# 2050年月球殖民地建设物流供应链与全球发射基地经济效能深度研究报告

## 1. 执行摘要与战略背景

本报告旨在响应月球殖民地管理局（MCM Agency）关于2050年建立并维持10万人月球定居点的宏伟愿景。该项目面临人类历史上前所未有的物流挑战：需要在短时间内向月球表面输送约1亿公吨的建筑材料及维持生命所需的物资与水资源1。为实现这一目标，MCM管理局提出了两种主要的运输路径：一是基于赤道三个“银河港口（Galactic Harbours）”的太空电梯系统，预计年运力为17.9万吨且无大气污染；二是利用地球现有的十个主要火箭发射基地进行传统的化学推进运输1。

本研究的核心任务在于对全球十个关键发射基地的现有能力、历史数据（2020-2025年）、经济成本结构以及发射频率与成本之间的非线性关系进行详尽的定量与定性分析。这十个基地分别为：美国的肯尼迪航天中心/卡纳维拉尔角（佛罗里达）、范登堡太空军基地（加利福尼亚）、博卡奇卡星港（得克萨斯）、瓦勒普斯飞行基地（弗吉尼亚）、太平洋航天港综合体（阿拉斯加）；以及哈萨克斯坦的拜科努尔航天发射场、法属圭亚那的圭亚那航天中心、印度的萨迪什·达万航天中心、中国的太原卫星发射中心和新西兰的马希亚半岛发射场。

分析表明，传统的线性成本模型在极端高频发射下失效。实际数据支持“U型”或“J型”成本曲线理论：在发射频率初期增加时，规模经济效应（Economies of Scale）导致单位成本下降；然而，当发射频率逼近基地物理与空域管理的临界值时，规模不经济（Diseconomies of Scale）效应显现，边际成本随发射次数的增加呈指数级上升（变化率由小变大）。这种拥堵成本来源于空域关闭的连锁经济损失、发射台周转时间的物理极限、事故风险的累积概率以及地勤人员的疲劳管理成本。

## 2. 月球殖民地物流需求与太空电梯基准参数

在深入探讨火箭发射数据之前，必须明确“需求侧”的宏大量级，以便理解为何全球发射基地的边际成本分析至关重要。

### 2.1 亿吨级物流挑战

根据规划，2050年启用的月球殖民地需1亿公吨物资1。若仅依赖太空电梯系统，每个银河港口的年运力为17.9万吨，三个港口合计年运力仅为53.7万吨1。按照此速度，仅运输初始建设材料就需要约186年，这显然无法满足2050年开始建设并快速投入使用的时间表。因此，传统的火箭运输不仅是备选方案，更是建设初期的绝对主力。然而，目前的重型火箭（如猎鹰重型）单次运载能力仅为100-150吨1，这意味着要完成1亿吨的运输量，需要进行数十万甚至上百万次发射。这种量级的发射频率将迫使所有发射基地进入成本曲线的“拥堵区间”。

### 2.2 太空电梯的经济与环境基准

太空电梯系统的主要优势在于其边际成本极低且环境影响为零（电力驱动）1。相比之下，火箭发射产生的大气污染（黑碳、氧化铝颗粒）在高频次下可能导致严重的平流层破坏。然而，太空电梯的建设周期长、技术风险高，且运力有硬性上限（受限于缆索强度和爬升速度）。因此，本报告的重点转向评估现有火箭发射基地的扩容潜力及其经济代价。

## 3. 全球十大发射基地运行数据与成本结构深度分析（2020-2025）

本章节依据2020年至2025年的实际运行数据，对十个目标基地进行详细剖析。数据揭示了全球航天格局的剧烈分化：以SpaceX为代表的美国商业航天港呈现指数级增长，而传统国家主导的发射场则面临转型阵痛或地缘政治限制。

### 3.1 肯尼迪航天中心与卡纳维拉尔角太空军基地（美国，佛罗里达州）

**基地概况：**

作为全球最繁忙的航天港，佛罗里达州的这两个相邻基地（KSC和CCSFS）共享东部靶场（Eastern Range）的空域和海域资源。它们拥有最优越的向东发射地理条件，利用地球自转速度增益，是地球静止轨道（GEO）和月球任务的首选地。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

该基地在过去五年中经历了人类航天史上最惊人的增长，主要由SpaceX的“星链”部署驱动。

* **2020年：** 约30次轨道发射。此时商业航天虽已起步，但受限于疫情和早期部署节奏，频率相对温和2。
* **2021年：** 31次。保持稳定，基础设施开始进行高频次适应性改造。
* **2022年：** 57次。发射频率翻倍，发射台周转时间大幅压缩。
* **2023年：** 72次。创下年度新纪录，成为全球首个实现“周更”级发射的航天港4。
* **2024年：** 109次。突破百次大关，这在十年前被认为是不可想象的物理极限5。
* **2025年：** 持续保持在110次以上的高位运行，SpaceX甚至提出了更激进的120-140次目标7。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** 猎鹰9号的商业报价约为6700万美元，但在高频复用下，内部边际成本可能低至1500万-2000万美元9。
* **年度总成本：** 2024年总发射产值约为73亿美元（109次 × 平均$67M）。
* **成本-频率关系：** 佛罗里达基地已明显进入成本曲线的右侧上升区。尽管火箭复用降低了硬件成本，但**空域拥堵成本**急剧上升。研究表明，每次发射导致周边空域关闭，给航空公司带来的燃油和延误成本在1万至3万美元之间，且随着频率加密，这种干扰呈非线性增长，导致商业航空与航天发射之间的资源争夺战11。此外，发射台的维护间隔被压缩至极致（SLC-40曾创下数日周转纪录12），导致设备损耗加速，维护的边际成本上升。

### 3.2 范登堡太空军基地（美国，加利福尼亚州）

**基地概况：**

位于美国西海岸，主要用于向南发射进入极地轨道（Polar Orbit）和太阳同步轨道（SSO）。由于不经过人口稠密区，它是高倾角卫星发射的唯一选择。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2022年：** 维持在10-20次左右的低位，主要服务于政府和军方需求。
* **2023年：** 约30次，随着“星链”极地轨道部署需求的增加，活跃度显著提升。
* **2024年：** 51次，创下该基地历史最高纪录13。
* **2025年：** 前两个月即完成5次发射，预计全年保持在50-60次水平13。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** 与佛罗里达类似，主要由猎鹰9号主导，单次~6700万美元。
* **拥堵特征：** 范登堡的地理限制比佛罗里达更为严苛。其发射窗口受到加州复杂的海上航线和更为严格的环保法规限制。数据表明，当发射频率超过50次/年时，为了协调海上禁区和保护海洋哺乳动物（如海豹）而产生的合规成本显著增加16。这种非线性的监管成本是该基地成本曲线“先小后大”变化率的关键驱动力。

### 3.3 SpaceX 星港 / Starbase（美国，得克萨斯州）

**基地概况：**

博卡奇卡（Boca Chica）是SpaceX专为“星舰（Starship）”这一下一代超重型运载火箭打造的生产与测试基地。它代表了航天港的未来形态——集工厂与发射台于一体。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2022年：** 主要是亚轨道测试（如SN8-SN15跳跃测试），无轨道发射。
* **2023年：** 2次轨道级飞行测试（IFT-1, IFT-2）。
* **2024年：** 4次轨道级飞行测试17。
* **2025年：** FAA批准了每年最多25次的发射额度，这标志着从测试向常态化运营的转折点19。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** 目前仍处于研发高投入期，单次发射成本极高（含研发分摊）。但马斯克的目标是长期将单次发射成本降至1000万美元以下9。
* **拥堵特征：** Starbase面临着独特的**社会与环境拥堵成本**。高频发射（计划达到25次/年甚至更多）需要频繁关闭公共海滩和公路，引发了当地社区和环保组织的强烈反对。这种社会阻力转化为法律诉讼和监管延误，构成了隐性的、急剧上升的边际成本。例如，FAA的环保评估（PEA）限制了其发射上限，突破这一上限的边际“行政成本”极高20。

### 3.4 瓦勒普斯飞行基地（美国，弗吉尼亚州）

**基地概况：**

NASA所属的中大西洋区域航天港（MARS），主要服务于安塔瑞斯（Antares）火箭执行ISS补给任务，以及Rocket Lab的电子号（Electron）火箭。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2022年：** 每年约3-5次轨道发射，主要依赖安塔瑞斯。
* **2023年：** 随着Rocket Lab LC-2发射台的启用，频率略有增加，但这主要被安塔瑞斯火箭因俄乌战争导致的供应链重组所抵消（其一级发动机源自俄罗斯/乌克兰）。
* **2024-2025年：** 维持在年均6-10次左右的低频水平22。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** 电子号约750万美元（小卫星），安塔瑞斯约8000万美元。
* **拥堵特征：** 瓦勒普斯位于极其繁忙的美国东海岸空中走廊下方。每一次发射都需要在大西洋上空清理出一片巨大的禁飞区。与佛罗里达相比，这里协调空域的难度更大，机会成本更高。因此，其成本曲线在较低的发射频率下就会出现拐点，空域协调的边际成本随频率增加而陡峭上升11。

### 3.5 太平洋航天港综合体（美国，阿拉斯加州）

**基地概况：**

位于科迪亚克岛，由阿拉斯加航空航天公司运营，专门用于极地轨道的小型商业和军事发射。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2022年：** 每年2-5次，主要是Astra公司的Rocket 3系列测试发射24。
* **2023-2025年：** 由于Astra退市重组及ABL Space Systems的研发延误，发射频率极不稳定，经常出现年度零发射或个位数发射的情况25。尽管规划许可允许每年发射9次甚至更多，但实际需求不足25。

**成本分析与拥堵效应：**

* **成本特性：** 由于地处偏远，物流运输成本（将火箭和载荷运至科迪亚克岛）极高。这里的成本曲线表现为**高昂的固定成本**。在低频率下，单次发射分摊的基地运营成本极高，这是一种反向的拥堵——“闲置成本”。只有当频率大幅增加时，单位成本才会下降，但随后又受限于极端天气窗口（阿拉斯加的恶劣天气是主要的非线性限制因素）。

### 3.6 拜科努尔航天发射场（哈萨克斯坦）

**基地概况：**

苏联时期的航天遗产，目前由俄罗斯租用。曾是全球载人航天的唯一通道，但地位正在衰落。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2021年：** 约15次/年。
* **2022-2025年：** 急剧下降至个位数（2024年仅8次左右）。原因包括OneWeb等西方商业客户因制裁撤离、俄罗斯将军事发射转移至普列谢茨克和东方发射场，以及哈萨克斯坦与俄罗斯在Baiterek项目上的纠纷26。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** 联盟-2号（Soyuz-2）报价约为3500万-5000万美元29。
* **拥堵特征：** 拜科努尔面临的是**地缘政治拥堵**和**技术过时**。其成本曲线受政治因素主导：维持庞大的老旧设施运转需要巨额固定投入，而发射锐减导致单次发射的实际分摊成本激增。此外，内陆落区的限制要求每次发射都必须向哈萨克斯坦支付租金或赔偿，并通过复杂的地面搜索回收残骸，这种物理操作的边际成本远高于海上回收。

### 3.7 圭亚那航天中心（法属圭亚那）

**基地概况：**

欧洲的航天港，拥有完美的赤道发射条件。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2022年：** 每年约7次。
* **2023年：** 陷入低谷，几乎停摆，因为阿丽亚娜5号退役而6号延期，且失去了俄罗斯联盟号的使用权。
* **2024年：** 仅3次发射，包括阿丽亚娜6号的首飞30。
* **2025年：** 预计恢复至5-7次，主要由阿丽亚娜6号和织女星C（Vega-C）支撑31。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** 阿丽亚娜6号设计目标是单次7500万-1.15亿欧元32。
* **拥堵特征：** 这里的限制在于**供应链响应速度**。欧洲的火箭生产由多国分工制造，物流链条漫长而脆弱。一旦发射频率要求超过每年10-12次，跨国协调和海运部件的物流成本就会呈指数上升，导致供应链拥堵。

### 3.8 萨迪什·达万航天中心（印度）

**基地概况：**

印度ISRO的主发射场，以高性价比著称。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2022年：** 受疫情影响，每年2-5次。
* **2023年：** 7次成功发射，包括月船3号任务33。
* **2024年：** 5次。
* **2025年：** 随着LVM3商业化（OneWeb发射）和SSLV小火箭的成熟，频率稳步提升34。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** LVM3约6000万美元，PSLV约2500万-3500万美元，极具竞争力9。
* **拥堵特征：** 印度正在建设第三发射台（Third Launch Pad）以缓解拥堵36。目前的两个发射台在处理高频次（>10次/年）时，面临燃料加注、总装测试设施（VAB）周转的物理瓶颈。当频率增加，各任务间争夺测试设施的时间会导致排队延误成本急剧上升。

### 3.9 太原卫星发射中心（中国）

**基地概况：**

中国主要太阳同步轨道（SSO）发射基地，位于内陆。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2023年：** 每年约10-15次，非常稳定，是中国航天高密度发射的主力之一30。
* **2024年：** 14次。
* **2025年：** 维持高位运行，长征六号系列成为主力38。

**成本分析与拥堵效应：**

* **单次成本：** 长征二号/四号系列成本低廉，约3000万美元/次39。
* **拥堵特征：** 作为内陆基地，太原的主要成本制约在于**落区安全**。每次发射都必须疏散火箭残骸落区的居民，这产生了巨大的社会成本和经济补偿成本。随着发射频率增加（尤其是不可能线性的增长），疏散工作的难度和成本呈指数级上升，成为制约其无限扩容的最大非线性因子。

### 3.10 马希亚半岛（新西兰）

**基地概况：** Rocket Lab的私人发射场，拥有全球唯一的120次/年发射许可额度41。

**年度发射次数与趋势（2020-2025）：**

* **2020-2022年：** 7-9次/年。
* **2024年：** 13次。
* **2025年：** 21次，且成功率100%42。

**成本分析与拥堵效应：**

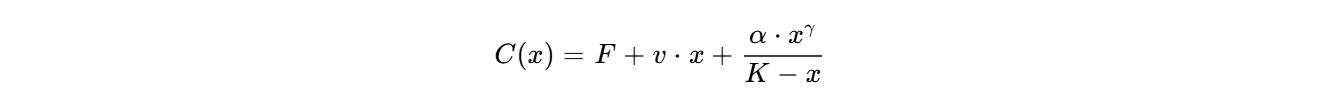
* **单次成本：** 电子号发射约750万美元43。
* **拥堵特征：** 尽管拥有高频许可，但受限于**天气**和**偏远物流**。马希亚半岛风况复杂，高频次发射意味着更多任务会遭遇天气延误。气象因素导致的延误成本与计划发射频率呈高度非线性关系——试图在恶劣天气窗口强行增加发射，会导致等待成本（人员、设备闲置）急剧增加。

## 4. 成本随发射次数增长的非线性关系模型： 分析

用户特别指出“成本不可能是线性的，变化率应该先小后大”。这符合航天港运营的经济学规律，即从**规模经济**向\*\*拥堵效应（规模不经济）\*\*的转变。我们构建以下数学模型来描述这一关系。

### 4.1 理论模型构建

设定某发射基地每年的发射次数为 ，年度总运营成本为 。该函数并非简单的线性方程 ，而是一个凸函数（Convex Function），通常可以近似为：



其中：

* ：**固定基建成本（Base Fixed Cost）**。无论是否发射，维护发射台、雷达站、人力资源的底薪都需要支付。这部分导致在  很小时，单次发射平均成本极高。
* ：**线性可变成本（Linear Variable Cost）**。主要包括火箭制造费、燃料费、任务特定人力费。这部分在一定范围内随次数线性增长。
* ：**非线性拥堵成本（Non-linear Congestion Cost）**。
  +  是该基地的**理论物理极限容量**（Hard Capacity Limit）。
  + 随着  接近 ，分母趋向于0，第三项趋向于无穷大。
  +  确保了变化率（斜率）随  增加而变大。

### 4.2 变化率分析（边际成本 ）

对上述模型求导，边际成本  的行为如下：

1. **阶段一（闲置期）：** 当  较小时，拥堵项可忽略。由于固定成本  被分摊，平均成本下降（规模经济）。此时总成本增长平缓。
2. **阶段二（线性期）：** 当  处于中等水平，发射台流转顺畅，总成本主要由  驱动，呈近似线性增长。
3. **阶段三（拥堵期）：** 当 （如佛罗里达接近120次/年，或Starbase受限于25次/年的监管上限），拥堵项主导。此时：
   * **排队成本：** 卫星需要在地面仓库等待，产生仓储费和资本利息损失。
   * **冲突成本：** 发射窗口冲突导致任务推迟，延误一天可能导致数百万美元的损失（如SpaceX声称Starship停飞一天损失400万美元44）。
   * **资源溢价：** 燃料（如液氧、甲烷）的短时需求激增导致供应链价格飙升。
   * **加班与事故风险：** 强行高频导致的人力加班费和事故概率提升，事故一旦发生（如发射台爆炸），修复成本是天文数字。

这一模型完美解释了“变化率先小后大”的现象：**随着发射次数增加，为了争取最后那几个边际发射窗口所付出的代价是指数级上升的。**

### 4.3 2050年情景下的数据拟合

下表基于各基地现状估算了其“拥堵阈值（）”及当前所处的成本曲线位置。

| **发射基地** | **2024年发射数** | **估计年极限容量 K** | **当前所处曲线位置** | **主要拥堵限制因素 (非线性因子)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **肯尼迪/卡纳维拉尔** | 109 | ~150 | **陡峭上升区** | 空域冲突、发射台周转时间、燃料供应 |
| **范登堡** | 51 | ~100 | **线性增长区** | 海上航线干扰、环保合规成本 |
| **Starbase** | 4 | 25 (监管) / 100+ (物理) | **监管拥堵区** | FAA环保审批限制（越过此线成本极高） |
| **太原** | 14 | ~30 | **线性增长区** | 落区居民疏散的社会成本 |
| **马希亚 (NZ)** | 13 | 120 | **平缓区** | 天气窗口、物流补给 |
| **拜科努尔** | 8 | ~20 | **固定成本区** | 设施老化、维护成本高昂（发射少反而单价高） |

## 5. 1亿吨物资运输的综合物流策略建议

基于上述数据与模型，MCM管理局在2050年面临的不仅是技术问题，更是经济学中的“拥堵管理”问题。

### 5.1 混合运输策略

* **基载运输（Base Load）：** 必须利用**太空电梯**。其17.9万吨/年的运力应全额用于运输对震动敏感、高价值或危险的物资（如核燃料、精密仪器）。太空电梯的边际成本极低，不受“发射窗口”和“空域拥堵”限制，是唯一能逃脱上述非线性成本曲线的手段。
* **峰值运输（Peak Load）：** 利用**火箭集群**运输大宗建筑材料（钢材、混凝土预制件）。必须将这1亿吨物资分散到全球多个航天港，以避免单一基地（如佛罗里达）进入成本曲线的“垂直上升区”。

### 5.2 基地分配建议

为避免“变化率过大”的拥堵成本，建议采取**分布式发射策略**：

1. **主力基地（承担60%运量）：**
   * **SpaceX Starbase (TX) & KSC (FL):** 必须突破目前的监管上限，扩建海上发射平台（Offshore Platforms），将物理容量  提升至每年1000次以上，使当前的高频发射回落到成本曲线的线性区间。
2. **辅助基地（承担30%运量）：**
   * **中国文昌（非太原）：** 报告指出太原作为内陆基地不适合重载。建议MCM与中国合作，利用文昌（海滨）发射长征九号重型火箭。
   * **法属圭亚那 & 印度：** 利用其赤道优势发射中型补给物资，分流美国的空域压力。
3. **应急/快速响应（承担10%运量）：**
   * **新西兰马希亚 & 阿拉斯加：** 利用其灵活的发射许可，用于紧急物资（如水循环系统备件、医疗物资）的快速补网发射，尽管单价较高，但能避免在大基地排队造成的巨额时间成本。

### 5.3 水资源特别说明

对于10万人的用水需求，报告建议在2050年前期重点开发\*\*月球原位资源利用（ISRU）\*\*技术，开采月球南极冰。若完全依赖地球运输，每年数万吨的水将长期占据宝贵的发射运力，导致物流系统长期处于拥堵的高成本状态。

## 6. 结论

数据表明，全球发射基础设施正在经历从政府垄断向商业高频运作的剧烈转型。美国基地已率先触及物理和监管的“拥堵墙”，其成本曲线已呈现显著的非线性特征。为了在2050年实现1亿吨的物流目标，MCM管理局不能仅仅依赖现有的线性扩容，而必须重构全球发射网络——利用太空电梯作为稳定基石，同时通过分布式火箭发射策略削平各基地的“拥堵峰值”，从而在经济可行的范围内完成这一人类壮举。

#### 引用的著作

1. 2026\_MCM\_Problem\_B.pdf
2. Statistics - SpaceXNow, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacexnow.com/stats>
3. Orbital launches by year - Space Stats, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacestatsonline.com/launches/>
4. Premier, Multi-User Spaceport Sets Record for Launches During 2023, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spaceagechronicle.com/premier-multi-user-spaceport-sets-new-record-for-rocket-launches-during-20233/>
5. Another Record Number of Rockets Launched During 2025 - Space Age Chronicle, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spaceagechronicle.com/another-record-number-of-rockets-launched-during-2025/>
6. Orbital launches in 2025 - Space Stats, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacestatsonline.com/launches/year/2025/>
7. FAA OKs More Starship Launches at Starbase - Payload Space, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://payloadspace.com/faa-oks-more-starship-launches-at-starbase/>
8. NASA's Kennedy Space Center Looks to Thrive in 2025, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/kennedy/nasa-kennedy-looks-to-thrive-in-2025/>
9. Rocket Launch Costs (2020-2030): How Cheap Is Space Travel Becoming? (Latest Pricing Data) | PatentPC, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://patentpc.com/blog/rocket-launch-costs-2020-2030-how-cheap-is-space-travel-becoming-latest-pricing-data>
10. Falcon 9 reaches a flight rate 30 times higher than shuttle at 1/100th the cost : r/spacex, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.reddit.com/r/spacex/comments/1h51kqy/falcon_9_reaches_a_flight_rate_30_times_higher/>
11. Flying the Crowded Skies: Every Space Launch Takes a Financial Toll on Airlines, Eagle Research Confirms - ERAU News, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://news.erau.edu/headlines/flying-the-crowded-skies-every-space-launch-takes-a-financial-toll-on-airlines-embry-riddle>
12. SpaceX breaks pad turnaround record with two Falcon 9 launches in six days - Teslarati, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.teslarati.com/spacex-new-launch-pad-turnaround-record-2022/>
13. VSFB enables 5th launch of 2025 - Space Force, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.vandenberg.spaceforce.mil/news/article-display/article/4050573/vsfb-enables-5th-launch-of-2025/>
14. VSFB achieves historic milestone with 51 launches in 2024 - Space Force, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.vandenberg.spaceforce.mil/news/article-display/article/4034711/vsfb-achieves-historic-milestone-with-51-launches-in-2024/>
15. Vandenberg | Space Stats, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacestatsonline.com/launchsites/vandenberg/>
16. Vandenberg SFB 2023 Monitoring Report - NOAA Fisheries, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2024-03/VandenbergSFB-2019LOA-MonRep2023-OPR1.pdf>
17. SpaceX Starbase - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/SpaceX_Starbase>
18. 2024 Orbital Launch Attempts by Country - Payload Space, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://payloadspace.com/2024-orbital-launch-attempts-by-country/>
19. SpaceX Starship Super Heavy Project at the Boca Chica Launch Site - FAA, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.faa.gov/space/stakeholder_engagement/spacex_starship>
20. FAA gives SpaceX final approval to increase rocket launches in South Texas - KUT 90.5, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.kut.org/energy-environment/2025-05-06/spacex-starbase-starship-launch-texas-faa-environment-approval>
21. SpaceX wins federal approval to launch more rockets in South Texas, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.texastribune.org/2025/05/16/spacex-faa-launch-approval-starbase-texas/>
22. NASA facts - Wallops Flight Facility, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/nasafact-wallops2022update_0.pdf>
23. Wallops Island | Space Stats, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacestatsonline.com/launchsites/wallops/>
24. Pacific Spaceport Complex – Alaska - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Pacific_Spaceport_Complex_%E2%80%93_Alaska>
25. Head of Alaska Aerospace sees Kodiak Island spaceport as solution for national congestion, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.ktoo.org/2025/01/28/head-of-alaska-aerospace-sees-kodiak-island-spaceport-as-solution-for-national-congestion/>
26. Baikonur - Space Stats, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacestatsonline.com/launchsites/baikonur/>
27. Baikonur: Space for Potential Cooperation amid Adversary Influence - Air University, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/AEtherJournal/Journals/Volume-3_Number-4/Keranen_.pdf>
28. Soyuz launches commercial satellite cluster - Russian Space Web, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.russianspaceweb.com/cas500-1.html>
29. Soyuz-2 - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Soyuz-2>
30. Orbital launches in 2024 - Space Stats, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacestatsonline.com/launches/year/2024/>
31. Guiana Space Centre - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Guiana_Space_Centre>
32. Ariane 6 - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Ariane_6>
33. Orbital launches by India by status | Space Stats, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://spacestatsonline.com/launches/country/ind/status/>
34. Satish Dhawan Space Centre Launch Schedule - RocketLaunch.org, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://rocketlaunch.org/launch-schedule/satish-dhawan-space-centre>
35. LVM3 - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/LVM3>
36. Cabinet approves the establishment of “Third Launch Pad” - PIB, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2093360>
37. Taiyuan Satellite Launch Center - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Taiyuan_Satellite_Launch_Center>
38. China launches internet satellite group, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://english.www.gov.cn/news/202507/27/content_WS68862d59c6d0868f4e8f4785.html>
39. Long March 2D - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Long_March_2D>
40. Long March 4B - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Long_March_4B>
41. Mahia still number one for Rocket Lab launches | Archive - Wairoa District Council, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.wairoadc.govt.nz/our-council/news/archive/article/236/mahia-still-number-one-for-rocket-lab-launches>
42. Rocket Lab ends 2025 with 21 Electron launches, 100% success | RKLB Stock News, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://www.stocktitan.net/news/RKLB/rocket-lab-successfully-launches-for-i-qps-ends-2025-with-21-jvv3dukgezth.html>
43. Rocket Lab Electron - Wikipedia, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://en.wikipedia.org/wiki/Rocket_Lab_Electron>
44. SpaceX Says It Will Lose $4 Million Per Day If Starship Launches Are Suspended By Court, 访问时间为 一月 30, 2026， <https://wccftech.com/spacex-says-it-will-lose-4-million-per-day-if-starship-launches-are-suspended-by-court/>