这里换成你的论文的标题

摘 要

开头段：需要充分概括论文内容，一般两到三句话即可，长度控制在三至五行。

针对问题一，在销售量、成本、产量和价格稳定的前提下，优化农作物种植方案。为此，构建**独立耕地种植策略协同模型**，其中**决策变量为不同作物在不同地块的种植量**，**目标函数为最大化总销售利润**。模型针对水稻以外的单季作物以及水稻与双季作物，分别设计了两个独立的**目标规划模型**。在第一个模型中，针对平旱地、梯田和山坡地，模型考虑了**种植面积、重茬限制、豆类作物种植频率、地块分散度和最小种植面积的关键约束条件**，以确保种植的合理性和可持续性。在第二个模型中，基于子模型一，针对水浇地、普通大棚和智慧大棚，并结合水稻及其他双季作物的具体种植计划，对目标和约束进行了相应的调整和优化以构建新的子模型二。为简化模型的求解过程，在确定相关参数值后，引入**新的0-1决策变量**以**线性化处理**目标函数和约束条件中的非线性部分。最终，通过特定的算法对两个子模型分别进行求解，从而确定最优的耕地种植策略。

关键词：关键词1 关键词2 关键词3 关键词4

# 问题重述

为促进乡村经济可持续发展，需在华北山区乡村合理利用耕地资源，发展有机种植。该乡村拥有1201亩耕地，分为34个地块，包括平旱地、梯田、山坡地和水浇地，以及16个普通大棚和4个智慧大棚。平旱地、梯田和山坡地适合种植一季粮食，水浇地可种一季水稻或两季蔬菜。露天耕地和所有大棚均遵循重茬种植限制和豆类作物轮作要求，同时也要考虑方便耕种和田间管理的相关事宜。

根据所给的2023年种植数据，构建数学模型，研究以下问题：

1. 在2024-2030年间，基于2023年数据，探讨在销售量、成本、产量和价格稳定的前提下，如何制定该乡村未来八年农作物的最佳种植策略，以应对不同情况下产量过剩的挑战。
2. 面对农作物销售量、产量、成本和价格的波动，构建2024-2030年该乡村农作物的适应性种植模型，以应对市场变化和种植风险，确保最优种植策略。
3. 在问题2的基础上，考虑农作物间的相互影响和市场相关性，构建并优化2024-2030年乡村农作物的种植策略，通过模拟对比分析，揭示综合因素下的最佳种植方案。

# 问题分析

## 问题一的分析

问题一要求在已知农作物每年的预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格的前提下，考虑不同产品的滞销情形，给出最优的农作物种植方案。本文以最大化总销售利润为目标，针对水稻以外的单季作物以及水稻与双季作物，分别构建了两个独立的目标规划模型。通过整合这两个模型，形成独立耕地种植策略协同模型，其结构如图1所示。

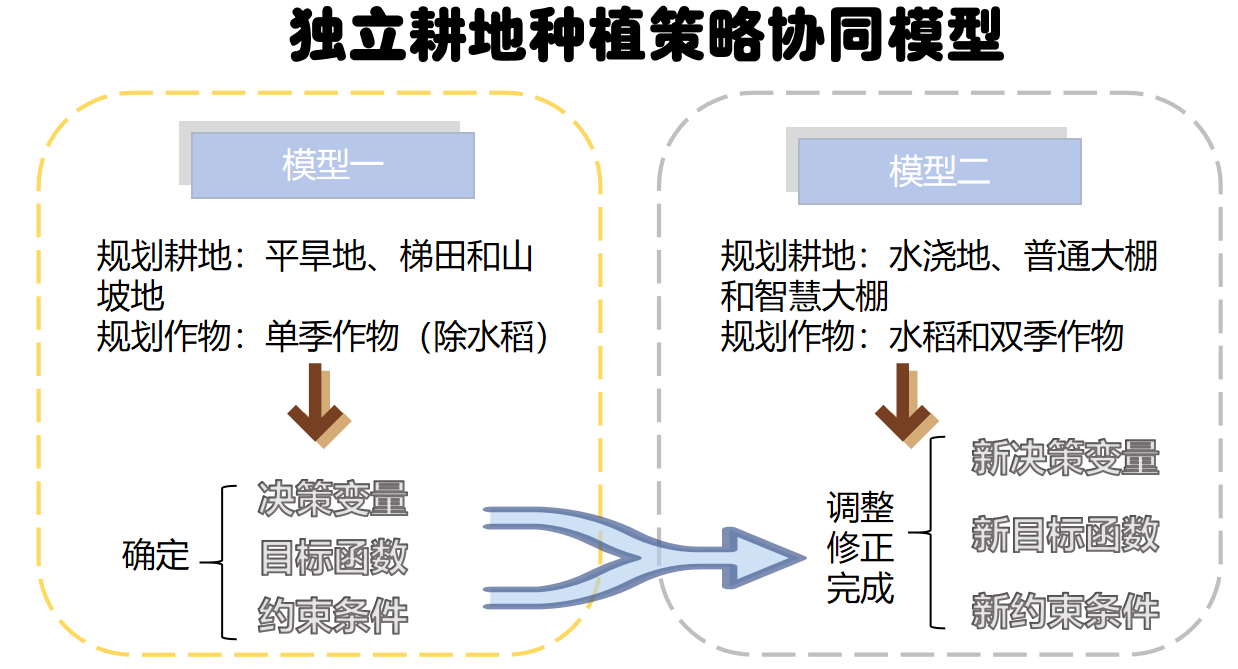


图 1 独立耕地种植策略协同模型的构成

首先，针对平旱地、梯田和山坡地，考虑除水稻外的单季农作物的种植情况。设置决策变量表示不同年份各个地块上不同农作物的种植量，而后分别考虑了以下约束条件：种植地面积约束，不能连续重茬种植约束，三年内至少种植一次豆类作物约束，种植地不会过于分散约束，以及种植面积不宜太小约束。基于此，建立目标规划模型求解最优种植方案。其次，针对水浇地、普通大棚和智慧大棚，结合水稻这一单季作物和其他双季作物在不同季的种植规划，在第一阶段单季作物目标规划模型的基础上，对相应的决策变量、目标函数和约束条件进行调整修正，建立了新的目标规划模型。而后，我们引入新的0-1决策变量表示不同年份各个地块上是否种植了某种农作物，基于此将原规划模型中的非线性部分进行线性转化，便于后续模型的求解。最后，我们采用\*\*算法对转化完的两个目标规划模型分别求解。

## 问题二的分析

## 问题三的分析

# 模型假设

1. 假设2023年产出的农作物全部售出；

# 符号说明

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **符号** | **说明** | **单位** |
|  | 第t年耕地i种植农作物j的量 | 亩 |
|  | 第t年所规划农作物的总销售额 | 元 |
|  | 第t年所规划农作物的总种植成本 | 元 |
|  | 农作物j的单位面积种植成本 | 元/亩 |
|  | 农作物j的销售单价 | 元/斤 |
|  | 农作物j在耕地i上的单位亩产量 | 斤/亩 |
|  | 农作物j每季的预期销售量 | 斤 |
|  | 超过部分的折扣利润率 | - |
|  | 地块i的总面积 | 亩 |

# 模型的建立与求解

## 问题一独立耕地种植策略协同模型的建立与求解

根据题目要求，各种农作物未来的预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格与2023年农作物种植的相关数据一致。由于所给的数据中并未直接给出2023年的农作物销售量数据，鉴于销售数据、市场供需状况、销售渠道的畅通性、价格稳定性、政府政策支持以及农民的经济动机的考虑，本研究假设2023年该村庄生产的农作物将全部售出。这一假设基于对农业市场环境的综合评估，旨在简化模型构建过程，同时确保研究结果的合理性和实用性。因此，将2023年各个农作物的总产量视为未来的预期销售量。

在深入分析数据的基础上，为确保种植结构的科学性安排，本研究针对水稻以外的单季作物以及水稻与双季作物，分别构建了两个独立的目标规划模型。通过整合这两个模型，形成了一个独立的耕地种植策略协同模型。该模型旨在在确保销售量、成本控制、产量稳定以及价格波动可控的前提下，为该乡村未来八年的农作物种植制定最优策略。

### 目标规划模型一的建立

我们首先考虑单季作物的种植规划问题。

单季作物中，除了水稻，其余都适合种植在平旱地、梯田和山坡地。考虑到水稻在水浇地的种植决策可能会影响水浇地其他双季作物的种植结构，我们首先仅仅考虑除水稻外的其他单季农作物的种植优化问题。

* **确定决策变量**

由题意可知，本问中的决策变量为每年各个耕地上每种农作物的种植量，因此我们引入决策变量表示第t年耕地i种植农作物j的量。

其中，，我们以2023年为起始时间，此时；，分别表示属于平旱地、梯田和山坡地类型的26个地块；，分别表示平旱地、梯田和山坡地可种植的15种农作物。

* **确定优化目标**

本问中需要制定种植方案使得农作物销售情况好，故本文将最大化销售利润作为优化的目标：

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

其中，表示第t年所规划农作物的总销售额，表示第t年所规划农作物的总种植成本。

针对种植成本，其计算如公式(2)所示：

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

其中，表示农作物j的单位面积种植成本。

针对销售额，包括预期销售量的销售和超过部分的折扣处理，分析可知，若总产量为达到预期销售量，则直接将所产农作物全部售出；若总产量超出预期销售量，则为超过部分按照预期销售量正常销售，超出部分作折扣处理。据此，其计算如公式(3)所示：

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

其中，表示农作物j的销售单价，表示农作物j在耕地i上的单位亩产量，表示农作物j每季的预期销售量，表示超过部分的折扣利润率：

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

* **确定约束条件**

1. 种植面积约束：地块i上所有种植物的总种植面积不得超过其总面积

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

1. 不能连续种植约束：作物j在同一地块i不能连续重茬种植

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

1. 豆类作物种植约束：为确保地块i在三年内至少有部分土地种植豆类作物j，允许在调整种植结构时，同一地块内不同区域种植不同的作物。关键在于，通过合理规划豆类作物j的种植区域，确保三年内豆类作物的总种植面积不小于地块i的总面积，从而实现所有土地在该周期内至少种植一次豆类作物的目标

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

1. 种植不过于分散的约束：为确保作物种植的集中性，避免过于分散，对于每种作物j，其每季的种植地点数量被限制在一个较小的范围内，具体设定为不超过一个常数N

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

1. 单个地块种植面积不过于小的约束：鉴于作物j在单个地块i上的种植面积不宜过小，且考虑到种植分散性的限制，分析表明该面积应相对于地块i的总面积而言。因此，本研究设定作物j在地块i上的种植面积应占地块总面积的至少一个比例，该比例被定义为常数M

|  |  |
| --- | --- |
|  | () |

综上，除水稻外的单季作物目标规划模型为：





### 目标规划模型二的建立

其次我们需要考虑水稻和双季作物的种植规划问题。

在农业种植规划中，鉴于水稻作为单季作物与部分双季作物在适宜种植条件上的相似性，尤其是在水浇地第一季的种植中，两者存在相互影响的关系，因此，有必要将水稻与双季作物纳入同一规划框架进行考量。

进一步地，通过对第一季与第二季种植时间的区分，我们发现水浇地和普通大棚在两个季节内的适宜种植作物类型存在显著差异，表现出相对独立性。然而，智慧大棚在两个季节中的可种植作物类型则高度一致。为了更有效地满足作物不能连续种植的约束条件，本研究选择将第一季和第二季的农作物种植规划合并为一个统一的决策过程。

此外，考虑到不同类型耕地（如水浇地、普通大棚和智慧大棚）对农作物种植的影响，以及计算每种农作物在每个季节预期销售量的便利性，本研究决定将各类耕地的农作物种植规划整合到一个模型中进行统一决策。

因此，本研究将水稻与双季作物在不同类型耕地上不同季节的种植规划问题综合起来，作为一个整体进行深入分析与决策，以实现更科学、高效的农业种植管理。

* **确定决策变量**

由题意可知，本问中的决策变量为每年每季各个耕地上每种农作物的种植量。

对于双季农作物，我们引入决策变量表示第t季耕地i种植农作物j的量。其中，，我们以2023年的第一季为起始时间，此时；，分别表示属于水浇地、普通大棚和智慧大棚类型的28个地块；，表示j属于地块i所对应的不同类型耕地不同季的可种植作物类型集合。

对于水稻，由于其单季作物的性质，我们只需要考虑其每年在不同地块的种植量，相当于同一年中第一季和第二季的水稻种植情况完全一样，因此，设定决策变量：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (0) |

该决策变量表示第T年水稻在地块i的种植量，其中，，我们仍然以2023年的为起始时间，此时。

* **确定优化目标**

本模型中的优化目标仍然是最大化销售利润，其定义和计算方法与第一阶段单季作物目标规划模型相同，此处不再赘述，具体见公式(1)(2)(3)(4)。

* **确定约束条件**

1. 种植面积约束：第t个季时在地块i上水稻和双季作物的总种植面积不大于该地块的总面积

|  |  |
| --- | --- |
|  | (11) |

1. 不能连续种植约束：对于水稻来说，即相邻年份间不能都种植水稻；对于其他双季作物来说，即相邻种植季之间不能种植同一种作物

|  |  |
| --- | --- |
|  | (12) |

1. 豆类作物种植约束：在本模型中，种植季被选定为时间的基本单位。为了确保地块i上的所有土地在三年内至少种植一次豆类作物，只需保证在六个种植季内豆类作物的总种植面积至少与地块i的总面积相匹配即可

|  |  |
| --- | --- |
|  | (13) |

1. 种植不宜过于分散的约束和单块种植面积不宜过小的约束与单季作物目标规划模型一致，具体见公式(8)(9)

综上，水稻和双季作物目标规划模型为：





### 目标规划模型一的求解

* 相关参数值的确定

1. 单价

鉴于所提供的数据仅包含农作物的单价区间（即销售期内的最低和最高售价），而具体销售情况，如销售时长等细节信息未知，进一步考虑到销售期内农作物的实际售价可能围绕某一平均值波动，且为了简化计算并确保模型分析的一致性，我们决定采用该区间的平均单价作为模型输入。此方法基于对市场波动的一般性假设，即农作物的售价在销售期内将均匀分布在该区间内，从而在缺乏具体销售数据的情况下，提供一个合理的近似值，以支持模型的有效性和预测准确性。

1. 预期销售量

通过模型中关于预期销售量的分析，可知我们将2023年每个农作物每年的总产量视为未来的预期销售量，经过计算可得的部分作物的预期销售量如表1所示。

表 1 部分作物的预期销售量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 作物编号 | 作物名称 | 作物类型 | 预期销售量/斤 |
| 1 | 黄豆 | 粮食（豆类） | 57000 |
| 2 | 黑豆 | 粮食（豆类） | 21850 |
| 3 | 红豆 | 粮食（豆类） | 22400 |
| 4 | 绿豆 | 粮食（豆类） | 33040 |
| 5 | 爬豆 | 粮食（豆类） | 9875 |
| 6 | 小麦 | 粮食 | 170840 |
| 7 | 玉米 | 粮食 | 132750 |
| 8 | 谷子 | 粮食 | 71400 |
| 9 | 高粱 | 粮食 | 30000 |
| 10 | 黍子 | 粮食 | 12500 |

1. 常数M和N

* 约束条件的线性转化

1. 约束条件(2)

我们发现，设置好的约束条件(2)是一个具有较强约束性的非线性等式约束。这种约束条件可能会限制优化算法的搜索空间，使得算法难以找到最优解。因此，我们首先引入变量表示第t年在地块i上农作物j是否耕种：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

为了便于优化算法的求解，我们用如下公式(14)所示的线性约束条件组表示决策变量和的关系：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (14) |

其中，MM是一个足够大的常数，确保当时，能够无限接近0。

在此基础上，我们可以将约束条件(2)修改为与决策变量有关的线性不等式约束，如公式(15)所示：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (15) |

1. 约束条件(5)

约束条件(5)是一个分段不等式约束，我们可以再次利用新引入的决策变量对其进行线性化处理，如公式(16)所示：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (16) |

1. 约束条件(4)

相应的，约束条件(4)中农作物j每年的种植地个数可以表示为：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (17) |

* 目标函数的线性转化

基于线性规划中的等价原理（的线性转化同理，具体证明过程见附录？），我们首先将原目标函数中的非线性部分化简表示为：

|  |  |
| --- | --- |
|  | (18) |

* 模型的求解

基于以上参数值的选定、目标函数与条件的线性化处理，我们

### 目标规划模型二的求解

## 问题二模型的建立与求解

## 问题三模型的建立与求解

|  |  |
| --- | --- |
| 这里插入公式 | () |

# 模型的分析与检验

# 模型的评价、改进与推广

注：本部分的标题需要根据你的内容进行调整，例如：如果你没有写模型推广的话，就直接把标题写成模型的评价与改进。很多论文也把这部分的内容直接统称为“模型评价”部分，也是可以的。

## 模型的优点

优缺点是必须要写的内容，改进和推广是可选的，但还是建议大家写，实力比较强的建模者可以在这一块充分发挥，这部分对于整个论文的作用在于画龙点睛。

## 模型的缺点

缺点写的个数要比优点少

## 模型的改进

主要是针对模型中缺点有哪些可以改进的地方；

## 模型的推广

将原题的要求进行扩展，进一步讨论模型的实用性和可行性。

# 参考文献

附录

|  |
| --- |
| 附录1 |
| 介绍：支撑材料的文件列表 |
|  |

|  |
| --- |
| 附录2 |
| 介绍：该代码是某某语言编写的，作用是什么 |
|  |

|  |
| --- |
| 附录3 |
| 介绍：该代码是某某语言编写的，作用是什么 |
|  |