

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”众多功能于一身。“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。

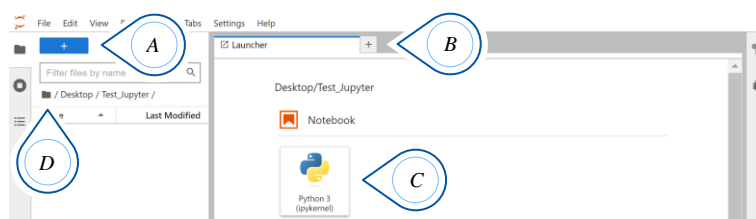


图 1. 新建 Notebook

如图 2 所示，Notebook 界面的有很多板块。

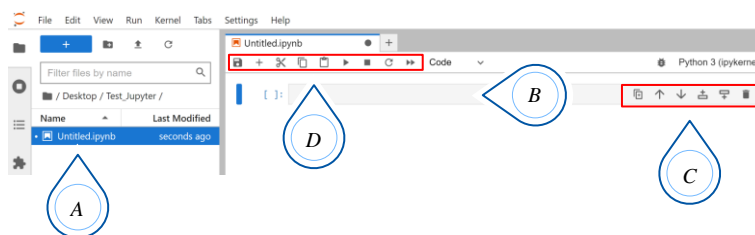


图 2. JupyterLab 中新建 Notebook 界面



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

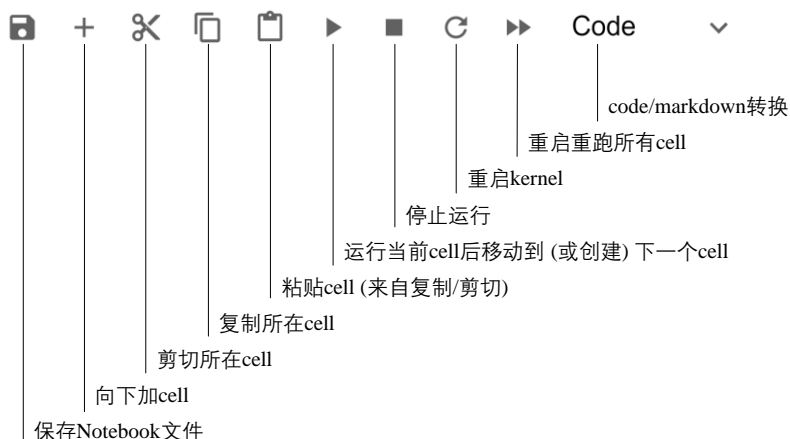


图 4. D 对应的是 cell 的几个常见操作



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。

表 1. Markdown 中的各种操作

Markdown 操作	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
<i>italic text</i>	文字倾斜；第一个星号（asterisk）*之后、第二个星号*之前没有空格
<u>italic text</u>	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
bold 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~~ Scratch this	划去
*** --- ---	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>

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><hr></code>	
<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
<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 :-: :-: :-: </pre>	表格；:-: 代表居中对齐；:-左对齐；-:右对齐

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>

本书配套微课程视频均发布在 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

1 A a	
2 B b	
*	直接显示星号 *
Repos [link](https://github.com/Visualize-ML).	超链接
~~~python print('Python is fun!') ~~~	在 Markdown 中展示 Python 代码

### 3.3 快捷键：这一章最有用的内容

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。

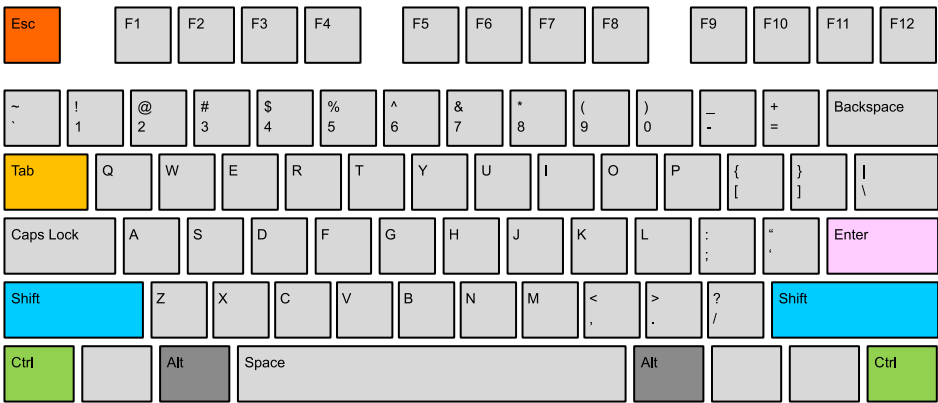



图 5. 标准键盘，Mac 的 command 对应 ctrl

表 2. 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)
>	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)





















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。

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

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)



<b>ctrl</b> + <b>A</b>	全选；全选当前 cell 内容
<b>ctrl</b> + <b>Z</b>	撤销；撤销上一个键盘操作
<b>ctrl</b> + <b>shift</b> + <b>Z</b>	重做：恢复刚才撤销命令对应操作，相当于“撤销撤销”
<b>ctrl</b> + <b>C</b>	复制；复制选中的代码或文本
<b>ctrl</b> + <b>X</b>	剪切；剪切选中的代码或文本
<b>ctrl</b> + <b>V</b>	粘贴；粘贴复制/剪切的代码或文本
<b>ctrl</b> + <b>F</b>	查询；实际上就是浏览器的搜索
<b>home</b>	跳到某一行开头
<b>end</b>	跳到某一行结尾
<b>ctrl</b> + <b>home</b>	跳到多行 cell 第一行开头
<b>ctrl</b> + <b>end</b>	跳到多行 cell 最后一行结尾
<b>tab</b>	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
<b>shift</b> + <b>tab</b>	对键入的函数提供帮助文档
<b>ctrl</b> + <b>B</b>	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
<b>esc</b>	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
<b>esc</b> → <b>M</b>	在按下 esc 进入编辑模式后，将当前 cell 从代码 markdown 转成文本
<b>esc</b> → <b>Y</b>	将当前 cell 从文本 markdown 转成代码
<b>enter</b>	从命令模式进入编辑模式，或者鼠标左键单击任何 cell
<b>esc</b> → <b>A</b>	插入；在当前 cell 上方插入新 cell
<b>esc</b> → <b>B</b>	插入；在当前 cell 下方插入新 cell
<b>esc</b> → <b>D</b> → <b>D</b>	删除；在按下 esc 进入编辑模式后，连续按两下 D，删除当前 cell
<b>esc</b> → <b>0</b> → <b>0</b>	重启 kernel；在按下 esc 进入编辑模式后，连续按两下零 0，重启 kernel
<b>esc</b> → <b>ctrl</b> + <b>B</b>	展开/关闭左侧 sidebar
<b>esc</b> → <b>ctrl</b> + <b>A</b>	选中所有 cells
<b>esc</b> → <b>shift</b> + <b>▲</b>	选中当前和上方 cell，不断按 shift + ▲ 不断选中更上一层 cell
<b>esc</b> → <b>shift</b> + <b>▼</b>	选中当前和下方 cell，不断按 shift + ▼ 不断选中更下一层 cell
<b>shift</b> + <b>M</b>	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
<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；和编辑模式一致
<b>ctrl</b> + <b>enter</b>	执行；运行当前 cell 中的代码；和编辑模式一致
<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；和编辑模式一致
<b>esc</b> → <b>①</b>	一级标题，等同于 markdown 状态下 #
<b>esc</b> → <b>②</b>	二级标题，等同于 markdown 状态下 ##
<b>esc</b> → <b>③</b>	三级标题，等同于 markdown 状态下 ###，以此类推

## 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。

```


$$A_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \cdots & a_{m,n} \end{bmatrix}$$


```



$$A_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \cdots & a_{m,n} \end{bmatrix}$$

**LaTeX**

矩阵

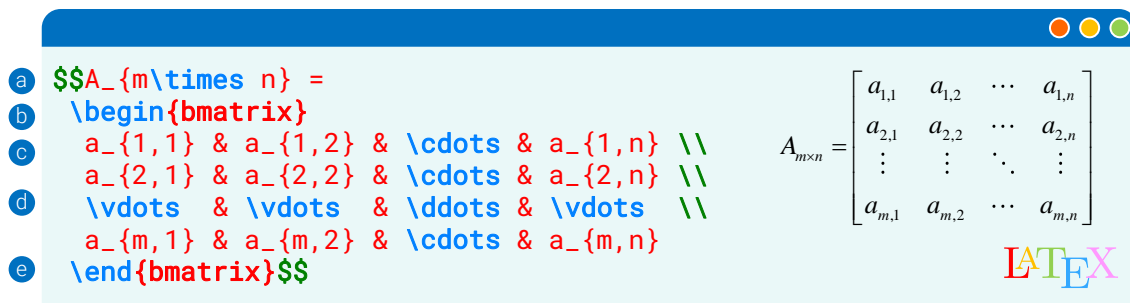


图 6. 用 LaTeX 写矩阵

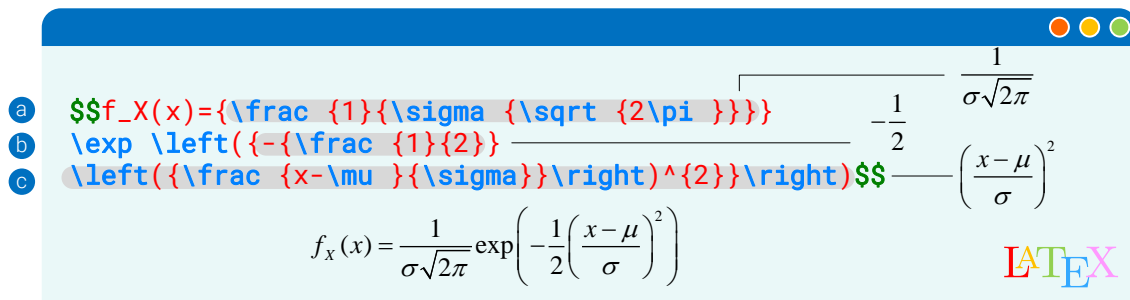


图 7. 用 LaTeX 写一元高斯概率密度函数

## 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，还必须要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。

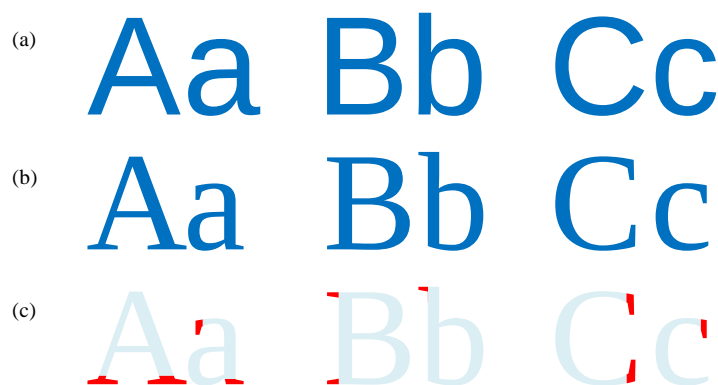


图 8. 比较无衬线体、衬线体，图片改编自 Wikipedia

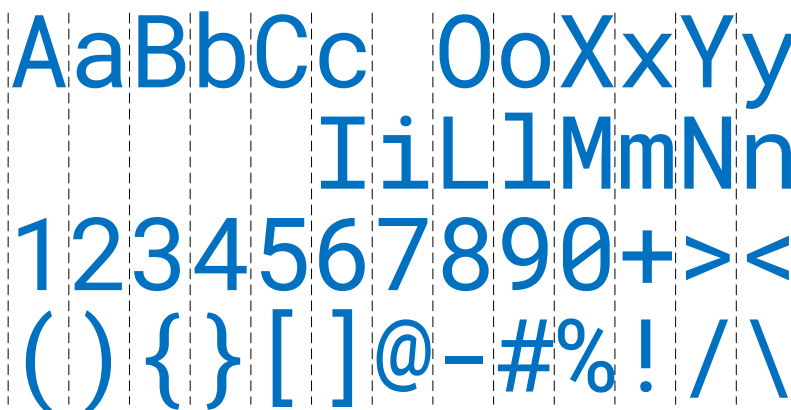


图 9. 等宽字体 Roboto Mono Light

表 5. 数学中字母样式

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
$\boldsymbol{AaBbCc}$	<b><i>AaBbCc</i></b>	粗体、斜体，向量、矩阵
$\mathtt{AaBbCc}$	AaBbCc	等宽字体，常用于代码
$\mathcal{AaBbCc}$	<i>ABCDEF</i>	花体，用于表示数学中的集合、代数结构、算子
$\mathbb{AaBbCc}$	<b>CRQZN</b>	黑板粗体 (blackboard bold)，常用来表达各种集合

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)

$\text{\texttt{\textit{Aa Bb Cc}}}$	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 6. 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
<b>A</b>	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 7 总结常用特殊标记。

表 7. 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
$\underline{x}$	$\underline{x}$	x underline
$\hat{x}$	$\hat{x}$	x hat
$\bar{x}$	$\bar{x}$	x bar
$\dot{x}$	$\dot{x}$	x dot
$\tilde{x}$	$\tilde{x}$	x tilde
$x_i$	$x_i$	x subscript i, x sub i
$x^i$	$x^i$	x to the n, x to the nth, x to the n-th power x raised to the n-th power
$\ddot{x}$	$\ddot{x}$	x double dot

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>\$x^{*}\$</code>	$x^{*}$	x star, x super asterisk
<code>\$x\dagger\$</code>	$x^{\dagger}$	x dagger
<code>\$x\ddagger\$</code>	$x^{\ddagger}$	x double dagger
<code>\${\color{red}x}\$</code>	$\textcolor{red}{x}$	red x

## 希腊字母

表 8 总结常用大小写希腊字母，表 9 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 8. 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/
$\zeta$	<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	/ˈɑːməkrəːn/
$\pi$	<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	/ˈɒpsɪlən/
$\varphi$	<code>\$\varphi\$</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	/oʊˈmega/

表 9. 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>	$\varepsilon$

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)

$\varsigma$	$\varsigma$		
-------------	-------------	--	--

## 常用符号

表 10 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 10. 常用符号

LaTeX	数学表达	英文读法	中文表达
$\times$	$\times$	multiplies, times	乘
$\div$	$\div$	divided by	除以
$\otimes$	$\otimes$	tensor product	张量积
$($	$($	open parenthesis, left parenthesis, open round bracket, left round bracket	左圆括号
$)$	$)$	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

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)



$\triangle$	$\triangle$	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
$\emptyset$	$\emptyset$	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
$\Rightarrow$	$\Rightarrow$	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 11 ~ 表 16 总结了一些常用的 LaTeX 代数表达式，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 11. 几个多项式有关的数学表达

LaTeX	数学表达
$\$x^2-y^2 = \left(x+y\right)\left(x-y\right)\$$	$x^2 - y^2 = (x + y)(x - y)$
$\$a_nx^n+a_{n-1}x^{n-1}+\dotsb + a_2x^2 + a_1x + a_0\$$	$a_nx^n + a_{n-1}x^{n-1} + \cdots + a_2x^2 + a_1x + a_0$
$\$\sum_{k=0}^na_kx^k\$$	$\sum_{k=0}^n a_k x^k$
$\$ax^2+bx+c=0\ (a\neq 0)\$$	$ax^2 + bx + c = 0\ (a \neq 0)$

表 12. 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 13. 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 14. 几个和函数有关的数学表达

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 15. 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 16. 几个和微积分有关数学表达

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

## 线性代数

表 17 和表 18 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 17. 几个和向量有关的表达

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

表 18. 几个和矩阵有关的表达

LaTeX	数学表达
$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$	$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$
$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$	$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$
$(\mathbf{A} + \mathbf{B})^T = \mathbf{A}^T + \mathbf{B}^T$	$(\mathbf{A} + \mathbf{B})^T = \mathbf{A}^T + \mathbf{B}^T$
$(\mathbf{AB})^T = \mathbf{B}^T \mathbf{A}^T$	$(\mathbf{AB})^T = \mathbf{B}^T \mathbf{A}^T$
$(\mathbf{A}^T)^{-1} = (\mathbf{A}^{-1})^T$	$(\mathbf{A}^T)^{-1} = (\mathbf{A}^{-1})^T$
$\mathbf{u} \otimes \mathbf{v} = \mathbf{uv}^T = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 v_1 & u_1 v_2 & u_1 v_3 \\ u_2 v_1 & u_2 v_2 & u_2 v_3 \\ u_3 v_1 & u_3 v_2 & u_3 v_3 \\ u_4 v_1 & u_4 v_2 & u_4 v_3 \end{bmatrix}$	$\mathbf{u} \otimes \mathbf{v} = \mathbf{uv}^T = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 & v_2 & v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_1 v_1 & u_1 v_2 & u_1 v_3 \\ u_2 v_1 & u_2 v_2 & u_2 v_3 \\ u_3 v_1 & u_3 v_2 & u_3 v_3 \\ u_4 v_1 & u_4 v_2 & u_4 v_3 \end{bmatrix}$

<code>\end{bmatrix}}\$</code>	
<code>\$\det {\begin{bmatrix} a &amp; b \\ c &amp; d \end{bmatrix}} = ad-bc\$</code>	$\det \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = ad - bc$

## 概率统计

表 19 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 19. 几个和概率统计有关的表达

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



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。