

《基于多保真度模型的高比例新能源配电网潮流不确定性表征方法》论文附录

附录 A

表 A1 风速及风电机组参数

Tab. A1 Parameters of wind speed and wind turbine

序号	Weibull 分布参数		风机出力参数			
	形状参数	尺度参数	$v_{in}/$ (m/s)	$v_{out}/$ (m/s)	$v_N/$ (m/s)	$P_N/$ kW
1	3.0	7.5	3.5	20.0	14.5	600
2	2.0	7.0	3.0	19.0	13.0	600
3	2.5	6.0	3.5	20.0	15.5	600
4	2.5	7.5	3.0	18.5	13.0	750
5	3.0	6.0	3.5	19.0	14.0	750
6	2.5	7.5	3.0	19.5	15.5	750
7	3.0	6.0	3.5	19.0	12.0	750

表 A2 光照强度及光伏电池参数

Tab. A2 Parameters of irradiation intensity and photovoltaic cell

序号	Beta 分布参数		分布式光伏电池板参数	
	$\zeta_a$	$\zeta_b$	$A/m^2$	$\eta/\%$
1	0.40	8.56	25200	15
2	0.45	9.81	19800	14
3	0.50	8.94	24375	16
4	0.40	8.56	25200	15
5	0.45	9.81	19800	14
6	0.50	8.94	24375	16
7	0.40	8.56	25200	15

附录 B

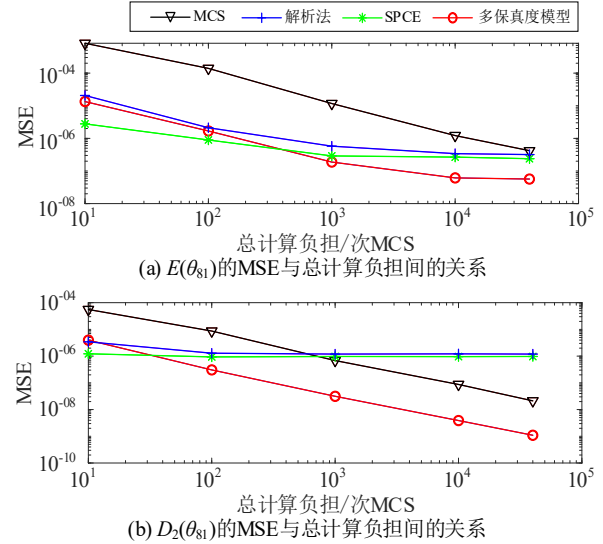


图 B1 不同计算负担下  $E(\theta_{81})$  与  $D_2(\theta_{81})$  的 MSE 计算结果  
Fig. B1 Results of MSE for  $E(\theta_{81})$  and  $D_2(\theta_{81})$  under different computation burdens

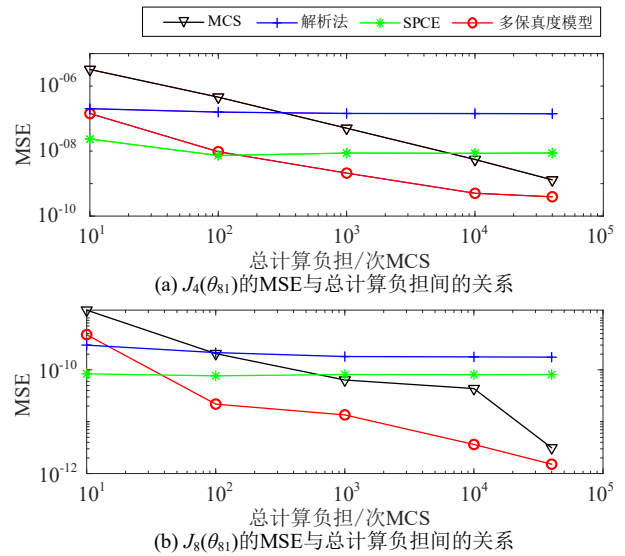


图 B2 不同计算负担下  $J_4(\theta_{81})$  与  $J_8(\theta_{81})$  的 MSE 计算结果  
Fig. B2 Results of MSE for  $J_4(\theta_{81})$  and  $J_8(\theta_{81})$  under different computation burdens

## 附录 C

原文在第一节“1 源-荷不确定性模型”中，分别采用 Weibull 分布、Beta 分布和正态分布刻画风机、光伏和负荷的源-荷输入随机性，下面是对本文所述源-荷不确定性模型所采用建模方法的详细说明：

(1) 基于风速 Weibull 分布的风机出力模型

风速的 PDF 通常认为满足 Weibull 分布<sup>[18]</sup>：

$$f(v) = \frac{\xi_k}{\xi_c} \left( \frac{v}{\xi_c} \right)^{\xi_k-1} \exp \left[ - \left( \frac{v}{\xi_c} \right)^{\xi_k} \right] \quad (C1)$$

式中： $v$  为风速； $\xi_k$ 、 $\xi_c$  分别为 Weibull 分布的形状参数和尺度参数。

进而，采用分段线性函数描述风速与风电机组出力之间的关系<sup>[26]</sup>：

$$P_{\text{wind}} = \begin{cases} kv + b, & v_{\text{in}} \leq v < v_N \\ P_N, & v_N \leq v \leq v_{\text{out}} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (C2)$$

式中： $v_{\text{in}}$ 、 $v_{\text{out}}$ 、 $v_N$  分别为风机的切入、切出和额定风速； $P_N$  为风机的额定输出功率； $k$ 、 $b$  为形状参数， $k = P_N / (v_N - v_{\text{in}})$ ， $b = P_N v_{\text{in}} / (v_N - v_{\text{in}})$ 。

(2) 基于光照强度 Beta 分布的光伏出力模型

光照强度的 PDF 通常认为满足 Beta 分布<sup>[18]</sup>：

$$f(r) = \frac{\Gamma(\xi_a + \xi_b)}{\Gamma(\xi_a)\Gamma(\xi_b)} \left( \frac{r}{r_{\text{max}}} \right)^{\xi_a-1} \left( 1 - \frac{r}{r_{\text{max}}} \right)^{\xi_b-1} \quad (C3)$$

式中： $r$ 、 $r_{\text{max}}$  分别为光照强度和最大光照强度； $\xi_a$ 、 $\xi_b$  为 Beta 分布的形状参数； $\Gamma(\cdot)$  为伽玛函数。

进而，采用如下函数关系表示光照强度与光伏出力之间的关系<sup>[26]</sup>：

$$P_{\text{solar}} = rA\eta \quad (C4)$$

式中： $A$  为光伏阵列有效面积； $\eta$  为光电转化效率。

(3) 基于正态分布的节点负荷

负荷的随机波动通常认为满足正态分布<sup>[18]</sup>：

$$f(\Delta P_L) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\xi_\sigma} \exp \left( - \frac{(\Delta P_L - \xi_\mu)^2}{2\xi_\sigma^2} \right) \quad (C5)$$

式中： $\xi_\mu$ 、 $\xi_\sigma$  分别为正态分布的均值和标准差； $\Delta P_L$  为负荷的有功功率波动量。

参考文献：

[18] 方晓涛, 严正, 王晗, 等. 考虑源-荷随机-模糊特征的配电网潮流不确定性量化方法[J]. 中国电机工程学报, 2022, 42(20): 7509-7523.

FANG Xiaotao, YAN Zheng, WANG Han, et al. Uncertainty quantification method of distribution network power flow considering the random and fuzzy characteristics of source-load. Proceedings of the CSEE, 2022, 42(20): 7509-7523 (in Chinese).

[26] 张喆, 李庚银, 魏军强. 考虑分布式电源随机特性的配电网电压质量概率评估[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(13): 150-156.

ZHANG Zhe, LI Gengyin, WEI Junqiang. Probabilistic evaluation of voltage quality in distribution networks considering the stochastic characteristic of distributed generators. Proceedings of the CSEE, 2013, 33(13): 150-156 (in Chinese).