

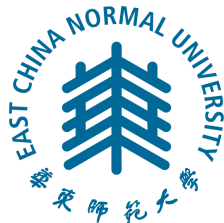
20xx 届博士专业学位研究生学位论文

分 类 号: O241.6

学校代码: 10269

密 级:

学 号: 51088888888



華東師範大學

East China Normal University

博士学位论文

DOCTORAL DISSERTATION

论文题目: 论文标题论文标题论文标题  
如果一行放不下就放两行

院 系: 数学科学学院

专业学位类别: XXXX

专业学位领域: XXXX

学 位 申 请 人: XXXX

指 导 教 师: 某某某 教授

20xx 年 4 月

Dissertation for Doctoral Degree (Professional) in 20xx

University Code: 10269

Student ID: 51088888888

# East China Normal University

**Title: Title of Thesis Title of Thesis**  
**Title Title Title of Thesis Title of**  
**Thesis Title Title Title Title Title**

Department/School: School of Mathematical Sciences  
Category: xxxx xxxx  
Field: xxxx xxxx  
Candidate: ZHANG San  
Supervisor: XXX Xxxxxxxx (Professor)

April, 20xx

## 华东师范大学学位论文原创性声明

郑重声明：本人呈交的学位论文《论文标题》，是在华东师范大学攻读硕士/博士（请勾选）学位期间，在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确说明并表示谢意。

作者签名：\_\_\_\_\_

日 期： 年 月 日

## 华东师范大学学位论文著作权使用声明

《论文标题》系本人在华东师范大学攻读学位期间在导师指导下完成的硕士/博士（请勾选）学位论文，本论文的著作权归本人所有。本人同意华东师范大学根据相关规定保留和使用此学位论文，并向主管部门和学校指定的相关机构送交学位论文的印刷版和电子版；允许学位论文进入华东师范大学图书馆及数据库被查阅、借阅；同意学校将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于（请勾选）

- ( ) 1. 经华东师范大学相关部门审查核定的“内部”或“涉密”学位论文\*，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。
- ( ) 2. 不保密，适用上述授权。

导师签名：\_\_\_\_\_

作者签名：\_\_\_\_\_

年 月 日

\* “涉密”学位论文应是已经华东师范大学学位评定委员会办公室或保密委员会审定过的学位论文（需附获批的《华东师范大学研究生申请学位论文“涉密”审批表》方为有效），未经上述部门审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。

XXXX 硕士学位论文答辩委员会成员名单

姓 名	职 称	单 位	备 注
XXX	教授	XXXXXX 大学数学科学学院	主席
XXX	教授	XXXXXX 大学数学科学学院	
XXX	教授	XXXXXX 大学数学科学学院	

## 中文摘要

这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要.

这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要, 这里是中文摘要.

**关键词:** 关键词, 关键词, 关键词

## **ABSTRACT**

Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English.  
Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English.  
Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English.

Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English.  
Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English.  
Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English. Abstract in English.

**Keywords:** key words, key words, key words

# 目 录

中文摘要	i
Abstract	ii
第一章 引言	1
1.1 问题介绍	1
1.2 研究现状	1
1.3 本文研究内容	1
第二章 预备知识	2
2.1 数学分析基础	2
2.2 概率统计基础	2
2.3 相关模型介绍	2
第三章 排版建议	3
3.1 源文件的书写	3
3.2 源文件书写建议	4
3.3 参考文献书写建议	5
第四章 常见排版技巧	7
4.1 数学公式	7
4.2 列表	8
4.3 表格与插图	9
4.4 算法伪代码	13
第五章 其他	16
5.1 常见错误处理方法	16
5.2 WinEdt 符号补全等技巧	16
5.3 常用宏包	16
参考文献	18
附录	19
作者简历及在学期间所取得的科研成果	20
致谢	21

## 插图目录

图 1.1 插图示例 . . . . .	1
----------------------	---



## 表格目录

表 4.1	表格示例: <code>booktab</code>	9
表 4.2	表格示例: <code>multirow</code>	10
表 4.3	表格缩放: <code>scalebox</code>	10
表 4.4	表格缩放: <code>resizebox</code>	10

# 第一章 引言

引言部分, 介绍论文研究课题的应用背景 (或问题来源, 发展历史), 研究意义, 现有研究成果和最新进展等. 同时也要介绍论文的研究内容和取得的创新成果, 以及论文内容安排等.

## 1.1 问题介绍

介绍论文研究的问题和研究意义等.

## 1.2 研究现状

介绍国内外研究现状, 引出自己的研究工作.

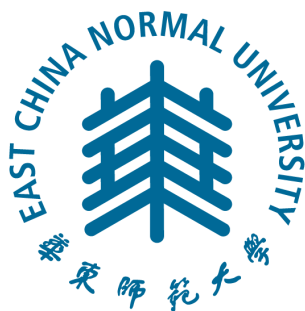


图 1.1 插图示例

需要注意的是, 通常插图的标题在图的下方.

## 1.3 本文研究内容

介绍自己的研究工作和主要贡献, 以及论文结构安排.

## 第二章 预备知识

根据正文需要, 介绍一些必要的预备知识, 包括相关概念和结论等.

### 2.1 数学分析基础

预备知识.

### 2.2 概率统计基础

预备知识.

### 2.3 相关模型介绍

预备知识.

## 第三章 排版建议

这里介绍一些用  $\text{\LaTeX}$  书写论文时的注意事项和排版建议, 仅供参考.

### 3.1 源文件的书写

- 整篇论文的标点符号要统一.
  - ▷ 数学公式和英文摘要中使用英文标点符号;
  - ▷ 中文部分可以用中文标点, 或者英文标点, 但要统一;
  - ▷ 其他符号, 如小括号  $()$ , 问号  $?$  等, 也要与中文部分的标点符号统一.
- 英文标点后面要留空格.
- 中文和英文之间, 中文与数学公式 (包括单个数学变量) 之间, 中文与参考文献、定理引理、算法、公式等的引用之间  $\rightarrow$  用空格隔开.
- 左双引号  $\rightarrow$  两个连续的“反引号”(通常位于键盘左上角).
- $\text{\code{\ldots}}$  和  $\text{\code{\cdots}}$  的使用场合, 例如:  $k = 1, 2, \dots, n$ ,  $f = 1 + 2 + \dots + n$ .
- 页面不要出现大片空白 (页面存在浮动表格或图片时, 可能会出现大段空白, 此时可以做适当调整).
- 参考文献格式要统一: 相关建议详见第 3.3 节.
- 没有被引用的公式无需编号, 没有被引用的文献不用出现在论文末尾的参考文献列表中.
- 数学函数一律用直立字体, 可以通过  $\text{\code{\DeclareMathOperator}}$  定义, 如:  
 $\text{\code{\DeclareMathOperator{\rank}{rank}}}$ ,  
 $\text{\code{\DeclareMathOperator{\diag}{diag}}}$ .  
如果只是临时使用, 也可以用  $\text{\code{\operatorname}}$  命令, 如  
 $\text{\code{\operatorname{span}}\{\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2\}}$

#### 常见排版问题

- 遗漏行间数学公式后面的标点符号.
- 数学函数名, 如  $\sin, \log, \max$  等, 没有用直立字体 (函数对应的命令).
- 中文与参考文献的引用之间, 中文与数学公式的引用之间, 没有留空格.

- 左双引号.

### 3.2 源文件书写建议

- 各种环境的开始 `\begin{...}` 和结束 `\end{...}` → 独占一行.
- 自然分段 → 建议使用一个空行, 增加源文件可读性.
- 自然分行, 慎用强制换行符 “`\\`”.

如果由于内容超越了右边界而只能通过手工换行时, 建议使用 `\linebreak`, 可以避免出现右边空白 (类似 Word 中两边对齐效果)

- **源文件一行不要太长, 特别地, 不要一整段都写在一行上**, 建议在适当的地方换行, 增强源文件的可读性, 也便于查找错误.
- **如果数学公式太长 (源代码, 不是指公式本身), 建议在适当的地方换行.**
- 多行数学公式: 建议使用 `align` (带编号) 或 `align*` (不带编号). 另外, 建议源文件也尽量对齐.

$$f(x, y) = (x + y)^2 \quad (3.1)$$

$$= x^2 + 2xy + y^2. \quad (3.2)$$

源代码如下所示:

```
\begin{align}
f(x,y) &= (x+y)^2 \label{eq:fx-y-align-a} \\
&= x^2 + 2xy + y^2. \label{eq:fx-y-align-b}
\end{align}
```

- 多行数学公式: 每行都居中对齐, 可用 `gather` 或 `gather*` 环境.

$$f(x, y) = (x + y)^2 \quad (3.3)$$

$$g(x, y) = x^2 + 2xy + y^2. \quad (3.4)$$

- 多行数学公式: 整体一个编号, 可以使用 `align + \notag`

$$\begin{aligned} f(x, y) &= (x + y)^2 \\ &= x^2 + 2xy + y^2. \end{aligned} \quad (3.5)$$

```
\begin{align}
f(x,y) &= (x+y)^2 \notag \\
&= x^2 + 2xy + y^2. \label{eq:fx-y-align-c}
\end{align}
```

或 `equation + aligned` (公式编号垂向位置居中)

$$\begin{aligned} f(x, y) &= (x + y)^2 \\ &= x^2 + 2xy + y^2. \end{aligned} \tag{3.6}$$

```
\begin{equation} \label{eq:fx-y-aligned}
\begin{aligned}
f(x,y) &= (x+y)^2 \\
&= x^2 + 2xy + y^2.
\end{aligned}
\end{equation}
```



多行数学公式不建议用 `eqnarray`.

- 数学公式的引用: 建议使用 `\eqref{...}`, 如 `\eqref{eq:fx-y-align-b}`, 输出结果为 (3.2).
- 数学公式手工编号: `equation*` 环境 + `\tag` 或 `\tag*`, 可正常引用, 如 (A)

$$f(x, y) = (x + y)^2 \tag{A}$$

```
\begin{equation*}
f(x,y) = (x+y)^2 \label{eq:taga} \tag{A}
\end{equation*}
```

### 3.3 参考文献书写建议

- **排序**: 建议按作者姓氏的字母排序.
- 参考文献的标签命名 (也可以与 zotero 中的 Better BibTeX 保持一致)
  - 单个作者, 采用 “姓 (前三个字母) + 年份 (后两位)”, 如 “Hua16”
  - 2-3 个作者, 采用 “姓 (首字母) + 年份”, 如 “DDH07”
  - 超过 3 个作者, 采用 “前三个作者的姓 (首字母) + 加号 + 年份”, 如 “XTZ+18”

```
\bibitem{DDH07}
\newblock J. Demmel, I. Dumitriu, O. Holtz and R. Kleinberg,
\newblock Fast matrix multiplication is stable,
\newblock \emph{Numerische Mathematik}, 106 (2007), 199--224.
```

- 格式要求: 普通论文 (示例源文件见上图)

- 作者名: 格式统一, 可以是“名”在前,“姓”在后, 如“J. Demmel”; 作者之间用分号隔开; 如果是多个作者, 最后一个作者前加“and”; 如果存在 Middle name, 则 First name 和 Middle name 的缩写之间可以加空格, 如“J. Y. Huang”.
- 标题: 除第一个单词的首字母和专有名词外, 一律小写.
- 杂志名: 首字母大写; 可以缩写, 也可以全名, 但这篇论文要统一; 建议加 `\emph{...}`
- 卷, 年份, 页码: “卷 (年份), 页码范围”, 其中页码范围用两个连续的英文减号, 如“106 (2007), 199--224”
- 其他: DOI, 网址等, 这些可选.
- 格式要求: 图书 (含博士/硕士论文, 讲义, 示例源文件见下图)
  - 作者名: 同论文.
  - 标题: 首字母大写.
  - 出版社, 城市, 年份.

```
\bibitem{Hig02} % Book
\newblock N. J. Higham,
\newblock \emph{Accuracy and Stability of Numerical Algorithms}, 2nd Edition,
\newblock SIAM, Philadelphia, 2002.

\bibitem{Hua18} % PhD thesis
\newblock J. Y. Huang,
\newblock \emph{Practical Fast Matrix Multiplication Algorithms},
\newblock PhD thesis, The University Of Texas At Austin, 2018.
\url{https://doi.org/10.15781/T2V11W511}
```

## 第四章 常见排版技巧

### 4.1 数学公式

- 矩阵 → `amsmath` 宏包提供了矩阵环境, 如 `bmatrix` 或 `pmatrix`

$$\begin{array}{l} \text{\code{\begin{bmatrix} A & B \\ B^T & C \end{bmatrix}}} \rightarrow \begin{bmatrix} A & B \\ B^T & C \end{bmatrix} \\ \text{\code{\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 123 \end{pmatrix}}} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 123 \end{pmatrix} \end{array}$$

(缺点: 列格式缺省是居中对齐, 无法修改, 解决方法: 用 `mathtools` 宏包)

- 自定义命令, 如:

```
\newcommand{\bbm}{\begin{bmatrix}}
\newcommand{\ebm}{\end{bmatrix}}
```

- 自适应长度 (可变高度) 的边界符 → `\left`, `\right`, 如:

$$\begin{array}{l} \text{\code{\left|\dfrac{a-1}{a+1}|}} \rightarrow \left|\frac{a-1}{a+1}\right| \\ \text{\code{\left|\dfrac{a-1}{a+1}\right|}} \rightarrow \left|\frac{a-1}{a+1}\right| \end{array}$$

- 公式越界问题: 手工分割.

#### mathtools 宏包

对 `amsmath` 进行了扩展, 自动加载 `amsmath` 宏包, 提供以下功能 (部分)

- `\mathtoolsset{showonlyrefs=true}`

只对被引用的公式编号 (引用公式时需用 `eqref`)

- 可指定对齐方式的矩阵环境: `matrix*`, `pmatrix*`, `bmatrix*`, ...

如右对齐 `\begin{bmatrix*}[r]` ...

$$\text{\code{\begin{bmatrix*}[r] 1 & -2 \\ -1 & 3 \end{bmatrix*}}} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}$$

- 左角标: `\prescript{sup}{sub}{arg}`

$$\text{\code{\prescript{\mathrm{RL}}{a}{\mathrm{D}}^x_c}}} \rightarrow {}^{\mathrm{RL}}_a \mathrm{D}_c^x$$



## 4.2 列表

(1) 标准列表环境: `itemize` 和 `enumerate`

(2) `enumitem` 宏包: 提供修改后的 `enumerate` 环境, 可以修改标签, 如:

▷ ...

▷ ...

```
\begin{enumerate}[label=$\triangleright$]  
  \item ...  
  \item ...  
\end{enumerate}
```

## 4.3 表格与插图

### 4.3.1 表格

#### 建议

建议书写源文件时, 表格中的数据也对齐, 这样修改起来会比较方便, 如

```
\begin{tabular}{*{5}{c}}
  0.90 & $2^{12}$ & 64 & 0.71 & 3 (6.0,8.0) \\
        & $2^{13}$ & 83 & 1.71 & 3 (6.0,8.2) \\
%
  0.95 & $2^{12}$ & 65 & 0.71 & 3 (5.2,7.0) \\
        & $2^{13}$ & 85 & 1.86 & 3 (5.2,7.0) \\
\end{tabular}
```

- 表格的标题通常在表格的上方.
- 常用宏包: `booktab`
  - 画横线: `\toprule`, `\midrule`, `\cmidrule`, `\bottomrule`
  - 修改间距:

在线条 (不包括 `\toprule`) 上面或下面增加垂直距离:

`\setlength{\aboverulesep}{6mm}`

`\setlength{\belowrulesep}{3mm}`

表格与上面文字之间的距离: `\setlength{\abovetopsep}{5mm}`

表格与下面文字之间的距离: `\setlength{\belowbottomsep}{8mm}`

表 4.1 表格示例: `booktab`

$\beta$	$n$	$m$	GMRES( $C$ )		GMRES( $D$ )		GMRES( $T$ )	
			Iter	CPU	Iter	CPU	Iter	CPU
0.90	$2^{12}$	64	64	0.71	3 (6.0, 8.0)	0.19	2 (4.7, 7.7)	0.14
	$2^{13}$	90	83	1.71	3 (6.0, 8.2)	0.25	2 (4.7, 8.0)	0.19
0.95	$2^{12}$	64	65	0.71	3 (5.2, 7.0)	0.16	2 (4.0, 6.7)	0.11
	$2^{13}$	90	85	1.86	3 (5.2, 7.0)	0.21	2 (4.0, 6.7)	0.16

- 常用宏包: `multirow`  $\rightarrow$  合并多行

```
\multirow[c]{2}{*}[lex]{...}
```

- `[c]` 表示垂直方向的位置, 可取值 `t`, `c`, `b`, 缺省为 `c`, 即垂直居中
- `{2}` 表示行数
- `{*}` 宽度, `*` 表示自然宽度
- `[1ex]` 垂直方向的微调, 可以上升或下降指定的距离

表 4.2 表格示例: `multirow`

$\beta$	$n$	$m$	GMRES( $C$ )		GMRES( $D$ )		GMRES( $T$ )	
			Iter	CPU	Iter	CPU	Iter	CPU
0.90	$2^{12}$	64	64	0.71	3 (6.0, 8.0)	0.19	2 (4.7, 7.7)	0.14
	$2^{13}$	90	83	1.71	3 (6.0, 8.2)	0.25	2 (4.7, 8.0)	0.19

- 表格太宽  $\rightarrow$  整体缩放: `\scalebox{倍数}{...}`  
或 `\resizebox{width}{height}{...}`  
(如果只指定宽度, 高度按比例缩放, 则用 `\resizebox{width}{!}{...}`)

表 4.3 表格缩放: `scalebox`

$\beta$	$n$	$m$	GMRES( $C$ )		GMRES( $D$ )		GMRES( $T$ )		GMRES( $T$ )		$\ u_h - u\ _2$
			Iter	CPU	Iter	CPU	Iter	CPU	Iter	CPU	
0.90	$2^{12}$	64	64	0.71	3 (6.0, 8.0)	0.19	3 (6.0, 8.0)	0.19	2 (4.7, 7.7)	0.14	3.65e-03
	$2^{13}$	90	83	1.71	3 (6.0, 8.2)	0.25	3 (6.0, 8.2)	0.25	2 (4.7, 8.0)	0.19	2.47e-03
0.95	$2^{12}$	64	65	0.71	3 (5.2, 7.0)	0.16	3 (5.2, 7.0)	0.16	2 (4.0, 6.7)	0.11	6.05e-02
	$2^{13}$	90	85	1.86	3 (5.2, 7.0)	0.21	3 (5.2, 7.0)	0.21	2 (4.0, 6.7)	0.16	2.37e-02

表 4.4 表格缩放: `resizebox`

$\beta$	$n$	$m$	GMRES( $C$ )		GMRES( $D$ )		GMRES( $T$ )		GMRES( $T$ )		$\ u_h - u\ _2$
			Iter	CPU	Iter	CPU	Iter	CPU	Iter	CPU	
0.90	$2^{12}$	64	64	0.71	3 (6.0, 8.0)	0.19	3 (6.0, 8.0)	0.19	2 (4.7, 7.7)	0.14	3.65e-03
	$2^{13}$	90	83	1.71	3 (6.0, 8.2)	0.25	3 (6.0, 8.2)	0.25	2 (4.7, 8.0)	0.19	2.47e-03
0.95	$2^{12}$	64	65	0.71	3 (5.2, 7.0)	0.16	3 (5.2, 7.0)	0.16	2 (4.0, 6.7)	0.11	6.05e-02
	$2^{13}$	90	85	1.86	3 (5.2, 7.0)	0.21	3 (5.2, 7.0)	0.21	2 (4.0, 6.7)	0.16	2.37e-02

- 如果表格中内容较长, 希望自动换行, 可以使用 `p{width}` 指定宽度, 如:

```
\begin{tabular}{p{1em}|p{30em}}
... ...
\end{tabular}
```

$d_{ij}$	The distance between suppliers $i$ and $j$ .
$tr_{ij}$	Transportation cost between suppliers $i$ and $j$ .
$\Gamma$	Penalty for each unsatisfied demand after disruption occurrence and permitted distance between suppliers.
$\partial_t$	初始启动值.

注: 单元格内容居左对齐, 如果要改变对齐方式, 可以使用 `makecell` 宏包.

- 如果表格中内容较长, 希望自动换行, 也可以使用 `tabularx` 宏包.
- 宏包 `makecell` → 可以创建占多行的单元格, 并且能指定对齐方式, 可以与 `\multirow` 和 `\multicolumn` 实现更复杂的表格布局.
- 如果表格需要跨页, 可以使用 `longtable` 或 `supertabular` 宏包.
- 宏包 `diagbox` → 表格中的反斜线

### 4.3.2 插图

- 插图要清晰, 如果图中有文字或数学符号的话, 要大小合适. (MATLAB 绘图可以修改字体大小)
- 图片建议用 pdf (可能需要裁边, 可使用 Adobe Acrobat DC 等软件), png 或 jpg 格式.
- 截图软件: 微信, FastStone Capture 等
- MATLAB 绘图可以利用 print 打印成 png 或 pdf, 其中 png 格式比较容易控制边界空白的大小. 另外, 建议同时保存为 fig 文件, 方便后面修改.

### 4.3.3 浮动图表

- 宏包 float
  - 提供选项 “H”, 在当前位置排版浮动对象, 如 `\begin{table}[H]` (使用该选项时要注意, 可能会引起大段空白)
- 宏包 placeins
  - 提供 `\FloatBarrier` 命令, 强制在当前位置排版前面剩余的浮动对象.
  - 也可以加 section 选项 (即 `\usepackage[section]{placeins}`), 确保浮动对象不会浮动到后面一节.

## 4.4 算法伪代码

本模板中算法伪代码的排版使用的是 `algorithm` 和 `algpseudocodex` 宏包, 并新定义了一个 `breakablealgorithm` 环境, 用来排版特别长的算法 (跨页显示).

### 4.4.1 算法伪代码示例 — `algorithm` 环境

算法 4.1 是用 `algorithm` 环境排版的伪代码. 缺点是不支持换页, 可能会出现大片空白.

---

#### 算法 4.1 基于 MGS 的 QR 分解

---

```
% Given  $A$ , compute  $Q = [q_1, \dots, q_n]$  and  $R$  such that  $A = QR$ 
1: Set  $R = [r_{ij}] = 0_{n \times n}$  (the  $n \times n$  zero matrix)
2: if  $a_1 = 0$  then
3:    $q_1 = 0$ 
4: else
5:    $r_{11} = \|a_1\|_2, \quad q_1 = a_1 / \|a_1\|_2$ 
6: end if
7: for  $j = 2$  to  $n$  do
8:    $q_j = a_j$ 
9:   for  $i = 1$  to  $j - 1$  do    % MGS, 注意与 GS 的区别
10:     $r_{ij} = (q_j, q_i), \quad q_j = q_j - r_{ij}q_i$ 
11:   end for
12:   if  $q_j \neq 0$  then
13:     $r_{jj} = \|q_j\|_2, \quad q_j = q_j / r_{jj}$ 
14:   end if
15: end for
```

---

### 4.4.2 算法伪代码示例 — `breakablealgorithm` 环境

算法 4.2 是用 `breakablealgorithm` 环境排版的伪代码, 可以跨页显示.

---

#### 算法 4.2 实用 GMRES 方法

---

```
1: 选取初值  $x^{(0)}$ , 停机标准  $\varepsilon > 0$ , 以及最大迭代步数 IterMax
2:  $r_0 = b - Ax^{(0)}, \beta = \|r_0\|_2$ 
3: if  $\beta / \|b\|_2 < \varepsilon$  then
```

```

4:   停止计算, 输出近似解  $x^{(0)}$ 
5: end if
6:  $v_1 = r_0/\beta$ 
7:  $\xi = \beta e_1$     % 记录  $q_1$ 
8: for  $j = 1$  to IterMax do
9:    $w = Av_j$ 
10:  for  $i = 1$  to  $j$  do    % Arnoldi 过程
11:     $h_{i,j} = (v_i, w)$ 
12:     $w = w - h_{i,j}v_i$ 
13:  end for
14:   $h_{j+1,j} = \|w\|_2$ 
15:  if  $h_{j+1,j} = 0$  then    % 迭代中断
16:     $m = j$ , break
17:  end if
18:   $v_{j+1} = w/h_{j+1,j}$ 
19:  for  $i = 1$  to  $j - 1$  do    % 计算  $G_{j-1} \cdots G_2 G_1 H_{j+1,j}(1:j, j)$ 
20:    
$$\begin{bmatrix} h_{ij} \\ h_{i+1,j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_i & s_i \\ -s_i & c_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{ij} \\ h_{i+1,j} \end{bmatrix}$$

21:  end for
22:  if  $|h_{jj}| > |h_{j+1,j}|$  then    % 构造 Givens 变换  $G_j$ 
23:     $\tau = h_{j+1,j}/h_{jj}$ ,  $c_j = 1/\sqrt{1+\tau^2}$ ,  $s_j = c_j\tau$ 
24:  else
25:     $\tau = h_{jj}/h_{j+1,j}$ ,  $s_j = 1/\sqrt{1+\tau^2}$ ,  $c_j = s_j\tau$ 
26:  end if
27:   $h_{jj} = c_j h_{jj} + s_j h_{j+1,j}$     % 计算  $G_j H_{j+1,j}(1:j, j)$ 
28:   $h_{j+1,j} = 0$ 
29:  
$$\begin{bmatrix} \xi_j \\ \xi_{j+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_j & s_j \\ -s_j & c_j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_j \\ 0 \end{bmatrix}$$
    % 计算  $G_j(\beta G_{j-1} \cdots G_2 G_1 e_1)$ 
30:   $\text{relres} = |\xi_{j+1}|/\beta$     % 相对残量
31:  if  $\text{relres} < \varepsilon$  then
32:     $m = j$ , break
33:  end if
    
```

---

```

34: end for
35:  $m = j$ 
36:  $y^{(m)} = H(1:m, 1:m) \backslash \xi(1:m)$  % 求最小二乘问题的解, 回代求解
37:  $x^{(m)} = x^{(0)} + V_m y^{(m)}$ 
38: if relres  $< \varepsilon$  then
39:     输出近似解  $x$  及相关信息
40: else
41:     输出算法失败信息
42: end if

```

---

#### 4.4.3 algorithm2e 宏包

另外, 也可以使用 `algorithm2e` 宏包 (此时不需要加载 `algorithm` 宏包), 但样式与 `algpseudocodex/algcompatible/algorithmicx` 有所区别, 示例如下.

---

**Algorithm 1:** 基于 MGS (Modified Gram-Schmidt) 的 Arnoldi 过程

---

```

input : 矩阵  $A$  和非零向量  $r$ 
output: 单位正交基  $v_1, v_2, \dots$ 
1  $v_1 = r / \|r\|_2$ ;
2 for  $j = 1, 2, \dots, m-1$  do
3      $w_j = Av_j$ ;
4     for  $i = 1, 2, \dots, j$  do
5          $h_{ij} = (w_j, v_i)$ ;
6          $w_j = w_j - h_{ij}v_i$ 
7     end
8      $h_{j+1,j} = \|w_j\|_2$ ;
9     if  $h_{j+1,j} = 0$  then
10        break
11    end
12     $v_{j+1} = w_j / h_{j+1,j}$ ;
13 end

```

---

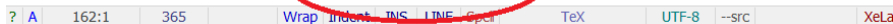


## 第五章 其他

### 5.1 常见错误处理方法

- 编译出错时如何终止编译 → [x](#)
- 如何清空辅助文件: [Erase Output Files](#)
- 编译过程中停留时间过长 (如下图, 构造字体) → 以管理员身份运行 [WinEdt](#)

```
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/l3packages/xparse/xparse.sty)
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/l3packages/l3keys2e/l3keys2e.sty)
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/ctex/ctexhook.sty)
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/ctex/ctexpatch.sty)
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/base/fix-cm.sty)
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/base/ts1enc.def))
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/ms/everysel.sty)
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/ctex/config/ctexopts.cfg)
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/base/book.cls
Document Class: book 2019/12/20 v1.41 Standard LaTeX document class
(c:/texlive/2020/texmf-dist/tex/latex/base/bk10.clo
```



### 5.2 WinEdt 符号补全等技巧

充分利用 WinEdt 自带的便捷功能可以大幅提升书写源代码的效率。

- 命令补全功能
- 环境自动补全功能
- 常用数学符号

### 5.3 常用宏包

- 建议必备: [geometry](#), [graphicx](#), [hyperref](#), [xcolor](#), [mathtools](#)
- 数学: [amsmath](#), [amssymb](#), [amsfonts](#), [bm](#), [ntheorem/amsthm](#), [unicode-math](#)
- 格式定制: [caption](#), [enumitem](#), [fancyhdr](#), [fancyvbr](#), [footmisc](#), [titletoc](#), [titlesec](#), [makeidx](#)
- 表格: [array](#), [booktabs](#), [longtable](#), [tabularx](#), [diagbox](#), [multirow](#), [varwidth](#)
- 插图/绘图: [float](#), [rotating](#), [pdfpages](#), [standalone](#), [subfig](#), [pgf/tikz](#), [pgfplots](#)
- 字体: [newtx](#), [newpx](#), [pifont](#), [fontspec](#)

- 算法/代码: [algorithmic](#)/[algpseudocode](#)/[algcompatible](#), [algorithm](#), [listings](#)
- 参考文献: [natbib](#), [amsrefs](#)
- 幻灯片/展板: [beamer](#), [beamerposter](#), [baposter](#)
- 其他: [mhchem](#), [microtype](#), [minted](#), [siunitx](#), [calc](#), [setspace](#)

## 参考文献

- [1] J. Demmel, I. Dumitriu, O. Holtz and R. Kleinberg, Fast matrix multiplication is stable, *Numerische Mathematik*, 106 (2007), 199–224.
- [2] N. J. Higham, *Accuracy and Stability of Numerical Algorithms*, 2nd Edition, SIAM, Philadelphia, 2002.
- [3] J. Y. Huang, *Practical Fast Matrix Multiplication Algorithms*, PhD thesis, The University Of Texas At Austin, 2018.
- [4] J. Y. Huang, T. M. Smith, G. M. Henry and R. A. Van De Geijn, Strassen’s Algorithm Reloaded, in: *SC ’16: Proceedings of the International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis*, 2016: pp. 690–701.
- [5] J. Nocedal and S. J. Wright, *Numerical Optimization*, Springer, New York, 1999.
- [6] 詹兴致, 矩阵论, 高等教育出版社, 北京, 2008.

## 附录

附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分.

附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分.

附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分, 附录部分.

## 作者简历及在学期间所取得的科研成果

### 作者简历:

- 20xx.xx - 20xx.xx, xxx, 本科生
- 20xx.xx - 20xx.xx, xxx, 硕士研究生
- 20xx.xx - 20xx.xx, xxx, 博士研究生

### 在学期间所取得的科研成果:

[1] 科研成果科研成果科研成果科研成果科研成果科研成果科研成果科研成果科研成果科研成果科研成果.

[2] xxx

[3] xxx

## 致谢

致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分.

致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分.

致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分.

致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分, 致谢部分.

某某某

20xx 年 x 月 x 日