

2024年C题讲解与 真题复现

主讲人：颖老师

01

赛题解析

一、赛题解析

问题背景

【真题阐述】为乡村振兴战略下的农业经济发展，制定最优农作物种植方案

- **具体案例：**华北山区某山村
- **耕地面积：**1213亩
- **地块类型：**6种（平旱地、梯田、山坡地、水洼地、普通大棚、智慧大棚）
- **种植约束：**每块地3年内至少种植一次，同种作物不能在同一地块连续种植。

——该题包含三个递进式问题：

【问题1（基础优化）】：

- **假设条件：**2023年数据保持稳定（销售量、成本、产量、价格）
- **处理超产：**两种方案对比（浪费 vs 50%价格处置）
- **目标：**制定2024-2030年最优种植方案

一、赛题解析

问题背景

【真题阐述】为乡村振兴战略下的农业经济发展，制定最优农作物种植方案

- **具体案例：**华北山区某山村
- **耕地面积：**1213亩
- **地块类型：**6种（平旱地、梯田、山坡地、水洼地、普通大棚、智慧大棚）
- **种植约束：**每块地3年内至少种植一次，同种作物不能在同一地块连续种植。

——该题包含三个递进式问题：

【问题二（不确定性分析）】：

- **考虑因素：**销售量、产量、成本、价格的不确定性和种植风险
- **目标：**在不确定环境下的最优种植策略

一、赛题解析

问题背景

【真题阐述】为乡村振兴战略下的农业经济发展，制定最优农作物种植方案

- **具体案例：**华北山区某山村
- **耕地面积：**1213亩
- **地块类型：**6种（平旱地、梯田、山坡地、水洼地、普通大棚、智慧大棚）
- **种植约束：**每块地3年内至少种植一次，同种作物不能在同一地块连续种植。

——该题包含三个递进式问题：

【问题三（市场关系分析）】：

- **新增考虑：**农作物间的替代性与互补性、经济学关系
- **要求：**与问题二结果进行模拟对比分析

关键特点：这是一个**多约束、多目标、多时期**的农业资源配置优化问题，需要综合考虑土地资源限制、市场需求、经济效益和风险管理等多个维度。

数据预处理

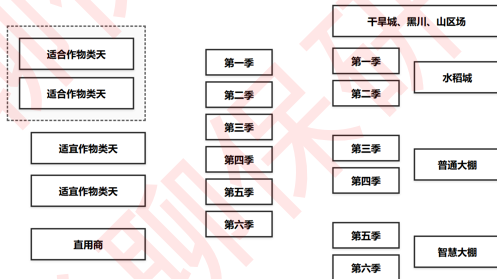
1、数据补全处理：

- ① 智慧大棚2023第一季数据补全
- ② 根据附件2给出的信息，2023年智慧大棚第一季的数据均与普通大棚第一季相同
- ③ 利用给出的普通大棚第一季数据将2023年智慧大棚第一季数据补全

2、农作物与耕地类型匹配：

- ① 建立农作物对耕地类型需求的关系图
- ② 不同的农作物适宜于不同的耕地类型
- ③ 在耕地上适合的农作物有千差万别的高作物的产量
- ④ 提高该农作物的经济效益，各个农作物所需要耕地类型

图2 农作物与耕地类型匹配关系图



数据预处理

3、季节时间规划整理:

- ① 各个耕地季次处理的季节对应表，**季次气候生长影响较大**
- ② 考虑到自然灾害的可能性，需要得到各个耕于整个季节，建立完整的时间-季次对应关系

4、耕地类型影响:

同一季次不同耕地的亩产量和种植成本不同，但销售单价保持不变

5、利润分析结论:

合理配菜类的利润 > 蔬菜类的利润 > 粮食类利润，在蔬菜类中棉黄豆的利润最高

指标
豆豆
万豆
兰豆
土豆
西红柿
茄子
豌豆
青椒
菜花

由上表，作物在同一个季节，但不影响销售单价

图3 2023年农作物每季次的预期销售量图

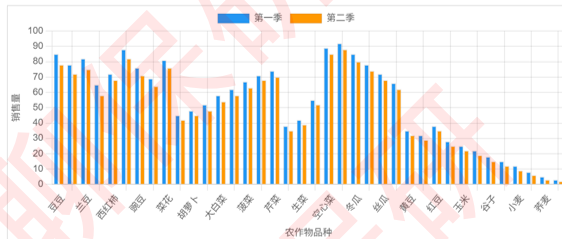


图4 2023年不同季次下农作物的单位利润图



02

问题一的分析与求解

一、问题一的分析与求解

1. 问题一分析

【问题一】：需要在**每年预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格固定**为2023年的情况下，分别求出**超出销售量的部分浪费**或者以**销售价格50%进行出售**2种情况的最优种植方案。具体思路如下：



核心是基于2023年的固定数据（销售量、成本、亩产量、价格），**建立2024-2030年农作物种植优化模型**。

考虑超产处理的**两种策略**（浪费或半价出售），在满足土地限制、轮作制度、豆类种植要求等约束条件下，运用**遗传算法求解**最大利润的种植方案。

获取2023年农作物统计数据

固定2023年销售量、亩产、成本、价格

假设2023年全部正常售出

分析成本、亩产与价格之间的相关性

以种植面积为变量构建利润模型

模型约束：

- 最大耕地面积限制
- 单块地作物面积不宜过小
- 作物种植不宜过于分散
- 轮作制度：三年一豆
- 地形限制作物选择

采用遗传算法求解最优种植结构

输出最优方案：

- ① 超出部分浪费处理
- ② 超出部分按50%价格出售

一、问题一的分析与求解

1. 问题一分析

【问题一】：需要在**每年预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格**固定为2023年的情况下，分别求出**超出销售量的部分浪费**或者以**销售价格50%进行出售**2种情况的最优种植方案。具体思路如下：

1. 确定决策变量

- 定义变量： $x_{ijk}^{(p)}$ 表示第p年、第i块耕地、第j季、第k种作物的种植面积
- 单季作物(k=1-16)的第二季面积设为0

2. 建立目标函数

- 最大化2024-2030年总利润：

$$W = \sum_{p=2024}^{2030} \sum_{k=1}^{41} (\Phi_k^{(p)} + \Theta_k^{(p)} - \Delta_k^{(p)})$$

- 其中：
 - $\Delta_k^{(p)}$ ：种植成本
 - $\Phi_k^{(p)}$ ：正常销售收入
 - $\Theta_k^{(p)}$ ：超量销售收入（情况1: $\lambda=0$, 情况2: $\lambda=0.5$ ）

获取2023年农作物统计数据

固定2023年销售量、亩产、成本、价格

假设2023年全部正常售出

分析成本、亩产与价格之间的相关性

以种植面积为变量构建利润模型

模型约束：

- 最大耕地面积限制
- 单块地作物面积不宜过小
- 作物种植不宜过于分散
- 轮作制度：三年一豆
- 地形限制作物选择

采用遗传算法求解最优种植结构

输出最优方案：

- ① 超出部分浪费处理
- ② 超出部分按50%价格出售

一、问题一的分析与求解

1. 问题一分析

【问题一】：需要在**每年预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格**固定为2023年的情况下，分别求出**超出销售量的部分浪费**或者以**销售价格50%进行出售**2种情况的最优种植方案。具体思路如下：

3. 定义关键参数

- 成本计算: $\Delta_k^{(p)} = \sum_i \sum_j c_{ijk} x_{ijk}^{(p)}$
- 正常销售收入: $\Phi_k^{(p)} = \sum_j w_{jk} \min(\text{总产量}, S_{jk})$
- 超量销售收入: $\Theta_k^{(p)} = \lambda \sum_j w_{jk} \max(\text{总产量} - S_{jk}, 0)$

4. 约束条件

耕地面积限制：总种植面积不超过耕地面积

最小种植面积：每种作物在单个耕地种植面积不小于一半

种植集中度：特定类型耕地每季只能种植一种作物

获取2023年农作物统计数据

固定2023年销售量、亩产、成本、价格

假设2023年全部正常售出

分析成本、亩产与价格之间的相关性

以种植面积为变量构建利润模型

模型约束：

- 最大耕地面积限制
- 单块地作物面积不宜过小
- 作物种植不宜过于分散
- 轮作制度：三年一豆
- 地形限制作物选择

采用遗传算法求解最优种植结构

输出最优方案：

- ① 超出部分浪费处理
- ② 超出部分按50%价格出售

一、问题一的分析与求解

1. 问题一分析

【问题一】：需要在**每年预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格固定**为2023年的情况下，分别求出**超出销售量的部分浪费**或者以**销售价格50%进行出售**2种情况的最优种植方案。具体思路如下：

4. 约束条件

豆类种植要求：每块耕地三年内至少种植一次豆类

作物习性限制：特定作物只能在特定耕地种植

特殊种植规则：水浇地、大棚等特殊约束

5. 遗传算法求解

编码：染色体表示种植方案

适应度函数：目标函数（总利润）

初始化：生成100个初始解

早熟判断：防止局部最优

获取2023年农作物统计数据

固定2023年销售量、亩产、成本、价格

假设2023年全部正常售出

分析成本、亩产与价格之间的相关性

以种植面积为变量构建利润模型

模型约束：

- 最大耕地面积限制
- 单块地作物面积不宜过小
- 作物种植不宜过于分散
- 轮作制度：三年一豆
- 地形限制作物选择

采用遗传算法求解最优种植结构

输出最优方案：

- ① 超出部分浪费处理
- ② 超出部分按50%价格出售

一、问题一的分析与求解

1. 问题一分析

【问题一】：需要在**每年预期销售量、种植成本、亩产量和销售价格固定**为2023年的情况下，分别求出**超出销售量的部分浪费**或者以**销售价格50%进行出售**2种情况的最优种植方案。具体思路如下：

生成子代：选择、交叉(90%)、变异(10%)

合并种群：父代+子代，排序淘汰

终止条件：200代后输出最优解

6. 结果分析

情况一（超量浪费）：总利润29,276,719.5元

情况二（50%出售）：总利润42,837,286.75元

结果验证：进化曲线收敛，利润图合理，满足所有约束

获取2023年农作物统计数据

固定2023年销售量、亩产、成本、价格

假设2023年全部正常售出

分析成本、亩产与价格之间的相关性

以种植面积为变量构建利润模型

模型约束：

- 最大耕地面积限制
- 单块地作物面积不宜过小
- 作物种植不宜过于分散
- 轮作制度：三年一豆
- 地形限制作物选择

采用遗传算法求解最优种植结构

输出最优方案：

- ① 超出部分浪费处理
- ② 超出部分按50%价格出售

03

问题二的分析与求解

二、问题二的分析与求解

1. 问题二分析

【问题二】：在问题一的基础上，对于**不确定性因素，农作物的未来预期销售量、亩产量有一定范围内的变化**，且受市场价格影响，农作物的种植成本和销售价格也有变化。



为考虑不确定性和自然灾害风险，在问题一基础上扩展模型：

假设预期销售量和亩产量为均匀分布随机变量，种植成本与部分蔬菜类销售价格设为固定增长值。引入**华北地区主要自然灾害（干旱与寒潮）作为灾害因子**，不同作物与季节的受影响程度各异。

基于此，构建2024–2030年**利润总和为目标函数**的单变量线性规划模型，通过**启发式遗传算法**求解，同时引入利润波动指标以筛选抗风险能力强的最优种植方案（考虑浪费或50%售价两种情形）。

设定变量与参数

- 销售量 & 亩产量：均匀分布
- 成本 & 蔬菜类价格：固定增长

引入自然灾害因子

- 干旱 & 寒潮（华北地区）
- 区分季节与作物响应影响

构建单变量线性规划模型

目标函数：2024–2030年利润总和

添加种植约束条件

- 最大耕地面积
- 轮作制度与地形适配
- 面积不宜过小、避免分散

采用启发式遗传算法进行求解

计算利润波动指标

- 衡量抗风险能力

输出两种情形的最优方案

- ① 超出部分浪费处理
- ② 超出部分按50%售价出售

二、问题二的分析与求解

2. 问题二求解

【问题二】：在问题一的基础上，对于**不确定性因素，农作物的未来预期销售量、亩产量有一定范围内的变化**，农作物的种植成本和销售价格也有变化。

1. 考虑不确定性因素

- 提取波动信息：从题目中提取农作物预期销售量、亩产量、销售价格和种植成本的年波动情况，如小麦和玉米预期销售量年增长率 5% - 10%，亩产量年变化 $\pm 10\%$ 等，不同作物价格有不同波动规则（粮食作物价格稳定等）。
- 引入均匀分布：为模拟不确定性，对各指标变化率采用均匀分布概率密度函数在范围值随机选取，定义变化率 $\varepsilon_{zk}^{(p)} \sim U(a_{zk}, b_{zk})$ (v 代表不同指标, p 为年份, k 为农作物种类)。
- 指标修正公式

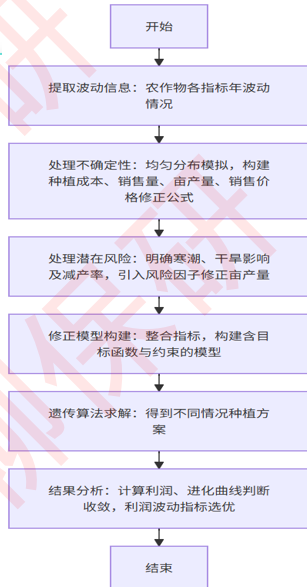
- 种植成本: $c_{ijk}(p) = \prod_{\mu=2024}^p (1 + \varepsilon_{ck}^{(\mu)}) c_{ijk}(2023)$ ，体现每年种植成本随变化率的累积变化。

- 预期销售量: 分小麦玉米 ($k = 6, 7$) 与其他作物，公式分别为

$$S_{jk}(p) = \begin{cases} \prod_{\mu=2024}^p (1 + \varepsilon_{S_k}^{(\mu)}) S_{jk}(2023), & k = 6, 7 \\ (1 + \varepsilon_{S_k}^{(p)}) S_{jk}(2023), & k \neq 6, 7 \end{cases}$$

- 亩产量: $u_{ijk}(p) = \prod_{\mu=2024}^p (1 + \varepsilon_{uk}^{(\mu)}) u_{ijk}(2023)$ ，反映亩产量随年份变化率的累积波动。

- 销售价格: 除粮食作物外, $w_{jk}(p) = \prod_{\mu=2024}^p (1 + \varepsilon_{wk}^{(\mu)}) w_{jk}(2023)$ ，体现价格波动。



二、问题二的分析与求解

2. 问题二求解

【问题二】：在问题一的基础上，对于**不确定性因素，农作物的未来预期销售量、亩产量有一定范围内的变化**，农作物的种植成本和销售价格也有变化。

2. 考虑潜在种植风险（寒潮、干旱）

- 确定影响规则：根据地域特征，明确寒潮（冬春季节，影响蔬菜、食用菌等，不同季次作物减产率不同）、干旱（夏季，影响蔬菜、水稻等，不同季次抗旱 / 非抗旱作物减产率不同）对作物的影响及减产率。

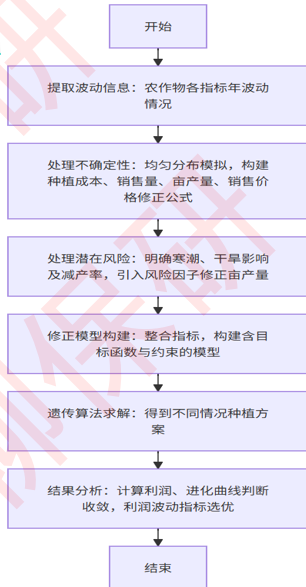
- 引入风险因子：定义潜在风险因子 r_{ojk}^{α} （ $\alpha = 1$ 为寒潮， $\alpha = 2$ 为干旱），考虑风险后亩产量变为 $u'_{ijk}(p) = r_{ojk}^{\alpha} u_{ijk}(p)$ 。

3. 模型修正与构建：整合不确定性与潜在风险修正后的指标，构建修正模型，约束条件同问题一，目标函数结合各修正后指标（如成本、产量、销量、价格等）构建利润相关表达式

$$W = \sum_{p=2024}^{2030} (\Phi^{(p)} + \Theta^{(p)} - \Delta^{(p)}) \text{ 等 (含各指标计算及约束) 。}$$

4. 模型求解

- 算法求解：用遗传算法求解 2024 - 2030 年正常、寒潮、干旱情况下最优种植方案（方案 1、2、3）。
- 结果分析：计算各方案总利润，通过进化曲线判断收敛性；引入利润波动指标 $\phi = \frac{W' - W}{W}$ （ W 正常利润， W' 风险后利润），选波动最小的方案（方案 3）。



04

问题三的分析与求解

三、问题三的分析与求解

1. 问题三分析

【问题三】：在问题二的基础上，问题三需要**考虑作物之间可能存在的替代性和互补性**。作物之间**存在可替代性**时可以近似看作一种类型；作物之间存在互补性体现为一类俱荣、一损俱损。



考虑**预测**销售量与销售价格、种植成本之间的**相关性**时，根据**市场供求关系**进行分析：

作物供过于求、销售价格相对减少、反之增加；

作物供过于求、市面流通种子增多，从**种子商供应方**角度考虑，短期内作物种子供小于求，种子的销售价格增大，种植成本增大。



三、问题三的分析与求解

2. 问题三求解

【问题三】：在问题二的基础上，问题三需要**考虑作物之间可能存在的替代性和互补性**。作物之间**存在可替代性时可以近似看作一种类型**；作物之间存在互补性体现为一类俱荣、一损俱损。

1、第一步：问题识别与分析

目标：在给定的约束下最大化农作物种植总利润

考虑因素：农作物替代性和互补性；种植成本与销售价格；预期销售量变化

2、第二步：农作物特性分析

替代性分析：将农作物分为3类替代品

- 第一类：粮食类（玉米、小麦、大麦等）
- 第二类：经济类（青椒、辣椒等）
- 第三类：食用菌类

互补性分析：分析2类互补品的协同效应



三、问题三的分析与求解

2. 问题三求解

【问题三】：在问题二的基础上，问题三需要**考虑作物之间可能存在的替代性和互补性**。作物之间**存在可替代性**时可以近似看作一种类型；作物之间存在互补性体现为一类俱荣、一损俱损。

3、第三步A：替代性建模

3、第三步B：互补性建模（见论文）

4、第四步：建立完整优化模型

约束条件：种植成本约束；销售价格约束；预期销售量约束；土地资源约束

5、第五步：模型求解

求解方法：线性规划算法

数值方法：采用优化软件进行数值计算

参数设置：根据实际数据设定各项参数



三、问题三的分析与求解

2. 问题三求解

【问题三】：在问题二的基础上，问题三需要**考虑作物之间可能存在的替代性和互补性**。作物之间**存在可替代性时可以近似看作一种类型**；作物之间存在互补性体现为一类俱荣、一损俱损。

5、第五步：模型求解

求解方法：线性规划算法

数值方法：采用优化软件进行数值计算

参数设置：根据实际数据设定各项参数

6、第六步：结果分析与对比

最优总利润：373,045,702,468 元

敏感性分析：分析各参数变化对结果的影响

方案对比：与传统种植方案进行效益对比

实用建议：为农户提供科学的种植决策依据























谢谢

主讲人：颖老师

• 领取免费资料

竞赛资料免费领取

关注微信公众号“**z学长聊保研**”，即可免费获取由本人亲自整理的【数模竞赛国奖精华资料】

 【z学长聊保研】小白进阶大神学习干货2023最新版	  -	 【3】遗传算法课件	-
 【z学长聊保研】算法大全	-	 【2】数据分析课件	-
 【z学长聊保研】数据库大全	-	 【1】机器学习课件	-
 【z学长聊保研】书籍大全	-	 【5】数学建模-算法-汇总.zip	-
 【z学长聊保研】软件大全	-	 【4】模型算法大全（30+种常用算法模型+课件讲义代码）.zip	-
 【z学长聊保研】模型大全	-	<input type="checkbox"/>  【6】origin绘图软件安装+教程	-
 【z学长聊保研】论文大全	-	<input type="checkbox"/>  【5】Lingo软件安装+教程	-
		<input type="checkbox"/>  【4】Latex软件安装+教程	-
		<input type="checkbox"/>  【3】Visio软件安装+教程	-
		<input type="checkbox"/>  【2】Spss软件安装+教程	-
		<input type="checkbox"/>  【1】MATLAB软件安装+教程	-

• 使用方法

➡ 关注微信公众号“z学长聊保研”，领**免费**学习资料



➤ 数学建模资料（超全matlab代码+模型...）

➤ 40+国一获奖资料

➤ 数学建模开源模型

➤ 超全数学建模干货资料

➤

