

2026 年 ICM 问题 E：被动式 太阳能遮阳



背景

被动式遮阳已成为住宅和商业建筑改造或新建时的常见配置。它成本相对较低，能节省供暖和制冷费用。遮阳设施的设计旨在阻挡夏季阳光进入建筑物，同时让冬季阳光不仅能够进入建筑物，还能加热热容量大的物体，这些物体在之后的数小时内仍能持续散热。诸如挑檐、植被遮阳、遮阳板系统和高性能玻璃等策略，能够在高温天气减少建筑物内的热量积聚。

被动式遮阳的效果因建筑物朝向、各立面窗户面积分布以及气候条件的不同而有所差异。它还需要建筑物内部有可被阳光直接照射的热容量大的材料，比如混凝土、石材、水或其他能够储存热量的材料。这种热容量大的材料不仅能储存热量，还能减少一天中室内的温度波动。

这些技术利用太阳可预测的运行轨迹（通过使用太阳位置计算器确定）、材料、几何形状以及自然环境条件来保持舒适度并降低能耗。然而，通常的计算方法仅使用夏至和冬至正午时太阳的角度来计算窗户遮阳的最佳延伸长度，如图 1 所示。这种观点过于简单化，未来的衡量标准必须做得更好，以考虑变化因素。

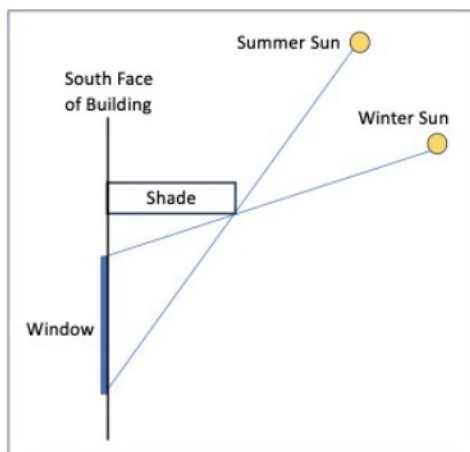


图 1：被动式太阳能遮阳——冬至和夏至时的太阳照射情况

场景

您已被天体物理防护集体组织（COMAP）聘用，负责为假设的桑格罗夫大学和假设的博雷利斯大学创新下一代太阳遮阳策略。

位于温暖低纬度地区、日照充足且热浪日益频繁的虚构的松罗夫大学，正计划对其主学术区进行重大改造。目前，校园内教室的制冷费用过高，且阳光刺眼。校方领导已决定在 2040 年前实现**净零制冷**的目标。

值得注意的是，松格罗夫大学正计划对其北学术楼进行改造。这是一座两层的教学和办公大楼。其内部布局将周边的办公室和教室与内部走廊相结合。该建筑呈矩形（60 米×24 米），长边东西向，如图 2 所示。其外立面由双层玻璃和砖砌饰面构成，南侧的窗墙比平均为 45%，其余各侧为 30%。该建筑夏季依靠机械制冷，冬季依靠水暖系统供暖，被动式策略应用有限。这座概念性建筑的其他特点由您自行想象。请在提交给 COMAP 的报告中说明这些特点。

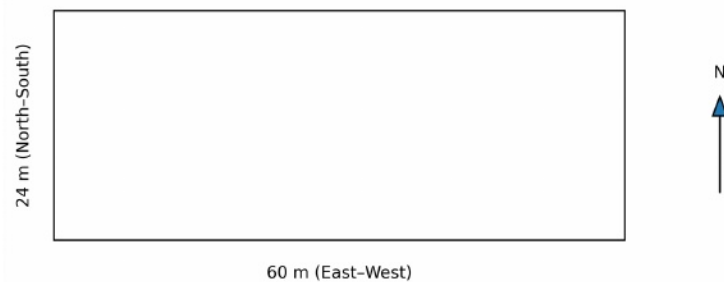


图 2：学术厅北侧平面图

此外，COMAP 还受位于高纬度地区的虚构的博雷利斯大学的委托，该大学所在地区冬季气温数月都低于冰点，日照时间有限，建筑物的供暖需求很大。

松格罗夫大学和博雷利斯大学也都在规划一座新的学生会大楼，它将成为校园活动的中心。两校都要求新学生会大楼大量采用被动式太阳能遮阳措施，而非机械制冷系统。这两所大学希望其学生会大楼能成为未来发展的样板，这意味着其被动式太阳能策略设计不仅要满足当前的需求，还要在未来的气候条件下表现出色。

除了背景部分所概述的常规阴影处理方法之外，为了帮助这些虚拟大学，您还应拓展思路，将以下内容纳入考虑范围：

- 全天都需要遮阳，而不仅仅是正午时分。
大小和形状各异的窗户。
- 不完全朝南/北（视所在半球而定）的窗户。
与该建筑风格相匹配的不同色调、不同材质的样式。

与任何新的策略或模型一样，您不仅要描述您的方法，还要说明您的提议相较于之前的常规做法所具有的优势。COMAP 需要了解您的被动式太阳能遮阳策略如何在夏季更有效地减少校园建筑的热量吸收，同时仍能接纳冬季有益的阳光。

需求

COMAP 要求您的团队提供基于模型的可行性分析，以确定松格罗夫大学如何通过被动式太阳能设计在校园建筑改造中降低学年制冷负荷。为此，请为松格罗夫大学的北学术楼设计改造方案，以优化全学年的供暖和制冷效果。您会采用哪些被动式太阳能策略和建筑特性，又将如何评估其性能？

博雷利斯大学有一栋建筑的设计与桑格罗夫大学的北学术厅相似。如何将您为桑格罗夫大学所做的工作扩展到有效利用热质量的关键重要性方面，从而为博雷利斯大学提供一个利用被动式太阳能遮阳的方案？您可能需要考虑建筑几何形状、材料选择、玻璃位置、内部热质量或其他方面，以在冬季最大限度地增加热量获取，同时避免在较暖月份出现过热现象。

桑格罗夫大学和博雷利斯大学的改造设计模型仅对那些假设的场地有用。请调整您的模型，并讨论其他地点的设计考虑因素，包括可能具有相似纬度的地区不同的供暖和制冷需求。

为松林大学或北极光大学的新学生会大楼设计一种被动式太阳能遮阳策略，以保持大楼内部温度适宜。请描述您将采用的策略、建筑特色以及用于评估其长期性能的建模方法。在您的分析中，您可能希望考虑以下一些方面：

- 预测太阳得热量
- 估算供暖和/或制冷负荷的降低量
- 考虑季节性变化
- 评估采光需求与遮阳效果之间的权衡取舍

请给松罗夫大学或博雷利斯大学（只能选一所）写一封一到两页的信，概述他们应采取的措施，将被动式太阳能遮阳纳入其既有建筑改造和新建筑规划之中。

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。
- 一到两页的信件。
 - 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 ICM 提交材料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

太阳正午是指一天中太阳在给定地点的天空中处于最高点的时刻。

冬至是一年中白昼最短的一天，这是由地球的倾斜造成的。

夏至是一年中白昼最长的一天，这是由地球的倾斜造成的。

“**概念上的**”意思是理论上的或虚构的。本题中的大学并非真实存在，而只是理论上的案例研究。

净零冷却意味着在不向大气中排放温室气体的情况下提供冷却。