



華科技大學

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

# 原材料的订购与运输

刘海霞

数学与统计学院

- 问题背景与要求
- 模型建立与求解
- 模型改进与推广

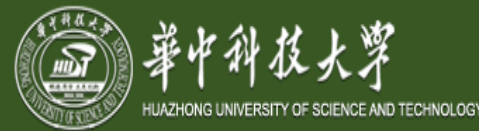


# 01 问题背景与要求

- 问题重述
- 问题假设
- 变量说明



# 背景简述



某建材制造企业在生产中主要用到A、B、C三种类型的原材料。企业在实际生产当中需在开工前**24**周做好原料采购和转运规划。其具体步骤为：根据产能需求确定相应的供应商和周订货量，并根据不同转运商的实际转运力制定所供应原料的转运策略。

由于种种原因，供应商实际供应数量可能与企业订购数量有出入。为保证库存充足（库存量大于等于两周产能需求），该企业对供应商的实际供货全部接收。

考虑到实际运输途中有多种突发因素，原材料在转运过程中常常会有损耗，以“损耗率”这一变量进行表征。企业最终实际接收到的原材料物量为“接受量”。每家转运商的运力均为 $6000m^3$ /周。尽可能使一家供应商的原材料由同一家转运商运输。

# 原材料一览表



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

该企业每周的产能为 2.82 万立方米，每立方米产品需消耗

## A类

- 原材料消耗： $0.6m^3$
- 成本：1.2

## B类

- 原材料消耗： $0.66m^3$
- 成本：1.1

## C类

- 原材料消耗： $0.72m^3$
- 成本：1

PS：A、B、C类原料仅在消耗数量上有所区别，品质上无异，可相互替代。

# 具体问题重述



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

1. 对402家供应商的供货特征进行量化分析，建立反应保障企业生产重要性的数学模型，在此基础上确定50家最重要的供应商，并在论文中列表给出结果。

2. 该企业至少选几家供应商才可能满足生产需求？针对这些供应商制定未来24周每周最经济的原材料订购方案，并据此制定损耗最少的转运方案。试对订购方案和转运方案的实施效果进行分析。

3. 为压缩成本，企业计划尽可能多采购A并尽可能少采购C，同时希望转运商的转运损耗率尽可能少。请定制新的订购方案和转运方案并分析其实施效果。

4. 该企业通过技术改造已具备了提高产能的潜力。根据现有原材料的供应和转运的实际情况，确定该企业每周的产能可提高多少，并给出未来24周的订购和转运方案。

# 问题一的建模与求解



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

对402家供应商的供货特征进行量化分析，建立反应保障企业生产重要性的数学模型，在此基础上确定50家最重要的供应商，并在论文中列表给出结果。

**排序问题**

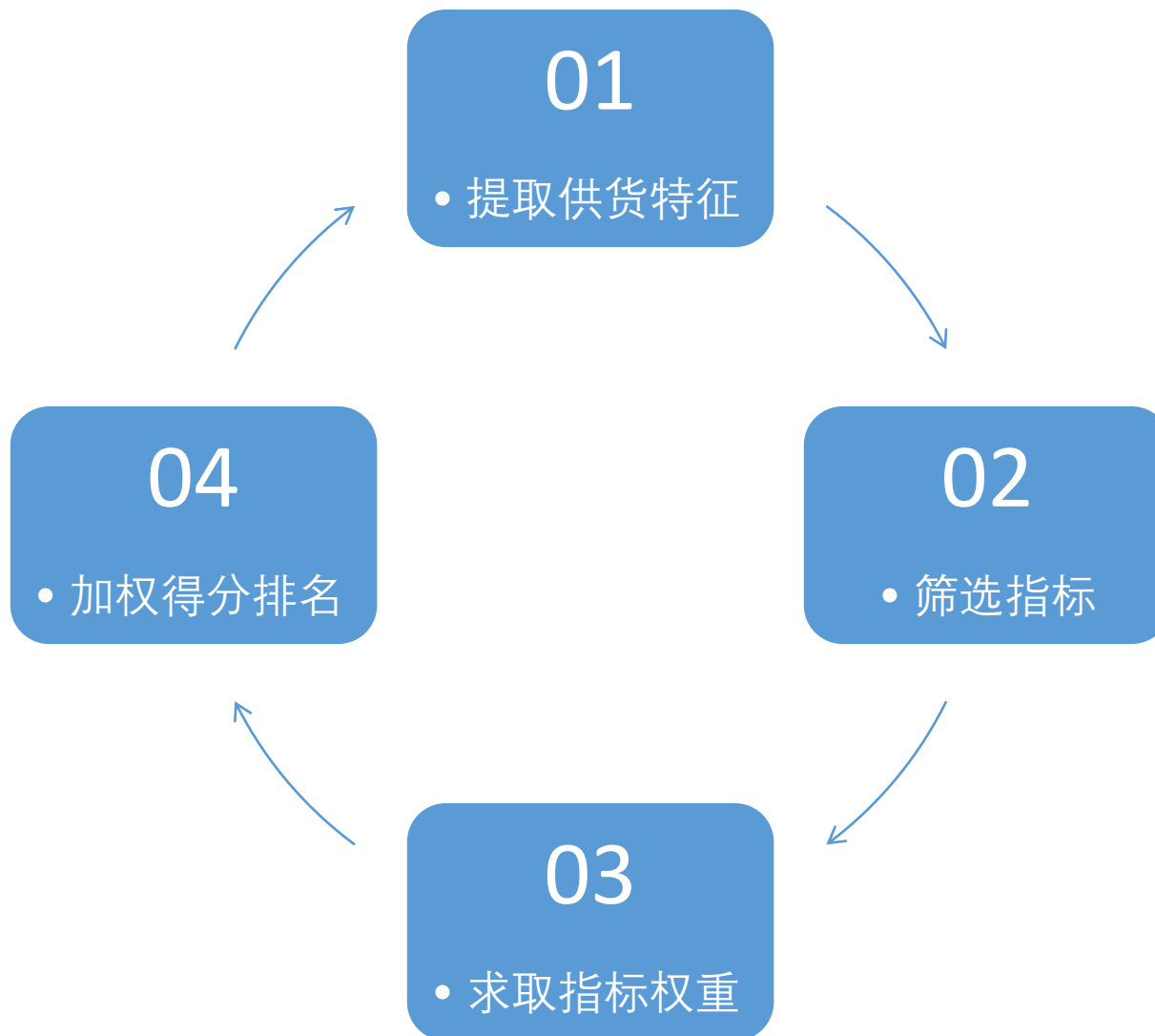


# 解题流程



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY





# 特征提取



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

供货次数

平均供货量

单次最大供货量

供货连续性

...

# 基于熵权法的评价指标



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

数据正向化、  
标准化

将所有指标正向化，并将负数数据校正为非负数，便于熵权法计算权重

熵权法计算  
权重

定义指标数据信息熵和信息效用值，并进行归一化处理

层次分析法  
矫正

熵权法得出权重仅与数据的变异程度有关，可能与每个指标在现实中的重要性不符，需要进行修改

得到最后结果

由算数平均法、几何均根法、特征值计算权重，并与熵权法的结果进行加和平均，得到五个指标的最终权重。



## 问题二

该企业至少选几家供应商才可能满足生产需求？针对这些供应商制定未来24周每周最经济的原材料订购方案，并据此制定损耗最少的转运方案。试对订购方案和转运方案的实施效果进行分析。

供应商数量最少，供货风险最小



## 每周订货供应商最少

- $\min \sum y_i$

## 供货风险最小（供货商重要程度最大）

- $\max \sum y_i s_i$

## 满足最大产能

- $\frac{y_i x_{i,t} (1 - \alpha_{i,t})}{p_i} \geq 2 \text{周产能}$

$y_i$ 为第*i*家供应商是否供货，1为供货，0为不供货

$s_i$ 为第*i*家供货商供货的可靠度

$x_{i,t}$ 为第*i*家供货商在第*t*周的产能

$\alpha_{i,t}$ 为第*i*家供货商在第*t*周的损耗率

$p_i$ 为生产1立方产品第*i*家供货商的材料消耗量

# 模型参数估计



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

第*i*家供货商在第*t*周的损耗率 $\alpha_{i,t}$ 的估计

根据附件2的数据求取损失率的平均值

$$\alpha = \frac{1}{240} \sum_{t=1}^{240} \frac{1}{n_t} \sum_{j=1}^{n_t} \alpha_{t,j}$$

供货商的供货能力使用附件1中所提供的供货商历史供货数据的平均值

$$x_i = \frac{1}{m_i} \sum_{t=1}^{m_i} x_{i,t}$$

# 模型求解



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

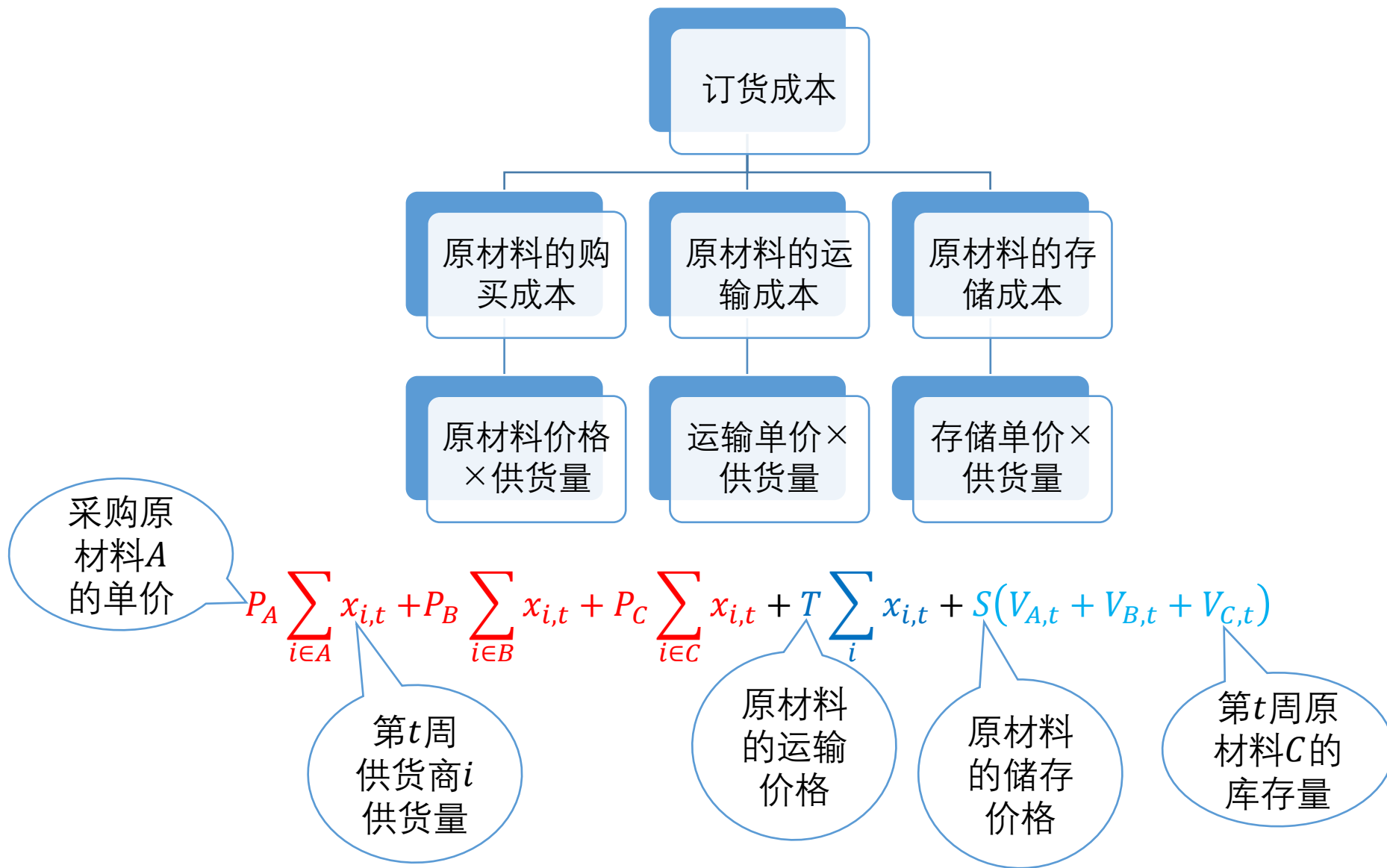
利用遗传算法求解

# 订货成本最小



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

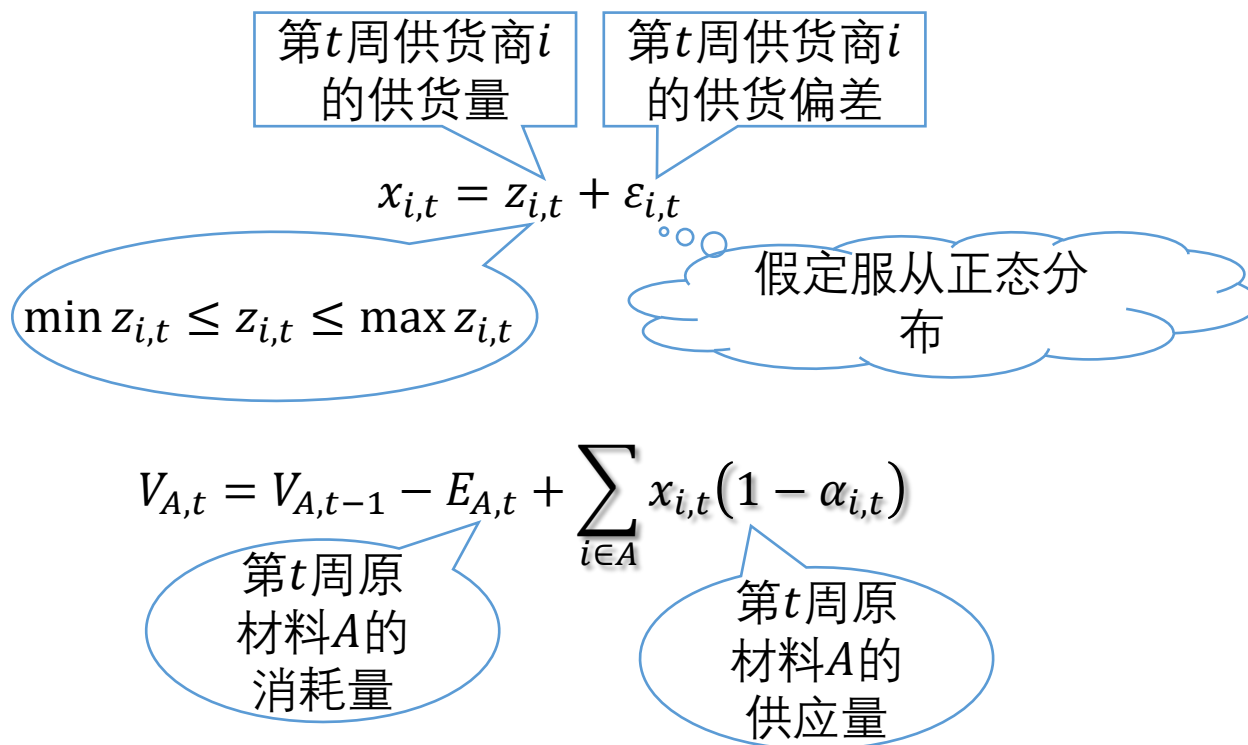


# 限定条件



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



$$\frac{V_{A,t}}{0.6} + \frac{V_{B,t}}{0.66} + \frac{V_{C,t}}{0.72} \geq 2.82 \times 10^4 \times 2, \quad \frac{E_{A,t}}{0.6} + \frac{E_{B,t}}{0.66} + \frac{E_{C,t}}{0.72} = 2.82 \times 10^4.$$





# 问题三

该企业为了压缩生产成本，现计划尽量多地采购A类和尽量少地采购C类原材料，以减少转运及仓储的成本，同时希望转运商的转运损耗率尽量少。请制定新的订购方案及转运方案，并分析方案的实施效果。



# 问题三分析



生产相同单位产品消耗原材料 $A$ ,  $B$ ,  $C$ 的比值1: 1.1: 1.2

单位原材料 $A$ ,  $B$ ,  $C$ 的价格比值1.2: 1.1: 1

产能成本  $C_A = 0.72P_A + 0.6(T + S)$

$$C_B = 0.726P_B + 0.66(T + S)$$

$$C_C = 0.72P_C + 0.72(T + S)$$

问题三要求尽量多地采购  $A$  类和尽量少地采购  $C$  类原材料, 这里我们科研考虑保持 $B$ 类原材料的供货商和订货量不变, 对 $A$ 类和 $C$ 类原材料的供货商选择以及订货量进一步优化

$$\min_{x'_{i,t}} \left( \sum_{i \in A} x'_{i,t} + \sum_{i \in C} x'_{i,t} \right) + S(V'_{A,t} + V'_{C,t})$$

# 限制条件



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

生产总量保持不变

$$\frac{\sum_{i \in A} x'_{i,t}}{0.6} + \frac{\sum_{i \in C} x'_{i,t}}{0.72} = \frac{\sum_{i \in A} x_{i,t}}{0.6} + \frac{\sum_{i \in C} x_{i,t}}{0.72}$$

库存内可生产产品总量保持不变

$$V'_{A,t} = V'_{A,t-1} - E'_{A,t} + \sum_{i \in A} x'_{i,t} (1 - \alpha_{i,t})$$

$$\frac{E'_{A,t}}{0.6} + \frac{E'_{C,t}}{0.72} = \frac{E_{A,t}}{0.6} + \frac{E_{C,t}}{0.72}$$

$$x'_{i,t} = z'_{i,t} + \varepsilon'_{i,t}$$



## 问题四

该企业通过技术改造已具备了提高产能的潜力。根据现有原材料的供应商和转运商的实际情况，确定该企业每周的产能可以提高多少，并给出未来 24 周的订购和转运方案。

生产企业的最大产能无限制，每周的供应可全部用完，也不要考虑存储，只需要关注转运能力即可

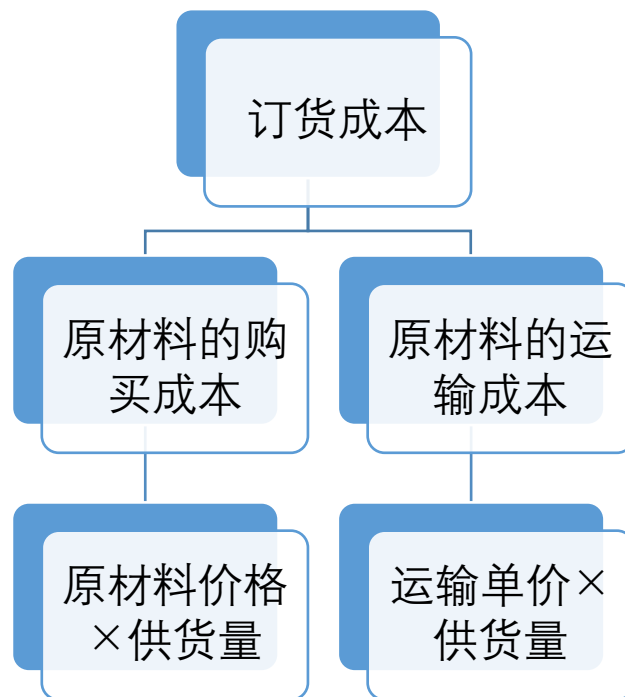


# 订货成本最小



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



$$P_A \sum_{i \in A} x_{i,t} + P_B \sum_{i \in B} x_{i,t} + P_C \sum_{i \in C} x_{i,t} + T \sum_i x_{i,t}$$

采购原材料A的单价

第t周供货商i供货量

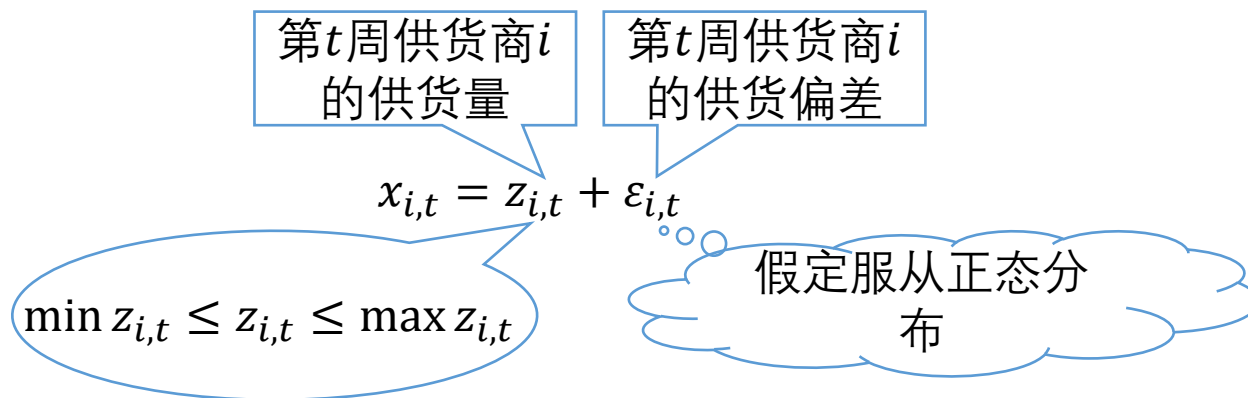
原材料的运输价格

# 限定条件



华中科技大学

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



$$\frac{\sum_{i \in A} x_{i,t}(1 - \alpha_{i,t})}{0.6} + \frac{\sum_{i \in B} x_{i,t}(1 - \alpha_{i,t})}{0.66} + \frac{\sum_{i \in C} x_{i,t}(1 - \alpha_{i,t})}{0.72} \geq 2.82 \times 10^4 \times 2,$$



華科技大學

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

谢谢！