

# 高铁特殊场景下的5G覆盖方案

吴怡静<sup>1</sup> 程清远<sup>2</sup>

1 中国网络联合通信有限公司南京市分公司

2 江苏货斯基网络科技有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i11.17473

**[摘要]** 目前我国高速铁路项目迅速发展,其运营里程已超过3.5万公里且仍呈高速增长趋势,目前我国高铁里程数全球第一。而随着人们与日俱增的出行需求及铁路信息化智能化发展的需求,对于5G网络的全覆盖要求也越来越高,而高铁场景相对于普通室内外移动场景主要区别在于车体运动速度快、车体穿透损耗突出、线状覆盖模型、应用场景复杂且多元化、业务量突发特性等。本文主要研究特殊场景下的5G覆盖规划。

**[关键词]** 高铁5G覆盖; 特殊场景; 规划

**中图分类号:** U285 **文献标识码:** A

## 5G Coverage Solutions for Special Scenarios in High-Speed Railways

Yijing Wu<sup>1</sup> Qingyuan Cheng<sup>2</sup>

1 China United Network Communications Co., Ltd., Nanjing Branch

2 Jiangsu Huosiji Network Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** At present, China's high-speed railway (HSR) projects are developing rapidly, with operational mileage exceeding 35,000 kilometers and continuing to show a high growth trend, making China's HSR mileage the highest in the world. With increasing travel demands and the advancement of railway informatization and intelligence, the requirement for comprehensive 5G network coverage has become increasingly critical. Compared to conventional indoor and outdoor mobile scenarios, HSR environments are characterized by the high speed of train movement, significant penetration loss through train carriages, linear coverage models, complex and diverse application scenarios, and bursty traffic characteristics. This paper focuses on 5G coverage planning for such special scenarios.

**[Key words]** High-Speed Railway 5G Coverage; Special Scenarios; Planning

### 1 高铁场景特点

高铁场景与常规室内外移动场景相比,主要特征如下:

#### 1.1 多样化场景

我国疆域辽阔,地形地貌多变,高铁串联起各个城市,既经过市区也经过郊区、村庄、山川河流等多种场景,高铁典型场景还包括隧道和桥梁。京沪高铁全长1318公里,其中桥梁共计238座,隧道22个,可以看出高速铁路组网需满足多场景需求<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 列车运行高速度

高速铁路在我国的运营时速一般介于200~350km/h。高速运动中的列车会因多普勒效应带来接收端接收信号频率的变化,且会因为列车进站、出站、中途调节等影响时速变化而形成时变的多普勒效应,使接收机的解调性能下降<sup>[2]</sup>;而伴随列车高速运动,终端在切换区时间变短,因此经常会因为系统处理切换时延大于穿越时间而导致切换失败,导致用户业务感知体验较差。

#### 1.3 全封闭车厢穿透损耗大

目前的新型高铁列车车厢结构全封闭,一般箱体材料采用不锈钢或铝合金等,车窗玻璃较厚,因此升高了无线信号在列车内的穿透损耗,实测显示,各种车型的穿透损耗为10~33dB<sup>[3]</sup>。车外同电平情况下,车体损耗与车内覆盖成反比,车内电平降低则因影响掉话率及接入、切换成功率导致网络性能下降。

#### 1.4 基站线状分布

与常用基站部署不同的是高速铁路沿线基站需要采用线状分布,否则覆盖效率将会大打折扣。

#### 1.5 业务量随列车经过频率波动

铁路沿线业务量一般随列车经过频率波动,在没有列车时业务量趋于零,列车经过尤其是往返高铁会车时,业务量会瞬时激增,从而影响用户体验,且容量受限。

### 2 特殊场景规划

2.1 高铁站厅

高铁站厅通常属于封闭性场景, 室内整体空旷、低层高密集, 推荐使用LampSite (外置天线型pRRU+高性能外置天线) 做5G覆盖, 覆盖半径根据发射功率大小控制在22~28米, 选择单频或多频pRRU组合部署<sup>[4]</sup>。

空间足够时站台、站前广场等信号规划覆盖可按照公网建设标准, 使用杆站或者BOOK RRU, 选型表如表1所示。

表1 RRU选型表

RRU类型	收发通道	收发频段 (MHz)	输出功率	重量	设备体积
pRRU5936	4T4R	3400~3600	4x125mW	<2.5Kg	<3L
pRRU5935E (外置天线)	4T4R	3400~3600	4x125mW	<7Kg	<5.2L

天线选型: 候车厅由于环境受限, 无法采用宏站天线覆盖, 需采用室内专用天线 (4T4R)。

2.2 高铁隧道规划

高铁隧道两侧一般每500米设置避车洞一处, 设备一般也放置于避车洞, 采用RRU+POI+漏缆的方式, 漏缆部署于一侧隧道壁, 隧道内结构和设备安装图如图1, 2所示:



图1 高铁隧道组网场景示意图

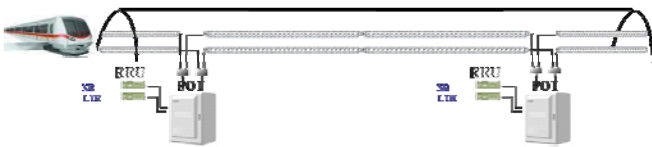


图2 现场安装示意图

2.3 大型桥梁场景

由于大型桥梁需跨越海面或湖面, 其特点为传播环境空旷, 桥上工程条件有限, 架设天线难度大, 因此建议优先在桥梁两侧架设天线来实现信号覆盖, 如图3所示。

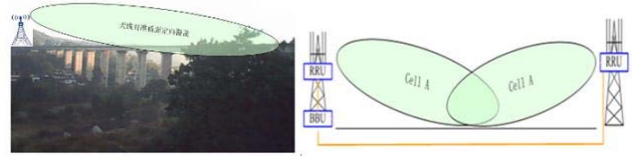


图3 大型桥梁组网方案

如果两侧对打无法连续覆盖, 综合考虑实际环境并协调铁路局, 可采用室外漏缆解决方案, 将室外漏缆挂在高铁线路两边隔音板上, 如图4所示。

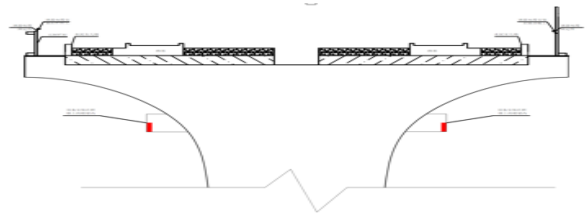


图4 室外漏缆悬挂方案

2.4 沟壑场景 (地沟、劈山道)

如图5所示, 方案一、二都要求采用视距覆盖方式, 可以通过适当提升天线挂高或拉近站轨距的方式保证视距覆盖。

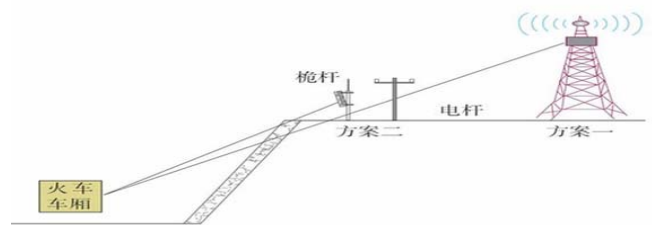


图5 沟壑场景

2.5 分叉路口场景

我国高铁路线众多, 线路分叉多在路线聚集处, 为保障切换分叉处准确率应尽量避免在分叉口设置切换带, 为保障覆盖平滑切换, 应在规划时利用小区合并特性向岔口后端延伸, 详细如图6所示:

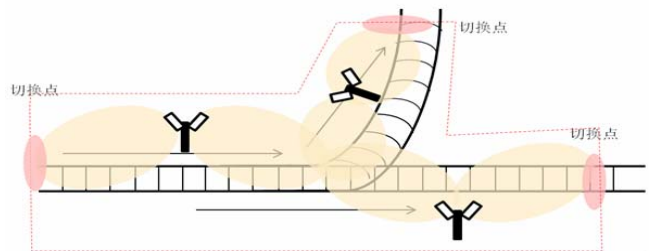


图6 分叉路口场景

### 2.6 多线路交汇场景

我国高铁线路密集, 分叉场景频发, 如图7所示。为保障切换准确率, 切换带规划需避开分叉口, 利用小区合并特性将其延伸至岔口后端, 实现覆盖平滑切换。

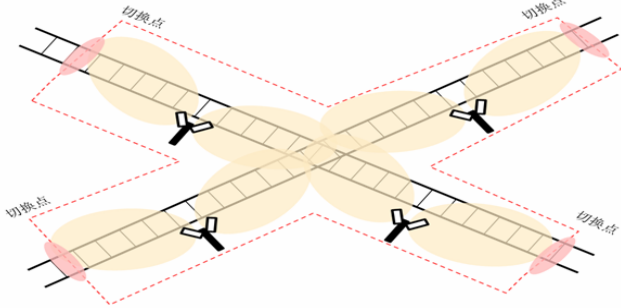


图7 多线交汇场景

### 2.7 多路线并行场景

高铁与高铁并行, 在进站区域容易出现多线并行的场景, 由于高铁场景要求站轨距尽量小于200m, 因此建议若两线间距小于200m, 则多线采用相同站点进行覆盖, 小区内同时出现两趟车的概率增加, 因此该场景下主要需要关注容量问题, 适时实施容量增强措施; 若两线间距大于200m, 需要分别采用不同站点进行覆盖, 两条线站点需要进行小区合并以避免干扰。实际应用中需要根据现网情况灵活选取合适的覆盖方式。

高铁与高速/普铁并行, 高铁专网站点不可避免同时需要兼顾服务低速用户, 高铁会采用虚拟专网的覆盖方案, 差异化处理高速用户和低速用户, 优先保障高铁高速用户。

### 2.8 地面至高架坡路场景

高铁高架引桥存在斜坡, 为避免地面与高架桥小区乒乓切换, 建议将地面-引桥-高架统筹规划为单个小区, 引桥区域不设

切换区, 如图8所示。

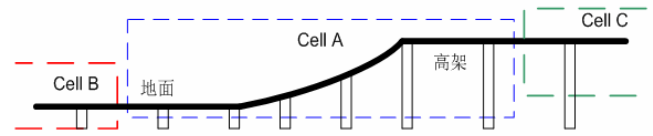


图8 高架桥坡路场景

## 3 小结

本文分析了高铁5G覆盖场景的主要特点, 其具有车体运动速度快、车体穿透损耗突出、线状覆盖模型、应用场景复杂且多元化、业务量突发等特性, 针对相关特性进行了应对性的场景规划, 包括站厅、隧道、大型桥梁、沟壑(地沟、劈山道)、分叉路口、多线交汇、多路线并行、地面至高架坡路等。随着5G技术的应用和推广, 未来高铁沿线网络覆盖情况和性能也将越来越好, 希望基于本文的研究能为未来高铁的5G应用提供一些帮助与参考。

### [参考文献]

- [1] 马丹, 迟明仁, 李凤花, 等. 高铁5G覆盖方案的应用及分析[J]. 广东通信技术, 2022, 42(8): 34-39.
- [2] 杨慧. 高铁5G公网的解决方案的探索[J]. 中国新通信, 2019, 21(10): 143-144.
- [3] 滕琳雅, 姚键, 甘浩, 等. 广深港高铁5G覆盖及运营效益分析[J]. 电信工程技术与标准化, 2020, 33(10): 24-27.
- [4] 李彦龙. 高铁5G公网覆盖工程施工关键技术研究[J]. 信息通信, 2020(10): 206-208.

### 作者简介:

吴怡静(1987--), 女, 高级工程师, 本科, 主要研究方向5G、光网络。