

2025 年 ICM

## 问题E：为农业腾出空间



情况：一片长满高大树木、生物多样性丰富的森林被砍伐，以便开辟农田。曾经繁荣的生态系统是鸟类、昆虫和动物的家园，如今消失了，取而代之的是成排的农作物。这片土地开始发生变化——曾经蕴含自然丰富养分的土壤变得贫瘠，害虫开始入侵农作物。为了应对这种情况，农民开始使用化学品，但这破坏了土地的平衡。随着这种转变，曾经在森林中蓬勃发展的复杂生命之网被打破，一个新的、由人类主导的农业循环取而代之，形成了基于农业生态系统的新食物网。在一个成熟的农业系统中，会有蝙蝠、鸟类和其他物种存在，但要达到这种状态，生态系统需要时间成熟。

建模与分析：在世界各地，类似的情况都在发生。作为成熟农业实践考虑(COMAP)小组的成员，你被要求构建一个模型来追踪从森林到农田的栖息地变化。你的主管已经让你的团队带头确定一个被转换的森林区域如何随着生态系统的演变以及相应的农业选择而随时间变化。你的主管希望分析包括自然过程和人类决策两个方面。因此，你应该从新开垦的转换森林区域生态系统的模型开始，通过物种变化以及农业实践的诸多影响，追踪模型的变化阶段。你可以做出假设来建立森林到农田的情况，或者你可以使用来自这种演变类型的真实历史样本中的数据和信息。在你的分析中，你可能需要考虑以下几点：

#### – 自然过程

- 对当前生态系统进行建模。建立一个基本的食物网模型，用于描述这个取代了原有茂密森林的新型农业生态系统。包括生产者和消费者，以及农业周期及其季节性对系统动态随时间变化的影响。通过包含化学品使用对植物健康、昆虫种群、蝙蝠和鸟类种群以及生态系统稳定性的影响，来考虑除草剂和杀虫剂的影响。

©2025 作者：COMAP, Inc. | [www.comap.org](http://www.comap.org) | [www.mathmodels.org](http://www.mathmodels.org) | [info@comap.org](mailto:info@comap.org) |

- 考虑物种的重新出现。随着时间推移，边缘栖息地开始成熟，这使得该地区的原生物种得以回归。随着物种的回归，由于这些物种与当前环境的相互作用，农业生态系统也随之改变。在模型中加入两个不同的物种来确定其影响。

#### - 人工决策

- 除草剂的减少。随着生态系统的成熟，农民可能会尝试减少对化学品的依赖。

如果除草剂被移除，从生产者和消费者的角度，对生态系统的稳定性进行说明。

通过将蝙蝠纳入食物网模型来恢复生态系统的平衡。在模型中将蝙蝠视为控制害虫种群的食虫动物以及支持植物繁殖的授粉者。考虑蝙蝠与昆虫、植物和捕食者的相互作用如何影响整个生态系统的稳定性。确定另一个可以提供益处以恢复生态系统平衡的物种，并比较其影响。

- 走向绿色？分析农民考虑采用有机农业方法的影响。应该考虑包含不同有机农业组成部分的各种情况。展示对整个生态系统及其各个组成部分的影响。讨论诸如病虫害防治、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。

#### 分享您的见解

- 包括一封写给正在探索有机农业实践的农民的单页信。
- 就应该采用什么方法向农民提供建议，包括讨论经济权衡和可持续性。帮助农民确定可以实施的策略来平衡成本和可持续性，以及倡导某些政策如何激励农业中的此类保护。

总页数不超过 25 页的 PDF 解决方案应包括：

- 单页摘要表。
- 目录。
- 您的完整解决方案。
- 单页信。
- 引用列表。
- [AI 使用报告](#)（如果使用，则不计入 25 页的限制）。

注意：完整的 ICM 提交没有特定的最小页面长度要求。您最多可以使用总共 25 页来存储所有解决方案工作和要包含的任何其他信息（例如：图纸、图表、计算、表格）。接受部分解决方案。我们允许谨慎使用 ChatGPT 等 AI，尽管没有必要创建解决方案

到这个问题。如果您选择使用生成式 AI，则必须遵循 COMAP AI 使用政策。这将产生一份额外的 AI 使用报告，您必须将其添加到 PDF 解决方案文件的末尾，并且不会计入解决方案的总页数限制为 25 页。

新的 MCM/ICM：在线提交流程本文的目的是帮助和指导参与 MCM/ICM 的学生和顾问。在文章 COMAP 中，提供了有关使用新的在线提交页面 <https://forms.comap.org/241335097294056> 的新在线提交流程的信息。您需要团队的控制编号、顾问 ID 编号和您的问题选择才能完成提交。

## 词汇表

Converted Forest Area（转换森林面积）：森林被砍伐以便土地可用于农业的区域。

食物网：食物网是生态系统中生物体之间觅食关系的复杂网络。它描述了能量和营养物质如何在生态系统的不同层次中流动和相互作用，从生产者（植物）到许多层次的消费者（食草动物、食肉动物和杂食动物），然后是分解者（真菌、细菌）。了解具体方法

生态系统发挥作用并维持平衡。

- 初级生产者：植物和农作物。
- 主要消费者：以植物为食的食草动物。
- 次要消费者：食虫动物和其他以食草动物为食的捕食者。
- 第三消费者：以第二消费者为食的大型捕食者。
- 分解者：真菌、细菌和蚯蚓，它们分解死者并将营养物质带回生态系统。

农业生态系统：农业生态系统很复杂，各种物种在食物网中相互作用，支持生态平衡和农作物生产。通常采用除草剂、杀虫剂和化肥等人工干预措施来提高作物产量，但这些可能会对生态和经济产生负面影响。蝙蝠提供有价值的生态系统服务，例如害虫防治和授粉，这有助于

农业可持续性。

农业周期：农业周期是指从种植和种植农作物到收获和准备消费或销售的农业生产阶段。关键阶段是：- 土壤准备：农民通过耕作、清除杂草和添加肥料来准备土地。土壤至关重要，因为它是农作物生长的介质并支持食物网。

- 种植/播种：农民在适当的时间播种或幼苗，让作物生长。这取决于天气、温度和土壤条件。

|©2025 作者：COMAP, Inc. |[www.comap.org](http://www.comap.org) |[www.mathmodels.org](http://www.mathmodels.org) |[info@comap.org](mailto:info@comap.org) |

- 生长期：农作物通过光合作用生长，因为它们从空气中吸收二氧化碳，从土壤中吸收水分，从太阳吸收能量。这是食物网中能量流的一部分，因为植物是生产者，食草动物可能会与它们互动。
- 施肥和害虫防治：可以施用肥料以确保作物有足够的养分来生长。可以使用杀虫剂或有机方法来控制可能损害农作物的害虫。这些方法可能会通过影响某些物种来影响天然食物网，从而对生态系统产生级联效应。
- 收获：当作物成熟时，它们被收获，这会暂时将植物从食物网中移除。
- 收获后加工：农作物可以加工成食品、包装并运输到市场，从而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转化为其他产品。
- 分解：任何有机废物都可能分解，将养分返回土壤。

蝙蝠：作为对农业食物网有益的物种的一个例子，我们介绍了蝙蝠的重要性。它们在维持健康的生态系统方面发挥着关键作用，这反过来又提供了巨大的经济效益。这包括害虫防治、授粉和种子传播、生态系统平衡、鸟粪作为肥料、生态旅游以及降低医疗保健成本。

边缘栖息地：用于农业的田地周围区域的栖息地，作为田地与周围生态系统之间的缓冲区。