

Open Satellite Ecosystem Alliance

开源卫星生态联盟

技术白皮书

像组装电脑一样组装卫星 · 像开发 APP 一样开发卫星应用

隶属：开源太空生态联盟 OSEA

联盟官网：www.openspace-ea.com

联系邮箱：contact@openspace-ea.com

2026 年 6 月

一、摘要

卫星是商业航天产业链中规模最大、应用最广、创新最活跃的核心环节。随着低轨巨型星座建设加速推进，全球卫星产业正迎来从“定制化单件”向“标准化量产”、从“封闭系统”向“开放生态”的深刻变革。然而，当前卫星产业面临平台接口封闭、载荷适配困难、软件生态割裂、研发周期长成本高、重复造轮子严重等问题，严重制约了卫星应用的规模化爆发。

开源卫星生态联盟（Open Satellite Ecosystem Alliance，简称 OSEA-Sat）是开源太空生态联盟（OSEA）旗下的核心子联盟，专注于卫星领域的全栈开源标准体系建设。联盟以 OpenSatHW（开源卫星硬件体系）、OpenPayload（开源载荷标准）、OpenSatOS（开源卫星软件体系）、OpenAOS（管控与运维平台）、OpenCertification（权威认证体系）五大支柱为核心，致力于构建一个像个人电脑和智能手机一样开放、标准化、生态化的卫星技术体系。

愿景

打破卫星技术壁垒，让构建卫星像组装电脑一样简单，开发卫星应用像开发 APP 一样高效，打造全球领先的开源卫星生态体系。

二、卫星产业的历史性变革

2.1 从“单一定制”到“规模组网”

传统卫星研制以“单星定制”模式为主，每颗卫星从需求论证到发射入轨通常需要 3-5 年，单星造价动辄数亿元，研发过程高度封闭，软硬件系统严重耦合，难以形成规模化生产与应用生态。这种模式在高轨大型通信卫星、科学探测卫星时代具有合理性，但已无法适应低轨巨型星座时代的发展需求。

以 Starlink、OneWeb、星网工程为代表的低轨星座项目，单期部署规模动辄数千甚至数万颗卫星，对卫星的批量制造、快速迭代、低成本、标准化提出了全新要求。卫星正从“高大上的航天器”向“太空基础设施的标准化节点”转变，产业化、模块化、软件定义成为核心趋势。



低轨巨型星座时代对卫星标准化提出全新要求

2.2 软件定义卫星成为主流

卫星功能正从以硬件为核心向以软件为核心演进。通过标准化软件框架、可重构载荷、在轨应用安装等方式，能够极大提升卫星任务灵活性与应用价值。未来卫星应能像智能手机一样，在不改动硬件的前提下通过安装新应用实现能力扩展。

三、联盟定位与核心使命

开源卫星生态联盟（OSEA-Sat）是面向全球卫星产业的开放技术联盟。联盟不直接制造卫星，而是承担卫星产业“技术基石”和“生态连接器”的关键角色。

3.1 四大核心使命

 标准制定 制定统一的卫星硬件接口、载荷接口、软件体系、通信协议等开源技术标准，确立行业通用规范。	 技术验证 搭建公共仿真测试环境与在轨验证机会，对新技术新产品进行可行性与可靠性验证，加速成果转化。
 生态培育 培育开发者社区，建设应用市场，推动硬件、软件、载荷、数据等全链条资源共享与协作。	 权威认证 建立统一的兼容性、可靠性、安全性认证体系，为优质产品与服务颁发“品质通行证”。

3.2 我们的承诺

- 标准开放：所有核心标准文档向成员开放，鼓励广泛采用与反馈；
- 参考实现开源：提供基于开源许可的硬件参考设计与软件参考实现；
- 中立非营利：联盟不与成员进行商业竞争，专注于基础设施建设；
- 知识产权清晰：明确开源层与商业层边界，保护成员创新权益；
- 国际协作：积极对接国际开源卫星社区与标准组织，推动全球协同。

四、开源卫星技术体系：五大核心支柱

OSEA-Sat 构建了覆盖卫星硬件、载荷、软件、运维、认证五大领域的完整开源技术体系，形成开放、兼容、可靠的卫星技术生态闭环。



五大支柱共同构建开源卫星完整技术体系

支柱	定位
OpenSatHW	开源卫星硬件体系——定义卫星平台机械、电气、数据等统一接口，实现不同厂商部件兼容互换
OpenPayload	开源载荷标准——统一各类载荷的安装、供电、通信、散热、驱动规范，实现即插即用
OpenSatOS	开源卫星软件体系——提供统一星上 OS、中间件、SDK 与开发工具链
OpenAOS	管控与运维平台——一体化测控、运控、健康管理与任务调度云平台
OpenCertification	权威认证体系——兼容性、可靠性、安全性三级认证

4.1 OpenSatHW 开源卫星硬件体系

OpenSatHW 针对不同任务量级定义了四级标准平台，覆盖从微小卫星到中型卫星的主流场景，每一级平台均有明确的重量、尺寸、功耗与能力指标：

平台等级	定位	典型应用
OpenBus-50	50kg 级轻量化平台	适用于低轨小卫星星座批量部署、物联网通信、遥感验证
OpenBus-100	100kg 级高性能平台	更强载荷承载与扩展能力，适用于主力遥感、通信卫星
OpenBus-300	300kg 级中型平台	平衡性能与成本，适用于高分辨率遥感、复杂科学任务
OpenBus-500	500kg 级大型平台	支持复杂载荷与长寿命设计，适用于高价值业务卫星

统一接口规范：每个平台等级统一规定以下接口标准，确保跨厂商部件的兼容互换。

- 机械接口：外形尺寸、安装孔位、结构连接点、质量特性；
- 电源接口：供电电压、功率等级、接插件定义、配电规范；
- 数据接口：总线类型、通信协议、数据格式、带宽与时延要求；
- 热控接口：热通路规范、温度范围、散热功率；
- 电磁兼容：EMC/EMI 规范，确保模块间互不干扰；
- 软件接口：驱动层 API、设备抽象层、标准化配置文件。

4.2 OpenPayload 开源载荷标准

OpenPayload 统一各类有效载荷与 OpenBus 平台之间的全链路接口规范，让不同厂商、不同类型的载荷能够无缝接入标准平台，实现“即插即用”。

标准覆盖的载荷类型包括但不限于：光学遥感载荷、SAR 合成孔径雷达、红外遥感载荷、空间态势感知载荷、AIS/ADS-B 等信号接收载荷、激光通信载荷、导航增强载荷、AI 在轨计算载荷等。墨子号量子科学实验卫星、天智一号软件定义卫星等已通过标准化接口设计验证了此类方案的可行性。

4.3 OpenSatOS 开源卫星软件体系

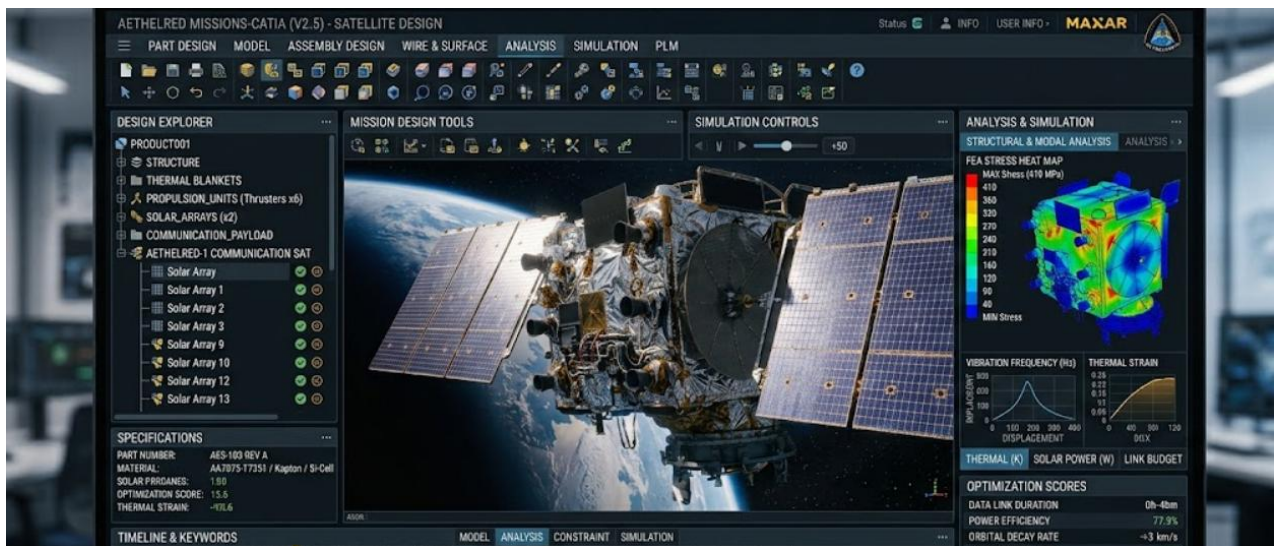
OpenSatOS 是开源卫星生态的软件核心，为卫星应用开发者提供与地面移动开发同等便捷的星上软件开发体验，让卫星应用开发真正像开发手机 APP 一样高效。

面向不同场景的基础操作系统：

- Linux 内核：支撑大中型卫星复杂计算任务与生态扩展，兼容丰富的开源软件库；
- RTOS 实时内核：保障小型卫星高实时、高可靠、强确定性的严苛任务需求；

OpenSatOS 在 OS 内核之上定义了统一的中间件层，屏蔽底层硬件差异，为应用提供标准化服务：

- 消息总线：提供统一的组件间发布/订阅通信机制；
- 设备管理：标准化设备枚举、配置、驱动加载与状态监控；
- 遥测遥控接口：统一 TM/TC 格式与处理流程；
- 日志系统：统一日志记录、存储与下传规范；
- 故障管理机制：标准化故障检测、隔离、恢复（FDIR）策略。



开发者工具：

- SDK：提供完整的应用开发 SDK、API 文档与示例代码；
- 仿真开发环境：提供宿主机仿真环境，开发者无需硬件即可开发调试；
- CI/CD 体系：支持自动化构建、测试、部署流水线；

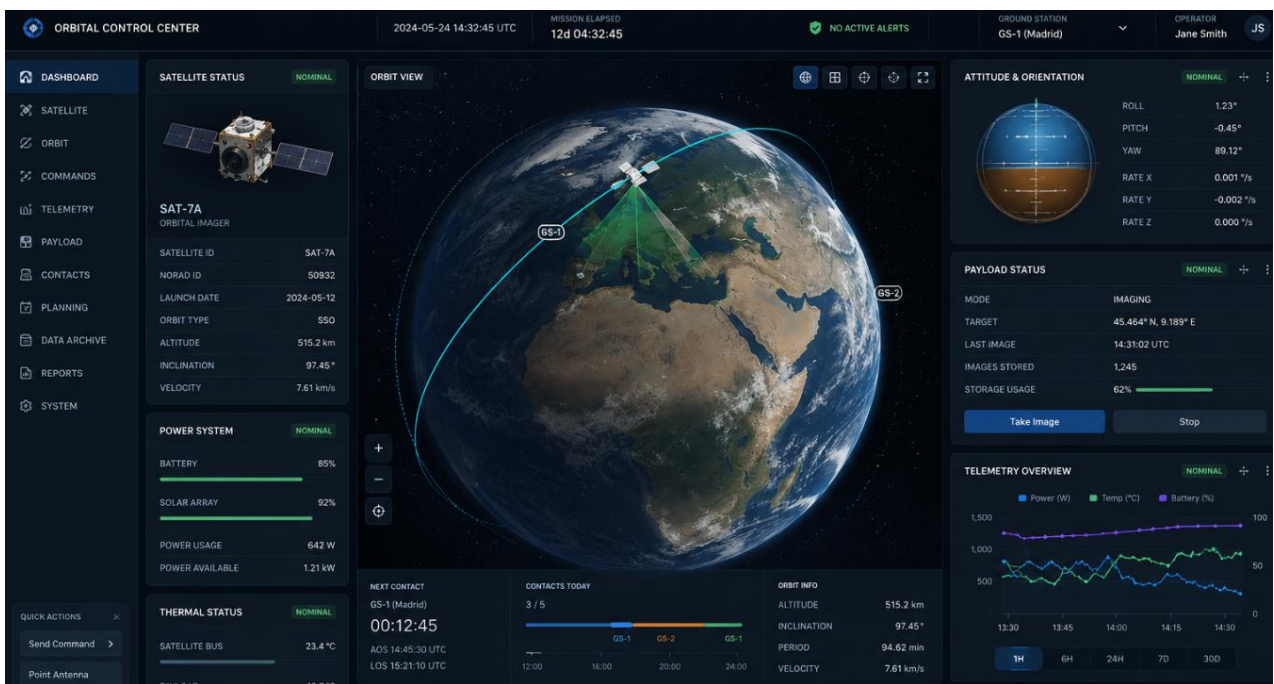
- 测试体系：提供单元测试、集成测试、硬件在环测试（HIL）工具；
- 数字孪生环境：提供高保真数字孪生平台，支持任务级仿真与在环验证。

4.4 OpenAOS 管控与运维平台

OpenAOS 是面向卫星全生命周期的云端管控与运维平台，提供从在轨管理到日常运维的一体化数字化能力。

卫星管理：

- 全维度管理：覆盖姿态控制、热控、电源、通信等等；
- 复杂场景规划：支持通信链路分析、自主任务规划、编队飞行与星座协同等等；
- 硬件在环：支持物理星载计算机与本地仿真环境联动，进行高可信度验证；
- 数字孪生：构建卫星数字孪生体，支撑全生命周期数据管理与预测性维护。



OpenAOS 连接卫星、地面站与应用，构建一体化运维网络

全面的在轨数据运维能力：

- 遥测数据实时分析：对遥测数据进行实时解析、可视化与趋势分析；
- 异常自动告警：基于规则与 AI 模型实现异常自动检测、告警与根因分析；
- 自动化任务调度：支持多星多任务的智能调度与冲突消解；

- 安全在轨升级：支持安全可靠的在轨软件推送与升级；
- 大规模星座运维：支撑数百至数千颗卫星的集群化管理与稳定运行。

4.5 OpenCertification 认证体系

为保障生态的健康有序发展，OSEA-Sat 建立了三层递进的权威认证体系，对联盟内软硬件产品及服务进行合规性检测与认证。

认证层级	认证内容
基础层认证：平台与载荷	覆盖硬件平台架构、核心板卡、关键载荷模块的机械、电气、接口一致性，确保底层设施的标准化与通用性。
核心层认证：软件与兼容性	验证星上软件、中间件、应用的接口一致性、互联互通性，确保软硬件高效适配、“即插即用”。
保障层认证：可靠性与安全	通过严苛环境测试、可靠性试验、安全漏洞检测、供应链 SBOM 审查，筑牢系统质量与安全底座。

认证核心价值

- 提升产业互信：经权威认证的产品代表更高质量标准，成为生态“品质通行证”，降低交易信任成本；
- 降低集成成本：统一认证规范实现“即插即用”，大幅减少适配与测试投入；
- 促进协同发展：构建统一技术语言，打通协作壁垒，加速成果转化与产业规模化。

五、结语

个人电脑产业因 IBM PC 兼容标准而繁荣，智能手机产业因 Android 开放生态而爆发。我们相信，卫星产业同样需要一套开放、统一、可持续演进的技术标准体系来释放规模化创新的巨大潜力。开源卫星生态联盟（OSEA-Sat）正是这一历史使命的承担者。

我们诚挚邀请全球卫星制造商、载荷供应商、元器件厂商、软件开发者、云服务商、高校科研院所及应用单位加入联盟，共同制定标准、共建平台、共推认证、共享生态，携手打造一个开放协作、创新活跃、繁荣共赢的开源卫星新生态。

在开源的旗帜下，太空不再遥远，卫星触手可及。

加入我们

开源卫星生态联盟 Open Satellite Ecosystem Alliance (OSEA-Sat)

隶属于开源太空生态联盟 OSEA

官方网站: www.openspace-ea.com

联系邮箱: contact@openspace-ea.com

让卫星标准化，让太空更开放