

分组微波技术在 LTE 移动回传网中的应用

近两年来，LTE 网络在国内外已开始规模部署，LTE 移动回传网络成为各大运营商重点关注和建设的对象，众多标准化组织和技术论坛纷纷探讨 MBH (Mobile Backhaul) 的各种技术解决方案。目前 LTE MBH 的主流技术解决方案是 L2VPN+L3VPN，主要产品解决方案包括核心层 L3PTN+接入汇聚层 L2PTN 网络和核心汇聚层 IP/MPLS 路由器+接入层 L2 MPLS-TP 或以太网交换机（业内也称该方案为 IP RAN）两大类。分组微波技术作为主流解决方案的必要及有效补充，在 LTE 移动回传中扮演着重要角色，主要解决光纤部署困难地区的基站回传和热点地区快速覆盖等应用需求，目前分组微波设备已在欧洲、北美地区、非洲、拉美和南太平洋等地区应用在 LTE 移动回传网络中。本文分别从分组微波的技术优势、LTE 基站的末端接入承载、LTE 移动回传网络接入层的补环、LTE 业务的应急通信以及 E-Band 分组微波设备的展望等五个方面阐述分组微波技术在 LTE 移动回传网中的应用策略。

一、分组微波设备六大技术优势助力 LTE 移动回传

根据分组传送技术的差异，分组微波设备可划分为基于 PTN 的分组微波和基于以太网的分组微波两类设备形态。根据微波频段的不同，又可划分为常规频段设备和 E-Band 设备。

分组微波设备的技术特点和优势令其轻松应对 LTE 回传网络需求，具体体现在以下六个方面：

第一，先进的容量提升技术。常规频段（6G~42GHz）的分组微波设备可满足 LTE 建设初期的网络带宽需求，在 56MHz 中频带宽和 2048QAM 调制模式下设备支持的单频点最大系统容量可达 600Mbps。通过多种容量增强技术，如单频点带宽增倍的 XPIC（交叉极化干扰抵消，Cross-polarization interference cancellation）技术，多频点带宽倍增的 ODU 绑定技术，可提高业务封装效率的帧头压缩技术等，可大幅提升微波链路带宽；另外分组微波设备还可根据天气条件的恶化自适应降低调制模式，保证高优先级业务的传送；分组微波设备在 LTE 带宽需求适配方面有天然的灵活性。

第二，E-Band 微波设备的大带宽传送能力。随着 LTE 建设的开展，更大的带宽是对移动回传网提出的必然要求，新一代的 E-Band 微波设备天然具有传输大容量业务的能力。E-Band 工作在 71~76GHz 或 81~86GHz 频段，提供可达 10GHz 的可规划单频段频谱资源，其中频带宽可支持 250MHz 和 500MHz，目前调制模式最大可支持 64QAM。由于采用了更高的工作频段和更宽的中频带宽，E-Band 分组微波设备在 500M 中频带宽和 64QAM 调制模式下的系统单频点容量可达 2.5Gbps。相比常规频段分组微波设备，系统容量成倍提升。在应用场景上，E-Band 微波更适用于城区内的短距离（通常小于 3km）大带宽密集覆盖。

第三，丰富的电信级保护机制。在微波链路方面，可通过对每跳微波链路两端的中频单元和 ODU 进行热备份实现保护 HSB (Hot Standby) 保护功能；在接入链路方面支持 GE 接口的 LAG 保护，部分支持 STM-N 接口的设备还提供 MSP 保护功能；PTN 分组微波设备在网络侧保护方面和 PTN 设备一脉相承，完美匹配，支持 LSP 的线性保护，部分厂商支持环网保护；以太网分组微波设备在网络侧保护方面主要支持以太网环网保护；完善的保护机制为分组微波设备承载 LTE 回传业务保驾护航。

第四，多业务承载能力和丰富的 QoS 机制保证。分组微波设备可提供点到点的 EP-Line 和 EVP-Line、多点到多点的 EP-LAN 和 EVP-LAN 业务类型，PTN 分组微波设备和部分以太网分组微波设备还支持 TDM 业务。分组微波设备提供较完善的 QoS 机制：支持流分类和优先级映射、入口 CAR、8 级队列优先级调度 (SP 和 SP+WFQ)、拥塞控制策略等功能。

第五，强大的 OAM 功能和面向业务的运维管控功能。PTN 和以太网分组微波设备均支持以太网业务 OAM、以太网接入链路 OAM。PTN 分组微波设备还支持 LSP 和 PW 层的 MPLS-TP OAM，部分厂商支持 LSP 段层 OAM。为了提高分组微波设备的维护操作管理功能，部分厂商网管可提供端到端中射频参数设置与查询、端到端业务创建、微波链路衰落储备测试、伪随机码测试、空间扫频测试等网管功能。

第六，较完善的频率和时间同步技术。PTN 和以太网分组微波设备均可提供稳定可靠的频率同步功能。PTN 分组微波设备还支持高精度的时间同步功能，满足 TD-LTE 基站移动回传需求。

二、分组微波设备实现无光纤接入资源区域的 LTE 基站的末端接入

在无法实现光纤接入的区域部署基站是分组微波设备在 LTE 移动回传中的主要应用场景。LTE 网络为了提高覆盖，宏站和小站协同组网，宏站负责网络覆盖，小站负责覆盖补盲和数据热点吸收等，分组微波可以灵活适应 LTE 回传承载时宏站和小站协同组网下的不同应用需求。

首先，分体式分组微波应用于 LTE 宏基站的末端接入，提供多方向业务汇聚能力

LTE 宏基站通常安置在固定站址的机房，多采用 IDU 和 ODU 分离的分体式分组微波设备承载接入，以提供多业务接入和汇聚能力。如果 LTE 基站通过城域 PTN 接入层上联到 EPC (Evolved Packet Core, 演进的分组核心网)，则建议采用同厂家的基于 PTN 的分组微波设备实现基站末端接入，并通过 NNI 接口互联，实现分组微波设备和 PTN 网络的端到端统一维护管理。如果 LTE 基站通过其他方式上联到 EPC，微波设备的选取可根据实际需求灵活配置。

其次，全室外分组微波在 LTE 小基站的末端接入上大显身手

LTE 小基站的数量众多，分布更密集，且其多分布在一些人口密度较大的繁华街道、楼宇、广场等区域，站点部署环境复杂，通常不能提供固定的站址或机房，常需要安装在墙壁、灯杆等上面，对于没有光纤接入资源的地方，全室外的分组微波设备有了用武之地。与分体式分组微波设备相比，全室外微波设备提供的接口少，功能较简单，但其轻便安装、易维护、低功耗、即插即用和低成本的特点很好地适应了小站接入模式。

小站的回传应用模式主要包括小站和宏站（支持 hub）之间传送、小站和小站汇聚网关之间传送、小站网关和回传网络的汇聚节点之间传送。

最后，E-Band 分组微波将在高密度、大带宽和短距离末端接入上凸显价值

随着 LTE 网络的大规模铺设，在国内的 4G 牌照发放之后，LTE 业务的发展将步入快速发展的轨道，LTE 基站接入业务的带宽会很快耗尽常规频段的微波链路资源，在国内开放 E-Band 频段之后，E-Band 分组微波设备的大带宽传送能力的优势将得以尽兴发挥，在光纤接入资源匮乏的区域继续凸显分组微波设备最后一跳的价值。

三、分组微波设备实现 LTE 移动回传网络接入层补环，提高网络健壮性

鉴于微波传输性能受天气影响较大，LTE 移动回传网络的物理链路在当前及可预见的未来仍然以光纤为主，但现有光纤资源因业务开展逐渐消耗殆尽，部分区域可能无光纤资源可用，尤其是在人口密度较大的中心城市，铺设新光纤资源难度大、周期长，造成该区域接入层网络链型较多，成环率较低，在可靠性上存在隐患，分组微波设备因灵活部署可作为接入层补环的有效手段，提高网络健壮性，如图 1 所示。

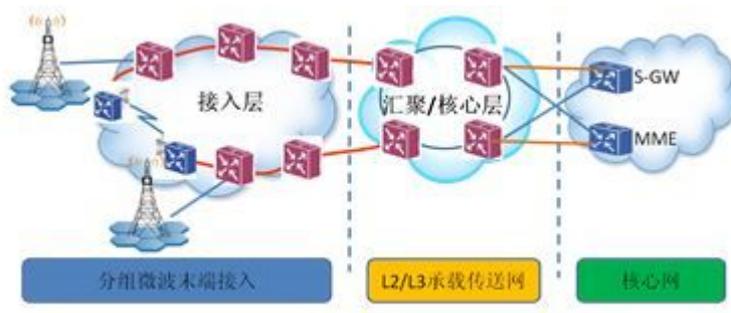


图 1 LTE 回传网络接入层分组微波设备补环应用

采用分组微波设备进行接入层补环时，如果接入层采用 PTN 设备，建议优先考虑和接入层设备同厂商的 PTN 分组微波设备，它的优点显而易见：可以进行端到端的维护管理，不存在管理盲区；PTN 分组微波的 OAM 功能比较完善，易于实现网络性能监测和故障定位排查；PTN 分组微波的保护功能丰富且完善，除了微波链路的热备份保护（HSB）外，还可配置 LSP 线性保护和环网保护，完美匹配

接入层 PTN 设备，保证 LTE 业务可靠传送；PTN 分组微波设备可提供 IEEE 1588V2 功能，适用于 TD-LTE 业务的传送。

接入层网络采用 PTN 设备承载时，也可基于实际情况考虑采用以太网分组微波来补环，此时 PTN 网络把以太网分组微波设备提供的微波链路当作透明通道，进行端到端业务配置、OAM 监控和保护配置，但存在着监控盲区，需增配以太网分组设备网管进行维护管理，增加了维护量和复杂度，且需考虑以太网微波设备和 PTN 设备的 QoS 映射配置；由于以太网微波与 PTN 设备采用 NNI 接口互连，无法配置 LAG 保护，存在保护盲区，若采用 UNI 接口对接可实现 LAG 保护，但会影响到 PTN 设备接入的业务不能进行端到端配置管理；另外当前以太网分组微波设备对 IEEE 1588V2 时间同步功能支持情况欠佳，难以满足 TD-LTE 基站回传的应用需求。

如果接入层为 IP RAN 等其它类型设备，可基于实际情况选择适当的分组微波设备。

四、分组微波的快速接入是 LTE 业务应急通信不可或缺的手段

分组微波设备应用于 LTE 业务应急通信时，包含但不限于以下两种情况：

第一，用于临时的热点覆盖

对于某些临时的大型体育活动和文艺演出，因人员密度很高，原来配置的 LTE 基站带宽不能满足业务的接入需要，需要增设基站，但可能的情况是光纤或其他有线接入资源匮乏，此时分组微波设备快速部署、灵活配置的特点得以充分发挥，对于可灵活选址的全室外微波尤其如此。

第二，用于救灾

当自然灾害如地震，洪水或人为灾难如战争来临时，通信畅通是救灾的最基本保障；在灾难发生现场，原有的基站、光纤链路可能被摧毁，导致通信中断，在通信抢通实施中，分组微波设备的灵活安装，快速实施的特点可成为应急通信的有效传输手段。

五、E-Band 分组微波设备的应用发展需各方共同推进

随着 LTE 网络的规模部署，大带宽业务的逐渐加载，支持更大带宽、丰富的 QoS 功能、完善的保护机制、高精度的时间同步功能以及支持端到端配置及维护的 E-Band 分组微波设备成为业内的重点发展方向，目前已经完成了 E-Band 的国际标准化，且新一代 E-Band 设备在国际市场上如欧美一些国家已开始规模应用；国内常规频段分组微波设备的标准化工作已基本完成，且设备已开始应用于 LTE 回传网络中；在 E-Band 频段标准化方面，CCSA 已开展了包括频率分配、信道划分、设备技术要求和测试方法等技术研究，由于国内尚未开放 E-Band 频

段，暂无法转化为 E-Band 标准，E-Band 分组微波设备产业链的健康快速发展仍然需要国家管理部门、标准化组织、运营商和设备制造商的共同推进。