

Study on a Method of Renewable Energy Operation Considering Available Capability

Jing Yuan, Jinchang Duan

NARI Technology Development Co. Ltd., Nanjing
Email: duan8321@163.com

Received: Dec. 25th, 2012; revised: Jan. 19th, 2013; accepted: Jan. 27th, 2013

Abstract: In view of the present situation and problems existing in renewable energy operation, an applicable flow and method is proposed for renewable energy operation. The paper analyzed the reason of power limited, studied estimated methods of grid acceptable capacity, presented an applicable flow and method for renewable energy operation, and the flow was introduced according to different period of operation. The method proposed a thinking and method for renewable energy operation, and provided technical assistance for accepting renewable energy integration in power grid.

Keywords: Dispatching of Power Grid; Integration Capacity; Renewable Energy Operation

基于接纳能力的新能源调度方法的研究

袁 静, 段金长

国电南瑞科技股份有限公司, 南京
Email: duan8321@163.com

收稿日期: 2012年12月25日; 修回日期: 2013年1月19日; 录用日期: 2013年1月27日

摘 要: 本文针对新能源调度运行现状及存在的问题, 提出了一种适用的新能源调度流程和方法。黄德琥^[1]等人分析了大规模风电并网对电力系统的影响, 刘德伟^[2]等人研究了考虑网架约束和调峰约束下的电网最大接纳能力。本文分析了新能源限电原因, 探讨了电网接纳能力的估算方法, 提出了新能源调度流程, 分别按照调度时段的不同来介绍其调度流程。本方法为电网调度新能源提供了一种思路和可行的方法, 为电网最大限度接纳新能源提供技术支持。

关键词: 电网调度; 接纳能力; 新能源调度

1. 概述

随着《可再生能源法》的正式实施, 我国的新能源发展进入了大规模发展阶段。目前, 国家已把新能源, 尤其是风能资源的开发利用作为改善能源结构、推动环境保护、保持经济和社会可持续发展的重大举措, 并确立了“建设大基地, 接入大电网”的风电开发主要模式。“十二五”期间, 我国将大力推动清洁能源的高效利用, 并大力开发新能源和可再生能源, 我国将建成五大能源战略基地, 推进风电基地建设的

重点将集中在甘肃、内蒙古、新疆、江苏、河北、山东、吉林及东北地区等千万千瓦级风电基地。

风电、太阳能等新能源具有很强的随机性和间歇性, 风电还具有反调峰的特性, 加之目前我国风电等新能源基本都处于“自由”运行状态, 即不参与电网调度计划, 这给风电丰富地区的电网运行调度控制带来了越来越大的压力。大规模风电的并网运行给电网的调度运行管理提出了新挑战, 带来了许多新问题, 为了保证大规模风电接入后电网的安全稳定运行, 需要加强对新能源的调度和运行控制。

随着中国风电装机容量的快速增加和风电场规模的不断扩大^[3], 风电对电网安全运行的影响日益显现。风电与常规电源不同, 风电出力的波动性和随机性给电网调度运行带来新的问题^[4-8]。我国风资源较丰富, 但适合大规模开发风电的地区一般都处于电网末端, 由于此处电网网架结构较薄弱, 因此大规模风电接入电网后可能会出现电网电压水平下降、线路传输功率超出热极限、系统短路容量增加和系统暂态稳定性改变等一系列问题。另外, 风力发电作为电源具有间歇性和难以调度的特性, 是风电场电能质量不稳定的根本原因^[9]。

2. 新能源限电原因分析

2.1. 新能源特性

以风能为代表, 风能发电的特点是^[1]:

1) 风能的稳定性差

风能属于过程性能源, 是不可控的, 具有随机性、间歇性、不稳定性特点, 风速和风向决定了风力发电机的发电状态以及出力的大小。

2) 风能不能储存

对于单机独立运行的风力发电机组, 要保证不间断供电, 必须配备相应的储能装置。

3) 风电场的分布位置通常比较偏远

我国的风电场多数集中在风能资源比较丰富的西北、华北和东北地区。

2.2. 新能源与电网发展不协调

以前电网建设未考虑接入风电电源, 尤其是电网末端大规模接入和长距离外送。而当地用电负荷轻, 网架结构相当薄弱, 大规模风电就需要风电外送消纳, 电网建设周期相对于风电场建设要长得多, 风电与电网没有协调发展, 风电的快速增长, 也是送出受限的根本原因^[6]。同时也没有为风电配置相应的快速调节电源, 电源结构仍以燃煤为主, 快速调节机组比例与欧美差距较大。

2.3. 相关技术和管理标准缺失

特别是缺少有关风电涉网的技术标准, 风电机组的有功、无功功率调节及低电压穿越能力等性能不能满足电网运行要求, 给风电场和电网的安全稳定运行

造成了隐患。

2.4. 缺乏有效的调度手段

整体来说, 我国风电等新能源调度管理工作刚刚起步, 还处在开拓、探索阶段, 我国风电发展具有不同于欧美的鲜明特色, 大风电必须融入大电网, 需要构筑基于“大运行体系”的风电及新能源调度、控制和管理模式。我国风电基础数据管理薄弱, 基础数据不完整, 风电等新能源功率预测技术水平不高, 预测精度不高, 超短期负荷预测功能不完善。风电等新能源调度关键技术支持手段不足, 制约了新能源调度管理水平的提高, 不利于电网及新能源电场的安全、稳定、经济运行。

3. 电网接纳能力估算

新能源受限的主要原因为网架约束限制和调峰约束限制, 在计算电网接纳能力时, 需首先考虑送出问题, 即网架约束的限制, 然后再进行调峰能力计算, 最后得出考虑网架约束和调峰约束下的最大接纳能力^[2]。如图 1 所示。

1) 网架约束

当局部新能源出力超出网架约束限制时, 需要对局部新能源出力进行限制。系统开机方式确定后, 各主要输电断面最大可传输容量根据运行方式确定。将各输电断面下的新能源、负荷与常规机组出力进行平衡, 需要输送的电力大于输送断面极限时, 需对新能源的实际出力进行相应的限制, 直至满足输送断面限值要求。

2) 调峰约束

当网架限制后的新能源总出力仍然超过调峰约束下最大接纳能力时, 需要对全网新能源总出力进行调峰限制。调峰约束下新能源接纳空间是系统负荷与常规机组最小技术出力之差, 若在某一时段新能源的出力大于该接纳空间, 为了保证系统的安全稳定运行, 将不得不采取限制新能源出力的措施。

4. 新能源调度流程

4.1. 总体调度流程设计

本文研究将新能源调度分成中长期、短期和超短期, 其调度流程设计如图 2 所示。

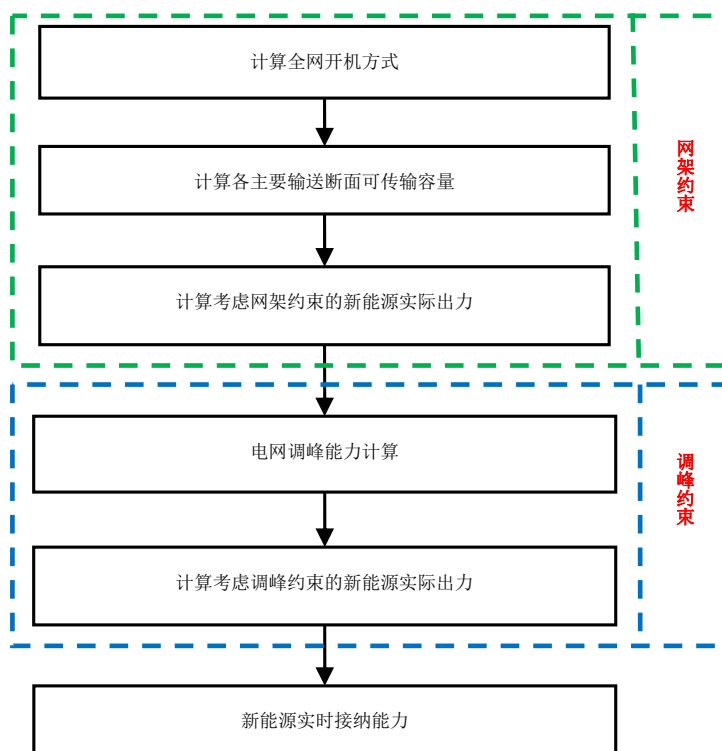


Figure 1. Flow chart of capability algorithm
图 1. 接纳能力估算流程图

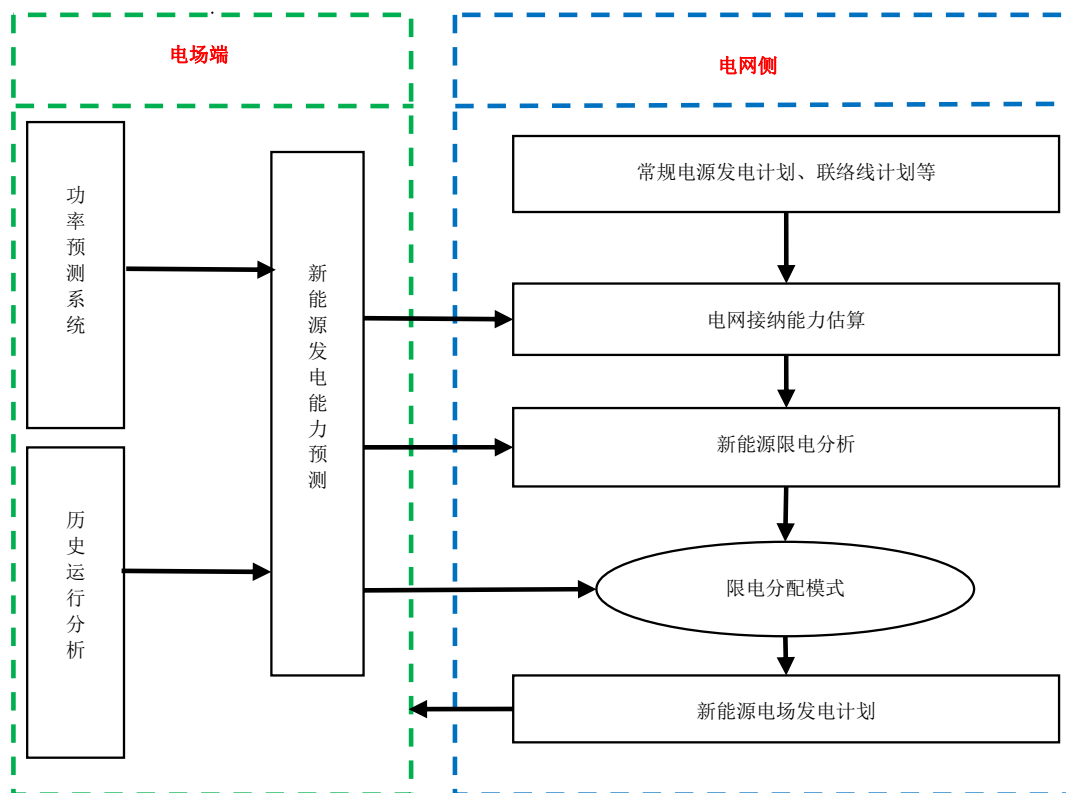


Figure 2. Flow chart of renewable energy operation
图 2. 新能源调度流程

4.2. 中长期调度

1) 发电能力预测

由于新能源发电与气象条件和装机容量有关,而目前对中长期发电相关的风、光等气象还无法做出可靠预报。考虑到我国新能源目前正处于快速发展时期,因此,新能源发电能力预测主要采用统计分析方法,即根据不同新能源电场(站)历史不同时期实际的发电量、弃风(光)电量、装机容量等建立相关关系,即相关关系表达式为:

$$y_t = ax_t + b$$

其中, y_t 为新能源电场发电能力, x_t 为新能源电场装机容量, a , b 为表达式常数项。

2) 发电调度计划制定

根据新能源电场发电能力预测结果,综合考虑电网吸纳能力,如电网接纳能力不够,如限电太严重则需重新安排常规电源,以接纳更多的新能源电力,按照前面的公式重新估算电网的接纳能力,如限电不可避免则按照一定的限电模式在各新能源电场之间分配。

3) 限电分配模式

对新能源出力限制采用以下模式来进行分配:

- 按装机容量比例等比原则;
- 平均分配限额容量原则;
- 按电价由高到低限制原则;
- 按功率预报准确率由高到低限制原则;
- 按考核结果由高到低限制原则。

4.3. 短期调度

1) 发电能力预测

短期发电能力来源于短期新能源功率预测。准确地功率预测将帮助电力系统调度运行人员做出最有效的决策,特别是在制定发电计划方面。常用的功率预测方法包括基于数字天气预报的预测、以时间序列法为代表的统计预测法、以神经网络为主的学习预测技术、其他预测方法(支持向量机、灰色理论等)。

2) 电网接纳能力估算

根据前面介绍的估算方法,提取常规电源发电计划,综合考虑联络线计划和功率限制,可以估算得到

电网的接纳能力。

3) 短期日调度计划制定

根据新能源电场日前功率预测结果,分析比较全网新能源接纳能力,进行新能源限电分析,根据一定的限电分配模式,得到各新能源电场的调度计划。

4.4. 超短期调度

超短期调度,其调度流程与计算方法与短期调度一样。根据电网实时的最大接纳曲线和电网新能源功率预测结果,采取一定的限电分配模式,实时调整新能源的超短期发电调度控制曲线。

5. 结论

论文分析了新能源发展及调度运行现状,结合当前的调度技术现状,探讨了电网接纳能力估算方法,提出了一套适用的新能源调度流程和方法,按照调度时段的不同划分,分别论述了中长期调度、短期调度和超短期调度的具体方法。论文提出了一种分析电网接纳能力的方法,为电网调度机构分析新能源接纳能力提供技术支持;还提出了一套新能源调度流程及方法,为电网吸纳和调度新能源提供了一种思路。

参考文献 (References)

- [1] 黄德琥,陈继军,张岚等. 大规模风电并网对电力系统的影响[J]. 广东电力, 2010, 23(7): 27-30.
- [2] 刘德伟,黄越辉,王伟胜等. 考虑调峰和电网输送约束的省级系统风电消纳能力分析[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(22): 77-81.
- [3] 李俊峰,蔡丰波等. 风光无限——中国风电发展报告 2011 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- [4] 高宗和,滕贤亮,张小白. 适应大规模风电接入的互联电网有功调度与控制方案[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(17): 37-41.
- [5] 屈可丁,于骏,金福国. 东北电网风电运行分析[J]. 东北电力技术, 2008, 11: 22-24.
- [6] L. Goransson, F. Johnsson. Large scale integration of wind power moderating thermal power plant cycling. Wind Engineering, 2010, 28(2): 1-15.
- [7] R. Billinton, G. Bai. Generating capacity adequacy associated with wind energy. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2004, 19(3): 641-646.
- [8] A. M. L. da Silva, W. S. Sales and L. A. F. Manso. Long-term probabilistic evaluation of operating reserve requirements with renewable source. IEEE Transactions on Power Systems, 2010, 25(1): 106-116.
- [9] 梁才浩,段献忠. 分布式发电及其对电力系统的影响[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(12): 53-56.