

变量定义:

- n : 工件数量
- F : 工厂数量
- m : 每个工厂的机器数量
- k : 装配工厂的装配流水线长度
- x_{ijf} : 工件 i 在工厂 f 的机器 j 上的加工顺序。取值为 0 或 1, 表示工件 i 在工厂 f 的机器 j 上加工的顺序。
- y_{if} : 工件 i 是否被分配给工厂 f 进行加工。取值为 0 或 1, 表示工件 i 是否被分配给工厂 f 进行加工。
- a_{if} : 工件 i 在工厂 f 的加工时间。
- b_{iq} : 工件 i 在产品 q 的装配顺序。取值为 0 或 1, 表示工件 i 在产品 q 的装配顺序。

参数定义:

- O_{ij} : 工件 i 在机器 j 上的加工时间。
- L : 工艺路线数量, 即装配阶段的产品数量。

约束条件:

1. 每个工件只能分配给一个工厂进行加工:

$$\circ \sum_{f=1}^F y_{if} = 1, \quad \forall i$$

2. 每个工厂的机器容量约束:

$$\circ \sum_{j=1}^m x_{ijf} \leq 1, \quad \forall i, f$$

3. 工件加工顺序约束:

$$\circ b_{iq} \leq b_{i+1,q}, \quad \forall i < n, \forall q$$

4. 机器互斥约束:

$$\circ \sum_{i=1}^n x_{ijf} \leq 1, \quad \forall j, f$$

优化目标:

最小化总生产时间 (makespan), 即从零件生产开始直到产品装配完成的总时间:

$$\bullet \min \sum_{f=1}^F \left(\sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n a_{if} \cdot x_{ijf} \right) + \sum_{q=1}^L \left(\sum_{i=1}^n b_{iq} \right) \right)$$