

Open Satellite Hardware System

开源卫星硬件体系

白皮书

用开源开放的标准定义卫星硬件新生态

以标准筑壁垒 · 以认证立信任

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 7 月

一、摘要

卫星硬件是商业航天产业的物质基础，也是当前产业规模化发展的核心之一。传统卫星硬件研制以定制化模式为主，接口封闭、复用率低、研制周期长、成本高昂，严重制约了卫星制造和发射的规模。随着低轨巨型星座建设加速，卫星硬件正从“单件定制”向“批量生产”转型，标准化、模块化、开放化成为不可逆转的产业趋势。

开源卫星硬件体系（OpenSatHW）是开源卫星生态联盟提出的卫星硬件开放标准体系。该体系通过定义统一的机械、电气、数据、热控等接口规范，使不同厂商的部件能够兼容互换，从而大幅降低产业整体研发成本，加速卫星应用创新。

对硬件厂商而言，参与开源体系通过开放接口定义权来参与行业标准制定，可以实现规模化总量增长，通过开放通用层换取在制造、验证、高附加值模块等核心领域的强化。

本白皮书系统阐述了开源卫星硬件体系的核心理念、技术架构、商业逻辑与参与路径，旨在帮助卫星硬件厂商理解开放标准背后的商业价值，找到适合自身的生态定位与发展策略。

核心观点

开源不是目的，而是手段——通过开放接口建立行业标准，通过标准统一催生规模效应，通过规模效应放大厂商的制造、验证、品牌优势，最终实现更高的总量营收和更强的生态话语权。

二、卫星硬件产业的现状与变革

2.1 传统模式的结构性困境

长期以来，卫星硬件产业遵循“型号牵引、定制研制”的发展路径。每一颗卫星的平台结构、电源系统、星载计算机、推进模块等几乎全部由总体单位独立设计或指定，各厂商之间缺乏统一的接口标准，部件难以通用。这种模式在卫星数量稀少、任务高度定制化的时代具有合理性，但也带来了一系列深层次问题：

- 研发效率低下：每款新卫星都需要重新设计大部分硬件模块，重复投入严重，研制周期长达数年；
- 成本居高不下：缺乏批量支撑，供应链难以规模化优化，单星硬件成本始终维持在高位；
- 产业壁垒森严：新进入者必须掌握完整的系统设计能力，中小厂商难以切入，市场竞争不充分；
- 创新迭代缓慢：硬件与特定型号深度绑定，技术成果难以横向复用，创新速度受限于型号节奏。

这些问题的本质，是封闭接口导致的“碎片化”困境——整个产业被分割为无数个互不兼容的小生态，每个小生态都难以支撑足够的规模来实现成本下降和技术积累。

2.2 低轨星座带来的标准化浪潮

低轨巨型星座的兴起正在从根本上改变卫星硬件产业的游戏规则。数千甚至数万颗卫星的部署规模，对批量制造能力、成本控制能力、供应链稳定性提出了前所未有的要求。传统的定制化模式已经无法满足星座时代的需求，行业正在经历从“定制化”向“标准化”的深刻转型。

这一转型的核心标志，是卫星平台硬件的接口标准化。当卫星数量从“颗”变为“批”，当交付周期从“年”压缩到“月”，当成本需要降低一个数量级时，统一的接口规范就成为产业的刚需。只有在统一的接口标准下，才能实现供应链的专业化分工、规模化生产和充分竞争，才能支撑起巨型星座的部署节奏和成本目标。

历史总是惊人地相似。个人电脑产业因兼容标准而繁荣，智能手机产业因开放生态而爆发，每一个从“小众定制”走向“大众普及”的硬件产业，都必然经历标准化的关键一跃。卫星硬件产业正站在这一历史节点上。

2.3 开放标准的产业价值

开放标准是产业规模化的基础设施。一个健康的开放标准体系能够为整个产业创造多重价值：

- 降低准入门槛：新进入者只需满足标准接口即可参与竞争，产业创新活力显著增强；
- 促进专业分工：厂商可以专注于自身优势领域，不必追求大而全，整体效率提升；
- 扩大市场规模：成本下降带动需求增长，产业蛋糕整体做大，所有参与者都能受益；
- 加速技术迭代：通用模块的研发投入可以被更大的市场摊薄，技术进步速度加快；
- 提升系统可靠性：经过充分验证的标准模块比定制模块具有更高的成熟度和可靠性。

对于卫星硬件产业而言，开放标准不是“要不要”的问题，而是“谁来主导”和“如何参与”的问题。

标准的制定者和早期参与者，将在未来的产业格局中占据最有利的位置。

三、开源硬件的商业逻辑

硬件厂商最关心的问题往往是：“开放之后，我还怎么赚钱？”这是一个合理且必须正面回答的问题。这个问题的核心在于：开放的是接口规范，而非核心竞争力；放弃的是单台高毛利，换取的是总量高营收；让出的是封闭壁垒，获得的是生态话语权。

3.1 开放标准催生规模效应

历史经验反复证明：开放标准能够显著降低产业进入门槛，从而催生市场规模的量级增长。一个被广泛验证的先例是立方星（CubeSat）标准——它仅仅定义了卫星的机械尺寸、电源接口和数据接口等基本规范，并未要求任何厂商开放核心技术，却成功催生了数千颗小卫星的爆发式增长。围绕这一标准提供平台结构、电源模块、部署机构的厂商，获得了远超闭源定制时代的订单量和收入。

这一逻辑在卫星硬件产业同样成立。当接口标准统一之后，下游载荷厂商、应用集成商、科研单位的参与门槛大幅降低，卫星的应用场景将极大丰富，整体市场规模有望实现数量级的扩张。在一个扩大了十倍的市场中，即使单台毛利有所降低，总量营收和利润仍可能显著高于封闭时代。

3.2 从单台高毛利到总量高营收

闭源定制模式下，硬件厂商服务的客户数量有限，每台卫星的利润空间较高但总量天花板明显。开放参考设计后，下游采用门槛显著降低，客户数量和订单规模都有望大幅增长。硬件厂商的商业模式将从“高毛利小批量”转向“合理毛利大批量”，虽然单台利润率有所下降，但总量营收和利润总额往往能够实现显著增长。

更重要的是，标准化带来的规模效应将进一步强化头部厂商的成本优势。更大的采购量意味着更低的元器件成本，更成熟的工艺意味着更高的良率和更低的制造成本，更丰富的飞行遗产意味着更强的产品竞争力。这些优势会形成正向循环，使头部厂商在标准化时代反而拥有比闭源时代更坚固的市场地位。

3.3 真正的护城河：制造、验证与迭代能力

图纸可以开放，但稳定的大规模生产工艺、经过验证的可靠性数据、完善的测试认证体系、持续的技术迭代能力，这些才是难以被轻易复制的核心竞争力。开放接口规范不仅不会削弱这些能力，反而会帮助厂商把这些能力转化为行业默认选项，形成强者恒强的正向飞轮。

- 制造能力：稳定的工艺、可控的良率、高效的供应链管理，这些需要长期积累，无法通过获得图纸而快速复制；
- 在轨数据：经过在轨飞行验证的产品具有无可替代的可信度，新进入者需要时间和机会来积累；
- 认证体系：作为标准的定义者和最早的认证通过者，厂商的产品天然成为行业标杆；
- 持续迭代：更大规模的部署带来更丰富的在轨数据，支撑更快的产品迭代，形成“越用越好、越好越用”的正向循环。

换言之，开源开放的是“标准接口”这一公共产品层面的东西，而真正决定企业竞争力的制造能力、质量控制、飞行经验、品牌信誉等，不仅不会被削弱，反而会因为生态规模的扩大而得到强化。

3.4 风险共担与差异化竞争

开放标准并不意味着所有产品同质化竞争。恰恰相反，开放的是通用层，差异化体现在高附加值层。联盟内厂商可以共同维护开放的核心平台标准，把重复的研发和测试成本在全行业范围内摊薄；同时在推进系统、高精度姿态控制、特殊载荷接口、安全加密等高附加值模块上保留自主技术和闭源设计，形成各自的差异化竞争力。

这种"开放底座 + 差异化上层"的模式，在 IT 产业已经被反复验证。操作系统开源了，但数据库、中间件、企业应用仍然是高利润的生意；手机系统开源了，但高端芯片、影像系统、品牌溢价仍然构成了厂商的核心竞争力。卫星硬件产业同样可以遵循这一规律——开放通用的平台接口，竞争差异化的增值模块。

四、开源卫星硬件体系

开源卫星硬件体系（OpenSatHW）是开源卫星生态联盟旗下的硬件标准体系，旨在定义卫星平台的统一接口规范，实现不同厂商部件的兼容互换与模块化组装。该体系涵盖四级标准平台和六类统一接口，为卫星硬件的标准化、模块化、生态化发展提供技术基础。

4.1 四级标准平台

开源卫星硬件体系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应用场景。每一级平台均有明确的重量、尺寸、功耗与能力指标，厂商可根据自身定位选择重点参与的平台等级。

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

4.2 六类统一接口规范

每个平台等级均统一规定以下六类接口标准，确保跨厂商部件的兼容互换。这是开源卫星硬件体系的核心，也是硬件厂商参与开放生态的技术切入点。

- 机械接口：外形尺寸、安装孔位、结构连接点、质量特性与质心要求；
- 电源接口：供电电压范围、功率等级、接插件定义、配电与保护规范；
- 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、工作温度范围、散热功率与热设计要求；
- 电磁兼容：EMC/EMI 规范，确保模块间互不干扰，满足整星电磁兼容要求；
- 软件接口：驱动层 API、设备抽象层标准、标准化配置文件与描述规范。

厂商只需确保其产品符合上述接口规范，即可接入整个开源卫星硬件体系生态，与所有符合标准的平台和模块协同工作。接口规范本身是开放的、免费的，任何厂商都可以基于标准开发兼容产品。

4.3 参考设计与认证制造

为降低标准落地门槛，联盟提供各等级平台的参考设计（Reference Design），包括完整的硬件设计文档、原理图、BOM 清单等。参考设计采用开源许可发布，厂商可以自由使用、修改和商业化，无需支付授权费用。

与此同时，联盟建立了严格的认证体系（OpenCertification），对符合标准的硬件产品进行兼容性、可靠性、安全性三级认证。通过认证的产品将被纳入联盟推荐产品目录，获得联盟背书，成为生态内客户的首选。认证制造商标识本身就是一种重要的品牌资产和市场竞争优势。

五、硬件厂商的参与路径与收益

不同规模、不同定位的硬件厂商，可以根据自身情况选择不同的生态参与方式。联盟提供了多层次的参与路径，每种路径对应不同的投入和收益预期。

5.1 标准定义者：深度参与，引领方向

对于技术实力雄厚、行业影响力强的头部硬件厂商，可以选择深度参与标准制定，成为联盟的核心贡献者和标准定义者。这一路径的投入最大，但收益也最为丰厚。

参与方式

- 加入联盟技术工作组，主导或参与接口规范的制定与修订；
- 贡献自有技术方案，推动其成为联盟推荐标准；
- 提供参考设计的初始版本或关键模块，建立技术先发优势；
- 参与认证体系建设，掌握认证标准的话语权。

核心收益

- 标准定义权：将自身技术路线确立为行业标准，从根本上塑造竞争格局；
- 生态话语权：在联盟治理和技术方向决策中拥有重要影响力；
- 品牌领先地位：作为标准缔造者的身份，本身就是最强的市场背书；
- 早期市场优势：在标准正式发布前即可布局产品，抢占市场先机。

5.2 认证制造商：借力生态，快速扩张

对于具备成熟制造能力和质量控制体系的厂商，可以选择成为联盟认证制造商，借助开放标准的生态效应实现业务规模的快速扩张。这是大多数硬件厂商最适合的参与路径。

参与方式

- 基于联盟标准开发兼容产品，申请并通过联盟认证；
- 将产品纳入联盟推荐目录，面向全生态客户展示；
- 参与联盟组织的联合推广活动，拓展市场渠道；
- 持续优化产品，提升认证等级，建立差异化竞争优势。

核心收益

- 客户基数扩大：产品可对接所有采用标准平台的客户，而非仅限于原有客户圈子；

- 订单规模增长：生态规模效应带来更多订单，支撑产能提升和成本下降；
- 认证品牌溢价：联盟认证标志提升产品可信度和市场认可度；
- 研发效率提升：基于标准接口开发，减少重复投入，缩短产品上市周期。

5.3 差异化模块供应商：聚焦优势，深耕价值

对于在特定细分领域具有技术优势的厂商，可以选择专注于高附加值的差异化模块，在开放标准之上构建自己的核心竞争力。

参与方式

- 开发符合标准接口的特色模块（推进、高精度姿态、特殊载荷接口、安全加密等）；
- 保持模块内部技术的自主知识产权和闭源优势；
- 通过标准接口实现与生态的无缝对接，无需自建完整平台；
- 深耕细分领域，建立技术壁垒和品牌认知。

核心收益

- 聚焦高价值环节：将资源集中于利润最丰厚的差异化模块；
- 技术壁垒坚固：核心技术闭源，竞争优势难以被复制；
- 市场覆盖广泛：标准接口确保产品可接入所有标准平台，市场空间最大化；
- 专业品牌形象：在细分领域建立专家品牌，形成用户心智占领。

六、结语

卫星硬件产业正处于从定制化走向标准化的历史转折点。开放标准不是可选项，而是产业发展的必然方向。对于硬件厂商而言，真正的问题不是“要不要开放”，而是“在开放的格局中占据什么位置”。

主动拥抱开放、参与标准制定的厂商，将成为新生态的构建者和受益者；被动等待、固守封闭的厂商，可能在标准统一的浪潮中逐渐被边缘化。历史已经无数次证明：在技术范式转换的关

键期，选择比努力更重要。

开源卫星生态联盟致力于构建一个开放、中立、共赢的卫星硬件标准体系。我们不与成员竞争，不做产品，只做标准、平台和认证，为全产业提供公共基础设施。我们欢迎所有卫星硬件厂商——无论规模大小、无论技术路线——加入联盟，共同制定标准、共同建设生态、共同分享标准化带来的产业红利。

在开放的旗帜下，卫星硬件产业将迎来前所未有的创新活力和增长空间。让我们携手，以标准筑底座，以开放促繁荣，共同打造一个全球领先的开源卫星硬件新生态。

加入我们

开源卫星生态联盟 Open Satellite Ecosystem Alliance

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