

面向未来数字化城市的 5G 网络规划与优化

5G Network Planning and Optimization for Future Digital Cities

谢亮亮

Liangliang Xie

华信咨询设计研究院有限公司 中国·浙江 杭州 310051

Huaxin Consulting & Design Institute Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310051, China

摘要: 移动通信技术不断更新换代, 当前 5G 网络正逐渐取代 4G 网络, 成为未来的主流网络技术。5G 网络相较于 4G 网络在传输速率上有质的飞跃, 但如何保障 5G 网络的无线信号传播质量是运营商面临的难点。论文对面向未来数字化城市的 5G 网络规划与优化进行探讨, 构建未来数字化城市 5G 网络规划的 3D 模型, 并提出关于数字化城市 5G 网络优化的有益思考及建议。

Abstract: Mobile communication technology continues to update, currently 5G network is gradually replacing 4G network, becoming the mainstream network technology in the future. Compared with 4G network, 5G network has a qualitative leap in transmission rate, but how to guarantee the wireless signal transmission quality of 5G network is the difficulty faced by operators. This paper discusses the planning and optimization of 5G network for future digital cities, builds a 3D model of 5G network planning for future digital cities, and puts forward useful thoughts and suggestions on the optimization of 5G network for digital cities.

关键词: 5G 网络; 数字化城市; 网络规划

Keywords: 5G network; digital city; network planning

DOI: 10.12346/etr.v5i4.7864

1 5G 网络的概念

5G 网络是 4G 网络的升级, 在新一代通信技术的支持下, 5G 网络比 4G 网络的传输效率提高了 10~100 倍, 不仅提高了用户的使用体验, 也优化了网络系统的运行模式, 其具有的低时延和大连接特点可以让大量新型产业得以快速发展, 因而在未来数字化城市建设中, 5G 网络必然成为主流网络, 成为支撑未来城市经济发展的关键基石。

2 未来数字化城市 5G 网络关键技术

在未来数字化城市的建设中, 涉及的 5G 网络关键技术主要有以下几点。

2.1 无线传输技术

5G 网络传输速率的大幅度提高得益于网络系统中大量频谱效率技术的应用, 在 4G 网络的基础上增加了新的网络架构, 实现了 5G 网络的改进。例如, MIMO 技术的应用极

大地提高了无线信号在狭窄空间的分辨率, 从而提高了无线信号的实时互通能力, 更好地让身处不同空间的用户进行实时交流, 从整体上降低了信号延迟出现的概率^[1]。

2.2 无线网络技术

5G 网络中主要使用的无线网络技术包括两类:

一是超密集异构网络技术。这项技术是 5G 网络通信系统中的核心技术, 其主要功能在于提高通信系统对信息的存储量的同时不会降低无线信号传输速率。超密集异构网络技术在应用中需要控制好网络节点和网络终端之间的距离, 通过精密的计算、合理的整体规划来满足信息传输的要求, 通过调整网络节点的位置、距离来改变网络结构形状, 减少技术操作中的自干扰问题, 最终形成具有抗干扰能力的异形结构网络。

二是自组织网络技术。随着移动通讯网络技术不断攻克智能化发展道路上的难点, 逐渐产生了自组织网络技术, 极

【作者简介】谢亮亮(1988-), 男, 中国广西南宁人, 本科, 工程师, 从事通信网络规划与优化研究。

大地推动了网络通信技术的智能化发展。这项技术的主要功能是可以让网络系统实现更好的自动恢复和优化,显著地减轻了网络维护工作人员的负担,减少用户用于网络维护的时间,满足用户对网络使用体验的高要求。自组织网络技术能够支持网络系统进行自动的故障检测、系统优化、技术适配,极大地提高了网络系统运行的稳定性、安全性,这项技术在5G网络中的应用让5G通信系统具有了更高水平的智能化,更好地满足了建设未来数字化城市的需求。

3 未来数字化城市的5G网络规划与优化策略

3.1 5G网络与城市空间同步规划

未来数字化城市将会大量应用智能化、自动化技术,实现智慧城市的构建,而5G网络对城市的覆盖就是智慧城市的基石,是组成“都市大脑”核心的要件,只有保障足够高密度的5G覆盖,才能让自动化、智能化技术遍布城市每个角落,让“都市大脑”的神经元抵触城市的每个层面、区域,布好城市的“智慧之网”,因此未来数字化城市的布局规划与5G网络的建设规划应该是同步进行的,使城市空间布局与5G基础设施布局方案互相配合,相辅相成,提高城市的美观度,并保障5G基建的功能性,如建设城市地下综合管廊时为5G通信管线预留充足空间等。

在对未来数字化城市进行规划的初期,基于BIM平台可以综合统筹城市空间布局规划和5G基建的规划设计,对数字化城市建设方案和5G布局方案进行统一协调和优化,提高5G网络的铺设水平,保障数字化城市实现5G网络的无死角覆盖,以5G网络的高质量全覆盖为基石,打造高质量的智慧城市。

在对未来数字化城市的新区进行规划时,可以先考虑5G网络的部署需求,基于对5G网络布局的考量对城区空间进行规划设计,从而让城市新区的外观更加和谐,城市资源更加集约,同时在对新区的街道、楼宇进行设计时,要考虑到5G部署所需要的管道、管线预留以及建筑楼顶空间预留、建筑承载力的问题,为5G网络的全方位铺设准备好基础条件。

在对未来数字化城市的新区进行建设时,要基于5G网络合理布置智能化技术工具,首先是“智慧工地”的建设,利用自动化技术辅助施工现场安全管理,如违规识别通报系统、智能塔吊监控系统、AI安全生产分析等;其次是5G基站的全区域覆盖,按照合理的顺序、科学的布局来安置5G基站,为数字化城市新区铺好5G网络的基础;最后,要在城市区域建设中合理布置智能化技术,为数字化城市全面发展无人驾驶、车路协同、智慧医疗等创新技术场景提供基础物质条件,保障未来数字化城市的高质量发展^[2]。

3.2 探索塔城融合模式

未来数字化城市的建设离不开5G网络的支撑,5G网络将助力城市实现“万物互联”,是城市运作和连通的纽带,

而5G网络的高速率、低时延特点要求5G基站拥有足够高的铺设密度,以实现5G网络对城区的无缝覆盖,保障数字化城市的各项智慧功能顺利运行。5G基站的铺设原则是宏微协同模式,通信网络将呈现宏站与微站协同、室内与室外协同、高站与低站协同的多层异构网络形态,主要基站在宏观上进行广域覆盖,小微基站在微观上进行深度覆盖,未来数字化城市5G网络的建设需要高密度的小微基站铺设,这类5G微基站挂载的主要载体是多功能信息杆,在外观上看起来像塔,也就是“信号塔”。但城市中大量信号塔的部署会在一定程度上影响城市的美观度,所以需要探索“塔城融合”的城市规划模式,让信号塔实现“隐形”,让城市的外观更加和谐。

“塔城融合”的城市规划模式是让5G基站与城市建筑的外观相融合,以及通过合理设计市政设施来让5G基站“隐形”,通过城市和5G基站的协同设计来让5G基站和谐融入城市环境,保障城市外观的协调美观。5G基站要实现“隐形”,就需要在外观上做出一定的调整,使其与周围的环境更加接近,避免视觉上造成冲突,不要突兀地存在于城市风貌之中。目前已经得到实施的5G基站与城市建筑的融合措施主要有搭建天线仓、建设融合塔、借助装饰品进行外观造型、改变5G基站的外观形象等。天线仓是将原有的5G基站信号塔改造为一种装载天线的仓体,这种仓体的外观更加圆润、平整,与周围建筑环境的融合性更好,常见于小区住宅楼、办公楼;而“融合塔”则是更进一步地将5G基站信号塔融入了建筑,成为建筑固有的一部分,整体上更加统一和谐,几乎难以看出信号塔的位置;一些5G基站信号塔通过添加装饰品或者制作成异形外观来作为建筑装饰,从而达到外观上的美化,如作为建筑围栏、建筑楼顶的亭台对建筑进行装饰,或者伪装成排气管、外置空调、通风井等,使5G基站信号塔实现“隐形”,还可以与街边的路灯灯杆、监控杆、公交站牌等市政设施进行融合,使城市建设资源的利用率更高、城市的外观更加整洁统一。

3.3 区分制定网络规划

建设未来数字化城市需要各类智能化技术的应用,因此必然会推动5G网络多层次、立体的网络体系建设,传统的网络规划法难以满足未来5G网络的铺设需求,需要结合层次分析法来进行更全面的5G网络规划,从访问、控制、转发三个平面层次来设计、构思5G网络体系,统筹规划和协调5G网络结构,做到综合权衡,既保障5G网络资源的利用率,也保障无线接入协同控制的高效率。

在访问平面,5G网络的入网接口主要涉及5G信号基站和无线接入设备,这些入网接口分布在城市的楼宇、屋顶、地面和地下空间,通过合理应用超密集异构网络技术来保障接入端信号的稳定。

在控制平面,进行5G网络控制平面规划的重点就是重构网络功能,让5G无线资源互相协调,实现5G网络各项

控制功能的集中管理,引入自组织网络技术来提高控制平面的自动化、智能化水平。

在转发平面,主要围绕提高数据传输效率来规划设计,做好分布式网关与城市规划的合理布局,保障5G网络流量加速功能的实现,让终端路由有充分的灵活性,发挥5G网络的高速数据传输优势。

由于未来数字化城市中对5G网络的应用面十分广泛,因此5G网络的通信业务必然会涉及非常复杂的业务类型,进而导致5G网络运行结构的多样化,对于这类情况,在进行未来数字化城市5G网络规划时要有预期和考量,为了避免未来5G网络在投入使用的过程中出现网络容量配置上的问题,就需要改良传统的静态分析配置法,在网络容量配置中引入共享化、虚拟化技术,实施分区网络容量补给,让网络容量资源调度算法更加平衡,兼顾网络资源利用率和数据传输效率,满足突发业务的数据传输需求^[3]。

3.4 城市特殊区域网络规划

未来数字化城市的5G网络覆盖不仅在宏观层面上做到网络的全面无缝衔接,还要深入城市空间网格,做到5G网络的深度覆盖,这就需要对城市中的特殊区域做好网络规划,主要体现在地下网络规划和室内网络规划两个方面。

地下网络规划需要在城市地下管廊设计时,预先为5G管线的铺设预留空间,并在图纸设计方案上兼顾城市建设需求和5G网络铺设需求,尽量使城市的地下建设一次成型,减少施工成本,节省施工时间。作为地下主要5G网络应用场景的地铁站,由于地下空间具有一定的特殊性,因此对5G网络的规划提出了新的要求。目前对地下5G信号传输问题的技术解决方案是在站厅层布置射频天线一体化单元,在安全出入口、应急通道等位置装备PPRU引导内外网切换。

室内网络规划是数字化城市5G网络铺设的重点规划内容之一,因为根据有关预测,未来大约70%的典型5G技术应用场景将发生在室内,因此如何合理规划5G网络的室内站和微站成为数字化城市规划的难点。要保障数字化城市5G网络的覆盖深度,就需要综合考虑5G信号从室外到室内、室内到室内、室内到室外的无缝覆盖要求,5G时代的室分技术逐渐从无源向有源数字化发展,目前已经得到广泛应用的无源室分技术虽然不会在短期内被取代,但长期来看,其应用场景将逐渐被有源室分技术代替,因此需要预先对有源室分技术的发展做好规划,使技术的更替平稳过渡^[4]。

3.5 将网络安全规划放在首位

随着网络信息技术与社会生产生活的融合程度越来越高,城市的运行将更多地依赖通讯网络,在未来数字化城市的建设中,与5G网络的深度绑定将使5G网络安全的重要性进一步提高。在数字化城市5G网络的规划和优化中,应高度重视5G网络安全,将5G网络的安全规划放在首位。

网络世界存在各类未知的、潜在的攻击和风险,只有做好充分的网络安全防护,才能保障数字化城市建设的有序发展,否则,建设智慧城市只能沦为空中楼阁。

做好数字化城市5G网络安全规划,筑牢坚实的网络防护墙,需要在进行城市规划时同步做好网络安全基础设施的布局,重点保护网络信息流的生成、传输、存储、处理等关键环节,构建严格的网络安全监管机制,做到对潜在风险的预防和及时处理,减少网络安全漏洞的问题。在网络安全管理技术层面,要不断优化网络安全监管算法,针对网络安全管理的三大内容进行数据库的构建,即网络运行流程管理、大数据应用、应急响应。在构建数据库的基础上,进一步搭建可视化的动态监管系统,让潜在的网络安全风险得到及时的管控,将危险遏制在萌芽状态,同时还要不断丰富网络安全系统的数据库,提高对各类新型网络安全风险的识别和防控能力。对网络运行流程的安全管理要做好访问用户的身份识别、网络IP的定位识别、数据传输状态的识别等,确保5G网络的数据访问、传输、处理流程处在正常状态,对于安全系统检测到的异常状态,要能够及时地阻止和发起警报;对大数据应用的安全管理要做好对信息数据包的检测,避免数据被恶意使用,或者受到病毒的攻击;在应急响应机制的构建方面,要不断更新应急响应场景和风险监测算法,保障应急响应的功能性完好,充分发挥网络安全预警和应急处理的职能。

4 结语

未来数字化城市将以大量应用自动化、智能化技术为特点,为城市居民提供更高品质的生活质量,而5G网络的建设是数字化城市发展的基石。要做好数字化城市的5G网络规划和优化,就要从城市的空间规划入手,将5G网络的规划布局和城市空间的规划布局进行同步设计,并积极探索塔城融合模式、区分制定网络规划、满足特殊城市区域的网络铺设要求,还要高度重视5G网络的安全规划,做好安全基础设施的布局和安全技术手段的升级维护,从5G网络安全的层面为数字化城市的发展保驾护航。

参考文献

- [1] 李鹏程.智慧城市背景下5G无线网络规划[J].中国新通信,2023,25(4):13-15.
- [2] 高子航.面向城市复杂环境的5G网络切片策略研究[J].电子技术与软件工程,2023(4):33-36.
- [3] 韩清娜.智慧城市与5G无线网络的规划设计研究[J].长江信息通信,2022,35(12):217-219.
- [4] 徐楚.5G网络通信管道线路规划应与城市规划相结合[J].计算机与网络,2021,47(22):43-45.