

基于多状态概率模型的新能源消纳能力分析

何向刚, 蒋泽甫, 刘文霞, 马 冲, 李雪凌, 钟以林

(贵州电网有限责任公司电网规划研究中心, 贵州 贵阳 550003)

摘 要: 新能源发电装机规模日益增加, 客观评价电网消纳新能源的能力是提高新能源渗透率又保证系统安全稳定运行的重要条件。本文基于新能源联合出力多状态概率模型, 考虑系统调峰容量约束, 利用新能源装机规模、损失电量及消纳电量在无约束情况下新能源理论可发电量中的占比等指标来综合评估电网的新能源消纳能力, 进而提出一种基于多状态概率模型的新能源消纳能力分析。对某省 2020 水平年规划电网新能源消纳能力进行了实例分析, 统计历史年新能源出力概率分布, 并依据该统计结果求取了风电、光伏联合出力概率分布, 利用该省电源、负荷等规划数据测算了系统剩余调峰容量, 进而评估了新能源消纳能力, 分析了状态数选择对分析结果的影响, 验证了所提出方法的正确性和有效性。

关键词: 新能源; 消纳; 多状态; 调峰容量; 损失电量

文章编号: 2096-4633(2018)07-0008-06 **中图分类号:** TM619 **文献标志码:** B

风电、太阳能等新能源的开发利用, 已经成为人类解决能源危机和应对全球气候变化的重要措施。为了促进可再生能源的开发利用, 增加能源供应, 改善能源结构, 保障能源安全, 保护环境, 实现经济社会的可持续发展, 国能新能[2016]54 号文件《国家能源局关于建立可再生能源开发利用目标引导制度的指导意见》还进一步明确了 2020 年全国各省非水可再生能源电力消纳量比重指标。大规模风电、太阳能等新能源发电系统接入电网是必然趋势。

截止 2015 年底, 我国风电装机达到 131 GW, 光伏装机达到 42 GW, 新能源发展迅速, 根据国家发展改革委 2016 年印发的, 发改能源[2016]2619 号, 可再生能源发展“十三五”规划, 预计到“十三五”末我国风电装机达到 210 GW 以上, 光伏装机达到 110 GW 以上。由于风电、光伏等新能源出力具有随机性、间歇性及反调峰特性, 并网后对系统调峰调频、安全稳定运行带来严峻挑战^[1-5]。针对新能源的大规模开发, 有必要深入研究电网新能源消纳能力, 以便在新能源发展规划中合理制定开发时序, 在含大规模新能源的电力系统运行中采取必要的技术措施。

新能源的消纳能力受系统调峰能力、电网输电能力、可再生能源并网技术以及调度运行水平等因素的影响^[6], 其中系统调峰能力是最主要的

限制因素。文献[7-10]从系统低谷调峰裕度角度分析了电网接纳风电能力, 在此基础上文献[11-12]考虑了光伏发电的消纳。但这些文献中将新能源出力看作一个恒定值, 难以客观刻画风电、光伏发电的随机性特征, 从而难以更为准确地分析新能源出力时域上的变化特征对系统调峰能力的影响; 另外仅从电力角度来衡量电网新能源消纳能力, 不能直观反映弃风、弃光等产生的电量损失。文献[13-14]提出了基于时序生产模拟的新能源年度消纳能力计算方法, 实现了从损失电量的角度评估电网的新能源消纳能力, 但针对规划年要准确预测新能源时序出力曲线几乎不可能, 所提出的方法实用性不强。

新能源消纳的核心问题包括两个方面, 一是电力平衡约束, 二是电网安全约束, 本文从电力平衡的角度进行研究, 利用多状态概率模型来刻画新能源的出力特征, 提出以电网拟接入的风光等新能源的装机规模、损失电量及消纳电量在无约束情况下新能源理论可发电量中的占比等指标来评估电网的新能源消纳能力, 建立了基于多状态概率模型的新能源消纳能力分析模型, 为评估电网消纳新能源的能力提供了实用而有效的方法。实际算例验证了所提出方法的正确性和有效性, 实现了含多种新能源的电网新能源消纳能力评估。

1 新能源联合出力多状态概率模型

在风电、光伏等新能源的研究中,多状态概率模型被国内外大量的学者用来描述新能源的出力特性^[15-20],并取得了很好的应用效果。实际电力系统中,可能同时接入多种不同类型的新能源,为简化分析,下面仅给出两种不同类型的新能源联合出力多状态概率模型。

设已知不同类型的新能源 W 、 S 在某时刻 t 处于不同出力状态的概率为 $P(W_{t_i})$ ($i = 1, 2, \dots, n_w$) 和 $P(S_{t_j})$ ($j = 1, 2, \dots, n_s$), W_{t_i} 表示新能源 W 在 t 时刻第 i 个出力的状态, S_{t_j} 表示新能源 S 在 t 时刻第 j 个出力的状态, n_w 和 n_s 分别为 W 、 S 的出力状态数。

因此新能源 W 、 S 联合出力的状态概率可表示为^[21]:

$$P(WS_{t_k}) = \sum_{W_{t_i}+S_{t_j}=WS_{t_k}} P(W_{t_i})P(S_{t_j}) \quad (1)$$

式中: WS_{t_k} 表示新能源 W 、 S 在 t 时刻第 k 个出力的状态,其中 $k = 1, 2, \dots, n_c$, n_c 为联合出力的状态数。

按照上述方法可以形成多种新能源的联合出力概率分布表。

2 系统调峰容量及新能源消纳能力评估

系统调峰容量是正常运行的机组出力与运行机组的最小技术出力之差,随着新能源的大规模发展,系统运行除了需要满足负荷的变化,还要跟踪新能源的出力波动。新能源接入前,整体上讲系统的负荷水平、负荷特性、电源结构是确定的,系统调峰容量是有限的,因此,系统满足负荷峰谷变化后的剩余调峰容量成了限制新能源消纳的关键因素。

$$E = \sum_{m=1}^{12} [D_m \times \sum_{t=1}^{24} [\sum_{k=1}^{n_c} [(WS_{t_k} - NE_{m_t}) \times P(WS_{t_k})]]] (WS_{t_k} > NE_{m_t}) \quad (5)$$

式中: E 为系统全年损失电量, D_m 为第 m 月天数。

$$T = \sum_{m=1}^{12} [D_m \times \sum_{t=1}^{24} [\sum_{k=1}^{n_c} [WS_{t_k} \times P(WS_{t_k})]]] \quad (6)$$

电网实际可消纳的新能源电量与无约束情况新能源可发电量的比值 α 可表示如下:

$$\alpha = 1 - \frac{E}{T} \quad (7)$$

2.1 系统剩余调峰容量计算

在计算各月典型负荷日电力平衡的基础上,推算各月平均负荷日各时刻调峰电源出力,见下式:

$$N_{av_{m_t}} = K_{\sigma_m} N_{m_t} \quad (2)$$

式中: $N_{av_{m_t}}$ 为 m 月平均负荷日 t 时刻调峰电源出力, N_{m_t} 为 m 月典型负荷日 t 时刻调峰电源出力, K_{σ_m} 为 m 月月不均衡系数。

非常规调峰减到最低,推算低谷常规电源最小技术出力,见下式:

$$N_{min_m} = \sum_{g=1}^n K_{GA_{mg}} N_{G_g} \quad (3)$$

式中: N_{min_m} 为 m 月低谷常规电源最小技术出力, N_{G_g} 为第 g 台发电机额定容量, $K_{GA_{mg}}$ 为 m 月第 g 台发电机最小出力系数。

各时刻剩余调峰容量计算见下式:

$$NE_{m_t} = N_{av_{m_t}} - N_{min_m} \quad (4)$$

式中: NE_{m_t} 为 m 月 t 时刻剩余调峰容量。

2.2 新能源消纳能力评估

由于新能源出力的随机性,为保证电力系统安全稳定运行,当系统剩余调峰容量小于新能源出力时,系统就应该控制新能源出力,即系统剩余调峰容量即为新能源出力的上限。这样的运行模式下,若非系统剩余调峰容量始终大于拟接入的新能源装机容量,否则新能源接入电网后就可能产生电量损失。为更客观地评估电网消纳新能源的能力,本文利用新能源多状态概率模型,结合系统小时剩余调峰容量的变化,计算接入不同装机规模的新能源情况下,新能源的发电损失及消纳电量在无约束情况下新能源理论可发电量中的占比。以便更好地描述电网接入不同规模的新能源时电量损失的差异,从而更客观地刻画电网的新能源消纳能力。

新能源全年损失电量见下式:

不考虑系统调峰容量约束时,新能源全年实际可发电量为 T ,见下式:

3 基于多状态概率模型的新能源消纳分析方法

基于多状态概率模型的风光消纳能力分析

包括以下步骤：

- (1)根据新能源历史运行情况,统计确定各新能源概率分布,利用并联组合计算,得到多种新能源的联合出力概率分布表;
- (2)进行系统调峰平衡分析,根据系统的负荷特性,电源装机,外送规模等进行系统调峰平衡分析,确定系统各月平均负荷日各时刻剩余调峰容量;
- (3)进行系统损失电量分析,根据系统某时刻剩余调峰容量约束条件,枚举新能源联合出力状态,计算该时刻损失电量,再全年各时刻损失电量求和,得到系统损失电量;
- (4)计算系统实际可消纳的新能源电量与无约束情况新能源可发电量的比值,评估电网新能源消纳能力;
- (5)确定电网新能源消纳能力,图 1 为基于多状态概率模型的新能源消纳分析方法流程图。

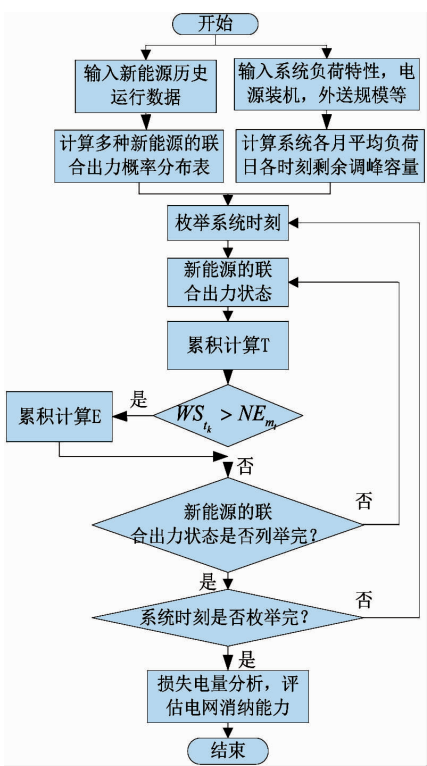


图 1 新能源消纳能力评估流程

时进行详细描述,风电、光伏的出力概率分布如表 1、2 所示,其它时刻可参考得到。

表 1 7 月份典型日 12 时风电出力概率分布

Tab. 1 Probability distribution of wind power output for July at typical day 12 o'clock					
时段	出力/%	概率/%	时段	出力/%	概率/%
1	2.5	18.0	11	52.5	1.7
2	7.5	20.3	12	57.5	0.8
3	12.5	19.4	13	62.5	0.0
4	17.5	14.2	14	67.5	0.0
5	22.5	9.2	15	72.5	0.0
6	27.5	5.4	16	77.5	0.0
7	32.5	3.8	17	82.5	0.0
8	37.5	2.8	18	87.5	0.0
9	42.5	2.5	19	92.5	0.0
10	47.5	1.9	20	97.5	0.0

表 2 7 月份典型日 12 时光伏出力概率分布

Tab. 2 Probability distribution of solar power output for July at typical day 12 o'clock					
时段	出力/%	概率/%	时段	出力/%	概率/%
1	0.0	0.0	12	52.5	3.20
2	2.5	0.3	13	57.5	4.10
3	7.5	2.6	14	62.5	3.20
4	12.5	5.9	15	67.5	5.60
5	17.5	6.3	16	72.5	4.70
6	22.5	6.4	17	77.5	9.00
7	27.5	5.4	18	82.5	12.60
8	32.5	5.8	19	87.5	7.10
9	37.5	6.3	20	92.5	0.40
10	42.5	5.7	21	97.5	0.00
11	47.5	5.4			

2020 年,该省规划风电装机 8 000 MW,光伏装机 2 000 MW 情况下,7 月 12 时风电、光伏联合出力概率分布如表 3 所示。其它情况概率分布可参考上述方法得到。

4 算例分析

4.1 新能源概率分布统计分析

本文采集某省级电网 2015、2016 年风电、光伏历史运行数据进行统计分析,选取 7 月份典型日 12

表 3 2020 年 7 月份典型日 12 时风光联合出力概率分布

Tab. 3 Probability distribution of joint output of wind and solar power for July at typical day 12 o'clock

出力 /MW	概率 /%	出力 /MW	概率 /%	出力 /MW	概率 /%
250	0.05	2 350	3.93	4 450	0.44
350	0.47	2 450	2.30	4 550	0.58
450	1.06	2 550	3.25	4 650	0.65
550	1.13	2 650	3.78	4 750	0.55
650	1.21	2 750	3.06	4 850	0.34
750	1.50	2 850	1.58	4 950	0.46
850	2.24	2 950	2.23	5 050	0.52
950	2.41	3 050	2.64	5 150	0.42
1 050	2.38	3 150	2.09	5 250	0.20
1 150	2.57	3 250	1.05	5 350	0.29
1 250	2.90	3 350	1.47	5 450	0.34
1 350	3.24	3 450	1.74	5 550	0.27
1 450	3.02	3 550	1.38	5 650	0.11
1 550	3.52	3 650	0.72	5 750	0.19
1 650	3.46	3 750	0.98	5 850	0.24
1 750	4.57	3 850	1.13	5 950	0.17
1 850	4.96	3 950	0.93	6 050	0.04
1 950	4.47	4 050	0.55	6 150	0.07
2 050	3.01	4 150	0.73	6 250	0.10
2 150	4.10	4 250	0.84	6 350	0.06
2 250	4.59	4 350	0.71		

4.2 系统剩余调峰容量测算

根据该省级电网“十三五”规划数据,2020 年全省装机规模 69GW,外送规模 10GW,省内负荷 30GW,对该省级电网系统剩余调峰容量进行测算,2020 年 7 月该省级电网系统剩余调峰容量如表 4 所示,其余月份与 7 月相似。

表 4 2020 年 7 月系统剩余调峰容量

Tab. 4 Surplus peak load regulation capacity of power system in July 2020

时刻	剩余调峰 容量/MW	时刻	剩余调峰 容量/MW	时刻	剩余调峰 容量/MW
1	5 050	9	12 000	17	14 740
2	4 770	10	14 500	18	14 550
3	4 690	11	15 760	19	13 980
4	4 690	12	14 150	20	14 240
5	4 690	13	11 870	21	13 790
6	5 380	14	11 450	22	11 900
7	7 220	15	12 550	23	9 850
8	8 480	16	13 230	24	7 300

4.3 电网消纳新能源评估

为简化计算,本文仅对在电网接入 8 000 MW 风电情况下,接入不同规模光伏的电网消纳能力进行评估,结果如表 5 所示。

表 5 电网风电光伏消纳能力计算结果

Tab. 5 Calculation results of wind power and photovoltaic accommodation ability of power grid

光伏装 机/MW	损失电量 /GW·h	风光总发 电量/GW·h	消纳新能源 电量占比/%
0	21.15	14 508	99.85%
2000	21.15	17 405	99.88%
4000	21.15	20 302	99.90%
6000	21.32	23 198	99.91%
8000	35.12	26 095	99.87%

从表中可以看出:①在电网接入 8 000 MW 风电情况下,光伏装机接入小于等于 4 000 MW 时,电量损失没有变化,新增光伏可以完全消纳;②若光伏接入装机为 6 000 MW,电量损失较 4 000 MW 时有所增加,但消纳新能源的电量占比进一步提高;③若接入光伏装机增加到 8 000 MW,电量损失增幅较大,且消纳新能源的电量占比反而下降了。说明从消纳新能源电量占比的角度,在一个既定电网接入新能源的规模存在一个最优值,如超过最优接入规模,新能源电量损失必然会大幅增加。

4.4 多状态模型状态数影响分析

理论上讲,新能源多状态模型中状态数越大,其所刻画的新能源出力特征更接近实际情况,为分析状态数选择对分析结果的影响,对风电、光伏装机分别为 8 000 MW 和 6 000 MW 情况下,不同状态数取值的电网新能源消纳能力计算结果进行比较。

表 6 状态数的选取对电网消纳新能源评估的影响

Tab. 6 Impact of selecting state number to new energy consumption assessment in power grid

状态数	损失电量 /GW·h	风光总发 电量/GW·h	消纳新能源 电量占比/%
3	109.27	25 257	99.57%
5	45.85	24 563	99.81%
10	23.37	23 516	99.90%
20	21.32	23 198	99.91%

如表 6 所示,随着新能源多状态模型状态数的增加,所计算的损失电量和消纳新能源电量占比越来越接近,最后趋于稳定。状态数选取 10 和 20,消纳新能源电量占比结果仅相差 0.01%。说明在 20 个状态数

的基础上再增加状态数工程上已经没有实际意义。但选择3状态数与20状态数所计算的电量损失有巨大差异的事实也反映出,状态数选择较小或者直接将新能源等效成某一个恒定出力都可能导致计算结果出现较大误差,误导决策者的战略决策。

5 结语

新能源的接入和消纳是电网必须面对的课题,本文利用新能源多状态概率模型来刻画多种新能源联合出力特征,提出一种基于多状态概率模型的新能源消纳能力分析,并提出用新能源装机规模、损失电量及消纳电量在无约束情况下新能源理论可发电量中的占比等指标来综合评价电网的新能源消纳能力^[22-24]。为政府、电网企业及新能源开发商等相关主体在进行新能源规划、电网接入能力及新能源投资效益分析等决策活动提供有效的分析方法。

参考文献:

- [1] 辛晓刚,王彪,李昕,等.考虑风电消纳能力的含风电场电力系统多目标优化调度研究[J].可再生能源,2016,34(01):49-54.
XIN Xiaogang, WANG Biao, LI Xin, et al. Study on electrical system multi-objective load dispatch optimization with wind farms considering wind power consumption [J]. Renewable Energy Resources, 2016, 34(01): 49-54.
- [2] 刘明顺,曹杰,马覃峰.大规模风电接入对贵州电网调峰运行的影响研究[J].贵州电力技术,2015,18(07):1-3.
LIU Mingshun, CAO Jie, MA Qinfeng. Study on the impact of large-scale wind power integration on peak regulation operation in Guizhou Power Grid [J]. Guizhou Electric Power Technology, 2015, 18(07): 1-3.
- [3] 田春笋,李琼林,宋晓凯.风电场建模及其对接入电网稳定性的影响分析[J].电力系统保护与控制,2009,37(19):46-53.
TIAN Chunzheng, LI Qionglin, SONG Xiaokai. Modeling and analysis of the stability for the power system considering the integration of the wind farms [J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(19): 46-53.
- [4] 王振宇,李俊,许朝阳,万长瑛.基于弃风弃光同步消纳的电网源协调思路与实时消纳电量评估方法研究[J].可再生能源,2016,10(34):1441-1448.
WANG Zhenyu, LI Jun, XU Zhaoyang, WAN Changying. Study on load-grid-generation coordination method and accommodation increment assessment based on synchronization consumptive of abandoned wind power and solar, 2016, 10(34): 1441-1448.
- [5] 迟永宁,刘燕华,王伟胜,等.风电接入对电力系统的影响[J].电网技术,2007,3(31):77-81.
CHI Yongning, LIU Yanhua, WANG Weisheng, et al. Study on impact of wind power integration on power system [J]. Power System Technology, 2007, 3(31): 77-81.
- [6] 朱凌志,陈宁,韩华玲.风电消纳关键问题及应对措施分析[J].电力系统自动化,2011,35(22):29-34.
ZHU Lingzhi, CHEN Ning, HAN Hualing. Key problem and solution of wind power accommodation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(22): 29-34.
- [7] 王芝茗,苏安龙,鲁顺.基于电力平衡的辽宁电网接纳风电能力分析[J].电力系统自动化,2010,34(03):86-90.
WANG Zhiming, SU Anlong, LU Shun. Analysis on capacity of wind power integrated into liaoning power grid based on power balance [J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(03): 86-90.
- [8] 孙荣富,张涛,梁吉.电网接纳风电能力的评估及应用[J].电力系统自动化,2011,35(04):70-76.
SUN Rongfu, ZHANG Tao, LIANG Ji. Evaluation and application of wind power integration capacity in power grid [J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(04): 70-76.
- [9] 韩小琪,孙寿广,戚庆茹.从系统调峰角度评估电网接纳风电能力[J].中国电力,2010,43(06):16-19.
HAN Xiaoqi, SUN Shouguang, QI Qingru. Evaluation of wind power penetration limit from peak regulation [J]. Electric Power, 2010, 43(06): 16-19.
- [10] 曹昉,张粒子.满足调峰约束的可接纳风电容量计算[J].现代电力,2013,30(04):7-12.
CAO Fang, ZHANG Lizi. Computation of Acceptable Wind Farm Capacity Under Peak Load Regulation Restraint [J]. Modern Electric power, 2013, 30(04): 7-12.
- [11] 魏磊,姜宁,于广亮,等.宁夏电力系统接纳新能源能力研究[J].电网技术,2010,34(11):176-181.
WEI Lei, JIANG Ning, YU Guangliang, et al. Research on ningxia power grid's ability of admitting new energy resources [J]. Power System Technology, 2010, 34(11): 176-181.
- [12] 杨龙,胡少强,杨苹.广东电网可再生能源接纳能力研究[J].电力系统保护与控制,2013,41(15):111-115.
YANG Long, HU Shaoqiang, YANG Ping. Research on guangdong power grid's capacity of renewable energy integration [J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(15): 111-115.
- [13] 董存,李明节,范高峰,等.基于时序生产模拟的新能源年度消纳能力计算方法及其应用[J].中国电力,2015,48(12):166-172.
DONG Cun, LI Mingjie, Fan Gaofeng, et al. Research and application of renewable energy accommodation capability evaluation based on time series production simulation [J]. Electric Power, 2015, 48(12): 166-172.
- [14] 曹阳,李鹏,袁越,等.基于时序仿真的新能源消纳能力分析及其低碳效益评估[J].电力系统自动化,2014,38(17):60-66.
CAO Yang, LI Peng, YUAN Yue, et al. Analysis on

- accommodating capability of renewable energy and assessment on low-carbon benefits based on time sequence simulation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38 (17): 60 – 66.
- [15] ROY BILLINTON, YI GAO. Multistate Wind energy conversion system models for adequacy assessment of generating systems incorporating wind energy [J]. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2008, 23 (01): 163 – 170.
- [16] KAIGUI XIE, ZEFU JIANG, WENYUAN LI. Effect of wind speed on wind turbine power converter reliability [J]. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2012, 27 (01): 96 – 104.
- [17] R. BILLINTON, Y. GAO, AND R. KARKI. Composite system adequacy assessment incorporating large-scale wind energy conversion systems considering wind speed correlation, IEEE Trans. Power Syst., 2009, 24 (03): 1375 – 1382.
- [18] A. S. DOBAKSHARI, M. F. FIRUZABAD. A reliability model of large wind farms for power system adequacy studies [J]. IEEE Trans. Energy Convers., 2009, 24 (03): 792 – 801.
- [19] 张文韬, 黄斌, 王秀丽, 等. 基于多状态新能源发电模拟的日运行方式及调峰安排研究 [J]. 电网技术, 2015, 39 (08): 2100 – 2106.
- ZHANG Wentao, HUANG Bin, WANG Xiuli, et al. Study on impact of wind power integration on power system [J]. Power System Technology, 2015, 39 (08): 2100 – 2106.
- [20] 姚力, 黄斌, 王秀丽, 等. 考虑风火联合外送的互联系统随机生产模拟 [J]. 电网技术, 2015, 35 (05): 1219 – 1225.
- YAO Li, HUANG Bin, WANG Xiuli, et al. Probabilistic production simulation of interconnected system by considering the joint delivery of wind power and thermal power generation [J]. Power System Technology, 2015, 35 (05): 1219 – 1225.
- [21] 王锡凡. 电力系统优化规划 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1991.
- [22] 孙一凡, 张蕾琼, 刘达. 农村地区分布式光伏接入消纳能力研究 [J]. 浙江电力, 2017, 36 (11): 45 – 50.
- SUN Yifan, ZHANG Leiqiong, LIU Da. Research on the consumption capability of distributed photovoltaic access in rural areas [J]. 2017, 36 (11): 45 – 50.
- [23] 褚培正, 雷佳, 华栋, 等. 消纳大规模风电的电力系统源荷协同调度 [J]. 广东电力, 2016, 29 (08): 11 – 16.
- XUAN Peizheng, LEI Jia, HUA Dong, et al. Source-load coordination dispatching for power system considering large-scale wind power accommodation [J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29 (08): 11 – 16.
- [24] 崔葛安. 大规模风电接入对电力系统区域间振荡模式影响研究 [J]. 内蒙古电力技术, 2016, 34 (02): 14 – 17.
- CUI Gean. Impact study of large-scale wind power integration on power system Inter-area oscillation mode [J]. Inner Mongolia Electric Power, 2016, 34 (02): 14 – 17.

收稿日期: 2018 – 05

作者简介:



何向刚 (1982): 男, 硕士, 高级工程师, 从事电力系统规划、电力系统可靠性、新能源接入电网等方面分析研究工作。

(本文责任编辑: 范斌)

Analysis of new energy accommodation capability based on multi-state probability model

HE Xianggang, JIANG Zefu, LIU Wenxia, MA Chong, LI Xueling, ZHONG Yilin

(Power Grid Planning & Research Center of Guizhou Power Grid Co., Ltd., Guiyang 550003 Guizhou, China)

Abstract: With the increase in installed capacity of the new energy, it is very important to have certain impartial evaluation on the capacity of energy accommodation for the power grid so as to ensure higher permeability of new energy and the safety and stability of the power grid. This paper, based on the multi state probability model of joint output of new energy generation considers the constraint of peak load regulation capacity of power system, and the assessment on the capacity of new energy accommodation for the power grid has been comprehensively made by using the installed generation capacity of new energy, the loss of electricity energy and the proportion between the energy accepted and the new energy theoretically generated under unconstrained conditions. Thereafter, a method for analyzing the capacity of new energy accommodation based on the multi-state probability model is proposed. As an example, the capacity of new energy accommodation for the planning power grid of a province in 2020 level year has been studied. According to the statistics of the probability distribution of new energy output in historical years, the probability distribution of wind power generation and photovoltaic combined power generation is obtained according to the statistical results. The residual peak load regulation capacity of the system is calculated by using the planning data of the power supply and load of the province, and the capacity of new energy accommodation is evaluated. The influence of state number selection on the analysis results was analyzed. The correctness and effectiveness of the proposed method were verified.

Key words: new energy; accommodation; multi-state; peak load regulation capacity; electric energy loss