

2026 MCM

问题 B：利用太空电梯系统建立月球殖民地



想象一下一个未来，在这个未来中，任何人都可以通过从赤道到地球轨道的悠闲而美丽的旅行，然后搭乘常规、安全且价格低廉的火箭飞行到达月球、火星或更远的地方。在这个未来，我们可以建立郁郁葱葱、绿色、美丽的太空栖息地，并利用人工重力，人们可以在这里度假、工作甚至生活。这些栖息地将减轻地球脆弱、过度劳累的生态系统的压力。实现这些目标的技术将为人类提供无限、安全、常规、环保、高效的全球太空访问方式。为了实现这些目标，有些人设想了一个**太空电梯系统**，由电力驱动，提供一个可扩展的跨行星物流、商业和探索基础设施。

在其最终的操作配置中，太空电梯系统将包括三个**银河港口**，它们理想地以 120 度的角度分布在赤道周围。每个银河港口将包括一个单一的**地球港口**，连接到两个 100,000 公里长的**缆绳**，并与两个**顶端锚点**相连接，多个太空电梯共同运作，每个电梯每天都能够将巨大的有效载荷从地球送到**同步轨道（GEO）**，并超越到达顶端锚点，在那里它们可以被装载到火箭上，并使用更少的燃料送往任何地方。

月球殖民管理（MCM）机构正在准备在 2050 年建造一个月球殖民地，预计该殖民地将有 10 万人口，完成太空电梯系统后开始建设。预计月球殖民地将需要约 1 亿公吨的物资。此外，水和物资将在殖民地建成后定期运送，以维持月球上的人口。为了到达月球，银河港口必须分两步运送物资：首先，通过太空电梯从地球港口到顶端锚点，其次，通过火箭从顶端锚点到月球殖民地。MCM 机构预计，银河港口将提供一个先进的提升系统，能够每年运输 179,000 公吨物资，同时不产生大气污染。

该机构还在考虑使用传统火箭来运输建筑材料和供应品到月球殖民地。目前地球上十个火箭发射场：阿拉斯加、加利福尼亚、德克萨斯、佛罗里达和弗吉尼亚（美国）、哈萨克斯坦、法属圭亚那、萨蒂什·达万航天中心（印度）、太原卫星发射中心（中国）以及马希亚半岛（新西兰）。

火箭将需要从地球的火箭发射场到达月球殖民地仅一步之遥。到 2050 年，预计火箭将

能够通过先进的猎鹰重型火箭发射将 100-150 公吨的有效载荷运送到月球。你可以假设太空电梯系统和火箭发射的完美条件（例如，缆绳没有摆动，火箭发射没有失败）。你应该考虑不同场景下将物资从地球表面运送到月球殖民地的成本和时间表。

你的任务：

你的任务是利用数学模型来确定运输物资的成本和时间表，以便在 2050 年开始建设一个 10 万人口的月球殖民地。你需要比较现代太空电梯系统的三个银河港口和从选定火箭发射基地发射的传统火箭。

你的模型应包括：

1. 考虑三种不同的情景，如何将 1 亿公吨物资运输到月球以建设 100,000 人的月球殖民地；
 - a. 仅使用太空电梯系统的三个银河港口，
 - b. 仅使用现有基地的传统火箭发射（你可以选择使用哪些设施），或
 - c. 两者的某种组合。
2. 如果运输系统没有完美运行（例如，缆绳摆动、火箭失败、电梯故障等），你的解决方案会发生怎样的变化？
3. 调查一旦月球殖民地建成并全面运营后，10 万人口的月球殖民地需要的水量。使用你的运输模型了解确保月球殖民地居民获得充足水源所需的额外成本和时间表，直到月球殖民地完全有人类居住。
4. 讨论在不同情景下实现 10 万人口月球殖民地对地球环境的影响。你如何调整你的模型以最小化环境影响？
5. 写一封一页的信，向虚构的 MCM 机构推荐一条建设并维持 10 万人口月球殖民地的行动方针。

你的 PDF 解决方案不超过 25 页，应包括：

- 一页的总结报告。
- 目录。
- 你的完整解决方案。
- 一页的信函致 MCM 机构。
- 参考文献列表。
- AI 使用报告（如果使用，计入的页数不算在 25 页限制内）。

注意：完整的 MCM 提交没有特定的最低页数要求。你可以使用最多 25 页来包含所有的解题过程和你想添加的任何其他信息（例如：图纸、图表、计算、表格）。部分解答

是可以接受的。我们允许谨慎使用 AI 工具如 ChatGPT，尽管创建解决方案并不是必须的。如果你选择使用生成性 AI，你必须遵循 COMAP AI 使用政策。这将导致一个额外的 AI 使用报告，你必须将其添加到 PDF 解决方案文件的末尾，并且该报告不计入 25 页总页数限制。

术语表

- **太空电梯系统**由三个银河港口以及额外的支持设施组成。
- **银河港口**由两个顶端锚点组成，每个锚点通过两根缆绳连接到一个地球港口。
- **地球港口**是为银河港口提供地面支持的地球位置。
- **缆绳**是 100,000 公里长的石墨烯材料，连接地球港口和太空电梯系统中的顶端锚点。
- **顶端锚点**是位于 100,000 公里缆绳末端的太空中的平衡物。
- ****同步轨道 (GEO) ****是距离地球表面约 35,786 公里的轨道，地球的公转周期为 24 小时，匹配地球的自转，因此它每天始终位于相同的经度上。
- **月球殖民地**是一个位于月球上的栖息地，能够支持 10 万人口。