



華東師範大學

East China Normal University

本科生毕业论文

论文标题论文标题标题

若一行放不下就放两行

Title of Thesis Title of

Thesis Title of Thesis Title

姓 名: XXXX

学 号: 51088888888

学 院: 数学科学学院

专 业: 数学与应用数学

指导教师: 某某某

职 称: 教授

20xx 年 xx 月

华东师范大学学位论文诚信承诺

本毕业论文是本人在导师指导下独立完成的，内容真实、可靠。本人在撰写毕业论文过程中不存在请人代写、抄袭或者剽窃他人作品、伪造或者篡改数据以及其他学位论文作假行为。

本人清楚知道学位论文作假行为将会导致行为人受到不授予/撤销学位、开除学籍等处理（处分）决定。本人如果被查证在撰写本毕业论文过程中存在学位论文作假行为，愿意接受学校依法作出的处理（处分）决定。

承诺人签名：

日 期： 年 月 日

华东师范大学学位论文使用授权说明

本论文的研究成果归华东师范大学所有，本论文的研究内容不得以其它单位的名义发表。本学位论文作者和指导教师完全了解华东师范大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权华东师范大学可以将论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索、交流，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。

保密的毕业论文（设计）在解密后应遵守此规定。

作者签名：

导师签名：

日 期： 年 月 日

目录

摘要	i
ABSTRACT	i
1 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
2 预备知识	3
2.1 源文件书写要求	3
2.2 源文件书写建议	3
3 常见排版技巧	5
3.1 数学公式	5
3.2 列表	5
3.3 算法伪代码	6
3.4 常用宏包	8
4 论文格式要求	9
4.1 论文（设计）构成	9
4.2 纸张及印刷装订规格	9
4.3 编辑设置	9
4.4 封面要求	9
4.5 开题报告要求	9
4.6 论文（设计）摘要	9
4.7 正文要求	10
4.8 参考文献	10
4.9 附录的要求	11
参考文献	12
附录	13
致谢	15

论文标题论文标题标题如果一行放不下就放两行

摘要:

随着计算机科学技术的飞速发展, 人类正进入信息时代. 信息时代是应用数学大发展的时代, 人类长期积累起来的知识体系, 正面临着第 3 次数学化. 数学思想, 数学方法和数学模型随着计算机的广泛应用, 日益渗透到各种行业中去. (现在应用数学手册)

关键词: 关键词, 关键词, 关键词

Title of Thesis Title of Thesis Title of Thesis Title

Abstract:

Solving linear systems of equations is an ancient task, undertaken by the Chinese around 1 c.e., but the study of matrices per se is relatively recent, originating with Arthur Cayley's 1858 "A memoir on the theory of matrices." Early research on matrices was largely theoretical, with much attention focused on the development of canonical forms, but in the twentieth century the practical value of matrices started to be appreciated. Heisenberg used matrix theory as a tool in the development of quantum mechanics in the 1920s. Early proponents of the systematic use of matrices in applied mathematics included Frazer, Duncan, and Collar, whose 1938 book *Elementary Matrices and Some Applications to Dynamics and Differential Equations* emphasized the important role of matrices in differential equations and mechanics. The continued growth of matrices in applications, together with the advent of mechanical and then digital computing devices, allowing ever larger problems to be solved, created the need for greater understanding of all aspects of matrices from theory to computation.

Keywords: key words, key words, key words

1 引言

引言部分, 介绍论文研究课题的应用背景 (或问题来源), 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.

1.2.1 插图与表格

需要注意的是, 通常插图的标题在图的下方.



图 1-1 插图示例

Figure 1-1 Example for figure

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.

图 1-1 表格示例

Table 1-1 Example for Table

β	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

图 1-2 表格示例

Table 1-2 Example for Table

β	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

2 预备知识

本章介绍一些用 $\text{\LaTeX}$ 书写论文时的注意事项和排版建议.

2.1 源文件书写要求

- **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 (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 ?? 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:


```
\DeclareMathOperator{\rank}{rank},
\DeclareMathOperator{\diag}{diag}.
```

 如果只是临时使用, 也可以用 $\text{\code{\operatorname}}$ 命令, 如


```
\operatorname{span}\{v_1, v_2\}
```

2.2 源文件书写建议

以下是对书写 tex 源文件的一些建议, 供参考.

- 各种环境的开始 $\text{\code{\begin{...}}}$ 和结束 $\text{\code{\end{...}}}$ $\rightarrow$ 独占一行.
- 自然分段 $\rightarrow$ 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 $\text{\code{\}}$.

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 $\text{\code{\linebreak}}$, 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.

$$f(x, y) = (x + y)^2 \quad (2.1)$$

$$= x^2 + 2xy + y^2. \quad (2.2)$$

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

$$f(x, y) = (x + y)^2 \quad (2.3)$$

$$g(x, y) = x^2 + 2xy + y^2. \quad (2.4)$$

- 多行数学公式: 整体一个编号, 可以使用 `align+\notag`

$$\begin{aligned} f(x, y) &= (x + y)^2 \\ &= x^2 + 2xy + y^2. \end{aligned} \quad (2.5)$$

或 `equation+aligned`

$$\begin{aligned} f(x, y) &= (x + y)^2 \\ &= x^2 + 2xy + y^2. \end{aligned} \quad (2.6)$$

注: 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 (2.2).
- 数学公式手工编号: `equation*` 环境 + `\tag` 或 `\tag*`, 可正常引用, 如 (A)

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

3 常见排版技巧

3.1 数学公式

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

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

(缺点: 列格式缺省是居中对齐, 无法修改)

- 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:

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

- 公式越界问题.

mathtools 宏包

对 `amsmath` 进行了扩展, 自动加载 `amsmath` 宏包.

- `\mathtoolsset{showonlyrefs=true}`

只对被引用的公式编号 (引用公式时需用 `eqref`)

- `matrix*`, `pmatrix*`, `bmatrix*`, ...

可指定列对齐方式, 如右对齐 `\begin{bmatrix*}[r]` ...

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

- 左角标: `\prescript{sup}{sub}{arg}`

$$\text{\code{\prescript{\mathrm{RL}}{a}{\mathrm{D}}^x_{cd}}} \rightarrow {}^{\mathrm{RL}}D_{cd}^x$$

3.2 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}
```

输出效果如下:

▷ ...

▷ ...

3.3 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).

3.3.1 算法伪代码示例 — `algorithm` 环境

算法 3.1 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 3.1 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
```

3.3.2 算法伪代码示例 — `breakablealgorithm` 环境

算法 3.2 是用 `breakablealgorithm` 环境排版的伪代码, 可以跨页显示.

算法 3.2 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:    relres =  $|\xi_{j+1}|/\beta$     % 相对残量
31:    if 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

```

3.4 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](#)

4 论文格式要求

摘自《华东师范大学本科生毕业论文（设计）格式要求》（二零二四年十月）

注意：仅供参考，以学校教务处最新要求为准！

4.1 论文（设计）构成

毕业论文（设计）格式应规范，必须由封面、目录、正文（包括中外文题名、中外文摘要、中外文关键词、正文、参考文献和致谢）三部分构成。论文（设计）装订顺序为外封面 → 开题报告 → 中期指导记录（系统下载并打印）→ 内封面 → 目录 → 中文题名、摘要、关键词 → 外文题名、摘要、关键词 → 正文 → 参考文献 → 致谢 → 考核意见表。如有附录部分，装订在参考文献后面。

4.2 纸张及印刷装订规格

毕业论文（设计）一律用 A4 纸张电脑打印。左侧装订。

4.3 编辑设置

- (1) 页面设置: A4 页面，纵向（个别页面可以采用横向）；文档网格：无网格。
- (2) 段落：论文（设计）题目居中，每段落首行缩进 2 字符；行距一律为 1.5 倍。
- (3) 外文字体：一律为 Times New Roman。

4.4 封面要求

上交的每份论文（设计）都一律采用学校统一印发的外封面（装订线一律在左面）。另附自制内封面一份（A4 纸张电脑打印），内容为中外文论文（设计）题目、作者的姓名、学号、学院、专业、指导老师的姓名与职称、论文（设计）完成时间、学位论文诚信承诺书与使用授权说明书。

4.5 开题报告要求

开题报告内容包括：选题的背景与意义（对与选题有关的国内外研究现状、进展情况、存在的问题等进行调研，在此基础上提出选题的研究意义），课题研究的主要内容、方法、技术路线，课题研究拟解决的主要问题及创新之处，课题研究的总体安排与进度，参考文献等方面。开题报告表格至教务处网站下载。

4.6 论文（设计）摘要

- （一）字数：中、外文摘要一般各为 300 ~ 500 字。
- （二）摘要内容：要求概括地表述论文（设计）的研究背景、目的、研究方法、研究重点、结果和主要结论。
- （三）字体：中外文均是五号，中文使用宋体。

4.7 正文要求

- (一) 字数：文科类专业 8000 字以上；理科类专业，音乐、美术等专业 5000 字以上。
- (二) 字体：中文题名用黑体小三打印，外文题名用小三打印。正文一般用宋体小四号字打印。文章中的各段标题用黑体、小四号字打印，并且前后要一致。全文的文字格式要统一。独立成行的标题后面不再加标点符号。
- (三) 序号：全文的序号编排要规范。论文（设计）的正文层次不宜过多，一般不超过 5 层次。理科中文各层次系统为：1、2、3、...（第一层），1.1、2.1、3.1、...（第二层），1.1.1、2.1.1、3.1.1、...（第三层），以此类推。
- (四) 表名放置在表格正上方，中外文对照；图名放置在图件的正下方，中外文对照。

4.8 参考文献

文科专业要求必须有 10 篇以上参考文献，其他专业要求必须有 6 篇以上参考文献。

参考文献具体格式如下：

- (一) 专著（注意应标明出版地及所参阅内容在原文献中的位置）
[序号] 作者. 专著名 [M]. 出版地：出版者，出版年，起止页.
- (二) 期刊中析出的文献（注意应标明年、卷、期，尤其注意区分卷和期）
[序号] 作者. 题 (篇) 名 [J]. 刊名. 出版年，卷号 (期号)：起止页.
- (三) 会议论文
[序号] 作者. 篇名 [C]. 会议名，会址，开会年.
- (四) 学位论文
[序号] 作者. 题 (篇) 名 [D]. 授学位地：授学位单位，授学位年.
- (五) 专利文献
[序号] 专利申请者. 专利题名 [P]. 专利国别，专利文献种类，专利号. 出版日期.
- (六) 报纸文章
[序号] 作者. 题 (篇) 名 [N]. 报纸名. 出版日期 (版次).
- (七) 标准
[序号] 标准名称 [S]. 出版地：出版年，起止页.
- (八) 报告
[序号] 作者. 题 (篇) 名 [R]. 报告年、月、日.
- (九) 电子文档
[序号] 作者. 题 (篇) 名 [E]. 出处或可获得地址 (网址). 发表或更新日期/引用日期 (任选).

4.9 附录的要求

毕业论文（设计）形成过程中所涉及的实验设计、调查材料及其相应的数据、图表等应整理后用附件形式附在参考文献之后。

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. <https://doi.org/10.1007/s00211-007-0061-6>
- [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. <https://doi.org/10.15781/T2V11W511>
- [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. <https://doi.org/10.1109/SC.2016.58>
- [5] J. Nocedal and S. J. Wright, *Numerical Optimization*, Springer, New York, 1999.
- [6] 华东师范大学数学科学学院, 数学分析, 第五版, 高等教育出版社, 北京, 2019.

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, 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.

致谢

[illegible]

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.

20xx 年 x 月 x 日