

# CoMP 中的波束赋形专利技术综述

马 娟

(国家知识产权局专利局专利审查协作广东中心, 广东 广州 510000)

**摘 要** CoMP (Coordinated Multi-Point, CoMP) 技术是 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) 在 R10 中为无线通信网络提出的协作调度技术, 通过利用多个基站的能力来进行通信, 从而改进终端 (UE) 特别是在小区边缘的性能。波束赋形则通过调整天线阵列的参数来优化信号的传输和接收, 可以提高多天线系统的信道质量, 结合 CoMP 和波束赋形技术, 可以抑制干扰, 获取更佳信道进行数据传输, 提升系统的效率和频谱利用率。本文主要介绍了协作多点传输技术的原理以及关键技术, 重点对近年来 CoMP 领域内波束赋形技术的国内外专利申请情况进行分析, 梳理了 CoMP 波束赋形领域不同技术分支的专利申请发展情况, 以为相关研究人员提供借鉴。

**关键词** CoMP; 协作调度技术; 信号处理技术; 波束赋形; 专利申请

中图分类号: G306

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)08-0091-03

## 1 研究背景与发展

本研究基于目前小区边缘的干扰问题, 提出了协作多点传输技术, 旨在满足下一代移动通信系统中小区边缘频谱利用效率的需求。CoMP 分为上行 CoMP 和下行 CoMP, 目前主要的研究重点是下行 CoMP。3GPP 中将下行 CoMP 技术分为联合处理和协作调度/波束赋形技术<sup>[1]</sup>两类。

### 1.1 联合处理 (Joint processing, JP)

CoMP 协作集合内每个传输节点间共享服务用户的业务数据。在联合传输下, 多个传输节点能够同时为一个用户进行服务, 干扰小区此时也能够给用户发送数据, 因此将干扰转化成了有用信号, 从而改善边缘用户的接收性能, 增加系统用户间的公平性。

根据协作集合内多个传输节点是否可以同时进行数据传输, 联合处理技术分为动态节点选择 (Dynamic point selection, DPS) 和联合传输 (Joint transmission, JT)<sup>[2]</sup>。动态节点选择中每次数据传输只能通过协作集合内一个传输节点完成, 联合传输中数据传输可以由多个传输节点同时进行。

### 1.2 协作调度/波束赋形技术 (Coordinated scheduling/beamforming, CS/BF)

协作调度是指在服务小区调度 CoMP UE 的 PRB 资源时, 协作小区在对应的时频资源上不发送业务, 以减小邻区边缘用户受到的同频干扰影响。

波束赋形是一种强大的信号预处理技术, 通过调整天线阵列中每个阵元的加权系数来产生具有指向性的波束, 以明显提高阵列增益。因此, 波束赋形技术

在改善边缘吞吐量、干扰抑制等方面具有强大的优势。

数据传输由服务小区所在的传输节点进行, 协作集合内的传输节点共享信道信息, 传输节点可以根据协作集合内其他节点的资源分配情况调整自身的资源分配策略。

CoMP 传输可以使多个传输节点为一个或一组用户同时服务, 从而提升系统吞吐量以及边缘用户性能, 但其效果受限于回程链路容量。波束赋形 (Beamforming, BF) 是多天线系统中重要的信号处理技术, 能够利用空间信道的衰落信息, 实现信号在一定空间方向上的增强或减弱, 从而提升信道质量, 抑制干扰。将 CoMP 技术与波束赋形技术结合起来, 在 CoMP 系统中采用波束赋形技术, 将信号集中在期望方向上传输, 进一步减少了用户间的信号干扰, 提高系统性能以及资源的利用率。

## 2 关键技术

### 2.1 协作集合确定

多点协作传输技术需要在协作集合内开展, 需要确定协作集合, 协作集合内的传输节点间共享信道信息、数据信息等。由于 CoMP 技术涉及协作集合内的多个传输节点间的协作, 很有必要明确协作集合包括哪些传输节点, 哪些传输节点进行合作, 哪些传输节点进行数据传输, 需要对这些传输节点进行划分。

目前, 3GPP 协议<sup>[3]</sup>中定义的协作集合有:

1. CoMP 协作集: 直接或间接参与数据传输的传输节点集合。

2. CoMP 传输集：直接向用户进行数据传输的传输节点集合。

3. CoMP 测量集：用于终端进行测量反馈的传输节点集合，与终端上报信道信息的传输节点相对应。

## 2.2 预编码

根据用户的信道质量确定协作传输节点的波束赋形向量，各协作传输节点向用户传输经过预编码的数据符号，使得用户收到完整的数据信息，并降低干扰。在多个协作传输节点同时向多个用户进行数据传输时，合适的预编码可以有效减小用户间的干扰，提高边缘用户的频谱利用率。

CoMP 的预编码技术<sup>[4]</sup>大致可以分为两类：

1. 联合预编码 (Joint precoding)：多个协作传输节点间相互协作生成用户的预编码矩阵，用于向用户进行数据传输。

2. 独立预编码 (independent precoding)：各协作传输节点独立生成用户的预编码矩阵，用于向用户进行数据传输。

## 2.3 测量反馈

在 CoMP 中的波束赋形系统中，很多算法均涉及对信道信息的获取，对信道进行测量和反馈是 CoMP 中的波束赋形技术的一个重要方面，主要涉及参考信号资源分配、测量配置、反馈机制。

CoMP 中的反馈机制<sup>[5]</sup>可以划分为以下三类：

1. 显式反馈：终端将获得的信道状态信息直接反馈给基站，终端不对信道状态信息做任何处理。终端根据基站的测量配置，通过测量 CoMP 传输节点中的 CSI-RS 获得对应的信道状态信息 CSI，并将 CSI 反馈给基站。

2. 隐式反馈：终端在估计信道状态信息之后，不

直接反馈基站而是通过一定的方式对信道信息进行处理，反馈处理过的信道信息，基站获得反馈的信道信息后，不能直接获得真实信道信息，只能利用其进行算法处理。

3. 信道互易性：基于上下行信道间的互易性关系，通过上行信道信息来获得下行信道信息，不需要终端反馈。

## 3 国内外专利分析

本节对 CoMP 波束赋形技术领域的全球专利申请进行了统计和分析，针对 2008 年至 2020 年间该领域的专利申请趋势进行研究，并分析该领域内重点地区的专利申请情况，从整体上了解该领域在全球的专利布局。接下来再结合全球专利申请人的排名以及国内申请人的类型，得出该领域在国内以及国外各地区的技术发展水平以及研究趋势，有利于清楚地了解该领域在专利申请方面的详细情况，从而优化专利审查中的检索策略。本节采用的专利文献统计数据主要来自 Incopat 网站的专利数据库。

### 3.1 全球专利申请趋势

为研究 CoMP 波束赋形技术领域在全球专利申请的现状，笔者在 Incopat 网站专利库中利用 CoMP、协作多点、波束赋形等关键词对该领域的全球申请进行检索与降噪，对筛选出的申请文件进行统计（统计日期截至 2021 年 3 月 3 日），获得 627 篇文献。针对 2008 年至 2020 年间的专利申请量进行统计，该领域专利申请随年份分布如图 1 所示。

由图 1 可以得知，从整体发展趋势看，该技术领域在 2008 年出现少量申请，这是因为 CoMP 技术的概念由爱立信在 2008 年首次提出。自 2009 年开始至 2012 年，该技术领域得到较多关注，其专利申请量呈现直

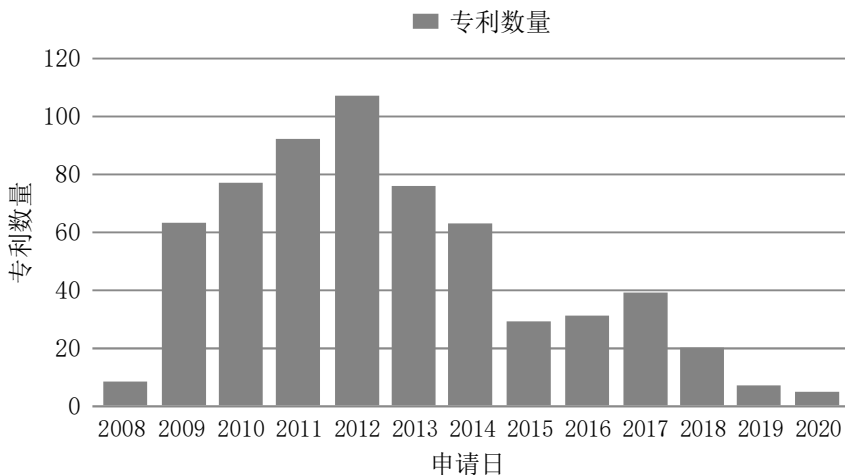


图 1 全球历年专利申请趋势

线上升趋势,在 2012 年达到了顶峰。2013 年至 2015 年,随着该技术领域逐渐成熟,专利趋于饱和,专利申请数量整体呈现下降趋势。2016 年至 2017 年,该领域专利申请数量又开始呈现小幅上涨,其原因可能为 5G 等新技术的诞生为 CoMP 波束赋形技术带来了新的挑战,从而使得专利申请数量上升。2017 年至 2020 年的申请量稍有下降,预估下降的原因是由于部分申请还未公开因而无法计入统计结果,据估计实际申请量应该依旧呈稳定发展的趋势。

### 3.2 重点国家专利申请趋势

为了解 CoMP 波束赋形技术在全球主要国家 / 地区的专利申请情况,在 Incopat 网站专利库中使用国家 / 地区对其进行统计,针对全球相关专利申请数量较多的重点地区中国、美国和韩国的专利申请趋势进行研究,结果如图 2 所示。

从图 2 中可以看出,对于 CoMP 波束赋形技术的专利申请,中、美、韩等国家的专利申请数量较多,对该技术的研究重视程度比较高,其中中国的专利申请量最多。造成这一现象的原因,一方面是由于中国占据着世界上最大的通信市场,中国申请人很重视该技术领域的研究,使得中国本土申请量巨大,在中国的专利布局较多;另一方面,美国以高通为首、韩国以三星为首的通信公司着力于相关领域的研发,从而推进了美韩相关专利申请数量的增长。

### 3.3 全球主要申请人

为了解 CoMP 波束赋形技术领域在全球的主要专利申请人的情况,在 Incopat 网站专利库中使用申请人对其进行统计,图 2 是该领域全球主要专利申请人的排名。

由图 2 可知,排在前几位的是高通 qualcomm、三星 samsung、中兴 ZTE、LG、诺基亚、爱立信、华为等,

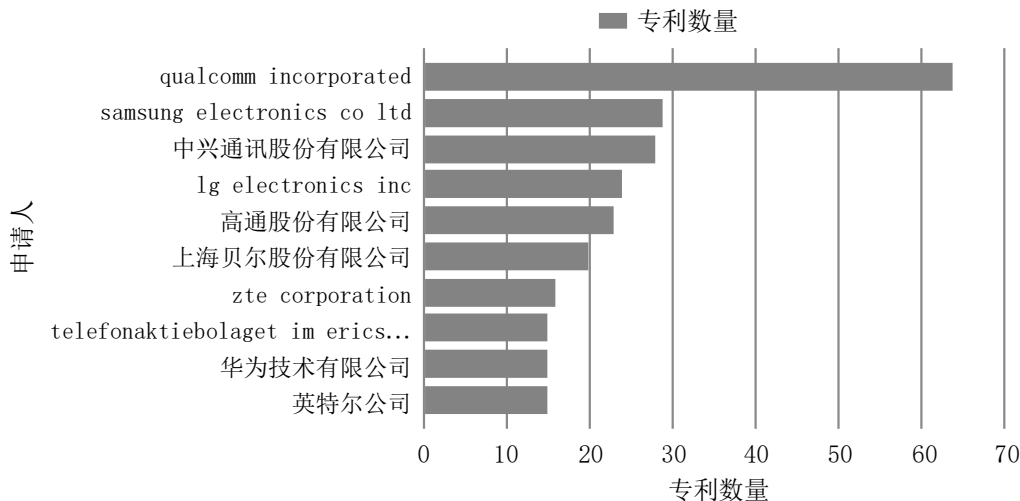


图 2 全球主要专利申请人

这些申请人囊括了全球各个国家通信领域的龙头企业。美国的高通公司以及韩国的三星公司在该领域的申请量相对较为领先,而中国新兴的后起之秀华为、中兴也在该领域技术上占据领先地位。该排名中申请人所属的国家分布也符合前文统计的关于专利申请数量较多的国家分布。

## 4 结束语

CoMP 波束赋形技术作为关键的通信技术之一,一直以来是全球范围内的研究热点,经过多年的发展,相关技术也日渐成熟。但是 5G 的技术的产生,为该技术下的通信场景带来了新的挑战,迫切需要针对这些场景进一步优化相关技术。针对 5G 中出现的场景如何进行相关技术改进,以及如何将 CoMP 波束赋形技术与

其他 5G 技术结合从而带来更好的通信效果,将成为未来亟须解决的问题。

### 参考文献:

- [1] 孟令同,旷靖华,江天明,等.5G 下行 CoMP 技术研究及测试验证 [J]. 移动通信,2021(02):33-37.
- [2] 范迪,蔡明辉.CoMP 技术介绍 [J]. 中国无线电,2018(07):32-34.
- [3] 贾雯,马亚飞.联合传输技术中关于协作集划分的研究 [J]. 广东通信技术,2013(08):70-75.
- [4] 孙增友,刘玲玉.一种改进的协作多点多用户预编码算法 [J]. 哈尔滨理工大学学报,2018(01):127-131.
- [5] 吴梅,黄帆,桑林,等.协作式多点传输在 LTE-Advanced 系统中的应用 [J]. 移动通信,2010(10):43-47.