

# 南京邮电大学

## 博士学位论文



论文题目: \_\_\_\_\_

学 科 专 业 \_\_\_\_\_

研 究 方 向 \_\_\_\_\_

申请学位类别 \_\_\_\_\_

\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Dissertation Submitted to  
Nanjing University of Posts and Telecommunications  
for the Degree of  
DOCTOR OF SCIENCE (IN ENGINEERING)



By

\*\*\*\*\*

Supervisor: Prof. \*\*\*\*\*

\*\* \*\*\*\*\*

## 南京邮电大学学位论文原创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得南京邮电大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

本人学位论文及涉及相关资料若有不实，愿意承担一切相关的法律责任。

研究生学号：\_\_\_\_\_ 研究生签名：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

## 南京邮电大学学位论文使用授权声明

本人承诺所呈交的学位论文不涉及任何国家秘密，本人及导师为本论文的涉密责任并列第一责任人。

本人授权南京邮电大学可以保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子文档；允许论文被查阅和借阅；可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索；可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编本学位论文。本文电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。论文的公布（包括刊登）授权南京邮电大学研究生院办理。

非国家秘密类涉密学位论文在解密后适用本授权书。

研究生签名：\_\_\_\_\_ 导师签名：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

# 摘要

《摘要正文》\*\*\*\*\* 中文摘要（两页），英文摘要，二者应基本对应。它是论文内容的高度概括，应说明研究目的、研究方法、成果和结论，要突出本论文的创造性成果或新的见解、用语简洁、准确。论文摘要的关键词 3 至 8 个。关键词应为公知公用的词和学术术语，不可采用自造字词和略写、符号等，词组不宜过长。

英文摘要采用第三人称单数语气介绍该学位论文内容，目的是便于其他文摘摘录，因此在写作英文文摘时不宜用第一人称的语气陈述。叙述的基本时态为一般现在时，确实需要强调过去的事情或者已经完成的行为才使用过去时、完成时等其他时态

关键词： \*\*， \*\*， \*\*， \*\*

# Abstract

Abstract.....

**Key Words:** \*\*,\*\*,\*\*,\*\*

# 目 录

摘要 .....	I
Abstract .....	II
插图索引 .....	V
表格索引 .....	VI
专用术语注释表 .....	VII
<b>第一章 绪论</b> .....	1
1.1 章内标题 1.1 .....	1
1.1.1 章内标题 1.1.1 .....	1
1.1.2 章内标题 1.1.2 .....	1
1.2 章内标题 1.2 .....	1
1.2.1 章内标题 1.2.1 .....	2
1.2.2 章内标题 1.2.2 .....	2
1.3 章内标题 1.3 .....	2
<b>第二章 相关背景知识介绍</b> .....	3
2.1 章内标题 2.1 .....	3
2.1.1 章内标题 2.1.1 .....	5
2.1.2 章内标题 2.1.2 .....	5
2.2 章内标题 2.2 .....	5
2.2.1 章内标题 2.2.1 .....	6
2.2.2 章内标题 2.2.2 .....	6
2.3 章内标题 2.3 .....	6
2.3.1 章内标题 2.3.1 .....	6
2.3.2 章内标题 2.3.2 .....	6
2.4 本章小结 .....	6
<b>第三章 第三章标题</b> .....	7
3.1 章内标题 3.1 .....	7
3.1.1 章内标题 3.1.1 .....	7
3.1.2 章内标题 3.1.2 .....	7
3.2 章内标题 3.2 .....	7
3.2.1 章内标题 3.2.1 .....	7
3.2.2 章内标题 3.2.2 .....	7
3.3 章内标题 3.3 .....	7
3.3.1 章内标题 3.3.1 .....	7
3.3.2 章内标题 3.3.2 .....	7
3.4 本章小结 .....	8
<b>第四章 第四章标题</b> .....	9
4.1 章内标题 4.1 .....	9
4.1.1 章内标题 4.1.1 .....	9
4.1.2 章内标题 4.1.2 .....	9
4.2 章内标题 4.2 .....	9
4.2.1 章内标题 4.2.1 .....	9
4.2.2 章内标题 4.2.2 .....	9

4.3 章内标题 4.3 .....	9
4.3.1 章内标题 4.3.1 .....	9
4.3.2 章内标题 4.3.2 .....	9
4.4 本章小结 .....	10
<b>第五章 第五章标题</b> .....	11
5.1 章内标题 5.1 .....	11
5.1.1 章内标题 5.1.1 .....	11
5.1.2 章内标题 5.1.2 .....	11
5.2 章内标题 5.2 .....	11
5.2.1 章内标题 5.2.1 .....	11
5.2.2 章内标题 5.2.2 .....	11
5.3 章内标题 5.3 .....	11
5.3.1 章内标题 5.3.1 .....	11
5.3.2 章内标题 5.3.2 .....	11
5.4 本章小结 .....	12
<b>第六章 总结与展望</b> .....	13
6.1 本文工作总结 .....	13
6.2 进一步研究方向 .....	13
参考文献 .....	14
附录 A 程序清单 .....	15
附录 B 攻读博士学位期间撰写的论文 .....	16
附录 C 攻读博士学位期间申请的专利 .....	17
附录 D 攻读博士学位期间参加的科研项目 .....	18
致谢 .....	19

插图索引

图 2.1 南京邮电大学校徽图 ..... 4

图 2.2 南京邮电大学校园美景图 ..... 4



表格索引

表 2.1 南京邮电大学一级学科博士点 ..... 3

表 2.2 南京邮电大学实验教学示范中心 ..... 4

# 专用术语注释表

符号说明：

符号	表示含义
$B_D$	多普勒扩展

缩略词说明：

缩写	英文全称	中文译名
5G	5th Generation	第五代移动通信

# 第一章 绪论

## 1.1 章内标题 1.1

正文是学位论文的主体。内容可因研究课题的性质不同而有所变化。一般应包括：绪论、文献综述、理论分析、计算方法、实验方法及结果的分析讨论、见解和结论。

正文一律用阿拉伯数字编排页码，页码在底部居中。

以下为正文中参考文献示例，参考文献编码使用右上标标注：

这是一种重要的盲自适应算法，最早是由 Godard 提出来的<sup>[1]</sup>。

移动无线信道中的时间色散与频率色散可能产生 4 种显著效应<sup>[2]</sup>，这些是由信号、信道及发送速率的特性引起的。

本文采用的是文献 [3] 中介绍的一种转换方法，通过限制信道的带宽可以得到其对应的均匀抽头延迟模型<sup>[4-7]</sup>

### 1.1.1 章内标题 1.1.1

《正文》\*\*\*\*\*

(1) 正文内一级序号（首行不缩进）《正文》\*\*\*\*\*

(a) 正文内二级序号

(b) 正文内二级序号

(2) 正文内一级序号（首行不缩进）《正文》\*\*\*\*\*

(a) 正文内二级序号

(b) 正文内二级序号

### 1.1.2 章内标题 1.1.2

《正文》\*\*\*\*\*

## 1.2 章内标题 1.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 1.2.1 章内标题 1.2.1

《正文》\*\*\*\*\*

### 1.2.2 章内标题 1.2.2

《正文》\*\*\*\*\*

## 1.3 章内标题 1.3

《正文》\*\*\*\*\*

第二章 相关背景知识介绍

《正文》\*\*\*\*\*

2.1 章内标题 2.1

（一个公式示例） $\Gamma$  函数可以通过 Euler 第二类积分定义：

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt, \operatorname{Re}(z) > 0 \tag{2.1}$$

一个长公式排版的例子如下：

$$\frac{1}{2}\Delta(f_{ij}f^{ij}) = 2\left(\sum_{i<j}\chi_{ij}(\sigma_i - \sigma_j)^2 + f^{ij}\nabla_j\nabla_i(\Delta f) + \right. \\ \left. + \nabla_k f_{ij}\nabla^k f^{ij} + f^{ij}f^k [2\nabla_i R_{jk} - \nabla_k R_{ij}]\right) \tag{2.2}$$

定理环境：

**定理 2.1** (留数定理). 假设  $U$  是复平面上的一个单连通开子集.....

**证明.** 首先，由... 其次，... 所以... □

图2.1是一个示例

表2.1是一个示例

表 2.1 南京邮电大学一级学科博士点

一级学科（类别）代码	一级学科（类别）名称	一级学科（类别）挂靠学院
0701	数学	理学院
0702	物理学	理学院
0803	光学工程	材料科学与工程学院
0809	电子科学与技术	电子与光学工程学院、柔性电子（未来技术）学院
0810	信息与通信工程	通信与信息工程学院
0811	控制科学与工程	自动化学院、人工智能学院
0839	网络空间安全	计算机学院、软件学院、网络空间安全学院
1401	集成电路科学与工程	集成电路科学与工程学院

图2.2是一个示例

表2.2是一个示例



图 2.1 南京邮电大学校徽图

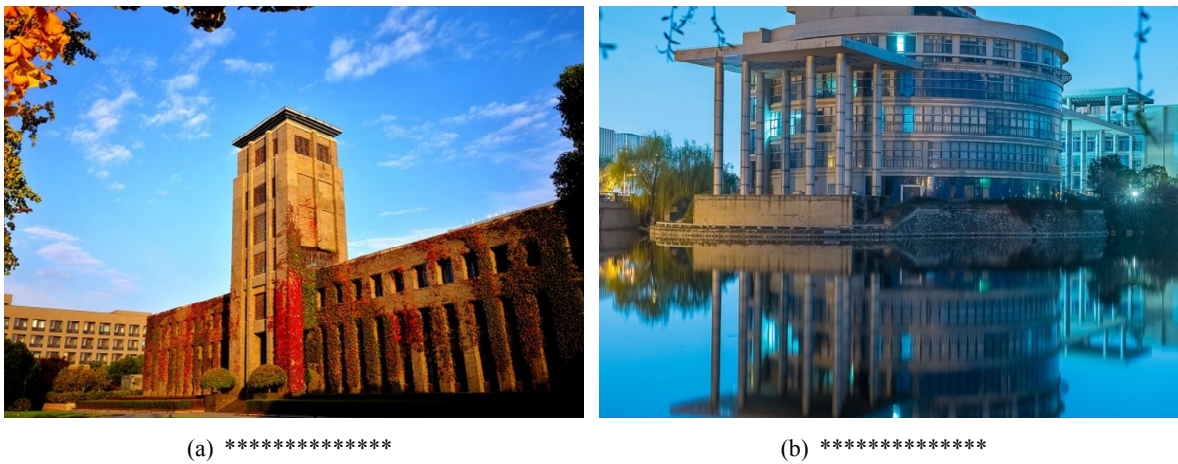


图 2.2 南京邮电大学校园美景图

表 2.2 南京邮电大学实验教学示范中心

级别	机构名称	
国家级	信息与通信工程实验教学中心	网络与控制虚拟仿真实验教学中心
	电子科学与技术实验教学中心	通信与信息网络虚拟仿真实验教学中心
	信息电子技术虚拟仿真实验教学中心	—
省级	通信与信息处理实验教学中心	电工电子实验教学中心
	计算机基础实验教学中心	光电信息实验教学中心
	经济管理基础课实验教学中心	数学实验教学中心
	物理实验教学中心	软件与服务外包校企合作工程实践教育中心
	自动化实验教学中心	智能电网信息工程综合训练中心
	融合通信技术实践教育中心	基于云计算的移动商务实用型人才实践教育中心
	射频与微纳电子综合训练中心	物联网应用技术实践教育中心

算法 2.1 是一个示例

算法 2.1 \*\*\*\*\*

输入: \*\*\*\*\*

1: \*\*\*\*\*;

2: repeat

3: \*\*\*\*\*;

4: while \*\*\*\*\* do

5: if \*\*\*\*\* then

6: \*\*\*\*\*;

7: else

8: \*\*\*\*\*;

9: end if

10: end while

11: until \*\*\*\*\*

输出: \*\*\*\*\*

用 listings 插入 C 代码的一个示例

代码 2.1 一段 C 源代码

1 #include <stdio.h>

2 include <unistd.h>

3 ...

用 listings 插入 Matlab 代码的一个示例

代码 2.2 一段 MATLAB 源代码

1 function paper1

2 r=0.05;

3 n=100;

4 ...

2.1.1 章内标题 2.1.1

《正文》\*\*\*\*\*

2.1.2 章内标题 2.1.2

《正文》\*\*\*\*\*

2.2 章内标题 2.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 2.2.1 章内标题 2.2.1

《正文》\*\*\*\*\*

### 2.2.2 章内标题 2.2.2

《正文》\*\*\*\*\*

## 2.3 章内标题 2.3

《正文》\*\*\*\*\*

### 2.3.1 章内标题 2.3.1

《正文》\*\*\*\*\*

### 2.3.2 章内标题 2.3.2

《正文》\*\*\*\*\*

## 2.4 本章小结

《正文》\*\*\*\*\*



## 第三章 第三章标题

《正文》\*\*\*\*\*

### 3.1 章内标题 3.1

#### 3.1.1 章内标题 3.1.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 3.1.2 章内标题 3.1.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 3.2 章内标题 3.2

《正文》\*\*\*\*\*

#### 3.2.1 章内标题 3.2.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 3.2.2 章内标题 3.2.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 3.3 章内标题 3.3

《正文》\*\*\*\*\*

#### 3.3.1 章内标题 3.3.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 3.3.2 章内标题 3.3.2

《正文》\*\*\*\*\*

## 3.4 本章小结

《正文》\*\*\*\*\*

## 第四章 第四章标题

《正文》\*\*\*\*\*

### 4.1 章内标题 4.1

#### 4.1.1 章内标题 4.1.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 4.1.2 章内标题 4.1.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 4.2 章内标题 4.2

《正文》\*\*\*\*\*

#### 4.2.1 章内标题 4.2.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 4.2.2 章内标题 4.2.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 4.3 章内标题 4.3

《正文》\*\*\*\*\*

#### 4.3.1 章内标题 4.3.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 4.3.2 章内标题 4.3.2

《正文》\*\*\*\*\*

## 4.4 本章小结

《正文》\*\*\*\*\*

## 第五章 第五章标题

《正文》\*\*\*\*\*

### 5.1 章内标题 5.1

#### 5.1.1 章内标题 5.1.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 5.1.2 章内标题 5.1.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 5.2 章内标题 5.2

《正文》\*\*\*\*\*

#### 5.2.1 章内标题 5.2.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 5.2.2 章内标题 5.2.2

《正文》\*\*\*\*\*

### 5.3 章内标题 5.3

《正文》\*\*\*\*\*

#### 5.3.1 章内标题 5.3.1

《正文》\*\*\*\*\*

#### 5.3.2 章内标题 5.3.2

《正文》\*\*\*\*\*

## 5.4 本章小结

《正文》\*\*\*\*\*

## 第六章 总结与展望

### 6.1 本文工作总结

《正文》\*\*\*\*\*

### 6.2 进一步研究方向

《正文》\*\*\*\*\*

## 参考文献

- [1] Sanguinetti L, Björnson E, Hoydis J. Toward Massive MIMO 2.0: Understanding Spatial Correlation, Interference Suppression, and Pilot Contamination[J]. IEEE Transactions on Communications, 2020, 68(1): 232–257.
- [2] Larsson E G, Edfors O, Tufvesson F, et al. Massive MIMO for next generation wireless systems[J]. IEEE Communications Magazine, 2014, 52(2): 186–195.
- [3] Hoydis J, ten Brink S, Debbah M. Massive MIMO in the UL/DL of Cellular Networks: How Many Antennas Do We Need?[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2013, 31(2): 160–171.
- [4] Marzetta T L. Noncooperative Cellular wireless with Unlimited Numbers of Base Station Antennas[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2010, 9(11): 3590–3600.
- [5] Rusek F, Persson D, Lau B K, et al. Scaling Up MIMO: Opportunities and Challenges with Very Large Arrays [J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2013, 30(1): 40–60.
- [6] 李健东, 郭梯云, 邬国扬. 移动通信[M]. 第四版. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007.
- [7] Venkatesan S, Lozano A, Valenzuela R. Network MIMO: Overcoming Intercell Interference in Indoor Wireless Systems[C]. Proceedings of the Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers (ACSSC). 2007: 83–87.



## 附录 A 程序清单

第三章 QAM 系统 CMA 算法程序 (QAM programme 文件夹)

mainQAM\_MSE\_CMAvsCADAMA: QAM 系统, 画 MSE 曲线主函数

mainQAM\_SER\_CMAvsCADAMA: QAM 系统, 画 SER 曲线主函数

mainDQAM\_SER\_PhaseRotate: 差分 QAM 系统, 相位旋转下, 画 SER 曲线主函数

mainDQAM\_SER\_Doppler: 差分 QAM 系统, 多普勒频移下, 画 SER 曲线主函数

mainDQAM\_SER\_SNR: 差分 QAM 系统, 不同 SNR 下, 画 SER 曲线主函数

第四章 QPSK 系统 CMA 算法程序 (PSK programme 文件夹)

mainDPSK\_SER\_PhaseRotate: 差分 PSK 系统, 相位旋转下, 画 SER 曲线主函数

mainDPSK\_SER\_Doppler: 差分 PSK 系统, 多普勒频移下, 画 SER 曲线主函数

mainDPSK\_SER\_SNR: 差分 PSK 系统, 不同 SNR 下, 画 SER 曲线主函数

FunQPSK: QPSK 编码子函数

FunDeQPSK\_b: QPSK 解码子函数 (输出为比特)

第五章 CMA 频域均衡系统程序 (FDE programme 文件夹)

main\_CMAFDE: CMA 频域均衡主函数

FunCAZACSeGen: 产生 CAZAC 序列子函数

Fun8PSK: 8PSK 调制子函数

FunDe8PSK\_s: 8PSK 解调输出符号子函数

FunQPSK1: QPSK 调制幅度为 1 子函数

FunDeQPSK1\_s: QPSK 解调输出符号幅度为 1 子函数

FunSDCMA22f: 频域均衡 (2 2)SDCMA 算法子函数

## 附录 B 攻读博士学位期间撰写的论文

- [1] \*\*\*, \*\*\*, \*\*\*, et al. \*\*\*\*\*[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2017, 6(8):360-371. (SCI 二区: 0000000000000001)
- [2] \*\*\*, \*\*\*. \*\*\*\*\*[J]. Journal of China Universities of Posts & Telecommunications, 2016, 23(5):82-87. (EI: 0000000000000002)
- [3] \*\*, \*\*\*\*\*，电子学报，已录用，张漫漫。

## 附录 C 攻读博士学位期间申请的专利

- [1] 作者一，作者二，作者三. 专利名称，专利申请号，专利申请日期，专利授权日期；
- [2] 张三，李四. 一种面向代理的安全传输方法，2007062.5，2016.1,2017.10；
- [3] 张三. 一种实用的网络路由方法，200845610.5，2017.1,2018.1, 张漫漫。

## 附录 D 攻读博士学位期间参加的科研项目

- [1] 项目类型，项目名称（项目编号）；
- [2] 国家自然科学基金，基于安全移动代理新一代网络研究 (0000000000001)；
- [3] 国家自然科学基金，移动代理机制关键技术研究 (0000000000002), 张漫漫。

## 致谢

主要感谢导师和对本论文学术研究有特别贡献的组织或个人：对提供资助或者支持的基金、合同单位、企业、组织或者个人（基金项目应该包括基金名称、项目名称、项目编号、项目负责人、研究起止年月）；协助完成研究工作或提供便利的组织或个人。张漫漫。