# 数学建模思路Plus

本质上三题都是线性规划，关键在于变量的选择

问题1：组合优化，但约束条件按题目来说是线性，因此可用线性规划的方式求解。

假设前提：尽量让每一年的农作物在收获当年就被销售掉，不存在囤积的情况，因此适用动态规划

问题2：价格条件是波动的，但是范围固定，本质上是第一问的变形，修改价格的约束条件

问题3：替代性：买了A就不需要B了；互补性：买了A后刚需C，那么就把ABC都划为一类。划为一类后，就是第一题的变式，修改约束条件就好

题干限制条件整理：

1. 平旱地、梯田和山坡地每年只能种植一季粮食类作物（不包括水稻）

1. 露天耕地共计1201亩，分散为34个大小不同的地块（包括平旱地、梯田、山坡地和水浇地4种类型）

1. 有16个普通大棚和4个智慧大棚，每个大棚耕地面积为0.6亩

1. 水浇地适宜每年种植一季水稻或两季蔬菜。

1. 普通大棚和智慧大棚每年都可以种植两季作物。假设前提：尽量让每一年的农作物在收获当年就被销售掉，不存在囤积的情况，因此不适用动态规划

1. 普通大棚每年种植两季作物，第一季可种植多种蔬菜（大白菜、白萝卜和红萝卜除外），第二季只能种植食用菌。

1. 智慧大棚每年都可种植两季蔬菜（大白菜、白萝卜和红萝卜除外）

1. 同一地块（含大棚）每季可以合种不同的作物 （重要）

1. 每种作物在同一地块（含大棚）都不能连续一年或多年连续种植同一种作物（包括连续种植同科同属作物）

1. 从2023年开始要求每个地块（含大棚）的所有土地每三年种植一次豆类作物

1. 每种作物每季的种植地不能太分散，每种作物在单个地块（含大棚）种植的面积不宜太小 （即：暂定每种农作物不能在超过四种地形种植，每块土地每种作物种植面积不小于0.1亩）

1. 水浇地每年可以单季种植水稻或两季种植蔬菜作物。

1. 若在某块水浇地种植两季蔬菜，第一季可种植多种蔬菜（大白菜、白萝卜和红萝卜除外）；第二季只能种植大白菜、白萝卜和红萝卜中的一种。

1. 大白菜、白萝卜和红萝卜只能在水浇地的第二季种植

1. 食用菌类只能在秋冬季的普通大棚里种植。

1. 水浇地的第一季通常是在每年的3月至6月前后，第二季是在7月至10月前后，即第二季的收入在今年变现。（第二问）

1. 普通大棚的第一季通常是在每年的5月至9月前后，第二季是在9月至下一年4月前后，即第二季的收入在明年变现。（第二问）

1. 智慧大棚的第一季通常是在每年的3月至7月前后，第二季是在8月至下一年的2月前后，即第二季的收入在明年变现。（第二问）

第一问

假设前提：

1. 2023年的农作物在收获当年就被销售掉，不存在囤积的情况。

1. 我们以2023年农作物的销售情况作为预期销售量。

1. 为便于讨论，销售金额取中间值并保留两位小数

1. 我们认为，为方便耕种作业和田间管理，每种农作物不能在超过四种土地类型被种植，每块土地每种作物种植面积不小于0.1亩

1. 由于豆类作物的经济效益不高，为平衡收益和土地持续利用率，我们认为，每三年种植一次豆类作物是合理的。

变量设置

变量Ai：按附件一表“乡村的现有耕地”为依据，以“地块名称”列为准，共计54块土地和大棚，将其以A1-A54依次用变量Ai表示。

变量Bj：按附件二表“2023年的农作物种植情况”为依据，以“作物编号”为准，共计41个作物编号，将其以B1-B41依次用变量Bj表示。

x\_{i.j. k,t} 表示第 ì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 ì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 表示未种植。

Kj：Bj所对应的预期销售量。

z\_{i，j,k,t}表示第i块地第j种农作物在第k年第t季的单位面积种植成本，单位元/亩。

P\_{i，j,k,t}表示第i块第 j种作物在第 k 年第 t 季的销售价格，单位元/斤

Q\_{i，j,k,t} 表示第i块第 j种作物在第 k 年第 t 季的单位面积产量(亩产量)，单位斤。

总利润：D

总收入：E

总成本：F

相应农作物总种植面积：各个土地 j 作物面积之和，固定j下标，遍历

预期销售量=求和（上一年的不同土地的亩产量（常数，见附件二）\*该农作物的不同土地种植面积（常数，见附件二）

种植成本：求和（不同土地种植面积\*不同土地单位面积成本）

亩产量：已知，见Q\_{j,k,t}

销售价格：见P\_{j,k,t}

MAX（总利润P）=总收入E-总成本F

总收入=（各种农作物对应土地的种植面积\*亩产量-预期销售量）

总成本=求和（各种作物的相应土地种植面积\*相应土地的种植成本）

函数构建：

### 目标函数

我们的目标是最大化总利润 ( D )，即总收入 ( E ) 减去总成本 ( F )。



其中，

对于情况一：超过部分滞销，造成浪费

1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的总产量小于或等于相应的预期销售量,此时：







1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的总产量大于或等于相应的预期销售量,此时：







对于情况二：超过部分按 2023 年销售价格的 50%降价出售

1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的总产量小于或等于相应的预期销售量,此时：





1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的总产量大于或等于相应的预期销售量,此时：







### 约束条件

1. 所有平旱地、梯田和山坡地每年只能种植一季粮食类作物：



1. 露天耕地共计1201亩，分散为34个大小不同的地块：



1. 有16个普通大棚和4个智慧大棚，每个大棚耕地面积为0.6亩：



1. 水浇地适宜每年种植一季水稻或两季蔬菜：



1. 普通大棚和智慧大棚每年都可以种植两季作物：



1. 普通大棚每年种植两季作物，第一季可种植多种蔬菜（大白菜、白萝卜和红萝卜除外），第二季只能种植食用菌：



1. 智慧大棚每年都可种植两季蔬菜（大白菜、白萝卜和红萝卜除外）：



1. 同一地块（含大棚）每季可以合种不同的作物：



1. 每种作物在同一地块（含大棚）都不能种植相同的农作物必须间隔一年：



1. 同一地块（含大棚）的所有土地每隔三年必须种植一次豆类作物：



1. 每种作物在单块地块（含大棚）种植的面积不宜太小：



1. 水浇地每年可以单季种植水稻或两季种植蔬菜作物：



1. 若在某块水浇地种植两季蔬菜，第一季可种植多种蔬菜（大白菜、白萝卜和红萝卜除外），第二季只能种植大白菜、白萝卜和红萝卜中的一种：



1. 大白菜、白萝卜和红萝卜只能在水浇地的第二季种植：



1. 食用菌类只能在秋冬季的普通大棚里种植：



第二问：

新增条件分析：

* 预期销售量变化：

* 1. 玉米和小麦预计销售量的平均年增长率介于5%-10%之间，取平均数7.5%

* 1. 其他农作物的预期销售量对于2023年有 ±5% 的变化

* 农作物产量变化：

* 1. 农作物每年会有 ±10%的变化

* 农作物种植成本变化：

* 1. 农作物种植成本平均每年增长5%

* 农作物价格变化：

* 1. 粮食类作物的销售价格基本稳定；

* 1. 蔬菜类作物的销售价格平均每年增长5%

* 1. 食用菌的销售价格每年下降1%-5%，其中，羊肚菌的售价每年下降5%

* 潜在种植风险：

* 1. 气候变化导致的增减产

* 1. 土地肥力变化

* 1. 市场形势影响

* 1. 病虫害风险的影响

* 1. 严重的地质灾害等

由此，我们分别对不确定因素进行处理：

引入预期销售量变化系数：





引入亩产量变化系数：

和风险因子



引入种植成本变化系数：





引入销售价格变化系数：





**综合后的目标函数**

对于情况一：超过部分滞销，造成浪费

1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的**最终**总产量小于或等于相应的**最终**预期销售量,此时：



1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的**最终**总产量大于或等于相应的**最终**预期销售量,此时：



对于情况二：超过部分按 2023 年销售价格的 50%降价出售

1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的**最终**总产量小于或等于相应的**最终**预期销售量,此时：



1. 当第中种农作物2024-2030年中每季的**最终**总产量大于或等于相应的**最终**预期销售量,此时：



### 第二问约束条件：

在第一问的基础上，根据题目要求，我们增加了如下的约束条件

1. 对于小麦和玉米的销售量变化（j=6,7）:

1. 对于其他农作物（j≠6,7）：

1. 农作物每年的产量变化：

1. 农作物成本变化：

1. 粮食类销售价格变化：

1. 蔬菜类销售价格变化：

1. 对于羊肚菌的销售价格变化（j=41）:

1. 对于其他食用菌的价格变化（j=38、39、40）:

第三问：

假设：

1. 我们认为市场的消费能力是长期稳定的，不存在因极端情况产生的消费能力锐减，导致大面积农作物滞销。

1. 我们认为消费者是理智的，对农产品的市场价值和实际价值认知客观，进而对2023年农作物的购买量能切实反映该作物收市场的需求程度。

1. 由于可替代的物品在用途和生产条件上高度相似，所以我们认为可替代性只存在于同一农作物的分类中，如：白灵菇和羊肚菌同属食用菌类，其种植条件高度相似，且普通消费者不会重复购买。

1. 由于互补性在同一互补性农作物的分类中体现得非常有限，因此我们认为互补性只存在于不同的农作物分类之间。

1. 我们认为同一农作物分类下，越受市场欢迎，销售量越大的农作物越不可替代。

变量引入可替代性的说明：农作物之间的可替代性是指在不同的农业生产活动中，某些作物可以在一定程度上相互取代对方满足市场的需求。具体来说，当两种或多种农作物在用途、生产条件或者消费者的偏好上相似到一定程度时，它们就具有可替代性。

比如：红萝卜和白萝卜的味道相似，普通消费者不会重复购买，在市场消费能力不变的情况下，红萝卜的预期销售量就会一定程度上影响白萝卜的预期销售量。为了最大化利润，我们需要适当平衡红萝卜和白萝卜的产量

互补性的说明：农作物之间的互补性是指某些作物在生长、生产或消费过程中相互依赖或相互增强的关系。这种关系意味着一种作物的生产、使用或消费通常与另一种作物的生产、使用或消费正相关。

比如：早熟土豆可以套种鲜食玉米，增大土豆产量可以连带增加玉米产量。

由此，为了合理量化农作物之间的可替代性，我们引入替代性强度系数来表示农作物和之间的替代关系。当为正数时，表示两种农作物之间存在替代关系，且替代性强度系数越大，表示两者之间的替代性越强。



同理，我们引入互补性强度系数来量化农作物之间的互补性，当为正数时，表示两种农作物之间存在互补关系，且替代性强度系数越大，表示两者之间的互补性越强。



经过查询相关文献，我们构建了四个矩阵来分别表示粮食类、蔬菜类、菌菇类内部的可替代性关系和粮食类、蔬菜类、菌菇类的互补性关系，表内的数据为替代性强度系数和互补性强度系数的大小。

销售量和价格：在合理价格区间内时，销售量和价格之间可能存在正相关或负相关关系。种植成本和价格：种植成本和销售价格之间存在一定的正相关性销售量和种植成本：销售量增长能一定程度减少单位面积的生产成本，因此具有一定的负相关性

优缺点分析：

线性规划（Linear Programming，简称LP）是一种用于优化资源分配的数学方法，广泛应用于经济管理、工程技术等多个领域。以下是对线性规划优缺点的分析：

### 优点

1. **明确的目标**：线性规划可以帮助决策者明确目标，即最大化或最小化某个线性函数。

1. **资源优化分配**：通过线性规划，可以在给定的约束条件下，找到最优的资源分配方案。

1. **求解方法成熟**：存在多种有效的算法（如单纯形法、内点法等）可以用来解决线性规划问题。

1. **易于理解和实施**：线性规划的数学模型相对简单，易于被非专业人士理解，并且实施起来也比较方便。

1. **广泛的应用性**：可以应用于生产计划、物流配送、金融投资等多个领域。

1. **灵敏度分析**：线性规划模型可以方便地进行灵敏度分析，帮助决策者了解参数变化对最优解的影响。

### 缺点

1. **线性假设的限制**：现实世界的很多问题是非线性的，线性规划无法准确描述这些情况。

1. **难以处理整数变量**：标准的线性规划难以处理包含整数变量的优化问题，虽然混合整数线性规划可以解决部分问题，但求解难度较大。

1. **规模问题**：当决策变量和约束条件数量巨大时，线性规划的求解可能会非常耗时。

1. **对数据的敏感性**：线性规划模型对数据很敏感，数据的微小变化可能导致最优解的较大变动。

1. **模型构建的复杂性**：虽然单个线性规划问题相对简单，但在实际问题中构建准确的线性模型可能非常复杂，需要大量专业知识。

1. **结果解释**：有时候线性规划得出的最优解可能在实际操作中没有太大意义，需要专业人士进行合理解释和应用。

综上所述，线性规划是一个强有力的工具，特别是在处理大规模的优化问题时。然而，它的应用也有一定的局限性，需要结合实际情况谨慎使用。

3.4 模型的实施和监测问题

线性规划模型需要大量准确的数据来支持决策过程。在农业种植业中，数据可能受到气候、土壤质量、种植季节等因素的影响，因此数据的准确性和实时性对模型的实施至关重要。线性规划模型需要明确的目标函数和约束条件。在农业种植业中，种植条[1]吴俊杰.基于线性规划模型的农业种植业结构优化研究[J].新农民,2024,(03):28-30.

件、资源限制、市场需求等会对模型的参数设定和约束条件提出挑战。将线性规划模型应用于农业种植业 结构需要解决的问题通常是复杂的，因为涉及多种作 物、生长周期、土壤类型等因素。一旦模型实施，监 测和调整也是必不可少的。农业生产过程中的外部因 素常常变化，例如气候变化、市场波动等，这些变化 可能会导致模型的预测结果与实际情况偏离。

新增的约束条件

引用论文：

[1]朱冠雄,高祺,华方静,等.鲁西北地区大豆玉米间作不同行比配置对大豆生长、产量及间作系统的影响[J/OL].中国油料作物学报,1-10[2024-09-08]

[2]万猛虎,满本菊,刘威帆,等.与豆类间作对马铃薯叶片碳氮代谢关键酶活性及作物产量的影响[J/OL].中国生态农业学报(中英文),1-12[2024-09-08]

[3]马琳静,孔维威,杜如学,等.羊肚菌-豇豆轮作高效栽培模式及效益分析[J].中国食用菌,2024,43(04):32-38.DOI:10.13629/j.cnki.53-1054.2024.04.006.

[4]冯翠,衣政伟,钱巍,等.利用菇渣生产的有机生态型栽培基质对叶菜类蔬菜生长的影响[J].江西农业学报,2018,30(08):29-32.DOI:10.19386/j.cnki.jxnyxb.2018.08.07.

[5]王成业,曲萍.马铃薯、油菜、玉米、平菇、木耳、大白菜、小麦、菠菜立体种植[J].现代农业,2003,(04):17.

[6]马永发,刘家起,王蒂.大棚黄瓜—豇豆—青菜+芹菜高效种植模式[J].农业科技通讯,2019,(07):345-346+363.

[7]吴俊杰.基于线性规划模型的农业种植业结构优化研究[J].新农民,2024,(03):28-30.

[8]王敏,王圣健,赵征宇,等.菌菇渣和番茄秸秆还田对青椒产量和品质的影响[J].山东农业科学,2021,53(12):50-57.DOI:10.14083/j.issn.1001-4942.2021.12.008.

[9]姚兴蓉,严舒瀚,王志颖,等.作物秸秆栽培榆黄菇[J].贵州科学,2019,37(01):10-13+71.

[10]孙秀丽,张凤丽,张彦彦.大棚大茬西红柿套种菜豆的栽培模式[J].中国农业信息,2014,(01):90.