

# 对 5G 无线网络物理层技术问题的思考

## Reflection on the Technical Problem of the Physical Level of 5G Wireless Communication Network

林亦濛 刘泽欣

Yimeng Lin Zexin Liu

国家无线电监测中心检测中心 中国·北京 100041

The State Radio-monitoring-center Testing Center, Beijing, 100041, China

**摘要:** 现如今,人类社会已经进入信息时代,信息数据在各行各业中发挥的作用越来越显著。无线通信技术的发展水平是影响信息传播效率和质量的重要因素。目前,第五代无线通信技术即 5G 已经进入试运营阶段,可以预见到,在未来几年内,5G 将在中国全面铺展开来。论文探讨了 5G 无线网络物理层的技术问题。

**Abstract:** Nowadays, human society has entered the information age, and information data plays an increasingly important role in various industries. The development level of wireless communication technology is an important factor affecting the efficiency and quality of information dissemination. Now the fifth generation wireless communication technology, that is 5G, has entered the trial operation stage. It can be predicted that in the next few years, 5G will be fully spread out in our country. The paper will discuss the technical problems of the physical layer of 5G wireless communication networks.

**关键词:** 5G; 无线通信; 物理层; 设计; 开放性

**Keywords:** 5G; wireless communication; physical layer; design; openness

**DOI:** 10.12346/etr.v3i2.3440

## 1 引言

从 20 世纪 90 年代开始至今,移动无线通信技术经历了多次的更新换代,从最初的第二代无线通信技术发展到如今的第五代移动通信技术,对社会生产以及人们生活带来了深远的影响。为了满足广大用户不断更新的需求,不断有全新的应用形式涌现出来,如移动多媒体应用、流媒体视频、电子医疗等。网络需求量的增加对无线通信系统技术提出了新的要求。物理层技术问题是 5G 无线通信系统构建过程中需要重点关注的一个方面。

## 2 5G 无线网络物理层的设计

想要在现有无线系统的基础上完成 5G 体系的构建,必须探索一种全新的方法对物理层技术进行整合,以获得最大的性能并保持最小的开销。

### 2.1 毫米波无线信道

全新的毫米波技术为移动无线通信的发展带来了全新的挑战,如缺少明确标准信道模型作为参考,而且其频率的生物安全性尚存疑。在进行无线信道表征的过程中,可以采用以下参数。

#### 2.1.1 传播损耗

根据自由空间损失相关的研究成果表明,对于相同的天

线孔径面积,短波长相较于其他较长的波长不应该有任何重大优势,较短的波长可以在小范围内密集的封装较小的天线,这会对 5G 的网络使用各向同性天线带来一定的挑战。在蜂窝应用中,窄波束的定向传输可以有效的排除干扰,实现了空间复用能力的增强。就目前来看,毫米波链路基本上不存在瑕疵,其性能主要受到节点距离、链路边界以及多径分集等因素的影响。

#### 2.1.2 穿透和视距

想要构建一个完整有效的系统,首先需要了解毫米波在不同环境下的传播过程,明确信号穿过或是绕过各类物体的方式以及传播特性,这是 5G 网络部署必须掌握的基础内容。

#### 2.1.3 多径和非视距传输

多径在无线通信领域是指天线从多个路径接收信号的效果,对毫米波通信中的多径效应进行分析研究有利于的促进非视距问题的解决。在不同的指向角,大量的多径分量可以促进链路的优化。相较而言,窄波束天线的空间指向性优势更加突出。同时,天线角度的组合也会影响到系统的信噪比和延迟拓展效果。非视距通信传输需要使用到均衡器,这会造成高延迟、高功耗以及低速率等一系列问题。

#### 2.1.4 多普勒效应

多普勒效应反映的是载波的频率和移动性,接收入射波

偏移值的差异性会导致多普勒扩展。毫米波传播所固有的窄波束传播中的角传播减小具备降低多普勒传播的效果。

## 2.2 自适应波束的设计

在毫米波通信中,智能天线的设计至关重要,其作用是使基于一定的最优准则产生最佳波束的主瓣对准目标用户。由于用户的位置普遍具有变动性的特征,因此需要对智能天线的权值进行灵活的自适应调整,这样也有利于更好地适应无线信道的变化。

智能天线设计创建需要注意的要点有三点。

### 2.2.1 创建和控制波束

在了解毫米波波束形成算法的基础上,通过天线阵列的合理配置将其能量集中到所需的方面。模拟、数字或射频前端可以进行波束的形成,数字波束的形成可以提供更加优越的性能,但也会造成成本和复杂性的提升。

### 2.2.2 天线训练协议

可控和高度定向的天线是5G无线通信发展的关键性技术,对通信协议设计有着极高的要求。在实际操作中,基本上很难实现用户和发射器的波束对准,进而同时发送和接收天线之间的通信,这就需要波束训练协议,确定最佳的波束方向。该技术可以应用于射频通信中的手机和基站。

### 2.2.3 到达角估计

在户外移动信道中,需要了解多普勒扩展特性和AOA时变。用于窄波束可控天线的自适应波束阵列显示,在非视距天线中,可以采用照亮周围物体的方法进行链路的创建,并基于接收机和发射机绘制链路的方位角组合。在确定5G基站位置时,可以在高架发射机和接收机的合理配置下,进行分组数据协议拓展和传播损耗的AOA测量。

## 2.3 大规模MIMO系统

在4G无线通信系统中,基站中配置的天线数量并不多,这使得MIMO性能增益不可避免的受到了较大的限制。针对这一问题,大规模MIMO的概念被提出,在该系统中,只需采用简单的线性信号处理技术就可以使基站配置天线数量实现大幅度增加,提高无线信号传输的空间自由度,同时提高无线接入网络的频谱效率和信道容量。

## 3 5G物理层技术的开放问题

相较于第三代和第四代无线通信系统,5G无线通信有着更为严格的性能和服务质量要求,想要实现超高数据率、超低时延、随时随地覆盖、节能等多项目标,需要对以下技术性问题进行更深层次的研究。

### 3.1 信道模式创新

5G无线通信引入了全新毫米波频谱,需要技术人员重新构建室内和室外以及固定毫米波通信信道模型,为空中接口和多址接入奠定基础。

### 3.2 站点特定传播

毫米波的传播对环境、接收器以及发射器位置均有着极

为严格的要求,因此站点特定小区的布设就成了5G无线通信系统搭建的重要任务之一。由于传统的3G、4G通信在该领域并不具备深入的研究,需要研究人员付出更多的精力。

### 3.3 天线阵列设计

毫米波的频率小,因此可以将大量的天线元件集成到一个较小的物理表面上,形成天线阵列,它具有引导和聚合光束能量的功能,这使得传统“小区”的概念被打破,需要更加细致的设计。

### 3.4 波束形成和波束训练

在波束成型技术领域,现如今需要解决的技术问题包括基带调制解调器、毫米波射频电路和相关软件设计。如何选择合适的波束以实现波束间的对准,就涉及到了波束形成设计和训练协议。除此之外,还需要解决终端隐藏以及定向传输相关问题。

### 3.5 大规模MIMO

想要在5G中实现大规模MIMO,需要设计一个全新的基站机构以及大量由低功率放大器驱动的小型天线。

### 3.6 非正交性

物联网、金融科技、智能电网等新兴应用以及异构连接使得同步和正交的僵化范式成为未来一段时间内5G移动场景构建需要面对的一项巨大挑战。推动非正交性和异步性领域的研究有利于降低5G网络的时延。

### 3.7 网络密集化

在5G无线通信系统构建的过程中会形成大量密集分布的小小区,基站的密度很高,如何对这一密集网络进行管理是一个关键性的问题,目前主要研究方向集中在自组织网络、软件定义网络等方面。

## 4 结语

综上所述,在进行5G无线通信系统搭建的过程中,必然会遇到一些与3G、4G网络截然不同的技术性问题,需要技术人员进行更深层次的研究,为5G无线通信网络的实施奠定坚实的基础。

## 参考文献

- [1] 曾张帆,周艳玲,刘文超,等.《无线通信》课程教学设计与实践——基于4G/5G无线通信协议栈[J].现代商贸工业,2017(2):158-159.
- [2] 李俊治.5G无线通信网络物理层关键技术要点[J].数字技术与应用,2017(5):30.
- [3] 万菁晶,陆怡琪,田梦倩,等.面向5G无线通信系统中若干物理层技术探讨[J].太赫兹科学与电子信息学报,2018,16(6):962-969.