

N : 总用户数

K : 总储能设备数

G : 总光伏设备数

T : 总电价时段 (若电价 1 小时变化一次, $T = 24$)

Δt : 每个电价时段的时间间隔 (若电价 1 小时变化一次, $\Delta t = 1$)

$B_{ch}^k(t) \in \{0,1\}$: 第 k 个储能设备在第 t 时段的充电状态 (1 为“是”, 0 为“非”)

$B_{dis}^k(t) \in \{0,1\}$: 第 k 个储能设备在第 t 时段的放电状态 (1 为“是”, 0 为“非”)

$C^k(t)$: 第 k 个储能设备在第 t 时段的总电量

$P_{ch}^k(t)$: 第 k 个储能设备在第 t 时段的充电功率

$P_{dis}^k(t)$: 第 k 个储能设备在第 t 时段的放电功率

$\mathbf{P}_{ch}^k = [P_{ch}^k(1), \dots, P_{ch}^k(T)] \in \mathbb{R}^T$: 第 k 个储能设备的每天各个时段的充电功率, 以向量表示

$\mathbf{P}_{dis}^k = [P_{dis}^k(1), \dots, P_{dis}^k(T)] \in \mathbb{R}^T$: 第 k 个储能设备的每天各个时段的放电功率, 以向量表示

η_{ch}^k : 第 k 个储能设备的充电效率

η_{dis}^k : 第 k 个储能设备的放电效率

C_{sto}^k : 第 k 个储能设备的额定容量

$S_{soc,min}^k$: 第 k 个储能设备的最小荷电状态, 即 SOC 最小值, 可选取 0.2

$S_{soc,max}^k$: 第 k 个储能设备的最大荷电状态, 即 SOC 最大值, 可选取 1

P_{sto}^k : 第 k 个储能设备的额定功率

$\mathbf{P} = [P_1, \dots, P_T] \in \mathbb{R}^T$: 每日电价信息, 以向量表示, 为已知常数

$\mathbf{L}^n = [L_1^n, \dots, L_T^n] \in \mathbb{R}^T$: 第 n 个用户的每日负荷曲线, 以向量表示, 为已知常数

$\mathbf{PV}^g = [PV_1^g, \dots, PV_T^g] \in \mathbb{R}^T$: 第 g 个光伏设备的每日光伏发电曲线, 以向量表示, 为已知常数

$\mathbf{P}_{grid} = [P_{grid,1}, \dots, P_{grid,T}] \in \mathbb{R}^T$: 每日各个时段向电网总买电量, 以向量表示, 未知变量

$\mathbf{P}_{sell} = [P_{sell,1}, \dots, P_{sell,T}] \in \mathbb{R}^T$: 每日各个时段向电网总卖电量, 以向量表示, 未知变量

$$Obj: \min(\mathbf{P}_{grid} - \mathbf{P}_{sell})^T \mathbf{P} \quad (1)$$

$$s.t.: \mathbf{P}_{grid} + \Delta t \cdot \sum_{k=1}^K \mathbf{P}_{dis}^k + \sum_{g=1}^G \mathbf{PV}^g = \Delta t \cdot \sum_{k=1}^K \mathbf{P}_{ch}^k + \sum_{n=1}^N \mathbf{L}^n + \mathbf{P}_{sell} \quad (2)$$

$$C^k(t) = C^k(t-1) + \Delta t \cdot P_{ch}^k(t) \cdot \eta_{ch}^k - \frac{\Delta t \cdot P_{dis}^k(t)}{\eta_{dis}^k}, \text{ for } t = 2, \dots, T \text{ and } k = 1, \dots, K \quad (3)$$

$$C_{sto}^k S_{soc,min}^k \leq C^k(t) \leq C_{sto}^k S_{soc,max}^k, \text{ for } t = 1, \dots, T \text{ and } k = 1, \dots, K \quad (4)$$

$$\begin{cases} 0 \leq P_{ch}^k(t) \leq P_{sto}^k B_{ch}^k(t) \\ 0 \leq P_{dis}^k(t) \leq P_{sto}^k B_{dis}^k(t) \end{cases}, \text{ for } t = 1, \dots, T \text{ and } k = 1, \dots, K \quad (5)$$

$$B_{ch}^k(t) + B_{dis}^k(t) \leq 1, \text{ for } t = 1, \dots, T \text{ and } k = 1, \dots, K \quad (6)$$

$$\begin{cases} \mathbf{P}_{grid} \geq 0 \\ \mathbf{P}_{sell} \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

公式 (1) 为目标函数, 最小化电费成本;

公式 (2) 为电能平衡约束, 向电网买电量、储能放电量、光伏发电量应与储能充电量、用户负荷用电量、向电网卖电量实现电能量平衡;

公式 (3) 为各个储能系统所储电能与充放电功率的关系;

公式 (4) 为各个储能系统的容量约束;

公式 (5) 为各个储能系统充放电时的充放电功率约束;

公式 (6) 为各个储能系统工作状态约束, 表示闲置、充电与放电, 储能系统只能处于一种状态;

公式 (7) 代表向电网购电量与售电量必须为正数。

模型共 $(4KT + 2T)$ 个决策变量, 其中:

$2KT$ 个决策变量为布尔变量 $\{0,1\}$, 代表 $B_{ch}^k(t)$ 和 $B_{dis}^k(t)$,

$2KT$ 个决策变量为连续变量, 代表 $P_{ch}^k(t)$ 和 $P_{dis}^k(t)$,

$2T$ 个决策变量为连续变量, 代表 P_{grid} 和 P_{sell} 。