

# 大连海事大学

## 实验报告



课程名称	某某专业实验课
专    业	某某专业
班    级	20XX-X 班
学    号	2220XXXXXX
姓    名	你的名字
指导教师	你的老师

XXXX 年 XX 月 XX 日

## 目 录

一、实验背景材料	2
1.1 dlmucexpreport 模板	·2
1.1.1 模板介绍	·2
1.1.2 模板许可证说明	·2
1.1.3 其他	·2
1.2 L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 环境配置	·2
二、实验目的	3
三、实验思路	4
3.1 目录格式	·4
3.2 正文格式	·4
3.2.1 正文标题	·4
3.2.2 正文文本	·4
3.3 引用文献标注	·4
3.3.1 引用文献标注格式	·4
3.3.2 使用 BIB 管理引用文献	·4
3.4 插入公式	·5
3.5 插入表格	·6
3.5.1 表序和表题	·6
3.5.2 表头和数据	·6
3.5.3 表的格式	·6
3.5.4 跨页长表格	·6
3.6 插入图片	·8
3.6.1 总体要求	·8
3.6.2 图题及图中说明	·8
3.6.3 插图编排	·9
3.7 插入代码块	·9
3.8 结论	·9
四、实验步骤与结果	11
4.1 文件目录说明	·11
4.2 获取模板	·11
4.3 编译文档	·11
4.3.1 使用 make 命令编译文档	·11
4.3.2 使用 X <sub>Y</sub> L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 编译文档	·11
4.3.3 使用 LaTeXmk 基于 X <sub>Y</sub> L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 构建文档	·12
五、实验总结与心得体会	13
5.1 帮助完善这篇模板	·13

5.2 更新日志 . . . . .	·13
六、参考文献 . . . . .	<b>14</b>
七、附录 . . . . .	<b>15</b>
7.1 宏包 . . . . .	·15
7.2 插入代码块效果示例 . . . . .	·15

## 一、 实验背景材料

### 1.1 dlmucexpreport 模板

#### 1.1.1 模板介绍

dlmucexpreport (即 Report Template for Dalian Maritime University Undergraduate Course Experiment (Unofficial)) 模板是基于  $\text{\LaTeX}$  编写的非官方大连海事大学本科实验报告模板, 主要用于本科阶段的实验报告撰写和编辑。编写这个模板的起因是因为本学期的实验课要求提交实验报告, 但是实验报告要求文件的末尾附上了整整四页纸的格式要求。在被 Microsoft Word 折磨了半个多小时之后, 我开始着手编写这个模板。

模板旨在让使用者省去繁琐的格式调试、专注于实验报告内容的编写, 希望后来人不要再受调整格式的这个苦。格式要求基于教师下发的实验报告模板和格式要求文件 (文件现置于工作区目录下的 documnet/文件夹下)。

该项目是本人的第一个开源的  $\text{\LaTeX}$  模板项目, 目前模板仍有许多不足之处, 欢迎大家参与模板的改进工作。

#### 1.1.2 模板许可证说明

模板基于The  $\text{\LaTeX}$  project public license (LPPL), version 1.3c发布。许可证具体的内容要求可点击链接查看, 或翻阅工作区目录下的 LICENDE.txt 文件。禁止将本模板用于任何商业用途。

#### 1.1.3 其他

在模板编写的过程中参考了如下的  $\text{\LaTeX}$  项目:

1. JohnsonLo00/lnumcmthesis ——非官方版 2024 年辽宁省大学生数学建模竞赛论文模板
2. JohnsonLo00/dlmubachelorthesis ——非官方版大连海事大学本科毕业论文模板

非常感谢JohnsonLo00学长提供了这么优秀的模板项目, 在我编写此模板的过程中为我提供了很多的参照。

### 1.2 $\text{\LaTeX}$ 环境配置

文档的编译需要  $\text{\LaTeX}$  环境:

- 在 Windows 平台请考虑 Texlive
- 在 MacOS 平台请考虑使用 Texlive

编辑器的使用可以根据个人喜好自行选择, 如 WinEdt、TeXShop、Visual Studio Code、Vim 等。

## 二、 实验目的

文档的使用需要同学们对  $\text{\LaTeX}$  的基本编写和使用方法有一定的了解。使用本模板完成如下的任务：

1. 创建大连海事大学本科实验报告的  $\text{\LaTeX}$  模板，构建  $\text{\LaTeX}$  文档；
2. 正确编译和生成文档；
3. 使用 `Makefile` 创建和管理编译规则，使用  $\text{\XeLaTeX}$  编译文档；
4. 插入公式、表格、图片、代码块等复杂对象并实现交叉引用；
5. 使用 `BIB` 管理引用文献。

如果您愿意的话，还可以参与本模板的设计、开发和改进，详情请参照章节5.1 所述。

## 三、 实验思路

### 3.1 目录格式

**目录标题：**三号宋体，加粗，居中，段前 20 磅，段后 10 磅，无缩进，“目”和“录”之间空 4 格；

**各章题序及其余：**小 4 号宋体；自动生成，段前段后 0 磅；一级标题空 2 个字符（空 4 格），二级标题空 4 个字符（空 8 格），三级标题空 6 个字符（空 12 格）。

上述格式已经在模板中正确定义。

### 3.2 正文格式

#### 3.2.1 正文标题

论文正文分章节撰写，每章开始另起一页书写。各章标题要突出重点、简明扼要。字数一般应在 15 字以内，不加标点符号。

各级标题理科顶格。

1. 章标题四号加粗，多倍行距值 1.25，段前 20 磅，段后 10 磅。
2. 节标题小四号加粗，多倍行距值 1.25，段前 0.5 行，段后 0.5 行。
3. 条标题五号加粗，多倍行距值 1.25，段前 0.5 行，段后 0.5 行。
4. 款、项标题五号，多倍行距值 1.25，段前 0 行，段后 0 行。

上述格式要求中，章、节、条已经根据具体格式要求作了定义，请分别使用 `\chapter`、`\section` 和 `\subsection`。对于款、项标题，并未作区分，均使用 `\subsubsection`。

#### 3.2.2 正文文本

正文中所用字体，一律中文字体为宋体，数字、英文为新罗马字体。正文采用小四号，多倍行距值 1.25，段前 0 行，段后 0 行，首行缩进 2 个字符。

### 3.3 引用文献标注

#### 3.3.1 引用文献标注格式

引文标注采用顺序编码制。正文中引用文献的标示应置于所引内容最后一个字的右上角，所引文献编号用阿拉伯数字置于方括号“[ ]”中，用小 4 号字体的上角标。

由于此处引文未作详细要求，因此在本模板中直接采用 2015 年的国标文件中定义的引用格式，符合实验报告要求中有关引文格式的要求。

#### 3.3.2 使用 BIB 管理引用文献

模板使用 `biblatex` 管理参考文献格式。在引用文献之前，需要首先在 `*.bib` 文件中定义参考文献条目，随后使用 `\cite{key}` 命令插入引用。如下代码框 3.1 展示了一个引用文献的 BIB 条目：

代码 3.1 BIB 引文格式条目示例

```
@article{demo,
  author = {袁庆龙 and 侯文义},
  journal = {太原理工大学学报},
  number = {32(1)},
  title = {Ni-P合金镀层组织形貌及显微硬度研究},
  volume = {51-53},
  year = {2001}
}
```

这句话展示了一篇文献引用的示例<sup>[1]</sup>。

### 3.4 插入公式

对于公式，实验报告的要求是论文中的公式应另起行，若公式前有文字（如“解”、“假定”等），文字前空4个字符。公式应标注序号，并将序号置于括号内。序号按章编排，如第一章第一个公式的序号为“(1.1)”。文中引用公式时，一般用“见式(1.1)”或“由公式(1.1)”。公式末不加标点符号。公式应该是可编辑的，若是采用 word2007 版编写的公式，在文档转化为 2003 版之后，公式会转化为图片，应该再用 2003 的 office 版本重新编辑。公式段前段后 3 磅，1.25 倍行距。公式主体居中，序号右对齐。作者可以根据实际情况调整，保持美观。

对于包含“假定”或“解”字样的公式，模板提供了\prefacedEqu 命令的实现，参考式(4.1)的示例。

$$\text{假定} \quad X \sim N(\mu, \sigma) \quad (4.1)$$

式(4.1)对应的 T<sub>E</sub>X 源码如代码4.1所示。

代码 4.1 式(4.1)对应的 T<sub>E</sub>X 源码

```
\prefacedEqu{假定}{\label{equ:assumption} X \sim N(\mu, \sigma)}
```

方法通过在字样后使用负值的\vspace{} 强行把字样压到与公式平齐的方法实现，接受两个参数：公式前的字样；和一个选项：公式前字样强行下降的高度（用于以防命令在某些情况下字样下降高度不符合实际要求的时候能够根据情况手动调整），在不给出选项值的情况下字样将默认下降值相当于\baselineskip 的高度。

由于是通过暴力压高度的方法实现的，因此使用\prefacedEqu 命令对公式长度有限制要求。使用该命令时请勤换行公式，参照式(4.2)所示的编写方式。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad & \int e^{2x} \arctan \sqrt{e^x - 1} dx \\ & \xrightarrow{\text{Integration by Parts}} \frac{1}{2} \int \arctan \sqrt{e^x - 1} d(e^{2x}) \\ & = \frac{e^{2x}}{2} \cdot \arctan \sqrt{e^x - 1} - \frac{1}{2} \int e^{2x} \cdot \frac{1}{1 + e^x - 1} \cdot \frac{1}{2\sqrt{e^x - 1}} dx \\ & = \frac{e^{2x} \arctan \sqrt{e^x - 1}}{2} - \frac{1}{4} \int \frac{e^{2x}}{\sqrt{e^x - 1}} dx \end{aligned} \quad (4.2)$$

### 3.5 插入表格

#### 3.5.1 表序和表题

表格为规范的三线表。根据格式要求，每个表格均应有表题（由表序和表名组成），居中位置。

表序一般按章编排，如第 1 章第一个插表的序号为“表 1.1”，第二章第一个插表为“表 2.1”等。表序与表名之间空 1 个字符，表名中不允许使用标点符号，表名后不加标点，表有统一单位的，加圆括号，括号紧接表头，不空格。

表题置于表上，用 5 号字体，加粗居中，段前段后 0 行，1.25 倍行距，首行不缩进。

上述的要求在本模板文件中都已正确定义，无需手动进行调整。

#### 3.5.2 表头和数据

根据格式要求，对于插入的表格，表头设计应简单明了，尽量不用斜线，不加粗。表中单位应写在每一列的表头中，加圆括号。表中数据应准确无误，书写清楚。数字空缺的格内加横线“—”（占 2 个空格宽度）。表内文字或数字上、下或左、右相同时，采用通栏处理方式，不允许用“//”、“同上”之类的写法。表中文字说明句末不加标点，字号尽量采用 5 号字（当字数较多时可用小 5 号字，但在一个插表内字号要统一），1.25 倍行距，段前段后 0 行。

考虑到表格中的字体大小需要针对实际情况选择使用五号字（10.5 磅）或小五号字（9 磅），模板提供了环境 `wuhaotab` 和 `xiaowutab`，前者指定表格字号为五号，后者指定表格字号为小五。继承自环境 `tabular`，可以替代 `tabular` 环境嵌套在 `table` 环境内控制表格的字号。

#### 3.5.3 表的格式

**3.5.3.1 表的大小**根据窗口调整表格。表格的表格线为黑实线，线条 0.5 磅。

**3.5.3.2 表的对齐方式**表中内容全是单行，单元格对齐方式为水平居中。若表中内容有分行情况，单元格对齐方式中部两端对齐。编者也可以按照需要，保持表的美观。

**3.5.3.3 表的编排**插表之前文中必须有相关文字提示，如“见表 1.1”、“如表 1.1 所示”。

表 5.1 展示了一个典型的三线表的插入。

**表 5.1 单位在每列的书写示例**

基体	序号	粉末类型和预热温度（℃）	失效温度（℃）	Ec 计算值（GPa）
SUS304 不锈钢	1	粗粉 & 1000	180	4.21
	2	粗粉 & 800	10	4.38
	3	细粉 & 1000	300	4.95
	4	细粉 & 800	120	5.08

#### 3.5.4 跨页长表格

根据格式要求，一般情况下插表不能拆开两页编排，如某表在一页内安排不下时，才可转页，以续表形式接排，表左上角注明编号，编号后加“（续表）”，并重复表头。



为了解决上述要求，模板提供了如下的三个命令以使用户能够从容应对长表格编写的难题：

1. `\getlongtablecols` ——用于获取表格的列数；
2. `\storecaption` ——将文本保存为一个变量，随后插入为表格的 `caption` 及多次调用；
3. `\mycaption` ——使用过`\storecaption` 将一段文本保存标题变量之后使用`\mycaption` 可以调用保存的标题文本内容；
4. `\continuetablephrase` ——插入续表的表头，在 `longtable` 环境中置于`\endfirsthead` 与 `\endhead` 之间。

上述命令请具体参照表5.2中的示例，展示了一张跨越多页的长表格<sup>[2]</sup>。

表 5.2 插入长表格并自动适配表标题的示例

带钢厚度	带钢宽度	碳含量	硅含量	带钢速度	加热炉温度	均热炉温度
8450	193	299	8	549	732.8	688.5
8320	192	353	7	549	747.8	710.5
8290	232	343	6	580	715.2	635.5
8360	201	411	15	649	717.2	650
8880	223	376	6	609	711.4	634
8360	202	337	6	600	732.8	650.5
8120	234	353	5	679	751.2	643
8440	203	395	8	481	683.6	634
8120	234	442	8	649	743.2	641
8360	203	417	10	649	714.8	638.5
8350	201	374	7	667	725.8	652.5
8620	182	351	6	649	698.8	634
8360	201	440	11	679	730.6	650
8640	224	507	9	590	697.8	634.5
8960	202	373	12	552	693.8	645
9150	193	438	7	600	700	636
8140	231	400	8	599	724.4	645
8350	202	361	6	649	729	652
8620	182	410	7	648	699.8	631
8960	203	383	11	563	698.6	634
8020	225	360	8	549	733.6	643
8360	192	419	11	649	711.2	646.5
9360	202	384	10	606	730.6	645
8700	201	352	7	679	732.2	654.5
8360	202	382	8	649	734.8	658.5

表 5.2（续表）

带钢厚度	带钢宽度	碳含量	硅含量	带钢速度	加热炉温度	均热炉温度
8960	203	422	7	649	730	636
8300	214	403	6	648	710.8	630
8440	193	367	9	629	729.2	656
8170	191	357	12	599	714.2	652.5
8770	181	360	7	528	690.8	653
8720	192	436	9	555	701.4	641.5
8960	202	358	9	590	705.4	648.5
8700	202	443	7	649	720.4	637.5
9570	222	430	11	628	727.2	640.5
8420	202	353	8	648	717	644
8370	201	441	14	630	716.6	664
8720	203	300	8	540	737.6	692.5
8360	202	385	8	649	734.2	658.5
8700	201	352	7	649	720	648.5
9220	202	413	7	569	706	638.5
8700	202	425	9	581	714	643.5
8960	203	372	8	620	705.4	642
8370	201	347	7	649	720	658.5
8960	203	414	8	500	679	620.5
8820	223	271	6	618	791.2	719.5
9380	182	406	9	600	689.6	635

类比上文中出现过的环境环境 `wuhaotab` 和 `xiaowutab`，对于长表格，模板也提供了命令

## 3.6 插入图片

### 3.6.1 总体要求

根据格式要求：插图应与文字紧密配合，文图相符，内容正确。选图要精练，插图、照片应完整清晰。

### 3.6.2 图题及图中说明

每个图均应有图题（由图序和图名组成），居中位置。图题不宜有标点符号。图名在图序之后空 1 个字符排写。图序按章编排，如第 1 章第一个插图的图号为“图 1.1”，第 2 章第一个插图的图号为“图 2.1”等。图题置于图下，只需用中文书写，有图注或其它说明时应置于图题之上。引用图应注明出处，在图题右上角加引用文献号。

上述格式要求在模板中已有完整的定义。这里用户无需再对图标题格式作额外的修改，直接插入图片方式就能满足格式的要求。

图中若有分图时，分图题置于分图之下或图题之下，分图号用 a)、b) 等表示。图题用 5 号加粗，段前段后 0 行，1.25 倍行距。图中文字和数字等字号用 5 号字体。

考虑到以往的 subfigure 宏包已不再维护，模板将默认使用更加现代的 subcaption 宏包。图6.1展示了一个基本的分图示例，其中具体的分图如分图6.1a)和分图6.1b)所示。

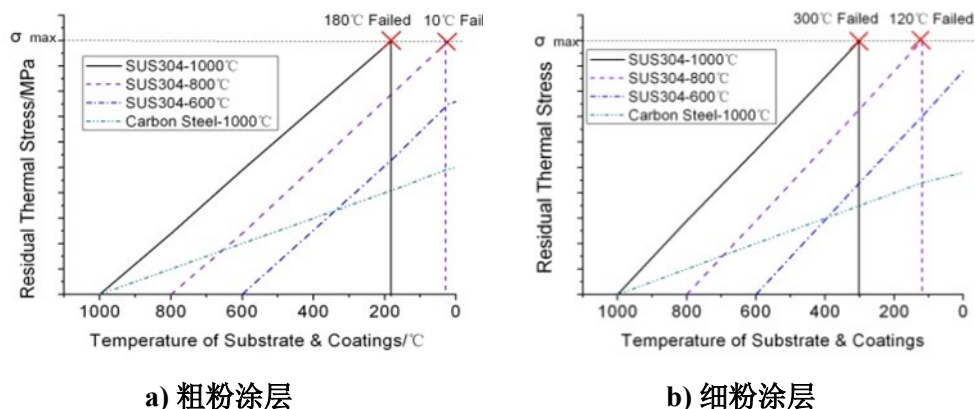


图 6.1 涂层在冷却过程中残余热应力的变化情况

### 3.6.3 插图编排

图的样式必须为嵌入式，居中。插图之前，文中必须有关于本插图的提示，如“见图 1.1”、“如图 1.1 所示”等。插图与其图题为一个整体，不得拆开排写于两页。插图处的该页空白不够排写该图整体时，则可将其后文字部分提前排写，将图移到次页。但是全文的图的编号不能乱，图 2.1 必须在图 2.2 之前。有分图时，分图过多在一页内安排不下时，可转到下页，总图题只出现在下页。图与上下正文间需空一行编排。

## 3.7 插入代码块

尽管在格式要求文件中没有提及，但考虑到代码块的使用比较频繁也比较繁琐，本模板将其一并提供。在本模板中是使用 listings 宏包插入代码块的，代码块有两种调用形式：

1. 在  $\text{\TeX}$  中嵌入代码块；
2. 或以文件形式插入代码。

通过在  $\text{\TeX}$  中嵌入代码的形式插入代码块的示例如7.1所示。

代码 7.1 在  $\text{\TeX}$  中嵌入代码的形式插入代码块

```
#include <stdio.h>
int main( void ) {
    print("hello, world\n");
    return 0;
}
```

以文件形式插入代码块的示例见附录代码2.1。

## 3.8 结论

根据报告格式要求，“结论”项有如下的格式要求：

**结论标题：**四号宋体，加粗，顶格，段前 20 磅，段后 10 磅，1.25 倍行距。

**结论内容：**宋体小四，段前段后 0 行，1.25 倍行距。

由于上述格式要求并不明确，没有声明“结论”标题的具体位置。但此处“结论”的格式要求实际上与章标题完全一致，因此这里认为结论命令应当居于文档左侧。读者可以使用本模板提供的\conclusion 命令来生成符合格式要求的“结论”字样。如下展示了一个符合格式要求的“结论”行：

## 结论

就我们目前所能测定的情况来看，花生酱对地球的自转没有什么影响<sup>[3]</sup>。

## 四、 实验步骤与结果

### 4.1 文件目录说明

项目的主文件夹下的各个目录及其说明如下列所示：

- **figure** 文件夹：用于储存报告中的各项图；
- **chapters** 文件夹：分章节保存报告主题内容，`chapters_1.tex` 到 `chapter_6.tex` 分别是章节 1 到 6 的内容。初始状态下为 `example.pdf` 文件中的示例文本内容；
- **code** 文件夹用于保存需要插入报告的代码文件。
- **fonts** 用于保存符号报告样式的字体文件。
- **document** 文件夹保存了一份报告排版格式的要求文件。
- **backup** 文件夹保存了一份 GB7714-2015 标准引用格式的副本文件，以防万一 `biblatex` 自动调用引用格式不生效的情况下可以手动调用。

### 4.2 获取模板

本模板的 GitHub 开源地址位于 [GitHubonline1396529/dlmuucexpreport](https://github.com/online1396529/dlmuucexpreport)，国内镜像地址位于 Gitee 上的 [BOXonline\\_1396529/dlmuucexpreport](https://gitee.com/BOXonline_1396529/dlmuucexpreport)。点击链接访问。您可以在网站下载源码的压缩包，或使用 Git 拉取。

本模板项目是开源模板，旨在免费提供。如果您在任何平台通过收费途径获取到本模板，请当心！您可能受到了欺诈。

### 4.3 编译文档

#### 4.3.1 使用 `make` 命令编译文档

如果您习惯使用 `make` 命令，并且您的计算机上已经正确配置了 GNU Make（譬如基于 mingw 环境，或者您在大一学习 C 语言的时候安装过 GCC 组件作为您的 C 语言编译器，或者您安装过 Git for Windows），那么文档的编译规则已经在 Makefile 中正确定义。使用 `make` 命令能够即刻生成您的文档。

- 如果您需要删除工作区目录下包含成品文档在内的所有生成文件，请使用 `make clean`
- 如果您只是需要删除所有的辅助文件，请使用 `make clear`
- makefile 中定义的 `make example` 命令是用于构建您当前看到的这份示例文档的，通常情况下您不会使用到。

#### 4.3.2 使用 $\text{XeLaTeX}$ 编译文档

文档需按照如下顺序编译：

$\text{XeLaTeX} \rightarrow \text{Biber} \rightarrow \text{XeLaTeX} \rightarrow \text{XeLaTeX}$

通过在命令行执行如代码3.2所示的命令，你可以正确编译文档：

#### 代码 3.1 用于编译文档的 shell 命令

```
xelatex main.tex
```

```
biber main # 编译引用格式
xelatex main.tex
xelatex main.tex
latexmk -c # 清理工作区
```

#### 4.3.3 使用 LaTeXmk 基于 Xe<sub>La</sub>T<sub>E</sub>X 构建文档

您也可以通过 LaTeXmk 指定使用 Xe<sub>La</sub>T<sub>E</sub>X 规则编译文档，这只需要您在使用 LaTeXmk 时指定 `-xelatex` 参数：

##### 代码 3.2 用于编译文档的 LaTeXmk 命令

```
latexmk -xelatex main.tex
```

## 五、 实验总结与心得体会

### 5.1 帮助完善这篇模板

如果您在模板中发现任何不足，欢迎参与模板的改进工作。您可以：

- 在本模板的GitHub Repo提交相应的Issue/Pull Request
- 创建模板的 Fork。

如果你喜欢这个模板，别忘了帮忙点亮 Git 仓库的小星星。

### 5.2 更新日志

- 2024 年 7 月 23 日：允许修改封面上的标题和学校名称
- 2024 年 8 月 1 日：修正了章节标题换行的错误；变更文档类型由 `ctexart` 为 `ctexbook`
- 2024 年 8 月 21 日：补充说明了有关封面样式差异的问题
- 2024 年 9 月 13 日：修复了封面样式的细微差异；修正了引用文献角标没有方括号的问题。
- 2024 年 9 月 26 日：改进表格字号控制；修正了款项标题编号不显示的问题，改进了款项标题样式。
- 2024 年 10 月 10 日：修正了款项标题的段前段后间距为 0 行
- 2024 年 10 月 14 日：在文档中新增了文件目录说明，将封面元数据设置迁移至导言区

## 六、 参考文献

参考文献按序号、作者、文章题目、期刊名、年份列出；书按序号、作者姓名、书名、出版社、出版时间顺序列出。

- [1] 袁庆龙, 候文义. Ni-P 合金镀层组织形貌及显微硬度研究[J]. 太原理工大学学报, 2001, 51-53(32(1)).
- [2] 2024 辽宁省大学数学建模竞赛试题 B 题: 钢铁产品质量优化[Z].
- [3] PH.D. G A, PH.D. A B, et Al. The Effects of Peanut Butter on the Rotation of the Earth[J]. Improbable Research, 1993.



## 七、 附录

### 7.1 宏包

模板中已加载的宏包如表1.1所示。请勿重复加载以防止出现问题。

表 1.1 已加载的宏包

ctex	titlesec	array	geometry	fontspec
float	amsmath	amssymb	hyperref	amsthm
mathtools	mathrsfs	calc	tocloft	titletoc
fancyhdr	enumerate	enumitem	metalogo	setspace
caption	subcaption	booktabs	multirow	longtable
chemfig	tikz	tikz-network	circuitikz	color
xcolor	verbatim	listings	matlab-prettifier	

### 7.2 插入代码块效果示例

代码 2.1 系统聚类方法的实现 (Python):

```
"""
demo.py - 示例代码
=====

一份示例代码，基于 :module:`scipy.cluster.hierarchy` 模块实现了系统聚类，
用于测试代码块高亮渲染和排版效果。聚类的数据来源于随即数据。

使用方法：

1. 直接运行代码即可查看代码运行结果。
2. 使用高亮渲染工具查看代码文件。
"""

# 导入必要的库
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from scipy.cluster.hierarchy import linkage, dendrogram

# 生成随机数据
np.random.seed(42)
```

```
data = np.random.rand(20, 2) * 100

# 标准化数据
scaler = StandardScaler()
data_normalized = scaler.fit_transform(data)

# 进行系统聚类
Z = linkage(data_normalized, method='ward')

# 绘制树状图
plt.figure(figsize=(10, 5))
dendrogram(
    Z,
    leaf_rotation=90,
    leaf_font_size=10
)
plt.title('Hierarchical Clustering Dendrogram')
plt.xlabel('Sample index')
plt.ylabel('Distance')
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```