

一种低成本无线非视距传输解决方案探索与实践

杜超 刘昱庭 谢展鹏 谢华

中国移动通信集团湖南有限公司无线中心, 湖南长沙, 410125;

摘要: 无线通信网是国民经济高质量发展的“数字底座”和“关键生产要素”, 基站传输作为通信网络的关键支撑环节, 通常采取的回传方式是光纤和微波, 其中: 光纤回传需要拉远光纤, 拉远距离受限, 很多情形是采用明线布线容易坏损, 部分场景需要破路施工, 实施难度极大; 微波回传使用授权频段无线传输, 造价和部署难度较高, 受遮挡物影响较大, 且通常是视距传输。基于以上面临的问题, 湖南移动探索应用经济适用且易于便捷部署的无线非视距回传方案, 支持 4G 站和 5G 站回传, 为通信网络建设提供了高性价比的解决方案, 具有广泛的推广应用前景。

关键词: 无线非视距回传 CPE; 基站; 传输方案

DOI: 10.69979/3029-2735.26.03.082

1 引言

1.1 研究背景

在“新基建”战略推动下, 5G 网络建设进入规模化发展阶段, 基站覆盖范围持续扩大, 从城市核心区域向偏远农村、湖区岛屿、施工现场等复杂场景延伸。传输作为连接基站与核心传输网的关键环节, 其传输质量直接影响网络服务能力。传统回传方式中, 光纤传输虽具有带宽大、稳定性强等优势, 但存在部署周期长、破路施工难度大、成本高的问题, 尤其在偏远地区、水域周边等场景中实施难度极高。

无线非视距回传技术通过特定频段与天线设计, 突破了视距传输限制, 无需复杂布线即可实现基站与传输网的高效连接, 通过无线非视距回传 CPE 设备, 采用 5G 频段传输, 具备抗干扰性强、部署便捷、成本低廉等特点, 为解决复杂场景回传难题提供了创新思路。本文基于该方案的技术特性与实际应用案例, 开展深入研究, 为同类场景的通信建设提供参考。

1.2 研究意义

理论意义: 本文系统梳理无线非视距回传 CPE 的技术原理与性能指标, 构建了“技术特性-场景适配-性

能验证”的研究框架, 丰富了无线回传技术的研究体系, 为相关技术的优化升级提供理论支撑。

实践意义: 通过分析两大典型试点案例的部署过程与应用效果, 验证无线非视距回传 CPE 在临时性施工、湖区岛屿、偏远农村等场景的适用性, 为通信运营商在复杂场景下的网络建设提供了可复制、可推广的实践方案, 有助于降低建设成本、提升部署效率、优化用户体验。

2 无线非视距回传技术探索

2.1 非视距回传技术原理

无线非视距回传是指在基站与 PTN/SPN 等核心传输设备之间, 通过部署专用 CPE (客户前置设备), 利用特定无线频段实现数据信号的非视距传输。该技术的核心优势在于突破了传统微波传输对直线视距的依赖, 通过优化 CPE 天线的波瓣设计, 使信号能够绕射、散射传播, 即使存在建筑物、地形等障碍物, 也能实现稳定通信。设计方案采用 5.1GHz~5.85GHz 频段, 该频段具有传播特性好、干扰源少的优势, 能够有效保障传输质量。同时可支持多信道可选与多频段自动跳频技术, 可根据环境变化动态调整传输信道, 大幅提升抗干扰能力, 确保在复杂电磁环境下的稳定传输。



2.2 非视距回传核心特性

(1) 非视距传输能力: CPE 天线采用特殊波瓣设计, 无需视距即可实现通信, 不受地形、建筑物等障碍物影响, 适配复杂地理环境。

(2) 抗干扰性强: 采用 5GHz 频段传输, 多信道可选且支持自动跳频技术, 能够有效规避电磁干扰, 保障传输稳定性。

(3) 部署便捷高效: 设备体积小、重量轻, 配备灵动安装支架, 1-2 小时即可完成安装调试, 远快于光纤铺设与微波设备部署周期。

(4) 成本优势显著: 整套设备造价低于 2 万元, 远低于微波传输设备 (低容量 10 万+, 高容量 20 万+)

与光纤铺设成本 (农村地区 1-1.5 万 /km), 大幅降低建设投入。

(5) 无需授权频段: 无需向无线电管理部门申请授权, 避免了频段备案的繁琐流程, 缩短项目落地周期。

(6) 稳定性高: 采用工业级设计, 防护等级达 IP65, 适应高低温、潮湿等恶劣环境, 经实际应用验证, 可实现长期稳定运行。

2.3 差异化适用场景分析

无线非视距回传 CPE 的技术特性与核心优势, 该方案适用于多种复杂场景, 能够有效解决传统回传方式的痛点问题, 可适用场景包括但不限于临时性施工场景、应急通信保障场景、湖区岛屿及水域周边等场景。



3 无线非视距回传方案实践

为验证无线非视距回传 CPE 方案的实际应用效果, 本文选取某市机场建设指挥部驻地站、某市湖区岛屿站点两大典型试点案例, 从部署背景、实施过程、性能测试等方面进行详细分析。

3.1 某市机场建设指挥部驻地

该机场作为区域内重要的航空枢纽, 近年来启动航站楼扩建工程, 总建筑面积约 50 万 m^2 , 施工现场工人超过 2000 人。由于施工导致原有传输线路中断, 机场指挥部驻地站长期处于断站状态, 周边宏站无法正常服务, 所在的通信运营商收到多起用户投诉, 通信需求迫切。为解决该问题, 采用无线非视距回传 CPE 方案, 搭建临时回传链路, 恢复基站通信服务。

(1) 相关性能测试结果:

传输速率测试: 发送端与接收端信号强度为 -67dBm, 接收和发送速率稳定在 600Mbps 左右, 传输速率与时延均满足使用需求, 后台传输光口速率正常,

传输断站告警消除。

4/5G 信号与速率测试: 4G 小区近点测试信号强度大于 -60dBm, 5G 小区大于 -70dBm, 信号发射正常。通过不同手机测试 APP 验证, 4G 下载速率 50Mbps, 上传速率 6Mbps; 5G 下载速率达 189Mbps, 上传速率 110Mbps。网络时延正常, 丢包率为 0%, 上网与通话感知良好, 完全满足施工现场的通信需求, 现场工人反馈满意。

3.2 某市湖区岛屿站点场景

某市位于洞庭湖湖区, 境内洲岛众多, 呈“三分坑田三分洲, 三分水面一分丘”的地貌特征。该站点为孤岛基站, 原采用跨河光缆传输, 但每到汛期, 跨河光缆常被来往船只冲断, 导致基站长期断站, 严重影响岛上及周边用户的正常通信。为彻底解决该问题, 所在的通信运营商采用无线非视距回传 CPE 方案, 替代原有光缆传输链路。

(1) 相关性能测试结果:

传输速率测试：发送端与接收端信号强度为-60dBm（强信号），接收和发送速率稳定在866Mbps，传输速率与时延满足使用需求，5G 700M 站点传输断站告警消除，后台传输光口速率正常。

5G 信号与速率测试：开通后区域内信号大幅提升，路测平均信号强度由-110.5dBm 提升至-84.5dBm，平均信号质量由-4.88dB 提升至 16.88dB；平均下载速率由 11.78Mbps 提升至 101.63Mbps，峰值速率由 51.46Mbps 提升至 174.09Mbps。通过移动和家亲 APP 定点测试，下载速率达 139Mbps，上传速率 78.2Mbps，网络延时 42ms，抖动 0ms，丢包率 0%，传输质量优异。

3.3 实践应用案例总结

两大试点案例分别对应临时性施工与湖区岛屿两类典型场景，均面临传统回传方式难以解决的痛点问题。无线非视距回传 CPE 方案通过科学的站点选取、规范的设备部署，实现了稳定高效的传输服务，在传输速率、信号质量、运行稳定性等方面表现优异，彻底解决了站点前期断站问题，满足了用户的通信需求。试点结果验证了该方案在复杂场景下的适用性与可靠性，为同类场景的通信建设提供了成功范例。

4 结论与展望

4.1 研究结论

无线非视距回传 CPE 方案采用 5G 频段传输，通过优化天线设计与跳频技术，突破了视距传输限制，具备抗干扰性强、部署便捷、成本低廉、稳定性高等核心优势，能够有效解决传统光纤与微波回传方式的痛点问题。方案适配临时性施工、湖区岛屿、偏远农村、城区微站补盲、应急通信保障等多种复杂场景，在不同场景下均能实现高效稳定的传输，低容量版本传输速率可达 600Mbps-866Mbps，满足 4G/5G 基站的回传需求。

试点案例验证表明，采用无线非视距回传 CPE 在

传输速率、信号质量、运行稳定性等方面表现优异，能够快速恢复断站基站通信服务，提升用户通信体验，同时大幅降低建设成本与部署周期，具有显著的经济价值与社会价值。

4.2 展望

随着 5G 网络向 6G 演进，通信技术将朝着更高带宽、更低时延、更广覆盖的方向发展，无线非视距回传技术作为重要的支撑技术，具有广阔的发展前景。未来可从以下方面进行优化升级：

技术性能提升：进一步优化天线设计与频段配置，提升传输距离与带宽，满足更高速率的回传需求；融入 AI 技术，实现信道自适应调整与设备智能运维，提升系统智能化水平。

场景拓展应用：结合物联网、工业互联网等新兴领域的通信需求，拓展在智能安防、远程监控、智慧农业等场景的应用，丰富应用场景生态。

绿色节能优化：持续优化设备功耗设计，采用更高效的供电方案与节能技术，降低设备运行能耗，助力“双碳”目标实现。

无线非视距回传方案作为通信回传技术的创新成果，为复杂场景的通信建设提供了全新思路。随着技术的不断优化与应用场景的持续拓展，该方案将在通信网络建设中发挥更大作用，为数字经济发展提供坚实的通信保障。

参考文献

- [1] 刘洪博. 基于太阳能光伏系统的无线通信技术优化与集成设计. 家电维修, 2024 (12): 65-66.
- [2] 袁德章. 无线通信网络中的安全加密与隐私保护策略研究. 中国新通信, 2025 (5): 56-58.
- [3] 肖楠. 短距离无线通信技术及其融合发展. 中国宽带, 2025 (1): 87-89.