后将每步得到的余数倒过来，就是对应的二进制。

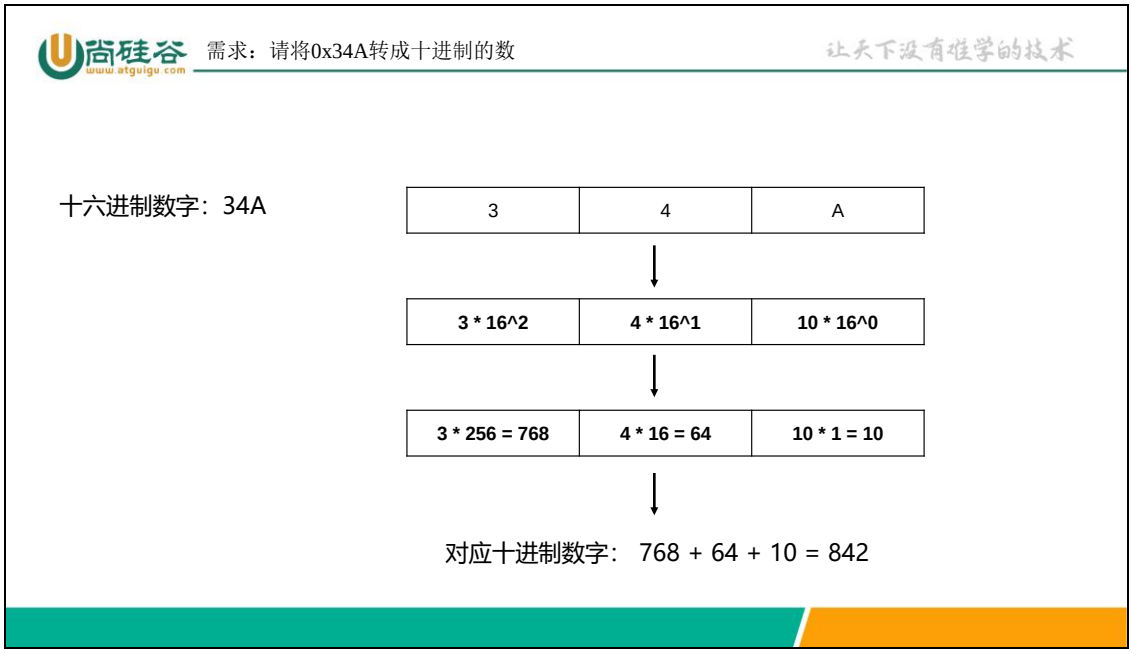
（2）案例：请将 56 转成二进制。



3.3.5 十六进制转换成十进制

（1）规则：从最低位开始，将每个位上的数提取出来，乘以 16 的（位数-1）次方，然后求和。

（2）案例：请将 0x34A 转成十进制的数。

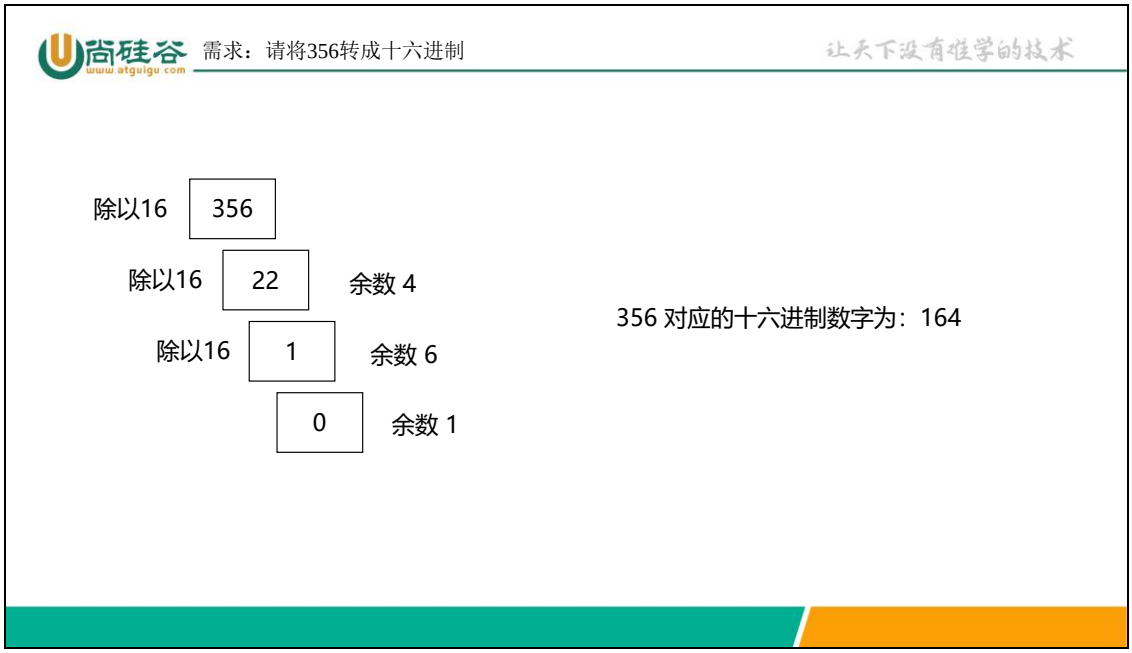


如果是 8 进制转换为 10 进制，就乘以 8 的（位数-1）次方，然后求和

3.3.6 十进制转换成十六进制

（1）规则：将该数不断除以 16，直到商为 0 为止，然后将每步得到的余数倒过来，就是对应的十六进制。

（2）案例：请将 356 转成十六进制。



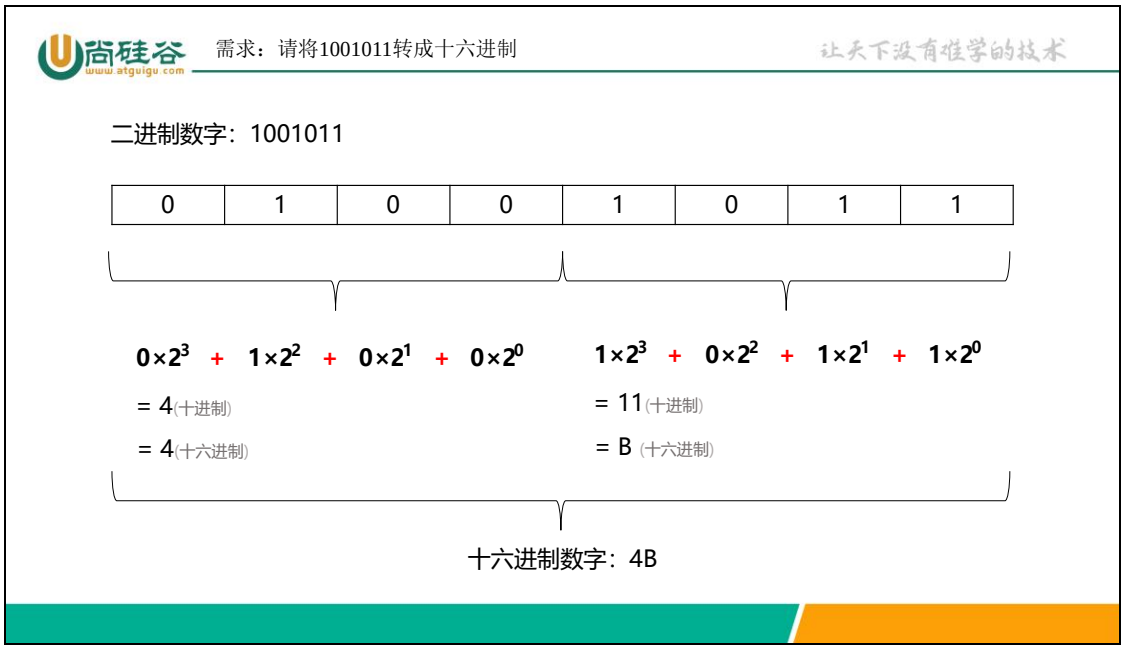
如果将十进制转换为八进制，将该数不断除以 8，直到商为 0 为止，然后将每步得到的余数倒过来。

3.3.7 二进制转换成十六进制

（1）规则：低位开始，将二进制数每四位一组，转成对应的十六进制数即可。

因为 2 的 4 次方等于 16 ，所以将二进制数从右向左每 4 位分成一组。如果二进制数的位数不是 4 的倍数，则在最左边补零，使其成为 4 的倍数

（2）案例：请将 1001011 转成十六进制。



如果二进制转换为八进制，3 位分一组

3.3.8 十六进制转换成二进制

（1）规则：将十六进制数每 1 位，转成对应的 4 位的一个二进制数即可。

（2）案例：请将 0x23B 转成二进制。

如果八进制转换为二进制，1 位八进制转成 3 位二进制数

3.3.9 原码、反码、补码

计算机底层存储数据时使用的是二进制数字，但是计算机在存储一个数字时并不是直接存储该数字对应的二进制数字，而是存储该数字对应二进制数字的补码。先了解概念

1）机器数

一个数在计算机的存储形式是二进制数，我们称这些二进制数为机器数。机器数可以是有符号的，用机器数的最高位存放符号位，0 表示正数，1 表示负数。

2）真值

因为机器数带有符号位，所以机器数的形式值不等于其真实表示的值（真值），以机器数 10000001 为例，其真正表示的值（首位为符号位）为-1，而形式值（首位就是代表 1）为 129；因此将带符号的机器数的真正表示的值称为机器数的真值。

3）原码

原码的表示与机器数真值表示的一样，即用第一位表示符号，其余位表示数值。

- 正数的原码：就是它对应的二进制数。
- 负数的原码：它的绝对值对应的二进制数，且最左边位变为 1。
- 0 的原码：仍然是 0。

十进制的正负 1，用 8 位二进制的原码表示如下：

```
+1 原码：[ 0000 0001 ]
-1 原码：[ 1000 0001 ]
```

4）反码

- 正数的反码：和原码相同。
- 负数的反码：在其原码的基础上，符号位不变，其余各位取反。
- 0 的反码：仍然是 0。

十进制的正负 1，用 8 位二进制的反码表示如下：

```
+1 原码：[ 0000 0001 ]  反码：[ 0000 0001 ]
-1 原码：[ 1000 0001 ]  反码：[ 1111 1110 ]
```

需要注意的是，反码通常是用来由原码求补码或者由补码求原码的过渡码。

5）补码

- 正数的补码：和原码、反码相同。
- 负数的补码：反码的基础上加 1。
- 0 的补码：仍然是 0。

十进制的正负 1，用 8 位二进制的补码表示如下：

```
+1 原码：[ 0000 0001 ]  反码：[ 0000 0001 ]  补码：[ 0000 0001 ]
-1 原码：[ 1000 0001 ]  反码：[ 1111 1110 ]  补码：[ 1111 1111 ]
```

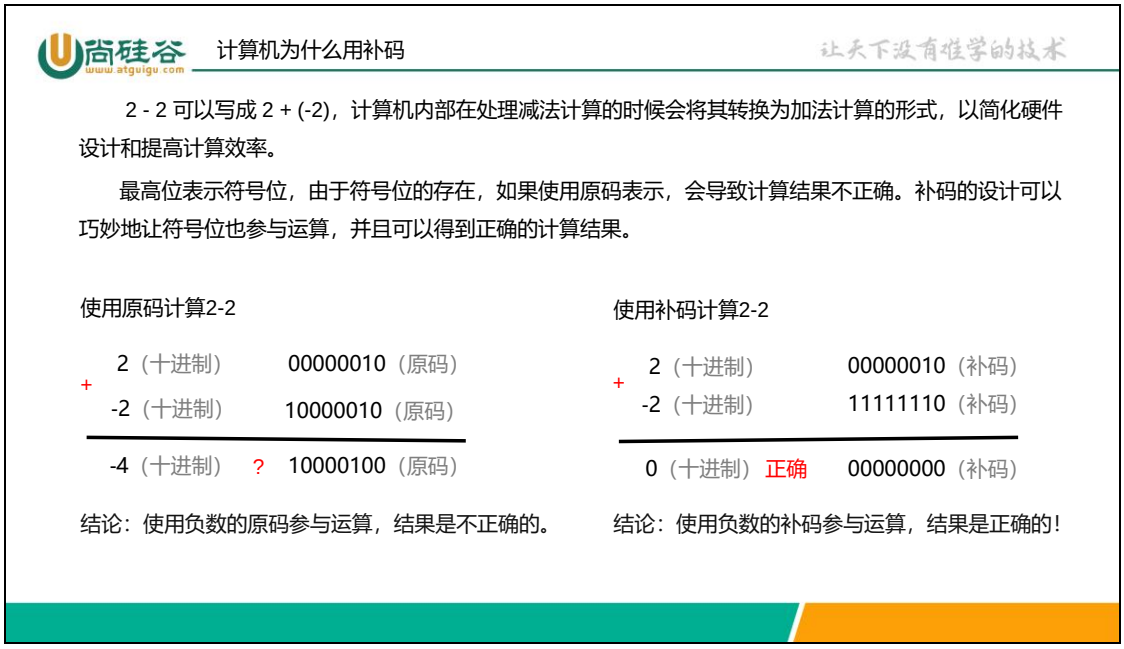
6）总结

（1）正数的原码、反码、补码都一样，三码合一。

（2）负数的反码：它的原码符号位不变，其它位取反（0->1，1->0）；负数的补码：它的反码+1。

（3）0 的反码，补码都是 0。

3.3.10 计算机为什么用补码



3.3.11 计算案例

需求：计算 10 – 12，使用补码描述计算机内部的计算过程。

3.4 基本数据类型

在 Python 中，变量就是变量，它没有类型，我们所说的"类型"是变量所指的内存中对象的类型。Python 3 中常见的数据类型分类如下，主要类型有六种：

- 基本数据类型

  数值

整数（int）、浮点数（float）、复数（complex）、布尔（bool）

- **字符串（str）**
- 容器数据类型

  列表（list）

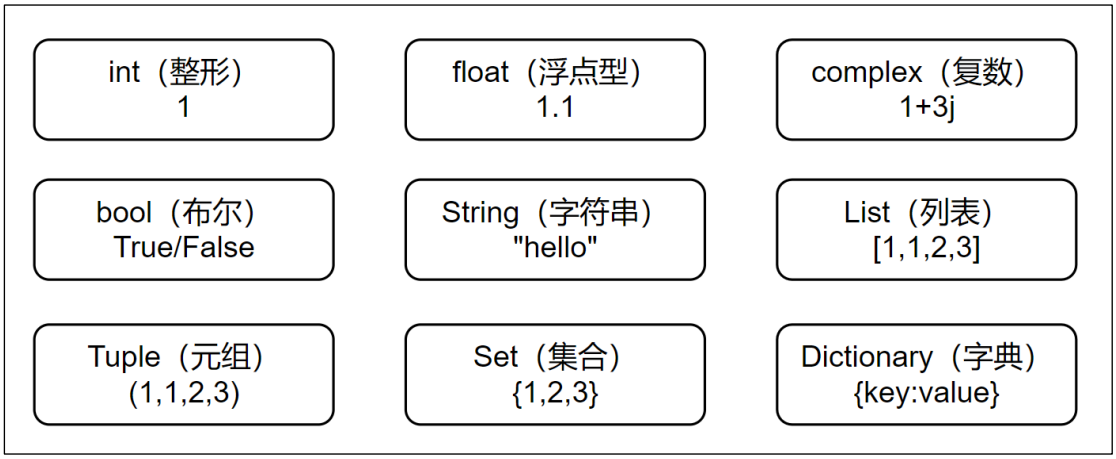
  元组（tuple）

  集合（set）

  字典（dist）
- 特殊数据类型

  None

  表示空值或缺失值，只有一个值 None。常用于函数没有返回值时，或者表示变量没有被赋值。



上图的 int、float、complex、bool 都属于 Number（数字）数据类型。

- **不可变数据（3 个）：**Number（数字）、String（字符串）、Tuple（元组）。
- **可变数据（3 个）：**List（列表）、Dictionary（字典）、Set（集合）。

3.4.1 int 整型

Python 可以处理任意大小的整数，包括负整数。

1）整数分隔符

书写很大的数时，可使用下划线将其中的数字分组，使其更清晰易读。

```
num1 = 1_000_000_000_000_000
print(num1)  # 1000000000000000
```

存储这种数时，Python 会忽略其中的下划线。在 Python 看来，1_000_000_000_000_000 与 1000000000000000 没什么不同。这种表示法适用于整数和浮点数，但只有 Python 3.6 及以上版本支持。

2）type 与 isinstance 类型判断

可以使用 **type()** 来查看变量类型，使用 **isinstance()** 来判断变量类型。

type() 和 **isinstance()** 的区别在于 **type()** 不会认为子类是一种父类类型，**isinstance()** 会认为子类是一种父类类型。

```
num1 = True
num2 = 10
print(type(num1))  # <class 'bool'>
print(type(num2))  # <class 'int'>
print(type(num1) == type(num2))  # False
print(isinstance(num1, bool))  # True
print(isinstance(num1, int))  # True，Python3 中，bool 是 int 的子类
print(isinstance(num2, int))  # True
```

3）小整数池

Python 将 [-5, 256] 的整数维护在小整数对象池中。这些整数提前创建好且不会被垃圾回收，避免了为整数频繁申请和销毁内存空间。不管在程序的什么位置，使用的位于这个范围内的整数都是同一个对象。

4）大整数池

一开始大整数池为空，每创建一个大整数就会向池中存储一个。

注意事项

- 不同的 Python 实现：小整数池的范围和实现细节可能因 Python 的不同实现（如 CPython、Jython、IronPython 等）而有所不同。上述提到的[-5, 256]范围是 CPython 的默认实现。
- 有时连续赋值的相同大整数也可能指向同一对象，这是因为 Python 环境的优化机制,但是这个优化不是绝对的，也取决于解释器以及交互式以及脚本环境。

3.4.2 float 浮点型

Python 将所有带小数点的数称为浮点数。要注意在使用浮点数进行计算时可能会存在微小误差，可以通过导入 decimal 解决

```
num1 = 0.1
```

```
num2 = 0.2
print(num1 + num2)  # 0.30000000000000004

from decimal import Decimal
num3 = Decimal('1.0')
num4 = Decimal('0.9')
print(num3-num4)
```

也可以使用科学计数法表示浮点数。

```
num1 = 1.3e7
print(num1)  # 13000000.0
```

3.4.3 bool 布尔型

布尔型变量只有 **True** 和 **False**，用于真假的判断。

```
bool1 = True
bool2 = False
print(bool1, bool2)  # True False
```

Python3 中，**bool** 是 **int** 的子类，**True** 和 **False** 可以和数字相加。

True==1、False==0 会返回 True

is 运算符用于比较两个对象的身份（即它们是否是同一个对象，是否在内存中占据相同的位置），而不是比较它们的值。

```
print(True == 1)  # True
print(False == 0)  # True
print(True is 1)  # False
print(False is 0)  # False
```

在 Python 中，能够解释为假的值不只有 **False**，还有：

- None
- 0
- 0.0
- False
- 所有的空容器（空列表、空元组、空字典、空集合、空字符串）

3.4.4 String 字符串初识

字符串就是一系列字符。在 Python 中，用引号括起的都是字符串，其中的引号可以是单引号，也可以是双引号。可使用反斜杠 \ 转义特殊字符。

```
str1 = 'This is a "string"'
str2 = "This is a 'string' too"
```

```
print(str1)  # This is a "string"
print(str2)  # This is a 'string' too
```

也可以方便的在字符串中包含单引号或双引号。

```
str1 = "This is a 'string'"
str2 = 'This is a "string" too'
print(str1)  # This is a 'string'
print(str2)  # This is a "string" too
```

也可以使用三个引号表示多行字符串。三引号允许一个字符串跨多行，字符串中可以包含换行符、制表符以及其他特殊字符。让程序员从引号和特殊字符串的泥潭里面解脱出来，自始至终保持一小块字符串的格式是所谓的 WYSIWYG（所见即所得）格式的。

一个典型的用例是，当你需要一块 HTML 或者 SQL 时，使用三个引号就很简单

```
str1 = """hello world
HELLO WORLD"""
print(str1)
```

在字符中使用特殊字符时，Python 用反斜杠 \ 转义字符：

转义字符	说明
\	在行尾作为续行符
\\	反斜杠符号
\'	单引号
\"	双引号
\b	退格
\n	换行
\t	横向制表符
\r	回车，回到行首

1）intern 机制

每个（字符串），不夹杂空格或者特殊符号，默认开启 intern 机制，共享内存，靠引用计数决定是否销毁。相同的字符串默认只保留一份，当创建一个字符串，它会先检查内存里有没有这个字符串，如果有就不再创建新的了。

2）字符串缓冲池

单个字母，长度为 1 的 ASCII 字符会被 interned，包括空字符。

3.4.5 数据类型转换

1）自动类型转换（隐式转换）

对两种不同类型的数据进行运算，较小的数据类型（整数）就会转换为较大的数据类型（浮点数）以避免数据丢失，计算结果为浮点型：

```
num1 = 2
num2 = 3.0
print(num1 + num2)  # 5.0
```

特别的，两个整型进行除法运算结果也是浮点型：

```
num1 = 9
num2 = 1
print(num1 / num2)  # 9.0
```

而整型和字符串相加会报错，此时 Python 无法进行隐式转换完成计算：

```
num1 = 123
str1 = "456"
print(num1 + str1)  # 报错
```

2）强制类型转换（显式转换）

可以通过函数对数据类型进行转换。

函数	说明
int(x [,base])	将 x 转换为一个整数，x 若为字符串可用 base 指定进制
float(x)	将 x 转换为一个浮点数
complex(real[,imag])	创建一个实部为 real，虚部为 imag 的复数
str(x)	将对象 x 转换为一个字符串
repr(x)	将对象 x 转换为一个字符串，可以转义字符串中的特殊字符
eval(x)	执行 x 字符串表达式，并返回表达式的值
bin(x)	将一个整数转换为一个二进制字符串
oct(x)	将一个整数转换为一个八进制字符串
hex(x)	将一个整数转换为一个十六进制字符串
ord(x)	将一个字符转换为它的 ASCII 整数值
chr(x)	将一个整数转换为一个 Unicode 字符
tuple(s)	将序列 s 转换为一个元组
list(s)	将序列 s 转换为一个列表
set(s)	转换 s 为可变集合

```
num_int = 123
```

```
num_str = "456"
print("num_int 数据类型为:",type(num_int))
print("类型转换前，num_str 数据类型为:",type(num_str))
num_str = int(num_str)    # 强制转换为整型
print("类型转换后，num_str 数据类型为:",type(num_str))
num_sum = num_int + num_str
print("num_int 与 num_str 相加结果为:",num_sum)
print("sum 数据类型为:",type(num_sum))
输出:
num_int 数据类型为: <class 'int'>
类型转换前，num_str 数据类型为: <class 'str'>
类型转换后，num_str 数据类型为: <class 'int'>
num_int 与 num_str 相加结果为: 579
sum 数据类型为: <class 'int'>
```

3.4.6 字符的编码和解码

```
# 创建一个 字符串类型数据
str1 = '你好中国'
print(str1)
print(type(str1))

# 将字符串数据类型转换为字节型数据的过程成为编码 encode，需要指定编码类型
byte1 = str1.encode(encoding='utf8')
# 4 个字符转换为了 12 个字节，所以一个汉字占用 3 个字节
print(byte1)  # b'\xe4\xbd\xa0\xe5\xa5\xbd\xe4\xb8\xad\xe5\x9b\xbd'
print(type(byte1))  # <class 'bytes'>

# 在进行编码集使用时,一定要注意,使用什么编码集编码,就要使用它解码,否则报错.
# 'utf-8' codec can't decode byte 0xc4 in position 0: invalid
continuation byt
# byte2 = str1.encode(encoding='gbk')
# print(byte2)
# print(type(byte2))

# 将字节型数据转换为字符型数据的过程称为解码 decode
str2 = byte1.decode(encoding='utf8')
print(str2)  # 你好中国
print(type(str2))  # <class 'str'>
```

3.5 输入与输出

3.5.1 输入

如果接收用户在键盘上输入一些字符，Python 提供了一个 **input**()函数，可以让用户输入字符串，并存放到一个字符串变量里。

语法：字符串变量 = input(“提示信息”)

```
# Python 开始等待你的输入。这时，你可以输入任意字符，然后按回车后完成输入。
input_str = input("请输入： ")
# 输入完成后，不会有任何提示，刚才输入的内容存放到 input_str 变量里了
print("input_str 数据类型为:",type(input_str))
# 输出 input_str 查看变量内容
print(input_str)
```

3.5.2 输出

1）普通输出

使用 **print()** 可将内容打印。

```
print("Hello Python")
```

多个内容之间可以使用逗号隔开。

```
print("Hello", " Python")
```

可以使用 end= 来控制 **print()** 以什么结尾。

```
print("使用\\n 结尾", end="\n")  # 用\n 结尾，等同于 print("使用\\n 结尾")
print('使用""结尾', end="")  # 用空字符串结尾
print("Hello")
```

2）格式化输出

（1）字符串中使用 % 占位

```
int1 = 10
float1 = 3.14159
str1 = "int1 = %d, float1 = %f" % (int1, float1)
print(str1)  # int1 = 10, float1 = 3.141590
```

格式符号列表：

格式符号	说明
%d	十进制整数
%f	浮点数，%.nf 可指定显示小数点后 n 位
%s	字符串

%o	八进制整数
%x	十六进制整数
%e	科学计数法

（2）字符串.format()

方式 1：不设置指定位置，按默认顺序

```
int1 = 10
float1 = 3.14159
bool1 = True
str2 = "int1 = {}, float1 = {}, bool1 = {}".format(int1, float1, bool1)
print(str2)  # int1 = 10, float1 = 3.14159, bool1 = True
```

方式 2：设置指定位置，不能和方式 1 混合使用

```
int1 = 10
float1 = 3.14159
bool1 = True
str2 = "int1 = {0}, float1 = {1}, bool1 = {2}".format(int1, float1,
bool1)
print(str2)  # int1 = 10, float1 = 3.14159, bool1 = True
```

方式 3：设置参数

```
int1 = 10
float1 = 3.14159
bool1 = True
str2 = "int1 = {i1}, float1 = {f1}, bool1 = {b1}".format(i1=int1,
f1=float1, b1=bool1)
print(str2)  # int1 = 10, float1 = 3.14159, bool1 = True
```

（3）数字格式化：

```
float1 = 31415.9
str2 = "{:*^20,.2f}".format(float1)
print(str2)  # *****31,415.90******
```

：后可以添加多个参数对数字格式化：

- *：以 * 填充空白，不写则默认以空格填充。
- ^：可选 < 、 ^ 、 > ，分别是左对齐、居中、右对齐。
- **20**：数字宽度为 20，数字长度不足 20 则进行填充。
- ,：可选 , 和 _ ，每 3 位进行分隔。
- **.2f**：小数点后保留 2 位。

案例：

数字	格式	输出	描述
3.1415926	{:.2f}	3.14	保留小数点后两位
3.1415926	{:+.2f}	+3.14	带符号保留小数点后两位
-1	{:-.2f}	-1.00	带符号保留小数点后两位
2.71828	{:.0f}	3	不带小数
5	{:0>2d}	05	数字补零 (填充左边, 宽度为2)
5	{:x<4d}	5xxx	数字补x (填充右边, 宽度为4)
10	{:x<4d}	10xx	数字补x (填充右边, 宽度为4)
1000000	{:,}	1,000,000	以逗号分隔的数字格式
0.25	{:.2%}	25.00%	百分比格式
1000000000	{:.2e}	1.00e+09	指数记法
13	{:>10d}	13	右对齐 (默认, 宽度为10)
13	{:<10d}	13	左对齐 (宽度为10)
13	{:^10d}	13	中间对齐 (宽度为10)

11	`'{:b}'.format(11)`
	`'{:d}'.format(11)`
	`'{:o}'.format(11)`
	`'{:x}'.format(11)`
	`'{:#x}'.format(11)`
	`'{:#X}'.format(11)`
		1011
		11
		13
		b
		0xb
		0XB
			进制

^, <, > 分别是居中、左对齐、右对齐，后面带宽度， : 号后面带填充的字符，只能是一个字符，不指定则默认是用空格填充。
+ 表示在正数前显示 +，负数前显示 -； （空格）表示在正数前加空格
b、d、o、x 分别是二进制、十进制、八进制、十六进制。

（4）使用大括号 {} 来转义大括号

```
print ("{0} 对应的位置是 {0}".format("hello"))   #hello 对应的位置是 hello
print ("{} 对应的位置是 {{0}}".format("hello"))  #hello 对应的位置是 {0}
```

（5）f-字符串

字符串前加上一个 f ，字符串中的{}内写入变量名。

```
int1 = 10
float1 = 3.14159
str3 = f"int1 = {int1}, float1 = {float1}"
print(str3)  # int1 = 10, float1 = 3.14159
```

{}内变量名后可以加上 = ，打印时会在变量值前加上 变量名=。

```
int1 = 10
float1 = 3.14159
str3 = f"{int1 = }, {float1 = }"
print(str3)  # int1 = 10, float1 = 3.14159
```

{}外再套一层{}，即{{}}，会转义。

```
int1 = 10
float1 = 3.14159
str3 = f"{{int1 = }}, {{float1 = }}"
print(str3)  # {int1 = }, {float1 = }
```

3.6 运算符

3.6.1 算数运算符

运算符	说明	实例
+	加	a + b
-	减、或取负	a - b、-a
*	乘	a * b
/	除	a / b
//	整除，除后向下取整	a // b
%	模，返回除法的余数	a % b
**	幂	a ** b

```
# -------------算术运算符---------------
a = 20
b = 10
c = a + b
print(a , "+" , b , "的结果为" , c)
c = a - b
print(a , "-" , b , "的结果为" , c)
c = a * b
print(a , "*" , b , "的结果为" , c)
c = a / b  #注意：结果为浮点类型
print(a , "/" , b , "的结果为" , c)
c = a % b
print(a , "%" , b , "的结果为" , c)
a = 2
b = 3
c = a ** b
print(a , "的" , b , "次方结果为" , c)
a = 10
b = 3
```

```
c = a // b
print(a , "//" , b , "的结果为" , c)
print("-" * 30) # 输出 30 次-
输出结果:
20 + 10 的结果为 30
20 - 10 的结果为 10
20 * 10 的结果为 200
20 / 10 的结果为 2.0
20 % 10 的结果为 0
2 的 3 次方结果为 8
10 // 3 的结果为 3
------------------------------
```

3.6.2 赋值运算符

运算符	说明	实例
=	赋值	a = 1
+=	加法赋值	a += 2，等同于 a = a + 2
-=	减法赋值	a -= 2，等同于 a = a - 2
*=	乘法赋值	a *= 2，等同于 a = a * 2
/=	除法赋值	a /= 2，等同于 a = a / 2
//=	整除赋值	a //= 2，等同于 a = a // 2
%=	模赋值	a %= 2，等同于 a = a % 2
**=	幂赋值	a **= 2，等同于 a = a ** 2
:=	海象运算符，在表达式中同时进行赋值和返回赋值的值。Python3.8 版本新增	num1 = 20 print((num2 := 3**2) > num1) print(num2)

```
# -------------赋值运算符---------------
num3 = 30
num4 = 40
num5 = num3 + num4
print(num5)

num3 += 50  # num3 = num3 + 50
print(num3)
```

```
输出结果：
70
80
```

3.6.3 比较运算符

运算符	说明	实例
==	相等，比较两者的值	a == b
!=	不相等	a != b
>	大于	a > b
<	小于	a < b
>=	大于等于	a >= b
<=	小于等于	a <= b

```
注意：除了不同数据类型的数据不能比较大小
# -------------比较运算符---------------
num1 = 10
num2 = 20
print(num1 == num2)  # False
print(num1 != num2)  # True
print(num1 > num2)   # Flase
print(num1 < num2)   # True
print(num1 >= num2)  # False
print(num1 <= num2)  # True
num3 = 'abc'
# 注意：不同的数据类型之间不能进行大小的比较
print(num1 > num3)
# 如果是字符串比较大小，是从最左边开始逐个比较字符串中相应位置的字符的 ASCII 码
print('5' > '6') # False
print('15' > '6') # False
```

3.6.4 逻辑运算符

运算符	说明
and	与，x and y，若 x 为 False 返回 x 的值，否则返回 y 的值
or	或，x or y，若 x 为 True 返回 x 的值，否则返回 y 的值
not	非，not x，若 x 为 True 返回 False，若 x 为 False 返回 True

```
# -------------逻辑运算符---------------
```

```
b1 = False
b2 = True
print(b1 and b2)  # False
print(b1 or b2)  # True
print(not(b1))  # True
print(5 and 8) # 8 非 0 表示 True，0 表示 False
print(0 and 8) # 0
print(5 or 8)  # 5
print(0 or 8)  # 8
print(not(5))  # False
```

3.6.5 位运算符

运算符	说明	实例
&	按位与	a & b
|	按位或	a | b
^	按位异或	a ^ b
~	按位取反	~ a
<<	按位左移	a << 1
>>	按位右移	a >> 1

1）原码反码补码

一个数在计算机中的二进制表示形式，叫做这个数的机器数。机器数是带符号的，在计算机用一个数的最高位存放符号，正数为 0，负数为 1。

	正数 7	负数-7
原码	符号位加上真值的绝对值 00000111	符号位加上真值的绝对值 10000111
反码	等于原码 00000111	原码符号位不变，其余位取反 11111000
补码	等于原码 00000111	反码的基础上+1 11111001

位运算时，以补码形式进行计算。

2）正数的与、或、异或、非运算

```
正数与运算: 17 & 13          正数或运算: 17 | 13
 17 : 00010001               17 : 00010001
 13 : 00001101               13 : 00001101
  1 : 00000001               29 : 00011101
正数异或运算: 17 ^ 13        非运算: ~17
 17 : 00010001               17原码 : 00010001
 13 : 00001101               17取反 : 11101110，得到结果的补码
 28 : 00011100              -18原码 : -0010010，计算出结果的原码
```

测试代码：

```
num1 = 17
num2 = 13

print(f"正数与运算: {num1} & {num2}")
print(f"{num1:3} : {num1:08b}")
print(f"{num2:3} : {num2:08b}")
print(f"{num1 & num2:3} : {num1 & num2:08b}")
print()

print(f"正数或运算: {num1} | {num2}")
print(f"{num1:3} : {num1:08b}")
print(f"{num2:3} : {num2:08b}")
print(f"{num1 | num2:3} : {num1 | num2:08b}")
print()

print(f"正数异或运算: {num1} ^ {num2}")
print(f"{num1:3} : {num1:08b}")
print(f"{num2:3} : {num2:08b}")
print(f"{num1 ^ num2:3} : {num1 ^ num2:08b}")
print()

print(f"非运算: ~{num1}")
print(f"{num1:3}原码 : {num1:08b}")
print(f"{num1:3}取反 : {(1 << 8) - 1 ^ num1:08b}，得到结果的补码")
print(f"{~num1:3}原码 : {~num1:08b}，计算出结果的原码")
```

3）有负数的与、或运算

```
有负数的与运算: -12 & 17
-12原码 : -0001100
-12反码 : 11110011
-12补码 : 11110100
 17补码 : 00010001
 16补码 : 00010000，得到结果

有负数的或运算: -12 | 17
-12原码 : -0001100
-12反码 : 11110011
-12补码 : 11110100
 17补码 : 00010001
-11补码 : 11110101，得到结果的补码
-11原码 : -0001011，计算出结果的原码
```

测试代码：

```
num1 = 17
num2 = 13
num3 = -12

print(f"有负数的与运算: {num3} & {num1}")
print(f"{num3:3}原码 : {num3:08b}")
print(f"{num3:3}反码 : {(1 << 8) - 1 + num3:08b}")
print(f"{num3:3}补码 : {(1 << 8) + num3:08b}")
print(f"{num1:3}补码 : {num1:08b}")
print(f"{num1 & num3:3}补码 : {num1 & num3:08b}，得到结果")
print()

print(f"有负数的或运算: {num3} | {num1}")
print(f"{num3:3}原码 : {num3:08b}")
print(f"{num3:3}反码 : {(1 << 8) - 1 + num3:08b}")
print(f"{num3:3}补码 : {(1 << 8) + num3:08b}")
print(f"{num1:3}补码 : {num1:08b}")
print(f"{num1 | num3:3}补码 : {(1 << 8) + (num1 | num3):08b}，得到结果的
补码")
print(f"{num1 | num3}原码 : {num1 | num3:08b}，计算出结果的原码")
```

4）按位左移、右移运算

```
左移运算: 17 << 1
 17 : 00010001
 34 : 00100010

左移运算: -12 << 2
-12原码       : -0001100
-12反码       : 11110011
-12补码       : 11110100
-12补码<<2    : 11010000，得到结果的补码
-48           : -0110000，计算出原码

右移运算: 17 >> 3
 17 : 00010001
  2 : 00000010

右移运算: -12 >> 3
-12原码       : -0001100
-12反码       : 11110011
-12补码       : 11110100
-12补码>>3    : 11111110，得到结果的补码
 -2           : -0000010，计算出原码
```

测试代码：

```
num1 = 17
```

```
num2 = -12

offset = 1
print(f"左移运算: {num1} << {offset}")
print(f"{num1:3} : {num1:08b}")
print(f"{num1 << offset:3} : {num1 << offset:08b}")
print()

offset = 2
print(f"左移运算: {num2} << {offset}")
print(f"{num2:3}原码\t\t: {num2:08b}")
print(f"{num2:3}反码\t\t: {(1 << 8) - 1 + num2:08b}")
print(f"{num2:3}补码\t\t: {(1 << 8) + num2:08b}")
print(f"{num2:3}补码<<{offset}\t: {(((1 << 8) + num2) << 2) &
0xff:08b}，得到结果的补码")
print(f"{num2 << offset:3}\t\t\t: {num2 << offset:08b}，计算出原码")
print()

offset = 3
print(f"右移运算: {num1} >> {offset}")
print(f"{num1:3} : {num1:08b}")
print(f"{num1 >> offset:3} : {num1 >> offset:08b}")
print()

offset = 3
print(f"右移运算: {num2} >> {offset}")
print(f"{num2:3}原码\t\t: {num2:08b}")
print(f"{num2:3}反码\t\t: {(1 << 8) - 1 + num2:08b}")
print(f"{num2:3}补码\t\t: {(1 << 8) + num2:08b}")
print(f"{num2:3}补码>>{offset}\t: {(((1 << 8) + num2) >> offset) |
(0xff >> 5 << 5):08b}，得到结果的补码")
print(f"{num2 >> offset:3}\t\t\t: {num2 >> offset:08b}，计算出原码")
```

3.6.6 成员运算符

运算符	说明	实例
in	在指定的序列中找到值返回 True，否则返回 False	a in ['a', 'b', 'c']
not in	在指定的序列中没有找到值返回 True，否则返回 False	a not in ['a', 'b', 'c']

```
# -------------成员运算符---------------
num6 = 1
```

```
num7 = 20
test_list = [1,2,3,4,5]
print(test_list)
print(num6 in test_list) # True 判断 1 是不是列表中的的成员
print(num7 not in test_list) # True
```

3.6.7 身份运算符

运算符	说明	实例
is	判断两个标识符是不是引用自相同对象	a is b，类似 id(a) == id(b)。如果引用的是同一个对象则返回 True，否则返回 False
not is	判断两个标识符是不是引用自不同对象	a is not b，类似 id(a) != id(b)。如果引用的不是同一个对象则返回 True，否则返回 False

```
# -------------身份运算符---------------
m = 20
n = 20
q = 30
print(m is n)  # True 判断 m 和 n 在内存中是否指向同一个地址
print(n is q)  # False
print(n is not q)  # True
# id() 用于获取对象在内存中的地址
print(id(m) == id(n)) # True

print("-" * 30)
# -------------is 和==的区别---------------
a = [1,2,3]
b = a

print(b is a)  # True
print(b == a)  # True

b = a[:]
print(b)
print(b is a)  # False
print(b == a)  # True
```

3.6.8 运算符优先级

运算符	描述
**	指数 (最高优先级)
~ + -	按位翻转, 一元加号和减号 (最后两个的方法名为 +@ 和 -@)
* / % //	乘，除，取模和取整除
+ -	加法减法
>> <<	右移，左移运算符
&	位 'AND'
^ |	位运算符
<= < > >=	比较运算符
<> == !=	等于运算符
= %= /= //= -= += *= **=	赋值运算符
is is not	身份运算符
in not in	成员运算符
not and or	逻辑运算符

3.7 Python 编码规范

随着你编写的程序越来越长，有必要了解一些代码格式设置约定。为确保所有人编写的代码的结构都大致一致， Python 程序员都遵循一些格式设置约定。

PEP8（Python Enhancement Proposal ，PEP）是最古老的 PEP 之一，它向 Python 程序员提供了代码格式设置指南。 https://python.org/dev/peps/pep-0008/

下面的列出一些基本的规范：

3.7.1 缩进

在 Python 中，代码块的结束不像其他一些编程语言（如 C、Java 等）使用大括号 {} 来明确界定，而是通过缩进来表示。PEP 8 建议每级缩进都使用四个空格，这既可提高可读性，又留下了足够的多级缩进空间。在文本处理文档中，大家常常使用制表符而不是空格来缩进。对于文本处理文档来说，这样做的效果很好，但混合使用制表符和空格会让 Python 解释器感到迷惑。每款文本编辑器都提供了一种设置，可将输入的制表符转换为指定数量的空格。你在编写代码时应该使用制表符键，但一定要对编辑器进行设置，使其在文档中插入空格而不是制表符。

在程序中混合使用制表符和空格可能导致极难解决的问题。如果你混合使用了制表符和空格，可将文件中所有的制表符转换为空格，大多数编辑器都提供了这样的功能。

3.7.2 行长

很多 Python 程序员都建议每行不超过 80 字符。最初制定这样的指南时，在大多数计算机中，终端窗口每行只能容纳 79 字符；当前，计算机屏幕每行可容纳的字符数多得多，为何还要使用 79 字符的标准行长呢？这里有别的原因。专业程序员通常会在同一个屏幕上打开多个文件，使用标准行长可以让他们在屏幕上并排打开两三个文件时能同时看到各个文件的完整行。 PEP 8 还建议注释的行长都不超过 72 字符，因为有些工具为大型项目自动生成文档时，会在每行注释开头添加格式化字符。

PEP 8 中有关行长的指南并非不可逾越的红线，有些小组将最大行长设置为 99 字符。在学习期间，你不用过多地考虑代码的行长，但别忘了，协作编写程序时，大家几乎都遵守 PEP 8 指南。在大多数编辑器中，都可设置一个视觉标志，通常是一条竖线，让你知道不能越过的界线在什么地方。

3.7.3 空行

要将程序的不同部分分开，可使用空行。你应该使用空行来组织程序文件，但也不能滥用。例如，如果你有 5 行创建列表的代码，还有 3 行处理该列表的代码，那么用一个空行将这两部分隔开是合适的。然而，你不应使用三四个空行将它们隔开。

空行不会影响代码的运行，但会影响代码的可读性。 Python 解释器根据水平缩进情况来解读代码，但不关心垂直间距。

3.7.4 同一行显示多条语句

Python 可以在某些时候同一行中可以使用多条语句，语句之间使用分号(;)分割，

但并不是所有情况都可以，所以不推荐这种写法。以下是一个简单的实例：

```
import sys;print(sys.path) #没有问题

'''
import sys
for i in sys.path:
    print(i) #没有问题
'''
import sys;for i in sys.path:;print(i) # 报错
```

3.7.5 分号

建议不要在行尾加分号，也不要使用分号将多条命令放在同一行。

3.7.6 源文件编码

Python 源码请使用 UTF-8 编码（Python2 中可以使用 ASCII 编码）。

文件采用 ASCII(Python2) 或者 UTF-8（Python 3）

3.7.7 不以空格结束一行代码

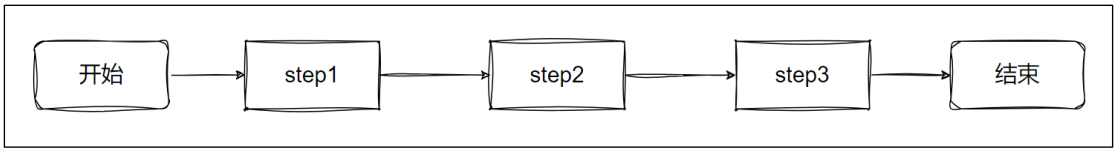
在任何地方都不要以空格结束本行代码，因为行末的空格不可见，这可能会闹出问题：比如反斜杠（连字符） 如果后面接空白字符就不再能够当连字符使用。 很多编辑器不允许以空格作为行结束符。

第 4 章 流程控制语句

流程控制就是用来控制计算机指令的执行顺序

4.1 顺序

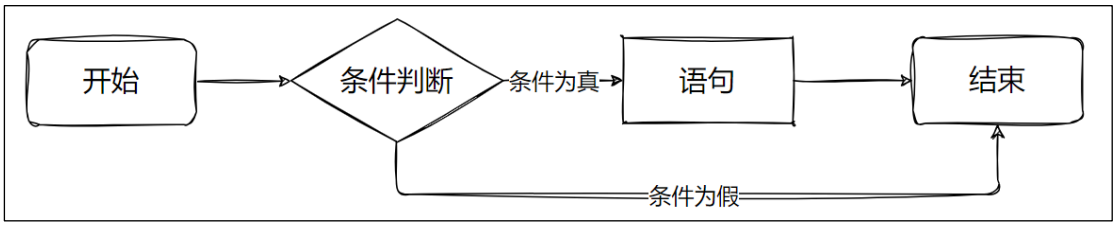
按照程序正常的执行顺序，依次执行每条语句。



4.2 分支

分支流程又叫条件控制语句或者分支语句或者选择语句，是通过条件判断来决定执行的代码。

4.2.1 单分支



1）语法

```
if 表达式:
    语句
```

2）说明

Python 程序语言指定任何非 0 和非空（null）值为 true，0 或者 null 为 false。

if 语句的判断条件可以用条件表达式来表示其关系，后面的:必须加。其中"判断条件"成立时（非零），则执行后面的语句，而执行内容可以多行，以缩进来区分表示同一范围，缩进取消后，就不在分支范围了。如果条件不成立，不执行语句块内容。

3）案例

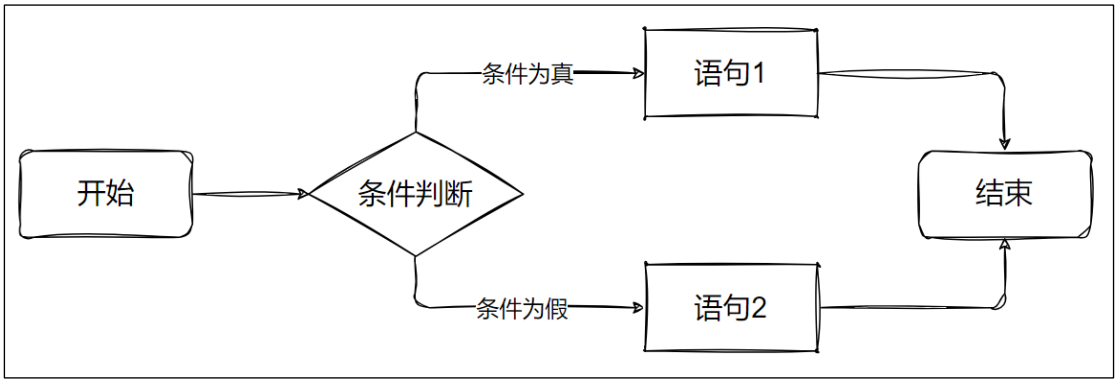
商品价格 50，若余额小于 50 则提示“余额不足，请充值”，最后打印“欢迎下次光临”。

```
from random import randint

# 余额
balance = randint(0, 100)
# 价格
price = 50
# 打印余额
print(f"余额：{balance}")
# 比较余额和价格
if balance < price:
    print("余额不足，请充值")
print("欢迎下次光临")
```

简单的语句组:你也可以在同一行的位置上使用 if 条件判断语句，例如

```
var = 100
if ( var  == 100 ) : print("变量 var 的值为 100")
print("Good bye!")
```

4.2.2 双分支



1）语法

```
if 表达式:
    语句 1
else:
    语句 2
```

2）说明

先进行条件判断，如果条件判断成立就执行语句块 1， 条件不成立就执行语句块 2

3）案例

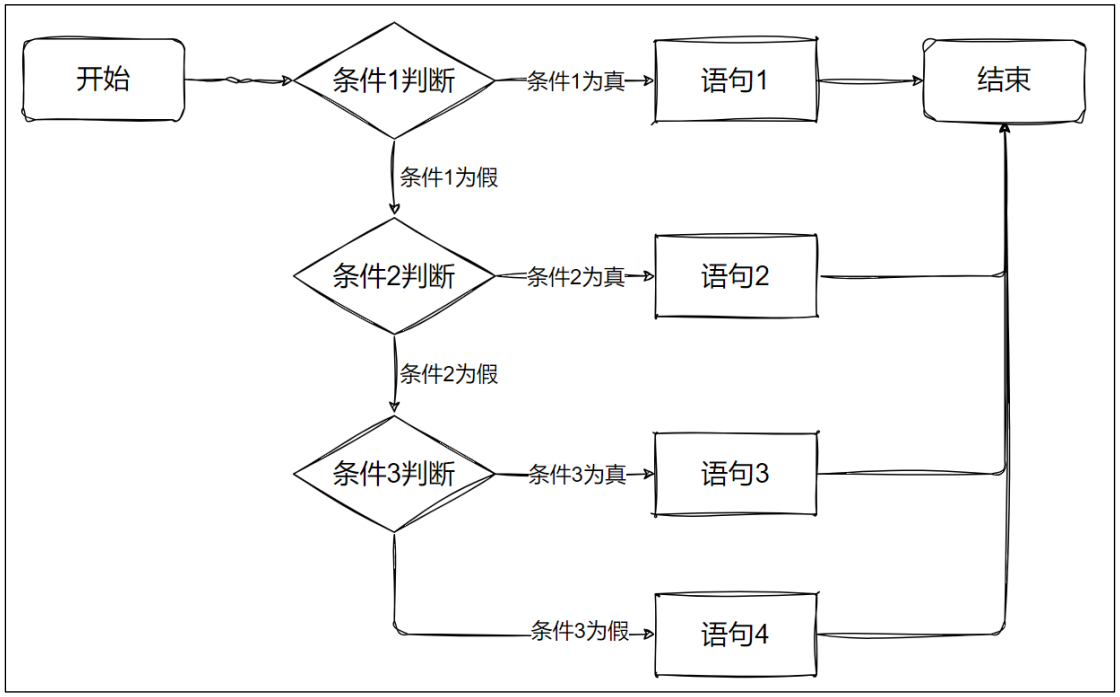
余额随机，商品价格 50。

- 若余额小于 50 则提示“余额不足，请充值”。
- 否则提示消费成功。

最后打印“欢迎下次光临”。

```
from random import randint

# 余额
balance = randint(0, 100)
# 价格
price = 50
# 打印余额
print(f"余额：{balance}")
# 比较余额和价格
if balance < price:
    # 如果余额小于价格
    print("余额不足，请充值")
else:
    # 如果余额大于价格
    balance = balance - price
    print(f"消费成功，余额：{balance}")
print("欢迎下次光临")
```

4.2.3 多分支



1）语法

```
if 表达式 1:
    语句 1
elif 表达式 2:
    语句 2
elif 表达式 3:
    语句 3
else:  # else 如不需要可以省略
    语句 4
```

2）说明

if 语句后面可以跟 elif…else 语句，这种语句可以检测到多种可能的情况，所以也称之为多分支结构。

如果条件判断 1 成立，那么执行语句块 1 的内容；如果条件判断 2 成立，那么执行语句块 2 的内容；如果条件判断 3 成立，那么执行语句块 3 的内容；如果条件判断 1，2，3 都不成立，那么执行语句块 4 的内容；

使用多分支语句的时候，需要注意下面几点：

- if 语句至多有 1 个 else 语句，else 语句在所有的 else if 语句之后。
- if 语句可以有若干个 elif 语句，它们必须在 else 语句之前。
- 一旦其中一个分支语句检测为 true，其他的 elif 以及 else 语句都将不再执行。

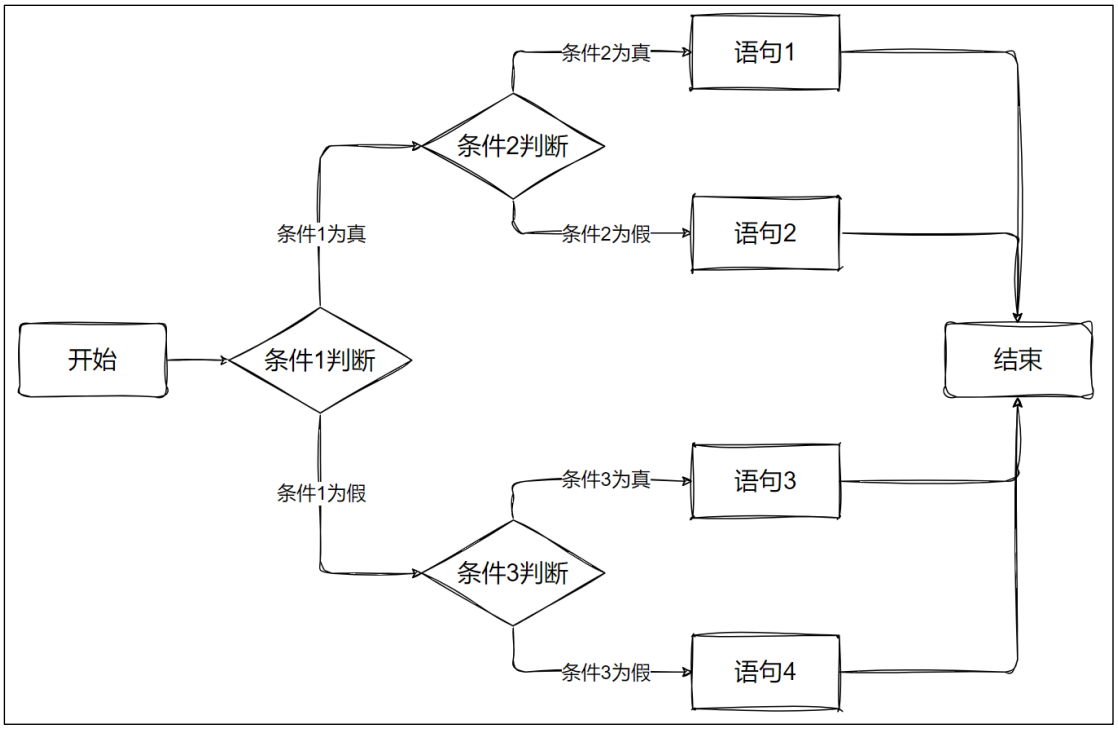
3）案例

判断处于人生哪个阶段。

- 如果年龄小于 2 岁，就打印一条消息，指出这个人是婴儿。
- 如果年龄为 2（含）～4 岁，就打印一条消息，指出这个人是幼儿。
- 如果年龄为 4（含）～13 岁，就打印一条消息，指出这个人是儿童。
- 如果年龄为 13（含）～20 岁，就打印一条消息，指出这个人是青少年。
- 如果年龄为 20（含）～65 岁，就打印一条消息，指出这个人是成年人。
- 如果年龄超过 65 岁（含），就打印一条消息，指出这个人是老年人。

```
from random import randint

# 定义年龄并打印
print("此人年龄为", age := randint(0, 100))
if age < 2:
    # 如果年龄<2
    print("这是个婴儿")
elif age < 4:
    # 如果 2<=年龄<4
    print("这是个幼儿")
elif age < 13:
    # 如果 4<=年龄<13
    print("这是个儿童")
elif age < 20:
    # 如果 13<=年龄<20
    print("这是个青少年")
elif age < 65:
    # 如果 20<=年龄<65
    print("这是个成年人")
else:
    # 如果 65<=年龄
    print("这是个老人")
```

4.2.4 嵌套分支



1）语法

```
if 表达式 1:
    if 表达式 2:
        语句 1
    else:
        语句 2
else:
    if 表达式 3:
        语句 3
    else:
        语句 4
```

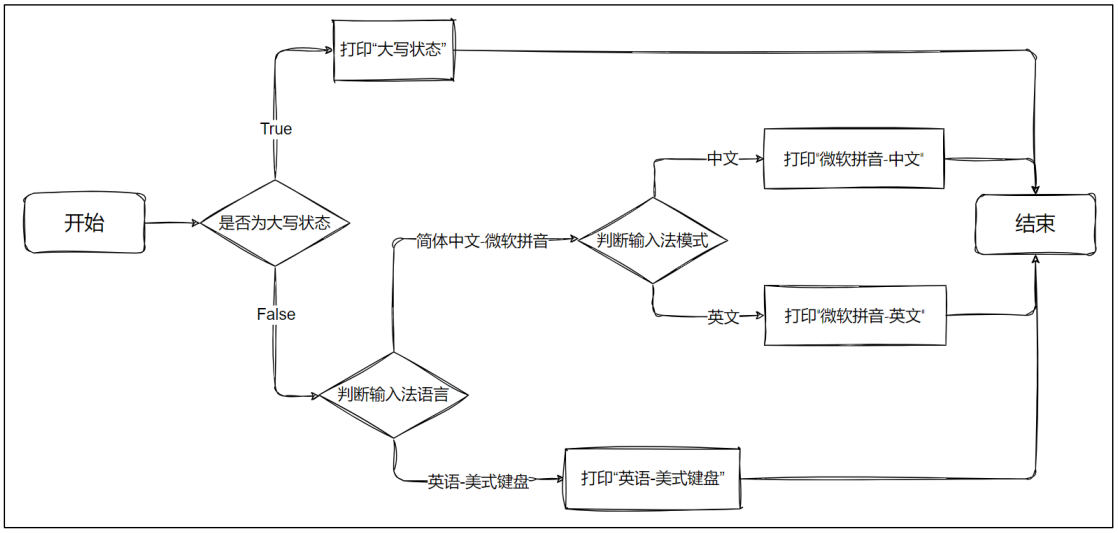
2）说明

在一个 if 语句中，又包含另外一个 if 语句，这就是 if 语句的嵌套

3）案例

给定一个三位的状态码，左边第一位标识大小写状态（1-大写，0-小写），第二位标识输入法语言（1-简体中文，0-英语），第三位标识输入法模式（1-中文，0-英文）。判断输入法的状态：

- 如果是大写状态，打印“大写状态”。
- 如果不是大写状态，判断输入法语言是“简体中文-微软拼音”还是“英语-美式键盘”。
- 如果是“简体中文-微软拼音”，判断是中文模式还是英文模式，并打印。
- 如果是“英语-美式键盘”，打印“英语-美式键盘”。




```
state = 0b011
# 判断是否为大写状态
if state & 0b100 == 0b100:
    # 是大写状态
    print("大写状态")
else:
    # 不是大写状态
    # 判断是否为“简体中文-微软拼音”
    if state & 0b010 == 0b010:
        # 是“简体中文-微软拼音”
        # 判断是否为“微软拼音-中文”
        if state & 0b001 == 0b001:
            # 是“微软拼音-中文”
```

```
            print("微软拼音-中文")
        else:
            # 不是“微软拼音-中文”
            print("微软拼音-英文")
    else:
        # 不是“简体中文-微软拼音”
        print("英语-美式键盘")
```

4.2.5 match case 语句

1）语法

```
match x:
    case a:
        语句 1
    case b:
        语句 2
    case _:
        语句 3
```

2）说明

Python3.10 新增了 match case 的条件判断方式，match 后的对象会依次与 case 后的内容匹配，匹配成功则执行相应语句，否则跳过。其中_可以匹配一切。

3）案例

给定月份，求该月有多少天。

| 是专门用于模式匹配的操作符，它能把多个常量或者模式组合起来，实现 “或” 逻辑。

```
match month := 3:
    case 1 | 3 | 5 | 7 | 8 | 10 | 12:
        print(f"{month}月有 31 天")
    case 4 | 6 | 9 | 11:
        print(f"{month}月有 30 天")
    case 2:
        print(f"{month}月可能有 28 天")
    case _:
        print(f"{month}月有?天")
```

4.2.6 三目运算符

1）语法

```
表达式 1 if 判断条件 else 表达式 2
```

2）案例

使用 **if** 来获取两个数中较大的一个。

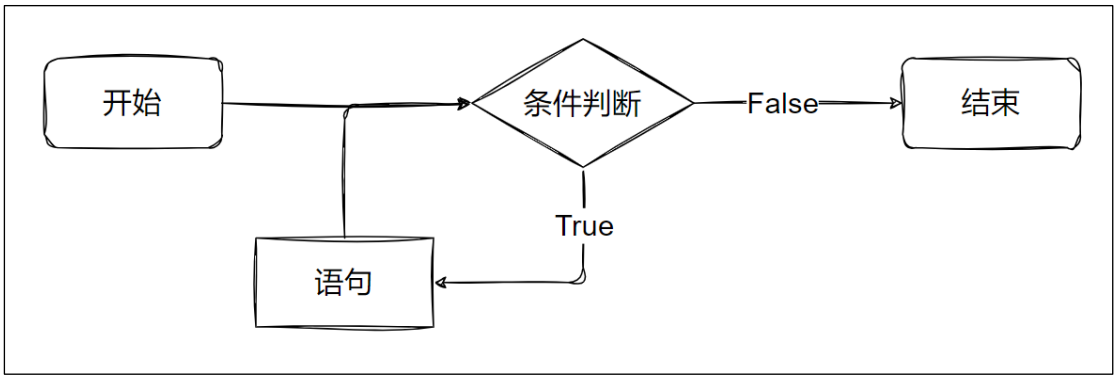
```
num1 = 2
num2 = 3
if num1 > num2:
    max_num = num1
else:
    max_num = num2
print(max_num)
```

以上代码可以通过三目运算符改写。

```
num1 = 2
num2 = 3
max_num = num1 if num1 > num2 else num2
print(max_num)
```

4.3 循环

在满足某个条件下，重复的执行某段代码。



4.3.1 while 循环

1）语法

```
while 表达式:
    语句-循环体
```

2）说明

先判断条件是否成立，如果条件成立就执行循环体一次；然后再判断条件是否成立，如果成立，继续执行循环体，直到循环条件不成立的时候，才会结束循环，执行循环下面的其他语句。判断条件可以是任何表达式，任何非零、或非空（null）的值均为 true。执行语句可以是单个语句或语句块。

如果条件表达式一直成立，那称之为无限循环，也叫死循环。

3）案例

（1）第 1 周有 2 只兔子，此后每周兔子的数量都增加上周数量的 2 倍，且期间没有兔子死亡，求第 10 周共有多少只兔子：

```
rabbit = 2
week = 1
while week < 10:
    rabbit = rabbit + rabbit * 2
    week += 1
    print(f"第{week}周有{rabbit}只兔子")
```

（2）打印进度条：

```
import time

num = 1
while num < 100:
    print("\r" + "=" * num, end="")
    num += 1
    time.sleep(0.05)
```

4）while else 语句

while 后可以加上 **else**，当 **while** 表达式结果为 **False** 时会执行 **else** 中的语句。

```
rabbit = 2
week = 1
while week < 10:
    rabbit = rabbit + rabbit * 2
    week += 1
else:
    print(f"第{week}周有{rabbit}只兔子")
```

此时 **else** 中代码，写在 **else** 中和写在循环外效果一样。**else** 一般和 **break** 一起使用，循环通过 **break** 终止后，**else** 中的代码不会执行。

4.3.2 for 循环

1）语法

for 循环可以用来遍历可迭代对象，如列表或字符串。

```
for 临时变量 in 可迭代对象:
    语句
```

for 循环后也可以加上 **else**，循环结束后会执行 **else** 中语句。

```
for 临时变量 in 可迭代对象:
    语句 1
else:
    语句 2
```

2）说明

- for 是关键字
- 临时变量是自己定义的用来存储遍历出来元素的变量名字

- in 是关键字
- 可迭代对象是要遍历的序列
- 首先判断是否有下一个元素可以获取
- 如果有，则将元素取出，赋值给临时变量
- 继续判断是否有下一个元素可以进行取出
- 直到将所有元素都取出，循环结束

3）案例

（1）遍历列表

```
for i in [2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19]:
    print(i)
```

（2）遍历字符串

```
for i in "hello world":
    print(i)
```

（3）遍历 range 数列

```
for i in range(10):
    print(i)
```

4）range()

range([start,] stop[, step]) 函数可以生成数列，它返回一个可迭代对象。

指定生成到 stop（不包含 stop）的数列，默认从 0 开始。

```
for i in range(10):
    print(i)
```

指定生成数列的范围，从 start 到 stop（不包含 stop），可设定步长，默认步长为 1，步长可正可负。

```
for i in range(-10, 10):
    print(i)

for i in range(10, -10, -3):
    print(i)
```

5）嵌套循环

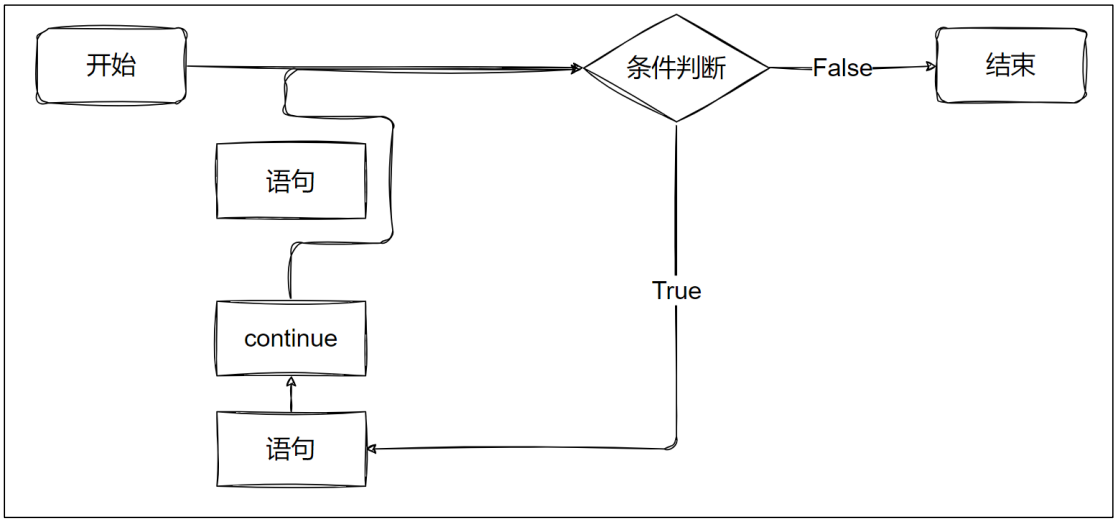
使用嵌套循环打印九九乘法表。

```
1 × 1 = 1
2 × 1 = 2   2 × 2 = 4
3 × 1 = 3   3 × 2 = 6   3 × 3 = 9
4 × 1 = 4   4 × 2 = 8   4 × 3 = 12  4 × 4 = 16
5 × 1 = 5   5 × 2 = 10  5 × 3 = 15  5 × 4 = 20  5 × 5 = 25
6 × 1 = 6   6 × 2 = 12  6 × 3 = 18  6 × 4 = 24  6 × 5 = 30  6 × 6 = 36
7 × 1 = 7   7 × 2 = 14  7 × 3 = 21  7 × 4 = 28  7 × 5 = 35  7 × 6 = 42  7 × 7 = 49
8 × 1 = 8   8 × 2 = 16  8 × 3 = 24  8 × 4 = 32  8 × 5 = 40  8 × 6 = 48  8 × 7 = 56  8 × 8 = 64
9 × 1 = 9   9 × 2 = 18  9 × 3 = 27  9 × 4 = 36  9 × 5 = 45  9 × 6 = 54  9 × 7 = 63  9 × 8 = 72  9 × 9 = 81
```

```
for i in range(1, 10):
    for j in range(1, i + 1):
        print(f"{i} × {j} = {i * j}", end="\t")
    print()
```

4.3.3 continue

跳过当前循环块中的剩余语句，继续进行下一轮循环。一般写在 **if** 判断中。



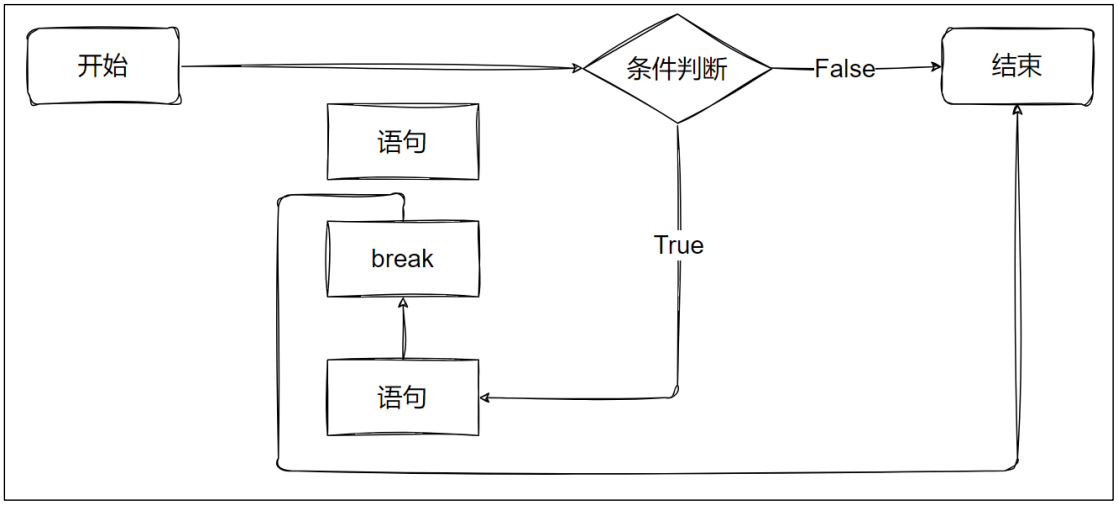
案例：打印 0-9，跳过偶数。

```
for i in range(10):
    if i % 2 == 0:
        continue
    print(i)
```

4.3.4 break

跳出当前 **for** 或 **while** 的循环体，一般写在 **if** 判断中。

如果 **for** 或 **while** 循环通过 **break** 终止，循环对应的 **else** 将不执行。



案例：求 0-9 每个数自己幂自己的加和，如果大于 10000000 则循环终止。

```
sum = 0
for i in range(10):
    sum = sum + i**i
    if sum > 10000000:
        break
    print(i, sum)
else:
    print("循环完成,sum = ", sum)
```

4.3.5 pass

pass 是空语句，是为了保持程序结构的完整性。

pass 不做任何事情，一般用做占位语句。

例如：在一个循环中，如果循环体为空，语法会提示报错，

这个时候我们就可以使用 pass 占位

```
for i in range(10):
    pass
```

第 5 章 容器数据类型

5.1 序列

1）什么是序列

序列（Sequence）是一种基本且核心的数据结构，它允许我们以有序的方式存储和操作数据。序列可以包含不同类型的元素，并且支持通过索引来访问和修改这些元素。

常见的序列类型包括：列表（List）、元组（Tuple）、字符串（String）。

2）序列的操作

- 索引：sequence[0]
- 切片：sequence[1:3]
- 相加：sequence1 + sequence2
- 乘法：sequence * 3
- 检查成员：x in sequence
- 计算长度：len(sequence)
- 计算最大值、最小值：max(sequence)、min(sequence)

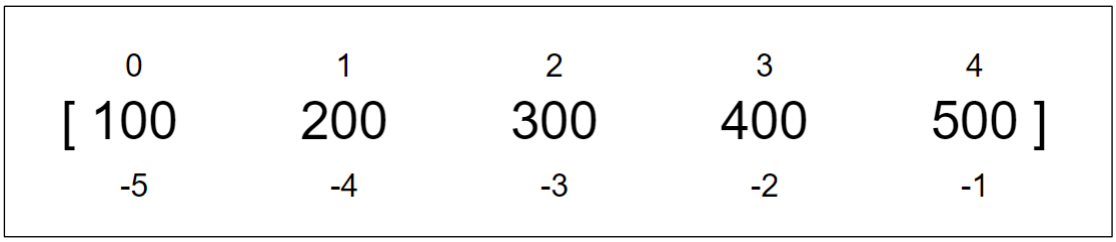
5.2 列表 List

- 列表是一个可变的、有序的元素集合。

- 列表使用 [] 定义，数据之间使用 ，分隔。
- 列表中每个元素都有对应的位置值，称为索引或下标，索引从起始从 0 开始向后逐个递增，并且从末尾从-1 开始逐个向前递减。
- 列表中元素可以是不同的类型。

5.2.1 创建列表

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
```



5.2.2 访问列表

1）通过索引获取列表中元素

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
print(list1[1])  # 200
print(list1[-2])  # 400
```

2）列表切片

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
print(list1)  # 取全部元素
print(list1[:])  # 复制整个列表
print(list1[2:4])  # 取索引从 2 开始到 4(不包含)的元素
print(list1[2:])  # 取索引从 2 开始到末尾的元素
print(list1[:2])  # 取索引从 0 开始到 2(不包含)的元素
print(list1[2:-1])  # 取索引从 2 开始到-1(不包含)的元素
print(list1[::-1])  # 倒序取元素
```

5.2.3 向列表中添加元素

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
list1.append(600) # 在列表末尾追加元素
list1.insert(2,700) # 在列表指定的位置追加元素
print(list1)
```

5.2.4 列表相加

```
list1 = [100, 200, 300]
list2 = ["a", "b", "c"]
print(list1 + list2)  # [100, 200, 300, 'a', 'b', 'c']
```

5.2.5 列表乘法

```
list1 = [100, 200, 300]
print(list1 * 2)  # [100, 200, 300, 100, 200, 300]
```

5.2.6 修改列表中元素

1）通过下标修改。

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
list1[0] = -1
print(list1)
```

2）通过切片修改。

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
list1[2:4] = ["a", "b", "c"]
print(list1)
```

5.2.7 检查成员是否为列表中元素

```
list1 = [100, 200, 300]
print(100 in list1)  # True
```

5.2.8 获取列表长度

```
list1 = [100, 200, 300]
print(len(list1))  # 3
```

5.2.9 求列表中元素的最大值、最小值、加和

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
print(max(list1))  # 500
print(min(list1))  # 100
print(sum(list1))  # 1500
```

5.2.10 遍历列表

1）直接遍历列表元素

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
for i in list1:
    print(i)
```

2）通过下标遍历列表

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
for i in range(len(list1)):
    print(i, list1[i])
```

3）使用 enumerate()同时获取列表的下标和元素

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
for i, val in enumerate(list1):
    print(i, val)
```

5.2.11 删除列表指定位置元素或者切片

```
list1 = [100, 200, 300, 400, 500]
del list1[2]
print(list1)
```

5.2.12 嵌套列表

列表中元素可以为列表。

```
list1 = [[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9]]
for inner_list in list1:
    print(inner_list)
```

5.2.13 列表推导式

列表推导式是 Python 中一种简洁创建列表的方式，它将一个可迭代对象（如列表、元组、集合、字符串等）的元素通过某种运算或条件筛选后生成一个新的列表。

（1）基础的列表推导式

```
squares = [x**2 for x in range(5)]
print(squares)  # [0, 1, 4, 9, 16]
```

（2）带条件的列表推导式

```
squares = [x**2 for x in range(10) if x % 2 == 0]
print(squares)  # [0, 4, 16, 36, 64]
```

（3）使用现有列表的列表推导式

```
list1 = [1, 2, 3, 4, 5]
squares = [x**2 for x in list1]
print(squares)  # [1, 4, 9, 16, 25]
```

（4）包含多个循环的列表推导式

```
list1 = [1, 2, 3, 4, 5]
list2 = ["a", "b", "c", "d", "e"]
tuple_list = [(i, j) for i in list1 for j in list2]
print(tuple_list)
```

5.2.14 zip()函数

zip() 函数可将多个可迭代对象中对应元素打包为一个个元组。

```
list1 = [1, 2, 3, 4, 5]
list2 = ["a", "b", "c", "d", "e"]
zipped = zip(list1, list2)
print(list(zipped))
```

5.2.15 常用函数

函数	说明

list.insert(index,x)	在指定位置插入 x
list.append(x)	在列表末尾追加 x
list1.extend(list2)	在列表 1 的末尾追加列表 2 的数据
del list[index]	删除指定位置的数据或切片
list.remove(x)	删除第一次出现的 x
list.pop([index])	删除指定位置的数据，默认为末尾数据
list.clear()	清空列表中元素
list[index] = x	修改指定位置的数据
list1[start:end] = list2	修改列表切片的数据
sorted(list[,reverse=True])	返回排序后的新列表，可选降序
list.sort([reverse=True])	对列表就地排序，可选降序
list.reverse()	反转列表中的元素
list.index(x[,start,[,end]])	返回 x 在列表中首次出现的位置，可指定起始和结束范围
list.count(x)	返回 x 的数量
len(list)	返回列表元素个数
max(list)	返回列表中最大值
min(list)	返回列表中最小值
sum(list)	返回列表中所有元素和
list.copy()	拷贝列表
list(x)	将序列转换为列表

5.3 字符串 String

- 字符串是不可变的、有序的。
- 字符串中元素不可修改。
- 字符串使用单引号、双引号或三重引号定义。
- 字符串中每个值都有对应的位置值，称为索引或下标，索引从起始从 0 开始向后逐个递增，并且从末尾从-1 开始逐个向前递减。

5.3.1 创建字符串

```
str1 = "hello world"
```

5.3.2 访问字符串

```
str1 = "hello world"
print(str1[0])
print(str1[-1])
print(str1[4:-3])
```

5.3.3 字符串相加

```
str1 = "hello world"
str2 = "dlrow olleh"
print(str1 + str2)  # hello worlddlrow olleh
```

5.3.4 字符串乘法

```
str1 = "hello world"
print(str1 * 2)  # hello worldhello world
```

5.3.5 检查成员是否为字符串中元素

```
str1 = "hello world"
print("lo" in str1)  # True
```

5.3.6 原始字符串

所有的字符串按照字面意思处理，没有转义字符。需在字符串前加上 r / R。

```
print("hello\nworld")
print(r"hello\nworld")
```

5.3.7 常用函数

函数	说明
str.replace(old,new[,max])	把将字符串中的 old 替换成 new,如果指定 max，则替换不超过 max 次
str.split([x][,n])	按 x 分隔字符串，默认按任何空白字符串分隔并在结果中丢弃空字符串。可指定最大分隔次数
str.rsplit([x][,n])	与 split()类似，从右边开始分隔
x.join(seq)	以 x 作为分隔符，将序列中所有的字符串合并为一个新的字符串
str.strip([x])	截掉字符串两边的空格或指定字符
str.lstrip([x])	截掉字符串左边的空格或指定字符
str.rstrip([x])	截掉字符串右边的空格或指定字符

str.removeprefix()	截掉字符串指定前缀
str.removesuffix()	截掉字符串指定后缀
str.upper()	将所有字符转为大写
str.lower()	将所有字符转为小写
str.swapcase()	反转字符串中字母大小写
str.capitalize()	将字符串第一个字母变为大写，其他字母变为小写
str.title()	将字符串每个单词首字母大写
str.casefold()	返回适合无大小写比较的字符串版本
len(str)	返回字符串长度
max(str)	返回字符串中最大值
min(str)	返回字符串中最小值
str.find(x[,start][,end])	返回字符串中第一个 x 的索引值，不存在则返回-1，可指定字符串开始结束范围
str.rfind(x[,start][,end])	与 find()类似，从右边开始查找
str.index(x[,start][,end])	返回字符串中第一个 x 的索引值，不存在则报错，可指定字符串开始结束范围
str.rindex(x[,start][,end])	与 index()类似，从右边开始查找
str.count(x[,start][,end])	返回字符串中 x 的个数，可指定字符串开始结束范围
str.startswith(x[,start][,end])	检查字符串是否以 x 开头，可指定字符串开始结束范围
str.endswith(x[,start][,end])	检查字符串是否以 x 结尾，可指定字符串开始结束范围
str.isspace()	检查字符串是否非空且只包含空白

5.3.8 其他函数

函数	**说明**
str.center(width[,x])	返回长度为 width 且居中的字符串，空白使用 x 填充，默认为空格
str.ljust(width[,x])	返回长度为 width 且左对齐的字符串，空白使用 x 填充，默认为空格

str.rjust(width[,x])	返回长度为 width 且右对齐的字符串，空白使用 x 填充，默认为空格
str.zfill(width)	返回长度为 width 且右对齐的字符串，空白使用 0 填充
str.splitlines([keepends])	按行分隔字符串，返回每行字符串组成的列表，可选是否保留换行符
str.partition(x)	使用 x 将字符串分隔为 3 部分，如果分隔后不足 3 部分或字符串中没有 x 则以空白填充
str.rpartition(x)	与 partition()类似，从右边开始分隔
str.encode(encoding='UTF-8',errors='strict')	对字符串使用指定格式编码，并指定错误处理方案
str.expandtabs([tabsize])	将字符串中\t 转化为空格，可指定每个\t 空格数
str.format_map(dict)	使用字典等映射关系数据来格式化字符串
str.isalnum()	检查字符串是否非空且只包含字母(英文字母+汉字)和数字
str.isalpha()	检查字符串是否非空且只包含字母(英文字母+汉字)
str.isascii()	检查字符串是否只包含 ASCII 字符，空字符串也是 ASCII
str.isdecimal()	检查字符串是否非空且只包含十进制字符
str.isdigit()	检查字符串是否非空且只包含数字
str.isidentifier()	检查字符串是否是有效的标识符
str.isupper()	检查字符串中是否包含至少一个区分大小写的字符，且所有这些(区分大小写的)字符都是大写
str.islower()	检查字符串中是否包含至少一个区分大小写的字符，且所有这些(区分大小写的)字符都是小写
str.isnumeric()	检查字符串是否非空且只包含数值字符
str.isprintable()	检查字符串是否可打印
str.istitle()	检查字符串是否非空且符合 title 格式
str.maketrans(str1,str2[,str3])	生成翻译表供 translate()使用。如果只传一个参数，它必须是将 Unicode 序号（整数）或字符映射到 Unicode 序号、字符串或 None 的字典。然后，字符键将转换为序数。如果传两个参数，需要 str1 和 str2 为等长的字符串，并且在生成

	的字典中，str1 中的每个字符都将映射到 str2 中相同位置的字符。如果有第三个参数，它必须是一个字符串，其字符将在结果中映射到 None
str.translate()	使用给定的翻译表替换字符串中的每个字符

5.4 元组 Tuple

- 元组是一个不可变的、有序的元素集合。
- 不能对元组中的元素进行修改操作。
- 元组使用 () 定义，数据之间使用,分隔。
- 元组中每个元素都有对应的位置值，称为索引或下标，索引从起始从 0 开始向后逐个递增，并且从末尾从-1 开始逐个向前递减。
- 元组中元素可以是不同的类型。

元组的使用方式与列表类似。

5.4.1 创建元组

```
tuple1 = (100, 200, 300, 400, 500)
```

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。

```
tuple1 = (100,)
```

也可以通过元组推导式创建元组。

```
tuple_generator = (x for x in range(10))  # 获取生成器对象
print(tuple_generator)
tuple1 = tuple(tuple_generator)  # 转换为元组
print(tuple1)
```

5.4.2 访问元组

```
tuple1 = (100, 200, 300, 400, 500)
print(tuple1[2])
print(tuple1[-1])
print(tuple1[2:4])
```

5.4.3 元组相加

```
tuple1 = (100, 200, 300)
tuple2 = ("a", "b", "c")
print(tuple1 + tuple2)  # (100, 200, 300, 'a', 'b', 'c')
```

5.4.4 元组乘法

```
tuple1 = (100, 200, 300)
print(tuple1 * 2)  # (100, 200, 300, 100, 200, 300)
```

5.4.5 检查成员是否为元组中元素

```
tuple1 = (100, 200, 300, 400, 500)
print(300 in tuple1)  # True
```

5.4.6 获取元组长度

```
tuple1 = (100, 200, 300, 400, 500)
print(len(tuple1))  # 5
```

5.4.7 求元组中元素的最大值、最小值、加和

```
tuple1 = (100, 200, 300, 400, 500)
print(max(tuple1))  # 500
print(min(tuple1))  # 100
print(sum(tuple1))  # 1500
```

5.4.8 遍历元组

```
tuple1 = (100, 200, 300, 400, 500)

for i in tuple1:
    print(i)

for i in range(len(tuple1)):
    print(i, tuple1[i])

for i, val in enumerate(tuple1):
    print(i, val)
```

5.4.9 元组的不可变

元组的不可变指的是元组所指向的内存中的内容不可变，但可以重新赋值。

```
tuple1 = (100, 200, 300)
print(id(tuple1), tuple1)
tuple1 = tuple1 + (1, 2, 3)
print(id(tuple1), tuple1)
```

如果元组中元素是可变数据类型，其嵌套项可以被修改。

```
tuple1 = (100, 200, 300, [1, 2, 3])
tuple1[3].append(4)
print(tuple1)  # (100, 200, 300, [1, 2, 3, 4])
```

5.5 集合 Set

- 集合是无序的，且不包含重复元素。
- 集合使用 {} 定义，数据之间使用 ，分隔，也可以使用 set()定义。
- 集合没有索引，所以不能通过切片方式访问集合元素。

- 集合中元素可以是不同的类型。
- 集合可以进行数学上的集合操作，如并集、交集和差集。
- 集合适用于需要快速成员检查、消除重复项和集合运算的场景。

5.5.1 创建集合

可以通过{}或 set()创建集合，但创建空集合需要使用 set()而非{}，因为{}会创建空字典。

```
set1 = {1, 2, 3}
set2 = set([1, 2, 3])  # 使用 set()函数从列表创建集合
set3 = set()
print(set1, set2, set3)
```

也可以通过集合推导式创建集合。

```
set1 = {x for x in range(10) if x % 2 == 0}
print(set1)  # {0, 2, 4, 6, 8}
```

5.5.2 向集合中添加元素

```
set1 = {1, 2, 3}
set1.add(4)
set1.add(5)
print(set1)
```

5.5.3 从集合中删除元素

```
set1 = {1, 2, 3}
set1.remove(2)
print(set1)
```

5.5.4 检查成员是否为集合中元素

```
set1 = {1, 2, 3, 4, 5}
print(2 in set1)  # True
```

5.5.5 获取集合长度

```
set1 = {1, 2, 3, 4, 5}
print(len(set1))  # 5
```

5.5.6 求集合中元素的最大值、最小值、加和

```
set1 = {1, 2, 3, 4, 5}
print(max(set1))  # 5
print(min(set1))  # 1
print(sum(set1))  # 15
```

5.5.7 遍历集合

```
my_set = {1, 2, 3, 4, 5}
for item in my_set:
    print(item)
```

5.5.8 常用函数

函数	说明
set.add(x)	添加元素
set.update(x)	添加元素，x 可以为列表、元组、字符串、字典等可迭代对象
set.union(x)	添加元素后返回一个新的集合，x 可以为列表、元组、字符串、字典等可迭代对象
set.remove(x)	从集合中移除 x，x 不存在则报错
set.discard(x)	从集合中移除 x，x 不存在也不报错
set.pop()	随机取出集合中的一个元素，如果集合为空则报错
set.clear()	清空集合
set.difference(x1,...)	求 set1 和 x1 的差集，返回一个新的集合
set.difference_update(x1,...)	求 set1 和 x1 的差集
set.intersection(x1,...)	求 set1 和 x1 的交集，返回一个新的集合
set.intersection_update(x1,...)	求 set1 和 x1 的交集
set1 & set2	两集合求交集
set1 | set2	两集合求并集
set1 - set2	两集合求差集
set1.isdisjoint(set2)	判断两集合是否没有交集
set1.issubset(set2)	判断 set1 是否为 set2 的子集
set1.issuperset(set2)	判断 set2 是否为 set1 的子集
set1.symmetric_difference(set2)	求两集合中不重复的元素，返回一个新的集合
set1.symmetric_difference_update(set2)	求两集合中不重复的元素
set.copy()	拷贝集合

len(set)	返回集合元素个数
max(set)	求集合中元素的最大值
min(set)	求集合中元素的最小值
sum(set)	求集合中元素的加和

5.6 字典 Dictionary

- 一个无序的键值对集合，键是唯一的，而值可以重复。
- 字典使用 {} 定义，键（key）和值（value）使用 : 连接，每个键值对之间使用 , 分隔。

  如{key1 : value1, key2 : value2}
- 字典没有索引。
- 字典可以通过键来获取对应的值。
- 值可以取任何数据类型，但键必须是不可变的，如字符串、数字、元组。

5.6.1 创建字典

可以通过{}或 dict()创建字典。

```
dict1 = {}
dict2 = dict()
dict3 = {"name": "Alice", "age": 18, "gender": "male"}
dict4 = dict(name="Bob", age=20, gender="female")
dict5 = dict([("name", "Tom"), ("age", 22), ("gender", "male")])
print(dict1)
print(dict2)
print(dict3)
print(dict4)
print(dict5)
```

也可以通过字典推导式创建字典。

```
squares = {x: x**2 for x in range(4)}
print(squares)  # {0: 0, 1: 1, 2: 4, 3: 9}
```

5.6.2 访问字典

可通过 [] 访问字典中的元素。key 不存在时会报错。

```
dict1 = {"name": "Alice", "age": 18, "gender": "male"}
print(dict1["name"])  # Alice
print(dict1["age"])  # 18
print(dict1["gender"])  # male
print(dict1["address"])  # 报错
```

也可以通过 get()获取字典中的元素。key 不存在时会返回 None，也可以指定默认值。

```
dict1 = {"name": "Alice", "age": 18, "gender": "male"}
print(dict1.get("name"))  # Alice
print(dict1.get("age"))  # 18
print(dict1.get("gender"))  # male
print(dict1.get("address"))  # None
print(dict1.get("address", "earth"))  # earth
```

5.6.3 向字典中添加元素

为字典指定的 key 赋值 value，若 key 原本不存在则会被添加。

```
dict1 = {"name": "Alice", "age": 18, "gender": "male"}
dict1["address"] = "earth"
print(dict1)
```

5.6.4 修改字典中元素

通过 key 修改对应的 value。

```
dict1 = {"name": "Alice", "age": 18, "gender": "male"}
dict1["name"] = "Bob"
print(dict1)
```

5.6.5 检查成员是否为字典中的 key

```
dict1 = {"name": "Alice", "age": 81, "gender": "male"}
print("name" in dict1)  # 检查 key 是否存在
print("Alice" in dict1)  # 无法直接检查 value 是否存在
```

5.6.6 获取字典长度

```
dict1 = {"name": "Alice", "age": 81, "gender": "male"}
print(len(dict1))  # 3
```

5.6.7 遍历字典

```
my_dict = {'Name': 'Tom', 'Age': 17}

# 遍历出所有 k
keys = my_dict.keys()
for k in keys:
    print (k)
print("-" *20)
# 遍历出所有 v
vals = my_dict.values()
print(vals)
for v in vals:
    print (v)
```

```
print("-" *20)
# k-v 遍历
keys = my_dict.keys()
for k in keys:
    print (k + "---" + str(my_dict[k]))
print("-" *20)
kv = my_dict.items()
for i in kv:
    print(i)
```

5.6.8 删除字典元素

```
my_dict = {'Name': 'Tom', 'Age': 17}
del my_dict['Name'] # 删除键 'Name'
# my_dict.clear()     # 清空字典
# del my_dict         # 删除字典

print (my_dict)
```

5.6.9 常用函数

函数	说明
del dict[key]	根据 key 删除键值对
dict.pop(key[,default])	获取 key 所对应的 value，同时删除该键值对，可设置默认值
dict.popitem()	取出字典中的最后插入的键值对，字典为空则报错
dict.clear()	清空字典
dict1.update(dict2)	将 dict2 中的键值对更新到 dict1 中
dict.get(key[,default])	获取字典中 key 对应 value，可设置默认值
dict.setdefault(key[,default])	获取字典中 key 对应 value，可设置默认值。若 key 不存在于字典中，将会添加 key 并将 value 设为默认值
dict.keys()	获取字典所有的 key，返回一个视图对象。字典改变，视图也会跟着变化
dict.values()	获取字典所有的 value，返回一个视图对象
dict.items()	获取字典所有的(key,value)，返回一个视图对象
dict.copy()	拷贝字典

dict.fromkeys(seq[,default])	以序列 seq 中元素做字典的 key 创建一个新字典，可设置 value 的默认值

5.7 列表、元组、字典和集合的区别

数据结构	是否可变	是否重复	是否有序	定义符号
列表（List）	可变	允许	有序	[]或 list()
元组（Tuple）	不可变	允许	有序	()或 tuple()
字典（Dictionary）	可变	键不允许，值允许	键无序（Python 3.7+版本中保持插入顺序）	{}或 dict()
集合（Set）	可变	不允许	无序	{}或 set()

第 6 章 函数

在前面几个章节中我们经常使用到 print()，那么它是什么呢？

print() 是一个函数，可以向控制台打印输出内容。

6.1 函数的概念

函数是带名字的代码块，用于完成具体的任务，可重复使用。当需要在程序中多次执行同一项任务时，无须反复编写完成该任务的代码，只需要调用执行该任务的函数，让 Python 运行其中的代码即可。

通过使用函数，程序编写、阅读、测试和修复起来都更加容易。Python 中的函数必须先定义后使用，Python 提供了许多内建函数，比如 print()。也可以自己创建函数，这被叫做用户自定义函数。

案例：在控制台打印输出一个 2x3 的*，那么可以编写如下代码

```
'''
    该案例演示了向控制台打印 2*3 的 "*"
'''
row = 2
while row > 0 :
    print("*" * 3)
    row -= 1
```

如果：我现在想要再次输出这样的图形，那么以我们现在的知识，我们的代码就会很冗余。那么这个时候就可以通过定义函数来解决我们的问题。

```
row = 2
```

```
while row > 0 :
    print("*" * 3)
    row -= 1
print("-" * 50)
# 如果需要再次输出
row = 2
while row > 0 :
    print("*" * 3)
    row -= 1
```

6.2 函数的定义

6.2.1 语法

```
Python 定义函数使用 def 关键字，一般格式如下：
def 函数名（参数列表）：
        函数体
        [return]
```

6.2.2 定义一个函数的规则

- 函数代码块以 def 关键词开头，后接函数标识符名称和圆括号 ()。
- 任何传入参数和自变量必须放在圆括号中间，圆括号之间可以用于定义参数。
- 函数的第一行语句可以选择性地使用文档字符串—用于存放函数说明。用三个引号括起来,单引号和双引号都可以。
- 函数参数后面以冒号结束。
- 函数体开始缩进。
- return [表达式] 结束函数，选择性地返回一个值给调用方。不带表达式的 return 相当于返回 None。

6.2.3 函数名

函数名是程序员给这个函数起的名称，需要遵循标识符的命名规则。

函数名一般是一个动词，第一个单词小写，其他每个单词的首字母大写。

6.2.4 参数

函数在完成某个功能时，可能需要一些数据，在定义函数时指定函数参数来接收这些数据。如在屏幕上打印信息，需要把要打印的信息传递给 print()函数。如果有多个参数，参数之间使用逗号分隔。函数也可以没有参数，但是小括弧不能省略。

6.2.5 函数体

调用函数时执行的代码，可包含函数说明文档与返回值。

6.2.6 返回值

有些函数在执行的时候，需要有返回值给调用者，通过 return 关键字进行返回，返回到函数调用的位置。

6.3 函数的抽取以及调用

在上面打印两次 2x3 的*的案例中，我们的代码出现了冗余。我们分析，可以将打印 2x3 的*这个功能封装为一个单独的函数。

函数定义好之后，通过函数名()对函数进行调用。

（1）案例：打印两次 2x3 的*。

```
'''
    该案例演示了函数的抽取以及调用
    打印如下图形
        ***
        ***
        -------
        ***
        ***
'''
# 定义一个函数,该函数完成打印输出 2*3 "*"的功能
def printStar() :
    '''
        这是对函数功能的说明
    '''
    row = 2
    while row > 0 :
        print("*" * 3)
        row -= 1

# 调用函数
printStar()
print("-" * 20)
printStar()
```

（2）注意：

- 函数必须先定义再调用
- 函数在定义的时候只是告诉解释器我定义了一个这样的函数，可以完成某些功能，但是这个时候函数还没有执行，需要调用函数后，才会执行。

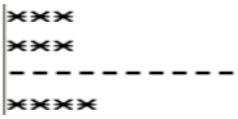
6.4 使用函数的好处

- 使程序变得更简短而清晰
- 可以提高程序开发的效率
- 提高了代码的重用性
- 便于程序分工协作开发
- 便于代码的集中管理
- 有利于程序维护

6.5 函数的参数

6.5.1 参数的抽取

在上面的案例中，虽然我们抽取了函数去完成打印 2x3 的*功能。如果现在希望打印出如下图形，该如何实现?



1）第一种方式：不封装函数

```
'''
    该案例演示了不封装函数
    向命令窗口打印输出
    ***
    ***
    --------
    ****
'''
row = 2
while row > 0 :
    print("*" * 3)
    row -= 1

print("-" * 20)
row = 1
```

```
while row > 0 :
    print("*" * 4)
    row -= 1
```

2）第二种方式：封装函数

```
'''
    该案例演示了封装函数
    向命令窗口打印输出
    ***
    ***
    --------
    ****
'''
def printStar1() :
    '''
        该函数可以打印 2 行 3 列的*
    '''
    row = 2
    while row > 0 :
        print("*" * 3)
        row -= 1

def printStar2() :
    '''
        该函数可以打印 1 行 4 列
    '''
    row = 1
    while row > 0 :
        print("*" * 4)
        row -= 1

# 调用函数
printStar1()
print("-" * 20)
printStar2()
```

注意：这里我们虽然封装了函数，但是 printStar1 和 printStar2 这两个函数中的大部分代码还是一样的，存在冗余。

```
def printStar1() :
    '''
        该函数可以打印2行3列的*
    '''
    row = 2
    while row > 0 :
        print("*" * 3)
        row -= 1
```

```
def printStar2() :
    '''
        该函数可以打印1行4列
    '''
    row = 1
    while row > 0 :
        print("*" * 4)
        row -= 1
```

我们从上图可以看出来，printStar1 和 printStar2 中不一样的地方就是在函数体中 row 变量值和打印*的个数不一样。这两个值分别可以理解代表打印*的**行数**以及打印的**列数**，既然我们现在的需求，打印的行和列是不固定的，所以我们只提供打印*的函数，具体要打印几行几列的*，让函数的调用者自己决定。这就要求我们在提供函数的时候，需要通过函数的参数接收行和列数据（函数的形式参数-形参）；在调用函数的时候需要把行和列数据作为参数传递过来（函数的实际参数-实参）。

3）第三种方式：封装带参数的函数

```
'''
    该案例演示了封装带参数的函数
    向命令窗口打印输出
    ***
    ***
    --------
    ****
'''
def printStar(row,col) :
    while row > 0 :
        print("*" * col)
        row -= 1

printStar(2,3)
print("-" * 20)
printStar(1,4)
```

6.5.2 形参和实参

- 在定义函数时，指定的参数称为形式参数，简称为形参（函数的提供者）

  在调用函数时，给函数传递的参数称为实际参数，简称为实参（函数的调用者）

- 在定义函数时，形参没有分配存储空间，也没有值，相当于一个占位符;

在调用函数时， 会在栈区中给函数分配存储空间， 然后给形参/局部变量分配存储空间，传递的是实际的数据

- 当函数执行结束，函数所占的栈空间会被释放，函数的形参/局部变量也会被释放

6.5.3 函数的参数传递

1）在 python 中，类型属于对象，变量是没有类型的：

a=10

a="helloworld"

以上代码中，10 是数字类型，" helloworld " 是 String 类型，而变量 a 是没有类型，她仅仅是一个对象的引用（一个指针），可以是指向数字类型对象，也可以是指向 String 类型对象。

2）引用的概念

在 Python 中，变量和数据是分开存储的，数据保存在内存中的一个位置，变量中保存着数据在内存中的地址，变量中记录数据的地址，就叫做引用。

使用 id()函数可以查看变量中保存数据所在的内存地址

注意：如果变量已经被定义，当给一个变量赋值的时候，本质上是修改了数据的引用，变量不再对之前的数据引用，变量改为对新赋值的数据引用，变量的名字类似于便签纸贴在数据上。

3）可变(mutable)与不可变(immutable)类型对象

在 Python 常见的类型中，数字类型、string、tuple 和 number 是不可更改的对象，而 list、set、dict 等则是可以修改的对象。

- 不可变类型

变量赋值 a=500 后再赋值 a=1000，这里实际是新生成一个 int 值对象 1000，再让 a 指向它，而 500 被丢弃，不是改变 a 的值，相当于新生成了 a。

- 可变类型

变量赋值 la=[1,2,3,4] 后再赋值 la[2]=5 则是将 list la 的第三个元素值更改，本身 la 没有动，只是其内部的一部分值被修改了。

4）Python 函数的参数传递

- 不可变类型

类似 c++的值传递，如整数、字符串、元组。如 fun（a），传递的只是 a 的值，没有影响 a 对象本身。比如在 fun（a）内部修改 a 的值，只是修改另一个复制的对象，不会影响 a 本身。

- 可变类型

类似 c++的引用传递，如列表，字典。如 fun（la），则是将 la 真正的传过去，修改后 fun 外部的 la 也会受影响

Python 中一切都是对象，严格意义我们不能说值传递还是引用传递，我们应该说传不可变对象和传可变对象。

案例： Python 函数传不可变对象实例

```
'''
    该案例演示了 Python 函数传递不可变对象
'''
def changeInt(a) :
    print("函数体中未改变前 a 的内存地址",id(a))
    a = 10
    print("函数体中改变后 a 的内存地址",id(a))

b = 2
changeInt(b)
print(b)
print("函数外 b 的内存地址",id(b))
输出结果:
函数体中未改变前 a 的内存地址 140711474555352
函数体中改变后 a 的内存地址 140711474555608
2
函数外 b 的内存地址 140711474555352
```

id()查看对象的内存地址

说明：实例中有 int 对象 2，指向它的变量是 b，在传递给 changeInt 函数时，按传值的方式复制了变量 b，a 和 b 都指向了同一个 int 对象，函数外 b 的内存地址和未改变前 a 的地址是相同的。在 a=10 时，则新生成一个 int 值对象 10，并让 a 指向它。这个时候内存地址也发生了改变。

案例：Python 函数传可变对象实例

```
'''
    该案例演示了 Python 函数传递可变对象
```

```
'''
def changeList(myList) :
    myList[1] = 50
    print("函数内的值",myList)
    print("函数内列表的内存",id(myList))

mlist = [1,2,3]
changeList(mlist)
print("函数外的值",mlist)
print("函数外列表的内存",id(mlist))
输出结果:
函数内的值 [1, 50, 3]
函数内列表的内存 1546427570560
函数外的值 [1, 50, 3]
函数外列表的内存 1546427570560
```

说明：

可变对象在函数里修改了参数，那么在函数外面，这个原始的参数也被改变了。

通过内存地址的输出，我们可以看出来，是在原有的列表对象上进行的修改。

5）var1 *= 2 与 var1 = var1 * 2 的区别：

- `var1 *= 2` 使用原地址。
- `var1 = var1 * 2` 开辟了新的空间。
- 同样的对于类似，var1 +=2 和 var1 = var1 + 2 也是同理

```
def multiply2(var1):
    print("函数内 var1 id:", id(var1))
    var1 *= 2
    print("var1 *= 2 后，函数内 var1 id:", id(var1))
    var1 = var1 * 2
    print("var1 = var1 * 2 后，函数内 var1 id:", id(var1))

list1 = [1, 2, 3]
print("list1 id:", id(list1))
multiply2(list1)
# 输出结果:
list1 id: 2302584035712
函数内 var1 id: 2302584035712
var1 *= 2 后，函数内 var1 id: 2302584035712
```

```
var1 = var1 * 2 后，函数内 var1 id: 2302584033664
```

6.5.4 函数可使用的参数形式

1）必须参数

调用函数时，Python 必须将函数调用中的每个实参都关联到函数定义中的一个形参。为此，最简单的关联方式是基于位置把每个相应位置的实参和形参相关联，调用时的数量必须和声明时的一样。

```
'''
    该案例演示了函数位置实参
'''
def func(a, b, c):
    print(a, b, c)
func(1, 2, 3)  # 1 2 3
```

可以看到，1 传给了 a，2 传给了 b，3 传给了 c。

2）关键字参数

函数调用使用关键字参数来确定每个变量传入的参数值，使用关键字参数允许函数调用时参数的顺序与声明时不一致。

```
'''
    该案例演示了函数调用时的关键字参数
'''
def printInfo(name,age) :
    print("姓名:",name)
    print("年龄:",age)

# Python 解释器可以通过 age 和 name 这样的关键字去和形参进行匹配
printInfo(name = "zhangsan",age = 18)
printInfo(age = 18,name = "zhangsan")
```

3）默认值参数

定义函数时，可给每个形参指定默认值。在调用函数时，给形参提供了实参则使用指定的实参值，否则使用形参的默认值。因此，给形参指定默认值后，可在函数调用中省略相应的实参。使用默认值可简化函数调用，还可清楚地指出函数的典型用法。

```
'''
    该案例演示了函数调用时的默认参数
'''
```

```
def printInfo(name,age = 20) :
    print("姓名:",name)
    print("年龄:",age)

printInfo("zhangsan")

printInfo("lisi",30)

printInfo(age = 40,name = "wangwu")
```

4）不定长参数

参数的个数是不确定的。

（1）语法：

```
def 函数名([普通参数,] *var_args_tuple ):
   函数体
```

（2）案例：

```
'''
    该案例演示了函数调用时的不定长参数
'''

def printInfo(num,*vartuple):
    print(num)
    print(vartuple)

printInfo(70,60,50)

print("-" * 20)
# 如果不定长的参数后面还有参数,必须通过关键字参数传参
def printInfo1(num1,*vartuple,num) :
    print(num)
    print(num1)
    print(vartuple)

printInfo1(10,20,num = 40)

print("-" * 20)
# 如果没有给不定长的参数传参,那么得到的是空元组
printInfo1(70,num = 60)
```

（3）注意：

- 加了星号 * 的参数会以元组(tuple)的形式导入，存放所有未命名的变量参数。
- 如果形参中出现了不定长参数，那么在调用函数的时候，先通过位置进行必须参数的匹配，然后不定长参数后面的参数必须通过关键字参数匹配
- 如果不定长的参数后面还有参数,必须通过关键字参数传参
- 还有一种就是参数带两个星号 **的可变长参数，基本语法如下：

```
def 函数名([普通参数,] **var_args_dict ):
   函数体
```

加了两个星号 ** 的参数会以字典的形式导入，后面就不能再有其他参数了

```
'''
    该案例演示了函数调用时的不定长参数
'''
def printInfo(num,**vardict):
    print(num)
    print(vardict)
    # return

printInfo(10,key1 = 20,key2 = 30)
printInfo(10,a = 20,b = 30)
```

6.5.5 解包传参

若函数的形参是定长参数，可以通过 * 和 ** 对列表、元组、字典等解包传参。

```
def func(a, b, c):
    return a + b + c


tuple11 = (1, 2, 3)
print(func(*tuple11))
# 字典中 key 的名称和参数名必须一致
dict1 = {"a": 1, "b": 2, "c": 3}
print(func(**dict1))
```

6.5.6 强制使用位置参数或关键字参数

/ 前的参数必须使用位置传参，* 后的参数必须用关键字传参。

```
def f(a, b, /, c, d, *, e, f):
    print(a, b, c, d, e, f)
```

```
f(1, 2, 3, d=4, e=5, f=6)
```

6.5.7 防止函数修改列表

有时要函数对列表进行处理，又不希望函数修改原列表，可以使用 **copy.deepcopy()**。

```
import copy


def multiply2(var1):
    var1[3].append(400)
    print("函数内处理后：", var1)


list1 = [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
print("函数外处理前：", list1)
multiply2(copy.deepcopy(list1))
print("函数外处理后：", list1)
```

```
函数外处理前:  [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
函数内处理后:  [1, 2, 3, [100, 200, 300, 400]]
函数外处理后:  [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
```

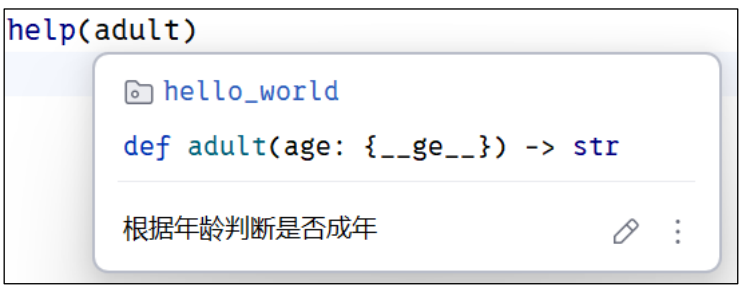
6.6 函数说明文档

编写了函数说明文档后，可以通过 **help(函数名)** 获取函数说明文档。

```
def adult(age=18):
    """根据年龄判断是否成年"""
    result = "未成年"[age >= 18 :]
    return result


help(adult)
```

```
Help on function adult in module __main__:

adult(age)
    根据年龄判断是否成年
```

PyCharm 中将鼠标悬停在函数名上方也可以看到函数说明文档。



6.7 返回值

在程序开发中，有时候希望一个函数执行结束后，告诉调用者一个结果，以便调用者针对具体的结果做后续的处理。返回值就是函数完成工作后，给调用者的一个结果

- 在函数中使用 return 关键字可以返回结果 ，并结束正在执行的函数
- 如果 return 后面跟[表达式]，在结束函数的同时向调用方返回一个表达式。
- 如果仅仅是 return 关键字，后面没有加内容，函数执行返回调用方 None。
- 调用函数一方，可以使用变量来接收函数的返回结果

（1）不带表达式的 **return** 语句，返回 **None**。

```
def f(a, b, c):
    pass
    return


print(f(1, 2, 3))  # None
```

（2）函数中如果没有 **return** 语句，在函数运行结束后也会返回 **None**。

```
def f(a, b, c):
    pass


print(f(1, 2, 3))  # None
```

（3）用变量接收返回结果

```
def add(num1,num2) :
    '''求两个数的和'''
    sum1 = num1 + num2
    return sum1


res = add(10,20)
print("两个数的和为:" ,res)
```

（4）**return** 语句可以返回多个值，多个值会放在一个元组中。

```
def f(a, b, c):
    return a, b, c, [a, b, c]
print(f(1, 2, 3))  # (1, 2, 3, [1, 2, 3])
```

6.8 函数嵌套调用

在一个函数中调用另一个函数，当内层函数执行完之后才会继续执行外层函数。

```
def function_A():
    print("\t 函数 A 开始执行")
```

```
    print("\t 函数 A 执行中...")
    print("\t 函数 A 结束执行")


def function_B():
    print("函数 B 开始执行")
    print("函数 B 执行中...")
    function_A()
    print("函数 B 执行中...")
    print("函数 B 结束执行")


function_B()
输出结果：
函数 B 开始执行
函数 B 执行中...
        函数 A 开始执行
        函数 A 执行中...
        函数 A 结束执行
函数 B 执行中...
函数 B 结束执行
```

6.9 变量的作用域

Python 中，程序的变量并不是在哪个位置都可以访问的，访问权限决定于这个变量是在哪里赋值的。变量的作用域决定了哪一部分程序可以访问哪个变量，Python 的作用域一共有 4 种，分别是：

- L （Local） 局部作用域
- E （Enclosing）嵌套作用域 闭包函数外的函数中
- G （Global） 全局作用域
- B （Built-in） 内建作用域

以 L －>E －>G －>B 的规则查找，即：在局部找不到，便会去局部外的局部找（例如闭包），再找不到就会去全局找，再者去内建中找。以下案例演示各种作用域类型。

```
'''
    该案例演示了变量的作用域
'''
a = int(2.9)  # 内建作用域 (Python 本身提供的,在所有位置都可以访问)
b = 0  # 全局作用域
def outer():
    c = 1  # 嵌套作用域
```

```
    def inner():
        d = 2  #局部作用域
        print(d,c,b,a)
    return inner
in_func=outer()
in_func()
```

Python 中只有模块（module），类（class）以及函数（def、lambda）才会引入新的作用域，其它的代码块（如 if/elif/else/、try/except、for/while 等）是不会引入新的作用域的，也就是说这些语句内定义的变量，外部也可以访问，如下代码：

```
# 分支,循环不会引入新的作用域
num = 2
if num > 1:
    msg = "helloWorld"
print(msg)

def test():
    msg_test = "welcome"
print(msg_test)
```

实例中 msg 变量定义在 if 语句块中，但外部还是可以访问的。

如果将 msg 定义在函数中，则它就是局部变量，外部不能访问：

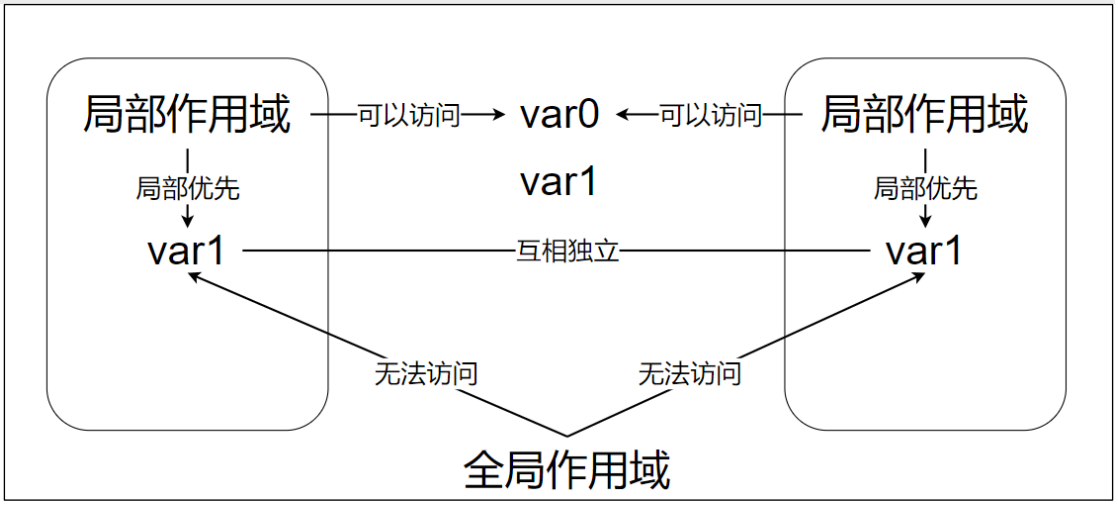
从报错的信息上看，说明了 msg_inner 未定义，无法使用，因为它是局部变量，只有在函数内可以使用。

6.9.1 全局变量和局部变量

定义在函数内部的变量拥有一个局部作用域，定义在函数外的拥有全局作用域。局部变量只能在其被声明的函数内部访问，而全局变量可以在整个程序范围内访问。

```
'''
    该案例演示了全局变量和局部变量
'''
sum = 0  # 这是一个全局变量

def add(num1,num2) :
    sum = num1 + num2  # 这是一个局部变量
    print("函数内局部变量的值:",sum,id(sum))
    return sum
```

```
add(10,20)
print(num1) # num1 访问不到
print("函数外全局变量:",sum,id(sum))
```



6.9.2 global 关键字

1）使用 global 修改全局变量

定义了一个全局变量，如何在函数内对其进行修改？

（1）直接在函数内修改

（2） 通过 var1 += 200 修改。会报错

```
var1 = 100
def function_a():
    var1 += 200 # 将 var1 当做局部变量处理，+=得先定义变量
function_a()  # 报错
```

② 通过 var1 = 200 修改。全局变量 var1 的值并没被修改，仍是 100。我们只是在 function_a 函数中新定义了一个局部变量 var1 并将其赋值为 200。

```
var1 = 100

def function_a():
    var1 = 200
    print("var1:", var1)
print(var1)  # 100
function_a()  # var1: 200
print(var1)  # 100
```

（3）在函数内使用 **global** 声明全局变量

函数内使用 **global** 声明全局变量后，可以修改全局变量。

```
def function_a():
    global var1
    var1 = 200
```

```
    print("var1:", var1)
var1 = 100
print(var1)  # 100
function_a()  # var1: 200
print(var1)  # 200
```

2）修改可变类型的全局变量

当全局变量为可变类型时，函数内不使用 **global** 声明，也可以对其进行修改。

```
def function_a():
    list1[0] = -1000
    print("list1:", list1)


list1 = [1, 2, 3]
print(list1)  # [1, 2, 3]
function_a()  # list1: [-1000, 2, 3]
print(list1)  # [-1000, 2, 3]
```

在函数中不使用 **global** 声明全局变量时不能修改全局变量的本质是不能修改全局变量的指向，即不能将全局变量指向新的数据。

不可变类型的全局变量其指向的数据不能修改，所以不使用 **global** 无法修改全局变量。

可变类型的全局变量其指向的数据可以修改，所以不使用 **global** 也可修改全局变量。

6.9.3 nonlocal 关键字

nonlocal 也用作内部作用域修改外部作用域的变量的场景，不过此时外部作用域不是全局作用域而是嵌套作用域。

```
def function_outer():
    var1 = 1
    print(var1)
    def function_inner():
        nonlocal var1
        var1 = 200
    function_inner()
    print(var1)
function_outer()  # var1: 1 -> 200
```

6.10 递归

6.10.1 概念

递归一种是逻辑思想，将一个大工作分为逐渐减小的小工作，比如说一个和尚要搬 50 块石头，他想，只要先搬走 49 块，那剩下的一块就能搬完了，然后考虑那 49 块，只要先搬

走 48 块，那剩下的一块就能搬完了……，递归是一种思想，只不过在程序中，就是依靠函数嵌套这个特性来实现了

6.10.2 本质

递归调用就是在函数体中又调用了函数本身.

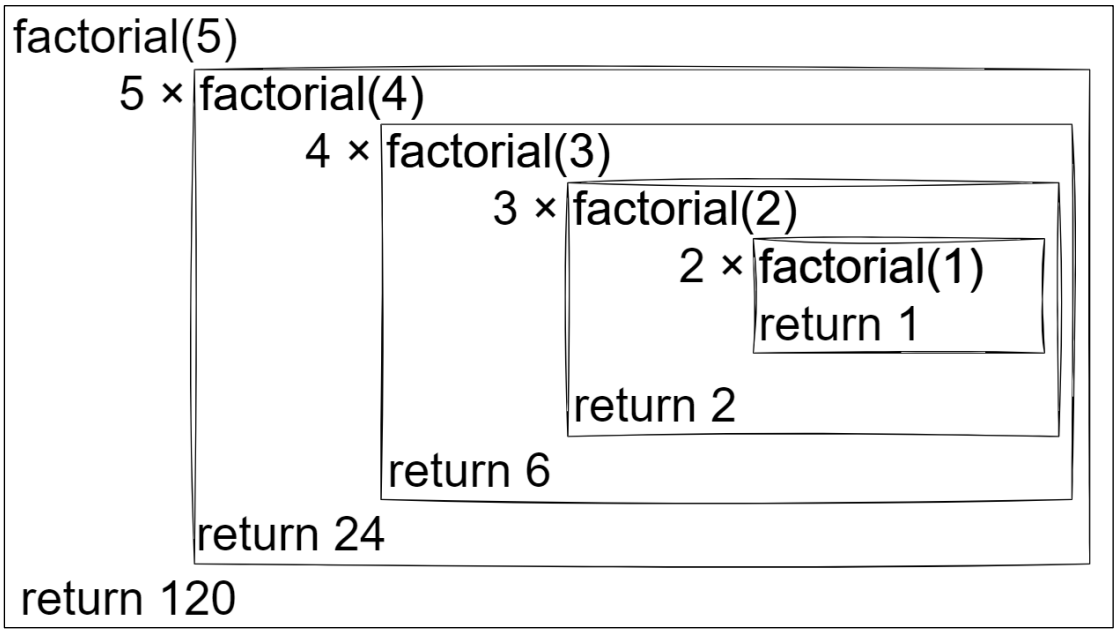
6.10.3 在定义递归函数的时候，主要确定两点

- 确定它们之间的规律
- 确定递归结束的条件

6.10.4 递归案例 求一个整数 n 的阶乘!

```
'''
    该案例演示了求整数的阶乘
    5! = 5 * 4 * 3 * 2 *1
'''
# 不使用递归的方式
def get_factorial(num):
    res = 1 #  用于存放积
    for n in range(1,num+1):
        res *= n
    return res
print(get_factorial(5))
print("-"*20)
def get_factorial2(n):
    return n * get_factorial2(n - 1) if n > 1 else 1

print(get_factorial2(5))  # 120
```

6.10.5 递归执行流程分析



6.11 匿名函数

6.11.1 语法

Python 使用 **lambda** 来定义匿名函数，所谓匿名，指其不用 **def** 的标准形式定义函数。

```
lambda 参数列表: 表达式
```

- lambda 只是一个表达式，函数体比 def 简单很多。
- lambda 的主体是一个表达式，而不是一个代码块，所以仅仅能在 lambda 表达式中封装有限的逻辑进去。
- lambda 函数拥有自己的命名空间，且不能访问自己参数列表之外或全局命名空间里的参数。

6.11.2 使用普通函数传参

```
def operator(a, b):
    return a + b
def function(a, b, operator):
    return operator(a, b)
print(function(1, 2, operator))
```

6.11.3 使用匿名函数传参

```
def function(a, b, operator):
    return operator(a, b)
print(function(1, 2, lambda x, y: x + y))
```

6.11.4 匿名函数作为内置函数的参数

可以将匿名函数与常用的内置参数搭配使用。

1）sorted()

有三名学生的姓名和年龄，按年龄排序。

```
student_list = [{"name": "zhang3", "age": 36}, {"name": "li4", "age":
14}, {"name": "wang5", "age": 27}]
print(sorted(student_list, key=lambda x: x["age"]))
```

2）map()

map() 函数对序列中元素逐一处理。

```
map_result = map(lambda x: x * x, [0, 1, 3, 7, 9])
print(list(map_result))  # [0, 1, 9, 49, 81]
```

3）filter()

filter() 函数对序列中元素过滤。

```
filter_result = filter(lambda x: x >= 0, [-0, -1, -3, 7, 9])
print(list(filter_result))  # [0, 7, 9]
```

4）reduce()

reduce() 函数对序列中元素进行累积。

```
from functools import reduce

reduce_result = reduce(lambda x, y: x * y, [1, 2, 3, 4, 5])
print(reduce_result)  # 120
```

6.12 函数的注释（了解）

Python 3.x 引入了函数注释，以增强函数的注释功能

```
# 普通的自定义函数：
def dog(name, age, species):
   return (name, age, species)
# 添加了注释的自定义函数：
def dog(name:str, age:(1, 99), species:'狗狗的品种') -> tuple:
    return (name, age, species)
print(dog.__annotations__)
```

如上，可以使用:对参数逐个进行注释，注释内容可以是任何形式，比如参数的类型、作用、取值范围等等，返回值使用->标注，所有的注释都会保存至函数的属性。

查看这些注释可以通过自定义函数的特殊属性__annotations__获取,结果会以字典的形式返回，另外，使用函数注释并不影响默认参数的使用

```
{'name': <class 'str'>, 'age': (1, 99), 'species': '狗狗的品种',
'return': <class 'tuple'>}
```

第 7 章 文件操作

7.1 文件的基本概念

在计算机中，文件是存储在磁盘上的数据集合。文件可以包含各种类型的数据，如文本、图像、音频、视频或程序代码。

文件系统通过文件名和文件路径来定位和管理文件。文件名通常包含文件的名称和扩展名，扩展名用于表示文件的类型（例如 **.txt** 表示文本文件，**.jpg** 表示图像文件）。文件路径可以是绝对路径（从文件系统的根目录开始）或相对路径（相对于当前工作目录）。

在编写程序的时候，数据是以二进制的形式存储在内存的，将数据写到磁盘文件的过程称之为持久化。

7.1.1 文件的分类

1）纯文本文件

有统一的编码，可以被看做存储在磁盘上的长字符串。

纯文本文件编码格式常见的有 ASCII、ISO-8859-1、GB2312、GBK、UTF-8、UTF-16 等。

2）二进制文件

没有统一的字符编码，直接由 0 与 1 组成。

如图片文件（jpg、png），视频文件（avi）等。

7.1.2 文件的路径

1）相对路径

从当前位置到指定位置的路径。

如：**./hello_world.py**

`./`代表当前路径。`../`代表上一级路径。

2）绝对路径

从根目录到指定位置的路径。

如：**E:/Hello/hello.py**

7.2 文件的打开与关闭

1）打开文件

使用 **open()** 打开或创建文件，该方法执行完毕之后返回的是一个 file 对象。

（1）常用形式

```
open(文件名, 模式)
f = open("test.txt", "w")
```

模式	说明
r	读写方式：只读，文件若不存在会报错。默认此模式
w	读写方式：写入，写入前清空原有数据。文件不存在会创建文件
a	读写方式：追加写入，在原有数据后追加，文件不存在会创建文件
x	读写方式：创建新文件并写入，文件若已存在会报错
b	编码方式：以二进制打开。一般用于非文本文件如图片等
t	编码方式：以文本模式打开，默认此模式
+	能读能写

（2）完整形式

```
open(
    file,  # 文件路径
    mode="r",  # 文件打开模式
    buffering=-1,  # 缓冲
    encoding=None,  # 文本编码方式，一般用 utf8
    errors=None,  # 报错级别
    newline=None,  # 区分换行符
    closefd=True,  # 传入的 file 参数类型
    opener=None,  # 设置自定义开启器，开启器的返回值必须是一个打开的文件描述符
)
```

2）关闭文件

```
f.close()
```

7.3 文件读写

7.3.1 写数据

```
# 打开文件
f = open("test.txt", "w")
# 写入数据
f.write("hello world\n")
f.write("nihao python\n")
# 关闭文件
f.close()
```

7.3.2 读数据

1）read

read([size]) 可以从文件中读取数据，size 表示要从文件中读取的数据的长度（单位是字节），如果没有传入 size 则读取文件中所有的数据。

```
# 打开文件
f = open("test.txt", "rt")
# 读取文件所有数据
print(f.read())
# 关闭文件
f.close()
print("-"*20)
f = open("test.txt", "rt")
# 读取文件 5 个字节数据
print(f.read(5))
print(f.read(8))
f.close()
```

2）readline

readline([size]) 可以从文件中读取整行数据，也可以通过 size 设置读取数据的长度。

```
f = open("test.txt", "rt")
print(f.readline())
print(f.readline(1))
print(f.readline(1))
f.close()
```

3）readlines

readlines([size]) 读取所有行并返回列表，若给定 size>0，返回总和大约为 size 字节的行， 实际读取值可能比 size 大。

```
f = open("test.txt", "r", encoding="utf-8")
print(f.readlines())
f.close()
```

7.4 常用函数

函数	说明
file.seek(offset[,from])	移动偏移量并返回新的绝对位置。 offset：移动的字节数，如果是负数表示从倒数第几位开始。 from：从哪个位置开始移动；0 为开头，1 为当前位置，2 为末尾。from 不为 0 时需使用'b'二进制模式打开文件。

file.tell()	返回当前偏移量
file.truncate([size])	从开头开始截断文件为 size 个字符，无 size 表示从当前位置截断。windows 系统下的换行大小 2 个字符
file.writelines(seq)	将序列中字符串写入文件，需要自己加入换行符
file.readable()	如果可以读取文件则返回 True
file.writeable()	如果可以写入文件则返回 True
file.seekable()	如果文件支持随机访问则返回 True
os.rename(old,new)	重命名文件
os.remove(file)	删除文件
os.mkdir(dir)	创建目录，不支持递归创建
os.makedirs(dir)	递归创建目录
os.getcwd()	获取当前路径
os.chdir(dir)	进入指定目录
os.listdir(dir)	获取目录下文件和目录列表
os.rmdir(dir)	删除空目录
os.removedirs(dir)	递归删除空目录
os.path.abspath(path)	将相对路径转换为绝对路径
os.path.basename(path)	获取路径中的文件名部分
os.path.dirname(path)	获取路径中的目录部分
os.path.join(*paths)	拼接多个路径，自动处理路径分隔符
os.path.split(path)	将路径分割为目录和文件名的元组
os.path.splitext(path)	将路径分割为文件名和扩展名的元组
os.path.exists(path)	判断路径是否存在
os.path.isfile(path)	判断路径是否为文件
os.path.isdir(path)	判断路径是否为目
os.path.getsize(path)	获取文件的大小，以字节为单位
os.path.getatime(path)	获取文件的最后访问时间
os.path.getmtime(path)	获取文件的最后修改时间

1）os.walk()递归遍历目录

（1）用法

```
# 返回一个 3 元组(dirpath 文件夹路径, dirnames 文件夹名字, filenames 文件名)
os.walk(
    top,  # 根目录
    topdown=True,  # 可选，默认为 True:自顶向下，False:自底向上
    onerror=None,  # 可选，是一个函数
    followlinks=False,  # 可选，设置为 True 则通过软链接访问目录
)
```

（2）案例：递归遍历当前路径下所有目录和文件

```
import os

for root, dirs, files in os.walk(os.getcwd()):
    print("当前路径：", root)
    print("目录：", dirs)
    print("文件：", files)
    print()
```

7.5 案例：文件拷贝

```
# source_file : 源文件路径
# dest_file: 目的地文件路径
def copyFile(source_file_path,dest_file__path):
    # 打开源文件
    source_file = open(source_file_path, 'rb')
    # 读取源文件中的内容
    content = source_file.read()

    # 打开目的地文件
    dest_file = open(dest_file__path, 'wb')
    # 将读取到的数据写入到目的地
    dest_file.write(content)

    # 关闭源文件
    source_file.close()
    # 关闭目的地文件
    dest_file.close()

copyFile("D:/mv.png","E:/mv.png")
```

优化：这种方式可以不用读取整个文件，减小内存压力

```
# source_file : 源文件路径
```

```
# dest_file: 目的地文件路径
def copyFile(source_file_path,dest_file__path):
    # 打开源文件
    source_file = open(source_file_path, 'rb')
    # 打开目的地文件
    dest_file = open(dest_file__path, 'wb')
    # 读取源文件中的内容
    content = source_file.read(1024)
    while content:
        # 将读取到的数据写入到目的地
        dest_file.write(content)
        # 继续从源文件读取数据
        content = source_file.read(1024)
    # 关闭源文件
    # 关闭目的地文件
    dest_file.close()

copyFile("D:/mv.png","E:/mv.png")
```

第 8 章 面向对象之类和对象

8.1 面向过程和面向对象

面向过程编程（Procedural Programming）和面向对象编程（OOP）是两种不同的编程范式，它们在软件开发中都有广泛的应用。

Python 是一种混合型的语言，既支持面向过程的编程，也支持面向对象的编程。

面向过程的编程是一种以过程为中心的编程方式，主要关注解决问题的步骤，并将这些步骤写成函数或方法。

面向对象的编程是一种以对象为中心的编程方式，主要关注在解决问题的过程中涉及哪些对象以及这些对象如何交互

1）面向过程举例

想象一下，你要做一顿美味的晚餐。在面向过程编程的思维下，你会把整个做饭的过程拆分成一系列的步骤。

```
def buy():
    print("去超市购买食材。")
def wash():
```

```
    print("清洗蔬菜。")
def cut():
    print("切菜。")
def cook():
    print("开始烹饪。")
def serve():
    print("上菜啦！")

buy()
wash()
cut()
cook()
serve()
```

上面就是一个典型的面向过程的程序，我们把整个做饭的过程分解成了一个个函数，每个函数完成一个特定的任务，然后按照顺序依次调用这些函数，就可以完成做晚餐的任务啦。这种方式非常直接，适合一些简单的任务，它注重的是程序的流程和步骤。

但是呢，当我们的程序变得越来越复杂，会出现什么问题呢？比如说，我们现在想做不同类型的菜，有些菜可能不需要洗菜，有些菜可能不需要切菜，或者你要同时做几道菜，那我们的代码就会变得越来越长，越来越乱，而且上面的代码步骤是没有通用性的。

2）面相对象举例（先感受）

用面向对象的思想实现上面的做菜功能

```
class Dish:
    def __init__(self, name):
        self.name = name
    def prepare(self):
        pass
class Salad(Dish):
    def prepare(self):
        print(f"为 {self.name} 购买食材。")
        print(f"清洗 {self.name} 的蔬菜。")
        print(f"切 {self.name} 的蔬菜。")
class Stew(Dish):
    def prepare(self):
        print(f"为 {self.name} 购买食材。")
        print(f"切 {self.name} 的肉。")
        print(f"烹饪 {self.name}。")
```

```
class Soup(Dish):
    def prepare(self):
        print(f"为 {self.name} 购买食材。")
        print(f"煮 {self.name}。")
salad = Salad("蔬菜沙拉")
stew = Stew("炖肉")
soup = Soup("西红柿鸡蛋汤")

salad.prepare()
stew.prepare()
soup.prepare()
```

在这里，我们创建了一个 Dish 类，它就像是一个菜的模板。然后我们创建了 Salad、Stew 和 Soup 这些子类，它们都继承自 Dish 类。每个子类都有自己的 prepare 方法，这个方法描述了如何准备这道菜。

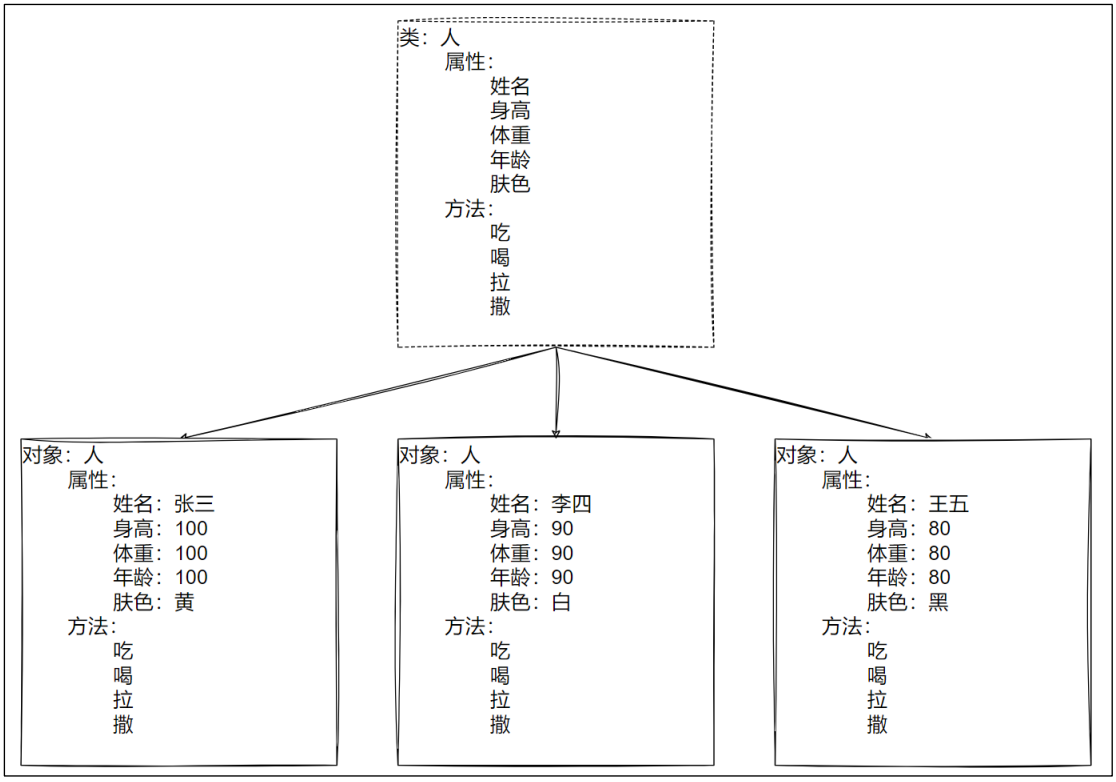
这样，我们可以看到面向对象编程的优势啦 首先，我们把相关的数据（比如菜的名字）和操作（比如准备菜的过程）都封装在了一个类里面，这叫做“封装”。而且，不同类型的菜可以有自己独特的准备方法，我们可以根据需要去修改或扩展这些方法，而不会影响其他类。这就像是每个菜都有自己的制作过程。

还有，当我们想要添加新的菜品时，我们只需要创建一个新的子类，定义它自己的 prepare 方法就好，不需要修改原来的代码。

3）面向对象历史

对象作为编程实体最早是于 1960 年代由 Simula 67 语言引入思维。Simula 这一语言是奥利-约翰·达尔和克利斯登·奈加特在奥斯陆的挪威计算中心为模拟环境而设计的。（据说，他们是为了模拟船只而设计的这种语言，并且对不同船只间属性的相互影响感兴趣。他们将不同的类型船只归纳为不同的类，而每一个对象，基于它的类，可以定义它自己的属性和行为。）这种办法是分析式程序的最早概念体现。在分析式程序中，我们将真实世界的对象映射到抽象的对象，这叫做“模拟”。Simula 不仅引入了“类”的概念，还应用了实例这一思想，这可能是这些概念的最早应用。

8.2 类和对象



8.2.1 类（Class）

类描述了所创建的对象共同的属性（是什么）和方法（能做什么），属性和方法统称为类的成员。

- 类是对大量对象共性的抽象
- 类是创建对象的模板
- 类是客观事物在人脑中的主观反映

8.2.2 对象（Object）

- 在自然界中，只要是客观存在的事物都是对象
- 类是抽象的，对象是类的实例（Instance），是具体的。
- 一个对象有自己的状态（属性）、行为（方法）和唯一的标识（本质上指内存中所创建的对象的地址）。

8.3 定义类

1）语法

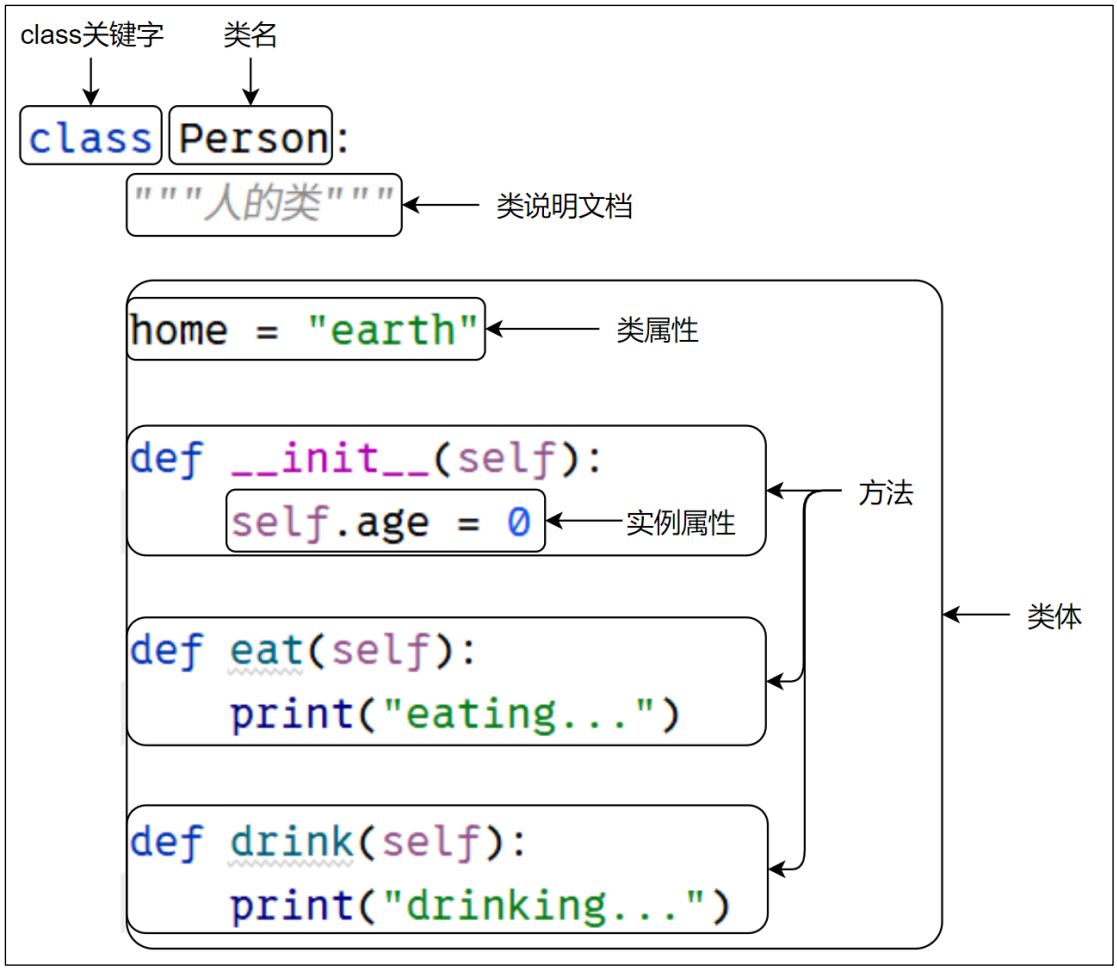
```
class 类名:
    """类说明文档"""
    类体
```

类名一般使用大驼峰命名法。

类体中可以包含类属性（也叫类变量）、方法、实例属性（也叫实例变量）等。

2）案例

定义一个人的类，包含 **__init__()** 方法、**eat()** 方法和 **drink()** 方法。




```python
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self):
        self.age = 0

    def eat(self):
        print("eating...")

    def drink(self):
        print("drinking...")
```

8.4 类的操作

类支持两种操作，成员引用和实例化。

1）成员引用

（1）语法

```
类名.成员名
```

（2）案例

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self):
        self.age = 0

    def eat(self):
        print("eating...")

    def drink(self):
        print("drinking...")


home = Person.home  # 获取一个字符串
eat_function = Person.eat  # 获取一个函数对象
doc = Person.__doc__  # 获取类的说明文档

print(home)  # earth
print(eat_function)  # <function Person.eat at 0x00000232C8230F40>
print(doc)  # 人的类
```

2）实例化

（1）语法

```
变量名 = 类名()
```

（2）案例

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self):
        self.age = 0

    def eat(self):
        print("eating...")
```

```
    def drink(self):
        print("drinking...")


p = Person()  # 创建一个对象
print(p.home)  # earth
print(p.age)  # 0
p.eat()  # eating...
p.drink()  # drinking...
```

8.5 __init()__方法

__init__() 方法的调用时机在实例（通过 **__new__()**）被创建之后，返回调用者之前。一般用于初始化一些数据。当类定义了 **__init__()** 方法后，在类实例化的时候会自动调用 **__init__()** 方法。也可以向 **__init__()** 方法中传参。

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name


p = Person("张三")  # 创建一个对象
print(p.name)  # 张三
```

8.6 self

8.6.1 self 作为实例传参

self 代表类的实例自身。调用实例方法时，实例对象会作为第一个参数被传入。因此，我们调用 `p.eat()`时就相当于调用了 `Person.eat(p)`。

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def eat(self):
        print("eating...")
```

```
    def drink(self):
        print("drinking...")


p = Person("张三")  # 创建一个对象
p.eat()  # eating...
Person.eat(p)  # eating...
```

8.6.2 通过 self 在类中调用类的实例属性和实例方法

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def eat(self):
        print("eating...")

    def drink(self):
        print("drinking...")

    def eat_and_drink(self):
        print(self.name)  # 在类中调用 name
        self.eat()  # 在类中调用 eat()方法
        self.drink()  # 在类中调用 drink()方法


p = Person("张三")  # 创建一个对象
p.eat_and_drink()
```

8.7 属性

8.7.1 类属性

也叫类变量。在类中方法外定义的属性。

1）通过 `类名.属性名` 或 `实例名.属性名` 访问

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"  # 定义类属性
```

```
print(Person.home)  # 通过类名访问类属性

p1 = Person()  # 创建一个实例对象
print(p1.home)  # 通过实例名访问类属性，(如果实例没有覆盖这个类属性的值)
```

2）通过 `类名.属性名` 添加与修改类属性

```
class Person:
    """人的类"""


Person.home = "earth"  # 添加类属性
print(Person.home)  # earth

Person.home = "mars"  # 修改类属性
print(Person.home)  # mars
```

若使用 `实例名.属性名` 则会创建或修改实例属性，因此不建议类属性和实例属性同名。

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"


p1 = Person()
p2 = Person()
print(Person.home)  # earth
print(p1.home)  # earth
print(p2.home)  # earth

print("通过 类名.属性名 修改 类属性")
Person.home = "mars"
print(Person.home)  # mars
print(p1.home)  # mars
print(p2.home)  # mars

print("通过 实例名.属性名 会创建 实例属性")
p1.home = "venus"
print(Person.home)  # mars
print(p1.home)  # venus
print(p2.home)  # mars
```

3）所有该类的实例共享同一个类属性

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"  # 定义类属性，所有实例共享
```

```
p1 = Person()  # 创建一个实例对象
p2 = Person()  # 创建另一个实例对象

print(p1.home)  # earth
print(p2.home)  # earth
Person.home = "mars"  # 修改类属性
print(p1.home)  # mars
print(p2.home)  # mars
```

8.7.2 实例属性

也叫实例变量。在类方法中定义的属性。通过 `self.属性名`定义。

1）通过 `实例名.属性名` 访问

```
class Person:
    """人的类"""

    def __init__(self, name, age):
        self.name = name  # 定义实例属性
        self.age = age  # 定义实例属性


p1 = Person("张三", 18)  # 创建一个实例对象
print(p1.name, p1.age)  # 张三 18

p2 = Person("李四", 81)  # 创建一个实例对象
print(p2.name, p2.age)  # 李四 81

print(Person.name)  # 报错
```

2）通过 `实例名.属性名` 添加与修改实例属性

```
class Person:
    """人的类"""

    pass


p1 = Person()  # 创建一个实例对象
p1.name = "张三"  # 添加实例属性
p1.age = 18  # 添加实例属性
print(p1.name, p1.age)  # 张三 18

p1.age = 25  # 修改实例属性
print(p1.name, p1.age)  # 张三 25
```

3）每个实例独有一份实例属性

```
class Person:
    """人的类"""

    def __init__(self, name):
        self.name = name  # 定义实例属性
        self.age = 0  # 定义实例属性


p1 = Person("张三")  # 创建一个实例对象
print(p1.name, p1.age)  # 张三 0
p1.age = 18  # 修改 p1 的 age 属性
print(p1.name, p1.age)  # 张三 18

p2 = Person("李四")  # 创建另一个实例对象
print(p2.name, p2.age)  # 李四 0
```

8.8 方法

Python 的类中有三种方法：实例方法、静态方法、类方法。

8.8.1 实例方法

- 实例方法在类中定义，第一个参数为 self，代表实例本身。
- 实例方法只能被实例对象调用。
- 可以访问实例属性、类属性、类方法。

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def instance_method(self):
        print(self.name, self.home, Person.home)


p = Person("张三")
p.instance_method()  # 张三 earth earth，此时 p 中没有 home 实例属性，会去查找 home 类属性
Person.home = "venus"  # 修改类属性
p.home = "mars"  # 定义实例属性
p.instance_method()  # 张三 mars venus
```

8.8.2 类方法

- 类方法在类中通过 `@classmethod` 定义，第一个参数为 cls，代表类本身。
- 类方法可以被类和实例对象调用。
- 可以访问类属性。
- 在不创建实例的情况下调用，通过类名直接调用，非常方便，适合一些和类整体相关的操作。

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"  # 定义类属性

    @classmethod
    def class_method(cls):
        print(cls.home)


Person.class_method()  # 通过类调用类方法

p1 = Person()  # 创建一个实例对象
p1.class_method()  # 通过实例对象调用类方法
```

8.8.3 静态方法

- 静态方法在类中通过 `@staticmethod` 定义
- 不访问实例属性或类属性，只依赖于传入的参数
- 可以通过类名或实例调用，但它不会访问类或实例的内部信息，更像是一个工具函数，只是为了方便组织代码，把它放在了类里面。

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"  # 定义类属性

    @staticmethod
    def static_method():
        print("static method")


Person.static_method()  # 通过类调用静态方法

p1 = Person()  # 创建一个实例对象
```

```
p1.static_method()  # 通过实例对象调用静态方法
```

8.8.4 在类外定义方法

并非必须在类定义中进行方法定义，也可以将一个函数对象赋值给一个类内局部变量。

```
# 在类外定义的函数
def f1(self, x, y):
    print(x & y)


class C:
    f = f1


C().f(6, 13)  # 4
```

8.8.5 特殊方法

方法名中有两个前缀下划线和两个后缀下划线的方法为特殊方法，也叫魔法方法。上文提到的 **__init__()** 就是一个特殊方法。这些方法会在进行特定的操作时自动被调用。

几个常见的特殊方法：

1）__new__()

对象实例化时第一个调用的方法。

2）__init__()

类的初始化方法。

3）__del__()

对象的销毁器，定义了当对象被垃圾回收时的行为。使用 del xxx 时不会主动调用 __del__() ，除非此时引用计数==0。

4）__str__()

定义了对类的实例调用 **str()** 时的行为。

5）__repr__()

定义对类的实例调用 **repr()** 时的行为。 **str()** 和 **repr()** 最主要的差别在于目标用户。**repr()** 的作用是产生机器可读的输出（大部分情况下，其输出可以作为有效的 Python 代码），而 **str()** 则产生人类可读的输出。

6）__getattribute__()

属性访问拦截器，定义了属性被访问前的操作。

8.9 动态添加属性与方法

8.9.1 动态给对象添加属性

```
class Person:
    def __init__(self, name=None):
        self.name = name


p = Person("张三")
print(p.name)  # 张三

p.age = 18
print(p.age)  # 18
```

8.9.2 动态给类添加属性

```
class Person:
    def __init__(self, name=None):
        self.name = name


p = Person("张三")
print(p.name)  # 张三

Person.age = 0
print(p.age)  # 0
```

8.9.3 动态给对象添加方法

1）添加普通方法

```
class Person:
    def __init__(self, name=None):
        self.name = name


def eat():
    print("吃饭")


p = Person("张三")
p.eat = eat
p.eat()  # 吃饭
```

2）添加实例方法

给对象添加的实例方法只绑定在当前对象上，不对其他对象生效，而且需要传入 self 参数。需要使用 types.MethodType(方法名，实例对象) 来添加实例方法。

```
import types


class Person:
    def __init__(self, name=None):
        self.name = name


def eat(self):
    print(f"{self.name}在吃饭")


p = Person("张三")
p.eat = types.MethodType(eat, p)
p.eat()  # 张三在吃饭
```

8.9.4 动态给类添加方法

给类添加的方法对它的所有对象都生效，添加类方法需要传入 cls 参数，添加静态方法则不需要。

```
class Person:
    home = "earth"

    def __init__(self, name=None):
        self.name = name


# 定义类方法
@classmethod
def come_from(cls):
    print(f"来自{cls.home}")


# 定义静态方法
@staticmethod
def static_function():
    print("static function")


Person.come_from = come_from
Person.come_from()  # 来自 earth
```

```
Person.static_function = static_function
Person.static_function()  # static function
```

8.9.5 动态删除属性与方法

- **del** 对象.属性名
- **delattr**(对象，属性名)

8.9.6 __slots__限制实例属性与实例方法

Python 允许在定义类的时候，定义一个特殊的 **__slots__** 变量，来限制该类的实例能添加的属性。使用 **__slots__** 可以限制添加实例属性和实例方法，但类属性、类方法和静态方法还可以添加。**__slots__**仅对当前类生效，对其子类无效。

```
import types


class Person:
    __slots__ = ("name", "age", "eat")

    def __init__(self, name=None):
        self.name = name


def eat(self):
    print(f"{self.name}在吃饭")


def drink(self):
    print(f"{self.name}在喝水")


p = Person("张三")

# 添加实例属性
p.age = 10
print(p.age)  # 10

# 添加实例方法
p.eat = types.MethodType(eat, p)
p.eat()  # 张三在吃饭

# 添加实例属性
p.weight = 100  # AttributeError: 'Person' object has no attribute
'weight'
```

```
# 添加实例方法
p.drink = type.MethodType(drink, p)  # AttributeError: type object
'type' has no attribute 'MethodType'
```

第 9 章 面向对象之三大特性

9.1 封装

将变量和函数写入类中的操作即为封装，即类中封装了属性和方法。

通过封装，我们可以将一些细节隐藏起来（私有），只暴露出必要的接口供调用者使用。

9.1.1 私有化

有时为了限制属性和方法只能在类内访问，外部无法访问；或父类中某些属性和方法不希望被子类继承。可以将其私有化。

1）单下划线：非公开 API

大多数 Python 代码都遵循这样一个约定：有一个前缀下划线的变量或方法应被视为非公开的 API，例如 **_var1**。这种约定不具有强制力。

2）双下划线：名称改写

有两个前缀下划线，并至多一个后缀下划线的标识符，例如 **__x**，会被改写为 **_类名__x**。只有在类内部可以通过 **__x** 访问，其他地方无法访问或只能通过 **_类名__x** 访问。

9.1.2 私有属性

通过双下划线定义私有属性。

```
class Person:

    def __init__(self, name):
        self.__name = name

    def get_name(self):
        return self.__name


p = Person("张三")
print(p.get_name())  # 张三
print(p._Person__name)  # 张三
print(p.__name)  # 报错
```

9.1.3 私有方法

通过双下划线定义私有属性。

```python
class Person:

    # 定义私有方法
    def __private_method(self):
        print("private method")

    # 定义实例方法，调用私有方法
    def do_something(self):
        self.__private_method()


p = Person()
p.do_something()  # private method
p._Person__private_method()  # private method
p.__private_method()  # 报错
```

9.1.4 property

1）方法转换为属性

可通过@property 装饰器将一个方法转换为属性来调用。转换后可直接使用 `.方法名` 来使用，而无需使用 `.方法名()` 。

```python
class Person:

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    @property
    def eat(self):
        print(f"{self.name} is eating...")


p = Person("张三")
p.eat   # 张三 is eating...
```

2）只读属性

将方法名设置为去掉双下划线的私有属性名，方法中返回私有属性。

```python
class Person:

    def __init__(self, name):
        self.__name = name

    @property
    def name(self):
        return self.__name
```

```
p = Person("张三")
print(p.name)  # 张三
p.name = "李四"  # 报错
```

3）读写属性

将方法名设置为去掉双下划线的私有属性名，使用 `属性名.setter` 装饰。

```
class Person:

    def __init__(self, name):
        self.__name = name

    @property
    def name(self):
        return self.__name

    @name.setter
    def name(self, name):
        self.__name = name


p = Person("张三")
print(p.name)  # 张三

p.name = "李四"
print(p.name)  # 李四
```

也可以在写方法中设置一些拦截条件来规范私有属性的写入。

```
class Person:

    def __init__(self, name):
        self.__name = name

    @property
    def name(self):
        return self.__name

    @name.setter
    def name(self, name):
        if name == "李四":
            print("不许叫李四")
        else:
            self.__name = name
```

```
p = Person("张三")
print(p.name)  # 张三

p.name = "李四"  # 提示“不许叫李四”
print(p.name)  # 张三

p.name = "王五"
print(p.name)  # 王五
```

4）注意

@property 装饰的方法不要和变量重名，否则可能导致无限递归。

```
class Person:

    @property
    def name(self):
        return self.name


p = Person()
p.name  # 报错：RecursionError: maximum recursion depth exceeded
```

9.2 继承

子类（派生类）继承父类（基类）中的属性和方法，实现代码重用。子类可以新增自己特有的方法，也可以重写父类的方法。

子类不能继承父类的私有属性和私有方法，因为存在名称改写。

9.2.1 单继承

1）语法

```
class 类名(父类):
    类体
```

在类名后括号内指定要继承的父类。

2）案例

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"  # 定义类属性

    def __init__(self, name):
        self.name = name  # 定义实例属性

    def eat(self):
```

```
        print("eating...")


class YellowRace(Person):
    """黄种人"""

    color = "yellow"  # 定义类属性


class WhiteRace(Person):
    """白种人"""

    color = "white"  # 定义类属性


class BlackRace(Person):
    """黑种人"""

    color = "black"  # 定义类属性


y1 = YellowRace("张三")
print(y1.home)  # earth
print(y1.color)  # yellow
print(y1.name)  # 张三
y1.eat()  # eating...

w1 = WhiteRace("李四")
print(w1.home)  # earth
print(w1.color)  # white
print(w1.name)  # 李四
w1.eat()  # eating...

b1 = BlackRace("王五")
print(b1.home)  # earth
print(b1.color)  # black
print(b1.name)  # 王五
b1.eat()  # eating...
```

9.2.2 多继承

调用方法时先在子类中查找，若不存在则从左到右依次查找父类中是否包含方法。

1）语法

```
class 类名(父类 1, 父类 2, ...):
    类体
```

2）案例

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def eat(self):
        print("eating...")


class YellowRace(Person):
    """黄种人"""

    color = "yellow"

    def run(self):
        print("runing...")


class Student(Person):
    """学生"""

    def __init__(self, name, grade):
        self.name = name
        self.grade = grade

    def study(self):
        print("studying...")


class ChineseStudent(Student, YellowRace):  # 继承了 Student 和 YellowRace
    """中国学生"""

    country = "中国"


y1 = ChineseStudent("张三", "三年级")
print(y1.home, y1.color, y1.country, y1.name, y1.grade)
y1.eat()
y1.run()
y1.study()
```

9.2.3 复用父类方法

子类可以在类中使用 `super().方法名()` 或 `父类名.方法名()` 来调用父类的方法。

1）super().方法名()

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def eat(self):
        print("eating...")


class YellowRace(Person):
    """黄种人"""

    color = "yellow"

    def run(self):
        print("runing...")


class Student(Person):
    """学生"""

    def __init__(self, name, grade):
        self.name = name
        self.grade = grade

    def study(self):
        print("先吃再学")
        super().eat()  # 子类中调用父类的方法
        print("studying...")


class ChineseStudent(Student, YellowRace):  # 继承了 Student 和 YellowRace
    """中国学生"""

    country = "中国"
```

```
y1 = ChineseStudent("张三", "三年级")
print(y1.home, y1.color, y1.country, y1.name, y1.grade)
y1.study()
```

2）父类名.方法名()

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def eat(self):
        print("eating...")


class YellowRace(Person):
    """黄种人"""

    color = "yellow"

    def run(self):
        print("runing...")


class Student(Person):
    """学生"""

    def __init__(self, name, grade):
        self.name = name
        self.grade = grade

    def study(self):
        print("先吃再学")
        Person.eat(self)  # 子类中调用父类的方法
        print("studying...")


class ChineseStudent(Student, YellowRace):  # 继承了 Student 和 YellowRace
    """中国学生"""

    country = "中国"
```

```
y1 = ChineseStudent("张三", "三年级")
print(y1.home, y1.color, y1.country, y1.name, y1.grade)
y1.study()
```

9.2.4 方法解析顺序

方法解析顺序（mro—Method Resolution Order）。可使用 `类名.__mro__` 访问类的继承链来查看方法解析顺序。

```
class Person:
    """人的类"""

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def eat(self):
        print("eating...")


class YellowRace(Person):
    """黄种人"""

    color = "yellow"

    def run(self):
        print("runing...")


class Student(Person):
    """学生"""

    def __init__(self, name, grade):
        self.name = name
        self.grade = grade

    def study(self):
        print("先吃再学")
        Person.eat(self)
        print("studying...")


class ChineseStudent(Student, YellowRace):
    """中国学生"""
```

```
    country = "中国"


y1 = ChineseStudent("张三", "三年级")
print(
    ChineseStudent.__mro__
)  # (<class '__main__.ChineseStudent'>, <class '__main__.Student'>,
<class '__main__.YellowRace'>, <class '__main__.Person'>, <class
'object'>)
```

9.2.5 方法重写

在子类中定义与父类方法重名的方法，调用时会调用子类中重写的方法。

```
class Person:

    home = "earth"

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def eat(self):
        print("eating...")


class Chinese(Person):

    color = "yellow"

    # 重写父类方法
    def eat(self):
        print("用筷子吃")


y1 = Chinese("张三")
y1.eat()
```

注意：子类重写 **__init__()** 并调用时，不会执行父类的 **__init__()** 方法。如有必要，需在子类 **__init__()** 中使用 **super().__init__()** 来调用父类的 **__init__()** 方法。

```
class Person:

    def __init__(self, name):
        self.name = name


class Chinese(Person):
```

```
    def __init__(self, name, area):
        super().__init__(name)  # 调用父类的__init__()
        self.area = area


y1 = Chinese("张三", "北京")
print(y1.name, y1.area)
```

9.3 多态

同一事物在不同场景下呈现不同状态。

```
class Animal:
    def go(self):
        pass


class Dog(Animal):
    def go(self):
        print("跑")


class Fish(Animal):
    def go(self):
        print("游")


class Bird(Animal):
    def go(self):
        print("飞")


def go(animal):
    animal.go()  # 将不同的实例传入，执行不同的方法


dog = Dog()
fish = Fish()
bird = Bird()
go(dog)
go(fish)
go(bird)
```

第 10 章 面相对象案例：愤怒的小鸟

10.1 游戏背景

在这个模拟的愤怒的小鸟游戏世界里，绿色的小猪偷走了小鸟们的蛋，这引发了小鸟们的愤怒，它们决定展开反击。每只小鸟都具有独特的颜色，并且各自拥有不同的技能，玩家需要操控这些小鸟，利用它们的技能去攻击小猪们建造的各种障碍物，从而达成击败小猪、夺回鸟蛋的目标。

10.2 类的设计思路

10.2.1 Birds 基类

1）设计目的

作为所有小鸟类的基类，它定义了小鸟的通用属性和行为，为后续具体小鸟类的扩展提供基础框架，体现了面向对象编程中的抽象和封装思想。

2）属性设计

name：用于标识每只小鸟的名称，方便区分不同个体。

color：代表小鸟的颜色，这是小鸟的一个显著特征，在游戏中可以对应不同类型的小鸟。

skill_description：描述小鸟所具备的独特技能，让玩家了解每只小鸟的特殊能力。

3）方法设计

fly()：描述小鸟飞行的基本动作，是小鸟在游戏中的常见行为，所有子类都可以重写该方法来展示不同的飞行特点。

call()：模拟小鸟发出叫声的行为，同样可以被子类重写以体现不同小鸟的叫声差异。

use_skill()：用于触发小鸟的特殊技能，展示小鸟使用技能的情况，子类可以根据自身技能特点进行相应实现。

10.2.2 具体小鸟子类（RedBirds、YellowBirds、BlueBirds）

1）设计目的

继承自 Birds 基类，每个子类代表一种特定颜色的小鸟，它们在继承基类属性和方法的基础上，重写部分方法以展示不同小鸟的独特行为和技能，体现了面向对象编程中的继承和多态思想。

2）属性设计

通过调用基类的 __init__ 方法，初始化各自的 name、color 和 skill_description 属性，确保每只小鸟都有自己的独特标识和技能。

3）方法设计

fly()：重写基类的 fly() 方法，展示不同小鸟的飞行特点，如红鸟以稳定速度飞行，黄鸟快速飞行，蓝鸟优雅飞行。

call()：重写基类的 call() 方法，模拟不同小鸟的叫声，增加游戏的趣味性。

10.2.3 Obstacle 类

1）设计目的

代表游戏中的障碍物，如木头堡垒、石头塔楼等，负责处理障碍物被小鸟攻击的逻辑，与小鸟类进行交互，体现了面向对象编程中的对象交互和封装思想。

2）属性设计

name：标识障碍物的名称，方便区分不同类型的障碍物。

strength：表示障碍物的强度，即它能够承受的伤害值，当强度降为 0 时，障碍物被摧毁。

3）方法设计

be_attacked(bird)：模拟障碍物被小鸟攻击的过程，根据小鸟的类型计算伤害，并更新障碍物的强度，同时输出攻击和受损信息，让玩家了解游戏进展。

10.3 方法设计思路

10.3.1 Birds 类的方法

1）fly()

作为通用的飞行方法，提供了小鸟飞行的基本描述，子类可以根据自身特点进行个性化实现，以体现不同小鸟的飞行风格。

2）call()

模拟小鸟发出叫声的行为，为游戏增加生动性，子类可以重写该方法来展示不同小鸟的叫声特点。

3）use_skill()

用于触发小鸟的特殊技能，通过输出技能描述，让玩家了解小鸟使用技能的情况，不同子类可以根据自身技能进行不同的实现。

10.3.2 具体小鸟子类的方法

fly() 和 call()：重写基类的方法，根据不同小鸟的特点进行个性化实现，展示不同小鸟的飞行和叫声差异，体现了多态性。

10.3.3 Obstacle 类的方法

be_attacked(bird)：接收一个小鸟对象作为参数，根据小鸟的类型计算伤害，并更新障碍物的强度。通过判断障碍物的强度是否小于等于 0，输出障碍物是否被摧毁的信息，实现了障碍物与小鸟之间的交互逻辑。

通过这样的类和方法设计，整个游戏模拟程序具有良好的扩展性和可维护性，方便后续添加更多类型的小鸟和障碍物，以及实现更复杂的游戏逻辑。

10.4 代码实现

```
# 定义鸟类基类
class Birds:
    def __init__(self, name, color, skill_description):
        self.name = name
        self.color = color
        self.skill_description = skill_description

    def fly(self):
        print(f"{self.name} 正在飞行...")

    def call(self):
        print(f"{self.name} 发出叫声...")

    def use_skill(self):
        print(f"{self.name} 使用了技能：{self.skill_description}")

# 定义红鸟子类
class RedBirds(Birds):
    def __init__(self):
        super().__init__("红火", "红色", "撞击前方障碍物，造成大量伤害")

    def fly(self):
        print("红火以稳定的速度向前飞行...")

    def call(self):
        print("红火发出 'wei 呀....' 的叫声")

# 定义黄鸟子类
```

```
class YellowBirds(Birds):
    def __init__(self):
        super().__init__("小黄", "黄色", "瞬间加速，穿透薄障碍物")

    def fly(self):
        print("小黄快速向前飞行...")

    def call(self):
        print("小黄发出 '啾啾啾....' 的叫声")

# 定义蓝鸟子类
class BlueBirds(Birds):
    def __init__(self):
        super().__init__("小蓝", "蓝色", "分裂成三只小鸟，分散攻击")

    def fly(self):
        print("小蓝优雅地向前飞行...")

    def call(self):
        print("小蓝发出 '叽叽叽....' 的叫声")

# 定义障碍物类
class Obstacle:
    def __init__(self, name, strength):
        self.name = name
        self.strength = strength

    def be_attacked(self, bird):
        print(f"{bird.name} 冲向了 {self.name}")
        bird.use_skill()
        if isinstance(bird, RedBirds):
            damage = 80
        elif isinstance(bird, YellowBirds):
            damage = 50
        elif isinstance(bird, BlueBirds):
            damage = 30 * 3  # 分裂成三只，每只造成 30 点伤害
        self.strength -= damage
        if self.strength <= 0:
```

```
            print(f"{self.name} 被摧毁了！ ")
        else:
            print(f"{self.name} 还剩余 {self.strength} 点强度")

# 模拟游戏过程
if __name__ == "__main__":
    # 创建不同颜色的小鸟
    red_bird = RedBirds()
    yellow_bird = YellowBirds()
    blue_bird = BlueBirds()

    # 创建障碍物
    obstacle1 = Obstacle("木头堡垒", 100)
    obstacle2 = Obstacle("石头塔楼", 200)

    # 红鸟攻击木头堡垒
    obstacle1.be_attacked(red_bird)

    # 黄鸟攻击石头塔楼
    obstacle2.be_attacked(yellow_bird)

    # 蓝鸟攻击石头塔楼
    obstacle2.be_attacked(blue_bird)
```

第 11 章 错误和异常

11.1 异常介绍

Python 是一门解释型语言，只有在程序运行后才会执行语法检查。所以，只有在运行或测试程序时，才会真正知道该程序能不能正常运行。

Python 有两种错误很容易辨认：语法错误和异常。

11.1.1 语法错误

程序解析时遇到的错误。

例如以下程序，因缺少 ： 而出现语法错误。

```
while True print(1)
#     while True print(1)
#                ^^^^^
# SyntaxError: invalid syntax
```

11.1.2 异常

Python 程序的语法是正确的，在运行它的时候，也有可能发生错误。运行期检测到的错误被称为异常。

例如以下程序，因变量名未找到而引发 NameError。

```
print(var1)
#     print(var1)
#           ^^^^
# NameError: name 'var1' is not defined. Did you mean: 'vars'?
```

大多数的异常都不会被程序处理，都以错误信息的形式打印出来，错误信息的前面部分显示了异常发生的上下文，并以调用栈的形式显示具体信息。

11.2 异常处理

对异常进行处理并不是将错误规避了，而是当程序运行的时候，出现错误的时候提供解决方案，不终止程序，可以让程序继续执行。

11.2.1 try except

可以使用 **try except** 语句来捕获异常并处理。

1）语法

```
try:
    可能发生异常的代码
except:
    异常处理的代码
```

- 如果没有发生异常，程序会忽略 **except** 中的代码，继续向下执行。
- 如果发生了异常，会忽略 **try** 中剩余代码，执行 **except** 中的代码。

2）案例

```
try:
    result = 3 / 1
    print("没有发生异常")
except:
    print("发生异常了")
print("End")
```

11.2.2 捕获指定类型的异常以及获取异常描述信息

在打印出来的异常信息中，冒号之前是异常类型,冒号之后是异常描述信息

```
# NameError: name 'a' is not defined
```

```
# NameError: 冒号之前是异常类型
# : name 'a' is not defined 冒号之后是异常描述信息
print(a)
```

如果出现的异常不是我们指定的类型中的其中一个，我们在程序中想对不同类型的异常进行不同的处理，并在处理异常的时候，要获取异常信息，我们可以通过如下方式。

1）语法

```
try:
    可能发生异常的代码
except 异常类型 1 as 变量名 1:
    异常处理的代码
except 异常类型 2 as 变量名 2:
    异常处理的代码
except(异常类型 3, 异常类型 4, 异常类型 5) as 变量名 3:
    异常处理的代码
except:
    异常处理的代码
```

- 如果没有发生异常，程序会忽略 **except** 中的代码，继续向下执行。
- 如果发生了异常，会忽略 **try** 中剩余代码，根据异常类型匹配到相应的 **except** 并执行其中的代码。
- 如果发生了异常，且异常类型无法和任何 **except** 匹配，异常将向外传递。
- 一个 **except** 可以同时处理多个异常，将这些异常放在一个元组中。
- 最后一个 **except** 可以忽略异常类型，它将被作为通配符使用。

2）案例

```
try:
    result = 3 / 0
    print("发生异常了")
except ZeroDivisionError as e:
    print(e)
except (RuntimeError, TypeError, NameError) as e:
    print(e)
except:
    print("Unexpected error")
print("End")
```

11.2.3 else

可选地将 **else** 放在所有 **except** 之后。如果 **try** 中代码没有发生异常，将执行 **else** 中的代码。

1）语法

```
try:
    可能发生异常的代码
except 异常类型 1 as 变量名 1:
    异常处理的代码
except 异常类型 2 as 变量名 2:
    异常处理的代码
else:
    没有异常时执行的代码
```

2）说明

- 从执行效果上说，将代码放到 else 块和直接放到 try 块中是一样的。
- 将 try 正常执行完毕而没有引发任何异常后被执行的代码放到 else 中。提供了一种清晰的逻辑区分，将正常情况的代码与异常处理代码分开，使代码更易于理解和维护，有助于代码的可读性和可维护性。
- 例如，你希望在 try 块中有些操作执行成功后，再执行其它代码，那就可以把代码放到 else 语句块中。

3）案例

```
try:
    result = x / y
except ZeroDivisionError:
    print("除数不能为零！")
else:
    print(f"结果是: {result}")
```

11.2.4 finally

可选地，放在最后。无论是否发生异常都会执行的代码，通常用于执行一些必须要进行的清理操作，例如关闭文件、释放资源（如网络连接、数据库连接、锁等），即使在执行 try 块中的代码时出现了异常，也能保证这些操作得以完成。

1）语法

```
try:
    可能发生异常的代码
except 异常类型 1 as 变量名 1:
    异常处理的代码
except 异常类型 2 as 变量名 2:
```

```
    异常处理的代码
else:
    没有异常时执行的代码
finally:
    无论是否发生异常都会执行的代码
```

2）说明

- 如果从执行效果上说，大部分场景，将代码放到 finally 语句和放到 try-except 块外效果是一样的。
- finally 语句块是 try-except 结构的一部分，它确保了无论 try 块中是否发生异常，也无论 except 块是否被执行，其中的代码都会被执行
- 直接放在 try-except 结构外面的代码只会在 try-except 结构正常执行完毕后才会执行，如果在 try 块中出现异常且没有被 except 块捕获，或者在 except 块中出现了新的异常导致程序终止，那么这部分代码将不会被执行。

3）案例

```
# try:
#     result = 3 / 0
# except ZeroDivisionError as e:
#     print(e)
# else:
#     print(result)
# finally:
#     print("finally")
# print("End")
#输出结果:
# division by zero
# finally
# End
try:
    result = 3 / 0
except NameError as e:
    print(e)
else:
    print(result)
finally:
    print("finally")
```

```
print("End")
#输出结果:
# finally
# Traceback (most recent call last):
#   File "e:\Hello\hello.py", line 15, in <module>
#     result = 3 / 0
#              ~~^~~
# ZeroDivisionError: division by zero
```

11.3 抛出异常

11.3.1 raise

当你想要在代码中明确表示发生了错误或异常情况时，可以使用 **raise** 来抛出异常。这可以帮助你在满足某些条件时停止程序的正常执行，并将控制权转移到异常处理部分。

1）语法

```
raise 异常类型("异常描述")
```

2）案例

```
def int_add(x, y):
    if isinstance(x, int) and isinstance(y, int):
        return x + y
    else:
        raise TypeError("参数类型错误")


print(int_add(1, 2))  # 3
print(int_add("1", "2"))  # TypeError: 参数类型错误
```

11.3.2 assert 断言

assert 用于判断一个表达式，在表达式条件为 **False** 的时候触发异常，常用于调试程序。

1）语法

```
assert 表达式 [,异常描述]
```

等价于：

```
if not 表达式:
    raise AssertionError([异常描述])
```

2）案例

```
def int_add(x, y):
    assert isinstance(x, int) and isinstance(y, int), "参数类型错误"
    return x + y
```

```
print(int_add(1, 2))  # 3
print(int_add("1", "2"))  # AssertionError: 参数类型错误
```

11.4 自定义异常

通过直接或者间接继承 **Exception** 类来创建自己的异常。例如：

```
class MyError(Exception):
    def __init__(self, value):
        self.value = value

    def __str__(self):
        return repr(self.value)


try:
    raise MyError(1)
except MyError as e:
    print("触发自定义异常:", e.value)
```

11.5 异常的传递

当存在 **try** 嵌套或函数嵌套时，若内层出现了异常且在内层无法处理，会将异常一层一层向外传递，直到异常被处理或程序报错。

```
try:
    try:
        try:
            print(1 / 0)
        except NameError as e:
            print("第三层", e)
    except TypeError as e:
        print("第二层", e)
except Exception as e:
    print("第一层", type(e), e)
# 第一层 <class 'ZeroDivisionError'> division by zero
```

11.6 with 关键字

Python 中的 **with** 语句用于异常处理，封装了 **try except finally** 编码范式，提供了一种简洁的方式来确保资源的正确获取和释放，同时处理可能发生的异常，提高了易用性。使代码更清晰、更具可读性，简化了文件流等公共资源的管理。

11.6.1 语法

```
with expression as variable:
    # 代码块
```

- expression：通常是一个对象或函数调用，该对象需要是一个上下文管理器，即实现了 __enter__和__exit__方法。

- variable：是可选的，用于存储 expression 的__enter__方法的返回值。

11.6.2 工作原理

- 使用 with 关键字系统会自动调用 f.close() 方法， with 的作用等效于 try finally 语句。
- 当执行 with 语句时，会调用 expression 对象的__enter__方法。
- __enter__ 方法的返回值可以被存储在 variable 中（如果有），以供 with 代码块中使用。
- 然后执行 with 语句内部的代码块。
- 无论在代码块中是否发生异常，都会调用 expression 对象的__exit__ 方法，以确保资源的释放或清理工作，这类似于 try-except-finally 中的 finally 子句。

11.6.3 案例：打开一个文件并向其中写入内容，验证出现异常后文件是否正常关闭。

1）常规方式

```
try:
    file = open("test.txt", "w")
    file.write(a)
    file.close()
finally:
    print("文件是否关闭：", file.closed)  # 文件是否关闭： False
```

2）使用 try finally

```
try:
    file = open("test.txt", "w")
    try:
        file.write(a)
    finally:
        file.close()
finally:
    print("文件是否关闭：", file.closed)  # 文件是否关闭： True
```

3）使用 with

```
try:
    with open("test.txt", "w") as f:
        f.write(a)
finally:
    print("文件是否关闭：", f.closed)  # 文件是否关闭： True
```

11.7 Python 常见异常

11.7.1 异常基类

异常	说明
BaseException	所有内置异常的基类。它不应该被用户自定义类直接继承（这种情况请使用 Exception）。
Exception	所有内置的非系统退出类异常都派生自此类。所有用户自定义异常也应当派生自此类。
ArithmeticError	此基类用于派生针对各种算术类错误而引发的内置异常：OverflowError, ZeroDivisionError, FloatingPointError。
BufferError	当与缓冲区相关的操作无法执行时将被引发。
LookupError	此基类用于派生当映射或序列所使用的键或索引无效时引发的异常：IndexError, KeyError。这可以通过 codecs.lookup() 来直接引发。

11.7.2 具体异常

异常	说明
AssertionError	当 assert 语句失败时将被引发。
AttributeError	当属性引用或赋值失败时将被引发。
IndexError	当序列抽取超出范围时将被引发。
KeyError	当在现有键集合中找不到指定的映射（字典）键时将被引发。
KeyboardInterrupt	当用户按下中断键 (通常为 Control-C 或 Delete) 时将被引发。
MemoryError	当一个操作耗尽内存但情况仍可（通过删除一些对象）进行挽救时将被引发。
NameError	当某个局部或全局名称未找到时将被引发。
OSError	此异常在一个系统函数返回系统相关的错误时将被引发，此类错误包括 I/O 操作失败例如 文件未找到 或 磁盘已满 等。
SyntaxError	当解析器遇到语法错误时引发。
TypeError	当一个操作或函数被应用于类型不适当的对象时将被引发。

第 12 章 模块与包

12.1 模块概述

Python 中一个以.py 结尾的源文件即为一个模块（Module）。其中可以包含变量、函数和类等。通常情况下，我们把能够实现某一特定功能的代码放置在一个文件中作为一个模块。

使用模块提高了代码的可维护性，也提高了代码的复用性。即编写好一个模块后，只要是实现该功能的程序，都可以导入这个模块实现。另外，使用模块也可以避免名称冲突，相同名字的函数或变量可以分别存在与不同的模块中。

12.2 创建模块

模块名区分大小写，且不能与 Python 自带的标准模块重名。

创建一个模块 my_add.py

```
num =100
def add(a, b):
    """求两个数的和"""
    return a + b
```

12.3 导入模块

12.3.1 全部导入 import

导入模块的所有成员，通过模块名.成员名的方式访问。即使多次使用 **import** 导入同一模块，模块也只会被导入一次。

1）语法

```
import 模块名 [as 别名]
```

2）案例

在同一目录下创建一个 main.py 文件，在其中导入 my_add.py 模块并使用。

```
# 导入模块
import my_add

# 使用模块
print(my_add.add(1, 2))
print(my_add.num)
```

也可以在导入模块时给模块起别名。

```
# 导入模块
import my_add as a1

# 使用模块
print(a1.add(1, 2))
```

```
print(a1.num)
```

12.3.2 局部导入 from import

指定导入模块的部分成员，直接通过成员名的方式访问。只能使用其导入的成员,未导入的成员不能使用。如果多个模块中存在重名成员，后一次导入会覆盖前一次导入。

1）语法

```
from 模块名 import 成员名 1[as 别名], 成员名 2[as 别名],…
```

2）案例

➢ 创建新的模块 my_multi.py

```
num =200
_str1="abc"
def multi(a, b):
    """求两个数的积"""
    return a * b
```

➢ 只能使用导入的成员

```
from my_add import add
print(add(1, 2))
print(num) # NameError: name 'num' is not defined
```

➢ 重名变量，后一次导入会覆盖前一次导入

```
# 导入模块
from my_add import add,num
from my_multi import num
# 使用模块
print(add(1, 2))
print(num)
```

➢ 通过别名区分不同模块的变量

```
# 导入模块
from my_add import add,num as a1
from my_multi import num as m1
# 使用模块
print(add(1, 2))
print(a1)
print(m1)
```

12.3.3 局部导入 from import *

导入模块中所有不以单下划线开头的成员，直接通过成员名的方式访问。

1）语法

```
from 模块名 import *
```

2）案例

```
# 导入模块
from my_add import *

# 使用模块
print(add(1, 2))
print(num)
print(_str1)
```

12.3.4 模块搜索顺序

当导入一个模块时，会按照以下顺序进行查找：

（1）当前目录。

（2）PYTHONPATH 环境变量中的目录。

（3）包含标准 Python 模块以及这些模块所依赖的任何 extension module 的目录。

可以使用以下方式查看模块搜索顺序：

```
import sys

print(sys.path)
```

也可以通过 `sys.path.append(路径)` 向 sys.path 中临时添加路径。

```
import sys

print(sys.path)
sys.path.append("./..")
print(sys.path)
```

12.3.5 __all__

使用 **from import *** 导入模块时，可以在**被导入的模块中**使用 **__all__** 设置哪些内容可以被导入。**__all__** 的设置只针对使用 **from import *** 导入模块时有效。

在 my_add.py 中向**__all__**添加部分元素：

```
__all__ = ["num","add"] #  内容必须要用引号引起来

num = 100
num1 = 200
_str1="abc"
def add(a, b):
```

```
    """求两个数的和"""
    return a + b
```

在 main.py 中使用 `from my_add import *`导入模块中的内容。没在 **__all__** 中的变量在使用时会报错：

```
from my_add import *
print(add(1, 2))
print(num)
print(num1) # NameError: name 'num1' is not defined
```

而使用 import my_add 全局导入模块后可以正常使用所有元素：

```
import my_add
print(my_add.add(1, 2))
print(my_add.num)
print(my_add.num1) # NameError: name 'num1' is not defined
```

12.3.6 __name__

在 Python 中，__name__ 是一个特殊的内置变量

- 当一个 Python 文件被直接运行时，该文件的__name__属性值为"__main__"。
- 当一个 Python 文件作为模块被导入时，__name__属性会被设置为该模块的名称（即文件名，不包含 .py 后缀）。

1）导入模块时测试代码被执行

有时我们会在模块中写一些测试代码，当模块被其他文件导入时这些测试代码会被执行。

在 my_add.py 中写一些测试代码：

```
"""my_add.py"""
__all__ = ["num","add"]

num = 100
num1 = 200
_str1="abc"
def add(a, b):
    """求两个数的和"""
    return a + b

print(add(10,20))
```

在 main.py 中导入模块，发现 my_add.py 中的测试代码被执行了：

```
"""main.py"""
import my_add
```

2）使用 __name__ == “__main__” 避免测试代码被执行

为了避免模块被导入时测试代码被执行，我们可以在被导入模块中添加对 **__name__** 属性的检查：

```
"""my_add.py"""
__all__ = ["num","add"]

num = 100
num1 = 200
_str1="abc"
def add(a, b):
    """求两个数的和"""
    return a + b

print(__name__)
if __name__ == "__main__":
    print(add(10,20))
```

此时再在 main.py 中导入模块，测试代码不会被执行：

```
"""main.py"""

import my_add
```

12.4 dir()

dir() 是一个内置函数，主要用于列出对象的属性和方法，或者列出当前作用域中定义的名称，并以一个字符串列表的形式返回。

- 当你将一个模块作为 dir() 的参数时，它会返回该模块中定义的名称列表，包括函数、类、变量等

```
import math

# 查看 math 模块下的
print(dir(math))
```

- 当你将一个对象作为 dir() 的参数时，它会返回该对象的属性和方法列表。

```
class MyClass:
    def __init__(self):
        self.x = 1
```

```
        self.y = 2

    def method1(self):
        pass
obj = MyClass()
print(dir(obj))
```

➢ 当你不传递任何参数调用 dir() 时，它会列出当前作用域中定义的名称，包括变量、函数、类等

```
def my_function():
    pass
variable = 10
print(dir())
```

12.5 包概述

包是一种管理 Python 模块命名空间的形式.

通过使用.模块名来构造 Python 模块命名空间的一种方式。例如，模块名 A.B 表示名为 A 的包中名为 B 的子模块。通常我们将多个有联系的模块放入一个包中。包与文件夹相似，不过该文件夹下必须有一个__init__.py 文件。

假设要为统一处理声音文件与声音数据设计一个模块集（包）。声音文件的格式很多（通常以扩展名来识别，例如：.wav，.aiff,.au），因此，为了不同文件格式之间的转换，需要创建和维护一个不断增长的模块集合。为了实现对声音数据的不同处理（例如：混声、添加回声、均衡器功能、创造人工立体声效果），还要编写无穷无尽的模块流。下面这个分级文件树展示了这个包的架构：

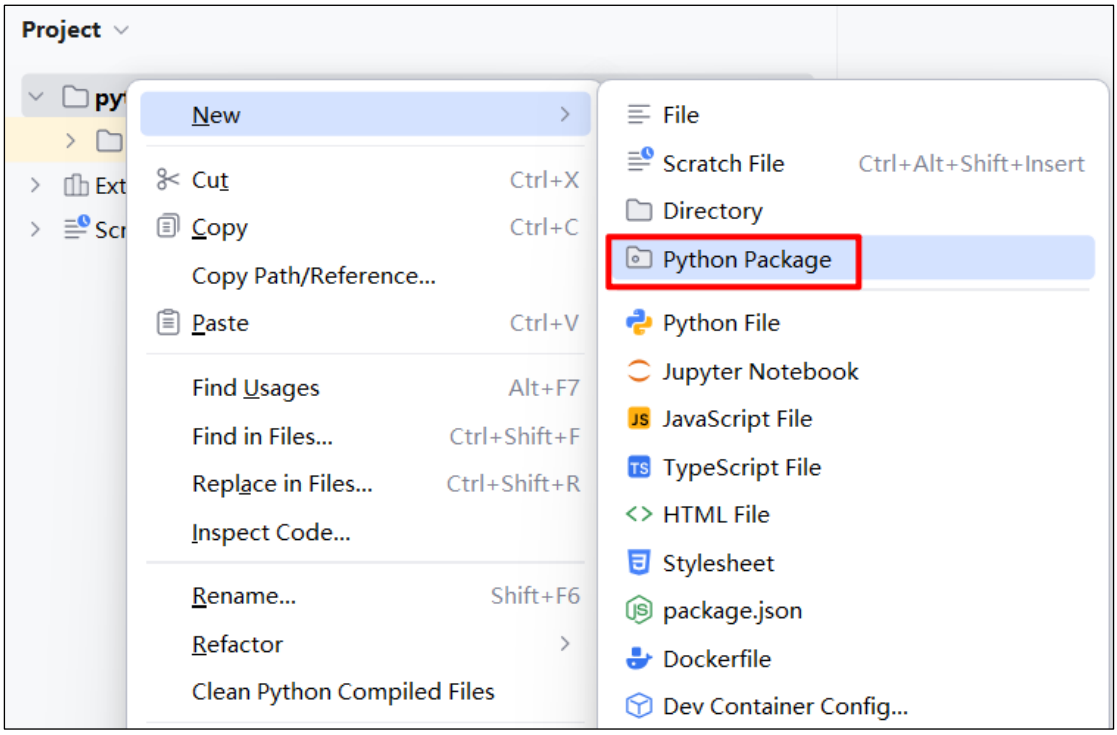
```
sound/                          最高层级的包
      __init__.py               初始化 sound 包
      formats/                  用于文件格式转换的子包
              __init__.py
              wavread.py
              wavwrite.py
              aiffread.py
              aiffwrite.py
              auread.py
              auwrite.py
              ...
      effects/                  用于音效的子包
              __init__.py
              echo.py
              surround.py
```

```
            reverse.py
            ...
    filters/                    用于过滤器的子包
            __init__.py
            equalizer.py
            vocoder.py
            karaoke.py
            ...
```

12.6 创建包

__init__.py 可以只是一个空文件，也可以执行包的初始化代码或设置 __all__ 变量。

在 PyCharm 创建一个 graphic 文件夹，并在其中创建 circle.py、rectangle.py 文件。其中 __init__.py 文件暂时为空。 circle.py 和 rectangle.py 文件写入代码。



circle.py：

```
"""circle.py"""

radius = 10
PI = 3.1415926


def area(radius):
    return PI * radius * radius


def perimeter(radius):
```

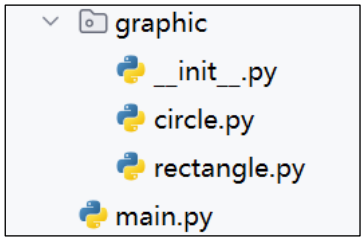
```
    return 2 * PI * radius
```

rectangle.py：

```
"""rectangle.py"""

rectangle_width = 10
rectangle_height = 10


def area(width, height):
    return width * height


def perimeter(width, height):
    return 2 * (width + height)
```

在包外创建一个 main.py 文件。

整体结构如下，其中 graphic 为一个包：



12.7 导入包

12.7.1 全局导入 import

从包中导入模块

1）语法

```
import 包名.模块名 [as 别名]
```

2）调用方式 :包名.模块名.成员名

```
import graphic.circle

print(graphic.circle.area(10))  # 314.15926
```

使用 **import** 时，除最后一项外都必须是包。最后一项可以是模块或包，但不能是类、函数或变量。

12.7.2 局部导入包下的模块 from import

从包中导入模块

1）语法

```
from 包名 import 模块名 [as 别名]
```

2）调用方式 :模块名.成员名

```
from graphic import circle

print(circle.area(10))  # 314.15926
```

12.7.3 局部导入包下模块的成员 from import

从包中模块导入功能

1）语法

```
from 包名.模块名 import 成员名 [as 别名]
```

2）调用方式 : 成员名

```
from graphic.circle import area

print(area(10))  # 314.15926
```

12.7.4 局部导入 from import * 从包中导入模块

当我们使用 **from import *** 时，Python 并不会查找并导入包的所有子模块，因为这将花费很长的时间，并且可能会产生我们不想要的副作用。

唯一的解决办法是提供包的显式索引。如果包的 __init__.py 中定义了 **__all__**，运行 **from import *** 时，它就是被导入的模块名列表。

1）语法

```
from 包名.模块名 import *
```

2）调用方式 :功能名

在 __init__.py 中添加如下内容：

```
__all__ = ["circle"]
注意：如果不加会无法导包
```

在 main.py 中使用 **from import *** 导入模块：

```
from graphic import *

print(circle.area(10))  # 314.15926
print(rectangle.area(10))  # 报错
```

12.8 常用标准库（包）

标准库指的是在安装 Python 时就一同被安装的库。这些库经过精心挑选和开发，旨在为 Python 开发者提供通用且强大的工具集，涵盖各种不同的应用领域。

名称	说明
os	多种操作系统接口。

sys	系统相关的形参和函数。
time	时间的访问和转换。
datetime	提供了用于操作日期和时间的类。
math	数学函数。
random	生成伪随机数。
re	正则表达式匹配操作。
json	JSON 编码器和解码器。
collections	实现了一些专门化的容器，提供了对 Python 的通用内建容器 dict、list、set 和 tuple 的补充。
functools	高阶函数，以及可调用对象上的操作
hashlib	安全哈希与消息摘要。
urllib	URL 处理模块。
smtplib	SMTP 协议客户端，邮件处理。
zlib	与 gzip 兼容的压缩。
gzip	对 gzip 文件的支持。
bz2	对 bzip2 压缩算法的支持。
multiprocessing	基于进程的并行。
threading	基于线程的并行。
copy	浅层及深层拷贝操作。
socket	低层级的网络接口。
shutil	提供了一系列对文件和文件集合的高阶操作，特别是提供了一些支持文件拷贝和删除的函数。
glob	Unix 风格的路径名模式扩展。

更多标准库可参考 https://docs.python.org/zh-cn/3/library/index.html。

12.9 引入第三方库

当需要使用 Python 中没有内置的库时，可以通过以下方式安装第三方库

12.9.1 pip 命令方式

pip 是 Python 包管理工具，该工具提供了对 Python 包的查找、下载、安装、卸载的功能。pip 默认的源是 Python Package Index（PyPI），其地址为 https://pypi.org/simple/，如果下载比较慢，还可以指定其它的源

- 阿里云：http://mirrors.aliyun.com/pypi/simple/
- 豆瓣：http://pypi.douban.com/simple/
- 清华大学：https://pypi.tuna.tsinghua.edu.cn/simple/

1）pip 常用命令

- 查看我们已经安装的软件包

```
pip list
```

- 安装软件包-具体包名就什么可以到 PyPI 上查找

```
pip install 包名
```

- 卸载软件包

```
pip uninstall 包名
```

- 临时使用其他源

```
pip install -i http://mirrors.aliyun.com/pypi/simple/ 包名
```

- 永久修改源

```
pip config set global.index-url http://mirrors.aliyun.com/pypi/simple/
```

2）安装 requests 包步骤

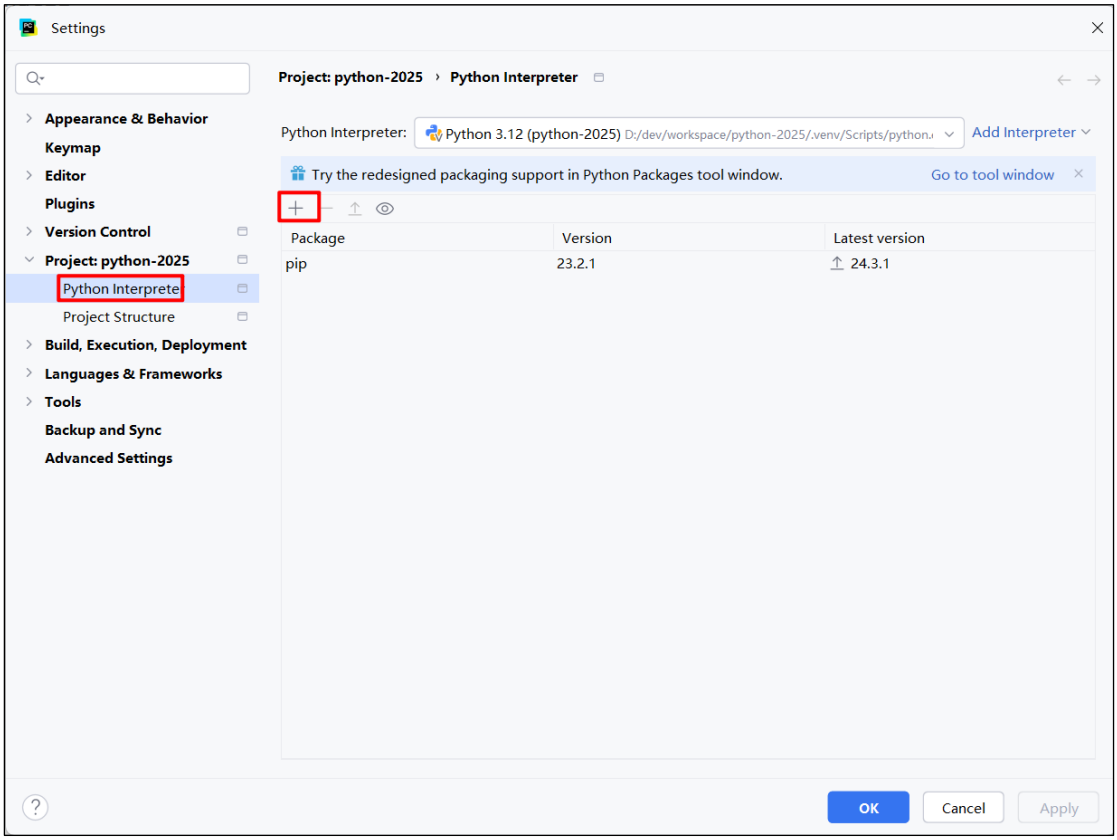
```
C:\Users\fuxiaofeng>pip list
Package            Version
------------------ ----------
certifi            2024.12.14
charset-normalizer 3.4.1
idna               3.10
pip                24.3.1
urllib3            2.3.0

C:\Users\fuxiaofeng>pip install requests
Collecting requests
  Using cached requests-2.32.3-py3-none-any.whl.metadata (4.6 kB)
Requirement already satisfied: charset-normalizer<4,>=2 in d:\dev\software\python3.12.8\lib\site-packages (from requests) (3.4.1)
Requirement already satisfied: idna<4,>=2.5 in d:\dev\software\python3.12.8\lib\site-packages (from requests) (3.10)
Requirement already satisfied: urllib3<3,>=1.21.1 in d:\dev\software\python3.12.8\lib\site-packages (from requests) (2.3.0)
Requirement already satisfied: certifi>=2017.4.17 in d:\dev\software\python3.12.8\lib\site-packages (from requests) (2024.12.14)
Using cached requests-2.32.3-py3-none-any.whl (64 kB)
Installing collected packages: requests
Successfully installed requests-2.32.3

C:\Users\fuxiaofeng>pip list
Package            Version
------------------ ----------
certifi            2024.12.14
charset-normalizer 3.4.1
idna               3.10
pip                24.3.1
requests           2.32.3
urllib3            2.3.0

C:\Users\fuxiaofeng>pip uninstall requests
Found existing installation: requests 2.32.3
Uninstalling requests-2.32.3:
  Would remove:
    d:\dev\software\python3.12.8\lib\site-packages\requests-2.32.3.dist-info\*
    d:\dev\software\python3.12.8\lib\site-packages\requests\*
Proceed (Y/n)? y
  Successfully uninstalled requests-2.32.3

C:\Users\fuxiaofeng>pip list
Package            Version
------------------ ----------
certifi            2024.12.14
charset-normalizer 3.4.1
idna               3.10
pip                24.3.1
urllib3            2.3.0

C:\Users\fuxiaofeng>
```

通过命令行的方式安装，是将第三方包安装在本地 python 下，例如：D:\dev\software\Python3.12.8\Lib\site-packages

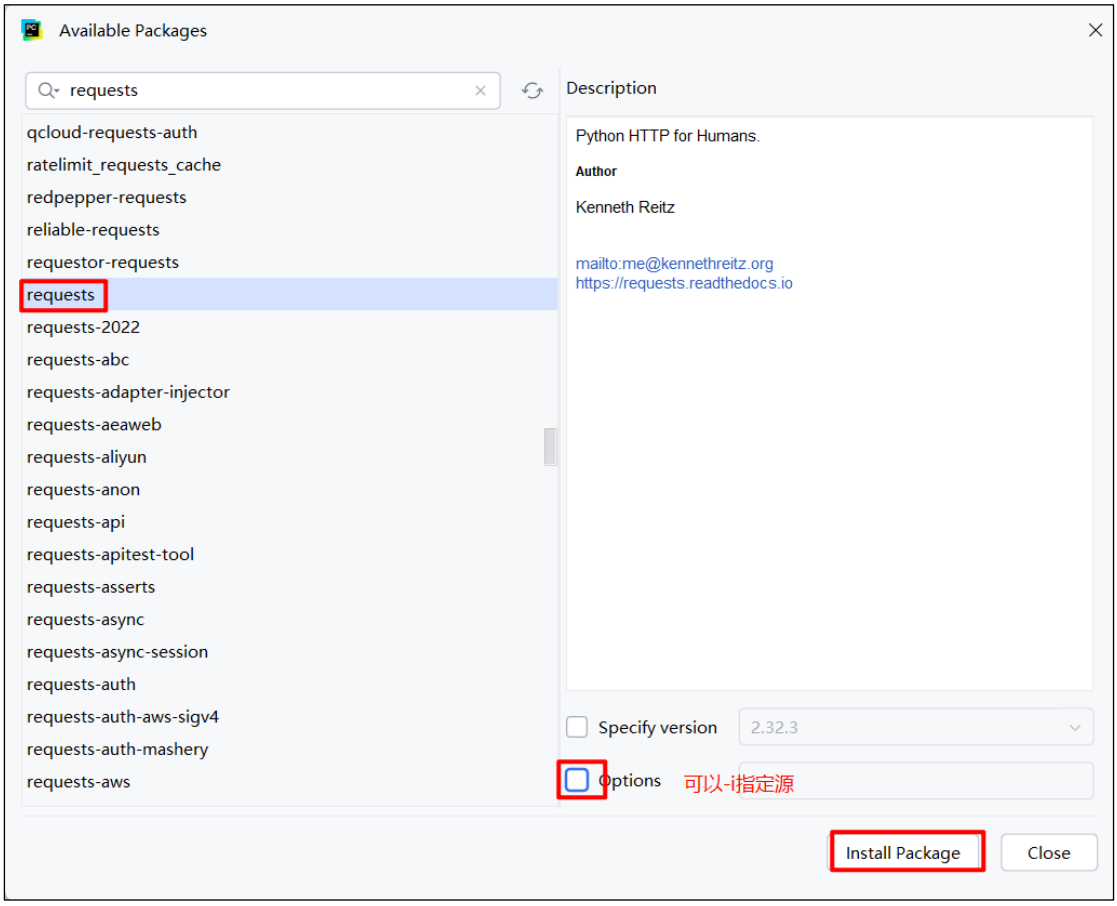
12.9.2 Pycharm 中引入

1）点击右下角的解释器设置

2）点击+号



3）搜索要添加的包



通过 Pycharm 安装，我们选择的解释器类型每个项目独立的，所以是将第三方包安装在当前项目环境下，例如：D:\dev\workspace\python-2025\.venv\Lib\site-packages

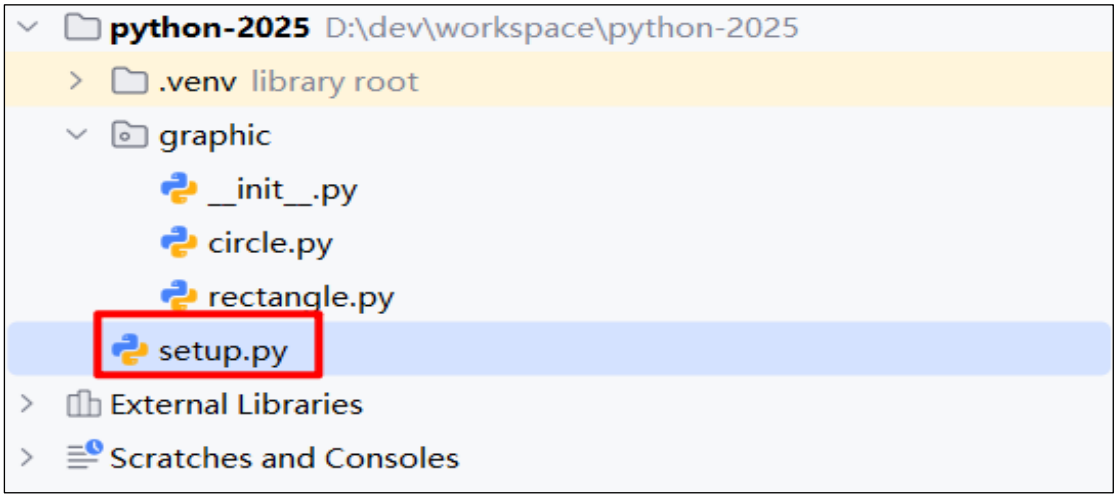
12.10 打包自己的库并安装

1）先安装 setuptools 库

如果不安装 setuptools 库，后续打包时可能会遇到报错 ModuleNotFoundError: No module named 'distutils'，所以可以提前安装 setuptools 库。在命令提示符中执行如下命令：

```
pip install setuptools
```

2）在包外创建一个 setup.py 文件

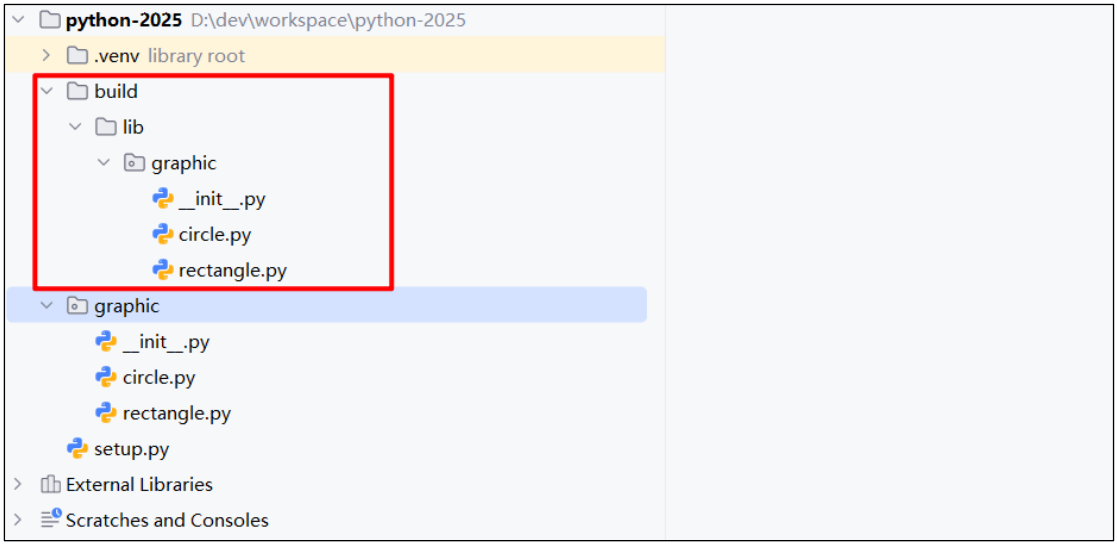


3）setup.py 中添加如下内容

```
from distutils.core import setup

setup(
    name="graphic",  # 需要打包的名字
    version="1.0",  # 版本
    py_modules=["graphic.circle", "graphic.rectangle"],  # 需要打包的模块
)
```

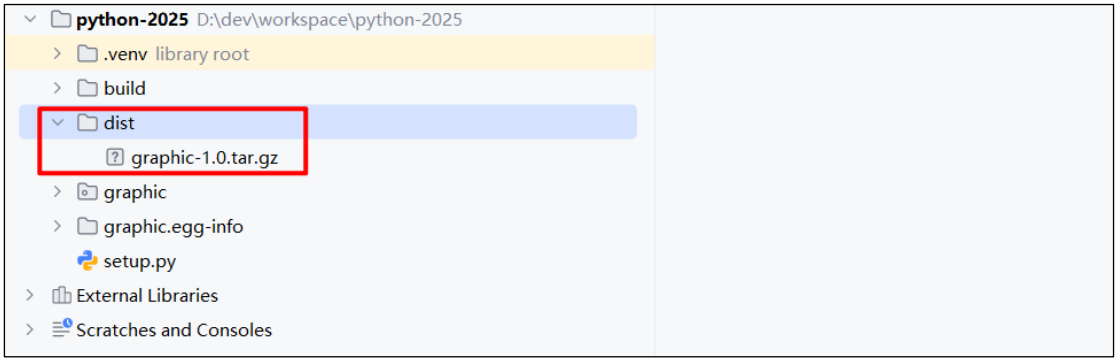
4）在 setup.py 同级目录下进行构建

```
C:\Users\fuxiaofeng>pip install setuptools
Collecting setuptools
  Downloading setuptools-75.8.0-py3-none-any.whl.metadata (6.7 kB)
Downloading setuptools-75.8.0-py3-none-any.whl (1.2 MB)
   ---------------------------------------- 1.2/1.2 MB 4.1 MB/s eta 0:00:00
Installing collected packages: setuptools
Successfully installed setuptools-75.8.0

C:\Users\fuxiaofeng>pip list
Package            Version
------------------ ----------
certifi            2024.12.14
charset-normalizer 3.4.1
idna               3.10
pip                24.3.1
setuptools         75.8.0
urllib3            2.3.0

C:\Users\fuxiaofeng>d: && cd D:\dev\workspace\python-2025

D:\dev\workspace\python-2025>python setup.py build

D:\dev\workspace\python-2025>
```



5）也可以生成压缩包

```
python setup.py sdist
```

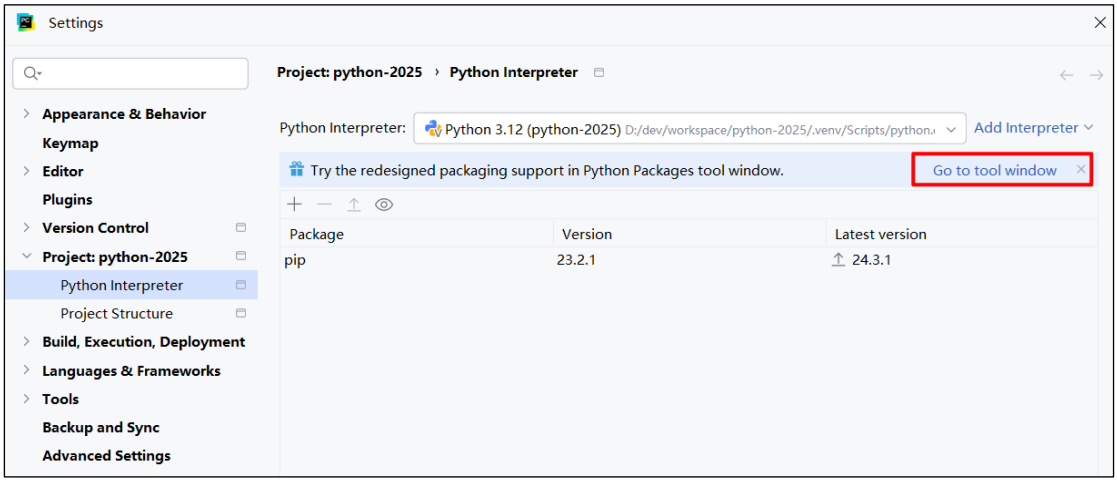


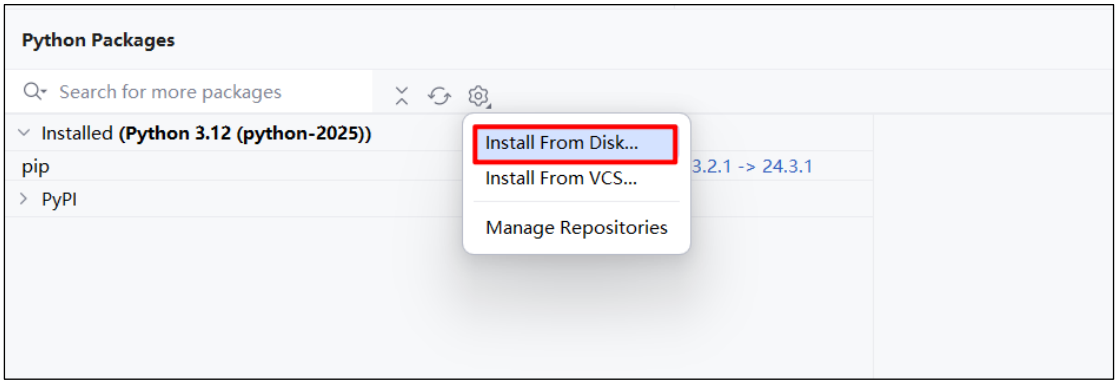
6）pip 命令安装自己打的库

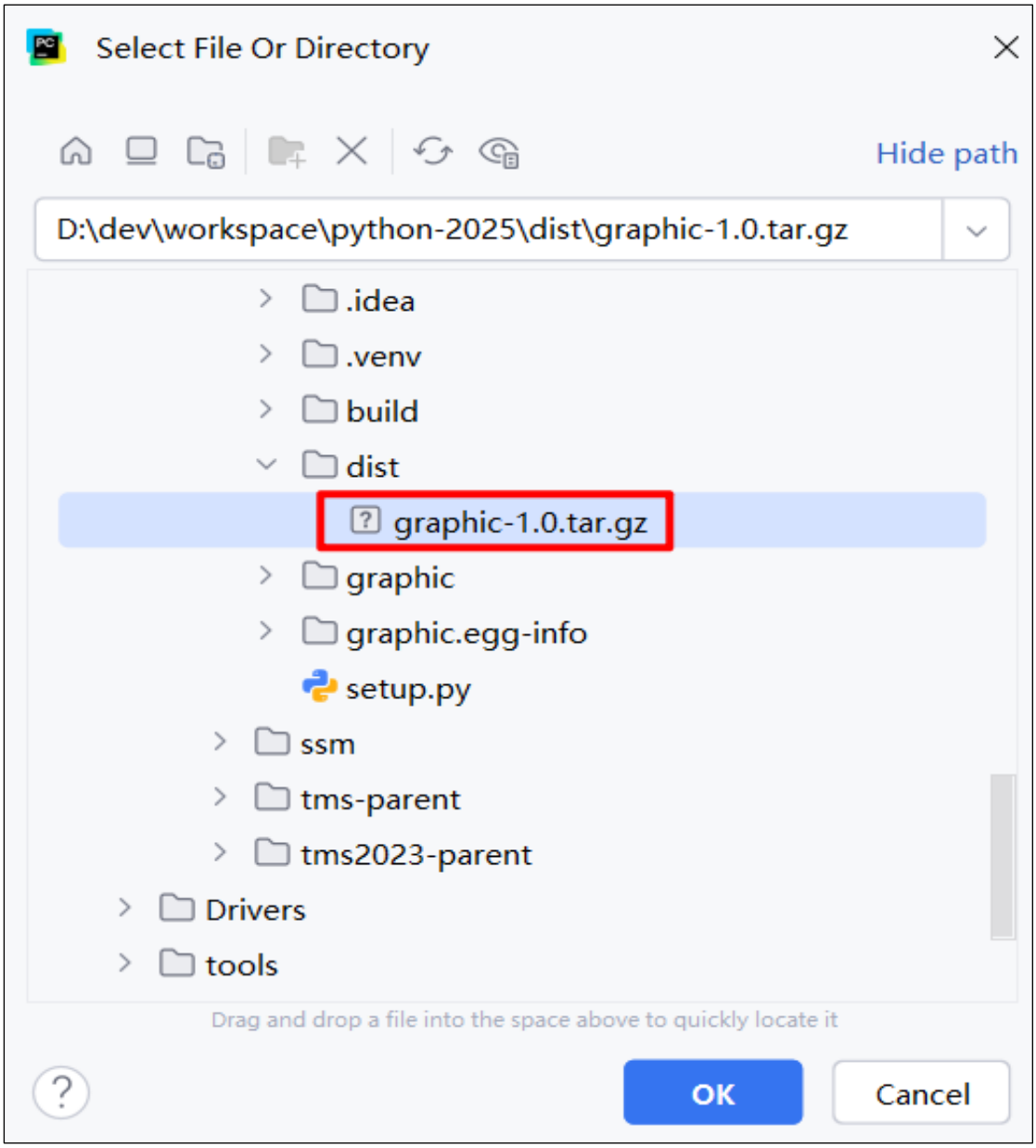
```
pip install path_to_your_package/dist/your_package_name-0.1.tar.gz
```

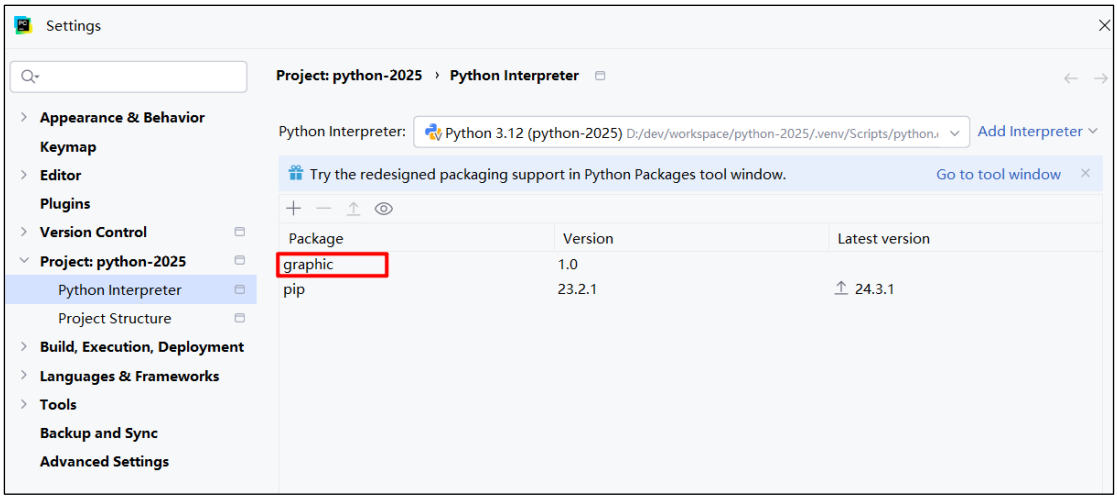
```
D:\dev\workspace\python-2025>pip list
Package            Version
------------------ ----------
certifi            2024.12.14
charset-normalizer 3.4.1
idna               3.10
pip                24.3.1
setuptools         75.8.0
urllib3            2.3.0

D:\dev\workspace\python-2025>pip install D:\dev\workspace\python-2025\dist\graphic-1.0.tar.gz
Processing d:\dev\workspace\python-2025\dist\graphic-1.0.tar.gz
  Installing build dependencies ... done
  Getting requirements to build wheel ... done
  Preparing metadata (pyproject.toml) ... done
Building wheels for collected packages: graphic
  Building wheel for graphic (pyproject.toml) ... done
  Created wheel for graphic: filename=graphic-1.0-py3-none-any.whl size=1626 sha256=11717f322b60c8c86b38db7ade8036be460ebf53bc52404dc54eded27
1e99bd0
  Stored in directory: c:\users\fuxiaofeng\appdata\local\pip\cache\wheels\01\4f\7a\f58dcbdef82436609286998eae1506f90a259aad0836bc814b
Successfully built graphic
Installing collected packages: graphic
Successfully installed graphic-1.0

D:\dev\workspace\python-2025>pip list
Package            Version
------------------ ----------
certifi            2024.12.14
charset-normalizer 3.4.1
graphic            1.0
idna               3.10
pip                24.3.1
setuptools         75.8.0
urllib3            2.3.0
```

7）Pycharm 安装自己打的包库


Settings
Project: python-2025 › Python Interpreter
Appearance & Behavior
Keymap
Editor
Plugins
Version Control
Project: python-2025
Python Interpreter
Project Structure
Build, Execution, Deployment
Languages & Frameworks
Tools
Backup and Sync
Advanced Settings
Python Interpreter: Python 3.12 (python-2025) D:/dev/workspace/python-2025/.venv/Scripts/python.
Add Interpreter
Try the redesigned packaging support in Python Packages tool window.
Go to tool window
Package
Version
Latest version
pip
23.2.1
24.3.1


Python Packages
Search for more packages
Installed (Python 3.12 (python-2025))
pip
PyPI
3.2.1 -> 24.3.1
Install From Disk...
Install From VCS...
Manage Repositories





第 13 章 Python 高级语法

13.1 浅拷贝与深拷贝

- 直接赋值：对象的引用（别名），不产生拷贝。
- 浅拷贝：拷贝父对象，不会拷贝对象的内部的子对象。拷贝后只有第一层是独立的。
- 深拷贝：完全拷贝了父对象及其子对象。拷贝后所有层都是独立的。

13.1.1 如何浅拷贝

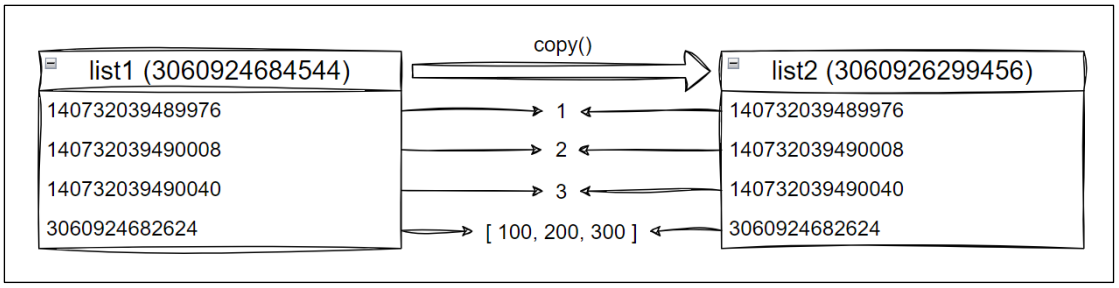
- 切片操作（如 **[:]**）。
- 使用工厂函数（如 **list() / set()**）。
- 使用 **copy** 模块的 **copy()** 函数。

13.1.2 案例

（1）创建一个列表，其中包含整型和列表元素，使用 **copy()** 对其浅拷贝。使用 **id()** 查看列表地址和列表中各个元素的地址。

```
import copy

list1 = [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
print(id(list1), id(list1[0]), id(list1[1]), id(list1[2]),
id(list1[3]), list1)
# 3060924684544 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [1, 2, 3, [100, 200, 300]]

list2 = copy.copy(list1)
print(id(list2), id(list2[0]), id(list2[1]), id(list2[2]),
id(list2[3]), list2)
# 3060926299456 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
```

可以看到拷贝后新的列表地址改变了，但列表中各个元素还是同一地址。

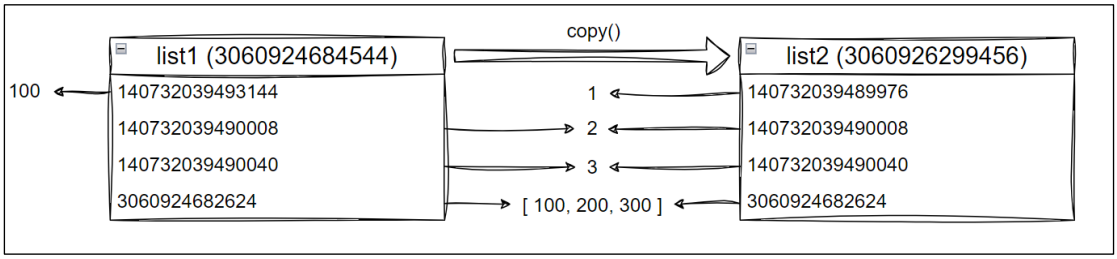


（2）修改 list1[0] 整型元素

```
list1[0] = 100  # 修改 list1[0]整型元素
```

```
print(id(list1), id(list1[0]), id(list1[1]), id(list1[2]),
id(list1[3]), list1)
# 3060924684544 140732039493144 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [100, 2, 3, [100, 200, 300]]

print(id(list2), id(list2[0]), id(list2[1]), id(list2[2]),
id(list2[3]), list2)
# 3060926299456 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
```

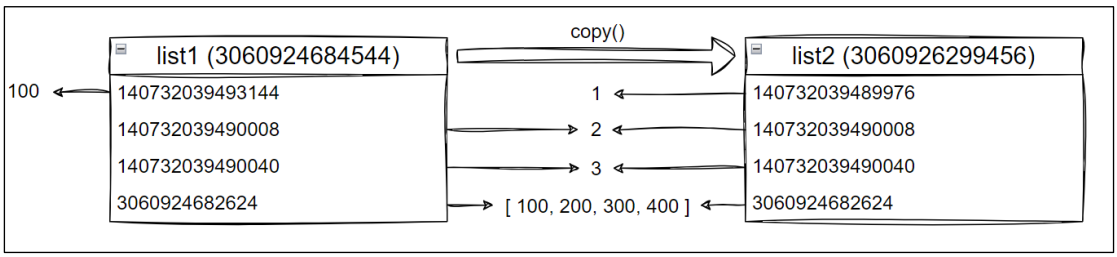
list[0] 为不可变类型元素，因此可以看到 list[0] 指向了新的引用。



（3）修改 list[3] 列表元素

```
list1[3].append(400)  # 修改 list1[3]列表元素，向列表中添加新值

print(id(list1), id(list1[0]), id(list1[1]), id(list1[2]),
id(list1[3]), list1)
# 3060924684544 140732039493144 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [100, 2, 3, [100, 200, 300, 400]]

print(id(list2), id(list2[0]), id(list2[1]), id(list2[2]),
id(list2[3]), list2)
# 3060926299456 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [1, 2, 3, [100, 200, 300, 400]]
```

list[3] 为可变类型元素，修改不会产生新对象。



13.1.3 如何深拷贝

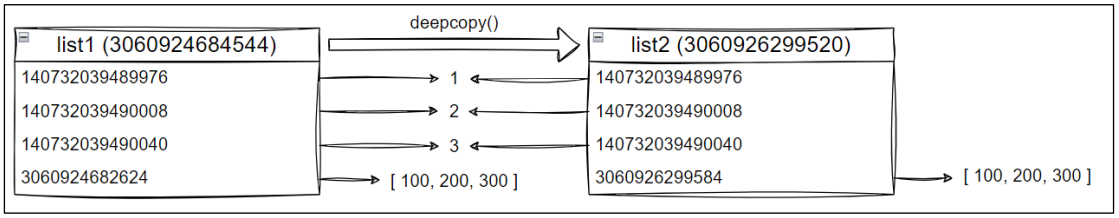
使用 copy 模块的 deepcopy() 函数。

13.1.4 案例

（1）创建一个列表，其中包含整型和列表元素，使用 **deepcopy()** 对其深拷贝。使用 **id()** 查看列表地址和列表中各个元素的地址。

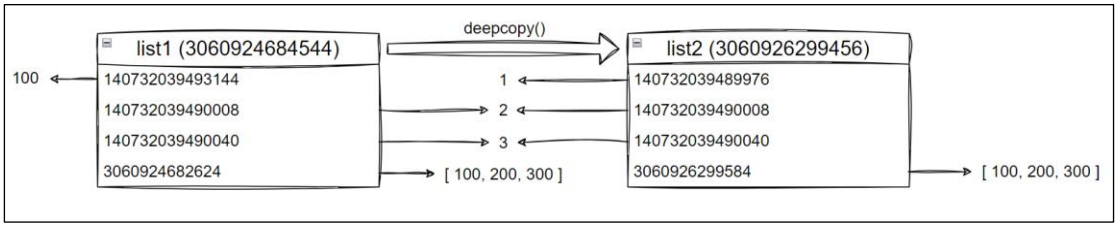
```
import copy

list1 = [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
print(id(list1), id(list1[0]), id(list1[1]), id(list1[2]),
id(list1[3]), list1)
# 3060924684544 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [1, 2, 3, [100, 200, 300]]

list3 = copy.deepcopy(list1)
print(id(list3), id(list3[0]), id(list3[1]), id(list3[2]),
id(list3[3]), list3)
# 3060926299520 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060926299584 [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
```

可以看到拷贝后，新的列表地址与列表中各个可变类型元素的地址都发生了改变，不可变类型元素拷贝后地址不变。



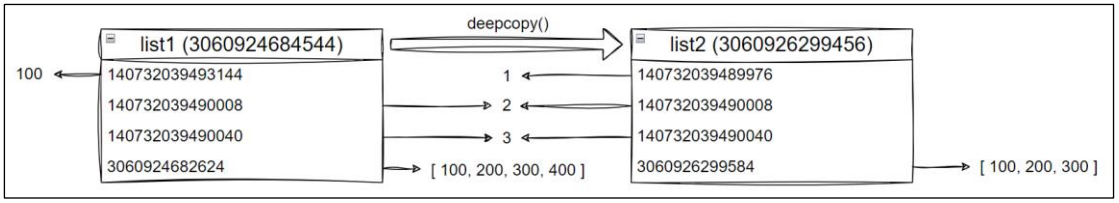
（2）修改 list1[0] 整型元素

```
list1[0] = 100  # 修改 list1[0]整型元素

print(id(list1), id(list1[0]), id(list1[1]), id(list1[2]),
id(list1[3]), list1)
# 3060924684544 140732039493144 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [100, 2, 3, [100, 200, 300]]

print(id(list3), id(list3[0]), id(list3[1]), id(list3[2]),
id(list3[3]), list3)
# 3060926299520 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060926299584 [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
```



（3）修改 list[3] 列表元素

```
list1[3].append(400)  # 修改 list1[3]列表元素，向列表中添加新值

print(id(list1), id(list1[0]), id(list1[1]), id(list1[2]),
id(list1[3]), list1)
# 3060924684544 140732039493144 140732039490008 140732039490040
3060924682624 [100, 2, 3, [100, 200, 300, 400]]

print(id(list3), id(list3[0]), id(list3[1]), id(list3[2]),
id(list3[3]), list3)
# 3060926299520 140732039489976 140732039490008 140732039490040
3060926299584 [1, 2, 3, [100, 200, 300]]
```



13.1.5 拷贝的特殊情况

（1）非容器类型（如数字、字符串、和其他“原子”类型的对象）无法拷贝

```
import copy

var1 = 1
print(id(var1), var1)  # 140732039489976 1

var2 = copy.copy(var1)
print(id(var2), var2)  # 140732039489976 1

var3 = copy.deepcopy(var1)
print(id(var3), var3)  # 140732039489976 1
```

（2）元组变量如果只包含原子类型对象，则不能对其深拷贝

```
import copy

tuple1 = (1, 2, 3)  # 元组只包含原子类型对象
print(id(tuple1), tuple1)  # 1653947230848 (1, 2, 3)

tuple2 = copy.deepcopy(tuple1)
print(id(tuple2), tuple2)  # 1653947230848 (1, 2, 3)


tuple1 = (1, 2, 3, [])  # 元组不只包含原子类型对象
print(id(tuple1), tuple1)  # 1653947152432 (1, 2, 3, [])
```

```
tuple2 = copy.deepcopy(tuple1)
print(id(tuple2), tuple2)  # 1653947148912 (1, 2, 3, [])
```

13.2 迭代器

迭代是是遍历容器中元素的一种方式，而迭代器是一个可以记住遍历的位置的对象。迭代器对象从容器的第一个元素开始访问，直到所有的元素被访问完结束。迭代器只能往前不会后退。字符串，列表或元组对象都可用于创建迭代器。

13.2.1 可迭代对象

1）什么是可迭代对象

我们发现大多数容器对象都可以使用 for 语句：

```
import os


for element in [1, 2, 3]:
    print(element)
for element in (1, 2, 3):
    print(element)
for key in {"one": 1, "two": 2}:
    print(key)
for char in "123":
    print(char)

with open("myfile.txt", "w") as f:
    f.write("H\ne\nl\nl\no\n \nW\no\nr\nl\nd\n")
for line in open("myfile.txt"):
    print(line, end="")
os.remove("myfile.txt")
```

可以直接作用于 **for** 循环的数据类型有以下几种：

- 容器，如 **list** 、 **tuple** 、 **dict** 、 **set** 、 **str** 等。
- **generator** ，包括生成器和带 **yield** 的 generator function。

这些可以直接作用于 **for** 循环的对象统称为可迭代对象：Iterable。

2）判断是否是可迭代对象（Iterable）

```
from collections.abc import Iterable

print(isinstance([], Iterable))  # True
print(isinstance((), Iterable))  # True
print(isinstance(set(), Iterable))  # True
print(isinstance({}, Iterable))  # True
```

```
print(isinstance("100", Iterable))  # True
print(isinstance(100, Iterable))  # False
```

3）判断是否是迭代器（Iterator）

```
from collections.abc import Iterator

print(isinstance([], Iterator))  # False
print(isinstance((), Iterator))  # False
print(isinstance(set(), Iterator))  # False
print(isinstance({}, Iterator))  # False
print(isinstance("100", Iterator))  # False
print(isinstance((x for x in range(10)), Iterator))  # True
```

13.2.2 使用迭代器

迭代器有两个基本的方法：**iter()** 和 **next()**。

在容器对象上使用 **for** 语句时，在幕后，**for** 语句会在容器对象上调用 **iter()**。该函数返回一个定义了 **__next__()** 方法的迭代器对象，此方法将逐一访问容器中的元素。当元素用尽时，**__next__()** 将引发 **StopIteration** 异常来通知终止 **for** 循环。 你可以使用 **next()** 内置函数来调用 **__next__()** 方法。

我们可以使用 **iter()** 获取一个可迭代对象的迭代器，并使用 **next()** 遍历迭代器：

```
list = [1, 2, 3]
it = iter(list)  # 创建迭代器对象
print(next(it))  # 输出迭代器的下一个元素,1
print(next(it))  # 2
print(next(it))  # 3
print(next(it))  # StopIteration
```

也可以使用 for 来遍历迭代器：

```
list = [1, 2, 3]
it = iter(list)  # 创建迭代器对象
for i in it:
    print(i)
```

13.2.3 创建迭代器

了解了迭代器协议背后的机制后，就可以为类添加迭代器行为了。定义 **__iter__()** 方法用于返回一个带有 **__next__()** 方法的对象。如果类已定义了 **__next__()**，那么 **__iter__()** 可以简单地返回 **self**。

```
class Reverse:
    """对一个序列执行反向循环的迭代器。"""

    def __init__(self, data):
```

```
        self.data = data
        self.index = len(data)

    def __iter__(self):
        return self

    def __next__(self):
        if self.index == 0:
            raise StopIteration
        self.index = self.index - 1
        return self.data[self.index]


rev = Reverse([2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19])
iter(rev)
for char in rev:
    print(char)
```

13.3 生成器

13.3.1 什么是生成器

生成器（**generator**）是一个用于创建迭代器的简单而强大的工具。它的写法类似于标准的函数，但当它要返回数据时会使用 **yield** 语句。当在生成器函数中使用 **yield** 语句时，函数的执行将会暂停，并将 **yield** 后的表达式作为当前迭代的值返回。

每次调用生成器的 **next()** 方法或使用 **for** 循环进行迭代时，函数会从上次暂停的地方继续执行（它会记住上次执行语句时的所有数据值），直到再次遇到 **yield** 语句。这样，生成器函数可以逐步产生值，而不需要一次性计算并返回所有结果。

生成器函数的优势是它们可以按需生成值，避免一次性生成大量数据并占用大量内存。此外，生成器还可以与其他迭代工具（如 **for** 循环）无缝配合使用，提供简洁和高效的迭代方式。

13.3.2 创建生成器

1）使用推导式创建生成器

```
generator = (x for x in range(5))  # 创建生成器
print(generator)  # <generator object <genexpr> at 0x0000026C2066CB80>
for x in generator:
    print(x)
```

2）使用函数创建生成器

```
def fibo():  # 斐波那契数列
```

```
    a, b = 0, 1
    while True:
        yield b
        a, b = b, a + b


f = fibo()
print(next(f))  # 1
print(next(f))  # 1
print(next(f))  # 2
print(next(f))  # 3
print(next(f))  # 5
```

如果我们要获取生成器中 **return** 的值，我们需要捕获 **StopIteration** 异常：

```
def fibo(n):  # 斐波那契数列
    a, b, counter = 0, 1, 0
    while counter < n:
        yield b
        a, b, counter = b, a + b, counter + 1
    return "done"


f = fibo(10)
try:
    while True:
        print(next(f))
except StopIteration as result:
    print("StopIteration", result)  # StopIteration done
```

13.3.3 send()

1）向生成器发送值

恢复执行并向生成器函数“发送”一个值。这个值作为当前 yield 表达式的结果。**send()** 方法会返回生成器所产生的下一个值，或者如果生成器没有产生下一个值就退出则会引发 **StopIteration**。

使用 send() 发送任务 id，使生成器交替执行两个任务：

```
def gen():
    task_id = 0
    int_value = 0
    char_value = "A"
    while True:
        # task_id 为 0 则 int_value +1，task_id 为 1 则 char_value +1
        match task_id:
            case 0:
```

```
                task_id = yield int_value  # 返回 int_value，并接收 send()
发送来的值给 task_id
                int_value += 1
            case 1:
                task_id = yield char_value  # 返回 char_value，并接收
send() 发送来的值给 task_id
                char_value = chr(ord(char_value) + 1)
            case _:
                task_id = yield  # 返回 None


g = gen()
print(next(g))  # 0
print(g.send(1))  # A
print(g.send(0))  # 1
print(g.send(1))  # B
print(g.send(0))  # 2
```

2）使用 send(None) 启动生成器

当调用 **send()** 来启动生成器时，它必须以 **None** 作为调用参数，因为这时没有可以接收值的 **yield** 表达式。

```
def gen():
    task_id = 0
    int_value = 0
    char_value = "A"
    while True:
        # task_id 为 0 则 int_value +1，task_id 为 1 则 char_value +1
        match task_id:
            case 0:
                task_id = yield int_value  # 返回 int_value，并接收 send()
发送来的值给 task_id
                int_value += 1
            case 1:
                task_id = yield char_value  # 返回 char_value，并接收
send() 发送来的值给 task_id
                char_value = chr(ord(char_value) + 1)
            case _:
                task_id = yield  # 返回 None


g = gen()
print(g.send(None))  # 0
print(g.send(1))  # A
print(g.send(0))  # 1
```

13.4 命名空间

13.4.1 什么是命名空间

命名空间（Namespace）是从名称到对象的映射，现在，大多数命名空间都使用 Python 字典实现。各个命名空间是独立的，没有任何关系的，所以一个命名空间中不能有重名，但不同的命名空间是可以重名而没有任何影响。

13.4.2 三种命名空间

一般有三种命名空间，在不同时刻创建，且拥有不同的生命周期：

1）内置名称

内置名称的命名空间是在 Python 解释器启动时创建的，永远不会被删除。

2）一个模块的全局名称

模块的全局命名空间在读取模块定义时创建。通常，模块的命名空间也会持续到解释器退出。

从脚本文件读取或交互式读取的，由解释器顶层调用执行的语句，是 __main__ 模块调用的一部分，也拥有自己的全局命名空间。

内置名称实际上也在模块里，即 builtins。

3）一个函数调用中的局部名称

函数的局部命名空间在函数被调用时被创建，并在函数返回或抛出未在函数内被处理的异常时被删除（实际上，用“遗忘”来描述实际发生的情况会更好一些）。当然，每次递归调用都有自己的局部命名空间。

13.5 作用域

13.5.1 什么是作用域

一个命名空间的作用域是 Python 代码中的一段文本区域，从这个区域可直接访问该命名空间。

13.5.2 四种作用域

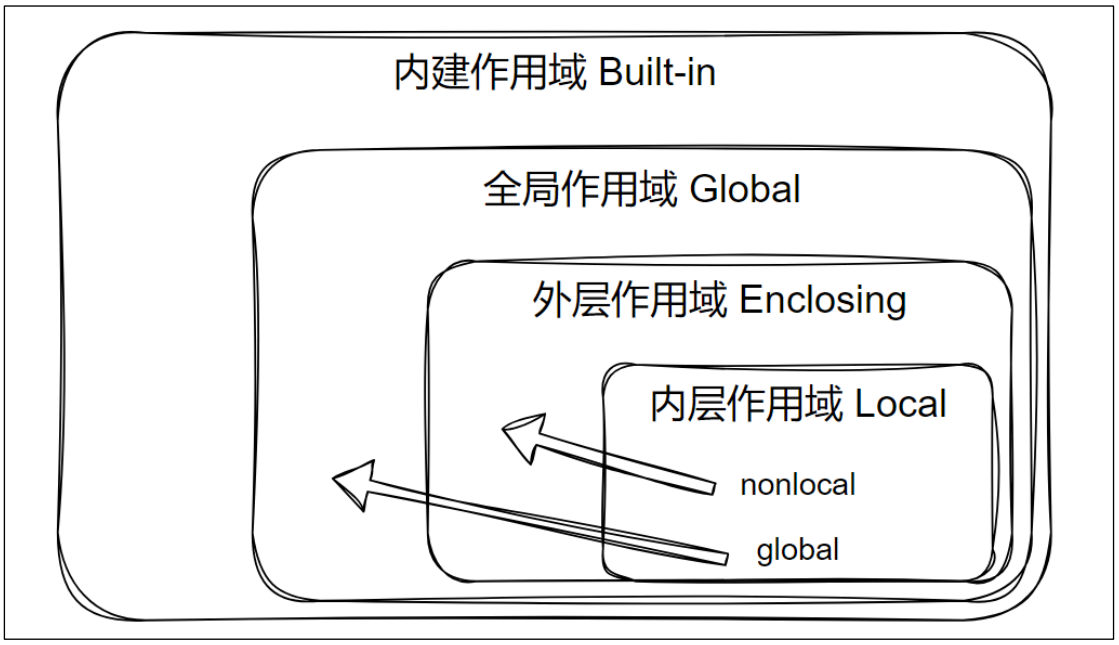
- 最内层作用域（**Local**），包含局部名称，并首先在其中进行搜索
- 那些外层闭包函数的作用域（**Enclosing**）：包含“非局部、非全局”的名称，从最靠内层的那个作用域开始，逐层向外搜索。

- 倒数第二层作用域（**Global**）：包含当前模块的全局名称
- 最外层（最后搜索）的作用域（**Built-in**）：是内置名称的命名空间

global 语句用于表明特定变量在全局作用域里，并应在全局作用域中重新绑定。

nonlocal 语句表明特定变量在外层作用域中，并应在外层作用域中重新绑定。

在最内层作用域访问全局作用域或外层作用域的变量时，若不使用 **global** 或 **nonlocal** 语句，这些变量将为只读，尝试写入这样的变量将在最内层作用域中创建一个新的局部变量，而使得同名的外部变量保持不变。



13.6 闭包

13.6.1 什么是闭包

当调用的函数执行完毕后，函数内的变量就会被销毁。但有时希望在调用函数后函数内的数据能够保存下来重复使用，这时候可以用到闭包。闭包可以避免使用全局值，并提供某种形式的数据隐藏。

构建闭包的条件：

- 外部函数内定义一个内部函数。
- 内部函数用到外部函数中的变量。
- 外部函数将内部函数作为返回值。

13.6.2 使用闭包

```
# 构建闭包
```

```
def linear(a, b):
    def inner(x):
        return a * x + b

    return inner


y1 = linear(1, 1)
print(y1)  # <function linear.<locals>.inner at 0x00000291279D19E0>
print(y1(5))  # 6
```

将调用 linear() 后返回的函数对象赋值给 y1，虽然 linear() 函数已经执行完毕，但是我们调用 y1() 时，y1() 仍然记得 linear() 中 a 和 b 的值。

13.6.3 查看闭包中的值

所有函数对象都有一个 **__closure__** 属性，如果它是一个闭包函数，则该属性返回单元格对象的元组。

```
def linear(a, b):
    def inner(x):
        return a * x + b

    return inner


y1 = linear(1, 2)
objects = y1.__closure__
print(objects)
print(objects[0].cell_contents)  # 1
print(objects[1].cell_contents)  # 2
```

13.7 装饰器

13.7.1 什么是装饰器

装饰器允许在不修改原有函数代码的基础上，动态地增加或修改函数的功能。装饰器本质上是一个接收函数作为输入并返回一个新的包装过后的函数的对象。

13.7.2 使用装饰器

1）语法

```
def decorator(func):
    def inner(参数):
        # 添加功能
        func(参数)
```

```
        # 添加功能

    return inner
```

decorator 是一个装饰器函数，它接受一个函数 func 作为参数，并返回一个内部函数 inner。在 inner 函数内部，我们可以执行一些额外的操作，然后调用原始函数 func，并返回其结果。

2）闭包实现装饰器

```
from math import sqrt


def func(x):
    """开根号"""
    return sqrt(x)


def decorator(f):
    def inner(x):
        x = abs(x)  # 求 x 的绝对值
        return f(x)

    return inner


func = decorator(func)
print(func(-4))  # 2.0
```

3）@decorator 使用装饰器

当我们使用 @decorator 前缀在 func 定义前，Python 会自动将 func 作为参数传递给 decorator，然后将返回的 inner 函数替换掉原来的 func。

```
from math import sqrt


def decorator(f):
    def inner(x):
        x = abs(x)  # 求 x 的绝对值
        return f(x)

    return inner


@decorator
def func(x):
    """开根号"""
```

```
    return sqrt(x)


print(func(-4))  # 2.0
```

13.7.3 多层装饰器

多个装饰器的装饰过程：离函数最近的装饰器先装饰，然后外面的装饰器再进行装饰。

```
from math import sqrt


# 将参数转化为整型
def get_integer(f):
    def inner(x):
        x = int(x)
        return f(x)

    return inner


# 将参数转换为非负数
def get_absolute(f):
    def inner(x):
        x = abs(x)
        return f(x)

    return inner


@get_integer
@get_absolute
def func(x):
    """开根号"""
    return sqrt(x)


print(func("-4"))  # 2.0
```

13.7.4 带参数的装饰器

```
from math import sqrt


# 求根号 n 次
def times(n):
    # 将参数转换为非负数
    def get_absolute(f):
```

```
        def inner(x):
            x = abs(x)
            for i in range(n):
                x = f(x)
            return x

        return inner

    return get_absolute


@times(2)
def func(x):
    """开根号"""
    return sqrt(x)


print(func(-16))  # 2.0
```

13.7.5 类装饰器

类装饰器是包含 **__call__()** 方法的类，它接受函数作为参数，并返回新的函数。

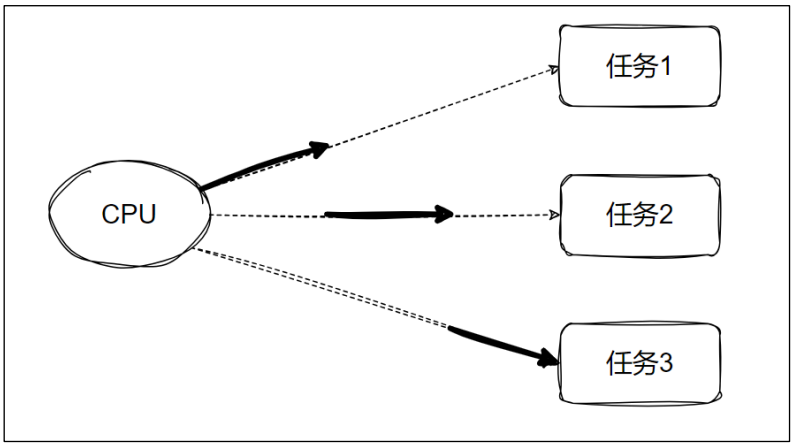
```
from math import sqrt


class DecoratorClass:
    def __init__(self, f):
        self.f = f

    def __call__(self, x):
        x = abs(x)
        return self.f(x)


@DecoratorClass
def func(x):
    """开根号"""
    return sqrt(x)


print(func(-4))  # 2.0
```

第 14 章 进程与线程

14.1 并发与并行

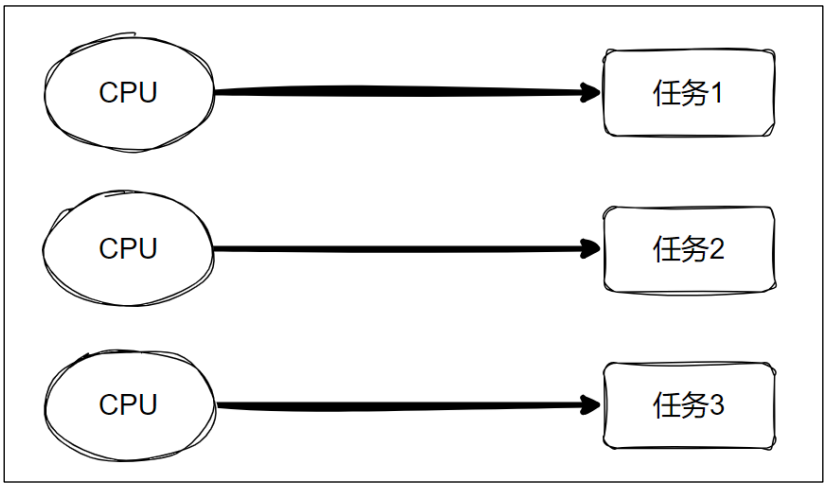
14.1.1 并发

单个 CPU 处理多个任务。各个任务交替执行一段时间。



14.1.2 并行

多个 CPU 同时执行多个任务。



14.2 多进程

14.2.1 什么是进程

进程是操作系统进行资源分配的基本单位。

操作系统中一个正在运行的程序或软件就是一个进程。

每个进程都有自己独立的一块内存空间。

一个进程崩溃后，在保护模式下不会对其他进程产生影响。

多进程是指在操作系统中同时运行多个程序。

14.2.2 使用 multiprocessing.Process 创建进程

Unix/Linux 操作系统提供了一个 **os.fork()** 系统调用，它非常特殊。普通的函数调用，调用一次，返回一次，但是 **fork()** 调用一次，返回两次，因为操作系统自动把当前进程（父进程）复制了一份（子进程），然后，分别在父进程和子进程内返回。

Windows 中没有 **fork()** 调用，不过 Python 提供了一个跨平台的多进程模块 **multiprocessing**。**multiprocessing** 模块提供了一个 **Process** 类来代表一个进程对象。

1）Process 的创建

```
multiprocessing.Process(group=None, target=None, name=None, args=(),
kwargs={}, *, daemon=None)
```

- **group**：应当始终为 **None**，它的存在仅是为了与 **threading.Thread** 兼容。
- **target**：由 **run()** 方法来发起调用的可调用对象，默认为 **None**。
- **name**：进程名称，默认为 **None** 则自动分配。
- **args**：针对目标调用的参数元组。
- **kwargs**：针对目标调用的关键字参数字典。
- **daemon**：是否为守护进程，**True** 或 **False**。默认为 **None** 则继承父进程。

2）Process 的属性和方法与其他常用方法

- **name**：获取进程名称。
- **pid**：获取进程号。
- **daemon**：判断或设置进程是否为守护进程。
- **exitcode**：获取子进程的退出状态码。
- **start()**：启动进程，调用传入 **target** 的对象。**start()** 只能被调用一次。
- **run()**：默认调用传入 **target** 的对象，如果子类化了 **Process**，可以重写此方法来自定义行为。
- **join([timeout])**：阻塞主进程，直到子进程结束或超时。**timeout** 参数可选，意为阻塞多少秒。
- **terminate()**：强制终止子进程。
- **kill()**：杀死进程，与 **terminate()** 类似，但更彻底。
- **is_alive()**：检查进程是否仍在运行。
- **os.getpid()**：获取当前进程编号。
- **os.getppid()**：获取当前进程的父进程编号。

3）案例：同时读写文件

注意：在 Windows 上执行要加上 **if __name__ == "__main__"**。

```
import time
import multiprocessing


# 向文件中写入数据
def write_file():
    with open("test.txt", "a") as f:
        while True:
            f.write("hello world\n")
            f.flush()
            time.sleep(0.5)


# 从文件中读取数据
def read_file():
    with open("test.txt", "r") as f:
        while True:
            time.sleep(0.1)
            print(f.read(1))


if __name__ == "__main__":
    # 创建一个子进程用于写文件
    p1 = multiprocessing.Process(target=write_file)
    # 创建一个子进程用于读文件
    p2 = multiprocessing.Process(target=read_file)
    # 启动子进程
    p1.start()
    # 启动子进程
    p2.start()
```

14.2.3 自定义 Process 子类创建进程

```
import os
import multiprocessing


class Worker(multiprocessing.Process):
    def run(self):
        print("进程 id: ", os.getpid(), "\t 父进程 id: ", os.getppid())


if __name__ == "__main__":
    for i in range(5):
        p = Worker()
```

```
        p.start()
```

14.2.4 进程池

当需要启动大量子进程时，可以使用进程池。

1）进程池的创建

```
multiprocessing.Pool([processes[,initializer[,initargs[,maxtasksperchild[,context]]]]])
```

- **processes**：要使用的工作进程数量。如果 **processes** 为 **None** 则使用 **os.cpu_count()** 所返回的数值。
- **initializer**：如果不为 **None**，则每个工作进程将会在启动时调用 **initializer(*initargs)**。
- **maxtasksperchild**：一个工作进程在它退出或被一个新的工作进程代替之前能完成的任务数量，为了释放未使用的资源。默认的 **maxtasksperchild** 是 **None**，意味着工作进程寿与池齐。
- **context**：可被用于指定启动的工作进程的上下文。通常一个进程池是使用函数 **multiprocessing.Pool()** 或者一个上下文对象的 **Pool()** 方法创建的。

注意：进程池对象的方法只有创建它的进程能够调用。

使用时一般只指定 **processes** 参数。

2）进程池的常用方法

- **apply(func[, args[, kwds]])**：使用 **args** 参数以及 **kwds** 命名参数同步调用 **func**，在返回结果前阻塞。另外 **func** 只会在一个进程池中的一个工作进程中执行。
- **apply_async(func[, args[, kwds[, callback[, error_callback]]]])**：使用 **args** 参数以及 **kwds** 命名参数异步调用 **func**，并立即返回一个 **AsyncResult** 对象，不会阻塞。可以通过 **callback** 获取结果和通过 **error_callback** 处理异常。
- **close()**：阻止后续任务提交到进程池，当所有任务执行完成后，工作进程会退出。
- **terminate()**：不必等待未完成的任务，立即停止工作进程。当进程池对象被垃圾回收时，会立即调用 **terminate()**。
- **join()**：阻塞主进程，等待工作进程结束。调用 **join()** 前必须先调用 **close()** 或者 **terminate()**。

3）案例

```
import os
import time
```

```
import multiprocessing


# 打印 10 个数字,每次间隔 0.5 秒
def func():
    for i in range(10):
        print(os.getpid(), i)
        time.sleep(0.5)


if __name__ == "__main__":
    # 指定进程池大小
    process_num = 5
    pool = multiprocessing.Pool(process_num)
    for p in range(process_num):
        # 阻塞式
        # pool.apply(func)
        # 非阻塞式
        pool.apply_async(func)
    pool.close()
    pool.join()
    print("end")
```

14.2.5 进程间通信

1）进程间不共享全局变量

子进程向传入的列表中添加元素，最终发现主进程与子进程之间的列表结果不同：

```
import os
import multiprocessing


# 向 list1 中添加 10 个元素
def func(list1):
    for i in range(10):
        list1.append(i)
        print(os.getpid(), list1)


if __name__ == "__main__":
    list1 = []
    p1 = multiprocessing.Process(target=func, args=(list1,))
    p2 = multiprocessing.Process(target=func, args=(list1,))
    p1.start()
    p2.start()
    p1.join()
```

```
    p2.join()
    print(os.getpid(), list1)
```

2）使用 Queue 通信

Pytho 的 **multiprocessing** 模块包装了底层的机制，提供了 **Queue**、**Pipes** 等多种方式来交换数据。

multiprocessing.Queue([maxsize]) 返回一个使用一个管道和少量锁和信号量实现的共享队列（先进先出）实例。当一个进程将一个对象放进队列中时，一个写入线程会启动并将对象从缓冲区写入管道中。默认队列是无限大小的，可以通过 **maxsize** 参数限制。

（1）**Queue** 的常用方法

- **qsize()**：返回队列的大致长度。由于多线程或者多进程的上下文，这个数字是不可靠的。
- **empty()**：如果队列是空的返回 **True**。由于多线程或多进程的环境，该状态是不可靠的。
- **full()**：如果队列是满的返回 **True**。由于多线程或多进程的环境，该状态是不可靠的。
- **put(obj[, block[, timeout]])**：将 **obj** 放入队列。如果可选参数 **block** 是 **True**（默认值）而且 **timeout** 是 **None**（默认值），将会阻塞当前进程，直到有空的缓冲槽。如果 **timeout** 是正数，将会在阻塞了最多 **timeout** 秒之后还是没有可用的缓冲槽时抛出 **queue.Full** 异常。反之（**block** 是 **False** 时），仅当有可用缓冲槽时才放入对象，否则抛出 **queue.Full** 异常（在这种情形下 **timeout** 参数会被忽略）。
- **put_nowait(obj)**：相当于 **put(obj, False)**。
- **get([block[, timeout]])**：从队列中取出并返回对象。如果可选参数 **block** 是 **True**（默认值）而且 **timeout** 是 **None**（默认值），将会阻塞当前进程，直到队列中出现可用的对象。如果 **timeout** 是正数，将会在阻塞了最多 **timeout** 秒之后还是没有可用的对象时抛出 **queue.Empty** 异常。反之（**block** 是 **False** 时），仅当有可用对象能够取出时返回，否则抛出 **queue.Empty** 异常（在这种情形下 **timeout** 参数会被忽略）。
- **get_nowait()**：相当于 **get(False)**。

（2）案例：两个进程分别读写 Queue

```
import time
import random
import multiprocessing
```

```
# 间隔随机时间向 queue 中放入随机数
def func1(queue):
    while True:
        queue.put(random.randint(1, 50))
        time.sleep(random.random())


# 从 queue 中取出数据
def func2(queue):
    while True:
        print("=" * queue.get())


if __name__ == "__main__":
    queue = multiprocessing.Queue()
    p1 = multiprocessing.Process(target=func1, args=(queue,))
    p2 = multiprocessing.Process(target=func2, args=(queue,))
    p1.start()
    p2.start()
    p1.join()
    p2.join()
```

3）进程池之间使用 Manager().Queue 通信

```
import time
import random
import multiprocessing


# 间隔随机时间向 queue 中放入随机数
def func1(queue):
    while True:
        queue.put(random.randint(1, 50))
        time.sleep(random.random())


# 从 queue 中取出数据
def func2(queue):
    while True:
        print("=" * queue.get())


if __name__ == "__main__":
    queue = multiprocessing.Manager().Queue()
    pool = multiprocessing.Pool(2)
```

```
    pool.apply_async(func1, (queue,))
    pool.apply_async(func2, (queue,))
    pool.close()
    pool.join()
```

14.3 多线程

14.3.1 什么是线程

线程是处理器任务调度和执行的基本单位。

一个进程至少有一个线程，也可以运行多个线程。

多个线程之间可共享数据。

线程运行出错异常后，如果没有捕获，会导致整个进程崩溃。

多线程是指在同一进程中同时执行多个任务。

14.3.2 使用 threading.Thread 创建线程

Python 的标准库提供了两个模块：**_thread** 和 **threading**，**_thread** 是低级模块，**threading** 是高级模块，对 **_thread** 进行了封装。绝大多数情况下，我们只需要使用 **threading** 这个高级模块。

1）Thread 的创建

```
threading.Thread(group=None, target=None, name=None, args=(),
kwargs={}, *, daemon=None)
```

- **group**：应为 **None**，保留给将来实现 **ThreadGroup** 类的扩展使用。
- **target**：用于 **run()** 方法调用的可调用对象。默认是 **None**，表示不需要调用任何方法。
- **name**：线程名称。 在默认情况下，会以 “Thread-N” 的形式构造唯一名称，其中 N 为一个较小的十进制数值，或是 "Thread-N (target)" 的形式，其中 “target” 为 **target.__name__**，如果指定了 **target** 参数的话。
- **args**：用于发起调用目标函数的参数列表或元组。 默认为 ()。
- **kwargs**：用于调用目标函数的关键字参数字典。默认是 {}。
- **daemon**：**True** 或 **False** 来设置该线程是否为守护模式。如果是 **None**（默认值），线程将继承当前线程的守护模式属性。

2）Thread 的属性和方法与其他常用方法

- **name**：线程的名称。

- **daemon**：线程是否为守护线程。
- **ident**：线程标识符。
- **native_id**：此线程的线程 id（tid），由 OS（内核）分配。
- **start()**：启动线程，调用线程的 run() 方法。
- **run()**：定义线程的行为，默认调用传入的 target 对象。
- **join**([timeout=None])：阻塞主线程，直到当前线程运行完成或达到超时时间。
- **is_alive**()：线程是否在运行。
- **threading.enumerate**()：查看都有哪些线程。
- **threading.current_thread**()：返回当前线程实例。

3）案例：两线程分别交替打印

```
import time
import threading


# 交替打印 00000 和 11111
def func():
    flag = 0
    while True:
        print(threading.current_thread().name, f"{flag}" * 5)
        flag = flag ^ 1  # 替换 0 和 1
        time.sleep(0.5)


if __name__ == "__main__":
    t1 = threading.Thread(target=func, name="线程 1")
    t2 = threading.Thread(target=func, name="线程 2")
    t1.start()
    t2.start()
```

14.3.3 自定义 Thread 子类创建线程

```
import time
import threading


class Worker(threading.Thread):
    def __init__(self, name):
        super().__init__()
        self.name = name

    def run(self):
```

```
        flag = 0
        while True:
            print(f"\r{self.name}:{str(flag)*5}", end="")
            flag = flag ^ 1  # 替换 0 和 1
            time.sleep(0.2)


if __name__ == "__main__":
    t1 = Worker("线程 1")
    t2 = Worker("线程 2")
    t1.start()
    t2.start()
```

14.3.4 线程池

ThreadPoolExecutor 是 **concurrent.futures** 模块中的线程池实现，它允许我们轻松地提交任务到线程池，并管理任务的执行和结果。

1）线程池的创建

```
concurrent.futures.ThreadPoolExecutor(max_workers=None,
thread_name_prefix="", initializer=None, initargs=())
```

- **max_workers：**线程池的最大线程数（默认取决于系统资源）。
- **thread_name_prefix：**线程名称前缀。
- **initializer：**可选的初始化函数。
- **initargs：**传递给初始化函数的参数。

2）线程池的常用方法

- **submit(fn, *args, **kwargs)：**提交一个任务到线程池，返回一个 **Future** 对象。可使用 **Future.result()** 获取任务结果。
- **map(func, *iterables, timeout=None, chunksize=1)：**类似于内置的 **map()** 函数，但在线程池中并行执行。**Iterables** 为可迭代对象，传递给目标函数。**chunksize** 对 **ThreadPoolExecutor** 没有效果。
- **shutdown(wait=True, cancel_futures=False)：**关闭线程池，等待所有任务完成。**wait** 表示是否等待线程池中的所有线程完成任务。**cancel_futures** 表示是否取消尚未开始的任务。

3）案例

3 个线程，每个线程都将字符列表中的每个字符与 1 异或。

```
import concurrent.futures
```

```
def func(tname):
    global word
    for i, char in enumerate(word):
        word[i] = chr(ord(char) ^ 1)
        print(f"{tname}: {word}\n", end="")
    return word


if __name__ == "__main__":
    word = list("idmmn!vnsme")
    # 使用 with 语句来确保线程被迅速清理
    with concurrent.futures.ThreadPoolExecutor(max_workers=3) as
executor:
        future1 = executor.submit(func, "线程 1")
        future2 = executor.submit(func, "线程 2")
        future3 = executor.submit(func, "线程 3")
        word = future1.result()
        word = future2.result()
        word = future3.result()
    print("".join(word))  # hello world
```

14.3.5 互斥锁

1）线程安全问题

线程之间共享数据会存在线程安全的问题。

比如下面这段代码，3 个线程，每个线程都将 g_num +1 十次：

```
import time
import threading


def func():
    global g_num
    for _ in range(10):
        tmp = g_num + 1
        # time.sleep(0.01)
        g_num = tmp
        print(f"{threading.current_thread().name}: {g_num}\n", end="")


if __name__ == "__main__":
    g_num = 0
    threads = [threading.Thread(target=func, name=f"线程{i}") for i in
range(3)]
    [t.start() for t in threads]
```

```
    [t.join() for t in threads]
    print(g_num)  # 30
```

结果为 30，看似没有问题，这是因为这个修改操作花费的时间太短了，短到我们无法想象。所以，线程间轮询执行时，都能获取到最新的 g_num 值。因此暴露问题的概率就变得微乎其微。

我们添加 0.01 秒的延迟时间：

```
import time
import threading


def func():
    global g_num
    for _ in range(10):
        tmp = g_num + 1
        time.sleep(0.01)
        g_num = tmp
        print(f"{threading.current_thread().name}: {g_num}\n", end="")


if __name__ == "__main__":
    g_num = 0
    threads = [threading.Thread(target=func, name=f"线程{i}") for i in
range(3)]
    [t.start() for t in threads]
    [t.join() for t in threads]
    print(g_num)  # 10
```

可以看到最终结果并不是 30。这是因为在修改 g_num 前，有 0.01 秒的休眠时间，某个线程延时后，CPU 立即分配计算资源给其他线程。此时 0.01 秒的休眠还未结束，这个线程还未将修改后的数据赋值给 g_num，因此其他线程获取到的并不是最新值，所以才出现上面的结果。

2）互斥锁的概念

某个线程要更改共享数据时，先将其锁定，此时其他线程不能更改。直到该线程释放资源，将资源的状态变成“非锁定”，其他的线程才能再次锁定该资源。互斥锁保证了每次只有一个线程进行写入操作，从而保证了多线程情况下数据的正确性。

3）互斥锁的使用

可以通过 **threading.Lock()** 创建互斥锁。

使用 **lock.acquire([blocking=True][, timeout=-1])** 来获取锁（**blocking** 如果为 **True**，线程会阻塞直到获取到锁。如果为 **False**，线程立即返回。获取锁成功返回 **True**，否则返回 **False**。**timeout** 为等待的超时时间，单位为秒。如果超时仍未获取到锁，则返回 **False**。）。

使用 **lock.release()** 释放锁。

案例：

```
import time
import threading


def func():
    global g_num
    for _ in range(10):
        lock.acquire()  # 获取锁
        tmp = g_num + 1
        time.sleep(0.01)
        g_num = tmp
        lock.release()  # 释放锁
        print(f"{threading.current_thread().name}: {g_num}\n", end="")


if __name__ == "__main__":
    g_num = 0
    lock = threading.Lock()  # 创建锁
    threads = [threading.Thread(target=func, name=f"线程{i}") for i in
range(3)]
    [t.start() for t in threads]
    [t.join() for t in threads]
    print(g_num)  # 30
```

14.3.6 GIL

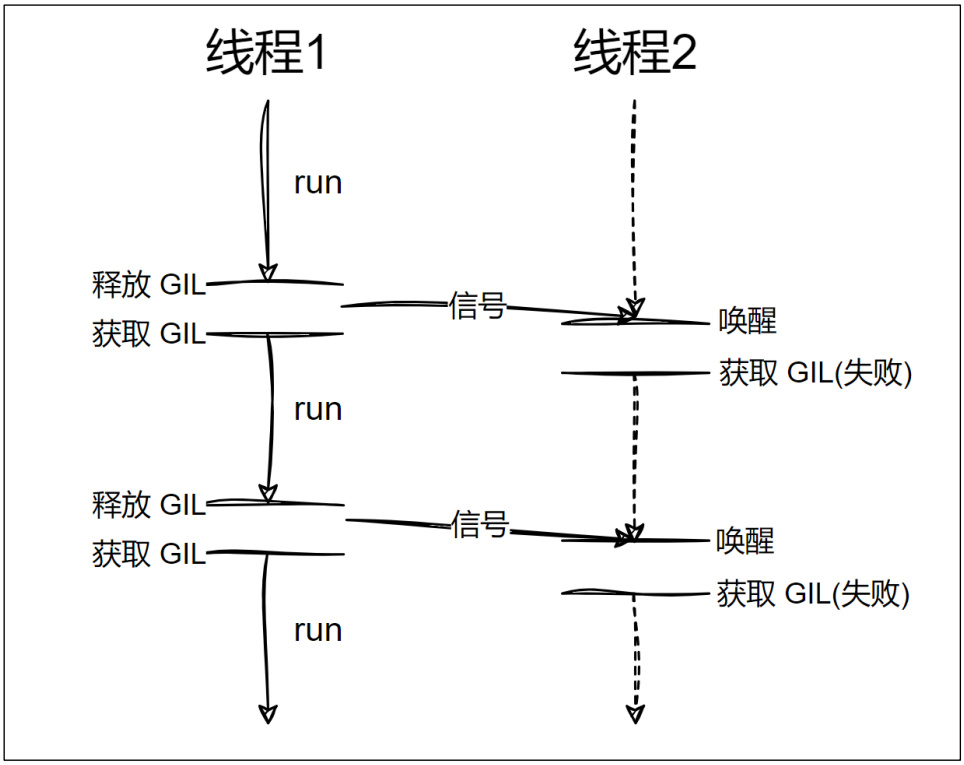
Python 全局解释器锁（Global Interpreter Lock，简称 GIL）是一个锁，同一时间只允许一个线程保持 Python 解释器的控制权，这意味着在任何时间点都只能有一个线程处于执行状态。执行单线程程序时看不到 GIL 的影响，但它可能是 CPU 密集型和多线程代码中的性能瓶颈。GIL 并不是 Python 的特性，它是在实现 Python 解析器（CPython）时所引入的一个概念。

Python 于 1991 年诞生，从操作系统没有线程概念的时代就已经存在了。由于物理上的限制，各 CPU 厂商在核心频率上的比赛已经被多核所取代。为了利用多核，Python 开始支

持多线程。而为了解决多线程之间数据完整性和状态同步，于是有了 GIL，GIL 提供了线程安全的内存管理。

GIL 的存在会对多线程的效率有不小影响。甚至就几乎等于 Python 是个单线程的程序。我们可能会想 GIL 只要释放的勤快效率也不会差，至少也不会比单线程的效率差。理论上是这样。

但实际上，Python 为了让各个线程能够平均利用 CPU 时间，会计算当前已执行的微代码数量，达到一定阈值后就强制释放 GIL。而这时也会触发一次操作系统的线程调度（当然是否真正进行上下文切换由操作系统自主决定）。从释放 GIL 到获取 GIL 之间几乎是没有间隙的。所以当其他在其他核心上的线程被唤醒时，大部分情况下主线程已经又再一次获取到 GIL 了。这个时候被唤醒执行的线程只能白白的浪费 CPU 时间，看着另一个线程拿着 GIL 执行。然后达到切换时间后进入待调度状态，再被唤醒，再等待，以此往复恶性循环。



上述实现方式是较为原始的，Python 的每个版本中也在逐渐改进 GIL 和线程调度之间的互动关系。例如先尝试持有 GIL 在做线程上下文切换，在 IO 等待时释放 GIL 等尝试。但是无法改变的是 GIL 的存在使得操作系统线程调度的这个本来就昂贵的操作变得更奢侈了。

总之，当你的程序需要进行大量的 CPU 计算时，GIL 会成为性能的瓶颈。即使你有多个线程，GIL 也会阻止它们在多个 CPU 核心上并行执行。实际上，多个线程会轮流获取 GIL，这样就不能真正并行地使用多个处理器核心。而对于涉及 I/O 操作（如文件读写、网络请求

等）的程序，GIL 的影响较小。因为在 I/O 操作时，线程会释放 GIL，其他线程可以在此时执行，这使得多线程在 I/O 密集型任务中能更有效地并发。

第 15 章 网络编程

15.1 网络

使用网络能够把多方电脑等设备链接在一起进行数据传递。网络编程就是让在不同的电脑上的软件能够进行数据传递，即进程之间的通信。

15.1.1 网络编程三要素

- **IP**：网络中每台计算机的唯一标识，通过 IP 地址可以找到计算机。
- **端口**：标识进程的逻辑地址，通过端口找到计算机中指定的进程（应用软件）。
- **协议**：定义通信规则。

15.1.2 TCP/IP 协议族

1）通信协议

通信协议是一组用于规定不同设备或计算机之间如何进行数据交换和通信的规则和约定。它定义了通信的各个方面，包括数据的格式、传输的顺序、错误检查机制、如何处理不同情况（如重传丢失的数据包）等。协议的目的是确保在网络中传输的数据能够被正确、可靠地理解和处理。

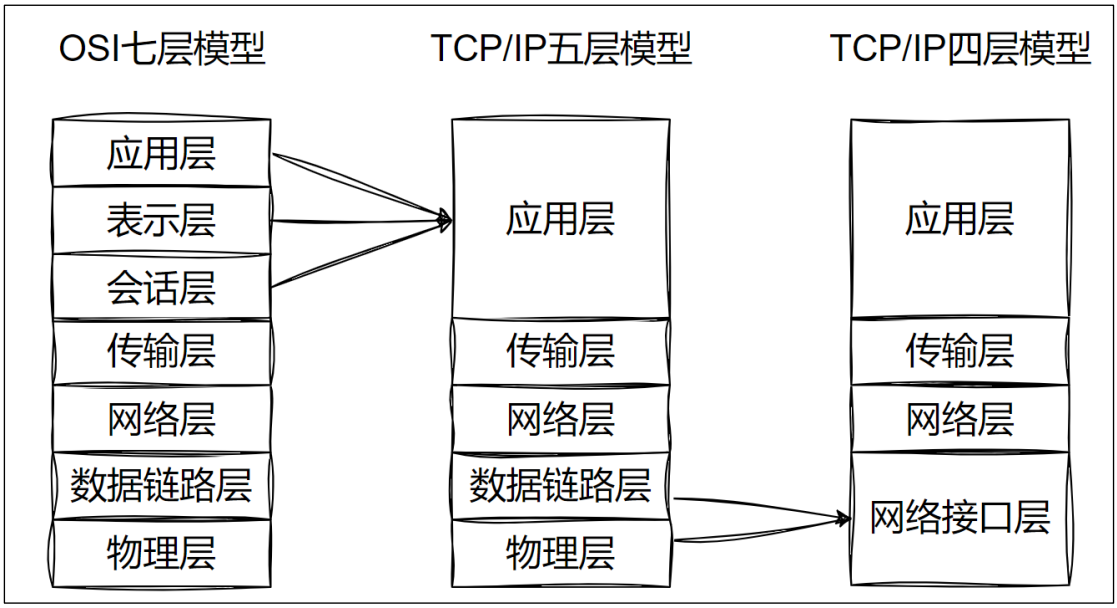
通信协议可以应用于计算机网络、电话网络、无线通信等领域。在不同的应用场景下，会使用不同的协议来实现数据交换、控制信息传递等任务。

2）TCP/IP

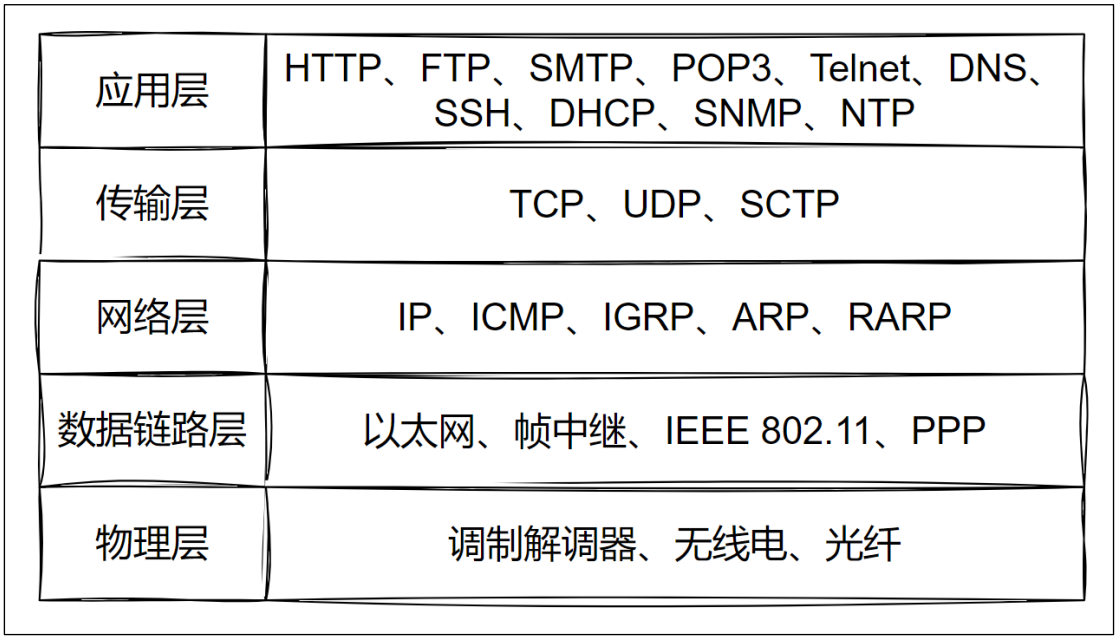
TCP/IP 协议族，简称 TCP/IP，是一组通信协议，用于互联网的数据传输和网络通信，定义了数据如何在不同的计算机之间传输和路由。是现代计算机网络中最常用的网络协议之一。TCP/IP 得名于该协议家族的两个核心协议：TCP（传输控制协议）和 IP（网际协议）。

3）分层网络模型

OSI 七层网络模型由国际标准化组织制定，但其实现过于复杂，且制定周期过长，在其整套标准推出之前，TCP/IP 模型已经在全球范围内被广泛使用。TCP/IP 模型定义了应用层、传输层、网络层、网络接口层这四层网络结构，但并没有给出网络接口层的具体内容，因此在学习和开发中，通常将网络接口层替换为 OSI 七层模型中的数据链路层和物理层来进行理解，这就是五层网络模型。



4）常见网络协议



15.2 IP

15.2.1 什么是 IP

IP 地址由一串数字组成，用来标识一台电脑在网络中的位置。当设备连接网络，设备将被分配一个 IP 地址，用作标识。通过 IP 地址设备间可以互相通讯。IP 地址有两个主要功能：标识设备或网络，以及寻址。

Windows 下可以在命令提示符中使用 `ipconfig` 查看网络适配器的 IP。

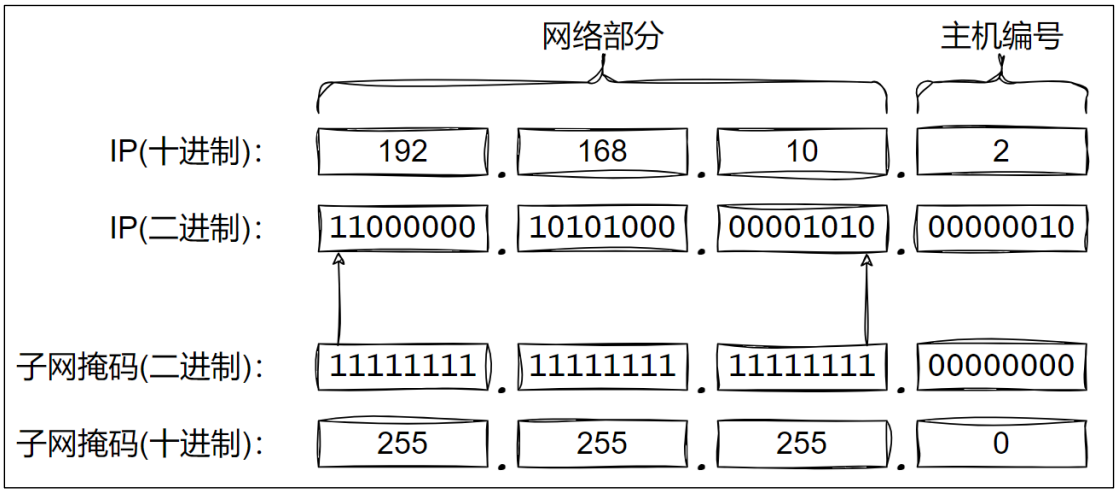
Linux 下可以在终端中使用 `ifconfig` 或 `ip addr` 查看 IP。

15.2.2 子网掩码

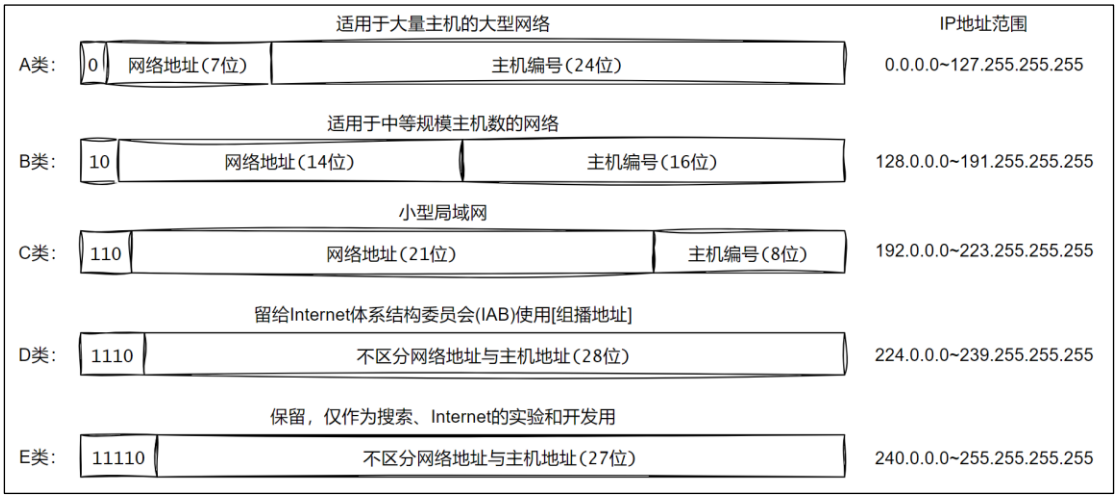
IP 网络可以在 IPv4 和 IPv6 中划分子网。为此将 IP 地址识别成由两部分组成：网络前缀和主机编号。子网掩码（subnet mask）或无类别域间路由（CIDR）表示法确定了 IP 地址如何分为网络部分和主机部分。

子网掩码一词仅用于 IPv4 地址中。但是 IPv4 和 IPv6 都使用 CIDR 概念和符号。在此，在 IP 地址后面加斜杠和用于标识网络部分的位数（十进制）。例如：IPv4 地址及其子网掩码分别可以是 192.168.10.2 和 255.255.255.0 。因为 IP 地址的前 24 位表示网络和子网，所以相同的 IP 地址和子网的 CIDR 表示法为 192.168.10.2/24。

主机编号全为 0，表示网络号，主机编号全为 1，表示网络广播。



15.2.3 IPv4 地址的分类



15.2.4 公网与私网

公网 IP 在任何地方都可以访问。而私网 IP 只能在局域网内访问。

国际规定有一部分 IP 地址是用于局域网使用，也就是属于私网 IP，不在公网中使用的，它们的范围是：

- 10.0.0.0～10.255.255.255
- 172.16.0.0～172.31.255.255
- 192.168.0.0～192.168.255.255

其中 127.0.0.1~127.255.255.255 用于回路测试，如 127.0.0.1 可以代表本机 IP 地址。

网络地址转换（NAT）是一种在 IP 数据包通过路由器或防火墙时重写来源或目的 IP 地址或端口的技术。这种技术普遍应用于有多台主机，但只通过一个公有 IP 地址访问互联网的私有网络中。1990 年代中期，NAT 是作为一种解决 IPv4 地址短缺以避免保留 IP 地址困难的方案而流行起来的，并成了家庭和小型办公室网络连接上的路由器的一个标准特征，因为对他们来说，申请独立的 IP 地址的代价要高于所带来的效益。

15.2.5 IPv4 与 IPv6

常见的 IP 地址分为 IPv4 与 IPv6 两大类。IPv4 为 32 位长，通常书写时以四组十进制数字组成，并以点分隔，如：172.16.254.1。IPv6 为 128 位长，通常书写时以八组十六进制数字组成，以冒号分割，如：2001:db8:0:1234:0:567:8:1。

随着互联网的快速成长，IPv4 的 42 亿个地址最终于 2011 年 2 月 3 日用尽。相应的科研组织已研究出 128 位的 IPv6，其 IP 地址数量最高可达 3.402823669×10^{38} 个，届时每个人家居中的每件电器，每件对象，甚至地球上每一粒沙子都可以拥有自己的 IP 地址。

15.3 端口

15.3.1 什么是端口

这里的端口指的是逻辑端口，即 TCP/IP 协议中的端口。端口用于进程（应用软件）在同一设备或不同设备之间通信。每个端口有一个对应的端口号。端口号有 65536 个。

可以使用 `netstat -ano` 查看端口信息。

15.3.2 端口号的分配

1）公认端口

0~1023，它们紧密绑定于一些服务。通常这些端口的通讯明确表明了某种服务的协议。端口号 0 是被保留的，不可使用。1~1023 系统保留，只能由 root 用户使用。

2）动态端口

1024~65536，之所以称为动态端口，是因为它一般不固定分配某种服务，而是动态分配。当一个系统进程或应用程序进程需要网络通信时，它向主机申请一个端口，主机从可用的端口号中分配一个供它使用。当这个进程关闭时，同时也就释放了所占用的端口号。

3）常见端口

端口	服务
0/TCP,UDP	保留端口，不使用
7/TCP,UDP	Echo（回显）协议
21/TCP,UDP	FTP 文件传输协议
22/TCP,UDP	SSH 安全远程登录协议
23/TCP,UDP	Telnet 终端仿真协议
25/TCP,UDP	SMTP 简单邮件传输协议
53/TCP,UDP	DNS 域名服务系统
80/TCP,UDP	HTTP 超文本传输协议
110/TCP	POP3 邮局协议第 3 版
137/TCP,UDP	NetBIOS 名称服务
138/TCP,UDP	NetBIOS 数据报文服务
139/TCP,UDP	NetBIOS 会话服务
143/TCP,UDP	IMAP 用于检索电子邮件
445/TCP	Microsoft-DS (Active Directory、Windows 共享、震荡波蠕虫、Agobot、Zobotworm)
445/UDP	Microsoft-DS 服务器消息块（SMB）文件共享
666/UDP	毁灭战士，电脑平台上的一系列第一人称射击游戏。
873/TCP	Rsync 文件同步协议
902	VMware 服务器控制台
3306/TCP,UDP	MySQL 数据库系统
3389/TCP	远程桌面协议（RDP）

15.4 socket 套接字

15.4.1 什么是 socket

socket（套接字）是同一或不同电脑的进程（任务、应用软件）间通信的一个工具，进程之间想要进行网络通信需要基于 socket。只要与网络相关的应用程序或者软件都使用到了 socket。

15.4.2 socket 的使用

Python 中提供了 socket 模块用于创建套接字。

```
import socket

# AF_INET 用于 Internet 进程间通信；SOCK_STREAM 流式套接字，TCP
tcp_socket = socket.socket(family=socket.AF_INET,
type=socket.SOCK_STREAM)

# AF_INET 用于 Internet 进程间通信；SOCK_DGRAM 数据报套接字，UDP
udp_socket = socket.socket(family=socket.AF_INET,
type=socket.SOCK_DGRAM)
```

15.5 UDP

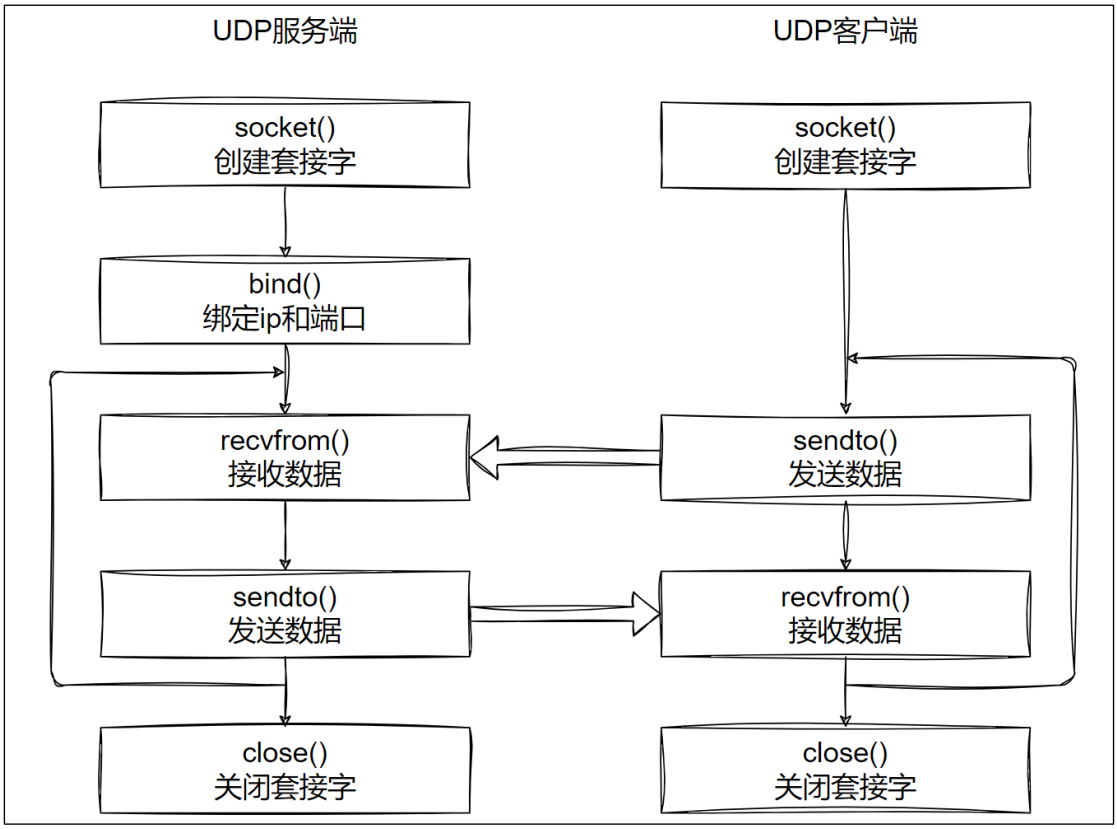
15.5.1 什么是 UDP

用户数据报协议（UDP：User Datagram Protocol）是一个简单的面向数据报的通信协议。UDP 只提供数据的不可靠传递，它一旦把应用程序发给网络层的数据发送出去，就不保留数据备份。

UDP 避免了协议栈中执行错误检查和纠正处理的开销，适用于对时间有较高要求的应用程序，因为某些场景下丢弃数据包比等待或重传导致延迟更可取。流媒体、在线游戏流量通常使用 UDP 传输。

15.5.2 UDP 编程

1）UDP 编程流程



2）案例

UDP 服务端：

```
"""udp 服务端"""

import socket

# 创建 udp 套接字
udp_socket = socket.socket(family=socket.AF_INET,
type=socket.SOCK_DGRAM)
# 绑定 ip 和端口
udp_socket.bind(("127.0.0.1", 8080))
while True:
    # 接收数据
    recv_data, client_addr = udp_socket.recvfrom(1024)
    client_ip = client_addr[0]
    client_port = client_addr[1]
    print(f"{client_ip}:{client_port}>> {recv_data.decode("utf-8")}")
    # 发送数据
    udp_socket.sendto("你好".encode("utf-8"), client_addr)
# 关闭套接字
udp_socket.close()
```

UDP 客户端：

```
"""udp 客户端"""
```

```
import socket

# 创建 udp 套接字
udp_socket = socket.socket(family=socket.AF_INET,
type=socket.SOCK_DGRAM)
while True:
    try:
        # 发送数据
        server_ip = "127.0.0.1"
        server_port = 8080
        udp_socket.sendto(input(f"{server_ip}:{server_port}<<
").encode("utf-8"), (server_ip, server_port))
        # 接收数据
        recv_data, client_addr = udp_socket.recvfrom(1024)
        client_ip = client_addr[0]
        client_port = client_addr[1]
        print(f"{client_ip}:{client_port}>> {recv_data.decode("utf-
8")}")
    except KeyboardInterrupt:
        break
# 关闭套接字
udp_socket.close()
```

15.6 TCP

15.6.1 什么是 TCP

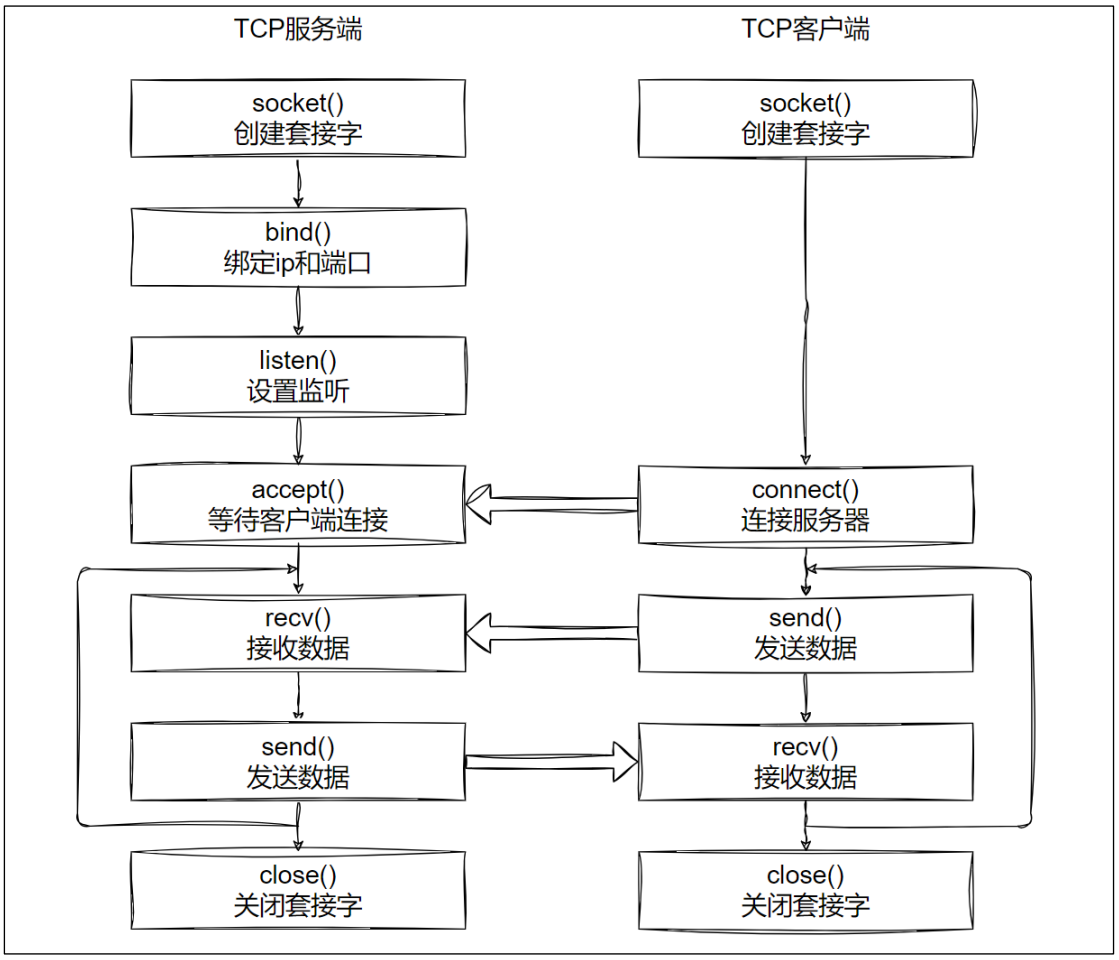
传输控制协议（TCP：Transmission Control Protocol）是一种面向连接的、可靠的、基于字节流的传输层通信协议。TCP 协议的运行可划分为三个阶段：连接建立、数据传送和连接终止。

很多重要的机制保证了 TCP 的可靠性和强壮性，包括：

- 使用序号，对收到的 TCP 报文段进行排序以及检测重复的数据。
- 使用校验和检测报文段的错误，即无错传输。
- 使用确认和计时器来检测和纠正丢包或延时。
- 流控制。
- 拥塞控制。
- 丢失包的重传。

15.6.2 TCP 编程

1）TCP 编程流程



2）案例

TCP 服务端：

```
"""tcp 服务端"""

import socket

# 创建 tcp 套接字
tcp_socket = socket.socket(family=socket.AF_INET,
type=socket.SOCK_STREAM)
# 绑定 ip 和端口
tcp_socket.bind(("127.0.0.1", 8080))
# 设置监听
tcp_socket.listen(2)
# 等待客户端连接
client_socket, client_addr = tcp_socket.accept()
while True:
    # 接收数据
    recv_data = client_socket.recv(1024)
```

```
    print(f"{client_addr[0]}:{client_addr[1]}>> {recv_data.decode('utf-
8')}")
    # 发送数据
    client_socket.send("你好".encode("utf-8"))
# 关闭套接字
tcp_socket.close()
```

TCP 客户端：

```
"""tcp 客户端"""

import socket

# 创建 tcp 套接字
tcp_socket = socket.socket(family=socket.AF_INET,
type=socket.SOCK_STREAM)
# 连接服务器
server_ip = "127.0.0.1"
server_port = 8080
tcp_socket.connect((server_ip, server_port))
while True:
    try:
        # 发送数据
        tcp_socket.send(input(f"{server_ip}:{server_port}<<
").encode("utf-8"))
        # 接收数据
        recv_data = tcp_socket.recv(1024)
        print(f"{server_ip}:{server_port}>> {recv_data.decode("utf-
8")}")
    except KeyboardInterrupt:
        break
# 关闭套接字
tcp_socket.close()
```

15.7 HTTP

15.7.1 什么是 HTTP

HTTP（超文本传输协议）是一种用于分布式、协作式和超媒体信息系统的应用层协议。是万维网的数据通信的基础。设计 HTTP 最初的目的是为了提供一种发布和接收 HTML 页面的方法。通过 HTTP 或者 HTTPS 协议请求的资源由统一资源标识符（Uniform Resource Identifiers，URI）来标识。

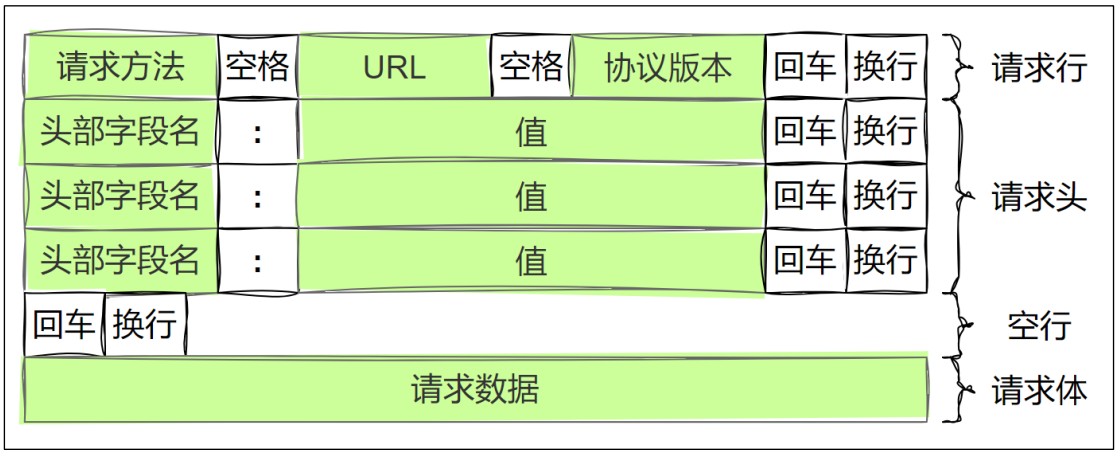
HTTP 上的一个典型工作流程是客户端计算机向服务器发出请求，然后服务器发送响应消息。通常，由 HTTP 客户端发起一个请求，建立一个到服务器指定端口（默认是 80 端口）

的 TCP 连接。HTTP 服务器则在那个端口监听客户端的请求。一旦收到请求，服务器会向客户端返回一个状态，比如“HTTP/1.1 200 OK”，以及返回的内容，如请求的文件、错误消息、或者其它信息。

15.7.2 HTTP 消息结构

1）客户端请求消息

客户端发送一个 HTTP 请求到服务器的请求消息包括以下格式：请求行、请求头、空行和请求体四个部分组成。



（1）请求行

请求方法：如 GET、POST、PUT、DELETE 等，指定要执行的操作。

请求 URI：请求的资源路径，通常包括主机名、端口号（如果非默认）、路径和查询字符串。

协议版本：如 HTTP/1.1 或 HTTP/2。

请求行的格式示例：GET /index.html HTTP/1.1

（2）请求头

包含了客户端环境信息、请求体的大小（如果有）、客户端支持的压缩类型等。

常见的请求头包括 Host、User-Agent、Accept、Accept-Encoding、Content-Length 等。

（3）空行

请求头和请求体之间的分隔符，表示请求头的结束。

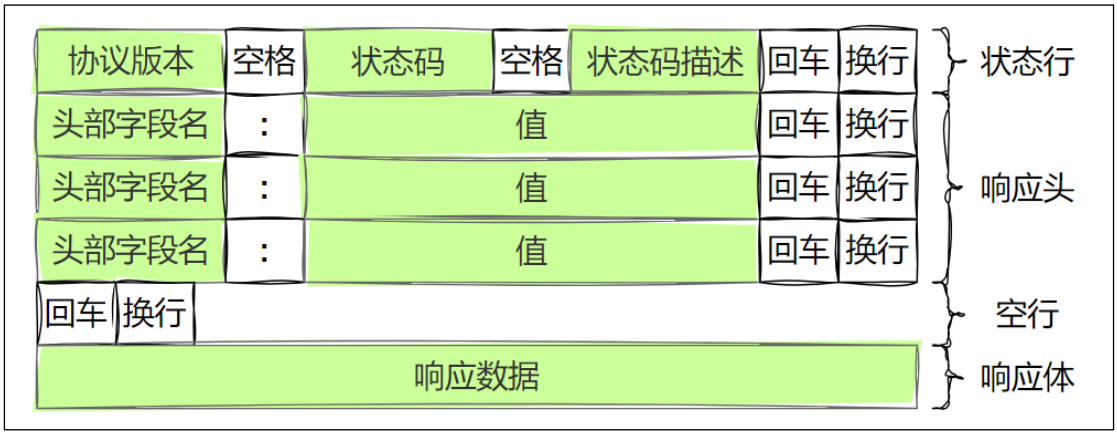
（4）请求体

在某些类型的 HTTP 请求（如 POST 和 PUT）中，请求体包含要发送给服务器的数据。

请求行 →
```
GET /settings/two_factor_authentication/holiday_warning_banner HTTP/2
```
请求头 →
```
Host: github.com
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64; rv:133.0) Gecko/20100101 Firefox/133.0
Accept: text/html
Accept-Language: zh-CN,zh;q=0.8,zh-TW;q=0.7,zh-HK;q=0.5,en-US;q=0.3,en;q=0.2
Accept-Encoding: gzip, deflate, br, zstd
Referer: https://github.com/?from=xpage
X-Requested-With: XMLHttpRequest
Connection: keep-alive
Cookie: _octo=GH1.1.836211318.1734742191; logged_in=yes; _device_id=2cb693ae0c14e7db1bec91b3
Sec-Fetch-Dest: empty
Sec-Fetch-Mode: cors
Sec-Fetch-Site: same-origin
Priority: u=4
TE: trailers
```

2）服务端响应消息

HTTP 响应由四个部分组成，分别是：状态行、消息报头、空行和响应正文。



（1）状态行

HTTP 版本：与请求消息中的版本相匹配。

状态码：三位数，表示请求的处理结果，如 200 表示成功，404 表示未找到资源。

状态信息：状态码的简短描述。

状态行的格式示例：HTTP/1.1 200 OK

（2）响应头

包含了服务器环境信息、响应体的大小、服务器支持的压缩类型等。

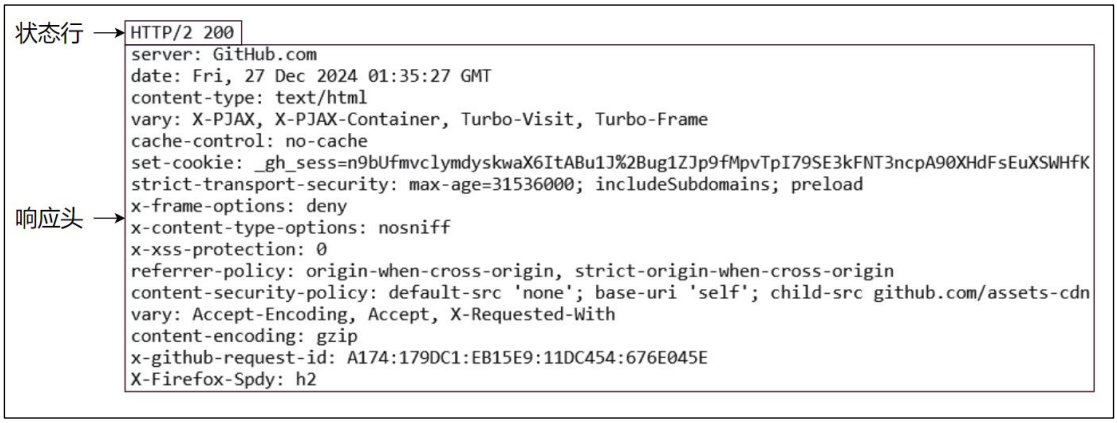
常见的响应头包括 Content-Type、Content-Length、Server、Set-Cookie 等。

（3）空行

响应头和响应体之间的分隔符，表示响应头的结束。

（4）响应体

包含服务器返回的数据，如请求的网页内容、图片、JSON 数据等。



15.7.3 HTTP 请求方法

HTTP/1.1 协议中共定义了八种方法来以不同方式操作指定的资源，HTTP 服务器至少应该实现 GET 和 HEAD 方法，其他方法都是可选的。

1）GET

向指定的资源发出“显示”请求。使用 GET 方法应该只用在读取资料，而不应当被用于产生“副作用”的操作中，例如在网络应用程序中。其中一个原因是 GET 可能会被网络爬虫等随意访问。

2）HEAD

与 GET 方法一样，都是向服务器发出指定资源的请求。只不过服务器将不传回资源的本文部分。它的好处在于，使用这个方法可以在不必传输全部内容的情况下，就可以获取其中“关于该资源的元信息（或称元数据）”。

3）POST

向指定资源提交数据，请求服务器进行处理（例如提交表单或者上传文件）。数据被包含在请求本文中。这个请求可能会建立新的资源或修改现有资源，或二者皆有。每次提交，表单的数据被浏览器用编码到 HTTP 请求的 body 里。

4）PUT

向指定资源位置上传其最新内容。

5）DELETE

请求服务器删除 Request-URI 所标识的资源。

6）TRACE

回显服务器收到的请求，主要用于测试或诊断。

7）OPTIONS

这个方法可使服务器传回该资源所支持的所有 HTTP 请求方法。用“*”来代替资源名称，向 Web 服务器发送 OPTIONS 请求，可以测试服务器功能是否正常运作。

8）CONNECT

HTTP/1.1 协议中预留给能够将连接改为隧道方式的代理服务器。通常用于 SSL 加密服务器的链接（经由非加密的 HTTP 代理服务器）。

15.7.4 HTTP 状态码

HTTP 状态码是服务器对客户端请求的响应，状态码分为五类：

1）1xx（信息状态码）

表示接收的请求正在处理。例如：

- 100：继续。客户端应继续其请求。
- 101：切换协议。服务器根据客户端的请求切换协议。只能切换到更高级的协议。

2）2xx（成功状态码）

表示请求正常处理完毕。例如：

- 200：请求成功。一般用于 GET 与 POST 请求。
- 202：已接受。已经接受请求，但未处理完成。

3）3xx（重定向状态码）

需要后续操作才能完成这一请求。例如：

- 300：多种选择。请求的资源可包括多个位置，相应可返回一个资源特征与地址的列表用于用户终端（例如：浏览器）选择。
- 301：永久移动。请求的资源已被永久的移动到新 URI，返回信息会包括新的 URI，浏览器会自动定向到新 URI。今后任何新的请求都应使用新的 URI 代替。
- 302：临时移动。与 301 类似。但资源只是临时被移动。客户端应继续使用原有 URI。
- 304：未修改。所请求的资源未修改，服务器返回此状态码时，不会返回任何资源。客户端通常会缓存访问过的资源，通过提供一个头信息指出客户端希望只返回在指定日期之后修改的资源。
- 305：使用代理。所请求的资源必须通过代理访问。

4）4xx（客户端错误状态码）

表示请求包含语法错误或无法完成。例如：

- 400：客户端请求的语法错误，服务器无法理解。

- 403：服务器理解请求客户端的请求，但是拒绝执行此请求。
- 404：服务器无法根据客户端的请求找到资源（网页）。通过此代码，网站设计人员可设置“您所请求的资源无法找到”的个性页面。
- 405：客户端请求中的方法被禁止。

5）5xx（服务器错误状态码）

服务器在处理请求的过程中发生了错误。例如：

- 500：服务器内部错误，无法完成请求。
- 501：服务器不支持请求的功能，无法完成请求。
- 502：作为网关或者代理工作的服务器尝试执行请求时，从远程服务器接收到了一个无效的响应。

15.8 案例：发送 HTTP 请求以及获取响应数据

```
import requests

# 一言网的 API 地址
url = 'https://v1.hitokoto.cn/'

# 请求参数，指定返回中文内容，这里使用默认的所有类型
params = {
    'c': 'a',  # 可以根据需要修改类型，a 代表动画，b 代表漫画等
    'encode': 'json'
}

try:
    print(f"正在发送 GET 请求到: {url}，参数: {params}")
    response = requests.get(url, params=params)
    status_code = response.status_code
    if status_code == 200:
        print(f"请求成功！状态码: {status_code}")
        data = response.json()
        hitokoto = data['hitokoto']
        from_who = data['from_who'] if data['from_who'] else '未知'
        print(f"随机名言: {hitokoto} - {from_who}")
    elif status_code == 404:
        print(f"请求的资源未找到！状态码: {status_code}")
```

```
    elif status_code == 500:
        print(f"服务器内部错误！状态码：{status_code}")
    else:
        print(f"发生未知错误，状态码：{status_code}")
except requests.RequestException as e:
    print(f"请求过程中出现错误：{e}")
```

15.9 案例：通过 Starlette 构建 web 接口

Starlette 是一个轻量级的 Python 异步 Web 框架，专为构建高性能的异步应用程序而设计，它具有简洁、灵活的特点，并且可以与其他库（如 FastAPI 就是基于 Starlette 构建的）很好地集成。我们可以结合 Starlette 构建一个 Web 服务，将上面获取随机名言的功能封装成一个 API 接口，这样可以带来一些优势，例如实现更灵活的交互、支持多用户访问。

- **Uvicorn：**它是一个基于 Python 的 ASGI（Asynchronous Server Gateway Interface）服务器。ASGI 是 Python 中用于异步 Web 应用的标准接口，Uvicorn 能够高效地处理并发请求，基于 uvloop（一个快速的异步事件循环）和 httptools（一个快速的 HTTP 解析器）构建，为 Python 异步 Web 应用提供了高性能的运行环境。
- **Starlette：**是一个轻量级的 Python 异步 Web 框架，它遵循 ASGI 标准，专注于提供简洁、灵活的 API 来构建 Web 应用和服务。Starlette 提供了路由、中间件、请求和响应处理等核心功能，允许开发者快速搭建 Web 应用的逻辑。
- **协作方式：**Uvicorn 为 Starlette 应用提供了运行的基础环境。当你使用 Starlette 编写好一个 Web 应用后，无法直接运行，需要借助像 Uvicorn 这样的 ASGI 服务器来启动和部署

1）安装依赖包

```
pip install starlette uvicorn requests
```

2）代码实现

```
from starlette.applications import Starlette
from starlette.responses import JSONResponse
from starlette.routing import Route
import requests
import uvicorn

# 一言网的 API 地址
HITOKOTO_URL = 'https://v1.hitokoto.cn/'
```

```python
# 定义异步函数来获取随机名言
async def get_hitokoto():
    try:
        # 请求参数，指定返回中文内容，这里使用默认的所有类型
        params = {
            'c': 'a',  # 可以根据需要修改类型，a 代表动画，b 代表漫画等
            'encode': 'json'
        }
        response = requests.get(HITOKOTO_URL, params=params)
        status_code = response.status_code
        if status_code == 200:
            data = response.json()
            hitokoto = data['hitokoto']
            from_who = data['from_who'] if data['from_who'] else '未知'
            return {'hitokoto': hitokoto, 'from_who': from_who}
        else:
            return {'error': f'请求一言网 API 失败，状态码:
{status_code}'}
    except requests.RequestException as e:
        return {'error': f'请求过程中出现错误: {str(e)}'}

# 定义处理根路径请求的异步函数
async def homepage(request):
    result = await get_hitokoto()
    return JSONResponse(result)

# 创建 Starlette 应用实例
app = Starlette(debug=True, routes=[
    Route('/', homepage),
])

if __name__ == "__main__":
    # 使用 uvicorn 运行应用
    uvicorn.run(app, host='0.0.0.0', port=8000)
```

3）代码说明

- **get_hitokoto 函数**

该函数负责发送 HTTP 请求到一言网的 API，获取随机名言。处理请求过程中可能出现的错误，包括请求失败和网络异常。返回一个包含名言和来源信息的字典，或者包含错误信息的字典。

- **homepage 函数**

作为 Web 服务的根路径处理函数。调用 get_hitokoto 函数获取随机名言，并将结果封装成 JSON 响应返回给客户端。

- **Starlette 应用**

创建 Starlette 应用实例，并定义路由规则，将根路径 / 映射到 homepage 处理函数。使用 uvicorn 作为 ASGI 服务器运行应用。

- 通过 Starlette 构建 Web 服务，将获取随机名言的功能封装成 API 接口，方便其他应用程序调用。虽然 requests 库是同步的，但 Starlette 本身支持异步处理。

第 16 章 正则表达式

16.1 什么是正则表达式

正则表达式（regular expression，常简写为 regex、regexp 或 re），是一种用于匹配和操作文本的强大工具，它是由一系列字符和特殊字符组成的模式，用于描述要匹配的文本模式。正则表达式可以在文本中查找、替换、提取和验证特定的模式。

16.2 re 模块

Python 的 re 模块提供了正则表达式匹配操作。

```
import re
```

re 模块中提供了一些方法用于查找或处理字符串。

16.2.1 search

```
re.search(pattern, string)
```

扫描整个 string 查找正则表达式 pattern 产生匹配的第一个位置，并返回相应的 Match。如果字符串中没有与模式匹配的位置则返回 None。

16.2.2 match

```
re.match(pattern, string)
```

如果 string 开头的零个或多个字符与正则表达式 pattern 匹配，则返回相应的 Match。如果字符串与模式不匹配则返回 None。

16.2.3 findall

```
re.findall(pattern, string)
```

返回 pattern 在 string 中的所有非重叠匹配，以字符串列表或字符串元组列表的形式。对 string 的扫描从左至右，匹配结果按照找到的顺序返回。空匹配也包括在结果中。

16.2.4 sub

```
re.sub(pattern, repl, string, count=0)
```

返回通过使用 repl 替换在 string 最左边非重叠出现的 pattern 而获得的字符串。如果样式没有找到，则不加改变地返回 string。

repl 可以是字符串或函数；如为字符串，则其中任何反斜杠转义序列都会被处理。 也就是说，\n 会被转换为一个换行符，\r 会被转换为一个回车符，依此类推。如果 repl 是一个函数，则它会针对每次 pattern 的非重叠出现的情况被调用。 该函数接受单个 Match 参数，并返回替换字符串。

可选参数 count 是要替换的最大次数；count 必须是非负整数。如果省略这个参数或设为 0，所有的匹配都会被替换。

16.2.5 split

```
re.split(pattern, string, maxsplit=0)
```

用 pattern 分开 string 。 如果在 pattern 中捕获到括号，那么所有的组里的文字也会包含在列表里。如果 maxsplit 非零， 最多进行 maxsplit 次分隔， 剩下的字符全部返回到列表的最后一个元素。

16.3 表示字符

字符	描述
.	匹配除 \r，\n 之外的任何单个字符。要匹配包括 \r，\n 在内的任何字符，请使用像 (.|\r|\n) 的模式。
\d	匹配一个数字字符。等价于 [0-9]。
\D	匹配一个非数字字符。等价于 [^0-9]。
\w	匹配包括下划线的任何单词字符。等价于 [A-Za-z0-9_]，注意 Unicode 正则表达式会匹配中文字符。
\W	匹配任何非单词字符。等价于 [^A-Za-z0-9_]。
\s	匹配任何空白字符，包括空格、制表符、换页符等。等价于 [\f\n\r\t\v]。

\S	匹配任何非空白字符。等价于 [^ \f\n\r\t\v]。
[xyz]	匹配所包含的任意一个字符。如 [abc] 可以匹配“plain”中的“a”。特殊字符仅有反斜线 \ 保持特殊含义，用于转义字符。其它特殊字符如星号、加号、各种括号等均作为普通字符。脱字符 ^ 如果出现在首位则表示负值字符集合；如果出现在字符串中间就仅作为普通字符。连字符 - 如果出现在字符串中间表示字符范围描述；如果出现在首位（或末尾）则仅作为普通字符。右方括号应转义出现，也可以作为首位字符出现。
[^xyz]	匹配未列出的任意字符。
[a-z]	字符范围。匹配在 Unicode 编码表指定范围内的任意字符。 例如，[a-z]可以匹配“a”到“z”范围内的任意小写字母字符。

16.4 表示数量

字符	描述
*	匹配前面的子表达式零次或多次。等价于 {0,}。
+	匹配前面的子表达式一次或多次。等价于 {1,}。
?	匹配前面的子表达式零次或一次。等价于 {0,1}。
{n}	n 是一个非负整数。匹配确定的 n 次。例如， o{2} 不能匹配“Bob”中的“o”，但是能匹配“food”中的两个“o”。
{n,}	至少匹配 n 次。
{n,m}	其中 n<=m。最少匹配 n 次且最多匹配 m 次。
?	非贪心量化：当该字符紧跟在任何一个其他重复修饰符（*，+，?，{n}，{n,}，{n,m}）后面时，匹配模式是非贪婪的。非贪婪模式尽可能少的匹配所搜索的字符串，而默认的贪婪模式则尽可能多的匹配所搜索的字符串。例如对于字符串“oooo”，o+? 将匹配单个“o”，而 o+ 将匹配所有“o”。

16.5 表示边界

字符	描述
^	匹配字符串的开始位置。
$	匹配字符串的结束位置。

\b	匹配一个单词边界，也就是指单词和空格间的位置。
\B	匹配非单词边界。

16.6 匹配分组

字符	描述
x|y	匹配 x 或 y
(pattern)	匹配 pattern 并获取这一匹配的子字符串。
(?P<name> pattern)	与常规的圆括号类似，但分组所匹配到了子字符串可通过符号分组名称 name 来访问。
(?P=name)	引用一个命名组合。
\num	向后引用一个子字符串，该子字符串与正则表达式的第 num 个用括号围起来的子表达式匹配。其中 num 从 1 开始。例如：(.)\1 匹配两个连续的相同字符。

16.7 原始字符串

Python 中字符串前面加上 r 表示原始字符串，忽略转义。原始字符串非常适合用于正则表达式，因为正则表达式中通常包含很多反斜杠（例如 \d 或 \w），使用原始字符串可以避免反斜杠带来的转义问题。

例如：

```
import re

text = "abcdef123456"
print(re.search(r"\w+", text))
print(re.search("\w+", text))  # SyntaxWarning: invalid escape sequence
'\w'
```

不使用原始字符串虽然也能运行，但是会有语法警告。

16.8 案例

16.8.1 匹配电话号码

```
import re

test = [
    "13812345678",  # 合法
    "11456817239",  # 非法
    "19912345678",  # 合法
```

```
    "17138412356",  # 合法
    "1234567890",  # 非法
    "14752345673",  # 合法
    "1800123456",  # 非法
]

# 以 1 开头，第二位为 3，4，5，7，8，9，后面是 9 位数字
pattern = r"^1[345789]\d{9}$"
for i in test:
    print(f"{i:20}{"合法" if re.match(pattern, i) else "非法"}")
```

16.8.2 匹配邮箱

```
import re

test = [
    "example@example.com",
    "user.name@subdomain.example.co",
    "username@.com",
    "@missingusername.com",
    "-dasd@qq.com",
]
# 匹配邮箱
pattern = r"[\w!#$%&'*+-/=?^`{|}~.]+@[\w!#$%&'*+-/=?^`{|}~.]+\.[a-zA-
Z]{2,}$"
for i in test:
    print(f"{i:40}{"合法" if re.match(pattern, i) else "非法"}")
```

16.8.3 匹配 0-255 之间的数字

```
import re

test = ["0", "9", "50", "100", "199", "200", "255", "256", "-1", "01",
"001"]
# 十位为 1-9，?表示可以没有十位，个位是 0-9
# 或 百位是 1，十位是 0-9，个位是 0-9
# 或 百位是 2，十位是 0-4，个位是 0-9
# 或 百位是 2，十位是 5，个位是 0-5
pattern = r"^([1-9]?\d|1\d{2}|2[0-4]\d|25[0-5])$"
for num in test:
    print(f"{num:5} {"合法" if re.match(pattern, num) else "非法"}")
```

16.8.4 从标签中获取网址

```
import re
```

```
test = """<link rel="alternate" hreflang="zh"
href="https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hans"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-hans/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hans-CN"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-cn/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hans-MY"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-my/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hans-SG"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-sg/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hant"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hant-HK"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hant-MO"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-mo/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="zh-Hant-TW"
href="https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">
<link rel="alternate" hreflang="x-default"
href="https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AD%A3%E5%88%99%E8%A1%A8%E8%BE%E5%BC%8F">"""

# 获取所有 href 中网址
pattern = r"href=\"(.+?)\""
for i in re.findall(pattern, test):
    print(i)
```

16.8.5 替换文本中的所有数字为对应的词

```
import re

test = "I have 2 apples and 3 oranges."
# 定义数字到词的映射
num_map = {"1": "one", "2": "two", "3": "three", "4": "four", "5": "five"}
```

```
print(re.sub(r"\d", lambda x: num_map[x.group(0)], test))  # I have two apples and three oranges.
```

第 17 章 综合案例：客户信息管理系统

17.1 需求说明

17.1.1 主菜单

```
----------客户管理系统----------
        1. 添加客户
        2. 删除客户
        3. 修改客户
        4. 查询客户
        5. 显示客户
        6. 退出

<<
```

17.1.2 添加客户

1）添加 id

输入纯数字则正常添加。

```
请输入客户id:123
```

否则提示 id 必须为纯数字，并再次输入。

```
请输入客户id:?
客户id必须为纯数字
```

第三次输入时有额外提醒。

```
请输入客户id:?
客户id必须为纯数字
请输入客户id:?
客户id必须为纯数字
最后一次机会，请输入客户id:
```

三次输入失败后终止添加客户。

```
请输入客户id:?
客户id必须为纯数字
请输入客户id:?
客户id必须为纯数字
最后一次机会，请输入客户id:
终止添加客户
```

id 若已存在则终止添加。

```
请输入客户id:1
客户id已存在，终止添加客户
```

2）添加姓名

输入字母或汉字则正常添加。

```
请输入客户姓名:张三
```

否则提示姓名必须为字符，并再次输入。

```
请输入客户姓名:?
客户姓名必须为字符
```

第三次输入时有额外提醒。

```
请输入客户姓名:?
客户姓名必须为字符
请输入客户姓名:!@#
客户姓名必须为字符
最后一次机会，请输入客户姓名:
```

三次输入失败后终止添加客户。

```
请输入客户姓名:?
客户姓名必须为字符
请输入客户姓名:!@#
客户姓名必须为字符
最后一次机会，请输入客户姓名:
终止添加客户
```

3）添加年龄

输入纯数字则正常添加。

```
请输入客户年龄:18
```

否则会有提示，并跳过添加年龄。

```
请输入客户年龄:q
好吧，暂时不添加年龄也可以
```

4）添加电话

输入符合手机号码格式则正常添加。

```
请输入客户电话:13999999999
```

不常见的电话号码也可以添加。

```
请输入客户电话:110
这个电话号码不太常见，但是可以添加
```

不是电话号码则提示，并跳过添加电话。

```
请输入客户电话:q
好吧，暂时不添加电话号码也可以
```

5）添加邮箱

输入大致符合邮箱格式则正常添加。

```
请输入客户邮箱:123@atguigu.com
邮箱似乎合法
```

若不符合邮箱格式则提示，并跳过添加邮箱。

```
请输入客户邮箱:123
好吧，暂时不添加邮箱也可以
```

17.1.3 删除客户

输入要删除的客户的 id，不存在则终止，存在则删除。

```
请输入要删除的客户id:99
客户id不存在
终止删除客户
```

```
请输入要删除的客户id:1
客户1删除完毕
```

17.1.4 修改客户

输入要修改的客户的 id，只能修改年龄、电话、邮箱。

```
请输入要修改的客户id:1
客户1的历史年龄： 18
请输入客户年龄:28
客户1的历史电话： 13999999999
请输入客户电话:191
这个电话号码不太常见，但是可以添加
客户1的历史邮箱： 123@atguigu.com
请输入客户邮箱:
好吧，暂时不添加邮箱也可以
客户1修改完毕
```

未设置的属性保持历史数据不变。

```
Id: 1    , Name: 张三        , Age: 28   , Phone: 191            , Email: 123@atguigu.com
```

17.1.5 查询客户

可以按 id 或姓名查询，之前未设置的年龄、电话、邮箱显示 None。

```
请输入要查询的客户id或姓名:1
Id: 1    , Name: 张三        , Age: 18   , Phone: 13999999999    , Email: 123@atguigu.com
```

```
请输入要查询的客户id或姓名:张三
Id: 1    , Name: 张三        , Age: 18   , Phone: 13999999999    , Email: 123@atguigu.com
Id: 2    , Name: 张三        , Age: None , Phone: 110            , Email: None
Id: 3    , Name: 张三        , Age: None , Phone: None           , Email: None
```

17.1.6 显示客户

系统内若没有客户则提示暂无客户信息。

```
暂无客户信息
```

若有客户则显示所有客户信息，之前未设置的年龄、电话、邮箱显示 None。

```
Id: 1    , Name: 张三        , Age: 18   , Phone: 13999999999    , Email: 123@atguigu.com
Id: 2    , Name: 张三        , Age: None , Phone: 110            , Email: None
Id: 3    , Name: 张三        , Age: None , Phone: None           , Email: None
Id: 4    , Name: 李四        , Age: 89   , Phone: 7349           , Email: None
```

17.1.7 退出

输入 6，或按下 Ctrl + D / Ctrl + C 退出。

17.2 代码实现

17.2.1 客户类

```python
import re
```

```python
class Customer:
    """客户类"""

    def __init__(self, c_id, name, age="None", phone="None",
email="None"):
        """初始化客户信息"""
        self.id = c_id  # 客户编号
        self.name = name  # 客户姓名
        self.age = age  # 客户年龄
        self.phone = phone  # 客户电话
        self.email = email  # 客户邮箱

    @staticmethod
    def check_id(c_id):
        """检查 id 格式"""
        # 检查客户 id 是否为纯数字
        return c_id.isdigit()

    @staticmethod
    def check_name(name):
        """检查 name 格式"""
        # 检查客户姓名是否为字符
        return name.isalpha()

    @staticmethod
    def check_age(age):
        """检查 age 格式"""
        # 检查客户年龄是否为整数
        return age.isdigit()

    @staticmethod
    def check_phone(phone):
        """检查 phone 格式"""
        # 检查客户电话是否合法
        return True if re.match(r"^1[345789]\d{9}$", phone) else False

    @staticmethod
    def check_email(email):
        """检查 email 格式"""
        # 检查客户邮箱是否合法
        pattern = r"[\w!#$%&'*+-/=?^`{|}~.]+@[\w!#$%&'*+-
/=?^`{|}~.]+\.[a-zA-Z]{2,}$"
        return True if re.match(pattern, email) else False
```

```
    def __str__(self):
        """打印客户信息"""
        return (f"Id: {self.id:<5}, Name: {self.name:<10}, Age:
{self.age:<5}, Phone: {self.phone:<15}"
                f", Email: {self.email:<25}")
```

17.2.2 客户管理系统类

```
import re
import time
from customer import Customer


class CMS:
    """客户管理系统类"""

    def __init__(self):
        """初始化客户管理系统"""
        self.customer_id_dict = {}  # 客户 id 字典
        self.customer_name_dict = {}  # 客户姓名字典

    def display_menu(self):
        """显示菜单"""
        print(
            """
            ----------客户管理系统----------
                      1. 添加客户
                      2. 删除客户
                      3. 修改客户
                      4. 查询客户
                      5. 显示客户
                      6. 退出
            """
        )

    def add_customer_id(self):
        """添加客户 id"""
        # 输入客户 id，没问题则返回客户 id，有问题则返回 False
        customer_id = "None"
        for i in range(3):
            if i < 2:
                # 前 2 次输入，输入错误则重新输入
                customer_id = input("请输入客户 id:")
                # 检查客户 id 是否合法
                if Customer.check_id(customer_id):
```

```
                    break
                else:
                    print("客户 id 必须为纯数字")
            else:
                # 第 3 次输入，输入错误则终止添加
                customer_id = input("最后一次机会，请输入客户 id:")
                # 检查客户 id 是否合法
                if Customer.check_id(customer_id):
                    break
                else:
                    print("终止添加客户")
                    return False
        # 检查客户 id 是否已存在
        if customer_id in self.customer_id_dict:
            # 之前存在则终止添加
            print("客户 id 已存在，终止添加客户")
            return False
        else:
            # 之前不存在则返回客户 id
            return customer_id

    def add_customer_name(self):
        """添加客户姓名"""
        # 输入客户姓名，没问题则返回客户姓名，有问题则返回 False
        customer_name = "None"
        for i in range(3):
            if i < 2:
                # 前 2 次输入，输入错误则重新输入
                customer_name = input("请输入客户姓名:")
                # 检查客户姓名是否合法
                if Customer.check_name(customer_name):
                    break
                else:
                    print("客户姓名必须为字符")
            else:
                # 第 3 次输入，输入错误则终止添加
                customer_name = input("最后一次机会，请输入客户姓名:")
                # 检查客户姓名是否合法
                if Customer.check_name(customer_name):
                    break
                else:
                    print("终止添加客户")
                    return False
        return customer_name
```

```
    def set_customer_age(self):
        """添加或修改客户年龄"""
        # 输入客户年龄，没问题则返回客户年龄，有问题则返回 False
        customer_age = input("请输入客户年龄:")
        # 检查客户年龄是否合法
        if Customer.check_age(customer_age):
            return customer_age
        else:
            print("好吧，暂时不添加年龄也可以")
        return "None"

    def set_customer_phone(self):
        """添加或修改客户电话"""
        # 输入客户电话，没问题则返回客户电话，有问题则返回 False
        customer_phone = input("请输入客户电话:")
        # 检查客户电话是否合法
        if Customer.check_phone(customer_phone):
            return customer_phone
        elif re.search(r"^[\d-]+$", customer_phone):
            print("这个电话号码不太常见，但是可以添加")
            return customer_phone
        else:
            print("好吧，暂时不添加电话号码也可以")
        return "None"

    def set_customer_email(self):
        """添加或修改客户邮箱"""
        # 输入客户邮箱，没问题则返回客户邮箱，有问题则返回 False
        customer_email = input("请输入客户邮箱:")
        # 检查客户邮箱是否合法
        if Customer.check_email(customer_email):
            print("邮箱似乎合法")
            return customer_email
        else:
            print("好吧，暂时不添加邮箱也可以")
        return "None"

    def add_customer(self):
        """添加客户"""
        # 添加客户 id
        if not (customer_id := self.add_customer_id()):
            return
        # 添加客户姓名
```

```
        if not (customer_name := self.add_customer_name()):
            return
        # 添加客户年龄
        customer_age = self.set_customer_age()
        # 添加客户电话
        customer_phone = self.set_customer_phone()
        # 添加客户邮箱
        customer_email = self.set_customer_email()
        # 创建客户对象
        customer = Customer(customer_id, customer_name, customer_age,
customer_phone, customer_email)
        # 将客户对象添加到客户 id 字典中
        self.customer_id_dict[customer_id] = customer
        # 将客户对象添加到客户姓名字典中，每个姓名 key 对应一个字典 value
        # 每个字典 value 包含此姓名的所有客户，字典 value 的 key 为客户 id，
value 为客户对象
        customer_inner_dict = self.customer_name_dict.get(customer_name)
        if customer_inner_dict is None:
            self.customer_name_dict[customer_name] = {customer_id:
customer}
        else:
            customer_inner_dict[customer_id] = customer
        print(f"添加客户{customer_id}成功")

    def delete_customer(self):
        """删除客户"""
        # 获取输入的客户 id
        customer_id = input("请输入要删除的客户 id:")
        # 检查客户 id 是否合法
        if not Customer.check_id(customer_id):
            print("客户 id 必须为纯数字")
            print("终止删除客户")
            return
        # 检查客户 id 是否存在
        if customer_id not in self.customer_id_dict:
            print("客户 id 不存在")
            print("终止删除客户")
            return
        else:
            customer_name = self.customer_id_dict[customer_id].name
        # 将客户 id 从客户 id 字典中删除
        del self.customer_id_dict[customer_id]
        # 将客户 id 从客户姓名字典中删除
        customer_inner_dict = self.customer_name_dict.get(customer_name)
```

```
        if customer_inner_dict is not None:
            del customer_inner_dict[customer_id]
        print(f"客户{customer_id}删除完毕")

    def update_customer(self):
        """修改客户"""
        # 获取输入的客户 id
        customer_id = input("请输入要修改的客户 id:")
        # 检查客户 id 是否合法
        if not Customer.check_id(customer_id):
            print("客户 id 必须为纯数字")
            print("终止修改客户")
            return
        # 检查客户 id 是否存在
        if customer_id not in self.customer_id_dict:
            print("客户 id 不存在")
            print("终止修改客户")
            return
        # 修改客户年龄
        print(f"客户{customer_id}的历史年龄:",
self.customer_id_dict[customer_id].age)
        if (customer_age := self.set_customer_age()) != "None":
            self.customer_id_dict[customer_id].age = customer_age
        # 修改客户电话
        print(f"客户{customer_id}的历史电话:",
self.customer_id_dict[customer_id].phone)
        if (customer_phone := self.set_customer_phone()) != "None":
            self.customer_id_dict[customer_id].phone = customer_phone
        # 修改客户邮箱
        print(f"客户{customer_id}的历史邮箱:",
self.customer_id_dict[customer_id].email)
        if (customer_email := self.set_customer_email()) != "None":
            self.customer_id_dict[customer_id].email = customer_email
        print(f"客户{customer_id}修改完毕")

    def search_customer(self):
        """查询客户"""
        customer_info = input("请输入要查询的客户 id 或姓名:")
        if Customer.check_id(customer_info):
            # 如果输入的是 id
            # 检查客户 id 是否存在
            if customer_info in self.customer_id_dict:
                print(self.customer_id_dict[customer_info])
            else:
```

```
                print("客户 id 不存在")
        elif Customer.check_name(customer_info):
            # 如果输入的是姓名
            # 检查客户姓名是否存在
            if customer_info in self.customer_name_dict:
                for customer_id in
self.customer_name_dict[customer_info]:
                    print(self.customer_name_dict[customer_info][custome
r_id])
            else:
                print("客户姓名不存在")
        else:
            print("输入的好像不是客户 id 或姓名")

    def display_customer(self):
        """打印所有客户信息"""
        if len(self.customer_id_dict) == 0:
            print("暂无客户信息")
        for i in self.customer_id_dict:
            print(self.customer_id_dict[i])

    def start(self):
        """启动客户管理系统"""
        try:
            while True:
                self.display_menu()
                choice = input("<< ")
                match choice:
                    case "1":
                        self.add_customer()
                    case "2":
                        self.delete_customer()
                    case "3":
                        self.update_customer()
                    case "4":
                        self.search_customer()
                    case "5":
                        self.display_customer()
                    case "6":
                        print(f"{"\b \b"*100}退出客户管理系统")
                        break
                    case _:
                        print(">> ???")
                        time.sleep(1)
```

```
        except (EOFError, KeyboardInterrupt):
            print(f"{"\b \b"*100}退出客户管理系统")


if __name__ == "__main__":
    cms = CMS()
    cms.start()
```