

6G 立体覆盖技术 专题导读



专题策划人



李建东



刘俊宇

随着低空经济市场的快速扩张，无人机物流、城市空中交通等新兴应用场景的兴起，对无线通信系统的覆盖能力提出了更高要求。广域、泛在、高速率的立体空间覆盖已成为刚性需求。当前，6G立体覆盖的实现主要依赖3种技术路线：低轨卫星网络、空基网络和地面蜂窝网络，这些路线各具优缺点。低轨卫星网络能够突破地形限制，实现广域覆盖，但面临显著的时延问题；空基网络通过无人机和高空平台构建，部署灵活，但在服务连续性和稳定性方面存在不足；地面蜂窝网络基础设施完善，但由于其设计主要服务于地面用户，难以有效覆盖低空区域。这些挑战推动了6G立体覆盖技术这一新兴研究领域的发展。

6G立体覆盖技术将突破传统平面网络的局限，通过整合卫星网络、空基网络和地面蜂窝网络，构建从地面到空中的多层次立体覆盖体系，并结合太赫兹通信、智能超表面等前沿技术，显著提升网络覆盖能力，为智慧城市、数字孪生等新兴应用提供强有力的技术支撑。与5G相比，6G立体覆

盖技术预计将实现以下突破：覆盖范围从地面延伸至近地空间，传输速率提升超过100倍，时延降至微秒级，连接密度达到每立方米数百个设备。

然而，当前6G立体覆盖技术在应用过程中仍面临诸多挑战。首先，由于现有地面网络采用平面覆盖结构和下倾天线设计，直接复用地面基础设施进行立体覆盖会引发一系列问题：低空区域信号强度不足、服务质量低下，低空用户处于天线零位时无法获得有效覆盖，同时低空同频干扰严重、邻区关系复杂，导致低空用户频繁切换，进而影响地面用户的服务质量。其次，随着地面和低空用户规模及业务需求的持续增长，频谱资源将日益紧张。加之空、天、地网络的深度融合，频谱竞争和冲突问题将成为6G覆盖技术的另一大制约因素。此外，随着用户规模的急剧扩大、垂直覆盖需求的增加以及服务质量要求的提升，通信系统的能耗可能呈指数级增长，这将严重制约系统的可持续发展。

6G立体覆盖技术仍面临诸多挑战，亟需进一步突破。如何构建低成本、高效率的6G立体覆盖网络？如何满足立体广域覆盖对频谱资源的巨大需求？如何有效平衡能耗与网络覆盖性能之间的矛盾？这些问题不仅涉及技术层面的创

新，还与协议标准的制定密切相关。

本期专题汇集了来自知名高校、企业和科研机构的论文，聚焦6G立体覆盖技术，从核心挑战到关键技术，全面展示了最新研究成果。我们期望这些内容能为读者提供有价值的参考，并对所有作者和审稿专家的贡献表示诚挚感谢！

策划人简介

李建东，西安电子科技大学教授，博士生导师，空天地一体化综合业务网全国重点实验室学术委员会副主任、首席科学家，学术委员会副主任，信息与通信工程学部执行主任，国家级创新团队

负责人，三秦杰出人才，国家新一代宽带无线移动通信网重大专项总体组专家，宽带无线IP技术标准工作组组长；主要从事新一代无线移动通信、智能互联网络技术、智能自组织无线网络技术、空间信息网络方面的研究；先后主持“863”计划重大课题、国家自然科学基金重大项目等；获国家技术发明奖二等奖2项、省部级科技进步奖6项，主持和推动了4项无线局域网国家标准的制定和实施。

刘俊宇，西安电子科技大学教授，空天地一体化综合业务网全国重点实验室成员，国家级青年人才；主要从事无线覆盖技术、异构密集无线网络容量理论及组网技术、天地一体化网络智能组网技术方面的研究；主持国家重点研发计划课题/子课题、国家自然科学基金面上项目、陕西省重点研发计划等国家级及省部级项目10余项；获省部级和全国学会级科学技术奖励6项。