

2025 年 ICM 问题 E：为农业腾出空间



情况：

一片高大树木参天、野生动物种类繁多的森林被砍伐殆尽，为农业发展让出了空间。曾经生机勃勃的生态系统，是鸟类、昆虫和动物的家园，如今已不复存在，取而代之的是成排的庄稼。土地开始发生变化——曾经富含自然养分的土壤变得贫瘠，害虫开始侵袭庄稼。为了应对这一问题，农民们开始使用化学物质，但土地的平衡被打破了。随着这一转变，曾经在森林中繁茂生长的生命网络被破坏，取而代之的是以农业生态系统为基础的人类主导的农业循环，形成了新的食物网。在成熟的农业系统中，有蝙蝠、鸟类和其他物种，但要达到这一状态，生态系统必须成熟。

建模与分析：

在世界各地，都有类似这样的情况发生。作为其中的一员，在成熟农业实践考量（COMAP）小组中，您已被要求构建一个模型来追踪从森林到农田的栖息地变化。您的主管已让您的团队牵头确定随着生态系统的发展以及伴随的农业选择，已开垦的**森林区域**会如何随时间变化。您的主管希望分析既包含**自然过程**也包含**人类决策**。因此，您应当从一片新开垦的森林区域生态系统开始构建模型，并追踪由于物种变化以及农业实践的诸多影响而**产生**的变化阶段。您可以做出假设来构建森林到农田的情境，也可以使用真实历史样本中此类演变阶段的数据和信息。在您的分析中，您可能需要考虑以下方面：

- 自然过程

- **对当前的生态系统进行建模。**为这个最近取代了茂密森林区域的新**农业生态系统**构建一个基本的**食物网**模型。要涵盖生产者和消费者，以及**农业周期**及其季节性对系统动态随时间变化的影响。考虑除草剂和杀虫剂的影响，包括化学物质使用对植物健康、昆虫种群、**蝙蝠**和鸟类种群以及生态系统稳定性的影响。

- **考虑物种的重新出现。**随着时间的推移，**边缘生境**开始成熟，这使得该地区的本土物种得以回归。随着物种的回归，由于这些物种与当前环境的相互作用，农业生态系统会发生变化。在模型中纳入两种不同的物种，以确定其影响。

- 人类决策

- **除草剂的去除。**随着生态系统逐渐成熟，农民可能会尝试减少对化学物质的依赖。
如果除去了除草剂，就从生产者和消费者的角度报告生态系统稳定性的相关情况。
 - o 通过将蝙蝠纳入食物网模型，使生态系统恢复平衡。将蝙蝠建模为食虫动物，它们能控制害虫数量，同时作为传粉者支持植物繁殖。思考蝙蝠与昆虫、植物和捕食者之间的相互作用如何影响整个生态系统的稳定性。找出另一种能带来益处的物种，以使生态系统恢复平衡，并比较其影响。
- **走绿色农业之路？**分析一位农民考虑采用有机农业方法的种种影响。应考虑不同场景下有机农业的不同构成要素。展示其对整个生态系统以及各个组成部分的影响。讨论诸如害虫防治、作物健康、植物繁殖、生物多样性、长期可持续性和成本效益等方面的问题。

分享您的见解

- 附上一封写给正在探索有机农业实践的农民的一页信。
为农民提供咨询，告知其应采用何种方法，包括探讨经济上的权衡以及可持续性问题。帮助农民确定能够平衡成本与可持续性的策略，以及倡导某些政策如何能够激励农业中的此类保护措施。

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。
- 一页信。
- 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 之类的人工智能，尽管使用它并非解决问题的必要条件。

对于此问题，如果您选择使用生成式人工智能，必须遵守 **COMAP 的人工智能使用政策**。这将产生一份额外的人工智能使用报告，您必须将其添加到 PDF 解决方案文件的末尾，且该报告不计入您解决方案的 25 页总限制内。

新 MCM/ICM：在线提交流程——

本文旨在为参加 MCM/ICM 的学生和指导教师提供帮助和指导。在本文中，COMAP 将介绍使用新的在线提交页面 <https://forms.comap.org/241335097294056> 进行在线提交的新流程。您需要团队的控制编号、指导教师的编号以及所选问题来完成提交。

词汇表

已开垦的森林面积：指森林被砍伐后，土地被用于农业生产的区域。

食物网：食物网是生态系统中生物之间复杂的食物关系网络。它描绘了能量和养分如何在生态系统中从生产者（植物）到多个层次的消费者（食草动物、食肉动物和杂食动物），再到分解者（真菌、细菌）之间流动和相互作用。这对于理解生态系统如何运作以及如何保持平衡至关重要。

- 初级生产者:植物和农作物。

- 初级消费者:以植物为食的食草动物。 -

- 次级消费者:食虫动物和其他捕食植食动物的食肉动物。

- 三级消费者:以二级消费者为食的大型食肉动物。

- 分解者:真菌、细菌和蚯蚓等能分解死亡物质并将养分重新带入生态系统。

农业生态系统：农业生态系统十分复杂，其中各种物种在食物网中相互作用，既维持着生态平衡，又支持着农作物的生产。人类通常会采取诸如使用除草剂、杀虫剂和化肥等干预措施来提高农作物产量，但这些措施可能会带来负面的生态和经济影响。蝙蝠提供了诸如害虫防治和授粉等宝贵的生态系统服务，有助于农业的可持续发展。

农业周期：农业周期指的是从种植和培育农作物到收获以及为食用或销售进行加工的农业生产的各个阶段。关键阶段包括：

- 土壤准备:农民通过耕作、除草和施肥来整地。土壤至关重要，因为它是作物生长的介质，也是食物链的基础。

- 播种/栽种:农民会在适宜的时间播种或栽种幼苗，以使作物生长。这取决于天气、温度和土壤条件。

- **生长阶段:**作物通过光合作用生长，从空气中吸收二氧化碳，从土壤中吸收水分，并从太阳获取能量。这是食物网中能量流动的一部分，因为植物是生产者，而食草动物可能会与它们相互作用。
- **施肥与病虫害防治:**可施用肥料以确保农作物获得充足的养分生长。可使用杀虫剂或有机方法来防治可能损害农作物的害虫。这些方法可能会影响某些物种，从而对自然食物链产生影响，并对生态系统造成连锁反应。
- **收获:**当农作物成熟时，人们将其收割，这会暂时将这些植物从食物网中移除。
- **产后加工:**农作物可以被加工成食品，进行包装并运往市场，这将农业周期与更广泛的经济联系起来。
- **消费:**最后，农作物被人类和动物食用，或者被加工成其他产品。
- **分解:**任何有机废弃物都可能分解，将养分归还给土壤。

蝙蝠: 作为对农业食物网有益的物种的一个例子，我们来谈谈蝙蝠的重要性。它们在维持健康生态系统方面发挥着关键作用，这反过来又带来了显著的经济效益。这包括害虫防治、授粉和种子传播、生态平衡、粪使用作肥料、生态旅游以及降低医疗成本。

边缘生境: 农业用地周边区域的生境，作为农田与周边生态系统之间的缓冲带。