



组 号 1

---

实验题目 数学实验测试文档

---

1. A

---

队员姓名 2. B

---

3. C

---

4. D

---

# 目 录

<b>1 模板说明</b>	<b>2</b>
1.1 引入模板	2
1.2 模板参数	2
1.3 编译	2
<b>2 简单的使用说明</b>	<b>2</b>
2.1 摘要与关键字	2
2.2 节标题	2
2.3 公式与定理环境	3
2.4 图片插入	4
2.5 表格插入	4
2.6 参考文献	5
2.7 附录	6
2.7.1 附录中的定理环境	6
<b>3 其它注意事项</b>	<b>6</b>
3.1 符号的使用	6
3.2 图片与表格的位置	6
3.3 使用许可与鸣谢	7
3.4 已知问题	7
3.5 其它	7
<b>参考文献</b>	<b>7</b>
<b>附录 A 更新记录</b>	<b>7</b>
<b>附录 B 一些 matlab 测试代码</b>	<b>7</b>
B.1 单纯形法-Core	7
B.2 单纯形法-Full	11

# 1 模板说明

## 1.1 引入模板

使用如下 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 代码:

```
\documentclass[options]{mathexpthesis}
```

拥有几个可选项:

- `bwprint/colorprint` 控制打印时的颜色与超链接的边框.
- `withoutpreface` 控制扉页的输出.
- `withouttitlepage` 控制标题页的输出, 最好将摘要放在此页.
- `openbookmarknumber` 开启 PDF 书签的编号, 注意此方法会导致编译警告.

## 1.2 模板参数

- `\title` 实验文档标题, 在 document 中需要使用 `\maketitle`, 该参数不必须填写.
- `\groupno` 小组编号, 该参数必须填写.
- `\membera,b,c,d` 成员姓名 (仅支持恰好四人的小组), 该参数必须填写.

## 1.3 编译

目前仅支持 X<sub>Ǝ</sub>L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 编译.

# 2 简单的使用说明

## 2.1 摘要与关键字

使用方式:

```
\begin{abstract}  
  Abstract here.  
  \keywords{\LaTeX, typesetting}  
\end{abstract}
```

## 2.2 节标题

模板中的指令经过了重定义, 但使用方法不变:

```

\section{A section}
\subsection{A subsection}
\subsubsection{A subsubsection}

```

具体上，修改了一定的间距，重写了一个计数器指令。

## 2.3 公式与定理环境

使用了 amsthm, amsmath, amssymb, amsfonts 宏包。使用方式不变。

行内公式使用  $\$$  即可。行间公式使用 equation, equarray, align 等方式。

请注意英文的拼写：

- lemma 引理
- theorem 定理
- proof 证明
- assumption 假设
- definition 定义
- example 例

注意，此处的计数器是**章节全局性**的计数器。

还有一些其它的定义，不过用处不算太大，此处不介绍。

这里使用一个我曾经写过的例子。

**定理 2.1 (Risez 定理)** 若  $f_n \xrightarrow{m} f$ ，则  $\exists \{f_{n_k}\} \subset \{f_n\}, s.t. \quad f_{n_k} \rightarrow f \quad a.e.$

**证明：**  $f_n \xrightarrow{m} f$ ，则  $\forall \varepsilon > 0, \delta > 0, \exists n \geq 1, s.t. \quad n \geq N, m(E(|f_n - f| \geq \varepsilon)) < \delta$ 。于是  $\forall k \in \mathbb{N}^*$ ，令  $\varepsilon = \frac{1}{k}, \delta = \frac{1}{2^k}$ ，可以依次选取自然数  $n_1, n_2, \dots, n_k, \dots, s.t.$

$$m(E(|f_{n_k} - f| \geq \frac{1}{k})) < \frac{1}{2^k}.$$

下面证明  $f_{n_k} \rightarrow f \quad a.e.$

令

$$E_0 = \bigcap_{N=1}^{\infty} \bigcup_{k=N}^{\infty} E(|f_k - f| \geq \frac{1}{k}).$$

对每个  $N = 1, 2, \dots$ ，有

$$m(E_0) \leq m(\bigcup_{k=N}^{\infty} E(|f_{n_k} - f| \leq \frac{1}{k})) \leq \sum_{k=N}^{\infty} m(E(|f_{n_k} - f| \geq \frac{1}{k})) < \sum_{k=N}^{\infty} \frac{1}{2^k} = \frac{1}{2^{N-1}}.$$

令  $N \rightarrow \infty$ ，可知  $m(E_0) = 0$ 。由 De Morgan 公式得，

$$E - E_0 = \bigcup_{N=1}^{\infty} \bigcap_{k=N}^{\infty} E(|f_k - f| \geq \frac{1}{k}).$$

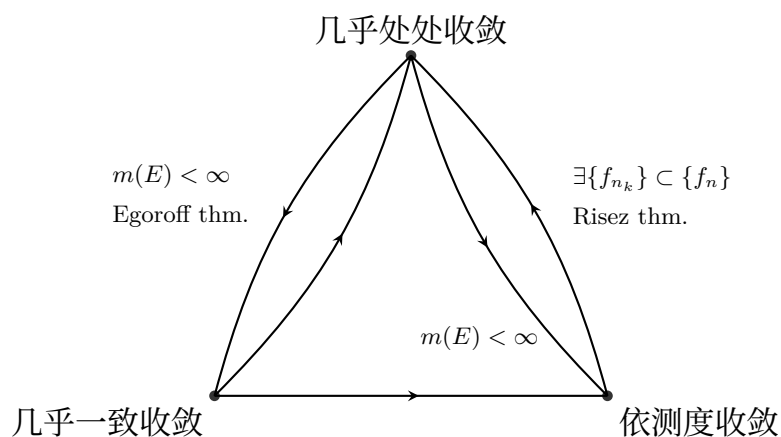


图 1 Example of TikZ

所以  $\forall x \in E - E_0, \exists N \geq 1, s.t. \quad k \geq N,$

$$|f_{n_k}(x) - f(x)| < \frac{1}{k}.$$

故  $f_{n_k}(x) \rightarrow f(x)$ , 则在  $E$  上  $f_{n_k} \rightarrow f \quad a.e.$  □

## 2.4 图片插入

对于未指定后缀的图片, 将以.pdf, .eps, .jpg, .png 的顺序查找.

图片支持的目录:

```
{./}, {figures/}, {figure/}, {pictures/}, {picture/}, {pic/},
↪ {pics/}, {image/}, {images/}
```

插入图片的方式:

```
\begin{figure}
  \centering
  \caption{The caption} % caption above
  \includegraphics{figures/...}
  \label{fig-x}
\end{figure}
```

在 figure 环境中也可以使用 TikZ 作图. 以下是一个例子.

## 2.5 表格插入

支持简单的表格, 推荐使用 Excel2LaTeX 工具一键转换各种表格. 一般表格的创建是用 tabular, table 这样的命令来完成的.

Type	Biomass( $g \cdot m^{-2}$ )	Area Required( $m^2$ )
rain forest	45000	6666.67
seasonal forest	35000	8571.43
grassland	4000	75000

表 1 Minimum area needed in different environment

建议采用三线表. 以下是一个三线表的示例.

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 代码由插件生成.

```
\begin{table}[htbp]
  \centering
  \begin{tabular}{lcc}
    \toprule
    \multicolumn{1}{c}{Type} & Biomass( $g \cdot m^{-2}$ ) & Area
    \rightarrow Required( $m^2$ ) \\
    \midrule
    rain forest & 45000 & 6666.67 \\
    seasonal forest & 35000 & 8571.43 \\
    grassland & 4000 & 75000 \\
    \bottomrule
  \end{tabular}
  \caption{Minimum area needed in different environment}
  \label{tab:addlabel}
\end{table}
```

## 2.6 参考文献

使用以下代码:

```
\begin{thebibliography}{99}
  \bibitem{bib:one} ....
  \bibitem{bib:two} ....
\end{thebibliography}
```

使用 `\cite` 命令可以实现一个“比较大”的引用 [1]. 使用新写的 `\upcite` 命令则是上标引用<sup>[2]</sup>.

## 2.7 附录

使用：

```
\begin{appendices}
  \section{...}
  \subsection{...}
\end{appendices}
```

即可创建附录.

附录中可以放置一些实验时产生的很占地方的图片，也可以放置代码. 推荐 minted 宏包，需要 Python 安装一些额外文件并将其放入系统的环境变量中：

```
pip install Pygments
```

从代码生成的角度上，minted 的效果优于 lstlistings.

### 2.7.1 附录中的定理环境

从 V0.3.0 版本开始，支持在附录中和在正文中显示不同的定理标号.

如果附录中需要存放定理环境，需要在原定理环境的基础上增加 ap 前缀，如下所示：

```
\begin{aptheorem}
  ...
\end{aptheorem}
```

注意：目前附录仅支持最多两层，否则目录与编号会出错.

## 3 其它注意事项

### 3.1 符号的使用

句号请写成“.”，不要使用“。”.

不需要滥用符号，公式标号与定理环境.

所有符号应使用相应的说明，也需要一个整体的表格概述符号的意义.

### 3.2 图片与表格的位置

不要忘加 htb.

部分情况不要忘加 \centering.

### 3.3 使用许可与鸣谢

模板协议为 LPPL（直接用就行了）。

此文档中除去示例代码的内容，协议为 LPPL（即不要未经许可使用我的 matlab 代码和 tikz 代码）。

由于模板集成了 latexstudio/GMCMthesis<sup>[3]</sup>与 latexstudio/CUMCMthesis<sup>[4]</sup>的文档模板，该部分的版权为版权所属人所有，此模板属于 Derived Work（这是鸣谢）。

### 3.4 已知问题

Package hyperref Warning: Token not allowed in a PDF string (Unicode). 这个问题不会影响编译，原因是 hyperref 处理编号时使用了 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 语法，这些语法不能被 PDF 接受。最后结果中的书签仍然会正常生成。目前这个问题通过添加一个额外选项的方法解决。

### 3.5 其它

以下是示例的参考文献内容和示例的附录。如需使用网址，url 宏包可能会更好看一点。有时 url 可能会导致强制换行的问题，此时可以人工换行。

## 参考文献

[1] upcite reference example

[2] cite reference example

[3] <https://github.com/latexstudio/GMCMthesis>

[4] <https://github.com/latexstudio/CUMCMthesis>

## 附录 A 更新记录

更新记录见 CHANGELOG.md 文件。（英文）

## 附录 B 一些 matlab 测试代码

### B.1 单纯形法-Core

```
function [xval, fval] = SimplexMethod(c, A, b, epsilon)
    % Simplex method for linear programming.
```



```

% This program is to solve functions like:
% min f = cx such that Ax = b, x >= 0, b >= 0
% c, A, b: equation above
% epsilon: error value when calculating a valid point

if (nargin == 3)
    epsilon = 1e-6;
end

if (size(c, 2) ~= size(A, 2)) || (size(c, 1) ~= 1) || ...
    (size(A, 1) ~= size(b, 1)) || (size(b, 2) ~= 1)
    error("Invalid matrix.");
end

% Find a solution first.
extA = [A, eye(size(A, 1))];
extB = b;
extC = [zeros(size(c)), -ones(size(b')), 0];
inX = size(c, 2) + 1: size(c, 2) + size(A, 1);
extTable = [extA extB; extC]; % Generate a table
% Manipulate the table
for i = 1:size(A, 1)
    extTable(end, :) = extTable(end, :) + extTable(i, :);
end

% Pivot, step by step
[val, cind] = max(extTable(end, 1: end - 1));
while (val > 0)
    minval = inf;
    for i = 1:size(extTable, 1) - 1
        if (extTable(i, cind) * inf >= 0)
            val = extTable(i, end) / extTable(i, cind);
            if (val < minval)
                minval = val;
                rind = i; % find row index
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end
    if (isinf(minval))
        error("Unable to find a valid initial point.");
    end
    point = extTable(rind, cind); % find the point
    inX(rind) = cind; % calculate inner columns at the same time
    extTable(rind, :) = extTable(rind, :) ./ point;
    % Elimination
    for i = 1:size(extTable, 1)
        if (i ~= rind)
            extTable(i, :) = extTable(i, :) - extTable(i, cind) .*
                ↪ extTable(rind, :);
        end
    end
    [val, cind] = max(extTable(end, 1: end - 1));
end
if (abs(extTable(end, end)) >= epsilon)
    error("Unable to find a valid initial point.");
else
    tempX = zeros(size(extTable, 2), 1);
    tempX(inX) = extTable(1: end - 1, end);
    initX = tempX(1: size(c, 2)); % get initial point of original LP
end
% change extTable to let useful vectors in
for i = 1: size(A, 1)
    if (inX(i) > size(c, 2)) % move condition
        ckey = find(extTable(i, 1: size(c, 2)) ~= 0, 1);
        if (~isempty(ckey)) % get the key, apply the change
            point = extTable(i, ckey);
            inX(i) = ckey;
            extTable(i, :) = extTable(i, :) ./ point;
            % Elimination without the bottom
            for j = 1:size(extTable, 1) - 1
                if (j ~= i)

```

```

        extTable(j, :) = extTable(j, :) - extTable(j,
        ↪ ckey) .* extTable(i, :);
    end
end
else % don't get the key, remove the line
    warning("Surplus condition found. Removing it.")
    inX(i) = -1; % Tag the key
end
end
end
table = extTable(inX > 0, [1: size(A, 2), end]); % construct table
% re-calculate conditional number
table = [table; zeros(1, size(table, 2))]; % make room first
table(end, end) = c * initX;
inX = inX(inX > 0);
w = c(inX) / table(1: end - 1, inX); % get factor w
for j = 1: size(table, 2) - 1
    table(end, j) = w * table(1: end - 1, j) - c(j);
end
% Pivot, step by step
[val, cind] = max(table(end, 1: end - 1));
while (val > 0)
    minval = inf;
    for i = 1:size(table, 1) - 1
        if (table(i, cind) * inf >= 0)
            val = table(i, end) / table(i, cind);
            if (val < minval)
                minval = val;
                rind = i; % find row index
            end
        end
    end
    if (isinf(minval))
        error("This problem is unbounded.")
    end
end

```

```

    point = table(rind, cind); % find the point
    inX(rind) = cind; % calculate inner columns at the same time
    table(rind, :) = table(rind, :) ./ point;
    % Elimination
    for i = 1:size(table, 1)
        if (i ~= rind)
            table(i, :) = table(i, :) - table(i, cind) .*
                ↪ table(rind, :);
        end
    end
    [val, cind] = max(table(end, 1: end - 1));
end
tempX = zeros(size(table, 2), 1);
tempX(inX) = table(1: end - 1, end);
xval = tempX(1: size(c, 2)); % get initial point of original LP
fval = table(end, end);
end

```

## B.2 单纯形法-Full

```

function [xval, fval] = SimplexSolver(c, A, b, Aeq, beq, lb, ub, epsilon)
    % Uniform simplex solver for simplex method.
    % Solves problem like:
    % min f = cx, such that A * x <= b, Aeq * x = beq, lb <= x <= ub
    % epsilon: error value when calculating a valid point
    % This program works in larger range than the core simplex method.

    % Autofill
    if (nargin == 3)
        Aeq = []; beq = []; lb = []; ub = []; epsilon = 1e-6;
    elseif (nargin == 5)
        lb = []; ub = []; epsilon = 1e-6;
    elseif (nargin == 6)
        ub = []; epsilon = 1e-6;
    elseif (nargin == 7)
        epsilon = 1e-6;
    end

```

```

end
origC = c;

% Validate
if (~isempty(A) && ~isempty(b) && ...
    ((size(c, 2) ~= size(A, 2)) || (size(c, 1) ~= 1) || ...
    (size(A, 1) ~= size(b, 1)) || (size(b, 2) ~= 1))) || ...
    (~isempty(Aeq) && ~isempty(beq) && ((size(c, 2) ~= size(Aeq, 2))
    ↪ || ...
    (size(Aeq, 1) ~= size(beq, 1)) || (size(beq, 2) ~= 1))) || ...
    (~isempty(lb) && (size(lb, 2) ~= 1 || size(lb, 1) ~= size(c, 2)))
    ↪ || ...
    (~isempty(ub) && (size(ub, 2) ~= 1 || size(ub, 1) ~= size(c, 2)))
    error("Invalid matrix.");
end

% Integrate lowerbounds and upperbounds into constraints
if (isempty(lb))
    lb = -inf(size(c))';
end
if (isempty(ub))
    ub = +inf(size(c))';
end

% create movement table for recovering the data later
% line 1 demonstrates movement type
% value 0 for x - u type + v - x type
% value 1 for x - u type
% value 2 for v - x type
% value 3 for x1 - x2 type
% line 2 demonstrates movement place
% value n for place n
% value -1 for not taking a place

movement_table = zeros(2, size(c, 2));

```

```

place = size(c, 2) + 1;
for i = 1: size(c, 2)
    if (ub(i) - lb(i) < 0)
        error("lowerbound is greater than upperbound.");
    end
    if (lb(i) ~= -inf) && (ub(i) ~= +inf)
        movement_table(1, i) = 0;
        movement_table(2, i) = -1;
        % Add constraint for full bounded condition
        if (~isempty(A))
            b(:) = b(:) - A(:, i) * lb(i);
        end
        if (~isempty(Aeq))
            beq(:) = beq(:) - Aeq(:, i) * lb(i);
        end
        temprow = zeros(size(c));
        temprow(i) = 1;
        A = [A; temprow];
        b = [b; ub(i) - lb(i)];
    elseif (lb(i) ~= -inf) && (ub(i) == +inf)
        movement_table(1, i) = 1;
        movement_table(2, i) = -1;
        if (~isempty(A))
            b(:) = b(:) - A(:, i) * lb(i);
        end
        if (~isempty(Aeq))
            beq(:) = beq(:) - Aeq(:, i) * lb(i);
        end
    elseif (lb(i) == -inf) && (ub(i) ~= +inf)
        movement_table(1, i) = 2;
        movement_table(2, i) = -1;
        c(i) = -c(i);
        if (~isempty(A))
            b(:) = b(:) - A(:, i) * ub(i);
            A(:, i) = -A(:, i);
        end
    end
end

```

```

    end
    if (~isempty(Aeq))
        beq(:) = beq(:) - Aeq(:, i) * ub(i);
        Aeq(:, i) = -Aeq(:, i);
    end
elseif (lb(i) == -inf) && (ub(i) == +inf)
    movement_table(1, i) = 3;
    movement_table(2, i) = place;
    place = place + 1;
    % Add variable for unbounded condition
    c = [c, -c(i)];
    if (~isempty(A))
        A = [A, -A(:, i)];
    end
    if (~isempty(Aeq))
        Aeq = [Aeq, -Aeq(:, i)];
    end
end
end

% Add surplus variables for inequalities and make it stardardized
for i = 1: size(A, 1)
    tempcol = zeros(size(A, 1), 1);
    if b(i) < 0
        A(i, :) = -A(i, :);
        b(i) = -b(i);
        tempcol(i) = -1;
        A = [A, tempcol];
        c = [c, 0];
    else
        tempcol(i) = 1;
        A = [A, tempcol];
        c = [c, 0];
    end
    if (~isempty(Aeq))

```

```

        Aeq = [Aeq, zeros(size(Aeq, 1), 1)];
    end
end

% Make equality constraints startardized
for i = 1: size(Aeq, 1)
    if (beq(i) < 0)
        Aeq(i, :) = -Aeq(i, :);
        beq(i) = -beq(i);
    end
end

% Solve the LP using the core simplex method module
[tempxval, ~] = SimplexMethod(c, [A; Aeq], [b; beq], epsilon);

xval = nan(size(origC, 2), 1);
% From movement_table to recover final value
for i = 1: size(movement_table, 2)
    switch (movement_table(1, i))
        case {0, 1}
            xval(i) = tempxval(i) + lb(i);
        case 2
            xval(i) = ub(i) - tempxval(i);
        case 3
            xval(i) = tempxval(i) - tempxval(movement_table(2, i));
        end
    end
end
fval = origC * xval;

end

```