

问题 B：利用太空电梯系统创建月球殖民地

想象一下这样的未来：任何人都可以通过从赤道到地球轨道的悠闲而风景如画的旅程，再搭乘常规、安全且廉价的火箭航班前往月球、火星或更远的地方。在这个未来，我们可以建造充满生机、绿色且美丽的太空栖息地，配备人工重力，人们可以在那里度假、工作甚至居住。这些栖息地将减轻地球脆弱、过度开发和脆弱的生态系统所承受的压力。实现这些事件的技术将为人类提供无限、安全、常规、环保、高效和全球的太空接入。为了实现这些目标，有些人构想了由电力驱动的太空电梯系统，为星际物流、商业和探索提供可扩展的基础设施。

在其最终运行配置下，太空电梯系统将包括三个银河港，理想情况下它们将围绕赤道以120度的间隔分布。每个银河港将包括一个地球港，配备两条100,000公里长的系绳，连接到两个顶点锚点，多个太空电梯将协同运行，每天能够将大量货物从地球提升到地球同步轨道（GEO）以及更远的地方到达顶点锚点，在那里它们可以被装上火箭并运送到任何地方，所需燃料大大减少。

月球殖民地管理委员会（MCM）正在筹备建设一个预计容纳10万人规模的月球殖民地，计划从2050年开始，在太空电梯系统完工后启动。据估计，月球殖民地将需要大约1亿吨的物资。此外，在殖民地建成后，需要定期向月球运送水和补给以维持其人口。前往月球需要通过银河港分两步运送物资：首先，从地球港通过太空电梯运送到顶点锚点，然后从顶点锚点通过火箭运送到月球殖民地。MCM委员会预计银河港将提供一种先进的提升系统，每年可运送17.9万吨物资，同时不产生大气污染。

该机构还在考虑使用传统火箭为月球殖民地运送建筑材料和物资。地球目前有十个火箭发射场：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）和马赫亚半岛（新西兰）。

火箭需要从地球的火箭发射场到月球殖民地进行单步发射。预计到2050年，借助先进的猎鹰重型火箭发射，火箭将能够将100-150吨的有效载荷运送到月球。你可以假设银河港系统（例如，缆绳没有晃动）和火箭发射（例如，没有发射失败）的条件完美。你应该考虑在不同情况下将物资从地球表面运送到月球殖民地现场的成本和时间。

你的任务：

你的任务是利用数学模型来确定将材料运送到建立一个10万人规模的月球殖民地的成本和相关时间表，该殖民地将于2050年开始建设。你需要比较现代航天电梯系统的三个银河港与传统火箭从选定的火箭基地发射。

你的模型应包括：

1. 考虑将1亿公吨材料运送到建立10万人规模的月球殖民地的三种不同方案；
 - a. 仅使用航天电梯系统的三个银河港，
 - b. 单独从现有基地发射传统火箭（你可以选择使用哪些设施），或者，
 - c. 两种方法的某种组合。
2. 如果运输系统并非完全处于良好工作状态（例如，缆绳晃动、火箭故障、电梯损坏等），你的解决方案会发生变化到什么程度？
3. 调查在10万人月球殖民地完全运行后一年的用水需求。使用你的运输模型来了解确保殖民地在一整年内拥有足够水所需的额外成本和时间表。
4. 讨论在 *فُلْتَخ* 场景下实现10万人月球殖民地对地球环境的影响。你会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机构推荐建设并维持一个10万人月球殖民地的行动方案。

您的 PDF 解决方案不超过 25 页，应包含：

- 单页摘要表。
- 目录。
- 您的完整解决方案。
- 一页致MCM机构的信函
- 参考文献列表。
- AI使用报告（如使用不计入25页限制。）

注意：完整的 MCM 提交没有特定的最低页数要求。您可以最多使用 25 页来提交所有解决方案工作和任何您想要包含的附加信息（例如：绘图、图表、计算、表格）。接受部分解决方案。我们允许谨慎使用人工智能（如 ChatGPT），但并非必须使用人工智能来创建解决方案。如果您选择使用生成式人工智能，您必须遵循 COMAP 人工智能使用政策。这将导致您需要向 PDF 解决方案文件末尾添加一份额外的 AI 使用报告，该报告不计入您解决方案的 25 页总页数限制。

术语表

太空电梯系统由三个银河港加上额外的支持设施组成。

银河港由两个顶点锚组成，每个顶点锚通过两条缆绳连接到一个地球港。

地球港是银河港在地球上的地面支持位置。

缆绳是连接地球港和太空电梯系统中的顶点锚的10万公里长的石墨烯材料。

Apex Anchor 是位于 100,000 公里长缆绳末端的太空配重装置。

地球同步轨道（GEO）距离地球表面约 35,786 公里，其轨道周期为 24 小时，与地球自转周期一致，因此每天都能停留在同一经度上。

月球殖民地是一个能容纳 100,000 人居住的栖息地。