

3

Using JupyterLab

JupyterLab, 用起来!

特别适合探究式学习, 代码、绘图、脚本、公式 ...



教育不是为生活做准备；教育就是生活本身。

Education is not a preparation for life; education is life itself.

—— 约翰·杜威 (John Dewey) | 美国著名哲学家、教育家、心理学家 | 1859 ~ 1952



- ◀ `ax.plot_wireframe()` 用于在三维子图 `ax` 上绘制网格曲
- ◀ `fig.add_subplot(projection='3d')` 用于在图形对象 `fig` 上添加一个三维子图
- ◀ `matplotlib.pyplot.figure()` 用于创建一个新的图形窗口或画布, 用于绘制各种数据可视化图表
- ◀ `matplotlib.pyplot.grid()` 在当前图表中添加网格线
- ◀ `matplotlib.pyplot.plot()` 绘制折线图
- ◀ `matplotlib.pyplot.scatter()` 绘制散点图
- ◀ `matplotlib.pyplot.subplot()` 用于在一个图表中创建一个子图, 并指定子图的位置或排列方式
- ◀ `matplotlib.pyplot.subplots()` 创建一个包含多个子图的图表, 返回一个包含图表对象和子图对象的元组
- ◀ `matplotlib.pyplot.title()` 设置当前图表的标题, 相当于对于特定轴 `ax` 对象 `ax.set_title()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.xlabel()` 设置当前图表 `x` 轴的标签, 相当于对于特定轴 `ax` 对象 `ax.set_xlabel()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.xlim()` 设置当前图表 `x` 轴显示范围, 相当于对于特定轴 `ax` 对象 `ax.set_xlim()` 或 `ax.set_xbound()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.xticks()` 设置当前图表 `x` 轴刻度位置, 相当于对于特定轴 `ax` 对象 `ax.set_xticks()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.ylabel()` 设置当前图表 `y` 轴的标签, 相当于对于特定轴 `ax` 对象 `ax.set_ylabel()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.ylim()` 设置当前图表 `y` 轴显示范围, 相当于对于特定轴 `ax` 对象 `ax.set_ylim()` 或 `ax.set_ybound()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.yticks()` 设置当前图表 `y` 轴刻度位置, 相当于对于特定轴 `ax` 对象 `ax.set_yticks()`
- ◀ `numpy.arange()` 生成一个包含给定范围内等间隔的数值的数组
- ◀ `numpy.linspace()` 生成在指定范围内均匀间隔的数值, 并返回一个数组
- ◀ `numpy.meshgrid()` 用于生成多维网格化数据
- ◀ `plotly.express.data.iris()` 从 `Plotly` 库里加载鸢尾花数据集
- ◀ `plotly.express.scatter()` 绘制可交互的散点图
- ◀ `plotly.graph_objects.Figure()` 用于创建一个新的图形对象, 用于绘制各种交互式数据可视化图表
- ◀ `plotly.graph_objects.Surface()` 绘制可交互的网格曲面
- ◀ `seaborn.scatterplot()` 绘制散点图



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

3.1 啥是 JupyterLab?

JupyterLab 集合“浏览器 + 编程 + 文档 + 绘图 + 多媒体 + 发布”众多功能与一身。“鸢尾花书”不同场合反复提过，对于初学者，哪怕是有开发经验的读者来说，JupyterLab 都特别适合探究式学习。目前《数学要素》、《可视之美》中，几乎所有的代码都是用 JupyterLab 写的。如果大家对 JupyterLab 反馈正面，其他分册也考虑提供 Jupyter Notebook 配套文件。

这一话题将和大家聊一聊如何使用 JupyterLab。注意，本节不求“事无巨细”地介绍 JupyterLab，而是要全景地浏览 JupyterLab 的主要功能，保证“够用就好”，以便大家轻装上阵。

对于 JupyterLab 的外观、窗口布局等细节问题，这个话题就不展开了，大家如果有需要可以很容易搜索到结果。当大家对 JupyterLab 熟悉之后，建议大家了解如何用 JupyterLab 的 debug 功能。此外，很多开发者专门针对 JupyterLab 开发各种小插件，很多插件的确能提高工作效率，也建议大家自行了解。

大家 JupyterLab 用熟之后，会发现这一节最重要的内容只有——快捷键。



什么是 JupyterLab?

JupyterLab 是一个交互式开发环境，可以让用户创建和共享 Jupyter 笔记本、代码、数据和文档。它是 Jupyter Notebook 的升级版，提供了更强大的功能和更直观的用户界面。JupyterLab 支持多种语言，包括 Python、R、Julia 和 Scala 等。它还提供了多个面向数据科学的扩展，如 JupyterLab Git、JupyterLab LaTeX 和 JupyterLab Debugger 等，使得数据科学家和开发人员可以更加高效地进行数据分析、机器学习和模型开发等工作。JupyterLab 的主要特点包括：基于 web 的用户界面，可以让用户同时在一个界面中管理多个笔记本和文件。支持多种文件格式，包括 Jupyter 笔记本、Markdown 文档、Python 脚本和 CSV 文件等。可以通过拖放和分栏等方式来组织和管理笔记本和文件。提供了一组内置的编辑器、终端、文件浏览器和输出查看器等工具。可以通过扩展系统来扩展和定制 JupyterLab 的功能。

3.2 使用 JupyterLab：立刻用起来

新建 Notebook

大家首先通过 Anaconda Navigator (上一节内容) 打开 JupyterLab。

如图 1 所示，不管点击 A 或 B 都会看到 C 这个图标，点击 C 就会生成一个 Notebook。此外，新建 Notebook 前，点击图 1 中 D，我们可以改变文件路径。

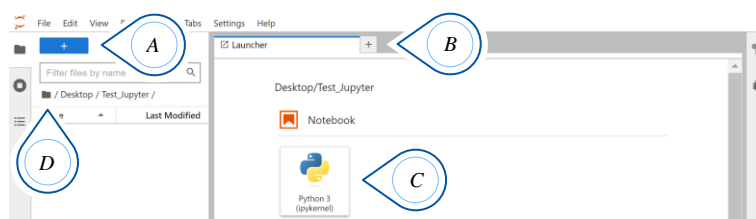


图 1. 新建 Notebook

如图 2 所示，Notebook 界面的有很多板块。

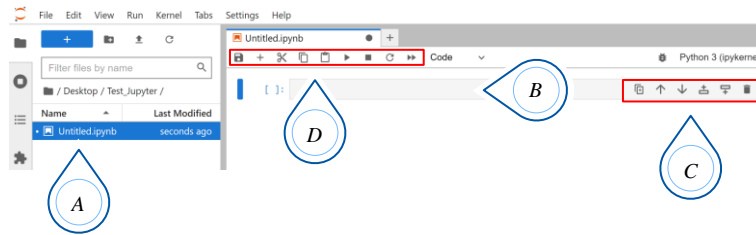


图 2. JupyterLab 中新建 Notebook 界面



JupyterLab 中的 cell 是什么？

在 JupyterLab 中，Cell（单元格）是指一个包含代码或文本的矩形区域，它是用户编写和执行代码、编写文本和渲染 Markdown 的基本单位。Cell 可以包含多种类型的内容，包括代码、Markdown、LaTeX 公式等。JupyterLab 中的 Cell 可以通过交互式的方式进行编辑和执行。例如，在 Code Cell 中，用户可以编写 Python 代码，并使用 Shift+Enter 快捷键执行代码并显示结果；在 Markdown Cell 中，用户可以使用 Markdown 语法编写文本，并使用 Shift+Enter 快捷键渲染 Markdown 文本。JupyterLab 中的 Cell 还支持多种交互式扩展，例如使用 IPython Magic 命令、使用自动完成、代码补全和代码调试等。Cell 也可以被复制、剪切、粘贴、移动和删除，使得用户可以轻松地组织和管理笔记本中的内容。

对于初学者，大家先注意 4 点：

- ▶ 图 2 中的 A 对应的是 Notebook 默认的名字。右键可以对文件进行各种操作，比如重命名、剪切、复制、粘贴、删除等等。
- ▶ 图 2 中的 B 是 Notebook 中第一个 cell。在 Notebook 里，一个基本的代码块被称作一个 cell。注意，一个 Notebook 可以有若干 cell；而一个 cell 理论上可以有无数行代码。
- ▶ 图 2 中的 C 对应的是 cell 的几个常见操作——复制并向下粘贴、向上、向下、向上加 cell、向下加 cell、删除 cell。
- ▶ 图 2 中的 D 对应的操作——保存文件、向下加 cell、剪切 cell、复制 cell、粘贴 cell、运行当前 cell 后移动 (或创建) 到下一个 cell、停止运行、重启 kernel、重启重跑所有 cell、code/markdown 转换。



图 3. C 对应的是 cell 的几个常见操作

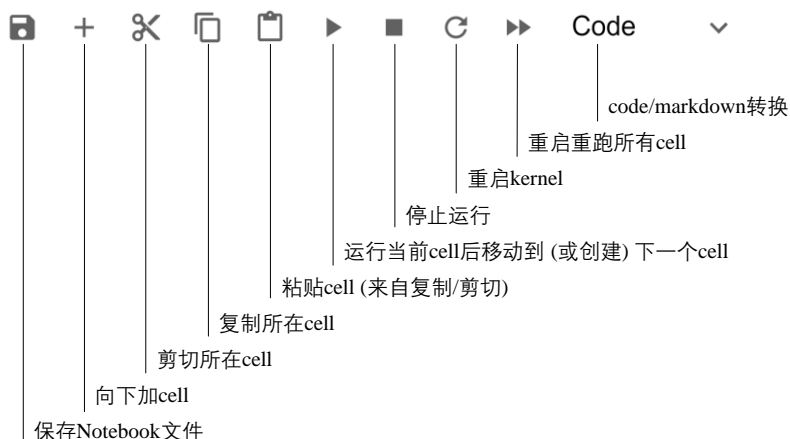


图 4. D 对应的是 cell 的几个常见操作



JupyterLab 中的 kernel 是什么？

JupyterLab 中，内核 (kernel) 是指与特定编程语言交互的后台进程，它负责编译和执行用户在 JupyterLab 中编写的代码，并返回执行结果。内核与 JupyterLab 之间通过一种称为“Jupyter 协议”的通信协议进行交互。打开一个新的 notebook 或 console 时，JupyterLab 会自动启动一个内核，这个内核将与该 notebook 或 console 中编写的代码进行交互。在 notebook 或 console 中编写代码，并使用内核来执行它们。内核还可以保存笔记本中的变量和状态，使得大家可以在多个代码单元格之间共享变量和状态。JupyterLab 支持多种编程语言的内核，可以在启动 notebook 或 console 时选择要使用的内核。例如，如果想使用 Python 内核，可以选择“Python 3”内核。一旦选择了内核，JupyterLab 将与该内核建立连接，并使用它来执行该 notebook 或 console 中编写的代码。如果希望在 notebook 或 console 中使用其他语言的内核，需要先安装并配置这些内核。

代码 vs 文本

Jupyter 的 cell 常用两种状态——代码、文本。文本也叫 markdown。两种状态之间可以相互转换。

顾名思义，代码状态的 cell 中的内容会被视为“代码”，# 开头的部分会被视作为“注释”

文本 markdown 状态下，整个 cell 的内容可以是文本/Latex 公式/超链接/图片等等，这个 cell 不会被当成代码执行。图 4 中的“code/markdown”选项可以帮助我们在这两种 cell 状态切换。

我们常在 JupyterLab 中敲入各种 Latex 公式，本书后续将会见缝插针地讲解如何用 Latex 写各种公式。

多数时候为了提高切换效率，我们通常使用快捷键。下面介绍 JupyterLab 中常用的快捷键。



本节配套的 Jupyter Notebook 文件 BK_2_Topic_1.02_1.ipynb 向大家展示如何在 Jupyter Notebook 中进行探究式学习。本节配套的微课视频会逐 cell 讲解这个 Notebook 文件。



JupyterLab 中的 markdown 是什么？

在 JupyterLab 中，Markdown 是一种轻量级标记语言，可以用于编写文档、笔记和报告等。通过使用 Markdown 语法，用户可以在 JupyterLab 中轻松地创建格式化文本、插入图片、添加链接、创建列表等。Markdown 语法非常简单，易于学习和使用。例如，使用 Markdown 语法，用户可以使用井号 (#) 来创建标题，使用“-”或“*”符号加上空格来创建 bullet list，使用双星号(**)来加粗文本，使用单星号(*)来斜体文本等。用户可以在 Markdown 单元格中编写 Markdown 语法，然后使用 Shift+Enter 键来渲染

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

Markdown 文本。JupyterLab 中的 Markdown 支持 LaTeX 语法，用户可以使用 LaTeX 语法来插入数学公式，从而方便地创建数学笔记和报告。

Markdown 元素

在本章配套的 Jupyter Notebook 文件中大家可以看到，在 markdown 中，我们可以创建文本、标题、公式等等格式、元素丰富的文档。表 1 总结了 markdown 中各种常用元素。

表 1. Markdown 中的各种常用元素

Markdown 元素	介绍
# Level 1 Header	一级标题；1 个井号（hash）# 后紧跟一个半角空格
## Level 2 Header	二级标题；2 个井号相连 ##，后紧跟一个半角空格
### Level 3 Header	三级标题；3 个井号相连 ###，后紧跟一个半角空格
#### Level 4 Header	四级标题；4 个井号相连 ####，后紧跟一个半角空格
##### Level 5 Header	五级标题；5 个井号相连 #####，后紧跟一个半角空格
<h1>Level 1 Header </h1></h1> <h2>Level 2 Header </h2></h2> <h3>Level 3 Header </h3></h3> <h4>Level 4 Header </h4></h4> <h5>Level 5 Header </h5></h5>	HTML 语句呈现分级标题
 colored text	指定颜色渲染文本
italic text	文字倾斜；第一个星号（asterisk）*之后、第二个星号*之前没有空格
italic text	文字倾斜；第一个下划线(underscore) _ 之后、第二个下划线_之前没有空格；下划线是英文状态下输入的半角字符
italic text	文字倾斜
bold text	文字加粗；第一对星号**之后、第二对星号**之前没有空格
bold text	文字加粗
bold text	文字加粗
__bond text__	文字加粗；第一对下划线__之后、第二对下划线__之前没有空格
bold and italic text ___bold and italic text___ bold and italic text 	文字加粗倾斜
~~Scratch this~~	划去

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

<code>Scratch this</code>	
<pre>*** --- --- <hr></pre>	画一条横向分割线；有 4 种方法：3 个星号，3 个连字符 (hyphen)，3 个下划线，或<hr>
<pre>* bullet point 1 * bullet point 2</pre>	项目符号；星号之后有一个半角空格
<pre>- bullet point 1 - bullet point 2</pre>	项目符号；连字符之后有一个半角空格
<pre>- bullet point 1 - bullet point 1.1 - bullet point 1.1.1 - bullet point 1.1.2 - bullet point 1.2</pre>	分级项目符号 第 2 级：4 个空格，跟着一个下划线，再跟 1 个空格 第 3 级：8 个空格，跟着一个下划线，再跟 1 个空格
<pre>1. bullet point 2. bullet point</pre>	编号；数字后有一个半角句点 . 紧跟着一个空格
<pre> item 1 item 2 item 3 </pre>	项目符号
<pre> item 1 item 2 item 3 </pre>	自动编号
<pre>- [x] Done - [] To Do</pre>	可以用来区分已做事项和未做任务事项
<code>paragraph 1
 paragraph 2
</code>	分行符号；也可以用两个半角空格分行
<pre><p>paragraph 1</p> <p>paragraph 2</p></pre>	分段符号
<code>> Quote</code>	一段引用文本
<pre>> Quote level 1 >> Quote level 2 >>> Quote level 3</pre>	分级引用

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

<code>\$\pi\$</code>	插入符号、公式
<code>\$\$\pi\$\$</code>	居中插入符号、公式
<pre> col 1 col 2 col 3 :-: :-: :-: 1 A a 2 B b </pre>	表格; <code>:-:</code> 代表居中对齐; <code>:-</code> 左对齐; <code>-:</code> 右对齐
<code>*</code>	直接显示星号 <code>*</code>
<code>Repos [link](https://github.com/Visualize-ML).</code>	超链接
<pre>~~~python print('Python is fun!') ~~~</pre>	在 Markdown 中展示 Python 代码; <code>~</code> 是波浪号 (tilde), 下一节会介绍这些常用键盘符号

魔法命令

在 JupyterLab 中, 魔法命令 (magic command) 是特殊的命令, 以一个百分号 (%) 或两个百分号 (%%) 开头, 用于在 Jupyter Notebook 中执行一些特殊的操作或提供额外的功能。这些命令可以方便地控制代码的执行方式、访问系统信息以及进行其他一些有用的操作。一些常用的 JupyterLab 魔法命令。

注意, 一个百分号 (%) 开头的叫行魔法命令 (line magic), 是只针对当前行生效的方法; 两个百分号 (%%) 开头的叫单元格魔法 (cell magic), 对当前整个代码输入框 cell 生效。

表 2. JupyterLab 中常用魔法命令

魔法命令	描述
<code>%lsmagic</code>	列表查看所有的魔法命令
<code>%lsmagic?</code>	在任何魔法命令后加半角?, 查看特定魔法命令用法
<code>%magic</code>	详细说明所有魔法命令用法
<code>%lsmagic</code>	列出所有魔法命令
<code>%magic</code>	列出所有魔法命令的详细用法
<code>%cd</code>	切换工作目录
<code>%timeit</code>	统计 (多次运行算均值和标准差) 某行代码的运行时间, 比如 <pre>import numpy as np %timeit data = np.random.uniform(0,1,10000)</pre>
<code>%%time</code>	用于记录该 cell 运行的时间, 比如如下矩阵乘法运算 <pre>%%time import numpy as np A = np.random.uniform(0,1,(1000,1000)) B = np.random.uniform(0,1,(1000,1000))</pre>

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>

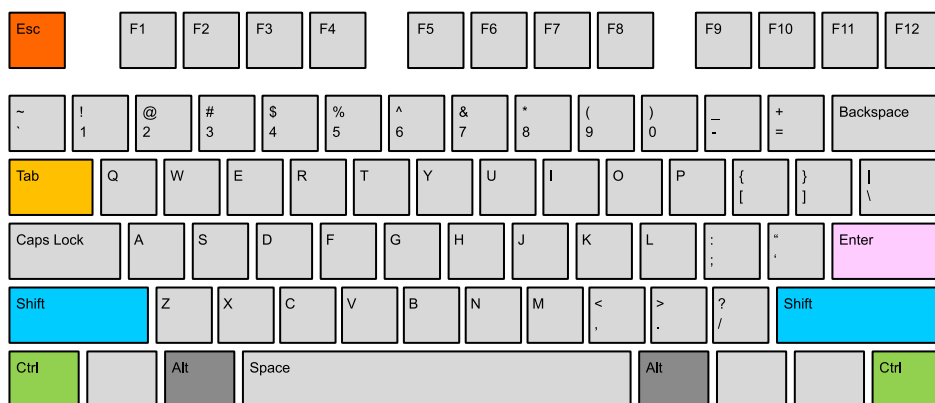
欢迎大家批评指教, 本书专属邮箱: jiang.visualize.ml@gmail.com

	<code>C = A @ B</code>
<code>%pip</code>	执行 pip 命令, 比如 <code>%pip install numpy</code>
<code>%conda</code>	执行 conda 命令
<code>%who</code>	调出所有的全局变量。如下用法可以找到特定类型的变量 <code>%who str</code> <code>%who dict</code> <code>%who float</code> <code>%who list</code>
<code>%%writefile</code>	将某个单元格代码写入并保存在某个文档中, 比如 <code>%%writefile C:\Users\james\Desktop\test\test.txt</code> <code>import numpy as np</code> <code>A = np.random.uniform(0,1,(1000,1000))</code> <code>B = np.random.uniform(0,1,(1000,1000))</code> <code>C = A @ B</code>
<code>%pip</code>	执行 pip 命令
<code>%pwd</code>	打印当前工作目录
<code>%run python_file.py</code>	执行当前文件夹中的 .py 文件

3.3 快捷键：这一章可能最有用的内容

建议大家使用快捷键完成常见 cell 操作。JupyterLab 的快捷键分成两种状态：a) 编辑模式；b) 命令模式。

编辑模式，允许大家向 cell 中敲入代码或 markdown 文本。表 3 总结编辑模式下常用快捷键。为了帮助大家识别这些快捷键组合，图 5 给出标准键盘主键盘上各个按键的位置。



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 5. 标准键盘, Mac 的 command 对应 ctrl

命令模式，单击  进入命令模式，这时可以通过键盘键入命令快捷键。表 4 总结命令模式下常用快捷键。

注意，表格中的加号 + 表示“一起按下”，不是让大家按加号键。加号 + 前后的按键没有先后顺序。

此外，本书 GitHub 中还给出 JupyterLab 快捷键的 cheat sheet，建议大家专门将其打印出来，编程的时候放在一边参考。

表 3 和表 4 两个表格中都是常用默认快捷键。如果大家对某个快捷键组合不满意，可以自行修改。特别是需要在多个 IDE 之间转换时，由于不同 IDE 的默认快捷键不同，一般都会将常用快捷键统一设置成自己习惯的组合。

JupyterLab 中修改快捷键的路径为 Settings → Advanced Settings Editor (或 `esc` → `ctrl` + `,`) → 搜索 Keyboard Shortcuts。

注意，不建议初学者修改默认快捷键。除非大家需要跨 IDE 编程，比如并用 JupyterLab 和 PyCharm，或者并用 JupyterLab 和 Spyder，则可以通过修改快捷键，保证不同 IDE 中快捷键一致。

表 3. 编辑模式，常用快捷键

快捷键组合	功能
	进入“命令”模式；鼠标左键单击任何 cell 返回，或单击 <code>enter</code> 返回编辑模式
 + 	进入“命令”模式
 + 	保存；尽管 JupyterLab 会自动保存，建议大家还是要养成边写边存的好习惯
 + 	执行 + 跳转；运行当前 cell 中的代码，光标跳转到下一 cell
 + 	执行；运行当前 cell 中的代码
 + 	执行 + 创建 cell；运行当前 cell 中的代码，并在下方创建一个新 cell
 +  + 	分割；在光标所在位置将代码/文本分割成两个 cells
 + 	注释/撤销注释；对所在行，或选中行进行注释/撤销注释操作
 + 	向左缩进；行首减四个空格
 + 	向右缩进；行首加四个空格
 + 	全选；全选当前 cell 内容
 + 	撤销；撤销上一个键盘操作
 +  + 	重做：恢复刚才撤销命令对应操作，相当于“撤销撤销”
 + 	复制；复制选中的代码或文本
 + 	剪切；剪切选中的代码或文本
 + 	粘贴；粘贴复制/剪切的代码或文本
 + 	查询；实际上就是浏览器的搜索
	跳到某一行开头
	跳到某一行结尾
 + 	跳到多行 cell 第一行开头
 + 	跳到多行 cell 最后一行结尾
	代码补齐；忘记函数拼写时，可以给出前一两个字母，按 <code>tab</code> 键得到提示

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





 + 	对键入的函数提供帮助文档
 + 	展开/关闭左侧 sidebar

表 4. 命令模式, 常用快捷键

快捷键组合	功能
	编辑模式下, 进入“命令”模式; 鼠标左键单击任何 cell 返回, 或单击 enter 返回编辑模式
 → 	在按下 esc 进入编辑模式后, 将当前 cell 从代码 markdown 转成文本
 → 	将当前 cell 从文本 markdown 转成代码
	从命令模式进入编辑模式, 或者鼠标左键单击任何 cell
 → 	插入; 在当前 cell 上方插入新 cell
 → 	插入; 在当前 cell 下方插入新 cell
 →  → 	删除; 在按下 esc 进入编辑模式后, 连续按两下 D, 删除当前 cell
 →  → 	重启 kernel; 在按下 esc 进入编辑模式后, 连续按两下零 0, 重启 kernel
 →  + 	展开/关闭左侧 sidebar
 →  + 	选中所有 cells
 →  + 	选中当前和上方 cell, 不断按 shift + ▲ 不断选中更上一层 cell
 →  + 	选中当前和下方 cell, 不断按 shift + ▼ 不断选中更下一层 cell
 + 	合并; 将所有选中的 cells 合并; 如果没有多选 cell, 则将当前 cell 和下方 cell 合并
 + 	执行 + 跳转; 运行当前 cell 中的代码, 光标跳转到下一 cell; 和编辑模式一致
 + 	执行; 运行当前 cell 中的代码; 和编辑模式一致
 + 	执行 + 创建 cell; 运行当前 cell 中的代码, 并在下方创建一个新 cell; 和编辑模式一致
 → 	一级标题, 等同于 markdown 状态下 #
 → 	二级标题, 等同于 markdown 状态下 ##
 → 	三级标题, 等同于 markdown 状态下 ###, 以此类推

表 5. 键盘上常用按键中英文名称

按键	名称	按键	名称
#	井号 (pound, hash, number sign)	@	at 符号 (at sign, address sign)
?	问号 (question mark)	~	波浪号 (tilde)
Esc	退出键 (escape key)	`	重音符 (grave accent,
Tab	制表符 (tab key)	Spacebar	空格键 (spacebar, space key)
!	感叹号 (exclamation mark)	'	单引号 (single quotation mark)
.	句点 (period, dot, full stop)	"	双引号 (double quotation mark)
,	逗号 (comma)	;	分号 (semicolon)
<	小于 (less than sign) 左尖括号 (left/open angle bracket)	:	冒号 (colon)

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

>	大于 (greater than sign) 右尖括号 (right/closed angle bracket)	/	正斜杠 (forward slash) 除号 (division sign)
	竖线 (pipe, vertical bar)	\	反斜杠 (backslash)
[左方括号 (left/open bracket)	(左圆括号 (left/open parenthesis)
]	右方括号 (right/closed bracket))	右圆括号 (right/closed parenthesis)
{	左大括号 (left/open curly bracket)	=	等号 (equal sign)
}	右大括号 (right/closed curly bracket)	+	加号 (plus sign)
*	星号 (asterisk, star)	-	连字符 (hyphen) 减号 (minus sign)
%	百分号 (percent, percentage sign)	_	下划线 (underscore)
&	与号 (ampersand, and symbol)	^	音调符号 (caret, circumflex, hat)

3.4 什么是 LaTeX?

LaTeX 是一种用于排版科学和技术文档的系统。根据官网介绍，LaTeX 的正确发音为 Lah-tech 或 Lay-tech。

与常见的字处理软件不同，LaTeX 使用纯文本文件作为输入，并通过预定义的命令和语法描述文档结构和格式。LaTeX 可以处理复杂的数学公式、表格、图表和引用，并提供高级功能如自动编号和交叉引用。

LaTeX 是开源的，可在多个操作系统上运行，并有丰富的扩展包和模板可供使用。LaTeX 被广泛应用于学术界和科技领域。通过使用 LaTeX，用户可以轻松创建高质量、规范的学术论文、期刊文章和演示文稿。

本章不会讲怎么用 LaTeX 写论文，仅仅介绍如何在 Jupyter Notebook 的 markdown 中嵌入 Latex 数学符号、各类常用公式，比如图 6、图 7 两个例子。

LaTeX 更像是编程，比如图 6 中，`\begin{bmatrix}` 代表左侧方括号 $[$ ，`\end{bmatrix}` 代表右侧方括号 $]$ 。`\cdots` 代表水平省略号，`\vdots` 代表竖直省略号，`\ddots` 代表对角省略号。

再比如图 7 中，`-\frac{1}{2}` 为分式，第 1 个 `{}` 内为分子，第 2 个 `{}` 内为分母。`\left(` 代表左括号，`\right)` 代表右括号。`\sqrt` 代表根号。LaTeX 语句非常直观，很容易理解，本章后文不再逐一讲解 LaTeX 语句。

注意，在 JupyterLab markdown 单元格中，要在文本中 inline 插入一个简单的公式，需要用使用左右 $\$$ (半角) 将公式括起来，比如 $E=mc^2$ 。要让公式单独一行需要用左右 $$$$ 将公式括起来，比如
$$E=mc^2$$
。

这一章大家现用现学，千万别死记硬背。

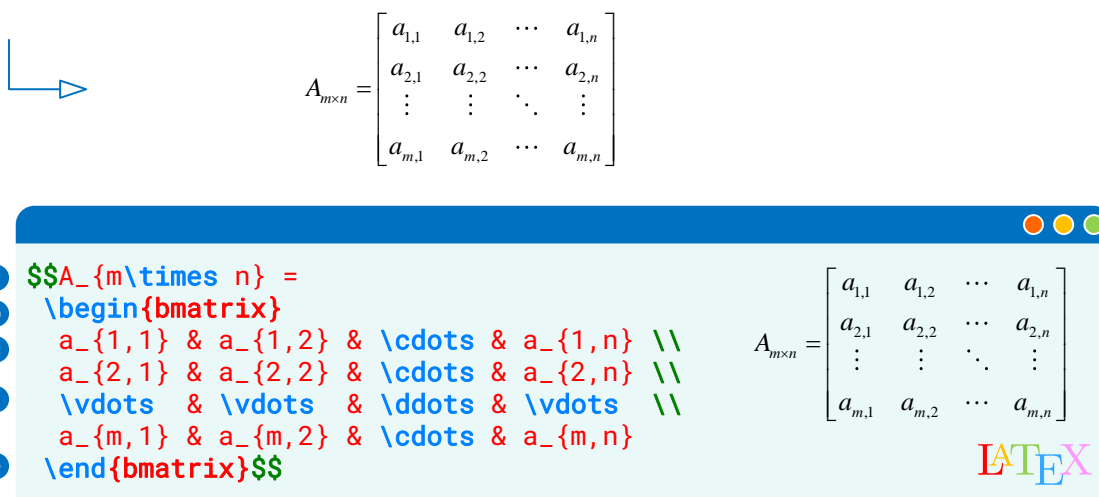
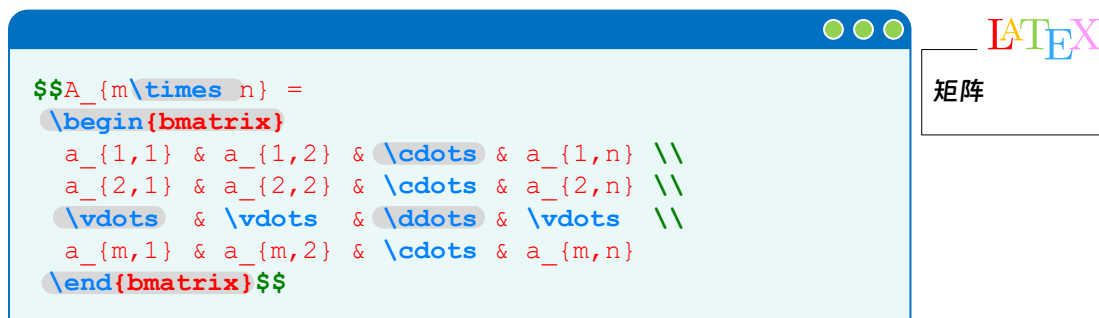


图 6. 用 LaTeX 写矩阵

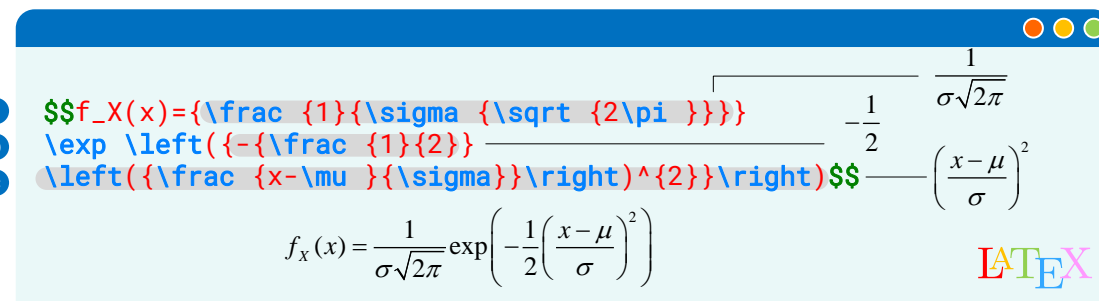


图 7. 用 LaTeX 写一元高斯概率密度函数

3.5 字母和符号

字母样式

英文中常用字母样式主要有：正体 **aA** (regular)、粗体 **Aa** (bold)、斜体 *Aa* (italic)、粗体斜体 ***Aa*** (bold italic)、无衬线体 (sans-serif)、衬线体 (serif)、花体 (calligraphy) 上标 ^{Aa} (superscript)、下标 _{Aa} (subscript)。

无衬线体是指在字母末端没有装饰性衬线，如图 8 (a) 所示。无衬线体字体的设计更加简洁，直接，没有额外的装饰。无衬线体常常被用于数字屏幕上，比如计算机屏幕、手机、平板电脑等，因为在低分

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

分辨率的显示条件下，无衬线体更容易阅读。常用的无衬线体字体有 Arial、Roboto 等。本书图片注释文字很多便采用 Roboto。Roboto 是 Google 开源字体。

衬线体是指在字母末端有装饰性衬线的字体，如图 8 (b) 所示。这些图 8 (c) 所示小线条使得衬线体在打印和长段落文字中更易于阅读。它们在印刷物、书籍、报纸等传统媒体中广泛使用。最常见的衬线字体莫过于 Times New Roman。鸢尾花书中大量使用 Times New Roman，特别是在公式中。

注意，ISO 标准推荐向量、矩阵记号采用粗体、斜体、衬线体，比如 a 、 b 、 x 、 A 、 B 、 X 。鸢尾花书采用这一样式。

此外，还必须提到编程中常用的另外一种字体——等宽字体 (monospaced font, Mono)。在 Mono 字体中，每个字符 (包括字母、数字、标点符号、空格等) 都占据相同的水平宽度，这使得每列字符在视觉上都保持对齐，使得排版看起来整齐和规整。

在编程中需要对齐代码，使其易于阅读和维护，因此 Mono 字体在代码编辑器中得到广泛应用。最常见的 Mono 字体为 Courier New。鸢尾花书很多地方也会采用 Courier New。

本书读者顺序读到此处应该非常熟悉本书代码 (图 9) 这种 Mono 字体，它就是 Google 开源字体 Roboto Mono Light。Roboto Mono Light 是无衬线等宽字体。

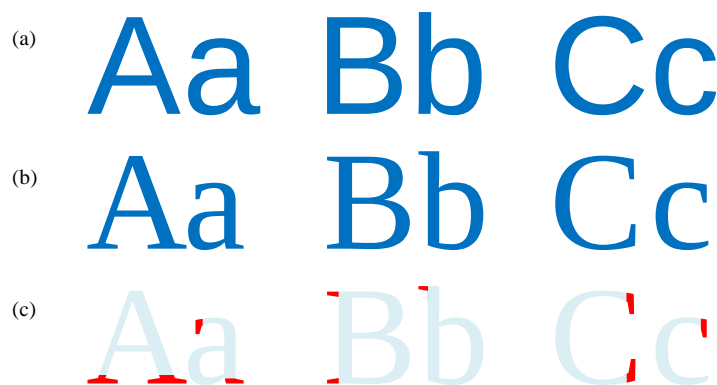


图 8. 比较无衬线体、衬线体，图片改编自 Wikipedia

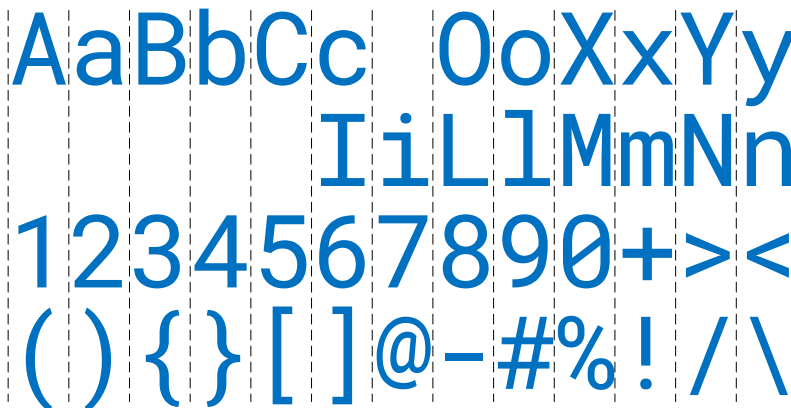


图 9. 等宽字体 Roboto Mono Light

表 6. 数学中字母样式

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

LaTeX	样式	说明
$\$ \{AaBbCc\} \$$	<i>AaBbCc</i>	斜体，大部分数学符号、表达式
$\$ \mathrm{ \{AaBbCc\} } \$$	AaBbCc	正体，公式中的单位或文字
$\$ \mathbf{ \{AaBbCc\} } \$$	AaBbCc	粗体，向量、矩阵
$\$ \boldsymbol{ \{AaBbCc\} } \$$	<i>AaBbCc</i>	粗体、斜体，向量、矩阵
$\$ \mathtt{ \{AaBbCc\} } \$$	AaBbCc	等宽字体，常用于代码
$\$ \mathcal{ \{ABCDEF\} } \$$	<i>ABCDEF</i>	花体，用于表示数学中的集合、代数结构、算子
$\$ \mathbb{ \{CRQZN\} } \$$	CRQZN	黑板粗体 (blackboard bold)，常用来表达各种集合
$\$ \text{ \{Aa Bb Cc\} } \$$	Aa Bb Cc	用来写公式中的文字
$\$ \mathrm{d} x \$$	dx	ISO 规定导数符号 d 为正体
$\$ \operatorname{ \{T\} } \$$	T	运算符

表 7. 各种字母英文读法

英文字母	英文表达
A	capital a, cap a, upper case a
a	small a, lower case a
<i>A</i>	italic capital a, italic cap a
<i>a</i>	italic a
A	boldface capital a, bold cap a
a	boldface a, bold small a
<i>A</i>	bold italic cap a
<i>a</i>	bold italic small a
A	Gothic capital a
a	Gothic a
<i>A</i>	script capital a
<i>a</i>	script a

标记

数学符号、表达式中还常用各种特殊标记 (accent)，表 8 总结常用特殊标记。

表 8. 数学中字母标记

LaTeX	数学表达	英文读法
$\$ x' \$$ $\$ x^{\prime} \$$	x'	x prime
$\$ x'' \$$	x''	x double prime
$\$ \overrightarrow{AB} \$$	\overrightarrow{AB}	a vector pointing from A to B

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

\underline{x}	\hat{x}	x underline
\bar{x}	\dot{x}	x hat
\tilde{x}	x_i	x bar
x_i	x^n	x dot
$x^{(n)}$	\ddot{x}	x tilde
x^*	x^\dagger	x subscript i, x sub i
x^\dagger	x^\ddagger	x to the n, x to the nth, x to the n-th power x raised to the n-th power
x^\ddagger	x^*	x double dot
x^*	x^\dagger	x star, x super asterisk
x^\dagger	x^\ddagger	x dagger
x^\ddagger	x^*	x double dagger
x^*	x^\dagger	red x

希腊字母

表 9 总结常用大小写希腊字母，表 10 给出常用作变量的希腊字母。比如，鸢尾花书《统计至简》就会用到 θ 。

表 9. 希腊字母，大小写

小写	LaTeX	大写	LaTeX	英文拼写	英文发音
α	α	A	A	alpha	/ˈælfə/
β	β	B	B	beta	/ˈbɛtə/
γ	γ	Γ	Γ	gamma	/ˈɡæmə/
δ	δ	Δ	Δ	delta	/ˈdɛltə/
ϵ	ϵ	E	E	epsilon	/ˈɛpsɪlən/
ζ	ζ	Z	Z	zeta	/ˈzi:tə/
η	η	H	H	eta	/ˈi:tə/
θ	θ	Θ	Θ	theta	/ˈθi:tə/
ι	ι	I	I	iota	/aɪˈoʊtə/
κ	κ	K	K	kappa	/ˈkæpə/
λ	λ	Λ	Λ	lambda	/ˈlæmdə/
μ	μ	M	M	mu	/mju:/
ν	ν	N	N	nu	/nju:/
ξ	ξ	Ξ	Ξ	xi	/ksaɪ/ 或 /zaɪ/ 或 /qzaɪ/
\omicron	\omicron	O	O	omicron	/ˈɑːmɒkrəːn/
π	π	Π	Π	pi	/paɪ/
ρ	ρ	P	P	rho	/rou/
σ	σ	Σ	Σ	sigma	/ˈsɪgmə/
τ	τ	T	T	tau	/taʊ/
υ	υ	Y	Y	upsilon	/ˈʊpsɪlən/
ϕ	ϕ	Φ	Φ	phi	/faɪ/
χ	χ	X	X	chi	/kaɪ/

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

ψ	<code>\psi</code>	Ψ	<code>\Psi</code>	ψ	/sai/
ω	<code>\omega</code>	Ω	<code>\Omega</code>	ω	/oo' mega/

表 10. 希腊字母，变量

LaTeX	样式	LaTeX	样式
<code>\vartheta</code>	ϑ	<code>\varrho</code>	ϱ
<code>\vartheta</code>	ϑ	<code>\varphi</code>	φ
<code>\varpi</code>	ϖ	<code>\varepsilon</code>	ε
<code>\varsigma</code>	ς		

常用符号

表 11 总结常用符号。

此外，请大家注意区分：- 不间断连字符 (nonbreaking hyphen)、- 减号 (minus sign)、- 短破折号 (en dash)、— 长破折号 (em dash)、_ 下划线 (underscore)、/ 前斜线 (forward slash)、\ 反斜线 (backward slash, backslash, reverse slash)、| 竖线 (vertical bar, pipe)。

表 11. 常用符号

LaTeX	数学表达	英文读法	中文表达
<code>\times</code>	\times	multiplies, times	乘
<code>\div</code>	\div	divided by	除以
<code>\otimes</code>	\otimes	tensor product	张量积
<code>(\$</code>	$($	open parenthesis, left parenthesis, open round bracket, left round bracket	左圆括号
<code>)\$</code>	$)$	close parenthesis, right parenthesis, close round bracket, right round bracket	右圆括号
<code>[\$</code>	$[$	open square bracket, left square bracket	左方括号
<code>]\$</code>	$]$	close square bracket, right square bracket	右方括号
<code>{</code>	$\{$	open brace, left brace, open curly bracket, left curly bracket	左大括号
<code>}</code>	$\}$	close brace, right brace, close curly bracket, right curly bracket	右大括号
<code>\pm</code>	\pm	plus or minus	正负号
<code>\mp</code>	\mp	Minus or plus	负正号
<code><</code>	$<$	less than	小于
<code>\leq</code>	\leq	less than or equal to	小于等于
<code>\ll</code>	\ll	much less than	远小于
<code>></code>	$>$	greater than	大于号
<code>\geq</code>	\geq	greater than or equal to	大于等于
<code>\gg</code>	\gg	much greater than	远大于
<code>=</code>	$=$	equals, is equal to	等于
<code>\equiv</code>	\equiv	is identical to	完全相等
<code>\approx</code>	\approx	is approximately equal to	约等于

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

$\$ \propto \$$	∞	proportional to	正比于
$\$ \partial \$$	∂	partial derivative	偏导
$\$ \nabla \$$	∇	del, nabla	梯度算子
$\$ \infty \$$	∞	infinity	无穷
$\$ \neq \$$	\neq	does not equal, is not equal to	不等于
$\$ \parallel \$$	\parallel	parallel	平行
$\$ \perp \$$	\perp	perpendicular to	垂直
$\$ \angle \$$	\angle	angle	角度
$\$ \triangle \$$	\triangle	triangle	三角形
$\$ \square \$$	\square	square	正方形
$\$ \sim \$$	\sim	similar	相似
$\$ \exists \$$	\exists	there exists	存在
$\$ \forall \$$	\forall	for all	任意
$\$ \subset \$$	\subset	is proper subset of	真子集
$\$ \subseteq \$$	\subseteq	is subset of	子集
$\$ \varnothing \$$	\varnothing	empty set	空集
$\$ \supset \$$	\supset	is proper superset of	真超集
$\$ \supseteq \$$	\supseteq	is superset of	超集
$\$ \cap \$$	\cap	intersection	交集
$\$ \cup \$$	\cup	union	并集
$\$ \in \$$	\in	is member of	属于
$\$ \notin \$$	\notin	is not member of	不属于
$\$ \mathbb{N} \$$	\mathbb{N}	set of natural numbers	自然数集合
$\$ \mathbb{Z} \$$	\mathbb{Z}	set of integers	整数集合
$\$ \rightarrow \$$	\rightarrow	arrow to the right	向右箭头
$\$ \leftarrow \$$	\leftarrow	arrow to the left	向左箭头
$\$ \mapsto \$$	\mapsto	maps to	映射
$\$ \implies \$$	\implies	implies	推出
$\$ \uparrow \$$	\uparrow	arrow pointing up, upward arrow	向上箭头
$\$ \Uparrow \$$	\Uparrow	arrow pointing up, upward arrow	向上箭头
$\$ \downarrow \$$	\downarrow	arrow pointing down, downward arrow	向下箭头
$\$ \Downarrow \$$	\Downarrow	arrow pointing down, downward arrow	向下箭头
$\$ \therefore \$$	\therefore	therefore sign	所以
$\$ \because \$$	\because	because sign	因为
$\$ \star \$$	\star	asterisk, star, pointer	星号
$\$! \$$	$!$	exclamation mark, factorial	叹号, 阶乘
$\$ x \$$	$ x $	absolute value of x	绝对值
$\$ \lfloor x \rfloor \$$	$\lfloor x \rfloor$	the floor of x	向下取整

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

$\lceil x \rceil$	$\lceil x \rceil$	the ceiling of x	向上取整
$x!$	$x!$	x factorial	阶乘

3.6 用 LaTeX 写公式

代数

表 12 ~ 表 17 总结了一些常用的 LaTeX 代数表达式，请大家自行学习。

表 12. 几个多项式有关的数学表达

LaTeX	数学表达
$x^2 - y^2 = \left(x+y\right)\left(x-y\right)$	$x^2 - y^2 = (x+y)(x-y)$
$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$	$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$
$\sum_{k=0}^n a_k x^k$	$\sum_{k=0}^n a_k x^k$
$ax^2 + bx + c = 0 \ (a \neq 0)$	$ax^2 + bx + c = 0 \ (a \neq 0)$

表 13. 几个根式有关的数学表达

LaTeX	数学表达
$\sqrt[n]{a^m} = (a^m)^{1/n} = a^{m/n} = (a^{1/n})^m = (\sqrt[n]{a})^m$	$\sqrt[n]{a^m} = (a^m)^{1/n} = a^{m/n} = (a^{1/n})^m = (\sqrt[n]{a})^m$
$\left(\sqrt{1-x^2}\right)^2$	$(\sqrt{1-x^2})^2$

表 14. 几个分式有关的数学表达

LaTeX	数学表达
$\frac{1}{x+1} + \frac{1}{x-1} = \frac{2x}{x^2-1}$	$\frac{1}{x+1} + \frac{1}{x-1} = \frac{2x}{x^2-1}$
$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$	$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$

表 15. 几个和函数有关的数学表达

LaTeX	数学表达
$f(x) = ax^2 + bx + c$ with $a, b, c \in \mathbb{R}, a \neq 0$	$f(x) = ax^2 + bx + c$ with $a, b, c \in \mathbb{R}, a \neq 0$

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

$\mathbb{R}, a \neq 0$	
$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2$	$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2$
$\log_b(xy) = \log_b x + \log_b y$	$\log_b(xy) = \log_b x + \log_b y$
$\ln(xy) = \ln x + \ln y$ for $x > 0$ and $y > 0$	$\ln(xy) = \ln x + \ln y$ for $x > 0$ and $y > 0$
$f(x) = a \exp \left(-\frac{(x-b)^2}{2c^2} \right)$	$f(x) = a \exp \left(-\frac{(x-b)^2}{2c^2} \right)$

表 16. 几个三角恒等式

LaTeX	数学表达
$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$	$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$
$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$	$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$
$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$	$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$
$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$	$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \mp \tan \alpha \tan \beta}$

表 17. 几个和微积分有关数学表达

LaTeX	数学表达
$\exp(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!} = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \dots$	$\exp(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!} = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \dots$
$\left(\sum_{i=0}^n a_i \right) \left(\sum_{j=0}^n b_j \right) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_i b_j$	$\left(\sum_{i=0}^n a_i \right) \left(\sum_{j=0}^n b_j \right) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_i b_j$
$\exp(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{x}{n} \right)^n$	$\exp(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{x}{n} \right)^n$
$\frac{d}{dx} \exp(f(x)) = f'(x) \exp(f(x))$	$\frac{d}{dx} \exp(f(x)) = f'(x) \exp(f(x))$
$\int_a^b f(x) dx$	$\int_a^b f(x) dx$
$\int_{-\infty}^{\infty} \exp(-x^2) dx = \sqrt{\pi}$	$\int_{-\infty}^{\infty} \exp(-x^2) dx = \sqrt{\pi}$
$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp(-(x^2 + y^2)) dx dy = \pi$	$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \exp(-(x^2 + y^2)) dx dy = \pi$

$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f''_{xx} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$	$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = f''_{xx} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$
$\frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) = f''_{xy}$	$\frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) = f''_{xy}$

线性代数

表 18 和表 19 总结了一些常用的 LaTeX 线性代数相关表达式，请大家自行学习。

表 18. 几个和向量有关的表达

LaTeX	数学表达
$\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = [a_1 \ a_2 \ a_3]^T$	$\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = [a_1 \ a_2 \ a_3]^T$
$\ \mathbf{a}\ = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$	$\ \mathbf{a}\ = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$
$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3$	$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3$
$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \ \mathbf{a}\ \ \mathbf{b}\ \cos \theta$	$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \ \mathbf{a}\ \ \mathbf{b}\ \cos \theta$
$\ \mathbf{x}\ _p = \left(\sum_{i=1}^n x_i ^p \right)^{1/p}$	$\ \mathbf{x}\ _p = \left(\sum_{i=1}^n x_i ^p \right)^{1/p}$

表 19. 几个和矩阵有关的表达

LaTeX	数学表达
$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$	$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$
$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$	$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$
$(\mathbf{A} + \mathbf{B})^T = \mathbf{A}^T + \mathbf{B}^T$	$(\mathbf{A} + \mathbf{B})^T = \mathbf{A}^T + \mathbf{B}^T$
$(\mathbf{AB})^T = \mathbf{B}^T \mathbf{A}^T$	$(\mathbf{AB})^T = \mathbf{B}^T \mathbf{A}^T$

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

$^{\operatornamename{T}}$	
$\left(\mathbf{A}^{\operatornamename{T}}\right)^{-1}=\left(\mathbf{A}^{-1}\right)^{\operatornamename{T}}$	$\left(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\right)^{-1}=\left(\mathbf{A}^{-1}\right)^{\mathrm{T}}$
$\mathbf{u} \otimes \mathbf{v}=\mathbf{u} \mathbf{v}^{\mathrm{T}}=\left[\begin{array}{ccc} u_1 & u_2 & u_3 \\ u_4 \end{array}\right]\left[\begin{array}{ccc} v_1 & v_2 & v_3 \end{array}\right]=\left[\begin{array}{ccc} u_1 v_1 & u_1 v_2 & u_1 v_3 \\ u_2 v_1 & u_2 v_2 & u_2 v_3 \\ u_3 v_1 & u_3 v_2 & u_3 v_3 \\ u_4 v_1 & u_4 v_2 & u_4 v_3 \end{array}\right]$	
$\det \left(\begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array}\right)=a d-b c$	$\det \left[\begin{array}{cc} a & b \\ c & d \end{array}\right]=a d-b c$

概率统计

表 20 总结了一些常用的 LaTeX 概率统计相关表达式，请大家自行学习。

表 20. 几个和概率统计有关的表达

LaTeX	数学表达
$\Pr(A \operatornamename{B})=\frac{\Pr(B \operatornamename{A})\Pr(A)}{\Pr(B)}$	$\Pr(A B)=\frac{\Pr(B A)\Pr(A)}{\Pr(B)}$
$f_{X Y=y}(x)=\frac{f_{X,Y}(x,y)}{f_Y(y)}$	$f_{X Y=y}(x)=\frac{f_{X,Y}(x,y)}{f_Y(y)}$
$\operatornamename{var}(X)=\operatornamename{E}\left[X^2\right]-\operatornamename{E}[X]^2$	$\operatornamename{var}(X)=\operatornamename{E}\left[X^2\right]-\operatornamename{E}[X]^2$
$\operatornamename{var}(a X+b Y)=a^2 \operatornamename{var}(X)+b^2 \operatornamename{var}(Y)+2 a b \operatornamename{cov}(X, Y)$	$\operatornamename{var}(a X+b Y)=a^2 \operatornamename{var}(X)+b^2 \operatornamename{var}(Y)+2 a b \operatornamename{cov}(X, Y)$
$\operatornamename{E}[X]=\int_{-\infty}^{\infty} x f_X(x) \operatornamename{d} x$	$\operatornamename{E}[X]=\int_{-\infty}^{\infty} x f_X(x) \operatornamename{d} x$
$X \sim N\left(\mu, \sigma^2\right)$	$X \sim N\left(\mu, \sigma^2\right)$
$\frac{\exp \left(-\frac{1}{2}\left(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu}\right)^{\mathrm{T}} \boldsymbol{\Sigma}^{-1}\left(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu}\right)\right)}{\sqrt{\left(2 \pi\right)^k \boldsymbol{\Sigma} }}$	$\frac{\exp \left(-\frac{1}{2}\left(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu}\right)^{\mathrm{T}} \boldsymbol{\Sigma}^{-1}\left(\mathbf{x}-\boldsymbol{\mu}\right)\right)}{\sqrt{\left(2 \pi\right)^k \boldsymbol{\Sigma} }}$



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>

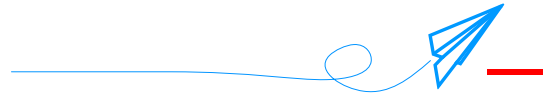
欢迎大家批评指教，本书专属邮箱：jiang.visualize.ml@gmail.com

请大家完成如下题目。

Q1. 请大家从零开始复刻 Bk1_Ch3_01.ipynb，并在创建 Jupyter Notebook 文档的过程使用快捷键。

Q2. 请大家在 JupyterLab 中复刻本章介绍的各种 LaTeX 公式。

* 这道题目很基础，本书不给答案。



JupyterLab 是鸢尾花书自主探究学习的利器，请大家务必熟练掌握。可以这样理解，JupyterLab 相当于“实验室”，可以做实验，也可以写图文并茂、可运行、可交互的报告，可以和其他人交流自己的成果。

JupyterLab 特别适合探索性分析、快速原型设计、实验；但是，对于项目开发、测试、维度，则需要用 Spyder、PyCharm、Visual Studio 等 IDE。

本书第 34 章将专门介绍 Spyder，第 35、36 两章用 Spyder 和 Streamlit 搭建机器学习应用 App。本书其余章节则都使用 JupyterLab 作为编程 IDE。

下面，我们进入本书下一版块，开始 Python 语法学习。