



中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

博士学位论文

引力波的引力透镜与近场脉冲星计时阵探测

作者姓名: 郭 潇

指导教师: 陆由俊 研究员

中国科学院国家天文台

学位类别: 理学博士

学科专业: 天体物理

培养单位: 中国科学院国家天文台

2022 年 12 月

On Lensed Gravitational Wave and Detection of Pulsar Timing
Array to Nearby Sources

A dissertation submitted to the
University of Chinese Academy of Sciences
in partial fulfillment of the requirement
for the degree of
Doctor of Philosophy
in Astrophysics

By

GUO Xiao

Supervisor: Professor LU Youjun

National Astronomic Observatories, Chinese Academy of Sciences

December, 2022

中国科学院大学 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，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明或致谢。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

作者签名：

日 期：

中国科学院大学 学位论文授权使用声明

本人完全了解并同意遵守中国科学院大学有关保存和使用学位论文的规定，即中国科学院大学有权保留送交学位论文的副本，允许该论文被查阅，可以按照学术研究公开原则和保护知识产权的原则公布该论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存、汇编本学位论文。

涉密及延迟公开的学位论文在解密或延迟期后适用本声明。

作者签名：

日 期：

导师签名：

日 期：

摘 要

中文摘要、英文摘要、目录、论文正文、参考文献、附录、致谢、攻读学位期间发表的学术论文与其他相关学术成果等均须由另页右页（奇数页）开始。

关键词：引力波，天体物理，引力透镜，脉冲星计时阵

Abstract

Chinese abstracts, English abstracts, table of contents, the main contents, references, appendix, acknowledgments, author's resume and academic papers published during the degree study and other relevant academic achievements must start with another right page (odd-numbered page)

Keywords: Gravitational Wave, Astrophysics, Gravitational Lensing, Pulsar Timing Array

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 背景	1
1.2 系统要求	1
第 2 章 LaTeX 使用说明	3
2.1 初步设置	3
2.2 文档目录简介	3
2.2.1 Thesis.tex	3
2.2.2 编译脚本	3
2.2.3 Tmp 文件夹	3
2.2.4 Style 文件夹	4
2.2.5 Tex 文件夹	4
2.2.6 Img 文件夹	4
2.2.7 Biblio 文件夹	4
2.3 功能介绍	5
2.3.1 数学公式	5
2.3.2 数学环境	5
2.3.3 图	5
2.3.4 表	9
2.3.5 参考文献引用	9
2.4 常见使用问题	10
第 3 章 中国科学院大学研究生学位论文撰写规范指导意见（节选）	11
3.1 组成及要求	11
3.1.1 封面	11
3.1.2 原创性声明及授权使用声明	12
3.1.3 摘要和关键词	12
3.1.4 目录	12
3.1.5 符号说明（若有）	13
3.1.6 正文	13
3.1.7 参考文献	13

3.1.8 附录（若有）	13
3.1.9 致谢	13
3.1.10 作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与其他相关学术成果 ..	14
3.2 撰写要求	14
3.2.1 学位论文基本要求	14
3.2.2 论文原创性要求	14
3.2.3 论文创新性要求	14
3.2.4 学位论文的字数要求	15
3.2.5 文字、标点符号和数字	15
3.2.6 论文正文	15
3.2.7 参考文献	17
3.3 排版与印刷要求	18
3.3.1 纸张与页面要求	18
3.3.2 印刷及装订要求	18
3.3.3 书脊	19
3.4 Test.....	19
3.5 Test2.....	19
参考文献	21
附录一 测试	23
附 1.1 公式测试	23
附 1.2 测试生僻字	23
附 1.3 图表测试	24
附 1.3.1 图测试	24
附 1.3.2 表测试	24
附录二 凑数用的	27
附 2.1 测试二	27
致谢	29
作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与其他相关学术成果 ..	31

图目录

图 2-1 样图，此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此 处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一 段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文 字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该 有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长 的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处 应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段 长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字 此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有 一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的 文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应 该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长 长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此 处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一 段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文 字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该 有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长 的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处 应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段 长长的文字此处应该有一段长长的文字.....	6
--	---

图 2-2 样图，此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此
处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一
段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文
字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该
有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长
的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处
应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段
长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字
此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一
段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文
字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该
有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长
的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处
应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段
长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字
此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一
段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文
字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该
有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长
的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处
应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段
长长的文字此处应该有一段长长的文字……

7

图 2-3 样图，此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此 处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一 段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文 字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该 有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长 的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处 应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段 长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字 此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一 段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文 字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该 有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长 的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处 应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段 长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字 此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一 段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文 字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该 有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长 的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处 应该有一段长长的文字此处应该有一段长长的文字此处应该有一段 长长的文字此处应该有一段长长的文字.....	8
图 2-4 自动裁切测试	8
图 2-5 多子图测试	9
附图 1-1 多子图测试	25

表目录

表 1-1 支持的 LaTeX 编译系统和编辑器	1
--------------------------------	---

表 2-1 这是一个样表	9
表 3-1 排版和印刷要求, 我希望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长 一些好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我 希望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一 些好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希 望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一些 好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希望 这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一些好 测试各种 bug 我希望这个 caption 要长一些好测试各种 bug 我希望这 个 caption 要长一些好测试各种 bug	18
附表 1-1 这是一个样表	24

符号列表

字符

Symbol	Description	Unit
R	the gas constant	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
C_v	specific heat capacity at constant volume	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
C_p	specific heat capacity at constant pressure	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
E	specific total energy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
e	specific internal energy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
h_T	specific total enthalpy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
h	specific enthalpy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
k	thermal conductivity	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
S_{ij}	deviatoric stress tensor	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
τ_{ij}	viscous stress tensor	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
δ_{ij}	Kronecker tensor	1
I_{ij}	identity tensor	1

算子

Symbol	Description
Δ	difference
∇	gradient operator
δ^\pm	upwind-biased interpolation scheme

缩写

CMB	Cosmic microwave background
DP	Detection Probability
EOS	Equation of State
FAP	False Alarm Probability
GR	General Relativity
GW	Gravitational Wave
LLR	log-likelihood ratio
MF	matched filtering

PSD	Power Spectral Density
PTA	Pulsar Timing Array
SNR	Signal-to-noise ratio

第 1 章 绪论

1.1 背景

2022 年修订的《中国科学院大学研究生学位论文撰写规范和指导意见》（以下简称《指导意见》）从 2023 年冬季批次开始实施。为方便各位同学使用，特提供此模板。

您在使用此模板进行学位论文撰写时，只需根据《指导意见》在相应章节填写具体内容即可。

本模板在第 2 章提供了本模板的使用说明，在第 3 章中提供了《指导意见》中关于内容和格式的部分要求，请仔细阅读。

1.2 系统要求

`ucasthesis` 宏包可以在目前主流的 [LaTeX](#) 编译系统中使用，如 [TeXLive](#) 和 [MiKTeX](#)。因 [CTex](#) 套装已停止维护，**不再建议使用**（请勿混淆 [CTex](#) 套装与 `ctex` 宏包。[CTex](#) 套装是集成了许多 [LaTeX](#) 组件的 [LaTeX](#) 编译系统。`ctex` 宏包如同 `ucasthesis`，是 [LaTeX](#) 命令集，其维护状态活跃，并被主流的 [LaTeX](#) 编译系统默认集成，是几乎所有 [LaTeX](#) 中文文档的核心架构）。推荐的 [LaTeX](#) 编译系统和 [LaTeX](#) 文本编辑器为 [LaTeX](#) 编译系统见表~表 1-1。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**。

使用 [overleaf](#) 在线编辑是一种简单有效的方法，对于绝大多数初学者来说，我们推荐使用这种无需进行系统配置的方式。在操作时，只需将压缩包上传至网站即可，无需在本地配置环境，同时支持多人，多地撰写论文。

本模板兼容操作系统：[Windows](#)、[Linux](#)、[MacOS](#)、[Overleaf](#) 在线编辑器，支持多种 [LaTeX](#) 编译引擎（[pdfLaTeX](#)、[xeLaTeX](#)、[luaLaTeX](#)）。

$$x_1 \tag{1-1}$$

表 1-1 支持的 [LaTeX](#) 编译系统和编辑器

操作系统	LaTeX 编译系统	LaTeX 文本编辑器
Windows	TeXLive Full 或 MiKTeX	Texmaker
Linux	TeXLive Full	Texmaker 或 Vim
MacOS	MacTex Full	Texmaker 或 Texshop
Overleaf	XeLaTeX + TeXLive2021	Overleaf

$$x_2$$

(1-2)

第 2 章 LaTeX 使用说明

为方便使用及更好地展示 LaTeX 排版的优秀特性，ucasthesis 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和封装。

2.1 初步设置

1. 使用 overleaf: 打开并注册[overleaf](#)。
 2. 将整个文件夹上传至 overleaf 项目。
 3. 右键菜单，设置编译器为 XeLaTeX，选择 TexLive 2021
 4. 点击编译，即可预览 PDF 文件
- 编译完成即可获得本 PDF 说明文档。

2.2 文档目录简介

2.2.1 Thesis.tex

Thesis.tex 为主文档，其设计和规划了论文的整体框架，通过对其的阅读可以了解整个论文框架的搭建。

2.2.2 编译脚本

为方便本地编译，提供 bat 脚本和.sh 脚本分别用于 windows 环境和 unix 环境。

- Windows: 双击 Dos 脚本 artratex.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
 - ./artratex.sh xa: 获得全编译后的 PDF 文档
 - ./artratex.sh x: 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 LaTeX 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。

2.2.4 Style 文件夹

包含 ucasthesis 文档类的定义文件和配置文件，通过对它们的修改可以实现特定的模版设定。

1. ucasthesis.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. ucasthesis.cfg: 文档类配置文件，设定如目录显示为“目录”而非“目录”。
3. artratex.sty: 常用宏包及文档设定，如参考文献样式、文献引用样式、页眉页脚设定等。这些功能具有开关选项，常只需在 Thesis.tex 中进行启用即可，一般无需修改 artratex.sty 本身。
4. artracom.sty: 自定义命令以及添加宏包的推荐放置位置。

2.2.5 Tex 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 ucasthesis 撰写学位论文时，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，详细分类介绍如下：

- Frontinfo.tex: 为论文中英文封面信息。论文封面会根据英文学位名称如 Master, Doctor 自动切换为相应的格式。
- Frontmatter.tex: 为论文前言内容如中英文摘要等。
- Mainmatter.tex: 索引需要出现的 Chapter。开始写论文时，可以只索引当前章节，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。
- Chap_xxx.tex: 为论文主体的各章，可根据需要添加和撰写。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。
- Appendix.tex: 为附录内容。
- Backmatter.tex: 为发表文章信息和致谢部分等。

2.2.6 Img 文件夹

用于放置论文中所需要的图类文件，支持格式有：.jpg, .png, .pdf。其中，ucas_logo.pdf为国科大校徽。

2.2.7 Biblio 文件夹

ref.bib 用于放置论文中所需要参考文献信息。

2.3 功能介绍

2.3.1 数学公式

比如 Navier-Stokes 方程（方程 (2-1)）：

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

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

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

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

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。

2.3.2 数学环境

公理 2.1. 这是一个公理。

定理 2.2. 这是一个定理。

引理 2.3. 这是一个引理。

推论 2.4. 这是一个推论。

断言 2.5. 这是一个断言。

命题 2.6. 这是一个命题。

定义 2.1. 这是一个定义。

例 2.1. 这是一个例子。

注. 这是一个注。

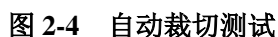
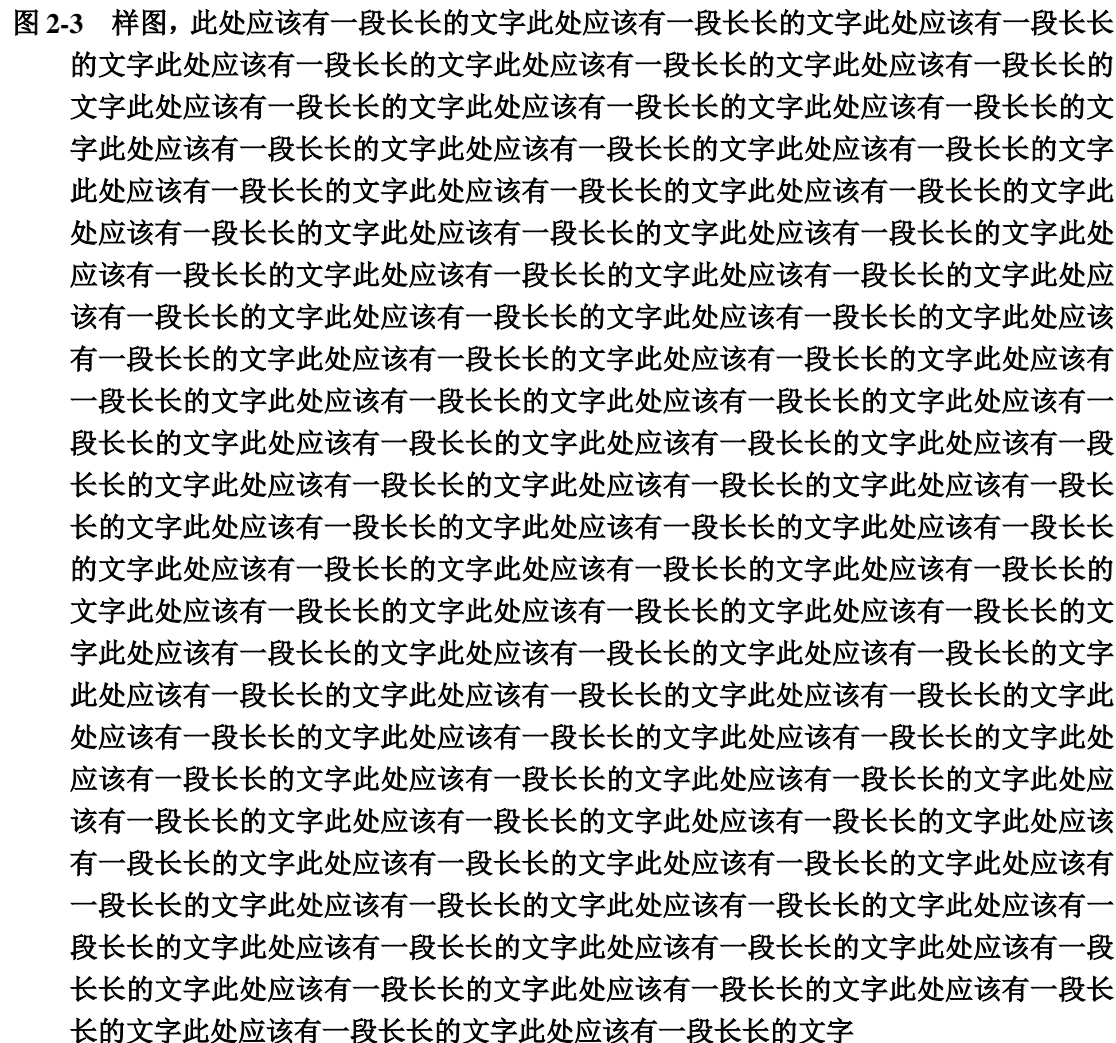
2.3.3 图

论文中图片的插入通常分为单图和多图，下面分别加以介绍：

单图插入：假设插入名为c06h06（后缀可以为.jpg、.png 和.pdf，下同）的图片，其效果如图 2-1。

如果插图的空白区域过大，以图片c06h06为例，自动裁剪如图 2-4。

多图的插入如图 2-5，多图不应在子图中给文本子标题，只要给序号，并在主标题中进行引用说明。



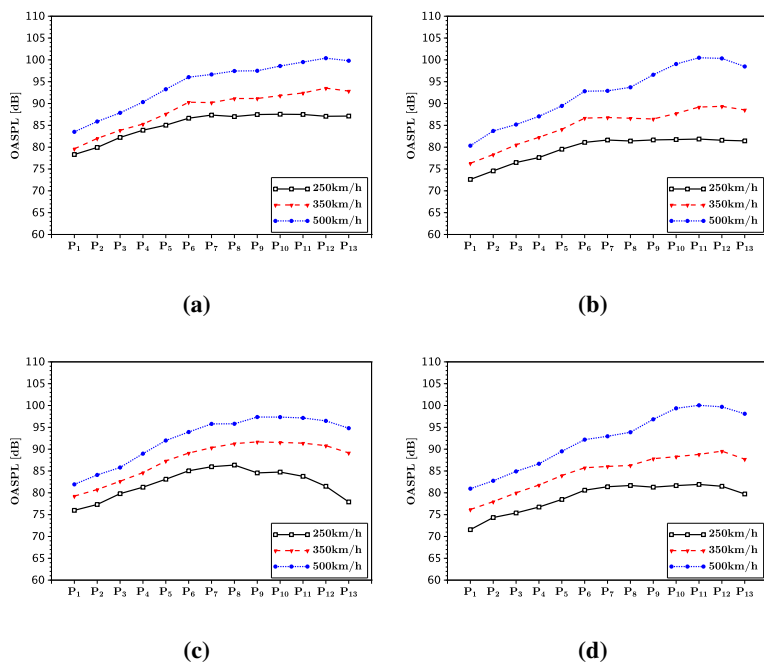


图 2-5 多子图测试

2.3.4 表

请见表 2-1。

表 2-1 这是一个样表

行号	跨多列的标题							
Row 1	1	2	3	4	5	6	7	8
Row 2	1	2	3	4	5	6	7	8
Row 3	1	2	3	4	5	6	7	8
Row 4	1	2	3	4	5	6	7	8

制图制表的更多范例，请见 [ucasthesis 知识小站](#) 和 [WiKibook Tables](#)。

2.3.5 参考文献引用

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) 将 Bib 格式的参考文献信息添加到 ref.bib 文件中（此文件位于 Biblio 文件夹下），如直接粘贴自网站，请注意修改其格式。

2) 索引第一行 `@article{lamport1986document}`, 中 `lamport1986document` 即为此文献的 label (中文文献也必须使用英文 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，`\citep{lamport1986document}`。如此处所示 `\citep{lamport1986document}`。

多文献索引用英文逗号隔开，如此处所示 `\citep{lamport1986document, chu2004tushu, chen2005zl}`。

引用中文[陈浩元 \(2005\)](#); [牛志明 等 \(2013\)](#) 与英文 ([Walls et al., 2013](#)) 测试两位作者[袁训来, 陈哲 \(2012c\)](#) 三位作者[袁训来 等 \(2012b\)](#) 四位作者[袁训来 等 \(2012a\)](#)

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 `Thesis.tex` 中对 `artratex.sty` 调用实现，详见 [ucasthesis 知识小站之文献样式](#)。

参考文献索引的更多知识，请见 [WiKibook Bibliography](#)。

2.4 常见使用问题

设置文档样式: 在 `artratex.sty` 中搜索关键字定位相应命令，然后修改

1. 正文行距：启用和设置 `\linespread{1.25}`，默认 1.25 倍行距。
2. 参考文献行距：修改 `\setlength{\bibsep}{0.0ex}`
3. 目录显示级数：修改 `\setcounter{tocdepth}{2}`
4. 文档超链接的颜色及其显示：修改 `\hypersetup`

文档内字体切换方法：

- 宋体：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`
- 粗宋体：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`
- 黑体：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`
- 粗黑体：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`
- 仿宋：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`
- 粗仿宋：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`
- 楷体：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`
- 粗楷体：国科大论文模板 `ucasthesis` 或 国科大论文模板 `ucasthesis`

第3章 中国科学院大学研究生学位论文撰写规范指导意见（节选）

学位论文是研究生在掌握已有的科学知识的基础上，运用科学思维和一定的科学方法、技术与工具，面向特定的科学领域所存在的科学问题，开展创新性研究而产生的科学研究成果。

学位论文是研究生科研工作成果的集中体现，是评判学位申请者学术水平、授予其学位的主要依据，是科研领域重要的文献资料。撰写学位论文是对研究生科学研究能力的基本训练，是研究生学业与研究成效的基本检验，也是科研与创新能力的重要体现。

为提高研究生学位论文的撰写质量，促进学位论文在内容和格式上的规范化，参照《学位论文编写规则》（GB/T 7713.1—2006）、《信息与文献参考文献著录规则》（GB/T 7714—2015）和《学术出版规范期刊学术不端行为界定》（CY/T 174—2019）等国家有关标准，特制定本指导意见（2021年修订）。各学科群学位评定分委员会（以下简称各学科群分会）可结合本学科领域的特点，参考本指导意见，制订符合本学科领域特点与要求的学位论文撰写具体要求。

本指导意见从2023年冬季批次开始实施。

3.1 组成及要求

学位论文一般由以下几个部分组成：封面、原创性声明及授权使用声明、摘要、目录、符号说明（若有）、正文、参考文献、附录（若有）、致谢、作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与其他相关学术成果等。

3.1.1 封面

一律采用中国科学院大学规定的统一中英文封面，封面包含内容如下：

1. 密级，涉密或延迟公开论文必须在论文封面标注密级，同时注明保密年限。公开论文不标注密级，可删除此行。
2. 论文题目，应简明扼要地概括和反映整个论文的核心内容，一般不宜超过25个汉字（符），英文题目一般不应超过150个字母，必要时可加副标题。题目中应尽量避免使用缩略词、首字母缩写词、字符、代号和公式等。
3. 作者姓名，根据《中国人名汉语拼音字母拼写规则》（GB/T 28039—2011），英文封面中的姓和名分写，姓在前，名在后，姓名之间用空格分开。姓和名需写全拼，姓全大写，名首字母大写。外国留学生姓名书写顺序以护照格式为准，字母全部大写。
4. 指导教师，需同时填写导师姓名、专业技术职务和工作单位。如果有多位导师（均需经培养单位批准，并在学籍系统备案），第一导师在前，第二导师等依次在后。学位论文在指导小组的指导下完成的，应注明指导小组成员相应信

息。

5. 学位类别，包括学科门类（学术型）或专业学位类别以及学位级别。学科门类如理学、医学等，专业学位类别如应用统计、工商管理等。学位级别包括硕士、博士。

6. 学科专业，填写攻读学位的一级学科/二级学科或专业学位类别/领域全称，须与学籍信息一致，不可用简写。

7. 培养单位，填写就读研究所或学院、系全称，如中国科学院 xx 研究所、中国科学院大学 xx 学院。

8. 时间，填写论文提交学位授予单位的年月，使用阿拉伯数字标注。一般夏季申请学位的论文标注 6 月，冬季申请学位的论文标注 12 月。例如：2023 年 6 月，2023 年 12 月。

3.1.2 原创性声明及授权使用声明

本部分内容提供统一的模版，提交时作者和导师须亲笔签名。如遇导师无法签字时，培养单位应做出适当处理。

3.1.3 摘要和关键词

论文摘要包括中文摘要和英文摘要（Abstract）两部分。论文摘要应概括地反映出本论文的主要内容，说明本论文的主要研究目的、内容、方法、结论。要突出本论文的创造性成果或新见解，不宜使用公式、图表、表格或其他插图材料，不标注引用文献。中文摘要的字数由各学科群分会根据本分会涉及学科专业的特点提出具体要求。英文摘要与中文摘要内容应保持一致。留学生用其他语种撰写学位论文时，应有详细的中文摘要，字数由各学科群分会具体制定，建议一般不少于 5000 字。

摘要最后注明本文的关键词（3~5 个）。关键词是为了文献标引和检索工作，从论文中选取出来，用以表示全文主题内容信息的单词或术语。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，中文关键词间用中文逗号隔开。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。

摘要应另起一页，与正文前的内容连续编页（用罗马字符）。

3.1.4 目录

目录应包括论文正文中的全部内容的标题，以及参考文献、附录（若有）和致谢等，不包括中英文摘要。目录页由论文的章、条、附录等序号、名称和页码组成。正文章节题名要求最多编到第三级标题，即 x.x.x（如 1.1.1）。一级标题顶格书写，二级标题缩进一个汉字符位置，三级标题缩进两个汉字符位置。论文中若有图表，应有图表目录，置于目录页之后，另页编排。图表目录应有序号、图题或表题和页码。

目录应另起一页，与正文前的内容连续编页（用罗马字符）。

3.1.5 符号说明（若有）

如果论文中使用了大量的物理量符号、标志、缩略词、专门计量单位、自定义名词和术语等，应编写成注释说明汇集表。若上述符号等使用数量不多，可以不设此部分，但必须在论文中首次出现时加以说明。论文中若有符号说明，应置于目录之后、正文之前，另起一页，与正文前的内容连续编页（用罗马字符）。

3.1.6 正文

正文一般包括绪论、论文主体、研究结论与展望等部分。

1. 绪论应包括选题的背景和意义，国内外相关研究成果与进展述评，本论文所要解决的科学与技术问题、所运用的主要理论和方法、基本思路和论文结构等。绪论应独立成章，用足够的文字叙述，不与摘要雷同。要实事求是，不夸大也不弱化前人的工作和自己的工作。

2. 论文主体是正文的核心部分，占主要篇幅，它是将学习和研究过程中调查、观察和测试所获得的材料和数据，经过思考判断、加工整理和分析研究，进而形成论点。依据学科专业及具体选题，论文主体可以有不同的表现形式，可以按照章与节的结构表述，也可以按照“研究背景与意义—研究方法与过程—研究结果与讨论”的表述形式组织论文。但主体内容必须实事求是，客观诚实，准确完备，合乎逻辑，层次分明，简明可读。

3. 研究结论是对整个论文主要成果的总结，不是正文中各章小结的简单重复，应准确、完整、明确、精炼。应明确凝练出本研究的主要创新点，对论文的学术价值和应用价值等加以分析和评价，说明本项研究的局限性或研究中尚难解决的问题，并提出今后进一步在本研究方向进行研究工作设想或建议。结论部分应严格区分本人研究成果与他人科研成果的界限。

3.1.7 参考文献

本着严谨求实的科学态度撰写论文，凡学位论文中有引用或参考、借鉴他人思想或成果之处，均应按一定的引用规范，列于文末（通篇正文之后），参考文献部分应与正文的文献引用一一对应，注重合理引用，严禁抄袭剽窃等学术不端行为。

3.1.8 附录（若有）

主要列入正文内过分冗长的公式推导、供查读方便所需的辅助性数学工具或表格、数据图表、程序全文及说明、调查问卷、实验说明等。

3.1.9 致谢

对给予各类资助、指导和协助完成研究工作，以及提供各种对论文工作有利条件的单位及个人表示感谢。致谢应实事求是，切忌浮夸与庸俗之词。致谢末尾应具日期，日期与论文封面一致。

3.1.10 作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与其他相关学术成果

作者简历应包括从大学起到申请学位时的个人学习工作经历。按学术论文发表的时间顺序,列出作者本人在攻读学位期间发表或已录用的学术论文清单(著录格式同参考文献)。其他相关学术成果可以是申请的专利、获得的奖项及完成的项目等代表本人学术成就的各类成果。

3.2 撰写要求

3.2.1 学位论文基本要求

学位论文必须是一篇系统的、完整的学术论文,遵循既定的学术规范与要求,不仅要符合学位论文的形式规范,更要符合学位论文的质量规范。做到:学术观点明确,立论正确,方法科学,材料翔实,数据可靠,推理严谨,论证充分,引用规范,结构合理,层次分明,文字通顺,表达准确,学风严谨。研究成果体现作者独到的学术见解、科学论证与创新性结论,表明作者掌握了坚实的基础理论和系统的专门知识,具有独立地从事科学研究的能力。

硕士学位论文选题应为本学科重要领域,有一定的理论意义或应用价值;在理论或方法上有一定的创新,解决了科学或生产实践中某一项重要的问题,取得重要的研究成果,具有较好的社会效益或应用前景。

博士学位论文选题应为本学科前沿领域,有重要的理论意义或应用价值;在理论或方法上有较大的创新,解决了科学或生产实践中某一项重大的问题,取得突破性的研究成果,具有重要的社会效益或应用前景。

3.2.2 论文原创性要求

学位论文应为学位申请者在导师的指导下独立完成的科学研究成果,为作者本人的原创性成果,系研究生经过多年的专业学习和科学研究,运用科学思维、科学方法或工具,探索科学领域中的某一科学问题,提出问题,分析问题,解决问题。学位论文中要有清晰完整的文献综述,但不能以文献综述来代替学位论文。论文引用规范合理,没有伪造、篡改、剽窃、他人代写、论文买卖及其它学术不端行为。

3.2.3 论文创新性要求

学位论文的研究既包括创造知识,即创新、发现和发明,是对未知世界及其规律的探索,也包括整理知识,即对已有知识分析整理,使其规范化、系统化,是对已有知识的传承。创新活动,贯穿了学位论文研究与写作的全过程,如提出新的学术思想、科学概念、假说、学说、定理、定律,设计新的观察方法和实验手段,建立新的科学模型,研制出新的产品,设计出新的工艺流程,发现新的物种等。学位论文的价值在于探索未知,发现科学发展中的规律与特征。学位论文要体现其应有的严谨性与探索性,在原创性的基础上实现对已有知识的超越、突

破或颠覆，发现前所未有的科学问题，提出前所未有的分析论证，得出前所未有的科学结论。

3.2.4 学位论文的字数要求

学位论文最重要的意义在于其学术研究的创新性，应将学位论文的质量水平作为主要考量，不以字数多少作为特别要求，但各学科群分会可根据本领域涉及的学科专业特点做相应规定。

3.2.5 文字、标点符号和数字

除外国来华留学生、外语专业研究生以及特殊需要外，学位论文一律用国家正式公布实施的简化汉字书写。标点符号的用法以《标点符号用法》（GB/T 15834—2011）为准。数字用法以《出版物上数字用法》（GB/T 15835—2011）为准。

外国来华留学生可用中文或英文撰写学位论文，但应有详细的中英文摘要。外语专业的学位论文应用所学专业相应的语言撰写，摘要应使用中文和所学专业相应的语言对照撰写。

为了便于国际合作与交流，中文学位论文亦可有英文或其他文字的副本。

3.2.6 论文正文

3.2.6.1 章节和各章标题

论文正文须由另页右页（奇数页）开始，用阿拉伯数字连续编码，一直到全文最后。正文内部新章节无须另页右页（奇数页）开始。论文可参考“绪论-研究背景与意义-研究方法过程-研究结果与讨论-研究结论与展望”的结构形式撰写，各主体研究内容可分别单独成为章节并作为章节标题使用。

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。

3.2.6.2 序号

标题序号

论文标题分层设序。层次以少为宜，根据实际需要选择。各层次标题一律用阿拉伯数字连续编号。以三级标题为宜，最多四级。若确需要再增加一级，以小括号形式表示；不同层次的数字之间用小圆点“.”相隔，末位数字后面不加点号，如“1.1”，“1.1.1”等；章的标题居中排版，各层次的序号均左起顶格排，序号与题名间空一个汉字符。

图表等编号

论文中的图、表、附注、公式、算式等，一律用阿拉伯数字分章依序连续编码。其标注形式应便于互相区别，如：图 1-1（第 1 章第一个图）、图 2-2（第 2

章第二个图)；表 3-2 (第 3 章第二个表) 等。附录的图表参考正文的编号方式，如附图 1-1 或附表 1-1。

页码

正文页码从绪论开始按阿拉伯数字 (1, 2, 3……) 连续编排，页码应位居左页左下角、右页右下角；正文前的部分 (中英文摘要、目录等) 用大写罗马数字 (I, II, III……) 单独编排，页码位于页面下方居中。

3.2.6.3 页眉

页眉从摘要开始，奇数页上标明“摘要”、“Abstract”、“目录”、“图表目录”等，偶数页上标明论文题目 (英文摘要标明英文题目)。正文 (即第 1 章开始到最后一章) 的页眉，奇数页上标明每一章名称，偶数页上标明论文题目。参考文献、附录、致谢等的页眉，奇数页标明“参考文献”、“附录”、“致谢”等，偶数页标明论文题目。页眉居中设置。

3.2.6.4 名词和术语

科技名词术语及设备、元件的名称，应采用全国科学技术名词审定委员会公布的权威标准或其他相关权威信息源规定的术语或名称。标准中未规定的术语要采用行业通用术语或名称。全文名词术语必须统一。一些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。

3.2.6.5 量和单位

量和单位要严格执行《国际单位制及其应用》(GB 3100-93)、《有关量、单位和符号的一般原则》(GB3101—93) 有关量和单位的规定。量的符号一般为单个拉丁字母或希腊字母，并一律采用斜体 (pH 例外)。

3.2.6.6 图和表

论文中若有图和表，应设置图表目录，先列图后列表，置于目录页后，另页编排。

(1) 图

图片大小适当，图边界在页面范围内 (图边界离页面边界距离大于页边距)。若图片中包含文字，文字大小不超过正文文字大小。图包括曲线图、构造图、示意图、框图、流程图、记录图、地图、照片等，宜插入正文适当位置。引用的图必须注明来源。具体要求如下

- 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。

● 图中的符号标记、代码及实验条件等，可用最简练的文字横排于图框内或图框外的某一部位作为图注说明，全文统一。图题建议用中文及英文两种文字表达。

● 照片图要求主要显示部分的轮廓鲜明，便于制版，如用放大、缩小的复制品，必须清晰，反差适中，照片上应有表示目的物尺寸的标尺。

● 图片一般设为高 6cm× 宽 8cm，但高、宽也可根据图片量及排版需要按比例缩放。中文（宋体）英文（Times New Roman）图注为五号字，1.25 倍行距。

● 文中尽量不用世界地图、全国地图！如果一定要用，凡涉国界图件（国内部分地区、全国、世界部分地区、全球）必须使用自然资源部标准地图底图（下载网址：<http://bzdt.ch.mnr.gov.cn>），所用底图边界要完全无修改（包括南海诸岛位置），为适应排版时图的缩放，比例尺一律用线段比例尺，而不用数字比例尺。并在图题下注明“注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2021)×××× 号的标准地图制作，底图边界无修改。”

(2) 表

表的编排一般是内容和测试项目由左至右横读，数据依序竖排，应有自明性，引用的表必须注明来源。具体要求如下：

● 每一表应有简短确切的题名，连同表序置于表上居中。必要时，应将表中的符号、标记、代码及需说明的事项，以最简练的文字横排于表下作为表注。表题建议用中文及英文两种文字表达。

● 表内同一栏数字必须上下对齐。表内不应用“同上”、“同左”等类似词及“”符号，一律填入具体数字或文字，表内“空白”代表无此项，“—”或“…”（因“—”可能与代表阴性反应相混）代表未发现，“0”该表实测结果为零。表内未测出值可以用“N.D.”表示。

● 表格尽量用“三线表”，避免出现竖线，避免使用过大的表格，确有必要时可采用卧排表，正确方位应为“顶左底右”，即表顶朝左，表底朝右。表格太大需要转页时，需要在续表表头上方注明“续表”，表头也应重复排出。

● 中文（宋体）英文（Times New Roman）表注为五号字，1.25 倍行距。

3.2.6.7 表达式

论文中的表达式需另行起，原则上应居中。若有两个以上的表达式，应从“1”开始的阿拉伯数字进行编号，并将编号置于括号内。编号采用右端对齐。表达式较多时可分章编号。

较长的表达式如必须转行，只能在 +, -, ×, ÷, <, > 等运算符之后转行，序号编于最后一行右顶格。

3.2.7 参考文献

参考文献格式规范参照《信息与文献参考文献著录规则》（GB/T 7714—2015），或可参照国际刊物通行的参考文献格式。各学科群分会可根据本学科的

谢、作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与其他相关学术成果等，均须由另页右页（奇数页）开始。论文必须用线装或热胶装订，不使用钉子装订。封面用纸一般为 150 克花纹纸（需保证论文封面印刷质量，字迹清晰、不脱落），博士学位论文封面颜色为红色，硕士学位论文封面颜色为蓝色。

3.3.3 书脊

学位论文的书脊用黑体，英文和阿拉伯数字用 Times New Roman 体，字号一般为小四号，可根据论文厚度适当调整。上方写论文题目，中间写作者姓名，下方写“中国科学院大学”，距上下边界均为 3cm 左右。

3.4 Test

x_1

(3-1)

x_2

(3-2)

3.5 Test2

x_1

(3-3)

x_2

(3-4)

参考文献

- 陈浩元. 2005. 著录文后参考文献的规则及注意事项[J]. 编辑学报, 17(6): 413-415.
- 陈晋镡, 张惠民, 朱士兴, 等. 1980. 蓟县震旦亚界研究[M]//中国地质科学院天津地质矿产研究所. 中国震旦亚界. 天津: 天津科学技术出版社: 56-114.
- 初景利. 2004. 图书馆数字参考咨询服务研究[M]. 北京: 北京图书馆出版社.
- 哈里森·沃尔德伦. 2012. 经济数学与金融数学[M]. 谢远涛, 译. 北京: 中国人民大学出版社: 235-236.
- 牛志明, 斯温兰德 & 雷光春. 2013. 综合湿地管理国际研讨会论文集[C]. 北京: 海洋出版社.
- 袁训来, 陈哲, 肖书海, 等. 2012a. 蓝田生物群: 一个认识多细胞生物起源和早期演化的新窗口 – 篇一[J]. 科学通报, 57(34): 3219.
- 袁训来, 陈哲 & 肖书海. 2012b. 蓝田生物群: 一个认识多细胞生物起源和早期演化的新窗口 – 篇二[J]. 科学通报, 57(34): 3219.
- 袁训来 & 陈哲. 2012c. 蓝田生物群: 一个认识多细胞生物起源和早期演化的新窗口 – 篇三[J]. 科学通报, 57(34): 3219.
- ボハнде. 1928. 過去及び現在に於ける英国と会[J]. 日本時報, 17: 5-9.
- Betts L R & Taylor C P. 2005. Aging reduces center-surround antagonism in visual motion processing[J]. Neuron, 45(3): 361-366.
- Bravo H & Olavarria J. 1990. Comparative study of visual inter and intrahemispheric cortico-cortical connections in five native chilean rodents[J]. Anatomy and embryology, 181(1): 67-73.
- KAGRA Collaboration, LIGO Scientific Collaboration & VIRGO Collaboration. 2020. [Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with Advanced LIGO, Advanced Virgo and KAGRA](#)[J]. Living Reviews in Relativity, 23(1): 3.
- Lamport L. 1986. Document preparation system[M]. Addison-Wesley Reading, MA.
- Stamerjohanns H, Ginev D, David C, et al. 2009. MathML-aware article conversion from LaTeX [J]. Towards a Digital Mathematics Library, 16(2): 109-120.
- Walls S C, Barichivich W J & Brown M E. 2013. [Drought, deluge and declines: the impact of precipitation extremes on amphibians in a changing climate](#)[J]. Biology, 2(1): 399-418.
- Wikibook. 2014. <http://en.wikibooks.org/wiki/latex>[M]. On-line Resources.
- Дубровина. И. 1906. Открытое письмо Председателя Главного Совета Союза Русского Народа Санкт-Петербургскому Антонию, Первенствующему члену Священного Синода [J]. Вече: 1-3.

附 1.1 公式测试

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

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

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

$$\text{mathtext: } A, F, L, 2, 3, 5, \sigma, \text{mathnormal: } A, F, L, 2, 3, 5, \sigma, \mathrm{A}, \mathrm{F}, \mathrm{L}, 2, 3, 5, \sigma.$$
$$\textbf{A}, \textbf{F}, \textbf{L}, \textbf{2}, \textbf{3}, \textbf{5}, \sigma, \textit{A}, \textit{F}, \textit{L}, 2, 3, 5, \sigma, \textit{A}, \textit{F}, \textit{L}, 2, 3, 5, \sigma.$$
$$\text{mathtt: A, F, L, 2, 3, 5, } \sigma, \text{ mathfrak: } \mathfrak{A}, \mathfrak{F}, \mathfrak{L}, 2, 3, 5, \sigma, \text{ mathbb: } \mathbb{A}, \mathbb{F}, \mathbb{L}, 2, 3, 5, \sigma.$$

mathcal: $\mathcal{A}, \mathcal{F}, \mathcal{L}, 2, 3, 5, \sigma$, mathscr: $\mathscr{A}, \mathscr{F}, \mathscr{L}, 2, 3, 5, \sigma$, boldsymbol: $\mathbf{A}, \mathbf{F}, \mathbf{L}, 2, 3, 5, \sigma$.

vector: σ, T, a, F, n , unitvector: $\boldsymbol{\sigma}, \mathbf{T}, \mathbf{a}, \mathbf{F}, \mathbf{n}$

matrix: σ, T, a, F, n , unitmatrix: σ, T, a, F, n

tensor: σ, T, a, F, n , unittensor: σ, T, a, F, n

引用一下附录一里的公式(附 1-1)式

附 1.2 测试生僻字

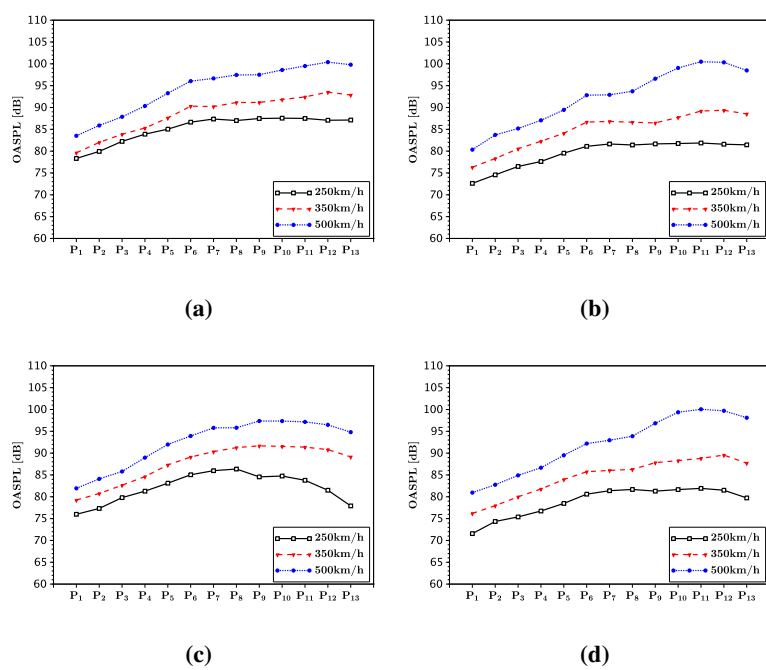
23

$$x_1 + x_2 = 1 \quad (\text{附 1-2})$$

这里见附图 1-1.

请见附表 1-1。

行号	跨多列的标题							
Row 1	1	2	3	4	5	6	7	8
Row 2	1	2	3	4	5	6	7	8
Row 3	1	2	3	4	5	6	7	8
Row 4	1	2	3	4	5	6	7	8



附图 1-1 多子图测试

附录二 凑数用的

附 2.1 测试二

致 谢

此处填写致谢。

2023 年 6 月

作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与其他相关学术成果

作者简历：

××××年××月——××××年××月，在××大学××院（系）获得学士学位。

××××年××月——××××年××月，在××大学××院（系）获得硕士学位。

××××年××月——××××年××月，在中国科学院××研究所（或中国科学院大学××院系）攻读博士/硕士学位。

工作经历：

已发表（或正式接受）的学术论文：

1. 已发表的工作 1
2. 已发表的工作 2

申请或已获得的专利：

（无专利时此项不必列出）

参加的研究项目及获奖情况：

