

中图分类号: TP391.4

单位代码: 10304

南通大學

学术学位博士学位论文



南通大学学位论文 LATEX 模板 V1.0

申请人姓名: 朱昌波 学号: 202100111002

指导教师: X** 教授

学科代码: 081104

学科名称: 模式识别与智能系统

论文研究方向: 认知神经计算

论文完成日期 二〇二五年十二月二十五日

南通大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本学位论文的研究成果不包含任何其他个人或集体享有著作权的内容。对本论文所涉及的研究工作做出重要贡献的其他个人和集体，均已在论文中以明确的方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

签名日期：

学位论文使用授权声明

南通大学、中国学术期刊（光盘版）电子杂志社、中国科学技术信息研究所的《中国学位论文全文数据库》有权保留本人所送交学位论文的复印件和电子文档，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文，并通过网络向社会提供信息服务。除在保密期内的保密论文外，允许论文被查阅和借阅，可以公布（包括刊登）论文的全部或部分内容。论文的公布（包括刊登）授权南通大学研究生院办理。

本学位论文属于：保密 在年解密后，适应本授权书
不保密

学位论文作者签名：

导师签名：

签名日期：

签名日期：

南通大学博士学位论文

南通大学学位论文 L^AT_EX 模板 V1.0

Nantong University Thesis L^AT_EX Template V1.0

培养单位: XXXXXX 学院

申请学位: 工学博士

学科或专业: 模式识别与智能系统

申请人姓名: 朱昌波 学号: 202100111002

指导教师: X** 教授

联合指导教师: Y** 副教授

论文完成日期: 二〇二五年十二月二十五日

基金资助: ×× 科学基金 (30000000)
 ×× 科学研究基金 (WKJ2008-0-000)

目 录

摘要	i
Absrtact	iii
第一章 引言	1
1.1 版权声明	1
1.2 背景介绍	1
1.3 系统要求	2
1.4 问题反馈	3
1.5 模板下载	3
第二章 ntuthesis-LATEX 模板快速入门	5
2.1 先试试效果	5
2.2 文档目录简介	11
2.2.1 文档根目录	11
2.2.2 编译脚本	11
2.2.3 Tmp 文件夹	12
2.2.4 style 文件夹	12
2.2.5 mlstyle 文件夹	12
2.2.6 doc 文件夹	12
2.2.7 figures 文件夹	13
2.2.8 ntuthesis 文件夹	13
2.2.9 chapters 文件夹	13
2.3 引入 ntuthesis 文档类	13
第三章 ntuthesis 文档类配置	15
3.1 导入 ntuthesis.cls 文档类及相关配置宏包	15
3.1.1 导入 ntuthesis.cls 文档类	15

3.1.2 导入基础配置宏包 cnbasesetup.sty	16
3.1.3 导入模版配置宏包 ntuthesissetup.sty	17
3.2 ntuthesis 学位论文信息配置命令	17
3.3 字体	19
3.3.1 中文字体族配置	19
3.3.2 文档内中文字体切换方法	20
3.3.3 英文与数学符号字体配置	22
3.4 测试生僻字	22
第四章 数学符号及公式	25
4.1 数学字体	25
4.2 数学符号及定义	26
4.3 数学公式	27
4.4 数学环境	27
第五章 插图与绘图	29
5.1 插图	29
5.1.1 图片目录	29
5.1.2 改变图片的大小、旋转图片	30
5.1.3 插入位置	32
5.1.4 图题、标签、引用	32
5.1.5 不同分辨率图片	33
5.2 绘图	34
第六章 表格	49
6.1 表格的定义环境	49
6.2 表格环境参数格式	49
6.3 表格文本行中的命令	50
6.4 表格浮动体环境	53
6.5 表格样例	54
第七章 算法	59
第八章 参考文献	61

第九章 常见使用问题	63
参考文献	65
英文缩略词表	67
综述	69
综述参考文献	71
附录 A 南通大学学位论文格式要求	73
A.1 学位论文字数要求	73
A.2 学位论文内容及编排顺序	73
A.3 学位论文各部分格式要求	74
A.4 论文印刷及装订要求	74
附录 B 学位论文书写注意事项及错误检查	75
B.1 中文摘要	75
B.2 英文摘要	77
B.3 关键词中的标点符号	77
B.4 英文缩写	78
B.5 中英文混杂	79
B.6 避免含混	80
B.7 公式排版	80
B.7.1 公式的转行	80
B.7.2 公式的结尾	81
B.7.3 公式 vs 程序	81
B.8 表格	82
B.9 图表的标题	82
附录 C 附录功能测试	83
C.1 数学环境测试	83
C.2 数学公式测试	83
C.3 测试公式编号 $\Lambda, \lambda, \theta, \bar{\Lambda}, \sqrt{S_{NN}}$	84
在攻读博士学位期间公开发表的论文与参加的项目	85
致 谢	87

南通大学学位论文 LATEX 模板 V1.0

研究生：朱昌波 专业：模式识别与智能系统(认知神经计算方向)
指导教师：X** 教授

摘要

目的 近期，主动推理的机制框架被提出作为发展意识统一理论的原则性基础，有望解决该领域的概念分歧。我们认为，要实现这一愿景，当前基于主动推理框架的提案需进一步完善，以形成真正的意识过程理论。

方法 提升机制性理论的途径之一，是采用计算模型等形式化方法来实现、调适和验证提出的概念框架。本文系统考察了计算建模方法如何助力完善主动推断与意识关联的理论提案，重点关注：(1)这些模型在容纳不同意识维度和实验范式方面的开发广度与成效；(2)如何通过仿真与实证数据检验和改进模型。

结果 尽管当前研究已取得鼓舞人心的成果，但我们认为这些探索仍处于初级阶段。要提升模型的结构效度与预测效度，必须通过未观测的新神经数据进行实证检验。

结论 主动推断要成为完备的意识理论仍面临关键挑战：模型需能解释广泛的意识现象谱系，特别是涵盖经验的现象学特征。尽管存在这些不足，该方法已被证明是推动理论发展的有效路径，为未来研究提供了重要潜力。

关键词：什么什么，细胞，相关性

Nantong University Thesis L^AT_EX Template V1.0

POSTGRADUATE: Changbo Zhu
SPECIALIZATION: Pattern Recognition and Intelligent Systems
Directed by Prof. ** X

Absrtact

Purpose The abstract serves both as a general introduction to the topic and as a brief, non-technical summary of the main results and their implications. The abstract must not include subheadings (unless expressly permitted in the journal's Instructions to Authors), equations or citations. Most journals do not set a hard limit however authors are advised to check the author instructions for the journal they are submitting to.

Methods The abstract serves both as a general introduction to the topic and as a brief, non-technical summary of the main results and their implications. The abstract must not include subheadings (unless expressly permitted in the journal's Instructions to Authors), equations or citations. Most journals do not set a hard limit however authors are advised to check the author instructions for the journal they are submitting to.

Results The abstract serves both as a general introduction to the topic and as a brief, non-technical summary of the main results and their implications. The abstract must not include subheadings (unless expressly permitted in the journal's Instructions to Authors), equations or citations. Most journals do not set a hard limit however authors are advised to check the author instructions for the journal they are submitting to.

Conclusion The abstract serves both as a general introduction to the topic and as a brief, non-technical summary of the main results and their implications. The abstract must not include subheadings (unless expressly permitted in the journal's Instructions to Authors), equations or citations. Most journals do not set a hard limit however authors are advised to check the author instructions for the journal they are submitting to.

Key Words: Variational Bayesian method, Free energy principle, Cognitive neuroscience

第一章 引言

1.1 版权声明

任何个人或组织均可基于此模版进行复制、传播、二次开发，但是必须遵守 [LATEX 项目公共许可证 v1.3c](#) 授权，任何违反该许可证使用 ntuthesis 的行为均不被允许。

随本项目分发的相关机构 logo 仅用于制作封面。这些图形从相关机构公布的下载站点获取，除裁剪周边空白外，项目维护者未进行任何其他修改。请注意：相关图形与文字都属于原机构的注册商标，除此模板外，请勿用于其他用途。

ntuthesis 模板基于中国科学院大学学位论文[ucasthesiss 模板](#)进一步开发而来。

1.2 背景介绍

ntuthesis 模板是专门为应对中文书籍/学位论文/报告等排版设计的 LATEX 解决方案，其设计理念在于平衡专业排版需求与用户友好性。ntuthesis 将 LATEX 的复杂性高度封装，开放出简单的接口，以方便用户使用。针对中文排版常见痛点提供开箱即用的解决方案：

1. 提供规范的格式一致的制图与排版方案，兼容 LATEX 中流行广泛的 tikz 绘图系统，尤其针对概率与机器学习绘图提供了自定义增强宏包。
2. 提供符合规范的数学公式排版方案，专门针对机器学习领域定义了符合一般数学规范的表达式宏包。
3. 参考文献基于 github 开源的国家推荐标准 GB/T7714-2015 文献引用规范宏包项目：[gbt7714-bibtex-style](#) 和 [biblatex-gb7714-2015](#)，以兼容 BibTeX 和 biblatex。
注意：涉及多段文献引用列表，建议使用 biblatex 实现。
4. 本模板兼顾的操作系统包括 Windows, Linux(推荐 Ubuntu 及 Deepin), Mac OS, LATEX 编译引擎推荐使用 xelatex。支持中文书签、中文渲染、中文粗体显示、拷贝 PDF 中的文本到其他文本编辑器等特性。

5. 针对本套模板的使用方法及命令，本文档提供了详尽的说明。

`ntuthesis` 的目标在于简化学位论文/书籍/报告的撰写，利用 \LaTeX 格式与内容分离的特征，模板将格式设计好后，作者可只需关注内容本身，在处理理工类论文、书籍、报告等排版时具有用户友好、高效美观的特点。相比于 MS Office/WPS Office， \LaTeX 可以解放你排版所浪费的宝贵时间。同时，`ntuthesis` 有着整洁一致的代码结构和扼要的注解，对文档的仔细阅读可为初学者提供一个学习 \LaTeX 的窗口。

1.3 系统要求

支持的操作系统及 \TeX Live 版本详细说明如下：

- **Windows:** `ntuthesis` v1.0 仅在 Windows 11 + \TeX Live 2025 上进行了大部分功能测试。一般情况下，可在 Windows 7 8 10 和 \TeX Live 2021-2025 组合平台上能够达到与 Windows 11 + \TeX Live 2025 组合平台差不多的效果¹。其他的潜在组合无法合理推测，不建议使用。

- **Linux:** `ntuthesis` v1.0 仅在 Deepin V23 + \TeX Live 2024 上进行了大部分功能测试。一般情况下，可在 Ubuntu 20.04-24.04 和 \TeX Live 2021-2025 组合平台上能够达到与 Deepin V23 + \TeX Live 2024 组合平台差不多的效果，可在 Deepin V23-25 和 \TeX Live 2021-2025 组合平台上能够达到与 Deepin V23 + \TeX Live 2024 组合平台差不多的效果²。其他的潜在组合无法合理推测，不建议使用。

- **MacOS X:** 由于没有 MacOS 的相关设备，所以没有在 MacOS 上对 `ntuthesis` v1.0 做任何测试，未来也不打算在 MacOS 上做任何适配性测试工作，有兴趣的可以尝试一下。由于 \LaTeX 的跨平台特性，大部分功能在 MacOS 上应该是正常的，最有可能出问题的是中/英文字体族的配置。

- **HarmonyOS:** 未来视 HarmonyOS 与 \LaTeX 兼容情况，实时做出兼容性适配。

事实上，`ntuthesis` 模版可以在目前主流的 \LaTeX 编译系统中使用，如 \TeX Live 和 MiK \TeX 。因 CT \TeX 套装已停止维护，不再建议使用（请勿混淆 CT \TeX 套装与 ctex 宏包。CT \TeX 套装是集成了许多 \LaTeX 组件的 \LaTeX 编译系统。`ctex` 宏包如同 `ntuthesis`，是 \LaTeX 命令集，其维护状态活跃，并被主流的 \LaTeX 编译系统

¹所有推测的 Windows 与 \TeX Live 可能组合均没有进行任何测试，如有测试结果可到讨论区反馈。

²所有推测的 Linux 发行版与 \TeX Live 可能组合均没有进行任何测试，如有测试结果可到讨论区反馈。

默认集成，是几乎所有 \LaTeX 中文文档的核心架构)。表1-1给出了各个操作系统上推荐的 \LaTeX 编译系统 和 \LaTeX 文本编辑器。

表 1-1 各操作系统上推荐的编译系统与编辑器

操作 系统	\LaTeX 编 译 系 统	\LaTeX 文 本 编 辑 器
Linux	$\text{\TeX}Live$ Full	Texmaker 或 TeXstudio 或 $\text{Visual Studio Code}$
Windows	$\text{\TeX}Live$ Full	Texmaker 或 TeXstudio 或 $\text{Visual Studio Code}$
MacOS	$\text{Mac}\text{\TeX}$ Full	Texmaker 或 Texshop

\LaTeX 编译系统，如 $\text{\TeX}Live$ ($\text{Mac}\text{\TeX}$ 为针对 MacOS 的 $\text{\TeX}Live$)，用于提供编译环境， \LaTeX 文本编辑器(如 Texmaker)用于编辑 \TeX 源文件。请从各软件官网下载安装程序，勿使用不明程序源。 \LaTeX 编译系统和 \LaTeX 编辑器分别安装成功后，即完成了 \LaTeX 的系统配置，无需其他手动干预和配置。若系统原带有旧版的 \LaTeX 编译系统并想安装新版，请先卸载干净旧版再安装新版。

1.4 问题反馈

请见 [问题反馈](#)

欢迎大家有效地反馈模板不足之处，一起不断改进模板。希望大家向同事积极推广 \LaTeX ，一起更高效地写论文、书籍、报告等。

1.5 模板下载

Github/ntuthesis: <https://github.com/changbozhu/ntuthesis>

字体下载: <https://gofile.me/77KDf/jFhXkred0>

第二章 ntuthesis-LATEX 模板快速入门

为方便使用及更好地展示 LATEX 排版的优秀特性, ntuthesis 的框架和文件体系进行了细致地处理, 尽可能地对各个功能和板块进行了模块化封装, 对于初学者来说, 众多的文件目录也许一开始让人觉得有些无所适从, 但阅读完下面的使用说明后, 会发现原来使用思路是简单而清晰的, 而且, 当对 LATEX 有一定的认识和了解后, 会发现其相对 Word 类排版系统极具吸引力的优秀特性。所以, 如果是初学者, 请不要退缩, 请稍加尝试和坚持, 以领略到 LATEX 的非凡魅力, 并可以通过阅读相关资料如 LATEX Wikibook^{wikibook2014latex} 来完善自己的使用知识。

2.1 先试试效果

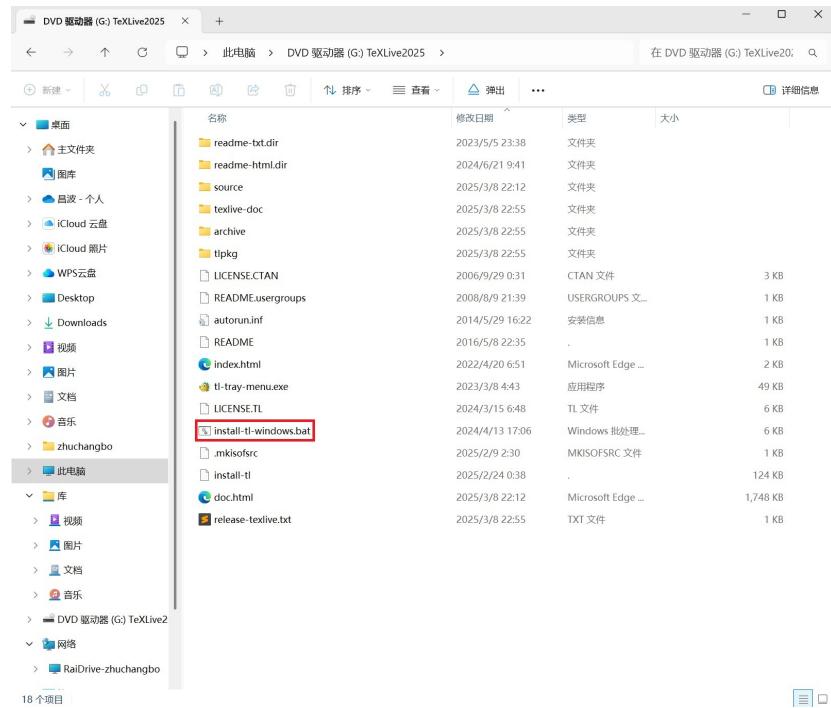


图 2-1 TeX Live-2025 目录

1. 安装软件：根据所用操作系统和章节 1.3 中的信息安装 LATEX 编译环境。下面基于 windows 11 演示安装 T_EX Live 和 vscode/TeXstudio。T_EX Live 的详细安装教程参见：[texlive-zh-cn.pdf](https://texdoc.org/serve/texlive-zh-cn.pdf/0)(<https://texdoc.org/serve/texlive-zh-cn.pdf/0>) 或者[install-latex-guide-zh-cn](https://github.com/OsbertWang/install-latex-guide-zh-cn)(<https://github.com/OsbertWang/install-latex-guide-zh-cn>)。

第一步，下载 T_EX Live 的 ISO 镜像文件。国内比较方便的下载站点有清华大学 tuna 镜像站（[点击下载 texlive.iso](#)）、南京大学开源镜像站（[点击下载 texlive.iso](#)）、中科大开源镜像站（[点击下载 texlive.iso](#)）等等。下载完成后，如图2-1，直接点击下载的文件“texlive.iso”，进入 texlive 目录。

第二步，以管理员身份运行图2-1中的批处理文件“install-tl-windows.bat”(shell 脚本 install-tl 是包括 Linux 系统在内的类 unix 系统运行的安装文件)，在弹出的如图2-2所示界面中点击左下角“Advanced (高级)”按钮，可进行相关参数配置。

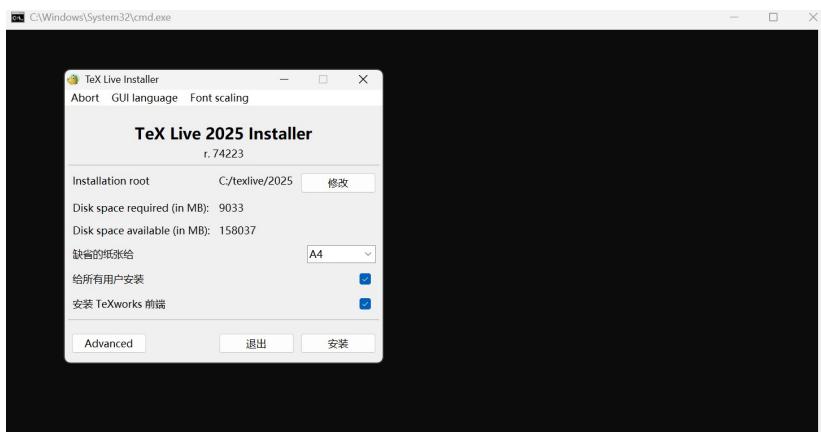


图 2-2 T_EX Live-2025 安装界面

第三步，如图2-3，指定三个 TDS 树目录：

- TEXDIR: 安装根目录，指定 TEXMFMAIN 树所在目录，例如“C:/texlive”；
- TEXMFLOCAL: 指定 TEXMFLOCAL 树所在目录，系统管理员用来安装供整个系统使用的额外的或更新过的宏包、字体等的目录树，以避免 TeX 系统升级等原因而受到影响；
- TEXMFHOME: 用户用来安装供他们自己独立使用的额外的或更新过的宏包、字体等的目录树。这个变量根据不同的用户选择不同的个人目录，例如“%texmf”。

其它选项一般保持默认配置即可。

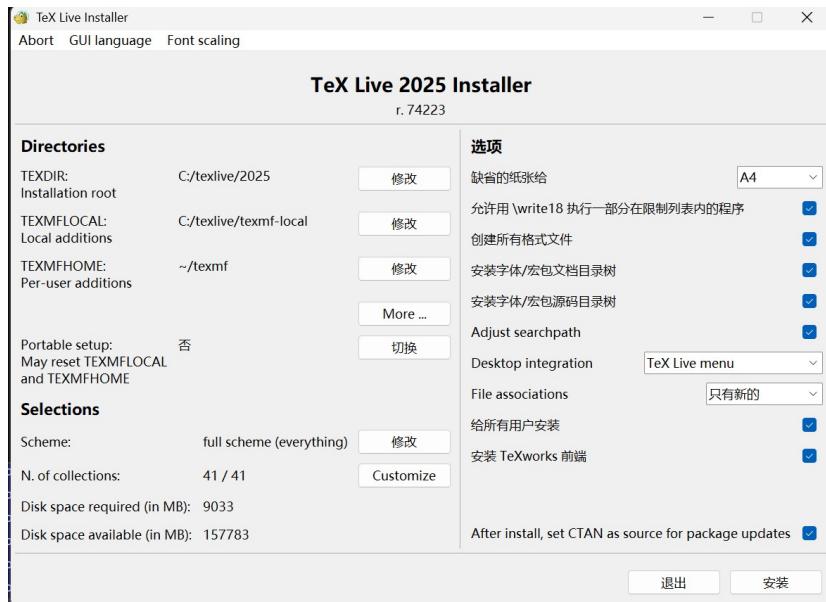


图 2-3 TeX Live-2025 高级配置界面

第四步，点击图2-3右下角所示的“安装”按钮开始安装。直到安装完成，点击“完成”即可。

第五步，安装TeXstudio。首先[下载TeXstudio](#)，然后，点击“texstudio-4.8.8-win-qt6-signed.exe”进行安装即可。也可以通过[texstudio 官网](https://texstudio.sourceforge.net/)(<https://texstudio.sourceforge.net/>) 下载最新版本安装。

第六步，安装vscode。首先[下载vscode](#)，也可以访问[vscode 网站](https://code.visualstudio.com/Download)(<https://code.visualstudio.com/Download>) 下载最新版本。然后点击下载的文件进行安装。

2. 获取模板：下载[ntuthesis](#)模板并解压。ntuthesis 模板不仅提供了相应的类文件，同时也提供了包括参考文献等在内的完成中文论文的一切要素，所以，下载时，推荐下载整个 ntuthesis 模版文件夹，而不是单独的文档类。

当然，也可以通过 git 命令克隆仓库到本地:

```
git clone https://github.com/changbozhu/ntuthesis.git
```

3. 基于TeXstudio 编译文档：TeXstudio 是集成度较高的 L^AT_EX 开发编辑器。本部分简单介绍 TeXstudio 编译本模版的方法。

第一步，打开TeXstudio，在菜单栏打开“选项”->“设置TeXstudio”。如图2-4所示，把“默认编译器”调整为“PdfLaTeX”，“默认文献工具”调整为“Biber”。然后选择右下角的“确定”。

第二步，在TeXstudio 菜单中打开“文件”->“打开”，出现文件浏览器后

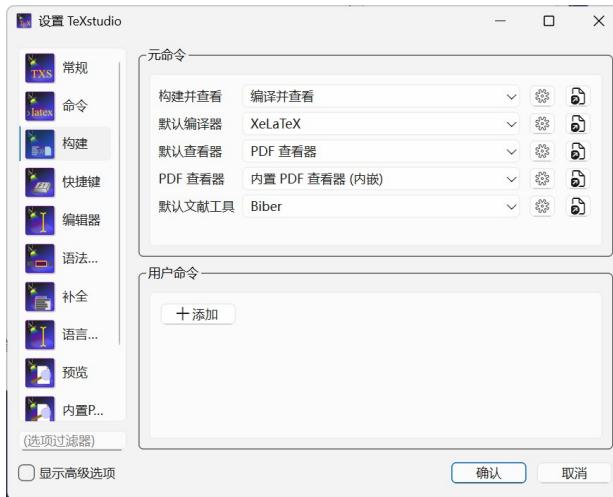


图 2-4 TeXstudio 设置界面

导航到模版目录，选择并打开文件“ntuthesis.tex”，如图2-5所示。

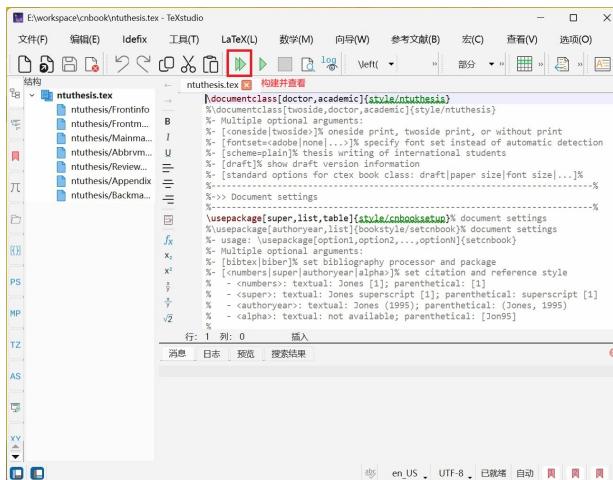


图 2-5 TeXstudio 打开文档并构建

第三步，如图2-5所示，点击红色框内的绿色按钮，构建并查看文档。

4. 基于 vscode 编译文档：

第一步，打开 vscode，如图2-6所示，点击左侧栏的“扩展”（如图所示的红色框区域），在图所示的蓝色框搜索区域搜索“Chinese”，在搜索结果中选择“Chinese (Simplified) Language Pack for Visual Studio Code”插件安装。接着搜索“latex workshop”，选择第一个 LaTeX Workshop 插件进行安装。安装完成后重启 vscode。

第二步，点击菜单栏“文件”->“打开文件夹”，在弹出的浏览器窗口选

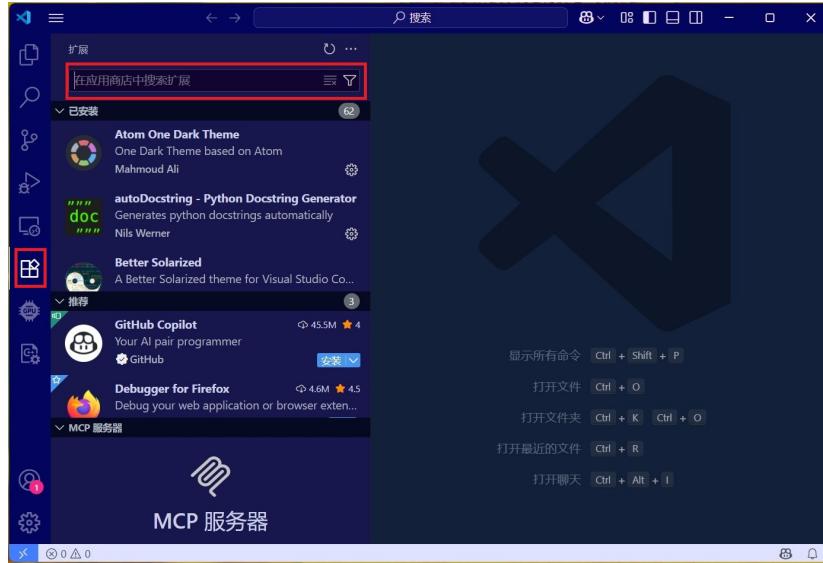


图 2-6 vscode 安装插件

择模版所在文件夹并打开。如图2-7所示，选择左侧边栏最上边的的“资源管理器”，可以查看模版文件夹内全部文件，打开”ntuthesis.tex“，左侧边栏出现” \TeX “字样按钮，点击这个” \TeX “字样按钮。

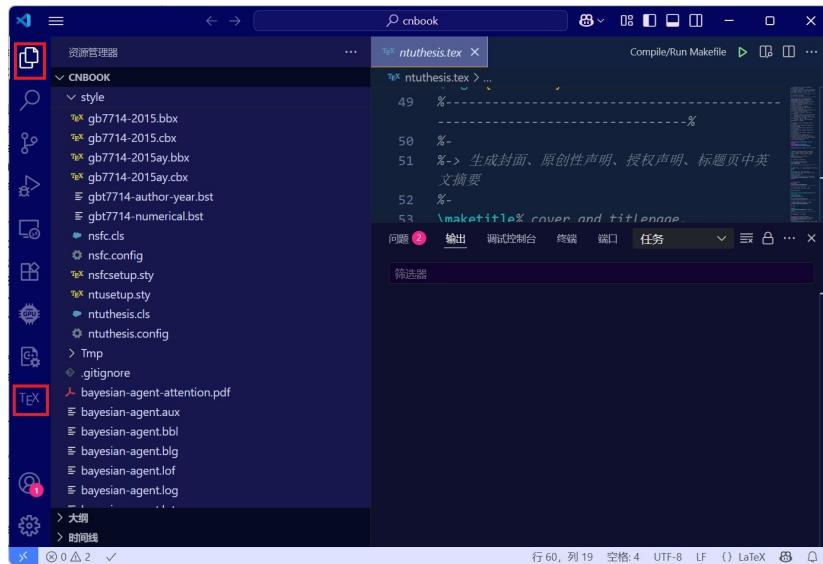


图 2-7 在 vscode 中打开文档

第三步，展开“构建 LaTeX 项目”，如图2-8所示。点击“配方：xelatex->biber->xelatex->xelatex”编译生成文档。

第四步，如图2-9所示，点击“查看 LaTeX PDF”。

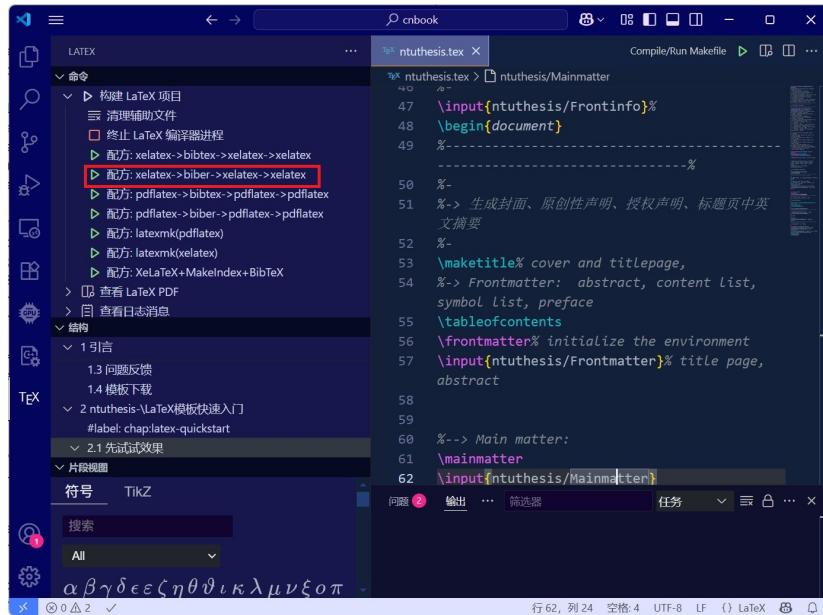


图 2-8 在 vscode 构建文档

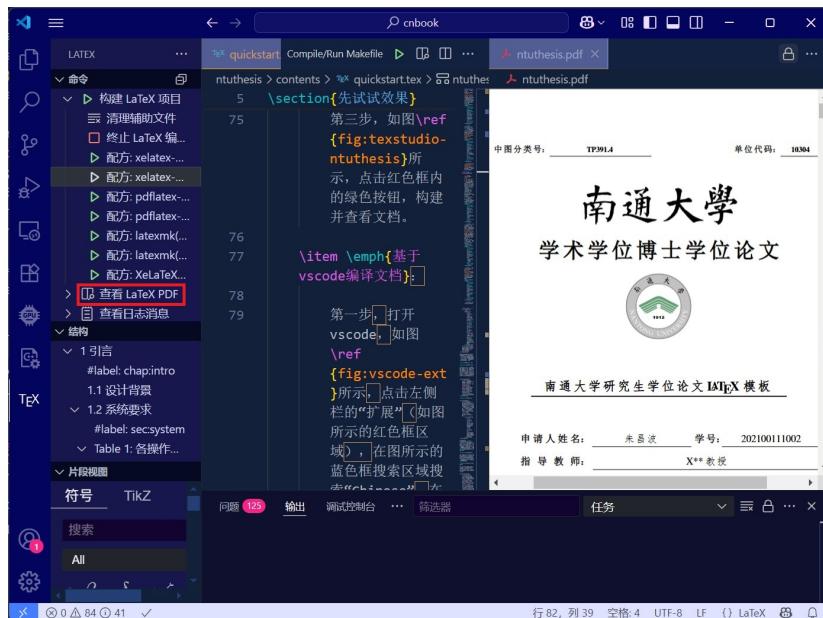


图 2-9 在 vscode 查看文档

5. 基于命令行编译文档：

(a) Windows: 双击运行 builder.bat 脚本。

(b) Linux 或 MacOS: terminal -> chmod +x ./builder.sh -> ./builder.sh xa \projectname

(c) 任意系统: 都可使用 LATEX 编辑器打开 ntuthesis.tex 文件并选择 xelatex 编译引擎进行编译。

6. 错误处理：若编译中遇到了问题，请先查看“常见问题”(章节 ??)。

编译完成即可获得本 PDF 说明文档。而这也完成了学习使用 ntuthesis 撰写论文/书籍/报告的一半进程。什么？这就学成一半了，这么简单???, 是的，就这么简单！

2.2 文档目录简介

2.2.1 文档根目录

ntuthesis.tex 为主文档文件，默认是本模板的说明文档主文件，也作为样例供用户参考。ntuthesis.tex 供用户定义自己的论文。主文档设计和规划了论文的整体框架，通过对其阅读可以了解整个论文框架的搭建。

1. ntuthesis.tex: 主文件样例，用户文档主文件。
2. ref.bib: 参考文献信息库。
3. builder.sh: linux/macOS 下的 shell 编译脚本。
4. builder.bat: windows 下的 dos 编译脚本。
5. usercustom.sty: 用户自定义命令接口。

2.2.2 编译脚本

- Windows: 双击 Dos 脚本 builder.bat 可得全编译后的 PDF 文档，其存在是为了帮助不了解 LATEX 编译过程的初学者跨过编译这第一道坎，请勿通过邮件传播和接收此脚本，以防范 Dos 脚本的潜在风险。

- Linux 或 MacOS: 在 terminal 中运行
 - ./builder.sh xa <mainfilename>: 获得全编译后的 PDF 文档
 - ./builder.sh x <mainfilename>: 快速编译，不会生成文献引用

全编译指运行 xelatex+bibtex+xelatex+xelatex 以正确生成所有的引用链接，如目录，参考文献及引用等。在写作过程中若无添加新的引用，则可用快速

编译，即只运行一遍 L^AT_EX 编译引擎以减少编译时间。

2.2.3 Tmp 文件夹

运行编译脚本后，编译所生成的文档皆存于 Tmp 文件夹内，包括编译得到的 PDF 文档，其存在是为了保持工作空间的整洁，因为好的心情是很重要的。

2.2.4 style 文件夹

包含 ntuthesis 文档类的定义文件和配置文件，GB/T 7714 引用样式，通过对它们的修改可以实现特定的模版设定。

1. ntuthesis.cls: 文档类定义文件，论文的最核心的格式即通过它来定义的。
2. ntuthesis.cfg: 文档类配置文件，设定如目录显示为“目录”而非“目录”。
3. cnbasesetup.sty: 常用宏包及文档设定，如字体族、参考文献样式、文献引用样式等。
4. ntuthesissetup.sty: 设置文档类中一些命令、环境、页眉页脚等”。

2.2.5 mlstyle 文件夹

包含用户自定义的机器学习样式文件，如数学样式、神经网络绘图样式、贝叶斯智能体绘图样式等。

1. mlmath.sty: 定义了数学基本符号规范，加强了机器学习相关的数学表达式。
2. bayesianagent.sty: 定义了贝叶斯智能体的一些绘图命令。
3. deeplearningplot.sty: 定义了深度学习的一些绘图命令，待开发。
4. snnplot.sty: 定义了脉冲神经网络的一些绘图命令，待开发。

2.2.6 doc 文件夹

文件夹内为用户文档的所有实体内容，正常情况下，用户无需修改本文件夹。

2.2.7 figures 文件夹

文件夹位默认图片存放与搜索位置，用户可将图片存放于此位置，支持格式有：.jpg, .png, .pdf。不建议为各章节图片建子目录，即使图片众多，若命名规则合理，图片查询亦是十分方便。

2.2.8 ntuthesis 文件夹

文档几个模块的基本信息，如论文信息、主内容信息、附录信息等¹。

- FrontBookinfo.tex：为论文信息。
- Frontmatter.tex：为论文前序内容。
- Mainmatter.tex：列出需要出现的 Chapter。写论文时，可以只列出当前章节，以快速编译查看，当论文完成后，再对所有章节进行索引即可。
- Appendix.tex：为附录内容。
- Backmatter.tex：为论文作者简介和致谢部分等。

2.2.9 chapters 文件夹

文件夹内为论文的所有实体内容，正常情况下，这也是使用 **ntuthesis** 撰写论文/书籍/报告时，主要关注和修改的一个位置，注：所有文件都必须采用 **UTF-8** 编码，否则编译后将出现乱码文本，添加新章时，可拷贝一个已有的章文件再重命名，以继承文档的 **UTF8** 编码。

2.3 引入 ntuthesis 文档类

在文档开始，通过下列命令引入 ntuthesis.cls 文档类

```
\documentclass[doctor, academic]{style/ntuthesis} %
```

¹对于研究生学位论文，此文件夹为 ntuthesis；对于本科生学位论文，此文件夹为 ntudesign 文件夹。

第三章 ntuthesis 文档类配置

3.1 导入 ntuthesis.cls 文档类及相关配置宏包

3.1.1 导入 ntuthesis.cls 文档类

```
1 \documentclass[twoside,doctor,academic]{style/ntuthesis}
2 %~ Multiple optional arguments:
3 %~ [<academic|professional>]
4 %~ [<bachelor|master|doctor|postdoctoral>]
5 %~ [<oneside|twoside>]% oneside print, twoside print, or without print
6 %~ [fontset=<adobe|none|...>]% specify font set instead of automatic detection
7 %~ [draft]% show draft version information
8 %~ [scheme=plain]% thesis writing of international students
9 %~ [standard options for ctex book class: draft|paper size|font size|...]%
```

在导入 ntuthesis.cls 文档类时，提供了下述选项。

1. **指定文档类型**: 在引入文档类时, 可以从两选项”[<academic|professional>]”中选一个来指定学位论文的类型, 即“学术型 academic 与“专业型 professional”。对于本科毕业设计和博士后报告均选择设置”academic”即可。进一步地, 需要通过选项”[<bachelor|master|doctor|postdoctoral>]”指定学位论文的申请学位级别, 依次对应“本科、硕士、博士、博士后”。这两组选项配合可完全确定学位论文类型与学位级别, 也就完全确定了学位论文文档。

2. **打印模式**: 在引入文档类时, 可以从三选项 “[<oneside|twoside|null>]” 中选一个来指定文档的打印模式, null 为默认的缺省选项, 不需要填写。oneside 和 twoside 依次对应单面打印和双面打印。oneside 和 twoside 均没有给出时, 采用等边距空白。

3. **平台字体族选项**: 模板默认自动检测操作系统平台, 根据操作系统平台选择字体族, 在引入文档类时, 不需要指定 “fontset” 选项。当然, 也可以通过选项 “[<fontset=<windows|mac|adobe|none>]</fontset>” 强制指定操作系统平台类型以手动确定操作系统平台字体族。详见章节3.3。

4. 启用手稿模式：在引入文档类时，填入选项 “[<draft>]”，模版会启用 draft 模式编译文档，并在文档第二页打印 “Draft Version(日期)”。

5. 其它选项：其它受 ctex book class 支持的选项，包括：“[<draft|paper size|font size...>]”。

3.1.2 导入基础配置宏包 cnbasesetup.sty

```
1  \usepackage[super ,list ,table ]{ style /cnbasesetup }% document settings
2  %-- usage: \usepackage[ option1,option2 ,...,optionN ]{ style /cnbasesetup }
3  %-- Multiple optional arguments:
4  %-- [bibauto|bibtex|biber ]% set bibliography processor and package
5  %-- [<numbers|super|authoryear|alpha> ]% set citation and reference style
6  %-- <numbers>: textual: Jones [1]; parenthetical: [1]
7  %-- <super>: textual: Jones superscript [1]; parenthetical: superscript [1]
8  %-- <authoryear>: textual: Jones (1995); parenthetical: (Jones, 1995)
9  %
10 %-- [lscape ]% provide landscape layout environment
11 %-- [color ]% provide color support via xcolor package
12 %-- [tikz ]% provide complex diagrams via tikz package
13 %-- [table ]% provide complex tables via ctable package
14 %-- [list ]% provide enhanced list environments for algorithm and coding
15 %-- [math ]% enable some extra math packages
16 %-- [xlink ]% disable link colors
```

1. 指定参考文献处理器：在引入 cnbooksetup 宏包时，我们可以通过从三个选项 “[bibauto|bibtex|biber]” 中选一个来指定学位论文参考文献处理器。

(a) “bibtex” 选项指定参考文献处理器为 bibtex。当参考文献处理器选择为 “bibtex” 时，在需要的位置直接使用带参考文献库名参数的命令 “\ntuthesisbibliography{bibname}” 打印参考文献列表，这里没有文献库扩展名 “.bib”。

(b) “biber” 选项指定参考文献处理器为 “biblatex”。当参考文献处理器选择为 “biber” 时，可以在导言区添加命令 “\addbibresource{bibname.bib}” 以指定参考文献库为 “bibname.bib”，这个命令需要带上扩展名 “.bib”，然后在需要的位置直接使用不带参数的命令 “\ntuthesisbibliography” 打印参考文献列表。

(c) “biberauto” 为文档自定义的选项，参考文献处理器由 ntthesis.cls 文档类指定。这也是缺省默认的处理器模式，ntthesis.cls 默认配置为 biblatex。

没有明确指定参考文献库名的情况下，模板默认配置参考文献库名为 “ref.bib”。对于需要打印多段参考文献列表的，只能选择 “biber” 或 “bibauto” 作为参考文献处理器，比如引入 “综述” 及 “综述参考文献”。

2. 配置参考文献引用风格：在引入 cnbooksetup 宏包时，可通过三个选项 “[<numbers|super|authoryear>]” 中选一个来指定参考文献引用风格。(1).number: 按出现顺序排序，以数字方式索引引用；(2).super: 按出现顺序排序，以数字

方式索引引用，并且引用处采用上角标小数字引用；(3).authoryear：以“作者年份”方式索引引用。

3. **局部转置版面宏包**：参数”[<lscap>]”指定文档引入宏包 fancyhdr、pdflscape、textpos，提供了 landscape 环境。

4. **颜色宏包**：参数”[<color>]”指定文档引入宏包 xcolor，提供丰富的颜色支持。

5. **tikz 绘图宏包**：参数”[<tikz>]”指定文档引入额外扩展的绘图宏包 tikz 及自定义贝叶斯智能体绘图宏包 “mlstyle/bayesianagent.sty”，提供绘图支持。

6. **table 类宏包**：参数”[<table>]”指定文档引入宏包 ctable、multirow、longtable、makecell，提供绘图支持。

7. **list 类宏包**：参数”[<list>]”指定文档引入宏包：

```
1 \RequirePackage{verbatim} % improve verbatim environment
2 \RequirePackage{enumitem} % configure the enumerate environment
3   \setlist[enumerate]{wide=\parindent} % only indent the first line
4   \setlist[itemize]{wide=\parindent} % only indent the first line
5   \setlist{nosep} % default text spacing
6 \RequirePackage{listings} % source code
7   \RequirePackage{algpseudocode,algorithm,algorithmicx} % algorithm
8   \providecommand{\algname}{Algorithm}%
9   \def\ALG@name{\algname} % rename label
10
```

8. **math 宏包**：参数”[<math>]”指定文档引入额外数学宏包 “mathtools.sty” 及自定义宏包 “mlstyle/mlmath.sty”。

9. **禁用链接颜色**：参数”[<xlink>]”指定文档禁用链接的颜色。

3.1.3 导入模版配置宏包 ntuthesissetup.sty

```
1 \usepackage{style/ntuthesissetup} % document settings
```

3.2 ntuthesis 学位论文信息配置命令

学位论文信息配置命令建议写入文件 “ntuthesis/Frontinfo.tex” 文件内。下面详细列出各个配置命令。

1. **\schoollogo{}** : 配置学校 logo。例如：
\schoollogo[width=8.16cm,height=2.34cm]{official/ntu/ntu-logo}。
2. **\schoolbadge{}** : 配置学校校徽。例如：
\schoolbadge[width=3.78cm,height=3.78cm]{official/ntu/ntu-badge}。
3. **\degree{}** : 指定学位类别，限填医学博士、工学博士、文学硕士、理学硕士、医学硕士、临床医学专业硕士等，例如：\degree{工学博士}。
4. **\classid{}** : 中图分类号，例如：\classid{TP391.4}。
5. **\confidential{yes|no}{period}** : 指定学位论文是否涉密 yes|no。如果涉密，给出解密周期。对于不涉密论文，可以不进行配置，文档模版默认执行不涉密配置。如果涉密可按样例配置：\confidential{yes}{2}，其中解密周期为 2 年。
6. **\title{}** : 给定学位论文中文标题，例如：\title{南通大学研究生学位论文}。
7. **\title*{}** : 给定学位论文中文标题，例如：\title*{Nantong University Graduate Thesis}。
8. **\author{}** : 给定学位论文作者中文名，例如：\author{朱昌波}。
9. **\author*{}** : 给定学位论文作者英文名，例如：\author*{Changbo Zhu}。
10. **\studentid{}** : 学位论文作者学号，例如：\studentid{202100111002}。
11. **\advisor{}** : 指导教师中文名，例如：\advisor{X** 教授}。
12. **\advisor*{}** : 指导教师英文名，例如：\advisor*{Prof. ** X}。
13. **\coadvisor{}** : 指导教师中文名，例如：\coadvisor{Y** 副教授}。
14. **\coadvisor*{}** : 指导教师英文名，例如：\coadvisor*{Assoc. Prof. ** Y}。
15. **\major{}** : 一级/二级学科中文专业名称，专业名称需要与学籍信息一致，例如：\major{模式识别与智能系统}。
16. **\major*{}** : 一级/二级学科英文专业名称，专业名称需要与学籍信息一致，例如：\major*{Pattern Recognition and Intelligent Systems}。
17. **\majorcode{}** : 一级/二级学科专业代码，专业名称需要与学籍信息一致，例如：\majorcode{081104}。
18. **\researchfield{}** : 研究领域/研究方向，例如：\researchfield{认知神经计算}。
19. **\department{}** : 培养单位/院系，例如：\department{电气与自动化学院}。
对于两个单位，可按下述格式书写：\department{电气工程与自动化学院}\神经

网络与智能机器人研究所}。

20. \completedate{year}{month}{date} : 指定完成日期, 例如: \completedate{二〇二五}{十二}{二十五}。

21. \foundation{} : 指定支持基金, 例如: \foundation{xx 科学基金 (30000000) \\xx 科学研究基金 (Wkj2008-0-000) }。

3.3 字体

3.3.1 中文字体族配置

为了确保字体兼容的稳定性, 可以下载已经打包好的字体包:<https://gofile.me/77KDf/jFhXkred0>, 该字体包提供了本模版兼容的全部字体。下载后, 如果是在 windows、Linux、MacOS 图形界面操作, 那么可以把 ‘Font.zip’ 文件以“解压到当前文件夹” 的方式解压, 如果是在 Linux、MacOS 命令行窗口操作, 用下述命令操作:

```
unzip Font.zip
```

解压完成后, 把得到的 Font 文件移动到模版根目录。

基于操作系统平台的字体族选择 一般情况下, 不需要特殊配置, 采用默认设置即可。ntuthesis 默认自动根据操作系统或平台调用和配置中英文字体族:

- Windows (fontset=windows)¹: 默认中文为中易字体;
- MacOS (fontset=mac)²: 默认中文为 SC 类字体;
- Linux (fontset=none)³: 默认中文为 Adobe 中文字体;
- Adobe (fontset=adobe): 默认中文为 Adobe 中文字体。

如果想手动调用特定字体族, 只须在引入 ntuthesis.cls 文档类时, 通过给定 ‘fontset’ 选项指定相应的值即可 (需确保当前操作系统或 Font 文件夹已安装 fontset=

¹此版本的模版 (ntuthesis v1.0) 各个功能均基于 Windows 11 上测试, 如有任何问题可反馈至讨论区或[发邮件](#)。

²本模版 (ntuthesis v1.0) 各个功能均没有在 MacOS 上测试, 也不保证能够通过测试, 如用户在该平台遇到任何问题最好自行解决, 也鼓励反馈至讨论区。

³此版本的模版 (ntuthesis v1.0) 各个功能均基于 Deepin V23 上测试, 如有任何问题可反馈至讨论区或[发邮件](#)。

选项所需要的相应字体)。fontset= 选项只能够调用 ntuthesis.cls 中为不同操作系统平台配置好的默认字体族。事实上, 本模版中 fontset= 选项参数只能够强制使字体族选择不受操作系统平台影响。也就是说, 一般在操作系统平台识别错误时, 使用此方法能达到预期的目标。

表 3-1 中文字体列表

模版中字体名称	描述	支持的 fontset 选项
windows	Windows 系统默认 Sim 类字体	windows
zhongyi	中易字体	windows、none
fandol	Fandol 字体	windows、none
adobe	Adobe 字体	none
mac	MacOS 中 SC 类字体	mac

基于 ntuthesis.cfg 配置字体族 为了增强字体配置的灵活性, 我们在配置文件 ntuthesis.cfg 中指定了选项 fontset=<windows|mac|none> 所关联到的字体族:

- ”\def\ntuthesis@value@zhcn@mainfontfamily@windows{zhongyi}” 把 “zhongyi” 配置为选项”fontset=windows” 的字体族;
- ”\def\ntuthesis@value@zhcn@mainfontfamily@maco{mac}” 把 “mac” 配置为选项”fontset=mac” 的字体族;
- ”\def\ntuthesis@value@zhcn@mainfontfamily@none{fandol}” 把 “fandol” 配置为选项”fontset=none” 的字体族。

本模版支持的中文字体如表3-1所列。

3.3.2 文档内中文字体切换方法

完成字体族配置后, 可以通过表 3-2 给出的命令选择或切换字体。表 3-2 中第一列是字体名称, 第二列给出了选择字体的命令, 每个字体均给出了两种选择命令方式, 第三列呈现所选字体的效果。**一定要通过观察此表确定字体是否全部正确呈现**。中文没有斜体字体, 斜体字体由楷体替代。

表 3-2 中文字体切换命令

字体	命令	效果
宋体	默认	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	{ \rmfamily \\$\cdots }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
粗宋体	{ \bfseries ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	\textbf{...}	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
黑体	{ \sfamily ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	\textsf{...}	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
粗黑体	{\bfseries \sfamily ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	\textsf{\bfseries ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
仿宋	{ \ttfamily ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	\texttt{\bfseries ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
粗仿宋	{ \bfseries\ttfamily ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	\texttt{\bfseries ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
楷体	{ \kaishu ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	\textkst{\cdots}	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
粗楷体	{ \bfseries \kaishu ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
	\textkst{\bfseries ... }	字体测试, mathematic 数学 $f(x) = x^2 + \sin(x)$
斜体	{ \itshape ... }	中文没有斜体, 实际为楷体
	\textit{...}	中文没有斜体, 实际为楷体

3.3.3 英文与数学符号字体配置

XITS 是一款专为数学与科学出版设计的 Times 风格字体，基于 STIX 字体开发。其主要使命是通过增强 OpenType 数学表格功能，提供 STIX 字体的优化版本，使其能完美兼容支持数学公式的 OpenType 排版系统（如 Microsoft Office 2007 以上版本、XeTeX 及 LuaTeX），实现高质量的数学公式排版。这是模版推荐和默认配置使用的字体。

模版也尝试内置 latin modern 字体，但是本模版对该字体支持还不完善，不推荐使用。

英文与数学字体族的选择与中文字体族配置类似，可以通过 ntuthesis.cls 的配置文件 ntuthesis.cfg 指定英文与数学字体族。打开 ntuthesis.cfg，搜索并定位到代码 “\def\ntuthesis@value@zhcn@mathfontfamily{xits}”，把 xits 改成需要的字体族即可，例如 latinmodern。

表 3-3 英文与数学符号字体族列表

模版中字体名称	描述
xits	XITS 字体族
latinmodern	latin modern 字体

3.4 测试生僻字

第四章 数学符号及公式

本部分命令依赖于宏包“mlstyle/mlmath.sty”，需要在导入宏包“cnbasesetup.sty”时，传入选项参数“math”。

```
\usepackage[super,tikz,tab,list,math]{style/cnbasesetup}
```

4.1 数学字体

例 4.1(数学文本测试). $\text{\textbackslash sigma}, A, F, L, 2, 3, 5$ 显示效果为 $\sigma, A, F, L, 2, 3, 5$

例 4.2 (mathrm 测试). $\text{\mathrm{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $A, F, L, 2, 3, 5, \sigma$

例 4.3 (mathbf 测试). $\text{\mathbf{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $\mathbf{A, F, L, 2, 3, 5, \sigma}$

例 4.4 (mathit 测试). $\text{\mathit{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $A, F, L, 2, 3, 5, \sigma$

例 4.5 (mathsf 测试). $\text{\mathsf{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $A, F, L, 2, 3, 5, \sigma$

例 4.6 (mathtt 测试). $\text{\mathtt{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $A, F, L, 2, 3, 5, \sigma$

例 4.7 (mathfrak 测试). $\text{\mathfrak{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $\mathfrak{A, F, L, 2, 3, 5, \sigma}$

例 4.8 (mathbb 测试). $\text{\mathbb{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $\mathbb{A, F, L, 2, 3, 5, \sigma}$

例 4.9 (mathcal 测试). $\text{\mathcal{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $\mathcal{A, F, L, 2, 3, 5, \sigma}$

例 4.10 (mathscr 测试). $\text{\mathscr{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $\mathscr{A, F, L, 2, 3, 5, \sigma}$

例 4.11 (boldsymbol 测试). $\text{\boldsymbol{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $\mathbf{A, F, L, 2, 3, 5, \sigma}$

例 4.12 (bm 测试). $\text{\bm{A,F,L,2,3,5,\sigma}}$ 显示效果为 $\mathbf{A, F, L, 2, 3, 5, \sigma}$

例 4.13 (向量命令测试). $\text{\vec{\sigma}, T, a, F, n}$ 显示效果为 $\sigma, \mathbf{T}, \mathbf{a}, \mathbf{F}, \mathbf{n}$

例 4.14 (矩阵命令测试). $\text{\mat{\sigma}, T, a, F, n}$ 显示效果为: $\sigma, \mathbf{T}, \mathbf{a}, \mathbf{F}, \mathbf{n}$

例 4.15 (单位矩阵命令测试). \idmat_n 显示效果为: I_n , n 阶单位矩阵的表示形式是固定的。

例 4.16 (张量命令测试). $\text{\tensor{\sigma}, T, a, F, n}$ 显示效果为: $\sigma, \mathbf{T}, \mathbf{a}, \mathbf{F}, \mathbf{n}$

4.2 数学符号及定义

在表4-1中，一些自定义命令的原型定义于“mlstyle/mlmath.sty”，要想在其他模板或文档中使用，必须包含宏包“mlstyle/mlmath.sty”。如果用户不想包含宏包“mlstyle/mlmath.sty”，请不要使用这些命令，采用通用宏包命令直接实现来替代这些命令，常用数学符号参见：<https://www.latexlive.com/help>。

表 4-1 线性代数符号表

名称	命令	描述	样例
向量	\vec{\cdot}	粗体小写字母, 默认列向量	a
	\cdot^{(i)}	上角标索引元素 ⁽ⁱ⁾	$a^{(i)}$
	\numvec{·}	常数向量	1
	\cdotdot	内积	$a \cdot b$
	\vec{e}_i	单位正交基向量, 第 i 个元素为 1, 其他为 0	e_i
	\norm{\vec{x}}_{\alpha}	ℓ^{α} –范数符号	$\ x\ _{\alpha}$
	\fnorm{x}_{\alpha}(d)	ℓ^{α} –范数表达式	$\left(\sum_{i=1}^d x^{(i)} ^{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha}}$
矩阵	\mat{\cdot}	粗体大写字母	W
	\cdot_{i,j}	名称小写 + 下角标索引 _{i,j}	$w_{i,j}$
	\odot	Hadamard 积	$A \odot B$
	\otimes	Kronecker 积	$A \otimes B$
	\trace(\cdot)	矩阵的迹, 即主对角线元素之和	$\text{trace}(B)$
	\ftrace{b}{n}	矩阵的迹表达式	$\sum_{i=1}^n b^{(i,i)}$
	\det(\cdot)	平方矩阵的行列式	$\det(B)$
	\cdot^{-1}	平方可逆矩阵的逆	B^{-1}
	\vec{\cdot}	矩阵以列堆叠的向量化	$\text{vector}(B)$
	\lvec{\cdot}	下三角矩阵的非常数零区域以列堆叠的向量化	\lvec{L}
转置	\mat{I}_n	n 阶单位矩阵	I_n
	\cdot^{\top}	向量或矩阵的转置	x^{\top}, A^{\top}
向量对角化	\diag(\cdot)	以向量 v 为对角的矩阵	$\text{diag}(x)$

4.3 数学公式

比如 Navier-Stokes 方程 (方程 (4-1)):

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 & \text{times math test : 1,2,3,4,5,1,2,3,4,5} \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} & \text{times text test: 1,2,3,4,5} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases} \quad (4-1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_S \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \dot{\phi} \quad (4-2)$$

$$\mathcal{L}\{f\}(s) = \int_{0^-}^{\infty} f(t) e^{-st} \, dt, \quad \mathcal{L}\{f\}(s) = \int_{0^-}^{\infty} f(t) e^{-st} \, dt$$

$$\mathcal{F}(f(x + x_0)) = \mathcal{F}(f(x)) e^{2\pi i \xi x_0}, \quad \mathcal{F}(f(x + x_0)) = \mathcal{F}(f(x)) e^{2\pi i \xi x_0}$$

数学公式常用命令请见 [WiKibook Mathematics](#)。artracom.sty 中对一些常用数据类型如矢量矩阵等进行了封装，这样的好处是如有一天需要修改矢量的显示形式，只需单独修改 artracom.sty 中的矢量定义即可实现全文档的修改。

4.4 数学环境

公理 4-1. 这是一个公理。

定理 4-2. 这是一个定理。

引理 4-3. 这是一个引理。

推论 4-4. 这是一个推论。

断言 4-5. 这是一个断言。

命题 4-6. 这是一个命题。

证明. 这是一个证明。 □

定义 4-1. 这是一个定义。

例 4.17. 这是一个例子。

注. 这是一个注。

第五章 插图与绘图

5.1 插图

LATEX 提供了许多定制化图片的功能。本章将会介绍如何用最常见的格式插入图片、缩放图片、旋转图片，以及如何在文档中引用这些图片。实现插入图片的功能需要在导言区引用 `graphics` 或 `graphicx` 宏包（模版已经处理好），下面就一些重要的点展开讨论。



图 5-1 南通大学校名与校徽

5.1.1 图片目录

你的文档拥有很多个图片的时候，创建多个文件夹来存储图片是一个规划项目的好办法。

命令 `\graphicspath{{figures/}}` 告诉 LATEX 在 `figures` 文件夹中寻找图片。这个路径是当前工作文件夹的相对路径，所以编译器会在当前文档所在的目录中开始寻找文件。文件夹的路径默认情况下是相对路径，如果没有一个初始的目录被指定，例如：

```
%Path relative to the .tex file containing the \includegraphics command  
\graphicspath{ {figures/} }
```

这是一个非常直接的方法来指定图片所存储的路径，不过有时候会使情况变得复杂，从而导致编译器找不到图片所在的目录。所以，你最好手动指定一个对于主”`.tex`”文件来说相对的图片路径，将主”`.tex`”文件夹表示为”`./`”，例如：

```
%Path relative to the .tex file containing the \includegraphics command
```

```
\graphicspath{ {./figures/} }
```

路径也可以是绝对路径。例如，如果你在一个本地 L^AT_EX 环境中进行工作，你可以：

```
%Path in Windows format:
```

```
\graphicspath{ {c:/user/figures/} }
```

```
%
```

```
%Path in Unix-like (Linux, Mac OS) format
```

```
\graphicspath{ {/home/user/figures/} }
```

需要注意的是，目录的结尾也需要一个斜杠，并且路径是被包含在双大括号之间。

你还可以设置多个路径，如果文档的图片被存储在多个文件夹中。例如，如果有两个文件夹 figures1 和 figures2，使用下面的命令：

```
% There are two figure directories.
```

```
\graphicspath{ {./figures1/}{./figures2/} }
```

5.1.2 改变图片的大小、旋转图片

在插入图片时，一般会涉及到额外地图片属性编辑，例如长、宽、旋转角、缩放比例等。这里给出一个使用命令 \includegraphics[scale=0.1]{ntu-badge.png} 把图片 ntu-badge.png 插入到文档中的简单例子，额外的参数 scale=0.1 会把图片的大小变为原本的 0.1 倍：

```
\includegraphics[scale=0.1]{ntu-badge.png}
```



你也可以指定图片的宽度和高度，其方法为通过方括号里的参数 [width=4cm, height=4cm] 定义，可以使用不同的单位。如果只有宽度 width 被指定了，那么高度会被自动地按照图片原始比例设置。

```
1 \includegraphics[width=4cm, height=4cm]{ntu-badge.png}
```



长度单位也可以被设置为文档中某些属性的相对值。例如，你可以将图片的宽度设置为文档中一行文本所占的宽度：

```
1 \includegraphics[width=\textwidth]{ntu-badge.png}
```



除了 `\textwidth`，你还可以使用其他的 L^AT_EX 默认长度，例如 `\columnsep`、`\ linewidth`、`\textheight`、`\paperheight` 等。

L^AT_EX 中还有一种常见的改变图片的方法，下面对图片执行 0.1 倍缩放和逆时针旋转 45°，顺时针旋转的话你可以使用负数：

```
1 \includegraphics[scale=0.1, angle=45]{ntu-badge.png}
```



5.1.3 插入位置

我们介绍了如何在文档中插入图片，但是文字和图片的结合可能并不是我们想要的样子。所以我们接下来介绍一种新的 `figure` 环境。

```
\begin{figure}[h]
\includegraphics[width=8cm]{ntu-badge.png}
\end{figure}
```

`figure` 环境的作用是在文档中将图片展示为浮动元素。这意味着你可以把图片放置在 `figure` 环境之中，不需要再去关注图片的位置，`LATEX` 会自动把图片放置在文档中的合适位置。

当然，有些时候我们需要更细致地控制图片的位置。`figure` 环境中额外的位置控制参数为我们提供了一套控制图片位置的方法。下面我们给出一个简单的例子。其中，`\begin{figure}[h]`，方括号中的参数 `h` 意味着 `here`，即大约插入

表 5-1 图片插入位置控制选项

选项	位置
<code>h</code>	将浮动元素的位置设定为 <code>here</code>
<code>t</code>	将浮动元素的位置设定为页面的上方 (<code>top</code>)
<code>b</code>	将浮动元素的位置设定为页面的底部 (<code>bottom</code>)
<code>p</code>	将浮动元素仅放置在一个特殊的页面
<code>!</code>	重新设置 <code>LATEX</code> 的一个内部参数
<code>H</code>	浮动元素精确地放置在文本中所出现的位置

到当前上下文位置，而不是完全精确地插入到给定位置。参数 `!` 决定了 `LATEX` 如何判断一个浮动元素的位置够不够“好”，参数 `H` 需要引入 `float` 包，它有可能会造成一些错误，有时候等价于 `h!`。表 5-1 中列出了参数的可选值。

5.1.4 图题、标签、引用

让我们回顾本节第一个图片例子(图5-1)，其代码如下：

```
\begin{figure}![hpbt]
```

```
\centering
\includegraphics[scale=0.25]{ntu-badgenamelogo.png}
\caption[南通大学校名与校徽]{\enspace 南通大学校名与校徽}
\label{fig:ntu-logo}
\end{figure}
```

这里需要注意几个命令：(1) 命令 `\centering` 会将图片居中显示，默认的对齐选项是向左对齐；(2) 命令 `\caption{Some caption}` 就是制作图题的命令，在大括号内输入你要添加的图题文字就可以了，命令的位置决定着图题会出现在图片的上方或者下方，这里出现在下方；(3) 命令 `\label{}` 是给图片打标签，用于内部图片索引，大括号内需要填入唯一索引字符串，如“`fig:ntu-logo`”，对图片标签添加一个前缀“`fig:`”是一个很好的习惯；(4) 要引用这个图片，命令很简单：`\ref{fig:ntu-logo}`，即如图 5-1；(5) 可以使用命令 `\pageref{fig:ntu-logo}` 获取图片所在页码，即图5-1在本文第29页。如果你想要引用一个图片，那么 `\caption` 命令是强制的，并且 `\label` 命令位于 `\caption` 之后。

LATEX 另外一个强大的功能是，你可以自动生成文档中图片的列表：

```
\listoffigures
```

这个命令仅对有标签的图片有效。重要提示：你必须编译 **LATEX** 文档两次来使交叉引用等功能正常显示。

5.1.5 不同分辨率图片

我们在 `\includegraphics` 命令中输入图片的文件名的时候，会忽略了片文件的扩展名。事实上，添加扩展名并不是强制的，尽管很多时候添加扩展名是很有用的。如果没有给出文件扩展名，那么 **LATEX** 会在当前文件夹中自动搜索所有支持的文件格式，并且会用默认的顺序来搜索各种扩展名（这个顺序可以自定义）。

如果你需要经常在开发模式和生产模式之间切换，那么这个功能会很有用。在开发模式中（当文档还没有完成的时候），你可能想去使用低分辨率的图片（一般来说是 `png` 格式的）来加速编译。在生产模式中（生成文档的最终版本），你可能想要使用高分辨率的图片。

你可以这样做: (1) 不要在 \includegraphics 命令中输入文件的扩展名,(2) 在文档的导言区设定你想要的扩展名。这样, 我们可以在图片的两种格式之间灵活切换, 例如 venndiagram.pdf (高分辨率) 和 venndiagram.png (低分辨率)。然后我们可以在导言区使用下面的命令:

```
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.pdf}
```

上面的命令的作用是: 如果在同一位置中, 两个具有相同文件名而扩展名不同的文件 (例如 venndiagram.pdf 和 venndiagram.png) 同时存在, 那么扩展名位置在前的文件将会被优先使用 (这个例子中的 png); 如果没有 png 文件, 那么 pdf 文件会被使用。

当文档完成之后, 为了使用高分辨率的 pdf 图片, 我们可以更换后缀的顺序:

```
\DeclareGraphicsExtensions{.pdf,.png}
```

如果 pdf 图片还没有转换为 png 格式, 我们可以在 L^AT_EX 中直接生成低分辨率的 png 图片。我们首先在导言区 \usepackage{graphicx} (本模版不需要用户额外再引入宏包) 命令之后添加下面的命令:

```
\usepackage{epstopdf}
\epstopdfDeclareGraphicsRule{.pdf}{png}{.png}{convert #1 \OutputFile}
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.pdf}
```

如果 venndiagram2.pdf 存在, 但是 venndiagram2.png 不存在, 那么编译器会自动生成低分辨率的图像文件 venndiagram2-pdf-converted-to.png。命令 convert #1 用来执行转换操作, 你也可以对它添加额外的参数, 例如 convert density 100 #1。

这里需要注意: 我们在执行 pdflatex 命令的时候, 需要添加 -shell-escape 参数, 以确保能够自动转换出低分辨率的图片。对于最终的正式版, 我们必须把 \epstopdfDeclareGraphicsRule 命令注释掉, 以确保高分辨率的图片会被加载。同时, 我们还需要改变加载扩展名优先级的顺序。

5.2 绘图

为帮助您快速上手 TikZ, 本说明省去了冗长的安装与配置, 同时避免过度深入技术细节。此部分主要包含使用 TikZ 绘制图形时的操作指导建议与

样例。更详细的内容可参见 [PGF/TikZ Manual](#)。

本教程面向 TikZ 新用户，内容并非涵盖所有功能特性，仅聚焦于您可能立即用到的核心功能。

卡尔是位高中数学兼化学教师，过去常使用 L^AT_EX 的 picture 环境为讲义和试卷绘制图形。虽然效果尚可，但绘图过程往往耗时冗长，且常出现线条角度微偏、圆形难以精准绘制等问题。当然，学生们对线条角度是否精确毫不在意——无论图形绘制得多精美，他们总认为卡尔的试题太难。但卡尔自己从未对绘制效果完全满意。

卡尔的儿子（他对效果更不满意，毕竟他不用参加考试）建议父亲尝试新绘图宏包。令人困惑的是，这个宏包似乎有两个名字：卡尔先下载安装了名为 pgf 的宏包，随后发现其中还包含另一个叫 TikZ 的宏包——其名称源自“TikZ ist kein Zeichenprogramm”（TikZ 非绘图工具）的递归缩写。卡尔觉得这有些古怪，TikZ 的名字似乎暗示该工具无法满足他的需求。不过长期使用 GNU 软件的经验让他想到“GNU 也不是 Unix 的缩写”（GNU's Not Unix），事情或许还有转机。儿子向他保证：TikZ 的名称旨在提醒用户，这不是能用鼠标或数位板直接绘图的软件，而更像一种“图形语言”。

例 5.1. 卡尔计划在下一份讲义中为学生添加图示。他当前正在讲授正弦与余弦函数，期望绘制的图形能达到图5-2的理想效果：

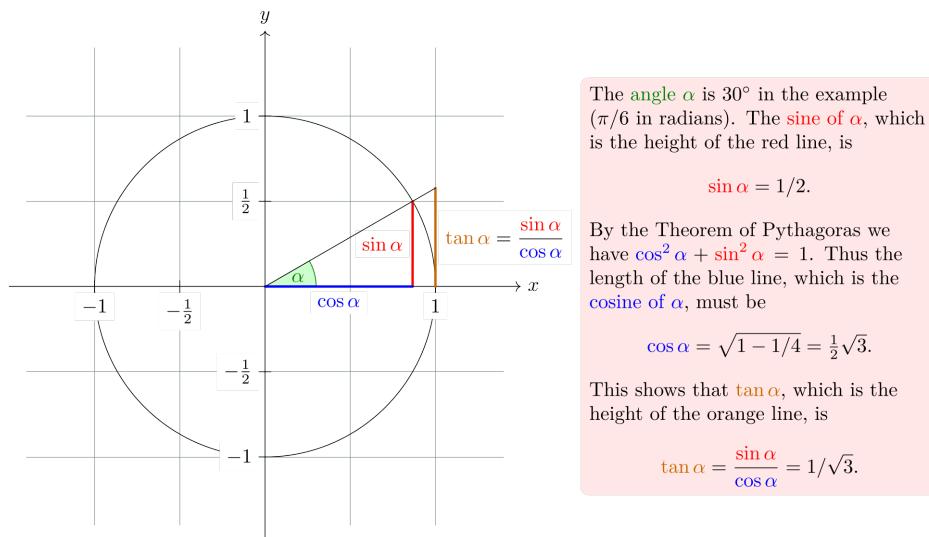


图 5-2 卡尔设想的三角函数效果图

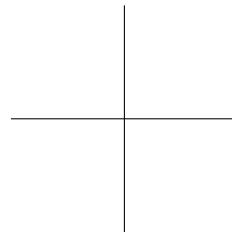
本模版已经集成 TikZ 宏包，在引入样式宏包 `cnbasesetup.sty` 时，传入 `tikz` 参数引入 TikZ 绘图宏包。

```
\usepackage[super,tikz,tab,list,math]{style/cnbasesetup}
```

在 TikZ 中绘制图形时，需在起始处告知 TeX 或 LATEX 系统准备开始绘图。LATEX 环境下需使用 `{tikzpicture}` 环境，而原生 TeX 中则通过 `\tikzpicture` 命令启动绘图，并以 `\endtikzpicture` 命令结束。

Karl 使用 LATEX 绘制了一个简单图形以测试环境。

```
1 \begin{tikzpicture}
2   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
3   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
\end{tikzpicture}
```



诚然，当前尚未完成完整图形，但坐标系已然建立。准确地说，我们已绘制出构成坐标轴的基准线。卡尔突然产生不祥预感——距离目标效果尚有差距。

深入解析这段代码：首先加载了 TikZ 宏包，该宏包是基础 pgf 系统的“前端”封装层。本手册不会介绍更为底层的基础层功能，其使用难度也更高，TikZ 前端层通过提供简洁语法显著降低了操作门槛。

在 `{tikzpicture}` 环境中存在两条 `\draw` 指令，其含义是：“该命令后方至分号间定义的路径应被绘制出来”。第一条路径定义为 $(-1.5,0)-(1.5,0)$ ，即“从坐标位置 $(-1.5,0)$ 到 $(1.5,0)$ 的直线段”。此处坐标采用特殊坐标系表示，初始状态下 1 单位长度对应 1 厘米。

卡尔欣慰地注意到，该绘图环境能智能地预留充足空间容纳整个图形。

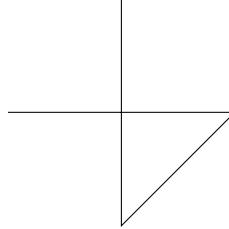
下面给出几种常用的绘图基础操作。

1. 直线路径创建 在 TikZ 中，`path(路径)` 是所有图形的基本构成单元。所谓路径，即由相互连接的直线段与曲线构成的序列（虽非完整定义，但暂可忽略复杂变体）。创建路径时需以圆括号包裹起始坐标点，如 $(0,0)$ 。其后可添加一系列“`path(路径)` 延展操作符”，其中最简单的延展符——即我们已使用的“`-`”符号——必须后接新坐标点，表示将路径沿直线延伸至该位置。例如，若将两条坐标轴路径合并为一条，其代码实现如下：

```

1 \tikz \draw (-1.5,0) -- (1.5,0) -- (0,-1.5)
2   -- (0,1.5);

```



卡尔对当前未使用 `{tikzpicture}` 环境稍感困惑——此处改用精简命令 `\tikz` 实现。该命令存在两种调用形式：其一接收单参数（以左花括号起始，如 `\tikz{ \draw (0,0) – (1.5,0)}`，输出效果为 _____）；其二则自动收集分号前的所有内容并置入 `{tikzpicture}` 环境。经验法则表明：所有 TikZ 绘图命令必须作为 `\tikz` 命令的参数，或置于 `{tikzpicture}` 环境内部。所幸 `\draw` 命令仅在该环境内有效定义，几乎可避免意外出错。

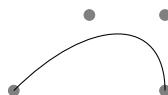
2. 曲线路径创建 接下来卡尔要绘制圆形，直线段显然行不通。为此 TikZ 提供了专用曲线语法，需要借助一至两个“控制点”。其数学背景并非完全平凡，但核心原理可简述如下：假设起点为 x ，第一控制点为 y ，则曲线在 x 点处的切线方向指向 y ；若终点为 z 且第二支撑点为 w ，则曲线将终止于 z 点，并在该点形成指向 w 的切线方向。

在 TikZ 中实现曲线路径延展的通用语法为：`.. controls < 第一控制点 > and < 第二控制点 > .. < 终点 >`。若省略 `and < 第二控制点 >` 参数，系统将自动复用第一控制点。示例如下（为清晰起见额外标注了控制点）：

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \filldraw [gray] (0,0) circle [radius=2pt]
3     (1,1) circle [radius=2pt]
4     (2,1) circle [radius=2pt]
5     (2,0) circle [radius=2pt];
6   \draw (0,0) .. controls (1,1) and (2,1) ..
7     (2,0);
8 \end{tikzpicture}

```

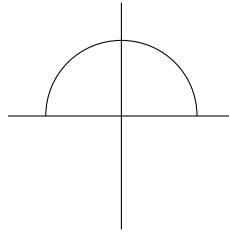


因此卡尔采用这曲线绘制种方式，仅仅通过精确调整曲线绘制参数实现了半圆的绘制。卡尔对结果颇感满意，但发现以这种方式指定圆形绘制极其繁琐。

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
3   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
4   \draw (-1,0) .. controls (-1,0.555) and
5     (-0.555,1) .. (0,1)
6     .. controls (0.555,1) and
7     (1,0.555) .. (1,0);
8 \end{tikzpicture}

```



3. 圆路径创建 幸运的是，存在更为简洁的实现方式。我们可使用路径构建操作符 `circle` 简洁高效准确地绘制圆形。操作符 `circle` 后接方括号以包裹半径值（如下例所示）。需注意：该操作会将当前路径点作为圆心。

```

1 \tikz \draw (0,0) circle [radius=10pt];
2

```

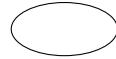


此外，您还可通过 `ellipse` 操作符向路径追加椭圆。该操作需指定两个半径值（而非单个半径），语法如下：

```

1 \tikz \draw (0,0) ellipse [x radius=20pt, y
2   radius=10pt];

```



要绘制轴线非水平或垂直方向的椭圆（即类似右图的“旋转椭圆”），您可运用旋转变换实现（变换机制将在后续章节详解）。这里我们给出绘制代码示例，如下：

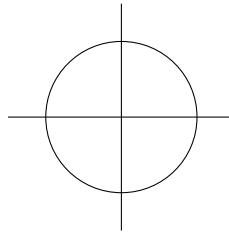
```
\tikz \draw[rotate=30] (0,0) ellipse [x radius=6pt, y radius=3pt];
```

因此，回到卡尔的绘图需求，他只需书写 `\draw (0,0) circle [radius=1cm];` 即可完成圆形绘制。然而，卡尔此时警觉地发现：当前圆形尺寸过小，而最终图形需大幅放大。所幸 TikZ 具备强大的变换选项功能，只需按三倍比例缩放即可轻松实现。但为节省此处版面，我们暂保持当前尺寸不变。

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
3   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
4   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
5 \end{tikzpicture}

```

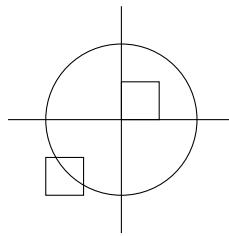


4. 长方形路径创建 接下来我们需要添加背景网格。存在多种实现方案，例如绘制大量矩形。鉴于矩形应用广泛，TikZ 提供了专用语法：向当前路径追加矩形时，请使用 `rectangle` 路径构建操作符。该操作符需后接另一坐标点，系统将自动把前一坐标点与当前坐标点作为矩形对角顶点，构建矩形路径。因此，让我们在图形中添加两个矩形示例：

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
3   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
4   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
5   \draw (0,0) rectangle (0.5,0.5);
6   \draw (-0.5,-0.5) rectangle (-1,-1);
7 \end{tikzpicture}

```



尽管通过矩形命令绘制网格是一个理论可行的方法，但是对于类似卡尔这种绘制较多矩形构成网格的问题不是一个好的解决方案，并且这种方法无法实现“未闭合”的边界。因此卡尔的问题遇到了一点困难。正当卡尔欲采用另一种笨办法——使用 `\draw` 命令直接绘制四条横竖直线时，却意外发现存在专用的 `grid` 路径构建操作符。

5. 网格形路径创建 `grid` 路径操作符可在当前路径中添加网格。该操作会以前一坐标点为起点，后接坐标点为终点形成一个矩形区域，并自动为该矩形区域生成填充的网格线。例如，代码

```
\tikz \draw[step=2pt] (0,0) grid (10pt,10pt);
```

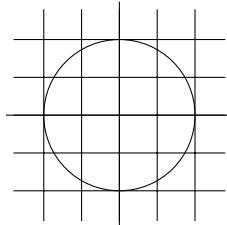
将生成如右图所示的网格（请注意通过 `\draw` 的可选参数 `step` 可定义网格间

距，另有 xstep 与 ystep 参数可分别设置横纵间距）。卡尔很快会发现，这类参数能实现丰富的样式控制。

针对卡尔的需求，可采用以下代码实现：

```

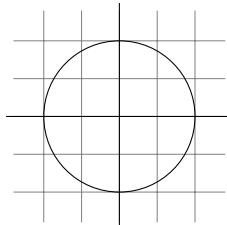
1 \begin{tikzpicture}
2   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
3   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
4   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
5   \draw[step=.5cm] (-1.4,-1.4) grid (1.4,1.4);
6
7 \end{tikzpicture}
```



再次审视目标图形时，卡尔意识到网格线应当更加淡化（其子曾提醒：未经淡化的网格线容易分散注意力）。为此，他在绘制网格的\draw 命令中追加两个参数：首先将线条颜色设为灰色，其次将线宽调整为极细。最终调整命令顺序，优先绘制网格使其成为底层元素。

```

1 \begin{tikzpicture}
2   \draw[step=.5cm,gray,very thin] (-1.4,-1.4)
3     grid (1.4,1.4);
4   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
5   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
6   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
7
8 \end{tikzpicture}
```



6. 样式化应用技巧 卡尔可采用预定义样式 help lines 替代直接使用 gray,very thin 参数。样式是预置的绘图参数集合，能系统化管理图形外观。调用 help lines 即表示“使用预设的辅助线绘制样式”。若卡尔后续想将网格线改为半透明蓝色 (blue!50)，只需在任意位置添加如下样式定义：

```
help lines/.style={color=blue!50,very thin}
```

该”样式设定器”的效果是：在当前作用域或环境中，help lines 选项将完全等同于 color=blue!50,very thin 的参数组合。

使用样式能显著提升图形代码的灵活性，让您以统一的方式轻松调整外

观效果。通常建议在 `{tikzpicture}` 环境起始处定义样式，但若需全文档统一风格，可在文档导言区使用 `\tikzset` 命令进行全局样式定义：

```
\tikzset{help lines/.style=very thin}
```

要构建层级化的样式体系，您可以让一个样式继承另一个样式的特性。例如，若卡尔需要基于标准网格样式创建专属的”Karl’s grid” 样式，可通过以下方式定义

```
\tikzset{Karl's grid/.style={help lines,color=blue!50}}
```

...

```
\draw[Karl's grid] (0,0) grid (5,5);
```

通过参数化机制，样的功能变得更加强大。这意味着样式可以像其他选项一样接收参数。例如，卡尔可以将其网格样式参数化——默认显示为蓝色，同时保留切换其他颜色的灵活性：

```
\begin{tikzpicture}
[Karl's grid/.style ={help lines,color=#1!50},
 Karl's grid/.default=blue]

\draw[Karl's grid] (0,0) grid (1.5,2);
\draw[Karl's grid=red] (2,0) grid (3.5,2);
\end{tikzpicture}
```

在此示例中，‘Karl’s grid’样式被定义为 `{tikzpicture}` 环境的可选参数。如需为其他元素添加样式，只需以逗号分隔继续追加。当存在多个样式定义时，环境的可选参数长度很可能超过实际的绘图内容本身。

7. 绘图选项 卡尔希望了解影响路径绘制的其他选项。他已发现 `color=(颜色)` 可设置线条颜色，而 `draw=(颜色)` 功能类似但更专注——它仅控制线条颜色，填充色可单独设定（这在后续绘制角度弧线填充时将用到）。

他注意到 `very thin` 样式生成极细线条。对此卡尔毫不意外，正如他平静接受以下事实：`thin` 生成细线，`thick` 生成粗线，`very thick` 生成加粗线，`ultra thick`

生成超粗线，而 `ultra thin` 生成的线条则细到低分辨率打印设备和显示器难以呈现。此刻他思考：究竟何种选项能产生“标准”粗细的线条？事实证明 `thin` 正是正确选择——其粗细与 TeX 的 `\hrule` 命令完全一致。不过卡尔仍想探究是否存在介于细线与粗线之间的“中间值”。答案是肯定的：`semithick`。

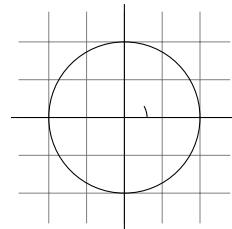
另一种实用的线条处理方式是虚线或点线绘制。通过 `dashed`（虚线）与 `dotted`（点线）样式即可实现（效果分别见右图 A、B）。这两种样式均提供疏松与致密变体：`loosely dashed`（疏松虚线）、`densely dashed`（致密虚线）、`loosely dotted`（疏松点线）及 `densely dotted`（致密点线）。若确有特殊需求，卡尔还可通过 `dash pattern` 选项自定义复杂虚线模式——但其子坚决主张虚线应极度谨慎使用，因过度使用易分散注意力。他断言复杂虚线模式实属糟糕，而卡尔的学生们则对虚线样式毫不在意。

8. 弧形路径创建 当前的技术难点是绘制角度弧线。`arc` 路径构建操作符可解决此需求——它能绘制圆形或椭圆的部分弧段。该操作符后需接方括号包裹的弧线参数，例如 `arc[start angle=10, end angle=80, radius=10pt]` 的含义不言自明。卡尔明确需要绘制从 α 到 β 的弧线（如右图），其半径应相对较小（约为圆半径的三分之一）。需特别注意：使用 `arc` 操作符时，系统将以当前位置为弧线起点进行绘制，因此我们需先定位至起点坐标。

```

2 \begin{tikzpicture}
3   \draw [step=.5cm,gray, very thin] (-1.4,-1.4)
4     grid (1.4,1.4);
5   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
6   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
7   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
8   \draw (3mm,0mm) arc [start angle=0, end angle
      =30, radius=3mm];
\end{tikzpicture}

```

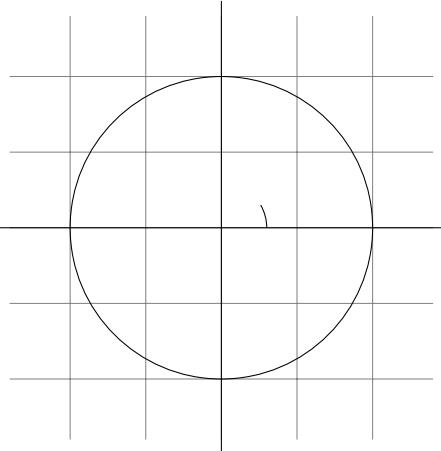


卡尔认为当前图形确实略显局促，若未掌握缩放技巧将难以继续操作。为此，他可为环境添加 `[scale=2]` 缩放选项。虽然可单独应用于每条 `\draw` 命令，但此方案略显繁琐。取而代之的是，将其添加至整个 `{ tikzpicture }` 环境，即可使缩放效果作用于环境内所有元素：

```

1 \begin{tikzpicture}[scale=2]
2   \draw [step=.5cm,gray,very thin] (-1.4,-1.4)
3     grid (1.4,1.4);
4   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
5   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
6   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
7   \draw (3mm,0mm) arc [start angle=0, end angle
8     =30, radius=3mm];
9 \end{tikzpicture}

```

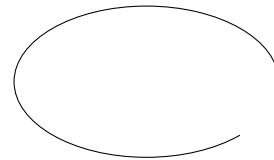


对于椭圆弧的绘制，您可通过指定“两个”半径参数来实现（区别于标准圆弧的单一半径参数）。例如：

```

1 \tikz \draw (0,0)
2   arc [start angle=0, end angle=315,
3     x radius=1.75cm, y radius=1cm];

```

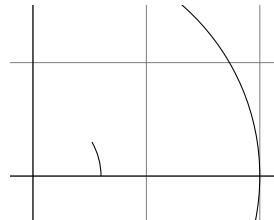


9. 路径裁剪 为精简本手册版面，建议对卡尔的图形进行局部裁剪，从而聚焦呈现“关键”区域。在 TikZ 中实现裁剪相当便捷：只需使用 `\clip` 命令即可裁剪后续所有绘图内容。该命令语法与 `\draw` 类似，但不会实际绘制路径，而是将给定路径设为裁剪边界作用于后续图形元素。

```

1 \begin{tikzpicture}[scale=3]
2   \clip (-0.1,-0.2) rectangle (1.1,0.75);
3   \draw [step=.5cm,gray,very thin] (-1.4,-1.4)
4     grid (1.4,1.4);
5   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
6   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
7   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
8   \draw (3mm,0mm) arc [start angle=0, end angle
9     =30, radius=3mm];
9 \end{tikzpicture}

```



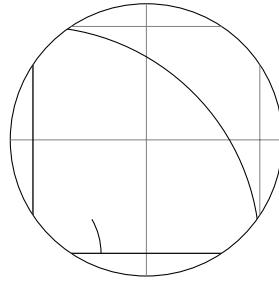
您可同时实现路径绘制与裁剪的双重操作：使用 `\draw` 命令并添加 `clip` 选

项即可实现（注意：此非完整方案——您也可使用`\clip`命令添加`draw`选项。严格来说，`\draw`本质是`\path[draw]`的简写形式，`\clip`则是`\path[clip]`的简写，因此更底层的实现是`\path[draw,clip]`）。示例如下：

```

1 \begin{tikzpicture}[scale=3]
2   \clip [draw] (0.5,0.5) circle (.6cm);
3   \draw [step=.5cm,gray,very thin] (-1.4,-1.4)
4     grid (1.4,1.4);
5   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
6   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
7   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
8   \draw (3mm,0mm) arc [start angle=0, end angle
      =30, radius=3mm];
9 \end{tikzpicture}

```



10. 抛物线与正弦路径构建 尽管卡尔当前绘图无需这些功能，但他欣喜地发现 TikZ 提供`parabola`、`sin` 和 `cos` 路径操作符，可在当前路径中追加抛物线及正弦/余弦曲线。抛物线操作的核心特性：当前路径点与操作符后指定的点必在抛物线上。参考以下示例

```

1 \tikz \draw (0,0) rectangle (1,1) (0,0)
2   parabola (1,1);

```



您还可将弯曲点置于非对称位置：

```

1 \tikz \draw[x=1pt,y=1pt] (0,0) parabola bend
2   (4,16) (6,12);

```



`sin` 与 `cos` 操作符可在区间内添加正弦/余弦曲线，以前一当前路径点为曲线起点，并以给定终点为曲线终点。示例如下：

11. Filling and Drawing 回到图中，卡尔现在希望用极浅的绿色将这个

```
1 A sine \tikz \draw[x=1ex,y=1ex] (0,0) sin  
2 (1.57,1); curve.
```

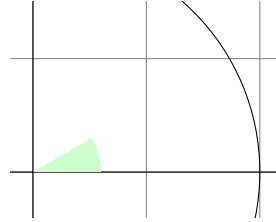
A sine ↗ curve.

```
1 \tikz \draw[x=1.57ex,y=1ex] (0,0) sin (1,1)  
2 cos (2,0) sin (3,-1) cos (4,0)  
3 (0,1) cos (1,0) sin  
(2,-1) cos (3,0) sin (4,1);
```



角”填充”起来。为此他没有使用`\draw`命令，而是改用`\fill`命令。卡尔的操作如下：

```
1 \begin{tikzpicture}[scale=3]  
2 \clip (-0.1,-0.2) rectangle (1.1,0.75);  
3 \draw [step=.5cm,gray,very thin] (-1.4,-1.4)  
4 grid (1.4,1.4);  
5 \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);  
6 \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);  
7 \draw (0,0) circle [radius=1cm];  
8 \fill[green!20!white] (0,0) -- (3mm,0mm)  
9 arc [start angle=0, end angle=30, radius  
=3mm] -- (0,0);  
10 \end{tikzpicture}
```



颜色表达式`green!20!white`表示20%绿色与80%白色混合（即20%绿色+80%白色）。之所以能使用此类色彩表达式，是因为TikZ底层采用了Uwe Kern开发的`xcolor`宏包，具体色彩表达式说明可参阅该宏包的文档。

如果卡尔最后没有用`-(0,0)`来“闭合”路径会怎样？实际上路径会自动闭合，因此这步操作可以省略。事实上，采用以下写法甚至更为理想

```
\fill[green!20!white] (0,0) -- (3mm,0mm)  
arc [start angle=0, end angle=30, radius=3mm] -- cycle;
```

`-cycle` 指令会将当前路径（实际上是当前路径的当前分段）的首尾点平滑连接形成闭合路径。为直观理解其差异，请看以下示例：

```

1 \begin{tikzpicture}[line width=5pt]
2   \draw (0,0) -- (1,0) -- (1,1) -- (0,0);
3   \draw (2,0) -- (3,0) -- (3,1) -- cycle;
4   \useasboundingbox (0,1.5); % make
5   bounding box higher
\end{tikzpicture}

```

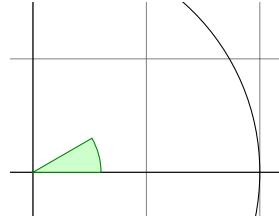


还可以使用`\filldraw`命令同时执行填充和绘制路径的双重操作。该命令会先绘制路径轮廓，再进行内部填充。初看似乎作用有限，但关键在于可为填充色（`fill`）和描边色（`stroke`）分别指定不同颜色。具体通过如下可选参数实现：

```

1 \begin{tikzpicture}[scale=3]
2   \clip (-0.1,-0.2) rectangle (1.1,0.75);
3   \draw[step=.5cm,gray,very thin]
4     (-1.4,-1.4) grid (1.4,1.4);
5   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
6   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
7   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
8   \filldraw [fill=green!20!white, draw=green
9     !50!black] (0,0) -- (3mm,0mm)
      arc [start angle=0, end angle=30,
      radius=3mm] -- cycle;
\end{tikzpicture}

```



12. 阴影 卡尔短暂考虑过通过着色让这个角显得“更花哨”。与使用单一纯色填充区域不同，着色可实现不同颜色间的平滑渐变。命令如下：

```

1 \tikz \shade (0,0) rectangle (2,1)
2   (3,0.5) circle (.5cm);

```



默认着色效果是从灰色到白色的平滑渐变。若需指定其他颜色，可通过以下选项参数实现：

```

1 \begin{tikzpicture}[rounded corners, ultra
2   thick]
3   \shade [top color=yellow, bottom color=
4     black] (0,0) rectangle +(2,1);
5   \shade [left color=yellow, right color=
6     black] (3,0) rectangle +(2,1);
7   \shadedraw [inner color=yellow, outer color
8     =black, draw=yellow] (6,0) rectangle +(2,1);
9   \shade [ball color=green] (9,.5) circle
10  (.5cm);
11 \end{tikzpicture}

```

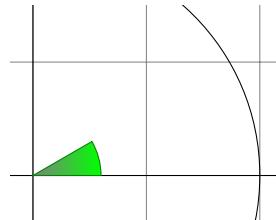


对于卡尔的任务，下面的做法更合适。然而他明智地决定放弃着色——

```

1 \begin{tikzpicture}[scale=3]
2   \clip (-0.1,-0.2) rectangle (1.1,0.75);
3   \draw [step=.5cm,gray, very thin]
4     (-1.4,-1.4) grid (1.4,1.4);
5   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
6   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
7   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
8   \shadedraw [left color=gray, right color=
9     green, draw=green!50!black]
10  (0,0) -- (3mm,0mm)
11    arc [start angle=0, end angle=30,
12      radius=3mm] -- cycle;
13 \end{tikzpicture}

```



通常这类效果徒增干扰，对图形表达反而无益。

13. 指定坐标 卡尔接下来要添加正弦和余弦线。他已知晓可用 `color=` 选项设置线条颜色，那么如何最优指定坐标位置呢？

坐标指定存在多种方式。最简易的方法是直接使用 $(10pt, 2cm)$ 这类表达式，表示 x 轴方向 $10pt$ 、 y 轴方向 $2cm$ 。另一种方式是省略单位写成 $(1, 2)$ ，其含义为“当前 x 向量的 1 倍与当前 y 向量的 2 倍之和”。这两个向量默认值分

别为: x 轴方向 $1cm$, y 轴方向 $1cm$ 。

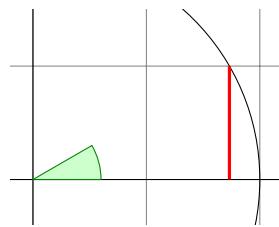
要指定极坐标点, 可使用 $(30:1cm)$ 格式, 表示 30 度方向上 $1cm$ 处的点——这在定位“圆周上的点”时尤为实用。

若在坐标前添加单个“+”或双“++”符号, 如 $+(0cm, 1cm)$ 或 $++(2cm, 0cm)$, 其语义有本质差异: (1)+ 前缀表示“相对前一个坐标点上移 $1cm$ ”; (2)++ 前缀表示“相对前一个坐标点右移 $2cm$, 并将该点更新为新的当前点”。

```

1 \begin{tikzpicture}[scale=3]
2   \clip (-0.1,-0.2) rectangle (1.1,0.75);
3   \draw[step=.5cm,gray,very thin]
4     (-1.4,-1.4) grid (1.4,1.4);
5   \draw (-1.5,0) -- (1.5,0);
6   \draw (0,-1.5) -- (0,1.5);
7   \draw (0,0) circle [radius=1cm];
8   \filldraw[fill=green!20,draw=green!50!
9     black] (0,0) -- (3mm,0mm)
10    arc [start angle=0, end angle=30,
      radius=3mm] -- cycle;
11   \draw[red,very thick] (30:1cm) --
12     +(0,-0.5);
13 \end{tikzpicture}

```



第六章 表格

引入样式宏包 `cnbasesetup.sty` 时，传入`tab`参数引入表格绘制的宏包。

```
\usepackage[super,tikz,tab,list,math]{style/cnbasesetup}
```

6.1 表格的定义环境

`tabular`及`tabular*`环境是表格绘制的基本环境。`tabular`环境可以用来排版带有横线和竖线的表格，`LATEX`自动确定表格的宽度。`tabular*`环境与`tabular`环境类似，只是可以用参数指定表格的整体宽度，此外列参数必须在第一列后面的某个地方包含一个合适的表达式(见下面说明)¹。他们的语法格式如下：

```
\begin{tabular}[位置可选参数]{列格式参数}
每行由\\划分
\end{tabular}

\begin{tabular*}{宽度}[位置可选参数]{列格式参数}
每行由\\划分
\end{tabular*}
```

6.2 表格环境参数格式

位置可选参数 当然，有些时候我们需要更细致地控制表格的位置。`table`环境中额外的位置控制参数为我们提供了一套控制表格位置的方法。下面我们给出一个简单的例子。其中，`\begin{table}[h]`，方括号中的参数`h`意味着`here`，即大约插入到当前上下文位置，而不是完全精确地插入到给定位置。参数`!`决定了`LATEX`如何判断一个浮动元素的位置够不够“好”，参数`H`需要引入`float`包，它有可能会造成一些错误，有时候等价于`h!`。表 6-1 中列出了参数的可选值。总之，`table`环境位置控制参数与`figure`环境一致。

¹在数学模式下使用的`array`环境的语法和参数的意义与`tabular`环境中的完全一样

表 6-1 表格插入位置控制选项

选项	位置
h	将浮动元素的位置设定为 here
t	将浮动元素的位置设定为页面的上方 (top)
b	将浮动元素的位置设定为页面的底部 (bottom)
p	将浮动元素仅放置在一个特殊的页面
!	重新设置 LATEX 的一个内部参数
H	浮动元素精确地放置在文本中所出现的位置

列必选参数 这个参数控制表格的列格式，故又称为列格式参数。在这个参数中，对每一列必须有一个相应的格式符号，另外还可能包含相应于表格左右边界和列间距的其它项。列格式符号可以取下列值：

表 6-2 表格列格式参数

位置参数	位置
l	列中文本左对齐
r	列中文本右对齐
c	列中文本居中
p	宽度: 指定列的文本宽度, 由宽度参数给出, 列中文本按该宽度自动换行
	画一条竖直线
	画二条紧相邻的竖直线
*{num}{col-format}	包含在 col-format 中的列格式被复制成 num 份, 例如 *{5}{lc} 等价于 lc lc lc lc lc

6.3 表格文本行中的命令

表格中的每一水平行都由 \& 结束。这些行由一组彼此之间用 & 符号分开的列条目组成。因此每一行应具有与列定义中列中相同数目的列条目，其中有些条目可以是空白的。

1. **\tabularnewline 命令** \tabularnewline 命令用于强制表格中一行的结束，而\\除了可以结束整个一行表格内容外，还可以在单个列的内容中实现换行。

2. **\hline 命令** 这条命令只能位于第一行前面或紧接在行结束命令\\的后面，表示在刚结束的那一行画一根水平的直线。如果这条命令位于表格的开头，那么就会在表格顶部画一横线，横线的宽度与表格的宽度相同。放在一起的两条水平\hline 命令就会画出两条间隔很小的水平线。

3. **\cline{n-m} 命令** \cline{n-m} 命令的放置同\hline 命令，并且在一行中可以出现多次。该命令从第 n 列的左边开始，画一条到第 m 列右边结束的水平线。

4. **\vline 命令** 该命令画一条竖直线，其高度等于其所在行的行高。用这种命令，可以得到那些不是贯穿整个表格的竖直线。

5. **\multicolumn{列数}{ALIGNMENT}{CONTENT} 命令** 该命令用于合并列单元格，并可以在合并的单元格内进行内容的对齐，即该表格单元占据的列数，ALIGNMENT 代表表格内容的对齐方式（填 * , l, c 或者 r），CONTENT 则是表格单元里的内容。例如，\multicolumn{3}{lcl}{内容} 表示将内容合并到三列，并居中对齐。

6. **\multirow 命令** 该命令用于合并行单元格，并可以在合并的单元格内进行内容的对齐，其基本语法为：

\multirow[<vpos>]{<nrows>}[<bigstruts>]{<width>}[<vmove>]{<text>}

其中参数意义如下：

- <vpos> 定义了合并后单元格内文本竖直位置的对齐方式，参数 t 表示顶部对齐， b 表底部对齐， c 表示居中对齐，缺省默认值为 b；

- <nrows> 定义了合并后单元格纵向跨越的行数。该列的其他行必须留空，否则\multirow 创建的内容会覆盖已有数据。当 <nrows> 为正值时，纵向范围涵盖当前行及下方 (<nrows>-1) 行；为负值时则涵盖当前行及上方 (-<nrows>-1) 行；<nrows> 允许使用分数值，便于进行精细调整；

- <bigstruts> 参数主要在使用 bigstrut 宏包时生效。其数值表示跨行区域内所有\bigstrut 命令的使用次数总和。具体计数规则为：(1) 无参数版本\bigstrut 计为 2 次，(2) 带位置参数的\bigstrut[<x>](<x> 为 t 或 b) 计为 1 次，缺省值为 0；<bigstruts> 参数可添加字母前缀 (t、b 或 tb) 实现精细控制（详细内容参见 [multirow 宏包文档](#)）；字母与数值间可保留空格，格式为 t 3 或 tb 2；

- $\langle width \rangle$ 参数指定文本排版宽度，特殊取值包括：(1) * 表示采用文本的自然宽度，(2) = 表示采用当前列（即 $\backslash\text{multirow}$ 条目所在列）的预设宽度；
- $\langle vmove \rangle$ 是用于微调的长度值：文本将在原始位置基础上，根据该长度值上移（若 $\langle vmove \rangle$ 为负值则下移）；
- $\langle text \rangle$ 为实际文本内容。根据宽度设定方式不同，排版规则如下：(1) 如果显式指定宽度时，文本将置于指定宽度的 $\backslash\text{parbox}$ 中，可通过强制换行；(2) 如果宽度设为 * 时，文本以行内模式 (LR mode) 排版，需多行显示时，应在 $\langle text \rangle$ 内嵌套 tabular 或 array 环境；(3) 如果宽度设为 = 时，仅当 $\backslash\text{multirow}$ 条目位于预定义宽度的列中生效（如： $\text{p}\{\}$ 列、 tabularx 的 X 列、 tabulary 的 L/C/R/J 列），文本将置于该列预设宽度的 $\backslash\text{parbox}$ 中，非适用场景使用 = 将导致异常（通常表现为列宽过大）。

7. **at 表达式命令** @{}表达式为每行的某两个相邻的列之间插入文本，同时自动去掉原来在这两列之间插入的空白。

1	$\backslash\begin\{tabular\}{r@{.\!}l}$	
2	3 & 14159 \\	3.14159
3	16 & 2 \\	16.2
4	123 & 456 \\	
5	$\backslash\end\{tabular\}$	123.456
6		

对于 @{}，有下面几点需要说明：

- 如果我们需要继续使用空白，必须在 @{} 表达式的文本参数中必须包含 $\backslash\text{hspace}\{<\text{wsep}\>\}$ 命令，或者使用 !{} 替换； $<\text{wsep}\rangle$ 为空白长度，可以是指定的长度（例如 4pt）或者弹性长度 \fill；

1	$\backslash\begin\{tabular\}{r@{.\!\backslash\text{hspace}\{\backslash\text{fill}\}}l}$	
2	3 & 14159 \\	3. 14159
3	16 & 2 \\	16. 2
4	123 & 456 \\	
5	$\backslash\end\{tabular\}$	123.456
6		

- 如果希望某两个特定列之间的间隔与缺省的标准间隔不同，可以在表

格环境的行参数中相应的位置上放上 @{\hspace{<wsep>}} 控制，此时该处列间间隔将变成 <wsep>；

1	\begin{tabular}{r@{.\hspace{\fill}}l}
3	3 & 14159 \\
16	16 & 2 \\
123	123 & 456 \\
5	\end{tabular}

3	14159
16 @.	2
123	456

- @{} 表达式中可以使用 \extracolsep{<wsep>} 控制，使后面所有列间间隔在原来标准间隔的基础上增加<wsep>大小；
- 在 tabular* 环境中。必须使用 @{\extracolsep\fill} 命令，使得后面所有列间距可以伸展到预定义的表格宽度；
- 一个表格即使左右边界没有竖线或其他表征符号，相应的位置与后面(前面)的列之间也会插入等于标准列间隔一半的空白；如果不希望有这些空白，可以在行参数开始或结束处使用 @{} 表达式。

6.4 表格浮动体环境

table 环境用于将表格进行浮动处理，使其可以自动调整到合适的位置，并能够添加表格标题和标签。一个简单的表格环境格式如下：

```
\begin{table}[位置可选参数]
  \caption{T.}
  \label{table:1}
  ...
\end{table}
```

这里需要注意：(1) 常用的位置选项与 figure 环境一致，如表 6-1，包含：h：在当前位置放置表格；t：将表格放置在页面的顶部；b：将表格放置在页面的底部；p：单独放置表格到一页等。(2) 给定表标题 \caption{<短标题>}{<长标题>}，可放置在表上方或者下方。(3) 给表打标签 \label{<标签名称>}，表格标签名称一般使用“table:”作为前缀，以方便辨认和分类管理。注意：这个命令

必须位于\caption之后。(4) 可以使用命令\ref{<标签名称>}引用表格，也可以使用命令\pageref{<标签名称>}定位其所在页码。

table 环境用通常与 tabular 或 tabular* 搭配使用, table 环境控制表格的位置、标题及标签, tabular 或 tabular* 绘制表格。同时, 为了使表格在页面上居中, 还会利用 center 环境或 \centering 命令:

```
\begin{table}[位置可选参数]
\begin{center}%让表格居中
\caption{T.} %resnet50 on imagenet1k
\label{table:1}%
\begin{tabular}{列格式参数}
每行由\backslash划分
\end{tabular}
\end{center}
\end{table}

\begin{table}[位置选项]
\begin{center}%让表格居中
\caption{T.} %resnet50 on imagenet1k
\label{table:1}%
\begin{tabular*}{宽度}{列格式参数}
每行由\backslash划分
\end{tabular*}
\end{center}
\end{table}
```

6.5 表格样例

我们先看一个表格样例:

```
1 \begin{table}={!htbp}
2   \bicaption{这是一个样表。}{This is a sample table.}
3   \label{tab:sample}
4   \centering
5   \footnotesize% fontsize
6   \setlength{\tabcolsep}{4pt}% column separation
7   \renewcommand{\arraystretch}{1.2}%row space
```

```

9   \begin{tabular}{l|cccc>{\columncolor{blue}}cccc}
10  \hline
11  \rowcolor{gray} 行号 & \multicolumn{8}{c}{跨多列的标题}\\
12  \hline
13  \cellcolor{red} R1 & $1$ & $2$ & $3$ & $4$ & $5$ & $6$ & $7$ & $8$\\
14  R2 & $1$ & $2$ & $3$ & $4$ & $5$ & $6$ & $7$ & $8$\\
15  \cline{2-9}% partial hline from column i to column j
16  \multirow{2}{1}{R3-4}& $1$ & $2$ & $3$ & $4$ & $5$ & $6$ & $7$ & $8$\\
17  & $1$ & $2$ & $3$ & $4$ & $5$ & $6$ & $7$ & $8$\\
18  \hline
19  \end{tabular}
\end{table}

```

其中

- [!htbp]: 表示表格的浮动位置, !表示必须出现在文档的当前位置, h 表示在当前位置, t 表示在文本顶部, b 表示在文本底部, p 表示在浮动页。
- \bicaption{中文标题}{英文标题} 命令用于设置表格的标题, 第一个参数为中文标题, 第二个参数为英文标题。这个命令的完整版格式为\bicaption{[中文表目录显示标题]}{[中文标题]}{[英文表目录显示标题]}{[英文标题]}。
- \label{标签名} 命令用于设置表格的标签, 标签名可以自定义。
- \centering 命令用于设置表格居中。
- \footnotesize 命令用于设置表格字体大小。
- \tabcolsep{4pt} 命令用于设置表格列间距。
- \renewcommand{\arraystretch}{1.2} 命令用于设置表格行间距。
- \begin{tabular}{l|cccc>{\columncolor{blue}}cccc} 命令用于设置表格单元格中内容对齐方式, l 表示左对齐, c 表示居中对齐, r 表示右对齐, | 表示列之间画竖线隔开。>{\columncolor{blue}} 表示列的颜色。
- \hline 命令用于设置表格的横线。
- \multicolumn{8}{c}{跨多列的标题} 命令用于设置表格的跨列单元格。
- \multirow{2}{*}{Row3-4} 命令用于设置表格的跨行单元格。
- \cline{2-9} 命令用于设置表格的部分横线。
- \\ 命令用于设置表格的换行。
- & 命令用于行内单元格分割。
- \rowcolor{gray} 命令用于设置表格的行颜色。
- \cellcolor{gray} 命令用于设置表格的单元格颜色。

- `\textcolor{red}{红色文字}` 命令用于设置表格的文字颜色。

请见表 6-3(注意：使用命令\ref{tab:sample} 引用表格)。

表 6-3 这是一个样表。

Table 6-3 This is a sample table.

行号	跨多列的标题							
R1	1	2	3	4	5	6	7	8
R2	1	2	3	4	5	6	7	8
R3-4	1	2	3	4	5	6	7	8
	1	2	3	4	5	6	7	8

许多专业排版的书籍和期刊都使用简单的表格，它们在行上下有适当的间距，而且几乎从不使用垂直线。许多 `LATEX` 表格示例（包括这本）展示了垂直线的使用（使用 “`|`”）和双线的使用（使用 “`||`”），这些在专业出版物中被认为是不必要的，而且会分散注意力。`booktabs` 包可以方便地为 `LATEX` 表格提供这种专业性，它的文档也提供了关于构成“良好”表格的指南。

简而言之，该包使用 \toprule 表示最上面的规则（或线），\midrule 表示出现在表格中间的规则（例如标题下面的规则），\bottomrule 表示最下面的规则。这确保了规则的宽度和间距是可以接受的。此外，\cmidrule 可以用来表示跨越指定列的中间规则。

例 6.1. 三线表是科技期刊与论文常用的表格，本例给出了一种简单的三线表格绘制样例。

```

1 \begin{table }[!hbtp]
  \caption[峰谷电价]{\enspace 峰谷电价}
3   \label{tab:elec-price}
  \centering
5   \normalsize% fontsize
  \setlength{\tabcolsep}{4pt}% column separation
7   \begin{tabular }{m{40pt}<{\raggedright }m{120pt}<{\raggedright }m{80pt}<{\raggedright }m{80pt}}
  \toprule
9   周期 & 时段 & 电价 (CNY/kWh) \\
  \midrule
11  Peak & 12:00--15:00, 18:00--21:00 & 1.3782\\
13  Flat & 9:00--10:00, 15:00--18:00, 21:00--23:00 & 0.8595\\
15  Valley & 1:00--7:00, 23:00--0:00 & 0.3658\\
  \bottomrule
17 \end{tabular}
19 \end{table}

```

其显示效果如表6-4。

表 6-4 峰谷电价

周期	时段	电价 (CNY/kWh)
Peak	12:00–15:00, 18:00–21:00	1.3782
Flat	9:00–10:00, 15:00–18:00, 21:00–23:00	0.8595
Valley	1:00–7:00, 23:00–0:00	0.3658

例 6.2. 在绘制表格时，常常需要对表格进行注释，然而 tabular 环境不支持脚注。这里给出一种基于 minipage 环境的 tabular 表格脚注解决方案，供读者参考。

```

1 \begin{table}[tb]
2   \begin{center}
3     \begin{minipage}{0.6\textwidth}\%这里需要根据实际表格做合适调整。
4       \caption[正常组小鼠各主要组织的砷分布]{\enspace 正常组小鼠各主要组织的砷分布}
5       \label{tab:mice-As}
6       \normalsize\% \zihao{5}
7       \setlength{\tabcolsep}{4pt}\% column separation
8       \begin{tabular}{m{100pt}<\raggedright|m{110pt}<\raggedright}
9         \toprule
10        脑器 & 砷含量 ($\bar{x} \pm S, g/g$) \\
11        \midrule
12        大脑 & BDL\\
13        肺 & $0.1023 \pm 0.0659\$\\
14        心脏 & BDL\\
15        \bottomrule
16      \end{tabular}
17      \newline BDL: 低于检出限
18    \end{minipage}
19  \end{center}
20\end{table}

```

其显示效果如表6-5。

制作 LATEX 表格的更多范例，请参见 [WiKibook Tables](#)。

表 6-5 正常组小鼠各主要组织的砷分布

脏器	砷含量 ($\bar{X} \pm S, \mu\text{g/g}$)
大脑	BDL
肺	0.1023 ± 0.0659
心脏	BDL

BDL: 低于检出限

第七章 算法

如见算法 7-1，详细使用方法请参见文档 [algorithmicx](#)。

算法 7-1 Euclid's algorithm

```
1: procedure EUCLID(a, b)                                ▷ The g.c.d. of a and b
2:   r  $\leftarrow a \bmod b
3:   while r  $\neq 0$  do                                         ▷ We have the answer if r is 0
4:     a  $\leftarrow b
5:     b  $\leftarrow r
6:     r  $\leftarrow a \bmod b
7:   end while
8:   return b                                              ▷ The gcd is b
9: end procedure$$$$ 
```

第八章 参考文献

参考文献引用过程以实例进行介绍,假设需要引用名为”Document Preparation System”的文献,步骤如下:

1. 使用 Google Scholar 搜索 Document Preparation System, 在目标条目下点击 Cite, 展开后选择 Import into BibTeX 打开此文章的 BibTeX 索引信息, 将它们 copy 添加到 ref.bib 文件中。这种方法比较快速, 但是会存在不准确的问题。最安全的做法是直接到论文在线网页找到其官方提供的 BibTeX 索引信息。

2. 索引第一行 @article{daunizeau2010observingB}, 中 daunizeau2010observingB 即为此文献的标签 (label) (中文文献标签也必须使用英文 label), 一般遵照: 姓氏拼音 + 年份 + 标题第一字拼音的格式), 想要在论文中索引此文献, 有两种索引类型: (1) 文本类型引用格式 : 使用命令\citet{daunizeau2010observingB}引用文献daunizeau2010observingB, 显示格式如此处所示 Daunizeau 等^[1]; (2) 括号类型引用格式: 使用命令\citep{daunizeau2010observingB}引用文献daunizeau2010observingB, 显示格式如此处所示^[1]。推荐采用括号类型引用格式。

多文献索引用英文逗号隔开 命令 \cite、\citet、\citet 均支持同时引用多个参考文献。我们以 \cite 为例, 展示同时引用多个文献的方法, 即命令 \cite{daunizeau2010observingB, Mathys2011HGF} 引用文献, 显示格式如此处所示^[1-2]。

更多例子如:

Mathys 等^[2] 根据 Daunizeau 等^[1,3] 的研究, 首次提出...。其中关于...^[4-5], 是当前认知... 得到迅速发展的研究领域^[6-7]。引用同一著者在同一年份出版的多篇文献时, 在出版年份之后用英文小写字母区别, 如^[1,3] 和 Daunizeau 等^[1,3]。同一处引用多篇文献时, 按出版年份由近及远依次标注。例如^[2,8-10]。

使用著者-出版年制(authoryear)式参考文献样式时, 中文文献必须在 BibTeX 索引信息的 key 域(请参考 ref.bib 文件)填写作者姓名的拼音, 才能使得文献列表按照拼音排序。参考文献表中的条目(不排序号), 先按语种分类排列, 语种顺序是: 中文、日文、英文、俄文、其他文种。然后, 中文按汉语拼音字母顺序排列, 日文按第一著者的姓氏笔画排序, 西文和俄文按第一著者姓氏首字母顺序排列。如中^[11-12]、英^[13-14]、俄^[15]。

如此, 即完成了文献的索引, 请查看下本文档的参考文献一章, 看看是

不是就是这么简单呢？是的，就是这么简单！

不同文献样式和引用样式，如著者-出版年制（authoryear）、顺序编码制（numbers）、上标顺序编码制（super）可在 ntuthesis.tex 中对 cnbooksetup.sty 调用实现，参考文献处理器、引用风格的选择请参见章节??。

若在上标顺序编码制（super）模式下，希望在特定位置将上标改为嵌入式标，可使用 \citetns 命令（如此处显示 Mathys 等 [2], Beal [8], Friston [9], Sutton 和 Barto [10]）和 \citepns 命令（如此处显示 [13-14]）。

默认情况下，只有被实际引用的参考文献库（如 ref.bib）中的文献会列在 pdf 文件参考文献列表内。命令 \nocite{*} 可以显示参考文献库（ref.bib）中的所有参考文献（包括未引用文献）。

第九章 常见使用问题

1. 模板每次发布前，都已在 Windows, Linux 系统上测试通过。
2. 模板文档的编码为 UTF-8 编码。所有文件都必须采用 UTF-8 编码，否则编译后生成的文档将出现乱码文本。若出现文本编辑器无法打开文档或打开文档乱码的问题，请检查编辑器对 UTF-8 编码的支持。如果使用 WinEdt 作为文本编辑器（不推荐使用），应在其 Options -> Preferences -> wrapping 选项卡下将两种 Wrapping Modes 中的内容：

TeX;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

修改为：TeX;UTF-8|ACP;HTML;ANSI;ASCII|DTX...

同时，取消 Options -> Preferences -> Unicode 中的 Enable ANSI Format。

3. 推荐选择 xelatex 编译引擎编译中文文档。编译脚本的默认设定为 xelatex 编译引擎。你也可以选择不使用脚本编译，如直接使用 L^AT_EX 文本编辑器编译。注：L^AT_EX 文本编辑器编译的默认设定为 pdflatex 编译引擎，若选择 xelatex 编译引擎，请进入下拉菜单选择。为正确生成引用链接和参考文献，需要进行全编译。

4. Texmaker 使用简介

- (a) 使用 Texmaker “打开(Open)” ntuthesis.tex。
- (b) 菜单“选项(Options)”->“设置当前文档为主文档(Define as ntuthesis Document)”
- (c) 菜单“自定义(User)”->“自定义命令(User Commands)”->“编辑自定义命令(Edit User Commands)”->左侧选择“command 1”，右侧“菜单项(Menu Item)”填入 Auto Build->点击下方“向导(Wizard)”->“添加(Add)”：xelatex + bibtex + xelatex + xelatex + pdf viewer->点击“完成(OK)”
- (d) 使用 Auto Build 编译带有未生成引用链接的源文件，可以仅使用 xelatex 编译带有已经正确生成引用链接的源文件。
- (e) 编译完成，“查看(View)” PDF，在 PDF 中“ctrl+click”可链接到相对应的源文件。

5. 模版的设计尽可能地考虑了适应性。致谢等所有条目都是通过最为通用的

\chapter{item name} and \section*{item name}

来显式实现的(请观察 Backmatter.tex)，从而可以随意添加，放置，和修改，如同一般章节。对于图表目录名称则可在 ntuthesis.cfg 中进行修改。

参考文献

- [1] Daunizeau J, Ouden H E M d, Pessiglione M, et al. Observing the Observer (II): Deciding When to Decide[J/OL]. PLOS ONE, 2010, 5(12): e15555. DOI: [10.1371/journal.pone.0015555](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015555).
- [2] Mathys C D, Daunizeau J, Friston K J, et al. A Bayesian Foundation for Individual Learning Under Uncertainty[J/OL]. Frontiers in Human Neuroscience, 2011, 5: 39. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2011.00039>. DOI: [10.3389/fnhum.2011.00039](https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00039).
- [3] Daunizeau J, den Ouden H E M, Pessiglione M, et al. Observing the Observer (I): Meta-Bayesian Models of Learning and Decision-Making[J/OL]. PLOS ONE, 2010, 5(12): e15554 [2020-11-27]. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0015554>. DOI: [10.1371/journal.pone.0015554](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015554).
- [4] Adolphs R. Cognitive neuroscience of human social behaviour[J/OL]. Nature Reviews Neuroscience, 2003, 4(3): 165-178. <https://doi.org/10.1038/nrn1056>. DOI: [10.1038/nrn1056](https://doi.org/10.1038/nrn1056).
- [5] Yau J O Y, McNally G P. The Rescorla-Wagner model, prediction error, and fear learning[J/OL]. Neurobiology of Learning and Memory, 2023, 203: 107799. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1074742723000801>. DOI: [10.1016/j.nlm.2023.107799](https://doi.org/10.1016/j.nlm.2023.107799).
- [6] Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton G E. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks[C/OL]//Pereira F, Burges C, Bottou L, et al. Advances in Neural Information Processing Systems: vol. 25. New York: Curran Associates, Inc., 2012. https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2012/file/c399862d3b9d6b76c8436e924a68c45b-Paper.pdf.
- [7] Goodfellow I, Bengio Y, Courville A. Deep Learning[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2016: 800.
- [8] Beal M J. Variational algorithms for approximate Bayesian inference[D/OL]. University College London (UCL), 2003. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1010435>.
- [9] Friston K. The free-energy principle: a unified brain theory?[J/OL]. Nature Reviews Neuroscience, 2010, 11(2): 127-138 [2020-11-27]. DOI: [10.1038/nrn2787](https://doi.org/10.1038/nrn2787).
- [10] Sutton R S, Barto A G. Reinforcement Learning: An Introduction[M/OL]. second. Cambridge, MA: MIT Press, 2018. <http://incompleteideas.net/book/RLbook2020trimmed.pdf>.

- [11] 韦来生, 张伟平. 贝叶斯分析[M]. 2 版. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2021.
- [12] 张贤达. 矩阵分析与应用[M]. 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- [13] Amari S i. Backpropagation and stochastic gradient descent method[J/OL]. Neurocomputing, 1993, 5(4): 185-196. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/092523129390006O>. DOI: [https://doi.org/10.1016/0925-2312\(93\)90006-O](https://doi.org/10.1016/0925-2312(93)90006-O).
- [14] Mirza M B, Adams R A, Mathys C, et al. Human visual exploration reduces uncertainty about the sensed world[J/OL]. PLOS ONE, 2018, 13(1): 1-20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190429>. DOI: [10.1371/journal.pone.0190429](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190429).
- [15] Дубровин А И. Открытое письмо Председателя Главного Совета Союза Русского Народа Санкт-Петербургскому Антонию, Первенствующему члену Священного Синода[Л]. Вече, 1906: 1-3.

英文缩略词表

缩写	英文全称	中文
CFD	Computational Fluid Dynamics	计算流体动力学
VBM	Variational Bayesian Method	变分贝叶斯方法
VBM	Variational Bayesian Method	变分贝叶斯方法 测试 赛测 磁海带丝大萨达咗咗扩大 凯撒卡拉季巅峰对决 分开 发进度款
VBM	Variational Bayesian Method	变分贝叶斯方法 测试 赛测 磁海带丝大萨达咗咗扩大 凯撒卡拉季巅峰对决 分开 发进度款

综述

学位论文为了需要反映出作者确已掌握了坚实的基础理论和系统的专门知识，具有开阔的科学视野，对研究方案作了充分论证，因此，有关历史回顾和前人工作的综合评述，以及理论分析等，应单独成章，用足够的文字叙述。

综述参考文献引用测试^[1-3]

综述参考文献

- [1] Berger J O. Statistical decision theory and Bayesian analysis[M/OL]. second. New York, NY: Springer, 2010: 618. DOI: [10.1007/978-1-4757-4286-2](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4286-2).
- [2] Carpenter J, Robbett A. Game Theory and Behavior[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2022: 768.
- [3] Feynman R P. Statistical Mechanics A Set Of Lectures[M]. first. Reading, Massachusetts: W. A. Benjamin, 1972: 354.

附录 A 南通大学学位论文格式要求

研究生学位论文是研究生科学研究工作的全面总结，是描述其研究成果、代表其研究水平的重要学术文献资料，是申请和授予相应学位的基本依据。为规范我校博士、硕士学位论文形式，按照国家标准局颁布的《科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》，结合我校实际情况，特制定本要求。

A.1 学位论文字数要求

研究生学位论文一般用中文撰写(特殊专业除外)。撰写学位论文应简明、扼要，既能够全面、真实反映个人的研究工作，达到相应申请学位水平，又不能抄袭或搬用别人的研究成果或理论(正常的引用除外，但需注明出处，且引用不宜篇幅过长)。学位论文字数可由学院根据学科特点以及专业(领域)相应的全国教育指导委员会要求自行规定，但不能低于学校规定的最低标准。

学位论文字数(不包括图表)要求：

- (1) 自然科学类博士学位论文一般不少于5万字；
- (2) 自然科学类学术学位硕士学位论文一般不少于3万字，人文社科类学术学位硕士学位论文一般不少于4万字；
- (3) 专业学位硕士研究生学位论文字数要求由校专业学位研究生培养指导委员会根据各专业学位类别相应的全国教育指导委员会要求制定。

A.2 学位论文内容及编排顺序

- (1) 封面
- (2) 学位论文原创性声明及使用授权声明
- (3) 扉页
- (4) 目录
- (5) 中英文摘要
- (6) 绪论

- (7) 正文
- (8) 结论或结语
- (9) 参考文献
- (10) 文献综述
- (11) 附录
- (12) 攻读学位期间取得的成果
- (13) 致谢

如无法被上述部分囊括的，可自酌设定后，插入适当位置。

A.3 学位论文各部分格式要求

详见研究生院网站下载中心-南通大学博硕士学位论文格式模板（2024版）。

A.4 论文印刷及装订要求

(1) 论文封面采用皮纹纸，全校统一格式。同时需要调整封面颜色为：**博士学位论文的封面为深红色，学术学位硕士学位论文封面为白色，专业学位硕士论文封面为浅绿色**。

(2) 双面打印，胶装。纸张方向：纵向；除封面外，所有页面边界为，上3.8厘米，下3.8厘米，左3.2厘米，右3.2厘米；页眉2.8厘米，页脚2.6厘米。对齐方式：两端对齐；首行缩进0.92厘米或2字符；行间距：固定值20磅。打印论文装订后的尺寸为285mm×205mm(版心尺寸为240mm×150mm)。

论文无附录者无需附录部分

论文无综述者无需综述及综述参考文献

附录 B 学位论文书写注意事项及错误检查

写在前面(资料收集于互联网和部分书籍, 仅供参考)

同学们撰写学位论文时, 常常犯一些错误, 有些是格式错误, 有些是内容错误。本文列举 30 种常见的错误, 辅之以实例及修正方法。本文的正确使用方法是: 按照 30 个检查点, 逐项对照检查; 有则改之, 无则加勉。

参考资料:《科技书刊标准化 18 讲》

B.1 中文摘要

摘要内容要求在 800~1200 字。摘要是以提供文献内容梗概为目的, 不加评论和补充解释, 简明、确切地记述文献重要内容的短文。其要素一般包括: (1) 目的一—研究、研制、调查等的前提、目的和任务, 所涉及的主要范围; (2) 方法—所用的原理、理论、条件、对象、材料、工艺、结构、手段、装备、程序等; (3) 结果—实验的、研究的结果, 数据, 被确定的关系, 观察结果, 得到的效果, 性能等; (4) 结论—结果的分析、研究、比较、评价、应用, 提出的问题, 今后的课题, 假设, 启发, 建议, 预测等;

写摘要时不得简单地重复题名中已有的信息, 要排除在本学科领域中已成常识的内容, 要用第三人称的写法。应采用“对……进行了研究”、“报告了……现状”、“进行了……调查”等记述方法, 不使用“本文”、“作者”等作为主语。摘要的第一句不要与题目重复; 取消或减少背景信息, 只表示新情况、新内容; 不说空洞的词句, 如“本文所讨论的工作是对过去 xxx 的一个极大地改进”、“本工作首次实现了……”、“经检索尚未发现与本文类似的工作”等; 此外, 作者的打算及未来的计划不能纳入摘要。

在摘要的最下方另起一行, 列出 3~5 个关键词, 以关键字与课题间关联性由强到弱顺序排列, 关键词之间用逗号相隔, 结束处不用标点符号。

- 陈述贡献时, “我们”应改成“本项研究”或者“本文”。

与期刊/会议论文(paper)不同, 学位论文(thesis)是个人作品, 供学位

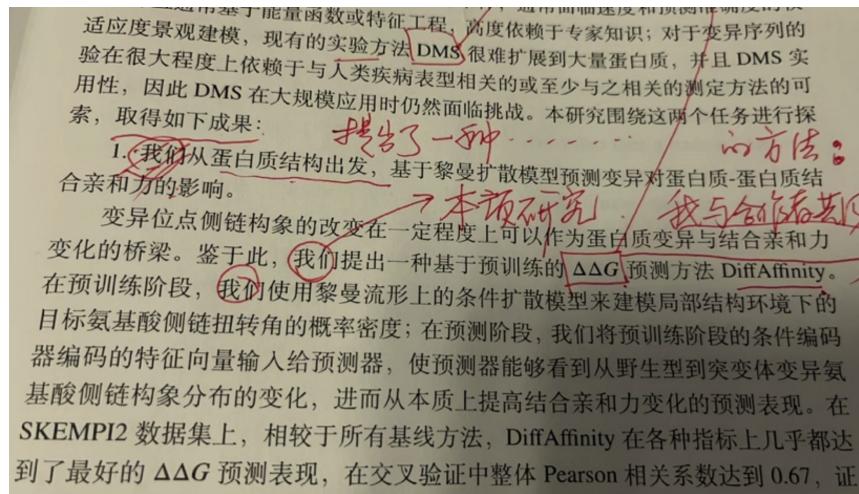


图 B-1 中文摘要错误之“我们”

评定之用，因此具有浓厚的个人色彩。为厘清其他个人或集体的贡献，学位论文中的前面都会包含一个声明，比如“学位论文系本人在导师指导下独立进行研究工作取得的成果；对本论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人或集体，均已在文中以明确方式标明或致谢。”因此，在学位论文中陈述贡献时，不能用“我们”。关于这一点，剑桥大学专门写了一句话：“For a dissertation with one author, do not use the "editorial we" in place of "I". The use of "we" by a single author is outrageously pretentious.”。

解决方法：以“本文”或“本项研究”代替“我们”；在英文中，使用“Our research shows....”或“The conclusions made from this analysis are”替代“we”。

需要注意的是，这不是说通篇不能使用“我们”—“我们”有两层含义，一是表示“作者及其合作者”，即：“With the assistance of my colleagues, I designed ...”，二是表示“作者和读者”，即：“the readers”。在采用第二个义项时，可以使用“我们”。

- 描述已完成工作时，建议采用如例B.1给出的“冒号式、分点陈述”格式，使用“提出了一种/开发了一套/构建了一个”等说法。

例 B.1. 本项研究取得了如下成果：

- (1) 提出了一种 xxxx 算法：详细陈述目标、基本思想、性能等。
- (2) 设计了一个 xxx 系统：详细陈述目标、基本思想、性能等。

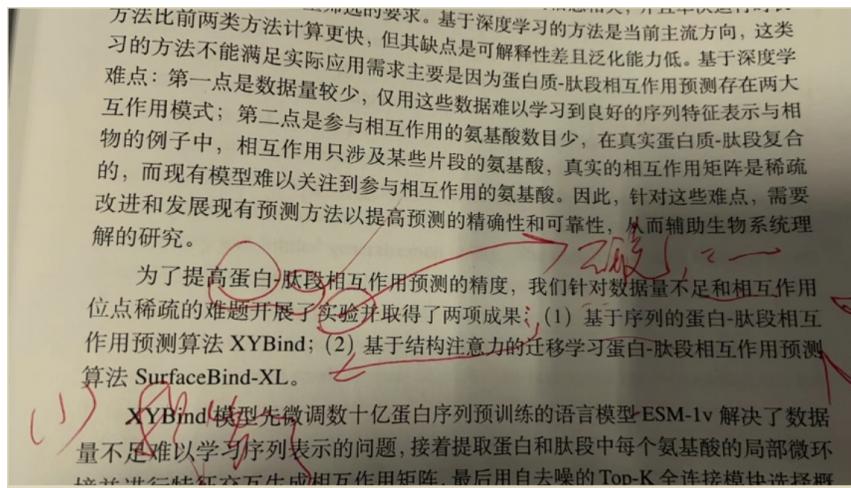


图 B-2 中文摘要错误之贡献分条列出

B.2 英文摘要

英文摘要撰写注意事项：(1) 尽量取消不必要的字句：如 “It is reported…”, “The author discusses…”, “In this paper, ”。 (3) 采用短句叙述，但要避免句形单调；目的、方法、结果用过去时态，结论用一般现在时态；可用动词的情况应尽量避免用动词的名词形式；避免使用一长串形容词或名词来修饰名词；注意冠词用法，不要误用、滥用或随便省略冠词。(4) 语言要精炼，多用简短、词义清楚、熟悉的词；避免使用文学性的描述手法撰写文摘。(5) 对已经为大众所熟悉的缩写词可直接使用，对于那些仅为同行所熟悉的缩略语，应在题目、摘要或关键词中至少出现一次全称。

- 英文摘要的题目常犯的毛病是叫 “Research on xxx”，这是中文“关于xxx的研究”的硬译，殊为不妥。哥伦比亚大学建议的规范写法是 “A study of xxxx”，或者直接陈述贡献，如 “Algorithms for xxxx”、“On the intractability of sequence assembly”。

B.3 关键词中的标点符号

- 关键词用逗号隔开；中文关键词用中文逗号分隔，英文关键词用英文逗号分隔

关键词以显著的字符另起一行并隔行排列于摘要下方，左顶格，中文关

关键词间用中文逗号隔开¹。英文关键词应与中文关键词对应，首字母应大写，用英文逗号隔开。

- (1) 关键词编写一般包括论文审读、主题分析、选词和编排。
- (2) 关键词应准确并充分揭示论文主题内容，重要的可检索内容不应遗漏。
- (3) 根据学术论文研究的深度和广度，宜选择3~5个关键词。
- (4) 学术论文应编写英文关键词。
- (5) 重点审读题名、摘要、段落标题和结论等，必要时浏览重点章节和全文。
- (6) 不应仅依据题名进行主题分析

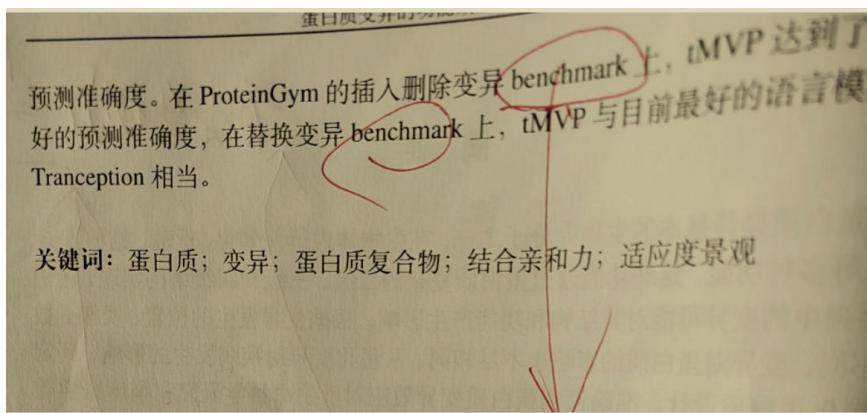


图 B-3 关键词分隔符

B.4 英文缩写

- 首次出现英文缩写时，应采用“中文名（英文全称，缩写）”的格式；另，拉丁文要用斜体。比如大肠杆菌，应该写作“*E. coli*”，中间有空格。

特殊名词或新名词应在适当位置加以说明或注解。双名法的生物学名部分均为拉丁文，并为斜体字。采用英语缩写词时，除本行业广泛应用的通用缩写词外，文中第一次出现的缩写词应该用括号注明英文原词。新的外来名词应用括号注明英语全称和缩写语。

¹不同学校规定略有不同，比如清华大学规定学位论文中的关键词采用“；”分隔

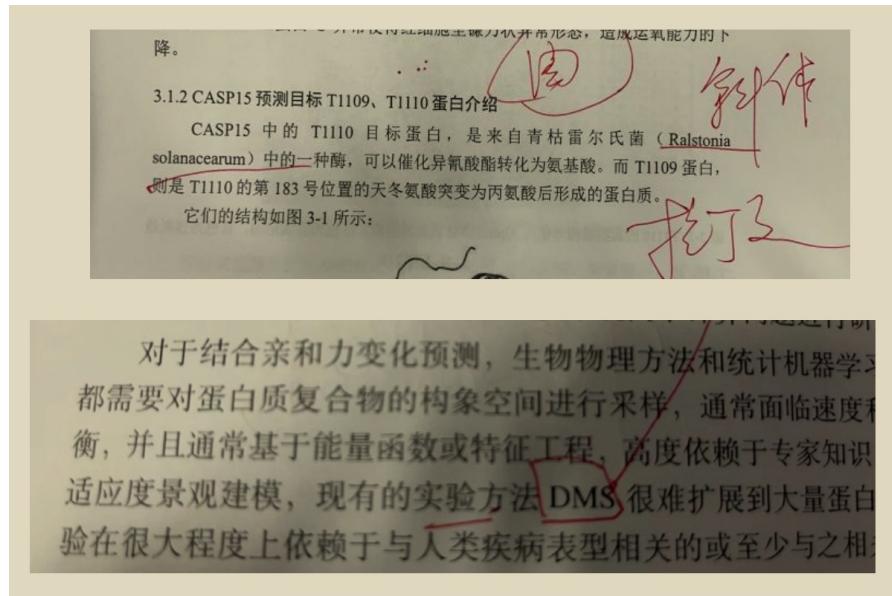


图 B-4 英文缩写格式错误

B.5 中英文混杂

- 例如下图中的 **benchmark**, 需要翻译成中文, 不可中英混杂。另, 常用的 **Transformer** 等都有规范译法。

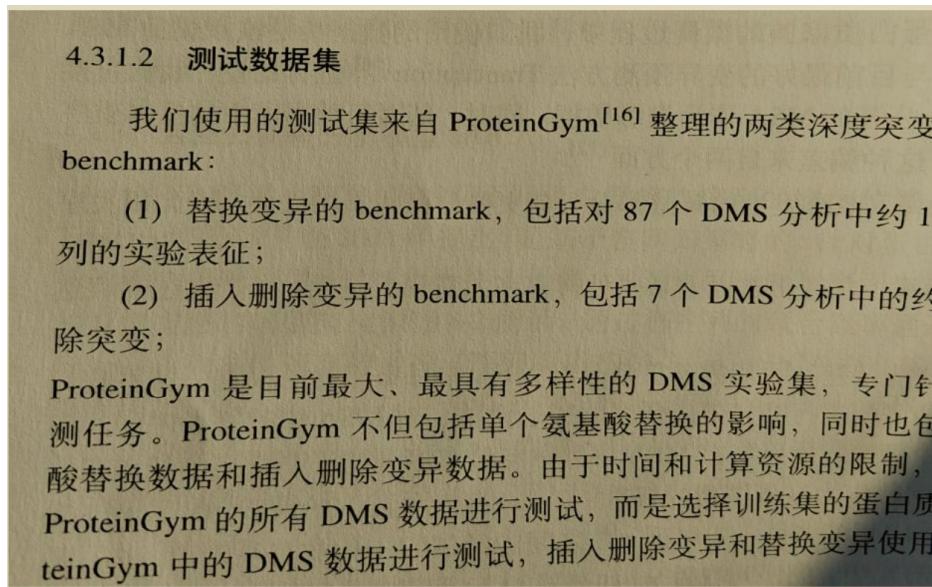


图 B-5 中英混杂错误

B.6 避免含混

不要出现易混淆词汇以及表示不明确句子。例如“序列”，讲清楚是“蛋白质序列”，不要以为读者靠上下文自然能够补足，要明确。再如“3.2.1 XYBind”中直接说XYBind，读者会很糊涂；应该在前面加上“蛋白质-肽段相互作用预测算法XYBind的整体流程”

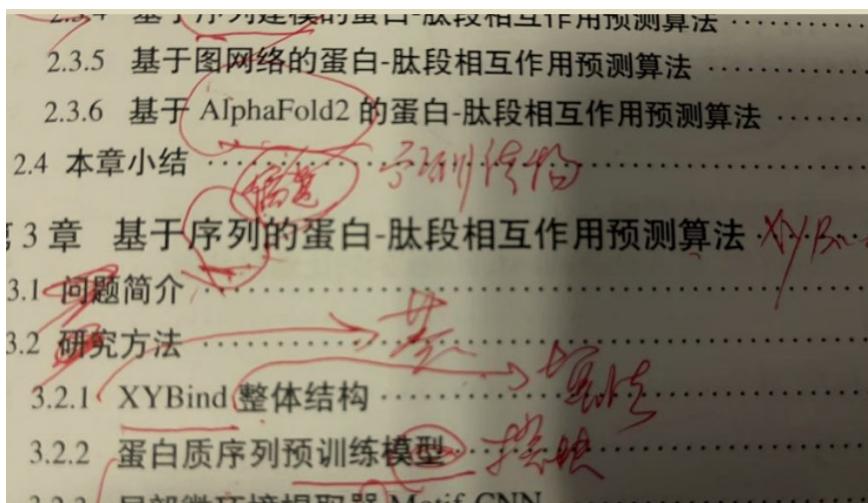


图 B-6 避免含混

B.7 公式排版

B.7.1 公式的转行

关于数学式转行，1993年以前的国家标准没有做过明确的规定，大多数科技书刊在公式转行时遵循的是约定俗成的规则，即在 $=, +, -, /, \times, \cdot$ 等记号前转，并把这类记号放在下一行行首。

新标准对转行规则做出了明确的规定：“当一个表示式或方程式需要断开、用2行或多行来表示时，最好在紧靠其中记号 $=, +, -, /, \times, \cdot, \pm$ 后断开，而在下一行开头不应重复这一记号。”

读者看到上一行末尾的减号，就知道此式没有排完，下一行是由上一行转行来的，无论公式后面加不加点号，都不会产生误解。这里的“—”号，既是运算符号，又是连式符号，跟英文单词转行时需加的连字符所起的作用相同。至于转行的式子怎么排法，是居中排，还是与第1行的式子齐头，或是

比第1行式子缩进几格；如果转行多次，转行的式子是否要左齐头排，或均居中排：新标准未作规定。这些需要编辑根据版面设计要求和实际情况做出合理安排。

B.7.2 公式的结尾

数学式是用数字、字母和符号组合起来表达特定科学内容的，与文字叙述具有同样的功能，是文章的有机组成部分。无论公式是串文排还是居中排，在公式与公式之间，文字与公式之间，都要按实际需要确定是否添加点号。公式尾部一定要加标点符号（英文）。如果公式所在的句子未结束，则使用逗号结尾，下一句不缩进；否则，以英文句号结尾，下一句要缩进。

下面的居中排公式后不应加点号：

例 B.2. ”……在比较一般的稳态黎曼时空

$$ds^2 = g_{00}dt^2 + g_{11}dx^2 + g_{22}dy^2 + g_{33}dz^2 + 2g_{03}dtdz \quad (\text{B-1})$$

中，相对于视界……”

而下面的居中排公式后就需要加点号：

例 B.3. ”……式 (XX) 可写成

$$\hat{\rho} = \frac{1}{Z} \exp(-\beta(\hat{H} - \Omega_H \hat{M})), \quad (\text{B-2})$$

式中 \hat{H} 为……”

B.7.3 公式 vs 程序

公式就是公式，不能使用 Python 代码代替！

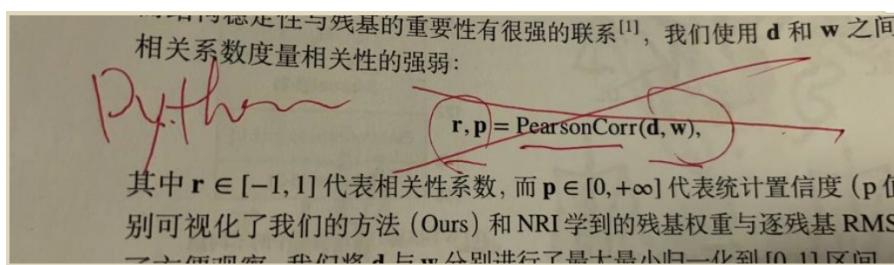


图 B-7 公式 vs 程序

B.8 表格

表格的表头要用中文，不能用英文（如“Similarity”）；数字一般情况下精确到小数点后3位，采用右对齐方式，以利于比较。

B.9 图表的标题

图表的标题要避免含混不清，不能指望读者从上下文猜测、补全出标题的含义，而应该是“含义自明的”，要突出与文章的关联；另，标题结尾不能出现标点符号。例如：图2-3的标题直接用“Social-LSTM”，比较突兀；应该前面加上短语以明示，比如改为“个体相互作用检查算法 Social-LSTM 中的社会力池化操作”，或者改成“基于……（社会力）模型……（任务）预测方法”。

各章标题中尽量不采用英文缩写词，对必须采用者，应使用本行业的通用缩写词，标题中尽量不使用标点符号。图应具有“自明性”，即只看图、图题和图注，不阅读正文，就可理解图意。每一图应有简短确切的图题，连同图序置于图下居中。

附录 C 附录功能测试

C.1 数学环境测试

公理 C-1. 这是一个公理。

定理 C-2. 这是一个定理。

引理 C-3. 这是一个引理。

推论 C-4. 这是一个推论。

断言 C-5. 这是一个断言。

命题 C-6. 这是一个命题。

证明. 这是一个证明。 □

定义 C-1. 这是一个定义。

例 C.1. 这是一个例子。

注. 这是一个注。

C.2 数学公式测试

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_S \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \phi$$

$$\mathcal{L}\{f\}(s) = \int_{0^-}^{\infty} f(t) e^{-st} \, dt, \quad \mathcal{L}'\{f\}(s) = \int_{0^-}^{\infty} f(t) e^{-st} \, dt$$

$$\mathcal{F}(f(x + x_0)) = \mathcal{F}(f(x)) e^{2\pi i \xi x_0}, \quad \mathcal{F}'(f(x + x_0)) = \mathcal{F}'(f(x)) e^{2\pi i \xi x_0}$$

C.3 测试公式编号 $\Lambda, \lambda, \theta, \bar{\Lambda}, \sqrt{S_{NN}}$

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0 \\ \frac{\partial(\rho \mathbf{V})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V} \mathbf{V}) = \nabla \cdot \boldsymbol{\sigma} \\ \frac{\partial(\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E \mathbf{V}) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{V}) \end{cases} \quad (C-1)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_S \mathbf{n} \cdot (u \mathbf{V}) \, dS = \dot{\phi} \quad (C-2)$$

$$\mathcal{L}\{f\}(s) = \int_{0^-}^{\infty} f(t) e^{-st} \, dt, \quad \mathcal{L}\{f\}(s) = \int_{0^-}^{\infty} f(t) e^{-st} \, dt$$

$$\mathcal{F}(f(x + x_0)) = \mathcal{F}(f(x)) e^{2\pi i \xi x_0}, \quad \mathcal{F}(f(x + x_0)) = \mathcal{F}(f(x)) e^{2\pi i \xi x_0}$$

在攻读博士学位期间公开发表的论文与参加的项目

A：在国内外刊物上发表的论文

- [1] Berger J O. Statistical decision theory and Bayesian analysis[M/OL]. second. New York, NY: Springer, 2010: 618. DOI: 10.1007/978-1-4757-4286-2.
- [2] Friston K. The free-energy principle: a unified brain theory?[J/OL]. Nature Reviews Neuroscience, 2010, 11(2): 127-138 [2020-11-27]. DOI: 10.1038/nrn2787.

B：在国际学术会议上发表的论文

- [1] Li J, Liu Y M, Chen H M, et al. A Pulsed Perturbation Facilitated Optical Optical Double Resonance Spectroscopy (PFOODR) Study of the High-Lying Electronic States of Na₂. 13th International Conference on Laser Spectroscopy, Hangzhou, China, June 1997. (Invited Lecture)
- [2] Li J, Liu Y M, Ma H, et al. Dissociation of the Rydberg States of CaCl Investigated by Ion-dip Spectroscopy. 8th International Symposium on Resonance Ionization Spectroscopy and Its Applications, State College, Pennsylvania, USA, June 1995 .(Poster)

C：申请及授权专利

- [1] 施金, 张威, 施敏, 陈建新, 曹青华, 秦伟, 包志华。一种用于天线的平衡式移相器, 申请号: 201710278510.9。授权时间: 2019年7月26日。
- [2] 施金, 聂怡, 张威, 徐凯, 郁梅, 张凌燕, 李宏伟。一种平衡式滤波移相器, 申请号: 2020111661075。

D：参加的项目

- [1] 南通市科技计划项目 (项目编号: GY12016023; 项目名称: 平衡式移相器设计)。主持并结题。
- [2] 江苏省高等学校自然科学研究面上项目 (项目编号: 17KJB510048; 项目名称: 具有共模抑制的差分微波移相器关键技术研究)。参与。
(可以随意添加新的条目或是结构。)

致 谢

我走了很远的路，吃了很多的苦，才将这份博士学位论文送到你的面前。二十二载求学路，一路风雨泥泞，许多不容易。如梦一场，仿佛昨天一家人才团聚过。

出生在一个小山坳里，母亲在我十二岁时离家。父亲在家的日子不多，即便在我病得不能自己去医院的时候，也仅是留下勉强够治病的钱后又走了。我十七岁时，他因交通事故离世后，我哭得稀里糊涂，因为再得重病时没有谁来管我了。同年，和我住在一起的婆婆病故，真的无能为力。她照顾我十七年，下葬时却仅是一副薄薄的棺材。另一个家庭成员是老狗小花，为父亲和婆婆守过坟，后因我进城上高中而命不知何时何处所终。如兄长般的计算机启蒙老师邱浩没能看到我的大学录取通知书，对我照顾有加的师母也在不惑之前匆匆离开人世。每次回去看他们，这一座座坟茔都提示着生命的每一分钟都弥足珍贵。

人情冷暖，生离死别，固然让人痛苦与无奈，而贫穷则可能让人失去希望。家徒四壁，在煤油灯下写作业或者读书都是晚上最开心的事。如果下雨，保留节目就是用竹笋壳塞瓦缝防漏雨。高中之前的主要经济来源是夜里抓黄鳝、周末钓鱼、养小猪崽和出租水牛。那些年里，方圆十公里的水田和小河都被我用脚测量过无数次。被狗和蛇追，半夜落水，因蓄电瓶进水而摸黑逃回家中；学费没交，黄鳝却被父亲偷卖了，然后买了肉和酒，都是难以避免的事。

人后的苦尚且还能克服，人前的尊严却无比脆弱。上课的时候，因拖欠学费而经常被老师叫出教室约谈。雨天湿漉着上课，屁股后面说不定还是泥。夏天光着脚走在滚烫的路上。冬天穿着破旧衣服打着寒颤穿过那条长长的过道领作业本。这些都可能成为压垮骆驼的最后一根稻草。如果不是考试后常能从主席台领奖金，顺便能贴一墙奖状满足最后的虚荣心，我可能早已放弃。

身处命运的漩涡，耗尽心力去争取那些可能本就是稀松平常的东西，每

次转折都显得那么身不由己。幸运的是，命运到底还有一丝怜惜，进入高中之后，学校免了全部学杂费，胡叔叔一家帮助解决了生活费。进入大学之后，计算机终于成了我一生的事业与希望，胃溃疡和胃出血也终与我作别。

从家出发坐大巴需要两个半小时才能到县城，一直盼着走出大山。从炬光乡小学、大寅镇中学、仪陇县中学、绵阳市南山中学，到重庆的西南大学，再到中科院自动化所，我也记不清有多少次因为现实的压力而觉得自己快抗不下去了。这一路，信念很简单，把书念下去，然后走出去，不枉活一世。世事难料，未来注定还会面对更为复杂的局面。但因为有了这些点点滴滴，我已经有了勇气和耐心面对任何困难和挑战。理想不伟大，只愿年过半百，归来仍是少年，希望还有机会重新认识这个世界，不辜负这一生吃过的苦。最后如果还能做出点让别人生活更美好的事，那这辈子就赚了。

此致谢仅用作测试样例，其原作者为：中国科学院自动化研究所博士研究生 黄国平

朱昌波