

老旧城区运营商通信线路迁改的一体化设计与资源整合研究

刘 俊

辽宁邮电规划设计院有限公司广州分公司 广东广州 510000

摘要: 随着城市化加速,老旧城区更新改造成为提升城市功能和居民生活质量的重要举措。但该区域运营商通信线路存在“空中蜘蛛网”“地下乱布线”等问题,影响城市美观与安全,制约5G等新基建落地。本文针对老旧城区通信线路迁改的复杂性、多主体协同难题和资源浪费等痛点,提出“一体化设计与资源整合”方案。通过构建多维度协同机制、统一技术标准、集约利用物理空间和建立全生命周期管理体系,整合不同运营商和类型的通信线路资源,实现线路路由优化、管道共建共享、杆路规范改造和智慧化运维。结合实际案例,验证了该方案在降低成本、缩短工期、减少重复施工和提升通信网络稳定性方面的有效性,为老旧城区通信基础设施高质量升级提供理论参考和实践路径。

关键词: 老旧城区; 通信线路迁改; 一体化设计

老旧城区是城市发展缩影,承载居民生活与城市功能核心需求。近年来,国家推进城市更新战略,老旧城区相关工程持续推进,对通信基础设施配套升级提出迫切要求。通信线路布局与运行影响区域数字化转型。但因历史原因,多数老旧城区通信线路建设缺乏统一规划,存在架空线缆杂乱、地下管道重复开挖等问题。此外,传统零散改造模式难解决线路混乱问题。在此背景下,探索老旧城区运营商通信线路迁改的一体化设计与资源整合路径意义重大。一体化设计强调全流程系统性思维,实现通信线路与城市空间有机融合;资源整合聚焦打破行业壁垒,推动基础设施共建共享,优化资源利用。

1 老旧城区通信线路迁改的现状与困境

1.1 线路布局混乱与历史遗留问题

老旧城区通信线路迁改的首要困境源于线路布局混乱和复杂的历史遗留问题,其价值在于提醒现代化改造要正视并解决历史包袱。这种混乱是数十年技术迭代与权属变更累积的结果,早期铜缆电话线、后期有线电视同轴电缆及各代通信光缆在空中和地下形成多层、多材质、多标准的复合体。在空中,线路随意搭挂形成“蜘蛛网”,影响城市景观且有安全隐患,如触电、火灾风险。在地下,因缺乏统一精确的地下管线数据库,管线信息模糊,部分已被遗忘或废弃,新线路规划易破坏既有管线,引发次生灾害。此外,历史遗留问题还体现在产权与维护责任界定不清,部分线路成“孤儿线路”,给统一迁改带来法律与管理障碍。

1.2 多运营商独立建设导致的资源浪费

多运营商独立建设模式是老旧城区通信资源浪费与重复投资的根本原因,其价值在于论证从竞争性建设向共享合作模式转变的必要性与经济性。传统市场格局下,各运营商为抢占市场独立进行网络规划建设,追求自有网络物理覆盖。在老旧城区,同一条街地下可能并行敷设多家运营商管道,同一电线杆上可能悬挂不同企业的多条光缆,“一户一管”“一杆多缆”导致城市地下空间和地上廊道资源过度占用与紧张。经济上,独立建设使每家运营商承担完整的勘察、设计等成本,在老旧城区不仅推高单个运营商建设成本,还造成社会总资源巨大浪费。此外,独立建设的网络标准不一、接口各异,形成信息孤岛,阻碍未来网络资源互联互通与统一调度,降低城市通信基础设施利用效率和抗风险能力^[1]。

1.3 施工环境复杂与多方协调的难度

施工环境的复杂性与多方协调的高难度是老旧城区通信线路迁改工程实施层面的核心制约,其价值在于强调工程管理的复杂度已超越纯技术范畴,成为一个涉及社会、行政与民生的系统性问题。施工环境的复杂性体现在物理空间与社会空间两个维度。物理上,老旧城区道路狭窄,地下管线密集,地上建筑物林立,大型施工机械难以进入,多数作业需依赖人工作业,效率低下且安全风险高。社会空间上,施工活动不可避免地会对居民的日常生活、商业经营和交通出行造成直接影响,如噪音、粉尘、道路临时封闭等,极易引发居民投诉与抵触情绪。多方协调的难度则在于迁改工程涉

及的利益主体众多，包括市政、交通、电力、水务、燃气等多个政府部门，以及各通信运营商、物业公司、沿街商户和广大居民。每个主体都有自身的利益诉求和管理规定，例如，交通部门对施工占道时间有严格限制，市政部门对路面恢复标准有明确要求，居民则希望施工时间尽可能短、影响尽可能小^[2]。

2 线路迁改工程的一体化设计框架

2.1 统一规划与多网融合的设计思想

统一规划与多网融合的设计思想是破解老旧城区线路各自为政、重复建设困境的根本途径，其核心价值在于从顶层设计层面实现通信基础设施的集约化与高效化。统一规划要求超越单一运营商的视角，建立一个由市政管理部门主导、各运营商共同参与的联合规划机制。该机制的核心任务是制定一个覆盖整个城区的、统一的通信网络物理层发展蓝图，明确主干、配线、引入等各层级线路的通用路由、技术标准和容量预留。多网融合则是在统一规划的指导下，推动不同运营商的接入网、甚至通信网与有线电视网、物联网感知网络在物理层面的深度融合。具体实现方式是采用“一张光缆网，多业务承载”的模式，即建设一套共享的光纤分配网络（ODN），通过划分不同的光纤纤芯或使用不同的光波长，为各运营商提供独立的物理或逻辑通道，使其能够在同一套物理设施上部署各自的业务。这种设计思想摒弃了传统“一运营商一管道”的并行建设模式，通过标准化接口和模块化设计，使得网络资源可以像公共事业一样被公平、高效地分配和使用，从根本上消除了因网络割裂造成的资源壁垒和未来扩容的物理限制，为构建城市级统一的信息通信基础设施平台奠定了理论基础^[3]。

2.2 空间资源与管道资源的协同利用

空间资源与管道资源的协同利用是实现一体化设计从蓝图走向现实的关键环节，其价值在于通过对存量与增量资源的系统性整合，最大化挖掘老旧城区有限空间内的通信承载潜力。协同利用的前提是对现有空间资源进行全面普查与数字化建档，利用探地雷达、管线探测仪等技术手段，精确测绘地下各类管线的位置、埋深、管径和材质，并结合地理信息系统（GIS）建立三维可视化的地下空间数据库。在此基础上，设计策略聚焦于“共享”与“新建”的结合。对于已建成的市政管道，如电力、雨污水管道，评估其内部剩余空间或管廊外壁的附挂条件，通过技术改造实现通信光缆的

同步敷设，即“管廊共享”或“管位共享”。对于新建或改造的道路，则推动“共同沟”或综合管廊的建设，将通信管线与电力、给水等管线一并纳入，实现统一规划、统一建设、统一管理。在管道资源的设计上，强调大孔径、多孔位管道的预埋，并预留充足的备用子管。这种设计不仅满足了当前各运营商的纤芯需求，更重要的是为未来可能出现的新技术、新业务预留了物理通道，避免了因管道容量不足而导致的二次开挖。通过对空间与管道资源的协同规划与利用，将原本分散、独立的管线建设行为，整合为一项系统性的地下空间开发工程，其经济价值与社会效益远超各运营商独立建设的总和。

2.3 面向智慧城市演进的前瞻性布局

面向智慧城市演进的前瞻性布局是确保迁改工程具备长期生命力和战略价值的根本保障，其价值在于使通信基础设施的建设与城市未来的智能化发展方向同频共振。前瞻性布局的核心是超越当前以“人”为主的通信需求，将未来以“物”为主的泛在连接需求纳入设计考量。这要求在路径规划和节点设置上，不仅要覆盖居民区和商业区，还需将交通枢纽、市政设施、公共安全监控点、环境监测点等未来智慧城市的关键节点纳入主干网络覆盖范围。在技术选型上，网络架构需具备向5G、物联网（IoT）、工业互联网等新技术平滑演进的能力。例如，在光分配网络（ODN）的设计中，采用分光比可灵活调整的光分路器，并预留光纤到桌面（FTTD）、光纤到机器（FTTM）的扩展接口，为未来高密度、低时延的物联网应用提供物理基础。同时，在关键节点位置，预留边缘计算（MEC）数据中心的安装空间和电力、制冷配套资源，使计算能力能够下沉至网络边缘，满足智慧城市应用对数据实时处理的需求。这种布局方式将通信线路迁改工程从一个单纯的网络更新项目，提升为构建城市“神经网络”的基础性工程，它所承载的不仅仅是语音和数据业务，更是未来城市运行所依赖的感知、决策和控制信息的传输通道，从而确保了本次投资在未来数十年内持续产生价值，避免成为新一轮技术迭代的淘汰对象^[4]。

3 通信线路迁改中的资源整合路径与方法

3.1 存量资源普查与数字化建档

存量资源普查需全面覆盖老旧城区现有通信线路及附属设施，通过数字化建档实现资源可视化管理，某市老城区通信线路迁改项目（覆盖6个老旧片区，涉及3家运营商，

此前因资源台账缺失导致迁改重复施工）。普查阶段组建专项团队，采用“无人机航拍+地面人工核查+GIS地图标注”结合的方式，重点普查光缆（含架空、地下）、管道（含管孔数量、使用状态）、杆塔（含材质、承载能力）三类核心资源，共核查架空光缆总长 18.5 公里、地下光缆 22.3 公里，梳理地下管道 12 条（总长 9.8 公里，管孔总数 360 个，已使用 215 个），登记杆塔 132 基（其中水泥杆 85 基、钢杆 47 基）。数字化建档环节，将普查数据录入 GIS 资源管理系统，标注每段线路的路由走向、敷设方式、产权归属、投用年份，每处管道的管孔占用情况，每基杆塔的承载余量，建档完成后资源数据准确率达 98.5%，工作人员查询某一区域资源信息的时间从普查前的 40 分钟缩短至 5 分钟，有效避免因资源不清导致的盲目开挖与重复建设。

3.2 共建共享模式下的资源优化配置

共建共享需打破运营商间资源壁垒，通过联合利用减少冗余建设。项目推动 3 家运营商与市政部门签订《资源共建共享协议》，明确共享范围与权责：地下管道方面，共享已梳理的 12 条管道中未使用的 145 个管孔，3 家运营商不再单独新建管道，按需求分配管孔（其中 A 运营商使用 48 个、B 运营商 52 个、C 运营商 45 个）；杆塔方面，筛选 60 基承载余量充足的钢杆（承载能力 $\geq 8kN$ ），供 3 家运营商共享挂载光缆，每基杆塔最多挂载 3 条光缆（分层架设，间距 ≥ 0.5 米）；此外，联合建设 2 处共享机房（每处面积 120 平方米），集中放置 3 家运营商的传输设备，共享电源与空调系统。通过资源共享，项目减少新建管道 4.2 公里、新增杆塔 58 基、单独建设机房 2 处，直接节省投资成本 680 万元，同时减少道路开挖次数 32 次（原计划各运营商单独施工需开挖 65 次），缩短迁改工期 45 天，实现资源利用效率与迁改进度的双重提升。

3.3 新旧网络平滑过渡的技术整合策略

新旧网络平滑过渡需通过技术衔接保障业务不中断，同时实现新网络与存量资源的兼容。过渡阶段采用“先建后拆、临时链路保障”的策略：在新建光纤网络（采用 G.654.E 低损耗光缆，支持更大带宽传输）敷设完成后，先通过 OTN（光传送网）设备搭建临时链路，将存量网络业务（含宽带、语音、政企专线）平滑割接至新网络，割接过程分批次进行（每批次覆盖 1 个片区，涉及用户约 2800 户），每批次割接时

长控制在 4 小时内（选择凌晨 0:00–4:00 业务低峰期）。技术整合方面，新网络设备预留与存量 SDH（同步数字体系）设备的对接接口，确保未完成迁改的存量线路可临时接入新网络；同时在共享机房部署统一的网络管理平台，实现新旧网络运行状态的集中监控，实时监测业务流量与链路稳定性。项目实施期间，累计完成 6 批次业务割接，用户业务中断时长平均仅 1.2 小时（原计划中断 4 小时），宽带业务投诉量从迁改前的每月 23 起降至每月 3 起，割接后新网络带宽较存量网络提升 3 倍（从 10Gbps 增至 30Gbps），既保障了迁改期间的业务连续性，又为后续通信业务升级奠定基础^[5]。

4 结语

老旧城区通信线路迁改的一体化设计与资源整合研究，不仅是对当前城市基础设施建设问题的回应，更是面向未来智慧城市发展的重要探索。通过统一规划与多网融合的设计思想，能够有效破解资源分散和重复建设的难题；而空间资源与管道资源的协同利用，则为有限城市空间内的高效开发提供了可行路径。同时，新旧网络平滑过渡的技术整合策略，确保了工程实施过程中业务的连续性，降低了社会影响。这些方法共同构成了一个系统性解决方案，不仅提升了通信基础设施的利用效率，还为城市的可持续发展奠定了坚实基础。在多方利益协调与复杂施工环境的挑战下，这一研究的价值更显突出，为类似工程提供了可复制的经验与理论支持。

参考文献：

- [1] 张超. 固网老旧业务有效性分析方案研究 [J]. 中国宽带, 2023, 19(9):109–111.
- [2] 刘永彬, 林武隽, 安雪峰, 等. 老旧通信机楼高压配电系统更新改造案例分析 [J]. 电信工程技术与标准化, 2023, 36(S01):199–201.
- [3] 刘畅. 运营商通信基础设施预防性保护措施与障碍管理策略分析 [J]. 中国新通信, 2022, 24(15):141–143.
- [4] 陈洲. 浅谈某电信运营商呼叫中心系统云化改造方案 [J]. 电脑乐园, 2023(1):0091–0093.
- [5] 徐辉, 李晟铭, 高明, 等. 老旧小区广电网络改造中的共建共享模式实践 [J]. 广播与电视技术, 2022(001):049.