附件1

科学载荷主要技术要求

| 序号 | 科学载荷 | 探测任务 | 主要功能 | 主要指标 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 地貌相机 | 通过双目获取着陆区域月面立体图像，研究月面地形地貌特征，并为巡视器、作业机器人在月面行走规划提供场景支撑。 | 1. 具备获取着陆区月表彩色图像功能；
2. 具备在轨三维重建功能；
3. 具备指向二维调整能力；
4. 具备静态拍照和动态摄像功能；
5. 具备自动曝光和手动曝光功能；
6. 具备消减杂散光功能；
7. 具备图像压缩功能；
8. 具备月夜生存能力
 | 1. 波段范围：可见光；
2. 成像距离：8m ~ +∞；
3. 有效像元数量：≥5120×3840像素（单目）；
4. 视场角：≥27°×20°（单目）；
5. 信噪比S/N(dB)：≥30（月面反射率：≥0.09，太阳高度角8°）；
6. 系统静态传函MTF：≥0.2（全视场，物距∞）；
7. 动态摄像帧频：5Hz；
8. 三维重建精度：优于5%（成像距离≤100m）；
9. 杂散光系数：≤6%；
10. 数据压缩比：静态拍照2:1，动态摄像16:1；
11. 指向调整范围：方位-180°~+175°，

俯仰-85°~ +60°；1. 指向精度：≤±0.2°；
2. 包络尺寸：≤430mm×420mm×200mm；
3. 重量：≤7.4kg；
4. 功耗：≤50W；
5. 寿命：≥8年
 |
| 2 | 原位资源利用试验装置 | 利用太阳能实现原位月壤熔融并制造为功能件，具有对其进行力、热特性测量的能力，可通过作业机器人实现月壤功能件的简易拼装。 | 1. 具备接收月壤功能；
2. 具备太阳能高效汇聚/传输功能；
3. 具备月壤熔融成型为月壤功能件功能，且功能件可拼接；
4. 具备对月壤熔融成型过程进行形貌、温度监测功能；
5. 具备对成型后功能件进行力、热参数测量功能；
6. 具备将功能件传递至作业机器人的功能；
7. 具备月夜生存能力
 | 1. 月壤成型速率：≥40cm3/h;
2. 功能件抗压强度：≥10MPa；
3. 温度场测量：范围：600℃-1600℃，误差：≤±10℃；
4. 力、热测量：抗压强度测量范围：0.5-15MPa，

导热率测量范围：0.1-10W/（m.K），力热测量参数误差：≤10% F.S；1. 月壤功能件成型尺寸：

50mm×50mm×30mm~100mm×100mm×60mm；1. 成型误差：≤4mm；
2. 顶板安装包络尺寸：≤800mm×800mm×1100mm；
3. 侧板安装包络尺寸：≤370mm×500mm×700mm；
4. 重量：≤50kg；
5. 功耗：≤200W；
6. 寿命：成型制造功能≥1年，力热测量功能≥4年。
 |
| 3 | 月表低频电磁场探测仪 | 获取月球低频电场、磁场观测数据，为研究月球深部电性构造等提供科学依据。 | 1. 具备电场二维矢量探测功能；
2. 具备磁场三维矢量探测功能；
3. 具备通过作业机器人进行电场及磁场探头在月面的布设功能；
4. 具备在轨定标功能；
5. 具备月夜生存能力
 | 1. 电磁场频带范围：DC~1kHz；
2. 噪声水平：

电场：2μV/m/√Hz@1Hz，磁场：10pT/√Hz@1Hz，0.1pT/√Hz@1kHz；1. 单传感器测量误差：≤1% F.S；
2. 动态范围：电场：±0.05V/m，磁场：±100nT；
3. 探头可展开电缆长度：≥28米；
4. 着陆器表安装包络尺寸：≤400mm×400mm×300mm；
5. 重量：≤23kg；
6. 功耗：≤22W；
7. 寿命：≥8年
 |
| 4 | 月壤剖面热流测量仪 | 通过将传感器贯入月壤直接测量不同深度的温度，获取次表层月壤温度梯度数据。开展月球内部、太阳辐射热流传导特征及临界点研究，建立热流长期测量系统。 | 1. 具备锁紧和月面释放功能；
2. 具备自动贯入月壤功能；
3. 具备月壤温度测量功能；
4. 具备贯入器回收并换位重新贯入功能；
5. 具备月夜生存能力。
 | 1. 月壤贯入行程：≥5m；
2. 单次贯入能量：≥1J；
3. 温度测量量程：-200℃~+50℃；
4. 温度测量误差：±0.01℃@（-50℃~0℃），±0.3℃@（其他温度范围）；
5. 可重复贯入次数：≥3次；
6. 拔出力：≥600N；
7. 包络尺寸：≤990mm×600mm×240mm；
8. 重量：≤9kg；
9. 功耗：≤20W；
10. 寿命：≥8年。
 |
| 5 | 月基对地观测辐射计 | 通过公共转动机构的指向调整，开展对地球长期宏观辐射探测，获取地球的辐射能量差额数据和地球整体在月球方向的绝对辐射累积能量，对地球气候系统进行研究。 | 1. 具备地球全谱段能量辐射探测功能；
2. 具备地球对太阳光反射能量探测功能；
3. 具备在轨定标功能；
4. 具备杂光抑制功能；
5. 具备月夜生存能力。
 | 1. 探测谱段：通道1：0.2~100μm，

通道2：0.2~ 4.3μm，通道3：0.7~ 4.3μm，通道4：4.3~100μm，监测通道：0.2~1.1μm；1. 视场角：≥2°；
2. 辐射功率测量精度：优于0.1μW；
3. 时间分辨率：优于20min；
4. 辐射计主体包络尺寸：280mm×290mm×510mm；
5. 重量：≤17kg；
6. 功耗：≤80W；
7. 寿命：≥8年。
 |
| 6 | 月基对地观测面阵多光谱仪 | 通过公共转动机构的指向调整，与月基对地观测辐射计同步开展对地成像探测，获取地球整体多光谱影像数据，开展地球气候系统辐射差额研究。 | 1. 具备对紫外-近红外及中波红外谱段的多光谱成像功能；
2. 具有可见到短波红外的精细光谱探测功能；
3. 具备偏振光探测功能；
4. 具备在轨定标功能，可通过内部定标模块实现内定标，通过冷空间及恒星观测实现外定标；
5. 具备月夜生存能力。
 | 1. 成像光谱波长（λ）及光谱分辨率(FWHM )：

紫外~可见谱段(UV-VIS)：388nm/±5nm；443nm/±5nm（偏振）；551nm/±5nm；680nm/±5nm（偏振）；764nm/±5nm；779.5nm/±5nm（偏振）；短波红外谱段(SWIR)：1360nm/±200nm；中波红外谱段(MWIR)：3700nm/±200nm；6750nm/±200nm；1. 像元角分辨率：优于27urad@UV~VIS

优于54urad@SWIR/MWIR；1. 偏振方向： 0°、60°、120°；
2. 偏振方向误差：优于±0.2°；
3. 系统传递函数MTF：优于0.1；
4. 动态范围：优于40 dB；
5. 杂光抑制能力：优于1%；
6. 图像信噪比：≥100@UV~VIS/SWIR

≤0.3K@MWIR；1. 视场角：≥2°；
2. 主体包络尺寸：530mm×410mm×260mm；
3. 重量：≤23kg；
4. 功耗：≤85W；
5. 寿命：≥8年。
 |
| 7 | 软X射线望远镜 | 通过公共转动机构的指向调整，对地球磁层进行全景成像观测，获取地球磁层顶和极尖区的图像和视频数据，开展太阳风-磁层相互作用动力学特征研究。 | 1. 具备宽视场软X射线成像功能；
2. 具备在轨定标功能；
3. 具备月夜生存能力。
 | 1. 软X射线探测能段：0.2keV~5keV；
2. 观测视场：15°×15°；
3. 空间分辨率：≤4.5角分@0.5keV；
4. 光学有效面积：≥6cm²/pixel；
5. 时间分辨率：≤60s；
6. 动态范围：0-8000光子事件/s；
7. 信噪比：>5@0.5keV；
8. 包络：≤385mm×455mm×727mm；
9. 重量：≤25kg；
10. 平均功耗：≤56W；
11. 寿命：≥8年。
 |
| 8 | 小型陆生生态实验装置 | 在月球表面受控密闭环境中引入原位月壤，构建和运转由植物、微生物构成的两链环小型陆生生态系统，获取月球表面密闭环境下陆生生态系统数据，阐明植物从萌发到形成幼苗的生命过程对月面重力、辐射、磁场等环境因素的相应规律，解答月壤资源的生物利用可行性问题，为生物再生生命保障技术应用于月球基地提供科学依据。 | 1. 具备月面密闭环境下构建两生物链环的生态系统的功能；
2. 具备将地面携带的生物样品月面释放的功能；
3. 具备接收月壤功能；
4. 具备开展基于地球土与原位月壤的生物培养在轨比对实验功能；
5. 具备光照、水分运输等生保功能；
6. 具备培养装置内温湿度、气压、气体成分、电离辐射计量等环境条件的监测与功能；
7. 具备温度调节功能；
8. 具备冷凝水循环利用功能；
9. 具备图像信息采集存储和传输功能；
10. 具备月夜生存能力。
 | 1. 密封培养室数量：≥2；
2. 植物种子播种次数：≥2/培养室；
3. 原位单次接收月壤容积：≥150ml；
4. 密闭腔体漏率：优于1×10-3Pa·m3/s；
5. 装置内部环境控制要求：

温度控制误差：优于2℃，CO2控制误差：300 ppm-10000 ppm，内部光源强度：不小于150 μmol·m-2·s-1@可见光；1. 装置内部环境监测要求：

温度测量误差：优于0.1℃，相对湿度测量误差：优于1%，气体压力测量误差：优于0.01kPa，CO2浓度测量误差：0-3000ppm范围，±40 ppm，3000-10000ppm范围，±2% F.S；1. 图像采集要求：

波段范围：可见光，景深：≥15cm，有效像元数量：≥1600×1200，视场角：≥60°，信噪比 S/N(dB)：≥35dB；1. 生物指标要求：

在完整月昼期植物培养阶段，植物生长不少于2片真叶，在微生物培养阶段，培养室内CO2浓度升高量不小于1000ppm；1. 包络尺寸：舱外部分≤95mm×88mm×135mm，舱内部分≤275mm×250mm×903mm；
2. 重量：≤36 kg；
3. 平均功耗：≤100 W；
4. 寿命：≥1年。
 |
| 9 | 月表原位样品分析与存储装置 | 在巡视路径上，原位开展月表样品的采集、处理、分析和存储，获取样品矿物相组成、化学成分和挥发分及稀有气体等探测数据，测定样品年龄，为岩浆洋演化和月球撞击历史等提供科学数据；优选珍贵样品存储，为后续任务返回地球开展详细研究。 | 1. 月面岩石拾取功能；
2. 定量月壤采集功能，
3. 月岩打磨、筛分、传送、处理功能。
4. 样品的矿物组成、岩性、元素含量分析功能；
5. 原位定年功能；
6. 在轨定标功能；
7. 样品存储功能；
8. 样品储存器自释放至月面功能；
9. 具备月夜生存能力。
 | 1. 组分元素分析：
	1. 分析能力：区分辉石、橄榄石、长石、石英等矿物亚类，定量分析玻璃含量，
	2. XRF元素分析种类：Na ~ U全元素分析，最低检出限：10ppm，
	3. XRD矿物定量分析检出限：1.0 wt.%，
	4. 定量分析精度：优于10%；
2. 同位素测量指标：
	1. 可测量元素种类：Ne和Ar；
	2. K-Ar定年误差：优于15%；
3. 样品处理：
	1. 研磨筛分后粉末样品粒度：≤80μm，
	2. 分析次数：≥36 次，
	3. 加热温度：≥900℃，
	4. 密封漏率：优于1.0×10-4Pam3/s，
4. 采样工具包：
	1. 月壤定年样品质量：200±25mg，
	2. 月壤定年样品最大粒径：≤1mm，
	3. 拾取岩石直径范围：15~45mm，
	4. 拾取岩石样品夹持保持力：≥50N，
	5. 浅层铲挖深度：≥30mm；
5. 扫描形貌分析：
	1. 显微成像分辨率：优于700nm；
6. 样品存储单元：
	1. 存储样品质量≥0.5kg，体积≤φ70mm×80mm；
7. 重量：≤20kg；
8. 平均功耗：≤100W；
9. 舱内部分包络尺寸：≤300mm×180mm×220mm；
10. 寿命：≥8年。
 |