

聊聊“巨蟒”



There is urgency in coming to see the world as a web of interrelated processes of which we are integral parts, so that all of our choices and actions have consequences for the world around us.



1.1 Python? 巨蟒?

Python 由 Guido van Rossum 于 1991 年正式发布，Python 的首个版本是 0.9.0。

Python 免费开源，语言语法友好，而且社区活跃。Python 的用途极为广泛，特别是在机器学习、深度学习领域。这就是为什么“鸢尾花书”系列会选择 Python 作为编程语言。

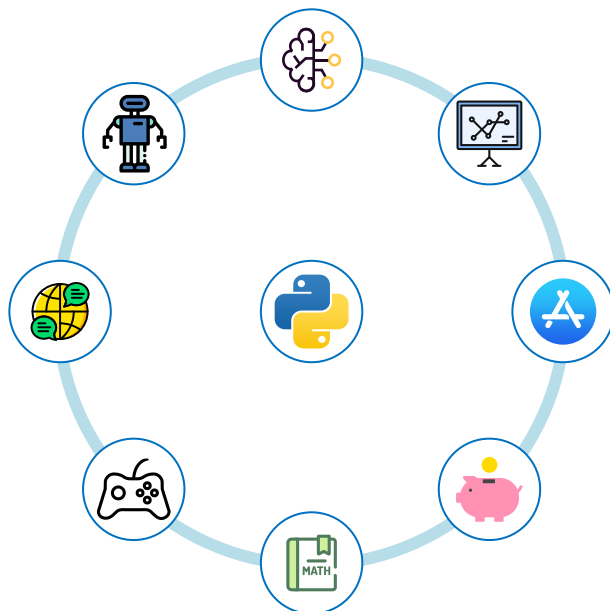


图 1. Python 应用场景


如图 2 所示，Python 的版本持续演进。Python 2.x 和 3.x 系列并存一段时间，但现在 3.x 系列是主要发展方向，建议大家学习时使用最新版本，以便享受最新功能和安全性。

鸢尾花书建议读者通过安装 Anaconda 来安装、管理 Python 环境。本章后文会手把手教大家如何下载、安装、测试 Anaconda。



什么是 Python?

Python 是一种高级编程语言，使用动态类型系统和自动内存管理。Python 具有简单易学、易于阅读和编写、可移植性强等特点，广泛应用于 Web 开发、数据分析、人工智能、科学计算、自动化等领域。Python 语言具有丰富的标准库和第三方库，可支持各种编程任务，例如文件处理、网络编程、GUI 开发、图像处理、数据可视化、机器学习等。Python 的语法简洁清晰，易于阅读和理解，因此也被广泛应用于教育和科研领域。Python 语言的解释器可用于不同的操作系统，例如 Windows、MacOS、Linux 等，因此 Python 具有很好的跨平台性。

本章很多问题都采用 ChatGPT 答案，作者对回答文本略加编辑。本书中，ChatGPT 的答案用  标识。建议大家在学时，不管是概念、程序、数学上遇到问题，都可以使用类似 ChatGPT 工具作为助手。值得注意的是，ChatGPT 经常犯错，大家注意甄别。



什么是 ChatGPT?

ChatGPT 是一种基于自然语言处理 (Natural Language Processing, NLP) 技术的人工智能 (AI) 应用程序，它是由 OpenAI 公司开发的一种大规模预训练语言模型。ChatGPT 使用深度神经网络来模拟人类的对话过程，它可以理解和生成人类语言，可以用于实现聊天机器人、智能客服、智能助手等应用。ChatGPT 还可以帮助用户进行文本自动生成、文本摘要、文本分类、情感分析等任务。ChatGPT 使用 Python 编程语言进行搭建。在搭建 ChatGPT 时，OpenAI 使用了 Python 的深度学习框架 TensorFlow 和 PyTorch，以及一些其他的 Python 库和工具来完成。

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger: <https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

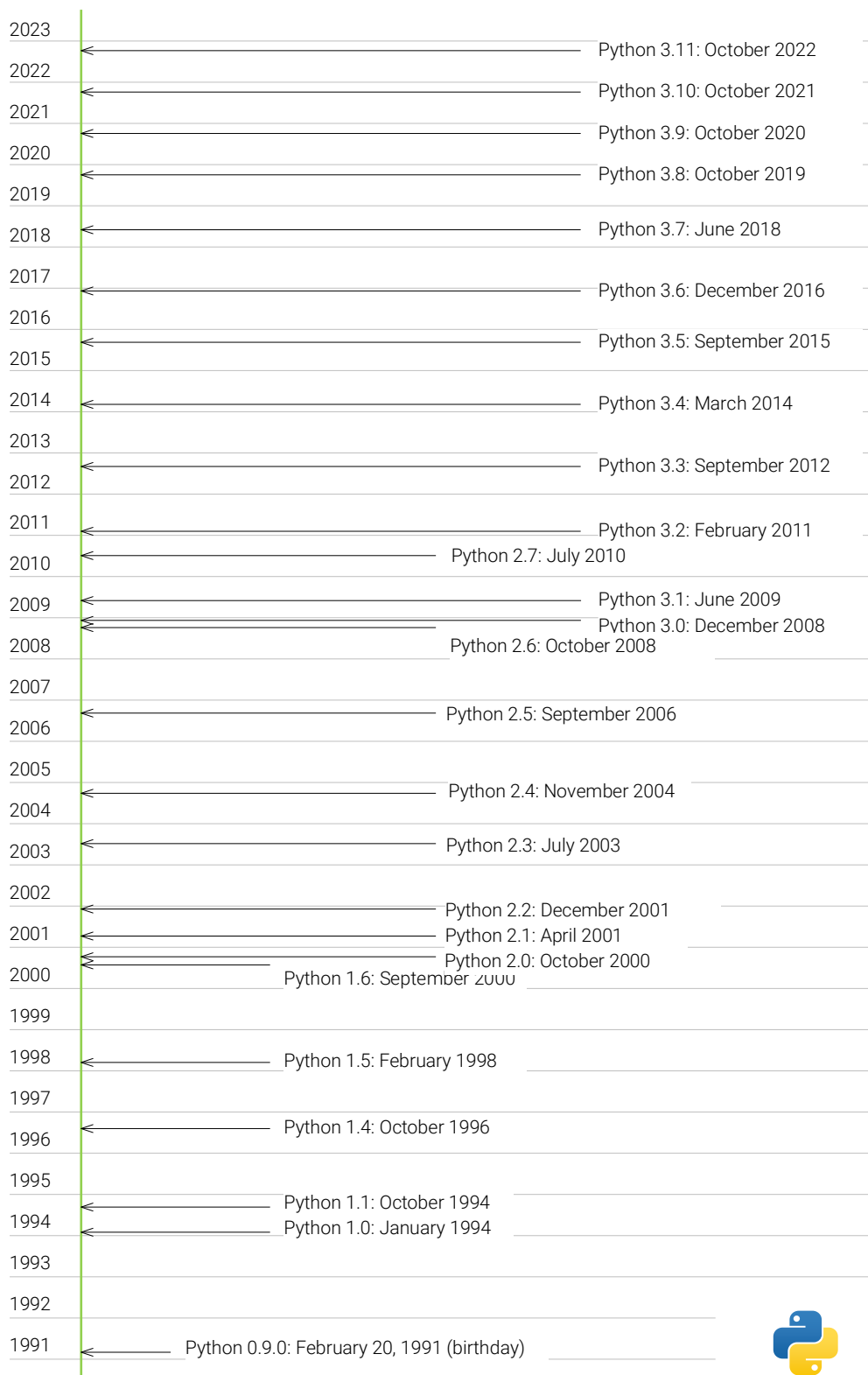


图 2. Python 历史版本时间轴

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

我们为什么要学 Python?

如图 1 所示，Python 具有广泛的用途，比如：

- ▶ 机器学习：Python 在数据科学和机器学习领域非常受欢迎，因为它有很多强大的库和工具，如 NumPy、Pandas、Scikit-learn 等。
- ▶ 深度学习：Python 的深度学习工具，比如 PyTorch、TensorFlow，常用来开发各种人工智能应用，比如智能设备、无人驾驶、自然语言处理工具等。
- ▶ Web 开发：Python 可以用于 Web 开发，有许多流行的 Web 框架，如 Django、Flask 等。
- ▶ 自动化脚本：Python 可以用于自动化任务，例如自动备份、自动化测试、爬虫等。
- ▶ 游戏开发：Python 可以用于游戏开发，如 Pygame 等库和工具。
- ▶ 系统管理和网络编程：Python 可以用于系统管理和网络编程，例如网络爬虫、服务器开发、安全工具等。

图 3 所示为本书涉及到的 9 个重要的 Python 数学运算和可视化库。



图 3. 《编程不难》涉及到的 Python 库



Python 中，什么是模块、包、库？

在 Python 中，模块、包、库是三个常见的概念。它们的含义如下：

模块 (Module): 是一个 Python 程序文件，包含了一组相关的函数、类、变量和常量等，可供其他程序引用。Python 中的模块是一种可重用的代码组件，可用于将相关的代码组织到一起，以便更好地管理和维护代码。一个模块可以包含多个函数、类、变量和常量等，可以被其他模块或程序引用和调用。

包 (Package): 是一组相关的模块的集合，用于组织 Python 代码的层次结构。一个包是一个文件夹，其中包含其他模块或子包。包是一种通过模块命名空间进行模块组织的方式，可用于更好地组织和管理大型代码库。

库 (Library): 是由一组模块和包组成的软件组件，提供了一系列函数、类、变量和常量等，用于解决特定问题。Python 标准库是 Python 官方提供的一组库，包含了大量的模块和功能，可以直接使用。此外，还有第三方库，如 NumPy、Pandas、Matplotlib 等，用于数据处理、科学计算、可视化等领域。

需要注意的是，模块是最小的可重用代码单元，而包和库是由多个模块组成的更大的结构。在 Python 中，通常使用 import 语句来引入需要使用的包、库或模块。

图 4 所示为《编程不难》每个板块涉及的核心工具。这些工具中有些是 Python 基本语法，有些则是 Python 常用包，有些是 Python 编程工具。

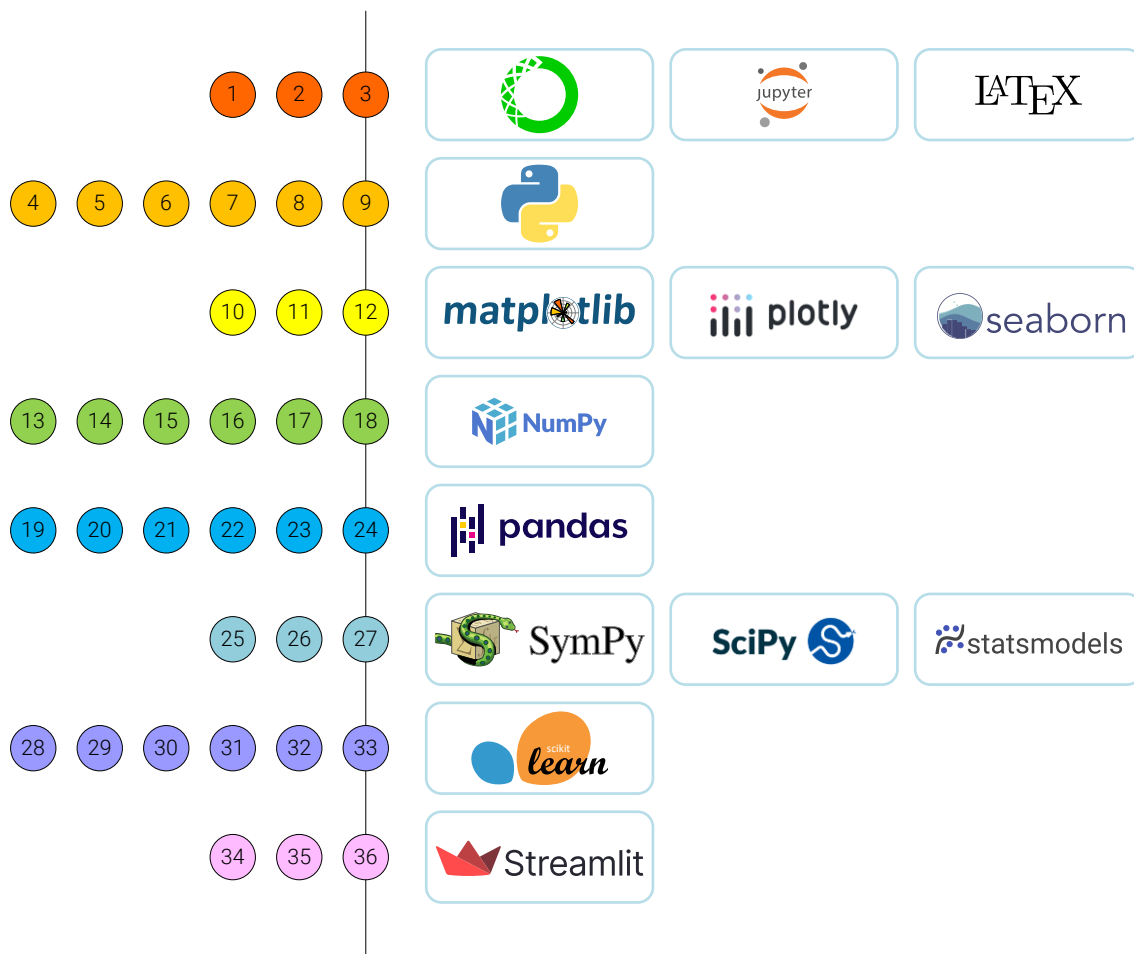


图 4. 《编程不难》每章涉及的核心工具

面向人工智能时代的教育

作者认为，面向人工智能时代的教育，特别是数学教育，必须结合编程、可视化、实际应用。而 Python 既是编程工具，也拥有大量可视化工具，同时可以用来完成各种数据科学、机器学习任务。

基于这样的考虑，鸢尾花书整套图书在创作时都采用了“编程 + 可视化 + 数学 + 机器学习”这个内核，只不过各个分册的侧重各有不同。

对于初高中生、大学生，学习 Python 有很多好处，比如：

- ▶ **培养编程思维：**Python 作为一种编程语言，可以帮助大家培养编程思维能力。大家可以通过编写简单的程序和解决各种问题，锻炼逻辑思维、问题解决和创造力等能力。
- ▶ **高效地学习数学及其他学科：**将公式、模型写成 Python 代码的过程，本身就是一种“习题”。而且这类习题比传统课本习题更能激发大家的兴趣。
- ▶ **图形化强化记忆：**公式、定理、定义、解题技巧 ... 大家考完试也就忘记了。但是利用 Python 编程，把公式、定理、定义变成一幅幅活生生的图形之后，这些概念将会深深地刻在大家脑中，甚至一辈子不会忘记。
- ▶ **提高学习效率：**Python 可以用于自动化各种重复性的任务，如数据处理、文本处理等。大家可以通过编写 Python 程序来自动化这些任务，从而节省时间和精力，提高学习效率。

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

- ▶ 为未来的学习和职业做准备：Python 是一种非常流行的编程语言，它在数据科学、机器学习、人工智能等领域有很多应用，大家可以通过学习 Python，为未来的学习和职业做准备，提前掌握一些必要的技能和知识。
- ▶ 增强实践能力：学习 Python 可以让大家更容易地将学到的知识应用到实践中，例如编写简单应用程序、游戏、网站等，这有助于大家增强实践能力和探索新领域的能力。
- ▶ 培养团队合作意识：学习 Python 可以让大家更容易地与他人合作，例如在编写程序时可以分工合作、交流想法等，这有助于培养团队合作意识和沟通能力。

未来已来，你来不来？

怎么学 Python？

和汉语、英语一样，Python 也是语言。只不过，Python 是人和机器交互的语言。Python 的语法有绝对的对错，不能模棱两可。错误的命令，要么出 bug，要么得出错误的结果。

在学习 Python 的过程中，大家一定要吸取英语教育的教训。很多人之所以在学了十几年的英语之后仍然不会说，就是因为他们只注重死记硬背词汇、语法，而没有真正把语言用起来，进行口头和书面交流。

因此，在学习 Python 时，大家不妨“功利”一些，边学边练——马上开始编码 code 和调试 debug。先写几段代码，跑起来；现在暂时用不到的语法细枝末节先放到一边。



学习 Python 和学习英语有什么相似之处？

学习 Python 和学习英语有一些相似之处，以下是其中一些：

都需要掌握基础知识：学习 Python 和学习英语都需要掌握基础知识，Python 的基础语法、数据类型、流程控制语句、函数等，英语的基本词汇、语法、发音等。

都需要不断练习：学习 Python 和学习英语都需要不断地练习，Python 需要编写程序来实践，英语需要口语练习和写作练习。

都需要实践和应用：学习 Python 和学习英语都需要不断地实践和应用，Python 可以应用到数据处理、人工智能、游戏开发等领域，英语可以应用到国际交流、留学、工作等方面。

都需要耐心和坚持：学习 Python 和学习英语都需要耐心和坚持，需要花费大量时间和精力来学习和练习，才能达到良好的掌握和应用水平。

总之，学习 Python 和学习英语都需要掌握基础知识、不断练习、实践和应用，同时也需要耐心和坚持。虽然二者是不同的领域，但都是对自己未来发展非常有帮助的技能。

鸢尾花书有编程、可视化、数学、机器学习这几个重要的元素，而这几个元素都离不开 Python。下面我们逐一聊一下。

1.2 Python 和可视化有什么关系？

Python 和可视化有很密切的关系。Python 中有很多强大的可视化库和工具，可以帮助用户对数据进行可视化呈现。大家翻看鸢尾花书的任何一册，会发现大量彩图，其中绝大部分都是用 Python 编码生成。

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

以下是 Python 和可视化的一些关系：

- ▶ 数据可视化：Python 中有许多数据可视化的库，例如 Matplotlib、Seaborn、Plotly 等，可以帮助用户将数据可视化呈现出来，从而更好地理解数据的分布、趋势等信息。本书的绘图部分将蜻蜓点水地讲解 Matplotlib、Seaborn、Plotly 常用绘图命令。“鸢尾花书”的《可视之美》一册将专门讲解数据可视化这一话题。
- ▶ 图像处理：Python 中有许多图像处理的库，例如 OpenCV 等，可以帮助用户进行图像处理和分析，同时也可以将处理后的图像进行可视化呈现。
- ▶ 交互式可视化：Python 中也有许多用于交互式可视化的库，例如 Bokeh、Altair 等，可以帮助用户建立交互式的数据可视化应用程序。
- ▶ 3D 可视化：Python 中也有许多用于 3D 可视化的库，例如 Mayavi、VisPy 等，可以帮助用户对三维数据进行可视化呈现。

1.3 Python 和数学有什么关系？

Python 和数学有着密切的关系。Python 是一种非常适合数学建模和数据分析的编程语言，拥有大量的数学计算库和工具。

以下是 Python 和数学的一些关系：

- ▶ 数学计算：Python 中有很多用于数学计算的库和工具，例如 NumPy、SciPy 等，可以帮助用户进行矩阵运算、微积分、最优化、统计分析等数学计算任务。
- ▶ 数据分析：Python 中有很多用于数据分析的库和工具，例如 Pandas、Matplotlib、Seaborn 等，可以帮助用户对数据进行统计分析、可视化呈现等。
- ▶ 数学建模：Python 中还有很多用于数学建模的库和工具，例如 SymPy 等，可以帮助用户进行数学建模和优化任务。
- ▶ 教学和研究：Python 也被广泛应用于数学教学和研究领域，例如用 Python 实现数学实验、数学模型的探索、算法的实现等。

下面给大家举个例子。下式是大名鼎鼎的二元高斯分布概率密度函数。如果大家在这之前没有接触过这个式子，不要紧！大家仅仅需要知道二元高斯分布不仅仅是概率统计的重要知识点，也和几何、微积分、线性代数有关，更是机器学习各种算法的常客。鸢尾花书会在本册以及其余分册中以各种视角帮大家剖析这个式子。

下面，我们来聊聊 Python 编程对理解这个“让人头大”式子有什么帮助。

$$f(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho_{x,y}^2}} \exp\left(-\frac{1}{2(1-\rho_{x,y}^2)}\left[\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2 - 2\rho_{x,y}\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)\left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right) + \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right]\right)$$

首先，借助 NumPy 之类的 Python 库，我们可以自己能写代码计算上述函数的数值。更方便的是，SciPy 库就有二元高斯分布现成的函数。当然，自己编码自定义函数肯定印象更深刻。

然后，利用 Matplotlib 等可视化工具，我们可以“看见”这个函数，如图 5 所示。大家可能惊奇地发现，等高线呈现的形状是一组同心椭圆！

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

大家很快就会发现，这个椭圆和线性回归 (linear regression)、主成分分析 (principal component analysis) 有直接关系。

如图 6 和图 7 所示，我们还可以看到不同参数对这些图形的影响。

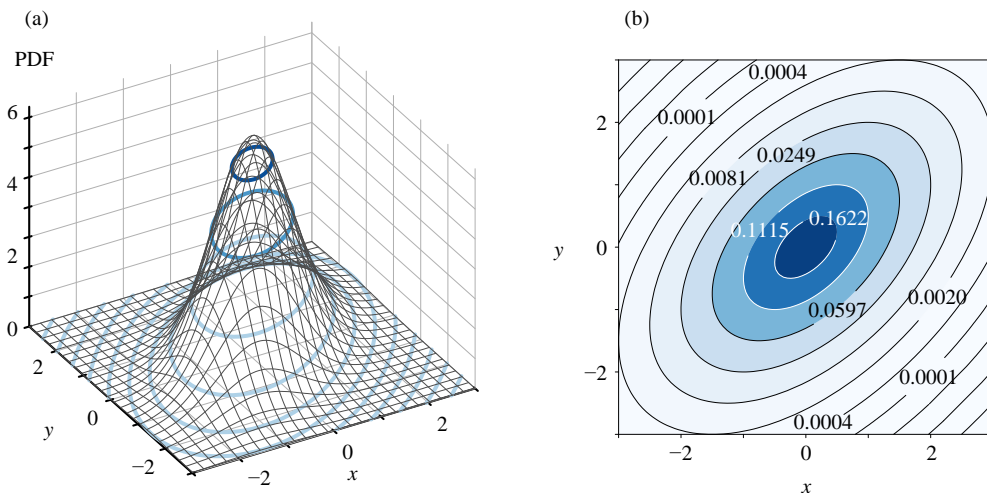


图 5. 一组特定参数下的二元高斯分布概率密度函数

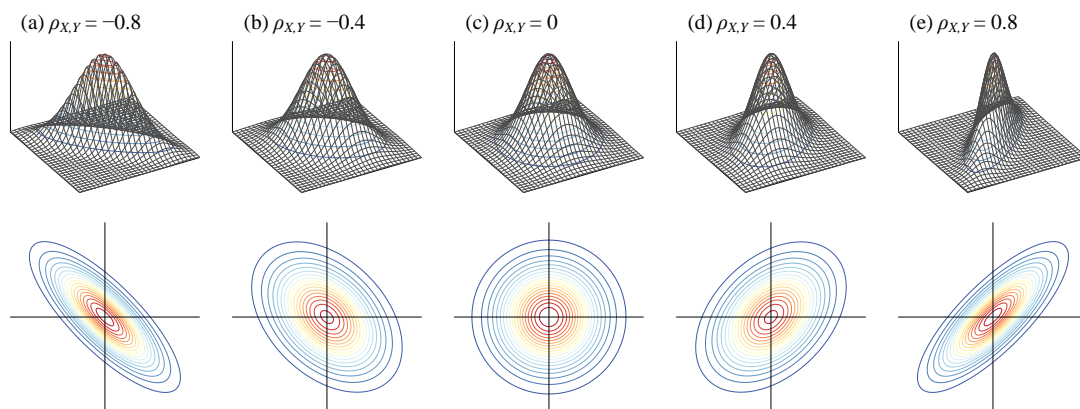


图 6. 不同相关性系数 $\rho_{X,Y}$ ，二元高斯分布 PDF 曲面和等高线， $\sigma_X = 1, \sigma_Y = 1$

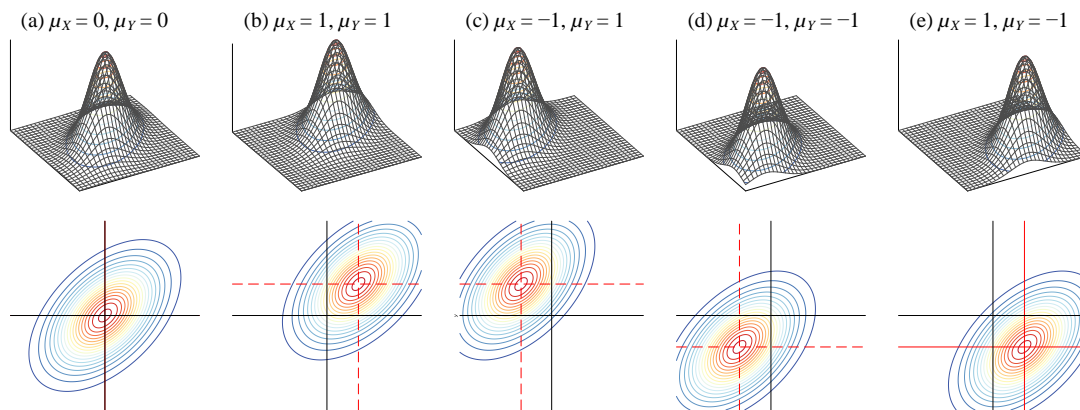


图 7. 不同质心位置 (μ_X, μ_Y) ，二元高斯分布 PDF 曲面和等高线， $\sigma_X = 1, \sigma_Y = 1, \rho_{X,Y} = 0.4$

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger: <https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

“可视化”在鸢尾花书系列每一册都是重头戏。因为大家很快就会发现，可视化让很多困扰我们多年的问题迎刃而解。不同的可视化方案就像是一束束光从不同角度射向同一个问题，这些丰富的视角可以帮助我们更深入地理解同一个问题。

举个例子，图 8 所示为几个不同视角理解相关性系数。

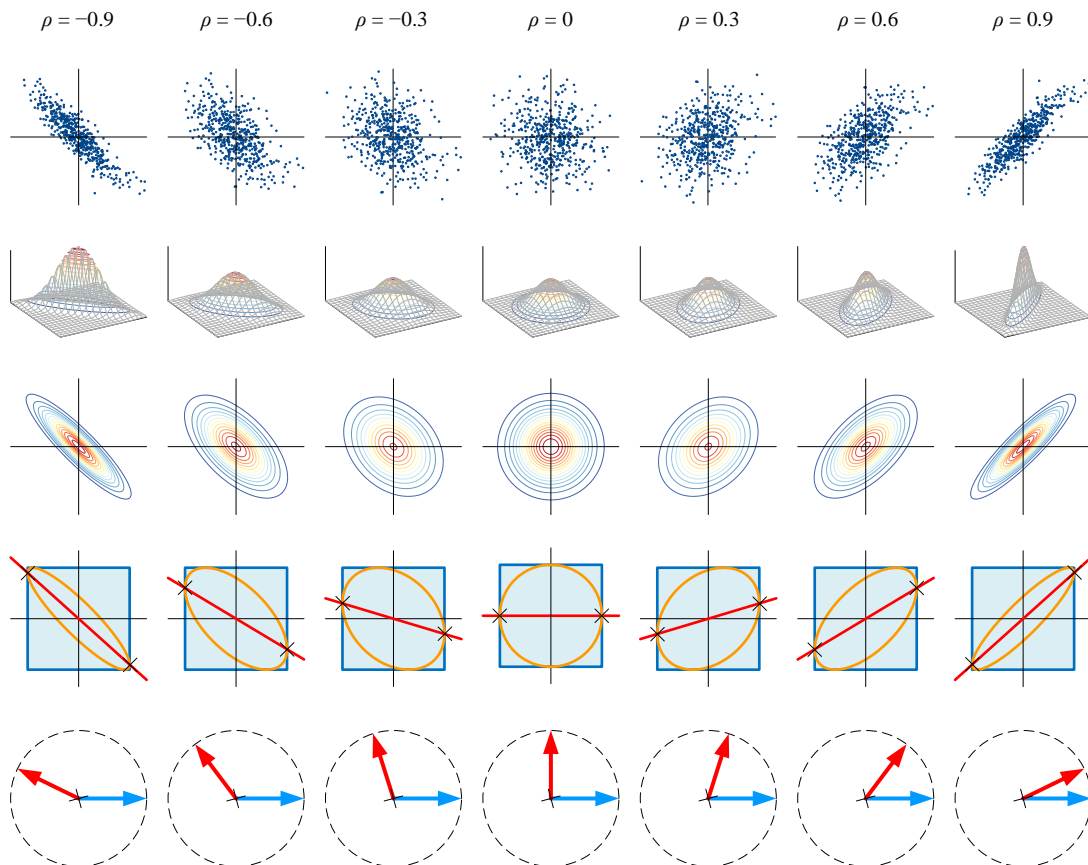
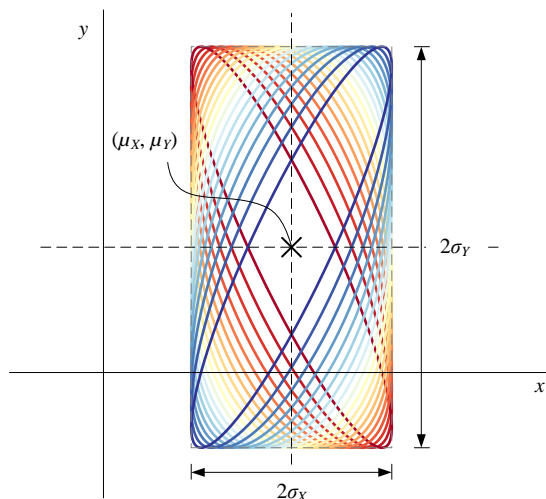


图 8. 相关性系数 $\rho_{X,Y}$ 的几种可视化方案

类似地，有了 Python 这个工具，我们可以解剖上述函数。比如，图 9 展示如下等式和一组有趣的椭圆有关。这组椭圆都和同一矩形四个边相切，而这个矩形又和二元高斯分布的参数直接相关。

利用 Python 可视化，我们可以清楚地看到这一点。更重要的是，这个性质又和条件分布、线性回归密不可分。

$$\frac{1}{(1-\rho_{X,Y}^2)} \left[\left(\frac{x-\mu_X}{\sigma_X} \right)^2 - 2\rho_{X,Y} \left(\frac{x-\mu_X}{\sigma_X} \right) \left(\frac{y-\mu_Y}{\sigma_Y} \right) + \left(\frac{y-\mu_Y}{\sigma_Y} \right)^2 \right] = 1$$

图 9. 椭圆和中心在 (μ_x, μ_y) 长 $2\sigma_x$ 、宽 $2\sigma_y$ 的矩形相切

给上述等式开个平方根，令其为 d ，我们便得到大名鼎鼎的马氏距离 (Mahalanobis distance)!

$$d = \sqrt{\frac{1}{(1-\rho_{x,y}^2)} \left[\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \right)^2 - 2\rho \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x} \right) \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \right) + \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \right)^2 \right]}$$

图 10 所示为一组马氏距离等距线，我们立刻发现了椭圆的存在。

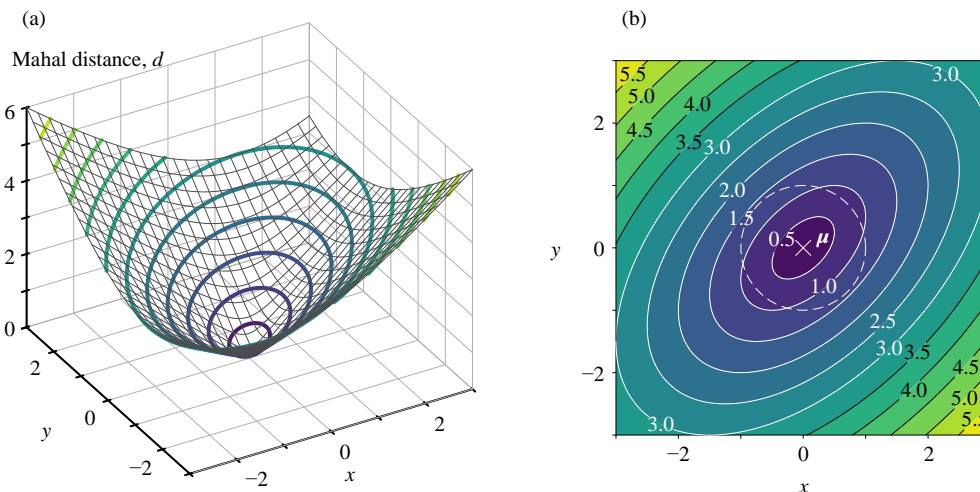


图 10. 马氏距离椭圆等高线

欧氏距离 (Euclidean distance) 就是我们经常说的两点之间线段。而不同于欧氏距离，马氏距离考虑了数据的分布形状。从图 11 中，我们可以看到马氏距离等距线一层层紧紧地包裹着样本散点数据。

图 5 和图 11 的椭圆几何角度存在很多差异，但是两者又存在紧密联系。而两者的联系就是高斯函数 (Gaussian function)。高斯函数是微积分的重要研究对象之一，也是机器学习各种算法的常客。

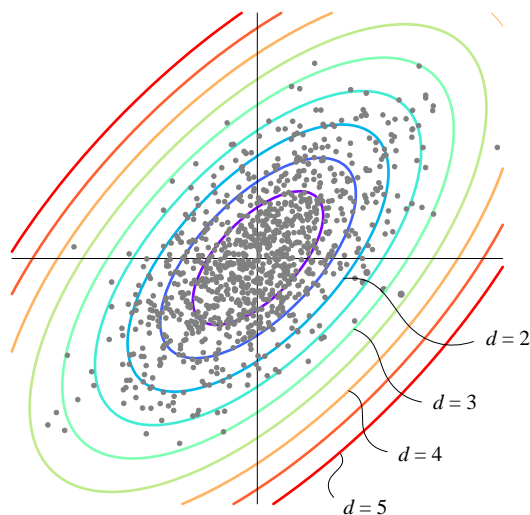


图 11. 马氏距离等距线

如图 12 所示，想要更深入理解马氏距离，我们需要借助几何视角，比如平移、旋转、缩放。大家可能会好奇，到底旋转多少角度、缩放多大比例？这就需要祭出线性代数大杀器——特征值分解 (eigen value decomposition)。鸢尾花书《矩阵力量》会专门介绍特征值分解，现在大家有个印象就好。

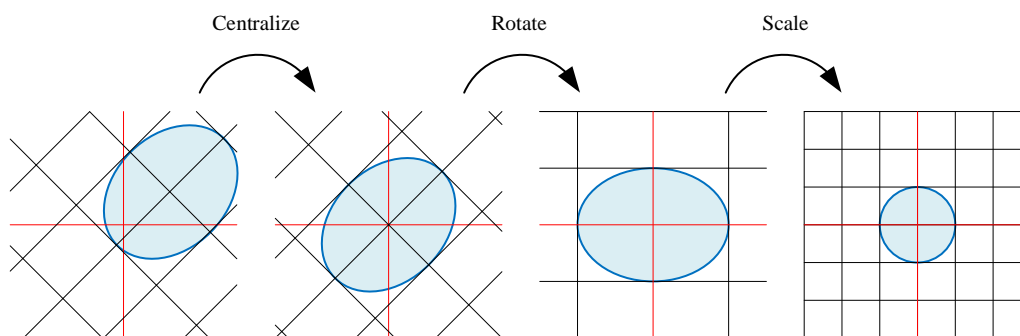


图 12. 通过几何变换理解马氏距离：平移 → 旋转 → 缩放

如果大家还觉得不过瘾，《编程不难》最后还介绍如何用 Streamlit 制作如图 13 所示 App。这个 App 采用交互形式让大家更加清楚地理解各种参数对二元高斯分布的影响。

在数学知识可视化方面，3Blue1Brown 绝对是村霸。他们开发的 Python 数学动画工具 manim 更是很多知识类博主的利器。但是，几经权衡还是没有把 manim 纳入鸢尾花书体系。主要原因是，manim 更适合制作知识类分享视频，可迁移性差。

而 Streamlit 不但可以做交互式数学演示，还可以做数据分析、机器学习 App。大家会在鸢尾花书各个分册经常看到用 Streamlit 做的各种应用 App。这些 App 一方面帮大家理解各种数学工具、算法逻辑，还可以帮大家学会用 Streamlit 快速搭建可交互应用 App。

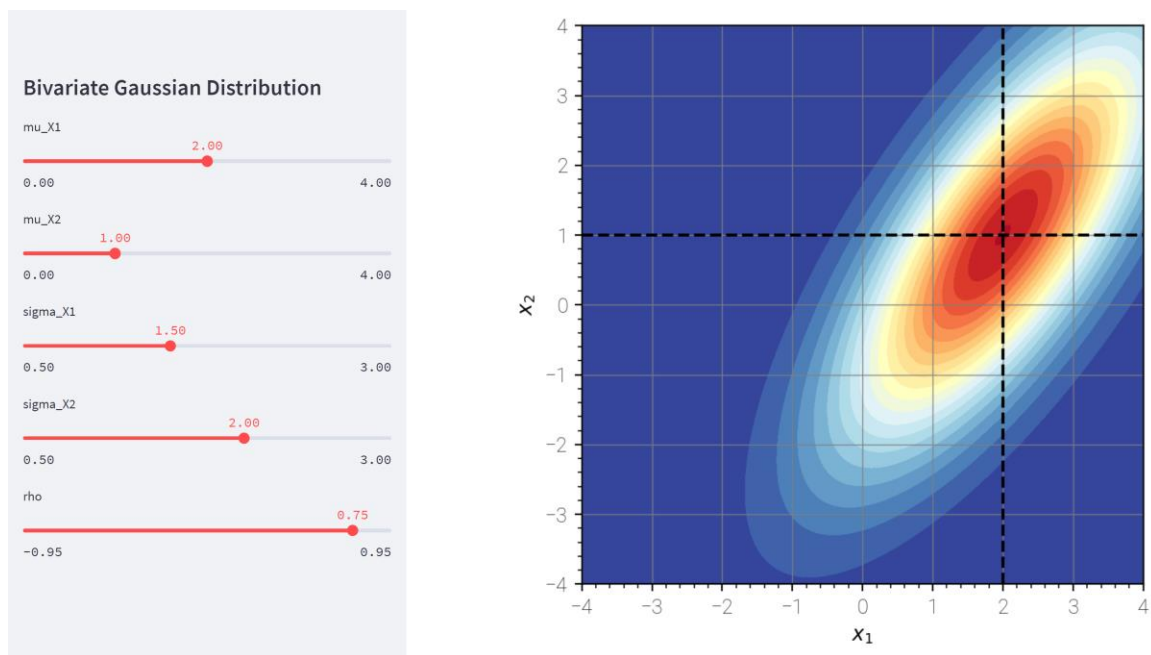


图 13. 二元高斯分布 App

大家可能会问，有了一元、二元高斯分布，就肯定有三元，乃至多元高斯分布。Python 能帮助我们理解这些高斯分布吗？答案是肯定的！

这就需要我们进一步借助各种数学工具和可视化手段继续升维！如图 14 所示，三元高斯分布就变成了椭球！而这些椭球在平面的投影得到椭圆，对应的就是二元高斯分布。这些都是借助 Python 这个工具达成知识“升维”！

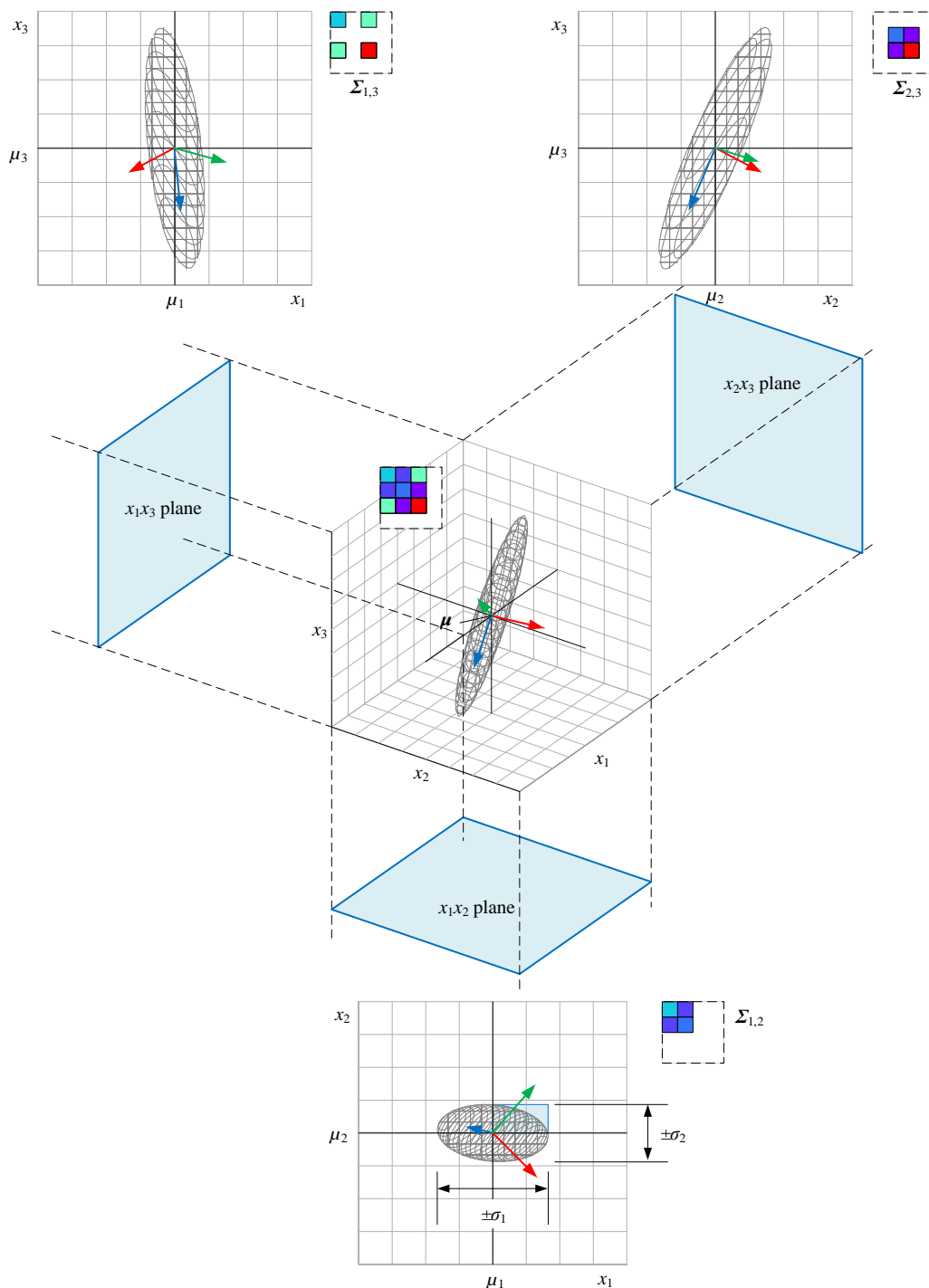


图 14. “旋转”椭圆投影到三个二维平面

看到这里，大家如果觉得有点吃不消，不要怕。一步一个脚印，对于 Python 零基础的读者，请先耐心读完本册《编程不难》和下一册《可视之美》。紧接着，鸢尾花书“数学三剑客”给大家提供了大量的“编程 + 可视化”方案来帮大家深入理解这些数学工具。

通过上述例子，大家可能已经发现 Python 对于学习数学的意义。“鸢尾花书”整个系列丛书希望大家提供一个学习、理解、掌握、应用数学工具的全新路径。

用习题集学习数学给大家养成一个坏习惯——期待标准答案，指望解题技巧。而真实世界面对的各种问题根本没有标准答案，大家需要利用“编程 + 可视化 + 数学 + 机器学习”自主探索。因此，培养大家的自主探究学习能力也是鸢尾花书的目的之一，这就是为什么我们要在整套书都引入 JupyterLab 作为学习平台的原因。

1.4 Python 和机器学习有什么关系？

Python 与机器学习有非常密切的关系。Python 是一种简单易学、可读性强的编程语言，同时也拥有丰富的第三方库和工具，这使得 Python 成为机器学习领域的重要工具之一。

机器学习是一种应用人工智能的技术，通过让计算机从数据中学习并改善性能，来实现对未知数据的预测和决策。

Python 在机器学习领域的应用非常广泛，主要有以下几个方面：

- ▶ 数据处理和分析：Python 中有许多用于数据处理和分析的库，例如 Pandas、NumPy 和 SciPy，这些库能够帮助用户轻松地处理和分析数据。
- ▶ 机器学习框架：Python 中也有许多用于机器学习的框架，例如 TensorFlow、PyTorch 和 Scikit-Learn 等，这些框架可以帮助用户更加高效地进行机器学习建模和预测。
- ▶ 可视化工具：Python 中的 Matplotlib 和 Seaborn 等可视化库，可以帮助用户更加清晰地理解数据和模型，以及呈现结果。
- ▶ 自然语言处理：Python 中的自然语言处理库，例如 NLTK 和 Spacy 等，可以帮助用户进行文本数据的处理、分析和预测。



什么是机器学习？

机器学习是一种人工智能技术，它使计算机系统能够通过数据和经验自主学习和改进，而无需显式地编程指令。简单来说，机器学习是通过训练算法从数据中学习模式和规律，然后利用这些模式和规律来进行预测或决策。在机器学习中，模型是通过训练算法从大量数据中学习而来的，这些数据被称为训练数据集。训练数据集包含已知结果的输入输出对，这些输入输出对用于训练模型来预测未知数据的输出。训练数据集中的数据越多，训练时间越长，模型就越准确。机器学习可以应用于各种领域，例如语音识别、图像识别、自然语言处理、推荐系统和金融分析等。它已成为当今科技领域中最热门和最具前途的领域之一。

1.5 集成开发环境

Python 有很多常用的 IDE (集成开发环境)，比如：

- ▶ JupyterLab：基于 Web 的交互式开发环境，支持多种编程语言，包括 Python，可以快速编写、测试和共享代码，非常适合数据科学和机器学习领域。作者认为，JupyterLab 和 Jupyter Notebook 非常适合大家做探究式学习。目前，《编程不难》、《可视之美》两册的配套的代码多是 Jupyter 笔记。这个话题后文将详细介绍如何使用 JupyterLab。
- ▶ Spyder：基于 Qt 开发的 Python IDE，提供了一个集成的开发环境，包括编辑器、调试器和控制台，非常适合科学计算和数据分析。虽然“鸢尾花书”剩余几册的代码都是在 Spyder 中完成，建议初学者

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

还是在 JupyterLab 中分段运行代码。对于 MATLAB 转 Python 的读者来说，Spyder 可能是最容易上手的 IDE。在所有的 Python IDE 中，Spyder 最像 MATLAB。

- PyCharm：JetBrains 公司开发的跨平台 Python IDE，提供了许多功能，包括代码智能提示、代码自动完成、调试和单元测试等。建议有 Python 开发经验的读者使用 PyCharm 运行本书代码。



什么是集成开发环境？

集成开发环境 (Integrated Development Environment，简称 IDE) 是一种用于软件开发的工具。它通常包括一个代码编辑器、一个调试器和一个构建工具，以及其他功能，例如自动补全、语法高亮、代码重构等。IDE 的目的是提供一个集成的工作环境，使开发人员能够更高效地编写、调试和测试代码。使用 IDE 可以极大地提高开发效率。例如，它可以帮助开发人员在编写代码时自动补全函数名称、参数等，减少打错代码的风险；它可以提供一些调试工具来检测和修复代码中的错误，使得开发人员更容易发现问题；它可以通过自动构建工具来编译和构建代码，减少手动操作的繁琐过程。总之，IDE 是一种开发人员必备的工具，可以让开发人员更加专注于编写高质量的代码。

表 1. 比较三个常用的 IDE

维度	JupyterLab	Spyder	PyCharm
适用场景	数据科学、机器学习、交互式	科学计算、数据分析	通用编程、开发
编辑器	基于 Web 的文本编辑器	Qt 构建的文本编辑器	IntelliJ IDEA 编辑器
调试器	内置的交互式调试器	内置的调试器	内置的调试器
插件支持	丰富的插件生态系统	插件支持较少	丰富的插件生态系统
社区支持	由 Jupyter 项目支持	由 Spyder 社区支持	由 JetBrains 公司支持
扩展性	支持自定义和扩展	可以自定义外观和行为	支持自定义和扩展
学习曲线	平缓	友好	稍微陡峭
收费与否	免费	免费	有免费和付费版本
平台支持	支持 Windows、Mac 和 Linux	支持 Windows、Mac 和 Linux	支持 Windows、Mac 和 Linux

Anaconda

Anaconda 可谓“科学计算全家桶”，包含科学计算领域可能用到的大部分 Python 工具，包括 Python 解释器、常用的第三方库、包管理器、IDE 等。前文提到的 JupyterLab、Spyder、PyCharm 这三个 IDE 都在 Anaconda 中。



什么是 Anaconda？

Anaconda 是一个流行的 Python 发行版，由 Anaconda, Inc. 开发和维护，旨在为数据科学、机器学习和科学计算提供一个全面的工具包。Anaconda 集成了许多常用的 Python 库和工具，如 NumPy、SciPy、Pandas、Matplotlib、Scikit-learn、Jupyter Notebook 等。它还包括一个名为 conda 的软件包管理器，可以帮助用户安装、更新和管理 Python 库和依赖项。Anaconda 还提供了一个名为 Anaconda Navigator 的图形用户界面，用户可以通过这个界面轻松地管理他们的 Python 环境、安装和卸载库、启动 Jupyter Notebook 等操作。除了 Python 环境和库之外，Anaconda 还包括许多其他工具和应用程序，如 Spyder、PyCharm、VS Code、R 语言环境等等，使得它成为数据科学家和研究人员的首选工具之一。Anaconda 可以安装在多个平台上，包括 Windows、Linux 和 Mac OS X。

安装 Anaconda

下文手把手教大家如何在 Windows 上安装、测试 Anaconda，有经验的读者可以跳过。

对于 Mac 用户，大家可以参考如下链接安装 Anaconda：

<https://docs.anaconda.com/anaconda/install/mac-os/>

要是想特别安装某个版本的 Python，请参考：

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

https://pythonhowto.readthedocs.io/zh_CN/latest/install.html

注意，Anaconda 安装后大概占用 5G 空间。有 Python 开发经验的读者，可以根据需求自行分别安装 JupyterLab、Spyder、PyCharm。

在 Windows 上安装 Anaconda 可以按照以下步骤进行：

a) 下载。在 Anaconda 官网 (<https://www.anaconda.com/>) 下载适合大家操作系统的 Anaconda 版本，选择对应的 Python 版本（一般建议选择最新版 Python3.x），并下载对应的安装程序。注意，Anaconda 不断推出新版本，大家下载的版本号肯定和下图的版本号不同。建议大家从官网下载最新版本安装程序。



图 15. 安装程序图标

b) 运行安装程序：下载完毕后，双击下载文件运行安装程序。在安装程序打开后，点击“Next”进入下一步。

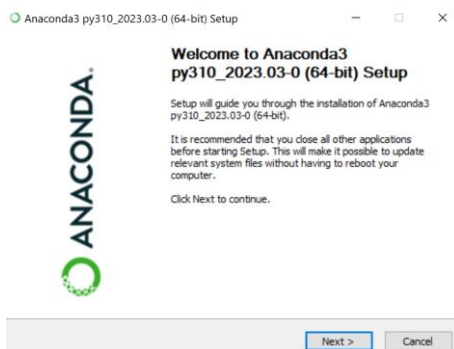


图 16. 运行安装程序

c) 阅读协议：阅读协议并同意“I Agree”，然后点击“Next”。

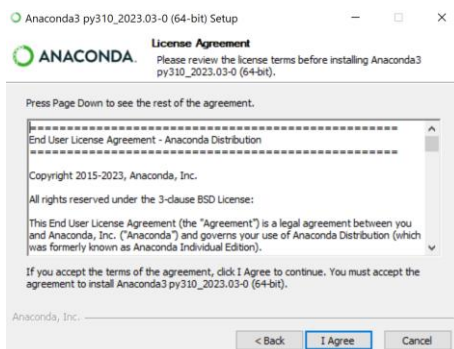


图 17. 阅读协议

d) 安装类型：推荐默认“Just Me”；对于多用户 PC，可以选择“All Users”；然后点击“Next”。

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger: <https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

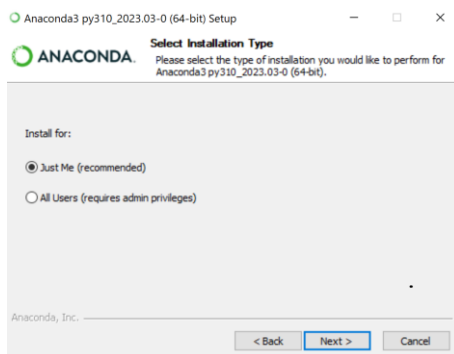


图 18. 安装类型

e) 安装路径：可以指定 Anaconda 的安装路径 (建议零基础读者选择默认路径)，然后点击“Next”。

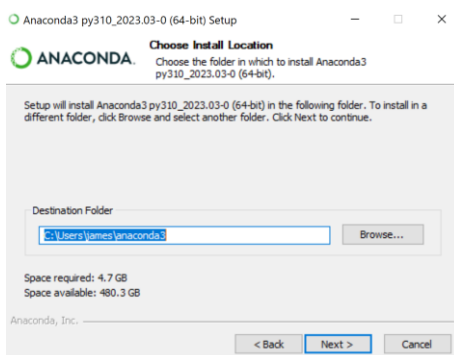


图 19. 安装路径

f) 配置环境变量：选择是否将 Anaconda 添加到系统环境变量中，建议勾选该选项，这样就可以在命令行中使用 Anaconda 的工具了。然后点击“Install”进行安装。

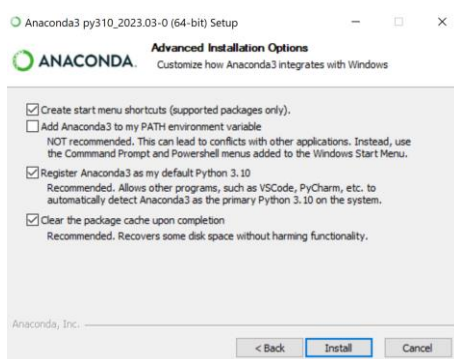


图 20. 安装选择

g) 等待安装完成：安装过程可能持续 10 分钟左右。等待安装完成后，会弹出“Installation Complete”对话框，点击“Next”。如果这步持续时间过长 (超过一小时)，建议强制停止安装，删除安装包。关机再开机，重新下载安装包从头开始再尝试安装。

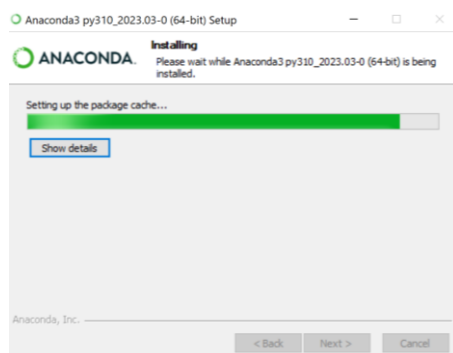


图 21. 等待安装完成

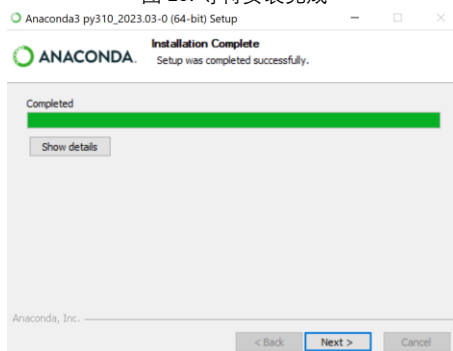


图 22. 安装完成

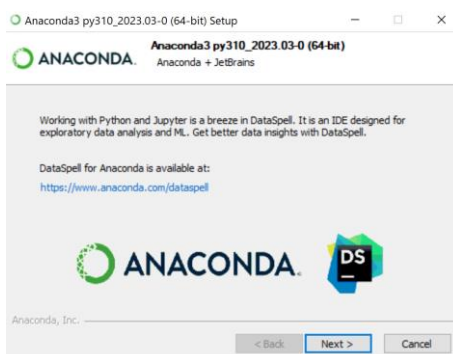


图 23. 广告时间，点 Next

h) 完成安装：点击“Finish”完成 Anaconda 的安装。之后会跳出两个网页，不需要理会，关闭即可。

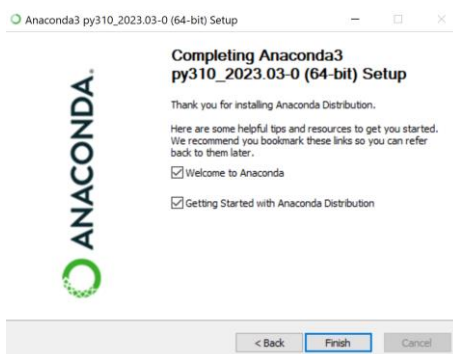


图 24. 确认完成

安装完成后，可以在“开始菜单”中找到 Anaconda 的安装目录，并启动“Anaconda Navigator”来使用 Anaconda 的工具和功能。同时，也可以在命令行中使用 Anaconda 的工具和命令，例如使用“conda”命令来管理 Python 的虚拟环境和安装依赖包等。

测试 JupyterLab

这是本节最后，也是最关键的一个任务。

要打开并测试 JupyterLab，可以按照以下步骤进行：

a) 找到并打开 Anaconda Navigator (需要 1 分钟左右，稍安勿躁)，点击 JupyterLab 对应的 Launch。马上一个网页将会跳出来，建议大家默认使用 Chrome 浏览器，Firefox 或 Edge 也都可以。

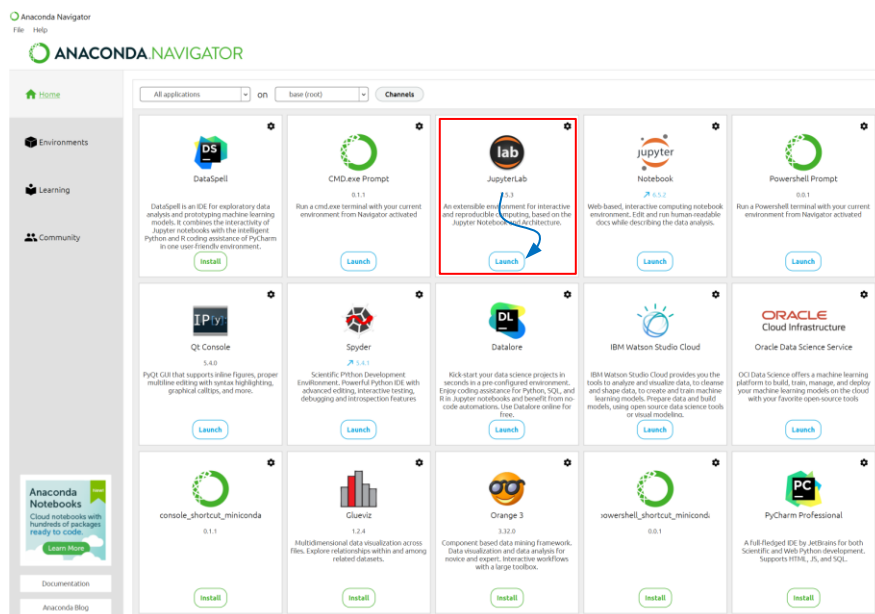


图 25. Anaconda Navigator 界面

b) 进入 JupyterLab 界面，点击 Notebook (Python 3)，创建 Jupyter Notebook。

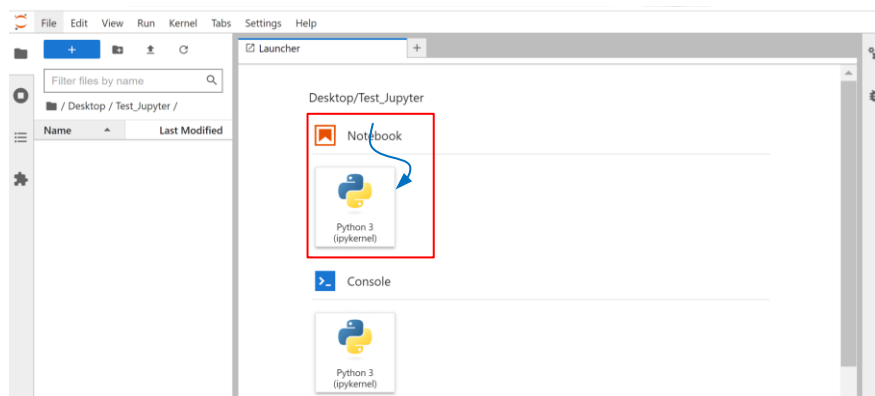


图 26. JupyterLab 界面

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger: <https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

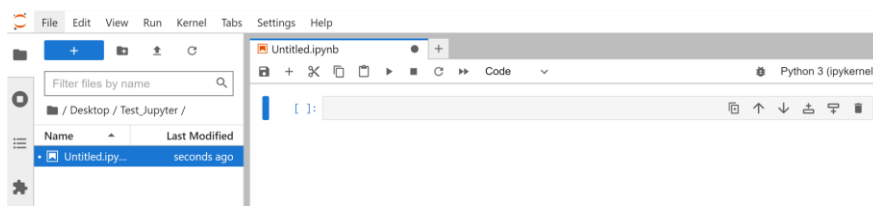


图 27. 创建 Jupyter Notebook

c) 在下面窗口中输入， $1 + 2$ ，然后点击“Ctrl + Enter”快捷键，运行并得到 3 这个结果。大家也可以尝试“Shift + Enter”快捷键，运行代码同时生成新区块，大家自己可以先玩一会。下一节将专门讲解如何使用 JupyterLab。

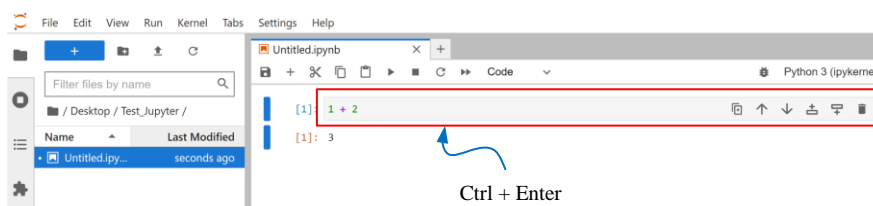


图 28. 运算

查看 Python 库版本号

在安装 Anaconda 时，各种常用的 Python 工具已经顺道安装完成。有些时候，我们需要查看 Python 各种库的版本号，下面介绍几种方法。

大家可以进入 Anaconda.Navigato，点击 Environments，如果有不同环境的话，选择特定的环境，在右侧可以看到已经安装库的版本号。

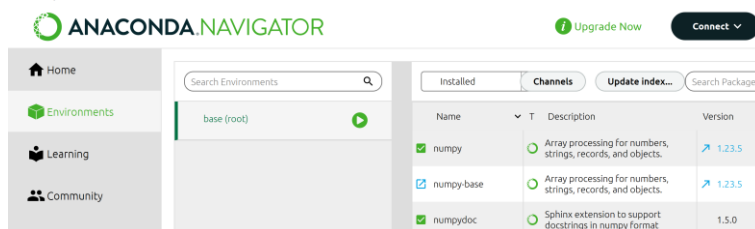
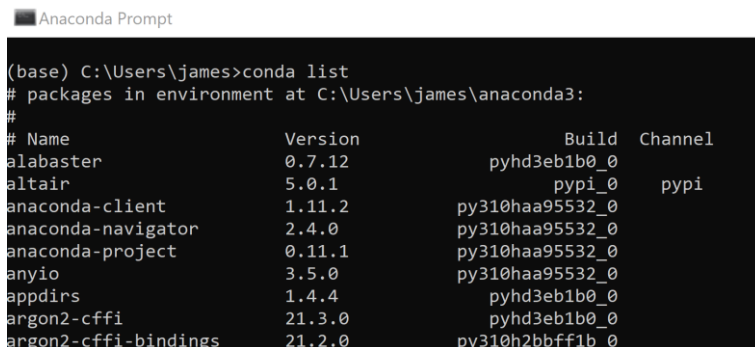


图 29. 在 Anaconda.Navigato 查看 Python 库版本号

在电脑中搜索 Anaconda Prompt，然后键入 `conda list`，也可以调取所有安装 Python 库的版本号。



```

Anaconda Prompt

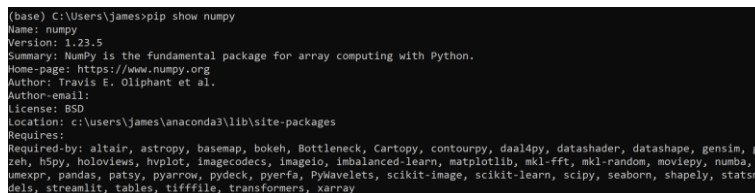
(base) C:\Users\james>conda list
# packages in environment at C:\Users\james\anaconda3:
#
# Name                        Version      Build                Channel
alabaster                     0.7.12       pyhd3eb1b0_0
altair                        5.0.1        pypi_0              pypi
anaconda-client               1.11.2       py310haa95532_0
anaconda-navigator            2.4.0        py310haa95532_0
anaconda-project              0.11.1       py310haa95532_0
anyio                         3.5.0        py310haa95532_0
appdirs                       1.4.4        pyhd3eb1b0_0
argon2-cffi                   21.3.0       pyhd3eb1b0_0
argon2-cffi-bindings          21.2.0       py310h2bbff1b_0

```

图 30. 在 Anaconda Prompt 查看 Python 库版本号

此外，在图 29 中左键点击绿色三角，左键单击 Open Terminal 也可以打开 Anaconda Prompt。

在 Anaconda Prompt，我们可以用 `pip show` 库名，比如 `pip show numpy`，来调取某个特定 Python 库信息。



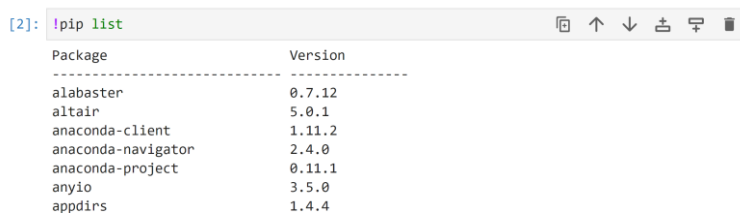
```

(base) C:\Users\james>pip show numpy
Name: numpy
Version: 1.23.5
Summary: NumPy is the fundamental package for array computing with Python.
Home-page: https://www.numpy.org
Author: Travis E. Oliphant et al.
Author-email:
License: BSD
Location: c:\users\james\anaconda3\lib\site-packages
Requires:
Required-by: altair, astropy, basemap, bokeh, Bottleneck, Cartopy, contourpy, daal4py, datashader, datashape, gensim, gl
zeh, h5py, holoviews, hvplot, imagecodecs, imageio, imbalanced-learn, matplotlib, mkl-fft, mkl-random, moviepy, numba, n
umexpr, pandas, patsy, pyarrow, pydeck, pyerfa, PyWavelets, scikit-image, scikit-learn, scipy, seaborn, shapely, statsmo
dels, streamlit, tables, tifffile, transformers, xarray

```

图 31. 在 Anaconda Prompt 查看某个特定 Python 库版本号

在 JupyterLab 中，我们也可以用 `!pip list` 查看已经安装的所有 Python 库版本号。在 JupyterLab 中，感叹号 (exclamation mark) `!` 用于执行操作系统命令或外部程序。比如，`!dir` 可以调取当前文件的目录。`!pip install` 包名，还可以用 `pip` 安装特定 Python 库。



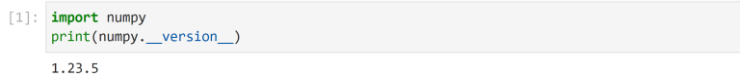
```

[2]: !pip list
Package            Version
-----
alabaster           0.7.12
altair              5.0.1
anaconda-client     1.11.2
anaconda-navigator  2.4.0
anaconda-project    0.11.1
anyio               3.5.0
appdirs             1.4.4

```

图 32. 在 JupyterLab 中查看 Python 库版本号

此外，对于特定 Python 包，我们还可以用如下语句查看其版本号。



```

[1]: import numpy
      print(numpy.__version__)
1.23.5

```

图 33. 在 JupyterLab 中查看某个特定 Python 库版本号

在《编程不难》《可视之美》两本书中，大家会经常看到图 34 这种代码实例，书中会对代码中关键语句编号并讲解。为了

虽然这些代码都可以在配套代码文件中找到，但是依然强烈建议大家在 JupyterLab 中自己敲一遍。对于编程零基础读者，特别推荐大家逐行注释。

本书第 4 章专门介绍如何注释代码。

下面，我们就聊聊图 34 这段代码。

a 这句话就是注释。简单来说，代码中的注释是给人看的，机器对其视而不见。在 Python 中，# 符号用于创建单行注释。注释是用于解释代码的文本，它不会被 Python 解释器执行，因此不会影响程序的运行。

即便如此，编程时注释并不是可有可无的部分。我们可以使用注释来解释代码的目的、功能或特殊注意事项。毫不夸张地说，自己写完的代码，过不了一个月可能就会忘了某些具体语句或逻辑，而代码注释就完美解决这一问题。代码注释当然对于其他开发人员阅读和理解代码非常有帮助。

此外，在调试或测试代码时，我们也可以使用临时注释来暂时禁用或跳过某些代码行。

此外，在自定义函数时，我们也可以添加多行注释，来生成代码文档。本书第 8 章会专门介绍自定义函数。

b 导入 SciPy 库。SciPy 是一个用于科学计算和数据分析的开源 Python 库，它包含了许多用于数学、科学和工程计算的功能和工具。

本书第 26 章专门介绍 SciPy 库。

在 Python 中，import 是一个关键字，用于导入其他 Python 库/包/模块。

本书第 4 章将专门介绍如何使用 import。在 JupyterLab 中，只有成功导入某个库或模块后，才能调用其中函数。

注意，SciPy (S 和 P 大写) 是这个 Python 库的名字，而在 JupyterLab 中，导入这个库时，scipy 为全小写无空格。

c 中，print() 是 Python 的内置函数，用来打印，p 小写。

'scipy: %s' 是一个包含占位符的字符串，其中%s 是一个占位符，表示后面将被替换成一个字符串的值。在 Python 中，字符串 (string) 是一种数据类型，用于表示纯文本数据。

本书第 5 章将专门介绍包括字符串在内的常用数据类型。

scipy.__version__ 是 SciPy 库的一个属性，它包含了当前导入的 SciPy 版本的字符串。通过 scipy.__version__，我们可以获取计算机中当前 SciPy 库的版本信息。

d 在 Python 中用于导入 NumPy 库的语句。NumPy 是 Python 中用于科学计算和数值操作的一个强大的开源库。它提供了多维数组 (NumPy array) 和一系列用于操作这些数组的函数。NumPy 广泛用于数据分析、科学计算、机器学习等领域。

本书第 13 ~ 18 章介绍 NumPy 库常用工具。

e 导入 Matplotlib 库的语句。Matplotlib 是一个用于创建各种类型的图形和可视化的 Python 库。

本书第 10 ~ 12 章专门介绍常用可视化工具。

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger: <https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

f 导入 Pandas 库。Pandas 是 Python 中用于数据分析和数据操作的高性能库。Pandas 提供了两种主要数据结构：Series 和 DataFrame，用于处理和操作各种类型的数据，包括表格数据、时间序列数据等等。

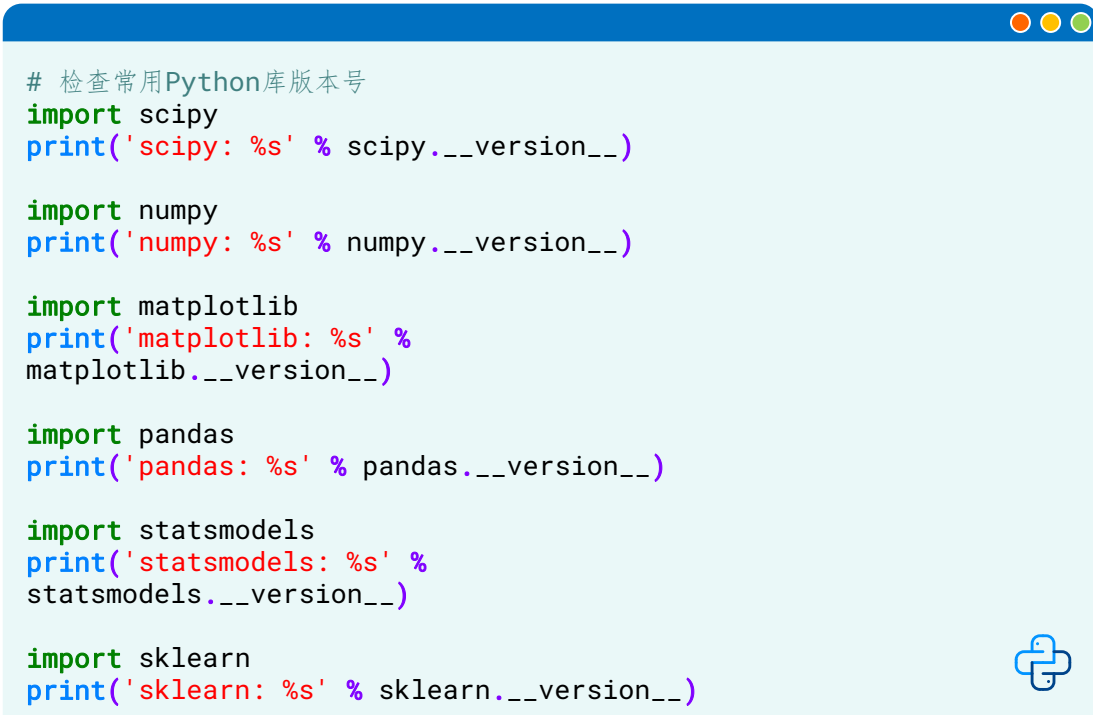
本书第 19 ~ 24 章介绍 Pandas 库常用工具。

g 导入 Statsmodels 库。Statsmodels 是一个 Python 库，用于执行统计分析和建立统计模型，包括线性回归、时间序列分析、假设检验和许多其他统计方法。

本书第 27 章专门介绍 Statsmodels 库。

h 导入 Scikit-Learn 库。Scikit-Learn，也称 sklearn，是一个强大的开源机器学习库，提供了用于各种机器学习任务的工具和算法。它包括分类、回归、聚类、降维、模型选择、模型评估等各种机器学习任务的实现。Scikit-Learn 还包括用于数据预处理和特征工程的功能。

本书第 28 ~ 33 章介绍 Scikit-Learn 库常用工具。



```

a # 检查常用Python库版本号
b import scipy
c print('scipy: %s' % scipy.__version__)

d import numpy
e print('numpy: %s' % numpy.__version__)

f import matplotlib
g print('matplotlib: %s' % matplotlib.__version__)

h import pandas
i print('pandas: %s' % pandas.__version__)

j import statsmodels
k print('statsmodels: %s' % statsmodels.__version__)

l import sklearn
m print('sklearn: %s' % sklearn.__version__)

```

图 34. 查看常用 Python 库版本号

安装、更新、卸载 Python 库

即便安装 Anaconda 时，各种常用 Python 库已经安装好；但是，在使用时，我们经常会安装其他库，亦或是更新已经安装的库。

以 pandas-datareader 为例，本书后续会利用 pandas-datareader 下载金融数据。在安装 Anaconda 时，这个库没有被安装，需要我们自行安装。

使用 pip 安装。pip 是 Python 的包管理器，它是最常用的安装库的方法。打开 Anaconda Prompt，然后运行 pip install pandas-datareader 命令来安装库。

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

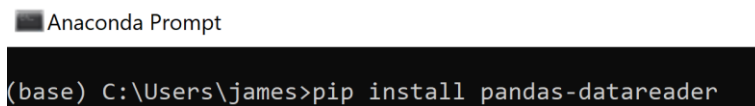


图 35. 安装 pandas-datareader

如果使用的是 Anaconda Python 环境，有时也可以使用 conda 包管理器来安装库，比如 `conda install library_name`。具体采用 pip 还是 conda，建议大家在安装任何第三方库之前，首先查看这个库的技术文档，了解库的版本、更新情况、使用说明、常见案例。比如，pandas-datareader 的技术文档：

<https://pandas-datareader.readthedocs.io/en/latest/>

在这个网页首页，我们看到推荐 `pip install pandas-datareader` 安装 pandas-datareader。

如果大家有多个 Anaconda 环境，安装特定库时需要选择特定环境。如图 36 所示，当前 Anaconda 有两个环境，如果我们想在 demo 环境安装 Streamlit 的话，左键点击其绿色三角，在菜单中左键点击 Open Terminal，然后调出对应环境的 Anaconda Prompt。然后利用 `pip install streamlit` 安装 Streamlit。

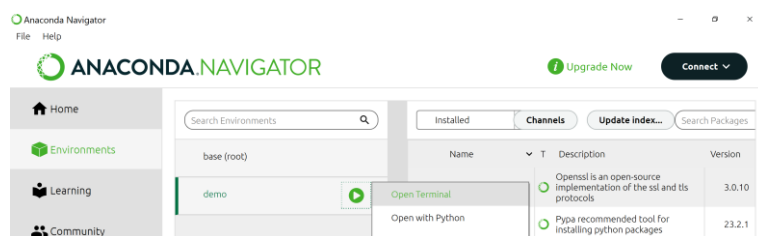


图 36. 在特定 Anaconda 环境安装 Python 库

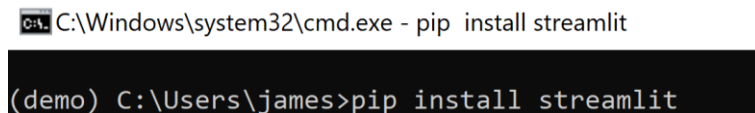
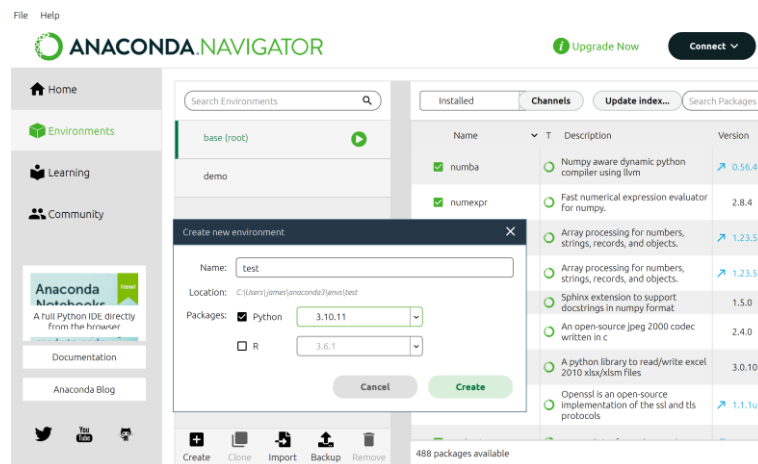


图 37. 安装 Streamlit

顺便提一嘴，在 Anaconda Navigator 中可以很轻松创建全新 Python 环境。如图 38 所示，大家只需要点击左下角加号 Create，在弹出的对话框中输入环境名称，大家还可以选择不同 Python 版本号。如果大家使用 R 语言的话，还可以创建 R 语言环境。



本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger：<https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

图 38. 在 Anaconda Navigator 中创建新环境

Streamlit 是一个用于创建 Web 应用程序的 Python 库，它可以让数据科学家、工程师和分析师轻松地将数据应用程序转化为交互式 Web 应用程序，无需深入的前端开发经验。我们将在本书最后两章利用 streamlit 搭建数学动画、数据分析、机器学习 App。请大家在安装 Streamlit 前，查看其技术文档：

<https://docs.streamlit.io/library/get-started/installation>

给大家一个任务，请大家首先安装 pandas-datareader，然后再安装 streamlit 库。

有时，我们也可以从库的源代码安装库，下载或克隆压缩文件，利用类似 `python setup.py install` 命令安装。这种方法不推荐初学者使用。

此外，我们也可以在 JupyterLab 中，用 `! pip install library_name` 方法安装特定库。这种方法也不推荐初学者使用。

想要卸载特定 Python 库也很容易，大家在 Anaconda Prompt 中键入 `pip uninstall library_name`。

想要更新某个 Python 库，可以使用 `pip install library_name --upgrade`。如图 39 所示，大家也可以在 Anaconda Navigator 查看某个 Python 库是否有更新。如果出现蓝色箭头，这说明该库有新版本。

注意，由于 Python 库由不同第三方开发者开发、维护，更新库时要小心兼容性问题。这就是为什么我们有时需要不同 Anaconda 环境，以便控制不同库的版本。

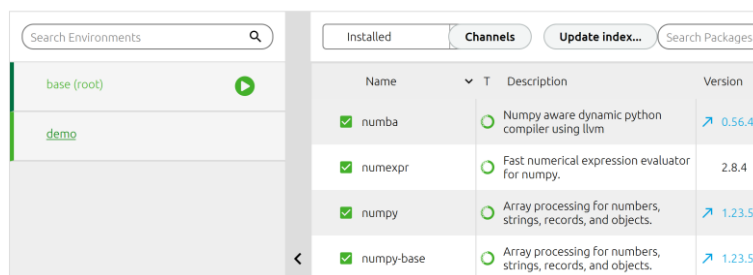


图 39. 在 Anaconda Navigator 中查看 Python 库是否有更新

库的健康情况

Python 第三方库都是由社区开发者开发、维护，在使用一些生僻的 Python 库之前，建议大家了解一下这个库的健康情况。

大家可以查看库在 GitHub 或其他代码托管平台上的维护更新情况，比如提最近提交日期、版本历史、日志更新，以及提交频率等信息。此外，大家也可以看看 GitHub 上库的安装使用、标星 (star)、问题 (issue) 等是否活跃。某个 Python 库的技术文档质量、更新情况也可以作为衡量其健康程度的指标。

此外，最简单的办法就是通过 Synk Advisor 打分来评估 Python 库的健康情况：

<https://snyk.io/advisor/python/scoring>

图 40 所示为 Streamlit 库在 2023 年 9 月份的评分。一般来说，评分在 85 分左右的 Python 库可以一试。评分如果在 95 分上下，说明 Python 库的健康程度很好。

吐槽一下，pandas-datareader 这个 Python 库的维护就很差，2023 年 9 月份在 Snyk Advisor 评分仅为 62 分，刚及格。也就是说这个库凑合能用，但是出现 bug 后果自负。在撰写本书时，作者还能用

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger: <https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

pandas-datareader 从 FRED (Federal Reserve Economic Data) 下载金融数据。为了避免 pandas-datareader 失效，作者对本书中用到的金融数据都做了备份，大家可以在本书配套代码中找到。万一下载失败，可以用 pandas.read_csv() 函数导入 CSV 数据。很期待开发者能尽快更新库，并解决 Yahoo 金融数据下载问题。

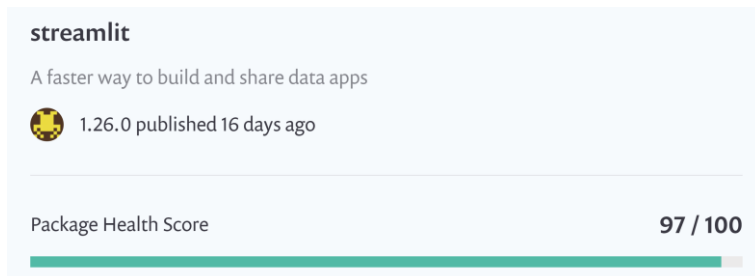


图 40. Synk Advisor 对 Streamlit 库的评分，2023 年 9 月



请大家完成以下题目。

Q1. 安装 Anaconda。

Q2. 从 Anaconda Navigator 进入 JupyterLab 并完成测试。编写并执行图 34。再次提醒，快捷键组合点击“Ctrl + Enter”完成当前代码块运算。

Q3: 打开 Anaconda Navigator，查看已安装 Python 库的版本。

Q4: 从 Anaconda Navigator 进入 Anaconda Prompt，然后安装 pandas-datareader 和 Streamlit。

* 这些题目很基础，本书不给答案。



这里，强烈建议各位鸢尾花书读者不要仅仅满足于调用 Python 的各种包，简称“调包”。希望大家在“调包”时，更要了解这些工具背后的数学原理、算法流程。

虽然，《编程不难》《可视之美》仅仅要求大家知其然，不需要知其所以然；但是，鸢尾花书《数学要素》《矩阵力量》《统计至简》专门介绍常见各种数学工具原理。《数据有道》《机器学习》则介绍机器学习各种常用算法原理。这五本书会给大家解释很多 Python 工具背后的原理。

当然想要深入掌握更多的数学工具、算法逻辑，还需要大家自行修炼。希望这套鸢尾花书给大家的不仅仅是知识，还能给大家提供一种自主探究的学习方法。

此外，鸢尾花书每一册自成体系，但又相互高度依赖，难以避免给大家造成“套娃”的既视感，希望大家体谅。鸢尾花书全系列免费开源，大家可以从 GitHub 下载各册图书草稿及配套代码文件。

下一章，我们将深入了解鸢尾花书自主探究学习的利器——JupyterLab。

本 PDF 文件为作者草稿，发布目的为方便读者在移动终端学习，终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

版权归清华大学出版社所有，请勿商用，引用请注明出处。

代码及 PDF 文件下载：<https://github.com/Visualize-ML>

本书配套微课视频均发布在 B 站——生姜 DrGinger: <https://space.bilibili.com/513194466>

欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com