



Discrete Geometries of Mathematics and Physics

创新实验

实验指导书

L^AT_EX入门

Yi Zhang (张仪)

🌐: www.mathischeap.com@: zhangyi.aero@hotmail.com📄: <https://github.com/mathischeap>

1 实验基本信息

1.1 实验名称

L^AT_EX入门

1.2 实验指导老师联系方式

张仪(www.mathischeap.com), 数学与计算科学学院, 花江慧谷4#-408A

- 手机: 199 7417 1867
- email: zhangyi.aero@hotmail.com
- QQ: 360 788 903

1.3 所属课程名称

创新实验



2 实验的目的、意义、要求

2.1 实验目的

掌握能力：“能够熟练使用L^AT_EX进行各种文档的编辑。”

2.2 实验意义

- 理解L^AT_EX和word等文档编辑工具的不同。
- 学会使用L^AT_EX编辑文字、公式、图表等。
- 在实践中提高使用L^AT_EX的熟练度。

2.3 实验要求

- 熟练使用计算机。

2.4 实验主页

你可以访问https://mathischeap.com/contents/teaching/innoexp/typing_with_latex/main#course-innoexp-typing-with-latex查看有关本实验的所有信息。

3 实验介绍

你是否注意到平时我们阅读的很多文档的排版给人的感觉和word的排版有所区别？就比如你正在阅读的这份实验指导书。这是因为它们很大一部分是用L^AT_EX进行编辑排版的[3]。

相较于word，L^AT_EX采用编程+编译的方式进行文档的编辑。你能够在编译前指定好文档的所有格式；这样一来，你只需要填入内容，L^AT_EX就能帮你完成排版、生成格式清晰漂亮的文档，省去了大量的手动排版工作。另一方面，在使用word时，数学公式的输入一直一来是个非常痛苦且低效的过程。而数学公式的快速输入是L^AT_EX的最大优势[1, 2]。如图1。

$$\nabla \times \vec{\mathbf{B}} - \frac{1}{C} \frac{\delta \vec{\mathbf{E}}}{\delta t} = 4\pi\rho$$

图 1: 一个L^AT_EX公式。

鉴于这些原因，我们非常有必要学习L^AT_EX。虽然L^AT_EX采用编程+编译的方式，但是不用担心，它的语法非常容易，加之现存大量的模板。即便你完全没有L^AT_EX基础，你也能够很快上手。



4 实验步骤

我们将依次完成以下实验步骤：

4.1 步骤一：安装L^AT_EX并配置所需环境

L^AT_EX适用于所有平台。本步骤将基于Windows平台介绍。如果你使用Mac或Linux平台，相信你已知如何配置所需的环境。

和很多编程语言一样，L^AT_EX最常用的开发环境是：内核（kernel）+编辑器的组合。内核是L^AT_EX的功能核心。而编辑器是一个对用户友好的开发界面，在用户和内核之间架起桥梁。现阶段，一般采用下述三类内核之一：

- MikTeX（本地内核）
- TeXlive（本地内核）
- 在线内核（overleaf等）

而编辑器的话，当下是百花齐放的状态；其中最流行的当属VScode和TeXstudio。本人推荐的内核+编辑器的组合是：**MikTeX + TeXstudio**。下面介绍MikTeX + TeXstudio的下载地址：

- MikTeX: <https://miktex.org/>
- TeXstudio: <https://www.texstudio.org/>

它们的安装非常简单:和普通软件的安装没有区别。

4.2 步骤二：探索TeXstudio的基本功能

作为当下最佳的编辑器之一，TeXstudio提供了许多方便的功能，我们将一起打开TeXstudio，发现它的各种便利功能。见图2。

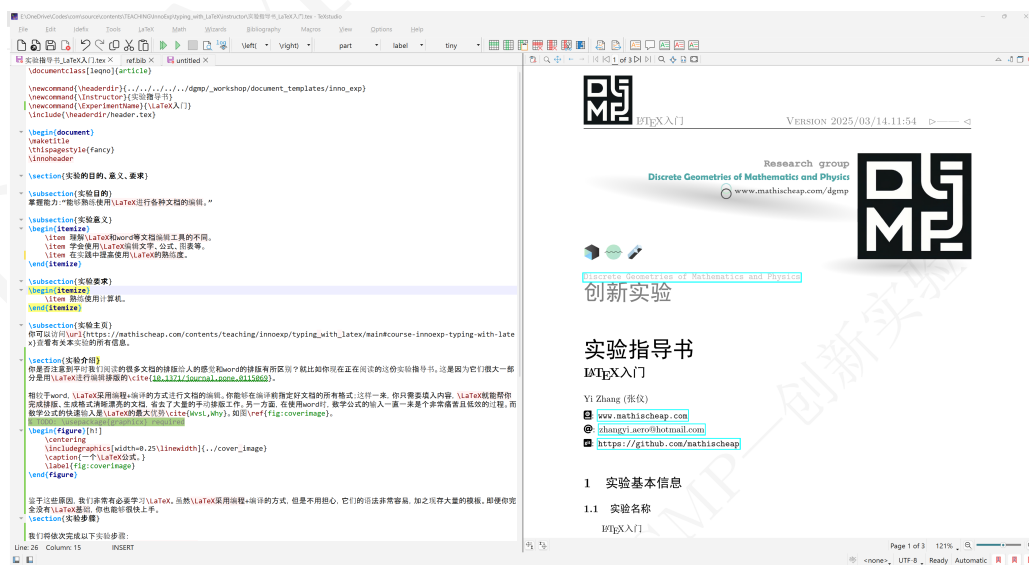


图 2: TeXstudio的界面。



4.3 步骤三：学习L^AT_EX的基础知识

L^AT_EX作为最流行的文档编辑软件，网络上（如B站，慕课，官方文档，各种学习交流论坛等）现存丰富的高质量教程，你需要在线上学习它们。如图3所示。一般而言，通过不超过半个小时的学习，你就能掌握L^AT_EX的基础知识，如最重要的三个功能：

- 分章节
- 插入图片
- 插入公式



图 3: bilibili上关于L^AT_EX的一些教程。



4.4 步骤四：公式输入训练

我们一起练习输入如下公式。借此，我们将学会绝大多数公式的输入方法。

$$\omega_i(T_i - T_e) + \psi_r(T_r - T_e) + \theta(\mathcal{A}_2 + B_3)$$

$$T_\alpha(t_n, \boldsymbol{x}_{K,\sigma}) \simeq \frac{d_{L,\sigma}}{d_{K,\sigma} + d_{L,\sigma}}(T_\alpha(t_n, \boldsymbol{x}_K)) + \frac{d_{K,\sigma}}{d_{K,\sigma} + d_{L,\sigma}}(T_\alpha(t_n, \boldsymbol{x}_L))$$

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\int_{\Omega}\rho_h\mathrm{d}x=\beta$$

$$\frac{\partial W}{\partial e_i} = \frac{\partial W}{\partial (\mathrm{d}\phi)} \frac{\partial (\mathrm{d}\phi)}{\partial e_i}$$

$$\int_{V_{l,m,n}}\mathrm{eee}^{i,j,k}(\xi,\eta,\varsigma)\mathrm{d}V=\int_a^b$$

$$\left[(A+B) + \int_a^b f(x)$$

$$\{\mathrm{eee}^{i,j,k}(\xi,\eta,\varsigma)|\,i,j,k\in\{1,2,\cdots,N\}\}$$

$$\widetilde{\nabla\times}$$

4.5 步骤五：线下实战

在接下来的几次线下指导过程中，我们将一起使用LaTeX完成一些工作学习过程中可能遇到的文档编辑工作，通过实战锻炼自己的技巧。这些实战练习涉及公式输入、图片插入等。具体步骤如下。

Step 1. 我们首先新创建一个文档，其类型为article。文档的标题为“LaTeX实战训练”。

Step 2. 我们创建第一部分，标题为：介绍。随后，我们输入图4中的内容作为第一部分的内容。

我们以二维位势举例说明张量的生成和计算, 此处我们考虑用核截断方法计算各向同性密度函数所产生的二维卷积位势. 密度函数的傅里叶变换用梯形公式来近似, 具体如下:

$$\hat{\rho}(\mathbf{k}_{pq}) \approx \frac{1}{(SN)^2} \sum_{(n', m') \in \mathcal{I}_N} \rho_{n', m'} e^{-\frac{i2\pi}{SN}(pn' + qm')}, \quad (p, q) \in \mathcal{I}_{SN}, \quad (3.1)$$

其中 $\rho_{n', m'} = \rho(x_{n'}, y_{m'})$, 零延拓因子在空间各个方向都是相同的, 此处的指标集定义如下

$$\mathcal{I}_N := \{(n_1, \dots, n_d) \mid -N_j/2 \leq n_j \leq N_j/2 - 1, j = 1, \dots, d\}. \quad (3.2)$$

将式 (3.1) 代入到卷积公式 (2.23) 中, 在交换求和顺序后, 我们得到

$$\Phi_{n, m} := \sum_{(n', m') \in \mathcal{I}_N} T_{n-n', m-m'} \rho_{n', m'}, \quad (n, m) \in \mathcal{I}_N, \quad (3.3)$$

其中 $T_{n, m}$ 是如下定义的二维张量

$$T_{n, m} = \frac{1}{(SN)^2} \sum_{(p, q) \in \mathcal{I}_{SN}} \widehat{U}_G\left(\frac{\pi p}{SL}, \frac{\pi q}{SL}\right) e^{\frac{i2\pi}{SN}(pn + qm)}, \quad (n, m) \in \mathcal{I}_{2N}, \quad (3.4)$$

可以通过对向量 $\{\widehat{U}_G(\mathbf{k})\}$ 进行傅里叶逆变换得到. 针对各向异性密度函数的情形, 卷积位势也可写成离散卷积, 对应的张量可用如下公式生成

$$T_{n, m} = \frac{1}{S_1 S_2 N^2} \sum_{p=-S_1 N/2}^{S_1 N/2-1} \sum_{q=-S_2 N/2}^{S_2 N/2-1} \widehat{U}_G\left(\frac{\pi p}{S_1 L \gamma_1}, \frac{\pi q}{S_2 L \gamma_2}\right) e^{i \frac{2\pi}{N} \left(\frac{pn}{S_1} + \frac{qm}{S_2} \right)}. \quad (3.5)$$

图 4: 请尝试在LaTeX中输入上图中内容 (内容从网上文献库中随机摘录)。

Step 3. 我们创建第二部分，命名成：计算方法。并创建子标题：原理，后输入图5中的内容作为此子标题下的内容。

取广义坐标系下等距网格 $\Delta\xi = \Delta\eta = 1$ ，利用 WCNS 格式对式 (2.2) 进行空间离散，得到如下的半离散形式：

$$\left(\frac{\partial \tilde{U}}{\partial t}\right)_{ij} = -(\delta^\xi \tilde{F})_{ij} - (\delta^\eta \tilde{G})_{ij} + \tilde{S}_{ij}, \quad (3.3)$$

其中， δ^ξ 和 δ^η 分别是 ξ - 和 η - 方向的差分算子， $(\tilde{S})_{ij}$ 是点 (i, j) 处重力源项 $\tilde{S}$ 的差分近似。

本文中采用 WCNS-E6E5 格式，通量导数的差分格式为如下的六阶中心差分：

$$(\delta^\xi \tilde{F})_{i,j} = \sum_{k=1}^3 a_k \left(\tilde{F}_{i+k-\frac{1}{2},j} - \tilde{F}_{i-k+\frac{1}{2},j} \right), \quad (3.4)$$

$$(\delta^\eta \tilde{G})_{i,j} = \sum_{k=1}^3 a_k \left(\tilde{G}_{i,j+k-\frac{1}{2}} - \tilde{G}_{i,j-k+\frac{1}{2}} \right). \quad (3.5)$$

差分系数 $a_1 = \frac{75}{64}, a_2 = -\frac{25}{384}, a_3 = \frac{3}{640}$ ，半节点处通量 $\tilde{F}_{i+\frac{1}{2},j}$ 和 $\tilde{G}_{i,j+\frac{1}{2}}$ 由修正的 Lax-Friedrichs 通量计算：

$$\tilde{F}_{i+\frac{1}{2},j} = \frac{1}{2} \left[\tilde{F}(U_{i+\frac{1}{2},j}^L) + \tilde{F}(U_{i+\frac{1}{2},j}^R) - \alpha_1 (U_{i+\frac{1}{2},j}^{R,M} - U_{i+\frac{1}{2},j}^{L,M}) \right], \quad (3.6)$$

$$\tilde{G}_{i,j+\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \left[\tilde{G}(U_{i,j+\frac{1}{2}}^L) + \tilde{G}(U_{i,j+\frac{1}{2}}^R) - \alpha_2 (U_{i,j+\frac{1}{2}}^{R,M} - U_{i,j+\frac{1}{2}}^{L,M}) \right], \quad (3.7)$$

α_1 和 α_2 分别是雅可比矩阵 $\frac{\partial \tilde{F}}{\partial U}$ 和 $\frac{\partial \tilde{G}}{\partial U}$ 的按模最大特征值。 $U_{i+\frac{1}{2},j}^L$ 、 $U_{i+\frac{1}{2},j}^R$ 、 $U_{i,j+\frac{1}{2}}^L$ 和 $U_{i,j+\frac{1}{2}}^R$ 为守恒量在半节点左侧和右侧的高阶重构值：

$$U_{i+\frac{1}{2},j}^L = \mathcal{R}^L(U_{i-2,j}, U_{i-1,j}, U_{ij}, U_{i+1,j}, U_{i+2,j}),$$

$$U_{i+\frac{1}{2},j}^R = \mathcal{R}^R(U_{i-1,j}, U_{ij}, U_{i+1,j}, U_{i+2,j}, U_{i+3,j}),$$

图 5: 请继续在LATEX中输入上图中内容（内容从网上文献库中随机摘录）。

Step 4. 我们为第二部分添加新的子标题：实现方法，后输入图6、图7中的内容作为此子标题下的内容。图7中内容包含的图片信息可在本实验的主页下载。

根据网格变换后应具有几何意义, 雅克比矩阵 (2.3) 采用对称守恒形式计算:

$$J^{-1} = \frac{1}{2} [(xy_{\eta} - x_{\eta}y)_{\xi} + (x_{\xi}y - xy_{\xi})_{\eta}],$$

式中的导数与通量计算中需要用到的半节点网格导数一样, 采用六阶中心差分格式 (3.4) 和 (3.5) 离散, 即

$$(J^{-1})_{ij} = \frac{1}{2} [\delta^{\xi} (x(\delta^{\eta}y) - (\delta^{\eta}x)y) + \delta^{\eta} ((\delta^{\xi}x)y - x(\delta^{\xi}y))]_{ij},$$

根据式 (2.4), 网格导数的计算公式为

$$\begin{aligned} (\hat{\xi}_x)_{i+\frac{1}{2},j} &= (\delta^{\eta}y)_{i+\frac{1}{2},j}, & (\hat{\xi}_y)_{i+\frac{1}{2},j} &= -(\delta^{\eta}x)_{i+\frac{1}{2},j}, \\ (\hat{\eta}_x)_{i,j+\frac{1}{2}} &= -(\delta^{\xi}y)_{i,j+\frac{1}{2}}, & (\hat{\eta}_y)_{i,j+\frac{1}{2}} &= (\delta^{\xi}x)_{i,j+\frac{1}{2}}, \end{aligned}$$

其中半节点值可以解析给出, 或者通过六阶 Lagrange 插值获得.

图 6: 请继续在L^AT_EX中输入上图中内容 (内容从网上文献库中随机摘录)。

期权的风险特征常用一些希腊字母 Δ , Γ 来衡量^[6], 本文计算得到的 Δ 值和 Γ 值如图 1 (b) 和 (c) 所示.

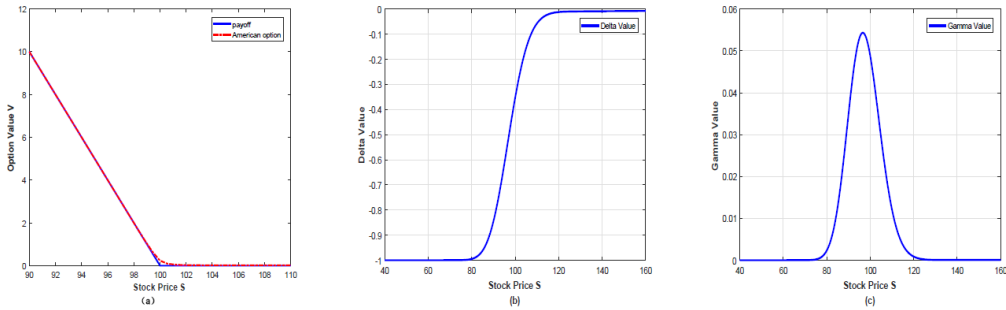


图 1 当 $M = 1024, N = 200$ 时, Merton 跳扩散模型下美式看跌期权的期权值、Gamma 值和 Delta 值

图 7: 请继续在L^AT_EX中输入上图中内容 (内容从网上文献库中随机摘录)。



4.6 步骤六：撰写实验报告

最终，你需要完成一份完整的实验报告。

5 总结

L^AT_EX最为最重要的文档编辑软件，具有十分重要的地位。学会使用这个工具会为你的学习、工作生涯助力不少。希望更多的同学可以加入到这个实验中来，一起探索L^AT_EX的便利与美。祝编辑愉快！

References

- [1] Word vs. LaTeX. https://openwetware.org/wiki/Word_vs._LaTeX.
- [2] Michael R. Apostol. Why I Transitioned from Microsoft Word to LaTeX. <https://medium.com/blankpage/why-i-transitioned-from-microsoft-word-to-latex-7b9392705167>.
- [3] Markus Knauff and Jelica Nejasmic. An efficiency comparison of document preparation systems used in academic research and development. *PLOS ONE*, 9(12):1–12, 12 2014.