LaTeX 排版学习笔记

zoho@bbs.ctex.org

2014 年 7 月 1 日

前言

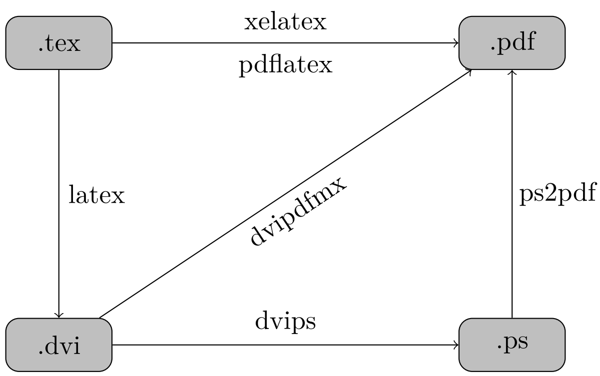
从 2006 年 3 月 29 日开始，陆陆续续记录了排版 LaTeX 文档时的笔记。直到 2011 年 11 月 6 日大概有了 30 多篇记录，于是开始将所有内容整理为一个 PDF 文档。然后继续增添内容，到目前为止，总共有 104 页。

目录

第一章　基本使用

1.1　基本排版流程

和 Microsoft Office Word 等所见即所得的办公软件不同，用 LaTeX 排版文档，首先要用文本编辑器编辑好 tex 文档，然后通过各种程序编译，得到 pdf 文档用于打印或者阅读。基本的排版流程如下图：



一般我们经常用 pdflatex 或者 xelatex 程序直接从 tex 文件生成 pdf 文件。如果是中文 tex 文档，优先使用 xelatex 程序编译。如何使用编辑器以及编译文档在后面的章节有详细介绍。

1.2　文本排版

1.2.1　英文文档

最简单的 LaTeX 英文文档如下：

```
% hello.tex
\documentclass[a4paper]{article}
\usepackage{hyperref}
\begin{document}
Hello World!
\end{document}
```

我们来看看上面的 tex 文档内容。在 LaTeX 里面，每行的 % 符号后面的内容都表示注释，在编译时都会被忽略。因此第一行的内容没有任何结果。

接着看第二行。在 LaTeX 文档中，用 \ 开始的字母串来表示一个命令，这里的 `\documentclass` 是 LaTeX 文档的基本命令，用于指明*文档类*。命令后面用花括号 `{}` 包含的内容是该命令的参数，必不可少。对于这个例子，`article` 参数就指明我们撰写的是一篇文章，类似地还可以用 `book` 或者 `report` 参数，分别表示书籍和报告。命令后用方括号 `[]` 包含的内容是该命令的选项，选项可以省略，省略时必需连同方括号也去掉。如果选项省略，将会使用默认值。这里例子的 `a4paper` 指明我们文档的页面是 A4 纸张的大小，改为 `b5paper` 就是 B5 纸张的大小。

第三行的 `\usepackage` 命令也是 LaTeX 的基本命令，用于载入 LaTeX 宏包。LaTeX 系统中包含了各种各样的宏包，对 LaTeX 的基本功能作了各种扩展。我们这一行载入的 `hyperref` 宏包后面将介绍到。

接下来在 `\begin{document}` 和 `\end{document}` 之间的部分我们称为*正文区*，一般用于正文内容的撰写。这个例子的正文内容只有简单的 `Hello World!`。对应的，在 `\documentclass` 和 `\begin{document}` 命令之间的部分我们称为*导言区*，一般用于载入宏包，定义命令和调整格式。LaTeX 文档把格式和内容部分分开，是一种良好的设计准则。

1.2.2 特殊字符

在 LaTeX 的文本内容中，大部分字符都可以直接输入，但是 #, $, %, &, {, }, _, ^, ~, <, >, |, \ 这几个字符由于有特殊用途不能直接输入。我们可以按照下表的方式输入这些特殊字符

输入	`\#`	`\$`	`\%`	`\&`	`\{`	`\}`	`\_`	`\^{}`	`\~{}`
显示	#	$	%	&	{	}	_	^	~

<table>
<tr><td>输入</td><td>\textless</td><td>\textgreater</td><td>\textbar</td><td>\textbackslash</td></tr>
<tr><td>显示</td><td><</td><td>></td><td>|</td><td>\</td></tr>
</table>

另外，LaTeX 中是区分左右引号的，输入 `` ` ``和 ‘分别显示左右单引号，输入 ``` `` ```和 “分别显示左右双引号。连字号、起止号和破折号看起来都是一个差不多的短横线，但输入的方式也是不同的。用 `-` 得到连接单词的连字号 -，用 `--` 得到表示数字范围的起止号 –，用 `---` 得到英文的破折号 —。

1.2.3 段落换行

用一个空行或者 `\par` 命令可以开始新的段落，同时会有默认的首行缩进。用 `\\` 或者 `\newline` 可以强制换行在下一行继续，且在下一行不会有缩进。

1.2.4 中文文档

LaTeX 中文文档的排版有各种方式，例如 CCT，CJK，xeCJK 等等。目前最优秀的方式是用 ctex 文档类来排版中文文档，它在其它各种方式的基础上以一致的方式解决了中文排版的问题。例如：

```
\documentclass[UTF8]{ctexart}
\begin{document}
中文内容测试!
\end{document}
```

使用这种方式，只需要将文档类从英文的 `article` 改成 `ctexart`，所有中文环境和章节编号等等都已经按照中文习惯设置好了，简单易行。

例子中的 `UTF8` 这个可选参数指明了中文文档的编码。编码主要有这两种：`GBK` 和 `UTF8`；如果编码不指定，默认为 `GBK`。不同的 LaTeX 编辑器对中文文档的默认编码不同。以 CTeX 套装 2.9 版本包含的两个编辑器为例，WinEdt 编辑器的默认中文编码为 `GBK`，而 TeXworks 编辑器的默认中文编码为 `UTF8`。

因此，对于初学者，为了避免乱码的出现，最好根据编辑器的默认情形来选择编码，如果使用的是 WinEdt 编辑器，将文档的编码设为 `GBK`，如果使用的是 `TeXworks` 编辑器，将文档的编码设为 `UTF8`。

如果希望在不同的编辑器都能正常显示中文，推荐统一使用 `UTF8` 编码。在 WinEdt 中新建一个空白文件，在第一行写上如下内容

```
% -*- coding: utf-8 -*-
```

然后保存并关闭，再重新打开后，将旧文档内容复制粘贴到里面，保存以后该文档就保持为 `UTF8` 编码了。

另外，对于 `book` 和 `report` 文档类，也有对应的 `ctexbook` 和 `ctexrep` 中文文档类，其用法类似。

1.3 文本环境

在 LaTeX 中，用 \begin 和 \end 包含起来的特殊段落，即

```
\begin{环境名}...\end{环境名}
```

我们称为环境。不同环境中的内容将用不同的方式来排版。在文本段落中，常见的环境有列表环境，对齐环境和定理环境等。

1.3.1 列表环境

列表环境有三种：无序列表（itemize）、有序列表（enumerate）和描述列表（description）。它们的使用方式和显示效果如下：

```
\begin{itemize}
\item 无编号的列表
\item 带编号的列表
\item 带标签的列表
\end{itemize}
```

- 无编号的列表
- 带编号的列表
- 带标签的列表

```
\begin{enumerate}
\item 无编号的列表
\item 带编号的列表
\item 带标签的列表
\end{enumerate}
```

1. 无编号的列表
2. 带编号的列表
3. 带标签的列表

```
\begin{description}
\item[无序列表] 无编号的列表。
\item[有序列表] 带编号的列表。
\item[描述列表] 带标签的列表。
\end{description}
```

无序列表 无编号的列表。

有序列表 带编号的列表。

描述列表 带标签的列表。

1.3.2 对齐环境

默认情形，文章段落都是两侧对齐的，但我们也可以排版居中对齐和单侧对齐的段落。

1.3.2.1 居中对齐

在 LaTeX 中，可以用 `center` 环境得到居中的文本段落，其中可以用 `\\` 换行。例如：

```
This is the first normal paragraph. This is the first normal paragraph.
\begin{center}
Hi, the center. Hi, the center. Hi, the center. \\
Hi, the center. Hi, the center. Hi, the center.
\end{center}
This is another normal paragraph. This is another normal paragraph.
```

This is the first normal paragraph. This is the first normal paragraph.

Hi, the center. Hi, the center. Hi, the center.
Hi, the center. Hi, the center. Hi, the center.

This is another normal paragraph. This is another normal paragraph.

如果居中段落在一行放不下，只会在最后一行是居中的，其它行都填满页面宽度。在一个环境内部，用命令 `\centering` 也可以让后面的文本都居中放置。

1.3.2.2 单侧对齐

类似地，可以用 `flushleft` 和 `flushright` 环境分别得到向左对齐和向右对齐的文本段落。例如：

```
This is the first normal paragraph. It is justified.
\begin{flushleft}
Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left. \\
Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left.
\end{flushleft}
\begin{flushright}
Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right. \\
Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right.
\end{flushright}
This is the first normal paragraph. It is justified.
```

This is the first normal paragraph. It is justified.

Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left.
Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left. Hi, the left.

Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right.
Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right. Hi, the right.

This is the first normal paragraph. It is justified.

类似地，在一个环境内部，用 `\raggedright` 声明同样可以让文本向左对齐，而用 `\raggedleft` 声明同样可以让文本向右对齐。[1]

1.3.3 定理环境

定理命题的撰写的最简单的例子：

```
\newtheorem{theorem}{Theorem}
\newtheorem{corollary}{Corollary}
\begin{theorem}
This is a theorem.
\end{theorem}
\begin{corollary}
This is a corollary.
\end{corollary}
```

Theorem 1 *This is a theorem.*

Corollary 1 *This is a corollary.*

这样的输出结果就是各自编号的定理和推论了，定义、命题等等也类似可以这么使用。如果你希望定理和推论一起编号，前面可以改为这样（意思是 corollary 也使用 theorem 的编号）：

```
\newtheorem{thrm}{Theorem}
\newtheorem{corl}[thrm]{Corollary}
\begin{thrm}
This is a theorem.
\end{thrm}
\begin{corl}
This is a corollary.
\end{corl}
```

Theorem 1 *This is a theorem.*

Corollary 2 *This is a corollary.*

[1] 在英文中，ragged right 的字面意思是“右侧不对齐”。

最后，如果你希望使用类似 `Theorem 3.6.1` 这样的定理编号，可以这么使用：

```
\newtheorem{thm}{Theorem}[section]
\newtheorem{cor}[thm]{Corollary}
\begin{thm}
This is a theorem.
\end{thm}
\begin{cor}
This is a corollary.
\end{cor}
```

Theorem 1.3.1 *This is a theorem.*

Corollary 1.3.2 *This is a corollary.*

这里的例子是对于 book 文档类来说的，如果是 article 文档类，最前面的 `section` 应改为 `subsection`，否则将输出类似 `Theorem 6.1` 这样的编号。

1.4 文档结构

1.4.1 文档类别

前面已经讲过，用下面的命令可以指定文档类

```
\documentclass[选项]{文档类}
```

其中文档类有文章（article），书籍（book），报告（report），书信（letter）这几种选择。文档类的选项有下面这些。

页面大小（a4paper，a5paper，b4paper，letterpaper，legalpaper，executivepaper）：默认的 letterpaper 常见于美国，其大小为 216 毫米乘以 279 毫米（即 8.5 英寸乘以 11 英寸），而国内常用的 a4paper 的大小为 210 毫米乘以 297 毫米，两者稍有区别。虽然这里可以指定不同的页面大小，但是纸张却始终为 A4 大小。比如你指定为 A5 页面大小，那么生成的 PDF 文件中，内容只在 A4 纸张的左上角。这个页面大小和纸张大小不一致的问题非常烦人，因此建议不在这里设置页面大小，而是用 `geometry` 宏包来设置（见第 2.3 节）。

字体大小（10pt，11pt，12pt）：默认为 10pt。

纸张方向（portrait，landscape）：默认为 portrait（纵向），在屏幕阅读也许 landscape（横向）更方便。

草稿定稿（draft，final）：默认为 final（定稿）；如果是 draft（草稿），页面内容有溢出时会显示粗黑条。

单面双面（oneside，twoside）：对于 article 和 report 文档类，默认设置为单面，页码总是在右边；对于 book 文档类，默认设置为双面，奇数页页码在右边，偶数页页码在左边，这样双面打印时页码总在外侧。

新章开始（openright，openany）：仅对 book 文档类有效，默认值为 openright，即每章都从奇数页开始；如果设置为 openany，则每章仅从新的一页开始，不管奇偶页。

1.4.2 标题摘要

用下面的代码可以加入文章的标题、作者和日期信息：

```
\title{Notes On LaTeX Typesetting}
\author{Some One}
\date{November 13, 2011}
\maketitle
```

如果 `\date{}` 命令的参数为空，则不显示日期信息。如果不出现 `\date` 命令，则默认显示当前的日期。

用下面的代码可以加入文章的内容摘要：

```
\begin{abstract}
some abstract...
\end{abstract}
```

1.4.3 章节目录

在 book 和 report 文档类中，可以使用 `\part`、`\chapter`、`\section`、`\subsection`、`\subsubsection`、`\paragraph`、`\subparagraph` 这些章节命令，在 article 文档类中，除了 `\chapter` 不能用，其它的都可以用。例如下面的代码

```
\part{部分标题}
\chapter{章标题}这一章我们介绍这些内容。
\section{节标题}这一节我们介绍这些内容。
\subsection{小节标题}这一小节我们介绍这些内容。
\subsubsection{子节标题}这一子节我们介绍这些内容。
\paragraph{段标题}这一段我们介绍这些内容。
\subparagraph{小段标题}这一小段我们介绍这些内容。
```

用 `\tableofcontents` 命令可以自动从各章节标题生成目录，但此时需要编译两次。[2] 上面各个章节命令都对应有带 * 号的命令（例如 `\section*`，`\subsection*` 等等），这些带 * 号的章节标题将不会自动编号，也不会出现在目录中。

在导言区中用下面的命令载入 hyperref 宏包

```
\usepackage{hyperref}
```

就可以让生成的文章目录有链接，点击时会自动跳转到该章节。而且也会使得生成的 pdf 文件带有目录书签。

1.4.4 参考文献

在 LaTeX 中使用参考文献很容易，下面的代码

```
\begin{thebibliography}{123456}
\bibitem[Knuth1]{DK1} D. Knuth, T.A.O.C.P. , Vol. 1, Addison-Wesley, 1997.
\bibitem[Knuth2]{DK2} D. Knuth, T.A.O.C.P. , Vol. 2, Addison-Wesley, 1997.
\bibitem[Knuth3]{DK3} D. Knuth, T.A.O.C.P. , Vol. 3, Addison-Wesley, 1998.
\end{thebibliography}
```

将得到下面的结果：

参考文献

[Knuth1] D. Knuth, T.A.O.C.P. , Vol. 1, Addison-Wesley, 1997.
[Knuth2] D. Knuth, T.A.O.C.P. , Vol. 2, Addison-Wesley, 1997.
[Knuth3] D. Knuth, T.A.O.C.P. , Vol. 3, Addison-Wesley, 1998.

其中方括号里的可选参数是结果中显示的各条文献记号，如果省略则使用数字编号。它后面大括号里的必选参数是引用的名称，要引用前两条文献，在前面可以这样使用：

```
D. Knuth wrote some books, e.g. \cite{DK1, DK2}.
```

在 `\begin{thebibliography}` 后面的必选参数指明各文献记号的最大长度，即它的字符长度应该等于各文献记号的最大长度。

[2]类似地，命令 `\listoffigures` 和 `\listoftables` 分别生成插图目录和表格目录。

1.4.5 全文索引

利用 makeindex 宏包可以建立全文索引。最简单的例子如下：

```
\documentclass{article}
\usepackage{makeidx}
\makeindex
\begin{document}
...
Plain TeX \index{Plain TeX}
...
LaTeX \index{LaTeX}
...
ConTeXt \index{ConTeXt}
...
\printindex
\end{document}
```

在编译时，先用 xelatex/pdflatex 编译，接着用 makeindex 编译，最后再用 xelatex/pdflatex 编译，才能得到带全文索引的文档。

1.5 文本盒子

在 TEX 排版文档时，所有内容都会被转换为嵌套的盒子。每个字符是一个盒子，多个字符盒子组成一个行盒子，而多个行盒子组成一个页盒子。

1.5.1 左右盒子

左右盒子是最简单的盒子，它包括 \mbox 和 \fbox。例如：

```
正文\mbox{盒子}正文\fbox{盒子}正文
```

正文盒子正文$\boxed{\text{盒子}}$正文

可以看出两者的区别在于后者带有边框。

对应的还有另外两种左右盒子 \makebox 和 \framebox，它们提供更多的选项，比如可以指定盒子的宽度：

```
正文\makebox[8em]{盒子}正文\\
正文\framebox[8em]{盒子}正文
```

正文　　　盒子　　　正文
正文　　　盒子　　　正文

而且还可以指定盒子中文本的对齐方式，例如：

```
正文\makebox[10em][l]{靠左对齐}正文\\
正文\framebox[10em][l]{靠左对齐}正文
```

正文靠左对齐　　　　　正文
正文靠左对齐　　　　　正文

```
正文\makebox[10em][c]{居中对齐}正文\\
正文\framebox[10em][c]{居中对齐}正文
```

正文　　　居中对齐　　　正文
正文　　　居中对齐　　　正文

```
正文\makebox[10em][r]{靠右对齐}正文\\
正文\framebox[10em][r]{靠右对齐}正文
```

正文　　　　　靠右对齐正文
正文　　　　　靠右对齐正文

```
正文\makebox[10em][s]{分散对齐}正文\\
正文\framebox[10em][s]{分散对齐}正文
```

正文分　　散　　对　　齐正文
正文分　　散　　对　　齐正文

```
正文\makebox[10em][s]{A Lazy Dog}正文\\
正文\framebox[10em][s]{A Lazy Dog}正文
```

正文A　　Lazy　　Dog正文
正文A　　Lazy　　Dog正文

其中 l、c、r、s 分别表示靠左、居中、靠右和分散对齐。使用分散对齐选项时，对中文以汉字为单位分散，而对于西文则以单词为单位分散。

在定义 \makebox 和 \framebox 的宽度时，我们可以用 \width、\height、\depth 和 \totalheight 这些长度量，它们分别表示盒子内容的宽度、高度、深度和总高度（即高度和深度之和）。比如下面例子设定盒子的宽度等于内容宽度的三倍：

```
正文\framebox[3\width]{盒子}正文
```

正文　盒子　正文

对于带框盒子 \fbox 和 \framebox，我们可以用 \fboxsep 调整边框和内容之间的距离，用 \fboxrule 调整框线的宽度。两者的默认值分别为 3pt 和 0.4pt。例如：

```
\setlength{\fboxsep}{8pt}
\setlength{\fboxrule}{1pt}
正文\fbox{盒子}正文
```

正文 盒子 正文

1.5.2 段落盒子

左右盒子中不能包含多行文本或者段落。此时我们可以改用 `\parbox` 命令或者 `minipage` 环境。例如：

```
Left\parbox{6em}{One\\ Two\\ Three}Right
```

One
LeftTwo Right
Three

```
Left\begin{minipage}{6em}
One\\ Two\\ Three
\end{minipage}Right
```

One
LeftTwo Right
Three

其中必须指定盒子宽度。两者的用法和参数都一样，只是在 `\parbox` 中不能包含某些命令或环境，而 `minipage` 中的内容几乎没有限制。

`\parbox` 和 `minipage` 都不含边框，但我们可以将它们放在 `\fbox` 中得到边框，例如：

```
Left\fbox{\begin{minipage}{6em}
One\\ Two\\ Three
\end{minipage}}Right
```

One
Left Two Right
Three

段落盒子还有三个可选参数，其中第一个用于设定段落盒子和两边内容的对齐方式。例如：

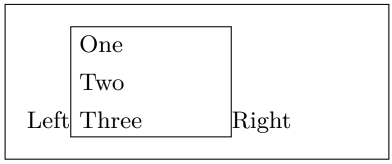
```
Left\fbox{\begin{minipage}[t]{6em}
One\\ Two\\ Three
\end{minipage}}Right
```

Left One Right
Two
Three

```
Left\fbox{\begin{minipage}[c]{6em}
One\\ Two\\ Three
\end{minipage}}Right
```

One
Left Two Right
Three

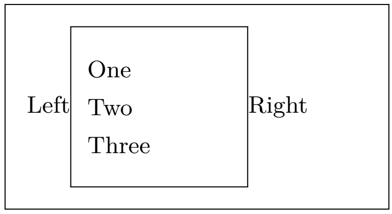
```
Left\fbox{\begin{minipage}[b]{6em}
One\\ Two\\ Three
\end{minipage}}Right
```



其中，默认选项 `c` 表示段落盒子的中线和外部内容的基线对齐，而选项 `t` 表示盒子顶行的基线和外部内容的基线对齐，选项 `b` 表示盒子底行的基线和外部内容的基线对齐。

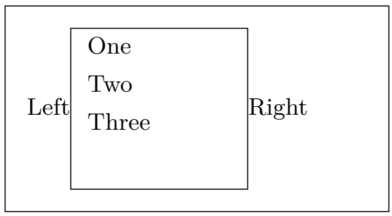
第二个可选参数用于设定段落盒子的高度。例如：

```
Left\fbox{
  \begin{minipage}[c][6em]{6em}
  One\\ Two\\ Three
  \end{minipage}
}Right
```

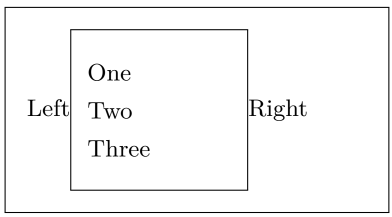


第三个可选参数用于设定段落盒子内部的纵向对齐方式。例如：

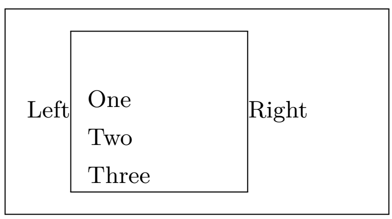
```
Left\fbox{
  \begin{minipage}[c][6em][t]{6em}
  One\\ Two\\ Three
  \end{minipage}
}Right
```



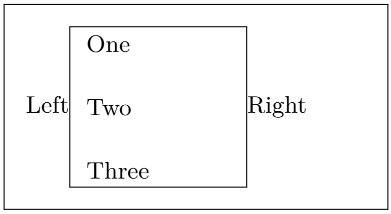

```
Left\fbox{
  \begin{minipage}[c][6em][c]{6em}
  One\\ Two\\ Three
  \end{minipage}
}Right
```



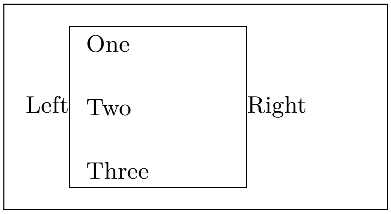

```
Left\fbox{
  \begin{minipage}[c][6em][b]{6em}
  One\\ Two\\ Three
  \end{minipage}
}Right
```



```
Left\fbox{
 \begin{minipage}[c][6em][s]{6em}
 One\vfill Two\vfill Three
 \end{minipage}
}Right
```




```
Left\fbox{
 \begin{minipage}[c][6em][s]{6em}
 \setlength{\baselineskip}{10pt plus 2pt}
 One\\ Two\\ Three
 \end{minipage}
}Right
```



其中默认值 `c` 表示居中对齐，`t` 和 `b` 分别表示顶部对齐和底部对齐，而 `s` 表示分散对齐。在使用分散对齐时，内容中需要有竖直的弹性长度。上面的例子中，分别通过直接使用 `\vfill` 命令和设定弹性行距 `\baselineskip` 得到弹性长度。

1.5.3 标尺盒子

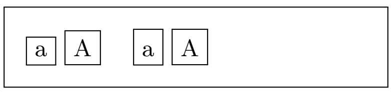
LaTeX 中还提供了 `\rule` 命令，用于生成标尺盒子，即一个不含内容的实心矩形盒子。例如：

```
Left \rule{3pt}{14pt} Right
```

其中 `\rule` 命令的两个参数分别表示宽度和高度。

宽度为零的标尺盒子虽然无法看到，但可以起到支撑的作用，我们称之为**支架**（strut）。例如：

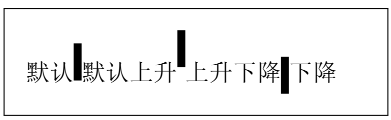
```
\fbox{a} \fbox{A} \quad
\fbox{a\rule{0pt}{7pt}}
\fbox{A\rule{0pt}{7pt}}
```



在这个例子中，由于 `a` 和 `A` 的高度不一，左边两个盒子的高度不一样，但加入支架后右边两个盒子的高度就相同了。

标尺盒子默认与该行的基线平行，通过设定 `\rule` 命令的可选参数，可以升高或降低其水平位置。例如：

```
默认\rule{3pt}{14pt}默认
上升\rule[5pt]{3pt}{14pt}上升
下降\rule[-5pt]{3pt}{14pt}下降
```



1.5.4 幻影盒子

LaTeX 中还有一种幻影盒子，它们的内容看不到，但内容所占据的空间保持不变。幻影盒子可以用 `\phantom` 命令得到，例如：

```
正文\phantom{幻影}正文
```

正文　　正文

类似地还有 `\hphantom` 和 `\vphantom` 命令。`\hphantom` 用于生成水平幻影，其宽度等于内容的宽度，而高度和深度为零。`\vphantom` 用于生成竖直幻影，其高度和深度分别等于内容的高度和深度，而宽度为零。例如：

```
正文正文\\
正文\hphantom{水平幻影}正文\\
正文\vphantom{\Huge 竖直幻影}正文
```

正文正文
正文　　　　正文

正文正文

在这个例子中，竖直幻影的高度较大，撑开了第二行和第三行的间距。

1.5.5 盒子变换

利用 `\raisebox` 可以升高或者降低盒子的位置。例如：

```
正文 \raisebox{6pt}{上升} 正文\\
正文 \raisebox{-6pt}{\fbox{下降}} 正文
```

正文 上升 正文
正文 下降 正文

```
L\raisebox{1pt}{\tiny A}%
T\raisebox{-2pt}{E}X
```

LATEX

我们也可以在 `\raisebox` 命令中直接指定盒子的最终高度和深度。例如：

```
正文正文正文\\
正文
\raisebox{6pt}[30pt][9pt]{\fbox{上升}}
正文
```

正文正文正文

正文 上升 正文

其中两个可选参数分别表示所需的高度和深度，深度也可以不指定。

利用 `\smash`命令，可以将已有的盒子拍扁，保持宽度不变，但将高度和深度变为零。例如：

```
正文正文\\
正文{\huge 盒子}正文\\
正文\smash{\huge 盒子}正文
```

正文正文
正文盒子正文
正文盒子正文

其中第三行的“盒子”的高度已经变为零，所以 TEX 排版时不会自动增加第二行和第三行的间距，使得两行部分重叠。

在 graphics 和 graphicx 宏包中还提供了这些盒子变换命令：\resizebox、\scalebox、\reflectbox 和 \rotatebox。

利用 \resizebox 命令，可以对盒子进行伸缩变换，例如：

```
正常\resizebox{30pt}{5pt}{矮胖}正常\\
正常\resizebox{11pt}{13pt}{瘦高}正常\\
正常\resizebox{30pt}{!}{胖高}正常
```

正常矮胖正常
正常瘦高正常
正常胖高正常

该命令的两个参数分别表示给该盒子指定的宽度和总高度。如果其中一个参数取为 !，则表示保持宽高比例不变且按照另一参数进行伸缩。

利用 \scalebox 命令，同样可以对盒子进行伸缩变换，例如：

```
正常\scalebox{1.6}[0.7]{矮胖}正常\\
正常\scalebox{0.7}[1.6]{瘦高}正常\\
正常\scalebox{1.6}{胖高}正常
```

正常矮胖正常
正常瘦高正常
正常胖高正常

该命令的两个参数分别表示水平和竖直伸缩因子。如果省略竖直伸缩因子，则表示它和水平伸缩因子相同。

\scalebox 命令的伸缩因子也可以是负数，水平伸缩因子为负数表示伸缩后作水平翻转，而竖直伸缩因子为负数表示伸缩后作竖直翻转。例如：

```
正常\scalebox{-1.6}[0.7]{矮胖}正常\\
正常\scalebox{0.7}[-1.6]{瘦高}正常
```

正常胖矮正常
正常瘦高正常

特别地，水平和竖直伸缩因子分别为 -1 和 1 时就表示仅作水平翻转，这等同于 \reflectbox 命令。例如：

```
正常\scalebox{-1}[1]{翻转}正常\\
正常\reflectbox{翻转}正常
```

正常转翻正常
正常转翻正常

```
X\raisebox{-2pt}{\reflectbox{E}}%
T\raisebox{-2pt}{E}X
```

XƎTEX

利用 `\rotatebox` 命令，可以对盒子进行旋转变换，例如：

```
正常\rotatebox{45}{逆时针}正常\\
正常\rotatebox{-30}{顺时针}正常
```

正常逆时针正常
正常顺时针正常

其中的参数指明旋转角度，大于零表示逆时针旋转，小于零表示顺时针旋转。

1.6 插入表格

插入表格经常使用的是 `tabular` 环境，这个环境是 LaTeX 中预先定义好的。

1.6.1 基本表格

我们从下面的例子来看看如何用 `tabular` 环境插入表格：

```
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\hline
左列   &  中列  &   右列 \\
\hline
第二行 & 第二行 & 第二行 \\
\hline
左三   & 中三   & 右三 \\
\hline
\end{tabular}
```

左列	中列	右列
第二行	第二行	第二行
左三	中三	右三

我们来解释这个例子。首先，`tabular` 环境的参数 `|l|c|r|` 指明了各列的对齐方式，`l`、`c` 和 `r` 分别表示左对齐、居中对齐和右对齐。中间的竖线 `|` 指明各列之间有竖线分隔，如果在某些地方不需要竖线，去掉相应位置的 `|` 即可。

表格各行的元素之间用 `&` 号分隔，两行内容用 `\\` 分隔。`\hline` 表示两行之间的横线；你可以用连续两个 `\hline` 得到双横线，或者去掉 `\hline` 以不显示该横线。

如果需要在某个单元格中填写多行内容，不能直接用 `\\` 或 `\newline` 命令，而应该将它们放在一个盒子里面（比如 `\parbox` 盒子）。

1.6.2 跨列表格

复杂的表格经常需要跨行和跨列，在 `tabular` 环境中，我们可以用命令 `\multicolumn` 得到跨列表格，而跨行表格需要使用 `multirow` 宏包，我们暂不介

绍。

现在来看看跨列表格的例子：

```
\begin{tabular}{|c|c|c|}
\hline
第一行 & 第一行 & 第一行 \\
\hline
\multicolumn{2}{|c|}{跨列} & 第二行\\
\hline
第三行 & 第三行 & 第三行 \\
\hline
\end{tabular}
```

第一行	第一行	第一行
跨列		第二行
第三行	第三行	第三行

上面的 `\multicolumn` 命令的第一个参数指明要横跨的列数，第二个参数指明对齐和边框线，第三个参数指明该单元格的内容。

1.6.3 浮动表格

前面所说的插入表格的例子中，表格是在 `tabular` 环境对应的位置排版出来的。如果表格高度大于当前页剩余高度，表格就会被放置到下一页中，造成这一页下部留出很大空白。

大部分时候我们并不需要严格限定表格出现的位置，而只要求表格在该段正文的附近出现。此时，我们可以用 `table` 浮动环境来达到自动调整位置的效果。例如下面的代码得到的是自动浮动的表 1.1：

```
\begin{table}[htbp!]
\centering
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\hline
第一行 & 第一行 & 第一行 & 第一行 \\
\hline
第二行 & 第二行 & 第二行 & 第二行 \\
\hline
\end{tabular}
\caption{浮动表格例子}
\label{tab:float}
\end{table}
```

其中的可选参数里，`h`（here，当前位置）、`t`（top，页面顶部）、`b`（bottom，页面底部）、`p`（page，单独一页）表明允许将表格放置在哪些位置，而 `!` 表示不

第一行	第一行	第一行	第一行
第二行	第二行	第二行	第二行

表 1.1: 浮动表格例子

管某些浮动的限制。用 `table` 浮动环境，还可以用 `\caption`命令指明表格的名称，并得到表格的自动编号。

在 `\caption` 后面用 `\label` 命令，可以给浮动表格加上标签。在文档其它地方可以用 `\ref` 命令引用该表格。

1.7 插入图片

在 LaTeX 文档中插入现有的图形，可以使用 `graphics` 或 `graphicx` 宏包，其中 `graphicx` 宏包是对 `graphics` 宏包的改进。我们这里只介绍 `graphicx` 宏包。这一节中的例子都是在载入 `graphicx` 宏包之后才能使用的：

```
\usepackage{graphicx}
```

1.7.1 图文并排

首先我们看看小图片的插入。用 `\includegraphics[选项]{图形文件}` 命令来插入图形。例如，如下的代码

```
向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一
种花。向日葵 \includegraphics[scale=0.03]{picture/kuihua.jpg} 是一种花。
向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一
种花。向日葵是一种花。
```

可以得到下面的图文并排的结果：

向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵  是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。

`\includegraphics` 命令有许多选项，上面例子中使用的选项 `scale=0.03` 指明了整体的伸缩因子，常用的选项还有宽度值和高度值选项，例如 `width=64mm` 和 `height=48mm` 等等。如果宽度值和高度值只指明一项，将按同比例对另一项作伸缩。

上面的图文混排的例子中，图片是和正文的基线对齐的，当图片高度比行距大时，结果不是很美观。你可以用 \raisebox 命令稍微降低图片的位置，例如将上面的代码改为

```
向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一
种花。向日葵
\raisebox{-2mm}{\includegraphics[scale=0.03]{picture/kuihua.jpg}}
是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向
日葵是一种花。向日葵是一种花。
```

可以得到下面的美观点的结果：

向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵  是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。

1.7.2 图文分开

如果你要插入的是大图片，一般不会和正文混排，而是需要独立居中显示。这可以通过把插入的图片放在 center 环境中来实现。例如下面的代码

```
向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。
\begin{center}
\includegraphics[scale=0.1]{picture/kuihua.jpg}
\end{center}
向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。
```

得到下面的结果

向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。

向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。

图片的伸缩因子需要计算有些麻烦，如果将它设为页芯宽度 \textwidth 的某个因子就简单多了。例如下面的代码

```
向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。
\begin{center}
\includegraphics[width=0.4\textwidth]{picture/kuihua.jpg}
\end{center}
向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。
```

可以得到下面的结果：

向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。

向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。向日葵是一种花。

1.7.3 浮动图片

和插入表格的情形类似，有时候我们也需要自动调整图片的位置。此时，我们可以用 `figure` 浮动环境 来达到这个效果。例如下面的代码得到的是自动浮动的图 1.1：

```
\begin{figure}[htbp!]
\centering
\includegraphics[scale=0.3]{picture/kuihua.jpg}
\caption{向日葵照片}
\label{fig:float}
\end{figure}
```

其中的可选参数和浮动表格的 `table` 环境的一样，而且同样可以用 `\caption` 命令指明图片的名称，并得到图片的自动编号。

在 `\caption` 后面用 `\label` 命令，可以给浮动图片加上标签。在文档其它地方可以用 `\ref` 命令引用该图片。

图 1.1: 向日葵照片

第二章 格式调整

2.1 空白调整

2.1.1 长度单位

在 LaTeX 中会碰到各种长度单位，这里统一介绍如下。

长度单位	换算关系
cm（厘米）	1cm=10mm
pt（点）	1pt=0.351mm
bp（大点）	1bp=0.353mm
pc（pica）	1pc=12pt=4.218mm
in（英寸）	1in=72.27pt=72bp=25.4mm
sp（scaled point）	TeX 系统最小长度单位（65536sp=1pt）
ex	当前字体中 x 的高度
em	当前字体中 M 的宽度

表 2.1: 长度单位

2.1.2 行距调整

在 TeX 中，默认的行距通常是字体大小的 1.2 倍。如果字体大小为 `10pt`，默认行距 `\baselineskip` 将为 `12pt`。若要调整行距，可以直接修改 `\baselineskip` 的值。例如下面命令将调整行距为双倍行距：

```
\setlength{\baselineskip}{24pt}
```

其中，在 LaTeX 中 `\setlength` 命令用于修改各种长度的值。

在 LaTeX 中调整行距也可以通过修改其伸展因子 \baselinestretch。修改后的新行距将等于默认行距乘以伸展因子。例如下面命令将调整行距为双倍行距：

```
\renewcommand{\baselinestretch}{2}\selectfont
```

```
\linespread{2}\selectfont
```

上面两种修改伸展因子的方法是同样的，只是第二种方法更简单点。注意修改伸展因子后不会立即生效，在下次设定字体大小时才能生效，因此我们在后面加上了 \selectfont 命令。如果放在导言区则无需此命令，因为文档开始时自然会设定字体大小。

在 LaTeX 中修改 \baselineskip 和 \baselinestretch 都可以改变行距。若同时修改两者，并不会叠加行距，而是以后一次修改为准。这是因为每次设定字体大小时 LaTeX 都保存了默认行距，而修改 \baselinestretch 时使用默认行距，而不是当前 \baselineskip 值，来计算新行距。

在一个段落的各行中，行距 \baselineskip 的值保持相同。若在同一个段落中多次修改行距，就只有最后一次改动生效。

对于双倍行距，有些人认为它应该指行距等于字体大小的两倍。即如果字体大小为 10pt，双倍行距应该为 20pt。为方便设置这种行距倍数，可以用 setspace 宏包。

2.1.3 弹性长度

除了前面介绍的固定长度，TeX 中还有一种弹性长度[1]。行距 \baselineskip 实际上就是一个弹性长度。例如我们设置弹性行距如下

```
\setlength{\baselineskip}{12pt plus 2pt minus 1pt}
```

这就表示行距正常值为 12pt，伸长值为 2pt，收缩值为 1pt。实际上，对于弹性长度，TeX 排版时所减少的长度总不会超过其收缩值，而所增加的长度却会按照各伸长值的比例平均分配，从而可能超过其伸缩值。在排版长文档时弹性行距会导致各页行距不一，但在排版单页文档时这样却可以让 TeX 排满整页。

弹性长度的伸长值和收缩值都是可以省略的。若两者都省略，弹性长度就成为一个固定长度。

[1]弹性长度又称为粘连（glue）。

2.1.4 表格行距

表格中的行距默认也等于 \baselineskip。但通过修改 \arraystretch 因子的值，我们可以单独调整表格的行距。下面例子将表格行距修改为原来的 1.5 倍。

```
\renewcommand\arraystretch{1.5}
```

2.2 字体使用

在 LaTeX 中，一个字体有 5 种属性：编码（encoding）、族名（family），系列（series）、形状（shape）和大小（size）。

2.2.1 字体编码

字体的编码根据其中包含的字符种类以及各字符的编号来划分。常见的正文字体的编码有 OT1、T1 和 EU1 等，而数学字体的编码有 OML、OMS 和 OMX 等。

2.2.2 字体族名

字体的族名有许多种，一般把它们分为三大类：

- 罗马字体：又称衬线字体，字符笔画的起始处有装饰；例如 cmr、ecr 和 lmr 字体。
- 无衬线字体：又称等线字体，字符笔画的起始处无装饰；例如 cmss、ecss 和 lmss 字体。
- 打字机字体：又称等宽字体，每个字符的宽度都相同；例如 cmtt、ectt 和 lmtt 字体。

我们可以用下面的命令方式来改变字体的族名：

```
\textrm{Roman Family} \\
\textsf{Sans Serif Family} \\
\texttt{Typewriter Family}
```

Roman Family
Sans Serif Family
Typewriter Family

或者用下面的声明方式来改变字体的族名：

```
{\rmfamily Roman Family} \\
{\sffamily Sans Serif Family} \\
{\ttfamily Typewriter Family}
```

Roman Family
Sans Serif Family
Typewriter Family

2.2.3 字体系列

字体系列根据字体的粗细和宽度来划分。经常用到的如下这两种（正常和粗体）：

```
\textmd{Medium Series} \\
\textbf{Boldface Series} \\
\\
{\mdseries Medium Series} \\
{\bfseries Boldface Series}
```

Medium Series
Boldface Series

Medium Series
Boldface Series

2.2.4 字体形状

字体形状主要有这些：直立，斜体，伪斜体和小型大写。可以用下面的命令或声明来改变：

```
\textup{Upright Shape} \\
\textit{Italic Shape} \\
\textsl{Slanted Shape} \\
\textsc{Small Caps Shape} \\
\\
{\upshape Upright Shape} \\
{\itshape Italic Shape}\\
{\slshape Slanted Shape} \\
{\scshape Small Caps Shape}
```

Upright Shape
Italic Shape
Slanted Shape
SMALL CAPS SHAPE

Upright Shape
Italic Shape
Slanted Shape
SMALL CAPS SHAPE

对字体的族名、系列和形状这三种样式作了修改之后，可以用 \textnormal 命令或者 \normalfont 声明来使用默认字体样式。例如：

```
\textit{\textbf{\textsf{Fancy Text}}}\\
\textnormal{Normal Text} \\
\\
{\itshape\bfseries\sffamily Fancy Text}\\
{\normalfont Normal Text}\\
```

Fancy Text
Normal Text

Fancy Text
Normal Text

2.2.5 字体大小

在 LaTeX 中可以用各种命令来改变文本字体的大小，它的实际大小和文档类的正常字体大小（即 \normalsize 的大小）设置有关，详细情形见表 2.2：

字体命令	排版效果	正常 10pt	正常 11pt	正常 12pt
\tiny	hello	5pt	6pt	6pt
\scriptsize	hello	7pt	8pt	8pt
\footnotesize	hello	8pt	9pt	10pt
\small	hello	9pt	10pt	11pt
\normalsize	hello	10pt	11pt	12pt
\large	hello	12pt	12pt	14pt
\Large	hello	14pt	14pt	17pt
\LARGE	hello	17pt	17pt	20pt
\huge	hello	20pt	20pt	25pt
\Huge	hello	25pt	25pt	25pt

表 2.2: 字体的各种大小

2.3 页面大小布局

前面已经说明，直接在文档类中设定页面大小时，纸张大小不会随着变化。因此我们推荐用 geometry 宏包 来设定页面大小，比如本书的 B5 页面大小是这样设置的：

```
\usepackage[b5paper]{geometry}
```

接着我们来说说如何定制页面的布局，比如正文区域的宽度和高度，和各个边距的大小。LaTeX 中提供了各种命令来定制页面布局，但是非常难用。因此，我们同样推荐用 geometry 宏包来调整页面布局。例如本书的页面布局就是用如下的代码设定的：

```
\usepackage[b5paper,text={125mm,195mm},centering]{geometry}
```

其中的 text={width,height} 选项指明了页面正文区域的宽度和高度大小，而后面的 centering 选项表示将正文区域自动居中（即上下边距相等，而且左右边距也相等）。

上面的代码也可以分成两行来写，如下：

```
\usepackage{geometry}
\geometry{b5paper,text={125mm,195mm},centering}
```

如果你想直观地观察设置好的页面布局，可以在 geometry 宏包的选项中再加上 showframe 一项。这样 geometry 宏包将在文档的第一页画出页面的布局。

2.4 目录书签

2.4.1 添加目录项

利用 \addcontentsline 命令，我们可以在目录中添加一项。例如：

```
\addcontentsline{toc}{section}{章节描述}
\addcontentsline{lof}{figure}{插图描述}
\addcontentsline{lot}{table}{表格描述}
```

其中，\addcontentsline 命令的第一个参数表示添加到哪个目录，toc、lof、lot 分别表示章节目录、插图目录和表格目录。第二个参数表示该项的类型，对于章节目录可以是 chapter、section、subsection 等，而对于插图目录或表格目录只能是 figure 或 table。第三个参数表示该项在目录中的文本。

对于章节目录，TEX 程序第一次编译文档时将生成 .toc 临时文件，而第二次编译时将从读取 .toc 文件内容并生成目录。插图目录和表格目录的情形类似。利用 tocloft 宏包，我们还可以生成新的目录，比如例子目录、练习目录等。

利用 \addcontentsline 命令，我们可以把“参考文献”和“索引”也添加到目录中：

```
\addcontentsline{toc}{chapter}{\bibname}
\begin{thebibliography}{123456}
......
\end{thebibliography}
```

```
\addcontentsline{toc}{chapter}{\indexname}
\printindex
```

但参考文献和索引一般都是在新页面开始的，因此这样得到的目录页码是上一页的。在前面加上 \clearpage 或者 \cleardoublepage，我们可以得到正确的页码。例如：

```
\clearpage
\addcontentsline{toc}{chapter}{\indexname}
\printindex
```

即便显示的页码正确了，此时在 PDF 文档中点击该目录项，跳转到的页码还是错误的。在 hyperref 宏包中，有 \phantomsection 命令用于处理此问题。例如：

```
\clearpage
\phantomsection
\addcontentsline{toc}{chapter}{\indexname}
\printindex
```

如果仅要在章节目录添加“目录”，“参考文献”和“索引”这几项，用 tocbibind 宏包可能更加方便。

2.4.2 添加书签项

利用 \addcontentsline 命令添加的目录项，同时也会在 PDF 书签中显示。有时候，例如对于“目录”，我们只希望在 PDF 中添加书签项，而不出现在文档目录中。此时可以用 hyperref 宏包提供的 \pdfbookmark 命令。例如：

```
\clearpage
\pdfbookmark{全书目录}{Contents}
```

和添加目录项的做法一样，\clearpage 命令用于保证得到正确的页码。

\pdfbookmark 命令的完整参数如下：

```
\pdfbookmark[级别]{显示文本}{名称}
```

其中，可选参数“级别”默认为 0，“名称”可以自己选择，但不能互相冲突。

在 hyperref 宏包的文档中，也推荐用 bookmark 宏包来增添书签项。bookmark 宏包的优点在于大多数时候只需要编译一次，而且书签的颜色和字体也可以定制。

2.4.3 替换书签项

如果章节名称中包含复杂的数学字符，在 PDF 文档的书签中将无法显示出来。我们看下面的例子：

```
\section{$\Gamma$ 函数}
\section{$L^2$ 空间}
```

这个例子编译后，其中的 Γ 将不会在书签中显示，而 L^2 将显示为 L2。hyperref 宏包提供了 \texorpdfstring 命令，用于替换书签的特殊字符。例如：

```
\section{\texorpdfstring{$\Gamma$ 函数}{Γ\ 函数}}
\section{\texorpdfstring{$L^2$ 空间}{L\texttwosuperior\ 空间}}
```

在这个例子中，我们用文本形式的 Γ 和 ² 分别替换数学中的 Γ 和上标 2。

文本形式的上标数字，textcomp 宏包中只包含 \textonesuperior（¹）、\texttwosuperior（²）和 \textthreesuperior（³）这三个。最新的 hyperref 和 xeCJK 宏包完整定义了从 0 到 9 的文本形式上下标数字，并且**部分**定义了文本形式的下标字母[2]。例如 \textfoursuperior（⁴）、\textfiveinferior（₅）、\texteinferior（ₑ）等等。如果使用 xelatex 编译，设置合适的字体之后，直接把这些 Unicode 的文本上下标字符粘贴到 LaTeX 代码中，也是可行的。

2.4.4 目录页格式

要调整章节标题在目录页中的格式，可以用 titletoc 宏包。该宏包的基本命令参数如下[3]：

```
\titlecontents{标题层次}[左间距]{整体格式}
                         {标题序号}{标题内容}{指引线和页码}[下间距]
```

其中“标题层次”参数可以取为 part、chapter、section 等标题名以及 figure 和 table 浮动图表名。“左间距”指的是“标题内容与页芯左侧的距离。因为“标题序号”一般在“标题内容”的左侧，所以除非标题居中放置或者标题无序号，“左间距”一般需要取大于 0 的值。实际上，该参数总是不可省略的。

我们通过例子来看看其它参数的使用。比如我们要将章（chapter）标题用大号粗体居中放置，同时要保留序号，则可以用下面的命令达到：

```
\titlecontents{chapter}
  [0em]
  {\filcenter\Large\bfseries}
  {\contentslabel{3em}}
  {}
  {}
```

其中“标题序号”参数的 \contentslabel 命令指代该部分的序号内容，如果不写上就没有序号。而后面的 3em 表示“标题序号”左侧和“标题内容”左侧的距离，这个长度值一般要大于 0，否则两者就重合了。

接下来看看，假如我们需要将节（section）标题去掉序号，在离页芯左侧 4em 处对齐，并且用居中的点（\cdot）来画出指引线，可以用下面的命令达到：

2 文本形式的下标字母不全，是否是因为在 Unicode 中有些字符还未收入，有待查证。

3 Javier Bezos, The titlesec and titletoc Packages, 2007. URL http://mirrors.ctan.org/macros/latex/contrib/titlesec/titlesec.pdf （部分的中文翻译在这里：http://bbs.ctex.org/viewthread.php?tid=52126）

```
\titlecontents{section}
  [4em]
  {}
  {}
  {}
  {\titlerule*[1em]{$\cdot$}\contentspage}
```

其中 `\titlerule*` 命令用于画指引线，`1em` 表明指引线的各个点的距离。而 `\contentpage` 命令表示页码。

如果用 `ctex` 宏包来撰写中文文档，需要先载入 titletoc 宏包在载入 ctex 宏包，否则中文设置将会覆盖掉。正确的例子如下：

```
\documentclass{article}
\usepackage{titletoc}
\usepackage{ctexcap}
\begin{document}
...
\end{document}
```

第三章　数学公式

3.1　两种公式

在 LaTeX 中，数学公式有两种：即行内公式（inline formula）和行间公式（displayed formula）。行内公式和正文在同一行中显示，可以用下面三种方式来表示：

```
From $ a+b>c $, we have ...
```

From $a+b>c$, we have ...

```
From \( a+b>c \), we have...
```

From $a+b>c$, we have...

```
From \begin{math}a+b>c\end{math}, we have
```

From $a+b>c$, we have

而行间公式在单独一行居中显示，可以用如下三种不同的方法表示：

```
Since
$$ x^n + y^n = z^n, $$
we have ...
```

Since

$$x^n + y^n = z^n,$$

we have ...

```
Since
\[ x^n + y^n = z^n, \]
we have...
```

Since

$$x^n + y^n = z^n,$$

we have...

```
Since
\begin{displaymath}
x^n + y^n = z^n,
\end{displaymath}
we have...
```

Since

$$x^n + y^n = z^n,$$

we have...

一般地，对于行内公式，我们常用简短的 `$...$` 形式。而对于行间公式，我们推荐使用 `\[...\]` 形式而不是 `$$...$$` 形式 [1]。

用 `$$...$$` 形式来输入行间公式，除了输入麻烦外还有其它缺点（这里忽略不提）。但是它也有一个特有的好处，就是可以用 `\eqno`命令指定公式的编号，比如

```
$$x_1+y_1>z_1 \eqno{(1)}$$
```

$$x_1+y_1>z_1 \qquad (1)$$

另外，我们可以用 equation 环境来得到自动编号的行间公式。例如：

```
\begin{equation}
x^n+y^n=z^n
\end{equation}
```

$$x^n+y^n=z^n \qquad (3.1)$$

从上面最简单的例子可以看出，在数学公式里面，用 `_` 来表示下标，而用 `^` 来表示上标（或幂次）。另外，公式里的所有空格都是被忽略的，LaTeX 排版程序会自动给出合适的空距。

3.2 各种字母

在数学公式里面，各种希腊字母可以根据它们的英文名对应的命令来得到。例如：

```
\[ \alpha\beta\delta\eta\gamma\iota
   \lambda\kappa\omega\sigma\zeta   \]
\[ \Delta\Gamma\Lambda\Phi\Pi\Psi
   \Sigma\Theta\Omega\Upsilon\Xi    \]
```

$$\alpha\beta\delta\eta\gamma\iota\lambda\kappa\omega\sigma\zeta$$
$$\Delta\Gamma\Lambda\Phi\Pi\Psi\Sigma\Theta\Omega\Upsilon\Xi$$

其中，首字母大写的命令表示大写的希腊字母。

如果需要各种黑板体和花体字母，可以首先用下面命令

```
\usepackage{amssymb}
```

载入 amssymb 包，然后输入 `\mathbb{Z}` 显示黑板体字母 $\mathbb{Z}$，输入 `\mathcal{O}` 显示花体字母 $\mathcal{O}$。

[1] 两种行间公式的区别见：http://tex.stackexchange.com/q/503/8956。

3.3　数学函数

常见的一些数学函数可以看下面的一些例子：

```
\[
  \frac{1}{2}+\frac{1}{3}=\frac{5}{6}
\]
```

$$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}=\frac{5}{6}$$

```
\[
  \sqrt{2}\cdot\sqrt[4]{2}=\sqrt[4]{8}
\]
```

$$\sqrt{2}\cdot\sqrt[4]{2}=\sqrt[4]{8}$$

```
\[
  2\sin x \cos x= \sin 2x
\]
```

$$2\sin x \cos x= \sin 2x$$

```
\[
  \lim_{n\to\infty}\frac{1}{n} = 0
\]
```

$$\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n} = 0$$

```
\[
  \int\frac{1}{x} dx = \ln |x| + C
\]
```

$$\int\frac{1}{x} dx = \ln |x| + C$$

3.4　配对括号

在数学公式中，如果直接使用括号，得到的公式会比较丑陋，例如：

```
\[
\lim_x(1+\frac{1}{x})^x = \mathrm{e}
\]
```

$$\lim_x(1+\frac{1}{x})^x = \mathrm{e}$$

我们可以用 `\left` 和 `\right`命令来得到自动调整大小的括号，例如

```
\[
\lim_x\left(1+\frac{1}{x}\right)^x = e
\]
```

$$\lim_x\left(1+\frac{1}{x}\right)^x = e$$

自动调整大小的括号有时候效果仍然差强人意，这时候你也可以自己指定括号的大小：

```
\[ \Bigg< \bigg\{ \Big[ \big( xyz \big) \Big] \bigg\} \Bigg> \]
```

$$\Bigg\langle \bigg\{ \Big[\big(xyz \big) \Big] \bigg\} \Bigg\rangle$$

注意 `{` 和 `}` 是特殊字符，需要用 `\{` 和 `\}` 来表示。

3.5 多行公式

要方便地输入多行公式，可以使用美国数学会的 amsmath 宏包。本节介绍的这些环境在载入了该宏包后才能使用。

首先来看最简单的多行公式环境，即 gather 环境。例如：

```
\begin{gather}
x + y = 5  \\
2x + 3y = 8
\end{gather}
```

$$x + y = 5 \tag{3.2}$$
$$2x + 3y = 8 \tag{3.3}$$

其中 `\\` 符号用于分割各行。从这个例子可以看出，在 gather 环境的多行公式里面，各行之间是不对齐的。如果要得到对齐的公式，可以用 align 环境。例如：

```
\begin{align}
x   +   y &= 5  \\
2x + 3y &= 8
\end{align}
```

$$\begin{aligned} x + y &= 5 && (3.4) \\ 2x + 3y &= 8 && (3.5) \end{aligned}$$

其中 `&` 符号后面的字符就是各行间对齐的位置。

前面两个环境中的多行公式都是自动编号的。如果不要编号，可以用对应的 gather* 和 align* 环境。例如：

```
\begin{gather*}
x + y = 5  \\
2x + 3y = 8
\end{gather*}
```

$$\begin{gathered} x + y = 5 \\ 2x + 3y = 8 \end{gathered}$$

```
\begin{align*}
x  +  y &= 5  \\
2x + 3y &= 8
\end{align*}
```

$$
\begin{aligned}
x + y &= 5 \\
2x + 3y &= 8
\end{aligned}
$$

有时候，一个公式太长需要拆为几行，这种折行公式应该只需要一个编号，因此 gather 和 align 环境就不适用了。这时候，我们可以用 \split 环境。例如：

```
\begin{equation}
\begin{split}
(2+3)\cdot5 &= 2\cdot5 + 3\cdot5  \\
            &= 25
\end{split}
\end{equation}
```

$$
\begin{split}
(2+3)\cdot 5 &= 2\cdot 5 + 3\cdot 5 \\
&= 25
\end{split} \tag{3.6}
$$

注意 split 环境必须放置在 equation 环境中。我们称这种在其它环境内部才能使用的环境为次环境。

最后，amsmath 宏包还提供 gathered 和 aligned 这两个环境。这两个环境也是次环境，必须在数学环境中才能使用。这两者的最大特点在于，它们不会占用整个宽度，因此可以作为整体放置在一个复杂公式里面（这种环境我们称为块环境）。例如：

```
\begin{equation}
\left.
\begin{aligned}
x+y &> 5 \\
y-y &> 11
\end{aligned}
\ \right\}\Rightarrow x^2 - y^2 > 55
\end{equation}
```

$$
\left.
\begin{aligned}
x+y &> 5 \\
y-y &> 11
\end{aligned}
\ \right\}\Rightarrow x^2 - y^2 > 55 \tag{3.7}
$$

注记：LaTeX 本身也提供了用于排版多行对齐公式的 eqnarray 环境，例如：

```
\begin{eqnarray*}
a x + b y &=& u  \\
c x + d y &=& v
\end{eqnarray*}
```

$$
\begin{array}{rcl}
ax + by &=& u \\
cx + dy &=& v
\end{array}
$$

其中两个 `&` 号之间的是公式间对齐的位置，用 `\\` 隔开各行公式。上面输出的公式是没有编号的，如果需要自动编号，可以将 `eqnarray*` 改为 `eqnarray`。这个 `eqnarray` 环境的有不少问题，已经不再建议使用。[2]

3.6 画交换图

在 LaTeX 中画交换图有几种方法：一是使用 amscd 包：二是使用 diagrams 包：三是使用 xy-pic 包。

3.6.1 用 amscd 包画交换图

首先需要在文档的导言区载入 `amscd` 宏包：

```
\usepackage{amscd}
```

然后就可以用类似下面的代码画交换图了：

```
\[
\begin{CD}
A         @>f_1>> B       \\
@Vf_2VV           @AAg_1A  \\
C         @<<g_2< D
\end{CD}
\]
```

$$\begin{CD}
A @>f_1>> B \\
@Vf_2VV @AAg_1A \\
C @<<g_2< D
\end{CD}$$

其中 `@>>>`，`@<<<`，`@AAA`，`@VVV` 分别表示向左，向右，向上，向下的箭头。`amscd` 宏包只能画方型的交换图。

3.6.2 用 diagrams 包画交换图

从这里[3]下载 `diagrams.sty` 文件后放在当前文件所在目录，然后可以这样使用

[2]Lars Madsen, Avoid eqnarray!, The PracTeX Journal, 2006, No.4, `http://tug.org/pracjourn/2006-4/madsen/madsen.pdf`.

[3]http://www.paultaylor.eu/diagrams/

```
\usepackage{diagrams}
......
\begin{diagram}
L_K &\rTo &M_K \\
&\rdTo\rdTo(2,4) &\dTo \\
& &W_K \\
& &\dTo \\
& &G_K \\
\end{diagram}
```

发现一个问题，就是在使用 CJK 时，dvi 文件和 dvipdf 生成的 pdf 文件的斜箭头都错了，但是在 dvips 生成的 ps 文件中却是正确的，奇怪。

amscd 包只能画简单的交换图，diagrams 包的使用太不直观了。

3.6.3 用 xy-pic 包画交换图

前面介绍了用 amscd 包和 diagrams 包画交换图的两种方法，现在介绍用 xy-pic 包画交换图的方法 [4]，这个包的使用更加直观，功能也强大，推荐使用它。

MikTeX 里已经包含了这个包，只要调用了这个包

```
\usepackage[all]{xy}
```

就可以使用了。xy-pic 的原理是先以矩阵方式画出各个元素，然后画出各个元素之间的箭头。首先用命令画出个矩阵，用 & 隔开各个元素，用 \\ 换行，某些元素也可以空着，例如：

```
\xymatrix{
M &   & N \\
  & P &
}
```

$$\begin{array}{ccc} M & & N \\ & P & \end{array}$$

然后指明要画的箭头，比如下面的代码

```
\xymatrix{
M \ar[rr]^{f}\ar[dr]_{h} &    & N \ar@{-->}[dl]^{g}\\
                         & P &
}
```

得到的交换图是

[4]K. Rose, XY-pic User's Guide

$$\begin{tikzcd} M \arrow[rr, "f"] \arrow[dr, "h"'] & & N \arrow[dl, dashed, "g"] \\ & P & \end{tikzcd}$$

代码中的 `\ar` 命令（arrow）后方括号里的字符串指明了箭头的方向，`u`、`d`、`l`、`r` 分别指上下左右，比如 `rr` 表示指向右边第两个元素，`dl` 表示指向左下角那个元素。

`\ar` 后的 `@{-->}` 表示箭头的类型，还有 `@{=>}`，`@{.>}`，`@{~>}`，`@{-}` 等等类型，不加上这个即使用默认的箭头。

`\ar` 后的 `^{f}` 和 `_{h}` 表示箭头上的标记，`^` 表示放在箭头前进方向的左侧，`_` 表示放在箭头前进方向的右侧。标记将会放在两个元素的正中间，而使用`^-{f}` 和 `_-{h}` 将会使标记放在箭头的正中间。

注意 `xy-pic` 交换图要放在数学公式中。

3.7 公式行距

在多行公式中，行距默认等于 `\baselineskip` 加上 `\jot` 长度值。`\jot` 默认等于 `3pt`。

在 `array` 环境，以及由它定义的环境（例如 `amsmath` 的 `vmatrix` 等）中，行距默认等于 `\baselineskip`。但通过修改 `\arraystretch` 因子的值，我们可以调整此类公式的行距。下面例子将其中的行距修改为原来的 1.5 倍。

```
\renewcommand\arraystretch{1.5}
```

实际上，`tabular` 和 `array` 中的行距同样受 `\arraystretch` 因子的影响。

第四章 图形绘制

4.1 画图语言和画图软件

LaTeX 中的矢量画图语言有 metpost、asymptote 和 pgf/tikz。用这些语言作图，首先得按照它们提供的命令写一个文件，然后编译才得到图形。

Metapost：由 John Hobby 设计的一种绘图语言，从 metafont 演化而来的，历史悠久。文件后缀为 .mp，用 mpost.exe 编译得到图片。

Asymptote：新兴的作图语言，类似于 C 语言的语法。文件后缀为 .asy，用 asy.exe 编译得到图片。

PGF/TikZ：beamer 包作者的另一作品，与前两者的区别在于它可以直接在 tex 文件中编写，然后用 pdflatex 编译。

LaTeX 中的矢量画图软件包括 TpX、Ipe 和 Inkscape，画图软件相对于画图语言来说更加简单直观，但是功能上会有所限制。

TpX：用 Delphi 编写，简单小巧。输出的结果是一个形如 abc.TpX 文件和一些图片，只要 `input{abc.TpX}` 即可。

Ipe：用 Qt 库编写，强大且支持扩展。输出结果是各种格式（包括 eps 和 pdf）的图片。

Inkscape：用 Gtk+ 编写，非常强大，可以输出为 svg 文件，可惜 Gtk+ 编写的程序在 Windows 下不好用。

4.2 PGF/TikZ 绘图

要用 PGF/TikZ 绘图，首先需要在导言区载入 `tikz` 宏包。然后就可以用下面的 `tikzpicture` 环境来绘图了 [1] [2]：

[1] `http://mirror.ctan.org/graphics/pgf/base/doc/generic/pgf/pgfmanual.pdf`
[2] `http://www.texample.net/tikz/examples/`

```
\begin{tikzpicture}
...
\end{tikzpicture}
```

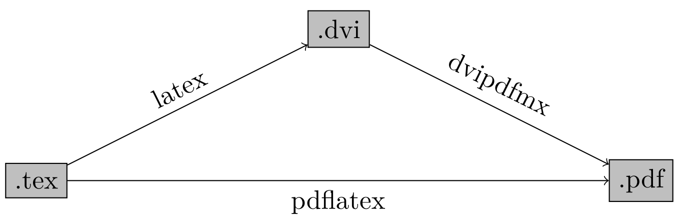
首先需要注意的是，在 pgf/tikz 中，默认的长度单位是厘米（cm）。

4.2.1 画流程图

要用 pgf/tikz 画流程图，比如本书最前面的编译流程图，可以用类似下面的代码：

```
\tikzset{
  box/.style = {rectangle, draw=black, fill=lightgray}
}
\begin{tikzpicture}
\node[box] (tex) at(0,0)  {.tex};
\node[box] (pdf) at(8,0)  {.pdf};
\node[box] (dvi) at(4,2)  {.dvi};
\draw[->] (tex) -- node[below]{pdflatex} (pdf);
\draw[->] (tex) -- node[above,sloped]{latex} (dvi);
\draw[->] (dvi) -- node[above,sloped]{dvipdfmx} (pdf);
\end{tikzpicture}
```

结果如下图所示：



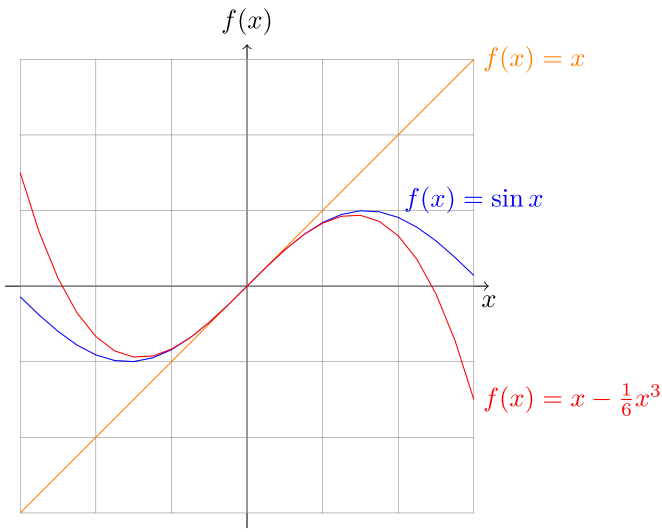
这个流程图包含三个类型为 `box` 的节点，在第一行的 `\tikzset` 命令中我们对这种 box 类型的节点的样式作了定制。接下来，在 `tikzpicture` 代码中的前面三行在不同位置画出并标记了这三个节点，后面三行对画出并标记了三者之间的指向箭头。

4.2.2 函数图像

我们再看看怎么画函数图像。下面的代码将绘制几个函数的图形。

```
\begin{tikzpicture}[domain=-3:3]
\draw[->] (-3.2,0) -- (3.2,0) node[below] {$x$};
\draw[->] (0,-3.2) -- (0,3.2) node[above] {$f(x)$};
\draw[very thin,color=gray] (-3,-3) grid (3,3);
\draw[color=orange] plot (\x,\x) node[right] {$f(x)=x$};
\draw[color=blue] plot (\x,{sin(\x r)}) node[above=7mm] {$f(x)=\sin x$};
\draw[color=red] plot(\x,{\x-(1/6)*(\x)^3}) node[right]{$f(x)=x-\frac{1}{6}x^3$};
\end{tikzpicture}
```

输出结果如下：



我们来看看上面的 tikzpicture 代码。tikzpicture 代码中的 domain 选项指明了图形的绘制区域：定义域为 -3cm 到 3cm。

前面两行的 \draw 命令绘制了两条带箭头的直线作为坐标系，后面的 node 参数表示分别在该直线的下方和右边用 LaTeX 代码标记。

第三行代码表示在 (-3,-3) 到 (3,3) 的矩形范围内绘制网格，默认的间距为 1cm。

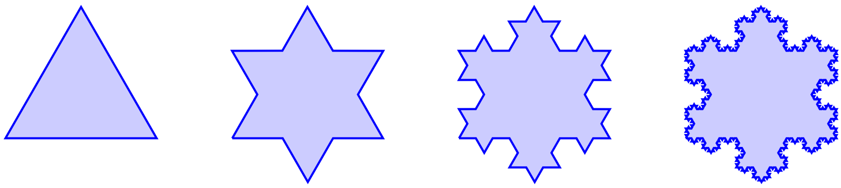
后面三行代码用不同颜色绘制了三个函数的图形，其中 plot 参数后面紧接着的是 x 和 y 坐标的表达式（实际上，绘制参数方程曲线也是可以的）。注意其中的 sin 函数需要指明长度类型 r（表示弧度，默认为角度）。

4.2.3 几何图形

下面的代码将绘制 Koch 雪花这个分形图形：

```
\usetikzlibrary{decorations.fractals}
\begin{tikzpicture}[decoration=Koch snowflake,draw=blue,fill=blue!20,thick]
\filldraw (0,0) -- ++(60:2) -- ++(-60:2) -- cycle ;
\filldraw decorate{ (3,0) -- ++(60:2) -- ++(-60:2) -- cycle };
\filldraw decorate{ decorate{ (6,0) -- ++(60:2) -- ++(-60:2) -- cycle }};
\filldraw decorate{ decorate{ decorate{ decorate{
                                (9,0) -- ++(60:2) -- ++(-60:2) -- cycle }}}};
\end{tikzpicture}
```

输出的结果如下：



第五章　演示文稿

类似于微软的 PowerPoint 软件，使用 LaTeX 也可以制作 PDF 格式的演示文稿。我们这里用“演示文稿”表示整个文档，而用“幻灯片”表示该文档的每页内容。

用 LaTeX 制作 PDF 演示文稿，有许多文档类或者宏包可以使用：prosper、powerdot、texpower、powersem、pdfslide、pdfscreen、beamer 等等 [1] 。这里简要介绍如下：

prosper，ha-prosper 和 powerdot 依时间先后是同一个系列的演示文档类，所以现在只需要用最新的 powerdot。powerdot 支持逐步显示，但是只能先用 latex 编译得到 dvi 文件再依次转换为 ps 和 pdf 文件，流程过于复杂，所以不推荐使用。

powersem 也是一个演示文档类，而 texpower 是提供彩色动画和逐步显示功能的宏包，二者捆绑在一起发布。powersem 文档类可以用 pdflatex 直接编译，很方便。在功能上 powersem 属于中等水平。

pdfscreen 和 pdfslide 这两者都是 C. V. Radhakrishnan 制作的 LaTeX 宏包，在 article 文档类中使用。从名字可以看出来二者（只）支持用 pdflatex 编译。pdfscreen 稍微强大一点，最值得称道的功能是每页的内容能够自动居中（用 slide 环境来包含每一页的内容）；而 pdfslide 稍微简单一点，得用 `\newpage` 手工分页，而每页内容也不会自动居中。pdfscreen 和 pdfslide 在功能上是属于初等水平，它们最大问题在于本身不支持逐步显示。逐步显示功能虽然可以用 ppower4 作后期处理得到，但是 ppower4 是个 java 程序，使用起来麻烦。不过还有上面的 texpower 包可用，可是 texpower 的 `\pause`和 `\stepwise`等命令均不支持在 pdfscreen 的 slide 环境中使用，所以需要逐步显示的话用 pdfscreen 就不大可行了。而 pdfslide 加 texpower

[1] `http://www.ctan.org/tex-archive/help/Catalogue/bytopic.html#present`

是最简单的一种 PDF 演示文稿制作方式。（最后，还有 pdfslide 的改进版 ifmslide 可以使用。）

beamer 是功能最强大的演示文档类。它和画图宏包 pgf/tikz 一样都是 Till Tantau 制作的，二者结合得非常好。beamer 支持 latex 和 pdflatex 编译，样式繁多，功能复杂，使得它成为最流行的 PDF 演示文稿制作方式。

总而言之，追求简单选 pdfslide 加 texpower，追求强大用 beamer。接下来我们只介绍 beamer[2]。

5.1 最简单例子

我们现在开始来看看，如何用 `beamer` 文档类制作 PDF 幻灯片。下面的例子改自 `beamer` 文档：

```
\documentclass{beamer}

\begin{document}

\title{Introduction to the Beamer Package}
\author{Till Tantau}
\date{\today}

\begin{frame}
\titlepage
\end{frame}

\begin{frame}
\frametitle{Outline}
\tableofcontents
\end{frame}

\section{Other Presentation Packages}

\begin{frame}
  \frametitle{Other Packages}
  \begin{enumerate}
```

[2] Till Tantau & Joseph Wright & Vedran Mileti, The Beamer Class, 2011, `http://mirrors.ctan.org/macros/latex/contrib/beamer/doc/beameruserguide.pdf`.

```
        \item Powerdot class
        \item Powersem class
        \item Pdfscreen package
    \end{enumerate}
\end{frame}

\section{Overview of the Beamer Class}

\begin{frame}\frametitle{Beamer Package}
    \begin{itemize}
        \item Normal LaTeX class.
        \item Easy overlays.
        \item No external programs needed.
    \end{itemize}
\end{frame}

\end{document}
```

看起来非常显然：其中的每个 `frame` 环境表示一张幻灯片，`\frametitle` 表示该幻灯片的标题；而标题页和目录页就是前面两张幻灯片。

在 beamer 文档中，章节命令应该放在各个 `frame` 环境之间，否则在有逐步显示的内容会导致多个编号的问题。

5.2 逐步显示

如果需要得到幻灯片动画，首先可以用 `\pause` 命令得到逐步显示。例如：

```
\begin{frame}
Hello \pause World!
\end{frame}
```

而对于列表环境的各项，`beamer` 中可以用 `<>` 参数控制显示顺序。例如：

```
\begin{frame}
    \frametitle{Beamer Package}
    \begin{itemize}
        \item<1-> Normal LaTeX class.
        \item<2-> Easy overlays.
        \item<3-> No external programs needed.
    \end{itemize}
\end{frame}
```

其中的 <1->、<2-> 和 <3-> 分别表示在第 1 步、第 2 步和第 3 步开始显示。你可以尝试将其中一项改为 <2-3>，或者将其中两项的参数调换，看看效果如何。

Beamer 中还有更多逐步显示命令，例如 \uncover、\visible、\invisible、\onslide、\onslide+、\onslide* 等，它们的区别如下：

\uncover<1-2>{text}：不显示的内容仍占用空间，可用 \setbeamercovered 让它用半透明样式显示

\visible<1-2>{text}：不显示的内容仍占用空间，但是不可能用半透明方式显示出来

\only<1-2>{text}<1-2>：不显示的内容不占用空间，覆盖指令也可以放在后面

\onslide<1-2>{text}：可省略 {text}，不省略时等同 \uncover<1-2>{text}

\onslide+<1-2>{text}：可省略 {text}，不省略时等同 \visible<1-2>{text}

\onslide*<1-2>{text}：不可省略 {text}，不省略时等同 \only<1-2>{text}

5.3 主题模板

Beamer 幻灯片的功能很强大，模块化也做得非常好，而且内容和格式也是实现了分离的，可以分别处理。要改变 Beamer 文稿的演示主题，可以用 \usetheme{主题名}，其中主题名有如下这些选择：

无导航栏： default、boxes、Bergen、Pittsburgh 和 Rochester。

带顶栏： Antibes、Darmstadt、Frankfurt、JuanLesPins、Montpellier 和 Singapore。

带底栏： Boadilla 和 Madrid。

带顶栏和底栏： AnnArbor、Berlin、CambridgeUS、Copenhagen、Dresden、Ilmenau、Luebeck、Malmoe、Szeged 和 Warsaw。

带侧栏： Berkeley、Goettingen、Hannover、Marburg 和 PaloAlto。

这些演示主题可以一个个尝试挑个自己喜欢的来用。另外，这个页面[3]列出了大部分的 Beamer 演示主题的截图，可以直观地对比和选择。

[3] http://www.hartwork.org/beamer-theme-matrix/

Beamer 的每个演示主题实际上都是由外部主题、内部主题、颜色主题和字体主题这四种细分主题组合而成的。如果要对演示主题作更加细致地选择，可以按照下面这四种细分主题自由组合：

外部主题 设定演示文稿是否有顶栏、底栏和侧栏，以及它们的结构，可以用 `\useoutertheme{主题名}` 来选择，其中主题名有如下这些选择：`default`、`infolines`、`miniframes`、`sidebar`、`smoothbars`、`split`、`shadow`、`tree` 和 `smoothtree`。

内部主题 设定演示文稿正文内容（例如标题、列表、定理等）的样式，可以用 `\useinnertheme{主题名}` 来选择，其中主题名有如下这些选择：`default`、`circles`、`rectangles` 和 `rounded`。

颜色主题 设定演示文稿的各元素配色，可以用 `\usecolortheme{主题名}` 来选择，其中主题名有如下这些选择：`default`、`albatross`、`beaver`、`beetle`、`crane`、`dolphin`、`dove`、`fly`、`lily`、`orchid`、`rose`、`seagull`、`seahorse`、`sidebartab`、`structure`、`whale` 和 `wolverine`。

字体主题 设定演示文稿的字体，可以用 `\usefonttheme{主题名}` 命令来选择，其中主题名有如下这些选择：`default`、`serif`、`structurebold`、`structureitalicserif` 和 `structuresmallcapsserif`。

Beamer 幻灯片自带的各种模板的配色基本都是惨不忍睹，比如和 pdfscreen 幻灯片的默认配色一比较就差了许多。不过配色可以自己定制，虽然麻烦了点，至少也是可以满足要求的。

5.4 中文演示

一般推荐用 `ctex` 宏包处理中文 beamer 文稿，并用 xelatex 程序编译，这种情形的例子如下：

```
\documentclass{beamer}
\usepackage[UTF8]{ctex}
\begin{document}
\begin{frame}
中文内容
\end{frame}
\end{document}
```

另外，在载入 `ctex` 宏包时加上 `noindent` 选项，可以取消段落的首行缩进。

如果要用传统的 CJK 宏包处理中文 beamer 文稿，并用 pdflatex 程序编译，可以用下面的例子：

```
\documentclass[cjk]{beamer}
\usepackage{CJK}
%否则编译时遇到中文的章节名会报错
\hypersetup{CJKbookmarks=true}
\begin{document}
\begin{CJK*}{GBK}{song}
\begin{frame}
中文内容
\end{frame}
\end{CJK*}
\end{document}
```

第六章　高级应用

6.1　输入各种撇号引号

这里整理了 LaTeX 中各种撇号引号的输入方式 [1] [2]，列个表格在下面（只对传统的 TeX 有效，XeTeX 和 LuaTeX 中没有试过）。其中有一个问题：默认的罗马字体（cmr）缺少撇号而打字机字体（cmtt）缺少左右双引号。因此前面五个字符我们用打字机字体，而后面三个字符用罗马字体，混用两种字体的显示效果不太好。用 `lm` 或者 `cm-unicode` 字体可以得到所有的这些字符。

字符编码	**Unicode 命名**	字符	输入方式
U+0027	Apostrophe	'	`\texttt{\char13}`
U+0060	Grave Accent	`	`\texttt{\char18}`
U+00B4	Acute Accent	´	`\texttt{\char19}`
U+2018	Left Single Quotation Mark	‘	``\texttt{`}``
U+2019	Right Single Quotation Mark	’	`\texttt{'}`
U+0022	Quotation Mark	"	`\char125`
U+201C	Left Double Quotation Mark	“	`\textquotedblleft`
U+201D	Right Double Quotation Mark	”	`\textquotedblright`

6.2　文件拆分及独立编译

如果 LaTeX 文档比较大，可以考虑拆分为几个部分。比如编辑一本书的时候可以将各章独立为 `chap1.tex`，`chap2.tex`，`chap3.tex`，然后在主文件 `main.tex` 中包含进来：

[1] `http://www.cs.sfu.ca/~ggbaker/reference/characters/`
[2] `http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/ucs/quotes.html`

```
\documentclass{book}
\begin{document}
\title{A LaTeX Book}
\author{latex@blog}
\date{}\maketitle
\input{chap1}
\input{chap2}
\input{chap3}
\end{document}
```

上面的 \input 命令可以改为 \include，区别在于，\input 可以放在导言区和正文区，包含的内容不另起一页；而 \include 只能放在正文区，包含的内容另起一页。另外 CJK 中还有 \CJKinput 和 \CJKinclude 命令。

还有个问题就是，如何使得各章既可以被包含在另一个文件中也可以独立编译呢？方法是将 main.tex 和 chap1.tex 作如下修改：

```
% main.tex
\documentclass{book}
\def\allfiles{}
\begin{document}
\title{A LaTeX Book}
\author{latex@blog}
\date{}\maketitle
\input{chap1}
\input{chap2}
\input{chap3}
\end{document}
```

```
% chap1.tex
\ifx \allfiles \undefined
\documentclass{article}
\begin{document}
\title{Something in Title}
\author{latex@blog}
\date{}\maketitle
\else
\chapter{Chap1's Title}
\fi
```

```
\section{First Section}
\section{Second Section}

\ifx \allfiles \undefined
\end{document}
\fi
```

这样编写长文档就很方便和灵活了。

6.3 合并多个 PDF 文件

从有些地方（比如施普林格网站）下载的电子书籍是按照每章一个 PDF 文件的方式分开的，这样不方便阅读和管理。如果要将一些 PDF 文件合并为一个，用 LaTeX 的 `pdfpages` 宏包就可以做到。看下面例子照着改改就可以了：

```
\documentclass{article}
\usepackage{pdfpages}
\begin{document}
\includepdfmerge{Lang1.pdf,-}
\includepdfmerge{Lang2.pdf,-}
\includepdfmerge{Lang3.pdf,-}
\end{document}
```

注意编译时要用 pdflatex 程序，而不能用 latex 程序。

6.4 错误处理

对于正确的 tex 文档，例如我们的第一个文档 `hello.tex` ，编译时显示的信息类似于下面的例子：

```
This is XeTeX, Version 3.1415926-2.2-0.9997.4 (MiKTeX 2.9)
entering extended mode
(E:\work\latex\hello.tex
LaTeX2e <2009/09/24>
(D:\CTEX\MiKTeX\tex\latex\base\article.cls
(D:\CTEX\MiKTeX\tex\latex\base\size10.clo))
No file hello.aux.
[1] (E:\work\latex\hello.aux) )
Output written on hello.pdf (1 page).
SyncTeX written on hello.synctex
Transcript written on hello.log.
```

这些信息告诉我们，hello.tex 文档已经编译成功，同时编译的信息已经写在 hello.log 文件中了。

6.4.1 编译时的错误信息

如果编译时遇到错误，编译就会暂停，并且显示出错信息等待我们处理。最常见的错误信息如下：

```
! Undefined control sequence.
l.3 \hello
           world
?
```

这个信息表示编译程序遇到了未定义的命令 \hello，同时指明这个错误出现在第 3 行。在 ? 号后面你可以直接按回车键让它继续编译，或者按 r 键让它继续编译而且不再显示错误。

对于这种最简单的错误，基本的处理方式如下：首先检查是否这个命令的某个字母写错了；其次检查是否这个命令所依赖的宏包未在导言区载入；如果你确认代码没有问题，有可能是辅助文件的问题，你可以删除 tex 文档所在目录的 .aux，.idx，.ind，.out，.toc 等等文件后重新编译试试。

6.4.2 编译时的警告信息

编译时还可能碰到各种警告信息，常见的警告信息类似于下面这些情形：

```
Overfull \hbox (8.78062pt too wide) in paragraph at lines 427--427
Overfull \vbox (6.56552pt too high) has occurred while \output is active []
Underfull \hbox (badness 10000) in paragraph at lines 488--498
```

上面例子的第一行是行溢出警告，即 TeX 程序不能很好的断行，导致超出边界 `8.78062pt` 的长度。这个警告通常在某行有多个太长的单词时出现。

第二行是页溢出警告，即 TeX 程序不能很好的分页，导致文本延伸到页面底部。这个警告通常在文档中有大型表格或者图片时出现。

第三行是行稀疏警告，即 TeX 程序在某些行不能放入足够多的单词，导致单词之间空隙太大有碍观瞻。这个警告在手工断行时会出现。其中的 `badness` 值越大表示情况越糟糕，而且超过 `10000` 后都显示 `10000`。

第七章　背景资料

7.1　TeX 系统的前世今生

大家都知道，TeX 是大牛 Knuth（高德纳）在 70 年代末设计的一个排版系统，它包括 TeX 排版程序和 Plain TeX 宏集这两部分。Plain TeX 可以看成是一种编程语言，我们按照它的规则来写一个以.tex 为后缀的文件，然后用 TeX 排版程序编译就得到 dvi 文档。dvi 文档可以转换成 ps 或 pdf 文档，用于打印或出版。TeX 排版程序有许多改进版，当前最流行的是 pdfTeX，它包含在 MiKTeX 和 TeXLive 等 TeX 套装里面。pdfTeX 最大的优点是可以将 tex 文件直接编译为 pdf 文档。

但是 Plain TeX 宏集实在是太低级了，不容易掌握。于是就有了各种建立在 Plain TeX 之上的更高级的宏集，大大降低了排版的难度。在这些高级的宏集中以 80 年代设计的 LaTeX 宏集和 90 年代设计的 ConTeXt 宏集较为出名。如果把 Plain TeX 宏集看成汇编语言的话，LaTeX 宏集和 ConTeXt 宏集就类似于 C 或者 Pascal 编程语言。用 LaTeX 或者 ConTeXt 写的 tex 文档分别需要用 latex 和 context 命令编译，这两个命令其实都调用了某个 TeX 排版程序（比如 pdfTeX）。

原始的 TeX 排版程序在现在看来有两个问题，就是使用新字体（比如 TrueType 字体和 OpenType 字体）麻烦，对中日韩等各种语言的支持也很麻烦。虽然你用 CCT 或者 CJK 写中文文档看来还好，实际上内部的实现要多丑陋有多丑陋。于是到了 21 世纪就有了 XeTeX 和 LuaTeX 这两个原始 TeX 排版程序的替代者出来了。XeTeX 排版程序的版本号已经到了 0.99，应该快要正式发布了；经过测试，中文排版基本没问题，排版的效果也好多了。LuaTeX 才到 0.70 版本，短期内还未能正式发布，它的最大的特点就是引入了一种轻巧的脚本语言 lua，这使得它的可扩展性相当的大。XeTeX 基本兼容 Plain TeX，LaTeX 和 ConTeXt 宏集，这些文档分别用 xetex，xelatex 和 xecontext 命令来编译。就目前的发展看来，XeTeX+LaTeX 和 LuaTeX+ConTeXt 是比较有前途的两个发展方向，前

者稍为简单和传统，后者偏于灵活和新颖。

最后说说关于 TeX 系统未来的个人看法。从现在的趋势看，首先 dvi，ps 文件是会慢慢消失的，因为现在 pdftex 程序可以直接从 tex 文档生成 pdf 文档，而 synctex 已经可以实现 tex 文档和 pdf 文档的互相跳转。其次 CCT，CJK 等宏包也是会慢慢消失的，因为用 xetex 已经能够方便地进行中文排版了。最后，pk 字体（Type 3 字体）也是会慢慢消失的，因为 TrueType 字体和 OpenType 字体显示的效果比它们美观多了。

7.2 TeX 系统的目录结构

TeX 系统目录结构（TeX Directory Structure）简称 TDS ，是 TUG（TeX Users Group）主持制定的标准，目的在于方便 TeX 的开发者和用户。目前流行的 MiKTeX 套装和 TexLive 套装都支持 TDS。

TDS 由几个结构类似的树状目录组成，主要有 TEXMF 和 LOCALTEXMF 这两个树状目录，TDS 并未规定这两个目录的名称，而是规定各种 TeX 文件在这两个目录里的存放位置。其中 TEXMF 目录一般存放 TeX 发行版的文件，LOCALTEXMF 目录一般存放本地添加的各种 TeX 文件。

如果你安装了基于 MiKTeX 的 CTeX 套装，CTeX 目录里的 texmf 和 localtexmf 目录就是上述的主要目录了；在 texmf 目录里存放的是 MiKTeX 发行版的各种 TeX 文件，而在 localtexmf 目录里存放的是 CTeX 套装添加的各种中文相关的文件，比如 CCT 和一些中文教程等等。下面是 texmf 目录里的各种子目录及其解释：

1. bibtex，dvipdfm，dvips，etex，metafont，metapost，omega，pdftex 这些目录里分别存放的是各个程序的配置文件等。其中 dvips 和 dvipdfm 分别是将 dvi 文档转化为 ps 和 pdf 文档的程序；metafont 是 TeX 自带的字体生成程序，metapost 是从 metafont 发展而来的矢量画图程序；而 etex，omega 和 pdftex 是原始 tex 程序的各种变种，目前以 pdftex 最流行。

2. doc 目录里存放的是各种程序和宏集的说明文档；source 目录里存放各种源代码。

3. tex 目录是核心部分之一，里面存放各种宏集语言的类文件和宏包，一种宏集格式为一个子目录，包括 amstex，context，latex，plaintex，texinfo 等等。在这些子目录里面，都有一个 base 目录用于存放该宏集语言的基本文件，适用于该语言的各种宏包各自放在自己的目录里。比如你下载了一个 latex 宏包，名字为 ltxpkg，那么你应该在 `texmf\tex\latex` 目录里新建 ltxpkg 子目录并将该宏包的所有文件放入其中。tex 目录里面还有个 generic 子目录，该目录存放适用于

多种宏集语言的宏包，比如某些画图的宏包等。

3. fonts 目录是核心部分之二，里面存放各种格式的字体文件和字符映射文件，一般也是每种字体格式占用一个子目录。比如：tfm 子目录存放 TeX 的字体度量文件（不包含各字符的形状信息），source 子目录存放 metafont 字体形状文件，pk 子目录存放压缩的点阵字体文件，vf 子目录存放虚拟字体文件。afm，pfm 和 type1 子目录分别存放 PostScript Type 1 矢量字体的各种后缀的文件。truetype 和 opentype 子目录分别存放 TrueType 和 OpenType 这两种矢量字体文件。ofm，ovf 和 ovp 子目录存放的是 omega 排版程序的各种字体文件；omega 是原始 tex 程序的变种，主要目的是支持 Unicode，现在已经被废弃了，XeTeX 和 LuaTeX 是未来的发展方向。

4. miktex 目录存放 MiKTeX 套装的各种配置文件以及应用程序（而 web2c 目录是 TeXLive 套装的各种配置文件的存放目录）。

注记 1：Type 1 是 Adobe 公司提出的一种矢量字体标准。每个 Type 1 字体由两个文件组成：一个 pfa 或 pfb 文件和一个 afm 或 pfm 文件。第一个文件描述各个字符的形状，第二个文件描述各个字符的度量。pfa 文件和 pfb 文件基本等价，区别在于前者是 ascii 文件而后者是二进制文件；afm 文件和 pfm 文件也基本等价，区别在于前者为 ascii 文件，多出现在 Linux 系统，而后者为二进制文件，多出现在 Windows 系统。

注记 2：最开始的 TeX 使用的 Compuer Modern 字体由 tfm 文件和 mf 文件组成（类似于 Type1 字体的 afm 文件加 pfb 文件），用 tex 程序将.tex 文档编译成.dvi 文档时只需要用到 tfm 文件，dvi 阅读器（比如 yap 程序）在打开.dvi 文件时将调用 metafont 程序（mf.exe）从 mf 文件中生成 pk 点阵文件以供显示。要使用 Type1 字体，首先得先将 pfm 或 afm 文件转换为 tfm 文件，dvi 阅读器在打开使用这些字体的.dvi 文档时将调用 ps2pk 程序从 pfa 或 pfb 文件中生成 pk 点阵文件以供显示。

7.3　TeX 系统的文件查找

TeX 发展了若干年，各种字体，宏包的数目已经非常地多了，比如你看现在的 CTeX 完整版安装完后就已经超过 1GB 大小了，而 TeXLive 光盘已经要使用 DVD 了。这么多的文件，各个 tex 编译程序如何找到它们就成了个大问题，总不能一个目录一个目录地搜索吧。

TeX 用户组织（TUG）发明了 Web2C/Kpathsea 系统，用于自个发布的 TeXLive 发行版。这个系统基本思路是：所有 tex 相关文件按照 TeX 目录结构标准（TDS）放在若干个 TEXMF 目录里面，然后所有 tex 程序比如 tex.exe， pdftex.exe，xetex.exe 在编译的时候如果需要寻找任何文件，都通过 kpathsea.dll 运行库查询文件所在的位置。当然，你也可以自己运行 kpsewhich.exe 程序手动查询某个文件所在的位置。

kpathsea 当然不会傻到一个目录目录的去查找文件，它是根据 tds 目录结构，按照文件的扩展名去相应的目录查找。比如你需要寻找 article.cls 文件，运行下列命令

```
kpsewhich.exe article.cls
```

时，kpathsea 发现这个文件是 latex 的文档类文件，所以只去各个 TEXMF 目录的 `tex\latex` 子目录里查找这个文件。然后返回文件所在的位置。

我们之前说 TEXMF 目录有不止一个，比如你打开 TeXLive 的安装目录，可以看到 texmf，texmf-dist，texmf-var 等等子目录，这些都是 TEXMF 目录。所以现在还得明白的是，kpathsea 怎么才能知道 TEXMF 目录都有哪些，分别在什么位置呢？实际上 kpathsea 运行的时候，首先要去寻找一个叫做 texmf.cnf 的文件，这个文件记录了各个 TEXMF 所在的位置。

那么，kpathsea 又要去哪些地方寻找 texmf.cnf 文件呢？在 kpathsea 中，以 $SELFAUTOLOC、$SELFAUTODIR 和 $SELFAUTOPARENT 变量分别表示 kpathsea 所在目录、kpathsea 所在目录的上一级目录和 kpathsea 所在目录的上两级目录。默认情况下，kpathsea 按照如下顺序查找 texmf.cnf 文件：

```
{$SELFAUTOLOC,$SELFAUTODIR,$SELFAUTOPARENT}{,{/share,}/texmf{-local,}/web2c}
```

这种写法是 kpathsea 的简写，需要解释一下：花括号里面用逗号隔开的几个路径段表示要挨个试，括号与括号或者路径段放在一起表示两者连接起来组成新的路径；而特殊的是，括号内的最前或最后可能有一个逗号，这表示最前面或最后面有一个空路径段。这种简写法多半很雷人，那么我们把这个表示法的完整展开式按顺序写一下吧：

```
$SELFAUTOLOC;
$SELFAUTODIR;
$SELFAUTOPARENT;

$SELFAUTOLOC/share/texmf-local/web2c;
$SELFAUTODIR/share/texmf-local/web2c;
$SELFAUTOPARENT/share/texmf-local/web2c;

$SELFAUTOLOC/texmf-local/web2c;
$SELFAUTODIR/texmf-local/web2c;
```

```
$SELFAUTOPARENT/texmf-local/web2c;

$SELFAUTOLOC/share/texmf/web2c;
$SELFAUTODIR/share/texmf/web2c;
$SELFAUTOPARENT/share/texmf/web2c;

$SELFAUTOLOC/texmf/web2c;
$SELFAUTODIR/texmf/web2c;
$SELFAUTOPARENT/texmf/web2c;
```

找到了 texmf.cnf 一切就都顺利了。最后，这些 TEXMF 所在的位置也可以通过环境变量设置，而且这样设置的优先级最高。

还有，CTeX 以及它所包含 MiKTeX 不使用 web2c/kpathsea 系统，TeXLive 和 W32TeX 使用。

第八章　字体详解

8.1　字体类型与文档格式

大家都说 Word 容易入门很难深入，而 TeX 的入门和深入都不容易。TeX/LaTeX 的复杂有一个原因在于它的名目繁多的字体类型和文档格式。这里将总结下这两方面的问题 [1] [2]。

首先是字体类型。LaTeX 中遇到的字体类型至少有 pk，metafont，type1，truetype 和 opentype 等等。pk 字体是点阵字体（在 pdf 文件中被视为 type3 字体），它可由 metafont 和 truetype 等矢量字体生成。type1 和 opentype 也是矢量字体，这四种矢量字体依出现的先后依次为 metafont，type1，truetype 和 opentype。（严格说来每个 metafont 和 type1 字体都由两个文件组成，这里不详叙。）

mktexpk 程序可从 metafont 字体生成 pk 字体，ttf2pk 程序可以从 ttf 字体生成 pk 字体，而 ttf2pfb 和 ttf2pt1 程序可以从 ttf 字体生成 type1 字体。

其次是文档格式。LaTeX 中遇到的文档格式至少有 tex，dvi，ps 和 pdf。用 latex 程序可将 tex 文档编译为 dvi 文档，然后用 dvips 程序可以将 dvi 文档转换为 ps 文档，最后用 ps2pdf 程序可以将 ps 文档转换为 pdf 文档。

接着出现的 dvipdf 程序其实是一个小脚本，它将 dvips 和 ps2pdf 这两个程序连接起来，将 dvi 文档间接地转换到 pdf 文档。后来出来个 dvipdfm 程序，才真正地做到将 dvi 文档直接转换为 pdf 文档。然后在其基础上又出来个 dvipdfmx 程序，加强了对中日韩字体的支持。还有个 pdflatex 程序，可以直接将 tex 文档编译为 pdf 文档，最是简单快捷。

为使生成的 pdf 文档更加美观，特别是放大之后不产生锯齿，就必须在 pdf 文档中使用矢量字体。dvips 和 dvipdfm 只能使用 pk 点阵字体和 type1 矢量字体，而 dvipdfmx 和 pdflatex 可以使用 pk 点阵字体，type1 和 truetype 矢量字体。因此，为了得到高质量的 pdf 文档，最好用 dvipdfmx 和 pdflatex 来生成文

[1] 吴凌云, CTeX 常用问题集 v0.4 beta, 2005.
[2] jackqq, LaTeX 中文排版上手随记, 2008.

档。

最新的 xelatex 程序也是将 tex 文档直接编译为 pdf 文档，而且它可以使用前面所说的所有字体，独特的是只有它能支持 OpenType 字体的高级特性。

8.2 新字体选择方案 NFSS

在高德纳的 Plain TeX 中，使用新字体前需要先知道字体的文件名，接着用 `\font` 命令定义新字体，然后才能使用这个字体。例如：

```
\font\newfont=cmr10 at 20pt
{\newfont hello font!}
```

hello font!

这个例子中，第一行将 `cmr10` 字体缩放到 `20pt` 大小定义为 `newfont` 字体。然后第二行用这个新字体显示 `hello font!` 文本。其中的 `cmr10` 指的是 TeX 安装目录里的 `fonts/source/public/cm/cmr10.mf` 这个 Metafont 字体文件。

后来，随着技术的发展，各种新字体层出不穷，这种原始的使用字体方式就有些落后了。于是，在 LaTeX 的 2ε 版本中正式引入了新字体选择方案（NFSS）。NFSS 是一种方便地选择和使用字体的方案 [3] 。NFSS 把一个字体的属性分为 5 个：编码、族名、系列、形状和大小。LaTeX 中已经预先定义了几种编码：比如 `OT1` 和 `OML`、`OMS`、`OMX` 分别是高德纳原来的计算机现代文本字体和数学字体的编码。这些字体编码可以直接使用。你可以在 TeX 系统的 `tex\latex\base` 目录里找到 `ot1enc.def`、`omsenc.def` 等字体编码定义文件。

要使用其它的字体，首先用下面的命令设置一个新的编码：

```
\DeclareFontEncoding{编码}{文本模式命令}{数学模式命令}
```

比如 CJK 中就定义了各种中日韩文的编码：比如 `C00` 是繁体中文的 `Bg5` 编码，`C10` 和 `C19` 分别是简体中文的 `GB` 和 `GBK` 编码，`C70` 是 Unicode 的 `UTF8` 编码，等等。这些定义在 `CJK.enc` 文件中。

接着定义某种编码的字体属性可以用如下命令：

```
\DeclareFontFamily{编码}{族名}{命令序列}
\DeclareFontShape{编码}{族名}{系列}{形状}{字体定义}{命令序列}
```

这些定义在若干 CJK 目录里的若干.fd 文件中：比如 `c10gbsn.fd`、`c19song.fd` 等等，其中文件名开头的 `c10` 和 `c19` 等指的是上面定义的编码 (fontencoding)，而后面的 `gbsn` 和 `song` 指的是字体的族名 (fontfamily)。

[3] Ulrik Vieth & Taco Hoekwater, Surviving the TEX font encoding mess, 1999.

用这个新字体选择方案来添加并使用新字体，仍然不是个方便的方法。现在建议使用 XeTeX 来排版中文 LaTeX 文档。

8.3 中文排版历程

8.3.1 CCT 中文排版

使用 CCT 排版中文 LaTeX 文档是不推荐的做法，这里简要介绍，以供参考。我们先看例子：

```
\documentclass{cctart}
\begin{document}
\songti  宋体是CCT的默认字体。
\heiti  现在是黑体。
\kaishu  现在是楷书。
\fangsong  现在是仿宋。
\end{document}
```

这里的 cctart 根据实际情况可以换为 cctbook，分别与英文 latex 的 article 和 book 文档类别对应。

CCT 有先后两种版本，旧版 CCT 文档的文件名是以.ctx 为扩展名的，而新版 CCT 文档的文件名以.tex 为扩展名，推荐使用新版的 CCT，因为新版的 CCT 相比旧版的 CCT 有不少优点，比如它可以使用 CJK 宏包，只要在开始加入 CJK 参数就可以了：

```
\documentclass[CJK]{cctart}
\begin{document}
你好！这里是CCT!
\end{document}
```

CCT 文档可以用 ctex.exe 程序编译就可以了（对于 CTeX 套装，点击 WinEdt 里的 CCT-LaTeX 图标）。ctex.exe 可以自动识别是 ctx 格式还是 tex 格式，然后自动调用相应的程序去处理 cct 文档。

注记：CCT 中没有定义隶书和幼圆这两种字体。

注意：使用 CCT 来排版中文 LaTeX 文档不太方便，现在建议使用 XeTeX 来排版中文 LaTeX 文档。

8.3.2 CJK 中文排版

使用 LaTeX 排版中文文档，传统的方法有两种：一是用 CJK 宏包，二是用 CCT 宏包。这里先介绍 CJK 的中文排版。

CJK 是外国人编写的，不仅支持中文，而且也支持其它双字节语言（实际上 CJK 就是 Chinese，Japanese 和 Korean 这三个词语的缩写）。MiKTeX 和 CTeX 中都有这个包，安装之后就可以这样使用了：

```
\documentclass{article}
\usepackage{CJK}
\begin{document}
\begin{CJK}{GB}{gbsn}
欢迎来到CJK！这里使用的是CJK宏包里有的文鼎宋体。
\end{CJK}
\end{document}
```

然后就用 latex 编译就可以得到中文文档了，不比英文排版复杂多少，关键是要把中文部分放在 `\begin{CJK}` 和 `\end{CJK}` 之间。上面代码中的 `GB` 指的是编码，对于简体中文来说，常见的有 `GB` 编码和 `GBK` 编码两种。而 `gbsn` 指使用的字体为文鼎宋体。

由于字体的版权问题，CJK 的宏包里只有文鼎宋体和文鼎楷体这两种字体，可是这两种字体生成的中文文档的效果很一般。CTeX 里另外多了`GBK` 编码的六种中文字体（宋体、仿宋、楷体、黑体、隶书和幼圆），如果你安装了 CTeX，就可以类似下面的例子来使用这几种字体：

```
\documentclass{article}
\usepackage{CJK}
%\begin{document}
\begin{CJK}{GBK}{song}

CTeX里中文默认用宋体！
\CJKfamily}{GBK}{hei} 这是CTeX里的黑体！
\CJKfamily{fs} 这是CTeX里的仿宋体！
\CJKfamily{kai} 这是CTeX里的楷体！
\CJKfamily{li} 这是CTeX里的隶书！
\CJKfamily{you} 这是CTeX里的幼圆体！

\end{CJK}
\end{document}
```

注记：中文 Windows XP 系统里没有隶书和幼圆这两种字体，而英文 Windows XP 系统里另外还没有楷体和仿宋这两种字体。这几个字体在安装微软 Office 时会安装。如果只安装 CTeX 而没安装 CTeX-Fonts 的话，编译 CJK 文件时需要用到系统自带的中文 ttf 字体文件，这样就会出错。

使用 CJK 来排版中文 LaTeX 文档不太方便，现在建议使用 XeTeX 来排版中文 LaTeX 文档。

8.3.3 XeTeX 中文排版

之前已经介绍过用 CCT 和 CJK 宏包来排版中文 LaTeX 文档。用这两者来排版中文文档都是权宜之计，因为原本的 TeX 排版程序就不支持中文，CCT 和 CJK 就是两种外挂而已，很容易就出现比如 pdf 书签乱码之类的问题。新近的 XeTeX 和 LuaTeX 从底端就支持各种文字包括中文，而且能够直接使用系统自带的字体，生成的文档更为美观，所以从 TeX 转换到 XeTeX/LuaTeX 来自然是潮流之所趋。LuaTeX 目前基本不支持 LaTeX 文档，所以现在先介绍用 XeTeX 排版 LaTeX 文档的方法 [4] [5] [6] [7] [8]。

实际上，XeTeX 对 TeX 的改动不大，主要集中在字体的使用上，因此原来的 LaTeX 文档稍为修改下就能够用 XeTeX 编译了。最新的 MiKTeX（CTeX）和 TeXLive 套装都包含 XeTeX 程序，编辑器推荐用免费的 TeXworks。在编辑器中输入如下文本

```
% !TEX program = xelatex

\documentclass[12pt,a4paper]{article}

\usepackage[cm-default]{fontspec}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{xltxtra}

\setmainfont[BoldFont=SimHei,ItalicFont=KaiTi_GB2312]{SimSun}
\setsansfont[BoldFont=SimHei]{KaiTi_GB2312}
\setmonofont{NSimSun}

\XeTeXlinebreaklocale "zh"
```

[4] lyanry@gmail.com, XeTeX 中文排版之胡言乱语, 2007.
[5] kmc@bbs.ctex.org, XeTeX about:fonts, 2008.
[6] kmc@bbs.ctex.org, LaTeX 发行版自带的字体, 2008.
[7] Marko Boon, XeTeX in MiKTeX, 2008.
[8] Michel Goossens，The XeTeX Companion: TeX meets Opentype and Unicode，2010

```
\XeTeXlinebreakskip = 0pt plus 1pt

\begin{document}

\XeTeX\ Show: $\alpha$, $a^2+b^2=c^2$

中文字体!

\end{document}
```

然后使用 xelatex 编译，就得到一个中文文档了。一言以蔽之，很好很强大。

注意 WinEdt 对 UTF-8 编码支持不够完善，需要手动选择；或者在新建的 tex 文件的首行写上如下这行

```
% !Mode:: "TeX:UTF-8"
```

以让 WinEdt 在打开和保存时作编码转换。即使这样，有时也会造成乱码或字符丢失，所以不推荐用 WinEdt 编辑 UTF-8 编码的 xetex+latex 文档。

第九章　相关软件

9.1　纯文本编辑器

9.1.1　TeXMaker 编辑器

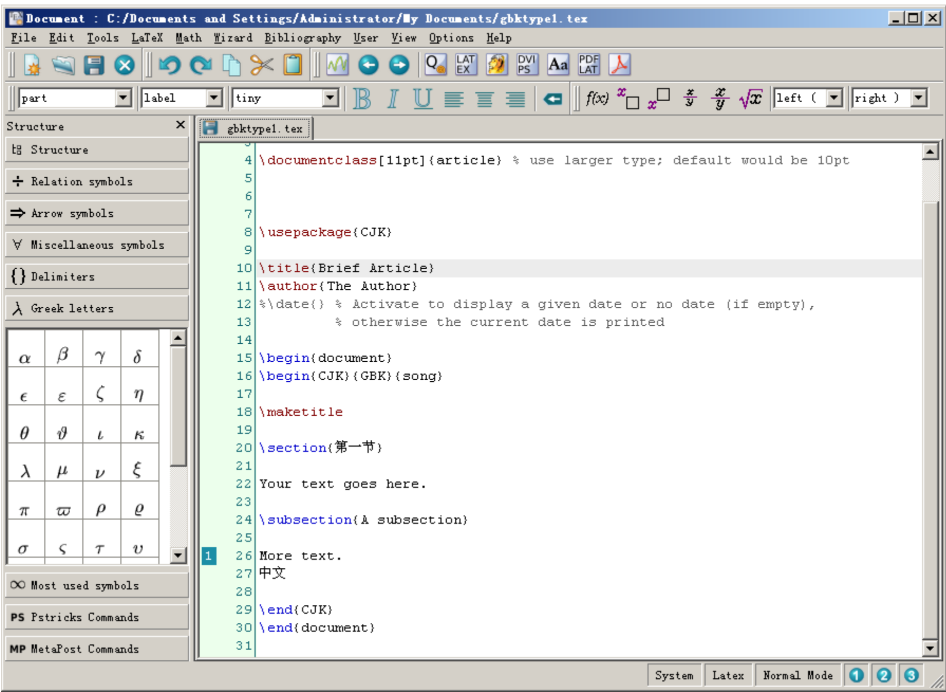


图 9.1: TeXmaker 编辑器

TeXMaker（`http://www.xm1math.net/texmaker/`）是法国一位中学数学老师写的 TeX/LaTeX 编辑器，可以用它来代替 WinEdt 。只要安装了 CTeX 中文

套装就可以使用 TexMaker，其优点包括能够在侧边栏里包含了数十个常用数学符号，可以查看文档章节结构，以及转换 LaTeX 文件为 html 网页（图片格式）。另外，TeXMaker 在 Windows 和 Linux 下都能使用。

9.1.2 TeXworks 编辑器

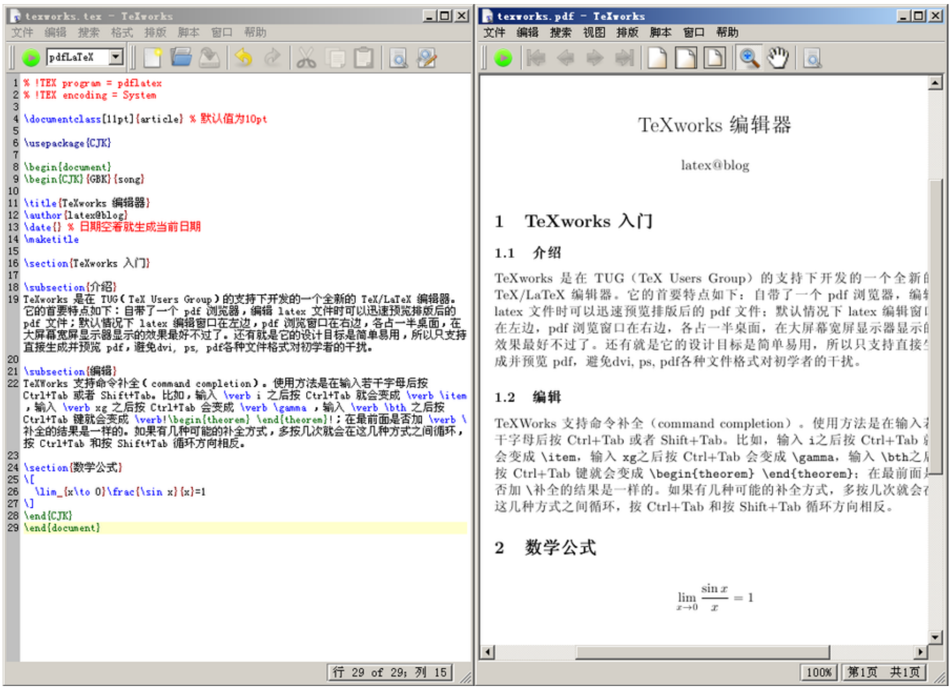


图 9.2: TeXworks 编辑器

TeXworks 是在 TUG（TeX Users Group）的支持下开发的一个全新的 TeX/LaTeX 编辑器。它的首要特点如下：自带了一个 pdf 浏览器，编辑 latex 文件时可以迅速预览排版后的 pdf 文件；默认情况下 latex 编辑窗口在左边，pdf 浏览窗口在右边，各占一半桌面，在大屏幕宽屏显示器显示的效果最好不过了。还有就是它的设计目标是简单易用，所以只支持直接生成并预览 pdf，避免 dvi, ps, pdf 各种文件格式对初学者的干扰。

最新版本的 MiKTeX（CTeX）已经包含了 Texworks 编辑器，可以直接使用。TeXworks 支持通过 synctex 辅助文件来实现正向和反向搜索，最新的 pdftex 和 xetex 都支持在编译时生成 synctex 文件。在编译时设置 synctex=0 表示不

使用，synctex=-1 表示使用不压缩的 synctex 文件，synctex=1 表示使用压缩的 synctex 文件。启用了 synctex 后，在 TeXWorks 的编辑窗口和浏览窗口按住 Ctrl 键用鼠标单击，即可在 tex 源码和 pdf 内容之间跳转（即正向和反向搜索）。

TeXWorks 支持命令补全（command completion）。使用方法是在输入若干字母后按 Ctrl+Tab 或者 Shift+Tab。比如，输入 `i` 之后按 Ctrl+Tab 就会变成 `\item`，输入 `xg` 之后按 Ctrl+Tab 会变成 `\gamma`，输入 `\bth` 之后按 Ctrl+Tab 键就会变成 `\begin{theorem} \end{theorem}`；在最前面是否加 `\` 补全的结果是一样的。如果有几种可能的补全方式，多按几次就会在这几种方式之间循环，按 Ctrl+Tab 和按 Shift+Tab 循环方向相反。

TeXWorks 默认使用 UTF-8 编码，如果你需要编辑用 GBK 编码的 tex 文件（比如 CCT 或者 CJK 文件），可以在文件的最前面加上如下一行以免乱码或者编译出错：

```
% !TEX encoding = System
```

另外，你也可以通过在文件最前面再加如下一行指定默认的编译命令：

```
% !TEX program = pdflatex
```

TeXworks 使用的是 Qt 图形界面，所以有 Windows，Linux 和 Mac OS 各种平台的版本。

9.1.3 正向搜索与反向搜索

要想舒服地编辑 LaTeX 文件，LaTeX 编辑器和 DVI 查看程序对正向搜索和反向搜索的支持是必不可少的。

以 CTeX 套装为例，假如我们正在编辑 docomo.tex 文件的第 111 行，当我们点击 WinEdt 工具栏的”DVI Search” 图标（或者按快捷键 Shift+Ctrl+S ）时，DVI 查看程序 Yap 会自动运行，打开 docomo.dvi 文件并显示第 111 行所在的页面，这就是正向搜索；而假如我们正在用 Yap 查看 docomo.dvi 文件的第 9 页，当我们双击页面时，WinEdt 编辑器会自动运行，打开 docomo.tex 文件并跳到第 9 页所对应的 LaTeX 代码，这就是反向搜索。

在 Windows 下比较出名的 DVI 查看程序基本就只有 Yap 了，而如上所见 Yap 确实是支持正向和反向搜索的。而 LaTeX 编辑器除了 WinEdt 这个商业软件之外，还有 TeXMaker、WinShell、TeXnicCenter、Scite、TeXworks 等免费编辑器，这些编辑器对正向和反向搜索的支持程度不一。

9.2 可视化编辑器

9.2.1 LyX 文档处理软件

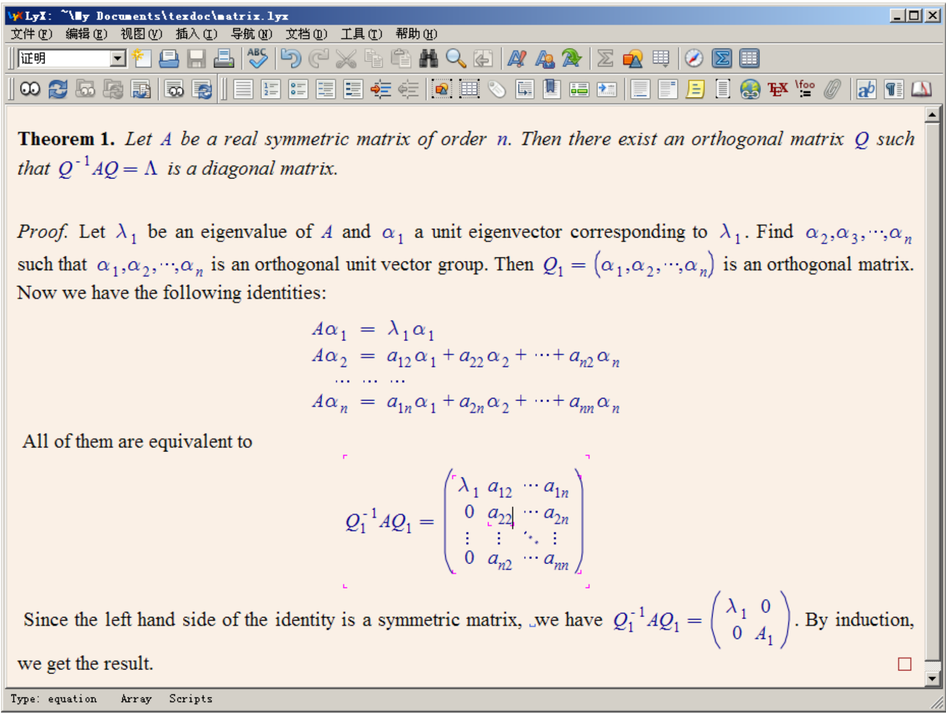


图 9.3: LyX 文档处理软件

LyX 是一个近乎所见即所得的文档处理软件，它既有着 Office 软件直观易用的优点，又能利用 TeX 后端生成高质量的科学文档。因此，它适合对 TeX/LaTeX 有一定了解的用户使用。最近发布的 LyX 1.6 版本对中文的支持程度已经足够好了，这里介绍下这个软件。

在安装 LyX 之前，确保你已经安装了 CTeX 等 TeX 套装，并将 tex 程序所在的目录加入了环境变量。Windows 版本的 LyX 安装时会自动寻找并设置 tex 环境。

安装之后打开 LyX，新建一个空白文档就可以撰写文档了。默认的文档类别是 latex 的 article 类。这时候在程序左上角的下拉框中可以选择输入文档头（标题、作者、日期、摘要），章节标题（section、subsection），各种列表（item、 enumerate）等等；在工具栏里还可以插入各种其它的内容（图像、表格、标签、引用、脚注），自然还有许许多多的数学符号。撰写过程中随时点击工具栏中的 View 图标就可以生成并打开相应的 pdf 文件。撰写完毕在“文件 -> 导出”菜单中就可以将 lyx 文档导出为 tex 或者 pdf 文档。

LyX 文档的编辑过程可以完全使用键盘快捷键（而且各种快捷键都可以自己定制）。比如按 Ctrl+M 可以插入行内公式，按 Ctrl+Shift+M 可以插入单行显示公式；最优秀之处在于，在编辑公式过程中你输入 `\alpha`，`\int`，`\infty` 等数学命令加空格之后会自动转换为相应的数学符号，输入 ^ 和 _ 之后会自动切换到上下标位置，输入 `\frac` 加空格之后会自动转换为分式的模式，等等，非常直观优雅并且方便快捷。LyX 继承了 TeX 的传统，不能直接输入多于一个的空格，要输入更多的空格或者各种不同宽度的空格，可以点击工具栏的空格图标。当然也可以使用 Ctrl+Alt+Space 插入普通宽度的空格，用 Ctrl+Shift+Space 插入小宽度的空格。在 LyX 里面按 Alt+P 然后再按如下各键可以切换到各种章节标题或正文模式中：按 0，1 一直到 6 分别为 part, chapter, section, subsection, subsubsection, paragraph 和 subparagraph；按 T 为输入文档标题，按 Shift+A 输入文档作者；按 S 可以回到正文模式中。

LyX 支持用 CJK 排版中文文档，这需要在“文档 -> 首选项”菜单的“语言”栏中设置“编码”为 Chinese（GBK），否则生成 pdf 文档时会出错。LyX 同样支持 book, report 等文档类和 powerdot, beamer 等幻灯片类，这个需要在上述菜单的“文档 Class”栏中选择；如果你使用 beamer 排版中文文档，还需要在“Class options”处填上 cjk 选项。注意这样虽然能正常编译，但是生成的 pdf 文件的中文书签会出现乱码，据说在文档编码设置中改用 utf8 编码可以避免此问题，目前未作测试。

LyX 从 2.0 版本开始也直接支持用 XeTeX 来编译中文文档，可以按照如下步骤设置:

1. 在“文档 -> 首选项”菜单里，将“语言”栏的“编码”改为“Unicode (XeTeX) (utf8)”。

2. 在“文档 -> 首选项”菜单里，在“LaTeX 序”栏中加入 XeTeX 相关的中文设置，比如

```
\usepackage[cm-default]{fontspec}
\usepackage{xunicode}
\usepackage{xltxtra}
\setmainfont[BoldFont=SimHei,ItalicFont=KaiTi_GB2312]{SimSun}
\setsansfont[BoldFont=SimHei]{KaiTi_GB2312}
\setmonofont{NSimSun}
\XeTeXlinebreaklocale "zh"
```

```
\XeTeXlinebreakskip = 0pt plus 1pt
```

3. 在“文档 -> 首选项”菜单里，将“Output”栏的“Default output format”改为“PDF (XeTeX)”。

4. 现在就可以点击工具栏的“View”图标以预览 pdf 文档，或者点击“文件 -> 导出 ->PDF (XeTeX)”以生成 pdf 文档。

9.2.2 TeXmacs 文档排版软件

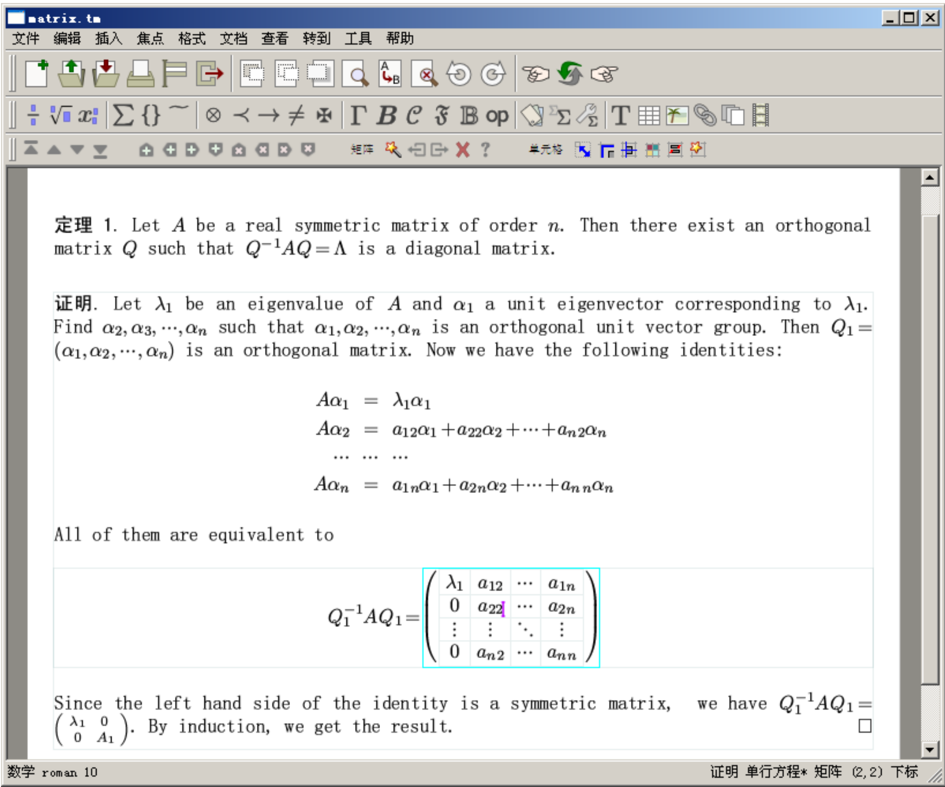


图 9.4: TeXmacs 文档排版软件

TeXmacs（`http://www.texmacs.org`）是比 LyX 还优秀的科学文档排版软件，因为 LyX 只是半所见即所得的，而 TeXmacs 是完全所见即所得的。在 TeXmacs 中撰写好之后可以导出为 tex 文档，也可以直接导出为 pdf 文档，不需要用 latex 程序编译。

启动 TeXmacs 后我们可以在菜单中对文档做如下这些设置：

菜单项	功能
文档 -> 查看 -> 非正式标记 -> 在纸上显示	显示各种标志
文档 -> 查看 -> 页面布局 -> 显示页眉页脚	显示页眉和页脚
文档 -> 查看 -> 页面布局 -> 在纸上显示边白	显示边距
文档 -> 查看 -> 样式 ->Latex	显示 LaTeX 风格命令
文档 -> 页面 -> 类型 ->Paper	显示页码

最后我们需要选择文档的类型（如同 latex 中的 `\documentclass`），里面有 article，book，seminar 等等，一般我们用 article。现在选择“文件 -> 保存”菜单项将文档保存为 TeXmacs 默认的.tm 格式，比如 xxx.tm 文件，基本的设置就完成了。

现在开始撰写文档，在菜单中可以选择插入标题、章节、环境、表格、图片、公式等等。我们只讲如何用键盘方式方便的输入内容：首先，输入 $ 符号开始一个行间公式，按 `Ctrl+Tab` 在行间公式和独立公式之间切换，而输入 `Alt+Shift+&` 开始一个独立的多行公式，按 `Alt+Shift+*` 在是否显示公式编号之间切换。其次，输入 \ 符号进入命令模式，这里你可以输入许多 latex 命令和 texmacs 命令，然后按回车键生效；比如你在公式里面输入 `\frac` 并按回车键就生成一个分式。因此在 TeXmacs 中 $ 和 \ 这两个特殊符号不能直接输入，但是你可以依次输入 \ $ Enter 得到 $ 符号，依次输入 Shift+F5 \ 得到 \ 符号。

好，现在你可以去尝试 TeXmacs 了，你会发现许多 latex 命令都是有效的，比如 `\section`，`\subsection`，`\label`，`\ref` 等等。

9.3 新版 Office 的公式排版

微软的 Office 软件从 2007 版本开始使用新的文档格式（docx，pptx 等），从此 Word 里面对公式的支持摆脱了残废状态，使得在 Word 中不借助 MathType 和 Aurora 等插件输入复杂数学公式成为可能。而且，微软还特地为公式的排版定制了一个数学字体 Cambria Math，再加上在公式的输入中可以使用许多 LaTeX 命令，因此用微软 Word 快捷地排版美观的公式不再是天方夜谭。

这里介绍下在新版 Word 中输入公式的方法。使用键盘快捷键“Alt+=”或者在插入菜单中选择“公式”项均可插入一个新的数学公式。首先需要说明的就是，新版 Word 中的公式和 LaTeX 中类似，可以有行间公式和独立公式两种，两种公式在显示上有一些区别（比如独立公式一般自动居中）。和 LaTeX 中不同的是，在 Word 中一个公式属于哪种类型的是由该行是否有其它内容自动决定的。

也就是说，你在某些文字后面直接按“Alt+=”将得到行间公式，而新起一行后再按“Alt+=”则得到自动居中的独立公式。这点还是 Word 更加容易使用一点。

在 Word 公式里面大部分常用 LaTeX 命令均可使用，比如输入 `\infty` 再按空格就得到个无穷号，输入 `\sqrt` 再按空格就得到个根号，输入 `\int_a^b` 再按空格就会得到个定积分。在 LaTeX 和在 Word 中数学公式的输入方式主要有如下两个区别：一是分式的输入方式不同，在 Word 中用更自然的方式来输入分式；比如在 LaTeX 里面需要输入 `\frac{a+b}{c}`，而在 Word 中只需要输入 `(a+b)/c` 再按空格就出来了。二是命令参数的括号不同，LaTeX 使用花括号 `{}` 而 Word 使用圆括号 `()`；比如在 LaTeX 中输入 `\sum_{k=0}^{n_1}`，而在 Word 中输入 `\sum_(k=0)^(n_1)`。其它各种命令及用法可以看微软程序员写的这个说明文档 [1] [2]。

9.4 在网页中显示数学公式

要在网页中显示 tex 公式可以使用 jsMath 或者 ASCIIMathML 。两者都是使用 JavaScript 语言来转换网页中包含的 tex 公式。jsMath 将数学公式用 tex 算法直接显示出来，在几乎所有浏览器中都能直接显示，但是 jsMath 包含了许多文件，在个人网页中使用也许不太方便。而 ASCIIMathML 将数学公式转换为 MathML 公式再丢给浏览器显示，在 IE 和 Chrome 中没法显示（IE 安装了 mathplayer 后可以显示 MathML 公式），但在 Firefox 中可以正常显示。估计迟早 IE 和 Chrome 会支持 MathML 公式，因此在个人网页中用 ASCIIMathML 来显示公式比较方便。

在网页中添加 ASCIIMathML 支持很容易，首先到这里下载 ASCIIMathML.js 文件并上传到网页文件夹中，然后修改网页代码，在 `<head>` 和 `</head>` 之间添加如下语句：

```
<script src="http://xxxx.js" type="text/javascript"></script>
```

其中 http://xxxx.js 指的是 ASCIIMathML.js 文件上传后的实际地址。然后在 Firefox 中打开网页就可以看到所有用 $ 或者 $$ 包含的 tex 公式已经漂亮地显示出来了。

ASCIIMathML.js 文件是可以修改以适合自己的需要的。我作了一些修改：

[1] 网页说明：`http://www.unicode.org/notes/tn28/`

[2] 详细文档：`http://www.unicode.org/notes/tn28/UTN28-PlainTextMath-v3.pdf`

```
var mathcolor = "";  // 公式颜色。默认值为 "blue"，设为空表示使用文本颜色
var mathfontfamily = "Times New Roman" // 改用好看的的公式字体
var translateLaTeX = false; // 网页中需要介绍 latex，故禁用 $ 和 $$ 的识别
var translateASCIIMath = true; // 网页中使用特殊的重音符 \` 来标示公式
```

其中，ASCIIMathML 添加了使用重音符（`）来标示公式的方法，重音符就是键盘上 1 左边的那个字符。这样，以后需要直接显示 tex 代码的公式还是用 \$ 和 \$\$ 来标示，而需要处理再显示的公式就用 ` 来标示。例如下面的公式：

```
`e^x = \sum_{n=0}^\infty \frac{x^n}{n!}`
```

显示了指数函数的幂级数展开式。

jsMath 现在有了继任者 MathJax 。MathJax 是美国数学会等组织和公司资助的项目，在 jsMath 的基础上开发。MathJax 同时支持 latex 和 mathml 公式的排版，也同时支持用 html+css 和 mathml 输出排版结果。和 jsMath 一样，MathJax 的代码也是由许多部分组成的，在个人网页上不方便直接使用，不过它提供了 CDN 供用户使用，只需要在网页代码中添加如下几行代码就可以了，详情请看官方文档的介绍。

附录 A　TeX 排版原理

A.1　读取文件

TeX 的排版过程分为好几步：第一步是读取文件内容，并转换为记号列表；后面几步是对记号列表进行处理，生成出排版结果。形象地说，第一步相当于将食物嚼碎吃进胃里，后面几步相当于在胃里将嚼碎的食物消化吸收。

这里我们先来看 TeX 读取文件并进行文件内容转换的过程，即如何将文件内容分解为一串记号（token）。例如下面的内容

```
a {brown\bf  fox}
```

将被转换为如下的一串记号

$$a_{11} \quad \text{␣}_{10} \quad \{_1 \quad b_{11} \quad r_{11} \quad o_{11} \quad w_{11} \quad n_{11} \quad \boxed{\text{bf}} \quad f_{11} \quad o_{11} \quad x_{11} \quad \}_2$$

其中，一个记号既可以是单个字符，也可以是一个控制序列（control sequence）。

单个字符作为记号时，都带有一个类别码（catcode），在上面的例子中我们将类别码标在字符的右下角。左花括号 `{` 和右花括号 `}` 的类别码为 1 和 2，空格符的类别码为 10，52 个英文字母的类别码都为 11，其它可见字符的类别码是 12。

当 TeX 读到转义符 `\`（类别码为 0）时，根据该字符后面是单个非字母字符（例如 `\{`）还是多个字母字符（例如 `\bf`），它可以生成一个单字符记号，或者生成一个控制序列记号。然后，TeX 忽略后面的任意多个空格，继续处理文件。在上面的例子中，`\bf` 这个控制序列记号我们用方框框起来表示。而 `\bf` 后面的两个空格被忽略了，没有出现在记号列表中。因此这个例子输出的结果是这样的：a brown**fox**。

如果 TeX 读到一个或连续多个空行，它生成一个 `\par` 控制序列，表示段落的结束。如果读到一个注释符 `%`（类别码为 14），它忽略本行中 `%` 及其后面的所有字符，包括行尾的换行符。如果读到一个换行符（类别码为 5）或空格符，它生成一个空格符记号，并忽略紧跟其后的一个或多个空格。

A.2 生成盒子

从文件内容读取出记号列表之后，TeX 接着开始生成盒子（box）。例如下面的文字

Yes, I'm here. Go.

将生成下面的这些盒子：

```
\hbox(6.94444+1.94444)x80.43065
.\tenrm Y
.\kern-0.83334
.\tenrm e
.\tenrm s
.\tenrm ,
.\glue 3.33333 plus 2.08331 minus 0.88889
.\tenrm I
.\tenrm '
.\tenrm m
.\glue 3.33333 plus 1.66666 minus 1.11111
.\tenrm h
.\tenrm e
.\tenrm r
.\tenrm e
.\tenrm .
.\glue 4.44444 plus 4.99997 minus 0.37036
.\tenrm G
.\tenrm o
.\tenrm .
```

要在 log 文件中记录这些信息，需要在 tex 文件中加入类似如下的命令：

```
\tracingoutput=1 \showboxbreadth=999 \showboxdepth=999
```

其中 `\showboxbreadth` 表示每个盒子里显示多少项内容，而 `\showboxdepth` 表示最多显示多少层嵌套盒子。

我们来解释这些盒子信息。首先 `\hbox` 表示这是一个水平盒子。而后边的几个数字表示该盒子的高度（height）、深度（depth）和宽度（width）分别为 6.94444pt、1.9444pt 和 80.43065pt。高度和深度分别是基线（baseline）到盒子顶部和底部的距离，两者之和是该盒子实际占用的竖直长度。盒子信息中下面的每一行都以 `.` 开头，表示这些是包含在该盒子内部的小盒子。

每个以 `\tenrm` 开始的行表示一个由字符组成的盒子，它们的尺寸由 10pt 的 cmr 字体确定。

以 `\kern` 开始的行表示一个字距微调（kern），这在英文排版中是个基本的要求。在这里，相邻字母 Y 和 e 的距离稍微减少会更加美观。

以 `\glue` 开始的行表示一个粘连（glue），它描述一个弹性空隙，由 TeX 从空格符记号生成。粘连后面跟着的信息

```
3.33333 plus 2.08331 minus 0.88889
```

表示一个弹性尺寸，这三个数字分别表示自然空白，可伸长量（stretch）和可收缩量（shrink），以 pt 为单位。同样一个空格，位于单词或者不同标点符号后面，所生成的粘连尺寸各不相同，这是为了更好的排版效果。

文章排版，从本质上说，是在限定大小的各种盒子里，以尽量美观地方式放置多个子盒子。由于尺寸的限制和对齐的要求，粘连这种弹性间距就很有用处。下面的例子是盒子宽度分别为 80pt、85pt 和 90pt 时的排版结果：

Yes, I'm here. Go.

Yes, I'm here. Go.

Yes, I'm here. Go.

假设大盒子的宽度为 w，里面各小盒子，微调以及粘连的宽度之和（称为自然宽度）为 x。当 $w > x$ 时，TeX 依照各个粘连的可伸长量按比例增加它们的宽度。反过来，当 $w < x$ 时，TeX 依照各个粘连的可收缩量按比例减少它们的宽度；但是此时规定，各个粘连所减少的宽度不能超过它的可收缩量。粘连的实际伸长量与可伸长量的比例，或者实际收缩量与可伸缩量的比例，称为粘连调整比例，记为 r。因此，伸长时有 $0 < r < \infty$，而收缩时有 $0 < r \leq 1$。

A.3 分段为行

经过上一步的处理，TeX 从一个段落的内容生成了一系列水平盒子，以及一些表示空白的微调和粘连。如果这些盒子的总宽度超过行宽，就需要将一个段落分成若干行。

TeX 首先考虑在粘连处断行。假设我们在某些粘连处将段落分为若干行。由于各行之间一般需要两边对齐，如上所述，我们可以适当伸缩每行内部的各个粘连，从而可以得到每行的粘连调整比例 r。TeX 中用 badness 值来描述各行排版的松紧程度。badness 值定义为

$$b = \min(100r^3, 10000)$$

另外，

$$d = (l + b)^2$$

称为该行的缺陷值（demerit），其中 l 是 `\linepenalty` 的值，默认为 10。段落总缺陷值一般等于各行的缺陷值之和。但是，如果有相邻两行松紧反差太大，总缺陷值还得再加上 `\adjdemerits` 值（默认为 10000）。TeX 将尝试寻找使得段落总缺陷值最小的断行方式。

实际上，我们可能需要禁止或强制在某位置断行。TeX 用 penalty 值来刻画在某些位置断行的不适合度。例如，我们可以一些位置加入 `\penalty 100` 或 `\penalty -50` 等命令。TeX 将禁止在任何 penalty 大于等于 10000 的位置禁止断行，而强制在任何 penalty 小于等于 -10000 的位置断行 [1]。此时，如果我们在 penalty 值为 p 的位置断行，那么该行的缺陷值的定义需要修改为 [2]

$$d = \begin{cases} (l+b)^2 + p^2, & \text{如果 } 0 \le p < 10000; \\ (l+b)^2 - p^2, & \text{如果 } -10000 < p < 0; \\ (l+b)^2, & \text{如果 } p \le -10000. \end{cases}$$

这个公式需要稍作解释。当 $p \ge 10000$ 时，TeX 禁止在此处断行，因此我们没必要定义缺陷值。而当 $p \le -10000$，TeX 强制在此处断行，因此定义为 $(l+b)^2$ 或 $(l+b)^2 - 10000^2$ 对段落总缺陷的寻找毫无差别。还需注意的是，设置 `\penalty 0` 并非多余，因为它会使得 TeX 将这个位置作为断行的候选点 [3]。

按照前面的方法，TeX 找到了一系列断点。如果此时得到的各行的 badness 值没超出 `\pretolerance` 值（默认为 100），即我们能忍受这样的排版，断行就宣告顺利完成了。否则，TeX 需要进行第二次尝试。此时，TeX 将把英文的连字算法也考虑进去，试图让各行的 badness 值不超出 `\tolerance` 值（默认为 200）。如果还是失败了，就让水平盒子溢出，并且产生“`overfull \hbox in paragraph`”的警告。

通过设置 `\tracingparagraphs=1`，我们可以在日志文件中记录 TeX 对段落断行时的详细信息。

---

[1]在 Plain TeX 中，宏 `\nobreak` 定义为 `\penalty 10000`，`\break` 为 `\penalty -10000`，而 `\allowbreak` 为 `\penalty 0`。

[2]在 TeX 中，badness 和 demerit 的定义公式看来有些随意，但在实践中却能得到良好的效果。

[3]在 XeTeX 中，默认无法在汉字之后断行；但利用 `\XeTeXlinebreaklocale "zh"` 命令，我们在汉字后自动添加了 `\penalty 0`，从而得到正确的断行。

A.4 组行为页

现在我们已经将段落分为一行行，接下来的任务是将各行组成为一个个页面。因为页面的竖直长度是固定的，而每行是一个盒子，行距是一个粘连，这个任务就和断行有些类似了。

我们先看看竖直空隙的大小。首先，每个段落上面留出的空隙（即段距）由 `\parskip` 给出，默认为 `0pt plus 1pt`。其次，每行上面留出的空隙（即行间距）一般由行距 `\baselineskip` 确定，即让它的基线与上一行的基线距离为 `\baselineskip`，然后计算出行间距。但是如果这个行间距小于 `\lineskiplimit`，就改为使用 `\lineskip` 的值（这种情形在行中有较大的公式时会出现）。在 Plain TeX 中，默认的字体大小为 10pt，而 `\baselineskip`、`\lineskip` 和 `\lineskiplimit` 的默认值分别为 12pt、0pt 和 1pt。这就保证各行之间在多数情形都有 2pt 的行间距，而在特殊情形也有 1pt 的行间距。我们也可以用 `\nointerlineskip` 阻止生成某个行间距粘连，或者用 `\offinterlineskip` 阻止生成全部行间距粘连。

假定我们将若干行分到一个页面，和断行时类似，此时也可以计算出这样分页的垂直 badness 值，它的取值范围为 $0 \le b \le 10000$。不同的是，如果盒子溢出了，$b = \infty$。

同样，在竖直模式我们也用 penalty 来调整在某些位置分页的不合适程度。而且 TeX 也在 penalty 大于等于 10000 的位置禁止分页，在 penalty 小于等于 -10000 的位置强制分页。实际上，TeX 中设置了这些 penalty 值：

`\interlinepenalty` 在段落内部两行之间分页的 penalty，默认为 0；

`\clubpenalty` 在段落首行之后分页的 penalty，默认为 150；

`\widowpenalty` 在段落末行之前分页的 penalty，默认为 150；

`\displaywidowpenalty` 在行间公式末行之前分页的 penalty，默认为 50；

`\brokenpenalty` 在连字符行之后分页的 penalty，默认为 100。

利用 badness 值和 penalty 值，TeX 将计算出在某处分页的代价（cost）为

$$c = \begin{cases} p, & \text{如果 } b < \infty \text{ 且 } p \le -10000; \\ b + p, & \text{如果 } b < 10000 \text{ 且 } -10000 < p < 10000; \\ 100000, & \text{如果 } b = 10000 \text{ 且 } -10000 < p < 10000; \\ \infty, & \text{如果 } b = \infty \text{ 且 } p < 10000. \end{cases}$$

万事俱备，现在 TeX 开始分页的尝试了。和断行不同的一点是，分页时 TeX 只考虑当前页面，而不考虑后面怎么分页。具体来说，TeX 每次将一行加到当前页，并计算相应的分页代价 c。这样一直下去，直到算出的代价为 ∞。这时候，之前各次尝试过程中，代价最小的分页方式就是 TeX 最终的分页方式。如果有多个相等的最小值，则选取最后一个。

如果还有页面中还有浮动对象，分页算法还需要继续改进。这里不再详细介绍。

我们可以使用 `\tracingpages=1`，告诉 TeX 把页面成本的计算输出到日志文件中。

附录 B PostScript 语言

B.1 PS 语言的基本知识

在使用 LaTeX 时，我们有时会用 dvips 程序将 DVI 文件转换为 PS 文件，然后用 ps2pdf 程序将 PS 文件转换为 PDF 文件。这种 PS 文件的全称就是 PostScript 文件。PostScript 是 PDF 的前身，PostScript 语言是 Adobe 公司于 1982 年创造的页面描述语言，主要针对文档的打印来设计；而 PDF 格式是 Adobe 公司于 1993 年创造的，它是 PostScript 语言的瘦身改进版，主要针对电子文档的保存和显示来设计 [1] [2]。

PostScript 的基本数据类型有如下这些：整数 (integer)，实数 (real)，布尔值 (boolean)，空值 (null)，字符串 (string)，数组 (array)，词典 (dict)，过程 (procedure) 等。数值，布尔值和空值类型比较简单，略过不提。字符串是用圆括号 () 包含起来的序列，例如 (hello world!) ；也可以用 16 进制来表示字符串，这时候应该用尖括号 `<>` 包含起来，这时前面的字符串表示为 `<68656C6C6F20776F726C6421>`。数组是用方括号包含起来的序列，例如 `[123 true null (hello)]` 是长度为 4 的数组。在 PostScript 中数组的每个元素的类型可以不同。词典是 PostScript 中特有的数据类型，它用 `<<>>` 包含起来的序列，表示若干组键值对应。例如 `<</zhao 11 /qian 22 /sun 33 /li 44>>` 表示四组键值的对应。过程是用花括号 `{}` 包含起来的序列，例如 `{3 mul 1 add}` 表示 `3x+1` 这个运算过程。过程也称为可执行数组 (executable array)，它表示一段调用时才执行的代码，通常用于定义新命令 (见后面)。

PostScript 中除了数据之外，就是各种命令。例如代码 `1 2 add` 中，`1` 和 `2` 是数据，`add` 是命令。我们可以用以/开始的名称来定义数据或者命令。例如：`/num 1 def` 或者 `/func {3 mul 1 add} def` 。PostScript 语言使用后缀表达式的语法，即命令参数在前面，命令名称在后面。因此表达式 `1 2 add 3 4 sub mul` 表示 `(1+2)*(3-4)`。使用这种后缀表达式的好处在于实现简单，而且无需用括号

[1](PostScript 红宝书) PostScript Language Reference, third edition

[2](PostScript 蓝宝书) PostScript Language Tutorial & Cookbook

区分运算的优先级。

PostScript 是基于栈结构的语言，栈是一种后进先出的数据结构，可以把它想象成用杯子装东西。PostScript 是解释型的语言，在解释器读取代码时，遇到数据就压入栈中，遇到命令就使用栈顶的参数执行它，命令的运行结果也放入栈顶。例如对于代码 `1 2 add 3 4 sub mul` ，解释器首先遇到 `1` 和 `2`，于是将它们依次压入栈中。接下来遇到 `add`，于是从栈中弹出参数 1 和 2 并执行相加运算，得到的结果 `3` 压入栈中。接着又遇到 3 和 4 并将它们压入栈中。此时栈中从底到顶依次有 `3`，`3`，`4` 这三个元素。然后遇到 `sub` 命令，解释器就从栈顶弹出 `3` 和 `4` 并执行相减运算，得到的结果为 `-1` 压入栈中。此时栈中从底到顶有 `3` 和 `-1` 这两个元素。最后解释器遇到了 `mul` 命令，就执行相乘运算，最后栈中只有一个元素 `-3`。

PostScript 语言的最常见的解释器是 Ghostscript ，它在 CTeX 等 TeX 发行版中已经包含了。找到 `gswin32.exe` 程序，运行它可以看到如下 Ghostscript 提示符 `GS>` 。在提示符后面输入各种命令并按回车，在栈中就能得到相应的结果。另外，输入 `==` 可以弹出栈顶元素并显示，输入 `pstack` 可以打印出栈里的全部元素，

我们也可以把若干 PostScript 代码保存在一个 PostScript 文件中。例如，把下面的内容保存为 `hello.ps` 文件，并用 GSview 程序打开就可以看到页面中显示 hello world! 这一串文本：

```
%!PS-Adobe-3.0
/Times-Roman findfont 20 scalefont setfont
40 800 moveto (hello world!) show
```

现在看看这个文件的内容。第 1 行以 %! 开头的文字指明了所用的 PostScript 语言的版本，最新的版本就是 3.0。另外，如果你需要添加注释，和 TeX 一样以 % 字符开始就可以了。

现在来看第 2 行，`/Times-Roman` 的前面加上了 `/`符号，这表明 `Times-Roman` 是一个变量名，接下来的是 `findfont` 命令，表示查找名字为 `Times-Roman` 的字体，这个字体是 PostScript 自带的。接下来的 `20 scalefont` 将字体缩放到 `20` 点的大小，然后用 setfont 设置该字体为当前字体。PostScript 是一种设备无关的页面描述语言，因此它使用的是绝对长度。在 PostScript 里面，一个点（point）的大小定义为 `1/72` 英寸。

PostScript 使用的坐标系的原点在页面左下角，往右是横坐标增加方向，往上是纵坐标增加方向。如果你不指明页面大小，默认值为 A4 纸大小。我们来看第 3 行，`40 800 moveto` 命令指明我们移动到坐标为 (40,800) 位置，然后的 (`hello world`) show! 命令指明我们要在当前位置显示字符串。

B.2 PS 语言的点阵图像

前面已经介绍了在 PostScript 中显示文本的方法。这次接着介绍如何显示点阵图像 [3] 。还是先看例子：

```
%!PS-Adobe-3.0
8 8 1 [8 0 0 8 0 0] {<c3bd665a7e5abdc3>} image
```

`image` 命令指明在屏幕的当前位置输出一个点阵图像（注意默认位置是坐标 `(0,0)` 的地方即页面的左下角），这个命令有 5 个参数。前面 2 个参数表示该图像的像素宽度和像素高度，即该图像是用 8 乘 8 的像素来描述的。第 3 个参数表示图像每个像素的颜色位数，即该图像的每个像素是用 1 比特来描述的，1 比特指的是黑白图像。

第 4 个参数表示变换矩阵 (transformation matrix)，这里表示以点为单位的页面空间到以像素为单位的图像空间的变换对应。这个变换矩阵是一个 6 个元素的数组，前面 4 个元素组成一个 2 乘 2 的矩阵，对应坐标的拉伸 (scale) 和旋转 (rotate)，这个例子的 `8 0 0 8` 组成一个 2 阶对角阵，表示页面的 1 点乘 1 点的面积对应于图像的 8 像素乘 8 像素；后面 2 个元素分别表示横纵坐标的平移 (translate)，这里一般都设为 `0`。

第 5 个参数表示图像的每个像素的具体值，用 `<>` 括起来的是 16 进制的数据，一共有 8 个字节，每个字节的 8 比特正好对应每行 8 个像素的颜色，其中 0 表示黑色，1 表示白色。注意在 PostScript 中坐标原点在左下角，因此各个像素的顺序是从左到右，从下到上，也就是说第 1 个字节的值 `c3` 表示图像的最下面一行的颜色。如果图像每行只有 3 个像素，仍然需要用一个字节来表示每行的像素值，后面多余的比特值设为 0 就可以了。类似地，每行的像素数大于 8 且小于 17 时用两个字节来表示。

按照上面的参数，这个图像的大小是 1 平方点，因此在 GSview 中打开该文件时，你只能看到左下角的一个小黑点，将页面放大若干倍之后才能看得清楚实际图像——一个笑脸。你可以设置好页面的各种变换再显示该图像，如下面的例子：

```
%!PS-Adobe-3.0
100 700 translate
72 72 scale
90 rotate
8 8 1 [8 0 0 8 0 0] {<c3bd665a7e5abdc3>} image
```

[3] A First Guide to PostScript - Raster Graphics

在这个改进的例子中，我们将页面的坐标原点平移到 (100,700) 处，设置拉伸倍数为 72，(顺时针) 旋转角度为 90 度，然后再显示该图像。实际上例子中的 3 种变换可以用页面的变换矩阵来表示，即这个例子和下面的例子等价：

```
%!PS-Adobe-3.0
[0 72 -72 0 100 700] concat
8 8 1 [8 0 0 8 0 0] {<c3bd665a7e5abdc3>} image
```

类似地，PostScript 的点阵图像的数据是从最下面一行开始，如果你觉得从最上面一行开始表示更自然，只要将例子中的 [8 0 0 8 0 0] 改为 [8 0 0 -8 0 8] 即可。

B.3 PS 语言的点阵字体

前面已经介绍了在 PostScript 语言中文本和点阵图像的显示，这次继续介绍如何定义新的点阵字体并用它显示文字：[4] [5]。还是从基本的例子看起（见下一页）：

在 PostScript 中定义一个新的点阵字体，至少需要 FontType，FontMatrix，FontBBox，Encoding，BuildChar 这 5 个参数。其中 FontType 为 3 表示 Type3 字体，FontMatrix 表示变换矩阵，FontBBox 表示字体的围框 (bounding box)，Encoding 表示字体的字符编码，BuildChar 表示字符的描画过程，它使用了 CharData 的字符数据。

PostScript 是基于栈结构的语言，命令执行时的参数从栈顶弹出，命令执行后的结果也放入栈顶。在上面设置 Encoding 的时候用到的 dup 是栈命令，表示将栈顶的数据复制一份。Encoding 99 /c put 命令把 Encoding 数组的第 99 个元素写为 /c。因为之前复制了一份 Encoding，这时候栈顶数据还是 Encoding。然后依次在Encoding 数组中写入其它内容。

在 BuildChar 过程中定义了长度为 4 的词典用于存放局部变量，词典 (dict) 是 PostScript 中一种特殊的数据类型，和实际的词典类似，它保存的是若干对键 (key) 和值 (value) 的对应。当 PostScript 解释器需要显示某个字体的某个字符时，它将调用这个 BuildChar 过程。此时栈顶的两个数据分别为字符编号和字体词典，它们是 BuildChar 过程的参数。

在 BuildChar 中必须设置好缓存的字形度量 (setcachedevice) 以及字形图像 (imagemask)，这两个数据我们把它放在 CharData 词典变量中。字形度量命令 setcachedevice 的参数有 6 个，前面两个参数 wx 和 wy 是字符的宽度和高度，

[4] PostScript 红宝书，第 5 章。
[5] PostScript 蓝宝书，例子 21。

```
%!PS-Adobe-3.0
7 dict dup begin
  /FontType 3 def
  /FontMatrix [1 0 0 1 0 0] def
  /FontBBox [0 -.25 1 1.2] def
  /Encoding 256 array def
  0 1 255 {Encoding exch /.notdef put} for
  Encoding
    dup 99  /c put dup 105 /i put dup 111 /o put dup 112 /p put
    dup 114 /r put dup 115 /s put dup 116 /t put 32 /space put
  /BuildChar
    { 4 dict begin
        /char exch def
        /fontdict exch def
        /charname fontdict /Encoding get char get def
        /charinfo fontdict /CharData get charname get def
        charinfo 0 get aload pop setcachedevice
        charinfo 1 get aload pop imagemask
      end
    } def
  /CharData 9 dict def
  CharData begin
    /c [ [.5 0 .05 0 .45 .5] [8 10 true [20 0 0 -20 -1 10]
         {<1866C180808080C16618>}] ] def
    /i [ [.2 0 .05 0 .15 .6] [2 12 true [20 0 0 -20 -1 12]
         {<C000C0C0C0C0C0C0C0C0C0C0>}] ] def
    /o [ [.5 0 .05 0 .45 .5] [8 10 true [20 0 0 -20 -1 10]
         {<1866C381818181C36618>}] ] def
    /p [ [.5 0 .05 -.25 .85 .5] [8 15 true [20 0 0 -20 -1 10]
         {<78868381818181818386F88080808080>} ] ] def
    /r [ [.4 0 .05 0 .35 .5] [6 10 true [20 0 0 -20 -1 10]
         {<0854A020202020202020>}] ] def
    /s [ [.5 0 .05 0 .45 .5] [8 10 true [20 0 0 -20 -1 10]
         {<3C428181807E0181827C>}] ] def
    /t [ [.3 0 .05 0 .25 .55] [4 11 true [20 0 0 -20 -1 11]
         {<60F0606060606060606070>}] ] def
    /space [ [.3 0 0 0 0 0] [1 1 true [20 0 0 -20 0 0] {<>}] ] def
    /.notdef [ [.3 0 0 0 0 0] [1 1 true [20 0 0 -20 0 0] {<>}] ] def
  end
end

/Bitfont exch definefont pop
/Bitfont findfont 20 scalefont setfont
72 700 moveto (postscript topic) show
```

其中横向排版时高度设为 0 就可以了，后面 4 个参数是字符的围框 (bounding box) 数据，包括左下角坐标 (llx,lly) 和右上角坐标 (urx,ury)。urx-llx 和 ury-lly 分别是字形实际占用的宽度和高度，这个宽度 urx-llx 一般比字符宽度 wx 小，是因为字符与字符之间一般需要留有空隙。

imagemask 命令的参数有 5 个，和前面介绍点阵图像时使用的 image 命令有些类似，不过在 imagemask 中没有颜色位数的概念，而且也只绘制指定模式的像素，第 3 个参数的取值为 true 表示只绘制值为 1 的像素，取值为 false 表示只绘制值为 0 的像素。因此前面介绍的点阵图形命令 8 8 1 [8 0 0 8 0 0] {<c3bd665a7e5abdc3>} image 差不多等同于这个 8 8 false [8 0 0 8 0 0] {<c3bd665a7e5abdc3>} imagemask 命令。在我们这个例子中，字符的变换矩阵 [20 0 0 -20 tx ty] 表示页面的 1 个点长度对应 20 个像素。因此字符的围框大小和字符的像素大小也是 1:20 的关系。变换矩阵中的横向平移值 tx 反映字符原点和左侧围框的距离 (left sidebearing)。在文字的排版中，字母的对齐规律通常是：b 和 o 底部对齐，而 o 和 p 顶部对齐，等等。因此例子中各个字符的纵向平移值 ty 各有不同。

附录 C　常用宏包介绍

`alltt` 特殊的抄录环境，命令保持有效（即 \ { } 这三个字符意义不变）。例如

```
\begin{alltt}
\textit{// this is some comments.}
void main \{
   printf ("Hello World!");
\}
\end{alltt}
```

```
// this is some comments.
void main {
   printf ("Hello World!");
}
```

网址：`http://www.ctan.org/pkg/alltt`。

`amscd` 画矩形交换图，参考 3.6.1。
网址：`http://www.ctan.org/pkg/amscd`。

`amsmath` 数学公式增强版，参考 3.5。
网址：`http://www.ctan.org/pkg/amsmath`。

`amssymb` 使用黑板体和花体等数学字体，参考 3.2。
网址：`http://www.ctan.org/pkg/amsmath`。

`beamerarticle` 在 article 文档类中使用 beamer 命令，参考第五章。例如：

```
\documentclass{article}
\usepackage{beamerarticle}
\begin{document}
```

```
Hello \pause World!
\end{document}
```

网址：http://www.ctan.org/pkg/beamer。

CJK 使用中日韩语言。
网址：http://www.ctan.org/pkg/cjk。

color 使用背景和前景颜色。网址：http://www.ctan.org/pkg/color。

comment 增强的注释环境，而且可以添加新注释环境，并设定是否包含。例如：

```
\includecommnt{newcmta}
\excludecommnt{newcmtb}
\begin{newcmta}
These comments are included.
\end{newcmta}
\begin{newcmtb}
These comments are excluded.
\end{newcmtb}
```

网址：http://www.ctan.org/pkg/comment。

ctex 设置中文环境。
网址：http://www.ctan.org/pkg/ctex。

ctexcap 设置中文环境和标题。
网址：http://www.ctan.org/pkg/ctex。

diagrams 画交换图。
网址：http://mirror.ctan.org/macros/generic/diagrams/taylor/。

fancyvrb 提供在脚注中使用行内抄录命令（\VerbatimFootnotes），自定义分隔符的行内抄录命令（\Verb），以及高级的抄录环境 Verbatim。下面的例子取自其文档：

```
\VerbatimFootnotes
We can put verbatim\footnote{\verb+_Yes!_+} text in footnotes.
```

```
\DefineShortVerb{\|}
We can simply write \Verb+_verbatim_+
material using a single |_delimiter_|
\UndefineShortVerb{\|}
\DefineShortVerb{\+}
And we can +_change_+ the character.

\begin{Verbatim}
First verbatim line.
Second verbatim line.
\end{Verbatim}
```

网址：http://www.ctan.org/pkg/fancyvrb。

float 增加浮动对象。例如：

```
\newfloat{program}{htbp}{lop}[section]
\begin{program}
...
\end{program}
```

网址：http://www.ctan.org/pkg/float。

fontspec 设置 XeTeX 字体。
网址：http://www.ctan.org/pkg/fontspec。

geometry 调整页面布局。
网址：http://www.ctan.org/pkg/geometry。

graphics 插入图片。
网址：http://www.ctan.org/pkg/graphics。

graphicx 插入图片，比 graphics 宏包高级。
网址：http://www.ctan.org/pkg/graphicx。

hyperref 在生成的 PDF 文档中添加链接以及书签和属性。例如：

```
\hypersetup{
   pdftitle={LaTeX Log},
   pdfauthor={zoho@bbs.ctex.org},
```

```
    colorlinks,
    citecolor=blue,
    filecolor=blue,
    linkcolor=blue,
    urlcolor=black
}
\url{http://www.ctex.org}
\href{http://www.ctex.org}{CTeX Homepage}
```

网址：http://www.ctan.org/pkg/hyperref。

ifthen 逻辑判断语句。例如：

```
\ifthenelse{\isodd{\value{page}}}
    {hello odd page}{hello even page}
```

网址：http://www.ctan.org/pkg/ifthen。

indentfirst 对章节的第一段同样缩进。
网址：http://www.ctan.org/pkg/indentfirst。

index 编写多个索引。
网址：http://www.ctan.org/pkg/index。

lastpage 记录末尾页的页码，可以用命令 \pageref{LastPage} 调用。
网址：http://www.ctan.org/pkg/lastpage。

layout 用 \layout 命令生成当前页面的示意图。
网址：http://www.ctan.org/pkg/layout。

listings 提供可作为命令参数的行内抄录命令 \lstinline，以及可以指定代码语言，背景颜色等属性的行间抄录环境 lstlisting。
网址：http://www.ctan.org/pkg/listings。例如：

```
\lstset{
basicstyle=\ttfamily\small,
backgroundcolor=\color{lightgray},
escapechar=`,
xleftmargin=8pt,
framexleftmargin=8pt,
```

```
}
\begin{lstlisting}
...
\end{lstlisting}
```

`longtable` 跨页的长表格。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/longtable`。

`makeidx` 生成名词索引。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/makeidx`。

`mdwlist` 提供紧凑的列表环境 `itemize*`、`enumerate*` 和 `discription*`。可以比较下面例子的结果：

```
\begin{enumerate}
\item First item
\item Second item
\end{enumerate}
\begin{enumerate*}
\item First item
\item Second item
\end{enumerate*}
```

1. first item

2. second item

3. third item

1. first item
2. second item
3. third item

网址：`http://www.ctan.org/pkg/mdwlist`。

`metalogo` 提供各种 TeX 标识。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/metalogo`。

`multicol` 提供 `multicol` 环境用于多栏排版。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/multicol`。

`multidx` 编写多个索引。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/multidx`。

`multirow` 编写跨行表格。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/multirow`。

`paralist` 提供紧凑的列表环境（`compactitem`, `compactenum` 和 `compactdesc`）以及行内的列表环境（`inparaitem`, `inparaenum` 和 `inparadesc`）。例如：

```
\begin{inparaitem}
\item first item
\item second item
\item third item
\end{inparaitem}
```

• first item • second item • third item

网址：`http://www.ctan.org/pkg/paralist`。

`pdfslide` 制作演示文稿。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/pdfslide`。

`pdfscreen` 制作演示文稿。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/pdfscreen`。

`realscripts` 在文本环境中使用上下标。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/realscripts`。

`shortvrb` 行内的抄录环境，对 `\verb` 命令的改进。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/shortvrb`。

`showidx` 将索引项显示为边注。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/showidx`。

`splitidx` 编写多个索引，个数不限制；但需要使用另外的处理程序。

网址：`http://www.ctan.org/pkg/splitidx`。

`tabularx` 指定宽度的表格。例如

```
\begin{tabularx}{0.9\textwidth}{|c|X|X|}
\hline
Small width & Large width & Large width \\
```

```
\hline
Small width & Large width & Large width \\
\hline
\end{tabularx}
```

网址：http://www.ctan.org/pkg/tabularx。

texpower 演示文稿的动画效果。
网址：http://www.ctan.org/pkg/texpower。

tikz 绘制 PGF 矢量图形。
网址：http://www.ctan.org/pkg/pgf。

titlesec 设置标题格式。
网址：http://www.ctan.org/pkg/titlesec。

titletoc 设置目录页格式。
网址：http://www.ctan.org/pkg/titletoc。

verbatim 增强的抄录环境，以及基本的注释环境。
网址：http://www.ctan.org/pkg/verbatim。

wasysym 使用各种特别符号。例如：
\davidsstar ✡ \leftmoon ☾ \rightmoon ☽ \sun ☼
网址：http://www.ctan.org/pkg/wasysym。

xcolor 使用颜色，比 color 宏包高级。
网址：http://www.ctan.org/pkg/xcolor。

xltxtra 用于 XeTeX 文档，载入 fontspec、metalogo 和 realscripts 宏包，并添加一些命令。
网址：http://www.ctan.org/tex-archive/macros/xetex/latex/xltxtra.

xunicode 用于 XeTeX 文档，处理 Unicode 字符。
网址：http://www.ctan.org/pkg/xunicode。

xy 绘制各种图表，包括交换图和示意图等。
网址：http://www.ctan.org/pkg/xypic。

参考文献

[1] Donald E. Knuth. The TeXBook. Addison-Wesley, 1993.

[2] 邓建松, 彭冉冉, 陈长松. LaTeX 2$_\varepsilon$科技排版指南. 科学出版社, 2001.

[3] 陈志杰, 赵书钦, 万福永. LaTeX 入门与提高. 高等教育出版社, 2002.

[4] Alpha Huang. LaTeX Notes. `http://www.dralpha.com`, 2008.

[5] 胡伟. LaTeX 2$_\varepsilon$完全学习手册. 清华大学出版社, 2011.

全书索引