本模型采用**鲁棒优化**框架，旨在最大化在所有预设不确定性组合下的**最坏情况保底利润**。

**核心建模假设**：我们选择问题一中的**情景2**（即超出预期销售量的部分按50%降价出售）作为市场对供过于求的基本反应机制。我们认为这比完全浪费更贴近现实，并以此为基础构建风险模型。

### **问题二：鲁棒优化模型**

#### **1. 目标**

最大化2024年至2030年共7年内，在所有可能的不确定性场景下，年度总利润的**最低保证值**（保底利润）。

#### **2. 集合与索引**

* : 地块集合, 索引为 。
* : 农作物集合, 索引为 。
* : 季节集合, 。
* : 年份集合, 。
* : 土地类型集合。

#### **3. 参数与不确定集**

**A. 确定性参数**

* : 地块 的面积（亩）。
* : 豆类作物的集合。
* : 地块内作物种类上限。
* : 作物跨地块类型上限。
* , , , : 年份 (例如，y-1) 的各项参数基准值。

**B. 不确定性参数与不确定集 (U)**

以下参数不再是固定值，而是在一个预设区间内波动，这个区间的集合即为不确定集 。

* **亩产量 ()**: , 其中 , 。
* **预期销售量 ()**: 。
  + 小麦/玉米: , 。
  + 其他作物: , 。
* **种植成本 ()**: 。为简化，可设为确定性增长 ，或也设为区间。
* **销售价格 ()**: 。
  + 粮食类: 。
  + 蔬菜类: 。
  + 羊肚菌: 。
  + 其他食用菌: , 。

#### **4. 决策变量**

* : （连续变量）在 年 季于 地块种植 作物的面积。
* : （0-1变量）是否在 年 季于 地块种植 作物。
* : （辅助变量） 年 作物在正常售价下的销售产量。
* : （辅助变量） 年 作物在降价50%下的销售产量。
* : （连续变量）模型优化的核心，代表7年内的**年度平均保底利润**。

#### **5. 目标函数**

目标是最大化年度平均保底利润 。

#### **6. 约束条件**

**1. 核心鲁棒约束**

总利润在任何不确定性场景下都必须不低于总保底利润。

其中，年度利润 的计算方式为：

*注：这个约束包含“对于任意场景”的条件，在实际求解时需要通过对偶理论或场景枚举等方法转化为一系列的线性约束。*

**2. 产量与销售关联约束**

*注：此约束也需要在所有产量不确定性场景下成立。*

**3. 鲁棒化的正常销售上限约束**

正常销售的产量不能超过\*\*最坏情况（最低）\*\*的预期销售量。

**4. 物理与管理约束（与问题一基本相同）**

* **决策变量关联**:
* **土地适宜性**:
* **地块面积**:
* **重茬约束 (需定义辅助变量 )**:
* **豆类种植**:
* **分散性约束 (p 和 q)**:
* 需定义辅助变量