



中南大學

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

# 本科毕业设计（论文）

GRADUATION DESIGN(THESIS)

题 目:	年产 50 万吨 MTO 工厂设计
学 生 姓 名:	333
指 导 教 师:	某某某 教授
学 院:	某某某某某学院
专 业 班 级:	某某某某某某某 1501

本科生院制

2019 年 6 月

# 年产 50 万吨 MTO 工厂设计

## 摘要

本项目为年产 50 万吨 MTO 工厂的初步设计。通过分析当前国内外 MTO 生产和研究现状，对生产工艺进行了选择论证。然后运用 Aspen 软件模拟初步的工艺流程，并通过对一系列工艺参数，如精馏塔的塔板数—产品纯度、进料塔板数—产品纯度、产品纯度—回流比、再沸器负荷—回流比等进行灵敏度分析，优化设备操作条件，提高工艺的合理性和经济性。本设计还针对工艺流程进行换热网络设计和对全局换热网络进行了优化和评估，通过内部流股之间相互换热以减少公用工程的消耗，最终优化后节约 79.4% 的热公用工程资源和 73.7% 的冷公用工程资源。本设计还运用水夹点技术优化了用水网络，根据水硬度分类处理水操作单元，并合理再生利用，使得本项目新鲜水用量和废水排放量达到最小，优化后的用水网络节约用水 53.59%。本设计对于 MTO 工厂的生产和设计建造具有一定的现实指导意义。

**关键词：**工厂 设计 MTO 工艺 水夹点 网络 控制

## Design of a MTO plant with output of 500,000 tons

### ABSTRACT

This project is the preliminary design of a MTO plant with an annual output of 500,000 tons of light olefins. Based on the current production and research situation all through the world, the production method was selected and demonstrated. Aspen software was used to simulate the preliminary process. Heat integration method was applied to optimize the heat exchange network. Rational heat exchange between process streams were suggested which resulted in the decreasing of utilities consumption and exchanger number. The heat integration leaded to energy saving of 79.4% of heat utilities and 73.7% of the cold utilities. In addition, the water pinch technology was also implemented to optimize the water network. The water operating unit was classified according to water hardness, with a reasonable recycling. The amount of fresh water consumption and wastewater emission was minimized. The optimized water network achieved 53.59% water saving. Finally, a preliminary economic analysis to the entire project was estimated in order to get the project construction cost and profitability. In summary, this design is of some practical significance for the production and design of the MTO industry.

**Key words:** Plant design Sensitivity analysis Energy balance calculation Water pinch Dynamic control

## 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 项目概况	1
1.2 项目背景和建设意义	1
1.2.1 项目背景	1
1.2.2 项目建设的必要性和投资意义	1
第 2 章 L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X 排版例子	2
2.1 数学排版	2
2.1.1 公式排版	2
2.1.2 国际单位制	2
2.1.3 定理环境	3
2.2 插入图像	4
2.2.1 支持的图片格式	4
2.2.2 绘制流程图	4
2.3 表格	4
2.4 参考文献管理	7
2.5 用 listings 插入源代码	8
2.6 用 algorithm 和 algorithmicx 宏包插入算法描述	9
第 3 章 滕王阁序	10
致谢	11
附录 A Maxwell Equations	12
参考文献	13

## 第 1 章 绪论

### 1.1 项目概况

本项目为年产 50 万吨低碳烯烃煤化工综合企业 MTO 分厂设计，为内蒙古久泰能源煤制甲醇下游子项目。建于鄂尔多斯市准格尔旗大路煤化工基地。项目由甲醇制取低碳烯烃，相较于传统的烯烃制取方法，碳原子的利用率更高，CO<sub>2</sub> 的排放显著减少，经济效益更高。本项目的建设投产能缓解我国对于低碳烯烃的巨大供需缺口，减少我国对于乙烯和丙烯的进口依赖 [1]。此外，本项目的建设延长了煤化工的产业链，增加了产品附加值，能有效的解决我国甲醇产能严重过剩的现状。本项目所采用的技术在国际上受到广泛关注，技术成熟稳定，经济效益明显，社会效益突出。

### 1.2 项目背景和建设意义

#### 1.2.1 项目背景

按照国家西部大开发的大政方针和战略规划, 在内蒙古自治区政府的正确领导及各级政府的大力支持下，久泰能源内蒙古有限公司计划在内蒙古鄂尔多斯市利用当地丰富的煤化工资源建设年产 100 万吨甲醇制烯烃项目。

#### 1.2.2 项目建设的必要性和投资意义

- (1) 发展煤基甲醇制烯烃对缓解我国石油资源供需矛盾具有重要意义
- (2) 发展地方经济的需要
- (3) 提高附加值，谋求可持续发展的客观选择

## 第 2 章 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 排版例子

### 2.1 数学排版

#### 2.1.1 公式排版

这里有举一个长公式排版的例子，来自《Math mode》：

$$\frac{1}{2}\Delta(f_{ij}f^{ij}) = 2 \left( \sum_{i<j} \chi_{ij}(\sigma_i - \sigma_j)^2 + f^{ij}\nabla_j\nabla_i(\Delta f) + \nabla_k f_{ij}\nabla^k f^{ij} + f^{ij}f^k [2\nabla_i R_{jk} - \nabla_k R_{ij}] \right) \quad (2-1)$$

下面演示了 mathtools 宏包中可伸长符号（箭头、等号的例子）的例子。

$$A \xleftarrow[n=0]{} B \xrightarrow[LongLongLongLong]{n>0} C$$

$$f(x) \xleftrightarrow{A=B} B \quad (2-2)$$

$$\begin{array}{c} \xleftrightarrow[below]{above} B \\ \xleftrightarrow[below]{above} B \end{array} \quad (2-3)$$

又如：

$$\begin{aligned} & I(X_3; X_4) - I(X_3; X_4 | X_1) - I(X_3; X_4 | X_2) \\ &= [I(X_3; X_4) - I(X_3; X_4 | X_1)] - I(X_3; X_4 | \tilde{X}_2) \end{aligned} \quad (2-4)$$

$$= I(X_1; X_3; X_4) - I(X_3; X_4 | \tilde{X}_2) \quad (2-5)$$

#### 2.1.2 国际单位制

使用 siunitx 宏包可以方便地输入国际标准单位制单位，例如 `\SI{5}{\um}` 可以得到 5  $\mu\text{m}$ 。

### 2.1.3 定理环境

模板中定义了丰富的定理环境 `algo`(算法), `thm`(定理), `lem`(引理), `prop`(命题), `cor`(推论), `defn`(定义), `conj`(猜想), `exmp`(例), `rem`(注), `case`(情形), `bthm`(断言定理), `blem`(断言引理), `bprop`(断言命题), `bcor`(断言推论)。amsmath 还提供了一个 `proof`(证明) 的环境。这里举一个“定理”和“证明”的例子。

**定理 2.1** (留数定理). 假设  $U$  是复平面上一个单连通开子集,  $a_1, \dots, a_n$  是复平面上有限个点,  $f$  是定义在  $U \setminus \{a_1, \dots, a_n\}$  上的全纯函数, 如果  $\gamma$  是一条把  $a_1, \dots, a_n$  包围起来的可求长曲线, 但不经过任何一个  $a_k$ , 并且其起点与终点重合, 那么:

$$\oint_{\gamma} f(z) dz = 2\pi i \sum_{k=1}^n I(\gamma, a_k) \text{Res}(f, a_k) \quad (2-6)$$

如果  $\gamma$  是若尔当曲线, 那么  $I(\gamma, a_k) = 1$ , 因此:

$$\oint_{\gamma} f(z) dz = 2\pi i \sum_{k=1}^n \text{Res}(f, a_k) \quad (2-7)$$

在这里,  $\text{Res}(f, a_k)$  表示  $f$  在点  $a_k$  的留数,  $I(\gamma, a_k)$  表示  $\gamma$  关于点  $a_k$  的卷绕数。卷绕数是一个整数, 它描述了曲线  $\gamma$  绕过点  $a_k$  的次数。如果  $\gamma$  依逆时针方向绕着  $a_k$  移动, 卷绕数就是一个正数, 如果  $\gamma$  根本不绕过  $a_k$ , 卷绕数就是零。

定理 2.1 的证明。

**证明.** 首先, 由……

其次, ……

所以……

□

上面的公式例子中, 有一些细节希望大家注意。微分号  $d$  应该使用“直立体”也就是用 `\mathrm` 包围起来。并且, 微分号和被积函数之间应该有一段小间隔, 可以插入 `\,`, 得到。斜体的  $d$  通常只作为一般变量。 $i, j$  作为虚数单位时, 也应该使用“直立体”为了明显, 还加上了粗体, 例如 `\mathbf{i}`。斜体  $i, j$  通常用作表示“序号”。其他字母在表示常量时, 也推荐使用“直立体”譬如, 圆周率  $\pi$  (需要 `\upgreek` 宏包), 自然对数的底  $e$ 。不过, 我个人觉得斜体的  $e$  和  $\pi$  很潇洒, 在不至于引起混淆的情况下, 我也用这两个字母的斜体表示对应的常量。

## 2.2 插入图像

### 2.2.1 支持的图片格式

$\text{\LaTeX}$  可以很方便地插入 PDF、PNG、JPG 格式的图片。

JPG 的例子如2-1所示，PNG 的例子如2-2所示，



图 2-1 中南大学校徽

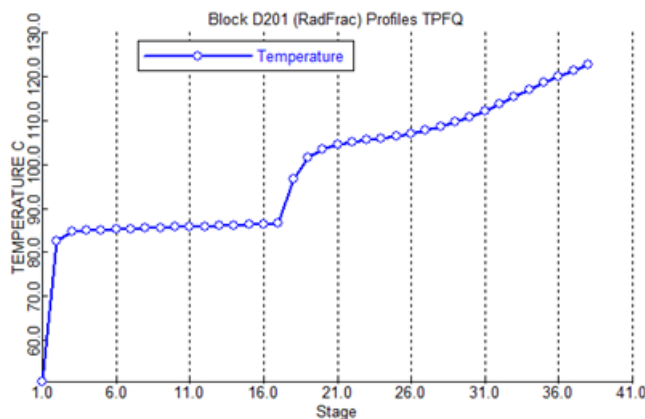


图 2-2 塔板温度分布图

这里还有插入 EPS 图像和 PDF 图像的例子，如图2-3a和图2-3b。这里将 EPS 和 PDF 图片作为子图插入，每个子图有自己的小标题。子图标题使用 `subcaption` 宏包添加。更多关于  $\text{\LaTeX}$  插图的例子可以参考《 $\text{\LaTeX}$  插图指南》。

### 2.2.2 绘制流程图

图2-5是一张流程图示意。使用 `tikz` 环境，搭配四种预定义节点（`startstop`、`process`、`decision` 和 `io`），可以容易地绘制出流程图。

## 2.3 表格

这一节给出的是一些表格的例子，如表2-1所示。

下面一个是一个更复杂的表格，用 `threeparttable` 实现带有脚注的表格，如表2-2。



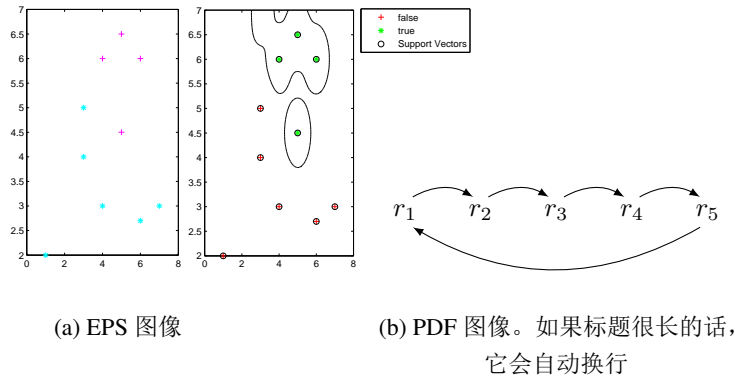


图 2-3 插入 eps 和 pdf 的例子（使用 subcaptionbox 方式）

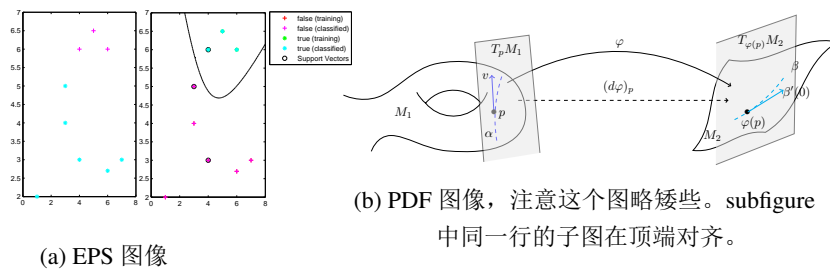


图 2-4 插入 eps 和 pdf 的例子（使用 subfigure 方式）

表 2-1 一个颇为标准的三线表格

Item		
Animal	Description	Price (\$)
Gnat	per gram	13.65
	each	0.01
Gnu	stuffed	92.50
Emu	stuffed	33.33
Armadillo	frozen	8.99

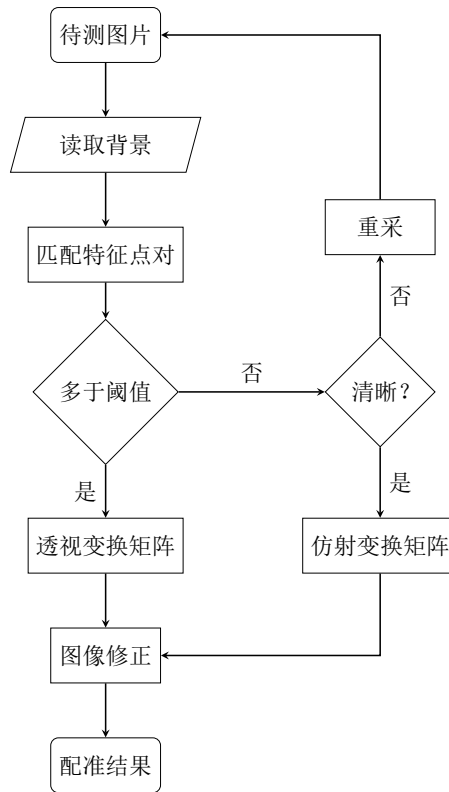


图 2-5 绘制流程图效果

表 2-2 一个带有脚注的表格的例子

total	20 <sup>1</sup>		40		60	
	www	k	www	k	www	k
	4.22 (2.12)	120.0140 <sup>2</sup>	333.15	0.0411	444.99	0.1387
	168.6123	10.86	255.37	0.0353	376.14	0.1058
	6.761	0.007	235.37	0.0267	348.66	0.1010

<sup>1</sup> the first note.

<sup>2</sup> the second note.

## 2.4 参考文献管理

LaTeX 具有将参考文献内容和表现形式分开管理的能力，涉及三个要素：参考文献数据库、参考文献引用格式、在正文中引用参考文献。这样的流程需要多次编译：

1. 用户将论文中需要引用的参考文献条目，录入纯文本数据库文件 (bib 文件)。
2. 调用 xelatex 对论文模板做第一次编译，扫描文中引用的参考文献，生成参考文献入口文件 (aux) 文件。
3. 调用 bibtex，以参考文献格式和入口文件为输入，生成格式化以后的参考文献条目文件 (bib)。
4. 再次调用 xelatex 编译模板，将格式化以后的参考文献条目插入正文。

参考文献数据库 (thesis.bib) 的条目，可以从 Google Scholar 搜索引擎<sup>1</sup>、CiteSeerX 搜索引擎<sup>2</sup>中查找，文献管理软件 Papers<sup>3</sup>、Mendeley<sup>4</sup>、JabRef<sup>5</sup>也能够输出条目信息。

下面是在 Google Scholar 上搜索到的一条文献信息，格式是纯文本：

代码 2-1 从 Google Scholar 找到的参考文献条目

```
@phdthesis{白 2008 信用风险传染模型和信用衍生品的定价，
  title={信用风险传染模型和信用衍生品的定价}，
  author={白云芬}，
  year={2008}，
  school={上海交通大学}
}
```

推荐修改后在 bib 文件中的内容为：

代码 2-2 修改后的参考文献条目

```
@phdthesis{bai2008,
  title={信用风险传染模型和信用衍生品的定价}，
  author={白云芬}，
  date={2008}，
  address={上海}，
  school={上海交通大学}
}
```

按照教务处的要求，参考文献外观应符合国标 GBT7714 的要求<sup>6</sup>。在模板中，表现

<sup>1</sup><https://scholar.google.com>

<sup>2</sup><http://citeseerx.ist.psu.edu>

<sup>3</sup><http://papersapp.com>

<sup>4</sup><http://www.mendeley.com>

<sup>5</sup><http://jabref.sourceforge.net>

<sup>6</sup>[http://www.cces.net.cn/guild/sites/tmxb/Files/19798\\_2.pdf](http://www.cces.net.cn/guild/sites/tmxb/Files/19798_2.pdf)

形式的控制逻辑通过 `biblatex-gb7714-2015` 包实现<sup>1</sup>，基于 `BibLaTeX` 管理文献。在目前的多数 `TeX` 发行版中，可能都没有默认包含 `biblatex-gb7714-2015`，需要手动安装。

正文中引用参考文献时，用 `\cite{key1,key2,key3...}` 可以产生“上标引用的参考文献”，如<sup>[1-3]</sup>。使用 `\parencite{key1,key2,key3...}` 则可以产生水平引用的参考文献，例如 [4-6]。请看下面的例子，将会穿插使用水平的和上标的参考文献：关于书的 [1, 4, 6]，关于期刊的<sup>[2, 7]</sup>，会议论文 [3, 8, 9]，硕士学位论文 [5, 10]，博士学位论文<sup>[11-13]</sup>，标准文件 [6]，技术报告<sup>[14]</sup>，电子文献 [15, 16]，用户手册 [17]。

总结一些注意事项：

- 参考文献只有在正文中被引用了，才会在最后的参考文献列表中出现；
- 参考文献“数据库文件”`bib` 是纯文本文件，请使用 UTF-8 编码，不要使用 GBK 编码；
- 参考文献条目中默认通过 `date` 域输入时间。兼容使用 `year` 域时会产生编译 warning，可忽略。

## 2.5 用 listings 插入源代码

代码 2-3 一段 C 源代码

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <unistd.h>
3 #include <sys/types.h>
4 #include <sys/wait.h>
5
6 int main() {
7     pid_t pid;
8
9     switch ((pid = fork())) {
10    case -1:
11        printf("fork failed\n");
12        break;
13    case 0:
14        /* child calls exec */
15        execl("/bin/ls", "ls", "-l", (char*)0);
16        printf("execl failed\n");
17        break;
18    default:
19        /* parent uses wait to suspend execution until child finishes */
20        wait((int*)0);
```

<sup>1</sup><https://www.ctan.org/pkg/biblatex-gb7714-2015>

```
21     printf("is completed\n");
22     break;
23 }
24
25 return 0;
26 }
```

## 2.6 用 algorithm 和 algorithmicx 宏包插入算法描述

algorithmicx 比 algorithmic 增加了一些命令。示例如算法2-1和算法??，后者的代码来自xhSong 的博客。algorithmicx 的详细使用方法见官方 README。使用算法宏包时，算法出现的位置很多时候不按照 tex 文件里的书写顺序，需要强制定位时可以使用`\begin{algorithm}[H]`<sup>1</sup>

---

### 算法 2-1 求 100 以内的整数和

---

输出: 100 以内的整数和

- 1:  $sum \leftarrow 0$
  - 2: **for**  $i = 0 \rightarrow 100$  **do**
  - 3:      $sum \leftarrow sum + i$
  - 4: **end for**
- 

---

<sup>1</sup><http://tex.stackexchange.com/questions/165021/fixing-the-location-of-the-appearance-in-algorithmicx-environment>

### 第 3 章 滕王阁序

豫章故郡，洪都新府。星分翼轸，地接衡庐。襟三江而带五湖，控蛮荆而引瓯越。物华天宝，龙光射牛斗之墟；人杰地灵，徐孺下陈蕃之榻。雄州雾列，俊采星驰。台隍枕夷夏之交，宾主尽东南之美。都督阎公之雅望，棨戟遥临；宇文新州之懿范，襜帷暂驻。十旬休暇，胜友如云；千里逢迎，高朋满座。腾蛟起凤，孟学士之词宗；紫电青霜，王将军之武库。家君作宰，路出名区；童子何知，躬逢胜饯。时维九月，序属三秋。潦水尽而寒潭清，烟光凝而暮山紫。俨骖騑于上路，访风景于崇阿；临帝子之长洲，得天人之旧馆。层峦耸翠，上出重霄；飞阁流丹，下临无地。鹤汀凫渚，穷岛屿之萦回；桂殿兰宫，即冈峦之体势。披绣闼，俯雕甍，山原旷其盈视，川泽纡其骇瞩。闾阎扑地，钟鸣鼎食之家；舳舻弥津，青雀黄龙之舳。云销雨霁，彩彻区明。落霞与孤鹜齐飞，秋水共长天一色。渔舟唱晚，响穷彭蠡之滨；雁阵惊寒，声断衡阳之浦。遥襟甫畅，逸兴遄飞。爽籁发而清风生，纤歌凝而白云遏。睢园绿竹，气凌彭泽之樽；邺水朱华，光照临川之笔。四美具，二难并。穷睇眄于中天，极娱游于暇日。天高地迥，觉宇宙之无穷；兴尽悲来，识盈虚之有数。望长安于日下，目吴会于云间。地势极而南溟深，天柱高而北辰远。关山难越，谁悲失路之人？萍水相逢，尽是他乡之客。怀帝阍而不见，奉宣室以何年？嗟乎！时运不齐，命途多舛。冯唐易老，李广难封。屈贾谊于长沙，非无圣主；窜梁鸿于海曲，岂乏明时？所赖君子见机，达人知命。老当益壮，宁移白首之心？穷且益坚，不坠青云之志。酌贪泉而觉爽，处涸辙以犹欢。北海虽赊，扶摇可接；东隅已逝，桑榆非晚。孟尝高洁，空余报国之情；阮籍猖狂，岂效穷途之哭！勃，三尺微命，一介书生。无路请缨，等终军之弱冠；有怀投笔，慕宗悫之长风。舍簪笏于百龄，奉晨昏于万里。非谢家之宝树，接孟氏之芳邻。他日趋庭，叨陪鲤对；今兹捧袂，喜托龙门。杨意不逢，抚凌云而自惜；钟期既遇，奏流水以何惭？呜乎！胜地不常，盛筵难再；兰亭已矣，梓泽丘墟。临别赠言，幸承恩于伟饯；登高作赋，是所望于群公。敢竭鄙怀，恭疏短引；一言均赋，四韵俱成。请洒潘江，各倾陆海云尔：

滕王高阁临江渚，佩玉鸣鸾罢歌舞。  
画栋朝飞南浦云，珠帘暮卷西山雨。  
闲云潭影日悠悠，物换星移几度秋。  
阁中帝子今何在？槛外长江空自流。

## 致谢

感谢上海交通大学学子制作并开源上海交通大学 (非官方) 学位论文  $\text{\LaTeX}$  模板, 基于他们的工作才有了中南大学这第一份(非官方) 本科毕业论文模板 v1.00 的诞生! 希望有越来越多的中南学子能够加入  $\text{\LaTeX}$  的用户圈!

这一版尚存不少问题, 最大的问题就是页码, 希望有人能够解决这个问题。

## 附录 A Maxwell Equations

选择二维情况，有如下的偏振矢量：

$$\mathbf{E} = E_z(r, \theta) \hat{\mathbf{z}} \quad (\text{A-1a})$$

$$\mathbf{H} = H_r(r, \theta) \hat{\mathbf{r}} + H_\theta(r, \theta) \hat{\boldsymbol{\theta}} \quad (\text{A-1b})$$

对上式求旋度：

$$\nabla \times \mathbf{E} = \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \hat{\mathbf{r}} - \frac{\partial E_z}{\partial r} \hat{\boldsymbol{\theta}} \quad (\text{A-2a})$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}} \quad (\text{A-2b})$$

因为在柱坐标系下， $\bar{\mu}$  是对角的，所以 Maxwell 方程组中电场  $\mathbf{E}$  的旋度：

$$\nabla \times \mathbf{E} = \mathbf{i} \omega \mathbf{B} \quad (\text{A-3a})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \hat{\mathbf{r}} - \frac{\partial E_z}{\partial r} \hat{\boldsymbol{\theta}} = \mathbf{i} \omega \mu_r H_r \hat{\mathbf{r}} + \mathbf{i} \omega \mu_\theta H_\theta \hat{\boldsymbol{\theta}} \quad (\text{A-3b})$$

所以  $\mathbf{H}$  的各个分量可以写为：

$$H_r = \frac{1}{\mathbf{i} \omega \mu_r} \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \theta} \quad (\text{A-4a})$$

$$H_\theta = -\frac{1}{\mathbf{i} \omega \mu_\theta} \frac{\partial E_z}{\partial r} \quad (\text{A-4b})$$

同样地，在柱坐标系下， $\bar{\epsilon}$  是对角的，所以 Maxwell 方程组中磁场  $\mathbf{H}$  的旋度：

$$\nabla \times \mathbf{H} = -\mathbf{i} \omega \mathbf{D} \quad (\text{A-5a})$$

$$\left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{z}} = -\mathbf{i} \omega \bar{\epsilon} \mathbf{E} = -\mathbf{i} \omega \epsilon_z E_z \hat{\mathbf{z}} \quad (\text{A-5b})$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \theta} = -\mathbf{i} \omega \epsilon_z E_z \quad (\text{A-5c})$$

由此我们可以得到关于  $E_z$  的波函数方程：

$$\frac{1}{\mu_\theta \epsilon_z} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial E_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{\mu_r \epsilon_z} \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 E_z}{\partial \theta^2} + \omega^2 E_z = 0 \quad (\text{A-6})$$



## 参考文献

- [1] 崔万照, 马伟, 邱乐德, 等. 电磁超介质及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [2] CHEN H, CHAN C T. Acoustic cloaking in three dimensions using acoustic metamaterials[J]. Applied Physics Letters, 2007, 91: 183518.
- [3] KIM S, WOO N, YEOM H Y, et al. Design and Implementation of Dynamic Process Management for Grid-enabled MPICH[C]// The 10th European PVM/MPI Users' Group Conference. Venice, Italy: [s.n.], 2003.
- [4] JOANNOPOULOS J D, JOHNSON S G, WINN J N. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light[M]. [S.l.]: Princeton University Press, 2008.
- [5] 猪八戒. 论流体食物的持久保存[D]. 北京: 广寒宫大学, 2005.
- [6] 1363-2000 I S. IEEE Standard Specifications for Public-Key Cryptography[M]. New York: IEEE, 2000.
- [7] CHEN H, WU B I, ZHANG B, et al. Electromagnetic Wave Interactions with a Metamaterial Cloak[J]. Physical Review Letters, 2007, 99(6): 63903.
- [8] KOCHER C, JAFFE J, JUN B. Differential Power Analysis[C]// WIENER M. Advances in Cryptology (CRYPTO '99). Ed. by WIENER M. Vol. 1666. Lecture Notes in Computer Science. [S.l.]: Springer-Verlag, 1999: 388–397.
- [9] 王重阳, 黄药师, 欧阳峰, 等. 武林高手论文集[C]// 第  $N$  次华山论剑. 西安, 中国: 中国古籍出版社, 2006.
- [10] JEYAKUMAR A R. Metamori: A library for Incremental File Checkpointing[D]. Blacksburg: Virginia Tech, 2004.
- [11] 沙和尚. 论流沙河的综合治理[D]. 北京: 清华大学, 2005.
- [12] ZADOK E. FiST: A System for Stackable File System Code Generation[D]. USA: Computer Science Department, Columbia University, 2001.
- [13] 白云芬. 信用风险传染模型和信用衍生品的定价[D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
- [14] WOO A, BAILEY D, YARROW M, et al. The NAS Parallel Benchmarks 2.0[R/OL]. The Pennsylvania State University CiteSeer Archives, 1995. <http://www.nasa.org/>.

- [15] 萧钰. 出版业信息化迈人快车道[J/OL]. 2001. <http://www.creader.com/news/20011219/200112190019.html>.
- [16] CHRISTINE M. Plant physiology: plant biology in the Genome Era[J/OL]. Science, 1998, 281:331–332. <http://www.sciencemag.org/cgi/collection/anatmorp>.
- [17] R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing[M/OL]. Vienna, Austria: [s.n.], 2012. <http://www.R-project.org/>.