

附件：

2021 年工业和信息化部重点实验室年度考核报告

实验室名称：空间环境监测与信息处理实验室

实验室主任：曹晋滨

实验室联系人/联系电话：符慧山/15652243988

邮箱地址：hsfu@buaa.edu.cn

依托单位名称：北京航空航天大学（盖章）

依托单位联系人/联系电话：王佳妮/18810760072

2021 年 12 月 31 日

一、简表

| | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-----------------|----------|------------|----------|------|
| 实验室名称 | | 空间环境监测与信息处理实验室 | | | | |
| 依托单位 | | 北京航空航天大学 | | | | |
| 研究方向 | 研究方向 1 | 空间环境监测关键技术 | | | | |
| | 研究方向 2 | 空间环境信息处理 | | | | |
| | 研究方向 3 | 空间环境建模仿真 | | | | |
| 实验室主任 | 姓名 | 曹晋滨 | 研究方向 | 空间环境监测关键技术 | | |
| | 出生日期 | 19641212 | 职称 | 教授/长江杰青 | 任职时间 | 2000 |
| 实验室副主任 | 姓名 | 符慧山 | 研究方向 | 空间环境信息处理 | | |
| | 出生日期 | 19830308 | 职称 | 教授/杰青 | 任职时间 | 2013 |
| | 姓名 | 於益群 | 研究方向 | 空间环境建模仿真 | | |
| | 出生日期 | 19830117 | 职称 | 教授/青千 | 任职时间 | 2015 |
| 学术委员会主任 | 姓名 | 王赤 | 研究方向 | 空间环境监测关键技术 | | |
| | 出生日期 | 1967.02 | 职称 | 院士 | 任职时间 | 2019 |
| 研究水平与贡献 (2021 年度考核期内数量/自认定以来的总数) | 科技论文 | 109/255 | SCI 论文 | 106/245 | EI 论文 | 1/4 |
| | 新增国家科研课题 | 12/30 | 新增地方科研课题 | 11/21 | 新增自立科研课题 | 0/4 |
| | 获国家奖 | 0/0 | 获省部级奖 | 0/0 | 获行业奖 | 3/3 |
| | 科研经费额 (万元) | 3994/808 1.9 | 发明专利授权 | 27/61 | 实用新型授权 | 0/0 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---|---|--------|-----------|--------------------------|--|
| 研究队伍与人才培养 (2021年度考核期内数量/自认定以来的总数) | 人员总数 | 2/50 | 高级职称 | 2/42 | 中级职称 | -2/8 | |
| | 院士 | 0/0 | 国家级(长江、杰青、千人等) | 2/5 | 地方级 | 0/0 | |
| | 国际学术机构任职 (可增减) | 姓名 | 任职机构或组织 | | 职务 | 任职时间 | |
| | | 曹晋滨 | 国际空间研究委员会辐射带专家组 | | 成员 | 2006 | |
| | | 曹晋滨 | 国际宇航科学院全球地质多物理场综合前兆研究组 | | 成员 | 2014 | |
| | | 曹晋滨 | 国际宇航科学院 | | 院士 | 2015 | |
| | | 曹晋滨 | 国际无线电联合会中国委员会等离子体波分会 | | 主席 | 2013 | |
| | | Malcolm Dunlop | 国际宇航科学院基础科学部 | | 通讯院士 | 2021 | |
| | | 姜杰 | Solar Physics 期刊 | | 顾问委员会成员 | 2021-2024 | |
| | | 姜杰 | 欧空局 Solar Orbiter 卫星“Dynamo and solar cycle” | | 科学工作组联合主席 | 2021-2022 | |
| | | 姜杰 | 国科联-日地物理委员会“日地耦合变化可预报性(PRESTO)”项目 | | 联合负责人 | 2020-2024 | |
| | | 徐明 | IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems | | 副主编 | 2021 | |
| | 符慧山 | Frontiers in Astronomy and Space Sciences | | 编委 | 2019 | | |
| | 访问学者 | 0/10 | 进站博士后 | 5/14 | 出站博士后 | 5/7 | |
| 培养研究生 | 16/51 | 在读博士生 | 39 | 在读硕士生 | 55 | | |
| 开放与运行管理 (2021年度考核期内数量/自认定以来的总数) | 举办学术会议 | 1/7 | 国际 | 0/1 | 国内 | 1/6 | |
| | 新增国际合作项目 | | | 0/0 | | | |
| | 实验室面积 | 3436 | 仪器设备原值 | 3113.2 | 实验室网址 | http://semip.buaa.edu.cn | |

二、研究水平与贡献

1. 主要研究成果与贡献

结合研究方向，简要概述本年度实验室取得的重要研究成果与进展。

本年度实验室成员分别在以下研究方向上取得了研究成果与进展：

1. 空间环境监测关键技术方向

- (1)XXX 卫星有效载荷初样和正样研制：服务国家重大战略需求，在国家发改委经费的支持下，承担 XXX 卫星有效载荷研制工作，针对新任务的特点，完成了初样阶段的主要工作；正样产品已经完成设计和投产，已具备进行单元调试的条件。
- (2)卫星载荷数据处理软件技术研究：与应急管理部国家自然灾害防治研究院和中国资源卫星应用中心合作，开展卫星感应式磁力仪地面大数据处理软件和磁场波数据定标算法研究，为卫星在轨运行和业务服务提供重要支撑。
- (3)空间探测技术的地基应用：开发的三台地基感应式磁力仪布站四川、云南等地的三个地震台，为我国西南地区地震低频电磁信号监测提供技术支持。
- (4)等离子体推进装置的高真空地面模拟长寿命实验验证：XXX 卫星使用等离子体推进系统进行位置保持和姿态调整，需要发射之前全面验证整套系统性能的真实性和可靠性。高真空地面模拟实验能够长时间保证优于 10^{-3}Pa 的工作气压，完整进行了推进系统点火工作的 3000 小时长寿命实验，期间对等离子体参数和性能进行了在线测量。为推进系统在轨可靠运行提供了保障。
- (5)利用大规模的等离子体粒子模拟揭示了磁场线如何在湍流片中断裂和重新连接的过程。通过三维系统中对无碰撞等离子体的完整动力学物理学特征的模拟，我们发现剪切不稳定性可以引起显著的反常粘度，产生了磁场能量的快速释放。这一发现对于改进磁层动力学和太阳耀斑的全球模型非常重要。相关研究结果发表于 *ApJL*。
- (6)利用三维的粒子模拟发现了磁场耗散和电子加速一个新的机制来。其关键过程是由于磁岛中电磁湍流产生的非理想电场导致的强烈电子加速。这项研究与空间环境中的高能粒子的产生有关，这是空间方面的一个普遍目标。相关

研究结果发表于在 GRL 上。

(7)等离子体双极扩散机理研究：等离子体向真空中扩散这一物理过程是在空间中常见的一种现象，这种现象从物理机理上是对离子和电子耦合关系以及输运过程的一种反映。本项研究以脉冲等离子体推力器产生的瞬态等离子体的扩散过程为研究对象，利用中性气体示踪、静电探针、发射光谱以及高速拍照等技术手段对亚微秒级的等离子体双极扩散过程进行了研究。阐明了一团具有定向速度的等离子体团中部分电子分离，到形成双极电场，再到电子冷却而离子被加速这一整个发展过程的物理机制。这项研究可以阐明自然界等离子体的运动规律。

(8)基于受摄二体问题模型，建立了环绕主星的牛顿形式的轨道运动方程，摄动力包括主星的扁率和次星的非球形第三体引力。在第三体引力摄动中，首次引入了中心天体和摄动天体引力的非球形项。在对次星引力摄动函数进行级数近似时，为了保证精度，保留至四阶项，并由此得到近似的受摄轨道方程。利用平均化理论和拉格朗日行星方程建立了基于单次平均的半解析轨道动力学模型。采用数值仿真研究了模型的适用范围。

2. 空间环境信息处理方向

(1)利用欧洲空间局两个旗舰卫星计划 Cluster 和 Swarm 的探测数据，首次发现地球上空的磁层空间爆发性高速粒子流驱动地磁场剧烈扰动的直接观测证据。研究团队根据磁层、电离层以及地面台站的多点观测数据，对 2015 年 1 月 7 日磁暴事件中内磁层的爆发性整体流、电离层共轭区域的场向电流以及地面共轭区域的磁场扰动等多个方面开展了研究。研究发现在地面磁场剧烈扰动期间，Cluster 卫星在磁层空间观测到了明显的爆发性高速流。通过对电流的估算发现在不同高度的磁层与电离层区域场向电流在形态和结构上有着惊人的相似。这直接证明了场向电流在磁层爆发性高速流与地面磁场剧烈扰动之间的纽带作用，揭示了爆发性高速流通过场向电流对地面剧烈磁扰动的驱动作用。相关成果已发表于 GRL。欧洲空间局网站报道了这一新发现：https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Swarm/Swarm_and_Clust

er_get_to_the_bottom_of_geomagnetic_storms

- (2)利用磁层多尺度 (MMS) 卫星数据研究了中等引导场下磁层顶重联电子扩散区 (EDR) 事件的能量耗散。四颗 MMS 卫星相隔约 10 公里, 满足在 EDR 内对多个卫星数据进行比较研究。每个卫星上类似的磁场和电流特性表明, 在扩散区形成了准均匀的磁场和电流结构。然而, 由于耗散区域内的面外重联电场 (E_M) 的时间或空间效应, 每个航天器检测到的能量耗散仍然不同。此项研究表明, 重联 EDR 中的非均匀或非定常能量耗散可能是一个普遍的过程。相关成果已发表于 GRL。
- (3)利用卫星与地面台站的联合观测发现磁层中 EMIC 波动散射引发的质子沉降对于电离层电子密度的显著作用, 打破了电子沉降为主要能量来源的传统观念。相关工作发表于 JGR。
- (4)通过数值模拟, 发现人工发射的 VLF 波和自然产生的等离子体波 (嘶声和闪电产生的哨声波) 在扩散辐射带高能电子过程中扮演着互补和催化作用。人工发射的 VLF 波单独仅仅可以清除掉内辐射带中能量在几百兆电子伏特的电子, 但并不能清除 MeV 电子。只有当存在 Hiss 或 LGWs 联合扩散小投掷角电子时, 人工发射的 VLF 才能增强大投掷角 MeV 电子向小投掷角扩散损失。相关的结果发表于 JGR。
- (5)通过分析和处理卫星观测数据结合数值模拟, 我们首次证明等离子体嘶声 (Hiss) 和快磁声 (MS) 波在等离子体层内外对高能电子的竞争性影响是不一样的。在高密度等离子体层内, Hiss 波可以有效地清除掉小投掷角上的大部分高能电子, MS 波的加速仅仅增加部分大投掷角的电子, 两种波的竞争性作用主要减少了辐射带高能电子, 并最终造成煎饼状电子投掷角分布。但是在等离子体层顶之外的低密度区域, 相同强度的 MS 波和弱的槽嘶声可以减少大投掷角上的高能电子, 并形成蝴蝶状的电子投掷角分布, 但是电子的损失非常小。相关结果发表于 GRL。
- (6)利用 WIND 卫星数据, 研究了太阳风湍流小尺度磁场间歇和温度间歇的特性, 为湍流能量串级和耗散加热过程提供线索。在太阳风低速流中, 我们发现磁场间歇结构主要由旋转断面和磁场速度平行结构组成, 且两者均不伴

随明显的局地等离子体温度升高。同时，为了更直接研究间歇加热机制，我们着眼于温度间歇结构，发现高速流中的温度间歇主要为线性磁洞和切向间断面，表明温度间歇可能由镜像模不稳定性及磁重联引起。相关工作已整理成文，拟投稿到 ApJ.

(7)利用 THEMIS 卫星近磁尾的十年观测数据，对方位角流期间的能量转化进行了事例和统计分析，发现高温高密度高局地高通量管熵的方位角流事件，容易发生能量转换,只有很小一部分能量耗散,大部分能量沿着磁力线传播到电离层,影响电离层内方位角方向上的极光膨胀过程。相关成果已被《地球物理学报》接收。

(8)利用 MMS 卫星数据，研究了反偶极化锋面的电子尺度的结构及动力学过程。在反偶极化锋面上发现了强烈的电流，其中，平行电流是由电子高速流携带的，而垂直电流由离子流贡献。同时，在锋面上也观测到了强电场，该电场与广义 欧姆定律中的霍尔项相平衡。离子电流导致了强烈的能量转换，使得电磁能转换为粒子的能量。该项研究推进了对磁尾反偶极化锋面上的动力学过程的理解。相关成果发表于 GRL.

(9)统计研究了太阳风中的行星际间断面的特性及空间演化，发现:行星际间断面的发生率，从 0.13 AU 处的 200 个事件 每天，降低至 0.9 AU 处约 1 事件每天；旋转间断面和切向间断面的相对比率随距离 急剧下降，在 0.3 AU 以内约为 8，在 0.4 AU 以外约为 1；在 0.3 AU 以内，统计上，通过切向间断面磁场旋转 45 度，通过旋转间断面磁场旋转 30 度。这一工作促进了对行星际间断面特性和演化的理解，并对研究近日太阳风的湍动特性具有重要意义。相关成果发表于 APJ.

(10) 利用 MMS 数据研究了两种偶极化锋面上的能量通量密度，发现在偶极化锋面的发生区间，电子的焓通量显著增加，携带着大量能量且与局地能量转化率具有很好的相关性。坡印亭矢量也有所增加但贡献率相对较小。离子焓通量略小于电子焓通量且几乎不变。粒子动能和热通量可以忽略不计。在具有表面波纹的偶极化锋面上，不同航天器观测到的能量通量可以存在较大差异，表明了能量的三维输运。该项研究表明，在偶极化锋面上的能量收支

由电子动力学过程主导，而不是之前研究所提议的离子动力学过程。相关成果发表于 GRL.

(11) 利用 MMS 卫星数据，提供了电子磁镜模不稳定性在偶极化锋面后激发磁洞的观测证据。在亚离子尺度上，磁洞由电子涡旋维持且主要向下漂移。分析表明当地具有电子磁镜模不稳定性的条件，因此磁洞可能是由电子磁镜模不稳定性激发的。磁洞中存在强场向电流，可能有助于磁层-电离层耦合。磁洞中还存在振荡能量转换过程，但以能量注入为主导，表明它可以有效地将电磁能量转化为粒子能量。亚离子尺度的磁场能量耗散与电子尺度的哨声波和德拜尺度的孤立波相耦合，表明其中存在跨尺度的耦合过程。相关成果发表于 GRL.

(12) 利用 MMS 卫星数据，研究了地向传播的偶极化锋面上的电子涡度。采用叠加时序分析，发现在偶极化锋面之上和之后，电子涡度增大，其平均值略大于低混杂频率，说明电子涡度与霍尔动力学过程有关。电子涡度显示出明显的各向异性，在垂直方向上强于平行方向。参数相关性分析表明电子涡度与电子密度具有反相关关系。在统计意义上涡度诱导的磁场扰动并不明显，尽管在少数个例中涡度可以产生强烈的磁场扰动。这项研究促进了对偶极化锋面动力学的认识。相关成果已发表于 APJ.

(13) 利用 MAVEN 观测数据，研究了火星磁尾中的 Betatron 冷却过程。在其中一个事件中，Betatron 冷却发生在电子的 Superthermal 和 Energetic 能段，而在另一个事件中，它发生在 Thermal-energy 能段。利用解析模型定量地再现了这两个过程。由解析模型推导出的冷却因子与磁场降低观测结果吻合较好。该结果首次证实了地球环境以外的 Betatron 冷却效应，有助于理解行星磁层中的电子动力学过程。相关成果已发表于 GRL，并被北航做出了专题报道：<https://news.buaa.edu.cn/info/1005/54845.htm>

(14) 利用 MMS 卫星数据，提供了电子扩散区存在磁通量绳的观测证据。该通量绳在 L 方向上的尺度约为 27.5 个电子惯性长度，在 N 方向上的尺度约为 4.8 个电子惯性长度，且远离 X 线运动。在磁通量绳内探测到了强烈的能量耗散。同时，磁通量绳调制了电子扩散区内的电场。利用 FOTE 方法重构了

这个电子尺度的磁通量绳的拓扑结构。该项研究有助于理解磁通量绳在电子扩散区中的初始状态和其在重联中发挥的作用。相关成果发表于 GRL.

(15) 利用 MMS 卫星数据, 报道了一种特殊的偶极化磁通管。这种磁通管由热而稀和冷而密两部分等离子体组成, 且在其内存在电子热化过程和静电湍动。这种特殊现象可能是由于流场反转所导致的。分析发现, 2-70Hz 的静电波与 300-27000eV 电子的温度各向异性强相关, 电子回旋频率以上的静电波与电子温度各向异性有很强的负相关性。该项研究显著提升了对地球磁尾电子动力学的理解。相关成果发表于 APJ.

(16) 利用 MMS 卫星数据, 报道了一个嵌套在离子尺度磁绳内的亚离子尺度磁绳事件。在亚离子尺度的磁绳内发现了更为复杂的等离子体动力学过程(例如电子旋磁和强电磁湍流)。此外, 亚离子尺度的磁通量绳与离子尺度的磁通量绳的轴线正交, 表明它们的形成可能与三维磁重联有关。这种跨尺度结构对理解空间等离子体中的能量串级过程十分重要。相关成果已发表于 GRL.

(17) 利用 Cluster 卫星数据, 统计了磁尾磁通量堆积区内由电子 pancake 分布所激发的哨声波和锋面边界处的低混杂漂移波。同时, 报道了一个与统计结果不同的案例: 哨声波是在锋面边界, 而不是在通量堆积区内产生的。发现在该处通量管有明显的收缩并且超热电子具有垂直各向异性。计算了波的增长率, 并成功地解释了这些哨声的产生/衰减过程。发现 1-4keV 的电子与这些哨声的产生/衰减有关。相关成果发表于 JGR.

(18) 利用 MMS 卫星数据, 报道了偶极化锋面后的电子擗面杖分布, 并揭示了只有费米机制对超热电子的加速有贡献。对它的形成提出了一种新的解释: 费米机制加速了平行和反平行的超热电子, 具有空间变化的磁瓶控制了垂直电子的出现, 以及具有 45° 和 135° 投掷角的电子在中磁尾处漂移损失。在这些过程的共同作用下, 偶极化锋面后形成了具有次级结构的擗面杖分布。这一机制有助于理解偶极化锋面后的电子动力学。相关成果已发表于 JGR.

(19) 利用 MMS 卫星数据, 报道了偶极化锋面后的宽频静电波。这些静电波包括静电孤立波和电子回旋波。定义了一个新的参数 Q 来量化电子的各向异性。通过相关分析发现: 0.8-20keV 的电子各向异性与 50-3000Hz 的平行电场

波动呈正相关; 0.8-20keV 的电子各向异性与全频率范围内的垂直电场波动呈正相关; 平行通量各向异性与垂直电场波动的相关性更显著。该项研究促进了对偶极化锋面的性质和动力学的理解。相关成果发表于 JGR.

3. 空间环境建模仿真方向

(1)利用全球磁层模型探索了古地磁场倒转期间的太阳风能量运输效率,发现古地磁倒转中期,太阳风能量能有效地进入近地空间环境,这对于了解地球磁场环境的历史变化和对古生物演化的作用具有重要意义。相关工作投稿于 GRL。

(2)突破全球磁层模型中边界条件的局限性,增强了卫星表面充电这一空间天气现象的模拟和预报能力。我们近期对模型边界处的现有粒子通量分布函数进一步改进,引入了可以表征低能段电子能谱分布的模式,极大地提高了表面充电环境的预报能力。相关工作投稿了空间天气顶级期刊 Space Weather.

(3)利用全粒子模拟探索了磁尾动力学过程,包括磁重联区域分型线附近的离子运动学,出流区域偶极化锋面附近磁场结构等,对进一步理解磁重联区域复杂的粒子动力学和电磁场结构有重要贡献。相关成果发表于 JGR、EPP 等。

(4)利用内磁层动理论模型探索了 EMIC 波动增长率对于磁层中热粒子成分的依赖性,发现热氧离子的密度和冷等离子体的密度的比值是影响波动增长的关键参数。相关工作发表在 JASTP。

(5)利用测试粒子手段,探索了磁场锋面结构对于离子的加速效率,发现相较于平滑的锋面,锯齿状的表面更能有效地提升离子在锋面处的能量增益。相关工作发表于 ApJ。

(6)研究了太阳黑子倾角与周期强度的依赖性关系。发现倾角系数与周期强度的反相关性具有较强的统计学意义。此外,我们还发现在强太阳活动周,高纬地区的倾角趋于饱和。在弱太阳活动周中,倾角与纬度成线性关系,而在强太阳活动周中,倾角与纬度成平方根关系。相关成果已发表于 Astronomy & Astrophysics。

(7)采用 BL 型磁通量运输发电机模型,对第 25 太阳周的强度进行了预报。预报

结果显示，第 25 周会比第 24 周强 10%左右，对应的极大期黑子数为 126。我们得到了预测的黑子数曲线与观测到的黑子数曲线，其最大值之间有较高的拟合程度。相关成果已发表于 *Solar Physics*。

(8)研究了太阳活动区对太阳周演化的贡献的新量化方法。提出了一种推广的代数方法，可以描述拥有任意磁场位形的活动区对极小年极区磁场的贡献。通过数值模拟对推广的代数方法进行验证，根据比较的结果，推广的代数方法对各种类型的活动区的贡献都能够准确的描述。相关成果已发表于 *Astronomy & Astrophysics*。

(9)建立了新浮现的双极磁场区域中的磁通量与太阳黑子的面积之间的关系，并将其应用于已有的表面磁通量运输模型中。模型保留了主要特征，特别是在不同的数据集中复现结果的能力，以及活动周结束时的极向场与下一个活动周观测强度的相关性。相关结果发表于 *A&A*。

(10) 研究了由通量运输模型产生的磁场对日震学参数的影响。利用磁通量运输发电机模型 (FTD) 得到的磁场来重构一维太阳模型，结果表明，在一个太阳周期内，发电机产生的磁场能够引起对流区底部声速分布的明显变化。通过调整发电机模型的自由参数，预测结果与第 23 太阳周的日震结果具有相似的细节特征。相关结果已发表于 *RAA*。

(11) 采用深度学习从光球连续谱图像估计太阳活动区磁场。使用具有残差结构的 CNN 模型进行训练，并利用 HMI 2011 - 2015 年覆盖 17 个活动区域的共 7800 组数据对模型进行训练和验证。模型可以成功地估计太阳黑子本影、半影、孔隙和强网络区域的径向场和环向场图像。相关结果已发表于 *Astronomy & Astrophysics*。

(12) 黑洞是爱因斯坦引力理论的预言，同时近期一些天文观测证据表明黑洞真实存在 (2020 年物理学诺奖)。目前对黑洞的大部分研究集中在黑洞外部，我们近期开展了对黑洞内部的研究，探索了黑洞外部发生霍金-佩奇热力学相变时黑洞内部曲率奇点行为。我们发现当黑洞外部发生二阶相变，黑洞 Kasner 奇点连续但不光滑；当黑洞外部发生一阶相变时，黑洞 Kasner 奇点不连续。我们进一步研究了在引力规范对偶框架下黑洞奇点所对偶的场论可

观测的研究。相关成果发表于 JHEP。

- (13) 在利用引力的全息性质研究拓扑物态方面开展研究，相关研究表明强耦合的无能隙拓扑物态的存在性和独特物性。具体来说，研究了一类全新的强耦合 Weyl-Z2 拓扑半金属及其丰富的相图性质。提出了自洽的节线半金属的引力全息模型及相应的物性，相关成果发表于 JHEP (2 篇)。指导学生研究了动量耗散对全息拓扑外尔半金属相图的效应，研究成果发表于 PRD。
- (14) 系统的研究了流体模型可能的拓扑效应。发现对流体力学的守恒方程做特定的修正的时候，在线性阶近似下，流体模式的能谱行为和拓扑物态的能谱行为具有一定的相似性，我们进一步研究了相关的拓扑不变量，从而证实相应流体模式的拓扑性质。我们进一步研究了该拓扑流体中的运输物理以及引力全息实现，研究成果发表于 PRD。
- (15) 研究了黑洞物理与量子场论，尤其是量子拓扑缺陷之间的联系：我们具体研究了在具有动量耗散的引力背景下拓扑缺陷数密度与淬火强度之间的关系；研究了在磁场强度很大的情况下，拓扑缺陷将会成簇地同号出现，这颠覆了之前人们总认为的拓扑缺陷是正负成对出现的情况；我们还研究了拓扑缺陷的详细的统计机制，发现它们满足泊松分布，而不是一般认为的正态分布，等等。在此方面发表了 JHEP 论文 4 篇。
- (16) 与中国科学院地球与地质研究所合作，开发了太阳风与火星相互作用的全球自洽耦合模式，该模式考虑了火星电离层中主要组分的化学反应，利用了地质所科学家开发的中性气体的三维全球分布模式，并采用了地质所科学家开发的火星剩磁模型，最终形成高精度高分辨率的并行计算模式，是我国首套自主研发的火星环境数值预报模型。利用该模型，对火星剩磁对火星离子逃逸机制，以及古火星不同时期的离子逃逸特性做了分析，证明了火星剩磁不同磁场位型特性对离子逃逸的作用机制与贡献，相关成果发表于 APJ。

2. 承担科研任务

概述本年度实验室科研任务总体情况。

本年度实验室成员分别在以下研究方向上承担了重要科研任务：

1. 空间环境监测关键技术方向

- (1) 承担国家发改委 XXX 卫星研制任务一项(分承研单位)；开展 XXX 卫星有效载荷初样和正样阶段研制工作；
- (2) 承担中国资源卫星应用中心横向项目一项：国家民用空间基础设施“十三五”陆地观测卫星地面系统建设项目数据处理系统——电磁监测卫星感应式磁力仪数据处理软件算法包项目；
- (3) 承担应急管理部国家自然灾害防治研究院项目一项：张衡一号 02 卫星在轨测试阶段磁场波数据定标算法方案设计；
- (4) 承担国家自然科学基金项目一项：磁喷管中带电粒子加速、分离和磁反馈机制研究；
- (5) 承担载人航天预研项目一项：×××某电推进技术研究；
- (6) 承担国防科工局项目一项：某霍尔推力器研究（拨款协议）；
- (7) 承担国防科工局项目一项：大功率磁等离子体推进拨款协议；
- (8) 承担上海空间推进研究所项目一项：线性气动磁镜约束等离子体推进；
- (9) 承担大连理工大学项目一项：微牛量级推力测量系统；
- (10) 承担国家自然科学基金项目一项：栅极螺旋波离子推力器等离子体二阶加速过程的时空演化；
- (11) 承担国家自然科学基金面上项目一项：双小行星系统不规则引力场中的轨道动力学与控制；
- (12) 承担国家自然科学基金面上项目一项：双曲线型三体问题下小行星附近集群编队飞行的轨道演化与控制；
- (13) 承担国家自然科学基金青年科学基金项目一项：小行星引力场中考虑航天器姿轨耦合效应的轨道动力学；

- (14) 承担军委科技委 173 项目课题 2 项：开展等离子体微推进技术研究工作；
- (15) 承担科工局民用航天项目 1 项：开展等离子体光电联合诊断研究；
- (16) 承担 XXX 卫星型号霍尔等离子体推进装置 3000h 寿命试验任务；
- (17) 承担 XXX 推力器等离子体诊断及大推力测试任务；
- (18) 承担火箭军预研课题一项：xxx自主导航技术研究；
- (19) 承担民用航天预研项目一项：霍尔电推进 XXX 光电联合诊断技术研究；
- (20) 承担科工局基础科研项目一项：超高速某 XXX 度测试技术；
- (21) 承担天军项目一项：大功率磁等离子体推进；
- (22) 承担火箭军十四五预研项目一项：***自主*技术；
- (23) 承担科技部重点研发计划子课题一项：地下*灾情信息感知与应急通讯*。

2. 空间环境信息处理方向

- (1) 承担国家自然科学基金创新群体项目一项：磁层动力学；
- (2) 承担国家自然科学基金委嫦娥 4 号联合专项重点项目一项：月表中性原子及粒子辐射环境研究；
- (3) 获批国家杰出青年科学基金项目一项：空间物理；
- (4) 获批北京航空航天大学青年科学家团队：太阳风-磁层-电离层-耦合；
- (5) 承担国家自然科学基金面上项目一项：地球等离子体层和辐射带的交叉耦合效应；
- (6) 承担国家自然科学基金面上项目一项：内磁层电流系统动力学和能量输运
- (7) 承担国家自然科学基金面上项目一项：电子尺度的偶极化锋面动力学；
- (8) 承担国家自然科学基金面上项目一项：太阳风湍流离子尺度上的谱拐点及湍流耗散机制的观测研究；
- (9) 承担北京航空航天大学青年拔尖人才支持计划项目一项：观测研究太阳风湍流串级耗散过程；
- (10) 获批国家自然科学基金青年项目一项：偶极化锋面处的小尺度波动和不稳定性研究；

(11) 获批国家自然科学基金青年项目一项：偶极化锋面与电离层冷离子的作用过程研究；

(12) 获批国家自然科学基金青年项目一项：多尺度地磁电流动力学特征。

3. 空间环境建模仿真方向

(1) 承担国家自然科学基金面上项目一项：磁层离子沉降对环电流-电离层体系的影响；

(2) 承担国家自然科学基金面上项目一项：投掷角相关的辐射带径向扩散机制研究；

(3) 承担国家自然科学基金外国青年学者项目一项：CME 和 CIR 磁暴期间的亚极光区极化流的激发和特征研究；

(4) 承担国家自然科学基金面上项目一项：引力规范对偶及其在拓扑物态中的应用；

(5) 获批国家自然科学基金面上项目一项：规范引力对偶在拓扑缺陷方面的研究；

(6) 承担国家自然科学基金面上项目一项：太阳活动周预报的物理基础和预报方法研究；

(7) 获批国家自然科学基金面上项目一项：新一代太阳发电机模型的开发和应用研究；

(8) 承担中国科学院战略性先导科技专项(B类)子课题：火星磁层形态变化的多流体全球数值模拟研究；

(9) 承担国防科工局民用航天技术预先研究项目课题：火星剩磁控制太阳风与火星作用；

(10) 承担国家自然科学基金面上项目一项：火星磁尾结构与离子逃逸的全球多流体数值模拟研究；

(11) 承担国家自然科学基金面上项目一项：利用全粒子模拟研究电离层对磁尾重联的响应。

请选择本年度内主要重点任务填写以下信息

| 序号 | 项目/课题名称 | 编号 | 负责人 | 起止时间 | 经费 (万元) | 类别 |
|----|-------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|------------|-------------------------------|
| 1 | 磁层动力学 | 41821003 | 曹晋滨 | 2019.01-20 24.12 | 1200 | 国家自然科学基金创新 群体项目 |
| 2 | 月表中性原子及粒 子辐射环境研究 | 41941001 | 曹晋滨 | 2019.08-20 22.12 | 300 | 国家自然科学基金重点 项目 |
| 3 | XXX 卫星研制 | 11772024 | 曾立 | 2019.1-202 2.12 | 600 | 国家发改委 民用空间基 础建设设施 项目 |
| 4 | 投掷角相关的辐射 带径向扩散机制研究 | 41974194 | 刘文龙 | 2020.01-20 23.12 | 64 | 国家自然科 学基金面上 项目 |
| 5 | 内磁层电流系统动 力学和能量输运 | 41874193 | Malcolm Dunlop | 2019.01-20 22.12 | 63 | 国家自然科 学基金 |
| 6 | 大功率磁等离子体 推进拨款协议 | 1220000201 9133002 | 汤海滨 | 2019.01-20 21.12 | 320 | 国防科工局 纵向 |
| 7 | 某霍尔推力器研究 | 1220000201 9133001 | 汤海滨 | 2019.01-20 21.12 | 80 | 国防科工局 纵向 |
| 8 | 磁喷管中带电粒子 加速、分离和磁反 馈机制研究 | 303MSXM 2018133003 | 汤海滨 | 2019.01-20 22.12 | 39 | 国家自然科 学基金面上 项目 |
| 9 | 线性气动磁镜约束 等离子体推进 | 1300000202 0133001 | 张尊 | 2020.04-20 21.04 | 15 | 上海空间推 进研究所横 向 |
| 10 | 微牛量级推力测量 系统 | 2010000202 0133004 | 张尊 | 2020.08-20 21.02 | 30 | 大连理工大 学横向 |

| | | | | | | |
|----|----------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|----|-----------------|
| 11 | 栅极螺旋波离子推力器等离子体二阶加速过程的时空演化 | 3030000201 9133001 | 张尊 | 2019.01-20 21.12 | 25 | 国家自然科学基金 |
| 12 | 双小行星系统不规则引力场中的轨道动力学与控制 | 11872007 | 王悦 | 2019.1-202 2.12 | 63 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 13 | 地球等离子体层和辐射带的交叉耦合效应 | 41874192 | 李柳元 | 2019.01-20 22.02 | 63 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 14 | 引力规范对偶及其在拓扑物态中的应用 | 11875083 | 刘焱 | 2019.01-20 22.12 | 60 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 15 | 磁层离子沉降对环电流—电离层体系的影响 | 41974192 | 於益群 | 2020.01-20 23.12 | 63 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 16 | 太阳活动周预报的物理基础和预报方法研究 | 11873023 | 姜杰 | 2019.01-20 22.12 | 63 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 17 | 电子尺度的偶极化锋面动力学 | 41874188 | 符慧山 | 2019.01-20 22.12 | 63 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 18 | 利用全粒子模拟研究电离层对磁尾重联的响应 | 41874189 | Keizo Fujimoto | 2019.01-20 22.12 | 63 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 19 | 太阳风湍流离子尺度上的谱拐点及湍流耗散机制的观测研究 | 41874199 | 王新 | 2019.01-20 22.12 | 65 | 国家自然科学基金面上项目 |
| 20 | 观测研究太阳风湍流串级耗散过程 | YWF-20-BJ-J -1023 | 王新 | 2020-03-20 22-12 | 50 | 北航第十批青年拔尖人才支持计划 |

| | | | | | | |
|----|---|-----------------------|-----|---------------------|-----|-------------------------------|
| 21 | XXX 卫星载荷研制 | 11000YZ20 20133001 | 曾立 | 2019.1-202 3.12 | 558 | 国家发改委 民用空间基 础建设设施 项目 |
| 22 | 张衡一号 02 卫星在 轨测试阶段磁场波数 据定标算法方案设计 | 2050000202 1133008 | 曾立 | 2021.10-20 23.1 | 35 | 横向项目 |
| 23 | 电磁监测卫星感应 式磁力仪数据处理 软件算法包项目 | 1300000202 1133003 | 曾立 | 2021.9-202 4.6 | 40 | 国家发改委 民用空间基 础建设设施 项目 |
| 24 | 霍尔电推进 XXX 光 电联合诊断技术研究 | 1320000202 0133001 | 汤海滨 | 2021.12-20 24.12 | 570 | 民用航天预 研 |
| 25 | XXX 微推进技术研究 | ---- | 汤海滨 | 2021.6-202 6.6 | 800 | 173 项目 |
| 26 | 超高速某 XXX 度测 试技术 | ---- | 汤海滨 | 2021.1-202 2.12 | 380 | 科工局基础 科研项目 |
| 27 | 大功率磁等离子体 推进 | 1220000201 9133002 | 汤海滨 | 2020.1-202 1.12 | 150 | 天军项目 |
| 28 | N 级推力测量装置 | 54344101 | 张尊 | 2021.07-20 21.12 | 60 | 中科院等离 子体所横向 |
| 29 | 千瓦级廉价燃料电 池堆研究 | 2018YFB15 02303 | 卢善富 | 2019.01-20 22.12 | 180 | 国家重点研 发计划 |
| 30 | 碳酰肼电氧化反应 用高活性金属催化 剂的理性设计与机 理研究 | 21872003 | 王海宁 | 2019.01-20 22.12 | 65 | 国家自然科 学基金面上 项目 |
| 31 | 晶型核/无定型壳焦 磷酸盐的高温质子 传导行为与调控 | 21908001 | 张劲 | 2020.01-20 22.12 | 25 | 国家自然科 学基金青年 科学基金 |

| | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|-----|---------------------|-----|------------------|
| 32 | 异形外形超空泡航行体远距离稳定飞行控制技术 | 118CALT2 021115001 | 徐明 | 2021-11-20 22-02 | 30 | 横向 |
| 33 | 轨道机动策略算法 | 1300000202 1115053 | 徐明 | 2021-06-20 22-08 | 65 | 横向 |
| 34 | 编队卫星低能耗构型维持技术 | ---- | 徐明 | 2021.1-201 3.12 | 170 | 青年拔尖人才支持计划 |
| 35 | 空间对象和场景多维模拟及感知增强构建模块 | 1300000202 1115104 | 钟睿 | 2021.12- 2023.02 | 295 | 院所合作 |
| 36 | 基于攻防背景的低轨巨型星座设计及评估优化 | Y21106 | 桂海潮 | 2021.05-20 21.12 | 59 | 院所合作 |
| 37 | 地下*灾情信息感知与应急通讯* | 210YBXM2 020115006 | 陈培 | 2021.01-20 23.12 | 152 | 科技部重点研发计划子课题 |
| 38 | ***自主*技术 | 1080HJJ202 1115004 | 陈培 | 2020.08-20 21.10 | 60 | 火箭军十四五预研项目 |
| 39 | 基于典型场景的趋势仿真演示设计 | 1300000202 1115000 | 韩潮 | 2021.10-20 21.12 | 40 | 横向项目 |
| 40 | 巨型星座组网设计与性能分析 | 1300000202 1115071 | 韩潮 | 2021.09-20 21.12 | 60 | 横向项目 |
| 41 | 多航天器轨迹规划及任务筹划实现 | 1300000202 1115067 | 韩潮 | 2021.08-20 21.12 | 50 | 横向项目 |
| 42 | *数字样机研制 | 1300000202 1115054 | 韩潮 | 2021.08-20 21-10 | 50 | 横向项目 |
| 43 | 太阳风-磁层-电离层-耦合 | YWF-21-BJ -J-T109 | 符慧山 | 2021-09-20 23-09 | 100 | 北航第一批青年科学家团队支持计划 |

三、队伍建设与人才培养

1.各研究方向及研究队伍

| 序号 | 研究方向 | 学术带头人 | 主要骨干 |
|----|--------------|-------|--|
| 1 | 空间环境监测关键技术方向 | 曹晋滨 | 汤海滨, 相艳, 卢善富, 韩潮, 徐明, 王悦, 贾英宏, 金磊, 钟睿, 桂海潮, 曾立, 陈培, 孙秀聪, 王晓慧, 王新升, 刘升刚, 陈昱 |
| 2 | 空间环境信息处理方向 | 符慧山 | 宋友, Dunlop, 刘焱, 吕卫锋, 张海青, 任军学, 王一白, 李柳元, 马玉端, 王新, 杨俊英, 李星, 杜博文, 王德庆, 刘成明, 徐印 |
| 3 | 空间环境建模仿真方向 | 於益群 | 刘文龙, 姜杰, 藤本桂三, 朱天乐, 吕浩宇, 曾小岚, 李兴华, 申芳霞, 王海宁, 张劲, 李想, 孙也, 刘祎阳 |

2.本年度固定人员情况

| 序号 | 姓名 | 类型 | 性别 | 学位 | 职称 | 年龄 | 在实验室工作年限 |
|----|-----|------|----|----|---------|----|----------|
| 1 | 曹晋滨 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/长江杰青 | 57 | 3年 |
| 2 | 符慧山 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/杰青 | 38 | 3年 |
| 3 | 於益群 | 研究人员 | 女 | 博士 | 教授/青年千人 | 38 | 3年 |
| 4 | 汤海滨 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授 | 51 | 3年 |
| 5 | 相艳 | 研究人员 | 女 | 博士 | 教授/优青 | 47 | 3年 |

| | | | | | | | |
|----|--------------|------|---|----|---------|----|----|
| 6 | 卢善富 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/优青 | 41 | 3年 |
| 7 | 韩潮 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授 | 61 | 3年 |
| 8 | 徐明 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/长江 | 40 | 3年 |
| 9 | 王悦 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 34 | 3年 |
| 10 | 贾英宏 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 45 | 3年 |
| 11 | 金磊 | 研究人员 | 女 | 博士 | 副教授 | 39 | 3年 |
| 12 | 钟睿 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 37 | 3年 |
| 13 | 桂海潮 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授 | 35 | 3年 |
| 14 | 曾立 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副研究员 | 45 | 3年 |
| 15 | 陈培 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 42 | 3年 |
| 16 | 孙秀聪 | 技术人员 | 男 | 博士 | 副研究员 | 33 | 3年 |
| 17 | 王晓慧 | 技术人员 | 女 | 博士 | 副教授 | 43 | 3年 |
| 18 | 王新升 | 技术人员 | 男 | 博士 | 讲师 | 48 | 3年 |
| 19 | 刘升刚 | 技术人员 | 男 | 博士 | 高级工程师 | 38 | 3年 |
| 20 | 陈昱 | 技术人员 | 女 | 硕士 | 助理实验员 | 35 | 3年 |
| 21 | 宋友 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授 | 48 | 3年 |
| 22 | M. Dunlop | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/外专千人 | 64 | 3年 |
| 23 | 刘焱 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/青年千人 | 37 | 3年 |
| 24 | 吕卫锋 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/万人领军 | 49 | 3年 |
| 25 | 张海青 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 38 | 3年 |
| 26 | 任军学 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 41 | 3年 |
| 27 | 王一白 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 45 | 3年 |

| | | | | | | | |
|----|----------|------|---|----|----------|----|------|
| 28 | 李柳元 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副研究员 | 47 | 3年 |
| 29 | 马玉端 | 研究人员 | 女 | 博士 | 副研究员 | 44 | 3年 |
| 30 | 王新 | 研究人员 | 女 | 博士 | 副教授 | 32 | 3年 |
| 31 | 杨俊英 | 技术人员 | 女 | 博士 | 讲师 | 39 | 3年 |
| 32 | 李星 | 技术人员 | 女 | 博士 | 副教授 | 34 | 3年 |
| 33 | 杜博文 | 技术人员 | 男 | 博士 | 讲师 | 39 | 3年 |
| 34 | 王德庆 | 技术人员 | 男 | 博士 | 助理教授 | 39 | 3年 |
| 35 | 刘文龙 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授/青年长江 | 41 | 3年 |
| 36 | 姜杰 | 研究人员 | 女 | 博士 | 教授/优青 | 42 | 3年 |
| 37 | 藤本桂 三 | 研究人员 | 男 | 博士 | 研究员/青年千人 | 44 | 3年 |
| 38 | 朱天乐 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授 | 58 | 3年 |
| 39 | 吕浩宇 | 研究人员 | 男 | 博士 | 教授 | 43 | 3年 |
| 40 | 曾小岚 | 技术人员 | 女 | 博士 | 副教授 | 58 | 3年 |
| 41 | 李兴华 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 49 | 3年 |
| 42 | 申芳霞 | 研究人员 | 女 | 博士 | 副教授 | 33 | 3年 |
| 43 | 王海宁 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 38 | 3年 |
| 44 | 张劲 | 技术人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 34 | 3年 |
| 45 | 李想 | 技术人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 35 | 3年 |
| 46 | 孙也 | 技术人员 | 女 | 硕士 | 高级实验师 | 36 | 3年 |
| 47 | 张尊 | 研究人员 | 女 | 博士 | 讲师 | 37 | 2.5年 |
| 48 | 刘成明 | 研究人员 | 男 | 博士 | 副教授 | 28 | 1.2年 |
| 49 | 刘祎阳 | 研究人员 | 男 | 博士 | 讲师 | 30 | 0.8年 |

| | | | | | | | |
|----|----|------|---|----|----|----|------|
| 50 | 徐印 | 研究人员 | 女 | 博士 | 讲师 | 32 | 0.2年 |
|----|----|------|---|----|----|----|------|

注：固定人员包括研究人员、技术人员和管理人员三种类型。

3.本年度流动人员情况

| 序号 | 姓名 | 类型 | 性别 | 学位 | 职称 | 年龄 | 在实验室工作年限 |
|----|----------------------|-----|----|----|----|----|----------|
| 1 | 喻晓 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 35 | 3 |
| 2 | Narain Gaurav | 博士后 | 男 | 博士 | / | 37 | 3 |
| 3 | Hazra Gopal | 博士后 | 男 | 博士 | / | 31 | 3 |
| 4 | Shreedevi Porunakatu | 博士后 | 女 | 博士 | / | 37 | 3 |
| 5 | Devanandhan Selvaraj | 博士后 | 男 | 博士 | / | 35 | 3 |
| 6 | 刘伟阳 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 30 | 2 |
| 7 | 徐印 | 博士后 | 女 | 博士 | / | 32 | 2 |
| 8 | 陆俊旭 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 29 | 2 |
| 9 | 李芸 | 博士后 | 女 | 博士 | / | 29 | 2 |
| 10 | 洪威 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 29 | 2 |
| 11 | 史瑞祥 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 29 | 2 |
| 12 | 李林澄 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 28 | 2 |
| 13 | 刘明珠 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 31 | 1.5 |
| 14 | 曲超 | 博士后 | 男 | 博士 | / | 28 | 1.5 |

注：流动人员包括博士后流动人员、访问学者、其他三种类型。

4. 人才培养

简述实验室人才培养的代表性举措和效果。

(1) 实验室人才培养的代表性举措和效果：

加大高端人才引进，鼓励教师利用国内外学术会议等渠道，积极宣传，物色人选。同时加快自身人才的培育工作，在科研项目申报、人才奖励计划等方面做好支持推荐工作。利用“唯实论坛”等平台，加强与国内外优秀人才的沟通，吸引他们加入重点实验室。在国际国内学术会议、学会组织和网络上进行宣传，吸引有潜力的年轻科研人员，并在国际范围内物色具有竞争力的优秀人才。

本年度，实验室在人才引进和人才培养两方面都取得了成效。在人才引进方面，实验室培养的 2019 届博士生刘祎阳同学已获评助理教授，正式加入实验室；实验室培养的 2019 届博士生徐印同学已通过学校的相关评审，即将加入实验室。在人才培养方面，实验室成员李星老师和张劲老师成功晋升副教授；实验室成员徐明老师入选教育部长江学者奖励计划特聘教授；实验室成员符慧山老师获得国家杰出青年科学基金资助；实验室外专千人 M. Dunlop 教授当选国际宇航科学院通讯院士。

(2) 研究生培养的代表性举措和效果：

通过了自主设立地球物理学一级学科博士点的审核，形成了本硕博贯通的地球物理学人才培养体系；实验室培养的博士生刘成明同学获得了中国地球物理学会“杰出博士论文奖”；陈祖政同学获得了北京市优秀毕业生；郭志忠、何仁杰和魏冬在地球物理学著名期刊《Geophysical Research Letters》上发表了研究成果，朱明惠在空间物理学知名期刊《Journal of Geophysical Research: Space Physics》上发表了成果。更多培养成果已发布到重点实验室网页 <http://semip.buaa.edu.cn/>

(3) 科研课堂成效：

本年度的科研课堂取得了显著的成效，具体来说，对于“磁层-电离层的相互作用研究”微课题，本科生学会了使用计算机语言编写程序，读取各类卫星观

测数据并可视化，将死板的课本语言变成实际可用的操作工具，学会了分析物理因果关系，逐步解决科学问题，了解了科技写作基本要素，并予以实际操练，接受了学术道德问题的警示教育，建立科研诚信；对于“超导量子干涉器件(SQUID)的空间环境适应性研究”微课题，本科生学会了从超导量子干涉器件(SQUID)的功能出发，融合物理学和空间科学知识，对 SQUID 的发展历史、应用、制造工艺、仿真和实验方法进行了系统的了解，学生进入了量子传感器技术的前沿领域，学习动力得到了提升，空天报国和勇于创新的精神得到了培养，提出问题、分析问题和解决问题的能力得到了锻炼；对于“太阳风的起源和发展”微课题，本科生学会了太阳风的分类，以及不同类型太阳风在太阳大气层中对应的起源位置和高度，学会了分析卫星观测数据，研究不同类型太阳风在不同日心距离上的湍流特性，并通过对比总结出了太阳风的径向变化规律，尝试探索了太阳风磁流体湍流的发展和演化机制，这有助于学生了解宇宙中磁化等离子体的物理特性，也有助于他们未来参与改进空间天气预报模型；对于“基于低轨卫星轨道信息反演热层大气密度”微课题，本科生学会了利用低轨卫星轨道信息反演热层大气密度的算法，形成软件，并通过数值模拟实验验证了算法和软件的可靠性，这有助于学生理解地球热层中的大气阻力以及航天器的轨道衰变等；对于“等离子体诊断仪器设计与实验”微课题，本科生学会使用 3D 制图 SolidWorks 软件进行探针的本体和支撑体的结构设计，学会了等离子体实验室产生的气体放电方法，并将探针置入等离子体中，搭建外置电路，从而完成等离子体诊断电路的闭环，学会了数据的采集，并使用 Origin 数据处理软件对等离子体诊断数据进行处理；对于“空间等离子体推进装置设计与应用”微课题，本科生学习了等离子体参数的诊断方法，诊断电路的连接，数据的采集，并使用 Origin 数据处理软件对等离子体诊断数据进行处理，获得了等离子体参数，学会了装置系统从结构设计，到优化设计，到参数测量，最后到数据处理获得结果的全过程，同时学会了使用 Comsol 多物理场仿真软件对推进装置的磁场进行仿真与优化，并与实际测量磁场进行数据对比的方法。

四、开放交流与运行管理

1. 开放交流

(1) 开放课题设置

简述实验室在本年度内设置开放课题情况。

实验室的经费主要来自于国家纵向任务，学校提供的经费只能用于科研条件建设和科研仪器购买，因此本年度只设置了 3 个开放课题。

| 序号 | 课题名称 | 经费 额度 | 承担人 | 职称 | 承担人 单位 | 起止时间 |
|----|-------------------------|----------|-----|-----|-----------------------------|--|
| 1 | 月球环境数 据处理和模 拟计算 | 30 万 | 苏振鹏 | 教授 | 中国科学 技术大学 | 2020 年 4 月 24 日~2022 年 12 月 31 日 |
| 2 | 月表中性原 子及粒子辐 射环境研究 | 30 万 | 史全岐 | 教授 | 山东大学 | 2020 年 1 月 7 日~2022 年 12 月 31 日 |
| 3 | 月表中性原 子及粒子辐 射环境研究 | 30 万 | 张辉 | 研究员 | 中国科学 院地质与 地球物理 研究所 | 2020 年 1 月 7 日~2022 年 12 月 31 日 |

(2) 主办或承办大型学术会议情况

| 序号 | 会议名称 | 主办单位 | 会议主席 | 召开时间 | 参加人数 | 类别 |
|----|-------------------------|--------------|-----------|--------------|------|-----|
| 1 | 第七届全国 航天动力学 与控制论坛 | 北京航空航 天大学 | 胡海岩 院士 | 2021. 06. 27 | 200 | 全国性 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

注：请按全球性、地区性、双边性、全国性等类别排序，并在类别栏中注明。

(3) 国内外学术交流与合作情况

列出实验室在本年度国内外学术交流与合作情况。

本年度虽然受到新冠疫情的影响,但实验室科研人员和研究生仍然积极开展国内外学术交流,包括:培养国际留学生 8 人,利用线上会议的形式参加了美国地球空间环境模拟(GEM)会议 5 人次,美国地球物理学会秋季会议 9 人次,欧洲地球物理学会年会 1 人次,欧洲空间天气周会议 1 人次,第五届亚太等离子体物理会议 2 人次(均为邀请报告),第十八届亚洲大洋洲地球科学年会 1 人次(会议召集人),韩国亚太理论物理研究中心学术研讨会 2 人次,波兰科学院 Banach 中心学术研讨会 1 人次;博士生赴英国华威大学进行短期学术交流 1 人次、赴英国卢瑟福实验室短期学术交流 1 人次、赴瑞典皇家理工学院进行联合培养 1 人次。此外,本年度实验室人员参加第十九届全国日地空间物理学研讨会、第十二届全国空间天气学研讨会等国内学术会议和学术交流 150 余人次(包括线上和线下)。

2. 运行管理

(1) 学术委员会成员

| 序号 | 姓名 | 性别 | 职称 | 年龄 | 所在单位 | 是否外籍 |
|----|-----|----|-----|----|---------------|---------|
| 1 | 王赤 | 男 | 院士 | 54 | 国家空间科学中心 | 否 |
| 2 | 窦贤康 | 男 | 院士 | 55 | 武汉大学 | 否 |
| 3 | 曹晋滨 | 男 | 教授 | 57 | 北京航空航天大学 | 否 |
| 4 | 冯学尚 | 男 | 研究员 | 57 | 国家空间科学中心 | 否 |
| 5 | 崔峻 | 男 | 教授 | 47 | 国家天文台/中山大学 | 否 |
| 6 | 韩潮 | 男 | 教授 | 61 | 北京航空航天大学 | 否 |
| 7 | 吕卫锋 | 男 | 教授 | 49 | 北京航空航天大学 | 否 |
| 8 | 符慧山 | 男 | 教授 | 38 | 北京航空航天大学 | 否 |
| 9 | 傅绥燕 | 女 | 教授 | 54 | 北京大学 | 否 |
| 10 | 宗秋刚 | 男 | 教授 | 55 | 北京大学 | 否 |
| 11 | 刘立波 | 男 | 研究员 | 51 | 中科院地质与地球物理研究所 | 否 |
| 12 | 张铁龙 | 男 | 教授 | 59 | 哈尔滨工业大学(深圳) | 是(千人计划) |

(2) 学术委员会工作情况

简要介绍本年度召开的学术委员会情况。

2021年2月25日：实验室召开了2020年度重点实验室学术委员会会议。由于新冠疫情原因，会议采取线上和线下相结合的形式进行。学术委员会主任王赤院士，傅绥燕委员、宗秋刚委员、冯学尚委员、刘立波委员、崔峻委员、张铁龙委员、吕卫锋委员、韩潮委员，以及北京航空航天大学实验室建设与管理处刘刚处长参加了会议。实验室主任曹晋滨教授以及学术骨干列席了会议。会议由学术委员会主任王赤院士主持。在会议上，实验室主任曹晋滨教授对实验室2020年度的工作进展和取得的主要成果进行了汇报。他从实验室定位及研究方向、依托单位支撑条件、实验室人才队伍与基础条件、实验室科研工作与成果展开介绍。在实验室定位及研究方向方面，将发展空间环境监测信息的获取和处理先进技术，并对空间环境进行建模和仿真，同时开展空间环境监测平台和探测有效载荷部分关键技术研究，为未来我国空间环境监测体系的完善和快速发展打下良好的基础。在依托单位支撑条件方面，该重点实验室由空间与环境学院牵头，得到了宇航学院和计算机学院国家重点一级学科的雄厚实力支撑，形成了多学科交叉的特色。在实验室人才队伍与基础条件方面，实验室有多学科、多层次、产学研一体的一流团队和多区域、多功能的实验室。在年度科研成果方面，2020年实验室承担了国家自然科学基金创新研究群体项目、重点项目、科工局项目等多项重要任务，发表SCI论文74篇，发明专利24项，其中包括偶极化锋面电子加速、太阳周幅度的非线性调制、嘶声和辐射带高能电子、精致暗能量模型中的黑洞阴影、全息量子混沌、空间电推进技术、“张衡一号”磁力仪研制任务等多项重要研究成果。学术委员会主任王赤院士充分肯定了实验室在2020年度的工作进展和所取得的科研成果，并对实验室的发展方向给出了建议。委员们高度评价了实验室取得的创新性成果，同时也对实验室未来的发展提出了意见和建议。详细信息已发布在重点实验室的网页上 <http://semip.buaa.edu.cn/2020xsnh>

2022年1月25日：实验室召开了2021年度重点实验室学术委员会会议。本次会议采取线上和线下相结合的形式，学术委员会主任王赤院士，傅绥燕教授、宗秋刚教授、冯学尚研究员、刘立波研究员、崔俊教授、张铁龙教授等学术委员

会委员,以及北京航空航天大学副校长吕卫锋教授、宇航学院韩潮教授参加会议。实验室主任曹晋滨教授以及学术骨干列席会议。会议由学术委员会主任王赤院士主持。北京航空航天大学吕卫锋副校长致欢迎辞,他介绍了实验室的建设和近期规划,以及该次会议召开的目的和意义,并对重点实验室学术委员会的支持表示感谢。在会议上,实验室主任曹晋滨教授对实验室 2021 年度的工作进展和取得的主要成果进行汇报。他从实验室定位及研究方向、依托单位支撑条件、实验室人才队伍与基础条件、实验室科研工作与成果分别展开介绍。该实验室定位基于工信部对重点实验室的要求,发展基于空间环境监测信息的获取和处理先进技术,研究空间环境变化规律,并对空间环境建模和仿真,同时开展空间环境监测平台和探测有效载荷部分关键技术研究,为未来我国空间环境监测体系的完善和快速发展打下良好的基础。该重点实验室由北京航空航天大学空间与环境学院牵头,并且拥有宇航学院和计算机学院相关国家重点一级学科雄厚的实力支撑。实验室有多学科、多层次、产学研一体的一流团队以及多区域、多功能的实验室。在这些强有力的支撑下,实验室在 2021 年期间承担了多项重要任务,如国家自然科学基金创新群体项目、重点项目、科工局项目等;在过去一年中共发表学术论文 109 篇,发明专利 27 项,其中涵盖磁层物理、太阳和太阳风、行星科学、空间基础物理、空间探测技术以及服务国家战略需求等方面。实验室学术骨干代表於益群教授、徐明教授和刘焱教授分别对“磁层粒子源对电离层的作用”、“小行星探测轨道动力学与控制:捕获、绕飞与悬停”、“Black hole and hydrodynamics”方面进行了学术研究展示和汇报。委员会委员充分肯定了实验室的建设以及本年的工作和成绩,在实验室充分发挥自身特色和未来进一步的强化方向提出了宝贵意见,实验室主任曹晋滨教授、与会实验室成员认真听取了意见和建议。委员会主任王赤院士对本次会议进行了总结,对实验室在过去一年中取得的成就表示祝贺,他建议进一步加强实验室目标理念,突出特色,进一步加强提出重大航天任务能力,服务国家战略需求,进一步加强基础能力的建设,并期待实验室取得更大的成就。曹晋滨教授对委员会的发言表示感谢,指出接下来会继续着力体现实验室“理工交融”、“科学与技术的交融”特色,结合各方面重要力量,推动实验室更好地发展。详细信息已发布在重点实验室网页上 <http://semip.buaa.edu.cn/>

(3) 依托单位支持情况

简要介绍依托单位本年度为实验室提供实验室建设和基本运行经费、科研场所和仪器设备等条件保障情况。

依托单位北京航空航天大学为重点实验室科研场所提供了很好的保障，对实验室提供了资金方面资助，在 2021 年共计提供 219 万元用于购买仪器。实验室在此经费资助下，建设完成了高精度一维线圈、精密扫频信号源、磁屏蔽筒、X 射线能谱仪和半导体霍尔效应测量系统的建设任务，初步建成了国际先进的极低噪声、极弱磁场和变温环境系统。这些系统的建设完成为 XXX 卫星载荷研制测试及先进量子传感技术的研究和发展提供了重要保障。此外，依托单位北京航空航天大学在 2021 年度还为重点实验室提供了 10 万元的运行支持经费。

3. 仪器设备情况

简述本年度实验室大型仪器的使用、开放共享情况。

仪器设备开放共享，鼓励校内及校外科研人员进行共享使用。例如：

- (1) 与航天科技集团 513 所共同完成了 XXX 卫星磁传感器的测试，共享使用了低频磁屏蔽系统、磁强计和综合电磁法仪和微弱信号采集系统等设备。
- (2) 与中科赛凌（北京）科技有限公司完成了无液氦超导量子干涉磁强计测试装置的原理实验，共享使用了超低温环境模拟系统、无液氦制冷机、温度计、集成处理系统、锁相放大器、电流源和探针台等仪器设备。
- (3) 与航天科技集团 502 研究所共同完成了 1350W 霍尔推力器的 1000h 长寿命测试，共享使用了高真空地面模拟系统、自研的法拉探针、Langmuir 静电探针等侵入式诊断仪器以及光学腐蚀诊断测量装置。
- (4) 与航天科技集团六院 801 研究所共同进行了 682W 霍尔推力器 3000h 长寿命测试，共享使用了地面真空模拟系统以及自研静电探针、高精度微推力架。
- (5) 与航天科技集团 502 研究所共同完成了 10-50 kW 级大功率磁动力等离子体推进系统的性能测试及其束流等离子体诊断工作，共享使用了真空系统及等离子体诊断仪器。
- (6) 与航天科工集团 206 所合作测试磁动力等离子体推进系统的性能及等离子体参数分布，共享使用了真空系统、空心阴极及等离子体诊断仪器。

五、2021 年建设成效一览表

表一 建设成果获奖清单

| 序号 | 所获奖项 | 成果名称 | 获奖类型 | 备注 |
|----|---------------------|-------|------|-----------|
| 1 | 空间天气科学青年创新奖 | 人才类奖项 | 地方级 | 符慧山 |
| 2 | 中国地球物理学会杰出 博士论文奖 | 人才类奖项 | 地方级 | 刘成明 |
| 3 | 国际宇航科学院通讯院士 | 人才类奖项 | 国际 | M. Dunlop |

表二 论文发表情况

| 序号 | 论文（含作者、标题、期刊等信息，建议按 GB/TB7714-2005 格式） | 备注 |
|----|---|-----|
| 1 | Xu, Y., H. S. Fu, J. B. Cao, C. Liu, C. Norgren, and Z. Chen (2021), Electron-scale measurements of antidipolarization front, Geophys. Res. Lett., 48, e2020GL092232, doi:10.1029/2020GL092232 | SCI |
| 2 | Chen, Z. Z., H. S. Fu, Z. Wang, Z. Z. Guo, Y. Xu, and C. M. Liu (2021), First observation of magnetic flux rope inside electron diffusion region, Geophys. Res. Lett., 48, e2020GL089722, doi:10.1029/2020GL089722 | SCI |
| 3 | Guo, Z. Z., H. S. Fu, J. B. Cao, K. Fan, Z. H. Yao, Y. Y. Liu, et al. (2021), Betatron cooling of electrons in Martian magnetotail, Geophys. Res. Lett., 48, e2021GL093826, doi:10.1029/2021GL093826 | SCI |
| 4 | Guo, Z. Z., H. S. Fu, J. B. Cao, Y. Yu, Z. Z. Chen, Y. Xu, Y. Y. Liu, Z. Wang, G. Chen, and X. Xiong (2021), Broadband electrostatic waves behind dipolarization front: observations and analyses, J. Geophys. Res. Space Physics, 126, e2021JA029900, doi:10.1029/2021JA029900 | SCI |

| | | |
|----|--|-----|
| 5 | He, R. J., H. S. Fu, Y. Y. Liu, Z. Wang, C. M. Liu (2021), Subion-scale flux rope nested inside ion-scale flux rope in Earth's magnetotail, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2021GL096169, doi:10.1029/2021GL096169 | SCI |
| 6 | Chen, G., H. S. Fu, Y. Zhang, Z. P. Su, N. G. Liu, L. Chen, et al. (2021), An unexpected whistler wave generation around dipolarization front, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2020JA028957, doi:10.1029/2020JA028957 | SCI |
| 7 | Liu, Y. Y., H. S. Fu, J. B. Cao, C. M. Liu, Z. Wang, Z. Z. Guo, Y. Xu, S. D. Bale, and J. C. Kasper (2021), Characteristics of Interplanetary Discontinuities in the Inner Heliosphere Revealed by Parker Solar Probe, <i>Astrophys. J.</i> , 916, 65, doi:10.3847/1538-4357/ac06a1 | SCI |
| 8 | Liu, C. M., H. S. Fu, and Y. Y. Liu (2021), Electron Vorticity at Dipolarization Fronts, <i>Astrophys. J.</i> , 911, 122, doi:10.3847/1538-4357/abee1c | SCI |
| 9 | Liu, C. M., H. S. Fu, Y. Q. Yu, H. Y. Lu, W. L. Liu, Y. Xu, et al. (2021), Energy flux densities at dipolarization fronts, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2021GL094932, doi:10.1029/2021GL094932 | SCI |
| 10 | Liu, C. M., H. S. Fu, Y. Y. Liu, and Y. Xu (2021), Kinetics of magnetic hole behind dipolarization front, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2021GL093174, doi:10.1029/2021GL093174 | SCI |
| 11 | Fu, W. D., H. S. Fu, J. B. Cao, Y. Yu, Z. Z. Chen, and Y. Xu (2021), Formation of rolling-pin distribution of suprathermal electrons behind dipolarization fronts, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2021JA029642, doi:10.1029/2021JA029642 | SCI |
| 12 | Yu, Y., H. S. Fu, J. B. Cao, C. M. Liu, Z. Wang (2021), Electron thermalization and electrostatic turbulence caused by flow reversal in dipolarizing flux tubes, <i>Astrophys. J.</i> , Accepted. | SCI |
| 13 | Toledo-Redondo, S., J. H. Lee, S. K. Vines, D. L. Turner, R. A. Allen, M. Andre, S. A. Boardsen, J. L. Burch, R. E. Denton, H. S. Fu et al. (2021), Kinetic interaction of cold and hot protons with an oblique EMIC wave near the dayside reconnecting magnetopause, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2021GL092376, doi:10.1029/2021GL092376 | SCI |

| | | |
|----|---|------|
| 14 | Toledo-Redondo, S., K.-J. Hwang, C. P. Escoubet, B. Lavraud, J. Fornieles, N. Aunai, R. C. Fear, J. Dargent, H. S. Fu, S. A. Fuselier, K. J. Genestreti, Yu V. Khotyaintsev, W. Y. Li, T. D. Phan (2021), Solar wind-magnetosphere coupling during radial interplanetary magnetic field conditions: simultaneous multi-point observations, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2021JA029506, doi:10.1029/2021JA029506 | SCI |
| 15 | Vaivads, A., Yu. V. Khotyaintsev, H. S. Fu, E. A. Kronberg, and P. W. Daly (2021), Cluster observations of energetic electron acceleration within earthward reconnection jet and associated magnetic flux rope, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2021JA029545, doi:10.1029/2021JA029545 | SCI |
| 16 | Hwang, K.-J., J. L. Burch, C. T. Russell, E. Choi, K. Dokgo, R. C. Fear, S. A. Fuselier, S. M. Petrinec, D. G. Sibeck, H. Hasegawa, H. S. Fu, M. Øieroset, C. P. Escoubet, et al. (2021), Microscale processes determining macroscale evolution of magnetic flux tubes along Earth's magnetopause, <i>Astrophys. J.</i> , 914, 26, doi:10.3847/1538-4357/abf8b1 | SCI |
| 17 | Dong, X.-C., M. W. Dunlop, T.-Y. Wang, J.-S. Zhao, H. S. Fu, Z.-Z. Chen, C. T. Russell, B. Giles, R. Ergun, and P. Lindqvist (2021), Observation of Nonuniform Energy Dissipation in the Electron Diffusion Region of Magnetopause Reconnection, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2020GL091928, doi:10.1029/2020GL091928 | SCI |
| 18 | Zhang, L. Q., C. Wang, L. Dai, H. S. Fu, T. Y. Lui, W. Baumjohann, Y. Yu, Y. Ren, J. L. Burch, Y. V. Khotyaintsev (2021), MMS observation on the cross-tail current sheet roll-up at the dipolarization front, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2020JA028796, doi:10.1029/2020JA028796 | SCI |
| 19 | Yao, S. T., Z. S. Yue, Q. Q. Shi, A. W. Degeling, H. S. Fu, A. M. Tian, et al. (2021), Statistical properties of kinetic-scale magnetic holes in terrestrial space, <i>Earth Planet. Phys.</i> , 5, 1–10, doi:10.26464/epp2021011 | ESCI |

| | | |
|----|--|--------------|
| 20 | Yao, S. T., Q. Q. Shi, Q. G. Zong, A. W. Degeling, R. L. Guo, L. Li, J. X. Li, A. M. Tian, H. Zhang, Z. H. Yao, H. S. Fu, et al. (2021), Low-frequency whistler waves modulate electrons and generate higher-frequency whistler waves in the solar wind, <i>Astrophys. J.</i> , 923, 216, doi:10.3847/1538-4357/ac2e97 | SCI |
| 21 | Jiang, K., S. Y. Huang, H. S. Fu, Z. G. Yuan, X. H. Deng, Z. Wang, Z. Z. Guo, S. B. Xu, Y. Y. Wei, J. Zhang, Z. H. Zhang, Q. Y. Xiong, and L. Yu (2021), Observational Evidence of Magnetic Reconnection in the Terrestrial Foreshock Region, <i>Astrophys. J.</i> , 922, 56, doi:10.3847/1538-4357/ac2500 | SCI |
| 22 | Dunlop, M. W., X.-C. Dong, T.-Y. Wang, J. P. Eastwood, P. Robert, S. Haaland, Y.-Y. Yang, P. Escoubet, Z.-J. Rong, C. Shen, H. S. Fu, J. De Keyser (2021), Curlometer Technique and Applications, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2021JA029538, doi:10.1029/2021JA029538 | SCI |
| 23 | Dunlop, M. W., T.-Y. Wang, X.-C. Dong, S. Haaland, Q.-Q. Shi, H. S. Fu, J. De Keyser, C. Shen, Z.-J. Rong, P. Escoubet, Z.-Y. Pu, and J. Eastwood (2021), Multi-spacecraft measurements in the magnetosphere, <i>AGU Geophysical Monograph</i> , doi:10.1002/9781119815624.ch40 | Book chapter |
| 24 | Bai, K., Y. Yu, H. T. Huang, and J. Cao (2021), Simulating the ion-trapping acceleration at rippled reconnection fronts", <i>Astrophys. J.</i> , <i>in press</i> . | SCI |
| 25 | Huang, H. T., Yu, Y. Q., Cao, J. B., Dai, L. and Wang, R. S. (2021). On the ion distributions at the separatrices during symmetric magnetic reconnection. <i>Earth Planet. Phys.</i> , 5, 1–13, doi: 10.26464/epp2021019 | ESCI |
| 26 | Shreedevi, P. R., Yu, Y., Ni, B., Saikin, A., & Jordanova, V. K. (2021). Simulating the ion precipitation from the inner magnetosphere by H-band and He-band electromagnetic ion cyclotron Waves. <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2020JA028553, doi:10.1029/2020JA028553 | SCI |

| | | |
|----|--|--------------|
| 27 | Zhu, M. H., Y. Yu, Xingbin Tian, Shreedevi, P.R., V. K. Jordanova (2021), On the ion precipitation due to field line curvature (FLC) and EMIC wave scattering and their subsequent impact on ionospheric electrodynamics, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 224, 105737, doi:10.1016/j.jastp.2021.105737 | SCI |
| 28 | Zhu, M. H., Y. Yu, V. K. Jordanova (2021), Simulating the effects of warm O ⁺ ions on the growth of electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves, <i>Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics</i> , 126, e2020JA028812, doi:10.1029/2020JA028812 | SCI |
| 29 | C. Gabrielse, S. R. Kaeppler, G. Lu, C-P. Wang, Y. Yu (2021), Energetic particle dynamics, precipitation, and conductivity, in the Magnetosphere-ionosphere-thermosphere System, <i>Elsevier</i> , 217-300, ISBN: 9780128213667, doi: 10.1016/B978-0-12-821366-7.00002-0. | Book chapter |
| 30 | Wei, D., Dunlop, M. W., Yang, J., Dong, X., Yu, Y., & Wang, T. (2021). Intense dB/dt variations driven by near-Earth bursty bulk flows (BBFs): A case study. <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2020GL091781, doi:10.1029/2020GL091781 | SCI |
| 31 | Guowei Wang, Shuo Yao, Yiqun Yu, Dong Wei, Fei Di, Xiujuan Bao, Shihong Zhang, and Jianjun Liu (2021), Aurora Sightings Observed in the Chinese history Caused by CIRs or Great-Storm CMES, <i>Astrophys. J.</i> , doi:10.3847/1538-4357/abd0fe | SCI |
| 32 | Wang, H. Z., J. Zhang, Q. Q. Shi, Y. Saito, A. W. Degeling, I. J. Rae, Q. G. Zong, Y. Wei, J. Liu, R. L. Guo, Z. H. Yao, A. M. Tian, X. H. Fu, J. Z. Liu, Z. C. Ling, S. Y. Fu, W. J. Sun, S. C. Bai, J. Chen, S. T. Yao, H. Zhang, W. L. Liu, L. D. Xia, Y. Y. Feng, and Z. Y. Pu (2021), Earth Wind as a Possible Exogenous Source of Lunar Surface Hydration, <i>Astrophys. J. Lett.</i> , 907, L32, doi:10.3847/2041-8213/abd559 | SCI |
| 33 | Zhao, H., Sarris, T. E., Li, X., Weiner, M., Huckabee, I. G., Baker, D. N., et al. (2021). Van Allen Probes observations of multi-MeV electron drift-periodic flux oscillations in Earth's outer radiation belt during the March 2017 event, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2021JA029284, doi:10.1029/2021JA029284 | SCI |

| | | |
|----|---|-----|
| 34 | Sarris, T. E., Li, X., Zhao, H., Khoo, L. Y., Liu, W., & Temerin, M. A. (2021). On the association between electron flux oscillations and local phase space density gradients, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2020JA028891, doi:10.1029/2020JA028891 | SCI |
| 35 | Li, L. Y., Wang, Z. Y., Yu, J., & Cao, J. B. (2021). Complementary and catalytic roles of man-made VLF waves and natural plasma waves in the loss of radiation belt electrons, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 126, e2020JA028879, doi:10.1029/2020JA028879 | SCI |
| 36 | Li, L. Y., Yu, J., Cao, J. B., Chen, L. J., D. Reeves, G., & Blake, J. B. (2021). Competitive influences of different plasma waves on the pitch angle distribution of energetic electrons inside and outside plasmasphere, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2021GL096062, doi:10.1029/2021GL096062 | SCI |
| 37 | Fujimoto, K. and R. D. Sydora (2021), Electromagnetic Turbulence in the Electron Current Layer to Drive Magnetic Reconnection, <i>Astrophys. J. Lett.</i> , 909, L15, doi:10.3847/2041-8213/abe877 | SCI |
| 38 | Fujimoto, K. and J. B. Cao (2021), Non-adiabatic electron heating in the magnetic islands during magnetic reconnection, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 48, e2021GL094431, doi:10.1029/2021GL094431 | SCI |
| 39 | Wu, HH, C. Y. Tu, X. Wang, and L. P. Yang (2021), Magnetic and Velocity Fluctuations in the Near-Sun Region from 0.1-0.3 au Observed by Parker Solar Probe, <i>Astrophys. J.</i> , 922, 92, doi:10.3847/1538-4357/ac3331 | SCI |
| 40 | Wu, H. H, C. Y. Tu, X. Wang, J. S. He, and L. P. Yang (2021), Energy Supply by Low-frequency Break Sweeping for Heating the Fast Solar Wind from 0.3 to 4.8 au, <i>Astrophys. J.</i> , 912, 84, doi:10.3847/1538-4357/abf099 | SCI |
| 41 | Wu, H. H, C. Y. Tu, X. Wang, and L. P. Yang (2021), Large Amplitude Switchback Turbulence: Possible Magnetic Velocity Alignment Structures, <i>Astrophys. J.</i> , 911, 73, doi:10.3847/1538-4357/abec6c | SCI |

| | | |
|----|---|-----|
| 42 | Yang, L. P., C. Y. Tu, J. S. He, H. H., Wu, X. Wang, and X. S. Feng (2021), Influence of Large-scale Field Structures on the Scaling Anisotropy in 3D MHD Turbulence, <i>Astrophys. J.</i> , 920, 14, doi:10.3847/1538-4357/ac1790 | SCI |
| 43 | Li, Y., H. Lu, J. B. Cao, et al, (2021), Three-dimensional multispecies simulation of the solar wind interaction with Mars under different interplanetary magnetic field orientation, <i>Astrophys. J.</i> , 921, 139, doi:10.3847/1538-4357/ac1ce5 | SCI |
| 44 | Jiao Q, Jiang J, Wang Z F. (2021), Sunspot tilt angles revisited: Dependence on the solar cycle strength, <i>Astronomy and Astrophysics</i> , 653, A27, doi:10.1051/0004-6361/202141215 | SCI |
| 45 | Guo W, Jiang J, Wang J X. (2021), A Dynamo-Based Prediction of Solar Cycle 25, <i>Solar Physics</i> , 296, 136, doi:10.1007/s11207-021-01878-2 | SCI |
| 46 | Wang Z F, Jiang J, Wang J X. (2021), Algebraic quantification of an active region contribution to the solar cycle, <i>Astronomy and Astrophysics</i> , 650, A87, doi:10.1051/0004-6361/202140407 | SCI |
| 47 | Yeo, K. L., S. K. Solanki, N. A. Krivova, and J. Jiang (2021), The relationship between bipolar magnetic regions and their sunspots, <i>Astronomy and Astrophysics</i> , 654, A28, doi:10.1051/0004-6361/202141336 | SCI |
| 48 | Bi, S.-L., T.-D. Li, K. Liu, J. Jiang, et al. (2021), Variations of helioseismic parameters due to magnetic field generated by a flux transport model, <i>Research in Astronomy and Astrophysics</i> , 21, 095, doi:10.1088/1674-4527/21/4/95 | SCI |
| 49 | Bai, X., H. Liu, Y. Deng, J. Jiang et al. (2021), A deep learning method to estimate magnetic fields in solar active regions from photospheric continuum images, <i>Astronomy and Astrophysics</i> , 652, A143, doi:10.1051/0004-6361/202140374 | SCI |

| | | |
|----|---|-----|
| 50 | Liu, Y., Y. W. Sun (2021), Topological modes in relativistic hydrodynamics, Phys. Rev. D, 103, 044044, doi:10.1103/PhysRevD.103.044044 | SCI |
| 51 | Liu, Y., X. M. Wu (2021), An improved holographic nodal line semimetal, JHEP, 05, 141, doi:10.1007/JHEP05(2021)141 | SCI |
| 52 | Liu, Y., H.D.Lyu, A. Raju (2021), Black hole singularities across phase transitions, JHEP, 10, 140, doi:10.1007/JHEP10(2021)140 | SCI |
| 53 | Ji, X., Y. Liu, Y. W. Sun, Y. L. Zhang (2021), A Weyl-Z ₂ semimetal from holography, JHEP, 12, 066, doi:10.1007/JHEP12(2021)066 | SCI |
| 54 | Zhao, J. (2021), Momentum relaxation in a holographic Weyl semimetal, Phys. Rev. D, 104, 6, 066003, doi:10.1103/PhysRevD.104.066003 | SCI |
| 55 | Xiao-Xiong Zeng, Hai-Qing Zhang (2021), Thermodynamics and weak cosmic censorship conjecture in Born-Infeld-anti-de Sitter black holes, Chin. Phys. C, 45, 025112, doi:10.1088/1674-1137/abd088 | SCI |
| 56 | Wei-Can Yang, Chuan-Yin Xia, Hua-Bi Zeng, Hai-Qing Zhang (2021), Phase Separation and Exotic Vortex Phases in a Two-Species Holographic Superfluid, Eur. Phys. J. C, 81, 21, doi:10.1140/epjc/s10052-021-08838-x | SCI |
| 57 | Hua-Bi Zeng, Chuan-Yin Xia, Hai-Qing Zhang (2021), Topological defects as relics of spontaneous symmetry breaking from black hole physics, JHEP, 03, 136, doi:10.1007/JHEP03(2021)136 | SCI |
| 58 | Adolfo del Campo, Fernando Javier Gómez-Ruiz, Zhi-Hong Li, Chuan-Yin Xia, Hua-Bi Zeng, Hai-Qing Zhang (2021), Universal statistics of vortices in a newborn holographic superconductor: beyond the Kibble-Zurek mechanism, JHEP, 06, 061, doi:10.1007/JHEP06(2021)061 | SCI |
| 59 | Zhi-Hong Li, Hua-Bi Zeng, Hai-Qing Zhang (2021), Topological Defects Formation with Momentum Dissipation, JHEP, 04, 295, doi:10.1007/JHEP04(2021)295 | SCI |

| | | |
|----|--|-----|
| 60 | Zhi-Hong Li, Chuan-Yin Xia, Hua-Bi Zeng, Hai-Qing Zhang (2021), Holographic topological defects and local gauge symmetry: clusters of strongly coupled equal-sign vortices, JHEP, 10, 124, doi:10.1007/JHEP10(2021)124 | SCI |
| 61 | Zhe Zhang , Yifeng Fu, Zun Zhang , Xin Lin , Jiayun Qi, William Yeong Liang Ling , Haibin Tang, and Georg Herdrich (2021), Transient buildup and dissipation of a compressed plasma shockwave in arc-discharge plasma beams, Plasma Sources Sci. Technol., 30, 125014, doi:10.1088/1361-6595/ac3bd5 | SCI |
| 62 | Zhongkai Zhang, Guanrong Hang, Jiayun Qi, Zun Zhang, Zhe Zhang, Jiubin Liu, Wenjiang Yang, and Haibin Tang (2021), Design and fabrication of a full elastic sub-micron-Newton scale thrust measurement system for plasma micro thrusters, Plasma Sci. Technol., 23, 104004, doi:10.1088/2058-6272/ac1ac3 | SCI |
| 63 | Guangchuan Zhang, Junxue Ren, Wei Liang , Ning Ouyang, Chao Lu, Haibin Tang (2021), Studies on the Coupling Plasma Plume of a low Power Magnetically Shielded Hall Thruster with a Hollow Cathode, Chinese Journal of Aeronautics, 33, 3018–3026, doi:10.1016/j.cja.2020.03.023 | SCI |
| 64 | Yifeng Fu, Cheng Zhou, Peng Wu, Zhongkai Zhang, Zun Zhang, and Haibin Tang (2021), A plasma equilibrium model for rapid estimation of SF-MPDT performance, Plasma Sci. Technol., 23, 104005, doi:10.1088/2058-6272/ac199e | SCI |
| 65 | Shuting Xu, Zhe Zhang, Zhongkai Zhang, Wenjiang Yang, Haibin Tang, William Yeong, and Liang Ling (2021), Time-frequency-domain method for thrust noise characteristics of electric thrusters, Acta Astronautica, 188, 308-325, doi:10.1016/j.actaastro.2021.07.033 | SCI |

| | | |
|----|---|-----|
| 66 | Zhe Zhang, Zun Zhang, Shuting Xu, William Yeong LiangLing, Junxue Ren, and Haibin Tang (2021), Three-dimensional measurement of a stationary plasma plume with a Faraday probe array, <i>Aerospace Science and Technology</i> , 110, 106480, doi:10.1016/j.ast.2020.106480 | SCI |
| 67 | Zhiyuan Chen, Yibai Wang, Haibin Tang, Junxue Ren, Min Li, Peng Wu, and Jinbin Cao (2021), Compositions and distributions of the azimuthal currents in the magnetic nozzle, <i>Plasma Sources Sci. Technol.</i> , 30, 105012, doi:10.1088/1361-6595/ac2a0a | SCI |
| 68 | Xing Han, Zun Zhang, Zhiyuan Chen, Marco Marano, Haibin Tang, and Jinbin Cao (2021), High-spatial-resolution electron temperature and density measurement method for very-near field of an AF-MPD thruster based on image reconstruction, <i>J. Phys. D: Appl. Phys.</i> , 54, 135203, doi:10.1088/1361-6463/abd504 | SCI |
| 69 | 朱光振, 马玉端, 魏新华, 杨旭, 王健强, 王卫, 近地磁尾方位角流能量转换过程研究, <i>地球物理学报</i> , 已接收 | SCI |
| 70 | Wu Q, Liang D, Lu S, Zhang J, Wang H, Xiang Y, Aurbach D. (2021), Novel Inorganic Integrated Membrane Electrodes for Membrane Capacitive Deionization. <i>Acs Applied Materials & Interfaces</i> , 13(39): 46537-46548, doi:10.1021/acscatal.1c10119 | SCI |
| 71 | Hamo E R, Singh R K, Douglin J C, Chen S, Ben Hassine M, Carbo-Argibay E, Lu S, Wang H, Ferreira P J, Rosen B A, Dekel D R. (2021), Carbide-Supported PtRu Catalysts for Hydrogen Oxidation Reaction in Alkaline Electrolyte. <i>Acs Catalysis</i> , 11(2): 932-947, doi:10.1021/acscatal.0c03973 | SCI |
| 72 | Zhang J, Zhang J, Wang H, Xiang Y, Lu S. (2021), Advancement in Distribution and Control Strategy of Phosphoric Acid in Membrane Electrode Assembly of High-Temperature Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells. <i>Acta Physico-Chimica Sinica</i> , 37(9): 2010071, doi:10.3866/pku.whxb202010071 | SCI |

| | | |
|----|--|-----|
| 73 | Zhang L, Wang W, Lu S, Xiang Y. (2021), Carbon Anode Materials: A Detailed Comparison between Na-ion and K-ion Batteries. <i>Advanced Energy Materials</i> , 11(11): 2003640, doi:10.1002/aenm.202003640 | SCI |
| 74 | Du S, Li Y, Wu X, Huang G, Wu Y, Zhang J, Zhang J, Lu S, Cheng Y, Tao L, Wang S. (2021), FeP Modulated Adsorption with Hydrogen and Phosphate Species for Hydrogen Oxidation in High-Temperature Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells. <i>Advanced Functional Materials</i> , 2109244, doi:10.1002/adfm.202106758 | SCI |
| 75 | Li W, Wang D, Liu T, Tao L, Zhang Y, Huang Y-C, Du S, Dong C-L, Kong Z, Li Y-F, Lu S, Wang S. (2021), Doping-Modulated Strain Enhancing the Phosphate Tolerance on PtFe Alloys for High-Temperature Proton Exchange Membrane Fuel Cells. <i>Advanced Functional Materials</i> , 2106758, doi:10.1002/adfm.202109244 | SCI |
| 76 | Cheng Y, Wang M, Lu S, Tang C, Wu X, Veder J-P, Johannessen B, Thomsen L, Zhang J, Yang S-Z, Wang S, Jiang S P. (2021), First demonstration of phosphate enhanced atomically dispersed bimetallic FeCu catalysts as Pt-free cathodes for high temperature phosphoric acid doped polybenzimidazole fuel cells. <i>Applied Catalysis B-Environmental</i> , 284, 120466, doi:10.1016/j.apcatb.2020.119717 | SCI |
| 77 | Hong W, Ma J, Zhu T, He H, Wang H, Sun Y, Shen F, Li X. (2021), To enhance water resistance for catalytic ozone decomposition by fabricating H ₂ O adsorption-site in OMS-2 tunnels. <i>Applied Catalysis B-Environmental</i> , 297: 119717, doi:10.1016/j.apcatb.2021.120466 | SCI |
| 78 | Lv Y, Liang D, Lu S, Aurbach D, Xiang Y. (2021), Unidirectional electron injection and accelerated proton transport in bacteriorhodopsin based Bio-p-n junctions. <i>Biosensors & Bioelectronics</i> , 173: 112811, doi:10.1016/j.bios.2020.112811 | SCI |
| 79 | Ma X, Wang W, Zhang L, Wu Q, Lu S, Aurbach D, Xiang Y. (2021), Anions-capture materials for electrochemical electrode deionization: Mechanism, performance, and development prospects. <i>Desalination</i> , 520, 115336, doi:10.1016/j.desal.2021.115336 | SCI |

| | | |
|----|--|-----|
| 80 | Liu Y, Feng T, Lu S, Wang H, Xiang Y. (2021), A Direct Liquid Fuel Cell with High Power Density Using Reduced Phosphotungstic Acid as Redox Fuel. <i>Energy & Environmental Materials</i> , doi:10.1002/eem2.12168 | SCI |
| 81 | Cui L, Zhang J, Wang H, Lu S, Xiang Y. (2021), The effects of different dimensional carbon additives on performance of PEMFC with low-Pt loading cathode catalytic layers. <i>International Journal of Hydrogen Energy</i> , 46, 15887-15895, doi:10.1016/j.ijhydene.2021.02.032 | SCI |
| 82 | Zhang J, Chen S, Bai H, Lu S, Xiang Y, Jiang S P. (2021), Effects of phosphotungstic acid on performance of phosphoric acid doped polyethersulfone-polyvinylpyrrolidone membranes for high temperature fuel cells. <i>International Journal of Hydrogen Energy</i> , 46, 11104-11114, doi:10.1016/j.ijhydene.2020.07.082 | SCI |
| 83 | Cui L, Wang H, Chen S, Zhang Y, Lv Z, Zhang J, Xiang Y, Lu S. (2021), The Interaction Energy between Solvent Molecules and Graphene as an Effective Descriptor for Graphene Dispersion in Solvents. <i>Journal of Physical Chemistry C</i> , 125, 5167-5171, doi:10.1021/acs.jpcc.0c10132 | SCI |
| 84 | Lyu Y, Liu Y, Zhang J, Zhang J, Li Z, Chen S, Zhang J, Wang H, Lu S, Xiang Y. (2021), A mediated fuel cell using alkaline proof alizarin as an anode mediator. <i>Journal of Power Sources</i> , 511, 230456, doi:10.1016/j.jpowsour.2021.230456 | SCI |
| 85 | Zhang J, Wang H, Li W, Zhang J, Lu D, Yan W, Xiang Y, Lu S. (2021), Effect of catalyst layer microstructures on performance and stability for high temperature polymer electrolyte membrane fuel cells. <i>Journal of Power Sources</i> , 505, 230059, doi:10.1016/j.jpowsour.2021.230059 | SCI |
| 86 | Cheng Y, Zhang J, Wu X, Tang C, Yang S-Z, Su P, Thomsen L, Zhao F, Lu S, Liu J, Jiang S P. (2021), A template-free method to synthesis high density iron single atoms anchored on carbon nanotubes for high temperature polymer electrolyte membrane fuel cells. <i>Nano Energy</i> , 80, 105534, doi:10.1016/j.nanoen.2020.105534 | SCI |

| | | |
|----|--|-----|
| 87 | Zhang J, Wang Y, Yang C, Chen S, Li Z, Cheng Y, Wang H, Xiang Y, Lu S, Wang S. (2021), Elucidating the electro-catalytic oxidation of hydrazine over carbon nanotube-based transition metal single atom catalysts. <i>Nano Research</i> , 14, 4650-4657, doi:10.1007/s12274-021-3397-9 | SCI |
| 88 | Zhang L, Wang W, Ma X, Lu S, Xiang Y. <i>Crystal</i> , (2021), interfacial and morphological control of electrode materials for nonaqueous potassium-ion batteries. <i>Nano Today</i> , 37, 101074, doi:10.1016/j.nantod.2020.101074 | SCI |
| 89 | Zan G, Gul S, Zhang J, Zhao W, Lewis S, Vine D J, Liu Y, Pianetta P, Yun W. (2021), High-resolution multicontrast tomography with an X-ray microarray anode-structured target source. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i> , 118, e2103126118, doi:10.1073/pnas.2103126118 | SCI |
| 90 | Huang G, Li Y, Du S, Wu Y, Chen R, Zhang J, Cheng Y, Lu S, Tao L, Wang S. (2021), Silica-facilitated proton transfer for high-temperature proton-exchange membrane fuel cells. <i>Science China-Chemistry</i> , 64, 2203-2211, doi:10.1007/s11426-021-1142-x | SCI |
| 91 | Long P, Du S, Liu Q, Tao L, Peng C, Wang T, Gu K, Xie C, Zhang Y, Chen R, Lu S, Cheng Y, Feng W, Wang S. (2021), Fluorination-enabled interface of PtNi electrocatalysts for high-performance high-temperature proton exchange membrane fuel cells. <i>Science China-Materials</i> , doi:10.1007/s40843-021-1839-8 | SCI |
| 92 | Hu Y, Zhang J, Shen T, Lu Y, Chen K, Tu Z, Lu S, Wang D. (2021), A Low-Temperature Carbon Encapsulation Strategy for Stable and Poisoning-Tolerant Electrocatalysts. <i>Small Methods</i> , 5, 2100937, doi:10.1002/smt.202100937 | SCI |
| 93 | Chao Han, Yi Gu, Xiucong Sun, Shenggang Liu (2021), Rapid algorithm for covariance ellipsoid model based collision warning of space objects, <i>Aerospace Science and Technology</i> , 117, 106960, doi:10.1016/j.ast.2021.106960 | SCI |

| | | |
|-----|--|-----|
| 94 | Yi Gu, Chao Han, Yuhan Chen, and Wei Xing (2021), Mission Re-planning For Multiple Agile Earth Observation Satellites based on Cloud Coverage Forecasting, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, doi:10.1109/JSTARS.2021.3135529 | SCI |
| 95 | Han Chao, Zhang Yujin, Bai Shengzhou, Sun Xiucong, Wang Xinwei (2021), Novel method to calculate satellite visibility for an arbitrary sensor field, Aerospace Science and Technology, 112, 106668, doi:10.1016/j.ast.2021.106668 | SCI |
| 96 | Han Chao, Zhang Yujin, Bai Shengzhou (2021), Geometric Analysis of Ground-Target Coverage from a Satellite by Field-Mapping Method, Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 44, 1469-1480, doi:10.2514/1.G005719 | SCI |
| 97 | Zhang Yujin, Bai Shengzhou, Han Chao (2021), Geometric Analysis of a Constellation with a Ground Target, Acta Astronautica, 191, 510-521, doi:10.1016/j.actaastro.2021.11.027 | SCI |
| 98 | Sun, X., Zhang, H., Chen, P., and Han, C. (2021), On the Feasibility of Orbit Determination from Gravity Gradient Invariants, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 57, 263-277, doi:10.1109/TAES.2020.3016875 | SCI |
| 99 | Zhang Yujin, Han Chao (2021), A Newly Constant-Thrust Control Method Based on Parameter Estimation, Journal of Physics: Conference Series, 1786, 012057, doi:10.1088/1742-6596/1786/1/012057 | EI |
| 100 | Ma Y, He Y, Xu M, et al. (2021), Invariant relative orbits for spacecraft formation flying in high-order gravitational field, Acta Astronautica, 189, 398-428, doi:10.1016/j.actaastro.2021.08.027 | SCI |
| 101 | Feng Z, Zheng Y, Xu M. (2021), Integrated strategy of stationkeeping, autonomous navigation, and real-time geodetical recovery of gravity fields: application into asteroid Lutetia mission, Nonlinear Dynamics, 106, 3247–3263, doi:10.1007/s11071-021-06694-8 | SCI |

| | | |
|-----|---|-----|
| 102 | Bai X, He Y, Xu M. (2021), Low-Thrust Reconfiguration Strategy and Optimization for Formation Flying Using Jordan Normal Form, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 57, 3279-3295, doi:10.1109/TAES.2021.3074204 | SCI |
| 103 | Ming Xu, Qingyu Qu, Yunfeng Dong, Yaru Zheng (2021), Capturing a Spacecraft around a Flyby Asteroid Using Hamiltonian-Structure-Preserving Control, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 93, 105500, doi:10.1016/j.cnsns.2020.105500 | SCI |
| 104 | Xiaoyu Zuo, Xiao Pan, Ming Xu (2021), Deployment Strategy for Satellite-Sail Transverse Formation, Acta Astronautica, 189, 242-251, doi:10.1016/j.actaastro.2021.05.031 | SCI |
| 105 | Ramil Santos, Ming Xu, Yaru Zheng, Xingji He (2021), Conceptual Design for Deflecting Potentially Hazardous Asteroid by Space Duster, Journal of Spacecraft and Rockets, 58, 1207-1219, doi:10.2514/1.A34903 | SCI |
| 106 | Yaru Zheng, Qinglong Li, Ming Xu, Yunfeng Dong (2021), An Integrated Simulation System for Operating Solar Sail Spacecraft, Journal of Systems Engineering and Electronics, 32, 1201-1212, doi:10.23919/JSEE.2021.000102 | SCI |
| 107 | H. Rao, R. Zhong, P. Li (2021), Fuel-optimal deorbit scheme of space debris using tethered spacetug based on pseudospectral method, Chinese Journal of Aeronautics, 34, 210-223, doi:10.1016/j.cja.2020.12.020 | SCI |
| 108 | H. Gui (2021), Observer-Based Fault-Tolerant Spacecraft Attitude Tracking Using Sequential Lyapunov Analyses, IEEE Transactions on Automatic Control, 66, 6108-6114, doi:10.1109/TAC.2021.3062159 | SCI |
| 109 | H. Gui, Y. Wang, W. Su (2021), Hybrid Global Finite-Time Dual-Quaternion Observer and Controller for Velocity-Free Spacecraft Pose Tracking, IEEE Transactions on Control Systems Technology, 29, 2129-2141, doi:10.1109/TCST.2020.3030670 | SCI |

表三 专利申请或授权情况

| 序号 | 申请或授权的专利名称 | 申请号或批准号 | 备注 |
|----|--------------------------------|-------------------|------------|
| 1 | 基于主动电场的水下目标侵入异常测量系统及方法 | ZL202110027907.6 | 2021 授权 |
| 2 | 一种防止塑料快餐盒重复利用的方法 | 202111479718.X | 2021 授权 |
| 3 | 一种多级电离旋转磁场加速螺旋波等离子体源 | ZL201910830581.4 | 2021 授权 |
| 4 | 一种用于研究磁线圈束流的实验装置 | ZL 201910558907.2 | 2021 授权 |
| 5 | 可更换阴极气源与流量计的多用途管路供给系统 | ZL 201811304971.X | 2021 授权 |
| 6 | 可自锁定与标定的推力架 | ZL 201811298293.0 | 2021 授权 |
| 7 | 一种用于测量局部等离子体的光学诊断探头及其测量方法 | ZL 202010786656.6 | 2021 授权 |
| 8 | 一种电推进发动机的阳极进气组件 | ZL 201911334613.8 | 2021 授权 |
| 9 | 一种等离子体涡旋发生器的效率评估方法 | ZL 201910759053.4 | 2021 授权 |
| 10 | 一种等离子体涡旋驱动装置的附加磁场位型的优化方法 | ZL 201910759728.5 | 2021 授权 |
| 11 | 一种等离子体涡旋驱动装置最优附加磁场位型的求解方法 | ZL 201910759039.4 | 2021 授权 |
| 12 | 一种用于测量交换电荷碰撞离子速度的磁偏转法拉第探针 | ZL 202010423703.0 | 2021 授权 |
| 13 | 一种用于测量等离子体沉积的动态压阻探针 | ZL 201910986478.9 | 2021 授权 |
| 14 | 一种用于脉冲磁场诊断的二维磁感应探针 | ZL 201910830605.6 | 2021 授权 |
| 15 | 一种高温聚合物电解质膜燃料电池膜电极成型检测装置（实用新型） | ZL202121073556.5 | 2021 授权 |
| 16 | 一种燃料电池用侧链型高温质子交换膜及其制备方法 | ZL201910748699.2 | 2021 授权 |

| | | | |
|----|-------------------------------------|------------------|------------|
| 17 | 一种燃料电池用高温质子交换膜的制备方法 | ZL201910873513.6 | 2021 授权 |
| 18 | 电容去离子单元、装置及方法 | CN202110494797.5 | 2021 申请 |
| 19 | 一种柔性绝缘基底上制备 Cu ₂ O 薄膜的方法 | CN202111373699.2 | 2021 申请 |
| 20 | 一种高精度实时卫星轨道瞬时半长轴的去振算法 | 202110693056.X | 2021 申请 |
| 21 | 一种基于无线电测距和人造光源角测量的融合定位系统 | 202110610956.3 | 2021 申请 |
| 22 | 一种用于光通信的时钟同步装置与方法 | 202111147230.7 | 2021 申请 |
| 23 | 一种基于大气阻力加速度测量的近地轨道确定方法 | ZL201810768308.9 | 2021 授权 |
| 24 | 一种基于星-帆绳系系统的横截编队方法及装置 | CN202010358700.3 | 2021 授权 |
| 25 | 一种基于太阳帆的可遥控电动风筝及其控制方法 | CN201910833376.3 | 2021 授权 |
| 26 | 一种基于太阳帆的横截编队方法 | CN201910412739.6 | 2021 授权 |
| 27 | 一种实时智能多任务强鲁棒性的多形状制造件排样优化方法及系统 | ZL202107115003 | 2021 授权 |

表四 技术标准的研究制定和发布情况

| 序号 | 技术标准名称 | 标准类型（国际/国家/行业） | 备注 |
|----|-----------------------------|----------------|-------|
| 1 | 电离层突然骚扰分级(QX/T 130-2011) | 行业 | TC347 |
| 2 | 电离层垂直探测规范(QX/T 195-2013) | 行业 | TC347 |
| 3 | 电离层闪烁指数数据格式(QX/T 285-2015) | 行业 | TC347 |
| 4 | 太阳射电流量观测规范(QX/T 294-2015) | 行业 | TC347 |
| 5 | 空间天气短期预报检验方法(QX/T 295-2015) | 行业 | TC347 |
| 6 | 太阳质子事件现报规范(QX/T 366-2016) | 行业 | TC347 |

表五 实验室杰出人才

| 序号 | 人才类型 | 姓名 | 职务 | 备注 |
|----|---------|----------------|-----|---------|
| 1 | 长江学者/杰青 | 曹晋滨 | 主任 | 方向一总负责人 |
| 2 | 千人计划 | Malcolm Dunlop | | 研究骨干 |
| 3 | 万人领军 | 吕卫锋 | | 研究骨干 |
| 4 | 国家杰青 | 符慧山 | 副主任 | 方向二总负责人 |
| 5 | 长江学者 | 徐明 | | 研究骨干 |
| 6 | 青年千人 | 於益群 | 副主任 | 方向三总负责人 |
| 7 | 优青 | 姜杰 | | 研究骨干 |
| 8 | 青年千人 | 刘焱 | | 研究骨干 |
| 9 | 青年长江 | 刘文龙 | | 研究骨干 |
| 10 | 青年千人 | 藤本桂三 | | 研究骨干 |
| 11 | 优青 | 相艳 | | 研究骨干 |
| 12 | 优青 | 卢善富 | | 研究骨干 |

六、审核意见

1. 实验室负责人意见

实验室承诺所填内容属实，数据准确可靠。

实验室主任签章：

2022年1月18日

2. 依托单位意见

依托单位考核意见：

（需明确是否通过本年度考核，并提及下一步对实验室的支持）

依托单位负责人签字：

（单位公章）

年 月 日