系统可观测性理论与深空探测自主导航方法 专题·编者按

近年来,我国月球及深空探测技术发展迅速.2020年12月17日,随着嫦娥五号返回器携带1731克月壤返抵地球,历经16年我国圆满完成了探月工程“绕、落、回”三步走战略目标,也开启了后续深空探测的新篇章.2021年2月24日,我国首个行星际探测器“天问一号”进入火星停泊轨道,经过近3个月的环绕探测后,于5月15日成功软着陆,在火星探测史上首次一步实现“绕、落、巡”.与此同时,我国小天体探测任务也已进入工程研制阶段,拟通过一次发射先后探测近地小行星2016HO3和主带彗星133P.未来,我国还将实施火星采样返回、木星系及行星穿越探测等任务.

深空探测任务具有探测目标远、飞行时间长、环境变化大等特点,传统的“地面测控站-航天器”大回路导航模式在实时性、安全性和可靠性等方面已无法满足任务需求,亟需突破自主导航技术.受制于星上计算和存储资源的严苛约束,深空探测器自主导航系统可选的测量手段十分有限,作为探测器标准配置的光学敏感器,其获取的序列图像具有全程适用、信息丰富等显著优势,是进行自主导航的理想信息来源.然而,基于序列图像的自主导航系统往往是一类欠观测系统,如何提升系统可观测能力是实现自主导航的核心问题.为提升系统可观测能力,亟需对此类欠观测系统的可观测性展开研究,提出新理论和新方法,并突破工程应用中的关键技术.

为了展示我国深空探测自主导航领域的相关基础研究成果和技术应用进展,特别组织了本期系统可观测性理论与深空探测自主导航方法专题,专题由13篇论文组成,可以分为两部分:第一部分为系统可观测性理论,主要包括一类欠观测系统可观测能力的表征、判定及量化、基于序列图像的小天体探测自主相对导航系统的可观测性分析等方法;第二部分主要涉及深空探测自主导航方法,主要包括天体与空间目标的图像处理、巡航段与着陆段的光学自主导航方法,以及导航滤波算法等方面的最新研究成果.希望通过本专题的文章加强深空探测自主导航领域专家、学者的相互学习与交流,从而进一步促进我国深空探测自主导航技术的发展.

衷心感谢《中国科学:物理学 力学 天文学》编委会和责任编辑的鼓励与支持,感谢专题中各位作者的辛勤付出.

王大珩

北京空间飞行器总体设计部

引用格式: 王大珩. 系统可观测性理论与深空探测自主导航方法专题·编者按. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2022, 52: 214501

Wang D Y. Special topic: Observability theory and autonomous navigation method for deep space exploration (in Chinese). Sci Sin-Phys Mech Astron, 2022, 52: 214501, doi: [10.1360/SSPMA-2021-0242](https://doi.org/10.1360/SSPMA-2021-0242)