

地下停车场 5G 室分及智能安防优化研究

刘燕芳

中国电信股份有限公司广东分公司云网运营部

DOI:10.32629/acair.v4i3.21374

[摘要] 地下车库作为密闭空间,普遍存在5G信号覆盖不均、Wi-Fi组网混乱、监控画质较差、安防应急联动滞后等问题。此类问题不仅影响业主日常移动通信,还易造成新能源汽车自动泊车定位偏差、泊车任务中断,叠加电动车自燃风险高、事故取证难度大等安全隐患。本文采用中国电信天翼四联一体化方案,集成5G室内分布、全域Wi-Fi、高清视频、智慧安防联动四大功能,技术人员现场勘测后,针对车库潮湿昏暗、管线密布的环境定制软硬件方案。实现新能源车热失控预警与事故溯源。项目符合国家强制标准,可复制推广至商场、写字楼等封闭区域,完善车库安防、电动车消防及自动泊车配套保障体系。

[关键词] 地下停车场; 5G室分; Wi-Fi组网; 天翼高清视联; 智慧安防联动; 智驾泊车; 新能源车防火

中图分类号: TU248.3 文献标识码: A

Research on 5G Indoor Distribution and Intelligent Security Optimization of Underground Parking Lots

Yanfang Liu

Cloud Network Operation Department, China Telecom Co., Ltd.

[Abstract] As enclosed spaces, underground parking garages commonly suffer from uneven 5G signal coverage, chaotic Wi-Fi networking, low-definition surveillance footage, and delayed linkage of security emergency responses. These drawbacks not only undermine residents' daily mobile communication experience, but also lead to positioning deviations and task interruptions during automatic parking of new energy vehicles. Coupled with high spontaneous combustion risks of electric vehicles and difficulties in accident evidence collection, substantial hidden safety hazards arise. This paper adopts China Telecom's Tianyi Four-in-One Integrated Solution, which integrates four modules including 5G indoor distribution system, full-area Wi-Fi coverage, high-definition video monitoring and intelligent security linkage. Tailored hardware and software configurations are designed based on on-site surveys considering the damp, dim and densely piped garage environment. The system realizes early warning of thermal runaway for new energy vehicles and complete accident traceability. Complying with mandatory national standards, this replicable scheme can be extended to enclosed spaces such as shopping malls and office buildings, improving the supporting system for garage security, EV fire prevention and automatic parking.

[Key words] underground parking lot; 5G indoor distribution system; Wi-Fi networking; Tianyi HD video link; intelligent security linkage; intelligent driving parking; new energy vehicle fire prevention

1 引言

新能源汽车智能化普及,自动泊车、场内低速自动驾驶已成为目前市场潮流的车辆标配功能,地下停车场是该类业务核心运行场景。但地下空间墙体、立柱密集,叠加金属车身信号反射损耗,室外宏站信号穿透能力不足,极易产生5G弱覆盖、小区频繁切换、Wi-Fi信号相互干扰等网络问题。

现场实际运维案例显示:车主驶入地下车库后,局部区域5G信号衰减严重,手机通话、社交软件无法正常联网,难以联系家人;网络时延、丢包波动过大,直接造成车辆定位漂移、自动泊车进程中中断,大幅降低用户智驾使用体验。

地下车库普遍通风差、长期潮湿,给排水管线交错排布,动力电池长期处于不良环境易出现老化、漏电、温度骤升,热失控

自燃隐患突出。原有监控设备多为标清制式, 过道、车位成像模糊, 车牌无法辨识, 车辆刮蹭、治安纠纷、火灾事故发生后缺少有效取证素材, 安防管理存在明显漏洞。

针对场景的痛点, 我们可以通过无线网优、装维双工程师联合现场勘测, 推出天翼四联一体化解决方案, 融合通信、Wi-Fi、AI视频监控、安防联动等系统给客户定制软硬件与配套运维服务, 补齐安防短板, 强化火情预警与现场应急处置能力。此方案对智慧车场标准化建设具有一定的施工参考价值。

2 行业标准与场景核心痛点

2.1 国家及地方强制性建设标准

本次车场优化改造的执行依据:

(1) 通信行业标准YD/T6539-2025, 5G数字蜂窝移动通信网多模数字化室内分布系统技术要求^[1]。

(2) 团体标准T/CAICI117-2025《移动通信室内分布系统覆盖质量评估的定位测试方法与技术规范》^[2], 主要是为5G室分规划、覆盖验收提供技术依据。

(3) 工业和信息化部、住房和城乡建设部《关于进一步提升建筑物移动通信基础设施建设标准的通知》^[3]。

(4) 新能源汽车地下车库消防安全与智能监控技术指南[S]. 应急管理部消防研究中心^[4]。

(5) 粤通联(2025)14号《广东省建筑物配建通信基础设施实施指南(试行)》, 细化广东省建筑通信配套施工、管线协同布设规范^[5]。

2.2 地下车库五大典型痛点

结合大量现场实测与长期运维数据, 地下车库通信、安防系统存在五大核心短板:

(1) 有线网络施工不标准: 强弱电线缆混槽敷设, 电磁干扰严重; 地下潮湿环境加速线路老化, UPS后备电源配套, 设备故障率居高不下, 后期检修运维难度大。

(2) 5G室分覆盖不均衡: 车位深处、拐角、立柱遮挡区域信号弱, 车辆行驶过程中小区频繁切换, 网络时延、丢包指标不满足智驾泊车低时延需求, 同时造成手机通信中断, 居民日常联络受阻。

(3) Wi-Fi组网不规范: 2.4G/5G频段同频干扰严重, AP点位布设零散, 发射、信道功率无统一规划, 设备数据回传、大面积信号盲区, 无法支撑公众上网。

(4) 监控设备以标清为主, 取证困难: 监控设备画面分辨率差, 过道、车位车牌号识别不了; 设备无法自动识别电池高温、起火前兆、消防通道占道等安全隐患。

(5) 安防联动处置能力差: 新能源车自燃隐患发现滞后; 烟感、温感、视频、告警设备没有相互, 火情触发后无法自动预警、抓拍、推送, 联动处理能力差, 地下车库空间大、人工巡检覆盖不全。

3 地下停车场5G室分及智能安防一体化优化方案

3.1 依托四联一体化业务体系, 解决场景痛点问题

我们可以依托天翼四联一体化业务, 实现通信与安防同步提升:

(1) 5G室分覆盖: 搭建室分系统, 弥补宏站穿透的损耗, 根据车库遮挡、潮湿环境优化天线点位, 以及发射参数、切换策略, 实现公众手机通信、设备数据回传、车企智驾泊车三类业务。

(2) Wi-Fi6智能组网: 利用Wi-Fi6+无线AP, 实现标准化规划信道、发射功率, 消除盲区与信号重叠干扰; 根据场景特别划分多信道, 将公众上网与运维进行隔离, 做到不干扰, 提升网速用户感知。

(3) 天翼高清视联: 部署AI高清摄像机, 利用电信云端智能算法, 实现高清实时监控、火情识别、车牌识别、占道抓拍、异常人员入侵预警、云端存储; 成像清晰度满足事故取证全部要求, 解决追溯难问题。

(4) 智慧安防联动: 利用烟感、温感、电气火灾探测器、AI视频、声光告警终端, 构建“感知-告警-联动-处置”闭环管控体系。实时监测动力电池漏电、过热等自燃前兆, 全天候自动巡检消防车通道, 发现占道、堆积杂物实时预警, 保障应急救援通道畅通。

3.2 量身定制的5G与安防一体化解决方案

3.2.1 本文采用中国电信无线网优工程师+装维工程师联合上门勘测的专业化模式, 构建精准化、定制化、高落地性的前期勘测与规划设计体系, 从源头规避网络覆盖缺陷与安防建设隐患。基于双工程师联合勘测的实测数据, 针对不同场景的合规标准、容量压力与安防等级差异, 采用“差异化室分组网+专属安防硬件部署+AI智能赋能”的5G与安防一体化定制方案, 平衡网络覆盖质量、智能安防能力与项目建设成本, 适配多场景差异化建设需求。

无线网优工程师主要负责5G网络整体规划与性能优化, 针对不同场景业态特征, 采用车载路测与定点扫频相结合的方式, 全域采集场景内5G场强、信道干扰、信号衰减等核心数据, 精准定位盲区与弱覆盖区域。结合场地面积、建筑结构、人流车流分布特点, 科学规划室分设备安装点位, 满足智能网联、数字化办公、商业应用等高可靠业务运行标准。

装维工程师聚焦现场施工可行性与软硬件适配性, 结合办公楼宇吊顶结构、室内管线布局、分区功能属性, 以及车库、商超、菜市场的桥架、管线、现场布局, 统筹规划天翼高清设备、智能安防烟测设备等有线终端的布放位置与安装方案, 重点优化办公楼宇公共区域、电梯走廊、车库出入口、商超通道等关键位点的安防布局。同步协同规划网络与安防管线走向, 实现通信设备与安防终端同步规划、同步布线、同步施工, 保障整体方案的规范性、兼容性与落地可行性。

3.2.2 流程协同机制

勘测阶段: 无线网优、装维工程师需联合测量现场采集车库尺寸、遮挡结构、管线布局、客流车位分布、现有设备运行数据;

方案阶段: 双工程师可结合实测数据、国标规范、客户预算、智能化需求, 出具差异化室分组网+安防硬件配套一体化方案;

施工阶段: 双工程师根据分工, 统一规划通信、安防管线桥架, 避免二次开槽、重复施工;

验收阶段: 客户与施工方联合核验5G覆盖指标、Wi-Fi干扰、监控成像、安防联动告警全项功能, 一次性完成竣工验收;

运维阶段: 双工程师联合响应故障, 网络类问题由网优处置, 安防设备、线路故障由装维现场处理。



图1 5G室分网络与智能安防管线一体化协同施工图

3.3 四大系统一体化改造实施细则

3.3.1 5G室分差异化优化改造

按照车库功能分区实施精准优化: 出入口、主干道、集中车位区加大天线密度, 提升带宽与信号强度; 拐角、立柱遮挡盲区调整天线安装位置、下倾角, 补齐弱覆盖区域; 优化小区邻区列表、切换时延参数, 消除车辆行驶过程中频繁重连、断流问题, 保障手机通话、智驾泊车全程网络稳定。区分有源、无源室分设备选型, 小型车库选用无源分布系统控制成本, 大型商业、写字楼车库采用数字化有源室分, 满足高并发、低时延智驾业务承载需求。

3.3.2 Wi-Fi6标准化组网改造

全场替换部署新一代Wi-Fi6无线AP, 独立规划2.4GHz、5GHz信道资源, 规避同频、邻频干扰; 精细调节各点位发射功率, 消除信号重叠覆盖造成的速率衰减; 划分独立SSID: 公众上网SSID供车主使用, 运维专用SSID承载监控、探测设备数据回传, 实现网络安全隔离, 避免公众上网流量占用安防业务带宽。

3.3.3 天翼高清AI视联系统建设

拆除全部存量标清摄像头, 全域布设高清AI摄像机, 消除监控死角。车位、过道成像可完整识别车牌、人员样貌、车辆细节; 新能源停车区单独开启电池高温识别、起火烟雾智能研判算法, 同步支持消防通道占道抓拍、陌生人员入侵预警; 视频数据统一上传天翼云端合规存储, 支持7×24小时回看、事件快速检索, 满足物业日常监管、交通事故、纠纷取证、监管部门核查全部要求。

3.3.4 智慧安防联动与管线标准化整治

全面规整车库杂乱管线, 通信、消防、强弱电桥架分层布设, 线缆外层加装防潮保护套管; 全车库配套防雷接地、UPS后备电

源, 避免断电、潮湿造成设备停机。

在新能源车位、充电专区加装烟感、温感、电气火灾探测器, 实时采集电池温度、漏电数据, 提前预判热失控自燃风险; 设备触发告警后, 自动联动监控画面弹窗、平台短信推送、现场声光报警; 依托AI视频算法全天候巡检消防通道, 识别车辆占道、杂物堆积, 实时推送告警信息, 保障火情发生后救援通道畅通。



图2 封闭场景5G室+天翼高清终端+智能烟测安防设备一体化布设实景图

4 电信专属云端服务与全周期长效运维保障

依托中国电信全国统一天翼云、天翼视联平台与本地属地运维团队, 搭建“云端智能管控+本地闭环运维”一体化保障体系, 解决传统自建模式运维薄弱、视频丢失、故障处置滞后等痛点。

4.1 电信云端智能赋能服务

车库全部5G无线设备、AI摄像机、火情探测终端统一接入天翼视联专属云端平台, 实现三大核心能力:

(1) 视频云端备份存储: 区别于本地硬盘存储, 云端多副本备份, 车库断电、摄像头损坏不会造成影像丢失, 完整留存事故取证素材, 满足监管、保险理赔调阅要求;

(2) 集中可视化管控平台: 统一监控5G网络运行指标、Wi-Fi在线状态、安防设备在线率、告警事件记录, 物业管理人员可通过电脑、手机小程序远程查看全场状态, 大幅降低人工巡检成本;

(3) 告警多端同步推送: 电池高温、起火预警、通道占道、设备离线等异常信息, 同步推送至物业管理人员手机、物业后台大屏, 实现隐患早发现、早处置。

4.2 全闭环一站式运维保障

中国电信可提供“前期勘察—方案设计—标准化施工—联合验收—长期运维”一站式全周期服务:

施工阶段严格遵循通信、安防国家标准工艺, 统一管线标识、设备接地、驻波测试、系统联调, 保障项目一次性验收通过, 无整改遗留问题;

运维阶段依托电信数字化室分监控平台, 自动识别5G信号

弱覆盖、AP离线、摄像头故障等问题,主动预警、快速定位故障点位,属地工程师上门处置;

配套增值服务:火情、车辆剐蹭、占道告警实时推送,可联动保险公司快速调取取证视频,简化车险理赔流程,提升车场运营、物业办公效率。

5 方案落地核心应用成效

改造完成后,地下车库通信、安防、防火、智驾支撑能力实现全方位升级:

(1)网络层面:5G信号全域均匀覆盖,车辆行驶切换平稳,时延、丢包指标完全满足车企智驾泊车业务标准,彻底消除地下车库通信盲区,车主手机通话、社交软件联网稳定,不再出现失联无法联系家人的问题;Wi-Fi6网络无干扰、无盲区,公众上网、设备数据回传、物业运维办公同步稳定运行。

(2)有线与设备运维层面:管线分层规整,防潮、防雷、UPS配套完善,监控、无线、探测设备故障率大幅下降,后期检修、运维工作量显著降低。

(3)安防取证层面:全域高清AI摄像机完整识别车牌、现场细节,车辆剐蹭、治安纠纷、安全事故均可调取清晰影像,彻底解决取证难痛点;视频云端长期存储,溯源调取便捷。

(4)安全防控层面:车场安防由人工定期巡检转为7×24小时自动化AI监管,烟感、温感、视频AI联动可提前识别新能源车电池高温、起火前兆,显著降低自燃灾害风险;消防车通道自动巡检预警,保障应急救援通道畅通,整体应急处置能力大幅提升。

整套软硬件方案适配地下车库潮湿、管线杂乱的特殊工况,配套云端+本地双重运维服务,同步完成通信网络升级、安防取证完善、新能源车火灾防控、智驾泊车服务提质四大目标,综合工程应用价值突出。

6 结语

本文基于中国电信天翼四联一体化业务体系,构建“5G室分+全域Wi-Fi+天翼高清视联+智慧安防联动”融合解决方案,通过无线网优、装维双工程师联合勘测定制实施,系统性解决地下车库5G信号差、Wi-Fi干扰混乱、管线布设不规范、监控画质差、事故取证困难、新能源车自燃防控薄弱、安防联动缺失等行业共性痛点。

方案施工标准化、环境适配能力强,除地下停车场外,可广泛复制应用于商场、写字楼、菜市场等各类室内封闭场景,对提升室内移动通信覆盖质量、完善高清智能安防监管、强化新能源车地下停放防火能力、规模化落地车企场内智能泊车服务具备重要参考与推广价值。

[参考文献]

[1]YD/T6539-2025,5G数字蜂窝移动通信网多模数字化室内分布系统技术要求[S].2025.

[2]T/CAICI117-2025,移动通信室内分布系统覆盖质量评估测试方法与技术规范[S].2025.

[3]工业和信息化部、住房和城乡建设部.关于进一步提升建筑物移动通信基础设施建设标准的通知[Z].2025.

[4]新能源汽车地下车库消防安全与智能监控技术指南[S].应急管理部消防研究中心,2025.

[5]广东省通信管理局,广东省住房和城乡建设厅.广东省建筑物配建通信基础设施实施指南(试行)[Z].粤通联〔2025〕14号,2025.

作者简介:

刘燕芳(1973--),女,汉族,广东广州人,本科,中级工程师,主要研究方向为网络空间安全、装维一体化服务。