

5G 通信技术运用于城市智能基础设施建设的 路径与施工策略

肖赣州

中国联合网络通信有限公司江西省分公司, 江西 南昌 330006

DOI: 10.61369/TACS.2025090007

摘 要 : 随着数字化转型加速, 5G 通信技术作为新型基础设施的核心支撑, 正深度融入城市智能基础设施建设。基于此, 本文针对 5G 通信技术运用于城市智能基础设施建设路径展开研究, 阐述了目前 5G 通信技术在城市智能基础设施建设中的施工难点, 提出了相应的施工对策, 旨在为 5G 赋能智慧城市基础设施高质量发展提供实践路径与理论参考。

关 键 词 : 5G 通信技术; 城市智能基础设施; 施工难点; 施工策略; 智慧城市

Paths and Construction Strategies of Applying 5G Communication Technology in Urban Intelligent Infrastructure Construction

Xiao Ganzhou

China Unicom Jiangxi Branch Nanchang, Nanchang, Jiangxi 330006

Abstract : With the acceleration of digital transformation, 5G communication technology, as the core support of new infrastructure, is deeply integrated into the construction of urban intelligent infrastructure. Based on this, this paper studies the paths of applying 5G communication technology in urban intelligent infrastructure construction, elaborates on the current construction difficulties of 5G communication technology in urban intelligent infrastructure construction, and puts forward corresponding construction countermeasures. It aims to provide practical paths and theoretical references for 5G-enabled high-quality construction of smart city infrastructure.

Keywords : 5G communication technology; urban intelligent infrastructure; construction difficulties; construction strategies; smart city

引言

在“新基建”战略与智慧城市发展的双重驱动下, 5G 通信技术凭借高速率、低时延、广连接的技术特性, 成为重构城市智能基础设施的关键引擎。城市智能基础设施作为智慧城市的物理载体, 涵盖交通、能源、安防、市政等多个领域, 其数字化、网络化、智能化升级离不开 5G 技术的深度赋能^[1]。因此, 深入剖析 5G 应用于城市智能基础设施建设的施工策略, 对于推动智慧城市建设进程、提升城市治理现代化水平具有重要的现实意义。

一、5G 通信技术在城市智能基础设施建设中的施工难点

(一) 基站规划与选址困境

5G 网络建设并非完全替代 3G、4G 网络, 而是需实现多代际网络长期共存, 这直接导致基站天线数量大幅增加。一方面, 多网络制式共存使得基站处理增益和负荷显著提升, 传统单一天线站点难以满足多频段信号收发需求, 需新增大量接入设施, 增加了施工复杂度; 另一方面, 5G 采用毫米波等高频段传输, 信号绕射能力弱、衰减快, 为实现连续覆盖需加密基站部署密度^[2]。但城市核心区域土地资源紧张, 基站选址面临建筑物遮挡、居民

投诉、规划冲突等问题——商业密集区高楼林立导致信号传播受阻, 居民区对基站电磁辐射的担忧引发选址阻力, 老旧城区管线复杂、空间狭窄进一步限制了基站建设空间, 这些因素共同构成了基站规划与选址的核心困境。

(二) 上行覆盖受限难题

5G 网络应用频段较高, 其中 Sub-6GHz 频段虽较毫米波衰减略低, 但与 4G 常用的 2.6GHz 频段相比, 路径损耗仍增加 5-8dB。在下行覆盖方面, 基站可通过提升发射功率、采用大规模天线阵列 (Massive MIMO) 等技术补偿信号衰减, 满足覆盖需求; 但上行覆盖受终端设备限制明显——手机等终端受电池容量、体积约束, 发射功率普遍低于 23dBm, 且天线数量远少于基

站，无法通过类似技术手段提升信号强度^[3]。这导致上行信号覆盖范围显著小于下行，形成“下行覆盖有余、上行覆盖不足”的不均衡局面。

（三）资源协调复杂挑战

为提升5G系统容量与服务质量，建设微基站、皮基站等微模式基站成为重要技术路径，此类基站需密集部署于路灯、楼宇、交通信号杆等城市基础设施上。然而，微基站的密集化部署带来了多重资源协调难题，比如移动管理性能降低，大量微基站导致网络拓扑结构复杂化，用户在移动过程中易出现基站频繁切换现象，影响通信连续性，施工中需精准规划切换参数与覆盖重叠区域^[4]。比如干扰问题突出，大规模节点同时工作易产生同频干扰、邻频干扰，导致数据传输速率下降，需在施工阶段进行精细化频率规划与干扰抑制设计。

（四）网络安全与隐私风险

5G网络的广连接特性使得城市智能基础设施实现了“万物互联”，交通信号灯、智能电表、安防摄像头、管网传感器等设备均接入网络，网络节点数量呈指数级增长。这一变化显著扩大了网络攻击面，施工阶段面临的安全风险凸显：一是设备安全隐患，部分智能终端设备出厂安全配置较低，缺乏统一的安全认证标准，易被黑客入侵并作为攻击跳板；二是数据传输风险，基础设施运行数据、用户隐私数据在传输过程中若未采取高强度加密措施，可能遭遇拦截、篡改或泄露^[5]；三是网络架构脆弱性，5G网络采用网络功能虚拟化（NFV）、软件定义网络（SDN）等新技术，虚拟化节点的共享资源池可能成为攻击重点，一旦遭受攻击将影响整个基础设施系统的稳定运行。施工阶段若未能同步构建安全防护体系，将为后续运营埋下重大安全隐患。

二、5G 通信技术运用于城市智能基础设施建设的施工策略

（一）创新基站建设模式

为应对5G通信技术在城市智能基础设施建设中基站规划与选址的困境，创新基站建设模式至关重要。第一，引进分布式基站模式。分布式基站模式是一种有效的解决方案，即把原有的基站的基带处理单元（BBU）和无线远端单元（RRU）分离，由光缆连接起来，这样可以有效解决由于机房数量过多而给网络发展带来的瓶颈。例如在城市主干区，由于地面紧张而获取理想机房的位置的价格又极其昂贵，但利用独立基站的基站结构可以在现有主机房处或者其他适当位置集中BBU，再用光缆连接到各处RRU上，可以有效降低对于众多的机房的需求^[6]。第二，合理安排AAU远端。AAU（Active Antenna Unit）是有源天线单元，如果将其安装在墙壁或者支撑杆上，可以有效地减少网络管理工作。例如在一个城市的高楼上安装AAU的远端，这有利于提升其无线信号覆盖及传输的效果，也避免了高楼的无线信号被屏蔽。与此同时，这种方式还有利于资源的充分利用^[7]。每个aaU远端可以根据周围环境网络要求的变化，合理地改变发送的功率和覆盖范围，而不造成资源的浪费，同时满足了现如今5G通信网络基

站的建设要求和促进了5G通信技术的发展。

（二）优化上行覆盖方案

针对5G通信技术上行覆盖受限的难题，通过技术手段提升上行信号强度和扩大覆盖范围是关键。第一，采用新型天线技术。采用新型天线技术是一种有效的途径，例如可以利用大规模的MIMO技术，在基站上部有大量天线分布，可以同时传给多个用户的信号，提高信道频率利用率，增大上行信号强度。这种技术利用多个天线的性能来采集上行信息，利用信号合并或信号合并技术，可以抵抗信号衰落、干扰，增大上行覆盖面积。第二，利用信号增强器进行设备强化。对于那些上行信号强度较为薄弱的地区，例如一些地下室、室内深覆盖等，可以选择安放信号增强器，信号增强器会接入基站信号，进行放大和重发。从而增大用户终端接收的上行信号强度^[8]。例如对室内而言，可以利用信号增强器，将室外的基站信号引入室内，通过分布式的天线系统将信号均匀地发往各个室，从而每一个室内用户都能获得信号强度强且稳定的上行信号。通过这样进行技术改造，可以适度地减少基站站点的需求量，从而降低建设成本。对那些本需大量新建站点才能实现上行覆盖区域，能够利用创新的天馈技术以及抱杆、塔放等方式在保证覆盖的前提下降低新建站点的建设成本，在站点成本、租赁成本、机房成本、设备及板卡采购成本、维护成本等方面节省费用支出^[9]。

（三）强化资源协调管理

建立高效的资源协调机制是解决5G通信技术在城市智能基础设施建设中资源协调复杂问题的核心。第一，优化网络架构。采用软件定义网络（SDN）与网络功能虚拟化（NFV）相结合的方式，能更好地调整和管理网络资源。由于SDN技术能够实现网络的控制平面与转发平面的分离，由集中控制管理系统对网络进行智能调度处理，根据各地区及实时的需求将网络使用权限进行调整以达到提高网络资源利用率的效果的目的。NFV技术能够将传统网络设备的属性转换为软化的方式，在一般性的计算机服务器上完成网络服务的任务，以此达到网络服务可根据需求进行弹性配置和快速扩充的效果，同时也能降低硬件成本^[10]。第二，采用智能调度算法。根据网络实际运行状况进行实时分析，比如用户数量、数据流量、信号状态等，在此基础上由智能调度算法为基站提供相应的资源配置方案，当某一区域用户量较大或是特殊时段，都会在此算法的调度下配置更多资源给这些地区的基站，以确保用户享有流畅的网络体验；而当区域内用户较少或是非高峰时段时，可适度对地区基站资源加以减省，避免造成资源浪费。智能调度的方法能起到很好地提升移动通信管理水平的效果，对基站的频繁切换具有很好的作用。智能调度算法可以在用户切换至不同的基站前，提前规划其路径，并在目的基站之前分配其所需的资源，保证用户切换基站时的连贯性，减少通信中断、通信延迟的可能性^[11]。同时，通过合理的资源分配和调度，还能够降低大规模节点数据干扰，保障网络的稳定运行。

（四）构建全面安全防护体系

施工阶段应将网络安全融入基础设施建设全过程，构建“设备—传输—平台—应用”全链路安全防护体系。针对设备安全方

面的问题,要选用和使用我国标准符合且产品安全性能良好的智能化电子设备,其内部均具有一定的防护功能。并且在投入使用之前对其全部进行安全检测及漏洞扫描工作,避免一切可能出现的不稳定性进入网络环境当中。关于信息传输过程中的安全防护,要使用端到端加密方式进行保密处理,利用如量子密钥分发(QKD)等高级加密技术提高密码强度,同时利用防火墙、入侵检测系统(IDS)、入侵防御系统(IPS)等安全设备防范网络攻击行为发生。针对云服务平台中的安全问题,要加强对5G核心网、边缘计算平台等基础设施的安全强化措施,通过虚拟化的安全措施进行不同的服务项目的分离及定期的安全审核、漏洞修复等操作^[12]。针对软件的应用层面上,要建立一套完整全面的数据分类分级管理措施,对关键的信息资料采取去标识化的方式来保护,并对该部分资料进行严格的访问权限管理。此外,制定应急预

案,在施工阶段开展网络安全演练,提升应对突发安全事件的能力,确保城市智能基础设施在5G网络支撑下稳定、安全运行。

三、结语

综上所述,5G通信技术为城市智能基础设施建设带来了前所未有的发展机遇,但施工环节的难点与挑战不容忽视。在实际施工过程中,相关部门应注重创新基站建设模式、优化上行覆盖方案、强化资源协调管理及构建全面安全防护体系,以此来破解5G技术落地过程中的施工瓶颈,推动城市智能基础设施向更高质量、更高效能、更安全可靠的方向发展。随着现代技术的不断发展,城市智能基础设施建设要随之进行优化,加强技术研究和实践创新,为公众提供更为优质的智能设施基础,促进城市治理能力的提升。

参考文献

[1] 杨浩, 向奇, 何涛勇. 5G无线通信关键技术及工业应用评价 [J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(08): 142-144. DOI: 10.19772/j.cnki.2096-4455.2024.8.042.

[2] 刘勇. 5G通信技术驱动远程仪器仪表监控在智慧城市中的应用探索 [J]. 中国宽带, 2024, 20(07): 64-66. DOI: 10.20167/j.cnki.ISSN1673-7911.2024.07.22.

[3] 周承波. 5G移动通信技术在通信工程中的应用研究 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(二). 润建股份有限公司; , 2024: 237-238. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.026351.

[4] 黄立东. 新型智慧城市5G通信技术与人工智能的融合及发展趋势 [J]. 产业创新研究, 2024, (02): 26-28.

[5] 喻春, 肖雨, 王成宇. 车联网与5G通信技术的融合: 应用与前景分析 [C]// 广东省国科电力科学研究院. 第五届电力工程与技术学术交流会议论文集. 重庆信息通信研究院; , 2024: 139-140. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.000413.

[6] 幸弘宏, 徐莹, 姜雪杰, 等. 智能交通系统应用5G通信技术研究 [J]. 交通节能与环保, 2023, 19(06): 120-126.

[7] 卢钢, 俞侃. 5G移动通信技术实践教学基地建设 [J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2023, (11): 9-12.

[8] 董允凯. 基于5G通信技术的地铁多网络融合技术实践 [J]. 信息记录材料, 2023, 24(10): 101-103. DOI: 10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2023.10.068.

[9] 安平, 李林娟, 阎希. 新一代信息技术助力智慧城市建设实践——以四川天府新区5G通信基础设施体系为例 [C]// 中国城市规划学会. 人民城市, 规划赋能——2022中国城市规划年会论文集(03城市工程规划). 成都天府新区规划设计研究院有限公司; , 2023: 258-274. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.042057.

[10] 黄骏, 汤伟涵. 城市轨道交通5G车地无线通信系统可实施性研究及智能应用探索 [J]. 现代城市轨道交通, 2023, (08): 26-29. DOI: 10.20151/j.cnki.1672-7533.2023.08.005.

[11] 王际保. 基于5G的城市轨道交通车地通信系统网络切片资源管理研究 [D]. 北京交通大学, 2023. DOI: 10.26944/d.cnki.gbfju.2023.000691.

[12] 司胜营, 刘子薇, 孙恩泽. 智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展研究与实施 [J]. 现代交通与冶金材料, 2023, 3(03): 10-23+42.