

“深空探测与信息技术”科学与技术前沿论坛



中国科学院学部“科学与技术前沿论坛” ——深空探测与信息技术

会议手册

主办单位：中国科学院学部

承办单位：中国科学院数学物理学部

中国科学院技术科学部

中国科学院信息技术科学部

中国科学院学部学术与出版工作委员会

协办单位：钱学森空间技术实验室

西安测绘研究所

中国科学院电子学研究所

中国科学院国家空间科学中心

《中国科学》杂志社

中国·北京

2021年9月26日



目 录

论坛简介.....	1
论坛日程.....	3
召集人（执行主席）简介.....	5
专家简介.....	10
报告摘要.....	18
陈宇综：创新 AI 在空间探测与导航方面的应用.....	18
刘继峰：深空探测中的天文科学.....	19
刘思伟：深空基准建立与维持.....	20
马 林：空间目标探测雷达系统技术.....	21
王 赤：太阳系边际探测的关键科学问题.....	22
王大轶：航天器自主运行技术.....	23
王 宇：微波成像雷达：深空探测新应用.....	24
武向平 郭 铨：平方公里阵列射电望远镜：SKA.....	25
于登云：中国月球探测工程.....	26
张 焯：小行星探测任务的信息技术挑战.....	27
张荣桥：天问一号的进展和行星探测未来.....	28
张荣之：空间态势感知在小行星探测中的融合应用.....	29
周济林：恒星活动与行星宜居性探测.....	30
周建华：基于拉格朗日点的深空导航技术.....	31
周庆勇：X 射线脉冲星自主导航及授时技术研究.....	32
论坛代表名单.....	33
论坛须知.....	37



论坛简介

为将中国科学院学部建设成为创新思想活跃、学术作风严谨的我国科学技术方面的最高学术机构，切实发挥学部的学术引领作用，并为决策咨询工作提供科学技术支撑，2011年3月25日，中国科学院学部主席团六届十次会议决定开展“科学与技术前沿论坛”（简称“论坛”）活动。

论坛活动是中国科学院学部主席团统一领导下、各学部常委会和学部学术与出版工作委员会等共同承办的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。

论坛旨在推动前沿科学理论和技术探索，促进学科发展战略研究系统深入开展，促进学科交叉融合及国际学术交流，发现和培养优秀人才，倡导科学民主，鼓励学术争鸣，充分发挥学部对我国科学技术前沿和未来创新发展的引领作用。

论坛特邀若干报告人做主题报告，鼓励与会院士、专家围绕主题进行自由讨论，一般向社会开放。特邀的报告人一般为科研一线的优秀科学家，重视邀请国外专家和优秀青年学者。报告人应提交符合《中国科学》、《科学通报》（简称“两刊”）出版要求的论文，论坛论文和综述稿以“两刊”专栏或专辑、年度论坛报告集等方式公开出版。

科学探索无止境，百家争鸣创新篇。中国科学院学部愿为中青年科技专家提供展示才华的“舞台”，共同促进学术繁荣，为促进我国科技发展和服务国家发展战略做出应有的贡献。



论坛宗旨

推动“深空探测与信息技术”研究领域前沿科学理论和技术探索，促进学科发展战略研究系统深入开展，发现和培养优秀人才，倡导科学民主，鼓励学术争鸣，启迪创新思维，充分发挥学部对我国“深空探测与信息技术”研究领域科学技术前沿和未来创新发展的引领作用。

召集人（执行主席）

包为民 院士

杨元喜 院士

吴一戎 院士

王 赤 院士

常 进 院士



论坛日程

开幕式 主持人：王赤		
日程		时间
宣布会议开始并介绍参会嘉宾		08:30-08:35
论坛召集人致辞（包为民）		08:35-08:40
议题 1：深空探测与处理 主持人：吴一戎		
报告人	报告题目	时间
马 林	空间目标探测雷达系统技术	08:40-09:05
郭 铨	平方公里阵列射电望远镜：SKA	09:05-09:30
王 宇	深空探测：月球微波成像雷达技术	09:30-09:55
张 焯	小行星探测任务的信息技术挑战	09:55-10:20
合影，茶歇		10:20-10:40
议题 2：深空测量与导航 主持人：张荣之		
报告人	报告题目	时间
张荣之	空间态势感知在小行星探测中的融合应用	10:40-11:05
刘思伟	深空基准建立与维持	11:05-11:30
周建华	基于拉格朗日点的深空导航技术	11:30-11:55
午餐（友谊宾馆·友谊宫餐厅）		12:00-13:15



议题 2 (续): 深空测量与导航 主持人: 张荣之		
报告人	报告题目	时间
周庆勇	X 射线脉冲星自主导航及授时技术研究	13:15-13:40
王大轶	航天器自主运行技术	13:40-14:05
议题 3: 空间科学及应用 主持人: 常进		
报告人	报告题目	时间
王 赤	太阳系边际探测的关键科学问题	14:05-14:30
于登云	中国月球探测工程	14:30-14:55
茶 歇		14:55-15:10
张荣桥	天问一号的进展和行星探测未来	15:10-15:35
周济林	恒星活动与行星宜居性探测	15:35-16:00
刘继峰	深空探测中的天文科学	16:00-16:25
陈宇综	创新 AI 在空间探测与导航方面的应用	16:25-16:50
会议研讨 主持人: 包为民		
会议研讨与总结		16:50-18:00
晚 餐 (友谊宾馆·友谊宫餐厅)		18:00-19:00

注: 1.特邀报告每个报告 15 分钟, 提问、讨论 10 分钟;

2.口头发言一般 3 分钟, 有 PPT 的可以延长至 5 分钟。



召集人（执行主席）简介



包为民，中国科学院院士、国际宇航科学院院士。现任中国航天科技集团科技委主任，兼任第十届中国科协副主席，全国政协第十一、十二、十三届委员，中国科学院主席团成员、信息学部常委，国际宇航科学院主席团成员、工程学部主席，中国惯性学会理事长，同时担任西安电子科大空间学院院长，国防科大、清华、北大等多所高校的兼职教授。作为我国航天运载器总体及控制系统领域的学术带头人，曾领导和参与我国多项重大工程研制，他将理论知识和实践工作相结合，为我国国防工业现代化建设解决了一系列技术难题。获得国家科技进步特等奖 1 项、国家技术发明一等奖 1 项、国家科技进步一等奖 1 项。



召集人（执行主席）简介



杨元喜，研究员，博士生导师，中国科学院院士，长期从事大地测量与卫星导航技术研究，现任北斗系统副总设计师，测绘卫星工程总师。杨元喜院士主持完成了多项国家重大工程项目，目前主持北斗全球卫星导航系统建设，国家综合 PNT 体系、海洋大地基准和海洋导航技术等研究工作，为我国北斗系统建设与应用、国家综合平 PNT 体系建设、海洋大地测量基准建设与应用提供了极为重要的理论和技术指导。杨院士学术成果丰富，累计发表学术论文 400 余篇，SCI 论文 60 余篇，2018 年获美国导航学会“会士”称号，2019 年获航天基金会“钱学森杰出贡献奖”。2 项成果获国家科技进步二等奖，6 项成果获省部级科技进步奖。



召集人（执行主席）简介



吴一戎，现任中国科学院空天信息研究院院长，中国科学院大学电子电气与通信工程学院院长，国家杰出青年基金获得者，“百千万工程”国家级人选入选者，享受国家政府特殊津贴，2007年当选中国科学院院士。

长期从事微波成像技术以及大型遥感地面处理系统的设计和研制工作，近十年又在推动国家航空遥感系统的建设与发展。在微波成像领域，发明了多维度微波成像技术和稀疏微波成像技术，领导了关键技术的攻关，并将成果应用于后续的卫星系统。在遥感卫星地面处理与应用系统的体系结构、数据处理算法等方面，系统地解决了一系列理论与关键技术，提高了我国在该领域的技术水平，主持完成了多项国家重大科研项目，承担的项目规模大，技术复杂，影响深远，推动了该领域的长远发展。作为项目负责人主持完成了国家科技基础设施-航空遥感系统的建设，作为总设计师主持了国家重大专项高分辨对地观测系统中航空系统的建设，系统地推动了一系列国际领先的航空对地观测载荷的发展。曾获得国家科技进步一等奖、二等奖，全国创新争先奖，国防科技工业杰出人才奖，国防科技进步一等奖，中科院科技进步一等奖，何梁何利基金科学技术进步奖、陈嘉庚科学奖等重大奖项。



召集人（执行主席）简介



王赤，中国科学院院士。现任中国科学院国家空间科学中心主任，空间天气学国家重点实验室主任，中国科学院空间科学先导专项（二期）负责人。

1990 年获中国科学技术大学学士学位,1998 年获美国麻省理工学院博士学位, 2003 年获国家杰出青年科学基金, 从事太阳风对地球和太阳系空间环境影响研究。他建立了多元太阳风新模型, 发展了高精度三维全球太阳风-地球磁层相互作用数值模式, 揭示了太阳风影响空间环境的过程和规律。太阳风在外日球空间减速成果当选外日球空间六大研究成果之一, 中性氢原子密度结果被日球边界层探测器 IBEX 飞船作为科学任务仿真重要输入参数。

担任国家重大科技基础设施子午工程二期总指挥, 中欧联合空间科学任务——太阳风-磁层相互作用全景成像卫星 (SMILE) 中方首席科学家, 致力于我国自主的空间环境天地一体化监测体系建设。在月球和深空探测领域, 他担任嫦娥 4 号工程副总师, 嫦娥 5 号和火星探测任务“天问一号”的有效载荷负责人, 国际月球科研站中欧、中俄科学专家组组长, 以及太阳系边际探测任务科学论证专家组组长, 积极推动工程任务的科学规划、论证, 以及国际合作等。

先后获钱学森杰出贡献奖、国家科学技术进步奖特等奖、国防科学技术进步特等奖、欧空局对 Cluster 卫星贡献奖, 以及国际日球物理年突出贡献奖等。



召集人（执行主席）简介



常进，博士，国家天文台台长。天文学家，主要从事空间伽玛射线、高能带电粒子尤其是电子的探测技术方法及科学实验研究。1966年7月生于江苏省泰兴市。1992年毕业于中国科学技术大学近代物理系。目前是悟空卫星首席科学家。



专家简介

(按姓名首字母排列)



陈宇综，理学博士，宁波大学教授，曾任新加坡国立大学教授，2004-2005 任新加坡国立大学计算科学系主任。主要从事 AI 生物医药应用，生物信息学，计算机药物设计，是这些领域的世界知名学者。早在 2002 年起，率先将人工智能引入药物设计及生物信息学研究。2021 年创建了开箱即用 AI 药物研发方法，为非专业人士提供专业工具。其它重大贡献有：发明了反向对接药靶发现方法，创建了国际医药领域知名的 TTD 药靶数据，揭示了药物协同作用基本模式，发现了产药物种在自然界的分布规律。陈宇综教授 20 多年来以通讯作者在 Nature Machine Intelligence, Nature Biotechnology, Nature Reviews Drug Discovery, Pharmacological Reviews, Trends in Pharmacological Sciences, PNAS 等杂志发表 240 篇学术文章，H 指数 49 (SCI), 52 (Scopus), 53 (Research Gate), 65 (Google Scholar)。总引 8940 (SCI), 9761 (Scopus), 10,157 (Research Gate), 15,881 (Google Scholar)。2009 年入选国家千人计划（第三批），2008 年-2013 年任意大利联合国工业发展组织高科技中心国际科学委员会委员，2007 年获新加坡国立大学杰出科学家奖。近期担任肿瘤化学基因组学国家重点实验室副主任，深圳湾实验室资深研究员。



郭铨，中国科学院上海天文台研究员，博士生导师。获得中科院引进人才和上海市浦江人才计划支持。目前从事中国平方公里阵列射电望远镜的科学研究，曾参与“宇宙第一缕曙光探测项目”。目前是中国 SKA 专项宇宙黎明和再电离方向：“面向宇宙再电离探测的低频实验与观测”项目负责人。

主要研究兴趣包括和宇宙再电离时期科学研究，宇宙学数值模拟与星系观测。发表论文 20 多篇。



刘继峰，国家天文台首席研究员、副台长，中国科学院大学天文与空间科学学院副院长。本科毕业于北京大学，博士毕业于美国密歇根大学，其后到哈佛大学工作，历任爱因斯坦学者、哈佛大学史密松天文台 PI 研究员。曾获得美国宇航局颁发的爱因斯坦学者奖、美国密歇根大学的优秀青年校友奖。2010 年刘教授以中科院“百人计划”从哈佛大学到国家天文台工作，2011 年起在国科大任岗位教授，2014 年获得“国家杰出青年基金”，2015 年入选科技部“中青年科技创新领军人才”，2016 年获评“全国优秀科技工作者”，并获台湾国立中央大学颁发的 Delta Lectureship Award，2017 年入选“百千万人才工程”，并入选第三批国家“万人计划”领军人才，2019 年入选首届腾讯科学探索奖。

研究兴趣为致密天体和恒星的多波段观测研究。目前已在国际期刊发表学术论文五十余篇，其科研成果入选“2013 年度 22 个中国科学家代表成果”，并入选“2015 年中国十大科技进展”。2013 年 11 月、2015 年 12 月、2019 年 11 月均以第一作者在国际顶级学术杂志《自然》发表科研成果。2013 年的工作被《自然》列为新闻头条，并称之为“摘取了这个领域的圣杯”。2015 年 12 月的工作被《自然》杂志称为“本领域 2015 年度五个重大发现之一”。2019 年 11 月的工作利用我国大科学装置 LAMOST 发现了迄今最重的恒星级黑洞，将深刻改变恒星演化理论。其科研成果为美国、英国、德国、法国、西班牙、意大利等外媒广为关注和报导，也为中央电视台、人民日报、新华社、光明日报、科技日报等主流媒体广泛报导。



刘思伟，西安测绘研究所研究员。研究生学历，工学博士。享受国务院政府津贴。中国惯性技术学会理事，中国测绘地理信息学会仪器装备委员会委员，中国电子学会脉冲星导航专家委员会副秘书长，西北工业大学兼职教授。长期围绕时空基准与导航研究领域开展科研工作，在惯性大地测量与导航、天文大地测量与导航、X 射线脉冲星导航、深空基准建立与维持等方面，主持或参加重大科研项目四十余项，参加完成嫦娥一号、脉冲星试验 01 星等重大工程。先后获国家和省部级科技进步奖二十余项，发表学术论文四十余篇。



马林，中国电科第十四研究所研究员、国家科技部创新人才推进计划重点领域创新团队负责人、国防科技创新特区主题首席科学家、军委装备发展部某专业组组长。入选“国家百千万人才工程”、“万人计划”，第二届全国创新争先奖章获得者。曾任中国电子学会无线电定位分会副主任委员、第十四研究所副所长，现任中国电科探测与感知领域首席科学家。

主要从事大型宽带有源相控阵雷达系统及精密跟踪测量与成像雷达系统的科学技术研究与工程研制。先后主持多项国家重点工程，出版专著一部。成果获国家科学技术进步奖二等奖 2 项、国防科学技术进步奖一等奖 5 项、军队科学技术进步一等奖 2 项。

作者邮箱 malin01@aliyun.com。



王大轶，研究员，博士生导师，1973 年 11 月出生，北京空间飞行器总体设计部副部长；国家杰出青年科学基金获得者，国防科技卓越青年科学基金获得者，国家万人计划科技创新领军人才，973 项目技术首席；2015 年获中国科协求是杰出青年奖，2016 年获何梁何利基金科学与技术创新奖，2017 年入选国家级百千万人才工程，享受国务院政府特殊津贴，是国家有突出贡献中青年专家。

在航天器自主导航与自主诊断重构技术领域进行了创新研究工作，解决了一系列关键技术问题，为嫦娥月球探测器等型号飞行试验成功做出了贡献。



王宇，中科院空天信息研究院研究员、博士生导师。入选中科院百人计划、国家万人计划-领军人才、国家自然科学基金委优秀青年和杰出青年基金。曾获国家技术发明二等奖、军队科技进步一等奖、中国青年科技奖、中国科学院优秀青年科学家奖、赵九章中青年科学奖、中科院优秀导师奖。

王宇研究员在星载 SAR 方向承担了多项国家重大科技专项和国防重点研究项目，现任“国家民用空间基础设施(2015-2025)”首个型号工程-陆探 1 号(LT-1)双基星载 SAR 系统总设计师。在 SAR 领域权威期刊上发表 60 多篇论文，授权国家和国际发明专利 40 多项，出版英文专著一部。

作者邮箱 robert.wang@aircas.ac.cn。



武向平，中国科学院国家天文台研究员、中国科学院上海天文台特聘研究员，中国科学院院士，中国科学院大学天文与空间科学学院院长。中国 SKA 首席科学家，SKA 科学和技术咨询委员会委员。国际合作项目大型低频中微子探测阵列 GRAND 中方发言人。

主要从事宇宙学的研究，涉及宇宙中的引力透镜效应、星系团的动力学特性以及宇宙再电离探测，主持了在新疆天山地区建设用于‘宇宙第一缕曙光探测’的大型低频射电望远镜阵列 21CMA。曾主持国家科技部 973 项目“宇宙第一缕曙光探测”，曾获中国青年科学家奖、中国科学院自然科学一等奖、国家自然科学基金二等奖、何梁何利科技进步奖等奖励。发表 SCI 论文 100 多篇，专利 2 项。



于登云，1961年11月出生，湖南人，研究员、博士生导师。现任中国航天科技集团公司科学技术委员会副主任，中国探月工程副总设计师、天绘卫星系列工程总设计师、国际宇航科学院院士、国际宇航联合会卫星商业化应用委员会主席等。

长期从事航天器系统工程、动力学与控制技术研究与应用，为我国探月工程、载人航天工程以及高分辨率卫星工程等国家重大航天任务作出了应有贡献。获国家科技进步特等奖2项、一等奖和三等奖各1项，省部级科技进步一等奖2项，国防技术发明二等奖1项，出版著作4部，获授权发明专利23项，发表论文84篇。2020年6月，获得国际宇航联合会2020年度最高奖——“世界航天奖”。



张焯，女，中国空间技术研究院总体设计部研究员，中国宇航学会深空探测专业委员会委员，中国空间科学学会空间探测专业委员会委员，入选“国家百千万人才工程”。

曾任总体部空间科学与深空探测总体室主任、嫦娥三号探测器副总设计师，嫦娥四号探测器项目执行总监兼副总设计师。现任五院小天体探测项目技术负责人。

长期从事航天器总体设计和动力学分析工作。在嫦娥三号嫦娥四号的研制过程中，带领团队攻克多项关键技术，为实现我国首次地外天体着陆和国际首次月球北面软着陆做出突出贡献。

获国家科技进步一等奖一项，国防科技进步特等奖两项。



张荣桥，研究员。现任中国首次火星探测任务（天问一号）工程总设计师，中国科协第十届常委。1990 年参加工作，历任航天科技五院 503 所副所长、所长，国防科工委月球探测工程中心总工程师、副主任，探月工程副总设计师，深空探测论证工程总设计师，高分辨率对地观测系统重大专项（民用）总设计师。组织完成探月工程二期、首次火星探测任务实施方案、行星探测重大工程实施方案的论证。

作为我国首次火星探测任务工程总设计师，组织完成了天问一号任务，取得“一次任务实现火星环绕、着陆，巡视”圆满成功。先后获国家科技进步特等奖，国防科学技术进步特等奖、二等奖。



张荣之，宇航动力学国家重点实验室研究员。主要从事航天器轨道确定技术、空间碎片探测技术研究。曾任中国卫星导航年会精密轨道分会主席、国家 863-*** 重大专项、国家二代导航系统重大专项、国家空间碎片监测等专家组成员。代表性论文《Determination of Single GPS-Antenna-Attitude of CHAMP》获美国国际 ION GPS2002 年会优秀论文奖，代表性专著《Spacecraft Collision Avoidance Technology》ISBN: 978-0-12-818011-2，第一完成人获部委级科技进步一等奖三项。另曾获国家科技进步特等奖一项、二等奖两项，省部委级二等以上奖十余项。



周济林，南京大学天文与空间科学学院教授，国务院学位委员会学科评议组成员。研究领域为太阳系外行星探测与动力学。主持建设了南京大学时域天文台（TIDO）。课题组在南极天区首次发现 100 多颗系外行星候选体，发表学术论文 100 余篇。2009 获国家自然科学基金委杰出青年基金，2004 年获教育部自然科学二等奖，2020 年获江苏省天文学会科学技术一等奖。



周建华，研究员，博士生导师，北斗运控系统总师。长期从事卫星导航系统研究和工程建设，建立起卫星导航运行控制体系并不断改进提升，提出四重“基本导航、广域增强、精密定位”三位一体的四重广域差分误差探测与修正理论。主持北斗二号运控系统、北斗分米级增强系统研制，实现了北斗卫星导航系统“定位精度”由向 GPS 比肩看齐到领先超越。创建了时空安全网概念、架构，主持时空安全网重大任务攻关与建设。“十二五”国家科技重点专项(导航与位置服务)专家组专家、第二代卫星导航系统重大专项专家委员会委员、国家 863 地球观测与导航技术领域专家组专家、微小卫星专家组专家。获国家科技进步特等奖 1 项、一等奖 1 项、二等奖 1 项；排名第一的军队及省部级科技进步特等和一等奖 8 项、二等奖 13 项、授权国家专利 15 项、国际专利 3 项、专著 2 部。发表论文 61 篇。获全国三八红旗手标兵、求是奖等荣誉称号。



周庆勇，博士，西安测绘研究所助理研究员。现任我国脉冲星试验 01 星地面支持系统副主任设计师，和 X 射线天文卫星 HXMT 脉冲星导航核心工作组成员。长期从事 X 射线脉冲星导航技术研究工作。参与和完成 10 多项国家和省部级科研项目，包括国家重点研发计划、国家自然科学基金、北斗二代重大专项、基础加强计划等项目。

已在物理学报等期刊上发表相关 SCI、EI 学术论文 20 余篇，国家软件著作权授权三项。获 2018 年卫星导航定位科技进步特等奖（省部级），排名第一。2019 年入选中国科协青年人才托举工程项目支持对象。



报告摘要

(按姓名首字母排列)

创新 AI 在空间探测与导航方面的应用

陈宇综

宁波大学 宁波 315211

随着我国航天科技进步，开启了针对火星和小行星等天体的探索活动，以及基于空间站的科研项目。建立和应用创新方法分析和挖掘有关复杂数据是探索和发现的重要突破口。近年来 AI 技术的飞速发展，为空间探索和科研数据的分析和挖掘，突破当前瓶颈，带来了全新的高效手段。本报告基于空间探索和导航关键问题，介绍当前 AI 有关应用技术的发展状况，探讨创新 AI 技术在综合分析和挖掘光谱等多种数据类型，以及小样本、弱信号、高噪音等高复杂度数据的应用前景。



深空探测中的天文科学

刘继峰

中科院国家天文台 北京 100101

中国的航天事业随着“天问一号”火星探测任务的成功已经步入深空探测时代，而天文界也深度参与其中。基于目前的科学前沿和技术发展趋势，中国天文界提出了面向未来的系列天文探测任务，包括太阳极轨卫星和对太阳的立体探测，利用月球国际科研站在月表布置系列天文观测设施，以及在太阳-地球 L2 点布置大型光学紫外通用望远镜等。上列方案正在继续深化论证中。



深空基准建立与维持

刘思伟

西安测绘研究所 西安 710054

空间基准是描述物体位置、姿态和运动的参考系统。报告论述的深空基准，是指通过观测深空目标建立的空间参考系统。深空基准是国家时空基准体系的重要组成部分，是开展深空探测，认知、进出、控制和利用深空的重要前提和基础。同时，深空探测技术也是建立、精化和维持深空基准的重要技术手段和信息来源。

世界强国和组织都十分重视深空基准的研究，以美国为首的西方发达国家和组织纷纷建立了完善的深空基准体系，已经实现了多个不同类型和针对特定任务的深空参考基准。我国在深空基准方面虽有一定研究基础但不成体系，无自主产品，深空基准应用方面长期依赖国外。随着我国从航天大国向航天强国迈进，我国众多空间任务对深空基准的内容和精度提出了更高的要求，依靠国外公开的深空基准产品在安全和技术两方面无法满足发展需求。

本报告主要针对我国开展深空探测的现实需求，分析论述深空基准的定义和作用意义、建立和维持深空基准的主要技术手段、我国在深空基准建立与维持方面的差距与不足，提出我国自主建立和维持深空基准的发展建议。



空间目标探测雷达系统技术

马林

中电科第十四研究所 南京 210039

空间目标探测是人类进入空间、和平利用空间的基础，是我国建设航天强国的重要支撑。中低轨空间目标约占总数的 80%，其观测手段主要是雷达。随着人类开发太空的加剧，以及空间卫星形态与数量的增多，大型宽带有源相控阵雷达系统及精密跟踪测量与成像雷达系统是世界科技强国在空间目标观测领域竞相发展的主要研究方向。

报告介绍了空间目标的观测需求，国外空间目标观测雷达及技术发展的主要情况。阐明了空间目标观测雷达技术研究的主要技术方向与理论基础，分析了雷达探测目标尽全编目、及早发现、精确定轨和准确掌握的探测需求，作者及其团队攻克了雷达探测目标远距离与高精度、测量目标多维度与精成像的技术难题，致力于雷达系统总体设计、高性能收发组件、大型相控阵雷达天线性能测试与阵面监测、多波束搜索、目标自适应跟踪、空间目标定轨计算、雷达系统宽带高分辨、大型低损耗雷达天线罩等核心关键技术研究。研究成果在我国空间监视、载人航天与探月工程等国家重点工程中发挥了重要作用。报告还给出了空间目标探测雷达技术的发展方向与趋势。



太阳系边际探测的关键科学问题

王赤

中科院国家空间科学中心 北京 100190

太阳系边际是指受太阳风控制的最远区域（日球层边界），是与恒星际介质的交界，主体包括日球层终止激波、内外鞘区等。尽管在 1977 已发射的“旅行者 1 号”（Voyager 1）和“旅行者 2 号”（Voyager 2）已陆续进入星际空间，但由于轨道和载荷的局限性，日球层和太阳系边际的根本性科学问题仍悬而未决。本报告简要介绍太阳系边际的定义和主要探测要素，分析总结国内外太阳系边际探测的现状，包括已实施和正在论证的太阳系边际探测任务的科学目标，梳理太阳系边际探测过程中关于日球物理、星际空间物理和太阳系演化方面的重大科学问题，并对我国未来太阳系边际自主探测任务的科学目标提出了建议。



航天器自主运行技术

王大轶

中国空间技术研究院总体部 北京 100094

航天器实现自主运行是学者和工程师们的不懈追求，我们一直致力于探究制约航天器自主运行技术的科学问题内涵。针对航天器这一类资源严重受限、不易在轨维护的空间无人系统，力求以系统观测、诊断和重构能力的定性判定和定量表达为突破口，以星上最低资源占用且不依赖任何人造信标为约束条件，去自主完成航天器的使命任务。本报告介绍了航天器自主光学导航的核心关键—可观测性问题，以及自主诊断重构的理论基础—系统的可诊断性与可重构性，然后，结合团队工作介绍了相关理论方法与技术在航天器型号的应用情况，最后对未来可能的发展方向进行总结和展望。



微波成像雷达：深空探测新应用

王宇

中科院空天信息创新研究院 北京 100094

发展空间科学和空间技术是人类探索宇宙奥秘、提升对空间环境认知并促进社会进步的重要方向。自人类空间技术发展伊始，人们便开展了对月球、火星和金星等天体的探测。微波成像雷达作为一种能够穿透云雾的微波主动成像雷达，在深空探测领域发挥了巨大作用，如麦哲伦号金星探测器首次获得金星浓密大气层下的地表图像。当前，国际社会对深空探测的热情与投入不断增长，微波成像雷达在深空探测中的重要作用日益显著，已成为航天强国的重要发展方向。

报告首先介绍了太阳系内的多个行星及其卫星的特征，梳理了微波成像雷达在深空探测中的应用历程和取得的成就，以及部分深空探测规划。详细介绍了我国嫦娥七号探月任务搭载的月球微波成像雷达，这是我国首次在探月工程中搭载微波成像雷达载荷。报告介绍了嫦娥七号月球微波成像雷达的探测目标，双天线干涉、双频段、多极化、高分辨率微波成像雷达载荷设计，阐述了月球微波成像雷达在月球地形地貌探测、南极艾肯盆地堆积溅射特征研究等多个方向的应用潜力。最后介绍微波成像雷达技术在未来深空探测中的应用价值与发展潜力。



平方公里阵列射电望远镜：SKA

武向平 郭铨

中科院上海天文台 上海 200030

平方公里阵列射电望远镜（SKA）是迄今为止世界上正在建造的最宏伟的天文观测设备，汇集了人类在天文学、无线电、信息、通讯、计算机、机械制造等诸多领域的科技成果，将主导未来射电天文学 50 年的发展命脉，蕴涵多项重大科学发现，会对自然科学和人类文明做出划时代的和革命性的贡献。SKA 由十多个国家的科学与技术人员共同参与和协作建造、共同运行和管理，是超越国界的全球大科学装置，是体现“构建人类命运共同体”的科研实践行动。SKA 不仅能给中国在基础科学前沿领域带来丰厚的回报，也是中国科技长远发展的全球布局。报告将概要介绍 SKA 技术、科学目标以及发展和建设状况，以及中国 SKA 面临的科学和技术挑战。



中国月球探测工程

于登云

中国航天科技集团有限公司 北京 100048

本报告主要包括两部分，一是简述了我国探月工程“三步走”规划完成情况，包括任务概况，突破的主要关键技术，取得的亮点科学成果。二是对我国月球探测工程未来发展进行了展望，包括月球科研站基本型建设、国际月球科研站及载人登月任务等。



小行星探测任务的信息技术挑战

张熿

中国空间技术研究院 北京 100094

小行星探测，是深空探测活动的重点目标之一。太阳系内数以百万计的小行星，保留了宇宙早期形成时的物质，对探索太阳系及生命的起源演化有着极其重要的意义。小行星探测，不同于大行星探测最显著的特点之一是，小行星目标特性的不确定。因此，探测器在设计时，必须大量采用智能自主技术，以应对各种可能的情况，确保任务完成。

报告首先介绍小行星探测的任务特点和其目标特性对航天器设计的影响。然后从小天体目标特性的信息获取手段、信息处理与建模方法、航天器自主导航与自主操作等方面，分析带来的挑战和应对思路。主要包括小行星三维重构的测量与建模，小行星接近过程的自主信息识别与自主导航、小行星采样的自主操作等。最后对未来深空探测任务对信息技术发展的需求进行展望。



天问一号的进展和行星探测未来

张荣桥

科工局探月与航天工程中心 北京 100048

报告回顾了天问一号发射、奔火、环绕、着陆和巡视等重要历程，科学探测的进展情况；介绍了我国未来行星探测的总体规划和任务实施技术方案。



空间态势感知在小行星探测中的融合应用

张荣之

宇航动力学国家重点实验室 西安 710000

本报告介绍空间态势感知的能力现状，及其融合应用于小行星探测中的可能性。首先分别从概念内涵、基本能力、形成能力的装备三个方面介绍解答了空间态势感知是什么、干什么、怎么干的问题；然后总结了空间态势感知的作用，并针对小行星可能造成的危害，探讨了从近地态势感知到深空态势感知的应用意义；由此引出空间态势感知的具体手段：雷达和光学，进一步分析国内外空间态势感知装备对小行星探测的能力、优势、不足；并探讨空间态势感知深度融合于小行星探测的建设方向，可为后续深空探测任务开展和小行星撞击预警提供一定的技术储备。



恒星活动与行星宜居性探测

周济林

南京大学 南京 210046

行星宜居性的研究将是未来行星科学的重要领域之一。要研究行星宜居性，主星辐射与活动性、行星质量、行星大气等是非常关键的参数。我们提出同时观测者三个物理量的科学卫星设想——“紫瞳”卫星。“紫瞳”将是国际上首次在近紫外-可见光双波段开展恒星活动与系外行星大气巡天监测的科学卫星，为行星宜居性研究提供关键的原创科学数据。望远镜设计口径 60 厘米，视场 100 平方度，4 年内拟对 4200 平方度天区进行巡天观测，预期目标如下：（1）对约 400 万颗恒星开展连续 1 个月光变双色监测，新发现 5000 颗左右系外行星，为中国下一代大望远镜（空间站望远镜，12 米光学红外望远镜）等提供观测源；（2）通过宿主恒星活动性与系外行星大气的观测，探索热行星的潮汐演化，揭示热海星缺失之谜等前沿问题；（3）通过恒星双波段光变监测，揭示类太阳恒星、红矮星的活动性特征，为不同类型恒星耀发机制研究提供大样本数据；（4）发现一批宁静的恒星样本，为未来宜居行星的搜寻（如觅音等空间计划）提供目标星候选体。通过项目的开展，拟对国际系外行星探测与宜居性研究产生重要的影响。在此基础上后续可进一步开展红矮星宜居行星探测计划。



基于拉格朗日点的深空导航技术

周建华

北京卫星导航中心 北京 100094

卫星导航系统自主运行和服务空间拓展是未来重要的发展方向。本团队瞄准探索新的空间基准实现方式，拓展深空导航保障能力，整体提升我国天基导航体系弹性，突破了基于拉格朗日点的深空导航技术，论证提出了基于拉格朗日点的深空导航星座构建方案。设计了一箭四星星座部署方案，可在 330 天内完成星座部署，实现发射成本和能力生成的最优化统筹。

拉格朗日点深空导航系统由空间星座、地面支持系统构成，针对不同场景，支持地面处理控制模式和在轨自主运行模式。在无地面依托情况下，实现对近地卫星导航星座的深空锚固和深空导航服务。

基于三体引力场的非对称性，通过星间测距，即可实现拉格朗日点导航星座高精度轨道维持。仿真结果表明，在测距误差为 1 米，初始位置误差为 1 米情况下，导航星座自主定轨的最大误差能够限制在 5 米以内；与近地导航卫星联合解算，仿真 180 天，近地导航卫星 URE 均优于 2.5 米。

以环月探测任务为例，详细考察了拉格朗日卫星导航系统的覆盖性能及深空导航性能，经仿真验证，在环月轨道，探测器至少可见 2 颗拉格朗日导航卫星，最大导航误差优于 70 m，速度误差优于 10 mm/s。

基于能源一体化、信息一体化、结构与热控集成指导思想，对导航星拓扑、构型进行了详细设计，研制了以多层透镜天线为基础的空间载荷原理样机，对星间链路技术体制进行了验证。



X 射线脉冲星自主导航及授时技术研究

周庆勇

西安测绘研究所 西安 710054

X 射线脉冲星，被誉为宇宙“灯塔”。X 射线脉冲星具有可精确测定的位置信息，且其脉冲信号具有高稳定周期特性和高稳态轮廓特征，部分毫秒脉冲星自转频率长期稳定度优于地面原子钟，能够为航天器深空飞行提供良好的时空基准信息。空间均匀分布的脉冲星可构建类似导航卫星的星座，且信号不受人造干扰，安全性高，是空间探测器极好的天然导航信标，能够为近地空间，整个太阳系，乃至深空的探测活动提供高精度自主导航服务，增强远离地面测控台站作用距离的自主导航能力，降低运行费用及深空网的负担。此外，脉冲星能够提供一种独立的基于遥远自然天体并持续数百万乃至数十亿年的时间频率，可驾驭原子钟长期稳定，或建立独立的时间尺度。脉冲星时具有高稳定性、全自主性和全宇宙性的特点。

脉冲星计时是导航及授时的基础，推导建立了相对论框架下脉冲星观测模型，编制相关软件，并应用于脉冲星天文数据处理；论述了美国 SEXTANT 实测数据脉冲星导航处理方法，介绍了我国脉冲星试验卫星及 HXMT 卫星数据处理结果；研究了一种基于双谱滤波的综合脉冲星时构建方法，提高了脉冲星时的稳定性；提出了一种改善北斗导航系统时间基准长期稳定性的脉冲星时地面服务系统，概述了该系统的初步设计与功能，研究了天地基脉冲星时建立方法，并利用实测和仿真数据进行分析，发现脉冲星红噪声会降低脉冲星时稳定性，得出 TOA 精度是制约空基脉冲星时稳定性的重要因素。最后，报告展望了脉冲星导航及授时应用场景。



论坛代表名单

序号	姓名	单位	职务/职称	邮箱或者电话
1	包为民	中国航天科技集团	院士	baoweimin@cashq.ac.cn
2	杨元喜	西安测绘研究所	院士	yuanxi_yang@163.com
3	吴一戎	中科院空天信息创新研究院	院士	wyr@mail.ie.ac.cn
4	王 赤	中科院国家空间科学中心	院士	cw@spaceweather.ac.cn
5	常 进	中国科学院国家天文台	院士	chang@pmo.ac.cn
6	崔向群	中科院国家天文台南京天光所	院士	xcui@niaot.ac.cn
7	房建成	北京航空航天大学	院士	buaa_fjc@buaa.edu.cn
8	韩占文	中国科学院云南天文台	院士	zhanwenhan@ynao.ac.cn
9	王 巍	中国航天科技集团	院士	yfwangwei@vip.sina.com
10	王礼恒	中国航天科技集团	院士	bin8888888@126.com
11	吴宏鑫	中国空间技术研究院	院士	010-68744098
12	杨孟飞	中国空间技术研究院	院士	yangmf@bice.org.cn
13	郑晓静	西安电子科技大学	院士	xjzheng@xidian.edu.cn



论坛代表名单

序号	姓名 (按姓氏字母排)	单位	职务/ 职称	邮箱或者电话
14	陈泓	中国空间技术研究院	研究员	chenhong@qxslab.cn
15	陈宇综	宁波大学	教授	chenyuzong@sz.tsinghua.edu.cn
16	邓元勇	国家天文台	研究员	dyy@bao.ac.cn
17	杜兰	战略支援部队信息工程大学	教授	dulan2015@qq.com
18	董雯	中科院学部工作局	副研究员	dongwen@cashq.ac.cn
19	范一中	紫金山天文台	研究员	yzfan@pmo.ac.cn
20	方广有	中科院空天信息创新研究院	研究员	gyfang@mail.ie.ac.cn
21	郭铨	中科院上海天文台	研究员	guoquan@shao.ac.cn
22	何建森	北京大学	教授	jshept@pku.edu.cn
23	侯宇葵	钱学森空间技术实验室	研究员	houyukui@qxslab.cn
24	呼延宗泊	西安卫星测控中心	工程师	huyanzongbo@163.com
25	黄磊	深圳大学	教授	lhuang@szu.edu.cn
26	霍卓玺	钱学森空间技术实验室	副研究员	huozuoxi@qxslab.cn
27	金科	西安电子科技大学	教授	kjin@xidian.edu.cn
28	康琳	南京大学	教授	kanglin@nju.edu.cn
29	李磊	中科院国家空间科学中心	研究员	lil@nssc.ac.cn
30	李惠峰	北京航空航天大学	教授	lihuifeng@buaa.edu.cn
31	李柯伽	北京大学	研究员	kjlee007@gmail.com
32	李小平	西安电子科技大学	教授	xpli@xidian.edu.cn
33	刘慧根	南京大学	副教授	huigen@nju.edu.cn
34	刘继峰	国家天文台/中国科学院大学	研究员	jfliu@nao.cas.cn



论坛代表名单

序号	姓名 (按姓氏 字母排)	单位	职务/ 职称	邮箱或者电话
35	刘乃金	钱学森空间技术实验室	研究员	liunaijin@qxslab.cn
36	刘思伟	西安测绘研究所	研究员	liusiwei79@163.com
37	罗冰显	中科院空间中心	研究员	luobx@nssc.ac.cn
38	马林	中电科第十四研究所	研究员	malin01@aliyun.com
39	马新勇	中科院学部工作局	副处长	xyma@cashq.ac.cn
40	毛淑德	清华大学	教授	shude.mao@gmail.com
41	平劲松	中科院国家天文台	研究员	goffice@nao.cas.cn
42	齐朝祥	中科院上海天文台	研究员	zxqi@shao.ac.cn
43	舒逢春	中科院上海天文台	研究员	sfc@shao.ac.cn
44	汪毓明	中国科学技术大学	教授	ymwang@ustc.edu.cn
45	王宇	中科院空天信息创新研究院	研究员	yuwang@mail.ie.ac.cn
46	王大轶	北京空间飞行器总体设计部	研究员	dayiwang@163.com
47	王潜心	中国矿业大学	教授	wangqianxin8012@163.com
48	王炜	国家天文台	研究员	wangw@nao.cas.cn
49	王蔚东	宇航动力学国家重点实验室	工程师	juggernautdong@163.com
50	魏建彦	国家天文台	研究员	wjy@bao.ac.cn
51	吴雪峰	紫金山天文台	研究员	xfwu@pmo.ac.cn
52	向雪霜	钱学森空间技术实验室	研究员	xiangxueshuang@qxslab.cn
53	徐天河	山东大学	教授	thxugfz@163.com
54	姚伟	钱学森空间技术实验室	研究员	yaowei@qxslab.cn
55	于登云	中国航天科技集团	研究员	yudyun@sina.com
56	张焯	北京空间飞行器总体设计部	研究员	zhangh_maoqiu@163.com



论坛代表名单

序号	姓名 (按姓氏 字母排)	单位	职务/职 称	邮箱
57	张清和	山东大学	教授	zhangqinghe@sdu.edu.cn
58	张荣桥	科工局探月与航天工程中心	研究员	lwren@spaceweather.ac.cn
59	张荣之	宇航动力学国家重点实验室	研究员	444624572@qq.com
60	张贤国	中科院国家空间科学中心	研究员	zhangxg@nssc.ac.cn
61	赵海斌	紫金山天文台	研究员	meteorzh@pmo.ac.cn
62	郑 伟	国防科技大学	教授	zw_nudt@189.cn
63	郑 勇	信息工程大学 (郑州)	教授	zhygj@126.com
64	周济林	南京大学	教授	zhoujl@nju.edu.cn
65	周建华	北京卫星导航中心	研究员	julianma@263.net.cn
66	周庆勇	西安测绘研究所	助理研究员	18092861089@163.com
67	邹永廖	中科院国家空间科学中心	研究员	zouyongliao@nssc.ac.cn
68	陈立翠	《中国科学》杂志社	编辑	chenlicui@scichina.org
69	李亚敏	《中国科学》杂志社	编辑	liyamin@scichina.org
70	宋 扉	《中国科学》杂志社	副编审	song@scichina.org
71	杨海燕	《中国科学》杂志社	编辑	yanghaiyan@scichina.org
72	于世美	《中国科学》杂志社	副编审	ysm@scichina.org

论坛学术秘书

73	高 磊	钱学森空间技术实验室	处长	gaolei@qxslab.cn
74	梁 伟	中科院电子所	主管	liangwei@aircas.ac.cn
75	任丽文	中科院国家空间科学中心	副研究员	lwren@spaceweather.ac.cn
76	任 夏	西安测绘研究所	助理研究员	renxia1015@163.com



论坛须知

“科学与技术前沿论坛”是中国科学院学部开展的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。为共同推进我国科技事业的发展，让学术思想广泛传播，中科院学部将对论坛的报告进行录制并在剪辑加工之后发布到互联网进行传播。现特此声明，如您对此有异议，可与会务组工作人员联系，协商解决。

热忱欢迎各位代表参加本次论坛，为保证您在论坛期间的工作和生活顺利，请您注意以下事项：

一、会议时间

报到时间：2021年9月26日 07:30 到 8:30

报到地点：友谊宾馆贵宾楼（北京海淀区中关村南大街1号）

会议期间用餐将集体安排，请妥善保管有关证件。

二、会议地点

会议地点：友谊宾馆贵宾楼多功能厅

三、餐饮安排

会议午餐由大会提供，请凭餐票在指定就餐地点用餐。

四、住宿与交通

1、会议建议住宿酒店为友谊宾馆迎宾楼，会务组联系人衣媛媛（电话：18600800918，微信同号），参会嘉宾自行办理入住。



2、论坛可以为外地来京人员提供机场/火车站接送服务。请将航班或列车信息提前（至少一天）告知会务组联系人衣媛媛（电话：18600800918，微信同号），以便预订车辆安排接送。

3、北京本地参会人员鼓励乘坐公共交通前往。如自驾车前往会场可提供车位，酒店收费标准 8 元/小时。

五、会务组联系人

1. 衣媛媛 钱学森空间技术实验室，电话: 18600800918
2. 卜良霄 钱学森空间技术实验室，电话: 17310050725

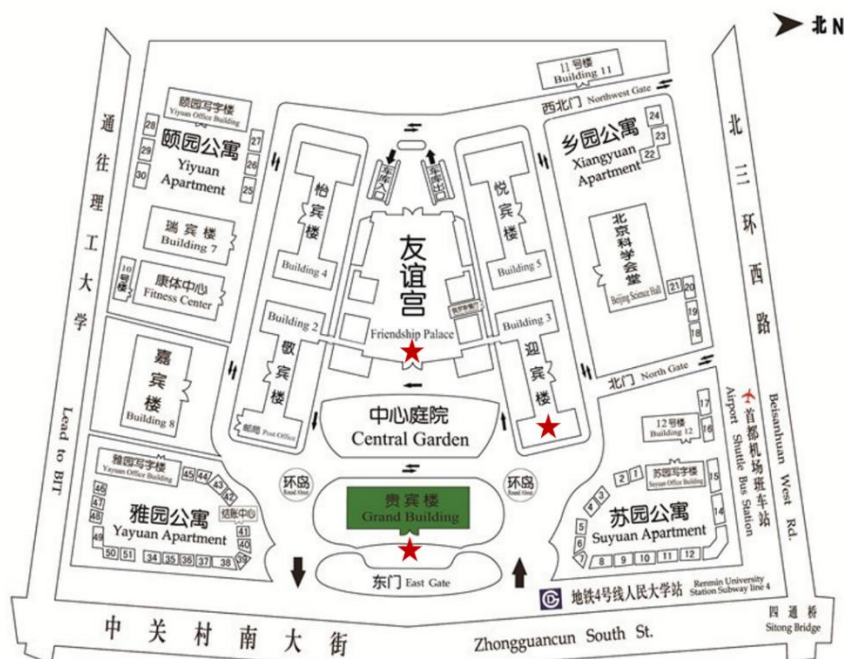
六、会场地理位置





北京友谊宾馆示意图

Plan of Beijing Friendship Hotel



★ 会场: 贵宾楼多功能厅; 餐厅: 友谊宫一层; 住宿: 迎宾楼

起始地点	公里数	到达方式
首都国际机场	34	乘坐机场大巴(首都机场---公主坟线)直达友谊宾馆
		乘机场快轨至三元桥站换乘 10 号线后换 4 号线至人民大学站
北京大兴国际机场	59	乘坐大兴国际机场线草桥站换乘地铁 10 号线至角门西站再换乘地铁 4 号线至人民大学站,D 口出
北京西站	8	乘 320 路, 或特 6 路汽车中国农业科学院站下车
		地铁北京西站乘坐地铁 9 号线至国家图书馆站换乘地铁 4 号线至人民大学站, D 口出
北京站	18	乘 814 路汽车中国农业科学院站下车
		地铁北京站乘坐地铁 2 号线至西直门站换乘地铁 4 号线
北京南站	25	地铁北京南站乘坐地铁 4 号线至人民大学站,D 口出



会议记录



会议记录



会议记录



会议记录
