

第十章 TD-LTE 的演进技术

TD-LTE-Advanced

10.1 IMT-Advanced

10.1.1 IMT-Advanced 背景介绍

随着第三代移动通信技术的发展与成熟，B3G 技术的研发工作被提上日程。2005 年 10 月 18 日结束的 ITU-R WP8F 第 17 次会议上，国际电信联盟（ITU）将 B3G 技术正式命名为 IMT-Advanced（International Mobile Telecommunications - Advanced），并于 2008 年 2 月向各国发出通函，征集 IMT-Advanced 技术提案。2008 年 6 月，WP5D 迪拜会议最终确定了 IMT-Advanced 技术的最小技术要求。它是衡量候选技术方案是否能够成为 IMT-Advanced 技术的关键指标：主要包括了小区频谱效率、峰值频谱效率、系统带宽、小区边缘频谱效率、时延、移动性和 VoIP 容量等多个指标。

2009 年 10 月，WP5D 收到了 6 项来自不同政府或者标准化组织提交的候选技术方案，并开始了后续评估和标准融合开发工作。2010 年 10 月，WP5D 第 9 次会议在中国重庆召开，最终确定 LTE-Advanced（包含 TD-LTE-Advanced）和 IEEE 802.16m 为新一代移动通信（4G）国际标准。国际电信联盟将于 2011 年底前完成 4G 国际标准建议书编制工作，2012 年初正式批准发布 4G 国际标准建议书。

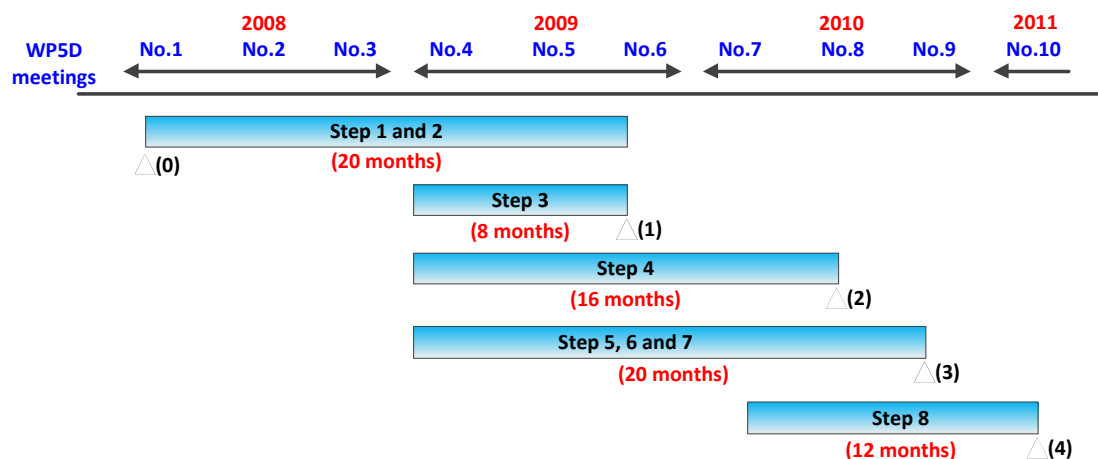


图 10-1 IMT-Advanced 标准化进程的阶段划分

如图 10-1 所示，从 2008 年 3 月算起，IMT-Advanced 标准化进程主要分为八个阶段：

（1）阶段 1 和 2：2008 年 3 月至 2009 年 10 月（20 个月），ITU 发出通函，各国、地区和组织准备 IMT-Advanced 标准提案；

（2）阶段 3：2009 年 3 月至 2009 年 10 月（8 个月），ITU 接收 IMT-Advanced 标准 技术提案；

（3）阶段 4：2009 年 3 月至 2010 年 6 月（16 个月），14 个独立评价工作组对候选技术提案进行严格评估；

(4) 阶段 5、6 和 7：2009 年 3 月至 2010 年 10 月（20 个月），对评估结果进行分析检查，开展“一致性构建”工作，即推动不同提案之间的融合，以控制最终通过的标准制式的数量；

(5) 阶段 8：2010 年 3 月至 2011 年 2 月（12 个月），根据前面阶段的成果，完成 IMT-Advanced 标准建议 IMT.GCS。

在此时间以后 IMT.GCS 方面的相关工作将视为 IMT.GCS 的更新，最终在 2011 年 10 月 ITU-R WP5D 会议通过 IMT.GCS，确定官方的 IMT-Advanced 技术。然后，ITU 将用 2~3 年的时间来完成标准完善和产品商用化过程，IMT-Advanced 将成为未来 5~15 年间主流移动通信系统和网络。

10.1.2 IMT-Advanced 技术方案

在 2009 年 10 月的 ITU-R WP5D 第 6 次会议上，ITU 收到来自中国、日本、韩国、3GPP 标准化组织和 IEEE 标准化组织提交的共 6 项 IMT-Advanced 候选技术方案。从技术上来说，6 个提交的候选技术可以归纳为两大主要技术，详情参见表 10-1。

表 10-1 IMT-Advanced 候选技术提交情况

		IEEE 技术	3GPP 技术
提交情况	IEEE	IEEE 802.16m	N.A.
	日本	IEEE 802.16m	LTE-Advanced
	韩国	IEEE 802.16m	N.A.
	3GPP	N.A.	LTE-Advanced
	中国	N.A.	LTE-Advanced
提交方式		1 个 RIT，2 个部分，FDD 和 TDD	1 个 SRIT，2 个 RIT，FDD 和 TDD
提交基础		IEEE 802.16e（WiMAX）	LTE

从表 10-1 可以看出，IMT-Advanced 技术提案可以分为两大阵容：3GPP LTE-Advanced 和 IEEE 802.16 m。前者主要由 3GPP、ARIB、ATIS、CCSA、ETSI、TTA、TTC 及其伙伴成员支持，包括了国际主要通信运营企业和制造企业；后者主要由 IEEE、ARIB、TTA、WiMAX 论坛及其伙伴成员支持，包括了 Intel 以及北美、日本、韩国、以色列等的主要通信运营企业和制造企业，但有很多组织和机构同时支持两个阵容。根据蜂窝移动通信标准的历史，两大阵容背后的政治、市场和经济推手，以及两个技术方案的特点和性能来看，未来 IMT-Advanced 的标准会是多方折衷的结果，将延续“家族”特色，IEEE 802.16m 和 3GPP LTE-Advanced 都将写入 IMT.GCS 中，同时推荐给各个国家/地区、用户、运营企业和制造企业选择。

在 2010 年 10 月，中国重庆召开的 WP5D 第 9 次会议将 ITU 收到的 6 个 4G 标准候选提案融合为 2 个——LTE-Advanced 和 WirelessMAN-Advanced（802.16m）。

10.1.3 IMT-Advanced 特性要求

2008 年 3 月，WP5D 发布了 IMT-ADV/1-E 文件，描述了其定义和关键特性。

IMT-Advanced 定义：IMT-Advanced 系统为具有超过 IMT-2000 能力的新能力的移动系统，该系统能够提供广泛的电信业务，特别是日益增加的基于分组传输的先进的移动业务。

IMT-Advanced 系统支持从低到高的移动性应用和很宽范围的数据速率，满足多种用户

环境下用户和业务的需求，还具有在广泛服务和平台下提供显著提升 QoS 的高质量多媒体应用能力，具有以下关键特性要求：

(1) 频谱效率

频谱效率是最重要的指标。数据业务的小区频谱效率为每小区每单位带宽的最大传输数据速率 (bit/s/Hz/cell)，具体要求如表 10-2 所示。

表 10-2 数据业务的小区频谱效率 (bit/s/Hz)

环境	下行链路	上行链路
室内	3	2.25
微蜂窝	2.6	1.8
城区	2.2	1.4
高速移动	1.1	0.7

(2) 带宽

- 支持目前和未来分配 IMT/IMT-Advanced 的各种频段；
- 支持对称和非对称的频谱分配；
- 弹性地支持不同的载波带宽，包括 1.25MHz、1.4MHz、2.5MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHz 和 40MHz 带宽；
- 鼓励支持 100MHz 带宽。

(3) 峰值速率

根据下行峰值频谱效率达到 15bit/s/Hz、上行峰值频谱效率达到 6.75bit/s/Hz 的要求，可以计算出峰值速率如下：

- 40MHz 带宽的下行峰值速率为 600Mbps，上行峰值速率为 270Mbps；
- 100MHz 带宽的下行峰值速率为 1500Mbps，上行峰值速率为 675Mbps。

一般认为，在热点覆盖和低速移动场景下峰值速率为 1Gbps，在高速移动和广域覆盖场景下为 100Mbps 即可。

(4) 网络延迟

- 呼叫建立延迟小于 100ms（在空闲模式）或者 50ms（在休眠状态）；
- 无线接入网内延迟小于 10ms；
- 同频切换延迟小于 27.5ms，异频切换延迟小于 40ms。

(5) 移动性

- 室内和步行：0~10km/h；
- 微蜂窝：10~30km/h；
- 城区（一般车载速度）：30~120km/h；
- 高速移动（高速车载速度）：120~350km/h。

当用户以上述环境的最大速度移动时，业务信道数据速率应达到表 10-3 的要求。

表 10-3 业务信道数据速率

环境	速率 (bit/s/Hz)	速度 (km/h)
室内	1.0	10
微蜂窝	0.75	30
城区	0.55	120
高速移动	0.25	350

10.2 TD-LTE-Advanced

10.2.1 TD-LTE-Advanced 与 IMT-Advanced 关系

2009 年 9 月，中国向 ITU 提交了 TD-LTE-Advanced 标准，并被采纳为 IMT-Advanced 候选技术之一。TD-LTE-Advanced 指的是 LTE-Advanced 技术的 TDD 分支系统，是 TD-LTE 在 IMT-Advanced 阶段的升级演进，并于 2010 年被正式确立为 4G 国际标准之一。LTE-Advanced 与 IMT-Advanced 的速率和频谱参数要求见表 10-4。

表 10-4 技术需求参数

类别	上/下行	R8 LTE	LTE-Advanced	IMT-Advanced
峰值数据速率	上行	75Mbps	500Mbps	1Gbps
	下行	300Mbps	1Gbps	
峰值频谱效率 (bps/Hz)	上行	3.75	15	6.75
	下行	15	30	15

10.2.2 TD-LTE-Advanced 技术需求

在 TD-LTE 系统的基础上，TD-LTE-Advanced 必须满足或是超过 IMT-Advanced 的最小需求，参见 10.1.3 节及表 10-4。同时 TD-LTE-Advanced 作为 TD-LTE 的升级技术，应满足以下需求：

- 支持各种网络部署；
- 提升 TD-LTE 的性能；
- 减少布网成本；
- 保证与 TD-LTE 系统的后向兼容性；
- 从 TD-LTE 平滑过渡到 TD-LTE-Advanced；
- TD-LTE 的终端可以接入到 TD-LTE-Advanced 的网络；
- TD-LTE-Advanced 的终端可以工作在 TD-LTE 的网络；
- TD-LTE-Advanced 系统增强相对于 TD-LTE 的网络和终端来说必须是透明的。

在 WRC-07 大会上定义了新频段用于 IMT，同时原先定义的 IMT-2000 频段改用于 IMT。新定义的频段如下：

- ①450~470MHz；
- ②UHF 频段（690~806/862MHz）；
- ③2.3~2.4GHz；
- ④C 频段（3.4~3.6GHz）

10.2.3 TD-LTE-Advanced 关键技术介绍

针对 ITU 关于 4G 方案的需求，在 2009 年 LTE 的 R8 版本标准冻结后，LTE-Advanced 标准化工作主要考虑从以下方面技术进行增强：

- 1、载波聚合技术
 - （1）技术原理

ITU IMT-Advanced 系统要求的最大带宽不小于 40MHz，考虑到现有的频谱分配方式和规划，无线频谱已经被 2G、3G 以及卫星等通信系统所大量占用，很难找到足以承载 IMT-Advanced 系统宽带的整段频带，也面临着如何有效地利用现有剩余离散频段的问题。同时 LTE 虽然支持最大 20MHz 的多种传输带宽，但为了支持更高的峰值速率，例如下行 1Gbps，传输带宽需要扩展到 100MHz。基于这样的现实情况，3GPP 在 LTE-Advanced 中开始使用载波聚合技术，用来解决系统对频带资源的需求，同时为了更好的兼容 LTE 现有标准、降低标准化工作的复杂度以及支持灵活的应用场景。

载波聚合 (Carrier Aggregation, CA)，即通过联合调度和使用多个成员载波 (Component Carrier, CC) 上的资源，使得 LTE-Advanced 系统可以支持最大 100MHz 的带宽，从而能够实现更高的系统峰值速率。如图 10-2 所示，将可配置的系统载波定义为成员载波，每个成员载波的带宽都不大于之前 LTE R8 系统所支持的上限 (20MHz)。为了满足峰值速率的要求，组合多个成员载波，允许配置带宽最高可高达 100MHz，实现上下行峰值目标速率分别为 500Mbps 和 1Gbps，与此同时为合法用户提供后向兼容。

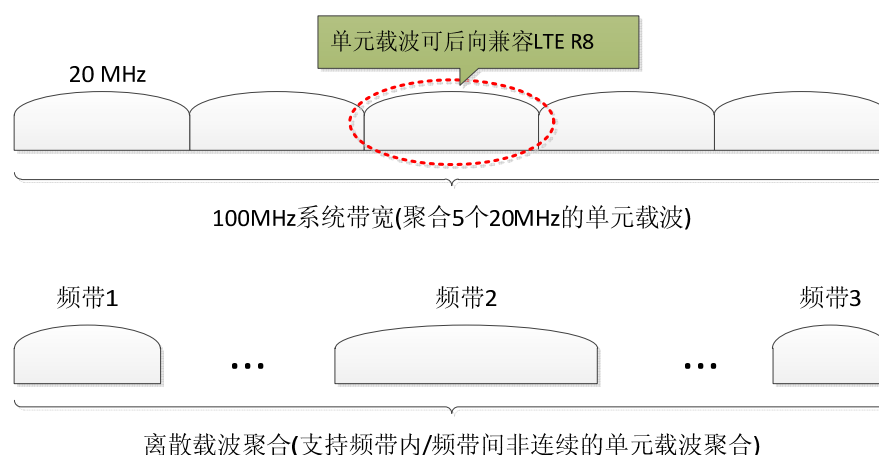


图 10-2 非连续的载波聚合

(2) 技术特点

- 成员载波的带宽不大于 LTE 系统所支持的上限 (20MHz)；
- 成员载波可以频率连续，也可以非连续，可提供灵活的带宽扩展方案；
- 支持最大 100MHz 带宽，系统/终端最大峰值速率可达 1Gbps；
- 提供跨载波调度增益，包括频率选择性增益和多服务队列联合调度增益；
- 提供跨载波干扰避免能力，频谱充裕时可以有效减少小区间干扰。

(3) 应用场景

载波聚合可以有效地支持处于异构网中不同类型的成员载波，使频谱资源的利用更加灵活。成员载波有三种不同的类型：

- 后向兼容载波：LTE R8 用户设备也可以接入这种载波类型，不需要考虑标准的版本。这种载波对所有现有的 LTE R8 技术特征都必须支持。
- 非后向兼容载波：只有 LTE-A 用户可以接入这种类型的载波。这种载波支持先进的技术特征，比如 LTE R8 用户不可用的少控制操作 (Control-less Operations) 或者锚定载波的概念 (锚定载波是具有特殊功能的成员载波，引导用户搜索 LTE-A 小区，并加快用户与 LTE-A 小区的同步)。
- 扩展载波：这种类型的载波用作其他载波的延伸。例如，当存在来自于宏蜂窝的高干扰时，用来为家庭 eNB 提供业务。

截至 2009 年 12 月，3GPP RAN1 和 RAN4 小组已经根据运营商的实际需求讨论确定了

针对 TD-LTE-Advanced 的 4 种高优先级的载波聚合研究场景，如表 10-5 所示，其中包含了单频段连续载波聚合、单频段非连续载波组合、多频段非连续载波聚合等 3 类主要的场景。由于 TDD 系统上下行同频时分传输的固有特性，在典型的 TDD 载波聚合部署场景中，上行和下行成员载波数目和带宽都是相同的。

表 10-5 TD-LTE-Advanced 载波聚合研究场景

序号	部署场景	总传输带宽	成员载波数目	部署频段
1	单频段连续载波聚合@Band 40 用于 TDD	100MHz	5×20MHz CC	Band 40(2.3GHz)
2	单频段连续载波聚合@3.5GHz 带宽用于 TDD	100MHz	5×20MHz CC	3.5GHz 带宽
3	单频段非连续载波聚合 @Band38 用于 TDD	80MHz	2×20+ 2×20MHz CC	Band 38(2.6GHz)
4	多频段非连续载波聚合 @Band39、34、40 用于 TDD	90MHz	2×20+10+ 2×20MHz CC	Band39(1.8GHz) Band34(2.1GHz) Band40(2.3GHz)

2、增强的上下行 MIMO

(1) 概述

在 TD-LTE-Advanced 系统中，MIMO 技术得到了进一步的增强：下行天线端口数从 4 个扩展到 8 个，最大支持 8 发 8 收的空间复用；上行从仅支持单端口发送扩展到支持最大 4 端口的空间复用。为了支持上下行更多层的传输，导频信号和反馈方案也进一步增强。通过 MIMO 技术的扩展增强，可以进一步提高 LTE-Advanced 系统的频谱效率。

(2) 下行增强 MIMO 技术

LTE R8 里面引入的 MIMO 多天线技术下行最大支持 4 根天线，在 LTE R8/R9 系统的多种下行多天线模式基础上，LTE-Advanced 将支持的下行最高多天线配置扩展到 8×8，下行单用户峰值速率将因此提高一倍。LTE-Advanced 下行多天线技术如图 10-3 所示。

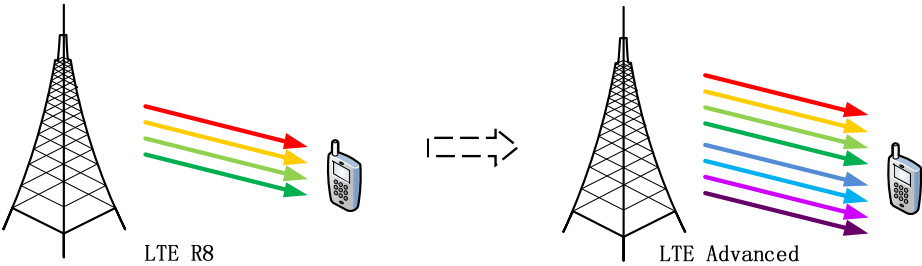


图 10-3 LTE/LTE-Advanced 下行 MIMO

LTE-Advanced 中下行增强 MIMO 技术，对导频的改进是较大的亮点，大大节省了导频的开销。LTE R8 除波束赋形传输模式采用专用导频（Dedicated Reference Signal，DRS）进行数据解调外，其他的传输模式均采用公用导频（Common Reference Signal，CRS）进行接收数据信息的解调，以及进行各种信息的（CQI/PMI/RI）反馈上报，支持四个天线端口的 CRS 设计。如果将此 CRS 导频符号扩展到八天线端口上，将带来开销的大幅度增加，影响数据速率的提升，LTE-A 中将导频分为终端专用的数据解调导频（DM RS）和反馈信道状态信息的导频（CSI RS）两种。其中数据导频需要设计到最多 8 个层，为了降低开销，采用码分复用（CDM）的方式进行复用，CSI-RS 只是用来反馈信道状态信息，相对 LTE R8，可以降低导频设计的密度。

下行增强 MIMO 除了将天线数量进行扩展外，还引入了很多的优化的机制，多用户空

分复用的增强也是 LTE Release10 标准化的重点。LTE R8 支持每用户单流的两个用户的 MIMO，由于码本对多用户 MIMO 并不是最优设计，以及下行控制信令设计的不足，使得性能受限，LTE-Advanced 中考虑增强的多用户 MIMO，每个终端层数以及共同调度的用户数目为：最大四个用户共同调度，2 个正交解调频端口支持每用户最大 2 个层，多用户 MIMO 支持总数最大是 4 层的发送。

(3) 上行增强 MIMO 技术

出于对终端复杂度和成本等方面的考虑，LTE Release8 上行仅支持用户单天线的发送。随着系统需求的提升，在 LTE-Advanced 中对上行多天线技术进行了增强，将扩展到支持 4×4 的配制，可以实现 4 倍的单用户峰值速率。LTE/LTE-Advanced 上行多天线技术如图 10-4 所示。

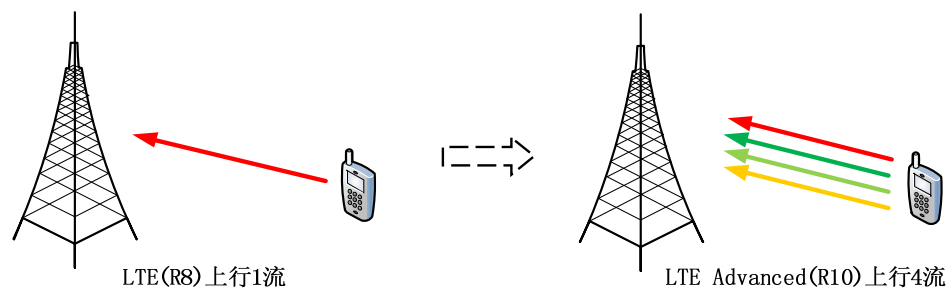


图 10-4 LTE/LTE-Advanced 上行 MIMO

相应的增强技术主要集中在如何利用终端的多个功率放大器、上行多流信号的导频设计、上行发射分集方案和上行空间复用的码本设计等方面。

在导频设计方面，LTE-Advanced 在原有的 LTE 中的上行解调导频基础上，引入正交扩频序列来支持上行多用户 MIMO 的不等长带宽配对，以提高上行吞吐量。同时为了增加多天线情况下探测导频的灵活性，在 LTE 已有周期导频的基础上，引入非周期探测导频。

为扩大上行覆盖，在部分上行控制信道格式中引入发射分集。上行空间复用的码本设计主要考虑到峰均比的影响，确保立方量度（Cubic Metric, CM）特性。

另外与 LTE 系统明显不同，LTE-Advanced 支持上行数据的非连续传输，以及数据和控制信令的同时发送，以提高灵活性和资源分配的有效性。

3、无线中继-Relay

(1) 技术原理

相较于以往的移动通信系统，LTE-Advanced 可能使用覆盖能力较差的高频载波以及支持高数据速率业务的需求，因此可能需要部署更多的站点。如果所有的基站与核心网之间的回程链路（Backhaul）仍然使用传统的有线连接方式，会对运营商带来较大的部署难度和部署成本，站点部署灵活性也受到较大的限制。因此 3GPP 在 LTE-Advanced 启动了中继技术的研究来解决上述问题，提供无线的回程链路解决方案。

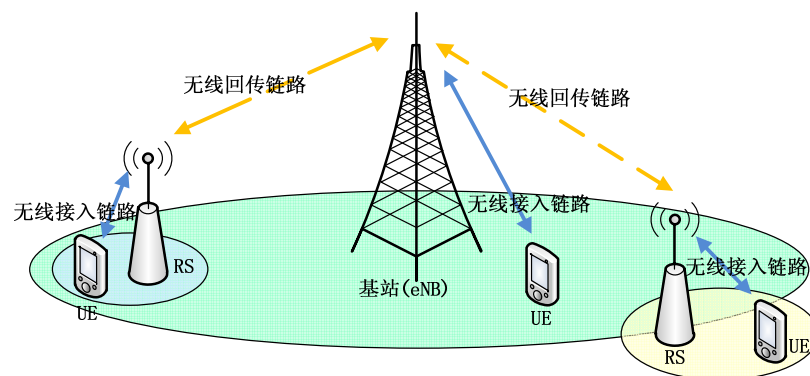


图 10-5 中继基站的引入

如图 10-5 所示，中继（Relay）指通信数据不是由基站直接与 UE 进行收发，中间增加了通过中继基站（Relay Station, RS）进行中转的过程：即基站不直接将信号发送给 UE，而是先发给一个中继站，然后再由 RS 将信号转发给 UE。

（2）技术特点

- 通过中继站，对基站信号进行接力传输，可扩展和改善网络覆盖，提高中高数据速率的应用范围；
- 可增加网络容量，提高小区吞吐量，尤其是边缘吞吐量，提升系统频谱效率；
- 相较于使用传统的直放站，可抑制网络干扰；
- 部署灵活，不需要光纤与机房；
- 相较于通过小区分裂技术增加基站密度的方法，运营和维护成本低。

（3）应用场景

从应用上看，中继的作用主要体现在扩展覆盖和提高传输速率两方面，其中尤其前者是很多运营商非常看重的，例如对于难以布线的网络盲点或是临时的大容量需求等情况，中继可以以无线的方式非常灵活的实现部署。中继主要的应用场景参见表 10-6 所示。

表 10-6 LTE-Advanced 中继的应用场景

常见应用场景	主要技术优势
密集城区	部署中继提高高速业务覆盖
乡村环境	通过中继扩展网络覆盖，降低对光纤或微波依赖
室内环境	克服穿透损耗，提升覆盖与容量，摆脱光纤制约
城市盲点	解决覆盖补盲，降低网络建设成本
高速铁路	高速率接入，避免终端频繁切换，降低资源开销

4、协作式多点传输-CoMP

（1）概述

对于蜂窝移动通信系统，小区边缘用户的性能因为信号衰落以及干扰等原因一直相对较差，从而小区边缘和中心区域具有较明显的性能差异。LTE 采用多天线技术可以提高小区中心的数据速率，却很难提高小区边缘的性能，从而进一步造成小区中心和边缘的性能差异。在小区边缘 SIR 较低时，很难支持多流传输。

同时，LTE 系统的下行和上行都采用基于 OFDM 的正交多址方式，因此对于 LTE 来说，小区间干扰成为主要的干扰。CDMA 系统利用软容量可实现同频组网，而 LTE 则很难直接实现同频组网。因此，如何减少小区间干扰，提高同频组网的性能，成为 LTE 以及 LTE-A 的一个主要问题。

基于上述因素，LTE Advanced 提出了协作式多点传输技术 CoMP（Coordinated Multiple Points Transmission/Reception）。通过基站间协作传输来达到减少小区间干扰、提高系统容量、改善小区边缘覆盖的目的。多点协作传输是指地理位置上分离的多个传输点，协同参与为一个终端的数据（PDSCH）传输或者联合接收一个终端发送的数据（PUSCH）。参与协作的多个传输点通常指不同小区的基站。CoMP 技术通过移动网络中多节点（基站、用户、中继节点等）协作传输，解决现有移动蜂窝单跳网络中的单小区单站点传输对系统频谱效率的限制，更好地克服小区间干扰，提高无线频谱传输效率，提高系统的平均和边缘吞吐量，进一步扩大小区的覆盖。

按传输方式的不同，CoMP 技术方案可以分为两类：联合处理技术和协同赋形技术。

① 对于联合处理技术，在下行传输方向上，为一个终端服务的每个小区都保存有向该终端发送的数据包，网络根据调度结果以及业务需求的不同，选择其中的所有小区、部分小区或者单个小区向该终端发送数据。

② 对于协同赋形技术，只有终端的服务小区向终端发送数据，参与协作的其他小区可以利用相同的无线资源块为不同终端服务。参与协同赋形的各小区发送信号时，需要根据对其他小区终端的干扰进行协调，尽可能地减少对其他小区终端的干扰。小区间通过协调发送信号波束的方向，有效地将干扰比较大的波束避开，达到降低相互间干扰的目的。

（3）协同波束赋形

如图 10-6 所示为协同波束赋形技术，终端 1 和终端 2 的服务小区分别是小区 1 和小区 2，两个终端会被分配到不同的时间/频率资源上以避免干扰。进一步的，对于调度到相同资源上的两个终端，在进行波束赋形加权向量计算时，需要能控制彼此的干扰。具体来讲，图中 1 小区在计算终端 1 的波束赋形加权向量时，如能在终端 2 的方向上形成零陷，则终端 2 受到的干扰会降低，也就是小区间的干扰会被抑制。

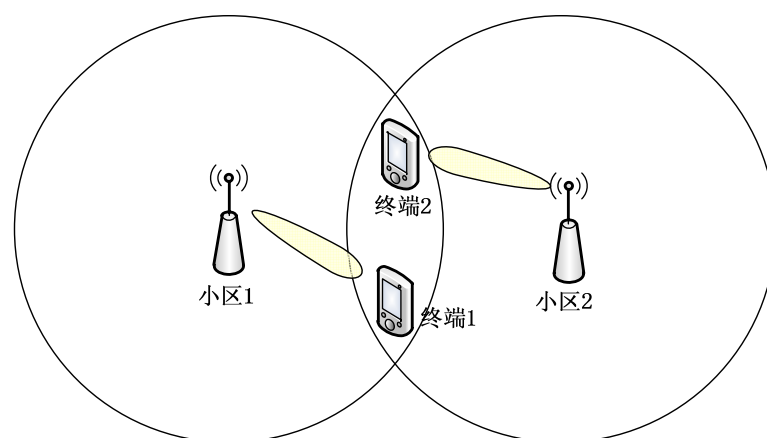


图 10-6 协同波束赋形技术示意图

为了支持协同波束赋形的功能，需要尽量满足以下条件：

① 一个小区的基站除了要获得驻留在该小区内的终端的信号信息外，还要获得相邻小区内终端的信道信息。如图 10-6 中所示的小区 1 需获得终端 2 的信道信息，而此功能在 LTE 系统中是无法实现的，因此，LTE-Advanced 系统需要对反馈功能做些必要的扩展以支持协同波束赋形技术：

一种扩展的方法是终端上报服务小区的信道信息以及对其产生强干扰的小区的信道信息，终端的服务小区再将这些信息通过小区间的连接通道传递给相邻小区。这种扩展方法会增加反馈量，加大上行信道的负荷。

另外一种扩展方法是对信道互易性的扩展，终端发送的上行信号（如 SRS 信号）能在多个小区都接收到，这些小区的基站根据上行信号估计出上行信道信息，再利用上下行互易性得到下行信道信息，用于抑制小区间干扰。

② 要求调度消息可以及时地在小区之间传递。如果参与协作的小区由同一个 eNode B 控制或者有光纤直连，传递的时延是可以忽略的，容量也不会受限。但是典型的工作场景是，协作的小区受不同的 eNode B 控制，且通过 X2 接口通信。X2 接口的时延和容量限制都会制约协同波束赋形技术的应用。在实际的 X2 接口时延和容量约束下，如何实现协同波束赋形仍是在进一步研究中的课题。

（3）联合处理技术

采用联合处理技术时可以有多个传输点同时向终端传输数据，如图 10-7 所示，与协同波束赋形技术明显不同。小区 1 和小区 2 同时向终端 1 发送数据。

联合处理的增益来自两个方面：

- 其一，参与协作的小区发送的信号都是有用信号，降低了终端受到的总干扰水平；
- 其二，参与协作的小区信号相互叠加，提高了终端接收到的信号的功率水平。

两者的综合作用提升了终端的接收信干噪比（SINR）。此外，不同小区的天线间一般距离比较大，远大于半波长，联合处理还有可能获得分集增益。

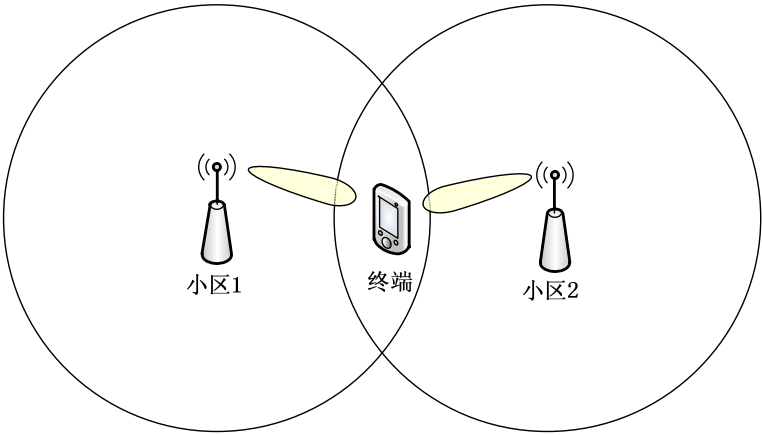


图 10-7 联合处理技术示意图

根据不同的分类方法，联合处理技术可分为相干传输与非相干传输，或者单用户和多用户等类别，详情请参见表 10-7。

表 10-7 联合处理技术分类

分类方法	类别	特点
不同小区发射的信号在终端的叠加方式	相干传输	不同小区的信号在终端处同相叠加，可获得信号功率增益、相干叠加带来的阵列处理增益和分集增益。
	非相干传输	不对各小区发出的信号进行预处理，无法保证信号的同相叠加，仅能获得信号功率增益
协作的小区在相同的资源上同时服务的用户数	单用户	对小区边缘吞吐量有增益，不利于小区平均吞吐量
	多用户	对小区平均吞吐量和小区边缘吞吐量都有较大增益

参考文献:

[1] 沈嘉，LTE-Advanced 关键技术演进趋势，移动通信，2008.8

[2] 谢显中，雷维嘉，IMT-Advanced 标准发展分析，信息通信技术，2010.01

[3] 焦慧颖，第四代移动通信关键技术研究，通信管理与技术，2011.06

[4] 卢敏，LTE-Advanced：下一代无线宽带技术，移动通信，2.11.03

[5] 3GPP TR 36.913 v. 8.0.1. Requirements for Further Advancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA)[S]. 2009.

[6] 3GPP TR 36.814 v. 1.5.2. Further Advancements for E-UTRA[S]. 2009.

[7] 唐海，LTE-Advanced 标准技术发展，通信技术与标准，2011.1

[8] 王映民，孙韶辉等，TD-LTE 技术原理与系统设计[M]，北京：人民邮电出版社，2010.6