

问题 E: 被动太阳遮阳



背景

被动太阳遮阳已经成为住宅和商业建筑中常见的附加设施，作为翻新或新建工程的一部分。它相对便宜，并且在加热和冷却方面可以节省成本。这些遮阳设施设计用来阻挡夏季太阳的辐射进入建筑物，同时允许冬季太阳进入建筑，并加热可储存热量的热质，这些热质可以在多个小时后继续辐射热量。诸如悬挑、植被遮阳、百叶窗系统以及高效玻璃等策略可以减少在高温期间建筑的热量吸收。

被动太阳遮阳的效果取决于建筑的朝向、不同立面之间的窗面积分布以及气候。它还需要一个内部热质，该热质可以被直射的太阳光加热。这个热质可以是混凝土、石材、水或其他能够储热的材料。热质不仅储存热量，还减少白天温度的波动。

这些技术利用可预测的太阳路径（通过太阳位置计算器确定）、材料、几何形状和自然环境条件来维持舒适度并减少能源消耗。然而，典型的计算方法利用的是夏至和冬至时太阳正午的角度来计算遮阳设备的最佳延伸，如图 1 所示。这是一种简化的观点，未来的度量标准必须更好地考虑变化。

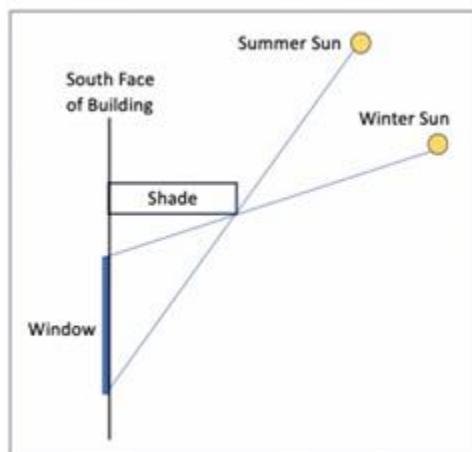


Figure 1: Passive Solar Shading – Winter and Summer Sun on Solstices

图 1：被动太阳遮阳 - 冬至和夏至的太阳

情境

您被集体组织天体物理保护 (COMAP) 雇佣，以创新下一代太阳遮阳策略，应用于假设的 Sungrove 大学和假设的 Borealis 大学。

假设的 Sungrove 大学位于一个温暖的低纬度区域，具有较高的太阳辐射和日益频繁的热浪，正在规划其主学术区的重大改造。该校目前面临过度的冷却成本和教室中的炫光问题。大学领导层已决定在 2040 年前实施零能耗冷却计划。

特别地，Sungrove 大学计划对其 Academic Hall North 进行翻新。它是一个两层的教室和办公室建筑。内部布局结合了外围办公室和教室与内部走廊。该建筑的外形为矩形 ($60\text{m} \times 24\text{m}$)，其长边朝东西方向，如图 2 所示。正面由双层玻璃和砖饰面构成，南立面的窗墙比率为 45%，其余立面为 30%。该建筑在夏季依赖机械冷却，冬季使用水暖供暖，且仅有有限的被动策略。该假设建筑的其他特点由您自行构想，请在写作中与 COMAP 沟通这些特点。

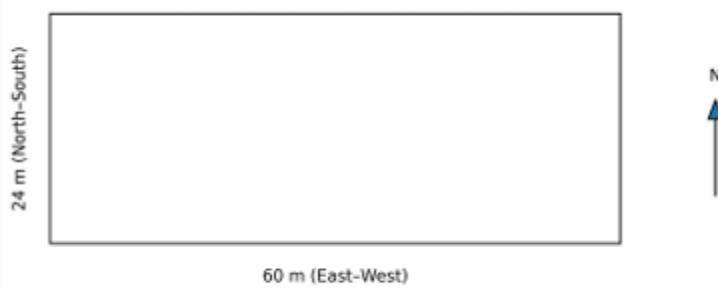


Figure 2: Academic Hall North footprint

图 2: Academic Hall North 的平面图

此外，COMAP 还被假设的 Borealis 大学雇佣，该大学位于一个高纬度地区，冬季气温持续低于零度，日照时间有限，建筑物面临较重的供暖需求。

Sungrove 大学和 Borealis 大学还计划建设一个新的学生会大楼，作为大学活动的中心。两所大学都要求新建的学生会大楼主要依赖被动太阳遮阳，而非机械冷却系统。两所大学希望其新的学生会大楼能够成为未来开发的原型，这意味着它们的被动太阳设计策略不仅要在当前表现良好，还要能够适应未来的气候条件。

除了背景中提到的标准遮阳方法之外，为了帮助这两所假设的大学，您应当扩展您的想法，包含以下内容：

- 全天候的遮阳需求，而不仅仅是太阳正午时的需求。
- 不同大小和形状的窗户。
- 不完全朝南/北的窗户（根据半球情况）。

- 不同风格和材料的遮阳设备，这些设备应与建筑物的建筑风格匹配。
-

要求

您的团队被 COMAP 要求提供基于模型的可行性分析，确定 Sungrove 大学如何通过被动太阳设计来减少其学年冷却负荷，以实现校园建筑的翻新。为此，设计一个 Sungrove 大学 Academic Hall North 的翻新方案，优化学年内的供热和制冷。您将使用哪些被动太阳策略和建筑特征，如何评估它们的表现？

Borealis 大学有一座与 Sungrove 大学 Academic Hall North 类似设计的建筑。如何将您的工作扩展至包括热质的有效使用，以为 Borealis 大学提供一个被动太阳遮阳的方案？您可能需要考虑建筑几何形状、材料选择、玻璃位置、内部热质或其他方面，以最大化冬季热量的吸收，同时避免在较温暖月份的过热。

Sungrove 大学和 Borealis 大学的翻新设计模型仅适用于这些假设地点。您应当调整您的模型，并讨论其他地点的设计考虑因素，包括在类似纬度的地区的供暖和冷却需求。

为 Sungrove 大学或 Borealis 大学的新学生会大楼设计一个被动太阳遮阳策略，使建筑保持温和。描述您将使用的策略、建筑特征和建模方法，并评估其随时间的表现。

在分析中，您可能希望考虑以下内容：

- 预测太阳热量吸收
- 估算供热和/或制冷负荷的减少
- 考虑季节性变化
- 评估日照需求和遮阳效果之间的权衡

写一封一至两页的信件，向 Sungrove 大学或 Borealis 大学（只选一所）概述它们应采取的措施，以在其翻新和新建计划中包含被动太阳遮阳。

您的 PDF 解决方案不超过 25 页，内容应包括：

- 一页摘要
- 目录
- 完整解决方案
- 一至两页信件
- 参考文献列表

- AI 使用报告（如果使用 AI，则不计入 25 页限制）
-

注意： 本文中没有特定要求的最小页数，完整的 ICM 提交可以使用最多 25 页的空间来展示您的解决方案和其他附加信息（例如图纸、图表、计算、表格）。部分解决方案也会被接受。我们允许谨慎使用 AI，如 ChatGPT，虽然它并不是解答此问题的必要条件。如果您选择使用生成型 AI，您必须遵守 COMAP 的 AI 使用政策，并在 PDF 解决方案文件的末尾添加一份 AI 使用报告，这不会计入 25 页总页数限制。

术语表

- 太阳正午：一天中太阳在天空中最高的位置。
- 冬至：一年中白昼最短的一天，由于地球倾斜所致。
- 夏至：一年中白昼最长的一天，由于地球倾斜所致。
- 假设：指理论上的或虚构的。文中提到的大学并不真实存在，仅为理论案例。
- 零能耗冷却：指在不向大气中增加温室气体的情况下实现冷却。