

科技新闻

·卓越亮点·

星载自主定轨新方法助力巨星座卫星精准导航

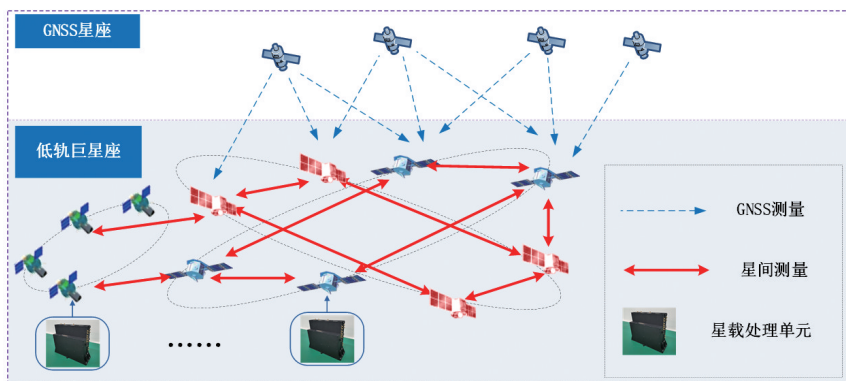
卫星轨道的精密确定,是确保巨星座实现任务目标的关键环节。然而,传统依赖地面处理的卫星定轨方法难以满足巨星座卫星实时高精度定轨及测控运行需求。实现星载自主定轨,即利用星载全球导航卫星系统(GNSS)接收机观测和少量星间测量数据,通过星载自主处理器确定轨道,成为巨星座卫星精密定轨领域的重要发展趋势。当前利用GNSS结合星间链路的定轨策略虽然具备一定优势,但由于计算量大且对星载处理能力要求较高,难以直接工程化应用。如何在维持定轨高精度的同时减少星载处理负荷,成为理论和工程实现上的双重挑战。

针对这一难题,空间基准全国重点实验室杨元喜团队持续开展高精度星间链路支持精密定轨技术研究,提出了一系列创新的分步自主定轨方法,包括基于星

载GNSS与部分星间距离观测的分步动力学定轨、分布自适应定轨以及在高精度星间测距约束下的分步GNSS自主定轨方法。研究团队严密推导了相应的参数估计模型,并通过理论分析与仿真验证,发现分步定轨结果与整体处理结果基本一致。研究进一步表明,增加少量的星间测距数据可以显著提升GNSS定轨精度与稳定性;尤其当星间测距精度达到厘米级甚至更高时,测距观测作为约束信息几乎不会降低定轨精度,但是显著减少定轨计算工作量。此外,分布自适应定轨方法可有效减少轨道动力学模型误差对轨道参数估计的负面影响。

该研究提出的分步自主定轨理论与方法,有效实现了星载GNSS与星间链路数据的独立高效处理,极大减轻了卫星星载精密定轨的计算负荷,为巨型卫星星座高精度实时自主定轨的工程实现提供了重要理论支持,将在低轨卫星导航及其他星座管理领域发挥关键作用。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《Satellite Navigation》,2025,6(5))



巨星座卫星自主定轨示意

(图片来源:《Satellite Navigation》)

AI神经网络为战斗机飞行员提供保障

尾旋——一种高速自旋跌落的极端飞行情景,曾让全球超过90%的战斗机大迎角事故酿成悲剧。如今,西北工业大学航空学院张伟伟课题组联合沈阳飞机设计研究所相关研究团队,用人工智能技术为这一世界级难题提供了中国解决方案。通过创新构建的增量叠加神经网络模型,战斗机尾旋气动力预测精度实现跨越式提升,关键参数预测误差降幅达77%,为破解“死亡螺旋”密码提供了新的解决思路。

当飞机失速进入尾旋时,机体在紊乱的旋转流场中急剧俯仰、滚转、偏航,气动力呈强耦合非线性——传统基于“小扰动假设”的工程模型基本失灵。即便进行昂贵的风洞和飞行试验,也只能获得零散数据,难以拼成完整的动力学拼图。团队开发的神经网络模型,将传统气动数据库里关于舵面偏转的增量信息,与深度神经网络(DNN)强大的函数拟合能力“拼接”在一起,对战斗机尾旋过程中的非正常气动力矩进行实时预报。结果显示,三轴气动力矩平均预测误差从传统方法的水平骤降77%,稳定尾旋周期预测误差从9.8%降至6.5%,意味着仿真系统能更精准预测战机尾旋状态。

该研究成果为未来飞行器在复杂状态下的气动力模型构建与高精度飞行仿真提供了可行的技术路线,助力飞行器设计智能化。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《哈尔滨工业大学学报》,2025,57(4))