

# 5G室分射灯外引3.5G设备选型研究

张涛<sup>1</sup>,周威<sup>1</sup>,张琨<sup>1</sup>,胡国安<sup>2</sup>

(1.湖南省邮电规划设计院有限公司,湖南长沙 410001;

2.湖南邮电职业技术学院,湖南长沙 410015)

**【摘要】**文章从链路预算、典型方案、投资分析、设备选型、试点结果等方面分析了采用3.5G设备和射灯天线覆盖住宅小区的可行性,并根据试点测试结果,提出在不同场景采用不同的设备选型进行覆盖的方案<sup>[1]</sup>。达到以“成本最优”“覆盖最佳”“建设最快”的方式完成住宅小区的覆盖,打造具有竞争力、TCO最优的5G精品网络<sup>[2]</sup>。

**【关键词】**射灯天线;5G室分;设备选型;TCO

**【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.01.004】**

**【中图分类号】**TN929.5

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**2095-7661(2022)01-0012-04

## Research on Type Selection of 3.5G Equipment for 5G Room Beam Splitter

ZHANG Tao<sup>1</sup>, ZHOU Wei<sup>1</sup>, ZHANG Kun<sup>1</sup>, HU Guo-an<sup>2</sup>

(1. Hunan Posts and Telecommunications Planning and Designing Institute Co., Ltd., Changsha, Hunan, China 410001; 2. Hunan Post and Telecommunication College, Changsha, Hunan, China 410015)

**Abstract:** This paper has focused on the feasibility of using 3.5G equipment and spotlight antenna to cover residential area, from the aspects of link budget, typical scheme, investment analysis, equipment selection to pilot results, etc. The paper has also discussed how to use different equipment for coverage in different scenarios, according to the pilot test results. It has proposed the way to complete the coverage of residential areas by "optimal cost", "optimal coverage" and "fastest construction", and create a competitive 5G boutique network with optimal TCO.

**Keywords:** spotlight antenna ; 5G room beam splitter ; equipment selection ; total cost of ownership

随着5G建设推进,城区室外5G已经基本连续覆盖,室内深度覆盖成为后续5G建设的重点,5G室分规划中存量住宅小区场景考虑采用3.5G设备+射灯天线覆盖方案<sup>[2]</sup>。文章研究3.5G 2TR、8TR设备外接射灯天线覆盖效果,通过链路预算、设计方案、试点案例进行对比,以验证3.5G RRU+射灯天线覆盖住宅小区的可行性,以及不同通道3.5G RRU及其不同功率下的覆盖效果对比,为后续建设方案实施提供参考和建议<sup>[1]</sup>。

### 1 链路预算分析

住宅小区室分外引对打方案采用的天线类型

主要是射灯天线,需综合楼宇布局、楼间距、楼高、楼宽、美化效果等因素合理选择天线布放方案<sup>[1]</sup>。本次链路预算采用3.5G 8TR裂分为4TR、3.5G 8TR裂分为4TR后二功分、3.5G 2TR耦合加二功分后直连射灯天线进行测算,天线口功率在4 dBm~8 dBm之间,覆盖楼间距按典型距离40米计算,链路预算如表1所示。

1)在无阻挡环境下进行测算,通过测算覆盖目标接收电平值为-79 dBm~-82 dBm;

2)有建筑物阻挡,一堵砖墙计算损耗,通过测算覆盖目标接收电平值为-89 dBm~-92 dBm;

**【收稿日期】** 2022-01-10

**【作者简介】** 张涛(1990—),男,湖南省邮电规划设计院有限公司工程师,研究方向:移动通信网络规划、优化。

**【基金项目】** 2020年湖南省教育厅科学研究一般项目“面向5G系统的信道估计和信号检测技术研究”(项目编号:20C1370)。

3)有建筑物阻挡,一堵承重墙及一堵砖墙计 dBm ~ -116 dBm。  
算损耗,通过测算覆盖目标接收电平值为-113

表1 链路预算表

| 链路损耗计算公式       | 无阻挡环境                         |                                |                 | 一堵砖墙                          |                                |                    | 一堵承重墙一堵砖墙                     |                            |                    |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|
|                | 3.5G 8TR<br>裂分为<br>4TR后<br>直连 | 3.5G 8TR<br>裂分为<br>4TR后<br>二功分 | 3.5G 2TR<br>二功分 | 3.5G 8TR<br>裂分为<br>4TR后<br>直连 | 3.5G 8TR<br>裂分为<br>4TR后<br>二功分 | 3.5G<br>2TR<br>二功分 | 3.5G 8TR<br>裂分为<br>4TR后<br>直连 | 3.5G 8TR裂<br>分为4TR后<br>二功分 | 3.5G<br>2TR<br>二功分 |
| 频率(MHz)        | 3500                          | 3500                           | 3500            | 3500                          | 3500                           | 3500               | 3500                          | 3500                       | 3500               |
| 距离(m)          | 40                            |                                |                 |                               |                                |                    |                               |                            |                    |
| 无线链路损耗(dB)     | 94.5                          | 94.5                           | 94.5            | 94.5                          | 94.5                           | 94.5               | 94.5                          | 94.5                       | 94.5               |
| 混凝土(承重墙)(dB)   | 0                             |                                |                 | 0                             |                                |                    | 24                            |                            |                    |
| 砖墙(dB)         | 0                             |                                |                 | 10                            |                                |                    | 10                            |                            |                    |
| 玻璃(dB)         | 0                             |                                |                 | 0                             |                                |                    | 0                             |                            |                    |
| 钢筋混凝土(有门窗)(dB) | 0                             |                                |                 | 0                             |                                |                    | 0                             |                            |                    |
| 木门(dB)         | 0                             |                                |                 | 0                             |                                |                    | 0                             |                            |                    |
| 石膏板(dB)        | 0                             |                                |                 | 0                             |                                |                    | 0                             |                            |                    |
| 天线入口功率(dBm)    | 7.34                          | 4.04                           | 7.05            | 7.34                          | 4.04                           | 7.05               | 7.34                          | 4.04                       | 7.05               |
| 天线增益(dBi)      | 14                            |                                |                 | 14                            |                                |                    | 14                            |                            |                    |
| 人体阻挡(dB)       | 3                             |                                |                 | 3                             |                                |                    | 3                             |                            |                    |
| 多径衰减(dB)       | 3                             |                                |                 | 3                             |                                |                    | 3                             |                            |                    |
| 衰减因子(n)        | 3.2                           |                                |                 | 3.2                           |                                |                    | 3.2                           |                            |                    |
| 接收电平(dBm)      | -79                           | -82                            | -79             | -89                           | -92                            | -89                | -113                          | -116                       | -113               |

## 2 设备选型方案

### 2.1 方案一:2台3.5G 8TR覆盖3小区

室分外引采用3.5G 8TR设备时需裂分为2个4TR覆盖2个方向,若有3个小区覆盖需求时则采用2台3.5G 8TR,其中1台设备裂分为2个4TR接2副射灯天线覆盖2个不同方向,另1台设备直连2副射灯天线覆盖同一方向。具体方案如图1所示。

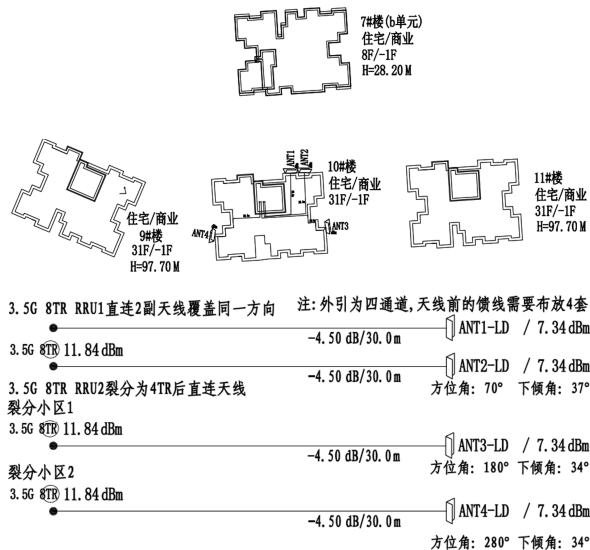


图1 2台3.5G 8TR覆盖3小区设计系统图

室分外引采用3.5G 8TR覆盖3个方向时,该方案需2台3.5G 8TR设备。天线口功率为7.34 dBm,若

覆盖区域无阻挡,目标接收电平值为-79 dBm,此时覆盖效果较好;若有一堵砖墙阻挡,目标接收电平值为-89 dBm,能满足覆盖要求;若有一堵承重墙及一堵砖墙阻挡,目标接收电平值为-113 dBm,此时不满足覆盖边缘场强要求。

### 2.2 方案二:1台3.5G 8TR覆盖3小区

采用1台3.5G 8TR设备覆盖3个方向时,设计需将RRU裂分为2个4TR,裂分小区1二功分后接2副射灯天线覆盖2个不同方向,裂分小区2直连1副射灯天线覆盖一个方向,具体方案如图2所示。

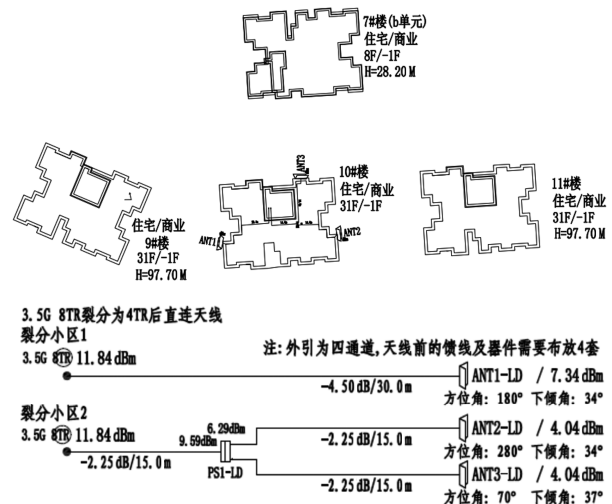


图2 1台3.5G 8TR覆盖3小区设计系统图

室外外引使用1台3.5G 8TR设备覆盖3个方向时,天线口功率为4.04 dBm ~ 7.34 dBm,若覆盖区域无阻挡,目标接收电平值为 - 79 dBm ~ - 82 dBm,此时覆盖效果较好;若有一堵砖墙阻挡,目标接收电平值为 - 89 dBm ~ - 92 dBm,能满足基本覆盖要求;若有一堵承重墙及一堵砖墙阻挡,目标接收电平值为 - 113 dBm ~ - 116 dBm,此时不满足覆盖边缘场强要求。

### 2.3 方案三:1台3.5G 2TR耦合后二功分覆盖3小区

采用1台3.5G 2TR设备覆盖3个方向时,设计采用耦合后二功分接3副射灯天线覆盖3个不同方向。具体方案如图3所示。

室外外引采用3.5G 2TR耦合后二功分接入3副射灯天线覆盖3小区时,天线口功率为4.35 dBm ~ 4.5 dBm,若覆盖区域无阻挡,目标接收电平值为 - 82 dBm,此时覆盖效果较好;若有一堵砖墙阻挡,目标接收电平值为 - 92 dBm,能满足基本覆盖要求;若有一堵承重墙及一堵砖墙阻挡,目标接收电平值为 - 116 dBm,此时不满足覆盖边缘场强要求。

通过以上3种设计方案对比,2台3.5G 8TR覆

盖3小区时效果较好,主要由于3.5G 8TR设备直连射灯天线,无器件损耗,但相对造价较高;1台3.5G 8TR覆盖3小区时,其中1个裂分小区由于功分后导致功率稍弱,但不影响整体覆盖;1台3.5G 2TR采用耦合后功分接射灯天线导致功率稍弱,但不影响整体覆盖。

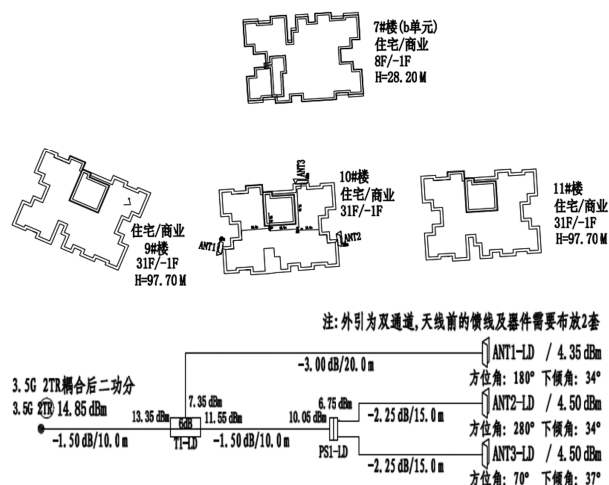


图3 1台3.5G 2TR耦合后二功分设计系统图

### 3 三种室分覆盖方案的对比分析

室外外引典型案例涉及材料如表2所示。室外外引典型案例投资如表3所示。

表2 典型案例材料对比表

| 序号 | 覆盖方式             | 3.5G 2TR RRU(台) | 3.5G 8TR RRU(台) | 1/2 馈线 (米) | 馈线接头 (个) | 二功分 (个) | 6dB 耦合器 (个) | 射灯天线 (副) |
|----|------------------|-----------------|-----------------|------------|----------|---------|-------------|----------|
| 1  | 2台3.5G 8TR覆盖3小区  |                 | 2               | 480        | 32       |         |             | 4        |
| 2  | 1台3.5G 8TR覆盖3小区  |                 | 1               | 300        | 32       | 4       |             | 3        |
| 3  | 1台3.5G 2TR耦合后二功分 | 1               |                 | 140        | 20       | 2       | 2           | 3        |

表3 典型案例投资对比表

| 覆盖方式             | 覆盖范围 | 单站工作量                      | 材料费 (元) | 主设备费 (元) | 设备软件费(元) | 工程费 (元) | 其他费 (元) | 合计 (元) |
|------------------|------|----------------------------|---------|----------|----------|---------|---------|--------|
| 2台3.5G 8TR覆盖3小区  | 3栋楼  | 四通道,1/2馈线480米,4副射灯天线,2台RRU | 6720    | 25070    | 10514    | 8551    | 5694    | 56549  |
| 1台3.5G 8TR覆盖3小区  | 3栋楼  | 四通道,1/2馈线300米,3副射灯天线,1台RRU | 4760    | 12535    | 5257     | 5558    | 4159    | 32269  |
| 1台3.5G 2TR耦合后二功分 | 3栋楼  | 双通道,1/2馈线140米,3副射灯天线,1台RRU | 3604    | 6894     | 5257     | 5558    | 3728    | 25041  |

通过对3种设计方案投资对比可知,用2台3.5G 8TR覆盖3个方向的建设方案投资比1台3.5G 2TR高3.15万元,主要由于采用3.5G 8TR覆盖3小区则需要2台RRU,设备费用成倍增加;用1台3.5G 8TR覆盖3个方向的建设方案投资比1台3.5G 2TR高0.72万元。若三种方案试点覆盖效果差别不

大,综合考虑网络建设成本,建议优选1台3.5G 2TR设备<sup>[2]</sup>。

### 4 试点案例测试分析

根据典型方案在某小区进行试点,分别采用3.5G 8TR、2TR设备外接射灯进行覆盖,现场情况如表4所示。

表4 天线主瓣覆盖情况测试汇总表

| 覆盖环境     | 设备类型 | 设计方案                 | 测试位置              | RSRP (dBm) | SINR (dB) | DL (Mbps) | UL (Mbps) |
|----------|------|----------------------|-------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 无阻挡覆盖    | 2TR  | 3.5G 2TR 直连天线        | 无阻挡覆盖(3栋1F入口)     | -77        | 25        | 620       | 110       |
|          | 2TR  | 3.5G 2TR 二功分         | 无阻挡覆盖(3栋1F入口)     | -79        | 24        | 601       | 101       |
|          | 4TR  | 3.5G 8TR 裂分为4TR后直连天线 | 无阻挡覆盖(3栋1F入口)     | -81        | 24        | 681       | 92        |
|          | 8TR  | 3.5G 8TR 直连天线        | 无阻挡覆盖(3栋1F入口)     | -80        | 28        | 686       | 110       |
|          | 4TR  | 3.5G 8TR 裂分为4TR后二功分  | 无阻挡覆盖(3栋1F入口)     | -83        | 26        | 561       | 96        |
| 主瓣1层阻挡覆盖 | 2TR  | 3.5G 2TR 直连天线        | 主瓣1层阻挡覆盖(3栋15F靠窗) | -88        | 22        | 350       | 51        |
|          | 2TR  | 3.5G 2TR 二功分         | 主瓣1层阻挡覆盖(3栋15F靠窗) | -92        | 21        | 316       | 34        |
|          | 4TR  | 3.5G 8TR 裂分为4TR后直连天线 | 主瓣1层阻挡覆盖(3栋15F靠窗) | -94        | 19        | 467       | 41        |
|          | 8TR  | 3.5G 8TR 直连天线        | 主瓣1层阻挡覆盖(3栋15F靠窗) | -93        | 19        | 435       | 49        |
|          | 4TR  | 3.5G 8TR 裂分为4TR后二功分  | 主瓣1层阻挡覆盖(3栋15F靠窗) | -96        | 18        | 370       | 38        |
| 主瓣2层阻挡覆盖 | 2TR  | 3.5G 2TR 直连天线        | 主瓣2层阻挡覆盖(3栋15F厨房) | -105       | 5         | 120       | 10        |
|          | 2TR  | 3.5G 2TR 二功分         | 主瓣2层阻挡覆盖(3栋15F厨房) | -109       | 1         | 93        | 2         |
|          | 4TR  | 3.5G 8TR 裂分为4TR后直连天线 | 主瓣2层阻挡覆盖(3栋15F厨房) | -107       | 1         | 152       | 3         |
|          | 8TR  | 3.5G 8TR 直连天线        | 主瓣2层阻挡覆盖(3栋15F厨房) | -108       | 2         | 168       | 6         |
|          | 4TR  | 3.5G 8TR 裂分为4TR后二功分  | 主瓣2层阻挡覆盖(3栋15F厨房) | 无信号        | 无信号       | 无信号       | 无信号       |

从无阻挡测试来看,2TR由于功率优势(满功率100 W)接收电平较4TR和8TR要好,整体测试速率感知相当。在中层入户测试中2TR的接收电平感知明显优于8TR和4TR,但是在速率感知表现上,主瓣覆盖下无线环境中点和差点下行感知4TR/8TR明显优于2TR。

试点整体测试结果表明,3.5G室分射灯外引采用8TR或2TR设备基本能满足室内大部分区域覆盖需求。由于3.5G 2TR可最大设置为100 W,电平值优于3.5G 8TR,相同数量射灯天线覆盖能力稍强于3.5G 8TR。对于低价值住宅小区应结合主设备综合造价和网络性能因素,并考虑其他建设成本,建议优选3.5G 2TR设备,综合造价相对较低;对于高价值居民小区,3.5G 8TR裂分成2个4TR,分别接入4根馈线覆盖目标区域,相比3.5G 2TR除了有更好的覆盖和体验速率,小区容量也更大<sup>[4]</sup>。

## 5 结束语

2022年仍为5G大规模部署阶段,城区室外已经基本完成连续覆盖,住宅小区的深度覆盖成为网络建设重点。本文通过理论研究及实测结果对比分析,合理选择覆盖方案,以“成本最优”“覆盖最佳”“建设最快”的方式完成住宅小区的覆盖,打造具有竞争力、TCO最优的5G精品网络<sup>[5]</sup>。

## 【参考文献】

- [1]候春雨.5G超密集网络面临的挑战与解决方案研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2019(1):1-4.
- [2]赵沛,余欣泉,陈儒,江军.面向5G演进下的深度覆盖低成本建设方案[J].电信科学,2019(S1): 45-50.
- [3]黄海晖,刘大洋.5G时代室内覆盖解决方案综述[J].移动通信,2019(6):42-46.
- [4]汪洋.室内分布系统现状分析及5G室分建设方式探讨[J].数字通信世界,2020(5): 67.
- [5]蒋正涛.5G时代室内分布系统发展趋势探讨[J].通讯世界,2019(11):71-72.