

# 大规模MIMO系统原理与设计分析



[大规模MIMO系统原理与设计分析\\_下载链接1](#)

著者:【美】托马斯·马尔泽塔 (Thomas L. Marzetta)

出版者:人民邮电出版社

出版时间:2018-11

装帧:平装

isbn:9787115499844

本书由大规模多输入多输出系统概念的创始人撰写，是该系统物理层及工程应用原理的第一部完全指南。本书仅仅需要读者具备通信和统计信号处理的基础知识，在此基础上

本书将指导读者深入理解多小区大规模多输入多输出系统中的信道传播模型、复用和解复用、信道估计、功率控制和性能分析等核心问题。作者独具特色的容量界方法将能够帮助读者开展有效的系统性能分析和研发，适用于大规模多输入多输出系统的关键技术和算法。

本书丰富的示例以及与本书配套的习题、解答等网络资源将帮助读者实践所学的知识并获取对复杂无线通信系统设计与分析的技能。无论你是研究生、研究人员，还是从事无线通信研发的专业人士，本书将是不可或缺的指南。

## 作者介绍:

Thomas L. Marzetta 是大规模多输入多输出系统的创始人。他是Nokia 公司Bell 实验室院士和IEEE 会士，曾经在Schlumberger-Doll 研究院和Nichols Research 公司工作。他曾获得诸多认证和奖励，其中包括IEEE W. R. G. Baker 奖(2015)、IEEE 通信协会的Stephen O. Rice 奖 (2015) 以及IEEE Guglielmo Marconi 最佳文献奖 (2013)。他曾获得Linkoping 大学的荣誉博士学位。

Erik G. Larsson 是瑞典Linkoping 大学的正教授和IEEE 会士。他曾合著了包含120篇期刊文献和无线通信中的空时编码一书 (剑桥大学出版社, 2003)。他目前是IEEE 信号处理协会中面向通信及网络的信号处理专题组技术委员会主席 (2015—2016 年)。他于2012 年和2014 年两次获得IEEE Signal Processing Magazine 的最佳专栏奖，2015 年获得了IEEE 通信协会的Stephen O. Rice 奖。

Hong Yang 是Nokia 公司Bell 实验室网络及通信的数学研究部的研究员，他的研究集中在无线通信网络领域。他具有超过15 年的工业界研究及开发经验，他曾经供职于Alcatel-Lucent 公司的射频技术系统工程部和无线设计中心。

Hien Quoc Ngo 是瑞典Linkoping 大学的研究员。他于2015 年获得了IEEE 通信协会的Stephen O. Rice 奖和IEEE 瑞典VT-COM-IT 的联合最佳学生期刊文献奖。他于2014年和2015 年获得了IEEE Communications Letters 和IEEE Transactions on Communications的模范审稿人称号。

## 目录: 第1章 介绍 1

### 1.1 点到点MIMO 2

### 1.2 多用户MIMO 4

### 1.3 大规模MIMO 6

### 1.4 时分双工与频分双工 10

### 1.5 要点总结 12

## 第2章 模型与准备工作 13

### 2.1 单天线发射机和单天线接收机 14

#### 2.1.1 相干时间 14

#### 2.1.2 相干带宽 16

#### 2.1.3 相干间隔 17

#### 2.1.4 根据奈奎斯特采样速率解释 $T_c$ 和 $B_c$ 18

#### 2.1.5 TDD相干间隔结构 18

#### 2.1.6 OFDM调制时的相干间隔 19

#### 2.1.7 小尺度和大尺度衰落 22

#### 2.1.8 归一化信号模型和SNR 23

### 2.2 多天线基站和多个终端 23

#### 2.2.1 单小区系统 24

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 2.2.2 多小区系统                   | 25 |
| 2.3 性能指标——容量界                 | 27 |
| 2.3.1 加性高斯噪声确定信道              | 28 |
| 2.3.2 加性非高斯噪声确定信道             | 29 |
| 2.3.3 具有加性高斯噪声及接收端完美CSI的衰落信道  | 30 |
| 2.3.4 具有加性高斯噪声但不具备接收端CSI的衰落信道 | 30 |
| 2.3.5 具有非高斯噪声和边信息的衰落信道        | 31 |
| 2.4 要点总结                      | 32 |
| 第3章 单小区系统                     | 35 |
| 3.1 上行链路导频和信道估计               | 36 |
| 3.1.1 正交导频                    | 37 |
| 3.1.2 接收导频信号的解扩操作             | 37 |
| 3.1.3 MMSE信道估计                | 38 |
| 3.2 上行链路数据传输                  | 39 |
| 3.2.1 迫零处理                    | 41 |
| 3.2.2 最大比处理                   | 43 |
| 3.3 下行链路数据传输                  | 46 |
| 3.3.1 线性预编码                   | 47 |
| 3.3.2 迫零处理                    | 48 |
| 3.3.3 最大比处理                   | 49 |
| 3.4 讨论                        | 51 |
| 3.4.1 对有效SINR表达式的理解           | 52 |
| 3.4.2 功率控制的意义                 | 53 |
| 3.4.3 比例规律和SINR上界             | 54 |
| 3.5 当 $M \gg K$ 时，线性处理的准最优性   | 55 |
| 3.6 净频谱效率                     | 58 |
| 3.7 限制因素：天线数目及移动性             | 58 |
| 3.8 要点总结                      | 62 |
| 第4章 多小区系统                     | 63 |
| 4.1 基于导频的上行链路信道估计             | 65 |
| 4.2 上行链路数据传输                  | 66 |
| 4.2.1 迫零处理                    | 67 |
| 4.2.2 最大比处理                   | 69 |
| 4.3 下行链路数据传输                  | 71 |
| 4.3.1 迫零处理                    | 72 |
| 4.3.2 最大比处理                   | 74 |
| 4.4 小结                        | 75 |
| 4.4.1 基站天线数趋于无穷时的渐近性能限        | 76 |
| 4.4.2 导频污染的影响                 | 76 |
| 4.4.3 非同步导频干扰                 | 77 |
| 4.5 要点总结                      | 78 |
| 第5章 功率控制准则                    | 79 |
| 5.1 引言                        | 80 |
| 5.2 给定目标SINR的功率控制             | 82 |
| 5.2.1 单小区系统                   | 82 |
| 5.2.2 多小区系统                   | 83 |
| 5.3 最大-最小公平功率控制               | 83 |
| 5.3.1 单小区系统中的最大-最小公平功率控制      | 84 |
| 5.3.2 具有网络范围最大-最小公平的多小区系统     | 87 |
| 5.3.3 用于可忽略相干干扰和全功率的每小区功率控制   | 88 |
| 5.3.4 一致优良的服务                 | 91 |
| 5.4 要点总结                      | 92 |
| 第6章 案例研究                      | 93 |
| 6.1 单小区部署示例：农村地区固定宽带网接入       | 96 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 6.1.1 所需天线数和辐射功率           | 96  |
| 6.1.2 最大-最小公平功率控制算法分析      | 99  |
| 6.2 多小区部署：基础和算法            | 100 |
| 6.2.1 多小区分簇模型和导频复用         | 100 |
| 6.2.2 为基站分配终端              | 102 |
| 6.2.3 从服务中丢弃终端             | 103 |
| 6.2.4 导频分配和所需的导频序列长度       | 104 |
| 6.2.5 考虑相干干扰的单小区最大-最小功率控制  | 104 |
| 6.3 多小区部署示例：移动接入           | 106 |
| 6.3.1 密集城区场景               | 106 |
| 6.3.2 郊区场景                 | 107 |
| 6.3.3 每个终端最低吞吐量性能          | 107 |
| 6.3.4 附加观察                 | 109 |
| 6.3.5 功率控制策略的比较            | 110 |
| 6.4 要点总结                   | 113 |
| 第7章 大规模MIMO与传播信道           | 115 |
| 7.1 有利传播与确定信道              | 116 |
| 7.1.1 容量上界                 | 117 |
| 7.1.2 与有利传播间的差距            | 117 |
| 7.1.3 有利传播与线性处理            | 118 |
| 7.1.4 奇异值扩散作为有利传播的度量       | 119 |
| 7.2 有利传播与随机信道              | 120 |
| 7.2.1 独立瑞利衰落               | 120 |
| 7.2.2 均匀随机视距传输 (UR-LoS)    | 121 |
| 7.2.3 独立瑞利衰落与UR-LoS的比较     | 122 |
| 7.3 有限维度信道                 | 127 |
| 7.4 要点总结                   | 128 |
| 第8章 最终篇与未来的方向              | 129 |
| 8.1 性能分析的替代方法              | 130 |
| 8.2 多天线终端                  | 130 |
| 8.3 导频污染与导频分配              | 131 |
| 8.4 频分双工 (FDD) 模式下的大规模MIMO | 132 |
| 8.5 非蜂窝大规模MIMO             | 132 |
| 8.6 信号处理算法                 | 133 |
| 8.7 非理想硬件的影响               | 133 |
| 8.8 随机接入与资源分配              | 134 |
| 8.9 总能效                    | 135 |
| 附录A 循环对称复高斯向量              | 137 |
| A.1 复高斯随机向量                | 138 |
| A.2 循环对称的复高斯随机向量           | 138 |
| A.2.1 伪协方差矩阵               | 139 |
| A.2.2 概率密度函数               | 139 |
| A.2.3 线性变换                 | 141 |
| A.2.4 四阶矩                  | 142 |
| 附录B 有用的随机矩阵结果              | 143 |
| B.1 对称性                    | 144 |
| B.2 QR分解                   | 145 |
| B.3 期望值                    | 147 |
| 附录C 容量和容量定界工具              | 149 |
| C.1 Jensen不等式              | 150 |
| C.2 点到点的标量信道               | 151 |
| C.2.1 熵的转化不变性              | 152 |
| C.2.2 高斯分布使熵最大化            | 152 |
| C.2.3 带有加性高斯噪声的确定信道        | 153 |

- C.2.4 带有加性非高斯噪声的确定信道 154
- C.2.5 带有高斯噪声和接收端理想CSI的衰落信道 155
- C.2.6 带有非高斯噪声和边信息的衰落信道 155
- C.3 点到点的MIMO信道 157
  - C.3.1 确定的MIMO信道 157
  - C.3.2 接收端具有理想CSI时的MIMO衰落信道 159
- C.4 多用户MIMO信道 159
  - C.4.1 多接入信道（上行） 161
  - C.4.2 广播信道（下行） 163
  - C.4.3 衰落与非理想CSI 166
- 附录D 单小区容量定界的替代方法 167
  - D.1 上行迫零传输 168
    - D.1.1 通过Jensen不等式获得容量下界 168
    - D.1.2 下界的紧致性 169
  - D.2 上行的最大比传输 170
    - D.2.1 基于Jensen不等式的容量下界 170
    - D.2.2 界的比较 171
  - D.3 下行的最大比处理 172
- 附录E 多小区系统中的渐近SINR 175
- 附录F 链路预算的计算 179
- 附录G 六边形中的均匀分布点 181
- 附录H 缩写和注释 185
- 参考文献 191
- • • • • (收起)

[大规模MIMO系统原理与设计分析\\_下载链接1](#)

标签

通信

MIMO

评论

-----  
[大规模MIMO系统原理与设计分析\\_下载链接1](#)

-----  
[大规模MIMO系统原理与设计分析\\_下载链接1](#)