

# 2023年C题讲解与 真题复现

---

主讲人：颖老师

# 现有课程

痛点：课程冗长！核心内容付费！实用性弱

— 备战数模竞赛，从小白到国奖！—

## 数学建模竞赛教程

MATLAB入门 + 算法精讲 + 赛题解析

6.1万

数学建模竞赛教程 | 编程、算法、赛题解析和写作

课堂 CleverFrank · 共74课时

数学建模老哥

## 零基础小白获奖教程

### 数学建模美赛 保奖系统培训课程

38.6万 4680 39:19:16

【数学建模美赛保奖班教程】基础、模型、编程、论文写作、经验分享和赛题解析...

数学建模老哥 · 2021-7-7

## 数学建模北海 从零开始学 数学建模

适用赛题 · 原理细讲

30.5万 103 06:07:55

从零开始学数学建模 | 模型与算法、例题、MATLAB编程——零基础入门到精通...

数学建模BOOM · 2022-8-17

## 数学建模竞赛 必学模型算法精讲

Matlab | Python双语言代码讲解

66.1万 7144 37:14:17

【数学建模模型算法速成 (Matlab/Python双语言)】数学建模竞赛必学模型算法...

数模加油站 · 2023-12-21

CUMCM

## 国赛速成

### 挑战3天拿下国赛

8.4万 100 01:00:25

2024国赛终极冲刺资料：挑战三天拿下国赛 | 国赛速成、算法汇总、代码合集、...

数学建模老哥 · 2024-8-23

## 从零开始学 线性规划

b站/公众号：数学建模BOOM

8.1万 57 20:27

线性规划 | 简介+适用赛题+典型例题（数模教程：从零开始学数学建模）

数学建模BOOM · 2022-8-15

## 数学建模Python速成

(必学基础语法+三大数据分析库)

Python + PC

11.9万 878 05:45:46

【Python速成】数学建模必学Python基础及三大数据分析库！！

数模加油站 · 2024-2-1

## Python机器学习 数学建模编程与实战！

B站UP：数学建模老哥

数学建模免费资料分享平台

7.7万 307 12:33:03

Python数学建模与分析：基础入门、数据处理、算法编程、高级绘图、建模实战！

数学建模老哥 · 2023-8-3

# 课程内容

手把手带领大家  
剖析10道国赛真题

模型原理

(真正教会如何读、做、写)

优秀论文

会做题，会复现，更要会写！  
手把手带读国奖论文框架！  
把获奖精髓学到心中。

代码实战

光说不实战不是好课程！  
手把手带做国奖论文复现

01

赛题解析

# 一、赛题解析

## 1. 问题背景

**【真题阐述】** 附件 1 给出了某商超经销的 6 个蔬菜品类的商品信息；附件 2 和附件 3 分别给出了该商超2020 年7 月1 日至 2023 年6 月30 日各商品的销售流水明细与批发价格的相关数据；附件4给出了各商品近期的损耗率数据。请根据附件和实际情况建立数学模型解决以下问题：

- **问题一：** 要求探究不同蔬菜品类的销售量之间以及不同蔬菜单品之间的**相关性**，并分析出各品类以及各单品销售量基于时间上的分布规律与基于销量上**相互关系**。
- **问题二：** 仅以商品类别为单位制定补货计划，要求分析出六大类蔬菜品类各自的销售总量与成本加成定价的**关系**，同时利用该关系为商超制定出 2023 年 7 月 1-7 日**七天利润最大时的日补货量与定价策略**。
- **问题三：** 实际售卖过程中，综合考虑到商超售卖空间的有限性、陈列菜品的最小量、可售单品总数、可售品种的有限性等符合现实问题的**约束条件**，要求给出 7 月 1 日当天的单品补货量和定价策略，尽可能**满足市场需求并且盈利最大化**。
- **问题四：** 为了更好地指定补货与定价策略，请为商超提出其他数据的采集建议，并给出这些数据对于**优化策略**的意义。

# 一、赛题解析

## 2. 核心问题

- **重点：**如何优化定价策略和补货决策！

- **注意：**尽可能的去还原为真实世界！
- **输入输出：**数据特征与目标函数

### 问题一：销售量相关性

问题：品类/单品销售相关性、时间分布规律

需要：附件1（商品信息）、附件2（销售流水）

### 问题二：品类补货定价

问题：销售与定价关系、7.1-7.7补货与定价、利润最大

需要：附件2（销售流水）、附件3（批发价格）、附件4（损耗率）

### 问题三：单品补货定价

问题：7.1单品补货与定价、利润最大

需要：附件1（商品信息）、附件2（销售流水）、附件3（批发价格）、附件4（损耗率）

条件：售卖空间、最小陈列量、单品总数、品种限制

### 问题四：数据采集建议

问题：优化补货与定价的数据建议

需要：无（基于现有数据分析）

02

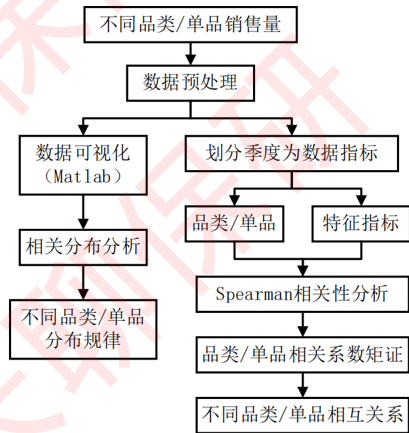
模型讲解

## 二、模型讲解

### 1. 问题一分析

聚焦于分析不同品类及单品间销售量的**相关性与时间分布规律**。需确保比较在**同一时间维度**，分为分布规律描述和相关性分析两个子问题。

- **数据处理上**，将3年数据按4季度/年划分为12个季度，以每季度日销售量总和作为指标。
- **分布规律**通过MATLAB可视化并结合生活经验描述；相关性分析采用斯皮尔曼方法，针对6类菜品和30个单品分别计算，得出相关系数矩阵，确定品类间及单品间相关性。蔬菜销售量受成熟期影响。





## 二、模型讲解

### 2. 问题一：分布规律描述

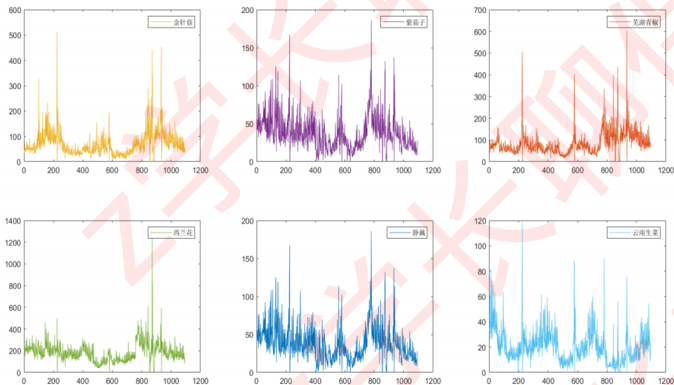


图 6.4 不同品类代表性单品销量曲线图

**金针菇、云南生菜**单品随时间具有明显的周期性，波动性也较为明显，应**按照时令对补货策略及时及进行调整**；而**静藕、西兰花**等单品的周期性不明显，且存在时间长度不等的断供期。

## 二、模型讲解

### 2. 问题一：Spearman 相关性量化分析

对长达 3 年的 6 种蔬菜品类和销量排名前 30 的单品做相关性分析。

不符合正态分布，线性关系不太明显，因此选择使用Spearman相关性分析。

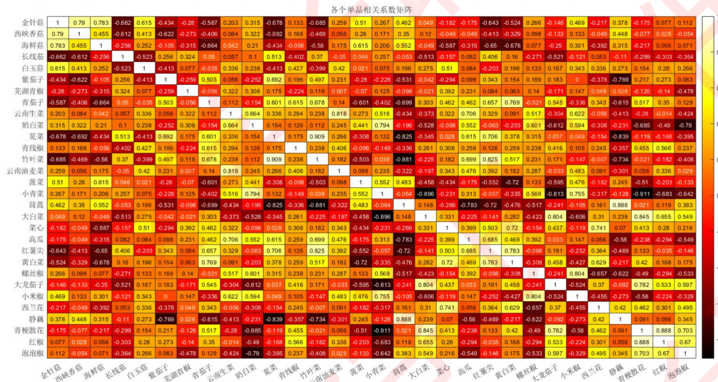
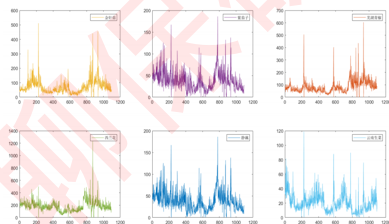


图 6.7 30 个单品之间相关性热力图



## 二、模型讲解

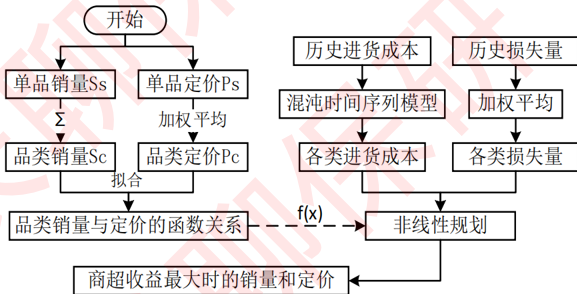
### 1. 问题二分析

(1) 收益 = 定价 \* 销量 - 进货成本 \* 进货量

(2) 进货量 = 销量 + 损失量

(3) 销量 =  $f(\text{定价})$

未来七天品类进货成本用混沌时间序列预测，损失量按过往加权平均计算，进货量和定价取历史最大值作上下限，收益化为以补货量为变量的二次型函数。



## 二、模型讲解

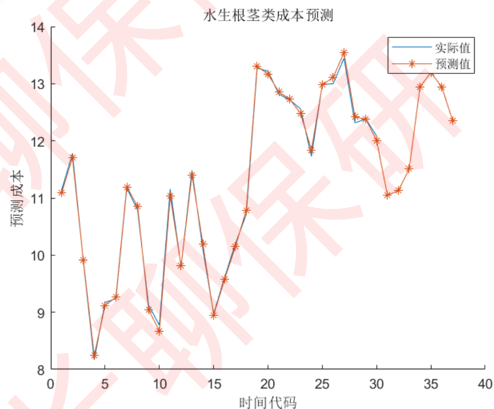
### 2. 问题二：基于混沌时间序列预测模型

混沌时间序列预测，是一种**新型的、针对短期的非线性系统预测理论**，其研究目标为如何通过时间序列通过**相空间重构**，从另一个维度和视角来辨识系统，寻找内藏规律，预测未来的走势。

本题是对某一品类蔬菜的进货成本价进行混沌局部线性多步预测。

表 7.2. 预测参数

步长 $T$	滞后时间 $\tau$	嵌入维数 $d$	领域半径 $\varepsilon$
7	10	6	0.35



## 二、模型讲解

### 2. 问题二：基于非线性规划的定价成本预测模型建立

本题要求**商超的利润取得最大值时的补货量与定价策略**。

首先建立以利润为函数值的目标函数：

$$W = \sum_{T=1}^7 \left( \sum_{N=1}^6 f(S_{CN}^T) \times S_{CN}^T - \sum_{N=1}^6 C_{CN}^T B_{CN}^T \times (1 - L_{CN}) \right)$$

$$C_{CN}^T = S_{CN}^T \times (1 + L_{CN})$$

其中,  $S_{CN}^T$  为N品类蔬菜 T 天的实际销量 (即已减去退货后的销量),  $C_{CN}^T$  为 N 品类蔬菜的 T 日补货量,  $L_{CN}$  为 N 品类蔬菜的损失量, 其中包括运输损失和未卖完损失。

表 7.6 7 月 1~7 日六种品类的蔬菜的建议补货量(单位: 千克)

补货量(千克)	茄类	花菜类	花叶类	辣椒类	食用菌	根茎类
7 月 1 日	21.19	13.99	295	93	58.7	24.92
7 月 2 日	23.9	12.52	295	82.5	58.2	29.82
7 月 3 日	15.06	10.31	300	88.3	72.6	26.7
7 月 4 日	25	13.8	300	90.7	113.2	28.78
7 月 5 日	23.92	12.47	295	88	94.4	25.31
7 月 6 日	16.35	11.75	300	93.2	85.3	26.38
7 月 7 日	24.39	14.47	300	92.6	62.6	20.47

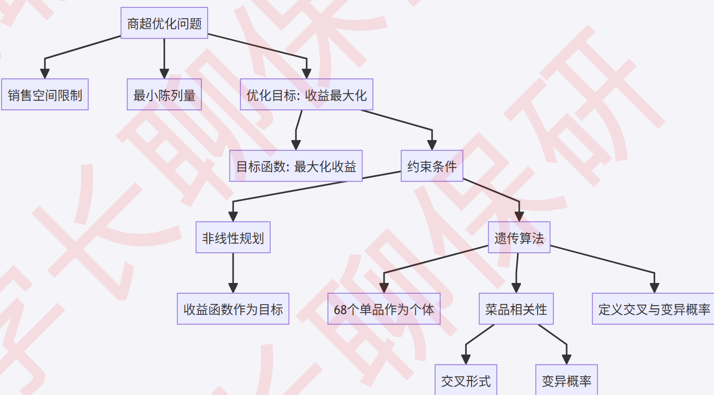
表 7.7 7 月 1~7 日六种品类的蔬菜的建议定价(单位: 元/千克)

定价(元/千克)	茄类	花菜类	花叶类	辣椒类	食用菌	根茎类
7 月 1 日	7.23	10.69	7.55	5.55	12.3	13.97
7 月 2 日	6.49	11.22	7.55	5.78	12.36	11.06
7 月 3 日	10.08	12.4	7.56	5.66	10.88	12.8
7 月 4 日	6.24	10.75	7.56	5.6	8.36	11.6
7 月 5 日	6.48	11.24	7.55	5.66	9.31	13.7
7 月 6 日	9.27	11.56	7.56	5.55	9.89	13
7 月 7 日	6.37	10.54	7.56	5.56	11.86	17.7

## 二、模型讲解

### 1. 问题三分析

题目增加了**销售空间的限制**，更加符合实际情况。同时题目还规定了**最小陈列量**，即补货量的下限。本文采用将收益函数作为目标函数使其取得最大值。其余条件作为约束条件。用**非线性规划数学理论与遗传算法**进行求解，最终得到商超收益最大时的补货量与定价策略。



## 二、模型讲解

### 2. 问题三：基于遗传算法求解补货与定价策略的模型

总收益应包含三个部分:成本加成定价产生正向收益;补货产生负向收益;打折销售产生正向收益;注意损耗产生的负向收益其实已经被补货成本所包含,不需额外计算。

$$\text{MAX} \quad W = \sum_{I=1}^Z P_{SI} \times S_{SI} - \sum_{I=1}^Z C_{SI} B_{SI} + \sum_{I=1}^Z (B_{SI} - S_{SI}) \times P_{SI} \times F_{SI}$$

$$\text{s.t.} \quad \left\{ \begin{array}{l} C_{SI}^{\text{MAX}} \leq C_{SI} \leq C_{SI}^{\text{MAX}} \\ P_{SI}^{\text{MAX}} \leq P_{SI} \leq P_{SI}^{\text{MAX}} \\ S_{SI}^{\text{MAX}} \leq S_{SI} \leq S_{SI}^{\text{MAX}} \\ P_{SI} \leq C_{SI} \times (1 + m\%) \\ f(P_{SI}) = S_{SI} \\ B_{SI} \geq 2.5 \\ 27 \leq Z \leq 33 \\ S_{SI}, C_{SI}, P_{SI} > 0 \end{array} \right.$$

采用新的补货、定价、打折促销策略后,本文预计可在7.1日达到623.02元的总收益,比前七天平均收益相比**涨幅为19.7%**。

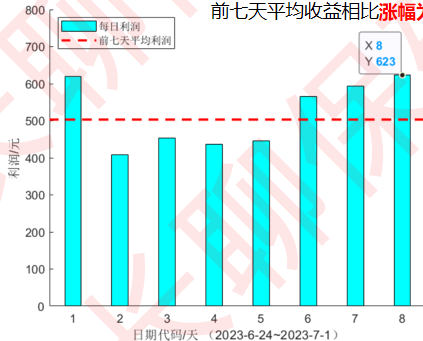
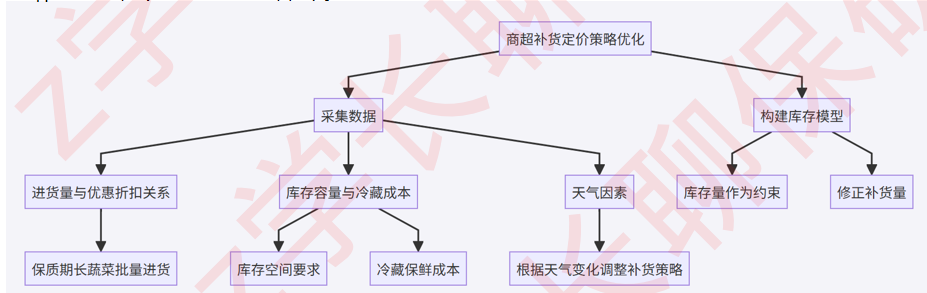


图 8.4 该商超公司 6.1-7.1 日每日盈利收入曲线图

## 二、模型讲解

### 1. 问题四分析

为了**优化补货量与定价策略**，商超需要采集一些关键数据。首先，商超需要**了解进货量与优惠折扣的关系**，以便对保质期长的蔬菜进行批量进货。其次，商超应确保**有足够的库存空间**，并考虑冷藏保鲜的额外成本。根据这些数据，可以构建库存模型，将库存量纳入非线性规划约束。最后，**天气也是一个重要因素**，商超应根据天气变化调整补货策略，以适应不同的采购需求。





## 二、模型讲解

### 2. 问题四：蔬菜定价与库存联合决策模型

#### (1) 建立变质库存与时间的微分方程：

变质品的库存模型来源于 Ghare 和 Schrader 在总结传统经济批量模型 (EOQ) 上，首次构建了变质品的变质率为常数的变质库存模型，定义变质品在  $t$  时刻的库存变化。

$$\frac{dI(t)}{dt} = -D(t) - \lambda I(t)$$

#### (2) 蔬菜商品定价与库存联合决策模型：

$$\frac{dI(t)}{dt} = -D(t), \quad 0 < t < t_1$$

$$\frac{dI_2(t)}{dt} = -\bar{D} - \lambda I_2(t), \quad (t_1 < t < T)$$

#### (3) 利润模型：

$$\pi(p, t, T) = p \left[ \int_0^{t_1} D dt + \int_{t_1}^T \bar{D} dt \right] - CQ$$

03

复现与论文解读

### 三、模型检验

#### 验证 Spearman 相关性分析结果的可靠性

层次聚类的结果与Spearman结果相似，这表明使用方法的合理准确。

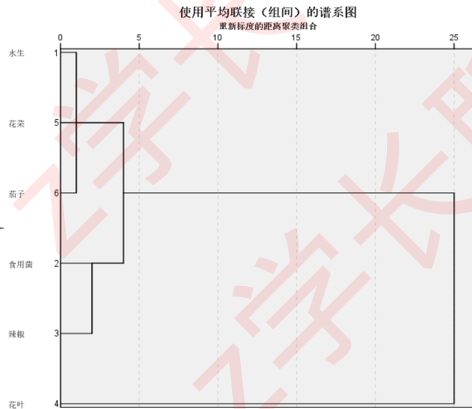


图 10.1 6 大品类聚类结果

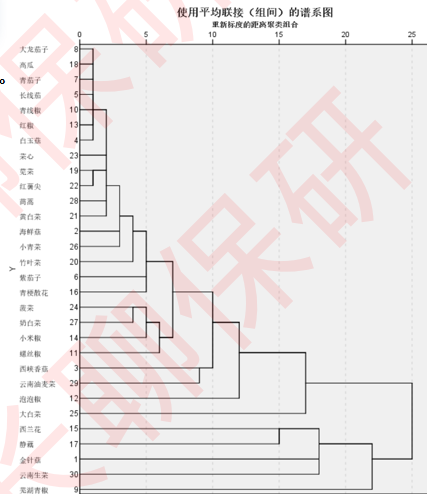


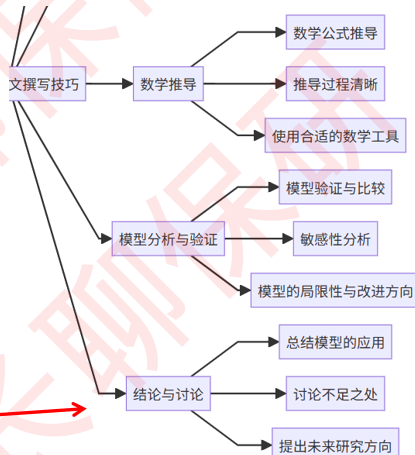
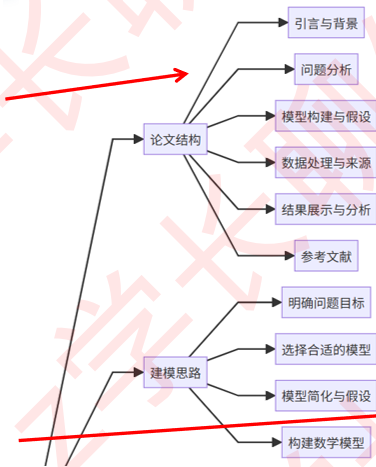
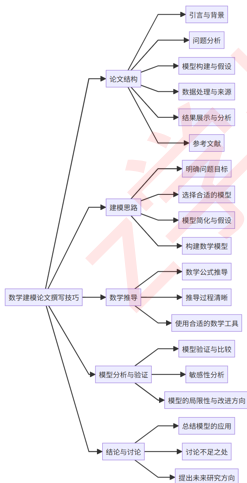
图 10.2 30 种单品聚类结果

04

论文撰写

## 四、论文撰写技巧

### 国一论文结论



# 谢谢

---

主讲人：颖老师