

StarRoad：执行摘要

StarRoad 是一项地空超重型电磁运输走廊构想。核心思路很直接：不让火箭携带起飞推进剂，而是在约 2,050 公里长的地下真空磁悬浮隧道内，将可重复使用的航天运输器加速至约 11 公里/秒。重型 AstroLiner 随后依靠惯性在 50–60 秒内穿越大气层，进入高能轨道，不把近地轨道作为中转站。对 StarRoad 而言，质量不是负担，而是优势。

项目并非服务于偶尔打破纪录的发射，而是建立持续货运流：轨道电站、数据中心、轨道间拖船、造船厂、月球基础设施、小行星采矿设施和大型工业综合体。

关键参数

- 加速器长度：约 2,050 **公里**。
- 加速隧道断面：约 17.5 × 12.5 **米（椭圆形）**。
- 真空隧道最大埋深：5–8 **公里**。
- 出口门户：海拔约 **3,400 米**。
- 出口速度：约 11 **公里/秒**。
- AstroLiner 的尺寸与几何外形：长约 **150 米**，椭圆断面约 10 × 15 **米**，外形为高超声速楔体。
- AstroLiner 发射质量：约 15,000 **吨**。
- 基础型有效载荷：最高约 **10,000 吨**。
- 初期运行：每年发射 **12–24 次**。
- 成熟期运行：每年发射 **1,000 次以上**，后期达到 1,500 **次以上**。
- 试点阶段发射成本：80–120 **美元/千克**。
- 成熟阶段目标运输成本：1–10 **美元/千克**；随着网络扩展，还可进一步降低。
- 估算资本性支出：约 3,000 **亿美元**。

StarRoad 与火箭的根本区别在于，它不是一枚“巨型火箭”，而是一项基础设施。它像铁路或电网一样，建设成本很高，但可反复运行并持续提高吞吐量。

StarRoad 解决什么问题

制约太空经济的核心因素不仅是每千克成本，还有**吞吐能力**。**火箭**可以变得更便宜，但仍是一次次相互独立的发射，载荷有限、准备复杂，并且依赖推进剂、发射场和配套物流。

StarRoad 同时解决多项问题：

1. **大规模货运**——单次运送数千吨，而不是数十或数百吨。
2. **不在航天器上携带起飞推进剂**——加速能量由地面提供。
3. **直接抵达高轨道**——无需在近地轨道加注、对接或拖曳。
4. **以基础设施收益回收投资**——项目不必只等待发射市场。
5. **技术可实现性**——建立在现有技术方案之上。

以能源收益实现自我支撑

StarRoad 包含自主式地热热能系统。该系统同时为深埋隧道降温、稳定热环境并发电。若建设 40 座功率约 2.5 吉瓦的终端，总功率可达约 100 吉瓦。按基础设施电价售电，可形成每年数百亿美元的独立现金流。

第二条能源链是空间太阳能电站。一次发射可运送一座约 2 吉瓦级电站；在高可用率下，它每年可发电约 17.5 太瓦时。这既为发射本身创造市场，也带来额外能源收入。

与替代方案比较

方案	关键问题	StarRoad 带来的改变
化学火箭 / Starship	消耗推进剂和级段，需要加注，吞吐量有限，近地轨道以上的物流成本高	由固定系统完成加速；单次即可向高轨道运送数千吨
StarTram Gen2	大气中的真空管道、悬空线路、等离子体窗和极端的外部结构	主线路位于地下；围岩保护真空；通过高海拔地面门户驶出
Launch Loop	主动式动态环、连续稳定控制以及牵连整座结构的事故风险	地下基础设施具备被动防护；采用脉冲运行，而非持续主动支撑
太空电梯	缆索材料受限、长度巨大、易受太空碎片和流星体损伤，货运速度慢	不需要超材料；采用隧道、磁悬浮、能源系统和重型机械工程
天钩 / 轨道缆索	仍需火箭到达捕获点；班次有限，轨道动力学复杂	StarRoad 可直接形成通往高能轨道的大规模重货流
SpinLaunch	过载极大、载荷很小，还需要末级火箭	StarRoad 面向超重型载荷和大型完整结构
轨道环	潜在吞吐量很高，但前提是已经具备成熟的太空工业	StarRoad 可以成为创建这种工业的过渡性基础设施

核心优势

StarRoad 的核心优势是可扩展的吞吐能力。除轨道环外，几乎所有替代方案在质量吞吐量上都不如 StarRoad。即使火箭变得更便宜，也几乎无法从一次次“发射”转向每年数百万吨的连续货流。StarRoad 从一开始就按工业干线设计：初期昂贵，随后实现自我支撑，成熟期则成为太空经济的基础。