

基于多目标的新能源自动发电控制技术

蒙飞 田坤

国网宁夏电力有限公司调度控制中心

摘要:为解决新能源场站发电的公平性,提高新能源发电效率,保证电网断面的安全性,本论文提出一种基于多目标的新能源自动发电控制技术,解决了人工控制模式下新能源发电的不公平问题,拓展了电网新能源消纳空间,提升了跨区联络线跟踪精度,实现了新能源跨区高效消纳。

关键词:自动发电; 新能源消纳; 多目标控制

一、引言

宁夏自然资源丰富,但是资源波动性大,随机性强,可控性差,截至目前,宁夏电网已经接入2000万千瓦以上的新能源,宁夏新能源已经成为第一大电源,新能源占比已经达到42%,在十四五规划期间,宁夏新能源要实现两个50%的突破,大规模新能源接入电网,将会对电网的安全稳定运行带来三个重大挑战。一是提升系统调峰难,新能源出力趋势往往与用电负荷趋势相反,加之风电的功率变化比较快,需要电力系统为之提供优良的有功功率调节资源,新能源的反调峰现象,进一步加大电力系统峰谷差,增加调峰难度。二是保障频率稳定难,新能源的运行特点是能量足,变化快,时空分布不确定性强,新能源出力的急剧增加或较少导致电网频率变化幅度大,造成电力系统的频率的偏差。三是控制断面过载能力差,新能源多处于远离负荷中心侧,大规模的新能源接入将导致电网网架形成断面,造成输电线路重载或越限,影响电力系统的安全稳定运行。

二、新能源AGC的多目标控制

(一) 新能源场站计划控制

当AGC的控制模式处于计划控制时,新能源目标出力由新能源场站自己申报的计划值进行控制,AGC实时或者定期读取新能源场站的日内计划,将获取的日内计划每分钟下发至场站AGC子系统,场站AGC接收到指令后实时调整场站的实际出力。由计划编制程序在计划编制环节统一考虑新能源与全网能源的资源优化调度。

新能源场站参与计划控制可用下面公式1表示:

$$\sum_{i=1}^N P_{i-reg} = 0 \quad (1)$$

$$P_{i-target} = P_{i-plan} \quad i=1,L,N$$

式中: P_{i-reg} 为投入计划控制新能源场站的调节量, $P_{i-target}$ 为投入计划控制新能源场站的目标出力, P_{i-plan} 为投入计划控制风电的计划值, N为投入计划控制新能源场站的总数。

计划控制的流程图如下图1所示:

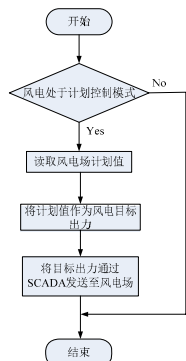


图1 计划控制数据流程

(二) 新能源场站的断面控制目标

将AGC置于断面控制模式时,新能源场站的控制模式为自动调整模式。段面控制模式时,AGC首先算出控制偏差量,偏差值为断面输出功率限值与断面实际功率值,并保证一定冗余度。AGC自动的将控制偏差按照给定的新能源场站功率分配策略下发给同一断面下参与调整的新能源场站。如果断面存在输送空间时,为确保新能源高效消纳,应放开新能源场站有功出力的限制,允许新能源场站在偏离计划值的前提下自由发电。风电断面控制可以将断面潮流输送空间扣除稳定裕度后实时分配给参与断面控制的新能源场站,在新能源场站原有日内计划值的基础上对原有计划值进行修正后得到新能源场站控制目标。当断面潮流接近或超过断面输送限值时,风电断面控制将新能源场站目标出力限制在日内计划值上。当新能源参与断面控制时,新能源场站的控制目标可由下面方程得到:

$$P_{error-tiec} = P_{limit} - P_{real} - P_{free}$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N P_{i-reg} = P_{error-tiec} \\ P_{i-reg} = C_i P_{error-tiec} & \sum_{i=1}^N C_i = 1 \quad i=1,L,N \\ P_{i-target} = P_{i-plan} + P_{i-reg} & i=1,L,N \\ P_{i-lmn} \leq P_{i-target} \leq P_{i-lmx} & i=1,L,N \\ P_{i-lmn} = P_{i-plan} \end{cases} \quad (2)$$

式中, $P_{error-tiec}$ 为断面控制偏差; P_{limit} 为断面输出限值; P_{real} 为断面实际潮流; P_{free} 为断面稳定裕度; P_{i-reg} 为参与断面控制新能源场站分配到的调节量; $P_{i-target}$ 为参与断面控制新能源场站的目标出力; P_{i-plan} 为参与断面控制新能源场站的计划值; P_{i-lmn} 为参与断面控制新能源场站的调节下限; P_{i-lmx} 为参与断面控制风电的调节上下; C_i 为根据新能源场站功率分配策略得到的功率分配系数。

新能源场站参与断面控制的基本数据流程和控制流程如下图2所示:

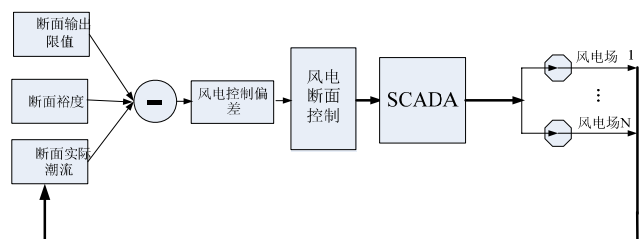


图2 断面控制基本数据流程

(三) 新能源场站的实时调峰控制

当AGC处于调峰控制模式时,首先计算出控制域内的新能源总接纳能力,主要影响因素有断面的安全约束和调峰约束,其中断面约束可以通过构建坚强的电网构架来解决,调峰约束则成为约束新能源消纳的主要约束手段,尤其是冬季,火电机组的调峰能力差,电网的整体调峰能力明显不足,因此,冬季供热期电网调峰能力严重制约新能源的高效消纳。

根据电网的负荷特性和机组调峰特性,电网考虑调峰约束的风电总接纳能力计算方式如公式3。在得到控制区内风电总接纳能力之后,将风电接纳能力与风电总实际出力之差作为风电控制偏差,将偏差作为调节量按照给定的新能源场站功率

分配策略分配到各个新能源场站，在各个新能源场站的计划出力上叠加分配到的调节量作为新能源场站的目标出力，再将目标出力下发至各个新能源场站，实现新能源场站功率的最优控制。同样的，在新能源场站参与调峰控制时，新能源场站的计划值纳入调节范围考虑。新能源场站参与调峰控制时，新能源场站的目标出力可通过以下公式得到：

$$\begin{cases}
 P_{wind} = P_{reg}^{min} - P_{commit}^{min} \\
 \sum_{i=1}^N P_{i-reg} = P_{wind} \\
 P_{i-reg} = C_i P_{wind} \quad \sum_{i=1}^N C_i = 1 \quad i=1,L,N \\
 P_{i-target} = P_{i-plan} + P_{i-reg} \quad i=1,L,N \\
 P_{i-lmn} \leq P_{i-target} \leq P_{i-lmx} \quad i=1,L,N \\
 P_{i-lmn} = P_{i-plan}
 \end{cases} \quad (3)$$

式中， P_{wind} 为风电接纳能力； P_{reg}^{min} 为调峰机组最低出力； P_{commit}^{min} 为低谷负荷时调峰机组实际出力； P_{i-reg} 为参与调峰控制新能源场站分配到的调节量； $P_{i-target}$ 为参与调峰控制新能源场站的目标出力； P_{i-plan} 为参与调峰控制新能源场站的计划值； P_{i-lmn} 为参与调峰控制新能源场站的调节下限； P_{i-lmx} 为参与调

峰控制风电的调节上下； C_i 为根据新能源场站功率分配策略得到的功率分配系数。

三、总结

本论文立足于宁夏区调调智能电网调度控制系统，分析电网运行特性及大规模新能源接入后对宁夏电网的影响，从大规模新能源接入后的风电功率波动特性、风电功率主动控制与实时发电计划协调、省地两级调度模式下的控制策略及风电参与主动控制的调节贡献在线统计等方面对宁夏电网智能电网调控系统的自动发电控制技术进行技术提升和功能完善，切实满足了宁夏电网对新能源有功控制需求，提高电网对新能源消纳能力和适应能力，充分利用区域内的常规机组调节能力，采取有效的控制策略实现对新能源合理消纳，保障了宁夏电网的安全稳定运行。

参考文献

[1]周念成,付鹏武,王强钢,罗艾青,金明. 基于模型预测控制的两区域互联电网AGC系统研究[J]. 电力系统保护与控制. 2012(22).

[2]周蓉,陈雯,谭文. 双馈风机的两种负荷频率控制方法分析与比较[J]. 计算机仿真. 2015(12).

[3]舒印彪,张智刚,郭剑波,等. 新能源消纳关键因素分析及解决措施研究[J]. 中国电机工程学报, 2017, 37(1).

(上接第361页)

积信息指的是扰动土地总面积。除此之外，本研究还在此基础上，提取了弃土、取土、土壤流失等相关监测信息，作为水土保持监测分析依据。

(四) 监测信息的应用

本次研究通过1次航拍，获取3个施工生产生活区、1个临时堆土区的扰动土地总面积信息。其中，临时堆土区造成的土壤扰动影响最大，扰动面积达到了7026.3m²，根据显示的地理位置信息，必须立即采取土壤保护处理措施。其次，在处理施工生产生活区的土壤扰动问题时，以编号为2的区域作为重点治理对象。根据项目所处区域地理条件，采取水土保持治理措施，利用无人机拍摄治理效果，依据治理效果改进治理措施，将此项工作作为A项目发展的长期工作。

(五) 监测结果性能对比分析

以上内容的探究体现了无人机遥感技术在水土保持监测中的应用价值，那么此项技术较传统水土保持监测方案是否有所改善？此问题值得探究，本研究以传统监测方法作为参照对象，观察手持皮尺、GPS装置测量结果与无人机遥感技术测试结果。测试结果表明，与传统测量效率相比，无人机遥感技术应用效率提高了4倍左右，并且监测信息精准度上升了8%左右。因此，建议选择无人机遥感技术作为农业发展重要工具，借助政府扶持力量，为农户配备相关设备。

三、总结

无人机遥感技术的出现，打破了传统水土保持监测局面。

本文在分析基于无人机遥感技术的水土保持监测方法的同时，以A项目为例，设计该项技术在项目水土保持监测中的应用方案，将监测结果作为项目所在区域水土保持治理方案设定依据。由于无人机遥感技术在垂直方向的监测误差仍然存在一定改善空间，所以还需要在实践应用中不断改进。

参考文献

[1]文雄飞,张穗,张煜,等. 无人机倾斜摄影辅助遥感技术在水土保持动态监测中的应用潜力分析[J]. 长江科学院院报, 2016, 33(11):93-98.

[2]黄海峰,易武,张国栋,等. 引入小型无人机遥感的滑坡应急治理勘查设计方法[J]. 防灾减灾工程学报, 2017(1):99-104.

[3]姚赫,张勇. 生产建设项目水土保持“天地一体化”监测探讨[J]. 人民长江, 2017, 48(12):18-21.

[4]张洋. 无人机航空拍摄及遥感技术的具体应用[J]. 中国审计, 2017(7):41-42.

[5]侯恩科,首召贵,徐友宁,等. 无人机遥感技术在采煤地面塌陷监测中的应用[J]. 煤田地质与勘探, 2017, 45(6):102-110.

[6]廖凯涛,宋月君,张金生,等. 无人机遥测技术在水土保持生态果园改造监测中的应用[J]. 中国水土保持科学, 2017(5):135-141.