

# 作业2：SCED / SCUC练习——模型说明

## 一、变量定义

### 决策变量

- $P_{i,b,t}$ : 机组  $i$  在时段  $t$  的分段出力,  $b$  为成本曲线段数,  $b = 1, 2, \dots, B$
- **机组组合模型还需决策以下变量**
  - $U_{i,t}$ : 机组  $i$  在时段  $t$  的开机状态, 0表示关机, 1表示开机
  - $U_{i,t}^{start}$ : 机组  $i$  在时段  $t$  的启动指示, 当  $U_{i,t} = 1$  且  $U_{i,t-1} = 0$  时为1, 否则为0
  - $U_{i,t}^{shut}$ : 机组  $i$  在时段  $t$  的关停指示, 当  $U_{i,t} = 0$  且  $U_{i,t-1} = 1$  时为1, 否则为0

### 模型参数

- $C_{i,b}$ : 机组  $i$  在成本曲线段  $b$  的边际成本
- $P_i^{\min}, P_i^{\max}$ : 机组  $i$  的最小、最大出力
- $P_{i,b}^{seg}$ : 机组  $i$  在成本曲线段  $b$  的最大出力
- $S_i^{\uparrow}, S_i^{\downarrow}$ : 火电机组  $i$  的上升、下降爬坡容量, 火电相邻时段的功率调整幅度不得超过此限制
- $r_{i,t}$ : 新能源机组  $i$  在时段  $t$  的出力系数, 该系数与“最大出力”的乘积即为该时段新能源机组的预测出力 (上限)
- $L_t$ : 时段  $t$  的系统总负荷
- **机组组合模型还会用到以下参数**
  - $C_i^{start}$ : 机组  $i$  的启动成本
  - $C_i^{shut}$ : 机组  $i$  的关停成本
  - $H_i^{\text{on}}, H_i^{\text{off}}$ : 机组  $i$  的最小开机、停机时间

## 二、经济调度(ED)模型

### 目标函数

最小化总发电成本:

$$\min \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} \cdot C_{i,b}$$

### 约束条件

1. 系统功率平衡:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} - L_t = 0, \quad \forall t$$

2. 机组分段出力限制:

$$0 \leq P_{i,b,t} \leq P_{i,b}^{seg}, \quad \forall i, b, t$$

3. 机组总出力限制:

- 火电机组:

$$P_i^{\min} \leq \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} \leq P_i^{\max}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$

- 新能源机组:

$$P_i^{\min} \leq \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} \leq P_i^{\max} \cdot r_{i,t}, \quad \forall i \in I_{\text{新能源}}, t$$

4. 火电机组爬坡约束:

$$-S_i^{\text{down}} \leq P_{i,t} - P_{i,t-1} \leq S_i^{\text{up}}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t \geq 2$$

## 三、机组组合(UC)模型

### 目标函数

最小化总成本 (包含发电成本和启停成本):

$$\min \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \left[ \left( \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} \cdot C_{i,b} \right) + (U_{i,t}^{\text{start}} \cdot C_i^{\text{start}} + U_{i,t}^{\text{shut}} \cdot C_i^{\text{shut}}) \right]$$

### 约束条件

1. 系统功率平衡:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} - L_t = 0, \quad \forall t$$

2. 机组分段出力限制:

$$0 \leq P_{i,b,t} \leq P_{i,b}^{seg}, \quad \forall i, b, t$$

3. 考虑开机状态的机组出力限制:

- 火电机组:

$$P_i^{\min} \cdot U_{i,t} \leq \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} \leq P_i^{\max} \cdot U_{i,t}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$

- 新能源机组:

$$P_i^{\min} \leq \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} \leq P_i^{\max} \cdot r_{i,t}, \quad \forall i \in I_{\text{新能源}}, t$$

4. 考虑开机状态的爬坡约束:

$$\sum_{b=1}^B P_{i,b,t} - \sum_{b=1}^B P_{i,b,t-1} + U_{i,t-1}(P_i^{\min} - R_i^{\text{up}}) + U_{i,t}(P_i^{\max} - P_i^{\min}) \leq P_i^{\max}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$

$$\sum_{b=1}^B P_{i,b,t-1} - \sum_{b=1}^B P_{i,b,t} + U_{i,t}(P_i^{\min} - R_i^{\text{down}}) + U_{i,t-1}(P_i^{\max} - P_i^{\min}) \leq P_i^{\max}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$

5. 最小启停时间约束:

$$\sum_{k=t-H_i^{\text{on}}}^{t-1} U_{i,k} \geq H_i^{\text{on}} \cdot U_{i,t}^{\text{shut}}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$

$$\sum_{k=t-H_i^{\text{off}}}^{t-1} (1 - U_{i,k}) \geq H_i^{\text{off}} \cdot U_{i,t}^{\text{start}}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$

6. 启停状态逻辑约束:

$$U_{i,t}^{\text{start}} \geq U_{i,t} - U_{i,t-1}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$

$$U_{i,t}^{\text{shut}} \geq U_{i,t-1} - U_{i,t}, \quad \forall i \in I_{\text{火电}}, t$$