

## 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, 等价于 `ax.set_title()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.xlabel()` 设置当前图表 `x` 轴的标签, 等价于 `ax.set_xlabel()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.xlim()` 设置当前图表 `x` 轴显示范围, 等价于 `ax.set_xlim()` 或 `ax.set_xbound()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.xticks()` 设置当前图表 `x` 轴刻度位置, 等价于 `ax.set_xticks()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.ylabel()` 设置当前图表 `y` 轴的标签, 等价于 `ax.set_ylabel()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.ylim()` 设置当前图表 `y` 轴显示范围, 等价于 `ax.set_ylim()` 或 `ax.set_ybound()`
- ◀ `matplotlib.pyplot.yticks()` 设置当前图表 `y` 轴刻度位置, 等价于 `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



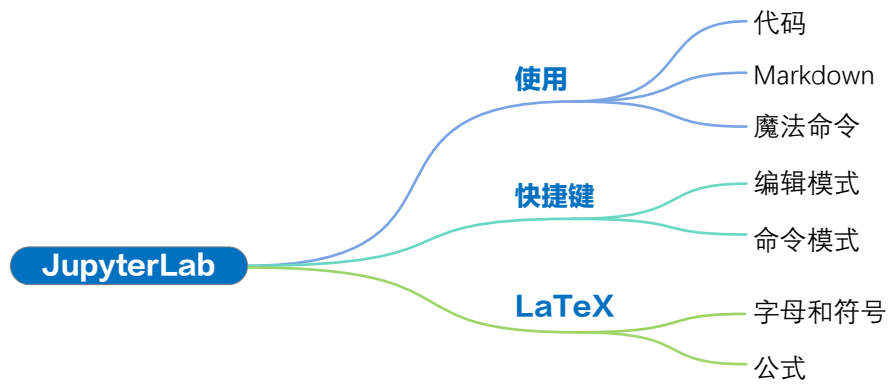
本 PDF 文件为作者草稿, 发布目的为方便读者在移动终端学习, 终稿内容以清华大学出版社纸质出版物为准。

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)



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](mailto: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 相当于是“实验室”，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，其他分册也会考虑提供 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，会发现这一章最重要的内容就一个——快捷键。



### 什么是 JupyterLab?

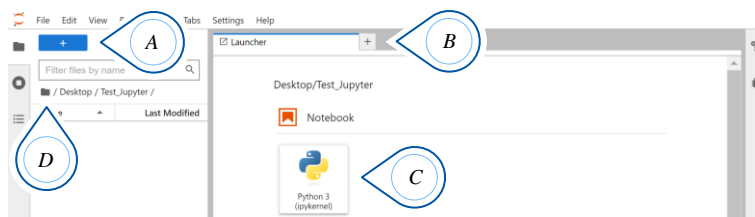
JupyterLab 是一个交互式开发环境，可以让用户创建和共享 Jupyter 笔记本、代码、数据和文档。它是 Jupyter Notebook 的升级版，提供了更强大的功能和更直观的用户界面。JupyterLab 支持多种语言，包括 Python、R、Julia 和 Scala 等。它还提供了多个面向数据科学的扩展，如 JupyterLab Git、JupyterLab LaTeX 和 JupyterLab Debugger 等，使得数据科学家和开发人员可以更加高效地进行数据分析、机器学习和模型开发等工作。JupyterLab 的主要特点包括：基于 web 的用户界面，可以让用户同时在一个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。



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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

图 1. 新建 Notebook

如图 2 所示，Notebook 界面的有很多板块。

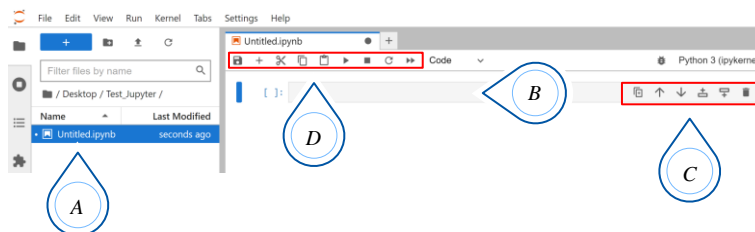


图 2. JupyterLab 中新建 Notebook 界面



### 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，大家先注意以下四点。

- ▶ 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。



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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

图 3. C 对应的是 cell 的几个常见操作

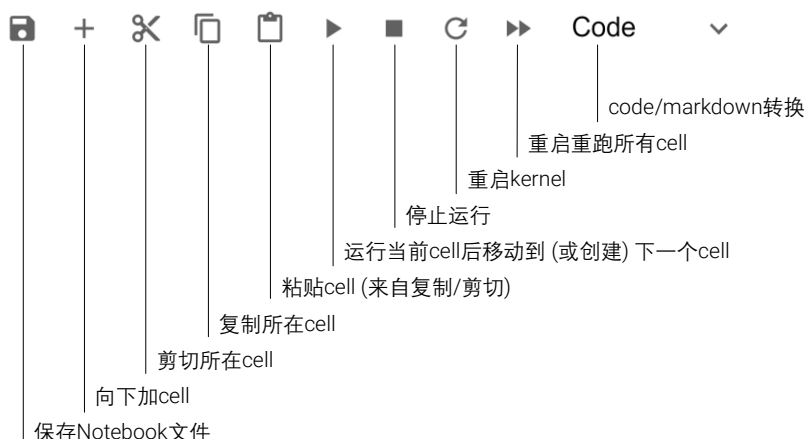


图 4. D 对应的是 cell 的几个常见操作



### 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 Bk1\_Ch3\_01.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 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; Bk1\_Ch3\_02.ipynb

| 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><br><h2> Level 2 Header </h2><br><h3> Level 3 Header </h3><br><h4> Level 4 Header </h4><br><h5> Level 5 Header </h5> | HTML 语句呈现分级标题  |
| <font color=blue> colored text</font>   | 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 |
| <em>italic text</em>  | 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                                  |
| <strong>bold text</strong>  | 文字加粗   |
| <b>bold text</b>  | 文字加粗   |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

|   |  |
|---|--|
| <code>__bond text__</code>  | 文字加粗；第一对下划线__之后、第二对下划线__之前没有空格   |
| <code>***bold and italic text***</code><br><code>___bold and italic text___</code><br><code>&lt;strong&gt;&lt;em&gt; bold and italic text &lt;/em&gt;&lt;/strong&gt;</code>                           | 文字加粗倾斜   |
| <code>~~Scratch this~~</code><br><code>&lt;del&gt;Scratch this&lt;/del&gt;</code>   | 划去   |
| <code>***</code><br><code>---</code><br><code>---</code><br><code>&lt;hr&gt;</code>   | 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>                        |
| <code>* bullet point 1</code><br><code>* bullet point 2</code>  | 项目符号；星号之后有一个半角空格   |
| <code>- bullet point 1</code><br><code>- bullet point 2</code>  | 项目符号；连字符之后有一个半角空格  |
| <code>- bullet point 1</code><br><code>    - bullet point 1.1</code><br><code>        - bullet point 1.1.1</code><br><code>        - bullet point 1.1.2</code><br><code>    - bullet point 1.2</code> | 分级项目符号<br><br>第 2 级：4 个空格，跟着一个下划线，再跟 1 个空格<br>第 3 级：8 个空格，跟着一个下划线，再跟 1 个空格 |
| <code>1. bullet point</code><br><code>2. bullet point</code>  | 编号；数字后有一个半角句点 . 紧跟着一个空格  |
| <code>&lt;ul&gt;</code><br><code>&lt;li&gt;item 1&lt;/li&gt;</code><br><code>&lt;li&gt;item 2&lt;/li&gt;</code><br><code>&lt;li&gt;item 3&lt;/li&gt;</code><br><code>&lt;/ul&gt;</code>               | 项目符号   |
| <code>&lt;ol&gt;</code><br><code>&lt;li&gt;item 1&lt;/li&gt;</code><br><code>&lt;li&gt;item 2&lt;/li&gt;</code><br><code>&lt;li&gt;item 3&lt;/li&gt;</code><br><code>&lt;/ol&gt;</code>               | 自动编号   |
| <code>- [x] Done</code><br><code>- [ ] To Do</code>   | 可以用来区分已做事项和未做任务事项  |
| <code>paragraph 1&lt;br&gt; paragraph 2&lt;br&gt;</code>  | 分行符号；也可以用两个半角空格分行  |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

|  |   |
|--|---|
| <p>paragraph 1</p><br><p>paragraph 2</p>                                       | 分段符号  |
| > Quote  | 一段引用文本  |
| > Quote level 1<br>>> Quote level 2<br>>>> Quote level 3                       | 分级引用  |
| \$\pi\$  | 插入符号、公式   |
| \$\$\pi\$\$  | 居中插入符号、公式   |
| col 1   col 2   col 3  <br>  :-:   :-:   :-:  <br>  1   A   a  <br>  2   B   b | 表格; :-: 代表居中对齐; :-左对齐; -:右对齐                            |
| \*   | 直接显示星号 *  |
| Repos [link](https://github.com/Visualize-ML).                                 | 超链接   |
| ~~~python<br>print('Python is fun!')<br>~~~                                    | 在 Markdown 中展示 Python 代码; ~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。

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   |
|-----------|--|
| %lsmagic  | 列表查看所有的魔法命令  |
| %lsmagic? | 在任何魔法命令后加半角?, 查看特定魔法命令用法                                 |
| %magic    | 详细说明所有魔法命令用法   |
| %cd       | 切换工作目录   |
| %timeit   | 统计 (多次运行算均值和标准差) 某行代码的运行时间, 比如<br><br>import numpy as np |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
|                                  | <code>%timeit data = np.random.uniform(0,1,10000)</code>   |
| <code>%%time</code>              | <p>用于记录该 cell 运行的时间，比如如下矩阵乘法运算</p> <pre> %%time  import numpy as np  A = np.random.uniform(0,1,(1000,1000))  B = np.random.uniform(0,1,(1000,1000))  C = A @ B </pre>                                      |
| <code>%pip</code>                | <p>执行 pip 命令，比如</p> <pre>%pip install numpy</pre>  |
| <code>%conda</code>              | 执行 conda 命令  |
| <code>%who</code>                | <p>调出所有的全局变量。如下用法可以找到特定类型的变量</p> <pre> %who str  %who dict  %who float  %who list </pre>   |
| <code>%%writefile</code>         | <p>将某个单元格代码写入并保存在某个文档中，比如</p> <pre> %%writefile C:\Users\james\Desktop\test\test.txt  import numpy as np  A = np.random.uniform(0,1,(1000,1000))  B = np.random.uniform(0,1,(1000,1000))  C = A @ B </pre> |
| <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** (shortcuts, keyboard shortcuts) 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。

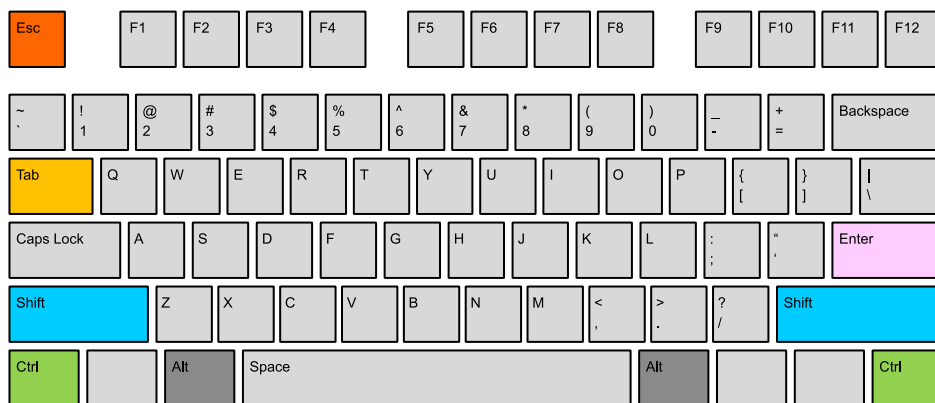


图 5. 标准键盘，Mac 的 command 对应 ctrl

命令模式，单击 **esc** 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。

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，这样更顺手。

表 3. 编辑模式，常用快捷键

| 快捷键组合                                 | 功能  |
|---------------------------------------|---|
| <b>esc</b>                            | 进入“命令”模式；鼠标左键单击任何 cell 返回，或单击 <b>enter</b> 返回编辑模式 |
| <b>ctrl</b> + <b>M</b>                | 进入“命令”模式  |
| <b>ctrl</b> + <b>S</b>                | 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          |
| <b>shift</b> + <b>enter</b>           | 执行 + 跳转；运行当前 cell 中的代码，光标跳转到下一 cell               |
| <b>ctrl</b> + <b>enter</b>            | 执行；运行当前 cell 中的代码                                 |
| <b>alt</b> + <b>enter</b>             | 执行 + 创建 cell；运行当前 cell 中的代码，并在下方创建一个新 cell        |
| <b>ctrl</b> + <b>shift</b> + <b>-</b> | 分割；在光标所在位置将代码/文本分割成两个 cells                       |
| <b>ctrl</b> + <b>/</b>                | 注释/撤销注释；对所在行，或选中行进行注释/撤销注释操作                      |
| <b>ctrl</b> + <b>[</b>                | 向左缩进；行首减四个空格                                      |
| <b>ctrl</b> + <b>]</b>                | 向右缩进；行首加四个空格                                      |
| <b>ctrl</b> + <b>A</b>                | 全选；全选当前 cell 内容                                   |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

























|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
|  +    | 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 tab 键得到提示 |
|  +    | 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 总结了键盘上常用的中英文名称，它们会帮助大家阅读各种技术手册以及工作交流。

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

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)<br>左尖括号 (left/open angle bracket)       | :        | 冒号 (colon)                                |
| >   | 大于 (greater than sign)<br>右尖括号 (right/closed angle bracket) | /        | 正斜杠 (forward slash)<br>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)<br>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 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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

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$$`。

本章如下内容，建议大家现用现学，千万别死记硬背；如果现在用不到的话，可以跳过不看。

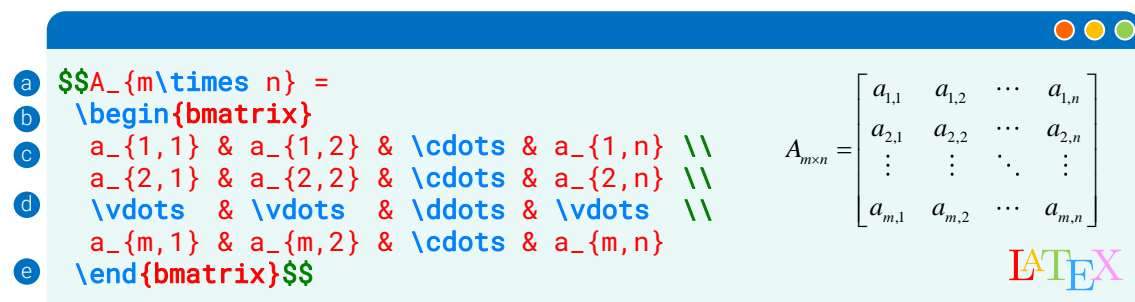


图 6. 用 LaTeX 写矩阵; Bk1\_Ch3\_03.ipynb

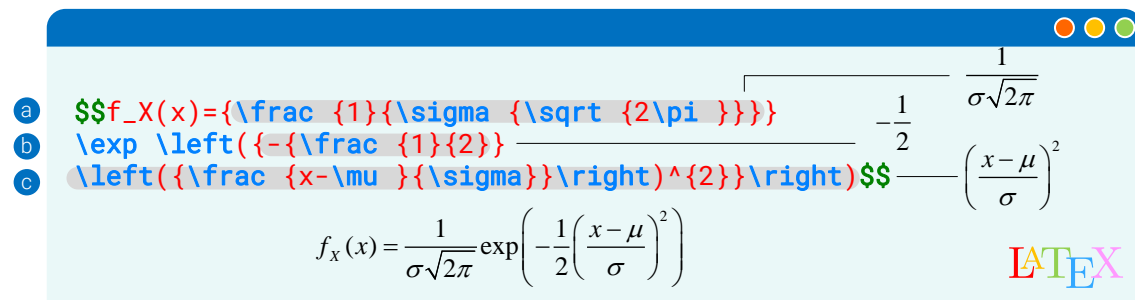


图 7. 用 LaTeX 写一元高斯概率密度函数; Bk1\_Ch3\_03.ipynb

## 3.5 字母和符号

### 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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

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** <sup>Aa</sup> (superscript)、**下标** <sub>Aa</sub> (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  $\mathbf{a}$ 、 $\mathbf{b}$ 、 $\mathbf{x}$ 、 $\mathbf{A}$ 、 $\mathbf{B}$ 、 $\mathbf{X}$ 。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。

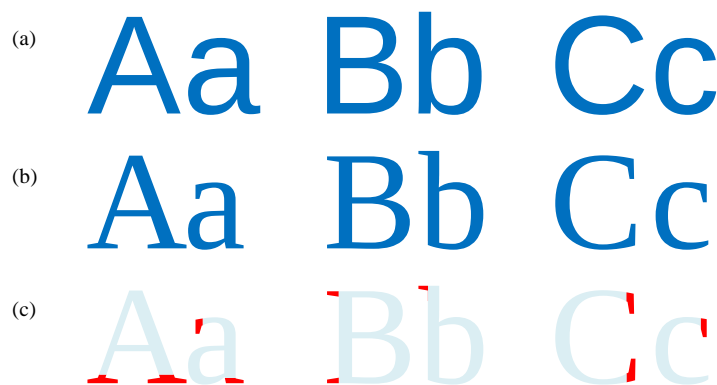


图 8. 比较无衬线体、衬线体，图片改编自 Wikipedia

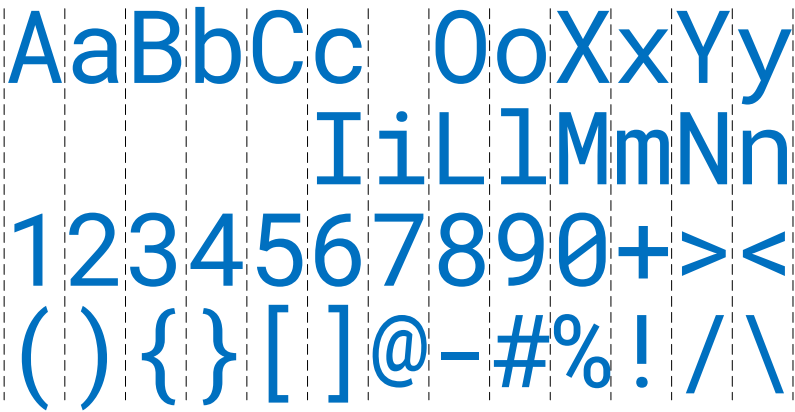


图 9. 等宽字体 Roboto Mono Light

表 6. 数学中字母样式;
Bk1\_Ch3\_03.ipynb

| 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                     |
| $\$ \mathbf{AaBbCc} \$$     | <b>AaBbCc</b>        | 粗体，向量、矩阵                         |
| $\$ \boldsymbol{AaBbCc} \$$ | <i><b>AaBbCc</b></i> | 粗体、斜体，向量、矩阵                      |
| $\$ \mathtt{AaBbCc} \$$     | AaBbCc               | 等宽字体，常用于代码                       |
| $\$ \mathcal{AaBbCc} \$$    | <i>AaBbCc</i>        | 花体，用于表示数学中的集合、代数结构、算子            |
| $\$ \mathbb{AaBbCc} \$$     | <b>AaBbCc</b>        | 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                       |
| <b>A</b>        | boldface capital a, bold cap a |
| <b>a</b>        | boldface a, bold small a       |
| <b><i>A</i></b> | bold italic cap a              |
| <b><i>a</i></b> | bold italic small a            |
| 𝐀               | Gothic capital a               |

|          |                  |
|----------|------------------|
| <b>a</b> | 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;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

| LaTeX   | 数学表达                  | 英文读法  |
|---|-----------------------|---|
| $x'$<br><code>\$x'\\$</code><br><code>\$x^{\prime}\$</code>   | $x'$                  | $x$ prime   |
| $x''$<br><code>\$x''\\$</code>                                | $x''$                 | $x$ double prime  |
| $\overrightarrow{AB}$<br><code>\$\overrightarrow{AB}\$</code> | $\overrightarrow{AB}$ | a vector pointing from $A$ to $B$   |
| $\underline{x}$<br><code>\$\underline{x}\$</code>             | $\underline{x}$       | $x$ underline   |
| $\hat{x}$<br><code>\$\hat{x}\$</code>                         | $\hat{x}$             | $x$ hat   |
| $\bar{x}$<br><code>\$\bar{x}\$</code>                         | $\bar{x}$             | $x$ bar   |
| $\dot{x}$<br><code>\$\dot{x}\$</code>                         | $\dot{x}$             | $x$ dot   |
| $\tilde{x}$<br><code>\$\tilde{x}\$</code>                     | $\tilde{x}$           | $x$ tilde   |
| $x_i$<br><code>\$x_i\$</code>                                 | $x_i$                 | $x$ subscript $i$ , $x$ sub $i$   |
| $x^n$<br><code>\$x^n\$</code>                                 | $x^n$                 | $x$ to the $n$ , $x$ to the $n$ th, $x$ to the $n$ -th power<br>$x$ raised to the $n$ -th power |
| $\ddot{x}$<br><code>\$\ddot{x}\$</code>                       | $\ddot{x}$            | $x$ double dot  |
| $x^*$<br><code>\$x^*\$</code>                                 | $x^*$                 | $x$ star, $x$ super asterisk  |
| $x^\dagger$<br><code>\$x^\dagger\$</code>                     | $x^\dagger$           | $x$ dagger  |
| $x^\ddagger$<br><code>\$x^\ddagger\$</code>                   | $x^\ddagger$          | $x$ double dagger   |
| $\textcolor{red}{x}$<br><code>\$\textcolor{red}{x}\$</code>   | $\textcolor{red}{x}$  | 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  $\vartheta$ 。

表 9. 希腊字母, 大小写

| 小写         | LaTeX                     | 大写       | LaTeX                   | 英文拼写    | 英文发音       |
|------------|---------------------------|----------|-------------------------|---------|------------|
| $\alpha$   | <code>\$\alpha\$</code>   | $A$      | <code>\$A\$</code>      | alpha   | /ˈælfə/    |
| $\beta$    | <code>\$\beta\$</code>    | $B$      | <code>\$B\$</code>      | beta    | /ˈbeɪtə/   |
| $\gamma$   | <code>\$\gamma\$</code>   | $\Gamma$ | <code>\$\Gamma\$</code> | gamma   | /ˈgæmə/    |
| $\delta$   | <code>\$\delta\$</code>   | $\Delta$ | <code>\$\Delta\$</code> | delta   | /ˈdeltə/   |
| $\epsilon$ | <code>\$\epsilon\$</code> | $E$      | <code>\$E\$</code>      | epsilon | /ˈepsɪlən/ |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)



|            |                       |           |                      |         |                         |
|------------|-----------------------|-----------|----------------------|---------|-------------------------|
| $\zeta$    | <code>\zeta</code>    | $Z$       | <code>\Z</code>      | zeta    | /ˈzi:tə/                |
| $\eta$     | <code>\eta</code>     | $H$       | <code>\H</code>      | eta     | /ˈi:tə/                 |
| $\theta$   | <code>\theta</code>   | $\Theta$  | <code>\Theta</code>  | theta   | /ˈθi:tə/                |
| $\iota$    | <code>\iota</code>    | $I$       | <code>\I</code>      | iota    | /aɪˈoʊtə/               |
| $\kappa$   | <code>\kappa</code>   | $K$       | <code>\K</code>      | kappa   | /ˈkæpə/                 |
| $\lambda$  | <code>\lambda</code>  | $\Lambda$ | <code>\Lambda</code> | lambda  | /ˈlæmdə/                |
| $\mu$      | <code>\mu</code>      | $M$       | <code>\M</code>      | mu      | /mju:/                  |
| $\nu$      | <code>\nu</code>      | $N$       | <code>\N</code>      | nu      | /nju:/                  |
| $\xi$      | <code>\xi</code>      | $\Xi$     | <code>\Xi</code>     | xi      | /ksaɪ/ 或 /zaɪ/ 或 /gzai/ |
| $\omicron$ | <code>\omicron</code> | $O$       | <code>\O</code>      | omicron | /ˈɑ:məkrɑ:n/            |
| $\pi$      | <code>\pi</code>      | $\Pi$     | <code>\Pi</code>     | pi      | /paɪ/                   |
| $\rho$     | <code>\rho</code>     | $P$       | <code>\P</code>      | rho     | /rou/                   |
| $\sigma$   | <code>\sigma</code>   | $\Sigma$  | <code>\Sigma</code>  | sigma   | /ˈsɪgmə/                |
| $\tau$     | <code>\tau</code>     | $T$       | <code>\T</code>      | tau     | /taʊ/                   |
| $\upsilon$ | <code>\upsilon</code> | $Y$       | <code>\Y</code>      | upsilon | /ˈɒpsɪlɑ:n/             |
| $\varphi$  | <code>\phi</code>     | $\Phi$    | <code>\Phi</code>    | phi     | /faɪ/                   |
| $\chi$     | <code>\chi</code>     | $X$       | <code>\X</code>      | chi     | /kaɪ/                   |
| $\psi$     | <code>\psi</code>     | $\Psi$    | <code>\Psi</code>    | psi     | /saɪ/                   |
| $\omega$   | <code>\omega</code>   | $\Omega$  | <code>\Omega</code>  | omega   | /ooˈmega/               |

表 10. 希腊字母, 变量

| LaTeX                  | 样式          | LaTeX                    | 样式            |
|------------------------|-------------|--------------------------|---------------|
| <code>\vartheta</code> | $\vartheta$ | <code>\varrho</code>     | $\varrho$     |
| <code>\varkappa</code> | $\varkappa$ | <code>\varphi</code>     | $\varphi$     |
| <code>\varpi</code>    | $\varpi$    | <code>\varepsilon</code> | $\varepsilon$ |
| <code>\varsigma</code> | $\varsigma$ |                          |               |

## 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                | 数学符号      | 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, | 左圆括号 |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

|                   |               |  |      |
|-------------------|---------------|--|------|
|                   |               | left round bracket   |      |
| $\$)\$$           | )             | close parenthesis, right parenthesis, close round bracket, right round bracket | 右圆括号 |
| $\$[\$$           | [             | open square bracket, left square bracket                                       | 左方括号 |
| $\$]\$$           | ]             | close square bracket, right square bracket                                     | 右方括号 |
| $\$\{\$$          | {             | open brace, left brace, open curly bracket, left curly bracket                 | 左大括号 |
| $\$\}\$$          | }             | close brace, right brace, close curly bracket, right curly bracket             | 右大括号 |
| $\$\pm\$$         | $\pm$         | plus or minus  | 正负号  |
| $\$\mp\$$         | $\mp$         | minus or plus  | 负正号  |
| $\$<\$$           | <             | less than  | 小于   |
| $\$\leq\$$        | $\leq$        | less than or equal to  | 小于等于 |
| $\$\ll\$$         | $\ll$         | much less than   | 远小于  |
| $\$>\$$           | >             | greater than   | 大于号  |
| $\$\geq\$$        | $\geq$        | greater than or equal to   | 大于等于 |
| $\$\gg\$$         | $\gg$         | much greater than  | 远大于  |
| $\$=\$$           | =             | equals, is equal to  | 等于   |
| $\$\equiv\$$      | $\equiv$      | is identical to  | 完全相等 |
| $\$\approx\$$     | $\approx$     | is approximately equal to  | 约等于  |
| $\$\propto\$$     | $\propto$     | proportional to  | 正比于  |
| $\$\partial\$$    | $\partial$    | partial derivative   | 偏导   |
| $\$\nabla\$$      | $\nabla$      | del, nabla   | 梯度算子 |
| $\$\infty\$$      | $\infty$      | 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   |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

|                     |                     |                                     |        |
|---------------------|---------------------|-------------------------------------|--------|
| $\cap$              | $\cap$              | 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     |
| $\Rightarrow$       | $\Rightarrow$       | implies                             | 推出     |
| $\Uparrow$          | $\Uparrow$          | arrow pointing up, upward arrow     | 向上箭头   |
| $\Downarrow$        | $\Downarrow$        | 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   |
| $\lceil x \rceil$   | $\lceil x \rceil$   | 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. 几个有关多项式的数学表达;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

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

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| $\$ ax^2+bx+c=0 \ (a \neq 0) \$$ | $ax^2 + bx + c = 0 \ (a \neq 0)$ |
|----------------------------------|----------------------------------|

表 13. 几个有关根式的数学表达;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb


| 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. 几个有关分式的数学表达;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

| 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. 几个有关函数的数学表达;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

| LaTeX  | 数学表达  |
|--|---|
| $\$f(x)=ax^2+bx+c\sim\{\text{with}\}\sim a,b,c\in\mathbb{R},a\neq 0\$$ | $f(x) = ax^2 + bx + c \text{ with } a, b, c \in \mathbb{R}, a \neq 0$ |
| $\$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2\$$                            | $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2$                               |
| $\$\log_b(xy)=\log_bx+\log_by\$$                                       | $\log_b(xy) = \log_b x + \log_b y$                                    |
| $\$\ln(xy)=\ln x+\ln y\{\text{for}\}\ x>0\{\text{and}\}\ y>0\$$        | $\ln(xy) = \ln x + \ln y \text{ for } x > 0 \text{ and } y > 0$       |
| $\$f(x)=a\exp\left(-\frac{(x-b)^2}{2c^2}\right)\$$                     | $f(x) = a \exp\left(-\frac{(x-b)^2}{2c^2}\right)$                     |

表 16. 几个三角恒等式;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

| 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. 几个有关微积分数学表达;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

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

## 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. 几个有关向量的表达;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

| LaTeX  | 数学表达   |
|--|--|
| $\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = [a_1 \ a_2 \ a_3]^T$ | $\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = [a_1 \ a_2 \ a_3]^T$ |
| $\ \mathbf{a}\  = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$                                      | $\ \mathbf{a}\  = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$                                      |

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

|   |   |
|---|---|
| $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$                  | $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$                  |
| $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \ \mathbf{a}\  \ \mathbf{b}\  \cos \theta$ | $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \ \mathbf{a}\  \ \mathbf{b}\  \cos \theta$ |
| $\ \mathbf{x}\ _p = \left( \sum_{i=1}^n  x_i ^p \right)^{1/p}$            | $\ \mathbf{x}\ _p = \left( \sum_{i=1}^n  x_i ^p \right)^{1/p}$            |

表 19. 几个有关矩阵的表达;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

| LaTeX   | 数学表达  |
|---|---|
| $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$  | $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$  |
| $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$   | $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$   |
| $(\mathbf{A} + \mathbf{B})^T = \mathbf{A}^T + \mathbf{B}^T$   | $(\mathbf{A} + \mathbf{B})^T = \mathbf{A}^T + \mathbf{B}^T$   |
| $(\mathbf{AB})^T = \mathbf{B}^T \mathbf{A}^T$   | $(\mathbf{AB})^T = \mathbf{B}^T \mathbf{A}^T$   |
| $(\mathbf{A}^T)^{-1} = (\mathbf{A}^{-1})^T$   | $(\mathbf{A}^T)^{-1} = (\mathbf{A}^{-1})^T$   |
| $\mathbf{u} \otimes \mathbf{v} = \mathbf{uv}^T = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1v_1 & u_1v_2 & u_1v_3 \\ u_2v_1 & u_2v_2 & u_2v_3 \\ u_3v_1 & u_3v_2 & u_3v_3 \\ u_4v_1 & u_4v_2 & u_4v_3 \end{bmatrix}$ | $\mathbf{u} \otimes \mathbf{v} = \mathbf{uv}^T = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1v_1 & u_1v_2 & u_1v_3 \\ u_2v_1 & u_2v_2 & u_2v_3 \\ u_3v_1 & u_3v_2 & u_3v_3 \\ u_4v_1 & u_4v_2 & u_4v_3 \end{bmatrix}$ |
| $\det \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = ad - bc$   | $\det \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = ad - bc$   |

## 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。

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)

表 20. 几个有关概率统计的表达式;  Bk1\_Ch3\_03.ipynb

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



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。

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](mailto:jiang.visualize.ml@gmail.com)