



企业WLAN场景化设计

轨道交通



前言

- 轨道交通场景是一种高速移动状态下的车地传输场景，对速率、时延和丢包率要求比较高，该场景实施难度大，交付周期长，要把握好项目的各个阶段。
- 轨旁和车载环境复杂，对设备安装要求比较高，另外其他系统设备、结构也都会对车地通信产生影响，所以要在项目规划阶段考虑到各方面情况，及时与业主、集成商联络沟通，后期特别是开通运营后处理问题难度会很大甚至无法处理，导致车地性能无法满足要求。
- 本文将介绍在轨交场景的业务特点及对WLAN的诉求，介绍在该场景中进行方案设计的方法及设计原则、注意事项。



目标

- 学完本课程后，您将能够：
 - 描述企业WLAN轨交场景的常见业务类型和关注点。
 - 掌握WLAN网规方法在企业轨交场景中的应用。
 - 了解影响企业轨交场景WLAN网络规划的因素。
 - 掌握企业WLAN轨交场景规划原则。

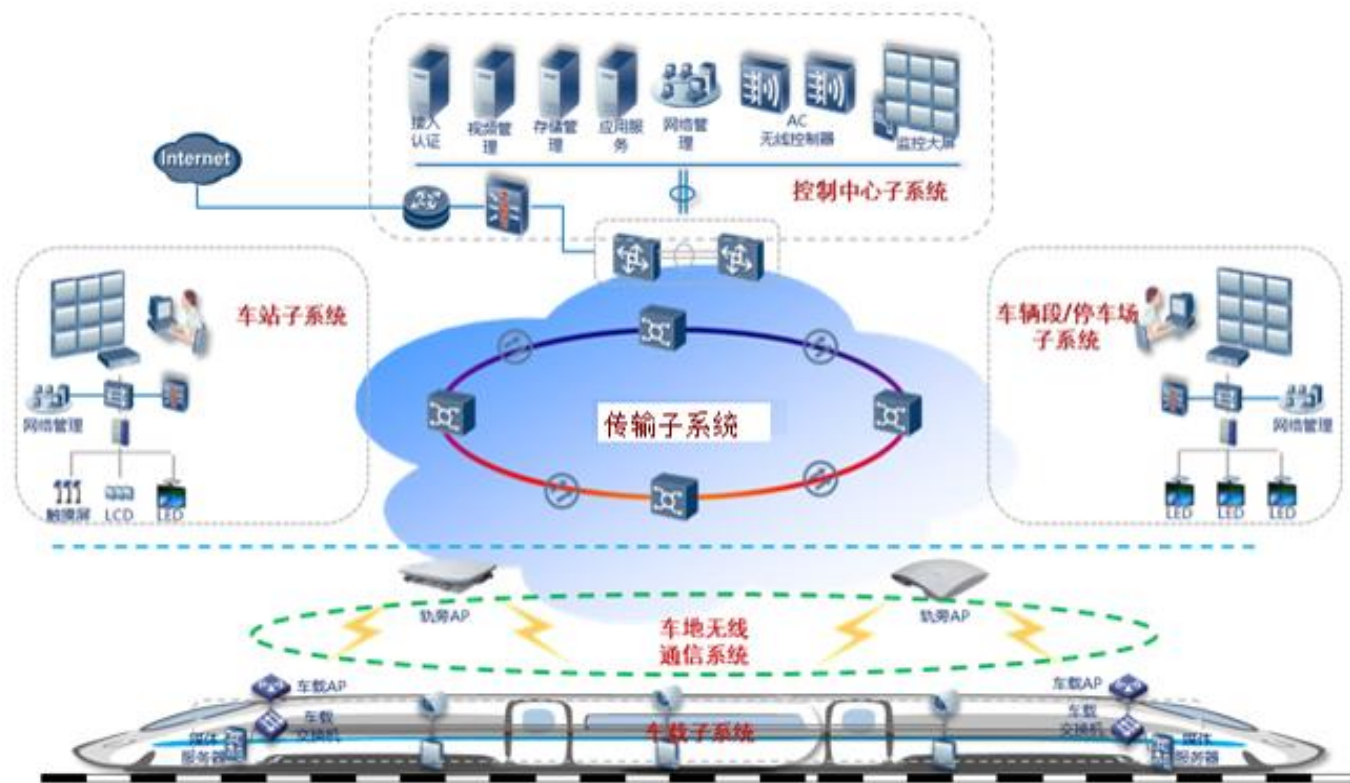


目录

1. 企业WLAN轨交场景概述
2. 企业WLAN轨交场景规划流程
3. 企业WLAN轨交场景典型案例



轨交场景概述



- **简述：**系统整体包括控制中心子系统、车站子系统、车辆段/停车场子系统、传输子系统、车地无线通信系统和车载子系统，本文主要介绍车地无线通信子系统、车辆段/停车场子系统和车载子系统。
- **需求：**列车最大速度一般是80km/h-120km/h，在高速移动状态下要保证高速率、低丢包、低时延。
- **干扰：**高架段可能会存在与我们同频的外部干扰，比如无线城市监控系统等。



企业轨交场景的业务特征

乘客信息系统（PIS）

- PIS是依托多媒体网络技术，以车站和车载显示终端为媒介向乘客提供信息服务的系统。
- 正常情况下提供乘车须知、服务时间、列车到发时间、列车时刻表、管理者公告、出行参考、媒体新闻、广告等实时动态多媒体信息；在火灾、阻塞及恐怖袭击等非正常情况下，提供动态紧急疏散提示。
- PIS系统所需带宽一般为20-30Mbps/车,但要注意CCTV监控业务可能也会承载在WLAN系统上。

乘客上网系统

- 为方便广大乘车用户能够在列车上用手机、pad、笔记本等上网，实现大量“地到车”、“车到地”的数据传输，需要通过WLAN无线技术建立一条无线数据传输管道。
- 乘客上网系统一般所需带宽100Mbps-200Mbps/车。

不同的业务类型对WLAN的诉求不同，不做CBTC业务



企业轨交场景存在的挑战

车地AP安装限制多



- **车载：** 车内空间紧凑，同时要考虑走线。
- **高架：** 接触网支柱较多，离AP太近会影响通信链路质量。
- **隧道：** 天线和设备只能装在弱电侧的墙上，另外可能会有人防门、广告牌、凹坑等各种影响回传的情况。
- **车辆段/停车场：** 安装位置有限，另外列车进库后都是同频，信道利用率会偏高。

高速率、低时延，低丢包



地铁列车在高速移动状态下，要提供高速率业务，同时有视频监控等对时延和丢包比较敏感的业务。

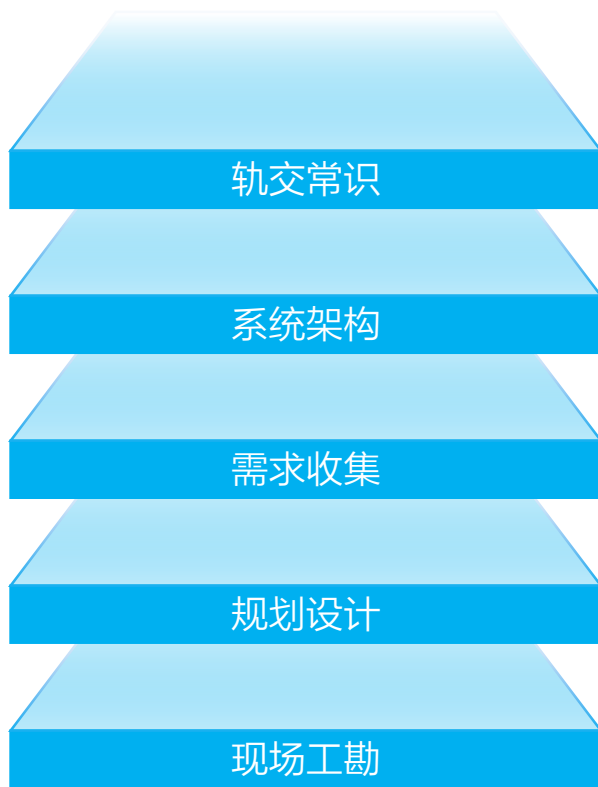


目录

1. 企业WLAN轨交场景概述
- 2. 企业WLAN轨交场景规划流程**
3. 企业WLAN轨交场景典型案例



企业轨交场景网规设计流程





企业轨交场景相关概念

轨交场景与别的场景不同，需要了解一些轨交的基本知识。

- 列车调头方式

方式一：到达调头并轨位置，车头变车尾，车尾变车头进行运行，同时并轨到对面方向的轨道上（主流）

方式二：运行方向上，车头车尾不变（该场景需要明确车头车尾是否始终固定朝向同一个方向）

- 隧道形态

两根铁轨，供一趟车运行，称为一个股道。

常见轨道形态有：A：单洞单股或双洞双股（主流） B：单洞双股 C：不同路段混合；

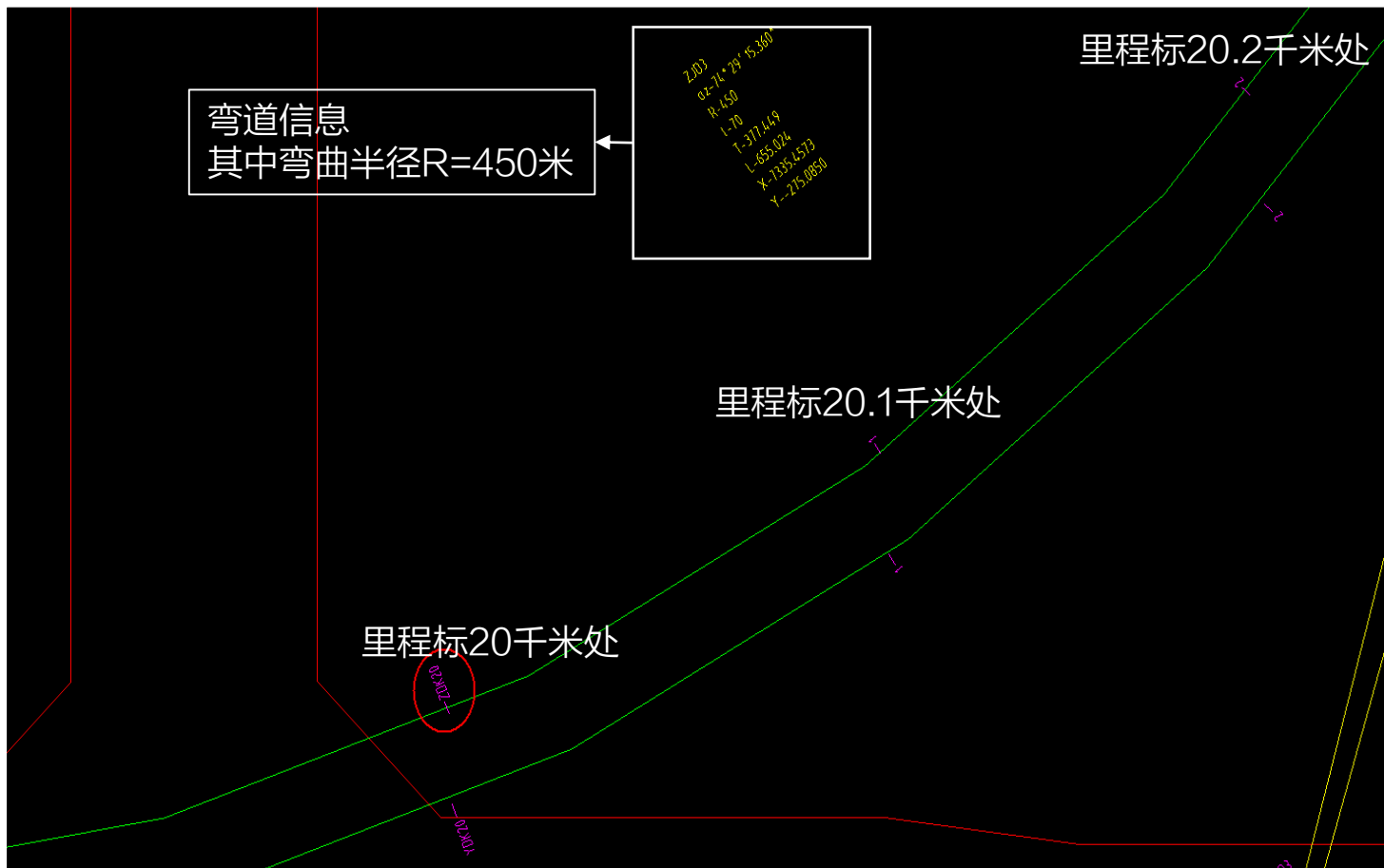
- AP使用需求

- 头尾备份，运行方向上，车尾AP与轨旁AP通信。车尾AP故障时，切换到车头AP与轨旁AP通信，侧重稳定性。
（车头AP与轨旁AP接近切换，在达到最大信号强度后会突然丢失，要保证切换不中断业务，必须在达到最大信号强度前就启动切换，要求设置的切换门限要求小于最大信号强度。由于车载AP和每个轨旁AP的最大信号强度可能都不一样，部署前必须先测量车载AP和每个轨旁AP的最大信号强度，部署比较困难，而且车载AP在没达到最大信号强度前就切换，接近切换一直无法使用信号最好的链路，影响整个链路的吞吐率。而远离切换就不存在这些问题，所以推荐使用车尾AP的远离切换法，车头AP作为备用）
- 高架段左右两侧均部署AP或者在两条轨道中间部署AP，避免两车交会时由于遮挡产生影响。



企业轨交场景相关概念

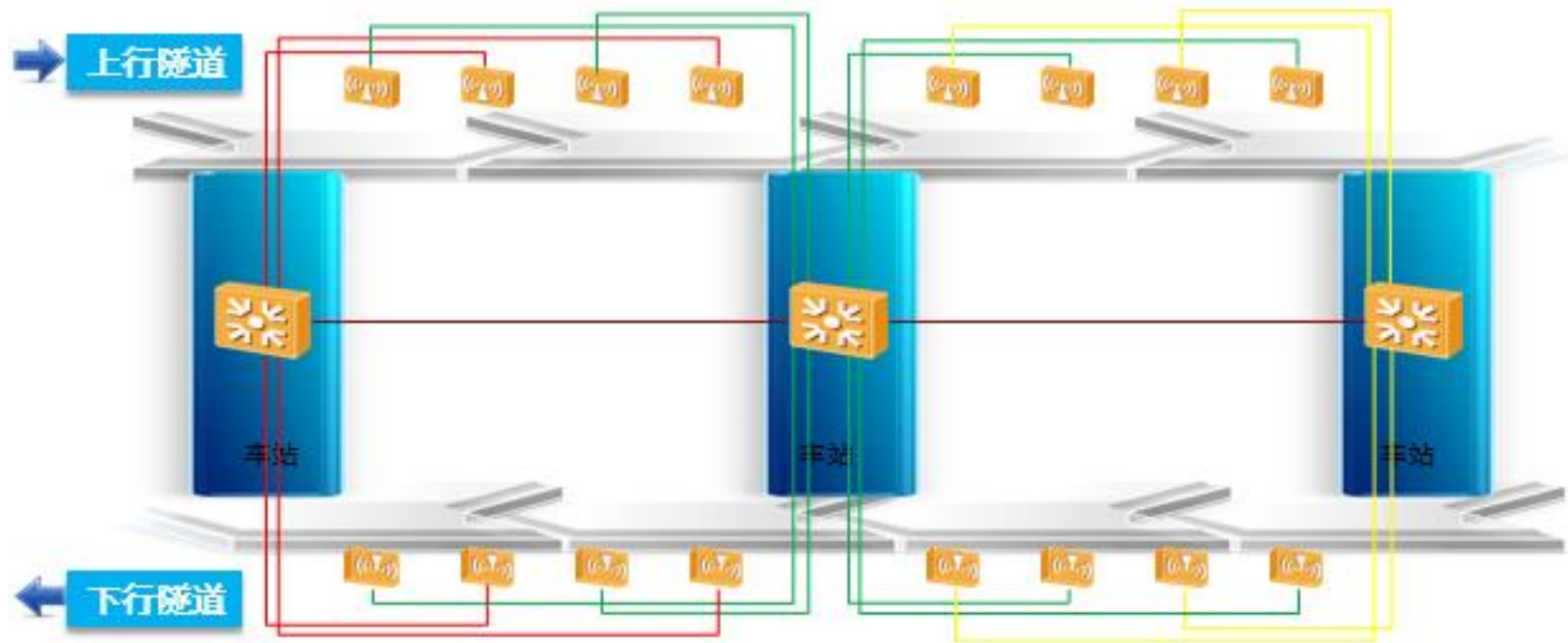
CAD图纸，包含公里标，站点信息，弯道弯曲信息。





有线传输子系统示意图

1. 有线传输子系统主要是在车站通过部署接入交换机，连接轨旁、站台的AP，通过有线方式与控制中心相连，从而能访问互联网等。
2. 车站部署光口交换机下挂无线设备，对行车区间段进行覆盖。交换机通过光纤直连无线AP，**为避免车站交换机故障导致某一区间信号中断，建议采用跨站交叉部署。**

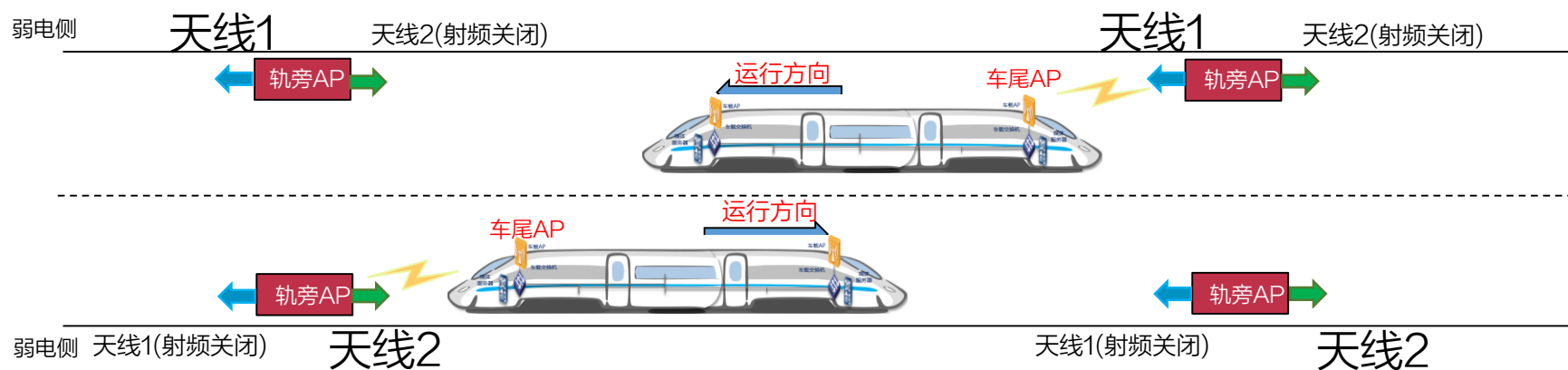




车地无线通信子系统示意图

车地无线通信子系统是WLAN在轨交方案中的核心部分，车地无线通信网由轨旁Fit AP、车头/车尾的FAT AP组成，过无线Mesh方式对接，实现车地网络间的快速漫游切换,提供车地之间双向、可靠、安全的数据交换。

- 单AP双天线（AP开启双5G）部署在轨旁；
- 上下行异频组网，保证上下行列列车之间不会有干扰；
- 双洞双轨、高架段均双侧部署。





企业轨交场景需求收集内容

需求类型	说明
图纸信息	图纸，包含比例尺、弯道弯曲半径等关键信息。
国家码和可用信道	可用的信道，通常国内使用36-48和149-161分别组合成两个80M频宽信道用于上下行组网；EIRP限制，不同国家码EIRP限制不同，轨交场景通常突破该限制，不然信号质量和性能会受到影响。
覆盖区域	车厢是否需要覆盖、车辆段的覆盖范围、车辆段AP和天线的可安装位置。
接入终端数	车厢内计划接入终端总数，客户计划在覆盖区域中，同时接入的人数。
带宽要求	1.车地通信需求带宽；2.车厢内覆盖：客户主要规划的主要业务类型和对每个用户的带宽。
隧道形态	单洞单轨、单洞双轨、地下和地上的分割点等。
车速范围	最高车速、平均车速（km/h）。
干扰源	是否有同频的无线城市监控系统和其他系统干扰源。
其他	高架段是否有隔音屏等特殊场景，隧道内是否有折返线、人防门等特殊场景、



轨旁AP部署原则和关键指标

轨旁AP间距参考如下:

部署间距(米) \ 转弯半径R(米)	800 ≤ R & 直道	500 ≤ R < 800	300 ≤ R < 500
隧道	150~200	120~150	90~120
高架 (无隔音屏)	140	120~140	90~120
高架 (有隔音屏)	130~140	100~130	80~100

链路关键指标如下:

轨交场景的部署环境:

- 1、典型隧道环境, 5G单频或车头车尾双5G部署, 上下行RSSI > -60dBm;
- 2、系统外干扰导致的平均信道占用率 < 5%;
- 3、5GHE80/HE160配置

AP型号	配置频宽	时速 (km/h)	链路吞吐量 (Mbps)	切换时延 (ms)	丢包率 (%)
8760R-X1E/6760-51EI(4*4)	HE80	80	388	50	1
		120	338	50	1
		140	304	50	1
		160	253	50	1
	HE160	80	582	50	1
		120	507	50	1
		140	456	50	1
		160	379	50	1



规划设计中的子场景



轨旁



车载



车辆段/停车场



车厢



售票大厅



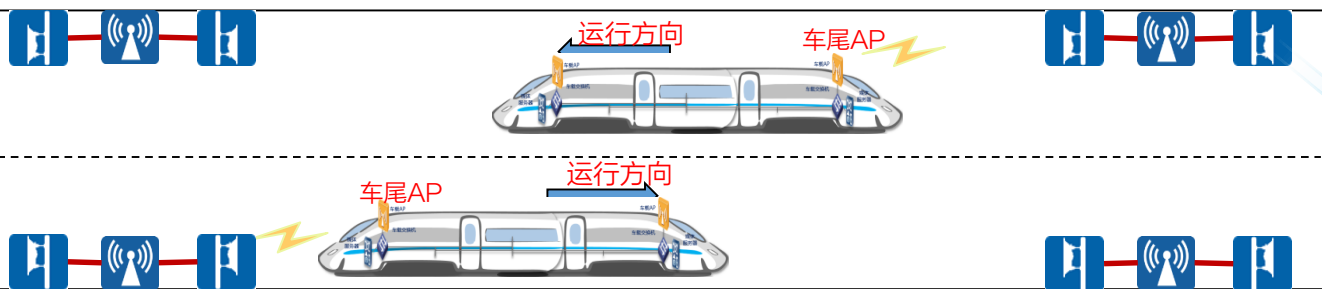
候车站台

线路比较长，因接触网支柱特别多且图纸上通常不会有标记，首先按照规划原则做初步规划，然后沿着线路依次确认规划点位是否有障碍物遮挡等影响车地通信的因素，确认解决方案后在规划设计中刷新。



轨旁AP部署方案

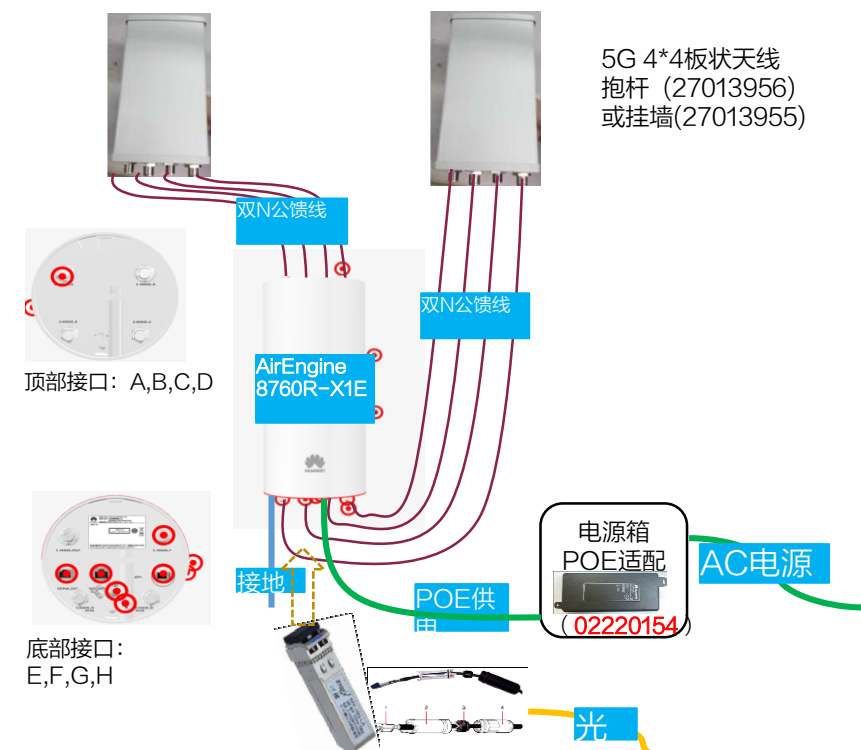
弱电侧



弱电侧



序号	产品	功能定位	产品型号	单站点数量
1	WLAN AP	AP	AirEngine 8760R-X1E	1
2	5G 4*4板状天线	信号传输	抱杆(27013956)或挂墙(27013955)	2
3	射频线缆	连接AP与天线	04130034(5米) 04130033(3米) 04130032(2米) 25070076(1/2不定长馈线)+14040150 (N公头)	8
4	POE电源适配器	供电	02220154	1
5	光纤套筒	保护光纤接口	14990224	1
6	光模块	光电转换	万兆光模块	1
7	电源避雷器	220V电源保护	19020062/19020149	1 (可选)
8	信号避雷器	以太网接口保护	19020303	1 (可选)





轨旁AP安装注意事项

安装需满足以下点:

1) 馈线与AP线序 (AP射频口) 对应; 2) 抱杆稳定, 接口牢固; 3) 天线方向平行于轨道、地面; 4) 天线前方无遮挡, 比如线缆/墙壁/人防门/异系统设备, 如有遮挡需调整安装位置避开遮挡物; 5) 轨旁天线与车载天线高度保持一致, 特殊情况下高度差不要超过30厘米。硬件详细安装请参考 [安装说明](#)

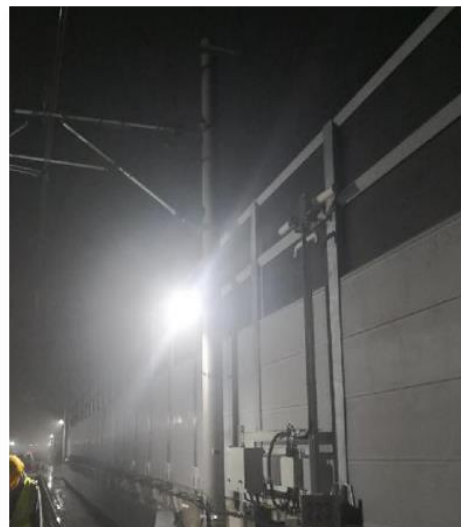


抱杆和天馈线不晃动不松动
建议抱杆立于地面

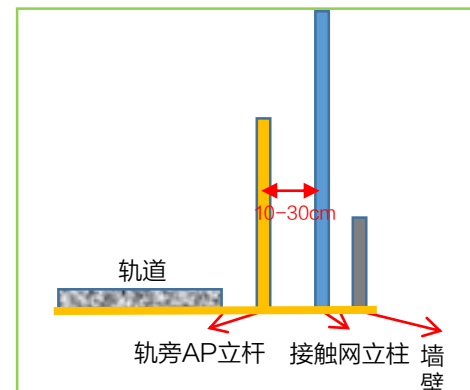
晃动参考行业规范: RMS
2.3m/s²
5Hz, 0.02(m/s²)²/Hz
600Hz, 0.001(m/s²)²/Hz
2000Hz, 0.001(m/s²)²/Hz



天线辐射方向与轨道平行, 不能偏差。
推荐使用自带安装结构件;
自制安装件, 需确保安装件硬度, 不易变形。



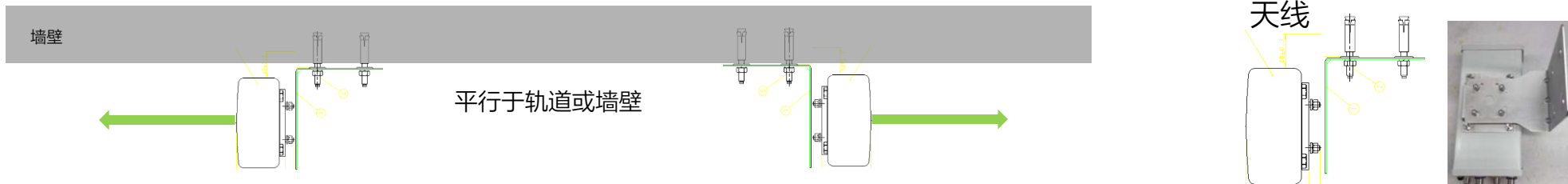
天线前方不能有遮挡, 包括车载天线和轨旁天线。
轨旁地面立杆, 位置相比接触网立柱, 偏向轨道10-30厘米, 如右图所示



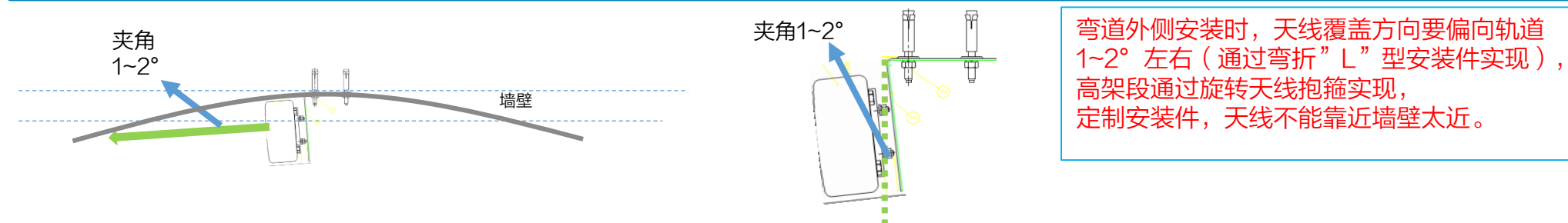


轨旁天线角度示意

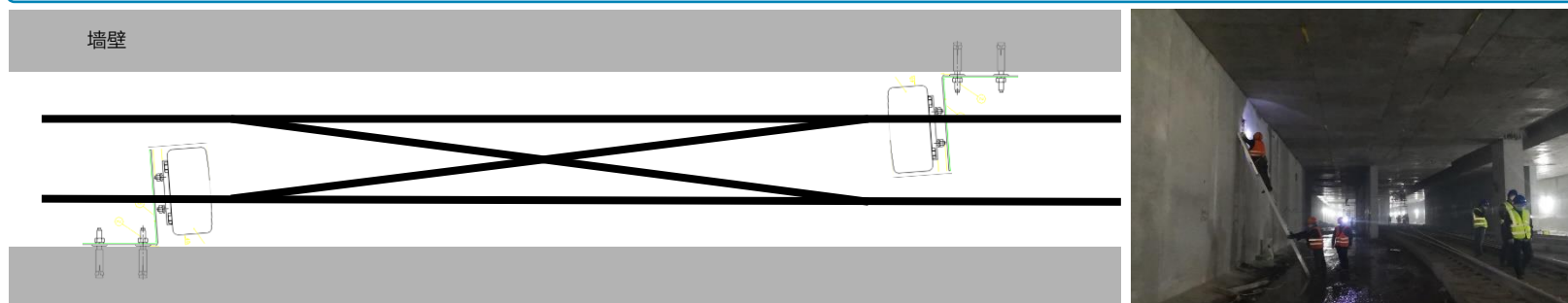
直线



弯道



折返线



折返线/出入线与正线交汇处等多轨并行区域，建议把AP部署在并行区域的两端，这样可以覆盖到折返线内。

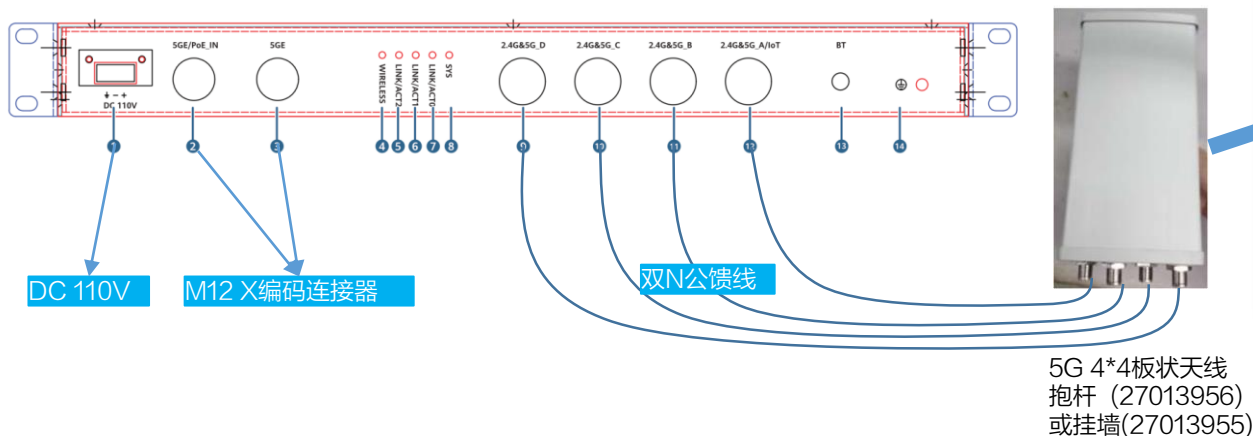


车载AP部署方案

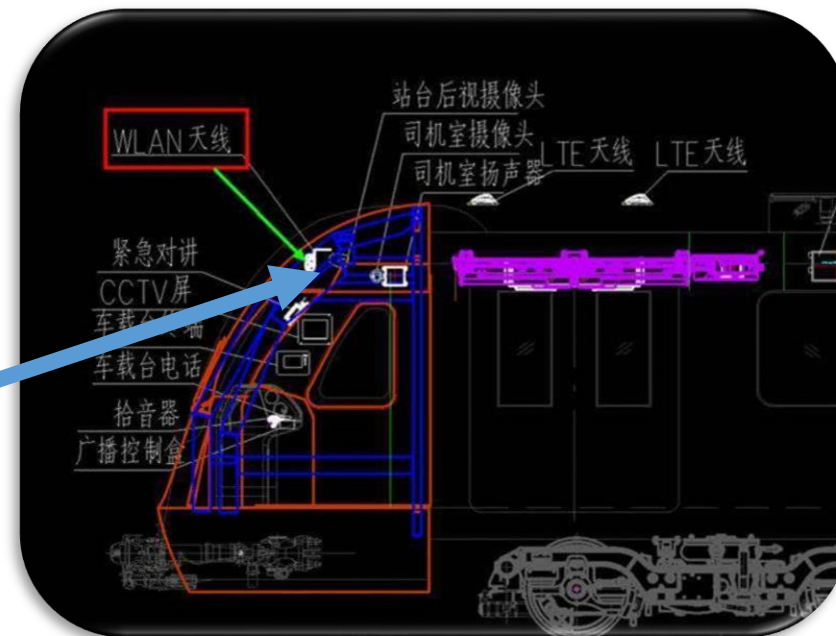
AirEngine 6760-51EI是华为发布的新一代支持Wi-Fi 6 (802.11ax) 轨道交通无线接入点。向下兼容802.11a/b/g/n/ac标准, 最多支持8条空间流, 整机最高速率可达5.95Gbps。满足EN50155车载电子设备标准要求, 适用于交通行业车地回传场景部署。

车头车尾各一个AirEngine 6760-51EI, 必须使用“挂耳+滑道”的安装方式, 否则有可能因列车运行中的震荡造成设备倾斜, 导致无法正常使用。

- 1.挂耳用螺丝涂有防松胶, 请避免反复安装。
- 2.AirEngine 6760-51EI车载设备适用于19英寸标准机柜, 设备随机发货时不提供机柜和滑道, 用户需要自行准备。



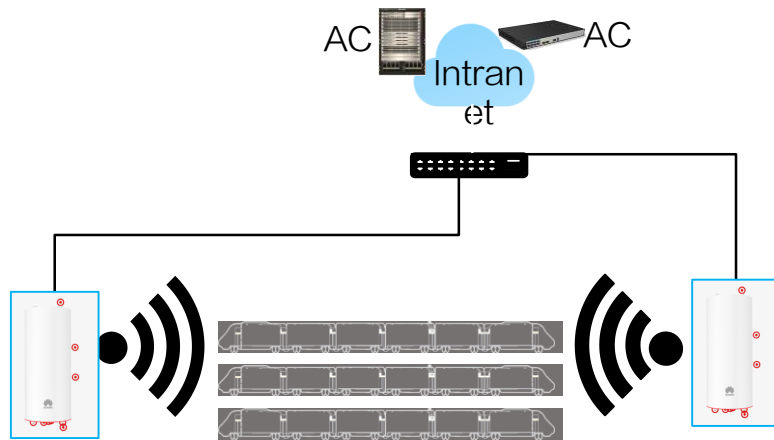
车载天线一般安装在车头驾驶室上方, **正前方不要有金属障碍物。**



RG-8三种长度馈线编码: 04130407(5米) 04130032(2米) 04130656(1米)



车辆段/停车场AP部署示意图



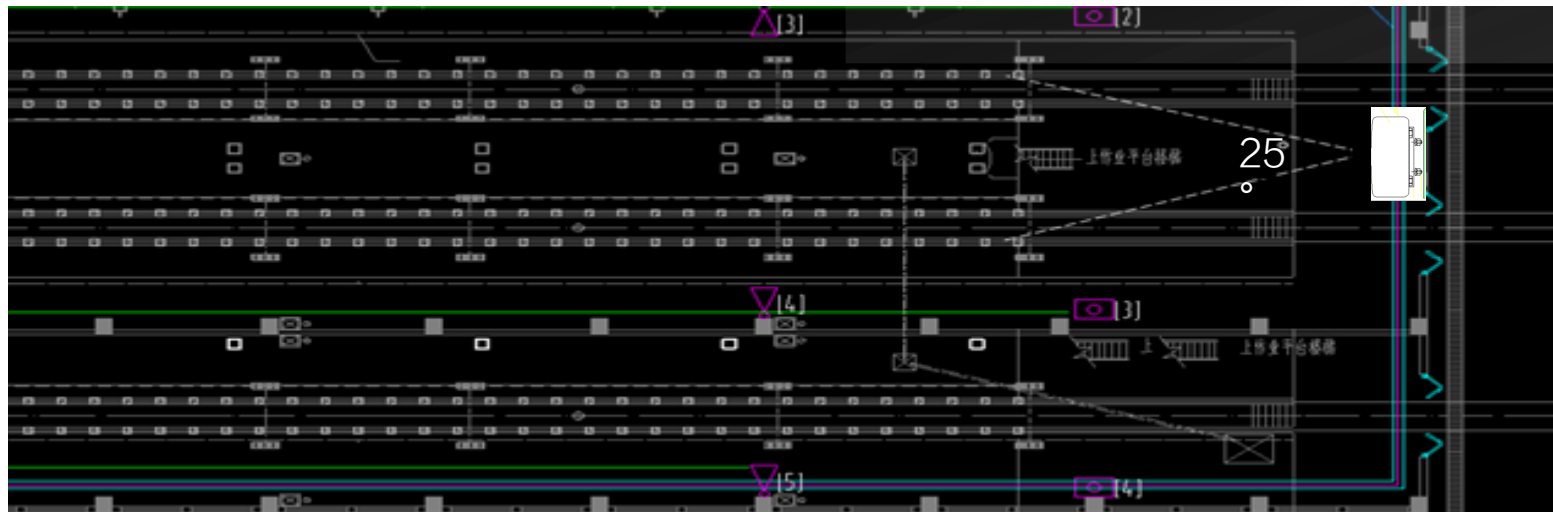
应用场景

车辆段/停车场PIS多媒体数据更新，向客户确认停车场内的业务带宽。

部署策略

设备选型同轨旁一致；

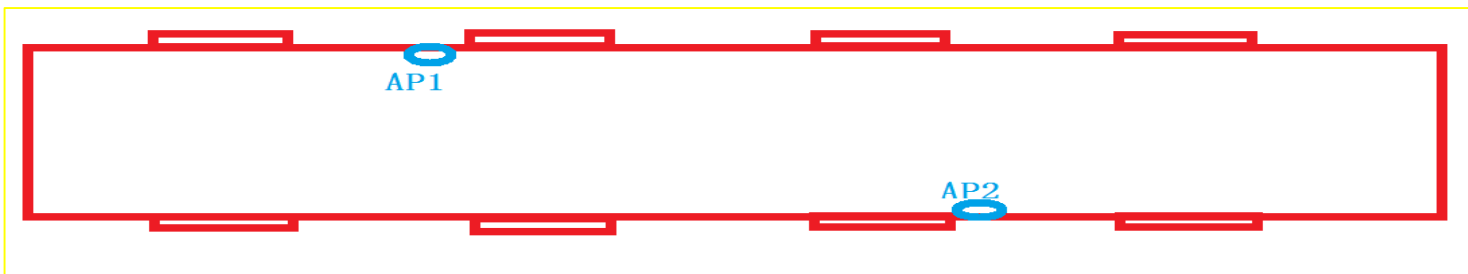
根据现场环境以车头天线在轨旁天线半功率角范围内为宜，一般一个轨旁天线覆盖2-4个车载天线。





车厢AP部署示意图一

通常一节车厢两侧各有4个门，AP部署在第二个门的右侧的非金属广告牌后面。



车厢侧墙挂壁部署AP和天线



备注：不同车厢安装方式可能会有不同，可以根据实际情况进行调整



车厢AP部署示意图二

车厢两侧部署方式



车厢侧墙挂壁部署AP



车厢侧墙挂壁部署定向天线





车厢AP部署示意图三

车厢两端部署方式



车厢两端顶部部署定向天线



车厢两端机柜部署AP



该部署方式的信号和性能会随着乘客人数的变化而变化，高峰时车厢中部信号会偏弱，空载时相邻车厢之间也会有影响，建议采取方案一和方案二。



售票大厅建网标准



售票大厅



售票大厅

场景描述

1. 业务类型:
 - 移动支付、网页浏览
2. 分布人数:
 - 高峰时1平方米/用户。
3. 层高:
 - 室内3~5米。

建网标准

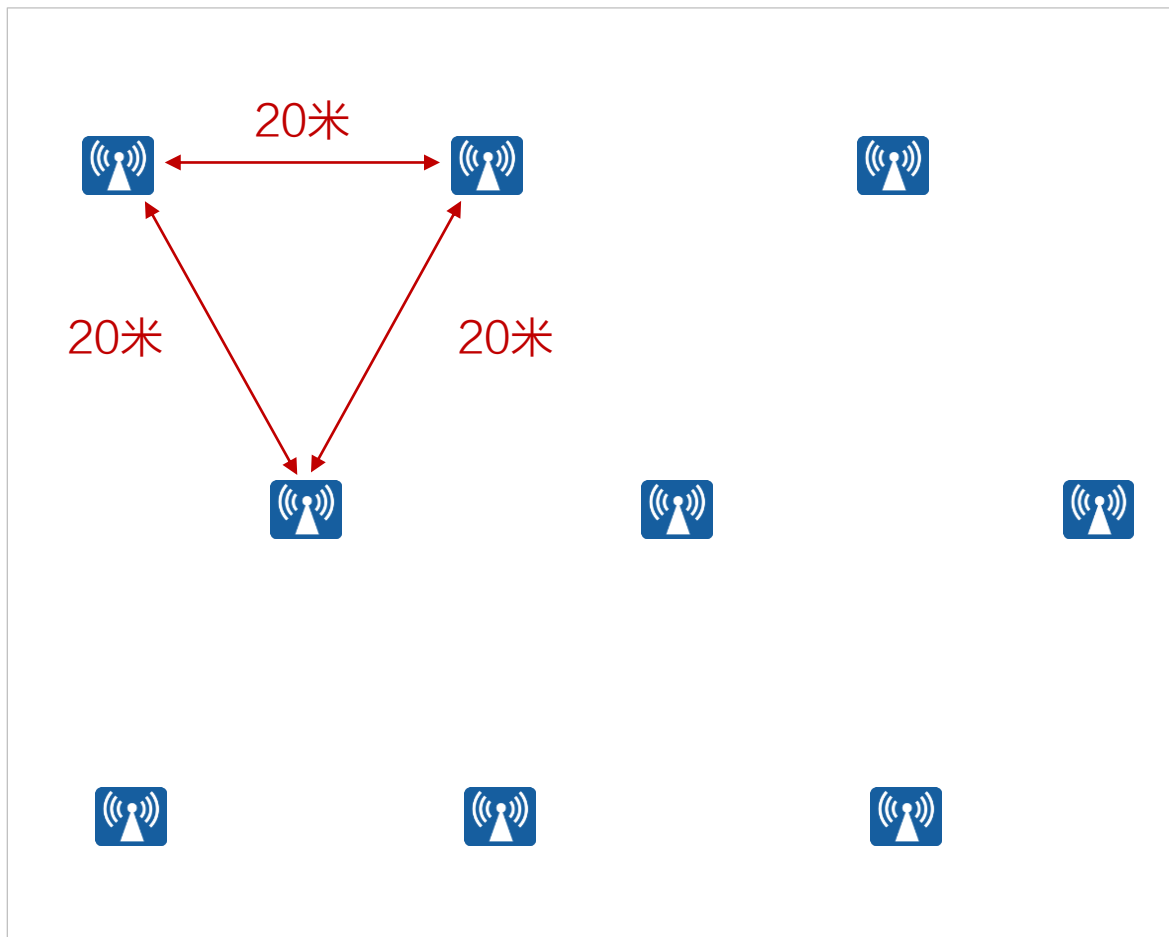
1. 体验速率: 50Mbps, 续航速率: 16Mbps。
2. 容量KPI:
 - 单AP接入用户数: 40 终端。
 - 并发率: 20%。
3. 覆盖KPI: 95%的区域RSSI \geq -65dBm。
4. 其他KPI:
 - 漫游时延小于20ms@丢包率 10^{-5} 。
 - 视频语音等关键业务时延小于10ms。

一景一策

场景	美观性	容量	覆盖	推荐AP类型	安装方式	网规方案
售票大厅	高	高	高	AirEngine5760-51 AirEngine6760-X1	室内T型龙骨安装	AP20米等间距布放 2.4G@HE20 5G@HE40



售票大厅网规方案



网规部署建议

1. 使用全向放装AirEngine5760-51/AirEngine6760-X1吸顶覆盖；
2. AP吸顶安装在天花板下方，AP间距20米，等三角部署。



候车站台建网标准



候车站台



候车站台

场景描述

1. 业务类型:

- 网页浏览、游戏、高清视频及音视频通信

2. 分布人数:

- 高峰时4平方米/用户。

3. 层高:

- 室内3~5米。

建网标准

1. 体验速率: 50Mbps, 续航速率: 16Mbps。

2. 容量KPI:

- 单AP接入用户数: 40 终端。
- 并发率: 20%。

3. 覆盖KPI: 95%的区域RSSI \geq -65dBm。

4. 其他KPI:

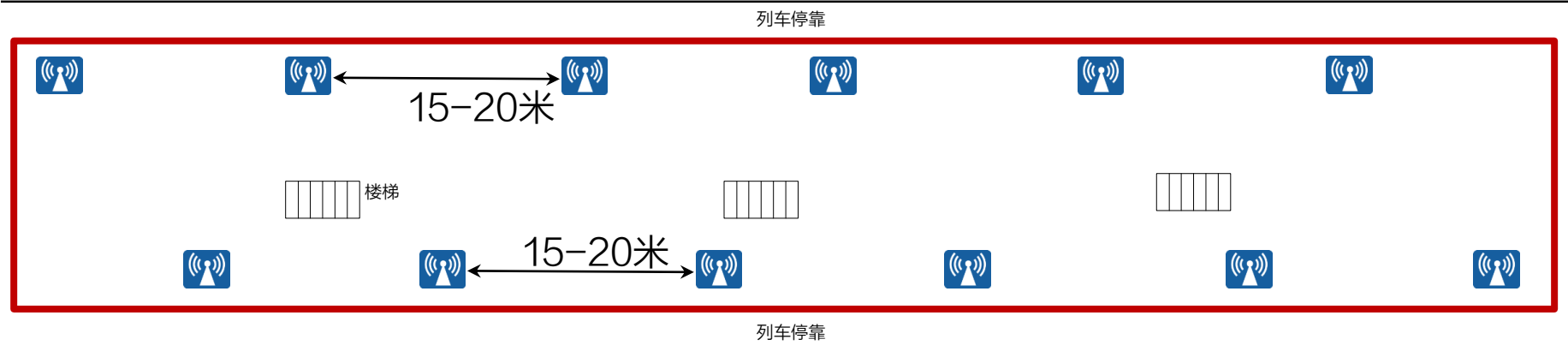
- 漫游时延小于20ms@丢包率 10^{-5} 。
- 视频语音等关键业务时延小于10ms。

一景一策

场景	美观性	容量	覆盖	推荐AP类型	安装方式	网规方案
候车站台	高	高	高	AE5760-51 AE6760-X1	室内T型龙骨安装	AP15-20米等间距布放



候车站台网规方案



网规部署建议

1. 使用全向放装AirEngine5760-51/AirEngine6760-X1吸顶覆盖；
2. AP吸顶安装在天花板下方，同一侧AP间距15-20米，等间距部署。
3. 信道：使用与车地通信不同的5G信道组网，避免与车地无线产生干扰。



轨交场景工勘内容

高架



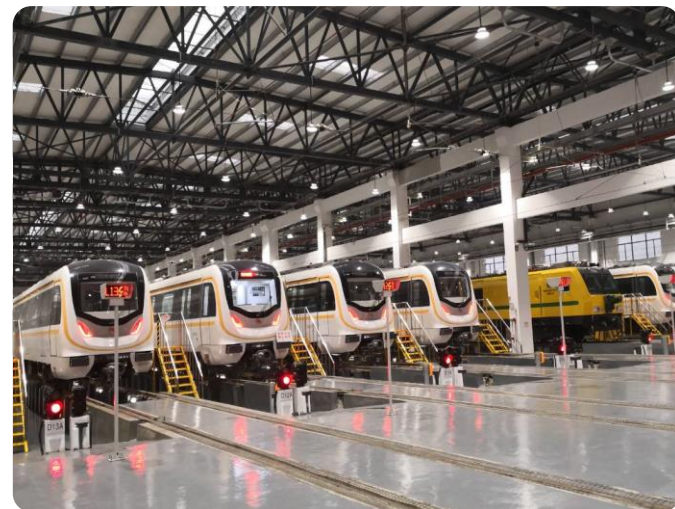
确立AP立杆在轨旁的位置，确认是否会被接触网支柱遮挡；高架段是否有隔音屏等障碍物；扫频确认是否有干扰。

隧道



排查AP附近是否有凹坑、遮挡、人防门、广告牌等能影响车地无线信号传输的因素，确认是否有折返线、停车线等特殊场景。

车辆段/停车场



确认AP和天线的可安装位置，车库中间是否可以立杆或吊杆。



轨交场景典型障碍物



接触网支柱遮挡



人防门



轨旁设备位于凹坑内

- 接触网支柱遮挡：定AP点位时要保证天线不被遮挡，可以往轨道一侧移动一定的距离错开遮挡。
- 人防门：AP远离人防门，按照天线角度计算远离多远主波瓣可以穿过人防门。
- 凹坑：AP点位间距原则可以在直线150-200米之间动态调整，将设备选在非凹坑处。



轨交车站工勘内容

安装方式



确认客户要求的安装位置，如果是天花板内安装需确认天花板材质和信号衰减。

层高



AP安装高度不超过6米，确认车站内是否存在超过6米高的镂空结构。



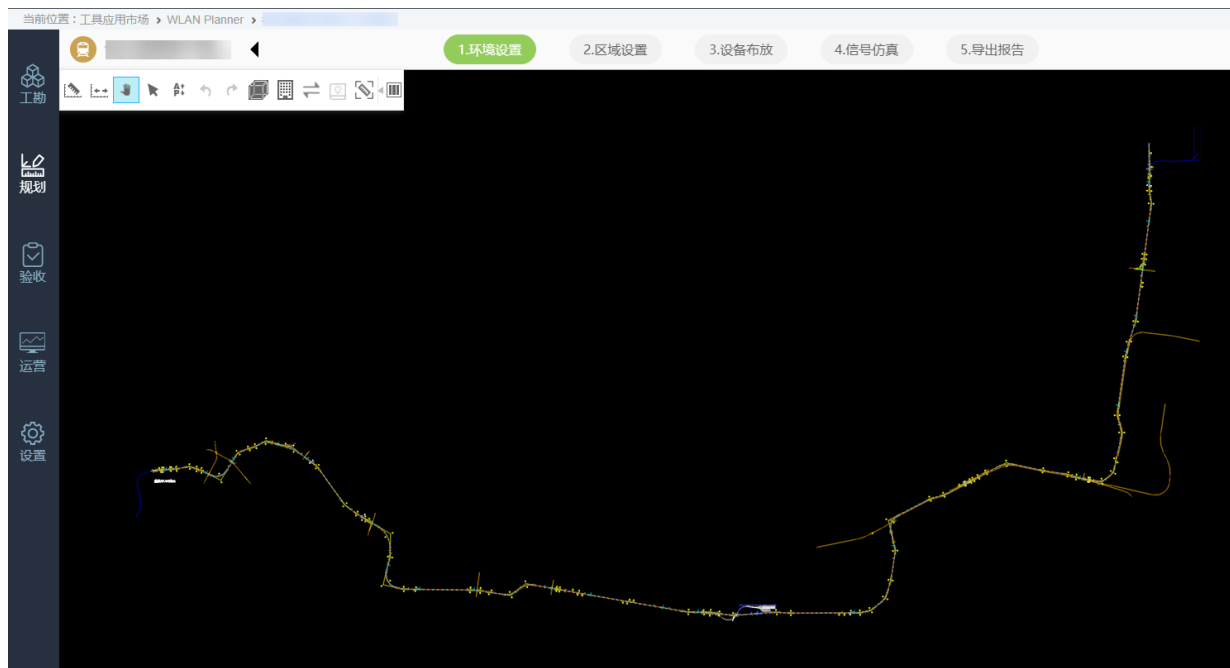
目录

1. 企业WLAN轨交场景概述
2. 企业WLAN轨交场景规划流程
3. 企业WLAN轨交场景典型案例



轨交场景项目案例

收集平面图纸和需求信息，标书中通常会包含绝大多数需求信息。



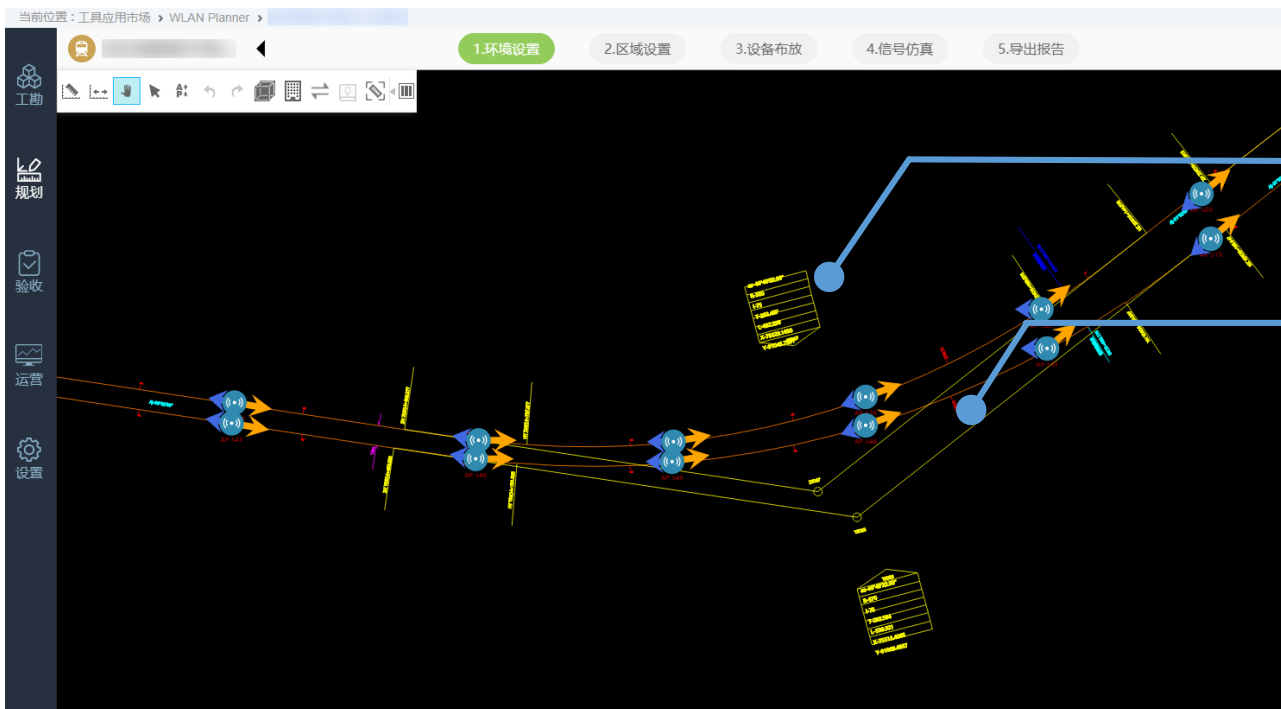
需求类型	说明
图纸信息	图纸，包含比例尺、弯道弯曲半径等关键信息。
国家码和可用信道	中国，可用36-48和149-161信道
覆盖区域	仅PIS业务，不包括车辆段
接入终端数	无车厢覆盖业务
带宽要求	标书200Mbps
隧道形态	单洞单轨
车速范围	最高80km/h
干扰源	需现场扫频
其他	隔音屏、折返线、人防门等需现场工勘



AP点位规划

在工具（地址：<https://serviceturbo-cloud.huawei.com>）中新建项目，导入图纸并设置好比例尺，根据图纸中的弯道、环境信息和标书需求，进行部署AP。

部署间距(米) \ 转弯半径R(米)	$800 \leq R$ & 直道	$500 \leq R < 800$	$300 \leq R < 500$
隧道	150~200	120~150	90~120
高架（无隔音屏）	140	120~140	90~120
高架（有隔音屏）	130~140	100~130	80~100



弯道信息，其中R是弯曲半径，根据该弯曲半径适当调整AP间距。

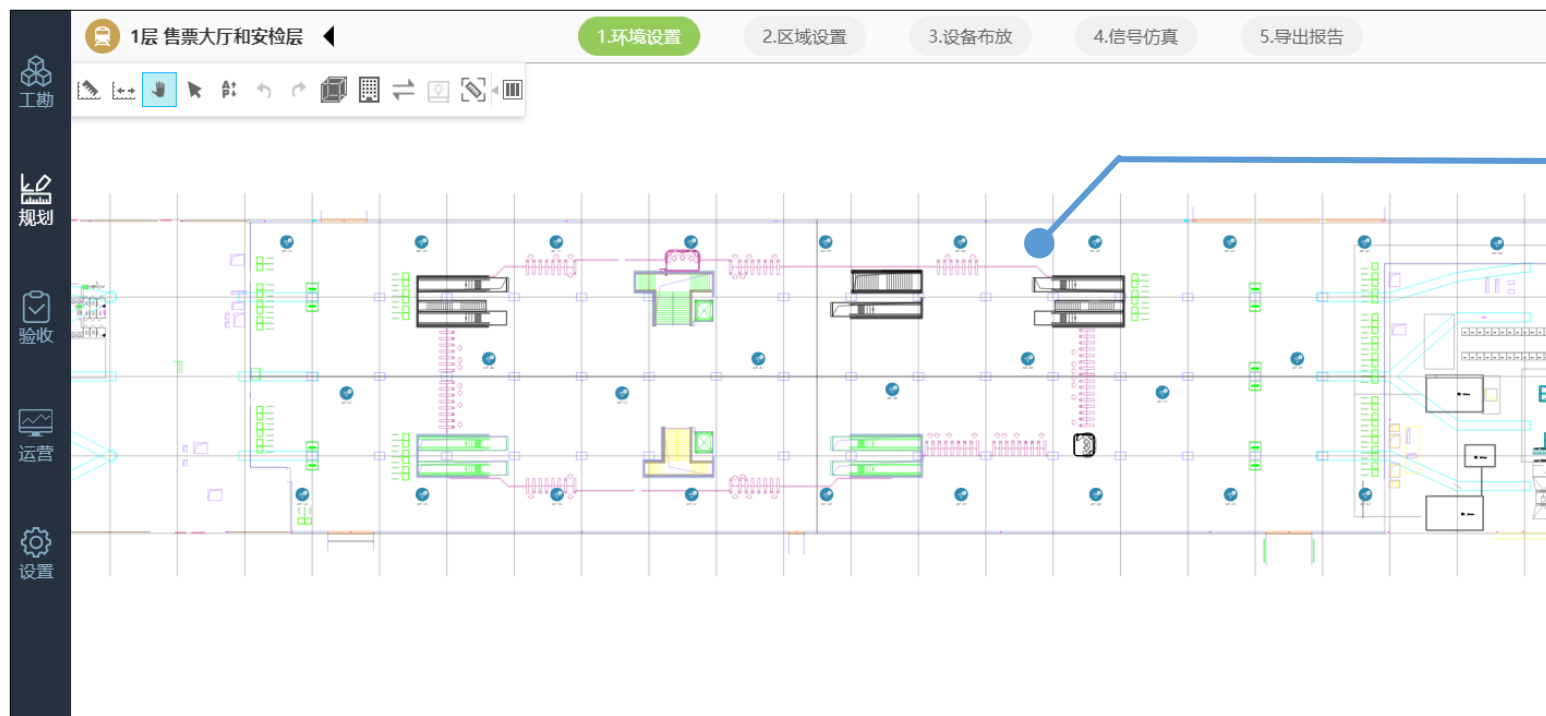
里程标，可以在EXCEL表中根据弯曲情况刷下来，然后按照里程标在图上部署AP。

规划完成后，安排现场工勘依次确认每个点位的情况，是否有遮挡、人防门、凹坑等影响性能的情况。



AP点位规划

在工具（地址：<https://serviceturbo-cloud.huawei.com>）该项目中导入图纸并设置好比例尺，按照AP间距20米和环境条件进行部署AP。

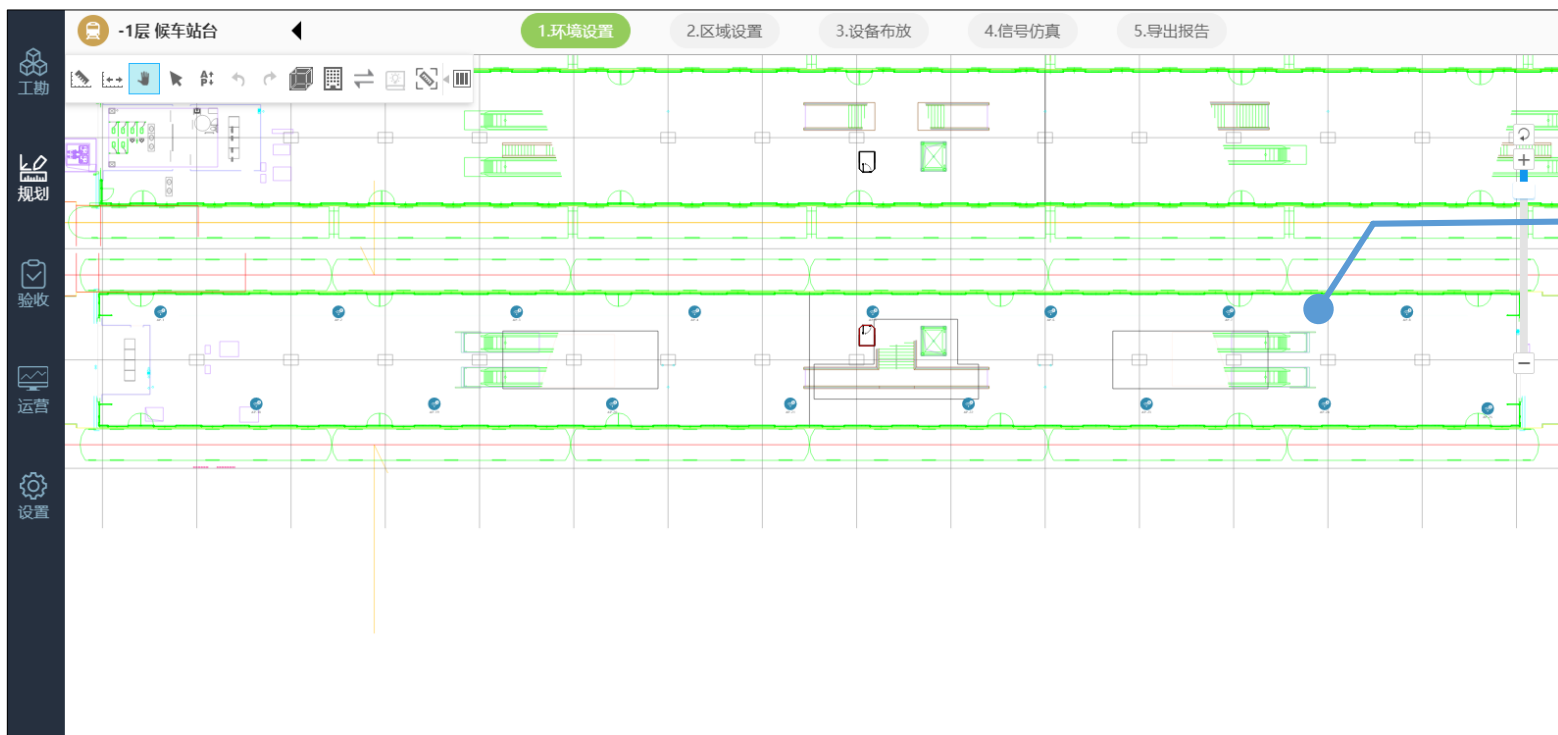


售票大厅：按照等三角20米间距部署，吸顶安装。



AP点位规划

在工具（地址：<https://serviceturbo-cloud.huawei.com>）该项目中导入图纸并设置好比例尺，按照AP间距20米和环境条件进行部署AP。

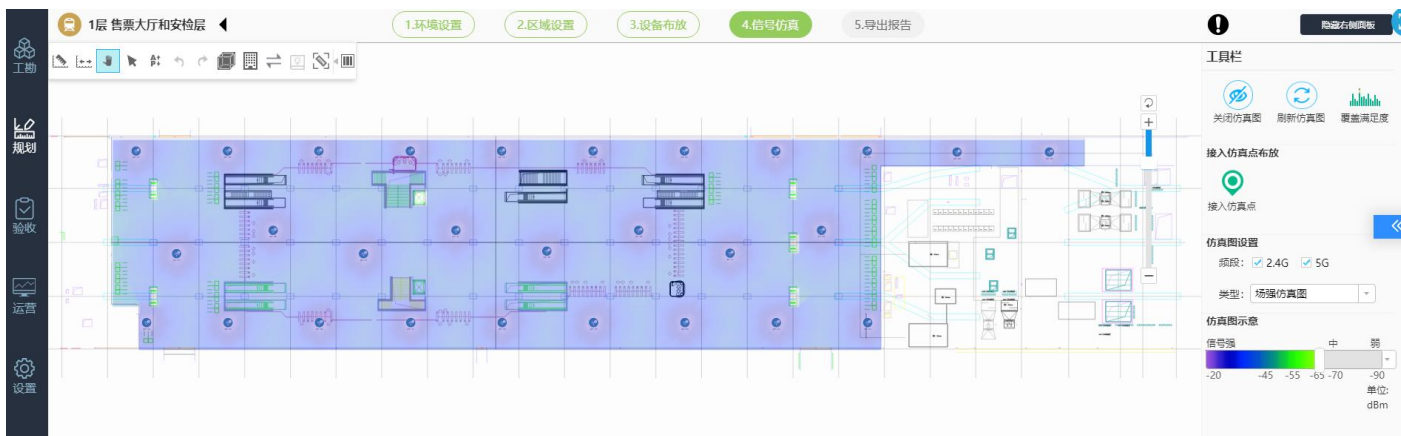


候车站台：在站台两侧按照W型等间距20米部署，要注意楼梯和电梯，避免遮挡产生盲区。



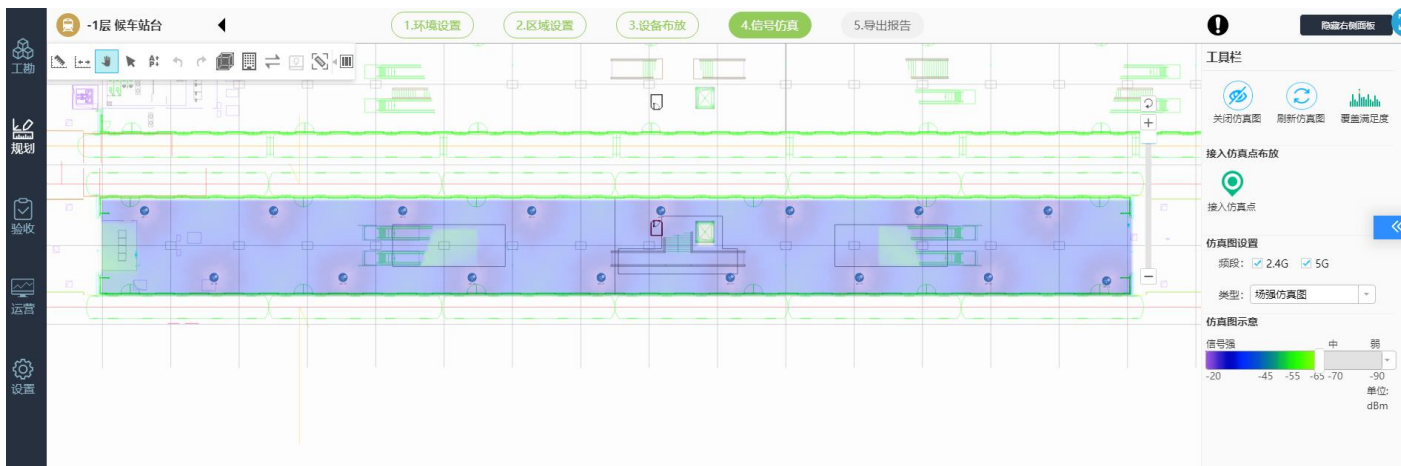
仿真渲染

售票大厅



布放完成后可通过工具查看仿真效果图，效果图呈现的信号覆盖情况，需满足客户的信号覆盖需求。

候车站台





思考题

1. 轨交隧道直道内，轨旁AP的建议部署距离是多少米？
2. 我们建议轨旁天线要与车载天线高度保持一致，特殊情况下两者高度差不超过多少厘米？
 - A： 20厘米
 - B： 30厘米
 - C： 40厘米
 - D： 50厘米



本章总结

- 1.企业WLAN轨交场景典型业务类型和挑战
- 2.企业WLAN轨交场景网规流程
- 3.轨交场景网规案例



谢谢

www.huawei.com