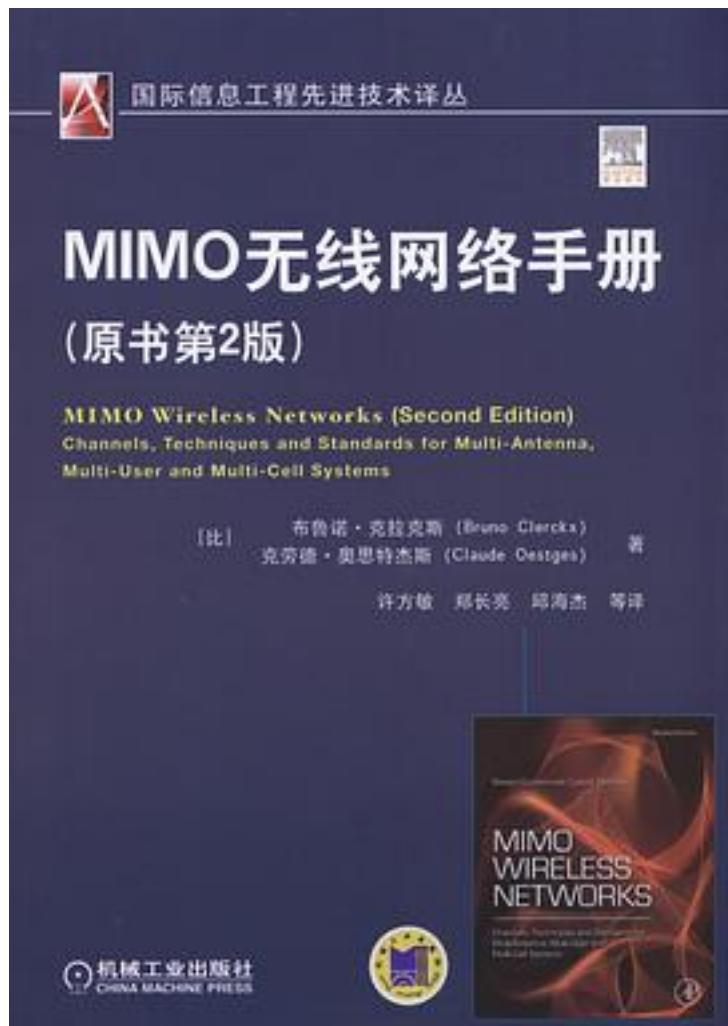


# MIMO无线网络手册



[MIMO无线网络手册 下载链接1](#)

著者:[比] 布鲁诺·克拉克斯

出版者:机械工业出版社

出版时间:2015-11

装帧:平装

isbn:9787111509325

本书讨论了MIMO无线网络的信道、关键技术和标准，包括多用户和多小区MIMO技术。

本书特别强调了实际的信号传播机制是如何影响系统性能(MIMO容量和错误率)以及如何影响MIMO中的空时编码技术设计。作为原书第2版，本书更新了第1版的内容，介绍了最近的无线通信标准MIMO方面的进展，如LTE、LTE-A和Wimax，以及在标准中的一些讨论的新议题，包括CoMP、大规模MIMO、干扰对齐等。本书深度适中，讨论范围广，适合于高校高年级硕士和博士研究生、产业界研究人员作为参考书籍。

## 作者介绍:

Bruno

Clerckx是英国伦敦帝国学院电气和电子工程学院的助理教授(讲师)。他分别于2000年和2005年在天主教鲁汶大学(比利时新鲁汶)取得电子工程硕士和博士学位。他1998~1999年在天主教鲁汶大学(比利时鲁汶)学习，并于2003年到斯坦福大学(美国加州)访问，于2004年在Eurecom学院(法国，索菲亚安提波利斯)访问研究。2006年，他在天主教鲁汶大学任博士后。在加入伦敦帝国学院之前，他从2006年到2011年在三星技术院(SAIT)和三星电子(韩国，水原)担任高级工程师和项目经理。他从2007年到2011年担任三星下行MIMO、协作多点(CoMP)传输/接收和异构网(HetNet)的首席代表，积极参与3GPP LTE/LTEAdvanced RAN1(R8~R11版)和IEEE 802.16m的标准化工作。他在标准化组中担任LTEAdvanced协作多点(CoMP)研究项目的报告员和技术报告3GPP TR36.819的编辑。

Bruno

Clerckx是两本书的作者，并且出版了超过70篇国际期刊和会议论文，150篇标准提案和许多已授权和待授权专利。他获得了IEEE SCVT2002的最佳学生论文奖以及三星特别贡献奖。Bruno Clerckx目前担任IEEE Transactions on Communications的编辑和EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking特刊的特邀编辑。

Claude

Oestges是比利时新鲁汶的天主教鲁汶大学信息和通信技术、电子和应用数学学院电子工程部的副教授，以及比利时科研基金(FRSFNRS)的研究员。他于1996年和2000年在天主教鲁汶大学获得硕士和博士学位。2001年1月到12月，Claude Oestges进入斯坦福大学(美国加州)的智能天线研究组(信息系统实验室)任博士后，期间他参与了在G2 MMDS技术的宽带无线接入中部署MIMO多极化信道模型。从2001年10月到2005年9月，Claude Oestges是比利时国家科学基金的博士后。同时，他数次短期访问斯坦福大学和Eurecom学院(法国)，并参与COST 273目标移动宽带多媒体网络项目，NEWCOM卓越网络项目和IEEE 802.11标准工作组中的多天线信道建模。他目前的研究包括无线通信的多维信道建模，包括MIMO和协同网络，UWB系统和卫星系统。他曾主持COST 2100普遍的移动环境无线通信项目中的参考信道建模工作组，并积极参与NEWCOM++卓越网络项目。他目前主持COST IC1004项目绿色智能环境的协同无线通信的无线信道工作组。

Claude

Oestges是三本书和一些书部分章节的作者，此外还有170多篇国际期刊和会议论文。他在2001年获得IET马可尼优秀奖，在2004年获得IEEE 车载通信技术协会Neal Shepherd奖。他目前担任IEEE Transactions on Vehicular Technology, IEEE Transactions on Antennas and Propagation和EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking的副编辑。

目录: 译者序

原书前言

作者简介

缩略语

运算符号表

第1章多天线通信介绍1

11天线阵列处理概述1

12多天线系统的空时无线信道 2

121离散时域表示 2

122路损和阴影3

123衰落4

124MIMO信道4

13在无线系统中利用多天线5

131分集技术5

132复用能力7

133干扰管理8

14单输入多输出系统8

141选择合并实现接收分集8

142增益合并实现接收分集9

143混合选择/增益合并实现接收分集12

15多输入单输出系统12

151多波束天线切换13

152匹配波束赋形实现发射分集13

153零陷和最优波束赋形14

154空时编码实现发射分集14

155间接发射分集15

16多输入多输出系统16

161具有完全发射信道信息的MIMO16

162无发射信道信息的MIMO18

163具有部分发射信道信息的MIMO21

17多链路MIMO网络：从多用户到多小区MIMO22

18商用无线系统中的MIMO技术22

第2章从多维传输到多链路MIMO信道24

21方向性信道建模25

211双方向性信道冲激响应25

212多维相关函数和平稳性29

213信道衰落统计量和K因子30

214多普勒谱和相干时间31

215功率延迟和方向谱33

216双方向性信道的互相关特性35

22MIMO信道矩阵35

221推导MIMO信道矩阵35

222天线和传播的联系：引入导向向量36

223有限散射体时的MIMO信道表示37

23MIMO信道矩阵的统计特性37

231空间相关37

232奇异值和特征值40

233Frobenius范数41

24多链路MIMO传播41

25天线阵列对MIMO信道的影响42

251理想与实际的天线阵列42

252互耦合43

253双极化天线46

26MIMO信道建模47

261分析表示与实际模型47

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 262离散MIMO信道建模：重温抽样理论          | 47  |
| 第3章系统设计中MIMO信道的分析表示           | 49  |
| 31基于传播的MIMO度量                 | 50  |
| 311模型和相关矩阵的比较                 | 50  |
| 312多径丰富程度特征的度量                | 51  |
| 313测量MIMO信道的非平稳性              | 53  |
| 314测量多链路MIMO信道之间的距离           | 56  |
| 32窄带相关MIMO信道的单链路分析表示          | 58  |
| 321瑞利衰落信道                     | 58  |
| 322莱斯衰落信道                     | 60  |
| 323双瑞利衰落小孔信道                  | 60  |
| 324相关瑞利动态信道                   | 61  |
| 33双极化信道                       | 63  |
| 331建模去极化的天线和散射                | 63  |
| 332双极化瑞利衰落信道                  | 65  |
| 333双极化莱斯衰落信道                  | 70  |
| 34MIMO信道可分离的表示                | 70  |
| 341克罗内克模型                     | 70  |
| 342虚信道的表示                     | 72  |
| 343特征波束模型                     | 74  |
| 344可分离表示方法的精度                 | 76  |
| 35频率选择性MIMO信道                 | 82  |
| 36MIMO信道的多链路分析表示              | 83  |
| 第4章性能评估中使用的实际MIMO信道模型         | 85  |
| 41电磁波模型                       | 85  |
| 411基于射线的确定性模型                 | 85  |
| 412多极化信道                      | 86  |
| 42基于几何的随机模型                   | 86  |
| 421单环模型                       | 87  |
| 422双环模型                       | 89  |
| 423混合椭圆环模型                    | 89  |
| 424椭圆和圆形模型                    | 91  |
| 425基于几何的模型扩展到双极化信道            | 91  |
| 426基于几何的信道模型的克罗内克可分离性         | 93  |
| 43经验信道模型                      | 95  |
| 431扩展SalehValenzuela模型        | 95  |
| 432SUI信道模型                    | 96  |
| 433多链路场景中的阴影相关模型              | 97  |
| 44标准化中的MIMO信道模型               | 98  |
| 441IEEE80211 TGn模型            | 98  |
| 442IEEE80216/WiMAX模型          | 98  |
| 443COST259/273方向信道模型          | 99  |
| 4443GPP/3GPP2空间信道模型和WINNER100 | 100 |
| 445COST2100 多链路MIMO信道模型       | 102 |
| 446WINNER II 多链路MIMO信道模型      | 103 |
| 第5章单链路MIMO信道容量                | 105 |
| 51引言                          | 105 |
| 511信息论的一些概念                   | 105 |
| 512系统模型                       | 106 |
| 52确定性MIMO信道的容量                | 107 |
| 521容量和注水算法                    | 107 |
| 522容量界和次优的功率分配                | 111 |
| 53快衰落信道的遍历容量                  | 111 |
| 531理想传输信道信息的MIMO容量            | 112 |

532部分传输信道信息的MIMO容量113  
54独立同分布瑞利快衰落信道113  
541理想信道信息113  
542部分传输信道信息115  
55相关瑞利快衰落信道122  
551相等功率分配的频谱效率122  
552部分传输信道信息126  
56莱斯快衰落信道129  
561相等功率分配的频谱效率129  
562部分传输信道信息131  
57中断容量和概率以及在慢衰落信道中分集复用的折中131  
571理想发射信道信息132  
572部分传输信道信息133  
58独立同分布瑞利慢衰落信道134  
581无限SNR134  
582有限SNR139  
59相关瑞利和莱斯慢衰落信道140  
第6章独立同分布瑞丽平坦衰落信道的空时编码142  
61空时编码概述 142  
62系统模型143  
63基于错误率的设计方法 143  
631快衰落MIMO信道：距离积准则 145  
632慢衰落MIMO信道：秩行列式和秩迹准则 146  
64基于信息论的设计方法 148  
641快衰落MIMO信道：达到遍历容量 148  
642慢衰落MIMO信道：达到分集复用折中150  
65空时分组码 154  
651线性STBC的通用架构 155  
652空间复用/VBLAST 160  
653DBLAST 169  
654正交空时分组码 171  
655准正交空时分组码 177  
656线性离散码 179  
657代数空时编码181  
658全局性能比较184  
66空时格码186  
661空时格码186  
662超正交空时格码192  
第7章MIMO接收机设计：检测和信道估计194  
71回顾：系统模型194  
72非编码传输MIMO接收机195  
721最优检测195  
722格型重构195  
723线性接收机196  
724判决反馈接收机199  
725格型回退辅助检测199  
726球形译码算法和QRML 检测200  
727排序球形检测205  
728具有确定复杂度的宽度优先搜索检测205  
729半定松弛检测207  
7210最慢下降检测208  
73编码传输系统的MIMO接收机210  
731迭代MIMO接收机210  
732空时编码调制211

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 74MIMO信道估计                  | 211 |
| 741信道估计的目的                  | 211 |
| 742慢衰信道                     | 212 |
| 743快衰信道                     | 213 |
| 第8章现实MIMO信道的差错概率            | 215 |
| 81条件成对错误概率方法                | 215 |
| 811退化信道                     | 215 |
| 812空间复用示例                   | 218 |
| 82平均成对错误概率方法介绍              | 220 |
| 83瑞利衰落信道中的平均成对错误概率          | 223 |
| 831高信噪比区域                   | 223 |
| 832中等信噪比区域                  | 230 |
| 833低信噪比区域                   | 234 |
| 834总结与举例                    | 235 |
| 84莱斯衰落信道中的平均成对错误概率          | 237 |
| 85关于现实信道中空时码设计的看法           | 239 |
| 第9章现实MIMO信道上无传输信道知识的空时编码    | 240 |
| 91信息论激励的设计方法                | 240 |
| 92信息论激励的慢衰落信道中的码设计          | 242 |
| 921通用码设计准则                  | 242 |
| 922MISO信道                   | 244 |
| 923并行信道                     | 245 |
| 93错误概率激励的设计方法               | 247 |
| 931设计鲁棒码                    | 247 |
| 932退化信道中的平均成对错误概率           | 248 |
| 933灾难码和一般设计准则               | 251 |
| 94错误概率激励的慢衰落信道中的码设计         | 256 |
| 941满秩码                      | 256 |
| 942线性空时分组码                  | 256 |
| 943基于设计准则的虚拟信道表示            | 259 |
| 944与信息论关系激励的设计              | 260 |
| 945慢衰落信道中的实践码设计             | 261 |
| 95错误概率激励的快衰落信道中的码设计         | 268 |
| 951“积意识”灾难码                 | 268 |
| 952快衰落信道中的实践码设计             | 269 |
| 第10章基于部分传输信道信息的空时编码         | 273 |
| 101基于信道统计信息的预编码简介           | 276 |
| 1011信息论激励的设计方法              | 276 |
| 1012错误概率激励的设计方法             | 277 |
| 102针对正交空时分组码的基于信道统计信息的预编码   | 277 |
| 1021Kronecker瑞利衰落信道中的最优预编码  | 278 |
| 1022非Kronecker瑞利衰落信道中的最优预编码 | 282 |
| 1023莱斯信道中的最优预编码             | 282 |
| 103非单位错误矩阵的编码中基于信道统计信息的预编码  | 284 |
| 104针对空间复用的基于信道统计信息的预编码      | 287 |
| 1041波束赋形                    | 288 |
| 1042星座塑形                    | 289 |
| 105量化预编码和天线选择技术简介           | 292 |
| 106针对主特征模式传输的量化预编码和天线选择     | 293 |
| 1061选择准则和码本设计               | 293 |
| 1062基于矢量量化的最优码本设计           | 294 |
| 1063独立同分布瑞利衰落信道             | 295 |
| 1064空间相关瑞利衰落信道              | 299 |
| 1065双极化瑞利衰落信道               | 303 |

- 1066动态瑞利衰落信道305  
107针对正交空时分组码的量化预编码和天线选择307  
1071选择准则和码本设计307  
1072天线子集选择和可实现分集增益308  
108针对空间复用的量化预编码和天线选择310  
1081选择准则和码本设计310  
1082解码策略对错误概率的影响311  
1083扩展到多模预编码312  
109信息论激励的量化预编码313  
第11章频率选择性信道的空时编码315  
111单载波与多载波传输315  
1111单载波传输315  
1112多载波传输: MIMOOFDM316  
1113单载波和多载波的统一表达式320  
112频率选择性信道的信息论分析322  
1121容量分析322  
1122等功率分配下的互信息323  
1123分集复用折中323  
113平均成对错误概率324  
114瑞利衰落信道下的单载波传输编码设计原则325  
1141整体延时分集325  
1142LindskogPaulraj机制327  
1143其他构造328  
115瑞利衰落信道下空频编码MIMOOFDM传输的编码设计原则328  
1151分集增益分析328  
1152编码增益分析331  
1153空间频率线性分组码333  
1154循环延时分集335  
1155循环预编码338  
116空间相关频率选择性信道下编码的鲁棒性339  
1161退化抽头340  
1162空频MIMOOFDM的应用341  
1163循环预编码的应用342  
第12章多用户MIMO344  
121系统模型344  
1211多址接入信道——上行345  
1212广播信道——下行346  
122多址接入信道 (MAC) 的容量349  
1221固定信道的容量区349  
1222快衰落信道的遍历容量区355  
1223慢衰落信道的中断容量、中断概率和分集复用折中360  
123广播信道 (BC) 的容量364  
1231固定信道的容量区365  
1232快衰落信道的遍历容量区373  
1233慢衰落信道的中断容量、中断概率和分集复用折中375  
124广播信道多址接入信道的对偶性377  
1241SISO信道的对偶性377  
1242MIMO信道的对偶性379  
125多用户分集、资源分配和调度383  
1251多用户分集383  
1252资源分配、公平和调度386  
1253用户分组390  
126速率和的比例定律392  
1261高和低SNR区域392

- 1262大规模天线阵列394  
1263大规模的用户396  
127上行多用户MIMO398  
128具有传输信道信息的下行多用户MIMO预编码398  
1281匹配波束赋形400  
1282迫零波束赋形401  
1283块对角化403  
1284正则化迫零波束赋形405  
1285联合泄露抑制406  
1286最大速率和波束赋形408  
1287具有目标SINR的波束赋形409  
1288TomlinsonHarashima预编码412  
1289向量扰动416  
12810全局性能比较418  
129部分传输信道信息的下行多用户MIMO预编码 422  
1291伺机波束赋形酉预编码伺机波束赋形422  
1292基于反馈的量化预编码424  
1293过时反馈预编码435  
第13章多小区MIMO438  
131无线网络的干扰438  
1311典型的小区干扰消除439  
1312面向多小区协同和协调441  
132系统模型443  
1321干扰信道协调443  
1322多址接入和广播信道协同446  
133网络架构447  
1331多小区测量、成簇和传输447  
1332分布式和集中式架构448  
1333用户中心簇和网络预定义簇449  
134多小区MIMO信道的容量450  
1341SISO信道450  
1342大于两用户SISO干扰信道456  
1343MIMO干扰信道457  
1344多址接入和广播信道458  
135多小区分集和资源分配459  
1351多小区多用户分集460  
1352多小区资源分配462  
136协调功控464  
1361大量用户464  
1362大量干扰464  
1363高和低SNR等级465  
1364两小区簇467  
1365OFDMA网络468  
1366完全分布式功率控制475  
137协调波束赋形479  
1371匹配波束赋形479  
1372迫零波束赋形和分块对角化480  
1373干扰对齐482  
1374联合泄漏抑制488  
1375最大化网络累积速率波束赋形488  
1376基于分配的目标SNR波束赋形489  
1377均衡竞争和协调490  
1378伺机波束赋形490  
138协调、调度、波束赋形和功率控制490

|  |     |
|--|-----|
| 1381 MIMO OFDMA 网络                       | 490 |
| 1382 协调的通用架构                             | 494 |
| 139 多小区协调编码                              | 496 |
| 1310 网络 MIMO                             | 497 |
| 第14章 LTE、LTE Advanced 和 WiMAX 中的 MIMO 技术 | 500 |
| 141 设计目标和主要技术                            | 500 |
| 1411 系统要求                                | 500 |
| 1412 核心技术                                | 501 |
| 142 天线和网络部署                              | 503 |
| 1421 优先排序的多天线设置                          | 503 |
| 1422 部署场景                                | 505 |
| 1423 回程                                  | 506 |
| 143 参考信号                                 | 507 |
| 1431 专用和公共参考信号对比                         | 507 |
| 1432 下行设计                                | 508 |
| 1433 上行设计                                | 510 |
| 144 单用户 MIMO                             | 510 |
| 1441 MIMO 编码                             | 510 |
| 1442 开环和闭环 MIMO                          | 512 |
| 1443 开环空间复用：空时/频编码                       | 512 |
| 1444 开环空间复用：循环预编码                        | 514 |
| 1445 上行 SUMIMO                           | 514 |
| 145 多用户 MIMO                             | 515 |
| 1451 基于码本和非码本的预编码                        | 515 |
| 1452 MUMIMO 维度                           | 516 |
| 1453 MUMIMO 的透传性                         | 517 |
| X VII X VIII 1454 SU/MUMIMO 动态切换         | 517 |
| 1455 开环 MUMIMO                           | 518 |
| 1456 上行 MUMIMO                           | 519 |
| 146 多小区 MIMO                             | 519 |
| 1461 传统干扰消除                              | 519 |
| 1462 半静态 ICIC                            | 519 |
| 1463 增强 ICIC                             | 520 |
| 1464 多点协同 (CoMP)                         | 522 |
| 147 信道状态信息 (CSI) 反馈                      | 525 |
| 1471 反馈类型                                | 525 |
| 1472 反馈机制                                | 527 |
| 1473 量化反馈和码本设计                           | 528 |
| 1474 上行导频                                | 532 |
| 1475 多小区 MIMO 下的 CSI 反馈                  | 532 |
| 148 超越 LTEA：大规模多小区和大规模多天线网络              | 533 |
| 第15章 MIMO OFDMA 系统级评估                    | 535 |
| 151 单用户 MIMO                             | 535 |
| 1511 天线部署和配置                             | 536 |
| 1512 信道估计误差                              | 537 |
| 1513 反馈类型                                | 538 |
| 1514 反馈精度                                | 538 |
| 152 多用户 MIMO                             | 540 |
| 1521 天线部署与配置                             | 540 |
| 1522 规模                                  | 541 |
| 1523 信道估计误差                              | 542 |
| 1524 接收滤波器                               | 542 |
| 1525 发送滤波器和反馈类型                          | 544 |
| 1526 反馈精度                                | 545 |

|           |                  |            |     |
|-----------|------------------|------------|-----|
| 1527      | 损耗的累积影响          | 549        |     |
| 1528      | 单用户/多用户MIMO动态切换  | 549        |     |
| 1529      | 多用户分集            | 551        |     |
| 153       | 同构网络中撒用户和小区分簇    | 551        |     |
| 1531      | 站内与站间分簇          | 551        |     |
| 1532      | 用户为中心与网络预定义分簇    | 551        |     |
| 1533      | 受益于CoMP的用户群      | 552        |     |
| 1534      | 反馈开销             | 552        |     |
| 154       | 同构网络中的协调调度和波束赋形  | 554        |     |
| 1541      | 天线部署             | 555        |     |
| 1542      | 迭代次数             | 556        |     |
| 1543      | 协调调度与协调波束赋形      | 557        |     |
| 1544      | 链路自适应和CQI计算      | 557        |     |
| 155       | 异构网络中的协同调度和功率控制  | 557        |     |
| 1551      | 家庭基站             | 558        |     |
| 1552      | 下行死区问题           | 559        |     |
| 1553      | 静态二元开关功率控制       | 561        |     |
| 1554      | 动态二元开关功率控制       | 563        |     |
| 1555      | 动态和静态二元开关功率控制对比  | 565        |     |
| 1556      | 微微小区和分布式天线系统     | 565        |     |
| 156       | 结束语              | 565        |     |
|           | 附录               | 567        |     |
|           | 附录A              | 有用的数学和矩阵特性 | 567 |
|           | 附录B              | 复高斯随机变量和矩阵 | 569 |
| B1        | 一些有用的概率分布        | 569        |     |
| B2        | 威沙特矩阵的特征值        | 570        |     |
| B21       | 威沙特矩阵特征值的行列式和乘积  | 570        |     |
| B22       | 排序特征值的分布         | 571        |     |
| B23       | 非排序特征值的分布        | 571        |     |
|           | 附录C              | 天线耦合模型     | 572 |
| C1        | 关于阻抗参数的最小散射体     | 572        |     |
| C11       | 电路表达             | 572        |     |
| C12       | 辐射图              | 573        |     |
| C2        | 关于导纳参数的最小散射体     | 575        |     |
|           | 附录D              | 推导平均成对错误概率 | 577 |
| D1        | 联合空时相关莱斯衰落信道     | 578        |     |
| D2        | 空间相关莱斯慢衰落信道      | 579        |     |
| D3        | 联合空时相关莱斯分组衰落信道   | 580        |     |
| D4        | 独立同分布瑞利慢衰落和快衰落信道 | 581        |     |
|           | 参考文献             |            |     |
|           | 缩略语              |            |     |
| · · · · · | (收起)             |            |     |

[MIMO无线网络手册 下载链接1](#)

## 标签

信号处理

Matlab

MIMO

评论

---

[MIMO无线网络手册 下载链接1](#)

书评

---

[MIMO无线网络手册 下载链接1](#)