

承诺书

我们授权全国大学生数学建模竞赛组委会，可将我们的论文以任何形式进行公开展示（包括进行网上公示，在书籍、期刊和其他媒体进行正式或非正式发表等）。

(请勿改动此页内容和格式。此承诺书打印签名后作为纸质论文的封面，注意电子版论文中不得出现此页。以上内容请仔细核对，如填写错误，论文可能被取消评奖资格。)

赛区评阅编号：
(由赛区填写)

全国评阅编号：
(全国组委会填写)

2024 高教社杯全国大学生数学建模竞赛

编 号 专 用 页

赛区评阅记录（可供赛区评阅时使用）：

评阅人						
备注						

送全国评阅统一编号：
(赛区组委会填写)

(请勿改动此页内容和格式。此编号专用页仅供赛区和全国评阅使用，参赛队打印后装订到纸质论文的第二页上。注意电子版论文中不得出现此页。)

基于规划模型的农作物种植策略优化

摘要

农业作为乡村经济的核心产业，其种植策略的优化不仅影响着农民的收益，也对生态环境和资源的合理利用起着关键作用。本文通过建立受多种因素影响的种植策略规划模型，研究在有限的耕地资源上制定合理的农作物种植策略具有重大的现实意义。

本研究针对华北山区某乡村的农作物种植策略优化问题，旨在制定 2024-2030 年期间的最优种植方案，以最大化经济效益，并应对市场不确定性、政策变化及环境保护需求。在农业发展面临气候变化、市场波动和资源限制的背景下，优化种植策略对于提高农业生产效率、增加农民收入以及促进乡村经济的可持续发展具有重要意义。本文通过建立一系列数学模型，系统分析了不同情境下的农作物种植策略，并为该乡村提供了科学的决策依据和实际指导。

首先，针对问题一，我们假设未来农作物的销售量、种植成本、亩产量和销售价格保持相对稳定，构建了一个线性规划模型，将种植面积和作物种类作为决策变量，目标是最大化总收益（作物销售收入减去种植成本）。模型的约束条件包括不同类型土地（如平旱地、梯田、山坡地和水浇地）和大棚的种植限制、重茬限制（防止相同作物连续种植导致的减产）、豆类作物的种植要求（三年内至少种植一次豆类作物），以及作物产量和销售量的限制。通过求解该模型，得到了在稳定市场条件下的最优种植方案。结果显示，在所有地块合理分配作物后，总收益较 2023 年提升了%，并且农作物的分布更为均匀，有效降低了管理成本和风险。

关键字：农作物种植优化，线性规划，鲁棒优化，多目标优化，不确定性分析，政策与环境因素

一、问题重述

本研究聚焦于华北山区某乡村的农作物种植策略优化问题，旨在通过科学的模型和方法提升乡村的经济效益。研究的核心问题是如何在未来七年（2024-2030 年）内，在多种市场和环境条件下，优化农作物的种植方案，以实现经济收益最大化。

具体来说，本研究将问题划分为以下几个部分：最优种植方案的制定：在假设未来销售量、种植成本、亩产量和销售价格稳定的条件下，确定各类土地和大棚上最优的作物种植组合，目标是最大化总收益。应对不确定性条件的优化：在考虑未来销售量、价格、气候变化和种植成本等不确定因素的影响下，优化种植策略以确保收益的稳定性和风险的最小化。综合考虑作物间关系的优化：进一步分析作物之间的替代性和互补性，以及销售量、价格和成本之间的相关性，制定一个综合效益更高的种植方案。（政策与环境因素的整合：纳入政策变化和环境保护要求（如碳排放和水资源限制），制定一个在经济效益、政策合规性和环境友好性方面表现最佳的种植策略。）本研究将通过建立线性规划模型和多目标优化模型，对上述问题进行系统分析和优化。

二、问题分析

问题一的分析在假设未来几年农作物的销售量、种植成本、亩产量和销售价格保持相对稳定的前提下，问题的目标是为该乡村在 2024-2030 年期间制定一个最优的农作物种植方案，以最大化其经济效益。

2.1 问题一的分析

在假设未来几年农作物的销售量、种植成本、亩产量和销售价格保持相对稳定的前提下，问题一的目标是为该乡村在 2024-2030 年期间制定最大化其经济效益的农作物种植方案。因此，该方案需要综合考虑多种因素，包括不同土地类型的种植条件、作物的分布均匀性以及种植过程中所涉及的各种限制条件。为实现本目标，我们采用线性规划模型，将作物种类对应的种植面积以及是否种植该作物作为决策变量，并将模型的目标函数设定为总收益，即所有作物的销售收入减去相应的种植成本，目标函数可以表示为：

$$\zeta = \sum_{c=1}^n \sum_{r=1}^m (P_{c,s} \cdot Y_{c,r} \cdot A_{c,r,y,s} - C_{c,r} \cdot A_{c,r,y,s}) \quad (1)$$

该模型的约束条件包括多方面的要求：首先，不同类型的土地（如平旱地、梯田、山坡地和水浇地）和大棚具有各自适宜种植的作物类型，因此需限制作物的种植地；其次，需遵循重茬限制，确保同一地块内不允许连续种植相同的作物，以避免减产风险；此外，

还要满足豆类作物的种植要求，即在 2024-2030 年期间，每个地块或大棚三年内至少种植一次豆类作物；其次，考虑到市场销售情况，每种作物的总产量不能超过其预期销售量，以避免因产量过剩而导致的滞销或降价处理的经济损失；同时，方案还需考虑作物分布的均匀性，确保种植过程便于管理，避免过于分散或种植面积过小的情况。在模型构建中，需要假设未来几年内各类作物的销售量和价格保持稳定，每种作物的亩产量和种植成本不变。这意味着可以使用 2023 年的数据作为模型输入，包括各类作物的亩产量、种植成本、销售价格和销售量，以及各个地块和大棚的类型、面积和种植历史数据，这些数据将用来设定模型的参数和约束条件。总而言之，我们需要构建一个以最大化总收益为目标的目标函数，同时建立相应的涵盖种植类型、重茬限制、豆类种植要求等多个方面的约束条件。通过使用线性规划求解算法来求解该模型，并验证结果是否符合所有的约束条件。最终，通过调整模型参数和约束条件，可以进一步优化方案，以确保其在实际操作中具备可行性和最大化经济效益的潜力。通过这样的分析方式，可以得出符合 2024-2030 年经济效益最大化目标的最优种植方案。

三、模型假设

假设在 2024 至 2030 年期间，所有农作物的销售价格和预期销售量保持相对稳定，波动范围在 $\pm 5\%$ 以内。对于特定作物（如小麦和玉米），其未来的预期销售量平均年增长率为 5% 至 10%。

四、符号说明

以下是模型中使用的主要符号：

符号	说明	单位
$P_{c,s}$	指定作物在指定季节的 单位重量销售价格	元/斤
$Y_{c,r}$	指定作物在指定地块的 单位面积产量	斤/亩
$C_{c,r}$	指定作物在指定地块的 单位面积成本	元/亩
$A_{c,r,y,s}$	指定作物在指定地块在指定年份在指定季节的 种植面积 (决策变量)	亩
$E_{c,s}$	指定作物在指定季节的 预期销售量	斤
r	reduction rate	
ζ	总收益	元

类型	参数	具体含义
决策变量	$x_{i,j,k,t}$	表示第 i 块地在第 k 年第 t 季种植第 j 种作物的面积
	$y_{i,j,k,t}$	表示第 i 块地在第 k 年第 t 季是否种植第 j 种作物的二值变量，1 表示种植，0 表示不种植
参数	$P_{j,k,t}$	表示第 j 种作物在第 k 年第 t 季的销售价格
	$Y_{j,k,t}$	表示第 j 种作物在第 k 年第 t 季的单位面积产量（亩产量）
	$S_{j,k,t}$	表示第 j 种作物在第 k 年第 t 季的预期销售量
	A_i	表示第 i 块地的总可用种植面积
	M_i	表示第 i 块地的作物种植面积下限

五、模型的建立与求解

5.1 问题一模型的建立与求解

问题一要求在假设未来各类农作物的预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格相较于 2023 年保持稳定的前提下，针对产量超过需求导致滞销或产量超过需求后按 50% 价格进行促销的两种情况来为该乡村提供 2024 至 2030 年农作物的最优种植方案。本文首先计算预期销售量，由 2023 年各作物种植面积乘对应亩产量计算得到各作物的预期销售量。在制定最优方案时，需要同时考虑如何在最小化滞销成本的同时，实现年收益最大化。此外，还需兼顾供需关系、地块面积等多种约束条件。由此可见，问题情景具有明确目标和约束条件，故可以通过建立规划模型进行求解。

5.1.1 模型的建立

在模型建立之前，需要定义决策变量、目标函数和约束条件，决策变量为第 i 块地 在第 k 年第 t 季种植第 j 种作物的面积和第 i 块地 在第 k 年第 t 季种植是否种植第 j 种作物，具体如下表所示：

5.1.2 模型的求解