**目标函数：**

目标函数主要考虑了投资成本和运行成本两部分，其中，投资成本主要为储能的等年值投资成本，运行成本则包括配电网交互成本（购售电成本）、各单元运维成本以及微型燃气轮机的燃料成本。

 （1）

（2）

 （3）

式中：为综合成本，为储能等年值投资成本，为微网年运行成本；为折现率，r为折现年数，为储能单位容量投资成本，为储能配置容量；，，，分别为第i个典日对应的的储能寿命日损耗成本，购售电成本，各单元运维成本，燃料成本，为电网电价，为第W种单元的运维成本系数。

## 2.2 各单元约束条件

### 2.2.1微型燃气轮机

 （4）

式中：、分别为微型燃气轮机出力的上下限，分别受其最小负载率和额定功率的限制。

### 2.2.2配电网交互

 （5）

式中：、分别为第t个时段微电网的购、售电功率，为微电网与配电网之间的联络线的交互功率上限。为t时段微电网购售电状态变量，1代表购电，0代表售电。

### 2.2.3储能

（1）储能充放电功率约束

（6）

 （7）

式中：，分别为t时刻储能系统放电和充电功率。为储能充放电功率上限，为储能功率上限和容量的固定比例系数。

1. 储能荷电状态（State of Charge，SOC）约束

（8）

式中：为时间步长，文中中取1h，为储能初始电量，、分别为储能的荷电状态上下限，为储能充放电效率。

（3）充放电量平衡约束

 （9）

### 2.2.4功率平衡约束

 （10）

式中：、、分别为为第t个时段的光伏、风机出力和负荷功率的不确定变量。

**储能寿命损耗线性化约束：**

对储能寿命损耗成本线性化：

 （11）

式中：M表示一个极大的数。

对循环计数变量对线性化：

（12）

放电深度：

 （13）

式中：表示储能系统第t个时段、第d个分段的放电深度；、分别为第d个分段的放电深度的上、下限。

**两阶段鲁棒模型：**



式中：为一阶段目标函数，即投资成本，决策变量变量为；不确定变量为，为二阶段目标函数，即运行成本，二阶段变量为,, 和。

由于微网系统中，风光出力和负荷存在不确定性，将其以上下界等比例缩放的盒式不确定集表示：



式中：为风光出力和负荷功率的预测值，为缩放比例，即不确定度，分别取0.05,0.1,0.15

**参数：**

表1 微网相关参数

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 取值 |
| /（￥/kWh） | 0.6 |
| /（￥/kWh） | 0.0296 |
| /（￥/kWh） | 0.0096 |
| /（￥/kWh） | 0.059 |
| /（￥/kWh） | 0.009 |
|  | 8% |
|  | 0.95 |
|  | 0.21 |
|  | 0.1 |
|  | 0.9 |
| /kW | 10 |
| /kW | 200 |
| /kW | 500 |
| r（bat）/年 | 10 |
| r（PV）/年 | 20 |
| r（WT）/年 | 15 |
| r（G）/年 | 15 |
| /（￥/kWh） | 1107 |
| /（￥/kW） | 3000 |
| /（￥/kW） | 1000 |
| /（￥/kW） | 2000 |

高峰电价时段为9:00-11:00和19:00-23:00，电价均为1.35元/kWh，低谷电价时段为24:00-8:00和12:00-18:00，电价分别为0.48元/kWh和0.9元/kWh。

光伏出力:

风机出力:

**风光出力归一值和负荷功率见表格**