



The roof in cloudburst

An architectural legend says that the classic Asian roof with upturned corners is, among other purposes, to send rainwater as far away from the building as possible. In the design of traditional Chinese architectural roofs, the overhanging eaves serve the purpose of keeping the pouring rain away and protecting the building and its inhabitants. For instance, the Song Dynasty poet Lu You put it in his poem “Thunderstorm”:

The wind rages, threatening to lift the roof.
The rain pours down like a breached dam.
Against the window, the lone lamplight fades.
Captive birds seek shelter under the eaves.
.....



Figure 1. The Pavilion with glazed tiles on Lantau Island, Hong Kong



Figure 2. The eaves of the traditional courtyard house, Beijing



Figure 3. The "horseback spine" roof of Luchou Lee Family Residence, New Taipei City, Taiwan



Figure 4. The large roof with ornamental projection of Jianzhen Memorial Hall, Yangzhou, Jiangsu

(Pictures from IMMC or internet)

Tasks

1. According to your investigation on types and styles of Chinese traditional architectural roofs, what roof profile would be the best in a cloudburst (an extremely powerful rain, but without major wind) as measured by the distance that the rainwater is “thrown” away from its eaves? The roof must have no concave spots that would accumulate undrainable water and no gutters or other special draining systems. The analysis should be done for a realistic roof and realistic enough water behaviour, not for an idealised and over-simplified model.
2. Despite, in some regions of China, the roofs with upturned corners being “the classics”, in other regions, much simpler roofs were historically preferred. What other factors may have played a role in this? Could that be construction costs? Or something else? Build a model that estimates the overall practical “goodness” of a given roof in a given climate. Determine the best roof configurations for several different regions of China (e.g. Beijing, Guangdong, Hong Kong, Macao, Taiwan, or Northern regions).

References

Zhihu, “National heavy rain warning: how can the Forbidden City endure 600 Years without suffering from rain?”. (https://zhuanlan.zhihu.com/p/77310131?utm_id=0)

Submission

Your solution paper should include a 1-page Summary Sheet. The body cannot exceed 20 pages for a maximum of 21 pages with the Summary Sheet and short essay inclusive. The appendices and references should appear at the end of the paper and do not count towards the 21 pages limit.

Special Note

The principles of *Honor System* of IMMC also applies to the use of LLMs (large language models) or generative AI tools. If a team uses any large language model or generative AI tool in completing the modeling tasks, from problem research, model development, programing to paper/report writing, the team must make honest, open and transparent disclosure, including making in-text citations and detailing relevant content in the "References" section. It should be recognized that although large language models or generative AI have the advantages of productivity tools, they also have obvious shortcomings and pose risks to users (such as AI-generated content containing AI hallucinations or possible plagiarism in the produced content). Whether or not using large language models or generative AI tools itself in the team’s work has no impact on judges' evaluation; the judges seriously remind every team that if any AI tool would be used, use it correctly, honestly, open and transparently.



IMMC 2024 中华赛 B 题 (秋季赛) (English 简体 繁體)

暴雨下的屋顶

有则关于建筑传奇的说法，称亚洲传统屋顶的翘角设计，除了其他功能外，势将雨水尽可能远地抛离建筑物。在中国传统建筑的屋顶设计中，飞檐便起到使滂沱雨水远离的作用，从而保护建筑人居。正如宋陆游《暴雨》诗云：

风怒欲掀屋，雨来如决堤。
孤灯映窗灭，羈鸟就檐栖。
.....



图 1. 香港大屿山的琉璃亭



图 2. 北京四合院的屋檐



图 3. 台湾新北市芦洲李宅的“马背脊”屋顶



图 4. 江苏扬州鉴真纪念堂的“鸱尾”大屋顶

(图片来自 IMMC 或网络)

任务

1. 根据你团队对中国传统屋顶型制的考察，以雨水从屋檐“抛出”的距离来衡量，哪种屋顶形状在暴雨（极强降雨，但没有大风）中最好？在没有凹陷点（会积水）和没有特殊排水系统的情况下，分析应基于真实的屋顶和真实的水流行为，而不是理想化和过度简化的模型。
2. 尽管在中国的某些地区，翘角屋顶是“经典”的设计，但在其他地区，历史上更喜欢简单的屋顶。可能还有哪些因素起了作用？是建筑成本吗？还是其他因素？建立一个模型，估计在特定气候条件下给定屋顶的实际“优点”。确定中国几个不同地区（例如北京、广东、香港、澳门、台湾，或北方地区）的最佳屋顶配置。

参考资料

知乎：《全国暴雨预警，故宫如何能 600 年不受雨水之苦？》

(https://zhuanlan.zhihu.com/p/77310131?utm_id=0)

提交

你团队的解决方案论文应包括 1 页的摘要。正文不能超过 20 页，含摘要最多 21 页。附录和参考资料应出现在正文之后，不算在 21 页的限制之内。

特别说明

IMMC“诚信赛制”的原则同样适用于大语言模型或生成式 AI 工具的使用。如果团队在完成建模任务过程中有使用任何大语言模型或生成式 AI 工具，从问题研究、模型开发、程序编写到论文写作等建模工作的方方面面，团队必须诚实和公开透明地做披露，包括做出文内标注和在“参考文献”部分详细列出相关内容。应认识到大语言模型或生成式 AI 虽具有生产力工具的优势，亦具有明显的不足，并对使用者构成风险（例如 AI 生成的内容存在 AI 幻觉，也可能构成剽窃）。团队使用或不使用大语言模型或生成式 AI 工具本身，对评审没有影响；评委严肃地提醒团队，若果有任何 AI 工具的使用，都应当是正确、诚实和公开透明的使用。



IMMC 2024 中華賽 B 題 (秋季賽) (English 简体 繁體)

暴雨下的屋頂

有則關於建築傳奇的說法，稱亞洲傳統屋頂的翹角設計，除了其他功能外，勢將雨水盡可能遠地拋離建築物。在中國傳統建築的屋頂設計中，飛簷便起到使滂沱雨水遠離的作用，從而保護建築人居。正如宋陸游《暴雨》詩云：

風怒欲掀屋，雨來如決堤。
孤燈映窗滅，羈鳥就簷棲。
.....



圖 1. 香港大嶼山的琉璃亭



圖 2. 北京四合院的屋簷



圖 3. 臺灣新北市蘆洲李宅的“馬背脊”屋頂



圖 4. 江蘇揚州鑒真紀念堂的“鴉尾”大屋頂

(圖片來自 IMMC 或網路)

任務

1. 根據你團隊對中國傳統屋頂型制的考察，以雨水從屋簷「拋出」的距離來衡量，哪種屋頂形狀在暴雨（極強降雨，但沒有大風）中最好？在沒有凹陷點（會積水）和沒有特殊排水系統的情況下，分析應基於真實的屋頂和真實的水流行為，而不是理想化和過度簡化的模型。
2. 儘管在中國的某些地區，翹角屋頂是「經典」的設計，但在其他地區，歷史上更喜歡簡單的屋頂。可能還有哪些因素起了作用？是建築成本嗎？還是其他因素？建立一個模型，估計在特定氣候條件下給定屋頂的實際「優點」。確定中國幾個不同地區（例如北京、廣東、香港、澳門、台灣，或北方地區）的最佳屋頂配置。

參考資料

知乎：《全國暴雨預警，故宮如何能 600 年不受雨水之苦？》

(https://zhuanlan.zhihu.com/p/77310131?utm_id=0)

提交

你團隊的解決方案論文應包括 1 頁的摘要。正文不能超過 20 頁，含摘要最多 21 頁。附錄和參考資料應出現在正文之後，不算在 21 頁的限制之內。

特別說明

IMMC「誠信賽制」的原則同樣適用於大語言模型或生成式 AI 工具的使用。如果團隊在完成建模任務過程中有使用任何大語言模型或生成式 AI 工具，從問題研究、模型開發、程式編寫到論文寫作等建模工作的方方面面，團隊必須誠實和公開透明地做披露，包括做出文內標註和在“參考文獻”部分詳細列出相關內容。應認識到大語言模型或生成式 AI 雖具有生產力工具的優勢，亦具有明顯的不足，並對消費者構成風險（例如 AI 生成的內容存在 AI 幻覺，也可能構成剽竊）。團隊使用或不使用大語言模型或生成式 AI 工具本身，對評審沒有影響；評委嚴肅地提醒團隊，若果有任何 AI 工具的使用，都應當是正確、誠實和公開透明的使用。