

2026 年数学建模竞赛 (MCM)
问题 B：利用太空电梯系统建立月球殖民地



想象一下这样的未来：任何人都能从赤道出发，乘坐轻松惬意、风景优美的交通工具抵达地球轨道，然后搭乘常规、安全且经济的火箭前往月球、火星甚至更远的地方。在这样的未来，我们能够建造拥有人造重力的葱郁、绿色且美丽的太空栖息地，人们可以在那里度假、工作甚至生活。这些栖息地将减轻地球脆弱、不堪重负且易受损的生态系统的压力。实现这些目标所需的技术将为人类提供无限、安全、常规、环保、高效且全球性的太空通道。为了达成这些愿景，一些人构想了一种由电力驱动的**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。

在其最终运行配置中，太空电梯系统将由三个“**银河港**”组成，理想情况下，它们在赤道上均匀分布，彼此相隔 120 度。每个“银河港”将包括一个**地球端港口**，以及两条各长 10 万公里的缆绳，**分别连接到两个位于顶端的锚点**。多个太空电梯将协同运行，每天都能将大量货物从地球运送到地球**同步轨道**（GEO）及更远的顶端锚点，在那里货物可以装上火箭，以更少的燃料运往任何地方。

月球殖民地管理（MCM）机构正准备在 2050 年太空电梯系统建成后，着手建设一个预计容纳 10 万人的月球殖民地。据估计，该月球殖民地将需要约 1 亿吨的材料。此外，一旦殖民地建成，水和物资将需要定期运送以维持月球上的人口。要将物资运送到月球，银河港必须分两步进行：首先，通过太空电梯从地球港口运送到顶点锚点，其次，通过火箭从顶点锚点运送到月球殖民地。MCM 机构预计，银河港将提供一种先进的提升系统，每年能够运输 17.9 万吨物资，且不会造成大气污染。

该机构还在考虑使用传统火箭向月球殖民地运送建筑材料和物资。目前地球上有一个火箭发射场：阿拉斯加、加利福尼亚、得克萨斯、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）和马希亚半岛（新西兰）。

从地球上的火箭发射场到月球殖民地只需一次火箭发射即可。据估计，到 2050 年，使用先进的“重型猎鹰”火箭发射，火箭将能够向月球运送 100 至 150 公吨的有效载荷。您可以假定银河港系统（例如，没有系绳摆动）和火箭发射（例如，没有发射失败）的条件都完美无缺。您应该考虑在不同场景下将材料从地球表面运送到月球殖民地的成本和时间表。

您的任务：

您的任务是利用数学模型来确定从 2050 年开始运输建造可容纳 10 万人的月球殖民地所需材料的成本及相关时间表。您需要将现代太空电梯系统的三个“星际港”与从选定的火箭发射基地发射的传统火箭进行比较。

您的模型应包含：

1. 对将 1 亿吨材料运送到月球上用于建设可容纳 10 万人的月球殖民地的三种不同方案进行考量；

- 仅使用太空电梯系统的三个银河港，
- b. 仅从现有基地进行传统火箭发射（您可以选择使用哪些设施），或者，
- c. 两种方法的某种结合。

2. 如果运输系统不能正常运行（例如，系绳摇晃、火箭故障、电梯损坏等），您的解决方案会有多大程度的改变？

3. 在月球殖民地满员入住并全面投入运营后，调查其一年内的用水需求。利用您的交付模式来了解确保该殖民地在有人居住后的一整年里有充足用水所需的额外成本和时间安排。

4. 讨论在不同情景下实现 10 万人月球殖民地对地球环境的影响。您会如何调整模型以将环境影响降至最低？

5. 写一封一页纸的信，向虚构的MCM机构推荐一个行动方案，建立并维持一个 10 万人的月球殖民地。

您的 PDF 解决方案总页数不超过 25 页，应包含：

- 一页总结表。
- 目录

您的完整解决方案。

致 MCM 代理机构的一封信（一页纸）

- 参考文献列表。
- [人工智能使用报告](#)（若使用则不计入 25 页的限制。）

注意：完整的 MCM 提交文件没有特定的最小页数要求。您可以使用最多 25 页来呈现您的全部解决方案以及您想要包含的任何其他信息（例如：绘图、图表、计算、表格）。不完整的解决方案也是可以接受的。我们允许谨慎使用诸如 ChatGPT 之类的生成式人工智能，不过使用它并非解决此问题的必要条件。如果您选择使用生成式人工智能，必须遵循 COMAP 的[人工智能使用政策](#)。这将导致您需要在 PDF 解决方案文件的末尾添加一份额外的人工智能使用报告，该报告不计入您解决方案的 25 页总限制。

词汇表

太空电梯系统由三个星际港以及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系绳与一个地球港相连。

地球港是地球上为银河港提供地面支持的地点。

太空电梯系统中，连接地球端口和顶点锚点的是长达 10 万公里的石墨烯材料制成的**缆绳**。

“**Apex Anchor**”是位于 10 万公里长的系绳末端的太空配重。

地球同步轨道（GEO）距离地球表面约 35786 千米，其绕地球运行一周的周期为 24 小时，与地球自转周期相同，因此每天都能停留在同一经度上。

月球殖民地是一个位于月球上的居住地，可容纳 10 万人。