

科技情报观察

2023 年第 7 期（总第 19 期）

上海交通大学图书馆

2023 年 07 月 30 日

深空探测专辑

内容提要

国际动态

美国发布蓝皮书《深空探索 and 开发新纪元》

美国发布新版《国家安全战略》

美国发布《起源、世界和生命：2023-2032 年行星科学和天体生物学十年战略》

美国“货运龙”飞船携带新型太阳能电池阵前往国际空间站

欧洲正式宣布“远航 2050”空间科学规划

欧洲宣布启动“欧盟太空计划”

印度和厄瓜多尔两国加入《阿尔忒弥斯协定》

国内进展

国务院发布白皮书《2021 中国的航天》

中国航天科技集团发布《中国航天科技活动蓝皮书（2022 年）》

深空探测实验室文昌基地在文昌国际航天城正式挂牌

热点论文

LIBS-MLIF Method: Stromatolite Phosphorite Determination

Biomonitoring and precision health in deep space supported by artificial intelligence

Biological research and self-driving labs in deep space supported by artificial intelligence

Ancient papyrus scroll-inspired self-deployable mechanism based on shape memory polymer composites for Mars explorations

Further Advances for staging orbits of manned lunar exploration mission

Using extended reality (XR) for medical training and real-time clinical support during deep space missions

■ 专题报道

深空探测论文：国内发文态势

深空探测论文：全球发文态势

■ 美国发布蓝皮书《深空探索 and 开发新纪元》

2020 年 7 月 23 日，美国白宫国家太空委员会（The White House National Space Council）发布《深空探索 and 开发新纪元》（A New Era for Deep Space Exploration and Development）的蓝皮书。该蓝皮书以《国家太空战略（2018）》和《太空政策指令-1（2017）》等政策为基础，提出美国深空探索与开发的新愿景、五大可持续发展战略以及政府应发挥的五大作用，并强调深空探索与开发的成功需要与国防部、国务院等政府各部门以及商业机构合作。

其中，美国深空探索与开发的新愿景包括：实现人类与机器人在整个太阳系的可持续存在，实现商业太空活动范围的不断扩展，实现更多美国人在太空生活和工作。五大可持续发展战略包括：近地球轨道的商业化、重返月球并长期停留、载人登陆火星、深空科学的潜力以及教育与美国劳动力。政府应发挥的五大作用分别为：建立安全和可预测的太空环境、支持太空商业活动与产业的发展、支持研究和开发新的太空技术、支持私人太空基础设施投资以及支持开展先进太空研究。

来源：Aerospace. A New Era for Deep Space Exploration and Development. 2020-07-23. <https://aerospace.org/sites/default/files/2020-07/NSpC%20New%20Era%20for%20Space%2023Jul20.pdf>.

■ 美国发布新版《国家安全战略》

2022 年 10 月 12 日，美国白宫正式发布了 2022 年版《国家安全战略》（National Security Strategy）。该文件列出了美国面临的最直接和严重的挑战，并把中、俄列为主要竞争对手。文件强调美国需要与盟国密切合作，应对气候变化、粮食安全、流行病、恐怖主义、能源短缺和通货膨胀等挑战。对于太空领域，该文件重点重申了美国要保持全球太空领导者地位，引领建立空间交通协调体系；指出了要和盟友、伙伴合作制定政策法规，增强美国商业航天的国际竞争力；强调了要增强涉及国家安全的关键太空系统的弹性。

来源：The White House. National Security Strategy. 2022-10-12. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/8-November-Combined-PDF-for-Upload.pdf>.

■ 美国发布《起源、世界和生命：2023-2032 年行星科学和天体生物学十年战略》

2022 年 4 月 19 日，美国国家科学院（National Academy of Sciences, NAS）发布《起源、世界和生命：2023-2032 年行星科学和天体生物学十年战略》（Origins, Worlds, and Life: A Decadal Strategy for Planetary Science and Astrobiology 2023-2032），确定了未来十年行星科学、

天体生物学、行星防御领域的 3 个科学主题和 12 个优先科学问题（见表 1-1），按照计划体系提出火星探索、月球探索、行星防御和行星科学 4 项优先任务及资助建议。

表 1-1 行星科学未来 10 年科学主题和科学问题

序号	科学主题	科学问题
1	行星起源	原行星盘是如何演化的？
2		外太阳系天体的吸积过程如何？
3		地球和内太阳系天体的起源是怎样的？
4	太阳系天体的结构及其演化	大撞击事件及其动力学是怎样的？
5		固体天体的内部结构和表面特性如何？
6		固体天体的大气、外逸层、磁层和气候演化规律怎样？
7		巨行星的结构和演化规律如何？
8		行星环系统是如何形成的？
9	生命和宜居性	地球生命对地外生命的启示如何？
10		宜居性如何动态演化？
11		探寻地外生命
12		系外行星与太阳系的比较研究有何启示？

来源：The National Academies of Science Engineering Medicine. Origins, Worlds, and Life: A Decadal Strategy for Planetary Science and Astrobiology 2023-2032[M]. Washington, DC: The National Academics Press.

美国“货运龙”飞船携带新型太阳能电池阵前往国际空间站

2023 年 6 月 5 日，美国太空探索技术公司(SpaceX)发射了一艘“货运龙”(Cargo Dragon)飞船，执行第 28 次商业补给服务，除了科研设备和食物等常规货物，飞船非密封舱还携带了 2 个“国际空间站可展开太阳能电池阵”(iROSA)。新型太阳能电池阵完全部署后大约是原太阳能电池阵尺寸的一半，每个电池阵具备 20kW 供电能力，光电转化效率 30.7%，是此前国际空间站电池阵效率(14.7%)的 2 倍以上。NASA 已于 2021 年 6 月和 2022 年 11 月两次利用“货运龙”飞船向国际空间站运送了 4 个 iROSA，本次任务将部署最后 2 个 iROSA。根据计划，NASA 将通过 6 月 9 日和 6 月 15 日两次舱外活动安装两个 iROSA。如果资金允许，该机构计划建造下一批 iROSA。

来源：中国载人航天。美国“货运龙”飞船携带新型太阳能电池阵前往国际空间站。2023-06-13。
https://www.cmse.gov.cn/hqsy/mg/202306/t20230613_53907.html.

► 欧洲正式宣布“远航 2050”空间科学规划

2021 年 6 月 11 日，欧洲空间局（European Space Agency, ESA）科学计划委员会正式宣布“远航 2050”（Voyage 2050）空间科学规划将在 2035-2050 年时间框架内开展 3 项大型任务，对应的优先科学主题分别是：巨行星的卫星（Moons of the giant planets）、从温和的系外行星到银河系（From temperate exoplanets to the Milky Way）、早期宇宙的新物理学探测（New physical probes of the early Universe）。

来源：The European Space Agency. Voyage 2050 sets sail: ESA chooses future science mission themes. 2021-06-11. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Voyage_2050_sets_sail_ESA_chooses_future_science_mission_themes.

► 欧洲宣布启动“欧盟太空计划”

2021 年 6 月 22 日，欧洲空间局（European Space Agency, ESA）宣布启动“欧盟太空计划”（European Union Space Programme），该计划持续到 2027 年，届时欧盟 27 个成员国和英国将深化在卫星导航、地球观测、空间态势感知和安全通信等领域的投资。欧洲空间局在此基础上建立了新的机构，命名为“欧盟太空计划机构”。由于欧盟和欧空局属于两个独立实体，成员国身份并不完全重叠（例如，英国属于欧空局，但不属于欧盟），因此“欧盟太空计划”将在欧洲金融框架伙伴协议(FFPA)下运行。

来源：The European Space Agency. N° 20 – 2021: ESA and EU celebrate a fresh start for space in Europe. 2021-06-22. https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/ESA_and_EU_celebrate_a_fresh_start_for_space_in_Europe.

► 印度和厄瓜多尔两国加入《阿尔忒弥斯协定》

2023 年 6 月 24 日，印度驻美国大使塔兰吉特·辛格·桑杜（Taranjit Singh Sandhu）与 NASA 局长比尔·纳尔逊（Bill Nelson）共同签署了《阿尔忒弥斯协定》（Artemis Accords）。两国政府同意在太空飞行方面进行更紧密地合作，NASA 和印度空间研究组织（ISRO）将在 2023 年底前制定载人航天合作战略框架，并计划于 2024 年联合执行国际空间站任务。印度之前一直依靠俄罗斯进行航天员培训，NASA 于 2023 年初同意在约翰逊航天中心为一名印度航天员提供高级培训。此前厄瓜多尔于 6 月 21 日签署了该协定，到目前《阿尔忒弥斯协定》签署国已扩大到 27 个。

美国表示,《阿尔忒弥斯协定》以《外层空间条约》和相关协议为基础,将确保外层空间探索有一个安全、可持续的环境,后续将有更多国家签署该协定。

来源:中国载人航天.印度和厄瓜多尔两国加入《阿尔忒弥斯协定》.2023-07-07.
https://www.cmse.gov.cn/hqsy/ym/202307/t20230707_54020.html.

■ 国务院发布白皮书《2021 中国的航天》

2022 年 1 月 28 日, 中华人民共和国国务院新闻办公室发布《2021 中国的航天》白皮书。该白皮书主要为介绍 2016 年以来中国航天活动主要进展、未来五年主要任务, 进一步增进国际社会对中国航天事业的了解。该白皮书指出, 在深空探测方面:

月球探测工程。“嫦娥四号”探测器通过“鹊桥”卫星中继通信, 首次实现航天器在月球背面软着陆和巡视勘察。“嫦娥五号”探测器实现中国首次地外天体采样返回, 将 1731 克月球样品成功带回地球, 标志着探月工程“绕、落、回”三步走圆满收官。2) 行星探测工程。“天问一号”火星探测器成功发射, 实现火星环绕、着陆, “祝融号”火星车开展巡视探测, 在火星上首次留下中国人的印迹, 中国航天实现从地月系到行星际探测的跨越。3) 未来五年, 中国将继续实施月球探测工程, 发射“嫦娥六号”探测器、完成月球极区采样返回, 发射“嫦娥七号”探测器、完成月球极区高精度着陆和阴影坑飞跃探测, 完成“嫦娥八号”任务关键技术攻关, 与相关国家、国际组织和国际合作伙伴共同开展国际月球科研站建设。继续实施行星探测工程, 发射小行星探测器、完成近地小行星采样和主带彗星探测, 完成火星采样返回、木星系探测等关键技术攻关。论证太阳系边际探测等实施方案。

来源: 中华人民共和国国务院新闻办公室. 《2021 中国的航天》白皮书(全文). 2022-01-28. <http://www.scio.gov.cn/zfbps/32832/Document/1719689/1719689.htm>.

■ 中国航天科技集团发布《中国航天科技活动蓝皮书(2022 年)》

2023 年 1 月 18 日, 中国航天科技集团有限公司发布了《中国航天科技活动蓝皮书(2022 年)》(简称《蓝皮书》), 从世界航天发展态势、中国航天发射活动、中国航天科技创新、中国航天应用服务、中国航天国际合作、中国商业航天进展 6 个方面对 2022 年航天科技活动进行全面回顾; 并公布了 2023 年中国航天事业的“任务清单”。

2022 年的中国航天, 在发射活动方面, 高密度发射任务有序实施、成功率保持高位, 航天器研制发射数量快速增长、研制能力大幅提升, 发射活动保持增长态势、进入空间利用空间能力跨越式发展。在科技创新方面, 运载火箭、载人航天、月球和深空探测、应用卫星、科学和技术试验等领域不断创新突破, 取得多项重大科技成就, 推动航天科技自立自强。在应用服务方面, 北斗导航服务全球, 中星、亚太提供连续服务, 空间基础设施形成全天时全天候对地观测能力, 各类应用卫星提供的多种服务在经济社会发展各领域发挥了巨大作用。

在国际合作方面，开展了多种类型的多边、双边合作，积极促进国际交流、产业发展和技术应用。在商业航天发展方面，产业体系和市场体系初步形成，由基础制造、产品研发为主的阶段进入应用牵引、市场主导的新发展阶段，商业航天正加快成为航天强国建设的重要力量。

2023 年作为全面贯彻落实党的二十大精神的关键之年，也是加快建设航天强国、奋力实现建军一百年奋斗目标的关键一年，中国全年计划实施近 70 次宇航发射，发射 200 余个航天器，开展一系列重大任务：载人空间站工程进入应用与发展阶段，空间站转入常态化运营模式，将完成 1 次货运飞船、2 次载人飞船发射任务和 2 次返回任务；全面推进探月工程四期和行星探测工程，开展嫦娥七号、天问二号等型号研制工作；发射多颗国家民用空间基础设施科研卫星和业务卫星；完成长征六号丙运载火箭首飞，进一步完善长征火箭型谱。

来源：国资报告杂志社. 航天科技集团发布《中国航天科技活动蓝皮书（2022 年）》. 2023-01-19.
https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA3NTQyODA5MA==&mid=2660866482&idx=1&sn=d581204da15f9e3918e7b4f6a3087336&chksm=841d8027b36a0931e9849903dfdf26e2f80cef1fa6a47e525a4abe30b18f26b7060b94af1850&scene=27.

► 深空探测实验室文昌基地在文昌国际航天城正式挂牌

2023 年 7 月 19 日，深空探测实验室主任兼首席科学家吴伟仁院士，文昌市委副书记、市长、文昌国际航天城管理局局长刘冲，在文昌国际航天城共同为深空探测实验室文昌基地（以下简称文昌基地）揭牌。文昌市、文昌国际航天城管理局将在办公条件、人才认定、服务保障、科研创新等方面全力以赴支持深空探测实验室文昌基地建设，助力文昌基地更好地为深空探测、重型运载火箭等国家重大工程任务提供支撑。文昌基地是深空探测实验室首个挂牌基地，标志着深空探测实验室与文昌国际航天城的战略合作进入全面落实阶段。文昌基地将立足地方实际，整合双方优势资源，积极探索创新合作模式，开展深空探测领域合作，加快高新技术人才集聚，助力海南航天产业高质量发展，服务国家航天强国战略。

来源：中国探月航天. 深空探测实验室文昌基地在文昌国际航天城正式挂牌. 2023-07-21.
<https://mp.weixin.qq.com/s/PoRWRvgHuHGT9VI3BhdogA>.

► LIBS-MLIF Method: Stromatolite Phosphorite Determination

作者: Wang H. P., Xin Y. J., Fang P. P., Jia J. J., Zhang L., Liu S. C., Wan X.

来源: Chemosensors, volume: 11, issue: 5, pages:13. Published: 2023

摘要: The search for biominerals is one of the core targets in the deep space exploration mission.

Stromatolite phosphorite is a typical biomineral that preserves early life on Earth. The enrichment of phosphate is closely related to microorganisms and their secretions. Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) has become an essential payload in deep space exploration with the ability to analyze chemical elements remotely, rapidly, and in situ. This paper aims to evaluate the rapid identification of biological and non-biological minerals through a remote LIBS payload. LIBS is used for element analysis and mineral classification determination, and molecular laser-induced fluorescence (MLIF) is used to detect halogenated element F to support the existence of fluorapatite. This paper analyzes the LIBS-MLIF spectral characteristics of stromatolites and preliminarily evaluates the feasibility of P element quantification. The results show that LIBS technology can recognize biological and non-biological signals. This discovery is significant because it is not limited to detecting and analyzing element composition. It can also realize the detection of molecular spectrum based on selective extraction of CaF molecule. Therefore, the LIBS payload still has the potential to search for biomineral under the condition of adjusting the detection strategy.

推荐理由: 寻找生物矿物是深空探测任务的核心目标之一。叠层石磷矿是一种典型的保存地球早期生命的生物矿物。磷酸盐的富集与微生物及其分泌物密切相关。激光诱导击穿光谱(LIBS)具有远程、快速和原位分析化学元素的能力,已成为深空探测中必不可少的有效载荷。

全文链接: <https://doi.org/10.3390/chemosensors11050301>

► Biomonitoring and precision health in deep space supported by artificial intelligence

作者: Scott R. T., Sanders L. M., Antonsen E. L., Hastings J. J. A., Park S. M., Mackintosh G., Reynolds R. J., Hoarfrost A. L., Sawyer A., Greene C. S., Glicksberg B. S., Theriot C. A., Berrios D. C., Miller J., Babdor J., Barker R., Baranzini S. E., Beheshti A., Chalk S., Delgado-Aparicio G. M.,

Haendel M., Hamid A. A., Heller P., Jamieson D., Jarvis K. J., Kalantari J., Khezeli K., Komarova S. V., Komorowski M., Kothiyal P., Mahabal A., Manor U., Martin H. G., Mason C. E., Matar M., Mias G. I., Myers J. M., Nelson C., Oribello J., Parsons-Wingerter P., Prabhu R. K., Qutub A. A., Rask J., Saravia-Butler A., Saria S., Singh N. K., Snyder M., Soboczenski F., Soman K., Van Valen D., Venkateswaran K., Warren L., Worthey L., Yang J. H., Zitnik M., Costes S. V.

来源: Nature Machine Intelligence, volume: 5, issue: 3, pages:196-207. Published: 2023

摘要: Deep-space exploration missions require new technologies that can support astronaut health systems as well as biological monitoring and research systems that can function independently from Earth-based mission control centres. A NASA workshop explored how artificial intelligence advances could help address these challenges and, in this first of two Review articles based on the findings from the workshop, a vision for autonomous biomonitoring and precision space health is discussed. Human exploration of deep space will involve missions of substantial distance and duration. To effectively mitigate health hazards, paradigm shifts in astronaut health systems are necessary to enable Earth-independent healthcare, rather than Earth-reliant. Here we present a summary of decadal recommendations from a workshop organized by NASA on artificial intelligence, machine learning and modelling applications that offer key solutions toward these space health challenges. The workshop recommended various biomonitoring approaches, biomarker science, spacecraft/habitat hardware, intelligent software and streamlined data management tools in need of development and integration to enable humanity to thrive in deep space. Participants recommended that these components culminate in a maximally automated, autonomous and intelligent Precision Space Health system, to monitor, aggregate and assess biomedical statuses.

推荐理由: 深空探测任务需要能够支持宇航员卫生系统以及能够独立于地面任务控制中心运作的生物监测和研究系统的新技术。NASA 的一个研讨会探讨了人工智能的进步如何有助于应对这些挑战, 在基于研讨会成果的两篇评论文章中的第一篇中, 讨论了自主生物监测和精确空间健康的愿景。

全文链接: <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00617-5>

► Biological research and self-driving labs in deep space supported by artificial intelligence

作者: Sanders L. M., Scott R. T., Yang J. H., Qutub A. A., Martin H. G., Berrios D. C., Hastings J. J. A., Rask J., Mackintosh G., Hoarfrost A. L., Chalk S., Kalantari J., Khezeli K., Antonsen E. L., Babbior J., Barker R., Baranzini S. E., Beheshti A., Delgado-Aparicio G. M., Glicksberg B. S., Greene C. S., Haendel M., Hamid A. A., Heller P., Jamieson D., Jarvis K. J., Komarova S. V., Komorowski M., Kothiyal P., Mahabal A., Manor U., Mason C. E., Matar M., Mias G. I., Miller J., Myers J. G., Nelson C., Oribello J., Park S. M., Parsons-Wingerter P., Prabhu R. K., Reynolds R. J., Saravia-Butler A., Saria S., Sawyer A., Singh N. K., Snyder M., Soboczenski F., Soman K., Theriot C. A., Van Valen D., Venkateswaran K., Warren L., Worthey L., Zitnik M., Costes S. V.

来源: Nature Machine Intelligence, volume: 5, issue: 3, pages:208-219. Published: 2023

摘要: Deep space exploration missions will require new technologies that can support astronaut health systems, as well as biological monitoring and research systems that can function independently from Earth-based mission control centres. A NASA workshop explored how artificial intelligence advances could help address these challenges and, in this second of two Review articles based on the findings from the workshop, the intersection between artificial intelligence and space biology is discussed. Space biology research aims to understand fundamental spaceflight effects on organisms, develop foundational knowledge to support deep space exploration and, ultimately, bioengineer spacecraft and habitats to stabilize the ecosystem of plants, crops, microbes, animals and humans for sustained multi-planetary life. To advance these aims, the field leverages experiments, platforms, data and model organisms from both spaceborne and ground-analogue studies. As research is extended beyond low Earth orbit, experiments and platforms must be maximally automated, light, agile and intelligent to accelerate knowledge discovery. Here we present a summary of decadal recommendations from a workshop organized by the National Aeronautics and Space Administration on artificial intelligence, machine learning and modelling applications that offer solutions to these space biology challenges. The integration of artificial intelligence into the field of space biology will deepen the biological understanding of spaceflight effects, facilitate predictive modelling and analytics, support maximally automated and reproducible experiments, and efficiently manage

spaceborne data and metadata, ultimately to enable life to thrive in deep space.

推荐理由：深空探测任务将需要能够支持宇航员卫生系统的新技术，以及能够独立于地面任务控制中心运作的生物监测和研究系统。NASA 研讨会探讨了人工智能的进步如何帮助应对这些挑战，在基于研讨会发现的两篇评论文章中的第二篇中，讨论了人工智能与空间生物学之间的交集。

全文链接：<https://doi.org/10.1038/s42256-023-00618-4>

► Ancient papyrus scroll-inspired self-deployable mechanism based on shape memory polymer composites for Mars explorations

作者：Zhang D., Liu L. W., Xu P. F., Zhao Y. Z., Li Q. F., Lan X., Zou X., Li Y., He Y. C., Liu Y. J., Leng J. S.

来源：Composite Structures, volume: 304, issue: pages:12. Published: 2023

摘要：Mars has similar natural environments to Earth and is regarded as a potential candidate for human migration. Exploration to Mars has been a hotspot in major aerospace countries, and therefore bringing the national flag to Mars is an inevitable demand. A self-deployable mechanism inspired by the ancient papyrus scroll to demonstrate the national flag dynamically is proposed in this paper. The release device made of shape memory polymer composites, as the functional part, is analysed thoroughly from the perspective of material design, fabrication and experiments. Firstly, the mechanical properties of woven fabric composites are predicted theoretically, and the thickness of laminates is determined according to the mechanical requirement, fabrication technique and shape moulding method. Tensile and three-point bending tests were carried out to validate the analytical prediction and provide parameters for numerical simulation. Besides, shape fixation and recovery properties were studied by both simulation and experiments with consistent results. Additionally, the shape moulding method was modified by reheating and sustaining a high-temperature period after bending to obtain the designed pattern. This world's first application of shape memory polymer composites in Mars explorations is a milestone for both deep space exploration and advanced smart materials.

推荐理由：与地球有相似环境的火星，一直是人类移民的潜在候选地。因此，火星探测

也是各国研究的热点。该文以古代莎草纸卷为灵感，提出了一种动态展示国旗的自展开机制，形状记忆聚合物复合材料的释放装置作为功能部件，从材料设计、制造和实验等方面进行了深入分析。由于这是世界上首次将形状记忆聚合物复合材料应用于火星探索，对于深空探索和先进智能材料来说都是一个里程碑。

全文链接: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116391>

► Further Advances for staging orbits of manned lunar exploration mission

作者: Zeng H., Li Z. Y., Xu R., Peng K., Wang P.

来源: Acta Astronautica, volume: 204, issue: pages:281-293. Published: 2023

摘要: With the increasing demand for manned lunar exploration and deep-space exploration missions, the application value of the three-body orbit in cislunar space becomes increasingly prominent due to its special orbital characteristic. The efficient round-trip versions for manned missions of both the nominal fuel-optimal and emergency transfers between NRHO and the Moon are exploited deeply. The collocation method and indirect optimization technique with constraint gradients are utilized in conjunction with the features of the NRHO configuration to increase the algorithm's accuracy and speed. The required initial value and suitable collocation point can be determined quickly based on a global search strategy and Lambert algorithm. To highlight the effectivity of the design scheme and aim at global lunar surface exploration, typical scenarios of lunar sites at different latitudes and longitudes are investigated with various time of flight, which show that the difference of fuel consumption varies from a few kilograms to hundreds of kilograms. Meanwhile, the relations among Moon landing sites, transition time and fuel consumption are analyzed and the advantages and disadvantages of NRHO in lunar exploration are compared. The design results have some reference value for the lunar landing vehicle's deployment in the near-Moon space, as well as the round-trip transfer mission and key parameter selection.

推荐理由: 随着载人探月和深空探测任务需求的不断增加, 三体轨道由于其特殊的轨道特性, 在地月空间的应用价值日益凸显。该文针对全球月球表面探测, 研究了不同纬度和经度的月球站点在不同飞行时间下的典型场景, 燃油消耗差异从几公斤到数百公斤不等; 此外, 分析了月球着陆点、过渡时间和燃料消耗之间的关系, 比较了 NRHO 在月球探测中的优缺点。

其设计结果对月球着陆器在近月空间的部署、往返转移任务和关键参数的选择具有一定的参考价值。

全文链接: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2023.01.001>

► Using extended reality (XR) for medical training and real-time clinical support during deep space missions

作者: Burian B. K., Ebnali M., Robertson J. M., Musson D., Pozner C. N., Doyle T., Smink D. S., Miccile C., Paladugu P., Atamna B., Lipsitz S., Yule S., Dias R. D.

来源: Applied Ergonomics, volume: 106, issue: pages:8. Published: 2023

摘要: Medical events can affect space crew health and compromise the success of deep space missions. To successfully manage such events, crew members must be sufficiently prepared to manage certain medical conditions for which they are not technically trained. Extended Reality (XR) can provide an immersive, realistic user experience that, when integrated with augmented clinical tools (ACT), can improve training outcomes and provide real-time guidance during non-routine tasks, diagnostic, and therapeutic procedures. The goal of this study was to develop a framework to guide XR platform development using astronaut medical training and guidance as the domain for illustration. We conducted a mixed-methods study—using video conference meetings (45 subject-matter experts), Delphi panel surveys, and a web-based card sorting application—to develop a standard taxonomy of essential XR capabilities. We augmented this by identifying additional models and taxonomies from related fields. Together, this “taxonomy of taxonomies,” and the essential XR capabilities identified, serve as an initial framework to structure the development of XR-based medical training and guidance for use during deep space exploration missions. We provide a schematic approach, illustrated with a use case, for how this framework and materials generated through this study might be employed.

推荐理由: 医疗事件会影响宇航员的健康, 并影响深空任务的成功。该研究的目标是开发一个框架, 以宇航员医疗培训和指导为例, 指导扩展现实 (XR) 平台的开发。最终确定的基本 XR 功能, 可作为构建基于 XR 的医疗培训和指导的初步框架, 用于深空探索任务。

全文链接: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103902>

深空探测论文：国内发文态势

在中国知网数据库中，限定检索字段为“篇关摘”，精确检索“深空探测”相关文献，得到 6,755 条中文文献（检索日期：2023 年 7 月）。对全部检索结果进行可视化分析如下。

1. 发文趋势

国内对深空探测的研究自 1980 年起步，至 2013 年达到小高峰，后至 2014 年有下降趋势，到 2017 年又到达小高峰，2018 年有所回落后，至 2021 年达到峰值。近四十年来，研究热度整体成上升趋势，目前处于微弱的下滑趋势。

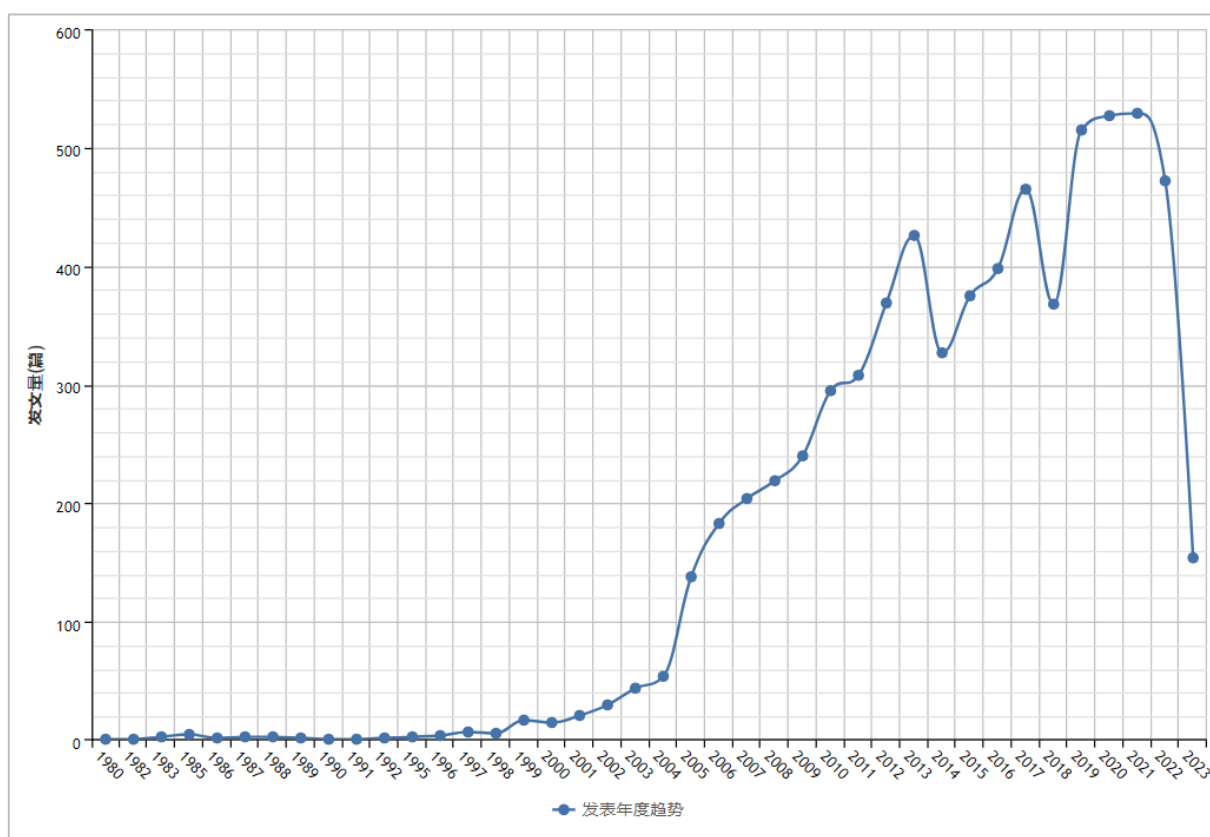


图 4-1 深空探测领域国内发文趋势图

2. 主题分布

深空探测相关研究主题集中在：火星探测、小行星、月球探测、深空通信、自主导航、探月工程等，其中对火星探测和月球探测的研究尤为热门。

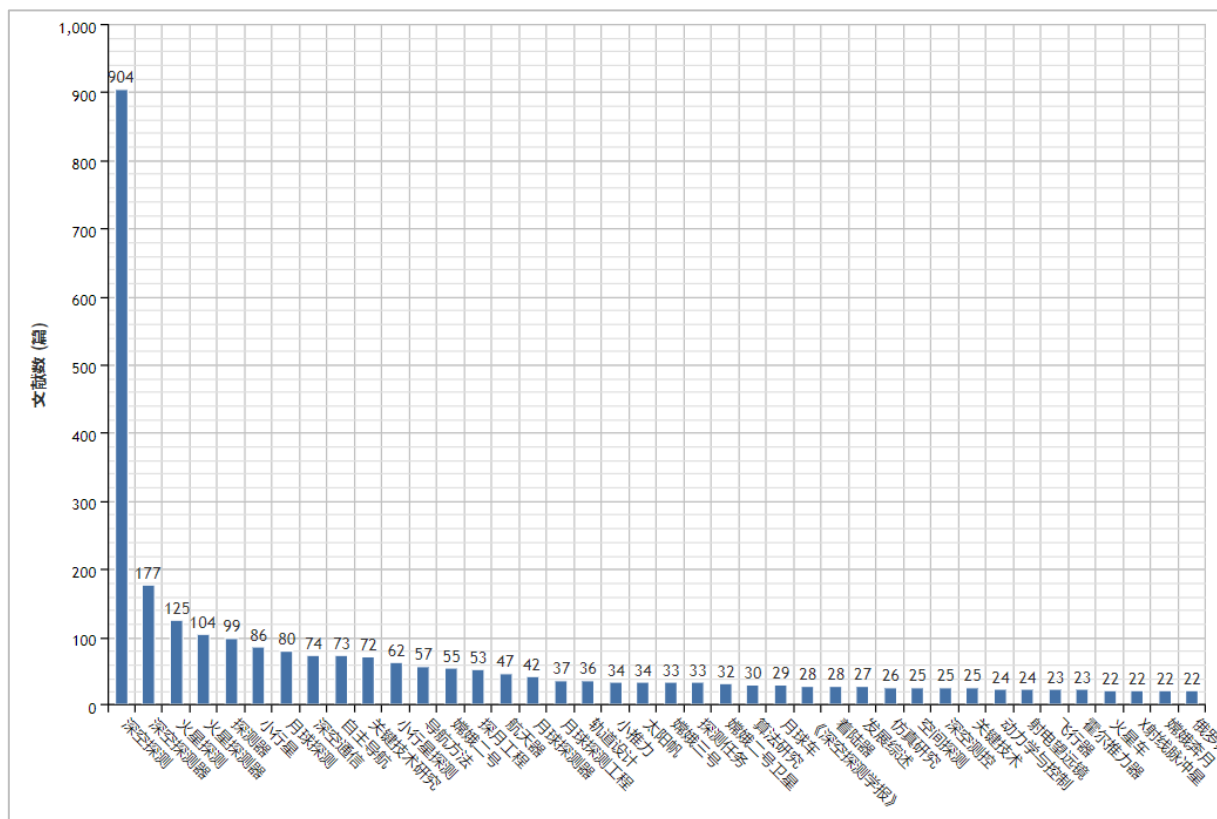


图 4-2 深空探测领域国内发文主题分布图

3. 学科分布

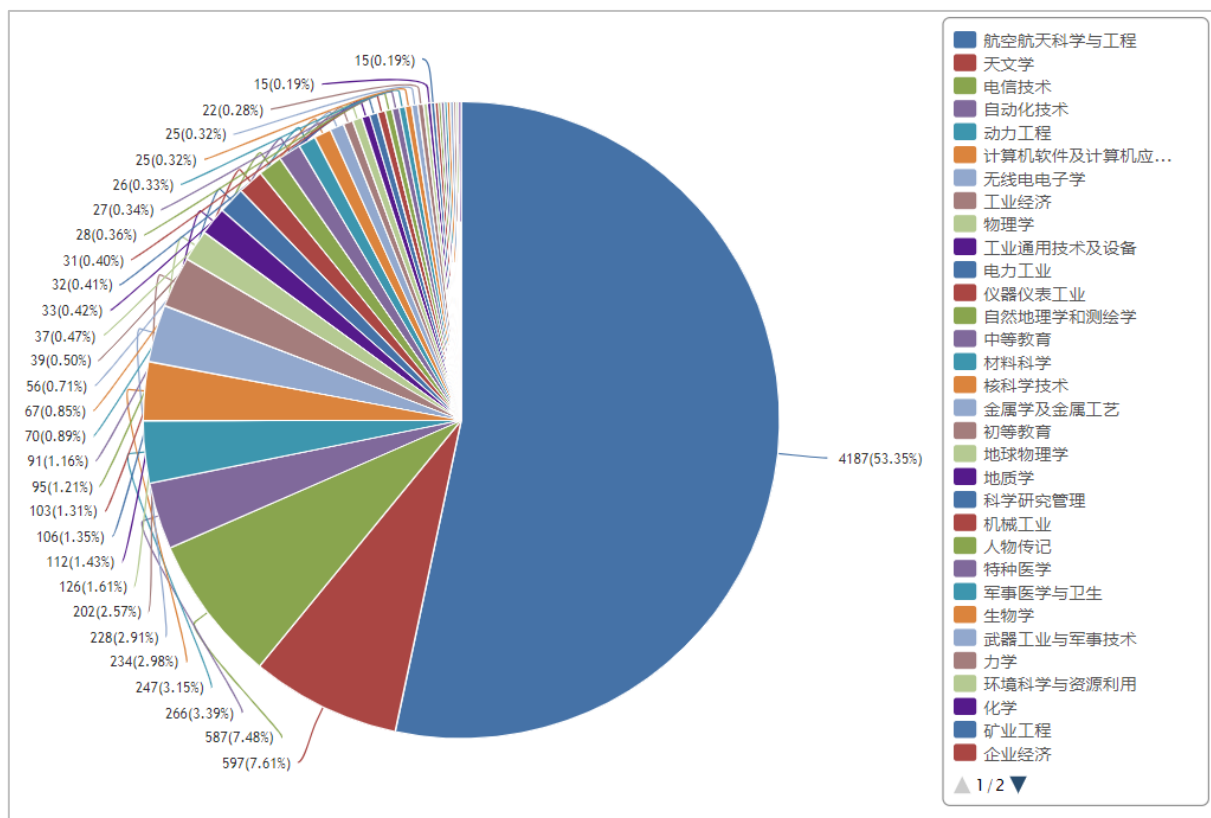


图 4-3 深空探测领域国内发文涉及学科分布图

深空探测相关研究涉及多个学科，其中航空航天科学与工程、天文学、电信技术三个学科发文量最大，占全部发文的 61.44%。

深空探测论文：全球发文态势

在 Web of Science 核心合集数据库中，限定检索字段为“Topic”，检索“Deep Space Exploration”相关文献，得到 4,364 条外文文献（检索日期：2023 年 7 月）。对全部检索结果进行可视化分析如下。

1. 发文趋势

全球范围内对深空探测的研究热度逐年攀升，目前仍处于持续上升趋势。

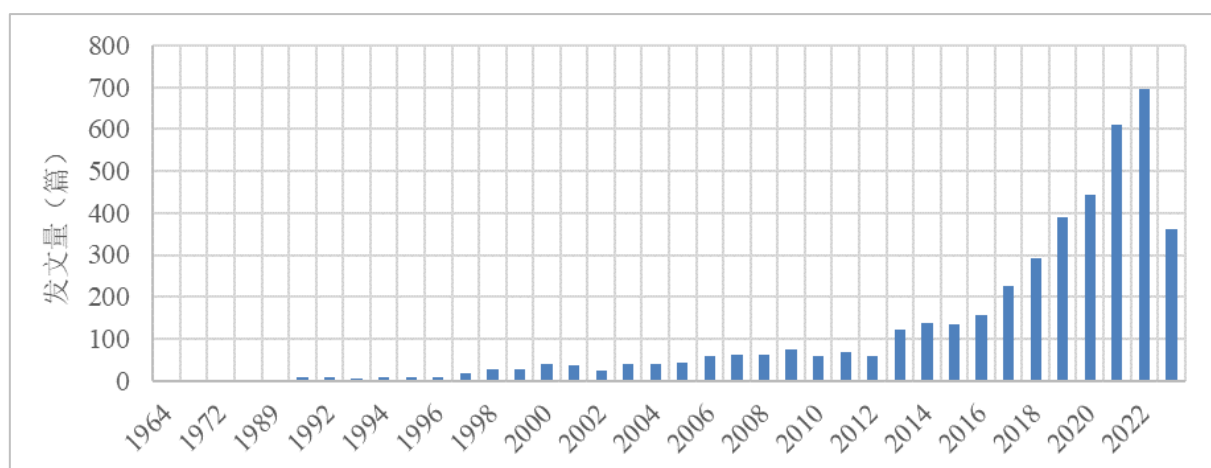


图 4-4 深空探测领域国际发文趋势图

2. 主题分布

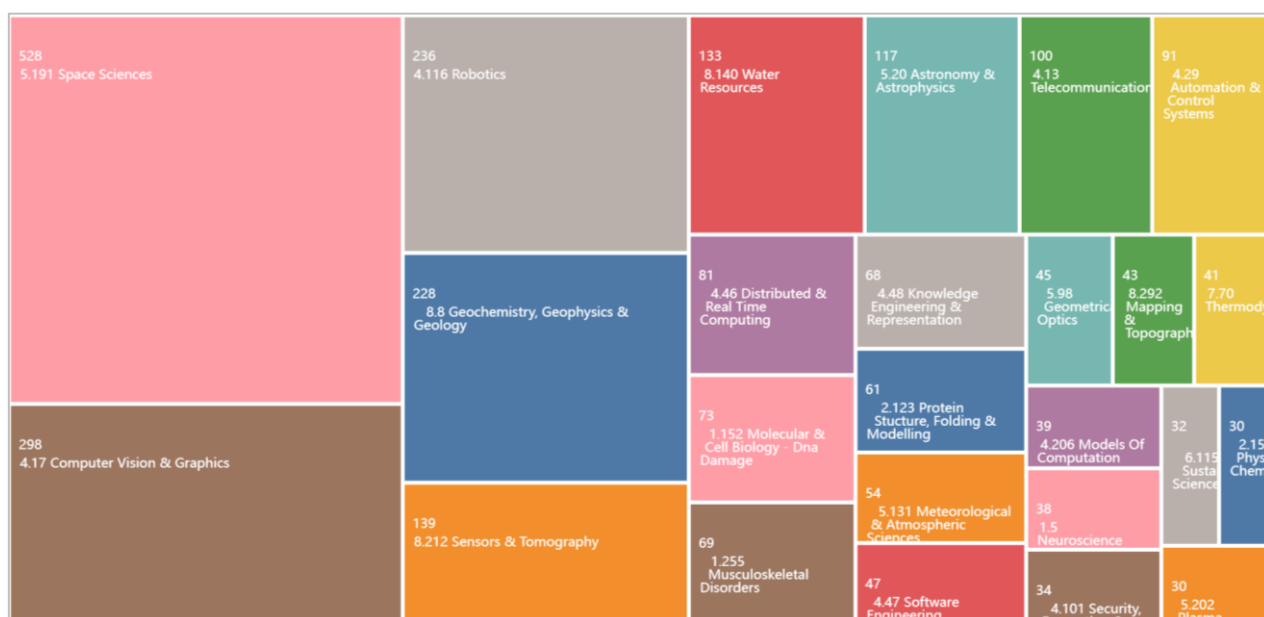


图 4-5 深空探测领域国际发文主题分布图

深空探测相关研究主题集中在：Space Science（空间科学）、Computer Vision & Graphics（计算机视觉和图形学）、Robotics（机器人科学）、Geochemistry, Geophysics & Geology（地球化学、地球物理与地质学）和 Sensors & Tomography（传感器和层析成像）等。

3. 学科分布

深空探测相关研究涉及多个 Web of Science 学科，其中发文量较大的学科有：Engineering Electrical Electronic（工程，电气和电子）、Engineering Aerospace（工程，航天）、Computer Science Artificial Intelligence（计算机科学，人工智能）、Geosciences Multidisciplinary（地球学，跨学科）和 Astronomy Astrophysics（天文学和天体物理学）等。



图 4-6 深空探测领域国际发文涉及学科分布图

编辑单位：上海交通大学图书馆研究支持中心
地 址：上海市东川路 800 号
联系方式：021-34206471

主 编：潘卫
执行主编：董珏、王兴旺
本期编辑：李婷