

•可展开结构及其在航天工程中的应用•

DOI:10.12454/j.jsuese.202600368



本刊网刊

专栏评述:可展开结构及其在航天工程中的应用

安 宁¹,张大羽²

(1. 四川大学 空天科学与工程学院,四川 成都 610065;2. 西安空间无线电技术研究所,陕西 西安 710100)

文章编号:2096-3246(2026)03-0001-01

随着航天科学技术的快速发展,航天器正朝着大型化、轻量化、高精度和复杂化方向发展。以超大型空间天线、太阳翼、柔性机械臂、空间太阳能电站等为代表的大型航天结构,对高收纳效率、高展开可靠性和高在轨精度提出了迫切需求。可展开空间结构技术是突破运载火箭发射包络限制、实现大型航天结构在轨部署的重要途径。近年来,空间大型可展开天线、星载轻质可展开阵列天线、在轨组装大口径天线和薄膜阵面天线等方向受到广泛关注,并被列入相关国家战略规划、工程前沿和产业技术问题。为报道该领域的研究进展、展示阶段性成果,并促进相关学术交流,《工程科学与技术》期刊组织开设“可展开结构及其在航天工程中的应用”专栏。

本专栏邀请了多位国内同行围绕可展开结构及其航天工程应用撰写稿件,经期刊编辑部组织同行评审,并经过严格审稿、修改与完善等环节,最终共发表学术论文7篇。论文作者来自同济大学、西北工业大学、西安空间无线电技术研究所、沈阳建筑大学、哈尔滨工业大学、上海宇航系统工程研究所、东北大学等单位,较好地体现了该领域在高校、科研院所和航天工程单位中的交叉研究基础。专栏论文围绕大型空间可展开结构的构型设计、形面精度控制、热变形重构、在轨装配误差调控、运动学建模、结构损伤识别、薄膜张拉成型以及新型材料应用等关键问题展开研究。其中,张哈等提出了适用于X波段的3 m口径缠绕肋式反射面方案,完成了CFRP豆荚杆设计、缠绕收拢分析、形面找形优化与原理样机验证,实现了高收纳比和亚毫米级形面精度保持;鱼则行等基于Ko位移理论与最小二乘优化,建立了适用于空间桁架系统的热变形重构策略,解决了复杂装配形式和铰链影响下的变形重构问题;王思成等面向在轨组装大口径空间天线,提出了考虑装配间隙的误差传递建模方法和模块单元变形调节策略,为抑制误差累积、保障装配精度提供了新思路;田大可等从树木分枝仿生机制出发,提出了树状可展开天线新构型,并建立了多级多闭环肋单元及整体机构的运动学参数化模型;金路等结合Bayes数据融合与改进鲸鱼优化算法,提出了面向大型复杂可展开天线结构的两阶段损伤识别方法,提高了噪声随机干扰下的损伤定位与定量识别精度;曹思娴等围绕空间薄膜阵面天线开展了找形、张拉成型与模态试验研究,揭示了边索摩擦接触对膜面应力分布和动力特性的影响;贺乃馨等针对网状天线反枕效应这一制约大口径高精度发展的关键问题,系统梳理了现有解决方案,并从负泊松比超材料角度提出新的抑制思路,为反射面构型设计和材料体系创新提供了有益参考。

总体来看,本专栏所收录论文围绕可展开空间结构的设计、建模、分析、试验与应用展开,体现了该领域在轻量化、高收纳比、高精度和高可靠性方向的发展趋势。相关研究不仅展示了可展开天线、空间桁架和薄膜结构等典型航天结构的最新进展,也为大型空间结构的高精度展开、稳定服役和在轨应用提供了有益参考。希望本专栏能够促进可展开结构领域的学术交流与技术发展,推动其在未来航天工程中发挥更重要的作用。

(编辑 吴志明)

收稿日期:2026-05-11

作者简介:安 宁(1992—),男,副研究员,博士.研究方向:可展开结构与力学超材料. E-mail: anning@scu.edu.cn

张大羽(1987—),男,高级工程师,博士.研究方向:星载大型天线动力学技术. E-mail: zhangdayu504@foxmail.com