

· 配电网规划与运行 ·

含多类型分布式电源的源网荷协调优化控制策略分析

高 辉¹, 徐 晴², 欧阳曾恺², 宋 乐¹

(1. 南京邮电大学自动化学院、人工智能学院, 江苏 南京 210023;

2. 国网江苏省电力有限公司电力科学研究院, 江苏 南京 211103)

摘要:为了降低规模化分布式电源接入对原电网影响,提高源网多元利用效率,文中通过分析含分布式电源的多级能源互动场景,制定主网、配网、馈线、台区多空间尺度以及短期、超短期、准实时多时间尺度互动机制,建立含大型风电厂、燃气轮机和集中式大容量储能等分布式电源的源网多元互动协调优化控制模型。该模型以有功功率波动最小、系统网损最小、经济效益最大为目标函数,并设定节点潮流、风燃出力等约束条件。以上海崇明岛为例设定源网多元智能协调优化控制应用场景,仿真验证多空间尺度的短期、超短期及准实时优化效果,为规模化分布式电源的接入提供优化控制依据。

关键词:多级能源;分布式电源;多时间尺度;多空间尺度;协调优化控制

中图分类号:TM727

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2018)04-0021-06

0 引言

近年,我国能源生产量和消费量均已居世界前列,但在能源供给和利用方式上存在系列问题,如能源结构不合理、能源利用效率不高、可再生能源开发利用比例低、能源安全利用水平有待进一步提高等。能源已经成为制约国民经济可持续发展的主要瓶颈,能源利用方式需从传统粗放型向精细化、集约化、可持续转变,加快能源生产和利用方式变革,强化节能优先战略,全面提高能源开发转化和利用效率,合理控制能源消费总量,构建安全、稳定、经济、清洁的现代能源产业体系^[1]。

在面临能源短缺困难及节能减排的压力下,建设清洁、可靠、互动、高效的智能电网成为推动时代经济转型、发展低碳经济的重要手段。含分布式电源的智能配电网建设尤为关键,其并网标准、能效互动机制和协调控制等研究工作及工程建设得到了国内外的广泛关注。文献[2—3]梳理了国内外分布式电源和微电网并网标准现状,并指明国内外相关标准主要差异;文献[4—5]对新能源并网电能质量问题进行分析并指出解决电能质量问题的潜在优势;文献[6]研究了多时间尺度下基于主动配电网的分布式电源协调控制策略,提出了基于最优潮流的主动配电网全局优化算法和基于功率控制误差的主动配电网区域自治控制算法,保证了其用于主动配电网实时调度的有效性;文献[7]通过研

究中国分布式电源发展对各相关主体的影响,提出了针对我国分布式电源产业的包含接网费用、辅助服务费用、设备补贴、发电量补贴等多维度的综合补偿体系,保障了分布式电源业主、电网公司、发电企业等相关主体的合理利益,并提出促进分布式电源产业健康有序、快速、可持续发展的政策建议;文献[8]基于配电网源网荷不对称现象,建立了配电网常规元件及分布式电源的稳/暂态模型,开发了智能配电网运行仿真平台,并验证了所提方法及研制系统的合理性、有效性;文献[9]针对分布式电源输出功率的随机性问题,提出基于点估计法的含分布式电源的配电网可靠性评估模型,可有效实现分布式电源输出功率和配电网负荷水平不确定性的模拟;文献[10]从分布式电源高密度接入、交直流混联等特点分析入手,介绍了未来配电网故障分析亟待探索的关键问题;另外,文献[11—14]从合作博弈论以及潮流特征方面研究了分布式电源对配电网运行的影响及对应策略。

国外研究主要集中在分布式电源并网协调控制方面,文献[13]研究了不同微点电网场景下分布式电源接入的分布式控制策略,可提高电网电压和频率调节性能;文献[14]提出一种基于电压控制器和快速电流控制器组合的分散控制策略,能够实现电网快速跟踪、稳健性和快速瞬态恢复功能。上述研究成果对推动分布式电源接入配电网具有很好的理论及工程意义,但是对于规模化分布式电源分层分区接入配电网相关研究较少。

针对规模化高密度分布式电源分层分区接入配电网发展趋势,为了提高源网多元利用效率,文

收稿日期:2018-03-16;修回日期:2018-04-27

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51405244);江苏省自然科学基金资助项目(BK20140880)

中介介绍了含分布式电源的多级能源互动场景,并制定了符合多级互动场景的多时空尺度互动机制,空间尺度从下到上包括台区、馈线、配网及主网等层次,时间尺度以天为优化单位包括准实时、超短期及短期等尺度,以多时空尺度为基准建立了含大型风电、燃气轮机和集中式大容量储能等分布式电源的源网多元互动协调优化控制模型,所研究策略为规模化高密度分布式电源接入电网提供优化控制依据。

1 多级能源互动场景及互动机制

1.1 互动控制场景

含分布式电源的源网多级能源互动控制场景如图1所示,将区电网分为台区级、馈线级、配网级及主网级。

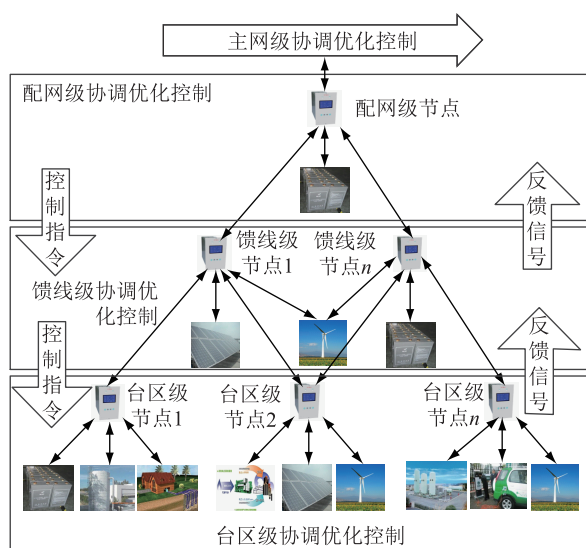


图1 多级能源互动控制场景

Fig.1 Multi-level energy interaction control scenario

台区级协调对象包括微网系统、分布式储能系统和自动需求响应系统提供的关口数据等;馈线级协调对象包括台区级的综合负荷和可调度容量信息以及中压侧的分布式电源、分布式储能数据;配网级协调控制对象包括馈线级的综合负荷和可调度容量信息以及高压侧的分布式电源、分布式储能数据;主网级包含所有配网能量流、信息流、业务流。四级之间的协调控制策略为:上级向下级下发控制指令和目标曲线,下级向上级提交可调度容量、负荷信息以及反馈信号。

1.2 互动机制分析

从空间及时间尺度上进行互动机制分析,其中空间分层互动协调控制如图2所示。

容量分析,自下而上进行容量上报:(1)台区

级,小型分布式电源优先考虑区间内负荷供电,即就地消纳,在满足台区内就地平衡基础上响应目标曲线,多余容量逐级上传;(2)馈线和配网级,高密度分布式电源优先考虑配网内负荷转供并就地消纳,在满足配网内就地平衡基础上响应目标曲线,多余容量上传至主网,统一分配;(3)主网级,考虑规模化分布式电源的协调优化控制,满足主网区域间互供及整体消纳目标。

能量调度,自上而下计划下发:(1)主网级,调配中心通过主网调度容量分析,制定多级需求响应目标并逐级下发最优功率目标曲线;(2)馈线和配网级,通过分析配网及其馈线内可调度容量,并参考主网最优功率目标曲线,制定配网及馈线层优化目标并修正最优功率曲线;(3)台区级,通过台区内可调度容量分析,并参考配网及馈线层面最优功率目标曲线,制定台区优化目标并修正最优功率曲线。最终,实现区域主网可调度容量优化分配。

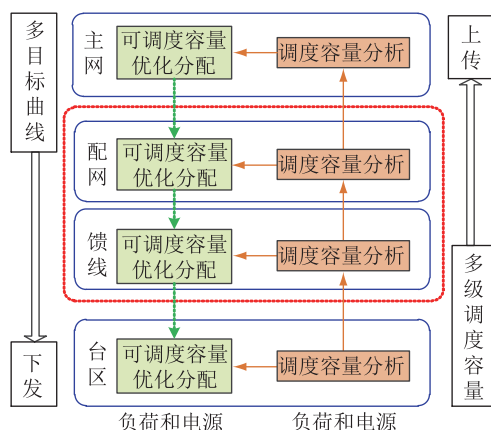


图2 多空间尺度上互动分析架构

Fig.2 Multi-spatial scale interactive analysis architecture

在时间尺度上,建立准实时、超短期和短期三种时间尺度的协调优化控制机制,实现配电网整体高效运行,如图3所示。

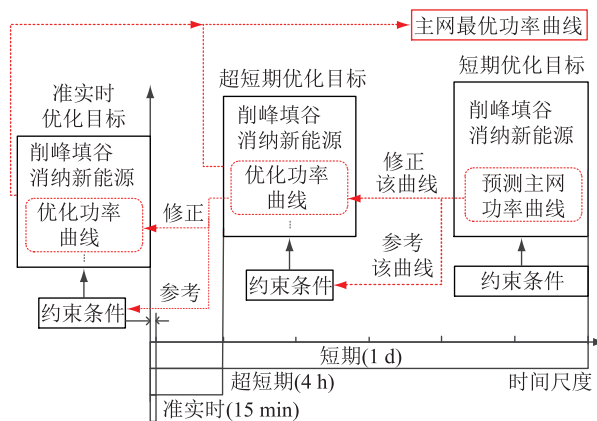


图3 多时间尺度上互动分析架构

Fig.3 Multi-time scale interactive analysis architecture

(1) 短期(1 d)。短期协调优化控制时间周期为1 d,首先根据历史负荷预测主网当天功率曲线,作为主网规模化分布式电源参与短期(1 d)互动的一个优化目标,该优化目标作为超短期优化控制的参考约束曲线,并在超短期优化过程中作为一个优化目标进行修正。

(2) 超短期(4 h)。超短期协调优化控制时间周期为4 h,参考主网功率曲线,修正该曲线,并根据小型分布式电源和高密度分布式电源不同特点,提出满足超短期要求的其他相关优化目标和约束条件,保证高密度和小型分布式电源规模化参与互动情况下主网功率曲线最优。

(3) 准实时(15 min)。准实时协调优化控制时间周期为15 min,参考每个超短期内优化功率曲线,并修正该曲线,并根据小型分布式电源和高密度分布式电源不同特点,提出满足准实时要求的其他相关优化目标和约束条件,目的同样是保证高密度和小型分布式电源规模化参与互动情况下主网功率曲线最优。

2 含分布式电源的多元互动协调优化控制模型

2.1 目标函数

(1) 有功功率波动最小。

$$\min P = \sum_{n=1}^N P_{Gn} + \sum_{m=1}^M P_{Dm} - P_{\text{loss}} \quad (1)$$

式中: P_{Gn} 为接入的集中式大容量分布式电源的发电输出有功功率; P_{Dm} 为接入规模化可再生能源的发电输出有功功率; P_{loss} 是系统总网损。

(2) 系统网损最小。

$$\min P_{\text{loss}} = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K G_{ij} (U_i^2 + U_j^2 - 2U_i U_j \cos \theta_{ij}) \quad (2)$$

式中: K 是节点数; G_{ij} 是连接母线*i*和*j*的线路的电导; U_i 和 U_j 是母线*i*和母线*j*的电压; θ_{ij} 是母线*i*和母线*j*电压的相角差。

(3) 经济效益最大。

$$\max J = J_r + J_f - J_{oc} - J_{of} - J_p \quad (3)$$

式中: J_r 为燃气轮机售电收入; J_f 为风电场售电收入; J_{oc} 为燃气轮机运行费用; J_{of} 为风电场运行费用; J_p 为联络线交换功率偏差惩罚费用,计算如下^[6,8]:

$$J_r = \lambda_r \sum_{t=1}^T P_g(t) \Delta T \quad (4)$$

$$J_f = \lambda_f \sum_{t=1}^T P_f(t) \Delta T \quad (5)$$

$$J_{oc} = \lambda_A \Delta T + \lambda_B \sum_{t=1}^T P_g(t) \Delta T \quad (6)$$

$$J_{of} = \lambda_C \Delta T + \lambda_D \sum_{t=1}^T P_f(t) \Delta T \quad (7)$$

$$J_p = \lambda_p \sum_{t=1}^T \left| P_g(t) + P_f(t) - P_l(t) - P_d(t) \right| \Delta T \quad (8)$$

式中: ΔT 为时间间隔,分为准实时、超短期和短期3类; t 为控制时域内的时间序列; T 为1 d,即24 h; λ_r 为燃气轮机售电价格; λ_f 为风电场售电价格; λ_A 和 λ_B 分别为燃气轮机固定运行费用和单位发电燃料费用; λ_C 和 λ_D 分别为风机固定运行费用和单位发电成本; λ_p 是出力偏差惩罚电价; P_g 为燃气轮机机组出力; P_f 为风电场出力; P_l 为下发负荷原始风功率; P_d 为电动汽车充电功率。

2.2 约束条件分析

(1) 节点潮流约束^[12]。

$$\begin{cases} \sum_{n=1}^N P_{Gn} + \sum_{m=1}^M P_{Dm} - P_{\text{loss}} = \\ \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K U_i U_j (\cos \theta_{ij} + \sin \theta_{ij}) \\ \sum_{n=1}^N Q_{Gn} + \sum_{m=1}^M Q_{Dm} - Q_{\text{loss}} = \\ \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K U_i U_j (\cos \theta_{ij} - \sin \theta_{ij}) \end{cases} \quad (9)$$

式中: Q_{Gn} 为接入的集中式大容量分布式电源的发电输出无功功率; Q_{Dm} 为接入规模化可再生能源的发电输出无功功率,零值则表示该支路未接入分布式电源。

(2) 燃机轮机出力约束。

$$P_{g_{\min}} \leq P_g(t) \leq P_{g_{\max}} \quad (10)$$

式中: $P_{g_{\min}}$, $P_{g_{\max}}$ 分别为燃气轮机机组出力下限和上限。

(3) 风电场出力约束。

$$P_{f_{\min}} \leq P_f(t) \leq P_{f_{\max}} \quad (11)$$

式中: $P_{f_{\min}}$, $P_{f_{\max}}$ 分别为风机出力下限和上限。

(4) 燃机出力爬坡率约束。

$$R_{g_{\min}} \leq P_g(t+1) - P_g(t) \leq R_{g_{\max}} \quad (12)$$

式中: $R_{g_{\min}}$, $R_{g_{\max}}$ 分别为燃机机组出力爬坡率下限和上限。

(5) 风机出力爬坡率约束。

$$R_{f_{\min}} \leq P_f(t+1) - P_f(t) \leq R_{f_{\max}} \quad (13)$$

式中: $R_{f_{\min}}$, $R_{f_{\max}}$ 分别为风机出力爬坡率下限和上限。

(6) 负荷功率约束。

$$P_{\text{load_down}} \leq P_l(t) + P_d(t) \leq P_{\text{load_up}} \quad (14)$$

式中: $P_{\text{load_down}}$, $P_{\text{load_up}}$ 分别为可调负荷功率下限, 可调负荷功率上限。

2.3 协调优化流程

互动协调优化过程如图 2、3 所示, 从空间尺度和时间尺度上针对输电层开展协调优化控制。空间尺度上, 以全网有功功率输出平衡为目标曲线, 通过多空间尺度下发至配网、馈线和台区, 在满足就地新能源消纳基础上, 实现台区、馈线和配网多级多余能量的上送; 时间尺度上, 以日预测功率曲线为优化目标, 通过 4 h (超短期) 和 15 min (准实时) 的优化控制, 实现 1 d (短期) 协调优化目标。

3 算例分析

3.1 应用场景设计

应用场景如图 4 所示。其中, DS 为大型储能设备; WT 为大型风电场; MT 为大型燃气轮机, 均接入配电网节点; DE 为大型电动汽车充换电站, 波峰阶段作为储能设备向电网馈电, 波谷阶段从电网充电, 接入馈线级节点。可中断负荷及单个电动汽车充电属于台区级控制。

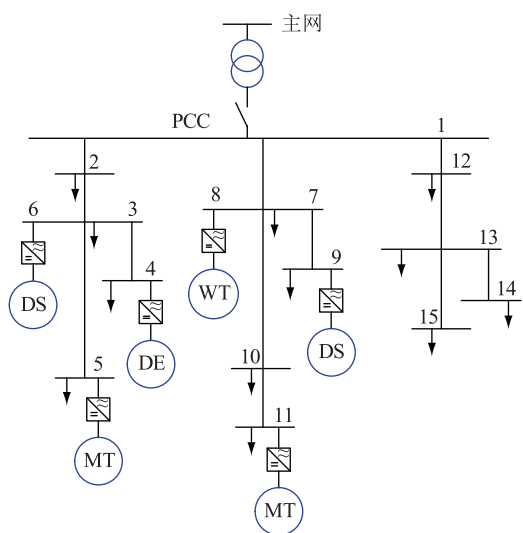


图 4 分布式电源接入主网简图

Fig.4 The distributed power supply is connected to the main network schematic

(1) 负荷需求。总负荷最大值 98 MW, 其中 10 kV 及以下负荷最大值为 84 MW, 高压负荷为 14 MW。

(2) 峰谷时段划分。峰时段 (6:00—22:00) 为: 0.617 元/(kW·h), 谷时段 (22:00—次日 6:00) 为: 0.307 元/(kW·h)。

(3) 输电层面各电源发电上网电价。风电: 0.56 元/(kW·h), 燃机: 0.35 元/(kW·h)。

(4) 微电网层面的各单元成本。(1) 6×100 kW 燃料电池。采用 6 块燃料电池, 燃料蓄电池储能系统技术参数如下: 容量为 1500 kW·h, 充放电功率为 100 kW, 放电成本为 0.5 元/(kW·h)。(2) 500×3.3 kW 电动汽车。假定该微网内有 500 辆电动汽车, 采用锂电池放电成本为 0.915 元/(kW·h), EV 电池容量为 30 kW·h, 充放电功率为 3.3 kW。谷时段, 电动汽车充电。(3) 可中断负荷补偿成本, 为 0.6 元/(kW·h)。

仿真中优化协调控制周期根据多时空机制划分为短期 (1 d)、超短期 (4 h) 和准实时 (15 min) 3 个方式, 即 1 d 分为 96 个时段, 每段时长为 15 min, 与准实时时间尺度吻合, 采用 MATLAB 软件编程实现。含高密度大功率分布式电源的配电网日功率预测曲线如图 5 所示。

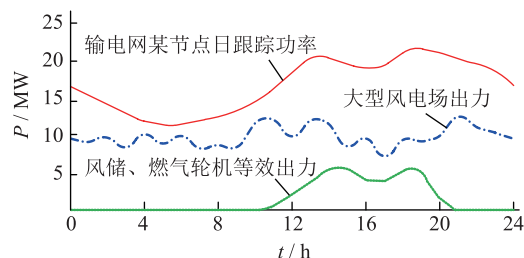


图 5 接入分布式电源的输电网日功率预测

Fig.5 Power transmission grid daily power forecast for distributed power supply

该日基础负荷曲线中包含一个用电低谷和两个用电高峰, 可知该曲线服从三段式正态分布, 经过拟合运算得出其概率密度函数为:

$$f_L(x) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{L1}} \exp\left[-\frac{(x-\mu_{L1})^2}{2\sigma_{L1}^2}\right], & x \in (0, 10) \cup (22, 24) \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{L2}} \exp\left[-\frac{(x-\mu_{L2})^2}{2\sigma_{L2}^2}\right], & x \in (10, 16) \\ \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{L3}} \exp\left[-\frac{(x-\mu_{L3})^2}{2\sigma_{L3}^2}\right], & x \in (16, 22) \end{cases} \quad (15)$$

式中各变量具体取值如下:

$$\begin{cases} \mu_{L1} = 7.15, \sigma_{L1} = 0.871 \\ \mu_{L2} = 13.36, \sigma_{L2} = 0.328 \\ \mu_{L3} = 19.18, \sigma_{L3} = 0.467 \end{cases} \quad (16)$$

该日功率预测曲线概率密度函数可为后续分布式电源参与电网互动的协调优化控制策略的执行提供参考。各分布式电源的相关参数见表 1。

表 1 分布式电源的相关参数

Tab.1 Related parameters of distributed power supply

| 项目 | DS | DE | WT | MT | |
|---------------------------------|------|-------|------|------|-----|
| 分布式电源数 | 2 | 2 | 1 | 2 | |
| 功率/MW | 下限 | 0 | 0 | 0 | |
| | 上限 | 65 | 50 | 65 | 70 |
| 运维系数/[元·(kW·h) ⁻¹] | 28.6 | 115.4 | 40.1 | 37.6 | |
| 安装成本/[万元·(MW·h) ⁻¹] | 5.5 | 31.8 | 17.2 | 12.6 | |
| 最大爬坡率/(MW·h) ⁻¹ | 上升 | 140 | 120 | 130 | 140 |
| | 下降 | 170 | 150 | 160 | 170 |

3.2 仿真结果分析

输电层分布式电源参与互动的协调优化功率曲线对比如图 6 所示。

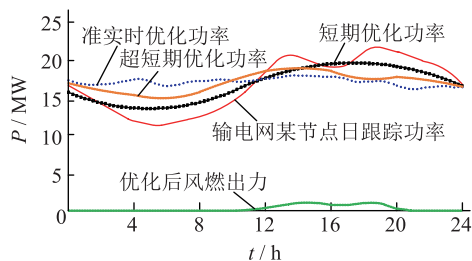


图 6 DG 参与互动协调优化功率曲线对比

Fig.6 DG participates in the interaction and coordination optimization power curve comparison

由图可知,若仅执行短期(1 d)优化,相对于日预测功率曲线优化后的波峰功率有所减小、波谷功率有所增大,显示了削峰填谷效果;但是超短期和准实时协调优化削峰填谷效果更为显著,协调控制周期越短,削峰填谷效果越明显。且协调优化后,大型风燃出力相对于图 5 显著下降,减少污染排放。

分布式电源参与电网互动后,系统网损与未接入分布式电源时的系统网损对比如图 7 所示。

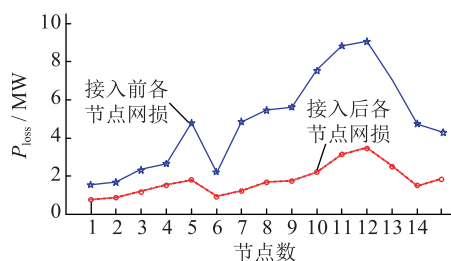


图 7 DG 参与互动前后系统网损对比

Fig.7 DG participated in the system network loss comparison before and after the interaction

由图 7 可知,分布式电源接入主网后的每个节点网损比分布式电源未接入前的每个节点网损小,说明规模化分布式电源接入后网损降低。

通过公式(3)计算优化后的最大经济效益为 49.96 万元,相比优化前 12.34 万元(崇明供电公司提供的分布式电源参与供电的经济效益),增加了

37.62 万元收益。

4 结语

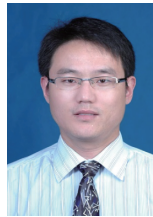
文中主要研究了含分布式电源接入的电网源网多元智能协调优化控制策略,建立了以多时空尺度为基准的源网多元互动协调优化控制模型,以上海崇明岛为例分析了不同分布式电源接入后整个输电层面优化功率曲线、风燃出力曲线以及最大经济效益等目标,验证了所提优化控制策略的有效性,可为规模化高密度分布式电源接入电网提供优化控制依据。

参考文献:

- [1] 尹积军. 建设国际能源变革发展典范城市推动能源供给和消费革命[J]. 电力需求侧管理, 2017, 19(2): 1-3.
YIN Jijun. Building international energy reform and developing model city to promote the energy supply and consumption revolution [J]. Power Demand Side Management, 2017, 19(2): 1-3.
- [2] 鲍 薇,胡学浩,何国庆,等. 分布式电源并网标准研究[J]. 电网技术, 2012, 36(11): 46-52.
BAO Wei, HU Xuehao, HE Guoqing, et al. Study on standard for grid-integration of distributed resources [J]. Power System Technology, 2012, 36(11): 46-52.
- [3] 林海雪. 分布式电源的并网标准及其发展趋势[J]. 电器与能效管理技术, 2016(17): 1-6.
LIN Haixue. On the standard for grid-connected of distributed resources and its developmental trend [J]. Electrical and Energy Management Technology, 2016(17): 1-6.
- [4] 沈 鑫,曹 敏. 分布式电源并网对于配电网的影响研究[J]. 电工技术学报, 2015(S1): 346-351.
SHEN Xin, CAO Min. Research on the influence of distributed power grid for distribution network [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2015(S1): 346-351.
- [5] 肖 浩,裴 玮,邓 卫,等. 分布式电源对配电网电压的影响分析及其优化控制策略[J]. 电工技术学报, 2016, 31(S1): 203-213.
XIAO Hao, PEI Wei, DENG Wei, et al. Analysis of the impact of distributed generation on distribution network voltage and its optimal control strategy [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2016, 31(S1): 203-213.
- [6] 尤 毅,刘 东,钟 清,等. 多时间尺度下基于主动配电网的分布式电源协调控制[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(9): 192-198.
YOU Yi, LIU Dong, ZHONG Qing, et al. Multi-time scale coordinated control of distributed generators based on active distribution network [J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(9): 192-198.
- [7] 张轶姿,彭小东,杜 敏,等. 分布式电源综合补偿机制研究[J]. 电力需求侧管理, 2015, 17(4): 13-19.
ZHANG Yizi, PENG Xiaodong, DU Min, et al. Research on

- comprehensive compensation mechanism of distributed generation[J]. Power Demand Side Management, 2015, 17(4):13-19.
- [8] 张明,周冬旭,嵇文路,等. 含源网荷的智能配电网运行仿真平台研究及应用[J]. 电力工程技术,2017,36(2):66-71. ZHANG Ming, ZHOU Dongxu, JI Wenlu, et al. Research and application of intelligent distribution network operation simulation platform contains the source and network [J]. Electric Power Engineering Technology, 2017, 36(2): 66-71.
- [9] 芦晶晶,赵渊,赵勇帅,等. 含分布式电源配电网可靠性评估的点估计法[J]. 电网技术,2013,37(8):2250-2257. LU Jingjing, ZHAO Yuan, ZHAO Yongshuai, et al. A point estimation method for reliability evaluation of distribution network with distributed generation [J]. Power System Technology, 2013, 37(8):2250-2257.
- [10] 彭克,张聪,徐丙垠,等. 含高密度分布式电源的配电网故障分析关键问题[J]. 电力系统自动化,2017,41(24):184-192. PENG Ke, ZHANG Cong, XU Bingyin, et al. Key issues of fault analysis on distribution system with high-density distributed generations[J]. Automation of Electric Power Systems, 2017, 41(24): 184-192.
- [11] 陈彬. 计及户用分布式电源的合作博弈智能用电技术[J]. 电力工程技术,2017,36(5):29-34. CHEN Bin. Cooperative game-based energy consumption technology considering household distributed generators[J]. Power Engineering Technology, 2017, 36(5):29-34.
- [12] 陈永秋,罗振威,顾全. 配网分布式电源并网对电网潮流的影响[J]. 电力需求侧管理,2011,13(3):24-28. CHEN Yongqiu, LUO Zhenwei, GU Quan. Research of the influence of distributed generation grid connected on the grid power flow[J]. Power Demand Side Management, 2011, 13(3): 24-28.
- [13] 周健,王苏,郑彧,等. 风电联网协调调度策略研究[J]. 浙江电力,2016,35(8):18-21. ZHOU Jian, WANG Su, ZHENG Yu, et al. Research on coordinated scheduling strategy for wind power integration[J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35(8):18-21.
- [14] 史俊霞. 基于一体化技术的电力调度系统网络优化[J]. 浙江电力,2017,36(5):66-68. SHI Junxia. Electric power dispatching system optimization based on integration technology[J]. Zhejiang Electric Power, 2017, 36(5):66-68.
- [15] MANAFFAM S, TALEBI M, JAIN A K, et al. Intelligent pinning based cooperative secondary control of distributed generators for microgrid in islanding operation mode [J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2018, 33(2): 1364-1373.
- [16] TAVAKOLI A, NEGNEVITSKY M, MUTTAQI K M. A decentralized model predictive control for operation of multiple distributed generators in an islanded mode[J]. IEEE Transactions on Industry Applications, 2017, 53(2): 1466-1475.

作者简介:



高辉

高辉(1981—),男,博士,副教授,研究方向为智能配用电关键技术(E-mail: gaohui2005@163.com);

徐晴(1973—),女,本科,研究员级高级工程师,从事电力系统量测研究工作(E-mail: qing_xq@js.sgcc.com.cn);

欧阳曾恺(1990—),男,硕士,工程师,从事电力量测及电力信息采集研究工作。

Analysis of the Optimal Control Strategy for Source Network Load with Multi-type Distributed Power Source

GAO Hui¹, XU Qing², OUYANG Cengkai², SONG Le¹

(1. Nanjing University of Posts and Telecommunications, College of automation and artificial intelligence,

Nanjing 210023, China; 2. State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd. Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: In order to reduce the impact of scaled distributed power access on the original grid and improve the multiple utilization efficiency of the source grid. In this paper, by analyzing the multi-stage energy interaction scene with distributed power supply, the multi space scale of main network, distribution network, feeder and platform area, and short-term, ultra short term, quasi real time multi time scale interaction mechanism are formulated, a multi-source interactive coordinated optimal control model for distributed power supply including large wind power plants, gas turbines and centralized large capacity energy storage is established. The objective function of the model is the minimum active power fluctuation, the closest network loss and the largest economic benefit. The model sets constraints such as node power flow, wind power, and so on. Taking Chongming Island in Shanghai as an example, the multi intelligence coordinated optimization control application scene of source network is set up to simulate and verify the short-term, super-short-term and quasi-real-time optimization effects of multiple spatial scales, and to provide optimized control basis for the access of large-scale distributed power supply.

Key words: multi-level energy; distributed power supply; multiple time scales; multiple spatial scales; coordinated optimization control

(编辑 方晶)