



专题:4G&5G

无线中继技术在 TD-LTE 网络中的应用分析

董江波,刘 玮,韩云波,孙 浩,陈燕雷,李 楠

(中国移动通信集团设计院有限公司 北京 100080)

摘 要:无线中继(relay)能够解决由于传输无法铺设、宏基站站址物业难以协调、高楼遮挡等导致的覆盖存在盲区的问题。应用实际外场测试与网络仿真两种手段,综合评估室外覆盖、室内盲区场景下中继的覆盖性能。通过分析中继与楼宇之间的距离、中继部署位置高度与室内深度覆盖效果之间的关系,给出中继用于解决深度覆盖盲区时的部署建议。

关键词:中继;深度覆盖;网络仿真

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015121

Research on Wireless Relay Application in TD-LTE Network

Dong Jiangbo, Liu Wei, Han Yunbo, Sun Hao, Chen Yanlei, Li Nan

(China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China)

Abstract: Wireless relay can solve the problems of covering blind spots, which was caused by lack of cable transmission, difficult at station site property coordination of macro base station, high-rise block. By two means of actual field test and network simulation, the coverage performance of relay was assessed comprehensively at outdoor coverage and indoor blind spots. By analyzing the distance between relay and buildings, the relationship between relay deployed position height and the interior depth coverage, relay deployment recommendations were given for solving depth coverage gaps.

Key words: relay, deep coverage, network simulation

1 引言

在 TD-LTE 网络的实际建设过程中,部分场景,例如,建筑物遮挡造成的覆盖空洞、楼宇墙体损耗形成的室内覆盖弱场、隧道、涵洞以及立交桥阴影区等特殊补盲场景,会因为没有“有线传输”条件或者建设“有线传输”成本太高而无法采用普通基站的建设方案。同时又由于站址条件限制或者补盲面积较少等因素,希望能采用比宏基站更小、更轻、更易安装的微基站进行建设。在这些场景条件下,利

用“无线回传”(即无线传输)的无线中继微基站,成为比较可行的解决方案。

由于中继与施主基站共享基带资源,回传链路和接入链路相匹配,同时中继的功率较小,面对需要补盲场景,如何进行合理部署才能有效地解决盲区的覆盖性能;针对业务模型,如何合理规划回传链路与接入链路的资源,这些都是在实际工程建设中值得探讨的重要问题。本文将重点针对利用中继解决室内深度覆盖的场景,探讨中继的覆盖能力、部署建议等问题。

收稿日期:2015-05-08;修回日期:2015-05-14

论文引用格式:董江波,刘玮,韩云波等.无线中继技术在 TD-LTE 网络中的应用分析.电信科学,2015121

Dong J B, Liu W, Han Y B, et al. Research on wireless relay application in TD-LTE network. Telecommunications Science, 2015121



首先通过对中继技术特点的分析,结合实际现网环境对中继可能的应用场景进行总结归纳分析。然后结合实际测试与理论分析,对中继的覆盖能力进行研究。最后针对室内深度覆盖场景,应用网络仿真与实际测试相结合的手段,对中继应用的建议进行综合分析。

2 中继技术特点

为了应对各种复杂的无线传播环境,解决实际网络部署的覆盖问题,3GPP在LTE-Advanced(以下简称LTE-A) R10版本协议中对中继进行了标准化。在宏基站和用户终端(UE)之间加入一个中继节点,宏基站和终端之间的直传链路被分为两段:宏基站与中继之间的无线链路称为回传链路(Un接口,回传链路上中继节点对应的功能模块简称回传模块),中继与终端之间的无线链路称为接入链路(Uu接口,接入链路上中继节点对应r功能模块简称接入模块),如图1所示。通过对中继节点进行合理的部署,拆分后的两段链路都具有比直传链路更短的传播距离,同时通过合理设置也能使得传播路线中的遮挡物进一步减少,因此拆分后的两段链路具有比直传链路更好的无线传播条件。

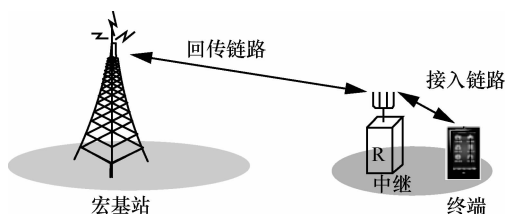


图1 中继系统示意图

中继分为带内中继(inband relay)和带外中继(outband relay)两种。带内中继的特点是回传链路和接入链路在相同频带内通过时分复用的方式传输;带外中继的特点是回传链路和接入链路在不同的频带内传输。由于回传链路和接入链路占用不同的时隙资源或频带资源,因此对收发天线的隔离度要求较低。

中继的部署场景有些类似于无线直放站(L1 relay),然而两者的主要区别是中继可以对射频信号进行基带解调译码并重新编码调制后转发,带来的网络底噪抬升很小。正是由于LTE-A中继采用L3中继方案,从而避免了直放站带来的底噪抬升、收发隔离度要求高、同步困难等问题。3GPP在研究阶段提出了Type1(带内)、Type1a(带外)两种类型的中继,目前协议中的中继均是围绕Type1进行的标准化,并且TD-LTE Type1中继具有独立的cell ID。

由上述中继基本原理不难得出,中继具有如下技术特点:提供无线回传能力,在一些光纤无法到达或者有线回传建设比较困难的场景(例如,无无线回传的城区微覆盖场景、无室分部署的室内办公环境、光纤无法到户的居民楼、偏远郊区或农村等),通过引入具有无线回传功能的中继可有效扩展覆盖、改善宏小区的弱覆盖、部署灵活方便;在LTE-A R10阶段,中继主要用于解决覆盖增强而非容量提升,通过引入中继可消除高大建筑群所产生的阴影覆盖区域或者部分室内深度覆盖场景,可作为补充宏基站覆盖的有效手段之一。

本文将主要通过实际外场测试与网络仿真的方式对中继解决室内深度覆盖场景的部署建议进行研究。

3 中继应用

由于中继的覆盖能力与接入端发射功率、传播环境等密切相关。为了更好地研究中继的部署建议,本文采用实际外场测试与网络仿真两种手段进行综合分析。

3.1 外场测试数据

外场环境的测试区域位于某大型城市典型的居民区场景内,基本上都是6~8层的居民楼建筑。其中,中继建在8层楼顶的小塔楼上,大概30 m高;中继的宿主宏基站(donor eNB, DeNB)挂高大约50 m。中继和DeNB的直线距离为405 m左右,二者之间存在视距,中继与目标覆盖区的直线距离约为40 m。在建中继前,多处居民楼内均为覆盖盲区或者弱区;在建中继后,测试数据统计显示居民楼内RSRP与RS-SINR均有明显提升,如图2所示。

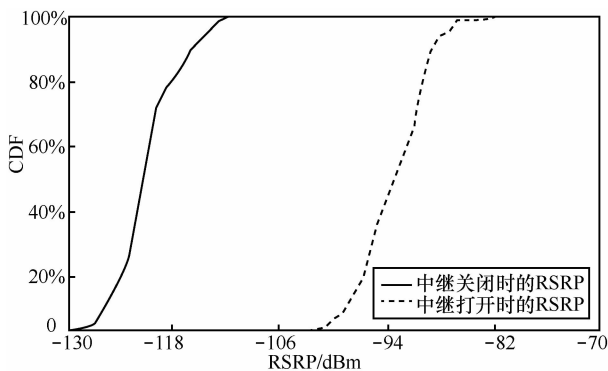


图2 中继部署前后室内RSRP分布对比

具体测试场景参数见表1。

由图2可以看出,部署中继后,室内覆盖能力大大提升,按照CDF 50%中值计算,其RSRP大约提升28 dBm。

表 1 测试配置参数

参数	配置方式
测试环境	密集或典型城区环境
频率	D 频段 2.6 GHz, 2 595~2 615 MHz, 中心频点 2 605 MHz
系统带宽	20 MHz
帧结构	上下行配置 2 (子帧配置: DSUDDDSUDD), 常规长度 CP 特殊子帧配置 7 (DwPTS:GP:UpPTS=10:2:2)
中继类型	TD-LTE Type1 带内中继, 具有独立的 cell ID
中继回传链路子帧配置	7(AD S MU AD MD AD S AU MD AD), A 表示接入链路, M 表示回传链路
DeNB 发射功率	总功率 8 天线 8x5 W
中继接入天线发射功率	总功率 2 天线 2x5 W
中继回传天线发射功率	总功率 2 天线 2x500 mW

3.2 网络仿真数据

搭建真实外场环境进行研究验证, 往往受限于人工、时间、费用等因素。为此, 对于中继部署方案的具体研究, 将采用无线网络规划仿真工具 APC 构建不同的部署方案进行仿真研究。为了更加精确地对中继的覆盖性能进行研究, 本次仿真研究采用三维射线跟踪模型进行覆盖预测。具体的仿真参数设置尽量与外场测试参数保持一致, 具体见表 2。

表 2 仿真参数配置

参数	配置方式
频率	D 频段, 2.6 GHz
传播模型	校正后的射线跟踪模型
天线模式	TM3/8 自适应
额定发射功率	宏基站: 46 dBm 中继回传链路: 30 dBm 中继接入链路: 40 dBm
小区负荷	50%

同样选取某一大型城市密集城区居民楼场景进行仿真分析, 传播模型采用应用路测数据校正后的与无线环境相匹配的模型。在部署中继之前, 目标居民楼场景内覆盖较弱, 大于-110 dBm 的比例仅为 15.6%, 如图 3 所示。此居民楼规模大约为 0.022 km² (140 m×140 m), 为 3 排居民楼。在这种场景下, 将从中继与居民楼的距离、中继天线挂高两个维度对应用方案进行研究。

首先, 在固定中继挂高 40 m 条件下, 变化中继与覆盖盲区中心的相对位置进行仿真, 中继部署位置如图 4 所示, 对比居民楼室内 RSRP 与 RS-SINR 的覆盖 RSRP 指标变化, 具体仿真结果见表 3。

由表 3 可以看出, 中继的部署位置直接影响居民楼内的覆盖效果。当中继部署在居民楼盲区中心位置(距离 0 m)时, 此联

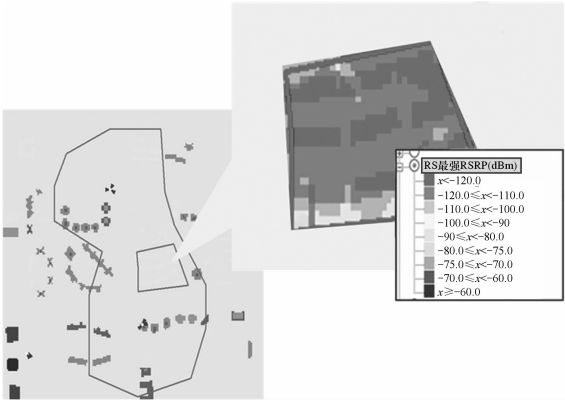


图 3 覆盖场强分布

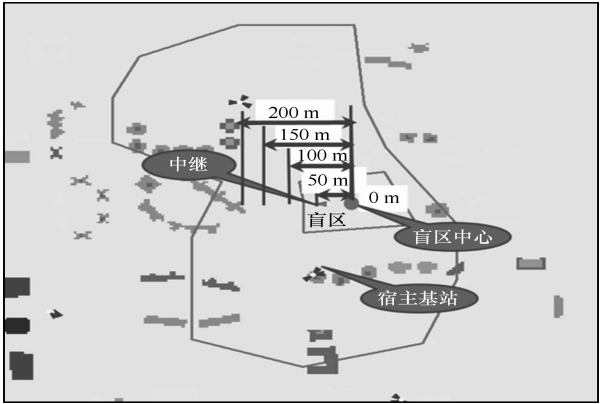


图 4 中继部署位置示意

排居民楼室内 RSRP 大于-110 dBm 的用户能够达到 94.2%。比较表 3 各中继位置的仿真结果可以得出以下两方面结论。

- 对于区域面积为 140 m×140 m 的盲区, 且盲区内大都为联排居民楼的场景, 中继补盲效果显著。与部署中继之前相比, 将中继部署在距盲区中心 0 m 时, 按照 CDF 50% 中值计算, 其 RSRP 大约提升 25 dBm。
- 随着中继部署位置与盲区中心位置偏离距离的增加, 补盲效果减弱。当偏离 200 m 及以上时, 通过中继已经很难覆盖整个居民楼。室内盲区 RSRP 指标与部署中继之前相似, 此时的中继没有体现出补盲效果。

由此可见, 为解决面积约 140 m×140 m 的联排居民楼场景的室内覆盖问题, 如果部署中继, 建议将中继部署在尽量靠近室内盲区中心的位置。距离盲区中心 0~50 m 时, 补盲效果最佳。

其次, 为了得出中继部署天线挂高对覆盖补盲效果的影响, 通过仿真对比了不同中继接入端天线挂高条件下联排居民楼覆盖 RSRP 指标的变化情况。将中继固定在偏离覆盖盲区 50 m 的位置, 应用前述仿真参数进行仿真, 得到的仿真结果见表 4。



表 3 变化中继与覆盖盲区中心的相对位置仿真结果

中继与盲区中心位置的偏离距离	关闭中继	偏离 0 m	偏离 50 m	偏离 100 m	偏离 150 m	偏离 200 m
中继所在位置的 RSRP		(-115,-110]	(-120,-115]	(-100,-95]	(-110,-105]	(-105,-100]
室内 RSRP>-110 dBm	15.9%	94.2%	81.4%	36.1%	38%	16.3%

表 4 中继部署天线挂高对于覆盖补盲效果的影响结果

中继所在位置的 RSRP	关闭中继	挂高 20 m	挂高 35 m	挂高 45 m	挂高 60 m
室内 RSRP>-110 dBm	15.9%	74%	79.8%	78.9%	71.7%
室内 SINR>-3 dBm	58.2%	93.6%	96.2%	94.8%	96.4%

由表 4 不难看出,对于高度为 30~40 m 的联排居民楼,要想达到较好的覆盖效果,需要使得中继的挂高与居民楼平均高度相匹配。因此,在挂高为 35 m 和 45 m 时,覆盖盲区均具有较好的覆盖补盲效果。

4 结束语

本文采用实测外场验证与网络仿真的方式,对中继的覆盖能力、中继与盲区的相对位置及天线挂高等方面进行了研究,为中继解决室内深度覆盖的部署原则提供了建议。由于中继覆盖能力的限制,在 100 m 左右的覆盖盲区内,尽量将中继部署在盲区中心,以获得最好的覆盖效果。同时中继接入天线的挂高要注意与周围建筑物高度相匹配。

下一步将对多个中继部署以及接入链路和回传链路的资源配置进行深入研究。

参考文献

- 董江波. Relay 技术引入对无线网络规划的思考与研究. 电信工程技术与标准化, 2013(7): 23~28
Dong J B. Analysis of LTE radio network planning with relay. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2013(7): 23~28
- 赵竹岩. LTE-A Relay 下行静态系统仿真方法. 计算机仿真, 2010, 27(12): 159~162
Zhao Z Y. Statistic system level simulation of LTE-A relay. Computer Simulation, 2010, 27(12): 159~162
- 王竞, 刘光毅. LTE-Advanced 系统中的 Relay 技术研究和标准化. 电信科学, 2010(12): 138~143
Wang J, Liu G Y. Research and standardization of relay in LTE-Advanced. Telecommunications Science, 2010(12): 138~143
- 汪鹏. Relay 技术在 LTE 覆盖解决方案中的应用研究. 电信工程技术与标准化, 2014(11): 25~28
Wang P. Studyon applying relay technology to LTE converge solution. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2014(11): 25~28
- 3GPP TR36.913. Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (EUTRAN), 2011

- 3GPP TR36.814. Further Advancements for E-UTRA Physical LayerAspects, 2011
- Motorola. PCFICH in carrier aggregation. 3GPP TDocs (written contributions) at Meeting, San Francisco, CA, USA, 2010
- 3GPP TS 36.213. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Layer Procedures, 2011
- CMCC, CATT, CATR, *et al.* WF on supporting ACK/NAK payload larger than 11 bits in Rel-10 TDD. 3GPP TDocs (written contributions) at Meeting, Xi'an, China, 2010
- Nokia, Siemens. LTE carrier aggregation enhancements. 3GPP TSG RAN WG4 #59 Meeting, Barcelona, Spain, 2011

【作者简介】



董江波,女,博士,中国移动通信集团设计院有限公司研究所总工程师,主要研究方向为移动通信关键技术、无线网络规划优化理论、无线网络规划仿真技术。

刘玮,女,现就职于中国移动通信集团设计院有限公司,长期从事无线网络规划仿真实理论研究及产品开发工作。

韩云波,男,现就职于中国移动通信集团设计院有限公司,长期从事无线网络规划及地理信息系统研究及产品开发工作。

孙浩,男,现就职于中国移动通信集团设计院有限公司,长期从事移动通信新技术研究及无线网络规划仿真研究及工具开发工作。

陈燕雷,男,现就职于中国移动通信集团设计院有限公司,长期从事无线网络规划优化产品解决方案及研发工作。

李楠,男,中国移动通信集团设计院有限公司研究所副所长,长期从事无线网络规划优化、网络管理、大规模天线等研发工作。