

ACEP



任务与航天器

半人马座 α 星探索探测器



航天器位于地球上空的效果图

探索比邻星系统

ACEP 是一艘无人科学航天器，用于探索比邻星及其行星比邻星 b。它将星际转移、轨道观测和条件允许时开展的大气探测融为一体自主任务。

星际环境

测量恒星之间的尘埃、粒子与辐射。

行星观测

绘制行星地图，研究其表面与大气。

局部探测

利用 Atmos 沿大气层内的下降路径采样探测环境条件。

比邻星 b 为何重要

近距离测量可揭示这颗近邻行星如何响应其恒星的影响，以及它是否仍保有大气。

比邻星

一颗活跃的红矮星



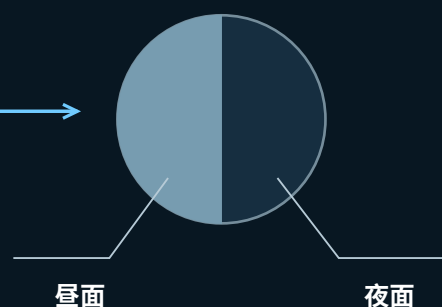
近圆轨道

偏心率 0.02 · 轨道速度 ≈ 47 km/s

示意图，未按比例绘制。

比邻星 b

ACEP 目标参考资料



0.0485 au

平均轨道距离

4.25

距太阳的距离，单位：光年

11.18

每圈公转周期，单位：地球日

7.25

距恒星的距离，单位：百万公里

一年仅有十一天

比邻星是距太阳最近的恒星。比邻星 b 沿近圆轨道运行，轨道距离约为日地距离的二十分之一。尽管距离如此之近，这颗暗淡红矮星提供的单位面积恒星能量仍仅为地球所接收量的约 64%。其耀斑使大气能否存续成为一项核心科学问题。

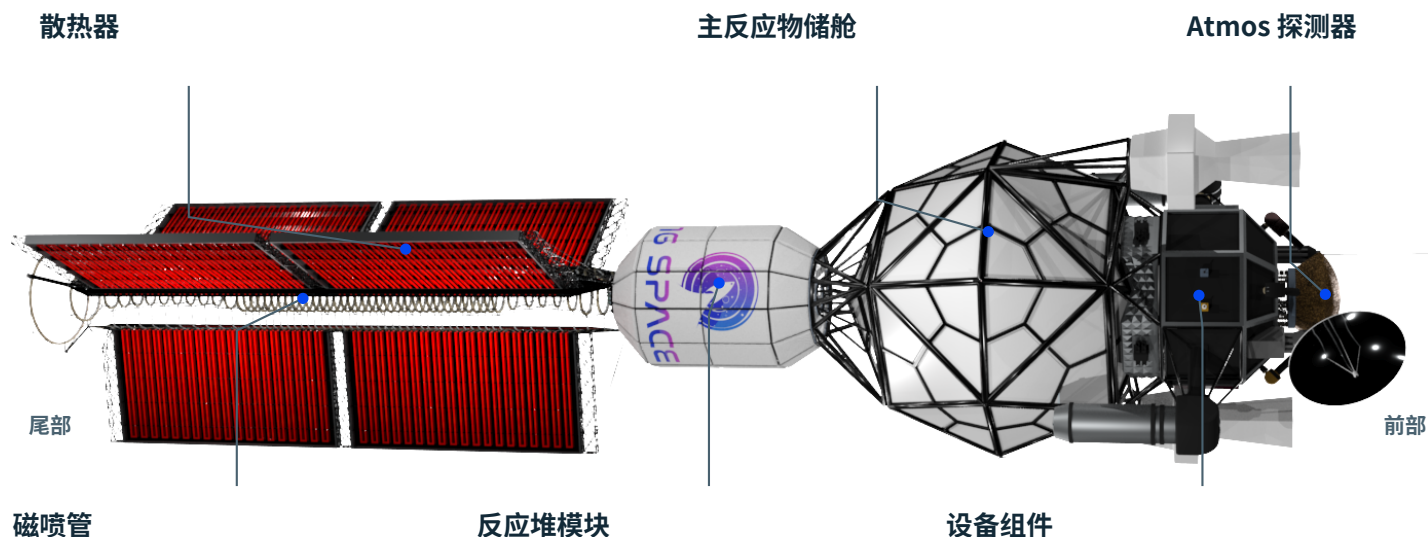
潮汐锁定的世界

在 ACEP 的目标参考资料中，比邻星 b 处于潮汐锁定状态：每公转一圈自转一周，始终以同一半球朝向恒星。永久昼面与夜面的分界称为晨昏线。ACEP 将研究两侧的温差，以及大气（若存在）如何重新分配热量。

光年是距离单位；一个天文单位（au）约等于日地距离。偏心率衡量轨道的拉长程度，零表示圆形。1.06 个地球质量这一质量下限由恒星运动推得，真实质量取决于轨道倾角。

航天器导览

结构桁架连接推进装置、主反应物储舱和前部设备组件。



侧视图，未显示内部组件。

16.80 m

总长

4.60 m

收拢状态最大直径

1,000 kg

干质量，含 Atmos

电力与热控支持

三台热电发电机的额定总输出为 100 kW。两组 500 Wh 电池提供 1 kWh 标称储能。散热器的有效辐射面积为 54 m²。

储存的反应物

满载质量为 78,146 kg：包括 77,100 kg 主反应原料、32.0 kg 反质子、14.0 kg 金属氢，以及航天器干质量。

设备与外部系统

前部系统容纳计算、导航与科学设备。两个 MADS 喇叭天线在加速阶段提供防护。光发射机面向地球传输，无线电设备接收 Atmos 数据。

辅助机动

三套推力器各有四个出口；在具备所需共用支持功能时，任意两套即可支持完整运行。金属氢无需氧化剂即可提供推力和热量。

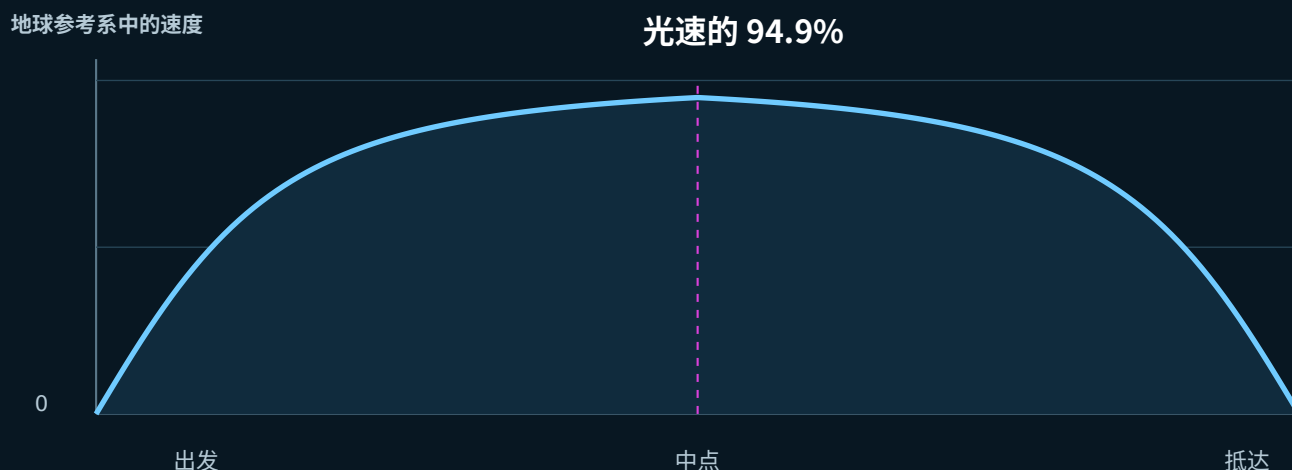
MADS：微波主动碎片防护系统。金属氢的稳定方法未披露。前部与尾部是航天器的固定两端，其相对航迹的朝向在转向时改变。

加速与减速

持续推力使 ACEP 在转移航程前半段加速，并在中点转向后减速。



转向改变的是姿态，而非飞行方向。



1,288 天

ACEP 舰上经历的时间

5.8 年

地球参考系中经历的时间

该飞行剖面采用 1 g 的固有加速度，在舰上测得，大小等于地球标准重力加速度。转向发生在第 644 天。根据相对论，舰上与地球参考系中经历的时间不同，但两者的时钟均正常运行。

MADS 提供去程防护。受控防护交接要求在整个转向过程中保持充分覆盖；之后 MADS 保持关闭，由沿航路指向前方的喷流提供防护。交接细节与遭遇条件限制未披露。

横轴：地球参考系中经历的时间。未计入转向及抵达时的局部机动。

双堆芯反应堆内部

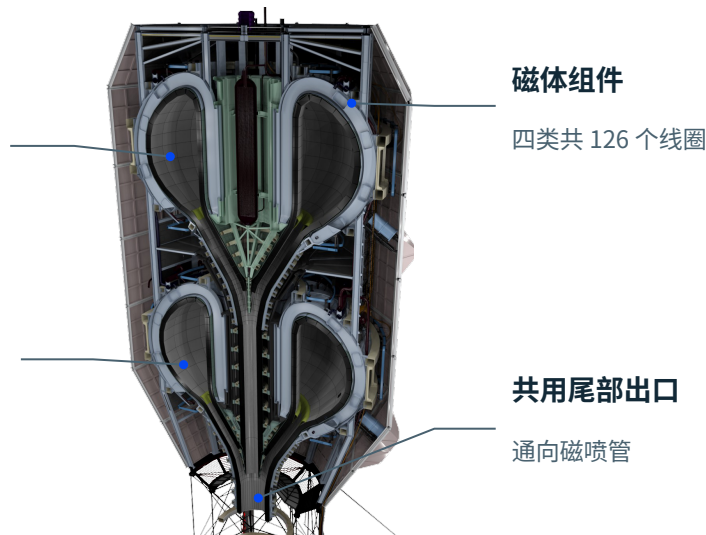
双堆芯磁约束反质子增强聚变反应堆（DCMCAAFR）

C1 • 前部堆芯

第一环形腔室

C2 • 尾部堆芯

第二环形腔室



每对可见的叶瓣状结构表示一个环形堆芯。

约束与受控引出

两个环形腔室沿航天器轴线依次排列。超导磁体组件约束等离子体（一种电离气体）并控制其形状。引出场将两股流引入共用尾部过渡段和磁喷管。定向喷流在相反方向产生推力。

聚变与反质子增强

反应堆接收质子-硼-11 反应原料及定量供给的反质子。详细反应链、能量产额和转换过程未披露。任务性能依据有效推进参数和反应物储量确定。磁场引导带电等离子体；光子和次级粒子则需要屏蔽与热管理。

控制与故障隔离

各堆芯具有独立的约束、注入、诊断与防护功能。AURAI 选择装置运行模式，局部控制器调节场、进料与等离子体。只要所需支持功能保持在限值内，任一堆芯均可在装置总功率需求不超过 187.5 MW 时支持持续运行。置于安全状态的设备仍按需维持冷却与包容防护。

375 MW

反应堆装置额定功率

100 kW

TEG 模块额定总功率

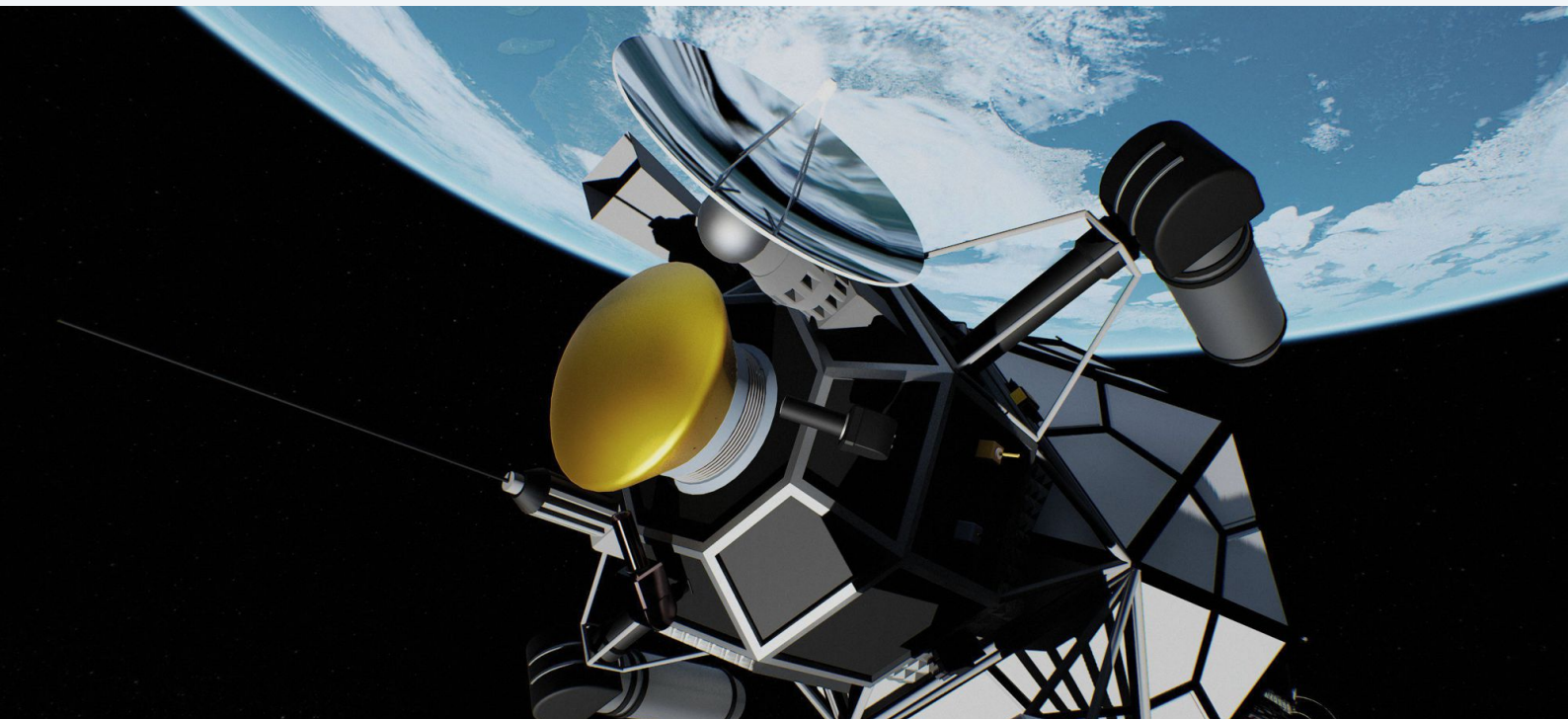
6 MW

1,300 K 时的散热参考值

热电发电机将回收热量转化为电能，散热器排出废热。装置功率与喷流功率各有独立定义。详细能量与热量收支、等离子体耦合和反质子约束方式未披露。

从轨道到大气

母船提供大范围行星覆盖，Atmos 则沿一条下降路径补充直接测量。



前部组件

Atmos 是前端的金色大气进入舱。

航天器位于地球上空的效果图。

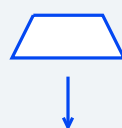


轨道观测

标称高度 200 km

近圆极轨道支持大范围测绘。轨道运动是绕行星持续进行的自由落体运动。最终进入的轨道依据当地重力与几何参数的测量结果确定。

图像与热图揭示地表特征和温度分布。光谱分析识别光中的化学特征，激光测距测量距离。



Atmos 下降探测

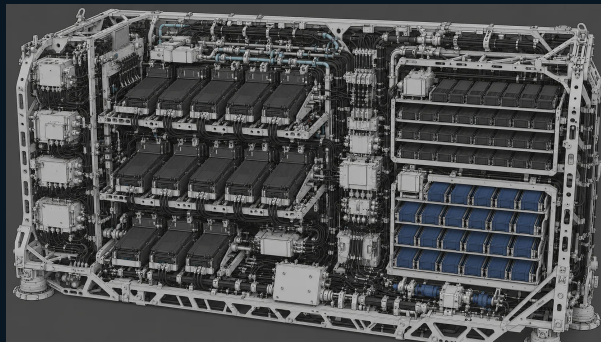
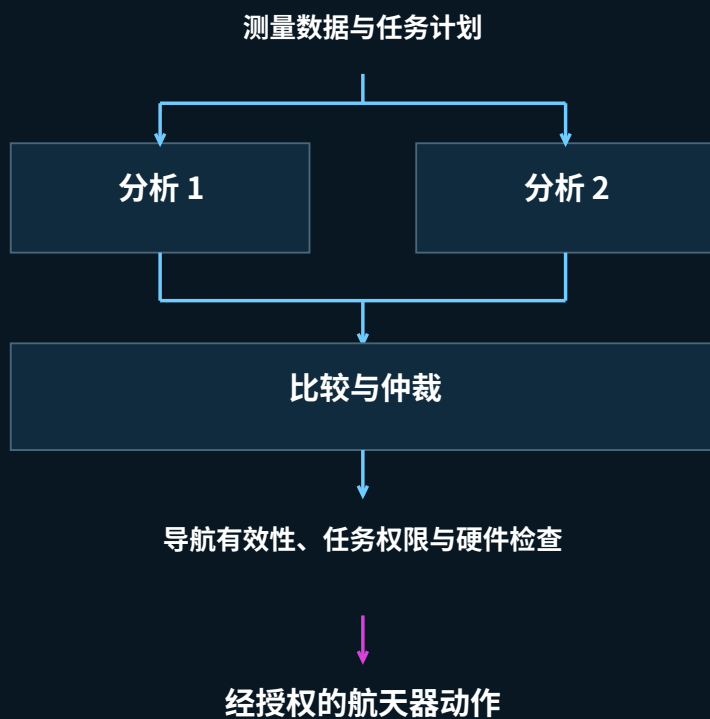
50 kg 可分离探测器

Atmos 测量压力、温度、气体与粒子。其烧蚀防热层通过损耗材料带走进入时产生的热量。电池为仪器供电，本地无线电链路将数据传回 ACEP。

释放探测器须具备适宜的大气与进入条件。Atmos 不配备降落伞、着陆或回收系统；其科学成果仅为 ACEP 舰上接收并保存的记录。

AURAI 与舰上决策

自主统一冗余分析智能系统整合任务证据，预测结果，并识别正在发展的故障。



AURAI 计算设备

计算基础设施

3

CPUs

10

GPUs

32

SSD 驱动器

20

归档单元

两个逻辑分析实例比较各自的评估结果。它们共用部分硬件与输入，因此意见一致并不能排除共同错误。意见不一致时，推迟动作或触发规定的安全响应。仅有一个有效实例时，已存储的任务序列在预先授权的约束条件内继续执行，不自行修改重大决策。

2 套主组件 + 1 套辅助组件 · 4 个电源
1 个 SSD 控制器 · 1 个全息归档控制器

CPU 负责通用处理，GPU 执行并行计算。SSD 提供固态存储，全息单元负责长期归档。

AURAI 受保护的导航融合系统结合惯性、光学和经验证的 X 射线脉冲星测量。制导、导航与控制系统利用经确认有效的状态来引导航天器。脉冲星是旋转的中子星，具有可观测到的规律脉冲。

从航天器到地球

本地无线电、舰上存储和光学下行链路共同保存并传输任务的科学记录。



星际链路仅供发送：不存在从地球向航天器发送指令或确认信息的路径。采集、发送与接收具有不同的时间戳。仅发出信号并不能确认数据送达。



任务控制室

结合上下文解读每个数值

来源与状态 / 事件时间与参考系 / 单位与不确定度
区分实测值、重建值、预测值和不可用值。

ACEP Advanced Telemetry

ACEP 是航天器。ACEP Advanced Telemetry 是其任务监测界面，呈现以航天器为中心的导航、推进、电力、通信与科学系统状态。

界面的实时刷新并不会消除星际信号时延。