

附件

2025 年算力星座技术创新方向储备课题 征集内容说明

方向一：空间聚光型太阳能电池技术研究

（一）需求目标

本项目研究的目标是解决聚光型太阳能电池的低轨空间适用性问题，提升太阳能电池在空间环境下的光电转换效率，研发工作温度适应性强且满足低轨空间环境的聚光型太阳能电池，保证聚光型卫星电源系统可以在轨长期稳定工作。通过研究高效抗辐照砷化镓太阳能电池外延生长技术、聚光型太阳能电池芯片设计及封装技术，研制出高效率、抗辐照的聚光型太阳能电池组件，大幅提升太空数据中心等大型飞行器的能源利用率并降低能源系统成本。

（二）技术/产品指标

1.光电转换效率：最佳聚光比条件下，AM1.5 光电转换效率 $\geq 42\%$ （@25°C），AM0 光电转换效率 $\geq 39\%$ （@25°C）。

2.电池单体尺寸： $\geq 25\text{ mm}^2$ 。

3.最大聚光倍数： ≥ 1000 。

4.环境适应性：

1）工艺考核温度：-100°C至+130°C（光照面温度）；

2）紫外辐照：10000 ESH 下，效率衰降小于 2%（依照 SJ 21561-2020 空间用 CIC 太阳能电池规范标准进行评估）；

3) 电离辐照: 在 100 Mrad (Si) 辐照下效率衰降小于 2% (依照 GJB 548B-2005 微电子器件试验方法和程序标准进行评估);

4) 热真空: $\leq 1 \times 10^{-3}$ Pa 真空条件, -100°C 至 $+130^{\circ}\text{C}$ 温度交变范围下进行 9.5 次循环测试 (升温平均速率不小于 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 升温瞬态速率不超过 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$; 降温平均速率不小于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 降温瞬态速率不超过 $15^{\circ}\text{C}/\text{min}$; 每次循环在高温和低温端各保持不少于 2 小时), 效率衰降小于 2%;

5) 1MeV 电子辐照下 (@总剂量 $1.00\text{E}+14\text{e}/\text{cm}^2$) 效率衰降 $\leq 5\%$ (依照欧洲标准 ECSS-E-ST-20-08C 进行评估);

6) 太阳能电池片屈服强度: ≥ 100 MPa。

(三) 交付物及应用考核

1. 满足产品指标要求的聚光型太阳能电池模块组件 100 套, 组件之间光电转换效率偏差 $\leq 5\%$ 。

2. 产品性能指标第三方测试报告 1 份。

3. 环境试验报告 1 份。

4. 需求方用户应用报告 1 份。

(四) 项目周期

1 年。

(五) 科技经费金额

不超过 300 万元。

方向二：空间柔性辐射器用薄膜研究

（一）需求目标

本项目拟开展高面内导热系数、高红外发射率薄膜研究，解决与液冷管路可靠粘接、发射过程振动耐受等问题，研制空间用薄膜产品，以满足太空数据中心轻质高效的散热需求。

（二）技术/产品指标

1.导热系数：根据 GB/T22588-2008 进行测试，面内导热系数不低于 $1500 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) @100 \mu\text{m}\pm 10\%$ ，比热容取 $0.85 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 。

2.半球发射率：根据 GJB 2502.3-2015 航天器热控涂层试验方法第 3 部分辐射计法（方法 2031）进行测试，半球发射率不低于 0.90。

3.振动质量损失率：根据 GB/T 20810-2018 进行测试，质量损失率不高于 0.5%。

4.层间结合力：根据 GB/T 26203-2023 测试标准进行测试，最小结合强度大于 $90 \text{ J}/\text{m}^2$ ，平均结合强度大于 $95 \text{ J}/\text{m}^2$ 。

5.剥离力：根据 GB/T 2792-2014 进行测试，剥离力不低于 $45 \text{ gf}/\text{in}$ 。

6.应力：根据 GB/T 1040.3-2006 测试标准，最小拉伸强度 $\geq 60 \text{ MPa}$ ，平均拉伸强度 $\geq 70 \text{ MPa}$ ，弹性模量 $\geq 1 \text{ GPa}$ 。

（三）交付物及应用考核

1.空间柔性辐射器用薄膜 12m^2 ，单张尺寸 $\geq 300 \text{ mm}\times 400 \text{ mm}$ ，厚度 $100 \mu\text{m}\pm 10\%$ 。

2.空间柔性辐射器用薄膜制备工艺包 1 份，产品使用说明 1 份。

3.第三方测试报告 1 份。

4.需求方用户应用报告 1 份。

（四）项目周期

1 年。

（五）科技经费金额

不超过 400 万元。

方向三：空间泵驱两相流系统关键技术研究

（一）需求目标

为满足大功率空间飞行器高热流密度、高比功率散热需求，解决单相液冷系统散热系统体积大、重量重等问题，研究空间两相流散热方法，突破大流量两相泵和大容量储液器关键技术，研制空间泵驱两相流散热系统。

（二）技术/产品指标

1.研制高压头、大流量、低功耗、轻量化微型两相流驱动泵，要求泵扬程 ≥ 120 m，流量 ≥ 71 L/min，功耗 ≤ 5 kW，重量 ≤ 35 kg。

2.研制具备补偿能力及气液分离能力的储液器，确保在微重力环境下稳定工作，在最大供液量 ≥ 71 L/min 时能够为散热系统持续供液。工作压力范围 0.1~3 MPa，在温度剧烈变化（-40~+40 °C）时保持系统压力波动小于 $\pm 5\%$ 。

3.研制芯片用新型轻质高效换热蒸发冷板，通过优化材料与结构强化微纳传热，实现热流密度 ≥ 300 W/cm²，单板散热能力 ≥ 2400 W（冷板面积 ≤ 8 cm²，冷板表面温差 ≤ 5 °C）。

4.研制集成化、模块化与轻质化的泵驱两相流组件，实现不低于 100 kW 的散热能力，泵驱两相流组件重量 ≤ 100 kg，体积 ≤ 0.35 m³（不含蒸发端、冷凝端及连接管路），泵驱两相流组件供液温度调节范围-40~+40 °C，供液温度波动小于 ± 0.5 °C，流量波动小于 5%。

5.具备数据可视化监控与反馈功能，具有控制耦合预先介入能力，反馈频率不小于 5 Hz，预先介入时间不大于 1 s。

6.具备系统监测、规划、诊断、预示、智能调控等功能。

（三）交付物及应用考核

- 1.泵驱两相流组件实物 1 台。
- 2.高效换热冷板实物 1 台。
- 3.泵驱两相流组件设计报告 1 份，高效换热冷板设计报告 1 份。
- 4.满足泵驱两相流组件控制逻辑、算法、软件源代码 1 套，技术说明文档 1 份。
- 5.第三方性能测试报告 1 份。
- 6.完成力学、热学等环境适应性试验，提供第三方出具的试验报告。
- 7.需求方用户应用报告 1 份。

（四）项目周期

2 年。

（五）科技经费金额

不超过 500 万元。

方向四：天基智能通信计算融合系统关键技术研究

（一）需求目标

本项目面向未来通信网络随时随地智能化服务的需求，瞄准2030年前5G移动通信的持续发展和6G技术演进，打破传统星载设备受限于功耗与体积约束而无法支撑在轨实时数据处理与智能决策的限制，突破天基异构资源高可靠虚拟化平台、天基智能通算模型即服务、面向5G-NTN的星载轻量化核心网等关键技术，高效调度资源并抵御恶劣空间环境，构建可靠、智能、弹性化的空间智能通信与计算融合系统，推动天基通信从传统的“通道化”向“智能化”转变，实现用户服务的弹性供给。

（二）技术/产品指标

1.面向5G-NTN网络实现卫星资源的统一虚拟化调度，平台在空间辐照环境下，具有良好的鲁棒性、高可用服务性，满足任务对算力与存储的实时需求。

1)虚拟化平台具有单粒子事件告警功能，因单粒子事件导致的单比特错误能够连续运行；

2)实现虚拟化平台内计算、存储和通信资源的统一调度和规划，虚拟化调度和动态优化效率提升40%；

3)平台软件错误率小于 $1E-3$ ；

4)系统服务可用性 $\geq 99\%$ 。

2.基于AI构建动态服务适配模型，支持按需服务编排与智能决策及容灾恢复能力。

1)支持星上轻量化AI框架，模型参数量压缩至地面版本的20%以下，模型压缩后性能退化小于10%；

2) 支持在轨任务动态部署与更新, 并实现自动化维护。

3. 突破传统核心网地面依赖, 实现星上网络功能虚拟化和星上通信网络的灵活配置。

1) 单套核心网服务时延 ≤ 20 ms;

2) 支持核心网容量至少承载 1000 个用户并发连接;

3) 实现核心网通信速率自适应 (10 Gbps~100 Gbps)、通信误码率 $\leq 1E-5$;

4) 星载核心网具有自治能力。

(三) 交付物及应用考核

1. 天基智能虚拟化平台软件 1 套。

2. 天基轻量化智能模型 1 套。

3. 面向下一代通信系统的天基核心网软件原型 1 套。

4. 软件源代码及技术报告 1 套。

5. 软件第三方测试报告 1 份。

6. 测试数据集 1 套。

7. 需求方用户应用报告 1 份。

(四) 项目周期

1 年。

(五) 科技经费金额

不超过 500 万元。

方向五：基于空间算力的光学系统数字消像差关键技术研究

（一）需求目标

本项目将依托太空数据中心的超大规模算力，基于高分辨率四维光场图像数据，面向大口径空间光学系统开展光学系统数字消像差算法研究，研制消像差图像重建软件及兼顾高分辨率、大视场和轻量化的试验相机，为“天数天算”规模化应用奠定基础。

（二）技术/产品指标

1.全视场数字消像差能力：允许系统像差 $\text{RMS} \leq 3\lambda$ ($\lambda=632.8 \text{ nm}$)，校正后残差 σ （校正后波前误差均方根与校正前波前像差峰峰值的比值） ≤ 0.05 。

2.空间非一致性适应能力：分块像差校正数目 $\geq 20 \times 20$ （块）。

3.处理时间： $\leq 0.1 \text{ s}$ （@4k×4k 图像，25 景，10 PFLOPS）。

4.试验光学系统：离轴两反光学系统（单图像探测器），光学口径 $\geq 200 \text{ mm}$ 。

（三）交付物及应用考核

1.试验光学系统样机 1 套。

2.满足产品指标要求的算法软件 1 套。

3.试验光学系统第三方测试试验报告 1 份。

4.算法软件第三方性能测试报告 1 份。

5.需求方用户应用报告 1 份。

（四）项目周期

2 年。

（五）科技经费金额

不超过 500 万元。