

5G-A 技术在低空经济中的应用探讨

徐琳

中国电信股份有限公司杭州余杭区分公司，浙江省杭州市，311121；

摘要：随着 5G 技术的不断演进，5G-A 作为下一代通信技术，正逐步展现出其在各行各业中的巨大潜力。本文聚焦于 5G-A 技术在低空经济中的应用。工业和信息化部强调低空经济是新兴产业代表与培育新动能的关键方向，而 5G-A 技术以其高速率、低延迟和高可靠性，成为推动低空经济发展的关键力量。介绍了 5G-A 技术，阐述了低空经济是以低空空域为基础的综合性的经济形态，探讨了 5G-A 技术在低空经济中的多元应用，包括城市即时配送、山区跨海物流、边境巡逻等多个场景。然而，5G-A 技术在应用中面临技术成熟度、低空空域开放管理、无人机安全性和可靠性等挑战。为此，提出加大技术研发、加强空域管理规划、推动产业链协同发展以及加强人才培养引进等对策，旨在推动 5G-A 技术与低空经济深度融合，促进产业升级和经济发展。

关键词：5G-A（5G 增强）技术；物联网；低空经济；人工智能

DOI:10.69979/3041-0673.25.03.007

2024 年 4 月 18 日，工业和信息化部副部长单忠德在国务院新闻办公室举办的新闻发布会上强调，低空经济作为新兴产业的典型代表，不仅体现了新质生产力的特征，而且是培育新动能的关键方向，其特点包括创新引领、绿色低碳和数实融合。5G-A（5G 增强）技术，凭借其高速率、低延迟和高可靠性，已成为推动低空经济发展的关键技术之一。该技术不仅为低空经济的多样化领域提供了坚实的技术支持，还在促进经济增长、提升公共服务品质以及增强国防实力方面扮演着至关重要的角色。探讨 5G-A 技术在低空经济中的多元应用，对于推动产业升级、优化资源配置以及提高整体经济效益具有重要意义。

1 5G-A 技术概述

5G-A，亦即 5G Advanced，由 3GPP 制定，于 2023 年 10 月正式发布，是 5G 技术的进阶版本。5G-A 技术在通用性能上的显著增强，极大地提升了 5G 的速率与容量，实现了质的飞跃。通过高效的频谱利用和多载波聚合技术，5G-A 达到了下行 10 Gbit/s、上行 1 Gbit/s 的峰值速率，能够满足未来大规模设备连接的需求。时延降低至 1 毫秒以下，支持超可靠低时延通信，适用于扩展现实（XR）、工业互联网等实时应用。网络可靠性提升至 99.999%，结合多层安全防护机制，确保了关键行业的安全需求。

5G-A 的部署具有灵活性，支持宏基站、微基站等多种部署方式，以满足不同场景的覆盖需求。泛在物联能力得到增强，支持机器类型通信（MTC）与窄带物联网（NB-IoT）技术，推动了物联网的广泛应用。网络切

片功能得到升级，提供定制化的网络服务，以满足不同用户的需求。边缘计算的融入，降低了时延、提升了效率，为边缘智能处理提供了支持。

5G-A 融合了人工智能技术，实现了网络的智能化管理，优化了网络性能。开放架构促进了第三方应用与服务开发，通过标准化接口、模块化设计及开源软件，推动了生态系统的繁荣。

5G-A 独特的通感一体特性，使得通信同时具备了环境感知的能力。利用 6 GHz 以下、毫米波及太赫兹频段等频谱资源，结合正交频分复用（OFDM）、多入多出（MIMO）等波形设计技术，5G-A 实现了感知功能。先进的波束成形、压缩感知及机器学习等信号处理技术，有效地提取了感知信息。

2 低空经济的概念

低空经济是指以 1000 米以下的低空空域为基础，通过各种有人驾驶和无人驾驶航空器的低空飞行活动为动力，进而推动相关领域融合发展的综合性经济形态。该经济形态具有产业链条延伸长、影响范围广泛、成长潜力大以及带动效应显著等特点。

低空经济涵盖了多个领域，如物流、农业、环境监测、城市管理。在物流领域，无人机的应用可以实现快速配送，尤其是在偏远地区，解决了传统交通方式难以覆盖的难题。农业方面，通过无人机进行农药喷洒、作物监测，不仅提高了生产效率，也减少了人力成本。在低空经济的范围内，技术的迅猛发展使得无人机的应用变得更加广泛和多样化。以无人机快递服务为例，某些公司已在特定城市实现了无人机送货上门，极大地缩

短了配送时间，提升了客户体验。此外，低空经济还包括智能交通系统的开发，通过实时数据传输与分析，优化交通流量，减少拥堵。

3 5G-A 技术在低空经济中的应用

3.1 城市即时配送及仓储作业

随着电商和外卖业务的蓬勃发展，城市即时配送需求急剧增加。5G-A 技术以其高带宽、低时延的特性，为无人机物流提供了强有力的支持。通过 5G-A 网络，无人机可以实现高清视频传输和精准定位，确保货物在复杂城市环境中的安全、快速送达。同时，5G-A 技术还能实现无人机与仓储系统的无缝对接，优化仓储作业流程，提高仓储效率。例如，无人机可以自动完成货物的入库、出库和盘点等工作，减少人工干预，降低运营成本。此外，5G-A 技术还支持多无人机协同作业，进一步提升城市即时配送的效率和覆盖范围。

3.2 山区、跨海物流送货上门及应急物资投送

在山区和跨海等复杂地形环境中，传统物流方式往往面临诸多挑战。而 5G-A 技术的应用，为这些地区的物流送货上门及应急物资投送提供了全新的解决方案。通过 5G-A 网络，无人机可以克服地形限制，实现精准定位和稳定飞行，将货物安全、快速地送达目的地。这对于山区居民和海岛居民来说，无疑是一个巨大的福音。同时，在自然灾害等紧急情况下，5G-A 技术也能发挥重要作用。无人机可以迅速响应，将应急物资如食品、药品等投送到受灾地区，为救援工作提供有力支持。此外，5G-A 技术还支持远程监控和管理无人机，确保其在飞行过程中的安全性和可靠性。

3.3 边境巡逻、森林防火、应急搜救

在边境巡逻方面，5G-A 技术的应用极大地提升了巡逻效率和安全性。通过 5G-A 网络，无人机可以搭载高清摄像头和传感器，对边境区域进行实时监控和侦查。这不仅可以及时发现和阻止非法越境行为，还能有效监测边境地区的生态和环境变化。同时，无人机巡逻还可以减少人力成本，提高巡逻效率。

在森林防火方面，5G-A 技术同样发挥着重要作用。传统的森林防火主要依赖于地面巡逻和人工监测，但这种方式往往存在监测盲区，且难以实时发现火情。而 5G-A 技术可以实现无人机的远程监控和实时数据传输，使防火部门能够迅速掌握火情动态，及时采取应对措施。此外，无人机还可以搭载灭火设备，对初期火情进行快速扑救，有效控制火势蔓延。

在应急搜救方面，5G-A 技术的应用更是为搜救工作带来了革命性的变化。在地震、洪水等自然灾害发生后，无人机可以迅速抵达灾区，利用高清摄像头和传感器对灾区进行全方位、无死角的搜索。这不仅可以提高搜救效率，还能减少搜救人员的安全风险。同时，无人机还可以搭载救援物资，为受灾群众提供及时的援助。

3.4 低空旅游体验

通过 5G-A 技术，低空旅游得以提供更加沉浸式的体验。游客可以乘坐装备有高清摄像头和 VR 设备的无人机，从空中俯瞰美景，享受前所未有的视觉盛宴。同时，结合 5G-A 的高速网络，无人机可以将实时画面传输至地面控制中心，甚至直接推送到游客的移动设备上，让游客能够随时随地欣赏到壮丽的景色。这种沉浸式的体验不仅丰富了旅游形式，也为游客带来了更加难忘和独特的旅行记忆。

在 5G-A 技术的加持下，低空旅游的智慧导览功能得以实现。无人机可以配备先进的导航系统和 AI 识别技术，为游客提供智能化的导游服务。游客只需在无人机上设定好目的地，无人机便能自动规划最佳飞行路线，带领游客领略沿途的美景。同时，AI 识别技术可以识别景区内的名胜古迹、动植物等信息，并通过无人机上的语音播报系统向游客介绍，使游客在享受美景的同时，也能增长知识，提升旅游体验。这种智慧导览的方式不仅提高了旅游的便捷性和趣味性，也为景区的管理和服务带来了新的机遇。

3.5 农业领域的应用

在农业领域，5G-A 技术的应用前景非常广阔。借助于无人机搭载的高清摄像头和各种传感器，可以实现对农田的实时监测，精确地获取关于农作物生长状况以及土壤湿度、养分含量等关键信息。这些宝贵的数据信息能够为农民提供科学的种植指导，帮助他们制定更加合理的灌溉、施肥计划，从而显著提高农作物的产量和品质。同时，5G-A 技术还支持远程操控无人机进行农药喷洒，这不仅减少了人力成本，还大幅提高了作业效率。除此之外，将 5G-A 技术与物联网和大数据技术相结合，可以实现农田环境的智能监测和预警系统，及时发现并处理病虫害等问题，确保农田的健康生产，为农业的可持续发展提供强有力的技术支持。

3.6 安全管理及娱乐互动

在 5G-A 技术的助力下，无人机配备了高精度的传感器和先进的避障系统，能够在飞行过程中实时感知周

围环境,避免与障碍物发生碰撞。此外,5G-A 的高速网络和低延迟特性使得地面控制中心能够实时监控无人机的飞行状态,一旦发现异常情况,便能立即采取措施,确保飞行安全。同时,无人机上还安装了紧急降落装置和备用电源,以应对突发状况,保障游客的生命财产安全。这种全方位的安全管理体系不仅提高了低空旅游的安全性,也为游客提供了更加安心、舒适的旅游体验。

借助 5G-A 技术和无人机,游客可以享受到前所未有的娱乐体验。无人机可以搭载各种娱乐设备,如高清摄像头、虚拟现实(VR)装置等,为游客提供空中摄影、空中直播、VR 全景游览等服务。通过这些娱乐互动项目,游客不仅能够从空中俯瞰美景,还能以全新的视角和方式感受旅游的乐趣。此外,无人机还可以根据游客的需求和兴趣,定制个性化的娱乐方案,让每一位游客都能获得独一无二的低空旅游体验。

4 5G-A 技术在低空经济应用中的挑战与对策

尽管 5G-A 技术在低空经济领域展现出了巨大的应用潜力,但在实际应用过程中,仍面临诸多挑战。首先,技术成熟度是制约 5G-A 技术在低空经济中广泛应用的关键因素。目前,虽然 5G-A 技术已经取得了一定的进展,但在某些方面仍存在技术瓶颈,需要进一步突破和完善。

其次,低空空域的开放与管理也是一大难题。低空空域的开放程度直接影响到 5G-A 技术在低空经济中的应用范围。然而,目前低空空域的管理仍存在诸多不确定性和限制,需要政府和相关部门加强协调和管理,推动低空空域的合理开放和有效利用。

此外,无人机技术的安全性和可靠性也是亟待解决的问题。在低空经济中,无人机作为主要的交通工具,其安全性和可靠性直接关系到整个经济体系的稳定和发展。因此,需要加强无人机技术的研发和应用,提高无人机的安全性和可靠性,确保其在低空经济中的安全、高效运行。

针对以上挑战,本文提出以下对策:(1)加大技术研发力度,突破 5G-A 技术的瓶颈,提升其在低空经济中的适用性和稳定性。通过持续的技术创新和优化,推动 5G-A 技术与低空经济的深度融合,拓展其应用场景和范围。(2)政府和相关部门应加强低空空域的管理和规划,推动低空空域的合理开放和有效利用。通过完善相关法律法规和政策措施,为 5G-A 技术在低空经

济中的应用提供有力的制度保障和政策支持。同时,加强无人机技术的研发和应用,提高无人机的安全性和可靠性。通过引入先进的安全防护机制和故障预警系统,确保无人机在低空经济中的安全、高效运行,降低潜在的安全风险。(3)推动产业链上下游的协同发展,形成合力。加强 5G-A 技术与无人机、物联网、大数据等相关产业的融合创新,推动产业链上下游企业的紧密合作,共同打造低空经济的生态系统,促进产业升级和经济发展。(4)加强人才培养和引进,为 5G-A 技术在低空经济中的应用提供有力的人才支撑。通过培养具备相关专业知识和技能的人才队伍,推动技术创新和产业升级,为低空经济的持续发展注入新的活力和动力。

5 结语

综上所述,5G-A 技术凭借其卓越的性能为低空经济的发展带来了新的机遇和广阔的应用前景。在城市即时配送、山区物流、安全巡逻、旅游体验、农业生产等多个领域,5G-A 技术都展现出了强大的赋能作用,能够有效提升效率、降低成本、改善服务质量,为低空经济注入了新的活力。为了推动 5G-A 技术与低空经济的深度融合,实现产业升级和经济高质量发展,需要政府、企业和科研机构等各方协同合作。加大对 5G-A 技术的研发投入,突破技术瓶颈,提升其适用性和稳定性,同时,要注重人才培养和引进,为技术创新和产业发展提供坚实的人才支撑。随着技术的不断进步和各方努力的持续推进,相信 5G-A 技术将在低空经济中发挥更加重要的作用,助力低空经济成为经济发展的新增长点,为社会带来更多的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 韩雪英,王海虹,韩钰.关于 5G-A 技术在低空经济中的应用探讨[J].电信快报,2024(8):21-23.
- [2] 戴鹏,蔡勇,吴争光等.5G/5G-A 技术在低空专网建设中的应用[J].中国新通信,2024(20):20-22.
- [3] 尹凤祥,孙青华.基于 5G-A 的天地协同低空智联网的研究[J].电信快报,2024(12):22-27.
- [4] 陈立,邱健熙.推动 5G-A 通感一体技术发展构筑低空经济坚实基础[J].新经济导刊,2024(7):36-41.
- [5] 周志龙,张昕,高波等.5G-A 技术对低空经济发展的影响及未来趋势分析[J].计算机产品与流通,2024(6):46-48.